別添２

添付書類二

東海第二発電所
劣化状況評価書

平成 29 年 11 月

（平成 30 年 2 月一部変更）

（平成 30 年 9 月一部変更）

（平成 30 年 10 月一部変更）

日本原子力発電株式会社

本資料のうち，枠囲みの内容は，営業秘密
又は防護上の観点から公開できません。

目次

1. はじめに ····· 1
2. 東海第二発電所の概要 ····· 5
2.1 東海第二発電所の設備概要 ····· 5
2.2 発電所の運転実績 ····· 7
2.3 技術基準規則への適合に向けた取組及びそのスケジュール ····· 8
2.4 発電所の保守管理の概要 ····· 12
3. 劣化状況評価の実施体制 ····· 19
3.1 評価の実施に係る組織 ····· 19
3.2 評価の方法 ····· 19
3.3 工程管理 ····· 19
3.4 協力事業者の管理 ····· 20
3.5 文書・評価記録の管理 ····· 21
3.6 教育訓練 ····· 21
3.7 評価年月日 ····· 22
3.8 評価を実施した者の氏名 ····· 22
4. 劣化状況評価の実施方法 ····· 26
4.1 劣化状況評価対象機器 ····· 26
4.2 劣化状況評価手順 ····· 27
4.2.1 機器のグループ化及び代表機器の選定 ····· 27
4.2.2 国内外の新たな運転経験及び最新知見の反映 ····· 28
4.2.3 経年劣化事象の抽出 ····· 31
4.2.4 経年劣化事象に対する技術評価 ····· 34
4.3 耐震安全性評価 ····· 35
4.3.1 耐震安全性評価対象機器 ····· 35
4.3.2 耐震安全性評価手順 ····· 35
4.4 耐津波安全性評価 ····· 36
4.4.1 耐津波安全性評価対象機器 ····· 36
4.4.2 耐津波安全性評価手順 ····· 36
4.5 冷温停止状態維持の技術評価 ····· 37
4.5.1 代表機器の選定 ····· 37
4.5.2 冷温停止を踏まえた再評価を行う経年劣化事象の抽出 ····· 37
4.5.3 評価対象機器全体への展開 ····· 37
5. 技術評価結果 ····· 43
5.1 運転を断続的に行うことを前提とした機器・構造物の技術評価結果 ····· 43
5.1.1 容器等 ····· 43
5.1.2 低圧ケーブル ····· 44
5.1.3 同軸ケーブル ····· 44

5.1.4 ケーブル接続部 ····· 45
5.1.5 容器 ····· 45
5.1.6 震災影響評価 ····· 46
5.2 運転を断続的に行うことを前提とした耐震安全性評価結果 ····· 47
5.2.1 配管 ····· 47
5.3 運転を断続的に行うことを前提とした耐津波安全性評価結果 ····· 48
5.4 冷温停止状態維持を前提とした機器・構造物の技術評価結果 ····· 49
5.5 冷温停止状態維持を前提とした耐震安全性評価結果 ····· 50
5.6 冷温停止状態維持を前提とした耐津波安全性評価結果 ····· 51
5.7 評価の結果に基づいた補修等の措置 ····· 51
6. 今後の高経年化対策 ····· 52
6.1 保守管理に関する方針（長期保守管理方針）の策定 ····· 52
6.2 長期保守管理方針の実施 ····· 52
6.3 技術開発課題 ····· 58
7. 劣化状況評価で追加する項目 ····· 59
8. まとめ ····· 60

1. はじめに

東海第二発電所については，1978年11月28日に営業運転を開始し，2018年11月に運転開始後40年を迎えようとしている。

原子力発電所ではこれまでプラントの安全・安定運転を確保するために，電気事業法に基づく定期検査[注1)]により，技術基準への適合を確認するとともに，保守管理における機器・構造物の保全活動として，点検や予防保全活動等に取組んでいる。加えて，最新の技術的知見の反映や国内外で経験された事故・故障の再発防止対策等についても，必要に応じ実施している。

また，一般的には，機器・材料は使用時間の経過とともに，経年劣化することが知られているが，これまでのところ30年の運転期間を超え40年目の劣化状況評価（高経年化技術評価）を実施した他原子力発電所の評価結果からも，劣化の傾向が大きく変化することを示す技術的知見は得られていない。

また，運転年数の増加に伴いトラブルの発生件数が増加しているという傾向も認められていないことから，現時点で高経年化による原子力発電所設備の信頼性が低下している状況にはないと考える。

しかしながら，原子力発電所のより長期の運転を仮定した場合，経年化に伴い進展する事象は顕在化してくることから，運転年数の長い原子力発電所に対して，高経年化の観点から技術評価を行い，そこで得られた知見を保全に反映していくことは，原子力発電所の安全・安定運転を継続していく上で重要である。

注1）：2013年7月8日以降は「核原料物質，核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律」に基づき，原子力規制委員会が施設定期検査を実施

このような認識のもと，1996年4月に通商産業省（現：経済産業省）資源エネルギー庁は「高経年化に関する基本的な考え方」をとりまとめ，原子力発電所の高経年化対策の基本方針を示した。

さらに，2003年9月及び2005年12月に「実用発電用原子炉の設置，運転等に関する規則」（以下，「実用炉規則」という）を改正するとともに，原子力安全・保安院（現：原子力規制委員会。以下同じ）は「実用発電用原子炉施設における高経年化対策実施ガイドライン」及び「実用発電用原子炉施設における高経年化対策標準審査要領（内規）」（以下，「高経年化対策実施ガイドライン等」という）を発出し，原子炉の運転を開始した日以降29年を経過する日までに，また，以降10年毎に，耐震安全性評価を含めた経年劣化に関する技術的な評価（以下，「高経年化技術評価」という）を行い，これに基づき保全のために実施

すべき措置に関する10年間の計画を策定することを電気事業者に求めた。

その後，2008年8月に実用炉規則が改正され，高経年化対策を通常の保全の中に位置づけ一体化することで，原子力発電所の運転当初からの経年劣化管理を義務づけるとともに，「保全のために実施すべき措置に関する10年間の計画」を，新たに「保全のために実施すべき措置に関する10年間の方針」（以下，「長期保守管理方針」という）として原子炉施設保安規定（以下，「保安規定」という）に位置づけ，認可の対象とした。

また，実用炉規則の改正に伴い，原子力安全・保安院は「高経年化対策実施ガイドライン等」を改訂し，2008年10月に発出後，2010年4月及び2011年5月に改正した。

また，2011年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震及びこれにより生じた津波に起因する東京電力福島第一原子力発電所で発生した事故に鑑み，2012年9月に原子力規制委員会設置法が施行され，原子力安全・保安院に代わる機関として，原子力規制委員会が環境省の外局として設立された。

さらに，2013年7月には同法により，発電用原子炉の運転することが出来る期間について，最初に使用前検査を合格した日から起算して40年と規定され，当該期間満了に際しては，原子力規制委員会の認可を受けて，20年を超えない期間を限度として一回に限り延長できることとなった。

それらを踏まえ，原子力規制委員会は2013年6月に「実用炉規則」を改正するとともに「実用発電用原子炉の運転期間延長認可申請に係る運用ガイド」（以下，「運転延長ガイド」という）にて，運転期間延長認可申請書の記載内容等を定め，2013年11月に「実用発電用原子炉の運転の期間の延長の審査基準」（以下，「運転延長審査基準」という）を制定し，運転の期間の延長の審査にあたって確認すべき事項を定めている。また，運転延長ガイドについては，2013年12月，2014年8月及び2017年9月に，運転延長審査基準については2016年4月にそれぞれ改正されている。

加えて，原子力規制委員会・規制庁は高経年化対策実施ガイドライン等に代わるものとして，2013年6月に「実用発電用原子炉施設における高経年化対策実施ガイド」（以下，「高経年化対策実施ガイド」という）を制定し，2013年12月，2015年10月，2016年11月，2017年9月に改正している。

また，2013年7月に「実用発電用原子炉施設における高経年化対策審査ガイド」（以下，「高経年化対策審査ガイド」という）を制定し，2013年12月，2016年11月に改正している。

一方，一般社団法人日本原子力学会は2007年3月に「原子力発電所の高経年化対策実施基準：2007」を制定し，2008年12月に「原子力発電所の高経年化対策実施基準：2008」（以下，「学会標準2008版」という）として改定の上，2009年2月に発行，2010年4月原子力規制委員会によりエンドースされた。以降は，2010年9月に「原子力発電所の高経年化対策実施基準：2010（追補1)」（以下，「学会標準2010追補版」という），2012年6月に「原子力発電所の高経年化対策実施基準：2011（追補2)」（以下，「学会標準2011追補版」という），2012年12月に「原子力発電所の高経年化対策実施基準：2012（追補3)」（以下，「学会標準2012追補版」という），2016年3月に「原子力発電所の高経年化対策実施基準：2015」，2016年9月に「原子力発電所の高経年化対策実施基準：2016（追補1)」を発行した。

さらに，旧独立行政法人原子力安全基盤機構（現：原子力規制委員会。以下同じ）は，上記，高経年化対策実施ガイド及び高経年化対策審査ガイド並びに学会標準2008版に対応して，2013年9月に「高経年化技術評価審査マニュアル」を作成し，公表している。

東海第二発電所では，運転開始後40年を迎え，プラントを構成する機器・構造物に対し，運転延長ガイド，高経年化対策実施ガイド，高経年化対策審査ガイド，学会標準2008版，学会標準2010追補版，学会標準2011追補版等に基づき，60年間の運転及び冷温停止を仮定し，想定される経年劣化事象に関する技術評価を「延長しようとする期間における運転に伴い生ずる原子炉その他設備の劣化の状況に関する技術的な評価」（以下，「劣化状況評価等」という）として実施した。劣化状況評価等にあたっては，運転延長ガイドに基づき実施した特別点検[注2)]の結果を踏まえて評価した。

注2)：「実用発電用原子炉の設置，運転等に関する規則」第113条第2項第1号による点検

また，運転を開始した日から40年以降の20年間に，高経年化の観点から現状保全を充実する新たな保全項目等を抽出し，「延長しようとする期間における原子炉その他の設備についての保守管理に関する方針」（以下，「保守管理に関する方針」という）を策定した。本評価書はこれらをとりまとめたものである。

このとりまとめには，運転開始後30年目の高経年化技術評価の検証として，劣化傾向の評価，保全実績の評価及び長期保守管理方針の有効性評価についても含めている。

なお，劣化状況評価等の対象とする機器・構造物及び評価手法は，40年目の高経年化技術評価におけるものと同様である。

この結果，現状の保全の継続等により，今後，プラントを健全に維持することが可能であることを確認した。

また，抽出した保守管理に関する方針については，長期保守管理方針として策定するとともに，東海第二発電所の保安規定に記載し，認可申請を行う。

今後は，認可された保安規定に基づき，保全活動に長期保守管理方針をとり入れ実施していくとともに，実用炉規則第82条にて定める時期に高経年化技術評価の再評価を実施していくことにより，機器・構造物を健全に維持・管理していく。

なお，本評価書は各機器・構造物の劣化状況評価等及び保守管理に関する方針の概要を示すものであり，各機器・構造物の劣化状況評価等の詳細，耐震安全性評価及び耐津波安全性評価の結果については，別冊にまとめている。

2. 東海第二発電所の概要

2.1 東海第二発電所の設備概要

東海第二発電所は，電気出力約1,100 MWの沸騰水型原子力発電所で，原子炉格納容器の型式はマークⅡである。

原子炉内で発生した熱は，原子炉再循環系統により炉心内を通る冷却材に伝えられ蒸気を発生させる。この蒸気は原子炉圧力容器内に設けられている気水分離器及び蒸気乾燥器によって水分が取除かれ，飽和蒸気となってタービンに送られタービン発電機を回転させる。タービンを通った蒸気は復水器に入り，ここで冷却されて復水となり，復水ポンプ，低圧(第2～6)給水加熱器を通り原子炉給水ポンプにより高圧（第1）給水加熱器を経て原子炉圧力容器に戻り，ジェットポンプにより駆動されて再び炉心に送られる。

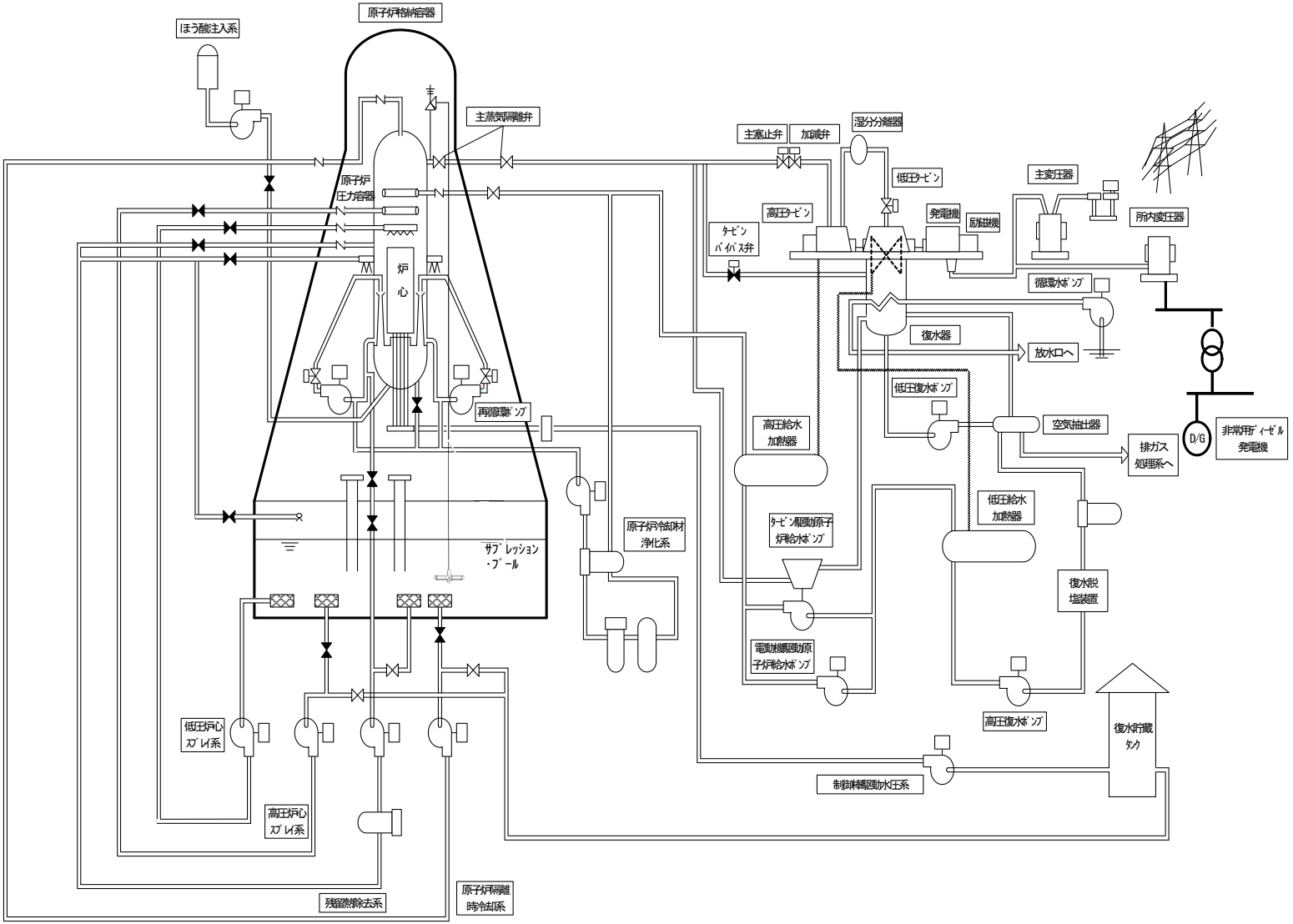
発電所の主要な仕様，系統概要を以下に示す。

(1) 発電所の主要仕様

電気出力	約1,100 MW
原子炉型式	沸騰水型軽水炉
原子炉熱出力	3,293 MW
燃料	低濃縮ウラン（燃料集合体764体）
減速材	軽水
タービン	非再熱式4車室6流排気形

(2) 発電所全体の系統概念

発電所の全体系統概念図を資料2－1に示す。



資料 2-1　東海第二発電所 全体系統概念図

2.2 発電所の運転実績

東海第二発電所は，1971 年 12 月の第 57 回電源開発調整審議会において，新規着手地点として電源開発基本計画に組み入れられることが決定し，1972 年 12 月 23 日に内閣総理大臣より原子炉設置許可を取得した。

東海第二発電所の建設工事は，敷地造成工事，建屋基礎掘削工事を経て 1973 年 6 月の建屋基礎工事によって本格化し，原子炉圧力容器据付，タービン据付，各種試験を経て燃料装荷を行い 1978 年 1 月に原子炉が臨界に達した。その後，出力上昇試験，1978 年 3 月 13 日の初並列を経て，1978 年 11 月 28 日に営業運転を開始した。2006 年 8 月，累積発電電力量 2,000 億 kWh を達成した。

また，原子力発電設備の有効利用により CO_2 排出量を削減し，地球温暖化の防止にも貢献できる定格熱出力一定運転の実施に向け，経済産業省通達「定格熱出力一定運転を実施する原子力発電設備に関する保安上の取扱いについて（平成 13・12・12 原院第 1 号)」に基づき，設備の健全性評価，運転管理方法の改善へ向けた諸対策を実施し，2003 年 12 月から定格熱出力一定運転を開始している。

東海第二発電所における発電電力量・設備利用率の年度推移を資料 2-2，計画外停止回数の年度推移を資料 2-3，計画外停止の事故故障一覧を資料 2-4 に示す。過去約 40 年間を遡った時点までの発電電力量・設備利用率の年度推移をみると，中性子計測ハウジングのひび割れ対策（第 17 回定期検査時(1999 年度)）等により，設備利用率の低下が見られる。近年においては 2011 年 3 月 11 日に発生した東北地方太平洋沖地震以降，新規制規準への対応のため発電所は長期停止状態を継続している。

なお，計画外停止（手動停止及び自動停止）回数の推移については，供用期間の長期化との間に有意な相関は認められない。

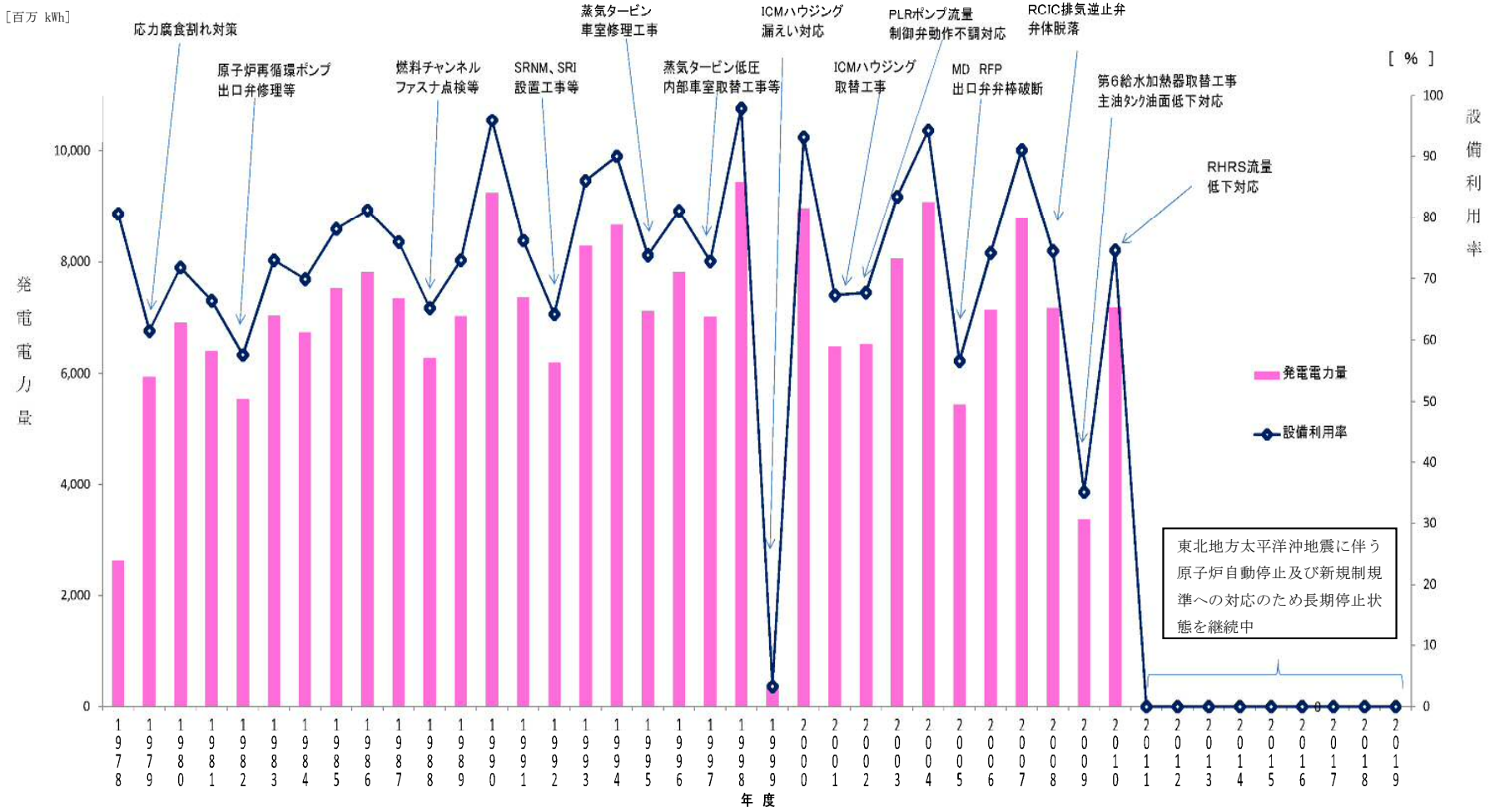
2.3 技術基準規則への適合に向けた取組及びそのスケジュール

東海第二発電所については，新規制規準へ適合させるため，平成 26 年 5 月 20 日付け総室発第 31 号をもって原子炉設置変更許可(平成 29 年 11 月 8 日付け総室発第 60 号,平成 30 年 5 月 31 日付け総室発第 18 号，平成 30 年 6 月 21 日付け総室発第 24 号，平成 30 年 6 月 27 日付け総室発第 26 号，平成 30 年 9 月 12 日付け総室発第 47 号及び平成 30 年 9 月 18 日付け総室発第 48 号にて一部補正)を申請し，平成 30 年 9 月 26 日付け原規規発第 1809264 号にて許可を受けている。

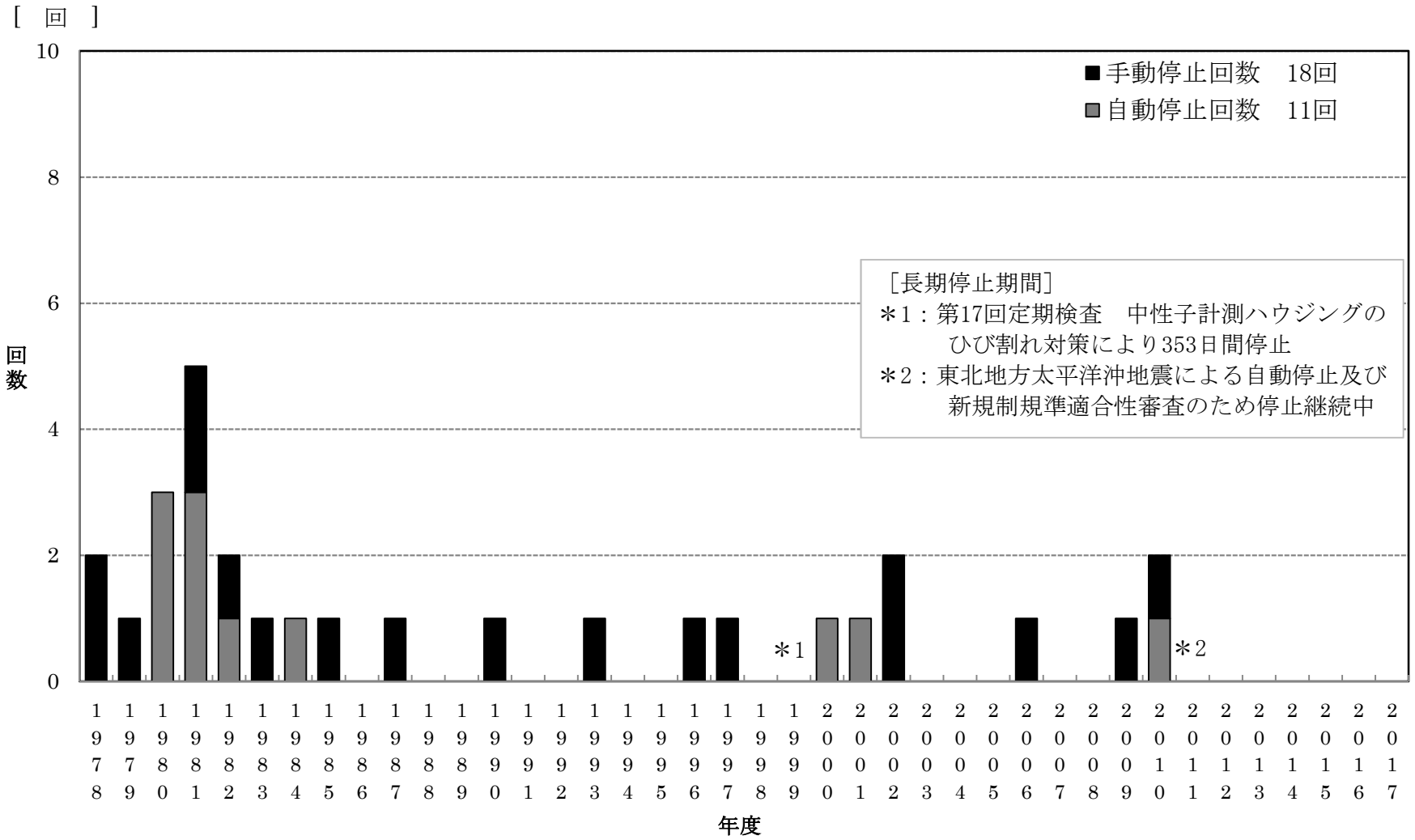
また，平成 26 年 5 月 20 日付け発室発第 35 号をもって工事計画認可申請書（平成 29 年 11 月 24 日付け発室発第 175 号，平成 30 年 2 月 13 日付け発室発第 229 号，平成 30 年 9 月 20 日付け発室発第 94 号，平成 30 年 10 月 5 日付け発室発第 99 号及び平成 30 年 10 月 12 日付け発室発第 111 号にて一部補正）を申請し，平成 30 年 10 月 18 日付け原規規発第 1810181 号にて認可を受けている。

これに加え，平成 30 年 10 月 5 日付け発室発第 100 号をもって工事計画届出書（平成 30 年 10 月 12 日付け発室発第 112 号にて一部補正）を提出している。

累積平均設備利用率 ＝ 61.4%



資料２－２　東海第二発電所　発電電力量・設備利用率の年度推移



資料 2-3　東海第二発電所　計画外停止回数の年度推移

資料 2-4　　東海第二発電所　計画外停止の事故故障一覧

No.	年度	件　　名
1	1978	原子炉冷却材再循環ポンプモータ(A)の故障に伴う原子炉手動停止
2		原子炉冷却材再循環ポンプモータ(B)の故障に伴う原子炉手動停止
3	1979	主蒸気配管に付属する計装配管弁からのリークに伴う原子炉手動停止
4	1980	蒸気タービントリップに伴う原子炉自動停止
5		給水制御系誤信号に伴う原子炉自動停止
6		蒸気タービン中間塞止弁急閉に伴う原子炉自動停止
7	1981	蒸気タービン主塞止弁リミットスイッチ動作不良による原子炉自動停止
8		給水系試験用計装用配管溶接部の損傷に伴う原子炉手動停止
9		原子炉水位低誤信号による原子炉自動停止
10		中間領域計装（IRM）の応答不調に伴う原子炉手動停止
11		蒸気タービン組合せ中間弁試験時の原子炉自動停止(調整運転中)
12	1982	原子炉冷却材再循環ポンプ(B)入口弁小口径配管の損傷に伴う原子炉手動停止
13		落雷による原子炉自動停止
14	1983	タービン抽気管ドレン系の蒸気漏洩（調整運転中）
15	1984	給水制御系不調による原子炉自動停止
16	1985	残留熱除去系手動弁ドレン配管からの漏洩による原子炉手動停止
17	1987	原子炉再循環ポンプ(B)のトリップ
18	1990	原子炉格納容器内床ドレン発生量の増加に伴う原子炉手動停止
19	1993	原子炉格納容器冷床ドレン発生量の増加に伴う原子炉手動停止
20	1996	タービン制御油漏えいに伴う原子炉手動停止
21	1997	軽油貯蔵タンク修理に伴う原子炉手動停止
22	2000	東海原子力線トリップによる原子炉自動停止
23	2001	原子炉自動停止における制御棒１本の不完全挿入について
24	2002	原子炉給水系（B 系）点検に伴う原子炉手動停止
25		原子炉冷却材再循環流量制御弁開度検出器取替のため発電停止
26	2006	タービン駆動給水ポンプ（A）軸封部シール水出口配管からの漏えいに伴う原子炉手動停止
27	2009	主油タンク油面変動等に伴う機器点検のための原子炉手動停止
28	2010	残留熱除去系海水系（B）系機器点検のための原子炉停止
29		地震による原子炉自動停止（【東日本大震災関連】非常ディーゼル発電機 2C 用海水ポンプの自動停止）

2.4 発電所の保守管理の概要

原子力発電所の保守管理においては，機器・構造物の経年劣化が徐々に進行し，最終的に故障に至ることのないよう，定期的な検査や点検等により経年劣化の兆候を早期に検知し，必要な処置を行い，事故・故障を未然に防止することを目的としている。

東海第二発電所での日常的な保守管理において時間経過に伴う特性変化に対応した劣化管理が的確に行われている経年劣化事象（以下，「日常劣化管理事象」という）の劣化管理の考え方を以下に述べる。

発電所における運転・保守は，運転監視，巡視点検，定期的な検査・試験及び点検により設備の健全性を確認し，経年劣化等の兆候が認められた場合には詳細な調査及び評価を行い，補修，取替等の保全を実施している。特に長期の使用によって発生する経年劣化事象については，点検により経年的な劣化の傾向を把握し，故障に至る前に計画的かつ合理的な保全を実施している。

また，「核原料物質，核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律」に基づく原子力規制委員会の施設定期検査[注3)]を受検するとともに，定期事業者検査についても，その実施に係わる組織等の妥当性が定期安全管理審査において審査されている。

さらに，保安規定において，定期事業者検査等の対象機器に対する作業項目のうち，分解点検，開放点検，補修，取替及び改造等の機能回復を図るものについて，検査・試験の具体的方法を定め，所定の機能を発揮しうる状態にあることを確認・評価することを規定している。

注3)：施設定期検査申請書には保全計画が含まれる。
なお，2013年7月7日以前は，「電気事業法」に基づく経済産業大臣の定期検査を受検するとともに，定期事業者検査についても，その実施に係わる組織等の妥当性が定期安全管理審査において審査されていた。

具体的には，国が技術的な妥当性を評価し，実用炉規則第81条第1項（当時は第11条第1項）に掲げる保守管理に係る要求事項を満たすものとなった，「原子力発電所の保守管理規程（JEAC4209-2007）」に基づき，社内標準類を策定・整備し保守管理を実施している。

保守管理を実施するにあたり，まず初めに，社長は原子炉施設の安全確保を最優先として保守管理の継続的な改善を図るため，保守管理の現状などを踏まえ，保守管理の実施方針を定めている。策定された保守管理の実施方針は，保守管理の有効性評価の結果を踏まえ見直されるとともに，高経年化技術評価等の結果として長期保守管理方針を策定又は変更した場合には，長期保守管理方針に従い保全を実施することを保守管理の実施方針に反映している。

また，発電管理室長及び東海第二発電所長は，保守管理の実施方針に基づき，保守管理の改善を図るための具体的な保守管理目標を設定し，保守管理の有効性評価の結果を踏まえ，保守管理目標の見直しを実施している。

この保守管理目標を達成するため，原子力発電所では，資料２－５に示すような考え方に基づき，保全活動を行っている。

東海第二発電所では，原子炉施設の中から，保全を行うべき対象範囲として設備を選定し，この保全対象範囲について系統毎の範囲と機能を明確にした上で，構築物，系統及び機器の保全重要度を設定している。系統の保全重要度は，重要度分類指針の重要度に基づき，確率論的リスク評価（以下，「PSA」という）から得られるリスク情報を考慮する。また，機器の保全重要度は，当該機器が属する系統の保全重要度に整合させる。構築物の保全重要度については系統又は機器の保全重要度に基づき設定する。

また，保全の有効性を監視，評価するために，保全重要度を踏まえプラントレベル及び系統レベルの保全活動監視指標を設定している。

保全計画の策定にあたっては，関係法令，関係規格及び基準を遵守するとともに，保全の対象範囲について，保全重要度を勘案し，保全の有効性評価の結果を踏まえた上で，必要に応じて以下の事項を考慮し，策定している。

a. 運転実績，事故及び故障事例などの運転経験
b. 使用環境及び設置環境
c. 劣化，故障モード
d. 機器の構造等の設計的知見
e. 科学的知見

また，あらかじめ保全方式として予防保全（時間基準保全，状態基準保全）又は事後保全を適切に選定し，①点検の方法，それらの②実施頻度及び③実施時期を定めた点検計画を作成している。なお，この保全方式は，保全重要度を踏まえた上でこれまでの保全実績，劣化，故障モード及び適用可能な設備診断技術（状態監視）を考慮し，効果的な保全方式を選定している。

①点検の方法については，個別の機器毎に保全内容を検討しているが，具体的には劣化メカニズム整理表[注4)]及びこれまでの保守管理から得られた機器の部位別に想定される劣化事象に着目した保全項目(検知方法)の検討を行い，検討結果に基づく保全内容を担保するために必要な作業，検査項目等を選定している。

注4)：劣化メカニズム整理表は，原則として東海第二発電所の高経年化技術評価において評価した経年劣化事象（部位，因子等）を検知するための保全項目，設計で考慮している事項（機器の構造等の設計的知見）等を整理し一覧表にしたもの。

②実施頻度についても，メーカ推奨周期，過去の点検実績等を参考にしながら機器に応じて適切に設定している。

また，③実施時期については，保全計画で定める機器の点検の方法及び実施頻度に基づき，点検の実施時期を保全計画の点検計画表として定めている。

補修，取替及び改造を実施する場合は，あらかじめその方法及び実施時期を定めた計画を策定している。具体的には，信頼性向上，経年劣化の観点から長期的に取り組む必要がある工事について，実施内容と実施時期を明確にする中長期設備修繕計画を策定し，中長期設備修繕計画を基に，保全計画，中長期運転保守計画並びに工事の重要性・緊急度・経済性を勘案のうえ，年度保修計画を策定している。

以上のとおり，あらかじめ定められた保全計画に従い，「工事計画」，「設計管理」，「調達管理」，「工事管理」の各プロセスにより点検・補修等の保全を実施し，記録している。

当社は，運転監視，巡視点検，定期的な検査及び点検により設備の健全性を確認し，経年劣化等の兆候が認められた場合には詳細な調査及び評価を行い，補修，取替等の保全を実施している。長期の使用によって発生する経年劣化事象については，点検により劣化の傾向を把握し，故障に至る前に計画的な保全を実施することにより機能回復を図り，長期的な健全性並びに信頼性を確保している。

さらに，劣化傾向監視による管理として状態基準保全，点検及び取替結果の評価のための点検手入れ前データ（As-Found データ）を活用し保全の充実を図っている状況にある。

一方，東海第二発電所で発生した事故・故障については，速やかに原因究明及び再発防止対策を実施するとともに，当社の他発電所及び国内外の原子力発電所で発生した事故・故障の対策についても水平展開の検討を行い，必要に応じて予防処置として設備の改善及び運転・保守管理等の改善を行うことにより，発電所のより一層の安全・安定運転に努めている。

(1) 運転監視，巡視点検

運転状態を各種指示計，記録計，計算機出力等により運転員が常時監視するとともに，原子力発電所の多種多様な設備について運転員が計画的に巡視点検を行い，機器等の健全性確認，経年劣化等の兆候の早期発見に努めている。

(2) 定期的な検査

プラント運転中を主体に待機設備の作動確認等の定期的な検査を行い，設備の健全性確認及び経年劣化等の兆候の早期発見に努め，事故・故障の未然防止を図っている。また，定期的な検査のうち，工学的安全施設等の安全上重要な設備の定期的な検査の内容を保安規定に定め，これに基づく運用を行っている。

(3) 点検

「核原料物質，核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律」に基づき原子力規制委員会が行う施設定期検査に合わせ，定期的にプラントを停止し，保全担当部門によるプラント全般にわたる設備の点検を社内マニュアルに基づき実施し，設備の機能維持及び経年劣化等の兆候の早期発見に努め，事故・故障の未然防止を図るとともに，環境の維持，災害の未然防止を図っている。また，プラントを停止せずに点検を実施できる設備については，同様の点検をプラント運転中に実施している。点検の結果は記録としてまとめ，設備の経年的な劣化の傾向を管理し，以後の点検計画に反映している。

(4) 点検体制及び業務

検査及び点検については，当社の保全担当部門が担当する設備の点検計画，作業管理（技術センターは，一部の直営作業の管理を実施）を行い，分解点検等の実作業は，協力会社又は当社技術センター（以下，「協力会社等」という）が実施している。

点検等にあたっては，点検，試験，検査の担当部門が協力会社等の行う作業監理及び品質を含めた調達管理を行っている。

(5) 予防保全

プラントの運転監視，巡視点検，定期的な検査及び点検により，設備の機能低下や経年劣化等の兆候が認められた場合には，保全担当部門が故障に至る前の適切な時期に補修，取替を行うなど，事故・故障の未然防止に努めている。

(6) トラブルの処理及び再発防止

発生したトラブルについては，不適合管理及び是正処置として速やかに原因究明及び対策の検討，評価を行い，的確な復旧により設備の機能回復を図るとともに，必要に応じて再発防止対策を実施している。また，国内外他社の同種設備で発生したトラブルについてもその再発防止対策を水平展開し予防処置を行うことにより，事故・故障の未然防止に努めている。

(7) 改善活動

より一層の安全性，信頼性を確保するため，現行の保全管理のスパイラルアップが重要であるとの観点から，改善活動として保全データの推移及び経年劣化の長期的な傾向監視の実績，トラブル等の運転経験，高経年化技術評価や定期安全レビュー結果，他プラントのトラブル及び経年劣化傾向に係るデータ等に基づいて，保全の有効性評価を実施するとともに，その結果と保守管理目標の達成度から定期的に保守管理の有効性評価を実施し，保守管理が有効に機能していることを確認するとともに，継続的な改善に取り組んでいる。

以上のような日常的な保守管理の有効性評価の手法として，プラントレベル及び系統レベルの保全活動管理指標を設定し，監視しており，至近（第25保全サイクル（期中））における実績は下記の通りである。

a. プラントレベルの保全活動管理指標

プラント全体の保全の有効性が確保されていることを監視する観点から，プラントレベルの保全活動管理指標としている「7,000臨界時間あたりの計画外自動スクラム回数」，「7,000臨界時間あたりの計画外出力変動回数」，「工学的安全施設の計画外作動回数」の3項目のうち，「7,000臨界時間あたりの計画外出力変動回数」は，実績値が目標値を満足している。

なお，他の2項目は，2011年度に発生した東北地方太平洋沖地震による波及的影響を受け，目標値を逸脱しているものの，本事象は保全活動の結果によるものではないことは自明であり，カウントを除外することで,目標値はクリアー出来ることから，保全は有効に機能していると評価した。

b. 系統レベルの保全活動管理指標

原子炉施設の安全性と保全活動とを関連付け監視する観点から，系統レベルの保全活動管理指標として，保全重要度の高い系統[注5)]のうち，重要度分類指針クラス1，クラス2及びリスク重要度の高い系統機能に対して設定した「予防可能故障（MPFF[注6)]）回数」及び「非待機（UA）時間[注7)]」について，すべての実測値が目標値を満足していることから，保全は有効に機能していると評価した。

注5)：原子炉施設の安全性を確保するための重要度分類指針の重要度に基づき，PSAから得られるリスク情報を考慮して設定する。

注6)：MPFF（Maintenance Preventable Functional Failure)。系統もしくは，トレインに要求される機能の喪失を引き起こすような機器の故障のうち，適切な保全が行われていれば予防できていた可能性のある故障。

注7)：UA時間（Unavailable hours)。当該系統もしくはトレインに要求される機能が必要とされる期間内において理由によらずその機能を喪失した状態になっている時間。

これらの保全活動については，原子力発電所における機器の劣化兆候の把握及び点検の最適化につながるとともに，常にPDCAを廻して改善が図られ，高経年化プラントに対する的確な劣化管理に資するものであり，今後も日常点検を継続することで健全性を維持することが可能であると考える。

なお，改善活動の一環として，東海第二発電所において，発電所の安全性・信頼性の向上を図るために，30 年目の高経年化技術評価以降に実施した改善工事としては，次のものがある。

「腐食」

・第 6 給水加熱器取替工事

給水加熱器は，胴側内部流体（抽気蒸気）による流れ加速型腐食のため，炭素鋼製胴体の減肉が確認されたことから，炭素鋼から耐食性に優れた低合金鋼製の胴体に取替を実施した。

「応力腐食割れ」

・排ガス予熱器取替工事

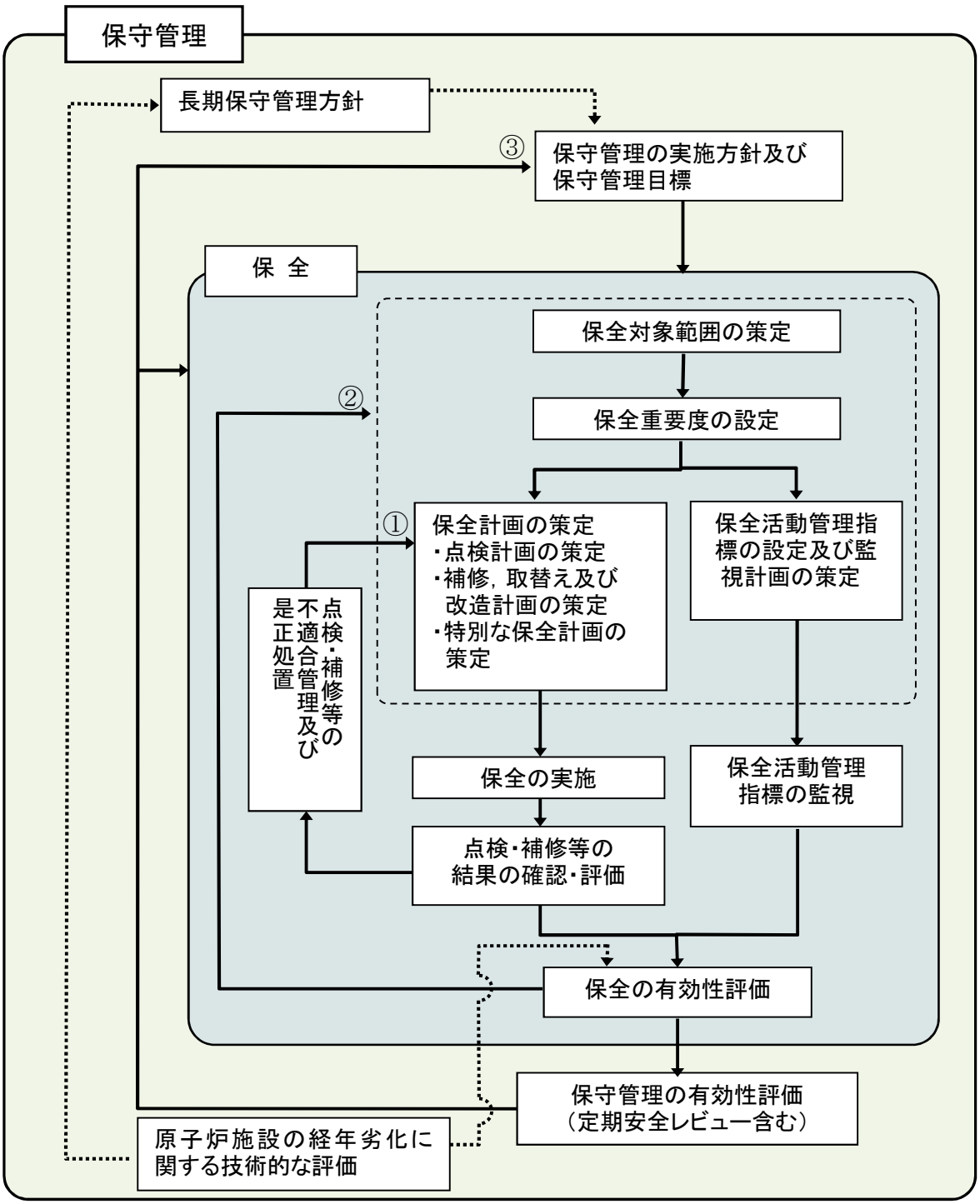
応力腐食割れの予防保全対策として，排ガス予熱器の主要材料を SUS304 ステンレス鋼から，より鋭敏化特性に優れた SUS316 ステンレス鋼に変更した。

なお，開放点検を容易に実施できるよう，管側フランジ構造を漏止め溶接を伴う 3 枚締め構造から平板構造への変更を併せて実施している。

・シュラウドサポート予防保全対策工事，制御棒駆動機構スタブチューブ等予防保全対策工事

応力腐食割れが確認されたシュラウドサポート及び炉心シュラウドの溶接部については，健全性を確認しているが，新たな亀裂の発生を抑制するため，ウォータージェットピーニング工法により残留応力低減を図っている。

また，制御棒駆動機構スタブチューブ，ICM ハウジングと原子炉圧力容器下鏡との溶接部等においても，同工法を適用し，予防保全対策を実施している。



PDCA の 3 本柱

①点検・補修等の不適合管理及び是正処置の結果から継続的改善

②保全の有効性評価の結果から継続的改善

③保守管理の有効性評価の結果から継続的改善

資料 2-5　原子力発電所の保守管理の概要

3. 劣化状況評価の実施体制

3.1 評価の実施に係る組織

評価の実施に係る組織（劣化状況評価等にあたる体制）を資料 3-1 に示す。

保守総括グループは，評価に関する実施計画及び実施手順の策定，運転経験及び最新知見の調査・分析等を行い，作成された評価書の確認及びとりまとめ等の全体調整を行った。

機械設備（コンクリート構造物，鉄骨構造物含む）の保全を担当する機械グループ及び電気・計測制御設備の保全を担当する電気・制御グループが，劣化状況評価書を検討・作成し，保守総括グループが総括した。

また，劣化状況評価等を実施する保修室員以外の者が評価結果の妥当性の確認を行った。

本店は，発電所から送付された劣化状況評価書等の確認を行い，必要な社内手続きを経て原子力規制委員会へ報告した。また，作成に伴い発生する対外的な調整や最新情報を発電所に提供する等の支援，助言を行った。

3.2 評価の方法

劣化状況評価は，運転延長ガイド，高経年化対策実施ガイド及び学会標準 2008 版等に準拠して策定した社内規程「高経年化対策実施手引書」に基づいて実施した。

評価方法の詳細については，4. 劣化状況評価の実施方法にまとめている。

3.3 工程管理

運転延長ガイド，高経年化対策実施ガイド等に基づき，運転開始後 39 年を経過する 2017 年 11 月までに運転期間延長認可の申請を行うべく工程管理を実施した。

具体的には，発電所長が定めた計画工程に対し，組織として横断的な対応を図ることにより完遂した。

また，評価結果の妥当性確認は，高経年化対策レビュー&アドバイザリー委員会（以下，「R&A 委員会」という）及び敦賀発電所により 2017 年 1 月～10 月に実施された。

原子炉施設保安運営委員会において本評価書の審議を経た後，2017 年 11 月 2 日に東海第二発電所長に承認された。

さらに，2018 年 9 月の工事計画認可申請(補正)を踏まえた評価等を本評価書に反映し，原子炉施設保安運営委員会において本評価書の審議を経た後，2018 年 9 月 7 日に東海第二発電所長に承認された。考査・品質監査室長は，実施手順及び実施体制の制定から評価書の承認までの手順について進捗にあわせ適時確認した。

劣化状況評価書等の策定の実施工程を資料 3 - 2 に示す。

3.4 協力事業者の管理

契約・委託に係る社内マニュアルに基づき，以下のとおりプラントメーカ等に発注し，業務委託を実施した。

協力事業者	主な委託業務
日立 GE ニュークリア・エナジー	・中性子照射脆化 ・疲労解析 ・耐震解析他
GE 日立・ニュクリアエナジー・インターナショナル・エルエルシ	・疲労解析
岡野バルブ製造	・疲労解析
日立造船	・耐震評価
日揮	・耐震評価
日本ガイシ	・耐震評価
オルガノ	・耐震評価
三菱重工業	・耐震評価
清水建設	・ＰＬM評価
原子力エンジニアリング	・国内外運転経験の収集，整理 ・最新知見の収集，整理等

3.5 文書・評価記録の管理

劣化状況評価等の主たる文書・記録については，高経年化対策実施手引書に以下のとおり，承認又は確認者，保存者，保存期間を定めている。

文書名称	区分		承認又は確認者	保存者	保存期間
	文書	記録			
劣化状況評価書（高経年化技術評価書）	－	○	発電所長	プラント管理グループマネージャー	*1
保守管理に関する方針（長期保守管理方針）	－	○	発電所長	プラント管理グループマネージャー	*2
実施体制	○	－	発電所長	プラント管理グループマネージャー	*1
実施工程	○	－	発電所長	プラント管理グループマネージャー	*1
敦賀発電所長による評価方法・評価結果の妥当性確認結果	－	○	発電所長	プラント管理グループマネージャー	*1
特別点検結果報告書	－	○	機械グループマネージャー	プラント管理グループマネージャー	永久

*1：原子炉施設の解体又は廃棄後 10 年の期間が経過するまでの期間

*2：次回高経年化技術評価公表まで

3.6 教育訓練

劣化状況評価を実施する力量については，高経年化対策実施手引書でその要求する力量を定めている。

具体的な評価に携わる担当者の力量水準については，保修室員教育取扱書に定める監理員認定者とし，その教育・訓練は，同取扱書に基づき実施している。

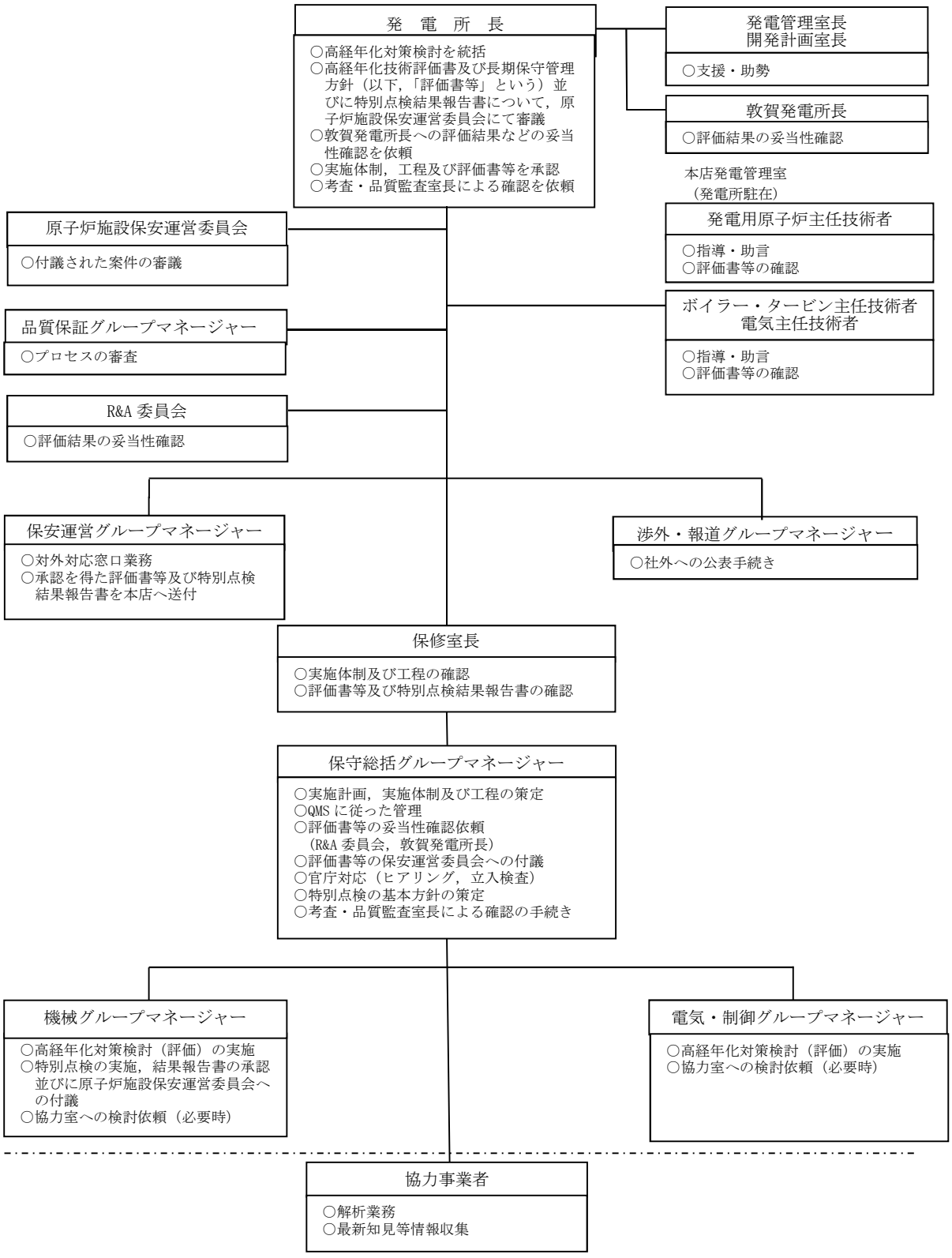
3.7 評価年月日

2018年10月12日

3.8 評価を実施した者の氏名

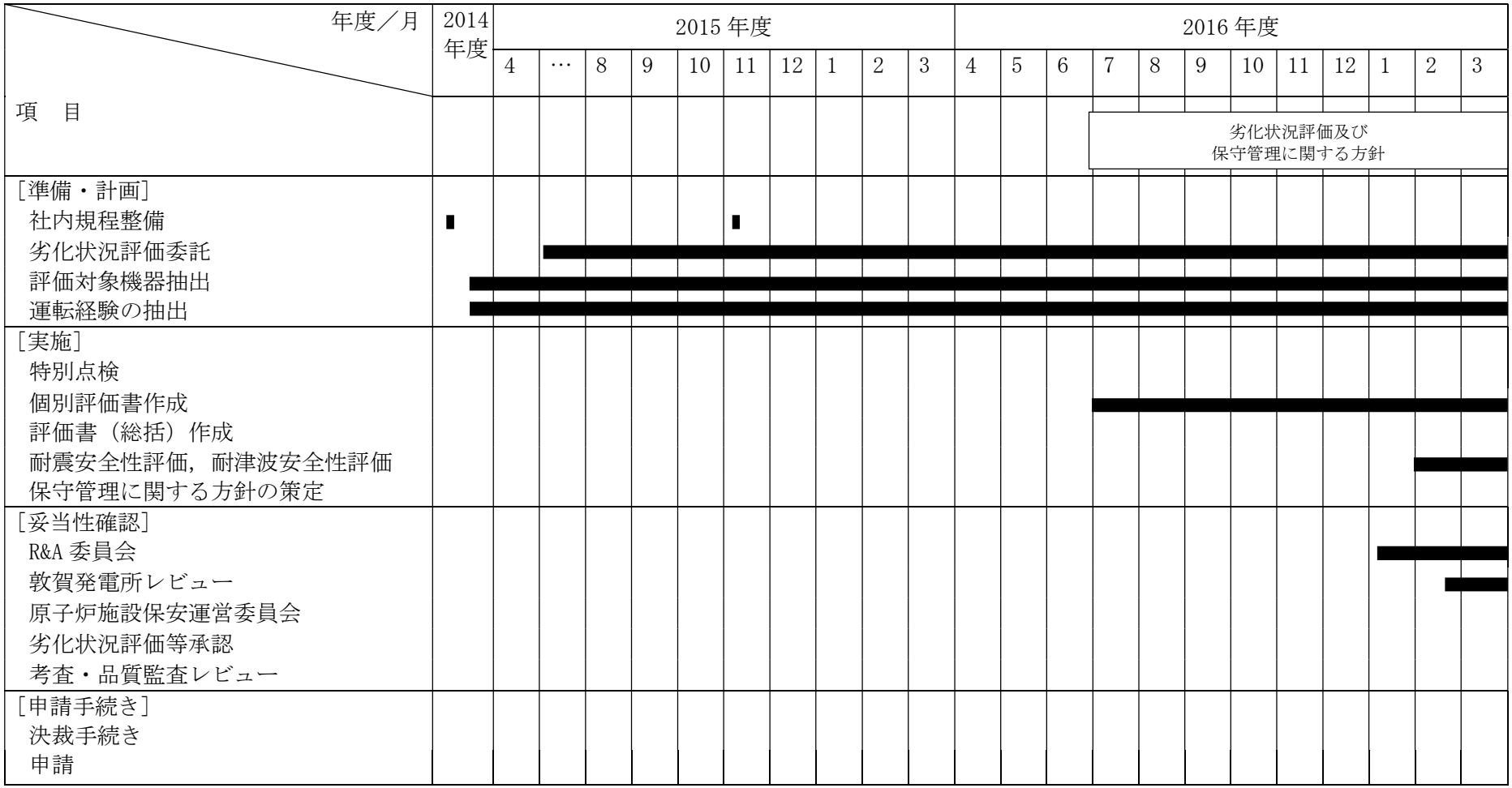
日本原子力発電株式会社

東海第二発電所長　江口　藤敏

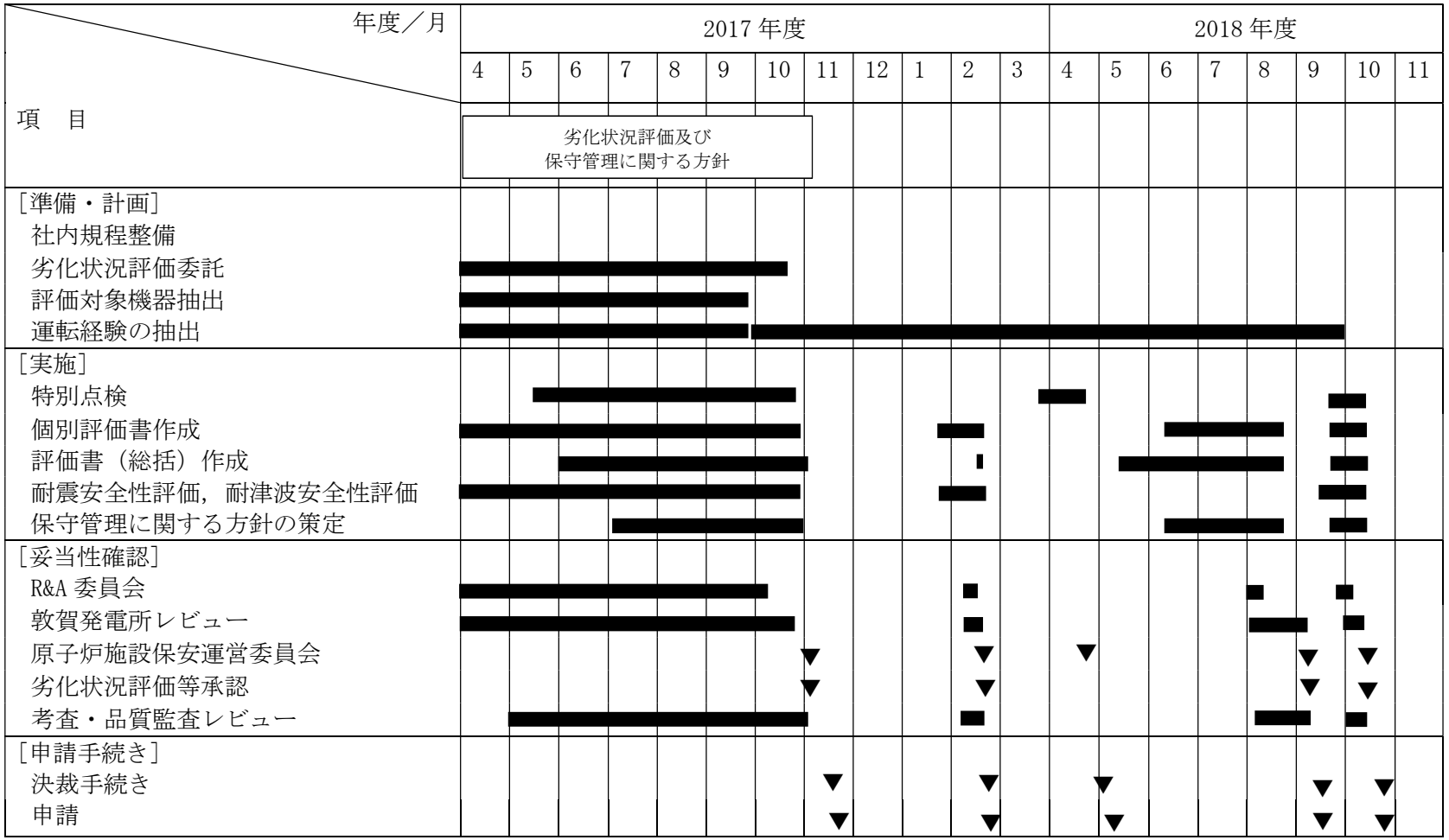


東海第二発電所　劣化状況評価の実施体制

資料 3-1　評価の実施に係る組織



資料 3-2　劣化状況評価等の策定の実施工程（1/2）



資料 3-2　劣化状況評価等の策定の実施工程（2/2）

4. 劣化状況評価の実施方法

4.1 劣化状況評価対象機器

劣化状況評価では東海第二発電所の安全上重要な機器等（「実用炉規則第 82 条第 1 項」で定める機器・構造物）を評価対象機器とした。

具体的には，「発電用軽水型原子炉施設の安全機能の重要度分類に関する審査指針（平成 2 年 8 月 30 日原子力安全委員会決定)」において定義されるクラス 1，2 及び 3 の機能を有する機器・構造物（実用炉規則別表第二において規定される浸水防護施設に属する機器・構造物を含む）並びに「実用発電用原子炉及びその附属施設の位置，構造及び設備の基準に関する規則（2013 年原子力規制委員会規則第 5 号）第 43 条第 2 項に規定される常設重大事故等対処設備」（以下，「常設重大事故等対処設備」という）に属する機器・構造物とし，保全プログラムシステム及び配管計装線図（P&ID）等を基に抽出した。

さらに，工事計画で新たに追加された機器･構造物についても，評価対象として追加した。

なお，供用に伴う消耗があらかじめ想定される部品であって設計時に取替を前提とするもの，又は機器分解点検等に伴い必然的に交換されるものは消耗品として評価対象から除外している。また，設計時に耐用期間（時間）内に計画的に取替えることを前提とする機器あるいは部品であり，交換基準が点検計画により定められているものについても定期取替品として評価対象から除外している。

4.2 劣化状況評価手順

4.2.1 機器のグループ化及び代表機器の選定

評価にあたっては，ポンプ，熱交換器，ポンプモータ，容器，配管，弁，炉内構造物，ケーブル，送受電設備・発電設備，タービン設備，コンクリート構造物及び鉄骨構造物，計測制御設備，空調設備，機械設備，電源設備の 15 機種に分類し，機種毎に評価した。なお，15 機種のうち送受電設備・発電設備については主要設備の評価対象機器として抽出されなかった。

選定された評価対象機器について合理的に評価するため，構造（型式等），使用環境（内部流体等），材料等により，学会標準 2008 注 8)版附属書 A（規定）に基づき，「経年劣化メカニズムまとめ表注 9)」を参考に，対象機器を分類しグループ化を行った。

次に，グループ化した対象機器から重要度，使用条件，運転状態等を考慮して各グループの代表機器（以下，「代表機器」という）を選定し，代表機器で評価した結果をグループ内の全機器に水平展開するという手法で全ての機器について評価を実施した。ただし，代表機器の評価結果をそのまま水平展開できない経年劣化事象については個別に評価を実施した。

注 8）：学会標準 2010 追補版，学会標準 2011 追補版を含む。

注 9）：「経年劣化メカニズムまとめ表」は，これまでの高経年化技術評価の知見を包括的にまとめ，高経年化技術評価対象機器個別の条件（型式，使用環境，材料等）を考慮し，安全機能達成のために要求される機能の維持に必要となる主要な部位に展開した上でその部位と経年劣化事象の組合せを整理した表であることから，これまでに確認されている使用材料及び環境に応じ，発生しているか又は発生が否定できない経年劣化事象を抜け落ちなく抽出することができる。

なお，2.4 に示す「劣化メカニズム整理表」は，「経年劣化メカニズムまとめ表」を基に保全の最適化をするため保守管理に活用する情報を集約してまとめたものであり，保守管理の結果により充実していくものである。

この「劣化メカニズム整理表」に反映される保守管理の結果による情報は必要に応じて「経年劣化メカニズムまとめ表」にフィードバックされる。

4.2.2 国内外の新たな運転経験及び最新知見の反映

(1) 国内外の運転経験等の反映

経年劣化事象の抽出にあたっては，これまで実施した敦賀発電所１,2 号炉を含む先行評価プラントの技術評価書を参考にするとともに，現在までの国内外の運転経験や研究，原子力規制委員会指示文書及び原子力規制委員会設置以前については旧：原子力安全・保安院指示文書等によって新たに得られた知見を反映した。

運転経験の反映は，東海第二発電所の 30 年目の高経年化技術評価以降から 2018 年 9 月 30 日までの運転経験について事象・原因を分析し，高経年化への影響を判断して反映を実施した。なお，その期間以降においても新規に発生した又は分析が可能となった運転経験については適時分析を行い，評価書への反映を実施している。

国内の運転経験としては，法律，通達対象のトラブルに加え，法令の定めでは国への報告は必要ないが，電力自主で公開している軽微な情報も含んでいる。具体的には「原子力安全推進協会」が運営する原子力施設情報公開ライブラリー（NUCIA）において公開されている「トラブル情報」「保全品質情報」「その他情報」を対象とした。

また，海外の運転経験としては，NRC（米国原子力規制委員会；Nuclear Regulatory Commision）の Bulletin（通達），Generic Letter 及び Information Notice を対象とした。

以上により， 国内外の運転経験から劣化状況評価に反映すべき経年劣化事象を抽出したが，「経年劣化メカニズムまとめ表」に記載されている以外に， 東海第二発電所の劣化状況評価で新たに考慮した経年劣化事象はなかった。

次に，検討対象とした最新知見のうち，主な原子力規制委員会からの指示文書を以下に示す。

① 「実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則の解釈」の制定，一部改正について（制定：平成 25 年 6 月 19 日 原規技発第 1306194 号，一部改正：平成 26 年 7 月 9 日 原規技発第 1407092 号，平成 26 年 8 月 6 日 原規技発第 1408062 号，平成 26 年 11 月 12 日 原規技発第 1411122 号，平成 27 年 2 月 4 日 原規技発第 1502041 号，平成 27 年 10 月 7 日 原規技発第 1510073 号，平成 27 年 10 月 21 日 原規技発第 1510212 号，平成 28 年 3 月 31 日 原規技発第 1603318 号，平成 28 年 10 月 6 日 原規技発第 1610066 号，平成 29 年 4 月 5 日 原規技発第 1704051 号，平成 29 年 7 月 19 日 原規技発第 1707197 号，平成 29 年 8 月 30 日 原規技発第 1708302 号，平成 29 年 11 月 15 日 原規技発第 1711151 号，平成 29 年 11 月 29 日 原規技発第 1711293 号，平成 29 年 11 月 29 日 原規技発第 1711299 号，平成 30 年 1 月

24 日 原規技発第 1801246 号）

② 実用発電用原子炉施設における高経年化対策実施ガイド（平成 25 年 6 月 19 日 原管 P 発第 1306198 号,平成 25 年 12 月 6 日 原管 P 発第 1312062，平成 27 年 10 月 7 日 原規規発第 1510071 号，平成 28 年 11 月 2 日 原規規発第 16110218 号，平成 29 年 9 月 20 日 原規規発第 1709202 号）

③ 実用発電用原子炉施設における高経年化対策審査ガイド（平成 25 年 7 月 8 日 原管 P 発第 1307081 号，平成 25 年 12 月 18 日 原管 P 発第 1312181 号，平成 28 年 11 月 2 日　原規規発第 16110217 号）

④ 実用発電用原子炉の運転期間延長認可申請に係る運用ガイド（平成 25 年 6 月 19 日 原管 P 発第 1306197 号，平成 25 年 12 月 6 日 原管 P 発 1312063 号，平成 26 年 8 月 26 日 原規規発第 1408263 号，平成 29 年 9 月 20 日 原規規発第 1709202 号）

⑤ 実用発電用原子炉の運転の期間の延長の審査基準（平成 25 年 11 月 27 日 原管 P 発第 1311271 号，平成 28 年 4 月 13 日　原規規発第 1604131 号）

⑥ 実用発電用原子炉及びその附属施設における破壊を引き起こす亀裂その他の欠陥の解釈の制定について（平成 26 年 8 月 6 日 原規技発第 1408063 号）

その他，技術評価に反映した原子力規制委員会からの指示文書以外の最新知見について，以下に示す。

・ 国の定める技術基準及び日本機械学会，日本電気協会並びに日本原子力学会等の規格・基準類

① 日本機械学会 発電用原子炉設備規格 環境疲労評価手法（2009 年版）（JSME S NF-1-2009）

② 日本電気協会　電気技術規程　原子炉構造材の監視試験方法［2013 年追補版］（JEAC 4201-2007[2013 年追補版]）

③ 日本電気協会　電気技術規程　原子炉冷却材圧力バウンダリ，原子炉格納容器バウンダリの範囲を定める規程（JEAC 4206-2016）

④ 日本電気協会　電気技術指針　安全機能を有する計測制御装置の設計指針（JEAG 4611-2009）

⑤ 日本電気協会　電気技術指針　安全機能を有する電気･機械装置の重要度分類指針（JEAG 4612-2010）

⑥ 原子力発電所の安全系電気･計装品の耐環境性能の検証に関する指針（JEAG 4623-2008）

⑦ 日本原子力学会　日本原子力学会標準　原子力発電所の高経年化対策実施基準：2015（AESJ-SC-P005:2015）

⑧ 日本原子力学会　日本原子力学会標準　原子力発電所の高経年化対策実施基準：2016（追補 1）（AESJ-SC-P005:2016（Amd.1））

⑨ 原子力安全基盤機構 高経年化技術評価審査マニュアル（JNES-RE-2013-9012）

・ 原子力安全基盤機構の高経年化技術情報データベースにおける試験研究の情報

① 原子力安全基盤機構　原子力発電所のケーブル経年劣化評価ガイド（JNES-RE-2013-2049）

4.2.3 経年劣化事象の抽出

劣化状況評価を行うにあたっては，選定された評価対象機器の使用条件（型式，材料，環境条件等）を考慮し，学会標準 2008 版附属書 A（規定）に基づき，「経年劣化メカニズムまとめ表」を参考に，経年劣化事象と部位の組み合わせを抽出した。

なお，抽出された経年劣化事象と部位の組み合わせのうち，下記の「①」又は「②」に該当する場合は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象として除外し，「①」及び「②」に該当しない場合は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象として整理した（資料 4-1）。

このうち，下記分類の「①」に該当する経年劣化事象は，「主要 6 事象[注 10)]」のいずれにも該当しないものであって，2009 年 1 月から施行されたプラント毎の特性に応じた個別の検査の充実を含む新しい検査制度の実績を踏まえ，2.4 で記載した日常的な保守管理において時間経過に伴う特性変化に対応した劣化管理を的確に行なうことによって健全性を担保しているものである。結果としてこれらが日常劣化管理事象となる。

注 10）：原子力規制委員会の「実用発電用原子炉施設における高経年化対策実施ガイド」に示された「低サイクル疲労」，「中性子照射脆化」，「照射誘起型応力腐食割れ」，「2 相ステンレス鋼の熱時効」，「電気・計装品の絶縁低下」及び「コンクリートの強度低下及び遮蔽能力低下」

①想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって，想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの[注 11)]

②現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により，今後も経年劣化の進展が考えられない，又は進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象

注 11）：②に該当する経年劣化事象であるものの，保全によりその傾向が維持できていることを確認している経年劣化事象を含む。

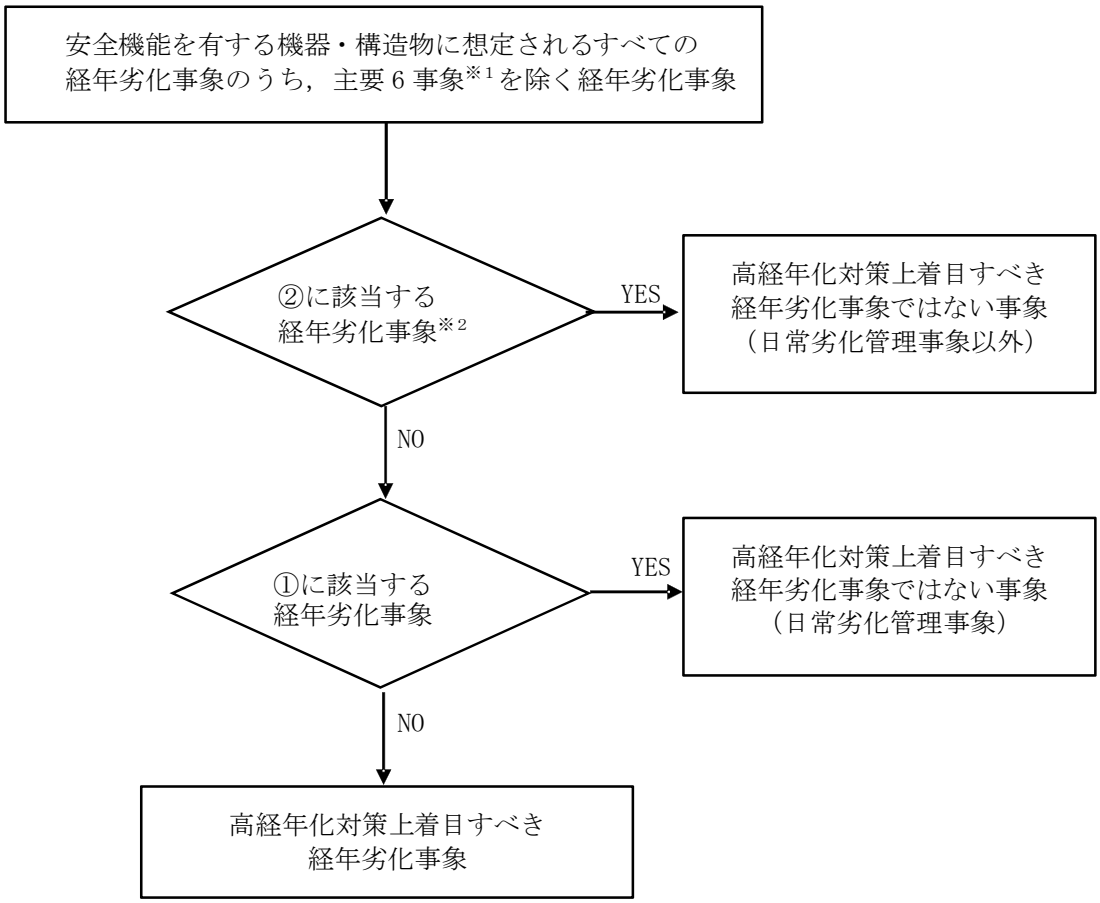
震災の影響を踏まえた経年劣化事象については，東海第二発電所は平成 23 年 3 月 11 日に発生した東北地方太平洋沖地震による影響により長期停止しているプラントであるため，震災の影響に伴い経年劣化事象が通常運転時よりも進展または新たに発生することが想定されるものについて考慮する必要があり，経年劣化傾向の変化が想定されることから，以下の観点で経年劣化事象を抽出し，震災の影響評価を実施した。

①震災による通常環境からの乖離

震災により，劣化状況評価にて前提にしている使用・環境から乖離し，経年劣化事象の発生状況に影響するもの及び従来の高経年化技術評価よりも経年劣化の進展が考えられるもの。

②使用環境の変化

上記①の他に震災によって使用環境が変化したことで経年劣化の進展が考えられるもの。



① 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって，想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの。
（保全活動によりその傾向が維持できていることを確認しているものを含む）

② 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により，今後も経年劣化の進展が考えられない，又は進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象。

※１：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象に限る。

※２：保全活動によりその傾向が維持できていることを確認している経年劣化事象は「NO」に進む。

資料 4-1　経年劣化事象の分類

4.2.4 経年劣化事象に対する技術評価

4.2.1で選定された代表機器について，4.2.3で抽出した高経年化対策上着目すべき経年劣化事象と部位の組み合わせに対する技術評価を下記の健全性評価，現状保全，総合評価，高経年化への対応の順で実施した。

なお，特別点検を実施した機器は，特別点検結果を踏まえた評価を実施する。

a. 健全性評価

機器毎に抽出した部位と経年劣化事象の組み合わせ毎に60年間使用することを仮定して，傾向管理データによる評価及び解析等の定量評価，震災の影響評価，過去の保全実績，一般産業で得られている知見等により健全性の評価を実施する。また，工事計画を踏まえた健全性評価を実施する。

b. 現状保全

評価対象部位に実施している点検内容，関連する機能試験内容，補修・取替等の現状保全の内容について整理する。

c. 総合評価

上記ａ，ｂをあわせて現状の保全内容の妥当性等を評価する。具体的には，健全性評価結果と整合の取れた点検等が，現状の発電所における保全活動で実施されているか，また，点検手法は当該の経年劣化事象の検知が可能か等を評価する。

d. 高経年化への対応

60年間の使用を考慮した場合，現状保全の継続が必要となる項目，今後新たに必要となる点検・検査項目，技術開発課題等を抽出する。

4.3 耐震安全性評価

4.2.3 で抽出した経年劣化事象及びその保全対策を考慮した上で機器毎に耐震安全性評価を実施する。

4.3.1 耐震安全性評価対象機器

技術評価対象機器と同じとした。

4.3.2 耐震安全性評価手順

a. 耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の抽出

4.2.3 で抽出された安全機能を有する機器・構造物に想定される高経年化対策上着目すべき経年劣化事象及び日常劣化管理事象を対象として，これらの事象が顕在化した場合，代表機器の振動応答特性又は，構造・強度上，影響が「有意」であるか「軽微もしくは無視」できるかを検討し，「有意」な事象について耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象として抽出した。

b. 耐震安全性評価

前項で抽出した経年劣化事象毎に，耐震安全性評価を実施した。評価の基本となる項目は，大別すると以下のとおりに分類される。

① 設備の耐震重要度分類
② 設備に作用する地震力の算定
③ 60 年の供用を仮定した経年劣化事象のモデル化
④ 振動特性解析（地震応答解析）
⑤ 地震荷重と内圧等他の荷重との組合せ
⑥ 許容限界との比較

これらの項目のうち，④及び⑥については経年劣化事象を考慮して評価を実施した。また，評価に際しては，「日本電気協会　電気技術指針　原子力発電所耐震設計技術指針（JEAG4601-1987)」等に準じて実施した。

c. 保全対策へ反映すべき項目の抽出

以上の検討結果を基に，耐震安全性の観点から高経年化対策に反映すべき項目について検討した。

4.4 耐津波安全性評価

4.2.3 で抽出した経年劣化事象及びその保全対策を考慮した上で耐津波安全性評価を実施する。

4.4.1 耐津波安全性評価対象機器

評価対象機器は,「技術評価」における評価対象機器のうち，津波の影響を受ける浸水防護施設を耐津波安全性評価の対象とした。

4.4.2 耐津波安全性評価手順

a. 耐津波安全上考慮する必要のある経年劣化事象の抽出

耐津波安全性評価対象機器に対して4.2.3で抽出した高経年化対策上着目すべき経年劣化事象及び日常劣化管理事象について，これらの事象が顕在化した場合，構造・強度上及び止水性上への影響が「有意」であるか「軽微もしくは無視」できるかを検討し,「有意」なものを耐津波安全上考慮する必要のある経年劣化事象とした。

b. 耐津波安全性評価

前項で整理される耐津波安全性評価上考慮する必要のある経年劣化事象が想定される設備に対し，耐津波安全性に関する評価を実施した。

c. 保全対策へ反映すべき項目の抽出

以上の検討結果を基に，耐津波安全性の観点から高経年化対策に反映すべき項目について検討した。

4.1～4.4 までの検討における評価フローを，資料 4-2 及び資料 4-3 に示す。

4.5 冷温停止状態維持の技術評価

冷温停止状態維持評価における技術評価フローを資料 4-4 に，冷温停止状態維持に必要な設備抽出フローを資料 4-5 に，冷温停止状態維持を前提とした経年劣化事象の抽出フローを資料 4-6 に示す。抽出された冷温停止状態維持に必要な設備，断続的運転を前提とした場合に想定される高経年化対策上着目すべき経年劣化事象に対して冷温停止状態の維持を前提とした場合における劣化の発生・進展に関する整理を実施し，その結果を基に冷温停止状態を前提とした評価（以下，「冷温停止を踏まえた再評価」という）を以下の手順で実施した。

4.5.1 代表機器の選定

冷温停止状態維持に必要な設備を考慮して，断続的運転を前提とした技術評価における代表機器を本検討の代表機器として選定した。

4.5.2 冷温停止を踏まえた再評価を行う経年劣化事象の抽出

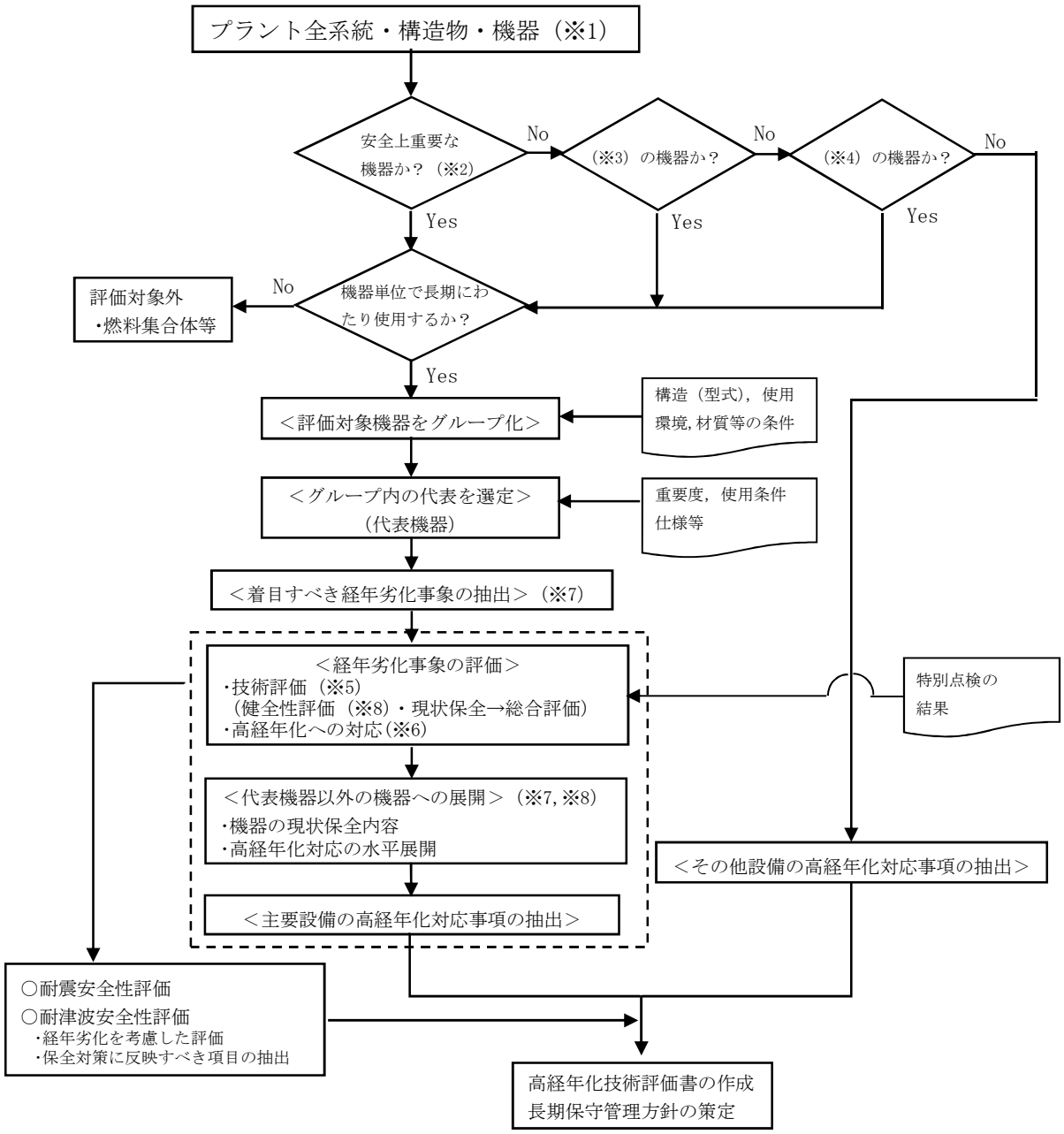
断続的運転を前提とした場合に想定される高経年化対策上着目すべき経年劣化事象に対して，冷温停止状態の維持を前提とした場合における劣化の発生･進展に関する整理を実施し，冷温停止状態の維持を前提とした場合において，発生･進展が断続的運転を前提とした場合より厳しくなることが想定される経年劣化事象を抽出した[注 12)]。その結果，より厳しくなることが想定される経年劣化事象が抽出された場合には，冷温停止を踏まえた再評価を実施した。

なお，保全対策に反映すべき項目の有無についてあわせて検討した。

4.5.3 評価対象機器全体への展開

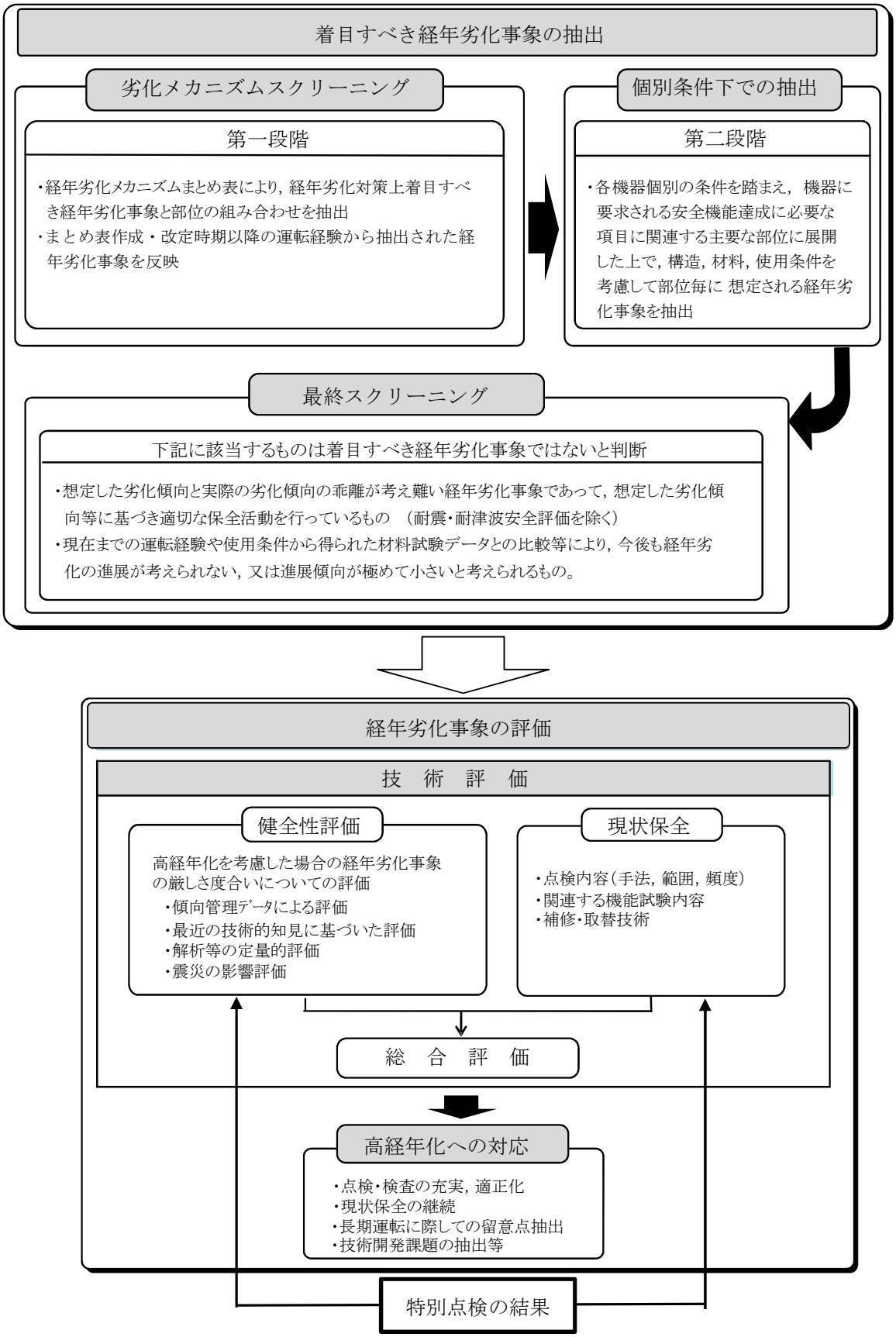
代表機器の評価結果を踏まえ，冷温停止状態の維持を前提とした場合において，発生・進展が断続的運転を前提とした場合より厳しくなることが想定される経年劣化事象を抽出した。その結果，より厳しくなることが想定される経年劣化事象が抽出された場合には，冷温停止を踏まえた再評価を実施した。なお，保全対策に反映すべき項目があるかもあわせて検討した。

注 12)：運転を断続的に行うことを前提とした評価における高経年化対策上着目すべき経年劣化事象以外の事象が，冷温停止状態が維持されることを前提とした評価において着目すべき経年劣化事象となる場合はそれらもあわせて抽出した。なお，プラント通常運転時に要求のある機能に対する経年劣化事象であるが，冷温停止状態維持を前提とした場合に要求がなくなるものは対象外とした。

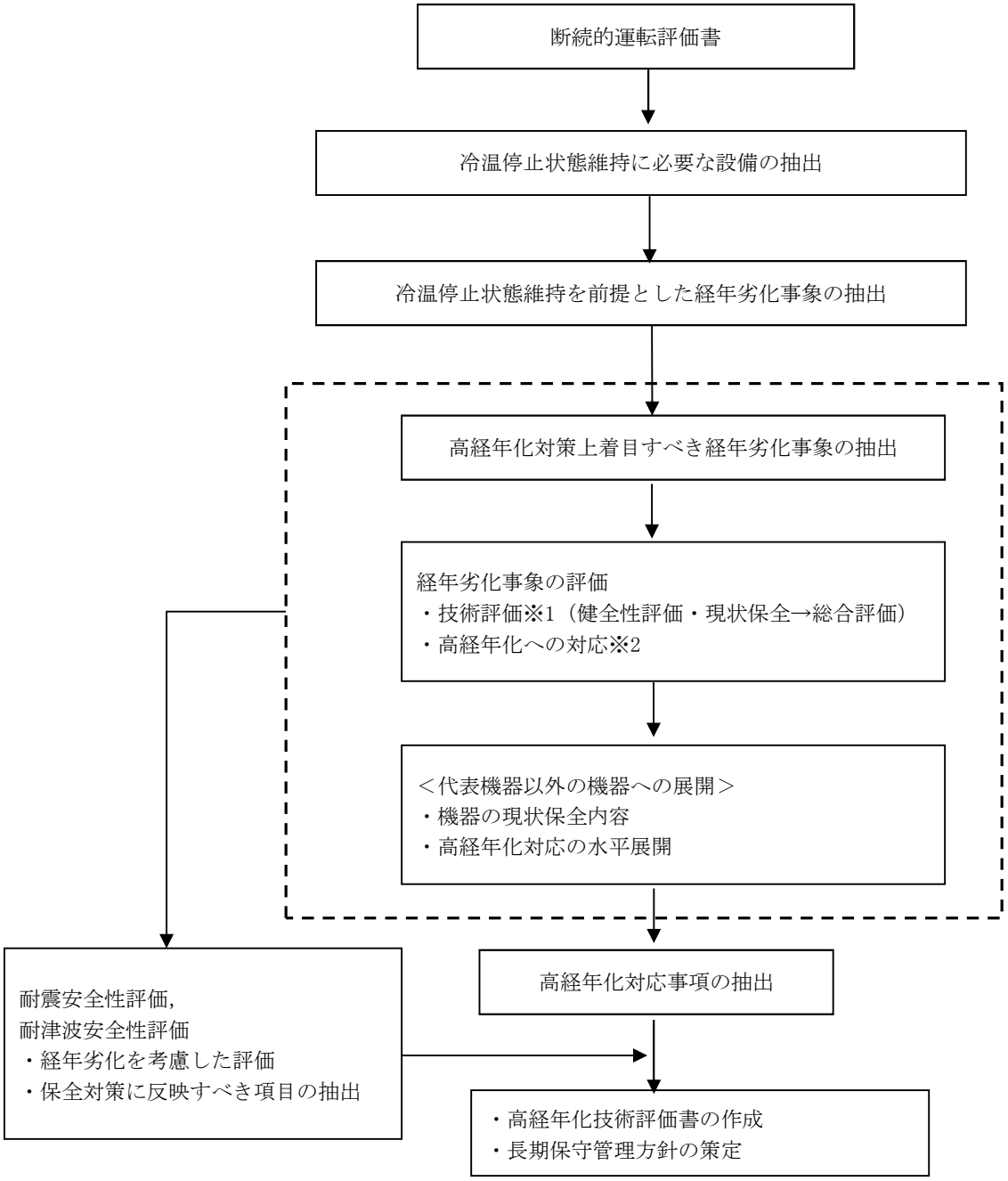


※1：重要度分類指針で定義される機器（クラス 1,2,3），浸水防護施設及び常設重大事故等対処設備。
※2：PS-1,2　MS-1,2。
※3：浸水防護施設及び常設重大事故等対処設備。
※4：最高使用温度が 95℃を超え，又は最高使用圧力が 1,900kPa を超える機器で原子炉格納容器外にあるもの（冷温停止維持に必要な設備を含む）。
※5：系統レベルの機能確認を含む。
※6：高経年化対応としての保全のあり方，技術開発課題を検討する。
※7：震災の影響の有無を確認する。
※8：震災影響評価を含める。

資料 4-2　技術評価フロー

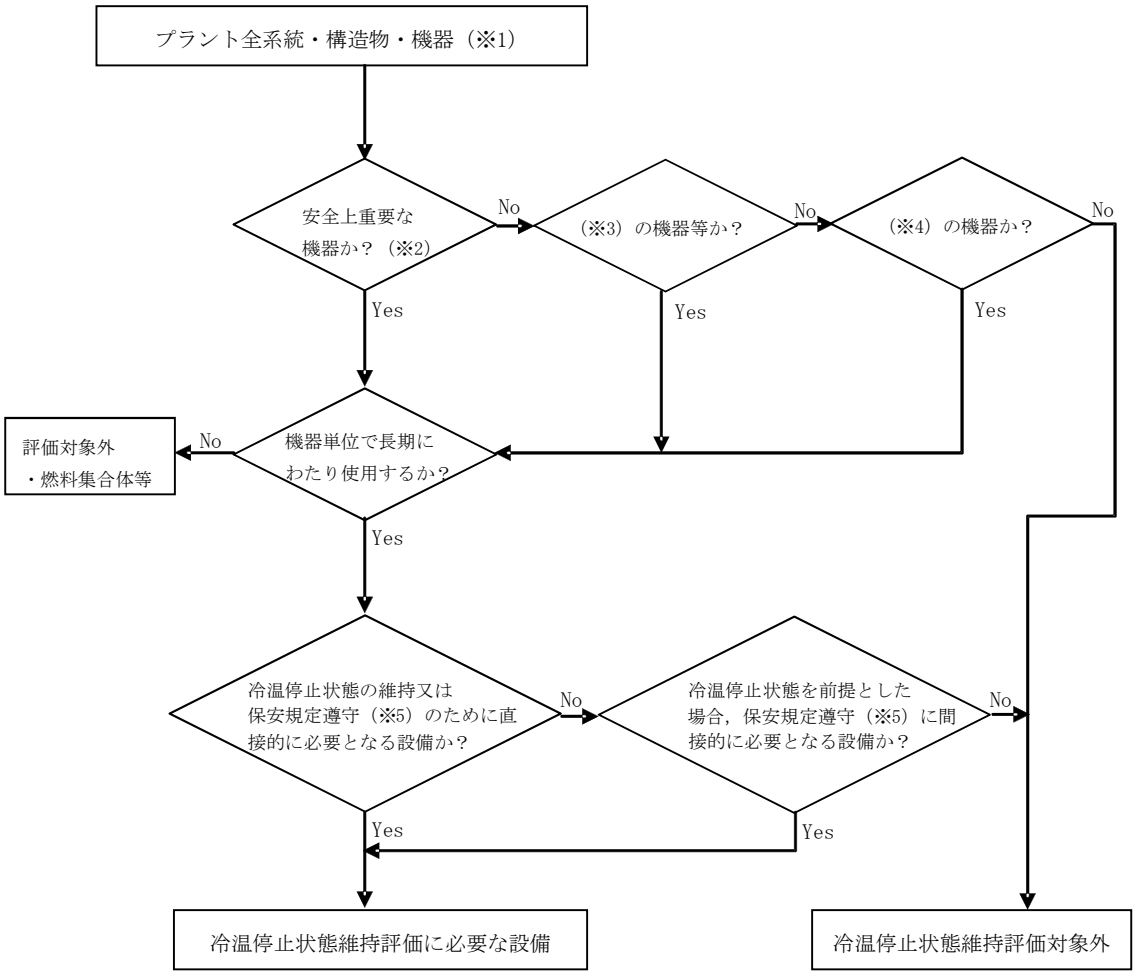


資料 4-3　経年劣化事象の抽出及び技術評価フロー



※1：系統レベルの機能確認を含む。
※2：高経年化対応としての保全のあり方，技術開発課題を検討する。

資料 4-4　高経年化対策検討の技術評価フロー（冷温停止状態維持評価）



※1：重要度分類指針で定義される機器（クラス 1，2，3），浸水防護施設及び常設重大事故等対処設備。

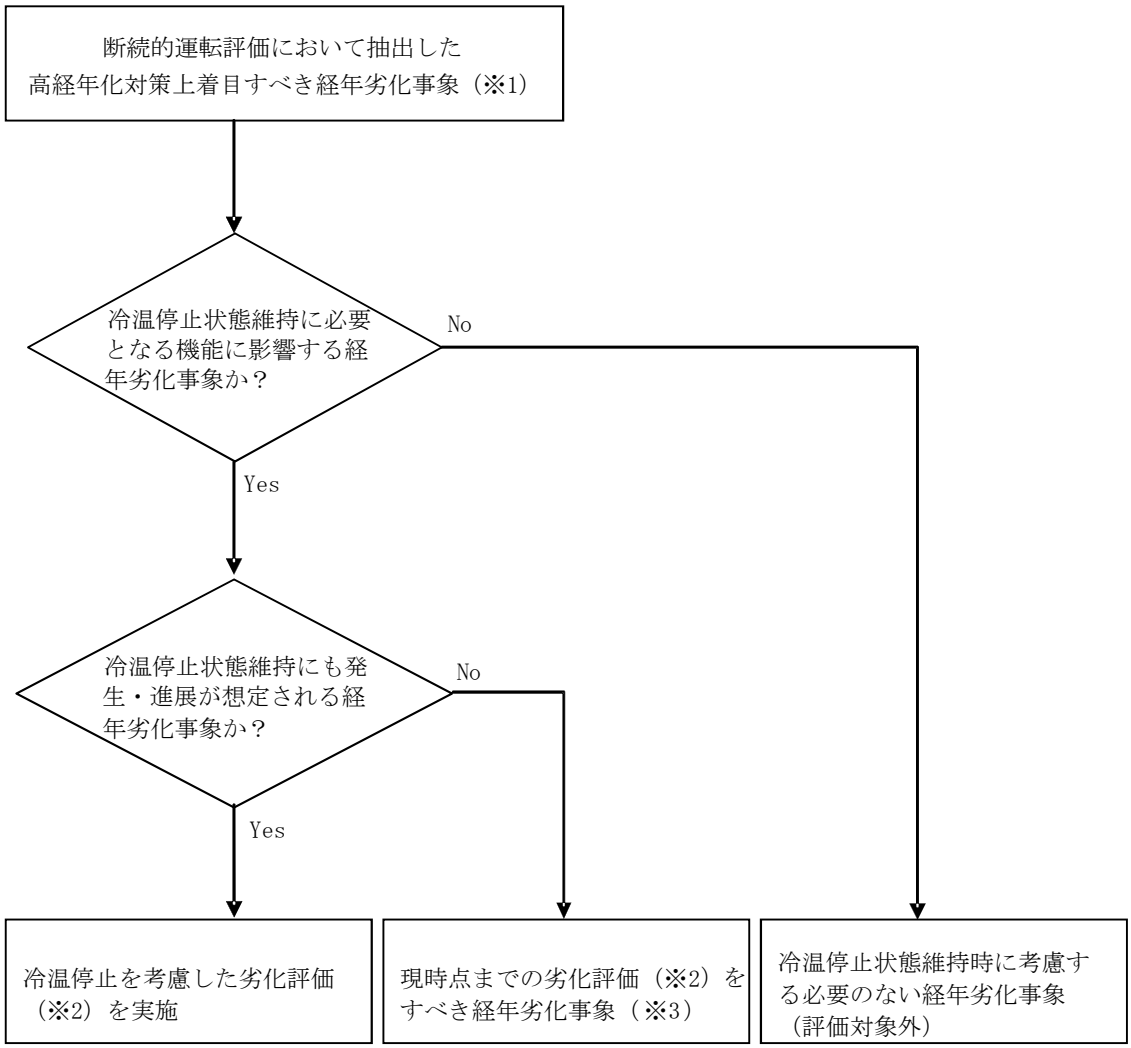
※2：PS-1,2　MS-1，2。

※3：浸水防護施設及び常設重大事故等対処設備。

※4：最高使用温度が 95 ℃を超え，又は最高使用圧力が1,900 kPa を超える機器で原子炉格納容器外にあるもの。

※5：保安規定において，「原子炉モードスイッチが燃料取替又は停止及び照射済燃料の移動に対して要求される設備」並びに「運転モードによらず要求される設備」。

資料 4-5　冷温停止状態維持に必要な設備抽出フロー



※1：断続的運転評価において着目すべき経年劣化事象ではない事象が冷温停止維持時に着目すべき経年劣化事象になる場合はそれらも合わせて抽出する。

※2：プラント通常運転時に起き得る設計基準事故時の評価は要しない。

※3：技術評価対象外の事象であるが，耐震安全性評価の前提条件として必要となるため，現時点までの評価を実施する。

資料 4-6　冷温停止状態維持を前提とした経年劣化事象の抽出フロー

5. 技術評価結果

本章では，資料 4-2 及び資料 4-4 で抽出した機器・構造物に係る技術評価結果(震災の影響評価含む)，耐震安全性評価結果及び耐津波安全性評価結果の概要を記載している。

なお，各機器の詳細な評価結果については，それぞれ別冊にまとめている。

5.1 運転を断続的に行うことを前提とした機器・構造物の技術評価結果

運転を断続的に行うことを前提とした機器･構造物の詳細な技術評価については別冊にまとめているが，大部分の機器・構造物については，現状の保全を継続していくことにより，長期間の運転を考慮しても，プラントを健全に維持することは可能との評価結果が得られた。

なお，高経年化に関する技術評価結果から，現状の保全策に追加すべき項目として抽出された評価結果及び震災影響評価の概要について以下に記す。

5.1.1 容器等[注 13)]

原子炉圧力容器ノズル等の疲労割れについては，疲労評価の結果，疲労累積係数は許容値に対して余裕のある結果が得られた。高経年化技術評価に合わせて，実過渡回数に基づく評価を実施することとしているが，運転開始後 60 年時点の推定過渡回数では，冷温停止状態が維持される期間として，以下の①又は②の 2 ケースの評価条件を用い算出している。

① 2011 年 3 月～2019 年 8 月

② 2011 年 3 月～2020 年 8 月

疲労評価結果は実過渡回数に依存するため，継続的に実過渡回数の確認を把握する必要があることから，疲労評価における実過渡回数の確認を継続的に実施し，運転開始後 60 年時点の推定過渡回数を上回らないことを確認する。

注 13)：疲労累積係数による低サイクル疲労の評価を実施したすべての機器

5.1.2 低圧ケーブル

低圧ケーブルの絶縁体の絶縁特性低下については,『電気学会技術報告（Ⅱ部）第139号「原子力発電所電線ケーブルの環境試験方法ならびに耐延焼性試験方法に関する推奨案」』（以下,「電気学会推奨案」という）及び『原子力発電所のケーブル経年劣化評価ガイド(JNES-RE-2013-2049)』（以下,「ACA ガイド」という）に従い長期健全性について評価を行い，60 年間の通常運転期間，設計基準事故及び重大事故等雰囲気において絶縁性能を維持できることを確認した。

なお，低圧ケーブルのうち難燃 PN ケーブルについては，ACA ガイドに従った長期健全性の評価の結果を踏まえ，評価結果の期間に至る前にケーブルを引替えることで 60 年間の通常運転期間，絶縁機能を維持できる。

健全性評価結果から，絶縁体の有意な絶縁特性低下の可能性は小さく，絶縁特性低下は点検時の絶縁抵抗測定，系統機器の動作試験で把握可能と考えられることから，今後も，点検時の絶縁抵抗測定，系統機器の動作試験を実施することにより，健全性の確認を行っていく。

また，難燃 PN ケーブルについては，評価にて確認された期間をもとにケーブルの引替えを保全計画に反映する。

5.1.3 同軸ケーブル

同軸ケーブルの絶縁体の絶縁特性低下は，電気学会推奨案及び ACA ガイドに従い長期健全性について評価を行い，60 年間の通常運転期間，設計基準事故及び重大事故等雰囲気において絶縁性能を維持できることを確認した。

なお，同軸ケーブルのうち難燃六重同軸ケーブルについては，ACA ガイドに従った長期健全性の評価の結果を踏まえ，評価結果の期間に至る前にケーブルを引替えることで 60 年間の通常運転期間，絶縁機能を維持できる。

健全性評価結果から，絶縁体の有意な絶縁特性低下の可能性は小さく，絶縁特性低下は点検時の絶縁抵抗測定，系統機器の動作試験で把握可能と考えられることから，今後も，点検時の絶縁抵抗測定，系統機器の動作試験を実施することにより，健全性の確認を行っていく。

また，難燃六重同軸ケーブルについては，評価にて確認された期間をもとにケーブルの引替えを保全計画に反映する。

5.1.4 ケーブル接続部

ケーブル接続部のうち同軸コネクタ接続の絶縁体の絶縁特性低下は，IEEE Std.323-1974『IEEE Standard for Qualifying Class 1E Equipment for Nuclear Power Generating Stations』（以下，「IEEE Std.323-1974」という）に従い長期健全性について評価を行い，60 年間の通常運転期間，設計基準事故及び重大事故等雰囲気において絶縁性能を維持できることを確認した。

なお，同軸コネクタ接続のうち同軸コネクタ接続（放射線計測用）（原子炉格納容器外）については，『IEEE Std.323-1974』に従った長期健全性の評価の結果を踏まえ，評価結果の期間に至る前に同軸コネクタ接続を取替えることで 60 年間の通常運転期間，絶縁機能を維持できることを確認した。

健全性評価結果から，絶縁体の有意な絶縁特性低下の可能性は小さく，絶縁特性低下は点検時の絶縁抵抗測定，系統機器の動作試験で把握可能と考えられることから，今後も，点検時の絶縁抵抗測定，系統機器の動作試験を実施することにより，健全性の確認を行っていく。

また，同軸コネクタ接続（放射線計測用）（原子炉格納容器外）については，評価にて確認された期間をもとに同軸コネクタ接続の取替を保全計画に反映する。

5.1.5 容器

原子炉圧力容器胴（炉心領域部）の中性子照射脆化については，最新の破壊力学的手法を用いて，運転開始後 60 年間の中性子照射を考慮し，初期き裂を想定して評価を行っても脆性破壊は起こらないことを確認した。また，監視試験片による試験で将来の破壊靭性の変化の傾向を確認している。

胴部材料の機械的性質の予測は監視試験により把握可能であり，有意な欠陥のないことを超音波探傷検査により確認しているが，今後，JEAC4201「原子炉構造材の監視試験方法」（以下，「JEAC4201」という）に基づき適切な時期に監視試験を実施して健全性評価の妥当性を確認するとともに，定期的に超音波探傷検査を実施していく。

また，監視試験の結果から，JEAC4206「原子力発電所用機器に対する破壊靭性の確認試験方法」（以下，「JEAC4206」という）に基づき，運転管理上の制限として運転時に許容しうる温度・圧力の範囲（圧力・温度制限曲線）及び耐圧漏えい試験温度を設けて運用していく。さらに，現状の保全項目に加えて，今後の原子炉の運転サイクル・照射量を勘案して第 5 回監視試験を実施する。

5.1.6 震災影響評価

(1) 震災による通常環境からの乖離で進展が考えられる事象

東北地方太平洋沖地震により，高経年化技術評価にて前提にしている使用環境から乖離し，経年劣化事象の発生状況に影響するもの及び従来の高経年化技術評価よりも経年劣化の進展が考えられるものについては，特別な保全計画及び通常の保全により今後も健全性を確認していく。

① 津波による影響

機器の腐食，動的機器のアブレシブ摩耗，電気・計装品の絶縁特性低下，コンクリートの強度低下があげられるが，機器の分解点検，コンクリートのコアサンプルによる評価の他に必要に応じて補修，洗浄，取替等により健全性を確認した。

② 地震による影響

地震による荷重の作用により損傷，疲労の蓄積があげられるが，一部損傷を確認した耐震 B，C クラスの機器については補修により健全性を確認している。

耐震 S クラス設備についての影響は軽微であると考えるが，念のため地震による疲労の影響を評価し，健全性を確認した。

③ その他の影響（原子炉格納容器内温度上昇）

温度上昇によるコンクリート構造物の強度低下及び遮へい能力低下，電気・計装品の絶縁特性低下があげられる。温度上昇（原子炉格納容器上部電線管温度約 100 ℃,原子炉格納容器頂部圧力容器ベローシール部周辺温度約 144 ℃）を考慮しても原子炉格納容器の最高使用温度以下であり，短期間であるため，影響は軽微であると考える。念のためコンクリートの強度低下及び遮へい能力低下，電気・計装品の絶縁特性低下の評価に及ぼす影響を評価し，健全性を確認した。

(2) 長期停止することで使用環境が変化し進展が考えられる事象

通常停止している機器の長期間運転による劣化（摩耗，絶縁特性低下）があげられるが，特別な保全計画により点検周期を見直している。

5.2 運転を断続的に行うことを前提とした耐震安全性評価結果

運転を断続的に行うことを前提とした耐震安全性評価にあたっては，5.1 における技術評価の結果を取り込み，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象及び日常劣化管理事象を対象として耐震安全性評価を実施した。

対象とした経年劣化事象について，これらの事象が顕在化した場合，代表機器の振動応答特性又は構造・強度上，影響が「有意」であるか「軽微もしくは無視」できるかを検討し，耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の抽出を行い，抽出された経年劣化事象毎に，耐震安全性に関する詳細評価を実施した。

なお，耐震安全性評価の結果から，現状の保全策に追加すべき項目として抽出された評価結果の概要について以下に記す。

5.2.1　配管

炭素鋼配管の腐食（流れ加速型腐食）の耐震安全性評価については，配管の減肉が広範囲にわたって徐々に進行する流れ加速型腐食による減肉を想定し，JEAG4601「原子力発電所耐震設計技術指針」等に基づき評価を実施した。

原子炉系（蒸気部）ドレン配管，給水系配管，給水加熱器ドレン系配管及び復水系配管の一部については，必要最小肉厚までの減肉を想定した評価において，発生応力が許容応力を上回った。このため現時点での実機測定データを用いた運転開始後 60 年時点の評価を実施した結果，原子炉系（蒸気部）ドレン配管については，一次＋二次応力が許容応力を上回ったため，疲労解析による評価を実施したところ疲労累積係数は許容値以下となった。給水系配管等については，発生応力が許容応力を下回り，耐震安全性に問題のないことを確認した。

原子炉系（蒸気部）主配管及び原子炉冷却材浄化系配管の一部については，流れ加速型腐食の管理ランクが低いが，知見拡充の観点から，現時点での実機測定データを用いた運転開始後 60 年時点の評価のみを実施した結果，一次＋二次応力が許容応力を上回ったため，疲労解析による評価を実施したところ疲労累積係数は許容値以下であり，耐震安全性に問題のないことを確認した。

炭素鋼配管[注 14)] の腐食（流れ加速型腐食）について，現時点での実機測定データを用いた運転開始後 60 年時点の評価より耐震安全性に問題のないことを確認できたことから，今後も減肉傾向の把握及びデータの蓄積を継続して行い，減肉進展の実測データを反映した耐震安全性評価を実施する。

注 14)：原子炉系（蒸気部）配管，給水系配管，復水系配管，給水加熱器ドレン系配管，
原子炉冷却材浄化系配管

5.3 運転を断続的に行うことを前提とした耐津波安全性評価結果

運転を断続的に行うことを前提とした耐津波安全性評価にあたっては，5.1 における技術評価の結果を取り込み，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象及び日常劣化管理事象を対象として耐津波安全性評価を実施した。

対象とした経年劣化事象について，これらの事象が顕在化した場合，構造・強度上及び止水性上への影響が「有意」であるか「軽微もしくは無視」できるかを検討し，耐津波安全上考慮する必要のある経年劣化事象の抽出を行った結果，耐津波安全上考慮する必要のある経年劣化事象は抽出されなかった。

5.4 冷温停止状態維持を前提とした機器・構造物の技術評価結果

本節において，冷温停止状態維持を前提とした機器・構造物の技術評価についてまとめた。

冷温停止状態維持を前提とした場合に，断続的運転を前提とした場合に想定される高経年化対策上着目すべき経年劣化事象と比較し，運転条件や環境が厳しくなる恐れがある機器と経年劣化事象の組合せを抽出し，経年劣化事象毎にまとめたものを以下に示す。

a. 固定子コイル及び口出線･接続部品の絶縁特性低下［残留熱除去系ポンプモータ，残留熱除去海水系ポンプモータ］

上記の経年劣化事象について評価した結果，現状保全に新たに加えるべき項目はなかった。

なお，断続的運転を前提とした場合に想定される高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象については，冷温停止状態が維持されることを前提とした評価においても高経年化対策上着目すべき経年劣化事象とならないことを確認した。

5.5 冷温停止状態維持を前提とした耐震安全性評価結果

冷温停止状態維持を前提とした耐震安全性評価にあたっては，5.2 における耐震安全性評価の結果及び 5.4 における技術評価の結果を取り入れることとし，耐震安全性を評価した。

具体的には 5.4 で抽出した断続的運転を前提とした場合と比べ運転条件や環境が厳しくなる恐れがある経年劣化事象について，これらの事象が顕在化した場合，代表機器の振動応答特性又は構造・強度上，影響が「有意」であるか「軽微もしくは無視」できるかを検討し，耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の抽出を行い，抽出された経年劣化事象毎に，耐震安全性に関する詳細評価を実施した。

その結果，5.2 における耐震安全性評価結果に加え，耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象は抽出されなかった。

5.6 冷温停止状態維持を前提とした耐津波安全性評価結果

冷温停止状態維持を前提とした耐津波安全性評価にあたっては，5.3 における耐津波安全性評価の結果及び 5.4 における技術評価の結果を取り入れることとし，耐津波安全性を評価した。

具体的には 5.4 で抽出した断続的運転を前提とした場合と比べ運転条件や環境が厳しくなる恐れがある経年劣化事象について，これらの事象が顕在化した場合，構造・強度上及び止水性への影響が「有意」であるか「軽微もしくは無視」できるかを検討し，耐津波安全上考慮する必要のある経年劣化事象の抽出を行った結果，5.3 における耐津波安全性評価結果に加え，耐津波安全上考慮する必要のある経年劣化事象は抽出されなかった。

5.7 評価の結果に基づいた補修等の措置

本技術評価結果を提出する以前に健全性評価に基づき実施した補修等はない。

6. 今後の高経年化対策

劣化状況評価結果より，今後の高経年化対策として充実すべき課題等を抽出した。

6.1 保守管理に関する方針（長期保守管理方針）の策定

(1) 総合評価結果

劣化状況評価の結果から，現状の保全策に追加すべき項目が抽出された。60 年間の運転及び冷温停止を仮定しても現状の保全を継続するとともに，一部の機器・構造物において追加保全策を講じることで，プラントを構成する機器・構造物の健全性が確保されることを確認した。

(2) 現状の保全策に追加すべき項目

総合評価結果をもとに，高経年化対策上現状の保全項目に追加すべき新たな保全策について具体的な実施内容，実施方法及び実施時期を保守管理に関する方針（長期保守管理方針）として策定した（資料 6-1「東海第二発電所　劣化状況評価に基づく保守管理に関する方針（長期保守管理方針)」）（以下，「長期保守管理方針」という)。

なお，疲労評価結果は実過渡回数に依存し機器にはよらないことから，運転開始後 60 年時点の推定過渡回数との比較については，まとめて長期保守管理方針とした。

6.2 長期保守管理方針の実施

現状の保全策に追加すべき項目で抽出された長期保守管理方針については，今後，東海第二発電所の保全計画に反映し，運転開始後 40 年を迎える 2018 年 11 月 28 日を始期とした 20 年間の適用期間で計画的に実施していくこととする。

長期保守管理方針の実施にあたっては，これらの新たな保全項目を直ちに実施しなければならないものであることから，実施時期を下記の 3 つに大別する。

a. 短期：2018 年 11 月 28 日からの 5 年間
- 健全性評価結果から，実機プラントデータでの確認，評価が早急に必要なもの
- 5 年以内に実施計画のあるもの（取替等）等

b. 中長期：2018 年 11 月 28 日からの 10 年間
- 健全性評価において長期にわたる健全性は確保できると評価されるが，定期的（約 10 年毎）に評価条件の妥当性の確認が必要であるもの等

c. 長期：2018 年 11 月 28 日からの 20 年間

・健全性評価において長期にわたる健全性は確保できると評価されるが，更なる信頼性向上のための取り組みが必要であるもの等

資料 6-1　東海第二発電所　劣化状況評価に基づく保守管理に関する方針（長期保守管理方針）

機種名	機器名	経年劣化事象	健全性評価結果	現状保全	総合評価	保守管理に関する方針（長期保守管理方針）		
						No.	保守管理の項目	実施時期
容器	原子炉圧力容器	胴の中性子照射脆化	日本電気協会「原子炉構造材の監視試験方法 JEAC4201-2007（2013 年追補版を含む）」（以下，「JEAC4201」という）により求めた関連温度移行量の予測値と測定値は，予測式にマージンを見込んだものの範囲にあり，測定値について特異な脆化は認められない。 また，日本電気協会「原子力発電所用機器に対する破壊靭性の確認試験方法 JEAC 4206-2007」（以下，「JEAC4206」という）並びに JEAC4201 により求めた 2016 年 11 月時点及び 60 年時点での関連温度及び最低使用温度は，以下の通りとなった。 関連温度は 2016 年 11 月時点で 5 ℃程度，運転開始後 60 年時点で 11 ℃程度となる。その際の胴の最低使用温度は，破壊力学的検討により求めたマージン 26 ℃を考慮すると，2016 年 11 月時点で 31 ℃，運転開始後 60 年時点で 37 ℃となる。 また，上部棚吸収エネルギーの低下について JEAC4201 に基づいて評価を実施した結果，最も上部棚吸収エネルギーが低下するのは母材であり，2016 年 11 月時点で 111 J，運転開始後 60 年時点で 111 J となっている。 いずれの場合も JEAC4206 で要求されている 68 J を上回っている。	原子炉圧力容器に対しては，供用期間中検査で超音波探傷検査及び漏えい検査を実施し，有意な欠陥がないことを確認している。 胴（炉心領域部）の中性子照射による機械的性質の変化については，日本機械学会「発電用原子力設備規格　設計・建設規格 JSME S NC1-2005（2007 年追補版を含む）」（以下，「設計・建設規格」という）及び JEAC4201 に基づいて，計画的に監視試験を実施し破壊靭性の将来の変化を予測している。 また，監視試験結果から，JEAC4206 に基づき漏えい検査温度を設定している。 監視試験片は全 4 セットを取出し済みであり，第 3 回にて試験した使用済試験片セットについては，炉内へ再装荷している。また，第 4 回にて試験した使用済試験片セットについては，今後，再装荷することとする。これらの試験片については，適切な時期に取出し，試験を実施する。 なお，運転期間延長認可申請に際して実施した特別点検において，胴（炉心領域部）の母材及び溶接部に対して超音波探傷試験を実施した結果，中性子照射脆化による脆性破壊の起点となるような有意な欠陥は認められなかった。	胴（炉心領域部）の中性子照射脆化が機器の健全性に影響を与える可能性はないと考えられる。今後も適切な時期に監視試験を実施し，破壊靭性の変化を把握するとともに，JEAC4201 の脆化予測式に基づき，漏えい検査温度を管理していくことにより，健全性を確保していくことは可能であると考える。 炉心領域部材の機械的性質の予測は監視試験により把握可能であり，また有意な欠陥のないことを超音波探傷試験及び漏えい検査により確認していることから，保全内容として適切である。	1	原子炉圧力容器胴の中性子照射脆化については，今後の原子炉の運転サイクル・中性子照射量を勘案して第 5 回監視試験を実施する。	中長期

短期：2018 年 11 月 28 日からの 5 年間，中長期：2018 年 11 月 28 日からの 10 年間，長期：2018 年 11 月 28 日からの 20 年間

機種名	機器名	経年劣化事象	健全性評価結果	現状保全	総合評価	保守管理に関する方針（長期保守管理方針）		
						No.	保守管理の項目	実施時期
ケーブル	低圧ケーブル	絶縁体の絶縁特性低下	原子炉格納容器内に使用する難燃 PN ケーブルは，電気学会推奨案*及び ACA ガイド**に従った長期健全性評価の結果，絶縁体は制御用で 15 年間，制御用以外の難燃 PN ケーブルは 28 年間の通常運転期間及び設計基準事故時雰囲気並びに重大事故等時雰囲気において絶縁性能を維持できることが確認され，評価結果の期間に至る前にケーブルを引替えることで 60 年間の通常運転期間，絶縁性能を維持できる。	難燃 PN ケーブルの絶縁特性低下に対しては，系統機器の点検時に絶縁抵抗測定を実施している。 また，系統機器の点検時に実施する動作試験においてもケーブルの絶縁機能の健全性を確認している。 さらに，点検で有意な絶縁特性低下が認められた場合には，ケーブルの取替えを行うこととしている。	健全性評価結果から判断して，絶縁体の有意な絶縁特性低下の可能性は小さく，点検時の絶縁抵抗測定及び系統機器の動作試験で把握可能と考えられる。 また，原子炉格納容器内設計最高温度の 65.6℃を上回る箇所に布設された難燃 PN ケーブル及び東北地方太平洋沖地震発生に伴う発電所停止操作の過程で，原子炉格納容器内設計最高温度の 65.6℃を上回った難燃 PN ケーブルについては，長期健全性試験結果をもとに確認を行い健全性に影響のないことを確認した。今後も，点検時の絶縁抵抗測定及び系統機器の動作試験を実施することにより，異常の有無は把握可能であり，点検手法としては適切であると考える。	2	低圧ケーブル及び同軸ケーブルの絶縁特性低下については，電気学会推奨案*及び ACA ガイド**に従った長期健全性評価結果から得られた評価期間に至る前に取替を実施する。 *：「原子力発電所電線ケーブルの環境試験方法ならびに耐延焼性試験方法に関する推奨案（電気学会技術報告 第Ⅱ－139 号 1982 年 11 月）」 **：原子力安全基盤機構「原子力発電所のケーブル経年劣化評価ガイド JNES-RE-2013-2049」	長期
	同軸ケーブル	絶縁体の絶縁特性低下	原子炉格納容器内に使用する難燃六重同軸ケーブルは，電気学会推奨案*及び ACA ガイド**に従った長期健全性評価の結果，30 年間の通常運転期間及び設計基準事故時雰囲気並びに重大事故等時雰囲気において絶縁性能を維持できることが確認されている。難燃六重同軸ケーブルは，平成 11 年（運転開始後 21 年）にケーブルの取替を実施しており，ACA ガイド**に従った長期健全性の評価で確認がとれている 30 年間の通常運転期間を加えると，運転開始後 51 年間の通常運転期間及び設計基準事故時雰囲気並びに重大事故等時雰囲気において絶縁性能を維持できる。	難燃六重同軸ケーブルの絶縁特性低下に対しては，系統機器の点検時に絶縁抵抗測定を実施している。 また，系統機器の点検時に実施する動作試験においてもケーブルの絶縁機能の健全性を確認している。 さらに，点検で有意な絶縁特性低下が認められた場合には，ケーブルの取替を行うこととしている。	健全性評価結果から判断して，絶縁部の急激な絶縁特性低下の可能性は小さく，また，絶縁特性低下は系統機器点検時の絶縁抵抗測定及び系統機器の動作試験で把握可能と考える。 今後も，系統機器点検時の絶縁抵抗測定及び系統機器の動作試験を実施することにより，異常の有無は把握可能であり，現状の保全は点検手法としては適切であると考える。			

短期：2018 年 11 月 28 日からの 5 年間，中長期：2018 年 11 月 28 日からの 10 年間，長期：2018 年 11 月 28 日からの 20 年間

機種名	機器名	経年劣化事象	健全性評価結果	現状保全	総合評価	保守管理に関する方針（長期保守管理方針）		
						No.	保守管理の項目	実施時期
ケーブル	ケーブル接続部	同軸コネクタ接続部の絶縁体の絶縁特性低下	原子炉格納容器外に使用する同軸コネクタ接続（放射線計測用）（原子炉格納容器外）は，IEEE 323***に従った長期健全性評価の結果，6年間の通常運転期間及び設計基準事故時雰囲気並びに重大事故等時雰囲気において絶縁性能を維持できることが確認されている。今停止期間中に設置されるものであり，評価結果の期間に至る前に同軸コネクタ接続（放射線計測用）（原子炉格納容器外）を6年間毎に取替えることで60年間の通常運転期間，絶縁性能を維持できる。	同軸コネクタ接続（放射線計測用）（原子炉格納容器外）の絶縁特性低下に対しては，従前設備と同様に，点検時に絶縁抵抗測定及び機器の動作試験で把握可能であることから，従前設備と同様の保全項目を実施していくこととしている。	健全性評価結果から判断して，絶縁体の急激な絶縁特性低下の可能性は小さく，また，絶縁特性低下は系統機器点検時の絶縁抵抗測定及び系統機器の動作試験で把握可能と考える。 今後も，系統機器点検時の絶縁抵抗測定及び系統機器の動作試験を実施することにより，異常の有無は把握可能であり，現状の保全は点検手法としては適切であると考える。	3	同軸コネクタ接続の絶縁特性低下については，IEEE 323***に従った長期健全性評価結果から得られた評価期間に至る前に取替を実施する。 ***：IEEE Std.323-1974「IEEE Standard for Qualifying Class 1E Equipment for Nuclear Power Generating Stations」	長期
容器等※	容器等※	疲労割れ	疲労累積係数による評価を実施した結果，許容値に対し余裕のある結果が得られている。	高経年化技術評価に合わせて，実過渡回数に基づく評価を実施することとしている。	運転開始後60年時点の推定過渡回数では，運転開始後60年時点の推定過渡回数では，冷温停止状態が維持される期間として，以下の①又は②の2ケースの評価条件を用い算出している。 ①2011年3月から2019年8月まで ②2011年3月から2020年8月まで 疲労評価結果は実過渡回数に依存するため，継続的に実過渡回数を把握する必要がある。	4	疲労評価における実績過渡回数の確認を継続的に実施し，運転開始後60年時点の推定過渡回数を上回らないことを確認する。	長期

※：疲労累積係数による低サイクル疲労の評価を実施したすべての機器。

短期：2018年11月28日からの5年間，中長期：2018年11月28日からの10年間，長期：2018年11月28日からの20年間

機種名	機器名	経年劣化事象	健全性評価結果	現状保全	総合評価	保守管理に関する方針（長期保守管理方針）		
						No.	保守管理の項目	実施時期
配管	炭素鋼配管	腐食（流れ加速型腐食）	発電用原子炉施設の使用前検査、施設定期検査及び定期事業者検査に係る実用発電用原子炉の設置、運転等に関する規則のガイドの制定について（平成29年4月14日　原規規発第1704146号）及び社団法人　日本機械学会　発電用原子力設備規格　沸騰水型原子力発電所配管減肉管理に関する技術規格（JSME S NH1-2006）に定められた内容に従い，対象系統及び部位や実施の考え方を社内規程の「配管肉厚管理マニュアル」に反映し，更に他プラントで発生した減肉事例も適切に水平展開し，点検箇所に取込むこととしている。	配管の腐食（流れ加速型腐食）に対しては，「配管肉厚管理マニュアル」に基づき，配管材質条件及び内部流体の環境条件を考慮して点検箇所を選定し，第24回定期検査(2009年度～2010年度)及び第25回施設定期検査(2011年度)において肉厚測定又は放射線透過検査を実施し，得られた測定結果は，配管肉厚管理ソフトウェアに取込み，減肉傾向等を把握している。 また，必要最小肉厚に達するまでの余寿命を算出し，その結果に応じて次回測定又は取替を行うこととしている。	超音波等を用いた肉厚測定を実施し，減肉の管理を行っていくことで，機器の健全性に影響を与える可能性は無いと考える。 減肉は超音波等を用いた肉厚測定により検知可能であり，点検手法としては有効である。	5	炭素鋼配管****の腐食（流れ加速型腐食）について，現時点での実機測定データを用いた運転開始後60年時点の評価により耐震安全性に問題のないことを確認したことから，今後も減肉傾向の把握及びデータの蓄積を継続して行い，減肉進展の実測データを反映した耐震安全性評価を実施する。 ****：原子炉系（蒸気部）配管，給水系配管，復水系配管，給水加熱器ドレン系配管，原子炉冷却材浄化系配管	中長期

短期：2018年11月28日からの5年間，中長期：2018年11月28日からの10年間，長期：2018年11月28日からの20年間

6.3 技術開発課題

高経年化に関する技術評価においては，現在までの知見と実績を基にしたものであるが，点検や検査技術の高度化及び更なる知見の蓄積に努める観点から，廃止措置プラントの解体作業時にあわせ，高経年化に関する種々のデータを採取する等，今後さらに技術開発課題に取り組んでいく必要がある。現時点では緊急性を有する課題はないが，今後も，電力研究や高経年化技術評価高度化事業の成果等を活用し，必要なものは保全計画に反映することとしている。

なお，2014 年 4 月に閣議決定された「エネルギー基本計画」において示された方針を具体化するために必要な措置のあり方が，総合資源エネルギー調査会原子力小委員会において検討され，原子力小委員会から要請を受けた自主的安全性向上・技術・人材ワーキンググループは 2015 年 6 月に，軽水炉の安全技術・人材の維持発展に重きを置き，国，事業者，メーカー，研究機関，学会等関係者間の役割が明確化された軽水炉安全技術・人材に関するロードマップを策定した。同ロードマップでは，高経年化技術評価によって抽出された技術開発課題も検討対象とされており，今後実施されるローリングの中で整合を図ってこれらの技術開発課題への取組を実施していく。

7. 劣化状況評価で追加する項目

運転開始以降 40 年目に実施する劣化状況評価においては，高経年化対策実施ガイド等により，30 年目で実施した高経年化技術評価をその後の運転経験，安全基盤研究成果等技術的知見をもって検証するとともに，策定された長期保守管理方針において意図した効果が現実に得られているか等の有効性評価を行い，これらの結果を適切に反映することとしており，以下の 3 項目を追加評価項目としている。

① 経年劣化傾向の評価
② 保全実績の評価
③ 長期保守管理方針の有効性評価

経年劣化傾向については，40 年目の評価は 30 年目の評価から大きく予測が変わるものではないことが確認できた。保全実績については，40 年目の評価から抽出された課題はあったものの，現状保全の継続による健全性維持の観点から課題はないことを確認した。

さらに，30 年目の高経年化技術評価に基づき策定した長期保守管理方針の有効性評価を実施した結果，有効であり，必要に応じて現状保全に反映されていると評価した。

上記 3 項目については，評価結果を「劣化状況評価で追加する評価に係る技術評価書」にまとめる。

8. まとめ

(1) 総合評価

東海第二発電所は運転開始以降 40 年を迎えるため，プラントを構成する機器・構造物について，想定される経年劣化事象に対する技術評価を実施した結果，大部分の機器・構造物については，現状の保全を継続していくことにより，長期間の運転及び冷温停止を仮定しても機器・構造物の健全性を維持することは可能であるとの見通しを得た。

さらに，緊急性を有する課題ではないが，今後さらに充実すべき課題を抽出した。これらについては電力研究や高経年化技術評価高度化事業の成果等を活用し，保全活動に反映し，更なる充実を図っていく。

(2) 今後の取り組み

今回実施した劣化状況評価は，現在の最新知見に基づき実施したものであるが，今後，以下に示すような運転経験や最新知見等を踏まえ，見直しを実施していく。

a. 材料劣化に係る安全基盤研究の成果
b. これまで想定していなかった部位等における経年劣化事象が原因と考えられる国内外の事故・トラブル
c. 関係法令の制定及び改廃
d. 原子力規制委員会からの指示
e. 材料劣化に係る規格・基準類の制定及び改廃
f. 発電用原子炉の運転期間の変更
g. 発電用原子炉の定格熱出力の変更
h. 発電用原子炉の設備利用率（実績）から算出した原子炉圧力容器の中性子照射量
i. 点検・補修・取替の実績

当社は，高経年化対策に関するこれらの活動を通じて，今後とも原子力発電所の安全・安定運転に努めるとともに，安全性・信頼性のより一層の向上に取り組んでいく所存である。

東海第二発電所
ポンプの技術評価書

（運転を断続的に行うことを前提とした評価）

日本原子力発電株式会社

本評価書は，東海第二発電所（以下，「東海第二」という）で使用している安全上重要なポンプ（重要度分類審査指針におけるクラス 1 及びクラス 2 に該当するポンプ），高温・高圧の環境下にあるクラス 3 のポンプ及び常設重大事故等対処設備に属するポンプについて，運転を断続的に行うことを前提に高経年化に係わる技術評価についてまとめたものである。

評価対象機器の一覧を表 1 に，機能を表 2 に示す。

評価対象機器を型式，内部流体，材料等でグループ化し，それぞれのグループから，重要度，運転状態，最高使用温度等の観点から代表機器を選定し技術評価を行った後，代表以外の機器について評価を展開している。

本評価書はポンプの型式等を基に以下の 3 章で構成されている。

1. ターボポンプ
2. 往復ポンプ
3. 原子炉再循環ポンプ

原子炉再循環ポンプはターボポンプに属するが，構造の複雑さとクラス 1 の重要度を考慮し，ターボポンプには分類せず単独で評価した。

また，中央制御室チラー冷水循環ポンプは「空調設備の技術評価書」，主タービン制御装置高圧油ポンプは「タービンの技術評価書」，ディーゼル機関のうち海水ポンプを除く補機ポンプは「機械設備の技術評価書」，原子炉再循環流量制御弁用油圧供給装置ポンプは「弁の技術評価書」，液体廃棄物処理系ポンプは「機械設備の技術評価書」にて評価を実施する。

さらに，ジェットポンプは「炉内構造物の技術評価書」にて，ポンプモータは「ポンプモータの技術評価書」にて，原子炉隔離時冷却系ポンプ及び原子炉給水ポンプの駆動タービンは「タービンの技術評価書」にて，原子炉再循環ポンプのサポート部は「配管の技術評価書」にてそれぞれ評価するものとし，本評価書には含めていない。

なお，文書中の単位の記載は SI 単位系に基づくものとする（圧力の単位は特に注記がない限りゲージ圧力を示す）。

表１　評価対象機器一覧

型式	ポンプ名称	仕様 (容量×揚程)	重要度[*1]
ターボポンプ	残留熱除去海水系ポンプ	885.7 m^3/h[*2]×184.4 m[*2]	MS-1，重[*3]
	非常用ディーゼル発電機海水ポンプ	272.6 m^3/h[*2]×44 m[*2]	MS-1，重[*3]
	高圧炉心スプレイディーゼル冷却系海水系ポンプ	232.8 m^3/h[*2]×43 m[*2]	MS-1，重[*3]
	緊急用海水ポンプ[*5]	844 m^3/h×130 m	重[*3]
	残留熱除去系ポンプ	1,691.9 m^3/h×85.3 m	MS-1，重[*3]
	低圧炉心スプレイ系ポンプ	1,638.3 m^3/h×169.5 m	MS-1，重[*3]
	高圧炉心スプレイ系ポンプ	1,576.5 m^3/h×196.6 m	MS-1，重[*3]
	給水加熱器ドレンポンプ	1,032.2 m^3/h×25 m	高[*4]
	原子炉冷却材浄化系循環ポンプ	81.8 m^3/h×152.4 m	PS-2
	原子炉冷却材浄化系保持ポンプ	13 m^3/h×20 m	PS-2
	制御棒駆動水ポンプ	46.3 m^3/h×823 m	高[*4]
	常設高圧代替注水ポンプ[*5]	136.7 m^3/h[*2]×900 m[*2]	重[*3]
	格納容器圧力逃がし装置移送ポンプ[*5]	10 m^3/h×40 m	重[*3]
	タービン駆動原子炉給水ポンプ	4,315 m^3/h×685.8 m	高[*4]
	高圧復水ポンプ	3,792 m^3/h×365.8 m	高[*4]
	原子炉隔離時冷却系ポンプ	142 m^3/h×869 m	MS-1，重[*3]
	電動機駆動原子炉給水ポンプ	2,157.5 m^3/h×762 m	高[*4]
	高圧炉心スプレイ系レグシールポンプ	4.54 m^3/h×38.1 m	高[*4]
	低圧炉心スプレイ系レグシールポンプ	4.54 m^3/h×38.1 m	高[*4]
	残留熱除去系レグシールポンプ	4.54 m^3/h×48.8 m	高[*4]
	原子炉隔離時冷却系レグシールポンプ	4.54 m^3/h×48.8 m	高[*4]
	常設低圧代替注水ポンプ[*5]	200 m^3/h[*2]×200 m[*2]	重[*3]
	代替燃料プール冷却系ポンプ[*5]	124 m^3/h×40 m	重[*3]
	代替循環冷却系ポンプ[*5]	250 m^3/h×120 m	重[*3]
往復ポンプ	ほう酸水注入系ポンプ	9.78 m^3/h×870 m	MS-1，重[*3]
原子炉再循環ポンプ	原子炉再循環ポンプ	8,100 m^3/h×245.4 m	PS-1

*1：　当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

*2：　公称値

*3：　重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す

*4：　最高使用温度が 95 ℃を超え，又は最高使用圧力が 1,900 kPa を超える環境下にある原子炉格納容器外の重要度クラス 3 の機器

*5：　新規に設置される機器

表 2（1/2）　評価対象機器の機能

ポンプ名称	主な機能
残留熱除去海水系ポンプ	残留熱除去系熱交換器に冷却用海水を送水する。
非常用ディーゼル発電機海水ポンプ	ディーゼル機関の冷却器に冷却用海水を送水する。
高圧炉心スプレイディーゼル冷却系海水系ポンプ	ディーゼル機関の冷却器に冷却用海水を送水する。
緊急用海水ポンプ	設計基準事故対処設備が有する最終ヒートシンクへ熱を輸送する機能が喪失した場合においても，炉心の著しい損傷及び格納容器の破損（炉心の著しい損傷が発生する前に生ずるものに限る。）を防止するため最終ヒートシンクへ熱を輸送する。
残留熱除去系ポンプ	冷却材喪失事故時に原子炉及び原子炉格納容器にサプレッション・プール水を注水又はスプレイする。 また，原子炉停止時の崩壊熱除去のため，原子炉冷却材を原子炉冷却材再循環系より残留熱除去系熱交換器に送水し冷却する。
低圧炉心スプレイ系ポンプ	冷却材喪失事故時に原子炉にサプレッション・プール水をスプレイする。
高圧炉心スプレイ系ポンプ	冷却材喪失事故時に原子炉に復水貯蔵タンク水及びサプレッション・プール水をスプレイする。
給水加熱器ドレンポンプ	第5給水加熱器のドレン水を第6給水加熱器に送水する。
原子炉冷却材浄化系循環ポンプ	原子炉冷却材を浄化するため，原子炉冷却材をフィルタ脱塩器に循環供給する。
原子炉冷却材浄化系保持ポンプ	原子炉冷却材浄化系フィルタ脱塩器の待機状態時等に，ろ材（樹脂）の剥離を防ぐために用いる。
制御棒駆動水ポンプ	制御棒の駆動に必要な高圧の駆動水を供給する。
タービン駆動原子炉給水ポンプ	高圧復水ポンプから移送されてきた復水を昇圧し，原子炉に供給する。
高圧復水ポンプ	復水脱塩装置で浄化された復水を昇圧して，原子炉給水ポンプに送水する。
原子炉隔離時冷却系ポンプ	原子炉隔離時に，主蒸気によりタービン駆動のポンプを起動して原子炉に送水し，水位低下を防ぐ。

表 2（2/2）　評価対象機器の機能

ポンプ名称	主な機能
電動機駆動原子炉給水ポンプ	プラント起動・停止時，タービン駆動原子炉給水ポンプトリップ時に，高圧復水ポンプから移送されてきた復水を昇圧し，原子炉に供給する。
レグシールポンプ （高圧炉心スプレイ系，低圧炉心スプレイ系，残留熱除去系，原子炉隔離時冷却系）	非常用炉心冷却系ポンプ起動時のウォータハンマを防止するため，非常用炉心冷却系ポンプ吐出配管を，常時加圧する。
常設高圧代替注水ポンプ	設計基準事故対処設備の有する原子炉の冷却機能が喪失した場合において，炉心の著しい損傷を防止するため，サプレッション・プール水を原子炉に注水する。
常設低圧代替注水ポンプ	設計基準事故対処設備の有する原子炉の冷却機能が喪失した場合において，炉心の著しい損傷及び格納容器破損を防止するため，代替淡水貯槽水を原子炉に注水する。
代替燃料プール冷却系ポンプ	設計基準対象施設である使用済燃料プール冷却浄化設備の冷却機能が喪失した場合でも，使用済燃料プール内に貯蔵する使用済燃料から発生する崩壊熱を冷却するため，使用済燃料プール水を熱交換器と循環させる。
代替循環冷却系ポンプ	設計基準事故対処設備である残留熱除去系ポンプが有する原子炉の冷却機能が喪失した場合においても，炉心の著しい損傷及び原子炉格納容器の破損を防止する為，原子炉圧力容器への注水及び格納容器スプレイを実施する。
格納容器圧力逃がし装置移送ポンプ	ベント停止後の放射性物質を含むスクラビング水を，サプレッション・プールに移送する。また，点検に伴うスクラビング水の移送が必要な場合は，廃棄物処理設備へ移送する。
ほう酸水注入系ポンプ	何らかの理由で制御棒が挿入できなくなり，原子炉の冷温停止ができない場合に，中性子吸収能力のあるほう酸水を原子炉に注入する。
原子炉再循環ポンプ	原子炉圧力容器内の原子炉冷却材を，強制循環させる。

1. ターボポンプ

［対象ポンプ］

① 残留熱除去海水系ポンプ
② 非常用ディーゼル発電機海水ポンプ
③ 高圧炉心スプレイディーゼル冷却系海水系ポンプ
④ 残留熱除去系ポンプ
⑤ 低圧炉心スプレイ系ポンプ
⑥ 高圧炉心スプレイ系ポンプ
⑦ 給水加熱器ドレンポンプ
⑧ 原子炉冷却材浄化系循環ポンプ
⑨ 原子炉冷却材浄化系保持ポンプ
⑩ 制御棒駆動水ポンプ
⑪ タービン駆動原子炉給水ポンプ
⑫ 高圧復水ポンプ
⑬ 原子炉隔離時冷却系ポンプ
⑭ 電動機駆動原子炉給水ポンプ
⑮ 高圧炉心スプレイ系レグシールポンプ
⑯ 低圧炉心スプレイ系レグシールポンプ
⑰ 残留熱除去系レグシールポンプ
⑱ 原子炉隔離時冷却系レグシールポンプ
⑲ 緊急用海水ポンプ
⑳ 常設高圧代替注水ポンプ
㉑ 常設低圧代替注水ポンプ
㉒ 代替燃料プール冷却系ポンプ
㉓ 代替循環冷却系ポンプ
㉔ 格納容器圧力逃がし装置移送ポンプ

目次

1. 対象機器及び代表機器の選定..... 1-1
1.1 グループ化の考え方及び結果..... 1-1
1.2 代表機器の選定..... 1-1
2. 代表機器の技術評価..... 1-5
2.1 構造，材料及び使用条件..... 1-5
2.1.1 残留熱除去海水系ポンプ..... 1-5
2.1.2 残留熱除去系ポンプ..... 1-8
2.1.3 高圧炉心スプレイ系ポンプ..... 1-11
2.1.4 給水加熱器ドレンポンプ..... 1-14
2.1.5 原子炉冷却材浄化系循環ポンプ..... 1-17
2.1.6 タービン駆動原子炉給水ポンプ..... 1-20
2.1.7 原子炉隔離時冷却系ポンプ..... 1-23
2.2 経年劣化事象の抽出..... 1-26
2.2.1 機器の機能達成に必要な項目..... 1-26
2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出..... 1-26
2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象..... 1-27
3. 代表機器以外への展開..... 1-43
3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象..... 1-43
3.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象..... 1-44

1. 対象機器及び代表機器の選定

東海第二で使用している主要なターボポンプの主な仕様を表1-1に示す。

これらのターボポンプを型式，内部流体及びケーシング材料の観点からグループ化し，それぞれのグループより以下のとおり代表機器を選定した。

1.1 グループ化の考え方及び結果

型式，内部流体及びケーシング材料を分類基準とし，ターボポンプを表 1-1 に示すとおりグループ化する。

内部流体は海水及び純水に分類され，ケーシング材料はステンレス鋼，炭素鋼，鋳鉄及び低合金鋼に分類される。

1.2 代表機器の選定

表 1-1 に分類されるグループ毎に，重要度，運転状態，最高使用温度，最高使用圧力及び容量／揚程の観点から代表機器を選定する。

(1) 立軸斜流ポンプ（内部流体：海水，ケーシング材料：ステンレス鋼）

このグループには，残留熱除去海水系ポンプ，非常用ディーゼル発電機海水ポンプ，高圧炉心スプレイディーゼル冷却系海水系ポンプ及び緊急用海水ポンプが属するが，重要度が高い機器は，運転状態及び最高使用温度が同等であることから，最高使用圧力の高い残留熱除去海水系ポンプを代表機器とする。

(2) 立軸斜流ポンプ（内部流体：純水，ケーシング材料：炭素鋼）

このグループには，残留熱除去系ポンプ及び低圧炉心スプレイ系ポンプが属するが，重要度及び運転状態が同等であることから，最高使用温度の高い残留熱除去系ポンプを代表機器とする。

(3) 立軸遠心ポンプ（内部流体：純水，ケーシング材料：炭素鋼）

このグループには，高圧炉心スプレイ系ポンプのみが属するため，これを代表機器とする。

(4) 立軸遠心ポンプ（内部流体：純水，ケーシング材料：鋳鉄）

このグループには，給水加熱器ドレンポンプのみが属するため，これを代表機器とする。

(5) 横軸遠心ポンプ（内部流体：純水，ケーシング材料：ステンレス鋼）

このグループには，原子炉冷却材浄化系循環ポンプ，原子炉冷却材浄化系保持ポンプ，制御棒駆動水ポンプ，常設高圧代替注水ポンプ及び格納容器圧力逃がし装置移送ポンプが属するが，重要度が高い機器は，運転状態が同等であることから，最高使用温度の高い原子炉冷却材浄化系循環ポンプを代表機器とする。

(6) 横軸遠心ポンプ（内部流体：純水，ケーシング材料：低合金鋼）

このグループには，タービン駆動原子炉給水ポンプのみが属するため，これを代表機器とする。

(7) 横軸遠心ポンプ（内部流体：純水，ケーシング材料：炭素鋼）

このグループには，高圧復水ポンプ，原子炉隔離時冷却系ポンプ，電動機駆動原子炉給水ポンプ，高圧炉心スプレイ系レグシールポンプ，低圧炉心スプレイ系レグシールポンプ，残留熱除去系レグシールポンプ，原子炉隔離時冷却系レグシールポンプ，常設低圧代替注水ポンプ，代替燃料プール冷却系ポンプ，代替循環冷却系ポンプが属するが，重要度の高い原子炉隔離時冷却系ポンプを代表機器とする。

表 1-1(1/2)　ターボポンプのグループ化と代表機器の選定

分類基準			ポンプ名称	選定基準					選定	選定理由
型式	内部流体	材料[*7]		仕様（容量×揚程）	重要度[*1]	使用条件 運転状態	使用条件 最高使用圧力 (MPa)[*2]	使用条件 最高使用温度 (℃)[*2]		
立軸斜流	海水	ステンレス鋼	残留熱除去海水系ポンプ	885.7 m^3/h[*3] ×184.4 m[*3]	MS-1，重[*5]	一時	3.45	38	◎	重要度 運転状態 最高使用温度 最高使用圧力
			非常用ディーゼル発電機海水ポンプ	272.6 m^3/h[*3] ×44 m[*3]	MS-1，重[*5]	一時	0.70	38		
			高圧炉心スプレイディーゼル冷却系海水系ポンプ	232.8 m^3/h[*3] ×43 m[*3]	MS-1，重[*5]	一時	0.70	38		
			緊急用海水ポンプ[*6]	844 m^3/h×130 m	重[*5]	一時	2.45	38		
	純水	炭素鋼	残留熱除去系ポンプ	1,691.9 m^3/h×85.3 m	MS-1，重[*5]	一時	3.45	174	◎	重要度 運転状態 最高使用温度
			低圧炉心スプレイ系ポンプ	1,638.3 m^3/h×169.5 m	MS-1，重[*5]	一時	4.14	100		
立軸遠心	純水	炭素鋼	高圧炉心スプレイ系ポンプ	1,576.5 m^3/h×196.6 m	MS-1，重[*5]	一時	10.69	100	◎	
		鋳鉄	給水加熱器ドレンポンプ	1,032.2 m^3/h×25 m	高[*4]	連続	0.70	149	◎	
横軸遠心	純水	ステンレス鋼	原子炉冷却材浄化系循環ポンプ	81.8 m^3/h×152.4 m	PS-2	連続	9.80	302	◎	重要度，運転状態 最高使用温度
			原子炉冷却材浄化系保持ポンプ	13 m^3/h×20 m	PS-2	連続	9.80	66		
			制御棒駆動水ポンプ	46.3 m^3/h×823 m	高[*4]	連続	12.06	66		
			常設高圧代替注水ポンプ[*6]	136.7 m^3/h[*3]×900 m[*3]	重[*5]	一時	10.70	120		
			格納容器圧力逃がし装置移送ポンプ[*6]	10 m^3/h×40 m	重[*5]	一時	2.5	200		

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す
*2：ポンプ吐出配管の仕様を示す
*3：公称値を示す
*4：最高使用温度が 95 ℃を超え，又は最高使用圧力が 1,900 kPa を超える環境下にある原子炉格納容器外の重要度クラス 3 の機器
*5：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す
*6：新規に設置される機器を示す　　*7:ケーシングの材料を示す

表 1-1(2/2)　ターボポンプのグループ化と代表機器の選定

分類基準			ポンプ名称	選定基準					選定	選定理由
型式	内部流体	材料[*7]		仕様（容量×揚程）	重要度[*1]	使用条件				
						運転状態	最高使用圧力 (MPa)[*2]	最高使用温度 (℃)[*2]		
横軸遠心	純水	低合金鋼	タービン駆動原子炉給水ポンプ	4,315 m^3/h×685.8 m	高[*4]	連続	15.51	233	◎	
		炭素鋼	高圧復水ポンプ	3,792 m^3/h×365.8 m	高[*4]	連続	6.14	205		重要度
			原子炉隔離時冷却系ポンプ	142 m^3/h×869 m	MS-1，重[*5]	一時	10.35	77	◎	
			電動機駆動原子炉給水ポンプ	2,157.5 m^3/h×762 m	高[*4]	一時	15.51	233		
			高圧炉心スプレイ系レグシールポンプ	4.54 m^3/h×38.1 m	高[*4]	連続	1.04	100		
			低圧炉心スプレイ系レグシールポンプ	4.54 m^3/h×38.1 m	高[*4]	連続	1.04	100		
			残留熱除去系レグシールポンプ	4.54 m^3/h×48.8 m	高[*4]	連続	1.04	100		
			原子炉隔離時冷却系レグシールポンプ	4.54 m^3/h×48.8 m	高[*4]	連続	0.86	77		
			常設低圧代替注水ポンプ[*6]	200 m^3/h[*3]×200 m[*3]	重[*5]	一時	3.14	66		
			代替燃料プール冷却系ポンプ[*6]	124 m^3/h×40 m	重[*5]	一時	0.98	80		
			代替循環冷却系ポンプ[*6]	250 m^3/h×120 m	重[*5]	一時	3.45	80		

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

*2：ポンプ吐出配管の仕様を示す

*3：公称値を示す

*4：最高使用温度が 95 ℃を超え，又は最高使用圧力が 1,900 kPa を超える環境下にある原子炉格納容器外の重要度クラス 3 の機器

*5：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す

*6：新規に設置される機器を示す　　*7:ケーシングの材料を示す

2. 代表機器の技術評価

本章では1章で代表機器とした以下の7台のポンプについて技術評価を実施する。

① 残留熱除去海水系ポンプ
② 残留熱除去系ポンプ
③ 高圧炉心スプレイ系ポンプ
④ 給水加熱器ドレンポンプ
⑤ 原子炉冷却材浄化系循環ポンプ
⑥ タービン駆動原子炉給水ポンプ
⑦ 原子炉隔離時冷却系ポンプ

2.1 構造，材料及び使用条件

2.1.1 残留熱除去海水系ポンプ

(1) 構造

東海第二の残留熱除去海水系ポンプは，容量 885.7 ㎥/h(公称値)，揚程 184.4 m(公称値)の立軸斜流ポンプであり，4 台設置されている。

海水に接液する羽根車，ケーシングはステンレス鋳鋼，主軸はステンレス鋼が使用されている。

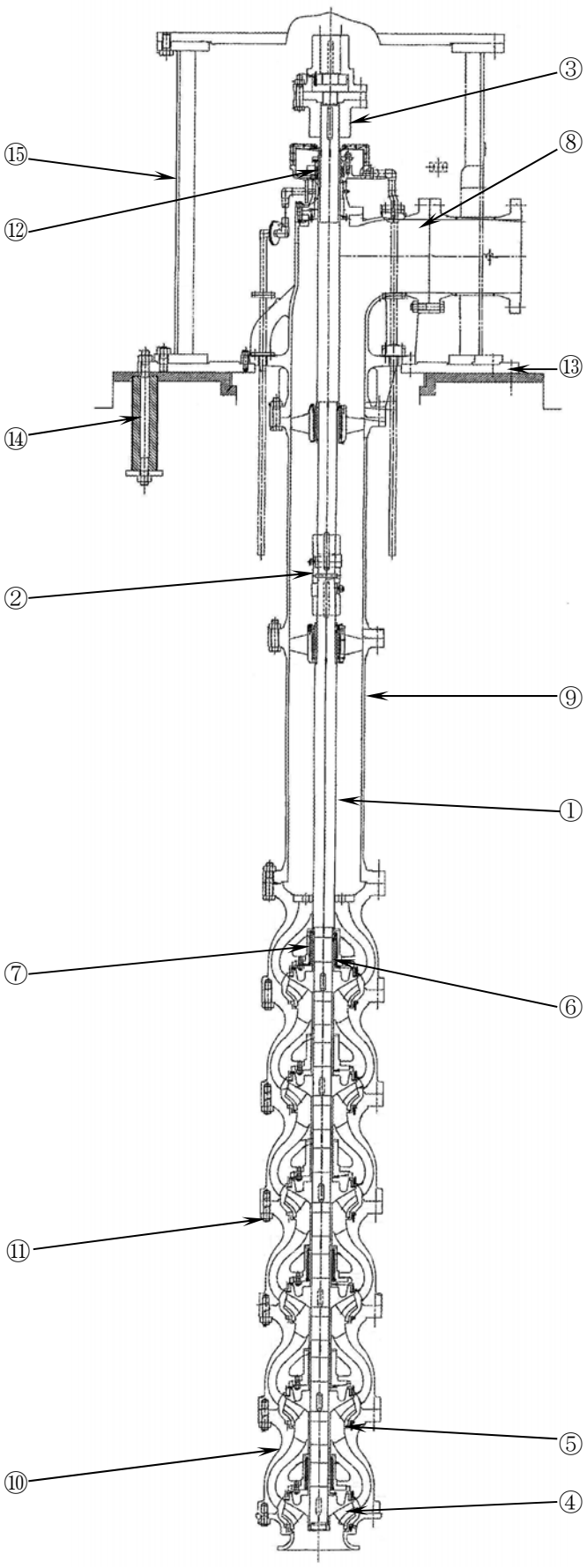
また，軸封部には，内部流体の漏れを防止するため，グランドパッキンが使用されている。

なお，羽根車及び主軸は，取付ボルトを緩めケーシング等を取外すことにより，点検手入れが可能である。

東海第二の残留熱除去海水系ポンプの構造図を図 2.1-1 に示す。

(2) 材料及び使用条件

東海第二の残留熱除去海水系ポンプ主要部位の使用材料を表 2.1-1 に，使用条件を表 2.1-2 に示す。



No.	部位
①	主軸
②	中間軸継手
③	軸継手
④	羽根車
⑤	ケーシングリング
⑥	軸受箱
⑦	水中軸受
⑧	デリベリ
⑨	コラムパイプ
⑩	ケーシング
⑪	取付ボルト
⑫	グランドパッキン
⑬	ベース
⑭	基礎ボルト
⑮	マウント

図 2.1-1　残留熱除去海水系ポンプ構造図

表 2.1-1　残留熱除去海水系ポンプ主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
ポンプ容量と揚程の確保	エネルギー伝達	主軸	ステンレス鋼
		中間軸継手	ステンレス鋼
		軸継手	ステンレス鋳鋼
	エネルギー変換	羽根車	ステンレス鋳鋼
		ケーシングリング	ステンレス鋼
	軸支持	軸受箱	ステンレス鋼
		水中軸受	（消耗品）
バウンダリの維持	耐圧	デリベリ	ステンレス鋳鋼
		コラムパイプ	ステンレス鋼
		ケーシング	ステンレス鋳鋼
		取付ボルト	ステンレス鋼
	軸シール	グランドパッキン	（消耗品）
機器の支持	支持	ベース	炭素鋼
		基礎ボルト	炭素鋼
		マウント	炭素鋼

表 2.1-2　残留熱除去海水系ポンプの使用条件

最高使用圧力	3.45 MPa
最高使用温度	38 ℃
容量	885.7 m^3/h*1
内部流体	海水

*1：公称値を示す

2.1.2 残留熱除去系ポンプ

(1) 構造

東海第二の残留熱除去系ポンプは，容量 1,691.9 m^3/h，揚程 85.3 m の立軸斜流ポンプであり，3 台設置されている。

純水に接液する羽根車はステンレス鋳鋼，ケーシングは炭素鋼鋳鋼，主軸はステンレス鋼が使用されている。

また，軸封部は，内部流体の漏れを防止するため，メカニカルシールが使用されている。

なお，羽根車及び主軸は，取付ボルトを緩めケーシング等を取外すことにより，点検手入れが可能である。

東海第二の残留熱除去系ポンプの構造図を図 2.1-2 に示す。

(2) 材料及び使用条件

東海第二の残留熱除去系ポンプ主要部位の使用材料を表 2.1-3 に，使用条件を表 2.1-4 に示す。

No.	部位
①	主軸
②	中間軸継手
③	軸継手
④	羽根車
⑤	ケーシングリング
⑥	水中軸受
⑦	ケーシング
⑧	コラムパイプ
⑨	デリベリ
⑩	取付ボルト
⑪	バレル
⑫	シール水クーラ
⑬	メカニカルシール
⑭	ベース
⑮	基礎ボルト
⑯	サイクロンセパレータ

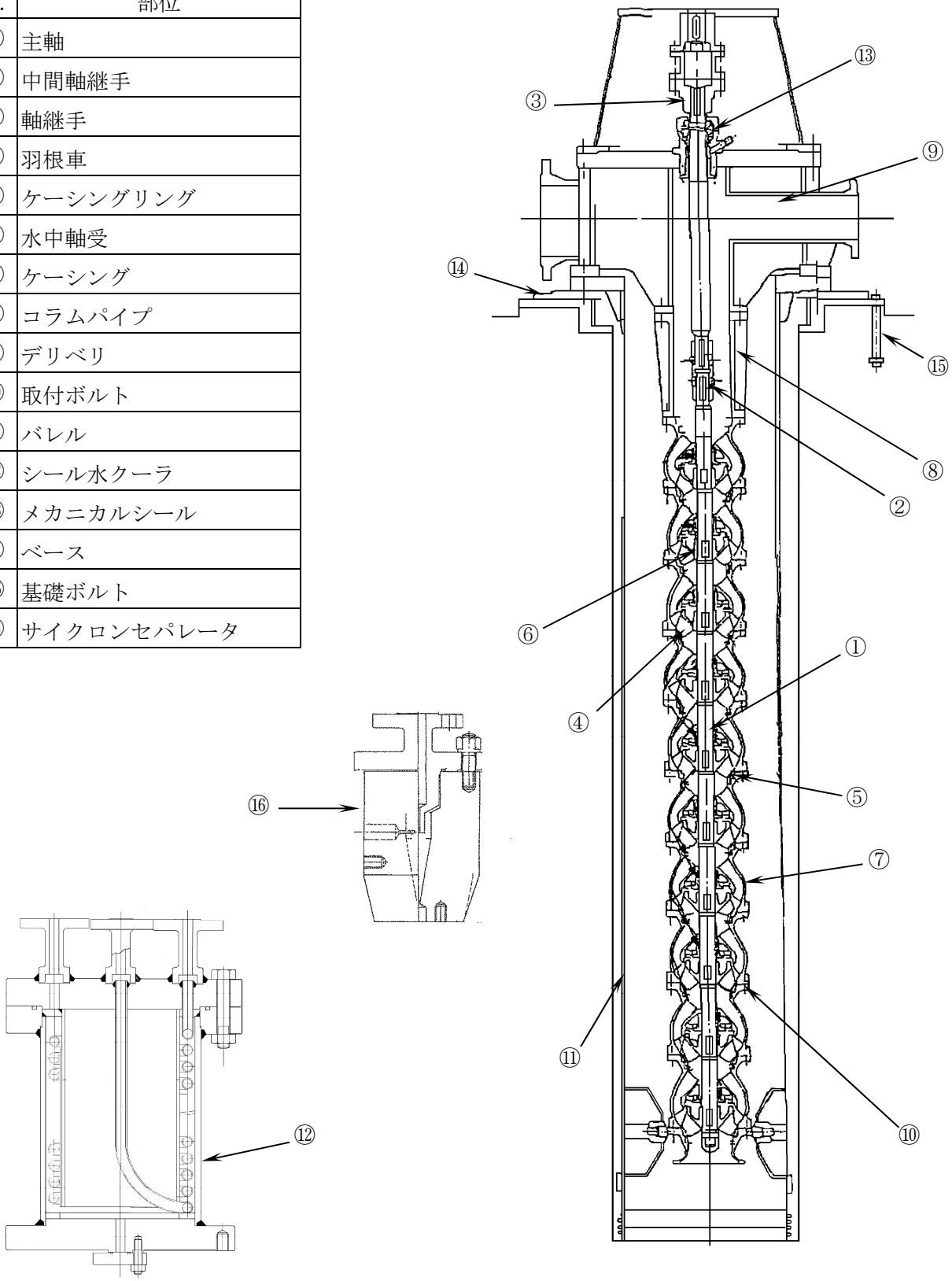


図 2.1-2　残留熱除去系ポンプ構造図

表 2.1-3　残留熱除去系ポンプ主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
ポンプ容量と揚程の確保	エネルギー伝達	主軸	ステンレス鋼
		中間軸継手	ステンレス鋼
		軸継手	炭素鋼鋳鋼
	エネルギー変換	羽根車	ステンレス鋳鋼
		ケーシングリング	ステンレス鋼
	軸支持	水中軸受	炭素鋼＋カーボン
バウンダリの維持	耐圧	ケーシング	炭素鋼鋳鋼
		コラムパイプ	炭素鋼
		デリベリ	炭素鋼
		取付ボルト	低合金鋼
		バレル	炭素鋼
	軸シール	シール水クーラ	銅合金
		メカニカルシール	（消耗品）
機器の支持	支持	ベース	炭素鋼
		基礎ボルト	炭素鋼
その他	その他	サイクロンセパレータ	ステンレス鋼

表 2.1-4　残留熱除去系ポンプの使用条件

最高使用圧力	3.45 MPa
最高使用温度	174 ℃
容量	1,691.9 m^3/h
内部流体	純水

2.1.3 高圧炉心スプレイ系ポンプ

(1) 構造

東海第二の高圧炉心スプレイ系ポンプは，容量 1,576.5 m^3/h，揚程 196.6 m の立軸遠心ポンプであり，1 台設置されている。

純水に接液する羽根車はステンレス鋳鋼，ケーシングは炭素鋼鋳鋼，主軸はステンレス鋼が使用されている。

また，軸封部には，内部流体の漏れを防止するため，メカニカルシールが使用されている。

なお，羽根車及び主軸は，取付ボルトを緩めケーシング等を取外すことにより，点検手入れが可能である。

東海第二の高圧炉心スプレイ系ポンプの構造図を図 2.1-3 に示す。

(2) 材料及び使用条件

東海第二の高圧炉心スプレイ系ポンプ主要部位の使用材料を表 2.1-5 に，使用条件を表 2.1-6 に示す。

No.	部位
①	主軸
②	中間軸継手
③	軸継手
④	羽根車
⑤	ケーシングリング
⑥	水中軸受
⑦	ケーシング
⑧	デリベリ
⑨	取付ボルト
⑩	バレル
⑪	シール水クーラ
⑫	メカニカルシール
⑬	ベース
⑭	基礎ボルト
⑮	サイクロンセパレータ

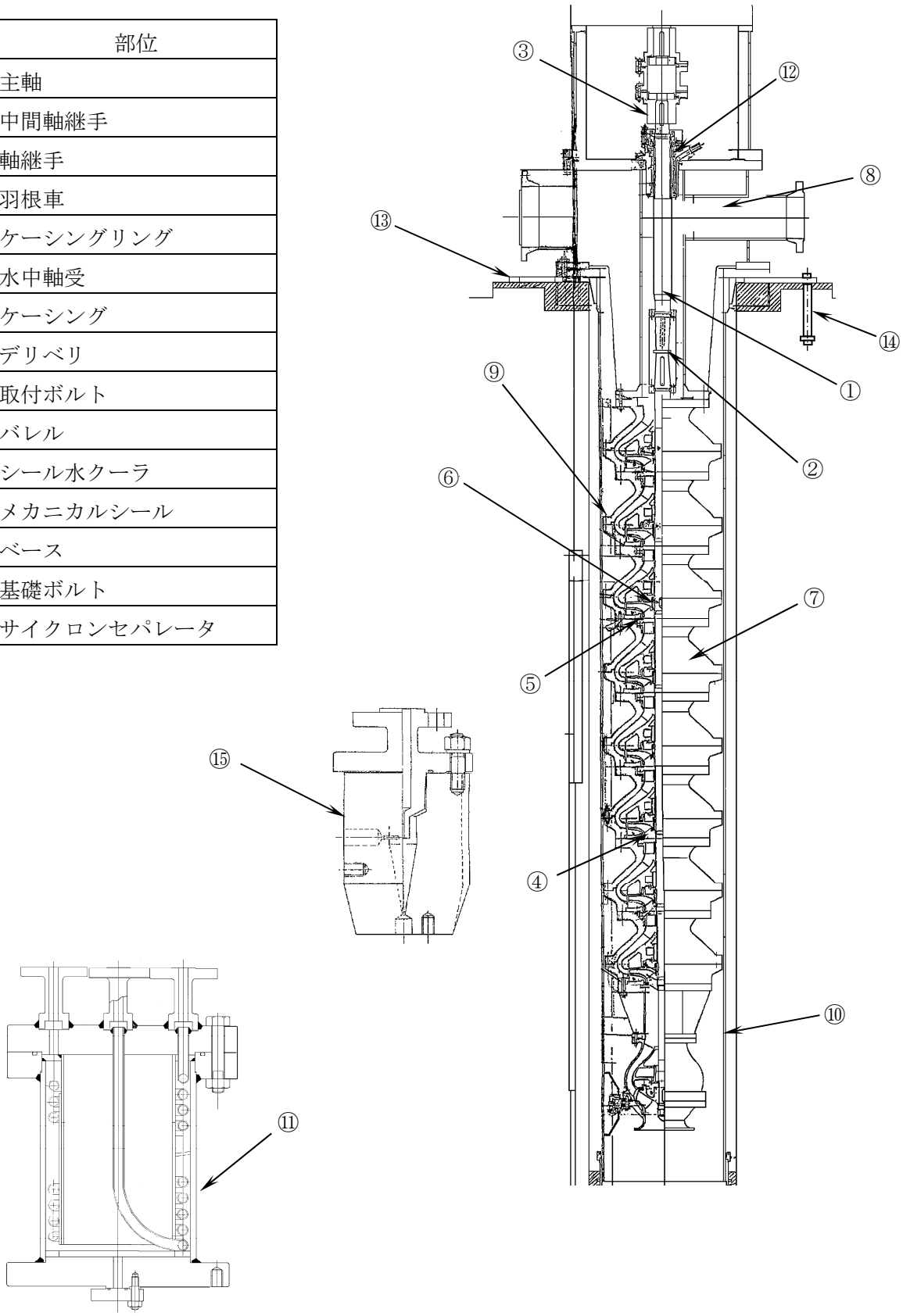


図 2.1-3　高圧炉心スプレイ系ポンプ構造図

表 2.1-5　高圧炉心スプレイ系ポンプ主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
ポンプ容量と揚程の確保	エネルギー伝達	主軸	ステンレス鋼
		中間軸継手	ステンレス鋼
		軸継手	炭素鋼鋳鋼
	エネルギー変換	羽根車	ステンレス鋳鋼
		ケーシングリング	ステンレス鋼
	軸支持	水中軸受	炭素鋼＋カーボン
バウンダリの維持	耐圧	ケーシング	炭素鋼鋳鋼
		デリベリ	炭素鋼
		取付ボルト	低合金鋼
		バレル	炭素鋼
	軸シール	シール水クーラ	銅合金
		メカニカルシール	（消耗品）
機器の支持	支持	ベース	炭素鋼
		基礎ボルト	炭素鋼
その他	その他	サイクロンセパレータ	ステンレス鋼

表 2.1-6　高圧炉心スプレイ系ポンプの使用条件

最高使用圧力	10.69 MPa
最高使用温度	100 ℃
容量	1,576.5 m^3/h
内部流体	純水

2.1.4 給水加熱器ドレンポンプ

(1) 構造

東海第二の給水加熱器ドレンポンプは，容量 1,032.2 m^3/h，揚程 25 m の立軸遠心ポンプであり，3 台設置されている。

純水に接液する羽根車は青銅鋳物，主軸はステンレス鋼，ケーシングは鋳鉄が使用されている。

また，軸封部には，内部流体の漏れを防止するため，メカニカルシールが使用されている。

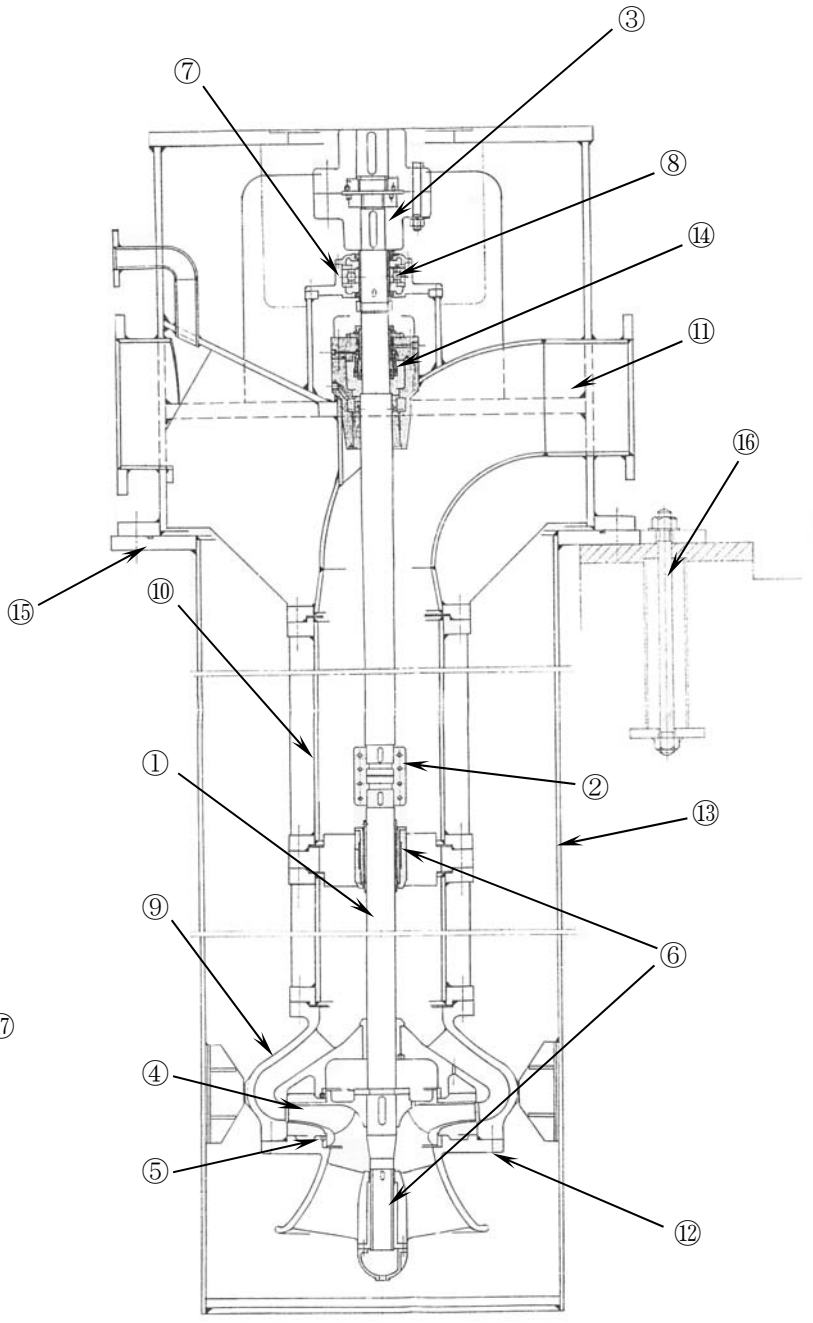
なお，羽根車及び主軸は，取付ボルトを緩めケーシング等を取外すことにより，点検手入れが可能である。

東海第二の給水加熱器ドレンポンプの構造図を図 2.1-4 に示す。

(2) 材料及び使用条件

東海第二の給水加熱器ドレンポンプ主要部位の使用材料を表 2.1-7 に，使用条件を表 2.1-8 に示す。

No.	部位
①	主軸
②	中間軸継手
③	軸継手
④	羽根車
⑤	ケーシングリング
⑥	水中軸受
⑦	軸受箱
⑧	ころがり軸受
⑨	ケーシング
⑩	コラムパイプ
⑪	デリベリ
⑫	取付ボルト
⑬	バレル
⑭	メカニカルシール
⑮	ベース
⑯	基礎ボルト
⑰	サイクロンセパレータ



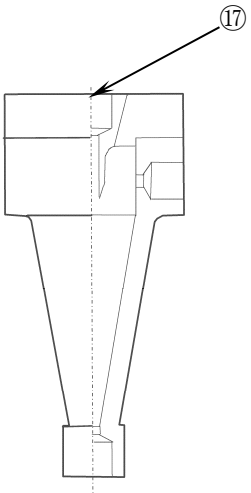


図 2.1-4　給水加熱器ドレンポンプ構造図

表 2.1-7　給水加熱器ドレンポンプ主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
ポンプ容量と揚程の確保	エネルギー伝達	主軸	ステンレス鋼
		中間軸継手	ステンレス鋼
		軸継手	鋳鉄
	エネルギー変換	羽根車	青銅鋳物
		ケーシングリング	青銅鋳物
	軸支持	水中軸受	青銅鋳物
		軸受箱	鋳鉄
		ころがり軸受	（消耗品）
バウンダリの維持	耐圧	ケーシング	鋳鉄
		コラムパイプ	炭素鋼
		デリベリ	炭素鋼
		取付ボルト	ステンレス鋼
		バレル	炭素鋼
	軸シール	メカニカルシール	（消耗品）
機器の支持	支持	ベース	炭素鋼
		基礎ボルト	炭素鋼
その他	その他	サイクロンセパレータ	ステンレス鋼

表 2.1-8　給水加熱器ドレンポンプの使用条件

最高使用圧力	0.70 MPa
最高使用温度	149 ℃
容量	1,032.2 m^3/h
内部流体	純水

2.1.5 原子炉冷却材浄化系循環ポンプ

(1) 構造

東海第二の原子炉冷却材浄化系循環ポンプは，容量 81.8 m^3/h，揚程 152.4 m の横軸遠心ポンプであり，2 台設置されている。

純水に接液するケーシング，羽根車はステンレス鋳鋼，主軸はステンレス鋼が使用されている。

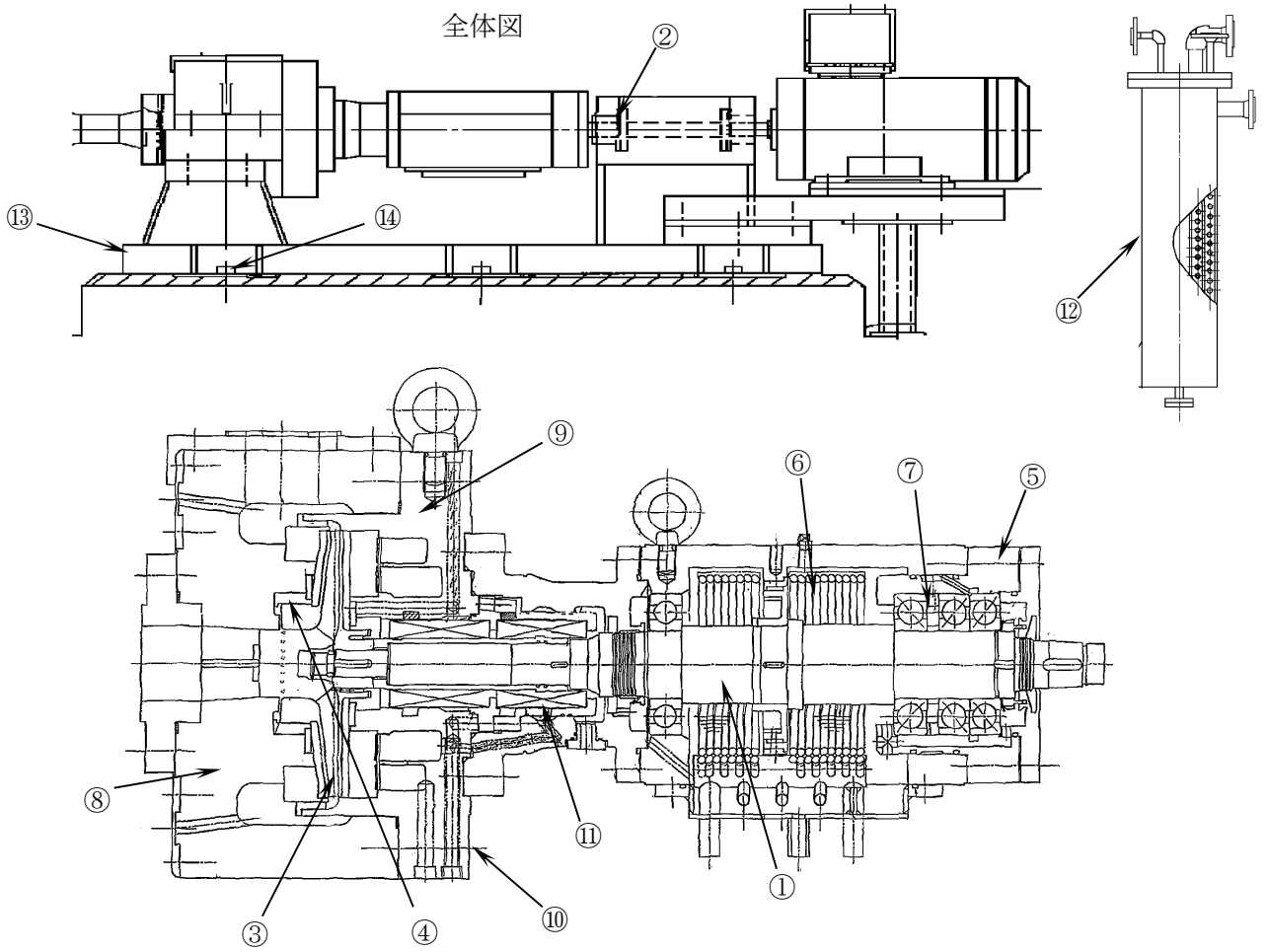
また，軸封部には，内部流体の漏れを防止するため，メカニカルシールが使用されている。

なお，羽根車及び主軸は，取付ボルトを緩めケーシングカバー等を取外すことにより，点検手入れが可能である。

東海第二の原子炉冷却材浄化系循環ポンプの構造図を図 2.1-5 に示す。

(2) 材料及び使用条件

東海第二の原子炉冷却材浄化系循環ポンプ主要部位の使用材料を表 2.1-9 に，使用条件を表 2.1-10 に示す。



No.	部位
①	主軸
②	軸継手
③	羽根車
④	ケーシングリング
⑤	軸受箱
⑥	潤滑油クーラ
⑦	ころがり軸受
⑧	ケーシング
⑨	ケーシングカバー
⑩	取付ボルト
⑪	メカニカルシール
⑫	シール水クーラ
⑬	ベース
⑭	基礎ボルト

図 2.1-5　原子炉冷却材浄化系循環ポンプ構造図

表 2.1-9　原子炉冷却材浄化系循環ポンプ主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
ポンプ容量と揚程の確保	エネルギー伝達	主軸	ステンレス鋼
		軸継手	低合金鋼
	エネルギー変換	羽根車	ステンレス鋳鋼
		ケーシングリング	ステンレス鋼
	軸支持	軸受箱	炭素鋼
		潤滑油クーラ	銅合金
		ころがり軸受	（消耗品）
バウンダリの維持	耐圧	ケーシング	ステンレス鋳鋼
		ケーシングカバー	ステンレス鋳鋼
		取付ボルト	低合金鋼
	軸シール	メカニカルシール	（消耗品）
		シール水クーラ	ステンレス鋼
機器の支持	支持	ベース	炭素鋼
		基礎ボルト	炭素鋼

表 2.1-10　原子炉冷却材浄化系循環ポンプの使用条件

最高使用圧力	9.80 MPa
最高使用温度	302 ℃
容量	81.8 m^3/h
内部流体	純水

2.1.6 タービン駆動原子炉給水ポンプ

(1) 構造

東海第二のタービン駆動原子炉給水ポンプは，容量 4,315 m^3/h，揚程 685.8 m の横軸遠心ポンプであり，2 台設置されている。

純水に接液するケーシングは低合金鋼，羽根車はステンレス鋳鋼，主軸はステンレス鋼が使用されている。

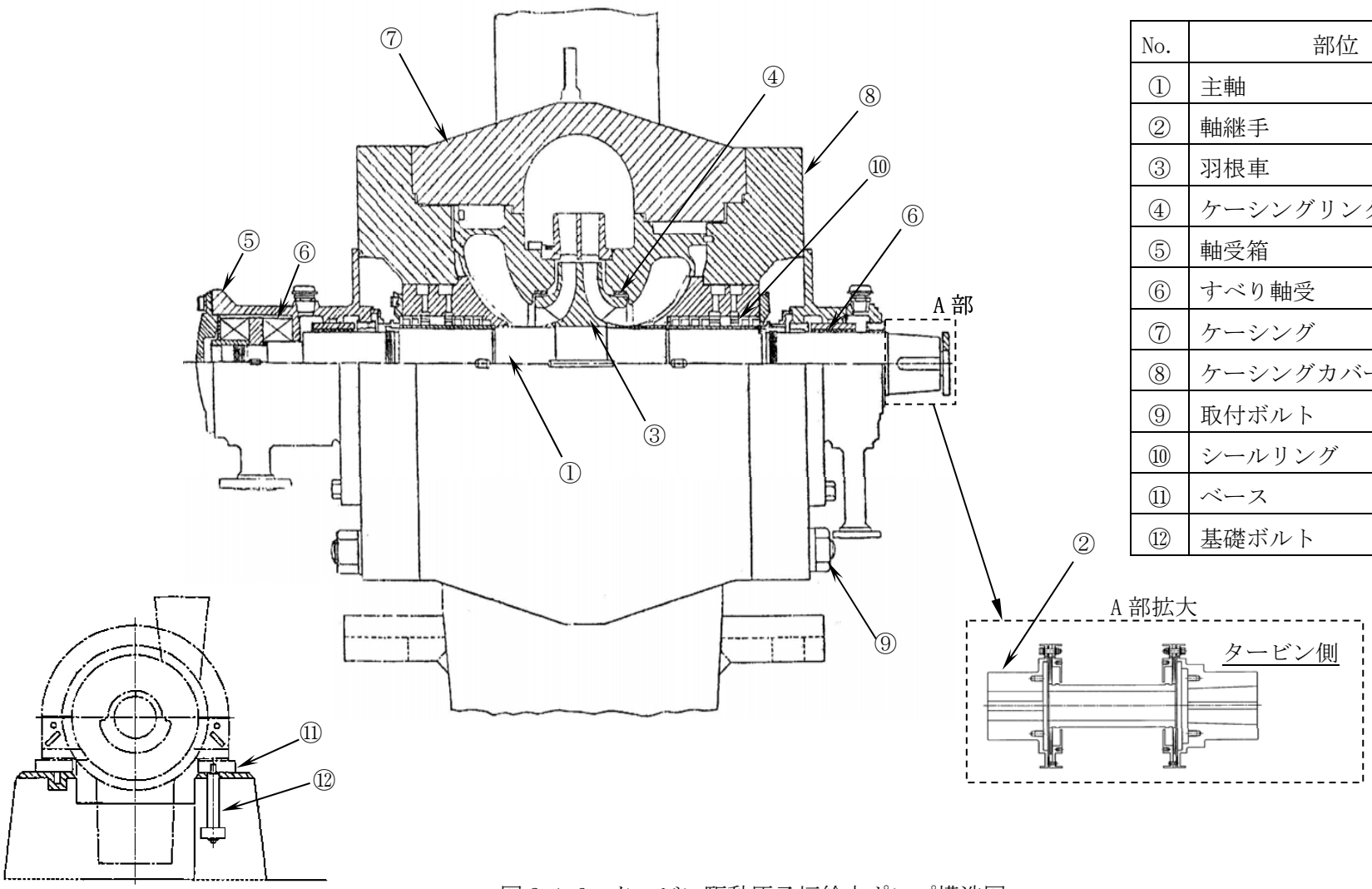
また，軸封部には，内部流体の漏れを防止するため，シールリングが使用されている。

なお，羽根車及び主軸は，取付ボルトを緩めケーシングカバー等を取外すことにより，点検手入れが可能である。

東海第二のタービン駆動原子炉給水ポンプの構造図を図 2.1-6 に示す。

(2) 材料及び使用条件

東海第二のタービン駆動原子炉給水ポンプ主要部位の使用材料を表 2.1-11 に，使用条件を表 2.1-12 に示す。



No.	部位
①	主軸
②	軸継手
③	羽根車
④	ケーシングリング
⑤	軸受箱
⑥	すべり軸受
⑦	ケーシング
⑧	ケーシングカバー
⑨	取付ボルト
⑩	シールリング
⑪	ベース
⑫	基礎ボルト

図 2.1-6　タービン駆動原子炉給水ポンプ構造図

表 2.1-11　タービン駆動原子炉給水ポンプ主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
ポンプ容量と揚程の確保	エネルギー伝達	主軸	ステンレス鋼
		軸継手	低合金鋼
	エネルギー変換	羽根車	ステンレス鋳鋼
		ケーシングリング	ステンレス鋼
	軸支持	軸受箱	炭素鋼鋳鋼
		すべり軸受	炭素鋼, Babitt Metal
バウンダリの維持	耐圧	ケーシング	低合金鋼
		ケーシングカバー	低合金鋼
		取付ボルト	低合金鋼
	軸シール	シールリング	（消耗品）
機器の支持	支持	ベース	炭素鋼
		基礎ボルト	低合金鋼

表 2.1-12　タービン駆動原子炉給水ポンプの使用条件

最高使用圧力	15.51 MPa
最高使用温度	233 ℃
容量	4,315 m^3/h
内部流体	純水

2.1.7 原子炉隔離時冷却系ポンプ

(1) 構造

東海第二の原子炉隔離時冷却系ポンプは，容量 142 m^3/h，揚程 869 m の横軸遠心ポンプであり，1 台設置されている。

純水に接液する羽根車はステンレス鋳鋼，主軸はステンレス鋼，ケーシングは炭素鋼鋳鋼が使用されている。

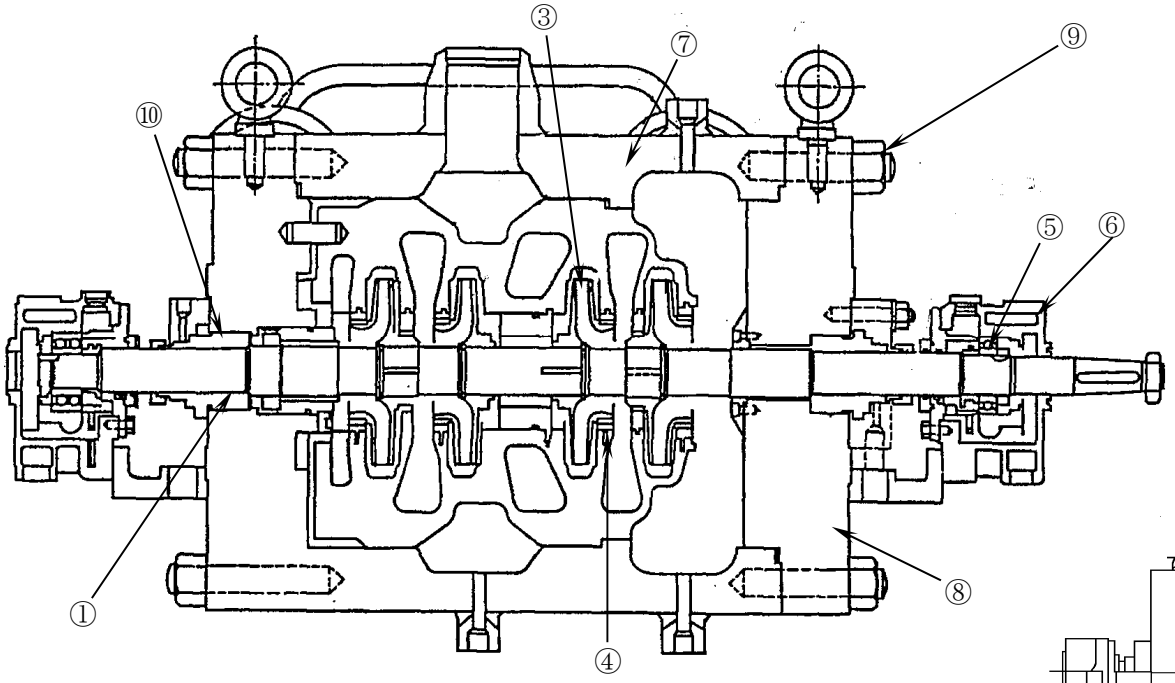
また，軸封部には，内部流体の漏れを防止するため，メカニカルシールが使用されている。

なお，羽根車及び主軸は，取付ボルトを緩めケーシングカバー等を取外すことにより，点検手入れが可能である。

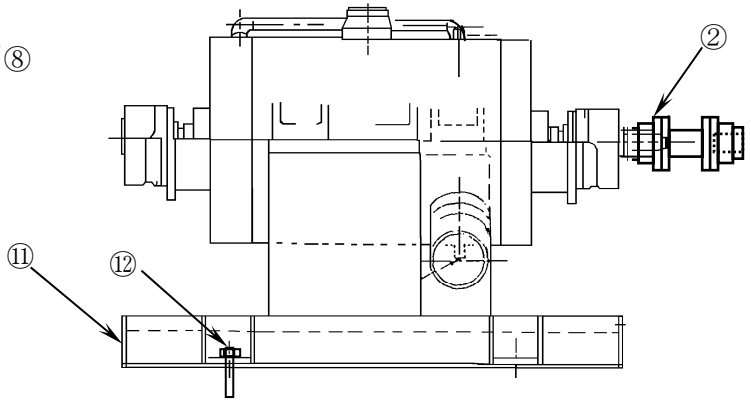
東海第二の原子炉隔離時冷却系ポンプの構造図を図 2.1-7 に示す。

(2) 材料及び使用条件

東海第二の原子炉隔離時冷却系ポンプ主要部位の使用材料を表 2.1-13 に，使用条件を表 2.1-14 に示す。



No.	部位
①	主軸
②	軸継手
③	羽根車
④	ケーシングリング
⑤	ころがり軸受
⑥	軸受箱
⑦	ケーシング
⑧	ケーシングカバー
⑨	取付ボルト
⑩	メカニカルシール
⑪	ベース
⑫	基礎ボルト



全体図

図 2.1-7　原子炉隔離時冷却系ポンプ構造図

表 2.1-13　原子炉隔離時冷却系ポンプ主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
ポンプ容量と揚程の確保	エネルギー伝達	主軸	ステンレス鋼
		軸継手	炭素鋼
	エネルギー変換	羽根車	ステンレス鋳鋼
		ケーシングリング	青銅鋳物
	軸支持	ころがり軸受	（消耗品）
		軸受箱	炭素鋼鋳鋼
バウンダリの維持	耐圧	ケーシング	炭素鋼鋳鋼
		ケーシングカバー	炭素鋼
		取付ボルト	低合金鋼
	軸シール	メカニカルシール	（消耗品）
機器の支持	支持	ベース	炭素鋼
		基礎ボルト	低合金鋼

表 2.1-14　原子炉隔離時冷却系ポンプの使用条件

最高使用圧力	10.35 MPa
最高使用温度	77 ℃
容量	142 m^3/h
内部流体	純水

2.2 経年劣化事象の抽出

2.2.1 機器の機能達成に必要な項目

ターボポンプの機能は，羽根車を回転させることにより，流体にエネルギーを与えるものであり，この機能の達成に必要な項目は以下のとおり。

(1) ポンプ容量と揚程の確保

(2) バウンダリの維持

(3) 機器の支持

2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

(1) 想定される経年劣化事象の抽出

ターボポンプについて，機能達成に必要な項目を考慮して主要な部位に展開した上で，個々の部位の材料，構造，使用条件（内部流体の種類，応力，温度等）及び現在までの運転経験を考慮し，表 2.2-1 で示すとおり，想定される経年劣化事象を抽出した（表 2.2-1 で○又は△，▲）。

なお，消耗品及び定期取替品は以下のとおり評価対象外とする。

(2) 消耗品及び定期取替品の扱い

軸シール(メカニカルシール，グランドパッキン，シールリング)，ころがり軸受，海水ポンプ用水中軸受は消耗品であり，設計時に長期使用せず取替を前提としていることから高経年化対策を見極める上での評価対象外とする。

(3) 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

想定される経年劣化事象のうち下記①，②に該当しない事象を高経年化対策上着目すべき経年劣化事象と判断した。

なお，下記①，②に該当する事象については，2.2.3 項に示すとおり，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断した。

① 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって，想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの(日常劣化管理事象として表 2.2-1 で△)

② 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により，今後も経年劣化の進展が考えられない，又は進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外として表 2.2-1 で▲）

この結果，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象は抽出されなかった。

2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

(1) 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって，想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの(日常劣化管理事象)

a. 主軸の摩耗［共通］

ころがり軸受，水中軸受を使用しているポンプの主軸については，軸受と主軸の接触面の摩耗が想定されるが，分解点検時に目視点検及び寸法測定を実施し，有意な摩耗が確認された場合は取替を行うことにより機能を維持している。

すべり軸受を使用しているポンプの主軸については，すべり軸受との接触面において摩耗の発生が想定されるが，軸受には潤滑剤が供給され主軸と軸受間に油膜が形成される構造となっており，主軸に摩耗が発生する可能性は小さく，分解点検時に目視点検及び寸法測定を実施し，有意な摩耗が確認された場合は取替を行うことにより機能を維持している。

したがって，主軸の摩耗は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

b. 羽根車とケーシングリング間の摩耗［共通］

ケーシングリングは，羽根車と摺動することにより摩耗が想定されるが，分解点検時の目視点検及び羽根車とケーシングリング間の寸法測定において，有意な摩耗が確認された場合は取替を行うことにより機能を維持している。

したがって，羽根車とケーシングリング間の摩耗は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

c. ベースの腐食（全面腐食）［共通］

ベースは炭素鋼であり腐食が発生する可能性があるが，大気接触部は塗装が施されていることから，塗膜が健全であれば腐食が発生する可能性は小さく，分解点検時の目視点検において塗装の状態を確認し，必要に応じて補修塗装することにより機能を維持している。

したがって，ベースの腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

d. 基礎ボルトの腐食（全面腐食）［残留熱除去海水系ポンプ，残留熱除去系ポンプ，高圧炉心スプレイ系ポンプ，給水加熱器ドレンポンプ，原子炉冷却材浄化系循環ポンプ， タービン駆動原子炉給水ポンプ，原子炉隔離時冷却系ポンプ］

基礎ボルトの健全性評価は，「機械設備の技術評価書」にて評価を行うこととし，本評価書には含めない。

e. 主軸，中間軸継手，羽根車，ケーシングリング，軸受箱，デリベリ，コラムパイプ，ケーシング，取付ボルトの腐食（孔食・隙間腐食）［残留熱除去海水系ポンプ］

主軸，中間軸継手，羽根車，ケーシングリング，軸受箱，デリベリ，コラムパイプ，ケーシング，取付ボルトはステンレス鋼又はステンレス鋳鋼であり，内部流体が海水であることから，接液部に腐食（孔食・隙間腐食）が発生する可能性があるが，分解点検時の目視点検において腐食（孔食・隙間腐食）の状況を確認し，必要に応じて補修又は取替を行うことにより機能を維持している。

したがって，主軸，中間軸継手，羽根車，ケーシングリング，軸受箱，デリベリ，コラムパイプ，ケーシング，取付ボルトの腐食（孔食・隙間腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象はないと判断する。

f. 水中軸受の摩耗［残留熱除去系ポンプ，高圧炉心スプレイ系ポンプ，給水加熱器ドレンポンプ］

水中軸受は主軸との摺動部において摩耗が想定されるが，分解点検時の目視点検及び主軸と水中軸受間の寸法測定を行い，有意な摩耗が認められた場合は軸受の取替を行うことにより機能を維持している。

したがって，水中軸受の摩耗は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

g. 取付ボルトの腐食（全面腐食）［残留熱除去系ポンプ，高圧炉心スプレイ系ポンプ，原子炉冷却材浄化系循環ポンプ，タービン駆動原子炉給水ポンプ，原子炉隔離時冷却系ポンプ］

取付ボルトは炭素鋼又は低合金鋼であり腐食が想定されるが，分解点検時の目視点検において腐食状況を確認し，有意な腐食が確認された場合は取替を行うことにより機能を維持している。

したがって，取付ボルトの腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

h. シール水クーラの腐食（全面腐食，浸食）［残留熱除去系ポンプ，高圧炉心スプレイ系ポンプ］

シール水クーラの胴及び伝熱管は銅合金で，胴内面及び伝熱管外面が海水に接液していることから腐食が発生する可能性があるが，分解点検時の目視点検により腐食の状態を確認し，必要に応じて補修又は取替を行うことにより機能を維持している。

残留熱除去系ポンプについては第 25 回施設定期検査時に伝熱管の腐食による海水の漏えいが確認されたことから，構造を再設計し当該施設定期検査期間中に交換することとしており，高圧炉心スプレイ系ポンプについても同様に交換する計画である。

したがって，シール水クーラの腐食（全面腐食，浸食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

i. 軸受箱の外面の腐食（全面腐食）［給水加熱器ドレンポンプ，原子炉冷却材浄化系循環ポンプ，タービン駆動原子炉給水ポンプ，原子炉隔離時冷却系ポンプ］

軸受箱は炭素鋼，炭素鋼鋳鋼又は鋳鉄であり腐食が想定されるが，大気接触部は塗装が施されていることから，塗膜が健全であれば腐食が発生する可能性は小さく，分解点検時の目視点検において塗装の状態を確認し，必要に応じて補修塗装することにより機能を維持している。

したがって，軸受箱の外面の腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

j. 羽根車，ケーシング，コラムパイプ及びデリベリの腐食（流れ加速型腐食）［給水加熱器ドレンポンプ］

羽根車は青銅鋳物，ケーシングは鋳鉄，コラムパイプ及びデリベリは炭素鋼であり，腐食（流れ加速型腐食）が想定されるが，分解点検時の目視点検において腐食の状態を確認し，必要に応じて補修又は取替を行うことにより機能を維持している。

したがって，羽根車，ケーシング，コラムパイプ及びデリベリの腐食（流れ加速型腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

k. すべり軸受の摩耗及びはく離［タービン駆動原子炉給水ポンプ］

すべり軸受は主軸との摺動部において摩耗の発生が想定されるが，軸受には潤滑剤が供給され主軸と軸受間に油膜が形成される構造となっており，摩耗が生じる可能性は小さく，分解点検時の目視点検，寸法測定において有意な摩耗の有無を確認し，必要に応じて軸受の取替を行うことにより機能を維持している。

はく離についても，分解点検時の目視点検及び浸透探傷検査において，有意な欠陥の有無を確認し，必要に応じて軸受の取替を行うことにより機能を維持している。

したがって，すべり軸受の摩耗及びはく離は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

l. 主軸のフレッティング疲労割れ［タービン駆動原子炉給水ポンプ］

主軸と羽根車の嵌め合い部は，他プラントにおいてフレッティング疲労による割れ事象が発生しており，焼き嵌めにより取付けられているポンプにおいてはフレッティング疲労割れが想定されるが，当該ポンプケーシングはダブルボリュート構造であることから，変動応力が生じる可能性は低くフレッティング疲労割れの発生する可能性は小さく，分解点検時の目視点検，浸透探傷検査において有意な欠陥がないことを確認している。

したがって，主軸のフレッティング疲労割れは，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

m. 軸継手の腐食（全面腐食）［残留熱除去系ポンプ，高圧炉心スプレイ系ポンプ，給水加熱器ドレンポンプ，原子炉冷却材浄化系循環ポンプ，タービン駆動原子炉給水ポンプ，原子炉隔離時冷却系ポンプ］

軸継手は炭素鋼鋳鋼，鋳鉄，低合金鋼又は炭素鋼であり腐食が想定されるが，分解点検時の目視点検において腐食の状態を確認し，必要に応じて補修又は取替を行うことにより機能を維持している。

したがって，軸継手の腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

n. ケーシング，コラムパイプ，デリベリの外面の腐食（全面腐食）［残留熱除去系ポンプ，給水加熱器ドレンポンプ］

ケーシングは炭素鋼鋳鋼又は鋳鉄，コラムパイプ及びデリベリは炭素鋼であり，外面は大気接触することから腐食が想定されるが，大気接触部は塗装が施されていることから，塗膜が健全であれば腐食が発生する可能性は小さく，分解点検時の目視点検において塗装の状態を確認し，必要に応じて補修塗装することにより機能を維持している。

したがって，ケーシング，コラムパイプ，デリベリの外面の腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

o. ケーシング，コラムパイプ，デリベリの内面の腐食（全面腐食）［残留熱除去系ポンプ］

ケーシングは炭素鋼鋳鋼，コラムパイプ及びデリベリは炭素鋼であり，内面は純水に接液することから腐食が想定されるが，分解点検時の目視点検において腐食の状態を確認し，必要に応じて補修又は取替を行うことにより機能を維持している。

したがって，ケーシング，コラムパイプ，デリベリの内面の腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

p. ケーシング，デリベリの外面の腐食（全面腐食）［高圧炉心スプレイ系ポンプ］

ケーシングは炭素鋼鋳鋼，デリベリは炭素鋼であり，外面は大気接触することから腐食が想定されるが，大気接触部は塗装が施されていることから，塗膜が健全であれば腐食が発生する可能性は小さく，分解点検時の目視点検において塗装の状態を確認し，必要に応じて補修塗装することにより機能を維持している。

したがって，ケーシング，デリベリの外面の腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

q. ケーシング，デリベリの内面の腐食（全面腐食）［高圧炉心スプレイ系ポンプ］

ケーシングは炭素鋼鋳鋼，デリベリは炭素鋼であり，内面は純水に接液することから腐食が想定されるが，分解点検時の目視点検において腐食の状態を確認し，必要に応じて補修又は取替を行うことにより機能を維持している。

したがって，ケーシング，デリベリの内面の腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

r. バレルの内面の腐食（全面腐食）［残留熱除去系ポンプ，高圧炉心スプレイ系ポンプ，給水加熱器ドレンポンプ］

バレルは炭素鋼であり，内面は純水に接液することから腐食が想定されるが，分解点検時の目視点検において腐食の状態を確認し，必要に応じて補修を行うことにより機能を維持している。

したがって，バレルの内面の腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

s. ケーシング，ケーシングカバーの腐食（全面腐食）［タービン駆動原子炉給水ポンプ，原子炉隔離時冷却系ポンプ］

ケーシング，ケーシングカバーは低合金鋼，炭素鋼又は炭素鋼鋳鋼であり，腐食が想定されるが，外面の大気接触部は塗装が施されていることから，塗膜が健全であれば腐食が発生する可能性は小さく，目視点検時において塗装の状態を確認し，必要に応じて補修塗装することにより機能を維持している。

内面については，分解点検時の目視点検において腐食の状態を確認し，必要に応じて補修又は取替を行うことにより機能を維持している。

したがって，ケーシング，ケーシングカバーの腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

t. シール水クーラ伝熱管の異物付着［残留熱除去系ポンプ，高圧炉心スプレイ系ポンプ］

シール水クーラ伝熱管は外部流体が海水であることから，異物付着の可能性があるが，分解点検時に伝熱管の手入れ・清掃を行うことにより機能を維持している。

したがって，シール水クーラ伝熱管の異物付着は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

u. マウントの腐食（全面腐食）［残留熱除去海水系ポンプ］

マウントは炭素鋼であり腐食が想定されるが，大気接触部は塗装が施されていることから，塗膜が健全であれば腐食が発生する可能性は小さく，分解点検時の目視点検において塗装の状態を確認し，必要に応じて補修塗装することにより機能を維持している。

したがって，マウントの腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

v. サイクロンセパレータの貫粒型応力腐食割れ［残留熱除去系ポンプ，高圧炉心スプレイ系ポンプ，給水加熱器ドレンポンプ］

サイクロンセパレータはステンレス鋼であり，大気中の海塩粒子に含まれる塩化物イオンにより，外面から貫粒型応力腐食割れの発生が想定されるが，原子炉建屋内機器の塩分測定において，代表箇所における定期的な目視点検及び付着塩分量測定を実施し，その結果により必要に応じ機器外面清掃及び浸透探傷検査を実施することとしている。

また，東海第二では工事における副資材管理でステンレス鋼への塩分付着を防止している。

したがって，サイクロンセパレータの応力腐食割れ（貫粒型応力腐食割れ）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

w. 主軸の高サイクル疲労割れ［共通］

主軸にはポンプ運転時に繰返し応力が発生することから，応力集中部等において，高サイクル疲労割れが想定されるが，ポンプ主軸は設計段階において疲労割れが発生しないように考慮された設計となっており，高サイクル疲労割れが発生する可能性は小さい。

なお，分解点検時の目視点検において有意な割れは確認されておらず，今後も使用環境が変わらないことからこれらの傾向が変化する要因があるとはとは考え難い。

したがって，主軸の高サイクル疲労割れは高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

x. 羽根車の腐食（キャビテーション）［共通］

ポンプ内部でキャビテーションが発生すると羽根車表面にエロージョンが生じ，ポンプ性能に影響を及ぼすことが想定されるが，ポンプはキャビテーションを起こさない条件［（有効吸込ヘッド）＞（必要有効吸込ヘッド）］を満たすよう設計段階において考慮されており，この大小関係は経年的に変わるものではないことから腐食の発生する可能性は小さい。

なお，分解点検時の目視点検において有意な腐食（キャビテーション）は確認されておらず，今後も使用環境が変わらないことから，これらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，羽根車の腐食（キャビテーション）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

y．シール水クーラ伝熱管の異物付着［原子炉冷却材浄化系循環ポンプ］

シール水クーラ伝熱管は，長期使用により異物付着が想定されるが，内部流体が水質管理された純水（防錆材入り）であることから，異物付着の可能性は小さい。

なお，分解点検時の目視点検において異物は確認されておらず，今後も使用環境が変わらないことから，これらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，シール水クーラ伝熱管の異物付着は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

z．軸受箱の内面の腐食（全面腐食）［給水加熱器ドレンポンプ，原子炉冷却材浄化系循環ポンプ，タービン駆動原子炉給水ポンプ，原子炉隔離時冷却系ポンプ］

軸受箱は炭素鋼，炭素鋼鋳鋼又は鋳鉄であり腐食が想定されるが，内部流体は潤滑油であることから腐食の可能性は小さい。

なお，分解点検時の目視点検において有意な腐食は確認されておらず，今後も使用環境が変わらないことから，これらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，軸受箱の内面の腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

aa．軸継手の摩耗［原子炉隔離時冷却系ポンプ］

軸継手はギアカップリングであり，ギア部によりトルクを伝達するため，長期使用により摩耗が想定されるが，ギア部には潤滑剤が塗布されており，摩耗が発生する可能性は小さい。

なお，分解点検時の目視点検において有意な摩耗は確認さられておらず，今後も使用環境が変わらないことから，これらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，軸継手の摩耗は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

(2) 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により，今後も経年劣化の進展が考えられない，又は進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外）

a. バレルの外面の腐食（全面腐食）［残留熱除去系ポンプ，高圧炉心スプレイ系ポンプ，給水加熱器ドレンポンプ］

バレルは炭素鋼であり，外面はコンクリートに覆われていることから，地下水の浸透により浸水する場合には腐食が想定されるが，建屋は止水壁により止水処理を行っていることから腐食の発生する可能性はなく，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，バレルの外面の腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

b. ケーシング及びケーシングカバーの熱時効［原子炉冷却材浄化系循環ポンプ］

ケーシング及びケーシングカバーに使用しているステンレス鋳鋼は，オーステナイト相中に一部フェライト層を含む 2 相組織であり，使用温度は 250 ℃以上（最高使用温度 302 ℃）であるため，熱時効による材料の靭性低下が想定され，この状態でき裂が存在する場合には小さな荷重でき裂が進展し，不安定破壊を引き起こす可能性があるが，ケーシング及びケーシングカバーにはき裂原因となる経年劣化事象は想定されていないことから，熱時効が問題となる可能性はない。

したがって，ケーシング及びケーシングカバーの熱時効は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

表 2.2-1（1/7） 残留熱除去海水系ポンプに想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考
					減肉		割れ		材質変化		その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
ポンプ容量と揚程の確保	エネルギー伝達	主軸		ステンレス鋼	△	△*1	△*2					*1：孔食・隙間腐食 *2：高サイクル疲労割れ *3：キャビテーション
		中間軸継手		ステンレス鋼		△*1						
		軸継手		ステンレス鋳鋼								
	エネルギー変換	羽根車		ステンレス鋳鋼	△	△*1*3						
		ケーシングリング		ステンレス鋼	△	△*1						
	軸支持	軸受箱		ステンレス鋼		△*1						
		水中軸受	◎	―								
バウンダリの維持	耐圧	デリベリ		ステンレス鋳鋼		△*1						
		コラムパイプ		ステンレス鋼		△*1						
		ケーシング		ステンレス鋳鋼		△*1						
		取付ボルト		ステンレス鋼		△*1						
	軸シール	グランドパッキン	◎	―								
機器の支持	支持	ベース		炭素鋼		△						
		基礎ボルト		炭素鋼		△						
		マウント		炭素鋼		△						

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表 2.2-1 (2/7)　残留熱除去系ポンプに想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考
					減肉		割れ		材質変化		その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
ポンプ容量と揚程の確保	エネルギー伝達	主軸		ステンレス鋼	△		△*1					*1：高サイクル疲労割れ *2：キャビテーション *3：内面 *4：外面 *5：全面腐食，浸食 *6：伝熱管の異物付着 *7：貫粒型応力腐食割れ
		中間軸継手		ステンレス鋼								
		軸継手		炭素鋼鋳鋼		△						
	エネルギー変換	羽根車		ステンレス鋳鋼	△	△*2						
		ケーシングリング		ステンレス鋼	△							
	軸支持	水中軸受		炭素鋼 ＋カーボン	△							
バウンダリの維持	耐圧	ケーシング		炭素鋼鋳鋼		△*3*4						
		コラムパイプ		炭素鋼		△*3*4						
		デリベリ		炭素鋼		△*3*4						
		取付ボルト		低合金鋼		△						
		バレル		炭素鋼		△*3 ▲*4						
	軸シール	シール水クーラ		銅合金		△*5					△*6	
		メカニカルシール	◎	―								
機器の支持	支持	ベース		炭素鋼		△						
		基礎ボルト		炭素鋼		△						
その他	その他	サイクロンセパレータ		ステンレス鋼				△*7				

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

▲：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象以外）

表 2.2-1 (3/7)　高圧炉心スプレイ系ポンプに想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考
					減肉		割れ		材質変化		その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
ポンプ容量と揚程の確保	エネルギー伝達	主軸		ステンレス鋼	△		△*1					*1：高サイクル疲労割れ *2：キャビテーション *3：内面 *4：外面 *5：全面腐食，浸食 *6：伝熱管の異物付着 *7：貫粒型応力腐食割れ
		中間軸継手		ステンレス鋼								
		軸継手		炭素鋼鋳鋼		△						
	エネルギー変換	羽根車		ステンレス鋳鋼	△	△*2						
		ケーシングリング		ステンレス鋼	△							
	軸支持	水中軸受		炭素鋼 ＋カーボン	△							
バウンダリの維持	耐圧	ケーシング		炭素鋼鋳鋼		△*3*4						
		デリベリ		炭素鋼		△*3*4						
		取付ボルト		低合金鋼		△						
		バレル		炭素鋼		△*3 ▲*4						
	軸シール	シール水クーラ		銅合金		△*5					△*6	
		メカニカルシール	◎	―								
機器の支持	支持	ベース		炭素鋼		△						
		基礎ボルト		炭素鋼		△						
その他	その他	サイクロン セパレータ		ステンレス鋼				△*7				

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

▲：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象以外）

表 2.2-1（4/7） 給水加熱器ドレンポンプに想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考
					減肉		割れ		材質変化		その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
ポンプ容量と揚程の確保	エネルギー伝達	主軸		ステンレス鋼	△		△*1					*1：高サイクル疲労割れ *2：流れ加速型腐食 *3：キャビテーション *4：外面 *5：内面 *6：貫粒型応力腐食割れ
		中間軸継手		ステンレス鋼								
		軸継手		鋳鉄		△						
	エネルギー変換	羽根車		青銅鋳物	△	△*2*3						
		ケーシングリング		青銅鋳物	△							
	軸支持	水中軸受		青銅鋳物	△							
		軸受箱		鋳鉄		△*4*5						
		ころがり軸受	◎	—								
バウンダリの維持	耐圧	ケーシング		鋳鉄		△*2*4						
		コラムパイプ		炭素鋼		△*2*4						
		デリベリ		炭素鋼		△*2*4						
		取付ボルト		ステンレス鋼								
		バレル		炭素鋼		△*5▲*4						
	軸シール	メカニカルシール	◎	—								
機器の支持	支持	ベース		炭素鋼		△						
		基礎ボルト		炭素鋼		△						
その他	その他	サイクロンセパレータ		ステンレス鋼				△*6				

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

▲：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象以外）

表 2.2-1 (5/7)　原子炉冷却材浄化系循環ポンプに想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考
					減肉		割れ		材質変化		その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
ポンプ容量と揚程の確保	エネルギー伝達	主軸		ステンレス鋼	△		△[*1]					*1：高サイクル疲労割れ *2：キャビテーション *3：外面 *4：内面 *5：伝熱管の異物付着
		軸継手		低合金鋼		△						
	エネルギー変換	羽根車		ステンレス鋳鋼	△	△[*2]						
		ケーシングリング		ステンレス鋼	△							
	軸支持	軸受箱		炭素鋼		△[*3*4]						
		潤滑油クーラ		銅合金								
		ころがり軸受	◎	―								
バウンダリの維持	耐圧	ケーシング		ステンレス鋳鋼					▲			
		ケーシングカバー		ステンレス鋳鋼					▲			
		取付ボルト		低合金鋼		△						
	軸シール	メカニカルシール	◎	―								
		シール水クーラ		ステンレス鋼							△[*5]	
機器の支持	支持	ベース		炭素鋼		△						
		基礎ボルト		炭素鋼		△						

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

▲：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象以外）

表 2.2-1 (6/7)　タービン駆動原子炉給水ポンプに想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考
					減肉		割れ		材質変化		その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
ポンプ容量と揚程の確保	エネルギー伝達	主軸		ステンレス鋼	△		△*1*2					*1：フレッティング疲労割れ *2：高サイクル疲労割れ *3：キャビテーション *4：外面 *5：内面 *6：はく離
		軸継手		低合金鋼		△						
	エネルギー変換	羽根車		ステンレス鋳鋼	△	△*3						
		ケーシングリング		ステンレス鋼	△							
	軸支持	軸受箱		炭素鋼鋳鋼		△*4*5						
		すべり軸受		炭素鋼，Babitt Metal	△						△*6	
バウンダリの維持	耐圧	ケーシング		低合金鋼		△						
		ケーシングカバー		低合金鋼		△						
		取付ボルト		低合金鋼		△						
	軸シール	シールリング	◎	―								
機器の支持	支持	ベース		炭素鋼		△						
		基礎ボルト		低合金鋼		△						

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表 2.2-1（7/7） 原子炉隔離時冷却系ポンプに想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考
					減肉		割れ		材質変化		その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
ポンプ容量と揚程の確保	エネルギー伝達	主軸		ステンレス鋼	△		△*1					*1：高サイクル疲労割れ *2：キャビテーション *3：外面 *4：内面
		軸継手		炭素鋼	△	△						
	エネルギー変換	羽根車		ステンレス鋳鋼	△	△*2						
		ケーシングリング		青銅鋳物	△							
	軸支持	ころがり軸受	◎	—								
		軸受箱		炭素鋼鋳鋼		△*3*4						
バウンダリの維持	耐圧	ケーシング		炭素鋼鋳鋼		△						
		ケーシングカバー		炭素鋼		△						
		取付ボルト		低合金鋼		△						
	軸シール	メカニカルシール	◎	—								
機器の支持	支持	ベース		炭素鋼		△						
		基礎ボルト		低合金鋼		△						

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

3. 代表機器以外への展開

本章では，2 章で実施した代表機器の技術評価について，1 章で実施したグループ化で代表機器となっていない機器への展開について検討した。

① 非常用ディーゼル発電機海水ポンプ
② 高圧炉心スプレイディーゼル冷却系海水系ポンプ
③ 低圧炉心スプレイ系ポンプ
④ 原子炉冷却材浄化系保持ポンプ
⑤ 制御棒駆動水ポンプ
⑥ 高圧復水ポンプ
⑦ 電動機駆動原子炉給水ポンプ
⑧ 高圧炉心スプレイ系レグシールポンプ
⑨ 低圧炉心スプレイ系レグシールポンプ
⑩ 残留熱除去系レグシールポンプ
⑪ 原子炉隔離時冷却系レグシールポンプ
⑫ 常設高圧代替注水ポンプ
⑬ 常設低圧代替注水ポンプ
⑭ 緊急用海水ポンプ
⑮ 代替燃料プール冷却系ポンプ
⑯ 代替循環冷却系ポンプ
⑰ 格納容器圧力逃がし装置移送ポンプ

3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

代表機器と同様，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象は抽出されなかった。

3.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

(1) 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって，想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象）

a. 主軸の摩耗［共通］

代表機器と同様，ころがり軸受，水中軸受を使用しているポンプの主軸については，軸受と主軸の接触面の摩耗が想定されるが，分解点検時に目視点検及び寸法測定を実施し，有意な摩耗が確認された場合は取替を行うことにより機能を維持している。

すべり軸受を使用しているポンプの主軸については，すべり軸受との接触面において摩耗の発生が想定されるが，軸受には潤滑剤が供給され主軸と軸受間に油膜が形成される構造となっており，主軸に摩耗が発生する可能性は小さく，分解点検時に目視点検及び寸法測定を実施し，有意な摩耗が確認された場合は取替を行うことにより機能を維持している。

新規に設置される常設重大事故等対処設備に属する機器については，今後上記同様の保全を実施することで機能は維持できると考える。

したがって，主軸の摩耗は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

b. 羽根車とケーシングリング間の摩耗［共通］

代表機器と同様，ケーシングリングは，羽根車と摺動することにより摩耗が想定されるが，分解点検時の目視点検及び羽根車とケーシングリング間の寸法測定において，有意な摩耗が確認された場合は取替を行うことにより機能を維持している。

新規に設置される常設重大事故等対処設備に属する機器については，今後上記同様の保全を実施することで機能は維持できると考える。

したがって，羽根車とケーシングリング間の摩耗は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

c. ベースの腐食（全面腐食）［共通］

代表機器と同様，ベースは炭素鋼であり腐食が発生する可能性があるが，大気接触部は塗装が施されていることから，塗膜が健全であれば腐食が発生する可能性は小さく，分解点検時の目視点検において塗装の状態を確認し，必要に応じて補修塗装することにより機能を維持している。

新規に設置される常設重大事故等対処設備に属する機器については，今後上記同様の保全を実施することで機能は維持できると考える。

したがって，ベースの腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

d. 基礎ボルトの腐食（全面腐食）［非常用ディーゼル発電機海水ポンプ，高圧炉心スプレイディーゼル冷却系海水系ポンプ，低圧炉心スプレイ系ポンプ，原子炉冷却材浄化系保持ポンプ，制御棒駆動水ポンプ，高圧復水ポンプ，電動機駆動原子炉給水ポンプ，高圧炉心スプレイ系レグシールポンプ，低圧炉心スプレイ系レグシールポンプ，残留熱除去系レグシールポンプ，原子炉隔離時冷却系レグシールポンプ，常設高圧代替注水ポンプ］

代表機器と同様に「機械設備の技術評価書」にて評価を行うこととし，本評価書には含めない。

e. 主軸，中間軸継手，羽根車，ケーシングリング，軸受箱，デリベリ，コラムパイプ，ケーシング，取付ボルトの腐食（孔食・隙間腐食）［非常用ディーゼル発電機海水ポンプ，高圧炉心スプレイディーゼル冷却系海水系ポンプ，緊急用海水ポンプ］

代表機器と同様，主軸，中間軸継手，羽根車，ケーシングリング，軸受箱，デリベリ，コラムパイプ，ケーシング，取付ボルトはステンレス鋼又はステンレス鋳鋼であり，内部流体が海水であることから，接液部に腐食（孔食・隙間腐食）が発生する可能性があるが，分解点検時の目視点検において腐食（孔食・隙間腐食）の状況を確認し，必要に応じて補修又は取替を行うことにより機能を維持している。

新規に設置される緊急用海水ポンプは，今後上記同様の保全を実施することで機能は維持できると考える。

したがって，主軸，中間軸継手，羽根車，ケーシングリング，軸受箱，デリベリ，コラムパイプ，ケーシング，取付ボルトの腐食（孔食・隙間腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象はないと判断する。

f. 水中軸受の摩耗［低圧炉心スプレイ系ポンプ，緊急用海水ポンプ］

代表機器と同様，水中軸受は主軸との摺動部において摩耗が想定されるが，分解点検時の目視点検及び主軸と水中軸受間の寸法測定を行い，有意な摩耗が認められた場合は軸受の取替を行うことにより機能を維持している。

新規に設置される緊急用海水ポンプは，今後上記同様の保全を実施することで機能は維持できると考える。

したがって，水中軸受の摩耗は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

g. 取付ボルトの腐食（全面腐食）［取付ボルトが炭素鋼又は低合金鋼の機器共通］

代表機器と同様，取付ボルトは炭素鋼又は低合金鋼であり腐食が想定されるが，分解点検時の目視点検において腐食状況を確認し，有意な腐食が確認された場合は取替を行うことにより機能を維持している。

新規に設置される常設重大事故等対処設備に属する機器については，今後上記同様の保全を実施することで機能は維持できると考える。

したがって，取付ボルトの腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

h. シール水クーラの腐食（全面腐食，浸食）［低圧炉心スプレイ系ポンプ］

代表機器と同様，シール水クーラの胴及び伝熱管は銅合金で，胴内面及び伝熱管外面が海水に接液していることから腐食が発生する可能性があるが，分解点検時の目視点検により腐食の状態を確認し，必要に応じて補修又は取替を行うことにより機能を維持している。

残留熱除去系ポンプの伝熱管腐食による海水漏えいの対策として，代表機器と同様，構造を再設計し第 25 回施設定期検査期間中に交換する計画である。

したがって，シール水クーラの腐食（全面腐食，浸食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

i. 軸受箱の外面の腐食（全面腐食）［制御棒駆動水ポンプ，高圧復水ポンプ，電動機駆動原子炉給水ポンプ，高圧炉心スプレイ系レグシールポンプ，低圧炉心スプレイ系レグシールポンプ，残留熱除去系レグシールポンプ，原子炉隔離時冷却系レグシールポンプ，常設低圧代替注水ポンプ，代替燃料プール冷却系ポンプ，代替循環冷却系ポンプ］

代表機器と同様，軸受箱は炭素鋼，炭素鋼鋳鋼又は鋳鉄であり腐食が想定されるが，大気接触部は塗装が施されていることから，塗膜が健全であれば腐食が発生する可能性は小さく，分解点検時の目視点検において塗装の状態を確認し，必要に応じて補修塗装することにより機能を維持している。

新規に設置される常設重大事故等対処設備に属する機器については，今後上記同様の保全を実施することで機能は維持できると考える。

したがって，軸受箱の外面の腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

j. すべり軸受の摩耗及びはく離［制御棒駆動水ポンプ，高圧復水ポンプ，電動機駆動原子炉給水ポンプ］

代表機器と同様，すべり軸受は主軸との摺動部において摩耗の発生が想定されるが，軸受には潤滑剤が供給され主軸と軸受間に油膜が形成される構造となっており，摩耗が生じる可能性は小さく，分解点検時の目視点検，寸法測定において有意な摩耗の有無を確認し，必要に応じて軸受の取替を行うことにより機能を維持している。

はく離についても，分解点検時の目視点検及び浸透探傷検査において，有意な欠陥の有無を確認し，必要に応じて軸受の取替を行うことにより機能を維持している。

したがって，すべり軸受の摩耗及びはく離は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

k. 主軸のフレッティング疲労割れ［電動機駆動原子炉給水ポンプ］

代表機器と同様，他プラントにおいてフレッティング疲労による割れ事象が発生しており，焼き嵌めにより取付けられているポンプにおいてはフレッティング疲労割れが想定されるが，当該ポンプケーシングはダブルボリュート構造であることから，変動応力が生じる可能性は低くフレッティング疲労割れの発生する可能性は小さく，分解点検時の目視点検，浸透探傷検査を行うことにより機能を維持している。

したがって，主軸のフレッティング疲労割れは，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

l. 軸継手の腐食（全面腐食）［軸継手の材質が炭素鋼，炭素鋼鋳鋼又は低合金鋼の機器共通］

代表機器と同様，軸継手は炭素鋼鋳鋼，炭素鋼又は低合金鋼であり腐食が想定されるが，分解点検時の目視点検において腐食の状態を確認し，必要に応じて補修又は取替を行うことにより機能を維持している。

新規に設置される常設重大事故等対処設備に属する機器については，今後上記同様の保全を実施することで機能は維持できると考える。

したがって，軸継手の腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

m. ケーシング，コラムパイプ，デリベリの外面の腐食（全面腐食）［低圧炉心スプレイ系ポンプ］

代表機器と同様，ケーシングは炭素鋼鋳鋼，コラムパイプ，デリベリは炭素鋼であり，外面は大気接触することから腐食が想定されるが，大気接触部は塗装が施されていることから，塗膜が健全であれば腐食が発生する可能性は小さく，分解点検時の目視点検において塗装の状態を確認し，必要に応じて補修塗装することにより機能を維持している。

したがって，ケーシング，コラムパイプ，デリベリの外面の腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

n. ケーシング，コラムパイプ，デリベリの内面の腐食（全面腐食）［低圧炉心スプレイ系ポンプ］

代表機器と同様，ケーシングは炭素鋼鋳鋼，コラムパイプ，デリベリは炭素鋼であり，内面は純水に接液することから腐食が想定されるが，分解点検時の目視点検において腐食の状態を確認し，必要に応じて補修又は取替を行うことにより機能を維持している。

したがって，ケーシング，コラムパイプ，デリベリの内面の腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

o. バレルの内面の腐食（全面腐食）［低圧炉心スプレイ系ポンプ］

代表機器と同様，バレルは炭素鋼であり，内面は純水に接液することから腐食が想定されるが，分解点検時の目視点検において腐食の状態を確認し，必要に応じて補修を行うことにより機能を維持している。

したがって，バレルの内面の腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

p. ケーシング，ケーシングカバーの外面の腐食（全面腐食）［ケーシング，ケーシングカバーの材質が炭素鋼，炭素鋼鋳鋼又は低合金鋼の機器共通］

代表機器と同様，ケーシング，ケーシングカバーは炭素鋼，炭素鋼鋳鋼又は低合金鋼であり，腐食が想定されるが，外面の大気接触部は塗装が施されていることから，塗膜が健全であれば腐食が発生する可能性は小さく，分解点検時の目視点検において塗装の状態を確認し，必要に応じて補修塗装することにより機能を維持している。

新規に設置される常設重大事故等対処設備に属する機器については，今後上記同様の保全を実施することで機能は維持できると考える。

したがって，ケーシング，ケーシングカバーの外面の腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

q. ケーシング，ケーシングカバーの内面の腐食（全面腐食）［ケーシング，ケーシングカバーの材質が炭素鋼，炭素鋼鋳鋼又は低合金鋼の機器共通］

代表機器と同様，ケーシング，ケーシングカバーは炭素鋼，炭素鋼鋳鋼又は低合金鋼であり，内面は純水に接液することから腐食が想定されるが，分解点検時の目視点検において腐食の状態を確認し，必要に応じて補修又は取替を行うことにより機能を維持している。

新規に設置される常設重大事故等対処設備に属する機器については，今後上記同様の保全を実施することで機能は維持できると考える。

したがって，ケーシング，ケーシングカバーの内面の腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

r. シール水クーラ伝熱管の異物付着［低圧炉心スプレイ系ポンプ］

代表機器と同様，シール水クーラ伝熱管は外部流体が海水であることから，異物付着の可能性があるが，分解点検時に伝熱管の手入れ・清掃を行うことにより機能を維持している。

したがって，シール水クーラ伝熱管の異物付着は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

s. 軸受用潤滑油ユニットの外面の腐食（全面腐食）［制御棒駆動水ポンプ，高圧復水ポンプ，電動機駆動原子炉給水ポンプ］

軸受用潤滑油ユニットは炭素鋼又は鋳鉄であり腐食が想定されるが，大気接触部については塗装により腐食を防止しており，塗膜が健全であれば腐食の可能性は小さく，分解点検時の目視点検において有意な腐食は認められておらず，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，軸受用潤滑油ユニットの外面の腐食（全面腐食）は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

t. マウントの腐食（全面腐食）［緊急用海水ポンプ］

マウントは炭素鋼であり腐食が想定されるが，大気接触部は塗装が施されていることから，塗膜が健全であれば腐食が発生する可能性は小さく，今後分解点検時の目視点検において塗装の状態を確認し，必要に応じて補修塗装することにより機能は維持できると考える。

したがって，マウントの腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

u. サイクロンセパレータの貫粒型応力腐食割れ［低圧炉心スプレイ系ポンプ，制御棒駆動水ポンプ，高圧復水ポンプ，高圧炉心スプレイ系レグシールポンプ，低圧炉心スプレイ系レグシールポンプ，残留熱除去系レグシールポンプ，原子炉隔離時冷却系レグシールポンプ］

代表機器と同様，サイクロンセパレータはステンレス鋼であり，大気中の海塩粒子に含まれる塩化物イオンにより，外面から貫粒型応力腐食割れの発生が想定されるが，原子炉建屋内機器の塩分測定において，代表箇所における定期的な目視点検及び付着塩分量測定を実施し，その結果により必要に応じ機器外面清掃及び浸透探傷検査を実施することとしている。

また，東海第二では工事における副資材管理でステンレス鋼への塩分付着を防止している。

したがって，サイクロンセパレータの貫粒型応力腐食割れは高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

v. 主軸の高サイクル疲労割れ［共通］

代表機器と同様，主軸にはポンプ運転時に繰返し応力が発生することから，応力集中部等において，高サイクル疲労割れが想定されるが，ポンプ主軸は設計段階において疲労割れが発生しないように考慮された設計となっており，高サイクル疲労割れが発生する可能性は小さい。

なお，分解点検時の目視点検において有意な割れは確認されておらず，今後も使用環境が変わらないことからこれらの傾向が変化する要因があるとはとは考え難い。

新規に設置される常設重大事故等対処設備に属する機器については，今後上記同様の保全を実施することで機能は維持できると考える。

したがって，主軸の高サイクル疲労割れは高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

w. 羽根車の腐食（キャビテーション）［共通］

代表機器と同様，ポンプ内部でキャビテーションが発生すると羽根車表面にエロージョンが生じ，ポンプ性能に影響を及ぼすことが想定されるが，ポンプはキャビテーションを起こさない条件［(有効吸込ヘッド)＞(必要有効吸込ヘッド)］を満たすよう設計段階において考慮されており，この大小関係は経年的に変わるものではないことからキャビテーションの発生する可能性は小さい。

なお，分解点検時の目視点検において有意な腐食（キャビテーション）は確認されておらず，今後も使用環境が変わらないことから，これらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

新規に設置される常設重大事故等対処設備に属する機器については，今後上記同様の保全を実施することで機能は維持できると考える。

したがって，羽根車の腐食（キャビテーション）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

x. 軸受箱の内面の腐食（全面腐食）［共通］

代表機器と同様，軸受箱は炭素鋼，炭素鋼鋳鋼又は鋳鉄であり腐食が想定されるが，内部流体は潤滑油であることから腐食の可能性は小さい。

なお，分解点検時の目視点検において有意な腐食は確認されておらず，今後も使用環境が変わらないことから，これらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

新規に設置される常設重大事故等対処設備に属する機器については，今後上記同様の保全を実施することで機能は維持できると考える。

したがって，軸受箱の内面の腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

y. 増速機の摩耗［制御棒駆動水ポンプ，電動機駆動原子炉給水ポンプ］

増速機及び減速機の歯車は長期使用において摩耗が想定されるが，潤滑剤により潤滑されており摩耗の可能性は小さい。

なお，分解点検時の目視点検及び歯当りの確認で，有意な摩耗は確認されておらず，今後も使用環境が変わらないことから，これらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，増速機の摩耗は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

z. 増速機ケーシングの内面の腐食（全面腐食）［制御棒駆動水ポンプ，電動機駆動原子炉給水ポンプ］

増速機のケーシングは炭素鋼又は鋳鉄であり腐食が想定されるが，内面については歯車ならびに軸受を潤滑するため，潤滑油がケーシング内面にはねかけられる構造となっていることから，腐食の可能性は小さい。

なお，分解点検時の目視点検において有意な腐食は確認されておらず，今後も使用環境が変わらないことから，これらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，増速機のケーシングの内面の腐食（全面腐食）は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

aa. 軸継手の摩耗［制御棒駆動水ポンプ，高圧復水ポンプ，電動機駆動原子炉給水ポンプ］

軸継手はギアカップリングであり，ギア部によりトルクを伝達するため，長期使用により摩耗が想定されるが，ギア部には潤滑剤が塗布されており，摩耗が発生する可能性は小さい。

なお，分解点検時の目視点検において有意な摩耗は確認されておらず，今後も使用環境が変わらないことから，これらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，軸継手の摩耗は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

ab. 軸受用潤滑油ユニットの内面の腐食（全面腐食）［制御棒駆動水ポンプ，高圧復水ポンプ，電動機駆動原子炉給水ポンプ］

軸受用潤滑油ユニットは炭素鋼又は鋳鉄であり腐食が想定されるが，内面については内部流体が潤滑油であることから腐食の可能性は小さい。

なお，分解点検時の目視点検において有意な腐食は確認されておらず，今後も使用環境が変わらないことから，これらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，軸受用潤滑油ユニットの内面の腐食（全面腐食）は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

ac. 軸受用主油ポンプの摩耗［制御棒駆動水ポンプ，高圧復水ポンプ，電動機駆動原子炉給水ポンプ］

主油ポンプは，摺動部において摩耗が想定されるが，潤滑剤で潤滑されており摩耗の可能性は小さい。

なお，分解点検時の目視点検において有意な腐食は確認されておらず，今後も使用環境が変わらないことから，これらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，軸受用主油ポンプの摩耗は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

ad. 軸受用潤滑油ユニット配管の高サイクル疲労割れ［制御棒駆動水ポンプ，高圧復水ポンプ，電動機駆動原子炉給水ポンプ］

軸受用潤滑油ユニット配管は，ポンプの機械・流体振動による繰り返し応力により高サイクル疲労割れが想定されるが，分解点検時の目視点検において軸受用潤滑油ユニット配管に高サイクル疲労割れは確認されていない。

また，振動の状態は経年的に変化するものではなく今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，軸受用潤滑油ユニット配管の高サイクル疲労割れは高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

(2) 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により，今後も経年劣化の進展が考えられない，又は進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外）

a. バレルの外面の腐食（全面腐食）［低圧炉心スプレイ系ポンプ］

バレルは炭素鋼であり，外面はコンクリートに覆われていることから，地下水の浸透により浸水する場合には腐食が想定されるが，建屋は止水壁により止水処理を行っていることから腐食の発生する可能性はなく，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，バレルの外面の腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

2. 往復ポンプ

［対象ポンプ］

① ほう酸水注入系ポンプ

目次

1. 対象機器 2-1
2. 往復ポンプの技術評価..... 2-2
2.1 構造，材料及び使用条件..... 2-2
2.2 経年劣化事象の抽出..... 2-5
2.2.1 機器の機能達成に必要な項目..... 2-5
2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出..... 2-5
2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象..... 2-6

1. 対象機器

東海第二で使用している往復ポンプの主な仕様を表1-1に示す。

表 1-1　往復ポンプの主な仕様

ポンプ名称	仕様 (容量×揚程)	重要度*1	使用条件		
			運転状態	最高使用圧力 (MPa) *2	最高使用温度 (℃) *2
ほう酸水注入系ポンプ	9.78 m^3/h×870 m	MS-1，重*3	一時	9.66	66

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

*2：ポンプ吐出配管の仕様を示す

*3：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す

2. 往復ポンプの技術評価

2.1 構造，材料及び使用条件

(1) 構造

東海第二のほう酸水注入系ポンプは，容量 9.78 m^3/h，揚程 870 m の水平 3 連プランジャポンプであり，2 台設置されている。

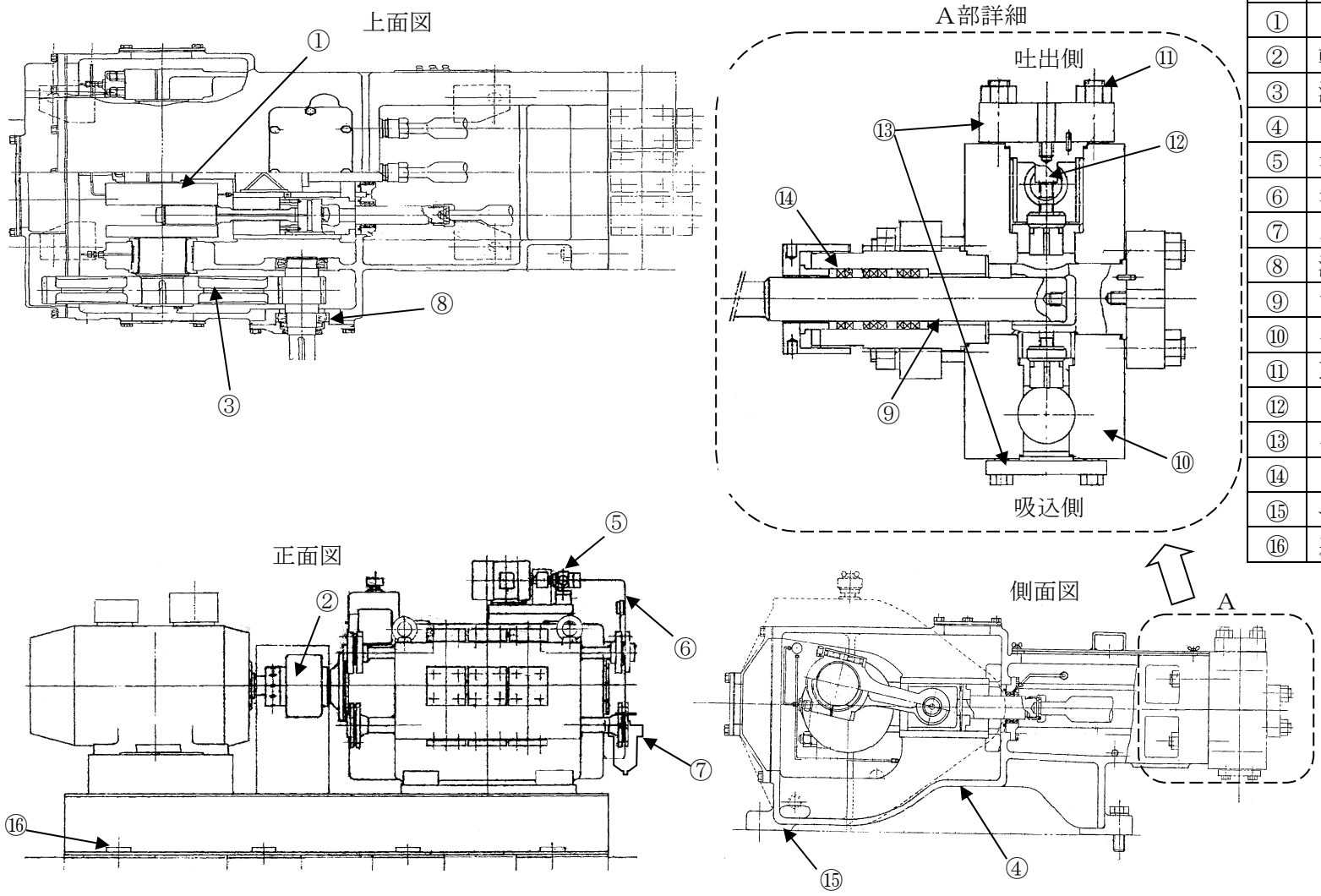
内部流体は五ほう酸ナトリウム水で，内部流体に接液するケーシング，プランジャ等には，耐食性の高いステンレス鋼が使用されており，軸封部には内部流体の漏れを防止するため，グランドパッキンが使用されている。

また，ケーシングは取付ボルトを緩め，ケーシングカバー等を取外すことにより，点検手入れが可能である。

東海第二のほう酸水注入系ポンプの構造図を図 2.1-1 に示す。

(2) 材料及び使用条件

東海第二のほう酸水注入系ポンプ主要部位の使用材料を表 2.1-1 に，使用条件を表 2.1-2 に示す。



No.	部位
①	クランク軸
②	軸継手
③	減速機歯車
④	クランクケース
⑤	油ポンプ
⑥	油配管
⑦	ストレーナ
⑧	減速機軸受
⑨	プランジャ
⑩	ケーシング
⑪	取付ボルト
⑫	リフト抑え
⑬	ケーシングカバー
⑭	グランドパッキン
⑮	ベース
⑯	基礎ボルト

図 2.1-1　ほう酸水注入系ポンプ構造図

表 2.1-1　ほう酸水注入系ポンプ主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位		材料
ポンプの容量と揚程の確保	エネルギー伝達	クランク軸		炭素鋼
		軸継手		炭素鋼
		減速機歯車		鋳鉄
		クランクケース		鋳鉄
		潤滑油ユニット	油ポンプ	低合金鋼
			油配管	炭素鋼
			ストレーナ	鋳鉄
	軸支持	減速機軸受		（消耗品）
	エネルギー変換	プランジャ		ステンレス鋼
バウンダリの維持	耐圧	ケーシング		ステンレス鋼
		取付ボルト		低合金鋼
		リフト抑え		ステンレス鋼
		ケーシングカバー	吸込側	ステンレス鋼
			吐出側	炭素鋼
	軸シール	グランドパッキン		（消耗品）
機器の支持	支持	ベース		炭素鋼
		基礎ボルト		炭素鋼

表 2.1-2　ほう酸水注入系ポンプの使用条件

最高使用圧力	9.66 MPa
最高使用温度	66 ℃
容量	9.78 m^3/h
内部流体	五ほう酸ナトリウム水

2.2 経年劣化事象の抽出

2.2.1 機器の機能達成に必要な項目

往復ポンプの機能は，プランジャの往復動により流体の吸込・吐出作用を行うもので，この機能の達成に必要な項目としては，以下のとおり。

(1) ポンプの容量と揚程の確保

(2) バウンダリの維持

(3) 機器の支持

2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

(1) 想定される経年劣化事象の抽出

ほう酸水注入系ポンプについて，機能達成に必要な項目を考慮して主要な部位に展開した上で，個々の部位の材料，構造，使用条件（内部流体の種類，応力，温度等）及び現在までの運転経験を考慮し，表 2.2-1 に示すとおり，想定される経年劣化事象を抽出した（表 2.2-1 で○又は△，▲）。

なお，消耗品及び定期取替品は以下のとおり評価対象外とする。

(2) 消耗品及び定期取替品の扱い

グランドパッキン，減速機軸受は消耗品であり，設計時に長期使用せず取替を前提としていることから高経年化対策を見極める上での評価対象外とする。

(3) 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

想定される経年劣化事象のうち下記①，②に該当しない事象を高経年化対策上着目すべき経年劣化事象と判断した。

なお，下記①，②に該当する事象については，2.2.3 項に示すとおり，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断した。

① 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって，想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象として表 2.2-1 で△）

② 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により，今後も経年劣化の進展が考えられない，又は進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外として表 2.2-1 で▲）

この結果，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象は抽出されなかった。

2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

(1) 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって，想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象）

a. 基礎ボルトの腐食（全面腐食）

基礎ボルトの健全性評価は，「機械設備の技術評価書」にて評価を行うこととし，本評価書には含めない。

b. プランジャの摩耗，はく離

プランジャは往復運動を行うため，軸封部との摺動により摩耗及びはく離が想定されるが，摩耗については分解点検時に目視点検及び寸法測定を行い，有意な摩耗が認められた場合，プランジャを補修又は取替えることにより機能を維持することとしている。

はく離については分解点検時に目視点検及び浸透探傷検査を行い，有意なはく離が認められた場合，プランジャを補修又は取替えることにより機能を維持することとしている。

したがって，プランジャの摩耗，はく離は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

c. クランクケース，潤滑油ユニット油ポンプ，潤滑油ユニット油配管，潤滑油ユニットストレーナ及びケーシングカバー（吐出側）の外面の腐食（全面腐食）

クランクケース及び潤滑油ユニットストレーナは鋳鉄，潤滑油ユニット油ポンプは低合金鋼，潤滑油ユニット油配管，ケーシングカバー（吐出側）は炭素鋼であり腐食が想定されるが，外面は塗装が施されていることから，塗膜が健全であれば腐食が発生する可能性は小さく，分解点検時に目視点検を行い，必要に応じて補修塗装することにより機能を維持している。

したがって，クランクケース，潤滑油ユニット油ポンプ，潤滑油ユニット油配管，潤滑油ユニットストレーナ及びケーシングカバー（吐出側）の外面の腐食（全面腐食）は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

d. プランジャの腐食（隙間腐食）

プランジャはステンレス鋼であり，ポンプの運転待機中（停止中）は軸封部との接触部で腐食（隙間腐食）が想定されるが，分解点検時に目視点検を行い，有意な腐食（隙間腐食）が確認された場合，プランジャの補修又は取替を行うことにより機能を維持している。

したがって，プランジャの腐食（隙間腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

e. 取付ボルトの腐食（全面腐食）

取付ボルトは低合金鋼であり腐食が想定されるが，分解点検時に手入れ・清掃を行うことにより機能を維持している。

したがって，取付ボルトの腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

f. ベースの腐食（全面腐食）

ベースは炭素鋼であり腐食が想定されるが，大気接触部は塗装が施されていることから，塗膜が健全であれば腐食が発生する可能性は小さく，分解点検時に目視点検を行い，必要に応じ補修塗装することにより機能を維持している。

したがって，ベースの腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

g. クランク軸の高サイクル疲労割れ

クランク軸にはポンプ運転時に繰返し応力が発生することから，応力集中部において高サイクル疲労割れが想定されるが，クランク軸は設計段階において疲労割れが発生しないように考慮された設計となっており，高サイクル疲労が発生する可能性は小さい。

なお，分解点検時の目視点検及び浸透探傷検査において有意な欠陥は認められておらず，今後も使用環境が変わらないことから，これらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，クランク軸の高サイクル疲労割れは，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

h. クランク軸の摩耗

クランク軸はプランジャに駆動力を伝達するために回転運動を行うことから，摺動部の摩耗が想定されるが，摺動部には潤滑油による油膜が形成されており，摩耗が発生する可能性は小さい。

なお，分解点検時の目視点検及び寸法測定において有意な摩耗は認められておらず，今後も使用環境が変わらないことから，これらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，クランク軸の摩耗は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

i．プランジャ，ケーシング，ケーシングカバー（吸込側）及びリフト抑えの接液部の腐食（全面腐食）

プランジャ，ケーシング，ケーシングカバー（吸込側）及びリフト抑えの接液部はステンレス鋼であり，内部流体の五ほう酸ナトリウム水であるため腐食が想定されるが，ステンレス鋼は五ほう酸ナトリウム水に対し耐食性を有していることから腐食が発生する可能性は小さい。

なお，分解点検時の目視点検において有意な腐食は認められておらず，今後も使用環境が変わらないことから，これらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，プランジャ，ケーシング，ケーシングカバー（吸込側）及びリフト抑えの接液部の腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

j．ケーシング，ケーシングカバーの高サイクル疲労割れ

往復ポンプのケーシングには吸込圧力と吐出圧力が交互に加わり，この圧力変動の繰り返しにより疲労が蓄積されることが考えられる。

しかし，ケーシング，ケーシングカバーは設計段階において疲労割れが発生しないように考慮された設計となっており，疲労割れの発生する可能性は小さい。

なお，分解点検時の目視点検において有意な割れは認められておらず，今後も使用環境が変わらないことから，これらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，ケーシング，ケーシングカバーの高サイクル疲労割れは，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

k．クランク軸の腐食（全面腐食）

クランク軸は炭素鋼であり腐食が想定されるが，クランク軸については歯車及び軸受を潤滑するため，潤滑油がケース内面にはねかけられる構造となっていることから腐食の可能性は小さい。

なお，分解点検時の目視点検において有意な腐食は認められておらず，今後も使用環境が変わらないことから，これらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，クランク軸の腐食（全面腐食）は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

l. クランクケース，潤滑油ユニット油ポンプ，潤滑油ユニット油配管及び潤滑油ユニットストレーナの内面の腐食（全面腐食）

クランクケース及び潤滑油ユニットストレーナは鋳鉄，潤滑油ユニット油配管は炭素鋼，潤滑油ユニット油ポンプは低合金鋼であり腐食が想定されるが，内部流体が潤滑油であることから腐食の可能性は小さい。

なお，分解点検時の目視点検において有意な腐食は認められておらず，今後も使用環境が変わらないことから，これらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，クランクケース，潤滑油ユニット油ポンプ，潤滑油ユニット油配管及び潤滑油ユニットストレーナの内面の腐食（全面腐食）は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

m. 減速機歯車の摩耗

減速機の歯車は長期使用においては摩耗が想定されるが，潤滑油で潤滑されていることから摩耗の可能性は小さい。

なお，分解点検時の目視点検において有意な摩耗は認められておらず，今後も使用環境が変わらないことから，これらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，減速機歯車の摩耗は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

n. 減速機歯車の腐食（全面腐食）

減速機の歯車は長期使用においては腐食が想定されるが，潤滑油で潤滑されていることから腐食の可能性は小さい。

なお，分解点検時の目視点検において有意な腐食は認められておらず，今後も使用環境が変わらないことから，これらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，減速機歯車の腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

o. 軸継手の摩耗

軸継手は運転時に動力を伝える部品であるため，長期使用において摩耗が想定されるが，潤滑剤で潤滑されていることから摩耗の可能性は小さい。

なお，分解点検時の目視点検において有意な摩耗は認められておらず，今後も使用環境が変わらないことから，これらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，軸継手の摩耗は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

p. 潤滑油ユニット油ポンプの摩耗

潤滑油ユニット油ポンプ摺動部は低合金鋼であり摩耗が想定されるが，潤滑油で潤滑されていることから摩耗の可能性は小さい。

なお，分解点検時の目視点検において有意な摩耗は認められておらず，今後も使用環境が変わらないことから，これらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，潤滑油ユニット油ポンプの摩耗は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

q. 潤滑油ユニット油配管の高サイクル疲労割れ

潤滑油ユニット油配管は，ポンプの機械・流体振動による繰り返し応力により高サイクル疲労割れの発生が想定されるが，設計段階において適切にサポートを配置しており，振動の状態は経年的に変化するものではないことから，高サイクル疲労割れの発生する可能性は小さい。

なお，分解点検時の目視点検において潤滑油ユニット油配管に高サイクル疲労割れは認められておらず，今後も使用環境が変わらないことから，これらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，潤滑油ユニット油配管の高サイクル疲労割れは高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

(2) 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により，今後も経年劣化の進展が考えられない，又は進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外）

日常劣化管理事象以外に該当する事象は抽出されなかった。

表 2.2-1　ほう酸水注入系ポンプに想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位		消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考
						減肉		割れ		材料変化		その他	
						摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
ポンプの容量と揚程の確保	エネルギー伝達	クランク軸			炭素鋼	△	△	△*1					*1:高サイクル疲労割れ *2:はく離 *3:隙間腐食 *4:内面 *5:外面 *6:接液部
		軸継手			炭素鋼	△							
		減速機歯車			鋳鉄	△	△						
		クランクケース			鋳鉄		△*4*5						
		潤滑油ユニット	油ポンプ		低合金鋼	△	△*4*5						
			油配管		炭素鋼		△*4*5	△*1					
			ストレーナ		鋳鉄		△*4*5						
	軸支持	減速機軸受		◎	—								
	エネルギー変換	プランジャ			ステンレス鋼	△	△*3*6					△*2	
バウンダリの維持	耐圧	ケーシング			ステンレス鋼		△*6	△*1					
		取付ボルト			低合金鋼		△						
		リフト抑え			ステンレス鋼		△*6						
		ケーシングカバー	吸込側		ステンレス鋼		△*6	△*1					
			吐出側		炭素鋼		△*5	△*1					
	軸シール	グランドパッキン		◎	—								
機器の支持	支持	ベース			炭素鋼		△						
		基礎ボルト			炭素鋼		△						

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

3. 原子炉再循環ポンプ

［対象ポンプ］

① 原子炉再循環ポンプ

目次

1. 対象機器 3-1
2. 原子炉再循環ポンプの技術評価..... 3-2
2.1 構造，材料及び使用条件..... 3-2
2.2 経年劣化事象の抽出..... 3-5
2.2.1 機器の機能達成に必要な項目..... 3-5
2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出..... 3-5
2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象..... 3-6
2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の評価..... 3-11

1. 対象機器

東海第二で使用している原子炉再循環ポンプの主な仕様を表 1-1 に示す。

表 1-1　原子炉再循環ポンプの主な仕様

ポンプ名称	仕様 (容量×揚程)	重要度*1	使用条件		
			運転 状態	最高使用圧力 (MPa)*2	最高使用温度 (℃)*2
原子炉再循環ポンプ	8,100 m^3/h× 245.4 m	PS-1	連続	11.38	302

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

*2：ポンプ吐出配管の仕様を示す

2. 原子炉再循環ポンプの技術評価

2.1 構造，材料及び使用条件

(1) 構造

東海第二の原子炉再循環ポンプは，容量 8,100 m^3/h（100％容量），揚程 245.4 m の立軸遠心ポンプであり，原子炉冷却材を高温･高圧で循環させる機能を有し，2 台設置されている。

純水に接液する羽根車，主軸，ケーシング等には耐食性が高いステンレス鋼，ステンレス鋳鋼が使用されており，軸封部はメカニカルシール方式を採用している。

また，羽根車及び主軸はスタッドボルトをゆるめ，ケーシングカバー等を取外すことにより，点検手入れが可能である。

なお，本ポンプは，第 10 回定期検査時（1989 年度）において，東京電力福島第二原子力発電所３号機の水中軸受損傷に鑑み，水中軸受をすみ肉溶接タイプから一体鋳造型に取替を行った。さらに第 16 回定期検査時（1997 年度），第 17 回定期検査時（1999 年度）に国内 BWR 複数プラントにおける主軸・ケーシングカバーラビリンス部の熱疲労割れ事象の対策として，内装熱交換器を採用したケーシングカバーへの取替を行っている。

東海第二の原子炉再循環ポンプの構造図を図 2.1-1 に示す。

(2) 材料及び使用条件

東海第二の原子炉再循環ポンプ主要部位の使用材料を表 2.1-1 に，使用条件を表 2.1-2 に示す。

No.	部位
①	主軸
②	軸継手
③	羽根車
④	水中軸受
⑤	ケーシング
⑥	ケーシングカバー
⑦	ケーシングリング
⑧	スタッドボルト
⑨	ガスケット
⑩	メカニカルシール
⑪	内装熱交換器

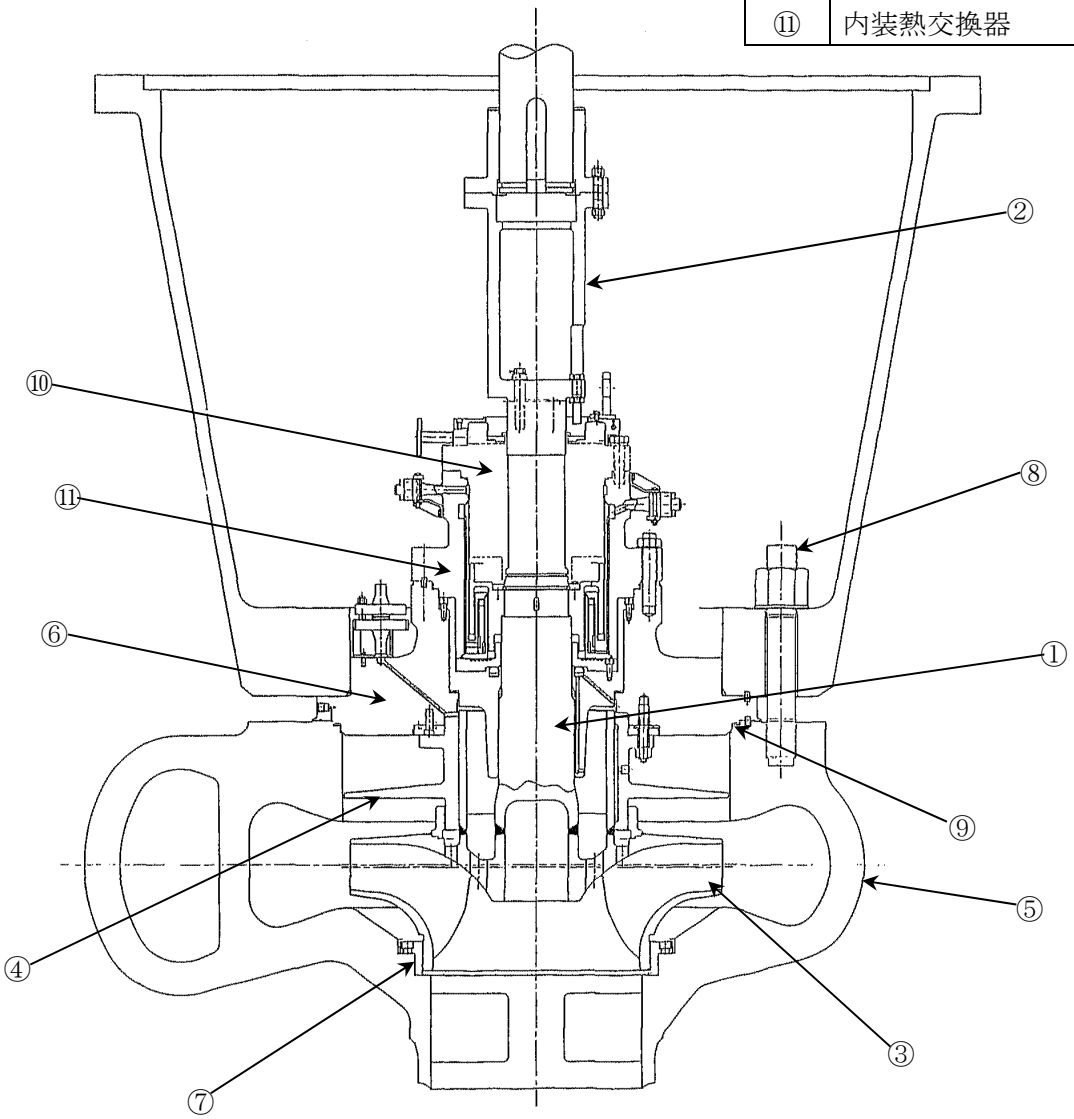


図 2.1-1　原子炉再循環ポンプの構造図

表 2.1-1　原子炉再循環ポンプ主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
ポンプ容量と揚程の確保	エネルギー伝達	主軸	ステンレス鋼
		軸継手	ステンレス鋼
	エネルギー変換	羽根車	ステンレス鋳鋼
	軸支持	水中軸受	ステンレス鋳鋼
バウンダリの維持	耐圧	ケーシング	ステンレス鋳鋼
		ケーシングカバー	ステンレス鋳鋼
		ケーシングリング	ステンレス鋳鋼
		スタッドボルト	低合金鋼
		ガスケット	（消耗品）
	軸シール	メカニカルシール	（消耗品）
その他	メカニカルシールパージ	内装熱交換器	ステンレス鋼

表 2.1-2　原子炉再循環ポンプの使用条件

最高使用圧力	11.38 MPa
最高使用温度	302 ℃
容量	8,100 m^3/h
内部流体	純水

2.2 経年劣化事象の抽出

2.2.1 機器の機能達成に必要な項目

原子炉再循環ポンプの機能である送水機能の達成に必要な項目は以下のとおり。

(1) ポンプ容量と揚程の確保

(2) バウンダリの維持

(3) その他

2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

(1) 想定される経年劣化事象の抽出

原子炉再循環ポンプについて，機能達成に必要な項目を考慮して主要な部位に展開した上で，個々の部位の材料，構造，使用条件（内部流体の種類，応力，温度等）及び現在までの運転経験を考慮し，表 2.2-1 に示すとおり，想定される経年劣化事象を抽出した（表 2.2-1 で○又は△，▲）。

なお，消耗品及び定期取替品は以下のとおり評価対象外とする。

(2) 消耗品及び定期取替品の扱い

メカニカルシール，ガスケットは消耗品であり，設計時に長期使用せず取替を前提としていることから高経年化対策を見極める上での評価対象外とする。

(3) 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

想定される経年劣化事象のうち下記①，②に該当しない事象を高経年化対策上着目すべき経年劣化事象と判断した。

なお，下記①，②に該当する事象については，2.2.3 項に示すとおり，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断した。

① 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって，想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象として表 2.2-1 で△）

② 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により，今後も経年劣化の進展が考えられない，又は進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外として表 2.2-1 で▲）

この結果，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象として以下の事象が抽出された（表 2.2-1 で○）。

a. ケーシングの疲労割れ

b. ケーシングの熱時効

2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

(1) 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって，想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象）

a. 羽根車とケーシングリング間の摩耗

ケーシングリングは，羽根車と摺動することにより摩耗が想定されるが，分解点検時の目視点検及び寸法測定において，有意な摩耗が確認された場合は取替を行うことにより機能を維持している。

したがって，羽根車とケーシングリング間の摩耗は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

b. スタッドボルトの腐食

スタッドボルトは，ガスケットから漏えいした内部流体による腐食が想定されるが，分解点検時の締付管理により漏えい防止を図っており，更にボルトの手入れ・清掃を行うことにより機能を維持している。

したがって，スタッドボルトの腐食は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

c. 主軸の摩耗

主軸と水中軸受等が接触した場合には摩耗が想定されるが，構造的に主軸が回転中に水中軸受等と接触する可能性は小さい。

なお，分解点検時の目視点検において有意な摩耗は認められておらず，今後も使用環境が変わらないことから，これらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，主軸の摩耗は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

d. 羽根車の腐食（キャビテーション）

ポンプ内部でキャビテーションが発生すると羽根車表面にエロージョンが生じ，ポンプ性能に影響を及ぼすことが想定されるが，ポンプはキャビテーションを起こさない条件

（有効吸込ヘッド）＞（必要有効吸込ヘッド）

を満たすよう設計段階において考慮されており，この大小関係は経年的に変わるものではないことから腐食（キャビテーション）の発生する可能性は小さい。

なお，分解点検時の目視点検において有意な腐食（キャビテーション）は認められておらず，今後も使用環境が変わらないことから，これらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，羽根車の腐食（キャビテーション）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

e. 主軸，ケーシングカバーの高サイクル熱疲労割れ

メカニカルシール（軸封部）へ注入されている低温のパージ水と高温純水（一次冷却材）混合部に温度変動が生じ，主軸及びケーシングカバー表面に高サイクル熱疲労割れが想定され，複数の BWR プラントで事例がある。

対策として，内装熱交換器を採用した熱疲労対策型のケーシングカバーに取替えており，高サイクル熱疲労割れが発生する可能性は小さい。

なお，分解点検時の目視点検及び浸透探傷検査において有意な欠陥は認められておらず，今後も使用環境が変わらないことから，これらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，主軸，ケーシングカバーの高サイクル熱疲労割れは高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

f. 主軸の高サイクル疲労割れ

主軸にはポンプ運転時に繰返し応力が発生することから，応力集中部において，高サイクル疲労割れが想定されるが，ポンプ主軸は設計段階において疲労割れが発生しないように考慮された設計となっており，高サイクル疲労割れが発生する可能性は小さい。

なお，分解点検時の目視点検及び浸透探傷検査において有意な欠陥は認められておらず，今後も使用環境が変わらないことから，これらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，主軸の高サイクル疲労割れは高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

g. 水中軸受の疲労割れ

水中軸受は東京電力福島第二原子力発電所３号機で疲労による損傷事例があり，同様の事象として疲労割れが想定されるが，東海第二の原子炉再循環ポンプの水中軸受は，その対策として一体鋳造型へ取替を実施している。

なお，分解点検時の目視点検において有意な欠陥は認められておらず，今後も使用環境が変わらないことから，これらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，水中軸受の疲労割れは高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

h. 主軸，羽根車の粒界型応力腐食割れ

主軸の材料はステンレス鋼，羽根車の材料はステンレス鋳鋼であり粒界型応力腐食割れが想定されるが，主軸及び羽根車の材料は耐応力腐食割れ性に優れた材料であり，主軸と羽根車の溶接部においては溶接後熱処理による残留応力低減を図っていることから，応力腐食割れの可能性は小さい。

なお，分解点検時の目視点検及び浸透探傷検査において有意な欠陥は認められておらず，今後も使用環境が変わらないことから，これらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，主軸，羽根車の粒界型応力腐食割れは高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

i. 内装熱交換器の粒界型応力腐食割れ

内装熱交換器の材料はステンレス鋼であり粒界型応力腐食割れが想定されるが，材料は耐応力腐食割れ性に優れた材料であることから，粒界型応力腐食割れの可能性は小さい。

なお，分解点検時の目視点検において有意な欠陥は認められておらず，今後も使用環境が変わらないことから，これらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，内装熱交換器の粒界型応力腐食割れは，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

(2) 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により，今後も経年劣化の進展が考えられない，又は進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外）

a. 羽根車，水中軸受，ケーシングカバー，ケーシングリングの熱時効

羽根車，水中軸受，ケーシングカバー，ケーシングリングに使用しているステンレス鋳鋼はオーステナイト相中に一部フェライト相を含む2相組織であり，使用環境温度は 250 ℃以上（最高使用温度 302 ℃）であるため，熱時効による材料特性の変化により破壊靭性の低下が予想され，この状態でき裂が存在する場合には小さな荷重でき裂が進展し，不安定破壊を引き起こす可能性があるが，前述の e，g，h で述べたとおり羽根車，水中軸受，ケーシングカバーにはき裂の原因となる疲労割れ及び応力腐食割れが発生する可能性は小さく，ケーシングリングにはき裂の原因となる経年劣化事象は想定されていないことから，熱時効が問題となる可能性はない。

したがって，羽根車，水中軸受，ケーシングカバー，ケーシングリングの熱時効は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

表 2.2-1　原子炉再循環ポンプに想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考
					減肉		割れ		材質変化		その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
ポンプ容量と揚程の確保	エネルギー伝達	主軸		ステンレス鋼	△		△*1*2	△*4				*1：高サイクル熱疲労割れ *2：高サイクル疲労割れ *3：キャビテーション *4：粒界型応力腐食割れ
		軸継手		ステンレス鋼								
	エネルギー変換	羽根車		ステンレス鋳鋼	△	△*3		△*4	▲			
	軸支持	水中軸受		ステンレス鋳鋼			△		▲			
バウンダリの維持	耐圧	ケーシング		ステンレス鋳鋼			○		○			
		ケーシングカバー		ステンレス鋳鋼			△*1		▲			
		ケーシングリング		ステンレス鋳鋼	△				▲			
		スタッドボルト		低合金鋼		△						
		ガスケット	◎	―								
	軸シール	メカニカルシール	◎	―								
その他	メカニカルシールパージ	内装熱交換器		ステンレス鋼				△*4				

○：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

▲：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象以外）

2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の評価

(1) ケーシングの疲労割れ

a. 事象の説明

ケーシングはプラントの起動・停止時等に熱過渡を受けることになるため，繰返しによる熱疲労が蓄積される可能性がある。

b. 技術評価

① 健全性評価

ケーシングについて，日本機械学会「発電用原子力設備規格　設計・建設規格 JSME S NC1-2005（2007 年追補版を含む)」（以下，「設計・建設規格」という）に基づき評価した。ケーシングは局部的な応力集中を避ける形状に設計されていることから，形状が不連続で配管反力を受け荷重的に厳しいポンプケーシング入口ノズルと配管との溶接部を評価対象とした。評価にあたっては，配管・弁を含む 3 次元梁モデルにより応力算出及び評価を行った。評価対象部位を図 2.3-1 に示す。

疲労評価は，運転期間延長認可申請に伴う評価として，2016 年 11 月時点までの運転実績に基づき推定した以降の評価対象期間での推定過渡回数を包含し，より保守的*に設定した過渡回数とした。

*:評価条件として，2011 年 3 月から 2020 年 8 月末まで冷温停止状態，2020 年 9 月以降の過渡回数発生頻度は実績の 1.5 倍を想定した。

また，使用環境を考慮した疲労について，日本機械学会「発電用原子力設備規格　環境疲労評価手法 JSME S NF1-2009」に基づいて評価した。評価用過渡条件を表 2.3-1 に，評価結果を表 2.3-2 に示す。

その結果，運転開始後 60 年時点の疲労累積係数は許容値を下回り，疲労割れの可能性は小さいと判断する。

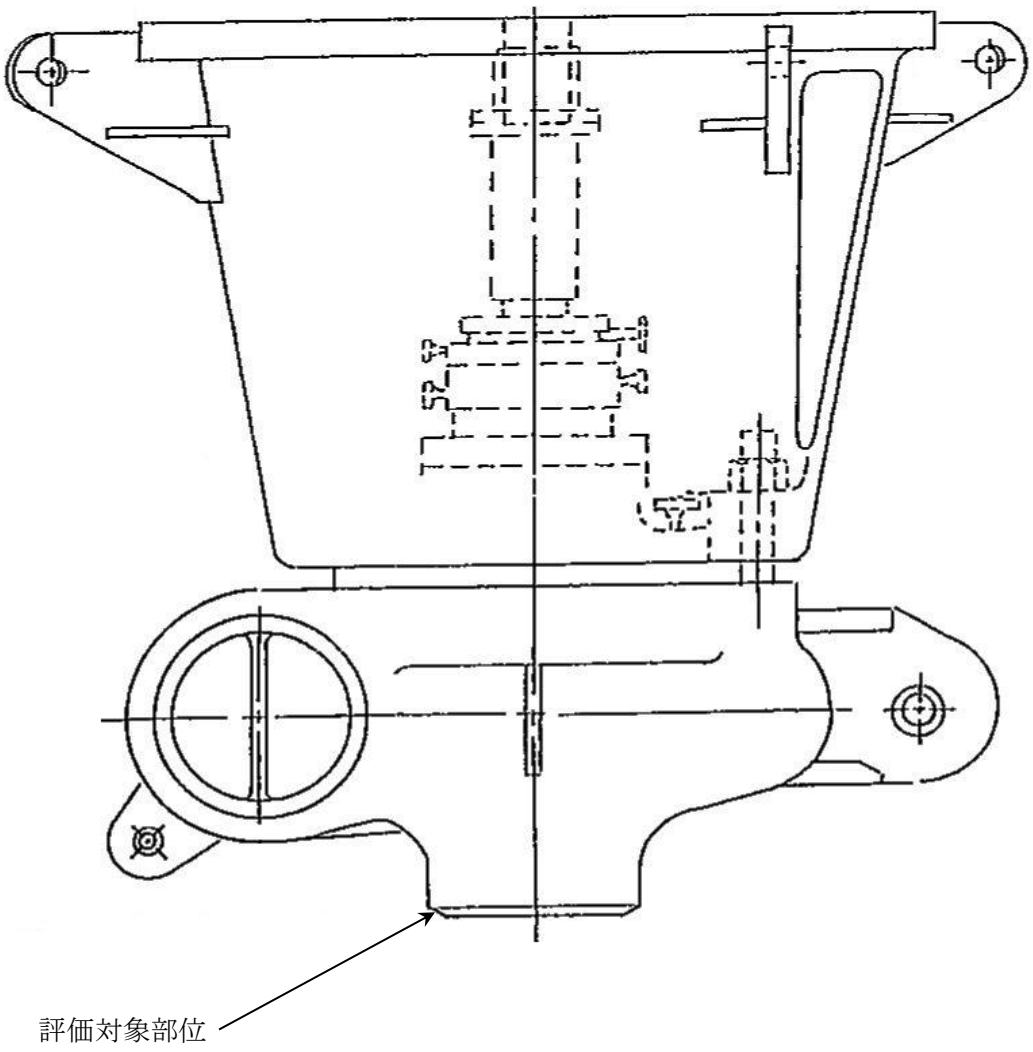


図 2.3-1　原子炉再循環ポンプ外形図

表 2.3-1　原子炉再循環系の疲労評価用過渡条件

運転条件	運転実績に基づく 過渡回数 （2016 年 11 月時点）	60 年目推定
耐圧試験	72	132
起動（昇温）	65	110
起動（タービン起動）	65	110
給水加熱機能喪失（発電機トリップ）	0	1
給水加熱機能喪失 （給水加熱器部分バイパス）	0	1
スクラム（タービントリップ）	16	22
スクラム（原子炉給水ポンプ停止）	3	6
スクラム（その他）	20	24
停止	65	111
ボルト取外し	26	49

表 2.3-2　原子炉再循環ポンプの疲労評価結果

評価部位	運転実績回数に基づく疲労累積係数 （許容値：1 以下）		
	設計・建設規格の疲労線図 による評価		発電用原子力設備規格 環境疲労評価手法による評価 （環境を考慮）
	現時点 （2016 年 11 月時点）	運転開始後 60 年時点	運転開始後 60 年時点
ケーシングと配管 の溶接部	0.0000	0.0000	0.0000

② 現状保全

ケーシングの疲労割れに対しては，定期的な分解点検時にケーシング内表面の目視点検を実施している。また，ポンプケーシング出入口ノズルと配管との溶接部についても，供用期間中検査による超音波探傷検査を実施している。

さらに，実過渡回数に基づく評価を実施し問題ないことを確認しており，今後も高経年化技術評価に合わせて実施することとしている。

③ 総合評価

健全性評価結果よりケーシングの疲労割れが発生する可能性は小さいと考えられる。

ただし，疲労評価は実過渡回数に依存するため，今後も実過渡回数を把握し評価する必要がある。

また，疲労割れが発生する可能性は外表面に比較し内表面が高いと考えられるが，内表面は分解点検時の目視点検にて検査することとしており，現状の保全は点検手法として適切であると判断する。

c．高経年化への対応

ケーシングの疲労割れに対しては，継続的に実過渡回数の確認を行い，運転開始後60年時点の推定過渡回数を上回らないことを確認する。

(2) ケーシングの熱時効

a. 事象の説明

ケーシングに使用しているステンレス鋳鋼は，オーステナイト相中に一部フェライト相を含む2相組織であるため，250 ℃以上の高温での長期の使用に伴い，時間とともにフェライト相内でより安定な組織形態へ移行しようとし，相分離が起こることにより，靭性の低下，材料特性変化を起こす可能性がある。

b. 技術評価

① 健全性評価

プラントの長期間運転中に熱時効を受けたステンレス鋳鋼は，引張強さは増加するので材料強度の評価上の余裕は向上するが，材料の靭性が低下する。

ここでは，保守的に初期欠陥を想定し，破壊力学的手法を用いて，ステンレス鋳鋼の熱時効後のき裂の安定性評価を実施した。

熱時効による健全性評価への影響は，発生応力（荷重）が大きいほど大きくなることから，初期欠陥を想定したステンレス鋳鋼の部位（ポンプケーシング及び弁箱）の中で発生応力が最も大きい原子炉再循環ポンプケーシングを評価部位として選定した。

具体的には，評価対象部位の熱時効後の材料のフェライト量*1を基に算出するき裂進展抵抗*2（J_{mat}）と構造系に作用する応力（供用状態A,B＋地震動による荷重*3）から算出されるき裂進展力*4（J_{app}）を求めてその比較を行った。

その結果，図2.3-2に示すように運転開始後60年時点までの疲労き裂進展長さを考慮した評価用き裂*5を想定しても，J_{mat}がJ_{app}と交差し，J_{mat}がJ_{app}を上回ること，およびJ_{mat}とJ_{app}の交点においてJ_{mat}の傾きがJ_{app}の傾きを上回ることから，ケーシングは不安定破壊することはなく，健全性評価上問題とならないと判断する。

*1：フェライト量は，製造時記録の材料成分を用いて，「Standard Practice for Steel Casting, Austenitic Alloy, Estimating Ferrite Content Thereof(ASTM 800/A800M-14)」に示される線図より決定した。

*2：き裂進展抵抗は，「S.Kawaguchi et al.,”PREDICTION METHOD OF TENSILE PROPERTIES AND FRACTURE TOUGHNESS OF THERMALLY AGED CAST DUPLEX STAINLESS STEEL PIPING”,ASME PVP 2005-71528」にて公開されている脆化予測モデル（H3T モデル：Hyperbolic Time Temperature Toughness）を用いて，評価部位のフェライト量を基に，運転開始後 60 年時点の熱時効時間(設備利用率 80 %以上を想定)におけるき裂進展抵抗を予測した。また，予測の下限値を採用した。

*3：考慮する応力は，設計基準事故時及び重大事故等時において発生する応力を包含するものとする。原子炉再循環ポンプは，重大事故等時に機能要求がないため，設計基準事故時に発生する応力を考慮している。具体的には，破壊に寄与する荷重である一次応力（内圧，自重，地震(Ss)）に，安全側に二次応力の熱膨張荷重を加えたものである。

*4：初期き裂の想定，き裂進展，貫通き裂の想定は，「原子力発電所配管破損防護設計技術指針（JEAG4613-1998)」の評価手法を参考にした。き裂進展力は，EPRI NP-6301-D(1989)のＪ積分の解析解に基づき算出した。

*5：表 2.3-1 に示す過渡条件及び地震動による運転開始後 60 年時点までの疲労き裂の進展を考慮しても，当該き裂はケーシングを貫通しない評価結果となったが，その後のき裂の安定性評価においては，保守的に貫通き裂を想定した。

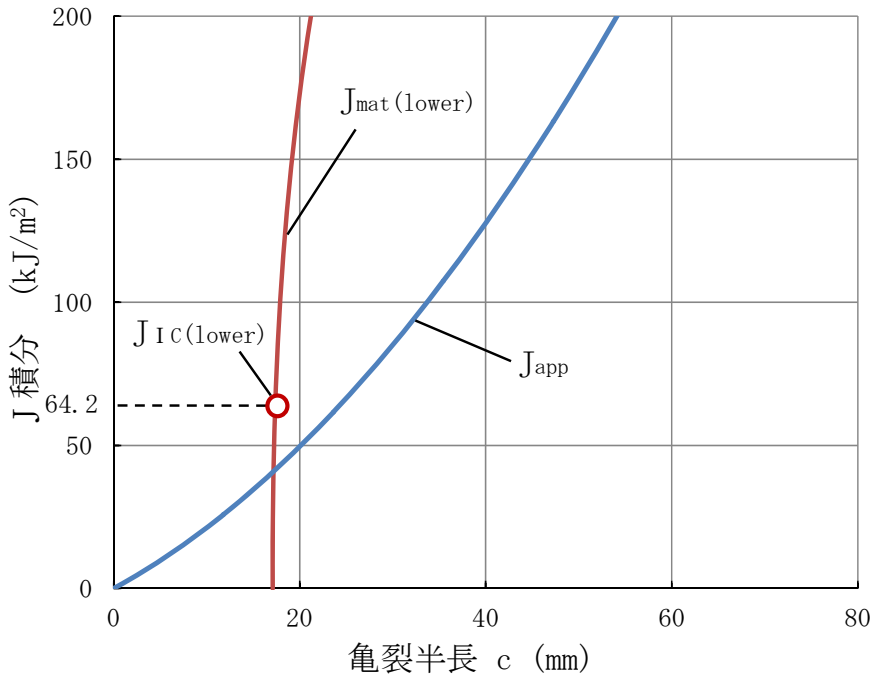


図 2.3-2　原子炉再循環ポンプケーシングのき裂安定性評価結果

② 現状保全

ケーシングは，製造時に，放射線透過検査及び浸透探傷検査を実施しており，き裂のないことを確認している。現状保全としては，分解点検時のポンプの内表面の目視点検により，異常のないことを確認している。また，供用期間中検査として定期的にケーシングと配管の溶接部の超音波探傷検査及びケーシングの内表面の目視点検を実施し，判定基準を満足していることを確認している。

③ 総合評価

運転開始後60年時点を想定したケーシングの健全性評価結果から判断して，当該部位は不安定破壊することはなく，延長しようとする期間において熱時効が構造健全性で問題となる可能性はない。

また，現状保全において，目視点検又は超音波探傷検査を実施し，異常の無いことを確認している。

c．高経年化への対応

ケーシングの熱時効については，現状保全の内容に追加すべき項目はなく，今後も現状保全を継続していく。

東海第二発電所
熱交換器の技術評価書

（運転を断続的に行うことを前提とした評価）

日本原子力発電株式会社

本評価書は，東海第二発電所（以下，「東海第二」という）で使用している安全上重要な熱交換器（重要度分類審査指針におけるクラス 1 及びクラス 2 の熱交換器及び高温・高圧の環境下にあるクラス 3 の熱交換器）及び常設重大事故等対処設備に属する熱交換器について，運転を断続的に行うことを前提に高経年化に係わる技術評価についてまとめたものである。

評価対象熱交換器の一覧を表 1 に，機能を表 2 に示す。

評価対象機器を型式，内部流体，材料でグループ化し，それぞれのグループから，重要度，運転状態，最高使用温度，最高使用圧力の観点から代表機器を選定し技術評価を行った後，代表以外の機器について評価を展開している。

本評価書は熱交換器の型式を基に以下の 2 章で構成されている。

1．U 字管式熱交換器
2．プレート式熱交換器

なお，非常用ディーゼル機関の潤滑油冷却器等は「機械設備の技術評価書」に含めて評価するものとし，本評価書には含めていない。

また，文書中の単位の記載は，原則として SI 単位系に基づくものとする。（圧力の単位は特に注記がない限りゲージ圧力を示す）

表１　評価対象機器一覧

型式	機器名称	容量 (熱交換量)	重要度[*1]
U 字管式 熱交換器	原子炉冷却材浄化系再生熱交換器	25.7 MW	PS-2
	原子炉冷却材浄化系非再生熱交換器	8.84 MW	PS-2
	グランド蒸気蒸発器	13.1 t/h[*2]	高[*3]
	給水加熱器	117～43.0 MW	高[*3]
	残留熱除去系熱交換器	53.0 MW	MS-1 重[*4]
	排ガス予熱器	0.122 MW	PS-2
	排ガス復水器	4.86 MW	PS-2
	窒素ガス貯蔵設備蒸発器	6,800 Nm^3/h[*2]	高[*3]
プレート式 熱交換器	代替燃料プール冷却系熱交換器[*5]	2.31 MW	重[*4]

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

*2：蒸発能力を示す

*3：最高使用温度が 95 ℃を超え，又は最高使用圧力が 1,900 kPa を超える環境下にある原子炉格納容器外の重要度クラス 3 の機器

*4：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器であることを示す

*5：新規に設置される機器

表２　評価対象機器の機能

機器名称	主な機能
原子炉冷却材浄化系再生熱交換器	熱効率向上のため，原子炉から取り出した高温の原子炉冷却材と，浄化した後に原子炉に戻す低温の原子炉冷却材を熱交換する。
原子炉冷却材浄化系非再生熱交換器	原子炉冷却材浄化系再生熱交換器で冷却された原子炉冷却材を，ろ過脱塩装置（樹脂）通水可能温度まで原子炉補機冷却水で冷却する。
グランド蒸気蒸発器	復水をタービン抽気蒸気で加熱し，タービン軸封用の蒸気を発生させる。
給水加熱器	熱効率向上のため，タービン抽気蒸気と給水（復水含む）を熱交換する。
残留熱除去系熱交換器	原子炉停止後もしくは，重大事故等が発生した際に，原子炉冷却材の冷却（崩壊熱の除去）や，格納容器スプレイ時にサプレッション・プール水の冷却を海水ポンプから送られた海水で熱交換する。
排ガス予熱器	復水器から抽出された空気（排ガス）を再結合させやすくするため，所内蒸気を用いて排ガス温度を高める。
排ガス復水器	再結合器を出た排ガスを，原子炉補機冷却水によって冷却し，凝縮ドレンを排出して湿分を除去する。
窒素ガス貯蔵設備蒸発器	通常運転中もしくは，冷却材喪失事故時に格納容器内の水素あるいは酸素濃度を，燃焼限界以下に維持するため，液体窒素貯蔵タンクから供給される液体窒素を蒸発気化させ，格納容器内に供給する。
代替燃料プール冷却系熱交換器	重大事故等が発生し，使用済燃料プールの冷却機能が喪失した場合においても，使用済燃料から発生する崩壊熱を冷却するため，使用済燃料プール水と海水を熱交換する。

1. U 字管式熱交換器

［対象 U 字管式熱交換器］

① 原子炉冷却材浄化系再生熱交換器
② 原子炉冷却材浄化系非再生熱交換器
③ グランド蒸気蒸発器
④ 給水加熱器
⑤ 残留熱除去系熱交換器
⑥ 排ガス予熱器
⑦ 排ガス復水器
⑧ 窒素ガス貯蔵設備蒸発器

目次

1. 対象機器及び代表機器の選定..... 1-1
1.1 グループ化の考え方及び結果..... 1-1
1.2 代表機器の選定..... 1-1
2. 代表機器の技術評価..... 1-4
2.1 構造，材料及び使用条件..... 1-4
2.1.1 原子炉冷却材浄化系再生熱交換器..... 1-4
2.1.2 原子炉冷却材浄化系非再生熱交換器..... 1-7
2.1.3 グランド蒸気蒸発器..... 1-10
2.1.4 給水加熱器..... 1-13
2.1.5 残留熱除去系熱交換器..... 1-22
2.1.6 排ガス予熱器..... 1-25
2.1.7 排ガス復水器..... 1-28
2.1.8 窒素ガス貯蔵設備蒸発器..... 1-31
2.2 経年劣化事象の抽出..... 1-34
2.2.1 機器の機能達成に必要な項目..... 1-34
2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出..... 1-34
2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象..... 1-35

1. 対象機器及び代表機器の選定

東海第二で使用しているU字管式熱交換器（曲管式熱交換器を含む）のうち，主要なU字管式熱交換器の主な仕様を表1-1に示す。

これらのU字管式熱交換器を内部流体及び材料の観点からグループ化し，それぞれのグループより以下のとおり代表機器を選定した。

1.1 グループ化の考え方及び結果

内部流体及び材料を分類基準とし，U 字管式熱交換器を表 1-1 に示すとおりグループ化する。

内部流体は，純水，冷却水，蒸気，海水，排ガス，窒素に分類される。

1.2 代表機器の選定

表1-1に分類するグループ毎に，重要度，運転状態，最高使用温度，最高使用圧力の観点から代表機器を選定する。

(1) 内部流体（管側：純水，胴側：純水）

このグループには，原子炉冷却材浄化系再生熱交換器のみが属するため，代表機器は原子炉冷却材浄化系再生熱交換器とする。

(2) 内部流体（管側：純水，胴側：冷却水）

このグループには，原子炉冷却材浄化系非再生熱交換器のみが属するため，代表機器は原子炉冷却材浄化系非再生熱交換器とする。

(3) 内部流体（管側：蒸気，胴側：純水）

このグループには，グランド蒸気蒸発器のみが属するため，代表機器はグランド蒸気蒸発器とする。

(4) 内部流体（管側：純水，胴側：蒸気）

このグループには，給水加熱器のみが属するため，代表機器は給水加熱器とする。

(5) 内部流体（管側：海水，胴側：純水）

このグループには，残留熱除去系熱交換器のみが属するため，代表機器は残留熱除去系熱交換器とする。

(6) 内部流体（管側：排ガス，胴側：蒸気）

このグループには，排ガス予熱器のみが属するため，代表機器は排ガス予熱器とする。

(7) 内部流体（管側：冷却水，胴側：排ガス）

このグループには，排ガス復水器のみが属するため，代表機器は排ガス復水器とする。

(8) 内部流体（管側：窒素，胴側：純水）

このグループには，窒素ガス貯蔵設備蒸発器のみが属するため，代表機器は窒素ガス貯蔵設備蒸発器とする。

表 1-1　U 字管式熱交換器のグループ化及び代表機器の選定

分類基準					機器名称	容量（熱交換量）	選定基準						選定	選定理由
型式	内部流体		材料				重要度[*1]	使用条件						
	管側	胴側	伝熱管	胴				運転状態	最高使用温度（℃）		最高使用圧力（MPa）			
									管側	胴側	管側	胴側		
U 字管式	純水	純水	ステンレス鋼	ステンレス鋼	原子炉冷却材浄化系再生熱交換器	25.7 MW	PS-2	連続	302	302	9.80	9.80	◎	
	純水	冷却水[*2]	ステンレス鋼	炭素鋼	原子炉冷却材浄化系非再生熱交換器	8.84 MW	PS-2	連続	302	188	9.79	0.86	◎	
	蒸気	純水	ステンレス鋼	炭素鋼	グランド蒸気蒸発器	13.1 t/h[*3]	高[*4]	連続	233	233	1.04	1.04	◎	
	純水	蒸気	ステンレス鋼	低合金鋼 炭素鋼	給水加熱器	117 MW～ 43.0 MW	高[*4]	連続	233～ 205	235～ 149	12.93～ 6.14	2.97～ 0.35	◎	
	海水	純水	銅合金	炭素鋼	残留熱除去系熱交換器	53.0 MW	MS-1 重[*5]	一時	249	249	3.45	3.45	◎	
	排ガス	蒸気	ステンレス鋼	ステンレス鋼	排ガス予熱器	0.122 MW	PS-2	連続	205	205	2.42	1.03	◎	
	冷却水[*2]	排ガス	ステンレス鋼	低合金鋼	排ガス復水器	4.86 MW	PS-2	連続	538	538	0.86	2.41	◎	
	窒素	純水	ステンレス鋼	炭素鋼	窒素ガス貯蔵設備蒸発器	6,800 Nm^3/h[*3]	高[*4]	一時	100	100	1.81	大気圧	◎	

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す
*2：冷却水（防錆剤入り純水）
*3：蒸発能力を示す
*4：最高使用温度が 95 ℃を超え，又は最高使用圧力が 1,900 kPa を超える環境下にある原子炉格納容器外の重要度クラス 3 の機器
*5：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器であることを示す

2. 代表機器の技術評価

本章では1章で代表機器とした以下の熱交換器について技術評価を実施する。

① 原子炉冷却材浄化系再生熱交換器
② 原子炉冷却材浄化系非再生熱交換器
③ グランド蒸気蒸発器
④ 給水加熱器
⑤ 残留熱除去系熱交換器
⑥ 排ガス予熱器
⑦ 排ガス復水器
⑧ 窒素ガス貯蔵設備蒸発器

2.1 構造，材料及び使用条件

2.1.1 原子炉冷却材浄化系再生熱交換器

(1) 構造

東海第二の原子炉冷却材浄化系再生熱交換器は，熱交換量25.7 MWの横型U字管式熱交換器であり，1基（3胴）設置されている。

原子炉冷却材浄化系再生熱交換器は，熱交換機能を有する伝熱管に高温側純水を送水するための管側構成品，管側と胴側を分離するための管板，伝熱管を介して高温側純水を冷却する低温側純水が流れる胴側構成品,機器を支持するための支持脚，取付ボルト，基礎ボルトから構成される。

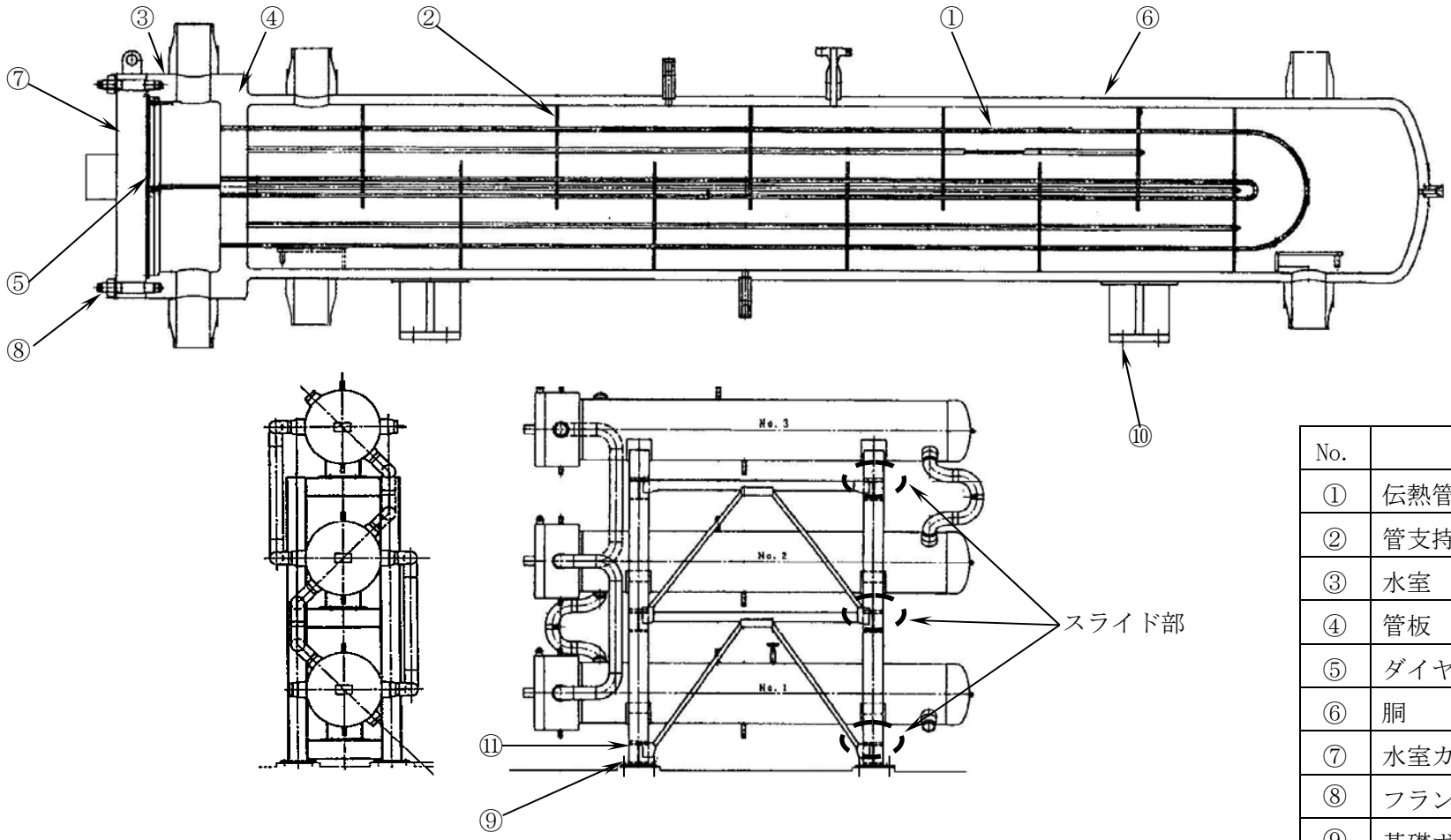
原子炉冷却材浄化系再生熱交換器については，プラント運転中に胴側，管側とも高温の純水と接しており，応力腐食割れ発生の可能性があったことから，第17回定期検査（1999～2000年度）で，鋭敏化特性に優れた低炭素系のステンレス鋼の熱交換器に取替を実施している。

また，水室とダイヤフラムは，リークポテンシャルを低減するため，溶接で取付けられている。

東海第二の原子炉冷却材浄化系再生熱交換器の構造図を図2.1-1に示す。

(2) 材料及び使用条件

東海第二の原子炉冷却材浄化系再生熱交換器主要部位の使用材料を表2.1-1に，使用条件を表2.1-2に示す。



No.	部位
①	伝熱管
②	管支持板
③	水室
④	管板
⑤	ダイヤフラム
⑥	胴
⑦	水室カバー
⑧	フランジボルト
⑨	基礎ボルト
⑩	取付ボルト
⑪	支持脚

図 2.1-1　原子炉冷却材浄化系再生熱交換器構造図

表 2.1-1　原子炉冷却材浄化系再生熱交換器主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
伝熱性能の確保	エネルギー伝達	伝熱管	ステンレス鋼
	伝熱管支持	管支持板	ステンレス鋼
バウンダリの維持	耐圧	水室	ステンレス鋼
		管板	ステンレス鋼
		ダイヤフラム	ステンレス鋼
		胴	ステンレス鋼
		水室カバー	炭素鋼
		フランジボルト	低合金鋼
機器の支持	支持	基礎ボルト	炭素鋼
		取付ボルト	炭素鋼
		支持脚	炭素鋼

表 2.1-2　原子炉冷却材浄化系再生熱交換器の使用条件

	管側	胴側
最高使用温度	302 ℃	302 ℃
最高使用圧力	9.80 MPa	9.80 MPa
容量（熱交換量）	25.7 MW	
内部流体	純水	純水

2.1.2 原子炉冷却材浄化系非再生熱交換器

(1) 構造

東海第二の原子炉冷却材浄化系非再生熱交換器は，熱交換量 8.84 MW の横型 U 字管式熱交換器であり，1 基(2 胴)設置されている。

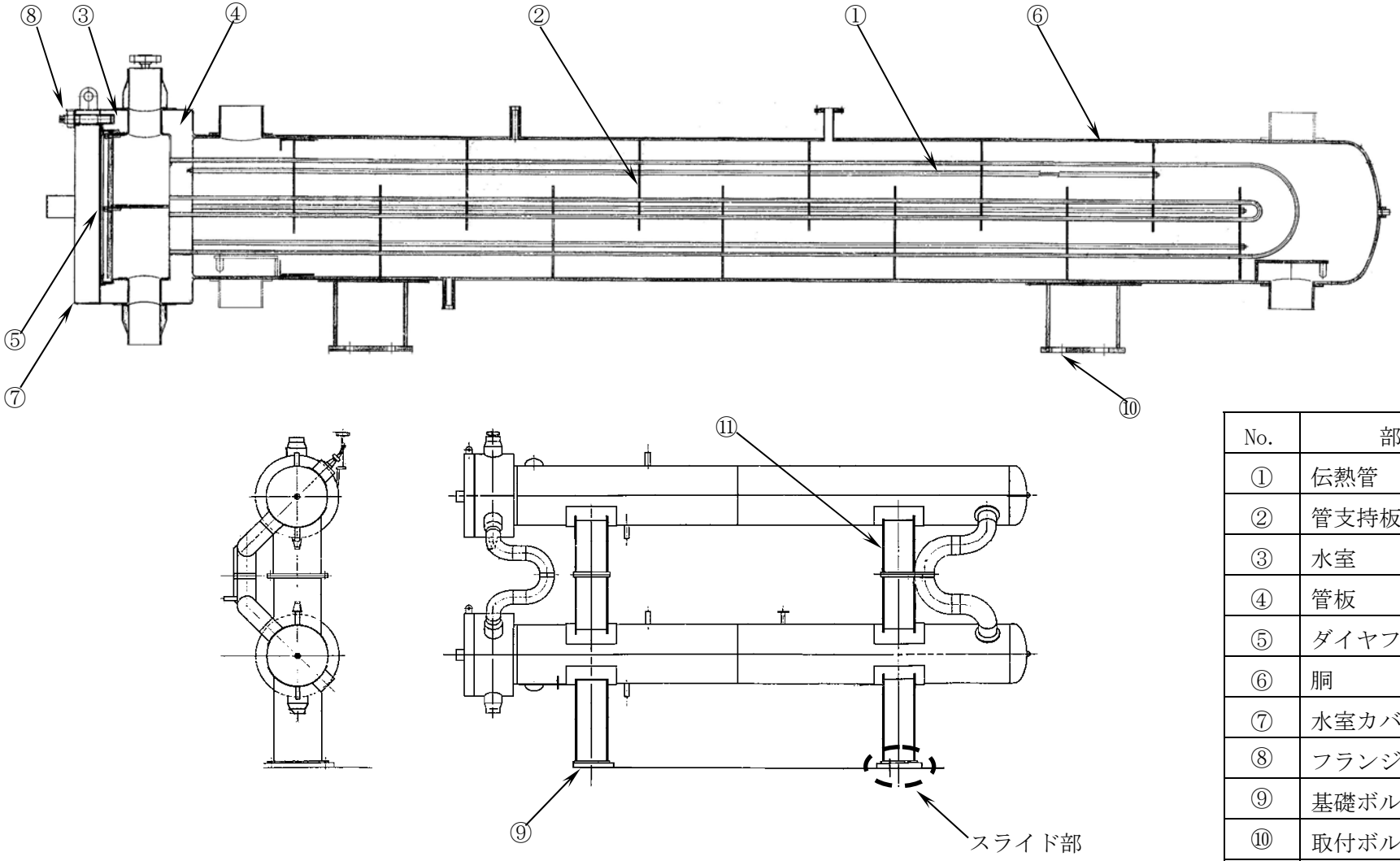
本熱交換器は，熱交換機能を有する伝熱管に高温側純水を送水するための管側構成品，管側と胴側を分離するための管板，伝熱管を介して高温側純水を冷却する冷却水（防錆剤入り純水）が流れる胴側構成品，機器を支持するための支持脚，基礎ボルトから構成される。

また，水室とダイヤフラムは，リークポテンシャルを低減するため，溶接で取付けられている。

東海第二の原子炉冷却材浄化系非再生熱交換器の構造図を図 2.1-2 に示す。

(2) 材料及び使用条件

東海第二の原子炉冷却材浄化系非再生熱交換器主要部位の使用材料を表 2.1-3 に，使用条件を表 2.1-4 に示す。



No.	部位
①	伝熱管
②	管支持板
③	水室
④	管板
⑤	ダイヤフラム
⑥	胴
⑦	水室カバー
⑧	フランジボルト
⑨	基礎ボルト
⑩	取付ボルト
⑪	支持脚

図 2.1-2　原子炉冷却材浄化系非再生熱交換器構造図

表 2.1-3　原子炉冷却材浄化系非再生熱交換器主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
伝熱性能の確保	エネルギー伝達	伝熱管	ステンレス鋼
	伝熱管支持	管支持板	炭素鋼
バウンダリの維持	耐圧	水室	炭素鋼（ステンレスクラッド）
		管板	炭素鋼（ステンレスクラッド）
		ダイヤフラム	ステンレス鋼
		胴	炭素鋼
		水室カバー	炭素鋼
		フランジボルト	低合金鋼
機器の支持	支持	基礎ボルト	炭素鋼
		取付ボルト	低合金鋼
		支持脚	炭素鋼

表 2.1-4　原子炉冷却材浄化系非再生熱交換器の使用条件

	管側	胴側
最高使用温度	302 ℃	188 ℃
最高使用圧力	9.79 MPa	0.86 MPa
容量（熱交換量）	8.84 MW	
内部流体	純水	冷却水 （防錆剤入り純水）

2.1.3 グランド蒸気蒸発器

(1) 構造

東海第二のグランド蒸気蒸発器は，蒸発能力 13.1 t/h の横型 U 字管式熱交換器であり，1 基設置されている。

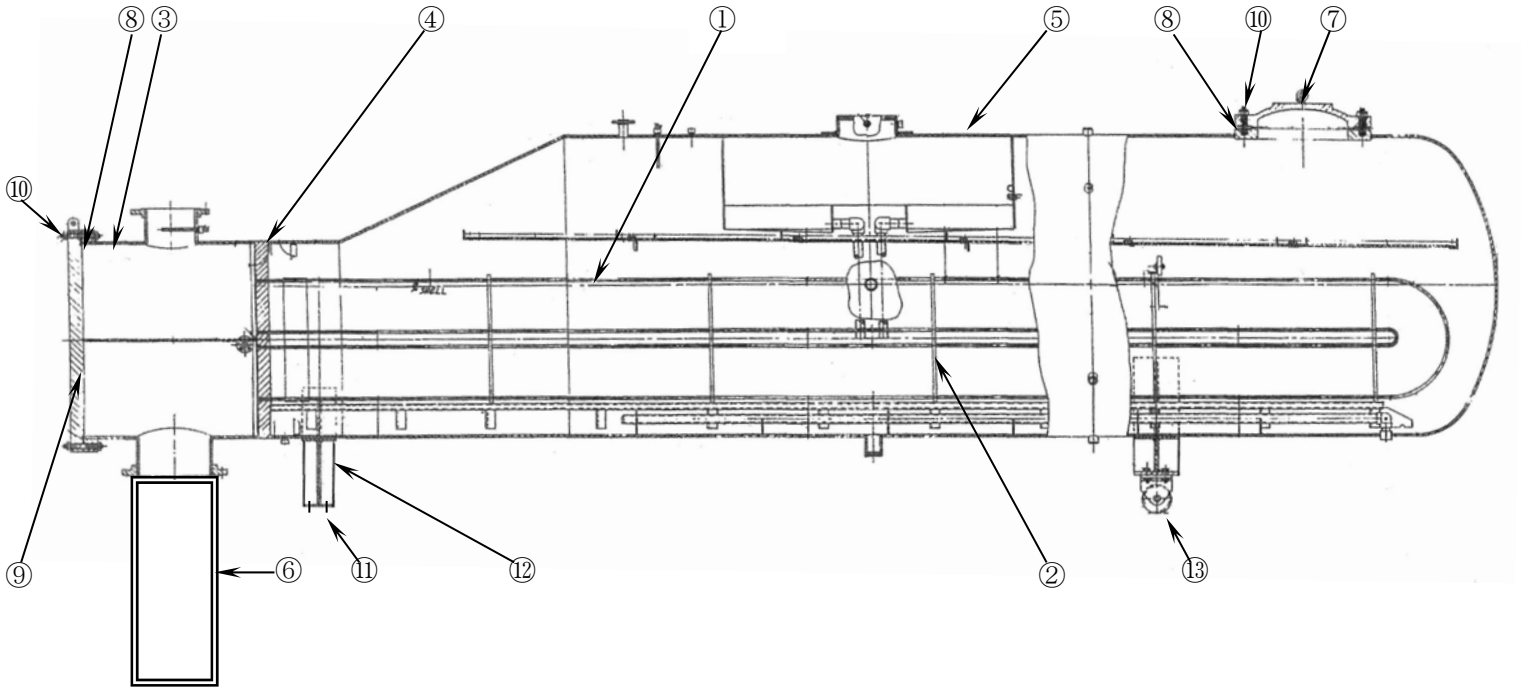
本熱交換器は，熱交換機能を有する伝熱管に蒸気を送るための管側構成品，管側と胴側を分離するための管板，伝熱管を介して蒸気を発生する純水が流れる胴側構成品，機器を支持するための支持脚，取付ボルトから構成される。

なお，伝熱管，水室，管板は，フランジボルトを取外すことにより，点検手入れが可能である。

東海第二のグランド蒸気蒸発器の構造図を図 2.1-3 に示す。

(2) 材料及び使用条件

東海第二のグランド蒸気蒸発器主要部位の使用材料を表 2.1-5 に，使用条件を表 2.1-6 に示す。



No.	部位
①	伝熱管
②	管支持板
③	水室
④	管板
⑤	胴
⑥	ドレンタンク
⑦	マンホール蓋
⑧	ガスケット
⑨	水室カバー
⑩	フランジボルト
⑪	取付ボルト
⑫	支持脚
⑬	台車

図 2.1-3 グランド蒸気蒸発器構造図

表 2.1-5　グランド蒸気蒸発器主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
伝熱性能の確保	エネルギー伝達	伝熱管	ステンレス鋼
	伝熱管支持	管支持板	炭素鋼
バウンダリの維持	耐圧	水室	炭素鋼
		管板	炭素鋼（ステンレスクラッド）
		胴	炭素鋼
		ドレンタンク	炭素鋼
		マンホール蓋	炭素鋼
		ガスケット	（消耗品）
		水室カバー	炭素鋼
		フランジボルト	低合金鋼
機器の支持	支持	取付ボルト	炭素鋼
		支持脚	炭素鋼
		台車	炭素鋼

表 2.1-6　グランド蒸気蒸発器の使用条件

	管側	胴側
最高使用温度	233 ℃	233 ℃
最高使用圧力	1.04 MPa	1.04 MPa
容量（蒸発能力）	13.1 t/h	
内部流体	蒸気	純水

2.1.4 給水加熱器

(1) 構造

東海第二の給水加熱器は，熱交換量 117 MW～43.0 MW の横型 U 字管式熱交換器であり，18 基設置されている。

給水加熱器は，熱交換機能を有する伝熱管に純水を送水するための管側構成品，管側と胴側を分離するための管板，伝熱管を介して純水を加熱するタービン抽気蒸気が流れる胴側構成品，機器を支持するための支持脚，基礎ボルト等から構成される。

以下に示す給水加熱器については，胴側の内部流体である抽気蒸気により炭素鋼の胴に流れ加速型腐食による減肉の進行が確認されたことから，耐食性のある低合金鋼の胴（長胴部）に取替を行っている。

・1984 年度（第 6 回定期検査）　：第 3 給水加熱器 2 基胴（長胴部）取替
・1986 年度（第 7 回定期検査）　：第 3 給水加熱器 1 基胴（長胴部）取替
　　第 5 給水加熱器 3 基胴（長胴部）取替

また，第 4 給水加熱器については，炭素鋼の管支持板に減肉の進行，第 6 給水加熱器については，炭素鋼の胴板に減肉の進行が確認されたため，それぞれ耐食性に優れた給水加熱器への取替を実施した。

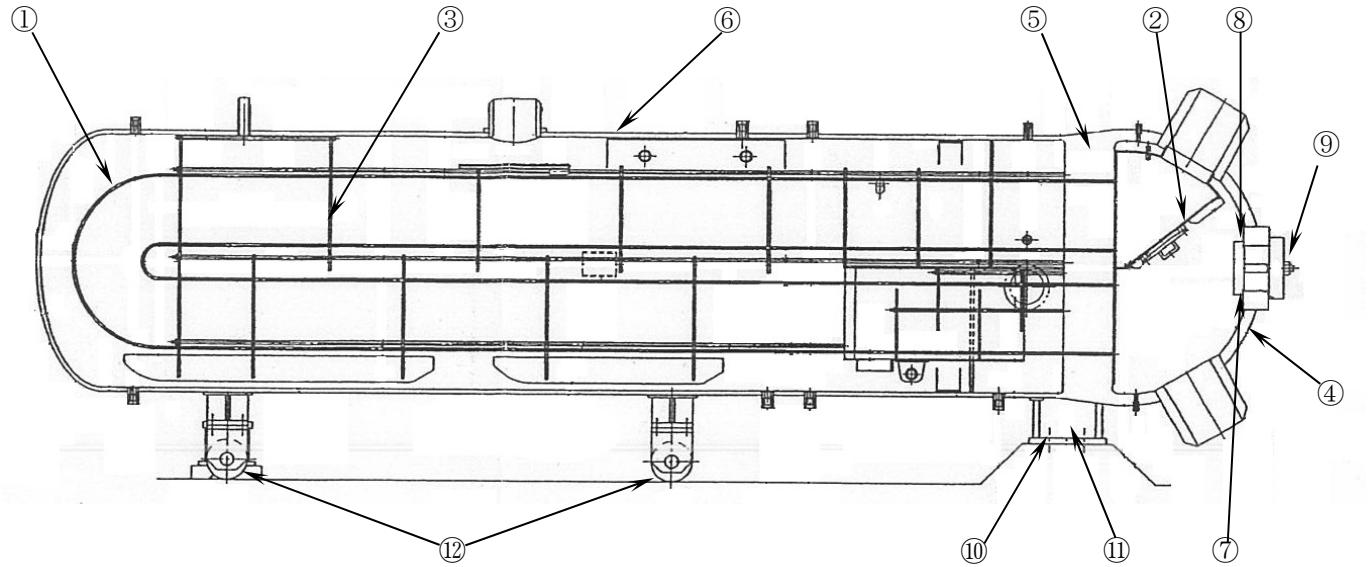
・2003 年度（第 20 回定期検査）　：第 4 給水加熱器取替
・2009 年度（第 24 回定期検査）　：第 6 給水加熱器取替

なお，伝熱管，水室，管板は，ボルトを取外すことにより，点検手入れが可能である。

東海第二の給水加熱器主要部位の構造図を図 2.1-4(a)～(f)に示す。

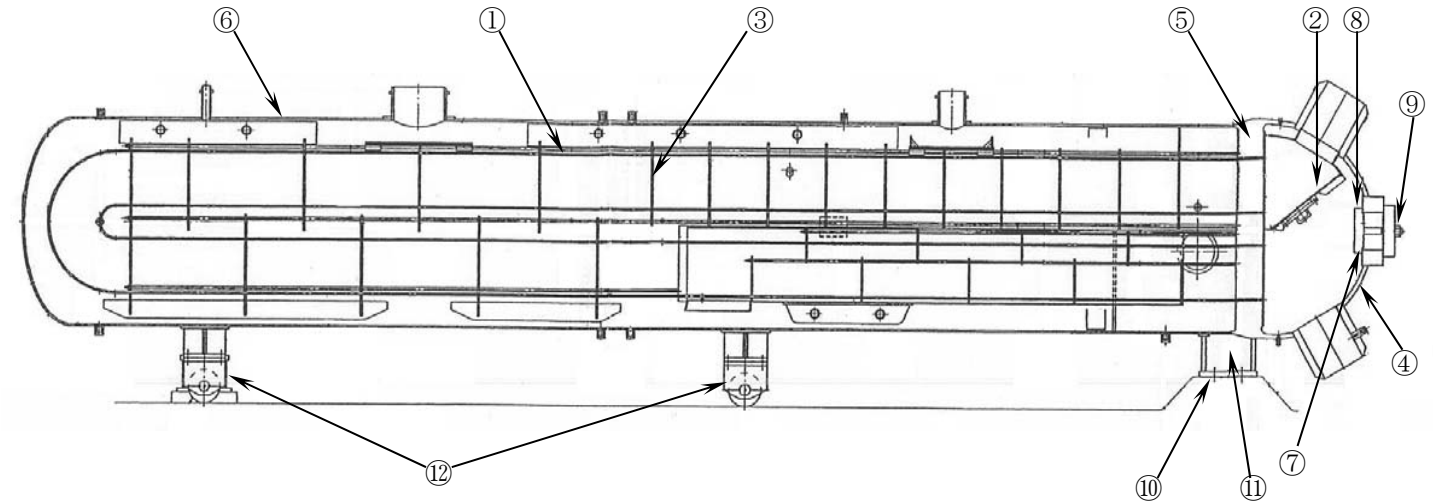
(2) 材料及び使用条件

東海第二の給水加熱器主要部位の使用材料を表 2.1-7 に，使用条件を表 2.1-8 に示す。



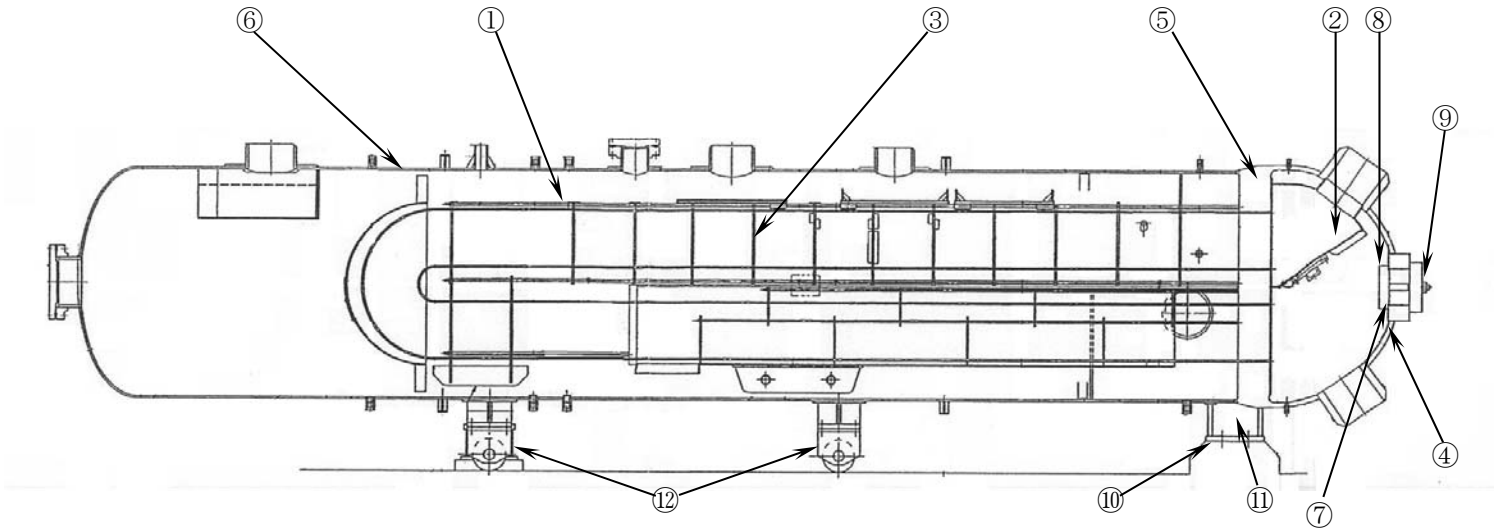
No.	部位
①	伝熱管
②	仕切板
③	管支持板
④	水室
⑤	管板
⑥	胴
⑦	ガスケット
⑧	マンホール蓋
⑨	フランジボルト
⑩	基礎ボルト
⑪	支持脚
⑫	台車

図 2.1-4(a)　第 1 給水加熱器構造図



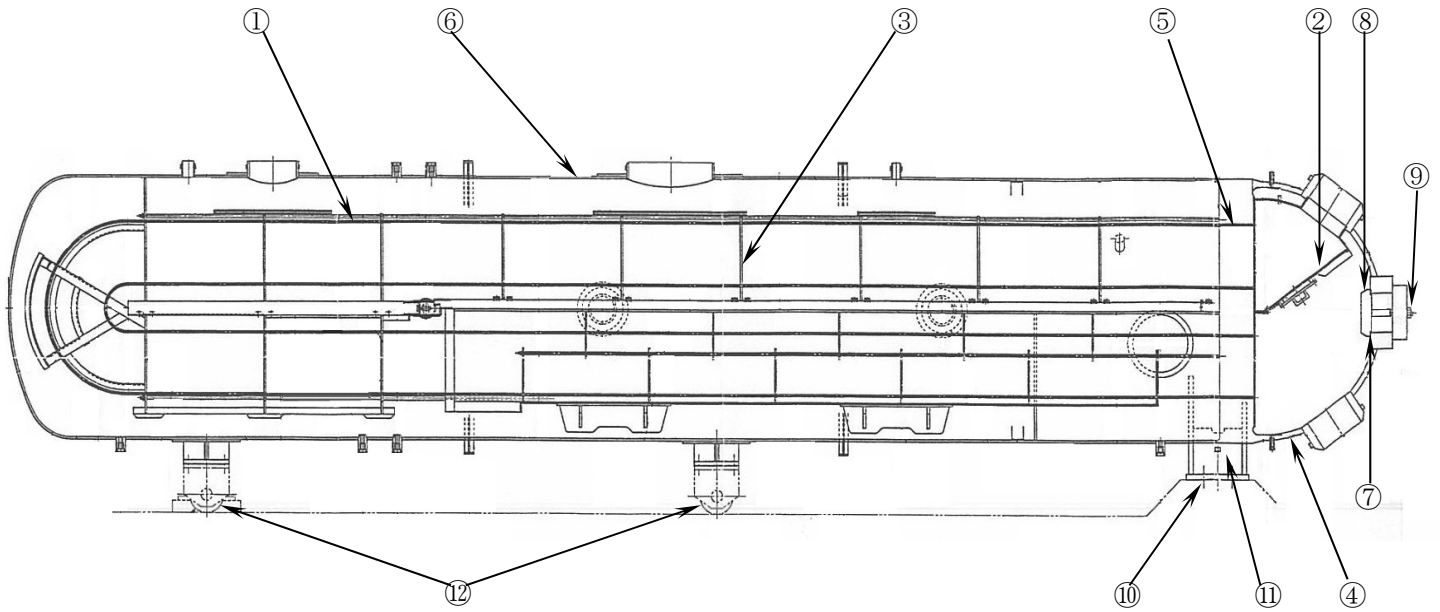
No.	部位
①	伝熱管
②	仕切板
③	管支持板
④	水室
⑤	管板
⑥	胴
⑦	ガスケット
⑧	マンホール蓋
⑨	フランジボルト
⑩	基礎ボルト
⑪	支持脚
⑫	台車

図 2.1-4(b)　第 2 給水加熱器構造図



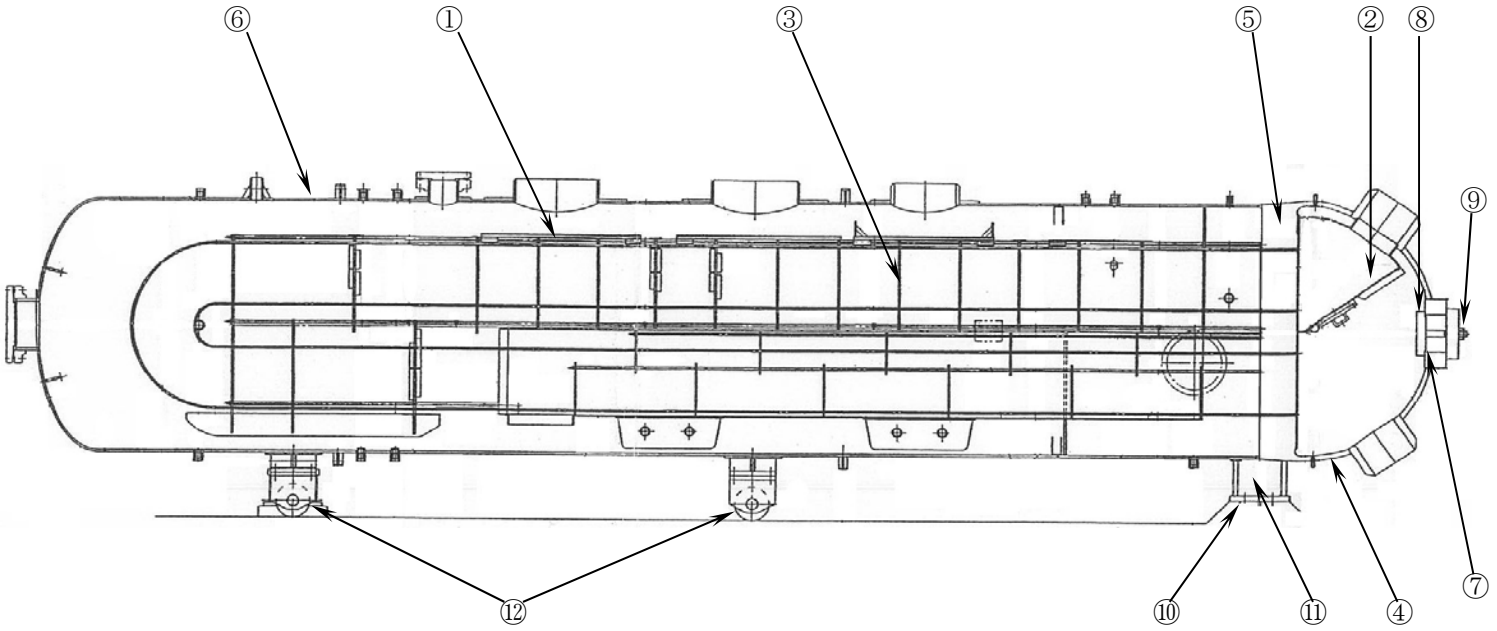
No.	部位
①	伝熱管
②	仕切板
③	管支持板
④	水室
⑤	管板
⑥	胴
⑦	ガスケット
⑧	マンホール蓋
⑨	フランジボルト
⑩	基礎ボルト
⑪	支持脚
⑫	台車

図 2.1-4(c)　第 3 給水加熱器構造図



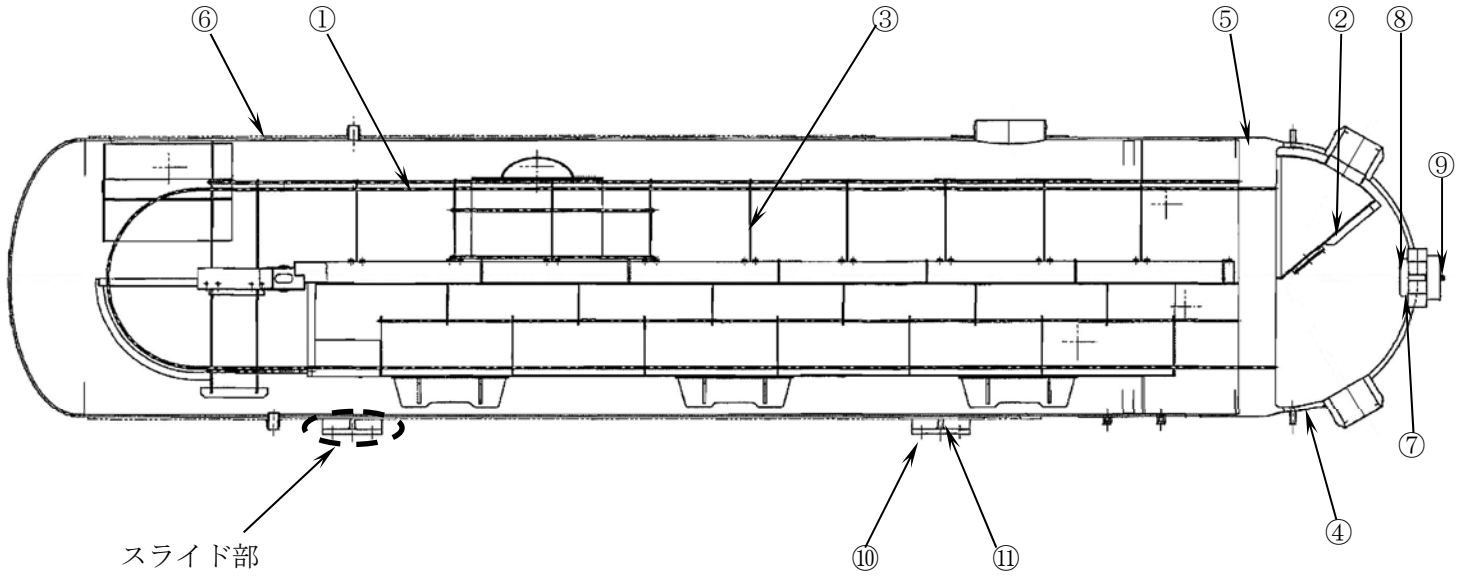
No.	部位
①	伝熱管
②	仕切板
③	管支持板
④	水室
⑤	管板
⑥	胴
⑦	ガスケット
⑧	マンホール蓋
⑨	フランジボルト
⑩	基礎ボルト
⑪	支持脚
⑫	台車

図 2.1-4(d)　第 4 給水加熱器構造図



No.	部位
①	伝熱管
②	仕切板
③	管支持板
④	水室
⑤	管板
⑥	胴
⑦	ガスケット
⑧	マンホール蓋
⑨	フランジボルト
⑩	基礎ボルト
⑪	支持脚
⑫	台車

図 2.1-4(e)　第 5 給水加熱器構造図



No.	部位
①	伝熱管
②	仕切板
③	管支持板
④	水室
⑤	管板
⑥	胴
⑦	ガスケット
⑧	マンホール蓋
⑨	フランジボルト
⑩	取付ボルト
⑪	支持脚

図 2.1-4(f)　第 6 給水加熱器構造図

表 2.1-7　給水加熱器主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料					
			第 1	第 2	第 3	第 4	第 5	第 6
伝熱性能の確保	エネルギー伝達	伝熱管	ステンレス鋼	ステンレス鋼	ステンレス鋼	ステンレス鋼	ステンレス鋼	ステンレス鋼
		仕切板	炭素鋼	炭素鋼	炭素鋼	炭素鋼	炭素鋼	炭素鋼
	伝熱管支持	管支持板	炭素鋼	炭素鋼	炭素鋼	低合金鋼	炭素鋼	低合金鋼
バウンダリの維持	耐圧	水室	炭素鋼	炭素鋼	炭素鋼	炭素鋼	炭素鋼	炭素鋼
		管板	炭素鋼（ステンレスクラッド）	炭素鋼（ステンレスクラッド）	炭素鋼（ステンレスクラッド）	炭素鋼（ステンレスクラッド）	炭素鋼（ステンレスクラッド）	炭素鋼
		胴	炭素鋼	炭素鋼	炭素鋼, 低合金鋼	低合金鋼	炭素鋼, 低合金鋼	低合金鋼
		ガスケット	（消耗品）					
		マンホール蓋	炭素鋼	炭素鋼	炭素鋼	炭素鋼	炭素鋼	炭素鋼
		フランジボルト	低合金鋼	低合金鋼	低合金鋼	低合金鋼	低合金鋼	低合金鋼
機器の支持	支持	基礎ボルト	炭素鋼	炭素鋼	炭素鋼	炭素鋼	炭素鋼	－
		取付ボルト	－	－	－	－	－	低合金鋼
		支持脚	炭素鋼	炭素鋼	炭素鋼	低合金鋼	炭素鋼	低合金鋼
		台車	炭素鋼	炭素鋼	炭素鋼	炭素鋼	炭素鋼	－

表 2.1-8　給水加熱器の使用条件

	第 1		第 2		第 3		第 4		第 5		第 6	
	管側	胴側	管側	胴側	管側	胴側	管側	胴側	管側	胴側	管側	胴側
最高使用温度	233 ℃	235 ℃	205 ℃	210 ℃	205 ℃	172 ℃	205 ℃	155 ℃	205 ℃	149 ℃	205 ℃	149 ℃
最高使用圧力	12.93 MPa	2.97 MPa	6.14 MPa	1.81 MPa	6.14 MPa	0.70 MPa	6.14 MPa	0.42 MPa	6.14 MPa	0.35 MPa	6.14 MPa	0.35 MPa
容量 (熱交換量)	66.3 MW		117 MW		43.0 MW		71.9 MW		67.5 MW		91.5 MW	
内部流体	純水	蒸気, ドレン	純水	蒸気, ドレン	純水	蒸気, ドレン	純水	蒸気, ドレン	純水	蒸気, ドレン	純水	蒸気, ドレン

2.1.5 残留熱除去系熱交換器

(1) 構造

東海第二の残留熱除去系熱交換器は，熱交換量 53.0 MW の縦型 U 字管式熱交換器であり，2 基設置されている。

残留熱除去系熱交換器は，熱交換機能を有する伝熱管に海水を送るための管側構成品，管側と胴側を分離するための管板，伝熱管を介して冷却される純水が流れる胴側構成品，機器を支持するための取付ボルト，ラグ，架台，基礎ボルトから構成される。

また，伝熱管，水室，管板は，水室を取外すことにより，点検手入れが可能である。

東海第二の残留熱除去系熱交換器の構造図を図 2.1-5 に示す。

(2) 材料及び使用条件

東海第二の残留熱除去系熱交換器主要部位の使用材料を表 2.1-9 に，使用条件を表 2.1-10 に示す。

No.	部位
①	伝熱管
②	管支持板
③	水室
④	管板
⑤	胴
⑥	ガスケット
⑦	フランジボルト
⑧	取付ボルト
⑨	ラグ
⑩	架台
⑪	基礎ボルト

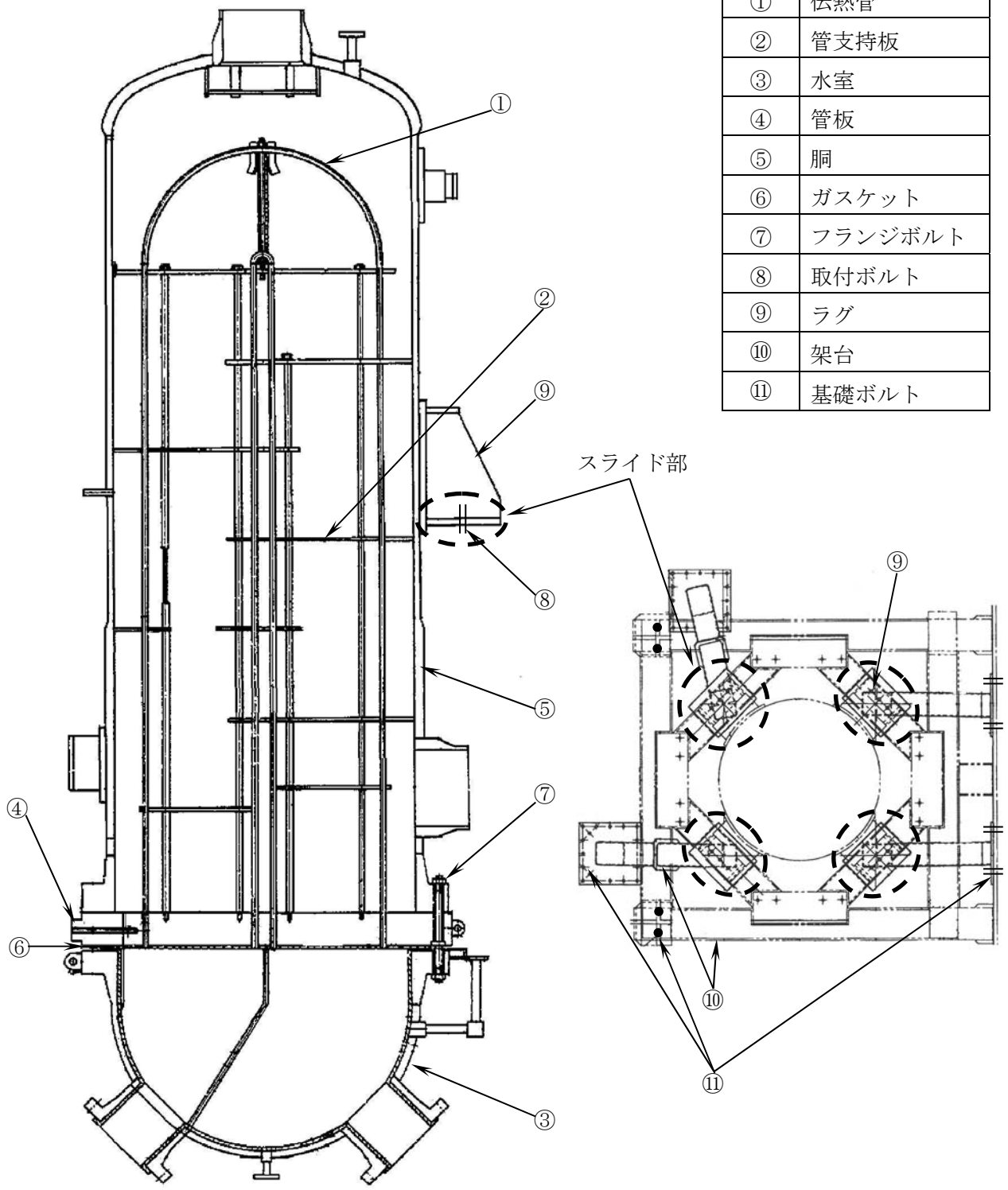


図 2.1-5 残留熱除去系熱交換器構造図

表 2.1-9　残留熱除去系熱交換器主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
伝熱性能の確保	エネルギー伝達	伝熱管	銅合金
	伝熱管支持	管支持板	ステンレス鋼
バウンダリの維持	耐圧	水室	炭素鋼（モネルクラッド）
		管板	炭素鋼（モネルクラッド）
		胴	炭素鋼
		ガスケット	（消耗品）
		フランジボルト	低合金鋼
機器の支持	支持	取付ボルト	低合金鋼
		ラグ	炭素鋼
		架台	炭素鋼
		基礎ボルト	炭素鋼，低合金鋼，樹脂

表 2.1-10　残留熱除去系熱交換器の使用条件

	管側	胴側
最高使用温度	249 ℃	249 ℃
最高使用圧力	3.45 MPa	3.45 MPa
容量（熱交換量）	53.0 MW	
内部流体	海水	純水

2.1.6 排ガス予熱器

(1) 構造

東海第二の排ガス予熱器は，熱交換量 0.122 MW の横置 U 字管式熱交換器であり，2 基設置されている。

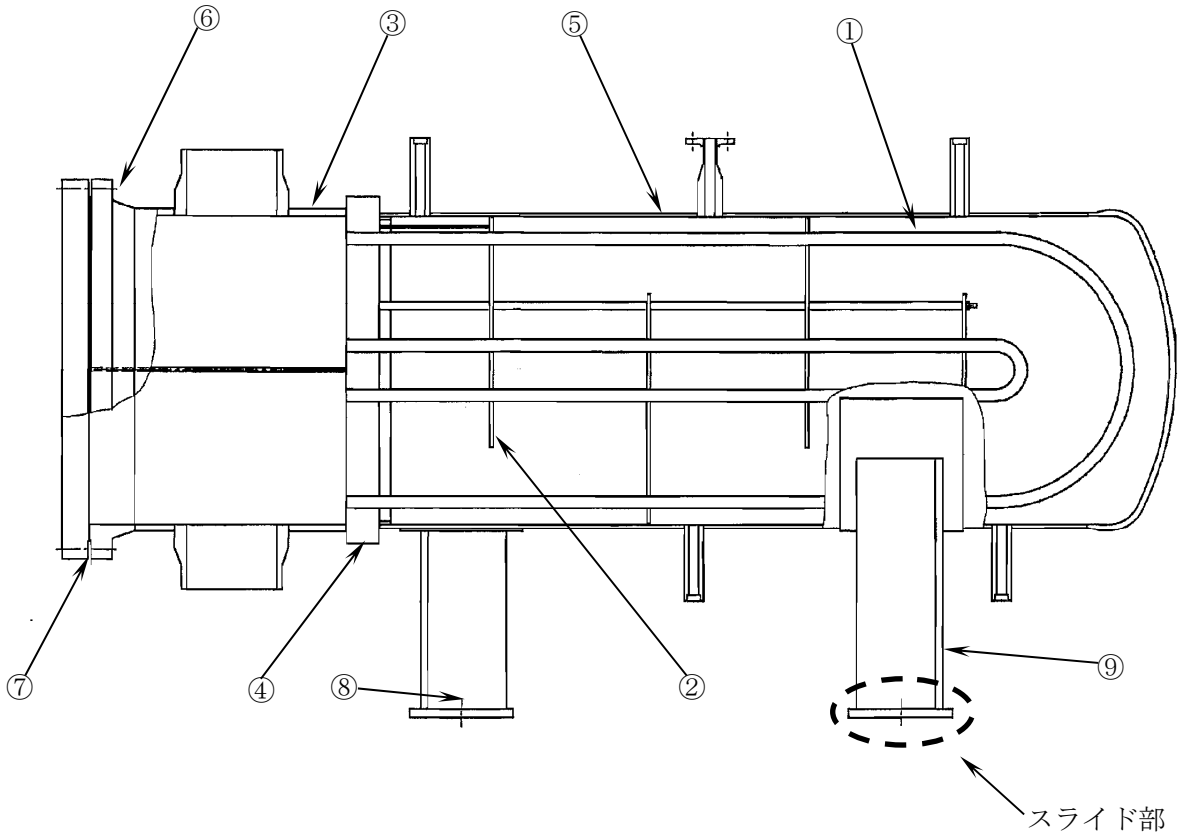
排ガス予熱器は，熱交換機能を有する伝熱管に排ガスを送るための管側構成品，管側と胴側を分離するための管板，伝熱管を介して排ガスを加熱する蒸気が流れる胴側構成品，機器を支持するための支持脚，基礎ボルトから構成される。

東海第二の排ガス予熱器の構造図を図 2.1-6 に示す。

排ガス予熱器については，プラント運転中に高温の蒸気と接しており，応力腐食割れ発生の可能性があったことから，第 23 回定期検査（2008 年度）で，鋭敏化特性に優れた低炭素系のステンレス鋼の熱交換器に取替を実施している。

(2) 材料及び使用条件

東海第二の排ガス予熱器主要部位の使用材料を表 2.1-11 に，使用条件を表 2.1-12 に示す。



No.	部位
①	伝熱管
②	管支持板
③	水室
④	管板
⑤	胴
⑥	フランジボルト
⑦	ガスケット
⑧	基礎ボルト
⑨	支持脚

図 2.1-6 排ガス予熱器構造図

表 2.1-11　排ガス予熱器主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
伝熱性能の確保	エネルギー伝達	伝熱管	ステンレス鋼
	伝熱管支持	管支持板	ステンレス鋼
バウンダリの維持	耐圧	水室	ステンレス鋼
		管板	ステンレス鋼
		胴	ステンレス鋼
		フランジボルト	低合金鋼
		ガスケット	（消耗品）
機器の支持	支持	基礎ボルト	炭素鋼
		支持脚	炭素鋼

表 2.1-12　排ガス予熱器の使用条件

	管側	胴側
最高使用温度	205 ℃	205 ℃
最高使用圧力	2.42 MPa	1.03 MPa
容量（熱交換量）	0.122 MW	
内部流体	排ガス	蒸気

2.1.7 排ガス復水器

(1) 構造

東海第二の排ガス復水器は，熱交換量 4.86 MW の横置 U 字管式熱交換器であり，2 基設置されている。

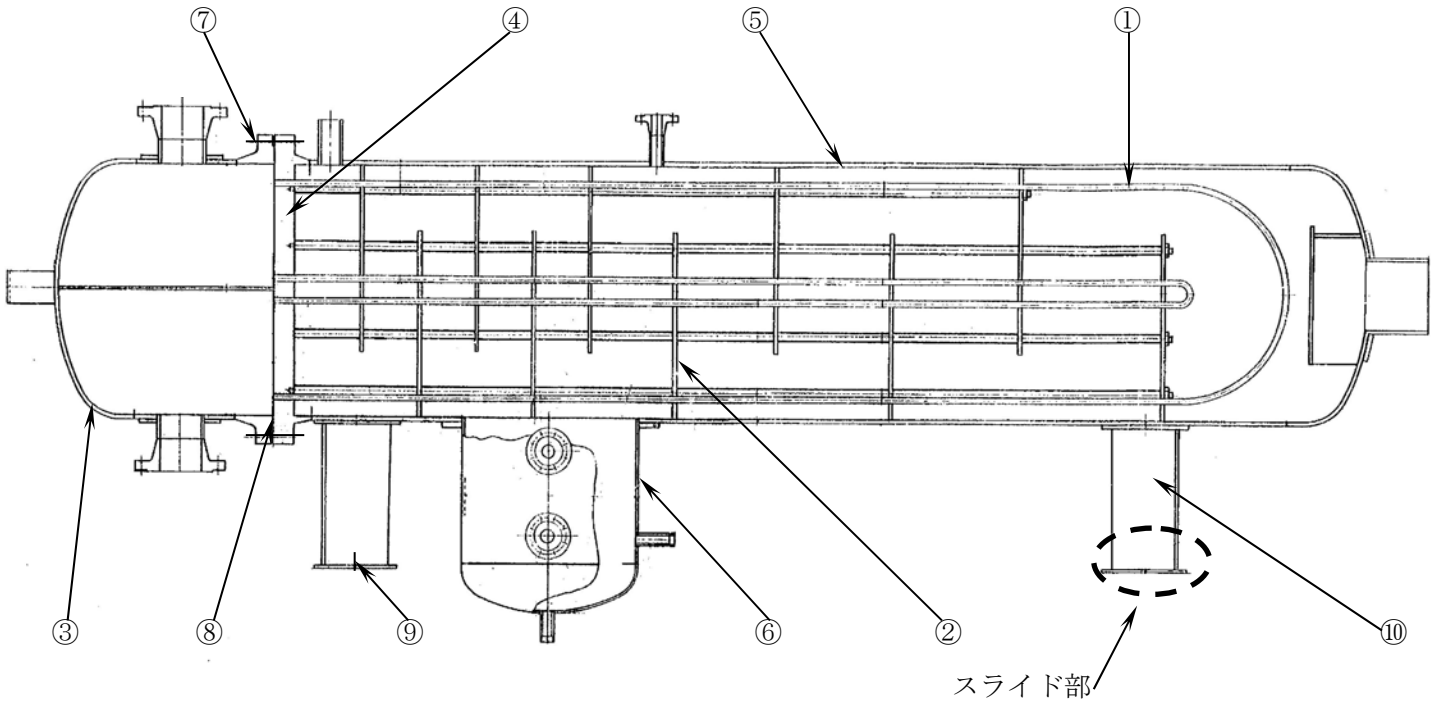
排ガス復水器は，熱交換機能を有する伝熱管に冷却水を送るための管側構成品，管側と胴側を分離するための管板，伝熱管を介して冷却される排ガスが流れる胴側構成品，機器を支持するための支持脚，基礎ボルトから構成される。

また，伝熱管，水室及び管板は，フランジボルトを取り外すことにより，点検手入れが可能である。

東海第二の排ガス復水器の構造図を図 2.1-7 に示す。

(2) 材料及び使用条件

東海第二の排ガス復水器主要部位の使用材料を表 2.1-13 に，使用条件を表 2.1-14 に示す。



No.	部位
①	伝熱管
②	管支持板
③	水室
④	管板
⑤	胴
⑥	ドレンタンク
⑦	フランジボルト
⑧	ガスケット
⑨	基礎ボルト
⑩	支持脚

図 2.1-7　排ガス復水器構造図

表 2.1-13　排ガス復水器主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
伝熱性能の確保	エネルギー伝達	伝熱管	ステンレス鋼
	伝熱管支持	管支持板	ステンレス鋼
バウンダリの維持	耐圧	水室	低合金鋼
		管板	ステンレス鋼
		胴	低合金鋼
		ドレンタンク	低合金鋼
		フランジボルト	低合金鋼
		ガスケット	（消耗品）
機器の支持	支持	基礎ボルト	炭素鋼
		支持脚	低合金鋼

表 2.1-14　排ガス復水器の使用条件

	管側	胴側
最高使用温度	538 ℃	538 ℃
最高使用圧力	0.86 MPa	2.41 MPa
容量（熱交換量）	4.86 MW	
内部流体	冷却水 （防錆剤入り純水）	排ガス

2.1.8 窒素ガス貯蔵設備蒸発器

(1) 構造

東海第二の窒素ガス貯蔵設備蒸発器は，蒸発能力 6,800 Nm^3/h の縦型曲管式熱交換器であり，1 基設置されている。

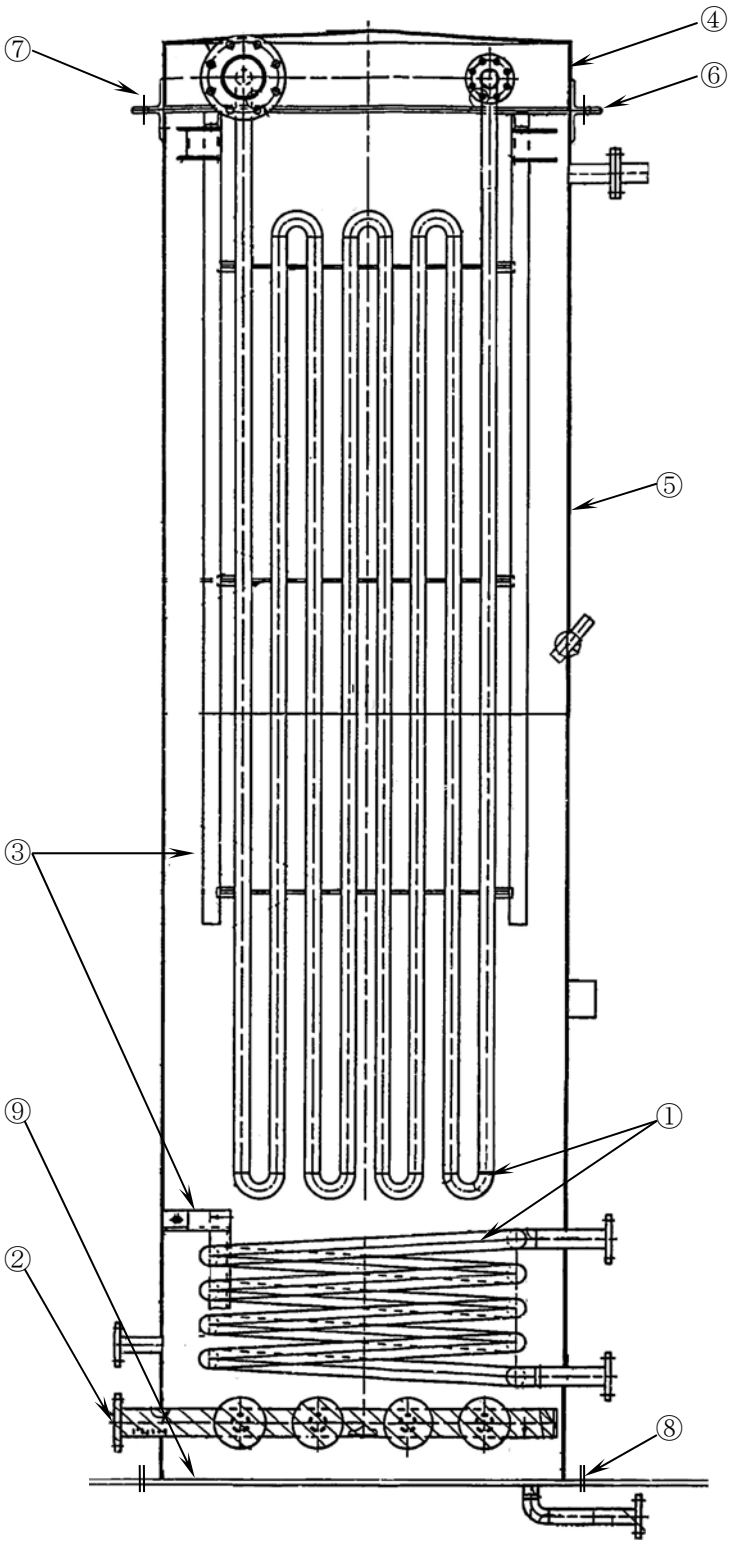
窒素ガス貯蔵設備蒸発器は，窒素ガス貯蔵設備内の内圧を使用に応じた圧力に保ち，熱交換機能を有する伝熱管に窒素を送るための管側構成品，伝熱管を介して窒素を加熱する純水を保持する胴側構成品，純水を加熱するための蒸気管，機器を支持するための基礎ボルト，ベースプレートから構成される。

また，伝熱管，上蓋は，フランジボルトを取り外すことにより，点検及び手入れが可能である。

東海第二の窒素ガス貯蔵設備蒸発器の構造図を図 2.1-8 に示す。

(2) 材料及び使用条件

東海第二の窒素ガス貯蔵設備蒸発器主要部位の使用材料を表 2.1-15 に，使用条件を表 2.1-16 に示す。



No.	部位
①	伝熱管
②	蒸気管
③	管支持板
④	上蓋
⑤	胴
⑥	ガスケット
⑦	フランジボルト
⑧	基礎ボルト
⑨	ベースプレート

図 2.1-8　窒素ガス貯蔵設備蒸発器構造図

表 2.1-15　窒素ガス貯蔵設備蒸発器主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
伝熱性能の確保	エネルギー伝達	伝熱管	ステンレス鋼
		蒸気管	ステンレス鋼
	伝熱管支持	管支持板	ステンレス鋼
バウンダリの維持	耐圧	上蓋	炭素鋼
		胴	炭素鋼
		ガスケット	（消耗品）
		フランジボルト	炭素鋼
機器の支持	支持	基礎ボルト	炭素鋼
		ベースプレート	炭素鋼

表 2.1-16　窒素ガス貯蔵設備蒸発器の使用条件

	管側	胴側
最高使用温度	100 ℃	100 ℃
最高使用圧力	1.81 MPa	大気圧
容量（蒸発能力）	6,800 Nm^3/h	
内部流体	窒素	純水

2.2 経年劣化事象の抽出

2.2.1 機器の機能達成に必要な項目

U 字管式熱交換器の機能（熱除去及び加熱）の達成に必要な項目は，以下のとおり。

(1) 伝熱性能の確保

(2) バウンダリの維持

(3) 機器の支持

2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

(1) 想定される経年劣化事象の抽出

U 字管式熱交換器について，機能達成に必要な項目を考慮して主要な部位に展開した上で，個々の部位の材料，構造，使用条件（内部流体の種類，応力，温度等）及び現在までの運転経験を考慮し，表 2.2-1 に示すとおり，想定される経年劣化事象を抽出した（表 2.2-1 で○又は△，▲）。

なお，消耗品及び定期取替品は，以下のとおり評価対象外とする。

(2) 消耗品及び定期取替品の扱い

ガスケットは消耗品であり，設計時に長期使用せず取替を前提としていることから，高経年化対策を見極める上での評価対象外とする。

(3) 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

想定される経年劣化事象のうち下記①，②に該当しない事象を高経年化対策上着目すべき経年劣化事象と判断した。

なお，下記①，②に該当する事象については，2.2.3 項に示すとおり，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断した。

① 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって，想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象として，表 2.2-1 で△）

② 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により，今後も経年劣化の進展が考えられない，又は進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外として表 2.2-1 で▲）

この結果，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象は抽出されなかった。

2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

(1) 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって，想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの(日常劣化管理事象)

a. 基礎ボルトの腐食（全面腐食）［第 1～第 5 給水加熱器，残留熱除去系熱交換器，排ガス予熱器，排ガス復水器，窒素ガス貯蔵設備蒸発器］

基礎ボルトの健全性については，「機械設備の技術評価書」にて評価を実施するものとし，本評価書には含めない。

b. 基礎ボルト（塗装部）の腐食（全面腐食）［原子炉冷却材浄化系再生熱交換器，原子炉冷却材浄化系非再生熱交換器］

原子炉冷却材浄化系再生熱交換器，原子炉冷却材浄化系非再生熱交換器の基礎ボルトは炭素鋼であり，腐食の発生が想定されるが，大気接触部は塗装を施しているため，腐食が発生する可能性は小さい。

また，巡視点検等の目視点検により塗膜の状態を確認し，はく離等が認められた場合は必要に応じて補修塗装を実施することとしている。

したがって，基礎ボルト（塗装部）の腐食（全面腐食）は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

c. 基礎ボルト直上部の腐食（全面腐食）［原子炉冷却材浄化系再生熱交換器，原子炉冷却材浄化系非再生熱交換器］

原子炉冷却材浄化系再生熱交換器，原子炉冷却材浄化系非再生熱交換器の基礎ボルトは炭素鋼であり，塗装が施されていない基礎ボルトのコンクリート直上部は，大気環境下であることから腐食の発生が想定される。

しかし，代表箇所の原子炉冷却材浄化系非再生熱交換器の基礎ボルトのコンクリート直上部は，目視点検において有意な腐食がないことを確認している。

したがって，基礎ボルト直上部の腐食（全面腐食）は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

d. 伝熱管の摩耗及び高サイクル疲労割れ［原子炉冷却材浄化系非再生熱交換器，グランド蒸気蒸発器，給水加熱器，残留熱除去系熱交換器］

伝熱管は管支持板により適切なスパンで支持することで振動を抑制しているが，流れ加速型腐食により管支持板管穴等に減肉が生じ，伝熱管の振動が大きくなり，伝熱管と支持板の接触により，伝熱管拘束点において伝熱管外表面の摩耗が発生する可能性がある。さらに，伝熱管拘束点において伝熱管外面から疲労割れが発生する可能性がある。

伝熱管については，渦流探傷検査，漏えい確認による点検結果から有意な摩耗及び高サイクル疲労割れによる欠陥は確認されておらず，判定基準を超える摩耗等が確認された場合には施栓することにより，熱交換器の機能を維持している。

したがって，伝熱管の摩耗及び高サイクル疲労割れは，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

e. 管支持板，胴（内面），ドレンタンク（内面），マンホール蓋（内面）の腐食（流れ加速型腐食）［グランド蒸気蒸発器，第 1，第 2 給水加熱器］

グランド蒸気蒸発器（管支持板，胴，ドレンタンク，マンホール蓋）および第 1，第 2 給水加熱器（胴）は炭素鋼であり，内部流体が高温の蒸気であるため，高速の蒸気と接する部位で腐食（流れ加速型腐食）による減肉が発生する可能性がある。

グランド蒸気蒸発器については，ドレンタンクは肉厚測定，管支持板，胴，マンホール蓋は目視点検を実施しており，有意な腐食（流れ加速型腐食）がないことを確認している。

第 1，第 2 給水加熱器の胴については，肉厚測定を実施しており，必要厚さに対し，十分な肉厚があることを確認している。

したがって，管支持板，胴（内面），ドレンタンク（内面），マンホール蓋（内面）の腐食（流れ加速型腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

f. 管支持板の腐食（流れ加速型腐食）［給水加熱器］

給水加熱器の管支持板は炭素鋼又は低合金鋼であり，蒸気と接することで腐食（流れ加速型腐食）が発生する可能性がある。

管支持板については，伝熱管の渦流探傷検査により，管支持板の管穴の減肉状況を把握しており，減肉の進行状況に応じて取替を実施することにより，熱交換器の機能を維持している。

したがって，管支持板の腐食（流れ加速型腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

g. 伝熱管の腐食（流れ加速型腐食）［残留熱除去系熱交換器］

残留熱除去系熱交換器の伝熱管には，耐食性の良い銅合金が使用されているが，伝熱管入口部での内部流体の渦流による保護被膜の破壊により，伝熱管内面に腐食（流れ加速型腐食）が発生する可能性がある。また，海生物（貝類）の付着に伴う渦流により腐食（流れ加速型腐食）が発生する可能性がある。

伝熱管については，開放点検時の渦流探傷検査及び管板面の目視点検において，有意な腐食がないことを確認している。

したがって，伝熱管の腐食（流れ加速型腐食）は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

h. 水室（内面），管板（内面）の腐食（局部腐食）［残留熱除去系熱交換器］

残留熱除去系熱交換器の水室，管板はモネルクラッドが施された炭素鋼であり，内部流体が海水であるため腐食（局部腐食）が発生する可能性があるが，目視点検において有意な腐食（局部腐食）がないことを確認している。

したがって，水室（内面），管板（内面）の腐食（局部腐食）は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

i. 水室（内面），胴（内面），ドレンタンク（内面），マンホール蓋（内面），水室カバー（内面），上蓋（内面），仕切板の腐食（全面腐食）［グランド蒸気蒸発器，給水加熱器，排ガス復水器，窒素ガス貯蔵設備蒸発器］

グランド蒸気蒸発器（水室，水室カバー），第1～第6給水加熱器（仕切板，マンホール蓋），第3～第6給水加熱器（胴），排ガス復水器（胴，ドレンタンク），窒素ガス貯蔵設備蒸発器（上蓋，胴）は，炭素鋼又は低合金鋼であり腐食が発生する可能性がある。

しかし，グランド蒸気蒸発器（水室，水室カバー），給水加熱器（仕切板，マンホール蓋），窒素ガス貯蔵設備蒸発器（上蓋，胴）は，目視点検において有意な腐食がないことを確認している。

また，給水加熱器（胴），排ガス復水器（胴）に対しては，肉厚測定を実施しており，必要厚さに対し，十分な肉厚があることを確認している。

したがって，水室（内面），胴（内面），ドレンタンク（内面），マンホール蓋（内面），水室カバー（内面），上蓋（内面），仕切板の腐食（全面腐食）は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

j. 水室（外面），管板（外面），胴（外面），水室カバー（外面），ドレンタンク（外面），マンホール蓋（外面），上蓋（外面）の腐食（全面腐食）［原子炉冷却材浄化系再生熱交換器，原子炉冷却材浄化系非再生熱交換器，グランド蒸気蒸発器，給水加熱器，残留熱除去系熱交換器，排ガス復水器，窒素ガス貯蔵設備蒸発器］

原子炉冷却材浄化系再生熱交換器（水室カバー），原子炉冷却材浄化系非再生熱交換器（水室，管板，胴，水室カバー），グランド蒸気蒸発器（水室，管板，胴，ドレンタンク，マンホール蓋，水室カバー），給水加熱器（水室，管板，胴，マンホール蓋），残留熱除去熱交換器（水室，管板，胴），排ガス復水器（水室，胴，ドレンタンク），窒素ガス貯蔵設備蒸発器（上蓋，胴）は炭素鋼又は低合金鋼であり，腐食が発生する可能性がある。

しかし，当該部位の外気接触部には塗装を施しており，塗装が健全であれば腐食が発生する可能性は小さく，目視点検により腐食の有無，塗膜の健全性を確認し，必要に応じ補修塗装等を実施することにより，機能を維持している。

したがって，水室（外面），管板（外面），胴（外面），水室カバー（外面），ドレンタンク（外面），マンホール蓋（外面），上蓋（外面）の腐食（全面腐食）は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

k. フランジボルトの腐食（全面腐食）［共通］

フランジボルトは炭素鋼，低合金鋼であり腐食が発生する可能性があるが，点検時に手入れ・清掃を行うことにより機能を維持している。

したがって，フランジボルトの腐食（全面腐食）は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

l. 取付ボルトの腐食（全面腐食）［原子炉冷却材浄化系再生熱交換器，原子炉冷却材浄化系非再生熱交換器，グランド蒸気蒸発器，残留熱除去系熱交換器］

取付ボルトは炭素鋼，低合金鋼であり，腐食が発生する可能性がある。

しかし，取付ボルトの外気接触部には塗装を施しており，塗装が健全であれば腐食が発生する可能性は小さく，目視点検により腐食の有無，塗膜の健全性を確認し，必要に応じ補修塗装等を実施することにより，機能を維持している。

したがって，取付ボルトの腐食（全面腐食）は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

m. 取付ボルトの腐食（全面腐食）［第6給水加熱器］

第6給水加熱器の取付ボルトは低合金鋼であり，さらに復水器の内部にあるため，塗装が施されていないことから，腐食が発生する可能性があるが，目視点検において有意な腐食がないことを確認している。

したがって，取付ボルトの腐食（全面腐食）は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

n. 支持脚，ラグ，架台の腐食（全面腐食）［原子炉冷却材浄化系再生熱交換器，原子炉冷却材浄化系非再生熱交換器，グランド蒸気蒸発器，第1～第5給水加熱器，残留熱除去系熱交換器，排ガス予熱器，排ガス復水器］

支持脚，ラグ，架台は炭素鋼又は低合金鋼であり腐食が発生する可能性がある。

しかし，支持脚，ラグ，架台の外気接触部は塗装により腐食を防止しており，必要に応じ補修塗装等を実施することにより，機能を維持している。

したがって，支持脚，ラグ，架台の腐食（全面腐食）は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

o. 支持脚スライド部，ラグスライド部の腐食（全面腐食）［原子炉冷却材浄化系再生熱交換器，原子炉冷却材浄化系非再生熱交換器，第6給水加熱器，残留熱除去系熱交換器，排ガス予熱器，排ガス復水器］

支持脚スライド部，ラグスライド部は炭素鋼又は低合金鋼であり，腐食が発生する可能性があるが，目視点検において有意な腐食がないことを確認している。

したがって，支持脚スライド部，ラグスライド部の腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

p. 台車の腐食（全面腐食）［グランド蒸気蒸発器，第1～第5給水加熱器］

グランド蒸気蒸発器及び第1～第5給水加熱器の台車は炭素鋼であり腐食が発生する可能性がある。

しかし，台車の外気接触部は塗装により腐食を防止しており，目視点検により腐食の有無，塗膜の健全性を確認し，必要に応じ補修塗装等を実施することにより，機能を維持している。

したがって，台車の腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

q. ベースプレートの腐食（全面腐食）［窒素ガス貯蔵設備蒸発器］

窒素ガス貯蔵設備蒸発器のベースプレートは炭素鋼であり，腐食が発生する可能性がある。

しかし，ベースプレートの外気接触部は塗装により腐食を防止しており，目視点検により腐食の有無，塗膜の健全性を確認し，必要に応じ補修塗装等を実施することにより，機能を維持している。

したがって，ベースプレートの腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

r．伝熱管の異物付着［残留熱除去系熱交換器］

残留熱除去系熱交換器の伝熱管の内部流体は海水であることから，伝熱管に異物が付着し，伝熱性能に影響を及ぼす可能性があるが，開放点検ごとに伝熱管内の清掃を行っており，点検結果からも有意な異物付着は確認されていない。

また，伝熱管外面についても，流体は水質管理された純水であり，異物付着の可能性は小さい。

したがって，伝熱管の異物付着は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

s．水室（内面），管板（内面）の腐食（流れ加速型腐食）［給水加熱器］

第 1～第 6 給水加熱器の水室，第 6 給水加熱器の管板は炭素鋼であり高温流体が流れるため流れ加速型腐食が発生する可能性がある。

給水加熱器の管側の内部流体は純水であり腐食対策として酸素を注入し，復水・給水中の溶存酸素濃度を調整しており，胴側は蒸気滞留環境下であることから腐食（流れ加速型腐食）が発生する可能性は小さく，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

なお，水室内部及び管板については，これまでの目視点検において有意な腐食（流れ加速型腐食）は確認されていない。

したがって，水室（内面），管板（内面）の腐食（流れ加速型腐食）は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

t．伝熱管外表面の腐食（液滴衝撃エロージョン）［給水加熱器］

国内数プラントの主復水器伝熱管外表面において液滴衝撃エロージョンの発生した事例があるものの，給水加熱器においては流入する蒸気及び水滴はまず受衝板に衝突し，伝熱管外表面を通過する際の流速が抑えられており，液滴衝撃エロージョンの発生の可能性は小さい。

なお，これまでの渦流探傷検査において給水加熱器伝熱管外表面に腐食（液滴衝撃エロージョン）は確認されておらず，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，伝熱管外表面の腐食（液滴衝撃エロージョン）は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

u. 水室，管板，ダイヤフラム，胴，ドレンタンク，仕切板の疲労割れ［原子炉冷却材浄化系非再生熱交換器，グランド蒸気蒸発器，給水加熱器，窒素ガス貯蔵設備蒸発器］

原子炉冷却材浄化系非再生熱交換器（水室，管板，ダイヤフラム），グランド蒸気蒸発器（水室，管板，胴，ドレンタンク），給水加熱器（仕切板，水室，管板，胴），窒素ガス貯蔵設備蒸発器（胴）は，炭素鋼又は低合金鋼又はステンレス鋼であり，疲労割れが想定されるが，起動・停止時には急激な温度変化を生じないように運転されており，疲労割れが発生する可能性は小さい。

なお，原子炉冷却材浄化系非再生熱交換器（水室，管板，ダイヤフラム），グランド蒸気蒸発器（水室，管板，胴），給水加熱器（仕切板，水室，管板），窒素ガス貯蔵設備蒸発器（胴）については，これまでの開放点検時の目視点検において有意な欠陥は確認されていない。

また，給水加熱器の胴及びグランド蒸気蒸発器のドレンタンクについては，溶接部の超音波探傷検査において有意な疲労割れは確認されていないことから，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，水室，管板，ダイヤフラム，胴，ドレンタンク，仕切板の疲労割れは高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

v. 伝熱管，胴等の粒界型応力腐食割れ［原子炉冷却材浄化系再生熱交換器，グランド蒸気蒸発器，第 1～第 4 給水加熱器，排ガス予熱器］

原子炉冷却材浄化系再生熱交換器（伝熱管，水室，管板，ダイヤフラム，胴），グランド蒸気蒸発器（伝熱管），第 1～第 4 給水加熱器（伝熱管），排ガス予熱器（伝熱管，水室，管板，胴）はステンレス鋼であり，粒界型応力腐食割れが発生する可能性がある。

しかし，高温純水中の粒界型応力腐食割れ感受性は，温度及び溶存酸素濃度等の環境依存性があり，100 ℃に近い低温側及び溶存酸素濃度の低い環境では感受性が低くなる。

原子炉冷却材浄化系再生熱交換器及び排ガス予熱器は，鋭敏化特性に優れた低炭素ステンレス鋼を使用した熱交換器に取替を実施しており，また，原子炉冷却材浄化系再生熱交換器は水素注入により内部流体の溶存酸素濃度を低減させる環境改善を図っていることから，粒界型応力腐食割れが発生する可能性は小さい。

グランド蒸気蒸発器，第 1～第 4 給水加熱器，排ガス予熱器の伝熱管については，伝熱管溶接部はシール溶接であり，引張残留応力が小さいことから，粒界型応力腐食割れが発生する可能性は小さい。

なお，これらの熱交換器に関しては定期的に系統の運転パラメータ確認により異常の無いことを確認しており，これまで有意な欠陥は認められていない。

したがって，伝熱管，胴等の粒界型応力腐食割れは，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

w. 伝熱管，管板，ダイヤフラム，蒸気管の粒界型応力腐食割れ［原子炉冷却材浄化系非再生熱交換器，第 5 及び第 6 給水加熱器，排ガス復水器，窒素ガス貯蔵設備蒸発器］

原子炉冷却材浄化系非再生熱交換器（伝熱管，ダイヤフラム），第 5 及び第 6 給水加熱器（伝熱管），排ガス復水器（伝熱管，管板），窒素ガス貯蔵設備蒸発器（伝熱管，蒸気管）はステンレス鋼であり粒界型応力腐食割れが発生する可能性がある。

しかし，原子炉冷却材浄化系非再生熱交換器，第 5 及び第 6 給水加熱器，排ガス復水器，窒素ガス貯蔵設備蒸発器の内部構造物については，実際の運転温度は 100 ℃以下であるため粒界型応力腐食割れが発生する可能性は小さい。

なお，原子炉冷却材浄化系非再生熱交換器及び第 5 及び第 6 給水加熱器，排ガス復水器の伝熱管は渦流探傷検査もしくは超音波探傷検査を実施しており，有意な欠陥は確認されていない。

また，原子炉冷却材浄化系非再生熱交換器のダイヤフラム，排ガス復水器の管板，窒素ガス貯蔵設備蒸発器の伝熱管及び蒸気管は，目視点検もしくは浸透探傷検査を実施しており有意な欠陥は確認されていない。

したがって，伝熱管，管板，ダイヤフラム，蒸気管の粒界型応力腐食割れは，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

x. 胴，ドレンタンクの貫粒型応力腐食割れ［排ガス復水器］

排ガス復水器の胴，ドレンタンクは低合金鋼であり，当該熱交換器の上流側に設置されている排ガス再結合器触媒に付着した塩化物が持ち込まれ，さらに運転中の胴の温度差により局部的に応力が発生し，貫粒型応力腐食割れが発生する可能性がある。

一般的に，低合金鋼の貫粒型応力腐食割れは，高い引張応力が作用しているときに発生する。排ガス復水器の胴，ドレンタンクは運転圧力が低く（5 kPa 程度），製造時に熱処理が実施されており，溶接による残留応力も低減されている。また，スライド部の穴部はボルト径に比べて大きな穴径となっており，スライド部がベースプレート上を滑ることにより横方向への熱移動を吸収できるようになっている。このため，当該熱交換器胴の引張応力は小さい。

なお，胴の貫粒型応力腐食割れについては，超音波探傷検査を実施しており，これまで有意な欠陥は確認されておらず，今後もこれらの傾向が大きく変化する要因があるとは考え難い。

したがって，胴，ドレンタンクの貫粒型応力腐食割れは高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

y. 伝熱管の異物付着［原子炉冷却材浄化系再生熱交換器，原子炉冷却材浄化系非再生熱交換器，グランド蒸気蒸発器，給水加熱器，排ガス復水器，窒素ガス貯蔵設備蒸発器］

原子炉冷却材浄化系再生熱交換器，原子炉冷却材浄化系非再生熱交換器，給水加熱器，排ガス復水器，窒素ガス貯蔵設備蒸発器の伝熱管の内部流体は，水質管理された純水又は冷却水（防錆剤入り純水），液体窒素であり，伝熱管の異物付着の可能性は小さい。

グランド蒸気蒸発器のように内部流体が蒸気の場合にも，不純物の流入は抑制されており，伝熱管の異物付着の可能性は小さい。

また，これらの伝熱管外面についても，流体は水質管理された純水，冷却水（防錆剤入り純水），又は不純物の流入を抑制した蒸気及び排ガスであり，異物付着の可能性は小さく，今後もこれらの傾向が大きく変化する要因があるとは考え難い。

なお，原子炉冷却材浄化系再生熱交換器，原子炉冷却材浄化系非再生熱交換器，グランド蒸気蒸発器，給水加熱器，排ガス復水器，窒素ガス貯蔵設備蒸発器については，これまでの開放点検時の目視点検，伝熱管内部清掃において，閉塞や熱交換器の性能が著しく低下するような異物付着は確認されていない。

したがって，伝熱管の異物付着は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

z. 胴（内面）の腐食（全面腐食）［残留熱除去系熱交換器］

残留熱除去系熱交換器の胴は，炭素鋼であり腐食が発生する可能性がある。

残留熱除去系熱交換器の胴に対しては，肉厚測定を実施しており，必要厚さに対し，十分な肉厚があることを確認している。

したがって，胴（内面）の腐食（全面腐食）は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

(2) 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により，今後も経年劣化の進展が考えられない，又は進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外）

a. 基礎ボルトの樹脂の劣化（後打ちケミカルアンカ）［残留熱除去系熱交換器］

基礎ボルトの健全性については，「機械設備の技術評価書」にて評価を実施するものとし，本評価書には含めない。

b. 基礎ボルトの付着力低下［原子炉冷却材浄化系非再生熱交換器，原子炉冷却材浄化系再生熱交換器］

基礎ボルトの耐力は，主に付着力で担保されることから，付着力低下の発生が想定される。

しかしながら，「コンクリート及び鉄骨構造物の技術評価書」にて収縮及び圧縮によるコンクリートのひび割れが発生する可能性は小さいと評価されていることから，コンクリートのひび割れに起因する付着力低下が発生する可能性はなく，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，基礎ボルトの付着力低下は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

c. 基礎ボルト（コンクリート埋設部）の腐食（全面腐食）［原子炉冷却材浄化系非再生熱交換器，原子炉冷却材浄化系再生熱交換器］

基礎ボルトは炭素鋼であり，腐食の発生が想定される。

しかしながら，基礎ボルトのコンクリート埋設部については，コンクリートが中性化した場合に腐食が想定されるが，実機コンクリートにおけるサンプリング結果では，中性化は確認されておらず，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，基礎ボルト（コンクリート埋設部）の腐食（全面腐食）は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

d. 管支持板，胴（内面）の腐食（全面腐食）［原子炉冷却材浄化系非再生熱交換器］

原子炉冷却材浄化系非再生熱交換器の管支持板，胴は炭素鋼であり，腐食が発生する可能性があるが，内部流体は冷却水（防錆剤入り純水）であることから，腐食が発生する可能性はなく，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，管支持板，胴（内面）の腐食（全面腐食）は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

e. 伝熱管の異物付着［排ガス予熱器］

排ガス予熱器の伝熱管の内部流体は，排ガスであり，不純物の流入は抑制されているため，伝熱管の異物付着の可能性はない。

また，これらの伝熱管外面についても，流体は不純物の流入を抑制した蒸気であり，異物付着の可能性はなく，今後もこれらの傾向が大きく変化する要因があるとは考え難い。

したがって，伝熱管の異物付着は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

表 2.2-1(1/9)　原子炉冷却材浄化系再生熱交換器に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考
					減肉		割れ		材質変化		その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
伝熱性能の確保	エネルギー伝達	伝熱管		ステンレス鋼				△*1			△*2	*1：粒界型応力腐食割れ *2：異物付着 *3：外面 *4：直上部 *5：塗装部 *6：コンクリート埋設部 *7：付着力低下 *8：支持脚本体 *9：スライド部
	伝熱管支持	管支持板		ステンレス鋼								
バウンダリの維持	耐圧	水室		ステンレス鋼				△*1				
		管板		ステンレス鋼				△*1				
		ダイヤフラム		ステンレス鋼				△*1				
		胴		ステンレス鋼				△*1				
		水室カバー		炭素鋼		△*3						
		フランジボルト		低合金鋼		△						
機器の支持	支持	基礎ボルト		炭素鋼		△*4*5 ▲*6					▲*7	
		取付ボルト		炭素鋼		△						
		支持脚		炭素鋼		△*8*9						

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

▲：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象以外）

表 2.2-1(2/9)　原子炉冷却材浄化系非再生熱交換器に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考
					減肉		割れ		材質変化		その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
伝熱性能の確保	エネルギー伝達	伝熱管		ステンレス鋼	△		△*1	△*2			△*3	*1：高サイクル疲労割れ *2：粒界型応力腐食割れ *3：異物付着 *4：ステンレスクラッド *5：外面 *6：内面 *7：直上部 *8：塗装部 *9：コンクリート埋設部 *10：付着力低下 *11：支持脚本体 *12：スライド部
	伝熱管支持	管支持板		炭素鋼		▲						
バウンダリの維持	耐圧	水室		炭素鋼*4		△*5	△					
		管板		炭素鋼*4		△*5	△					
		ダイヤフラム		ステンレス鋼			△	△*2				
		胴		炭素鋼		△*5 ▲*6						
		水室カバー		炭素鋼		△*5						
		フランジボルト		低合金鋼		△						
機器の支持	支持	基礎ボルト		炭素鋼		△*7*8 ▲*9					▲*10	
		取付ボルト		低合金鋼		△						
		支持脚		炭素鋼		△*11*12						

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

▲：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象以外）

表 2.2-1(3/9)　グランド蒸気蒸発器に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考
					減肉		割れ		材質変化		その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
伝熱性能の確保	エネルギー伝達	伝熱管		ステンレス鋼	△		△*1	△*2			△*3	*1：高サイクル疲労割れ *2：粒界型応力腐食割れ *3：異物付着 *4：流れ加速型腐食 *5：外面 *6：内面 *7：ステンレスクラッド
	伝熱管支持	管支持板		炭素鋼		△*4						
バウンダリの維持	耐圧	水室		炭素鋼		△*5*6	△					
		管板		炭素鋼*7		△*5	△					
		胴		炭素鋼		△*5△*4*6	△					
		ドレンタンク		炭素鋼		△*5△*4*6	△					
		マンホール蓋		炭素鋼		△*5△*4*6						
		ガスケット	◎	－								
		水室カバー		炭素鋼		△*5*6						
		フランジボルト		低合金鋼		△						
機器の支持	支持	取付ボルト		炭素鋼		△						
		支持脚		炭素鋼		△						
		台車		炭素鋼		△						

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表 2.2-1(4/9)　給水加熱器(1/2)に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考
					減肉		割れ		材質変化		その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
伝熱性能の確保	エネルギー伝達	伝熱管		ステンレス鋼	△	△*1	△*2	△*3			△*4	*1：液滴衝撃エロージョン *2：高サイクル疲労割れ *3：粒界型応力腐食割れ *4：異物付着 *5：流れ加速型腐食
		仕切板		炭素鋼		△	△					
	伝熱管支持	管支持板		炭素鋼，低合金鋼		△*5						

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表2.2-1(5/9)　給水加熱器(2/2)に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考
					減肉		割れ		材質変化		その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
バウンダリの維持	耐圧	水室		炭素鋼		△*1 △*2*3	△					*1：外面 *2：流れ加速型腐食 *3：内面 *4：ステンレスクラッド（第1～第5給水加熱器） *5：第6給水加熱器 *6：第1及び第2給水加熱器 *7：第3～第6給水加熱器 *8：第1～第5給水加熱器 *9：支持脚本体 *10：スライド部
		管板		炭素鋼*4		△*1 △*2*3*5	△					
		胴		炭素鋼，低合金鋼		△*1 △*2*3*6 △*3*7	△					
		ガスケット	◎	－								
		マンホール蓋		炭素鋼		△*1*3						
		フランジボルト		低合金鋼		△						
機器の支持	支持	基礎ボルト*8		炭素鋼		△						
		取付ボルト*5		低合金鋼		△						
		支持脚		炭素鋼，低合金鋼		△*8*9 △*5*10						
		台車*8		炭素鋼		△						

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表 2.2-1(6/9)　残留熱除去系熱交換器に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考
					減肉		割れ		材質変化		その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
伝熱性能の確保	エネルギー伝達	伝熱管		銅合金	△	△*1	△*2				△*3	*1：流れ加速型腐食 *2：高サイクル疲労割れ *3：異物付着 *4：モネルクラッド *5：外面 *6：内面 *7：局部腐食 *8：ラグ本体 *9：スライド部 *10：樹脂の劣化
	伝熱管支持	管支持板		ステンレス鋼								
バウンダリの維持	耐圧	水室		炭素鋼*4		△*5△*6*7						
		管板		炭素鋼*4		△*5△*6*7						
		胴		炭素鋼		△*5*6						
		ガスケット	◎	－								
		フランジボルト		低合金鋼		△						
機器の支持	支持	取付ボルト		低合金鋼		△						
		ラグ		炭素鋼		△*8*9						
		架台		炭素鋼		△						
		基礎ボルト		炭素鋼，低合金鋼，樹脂		△				▲*10		

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

▲：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象以外）

表 2.2-1(7/9)　排ガス予熱器に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考
					減肉		割れ		材質変化		その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
伝熱性能の確保	エネルギー伝達	伝熱管		ステンレス鋼				△*1			▲*2	*1：粒界型応力腐食割れ *2：異物付着 *3：支持脚本体 *4：スライド部
	伝熱管支持	管支持板		ステンレス鋼								
バウンダリの維持	耐圧	水室		ステンレス鋼				△*1				
		管板		ステンレス鋼				△*1				
		胴		ステンレス鋼				△*1				
		フランジボルト		低合金鋼		△						
		ガスケット	◎	－								
機器の支持	支持	基礎ボルト		炭素鋼		△						
		支持脚		炭素鋼		△*3*4						

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

▲：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象以外）

表 2.2-1(8/9)　排ガス復水器に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考
					減肉		割れ		材質変化		その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
伝熱性能の確保	エネルギー伝達	伝熱管		ステンレス鋼				△*1			△*2	*1：粒界型応力腐食割れ *2：異物付着 *3：外面 *4：内面 *5：貫粒型応力腐食割れ *6：支持脚本体 *7：スライド部
	伝熱管の支持	管支持板		ステンレス鋼								
バウンダリの維持	耐圧	水室		低合金鋼		△*3						
		管板		ステンレス鋼				△*1				
		胴		低合金鋼		△*3*4		△*5				
		ドレンタンク		低合金鋼		△*3*4		△*5				
		フランジボルト		低合金鋼		△						
		ガスケット	◎	－								
機器の支持	支持	基礎ボルト		炭素鋼		△						
		支持脚		低合金鋼		△*6*7						

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表 2.2-1(9/9)　窒素ガス貯蔵設備蒸発器に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考
					減肉		割れ		材質変化		その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
伝熱性能の確保	エネルギー伝達	伝熱管		ステンレス鋼				△*1			△*2	*1：粒界型応力腐食割れ *2：異物付着 *3：外面 *4：内面
		蒸気管		ステンレス鋼				△*1				
	伝熱管支持	管支持板		ステンレス鋼								
バウンダリの維持	耐圧	上蓋		炭素鋼		△*3*4						
		胴		炭素鋼		△*3*4	△					
		ガスケット	◎	－								
		フランジボルト		炭素鋼		△						
機器の支持	支持	基礎ボルト		炭素鋼		△						
		ベースプレート		炭素鋼		△						

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

2. プレート式熱交換器

［対象プレート式熱交換器］

① 代替燃料プール冷却系熱交換器

目次

1. 対象機器 2-1
2. 代替燃料プール冷却系熱交換器の技術評価..... 2-2
2.1 構造，材料及び使用条件..... 2-2
2.2 経年劣化事象の抽出..... 2-5
2.2.1 機器の機能達成に必要な項目..... 2-5
2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出..... 2-5
2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象..... 2-6

1. 対象機器

東海第二で使用しているプレート式熱交換器の主な仕様を表1-1に示す。

表 1-1　プレート式熱交換器の主な仕様

機器名称	容量 (熱交換量)	重要度	使用条件				
			運転状態	最高使用温度 (℃)		最高使用圧力 (MPa)	
				1次側	2次側	1次側	2次側
代替燃料プール冷却系熱交換器*1	2.31 MW	重*2	一時	80	66	0.98	0.98

*1：新規に設置される機器

*2：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す

2. 代替燃料プール冷却系熱交換器の技術評価

2.1 構造，材料及び使用条件

(1) 構造

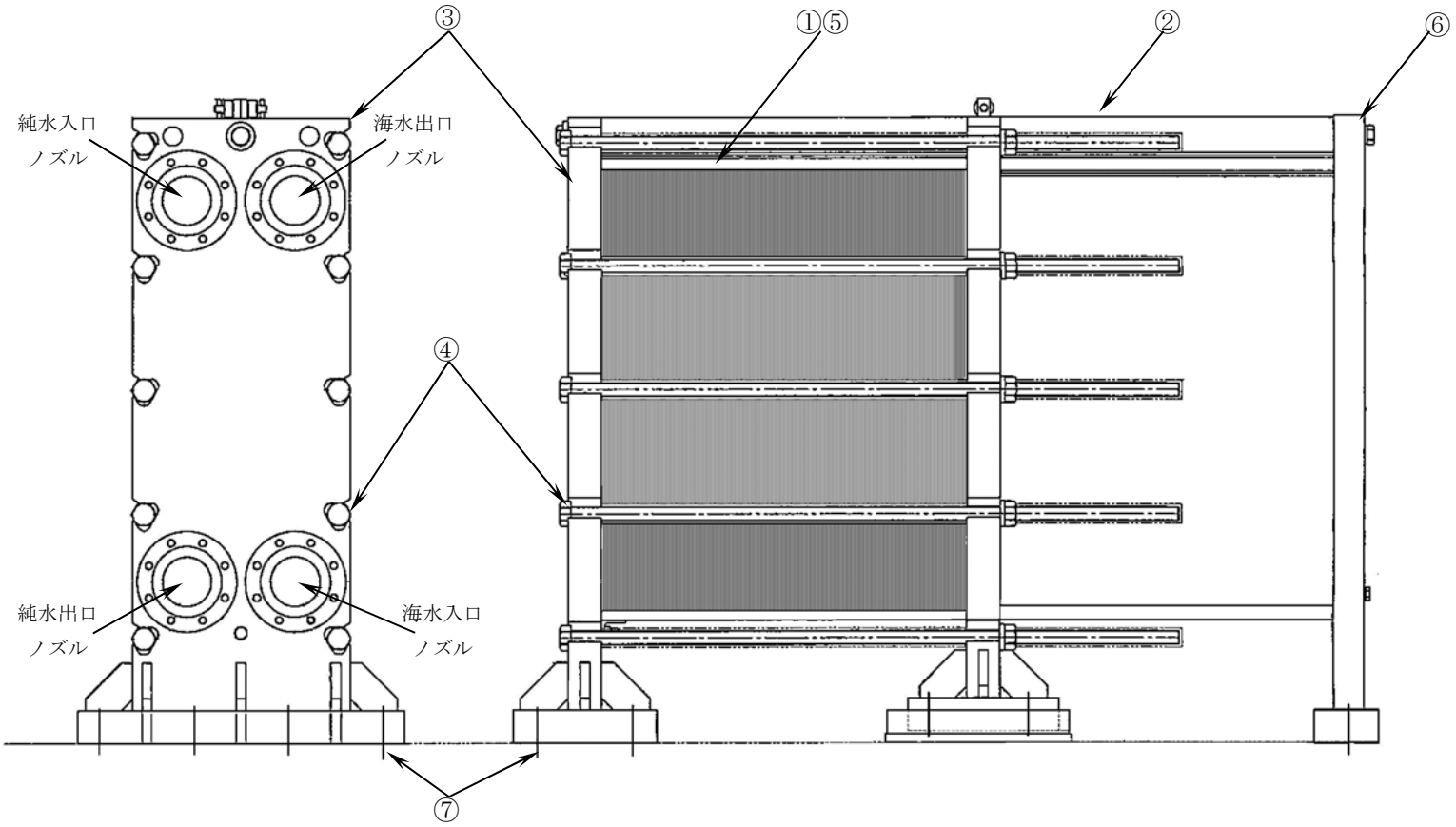
東海第二の代替燃料プール冷却系熱交換器は，熱交換量 2.31 MW のプレート式熱交換器であり，1 基設置される。

代替燃料プール冷却系熱交換器は，熱交換機能を有する伝熱板，伝熱板を上下で連結するガイドバー，左右から挟み込んで伝熱板を固定する側板，機器を支持するためのガイドバーサポート，取付ボルトから構成される。

東海第二の代替燃料プール冷却系熱交換器の構造図を図 2.1-1 に示す。

(2) 材料及び使用条件

東海第二の代替燃料プール冷却系熱交換器主要部位の使用材料を表 2.1-1 に，使用条件を表 2.1-2 に示す。



No.	部位
①	伝熱板
②	ガイドバー
③	側板
④	締付ボルト
⑤	ガスケット
⑥	ガイドバーサポート
⑦	取付ボルト

図 2.1-1　代替燃料プール冷却系熱交換器構造図

表 2.1-1　代替燃料プール冷却系熱交換器主要部位の使用材料

機能達成に 必要な項目	サブ システム	部位	材料
伝熱性能の確保 バウンダリの維持	エネルギー伝達	伝熱板	ステンレス鋼
バウンダリの 維持	耐圧	側板	炭素鋼 （海水接液部：チタンノズル 純水接液部：ステンレスノズル）
		締付ボルト	低合金鋼
		ガスケット	（消耗品）
機器の支持	支持	ガイドバー	ステンレス鋼
		ガイドバー サポート	炭素鋼
		取付ボルト	炭素鋼

表 2.1-2　代替燃料プール冷却系熱交換器の使用条件

最高使用温度	1 次側：80 ℃ 2 次側：66 ℃
最高使用圧力	1 次側：0.98 MPa 2 次側：0.98 MPa
容量（熱交換量）	2.31 MW
内部流体	1 次側：純水 2 次側：海水

2.2 経年劣化事象の抽出

2.2.1 機器の機能達成に必要な項目

プレート式熱交換器の機能（熱除去）の達成に必要な項目は，以下のとおり。

(1) 伝熱性能の確保

(2) バウンダリの維持

(3) 機器の支持

2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

(1) 想定される経年劣化事象の抽出

プレート式熱交換器について，機能達成に必要な項目を考慮して主要な部位に展開した上で，個々の部位の材料，構造，使用条件（内部流体の種類，応力，温度等）及び現在までの運転経験を考慮し，表 2.2-1 に示すとおり，想定される経年劣化事象を抽出した（表 2.2-1 で○又は△，▲）。

なお，消耗品及び定期取替品は，以下のとおり評価対象外とする。

(2) 消耗品及び定期取替品の扱い

ガスケットは消耗品であり，設計時に長期使用せず取替を前提としていることから，高経年化対策を見極める上での評価対象外とする。

(3) 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

想定される経年劣化事象のうち下記①，②に該当しない事象を高経年化対策上着目すべき経年劣化事象と判断した。

なお，下記①，②に該当する事象については，2.2.3 項に示すとおり，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断した。

① 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって，想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象として，表 2.2-1 で△）

② 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により，今後も経年劣化の進展が考えられない，又は進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外として表 2.2-1 で▲）

この結果，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象は抽出されなかった。

2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

(1) 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって，想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの(日常劣化管理事象)

a. 伝熱板の異物付着

代替燃料プール冷却系熱交換器の伝熱板の内部流体は，1 次側が純水，2 次側が海水であることから，伝熱板表面に異物が付着し，伝熱性能に影響を及ぼす可能性がある。

しかし，1 次側の内部流体は管理された純水であり，異物付着の可能性は小さく，2 次側の海水入口側には，ストレーナを設置することから異物付着の可能性は小さい。

また，代替燃料プール冷却系熱交換器は新たに設置されることから，今後，開放点検時に伝熱板の目視点検，清掃，漏えい確認を実施することで機能を維持できると考える。

したがって，伝熱板の異物付着は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

b. 側板，締付ボルト，ガイドバーサポート，取付ボルトの腐食（全面腐食）

代替燃料プール冷却系熱交換器の側板，ガイドバーサポート，取付ボルトは炭素鋼，締付ボルトは低合金鋼であることから腐食が発生する可能性がある。

代替燃料プール冷却系熱交換器は新たに設置されることから，側板，締付ボルト，ガイドバーサポート，取付ボルトの外気接触部は塗装により腐食を防止することとしており，今後，目視点検により腐食の有無，塗膜の健全性を確認し，必要に応じ補修塗装等を実施することで機能を維持することができると考える。

また，側板の海水が接液するノズル部にはチタンノズル，純水が接液するノズル部はステンレスノズルを取り付けることとしているため腐食が発生する可能性は小さい。

したがって，側板，締付ボルト，ガイドバーサポート，取付ボルトの腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

(2) 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により，今後も経年劣化の進展が考えられない，又は進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外）

日常劣化管理事象以外に該当する事象は抽出されなかった。

表 2.2-1　代替燃料プール冷却系熱交換器に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考
					減肉		割れ		材質変化		その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
伝熱性能の確保 バウンダリの維持	エネルギー伝達	伝熱板		ステンレス鋼							△*1	*1：異物付着 *2：海水接液部はチタンノズル，純水接液部はステンレスノズル
バウンダリの維持	耐圧	側板		炭素鋼*2		△						
		締付ボルト		低合金鋼		△						
		ガスケット	◎	―								
機器の支持	支持	ガイドバー		ステンレス鋼								
		ガイドバーサポート		炭素鋼		△						
		取付ボルト		炭素鋼		△						

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

東海第二発電所
ポンプモータの技術評価書

（運転を断続的に行うことを前提とした評価）

日本原子力発電株式会社

本評価書は，東海第二発電所（以下，「東海第二」という）で使用している安全上重要なポンプモータ（重要度分類審査指針におけるクラス 1 及びクラス 2 のポンプモータ），高温・高圧の環境下にあるクラス 3 のポンプモータ及び重大事故等対処設備に属するポンプモータについて，運転を断続的に行うことを前提に高経年化に係わる技術評価についてまとめたものである。

なお，高温・高圧環境下にあるクラス 3 のポンプモータはない。

評価対象機器の一覧を表 1 に，機能を表 2 に示す。

評価対象機器を型式及び設置場所でグループ化し，それぞれのグループから，仕様，重要度及び使用条件等の観点から代表機器を選定し技術評価を行った後，代表以外の機器について評価を展開している。

本評価書は電圧区分をもとに，以下の 2 章で構成されている。

1. 高圧ポンプモータ
2. 低圧ポンプモータ

また，ポンプモータ以外のモータは，各機器の技術評価書にて抽出し，本評価書の評価を参照している。

文書中の単位の記載は SI 単位系に基づくものとする（圧力の単位は特に注記がない限りゲージ圧力を示す）。

表１　評価対象機器一覧

電圧区分	機器名称	仕様 （定格出力×回転速度）	重要度[*1]
高圧 ポンプモータ	残留熱除去海水系ポンプモータ	900 kW×1,480 rpm	MS-1 重[*2]
	高圧炉心スプレイ系ポンプモータ	2,280 kW×1,480 rpm	MS-1 重[*2]
	低圧炉心スプレイ系ポンプモータ	1,250 kW×985 rpm	MS-1 重[*2]
	残留熱除去系ポンプモータ	680 kW×985 rpm	MS-1 重[*2]
	緊急用海水ポンプモータ[*3]	510 kW×1,500 rpm[*4]	重[*2]
低圧 ポンプモータ	ほう酸水注入系ポンプモータ	37 kW×965 rpm	MS-1 重[*2]
	ほう酸水注入系潤滑油ポンプモータ	0.4 kW×1,420 rpm	MS-1
	原子炉冷却材浄化系循環ポンプモータ	75 kW×2,930 rpm	PS-2
	常設低圧代替注水系ポンプモータ[*3]	190 kW×1,500 rpm[*4]	重[*2]
	代替燃料プール冷却系ポンプモータ[*3]	30 kW×3,000 rpm[*4]	重[*2]
	代替循環冷却系ポンプモータ[*3]	132 kW×1,500 rpm[*4]	重[*2]
	非常用ディーゼル発電機冷却系海水ポンプモータ	55 kW×1,455 rpm	MS-1 重[*2]
	原子炉冷却材浄化系ろ過脱塩器保持ポンプモータ	3.7 kW×3,000 rpm	PS-2
	格納容器圧力逃がし装置移送ポンプモータ[*3]	7.5 kW×3,000 rpm[*4]	重[*2]

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

*2：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す

*3：新規に設置される機器

*4：同期回転速度を示す

表 2(1/2)　評価対象機器の機能

機器名称	主な機能
残留熱除去海水系ポンプモータ	残留熱除去系熱交換器へ冷却用海水を送水するポンプを駆動する。
高圧炉心スプレイ系ポンプモータ	冷却材喪失事故により炉心が露出するような場合において，炉心に冷却水をスプレイするポンプを駆動する。
低圧炉心スプレイ系ポンプモータ	冷却材喪失事故により炉心が露出するような場合において，炉心に冷却水をスプレイするポンプを駆動する。
残留熱除去系ポンプモータ	原子炉停止時に崩壊熱を除去するための冷却水を供給する。他に低圧注水系等のモードがあるポンプを駆動する。
緊急用海水ポンプモータ	設計基準事故対処設備が有する最終ヒートシンクへ熱を輸送する機能が喪失した場合において，冷却用海水を残留熱除去系熱交換器等へ送水するポンプを駆動する。他に代替燃料プール冷却系熱交換器へ冷却用海水を送水するポンプを駆動する。
ほう酸水注入系ポンプモータ	何らかの理由で制御棒が挿入できなくなり原子炉の冷温停止が出来ない場合において，ほう酸水を炉心底部より注入して負の反応度を与え，原子炉を冷温停止状態にするポンプを駆動する。
ほう酸水注入系潤滑油ポンプモータ	ほう酸水注入系ポンプの潤滑油を循環供給するポンプを駆動する。
原子炉冷却材浄化系循環ポンプモータ	原子炉の冷却材の純度を高く保つため，冷却水を浄化装置へ循環供給するポンプを駆動する。
常設低圧代替注水系ポンプモータ	設計基準事故対処設備である残留熱除去系ポンプ及び低圧炉心スプレイ系ポンプの冷却機能が喪失した場合において，代替淡水貯槽を水源として，原子炉に注水する。他に格納容器下部ペデスタル及び原子炉圧力容器に注水する等の系統があるポンプを駆動する。
代替燃料プール冷却系ポンプモータ	設計基準対象施設である使用済燃料プールの冷却機能が喪失した場合において，スキマサージタンクを水源とし，使用済燃料から発生する崩壊熱を除去した後，使用済燃料プールへ冷却水を送水するポンプを駆動する。
代替循環冷却系ポンプモータ	設計基準事故対処設備である残留熱除去系ポンプ及び低圧炉心スプレイ系ポンプの冷却機能が喪失した場合において，サプレッション・プールを水源として，原子炉に注水する。他に格納容器スプレイ等の系統があるポンプを駆動する。

表 2(2/2)　評価対象機器の機能

機器名称	主な機能
非常用ディーゼル発電機冷却系海水ポンプモータ	非常用ディーゼル機関の冷却を行うための冷却水を供給するポンプを駆動する。
原子炉冷却材浄化系ろ過脱塩器保持ポンプモータ	原子炉の冷却材を浄化する脱塩樹脂をろ過脱塩器に保持させるための保持水を供給するポンプを駆動する。
格納容器圧力逃がし装置移送ポンプモータ	水の放射線分解により発生する水素がフィルタ装置内に蓄積することを防止するため，フィルタ装置スクラビング水やフィルタ装置使用後の系統フラッシング時に発生した洗浄水をサプレッション・プールへ移送するポンプを駆動する。

1. 高圧ポンプモータ

［対象高圧ポンプモータ］

① 残留熱除去海水系ポンプモータ
② 高圧炉心スプレイ系ポンプモータ
③ 低圧炉心スプレイ系ポンプモータ
④ 残留熱除去系ポンプモータ
⑤ 緊急用海水ポンプモータ

目次

1. 対象機器及び代表機器の選定 1-1
1.1 グループ化の考え方及び結果 1-1
1.2 代表機器の選定 1-1
2. 代表機器の技術評価 1-3
2.1 構造，材料及び使用条件 1-3
2.1.1 残留熱除去海水系ポンプモータ 1-3
2.1.2 高圧炉心スプレイ系ポンプモータ 1-6
2.2 経年劣化事象の抽出 1-9
2.2.1 機器の機能達成に必要な項目 1-9
2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出 1-9
2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象 1-10
2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の評価 1-15
3. 代表機器以外への展開 1-19
3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象 1-19
3.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象 1-20

1. 対象機器及び代表機器の選定

東海第二で使用している主要な高圧ポンプモータの主な仕様を表 1-1 に示す。

これらの高圧ポンプモータを型式及び設置場所の観点からグループ化し，それぞれのグループより以下のとおり代表機器を選定した。

1.1 グループ化の考え方及び結果

型式及び設置場所を分類基準とし，高圧ポンプモータを表 1-1 に示すとおりグループ化する。

1.2 代表機器の選定

表 1-1 に分類されるグループ毎に，重要度，定格電圧，定格出力，運転状態及び周囲温度の観点から代表機器を選定する。

(1) 屋外設置（型式：全閉型）

このグループには残留熱除去海水系ポンプモータのみが属するため，代表機器は残留熱除去海水系ポンプモータとする。

(2) 屋内設置（型式：開放型）

このグループには高圧炉心スプレイ系ポンプモータ，低圧炉心スプレイ系ポンプモータ，残留熱除去系ポンプモータ及び緊急用海水ポンプモータが属するが，重要度及び定格電圧は同等であることから，定格出力の大きい高圧炉心スプレイ系ポンプモータを代表機器とする。

表 1-1　高圧ポンプモータのグループ化及び代表機器の選定

分類基準		機器名称	仕様 （定格出力×回転速度）	選定基準					選定	選定理由
				重要度[*1]	使用条件					
型式	設置場所				定格電圧（V）	定格出力（kW）	運転状態	周囲温度（℃）		
全閉	屋外	残留熱除去海水系ポンプモータ	900 kW×1,480 rpm	MS-1 重[*2]	AC 6,600	900	一時	40[*3]	◎	
開放	屋内	高圧炉心スプレイ系ポンプモータ	2,280 kW×1,480 rpm	MS-1 重[*2]	AC 6,600	2,280	一時	40.0[*4]	◎	重要度 定格電圧 定格出力
		低圧炉心スプレイ系ポンプモータ	1,250 kW×985 rpm	MS-1 重[*2]	AC 6,600	1,250	一時	40.0[*5]		
		残留熱除去系ポンプモータ	680 kW×985 rpm	MS-1 重[*2]	AC 6,600	680	一時	40.0[*6]		
		緊急用海水ポンプモータ[*7]	510 kW×1,500 rpm[*8]	重[*2]	AC 6,600	510	一時	40[*9]		

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

*2：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す

*3：水戸地方気象台における既往最厳値に余裕を持たせた温度　*4：高圧炉心スプレイ系ポンプ室における設計値

*5：低圧炉心スプレイ系ポンプ室における設計値　*6：残留熱除去系ポンプ室における設計値

*7：新規に設置される機器　*8：同期回転速度を示す　*9：緊急用海水ポンプピットにおける設計値

2. 代表機器の技術評価

本章では，1 章で代表機器とした以下の 2 種類のポンプモータについて技術評価を実施する。

① 残留熱除去海水系ポンプモータ

② 高圧炉心スプレイ系ポンプモータ

なお，基礎ボルトについては，ポンプとポンプモータの取付ベースが共通であることから，「ポンプの技術評価書」にて評価を実施するものとし本評価書には含めない。

2.1 構造，材料及び使用条件

2.1.1 残留熱除去海水系ポンプモータ

(1) 構造

東海第二の残留熱除去海水系ポンプモータは，定格電圧 AC 6,600 V，定格出力 900 kW，回転速度 1,480 rpm の全閉型三相誘導モータが 4 台設置されている。

a. 固定部

モータをポンプの取付台に固定支持する下部エンドブラケットの上部にフレームが固定され，フレーム内に固定子コアが挿入されている。固定子コアには固定子コイルが保持されている。

また，フレーム上部・下部には回転子を支持するエンドブラケットが取付けられ，内側に軸受が挿入されている。

上部の油槽には，軸受表面に油膜を形成させ，摩擦熱を防ぎ，軸受から発生する熱を取り除くために潤滑油が満たされている。

b. 回転部

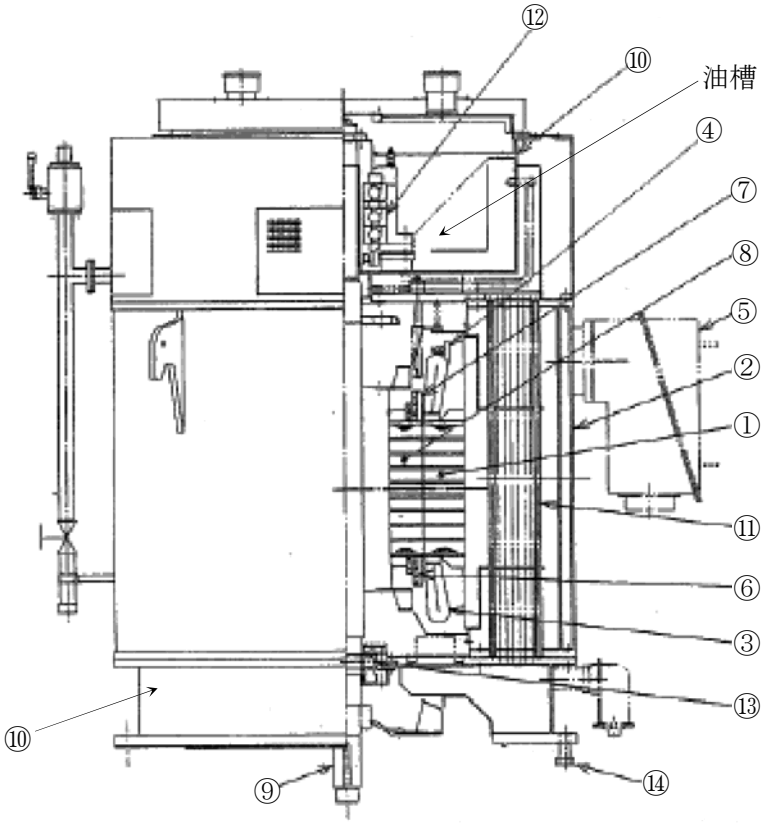
軸受により支持される主軸に回転子コアが固定されている。回転子コアには回転子棒が挿入され，両端には回転子エンドリングが取付けられている。

なお，固定子や回転子は，フレーム，エンドブラケット間の締め付けボルトを緩め，エンドブラケットを取外すことにより，点検手入れが可能である。

東海第二の残留熱除去海水系ポンプモータの構造図を図 2.1-1 に示す。

(2) 材料及び使用条件

東海第二の残留熱除去海水系ポンプモータ主要部位の使用材料を表 2.1-1 に，使用条件を表 2.1-2 に示す。



No.	部位	No.	部位
①	固定子コア	⑧	回転子コア
②	フレーム	⑨	主軸
③	固定子コイル	⑩	エンドブラケット（上部/下部）
④	口出線・接続部品	⑪	空気冷却器
⑤	端子箱	⑫	上部軸受（ころがり）
⑥	回転子エンドリング	⑬	下部軸受（ころがり）
⑦	回転子棒	⑭	取付ボルト

図 2.1-1　残留熱除去海水系ポンプモータ構造図

表 2.1-1　残留熱除去海水系ポンプモータ主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位		材料
駆動機能の確保	エネルギー変換	固定子コア		無方向性電磁鋼
		フレーム		炭素鋼
		固定子コイル		銅，マイカ，エポキシ樹脂等
		口出線・接続部品		銅，マイカ，エポキシ樹脂等
		端子箱		炭素鋼
		回転子エンドリング		銅合金，銅
		回転子棒		銅合金，銅
		回転子コア		無方向性電磁鋼
		空気冷却器		炭素鋼
	エネルギー伝達	主軸		炭素鋼
	軸支持	エンドブラケット（上部／下部）		炭素鋼
		軸受（ころがり）	上部軸受	（消耗品）
			下部軸受	（消耗品）
機器の支持	支持	取付ボルト		炭素鋼

表 2.1-2　残留熱除去海水系ポンプモータの使用条件

設置場所	屋外
周囲温度*	40 ℃
運転状態	一時
定格電圧	AC 6,600 V
定格出力	900 kW

*：水戸地方気象台における既往最厳値に余裕を持たせた温度

2.1.2 高圧炉心スプレイ系ポンプモータ

(1) 構造

東海第二の高圧炉心スプレイ系ポンプモータは，定格電圧 AC 6,600 V，定格出力 2,280 kW，回転速度 1,480 rpm の開放型三相誘導モータが 1 台設置されている。

a. 固定部

モータをポンプの取付台に固定支持する下部エンドブラケットの上部にフレームが固定され，フレーム内に固定子コアが挿入されている。固定子コアには，固定子コイルが保持されている。

また，フレーム上部・下部には回転子を支持するエンドブラケットが取付けられ，内側には軸受が挿入されている。

上部軸受には，ポンプスラストを支えるためのスラスト軸受を備え，かつ，水平方向の位置決め用のガイド軸受を備えている。上部及び下部の油槽には，軸受表面に油膜を形成させ，摩擦熱を防ぎ，軸受から発生する熱を取り除くために潤滑油が満たされており，水冷式油冷却器の伝熱管により冷却される。

b. 回転部

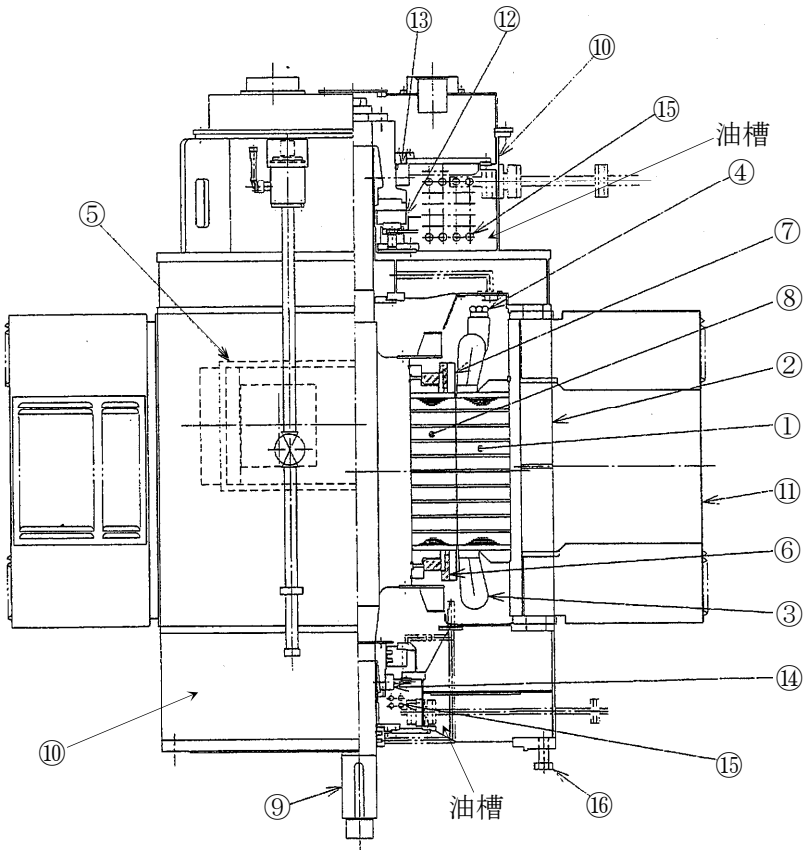
軸受により支持される主軸に回転子コアが固定されている。回転子コアには回転子棒が挿入され，両端には回転子エンドリングが取付けられている。

なお，固定子や回転子は，フレーム，エンドブラケット間の締め付けボルトを緩め，エンドブラケットを取外すことにより，点検手入れが可能である。

東海第二の高圧炉心スプレイ系ポンプモータの構造図を図 2.1-2 に示す。

(2) 材料及び使用条件

東海第二の高圧炉心スプレイ系ポンプモータ主要部位の使用材料を表 2.1-3 に，使用条件を表 2.1-4 に示す。



No.	部位	No.	部位
①	固定子コア	⑨	主軸
②	フレーム	⑩	エンドブラケット（上部／下部）
③	固定子コイル	⑪	通風箱
④	口出線・接続部品	⑫	上部スラスト軸受（すべり）
⑤	端子箱	⑬	上部ガイド軸受（すべり）
⑥	回転子エンドリング	⑭	下部ガイド軸受（すべり）
⑦	回転子棒	⑮	伝熱管
⑧	回転子コア	⑯	取付ボルト

図 2.1-2　高圧炉心スプレイ系ポンプモータ構造図

表 2.1-3　高圧炉心スプレイ系ポンプモータ主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位		材料
駆動機能の確保	エネルギー変換	固定子コア		無方向性電磁鋼
		フレーム		炭素鋼
		固定子コイル		銅，マイカ，エポキシ樹脂等
		口出線・接続部品		銅，マイカ，エポキシ樹脂等
		端子箱		炭素鋼
		回転子エンドリング		銅合金，銅
		回転子棒		銅合金，銅
		回転子コア		無方向性電磁鋼
		通風箱		炭素鋼
	エネルギー伝達	主軸		炭素鋼
	軸支持	エンドブラケット（上部／下部）		炭素鋼
		軸受（すべり）	上部スラスト軸受	ホワイトメタル，炭素鋼
			上部ガイド軸受	ホワイトメタル，炭素鋼
			下部ガイド軸受	ホワイトメタル，炭素鋼
	油冷却	伝熱管		銅合金
機器の支持	支持	取付ボルト		炭素鋼

表 2.1-4　高圧炉心スプレイ系ポンプモータの使用条件

	通常運転時	設計基準事故時	重大事故等時
定格出力	2,280 kW		
定格電圧	AC 6,600 V		
運転状態	一時		
周囲温度*	40.0 ℃（最高）	100 ℃（最高）	100 ℃（最高）
最高圧力*	大気圧	0.001744 MPa	0.0069 MPa
放射線*	0.00015 Gy/h（最大）	4.5×10^{2} Gy（最大積算値）	100×10^{3} Gy（最大積算値）

*：高圧炉心スプレイ系ポンプ室における設計値

2.2 経年劣化事象の抽出

2.2.1 機器の機能達成に必要な項目

高圧ポンプモータの機能であるポンプ駆動機能の達成に必要な項目は以下のとおり。

(1) 駆動機能の確保

(2) 機器の支持

2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

(1) 想定される経年劣化事象の抽出

高圧ポンプモータについて，機能達成に必要な項目を考慮して主要な部位に展開した上で，個々の部位の材料，構造，設置場所，使用条件（電圧，温度等）及び現在までの運転経験を考慮し，表 2.2-1 に示すとおり，想定される経年劣化事象を抽出した（表 2.2-1 で○又は△，▲）。

なお，消耗品及び定期取替品は以下のとおり評価対象外とする。

(2) 消耗品及び定期取替品の扱い

軸受（ころがり）は消耗品であり，設計時に長期使用せず取替を前提としていることから，高経年化対策を見極める上での評価対象外とする。

(3) 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

想定される経年劣化事象のうち下記①，②に該当しない事象を高経年化対策上着目すべき経年劣化事象と判断した。

なお，下記①，②に該当する事象については，2.2.3 項に示すとおり，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断した。

① 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって，想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象として表 2.2-1 で△）

② 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により，今後も経年劣化の進展が考えられない，又は進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外として表 2.2-1 で▲）

この結果，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象として以下の事象が抽出された（表 2.2-1 で○）。

a. 固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁特性低下［共通］

2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

(1) 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって，想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象）

a. 主軸の摩耗［共通］

主軸は，軸受との接触面の摩耗が想定されるが，点検時に主軸の寸法測定を行い，その結果により必要に応じ補修を実施することとしている。

したがって，主軸の摩耗は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

b. 固定子コア及び回転子コアの腐食（全面腐食） ［共通］

固定子コア及び回転子コアは，無方向性電磁鋼であるため腐食が想定されるが，固定子コア及び回転子コアには，防食効果のある絶縁ワニス処理が施されており，腐食進行の可能性は小さく，点検時に目視確認を行い，その結果により必要に応じ補修を実施することとしている。

したがって，固定子コア及び回転子コアの腐食（全面腐食）は高経年対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

c. フレーム，エンドブラケット，端子箱［共通］，空気冷却器［残留熱除去海水系ポンプモータ］，通風箱［高圧炉心スプレイ系ポンプモータ］の腐食(全面腐食)

フレーム，エンドブラケット，端子箱，空気冷却器及び通風箱は，炭素鋼であるため腐食が想定されるが，フレーム等の表面は塗装が施されており，腐食進行の可能性は小さく，点検時に目視確認を行い，その結果により必要に応じ補修を実施することとしている。

したがって，フレーム，エンドブラケット，端子箱，空気冷却器及び通風箱の腐食(全面腐食)は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

d. 軸受（すべり）の摩耗及びはく離 ［高圧炉心スプレイ系ポンプモータ］

軸受は，すべり軸受を使用しており，ホワイトメタルを軸受に鋳込み溶着しているため摩耗及びはく離が想定されるが，摩耗については，点検時に目視確認及び主軸と軸受隙間の寸法測定を行い，その結果により必要に応じ補修又は取替を実施し機能を維持している。

また，はく離についても点検時に目視確認及び浸透探傷検査を行い，その結果により必要に応じ補修又は取替を実施することとしている。

したがって，軸受（すべり）の摩耗及びはく離は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

e. 取付ボルトの腐食（全面腐食）［共通］

取付ボルトは，炭素鋼であるため腐食が想定されるが，表面は塗装が施されており，腐食進行の可能性は小さく，点検時に目視確認を行い，その結果により必要に応じ補修又は取替を実施することとしている。

したがって，取付ボルトの腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

f. 主軸の高サイクル疲労割れ［共通］

主軸には，モータ運転時に繰返し応力が発生することから，応力集中部において高サイクル疲労割れが想定されるが，主軸は設計段階において疲労割れが発生しないように考慮された設計となっており，高サイクル疲労割れが発生する可能性は小さい。

なお，点検時に目視確認を行い，これまで割れは確認されていない。

今後も使用環境が変わらないことから，これらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，主軸の高サイクル疲労割れは高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

g. 伝熱管の腐食（全面腐食）［高圧炉心スプレイ系ポンプモータ］

伝熱管は，銅合金であるため腐食が想定されるが，伝熱管は油槽に浸かっており外部は油膜に覆われていることから腐食進行の可能性は小さい。

また，伝熱管内部の腐食については，設計段階において腐食が発生しないように考慮された設計となっており，有意な腐食が発生する可能性は小さい。

なお，点検時に目視確認及び耐圧試験を行い，これまで有意な腐食は確認されていない。

今後も使用環境が変わらないことから，これらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，伝熱管の腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

h. 回転子棒及び回転子エンドリングの疲労割れ［共通］

回転子棒及び回転子エンドリングには，モータ起動時に発生する電磁力等により繰返し応力を受けると疲労割れの発生が想定されるが，回転子棒及び回転子エンドリングは設計段階において疲労割れが発生しないように考慮された設計となっており，疲労割れが発生する可能性は小さい。

なお，点検時に目視確認及び打音確認を行い，これまで疲労割れは確認されていない。

今後も使用環境が変わらないことから，これらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，回転子棒及び回転子エンドリングの疲労割れは高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

(2) 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により，今後も経年劣化の進展が考えられない，又は進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外）

日常劣化管理事象以外に該当する事象は抽出されなかった。

表 2.2-1(1/2)　残留熱除去海水系ポンプモータの想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象								備考
					減肉		割れ		絶縁	導通	信号	その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	絶縁特性低下	導通不良	特性変化		
駆動機能の確保	エネルギー伝達	主軸		炭素鋼	△		△*1						*1:高サイクル疲労割れ
	エネルギー変換	固定子コア		無方向性電磁鋼		△							
		固定子コイル		銅，マイカ，エポキシ樹脂等					○				
		口出線･接続部品		銅，マイカ，エポキシ樹脂等					○				
		フレーム		炭素鋼		△							
		端子箱		炭素鋼		△							
		回転子エンドリング		銅合金，銅			△						
		回転子棒		銅合金，銅			△						
		空気冷却器		炭素鋼		△							
		回転子コア		無方向性電磁鋼		△							
	軸支持	軸受（ころがり）	◎	－									
		エンドブラケット（上部／下部）		炭素鋼		△							
機器の支持	支持	取付ボルト		炭素鋼		△							

○：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表 2.2-1(2/2)　高圧炉心スプレイ系ポンプモータの想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象								備考
					減肉		割れ		絶縁	導通	信号		
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	絶縁特性低下	導通不良	特性変化	その他	
駆動機能の確保	エネルギー伝達	主軸		炭素鋼	△		△*1						*1:高サイクル疲労割れ *2:はく離
	エネルギー変換	固定子コア		無方向性電磁鋼		△							
		固定子コイル		銅，マイカ，エポキシ樹脂等					○				
		口出線･接続部品		銅，マイカ，エポキシ樹脂等					○				
		フレーム		炭素鋼		△							
		端子箱		炭素鋼		△							
		回転子エンドリング		銅合金，銅			△						
		回転子棒		銅合金，銅			△						
		回転子コア		無方向性電磁鋼		△							
		通風箱		炭素鋼		△							
	軸支持	軸受（すべり）（上部／下部）		ホワイトメタル，炭素鋼	△							△*2	
		エンドブラケット（上部／下部）		炭素鋼		△							
	油冷却	伝熱管		銅合金		△							
機器の支持	支持	取付ボルト		炭素鋼		△							

○：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の評価

(1) 固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁特性低下［共通］

a. 事象の説明

固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁物は，有機物であるため，振動等による機械的劣化，熱分解による熱的劣化，絶縁物内空隙での放電等による電気的劣化，埃等の異物付着による環境的劣化により経年的に劣化が進行し，絶縁物の外表面，内部から絶縁特性低下を起こす可能性がある。

絶縁特性低下を生ずる可能性のある部位を図 2.3-1 に示す。

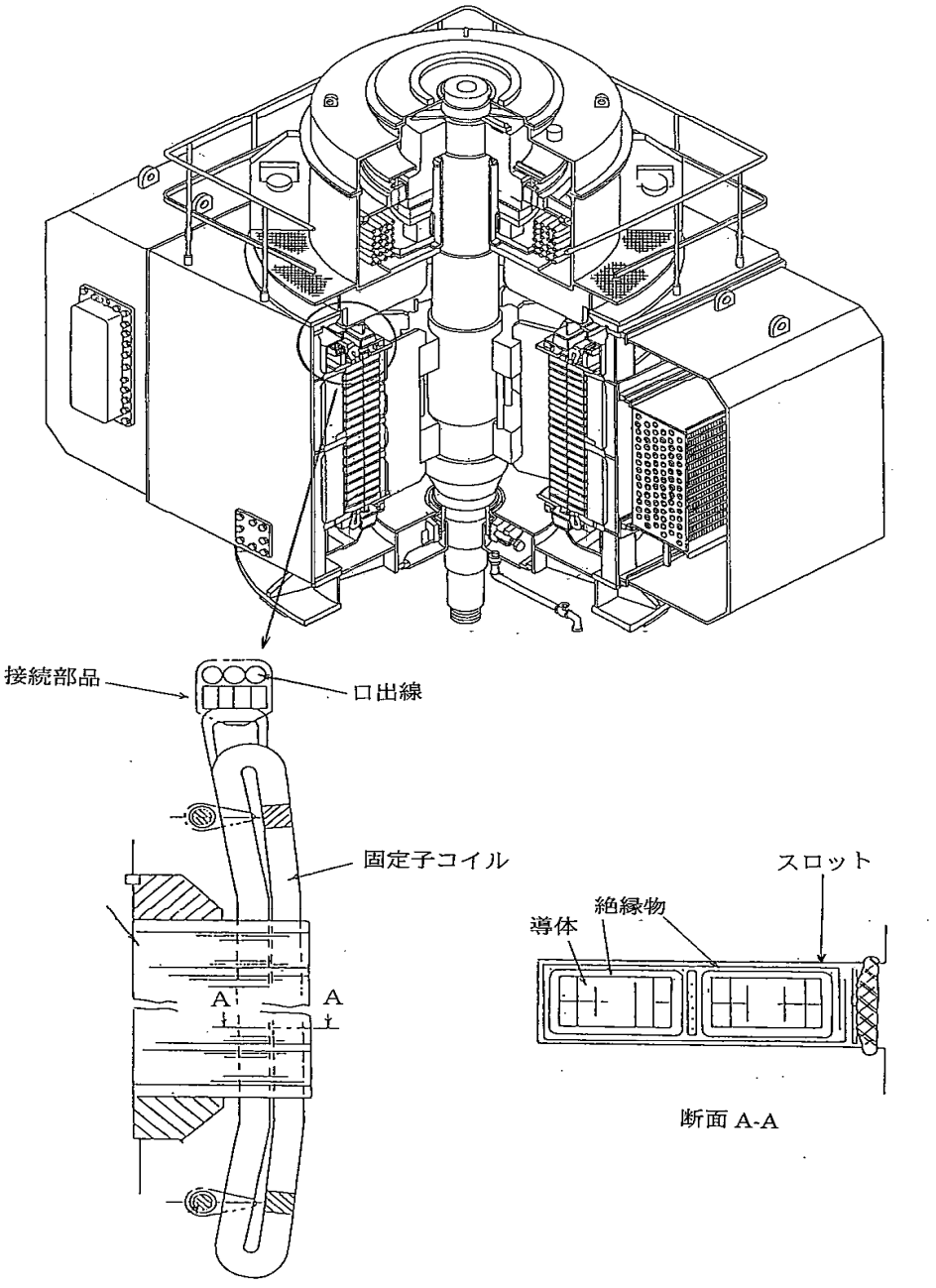


図 2.3-1　固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁部位

b. 技術評価

① 健全性評価

設計基準事故時雰囲気にて動作要求される高圧炉心スプレイ系ポンプモータについては，実機同等品による長期健全性試験を実施しており，この結果に基づき長期間の健全性を評価した。

絶縁物の放射線影響については，使用環境，設計基準事故時及び重大事故等時雰囲気における放射線量は低いことから，絶縁特性低下に至る可能性は小さいと考える。

高圧ポンプモータについては，図 2.3-2 に示す高圧ポンプモータ長期健全性試験手順により，固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁特性低下を評価した。本試験条件は，表 2.3-1 に示すとおり，固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁物は，60 年間の通常運転期間を想定した熱的及び設計基準事故時雰囲気による劣化条件を包絡している。

本試験結果は表 2.3-2 に示すとおり，判定基準を満足しており，熱的及び設計基準事故時雰囲気による劣化に対して，固定子コイル及び口出線・接続部品絶縁物は 60 年間の通常運転期間及び設計基準事故時雰囲気において絶縁性能を維持できると評価できる。

なお，常設重大事故等対処設備となる高圧炉心スプレイ系ポンプモータの重大事故等時における環境条件は，高圧ポンプモータ長期健全性試験の設計基準事故時暴露試験条件に包絡されていることから重大事故等時雰囲気においても絶縁性能を維持できると評価できる。

設計基準事故時雰囲気にて動作要求されない残留熱除去海水系ポンプモータについては，高圧ポンプモータ点検時に共通で実施している絶縁抵抗測定及び絶縁診断試験（直流吸収試験，交流電流試験，誘電正接試験及び部分放電試験）により，絶縁特性に有意な変化がないこと及び固定子コイルの目視確認，清掃を実施し異常がないことを確認しており，これまでの点検結果から有意な劣化は見られていない。

これらのことから，今後も有意な絶縁特性の低下が起こる可能性は小さいと考えられるが，絶縁性能が変化していく可能性は否定できない。

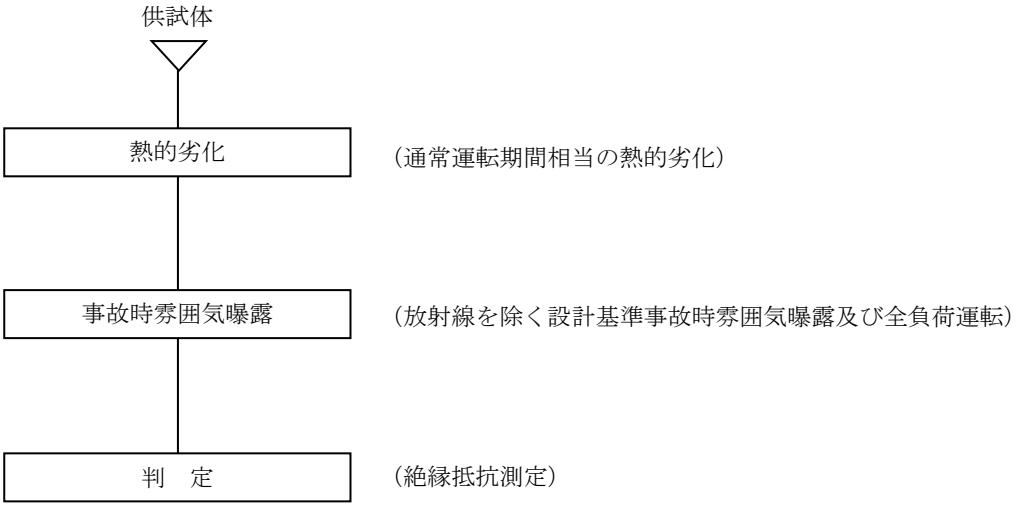


図 2.3-2　高圧ポンプモータ長期健全性試験手順

表 2.3-1　高圧ポンプモータ長期健全性試験条件

	試験条件	説明
熱的劣化	155 ℃*×24 日間 *周囲温度 100 ℃に定格出力時のコイル温度上昇 55 ℃を加えた値	高圧炉心スプレイ系ポンプ室の周囲最高温度 40.0 ℃に定格出力時のコイル温度上昇 55 ℃（試験データ）を加えた 95 ℃に対して，60 年間の通常運転期間を包絡する。
事故時雰囲気曝露	①試験温度：100 ℃ 試験環境：蒸気環境 試験時間：6 時間 ②試験温度：100 ℃ 試験環境：蒸気環境 試験時間：6 時間 ③試験温度：65 ℃ 試験環境：90 %湿度 試験時間：5 日間	東海第二の設計基準事故時及び重大事故等時の最高温度 100 ℃を包絡する。

表 2.3-2　高圧ポンプモータ長期健全性試験後の絶縁抵抗測定結果

試験手順	判定基準*	結果	判定
事故時雰囲気曝露試験終了後，高圧ポンプモータの絶縁抵抗測定を行う。	絶縁抵抗値：10 MΩ以上	①②の試験後：20 MΩ ③の試験後：60 MΩ	良

＊：判定基準はメーカ判定目安値

② 現状保全

固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁特性低下に対しては，点検時に絶縁抵抗測定及び絶縁診断試験（直流吸収試験，交流電流試験，誘電正接試験及び部分放電試験）を行い，絶縁特性に有意な変化がないこと及び固定子コイルの目視確認，清掃を実施し異常がないことを確認しており，これまでの点検結果から有意な劣化は見られていない。

また，これらの点検で有意な絶縁特性の変化が認められた場合は，洗浄，乾燥及び絶縁補修（絶縁物にワニスを注入），又は固定子コイル及び口出線・接続部品を取替えることとしている。

さらに，メーカー推奨の更新時期を参考に適切な更新時期を選定しており，高圧炉心スプレイ系ポンプモータは，第 16 回定期検査時にコイルの巻替を，残留熱除去海水系ポンプモータ(A)(C)号機は，第 13 回定期検査時に，(B)(D)号機については，第 14 回定期検査時にモータの取替を実施している。

③ 総合評価

健全性評価結果から判断して，固定子コイル及び口出線・接続部品の有意な絶縁特性低下の可能性は小さく，また，現状保全にて絶縁特性低下は把握可能と考えられる。今後も，絶縁抵抗測定，絶縁診断試験，目視確認及び清掃を実施することで，異常の有無を把握可能であり，現状の保全は点検手法として適切であると判断する。

c．高経年化への対応

固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁特性低下に対しては，高経年化対策の観点から現状の保全内容に追加すべき項目はない。

今後も，点検時に絶縁抵抗測定，絶縁診断試験，目視確認及び清掃を実施していくとともに，必要に応じて洗浄，乾燥及び絶縁補修（絶縁物にワニスを注入）又は固定子コイル及び口出線・接続部品の取替を実施する。

3. 代表機器以外への展開

本章では，2 章で実施した代表機器の技術的評価について，1 章で実施したグループ化で代表機器となっていない機器への展開について検討した。

① 低圧炉心スプレイ系ポンプモータ

② 残留熱除去系ポンプモータ

③ 緊急用海水ポンプモータ

3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

a. 固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁特性低下［共通］

代表機器と同様，固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁物は，有機物であるため，振動等による機械的劣化，熱分解による熱的劣化，絶縁物内空隙での放電等による電気的劣化，埃等の異物付着による環境的劣化により経年的に劣化が進行し，絶縁物の外表面，内部から絶縁特性低下が想定されるが，長期健全性試験（非常用炉心冷却系ポンプモータ特殊環境状態時試験として残留熱除去系ポンプモータ，高圧炉心スプレイ系ポンプモータ，低圧炉心スプレイ系ポンプモータ 3 台共通の試験）を実施しており，固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁物は 60 年間の通常運転期間及び設計基準事故時雰囲気おいて絶縁性能を維持できると評価できる。

また，常設重大事故等対処設備となる残留熱除去系ポンプモータの重大事故等時における環境条件は，高圧ポンプモータ長期健全性試験の設計基準事故時暴露試験条件に包絡されていることから重大事故等時雰囲気においても絶縁性能を維持できると評価できる。

さらに，代表機器と同様に固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁特性低下に対しては，点検時に絶縁抵抗測定及び絶縁診断試験（直流吸収試験，交流電流試験，誘電正接試験及び部分放電試験），目視確認及び清掃を実施していくとともに，必要に応じて洗浄，乾燥及び絶縁補修（絶縁物にワニスを注入），又は固定子コイル及び口出線・接続部品の取替を実施することで健全性は維持できると判断する。

緊急用海水ポンプモータは新たに設置されることから，今後，点検時に絶縁抵抗測定及び絶縁診断試験（直流吸収試験，交流電流試験，誘電正接試験及び部分放電試験），目視確認及び清掃を行うとともに，必要に応じて洗浄，乾燥及び絶縁補修（絶縁物にワニスを注入），又は固定子コイル及び口出線・接続部品の取替を実施することで健全性を維持できると判断する。

したがって，高経年化対策の観点から現状の保全内容に追加すべき項目はない。

なお，代表機器以外の各高圧ポンプモータのうち，低圧炉心スプレイ系ポンプモータは，第 17 回定期検査時に固定子の取替を，残留熱除去系ポンプモータ(B)号機においては，第 18 回定期検査時にモータの取替を実施しており，残留熱除去系ポンプモータ(A)(C)号機においては，第 26 回施設定期検査時に取替を計画している。

3.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

(1) 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって，想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象）

a. 主軸の摩耗［共通］

代表機器と同様，主軸は，軸受との接触面の摩耗が想定されるが，点検時に主軸の寸法測定を行い，その結果により必要に応じ補修を実施することとしている。

緊急用海水ポンプモータは新たに設置されることから，今後，点検時に主軸の寸法測定を行い，その結果により必要に応じ補修を実施することで健全性を維持できると考える。

したがって，主軸の摩耗は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

b. 固定子コア及び回転子コアの腐食（全面腐食）［共通］

代表機器と同様，固定子コア及び回転子コアは，無方向性電磁鋼であるため腐食が想定されるが，固定子コア及び回転子コアには，防食効果のある絶縁ワニス処理が施されており，腐食進行の可能性は小さく，点検時に目視確認を行い，その結果により必要に応じ補修を実施することとしている。

緊急用海水ポンプモータは新たに設置されることから，今後，点検時に目視確認を行い，その結果により必要に応じ補修を実施することで健全性を維持できると考える。

したがって，固定子コア及び回転子コアの腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

c. フレーム，エンドブラケット，通風箱及び端子箱の腐食（全面腐食）［共通］

代表機器と同様，フレーム，エンドブラケット，通風箱及び端子箱は，炭素鋼であるため腐食が想定されるが，フレーム等の表面は塗装が施されており，腐食進行の可能性は小さく，点検時に目視確認を行い，その結果により必要に応じ補修を実施することとしている。

緊急用海水ポンプモータは新たに設置されることから，今後，点検時に目視確認を行い，その結果により必要に応じ補修を実施することで健全性を維持できると考える。

したがって，フレーム，エンドブラケット，通風箱及び端子箱の腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

d. 取付ボルトの腐食（全面腐食）［共通］

代表機器と同様，取付ボルトは，炭素鋼であるため腐食が想定されるが，表面は塗装が施されており，腐食進行の可能性は小さく，点検時に目視確認を行い，その結果により必要に応じ補修又は取替を実施することとしている。

緊急用海水ポンプモータは新たに設置されることから，今後，点検時に目視確認を行い，その結果により必要に応じ補修又は取替を実施することで健全性を維持できると考える。

したがって，取付ボルトの腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

e. 主軸の高サイクル疲労割れ［共通］

代表機器と同様，主軸には，モータ運転時に繰返し応力が発生することから，応力集中部において高サイクル疲労割れが想定されるが，主軸は設計段階において疲労割れが発生しないように考慮された設計となっており，高サイクル疲労割れが発生する可能性は小さい。

なお，点検時に目視確認を行い，これまで割れは確認されていない。

今後も使用環境が変わらないことから，これらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

緊急用海水ポンプモータは新たに設置されるが，代表機器と同様，高サイクル疲労割れは設計上考慮されていることから，高サイクル疲労割れが発生する可能性は小さく，今後，点検時に目視確認を行い割れの有無を確認することで健全性を維持できると考える。

したがって，主軸の高サイクル疲労割れは高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

f．回転子棒及び回転子エンドリングの疲労割れ［共通］

代表機器と同様，回転子棒及び回転子エンドリングには，モータ起動時に発生する電磁力等により繰返し応力を受けると疲労割れの発生が想定されるが，回転子棒及び回転子エンドリングは設計段階において疲労割れが発生しないように考慮された設計となっており，疲労割れが発生する可能性は小さい。

なお，点検時に目視確認及び打音確認を行い，これまで疲労割れは確認されていない。

今後も使用環境が変わらないことから，これらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

緊急用海水ポンプモータは新たに設置されるが，代表機器と同様，疲労割れは設計上考慮されていることから，疲労割れが発生する可能性は小さく，今後，点検時に目視確認及び打音確認を行い疲労割れの有無を確認することで健全性を維持できると考える。

したがって，回転子棒及び回転子エンドリングの疲労割れは高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

(2) 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により，今後も経年劣化の進展が考えられない，又は進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外）

日常劣化管理事象以外に該当する事象は抽出されなかった。

2. 低圧ポンプモータ

［対象低圧ポンプモータ］

① ほう酸水注入系ポンプモータ
② ほう酸水注入系潤滑油ポンプモータ
③ 原子炉冷却材浄化系循環ポンプモータ
④ 常設低圧代替注水系ポンプモータ
⑤ 代替燃料プール冷却系ポンプモータ
⑥ 代替循環冷却系ポンプモータ
⑦ 格納容器圧力逃がし装置移送ポンプモータ
⑧ 非常用ディーゼル発電機冷却系海水ポンプモータ
⑨ 原子炉冷却材浄化系ろ過脱塩器保持ポンプモータ

目次

1. 対象機器及び代表機器の選定..... 2-1
1.1 グループ化の考え方及び結果..... 2-1
1.2 代表機器の選定..... 2-1
2. 代表機器の技術評価..... 2-3
2.1 構造，材料及び使用条件..... 2-3
2.1.1 ほう酸水注入系ポンプモータ..... 2-3
2.1.2 非常用ディーゼル発電機冷却系海水ポンプモータ..... 2-6
2.1.3 原子炉冷却材浄化系ろ過脱塩器保持ポンプモータ..... 2-9
2.2 経年劣化事象の抽出..... 2-12
2.2.1 機器の機能達成に必要な項目..... 2-12
2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出..... 2-12
2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象..... 2-13
2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の評価..... 2-19
3. 代表機器以外への展開..... 2-21
3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象..... 2-21
3.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象..... 2-22

1. 対象機器及び代表機器の選定

東海第二で使用している主要な低圧ポンプモータの主な仕様を表 1-1 に示す。

これらのポンプモータを型式及び設置場所の観点からグループ化し，それぞれのグループより以下のとおり代表機器を選定した。

1.1 グループ化の考え方及び結果

型式及び設置場所を分類基準とし，低圧ポンプモータを表 1-1 に示すとおりグループ化する。

1.2 代表機器の選定

表 1-1 に分類されるグループ毎に，重要度，定格電圧，定格出力，運転状態及び周囲温度の観点から代表機器を選定する。

(1) 屋内設置（型式：全閉型）

このグループには，ほう酸水注入系ポンプモータ，ほう酸水注入系潤滑油ポンプモータ，原子炉冷却材浄化系循環ポンプモータ，常設低圧代替注水系ポンプモータ，代替燃料プール冷却系ポンプモータ及び代替循環冷却系ポンプモータが属するが，重要度及び定格電圧の高い，ほう酸水注入系ポンプモータを代表機器とする。

(2) 屋外設置（型式：全閉型）

このグループには，非常用ディーゼル発電機冷却系海水ポンプモータのみが属するため，代表機器は非常用ディーゼル発電機冷却系海水ポンプモータとする。

(3) 屋内設置（型式：水浸型）

このグループには，原子炉冷却材浄化系ろ過脱塩器保持ポンプモータ及び格納容器圧力逃がし装置移送ポンプモータが属するが，重要度の高い原子炉冷却材浄化系ろ過脱塩器保持ポンプモータを代表機器とする。

表 1-1　低圧ポンプモータのグループ化及び代表機器の選定

分類基準		機器名称	仕様 （定格出力 ×回転速度）	選定基準					選定	選定理由
				重要度[*1]	使用条件					
型式	設置場所				定格電圧（V）	定格出力（kW）	運転状態	周囲温度（℃）		
全閉	屋内	ほう酸水注入系ポンプモータ	37 kW×965 rpm	MS-1 重[*2]	AC 440	37	一時	40.0[*3]	◎	重要度 定格電圧
		ほう酸水注入系潤滑油ポンプモータ	0.4 kW×1,420 rpm	MS-1	AC 200	0.4	一時	40.0[*3]		
		原子炉冷却材浄化系循環ポンプモータ	75 kW×2,930 rpm	PS-2	AC 440	75	連続	40.0[*3]		
		常設低圧代替注水系ポンプモータ[*4]	190 kW×1,500 rpm[*5]	重[*2]	AC 440	190	一時	40[*6]		
		代替燃料プール冷却系ポンプモータ[*4]	30 kW×3,000 rpm[*5]	重[*2]	AC 440	30	一時	40.0[*3]		
		代替循環冷却系ポンプモータ[*4]	132 kW×1,500 rpm[*5]	重[*2]	AC 440	132	一時	40.0[*3]		
	屋外	非常用ディーゼル発電機冷却系海水ポンプモータ	55 kW×1,455 rpm	MS-1 重[*2]	AC 440	55	一時	40[*7]	◎	
水浸	屋内	原子炉冷却材浄化系ろ過脱塩器保持ポンプモータ	3.7 kW×3,000 rpm	PS-2	AC 440	3.7	一時	40.0[*3]	◎	重要度
		格納容器圧力逃がし装置移送ポンプモータ[*4]	7.5 kW×3,000 rpm[*5]	重[*2]	AC 440	7.5	一時	40[*8]		

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

*2：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す　*3：原子炉建屋における設計値

*4：新規に設置される機器　*5：同期回転速度を示す　*6：常設低圧代替注水系ポンプ室における設計値

*7：水戸地方気象台における既往最厳値に余裕を持たせた温度　*8：格納容器圧力逃がし装置格納槽における設計値

2. 代表機器の技術評価

本章では，1 章で代表機器とした以下のポンプモータについて技術評価を実施する。

① ほう酸水注入系ポンプモータ

② 非常用ディーゼル発電機冷却系海水ポンプモータ

③ 原子炉冷却材浄化系ろ過脱塩器保持ポンプモータ

なお，基礎ボルトについては，ポンプとポンプモータの取付ベースが共通であることから，「ポンプの技術評価書」にて評価を実施するものとし本評価書には含めない。

2.1 構造，材料及び使用条件

2.1.1 ほう酸水注入系ポンプモータ

(1) 構造

東海第二のほう酸水注入系ポンプモータは，定格電圧 AC 440V，定格出力 37 kW，回転速度 965 rpm の全閉型三相誘導モータであり，2 台設置されている。

a. 固定部

モータを基礎に固定支持するフレーム内に固定子コアが挿入され固定子コアには固定子コイルが保持されている。フレーム両端面には回転子を支持するエンドブラケットが取付られ，内側には軸受が挿入されている。

b. 回転部

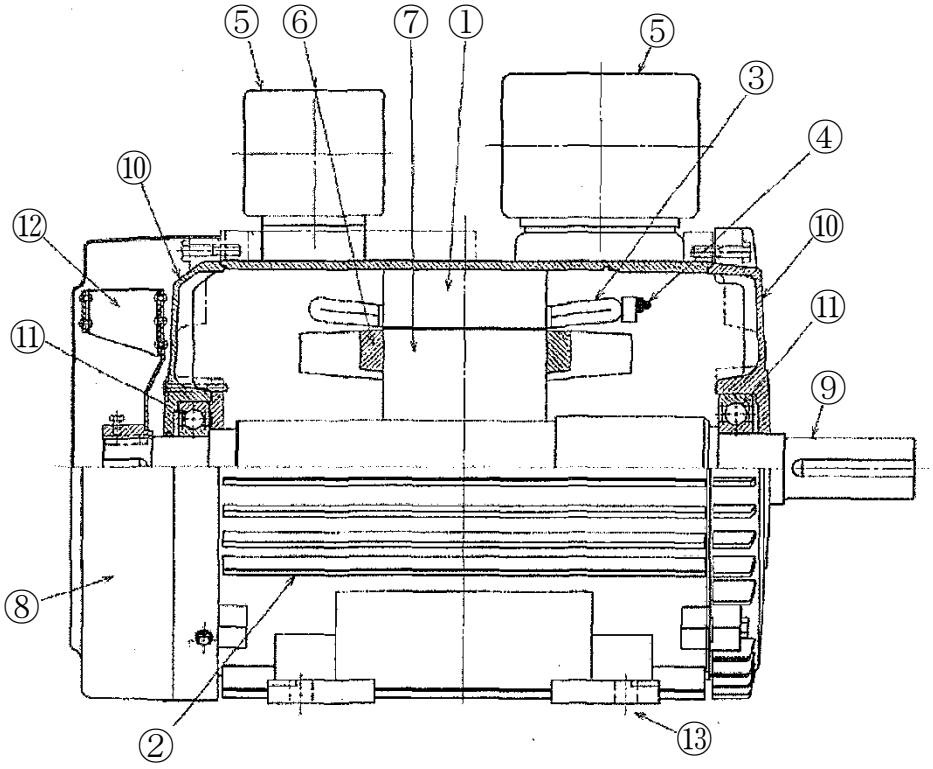
軸受により支持される主軸には回転子コアが固定されており，回転子コアには回転子棒が挿入され，両端には回転子エンドリングが取付けられている。

また，固定子や回転子はフレーム，エンドブラケット間の締め付けボルトを緩め，エンドブラケットを取外すことにより，点検手入れが可能である。

東海第二のほう酸水注入系ポンプモータの構造図を図 2.1-1 に示す。

(2) 材料及び使用条件

東海第二のほう酸水注入系ポンプモータ主要部位の使用材料を表 2.1-1 に，使用条件を表 2.1-2 に示す。



No.	部位	No.	部位	No.	部位
①	固定子コア	⑥	回転子棒, 回転子エンドリング	⑪	軸受（ころがり）
②	フレーム	⑦	回転子コア	⑫	ファン
③	固定子コイル	⑧	ファンカバー	⑬	取付ボルト
④	口出線・接続部品	⑨	主軸		
⑤	端子箱	⑩	エンドブラケット		

図 2.1-1　ほう酸水注入系ポンプモータ構造図

表 2.1-1　ほう酸水注入系ポンプモータ主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
駆動機能の確保	エネルギー変換	固定子コア	無方向性電磁鋼
		フレーム	圧延鋼板
		固定子コイル	ポリアミドエミドエナメル銅線
		口出線・接続部品	耐熱性ポリフレックス銅線
		端子箱	圧延鋼板
		回転子棒，回転子エンドリング	アルミニウム
		回転子コア	無方向性電磁鋼
		ファン	圧延鋼板
		ファンカバー	圧延鋼板
	エネルギー伝達	主軸	炭素鋼
	軸支持	エンドブラケット	ねずみ鋳鉄
		軸受（ころがり）	（消耗品）
機器の支持	支持	取付ボルト	圧延鋼材

表 2.1-2　ほう酸水注入系ポンプモータの使用条件

設置場所	屋内
周囲温度*	40.0 ℃（最高）
運転状態	一時
定格出力	37 kW
定格電圧	AC 440 V

＊：原子炉建屋における設計値

2.1.2 非常用ディーゼル発電機冷却系海水ポンプモータ

(1) 構造

東海第二の非常用ディーゼル発電機冷却系海水ポンプモータは，出力 55 kW，回転速度 1,455 rpm の全閉型三相誘導モータであり，3 台設置されている。

a. 固定部

モータをポンプの取付台に固定支持する下部エンドブラケットの上部にフレームが固定され，フレーム内に固定子コアが挿入されており，固定子コアには固定子コイルが保持されている。

また，フレーム上部・下部には回転子を支持するエンドブラケットが取付けられ，内側には軸受が挿入されている。

b. 回転部

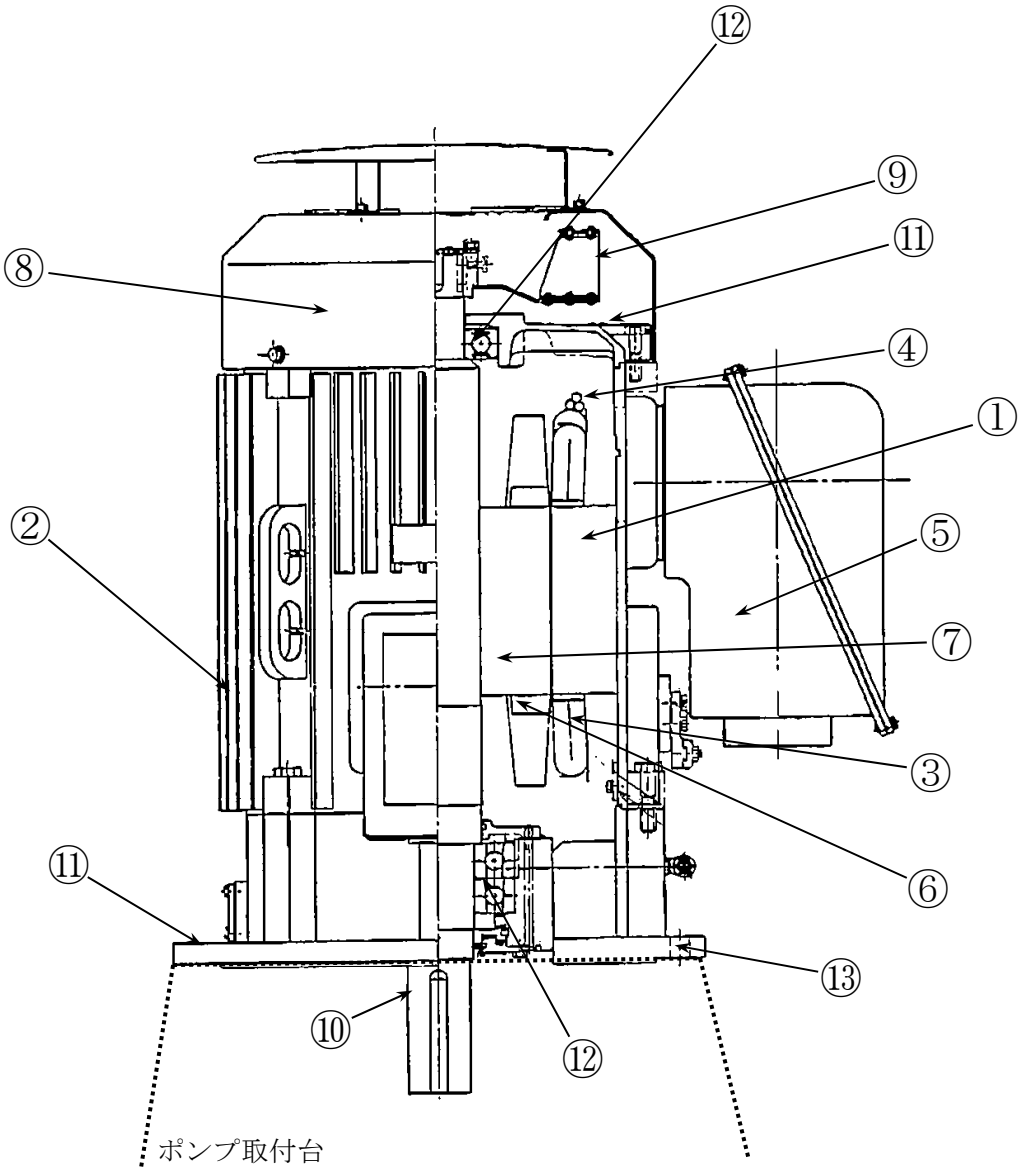
軸受により支持される主軸には回転子コアが固定され，回転子コアには回転子棒が挿入されており，両端には回転子エンドリングが取付けられている。

また，固定子や回転子はフレーム，エンドブラケット間の締め付けボルトを緩め，エンドブラケットを取外すことにより，点検手入れが可能である。

東海第二の非常用ディーゼル発電機冷却系海水ポンプモータの構造図を図 2.1-2 に示す。

(2) 材料及び使用条件

東海第二の非常用ディーゼル発電機冷却系海水ポンプモータ主要部位の使用材料を表 2.1-3 に，使用条件を表 2.1-4 に示す。



No.	部位	No.	部位	No.	部位
①	固定子コア	⑥	回転子棒, 回転子エンドリング	⑪	エンドブラケット （上部／下部）
②	フレーム	⑦	回転子コア	⑫	軸受（ころがり）
③	固定子コイル	⑧	ファンカバー	⑬	取付ボルト
④	口出線・接続部品	⑨	ファン		
⑤	端子箱	⑩	主軸		

図 2.1-2　非常用ディーゼル発電機冷却系海水ポンプモータ構造図

表 2.1-3　非常用ディーゼル発電機冷却系海水ポンプモータ主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
駆動機能の確保	エネルギー変換	固定子コア	無方向性電磁鋼板
		フレーム	鋼板
		固定子コイル	銅，エポキシ樹脂
		口出線・接続部品	銅，エポキシ樹脂
		端子箱	鋼板
		回転子棒， 回転子エンドリング	アルミニウム
		回転子コア	無方向性電磁鋼板
		ファン	鋼板
		ファンカバー	鋼板
	エネルギー伝達	主軸	炭素鋼
	軸支持	エンドブラケット （上部／下部）	鋼板
		軸受（ころがり）	（消耗品）
機器の支持	支持	取付ボルト	炭素鋼

表 2.1-4　非常用ディーゼル発電機冷却系海水ポンプモータの使用条件

設置場所	屋外
周囲温度*	40 ℃
運転状態	一時
定格電圧	AC 440 V
定格出力	55 kW

＊：水戸地方気象台における既往最厳値に余裕を持たせた温度

2.1.3 原子炉冷却材浄化系ろ過脱塩器保持ポンプモータ

(1) 構造

東海第二の原子炉冷却材浄化系ろ過脱塩器保持ポンプモータは，出力 3.7 kW，回転速度 3,000 rpm の水浸型三相誘導モータであり，2 台設置されている。

a. 固定部

モータはポンプ取付台に取付ボルトにより固定されており，ステータバンド内に固定子コアが挿入され，固定子コアには固定子コイルが保持されている。

また，ステータバンドには回転子を支持するリアカバー及びポンプケーシングが取付けられ，内側には軸受が挿入されている。

b. 回転部

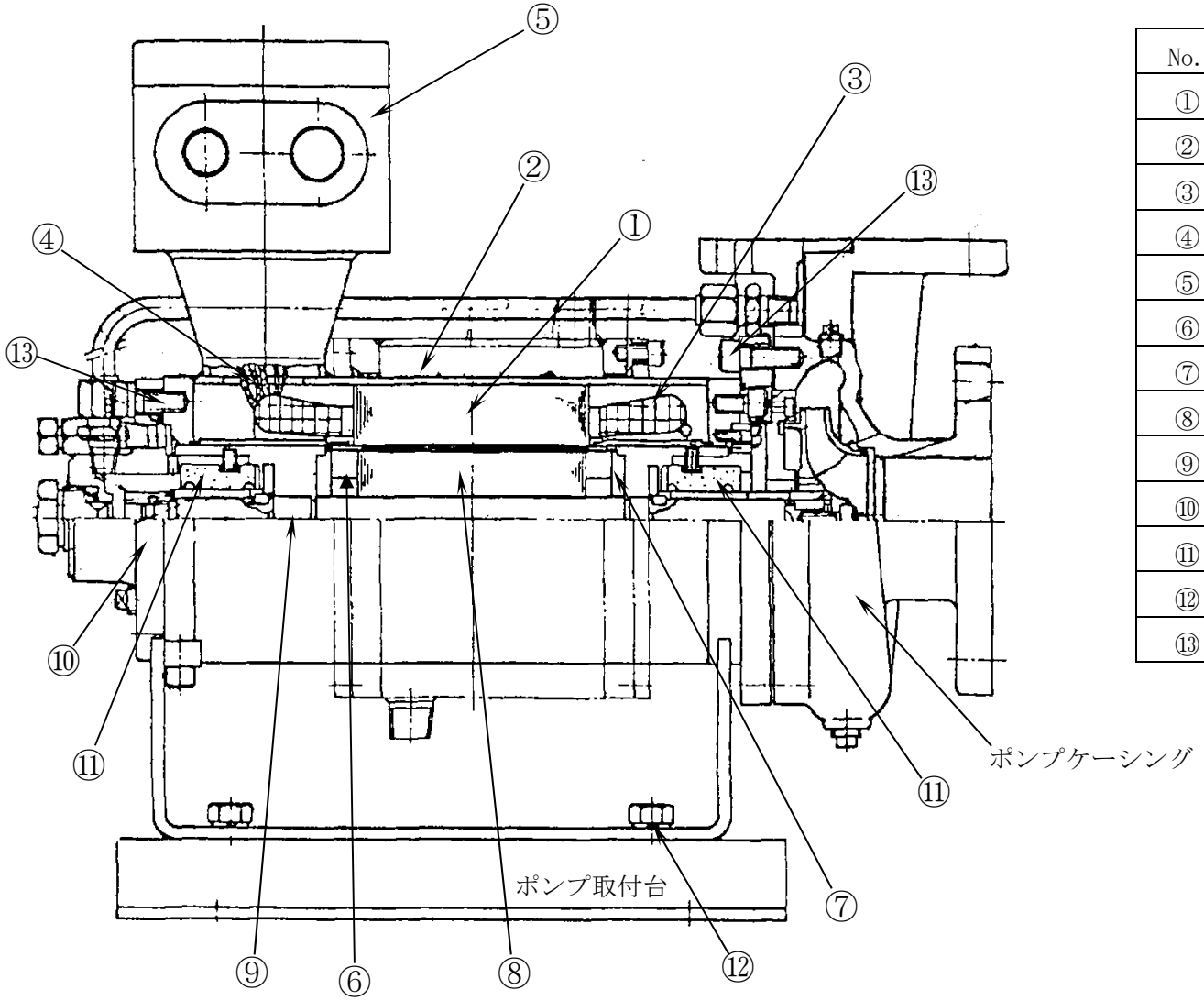
軸受により支持される主軸に回転子コアが固定されており，回転子コアには回転子棒が挿入され，両端には回転子エンドリングが取付けられている。

また，固定子や回転子はリアカバー及びポンプケーシング間の締め付けボルトを緩め，リアカバー及びポンプケーシングを取外すことにより点検手入れが可能である。

東海第二の原子炉冷却材浄化系ろ過脱塩器保持ポンプモータの構造図を図 2.1-3 に示す。

(2) 材料及び使用条件

東海第二の原子炉冷却材浄化系ろ過脱塩器保持ポンプモータ主要部位の使用材料を表 2.1-5 に，使用条件を表 2.1-6 に示す。



No.	部位
①	固定子コア
②	ステータバンド
③	固定子コイル
④	口出線・接続部品
⑤	端子箱
⑥	回転子棒
⑦	回転子エンドリング
⑧	回転子コア
⑨	主軸
⑩	リアカバー
⑪	軸受（すべり）
⑫	取付ボルト
⑬	締め付けボルト

図 2.1-3　原子炉冷却材浄化系ろ過脱塩器保持ポンプモータ構造図

表 2.1-5　原子炉冷却材浄化系ろ過脱塩器保持ポンプモータ主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
駆動機能の確保	エネルギー変換	固定子コア	ケイ素鋼板
		ステータバンド	炭素鋼鋼管
		固定子コイル	エナメル銅線
		口出線・接続部品	ガラス網組導線
		端子箱	ねずみ鋳鉄品
		回転子棒, 回転子エンドリング	アルミニウム
		回転子コア	ケイ素鋼板
	エネルギー伝達	主軸	ステンレス鋼
	軸支持	リアカバー	ステンレス鋼
		軸受（すべり）	（消耗品）
機器の支持	支持	取付ボルト	炭素鋼
		締め付けボルト	炭素鋼

表 2.1-6　原子炉冷却材浄化系ろ過脱塩器保持ポンプモータの使用条件

設置場所	屋内
周囲温度*	40.0 ℃（最高）
運転状態	一時
定格電圧	AC 440 V
定格出力	3.7 kW

＊：原子炉建屋における設計値

2.2 経年劣化事象の抽出

2.2.1 機器の機能達成に必要な項目

低圧ポンプモータの機能であるポンプ駆動機能の達成に必要な項目は以下のとおり。

(1) 駆動機能の確保

(2) 機器の支持

2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

(1) 想定される経年劣化事象の抽出

低圧ポンプモータについて，機能達成に必要な項目を考慮して主要な部位に展開した上で，個々の部位の材料，構造，使用条件（電圧，温度等）及び現在までの運転経験を考慮し，表 2.2-1 に示すとおり，想定される経年劣化事象を抽出した（表 2.2-1 で○又は△，▲）。

なお，消耗品及び定期取替品は以下のとおり評価対象外とする。

(2) 消耗品及び定期取替品の扱い

軸受（ころがり）及び軸受（すべり）は消耗品であり，設計時に長期使用せず取替を前提としていることから高経年化対策を見極める上での評価対象外とする。

(3) 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

想定される経年劣化事象のうち下記①，②に該当しない事象を高経年化対策上着目すべき経年劣化事象と判断した。

なお，下記①，②に該当する事象については，2.2.3 項に示すとおり，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断した。

① 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって，想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象として表 2.2-1 で△）

② 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により，今後も経年劣化の進展が考えられない，又は進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外として表 2.2-1 で▲）

この結果，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象として以下の事象が抽出された（表 2.2-1 で○）。

a. 固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁特性低下［共通］

2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

(1) 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって，想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象）

a. 固定子コア及び回転子コアの腐食（全面腐食）［共通］

固定子コア及び回転子コアは，無方向性電磁鋼及びケイ素鋼板であるため腐食が想定されるが，固定子コア及び回転子コアには，防食効果のある絶縁ワニス処理が施されており，腐食進行の可能性は小さく，点検時に目視確認を行い，その結果により必要に応じ補修を実施することとしている。

したがって，固定子コア及び回転子コアの腐食（全面腐食）は高経年対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

b. フレーム，エンドブラケット，ファン，ファンカバー［ほう酸水注入系ポンプモータ，非常用ディーゼル発電機冷却系海水ポンプモータ］，ステータバンド［原子炉冷却材浄化系ろ過脱塩器保持ポンプモータ］及び端子箱［共通］の腐食（全面腐食）

フレーム，エンドブラケット，ファン，ファンカバー，ステータバンド及び端子箱は，炭素鋼等（炭素鋼，圧延鋼板，ねずみ鋳鉄）であるため腐食が想定されるが，フレーム等の表面は塗装が施されており，腐食進行の可能性は小さく，点検時に目視確認を行い，その結果により必要に応じ補修を実施することとしている。

したがって，フレーム，エンドブラケット，ファン，ファンカバー，ステータバンド及び端子箱の腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

c. 主軸の摩耗［共通］

主軸は，軸受との接触面の摩耗が想定されるが，点検時に主軸の寸法測定を行い，その結果により必要に応じ補修を実施することとしている。

したがって，主軸の摩耗は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

d. 取付ボルト［共通］及び締め付けボルト［原子炉冷却材浄化系ろ過脱塩器保持ポンプモータ］の腐食（全面腐食）

取付ボルト及び締め付けボルトは，炭素鋼等（炭素鋼，圧延鋼材）であるため腐食が想定されるが，表面は塗装が施されており，腐食進行の可能性は小さく，点検時に目視確認を行い，その結果により必要に応じ補修又は取替を実施することとしている。

したがって，取付ボルト及び締め付けボルトの腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

e. 主軸の高サイクル疲労割れ［共通］

主軸には，モータ運転時に繰返し応力が発生することから，応力集中部において高サイクル疲労割れが想定されるが，主軸は設計段階において疲労割れが発生しないように考慮された設計となっており，高サイクル疲労割れが発生する可能性は小さい。

なお，点検時に目視確認を行い，これまで割れは確認されていない。

今後も使用環境が変わらないことから，これらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，主軸の高サイクル疲労割れは高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

(2) 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により，今後も経年劣化の進展が考えられない，又は進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外）

a. 回転子棒及び回転子エンドリングの疲労割れ［共通］

回転子棒及び回転子エンドリングには，モータ起動時に発生する電磁力等により繰返し応力を受けると疲労割れの発生が想定される。

しかし，図 2.2-1 に示すとおり，回転子棒及び回転子エンドリングはアルミダイキャストで一体形成され，スロット内にアルミニウムが充満した状態で回転子棒が形成されていることから，回転子棒とスロットの間に隙間や緩みは生じないため，繰り返し応力による疲労割れが発生する可能性はない。

したがって，回転子棒及び回転子エンドリングの疲労割れは高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

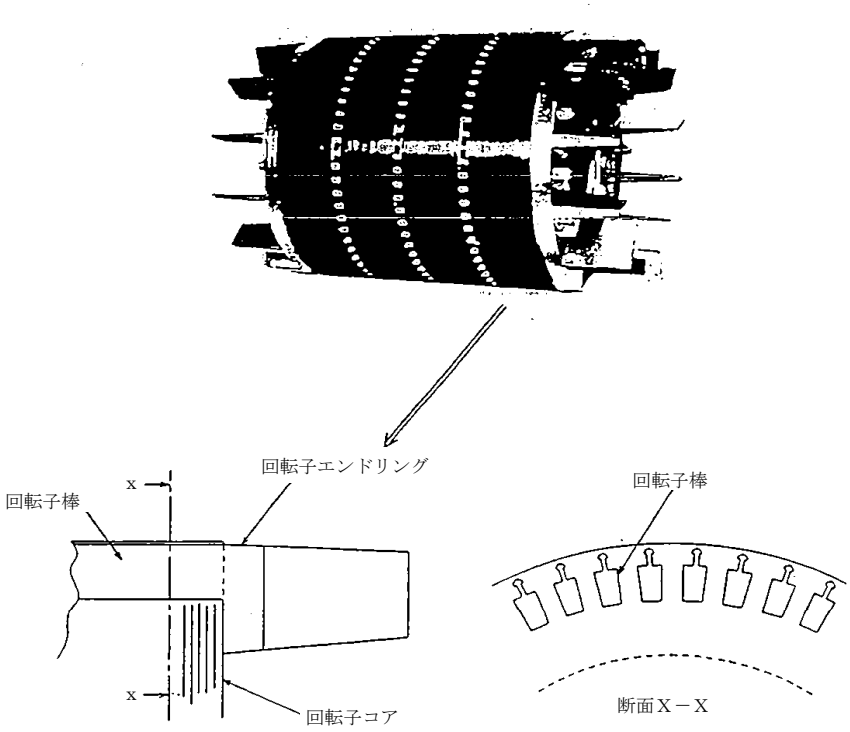


図 2.2-1　アルミダイキャスト回転子構造図

表 2.2-1(1/3)　ほう酸水注入系ポンプモータに想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象								備考
					減肉		割れ		絶縁	導通	信号	その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	絶縁特性低下	導通不良	特性変化		
駆動機能の確保	エネルギー変換	固定子コア		無方向性電磁鋼		△							*:高サイクル疲労割れ
		フレーム		圧延鋼板		△							
		固定子コイル		ポリアミドエミドエナメル銅線					○				
		口出線・接続部品		耐熱性ポリフレックス銅線					○				
		端子箱		圧延鋼板		△							
		回転子棒, 回転子エンドリング		アルミニウム			▲						
		回転子コア		無方向性電磁鋼		△							
		ファン		圧延鋼板		△							
		ファンカバー		圧延鋼板		△							
	エネルギー伝達	主軸		炭素鋼	△		△*						
	軸支持	エンドブラケット		ねずみ鋳鉄		△							
		軸受（ころがり）	◎	－									
機器の支持	支持	取付ボルト		圧延鋼材		△							

○：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象
△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）
▲：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象以外）

表 2.2-1(2/3)　非常用ディーゼル発電機冷却系海水ポンプモータに想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象								備考
					減肉		割れ		絶縁	導通	信号	その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	絶縁特性低下	導通不良	特性変化		
駆動機能の確保	エネルギー変換	固定子コア		無方向性電磁鋼板		△							*:高サイクル疲労割れ
		フレーム		鋼板		△							
		固定子コイル		銅，エポキシ樹脂					○				
		口出線・接続部品		銅，エポキシ樹脂					○				
		端子箱		鋼板		△							
		回転子棒，回転子エンドリング		アルミニウム			▲						
		回転子コア		無方向性電磁鋼板		△							
		ファン		鋼板		△							
		ファンカバー		鋼板		△							
	エネルギー伝達	主軸		炭素鋼	△		△*						
	軸支持	エンドブラケット		鋼板		△							
		軸受（ころがり）	◎	－									
機器の支持	支持	取付ボルト		炭素鋼		△							

○：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象
△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）
▲：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象以外）

表 2.2-1(3/3)　原子炉冷却材浄化系ろ過脱塩器保持ポンプモータに想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象								備考
					減肉		割れ		絶縁	導通	信号	その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	絶縁特性低下	導通不良	特性変化		
駆動機能の確保	エネルギー変換	固定子コア		ケイ素鋼板		△							*:高サイクル疲労割れ
		ステータバンド		炭素鋼鋼管		△							
		固定子コイル		エナメル銅線					○				
		口出線・接続部品		ガラス網組導線					○				
		端子箱		ねずみ鋳鉄		△							
		回転子棒, 回転子エンドリング		アルミニウム			▲						
		回転子コア		ケイ素鋼板		△							
	エネルギー伝達	主軸		ステンレス鋼	△		△*						
	軸支持	リアカバー		ステンレス鋼									
		軸受（すべり）	◎	－									
機器の支持	支持	取付ボルト		炭素鋼		△							
		締め付けボルト		炭素鋼		△							

○：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象
△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）
▲：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象以外）

2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の評価

(1) 固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁特性低下［共通］

a. 事象の説明

固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁物は，有機物であるため，振動等による機械的劣化，熱分解による熱的劣化，絶縁物内空隙での放電等による電気的劣化，埃等の異物付着による環境的劣化により経年的に劣化が進行し，絶縁物の外表面，内部から絶縁特性低下を起こす可能性がある。

絶縁特性低下を生ずる可能性のある部位を図 2.3-1 に示す。

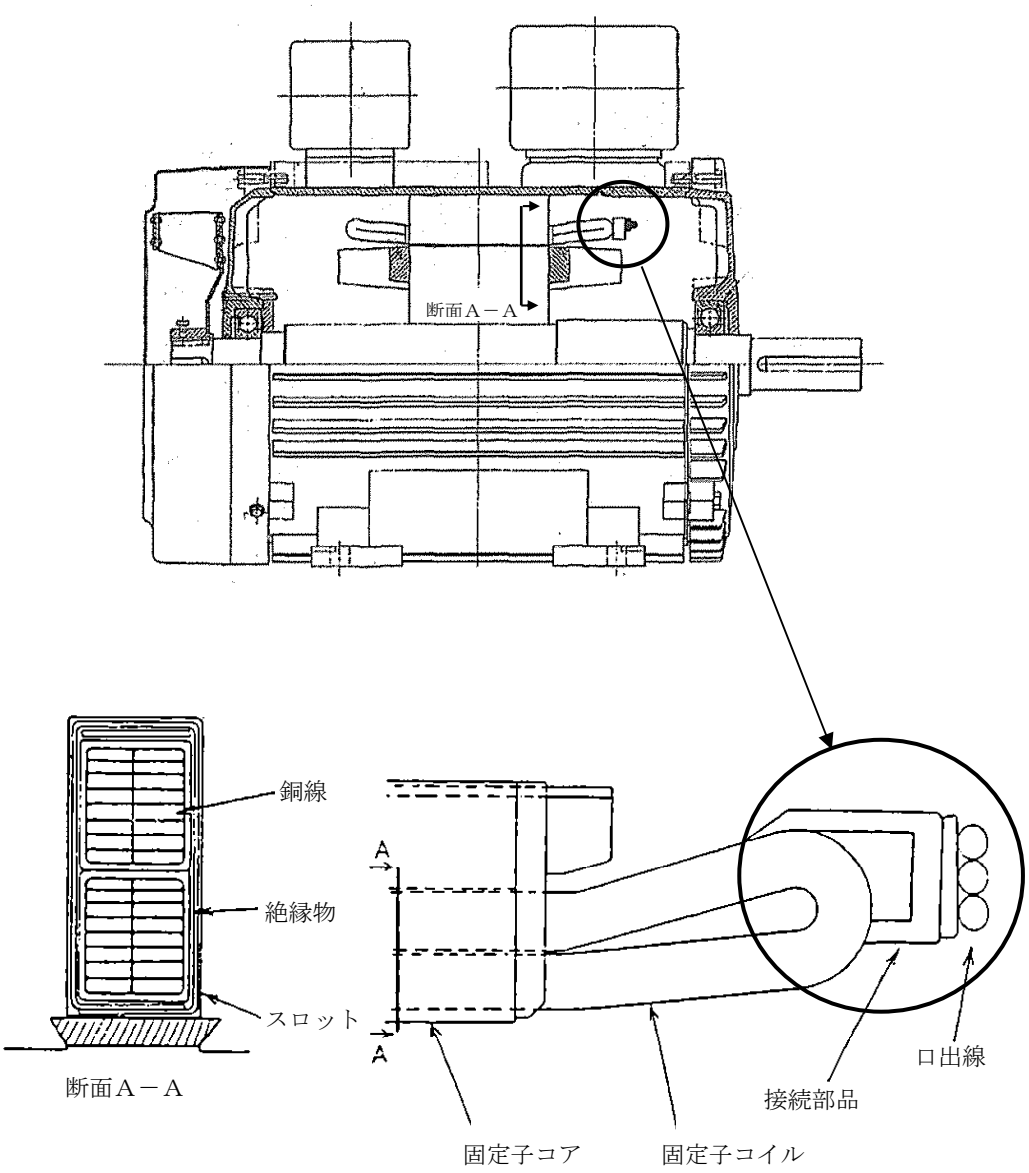


図 2.3-1　固定子コイルの絶縁部位

b. 技術評価

① 健全性評価

固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁特性低下要因としては，機械的，熱的，電気的及び環境的要因により経年的に劣化が進行し，絶縁特性低下を起こす可能性があるが，これまでの点検実績から最も絶縁特性低下に影響及ぼす要因は熱的劣化であることから，長期間の使用を考慮すると固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁特性低下の可能性は否定できない。

② 現状保全

固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁特性低下に対しては，点検時に目視確認，清掃及び絶縁抵抗測定を行い，熱的劣化による有意な絶縁特性低下のないことを確認している。

また，これらの点検で有意な絶縁特性低下による異常が確認された場合は，洗浄・乾燥及び絶縁補修（絶縁物にワニスを注入）又は，固定子コイル及び口出線・接続部品又はモータを取替えることとしている。

なお，第 24 回定期検査時に非常用ディーゼル発電機冷却系海水系ポンプモータ 3 台の取替を実施している。

③ 総合評価

健全性評価及び現状保全の結果から判断して，固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁特性低下の可能性は小さく，また，現状保全にて絶縁特性の低下は把握可能と考えられる。今後も，目視確認，清掃及び絶縁抵抗測定を実施することで，異常の有無の確認は可能であり，現状の保全は点検手法として適切であると判断する。

c. 高経年化への対応

固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁特性低下に対しては，高経年化対策の観点から現状の保全内容に追加すべき項目はない。

今後も点検時に目視確認，清掃及び絶縁抵抗測定を実施することにより，絶縁特性低下を監視していくとともに，必要に応じて洗浄，乾燥及び絶縁補修（絶縁物にワニスを注入）又はコイル及び口出線・接続部品の取替を実施する。

3. 代表機器以外への展開

本章では，2 章で実施した代表機器の技術評価について，1 章で実施したグループ化で代表機器となっていない機器への展開について検討した。

［対象低圧ポンプモータ］

① ほう酸水注入系潤滑油ポンプモータ
② 原子炉冷却材浄化系循環ポンプモータ
③ 常設低圧代替注水系ポンプモータ
④ 代替燃料プール冷却系ポンプモータ
⑤ 代替循環冷却系ポンプモータ
⑥ 格納容器圧力逃がし装置移送ポンプモータ

3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

a. 固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁特性低下［共通］

代表機器と同様，固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁物は，有機物であるため，機械的，熱的，電気的，環境的要因により経年的に劣化が進行し，絶縁特性低下を起こす可能性があるが，点検時に目視確認，清掃及び絶縁抵抗測定を実施しており，必要に応じて洗浄，乾燥及び絶縁補修（絶縁物にワニスを注入）又はコイル及び口出線・接続部品の取替を実施することで健全性は維持できると判断する。

常設低圧代替注水系ポンプモータ，代替燃料プール冷却系ポンプモータ，代替循環冷却系ポンプモータ及び格納容器圧力逃がし装置移送ポンプモータは新たに設置されることから，今後，点検時に目視確認，清掃及び絶縁抵抗測定を行うとともに，必要に応じて洗浄，乾燥及び絶縁補修（絶縁物にワニスを注入）又はコイル及び口出線・接続部品の取替を実施することで健全性は維持できると判断する。

したがって，高経年化対策の観点から現状の保全内容に追加すべき項目はない。

なお，第 23 回定期検査時にほう酸水注入系潤滑油ポンプモータ 2 台の取替を実施している。

3.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

(1) 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって，想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象）

a. 固定子コア及び回転子コアの腐食（全面腐食）［共通］

代表機器と同様，固定子コア及び回転子コアは，無方向性電磁鋼等であるため腐食が想定されるが，固定子コア及び回転子コアには，防食効果のある絶縁ワニス処理が施されており，腐食進行の可能性は小さく，点検時に目視確認を行い，その結果により必要に応じ補修を実施することとしている。

常設低圧代替注水系ポンプモータ，代替燃料プール冷却系ポンプモータ，代替循環冷却系ポンプモータ及び格納容器圧力逃がし装置移送ポンプモータは新たに設置されることから，今後，点検時に目視確認を行い，その結果により必要に応じ補修を実施することで健全性を維持できると考える。

したがって，固定子コア及び回転子コアの腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

b. フレーム，エンドブラケット，ファン，ファンカバー及び端子箱の腐食（全面腐食）［共通］

代表機器と同様，フレーム，エンドブラケット，ファン，ファンカバー及び端子箱は，炭素鋼等であるため腐食が想定されるが，フレーム等の表面は塗装が施されており，腐食進行の可能性は小さく，点検時に目視確認を行い，その結果により必要に応じ補修を実施することとしている。

常設低圧代替注水系ポンプモータ，代替燃料プール冷却系ポンプモータ，代替循環冷却系ポンプモータ及び格納容器圧力逃がし装置移送ポンプモータは新たに設置されることから，今後，点検時に目視確認を行い，その結果により必要に応じ補修を実施することで健全性を維持できると考える。

したがって，フレーム，エンドブラケット，ファン，ファンカバー及び端子箱の腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

c. 主軸の摩耗［共通］

代表機器と同様，主軸は，軸受との接触面の摩耗が想定されるが，点検時に主軸の寸法測定を行い，その結果により必要に応じ補修を実施することとしている。

常設低圧代替注水系ポンプモータ，代替燃料プール冷却系ポンプモータ，代替循環冷却系ポンプモータ及び格納容器圧力逃がし装置移送ポンプモータは新たに設置されることから，今後，点検時に主軸の寸法測定を行い，その結果により必要に応じ補修を実施することで健全性を維持できると考える。

したがって，主軸の摩耗は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

d. 取付ボルトの腐食（全面腐食）［共通］

代表機器と同様，取付ボルトは，炭素鋼であるため腐食が想定されるが，表面は塗装が施されており，腐食進行の可能性は小さく，点検時に目視確認を行い，その結果により必要に応じ補修又は取替を実施することとしている。

常設低圧代替注水系ポンプモータ，代替燃料プール冷却系ポンプモータ，代替循環冷却系ポンプモータ及び格納容器圧力逃がし装置移送ポンプモータは新たに設置されることから，今後，点検時に目視確認を行い，その結果により必要に応じ補修又は取替を実施することで健全性を維持できると考える。

したがって，取付ボルトの腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

e. 主軸の高サイクル疲労割れ［共通］

代表機器と同様，主軸には，モータ運転時に繰返し応力が発生することから，応力集中部において高サイクル疲労割れが想定されるが，主軸は設計段階において疲労割れが発生しないように考慮された設計となっており，高サイクル疲労割れが発生する可能性は小さい。

なお，点検時に目視確認を行い，これまで割れは確認されていない。

今後も使用環境が変わらないことから，これらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

常設低圧代替注水系ポンプモータ，代替燃料プール冷却系ポンプモータ，代替循環冷却系ポンプモータ及び格納容器圧力逃がし装置移送ポンプモータは新たに設置されるが，代表機器と同様，高サイクル疲労割れは設計上考慮されていることから，高サイクル疲労割れが発生する可能性は小さく，今後，点検時に目視確認を行い割れの有無を確認することで健全性を維持できると考える。

したがって，主軸の高サイクル疲労割れは高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

(2) 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により，今後も経年劣化の進展が考えられない，又は進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外）

a. 回転子棒及び回転子エンドリングの疲労割れ［共通］

代表機器と同様，回転子棒及び回転子エンドリングには，モータ起動時に発生する電磁力等により繰返し応力を受けると疲労割れの発生が想定されるが，回転子棒及び回転子エンドリングはアルミダイキャストで一体形成され，スロット内にアルミニウムが充満した状態で回転子棒が形成されていることから，回転子棒とスロットの間に隙間や緩みは生じないため，繰返し応力による疲労割れが発生する可能性はない。

常設低圧代替注水系ポンプモータ，代替燃料プール冷却系ポンプモータ，代替循環冷却系ポンプモータ及び格納容器圧力逃がし装置移送ポンプモータは新たに設置されるが，代表機器と同様，回転子棒及び回転子エンドリングはアルミダイキャストで一体形成され，スロット内にアルミニウムが充満した状態で回転子棒が形成されていることから，回転子棒とスロットの間に隙間や緩みは生じないため，繰返し応力による疲労割れが発生する可能性はない。

したがって，回転子棒及び回転子エンドリングの疲労割れは高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

東海第二発電所
容器の技術評価書

（運転を断続的に行うことを前提とした評価）

日本原子力発電株式会社

本評価書は，東海第二発電所（以下，「東海第二」という）で使用されている安全上重要な容器（重要度分類審査指針におけるクラス 1，2 及び高温・高圧の環境下にあるクラス 3 の容器）及び常設重大事故対処設備に属する容器について，運転を断続的に行うことを前提に高経年化に係わる技術評価についてまとめたものである。

評価対象機器の一覧を表 1 に，機能を表 2 に示す。

評価対象機器を型式，内部流体，材料等でグループ化し，それぞれのグループから，重要度，運転状態，最高使用温度等の観点から代表機器を選定し技術評価を行った後，代表以外の機器について評価を展開している。

本評価書は容器の型式等を基に以下の 3 章で構成されている。

1. 原子炉圧力容器
2. 原子炉格納容器
3. その他容器

なお，原子炉圧力容器と原子炉格納容器は，重要性及び特殊性を考慮し，その他の容器と分けて単独で評価している。

また，水圧制御ユニット，ディーゼル機関付属設備，可燃性ガス濃度制御系再結合装置，補助ボイラ設備の容器については「機械設備の技術評価書」にて評価を実施するものとし，本評価書には含めない。

なお，文書中の単位の記載は， 原則として SI 単位系に基づくものとする（圧力の単位は特に注記がない限りゲージ圧力を示す）。

表 1(1/2)　評価対象機器一覧

種類	機器名称		仕様	重要度[*1]
容器	原子炉圧力容器		高さ22,118 mm　胴内径6,434 mm	PS-1，重[*3]
	原子炉格納容器		ドライウェル： 全高30,067 mm　底部内径24,903 mm サプレッション・チェンバ： 全高17,891 mm　内径25,908 mm	MS-1，重[*3]
	機械ペネトレーション	配管貫通部	－	MS-1，重[*3]
		機器搬入口	－	MS-1，重[*3]
		エアロック	－	MS-1，重[*3]
		ハッチ及びマンホール	－	MS-1，重[*3]
	電気ペネトレーション	モジュール型電気ペネトレーション	－	MS-1，重[*3]
タンク	湿分分離器		長さ14,789.15 mm　内径3,200.4 mm	高[*2]
	スクラム排出水容器		全高955 mm　胴内径300 mm	高[*2]
	ほう酸水注入系貯蔵タンク		高さ3,684 mm　内径2,745 mm	MS-1，重[*3]
ライニング槽	使用済燃料貯蔵プール		縦10,363 mm　横12,192 mm 深さ11,913 mm	PS-2，重[*3]
	原子炉ウェル		深さ7,577 mm　内径11,670 mm	PS-2
	燃料プール冷却浄化系スキマサージタンク		高さ7,572 mm　内径1,600 mm	重[*3]
アキュムレータ	MSIV用アキュムレータ		全長1,024 mm　胴内径500 mm	MS-1
	SRV（ADS）用アキュムレータ		全長1,270 mm　胴内径550 mm	MS-1，重[*3]
	SRV用アキュムレータ		全長800 mm　胴内径400 mm	MS-1
	SLC用アキュムレータ		全長746.1 mm　内径168.7 mm	MS-1
フィルタ等	活性炭ベット		高さ7,800 mm　内径1,350 mm	PS-2
	排ガス後置除湿器		高さ5,200 mm　内径900 mm	高[*2]
	排ガス再結合器		高さ3,715 mm　内径1,950 mm	PS-2
	格納容器圧力逃がし装置フィルタ装置		全長10,000 mm　内径4,600 mm	重[*3]
	原子炉冷却材浄化系フィルタ脱塩器		全長4,260 mm　胴内径1,058 mm	PS-2
	制御棒駆動水系ポンプ出口ラインフィルタ		高さ844.5 mm　内径85.6 mm	高[*2]

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

*2：最高使用温度が 95 ℃を超え，又は最高使用圧力が 1,900 kPa を超える環境下にある原子炉格納容器外の重要度クラス 3 の機器

*3：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す

表 1(2/2)　評価対象機器一覧

種類	機器名称	仕様	重要度[*1]
フィルタ等	原子炉冷却材浄化系ポンプシールパージフィルタ	全長 413 mm　幅 220 mm	高[*2]
	原子炉再循環ポンプシールパージフィルタ	全長 1,736.5 mm　外径 216.3 mm	高[*2]
	残留熱除去海水系ポンプ出口ストレーナ	全長 2,140 mm　胴内径 790 mm	MS-1，重[*3]
	非常用及びHPCS系ディーゼル発電機海水ポンプ出口ストレーナ	全長 1,360 mm　胴内径 430 mm	MS-1，重[*3]
	緊急用海水系ストレーナ	全長 1,870 mm　胴内径 576 mm	重[*3]

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

*2：最高使用温度が 95 ℃を超え，又は最高使用圧力が 1,900 kPa を超える環境下にある原子炉格納容器外の重要度クラス 3 の機器

*3：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す

表 2(1/2)　評価対象機器の機能

機器名称	主な機能
原子炉圧力容器	原子炉の燃料及び炉内構造物を収容し，純水を加熱して蒸気を発生させる。
原子炉格納容器	原子炉圧力容器，原子炉冷却系統等を収容する。また，原子炉の事故や原子炉冷却系の事故等による放射性物質放出に対し，環境へ放出されるのを防止する。
湿分分離器	高圧タービンと低圧タービンの中間に位置し，蒸気の湿分を除去する。
スクラム排出水容器	スクラム動作時の制御棒駆動機構から排出される水を貯える。
ほう酸水注入系貯蔵タンク	制御棒の挿入不能により原子炉の冷温停止が達成できない場合，原子炉冷温停止のために注入する五ほう酸ナトリウム水を貯蔵する。
使用済燃料貯蔵プール	燃料，制御棒及び使用済燃料輸送容器の貯蔵を行う。さらに，燃料チャンネルの取替え及び機器の取扱いを行う。
原子炉ウェル	燃料の取替え時に水を満たし，原子炉圧力容器から燃料を取出す。
燃料プール冷却浄化系スキマサージタンク	燃料プール，原子炉ウェルの余剰水を受け入れる。
MSIV用アキュムレータ	主蒸気隔離弁駆動用ガスである窒素又は制御用空気を貯蔵する。
SRV（ADS）用アキュムレータ	逃がし安全弁の自動減圧機能動作時に必要な駆動用ガスである窒素を貯蔵する。
SRV用アキュムレータ	逃がし安全弁の逃がし弁機能動作時に必要な駆動用ガスである窒素を貯蔵する。
SLC用アキュムレータ	ほう酸水注入系ポンプ（往復ポンプ）運転時に系統の圧力脈動を緩和する。
活性炭ベット	放射性希ガスを装置内の活性炭に吸着させ，放射能を減衰させる。
排ガス後置除湿器	気体廃棄物処理系排ガス活性炭ベットへ流入する排ガスの湿分を除去する。
排ガス再結合器	原子炉冷却材の放射性分解によって発生した酸素及び水素を再結合させ水蒸気に還元し，安全に処理する。
格納容器圧力逃がし装置フィルタ装置	重大事故等時に，格納容器内に発生するガスに含まれる粒子状及び気体状の放射性物質を除去した上で大気に放出することで，格納容器の過圧破損を防止する。
原子炉冷却材浄化系フィルタ脱塩器	原子炉冷却材に含まれる溶解性，不溶解性不純物をイオン交換樹脂により除去する。
制御棒駆動水系ポンプ出口ラインフィルタ	制御棒駆動水系ポンプから系統に入ってくるスケール等の異物を除去する。

表 2(2/2)　評価対象機器の機能

機器名称	主な機能
原子炉冷却材浄化系ポンプシールパージフィルタ	原子炉冷却材浄化系ポンプメカニカルシールへのパージ水の異物を除去する。
原子炉再循環ポンプシールパージフィルタ	原子炉再循環ポンプメカニカルシールへのパージ水の異物を除去する。
残留熱除去海水系ポンプ出口ストレーナ	残留熱除去海水系ポンプから系統に入ってくる貝等の異物を除去する。
非常用及びHPCS系ディーゼル発電機海水ポンプ出口ストレーナ	非常用及びHPCS系ディーゼル発電機海水ポンプから系統に入ってくる貝等の異物を除去する。
緊急用海水系ストレーナ	緊急用海水系ポンプから系統に入ってくる貝等の異物を除去する。

1. 原子炉圧力容器

［対象機器］

① 原子炉圧力容器

目次

1. 対象機器 1-1
2. 原子炉圧力容器の技術評価..... 1-2
2.1 構造，材料及び使用条件..... 1-2
2.2 経年劣化事象の抽出..... 1-7
2.2.1 機器の機能達成に必要な項目..... 1-7
2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出..... 1-7
2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象..... 1-9
2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の評価..... 1-16

1. 対象機器

東海第二で使用している原子炉圧力容器の主な仕様を表 1-1 に示す。

表 1-1　原子炉圧力容器の主な仕様

機器名称	重要度	使用条件	
		最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (℃)
原子炉圧力容器	PS-1 重[*1]	8.62	302

*1：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す

2. 原子炉圧力容器の技術評価

2.1 構造，材料及び使用条件

(1) 構造

東海第二の原子炉圧力容器は，たて形円筒形容器であり，1 基設置されている。

原子炉圧力容器は，上鏡，胴，下鏡，ノズル，ブラケット及び容器を支持する支持スカート，基礎ボルト等から構成される。

なお，上鏡は取外し可能なフランジ構造である。

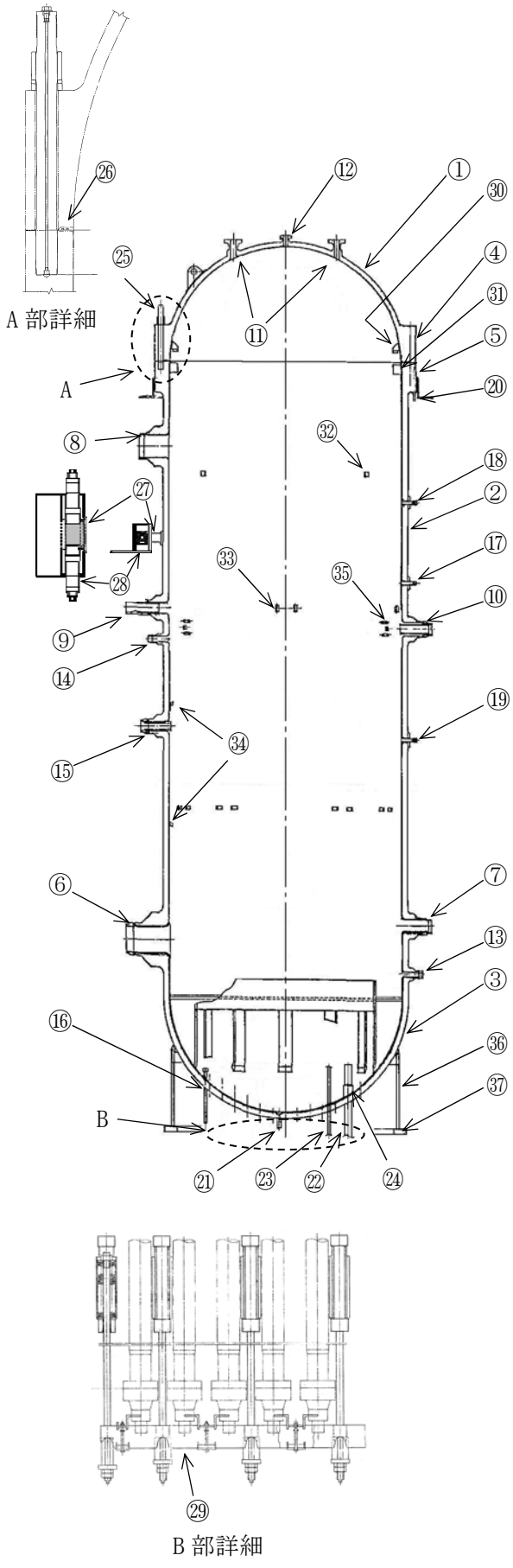
東海第二の原子炉圧力容器の改造履歴を表 2.1-1 に，構造図を図 2.1-1 に示す。

(2) 材料及び使用条件

東海第二の原子炉圧力容器主要部位の使用材料を表 2.1-2 に，炉心領域部材料の化学成分を表 2.1-3 に，使用条件を表 2.1-4 に示す。

表 2.1-1　原子炉圧力容器の改造履歴

部位及び改善内容	時期	理由
スタッドボルト取替	第 16 回定期検査 （1998 年度）	ボルトテンショナー 改造に伴う取替
中性子計測ハウジング改造 （母材内面を[redacted]により改善）	第 17 回定期検査 （1999 年度）	応力腐食割れ対策
中性子計測ハウジング取替（1 本）	第 18 回定期検査 （2001 年度）	応力腐食割れ対策



No.	部位
①	上鏡
②	胴
③	下鏡
④	上鏡フランジ
⑤	胴フランジ
⑥	再循環水出口ノズル(N1)，セーフエンド
⑦	再循環水入口ノズル(N2)，セーフエンド
⑧	主蒸気ノズル(N3)，セーフエンド
⑨	給水ノズル(N4)，セーフエンド
⑩	炉心スプレイノズル(N5)，セーフエンド
⑪	上鏡スプレイノズル／予備ノズル(N6)，閉止フランジ
⑫	ベントノズル(N7)
⑬	ジェットポンプ計測管貫通部ノズル(N8)，セーフエンド，ペネトレーションシール
⑭	制御棒駆動水戻りノズル(N9)，セーフエンド，閉止キャップ
⑮	低圧注水ノズル(N17)，セーフエンド
⑯	差圧検出・ほう酸水注入管ノズル(N10)，セーフエンド，ティ
⑰	計装ノズル(N11)，セーフエンド
⑱	計装ノズル(N12)，セーフエンド
⑲	計装ノズル(N16)，セーフエンド
⑳	漏えい検出ノズル(N13)
㉑	ドレンノズル(N15)
㉒	制御棒駆動機構ハウジング
㉓	中性子計測ハウジング
㉔	スタブチューブ
㉕	スタッドボルト
㉖	0 リング
㉗	スタビライザブラケット
㉘	スタビライザ
㉙	ハウジングサポート
㉚	ドライヤホールドダウンブラケット
㉛	ガイドロッドブラケット
㉜	ドライヤサポートブラケット
㉝	給水スパージャブラケット
㉞	サーベイランスブラケット
㉟	炉心スプレイブラケット
㊱	支持スカート
㊲	基礎ボルト

図 2.1-1　原子炉圧力容器構造図

表 2.1-2　原子炉圧力容器主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
バウンダリの維持	耐圧	上鏡，胴，下鏡	低合金鋼
		主フランジ（上鏡フランジ，胴フランジ）	低合金鋼
		ノズル(N1，N2，N3，N4，N5，N6，N7，N8，N9，N17)	低合金鋼
		ノズル(N10，N11，N12，N16)	高ニッケル合金
		漏えい検出ノズル(N13)	炭素鋼
		ドレンノズル(N15)	炭素鋼
		再循環水出口ノズル(N1)のセーフエンド 再循環水入口ノズル(N2)のセーフエンド ジェットポンプ計測管貫通部ノズル(N8)のセーフエンド，ペネトレーションシール 差圧検出・ほう酸水注入管ノズル(N10)のセーフエンド，ティ 計装ノズル(N11，N12，N16)のセーフエンド	ステンレス鋼
		主蒸気ノズル(N3)のセーフエンド 給水ノズル(N4)のセーフエンド 炉心スプレイノズル(N5)のセーフエンド 制御棒駆動水戻りノズル(N9)のセーフエンド，閉止キャップ 低圧注水ノズル(N17)のセーフエンド 予備ノズル(N6)閉止フランジ	炭素鋼
		制御棒駆動機構ハウジング 中性子計測ハウジング	ステンレス鋼
		スタブチューブ	高ニッケル合金
		スタッドボルト	低合金鋼
	シール	0 リング	（消耗品）
機器の支持	支持	スタビライザブラケット	低合金鋼
		スタビライザ	炭素鋼，低合金鋼
		ハウジングサポート	炭素鋼
		ブラケット（ドライヤホールドダウン）	炭素鋼
		ブラケット（ガイドロッド，ドライヤサポート，給水スパージャ，サーベイランス，炉心スプレイ）	ステンレス鋼
		支持スカート	低合金鋼
		基礎ボルト	低合金鋼

表 2.1-3　原子炉圧力容器の炉心領域部材料の化学成分

（単位：重量%）

区分	Cu	Ni	P	Si
母材				
溶接金属*1				

＊1：溶接方法は　　溶接

表 2.1-4　原子炉圧力容器の使用条件

最高使用圧力	8.62 MPa
最高使用温度	302 ℃
内部流体	純水，蒸気

2.2 経年劣化事象の抽出

2.2.1 機器の機能達成に必要な項目

原子炉圧力容器の機能であるバウンダリ機能の達成に必要な項目は以下のとおり。

(1) バウンダリの維持

(2) 機器の支持

2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

(1) 想定される経年劣化事象の抽出

原子炉圧力容器について，機能達成に必要な項目を考慮して主要な部位に展開した上で，個々の部位の材料，構造，使用条件（内部流体の種類，応力，温度等）及び現在までの運転経験を考慮し，表 2.2-1 に示すとおり，想定される経年劣化事象を抽出した（表 2.2-1 で○又は△，▲）。

なお，消耗品及び定期取替品は以下のとおり評価対象外とする。

(2) 消耗品及び定期取替品の扱い

0 リングは消耗品であり，設計時に長期使用せず取替を前提としていることから高経年化対策を見極める上での評価対象外とする。

(3) 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

想定される経年劣化事象のうち下記①，②に該当しない事象を高経年化対策上着目すべき経年劣化事象と判断した。

なお，下記①，②に該当する事象については，2.2.3 項に示すとおり，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断した。

① 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって,想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの(日常劣化管理事象として表 2.2-1 で△)

② 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により，今後も経年劣化の進展が考えられない,又は進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外として表 2.2-1 で▲）

この結果，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象として以下の事象が抽出された（表 2.2-1 で○）。

a. 胴の中性子照射脆化
b. ノズル等の疲労割れ（上鏡，胴，下鏡，主フランジ，ノズル，セーフエンド，ハウジング，スタブチューブ，スタッドボルト，支持スカート）

2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

(1) 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって，想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象）

a. ステンレス鋼及び高ニッケル合金使用部位（母材，溶接部）の粒界型応力腐食割れ[セーフエンド（再循環水出口ノズルのセーフエンドの溶接部，再循環水入口ノズルのセーフエンドの溶接部)，ジェットポンプ計測管貫通ノズルとセーフエンドの溶接部，ジェットポンプ計測管貫通ノズルセーフエンドとペネトレーションシールの溶接部，ブラケット]

原子炉圧力容器のステンレス鋼及び高ニッケル合金使用部位は，高温の純水中又は飽和蒸気環境中にあるため，溶接部（母材熱影響部を含む）に粒界型応力腐食割れ発生の可能性がある。

再循環水出口ノズルとセーフエンドの溶接部，再循環水入口ノズルとセーフエンドの溶接部，ジェットポンプ計測管貫通部ノズルとセーフエンドの溶接部，ジェットポンプ計測管貫通ノズルセーフエンドとペネトレーションシールの溶接部については，「実用発電用原子炉及びその附属施設における破壊を引き起こす亀裂及びその他の欠陥の解釈の制定について（平成 26 年 8 月 6 日　原規技発第 1408063 号　原子力規制委員会決定）」に基づき，通常の供用期間中検査より短周期で超音波探傷検査を実施してきており，異常は認められていない。

ブラケットと胴の溶接部については，これまでの目視点検にて異常は認められていない。

また，東海第二では 1997 年度より水素注入を行い，応力腐食割れに対して環境面からの改善を図っている。

したがって，ステンレス鋼及び高ニッケル合金使用部位（母材，溶接部）の粒界型応力腐食割れは高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

b. スタビライザブラケット，スタビライザ，支持スカート及びハウジングサポートの腐食（全面腐食）

スタビライザブラケット，スタビライザ，支持スカート及びハウジングサポートの材料は，炭素鋼又は低合金鋼であり腐食が想定されるが，通常運転時には窒素ガス雰囲気中にあり有意な腐食が発生する可能性は小さく，今後も使用環境がかわらないことから，これらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

なお，スタビライザブラケット，スタビライザ，支持スカート及びハウジングサポートの目視点検において有意な腐食は確認されていない。

したがって，スタビライザブラケット，スタビライザ，支持スカート及びハウジングサポートの腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

c．スタッドボルトの腐食（全面腐食）

スタッドボルトは低合金鋼であり腐食（全面腐食）が想定されるが，通常運転時には窒素ガス雰囲気中にあり有意な腐食が発生する可能性は小さく，今後も使用環境がかわらないことから，これらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

なお，原子炉開放時のボルト取外し時の目視点検において有意な腐食は確認されていない。

したがって，スタッドボルトの腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

d．スタビライザブラケット及びスタビライザ摺動部の摩耗

機器の移動を許容するサポートの摺動部材は，摩耗が想定されるが，水平サポートであるスタビライザは，地震により摺動するものであり，発生回数が少ないことから，摩耗が発生する可能性は小さく，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

なお，スタビライザブラケット及びスタビライザ摺動部の目視点検において有意な摩耗は確認されていない。

したがって，スタビライザブラケット及びスタビライザ摺動部の摩耗は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

e．スタビライザブラケット及びスタビライザの疲労割れ

スタビライザは水平サポートであり，地震により摺動するものであるため，運転中には有意な荷重を受けないことから，疲労が蓄積する可能性は小さく，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

なお，スタビライザブラケット及びスタビライザの目視点検において有意な割れは確認されていない。

したがって，スタビライザブラケット及びスタビライザの疲労割れは高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

f. ステンレス鋼及び高ニッケル合金使用部位（母材，溶接部）の粒界型応力腐食割れ[ノズル（差圧検出・ほう酸水注入管ノズル，計装ノズル），セーフエンド（差圧検出・ほう酸水注入管ノズルセーフエンド／ティ，計装ノズルのセーフエンドの溶接部），制御棒駆動機構ハウジング，中性子計測ハウジング，スタブチューブ]

原子炉圧力容器のステンレス鋼及び高ニッケル合金使用部位は，高温の純水中又は飽和蒸気環境中にあるため，溶接部（母材熱影響部を含む）に粒界型応力腐食割れ発生の可能性がある。

スタブチューブの下鏡との溶接部については，国内他プラントで粒界型応力腐食割れと推定されるひびが発生している。また，中性子計測ハウジング取付溶接部についても東海第二の第 17 回定期検査時（1999 年度）に粒界型応力腐食割れと推定されるひびが発見される等，複数の事例がある。

差圧検出・ほう酸水注入管ノズル及びスタブチューブと下鏡の溶接部及びスタブチューブと制御棒駆動機構ハウジングの溶接部については，運転期間延長認可申請に際して実施した特別点検における目視点検，また，内面の母材熱影響部は渦流探傷検査を行っており，異常のないことを確認している。第 25 回施設定期検査（2011 年度～）において，各部のウォータージェットピーニングによる残留応力改善を行っており，起動前には全て完了する予定であることから，今後粒界型応力腐食割れが発生する可能性は小さい。

中性子計測ハウジングと下鏡部の溶接部については，運転期間延長認可申請に際して実施した特別点検における目視点検，また，内面の母材熱影響部は渦流探傷検査を行っており，異常のないことを確認している。

また，第 17 回定期検査時（1999 年度）に割れが確認された 1 箇所について，拡管及び封止溶接を施し 1 サイクル運転した後，第 18 回定期検査時（2001 年度）において，中性子計測ハウジング材質に低炭素ステンレス鋼（SUS316TP）を適用し，原子炉圧力容器との取付溶接部では，溶加材に高ニッケル合金（インコネル 82）を用いた耐応力腐食割れ性に優れた溶接方法を適用して取替を行った。割れが確認されなかった 54 箇所について，TIG クラッドにより内表面に耐食性の優れたクラッド層を形成するとともに，高温の純水に接する外表面については溶接残留応力を改善している。

さらに，第 25 回施設定期検査（2011 年度～）において，ウォータージェットピーニングによる残留応力改善を行っており，今後粒界型応力腐食割れが発生する可能性は小さい。

計装ノズル(N11, N12 及び N16)と胴の溶接部，計装ノズル(N11)とセーフエンド溶接部については，第 21 回定期検査時（2005 年度）にウォータージェットピーニングによる残留応力改善を行っており，目視点検により異常のないことを確認していることから，粒界型応力腐食割れ発生の可能性は小さい。

差圧検出・ほう酸水注入管ノズルセーフエンド／ティ，計装ノズルのセーフエンドの溶接部については，小口径配管であり残留応力が小さく，粒界型応力腐食割れ発生の可能性は小さく，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，ステンレス鋼及び高ニッケル合金使用部位（母材，溶接部）の粒界型応力腐食割れは高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

g. 主フランジ（上鏡フランジ及び胴フランジのシール面）の腐食（全面腐食，隙間腐食，孔食）

上鏡フランジ及び胴フランジは低合金鋼であり，フランジシール面は狭隘であることから腐食（全面腐食，隙間腐食，孔食）が想定されるが，シール面には耐食性に優れた高ニッケル合金で肉盛がされており腐食が発生する可能性は小さく，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

なお，原子炉開放の都度実施されている目視点検によりシール面の腐食は検知可能であり，これまでに有意な腐食は確認されていない。

したがって，主フランジ（上鏡フランジ及び胴フランジのシール面）の腐食（全面腐食，隙間腐食，孔食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

h. ステンレス鋼及び高ニッケル合金のクラッド下層部のき裂

胴等には低合金鋼が用いられており，内面はステンレス鋼及び高ニッケル合金のクラッドが施されている。低合金鋼の中でも ASME SA-508 CL.2 は特定の溶接条件で溶接後熱処理の際にクラッド下層部にき裂が発生することが知られている。

この事象については米国の WRC(Welding Research Council) が 1974 年に発行した「WRC Bulletin197」において，溶接方法の改善または原子炉圧力容器材料の変更により対策が図られるという結論が導かれている。

東海第二のノズル（差圧検出・ほう酸水注入管ノズル，計装ノズル及びドレンノズルを除く）及び主フランジは SA-508 CL.2 であるが，溶接方法の改善（クラッドの２層盛溶接）がなされているためクラッド下層部のき裂は発生する可能性は小さいと考えられ，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

なお，運転期間延長認可申請に際して実施した特別点検における原子炉圧力容器の母材及び溶接部について超音波探傷検査を行っており，有意な欠陥は確認されていない。

したがって，ステンレス鋼及び高ニッケル合金のクラッド下層部のき裂は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

i．基礎ボルトの腐食（全面腐食）

基礎ボルトの露出部は通常運転時に窒素ガス雰囲気中にあり，腐食が発生する可能性は小さい。

なお，供用期間中検査において目視点検を実施しており，これまでに有意な腐食は確認されていない。

コンクリート埋設部は，コンクリートに水酸化カルシウムが含まれており，このため，pH12～13 程度の強いアルカリ環境を形成し，さらに鉄表面にはカルシウム系皮膜の形成，酸素による表面の不動態化により，腐食速度としては極めて小さいことが知られている。

一般にコンクリート表面から空気中の炭酸ガスを吸収すると，コンクリート中の水酸化カルシウムが炭酸カルシウムに変化し，コンクリート表面から内部に向けて徐々にアルカリ性が失われる（中性化）。

コンクリート表面部においては，原子炉運転中窒素ガス置換を行っているため炭酸ガスが極めて少なく，コンクリートの中性化の速度は極めて小さいと考えられ，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

なお，運転期間延長認可申請に際して実施した特別点検において基礎ボルトの超音波探傷検査を実施した結果，干渉物回避のため曲がり構造となっているボルト以外は，割れその他の有害な欠陥は確認されなかったことから，腐食に起因する内部の欠陥がないことが確認できた。

また，曲がり構造のボルトを除いた条件で強度評価を実施し，原子炉圧力容器の健全性に影響がないことを確認した。

したがって，基礎ボルトの腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

(2) 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により，今後も経年劣化の進展が考えられない，又は進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外）

a. 主蒸気ノズル，給水ノズル及び上鏡内面等の腐食（全面腐食及び流れ加速型腐食）

原子炉圧力容器内部の内面クラッドがない，主蒸気ノズル，給水ノズル，炉心スプレイノズル，低圧注水ノズル，上鏡スプレイノズル，ベントノズル，予備ノズル，閉止フランジ，制御棒駆動水戻りノズル，閉止キャップ，ドレンノズル，上鏡の内面及びドライヤホールドダウンブラケットは，低合金鋼等が高温流体に接しているため，腐食（全面腐食）が想定される。

また，蒸気が高速で流れる主蒸気ノズルは流れ加速型腐食が想定される。

全面腐食及び流れ加速型腐食による運転開始後 60 年時点におけるそれぞれの腐食量は，給水ノズル及び上鏡内面等は Wagner の酸化速度式を用いて算出した結果 0.77 mm，主蒸気ノズルは Keller の予測式を用いて算出した結果 0.16 mm であり，設計・製造段階で考慮した腐食代である 1.6 mm より十分小さいことから，腐食が問題となる可能性はない。

したがって，主蒸気ノズル，給水ノズル及び上鏡内面等の腐食（全面腐食及び流れ加速型腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

表 2.2-1　原子炉圧力容器に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考
					減肉		割れ		材質変化		その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
バウンダリの維持	耐圧	上鏡		低合金鋼		▲*1	○					*1:主蒸気ノズル，給水ノズル及び上鏡内面等の内面クラッドのない部分 *2:内面クラッド *3:クラッド下層部き裂 *4:中性子照射脆化 *5:全面腐食，隙間腐食，孔食 *6:主蒸気ノズルの流れ加速型腐食 *7:ノズル，セーフエンド *8:粒界型応力腐食割れ *9:摺動部 *10:ドライヤホールドダウンブラケット
		胴		低合金鋼*2			○			○*4	△*3	
		下鏡		低合金鋼*2			○				△*3	
		主フランジ		低合金鋼*2		△*5	○				△*3	
		ノズル，セーフエンド，ティペネトレーションシール，閉止フランジ，閉止キャップ		炭素鋼 低合金鋼		▲*1*6	○*7					
				低合金鋼*2							△*3	
				ステンレス鋼 高ニッケル合金				△*8				
		ハウジング，スタブチューブ		ステンレス鋼 高ニッケル合金			○	△*8				
		スタッドボルト		低合金鋼		△	○					
	シール	0 リング	◎	—								
機器の支持	支持	スタビライザブラケット，スタビライザ		炭素鋼 低合金鋼	△*9	△	△					
		ハウジングサポート		炭素鋼		△						
		ブラケット		炭素鋼		▲*10						
				ステンレス鋼				△*8				
		支持スカート		低合金鋼		△	○					
		基礎ボルト		低合金鋼		△						

○：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

▲：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象以外）

2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の評価

(1) 胴の中性子照射脆化

a. 事象の説明

金属材料は中性子の照射を受けると非常に微小な欠陥（析出物，マイクロボイド）が生じ，靭性（破壊に対する抵抗）の低下が生じる。原子炉圧力容器の炉心領域部においては，中性子照射に伴い遷移温度の上昇と上部棚領域の靭性が低下（USE の低下）することが知られている（図 2.3-1 参照)。

中性子照射脆化は，材料中の銅，リン等の不純物の影響を受けるが，日本では米国等に比してこれらの不純物量は一般的に低くなっている。

ここで中性子照射脆化を評価すべき部位としては，原子炉圧力容器のうち中性子照射量の大きい炉心領域部を対象とする。

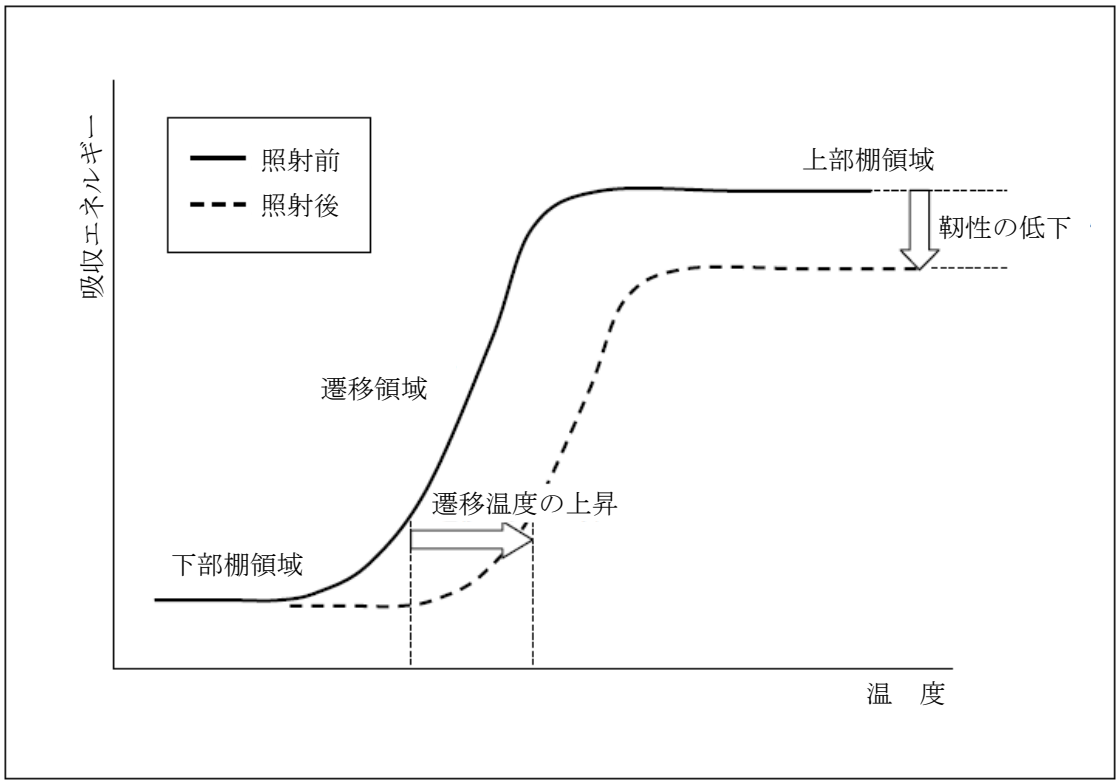


図 2.3-1　中性子照射による機械的性質（靭性）の変化

b. 技術評価

① 健全性評価

中性子照射脆化に対する健全性評価上厳しい箇所は，炉心領域の胴である。東海第二の胴内表面での中性子照射量*1は，2016 年 11 月時点*2で 3.26×10^{17} n/cm^2（＞1 MeV）程度，運転開始後 60 年時点で 5.35×10^{17} n/cm^2（＞1 MeV）程度と評価される。

また，評価に用いられる板厚 1/4 深さ位置での中性子照射量*3は，2016 年 11 月時点*2で 2.38×10^{17} n/cm^2（＞1 MeV）程度，運転開始後 60 年時点で 3.91×10^{17} n/cm^2（＞1MeV）程度と評価される。

*1：第 4 回監視試験片の中性子照射量実測値と，2 次元輸送計算コード DORT により算出した監視試験片位置と胴内表面との中性子束の比率に基づき算出。

*2：中性子照射量については，2011 年 3 月 11 日のプラント停止より中性子照射が停止し，それ以降の中性子照射の累積がないことから，2011 年 3 月 11 日時点での中性子照射量とする。

*3：第 4 回監視試験片の中性子照射量実測値と，2 次元輸送計算コード DORT により算出した監視試験片位置と板厚 1/4 深さ位置との中性子束の比率に基づき算出。

本項では東海第二の監視試験結果と，日本電気協会「原子炉構造材の監視試験方法 JEAC4201-2007（2013 年追補版を含む）」（以下，「JEAC4201」という）及び日本電気協会「原子力発電所用機器に対する破壊靭性の確認試験方法 JEAC4206-2007」（以下，「JEAC4206」という）に基づいた評価を示す。

なお，JEAC4201 における「監視試験の対象」である相当運転期間末期の最大中性子照射量が容器内面で 1×10^{17} n/cm^2（＞1 MeV）を超えると予測される炉心領域近傍には，低圧注水ノズルがあるが，運転開始後 60 年時点において，その中性子照射量は 0.87×10^{17} n/cm^2（＞1 MeV）であり中性子照射脆化を考慮する必要のある累積中性子照射量以下であることから，中性子照射脆化に対する健全性評価は，胴について実施する。

定期検査で行う漏えい検査は，比較的温度が低い状態で運転圧力まで昇圧するため，非延性破壊に対して最も厳しい状態となる。このため，漏えい検査時には原子炉圧力容器の最低使用温度を守るよう運転管理を行っている。

次に，JEAC4206 においては，原子炉圧力容器の炉心領域部の非延性破壊に対して供用状態 C，D で最も問題となるのは加圧熱衝撃（PTS）事象であることから，PTS 評価を実施する。

ここで，東海第二は沸騰水型軽水炉（BWR-5）であり，原子炉は飽和圧力・飽和温度の関係にあることから，温度の低下に伴い圧力は低下するため，高圧（高い応力がかかった状態）のまま低温になることはない。

また，設計上，非常用炉心冷却系の冷水は直接原子炉圧力容器の炉壁に接しな

い構造となっている。冷水注水するノズルにはサーマルスリーブが設けられており，サーマルスリーブを経てシュラウド内に注水されること，また，炉心スプレイ系はシュラウド内に設置された炉心スプレイスパージャヘッダから注水されることから，いずれも原子炉圧力容器の炉壁に直接冷水が接することはなく，原子炉圧力容器は急速に冷却されないようになっている。

次に，設計基準事故時に原子炉圧力容器内の温度低下率が一番厳しいとされている「原子炉冷却材喪失」における PTS 評価を実施する。国内 BWR-5 プラントの供用状態 D における原子炉圧力容器の PTS 評価*4 を図 2.3-2 に示す。

PTS 評価の結果，中性子照射脆化を考慮し関連温度移行量が増加しても，静的平面ひずみ破壊靭性値（K_{IC}）は応力拡大係数（K_I）に対して十分な裕度がある。プラント毎に関連温度初期値や関連温度移行量（脆化量）に差異はあるが，十分な裕度があることから，東海第二の関連温度初期値や関連温度移行量を考慮しても，静的平面ひずみ破壊靭性値は応力拡大係数を十分上回ると評価する。

重大事故等時においても静的平面ひずみ破壊靭性値が応力拡大係数を上回ることを評価する。応力拡大係数は，圧力又は熱応力の観点で温度変化が大きいほうが大きい値となるが，重大事故等時に想定される事故シーケンスにおける最大の温度変化率が「原子炉冷却材喪失」に包絡されていることを確認している。

したがって，重大事故等時においても，静的平面ひずみ破壊靭性値は応力拡大係数を十分上回ると評価する。

*4：桝田他，「沸騰水型原子炉圧力容器の過渡事象における加圧熱衝撃の評価」，日本保全学会第 10 回学術講演会，2013.7

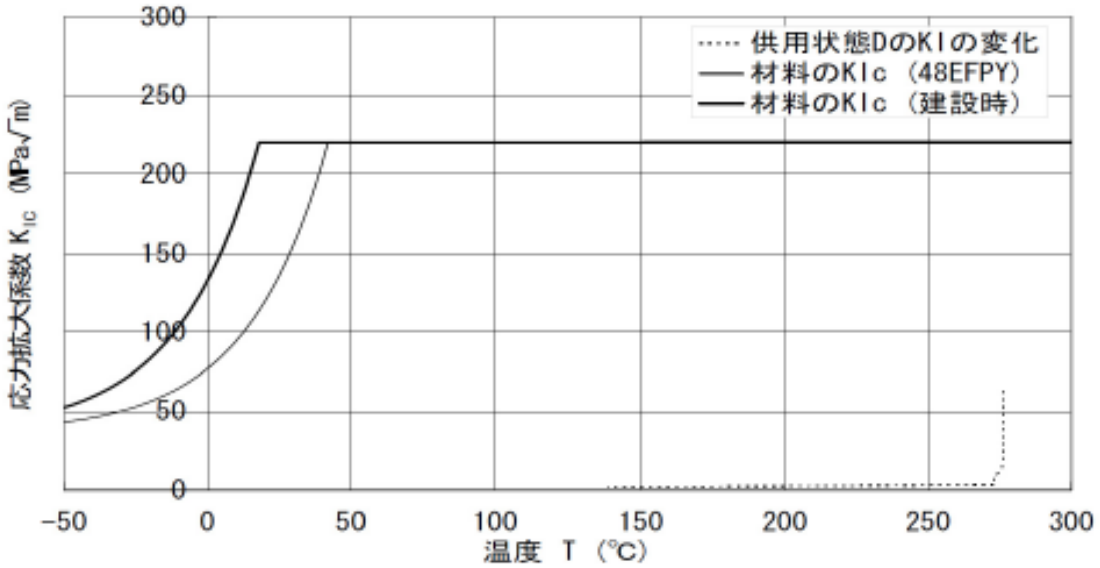


図 2.3-2　供用状態 D における原子炉圧力容器の PTS 評価（BWR-5）

1）最低使用温度の評価

東海第二の 2016 年 11 月時点の監視試験結果を表 2.3-1 に示す。

JEAC4201 附属書 B「中性子照射による関連温度移行量及び上部棚吸収エネルギー減少率の予測」により求めた関連温度移行量の予測値と測定値は，図 2.3-3 に示すとおり，予測式にマージンを見込んだものの範囲にあり，測定値について特異な脆化は認められない。

ここで，監視試験片の関連温度について母材，溶接金属及び熱影響部を評価した結果，母材が高いことから母材の評価で代表することとした。

次に，JEAC4201 附属書 B「中性子照射による関連温度移行量及び上部棚吸収エネルギー減少率の予測」並びに JEAC4206 附属書 A「非延性破壊防止のための解析法」及び附属書 E「破壊靭性評価方法」により求めた 2016 年 11 月時点及び 60 年時点での関連温度移行量，関連温度，最低使用温度を表 2.3-2 に示す。

関連温度は 2016 年 11 月時点で 5 ℃程度，運転開始後 60 年時点で 11 ℃程度となる。その際の胴の最低使用温度は，破壊力学的検討により求めたマージン 26 ℃を考慮すると，2016 年 11 月時点で 31 ℃，運転開始後 60 年時点で 37 ℃となる。

ここで，炉心領域胴及び保守的な評価として低圧注水ノズルのチャージ No.毎の構成材料について，運転開始後 60 年時点における関連温度を評価した結果，27 ℃程度，その際の最低使用温度は 53 ℃となった。そのため，監視試験結果に基づき算出した運転開始後 60 年時点における関連温度の予測値に替えて適用することとした。

さらに，運転開始後 60 年時点を考慮した場合の運転時及び耐圧・漏えい検査時の圧力・温度制限曲線を求め健全性を評価した結果，図 2.3-4 に示すとおり設定可能であることを確認した。

2) 上部棚吸収エネルギーの評価

上部棚吸収エネルギーの低下について JEAC4201 附属書 B「中性子照射による関連温度移行量及び上部棚吸収エネルギー減少率の予測」に基づいて評価を実施した結果を表 2.3-3 に示す。

最も上部棚吸収エネルギーが低下するのは，母材であり，2016 年 11 月時点で 111 J，運転開始後 60 年時点で 111 J となっている。

いずれの場合も JEAC4206 で要求されている 68 J を上回っている。

表 2.3-1　東海第二の監視試験結果

回数	中性子照射量 ($\times 10^{19}$ n/cm^2) (E ＞1 MeV)	関連温度及び関連温度移行量（℃）						上部棚吸収エネルギー（J）		
		母材		溶接金属		熱影響部		母材	溶接金属	熱影響部
関連温度初期値	0	−25		−25		−25		202	188	205
第 1 回（加速）	0.053 (29.9 EFPY*)	関連温度移行量	関連温度	関連温度移行量	関連温度	関連温度移行量	関連温度	220	212	218
		4	−21	2	−23	11	−14			
第 2 回（炉壁 1）	0.011 (7.42 EFPY*)	3	−22	−1	−26	9	−16	202	197	200
第 3 回（炉壁 2）	0.026 (21.4 EFPY*)	7	−18	0	−25	20	−5	199	174	191
第 4 回（炉壁 3）	0.029 (26.2 EFPY*)	15	−10	−2	−27	−5	−30	220	215	240

*：監視試験片位置の中性子束から，設備利用率を 80 %として原子炉圧力容器内表面に換算した場合の照射年数

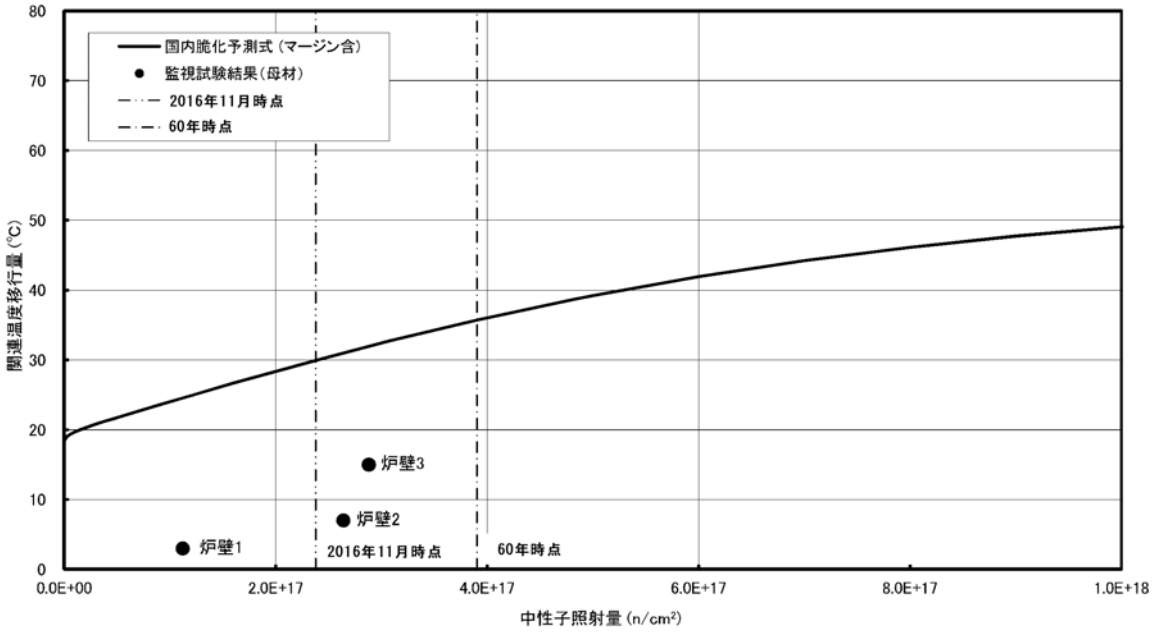


図 2.3-3　関連温度移行量の予測値と測定値（マージン有り）

表 2.3-2　東海第二の関連温度の予測値

評価時期	材料	関連温度 初期値 (℃)	関連温度 移行量 (℃) *	関連温度 (℃)	破壊力学的 検討による マージン (℃)	胴の最低使用 温度 (℃)
2016 年 11 月時点	母材	-25	30	5	26	31
	溶接金属	-25	27	2		
	熱影響部	-25	30	5		
運転開始後 60 年時点	母材	-25	36	11		37
	溶接金属	-25	31	6		
	熱影響部	-25	36	11		

*：原子炉圧力容器内表面から板厚 1/4 深さでの予測値

表 2.3-3　東海第二の上部棚吸収エネルギー予測値

(単位：J)

	初期値	2016 年 11 月時点	運転開始後 60 年時点	許容値
母材	202	111*	111*	68
溶接金属	188	152	151	
熱影響部	205	113*	112*	

*：JEAC4201-2007 SA-3440 に基づき L 方向から T 方向への補正を行っている

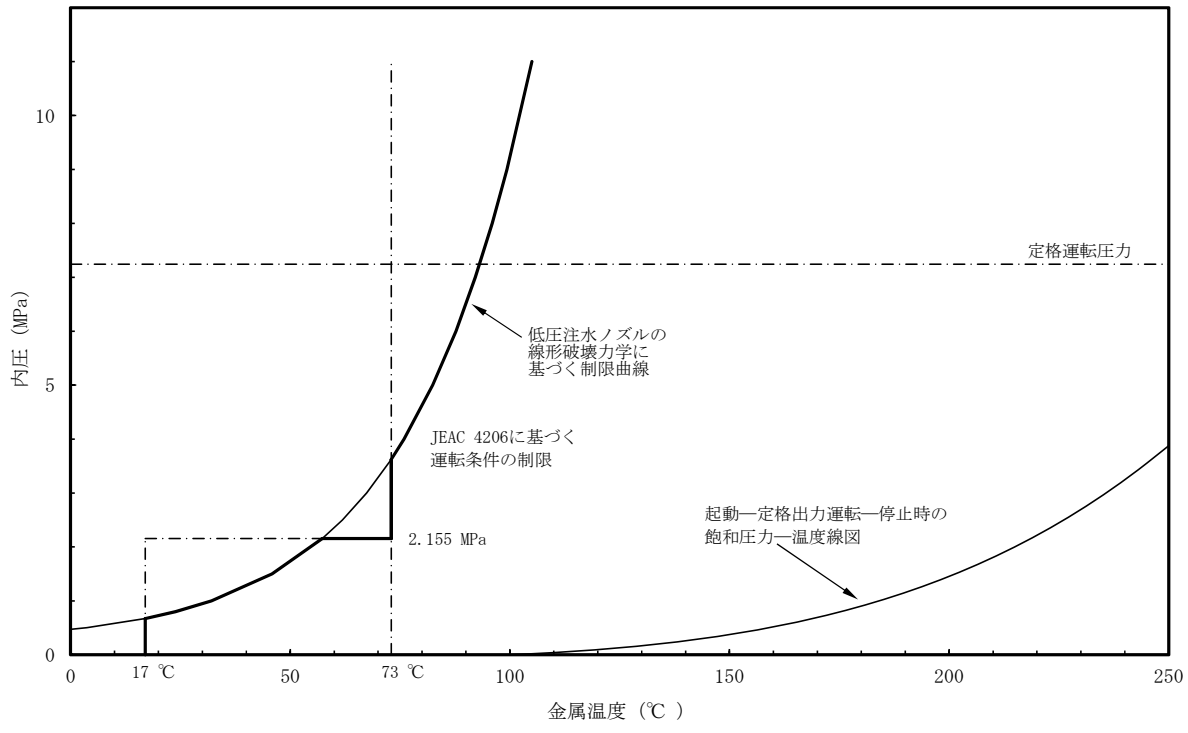


図 2.3-4 (1/2)　原子炉圧力容器の圧力・温度制限曲線（運転開始後 60 年時点，運転時）

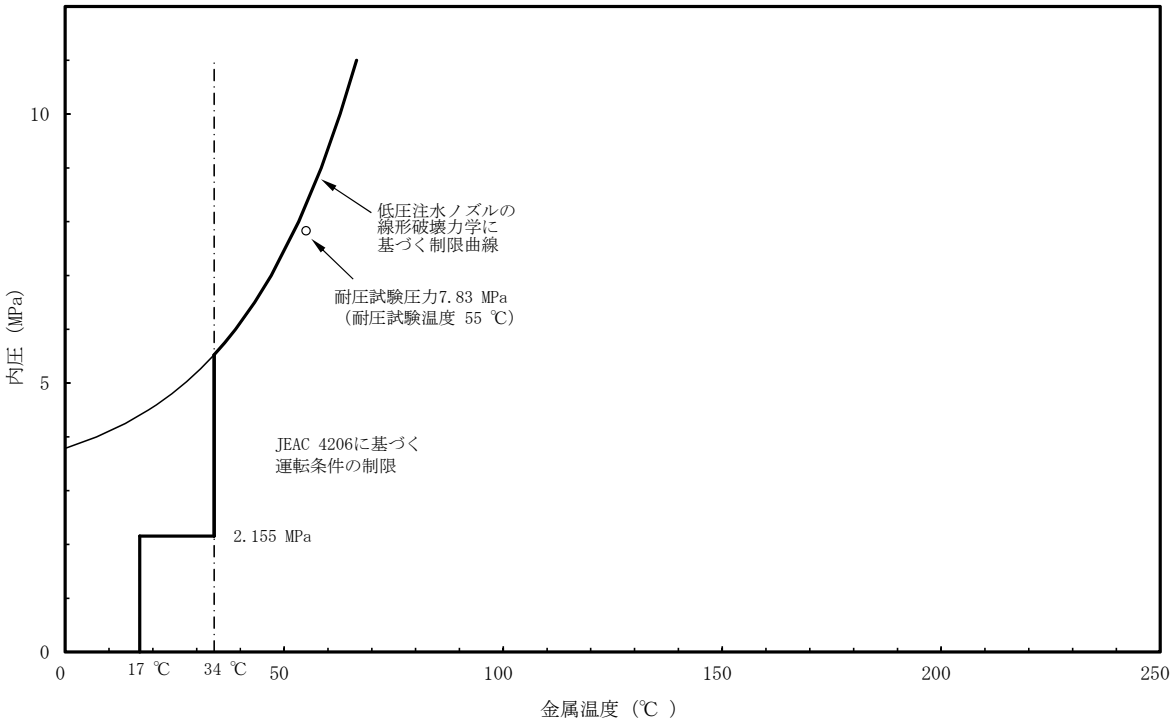


図 2.3-4（2/2）　原子炉圧力容器の圧力・温度制限曲線（運転開始後 60 年時点，検査時）

② 現状保全

原子炉圧力容器（低圧注水ノズルを含む）に対しては，供用期間中検査で超音波探傷検査及び漏えい検査を実施し，有意な欠陥がないことを確認している。

炉心領域部の中性子照射による機械的性質の変化については，日本機械学会「発電用原子力設備規格　設計・建設規格 JSME S NC1-2005（2007 年追補版を含む）」（以下，「設計建設規格」という）及び JEAC4201 に基づいて，計画的に監視試験を実施し破壊靭性の将来の変化を予測している。

また，監視試験結果から，JEAC4206 に基づき漏えい検査温度を設定している。監視試験片は全 4 セットを取出し済みであり，第 3 回にて試験した使用済試験片セットについては，炉内へ再装荷している。

また，第 4 回は運転開始後 35 年 2 ヶ月時点で監視試験片を取り出しており，第 4 回にて試験した使用済試験片セットについては，今後，再装荷することとする。これらの試験片については，適切な時期に取出し，試験を実施する。

なお，運転期間延長認可申請に際して実施した特別点検において，原子炉圧力容器炉心領域部の母材及び溶接部に対して超音波探傷検査を実施した結果，中性子照射脆化による脆性破壊の起点となるような有意な欠陥は認められなかった。

特別点検に合わせて実施した低圧注水ノズルコーナー部の超音波探傷検査においても，中性子照射脆化による脆性破壊の起点となるような有意な欠陥は認められなかった。

③ 総合評価

健全性評価結果から判断して，胴（炉心領域部材）の中性子照射脆化が機器の健全性に影響を与える可能性はないと考えられる。今後も適切な時期に監視試験を実施し，破壊靭性の変化を把握するとともに，JEAC4201 の脆化予測式に基づき，漏えい検査温度を管理していくことにより，健全性を確保していくことは可能であると考える。

炉心領域部材の機械的性質の予測は監視試験により把握可能であり，また有意な欠陥のないことを超音波探傷検査及び漏えい検査により確認していることから，保全内容として適切である。

c．高経年化への対応

胴（炉心領域部材）の中性子照射脆化については，JEAC4201 に基づき計画的に監視試験を実施し，定期的に超音波探傷検査及び漏えい検査を実施していく。

また，監視試験結果等から，JEAC4206 に基づき漏えい検査温度を設定していく。

なお，健全性評価の結果から胴（炉心領域部材）の中性子照射脆化が原子炉の安全性に影響を及ぼす可能性はないと考えるが，今後の原子炉の運転サイクル・照射量を勘案して第 5 回監視試験を実施する。

(2) ノズル等の疲労割れ（上鏡，胴，下鏡，主フランジ，ノズル，セーフエンド，ハウジング，スタブチューブ，スタッドボルト，支持スカート）

a．事象の説明

上鏡，胴，下鏡，主フランジ，ノズル，セーフエンド，ハウジング，スタブチューブ，スタッドボルト，支持スカートについては，プラントの起動・停止時等に熱過渡を受けることになるため，繰返しによる熱疲労が蓄積される可能性がある。

b．技術評価

① 健全性評価

評価部位として，温度変化が大きく比較的大きな熱応力が発生する給水ノズル，締付け力が加わる主フランジ（上鏡フランジ及び胴フランジ），スタッドボルト，容器の自重が加わる下鏡及び支持スカートを選択し，設計建設規格に基づき評価した。

疲労評価は，運転期間延長認可申請に伴う評価として，2016 年 11 月時点までの運転実績に基づき推定した以降の評価対象期間での推定過渡回数を包含し，より保守的*に設定した過渡回数以上を用いて実施した。

＊：評価条件として，主フランジ及びスタッドボルトについては，2011 年 3 月から 2020 年 8 月末まで冷温停止状態，2020 年 9 月以降の過渡回数発生頻度は実績の 1.5 倍を想定した。給水ノズル，下鏡及び支持スカートについては，2011 年 3 月から 2019 年 8 月末まで冷温停止状態，2019 年 9 月以降の過渡回数発生頻度は実績の 1.5 倍を想定した。

また，冷却材と接液する給水ノズル及び下鏡に対しては，使用環境を考慮した疲労について，日本機械学会「発電用原子力設備規格　環境疲労評価手法 JSME S NF1-2009」に基づいて評価した。評価対象部位を図 2.3-5 に，評価用過渡条件を表 2.3-4 に，評価結果を表 2.3-5 に示す。

その結果，各部位の運転開始後 60 年時点の疲労累積係数は許容値を下回り，疲労割れの可能性は小さいと判断する。

表 2.3-4　原子炉圧力容器評価用過渡条件

運転条件	運転実績に基づく過渡回数（2016 年 11 月時点）		60 年目推定過渡回数		
	主フランジ，給水ノズル，下鏡，支持スカート	スタッドボルト*1	主フランジ*2	給水ノズル，下鏡，支持スカート*3	スタッドボルト*1*2
ボルト締付	26	8	48	—	31
耐圧試験	72	14	132	135	74
起動（昇温）	65	17	111	113	63
起動（タービン起動）	65	17	111	113	63
夜間低出力運転（出力 75 %）	67	—	—	123	—
週末低出力運転（出力 50 %）	115	—	—	167	—
制御棒パターン変更	96	—	—	180	—
給水加熱機能喪失（発電機トリップ）	0	—	—	1	—
給水加熱機能喪失（給水加熱器部分バイパス）	0	—	—	1	—
スクラム（タービントリップ）	16	3	22	23	9
スクラム（その他）	20	0	24	24	4
停止	65	17	112	114	64
ボルト取外	26	9	49	—	32
スクラム（原子炉給水ポンプ停止）	3	3	6	6	6

*1：スタッドボルトは第 16 回定期検査（1998 年度）にて取替を実施

*2：2011 年 3 月から 2020 年 8 月末まで冷温停止状態，2020 年 9 月以降の過渡回数発生頻度は実績の 1.5 倍を想定

*3：2011 年 3 月から 2019 年 8 月末まで冷温停止状態，2019 年 9 月以降の過渡回数発生頻度は実績の 1.5 倍を想定

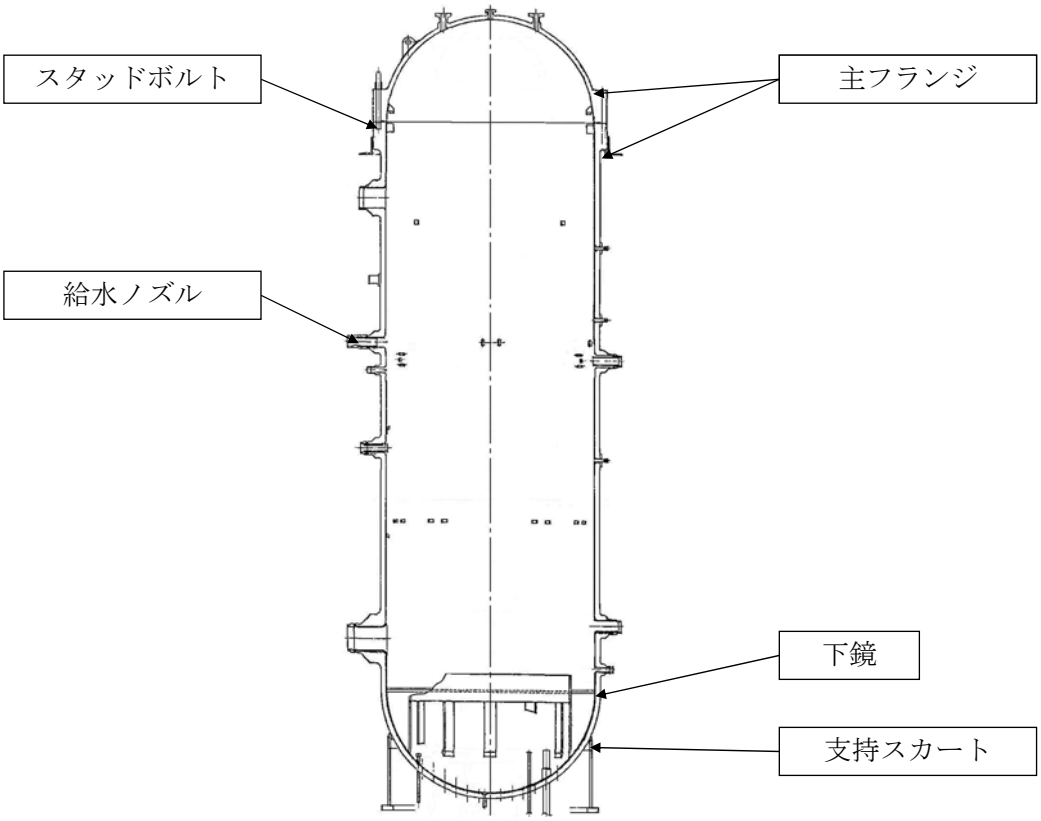


図 2.3-5　原子炉圧力容器 評価対象部位

表 2.3-5　原子炉圧力容器の疲労評価結果

評価部位	運転実績回数に基づく疲労解析（許容値：1 以下）		
	設計建設規格の疲労曲線による評価		発電用原子力設備規格 環境疲労評価手法による評価（環境を考慮）
	現時点（2016 年 11 月時点）	運転開始後 60 年時点	運転開始後 60 年時点
主フランジ	0.0103	0.0177	－
スタッドボルト	0.0689	0.2526	－
給水ノズル	0.0735	0.1270	0.6146
下鏡	0.0234	0.0416	0.4475
支持スカート	0.3297	0.5691	－

② 現状保全

主フランジ，スタッドボルト，給水ノズル，下鏡に対しては，供用期間中検査にて超音波探傷検査を，支持スカートに対しては浸透探傷検査を実施し，有意な欠陥がないことを確認している。また，供用期間中検査毎に漏えい検査を行い，耐圧部の健全性を確認している。さらに，高経年化技術評価に合わせて，実過渡回数に基づく評価を実施することとしている。なお，運転期間延長認可申請に際して実施した特別点検において給水ノズルコーナー部に対しては渦流探傷検査を行っており，異常のないことを確認している。

③ 総合評価

健全性評価結果よりノズル等の疲労割れが発生する可能性は小さいと考えられる。ただし，疲労評価は実過渡回数に依存するため，今後も実過渡回数を把握し評価する必要がある。

また，供用期間中検査にて各部位の点検を実施しており，現状の保全は点検手法として適切であると判断する。

c．高経年化への対応

ノズル等の疲労割れに対しては，継続的に実過渡回数の確認を行い，運転開始後60年時点の推定過渡回数を上回らないことを確認する。

2. 原子炉格納容器

［対象機器］

2.1 原子炉格納容器本体

2.2 機械ペネトレーション

2.3 電気ペネトレーション

東海第二で使用されている原子炉格納容器の部位は，本体及び貫通部に大きく分かれ，形式等でグループ化すると以下のグループに分類されるため，これらについての技術評価を行う。

2.1 原子炉格納容器本体
2.2 機械ペネトレーション
2.3 電気ペネトレーション

2.1 原子炉格納容器本体

［対象機器］

① 原子炉格納容器

目次

1. 対象機器 2.1-1
2. 原子炉格納容器の技術評価..... 2.1-2
2.1 構造，材料及び使用条件..... 2.1-2
2.2 経年劣化事象の抽出..... 2.1-5
2.2.1 機器の機能達成に必要な項目..... 2.1-5
2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出..... 2.1-5
2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象..... 2.1-6

1. 対象機器

東海第二で使用している原子炉格納容器の主な仕様を表 1-1 に示す。

表 1-1　原子炉格納容器の主な仕様

機器名称	重要度	使用条件			
		最高使用圧力（kPa）		最高使用温度（℃）	
		ドライウェル	サプレッション・チェンバ	ドライウェル	サプレッション・チェンバ
原子炉格納容器	MS-1 重*1	310（内圧） 14（外圧）	310（内圧） 14（外圧）	171	104.5

*1：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す

2. 原子炉格納容器の技術評価

2.1 構造,材料及び使用条件

(1) 構造

東海第二の原子炉格納容器は，圧力抑制型格納容器であり 1 個設置されている。

原子炉格納容器は，円錐フラスタム形をしたドライウェルと，円筒形で内部に純水を保有するサプレッション・チェンバ及び機器を支持する支持構造物等から構成される。

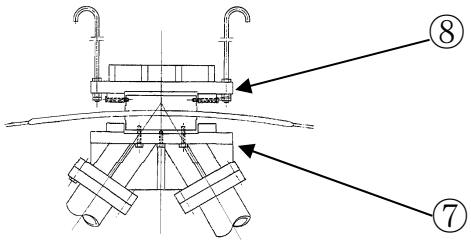
ドライウェル及びサプレッション・チェンバの外表面（底部コンクリートマット部は除く），内表面とも鋼板に塗装が施されている。

東海第二の原子炉格納容器の構造図を図 2.1-1 に示す。

(2) 材料及び使用条件

東海第二の原子炉格納容器主要部位の使用材料を表 2.1-1 に，使用条件を表 2.1-2 に示す。

No	部位
①	上鏡
②	円錐胴
③	ダイアフラムフロア（ガーダ）
④	ダイアフラムフロアベローズ
⑤	主フランジボルト
⑥	ガスケット
⑦	スタビライザ
⑧	上部シアラグ
⑨	スプレイヘッダ
⑩	コリウムシールド
⑪	格納容器床ドレンサンプ
⑫	サポート
⑬	アンカーボルト
⑭	サプレッション･チェンバ本体
⑮	サンドクッション部（鋼板）
⑯	底部コンクリートマット（ライナープレート）
⑰	真空破壊弁
⑱	リングガーダ
⑲	基礎ボルト
⑳	下部シアラグ
㉑	ダウンカマパイプ
㉒	クエンチャ
㉓	ストレーナ



A-A 断面

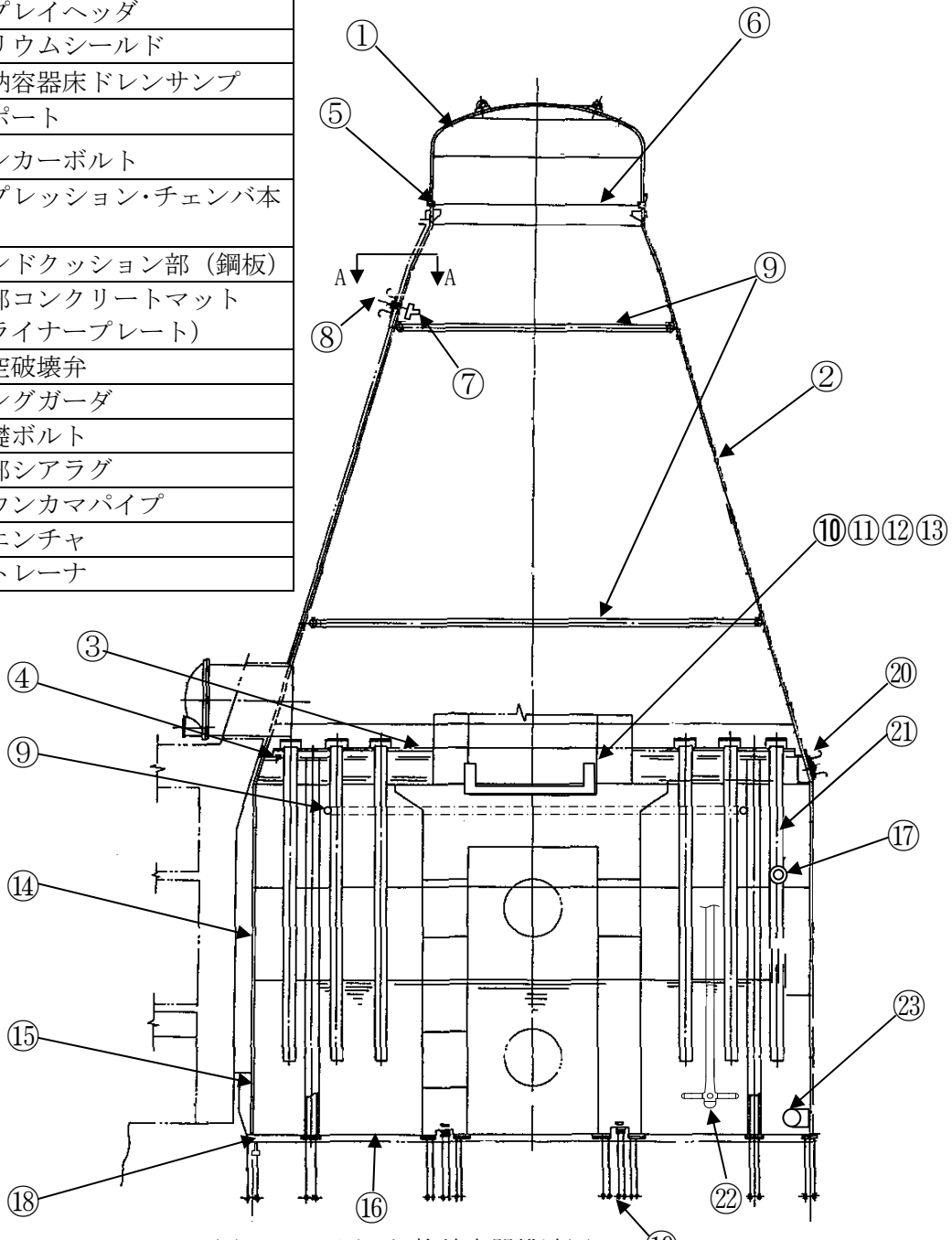


図 2.1-1　原子炉格納容器構造図

表 2.1-1　原子炉格納容器主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位		材料
バウンダリの維持	耐圧	ドライウェル	上鏡，円錐胴	炭素鋼
			ダイアフラムフロア（ガーダ）	炭素鋼
			ダイアフラムフロアベローズ	エチレンプロピレンゴム
			主フランジボルト	低合金鋼
			ガスケット	（消耗品）
機器の支持	支持		スタビライザ	炭素鋼
			上部シアラグ	炭素鋼
その他	その他		スプレイヘッダ	炭素鋼
			コリウムシールド	ジルコニア
			格納容器床ドレンサンプ	ステンレス鋼
			サポート	ステンレス鋼
			アンカーボルト	ステンレス鋼
バウンダリの維持	耐圧	サプレッション・チェンバ	本体，サンドクッション部（鋼板）	炭素鋼
			底部コンクリートマット(ライナープレート)	炭素鋼
			真空破壊弁	炭素鋼
			リングガーダ	炭素鋼
機器の支持	支持		基礎ボルト	低合金鋼
			下部シアラグ	炭素鋼
その他	その他		スプレイヘッダ	炭素鋼
			ダウンカマパイプ	炭素鋼
			クエンチャ	ステンレス鋼
			ストレーナ	ステンレス鋼

表 2.1-2　原子炉格納容器の使用条件

	ドライウェル	サプレッション・チェンバ
最高使用圧力	310 kPa(内圧) 14 kPa(外圧)	310 kPa(内圧) 14 kPa(外圧)
最高使用温度	171 ℃	104.5 ℃
内部流体	窒素	窒素，純水

2.2 経年劣化事象の抽出

2.2.1 機器の機能達成に必要な項目

原子炉格納容器の機能である場合である格納容器外への放射性物質の漏えい防止機能の達成に必要な項目は以下のとおり。

(1) バウンダリの維持

(2) 機器の支持

(3) その他

2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

(1) 想定される経年劣化事象の抽出

原子炉格納容器について，機能達成に必要な項目を考慮して主要な部位に展開した上で，個々の部位の材料，構造，使用条件（流体の種類，応力，温度等）及び現在までの運転経験を考慮し，表 2.2-1 で示すとおり，想定される経年劣化事象を抽出した（表 2.2-1 で○又は△，▲）。

なお，消耗品及び定期取替品は以下のとおり評価対象外とする。

(2) 消耗品及び定期取替品の扱い

ガスケットは消耗品であり，設計時に長期使用せず取替を前提としていることから高経年化対策を見極める上での評価対象外とする。

(3) 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

想定される経年劣化事象のうち下記①，②に該当しない事象を高経年化対策上着目すべき経年劣化事象と判断した。

なお，下記①，②に該当する事象については，2.2.3 項に示すとおり，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断した。

① 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって,想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの(日常劣化管理事象として表 2.2-1 で△)

② 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により，今後も経年劣化の進展が考えられない,又は進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外として表 2.2-1 で▲）

この結果，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象は抽出されなかった。

2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

(1) 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって，想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの(日常劣化管理事象)

a. ドライウェル（上鏡，円錐胴)，サプレッション･チェンバ本体（気中部)，上部及び下部シアラグの腐食（全面腐食）

ドライウェル（上鏡，円錐胴)，サプレッション･チェンバ本体（気中部），上部及び下部シアラグの材料は炭素鋼であり腐食が想定されるが,表面に塗装を施すことにより腐食を防止し，必要に応じて補修塗装を行うこととしていることから，腐食が発生する可能性は小さい。

上述のうちドライウェル（円錐胴)，上部及び下部シアラグの外表面は，直接目視点検が出来ない構造であるが，上下に位置するドライウェル（上鏡）及びサプレッション･チェンバ本体（気中部）の外表面について目視点検により塗膜の健全性を確認しており，同様な材料及び使用環境であることから，腐食が発生する可能性は小さい。

また,定期的に原子炉格納容器全体漏えい率試験によりバウンダリの健全性を確認するとともに,同試験前の可視範囲の目視点検において塗膜の健全性を確認している。

これまでに有意な腐食は確認されておらず,今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

なお，運転期間延長認可申請に際して実施した特別点検において，原子炉格納容器の鋼板の塗装に対して可視範囲の目視確認を実施した結果,原子炉格納容器の健全性に影響を与えるような劣化は認められなかった。

したがって，ドライウェル（上鏡，円錐胴)，サプレッション･チェンバ本体（気中部)，上部及び下部シアラグの腐食（全面腐食）は，高経年化対策上着目すべき事象ではないと判断する。

b. サプレッション･チェンバ本体（水中部）の腐食(全面腐食)

サプレッション･チェンバ本体（水中部）の材料は炭素鋼であり腐食が予想されるが，耐水性･密着性に優れたエポキシ系及びジンクリッチ等の塗装を施すことにより腐食を防止し，必要に応じて補修塗装を行うこととしていることから，腐食が発生する可能性は小さい。

また，開放点検時の目視点検において有意な腐食は確認されておらず，肉厚測定を実施し有意な減肉がないことを確認しており，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

なお，運転期間延長認可申請に際して実施した特別点検において，原子炉格納容器の鋼板の塗装に対して可視範囲の目視確認を実施した結果，原子炉格納容器の健全性に影響を与えるような劣化は認められなかった。

したがって，サプレッション･チェンバ本体（水中部）の腐食(全面腐食)は，高経年化対策上着目すべき事象ではないと判断する。

c. 底部コンクリートマット（ライナープレート）の腐食（全面腐食）

底部コンクリートマット（ライナープレート）の材料は炭素鋼であり腐食が予想されるが，内表面は耐水性･密着性に優れたエポキシ系及びジンクリッチ等の塗装を施すことにより腐食を防止し，必要に応じて補修塗装を行うこととしていることから，腐食が発生する可能性は小さい。

また，これまでの目視点検において有意な腐食は確認されておらず，肉厚測定を実施し有意な減肉がないことを確認しており，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

なお，運転期間延長認可申請に際して実施した特別点検において，原子炉格納容器の鋼板の塗装に対して可視範囲の目視確認を実施した結果，原子炉格納容器の健全性に影響を与えるような劣化は認められなかった。

したがって，底部コンクリートマット（ライナープレート）の腐食（全面腐食）は，高経年化対策上着目すべき事象ではないと判断する。

d. サンドクッション部（鋼板），リングガーダの腐食（全面腐食）

サンドクッション部（鋼板），リングガーダの材料は炭素鋼であり腐食が予想されるが，外表面は塗装を施しており，腐食が発生する可能性は小さい。

サンドクッション部（鋼板）については，外表面の埋設部について目視点検を実施しており，有意な腐食のないことを確認している。

また，サプレッション･チェンバ本体（水中部）の肉厚測定を実施し，有意な減肉のないことを確認しており，このことからも，サンドクッション部（鋼板）に有意な腐食がないことを確認している。

なお，オイスタークリーク発電所において，原子炉格納容器上部からの漏えい水がサンドクッション部に流入し，ドレン管が閉塞していたために当該部の胴板が腐食した事例があるが，東海第二の原子炉格納容器上部は，溶接構造により漏えい水の流れ込みを防止している。

一方リングガーダは，直接目視による塗膜の状況は確認できないが、直上のサンドクッション部（鋼板）と同様な材料及び使用環境であることから，腐食の可能性は小さく，今後も，これらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，サンドクッション部（鋼板），リングガーダの腐食（全面腐食）は，高経年化対策上着目すべき事象ではないと判断する。

e. ダイアフラムフロア（ガーダ），スタビライザの腐食（全面腐食）

ダイアフラムフロア（ガーダ）及びスタビライザの材料は炭素鋼であり腐食が想定されるが，通常運転中は窒素雰囲気中であること及び表面に塗装を施すことにより腐食を防止し，必要に応じて補修塗装を行うこととしていることから，腐食が発生する可能性は小さい。

また，これまでの目視点検において有意な腐食は確認されておらず，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，ダイアフラムフロア（ガーダ），スタビライザの腐食（全面腐食）は，高経年化対策上着目すべき事象ではないと判断する。

f. 主フランジボルトの腐食（全面腐食）

主フランジボルトは低合金鋼であり腐食が想定されるが，定期検査時にボルトを取外した際の目視点検では有意な腐食は認められておらず，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，主フランジボルトの腐食（全面腐食）は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

g. 真空破壊弁の腐食（全面腐食）

真空破壊弁の材料は炭素鋼であり腐食が想定されるが，通常運転中は窒素雰囲気中であること及び表面に塗装を施すことにより腐食を防止し，必要に応じて補修塗装を行うこととしていることから，腐食が発生する可能性は小さい。

また，これまでの目視点検において有意な腐食は確認されておらず，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，真空破壊弁の腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

h. ドライウェルスプレイヘッダ，サプレッション･チェンバスプレイヘッダ及びダウンカマパイプの腐食（全面腐食）

ドライウェルスプレイヘッダ，サプレッション･チェンバスプレイヘッダ及びダウンカマパイプの材料は炭素鋼であり腐食が想定される。

ドライウェルスプレイヘッダ，サプレッション･チェンバスプレイヘッダの外面及びダウンカマパイプの内外面は塗装を施すことにより腐食を防止し，必要に応じて補修塗装を行うこととしていることから，腐食が発生する可能性は小さい。

また，これまでの目視点検において有意な腐食は確認されておらず，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

ドライウェルスプレイヘッダ，サプレッション・チェンバスプレイヘッダの内面は塗装が施されていないが，長期保守管理方針に基づく保全計画に従い，2009 年（第 24 回定期検査中）にファイバースコープを用いた配管内面点検を実施した結果，有意な腐食は確認されておらず，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，ドライウェルスプレイヘッダ，サプレッション･チェンバスプレイヘッダ及びダウンカマパイプの腐食（全面腐食）は，高経年化対策上着目すべき事象ではないと判断する。

i. ダイアフラムフロアベローズの硬化

ダイアフラムフロアベローズは，エチレンプロピレンゴム製であり，硬化の発生が想定される。ダイアフラムフロアベローズは重大事故等への対策として耐熱性を向上した改良エチレンプロピレンゴムに交換するが，同一環境にテストピースを配備することとしており，テストピースの定期的な硬度測定及び目視点検を実施していくことで，ダイアフラムフロアベローズの健全性が確認できる。

また通常運転中の環境は旧ベローズのときと変化はなく，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，ダイアフラムフロアベローズの硬化は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

j. ストレーナの閉塞

非常用炉心冷却系ストレーナはポンプ起動時に，長期供用に伴いサプレッション･チェンバ内に堆積したデブリ等の影響で閉塞が想定される。しかし，サーベランスや定期検査において非常用炉心冷却機能の健全性確認を実施しており，これまでストレーナの閉塞は確認されておらず，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

なお，サプレッション･チェンバは清掃，目視点検を実施しており，炉心冷却機能に影響を及ぼす閉塞が発生する可能性は小さい。

また，更なる信頼性向上の観点から，第 23 回定期検査においてストレーナの閉塞対策として同ストレーナの大型化を実施している。

したがって，ストレーナの閉塞は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

(2) 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により，今後も経年劣化の進展が考えられない，又は進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外）

a. 基礎ボルトの腐食（全面腐食）

基礎ボルトは低合金鋼であり，基礎ボルト全体がコンクリートに埋設されていることから，コンクリートが中性化した場合に腐食の発生が想定されるが，実機コンクリートにおけるサンプリング結果では中性化は殆ど確認されておらず，腐食が発生する可能性はない。

したがって，基礎ボルトの腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

b. スタビライザ，上部及び下部シアラグの摩耗

スタビライザ，上部及び下部シアラグは摺動部を有しているため摩耗が想定されるが，地震等により摺動するものであり，発生回数が非常に少ないため，摩耗の進展はない。

したがって，スタビライザ，上部及び下部シアラグの摩耗は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

表 2.2-1(1/2)　原子炉格納容器に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考
					減肉		割れ		材質変化		その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
バウンダリの維持	耐圧	ドライウェル（上鏡，円錐胴）		炭素鋼		△						*1：水中部 *2：気中部 *3：硬化
		サプレッション･チェンバ本体		炭素鋼		△*1*2						
		底部コンクリートマット（ライナープレート）		炭素鋼		△						
		サンドクッション部（鋼板）		炭素鋼		△						
		ダイアフラムフロア（ガーダ）		炭素鋼		△						
		ダイアフラムフロアベローズ		エチレンプロピレンゴム						△*3		
		主フランジボルト		低合金鋼		△						
		ガスケット	◎	―								
		真空破壊弁		炭素鋼		△						
		リングガーダ		炭素鋼		△						
機器の支持	支持	基礎ボルト		低合金鋼		▲						
		スタビライザ		炭素鋼	▲	△						
		上部シアラグ		炭素鋼	▲	△						
		下部シアラグ		炭素鋼	▲	△						

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

▲：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象以外）

表 2.2-1(2/2)　原子炉格納容器に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考
					減肉		割れ		材質変化		その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
その他	その他	ドライウェルスプレイヘッダ		炭素鋼		△						*1：閉塞
		コリウムシールド		ジルコニア								
		格納容器床ドレンサンプ		ステンレス鋼								
		サポート		ステンレス鋼								
		アンカーボルト		ステンレス鋼								
		サプレッション・チェンバスプレイヘッダ		炭素鋼		△						
		ダウンカマパイプ		炭素鋼		△						
		クエンチャ		ステンレス鋼								
		ストレーナ		ステンレス鋼							△*1	

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

2.2 機械ペネトレーション

［対象機器］

① 配管貫通部（ベローズ式）

② 配管貫通部（固定式）

③ 機器搬入口

④ エアロック

⑤ ハッチ及びマンホール

目次

1. 対象機器及び代表機器の選定..... 2.2-1
1.1 グループ化の考え方及び結果..... 2.2-1
1.2 代表機器の選定..... 2.2-1
2. 代表機器の技術評価..... 2.2-9
2.1 構造，材料及び使用条件..... 2.2-9
2.1.1 配管貫通部（ベローズ式，固定式-2）..... 2.2-9
2.1.2 格納容器機器搬入口ハッチ..... 2.2-12
2.1.3 パーソナルエアロック..... 2.2-15
2.1.4 CRD 搬出入口ハッチ..... 2.2-18
2.2 経年劣化事象の抽出..... 2.2-21
2.2.1 機器の機能達成に必要な項目..... 2.2-21
2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出..... 2.2-21
2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象..... 2.2-22
2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の評価..... 2.2-28
3. 代表機器以外への展開..... 2.2-31
3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象..... 2.2-31
3.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象..... 2.2-32

1. 対象機器及び代表機器の選定

東海第二で使用している機械ペネトレーションの主な仕様を表 1-1 に示す。

これらの機械ペネトレーションを部位，型式の観点からグループ化し，それぞれのグループより以下のとおり代表機器を選定した。

1.1 グループ化の考え方及び結果

部位，型式を分類基準とし，機械ペネトレーションを表 1-1 に示すとおりグループ化する。

部位は，配管貫通部，機器搬入口，エアロック，ハッチ及びマンホールに分類され，配管貫通部の型式は，ベローズ式，固定式に分類される。

1.2 代表機器の選定

表 1-1 に分類されるグループ毎に，重要度，最高使用温度及び配管口径の観点から代表機器を選定する。

(1) 配管貫通部（ベローズ式）

大口径で高温となる配管貫通部に使用されるもので，プラントの起動・停止時等の熱膨張差による変位を吸収するため，ベローズを取付けている。ベローズ式については，重要度及び最高使用温度が同等であり，配管口径の大きい主蒸気系（X-18A～D）を代表機器とする。

配管貫通部の構造図を，図 1-1 に示す。

(2) 配管貫通部（固定式）

低温又は小口径の配管貫通部で熱膨張差による変位のないもの，又は拘束部に発生する荷重が小さい場合に使用される。固定式については，重要度が同等であることから，最高使用温度が高く，配管口径の大きい主蒸気隔離弁漏えい抑制系（X-200A，B）を代表機器とする。

なお，構造の相違により配管貫通部（固定式）を固定式-1 又は固定式-2 と称す。

配管貫通部の構造図を，図 1-1 に示す。

(3) 機器搬入口

このグループには，格納容器機器搬入口ハッチ及びサプレッション・チェンバ機器搬入口が属するが，重要度が同等であるため，最高使用温度の高い格納容器機器搬入口ハッチを代表機器とする。

(4) エアロック

このグループには，パーソナルエアロックのみが属するため，これを代表機器とする。

(5) ハッチ及びマンホール

このグループには，CRD 搬出入口ハッチのみが属するため，これを代表機器とする。

表 1-1（1/5） 機械ペネトレーションのグループ化及び代表機器の選定

分類基準		ペネトレーション番号	使用用途	選定基準			選定	選定理由
部位	型式			重要度*1	最高使用温度（℃）	配管口径（A）		
配管貫通部	ベローズ式	X-18A～D	主蒸気系	MS-1，重*2	302	650	◎	重要度 最高使用温度 口径
		X-17A，B	給水系	MS-1，重*2	302	500		
		X-20	残留熱除去系（供給）	MS-1，重*2	302	500		
		X-6	高圧炉心スプレイ系	MS-1，重*2	302	300		
		X-8	低圧炉心スプレイ系	MS-1，重*2	302	300		
		X-12A～C	低圧注水系	MS-1，重*2	302	300		
		X-19A，B	残留熱除去系（戻り）	MS-1，重*2	302	300		
		X-21	原子炉隔離時冷却系（蒸気供給）	MS-1，重*2	302	250		
		X-2	原子炉圧力容器ヘッドスプレイ	MS-1，重*2	302	150		
		X-14	原子炉冷却材浄化系	MS-1，重*2	302	150		
		X-22	復水ドレン	MS-1，重*2	302	80		

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

*2：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す

表 1-1 (2/5)　機械ペネトレーションのグループ化及び代表機器の選定

分類基準		ペネトレーション番号	使用用途	選定基準			選定	選定理由
部位	型式			重要度[*1]	最高使用温度(℃)	配管口径(A)		
配管貫通部	固定式-1	X-38	再循環系ポンプシールパージ，格納容器計装，主蒸気配管計装	MS-1，重[*2]	302	25		
		X-29D	再循環系サンプリング	MS-1，重[*2]	302	25		
		X-13	ほう酸水注入系	MS-1，重[*2]	302	40		
		X-60	残留熱除去系熱交換器安全弁排気（閉止）	MS-1，重[*2]	171	450[*3]		
		X-62	残留熱除去系熱交換器安全弁排気（閉止）	MS-1，重[*2]	171	450[*3]		
		X-57	過酷事故時代替注水系，制御用空気系	MS-1，重[*2]	171	100		
		X-52A，B	可燃性ガス濃度制御系，予備	MS-1，重[*2]	171	150		
		X-76	可燃性ガス濃度制御系	MS-1，重[*2]	171	50		
		X-10A～D	制御棒駆動水圧系（引抜）	MS-1，重[*2]	66	20		
		X-9A～D	制御棒駆動水圧系（挿入）	MS-1，重[*2]	66	25		
		X-58	脱塩水供給	MS-1，重[*2]	66	50		
		X-55	制御用空気系，燃料プール水浄化系	MS-1，重[*2]	66	50		
		X-107B	ドライウェル除湿系	MS-1，重[*2]	66	150		
		X-56	ドライウェル除湿系，制御用空気系，予備	MS-1，重[*2]	66	150		
		X-71A，B	制御用空気系（真空破壊弁）	MS-1，重[*2]	66	25		
		X-69A，B	再循環系制御弁油圧駆動系	MS-1，重[*2]	80	25		
		X-29C	原子炉圧力容器フランジ漏えい検出	MS-1，重[*2]	302	25		
		X-30	主蒸気配管計装	MS-1，重[*2]	302	25		
		X-39	原子炉圧力容器計装，高圧炉心スプレイ系計装	MS-1，重[*2]	302	25		
		X-40	格納容器計装，格納容器ガスモニタリング，主蒸気配管計装，格納容器漏えい試験盤	MS-1，重[*2]	302	25		

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す
*2：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す
*3：スリーブ径を示す

表 1-1（3/5） 機械ペネトレーションのグループ化及び代表機器の選定

分類基準		ペネトレーション番号	使用用途	選定基準			選定	選定理由
部位	型式			重要度*1	最高使用温度（℃）	配管口径（A）		
配管貫通部	固定式-1	X-41A，B	原子炉隔離時冷却系蒸気側配管計装	MS-1，重*2	302	25		重要度 最高使用温度 口径
		X-42	格納容器計装，主蒸気配管計装	MS-1，重*2	302	25		
		X-43	予備	MS-1，重*2	302	20		
		X-44A～D	ジェットポンプ計装	MS-1，重*2	302	25		
		X-54A～D	再循環系計装	MS-1，重*2	302	25		
		X-66A，B	残留熱除去系配管計装，低圧炉心スプレイ系配管計装，ボトムライナー漏えい検出	MS-1，重*2	302	25		
		X-87～90	蒸気流量計測	MS-1，重*2	302	25		
	固定式-2	X-200A，B	主蒸気隔離弁漏えい抑制系	MS-1，重*2	302	100	◎	
		X-3，79	不活性ガス系（排気）	MS-1，重*2	171	500		
		X-53，80	不活性ガス系（給気）	MS-1，重*2	171	500		
		X-203	可燃性ガス濃度制御系	MS-1，重*2	171	50		
		X-4	原子炉隔離時冷却系	MS-1，重*2	135	350		
		X-23	床ドレン系	MS-1，重*2	105	80		
		X-24	機器ドレン系	MS-1，重*2	105	80		
		X-32，35，36	残留熱除去系	MS-1，重*2	100	600		
		X-47，48	残留熱除去系	MS-1，重*2	100	400		
		X-31	高圧炉心スプレイ系	MS-1，重*2	100	600		
		X-34	低圧炉心スプレイ系	MS-1，重*2	100	600		
		X-49	高圧炉心スプレイ系	MS-1，重*2	100	300		
		X-63	低圧炉心スプレイ系	MS-1，重*2	100	300		
		X-77	原子炉隔離時冷却系	MS-1，重*2	88	50		
		X-78	予備	MS-1，重*2	－	80		

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

*2：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す

表 1-1（4/5） 機械ペネトレーションのグループ化及び代表機器の選定

分類基準		ペネトレーション番号	使用用途	選定基準			選定	選定理由
部位	型式			重要度[*1]	最高使用温度（℃）	配管口径（A）		
配管貫通部	固定式-2	X-11A，B	残留熱除去系（格納容器スプレイ）	MS-1，重[*2]	77	400		
		X-25A，B	残留熱除去系（サプレッション・チェンバスプレイ）	MS-1，重[*2]	77	100		
		X-33	原子炉隔離時冷却系	MS-1，重[*2]	77	200		
		X-5，46	原子炉補機冷却系	MS-1，重[*2]	66	200		
		X-26	予備	MS-1，重[*2]	－	400[*3]		
		X-59	予備	MS-1，重[*2]	－	400[*3]		
		X-106A	予備	MS-1，重[*2]	－	300[*3]		
		X-7	予備	MS-1，重[*2]	－	300[*3]		
		X-67	予備	MS-1，重[*2]	－	300		
		X-29A，B	γラジエーションセンサ　CH-A（CH-B）	MS-1，重[*2]	171	250[*3]		
		X-201A，B X-202A，B	予備	MS-1，重[*2]	－	80[*3]		
		X-37A，B	予備	MS-1，重[*2]	－	50[*3]		
		X-64A～D	サプレッション・チェンバ計装	MS-1，重[*2]	104.5	50		
		X-83	サンプリング系	MS-1，重[*2]	104.5	20		
		X-65，68	予備	MS-1，重[*2]	－	50[*3]		
		X-70	サプレッション・チェンバ計装	MS-1，重[*2]	104.5	50		
		X-73～75	サンプリング系	MS-1，重[*2]	171	20		
		X-82	サンプリング系	MS-1，重[*2]	171	50		
		X-27A～F	移動式炉心内校正装置ドライブ	MS-1，重[*2]	66	10		
		X-81	予備	MS-1，重[*2]	－	40		
		X-84A～D， X-85A，B X-86A～D	原子炉水位および圧力計測	MS-1，重[*2]	302	25		

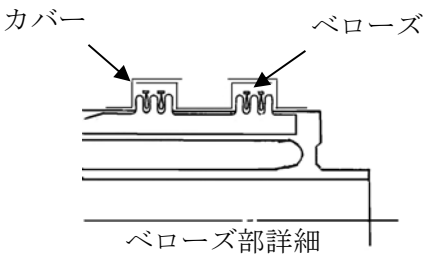
*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す
*2：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す
*3：スリーブ径を示す

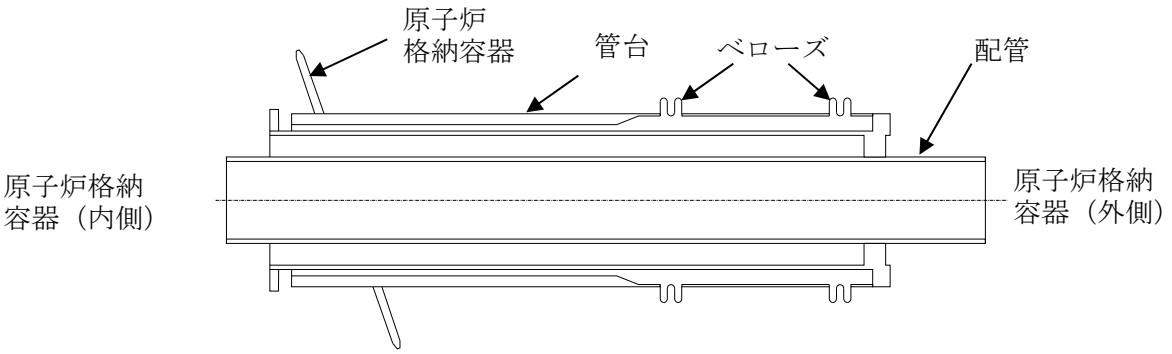
表 1-1 (5/5)　機械ペネトレーションのグループ化及び代表機器の選定

分類基準		ペネトレーション番号	使用用途	選定基準			選定	選定理由
部位	型式			重要度*1	最高使用温度(℃)	胴内径(mm)		
機器搬入口	－	X-15	格納容器機器搬入口ハッチ	MS-1，重*2	171	3，658	◎	重要度
		X-51	サプレッション・チェンバ機器搬入口	MS-1，重*2	104.5	1，982		最高使用温度
エアロック	－	X-16	パーソナルエアロック	MS-1，重*2	171	2，400	◎	
ハッチ及びマンホール	－	X-28	CRD搬出入口ハッチ	MS-1，重*2	171	547.6	◎	

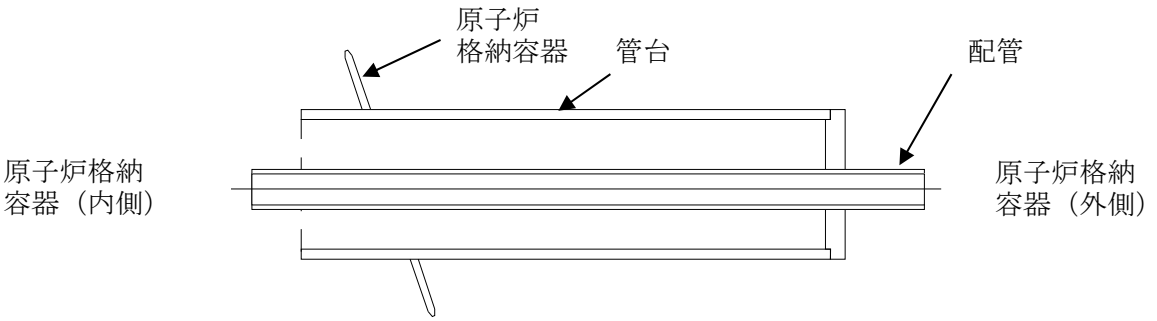
*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す
*2：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す

【ベローズ式】





【固定式-1】



【固定式-2】

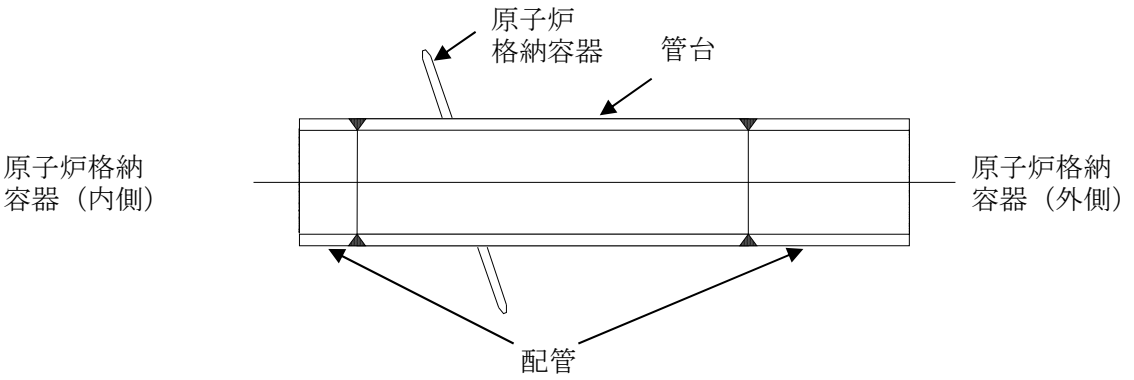


図 1-1　配管貫通部構造図

2. 代表機器の技術評価

本章では，1 章で代表機器とした以下の機械ペネトレーションについて技術評価を実施する。

① 主蒸気系配管貫通部（ベローズ式）
② 主蒸気隔離弁漏えい抑制系配管貫通部（固定式-2）
③ 格納容器機器搬入口ハッチ
④ パーソナルエアロック
⑤ CRD 搬出入口ハッチ

2.1 構造，材料及び使用条件

2.1.1 配管貫通部（ベローズ式，固定式-2）

(1) 構造

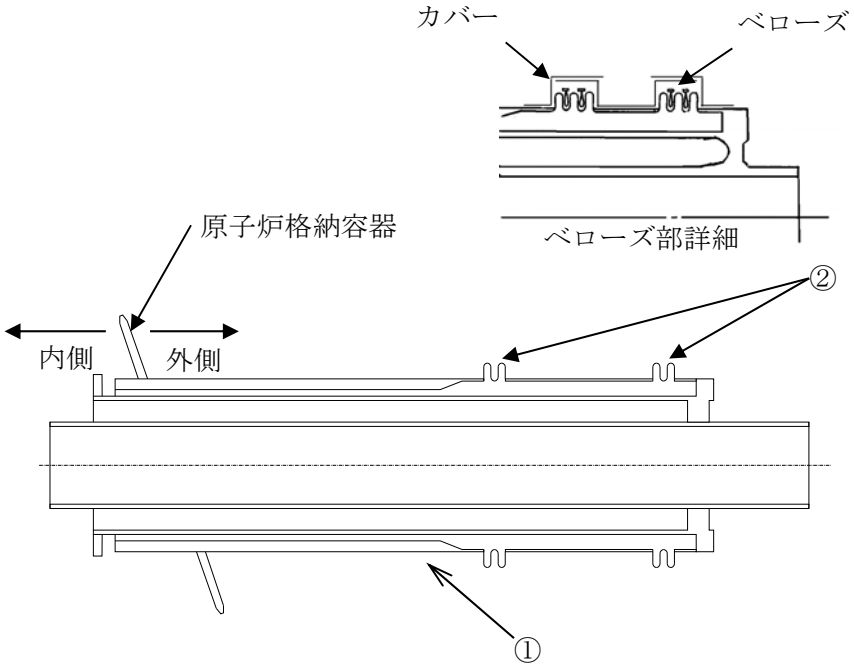
東海第二の主蒸気系配管貫通部（ベローズ式）及び主蒸気隔離弁漏えい抑制系配管貫通部（固定式-2）の構造図を図 2.1-1 に示す。

(2) 材料及び使用条件

東海第二の主蒸気系配管貫通部（ベローズ式）及び主蒸気隔離弁漏えい抑制系配管貫通部（固定式-2）主要部位の使用材料を表 2.1-1 に，使用条件を表 2.1-2 に示す。

主蒸気系配管貫通部（ベローズ式）

No.	部位
①	管台
②	ベローズ



主蒸気隔離弁漏えい抑制系配管貫通部（固定式）

No.	部位
①	管台

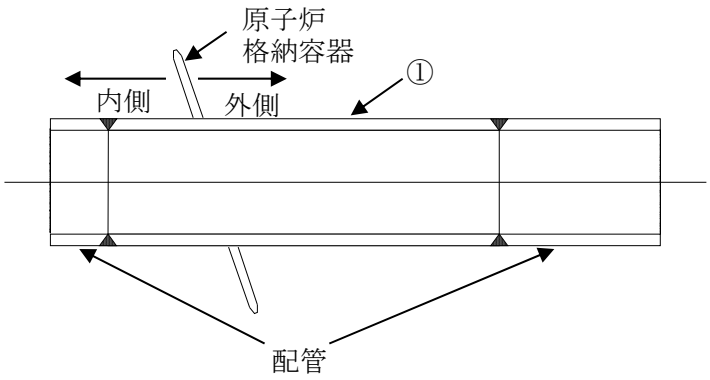


図 2.1-1　配管貫通部構造図

表 2.1-1　主蒸気系配管貫通部（ベローズ式）及び主蒸気隔離弁漏えい抑制系配管貫通部（固定式-2）主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	配管貫通部	部位	材料
バウンダリの維持	耐圧	主蒸気系配管貫通部（ベローズ式）	管台	炭素鋼
			ベローズ	ステンレス鋼
		主蒸気隔離弁漏えい抑制系（固定式-2）	管台	炭素鋼

表 2.1-2　主蒸気系配管貫通部（ベローズ式）及び主蒸気隔離弁漏えい抑制系配管貫通部（固定式-2）の使用条件

配管貫通部	主蒸気系配管貫通部（ベローズ式）	主蒸気隔離弁漏えい抑制系配管貫通部（固定式-2）
最高使用圧力*1	8.62 MPa	8.62 MPa
最高使用温度*1	302 ℃	302 ℃

＊1：貫通配管の使用条件

2.1.2 格納容器機器搬入口ハッチ

(1) 構造

東海第二の格納容器機器搬入口ハッチは円筒型であり，原子炉格納容器に 1 個設置されている。

格納容器機器搬入口ハッチの構造図を図 2.1-2 に示す。

(2) 材料及び使用条件

東海第二の格納容器機器搬入口ハッチ主要部位の使用材料を表 2.1-3 に，使用条件を表 2.1-4 に示す。

No.	部位
①	胴
②	蓋
③	ガスケット
④	取付ボルト

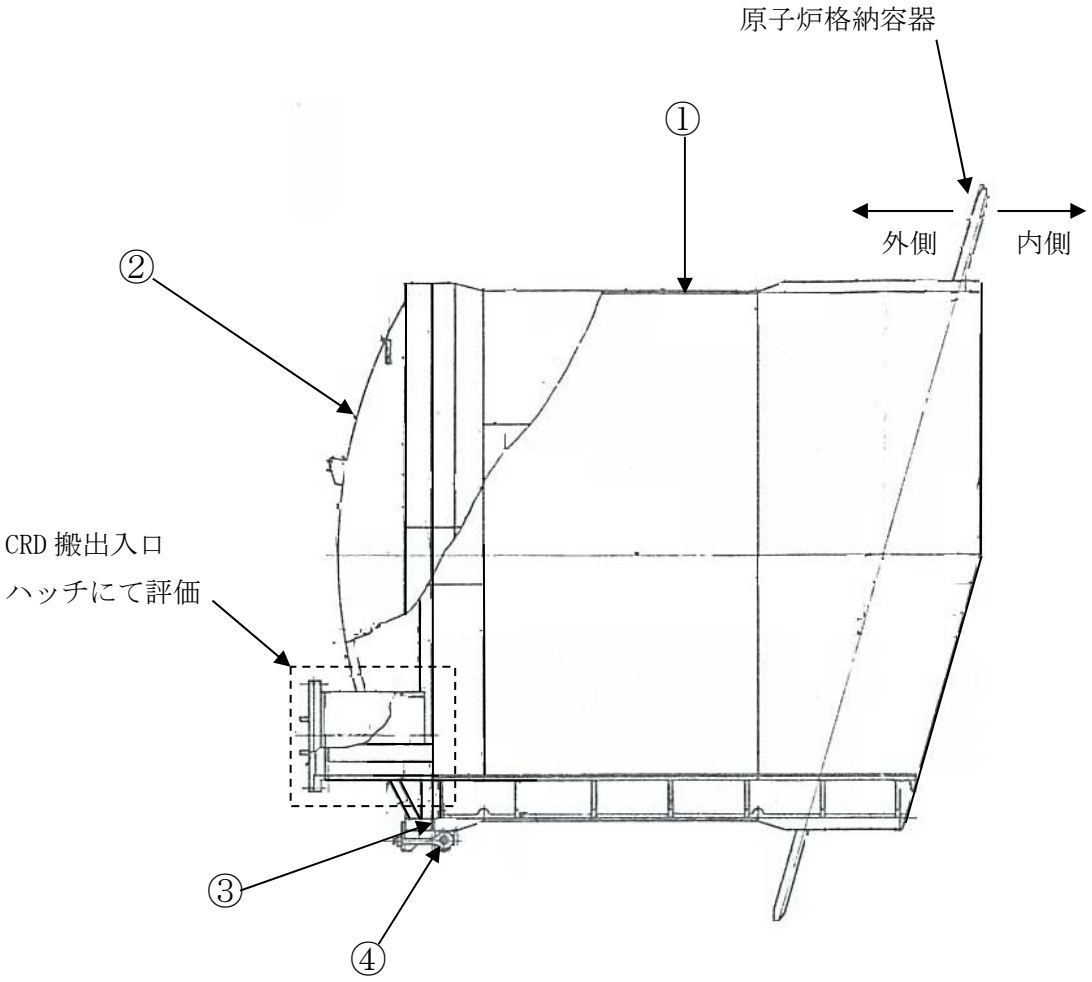


図 2.1-2　格納容器機器搬入口ハッチ構造図

表 2.1-3　格納容器機器搬入口ハッチ主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
バウンダリの維持	耐圧	胴	炭素鋼
		蓋	炭素鋼
		ガスケット	（消耗品）
		取付ボルト	炭素鋼

表 2.1-4　格納容器機器搬入口ハッチの使用条件

最高使用圧力	310 kPa（内圧） 14 kPa（外圧）
最高使用温度	171 ℃

2.1.3 パーソナルエアロック

(1) 構造

東海第二のパーソナルエアロックは円筒2重扉式であり，原子炉格納容器に1個設置されている。

胴と原子炉格納容器の内側及び外側に1枚ずつ設けられた扉により構成された構造となっている。

東海第二のパーソナルエアロックの構造図を図2.1-3に示す。

(2) 材料及び使用条件

東海第二のパーソナルエアロック主要部位の使用材料を表2.1-5に，使用条件を表2.1-6に示す。

No.	部位
①	胴
②	扉
③	ガスケット

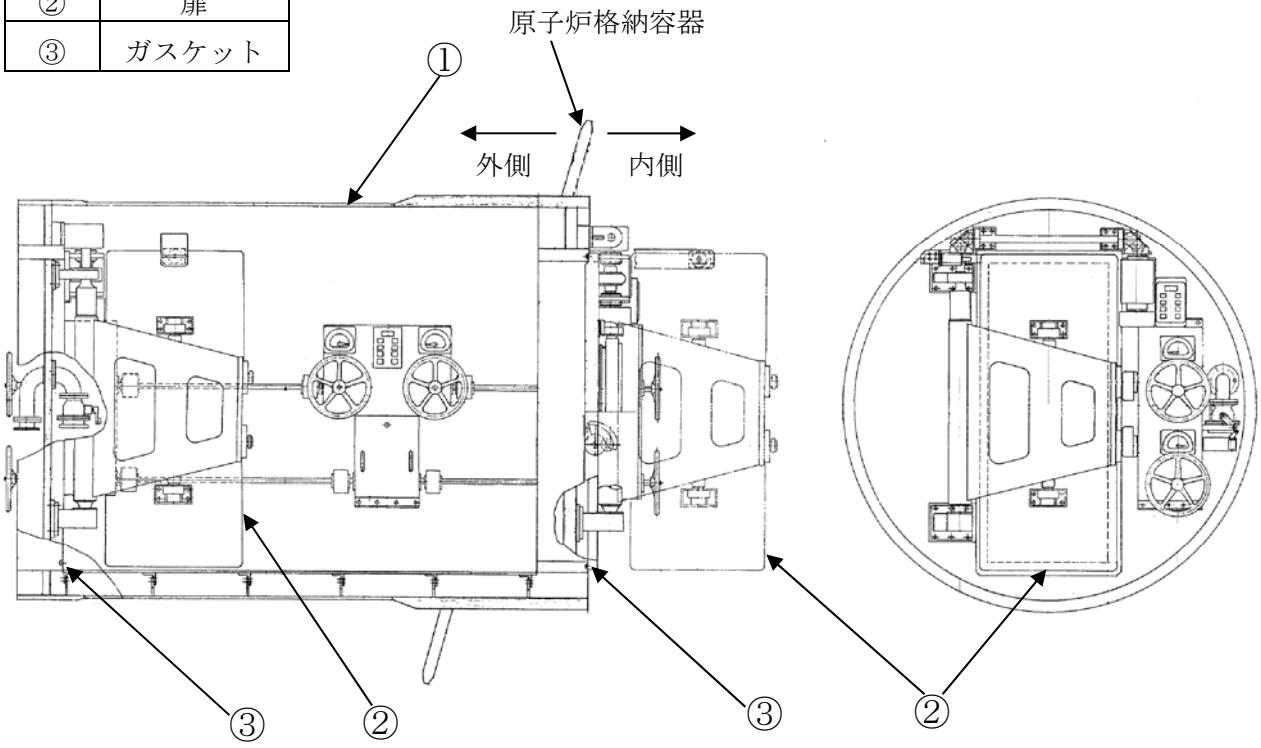


図 2.1-3　パーソナルエアロック構造図

表 2.1-5　パーソナルエアロック主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
バウンダリの維持	耐圧	胴	炭素鋼
		扉	炭素鋼
		ガスケット	（消耗品）

表 2.1-6　パーソナルエアロックの使用条件

最高使用圧力	310 kPa（内圧） 14 kPa（外圧）
最高使用温度	171 ℃

2.1.4 CRD 搬出入口ハッチ

(1) 構造

東海第二の CRD 搬出入口ハッチは円筒型であり，原子炉格納容器（格納容器機器搬入口ハッチ）に 1 個設置されている。

CRD 搬出入口ハッチの構造図を図 2.1-4 に示す。

(2) 材料及び使用条件

東海第二の CRD 搬出入口ハッチ主要部位の使用材料を表 2.1-7 に，使用条件を表 2.1-8 に示す。

No	部位
①	胴
②	蓋
③	ガスケット
④	取付ボルト

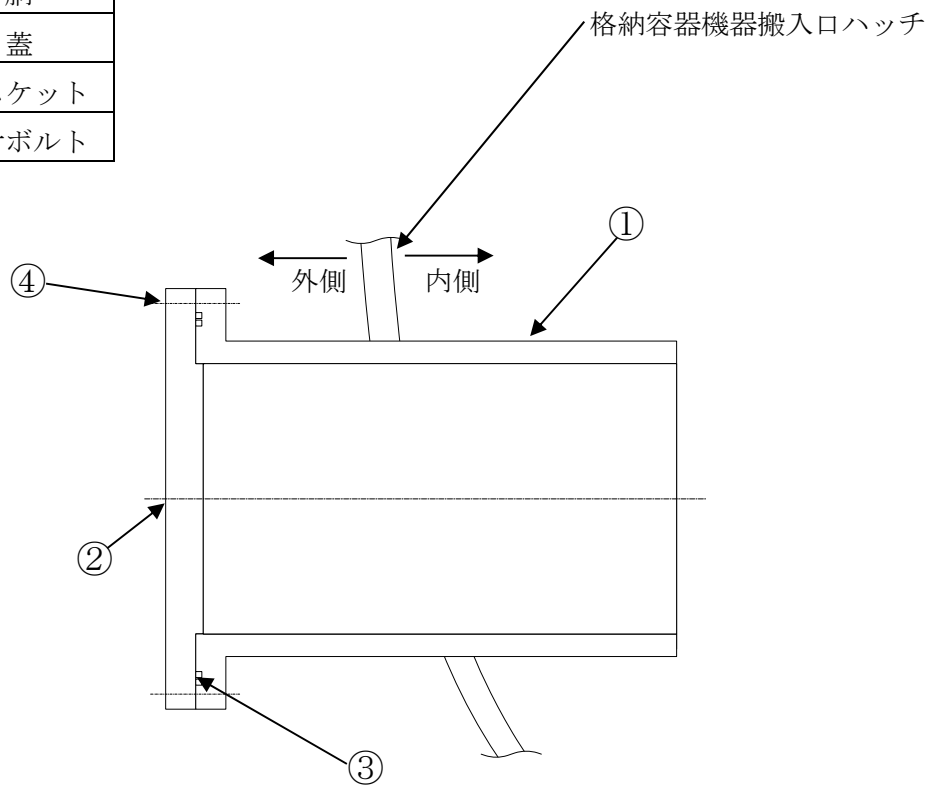


図 2.1-4　CRD 搬出入口ハッチ構造図

表 2.1-7　CRD 搬出入口ハッチ主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
バウンダリの維持	耐圧	胴	炭素鋼
		蓋	炭素鋼
		ガスケット	（消耗品）
		取付ボルト	炭素鋼

表 2.1-8　CRD 搬出入口ハッチの使用条件

最高使用圧力	310 kPa（内圧） 14 kPa（外圧）
最高使用温度	171 ℃

2.2 経年劣化事象の抽出

2.2.1 機器の機能達成に必要な項目

機械ペネトレーションとしての機能の達成に必要な項目は以下のとおり。

(1) バウンダリの維持

2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

(1) 想定される経年劣化事象の抽出

機械ペネトレーションについて，機能達成に必要な項目を考慮して主要な部位に展開した上で，個々の部位の材料，構造，使用条件（圧力，温度）及び現在までの運転経験を考慮し，表 2.2-1 に示すとおり，想定される経年劣化事象を抽出した（表 2.2-1 で○又は△，▲）。

なお，消耗品及び定期取替品は以下のとおり評価対象外とする。

(2) 消耗品及び定期取替品の扱い

ガスケットは消耗品であり，設計時に長期使用せず取替を前提としていることから高経年化対策を見極める上での評価対象外とする。

(3) 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

想定される経年劣化事象のうち下記①，②に該当しない事象を高経年化対策上着目すべき経年劣化事象と判断した。

なお，下記①，②に該当する事象については，2.2.3 項に示すとおり，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断した。

① 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって，想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象として表 2.2-1 で△）

② 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により，今後も経年劣化の進展が考えられない，又は進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外として表 2.2-1 で▲）

この結果，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象として以下の事象が抽出された（表 2.2-1 で○）。

a. ベローズの疲労割れ［主蒸気系配管貫通部（ベローズ式）］

2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

(1) 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって，想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象）

a. 耐圧構成品の腐食（全面腐食）［共通］

機械ペネトレーションの耐圧構成品（管台，胴，蓋，扉）の材料は炭素鋼であり，腐食が発生する可能性がある。

しかしながら，機械ペネトレーションの内外面の表面は，塗装を施しているため，腐食が発生する可能性は小さい。耐圧構成品のうち，気中部に設置されている機械ペネトレーション（管台の内表面及び胴の外表面）は，一部直接目視できない構造であるが，管台又は胴が取り付けられているドライウェル（円錐胴）及びサプレッション・チェンバ本体（気中部）の内外表面について目視点検により塗膜の健全性を確認しており，同様な材料及び使用環境であることから，腐食の発生する可能性は小さい。

また，目視点検により塗膜の状態を確認し，はく離等が認められた場合は，必要に応じ補修塗装を実施することとしている。

機械ペネトレーションの耐圧構成品については，定期検査時の原子炉格納容器漏えい率検査においてバウンダリ機能の健全性を確認しており，これまでの検査において異常は認められていない。

今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難いことから，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

b. 取付ボルトの腐食（全面腐食）［格納容器機器搬入口ハッチ，CRD 搬出入口ハッチ］

取付ボルトの材料は炭素鋼であり，大気に接触していることから腐食が想定されるが，開放点検時に手入れ・清掃を行うことにより健全性は維持されている。

これまでの点検結果から有意な腐食は確認されておらず，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難いことから，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

c．ベローズの貫粒型応力腐食割れ［主蒸気系配管貫通部（ベローズ式）］

ベローズの材料はステンレス鋼であり， 大気中の海塩粒子に含まれる塩化物イオンにより，外面から貫粒型応力腐食割れの発生が想定されるが，ベローズは大気が接触し難いカバー構造であること及び原子炉建屋内機器の塩分測定において，代表箇所における定期的な目視点検及び付着塩分量測定を実施しており，その結果により必要に応じ機器外面清掃及び浸透探傷検査を実施することとしている。

また，東海第二では工事における副資材管理でステンレス鋼への塩分付着を防止している。

したがって，ベローズの貫粒型応力腐食割れは高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

(2) 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により，今後も経年劣化の進展が考えられない，又は進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象外）

a．管台の疲労割れ［主蒸気隔離弁漏えい抑制系配管貫通部（固定式-2）］

管台は内部流体の温度変化に伴い疲労が蓄積することが想定されるが，固定式配管貫通部の内部流体温度は低く，温度変動幅も小さく，通常運転時は原子炉格納容器内温度と同程度であるため有意な熱過渡を受けることはない。

したがって，管台の疲労割れは高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

表 2.2-1（1/4）　配管貫通部（ベローズ式・固定式-2）に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考
					減肉		割れ		材質変化		その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
バウンダリの維持	耐圧	管台		炭素鋼		△	▲*1					*1：固定式-2 *2：貫粒型応力腐食割れ
		ベローズ		ステンレス鋼			○	△*2				

○：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

▲：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象以外）

表 2.2-1 (2/4)　格納容器機器搬入口ハッチに想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考
					減肉		割れ		材質変化		その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
バウンダリの維持	耐圧	胴		炭素鋼		△						
		蓋		炭素鋼		△						
		ガスケット	◎	－								
		取付ボルト		炭素鋼		△						

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表 2.2-1（3/4） パーソナルエアロックに想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考
					減肉		割れ		材質変化		その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
バウンダリの維持	耐圧	胴		炭素鋼		△						
		扉		炭素鋼		△						
		ガスケット	◎	－								

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表 2.2-1（4/4） CRD 搬出入口ハッチに想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部品	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考
					減肉		割れ		材質変化		その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
バウンダリの維持	耐圧	胴		炭素鋼		△						
		蓋		炭素鋼		△						
		ガスケット	◎	－								
		取付ボルト		炭素鋼		△						

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の評価

(1) ベローズの疲労割れ［主蒸気系配管貫通部（ベローズ式）］

a. 事象の説明

主蒸気系配管貫通部（ベローズ式）のベローズは，プラントの起動・停止等の熱過渡により，疲労が蓄積される可能性がある。

b. 技術評価

① 健全性評価

疲労評価は，図 2.3-1 に示す評価部位に対して日本機械学会「発電用原子力設備規格 設計・建設規格 JSME S NC1-2005（2007 年追補版を含む）」（以下，「設計・建設規格」という）に基づき疲労評価した。

過渡回数は，運転期間延長認可申請に伴う評価として，2016 年度 11 月時点までの運転実績に基づき推定した 2016 年度以降の評価対象期間での推定過渡回数を包含し，より保守的*に設定した過渡回数とした。評価用過渡条件を表 2.3-1 に示す。

＊：評価条件として，2011 年 3 月から 2020 年 8 月末まで冷温停止状態，2020 年 9 月以降の過度回数発生頻度は実績の 1.5 倍を想定した。

この結果，表 2.3-2 に示すとおり，疲労累積係数は運転開始後 60 年時点においても許容値以下であり，疲労割れ発生の可能性は小さいと判断する。

② 現状保全

主蒸気系配管貫通部（ベローズ式）のベローズについては，定期検査時の原子炉格納容器漏えい率検査において，バウンダリ機能の健全性を確認している。

また，高経年化技術評価に合わせて実過渡回数に基づく評価を実施することとしている。

③ 総合評価

健全性評価結果より，疲労割れが発生する可能性は十分小さいと考えるが，疲労評価は実過渡回数に依存するため，今後も実過渡回数を把握し評価する必要がある。

また，当該部は，定期検査時の原子炉格納容器全体漏えい率検査によりバウンダリ機能の健全性は確認可能であることから，現状の保全は点検手法として適切であると判断する。

c. 高経年化への対応

主蒸気系配管貫通部（ベローズ式）の疲労割れについては，高経年化対策の観点から留意すべき項目はない。

今後も，定期検査時の原子炉格納容器全体漏えい率検査を実施していくとともに，継続的に実過渡回数の確認を行い，運転開始後 60 年時点の推定過渡回数を上回らないことを確認する。

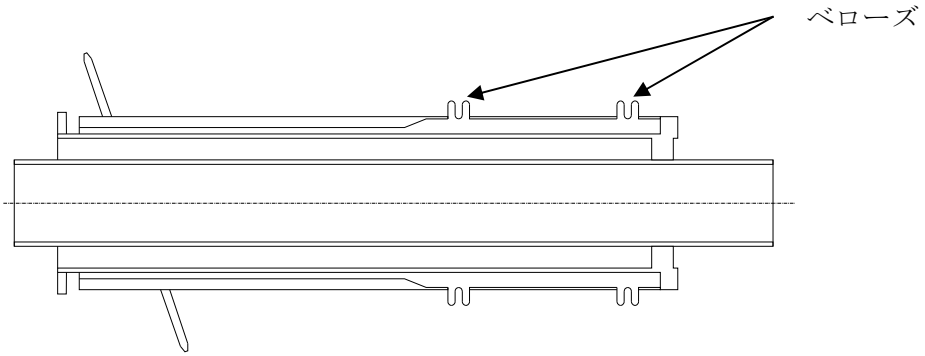


図 2.3-1 主蒸気配管貫通部（ベローズ式）の疲労評価部位

表 2.3-1　主蒸気系配管貫通部（ベローズ式）の評価用過渡条件

運転条件	運転実績に基づく過渡回数（2016 年 11 月時点）	60 年目推定
耐圧試験	72	132
起動（昇温）	65	110
起動（タービン起動）	65	110
スクラム（タービントリップ）	16	22
スクラム（原子炉給水ポンプ停止）	3	6
スクラム（その他）	20	24
停止	65	111
ボルト取外し	26	49

表 2.3-2　主蒸気系配管貫通部（ベローズ式）の疲労評価結果

貫通部	部位	運転実績回数に基づく疲労累積係数（許容値：1 以下）	
		設計・建設規格の疲労線図による評価	
		現時点（2016 年 11 月時点）	運転開始後 60 年時点
主蒸気配管貫通部	ベローズ	0.0043	0.0071

3. 代表機器以外への展開

本章では，2 章で実施した代表機器の技術評価について，1 章で実施したグループ化で代表機器となっていない機器への展開について検討した。

① 配管貫通部（主蒸気系（ベローズ式）及び主蒸気隔離弁漏えい抑制系配管貫通部以外）

② サプレッション・チェンバ機器搬入口

3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

a. ベローズの疲労割れ［主蒸気系以外の配管貫通部（ベローズ式）］

代表機器以外の配管貫通部（ベローズ式）のうち，プラントの起動・停止等，運転状態の変化に伴う配管熱移動の影響が大きいと判断される部位は，給水系配管貫通部である。この部位に対して代表機器と同様の評価を行い，表 3.3-1 に示すとおり問題のないことを確認した。

その他の配管貫通部（ベローズ式）についても通常運転中は待機状態にある，又は原子炉圧力容器と同時加圧・加温されており，主蒸気系及び給水系の疲労評価結果から問題ないと考えられるため，配管貫通部（ベローズ式）の疲労割れに対しては，高経年化対策の観点から留意すべき項目はないと判断する。

今後も，定期検査時の原子炉格納容器全体漏えい率検査を実施していくとともに，給水系配管貫通部（ベローズ式）については，継続的に実過渡回数の確認を行い，運転開始後 60 年時点の推定過渡回数を上回らないことを確認する。

表 3.3-1　給水系配管貫通部（ベローズ式）の疲労評価結果

貫通部	部位	運転実績回数に基づく疲労累積係数 （許容値：1 以下）	
		設計・建設規格の疲労線図による評価	
		現時点 （2016 年 11 月時点）	運転開始後 60 年時点
給水系配管貫通部	ベローズ	0.0039	0.0064

3.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

(1) 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって，想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象）

a. 耐圧構成品の腐食（全面腐食）［ドライウェル（円錐胴）及びサプレッション・チェンバ本体（気中部）に設置される機械ペネトレーション共通］

代表機器と同様，機械ペネトレーションの耐圧構成品（管台，胴，蓋，扉）の材料は炭素鋼であり，腐食が発生する可能性がある。しかしながら，機械ペネトレーションの内外面の表面は，塗装を施しているため，腐食が発生する可能性は小さい。

耐圧構成品のうち，気中部に設置されている機械ペネトレーション（管台の内表面又は胴の外表面）は，一部直接目視できない構造であるが，管台又は胴に取り付けられているドライウェル（円錐胴）及びサプレッション・チェンバ本体（気中部）の内外表面について目視点検により塗膜の健全性を確認しており，同様な材料及び使用環境であることから，腐食の発生する可能性は小さい。

機械ペネトレーションの耐圧構成品［ドライウェル（円錐胴）及びサプレッション・チェンバ本体（気中部）に設置される機械ペネトレーション共通］については，定期検査時の原子炉格納容器漏えい率検査においてバウンダリ機能の健全性を確認しており，これまでの検査において異常は認められていない。

今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難いことから，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

b. 耐圧構成品の腐食（全面腐食）［サプレッション・チェンバ本体（水中部及びサンドクッション部）に設置される機械ペネトレーション共通］

サプレッション・チェンバ本体（水中部及びサンドクッション部）に設置される機械ペネトレーションの耐圧構成品（管台）の材料は炭素鋼であり，腐食が発生する可能性がある。

しかしながら，機械ペネトレーション（管台のうち，サプレッション・チェンバ本体（水中部及びサンドクッション部））の外表面は，塗装を施しているため，腐食が発生する可能性は小さい。このうち，サンドクッション部に設置されている機械ペネトレーション（管台）は，直接目視できない構造であるが，管台が取り付けられているサプレッション・チェンバ本体（気中部）の外表面について目視点検により塗膜の健全性を確認しており，同様な材料及び使用環境であることから，腐食の発生する可能性は小さい。

機械ペネトレーション（管台のうち，サプレッション・チェンバ本体（水中部））の内表面は，溶接継手により接続される配管又は弁の内表面と同様な材料及び使用環境である。弁等の機器点検時に弁内面を確認しており，これまで有意な腐食は確認されていない。

機械ペネトレーションの耐圧構成品［サプレッション・チェンバ本体（水中部及びサンドクッション部）に設置される機械ペネトレーション共通］については，定期検査時の原子炉格納容器漏えい率検査においてバウンダリ機能の健全性を確認しており，これまでの検査において異常は認められていない。

今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難いことから，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

c. 取付ボルトの腐食（全面腐食）［サプレッション・チェンバ機器搬入口］

代表機器と同様，取付ボルトの表面は，ねじ部を除き塗装を施しているため，腐食が発生する可能性は小さい。

また，目視点検等にて塗膜の状態を確認し，はく離等が認められた場合は必要に応じ補修を実施している。ねじ部については組立時にグリースの塗布を施しており，腐食の発生する可能性は小さい。

これまでに有意な腐食は確認されておらず，今後もこの傾向が変化する要因は考え難い。

したがって，取付ボルトの腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

d. ベローズの貫粒型応力腐食割れ［主蒸気系以外の配管貫通部（ベローズ式）共通］

代表機器と同様，ベローズの材料はステンレス鋼であり， 大気中の海塩粒子に含まれる塩化物イオンにより，外面から貫粒型応力腐食割れの発生が想定されるが，ベローズは大気が接触し難いカバー構造であること及び原子炉建屋内機器の塩分測定において，代表箇所における定期的な目視点検及び付着塩分量測定を実施しており，その結果により必要に応じ機器外面清掃及び浸透探傷検査を実施することとしている。

また，東海第二では工事における副資材管理でステンレス鋼への塩分付着を防止している。

したがって，ベローズの貫粒型応力腐食割れは高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

(2) 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により，今後も経年劣化の進展が考えられない，又は進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外）

a. 管台の疲労割れ［配管貫通部（固定式-1，2）共通］

代表機器と同様，固定式配管貫通部の内部流体温度は低く，温度変動幅も小さく，通常運転時は格納容器内温度と同程度であるため有意な熱過渡を受けることはないと考えられる。

したがって，管台の疲労割れは高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

2.3 電気ペネトレーション

〔対象電気ペネトレーション〕

① 核計装用モジュール型電気ペネトレーション
② 制御用モジュール型電気ペネトレーション
③ 計測用モジュール型電気ペネトレーション
④ 制御棒位置指示用モジュール型電気ペネトレーション
⑤ 低圧動力用モジュール型電気ペネトレーション
⑥ 高圧動力用モジュール型電気ペネトレーション

目次

１．対象機器及び代表機器の選定..... 2.3-1
1.1 グループ化の考え方及び結果..... 2.3-1
1.2 代表機器の選定..... 2.3-1
2. 代表機器の技術評価..... 2.3-3
2.1 構造，材料及び使用条件..... 2.3-3
2.1.1 核計装用モジュール型電気ペネトレーション..... 2.3-3
2.1.2 高圧動力用モジュール型電気ペネトレーション..... 2.3-6
2.2 経年劣化事象の抽出..... 2.3-8
2.2.1 機器の機能達成に必要な項目..... 2.3-8
2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出..... 2.3-8
2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象..... 2.3-10
2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の評価..... 2.3-13
3. 代表機器以外への展開..... 2.3-30
3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象..... 2.3-30
3.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象..... 2.3-32

１．対象機器及び代表機器の選定

東海第二で使用している電気ペネトレーションの主な仕様を表 1-1 に示す。

これらの電気ペネトレーションを型式及びシール材料の観点からグループ化し，それぞれのグループより以下のとおり代表機器を選定した。

1.1 グループ化の考え方及び結果

型式及びシール材料を分類基準とし，電気ペネトレーションを表 1-1 に示すとおりグループ化する。

1.2 代表機器の選定

表 1-1 に分類されるグループ毎に，電気ペネトレーションの重要度及び接続機器の重要度の観点から代表機器を選定する。

(1) モジュール型電気ペネトレーション（シール材料：エポキシ樹脂）

このグループには，核計装用，制御用，計測用，制御棒位置指示用，低圧動力用モジュール型電気ペネトレーションが属するが，電気ペネトレーションの重要度は同等であることから，接続機器の原子炉保護上の重要度が高く，事故時機能要求がある核計装用モジュール型電気ペネトレーションを代表機器とする。

(2) モジュール型電気ペネトレーション（シール材料：エチレンプロピレンゴム）

このグループには，高圧動力用モジュール型電気ペネトレーションのみが属するため，高圧動力用モジュール型電気ペネトレーションを代表機器とする。

表 1-1　電気ペネトレーションのグループ化及び代表機器の選定

分類基準		ペネトレーション番号	使用用途	仕様 呼び径	選定基準		選定	選定理由
型式	シール材料				電気ペネトレーションの重要度*1	接続機器の重要度*1		
モジュール型	エポキシ樹脂	X-100A,B,C,D	核計装用	300A	MS-1 重*2	MS-1 重*2	◎	電気ペネトレーションの重要度 接続機器の重要度
		X-102A,B	制御用	300A	MS-1 重*2	MS-1 重*2		
		X-106B		300A	MS-1 重*2	MS-1 重*2		
		X-107A		300A	MS-1 重*2	MS-1 重*2		
		X-103	計測用	300A	MS-1 重*2	MS-1 重*2		
		X-105C		300A	MS-1 重*2	MS-1 重*2		
		X-230		300A	MS-1 重*2	MS-1 重*2		
		X-104A,B,C,D	制御棒位置指示用	300A	MS-1 重*2	MS-3		
		X-105A,B,D	低圧動力用	300A	MS-1 重*2	MS-1 重*2		
	エチレンプロピレンゴム	X-101A,B,C,D	高圧動力用	450A	MS-1 重*2	PS-3	◎	

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

*2：重要度クラスとは別に重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す

2. 代表機器の技術評価

本章では，1 章で代表機器とした以下のモジュール型電気ペネトレーションについて技術評価を実施する。

① 核計装用モジュール型電気ペネトレーション

② 高圧動力用モジュール型電気ペネトレーション

2.1 構造，材料及び使用条件

2.1.1 核計装用モジュール型電気ペネトレーション

(1) 構造

東海第二の核計装用モジュール型電気ペネトレーションは，原子炉格納容器外側に電線をエポキシ樹脂でシールしたモジュールをヘッダに固定した構造となっている。

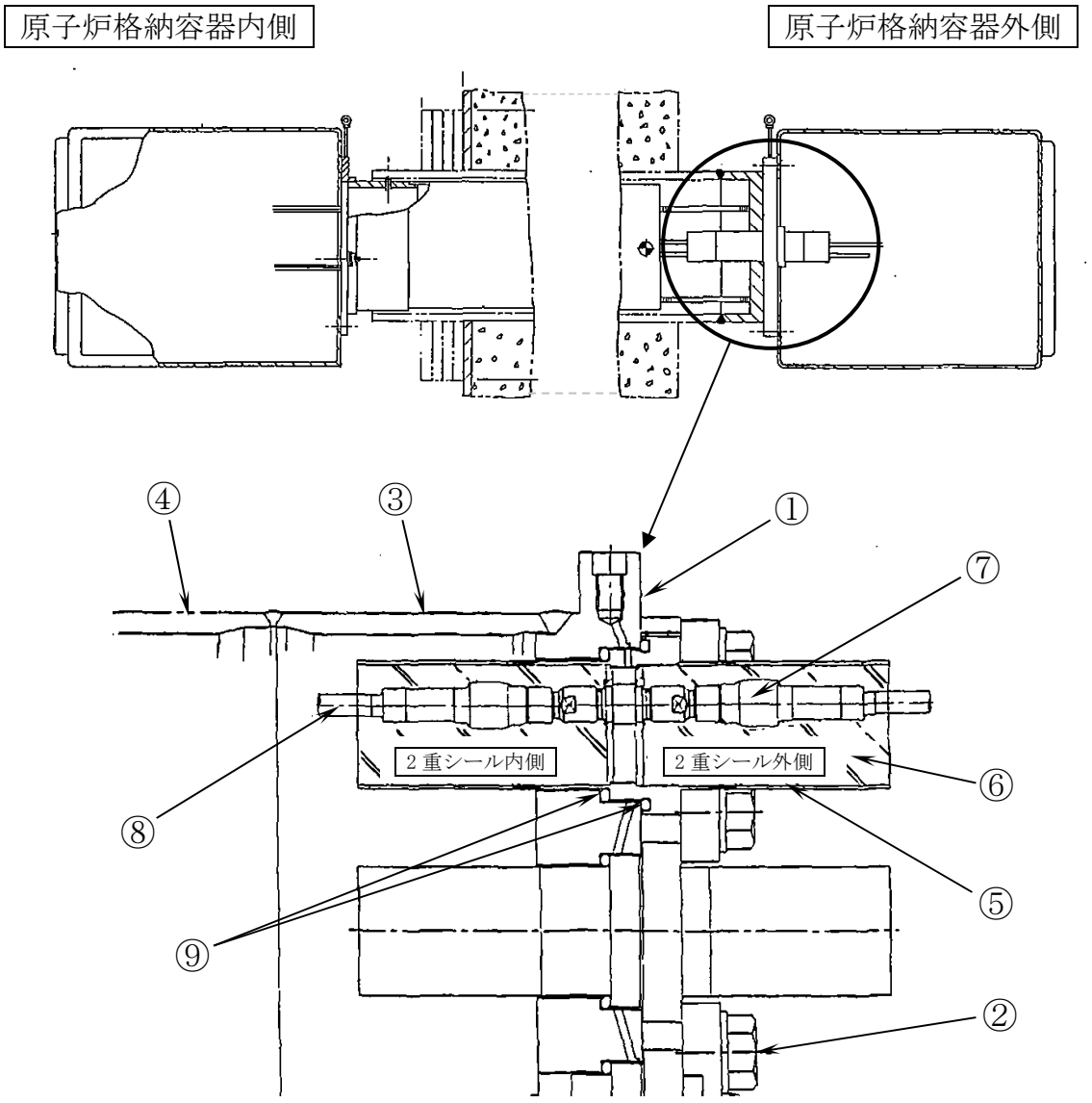
モジュールは，モジュール内にエポキシ樹脂による 2 重のシール部を設けた構造となっており，貫通している電線内部の導線部分を通して，漏えいが発生しないようにシール内部で電線同士を接続部（コネクタ）にて接続している。

なお，モジュール内の 2 重シール同士の中間部は中空で，この部分を窒素で加圧することで，シール部の気密確認が出来る構造となっている。

東海第二の核計装用モジュール型電気ペネトレーションの構造図を図 2.1-1 に示す。

(2) 材料及び使用条件

東海第二の核計装用モジュール型電気ペネトレーション主要部位の使用材料を表 2.1-1 に，使用条件を表 2.1-2 に示す。



No.	部位	No.	部位
①	ヘッダ	⑥	シール部
②	取付ボルト	⑦	接続部（コネクタ）
③	アダプタ	⑧	電線
④	スリーブ	⑨	0リング
⑤	モジュール		

図 2.1-1　核計装用モジュール型電気ペネトレーション構造図

表 2.1-1　核計装用モジュール型電気ペネトレーション主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
通電・絶縁性能の確保	エネルギー伝達	電線	銅，架橋ポリエチレン
		接続部(コネクタ)	銅
通電・絶縁性能の確保及びバウンダリの維持	耐圧，絶縁	シール部	エポキシ樹脂
バウンダリの維持	耐圧	ヘッダ	ステンレス鋼
		取付ボルト	ステンレス鋼
		モジュール	ステンレス鋼
		アダプタ	炭素鋼
		スリーブ	炭素鋼
		0 リング	エチレンプロピレンゴム

表 2.1-2　核計装用モジュール型電気ペネトレーションの使用条件

	通常運転時	設計基準事故時	重大事故等時
周囲温度*	65.6 ℃ (最高)	171 ℃ (最高)	235 ℃ (最高)
最高圧力*	0.0138 MPa	0.31 MPa	0.62 MPa
放射線*	0.040 Gy/h (最大)	2.6×10^{2} kGy (最大積算値)	640 kGy (最大積算値)

*:原子炉格納容器内における設計値

2.1.2 高圧動力用モジュール型電気ペネトレーション

(1) 構造

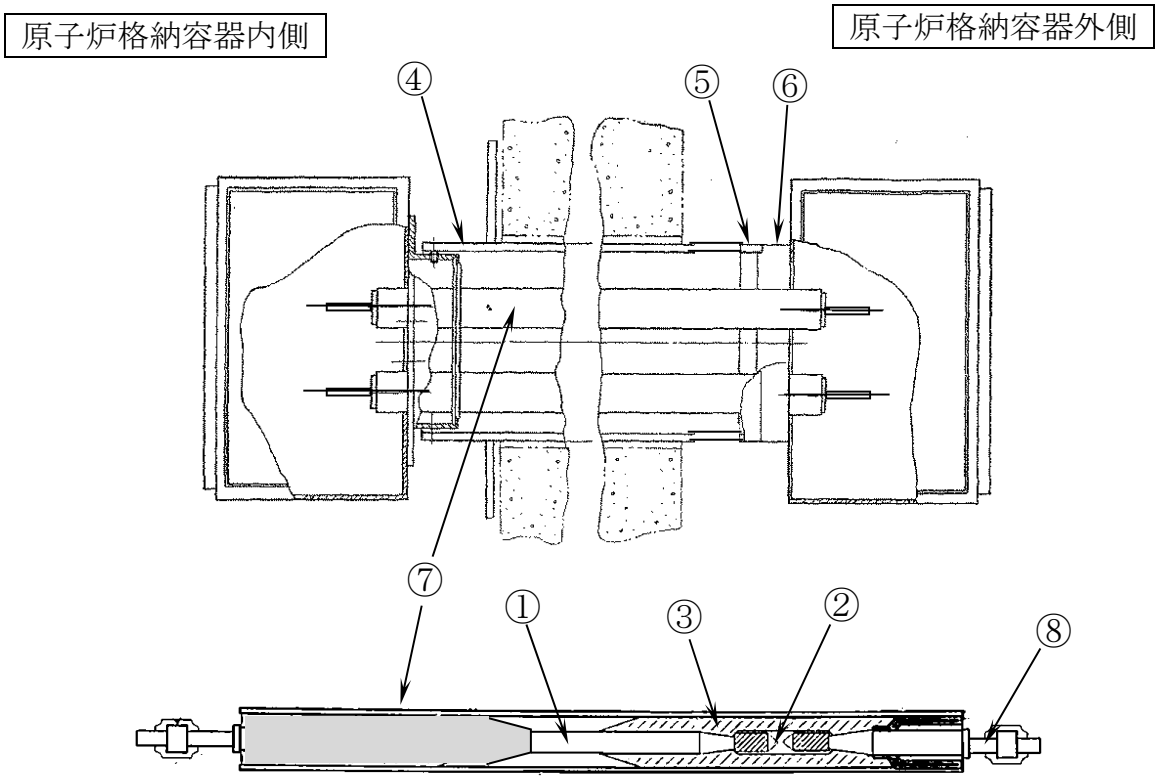
東海第二の高圧動力用モジュール型電気ペネトレーションは，原子炉格納容器内外に電線をエチレンプロピレンゴムでシールしたパイプをヘッダに固定した構造となっている。

パイプは，パイプ内にエチレンプロピレンゴムによるシール部を設けた構造となっており，シール内部で電線と導体を接続スリーブにて接続している。

東海第二の高圧動力用モジュール型電気ペネトレーションの構造図を図 2.1-2 に示す。

(2) 材料及び使用条件

東海第二の高圧動力用モジュール型電気ペネトレーション主要部位の使用材料を表 2.1-3 に，使用条件を表 2.1-4 に示す。



No.	部位	No.	部位
①	電線	⑤	アダプタ
②	接続スリーブ	⑥	ヘッダ
③	シール部	⑦	パイプ
④	スリーブ	⑧	導体

図 2.1-2　高圧動力用モジュール型電気ペネトレーション構造図

表 2.1-3　高圧動力用モジュール型電気ペネトレーション主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
通電・絶縁性能の確保	エネルギー伝達	導体	銅
		電線	銅，エチレンプロピレンゴム
		接続スリーブ	銅
通電・絶縁性能の確保及びバウンダリの維持	耐圧，絶縁	シール部	エチレンプロピレンゴム
バウンダリの維持	耐圧	スリーブ	炭素鋼
		アダプタ	炭素鋼
		ヘッダ	ステンレス鋼
		パイプ	ステンレス鋼

表 2.1-4　高圧動力用モジュール型電気ペネトレーションの使用条件

	通常運転時	設計基準事故時	重大事故等時
周囲温度*	65.6 ℃ (最高)	171 ℃ (最高)	235 ℃ (最高)
最高圧力*	0.0138 MPa	0.31 MPa	0.62 MPa
放射線*	0.040 Gy/h (最大)	2.6×10^{2} kGy (最大積算値)	640 kGy (最大積算値)

*:原子炉格納容器内における設計値

2.2 経年劣化事象の抽出

2.2.1 機器の機能達成に必要な項目

電気ペネトレーションの機能である通電及びバウンダリ機能の達成に必要な項目は以下のとおり。

(1) 通電・絶縁性能の確保

(2) バウンダリの維持

2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

(1) 想定される経年劣化事象の抽出

電気ペネトレーションについて，機能達成に必要な項目を考慮して主要な部位に展開した上で，個々の部位の材料，構造，使用条件（圧力，温度等）及び現在までの運転経験を考慮し，表 2.2-1 に示すとおり，想定される経年劣化事象を抽出した。（表 2.2-1 で○又は△，▲）。

なお，消耗品及び定期取替品は評価対象外とする。

(2) 消耗品及び定期取替品の扱い

電気ペネトレーションには消耗品及び定期取替品はない。

(3) 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

想定される経年劣化事象のうち下記①，②に該当しない事象を高経年化対策上着目すべき経年劣化事象と判断した。

なお，下記①，②に該当する事象については，2.2.3 項に示すとおり，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断した。

① 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって，想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象として表 2.2-1 で△）

② 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により，今後も経年劣化の進展が考えられない，又は進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外として表 2.2-1 で▲）

この結果，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象として以下の事象が抽出された（表 2.2-1 で○）。

a. シール部及び電線の絶縁特性低下［核計装用モジュール型電気ペネトレーション］
b. シール部の劣化による気密性の低下［核計装用モジュール型電気ペネトレーション］
c. O リングの劣化による気密性の低下［核計装用モジュール型電気ペネトレーション］
d. シール部の劣化による気密性の低下［高圧動力用モジュール型電気ペネトレーション］

2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

(1) 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって，想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象）

日常劣化管理事象に該当する事象は抽出されなかった。

(2) 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により，今後も経年劣化の進展が考えられない，又は進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外）

a. 電線及び接続部（コネクタ）［核計装用モジュール型電気ペネトレーション］の導通不良

電線に大きな荷重が作用すると，断線や途中接続点の接続部（コネクタ）の外れ等により導通不良が想定されるが，電線単体には外部からの大きな荷重は作用しない構造となっており，導通不良が発生する可能性はない。

したがって，電線及び接続部（コネクタ）の導通不良は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

b. スリーブ及びアダプタ［共通］の腐食（全面腐食）

スリーブ及びアダプタは，炭素鋼であるため，腐食が想定されるが，塗装が施されており，腐食進行の可能性はない。

したがって，スリーブ及びアダプタの腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

表 2.2-1(1/2)　核計装用モジュール型電気ペネトレーションに想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	経年劣化事象									備考
				材料	減肉		割れ		絶縁	導通	信号	その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	絶縁特性低下	導通不良	特性変化		
通電・絶縁性能の確保	エネルギー伝達	電線		銅，架橋ポリエチレン					○	▲			*1：気密性の低下
		接続部(コネクタ)		銅						▲			
通電・絶縁性能の確保及びバウンダリの維持	耐圧，絶縁	シール部		エポキシ樹脂					○			○*1	
バウンダリの維持	耐圧	ヘッダ		ステンレス鋼									
		取付ボルト		ステンレス鋼									
		モジュール		ステンレス鋼									
		アダプタ		炭素鋼		▲							
		スリーブ		炭素鋼		▲							
		0 リング		エチレンプロピレンゴム								○*1	

○：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象
▲：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象以外）

表 2.2-1(2/2)　高圧動力用モジュール型電気ペネトレーションに想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	経年劣化事象									備考
				材料	減肉		割れ		絶縁	導通	信号	その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	絶縁特性低下	導通不良	特性変化		
通電・絶縁性能の確保	エネルギー伝達	導体		銅									*1：気密性の低下
		電線		銅，エチレンプロピレンゴム									
		接続スリーブ		銅									
通電・絶縁性能の確保及びバウンダリの維持	耐圧，絶縁	シール部		エチレンプロピレンゴム								○*1	
バウンダリの維持	耐圧	スリーブ		炭素鋼		▲							
		アダプタ		炭素鋼		▲							
		ヘッダ		ステンレス鋼									
		パイプ		ステンレス鋼									

○：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象
▲：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象以外）

2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の評価

(1) シール部及び電線の絶縁特性低下［核計装用モジュール型電気ペネトレーション］

a. 事象の説明

核計装用モジュール型電気ペネトレーションのシール部に使用しているエポキシ樹脂及び電線の絶縁体で使用している架橋ポリエチレンは有機物であるため，熱的，放射線，機械的，電気的，環境的要因により，経年的に劣化が進行し，絶縁特性低下を起こす可能性があり，経年劣化に対する評価が必要である。

ただし，核計装用モジュール型電気ペネトレーションは静止機器であることから機械的劣化，電圧が低いことから電気的劣化，密封状態であることから環境的劣化については影響を受けないと考えられる。

核計装用モジュール型電気ペネトレーションのシール部及び電線の絶縁特性低下要因としては，熱及び放射線による物性変化により，モジュール，電線等との接着力が低下し，接着面の隙間から大気中の湿気が電気ペネトレーション内部に浸入する可能性がある。

このため，浸入した湿気により，電気的絶縁特性の低下に伴う信号伝送特性の低下現象として現れる。

図 2.3-1 に想定される湿気の浸入予想ルートを示す。

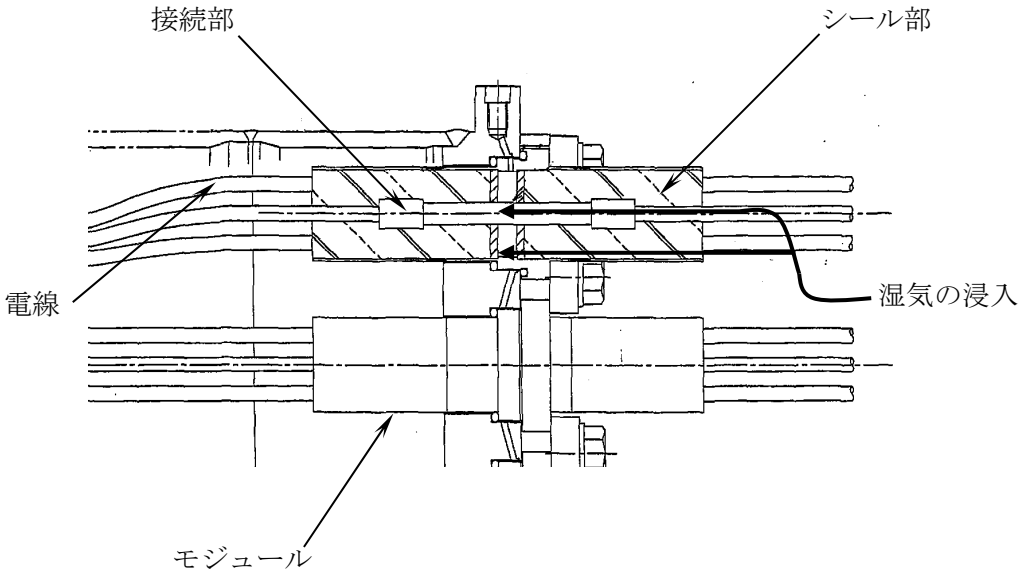


図 2.3-1　湿気の浸入予想ルート

b. 技術評価

① 健全性評価

核計装用モジュール型電気ペネトレーションの長期間の経年劣化を考慮した絶縁特性低下の評価は，IEEE Std.323-1974「IEEE Standard for Qualifying Class 1E Equipment for Nuclear Power Generating Stations」（以下，「IEEE Std.323-1974」という）及び IEEE Std.317-1976「IEEE Standard for Electric Penetration Assemblies in Containment Structures for Nuclear Power Generating Stations」（以下，「IEEE Std.317-1976」という）の規格をもとに行う。

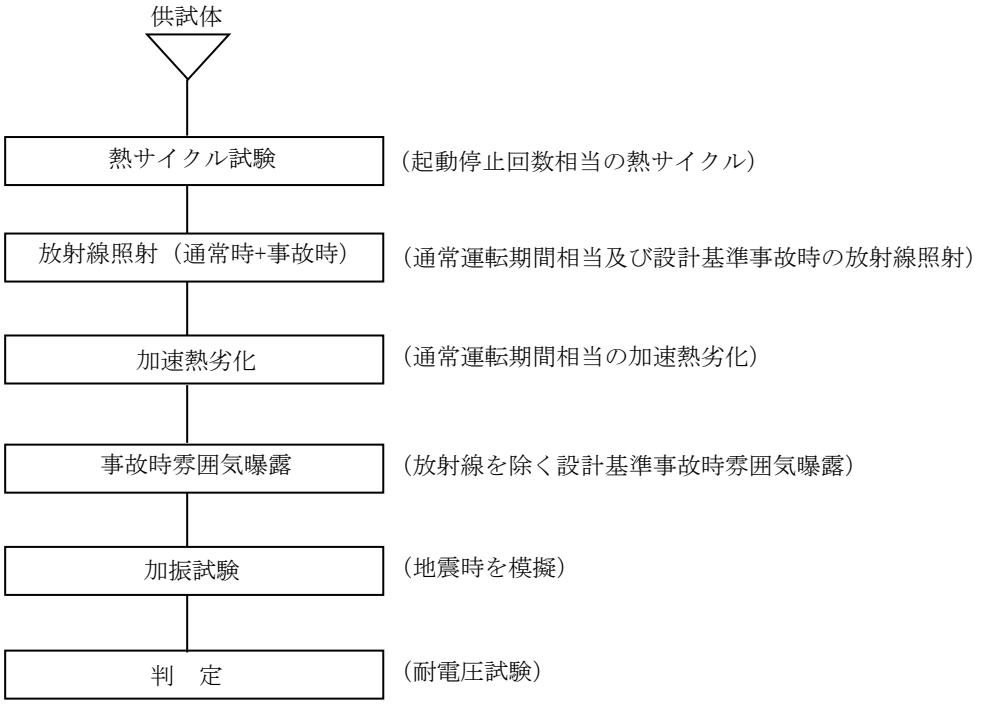


図 2.3-2　核計装用モジュール型電気ペネトレーションの長期健全性試験手順

核計装用モジュール型電気ペネトレーションについては，図 2.3-2 に示す長期健全性試験手順により評価した。

本試験条件は，表 2.3-1 に示すとおり核計装用モジュール型電気ペネトレーションの 60 年間の通常運転期間における使用条件，設計基準事故時条件*及び重大事故等時条件*を包絡しており，試験結果は，表 2.3-2 に示すとおり，耐電圧試験の判定基準を満足している。

重大事故等時における健全性評価にあたっては，重大事故等時の温度条件をもとに評価部位における温度を解析により求め評価に用いた。

本試験結果は，表 2.3-2 に示すとおり，耐電圧試験の判定基準を満足しており，核計装用モジュール型電気ペネトレーションは，60 年間の通常運転期間，設計基準事故時及び重大事故等時雰囲気において絶縁性能は維持できると評価する。

なお，東海第二で想定される重大事故等時における最高圧力については，事故時雰囲気曝露試験条件に包絡されていないが，同等形のモジュール型電気ペネトレーションを用いた健全性試験において，重大事故等時条件を上回る圧力（0.79 MPa）にて気密に対する健全性が確認されていることから重大事故等時においても絶縁性能は維持できると評価する。

また，東海第二で想定される最大応答加速度 9.69 G については，加振試験条件に包絡されていないが，同等形のモジュール型電気ペネトレーションを用いた加振試験において，東海第二の最大応答加速度を上回る加速度 20 G にて健全性が確認されていることから重大事故等時においても絶縁性能は維持できると評価する。

*：新規制基準への適合性確認のための工事計画認可申請書「V-1-1-6 安全設備及び重大事故等対処設備が使用される条件の下における健全性に関する説明書」に基づく原子炉格納容器内の設計基準事故時及び重大事故等時における各条件

表 2.3-1　核計装用モジュール型電気ペネトレーションの長期健全性試験条件

	試験条件	説明
熱サイクル試験	10 ℃⇔66 ℃/120 ｻｲｸﾙ	東海第二の 60 年間の起動停止回数を包絡する。
放射線照射 （通常時＋事故時）	放射線照射線量 800 kGy	東海第二で想定される線量 約 281 kGy（60 年間の通常運転期間相当の線量 約 21 kGy に設計基準事故時の最大積算値 2.6×10^{2} kGy を加えた線量）を包絡する。 また，東海第二で想定される線量 約 661 kGy（60 年間の通常運転期間相当の線量 約 21 kGy に重大事故等時の最大積算値 640 kGy を加えた線量）を包絡する。
加速熱劣化	121 ℃×7 日間	東海第二通常運転時の温度 40 ℃[*1] に対して 60 年間の通常運転期間を包絡する。
事故時雰囲気曝露	最高温度：171 ℃ 最高圧力：0.43 MPa 曝露時間：13 日間	東海第二における設計基準事故時の最高温度 171 ℃[*2]，最高圧力 0.31 MPa[*2] 及び重大事故等時の最高温度約 135 ℃[*3] を包絡する。 なお，重大事故等時の最高圧力 0.62 MPa[*4] は同等のモジュール型電気ペネトレーションを用いた特性確認試験にて最高圧力を上回る圧力にて健全性を確認している。
加振試験	1.36 G	東海第二で想定される電気ペネトレーションの最大応答加速度 9.69 G に対しては，同等形のモジュール型電気ペネトレーションを用いた加振試験にて，最大応答加速度を上回る加速度 20 G にて健全性を確認している。

*1:原子炉格納容器内の実測値をもとに設定した温度におけるシール部，電線部の温度解析値

*2:設計基準事故時における原子炉格納容器内の環境条件設計値

*3:重大事故等時における電線部の温度解析値

*4:重大事故等時における原子炉格納容器内の環境条件設計値

表 2.3-2　核計装用モジュール型電気ペネトレーションの長期健全性試験の耐電圧試験結果

試験内容	判定基準*	結果
耐電圧 AC 720 V を 4 秒間印加	絶縁破壊しないこと	良

*:判定基準は IEEE Std.317-1976 に基づく

② 現状保全

核計装用モジュール型電気ペネトレーションのシール部及び電線の絶縁特性低下に対しては，点検時に絶縁測定及び機器の動作試験を実施し，有意な絶縁特性の低下がないことを確認している。

さらに，定期検査時の原子炉格納容器漏えい率検査により，気密性が確保されていることを確認しており，有意な湿気の浸入がないことを確認している。

また，核計装用モジュール型電気ペネトレーションのシール部及び電線に有意な絶縁特性低下が認められた場合は，補修等を行うこととしている。

③ 総合評価

健全性評価結果から判断して，核計装用モジュール型電気ペネトレーションのシール部及び電線の絶縁特性低下の可能性は低く，さらに，絶縁特性低下は機器点検時に実施する絶縁抵抗測定，機器の動作試験及び原子炉格納容器漏えい率検査により把握は可能と考える。今後も点検時に絶縁抵抗測定を行うことで，異常の有無を把握可能であり，現状の保全は点検手法として適切であると考える。

c．高経年化への対応

核計装用モジュール型電気ペネトレーションのシール部及び電線の絶縁特性低下に対しては，高経年化対策の観点から現状の保全に追加すべき項目はない。

また，東北地方太平洋沖地震発生に伴う発電所停止操作の過程で，原子炉格納容器内通常運転時の設計温度を超えた箇所が確認されたため，評価結果に対する確認を行い影響がないことを確認した。機器の取替周期の設定にあたっては，震災発生後の設計温度超過を考慮し，設計温度における評価年数に超過期間における評価年数を含めて設定する。

今後も点検時に絶縁抵抗測定，機器の動作試験及び原子炉格納容器漏えい率検査を実施することにより，絶縁特性低下を監視していくとともに，必要に応じて補修等を行うこととする。

(2) シール部の劣化による気密性の低下［核計装用モジュール型電気ペネトレーション］

a. 事象の説明

核計装用モジュール型電気ペネトレーションのシール部に使用しているエポキシ樹脂は有機物であるため，熱的，放射線，機械的，電気的，環境的要因により，経年的に劣化が進行し，リークを起こす可能性があり，経年劣化に対する評価が必要である。

ただし，核計装用モジュール型電気ペネトレーションは静止機器であることから機械的劣化，電圧が低いことから電気的劣化，密封状態であることから環境的劣化については影響を受けないと考えられる。

核計装用モジュール型電気ペネトレーションのシール部の劣化による気密性の低下は，熱及び放射線による物性変化により，鋼材，導体等との接着力が低下することによるもので，この結果，プラント運転・停止による温度変化のため膨張と収縮を繰り返すことにより相互間でのはく離が生じ，リークを生じる。

b. 技術評価

① 健全性評価

核計装用モジュール型電気ペネトレーションの長期間の経年劣化を考慮した気密性低下の評価は，IEEE Std.323-1974 及び IEEE Std.317-1976 の規格をもとに行う。

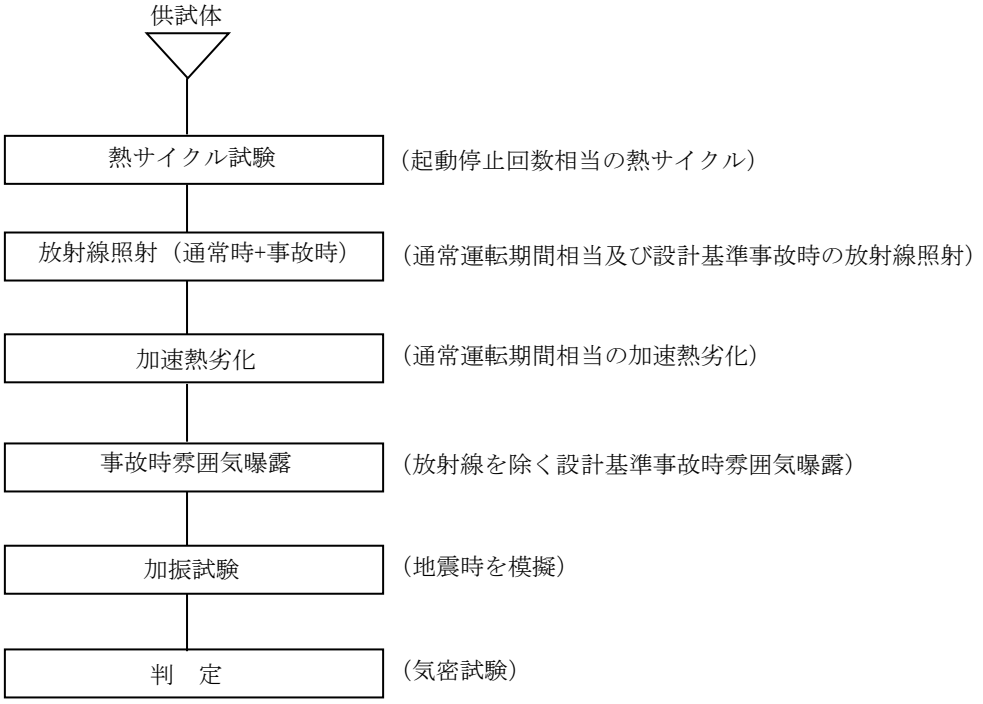


図 2.3-3　核計装用モジュール型電気ペネトレーションの長期健全性試験手順

核計装用モジュール型電気ペネトレーションについては，図 2.3-3 に示す長期健全性試験手順により評価した。

本試験条件は，表 2.3-3 に示すとおり核計装用モジュール型電気ペネトレーションの 60 年間の通常運転期間における使用条件，設計基準事故時条件*及び重大事故等時条件*を包絡しており，試験結果は，表 2.3-4 に示すとおり，気密試験の判定基準を満足している。

重大事故等時における健全性評価にあたっては，重大事故等時の温度条件をもとに評価部位における温度を解析により求め評価に用いた。

本試験結果は，表 2.3-4 に示すとおり，気密試験の判定基準を満足しており，核計装用モジュール型電気ペネトレーションは，60 年間の通常運転期間，設計基準事故時及び重大事故等時雰囲気において気密性能は維持できると評価する。

なお，東海第二で想定される重大事故等時における最高圧力については，事故時雰囲気曝露試験条件に包絡されていないが，同等形のモジュール型電気ペネトレーションを用いた健全性試験において，重大事故等時条件を上回る圧力（0.79 MPa）にて気密に対する健全性が確認されていることから重大事故等時においても気密性能は維持できると評価する。

また，東海第二で想定される最大応答加速度 9.69 G については，加振試験条件に包絡されていないが，同等形のモジュール型電気ペネトレーションを用いた加振試験において，東海第二の最大応答加速度を上回る加速度 20 G にて健全性が確認されていることから重大事故等時においても気密性能は維持できると評価する。

*：新規制基準への適合性確認のための工事計画認可申請書「V-1-1-6 安全設備及び重大事故等対処設備が使用される条件の下における健全性に関する説明書」に基づく原子炉格納容器内の設計基準事故時及び重大事故等時における各条件

表 2.3-3　核計装用モジュール型電気ペネトレーションの長期健全性試験条件

	試験条件	説明
熱サイクル試験	10 ℃⇔66 ℃/120 ｻｲｸﾙ	東海第二の 60 年間の起動停止回数を包絡する。
放射線照射 （通常時＋事故時）	放射線照射線量 800 kGy	東海第二で想定される線量 約 281 kGy（60 年間の通常運転期間相当の線量 約 21 kGy に設計基準事故時の最大積算値 2.6×10^{2} kGy を加えた線量）を包絡する。 また，東海第二で想定される線量 約 661 kGy（60 年間の通常運転期間相当の線量 約 21 kGy に重大事故等時の最大積算値 640 kGy を加えた線量）を包絡する。
加速熱劣化	121 ℃×7 日間	東海第二通常運転時の温度 40 ℃[*1] に対して 60 年間の通常運転期間を包絡する。
事故時雰囲気曝露	最高温度：171 ℃ 最高圧力：0.43 MPa 曝露時間：13 日間	東海第二における設計基準事故時の最高温度 171 ℃[*2]，最高圧力 0.31 MPa[*2] 及び重大事故等時の最高温度約 74.5 ℃[*3] を包絡する。 なお，重大事故等時の最高圧力 0.62 MPa[*4] は同等のモジュール型電気ペネトレーションを用いた特性確認試験にて最高圧力を上回る圧力にて健全性を確認している。
加振試験	1.36 G	東海第二で想定される電気ペネトレーションの最大応答加速度 9.69 G に対しては，同等形のモジュール型電気ペネトレーションを用いた加振試験にて，最大応答加速度を上回る加速度 20 G にて健全性を確認している。

*1:原子炉格納容器内の実測値をもとに設定した温度におけるシール部，電線部の温度解析値

*2:設計基準事故時における原子炉格納容器内の環境条件設計値

*3:重大事故等時におけるシール部の温度解析値

*4:重大事故等時における原子炉格納容器内の環境条件設計値

表 2.3-4　核計装用モジュール型電気ペネトレーションの長期健全性試験の気密試験結果

試験内容	判定基準*	測定値	結果
気密試験 リーク量測定	1×10^{-6} cc/sec	6.8×10^{-9} cc/sec 以下	良

*:判定基準は IEEE Std.317-1976 に基づく

② 現状保全

核計装用モジュール型電気ペネトレーションのシール部の気密性低下に対しては，定期検査時に原子炉格納容器漏えい率検査を実施し，原子炉格納容器全体の漏えい率が基準を満たし，漏えい率が増加傾向にないことを確認している。

なお，原子炉格納容器漏えい率検査の結果，有意な気密性の低下が認められた場合は，補修等を行うこととしている。

③ 総合評価

健全性評価結果から判断して，核計装用モジュール型電気ペネトレーションのシール部の気密性低下の可能性は低く，さらに，気密性低下は定期検査時に実施する原子炉格納容器漏えい率検査により把握は可能と考えられる。今後も原子炉格納容器漏えい率検査による漏えい率の傾向管理を行うことにより，シール部の経年劣化による気密性の異常の有無は把握可能であり，現状の保全は点検手法として適切である。

c．高経年化への対応

核計装用モジュール型電気ペネトレーションのシール部の気密性低下に対しては，高経年化対策の観点から現状の保全に追加すべき項目はないと考える。

また，東北地方太平洋沖地震発生に伴う発電所停止操作の過程で，原子炉格納容器内通常運転時の設計温度を超えた箇所が確認されたため，評価結果に対する確認を行い影響がないことを確認した。機器の取替周期の設定にあたっては，震災発生後の設計温度超過を考慮し，設計温度における評価年数に超過期間における評価年数を含めて設定する。

今後も原子炉格納容器漏えい率検査時に漏えい率を監視していくとともに，必要に応じて補修等を行うこととする。

(3) 0リングの劣化による気密性の低下［核計装用モジュール型電気ペネトレーション］

a. 事象の説明

核計装用モジュール型電気ペネトレーションの0リングに使用しているエチレンプロピレンゴムは有機物であるため，熱的，放射線，機械的，電気的，環境的要因により，経年的に劣化が進行し，リークを起こす可能性があり，経年劣化に対する評価が必要である。

ただし，核計装用モジュール型電気ペネトレーションは静止機器であることから機械的劣化，密封状態であることから環境的劣化については影響を受けないと考えられる。

核計装用モジュール型電気ペネトレーションの0リングの劣化による気密性低下要因としては，熱及び放射線による物性変化により，0リングのシール性能が低下するもので，この結果，プラント運転・停止による温度変化のため膨張と収縮を繰り返すことにより0リングのシール部分からリークを生じる。

b. 技術評価

① 健全性評価

核計装用モジュール型電気ペネトレーションの長期間の経年劣化を考慮した気密性低下の評価は，IEEE Std.323-1974及びIEEE Std.317-1976の規格をもとに行う。

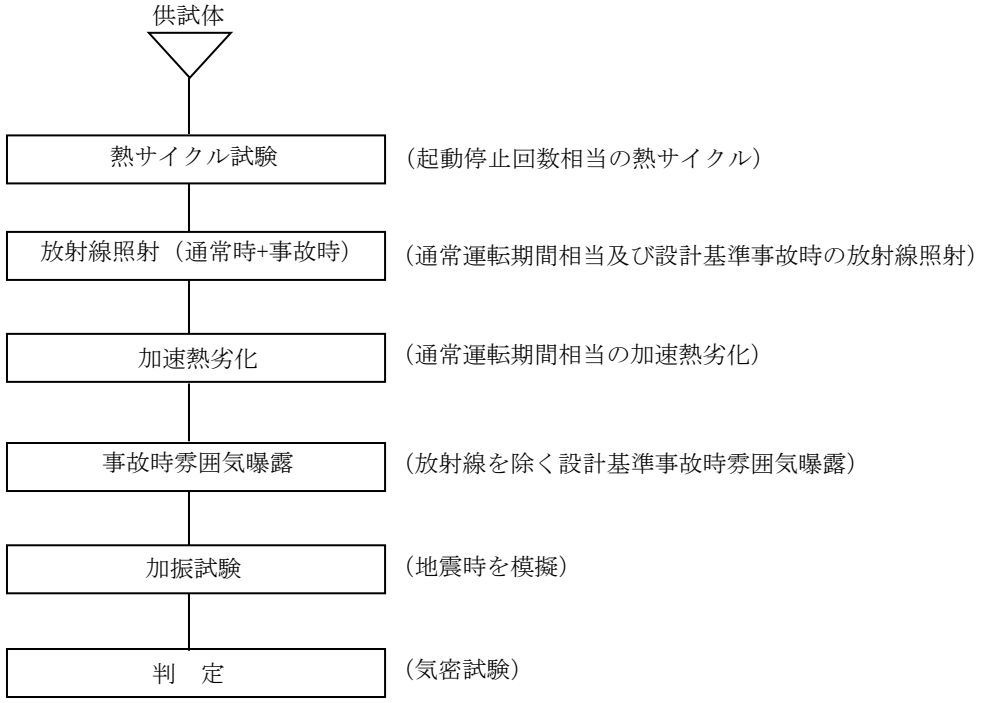


図 2.3-4　核計装用モジュール型電気ペネトレーションの長期健全性試験手順

核計装用モジュール型電気ペネトレーションについては，図 2.3-4 に示す長期健全性試験手順により評価した。

本試験条件は，表 2.3-5 に示すとおり核計装用モジュール型電気ペネトレーションの 60 年間の通常運転期間における使用条件，設計基準事故時条件*及び重大事故等時条件*を包絡しており，試験結果は，表 2.3-6 に示すとおり，気密試験の判定基準を満足している。

重大事故等時における健全性評価にあたっては，重大事故等時の温度条件をもとに評価部位における温度を解析により求め評価に用いた。

本試験結果は，表 2.3-6 に示すとおり，気密試験の判定基準を満足しており，核計装用モジュール型電気ペネトレーションは，60 年間の通常運転期間，設計基準事故時及び重大事故等時雰囲気において気密性能は維持できると評価する。

なお，東海第二で想定される重大事故等時における最高圧力については，事故時雰囲気曝露試験条件に包絡されていないが，同等形のモジュール型電気ペネトレーションを用いた健全性試験において，重大事故等時条件を上回る圧力（0.79 MPa）にて気密に対する健全性が確認されていることから重大事故等時においても気密性能は維持できると評価する。

また，東海第二で想定される最大応答加速度 9.69 G については，加振試験条件に包絡されていないが，同等形のモジュール型電気ペネトレーションを用いた加振試験において，東海第二の最大応答加速度を上回る加速度 20 G にて健全性が確認されていることから重大事故等時においても気密性能は維持できると評価する。

*：新規制基準への適合性確認のための工事計画認可申請書「V-1-1-6 安全設備及び重大事故等対処設備が使用される条件の下における健全性に関する説明書」に基づく原子炉格納容器内の設計基準事故時及び重大事故等時における各条件

表 2.3-5　核計装用モジュール型電気ペネトレーションの長期健全性試験条件

	試験条件	説明
熱サイクル試験	10 ℃⇔66 ℃/120 ｻｲｸﾙ	東海第二の 60 年間の起動停止回数を包絡する。
放射線照射 （通常時＋事故時）	放射線照射線量 800 kGy	東海第二で想定される線量 約 281 kGy（60 年間の通常運転期間相当の線量 約 21 kGy に設計基準事故時の最大積算値 2.6×10^{2} kGy を加えた線量）を包絡する。 また，東海第二で想定される線量 約 661 kGy（60 年間の通常運転期間相当の線量 約 21 kGy に重大事故等時の最大積算値 640 kGy を加えた線量）を包絡する。
加速熱劣化	121 ℃×7 日間	東海第二通常運転時の温度 40 ℃*1 に対して 60 年間の通常運転期間を包絡する。
事故時雰囲気曝露	最高温度：171 ℃ 最高圧力：0.43 MPa 曝露時間：13 日間	東海第二における設計基準事故時の最高温度 171 ℃*2，最高圧力 0.31 MPa*2 及び重大事故等時の最高温度約 74.5 ℃*3 を包絡する。 なお，重大事故等時の最高圧力 0.62 MPa*4 は同等のモジュール型電気ペネトレーションを用いた特性確認試験にて最高圧力を上回る圧力にて健全性を確認している。
加振試験	1.36 G	東海第二で想定される電気ペネトレーションの最大応答加速度 9.69 G に対しては，同等形のモジュール型電気ペネトレーションを用いた加振試験にて，最大応答加速度を上回る加速度 20 G にて健全性を確認している。

*1:原子炉格納容器内の実測値をもとに設定した温度におけるシール部，電線部の温度解析値

*2:設計基準事故時における原子炉格納容器内の環境条件設計値

*3:重大事故等時におけるシール部の温度解析値

*4:重大事故等時における原子炉格納容器内の環境条件設計値

表 2.3-6　核計装用モジュール型電気ペネトレーションの長期健全性試験の気密試験結果

試験内容	判定基準*	測定値	結果
気密試験 リーク量測定	1×10^{-6} cc/sec	6.8×10^{-9} cc/sec 以下	良

*:判定基準は IEEE Std.317-1976 に基づく

② 現状保全

核計装用モジュール型電気ペネトレーションのシール部の気密性の低下に対しては，定期検査時に原子炉格納容器漏えい率検査を実施し，原子炉格納容器全体の漏えい率が基準を満たし，漏えい率が増加傾向にないことを確認している。

なお，原子炉格納容器漏えい率検査の結果，有意な気密性の低下が認められた場合は，補修等を行うこととしている。

③ 総合評価

健全性評価結果から判断して，核計装用モジュール型電気ペネトレーションのシール部の気密性低下の可能性は低く，さらに，気密性低下は定期検査時に実施する原子炉格納容器漏えい率検査により把握は可能と考えられる。今後も原子炉格納容器漏えい率検査による漏えい率の傾向管理を行うことにより，シール部の経年劣化による気密性の異常の有無は把握可能であり，現状の保全は点検手法として適切である。

c．高経年化への対応

核計装用モジュール型電気ペネトレーションのシール部の気密性低下に対しては，高経年化対策の観点から現状の保全に追加すべき項目はないと考える。

また，東北地方太平洋沖地震発生に伴う発電所停止操作の過程で，原子炉格納容器内通常運転時の設計温度を超えた箇所が確認されたため，評価結果に対する確認を行い影響がないことを確認した。機器の取替周期の設定にあたっては，震災発生後の設計温度超過を考慮し，設計温度における評価年数に超過期間における評価年数を含めて設定する。

今後も原子炉格納容器漏えい率検査時に漏えい率を監視していくとともに，必要に応じて補修等を行うこととする。

(4) シール部の劣化による気密性の低下[高圧動力用モジュール型電気ペネトレーション]

a. 事象の説明

高圧動力用モジュール型電気ペネトレーションのシール部及び電線の絶縁体として使用しているエチレンプロピレンゴムは有機物であるため，熱的，放射線，機械的，電気的，環境的要因により，経年的に劣化が進行し，リークを起こす可能性があり，経年劣化に対する評価が必要である。

ただし，高圧動力用モジュール型電気ペネトレーションは静止機器であることから機械的劣化，密封状態であることから環境的劣化については影響を受けないと考えられる。

高圧動力用モジュール型電気ペネトレーションのシール部の劣化による気密性の低下は，熱及び放射線による物性変化により，鋼材，導体等との接着力が低下することによるもので，この結果，プラント運転・停止による温度変化のため膨張と収縮を繰り返すことにより相互間でのはく離が生じ，リークを生じる。

b. 技術評価

① 健全性評価

高圧動力用モジュール型電気ペネトレーションの長期間の経年劣化を考慮した気密性低下の評価は，IEEE Std.323-1974 及び IEEE Std.317-1976 の規格をもとに行う。

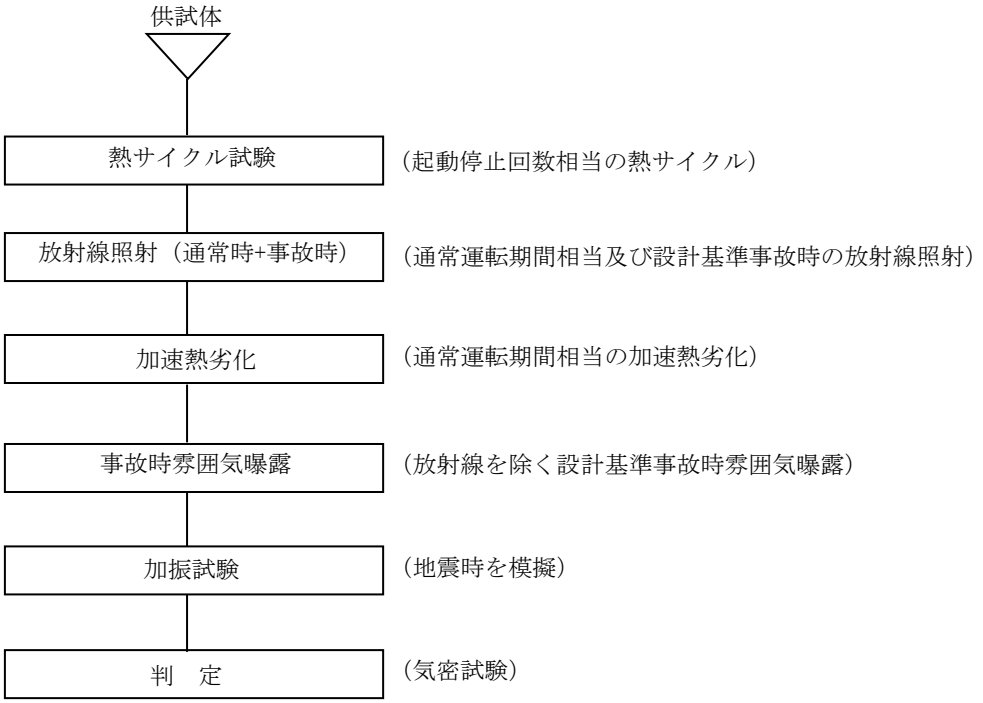


図 2.3-5　高圧動力用モジュール型電気ペネトレーションの長期健全性試験手順

高圧動力用モジュール型電気ペネトレーションについては，図 2.3-5 に示す長期健全性試験手順により評価した。

本試験条件は，表 2.3-7 に示すとおり高圧動力用モジュール型電気ペネトレーションの 60 年間の通常運転期間における使用条件，設計基準事故時条件*及び重大事故等時条件*を包絡しており，試験結果は，表 2.3-8 に示すとおり，気密試験の判定基準を満足している。

重大事故等時における健全性評価にあたっては，重大事故等時の温度条件をもとに評価部位における温度を解析により求め評価に用いた。

本試験結果は，表 2.3-8 に示すとおり，気密試験の判定基準を満足しており，高圧動力用モジュール型電気ペネトレーションは，60 年間の通常運転期間，設計基準事故時及び重大事故等時雰囲気において気密性能は維持できると評価する。

なお，東海第二で想定される重大事故等時における最高圧力については，事故時雰囲気曝露試験条件に包絡されていないが，同等形のモジュール型電気ペネトレーションを用いた健全性試験において，重大事故等時条件を上回る圧力（0.77 MPa）にて気密に対する健全性が確認されていることから重大事故等時においても気密性能は維持できると評価する。

また，東海第二で想定される最大応答加速度 9.69 G については，加振試験条件に包絡されていないが，同等形のモジュール型電気ペネトレーションを用いた加振試験において，東海第二の最大応答加速度を上回る加速度 20 G にて健全性が確認されていることから重大事故等時においても気密性能は維持できると評価する。

*：新規制基準への適合性確認のための工事計画認可申請書「V-1-1-6 安全設備及び重大事故等対処設備が使用される条件の下における健全性に関する説明書」に基づく原子炉格納容器内の設計基準事故時及び重大事故等時における各条件

表 2.3-7　高圧動力用モジュール型電気ペネトレーションの長期健全性試験条件

	試験条件	説明
熱サイクル試験	10 ℃⇔66 ℃/120 ｻｲｸﾙ	東海第二の 60 年間の起動停止回数を包絡する。
放射線照射 （通常時＋事故時）	放射線照射線量 800 kGy	東海第二で想定される線量 約 281 kGy（60 年間の通常運転期間相当の線量 約 21 kGy に設計基準事故時の最大積算値 2.6×10^{2} kGy を加えた線量）を包絡する。 また，東海第二で想定される線量 約 661 kGy（60 年間の通常運転期間相当の線量 約 21 kGy に重大事故等時の最大積算値 640 kGy を加えた線量）を包絡する。
加速熱劣化	121℃×7 日間	東海第二通常運転時の温度 43 ℃[*1] に対して 60 年間の通常運転期間を包絡する。
事故時雰囲気曝露	最高温度：171 ℃ 最高圧力：0.43 MPa 曝露時間：13 日間	東海第二における設計基準事故時の最高温度 171 ℃[*2]，最高圧力 0.31 MPa[*2] 及び重大事故等時の最高温度約 77.5 ℃[*3] を包絡する。 なお，重大事故等時の最高圧力 0.62 MPa[*4] は同等のモジュール型電気ペネトレーションを用いた特性確認試験にて最高圧力を上回る圧力にて健全性を確認している。
加振試験	1.36 G	東海第二で想定される電気ペネトレーションの最大応答加速度 9.69 G に対しては，同等形のモジュール型電気ペネトレーションを用いた加振試験にて，最大応答加振度を上回る加速度 20 G にて健全性を確認している

*1:原子炉格納容器内の実測値をもとに設定した温度におけるシール部の温度解析値に通電による温度上昇分を加えた値

*2:設計基準事故時における原子炉格納容器内の環境条件設計値

*3:重大事故等時におけるシール部の温度解析値に通電による温度上昇値分を加えた値

*4:重大事故等時における原子炉格納容器内の環境条件設計値

表 2.3-8　高圧動力用モジュール型電気ペネトレーションの長期健全性試験の気密試験結果

試験内容	判定基準*	測定値	結果
気密試験 リーク量測定	1×10^{-6} cc/sec	5.6×10^{-9} cc/sec 以下	良

*:判定基準は IEEE Std.317-1976 に基づく

② 現状保全

高圧動力用モジュール型電気ペネトレーションのシール部の気密性低下に対しては，定期検査時に原子炉格納容器漏えい率検査を実施し，原子炉格納容器全体の漏えい率が基準を満たし，漏えい率が増加傾向にないことを確認している。

なお，原子炉格納容器漏えい率検査の結果，有意な気密性の低下が認められた場合は，補修等を行うこととしている。

③ 総合評価

健全性評価結果から判断して，シール部の気密性低下の可能性は低く，さらに，気密性低下は定期検査時に実施する原子炉格納容器漏えい率検査により把握は可能と考えられる。

今後も原子炉格納容器漏えい率検査による漏えい率の傾向管理を行うことにより，シール部の経年劣化による気密性の異常の有無は把握可能であり，現状の保全は点検手法として適切である。

c．高経年化への対応

シール部の気密性の低下に対しては，高経年化対策の観点から現状の保全に追加すべき項目はないと考える。

また，東北地方太平洋沖地震発生に伴う発電所停止操作の過程で，原子炉格納容器内通常運転時の設計温度を超えた箇所が確認されたため，評価結果に対する確認を行い影響がないことを確認した。機器の取替周期の設定にあたっては，震災発生後の設計温度超過を考慮し，設計温度における評価年数に超過期間における評価年数を含めて設定する。

今後も原子炉格納容器漏えい率検査時に漏えい率を監視していくとともに，必要に応じて補修等を行うこととする。

3. 代表機器以外への展開

本章では，2 章で実施した代表機器の技術評価について，1 章で実施したグループ化で代表機器となっていない機器への展開について検討した。

① 制御用モジュール型電気ペネトレーション
② 計測用モジュール型電気ペネトレーション
③ 制御棒位置指示用モジュール型電気ペネトレーション
④ 低圧動力用モジュール型電気ペネトレーション

3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

a. シール部及び電線の絶縁特性低下［共通］

代表機器と同様に，シール部に使用しているエポキシ樹脂及び電線の絶縁体で使用している架橋ポリエチレンは有機物であるため，熱的，放射線，機械的，電気的，環境的要因により，経年的に劣化が進行し絶縁特性低下を起こす可能性があるが，代表機器と同様の長期健全性試験結果より，60 年間の通常運転期間，設計基準事故時条件及び重大事故等時条件において絶縁特性を維持できると評価する。

また，絶縁特性低下に対しては，点検時に絶縁抵抗測定及び機器の動作試験を実施し，有意な絶縁特性低下がないこと，定期検査時の原子炉格納容器漏えい率検査により，気密性が確保されていることを確認しており，有意な湿気の浸入がないことを確認している。今後も点検時に絶縁特性低下を監視していくとともに，絶縁特性の低下が認められた場合には，補修を行うことで健全性が確保できると考えられる。

b. シール部の劣化による気密性の低下［共通］

代表機器と同様に，シール部は，エポキシ樹脂であることから熱的，放射線，機械的，電気的，環境的要因により，経年的に劣化が進行しリークを起こす可能性があるが，代表機器と同様の長期健全性試験結果より，60 年間の通常運転期間，設計基準事故時及び重大事故等時雰囲気において気密性を維持できると評価する。

また，気密性低下に対しては，定期検査時に原子炉格納容器漏えい率検査を実施し，原子炉格納容器全体の漏えい率が基準を満たし，漏えい率が増加傾向にないことを確認している。

今後も原子炉格納容器漏えい率検査時に漏えい率を監視していくとともに，必要に応じて補修等を行うこととする。

c. 0 リングの劣化による気密性の低下［共通］

代表機器と同様に 0 リングは，エチレンプロピレンゴム製であるため，熱的，放射線，機械的，電気的，環境的要因により，経年的に劣化が進行しリークを起こす可能性があるが，代表機器と同様の長期健全性試験結果より，60 年間の通常運転期間，設計基準事故時及び重大事故等時雰囲気おいて気密性を維持できると評価する。

また，気密性低下に対しては，定期検査時に原子炉格納容器漏えい率検査を実施し，原子炉格納容器全体の漏えい率が基準を満たし，漏えい率が増加傾向にないことを確認している。

今後も原子炉格納容器漏えい率検査時に漏えい率を監視していくとともに，必要に応じて補修等を行うこととする。

3.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

(1) 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって，想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象）

日常劣化管理事象に該当する事象は抽出されなかった。

(2) 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により，今後も経年劣化の進展が考えられない，又は進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外）

a. 電線及び接続部（コネクタ）の導通不良［共通］

代表機器と同様，電線に大きな荷重が作用すると，断線や途中接続点の接続部（コネクタ）の外れ等により導通不良が想定されるが，電線単体には外部からの大きな荷重が作用しない構造となっており，導通不良が発生する可能性はない。

したがって，電線及び接続部（コネクタ）の導通不良は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

b. スリーブ及びアダプタの腐食（全面腐食）［共通］

代表機器と同様，スリーブ及びアダプタは，炭素鋼であるため，腐食が想定されるが，塗装が施されており，腐食進行の可能性はない。

したがって，スリーブ及びアダプタの腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

3. その他容器

［対象容器］

① 湿分分離器
② スクラム排出水容器
③ ほう酸水注入系貯蔵タンク
④ 使用済燃料貯蔵プール
⑤ 原子炉ウェル
⑥ 燃料プール冷却浄化系スキマサージタンク
⑦ MSIV 用アキュムレータ
⑧ SRV（ADS）用アキュムレータ
⑨ SRV 用アキュムレータ
⑩ SLC 用アキュムレータ
⑪ 活性炭ベット
⑫ 排ガス後置除湿器
⑬ 排ガス再結合器
⑭ 格納容器圧力逃がし装置フィルタ装置
⑮ 原子炉冷却材浄化系フィルタ脱塩器
⑯ 制御棒駆動水系ポンプ出口ラインフィルタ
⑰ 原子炉冷却材浄化系ポンプシールパージフィルタ
⑱ 原子炉再循環ポンプシールパージフィルタ
⑲ 残留熱除去海水系ポンプ出口ストレーナ
⑳ 非常用及び HPCS 系ディーゼル発電機海水ポンプ出口ストレーナ
㉑ 緊急用海水系ストレーナ

目次

1. 対象機器及び代表機器の選定.....3-1
1.1 グループ化の考え方及び結果.....3-1
1.2 代表機器の選定 3-1
2. 代表機器の技術評価.....3-5
2.1 構造，材料及び使用条件.....3-5
2.1.1 湿分分離器.....3-5
2.1.2 スクラム排出水容器.....3-8
2.1.3 ほう酸水注入系貯蔵タンク.....3-11
2.1.4 使用済燃料貯蔵プール.....3-14
2.1.5 SRV（ADS）用アキュムレータ.....3-17
2.1.6 SLC 用アキュムレータ 3-20
2.1.7 活性炭ベット.....3-23
2.1.8 排ガス再結合器.....3-26
2.1.9 格納容器圧力逃がし装置フィルタ装置.....3-29
2.1.10 原子炉冷却材浄化系フィルタ脱塩器.....3-32
2.1.11 原子炉再循環ポンプシールパージフィルタ.....3-35
2.1.12 残留熱除去海水系ポンプ出口ストレーナ.....3-38
2.2 経年劣化事象の抽出.....3-41
2.2.1 機器の機能達成に必要な項目.....3-41
2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出.....3-41
2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象.....3-42
3. 代表機器以外への展開.....3-61
3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象.....3-61
3.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象.....3-61

1. 対象機器及び代表機器の選定

東海第二で使用されている主要な容器（原子炉圧力容器及び原子炉格納容器を除く）の主な仕様を表 1-1 に示す。

これらの容器を種類，内部流体及び胴部材料の観点からグループ化し，それぞれのグループより以下のとおり代表機器を選定した。

1.1 グループ化の考え方及び結果

種類，内部流体及び胴部材料を分類基準とし，表 1-1 に示すとおりグループ化する。

胴部材料は炭素鋼，ステンレス鋼，コンクリート（ステンレス内張り）及び低合金鋼に分類され，内部流体は蒸気，純水，五ほう酸ナトリウム水，ガス及び海水に分類される。

1.2 代表機器の選定

表 1-1 に分類されるグループ毎に，重要度，運転状態，最高使用圧力，最高使用温度の観点から代表機器を選定する。

(1) タンク（内部流体：蒸気・純水，胴部材料：炭素鋼）

このグループには湿分分離器のみが属することから，これを代表機器とする。

(2) タンク（内部流体：純水，胴部材料：炭素鋼）

このグループにはスクラム排出水容器のみが属することから，これを代表機器とする。

(3) タンク（内部流体：五ほう酸ナトリウム水，胴部材料：ステンレス鋼）

このグループにはほう酸水注入系貯蔵タンクのみが属することから，これを代表機器とする。

(4) ライニング槽（内部流体：純水，胴部材料：コンクリート（ステンレス鋼内張り））

このグループには使用済燃料貯蔵プール，原子炉ウェル，燃料プール冷却浄化系スキマサージタンクが属するが，運転状態の観点から使用済燃料貯蔵プールを代表機器とする。

(5) アキュムレータ（内部流体：ガス，胴部材料：ステンレス鋼）

このグループには MSIV 用アキュムレータ，SRV（ADS）用アキュムレータ，SRV 用アキュムレータが属するが，最高使用圧力の高い SRV（ADS）用アキュムレータを代表機器とする。

(6) アキュムレータ（内部流体：ガス・五ほう酸ナトリウム水，胴部材料：ステンレス鋼）

このグループには SLC 用アキュムレータのみが属することから，これを代表機器とする。

(7) フィルタ等（内部流体：ガス，胴部材料：炭素鋼）

このグループには活性炭ベット，排ガス後置除湿器が属するが，重要度の高い活性炭ベットを代表機器とする。

(8) フィルタ等（内部流体：ガス，胴部材料：低合金鋼）

このグループには排ガス再結合器のみが属することから，これを代表機器とする。

(9) フィルタ等（内部流体：ガス・純水，胴部材料：ステンレス鋼）

このグループには格納容器圧力逃がし装置フィルタ装置のみが属することから，これを代表機器とする。

(10) フィルタ等（内部流体：純水，胴部材料：炭素鋼）

このグループには原子炉冷却材浄化系フィルタ脱塩器，制御棒駆動水系ポンプ出口ラインフィルタが属するが，重要度が高い原子炉冷却材浄化系フィルタ脱塩器を代表機器とする。

(11) フィルタ等（内部流体：純水，胴部材料：ステンレス鋼）

このグループには原子炉冷却材浄化系ポンプシールパージフィルタ，原子炉再循環ポンプシールパージフィルタが属するが，下流側機器の重要度が高い原子炉再循環ポンプシールパージフィルタを代表機器とする。

(12) フィルタ等（内部流体：海水，胴部材料：ステンレス鋳鋼）

このグループには残留熱除去海水系ポンプ出口ストレーナ，非常用及びHPCS系ディーゼル発電機海水ポンプ出口ストレーナ，緊急用海水系ストレーナが属するが，最高使用圧力の高い残留熱除去海水系ポンプ出口ストレーナを代表機器とする。

表 1-1(1/2)　その他容器のグループ化及び代表機器の選定

分類基準			機器名称	選定基準				選定	選定理由
種類	内部流体	胴部材料		重要度[*1]	使用条件				
					運転状態	最高使用圧力(MPa)	最高使用温度(℃)		
タンク	蒸気・純水	炭素鋼	湿分分離器	高[*2]	連続	1.81	210	◎	
	純水	炭素鋼	スクラム排出水容器	高[*2]	一時	8.62	138	◎	
	五ほう酸ナトリウム水	ステンレス鋼	ほう酸水注入系貯蔵タンク	MS-1,重[*3]	連続	静水頭	66	◎	
ライニング槽	純水	コンクリート（ステンレス鋼内張り）	使用済燃料貯蔵プール	PS-2,重[*3]	連続	静水頭	66	◎	運転状態
			原子炉ウェル	PS-2	一時	静水頭	66		
			燃料プール冷却浄化系スキマサージタンク	重[*3]	連続	静水頭	66		
アキュムレータ	ガス	ステンレス鋼	MSIV用アキュムレータ	MS-1	連続	1.45	171		最高使用圧力
			SRV（ADS）用アキュムレータ	MS-1，重[*3]	連続	2.28	171	◎	
			SRV用アキュムレータ	MS-1	連続	1.45	171		
	ガス・五ほう酸ナトリウム水	ステンレス鋼	SLC用アキュムレータ	MS-1	一時	9.66	66	◎	
フィルタ等	ガス	炭素鋼	活性炭ベット	PS-2	連続	0.34	66	◎	重要度
			排ガス後置除湿器	高[*2]	連続	0.34	340		

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

*2：最高使用温度が 95 ℃を超え，又は最高使用圧力が 1,900 kPa を超える環境下にある原子炉格納容器外の重要度クラス 3 の機器

*3：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す

表 1-1(2/2)　その他容器のグループ化及び代表機器の選定

分類基準			機器名称	選定基準				選定	選定理由
				重要度[*1]	使用条件				
種類	内部流体	胴部材料			運転状態	最高使用圧力(MPa)	最高使用温度(℃)		
フィルタ等	ガス	低合金鋼	排ガス再結合器	PS-2	連続	2.41	538	◎	
	ガス・純水[*2]	ステンレス鋼	格納容器圧力逃がし装置フィルタ装置[*3]	重[*4]	一時	0.62	200	◎	
	純水	炭素鋼[*5]	原子炉冷却材浄化系フィルタ脱塩器	PS-2	連続	9.79	66	◎	重要度
		炭素鋼	制御棒駆動水系ポンプ出口ラインフィルタ	高[*6]	連続	12.06	66		
		ステンレス鋼	原子炉冷却材浄化系ポンプシールパージフィルタ	高[*6]	連続	12.06	66		下流側機器の重要度
			原子炉再循環ポンプシールパージフィルタ	高[*6]	連続	12.06	66	◎	
	海水	ステンレス鋳鋼	残留熱除去海水系ポンプ出口ストレーナ	MS-1，重[*4]	一時	3.45	38	◎	最高使用圧力
			非常用及びHPCS系ディーゼル発電機海水ポンプ出口ストレーナ	MS-1，重[*4]	一時	0.70	38		
			緊急用海水系ストレーナ[*3]	重[*4]	一時	0.98,2.45	32,38		

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

*2：スクラビング液

*3：新規に設置される機器

*4：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す

*5：内面ステンレス鋼クラッド

*6：最高使用温度が 95 ℃を超え，又は最高使用圧力が 1,900 kPa を超える環境下にある原子炉格納容器外の重要度クラス 3 の機器

2. 代表機器の技術評価

本章では，1章で代表機器とした以下の12基の容器について技術評価を実施する。

① 湿分分離器
② スクラム排出水容器
③ ほう酸水注入系貯蔵タンク
④ 使用済燃料貯蔵プール
⑤ SRV（ADS）用アキュムレータ
⑥ SLC用アキュムレータ
⑦ 活性炭ベット
⑧ 排ガス再結合器
⑨ 格納容器圧力逃がし装置フィルタ装置
⑩ 原子炉冷却材浄化系フィルタ脱塩器
⑪ 原子炉再循環ポンプシールパージフィルタ
⑫ 残留熱除去海水系ポンプ出口ストレーナ

2.1 構造，材料及び使用条件

2.1.1 湿分分離器

(1) 構造

東海第二の湿分分離器は，全長14,789.15 mm，内径3,200.4 mmの円筒横型容器であり，2基設置されている。

鏡板，胴板は炭素鋼であり，蒸気が内包されている。

また，内部の波板により除去された湿分は，ドレンとして中央のドレンタンクに回収される。

湿分分離器は，マンホール蓋を取外すことにより，内部の点検手入れが可能である。

東海第二の湿分分離器の構造図を図2.1-1に示す。

(2) 材料及び使用条件

東海第二の湿分分離器主要部位の使用材料を表2.1-1に，使用条件を表2.1-2に示す。

No.	部位
①	鏡板
②	胴板
③	ドレンタンク
④	マンホール蓋
⑤	フランジボルト
⑥	ガスケット
⑦	支持鋼材
⑧	埋込金物
⑨	波板

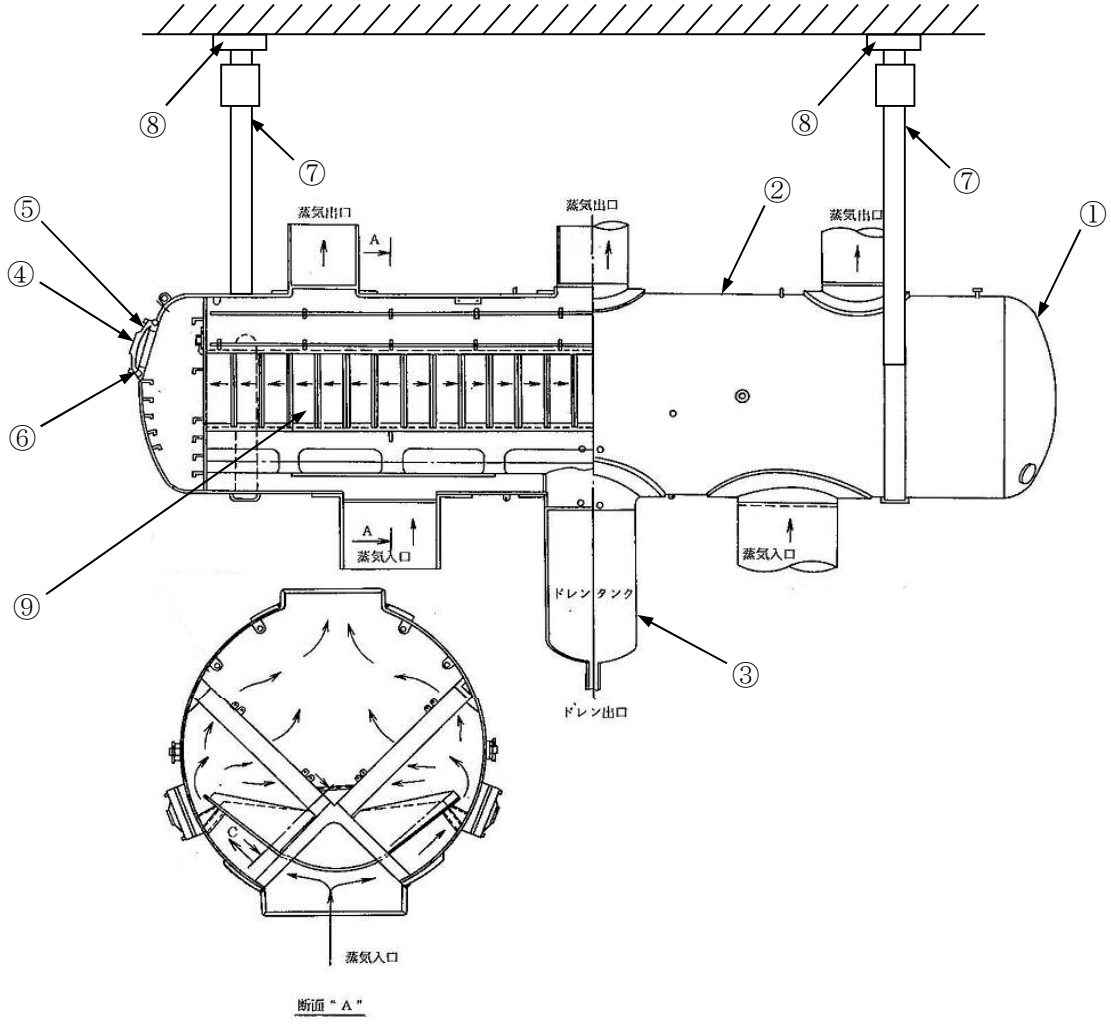


図 2.1-1　湿分分離器構造図

表 2.1-1　湿分分離器主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
バウンダリの維持	耐圧	鏡板	炭素鋼
		胴板	炭素鋼
		ドレンタンク	炭素鋼
		マンホール蓋	炭素鋼
		フランジボルト	低合金鋼
	シール	ガスケット	（消耗品）
機器の支持	支持	支持鋼材	炭素鋼
		埋込金物	炭素鋼
その他	その他	波板	ステンレス鋼

表 2.1-2　湿分分離器の使用条件

最高使用圧力	1.81 MPa
最高使用温度	210 ℃
内部流体	蒸気・純水

2.1.2 スクラム排出水容器

(1) 構造

東海第二のスクラム排出水容器は，全高 955 mm，内径 300 mm の円筒型タンクであり，2 基設置されている。

胴板，鏡板は炭素鋼で，純水が内包されている。

東海第二のスクラム排出水容器の構造図を図 2.1-2 に示す。

(2) 材料及び使用条件

東海第二のスクラム排出水容器主要部位の使用材料を表 2.1-3 に，使用条件を表 2.1-4 に示す。

No.	部位
①	胴板
②	鏡板

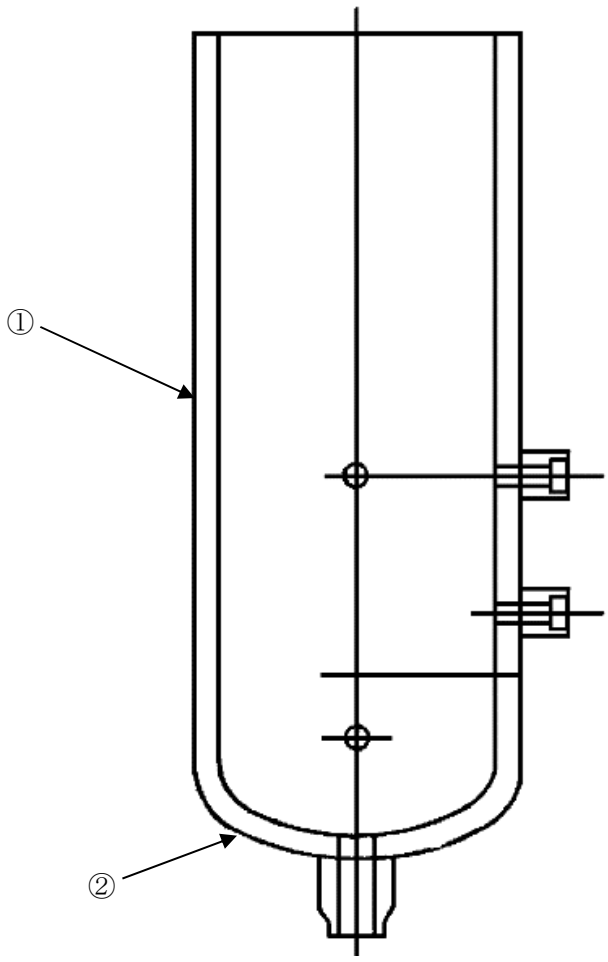


図 2.1-2　スクラム排出水容器構造図

表 2.1-3　スクラム排出水容器主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
バウンダリの維持	耐圧	胴板	炭素鋼
		鏡板	炭素鋼

表 2.1-4 スクラム排出水容器の使用条件

最高使用圧力	8.62 MPa
最高使用温度	138 ℃
内部流体	純水

2.1.3 ほう酸水注入系貯蔵タンク

(1) 構造

東海第二のほう酸水注入系貯蔵タンクは，高さ 3,684 mm，内径 2,745 mm の円筒型開放タンクであり，1 基設置されている。

底板，胴板はステンレス鋼であり，五ほう酸ナトリウム水が貯蔵されている。

ほう酸水注入系貯蔵タンクは，上部に設置されているマンホール蓋を取外すことにより，内部の点検手入れが可能である。

東海第二のほう酸水注入系貯蔵タンクの構造図を図 2.1-3 に示す。

(2) 材料及び使用条件

東海第二のほう酸水注入系貯蔵タンク主要部位の使用材料を表 2.1-5 に，使用条件を表 2.1-6 に示す。

No.	部位
①	平板
②	胴板
③	底板
④	マンホール蓋
⑤	基礎ボルト
⑥	スパージャ

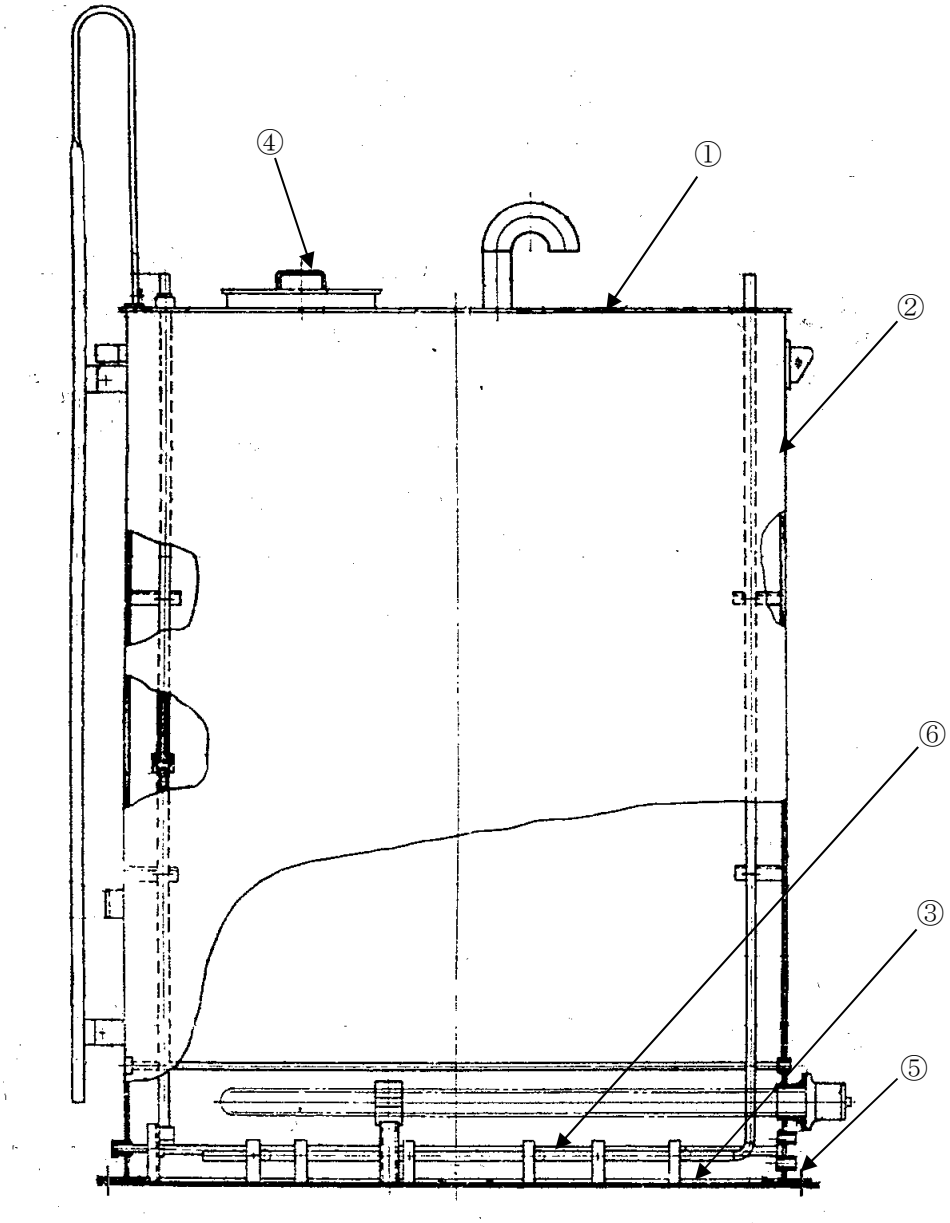


図 2.1-3　ほう酸水注入系貯蔵タンク構造図

表 2.1-5　ほう酸水注入系貯蔵タンク主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
バウンダリの維持	耐圧	平板	ステンレス鋼
		胴板	ステンレス鋼
		底板	ステンレス鋼
		マンホール蓋	ステンレス鋼
機器の支持	支持	基礎ボルト	低合金鋼
その他	その他	スパージャ	ステンレス鋼

表 2.1-6　ほう酸水注入系貯蔵タンクの使用条件

最高使用圧力	静水頭
最高使用温度	66 ℃
内部流体	五ほう酸ナトリウム水

2.1.4 使用済燃料貯蔵プール

(1) 構造

東海第二の使用済燃料貯蔵プールは，縦 10,363 mm，横 12,192 mm，深さ 11,913 mm のコンクリート躯体にステンレス鋼を内張りしたプール型容器であり，1 基設置されている。

本プール内には，使用済燃料を貯蔵するためのラック類が設置されており，常時プール水（純水）で満たされている。

東海第二の使用済燃料貯蔵プールの構造図を図 2.1-4 に示す。

(2) 材料及び使用条件

東海第二の使用済燃料貯蔵プール主要部位の使用材料を表 2.1-7 に，使用条件を表 2.1-8 に示す。

No.	部位
①	本体
②	ゲート
③	ゲートパッキン
④	使用済燃料貯蔵ラック

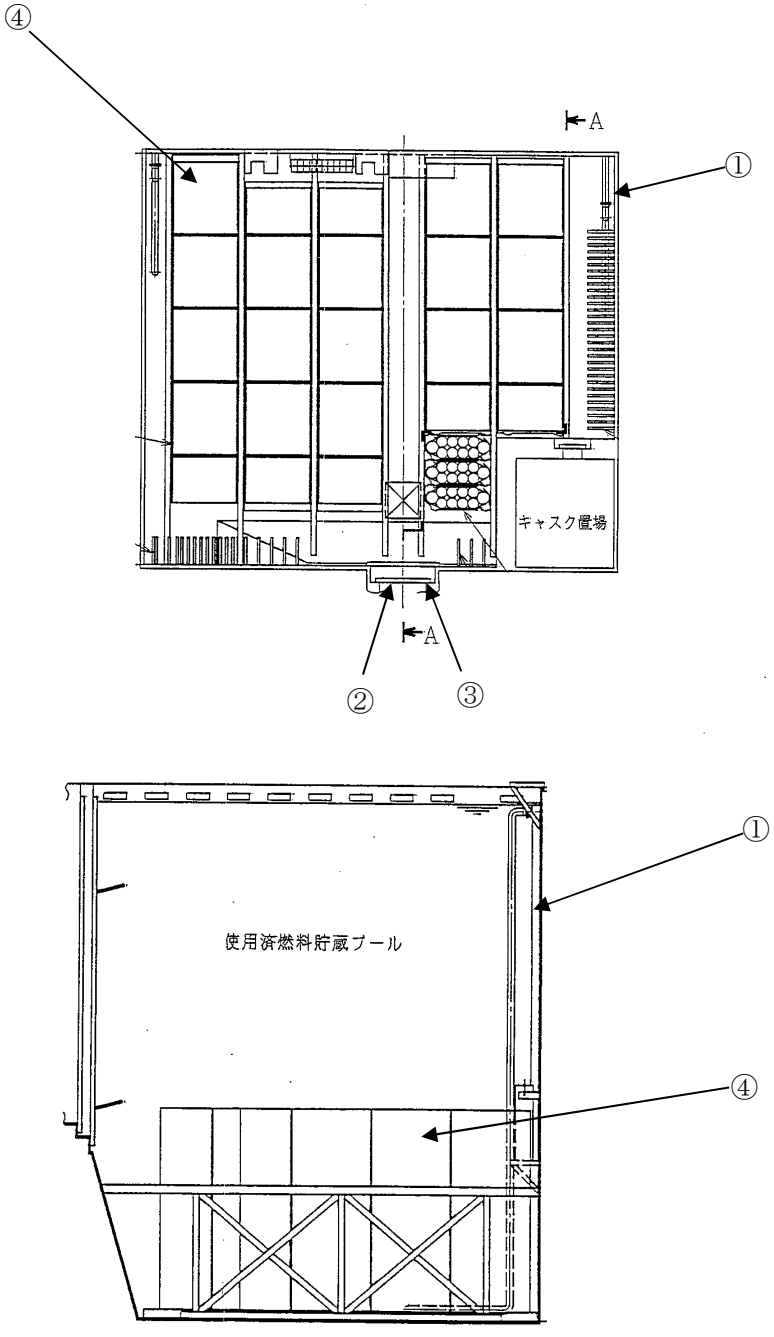


図 2.1-4　使用済燃料貯蔵プール構造図

表 2.1-7　使用済燃料貯蔵プール主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
バウンダリの維持	耐圧	本体	コンクリート（ステンレス鋼内張り）
		ゲート	ステンレス鋼
	シール	ゲートパッキン	（消耗品）
その他	その他	使用済燃料貯蔵ラック	ボロン添加ステンレス鋼，ステンレス鋼

表 2.1-8　使用済燃料貯蔵プールの使用条件

最高使用圧力	静水頭
最高使用温度	66 ℃
内部流体	純水

2.1.5 SRV（ADS）用アキュムレータ

(1) 構造

東海第二の SRV（ADS）用アキュムレータは，全長 1,270 mm，内径 550 mm の円筒型容器であり，7 基設置されている。

胴板はステンレス鋼であり，ガス（窒素及び空気）が内包されている。

東海第二の SRV（ADS）用アキュムレータの構造図を図 2.1-5 に示す。

(2) 材料及び使用条件

東海第二の SRV（ADS）用アキュムレータ主要部位の使用材料を表 2.1-9 に，使用条件を表 2.1-10 に示す。

No.	部位
①	鏡板
②	胴板
③	支持脚
④	取付ボルト

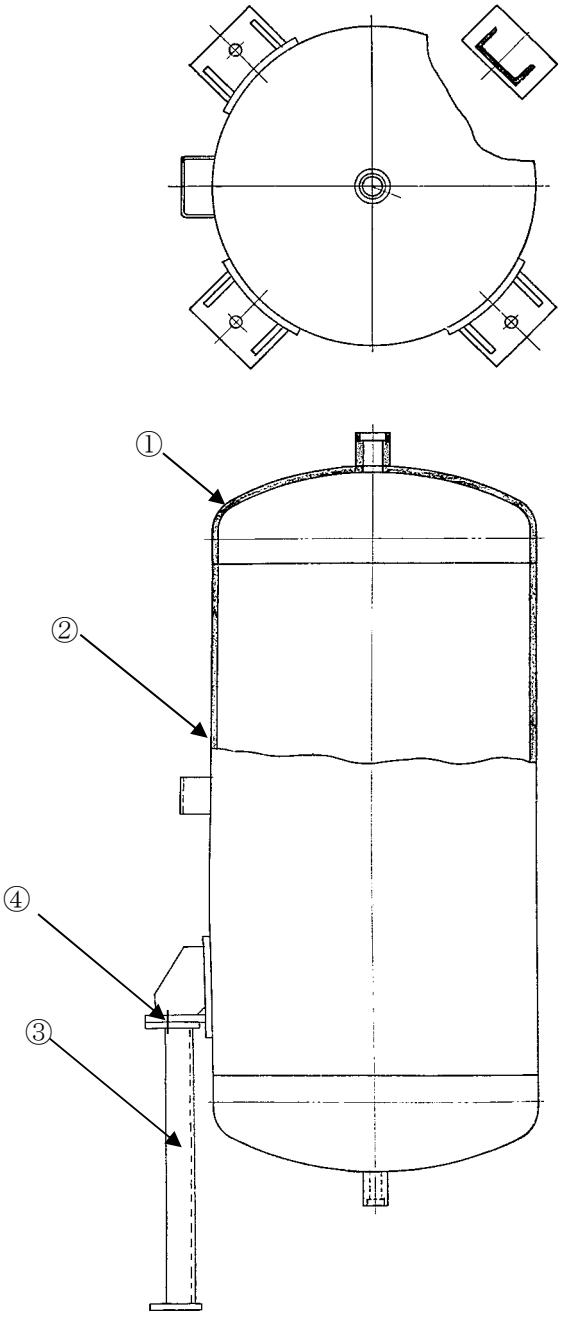


図 2.1-5　SRV（ADS）用アキュムレータ構造図

表 2.1-9　SRV（ADS）用アキュムレータ主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
バウンダリの維持	耐圧	鏡板	ステンレス鋼
		胴板	ステンレス鋼
機器の支持	支持	支持脚	炭素鋼
		取付ボルト	炭素鋼

表 2.1-10　SRV（ADS）用アキュムレータの使用条件

最高使用圧力	2.28 MPa
最高使用温度	171 ℃
内部流体	ガス（窒素及び空気）

2.1.6 SLC 用アキュムレータ

(1) 構造

東海第二の SLC 用アキュムレータは，全長 746.1 ㎜，内径 168.7 ㎜の円筒型容器であり，2 基設置されている。

胴板はステンレス鋼であり，五ほう酸ナトリウム水が内包されている。

また，胴内部には，内部にガス（窒素）を充填したブラダが内蔵されている。

SLC 用アキュムレータは，ポート部を取外すことにより点検手入れが可能である。

東海第二の SLC 用アキュムレータの構造図を図 2.1-6 に示す。

(2) 材料及び使用条件

東海第二の SLC 用アキュムレータ主要部位の使用材料を表 2.1-11 に，使用条件を表 2.1-12 に示す。

No.	部位
①	胴板
②	0 リング
③	ブラダ
④	スプリング

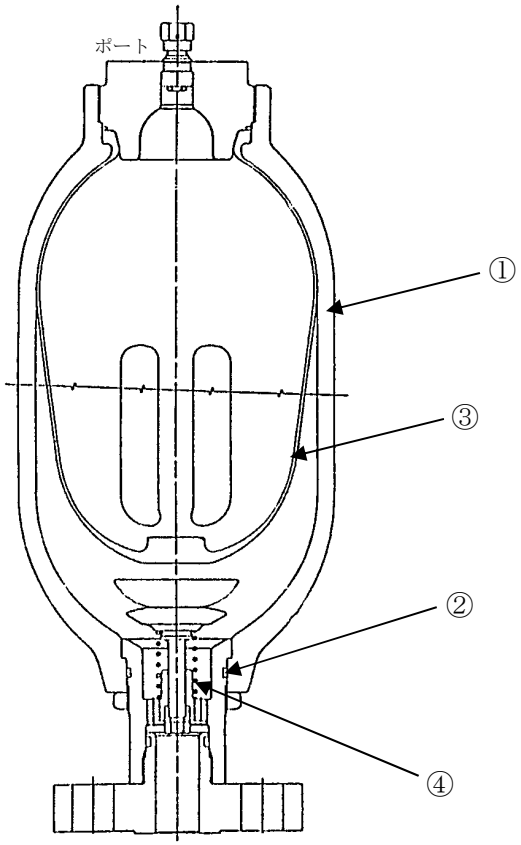


図 2.1-6　SLC 用アキュムレータ構造図

表 2.1-11　SLC 用アキュムレータ主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
バウンダリの維持	耐圧	胴板	ステンレス鋼
	シール	O リング	（消耗品）
その他	その他	ブラダ	（定期取替品）
		スプリング	ステンレス鋼

表 2.1-12　SLC 用アキュムレータの使用条件

最高使用圧力	9.66 MPa
最高使用温度	66 ℃
内部流体	ガス・五ほう酸ナトリウム水

2.1.7 活性炭ベット

(1) 構造

東海第二の活性炭ベットは，全長 7,800 ㎜，内径 1,350 ㎜の円筒たて型容器であり，20 基設置されている。

胴板は炭素鋼であり，ガス（排ガス）が内包されている。

活性炭ベットは，フランジカバーを取外すことにより点検手入れが可能である。

東海第二の活性炭ベットの構造図を図 2.1-7 に示す。

(2) 材料及び使用条件

東海第二の活性炭ベット主要部位の使用材料を表 2.1-13 に，使用条件を表 2.1-14 に示す。

No.	部位
①	鏡板
②	胴板
③	フランジカバー
④	フランジボルト
⑤	ガスケット
⑥	支持脚
⑦	基礎ボルト

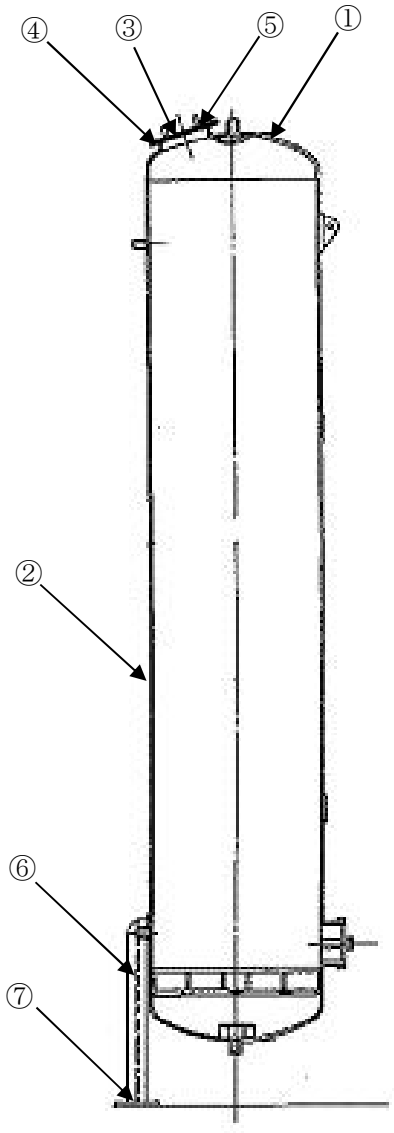


図 2.1-7　活性炭ベット構造図

表 2.1-13　活性炭ベット主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
バウンダリの維持	耐圧	鏡板	炭素鋼
		胴板	炭素鋼
		フランジカバー	炭素鋼
		フランジボルト	低合金鋼
	シール	ガスケット	（消耗品）
機器の支持	支持	支持脚	炭素鋼
		基礎ボルト	炭素鋼

表 2.1-14　活性炭ベットの使用条件

最高使用圧力	0.34 MPa
最高使用温度	66 ℃
内部流体	ガス（排ガス）

2.1.8 排ガス再結合器

(1) 構造

東海第二の排ガス再結合器は，全長 3,715 mm，内径 1,950 mm の円筒型容器であり，2 基設置されている。

胴板は低合金鋼であり，ガス（排ガス）が内包されている。

東海第二の排ガス再結合器の構造図を図 2.1-8 に示す。

(2) 材料及び使用条件

東海第二の排ガス再結合器主要部位の使用材料を表 2.1-15 に，使用条件を表 2.1-16 に示す。

No.	部位
①	鏡板
②	胴板
③	支持脚
④	基礎ボルト

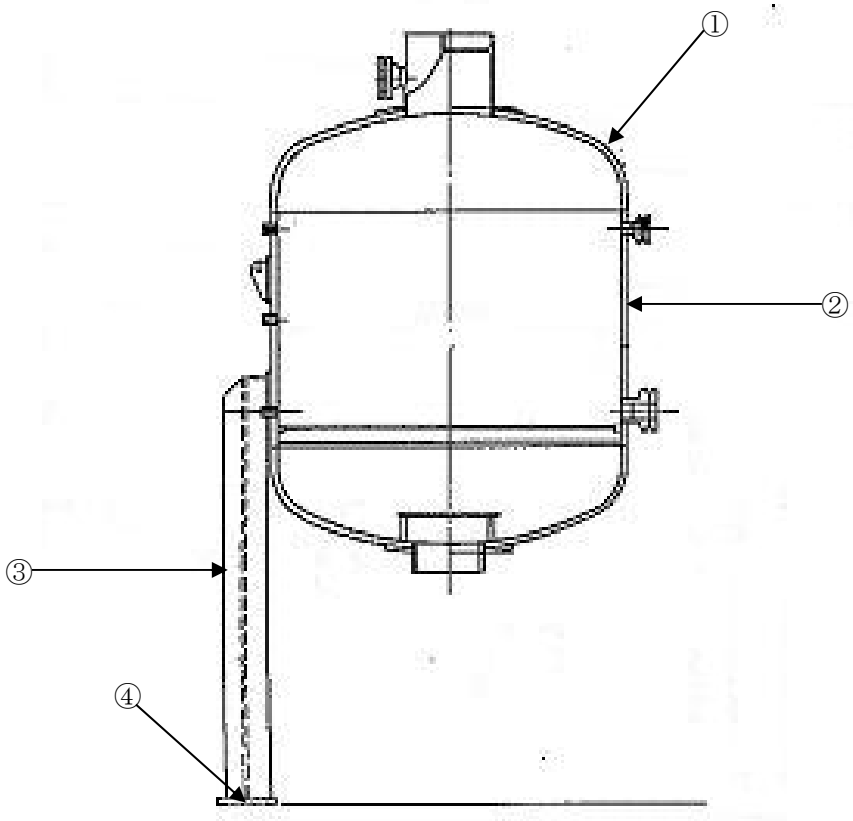


図 2.1-8 排ガス再結合器構造図

表 2.1-15 排ガス再結合器主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
バウンダリの維持	耐圧	鏡板	低合金鋼
		胴板	低合金鋼
機器の支持	支持	支持脚	炭素鋼
		基礎ボルト	炭素鋼

表 2.1-16 排ガス再結合器の使用条件

最高使用圧力	2.41 MPa
最高使用温度	538 ℃
内部流体	ガス（排ガス）

2.1.9 格納容器圧力逃がし装置フィルタ装置

(1) 構造

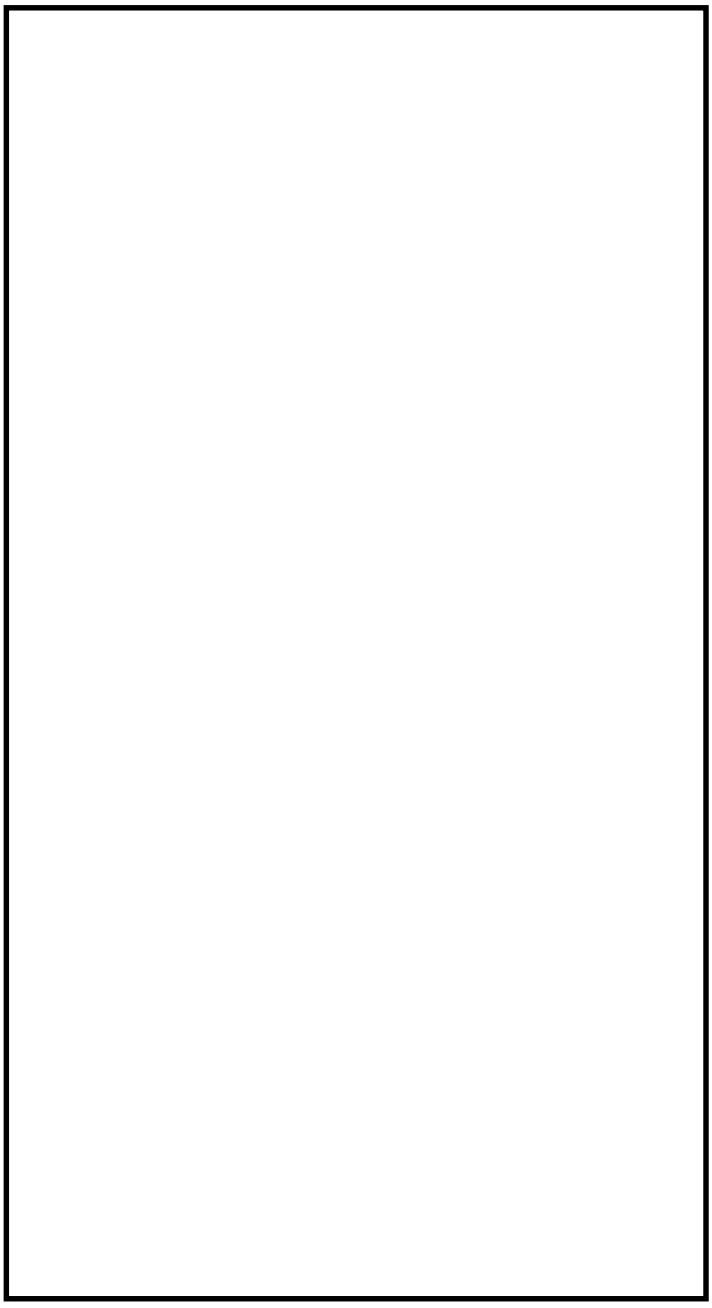
東海第二の格納容器圧力逃がし装置フィルタ装置は，全長 10,000 ㎜，内径 4,600 ㎜の円筒型容器であり，1 基設置されている。

胴板はステンレス鋼であり，スクラビング液としてチオ硫酸ナトリウム，水酸化ナトリウムの混合液を内包し，それ以外の気相部はガス（窒素）で置換されている。

東海第二の格納容器圧力逃がし装置フィルタ装置の構造図を図 2.1-9 に示す。

(2) 材料及び使用条件

東海第二の格納容器圧力逃がし装置フィルタ装置の主要部位の使用材料を表 2.1-17 に，使用条件を表 2.1-18 に示す。



No.	部位
①	鏡板
②	胴板
③	フランジカバー
④	フランジボルト
⑤	ガスケット
⑥	スカート
⑦	基礎ボルト
⑧	多孔板
⑨	モレキュラシーブ
⑩	分配管
⑪	メタルファイバーフィルタ

図 2.1-9 格納容器圧力逃がし装置フィルタ装置構造図

表 2.1-17　格納容器圧力逃がし装置フィルタ装置主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
バウンダリの維持	耐圧	鏡板	ステンレス鋼
		胴板	ステンレス鋼
		フランジカバー	ステンレス鋼
		フランジボルト	低合金鋼
	シール	ガスケット	（消耗品）
機器の支持	支持	スカート	ステンレス鋼
		基礎ボルト	ステンレス鋼
その他	その他	多孔板	ステンレス鋼
		モレキュラシーブ	銀，ゼオライト
		分配管	ステンレス鋼
		メタルファイバーフィルタ	ステンレス鋼

表 2.1-18　格納容器圧力逃がし装置フィルタ装置の使用条件

最高使用圧力	0.62 MPa
最高使用温度	200 ℃
内部流体	ガス（窒素），純水*1

*1：スクラビング液

2.1.10 原子炉冷却材浄化系フィルタ脱塩器

(1) 構造

東海第二の原子炉冷却材浄化系フィルタ脱塩器は，全長 4,260 mm，内径 1,058 mm の円筒型容器であり，2 基設置されている。

胴は炭素鋼で，冷却材と接する内面はステンレス鋼がクラッディングされており，純水が内包されている。

原子炉冷却材浄化系フィルタ脱塩器は，フランジカバーを取外すことにより点検手入れが可能である。

東海第二の原子炉冷却材浄化系フィルタ脱塩器の構造図を図 2.1-10 に示す。

(2) 材料及び使用条件

東海第二の原子炉冷却材浄化系フィルタ脱塩器主要部位の使用材料を表 2.1-19 に，使用条件を表 2.1-20 に示す。

No.	部位
①	胴板
②	フランジカバー
③	鏡板
④	フランジボルト
⑤	ガスケット
⑥	支持脚
⑦	リフティングプレート
⑧	基礎ボルト
⑨	管板
⑩	エレメント

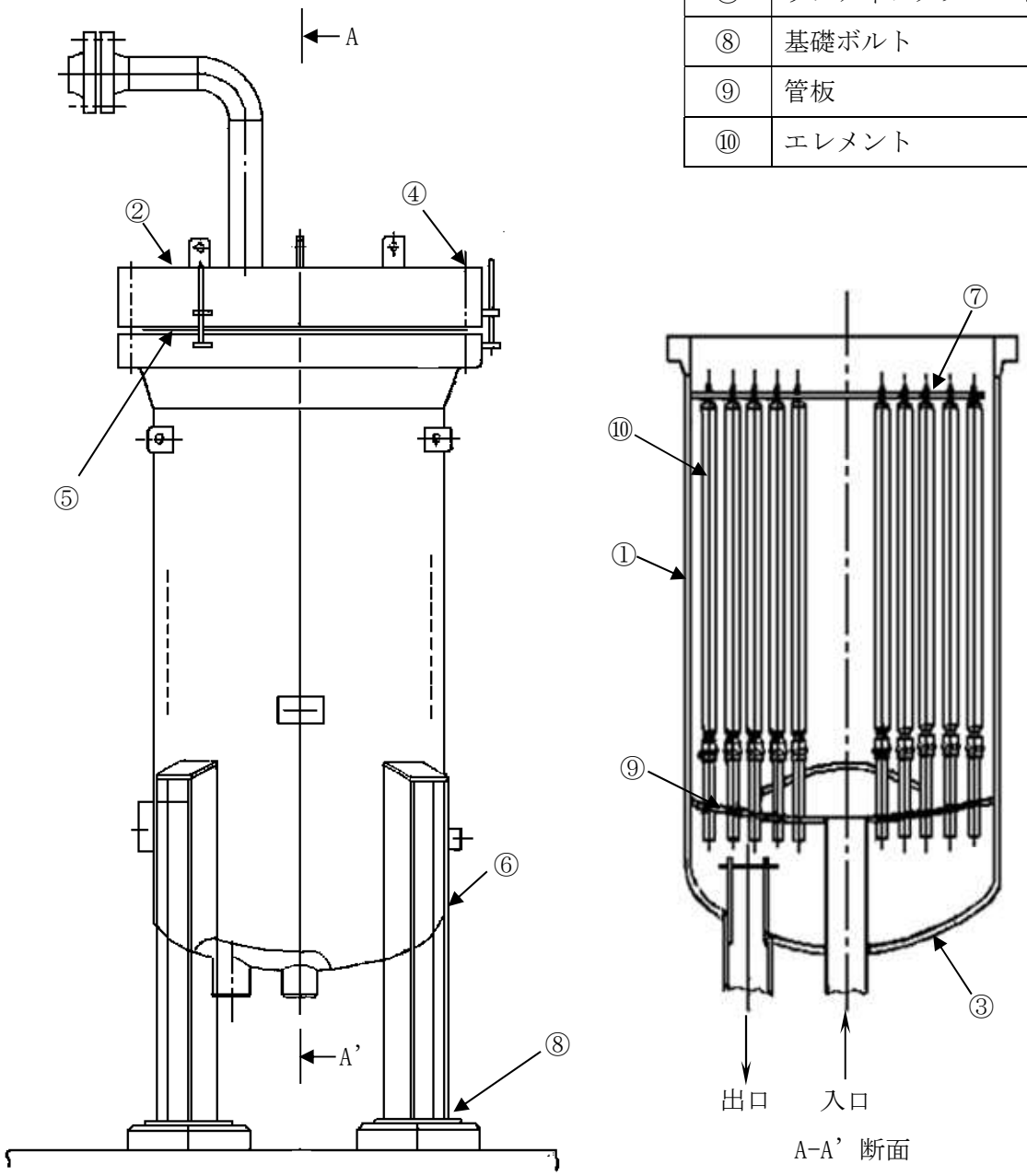


図 2.1-10　原子炉冷却材浄化系フィルタ脱塩器構造図

表 2.1-19　原子炉冷却材浄化系フィルタ脱塩器主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
バウンダリの維持	耐圧	胴板	炭素鋼 （内面ステンレス鋼クラッド）
		フランジカバー	炭素鋼 （内面ステンレス鋼クラッド）
		鏡板	炭素鋼 （内面ステンレス鋼クラッド）
		フランジボルト	低合金鋼
	シール	ガスケット	（消耗品）
機器の支持	支持	支持脚	炭素鋼
		リフティングプレート	ステンレス鋼
		基礎ボルト	炭素鋼
その他	その他	管板	ステンレス鋼
		エレメント	ステンレス鋼

表 2.1-20　原子炉冷却材浄化系フィルタ脱塩器の使用条件

最高使用圧力	9.79 MPa
最高使用温度	66 ℃
内部流体	純水

2.1.11 原子炉再循環ポンプシールパージフィルタ

(1) 構造

東海第二の原子炉再循環ポンプシールパージフィルタは，全長 1736.5 mm，外径 216.3 mm の円筒形容器であり，1 基設置されている。

本体はステンレス鋼で，純水が内包されている。

原子炉再循環ポンプシールパージフィルタは，フランジカバーを取外すことにより点検手入れが可能である。

東海第二の原子炉再循環ポンプシールパージフィルタの構造図を図 2.1-11 に示す。

(2) 材料及び使用条件

東海第二の原子炉再循環ポンプシールパージフィルタ主要部位の使用材料を表 2.1-21 に，使用条件を表 2.1-22 に示す。

No.	部位
①	鏡板
②	胴板
③	フランジカバー
④	フランジボルト
⑤	ガスケット
⑥	取付ボルト
⑦	中空糸膜モジュール

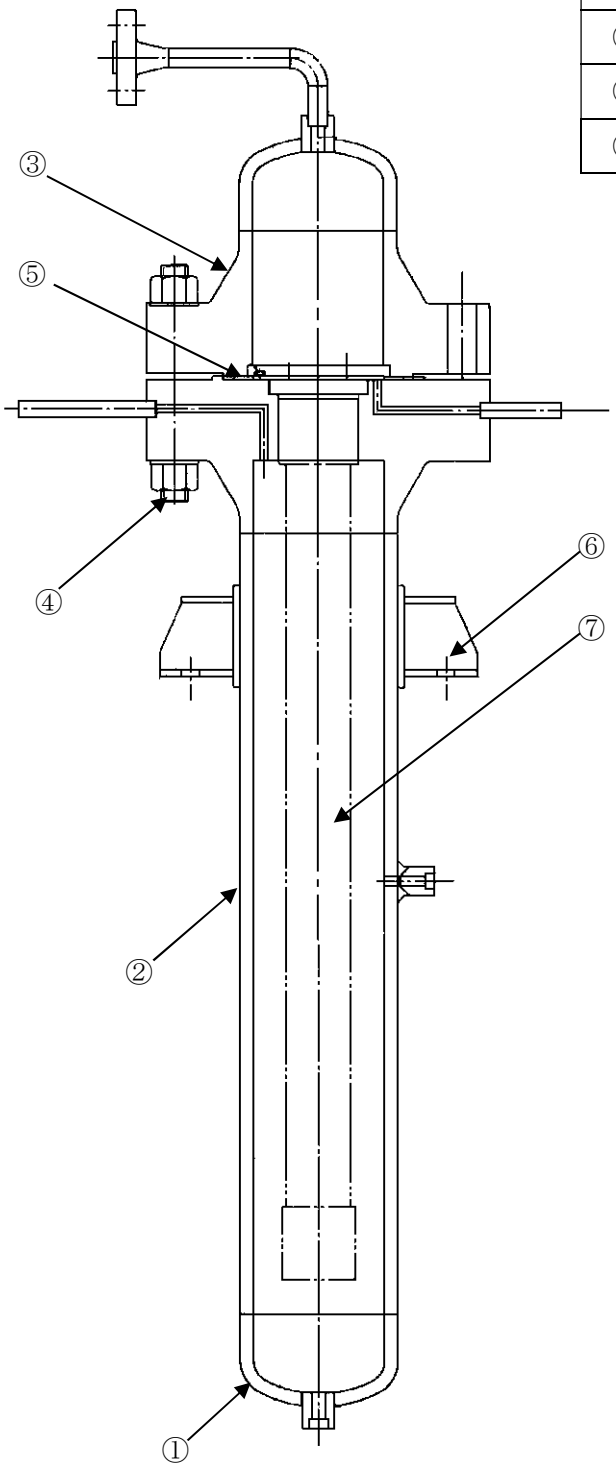


図 2.1-11　原子炉再循環ポンプシールパージフィルタ構造図

表 2.1-21　原子炉再循環ポンプシールパージフィルタ主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
バウンダリの維持	耐圧	鏡板	ステンレス鋼
		胴板	ステンレス鋼
		フランジカバー	ステンレス鋼
		フランジボルト	低合金鋼
	シール	ガスケット	（消耗品）
機器の支持	支持	取付ボルト	ステンレス鋼
その他	その他	中空糸膜モジュール	（定期取替品）

表 2.1-22　原子炉再循環ポンプシールパージフィルタの使用条件

最高使用圧力	12.06 MPa
最高使用温度	66 ℃
内部流体	純水

2.1.12 残留熱除去海水系ポンプ出口ストレーナ

(1) 構造

東海第二の残留熱除去海水系ポンプ出口ストレーナは，全長 2,140 ㎜，内径 790 ㎜の円筒型容器であり，2 基設置されている。

本体はステンレス鋳鋼で，海水が内包されている。

残留熱除去海水系ポンプ出口ストレーナは，フランジカバーを取外すことにより点検手入れが可能である。

東海第二の残留熱除去海水系ポンプ出口ストレーナの構造図を図 2.1-12 に示す。

(2) 材料及び使用条件

東海第二の残留熱除去海水系ポンプ出口ストレーナ主要部位の使用材料を表 2.1-23 に，使用条件を表 2.1-24 に示す。

No.	部位
①	本体
②	フランジカバー
③	フランジボルト
④	0 リング
⑤	基礎ボルト
⑥	エレメント
⑦	防食亜鉛板

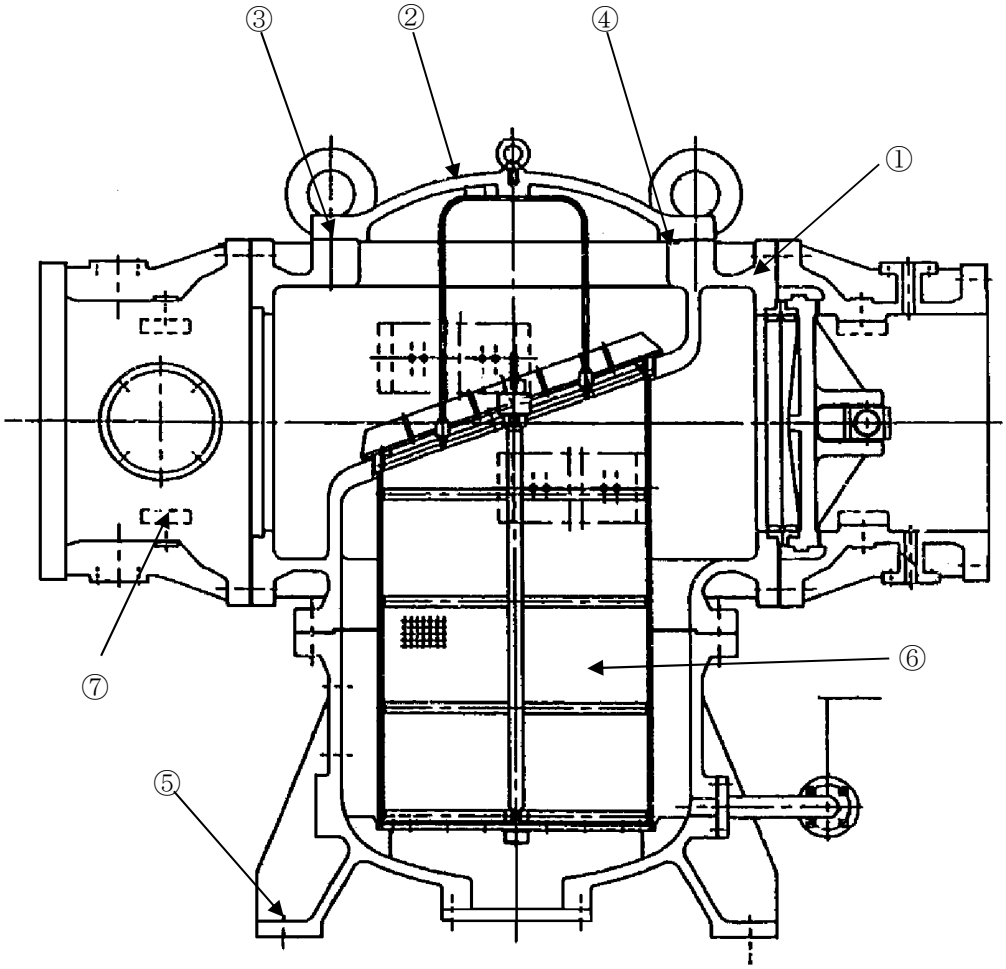


図 2.1-12　残留熱除去海水系ポンプ出口ストレーナ構造図

表 2.1-23 残留熱除去海水系ポンプ出口ストレーナ主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
バウンダリの維持	耐圧	本体	ステンレス鋳鋼
		フランジカバー	ステンレス鋳鋼
		フランジボルト	低合金鋼
	シール	O リング	（消耗品）
機器の支持	支持	基礎ボルト	炭素鋼
その他	その他	エレメント	ステンレス鋼
		防食亜鉛板	（消耗品）

表 2.1-24 残留熱除去海水系ポンプ出口ストレーナの使用条件

最高使用圧力	3.45 MPa
最高使用温度	38 ℃
内部流体	海水

2.2　経年劣化事象の抽出

2.2.1 機器の機能達成に必要な項目

容器の機能である貯蔵機能の達成に必要な項目は以下のとおり。

(1) バウンダリの維持

(2) 機器の支持

(3) その他

2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

(1) 想定される経年劣化事象の抽出

容器について機能達成に必要な項目を考慮して主要な部位に展開した上で，個々の部位の材料，構造，使用条件（内部流体の種類，応力，温度等）及び現在までの運転経験を考慮し，表 2.2-1 で示すとおり想定される経年劣化事象を抽出した（表 2.2-1 で○又は△，▲）。

なお，消耗品及び定期取替品は以下のとおり評価対象外とする。

(2) 消耗品及び定期取替品の扱い

ガスケット，0 リング，防食亜鉛板及びゲートパッキンは消耗品，ブラダ及び中空糸膜モジュールは定期取替品であり，設計時に長期使用はせず取替えを前提としていることから，高経年化対策を見極める上での評価対象外とする。

(3) 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

想定される経年劣化事象のうち下記①，②に該当しない事象を高経年化対策上着目すべき経年劣化事象と判断した。

なお，下記①，②に該当する事象については，2.2.3 項に示すとおり，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断した。

① 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって，想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象として表 2.2-1 で△）

② 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により，今後も経年劣化の進展が考えられない，または進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外として表 2.2-1 で▲）

この結果，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象は抽出されなかった。

2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

(1) 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって，想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象）

a. 基礎ボルトの腐食（全面腐食）［ほう酸水注入系貯蔵タンク，活性炭ベット，排ガス再結合器，原子炉冷却材浄化系フィルタ脱塩器，残留熱除去海水系ポンプ出口ストレーナ］

基礎ボルトの腐食（全面腐食）については，「機械設備の技術評価書」にて評価を行うものとし本評価書には含めていない。

b. 鏡板，胴板等の腐食（全面腐食）［湿分分離器，原子炉冷却材浄化系フィルタ脱塩器］

湿分分離器の鏡板，胴板，ドレンタンク，マンホール蓋は炭素鋼であり，内面は蒸気に接触し，外面は大気接触することから腐食が想定される。

大気接触部は塗装が施されていることから，塗膜が健全であれば腐食が発生する可能性は小さく，点検時に塗膜のはく離等が認められた場合は必要に応じて補修塗装することにより機能を維持している。

また，これまでの各部の目視点検で有意な腐食がないことを確認している。

鏡板（内面），マンホール蓋（鏡板部内面）についてはパーテーションプレートで仕切られ通常は流体の流れがなく，これまでの点検結果から有意な腐食がないことを確認している。

胴板（内面），ドレンタンク（内面）マンホール蓋（胴板部内面）についてもこれまでの目視点検において有意な腐食がないことを確認している。

原子炉冷却材浄化系フィルタ脱塩器の胴板，フランジカバー，鏡板は炭素鋼であり，内面は純水に接液し，外面は大気接触することから腐食が想定される。

内面はステンレス鋼がクラッドされており，腐食が発生する可能性は小さく，これまでの各部の目視点検で有意な腐食がないことを確認している。

大気接触部は塗装が施されていることから，塗膜が健全であれば腐食が発生する可能性は小さく，点検時に塗膜のはく離等が認められた場合は必要に応じて補修塗装することにより機能を維持している。

また，これまでの各部の目視点検で有意な腐食がないことを確認している。

したがって，鏡板，胴板等の腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

c. 鏡板，胴板等の外面の腐食（全面腐食）［スクラム排出水容器，活性炭ベット，排ガス再結合器］

スクラム排出水容器の胴板，鏡板，活性炭ベットの鏡板，胴板，フランジカバー，排ガス再結合器の鏡板，胴板は炭素鋼又は低合金鋼であり，外面は大気接触することから腐食が想定される。

大気接触部は塗装が施されていることから，塗膜が健全であれば腐食が発生する可能性は小さく，点検時に塗膜のはく離等が認められた場合は必要に応じて補修塗装することにより機能を維持している。

また，これまでの各部の目視点検で有意な腐食がないことを確認している。

したがって，鏡板，胴板等の外面の腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

d. 支持鋼材，支持脚及び取付ボルトの腐食（全面腐食）［湿分分離器，SRV（ADS）用アキュムレータ，活性炭ベット，排ガス再結合器，原子炉冷却材浄化系フィルタ脱塩器］

支持鋼材，支持脚及び取付ボルトは炭素鋼であり腐食が想定されるが，大気接触部は塗装が施されていることから，塗膜が健全であれば腐食が発生する可能性は小さく，点検時に塗膜のはく離等が認められた場合は必要に応じて補修塗装することにより機能を維持している。

また，これまでの各部の目視点検で有意な腐食がないことを確認している。

したがって，支持鋼材，支持脚及び取付ボルトの腐食（全面腐食）は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

e. 本体，フランジカバー及びエレメントの腐食（孔食・隙間腐食）［残留熱除去海水系ポンプ出口ストレーナ］

残留熱除去海水系ポンプ出口ストレーナの本体，フランジカバー及びエレメントはステンレス鋳鋼又はステンレス鋼であり，内部流体が海水であることから，腐食（孔食・隙間腐食）の発生が想定される。

しかし，残留熱除去海水系ポンプ出口ストレーナは，防食亜鉛板により腐食（孔食・隙間腐食）を防止しており，これまでの各部の目視点検で有意な腐食（孔食・隙間腐食）がないことを確認している。

また，防食亜鉛板については消耗品として取替えを実施している。

したがって，本体等の腐食（孔食・隙間腐食）は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

f．埋込金物（大気接触部）の腐食（全面腐食）［湿分分離器］

埋込金物は炭素鋼であり腐食が想定されるが，大気接触部は塗装が施されていることから，塗膜が健全であれば腐食が発生する可能性は小さく，点検時に塗膜のはく離等が認められた場合は必要に応じて補修塗装することにより機能を維持している。

また，これまでの各部の目視点検で有意な腐食がないことを確認している。

したがって，埋込金物（大気接触部）の腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

g．フランジボルトの腐食（全面腐食）［湿分分離器，活性炭ベット，格納容器圧力逃がし装置フィルタ装置，原子炉冷却材浄化系フィルタ脱塩器，原子炉再循環ポンプシールパージフィルタ，残留熱除去海水系ポンプ出口ストレーナ］

フランジボルトは炭素鋼又は低合金鋼であり腐食が想定されるが，大気接触部は塗装が施されていることから，塗膜が健全であれば腐食が発生する可能性は小さく，点検時に塗膜のはく離等が認められた場合は必要に応じて補修塗装することにより機能を維持している。

また，これまでの各部の目視点検で有意な腐食がないことを確認している。

格納容器圧力逃がし装置フィルタ装置は新たに設置されることから，今後，目視点検を行うことで健全性を維持できると考える。

したがって，フランジボルトの腐食（全面腐食）は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

h. 鏡板，胴板等の内面の腐食（全面腐食）［ほう酸水注入系貯蔵タンク，SLC 用アキュムレータ，格納容器圧力逃がし装置フィルタ装置］

ほう酸水注入系貯蔵タンクの平板，胴板，底板，マンホール蓋，スパージャ，SLC 用アキュムレータの胴板，スプリングはステンレス鋼であり，内部流体の五ほう酸ナトリウム水により腐食の発生が想定されるが，ステンレス鋼は五ほう酸ナトリウム水に対して耐食性を有しているため，腐食が発生する可能性は小さい。

なお，これまでの目視点検において有意な腐食は確認されておらず，今後もこれらの傾向が変化するとは考え難い。

今後設置される格納容器圧力逃がし装置フィルタ装置についても，鏡板，胴板，フランジカバー，多孔板，分配管，メタルファイバーフィルタはステンレス鋼でありスクラビング液としてチオ硫酸ナトリウム，水酸化ナトリウムの混合液であることから腐食の発生が想定されるが，ステンレス鋼はチオ硫酸ナトリウム，水酸化ナトリウムの混合液に対し耐食性を有していることから，腐食が発生する可能性は小さい。

格納容器圧力逃がし装置フィルタ装置は新たに設置されることから，鏡板，胴板，多孔板，分配管，メタルファイバーフィルタは今後目視点検を行うことで健全性を維持できると考える。

したがって，鏡板，胴板等の内面の腐食（全面腐食）は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

i．鏡板，胴板等の貫粒型応力腐食割れ［ほう酸水注入系貯蔵タンク，使用済燃料貯蔵プール，SRV（ADS）用アキュムレータ，SLC 用アキュムレータ，格納容器圧力逃がし装置フィルタ装置，原子炉再循環ポンプシールパージフィルタ］

鏡板，胴板等はステンレス鋼であり，大気中の海塩粒子に含まれる塩化物イオンに起因する貫粒型応力腐食割れの発生が想定される。

しかしながら，貫粒型応力腐食割れに対しては，代表箇所における定期的な目視点検及び付着塩分量測定を実施することとしており，目視点検で異常を認めた場合及び付着塩分量が基準値（70 $mgCl/m^2$）を超えた箇所について，浸透探傷検査及び表面清掃を実施し，異常のないことを確認している。

また，東海第二では工事における副資材管理でステンレス鋼容器への塩分付着を防止している。

格納容器圧力逃がし装置フィルタ装置については，新たに設置される機器であることから，上記同様，代表箇所における定期的な目視点検及び付着塩分量測定を実施することにより機能を維持することとしている。

使用済燃料貯蔵プールについては，2000 年 3 月に他プラント（伊方３号機）において使用済燃料ピットのステンレス鋼ライニングに貫粒型応力腐食割れが発生している。この事象は，施工時の補修に伴い海塩粒子がステンレス鋼ライニングの裏側に侵入したことが原因と考えられている。

東海第二では，通常の巡視点検により燃料プール水の有意な水位低下のないことを確認するとともに，ライニングからの漏えいがないことを検出ラインにより確認しており，これまで漏えいが検出されたことはない。

このため，貫粒型応力腐食割れが生じる可能性は小さい。

なお，プール水接液部については管理された低塩素濃度水質であり，通常使用温度も約 40 ℃程度と低く，貫粒型応力腐食割れが発生する可能性は小さい。

したがって，鏡板，胴板等の貫粒型応力腐食割れは，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

j．胴板等の内面の腐食（流れ加速型腐食）［湿分分離器］

湿分分離器の胴板，ドレンタンク，マンホール蓋（胴板部）は炭素鋼であり，内部流体が湿分を含む高温の蒸気又は純水（凝縮水）であることから，腐食（流れ加速型腐食）による減肉が発生する可能性がある。

なお，これまでの開放点検時の目視点検及び肉厚測定で，減肉の進行は認められておらず，今後も使用環境に変化がないことから，減肉が進行する可能性は小さい。

したがって，胴板等の内面の腐食（流れ加速型腐食）は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

k. 鏡板，胴板等の粒界型応力腐食割れ［SRV（ADS）用アキュムレータ，格納容器圧力逃がし装置フィルタ装置］

SRV（ADS）用アキュムレータの鏡板，胴板，格納容器圧力逃がし装置フィルタ装置の鏡板，胴板等はステンレス鋼であり粒界型応力腐食割れが発生する可能性がある。

SRV（ADS）用アキュムレータについては，実際の運転温度は 100 ℃以下であり，粒界型応力腐食割れが発生する可能性は小さい。

なお，これまでの目視点検で割れ等は確認されておらず，今後もこれらの傾向が変化するとは考え難い。

格納容器圧力逃がし装置フィルタ装置については，使用温度が 100℃となる時間が運転時間に比べ極めて短いため，粒界型応力腐食割れが発生する可能性は小さい。

なお，格納容器圧力逃がし装置フィルタ装置は新たに設置されることから，今後目視点検を行うことで健全性を維持できると考える。

したがって，鏡板，胴板等の粒界型応力腐食割れは，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

l. 鏡板，胴板の内面の腐食（全面腐食）［スクラム排出水容器］

スクラム排出水容器の胴板，鏡板は炭素鋼であり，内部流体が純水であるため腐食が想定されるが，内部流体は通常排出されている状態であり，腐食の進行する可能性は小さい。

なお，肉厚測定で有意な減肉は認められず，今後も使用環境に変化がないことから，これらの傾向が変化するとは考え難い。

したがって，鏡板，胴板の内面の腐食（全面腐食）は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

(2) 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により，今後も経年劣化の進展が考えられない，又は進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外）

a. 鏡板，胴板，フランジカバーの内面の腐食（全面腐食）［活性炭ベット，排ガス再結合器］

活性炭ベットの鏡板，胴板，フランジカバー，排ガス再結合器の鏡板，胴板は炭素鋼又は低合金鋼であり，内面は内部流体に接することから腐食が想定されるが，内部流体は露点温度を氷点下で管理され，除湿されたガス（排ガス）であることから腐食が発生する可能性はない。

また，今後も使用環境の変化はなく，これらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，鏡板，胴板，フランジカバーの内面の腐食（全面腐食）は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

b. スプリングのへたり［SLC 用アキュムレータ］

ほう酸水注入系はポンプ運転時以外（通常待機中）は系統圧がなくなるため，SLC 用アキュムレータ内でブラダが最大まで膨張しており，スプリングは常時応力がかかった状態にあり，へたりの可能性がある。

しかし，スプリングはスプリング使用時のねじり応力が許容ねじり応力以下になるように設定されており，さらに，スプリングの材料に対する推奨使用最高温度よりも実際の使用温度は低いことから，へたりの進行の可能性はない。

したがって，スプリングのへたりは，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

c. 埋込金物（コンクリート埋設部）の腐食（全面腐食）［湿分分離器］

埋込金物（コンクリート埋設部）は炭素鋼であり腐食が想定されるが，コンクリート埋設部ではコンクリートの大気接触部表面からの中性化の進行により腐食環境となるため，コンクリートが中性化に至り埋込金物に有意な腐食が発生するまで長期間を要す。

したがって，埋込金物（コンクリート埋設部）の腐食（全面腐食）は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象でないと判断する。

d. 鏡板，胴板のクリープ［排ガス再結合器］

排ガス再結合器の最高使用温度は 538 ℃でありクリープが想定されるが，運転温度は約 290 ℃であり，熱クリープの発生開始温度 370 ℃より低いため，クリープが発生する可能性はない。

したがって，胴板，鏡板のクリープは，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

表 2.2-1(1/12)　湿分分離器に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考
					減肉		割れ		材質変化		その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
バウンダリの維持	耐圧	鏡板		炭素鋼		△						*1:流れ加速型腐食 *2:胴板部 *3:コンクリート埋設部
		胴板		炭素鋼		△△*1						
		ドレンタンク		炭素鋼		△△*1						
		マンホール蓋		炭素鋼		△△*1*2						
		フランジボルト		低合金鋼		△						
	シール	ガスケット	◎	－								
機器の支持	支持	支持鋼材		炭素鋼		△						
		埋込金物		炭素鋼		△▲*3						
その他	その他	波板		ステンレス鋼								

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

▲：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象以外）

表 2.2-1(2/12)　スクラム排出水容器に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考
					減肉		割れ		材質変化		その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
バウンダリの維持	耐圧	胴板		炭素鋼		△*1*2						*1：外面
		鏡板		炭素鋼		△*1*2						*2：内面

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表 2.2-1(3/12)　ほう酸水注入系貯蔵タンクに想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考
					減肉		割れ		材質変化		その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
バウンダリの維持	耐圧	平板		ステンレス鋼		△*1		△*2				*1：内面 *2：貫粒型応力腐食割れ
		胴板		ステンレス鋼		△*1		△*2				
		底板		ステンレス鋼		△*1		△*2				
		マンホール蓋		ステンレス鋼		△*1		△*2				
機器の支持	支持	基礎ボルト		低合金鋼		△						
その他	その他	スパージャ		ステンレス鋼		△						

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表 2.2-1(4/12)　使用済燃料貯蔵プールに想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考
					減肉		割れ		材質変化		その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
バウンダリの維持	耐圧	本体		コンクリート（ステンレス鋼内張り）				△*1				*1：貫粒型応力腐食割れ
		ゲート		ステンレス鋼				△*1				
	シール	ゲートパッキン	◎	－								
その他	その他	使用済燃料貯蔵ラック		ボロン添加ステンレス鋼 ステンレス鋼								

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表 2.2-1(5/12)　SRV（ADS）用アキュムレータに想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考
					減肉		割れ		材質変化		その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
バウンダリの維持	耐圧	鏡板		ステンレス鋼				△*1*2				*1：貫粒型応力腐食割れ *2：粒界型応力腐食割れ
		胴板		ステンレス鋼				△*1*2				
機器の支持	支持	支持脚		炭素鋼		△						
		取付ボルト		炭素鋼		△						

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表 2.2-1(6/12)　SLC 用アキュムレータに想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考
					減肉		割れ		材質変化		その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
バウンダリの維持	耐圧	胴板		ステンレス鋼		△*1		△*2				*1：内面
	シール	0 リング	◎	－								*2：貫粒型応力腐食割れ
その他	その他	ブラダ	◎	－								*3：へたり
		スプリング		ステンレス鋼		△					▲*3	

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

▲：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象以外）

表 2.2-1(7/12)　活性炭ベットに想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考
					減肉		割れ		材質変化		その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
バウンダリの維持	耐圧	鏡板		炭素鋼		△*1▲*2						*1：外面 *2：内面
		胴板		炭素鋼		△*1▲*2						
		フランジカバー		炭素鋼		△*1▲*2						
		フランジボルト		低合金鋼		△						
	シール	ガスケット	◎	－								
機器の支持	支持	支持脚		炭素鋼		△						
		基礎ボルト		炭素鋼		△						

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

▲：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象以外）

表 2.2-1(8/12)　排ガス再結合器に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考
					減肉		割れ		材質変化		その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
バウンダリの維持	耐圧	鏡板		低合金鋼		△[*1]▲[*2]					▲[*3]	*1：外面 *2：内面 *3：クリープ
		胴板		低合金鋼		△[*1]▲[*2]					▲[*3]	
機器の支持	支持	支持脚		炭素鋼		△						
		基礎ボルト		炭素鋼		△						

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

▲：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象以外）

表 2.2-1(9/12)　格納容器圧力逃がし装置フィルタ装置に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考
					減肉		割れ		材質変化		その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
バウンダリの維持	耐圧	鏡板		ステンレス鋼		△*1		△*2*3				*1：内面 *2：貫粒型応力腐食割れ *3：粒界型応力腐食割れ
		胴板		ステンレス鋼		△*1		△*2*3				
		フランジカバー		ステンレス鋼		△*1		△*2*3				
		フランジボルト		低合金鋼		△						
	シール	ガスケット	◎	－								
機器の支持	支持	スカート		ステンレス鋼				△*2				
		基礎ボルト		ステンレス鋼								
その他	その他	多孔板		ステンレス鋼		△		△*3				
		モレキュラシーブ		銀，ゼオライト								
		分配管		ステンレス鋼		△		△*3				
		メタルファイバーフィルタ		ステンレス鋼		△		△*3				

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表 2.2-1(10/12)　原子炉冷却材浄化系フィルタ脱塩器に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考
					減肉		割れ		材質変化		その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
バウンダリの維持	耐圧	胴板		炭素鋼*1		△						*1:内面ステンレス鋼クラッド
		フランジカバー		炭素鋼*1		△						
		鏡板		炭素鋼*1		△						
		フランジボルト		低合金鋼		△						
	シール	ガスケット	◎	－								
機器の支持	支持	支持脚		炭素鋼		△						
		リフティングプレート		ステンレス鋼								
		基礎ボルト		炭素鋼		△						
その他	その他	エレメント		ステンレス鋼								
		管板		ステンレス鋼								

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表 2.2-1(11/12)　原子炉再循環ポンプシールパージフィルタに想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考
					減肉		割れ		材質変化		その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
バウンダリの維持	耐圧	鏡板		ステンレス鋼				△*1				*1：貫粒型応力腐食割れ
		胴板		ステンレス鋼				△*1				
		フランジカバー		ステンレス鋼				△*1				
		フランジボルト		低合金鋼		△						
	シール	ガスケット	◎	－								
機器の支持	支持	取付ボルト		ステンレス鋼				△*1				
その他	その他	中空糸膜モジュール	◎	－								

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表 2.2-1(12/12)　残留熱除去海水系ポンプ出口ストレーナに想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考
					減肉		割れ		材質変化		その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
バウンダリの維持	耐圧	本体		ステンレス鋳鋼		△*1						*1:孔食・隙間腐食
		フランジカバー		ステンレス鋳鋼		△*1						
		フランジボルト		低合金鋼		△						
	シール	0 リング	◎	－								
機器の支持	支持	基礎ボルト		炭素鋼		△						
その他	その他	エレメント		ステンレス鋼		△*1						
		防食亜鉛板	◎	－								

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

3. 代表機器以外への展開

本章では 2 章で実施した代表機器の技術評価結果について，1 章で実施したグループ化で代表機器となっていない機器への展開について検討した。

① 原子炉ウェル
② 燃料プール冷却浄化系スキマサージタンク
③ MSIV 用アキュムレータ
④ SRV 用アキュムレータ
⑤ 排ガス後置除湿器
⑥ 制御棒駆動水系ポンプ出口ラインフィルタ
⑦ 原子炉冷却材浄化系ポンプシールパージフィルタ
⑧ 非常用及び HPCS 系ディーゼル発電機海水ポンプ出口ストレーナ
⑨ 緊急用海水系ストレーナ

3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

代表機器同様，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象は抽出されなかった。

3.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

(1) 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって，想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象）

a. 基礎ボルトの腐食（全面腐食）［排ガス後置除湿器，非常用及び HPCS 系ディーゼル発電機海水ポンプ出口ストレーナ］

代表機器と同様に，「機械設備の技術評価書」にて評価を行うものとし，本評価書には含めない。

b. 鏡板，胴板等の腐食（全面腐食）［排ガス後置除湿器，制御棒駆動水系ポンプ出口ラインフィルタ］

代表機器と同様に，鏡板，胴板等は炭素鋼であり腐食が想定されるが，これまでの目視点検で有意な腐食がないことを確認している。

したがって，鏡板，胴板等の腐食（全面腐食）は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

c. 支持脚及び取付ボルトの腐食（全面腐食）［SRV 用アキュムレータ，MSIV 用アキュムレータ，排ガス後置除湿器］

代表機器と同様に，支持脚及び取付ボルトは炭素鋼であり腐食が想定されるが，大気接触部は塗装が施されていることから，塗膜が健全であれば腐食が発生する可能性は小さく，点検時に塗膜のはく離等が認められた場合は必要に応じて補修塗装することにより機能を維持している。

また，これまでの各部の目視点検で有意な腐食がないことを確認している。

したがって，支持鋼材，支持脚及び取付ボルトの腐食（全面腐食）は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

d. 本体等の腐食（孔食・隙間腐食）［非常用及び HPCS 系ディーゼル発電機海水ポンプ出口ストレーナ，緊急用海水系ストレーナ］

代表機器と同様に，非常用及び HPCS 系ディーゼル発電機海水ポンプ出口ストレーナの本体及びフランジカバーはステンレス鋳鋼又はステンレス鋼であり，内部流体が海水であることから，腐食（孔食・隙間腐食）が発生する可能性がある。

しかし，非常用及び HPCS 系ディーゼル発電機海水ポンプ出口ストレーナは防食亜鉛板により腐食（孔食・隙間腐食）を防止しており，これまでの各部の目視点検で有意な腐食（孔食・隙間腐食）がないことを確認している。

また，防食亜鉛板については消耗品として取替えを実施している。

新たに設置される緊急用海水ストレーナについても，同様の防食対策を施すとともに，今後，目視点検を行うことで健全性を維持できると考える。

したがって，本体等の腐食（孔食・隙間腐食）は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

e. フランジボルトの腐食（全面腐食）［排ガス後置除湿器，制御棒駆動水系ポンプ出口ストレーナ，原子炉冷却材浄化系ポンプシールパージフィルタ，非常用及び HPCS 系ディーゼル発電機海水ポンプ出口ストレーナ，緊急用海水系ストレーナ］

代表機器と同様に，フランジボルトは炭素鋼又は低合金鋼であり腐食が想定されるが，大気接触部は塗装が施されていることから，塗膜が健全であれば腐食が発生する可能性は小さく，点検時に塗膜のはく離等が認められた場合は必要に応じて補修塗装することにより機能を維持している。

また，これまでの各部の目視点検で有意な腐食がないことを確認している。

新たに設置される緊急用海水系ストレーナについても，今後，目視点検を行うことで健全性を維持できると考える。

したがって，フランジボルトの腐食（全面腐食）は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

f. 埋込金物の腐食（全面腐食）［MSIV 用アキュムレータ］

代表機器と同様に，埋込金物は炭素鋼であり腐食の可能性は否定できないが，外気接触部については塗装により腐食を防止しており，塗膜が健全であれば腐食進行の可能性は小さい。

また，点検時に目視により塗膜の状態を確認し，はく離等が認められた場合は，必要に応じて補修を実施することとしている。

なお，これまでの目視点検において有意な腐食は確認されておらず，今後も使用環境が変わらないことからこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，埋込金物の腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

g. 鏡板，胴板等の貫粒型応力腐食割れ［MSIV 用アキュムレータ，SRV 用アキュムレータ，原子炉冷却材浄化系ポンプシールパージフィルタ］

代表機器と同様に，鏡板，胴板等はステンレス鋼であり，大気中の海塩粒子に含まれる塩化物イオンに起因する貫粒型応力腐食割れの発生が想定される。

しかしながら，貫粒型応力腐食割れに対しては，代表箇所における定期的な目視点検及び付着塩分量測定を実施することとしており，目視点検で異常を認めた場合及び付着塩分量が基準値（70 mgCl/m^2）を超えた箇所について，浸透探傷検査及び表面清掃を実施し，異常のないことを確認している。

また，東海第二では工事における副資材管理でステンレス鋼容器への塩分付着を防止している。

なお，これまでの各部の目視点検において有意な腐食は確認されておらず，今後も使用環境が変わらないことからこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，鏡板，胴板等の貫粒型応力腐食割れは高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

h. 鏡板，胴板の粒界型応力腐食割れ［MSIV 用アキュムレータ，SRV 用アキュムレータ］

代表機器と同様に，MSIV 用アキュムレータ，SRV 用アキュムレータの鏡板，胴板はステンレス鋼であり粒界型応力腐食割れが発生する可能性があるが，実際の運転温度は 100 ℃以下であり，粒界型応力腐食割れが発生する可能性は小さい。

なお，これまでの各部の目視点検において有意な腐食は確認されておらず，今後も使用環境が変わらないことからこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，鏡板，胴板の粒界型応力腐食割れは，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

(2) 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により，今後も経年劣化の進展が考えられない，又は進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外）

a. 埋込金物の腐食（コンクリート埋設部）の腐食（全面腐食）［共通］

埋込金物（コンクリート埋設部）は炭素鋼又は低合金鋼であり腐食が想定されるが，コンクリート埋設部ではコンクリートの大気接触部表面からの中性化の進行により腐食環境となるため，コンクリートが中性化に至り埋込金物に有意な腐食が発生するまで長期間を要す。

したがって，埋込金物（コンクリート埋設部）の腐食（全面腐食）は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象でないと判断する。

東海第二発電所
配管の技術評価書

（運転を断続的に行うことを前提とした評価）

日本原子力発電株式会社

本評価書は，東海第二発電所（以下，「東海第二」という）で使用されている安全上重要な配管系（重要度分類審査指針におけるクラス1，2の配管系），高温・高圧の環境下にあるクラス3の配管系，高温・高圧の環境下以外にあるクラス3の配管系の中で保守管理に関する方針を策定する配管系及び常設重大事故等対処設備に属する配管系について，運転を断続的に行うことを前提に高経年化に係わる技術評価についてまとめたものである。

評価対象機器の一覧を表1に，機能を表2に示す。

評価対象機器を材料，内部流体で分類し，それぞれのグループから重要度及び使用条件等の観点で代表機器を選定し技術評価を行った後，代表以外の機器について評価を展開している。

本評価書は配管の材料をもとに，以下の3章で構成されている。

1. ステンレス鋼配管系
2. 炭素鋼配管系
3. 低合金鋼配管系

本評価書における原子炉再循環系配管サポートの評価は，原子炉再循環ポンプのサポートの評価も含まれている。

また，制御棒駆動系，ほう酸水注入系，復水系及び給水系の油配管については「ポンプの技術評価書」，原子炉再循環系流量制御弁用油圧発生装置の油配管については「弁の技術評価書」，原子炉隔離時冷却系の油配管については「タービン設備の技術評価書」，ディーゼル機関の補機系統配管（海水系を除く），水圧制御ユニット付属配管，可燃性ガス濃度制御系再結合器付属配管，制御用圧縮空気系設備付属配管，補助ボイラ設備配管及び廃棄物処理系主要配管については「機械設備の技術評価書」に含めてそれぞれ評価を実施するものとし，本評価書には含めていない。

なお，本文中の単位はSI単位系に基づくものとする（圧力の単位は特に注記がない限りゲージ圧力を示す）。

表1　評価対象機器一覧（1/6）

分類基準		当該系統	主な仕様 口径／肉厚(mm)	重要度[*1]	使用条件		
材料	内部流体				運転状態	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (℃)
ステンレス鋼	純水	原子炉隔離時冷却系	150A／11.0	PS-1／MS-1，重[*2]	一時	8.62	302
		原子炉再循環系	630 mm／40.0	PS-1／MS-1，重[*2]	連続	11.38	302
		ほう酸水注入系	40A／5.1	MS-1，重[*2]	一時	9.66	302
		不活性ガス系	25A／3.9	MS-1	一時	0.31	171
		原子炉系	20A／3.9	MS-1	連続	8.62	302
		原子炉冷却材浄化系	150A／11.0	PS-1／MS-1	連続	8.62	302
		残留熱除去系	300A／25.4	PS-1／MS-1，重[*2]	一時	10.69	302
		純水補給水系	50A／3.9	MS-1	一時	1.32	66
		制御棒駆動系	33.4 mm／4.5	MS-1，重[*2]	連続	12.06	66
		補助系	80A／7.6	MS-1，重[*2]	連続	0.52	105
		燃料プール冷却浄化系	250A／9.3	MS-2，重[*2]	連続	1.38	66
		事故時サンプリング設備	20A／3.9	MS-1	一時	8.62	302
		高圧炉心スプレイ系	20A／3.9	MS-1	一時	8.62	302
		低圧炉心スプレイ系	20A／3.9	MS-1	一時	8.62	302
		原子炉保護系	25A／4.5	MS-1	一時	8.62	138
		重大事故等対処設備[*3]	50A／3.9	重[*2]	一時	2.5	200

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す
*2：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す
*3：新規に設置される機器

表１　評価対象機器一覧（2/6）

分類基準		当該系統	主な仕様 口径／肉厚(mm)	重要度[*1]	使用条件		
材料	内部流体				運転状態	最高使用圧力(MPa)	最高使用温度(℃)
ステンレス鋼	その他ガス	原子炉再循環系	20A／3.9	MS-1	一時	0.31	171
		不活性ガス系	50A／5.5	MS-1	一時	0.31	171
		制御用圧縮空気系	50A／3.9	MS-1，重[*3]	連続	1.38	66
		格納容器雰囲気監視系	25A／4.5	MS-1	一時	0.31	171
		中性子計装系	10A／2.3	MS-1	一時	0.31	171
		試料採取系	20A／3.9	MS-1	一時	0.31	171
		発電機系	15A／3.7	高[*2]	連続	14.7	40
		消火設備[*4]	100A／8.6	高[*2]	一時	10.8	40
		サプレッション・プール水 pH 制御装置[*4]	80A／5.5	MS-1	一時	0.31	171
		重大事故等対処設備[*4]	600A／12.7	重[*3]	一時	0.62	200
	五ほう酸ナトリウム水	ほう酸水注入系	40A／5.1	MS-1，重[*3]	一時	9.66	66
	蒸気	原子炉隔離時冷却系	20A／3.9	MS-1	一時	8.62	302
		原子炉保護系	20A／3.9	MS-1	連続	8.62	302
		原子炉給水ポンプ駆動用蒸気タービン系	125A／6.6	高[*2]	連続	0.35	124
		所内蒸気系	25A／4.5	高[*2]	連続	0.98	183

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す
*2：最高使用温度が 95 ℃を超え，又は最高使用圧力が 1,900 kPa を超える環境下にある原子炉格納容器外の重要度クラス 3 の機器
*3：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す
*4：新規に設置される機器

表１　評価対象機器一覧（3/6）

分類基準		当該系統	主な仕様 口径／肉厚(mm)	重要度[*1]	使用条件		
材料	内部流体				運転 状態	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (℃)
炭素鋼	純水	原子炉隔離時冷却系	150A／14.3	PS-1／MS-1，重[*4]	一時	8.62	302
		原子炉系	500A／26.2	PS-1／MS-1，重[*4]	連続	8.62	302
		原子炉冷却材浄化系	65A／9.5	PS-1	連続	8.62	302
		残留熱除去系	300A／17.4	PS-1／MS-1，重[*4]	一時	8.62	302
		制御棒駆動系	200A／12.7	MS-1	一時	8.62	138
		補助系	80A／5.5	MS-1	一時	0.86	100
		燃料プール冷却浄化系	25A／4.5	MS-1	一時	0.35	66
		高圧炉心スプレイ系	300A／17.4	PS-1／MS-1，重[*4]	一時	8.62	302
		低圧炉心スプレイ系	300A／17.4	PS-1／MS-1，重[*4]	一時	8.62	302
		原子炉保護系	25A／4.5	MS-1	一時	8.62	138
		タービングランド蒸気系	80A／5.5	高[*2]	連続	1.04	233
		復水系	750A／28.6	高[*2]，高以外[*3]	連続	6.14	205
		給水系	600A／46.0	高[*2]	連続	8.62	302
		給水加熱器ドレン系	200A／8.2	高[*2]	連続	2.97	239
		所内蒸気系	150A／7.1	高[*2]	連続	0.96	183
		重大事故等対処設備[*5]	200A／8.2	重[*4]	一時	3.45	174

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す
*2：最高使用温度が 95℃を超え，又は最高使用圧力が 1,900 kPa を超える環境下にある原子炉格納容器外の重要度クラス 3 の機器
*3：重要度が「高」の機器以外の範囲で保守管理に関する方針を策定する重要度クラス 3 の機器
*4：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す
*5：新規に設置される機器

表１　評価対象機器一覧（4/6）

分類基準		当該系統	主な仕様 口径／肉厚(mm)	重要度[*2]	使用条件		
材料	内部流体				運転 状態	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (℃)
炭素鋼	冷却水[*1]	原子炉補機冷却系	200A／8.2	MS-1	連続	0.86	66
		ドライウェル冷却系	150A／7.1	MS-1	連続	0.86	66
	蒸気	原子炉隔離時冷却系	250A／15.1	PS-1／MS-1，重[*4]	一時	8.62	302
		原子炉系	650A／33.6	PS-1／MS-1，重[*4]	連続	8.62	302
		タービン主蒸気系	750A／56.4	PS-2	連続	8.62	302
		主蒸気隔離弁漏えい抑制系	50A／8.7	PS-1／MS-1	連続	8.62	302
		タービングランド蒸気系	250A／18.2	高[*3]	連続	8.62	302
		空気抽出系	250A／9.3	高[*3]	連続	2.41	205
		給水加熱器ベント系	150A／7.1	高[*3]	連続	2.97	235
		原子炉給水ポンプ駆動用 蒸気タービン系	250A／18.2	高[*3]	連続	8.62	302
		所内蒸気系	300A／10.3	高[*3]	連続	0.98	183
		重大事故等対処設備[*5]	100A／8.6	重[*4]	一時	8.62	302

*1：冷却水（防錆剤入り純水）
*2：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す
*3：最高使用温度が 95℃を超え，又は最高使用圧力が 1,900 kPa を超える環境下にある原子炉格納容器外の重要度クラス 3 の機器
*4：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す
*5：新規に設置される機器

表１　評価対象機器一覧（5/6）

分類基準		当該系統	主な仕様 口径／肉厚(mm)	重要度[*1]	使用条件		
材料	内部流体				運転状態	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (℃)
炭素鋼	その他ガス	非常用ガス再循環系	600A／12.0	MS-1，重[*3]	一時	0.014	86
		非常用ガス処理系	450A／14.3	MS-1，重[*3]	一時	0.014	86
		可燃性ガス濃度制御系	150A／7.1	MS-1	一時	0.31	171
		気体廃棄物処理系	300A／10.3	PS-2	連続	2.41	205
		不活性ガス系	600A／9.5	MS-1，重[*3]	連続	0.31	171
		消火設備	65A／7.0	高[*2]	一時	10.8	40
		希ガスチャコール系	125A／6.6	高[*2]	連続	0.34	340
		重大事故等対処設備[*4]	600A／12.7	重[*3]	一時	0.62	200
	海水	非常用ディーゼル発電機海水系	250A／9.3	MS-1，重[*3]	一時	0.70	66
		高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機海水系	250A／9.3	MS-1，重[*3]	一時	0.70	66
		残留熱除去海水系	500A／12.7	MS-1，重[*3]	一時	3.45	66
		重大事故等対処設備[*4]	150A／7.1	重[*3]	一時	0.98	66

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

*2：最高使用温度が95℃を超え，又は最高使用圧力が1,900 kPaを超える環境下にある原子炉格納容器外の重要度クラス3の機器

*3：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す

*4：新規に設置される機器

表１　評価対象機器一覧（6/6）

分類基準		当該系統	主な仕様 口径／肉厚(mm)	重要度[*1]	使用条件		
材料	内部流体				運転状態	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (℃)
低合金鋼	純水	給水加熱器ドレン系	80A／7.6	高[*2]	連続	1.04	233
		タービングランド蒸気系	50A／5.5	高[*2]	連続	0.42	155
		所内蒸気系	50A／5.5	高[*2]	連続	0.98	183
	その他ガス	気体廃棄物処理系	300A／14.3	PS-2	連続	2.41	538
	蒸気	原子炉系	65A／9.5	PS-2	連続	8.62	302
		抽気系	1200A／15.9	高[*2]	連続	1.81	210
		タービン補助蒸気系	125A／8.5	高[*2]	連続	8.62	302
		タービングランド蒸気系	150A／7.1	高[*2]	連続	8.62	302
		給水加熱器ベント系	40A／5.1	高[*2]	連続	1.81	210
		原子炉給水ポンプ駆動用蒸気タービン系	40A／7.1	高[*2]	連続	8.62	302

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

*2：最高使用温度が 95℃を超え，又は最高使用圧力が 1,900 kPa を超える環境下にある原子炉格納容器外の重要度クラス 3 の機器

表2　評価対象機器機能一覧（1/3）

当該系統	機能
原子炉隔離時冷却系	原子炉隔離時に蒸気を原子炉隔離時冷却系タービンへ導き，原子炉へ給水する系統を構成する。
原子炉再循環系	原子炉内の冷却材を原子炉圧力容器より引き出し，原子炉再循環ポンプで加圧した後，原子炉圧力容器内に設置したジェットポンプを通して供給することで原子炉冷却材を強制循環させる系統を構成する。
ほう酸水注入系	制御棒の挿入不能により，原子炉の冷温停止ができない場合にほう酸水を原子炉圧力容器底部より注入して負の反応度を与え，原子炉を冷温停止状態にする系統を構成する。
不活性ガス系	プラント運転中に原子炉格納容器内を窒素雰囲気にする不活性ガス系統を構成する。
原子炉系	原子炉で発生した蒸気をタービン主蒸気系に移送する系統，給水系から移送されてきた給水を原子炉へ供給する系統等を構成する。
原子炉冷却材浄化系	原子炉冷却材の一部をろ過，脱塩し，給水系に戻す系統を構成する。
残留熱除去系	原子炉停止時の崩壊熱除去のため残留熱除去系熱交換器にて原子炉冷却材を冷却する系統を構成する。その他低圧注水モード等がある。
純水補給水系	各系統に必要な純水を復水貯蔵タンクより移送する系統を構成する（ただし，対象は原子炉格納容器バウンダリのみ）。
制御棒駆動系	制御棒の駆動に必要な水を供給する系統を構成する。
補助系	原子炉格納容器内で発生する廃液を液体廃棄物処理系まで移送する系統を構成する（ただし，対象は原子炉格納容器バウンダリのみ）。
燃料プール冷却浄化系	使用済燃料プール水の一部をろ過，脱塩し，使用済燃料プールに戻す系統を構成する。
事故時サンプリング設備	原子炉冷却材喪失事故時に放射性障壁の健全性を確認するためにサンプリングする系統を構成する（ただし，対象は原子炉格納容器バウンダリのみ）。
高圧炉心スプレイ系	小破断による原子炉冷却材喪失事故時に，炉圧が高い状態において，原子炉水位確保と減圧及び炉心の冷却を行うため，復水貯蔵タンク又はサプレッション・プール内の水を炉心に供給する系統を構成する。
低圧炉心スプレイ系	大破断による原子炉冷却材喪失事故時に炉心の冷却を行うため，サプレッション・プール内の水を炉心に供給する系統を構成する。
原子炉保護系	原子炉圧力，原子炉水位等を測定するため，原子炉格納容器外にある検出器に原子炉冷却材，主蒸気等を送る系統を構成する。
タービングランド蒸気系	主タービンの軸封を行う蒸気を供給する系統を構成する。
復水系	主復水器で凝縮された復水を原子炉給水ポンプへ移送する系統を構成する。

表2　評価対象機器機能一覧（2/3）

当該系統	機能
給水系	復水系から移送されてきた給水を原子炉へ供給する系統を構成する。
給水加熱器ドレン系	給水加熱器で凝縮した抽気蒸気ドレン水を主復水器へ移送する系統を構成する。
所内蒸気系	補助ボイラ設備により発生した蒸気を放射性廃棄物処理系等に供給する系統を構成する。
制御用圧縮空気系	空気作動弁や計装機器に駆動用圧縮空気を供給する系統を構成する。
格納容器雰囲気監視系	原子炉冷却材喪失事故時に原子炉格納容器内の雰囲気を監視する系統を構成する。
中性子計装系	移動式炉心内中性子束計装検出器を原子炉格納容器外から炉心内に挿入，引抜するための系統を構成する（ただし，対象は原子炉格納容器バウンダリのみ）。
試料採取系	各系統のサンプリングを行う系統を構成する（ただし，対象は原子炉格納容器バウンダリのみ）。
発電機系	発電機固定子，回転子冷却用の水素を発電機へ供給する系統を構成する。
非常用ガス再循環系	原子炉建屋内における，放射性物質の放出を伴う事故時に，放射性物質を除去する系統を構成する。
非常用ガス処理系	非常用ガス再循環系で処理されたガスの一部を，再度放射性物質を除去し，排気筒から放出する系統を構成する。
可燃性ガス濃度制御系	原子炉冷却材喪失事故に伴い，燃料被覆材のジルコニウムと水の反応により発生する水素と酸素の濃度を制御する系統を構成する。
気体廃棄物処理系	主復水器内の非凝縮性ガス（排ガス）のうち，酸素と水素を再結合させるとともに，放射性希ガスを希ガスチャコール系に移送する系統を構成する。
消火設備	火災を感知し，自動的に炭酸ガスを放出する系統を構成する。
希ガスチャコール系	気体廃棄物処理系から移送された放射性希ガスを活性炭ホールドアップ装置にて減衰させた後に排気筒から放出する系統を構成する。
原子炉補機冷却系	原子炉格納容器内，原子炉建屋内の原子炉補機等に冷却水を循環供給する系統を構成する（ただし，対象は原子炉格納容器バウンダリのみ）。
ドライウェル冷却系	ドライウェル内の湿度を調整する系統を構成する（ただし，対象は原子炉格納容器バウンダリのみ）。
原子炉給水ポンプ駆動用蒸気タービン系	主蒸気の一部を原子炉給水ポンプ駆動用タービンへ移送する系統を構成する。
タービン主蒸気系	原子炉で発生した蒸気を主タービンに移送する系統を構成する。
主蒸気隔離弁漏えい抑制系	主蒸気管破断事故時に主蒸気隔離弁からの漏えい蒸気をサプレッション・プール等へ導く系統を構成する。
抽気系	タービン抽気を主復水器及び給水加熱器へ移送する系統を構成する。

表2　評価対象機器機能一覧（3/3）

当該系統	機能
空気抽出系	駆動用蒸気を用いて，主復水器内の非凝縮性ガスを抽出し，主復水器の真空度を確保する系統を構成する。
給水加熱器ベント系	給水加熱器内の非凝縮性ガスを主復水器へ移送する系統を構成する。
タービン補助蒸気系	主蒸気の一部を蒸気式空気抽出器，グランド蒸気蒸発器へ移送する系統を構成する。
非常用ディーゼル発電機海水系	非常用ディーゼル機関に付属する各熱交換器へ，冷却用の海水を移送する系統を構成する。
高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機海水系	高圧炉心スプレイ系ディーゼル機関に付属する各熱交換器へ，冷却用の海水を移送する系統を構成する。
残留熱除去海水系	残留熱除去系熱交換器へ冷却用の海水を移送する系統を構成する。
サプレッション・プール水pH制御装置	格納容器圧力逃がし装置を使用する際，サプレッション・プール水の酸性化防止及び核分裂生成物由来のよう素を捕捉するため，サプレッション・プール水のpHを制御する系統を構成する（ただし，対象は原子炉格納容器バウンダリのみ）。
重大事故等対処設備	設計基準事故対処設備が有する原子炉の冷却機能等が喪失した場合において，炉心の著しい損傷防止及び原子炉格納容器の破損防止等のため，サプレッション・プール水等を原子炉に注水する系統，最終ヒートシンクへ熱を輸送する系統及び原子炉格納容器内ガスをフィルタ装置へ導き，放射性物質を低減させ放出する系統等を構成する。

1. ステンレス鋼配管系

［対象系統］

① 原子炉隔離時冷却系
② 原子炉再循環系
③ ほう酸水注入系
④ 不活性ガス系
⑤ 原子炉系
⑥ 原子炉冷却材浄化系
⑦ 残留熱除去系
⑧ 純水補給水系
⑨ 制御棒駆動系
⑩ 補助系
⑪ 燃料プール冷却浄化系
⑫ 事故時サンプリング設備
⑬ 高圧炉心スプレイ系
⑭ 低圧炉心スプレイ系
⑮ 原子炉保護系
⑯ 制御用圧縮空気系
⑰ 格納容器雰囲気監視系
⑱ 中性子計装系
⑲ 試料採取系
⑳ 発電機系
㉑ 消火設備
㉒ 原子炉給水ポンプ駆動用蒸気タービン系
㉓ 所内蒸気系
㉔ サプレッション・プール水 pH 制御装置
㉕ 重大事故等対処設備

目次

1. 対象機器及び代表機器の選定..... 1-1
1.1 グループ化の考え方及び結果..... 1-1
1.2 代表機器の選定..... 1-1
2. 代表機器の技術評価..... 1-4
2.1 構造，材料及び使用条件..... 1-4
2.1.1 原子炉再循環系..... 1-4
2.1.2 制御用圧縮空気系..... 1-7
2.1.3 ほう酸水注入系（五ほう酸ナトリウム水部）..... 1-10
2.1.4 原子炉保護系..... 1-13
2.2 経年劣化事象の抽出..... 1-16
2.2.1 機器の機能達成に必要な項目..... 1-16
2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出..... 1-16
2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象..... 1-17
2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の評価..... 1-26
3. 代表機器以外への展開..... 1-29
3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象..... 1-30
3.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象..... 1-30

1. 対象機器及び代表機器の選定

東海第二で使用している主要なステンレス鋼配管系の主な仕様を表1-1に示す。

これらの配管を内部流体の観点からグループ化し，それぞれのグループより以下のとおり代表機器を選定した。

1.1 グループ化の考え方及び結果

内部流体を分類基準とし，ステンレス鋼配管系を表 1-1 に示すとおりグループ化する。

内部流体は純水，その他ガス，五ほう酸ナトリウム水，蒸気に分類される。

1.2 代表機器の選定

表 1-1 に分類されるグループ毎に，重要度，運転状態，最高使用温度，最高使用圧力及び口径の観点から代表機器を選定する。

(1) 内部流体：純水

このグループには，原子炉隔離時冷却系，原子炉再循環系，ほう酸水注入系，不活性ガス系，原子炉系，原子炉冷却材浄化系，残留熱除去系，純水補給水系，制御棒駆動系，補助系，燃料プール冷却浄化系，事故時サンプリング設備，高圧炉心スプレイ系，低圧炉心スプレイ系，原子炉保護系，重大事故等対処設備が属するが，重要度が高く，運転状態が厳しく，最高使用温度が高い系統のうち，最高使用圧力が高い原子炉再循環系を代表機器とする。

(2) 内部流体：その他ガス

このグループには，原子炉再循環系，制御用圧縮空気系，不活性ガス系，格納容器雰囲気監視系，中性子計装系，試料採取系，発電機系，消火設備，サプレッション・プール水 pH 制御装置，重大事故等対処設備が属するが，重要度が高く，運転状態が厳しい制御用圧縮空気系を代表機器とする。

(3) 内部流体：五ほう酸ナトリウム水

このグループには，ほう酸水注入系のみが属することから，同系統を代表機器とする。

(4) 内部流体：蒸気

このグループには，原子炉隔離時冷却系，原子炉保護系，原子炉給水ポンプ駆動用蒸気タービン系，所内蒸気系が属するが，重要度が高く，運転状態が厳しい原子炉保護系を代表機器とする。

表 1-1 (1/2)　ステンレス鋼配管系のグループ化及び代表機器の選定

分類基準		当該系統	選定基準					選定	選定理由
			主な仕様 口径／肉厚(mm)	重要度*1	使用条件				
材料	内部流体				運転状態	最高使用圧力(MPa)	最高使用温度(℃)		
ステンレス鋼	純水	原子炉隔離時冷却系	150A／11.0	PS-1／MS-1，重*2	一時	8.62	302		重要度 運転状態 最高使用温度 最高使用圧力
		原子炉再循環系	630 mm／40.0	PS-1／MS-1，重*2	連続	11.38	302	◎	
		ほう酸水注入系	40A／5.1	MS-1，重*2	一時	9.66	302		
		不活性ガス系	25A／3.9	MS-1	一時	0.31	171		
		原子炉系	20A／3.9	MS-1	連続	8.62	302		
		原子炉冷却材浄化系	150A／11.0	PS-1／MS-1	連続	8.62	302		
		残留熱除去系	300A／25.4	PS-1／MS-1，重*2	一時	10.69	302		
		純水補給水系	50A／3.9	MS-1	一時	1.32	66		
		制御棒駆動系	33.4 mm／4.5	MS-1，重*2	連続	12.06	66		
		補助系	80A／7.6	MS-1，重*2	連続	0.52	105		
		燃料プール冷却浄化系	250A／9.3	MS-2，重*2	連続	1.38	66		
		事故時サンプリング設備	20A／3.9	MS-1	一時	8.62	302		
		高圧炉心スプレイ系	20A／3.9	MS-1	一時	8.62	302		
		低圧炉心スプレイ系	20A／3.9	MS-1	一時	8.62	302		
		原子炉保護系	25A／4.5	MS-1	一時	8.62	138		
		重大事故等対処設備*3	50A／3.9	重*2	一時	2.5	200		

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

*2：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す

*3：新規に設置される機器

表 1-1 (2/2)　ステンレス鋼配管系のグループ化及び代表機器の選定

分類基準		当該系統	選定基準					選定	選定理由
材料	内部流体		主な仕様 口径／肉厚(mm)	重要度*1	使用条件 運転状態	使用条件 最高使用圧力(MPa)	使用条件 最高使用温度 (℃)		
ステンレス鋼	その他ガス	原子炉再循環系	20A／3.9	MS-1	一時	0.31	171		重要度 運転状態
		不活性ガス系	50A／5.5	MS-1	一時	0.31	171		
		制御用圧縮空気系	50A／3.9	MS-1，重*3	連続	1.38	66	◎	
		格納容器雰囲気監視系	25A／4.5	MS-1	一時	0.31	171		
		中性子計装系	10A／2.3	MS-1	一時	0.31	171		
		試料採取系	20A／3.9	MS-1	一時	0.31	171		
		発電機系	15A／3.7	高*2	連続	14.7	40		
		消火設備*4	100A／8.6	高*2	一時	10.8	40		
		サプレッション・プール水 pH 制御装置*4	80A／5.5	MS-1	一時	0.31	171		
		重大事故等対処設備*4	600A／12.7	重*3	一時	0.62	200		
	五ほう酸ナトリウム水	ほう酸水注入系	40A／5.1	MS-1，重*3	一時	9.66	66	◎	
	蒸気	原子炉隔離時冷却系	20A／3.9	MS-1	一時	8.62	302		
		原子炉保護系	20A／3.9	MS-1	連続	8.62	302	◎	重要度 運転状態
		原子炉給水ポンプ駆動用蒸気タービン系	125A／6.6	高*2	連続	0.35	124		
		所内蒸気系	25A／4.5	高*2	連続	0.98	183		

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

*2：最高使用温度が 95 ℃を超え，又は最高使用圧力が 1,900 kPa を超える環境下にある原子炉格納容器外の重要度クラス 3 の機器

*3：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す

*4：新規に設置される機器

2. 代表機器の技術評価

本章では1章で代表機器とした以下の配管について技術評価を実施する。

① 原子炉再循環系

② 制御用圧縮空気系

③ ほう酸水注入系（五ほう酸ナトリウム水部）

④ 原子炉保護系

2.1 構造，材料及び使用条件

2.1.1 原子炉再循環系

(1) 構造

東海第二の原子炉再循環系配管は，配管（直管，エルボ，Ｔ継手等），温度計ウェル，及びオイルスナッバ等で構成されており，配管にステンレス鋼が使用されている。

また，各配管は溶接継手により他の配管，機器に接続されている。

東海第二の原子炉再循環系配管の系統図を図 2.1-1 に示す。

(2) 材料及び使用条件

東海第二の原子炉再循環系配管主要部位の使用材料を表 2.1-1 に，使用条件を表 2.1-2 に示す。

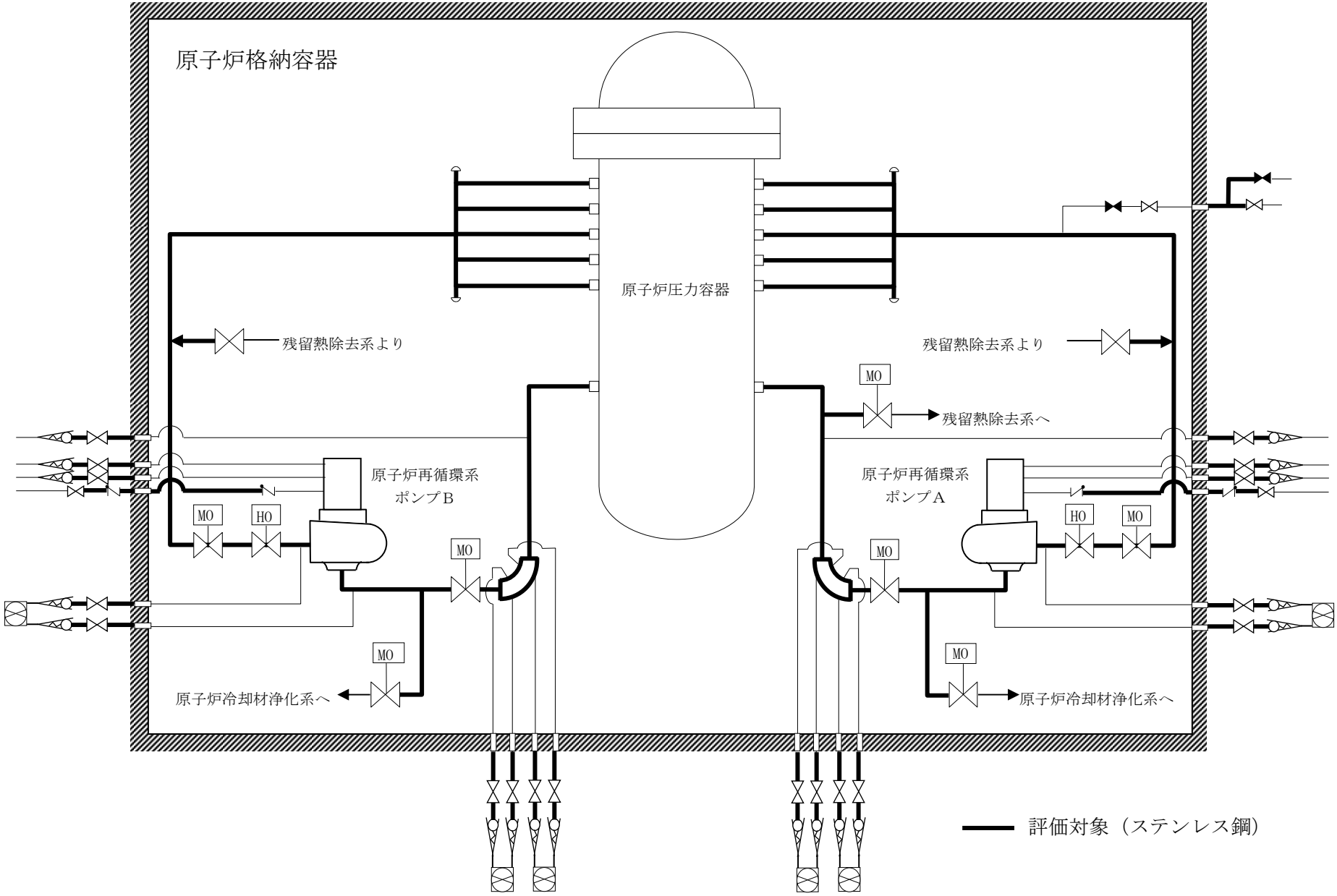


図 2.1-1　原子炉再循環系系統図

表 2.1-1　原子炉再循環系配管主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
バウンダリの維持	耐圧	配管	ステンレス鋼
		温度計ウェル	ステンレス鋼
機器の支持	支持	オイルスナッバ	炭素鋼
		ハンガ	炭素鋼
		ラグ	ステンレス鋼
		レストレイント	炭素鋼
		サポート取付ボルト・ナット	低合金鋼，炭素鋼
		埋込金物	炭素鋼
		基礎ボルト	炭素鋼，樹脂

表 2.1-2　原子炉再循環系配管の使用条件

最高使用圧力	11.38 MPa
最高使用温度	302 ℃
内部流体	純水

2.1.2 制御用圧縮空気系

(1) 構造

東海第二の制御用圧縮空気系配管は，配管（直管，エルボ，Ｔ継手等）及びレストレイント等で構成されており，配管にステンレス鋼が使用されている。

また，各配管は溶接継手により他の配管，機器に接続されている。

東海第二の制御用圧縮空気系配管の系統図を図 2.1-2 に示す。

(2) 材料及び使用条件

東海第二の制御用圧縮空気系配管主要部位の使用材料を表 2.1-3 に，使用条件を表 2.1-4 に示す。

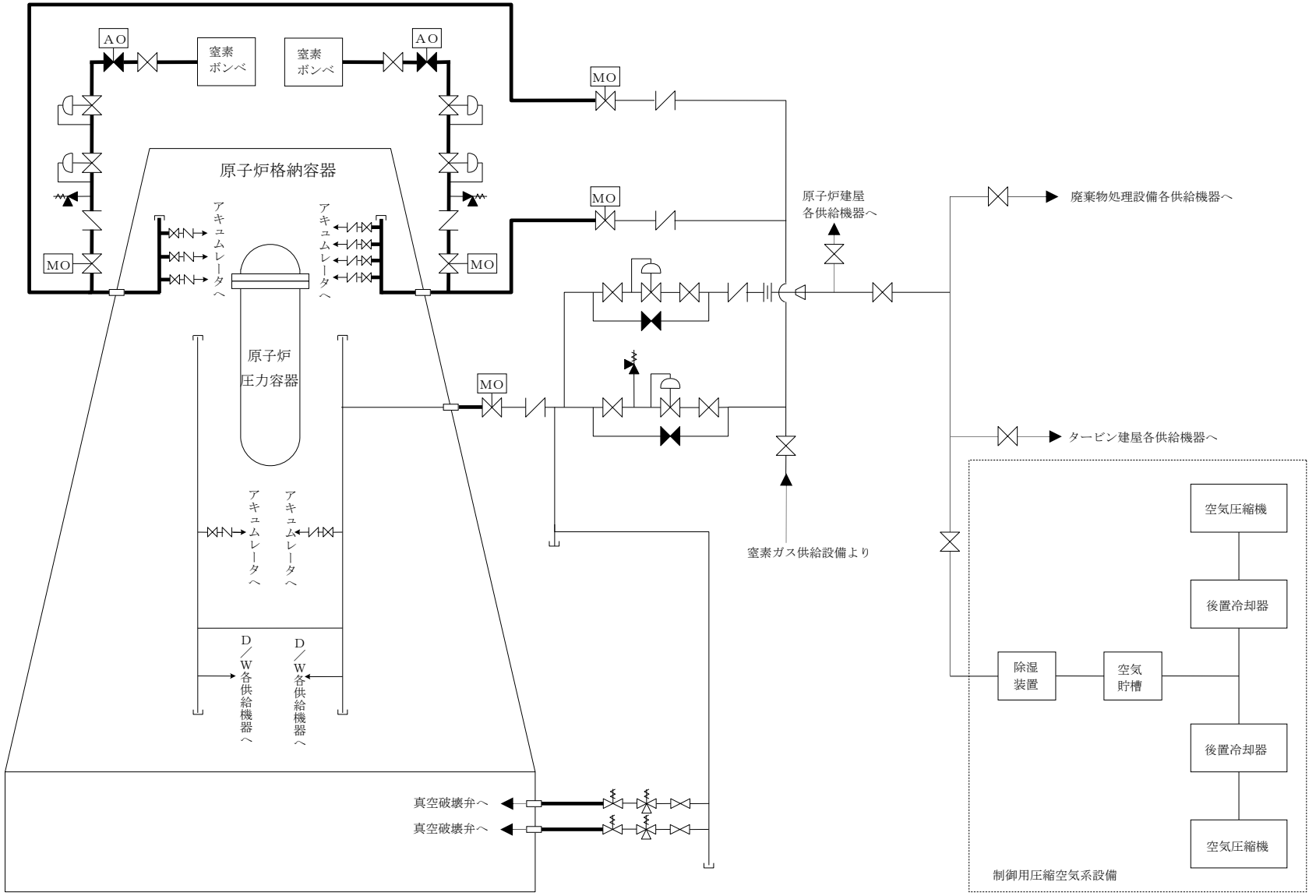


図 2.1-2　制御用圧縮空気系系統図

表 2.1-3　制御用圧縮空気系配管主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
バウンダリの維持	耐圧	配管	ステンレス鋼
機器の支持	支持	レストレイント	炭素鋼
		サポート取付ボルト･ナット	炭素鋼
		埋込金物	炭素鋼
		基礎ボルト	炭素鋼，樹脂

表 2.1-4　制御用圧縮空気系配管の使用条件

最高使用圧力	1.38 MPa
最高使用温度	66 ℃
内部流体	その他ガス（空気）

2.1.3 ほう酸水注入系（五ほう酸ナトリウム水部）

(1) 構造

東海第二のほう酸水注入系配管（五ほう酸ナトリウム水部）は，配管（直管，エルボ，Ｔ継手等）及びオイルスナッバ等で構成されており，配管にステンレス鋼が使用されている。

また，各配管はフランジ継手又は溶接継手により他の配管，機器に接続されている。

東海第二のほう酸水注入系配管（五ほう酸ナトリウム水部）の系統図を図 2.1-3 に示す。

(2) 材料及び使用条件

東海第二のほう酸水注入系配管（五ほう酸ナトリウム水部）主要部位の使用材料を表 2.1-5 に，使用条件を表 2.1-6 に示す。

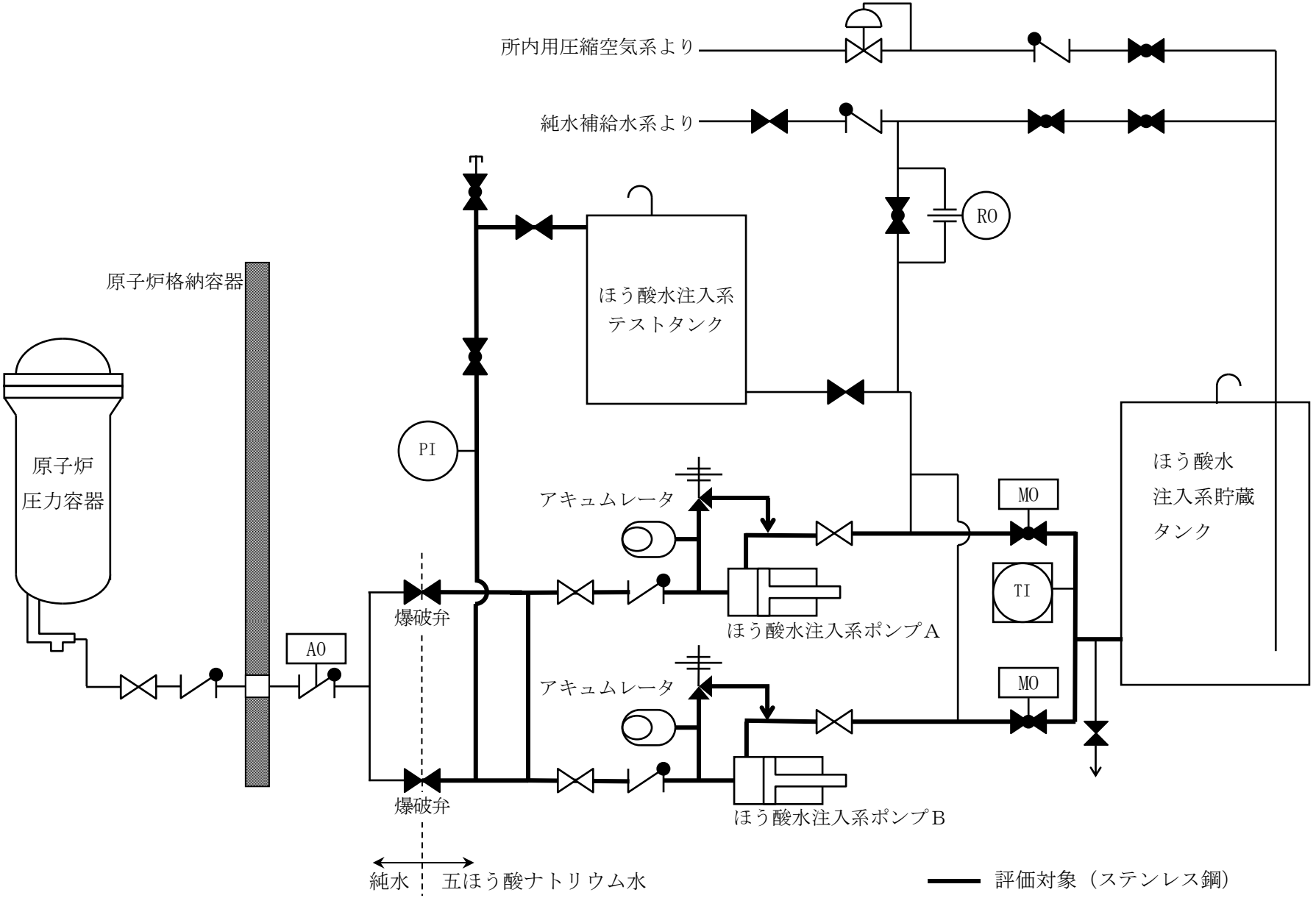


図 2.1-3　ほう酸水注入系系統図（五ほう酸ナトリウム水部）

表 2.1-5　ほう酸水注入系配管（五ほう酸ナトリウム水部）主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
バウンダリの維持	耐圧	配管	ステンレス鋼
		フランジボルト・ナット	低合金鋼，炭素鋼
		ガスケット	（消耗品）
機器の支持	支持	オイルスナッバ	炭素鋼
		ハンガ	炭素鋼
		ラグ	ステンレス鋼
		レストレイント	炭素鋼
		サポート取付ボルト・ナット	ステンレス鋼，炭素鋼
		埋込金物	炭素鋼
		基礎ボルト	炭素鋼，樹脂

表 2.1-6　ほう酸水注入系配管（五ほう酸ナトリウム水部）の使用条件

最高使用圧力	9.66 MPa
最高使用温度	66 ℃
内部流体	五ほう酸ナトリウム水

2.1.4 原子炉保護系

(1) 構造

東海第二の原子炉保護系配管は，配管（直管，エルボ，T継手等），オリフィス及びレストレイント等で構成されており，配管の一部にステンレス鋼が使用されている。

また，各配管は溶接継手により他の配管，機器に接続されている。

東海第二の原子炉保護系配管の系統図を図 2.1-4 に示す。

(2) 材料及び使用条件

東海第二の原子炉保護系配管主要部位の使用材料を表 2.1-7 に，使用条件を表 2.1-8 に示す。

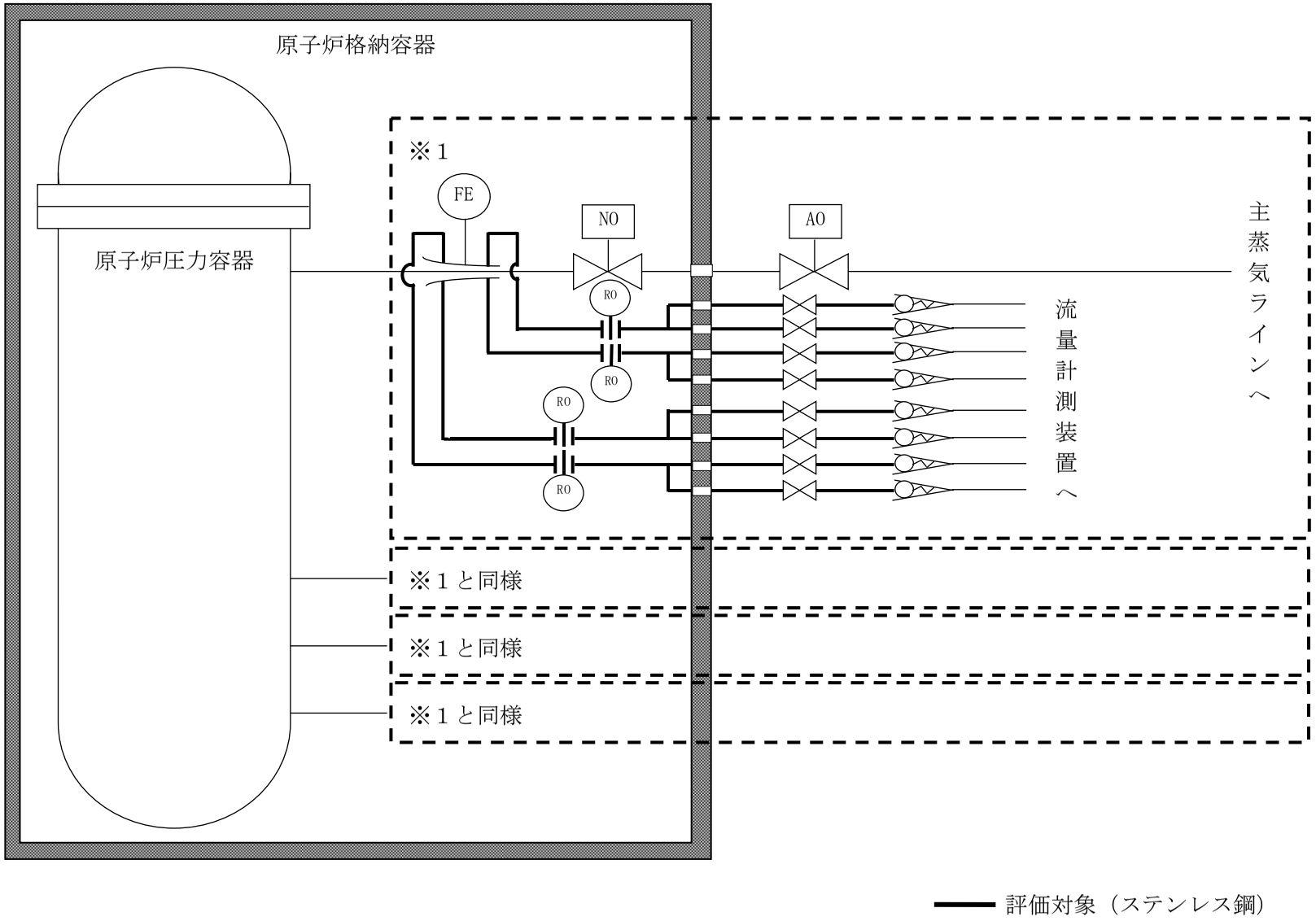


図 2.1-4　原子炉保護系系統図

表 2.1-7　原子炉保護系配管主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
バウンダリの維持	耐圧	配管	ステンレス鋼
		オリフィス	ステンレス鋼
機器の支持	支持	レストレイント	炭素鋼
		サポート取付ボルト・ナット	炭素鋼
		埋込金物	炭素鋼
		基礎ボルト	炭素鋼，樹脂

表 2.1-8　原子炉保護系配管の使用条件

最高使用圧力	8.62 MPa
最高使用温度	302 ℃
内部流体	蒸気

2.2 経年劣化事象の抽出

2.2.1 機器の機能達成に必要な項目

ステンレス鋼配管系の機能である流体の流路確保機能の達成に必要な項目は以下のとおり。

(1) バウンダリの維持

(2) 機器の支持

2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

(1) 想定される経年劣化事象の抽出

ステンレス鋼配管系について，機能達成に必要な項目を考慮して主要な部位に展開した上で，個々の部位の材料，構造，使用条件（内部流体の種類，応力，温度等）及び現在までの運転経験を考慮し，表 2.2-1 に示すとおり，想定される経年劣化事象を抽出した（表 2.2-1 で○又は△，▲）。

なお，消耗品及び定期取替品は以下のとおり評価対象外とする。

(2) 消耗品及び定期取替品の扱い

ガスケットは消耗品であり，設計時に長期使用せず取替を前提としていることから高経年化対策を見極める上での評価対象外とする。

(3) 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

想定される経年劣化事象のうち下記①，②に該当しない事象を高経年化対策上着目すべき経年劣化事象と判断した。

なお，下記①，②に該当する事象については，2.2.3 項に示すとおり，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断した。

① 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって，想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象として表 2.2-1 で△）

② 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により，今後も経年劣化の進展が考えられない，又は進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外として表 2.2-1 で▲）

この結果，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象として以下の事象が抽出された（表 2.2-1 で○）。

a. 配管の疲労割れ［原子炉再循環系］

2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

(1) 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって，想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象）

a. 基礎ボルトの腐食（全面腐食）［共通］

基礎ボルトの健全性については，「機械設備の技術評価書」にて評価を実施するものとし，本評価書には含めない。

b. 配管の貫粒型応力腐食割れ［共通］

配管外面に付着した大気中の海塩粒子に含まれる塩化物イオンに起因する貫粒型応力腐食割れの発生が想定される。

しかしながら，貫粒型応力腐食割れに対しては，代表箇所における定期的な目視点検及び付着塩分量測定を実施することとしており，目視点検で異常を認めた場合及び付着塩分量が基準値（70 $mgCl/m^2$）を超えた箇所について，配管表面清掃及び浸透探傷検査を実施し，異常の無いことを確認している。

また，東海第二では工事における副資材管理でステンレス鋼配管への塩分付着を防止している。

したがって，配管の貫粒型応力腐食割れは高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

c. フランジボルト・ナットの腐食（全面腐食）［ほう酸水注入系（五ほう酸ナトリウム水部)］

フランジボルト・ナットは，低合金鋼又は炭素鋼であり，腐食の発生が想定されるが，分解点検時に手入れ・清掃を行うことによりフランジボルト・ナットの機能を維持している。

したがって，フランジボルト・ナットの腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

d. オイルスナッバ，ハンガ及びレストレイントの腐食（全面腐食）［共通］

オイルスナッバ(原子炉再循環系及びほう酸水注入系(五ほう酸ナトリウム水部)のみ)，ハンガ（原子炉再循環系及びほう酸水注入系（五ほう酸ナトリウム水部）のみ）及びレストレイントは炭素鋼であることから，腐食の発生が想定されるが，表面は塗装を施しており，塗膜が健全であれば，腐食が発生する可能性は小さい。

また，目視点検にて塗膜の状態を確認し，はく離等が認められた場合は必要に応じ補修を実施している。

したがって，オイルスナッバ，ハンガ及びレストレイントの腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

e. 埋込金物（大気接触部）の腐食（全面腐食）［共通］

埋込金物（大気接触部）は腐食の発生が想定されるが，表面は塗装を施しており，塗膜が健全であれば，腐食が発生する可能性は小さい。

また，目視点検にて塗膜の状態を確認し，はく離等が認められた場合は必要に応じ補修を実施している。

したがって，埋込金物（大気接触部）の腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

f. サポート取付ボルト・ナットの腐食（全面腐食）［共通］

サポート取付ボルト・ナットは炭素鋼又は低合金鋼を使用しており，腐食の発生が想定されるが，表面は塗装を施しており，塗膜が健全であれば，腐食が発生する可能性は小さい。

また，目視点検にて塗膜の状態を確認し，はく離等が認められた場合は必要に応じ補修を実施している。

したがって，サポート取付ボルト・ナットの腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

g. 配管及び温度計ウェルの粒界型応力腐食割れ［原子炉再循環系，原子炉保護系］

原子炉再循環系の配管，温度計ウェル及び原子炉保護系配管の 100 ℃以上の流体に接液するステンレス鋼使用部位には，粒界型応力腐食割れの発生が想定される。

しかしながら，原子炉再循環系の配管及び温度計ウェルについては，高周波誘導加熱及び水冷溶接による残留応力低減処置を実施しているとともに，1997 年以降，水素注入により溶存酸素を低減し，腐食環境を改善していることから，粒界型応力腐食割れが発生する可能性は小さい。

また，原子炉保護系配管については，小口径のため薄肉であり，大口径配管の溶接部と比較して溶接入熱量が低いと考えられるほか，溶接残留応力も大口径配管の溶接部ほど高くはないと考えられることから，粒界型応力腐食割れが発生する可能性は小さい。

なお，定期的に溶接部の超音波探傷検査又は耐圧部の漏えい検査を実施しており，これまで粒界型応力腐食割れは認められていない。

したがって，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難いことから，配管及び温度計ウェルの粒界型応力腐食割れは高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

h．配管の腐食（全面腐食）［ほう酸水注入系（五ほう酸ナトリウム水部）］

ほう酸水注入系の内部流体は五ほう酸ナトリウム水であるため腐食が想定されるが，ステンレス鋼は五ほう酸ナトリウム水に対し耐食性を有していることから，腐食が発生する可能性は小さい。

なお，定期的に耐圧部の漏えい検査を実施しており，これまで有意な腐食は認められていない。

したがって，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難いことから，配管の腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

i．オイルスナッバ及びハンガの機能低下［原子炉再循環系，ほう酸水注入系（五ほう酸ナトリウム水部)］

オイルスナッバ及びハンガは，長期にわたる摺動の繰り返しや荷重作用等により，機能低下が想定されるが，ピン等の摺動部材については起動・停止等の想定される配管熱移動による摺動回数は少なく，著しい摩耗が生じる可能性は小さい。

また，スプリング使用時のねじり応力は許容ねじり応力以下になるように設定されており，スプリングの材料に対する推奨最高使用温度よりも実際の使用温度は低いため，へたりが進行する可能性は小さい。

なお，定期的に目視点検を実施しており，これまで有意な機能低下は認められていない。

したがって，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難いことから，オイルスナッバ及びハンガの機能低下は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

j．ラグ及びレストレイントの疲労割れ［共通］

ラグ（原子炉再循環系及びほう酸水注入系（五ほう酸ナトリウム水部）のみ）及びレストレイントは，設計段階において，配管の熱応力を考慮して拘束点を選定しており，熱応力が過大となる部位にはスナッバを使用することとしている。

このため，ラグ及びレストレイントが熱応力により割れに至る疲労が蓄積される可能性は小さい。

なお，定期的に目視点検を実施しており，これまで有意な割れは認められていない。

したがって，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難いことから，ラグ及びレストレイントの疲労割れは高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

(2) 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により，今後も経年劣化の進展が考えられない，又は進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外）

a．配管の高サイクル疲労割れ[共通]

小口径配管のソケット溶接部は，ポンプ等の機械・流体振動による繰り返し応力により高サイクル疲労割れが想定される。東海第二の小口径配管においても過去に高サイクル疲労割れによる不具合が発生しているが，配管サポートの取付位置が不適切であったためと想定され，高サイクル疲労割れに対しても十分考慮した上で対策を実施している。

さらに，2002 年に発生した関西電力美浜発電所 3 号機小口径配管不具合の水平展開として，運転時間の短い小口径配管のソケット溶接部に対して疲労評価を実施しており，疲労評価上応力が高い場合はサポートの改造を実施している。また，併せて浸透探傷検査及び目視点検を実施しており，有意な欠陥は認められていない。

振動の状態は経年的に変化するものではなく，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難いことから，配管の高サイクル疲労割れは高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

b．温度計ウェルの高サイクル疲労割れ[原子炉再循環系]

温度計ウェルについては，内部流体の流体力，カルマン渦及び双子渦発生による励振力により，管台との取合い部に高サイクル疲労割れの発生が想定されるが，設計上流体の同期振動の回避及びランダム渦による強度が考慮されていれば損傷を回避できるものであり，当該系統において高サイクル疲労割れは発生していない。

なお，もんじゅで発生した温度計ウェルの損傷事例に対しては，原子力安全・保安院指示文書（平成 17･12･22 原院第 6 号　平成 17 年 12 月 27 日「発電用原子力設備に関する技術基準を定める省令の改正に伴う電気事業法に基づく定期事業者検査の実施について」NISA-163a-05-3）に従い，日本機械学会「配管内円柱状構造物の流力振動評価指針 JSME S012-1998」に基づき評価を行い，損傷の可能性が否定できない箇所については撤去又は十分な強度を有するものへの取替を実施している。

したがって，温度計ウェルの高サイクル疲労割れは高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

c．オリフィスの異物付着[原子炉保護系]

オリフィスに異物が付着することにより，顕著な性能低下が想定される。

しかしながら，これまでの運転経験で異物付着による性能低下は認められておらず，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，オリフィスの異物付着は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

d. 埋込金物（コンクリート埋設部）の腐食（全面腐食）［共通］

埋込金物（コンクリート埋設部）は炭素鋼であるため腐食の発生が想定されるが，コンクリート埋設部ではコンクリートの大気接触部表面からの中性化の進行により腐食環境となるため，コンクリートが中性化に至り埋込金物に有意な腐食が発生するまで長時間を要する。

したがって，埋込金物（コンクリート埋設部）の腐食（全面腐食）は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

e. 基礎ボルトの樹脂の劣化（後打ちケミカルアンカ）［共通］

基礎ボルトの健全性については，「機械設備の技術評価書」にて評価を実施するものとし，本評価書には含めない。

表 2.2-1(1/4)　原子炉再循環系配管に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考
					減肉		割れ		材質変化		その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
バウンダリの維持	耐圧	配管		ステンレス鋼			○ ▲*1	△*2*3				*1：高サイクル疲労割れ *2：貫粒型応力腐食割れ *3：粒界型応力腐食割れ *4：機能低下 *5：大気接触部 *6：コンクリート埋設部 *7：樹脂の劣化
		温度計ウェル		ステンレス鋼			▲*1	△*3				
機器の支持	支持	オイルスナッバ		炭素鋼		△					△*4	
		ハンガ		炭素鋼		△					△*4	
		ラグ		ステンレス鋼			△					
		レストレイント		炭素鋼		△	△					
		サポート取付ボルト・ナット		低合金鋼，炭素鋼		△						
		埋込金物		炭素鋼		△*5 ▲*6						
		基礎ボルト		炭素鋼，樹脂		△				▲*7		

○：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

▲：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象以外）

表2.2-1(2/4)　制御用圧縮空気系配管に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考
					減肉		割れ		材質変化		その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
バウンダリの維持	耐圧	配管		ステンレス鋼			▲*1	△*2				*1：高サイクル疲労割れ *2：貫粒型応力腐食割れ *3：大気接触部 *4：コンクリート埋設部 *5：樹脂の劣化
機器の支持	支持	レストレイント		炭素鋼		△	△					
		サポート取付ボルト・ナット		炭素鋼		△						
		埋込金物		炭素鋼		△*3 ▲*4						
		基礎ボルト		炭素鋼，樹脂		△				▲*5		

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

▲：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象以外）

表2.2-1(3/4)　ほう酸水注入系配管（五ほう酸ナトリウム水部）に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考
					減肉		割れ		材質変化		その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
バウンダリの維持	耐圧	配管		ステンレス鋼		△	▲*1	△*2				*1：高サイクル疲労割れ *2：貫粒型応力腐食割れ *3：機能低下 *4：大気接触部 *5：コンクリート埋設部 *6：樹脂の劣化 *7：炭素鋼
		フランジボルト・ナット		低合金鋼，炭素鋼		△						
		ガスケット	◎	－								
機器の支持	支持	オイルスナッバ		炭素鋼		△					△*3	
		ハンガ		炭素鋼		△					△*3	
		ラグ		ステンレス鋼			△					
		レストレイント		炭素鋼		△	△					
		サポート取付ボルト・ナット		ステンレス鋼，炭素鋼		△*7						
		埋込金物		炭素鋼		△*4 ▲*5						
		基礎ボルト		炭素鋼，樹脂		△				▲*6		

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

▲：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象以外）

表2.2-1(4/4)　原子炉保護系配管に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考
					減肉		割れ		材質変化		その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
バウンダリの維持	耐圧	配管		ステンレス鋼			▲*1	△*2*3				*1：高サイクル疲労割れ *2：貫粒型応力腐食割れ *3：粒界型応力腐食割れ *4：異物付着 *5：大気接触部 *6：コンクリート埋設部 *7：樹脂の劣化
		オリフィス		ステンレス鋼							▲*4	
機器の支持	支持	レストレイント		炭素鋼		△	△					
		サポート取付ボルト・ナット		炭素鋼		△						
		埋込金物		炭素鋼		△*5 ▲*6						
		基礎ボルト		炭素鋼，樹脂		△				▲*7		

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

▲：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象以外）

2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の評価

(1) 配管の疲労割れ［原子炉再循環系］

a. 事象の説明

原子炉再循環系配管は，プラントの起動・停止時等の熱過渡により配管に疲労が蓄積する可能性がある。

b. 技術評価

① 健全性評価

疲労評価は，図 2.3-1 に示す三次元梁モデルを作成し，日本機械学会「発電用原子力設備規格　設計・建設規格 JSME S NC1-2005（2007 年追補版を含む）」（以下，設計・建設規格という）に基づき評価した。

過渡回数は，運転期間延長認可申請に伴う評価として，2016 年 11 月時点までの運転実績に基づき推定した 2016 年度以降の評価対象期間での推定過渡回数を包含し，より保守的*に設定した過渡回数とした。評価用過渡条件を表 2.3-1 に示す。

*：評価条件として，2011 年 3 月から 2020 年 8 月末まで冷温停止状態，2020 年 9 月以降の過渡回数発生頻度は実績の 1.5 倍以上を想定した。

また，使用環境を考慮した疲労について，日本機械学会「発電用原子力設備規格 環境疲労評価手法（2009 年版）」（以下，環境疲労評価手法という）に基づいて評価した。

この結果，表 2.3-2 に示すとおり，疲労累積係数は運転開始後 60 年時点においても許容値以下であり，疲労割れ発生の可能性は小さいと判断する。

② 現状保全

原子炉再循環系配管については，供用期間中検査にて超音波探傷検査を実施し，有意な欠陥のないことを確認している。

また，供用期間中検査毎に漏えい検査を実施し，耐圧部の健全性を確認している。さらに，高経年化技術評価に合わせて実過渡回数に基づく評価を実施することとしている。

③ 総合評価

健全性評価結果から，疲労割れ発生の可能性は十分に小さいと考えるが，疲労評価は実過渡回数に依存するため，今後も実過渡回数を把握する必要がある。

疲労割れは超音波探傷検査，漏えい検査にて検知可能であることから，現状の保全は点検手法として適切であると判断する。

c. 高経年化への対応

配管の疲労割れについては，継続的に実過渡回数の確認を行い，運転開始後 60 年時点の推定過渡回数を上回らないことを確認する。

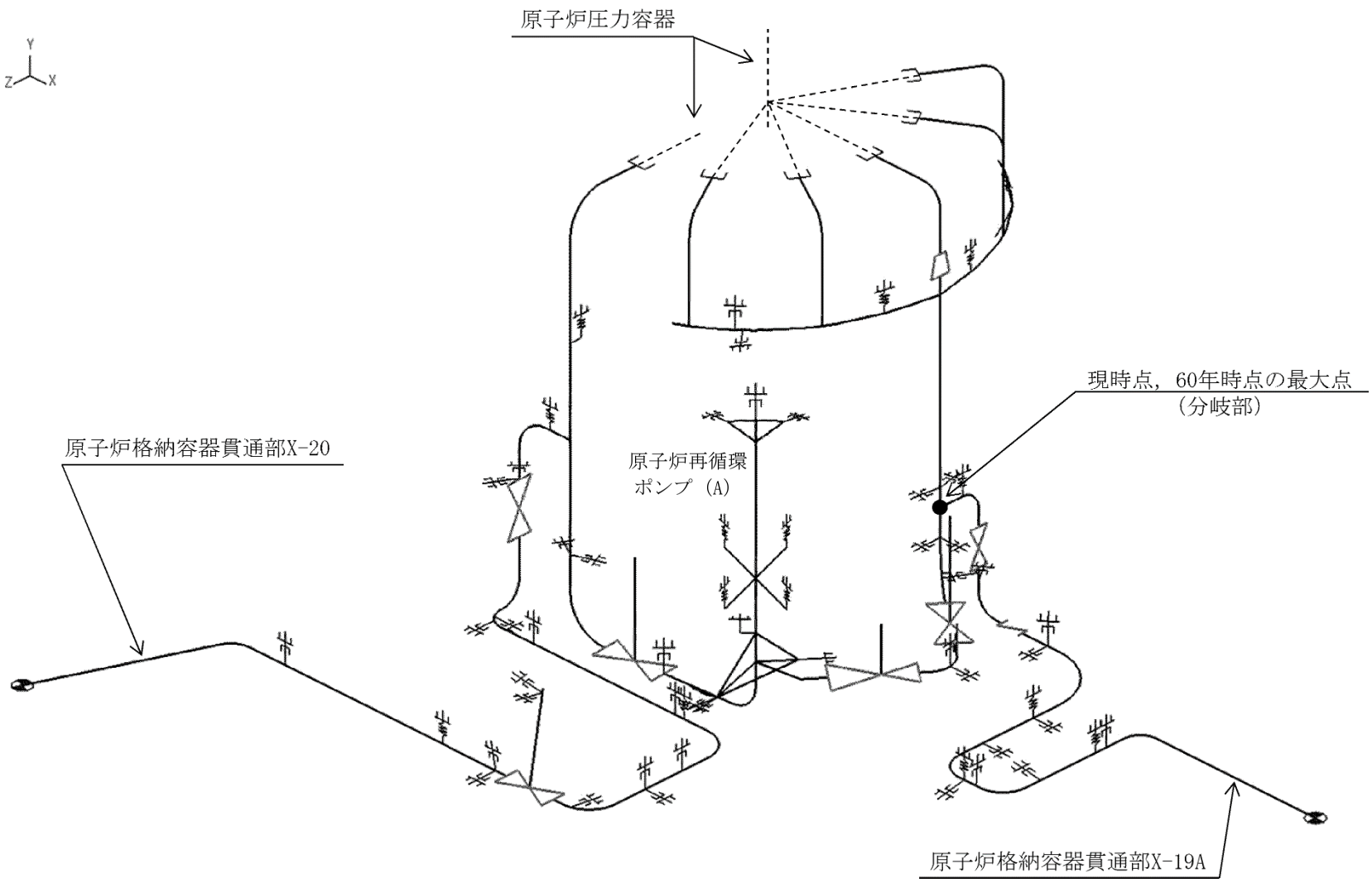


図 2.3-1　原子炉再循環系配管三次元梁モデル

表 2.3-1　原子炉再循環系配管の疲労評価用過渡条件

運転条件	運転実績に基づく過渡回数 (2016 年 11 月時点)	60 年目推定
ボルト締付	26	48
耐圧試験	72	132
起動（昇温）	65	110
起動（タービン起動）	65	110
夜間低出力運転（出力 75%）	67	120
週末低出力運転（出力 50%）	115	165
制御棒パターン変更	96	176
給水加熱機能喪失（発電機トリップ）	0	1
給水加熱機能喪失 （給水加熱器部分バイパス）	0	1
スクラム（タービントリップ）	16	22
スクラム（原子炉給水ポンプ停止）	3	6
スクラム（その他のスクラム）	20	24
停止	65	111
ボルト取外し	26	49

表 2.3-2　原子炉再循環系配管の疲労評価結果

配管	運転実績回数に基づく疲労累積係数（許容値：1 以下）		
	設計・建設規格の疲労線図による評価		環境疲労評価手法による評価 （環境を考慮）
	現時点 (2016 年 11 月時点)	運転開始後 60 年時点	運転開始後 60 年時点
原子炉再循環系	0.0041	0.0067	0.1182

3. 代表機器以外への展開

本章では，2章で実施した代表機器の技術評価について，1章で実施したグループ化で代表機器となっていない機器への展開について検討した。

［対象系統］

① 原子炉隔離時冷却系
② 原子炉再循環系（その他ガス部）
③ ほう酸水注入系（純水部）
④ 不活性ガス系
⑤ 原子炉系
⑥ 原子炉冷却材浄化系
⑦ 残留熱除去系
⑧ 純水補給水系
⑨ 制御棒駆動系
⑩ 補助系
⑪ 燃料プール冷却浄化系
⑫ 事故時サンプリング設備
⑬ 高圧炉心スプレイ系
⑭ 低圧炉心スプレイ系
⑮ 原子炉保護系（純水部）
⑯ 格納容器雰囲気監視系
⑰ 中性子計装系
⑱ 試料採取系
⑲ 発電機系
⑳ 消火設備
㉑ 原子炉給水ポンプ駆動用蒸気タービン系
㉒ 所内蒸気系
㉓ サプレッション・プール水 pH 制御装置
㉔ 重大事故等対処設備

3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

a. 配管の疲労割れ［原子炉隔離時冷却系，原子炉冷却材浄化系，残留熱除去系］

代表機器と同様，プラントの起動・停止時等の熱過渡を受けるため，疲労の蓄積で疲労割れが発生する可能性があるが，疲労評価上一番厳しいと考えられる代表機器に対して疲労評価を行った結果，疲労累積係数は運転開始後 60 年時点でも十分許容値を下回っており，疲労割れが発生する可能性は小さいと判断する。

また，疲労割れは，超音波探傷検査及び漏えい検査等により検知可能であり，健全性は維持できると判断する。

したがって，高経年化対策の観点から現状の保全内容に対し追加すべき項目はないと判断する。

3.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

(1) 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって，想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象）

a. 基礎ボルトの腐食（全面腐食）［純水補給水系，原子炉給水ポンプ駆動用蒸気タービン系，所内蒸気系以外］

代表機器と同様，基礎ボルトの健全性については，「機械設備の技術評価書」にて評価を実施するものとし，本評価書には含めない。

b. 配管及び温度計ウェルの貫粒型応力腐食割れ［ほう酸水注入系（純水部），原子炉保護系（純水部），原子炉給水ポンプ駆動用蒸気タービン系，発電機系，所内蒸気系以外］

代表機器と同様，配管外面に付着した大気中の海塩粒子に含まれる塩化物イオンに起因した貫粒型応力腐食割れの発生が想定されるが，定期的な目視点検及び付着塩分量測定を実施し，その結果により必要に応じ配管表面清掃及び浸透探傷検査を実施することとしている。

また，東海第二では工事における副資材管理でステンレス鋼配管への塩分付着を防止している。

したがって，配管及び温度計ウェルの貫粒型応力腐食割れは高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

c. フランジボルト・ナットの腐食（全面腐食）［原子炉隔離時冷却系，重大事故等対処設備］

代表機器と同様，フランジボルト・ナットは炭素鋼又は低合金鋼であり，腐食の発生が想定される。

しかしながら，目視点検を実施しており，腐食が認められた場合は必要に応じ補修又は取替を実施することとしている。

また，新たに設置される重大事故等対処設備についても，今後，定期的に目視点検を実施することで健全性を維持できると考える。

したがって，フランジボルト・ナットの腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

d. オイルスナッバ，メカニカルスナッバ，ハンガ及びレストレイントの腐食（全面腐食）［純水補給水系，原子炉給水ポンプ駆動用蒸気タービン系，所内蒸気系以外］

代表機器と同様，オイルスナッバ，メカニカルスナッバ，ハンガ及びレストレイントは炭素鋼を使用しており，腐食の発生が想定されるが，表面は塗装を施しており，塗膜が健全であれば，腐食が発生する可能性は小さい。

また，目視点検にて塗膜の状態を確認し，はく離等が認められた場合は必要に応じて補修を実施することとしており，新たに設置される消火設備，サプレッション・プール水 pH 制御装置及び重大事故等対処設備についても，今後，定期的に目視点検を実施することで健全性を維持できると考える。

したがって，オイルスナッバ，メカニカルスナッバ，ハンガ及びレストレイントの腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

e. 配管及びオリフィスの腐食（液滴衝撃エロージョン）［原子炉給水ポンプ駆動用蒸気タービン系］

オリフィス等の絞り部の影響で，蒸気とともに加速され高速になった液滴が配管の壁面などに衝突する部位，配管内での減圧沸騰により発生した蒸気の体積膨張により加速された液滴が配管の壁面などに衝突する部位では，腐食（液滴衝撃エロージョン）による減肉が発生しやすい。

配管及びオリフィスの腐食（液滴衝撃エロージョン）に対しては，社内規程「配管肉厚管理マニュアル」に基づき，配管材質条件及び内部流体の環境条件を考慮して点検箇所を選定し，肉厚測定又は放射線透過検査にて，減肉傾向を把握している。

また，必要最小肉厚に達するまでの余寿命を算出し，その結果に応じて次回測定又は取替を行うこととしている。

したがって，配管及びオリフィスの腐食（液滴衝撃エロージョン）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

f．サポート取付ボルト・ナットの腐食（全面腐食）［純水補給水系，原子炉給水ポンプ駆動用蒸気タービン系，所内蒸気系以外］

代表機器と同様，サポート取付ボルト・ナットは炭素鋼又は低合金鋼を使用しており，腐食の発生が想定されるが，表面は塗装を施しており，塗膜が健全であれば，腐食が発生する可能性は小さい。

また，目視点検にて塗膜の状態を確認し，はく離等が認められた場合は必要に応じ補修を実施することとしており，新たに設置される消火設備，サプレッション・プール水 pH 制御装置及び重大事故等対処設備についても，今後，定期的に目視点検を実施することで健全性を維持できると考える。

したがって，サポート取付ボルト・ナットの腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

g．埋込金物（大気接触部）の腐食（全面腐食）［純水補給水系，原子炉給水ポンプ駆動用蒸気タービン系，所内蒸気系以外］

代表機器と同様，埋込金物（大気接触部）は腐食の発生が想定されるが，表面は塗装を施しており，塗膜が健全であれば，腐食が発生する可能性は小さい。

また，目視点検にて塗膜の状態を確認し，はく離等が認められた場合は必要に応じ補修を実施することとしており，新たに設置される消火設備，サプレッション・プール水 pH 制御装置及び重大事故等対処設備についても，今後，定期的に目視点検を実施することで健全性を維持できると考える。

したがって，埋込金物（大気接触部）の腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

h. 配管及び温度計ウェルの粒界型応力腐食割れ［原子炉隔離時冷却系，ほう酸水注入系（純水部），原子炉系，原子炉冷却材浄化系，残留熱除去系，補助系，事故時サンプリング設備，高圧炉心スプレイ系，低圧炉心スプレイ系，原子炉保護系（純水部），原子炉給水ポンプ駆動用蒸気タービン系，所内蒸気系，サプレッション・プール水 pH 制御装置，重大事故等対処設備］

代表機器と同様，100 ℃以上の流体に接液するステンレス鋼使用部位には，粒界型応力腐食割れの発生が想定される。

しかしながら，原子炉冷却材浄化系及び残留熱除去系については，高周波誘導加熱及び水冷溶接による残留応力低減処置，並びに鋭敏化特性に優れた低炭素ステンレス鋼を使用しているため，粒界型応力腐食割れが発生する可能性は小さい。

原子炉隔離時冷却系，補助系，原子炉保護系（純水部），サプレッション・プール水 pH 制御装置及び重大事故等対処設備については，運転温度が 100 ℃未満であり，粒界型応力腐食割れが発生する可能性は小さい。

原子炉給水ポンプ駆動用蒸気タービン系及び所内蒸気系については，鋭敏化特性に優れた低炭素ステンレス鋼を使用しているため，粒界型応力腐食割れが発生する可能性は小さい。

その他の系統については，小口径のため薄肉であり，大口径配管の溶接部と比較して溶接入熱量が低いと考えられるほか，溶接残留応力も大口径配管の溶接部ほど高くはないと考えられることから，粒界型応力腐食割れが発生する可能性は小さい。

なお，定期的に溶接部の超音波探傷検査，または，耐圧部の漏えい検査等を実施しており，これまで粒界型応力腐食割れは認められていない。

また，新たに設置されるサプレッション・プール水 pH 制御装置及び重大事故等対処設備についても，今後，定期的に漏えい検査等を実施することで健全性を確認できると考える。

したがって，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難いことから，配管及び温度計ウェルの粒界型応力腐食割れは高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

i．オイルスナッバ，メカニカルスナッバ及びハンガの機能低下［原子炉隔離時冷却系，ほう酸水注入系（純水部），原子炉冷却材浄化系，残留熱除去系，原子炉保護系（純水部），消火設備，サプレッション・プール水 pH 制御装置，重大事故等対処設備］

代表機器と同様，オイルスナッバ，メカニカルスナッバ及びハンガは長期にわたる摺動の繰り返しや荷重作用等により，機能低下が想定されるが，ピン等の摺動部材については起動・停止等の想定される配管熱移動による摺動回数は少なく，著しい摩耗が生じる可能性は小さい。

また，スプリング使用時のねじり応力は許容ねじり応力以下になるように設定されており，スプリングの材料に対する推奨最高使用温度よりも実際の使用温度は低いため，へたりが進行する可能性は小さい。

なお，定期的に目視点検を実施しており，これまで有意な機能低下は認められていない。

また，新たに設置される消火設備，サプレッション・プール水 pH 制御装置及び重大事故等対処設備についても，今後，定期的に目視点検を実施することで健全性を確認できると考える。

したがって，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難いことから，オイルスナッバ，メカニカルスナッバ及びハンガの機能低下は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

j．ラグ及びレストレイントの疲労割れ［純水補給水系，原子炉給水ポンプ駆動用蒸気タービン系，所内蒸気系以外］

代表機器と同様，ラグ及びレストレイントは，設計段階において，配管の熱応力を考慮して拘束点を選定しており，熱応力が過大となる部位にはスナッバを使用することとしている。

このため，ラグ及びレストレイントが熱応力により割れに至る疲労が蓄積される可能性は小さい。

なお，定期的に目視点検を実施しており，これまで有意な割れは認められていない。

また，新たに設置される消火設備，サプレッション・プール水 pH 制御装置及び重大事故等対処設備についても，今後，定期的に目視点検を実施することで健全性を確認できると考える。

したがって，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難いことから，ラグ及びレストレイントの疲労割れは高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

(2) 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により，今後も経年劣化の進展が考えられない，又は進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外）

a. 配管の高サイクル疲労割れ[原子炉隔離時冷却系，ほう酸水注入系（純水部），原子炉系，原子炉冷却材浄化系，残留熱除去系，制御棒駆動系，事故時サンプリング設備，高圧炉心スプレイ系，低圧炉心スプレイ系，重大事故等対処設備]

代表機器と同様，小口径配管のソケット溶接部は，ポンプ等の機械・流体振動による繰り返し応力により高サイクル疲労割れが想定される。東海第二の小口径配管においても過去に高サイクル疲労割れによる不具合が発生しているが，配管サポートの取付位置が不適切であったためと想定され，高サイクル疲労割れに対しても十分考慮した上で対策を実施している。

さらに，2002 年に発生した関西電力美浜発電所 3 号機小口径配管不具合の水平展開として，運転時間の短い小口径配管のソケット溶接部に対して疲労評価を実施しており，疲労評価上応力が高い場合はサポートの改造を実施している。また，併せて浸透探傷検査及び目視点検を実施しており，有意な欠陥は認められていない。

振動の状態は経年的に変化するものではなく，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

また，同様な設計方針に基づき新たに設置される重大事故等対処設備についても，同様と考えられる。

したがって，配管の高サイクル疲労割れは高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

b. オリフィス及びフローノズルの異物付着[原子炉冷却材浄化系，残留熱除去系，原子炉給水ポンプ駆動用蒸気タービン系]

代表機器と同様，オリフィス及びフローノズルに異物が付着することにより，顕著な性能低下が想定される。

しかしながら，これまでの運転経験で異物付着による性能低下は認められておらず，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，オリフィス及びフローノズルの異物付着は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

c．埋込金物（コンクリート埋設部）の腐食（全面腐食）［純水補給水系，原子炉給水ポンプ駆動用蒸気タービン系，所内蒸気系以外］

代表機器と同様，埋込金物（コンクリート埋設部）は炭素鋼であるため腐食の発生が想定されるが，コンクリート埋設部ではコンクリートの大気接触部表面からの中性化の進行により腐食環境となるため，コンクリートが中性化に至り埋込金物に有意な腐食が発生するまで長時間を要する。

したがって，埋込金物（コンクリート埋設部）の腐食（全面腐食）は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

d．基礎ボルトの樹脂の劣化（後打ちケミカルアンカ）［純水補給水系，原子炉給水ポンプ駆動用蒸気タービン系，所内蒸気系以外］

基礎ボルトの健全性については，「機械設備の技術評価書」にて評価を実施するものとし，本評価書には含めない。

2. 炭素鋼配管系

［対象系統］

① 原子炉隔離時冷却系
② 原子炉系
③ 原子炉冷却材浄化系
④ 残留熱除去系
⑤ 制御棒駆動系
⑥ 補助系
⑦ 燃料プール冷却浄化系
⑧ 高圧炉心スプレイ系
⑨ 低圧炉心スプレイ系
⑩ 原子炉保護系
⑪ タービングランド蒸気系
⑫ 復水系
⑬ 給水系
⑭ 給水加熱器ドレン系
⑮ 所内蒸気系
⑯ 原子炉補機冷却系
⑰ ドライウェル冷却系
⑱ タービン主蒸気系
⑲ 主蒸気隔離弁漏えい抑制系
⑳ 空気抽出系
㉑ 給水加熱器ベント系
㉒ 原子炉給水ポンプ駆動用蒸気タービン系
㉓ 非常用ガス再循環系
㉔ 非常用ガス処理系
㉕ 可燃性ガス濃度制御系
㉖ 気体廃棄物処理系
㉗ 不活性ガス系
㉘ 消火設備
㉙ 希ガスチャコール系
㉚ 非常用ディーゼル発電機海水系
㉛ 高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機海水系
㉜ 残留熱除去海水系
㉝ 重大事故等対処設備

目次

1. 対象機器及び代表機器の選定 2-1
1.1 グループ化の考え方及び結果 2-1
1.2 代表機器の選定 2-1
2. 代表機器の技術評価 2-6
2.1 構造，材料及び使用条件 2-6
2.1.1 原子炉系（純水部） 2-6
2.1.2 原子炉補機冷却系 2-8
2.1.3 原子炉系（蒸気部） 2-10
2.1.4 不活性ガス系 2-12
2.1.5 残留熱除去海水系 2-14
2.2 経年劣化事象の抽出 2-16
2.2.1 機器の機能達成に必要な項目 2-16
2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出 2-16
2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象 2-17
2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の評価 2-28
3. 代表機器以外への展開 2-32
3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象 2-33
3.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象 2-33

1. 対象機器及び代表機器の選定

東海第二で使用している主要な炭素鋼配管系の主な仕様を表 1-1 に示す。

これらの炭素鋼配管系を内部流体毎にグループ化し，それぞれのグループより以下のとおり代表機器を選定した。

1.1 グループ化の考え方及び結果

内部流体を分類基準とし，炭素鋼配管系を表 1-1 に示すとおりグループ化する。

内部流体は純水，冷却水，蒸気，その他ガス，海水に分類される。

1.2 代表機器の選定

表 1-1 に分類されるグループ毎に，重要度，運転状態，最高使用温度，最高使用圧力及び口径の観点から代表機器を選定する。

(1) 内部流体：純水

このグループには，原子炉隔離時冷却系，原子炉系，原子炉冷却材浄化系，残留熱除去系，制御棒駆動系，補助系，燃料プール冷却浄化系，高圧炉心スプレイ系，低圧炉心スプレイ系，原子炉保護系，タービングランド蒸気系，復水系，給水系，給水加熱器ドレン系，所内蒸気系，重大事故等対処設備が属するが，重要度が高く，運転状態が厳しい系統のうち，最高使用温度及び最高使用圧力が同等であることから，口径が大きい原子炉系を代表機器とする。

(2) 内部流体：冷却水

このグループには，原子炉補機冷却系，ドライウェル冷却系が属するが，重要度，運転状態，最高使用温度及び最高使用圧力が同等であることから，口径が大きい原子炉補機冷却系を代表機器とする。

(3) 内部流体：蒸気

このグループには，原子炉隔離時冷却系，原子炉系，タービン主蒸気系，主蒸気隔離弁漏えい抑制系，タービングランド蒸気系，空気抽出系，給水加熱器ベント系，原子炉給水ポンプ駆動用蒸気タービン系，所内蒸気系，重大事故等対処設備が属するが，重要度が高く，運転状態が厳しい系統のうち，最高使用温度及び最高使用圧力が同等であることから口径の大きい原子炉系を代表機器とする。

(4) 内部流体：その他ガス

このグループには，非常用ガス再循環系，非常用ガス処理系，可燃性ガス濃度制御系，気体廃棄物処理系，不活性ガス系，消火設備，希ガスチャコール系，重大事故等対処設備が属するが，重要度が高く，運転状態が厳しい不活性ガス系を代表機器とする。

(5) 内部流体：海水

このグループには，非常用ディーゼル発電機海水系，高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機海水系，残留熱除去海水系，重大事故等対処設備が属するが，重要度，運転状態及び最高使用温度が同等であることから，最高使用圧力が高い残留熱除去海水系を代表機器とする。

表 1-1 (1/3)　炭素鋼配管系のグループ化及び代表機器の選定

分類基準		当該系統	選定基準					選定	選定理由
材料	内部流体		主な仕様 口径／肉厚(mm)	重要度[*1]	使用条件 運転状態	使用条件 最高使用圧力(MPa)	使用条件 最高使用温度(℃)		
炭素鋼	純水	原子炉隔離時冷却系	150A／14.3	PS-1／MS-1，重[*4]	一時	8.62	302		重要度 運転状態 最高使用温度 最高使用圧力 口径
		原子炉系	500A／26.2	PS-1／MS-1，重[*4]	連続	8.62	302	◎	
		原子炉冷却材浄化系	65A／9.5	PS-1	連続	8.62	302		
		残留熱除去系	300A／17.4	PS-1／MS-1，重[*4]	一時	8.62	302		
		制御棒駆動系	200A／12.7	MS-1	一時	8.62	138		
		補助系	80A／5.5	MS-1	一時	0.86	100		
		燃料プール冷却浄化系	25A／4.5	MS-1	一時	0.35	66		
		高圧炉心スプレイ系	300A／17.4	PS-1／MS-1，重[*4]	一時	8.62	302		
		低圧炉心スプレイ系	300A／17.4	PS-1／MS-1，重[*4]	一時	8.62	302		
		原子炉保護系	25A／4.5	MS-1	一時	8.62	138		
		タービングランド蒸気系	80A／5.5	高[*2]	連続	1.04	233		
		復水系	750A／28.6	高[*2]，高以外[*3]	連続	6.14	205		
		給水系	600A／46.0	高[*2]	連続	8.62	302		
		給水加熱器ドレン系	200A／8.2	高[*2]	連続	2.97	239		
		所内蒸気系	150A／7.1	高[*2]	連続	0.96	183		
		重大事故等対処設備[*5]	200A／8.2	重[*4]	一時	3.45	174		

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

*2：最高使用温度が 95 ℃を超え，又は最高使用圧力が 1,900 kPa を超える環境下にある原子炉格納容器外の重要度クラス 3 の機器

*3：重要度が「高」の機器以外の範囲で保守管理に関する方針を策定する重要度クラス 3 の機器

*4：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す

*5：新規に設置される機器

表 1-1 (2/3)　炭素鋼配管系のグループ化及び代表機器の選定

分類基準		当該系統	選定基準					選定	選定理由
材料	内部流体		主な仕様 口径／肉厚(mm)	重要度[*2]	使用条件 運転状態	使用条件 最高使用圧力(MPa)	使用条件 最高使用温度(℃)		
炭素鋼	冷却水[*1]	原子炉補機冷却系	200A／8.2	MS-1	連続	0.86	66	◎	重要度 運転状態 最高使用温度 最高使用圧力 口径
		ドライウェル冷却系	150A／7.1	MS-1	連続	0.86	66		
	蒸気	原子炉隔離時冷却系	250A／15.1	PS-1／MS-1，重[*4]	一時	8.62	302		重要度 運転状態 最高使用温度 最高使用圧力 口径
		原子炉系	650A／33.6	PS-1／MS-1，重[*4]	連続	8.62	302	◎	
		タービン主蒸気系	750A／56.4	PS-2	連続	8.62	302		
		主蒸気隔離弁漏えい抑制系	50A／8.7	PS-1／MS-1	連続	8.62	302		
		タービングランド蒸気系	250A／18.2	高[*3]	連続	8.62	302		
		空気抽出系	250A／9.3	高[*3]	連続	2.41	205		
		給水加熱器ベント系	150A／7.1	高[*3]	連続	2.97	235		
		原子炉給水ポンプ駆動用蒸気タービン系	250A／18.2	高[*3]	連続	8.62	302		
		所内蒸気系	300A／10.3	高[*3]	連続	0.98	183		
		重大事故等対処設備[*5]	100A／8.6	重[*4]	一時	8.62	302		

*1：冷却水（防錆剤入り純水）

*2：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

*3：最高使用温度が 95 ℃を超え，又は最高使用圧力が 1,900 kPa を超える環境下にある原子炉格納容器外の重要度クラス 3 の機器

*4：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す

*5：新規に設置される機器

表 1-1 (3/3)　炭素鋼配管系のグループ化及び代表機器の選定

分類基準		当該系統	選定基準					選定	選定理由
材料	内部流体		主な仕様 口径／肉厚(mm)	重要度*1	使用条件 運転状態	使用条件 最高使用圧力(MPa)	使用条件 最高使用温度 (℃)		
炭素鋼	その他ガス	非常用ガス再循環系	600A／12.0	MS-1，重*3	一時	0.014	86		重要度 運転状態
		非常用ガス処理系	450A／14.3	MS-1，重*3	一時	0.014	86		
		可燃性ガス濃度制御系	150A／7.1	MS-1	一時	0.31	171		
		気体廃棄物処理系	300A／10.3	PS-2	連続	2.41	205		
		不活性ガス系	600A／9.5	MS-1，重*3	連続	0.31	171	◎	
		消火設備	65A／7.0	高*2	一時	10.8	40		
		希ガスチャコール系	125A／6.6	高*2	連続	0.34	340		
		重大事故等対処設備*4	600A／12.7	重*3	一時	0.62	200		
	海水	非常用ディーゼル発電機海水系	250A／9.3	MS-1，重*3	一時	0.70	66		重要度 運転状態 最高使用温度 最高使用圧力
		高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機海水系	250A／9.3	MS-1，重*3	一時	0.70	66		
		残留熱除去海水系	500A／12.7	MS-1，重*3	一時	3.45	66	◎	
		重大事故等対処設備*4	150A／7.1	重*3	一時	0.98	66		

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

*2：最高使用温度が 95 ℃を超え，又は最高使用圧力が 1,900 kPa を超える環境下にある原子炉格納容器外の重要度クラス 3 の機器

*3：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す

*4：新規に設置される機器

2. 代表機器の技術評価

本章では，1 章で代表機器とした以下の配管系について技術評価を実施する。

① 原子炉系（純水部）

② 原子炉補機冷却系

③ 原子炉系（蒸気部）

④ 不活性ガス系

⑤ 残留熱除去海水系

2.1 構造，材料及び使用条件

2.1.1 原子炉系（純水部）

(1) 構造

東海第二の原子炉系（純水部）は，配管（直管，エルボ，Ｔ継手等）及びオイルスナッバ等で構成されており，配管の一部に炭素鋼が使用されている。

また，各配管は溶接継手により他の配管，機器に接続されている。

東海第二の原子炉系（純水部）配管の系統図を図 2.1-1 に示す。

(2) 材料及び使用条件

東海第二の原子炉系（純水部）配管主要部位の使用材料を表 2.1-1 に，使用条件を表 2.1-2 に示す。

表 2.1-1 原子炉系（純水部）配管主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
バウンダリの維持	耐圧	配管	炭素鋼
機器の支持	支持	オイルスナッバ	炭素鋼
		メカニカルスナッバ	炭素鋼
		ハンガ	炭素鋼
		ラグ	炭素鋼
		レストレイント	炭素鋼
		サポート取付ボルト・ナット	低合金鋼，炭素鋼
		埋込金物	炭素鋼
		基礎ボルト	炭素鋼，樹脂

表 2.1-2　原子炉系（純水部）配管の使用条件

最高使用圧力	8.62 MPa
最高使用温度	302 ℃
内部流体	純水

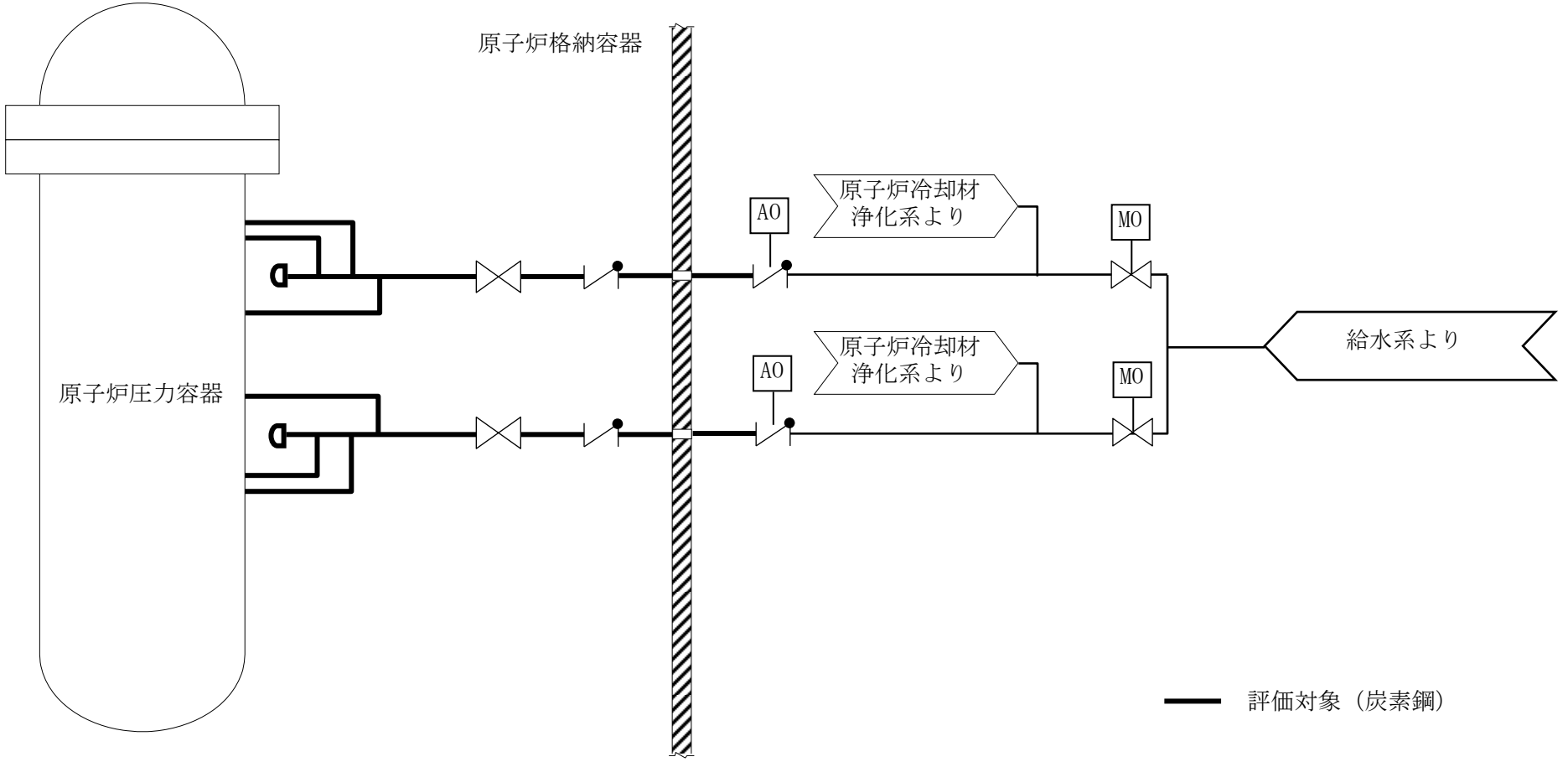


図 2.1-1　原子炉系（純水部）系統図

2.1.2 原子炉補機冷却系

(1) 構造

東海第二の原子炉補機冷却系配管は，配管（直管，エルボ，Ｔ継手等）で構成されており，炭素鋼が使用されている。

また，各配管は溶接継手により他の配管，機器に接続されている。

東海第二の原子炉補機冷却系配管の系統図を図 2.1-2 に示す。

(2) 材料及び使用条件

東海第二の原子炉補機冷却系配管主要部位の使用材料を表 2.1-3 に，使用条件を表 2.1-4 に示す。

表 2.1-3　原子炉補機冷却系配管主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
バウンダリの維持	耐圧	配管	炭素鋼

表 2.1-4　原子炉補機冷却系配管の使用条件

最高使用圧力	0.86 MPa
最高使用温度	66 ℃
内部流体	冷却水（防錆剤入り純水）

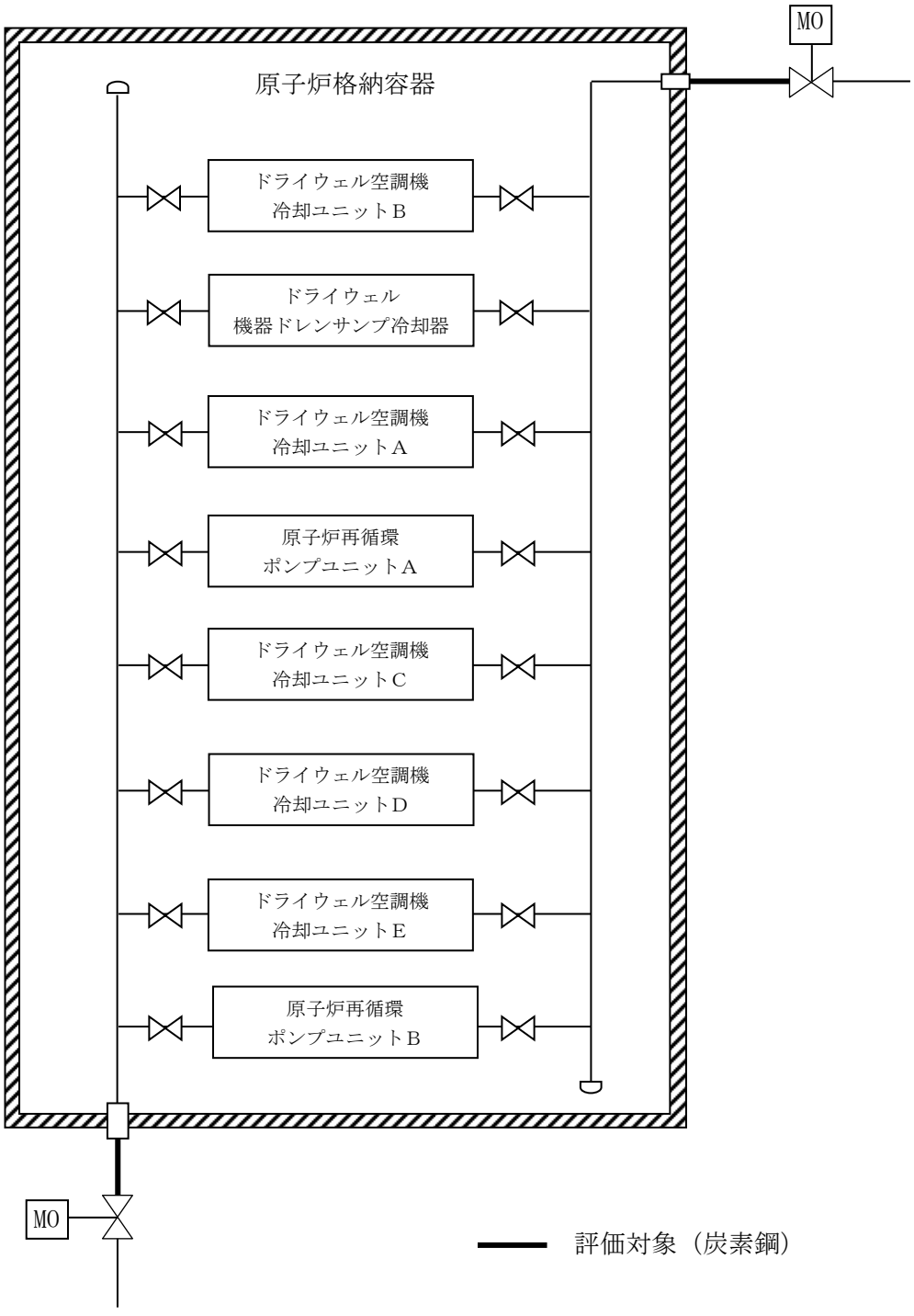


図 2.1-2　原子炉補機冷却系系統図

2.1.3 原子炉系（蒸気部）

(1) 構造

東海第二の原子炉系（蒸気部）配管は，配管（直管，エルボ，Ｔ継手等），フローノズル及びオイルスナッバ等で構成されており，配管の一部に炭素鋼が使用されている。

また，各配管は溶接継手及びフランジ継手により他の配管，機器に接続されている。

東海第二の原子炉系（蒸気部）配管の系統図を図 2.1-3 に示す。

(2) 材料及び使用条件

東海第二の原子炉系（蒸気部）配管主要部位の使用材料を表 2.1-5 に，使用条件を表 2.1-6 に示す。

表 2.1-5　原子炉系（蒸気部）配管主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
バウンダリの維持	耐圧	配管	炭素鋼
		フローノズル	ステンレス鋼
		オリフィス	ステンレス鋼
		フランジボルト・ナット	低合金鋼，炭素鋼
		ガスケット	（消耗品）
機器の支持	支持	オイルスナッバ	炭素鋼
		メカニカルスナッバ	炭素鋼
		ハンガ	炭素鋼
		ラグ	炭素鋼
		レストレイント	炭素鋼
		サポート取付ボルト・ナット	低合金鋼，炭素鋼
		埋込金物	炭素鋼
		基礎ボルト	炭素鋼，樹脂

表 2.1-6　原子炉系（蒸気部）配管の使用条件

最高使用圧力	8.62 MPa
最高使用温度	302 ℃
内部流体	蒸気

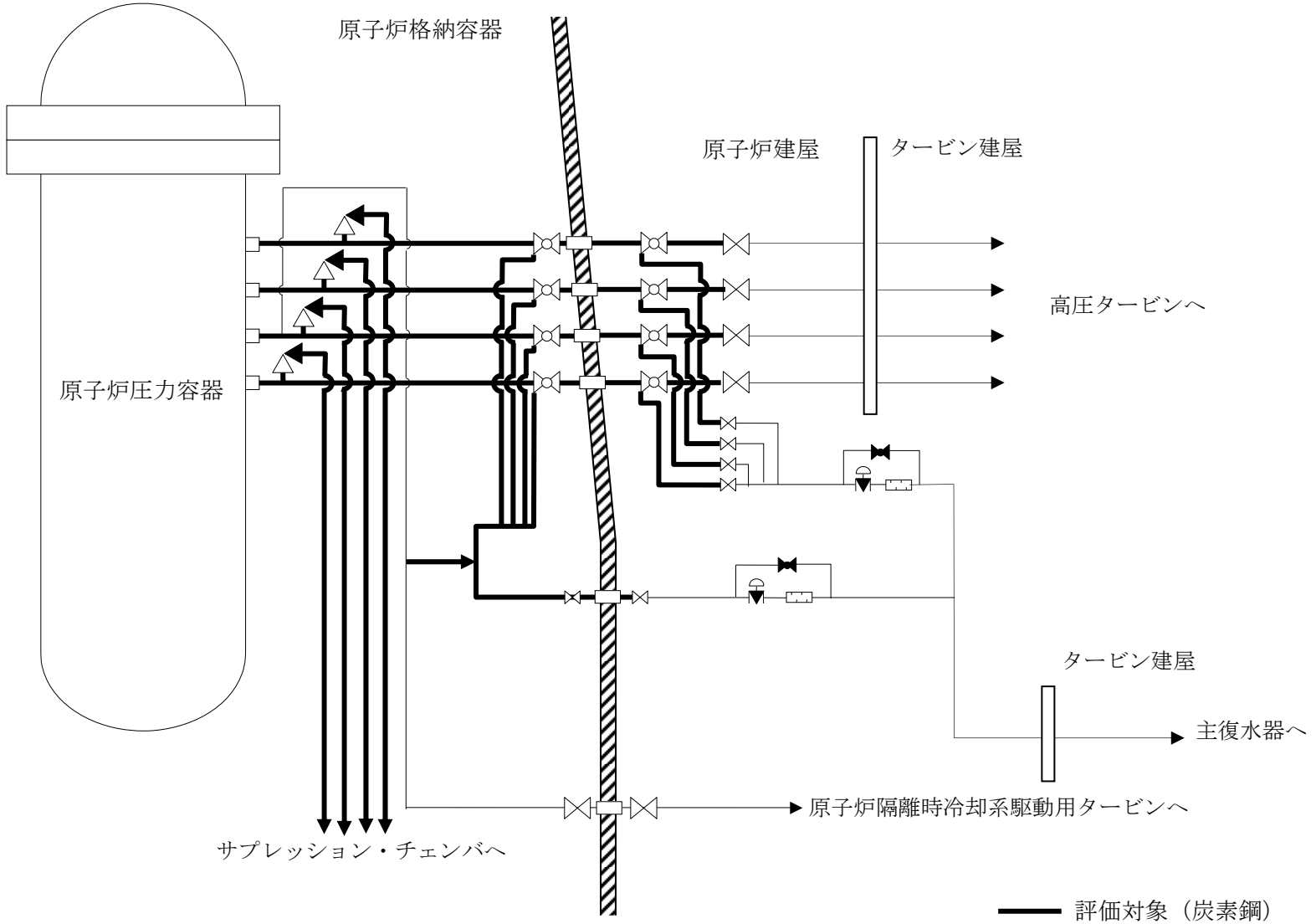


図 2.1-3　原子炉系（蒸気部）系統図

2.1.4 不活性ガス系

(1) 構造

東海第二の不活性ガス系配管は，配管（直管，エルボ，Ｔ継手等）及びオイルスナッバ等で構成されており，配管の一部に炭素鋼が使用されている。

また，各配管は溶接継手及びフランジ継手により他の配管，機器に接続されている。

東海第二の不活性ガス系配管の系統図を図 2.1-4 に示す。

(2) 材料及び使用条件

東海第二の不活性ガス系配管主要部位の使用材料を表 2.1-7 に，使用条件を表 2.1-8 に示す。

表 2.1-7　不活性ガス系配管主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
バウンダリの維持	耐圧	配管	炭素鋼
		フランジボルト・ナット	低合金鋼，炭素鋼
		ガスケット	（消耗品）
機器の支持	支持	オイルスナッバ	炭素鋼
		ばね防振器	炭素鋼
		ラグ	炭素鋼
		レストレイント	炭素鋼
		サポート取付ボルト・ナット	炭素鋼
		埋込金物	炭素鋼
		基礎ボルト	炭素鋼，樹脂

表 2.1-8　不活性ガス系配管の使用条件

最高使用圧力	0.31 MPa
最高使用温度	171 ℃
内部流体	その他ガス（窒素）

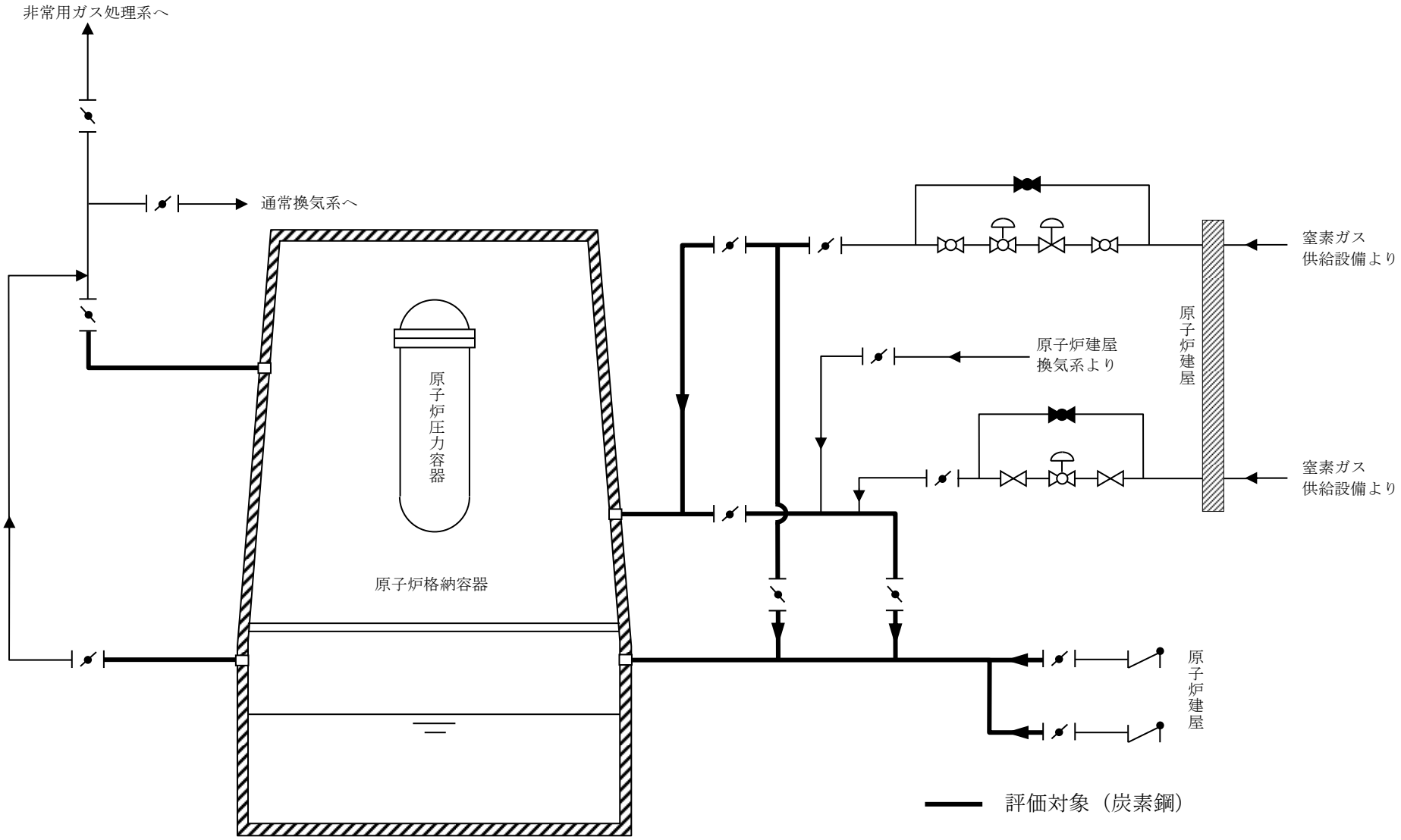


図 2.1-4　不活性ガス系系統図

2.1.5 残留熱除去海水系

(1) 構造

東海第二の残留熱除去海水系配管は，配管（直管，エルボ，Ｔ継手等），クローザージョイント及びラグ等で構成されており，配管に炭素鋼が使用されている。

また，各配管は溶接継手及びフランジ継手により他の配管，機器に接続されている。

東海第二の残留熱除去海水系配管の系統図を図 2.1-5 に示す。

(2) 材料及び使用条件

東海第二の残留熱除去海水系配管主要部位の使用材料を表 2.1-9 に，使用条件を表 2.1-10 に示す。

表 2.1-9　残留熱除去海水系配管主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
バウンダリの維持	耐圧	配管	炭素鋼（ポリエチレンライニング）
		クローザージョイント	炭素鋼（タールエポキシライニング）
		オリフィス	ステンレス鋼
		フランジボルト・ナット	低合金鋼，炭素鋼
		ガスケット	（消耗品）
機器の支持	支持	ラグ	炭素鋼
		レストレイント	炭素鋼
		ハンガ	炭素鋼
		サポート取付ボルト・ナット	炭素鋼
		埋込金物	炭素鋼
		基礎ボルト	炭素鋼，樹脂
		二重管	炭素鋼

表 2.1-10　残留熱除去海水系配管の使用条件

最高使用圧力	3.45 MPa
最高使用温度	66 ℃
内部流体	海水

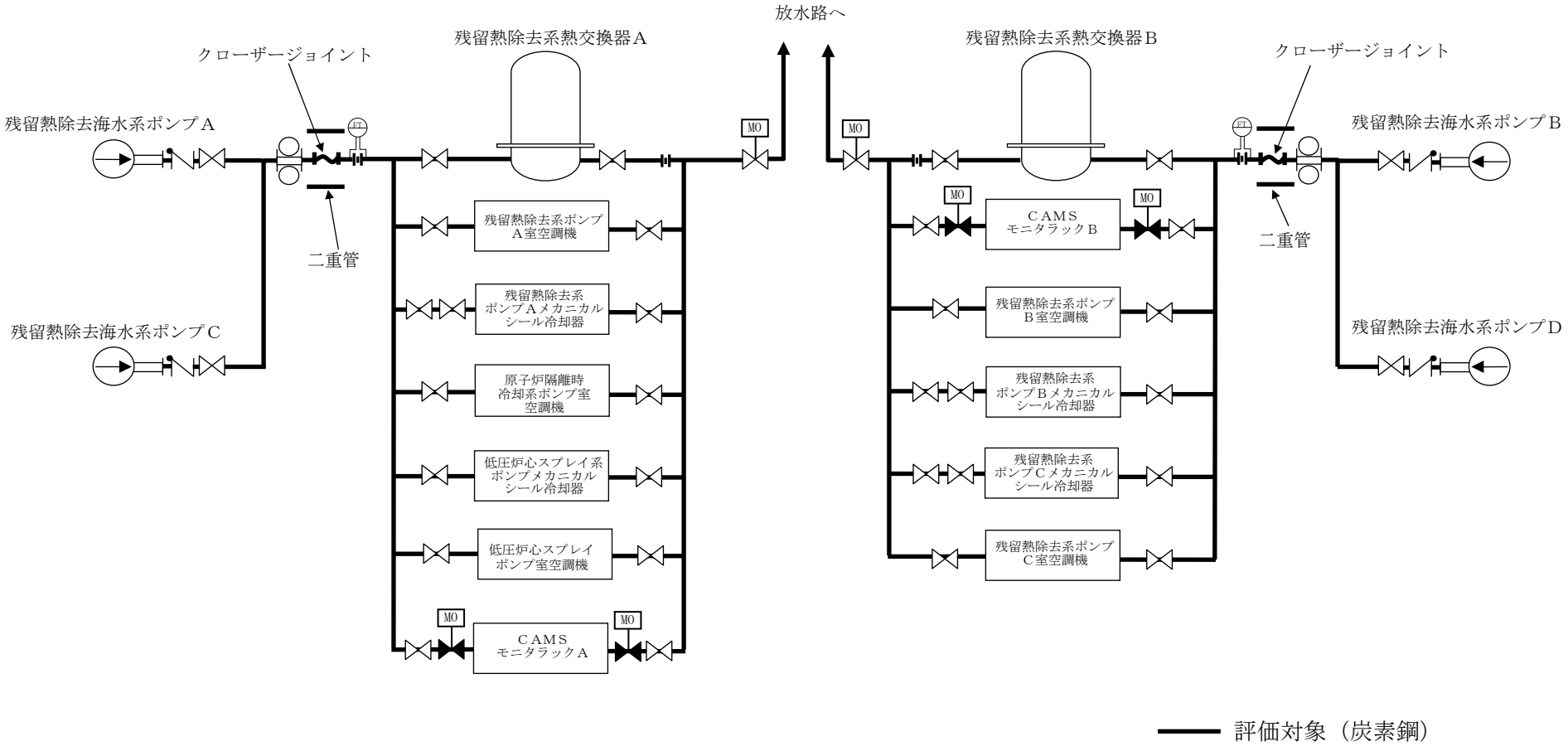


図 2.1-5　残留熱除去海水系系統図

2.2 経年劣化事象の抽出

2.2.1 機器の機能達成に必要な項目

炭素鋼配管系の機能である流体の流路確保機能の達成に必要な項目は以下のとおり。

(1) バウンダリの維持

(2) 機器の支持

2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

(1) 想定される経年劣化事象の抽出

炭素鋼配管系について，機能達成に必要な項目を考慮して主要な部位に展開した上で，個々の部位の材料，構造，使用条件（内部流体の種類，応力，温度等）及び現在までの運転経験を考慮し，表 2.2-1 に示すとおり，想定される経年劣化事象を抽出した（表 2.2-1 で○又は△，▲）。

なお，消耗品及び定期取替品は以下のとおり評価対象外とする。

(2) 消耗品及び定期取替品の扱い

ガスケットは消耗品であり，設計時に長期使用せず取替を前提としていることから高経年化対策を見極める上での評価対象外とする。

(3) 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

想定される経年劣化事象のうち下記①，②に該当しない事象を高経年化対策上着目すべき経年劣化事象と判断した。

なお，下記①，②に該当する事象については，2.2.3 項に示すとおり，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断した。

① 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって，想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象として表 2.2-1 で△）

② 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により，今後も経年劣化の進展が考えられない，又は進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外として表 2.2-1 で▲）

この結果，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象として以下の事象が抽出された（表 2.2-1 で○）。

a. 配管の疲労割れ［原子炉系（純水部，蒸気部）］

2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

(1) 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって，想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象）

a. 基礎ボルトの腐食（全面腐食）［原子炉系（純水部，蒸気部），不活性ガス系，残留熱除去海水系］

基礎ボルトの健全性については，「機械設備の技術評価書」にて評価を実施するものとし，本評価書には含めない。

b. 配管の腐食（流れ加速型腐食）［原子炉系（純水部，蒸気部）］

常時流れがある高温の純水環境及び蒸気環境のエルボ部，分岐部及びレジューサ部等の流れの乱れが起きる箇所は，腐食（流れ加速型腐食）の発生が想定される。

配管の腐食（流れ加速型腐食）に対しては，社内規程「配管肉厚管理マニュアル」に基づき，配管材質条件及び内部流体の環境条件を考慮して点検箇所を選定し，肉厚測定又は放射線透過検査にて，減肉傾向を把握している。

また，必要最小肉厚に達するまでの余寿命を算出し，その結果に応じて次回測定又は取替を行うこととしている。

したがって，配管の腐食（流れ加速型腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

c. 配管及びクローザージョイントの外面腐食（全面腐食）［原子炉補機冷却系，残留熱除去海水系］

屋外に設置されている残留熱除去海水系配管については，外面に塗装が施されているが，長期間外気にさらされ，塗膜がはく離することで腐食が発生する可能性がある。

しかしながら，社内規程「配管肉厚管理マニュアル」に基づき，目視点検にて塗膜の状態を確認しており，必要に応じ補修を行うことで，健全性を維持している。

また，保温に覆われた残留熱除去海水系配管及びクローザージョイント，並びに原子炉補機冷却系配管については，外面に塗装が施されているが，保温が不十分であると，外気にさらされ，結露が発生し，塗膜がはく離することにより腐食が発生する可能性がある。

しかしながら，目視点検にて保温の状態を確認していること，並びに社内規程「配管肉厚管理マニュアル」に基づき，代表部位について保温を取外し，塗膜の状態を確認している。不具合が確認された場合は，当該部の補修及び点検範囲を拡大し，必要に応じ補修を実施することで健全性を維持している。

したがって，配管及びクローザージョイントの外面腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

d. 配管及びクローザージョイントの内面腐食（全面腐食）［残留熱除去海水系］

海水系の配管及びクローザージョイントは，内面に腐食防止のためライニングを施しており，ライニングが健全であれば，腐食が発生する可能性は小さいが，劣化や異物の衝突等により，ライニングがはく離，損傷した場合，配管内面に腐食の発生が想定される。

しかしながら，目視点検にてライニングの状態を確認しており，必要に応じ補修を行うことで，健全性を維持している。

したがって，配管及びクローザージョイントの内面腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

e. 配管の外面腐食（隙間腐食）［残留熱除去海水系］

2010 年 1 月に東海第二の屋外に設置されている残留熱除去海水系配管の建屋貫通部のサポート取付箇所において，雨水がサポート架構上を経て，建屋貫通部のモルタルと配管表面との隙間にたまり，長期間湿潤環境になったことで，腐食（隙間腐食）が発生した。

このため，雨水が浸入しない対策を講じると共に，建屋貫通部，サポート取付部等の直接目視が困難な箇所に対する点検方法を社内規程「配管肉厚管理マニュアル」に反映し，これに基づき点検を実施しており，必要に応じ補修を行うことで，健全性を維持している。

したがって，配管の外面腐食（隙間腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

f. 二重管の外面腐食（全面腐食）［残留熱除去海水系］

埋設されている二重管は外面腐食の発生が想定されるが，外面は塗装を施しており，塗膜が健全であれば，腐食が発生する可能性は小さい。

また，二重管の外面腐食に対しては，肉厚測定を実施することで，有意な腐食がないことを確認している。

したがって，二重管の外面腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

g. 二重管の内面腐食（全面腐食）［残留熱除去海水系］

二重管は炭素鋼であるため，内面腐食が発生する可能性があるが，内面は塗装を施しており，塗膜が健全であれば，腐食が発生する可能性は小さい。

また，二重管の内面腐食に対しては，目視点検及び肉厚測定を実施することで，有意な腐食がないことを確認している。

したがって，二重管の内面腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

h. 埋込金物（大気接触部）の腐食（全面腐食）［原子炉系（純水部，蒸気部），不活性ガス系，残留熱除去海水系］

埋込金物（大気接触部）は腐食が発生する可能性があるが，表面は塗装されており，塗膜が健全であれば，腐食が発生する可能性は小さい。

また，目視点検にて塗膜の状態を確認し，はく離等が認められた場合は必要に応じ補修を実施している。

したがって，埋込金物（大気接触部）の腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

i. ラグ，レストレイント，オイルスナッバ，メカニカルスナッバ，ばね防振器及びハンガの腐食（全面腐食）［原子炉系（純水部，蒸気部），不活性ガス系，残留熱除去海水系］

ラグ，レストレイント，オイルスナッバ（原子炉系（純水部，蒸気部）及び不活性ガス系のみ），メカニカルスナッバ（原子炉系（純水部，蒸気部）のみ），ばね防振器（不活性ガス系のみ），ハンガ（原子炉系（純水部，蒸気部）及び残留熱除去海水系のみ）は炭素鋼であることから，腐食の発生が想定されるが，表面は塗装を施しており，塗膜が健全であれば，腐食が発生する可能性は小さい。

また，目視点検にて塗膜の状態を確認し，はく離等が認められた場合は必要に応じ補修を実施している。

したがって，ラグ，レストレイント，オイルスナッバ，メカニカルスナッバ，ばね防振器及びハンガの腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

j. フランジボルト・ナットの腐食（全面腐食）［原子炉系（蒸気部），不活性ガス系，残留熱除去海水系］

フランジボルト・ナットは炭素鋼又は低合金鋼であり，腐食の発生が想定される。

しかしながら，目視点検を実施しており，腐食が認められた場合は必要に応じ補修又は取替を実施することとしている。

しがたって，フランジボルト・ナットの腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

k. サポート取付ボルト・ナットの腐食（全面腐食）［原子炉系（純水部，蒸気部），不活性ガス系，残留熱除去海水系］

サポート取付ボルト・ナットは炭素鋼又は低合金鋼であることから，腐食の発生が想定されるが，表面は塗装を施しており，塗膜が健全であれば，腐食が発生する可能性は小さい。

また，目視点検にて塗膜の状態を確認し，はく離等が認められた場合は必要に応じ補修を実施している。

したがって，サポート取付ボルト・ナットの腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

l. オイルスナッバ，メカニカルスナッバ，ばね防振器及びハンガの機能低下［原子炉系（純水部，蒸気部），不活性ガス系，残留熱除去海水系］

オイルスナッバ（原子炉系（純水部，蒸気部），不活性ガス系のみ），メカニカルスナッバ（原子炉系（純水部，蒸気部）のみ），ばね防振器（不活性ガス系のみ）及びハンガ（原子炉系（純水部，蒸気部），残留熱除去海水系のみ）は長期にわたる摺動の繰り返しや荷重作用等により，機能低下が想定されるが，ピン等の摺動部材については起動・停止等の想定される配管熱移動による摺動回数は少なく，著しい摩耗が生じる可能性は小さい。

また，スプリング使用時のねじり応力は許容ねじり応力以下になるように設定されており，スプリングの材料に対する推奨最高使用温度よりも実際の使用温度は低いため，へたりが進行する可能性は小さい。

なお，定期的に目視点検を実施しており，これまで有意な機能低下は認められていない。

したがって，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難いことから，オイルスナッバ，メカニカルスナッバ，ばね防振器及びハンガの機能低下は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

m. 配管の内面腐食（全面腐食）［原子炉補機冷却系，不活性ガス系］

原子炉補機冷却系配管は，内部流体が冷却水（防錆剤入り純水）であり，腐食が進行する可能性は小さい。

また，不活性ガス系配管は，内部流体が窒素であることから，腐食が進行する可能性は小さい。

なお，弁等の機器点検時に配管内面を確認しており，これまで有意な腐食は認められていない。

したがって，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難いことから，配管の内面腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

n. ラグ及びレストレイントの疲労割れ[原子炉系（純水部，蒸気部），不活性ガス系，残留熱除去海水系]

ラグ及びレストレイントは，設計段階において，配管の熱応力を考慮して拘束点を選定しており，熱応力が過大になる場合はスナッバを使用することとしている。

このため，ラグ及びレストレイントが熱応力により，割れに至る疲労が蓄積される可能性は小さい。

なお，定期的に目視点検を実施しており，これまで有意な割れは認められていない。

したがって，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難いことから，ラグ及びレストレイントの疲労割れは高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

(2) 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により，今後も経年劣化の進展が考えられない，又は進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外）

a. 配管の高サイクル疲労割れ［原子炉系（純水部，蒸気部），不活性ガス系，残留熱除去海水系］

小口径配管のソケット溶接部は，ポンプの機械・流体振動による繰り返し応力により高サイクル疲労割れの発生が想定されるが，これまでの運転で炭素鋼配管系に高サイクル疲労割れは発生していない。

さらに，2002 年に発生した関西電力美浜発電所３号機小口径配管不具合の水平展開として，運転時間の短い小口径配管のソケット溶接部に対して疲労評価を実施しており，疲労評価上応力が高い場合はサポートの改造を実施している。また，併せて浸透探傷検査及び目視点検を実施しており，有意な欠陥は認められていない。

振動の状態は経年的に変化するものではなく，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難いことから，配管の高サイクル疲労割れは高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

b. オリフィス及びフローノズルの異物付着［原子炉系（蒸気部），残留熱除去海水系］

オリフィス及びフローノズルに異物が付着することにより，顕著な性能低下が想定される。

しかしながら，これまでの運転経験で異物付着による性能低下は認められておらず，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，オリフィス及びフローノズルの異物付着は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

c. 埋込金物（コンクリート埋設部）の腐食（全面腐食）［原子炉系（純水部，蒸気部），不活性ガス系，残留熱除去海水系］

埋込金物（コンクリート埋設部）は炭素鋼であるため腐食の発生が想定されるが，コンクリート埋設部ではコンクリートの大気接触部表面からの中性化の進行により腐食環境となるため，コンクリートが中性化に至り埋込金物に有意な腐食が発生するまで長時間を要する。

したがって，埋込金物（コンクリート埋設部）の腐食（全面腐食）は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

d. 基礎ボルトの樹脂の劣化（後打ちケミカルアンカ）［原子炉系（純水部，蒸気部），不活性ガス系，残留熱除去海水系］

基礎ボルトの健全性については，「機械設備の技術評価書」にて評価を実施するものとし，本評価書には含めない。

表 2.2-1(1/5)　原子炉系（純水部）配管に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考
					減肉		割れ		材質変化		その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
バウンダリの維持	耐圧	配管		炭素鋼		△*1	○ ▲*2					*1：流れ加速型腐食 *2：高サイクル疲労割れ *3：機能低下 *4：大気接触部 *5：コンクリート埋設部 *6：樹脂の劣化
機器の支持	支持	オイルスナッバ		炭素鋼		△					△*3	
		メカニカルスナッバ		炭素鋼		△					△*3	
		ハンガ		炭素鋼		△					△*3	
		ラグ		炭素鋼		△	△					
		レストレイント		炭素鋼		△	△					
		サポート取付ボルト・ナット		低合金鋼，炭素鋼		△						
		埋込金物		炭素鋼		△*4 ▲*5						
		基礎ボルト		炭素鋼，樹脂		△				▲*6		

○：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象
△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）
▲：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象以外）

表 2.2-1(2/5)　原子炉補機冷却系配管に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考
					減肉		割れ		材質変化		その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
バウンダリの維持	耐圧	配管		炭素鋼		△*1*2						*1：内面腐食 *2：外面腐食

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表 2.2-1(3/5)　原子炉系（蒸気部）配管に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考
					減肉		割れ		材質変化		その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
バウンダリの維持	耐圧	配管		炭素鋼		△*1	○ ▲*2					*1：流れ加速型腐食 *2：高サイクル疲労割れ *3：異物付着 *4：機能低下 *5：大気接触部 *6：コンクリート埋設部 *7：樹脂の劣化
		フローノズル		ステンレス鋼							▲*3	
		オリフィス		ステンレス鋼							▲*3	
		フランジボルト・ナット		低合金鋼，炭素鋼		△						
		ガスケット	◎	－								
機器の支持	支持	オイルスナッバ		炭素鋼		△					△*4	
		メカニカルスナッバ		炭素鋼		△					△*4	
		ハンガ		炭素鋼		△					△*4	
		ラグ		炭素鋼		△	△					
		レストレイント		炭素鋼		△	△					
		サポート取付ボルト・ナット		低合金鋼，炭素鋼		△						
		埋込金物		炭素鋼		△*5 ▲*6						
		基礎ボルト		炭素鋼，樹脂		△				▲*7		

○：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象
△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）
▲：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象以外）

表 2.2-1(4/5)　不活性ガス系配管に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考
					減肉		割れ		材質変化		その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
バウンダリの維持	耐圧	配管		炭素鋼		△*1	▲*2					*1：内面腐食 *2：高サイクル疲労割れ *3：機能低下 *4：大気接触部 *5：コンクリート埋設部 *6：樹脂の劣化
		フランジボルト・ナット		低合金鋼，炭素鋼		△						
		ガスケット	◎	－								
機器の支持	支持	オイルスナッバ		炭素鋼		△					△*3	
		ばね防振器		炭素鋼		△					△*3	
		ラグ		炭素鋼		△	△					
		レストレイント		炭素鋼		△	△					
		サポート取付ボルト・ナット		炭素鋼		△						
		埋込金物		炭素鋼		△*4 ▲*5						
		基礎ボルト		炭素鋼，樹脂		△				▲*6		

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）
▲：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象以外）

表 2.2-1(5/5)　残留熱除去海水系配管に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考
					減肉		割れ		材質変化		その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
バウンダリの維持	耐圧	配管		炭素鋼[*1]		△[*3*4*5]	▲[*6]					*1：ポリエチレンライニング *2：タールエポキシライニング *3：内面腐食 *4：外面腐食 *5：隙間腐食 *6：高サイクル疲労割れ *7：異物付着 *8：機能低下 *9：大気接触部 *10：コンクリート埋設部 *11：樹脂の劣化
		クローザージョイント		炭素鋼[*2]		△[*3*4]						
		オリフィス		ステンレス鋼							▲[*7]	
		フランジボルト・ナット		低合金鋼，炭素鋼		△						
		ガスケット	◎	－								
機器の支持	支持	ラグ		炭素鋼		△	△					
		レストレイント		炭素鋼		△	△					
		ハンガ		炭素鋼		△					△[*8]	
		サポート取付ボルト・ナット		炭素鋼		△						
		埋込金物		炭素鋼		△[*9] ▲[*10]						
		基礎ボルト		炭素鋼，樹脂		△				▲[*11]		
		二重管		炭素鋼		△[*3*4]						

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）
▲：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象以外）

2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の評価

(1) 配管の疲労割れ［原子炉系（純水部，蒸気部）］

a. 事象の説明

原子炉系（純水部，蒸気部）配管は，プラントの起動・停止時等の熱過渡により疲労が蓄積する可能性がある。

b. 技術評価

① 健全性評価

疲労評価は，図 2.3-1,2 に示す三次元梁モデルを作成し，日本機械学会「発電用原子力設備規格　設計・建設規格 JSME S NC1-2005(2007 年追補版を含む)」（以下，設計・建設規格という）に基づき評価した。

過渡回数は，運転期間延長認可申請に伴う評価として，2016 年 11 月時点までの運転実績に基づき推定した 2016 年度以降の評価対象期間での推定過渡回数を包含し，より保守的*に設定した過渡回数とした。評価用過渡条件を表 2.3-1 に示す。

*：評価条件として，2011 年 3 月から 2020 年 8 月末まで冷温停止状態，2020 年 9 月以降の過渡回数発生頻度は実績の 1.5 倍以上を想定した。

また，使用環境を考慮した疲労について，日本機械学会「発電用原子力設備規格 環境疲労評価手法（2009 年版）」（以下，環境疲労評価手法という）に基づいて評価した。

この結果，表 2.3-2 に示すとおり，疲労累積係数は運転開始後 60 年時点においても許容値以下であり，疲労割れ発生の可能性は小さいと判断する。

② 現状保全

原子炉系（純水部，蒸気部）配管については，供用期間中検査にて超音波探傷検査を実施し，有意な欠陥のないことを確認している。

また，供用期間中検査毎に漏えい検査を実施し，耐圧部の健全性を確認している。さらに，高経年化技術評価に合わせて実過渡回数に基づく評価を実施することとしている。

③ 総合評価

健全性評価結果から，疲労割れ発生の可能性は十分小さいと考えるが，疲労評価は実過渡回数に依存するため，今後も実過渡回数を把握する必要がある。

疲労割れは超音波探傷検査，漏えい検査にて検知可能であることから，現状の保全は点検手法として適切である。

c. 高経年化への対応

配管の疲労割れについては，継続的に実過渡回数の確認を行い，運転開始後 60 年時点の推定過渡回数を上回らないことを確認する。

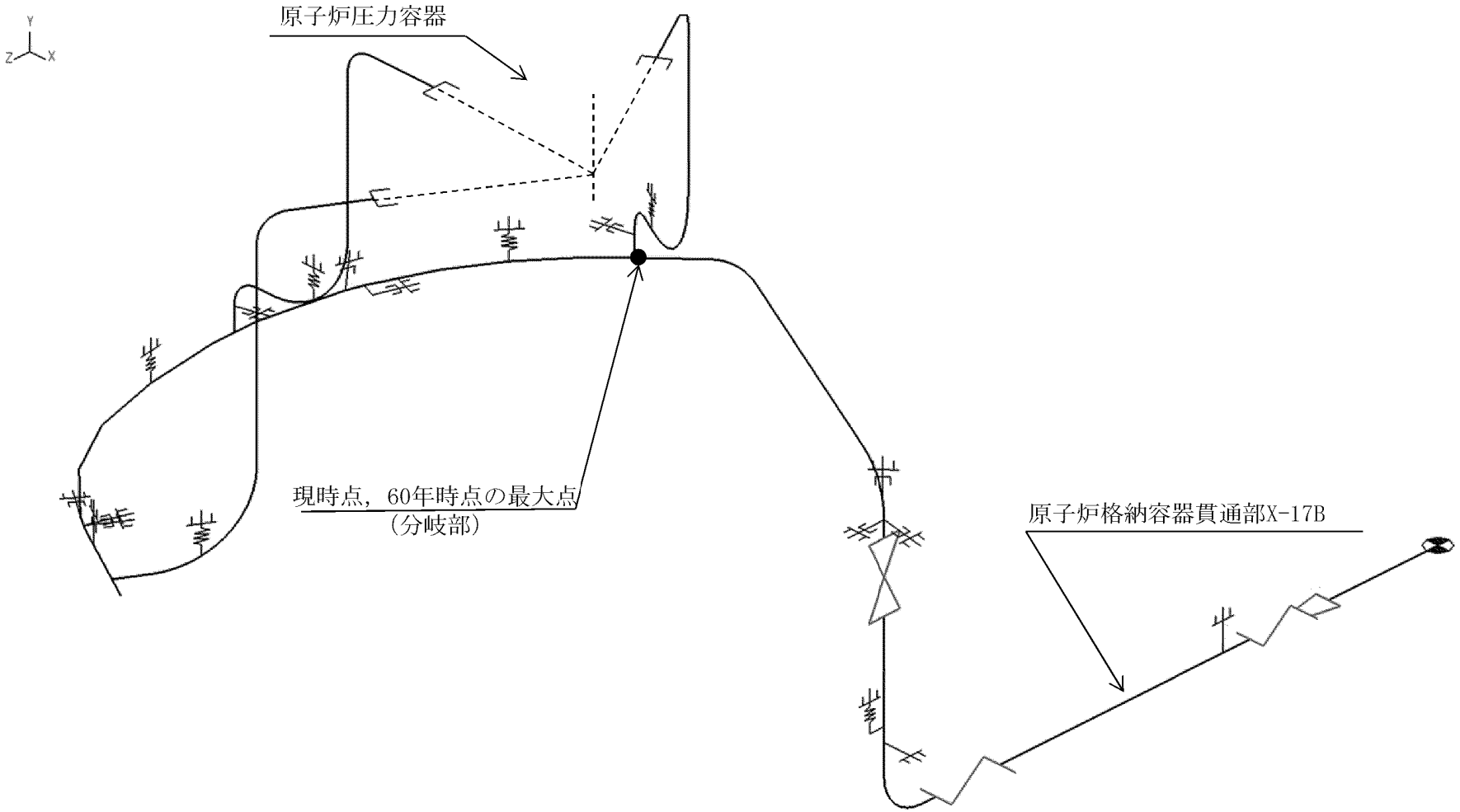


図 2.3-1　原子炉系（純水部）配管三次元梁モデル

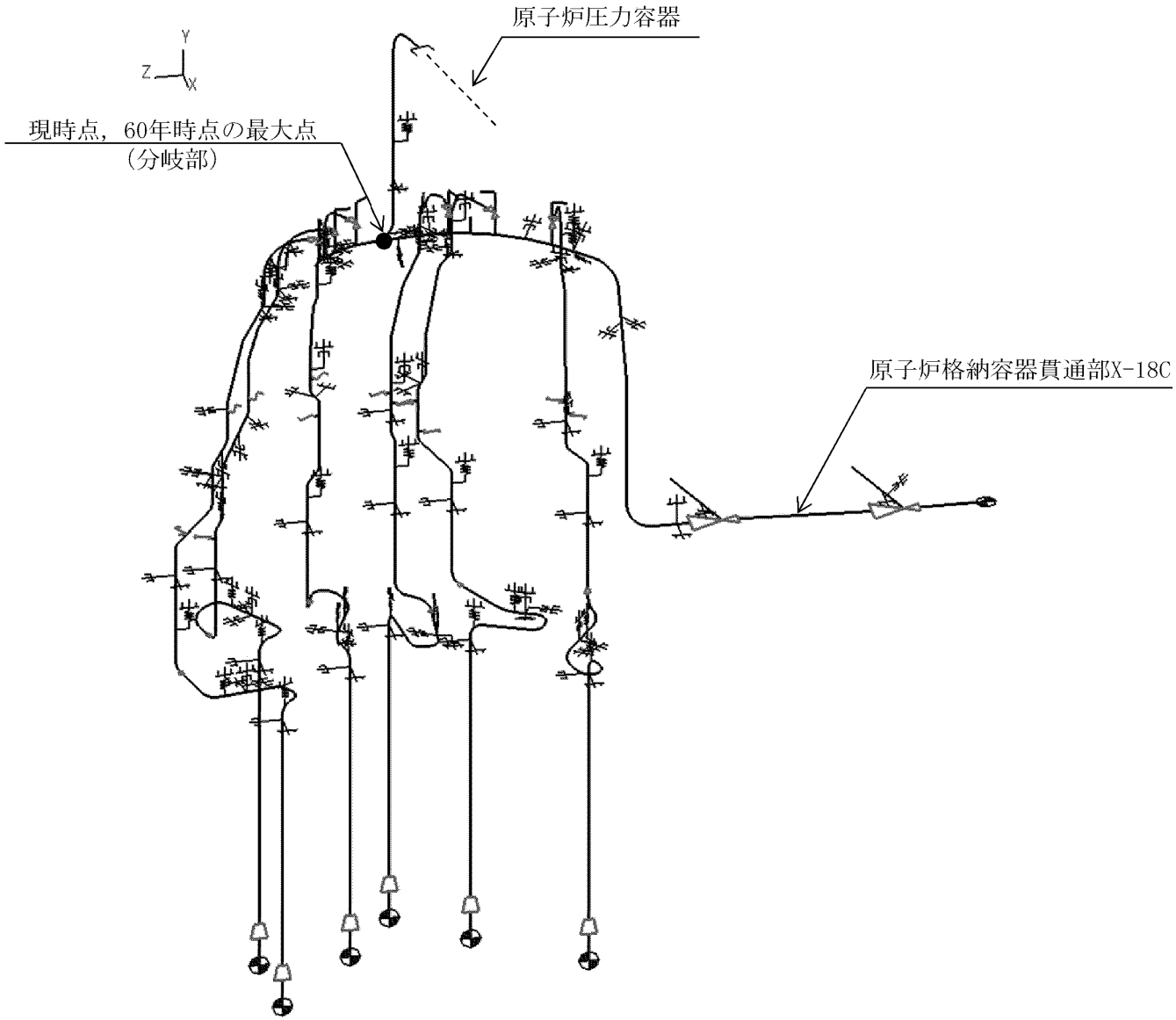


図 2.3-2　原子炉系（蒸気部）配管三次元梁モデル

表 2.3-1　原子炉系（純水部，蒸気部）評価用過渡条件

運転条件	運転実績に基づく過渡回数 (2016 年 11 月時点)	60 年目推定
ボルト締付	26	48
耐圧試験	72	132
起動（昇温）	65	110
起動（タービン起動）	65	110
夜間低出力運転（出力 75%）	67	120
週末低出力運転（出力 50%）	115	165
制御棒パターン変更	96	176
給水加熱機能喪失(発電機トリップ)	0	1
給水加熱機能喪失 （給水加熱器部分バイパス）	0	1
スクラム（タービントリップ）	16	22
スクラム（原子炉給水ポンプ停止）	3	6
スクラム（その他のスクラム）	20	24
停止	65	111
ボルト取外し	26	49

表 2.3-2　原子炉系（純水部，蒸気部）配管の疲労評価結果

配管	運転実績回数に基づく疲労累積係数（許容値：１以下）		
	設計・建設規格の疲労線図による評価		環境疲労評価手法による評価 （環境を考慮）
	現時点 (2016 年 11 月時点)	運転開始後 60 年時点	運転開始後 60 年時点
原子炉系（純水部）	0.0839	0.1423	0.5799
原子炉系（蒸気部）	0.0514	0.0853	—*

*：環境疲労評価手法による解析は，軽水炉の高温水中に適用されるものであり，内部流体が蒸気である主蒸気系は対象外

3. 代表機器以外への展開

本章では，2 章で実施した代表機器の技術評価について，1 章で実施したグループ化で代表機器となっていない機器への展開について検討した。

［対象系統］

① 原子炉隔離時冷却系
② 原子炉冷却材浄化系
③ 残留熱除去系
④ 制御棒駆動系
⑤ 補助系
⑥ 燃料プール冷却浄化系
⑦ 高圧炉心スプレイ系
⑧ 低圧炉心スプレイ系
⑨ 原子炉保護系
⑩ タービングランド蒸気系
⑪ 復水系
⑫ 給水系
⑬ 給水加熱器ドレン系
⑭ 所内蒸気系
⑮ ドライウェル冷却系
⑯ タービン主蒸気系
⑰ 主蒸気隔離弁漏えい抑制系
⑱ 空気抽出系
⑲ 給水加熱器ベント系
⑳ 原子炉給水ポンプ駆動用蒸気タービン系
㉑ 非常用ガス再循環系
㉒ 非常用ガス処理系
㉓ 可燃性ガス濃度制御系
㉔ 気体廃棄物処理系
㉕ 消火設備
㉖ 希ガスチャコール系
㉗ 非常用ディーゼル発電機海水系
㉘ 高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機海水系
㉙ 重大事故等対処設備

3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

a. 配管の疲労割れ［原子炉隔離時冷却系，原子炉冷却材浄化系，残留熱除去系，高圧炉心スプレイ系，低圧炉心スプレイ系］

プラントの起動・停止時等の熱過渡を受けるため，疲労の蓄積で疲労割れが発生する可能性があるが，疲労評価上一番厳しいと考えられる代表機器に対して疲労評価を行った結果，疲労累積係数は運転開始後 60 年時点でも十分許容値を下回っており，疲労割れが発生する可能性は小さいと判断する。

また，疲労割れは，超音波探傷検査及び漏えい検査等により検知可能であり，健全性は維持できると判断する。

したがって，高経年化対策の観点から現状の保全内容に対し追加すべき項目はないと判断する。

3.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

(1) 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって，想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象）

a. 基礎ボルトの腐食（全面腐食）［燃料プール冷却浄化系，原子炉保護系，ドライウェル冷却系以外］

代表機器と同様，基礎ボルトの健全性については，「機械設備の技術評価書」にて評価を実施するものとし，本評価書には含めない。

b. 配管の腐食（流れ加速型腐食）［復水系，給水系，給水加熱器ドレン系，タービン主蒸気系，タービングランド蒸気系，原子炉給水ポンプ駆動用蒸気タービン系，原子炉冷却材浄化系］

代表機器と同様，常時流れがある高温の純水環境及び蒸気環境のエルボ部，分岐部及びレジューサ部等の流れの乱れが起きる箇所は，腐食（流れ加速型腐食）の発生が想定される。

配管の腐食（流れ加速型腐食）に対しては，社内規程「配管肉厚管理マニュアル」に基づき，配管材質条件及び内部流体の環境条件を考慮して点検箇所を選定し，肉厚測定又は放射線透過検査にて，減肉傾向を把握している。

また，必要最小肉厚に達するまでの余寿命を算出し，その結果に応じて次回測定又は取替を行うこととしている。

したがって，配管の腐食（流れ加速型腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

c. 配管及びオリフィスの腐食（液滴衝撃エロージョン）［給水加熱器ベント系］

オリフィス等の絞り部の影響で，蒸気とともに加速され高速になった液滴が配管の壁面などに衝突する部位，配管内での減圧沸騰により発生した蒸気の体積膨張により加速された液滴が配管の壁面などに衝突する部位では，腐食（液滴衝撃エロージョン）による減肉が発生しやすい。

配管及びオリフィスの腐食（液滴衝撃エロージョン）に対しては，社内規程「配管肉厚管理マニュアル」に基づき，配管材質条件及び内部流体の環境条件を考慮して点検箇所を選定し，肉厚測定又は放射線透過検査にて，減肉傾向を把握している。

また，必要最小肉厚に達するまでの余寿命を算出し，その結果に応じて次回測定又は取替を行うこととしている。

したがって，配管及びオリフィスの腐食（液滴衝撃エロージョン）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

d. 配管及びクローザージョイントの外面腐食（全面腐食）［ドライウェル冷却系，非常用ガス処理系，非常用ディーゼル発電機海水系，高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機海水系，重大事故等対処設備］

代表機器と同様，屋外に設置されている炭素鋼配管は，外面に塗装が施されているが，長期間外気にさらされ，塗膜がはく離することにより腐食が発生する可能性がある。

しかしながら，社内規程「配管肉厚管理マニュアル」に基づき，目視点検にて塗膜の状態を確認し，必要に応じ補修を行うことで，健全性を維持することとしている。

保温に覆れた炭素鋼配管及びクローザージョイントについては，外面に塗装が施されているが，保温が不十分であると，外気にさらされ，結露が発生し，塗膜がはく離することにより腐食が発生する可能性がある。

しかしながら，目視点検にて保温の状態を確認していること，並びに社内規程「配管肉厚管理マニュアル」に基づき，代表部位について保温を取外し，塗膜の状態を確認している。不具合が確認された場合は，当該部の補修及び点検範囲を拡大し，必要に応じ補修を実施することで，健全性を維持することとしている。

また，新たに設置される重大事故等対処設備についても，今後，定期的に目視点検を実施することで健全性を維持できると考える。

したがって，配管及びクローザージョイントの外面腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

e. 配管及びクローザージョイントの内面腐食（全面腐食）［非常用ディーゼル発電機海水系，高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機海水系，重大事故等対処設備］

代表機器と同様，海水系の配管及びクローザージョイントは，内面に腐食防止のためライニングが施工されており，ライニングが健全であれば，腐食が発生する可能性は小さいが，劣化や異物の衝突等により，ライニングがはく離，損傷した場合，配管内面に腐食の発生が想定される。

しかしながら，目視点検にてライニングの状態を確認し，必要に応じ補修を行うことで，健全性を維持することとしている。

また，新たに設置される重大事故等対処設備についても，今後，定期的に目視点検を実施することで健全性を維持できると考える。

したがって，配管及びクローザージョイントの内面腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

f. 配管の外面腐食（隙間腐食）［非常用ガス処理系，非常用ディーゼル発電機海水系，高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機海水系，重大事故等対処設備］

代表機器と同様，屋外に設置されている配管の建屋貫通部及びサポート取付部等の狭あい部においては，配管表面との隙間に雨水がたまり，その後長期間湿潤環境になることで，腐食（隙間腐食）が発生する可能性がある。

しかしながら，雨水が浸入しない対策を講じると共に，社内規程「配管肉厚管理マニュアル」に基づき目視点検を実施し，必要に応じ補修を行うことで，健全性を維持することとしている。

また，新たに設置される重大事故等対処設備についても，今後，定期的に目視点検を実施することで健全性を維持できると考える。

したがって，配管の外面腐食（隙間腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

g. ラグ，レストレイント，オイルスナッバ，メカニカルスナッバ，ばね防振器及びハンガの腐食（全面腐食）［燃料プール冷却浄化系，原子炉保護系，ドライウェル冷却系以外］

代表機器と同様，ラグ，レストレイント，オイルスナッバ，メカニカルスナッバ，ばね防振器及びハンガは炭素鋼であることから，腐食の発生が想定されるが，表面は塗装を施しており，塗膜が健全であれば，腐食が発生する可能性は小さい。

また，目視点検にて塗膜の状態を確認し，はく離等が認められた場合は必要に応じ補修を実施することとしており，新たに設置される重大事故等対処設備についても，今後，定期的に目視点検を実施することで健全性を維持できると考える。

したがって，ラグ，レストレイント，オイルスナッバ，メカニカルスナッバ，ばね防振器及びハンガの腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

h. サポート取付ボルト・ナットの腐食（全面腐食）［燃料プール冷却浄化系，原子炉保護系，ドライウェル冷却系以外］

代表機器と同様，サポート取付ボルト・ナットは炭素鋼又は低合金鋼であることから，腐食の発生が想定されるが，表面は塗装を施しており，塗膜が健全であれば，腐食が発生する可能性は小さい。

また，目視点検にて塗膜の状態を確認し，はく離等が認められた場合は必要に応じ補修を実施することとしており，新たに設置される重大事故等対処設備についても，今後，定期的に目視点検を実施することで健全性を維持できると考える。

したがって，サポート取付ボルト・ナットの腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

i. フランジボルト・ナットの腐食（全面腐食）［原子炉隔離時冷却系，原子炉冷却材浄化系，残留熱除去系，高圧炉心スプレイ系，低圧炉心スプレイ系，タービングランド蒸気系，復水系，給水系，給水加熱器ドレン系，所内蒸気系，主蒸気隔離弁漏えい抑制系，空気抽出系，給水加熱器ベント系，非常用ガス再循環系，非常用ガス処理系，気体廃棄物処理系，非常用ディーゼル発電機海水系，高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機海水系，重大事故等対処設備］

代表機器と同様，フランジボルト・ナットは，炭素鋼又は低合金鋼であり，腐食の発生が想定される。

しかしながら，目視点検を実施しており，腐食が認められた場合は必要に応じ補修又は取替を実施することとしており，新たに設置される重大事故等対処設備についても，今後，定期的に目視点検を実施することで健全性を維持できると考える。

しがたって，フランジボルト・ナットの腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

j. 埋込金物（大気接触部）の腐食（全面腐食）［燃料プール冷却浄化系，原子炉保護系，ドライウェル冷却系以外］

代表機器と同様，埋込金物（大気接触部）は腐食が発生する可能性があるが，表面は塗装を施しており，塗膜が健全であれば，腐食が発生する可能性は小さい。

また，目視点検にて塗膜の状態を確認し，はく離等が認められた場合は必要に応じ補修を実施することとしており，新たに設置される重大事故等対処設備についても，今後，定期的に目視点検を実施することで健全性を維持できると考える。

したがって，埋込金物（大気接触部）の腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

k. 排ガス気水分離器及び自在継手の貫粒型応力腐食割れ[気体廃棄物処理系，非常用ガス再循環系，非常用ガス処理系，重大事故等対処設備]

排ガス気水分離器及び自在継手はステンレス鋼であり，機器外面に付着した大気中の海塩粒子に含まれる塩化物イオンを起因とする貫粒型応力腐食割れの発生が想定されるが，代表箇所における定期的な目視点検及び付着塩分量測定を実施し，その結果により必要に応じ機器外面清掃及び浸透探傷検査を実施することとしている。

また，東海第二では工事における副資材管理でステンレス鋼への塩分付着を防止している。

非常用ガス再循環系，非常用ガス処理系，重大事故等対処設備の自在継手については，新たに設置される機器であることから，上記同様，代表箇所における定期的な目視点検及び付着塩分量測定を実施することで健全性を維持できると考える。

したがって，排ガス気水分離器及び自在継手の貫粒型応力腐食割れは高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

1．配管の高サイクル熱疲労割れ［残留熱除去系］

残留熱除去系熱交換器出口配管とバイパスラインの合流部（高低温水合流部）においては，局所的にバイパスラインからの高温水が流入し，複雑な流状による熱過渡を受け，疲労が蓄積されることから，高サイクル熱疲労割れが発生する可能性がある。

高低温水合流部の高サイクル熱疲労割れに対しては，日本機械学会「配管の高サイクル熱疲労に関する評価指針　JSME S 017-2003」に基づく評価及び超音波探傷検査にて健全性を維持している。

したがって，配管の高サイクル熱疲労割れは高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

m. オイルスナッバ，メカニカルスナッバ，ばね防振器及びハンガの機能低下［燃料プール冷却浄化系，原子炉保護系，ドライウェル冷却系，主蒸気隔離弁漏えい抑制系，非常用ガス処理系以外］

代表機器と同様，オイルスナッバ，メカニカルスナッバ，ばね防振器及びハンガは長期にわたる摺動の繰り返しや荷重作用等により，機能低下が想定されるが，ピン等の摺動部材については起動・停止等の想定される配管熱移動による摺動回数は少なく，著しい摩耗が生じる可能性は小さい。

また，スプリング使用時のねじり応力は許容ねじり応力以下になるように設定されており，スプリングの材料に対する推奨最高使用温度よりも実際の使用温度は低いため，へたりが進行する可能性は小さい。

なお，定期的に目視点検を実施しており，これまで有意な機能低下は認められていない。

また，新たに設置される重大事故等対処設備についても，今後，定期的に目視点検を実施することで健全性を確認できると考える。

したがって，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難いことから，オイルスナッバ，メカニカルスナッバ，ばね防振器及びハンガの機能低下は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

n. 配管の内面腐食（全面腐食）［残留熱除去系，高圧炉心スプレイ系，低圧炉心スプレイ系，ドライウェル冷却系，非常用ガス再循環系，非常用ガス処理系，可燃性ガス濃度制御系，重大事故等対処設備］

炭素鋼配管の内部流体が湿分を含む空気，窒素又は純水であることから，長期の使用に伴う配管内面の腐食の発生が想定される。

残留熱除去系，高圧炉心スプレイ系及び低圧炉心スプレイ系は内部流体が純水であり，酸素含有水中（酸素濃度 8 mg0/l）における炭素鋼の腐食に及ぼす影響（防食技術便覧：腐食防食協会編）より，運転開始後 60 年時点の腐食量は 1 mm 未満と推定されることから，腐食が発生する可能性は小さい。

非常用ガス再循環系，非常用ガス処理系及び可燃性ガス濃度制御系は，内部流体が空気又は窒素であることから，腐食環境としては内部流体が純水の方が厳しい。

また，ドライウェル冷却系は，内部流体が冷却水（防錆剤入り純水）であり，腐食が進行する可能性は小さい。

なお，弁等の機器点検時に配管内面を確認しており，これまで有意な腐食は認められていない。

また，新たに設置される重大事故等対処設備についても，今後，弁等の機器点検時に配管内面を確認することで健全性を確認できると考える。

したがって，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難いことから，配管の内面腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

o. ラグ及びレストレイントの疲労割れ［燃料プール冷却浄化系，原子炉保護系，ドライウェル冷却系以外］

代表機器と同様，ラグ及びレストレイントは，設計段階において，配管の熱応力を考慮して拘束点を選定しており，熱応力が過大になる部位にはスナッバを使用することとしている。

このため，ラグ及びレストレイントが熱応力により，割れに至る疲労が蓄積される可能性は小さい。

なお，定期的に目視点検を実施しており，これまで有意な割れは認められていない。

また，新たに設置される重大事故等対処設備についても，今後，定期的に目視点検を実施することで健全性を確認できると考える。

したがって，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難いことから，ラグ及びレストレイントの疲労割れは高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

(2) 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により，今後も経年劣化の進展が考えられない，又は進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外）

a. 配管の高サイクル疲労割れ［原子炉隔離時冷却系，原子炉冷却材浄化系，残留熱除去系，高圧炉心スプレイ系，低圧炉心スプレイ系，タービングランド蒸気系，復水系，給水系，給水加熱器ドレン系，所内蒸気系，タービン主蒸気系，主蒸気隔離弁漏えい抑制系，給水加熱器ベント系，非常用ガス再循環系，非常用ガス処理系，可燃性ガス濃度制御系，気体廃棄物処理系，非常用ディーゼル発電機海水系，高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機海水系，重大事故等対処設備］

代表機器と同様，小口径配管のソケット溶接部は，ポンプの機械・流体振動による繰り返し応力により高サイクル疲労割れの発生が想定されるが，これまでの運転で炭素鋼配管系に高サイクル疲労割れは発生していない。

さらに，2002 年に発生した関西電力美浜発電所３号機小口径配管不具合の水平展開として，運転時間の短い小口径配管のソケット溶接部に対して疲労評価を実施しており，疲労評価上応力が高い場合はサポートの改造を実施している。また，併せて浸透探傷検査及び目視点検を実施しており，有意な欠陥は認められていない。

振動の状態は経年的に変化するものではなく，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。また，同様な設計方針に基づき新たに設置される重大事故等対処設備についても，同様と考えられる。

したがって，配管の高サイクル疲労割れは高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

b. 温度計ウェル及びサンプリングノズルの高サイクル疲労割れ[原子炉隔離時冷却系，原子炉冷却材浄化系，残留熱除去系，高圧炉心スプレイ系，低圧炉心スプレイ系，復水系，給水系，給水加熱器ドレン系，タービン主蒸気系]

温度計ウェル及びサンプリングノズルについては，内部流体の流体力，カルマン渦及び双子渦発生による励振力により，管台との取合部に高サイクル疲労割れの発生が想定されるが，設計上流体の同期振動の回避及びランダム渦による強度が考慮されていれば損傷を回避できるものであり，当該系統において高サイクル疲労割れは発生していない。

なお，もんじゅで発生した温度計ウェルの損傷事例に対しては，原子力安全・保安院指示文書（平成17･12･22原院第6号　平成17年12月27日「発電用原子力設備に関する技術基準を定める省令の改正に伴う電気事業法に基づく定期事業者検査の実施について」NISA-163a-05-3）に従い，日本機械学会「配管内円柱状構造物の流力振動評価指針 JSME S012-1998」に基づき評価を行い，損傷の可能性が否定できない箇所については撤去又は十分な強度を有するものへの取替を実施している。

したがって，温度計ウェル及びサンプリングノズルの高サイクル疲労割れは高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

c. オリフィス及びフローノズルの異物付着［原子炉隔離時冷却系，原子炉冷却材浄化系，残留熱除去系，高圧炉心スプレイ系，低圧炉心スプレイ系，復水系，給水系，給水加熱器ドレン系，給水加熱器ベント系，気体廃棄物処理系，重大事故等対処設備］

代表機器と同様，オリフィス及びフローノズルに異物が付着することにより，顕著な性能低下が想定される。

しかしながら，これまでの運転経験で異物付着による性能低下は認められておらず，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，オリフィス及びフローノズルの異物付着は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

d. 埋込金物（コンクリート埋設部）の腐食（全面腐食）［燃料プール冷却浄化系，原子炉保護系，ドライウェル冷却系以外］

代表機器と同様，埋込金物（コンクリート埋設部）は炭素鋼であるため腐食の発生が想定されるが，コンクリート埋設部ではコンクリートの大気接触部表面からの中性化の進行により腐食環境となるため，コンクリートが中性化に至り埋込金物に有意な腐食が発生するまで長時間を要する。

したがって，埋込金物（コンクリート埋設部）の腐食（全面腐食）は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

e. 基礎ボルトの樹脂の劣化（後打ちケミカルアンカ）［燃料プール冷却浄化系，原子炉保護系，ドライウェル冷却系以外］

代表機器と同様，基礎ボルトの健全性については，「機械設備の技術評価書」にて評価を実施するものとし，本評価書には含めない。

3. 低合金鋼配管系

［対象系統］

① 給水加熱器ドレン系
② タービングランド蒸気系
③ 所内蒸気系
④ 気体廃棄物処理系
⑤ 原子炉系
⑥ 抽気系
⑦ タービン補助蒸気系
⑧ 給水加熱器ベント系
⑨ 原子炉給水ポンプ駆動用蒸気タービン系

目次

1. 対象機器及び代表機器の選定 3-1
1.1 グループ化の考え方及び結果 3-1
1.2 代表機器の選定 3-1
2. 代表機器の技術評価 3-3
2.1 構造，材料及び使用条件 3-3
2.1.1 給水加熱器ドレン系 3-3
2.1.2 気体廃棄物処理系 3-5
2.1.3 原子炉系 3-7
2.2 経年劣化事象の抽出 3-9
2.2.1 機器の機能達成に必要な項目 3-9
2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出 3-9
2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象 3-10
3. 代表機器以外への展開 3-17
3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象 3-17
3.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象 3-17

1. 対象機器及び代表機器の選定

東海第二で使用している主要な低合金鋼配管系の主な仕様を表 1-1 に示す。

これらの低合金鋼配管系を内部流体の観点からグループ化し，それぞれのグループより以下のとおり代表機器を選定した。

1.1 グループ化の考え方及び結果

内部流体を分類基準とし，低合金鋼配管系を表 1-1 に示すとおりグループ化する。

内部流体は純水，その他ガス，蒸気に分類される。

1.2 代表機器の選定

表 1-1 に分類されるグループ毎に，重要度，運転状態，最高使用温度，最高使用圧力及び口径の観点から代表機器を選定する。

(1) 内部流体：純水

このグループには，給水加熱器ドレン系，タービングランド蒸気系，所内蒸気系が属するが，重要度及び運転状態が同じであることから，最高使用温度が高い給水加熱器ドレン系を代表機器とする。

(2) 内部流体：その他ガス

このグループには，気体廃棄物処理系のみが属するため，気体廃棄物処理系を代表機器とする。

(3) 内部流体：蒸気

このグループには，原子炉系，抽気系，タービン補助蒸気系，タービングランド蒸気系，給水加熱器ベント系，原子炉給水ポンプ駆動用蒸気タービン系が属するが，重要度が高い原子炉系を代表機器とする。

表 1-1　低合金鋼配管系のグループ化及び代表機器の選定

分類基準		当該系統	選定基準					選定	選定理由
材料	内部流体		主な仕様 口径／肉厚(mm)	重要度*1	使用条件 運転状態	使用条件 最高使用圧力(MPa)	使用条件 最高使用温度(℃)		
低合金鋼	純水	給水加熱器ドレン系	80A／7.6	高*2	連続	1.04	233	◎	重要度 運転状態 最高使用温度
		タービングランド蒸気系	50A／5.5	高*2	連続	0.42	155		
		所内蒸気系	50A／5.5	高*2	連続	0.98	183		
	その他ガス	気体廃棄物処理系	300A／14.3	PS-2	連続	2.41	538	◎	
	蒸気	原子炉系	65A／9.5	PS-2	連続	8.62	302	◎	重要度
		抽気系	1200A／15.9	高*2	連続	1.81	210		
		タービン補助蒸気系	125A／8.5	高*2	連続	8.62	302		
		タービングランド蒸気系	150A／7.1	高*2	連続	8.62	302		
		給水加熱器ベント系	40A／5.1	高*2	連続	1.81	210		
		原子炉給水ポンプ駆動用蒸気タービン系	40A／7.1	高*2	連続	8.62	302		

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

*2：最高使用温度が 95 ℃を超え，又は最高使用圧力が 1,900 kPa を超える環境下にある原子炉格納容器外の重要度クラス 3 の機器

2. 代表機器の技術評価

本章では，1 章で代表機器とした以下の配管系について技術評価を実施する。

① 給水加熱器ドレン系

② 気体廃棄物処理系

③ 原子炉系

2.1 構造，材料及び使用条件

2.1.1 給水加熱器ドレン系

(1) 構造

東海第二の給水加熱器ドレン系配管は，配管（直管，エルボ，Ｔ継手等）及びオイルスナッバ等で構成されており，配管の一部に低合金鋼が使用されている。

また，各配管は溶接継手により他の配管，機器に接続されている。

東海第二の給水加熱器ドレン系配管の系統図を図 2.1-1 に示す。

(2) 材料及び使用条件

東海第二の給水加熱器ドレン系配管主要部位の使用材料を表 2.1-1 に，使用条件を表 2.1-2 に示す。

表 2.1-1　給水加熱器ドレン系配管主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
バウンダリの維持	耐圧	配管	低合金鋼
機器の支持	支持	オイルスナッバ	炭素鋼
		ハンガ	炭素鋼
		ラグ	低合金鋼，炭素鋼
		レストレイント	炭素鋼
		サポート取付ボルト・ナット	炭素鋼
		埋込金物	炭素鋼
		基礎ボルト	炭素鋼，樹脂

表 2.1-2　給水加熱器ドレン系配管の使用条件

最高使用圧力	1.04 MPa
最高使用温度	233 ℃
内部流体	純水

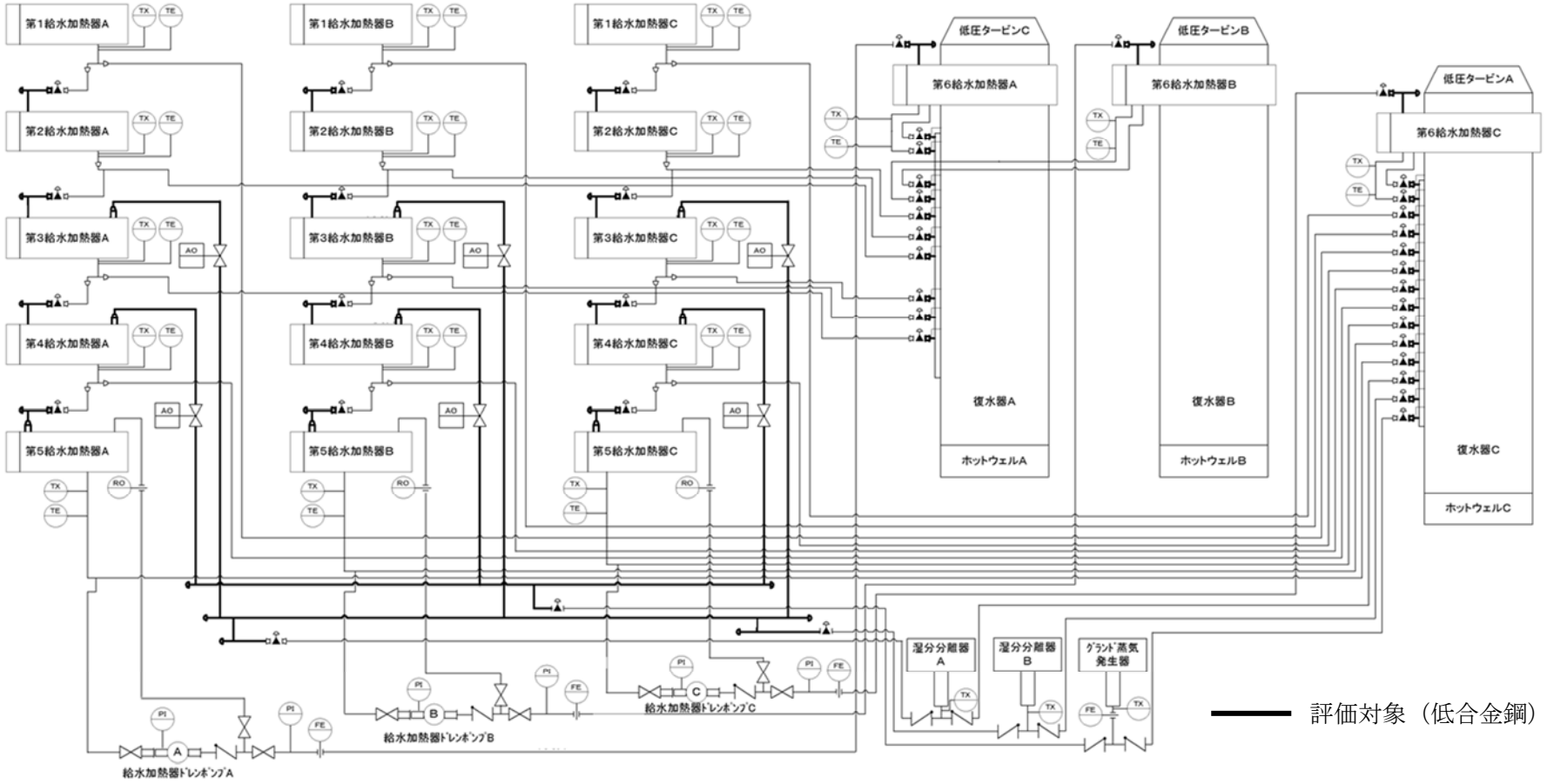


図 2.1-1　給水加熱器ドレン系系統図

2.1.2 気体廃棄物処理系

(1) 構造

東海第二の気体廃棄物処理系配管は，配管（直管，エルボ，T継手等）及びオイルスナッバ等で構成されており，配管の一部に低合金鋼が使用されている。

また，各配管は溶接継手により他の配管，機器に接続されている。

東海第二の気体廃棄物処理系配管の系統図を図 2.1-2 に示す。

(2) 材料及び使用条件

東海第二の気体廃棄物処理系配管主要部位の使用材料を表 2.1-3 に，使用条件を表 2.1-4 に示す。

表 2.1-3　気体廃棄物処理系配管主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
バウンダリの維持	耐圧	配管	低合金鋼
機器の支持	支持	オイルスナッバ	炭素鋼
		ハンガ	炭素鋼
		ラグ	炭素鋼
		レストレイント	炭素鋼
		サポート取付ボルト・ナット	炭素鋼
		埋込金物	炭素鋼
		基礎ボルト	炭素鋼，樹脂

表 2.1-4　気体廃棄物処理系配管の使用条件

最高使用圧力	2.41 MPa
最高使用温度	538 ℃
内部流体	その他ガス

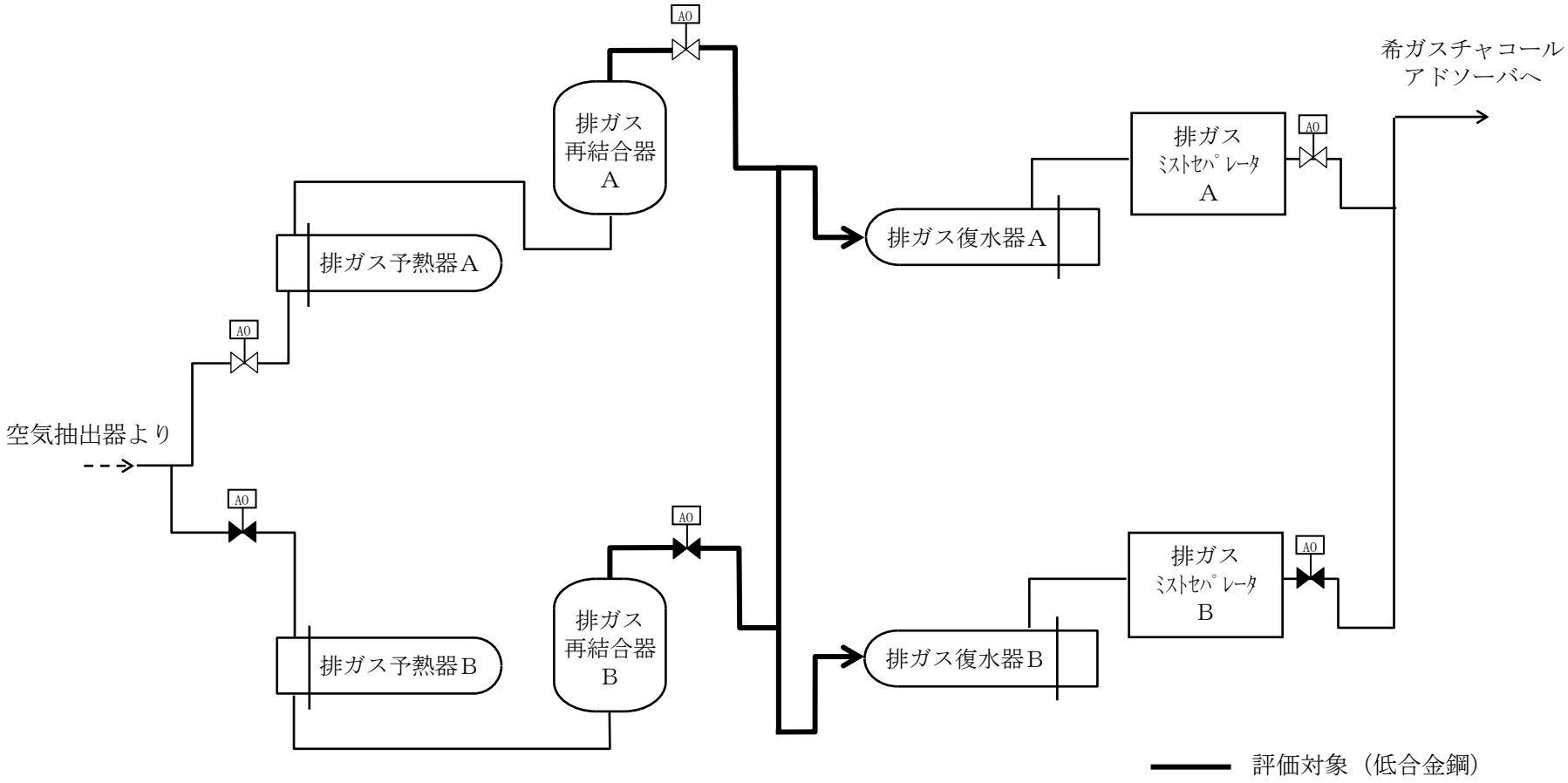


図 2.1-2　気体廃棄物処理系系統図

2.1.3 原子炉系

(1) 構造

東海第二の原子炉系配管は，配管（直管，エルボ，Ｔ継手等），温度計ウェル及びラグ等で構成されており，配管の一部に低合金鋼が使用されている。

また，各配管は溶接継手により他の配管，機器に接続されている。

東海第二の原子炉系配管の系統図を図 2.1-3 に示す。

(2) 材料及び使用条件

東海第二の原子炉系配管主要部位の使用材料を表 2.1-5 に，使用条件を表 2.1-6 に示す。

表 2.1-5　原子炉系配管主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
バウンダリの維持	耐圧	配管	低合金鋼
		温度計ウェル	ステンレス鋼
機器の支持	支持	ラグ	低合金鋼
		レストレイント	炭素鋼
		埋込金物	炭素鋼
		基礎ボルト	炭素鋼，樹脂

表 2.1-6　原子炉系配管の使用条件

最高使用圧力	8.62 MPa
最高使用温度	302 ℃
内部流体	蒸気

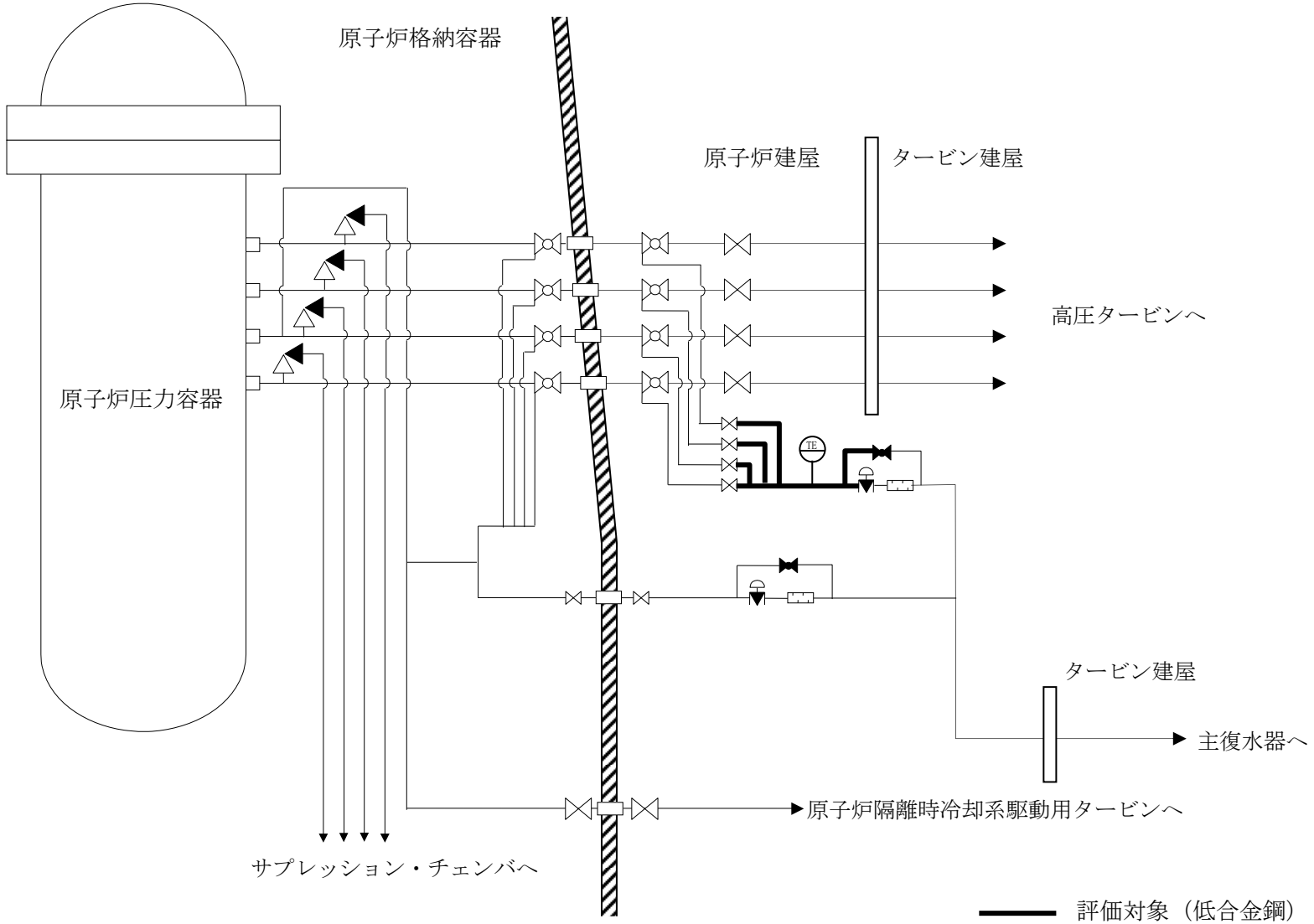


図 2.1-3　原子炉系系統図

2.2 経年劣化事象の抽出

2.2.1 機器の機能達成に必要な項目

低合金鋼配管系の機能である流体の流路確保機能の達成に必要な項目は以下のとおり。

(1) バウンダリの維持

(2) 機器の支持

2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

(1) 想定される経年劣化事象の抽出

低合金鋼配管系について，機能達成に必要な項目を考慮して主要な部位に展開した上で，個々の部位の材料，構造，使用条件（内部流体の種類，応力，温度等）及び現在までの運転経験を考慮し，表 2.2-1 に示すとおり，想定される経年劣化事象を抽出した（表 2.2-1 で○又は△，▲）。

なお，消耗品及び定期取替品は評価対象外とする。

(2) 消耗品及び定期取替品の扱い

低合金鋼配管には，消耗品及び定期取替品はない。

(3) 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

想定される経年劣化事象のうち下記①，②に該当しない事象を高経年化対策上着目すべき経年劣化事象と判断した。

なお，下記①，②に該当する事象については，2.2.3 項に示すとおり，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断した。

① 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって，想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象として表 2.2-1 で△）

② 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により，今後も経年劣化の進展が考えられない，又は進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外として表 2.2-1 で▲）

この結果，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象は抽出されなかった。

2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

(1) 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって，想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象）

a. 基礎ボルトの腐食（全面腐食）［共通］

基礎ボルトの健全性については，「機械設備の技術評価書」にて評価を実施するものとし，本評価書には含めない。

b. 配管の腐食（液滴衝撃エロージョン）［給水加熱器ドレン系，原子炉系］

蒸気とともに加速され高速になった液滴が配管の壁面などに衝突する部位，配管内での減圧沸騰により発生した蒸気の体積膨張により加速された液滴が配管の壁面などに衝突する部位では，腐食（液滴衝撃エロージョン）による減肉が想定される。

配管の腐食（液滴衝撃エロージョン）に対しては，社内規程「配管肉厚管理マニュアル」に基づき，配管材質条件及び内部流体の環境条件を考慮して点検箇所を選定し，肉厚測定又は放射線透過検査にて，減肉傾向を把握している。

また，必要最小肉厚に達するまでの余寿命を算出し，その結果に応じて次回測定又は取替を行うこととしている。

したがって，配管の腐食（液滴衝撃エロージョン）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

c. サポート取付ボルト・ナットの腐食（全面腐食）［給水加熱器ドレン系，気体廃棄物処理系］

サポート取付ボルト・ナットは炭素鋼であることから，腐食の発生が想定されるが，表面は塗装を施しており，塗膜が健全であれば，腐食が発生する可能性は小さい。

また，目視点検にて塗膜の状態を確認し，はく離等が認められた場合は必要に応じ補修を実施している。

したがって，サポート取付ボルト・ナットの腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

d. 埋込金物（大気接触部）の腐食（全面腐食）［共通］

埋込金物（大気接触部）は炭素鋼であることから，腐食の発生が想定されるが，表面は塗装を施しており，塗膜が健全であれば，腐食が発生する可能性は小さい。

また，目視点検にて塗膜の状態を確認し，はく離等が認められた場合は必要に応じ補修を実施している。

したがって，埋込金物（大気接触部）の腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

e. オイルスナッバ，ハンガ，ラグ及びレストレイントの腐食（全面腐食）［共通］

オイルスナッバ（給水加熱器ドレン系，気体廃棄物処理系のみ），ハンガ（給水加熱器ドレン系，気体廃棄物処理系のみ），ラグ及びレストレイントは炭素鋼又は低合金鋼であることから，腐食の発生が想定されるが，表面は塗装を施しており，塗膜が健全であれば，腐食が発生する可能性は小さい。

また，目視点検にて塗膜の状態を確認し，はく離等が認められた場合は必要に応じ補修を実施している。

したがって，オイルスナッバ，ハンガ，ラグ及びレストレイントの腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

f. 配管の腐食（流れ加速型腐食）［給水加熱器ドレン系，原子炉系］

常時流れがある高温の純水環境及び蒸気環境のエルボ部，分岐部及びレジューサ部等の流れの乱れが起きる箇所は腐食（流れ加速型腐食）の発生が想定されるが，低合金鋼配管は耐食性に優れているため，腐食（流れ加速型腐食）が発生する可能性は小さい。

なお，配管の腐食（流れ加速型腐食）に対しては，社内規程「配管肉厚管理マニュアル」に基づき，配管材質条件及び内部流体の環境条件を考慮して点検箇所を選定し，肉厚測定又は放射線透過検査にて，有意な腐食（流れ加速型腐食）がないことを確認している。

したがって，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難いことから，配管の腐食（流れ加速型腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

g. オイルスナッバ及びハンガの機能低下[給水加熱器ドレン系，気体廃棄物処理系]

オイルスナッバ及びハンガは，長期にわたる摺動の繰り返しや荷重作用等により，機能低下が想定されるが，ピン等の摺動部材については起動・停止等の想定される配管熱移動による摺動回数は少なく，著しい摩耗が生じる可能性は小さい。

また，スプリング使用時のねじり応力は許容ねじり応力以下になるように設定されており，スプリングの材料に対する推奨最高使用温度よりも実際の使用温度は低いため，へたりが進行する可能性は小さい。

なお，定期的に目視点検を実施しており，これまで有意な機能低下は認められていない。

したがって，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難いことから，オイルスナッバ及びハンガの機能低下は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

h. ラグ及びレストレイントの疲労割れ[共通]

ラグ及びレストレイントは，設計段階において，配管の熱応力を考慮して拘束点を選定しており，熱応力が過大になる場合はスナッバを使用することとしている。

このため，ラグ及びレストレイントが熱応力により，割れに至る疲労が蓄積される可能性は小さい。

なお，定期的に目視点検を実施しており，これまで有意な割れは認められていない。

したがって，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難いことから，ラグ及びレストレイントの疲労割れは高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

(2) 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により，今後も経年劣化の進展が考えられない，又は進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外）

a. 配管の高サイクル疲労割れ[共通]

小口径配管のソケット溶接部は，ポンプの機械・流体振動による繰り返し応力により高サイクル疲労割れの発生が想定されるが，これまでの運転で低合金鋼配管系に高サイクル疲労割れの事例はなく，振動の状態は経年的に変化するものではないことから，高サイクル疲労割れが発生する可能性はない。

さらに，2002 年に発生した関西電力美浜原子力発電所 3 号機小口径配管不具合の水平展開として，運転時間の短い小口径配管のソケット溶接部に対して疲労評価を実施しており，疲労評価上応力が高い場合はサポートの改造を実施している。また，併せて浸透探傷検査及び目視点検を実施しており，有意な欠陥は認められていない。

振動の状態は経年的に変化するものではなく，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難いことから，配管の高サイクル疲労割れは高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

b. 配管のクリープ［気体廃棄物処理系］

気体廃棄物処理系配管の最高使用温度は 538 ℃でありクリープが想定されるが，運転温度は約 290 ℃であり，熱クリープの発生開始温度 370 ℃より低いため，クリープが発生する可能性はない。

したがって，気体廃棄物処理系配管のクリープは，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

c. 埋込金物（コンクリート埋設部）の腐食（全面腐食）［共通］

埋込金物（コンクリート埋設部）は炭素鋼であるため腐食の発生が想定されるが，コンクリート埋設部ではコンクリートの大気接触部表面からの中性化の進行により腐食環境となるため，コンクリートが中性化に至り埋込金物に有意な腐食が発生するまで長時間を要する。

したがって，埋込金物（コンクリート埋設部）の腐食（全面腐食）は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

d. 基礎ボルトの樹脂の劣化（後打ちケミカルアンカ）［共通］

基礎ボルトの健全性については，「機械設備の技術評価書」にて評価を実施するものとし，本評価書には含めない。

表 2.2-1(1/3)　給水加熱器ドレン系配管に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考
					減肉		割れ		材質変化		その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
バウンダリの維持	耐圧	配管		低合金鋼		△*1*2	▲*3					*1：液滴衝撃エロージョン *2：流れ加速型腐食 *3：高サイクル疲労割れ *4：機能低下 *5：大気接触部 *6：コンクリート埋設部 *7：樹脂の劣化
機器の支持	支持	オイルスナッバ		炭素鋼		△					△*4	
		ハンガ		炭素鋼		△					△*4	
		ラグ		低合金鋼,炭素鋼		△	△					
		レストレイント		炭素鋼		△	△					
		サポート取付ボルト・ナット		炭素鋼		△						
		埋込金物		炭素鋼		△*5 ▲*6						
		基礎ボルト		炭素鋼,樹脂		△				▲*7		

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

▲：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象以外）

表 2.2-1(2/3)　気体廃棄物処理系配管に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考
					減肉		割れ		材質変化		その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
バウンダリの維持	耐圧	配管		低合金鋼			▲*1				▲*2	*1：高サイクル疲労割れ *2：クリープ *3：機能低下 *4：大気接触部 *5：コンクリート埋設部 *6：樹脂の劣化
機器の支持	支持	オイルスナッバ		炭素鋼		△					△*3	
		ハンガ		炭素鋼		△					△*3	
		ラグ		炭素鋼		△	△					
		レストレイント		炭素鋼		△	△					
		サポート取付ボルト・ナット		炭素鋼		△						
		埋込金物		炭素鋼		△*4 ▲*5						
		基礎ボルト		炭素鋼，樹脂		△				▲*6		

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

▲：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象以外）

表 2.2-1(3/3)　原子炉系配管に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考
					減肉		割れ		材質変化		その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
バウンダリの維持	耐圧	配管		低合金鋼		△*1*2	▲*3					*1：液滴衝撃エロージョン *2：流れ加速型腐食 *3：高サイクル疲労割れ *4：大気接触部 *5：コンクリート埋設部 *6：樹脂の劣化
		温度計ウェル		ステンレス鋼								
機器の支持	支持	ラグ		低合金鋼		△	△					
		レストレイント		炭素鋼		△	△					
		埋込金物		炭素鋼		△*4 ▲*5						
		基礎ボルト		炭素鋼，樹脂		△				▲*6		

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

▲：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象以外）

3. 代表機器以外への展開

本章では，2 章で実施した代表機器への技術評価について，1 章で実施したグループ化で代表機器となっていない機器への展開について検討した。

［対象系統］

① タービングランド蒸気系
② 所内蒸気系
③ 抽気系
④ タービン補助蒸気系
⑤ 給水加熱器ベント系
⑥ 原子炉給水ポンプ駆動用蒸気タービン系

3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

代表機器と同様，設計上及び運転経験から，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象は抽出されなかった。

3.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

(1) 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって，想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象）

a. 基礎ボルトの腐食（全面腐食）［共通］

代表機器と同様，基礎ボルトの健全性については，「機械設備の技術評価書」にて評価を実施するものとし，本評価書には含めない。

b. 配管及びオリフィスの腐食（液滴衝撃エロージョン）［給水加熱器ベント系，原子炉給水ポンプ駆動用蒸気タービン系］

代表機器と同様，蒸気とともに加速され高速になった液滴が配管の壁面などに衝突する部位，配管内での減圧沸騰により発生した蒸気の体積膨張により加速された液滴が配管の壁面などに衝突する部位では，腐食（液滴衝撃エロージョン）による減肉が想定される。

配管及びオリフィスの腐食（液滴衝撃エロージョン）に対しては，社内規程「配管肉厚管理マニュアル」に基づき，配管材質条件及び内部流体の環境条件を考慮して点検箇所を選定し，肉厚測定又は放射線透過検査にて，減肉傾向を把握している。

また，必要最小肉厚に達するまでの余寿命を算出し，その結果に応じて次回測定又は取替を行うこととしている。

したがって，配管及びオリフィスの腐食（液滴衝撃エロージョン）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

c. サポート取付ボルト・ナットの腐食（全面腐食）［共通］

代表機器と同様，サポート取付ボルト・ナットは炭素鋼であることから，腐食の発生が想定されるが，表面は塗装を施しており，塗膜が健全であれば，腐食が発生する可能性は小さい。

また，目視点検にて塗膜の状態を確認し，はく離等が認められた場合は必要に応じ補修を実施している。

したがって，サポート取付ボルト・ナットの腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

d. 埋込金物（大気接触部）の腐食（全面腐食）［共通］

代表機器と同様，埋込金物（大気接触部）は腐食が発生する可能性があるが，表面は塗装を施しており，塗膜が健全であれば，腐食が発生する可能性は小さい。

また，目視点検にて塗膜の状態を確認し，はく離等が認められた場合は必要に応じ補修を実施している。

したがって，埋込金物（大気接触部）の腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

e. ラグ，レストレイント，オイルスナッバ及びハンガの腐食（全面腐食）［共通］

代表機器と同様，ラグ，レストレイント，オイルスナッバ及びハンガは炭素鋼又は低合金鋼であることから，腐食の発生が想定されるが，表面は塗装を施しており，塗膜が健全であれば，腐食が発生する可能性は小さい。

また，目視点検にて塗膜の状態を確認し，はく離等が認められた場合は必要に応じ補修を実施している。

したがって，ラグ，レストレイント，オイルスナッバ及びハンガの腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

f. フランジボルト・ナットの腐食（全面腐食）［所内蒸気系，原子炉給水ポンプ駆動用蒸気タービン系］

フランジボルト・ナットは，炭素鋼又は低合金鋼であり，腐食の発生が想定される。

しかしながら，目視点検を実施しており，腐食が認められた場合は必要に応じ補修を実施することとしている。

したがって，フランジボルト・ナットの腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

g. 配管の腐食（流れ加速型腐食）［共通］

代表機器と同様，常時流れがある高温の純水環境及び蒸気環境のエルボ部，分岐部及びレジューサ部等の流れの乱れが起きる箇所は腐食（流れ加速型腐食）の発生が想定されるが，低合金鋼配管は耐食性に優れているため，腐食（流れ加速型腐食）が発生する可能性は小さい。

なお，配管の腐食（流れ加速型腐食）に対しては，社内規程「配管肉厚管理マニュアル」に基づき，配管材質条件及び内部流体の環境条件を考慮して点検箇所を選定し，肉厚測定又は放射線透過検査にて，有意な腐食（流れ加速型腐食）がないことを確認している。

したがって，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難いことから，配管の腐食（流れ加速型腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

h. ラグ及びレストレイントの疲労割れ［共通］

代表機器と同様，ラグ及びレストレイントは，設計段階において，配管の熱応力を考慮して拘束点を選定しており，熱応力が過大になる場合はスナッバを使用することとしている。

このため，ラグ及びレストレイントが熱応力により，割れに至る疲労が蓄積される可能性は小さい。

なお，定期的に目視点検を実施しており，これまで有意な割れは認められていない。

したがって，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難いことから，ラグ及びレストレイントの疲労割れは高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

i. オイルスナッバ及びハンガの機能低下［共通］

代表機器と同様，オイルスナッバ及びハンガは，長期にわたる摺動の繰り返しや荷重作用等により，機能低下が想定されるが，ピン等の摺動部材については起動・停止等の想定される配管熱移動による摺動回数は少なく，著しい摩耗が生じる可能性は小さい。

また，スプリング使用時のねじり応力は許容ねじり応力以下になるように設定されており，スプリングの材料に対する推奨最高使用温度よりも実際の使用温度は低いため，へたりが進行する可能性は小さい。

なお，定期的に目視点検を実施しており，これまで有意な機能低下は認められていない。

したがって，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難いことから，オイルスナッバ及びハンガの機能低下は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

(2) 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により，今後も経年劣化の進展が考えられない，又は進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外）

a. 配管の高サイクル疲労割れ［共通］

代表機器と同様，小口径配管のソケット溶接部は，ポンプの機械・流体振動による繰り返し応力により高サイクル疲労割れの発生が想定されるが，これまでの運転で低合金鋼配管系に高サイクル疲労割れの事例はなく，振動の状態は経年的に変化するものではないことから，高サイクル疲労割れが発生する可能性はない。

さらに，2002 年に発生した関西電力美浜原子力発電所 3 号機小口径配管不具合の水平展開として，運転時間の短い小口径配管のソケット溶接部に対して疲労評価を実施しており，疲労評価上応力が高い場合はサポートの改造を実施している。また，併せて浸透探傷検査及び目視点検を実施しており，有意な欠陥は認められていない。

振動の状態は経年的に変化するものではなく，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難いことから，配管の高サイクル疲労割れは高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

b. オリフィスの異物付着[給水加熱器ベント系，原子炉給水ポンプ駆動用蒸気タービン系]

オリフィスに異物が付着することにより，顕著な性能低下が想定される。

しかしながら，これまでの運転経験で異物付着による性能低下は認められておらず，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，オリフィスの異物付着は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

c. 埋込金物（コンクリート埋設部）の腐食（全面腐食）［共通］

代表機器と同様，埋込金物（コンクリート埋設部）は炭素鋼であるため腐食の発生が想定されるが，コンクリート埋設部ではコンクリートの大気接触部表面からの中性化の進行により腐食環境となるため，コンクリートが中性化に至り埋込金物に有意な腐食が発生するまで長時間を要する。

したがって，埋込金物（コンクリート埋設部）の腐食（全面腐食）は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

東海第二発電所
弁の技術評価書

（運転を断続的に行うことを前提とした評価）

日本原子力発電株式会社

本評価書は，東海第二発電所（以下，「東海第二」という）で使用している安全上重要な弁（重要度分類審査指針におけるクラス 1 及びクラス 2 に該当する弁），高温・高圧の環境下にあるクラス 3 の弁及び常設重大事故等対処設備に属する弁について，運転を断続的に行うことを前提に高経年化に係わる技術評価についてまとめたものである。

評価対象機器の一覧を表 1 に，機能を表 2 に示す。

評価対象機器を型式，弁箱材料，内部流体等でグループ化し，それぞれのグループから，重要度，運転状態，最高使用温度等の観点から代表機器を選定し技術評価を行った後，代表以外の機器について評価を展開している。

本評価書は弁本体及び弁駆動部の型式等をもとに，以下の 14 章で構成されている。

弁本体

1. 仕切弁
2. 玉形弁
3. 逆止弁
4. バタフライ弁
5. 安全弁
6. ボール弁
7. 原子炉再循環ポンプ流量制御弁
8. 主蒸気隔離弁
9. 主蒸気逃がし安全弁
10. 爆破弁
11. 破壊板
12. 制御弁

弁駆動部

13. 電動弁用駆動部
14. 空気作動弁用駆動部

ここで，弁型式からは主蒸気隔離弁は玉形弁に，主蒸気逃がし安全弁は安全弁に，原子炉再循環ポンプ流量制御弁はボール弁に，爆破弁は仕切弁に属することになるが，構造の複雑さと特殊性を考慮し，玉形弁，安全弁，ボール弁，仕切弁には分類せず単独で評価している。

また，主蒸気止め弁，主蒸気加減弁等の主タービン系の特殊弁及びタービン系（電気式油圧制御装置，原子炉給水ポンプ駆動タービン，原子炉隔離時冷却系タービン）の弁は「タービン設備の技術評価書」，非常用ディーゼル機関のうち海水系弁を除く補機弁，可燃性ガス濃度制御系のうち再結合装置内弁，水圧制御ユニット系弁，一部の制御用圧縮空気系弁，廃棄物処理設備系弁及び補助ボイラー設備系弁は「機械設備の技術評価書」，真空破壊弁は「容器（原子炉格納容器）の技術評価書」，原子炉建屋隔離弁は「空調の技術評価書」，各ポンプの潤滑油系弁は「ポンプの技術評価書」にて評価を実施するものとし，本評価書には含めていない。

なお，文書中の単位の記載は，原則として SI 単位系に基づくものとする（圧力の単位は特に注記がない限りゲージ圧力を示す）。

表１　(1/7)　評価対象機器一覧

分類（型式）	分類基準		当該系統
	弁箱材料	内部流体	
仕切弁	炭素鋼	純水	制御棒駆動系
			残留熱除去系
			原子炉冷却材浄化系
			高圧炉心スプレイ系
			低圧炉心スプレイ系
			原子炉隔離時冷却系
			原子炉系
			復水系
			給水系
			給水加熱器ドレン系
			補助系
			重大事故等対処設備*2
		冷却水*1	原子炉補機冷却系
			ドライウェル冷却系
		蒸気	原子炉隔離時冷却系
			原子炉系
			主蒸気隔離弁漏えい抑制系
			タービン主蒸気系
			タービン補助蒸気系
			タービングランド蒸気系
			気体廃棄物処理系
			所内蒸気系
			抽気系
			重大事故等対処設備*2
		ガス	原子炉隔離時冷却系
			可燃性ガス濃度制御系
			気体廃棄物処理系
			重大事故等対処設備*2
		海水	残留熱除去海水系
			非常用ディーゼル発電機海水系
			高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機海水系
			重大事故等対処設備*2
	鋳鉄	海水	残留熱除去海水系
	ステンレス鋼	純水	制御棒駆動系
			ほう酸水注入系
			残留熱除去系
			原子炉冷却材浄化系
			原子炉隔離時冷却系
			原子炉再循環系
			補助系
		五ほう酸ナトリウム水	ほう酸水注入系
	低合金鋼	蒸気	原子炉系

*1：冷却水（防錆剤入り純水）
*2：新規に設置される機器及び構造物であることを示す

表１　(2/7)　評価対象機器一覧

分類（型式）	分類基準		当該系統
	弁箱材料	内部流体	
玉形弁	炭素鋼	純水	制御棒駆動系
			残留熱除去系
			高圧炉心スプレイ系
			低圧炉心スプレイ系
			原子炉隔離時冷却系
			原子炉冷却材浄化系
			燃料プール冷却浄化系
			給水系
			重大事故等対処設備*1
		蒸気	原子炉隔離時冷却系
			原子炉系
			タービン補助蒸気系
		ガス	可燃性ガス濃度制御系
			不活性ガス系*1
			制御用圧縮空気系
			試料採取系
			重大事故等対処設備*1
		海水	非常用ディーゼル発電機海水系
			高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機海水系
			重大事故等対処設備*1
	ステンレス鋼	純水	制御棒駆動系
			ほう酸水注入系
			残留熱除去系
			原子炉隔離時冷却系
			原子炉再循環系
			原子炉冷却材浄化系
			燃料プール冷却浄化系
			格納容器雰囲気監視系
			不活性ガス系
			事故時サンプリング設備
			重大事故等対処設備*1
		ガス	不活性ガス系
			制御用圧縮空気系
			重大事故等対処設備*1
		海水	残留熱除去海水系
		五ほう酸ナトリウム水	ほう酸水注入系
	青銅鋳物	海水	残留熱除去海水系
			高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機海水系

*1：新規に設置される機器及び構造物であることを示す

表１　(3/7)　評価対象機器一覧

分類（型式）	分類基準		当該系統
	弁箱材料	内部流体	
逆止弁	炭素鋼	純水	制御棒駆動系
			残留熱除去系
			高圧炉心スプレイ系
			低圧炉心スプレイ系
			原子炉隔離時冷却系
			原子炉系
			原子炉冷却材浄化系
			復水系
			給水系
			給水加熱器ドレン系
			重大事故等対処設備*1
		蒸気	原子炉隔離時冷却系
			主蒸気隔離弁漏えい抑制系
			抽気系
			所内蒸気系
			重大事故等対処設備*1
		海水	非常用ディーゼル発電機海水系
			高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機海水系
			重大事故等対処設備*1
	ステンレス鋼	純水	制御棒駆動系
			ほう酸水注入系
			残留熱除去系
			原子炉隔離時冷却系
			原子炉再循環系
			原子炉冷却材浄化系
			燃料プール冷却浄化系
			重大事故等対処設備*1
		五ほう酸ナトリウム水	ほう酸水注入系
		ガス	中性子計装系
			原子炉系
			制御用圧縮空気系
			サプレッション・プール水 pH 制御装置*1
			重大事故等対処設備*1
		海水	残留熱除去海水系
			浸水防護施設*1
バタフライ弁	炭素鋼	ガス	不活性ガス系
			非常用ガス処理系
			非常用ガス再循環系
			重大事故等対処設備*1
		海水	非常用ディーゼル発電機海水系
			高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機海水系
			重大事故等対処設備*1
	ステンレス鋼	ガス	重大事故等対処設備*1

*1：新規に設置される機器及び構造物であることを示す

表１　(4/7)　評価対象機器一覧

分類（型式）	分類基準		当該系統
	弁箱材料	内部流体	
安全弁	炭素鋼	純水	残留熱除去系
			高圧炉心スプレイ系
			低圧炉心スプレイ系
			原子炉隔離時冷却系
			原子炉冷却材浄化系
			可燃性ガス濃度制御系
			タービングランド蒸気系
			復水系
			給水系
			空気抽出系
		蒸気	タービン補助蒸気系
			タービングランド蒸気系
			給水加熱器ベント系
	ステンレス鋼	純水	残留熱除去系
			原子炉隔離時冷却系
			原子炉再循環系
			原子炉冷却材浄化系
		蒸気	気体廃棄物処理系
		ガス	制御用圧縮空気系
		五ほう酸ナトリウム水	ほう酸水注入系
	青銅鋳物	海水	残留熱除去海水系
ボール弁	ステンレス鋼	ガス	中性子計装系
			原子炉冷却材浄化系*1
		純水	原子炉冷却材浄化系
原子炉再循環ポンプ流量制御弁	ステンレス鋳鋼	純水	原子炉再循環系
主蒸気隔離弁	炭素鋼	蒸気	原子炉系
主蒸気逃がし安全弁	炭素鋼鋳鋼	蒸気	原子炉系
爆破弁	ステンレス鋼	五ほう酸ナトリウム水	ほう酸水注入系
破壊板	ステンレス鋼	蒸気	原子炉隔離時冷却系
			気体廃棄物処理系
		ガス	重大事故等対処設備*2

*1：原子炉冷却材浄化系に供給される制御用圧縮空気

*2：新規に設置される機器及び構造物であることを示す

表１　(5/7)　評価対象機器一覧

分類（型式）	分類基準		当該系統
	弁箱材料	内部流体	
制御弁	炭素鋼	純水	原子炉冷却材浄化系
			復水系
			給水系
			中央制御室換気系
		蒸気	不活性ガス系
			タービングランド蒸気系
			復水移送系
			バッテリー室換気系
			気体廃棄物処理系
	ステンレス鋼	純水	原子炉冷却材浄化系
		ガス	制御用圧縮空気系
			重大事故等対処設備*1
	低合金鋼	純水	原子炉隔離時冷却系
			給水系
			給水加熱器ドレン系
		蒸気	所内蒸気系

*1：新規に設置される機器及び構造物であることを示す

表１　(6/7)　評価対象機器一覧

分類	分類基準		当該系統
	電源	設置場所	
電動弁用駆動部	交流	原子炉格納容器内	原子炉系
			原子炉再循環系
			残留熱除去系
			原子炉隔離時冷却系
			原子炉冷却材浄化系
		原子炉格納容器外	原子炉系
			原子炉冷却材浄化系
			ほう酸水注入系
			残留熱除去系
			残留熱除去海水系
			高圧炉心スプレイ系
			低圧炉心スプレイ系
			可燃性ガス濃度制御系
			主蒸気隔離弁漏えい抑制系
			原子炉補機冷却系
			燃料プール冷却浄化系
			制御用圧縮空気系
			不活性ガス系
			格納容器雰囲気監視系
			事故時サンプリング設備
			中央制御室換気系
			ドライウェル冷却系
			空気抽出系
			気体廃棄物処理系
			重大事故等対処設備*1
	直流	原子炉格納容器外	原子炉系
			残留熱除去系
			原子炉隔離時冷却系
			原子炉冷却材浄化系
			重大事故等対処設備*1

*1：新規に設置される系統

表１　(7/7)　評価対象機器一覧

分類	分類基準		当該系統
	型式	設置場所	
空気作動弁用駆動部	ダイヤフラム型	原子炉格納容器外	中央制御室換気系
			原子炉隔離時冷却系
			原子炉冷却材浄化系
	シリンダ型	原子炉格納容器内	原子炉再循環系
		原子炉格納容器外	不活性ガス系
			原子炉再循環系
			補助系
			原子炉系
			ほう酸水注入系
			漏えい検出系
			主蒸気隔離弁漏えい抑制系
			原子炉隔離時冷却系
			非常用ガス処理系
			非常用ガス再循環系
			原子炉再循環流量制御系
			原子炉冷却材浄化系
			格納容器雰囲気監視系
			気体廃棄物処理系

表 2　(1/3)　評価対象機器の機能

弁（系統名）	主な機能
中性子計装系弁	炉心内の中性子束分布を測定・監視する系統を構成する弁である。
制御棒駆動系弁	制御棒の駆動に必要な高圧の駆動水を供給する系統を構成する弁である。
ほう酸水注入系弁	制御棒が挿入不可の際，中性子吸収能力の高いほう酸(五ほう酸ナトリウム水)を注入して原子炉を保護する系統を構成する弁である。
残留熱除去系弁	原子炉を停止した後，原子炉冷却材の冷却（崩壊熱除去）や非常時に炉水位を維持する系統を構成する弁である。
残留熱除去海水系弁	主として残留熱除去系熱交換器に冷却用海水を供給する系統を構成する弁である。
高圧炉心スプレイ系弁	冷却材喪失事故時に原子炉に復水貯蔵タンク水及びサプレッション・プール水をスプレイする系統を構成する弁である。
低圧炉心スプレイ系弁	冷却材喪失事故時に原子炉にサプレッション・プール水をスプレイする系統を構成する弁である。
原子炉隔離時冷却系弁	原子炉隔離時に，主蒸気によりタービン駆動のポンプを起動して原子炉に送水し，水位低下を防ぐ系統を構成する弁である。
非常用ガス再循環系弁	事故発生時，自動的に常用換気系を閉鎖すると共に原子炉建屋内を負圧に保ち，放射性物質の外部放出を低減する系統を構成する弁である。
非常用ガス処理系弁	事故発生時，原子炉建屋内の空気を処理し，排気筒から放出する系統を構成する弁である。
原子炉系弁	原子炉圧力容器への給水及び原子炉圧力容器からタービン主蒸気系までの系統を構成する弁である。
原子炉再循環系弁	原子炉の出力制御を行う原子炉再循環系統を構成する弁である。
原子炉再循環流量制御系弁	原子炉再循環ポンプ流量制御弁を駆動するための制御油圧系統を構成する弁である。
主蒸気隔離弁漏えい抑制系弁	主蒸気管破断などの事故時における主蒸気隔離弁閉止後，タービン建屋側への原子炉蒸気の漏えいを抑制する系統を構成する弁である。
原子炉冷却材浄化系弁	原子炉及び原子炉冷却材再循環系統の水質保持の為，ろ過及びイオン交換を行う系統を構成する弁である。
燃料プール冷却浄化系	使用済燃料プール水の一部をろ過・脱塩し，水質の維持を行う系統を構成する弁である。
原子炉補機冷却系弁	原子炉建屋内にある補機(ポンプ軸受等)の冷却用に海水と熱交換した冷却水を循環させる系統を構成する弁である。
漏えい検出系弁	原子炉格納容器内の一次冷却水又は蒸気の漏えいを検出するために，原子炉格納容器内の気体を原子炉建屋内に設置された漏えい検出装置に導く系統を構成する弁である。
格納容器雰囲気監視系弁	原子炉格納容器内の水素濃度及び酸素濃度を測定して中央制御室に指示記録する系統を構成する弁である。
可燃性ガス濃度制御系弁	原子炉冷却材喪失事故時，水素濃度を安全な濃度以下になるよう処理する系統を構成する弁である。

表 2　(2/3)　評価対象機器の機能

弁（系統名）	主な機能
不活性ガス系弁	原子炉格納容器内を窒素ガスで置換し，運転中の酸素濃度を管理値内に保持する系統を構成する弁である。
ドライウェル冷却系弁	ドライウェルの冷却及び除湿を行う系統を構成する弁である。
タービン主蒸気系弁	原子炉系からの主蒸気をタービンへ供給するための系統を構成する弁である。
抽気系弁	主タービンの駆動蒸気の一部を取り出し，原子炉へ給水する水を加熱し，給水温度を高めることにより，熱効率を向上させる系統を構成する弁である。
タービン補助蒸気系弁	空気抽出器等の駆動蒸気を供給する系統を構成する弁である。
タービングランド蒸気系弁	蒸化器からタービンのグランドシール蒸気を供給し，グランド蒸気復水器を介して排ガスとドレンに分離，処理する系統を構成する弁である。
復水系弁	復水器で凝縮した純水を再び原子炉へ供給する系統のうち，復水器から給水ポンプ入口までの系統を構成する弁である。
給水系弁	復水器で凝縮した純水を再び原子炉へ供給する系統のうち，給水ポンプから原子炉までの系統を構成する弁である。
空気抽出系弁	復水器内の非凝縮性ガスを抽出し，復水器の真空を維持する系統を構成する弁である。
給水加熱器ドレン系弁	給水加熱器において原子炉給水と抽気との熱交換によって凝縮したドレン水を処理する系統を構成する弁である。
給水加熱器ベント系弁	給水加熱器における熱交換後の非凝縮蒸気及び余剰蒸気を復水器へ導く系統を構成する弁である。
非常用ディーゼル発電機海水系弁	非常用ディーゼル発電機の機関作動時に，過熱を防止するため冷却水（海水）を供給する系統を構成する弁である。
高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機海水系弁	高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機の機関作動時に，過熱を防止するため冷却水（海水）を供給する系統を構成する弁である。
復水移送系弁	復水貯蔵タンクから復水移送ポンプにより各建屋に送水する系統を構成する弁である。
補助系弁	原子炉格納容器内にて発生するドレン水を原子炉建屋内に設置されたサンプタンクに導く系統を構成する弁である。
中央制御室換気系弁	中央制御室等の室温を一定に保たれるようにし，非常時には外気を取り入れずにフィルタを通して再循環運転する系統を構成する弁である。
バッテリー室換気系弁	ケーブル処理室及びバッテリー室への給排気を行う系統を構成する弁である。
制御用圧縮空気系弁	各建屋内における空気作動の装置及び制御器に圧縮空気を供給する系統を構成する弁である。
所内蒸気系弁	供給された蒸気を，タンクの加熱，空調用等に移送する系統を構成する弁である。

表 2　(3/3)　評価対象機器の機能

弁（系統名）	主な機能
試料採取系弁	発電所機器の運転状況を監視する系統を構成する弁である。
事故時サンプリング設備の弁	冷却材喪失事故時等に，放射性障壁の健全性を確認することを目的として，原子炉冷却材及び原子炉格納容器雰囲気中の試料を採取する系統を構成する弁である。
気体廃棄物処理系弁	復水器の非凝縮ガス（水素･酸素）を空気抽出器で引き，再結合させ，活性炭ホールドアップ塔へ導く系統を構成する弁である。
サプレッション・プール水pH制御装置の弁	格納容器圧力逃がし装置を使用する際，サプレッション・プール水の酸性化防止及び核分裂生成物由来のよう素を補足するため，サプレッション・プール水の pH を制御する系統を構成する弁である。（ただし，対象は原子炉格納容器バウンダリのみ）
浸水防護施設の弁	取水口を経由した津波が，ドレン排出配管等から海水ポンプ室に流入するのを防止する弁である。
重大事故等対処設備の弁	設計基準事故対処設備の有する原子炉の冷却機能等が喪失した場合において，炉心の著しい損傷防止及び原子炉格納容器の破損防止等のため，サプレッション・プール水等を原子炉に注水する系統，最終ヒートシンクへ熱を輸送する系統及び原子炉格納容器内ガスをフィルタ装置へ導き，放射性物質を低減させ放出する系統等を構成する弁である。

1. 仕切弁

［対象系統］

① 制御棒駆動系
② ほう酸水注入系
③ 残留熱除去系
④ 残留熱除去海水系
⑤ 高圧炉心スプレイ系
⑥ 低圧炉心スプレイ系
⑦ 原子炉隔離時冷却系
⑧ 原子炉系
⑨ 原子炉再循環系
⑩ 主蒸気隔離弁漏えい抑制系
⑪ 原子炉冷却材浄化系
⑫ 原子炉補機冷却系
⑬ 可燃性ガス濃度制御系
⑭ ドライウェル冷却系
⑮ タービン主蒸気系
⑯ 抽気系
⑰ タービン補助蒸気系
⑱ タービングランド蒸気系
⑲ 復水系
⑳ 給水系
㉑ 給水加熱器ドレン系
㉒ 非常用ディーゼル発電機海水系
㉓ 高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機海水系
㉔ 補助系
㉕ 所内蒸気系
㉖ 気体廃棄物処理系
㉗ 重大事故等対処設備

目次

1. 対象機器及び代表機器の選定..... 1-1
1.1 グループ化の考え方及び結果..... 1-1
1.2 代表機器の選定..... 1-1
2. 代表機器の技術評価..... 1-5
2.1 構造，材料及び使用条件..... 1-5
2.1.1 原子炉給水止め弁..... 1-5
2.1.2 ドライウェル内機器原子炉補機冷却水戻り弁..... 1-8
2.1.3 原子炉隔離時冷却系内側隔離弁..... 1-11
2.1.4 可燃性ガス濃度制御系出口弁..... 1-14
2.1.5 非常用ディーゼル発電機海水系出口隔離弁..... 1-17
2.1.6 残留熱除去系熱交換器海水出口弁..... 1-20
2.1.7 原子炉再循環ポンプ出口弁..... 1-23
2.1.8 ほう酸水注入系ポンプ出口弁..... 1-26
2.1.9 主蒸気隔離弁第3弁..... 1-29
2.2 経年劣化事象の抽出..... 1-32
2.2.1 機器の機能達成に必要な項目..... 1-32
2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出..... 1-32
2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象..... 1-33
2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の評価..... 1-48
3. 代表機器以外への展開..... 1-56
3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象..... 1-57
3.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象..... 1-58

1. 対象機器及び代表機器の選定

東海第二で使用している主要な仕切弁の主な仕様を表 1-1 に示す。

これらの仕切弁を弁箱材料及び内部流体の観点からグループ化し，それぞれのグループより以下のとおり代表機器を選定した。

1.1 グループ化の考え方及び結果

弁箱材料及び内部流体を分類基準とし，仕切弁を表 1-1 に示すとおりグループ化する。

弁箱材料は炭素鋼，鋳鉄，ステンレス鋼，低合金鋼に分類され，内部流体は純水，冷却水（防錆剤入り純水），蒸気，ガス（空気，窒素ガス等），海水，五ほう酸ナトリウム水に分類される。

1.2 代表機器の選定

表 1-1 に分類されるグループ毎に，重要度，運転状態，最高使用温度，最高使用圧力及び口径の観点から代表機器を選定する。

(1) 純水系炭素鋼仕切弁（内部流体：純水，弁箱材料：炭素鋼）

このグループには，制御棒駆動系，残留熱除去系，原子炉冷却材浄化系，高圧炉心スプレイ系，低圧炉心スプレイ系，原子炉隔離時冷却系，原子炉系，復水系，給水系，給水加熱器ドレン系，補助系及び重大事故等対処設備が属するが，重要度が高く，運転状態の厳しい原子炉給水止め弁を代表機器とする。

(2) 冷却水系炭素鋼仕切弁（内部流体：冷却水，弁箱材料：炭素鋼）

このグループには，原子炉補機冷却系及びドライウェル冷却系が属するが，重要度，運転状態，最高使用温度，最高使用圧力が同等であるため，口径の大きいドライウェル内機器原子炉補機冷却水戻り弁を代表機器とする。

(3) 蒸気系炭素鋼仕切弁（内部流体：蒸気，弁箱材料：炭素鋼）

このグループには，原子炉隔離時冷却系，原子炉系，主蒸気隔離弁漏えい抑制系，タービン主蒸気系，タービン補助蒸気系，タービングランド蒸気系，気体廃棄物処理系，所内蒸気系，抽気系及び重大事故等対処設備が属するが，重要度が高い機器は，運転状態，最高使用温度，最高使用圧力が同等であるため，口径の大きい原子炉隔離時冷却系内側隔離弁を代表機器とする。

(4) ガス系炭素鋼仕切弁（内部流体：ガス，弁箱材料：炭素鋼）

このグループには，原子炉隔離時冷却系，可燃性ガス濃度制御系，気体廃棄物処理系及び重大事故等対処設備が属するが，重要度が高い機器は，運転状態が同等であるため，最高使用温度，最高使用圧力が高く，口径の大きい可燃性ガス濃度制御系出口弁を代表機器とする。

(5) 海水系炭素鋼仕切弁（内部流体：海水，弁箱材料：炭素鋼）

このグループには，残留熱除去海水系，非常用ディーゼル発電機海水系，高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機海水系及び重大事故等対処設備が属するが，重要度が高い機器は，運転状態，最高使用温度，最高使用圧力，口径が同等であるため，当該系統のポンプ容量が大きい非常用ディーゼル発電機海水系出口隔離弁を代表機器とする。

(6) 海水系鋳鉄仕切弁（内部流体：海水，弁箱材料：鋳鉄）

このグループは，残留熱除去海水系のみであり，重要度，運転状態が同等であるため最高使用温度の高い残留熱除去系熱交換器海水出口弁を代表機器とする。

(7) 純水系ステンレス鋼仕切弁（内部流体：純水，弁箱材料：ステンレス鋼）

このグループには，制御棒駆動系，ほう酸水注入系，残留熱除去系，原子炉冷却材浄化系，原子炉隔離時冷却系，原子炉再循環系及び補助系が属するが，重要度が高く，運転状態が厳しく，最高使用温度及び最高使用圧力の高い，原子炉再循環ポンプ出口弁を代表機器とする。

(8) 五ほう酸ナトリウム水系ステンレス鋼仕切弁（内部流体：五ほう酸ナトリウム水，弁箱材料：ステンレス鋼）

このグループは，ほう酸水注入系のみであり，重要度，運転状態，最高使用温度が同等であるため，最高使用圧力の高いほう酸水注入系ポンプ出口弁を代表機器とする。

(9) 蒸気系低合金鋼仕切弁（内部流体：蒸気，弁箱材料：低合金鋼）

このグループは，原子炉系の主蒸気隔離弁第3弁のみであることから，これを代表機器とする。

表 1-1（1/2）　仕切弁のグループ化及び代表機器の選定

分類基準		当該系統	選定基準					選定	代表機器／選定理由
					使用条件				
弁箱材料	内部流体		口径(A)	重要度*2	運転状態	最高使用圧力(MPa)	最高使用温度（℃）		
炭素鋼	純水	制御棒駆動系	20～50	高*3	連続	12.06	66		原子炉給水止め弁／重要度,運転状態
		残留熱除去系	50～600	MS-1/PS-1，重*4	一時	0.86～8.62	100～302		
		原子炉冷却材浄化系	100～150	PS-2	連続	8.62～9.80	66～302		
		高圧炉心スプレイ系	100～600	MS-1/PS-1，重*4	一時	0.70～10.69	100～302		
		低圧炉心スプレイ系	40～600	MS-1/PS-1，重*4	一時	0.70～8.62	100～302		
		原子炉隔離時冷却系	100～200	MS-1，重*4	一時	0.86～10.35	77～100		
		原子炉系	500～600	PS-1	連続	8.62～12.93	302	◎	
		復水系	450～650	高*3	連続	6.14	205		
		給水系	80～600	高*3	連続	6.14～15.51	205～233		
		給水加熱器ドレン系	50～500	高*3	連続	0.35～1.81	149～233		
		補助系	80	MS-1	連続	1.04	65		
		重大事故等対処設備*5	80～300	MS-1，重*4	一時	静水頭～10.70	66～174		
	冷却水*1	原子炉補機冷却系	200	MS-1	連続	0.86	66	◎	ドライウェル内機器原子炉補機冷却水戻り弁／重要度,運転状態，最高使用温度，最高使用圧力，口径
		ドライウェル冷却系	150	MS-1	連続	0.86	66		
	蒸気	原子炉隔離時冷却系	40～350	MS-1/PS-1，重*4	一時	1.04～8.62	135～302	◎	原子炉隔離時冷却系内側隔離弁／重要度,運転状態，最高使用温度，最高使用圧力，口径
		原子炉系	80	MS-1/PS-1	一時	8.62	302		
		主蒸気隔離弁漏えい抑制系	25～100	MS-1	一時	8.62	302		
		タービン主蒸気系	150	高*3	連続	8.62	302		
		タービン補助蒸気系	100	高*3	連続	2.46	225		
		タービングランド蒸気系	40～250	高*3	連続	0.35～8.62	124～302		
		気体廃棄物処理系	150～250	MS-2	連続	2.41	205		
		所内蒸気系	50～150	高*3	連続	0.35～8.62	124～302		
		抽気系	250～400	高*3	連続	1.04～1.82	210～233		
		重大事故等対処設備*5	100～350	重*4	一時	1.04～8.62	135～302		

*1：冷却水（防錆剤入り純水）
*2：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す
*3：最高使用温度が 95 ℃を超え，又は最高使用圧力が 1,900 kPa を超える環境下にある原子炉格納容器外の重要度クラス 3 の機器
*4：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す
*5：新規に設置される機器及び構造物であることを示す

表 1-1 (2/2)　仕切弁のグループ化及び代表機器の選定

分類基準		当該系統	選定基準					選定	代表機器／選定理由
					使用条件				
弁箱材料	内部流体		口径(A)	重要度[*1]	運転状態	最高使用圧力(MPa)	最高使用温度（℃）		
炭素鋼	ガス	原子炉隔離時冷却系	50	MS-1，重[*3]	一時	0.52	88		可燃性ガス濃度制御系出口弁／重要度，運転状態，最高使用温度，最高使用圧力，口径
		可燃性ガス濃度制御系	100～150	MS-1	一時	0.31	171	◎	
		気体廃棄物処理系	200～300	PS-2	連続	0.34～2.42	66～538		
		重大事故等対処設備[*5]	50～150	重[*3]	一時	0.3～0.86	66～105		
	海水	残留熱除去海水系	300～500	MS-1，重[*3]	一時	0.70～3.45	38～66		非常用ディーゼル発電機海水系出口隔離弁／重要度，運転状態，最高使用温度，最高使用圧力，口径，容量[*4]
		非常用ディーゼル発電機海水系	250	MS-1，重[*3]	一時	0.70	38～66	◎	
		高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機海水系	250	MS-1，重[*3]	一時	0.70	38～66		
		重大事故等対処設備[*5]	300～350	重[*3]	一時	2.45	38		
鋳鉄	海水	残留熱除去海水系	100～500	MS-1，重[*3]	一時	3.45	38～66	◎	残留熱除去系熱交換器海水出口弁／重要度，運転状態，最高使用温度
ステンレス鋼	純水	制御棒駆動系	20～50	MS-1	連続	12.06	66～138		原子炉再循環ポンプ出口弁／重要度，運転状態，最高使用温度，最高使用圧力
		ほう酸水注入系	40	高[*2]	一時	9.66	66		
		残留熱除去系	20～500	MS-1/PS-1，重[*3]	一時	8.62～10.69	302		
		原子炉冷却材浄化系	65～150	MS-1/PS-1	連続	8.62～9.80	302		
		原子炉隔離時冷却系	150	MS-1/PS-1，重[*3]	一時	10.70	302		
		原子炉再循環系	20～600	MS-1/PS-1	連続	8.62～12.06	66～302	◎	
		補助系	80	MS-1	連続	0.28	80		
	五ほう酸ナトリウム水	ほう酸水注入系	40～80	MS-1，重[*3]	一時	1.04～9.66	66	◎	ほう酸水注入系ポンプ出口弁／重要度，運転状態，最高使用温度，最高使用圧力
低合金鋼	蒸気	原子炉系	650	PS-2	連続	8.62	302	◎	主蒸気隔離弁第3弁

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す
*2：最高使用温度が 95 ℃を超え，又は最高使用圧力が 1,900 kPa を超える環境下にある原子炉格納容器外の重要度クラス 3 の機器
*3：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す
*4：選定基準が全て同等であることから，ポンプ容量の大きい系統を選定
　　非常用ディーゼル発電機海水ポンプ：272.6 m^3/h，高圧炉心スプレイディーゼル冷却系海水系ポンプ：232.8 m^3/h
*5：新規に設置される機器及び構造物であることを示す

2. 代表機器の技術評価

本章では，１章で代表機器とした以下の９台の弁について技術評価を実施する。

① 原子炉給水止め弁
② ドライウェル内機器原子炉補機冷却水戻り弁
③ 原子炉隔離時冷却系内側隔離弁
④ 可燃性ガス濃度制御系出口弁
⑤ 非常用ディーゼル発電機海水系出口隔離弁
⑥ 残留熱除去系熱交換器海水出口弁
⑦ 原子炉再循環ポンプ出口弁
⑧ ほう酸水注入系ポンプ出口弁
⑨ 主蒸気隔離弁第３弁

2.1 構造，材料及び使用条件

2.1.1 原子炉給水止め弁

(1) 構造

東海第二の原子炉給水止め弁は，口径 500A，最高使用圧力 8.62 MPa，最高使用温度 302 ℃の手動弁であり，2 台設置されている。

弁本体は，純水を内包する耐圧部（弁箱，弁ふた，ジョイントボルト・ナット，軸封部），純水を仕切る隔離部（弁体，弁座）及び弁体に駆動力を伝達する駆動力伝達部（弁棒，ヨーク）からなる。

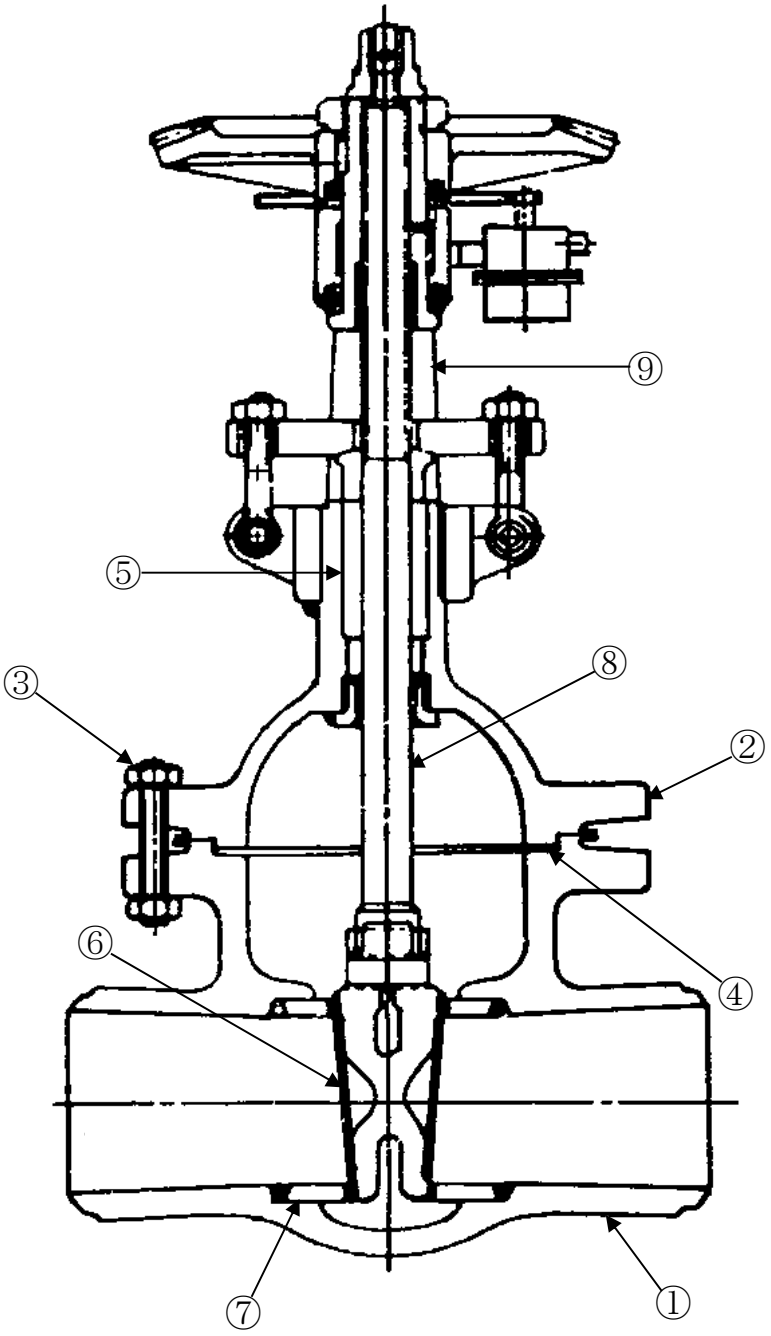
純水に接する弁箱，弁ふた，弁体は炭素鋼鋳鋼，弁座は炭素鋼が使用されており，軸封部には内部流体の漏れを防止するためグランドパッキンが使用されている。

なお，当該弁については，ジョイントボルト・ナットを取外すことにより，弁内部の点検手入れが可能である。

東海第二の原子炉給水止め弁の構造図を図 2.1-1 に示す。

(2) 材料及び使用条件

東海第二の原子炉給水止め弁主要部位の使用材料を表 2.1-1 に，使用条件を表 2.1-2 に示す。



No.	部位	No.	部位
①	弁箱	⑥	弁体
②	弁ふた	⑦	弁座
③	ジョイントボルト・ナット	⑧	弁棒
④	ガスケット	⑨	ヨーク
⑤	グランドパッキン		

図 2.1-1 原子炉給水止め弁構造図

表 2.1-1　原子炉給水止め弁主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
バウンダリの維持	耐圧	弁箱	炭素鋼鋳鋼
		弁ふた	炭素鋼鋳鋼
		ジョイントボルト・ナット	低合金鋼
	シール	ガスケット	（消耗品）
		グランドパッキン	（消耗品）
隔離機能の維持	隔離	弁体	炭素鋼鋳鋼（ステライト肉盛）
		弁座	炭素鋼（ステライト肉盛）
作動機能の維持	駆動力伝達	弁棒	ステンレス鋼
		ヨーク	炭素鋼鋳鋼

表 2.1-2　原子炉給水止め弁の使用条件

最高使用圧力	8.62 MPa
最高使用温度	302 ℃
内部流体	純水

2.1.2 ドライウェル内機器原子炉補機冷却水戻り弁

(1) 構造

東海第二のドライウェル内機器原子炉補機冷却水戻り弁は，口径 200A，最高使用圧力 0.86 MPa，最高使用温度 66 ℃の電動弁であり，1 台設置されている。

弁本体は，冷却水（防錆剤入り純水）を内包する耐圧部（弁箱，弁ふた，ジョイントボルト・ナット，軸封部），冷却水（防錆剤入り純水）を仕切る隔離部（弁体，弁座）及び弁体に駆動力を伝達する駆動力伝達部（弁棒，ヨーク）からなる。

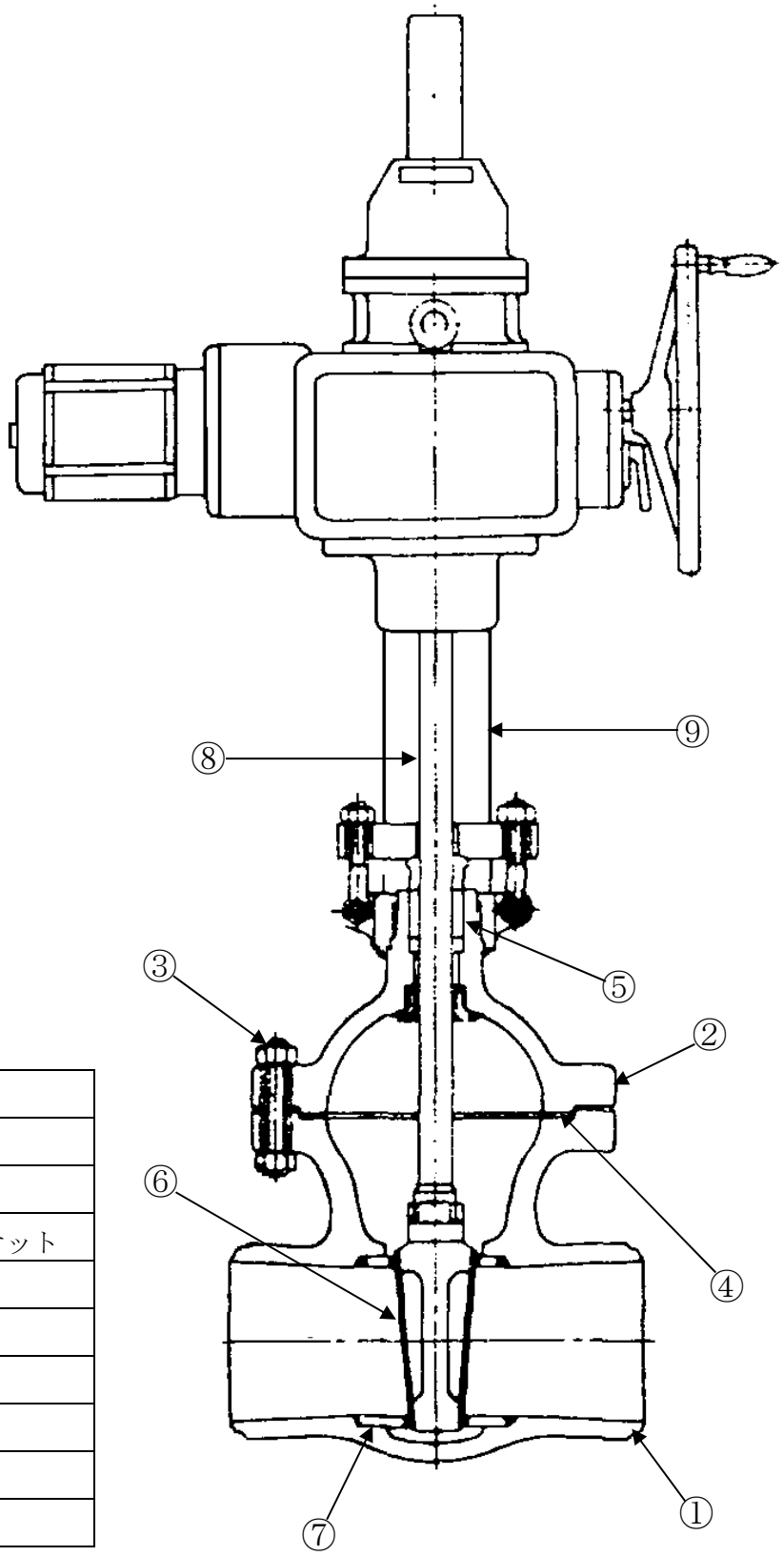
冷却水（防錆剤入り純水）に接する弁箱，弁ふた，弁体は炭素鋼鋳鋼，弁座は炭素鋼が使用されており，軸封部には内部流体の漏れを防止するためグランドパッキンが使用されている。

なお，当該弁については，駆動部を切り離し，ジョイントボルト・ナットを取外すことにより，弁内部の点検手入れが可能である。

東海第二のドライウェル内機器原子炉補機冷却水戻り弁の構造図を図 2.1-2 に示す。

(2) 材料及び使用条件

東海第二のドライウェル内機器原子炉補機冷却水戻り弁主要部位の使用材料を表 2.1-3 に，使用条件を表 2.1-4 に示す。



No.	部位
①	弁箱
②	弁ふた
③	ジョイントボルト・ナット
④	ガスケット
⑤	グランドパッキン
⑥	弁体
⑦	弁座
⑧	弁棒
⑨	ヨーク

図 2.1-2　ドライウェル内機器原子炉補機冷却水戻り弁構造図

表 2.1-3　ドライウェル内機器原子炉補機冷却水戻り弁主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
バウンダリの維持	耐圧	弁箱	炭素鋼鋳鋼
		弁ふた	炭素鋼鋳鋼
		ジョイントボルト・ナット	低合金鋼
	シール	ガスケット	（消耗品）
		グランドパッキン	（消耗品）
隔離機能の維持	隔離	弁体	炭素鋼鋳鋼（ステライト肉盛）
		弁座	炭素鋼（ステライト肉盛）
作動機能の維持	駆動力伝達	弁棒	ステンレス鋼
		ヨーク	炭素鋼鋳鋼

表 2.1-4　ドライウェル内機器原子炉補機冷却水戻り弁の使用条件

最高使用圧力	0.86 MPa
最高使用温度	66 ℃
内部流体	冷却水（防錆剤入り純水）

2.1.3 原子炉隔離時冷却系内側隔離弁

(1) 構造

東海第二の原子炉隔離時冷却系内側隔離弁は，口径 250A，最高使用圧力 8.62 MPa，最高使用温度 302 ℃の電動弁であり，1 台設置されている。

弁本体は，蒸気を内包する耐圧部（弁箱，弁ふた，ジョイントボルト・ナット，軸封部），蒸気を仕切る隔離部（弁体，弁座）及び弁体に駆動力を伝達する駆動力伝達部（弁棒，ヨーク）からなる。

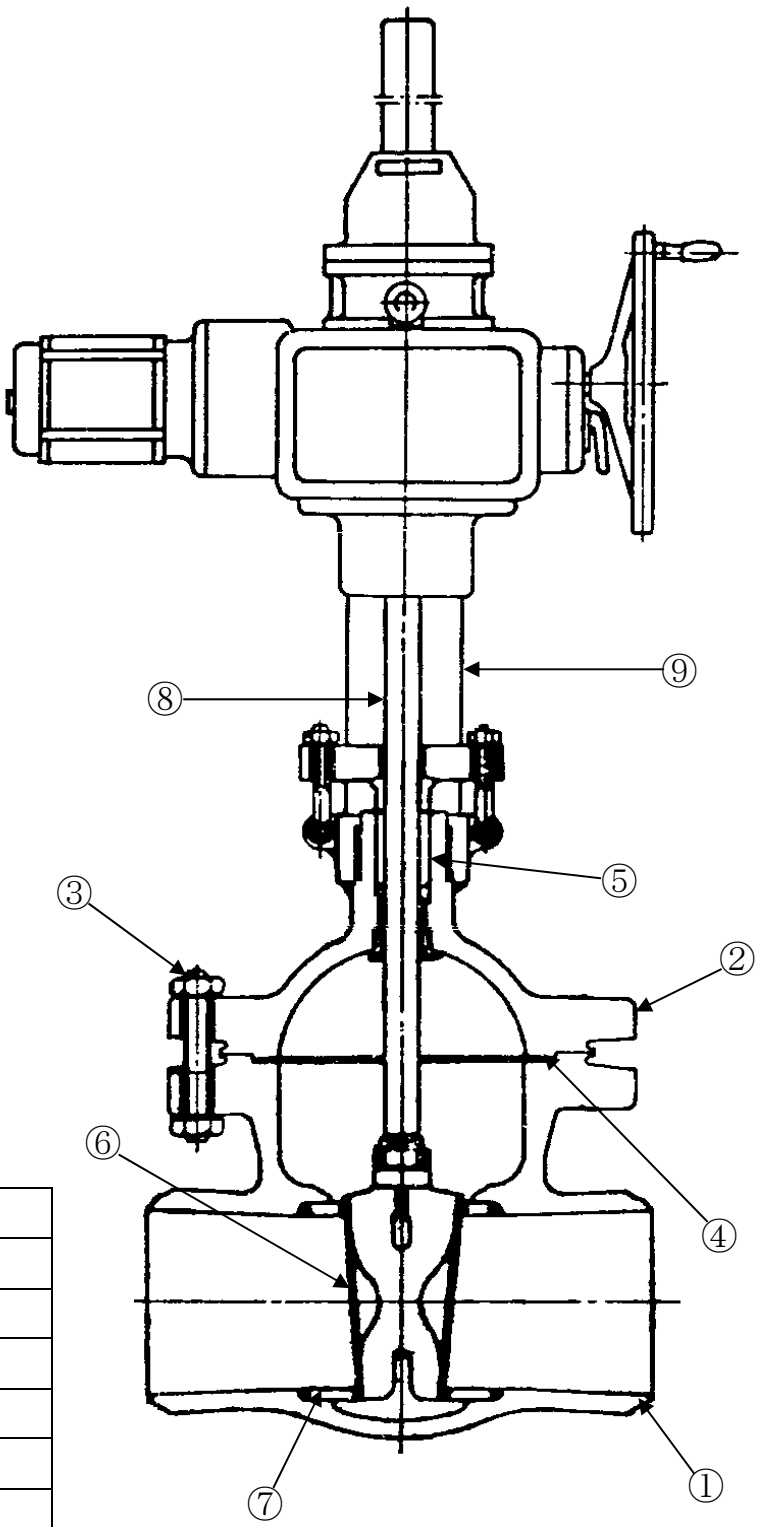
蒸気に接する弁箱，弁ふた，弁体は炭素鋼鋳鋼，弁座は炭素鋼が使用されており，軸封部には内部流体の漏れを防止するためグランドパッキンが使用されている。

なお，当該弁については，駆動部を切り離し，ジョイントボルト・ナットを取外すことにより，弁内部の点検手入れが可能である。

東海第二の原子炉隔離時冷却系内側隔離弁の構造図を図 2.1-3 に示す。

(2) 材料及び使用条件

東海第二の原子炉隔離時冷却系内側隔離弁主要部位の使用材料を表 2.1-5 に，使用条件を表 2.1-6 に示す。



No.	部位
①	弁箱
②	弁ふた
③	ジョイントボルト・ナット
④	ガスケット
⑤	グランドパッキン
⑥	弁体
⑦	弁座
⑧	弁棒
⑨	ヨーク

図 2.1-3　原子炉隔離時冷却系内側隔離弁構造図

表 2.1-5　原子炉隔離時冷却系内側隔離弁主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
バウンダリの維持	耐圧	弁箱	炭素鋼鋳鋼
		弁ふた	炭素鋼鋳鋼
		ジョイントボルト・ナット	低合金鋼
	シール	ガスケット	（消耗品）
		グランドパッキン	（消耗品）
隔離機能の維持	隔離	弁体	炭素鋼鋳鋼（ステライト肉盛）
		弁座	炭素鋼（ステライト肉盛）
作動機能の維持	駆動力伝達	弁棒	ステンレス鋼
		ヨーク	炭素鋼鋳鋼

表 2.1-6　原子炉隔離時冷却系内側隔離弁の使用条件

最高使用圧力	8.62 MPa
最高使用温度	302 ℃
内部流体	蒸気

2.1.4 可燃性ガス濃度制御系出口弁

(1) 構造

東海第二の可燃性ガス濃度制御系出口弁は，口径 150A，最高使用圧力 0.31 MPa，最高使用温度 171 ℃の電動弁であり，2 台設置されている。

弁本体は，窒素を内包する耐圧部（弁箱，弁ふた，ジョイントボルト・ナット，軸封部），ガスを仕切る隔離部（弁体，弁座）及び弁体に駆動力を伝達する駆動力伝達部（弁棒，ヨーク）からなる。

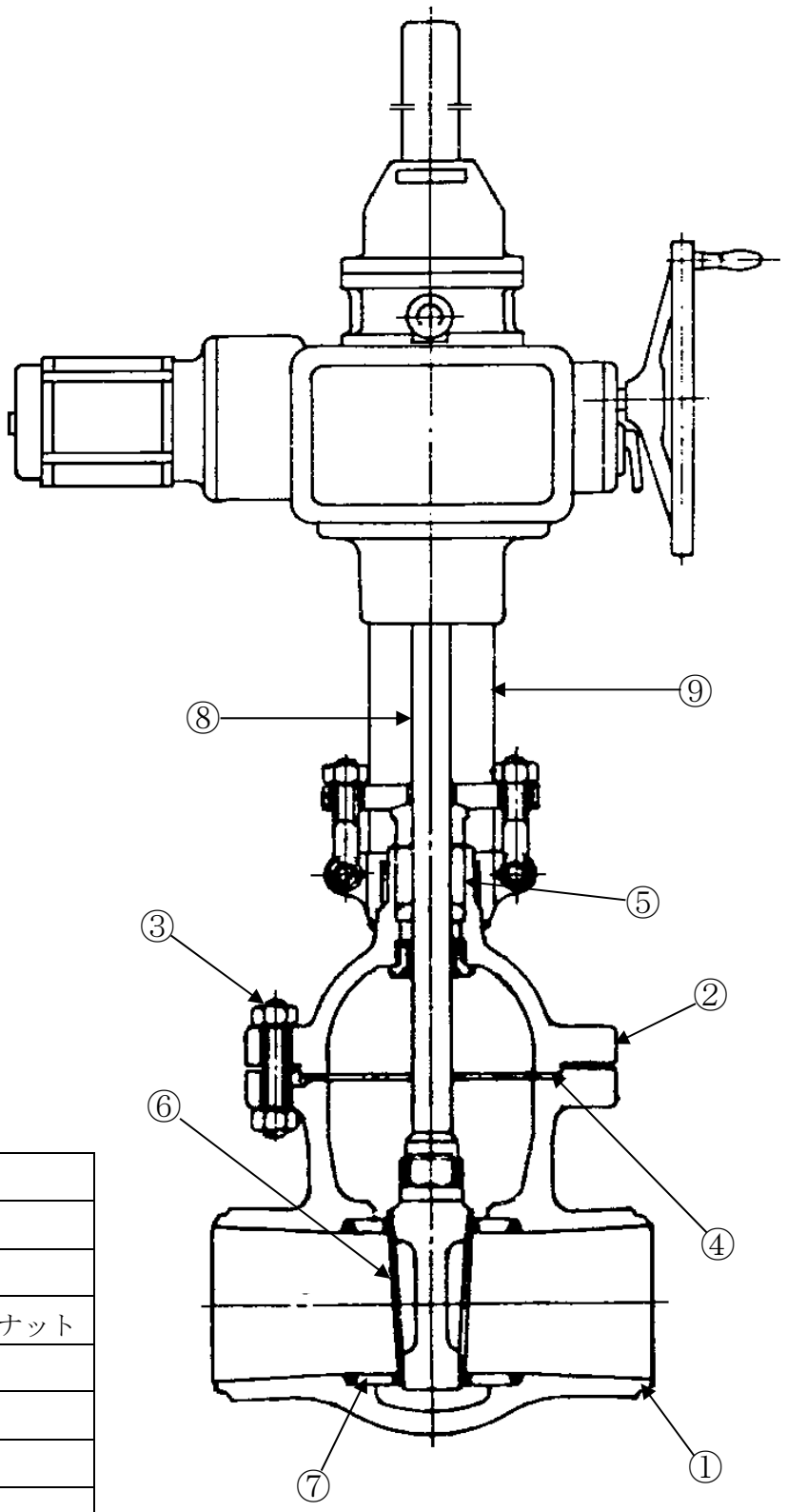
ガスに接する弁箱，弁ふた，弁体は炭素鋼鋳鋼，弁座は炭素鋼が使用されており，軸封部には内部流体の漏れを防止するためグランドパッキンが使用されている。

なお，当該弁については，駆動部を切り離し，ジョイントボルト・ナットを取外すことにより，弁内部の点検手入れが可能である。

東海第二の可燃性ガス濃度制御系出口弁の構造図を図 2.1-4 に示す。

(2) 材料及び使用条件

東海第二の可燃性ガス濃度制御系出口弁主要部位の使用材料を表 2.1-7 に，使用条件を表 2.1-8 に示す。



No.	部位
①	弁箱
②	弁ふた
③	ジョイントボルト・ナット
④	ガスケット
⑤	グランドパッキン
⑥	弁体
⑦	弁座
⑧	弁棒
⑨	ヨーク

図 2.1-4　可燃性ガス濃度制御系出口弁構造図

表 2.1-7　可燃性ガス濃度制御系出口弁主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
バウンダリの維持	耐圧	弁箱	炭素鋼鋳鋼
		弁ふた	炭素鋼鋳鋼
		ジョイントボルト・ナット	低合金鋼
	シール	ガスケット	（消耗品）
		グランドパッキン	（消耗品）
隔離機能の維持	隔離	弁体	炭素鋼鋳鋼（ステライト肉盛）
		弁座	炭素鋼（ステライト肉盛）
作動機能の維持	駆動力伝達	弁棒	ステンレス鋼
		ヨーク	炭素鋼鋳鋼

表 2.1-8　可燃性ガス濃度制御系出口弁の使用条件

最高使用圧力	0.31 MPa
最高使用温度	171 ℃
内部流体	ガス

2.1.5 非常用ディーゼル発電機海水系出口隔離弁

(1) 構造

東海第二の非常用ディーゼル発電機海水系出口隔離弁は，口径 250A，最高使用圧力 0.70 MPa，最高使用温度 66 ℃の手動弁であり，2 台設置されている。

弁本体は，海水を内包する耐圧部（弁箱，弁ふた，ジョイントボルト・ナット，軸封部），海水を仕切る隔離部（弁体，弁座）及び弁体に駆動力を伝達する駆動力伝達部（弁棒，ヨーク）からなる。

海水に接する弁箱，弁ふた，弁体は炭素鋼鋳鋼，弁座は炭素鋼が使用されており，内面にはフッ素樹脂ライニングが施されている。

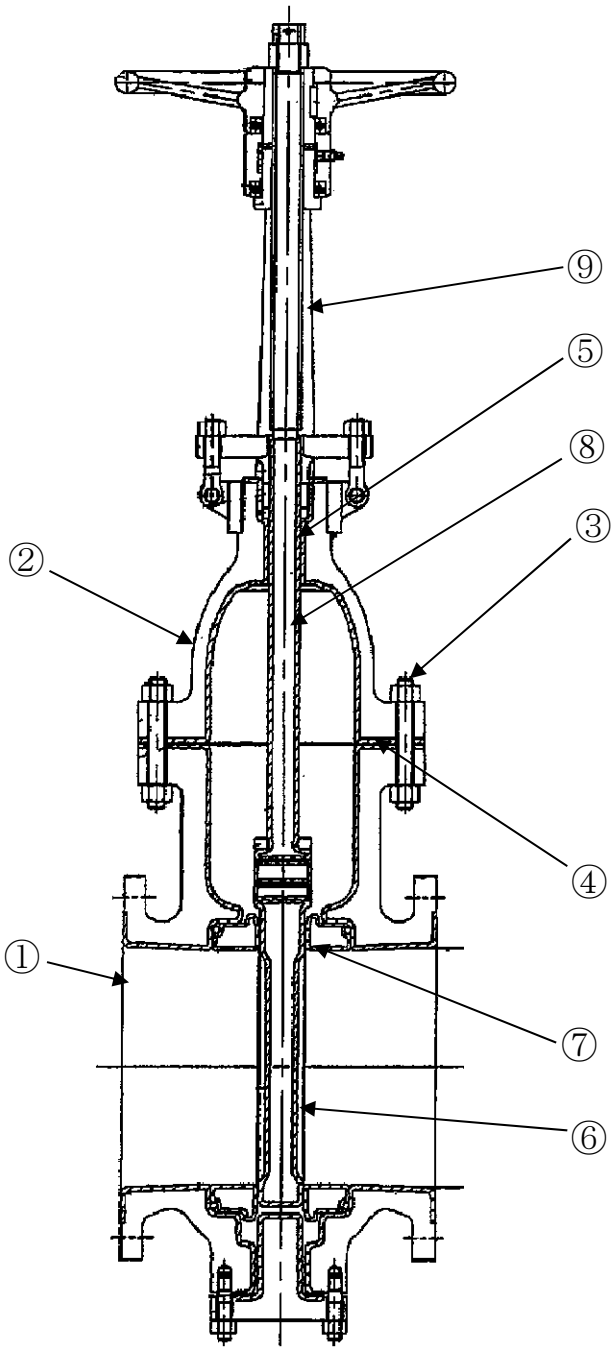
また，軸封部には内部流体の漏れを防止するためグランドパッキンが使用されている。

なお，当該弁については，ジョイントボルト・ナットを取外すことにより，弁内部の点検手入れが可能である。

東海第二の非常用ディーゼル発電機海水系出口隔離弁の構造図を図 2.1-5 に示す。

(2) 材料及び使用条件

東海第二の非常用ディーゼル発電機海水系出口隔離弁主要部位の使用材料を表 2.1-9 に，使用条件を表 2.1-10 に示す。



No.	部位
①	弁箱
②	弁ふた
③	ジョイントボルト・ナット
④	ガスケット
⑤	グランドパッキン
⑥	弁体
⑦	弁座
⑧	弁棒
⑨	ヨーク

図 2.1-5　非常用ディーゼル発電機海水系出口隔離弁構造図

表 2.1-9　非常用ディーゼル発電機海水系出口隔離弁主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
バウンダリの維持	耐圧	弁箱	炭素鋼鋳鋼（接液部フッ素樹脂ライニング）
		弁ふた	炭素鋼鋳鋼（接液部フッ素樹脂ライニング）
		ジョイントボルト・ナット	低合金鋼
	シール	ガスケット	（消耗品）
		グランドパッキン	（消耗品）
隔離機能の維持	隔離	弁体	炭素鋼鋳鋼（接液部フッ素樹脂ライニング）
		弁座	炭素鋼（接液部フッ素樹脂ライニング）
作動機能の維持	駆動力伝達	弁棒	ステンレス鋼（接液部フッ素樹脂ライニング）
		ヨーク	炭素鋼鋳鋼

表 2.1-10　非常用ディーゼル発電機海水系出口隔離弁の使用条件

最高使用圧力	0.70 MPa
最高使用温度	66 ℃
内部流体	海水

2.1.6　残留熱除去系熱交換器海水出口弁

(1) 構造

東海第二の残留熱除去系熱交換器海水出口弁は，口径 500A，最高使用圧力 3.45 MPa，最高使用温度 66 ℃の手動弁であり，2 台設置されている。

弁本体は，海水を内包する耐圧部（弁箱，弁ふた，ジョイントボルト・ナット，軸封部），海水を仕切る隔離部（弁体，弁体シートリング，弁座シートリング）及び弁体に駆動力を伝達する駆動力伝達部（弁棒，ヨーク）からなる。

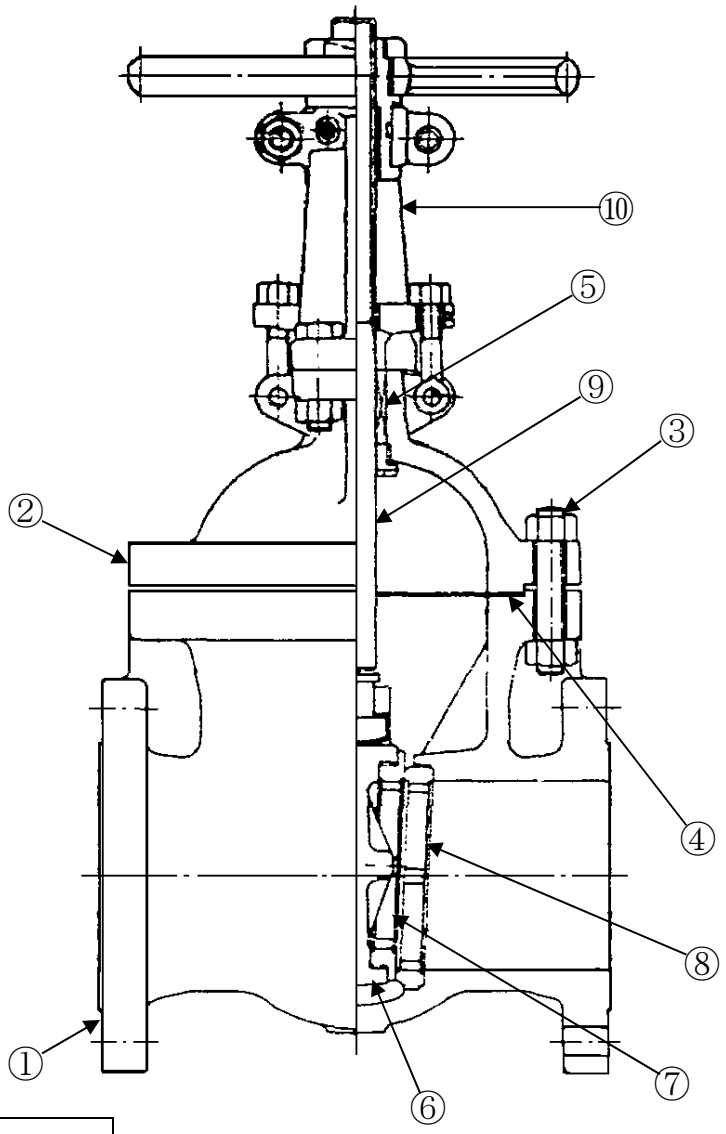
海水に接する弁箱，弁ふた，弁体は鋳鉄，弁体シートリング，弁座シートリングはステンレス鋼が使用されており，軸封部には内部流体の漏れを防止するためグランドパッキンが使用されている。

なお，当該弁については，ジョイントボルト・ナットを取外すことにより，弁内部の点検手入れが可能である。

東海第二の残留熱除去系熱交換器海水出口弁の構造図を図 2.1-6 に示す。

(2) 材料及び使用条件

東海第二の残留熱除去系熱交換器海水出口弁主要部位の使用材料を表 2.1-11 に，使用条件を表 2.1-12 に示す。



No.	部位
①	弁箱
②	弁ふた
③	ジョイントボルト・ナット
④	ガスケット
⑤	グランドパッキン
⑥	弁体
⑦	弁体シートリング
⑧	弁座シートリング
⑨	弁棒
⑩	ヨーク

図 2.1-6　残留熱除去系熱交換器海水出口弁構造図

表 2.1-11　残留熱除去系熱交換器海水出口弁主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
バウンダリの維持	耐圧	弁箱	鋳鉄
		弁ふた	鋳鉄
		ジョイントボルト・ナット	低合金鋼 炭素鋼
	シール	ガスケット	（消耗品）
		グランドパッキン	（消耗品）
隔離機能の維持	隔離	弁体	鋳鉄
		弁体シートリング	ステンレス鋼（ステライト肉盛）
		弁座シートリング	ステンレス鋼（ステライト肉盛）
作動機能の維持	駆動力伝達	弁棒	ステンレス鋼
		ヨーク	鋳鉄

表 2.1-12　残留熱除去系熱交換器海水出口弁の使用条件

最高使用圧力	3.45 MPa
最高使用温度	66 ℃
内部流体	海水

2.1.7 原子炉再循環ポンプ出口弁

(1) 構造

東海第二の原子炉再循環ポンプ出口弁は，口径 600A，最高使用圧力 11.38 MPa，最高使用温度 302 ℃の電動弁であり，2 台設置されている。

弁本体は，純水を内包する耐圧部（弁箱，弁ふた，ジョイントボルト・ナット，軸封部），純水を仕切る隔離部（弁体，弁座）及び弁体に駆動力を伝達する駆動力伝達部（弁棒，ヨーク）からなる。

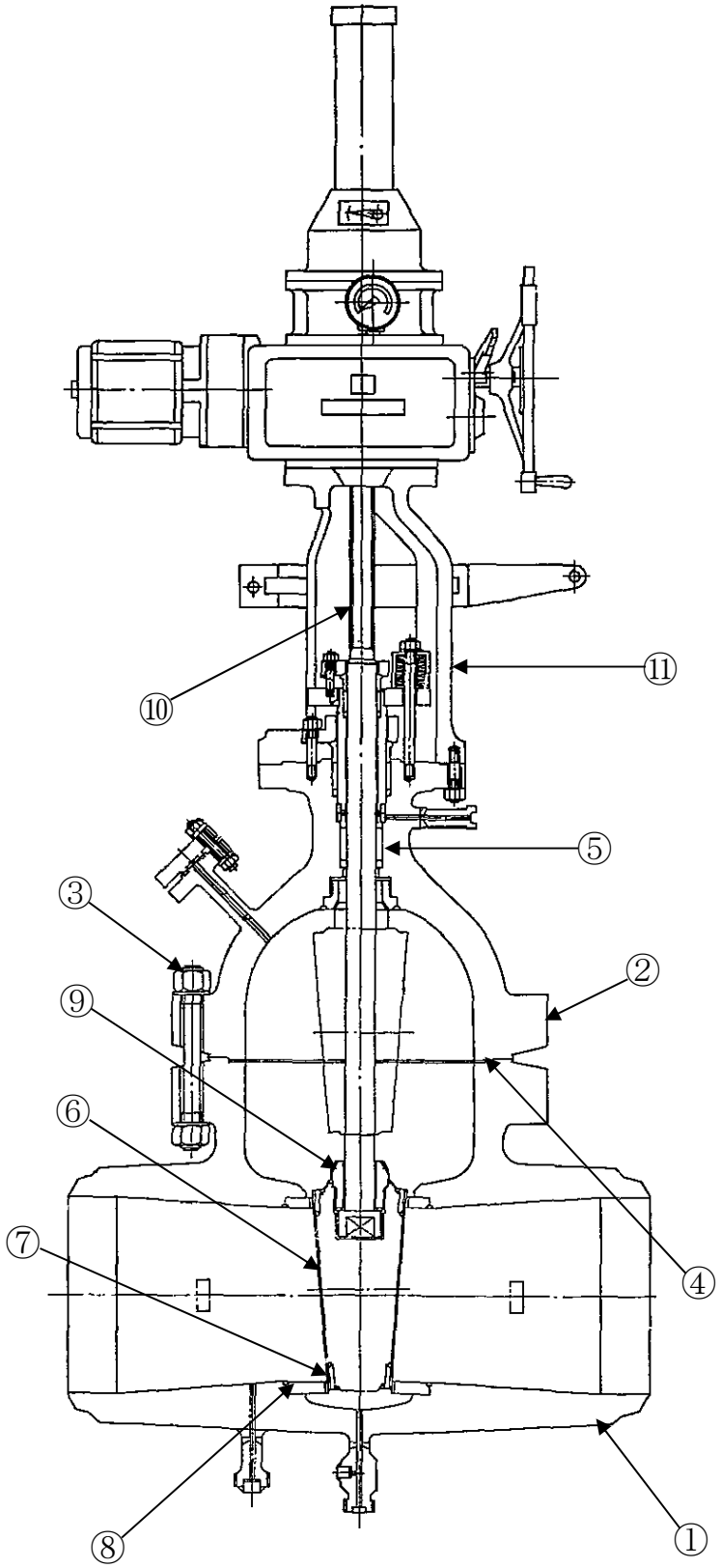
純水に接する弁箱，弁ふた，弁体はステンレス鋳鋼，弁座はステンレス鋼が使用されており，軸封部には内部流体の漏れを防止するためグランドパッキンが使用されている。

なお，当該弁については，駆動部を切り離し，ジョイントボルト・ナットを取外すことにより，弁内部の点検手入れが可能である。

東海第二の原子炉再循環ポンプ出口弁の構造図を図 2.1-7 に示す。

(2) 材料及び使用条件

東海第二の原子炉再循環ポンプ出口弁主要部位の使用材料を表 2.1-13 に，使用条件を表 2.1-14 に示す。



No.	部位
①	弁箱
②	弁ふた
③	ジョイントボルト・ナット
④	ガスケット
⑤	グランドパッキン
⑥	弁体
⑦	弁体リング
⑧	弁座
⑨	弁体（連結部）
⑩	弁棒
⑪	ヨーク

図 2.1-7　原子炉再循環ポンプ出口弁構造図

表 2.1-13 原子炉再循環ポンプ出口弁主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
バウンダリの維持	耐圧	弁箱	ステンレス鋳鋼
		弁ふた	ステンレス鋳鋼（ステライト肉盛）
		ジョイントボルト・ナット	低合金鋼
	シール	ガスケット	（消耗品）
		グランドパッキン	（消耗品）
隔離機能の維持	隔離	弁体	ステンレス鋳鋼（ステライト肉盛）
		弁体リング	ステンレス鋼（ステライト肉盛）
		弁座	ステンレス鋼（ステライト肉盛）
		弁体（連結部）	ステンレス鋼（ステライト肉盛）
作動機能の維持	駆動力伝達	弁棒	ステンレス鋼
		ヨーク	炭素鋼鋳鋼

表 2.1-14　原子炉再循環ポンプ出口弁の使用条件

最高使用圧力	11.38 MPa
最高使用温度	302 ℃
内部流体	純水

2.1.8 ほう酸水注入系ポンプ出口弁

(1) 構造

東海第二のほう酸水注入系ポンプ出口弁は，口径 40A，最高使用圧力 9.66 MPa，最高使用温度 66 ℃の手動弁であり，2 台設置されている。

弁本体は，五ほう酸ナトリウム水を内包する耐圧部（弁箱，弁ふた，ジョイントボルト・ナット，軸封部），五ほう酸ナトリウム水を仕切る隔離部（弁体，弁座）及び弁体に駆動力を伝達する駆動力伝達部（弁棒，ヨーク）からなる。

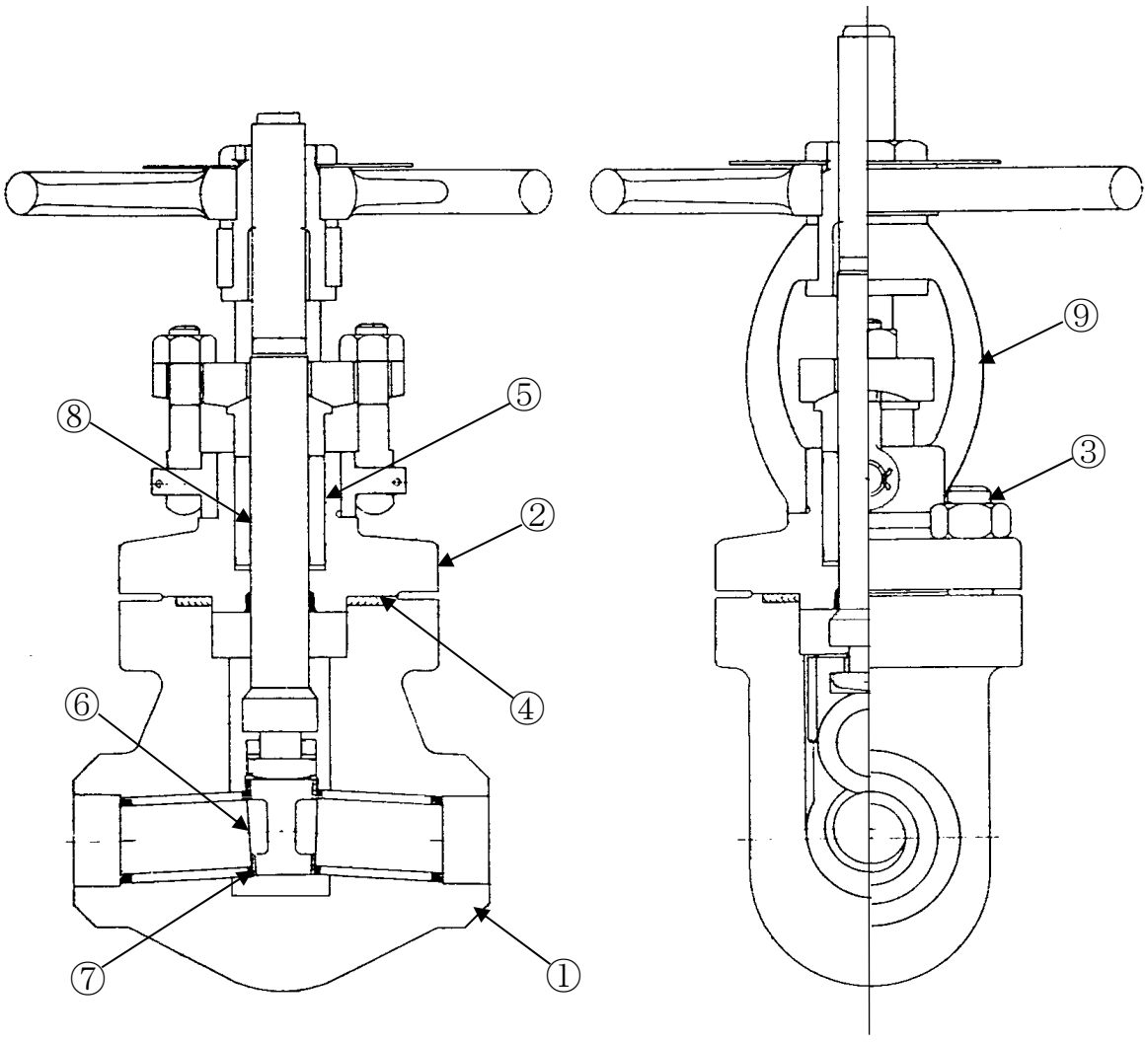
五ほう酸ナトリウム水に接する弁箱，弁ふた，弁体，弁座はステンレス鋼が使用されており，軸封部には内部流体の漏れを防止するためグランドパッキンが使用されている。

なお，当該弁については，ジョイントボルト・ナットを取外すことにより，弁内部の点検手入れが可能である。

東海第二のほう酸水注入系ポンプ出口弁の構造図を図 2.1-8 に示す。

(2) 材料及び使用条件

東海第二のほう酸水注入系ポンプ出口弁主要部位の使用材料を表 2.1-15 に，使用条件を表 2.1-16 に示す。



No.	部位
①	弁箱
②	弁ふた
③	ジョイントボルト・ナット
④	ガスケット
⑤	グランドパッキン
⑥	弁体
⑦	弁座
⑧	弁棒
⑨	ヨーク

図 2.1-8　ほう酸水注入系ポンプ出口弁構造図

表 2.1-15　ほう酸水注入系ポンプ出口弁主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
バウンダリの維持	耐圧	弁箱	ステンレス鋼
		弁ふた	ステンレス鋼（ステライト肉盛）
		ジョイントボルト・ナット	低合金鋼 炭素鋼
	シール	ガスケット	（消耗品）
		グランドパッキン	（消耗品）
隔離機能の維持	隔離	弁体	ステンレス鋼（ステライト肉盛）
		弁座	ステンレス鋼（ステライト肉盛）
作動機能の維持	駆動力伝達	弁棒	ステンレス鋼
		ヨーク	炭素鋼

表 2.1-16　ほう酸水注入系ポンプ出口弁の使用条件

最高使用圧力	9.66 MPa
最高使用温度	66 ℃
内部流体	五ほう酸ナトリウム水

2.1.9 主蒸気隔離弁第3弁

(1) 構造

東海第二の主蒸気隔離弁第3弁は，口径650A，最高使用圧力8.62 MPa，最高使用温度302 ℃の電動弁であり，4台設置されている。

弁本体は，蒸気を内包する耐圧部（弁箱，弁ふた，ジョイントボルト・ナット，軸封部），蒸気を仕切る隔離部（弁体，弁座）及び弁体に駆動力を伝達する駆動力伝達部（弁棒，ヨーク）からなる。

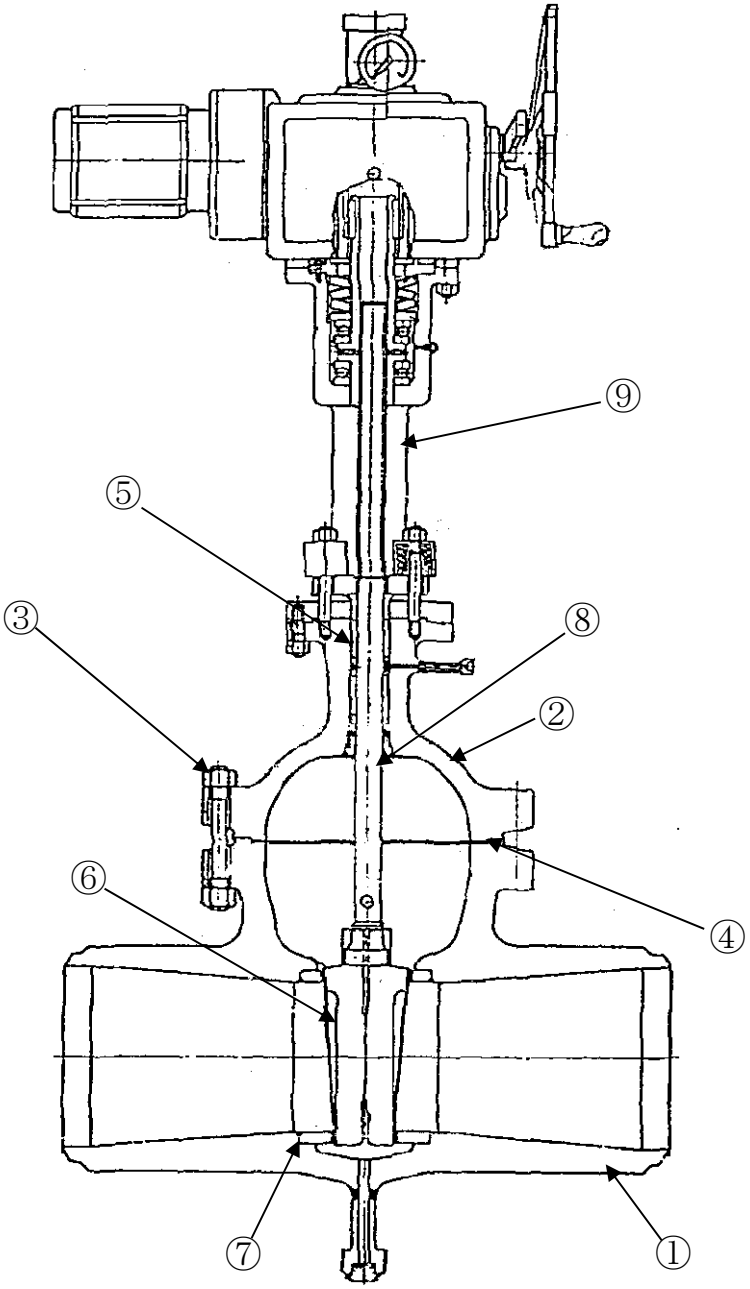
蒸気に接する弁箱，弁ふたは低合金鋼，弁体は炭素鋼鋳鋼，弁座は炭素鋼が使用されており，軸封部には内部流体の漏れを防止するためグランドパッキンが使用されている。

なお，当該弁については，駆動部を切り離し，ジョイントボルト・ナットを取外すことにより，弁内部の点検手入れが可能である。

東海第二の主蒸気隔離弁第3弁の構造図を図2.1-9に示す。

(2) 材料及び使用条件

東海第二の主蒸気隔離弁第3弁主要部位の使用材料を表2.1-17に，使用条件を表2.1-18に示す。



No.	部位	No.	部位
①	弁箱	⑥	弁体
②	弁ふた	⑦	弁座
③	ジョイントボルト・ナット	⑧	弁棒
④	ガスケット	⑨	ヨーク
⑤	グランドパッキン		

図 2.1-9　主蒸気隔離弁第 3 弁構造図

表 2.1-17　主蒸気隔離弁第 3 弁主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
バウンダリの維持	耐圧	弁箱	低合金鋼
		弁ふた	低合金鋼
		ジョイントボルト・ナット	低合金鋼
	シール	ガスケット	（消耗品）
		グランドパッキン	（消耗品）
隔離機能の維持	隔離	弁体	炭素鋼鋳鋼（ステライト肉盛）
		弁座	炭素鋼（ステライト肉盛）
作動機能の維持	駆動力伝達	弁棒	ステンレス鋼
		ヨーク	炭素鋼鋳鋼

表 2.1-18　主蒸気隔離弁第 3 弁の使用条件

最高使用圧力	8.62 MPa
最高使用温度	302 ℃
内部流体	蒸気

2.2 経年劣化事象の抽出

2.2.1 機器の機能達成に必要な項目

仕切弁の機能である流体仕切機能の達成に必要な項目は以下のとおり。

(1) バウンダリの維持

(2) 隔離機能の維持

(3) 作動機能の維持

2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

(1) 想定される経年劣化事象の抽出

仕切弁について，機能達成に必要な項目を考慮して主要な部位に展開した上で，個々の部位の材料，構造，使用条件（内部流体，圧力，温度等）及び現在までの運転経験を考慮し，表 2.2-1 で示すとおり想定される経年劣化事象を抽出した（表 2.2-1 で○又は△，▲）。

なお，消耗品及び定期取替品は以下のとおり評価対象外とする。

(2) 消耗品及び定期取替品の扱い

グランドパッキン，ガスケットは消耗品であり，設計時に長期使用せず取替を前提としていることから，高経年化対策を見極める上での評価対象外とする。

(3) 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

想定される経年劣化事象のうち，下記①，②に該当しない事象を高経年化対策上着目すべき経年劣化事象と判断した。

なお，下記①，②に該当しない事象については，2.2.3 項に示すとおり，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断した。

① 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって,想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの(日常劣化管理事象として表 2.2-1 で△)

② 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により，今後も経年劣化の進展が考えられない，又は進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外として表 2.2-1 で▲）

この結果，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象として以下の事象が抽出された（表 2.2-1 で○）。

a. 弁箱の疲労割れ［原子炉給水止め弁，原子炉再循環ポンプ出口弁］
b. 弁箱の熱時効［原子炉再循環ポンプ出口弁］

2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

(1) 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって，想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象）

a. 弁箱，弁ふたの外面の腐食（全面腐食）［原子炉給水止め弁，ドライウェル内機器原子炉補機冷却水戻り弁，原子炉隔離時冷却系内側隔離弁，可燃性ガス濃度制御系出口弁，非常用ディーゼル発電機海水系出口隔離弁，残留熱除去系熱交換器海水出口弁，主蒸気隔離弁第 3 弁］

弁箱，弁ふたは，炭素鋼鋳鋼，低合金鋼又は鋳鉄であり腐食が想定されるが，大気接触部は塗装が施されていることから，塗膜が健全であれば腐食が発生する可能性は小さく，分解点検時の目視点検時において塗装の状態を確認し，必要に応じて補修塗装することにより機能を維持している。

したがって，弁箱，弁ふたの外面の腐食（全面腐食）は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

b. ジョイントボルト・ナットの腐食（全面腐食）［共通］

ジョイントボルト・ナットは，低合金鋼又は炭素鋼であり腐食が想定されるが，分解点検時に手入れ・清掃を行うことにより機能を維持している。

したがって，ジョイントボルト・ナットの腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

c. ヨークの腐食（全面腐食）［共通］

ヨークは，炭素鋼鋳鋼，鋳鉄又は炭素鋼であり腐食が想定されるが，大気接触部は塗装が施されていることから，塗膜が健全であれば腐食が発生する可能性は小さく，分解点検時の目視点検時において塗装の状態を確認し，必要に応じて補修塗装することにより機能を維持している。

したがって，ヨークの腐食（全面腐食）は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

d. 弁箱，弁ふた，弁体，弁座の腐食（流れ加速型腐食）［原子炉給水止め弁，原子炉隔離時冷却系内側隔離弁，主蒸気隔離弁第 3 弁］

弁箱，弁ふたは炭素鋼鋳鋼又は低合金鋼，弁体は炭素鋼鋳鋼，弁座は炭素鋼であり，内部流体が純水又は蒸気であるため腐食（流れ加速型腐食）が想定されるが，分解点検時の目視点検において有意な腐食（流れ加速型腐食）がないことを確認しており，必要に応じて補修又は取替を行うことにより機能を維持している。

したがって，弁箱，弁ふた，弁体，弁座の腐食（流れ加速型腐食）は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

e. 弁箱（内面），弁ふた（内面），弁体，弁座の腐食（全面腐食）［可燃性ガス濃度制御系出口弁］

弁箱，弁ふた，弁体は炭素鋼鋳鋼，弁座は炭素鋼であり腐食が想定されるが，内部が窒素雰囲気であることから，腐食が発生する可能性は小さく，分解点検時の目視点検において有意な腐食がないことを確認しており，必要に応じて補修又は取替を行うことにより機能を維持している。

したがって，弁箱（内面），弁ふた（内面），弁体，弁座の腐食（全面腐食）は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

f. 弁箱（内面），弁ふた（内面），弁体の腐食（全面腐食）［残留熱除去系熱交換器海水出口弁］

弁箱，弁ふた，弁体は鋳鉄であり，内部流体は海水であることから，腐食が想定されるが，分解点検時の目視点検において有意な腐食がないことを確認しており，必要に応じて補修又は取替を行うことにより機能を維持している。

したがって，弁箱（内面），弁ふた（内面），弁体の腐食（全面腐食）は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

g. 弁箱（内面），弁ふた（内面），弁体，弁座の腐食（全面腐食）［非常用ディーゼル発電機海水系出口隔離弁］

弁箱，弁ふた，弁体は炭素鋼鋳鋼，弁座は炭素鋼であり，内部流体が海水であることから腐食が想定されるが，内部流体に接する部分はフッ素樹脂ライニング施工しているため，腐食が発生する可能性は小さく，分解点検時の目視点検及び膜厚検査においてフッ素樹脂ライニングが健全であることを確認しており，必要に応じて補修又は取替を行うことにより機能を維持している。

したがって，弁箱（内面），弁ふた（内面），弁体，弁座の腐食（全面腐食）は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

h. 弁体シートリング，弁座シートリング，弁棒の腐食（孔食・隙間腐食）［残留熱除去系熱交換器海水出口弁］

弁体シートリング，弁座シートリング，弁棒はステンレス鋼であり，内部流体は海水であることから腐食（孔食・隙間腐食）が想定されるが，分解点検時の目視点検において有意な腐食（孔食・隙間腐食）がないことを確認しており，必要に応じて補修又は取替を行うことにより機能を維持している。

したがって，弁体シートリング，弁座シートリング，弁棒の腐食（孔食・隙間腐食）は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

i. 弁棒の腐食（孔食・隙間腐食）［非常用ディーゼル発電機海水系出口隔離弁］

弁棒はステンレス鋼であり，内部流体が海水であることから腐食（孔食・隙間腐食）が想定されるが，内部流体に接する部分はフッ素樹脂ライニングにより腐食（孔食・隙間腐食）を防止しており，フッ素樹脂ライニングが健全であれば腐食（孔食・隙間腐食）が発生する可能性は小さく，分解点検時の目視点検及び膜厚検査においてフッ素樹脂ライニングが健全であることを確認しており，必要に応じて補修又は取替を行うことにより機能を維持している。

したがって，弁棒の腐食（孔食・隙間腐食）は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

j. 弁体，弁座の摩耗［非常用ディーゼル発電機海水系出口隔離弁］

弁の開閉に伴いシート面で摺動するため摩耗が想定されるが，分解点検時の目視点検において有意な摩耗がないことを確認しており，必要に応じて補修又は取替を行うことにより機能を維持している。

したがって，弁体，弁座の摩耗は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

k. 弁箱，弁ふたの貫粒型応力腐食割れ［ほう酸水注入ポンプ出口弁］

弁箱，弁ふたはステンレス鋼であり，大気中の海塩粒子に含まれる塩化物イオンにより，外面から貫粒型応力腐食割れの発生が想定されるが，原子炉建屋内機器の塩分測定において，代表箇所における定期的な目視点検及び付着塩分量測定を実施し，その結果により必要に応じ機器外面清掃及び浸透探傷検査を実施することとしている。

また，東海第二では工事における副資材管理でステンレス鋼への塩分付着を防止している。

したがって，弁箱，弁ふたの貫粒型応力腐食割れは高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

l. 弁棒の摩耗［共通］

弁棒はグランドパッキンと接触しているため，弁の開閉に伴うグランドパッキンとの摺動により摩耗が想定されるが，グランドパッキンの材質がテフロン又は黒鉛等に対して，弁棒は硬いステンレス鋼であるため，これらの摺動による摩耗が発生する可能性は小さい。

なお，分解点検時の目視点検において有意な摩耗は確認されておらず，今後も使用環境が変わらないことから，これらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，弁棒の摩耗は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

m. 弁箱（内面），弁ふた（内面），弁体，弁座の腐食（全面腐食）［ドライウェル内機器原子炉補機冷却水戻り弁］

弁箱，弁ふた，弁体は炭素鋼鋳鋼，弁座は炭素鋼であることから腐食が想定されるが，内部流体は冷却水（防錆剤入り純水）のため，腐食が発生する可能性は小さい。

なお，分解点検時の目視点検において有意な腐食は確認されておらず，今後も使用環境が変わらないことから，これらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，弁箱（内面），弁ふた（内面），弁体，弁座の腐食（全面腐食）は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

n. 弁体，弁座の摩耗［原子炉給水止め弁，ドライウェル内機器原子炉補機冷却水戻り弁，原子炉隔離時冷却系内側隔離弁，可燃性ガス濃度制御系出口弁，原子炉再循環ポンプ出口弁，ほう酸水注入系ポンプ出口弁，主蒸気隔離弁第3弁］

弁が開閉するとシート面で摺動することになるが，シート面には硬いステライトが肉盛されており，摩耗が発生する可能性は小さい。

なお，分解点検時の目視点検において有意な摩耗は確認されておらず，今後も使用環境が変わらないことから，これらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，弁体，弁座の摩耗は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

o. 弁体シートリング，弁座シートリングの摩耗［残留熱除去系熱交換器海水出口弁］

弁が開閉するとシート面で摺動することになるが，シート面には硬いステライトが肉盛されており，摩耗が発生する可能性は小さい。

なお，分解点検時の目視点検において有意な摩耗は確認されておらず，今後も使用環境が変わらないことから，これらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，弁体シートリング，弁座シートリングの摩耗は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

p. 弁体リングの摩耗［原子炉再循環ポンプ出口弁］

弁が開閉するとシート面で摺動することになるが，シート面には硬いステライトが肉盛されており，摩耗が発生する可能性は小さい。

なお，分解点検時の目視点検において有意な摩耗は確認されておらず，今後も使用環境が変わらないことから，これらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，弁体リングの摩耗は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

q. 弁体（連結部）の摩耗［原子炉再循環ポンプ出口弁］

仕切弁は，一般に弁棒で弁体を吊下げる構造になっており，弁体は，弁ふた（ボンネット）内に入り流路には出ていないため内部流体の影響は受けないが，当該仕切弁は，上流側の流量制御弁の影響により乱流が発生し，この乱流が仕切弁ボンネット内部に流入してボンネット内の弁体を振動させ，連結部（主に弁体側）の摩耗を生じた。

その対策として，弁体の連結構造を振動のしにくいディスクナット式に変更しており，摩耗が発生する可能性は小さい。

なお，構造変更以降における分解点検時の目視点検で，弁体と弁棒の連結部に有意な摩耗は確認されておらず，今後も使用環境が変わらないことから，これらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，弁体（連結部）の摩耗は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

r. 弁棒の疲労割れ［共通］

弁棒は全開位置でバックシート部に高い応力がかかる状態になると，配管振動等による疲労が蓄積し，疲労割れが想定される。

電動弁については，バックシートが効く位置の手前でリミットスイッチが切れ，動作が止まるように設定されているため，バックシート部への過負荷は加わらない。

一部の電動弁では，全開位置をトルク切れによって調整しているが，バックシートが効く程度の力で動作が止まるようトルク設定されていることから，疲労割れが発生する可能性は小さい。

また，手動弁については開操作時にバックシート部への過負荷が加わらないよう，適切な操作を行うこととしていることから，疲労割れが発生する可能性は小さい。

なお，分解点検時の目視点検において疲労割れは確認されておらず，今後も使用環境が変わらないことから，これらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，弁棒の疲労割れは，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

s. 弁箱（内面），弁ふた（内面），弁体，弁座，弁棒の腐食（全面腐食）［ほう酸水注入系ポンプ出口弁］

ほう酸水注入系ポンプ出口弁の弁箱，弁ふた，弁体，弁座，弁棒はステンレス鋼であり，内部流体は五ほう酸ナトリウム水であることから腐食が想定されるが，ステンレス鋼は五ほう酸ナトリウム水に対して耐食性を有していることから，腐食が発生する可能性は小さい。

なお，分解点検時の目視点検において有意な腐食は確認されておらず，今後も使用環境が変わらないことから，これらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，弁箱（内面），弁ふた（内面），弁体，弁座，弁棒の腐食（全面腐食）は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

(2) 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により，今後も経年劣化の進展が考えられない，又は進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外）

a. 弁ふた，弁体の熱時効［原子炉再循環ポンプ出口弁］

弁ふた，弁体に使用しているステンレス鋳鋼はオーステナイト相中に一部フェライト相を含む2相組織であり，使用環境温度は250 ℃以上（最高使用温度302 ℃）であるため，熱時効による材料特性の変化により破壊靭性の低下が予想され，この状態でき裂が存在する場合には小さな荷重でき裂が進展し，不安定破壊を引き起こす可能性があるが，弁ふた及び弁体には，き裂の原因となる経年劣化事象は想定されていないことから，熱時効が問題となる可能性はない。

したがって，弁ふた，弁体の熱時効は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

表 2.2-1(1/9)　原子炉給水止め弁に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考
					減肉		割れ		材質変化		その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
バウンダリの維持	耐圧	弁箱		炭素鋼鋳鋼		△*2*3	○					*1：ステライト肉盛 *2：流れ加速型腐食 *3：外面
		弁ふた		炭素鋼鋳鋼		△*2*3						
		ジョイントボルト・ナット		低合金鋼		△						
	シール	グランドパッキン	◎	―								
		ガスケット	◎	―								
隔離機能の維持	隔離	弁体		炭素鋼鋳鋼*1	△	△*2						
		弁座		炭素鋼*1	△	△*2						
作動機能の維持	駆動力伝達	弁棒		ステンレス鋼	△		△					
		ヨーク		炭素鋼鋳鋼		△						

○：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表 2.2-1(2/9)　ドライウェル内機器原子炉補機冷却水戻り弁に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考
					減肉		割れ		材質変化		その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
バウンダリの維持	耐圧	弁箱		炭素鋼鋳鋼		△*2*3						*1：ステライト肉盛 *2：外面 *3：内面
		弁ふた		炭素鋼鋳鋼		△*2*3						
		ジョイントボルト・ナット		低合金鋼		△						
	シール	グランドパッキン	◎	－								
		ガスケット	◎	－								
隔離機能の維持	隔離	弁体		炭素鋼鋳鋼*1	△	△						
		弁座		炭素鋼*1	△	△						
作動機能の維持	駆動力伝達	弁棒		ステンレス鋼	△		△					
		ヨーク		炭素鋼鋳鋼		△						

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表 2.2-1(3/9)　原子炉隔離時冷却系内側隔離弁に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考
					減肉		割れ		材質変化		その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
バウンダリの維持	耐圧	弁箱		炭素鋼鋳鋼		△*2*3						*1：ステライト肉盛 *2：流れ加速型腐食 *3：外面
		弁ふた		炭素鋼鋳鋼		△*2*3						
		ジョイントボルト・ナット		低合金鋼		△						
	シール	グランドパッキン	◎	―								
		ガスケット	◎	―								
隔離機能の維持	隔離	弁体		炭素鋼鋳鋼*1	△	△*2						
		弁座		炭素鋼*1	△	△*2						
作動機能の維持	駆動力伝達	弁棒		ステンレス鋼	△		△					
		ヨーク		炭素鋼鋳鋼		△						

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表 2.2-1(4/9)　可燃性ガス濃度制御系出口弁に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考
					減肉		割れ		材質変化		その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
バウンダリの維持	耐圧	弁箱		炭素鋼鋳鋼		△*2*3						*1：ステライト肉盛 *2：外面 *3：内面
		弁ふた		炭素鋼鋳鋼		△*2*3						
		ジョイントボルト・ナット		低合金鋼		△						
	シール	グランドパッキン	◎	―								
		ガスケット	◎	―								
隔離機能の維持	隔離	弁体		炭素鋼鋳鋼*1	△	△						
		弁座		炭素鋼*1	△	△						
作動機能の維持	駆動力伝達	弁棒		ステンレス鋼	△		△					
		ヨーク		炭素鋼鋳鋼		△						

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表 2.2-1(5/9)　非常用ディーゼル発電機海水系出口隔離弁に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考
					減肉		割れ		材質変化		その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
バウンダリの維持	耐圧	弁箱		炭素鋼鋳鋼*1		△*2*3						*1：接液部フッ素樹脂ライニング *2：外面 *3：内面 *4：孔食・隙間腐食
		弁ふた		炭素鋼鋳鋼*1		△*2*3						
		ジョイントボルト・ナット		低合金鋼		△						
	シール	グランドパッキン	◎	－								
		ガスケット	◎	－								
隔離機能の維持	隔離	弁体		炭素鋼鋳鋼*1	△	△						
		弁座		炭素鋼*1	△	△						
作動機能の維持	駆動力伝達	弁棒		ステンレス鋼*1	△	△*4	△					
		ヨーク		炭素鋼鋳鋼		△						

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表 2.2-1(6/9)　残留熱除去系熱交換器海水出口弁に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考
					減肉		割れ		材質変化		その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
バウンダリの維持	耐圧	弁箱		鋳鉄		△*2*3						*1：ステライト肉盛 *2：外面 *3：内面 *4：孔食・隙間腐食
		弁ふた		鋳鉄		△*2*3						
		ジョイントボルト・ナット		低合金鋼 炭素鋼		△						
	シール	グランドパッキン	◎	－								
		ガスケット	◎	－								
隔離機能の維持	隔離	弁体		鋳鉄		△						
		弁体シートリング		ステンレス鋼*1	△	△*4						
		弁座シートリング		ステンレス鋼*1	△	△*4						
作動機能の維持	駆動力伝達	弁棒		ステンレス鋼	△	△*4	△					
		ヨーク		鋳鉄		△						

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表 2.2-1(7/9)　原子炉再循環ポンプ出口弁に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考
					減肉		割れ		材質変化		その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
バウンダリの維持	耐圧	弁箱		ステンレス鋳鋼			○		○			*1:ステライト肉盛
		弁ふた		ステンレス鋳鋼*1					▲			
		ジョイントボルト・ナット		低合金鋼		△						
	シール	グランドパッキン	◎	－								
		ガスケット	◎	－								
隔離機能の維持	隔離	弁体		ステンレス鋳鋼*1	△				▲			
		弁体（連結部）		ステンレス鋼*1	△							
		弁体リング		ステンレス鋼*1	△							
		弁座		ステンレス鋼*1	△							
作動機能の維持	駆動力伝達	弁棒		ステンレス鋼	△		△					
		ヨーク		炭素鋼鋳鋼		△						

○：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

▲：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象以外）

表 2.2-1(8/9)　ほう酸水注入系ポンプ出口弁に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考
					減肉		割れ		材質変化		その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
バウンダリの維持	耐圧	弁箱		ステンレス鋼		△*2		△*3				*1:ステライト肉盛 *2:内面 *3:貫粒型応力腐食割れ
		弁ふた		ステンレス鋼*1		△*2		△*3				
		ジョイントボルト・ナット		低合金鋼 炭素鋼		△						
	シール	グランドパッキン	◎	－								
		ガスケット	◎	－								
隔離機能の維持	隔離	弁体		ステンレス鋼*1	△	△						
		弁座		ステンレス鋼*1	△	△						
作動機能の維持	駆動力伝達	弁棒		ステンレス鋼	△	△	△					
		ヨーク		炭素鋼		△						

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表 2.2-1(9/9)　主蒸気隔離弁第 3 弁に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考
					減肉		割れ		材質変化		その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
バウンダリの維持	耐圧	弁箱		低合金鋼		△*2*3						*1:ステライト肉盛 *2:流れ加速型腐食 *3:外面
		弁ふた		低合金鋼		△*2*3						
		ジョイントボルト・ナット		低合金鋼		△						
	シール	グランドパッキン	◎	―								
		ガスケット	◎	―								
隔離機能の維持	隔離	弁体		炭素鋼鋳鋼*1	△	△*2						
		弁座		炭素鋼*1	△	△*2						
作動機能の維持	駆動力伝達	弁棒		ステンレス鋼	△		△					
		ヨーク		炭素鋼鋳鋼		△						

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の評価

(1) 弁箱の疲労割れ［原子炉給水止め弁，原子炉再循環ポンプ出口弁］

a. 事象の説明

原子炉給水止め弁，原子炉再循環ポンプ出口弁の弁箱は，プラントの起動・停止時等に熱過渡を受けることになるため，疲労が蓄積される可能性がある。

b. 技術評価

① 健全性評価

原子炉給水止め弁，原子炉再循環ポンプ出口弁について，日本機械学会「発電用原子力設備規格　設計・建設規格 JSME S NC1-2005（2007 年追補版を含む）」（以下，「設計・建設規格」という）に基づいて評価した。評価対象部位を図 2.3-1 に示す。

疲労評価は，運転期間延長認可申請に伴う評価として，2016 年 11 月時点までの運転実績に基づき推定した 2016 年度以降の評価対象期間での推定過渡回数を包含し，より保守的*に設定した過渡回数とした。

＊：評価条件として，2011 年 3 月から 2020 年 8 月末まで冷温停止状態，2020 年 9 月以降の過渡回数発生頻度は実績の 1.5 倍を想定した。

また，使用環境を考慮した疲労については，日本機械学会「発電用原子力設備規格　環境疲労評価手法 JSME S NF1-2009」に基づいて評価した。評価用過渡条件を表 2.3-1 に，評価結果を表 2.3-2 に示す。

その結果，運転開始後 60 年時点の疲労累積係数は許容値を下回り，疲労割れ発生の可能性は小さいと判断する。

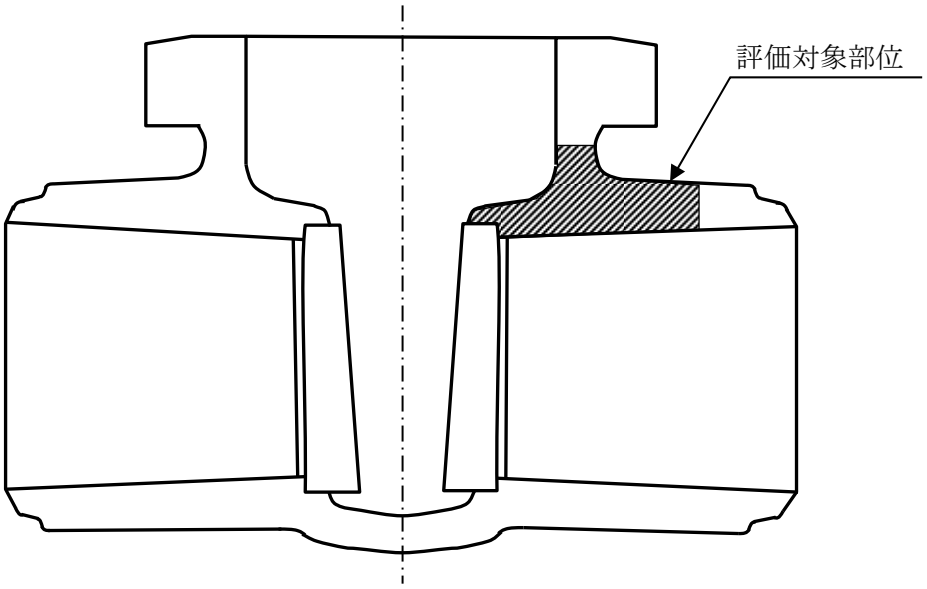


図 2.3-1　仕切弁疲労評価対象部位

表 2.3-1(1/2)　原子炉給水止め弁の疲労評価用過渡条件

運転条件	運転実績に基づく過渡回数 (2016 年 11 月時点)	60 年目推定
耐圧試験	72	132
起動（昇温）	65	110
起動（タービン起動）	65	110
夜間低出力運転（出力 75%）	67	120
週末低出力運転（出力 50%）	115	165
制御棒パターン変更	96	176
給水加熱機能喪失（発電機トリップ）	0	1
給水加熱機能喪失（給水加熱器部分バイパス）	0	1
スクラム（タービントリップ）	16	22
スクラム（原子炉給水ポンプ停止）	3	6
スクラム（その他スクラム）	20	24
停止	65	111
ボルト取外し	26	49

表 2.3-2(1/2)　原子炉給水止め弁の疲労評価結果

評価部位	運転実績回数に基づく疲労累積係数（許容値：1 以下）		
	設計・建設規格の疲労線図 による評価		発電用原子力設備規格 環境疲労評価手法による評価 (環境を考慮)
	現時点 (2016 年 11 月時点)	運転開始後 60 年時点	運転開始後 60 年時点
弁箱	0.0374	0.0587	0.5373

表 2.3-1(2/2)　原子炉再循環ポンプ出口弁の疲労評価用過渡条件[*1]

運転条件	運転実績に基づく過渡回数 (2016 年 11 月時点)	60 年目推定
耐圧試験	0	60
起動（昇温）	1	46
起動（タービン起動）	1	46
給水加熱機能喪失（発電機トリップ）	0	1
給水加熱機能喪失（給水加熱器部分バイパス）	0	1
スクラム（タービントリップ）	1	7
スクラム（原子炉給水ポンプ停止）	1	4
スクラム（その他スクラム）	0	4
停止	2	48
ボルト取外し	1	24

*1：当該弁は第 24 回定期検査時に弁一式交換を実施しており，交換以降の実績熱サイクル数を考慮した 60 年目の推定にて評価した。

表 2.3-2(2/2)　原子炉再循環ポンプ出口弁の疲労評価結果

評価部位	運転実績回数に基づく疲労累積係数（許容値：1 以下）		
	設計・建設規格の疲労線図による評価		発電用原子力設備規格 環境疲労評価手法による評価 (環境を考慮)
	現時点 (2016 年 11 月時点)	運転開始後 60 年時点	運転開始後 60 年時点
弁箱	0.0003	0.0015	0.0338

② 現状保全

弁箱内表面については，これまでの目視点検結果から異常は確認されていない。

さらに，実過渡回数に基づく評価を実施し問題ないことを確認しており，今後も高経年化技術評価に合わせて実施することとしている。

③ 総合評価

健全性評価結果より弁箱の疲労割れが発生する可能性は小さいと考えられる。

また，弁箱の疲労割れについては，分解点検の目視検査により検知可能であることから，現状の保全は点検手法として適切であると判断する。

ただし，疲労評価は実過渡回数に依存するため，今後も実過渡回数を把握し評価する必要がある。

c．高経年化への対応

弁箱の疲労割れについては，継続的に実過渡回数の確認を行い，運転開始後 60 年時点の推定過渡回数を上回らないことを確認する。

(2) 弁箱の熱時効［原子炉再循環ポンプ出口弁］

a. 事象の説明

弁箱に使用しているステンレス鋳鋼は，オーステナイト相中に一部フェライト相を含む 2 相組織であるため，250 ℃以上の高温での長期の使用に伴い，時間とともにフェライト相内でより安定な組織形態へ移行しようとし，相分離が起こることにより，靭性の低下，材料特性変化を起こす可能性がある。

b. 技術評価

① 健全性評価

プラントの長期間運転中に熱時効を受けたステンレス鋳鋼は，引張強さは増加するので材料強度の評価上の余裕は向上するが，材料の靭性が低下する。

ここでは，保守的に初期欠陥を想定し，破壊力学的手法を用いて，ステンレス鋳鋼の熱時効後のき裂の安定性評価を実施した。

熱時効による靭性低下への影響は，フェライト量が多いほど大きくなる。また，使用条件としては，発生応力（荷重）が大きいほど健全性評価への影響は大きくなる。ここで，表 2.3-3 に示すとおり，原子炉再循環ポンプ出口弁の弁箱よりもフェライト量*1 が多く，発生応力が大きく，初期欠陥を想定したステンレス鋳鋼の部位（ポンプケーシング及び弁箱）の中でフェライト量が最も多い原子炉再循環ポンプ入口弁の弁箱の健全性評価を以下のとおり実施している。

具体的には，評価対象部位の熱時効後の材料のき裂進展抵抗*2（J_{mat}）と構造系に作用する応力（供用状態 A,B＋地震動による荷重*3）から算出されるき裂進展力*4（J_{app}）を求めてその比較を行った。

その結果，図 2.3-2 に示すように運転開始後 60 年時点までの疲労き裂進展長さを考慮した評価用き裂*5 を想定しても，J_{mat} が J_{app} と交差し，J_{mat} が J_{app} を上回ること，および J_{mat} と J_{app} の交点において J_{mat} の傾きが J_{app} の傾きを上回ることから，評価対象機器は不安定破壊することはなく，健全性評価上問題とならないと判断する。

したがって，より条件の厳しい原子炉再循環ポンプ入口弁の弁箱で不安定破壊を起こさないことが確認されていることから，原子炉再循環ポンプ出口弁の弁箱についても熱時効による不安定破壊は起こらないと判断する。

*1：フェライト量は，製造時記録の材料成分を用いて，「Standard Practice for Steel Casting, Austenitic Alloy, Estimating Ferrite Content Thereof(ASTM 800/A800M-14)」に示される線図より決定した。

*2：き裂進展抵抗は，「S.Kawaguchi et al.,”PREDICTION METHOD OF TENSILE PROPERTIES AND FRACTURE TOUGHNESS OF THERMALLY AGED CAST DUPLEX STAINLESS STEEL PIPING”,ASME PVP 2005-71528」にて公開されている脆化予測モデル(H3T モデル：Hyperbolic Time Temperature Toughness) を用いて，評価部位のフェライト量を基に，運転開始後 60 年時点の熱時効時間(設備利用率 80 %以上を想定)におけるき裂進展抵抗を予測した。また，予測の下限値を採用した。

*3：考慮する応力は，設計基準事故時及び重大事故等時において発生する応力を包含するものとする。原子炉再循環ポンプ入口弁は，重大事故等時に機能要求がないため，設計基準事故時に発生する応力を考慮している。具体的には，破壊に寄与する荷重である一次応力（内圧，自重，地震(Ss)）に，安全側に二次応力の熱膨張荷重を加えたものである。

*4：初期き裂の想定，き裂進展，貫通き裂の想定は「原子力発電所配管破損防護設計技術指針（JEAG4613-1998）」の評価手法を参考にした。き裂進展力は， EPRI NP-6301-D(1989)の J 積分の解析解に基づき算出した。

*5：「ポンプの技術評価書」の 3.原子炉再循環ポンプの表 2.3-1 に示す過渡条件及び地震動による運転開始後 60 年時点までの疲労き裂の進展を考慮しても，当該き裂は弁箱を貫通しない評価結果となったが，その後のき裂の安定性評価においては，保守的に貫通き裂を想定した。

表 2.3-3　熱時効の評価条件の比較

評価部位	フェライト量	発生応力
原子炉再循環ポンプ 出口弁の弁箱	約 22.6 %	128.4 MPa
原子炉再循環ポンプ 入口弁の弁箱	約 24.3 %	146.7 MPa

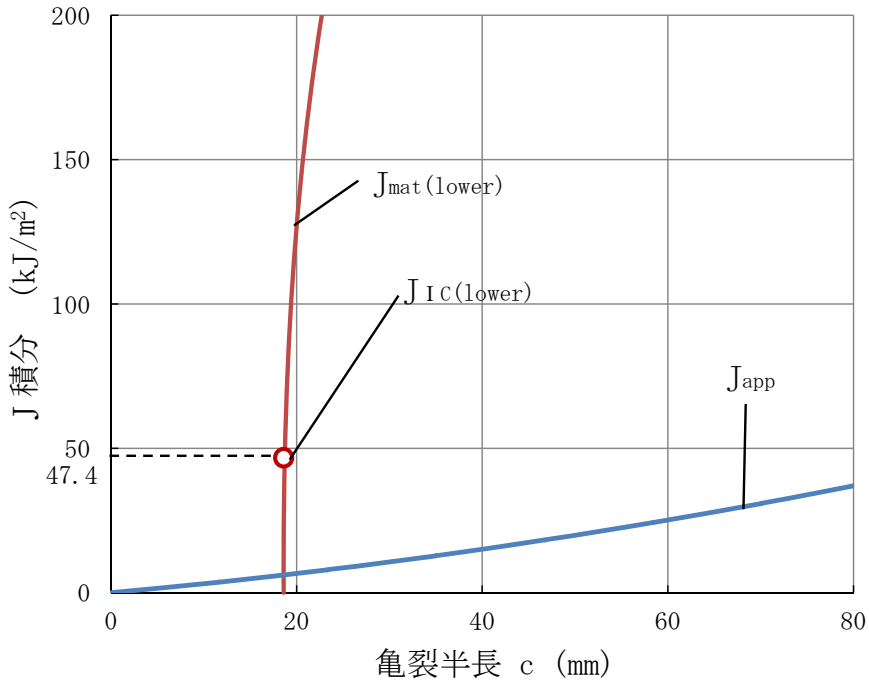


図 2.3-2　原子炉再循環ポンプ入口弁の弁箱のき裂安定性評価結果

② 現状保全

弁箱については，製造時に，放射線透過検査及び浸透探傷検査を実施しており，き裂のないことを確認している。

現状保全としては，分解点検時の弁の内表面の目視点検により，異常のないことを確認している。

また，供用期間中検査として定期的に弁箱と配管の溶接部の超音波探傷検査を実施し，判定基準を満足していることを確認している。

③ 総合評価

運転開始後 60 年時点を想定した原子炉再循環ポンプ入口弁の弁箱の健全性評価結果から判断して，原子炉再循環ポンプ出口弁の弁箱においても不安定破壊することはなく，延長しようとする期間において熱時効が構造健全性で問題となる可能性はない。

また，現状保全において，目視点検又は超音波探傷検査を実施し，異常の無いことを確認している。

c. 高経年化への対応

弁箱の熱時効については，現状保全の内容に追加すべき項目はなく，今後も現状保全を継続していく。

3. 代表機器以外への展開

本章では，2 章で実施した代表機器の技術評価について，1 章で実施したグループ化で代表機器となっていない機器への展開について検討した。

［対象系統］

① 制御棒駆動系
② ほう酸水注入系
③ 残留熱除去系
④ 残留熱除去海水系
⑤ 高圧炉心スプレイ系
⑥ 低圧炉心スプレイ系
⑦ 原子炉隔離時冷却系
⑧ 原子炉系
⑨ 原子炉再循環系
⑩ 主蒸気隔離弁漏えい抑制系
⑪ 原子炉冷却材浄化系
⑫ 原子炉補機冷却系
⑬ 可燃性ガス濃度制御系
⑭ ドライウェル冷却系
⑮ タービン主蒸気系
⑯ 抽気系
⑰ タービン補助蒸気系
⑱ タービングランド蒸気系
⑲ 復水系
⑳ 給水系
㉑ 給水加熱器ドレン系
㉒ 非常用ディーゼル発電機海水系
㉓ 高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機海水系
㉔ 補助系
㉕ 所内蒸気系
㉖ 気体廃棄物処理系
㉗ 重大事故等対処設備

3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

a. 弁箱の疲労割れ［残留熱除去系，原子炉冷却材浄化系，高圧炉心スプレイ系，低圧炉心スプレイ系，原子炉隔離時冷却系，原子炉系，原子炉再循環系仕切弁］

代表機器と同様，プラントの起動・停止時等に熱過渡を受けることになるため，繰返しによる熱疲労が蓄積される可能性があるが，最も条件の厳しい代表機器の評価結果で，許容値に対し十分余裕があることから，非代表機器の弁箱に疲労割れが発生する可能性は小さい。

また，分解点検時に目視点検を実施し，疲労割れがないことを確認しており，今後も分解点検時の目視点検により，弁箱内に疲労割れがないことを確認していく。

したがって，代表機器と同様に高経年化対策の観点から現状の保全内容に対し追加すべき項目はないと判断する。

b. 弁箱の熱時効［純水系ステンレス鋼仕切弁：残留熱除去系，原子炉冷却材浄化系，原子炉隔離時冷却系，原子炉再循環系仕切弁］

代表機器と同様，弁箱に使用しているステンレス鋳鋼は，オーステナイト相中に一部フェライト相を含む2相組織であり，使用環境温度は250℃以上（最高使用温度302℃）であるため，熱時効による材料の靭性低下等の機械的特性が変化することが想定される。

熱時効による靭性低下への影響は，フェライト量が多いほど大きくなる。また，使用条件としては，発生応力（荷重）が大きいほど健全性評価への影響は大きくなる。

代表機器以外の機器の熱時効に関する評価のうち，フェライト量が最も多い原子炉再循環系仕切弁である原子炉再循環系ポンプ入口弁の弁箱に関しては，2. 代表機器の技術評価のうち2.3高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の評価の(2) 弁箱の熱時効にて健全性評価を実施し，問題ないことを確認している。

原子炉再循環ポンプ入口弁以外の弁箱については，原子炉再循環ポンプ入口弁の弁箱と比較するとフェライト量が少なく，発生応力が小さいため，より条件の厳しい部位で不安定破壊を起こさないことが確認されていることから，熱時効による不安定破壊は起こらないと判断する。

また，分解点検時における目視点検により異常のないことを確認しており，今後も分解点検時の目視点検を実施していく。

したがって，代表機器と同様に高経年化対策の観点から現状の保全内容に対し追加すべき項目はないと判断する。

3.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

(1) 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって，想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象）

a. 弁箱，弁ふたの外面の腐食（全面腐食）［弁箱，弁ふたの材料が炭素鋼鋳鋼，炭素鋼，低合金鋼又は鋳鉄の仕切弁共通］

代表機器と同様，弁箱，弁ふたは炭素鋼鋳鋼，炭素鋼，低合金鋼又は鋳鉄であり腐食が想定されるが，大気接触部は塗装が施されていることから，塗膜が健全であれば腐食が発生する可能性は小さく，分解点検時の目視点検時において塗装の状態を確認し，必要に応じて補修塗装することにより機能を維持している。

重大事故等対処設備については，新たに設置される機器であることから，上記同様，今後の分解点検時の目視点検時において塗装の状態を確認し，必要に応じて補修塗装することにより機能を維持することとしている。

したがって，弁箱，弁ふたの外面の腐食（全面腐食）は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

b. ジョイントボルト・ナットの腐食（全面腐食）［共通］

代表機器と同様，ジョイントボルト・ナットは低合金鋼又は炭素鋼であり腐食が想定されるが，分解点検時に手入れ・清掃を行うことにより機能を維持している。

重大事故等対処設備については，新たに設置される機器であることから，上記同様，今後の分解点検時に手入れ・清掃を行うことにより機能を維持することとしている。

したがって，ジョイントボルト・ナットの腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

c. ヨークの腐食（全面腐食）［共通］

代表機器と同様，ヨークは炭素鋼鋳鋼，鋳鉄又は炭素鋼であり腐食が想定されるが，大気接触部は塗装が施されていることから，塗膜が健全であれば腐食が発生する可能性は小さく，分解点検時の目視点検時において塗装の状態を確認し，必要に応じて補修塗装することにより機能を維持している。

重大事故等対処設備については，新たに設置される機器であることから，上記同様，今後の分解点検時の目視点検時において塗装の状態を確認し，必要に応じて補修塗装することにより機能を維持することとしている。

したがって，ヨークの腐食（全面腐食）は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

d. 弁箱（内面），弁ふた（内面），弁体，弁座の腐食（流れ加速型腐食）［純水系又は蒸気系炭素鋼仕切弁共通］

代表機器と同様，弁箱，弁ふたは炭素鋼鋳鋼又は低合金鋼，弁体は炭素鋼鋳鋼，弁座は炭素鋼であり，内部流体が純水又は蒸気であるため腐食（流れ加速型腐食）が想定されるが，分解点検時の目視点検において有意な腐食（流れ加速型腐食）がないことを確認しており，必要に応じて補修又は取替を行うことにより機能を維持している。

したがって，弁箱（内面），弁ふた（内面），弁体，弁座の腐食（流れ加速型腐食）は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

e. 弁箱（内面），弁ふた（内面），弁体，弁座の腐食（全面腐食）［ガス系炭素鋼仕切弁共通］

代表機器と同様，弁箱，弁ふた，弁体は炭素鋼鋳鋼，弁座は炭素鋼であり腐食が想定されるが，内部が窒素雰囲気であることから，腐食が発生する可能性は小さく，分解点検時の目視点検において有意な腐食がないことを確認しており，必要に応じて補修又は取替を行うことにより機能を維持している。

重大事故等対処設備については，新たに設置される機器であることから，上記同様，今後の分解点検時に目視点検を行い，必要に応じて補修又は取替を行うことにより機能を維持することとしている。

したがって，弁箱（内面），弁ふた（内面），弁体，弁座の腐食（全面腐食）は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

f. 弁箱（内面），弁ふた（内面），弁体の腐食（全面腐食）［海水系鋳鉄仕切弁］

代表機器と同様，弁箱，弁ふた，弁体は鋳鉄であり，内部流体は海水であることから，腐食が想定されるが，分解点検時の目視点検において有意な腐食がないことを確認しており，必要に応じて補修又は取替を行うことにより機能を維持している。

したがって，弁箱（内面），弁ふた（内面），弁体の腐食（全面腐食）は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

g. 弁箱（内面），弁ふた（内面），弁体，弁座の腐食（全面腐食）［海水系炭素鋼フッ素樹脂ライニング仕切弁共通］

代表機器と同様，弁箱，弁ふた，弁体は炭素鋼鋳鋼，弁座は炭素鋼であり，内部流体が海水であることから腐食が想定されるが，内部流体に接する部分はフッ素樹脂ライニング施工しているため，腐食が発生する可能性は小さく，分解点検時の目視点検及び膜厚検査においてフッ素樹脂ライニングが健全であることを確認しており，必要に応じて補修又は取替を行うことにより機能を維持している。

重大事故等対処設備については，新たに設置される機器であることから，上記同様，今後の分解点検時に目視点検及び膜厚検査を行い，必要に応じて補修又は取替を行うことにより機能を維持することとしている。

したがって，弁箱（内面），弁ふた（内面），弁体，弁座の腐食（全面腐食）は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

h. 弁体シートリング，弁座シートリング，弁棒の腐食（孔食・隙間腐食）［残留熱除去海水系］

代表機器と同様，弁体シートリング，弁座シートリング，弁棒はステンレス鋼であり，内部流体は海水であることから腐食（孔食・隙間腐食）が想定されるが，分解点検時の目視点検において有意な腐食（孔食・隙間腐食）がないことを確認しており，必要に応じて補修又は取替を行うことにより機能を維持している。

したがって，弁体シートリング，弁座シートリング，弁棒の腐食（孔食・隙間腐食）は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

i. 弁棒の腐食（孔食・隙間腐食）［海水系ステンレス鋼フッ素樹脂ライニング仕切弁共通］

代表機器と同様，弁棒はステンレス鋼であり，内部流体が海水であることから腐食（孔食・隙間腐食）が想定されるが，内部流体に接する部分はフッ素樹脂ライニングにより腐食（孔食・隙間腐食）を防止しており，フッ素樹脂ライニングが健全であれば腐食（孔食・隙間腐食）が発生する可能性は小さく，分解点検時の目視点検及び膜厚検査においてフッ素樹脂ライニングが健全であることを確認しており，必要に応じて補修又は取替を行うことにより機能を維持している。

重大事故等対処設備については，新たに設置される機器であることから，上記同様，今後の分解点検時に目視点検及び膜厚検査を行い，必要に応じて補修又は取替を行うことにより機能を維持することとしている。

したがって，弁棒の腐食（孔食・隙間腐食）は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

j. 弁体，弁座の摩耗［海水系仕切弁共通］

代表機器と同様，弁の開閉に伴いシート面で摺動するため摩耗が想定されるが，分解点検時の目視点検において有意な摩耗がないことを確認しており，必要に応じて補修又は取替を行うことにより機能を維持している。

重大事故等対処設備については，新たに設置される機器であることから，上記同様，今後の分解点検時に目視点検を行い，必要に応じて補修又は取替を行うことにより機能を維持することとしている。

したがって，弁体，弁座の摩耗は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

k. 弁箱，弁ふたの貫粒型応力腐食割れ［保温の取付けられていないステンレス鋼仕切弁共通］

代表機器と同様，弁箱，弁ふたはステンレス鋼であり，大気中の海塩粒子に含まれる塩化物イオンにより，外面から貫粒型応力腐食割れの発生が想定されるが，原子炉建屋内機器の塩分測定において，代表箇所における定期的な目視点検及び付着塩分量測定を実施し，その結果により必要に応じ機器外面清掃及び浸透探傷検査を実施することとしている。

また，東海第二では工事における副資材管理でステンレス鋼への塩分付着を防止している。

重大事故等対処設備については，新たに設置される機器であることから，上記同様，代表箇所における定期的な目視点検及び付着塩分量測定を実施することにより機能を維持することとしている。

したがって，弁箱，弁ふたの貫粒型応力腐食割れは高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

l. 弁棒の摩耗［共通］

代表機器と同様，弁棒はグランドパッキンと接触しているため，弁の開閉に伴うグランドパッキンとの摺動により摩耗が想定されるが，グランドパッキンの材質がテフロン又は黒鉛等に対して，弁棒は硬いステンレス鋼であるため，これらの摺動による摩耗が発生する可能性は小さい。

なお，分解点検時の目視点検において有意な摩耗は確認されておらず，今後も使用環境が変わらないことから，これらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

重大事故等対処設備については，新たに設置される機器であることから，上記同様，今後の分解点検時に目視点検を行い，必要に応じて補修又は取替を行うことにより機能を維持することとしている。

したがって，弁棒の摩耗は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

m. 弁箱（内面），弁ふた（内面），弁体，弁座の腐食（全面腐食）［ドライウェル内冷却系弁］

代表機器と同様，弁箱，弁ふた，弁体は炭素鋼鋳鋼，弁座は炭素鋼であることから腐食が想定されるが，内部流体は冷却水（防錆剤入り純水）のため，腐食が発生する可能性は小さい。

なお，分解点検時の目視点検において有意な腐食は確認されておらず，今後も使用環境が変わらないことから，これらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，弁箱（内面），弁ふた（内面），弁体，弁座の腐食（全面腐食）は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

n. 弁体，弁座の摩耗［海水系を除く仕切弁共通］

代表機器と同様，弁が開閉するとシート面で摺動することになるが，シート面には硬いステライトが肉盛されており，摩耗が発生する可能性は小さい。

なお，分解点検時の目視点検において有意な摩耗は確認されておらず，今後も使用環境が変わらないことから，これらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

重大事故等対処設備については，新たに設置される機器であることから，上記同様，今後の分解点検時に目視点検を行い，必要に応じて補修又は取替を行うことにより機能を維持することとしている。

したがって，弁体，弁座の摩耗は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

o. 弁体シートリング，弁座シートリングの摩耗［残留熱除去海水系弁］

代表機器と同様，弁が開閉するとシート面で摺動することになるが，シート面には硬いステライトが肉盛されており，摩耗が発生する可能性は小さい。

なお，分解点検時の目視点検において有意な摩耗は確認されておらず，今後も使用環境が変わらないことから，これらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，弁体シートリング，弁座シートリングの摩耗は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

p. 弁体リングの摩耗［原子炉再循環系］

代表機器と同様，弁が開閉するとシート面で摺動することになるが，シート面には硬いステライトが肉盛されており，摩耗が発生する可能性は小さい。

なお，分解点検時の目視点検において有意な摩耗は確認されておらず，今後も使用環境が変わらないことから，これらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，弁体リングの摩耗は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

q. 弁体（連結部）の摩耗［ダブルジスク構造の仕切弁共通］

代表機器と同様，乱流がボンネット内部に流入してボンネット内の弁体を振動させ，連結部（主に弁体側）の摩耗を生じる恐れがあるが，連結構造を振動のしにくいディスクナット式に変更しており，摩耗が発生する可能性は小さい。

なお，分解点検時の目視点検で，弁体と弁棒の連結部に有意な摩耗は確認されておらず，今後も使用環境が変わらないことから，これらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，弁体（連結部）の摩耗は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

r. 弁棒の疲労割れ［共通］

代表機器と同様，弁棒は全開位置でバックシート部に高い応力がかかる状態になると，配管振動等による疲労が蓄積し，疲労割れが想定される。

電動弁については，バックシートが効く位置の手前でリミットスイッチが切れ，動作が止まるように設定されているため，バックシート部への過負荷は加わらない。

一部の電動弁では，全開位置をトルク切れによって調整しているが，バックシートが効く程度の力で動作が止まるようトルク設定されていることから，疲労割れが発生する可能性は小さい。

また，手動弁については開操作時にバックシート部への過負荷が加わらないよう，適切な操作を行うこととしていることから，疲労割れが発生する可能性は小さい。

なお，分解点検時の目視点検において疲労割れは確認されておらず，今後も使用環境が変わらないことから，これらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

重大事故等対処設備については，新たに設置される機器であることから，上記同様，今後の分解点検時に目視点検を行い，必要に応じて補修又は取替を行うことにより機能を維持することとしている。

したがって，弁棒の疲労割れは，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

s. 弁箱（内面），弁ふた（内面），弁体，弁座，弁棒の腐食（全面腐食）［ほう酸水注入系仕切弁］

代表機器と同様，弁箱，弁ふた，弁体，弁座，弁棒はステンレス鋼であり，内部流体は五ほう酸ナトリウム水であることから腐食が想定されるが，ステンレス鋼は五ほう酸ナトリウム水に対して耐食性を有していることから，腐食が発生する可能性は小さい。

なお，分解点検時の目視点検において有意な腐食は確認されておらず，今後も使用環境が変わらないことから，これらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，弁箱（内面），弁ふた（内面），弁体，弁座，弁棒の腐食（全面腐食）は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

(2) 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により，今後も経年劣化の進展が考えられない，又は進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外）

a. 弁ふた，弁体の熱時効［原子炉隔離時冷却系，原子炉再循環系，残留熱除去系，原子炉冷却材浄化系仕切弁］

代表機器と同様，弁ふた，弁体に使用しているステンレス鋳鋼はオーステナイト相中に一部フェライト相を含む2相組織であり，使用環境温度は250℃以上（最高使用温度302℃）であるため，熱時効による材料特性の変化により破壊靭性の低下が予想され，この状態でき裂が存在する場合には小さな荷重でき裂が進展し，不安定破壊を引き起こす可能性があるが，弁ふた及び弁体には，き裂の原因となる経年劣化事象は想定されていないことから，熱時効が問題となる可能性はない。

したがって，弁ふた，弁体の熱時効は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

２．玉形弁

［対象系統］

① 制御棒駆動系
② ほう酸水注入系
③ 残留熱除去系
④ 残留熱除去海水系
⑤ 高圧炉心スプレイ系
⑥ 低圧炉心スプレイ系
⑦ 原子炉隔離時冷却系
⑧ 原子炉系
⑨ 原子炉再循環系
⑩ 原子炉冷却材浄化系
⑪ 燃料プール冷却浄化系
⑫ 格納容器雰囲気監視系
⑬ 可燃性ガス濃度制御系
⑭ 不活性ガス系
⑮ タービン補助蒸気系
⑯ 給水系
⑰ 非常用ディーゼル発電機海水系
⑱ 高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機海水系
⑲ 制御用圧縮空気系
⑳ 試料採取系
㉑ 事故時サンプリング設備
㉒ 重大事故等対処設備

目次

1. 対象機器及び代表機器の選定..... 2-1
1.1 グループ化の考え方及び結果..... 2-1
1.2 代表機器の選定..... 2-1
2. 代表機器の技術評価..... 2-5
2.1 構造，材料及び使用条件..... 2-5
2.1.1 残留熱除去系熱交換器バイパス弁..... 2-5
2.1.2 原子炉隔離時冷却系蒸気供給弁..... 2-8
2.1.3 格納容器 N2 ガス供給弁..... 2-11
2.1.4 非常用ディーゼル発電機エンジンエアクーラ海水入口弁..... 2-14
2.1.5 原子炉冷却浄化吸込弁..... 2-17
2.1.6 サプレッション・チェンバ隔離電磁弁 2-26V-95 前弁（AC 系）..... 2-20
2.1.7 残留熱除去系熱交換器海水出口流量調整弁..... 2-23
2.1.8 ほう酸水注入系貯蔵タンク出口弁..... 2-26
2.1.9 低圧炉心スプレイ系ポンプ室空調海水出口弁..... 2-29
2.2 経年劣化事象の抽出..... 2-32
2.2.1 機器の機能達成に必要な項目..... 2-32
2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出..... 2-32
2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象..... 2-33
3. 代表機器以外への展開..... 2-50
3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象..... 2-51
3.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象..... 2-51

1. 対象機器及び代表機器の選定

東海第二で使用している主要な玉形弁の主な仕様を表 1-1 に示す。

これらの玉形弁を弁箱材料及び内部流体の観点からグループ化し，それぞれのグループより以下のとおり代表機器を選定した。

1.1 グループ化の考え方及び結果

弁箱材料及び内部流体を分類基準とし，玉形弁を表 1-1 に示すとおりグループ化する。

弁箱材料は炭素鋼，ステンレス鋼，青銅鋳物に分類され，内部流体は純水，蒸気，ガス，海水，五ほう酸ナトリウム水に分類される。

1.2 代表機器の選定

表 1-1 に分類されるグループ毎に，重要度，運転状態，最高使用温度，最高使用圧力及び口径の観点から代表機器を選定する。

(1) 純水系炭素鋼玉形弁（内部流体：純水，弁箱材料：炭素鋼）

このグループには，制御棒駆動系，残留熱除去系，高圧炉心スプレイ系，低圧炉心スプレイ系，原子炉隔離時冷却系，原子炉冷却材浄化系，燃料プール冷却浄化系，給水系及び重大事故等対処設備が属するが，重要度が高い機器は運転状態が同等であるため，最高使用温度及び最高使用圧力が高く，口径の大きい残留熱除去系熱交換器バイパス弁を代表機器とする。

(2) 蒸気系炭素鋼玉形弁（内部流体：蒸気，弁箱材料：炭素鋼）

このグループには，原子炉隔離時冷却系，原子炉系及びタービン補助蒸気系が属するが，重要度が高い機器は運転状態，最高使用温度，最高使用圧力が同等であるため，口径の大きい原子炉隔離時冷却系蒸気供給弁を代表機器とする。

(3) ガス系炭素鋼玉形弁（内部流体：ガス，弁箱材料：炭素鋼）

このグループには，可燃性ガス濃度制御系，不活性ガス系，制御用圧縮空気系，試料採取系及び重大事故等対処設備が属するが，重要度及び運転状態が同等であるため，最高使用温度及び最高使用圧力が高く口径の大きい格納容器 N2 ガス供給弁を代表機器とする。

(4) 海水系炭素鋼玉形弁（内部流体：海水，弁箱材料：炭素鋼）

このグループには，非常用ディーゼル発電機海水系，高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機海水系及び重大事故等対処設備が属するが，重要度，運転状態，最高使用温度，最高使用圧力，口径が同等であることから，系統流量の大きい非常用ディーゼル発電機エンジンエアクーラ海水入口弁を代表機器とする。

(5) 純水系ステンレス鋼玉形弁（内部流体：純水，弁箱材料：ステンレス鋼）

このグループには，制御棒駆動系，ほう酸水注入系，残留熱除去系，原子炉隔離時冷却系，原子炉再循環系，原子炉冷却材浄化系，燃料プール冷却浄化系，格納容器雰囲気監視系，不活性ガス系，事故時サンプリング設備及び重大事故等対処設備が属するが，重要度が高く，運転状態が厳しく，最高使用温度及び最高使用圧力が高く，口径の大きい原子炉冷却浄化吸込弁を代表機器とする。

(6) ガス系ステンレス鋼玉形弁（内部流体：ガス，弁箱材料：ステンレス鋼）

このグループには，不活性ガス系，制御用圧縮空気系及び重大事故等対処設備が属するが，重要度が高い機器は運転状態，最高使用温度，最高使用圧力が同等であるため，口径の大きいサプレッション・チェンバ隔離電磁弁 2-26V-95 前弁（AC 系）を代表機器とする。

(7) 海水系ステンレス鋼玉形弁（内部流体：海水，弁箱材料：ステンレス鋼）

このグループは，残留熱除去海水系のみであり，重要度，運転状態が同等であるため，最高使用温度が高く，最高使用圧力が同等であり，口径の大きい残留熱除去系熱交換器海水出口流量調整弁を代表機器とする。

(8) 五ほう酸ナトリウム水系ステンレス鋼玉形弁（内部流体：五ほう酸ナトリウム水，弁箱材料：ステンレス鋼）

このグループは，ほう酸水注入系のみであり，重要度が高いほう酸水注入系貯蔵タンク出口弁を代表機器とする。

(9) 海水系青銅鋳物玉形弁（内部流体：海水，弁箱材料：青銅鋳物）

このグループには，残留熱除去海水系及び高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機海水系が属するが，重要度が高く，運転状態は同等であるため，最高使用温度及び最高使用圧力が高く，口径の大きい低圧炉心スプレイ系ポンプ室空調海水出口弁を代表機器とする。

表 1-1 (1/2)　玉形弁のグループ化及び代表機器の選定

分類基準		当該系統	選定基準					選定	代表機器／選定理由
			口径(A)	重要度[*1]	使用条件				
弁箱材料	内部流体				運転状態	最高使用圧力(MPa)	最高使用温度 (℃)		
炭素鋼	純水	制御棒駆動系	25～50	高[*2]	連続	12.06	66		残留熱除去系熱交換器バイパス弁／重要度，運転状態，最高使用温度，最高使用圧力，口径
		残留熱除去系	25～450	MS-1，重[*3]	一時	3.45	100～174	◎	
		高圧炉心スプレイ系	20～300	MS-1	一時	0.70～10.69	100		
		低圧炉心スプレイ系	20～300	MS-1	一時	0.70～4.14	100		
		原子炉隔離時冷却系	20～100	MS-1	一時	8.62～10.35	77～302		
		原子炉冷却材浄化系	50～150	PS-2	連続	9.80	66～302		
		燃料プール冷却浄化系	250	MS-2	連続	3.45	174		
		給水系	40～50	高[*2]	連続	6.13～6.77	205		
		重大事故等対処設備[*5]	50～200	重[*3]	一時	0.62～3.45	66～200		
	蒸気	原子炉隔離時冷却系	25～100	MS-1，重[*3]	一時	1.04～8.62	135～302	◎	原子炉隔離時冷却系蒸気供給弁／重要度，運転状態，最高使用温度，最高使用圧力，口径
		原子炉系	40～50	MS-1	一時	8.62	302		
		タービン補助蒸気系	80	高[*2]	連続	8.62	302		
	ガス	可燃性ガス濃度制御系	20	MS-1	一時	0.31	171		格納容器 N2 ガス供給弁／重要度，運転状態，最高使用温度，最高使用圧力，口径
		不活性ガス系[*5]	50～80	MS-1	一時	0.31	171	◎	
		制御用圧縮空気系	50	MS-1，重[*3]	一時	1.38	66		
		試料採取系	50	MS-1	一時	0.31	171		
		重大事故等対処設備[*5]	50	重[*3]	一時	0.62	200		
	海水	非常用ディーゼル発電機海水系	150	MS-1，重[*3]	一時	0.70	38	◎	非常用ディーゼル発電機エンジンエアクーラ海水入口弁／重要度，運転状態，最高使用温度，最高使用圧力，口径，容量[*4]
		高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機海水系	100～150	MS-1，重[*3]	一時	0.70	38		
		重大事故等対処設備[*5]	150～300	重[*3]	一時	2.45	38		

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す
*2：最高使用温度が 95 ℃を超え，又は最高使用圧力が 1,900 kPa を超える環境下にある原子炉格納容器外の重要度クラス 3 の機器
*3：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す
*4：選定基準が全て同一であることから，ポンプ容量の大きい系統を選定
　　非常用ディーゼル発電機海水ポンプ：272.6 m^3/h，高圧炉心スプレイディーゼル冷却系海水系ポンプ：232.8 m^3/h
*5：新規に設置される機器及び構造物を示す

表 1-1 (2/2)　玉形弁のグループ化及び代表機器の選定

分類基準		当該系統	選定基準					選定	代表機器／選定理由
					使用条件				
弁箱材料	内部流体		口径(A)	重要度[*1]	運転状態	最高使用圧力(MPa)	最高使用温度 (℃)		
ステンレス鋼	純水	制御棒駆動系	25～50	高[*2]	連続	12.06	66		原子炉冷却浄化吸込弁／重要度，運転状態，最高使用温度，最高使用圧力，口径
		ほう酸水注入系	40	MS-1，重[*3]	一時	9.66	302		
		残留熱除去系	25～300	PS-1/MS-1，重[*3]	一時	8.62～10.69	302		
		原子炉隔離時冷却系	20	MS-1	一時	8.62	302		
		原子炉再循環系	20	高[*2]	連続	12.06	66		
		原子炉冷却材浄化系	15～150	PS-1	連続	8.62～12.06	66～302	◎	
		燃料プール冷却浄化系	150	MS-2，重[*3]	連続	1.38	66		
		格納容器雰囲気監視系	20	MS-1	一時	0.31	104		
		不活性ガス系	25	MS-1	一時	0.31	171		
		事故時サンプリング設備	20	MS-1	一時	0.31～8.62	104～302		
		重大事故等対処設備[*4]	25～100	重[*3]	一時	0.62～2.5	66～200		
	ガス	不活性ガス系	20～25	MS-1	一時	0.31	171	◎	サプレッション・チェンバ隔離電磁弁 2-26V-95 前弁 (AC 系) ／重要度，運転状態，最高使用温度，最高使用圧力，口径
		制御用圧縮空気系	15～25	高[*2]，重[*3]	一時	1.03～14.70	46～66		
		重大事故等対処設備[*4]	20～50	MS-1，重[*3]	一時	0.86～25	40～171		
	海水	残留熱除去海水系	40～350	MS-1，重[*3]	一時	3.45	38～66	◎	残留熱除去系熱交換器海水出口流量調整弁／重要度，運転状態，最高使用温度，最高使用圧力，口径
	五ほう酸ナトリウム水	ほう酸水注入系	40～80	MS-1，重[*3]	一時	1.04～9.66	66	◎	ほう酸水注入系貯蔵タンク出口弁／重要度
青銅鋳物	海水	残留熱除去海水系	20～65	MS-1，重[*3]	一時	3.45	38～66	◎	低圧炉心スプレイ系ポンプ室空調海水出口弁／重要度，運転状態，最高使用温度，最高使用圧力，口径
		高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機海水系	50～65	MS-1，重[*3]	一時	0.70	38～66		

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す
*2：最高使用温度が 95 ℃を超え，又は最高使用圧力が 1,900 kPa を超える環境下にある原子炉格納容器外の重要度クラス 3 の機器
*3：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す
*4：新規に設置される機器及び構造物を示す

2. 代表機器の技術評価

本章では，1 章で代表機器とした以下の 9 台の弁について技術評価を実施する。

① 残留熱除去系熱交換器バイパス弁
② 原子炉隔離時冷却系蒸気供給弁
③ 格納容器 N2 ガス供給弁
④ 非常用ディーゼル発電機エンジンエアクーラ海水入口弁
⑤ 原子炉冷却浄化吸込弁
⑥ サプレッション・チェンバ隔離電磁弁 2-26V-95 前弁（AC 系）
⑦ 残留熱除去系熱交換器海水出口流量調整弁
⑧ ほう酸水注入系貯蔵タンク出口弁
⑨ 低圧炉心スプレイ系ポンプ室空調海水出口弁

2.1 構造，材料及び使用条件

2.1.1 残留熱除去系熱交換器バイパス弁

(1) 構造

東海第二の残留熱除去系熱交換器バイパス弁は，口径 450A，最高使用圧力 3.45 MPa，最高使用温度 174 ℃の電動弁であり，2 台設置されている。

弁本体は純水を内包する耐圧部（弁箱（弁座一体型），弁ふた，ジョイントボルト・ナット，軸封部），純水を仕切る隔離部（弁体）及び弁体に駆動力を伝達する駆動力伝達部（弁棒，ヨーク）からなる。

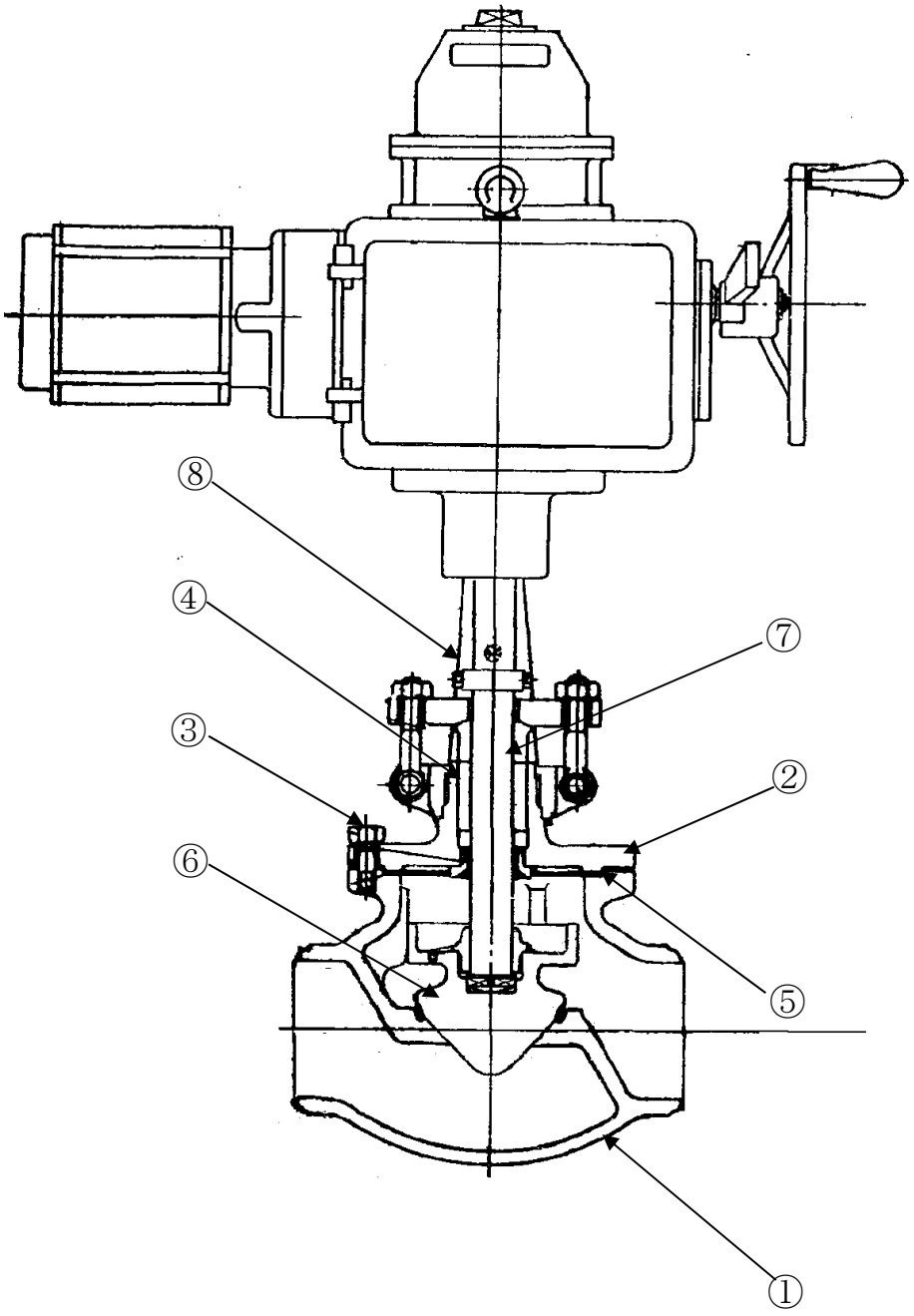
純水に接する弁箱（弁座一体型），弁ふたは炭素鋼鋳鋼，弁体は炭素鋼が使用されており，軸封部には内部流体の漏れを防止するためグランドパッキンが使用されている。

なお，当該弁については，駆動部を切り離し，ジョイントボルト・ナットを取外すことにより，弁内部の点検手入れが可能である。

東海第二の残留熱除去系熱交換器バイパス弁の構造図を図 2.1-1 に示す。

(2) 材料及び使用条件

東海第二の残留熱除去系熱交換器バイパス弁主要部位の使用材料を表 2.1-1 に，使用条件を表 2.1-2 に示す。



No.	部位	No.	部位
①	弁箱（弁座一体型）	⑤	ガスケット
②	弁ふた	⑥	弁体
③	ジョイントボルト・ナット	⑦	弁棒
④	グランドパッキン	⑧	ヨーク

図 2.1-1　残留熱除去系熱交換器バイパス弁構造図

表 2.1-1　残留熱除去系熱交換器バイパス弁主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
バウンダリの維持	耐圧	弁箱（弁座一体型）	炭素鋼鋳鋼（ステンレス肉盛）
		弁ふた	炭素鋼鋳鋼
		ジョイントボルト・ナット	低合金鋼
	シール	グランドパッキン	（消耗品）
		ガスケット	（消耗品）
隔離機能の維持	隔離	弁体	炭素鋼（ステライト肉盛）
作動機能の維持	駆動力伝達	弁棒	ステンレス鋼
		ヨーク	炭素鋼鋳鋼

表 2.1-2　残留熱除去系熱交換器バイパス弁の使用条件

最高使用圧力	3.45 MPa
最高使用温度	174 ℃
内部流体	純水

2.1.2 原子炉隔離時冷却系蒸気供給弁

(1) 構造

東海第二の原子炉隔離時冷却系蒸気供給弁は，口径 100A，最高使用圧力 8.62 MPa，最高使用温度 302 ℃の電動弁であり，1 台設置されている。

弁本体は蒸気を内包する耐圧部（弁箱（弁座一体型），弁ふた（ヨーク一体型），ジョイントボルト・ナット，軸封部），蒸気を仕切る隔離部（弁体）及び弁体に駆動力を伝達する駆動力伝達部（弁棒）からなる。

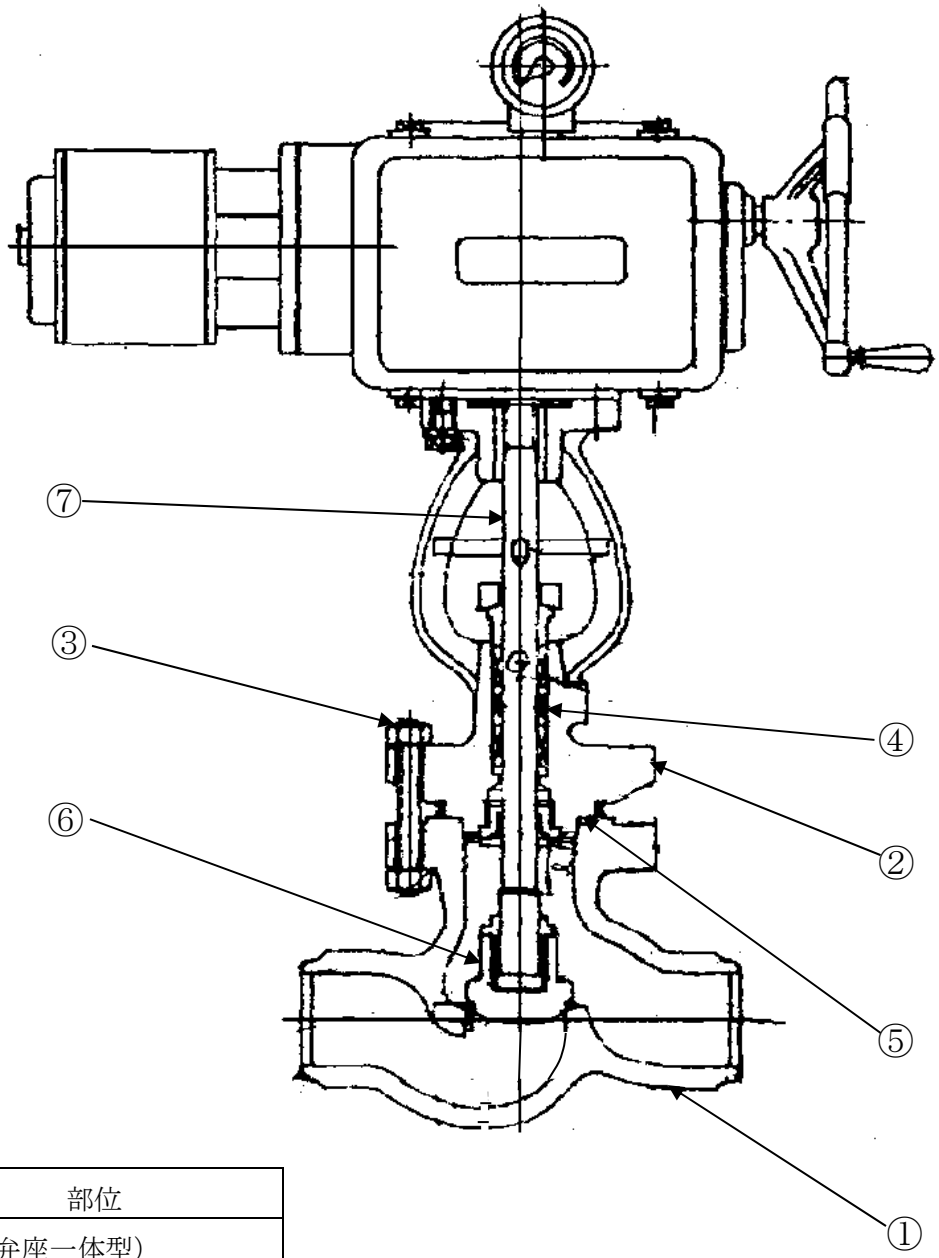
蒸気に接する弁箱（弁座一体型），弁ふた（ヨーク一体型）は炭素鋼鋳鋼，弁体は炭素鋼が使用されており，軸封部には内部流体の漏れを防止するためグランドパッキンが使用されている。

なお，当該弁については，駆動部を切り離し，ジョイントボルト・ナットを取外すことにより，弁内部の点検手入れが可能である。

東海第二の原子炉隔離時冷却系蒸気供給弁の構造図を図 2.1-2 に示す。

(2) 材料及び使用条件

東海第二の原子炉隔離時冷却系蒸気供給弁主要部位の使用材料を表 2.1-3 に，使用条件を表 2.1-4 に示す。



No.	部位
①	弁箱（弁座一体型）
②	弁ふた（ヨーク一体型）
③	ジョイントボルト・ナット
④	グランドパッキン
⑤	ガスケット
⑥	弁体
⑦	弁棒

図 2.1-2　原子炉隔離時冷却系蒸気供給弁構造図

表 2.1-3　原子炉隔離時冷却系蒸気供給弁主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
バウンダリの維持	耐圧	弁箱（弁座一体型）	炭素鋼鋳鋼（ステライト肉盛）
		弁ふた（ヨーク一体型）	炭素鋼鋳鋼
		ジョイントボルト・ナット	低合金鋼 炭素鋼
	シール	グランドパッキン	（消耗品）
		ガスケット	（消耗品）
隔離機能の維持	隔離	弁体	炭素鋼（ステライト肉盛）
作動機能の維持	駆動力伝達	弁棒	ステンレス鋼

表 2.1-4　原子炉隔離時冷却系蒸気供給弁の使用条件

最高使用圧力	8.62 MPa
最高使用温度	302 ℃
内部流体	蒸気

2.1.3 格納容器N2ガス供給弁

(1) 構造

東海第二の格納容器N2ガス供給弁は，口径80A，最高使用圧力0.31 MPa，最高使用温度171 ℃の空気作動弁であり，1台設置されている。

弁本体はガス（窒素）を内包する耐圧部（弁箱（弁座一体型），弁ふた，ジョイントボルト・ナット，軸封部），ガス（窒素）を仕切る隔離部（弁体）及び弁体に駆動力を伝達する駆動力伝達部（弁棒，ヨーク）からなる。

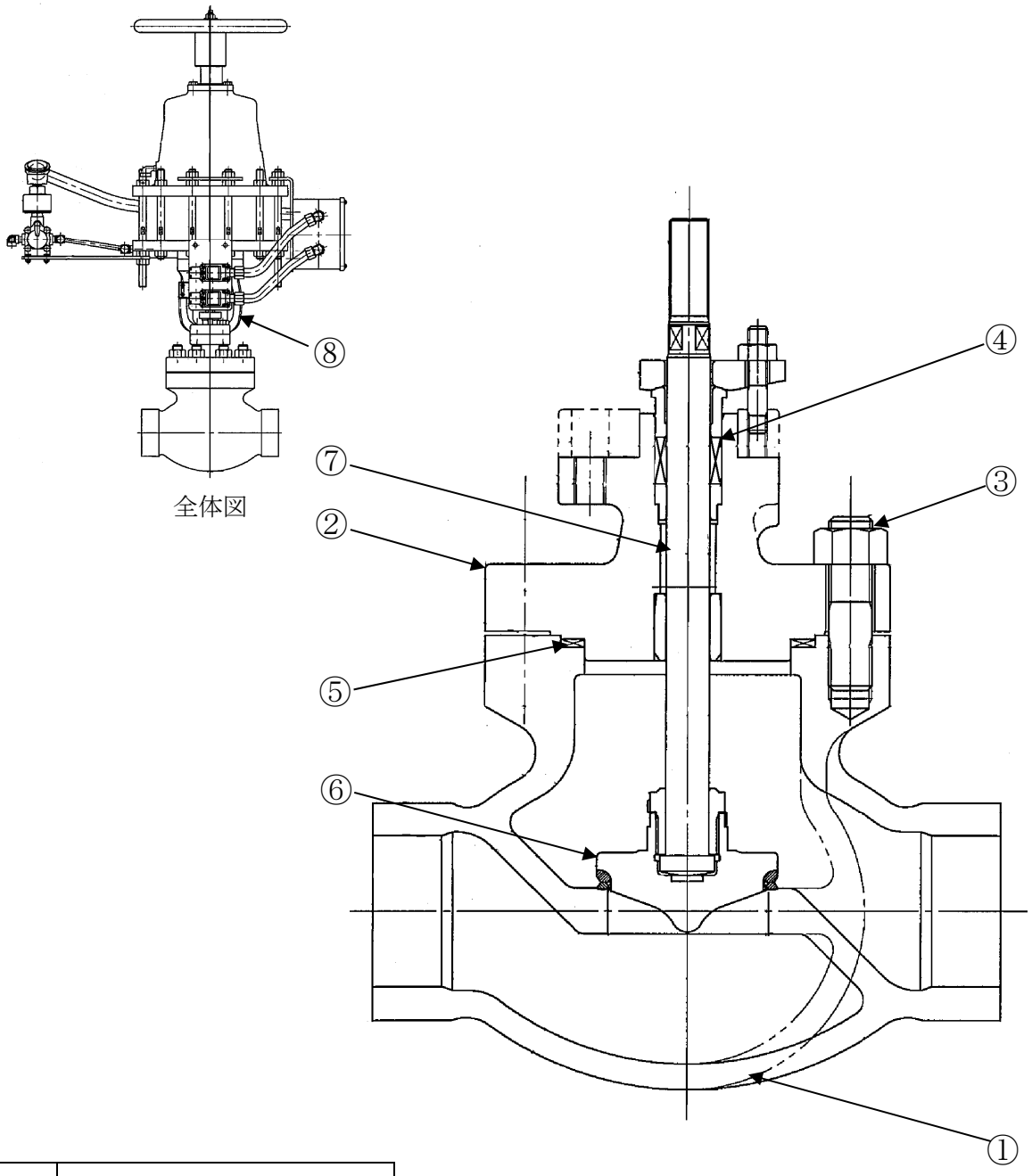
ガス（窒素）に接する弁箱（弁座一体型）及び弁ふたは炭素鋼鋳鋼，弁体にはステンレス鋼が使用されており，軸封部には内部流体の漏れを防止するためグランドパッキンが使用されている。

なお，当該弁については，駆動部を切り離し，ジョイントボルト・ナットを取外すことにより，弁内部の点検手入れが可能である。

東海第二の格納容器N2ガス供給弁の構造図を図2.1-3に示す。

(2) 材料及び使用条件

東海第二の格納容器N2ガス供給弁主要部位の使用材料を表2.1-5に，使用条件を表2.1-6に示す。



No.	部位
①	弁箱（弁座一体型）
②	弁ふた
③	ジョイントボルト・ナット
④	グランドパッキン
⑤	ガスケット
⑥	弁体
⑦	弁棒
⑧	ヨーク

図 2.1-3　格納容器 N2 ガス供給弁構造図

表 2.1-5　格納容器 N2 ガス供給弁主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
バウンダリの維持	耐圧	弁箱（弁座一体型）	炭素鋼鋳鋼（ステライト肉盛）
		弁ふた	炭素鋼鋳鋼
		ジョイントボルト・ナット	低合金鋼 炭素鋼
	シール	グランドパッキン	（消耗品）
		ガスケット	（消耗品）
隔離機能の維持	隔離	弁体	ステンレス鋼（ステライト肉盛）
作動機能の維持	駆動力伝達	弁棒	ステンレス鋼
		ヨーク	炭素鋼鋳鋼

表 2.1-6　格納容器 N2 ガス供給弁の使用条件

最高使用圧力	0.31 MPa
最高使用温度	171 ℃
内部流体	ガス（窒素）

2.1.4 非常用ディーゼル発電機エンジンエアクーラ海水入口弁

(1) 構造

東海第二の非常用ディーゼル発電機エンジンエアクーラ海水入口弁は，口径 150A，最高使用圧力 0.70 MPa，最高使用温度 38 ℃の手動弁であり，2 台設置されている。

弁本体は海水を内包する耐圧部（弁箱（弁座一体型），弁ふた，ジョイントボルト・ナット，軸封部），海水を仕切る隔離部（弁体）及び弁体に駆動力を伝達する駆動力伝達部（弁棒，ヨーク）からなる。

海水に接する弁箱（弁座一体型），弁ふたは炭素鋼鋳鋼，弁体は炭素鋼が使用されており，内面にはフッ素樹脂ライニングが施されている。

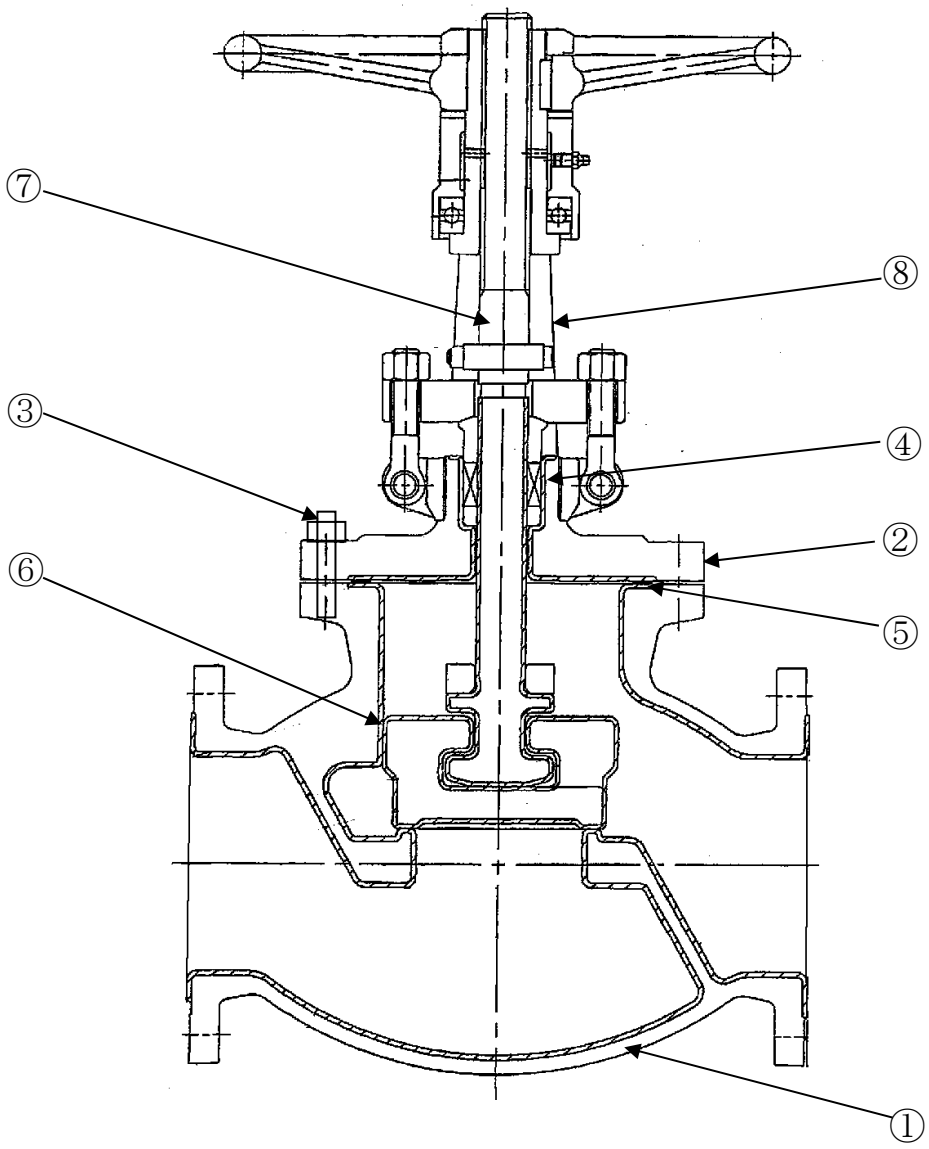
また，軸封部には内部流体の漏れを防止するためグランドパッキンが使用されている。

なお，当該弁については，ジョイントボルト・ナットを取外すことにより，弁内部の点検手入れが可能である。

東海第二の非常用ディーゼル発電機エンジンエアクーラ海水入口弁の構造図を図 2.1-4 に示す。

(2) 材料及び使用条件

東海第二の非常用ディーゼル発電機エンジンエアクーラ海水入口弁主要部位の使用材料を表 2.1-7 に，使用条件を表 2.1-8 に示す。



No.	部位
①	弁箱（弁座一体型）
②	弁ふた
③	ジョイントボルト・ナット
④	グランドパッキン
⑤	ガスケット
⑥	弁体
⑦	弁棒
⑧	ヨーク

図 2.1-4　非常用ディーゼル発電機エンジンエアクーラ海水入口弁構造図

表 2.1-7　非常用ディーゼル発電機エンジンエアクーラ海水入口弁主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
バウンダリの維持	耐圧	弁箱（弁座一体型）	炭素鋼鋳鋼（フッ素樹脂ライニング）
		弁ふた	炭素鋼鋳鋼（フッ素樹脂ライニング）
		ジョイントボルト・ナット	低合金鋼
	シール	グランドパッキン	（消耗品）
		ガスケット	（消耗品）
隔離機能の維持	隔離	弁体	炭素鋼（フッ素樹脂ライニング）
作動機能の維持	駆動力伝達	弁棒	ステンレス鋼（フッ素樹脂ライニング）
		ヨーク	炭素鋼鋳鋼

表 2.1-8　非常用ディーゼル発電機エンジンエアクーラ海水入口弁の使用条件

最高使用圧力	0.70 MPa
最高使用温度	38 ℃
内部流体	海水

2.1.5 原子炉冷却浄化吸込弁

(1) 構造

東海第二の原子炉冷却浄化吸込弁は，口径 150A，最高使用圧力 8.62 MPa，最高使用温度 302 ℃の手動弁であり，1 台設置されている。

弁本体は純水を内包する耐圧部（弁箱，弁ふた，ジョイントボルト・ナット，軸封部），純水を仕切る隔離部（弁体，弁座）及び弁体に駆動力を伝達する駆動力伝達部（弁棒，ヨーク）からなる。

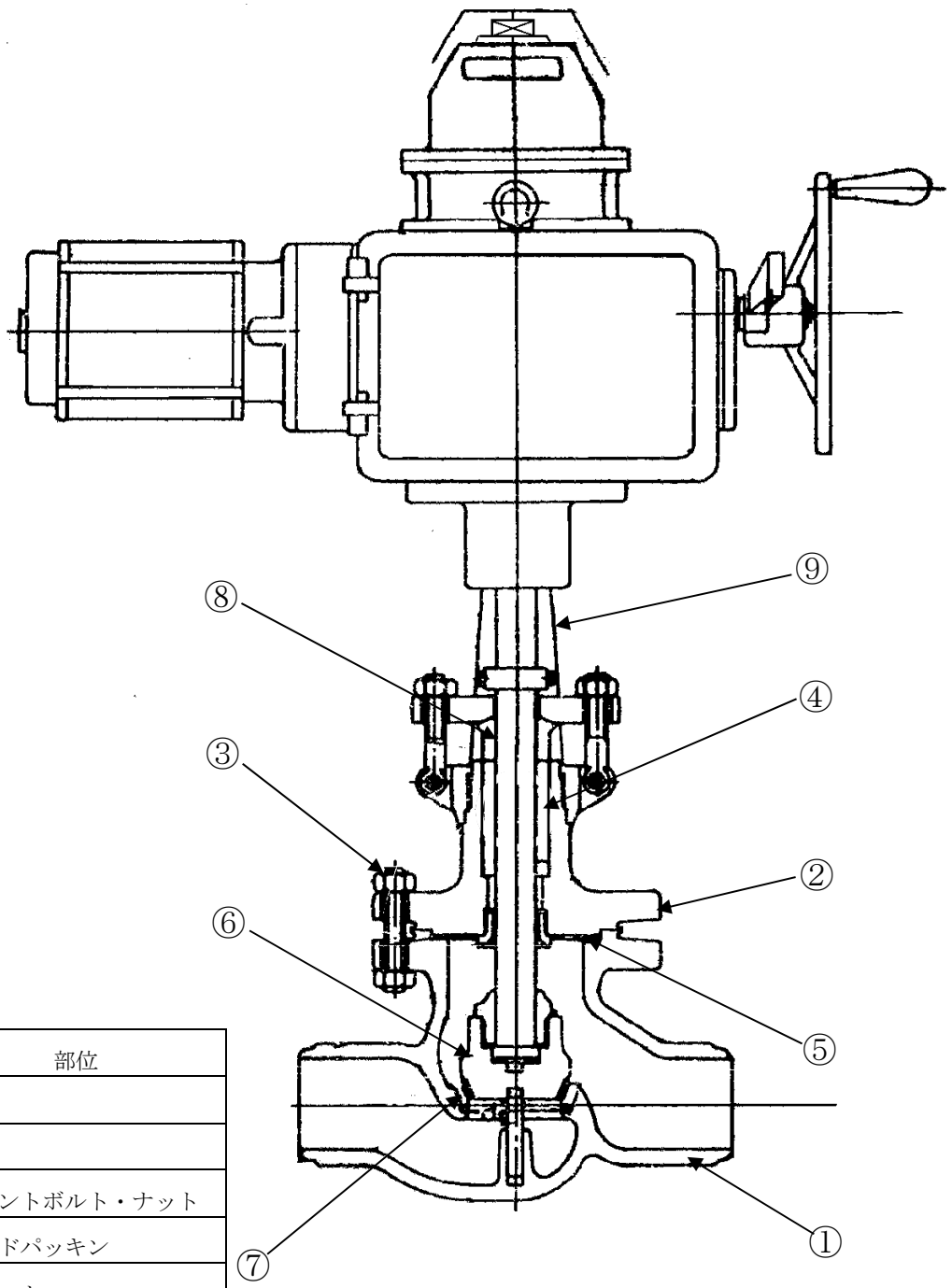
純水に接する弁箱，弁ふたはステンレス鋳鋼，弁体，弁座はステンレス鋼が使用されており，軸封部には内部流体の漏れを防止するためグランドパッキンが使用されている。

なお，当該弁については，駆動部を切り離し，ジョイントボルト・ナットを取外すことにより，弁内部の点検手入れが可能である。

東海第二の原子炉冷却浄化吸込弁の構造図を図 2.1-5 に示す。

(2) 材料及び使用条件

東海第二の原子炉冷却浄化吸込弁主要部位の使用材料を表 2.1-9 に，使用条件を表 2.1-10 に示す。



No.	部位
①	弁箱
②	弁ふた
③	ジョイントボルト・ナット
④	グランドパッキン
⑤	ガスケット
⑥	弁体
⑦	弁座
⑧	弁棒
⑨	ヨーク

図 2.1-5　原子炉冷却浄化吸込弁構造図

表 2.1-9　原子炉冷却浄化吸込弁主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
バウンダリの維持	耐圧	弁箱	ステンレス鋳鋼
		弁ふた	ステンレス鋳鋼
		ジョイントボルト・ナット	低合金鋼
	シール	グランドパッキン	（消耗品）
		ガスケット	（消耗品）
隔離機能の維持	隔離	弁体	ステンレス鋼（ステライト肉盛）
		弁座	ステンレス鋼（ステライト肉盛）
作動機能の維持	駆動力伝達	弁棒	ステンレス鋼
		ヨーク	炭素鋼鋳鋼

表 2.1-10　原子炉冷却浄化吸込弁の使用条件

最高使用圧力	8.62 MPa
最高使用温度	302 ℃
内部流体	純水

2.1.6 サプレッション・チェンバ隔離電磁弁 2-26V-95 前弁（AC 系）

(1) 構造

東海第二のサプレッション・チェンバ隔離電磁弁 2-26V-95 前弁（AC 系）は，口径 25A，最高使用圧力 0.31 MPa，最高使用温度 171 ℃の手動弁であり，4 台設置されている。

弁本体はガス（窒素）を内包する耐圧部（弁箱（弁座一体型），弁ふた，ジョイントボルト・ナット，軸封部），ガスを仕切る隔離部（弁体）及び弁体に駆動力を伝達する駆動力伝達部（弁棒，ヨーク）からなる。

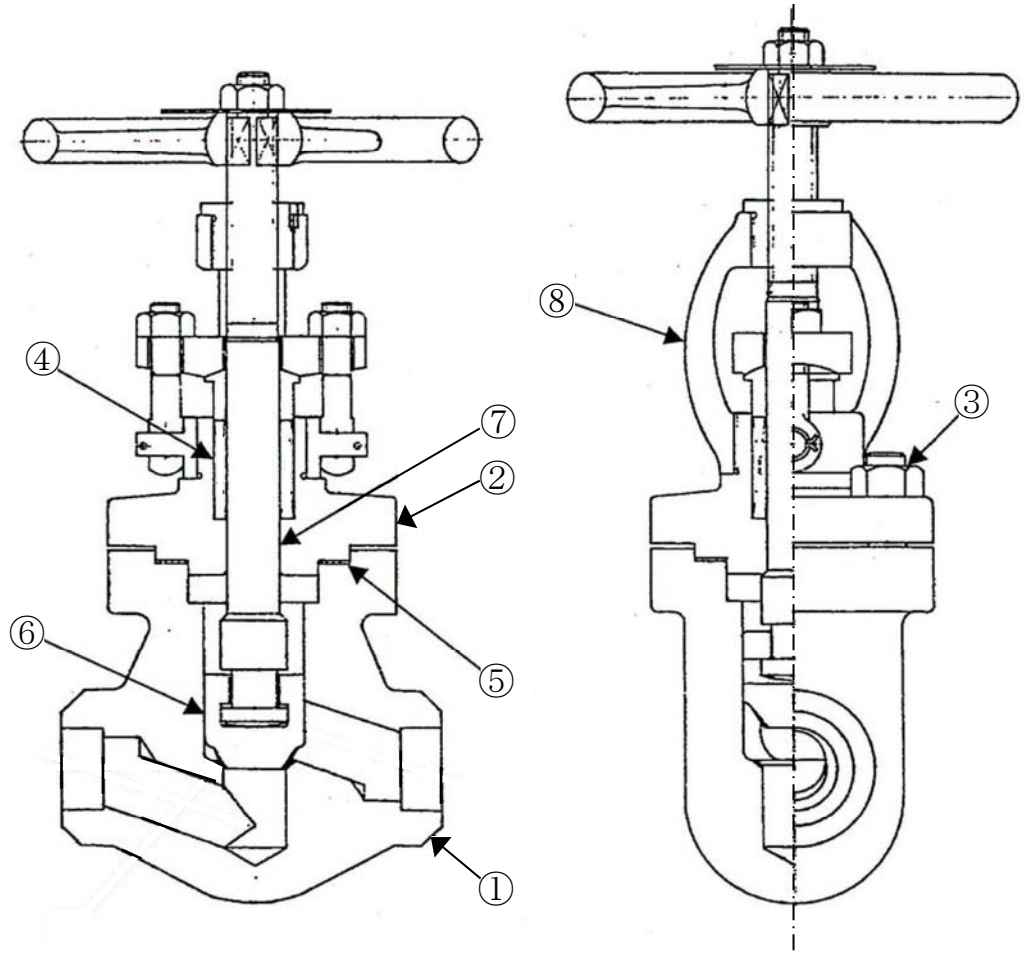
ガスに接する弁箱（弁座一体型），弁ふた，弁体はステンレス鋼が使用されており，軸封部には内部流体の漏れを防止するためグランドパッキンが使用されている。

なお，当該弁については，ジョイントボルト・ナットを取外すことにより，弁内部の点検手入れが可能である。

東海第二のサプレッション・チェンバ隔離電磁弁 2-26V-95 前弁（AC 系）の構造図を図 2.1-6 に示す。

(2) 材料及び使用条件

東海第二のサプレッション・チェンバ隔離電磁弁 2-26V-95 前弁（AC 系）主要部位の使用材料を表 2.1-11 に，使用条件を表 2.1-12 に示す。



No.	部位
①	弁箱（弁座一体型）
②	弁ふた
③	ジョイントボルト・ナット
④	グランドパッキン
⑤	ガスケット
⑥	弁体
⑦	弁棒
⑧	ヨーク

図 2.1-6　サプレッション・チェンバ隔離電磁弁 2-26V-95 前弁（AC 系）構造図

表 2.1-11　サプレッション・チェンバ隔離電磁弁 2-26V-95 前弁（AC 系）主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
バウンダリの維持	耐圧	弁箱（弁座一体型）	ステンレス鋼（ステライト肉盛）
		弁ふた	ステンレス鋼
		ジョイントボルト・ナット	低合金鋼 炭素鋼
	シール	グランドパッキン	（消耗品）
		ガスケット	（消耗品）
隔離機能の維持	隔離	弁体	ステンレス鋼（ステライト肉盛）
作動機能の維持	駆動力伝達	弁棒	ステンレス鋼
		ヨーク	炭素鋼

表 2.1-12　サプレッション・チェンバ隔離電磁弁 2-26V-95 前弁（AC 系）の使用条件

最高使用圧力	0.31 MPa
最高使用温度	171 ℃
内部流体	ガス（窒素）

2.1.7 残留熱除去系熱交換器海水出口流量調整弁

(1) 構造

東海第二の残留熱除去系熱交換器海水出口流量調整弁は，口径 350A，最高使用圧力 3.45 MPa，最高使用温度 66 ℃の電動弁であり，2 台設置されている。

弁本体は海水を内包する耐圧部（弁箱，弁ふた，ジョイントボルト・ナット，軸封部），海水を仕切る隔離部（弁体，弁座）及び弁体に駆動力を伝達する駆動力伝達部（弁棒，ヨーク）からなる。

海水に接する弁箱，弁ふたはステンレス鋳鋼，弁体，弁座はステンレス鋼が使用されており，軸封部には内部流体の漏れを防止するためグランドパッキンが使用されている。

なお，当該弁については，ジョイントボルト・ナットを取外すことにより，弁内部の点検手入れが可能である。

当該弁は，2008 年度の定期試験中に弁棒が折損する事象が発生した。

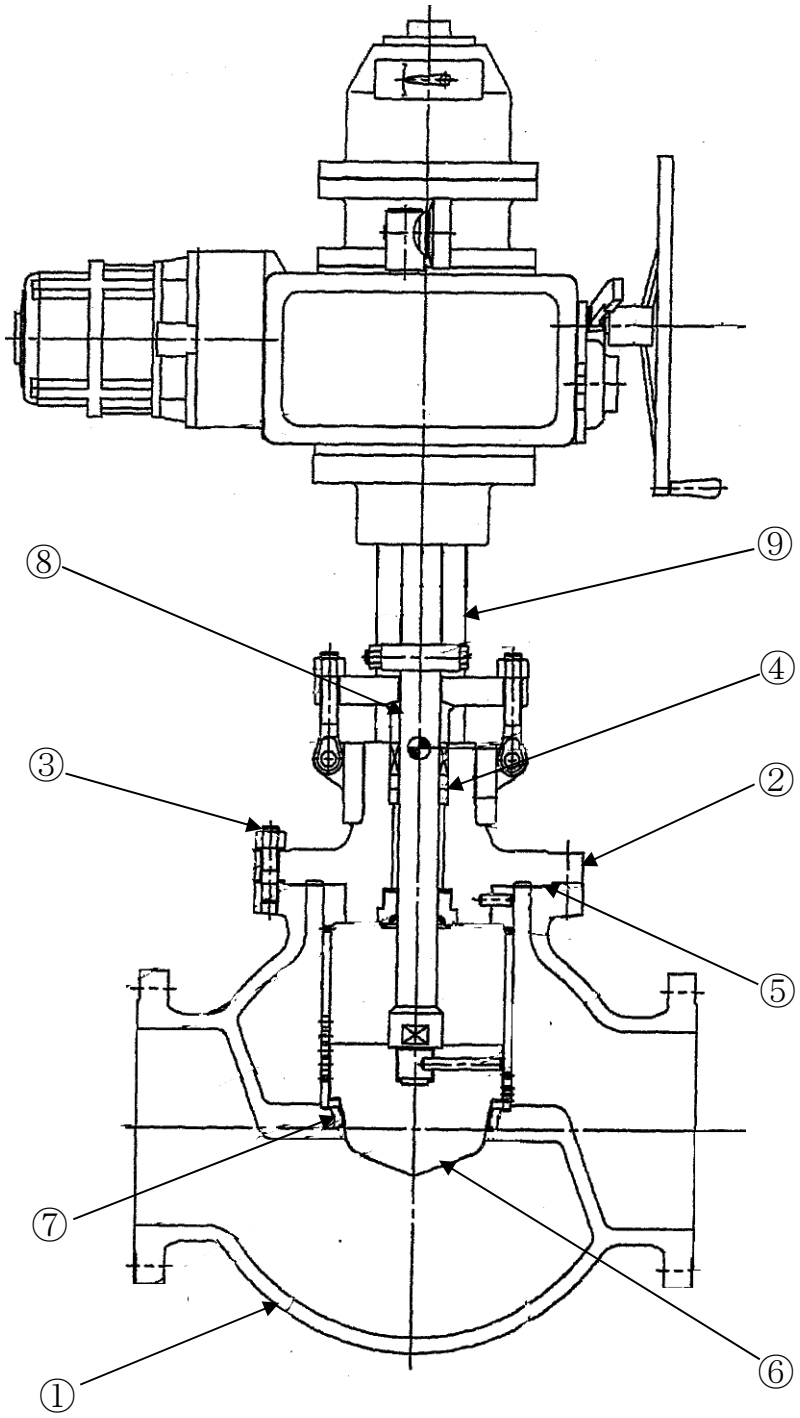
原因は，弁中間開度において弁内部でキャビテーションが発生し，弁体が流体振動を起こしたため，弁棒の疲労限を超え疲労割れに至った。

この事象を受け，現在はキャビテーション対策を講じたケージ式に交換されている。

東海第二の残留熱除去系熱交換器海水出口流量調整弁の構造図を図 2.1-7 に示す。

(2) 材料及び使用条件

東海第二の残留熱除去系熱交換器海水出口流量調整弁主要部位の使用材料を表 2.1-13 に，使用条件を表 2.1-14 に示す。



No.	部位
①	弁箱
②	弁ふた
③	ジョイントボルト・ナット
④	グランドパッキン
⑤	ガスケット
⑥	弁体
⑦	弁座
⑧	弁棒
⑨	ヨーク

図 2.1-7　残留熱除去系熱交換器海水出口流量調整弁構造図

表 2.1-13　残留熱除去系熱交換器海水出口流量調整弁主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
バウンダリの維持	耐圧	弁箱	ステンレス鋳鋼
		弁ふた	ステンレス鋳鋼
		ジョイントボルト・ナット	低合金鋼
	シール	グランドパッキン	（消耗品）
		ガスケット	（消耗品）
隔離機能の維持	隔離	弁体	ステンレス鋼（ステライト肉盛）
		弁座	ステンレス鋼（ステライト肉盛）
作動機能の維持	駆動力伝達	弁棒	ステンレス鋼
		ヨーク	炭素鋼鋳鋼

表 2.1-14　残留熱除去系熱交換器海水出口流量調整弁の使用条件

最高使用圧力	3.45 MPa
最高使用温度	66 ℃
内部流体	海水

2.1.8 ほう酸水注入系貯蔵タンク出口弁

(1) 構造

東海第二のほう酸水注入系貯蔵タンク出口弁は,口径 80A,最高使用圧力 1.04 MPa,最高使用温度 66 ℃の電動弁であり，2 台設置されている。

弁本体は五ほう酸ナトリウム水を内包する耐圧部（弁箱（弁座一体型），弁ふた，ジョイントボルト・ナット，軸封部），五ほう酸ナトリウム水を仕切る隔離部（弁体）及び弁体に駆動力を伝達する駆動力伝達部（弁棒，ヨーク）からなる。

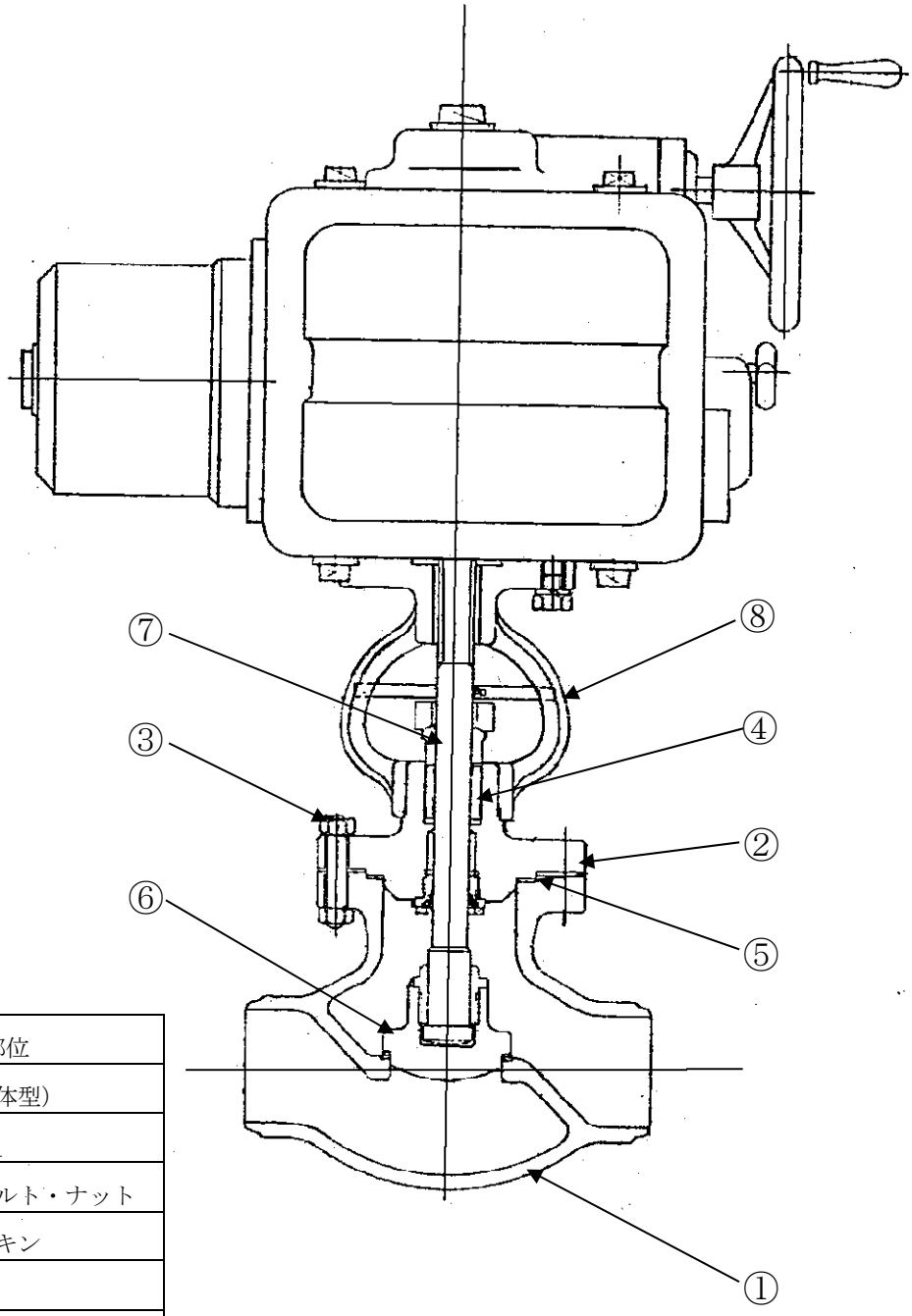
五ほう酸ナトリウム水に接する弁箱（弁座一体型）はステンレス鋳鋼，弁ふた，弁体はステンレス鋼が使用されており，軸封部には内部流体の漏れを防止するためグランドパッキンが使用されている。

なお，当該弁については，駆動部を切り離し，ジョイントボルト・ナットを取外すことにより，弁内部の点検手入れが可能である。

東海第二のほう酸水注入系貯蔵タンク出口弁の構造図を図 2.1-8 に示す。

(2) 材料及び使用条件

東海第二のほう酸水注入系貯蔵タンク出口弁主要部位の使用材料を表 2.1-15 に，使用条件を表 2.1-16 に示す。



No.	部位
①	弁箱（弁座一体型）
②	弁ふた
③	ジョイントボルト・ナット
④	グランドパッキン
⑤	ガスケット
⑥	弁体
⑦	弁棒
⑧	ヨーク

図 2.1-8　ほう酸水注入系貯蔵タンク出口弁構造図

表 2.1-15　ほう酸水注入系貯蔵タンク出口弁主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
バウンダリの維持	耐圧	弁箱（弁座一体型）	ステンレス鋳鋼（ステライト肉盛）
		弁ふた	ステンレス鋼
		ジョイントボルト・ナット	低合金鋼 炭素鋼
	シール	グランドパッキン	（消耗品）
		ガスケット	（消耗品）
隔離機能の維持	隔離	弁体	ステンレス鋼（ステライト肉盛）
作動機能の維持	駆動力伝達	弁棒	ステンレス鋼
		ヨーク	炭素鋼鋳鋼

表 2.1-16　ほう酸水注入系貯蔵タンク出口弁の使用条件

最高使用圧力	1.04 MPa
最高使用温度	66 ℃
内部流体	五ほう酸ナトリウム水

2.1.9 低圧炉心スプレイ系ポンプ室空調海水出口弁

(1) 構造

東海第二の低圧炉心スプレイ系ポンプ室空調海水出口弁は，口径 65A，最高使用圧力 3.45 MPa，最高使用温度 66 ℃の手動弁であり，1 台設置されている。

弁本体は海水を内包する耐圧部（弁箱（弁座一体型），弁ふた（ヨーク一体型），ジョイントボルト・ナット，軸封部），海水を仕切る隔離部（弁体）及び弁体に駆動力を伝達する駆動力伝達部（弁棒）からなる。

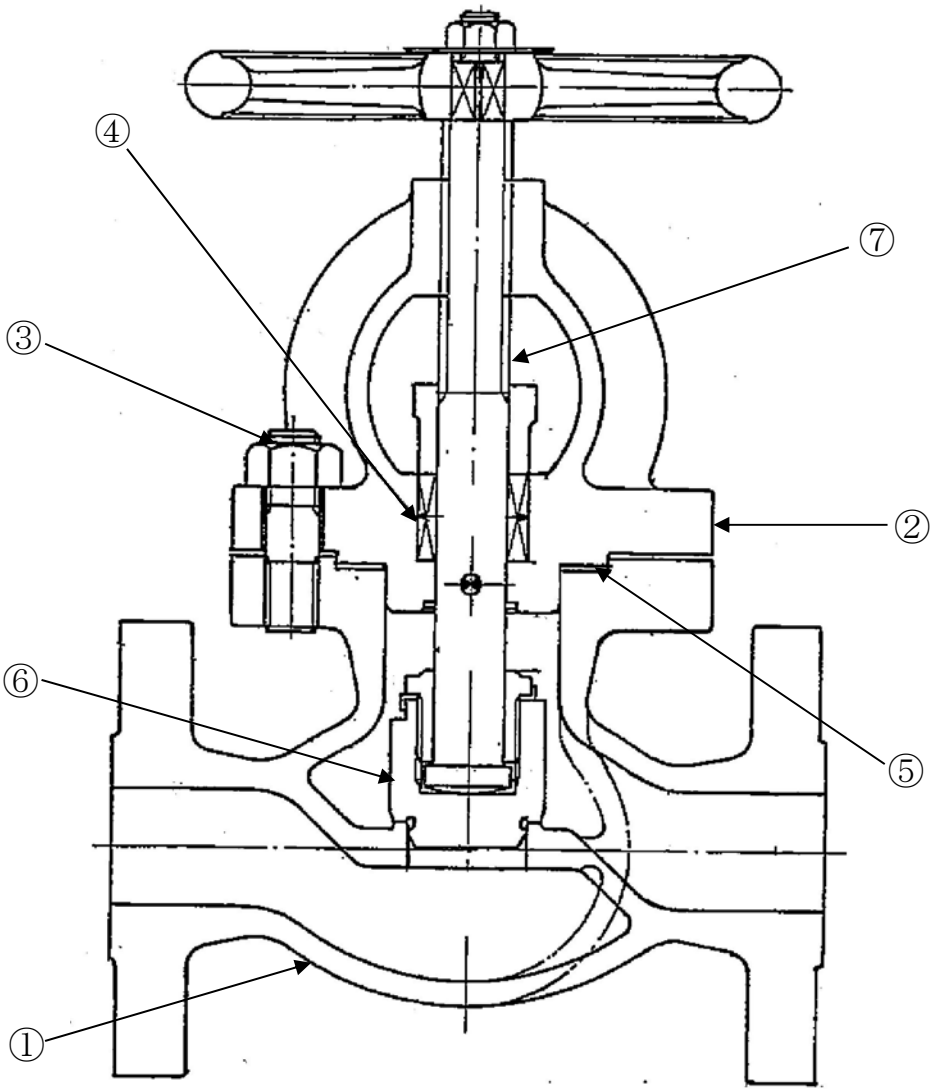
海水に接する弁箱（弁座一体型），弁ふた（ヨーク一体型），弁体は青銅鋳物が使用されており，軸封部には内部流体の漏れを防止するためグランドパッキンが使用されている。

なお，当該弁については，ジョイントボルト・ナットを取外すことにより，弁内部の点検手入れが可能である。

東海第二の低圧炉心スプレイ系ポンプ室空調海水出口弁の構造図を図 2.1-9 に示す。

(2) 材料及び使用条件

東海第二の低圧炉心スプレイ系ポンプ室空調海水出口弁主要部位の使用材料を表 2.1-17 に，使用条件を表 2.1-18 に示す。



No.	部位
①	弁箱（弁座一体型）
②	弁ふた（ヨーク一体型）
③	ジョイントボルト・ナット
④	グランドパッキン
⑤	ガスケット
⑥	弁体
⑦	弁棒

図 2.1-9　低圧炉心スプレイ系ポンプ室空調海水出口弁構造図

表 2.1-17　低圧炉心スプレイ系ポンプ室空調海水出口弁主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
バウンダリの維持	耐圧	弁箱（弁座一体型）	青銅鋳物
		弁ふた（ヨーク一体型）	青銅鋳物
		ジョイントボルト ・ナット	ステンレス鋼 黄銅
	シール	グランドパッキン	（消耗品）
		ガスケット	（消耗品）
隔離機能の維持	隔離	弁体	青銅鋳物
作動機能の維持	駆動力伝達	弁棒	黄銅

表 2.1-18　低圧炉心スプレイ系ポンプ室空調海水出口弁の使用条件

最高使用圧力	3.45 MPa
最高使用温度	66 ℃
内部流体	海水

2.2 経年劣化事象の抽出

2.2.1 機器の機能達成に必要な項目

玉形弁の機能である流体仕切機能の達成に必要な項目は以下のとおり。

(1) バウンダリの維持

(2) 隔離機能の維持

(3) 作動機能の維持

2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

(1) 想定される経年劣化事象の抽出

玉形弁について，機能達成に必要な項目を考慮して主要な部位に展開した上で，個々の部位の材料，構造，使用条件（内部流体，圧力，温度等）及び現在までの運転経験を考慮し，表 2.2-1 で示すとおり想定される経年劣化事象を抽出した（表 2.2-1 で○又は△，▲）。

なお，消耗品及び定期取替品は以下のとおり評価対象外とする。

(2) 消耗品及び定期取替品の扱い

グランドパッキン，ガスケットは消耗品であり，設計時に長期使用せず取替を前提としていることから高経年化対策を見極める上での評価対象外とする。

(3) 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

想定される経年劣化事象のうち下記①，②に該当しない事象を高経年化対策上着目すべき経年劣化事象と判断した。

なお，下記①，②に該当する事象については，2.2.3 項に示すとおり，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断した。

① 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって，想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの(日常劣化管理事象として表 2.2-1 で△)

② 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により，今後も経年劣化の進展が考えられない，又は進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外として表 2.2-1 で▲）

この結果，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象は抽出されなかった。

2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

(1) 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって，想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象）

a. 弁箱（弁座一体型含む），弁ふた（ヨーク一体型含む）の外面の腐食（全面腐食）［残留熱除去系熱交換器バイパス弁，原子炉隔離時冷却系蒸気供給弁，格納容器 N2 ガス供給弁，非常用ディーゼル発電機エンジンエアクーラ海水入口弁］

弁箱，弁ふたは炭素鋼鋳鋼であり腐食が想定されるが，大気接触部は塗装が施されていることから，塗膜が健全であれば腐食する可能性は小さく，分解点検時の目視点検において塗装の状態を確認し，必要に応じて補修塗装することにより機能を維持している。

格納容器 N2 ガス供給弁は新たに設置される機器であることから，今後分解点検時の目視点検において塗装の状態を確認し，必要に応じて補修塗装することにより機能を維持することとしている。

したがって，弁箱（弁座一体型含む），弁ふた（ヨーク一体型含む）の外面の腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

b. ジョイントボルト・ナットの腐食（全面腐食）［残留熱除去系熱交換器バイパス弁，原子炉隔離時冷却系蒸気供給弁，格納容器 N2 ガス供給弁，非常用ディーゼル発電機エンジンエアクーラ海水入口弁，原子炉冷却浄化吸込弁，サプレッション・チェンバ隔離電磁弁 2-26V-95 前弁（AC 系），残留熱除去系熱交換器海水出口流量調整弁，ほう酸水注入系貯蔵タンク出口弁］

ジョイントボルト・ナットは低合金鋼又は炭素鋼であり腐食が想定されるが，分解点検時に手入れ・清掃を行うことにより機能を維持することとしている。

格納容器 N2 ガス供給弁は新たに設置される機器であることから，今後分解点検時に手入れ・清掃を行うことにより機能を維持することとしている。

したがって，ジョイントボルト・ナットの腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

c. ヨークの腐食（全面腐食）［残留熱除去系熱交換器バイパス弁，格納容器 N2 ガス供給弁，非常用ディーゼル発電機エンジンエアクーラ海水入口弁，原子炉冷却浄化吸込弁，サプレッション・チェンバ隔離電磁弁 2-26V-95 前弁（AC 系），残留熱除去系熱交換器海水出口流量調整弁，ほう酸水注入系貯蔵タンク出口弁］

ヨークは炭素鋼鋳鋼又は炭素鋼であり腐食が想定されるが，大気接触部は塗装が施されていることから，塗膜が健全であれば腐食が発生する可能性は小さく，分解点検時の目視点検において塗装の状態を確認し，必要に応じて補修塗装することにより機能を維持することとしている。

格納容器 N2 ガス供給弁は新たに設置される機器であることから，今後分解点検時の目視点検において塗装の状態を確認し，必要に応じて補修塗装することにより機能を維持することとしている。

したがって，ヨークの腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

d. 弁箱（弁座一体型），弁ふた（ヨーク一体型含む），弁体の腐食（流れ加速型腐食）［残留熱除去系熱交換器バイパス弁，原子炉隔離時冷却系蒸気供給弁］

弁箱，弁ふたは炭素鋼鋳鋼，弁体は炭素鋼であり，内部流体が純水又は蒸気であるため腐食（流れ加速型腐食）が想定されるが，分解点検時の目視点検において有意な腐食（流れ加速型腐食）がないことを確認しており，必要に応じて補修又は取替を行うことにより機能を維持している。

したがって，弁箱（弁座一体型），弁ふた（ヨーク一体型含む），弁体の腐食（流れ加速型腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

e. 弁箱（内面），弁ふた（内面），弁体の腐食（全面腐食）［非常用ディーゼル発電機エンジンエアクーラ海水入口弁］

弁箱，弁ふたは炭素鋼鋳鋼，弁体は炭素鋼であり，内部流体に接する部分に施工されたフッ素樹脂ライニングが損傷すると腐食が生じる可能性があるが，分解点検時の目視点検によりライニング状態を確認し，必要に応じて補修又は取替を実施することにより機能を維持することとしている。

したがって，弁箱（内面），弁ふた（内面），弁体の腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

f. 弁箱，弁ふた，弁体，弁座，弁棒の腐食（孔食・隙間腐食）［残留熱除去系熱交換器海水出口流量調整弁］

弁箱，弁ふたはステンレス鋳鋼，弁体，弁座，弁棒はステンレス鋼であり，内部流体は海水であることから，腐食（孔食・隙間腐食）が想定されるが，分解点検時の目視点検により状態を確認し，必要に応じて補修又は取替を実施することにより機能を維持している。

したがって，弁箱，弁ふた，弁体，弁座，弁棒の腐食（孔食・隙間腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

g. 弁棒の腐食（孔食・隙間腐食）［非常用ディーゼル発電機エンジンエアクーラ海水入口弁］

弁棒はステンレス鋼であり，内部流体に接する部分に施工されたフッ素樹脂ライニングが損傷すると腐食（孔食・隙間腐食）が生じる可能性があるが，分解点検時の目視点検により状態を確認し，必要に応じて補修又は取替を実施することにより機能を維持することとしている。

したがって，弁棒の腐食（孔食・隙間腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

h. 弁箱（弁座一体型），弁ふた（ヨーク一体型），ジョイントナット，弁棒の腐食（全面腐食）［低圧炉心スプレイ系ポンプ室空調海水出口弁］

弁箱，弁ふた，ジョイントナット，弁棒は青銅鋳物又は黄銅であり，腐食が想定されるが，分解点検時の目視点検により状態を確認し，必要に応じて補修又は取替を実施することにより機能を維持している。

したがって，弁箱（弁座一体型），弁ふた（ヨーク一体型），ジョイントナット，弁棒の腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

i. 弁箱（弁座一体型），弁体の摩耗［低圧炉心スプレイ系ポンプ室空調海水出口弁］

弁が開閉するとシート面で摺動するため摩耗が想定されるが，分解点検時の目視点検により状態を確認し，必要に応じて補修又は取替を実施することにより機能を維持している。

したがって，弁箱（弁座一体型），弁体の摩耗は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

j. 弁箱（弁座一体型），弁ふたの貫粒型応力腐食割れ［サプレッション・チェンバ隔離電磁弁 2-26V-95 前弁（AC 系）］

弁箱及び弁ふたはステンレス鋼であり，大気中の海塩粒子に含まれる塩化物イオンにより，外面から貫粒型応力腐食割れの発生が想定されるが，原子炉建屋内機器の塩分測定において代表箇所における定期的な目視点検及び塩分付着量測定を実施し，その結果により必要に応じて機器外面清掃及び浸透探傷検査を実施することとしている。

また，東海第二では工事における副資材管理でステンレス鋼への塩分付着を防止している。

したがって，弁箱（弁座一体型），弁ふたの貫粒型応力腐食割れは高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

k. 弁体の腐食（エロージョン）［低圧炉心スプレイ系ポンプ室空調海水出口弁］

弁体は青銅鋳物であり内部流体の流れにより，弁体のシート面に腐食（エロージョン）が想定されるが，分解点検時の目視点検により状態を確認し，必要に応じて補修又は取替を実施することにより機能を維持している。

したがって，弁体の腐食（エロージョン）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

l. 弁箱，弁ふたの内面の腐食（全面腐食）［格納容器 N2 ガス供給弁］

弁箱及び弁ふたは炭素鋼鋳鋼であり腐食が想定されるが，内面は窒素雰囲気であることから腐食が発生する可能性は小さい。

なお，格納容器 N2 ガス供給弁は新たに設置される機器であることから，今後分解点検時に目視点検により状態を確認し，必要に応じて補修又は取替を実施することにより機能を維持することとしている。

したがって，弁箱，弁ふたの内面の腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

m. 弁箱（弁座一体型），弁体の摩耗［格納容器 N2 ガス供給弁，原子炉隔離時冷却系蒸気供給弁，サプレッション・チェンバ隔離電磁弁 2-26V-95 前弁（AC 系）］

弁が開閉するとシート面で摺動することになるが，シート面には硬いステライトが肉盛されており，摩耗発生の可能性は小さい。

なお，分解点検時の目視点検において有意な摩耗は確認されておらず，今後も使用環境が変わらないことから，これらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

格納容器 N2 ガス供給弁は新たに設置される機器であることから，今後分解点検時に目視点検を行い，必要に応じ補修又は取替を行うことにより機能を維持することとしている。

したがって，弁箱（弁座一体型），弁体の摩耗は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

n. 弁体，弁座の摩耗［原子炉冷却浄化吸込弁，残留熱除去系熱交換器海水出口流量調整弁］

弁が開閉するとシート面で摺動することとなるが，シート面には硬いステライトが肉盛されており，摩耗が発生する可能性は小さい。

なお，分解点検時の目視点検において有意な摩耗は確認されておらず，今後も使用環境が変わらないことから，これらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，弁体，弁座の摩耗は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

o. 弁棒の摩耗［残留熱除去系熱交換器バイパス弁，原子炉隔離時冷却系蒸気供給弁，格納容器 N2 ガス供給弁，原子炉冷却浄化吸込弁，サプレッション・チェンバ隔離電磁弁 2-26V-95 前弁（AC 系），残留熱除去系熱交換器海水出口流量調整弁，低圧炉心スプレイ系ポンプ室空調海水出口弁］

弁棒はグランドパッキンと接触しているため，弁の開閉に伴うグランドパッキンとの摺動により摩耗が想定されるが，グランドパッキンの材質がテフロン又は黒鉛等に対して，弁棒はステンレス鋼及び黄銅であるため，これらの摺動による摩耗が発生する可能性は小さい。

なお，分解点検時の目視点検において有意な摩耗は確認されておらず，今後も使用環境に変化がないことから，これらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

格納容器 N2 ガス供給弁は新たに設置される機器であることから，今後分解点検時に目視点検を行い，必要に応じ補修又は取替を行うことにより機能を維持することとしている。

したがって，弁棒の摩耗は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

p. 弁棒の疲労割れ［残留熱除去系熱交換器バイパス弁，原子炉隔離時冷却系蒸気供給弁，格納容器 N2 ガス供給弁，非常用ディーゼル発電機エンジンエアクーラ海水入口弁，原子炉冷却浄化吸込弁，サプレッション・チェンバ隔離電磁弁 2-26V-95 前弁（AC 系），残留熱除去系熱交換器海水出口流量調整弁，ほう酸水注入系貯蔵タンク出口弁，低圧炉心スプレイ系ポンプ室空調海水出口弁］

弁棒のバックシート部は角部を滑らかにし，設計上応力集中がかからないような構造としており発生応力を下げている。

また，電動弁及び空気作動弁については，バックシートが効く位置の手前でリミットスイッチが切れ，動作が止まるように設定されているため，弁棒及びバックシート部に過負荷は加わらない。

一部の電動弁では，全開位置をトルク切れによって調整しており，トルク設定値を高くすると，弁棒のバックシート部は常に高い応力がかかった状態となり，配管振動等による疲労が蓄積し，弁棒に疲労割れを起こすことが考えられるが，バックシートが効く程度の力で動作が止まるようトルク設定することにより，過大応力を抑制している。

手動弁については開操作時にバックシート部への過負荷が加わらないよう，全開操作後に若干戻す操作を行っている。

以上より，電動弁，空気作動弁及び手動弁について，弁棒の疲労割れが発生する可能性は小さい。

なお，分解点検時の目視点検及び浸透探傷検査において有意な割れは認められておらず，今後も使用環境が変わらないことから，これらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

格納容器 N2 ガス供給弁は新たに設置される機器であることから，今後分解点検時に目視点検及び浸透探傷検査を行うことにより機能を維持することとしている。

残留熱除去系熱交換器海水出口流量調整弁については，2008 年度の定期試験時にキャビテーションが起因となる疲労割れにより，弁棒が折損する事象が生じたが，本事象の水平展開として調査した結果，該当するのは当該弁のみであり，弁体部でキャビテーションが発生しない構造であるケージ式に交換を行っている。

したがって，弁棒の疲労割れは高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

q. 弁箱（弁座一体型）（内面），弁ふた（内面），弁体，弁棒の腐食（全面腐食）［ほう酸水注入系貯蔵タンク出口弁］

弁箱はステンレス鋳鋼，弁ふた，弁体，弁棒はステンレス鋼であり，内部流体は五ほう酸ナトリウム水であることから腐食が想定されるが，ステンレス鋼は五ほう酸ナトリウム水に対し耐食性を有していることから，腐食が発生する可能性は小さい。

なお，分解点検時の目視点検において腐食の状況を確認し，必要に応じ補修又は取替を行うことにより，機能を維持することとしている。

したがって，弁箱（弁座一体型）（内面），弁ふた（内面），弁体，弁棒の腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

r. 弁体，弁座の腐食（エロージョン）［原子炉冷却浄化吸込弁，残留熱除去系熱交換器海水出口流量調整弁］

内部流体の流れにより，弁体と弁座のシート面には腐食（エロージョン）が想定されるが，シート面には硬いステライトが肉盛されており，腐食（エロージョン）の発生する可能性は小さい。

なお，分解点検時の目視点検において有意な腐食（エロージョン）は確認されておらず，今後も使用環境に変化がないことから，これらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，弁体，弁座の腐食（エロージョン）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

(2) 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により，今後も経年劣化の進展が考えられない，又は進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外）

a. 弁箱，弁ふたの熱時効［原子炉冷却浄化吸込弁］

弁箱，弁ふたに使用しているステンレス鋳鋼はオーステナイト相中に一部フェライト相を含む2相組織であり，使用環境温度は250 ℃以上（最高使用温度302 ℃）であるため，熱時効による材料特性の変化により破壊靭性の低下が予想され，この状態でき裂が存在する場合には小さな荷重でき裂が進展し，不安定破壊を引き起こす可能性があるが，弁箱，弁ふたには，き裂の原因となる経年劣化事象は想定されていない。

したがって，弁箱，弁ふたの熱時効は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

表 2.2-1（1/9）　残留熱除去系熱交換器バイパス弁に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考
					減肉		割れ		材質変化		その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
バウンダリの維持	耐圧	弁箱（弁座一体型）		炭素鋼鋳鋼*1		△*3*4						*1：13Cr肉盛 *2：ステライト肉盛 *3：流れ加速型腐食 *4：外面
		弁ふた		炭素鋼鋳鋼		△*3*4						
		ジョイントボルト・ナット		低合金鋼		△						
	シール	グランドパッキン	◎	－								
		ガスケット	◎	－								
隔離機能の維持	隔離	弁体		炭素鋼*2		△*3						
作動機能の維持	駆動力伝達	弁棒		ステンレス鋼	△		△					
		ヨーク		炭素鋼鋳鋼		△						

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表 2.2-1 (2/9)　原子炉隔離時冷却系蒸気供給弁に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考
					減肉		割れ		材質変化		その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
バウンダリの維持	耐圧	弁箱（弁座一体型）		炭素鋼鋳鋼*1	△*4	△*2*3						*1:ステライト肉盛 *2:流れ加速型腐食 *3:外面 *4:シート面
		弁ふた(ヨーク一体型)		炭素鋼鋳鋼		△*2*3						
		ジョイントボルト・ナット		低合金鋼 炭素鋼		△						
	シール	グランドパッキン	◎	－								
		ガスケット	◎	－								
隔離機能の維持	隔離	弁体		炭素鋼*1	△*4	△*2						
作動機能の維持	駆動力伝達	弁棒		ステンレス鋼	△		△					

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表 2.2-1（3/9）　格納容器 N2 ガス供給弁に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考
					減肉		割れ		材質変化		その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
バウンダリの維持	耐圧	弁箱（弁座一体型）		炭素鋼鋳鋼*1	△*4	△*2*3						*1:ステライト肉盛 *2:外面 *3:内面 *4:シート面
		弁ふた		炭素鋼鋳鋼		△*2*3						
		ジョイントボルト・ナット		低合金鋼 炭素鋼		△						
	シール	グランドパッキン	◎	－								
		ガスケット	◎	－								
隔離機能の維持	隔離	弁体		ステンレス鋼*1	△*4							
作動機能の維持	駆動力伝達	弁棒		ステンレス鋼	△		△					
		ヨーク		炭素鋼鋳鋼		△						

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表 2.2-1（4/9）　非常用ディーゼル発電機エンジンエアクーラ海水入口弁に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考
					減肉		割れ		材質変化		その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
バウンダリの維持	耐圧	弁箱（弁座一体型）		炭素鋼鋳鋼[*1]		△[*2*3]						*1:フッ素樹脂ライニング *2:外面 *3:内面 *4:孔食・隙間腐食
		弁ふた		炭素鋼鋳鋼[*1]		△[*2*3]						
		ジョイントボルト・ナット		低合金鋼		△						
	シール	グランドパッキン	◎	－								
		ガスケット	◎	－								
隔離機能の維持	隔離	弁体		炭素鋼[*1]		△						
作動機能の維持	駆動力伝達	弁棒		ステンレス鋼[*1]		△[*4]	△					
		ヨーク		炭素鋼鋳鋼		△						

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表 2.2-1 (5/9)　原子炉冷却浄化吸込弁に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考
					減肉		割れ		材質変化		その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
バウンダリの維持	耐圧	弁箱		ステンレス鋳鋼					▲			*1:ステライト肉盛 *2:エロージョン
		弁ふた		ステンレス鋳鋼					▲			
		ジョイントボルト・ナット		低合金鋼		△						
	シール	グランドパッキン	◎	－								
		ガスケット	◎	－								
隔離機能の維持	隔離	弁体		ステンレス鋼*1	△	△*2						
		弁座		ステンレス鋼*1	△	△*2						
作動機能の維持	駆動力伝達	弁棒		ステンレス鋼	△		△					
		ヨーク		炭素鋼鋳鋼		△						

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

▲：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象以外）

表 2.2-1 (6/9)　サプレッション・チェンバ隔離電磁弁 2-26V-95 前弁（AC 系）に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考
					減肉		割れ		材質変化		その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
バウンダリの維持	耐圧	弁箱（弁座一体型）		ステンレス鋼*1	△*3			△*2				*1:ステライト肉盛 *2:貫粒型応力腐食割れ *3:シート面
		弁ふた		ステンレス鋼				△*2				
		ジョイントボルト・ナット		低合金鋼 炭素鋼		△						
	シール	グランドパッキン	◎	－								
		ガスケット	◎	－								
隔離機能の維持	隔離	弁体		ステンレス鋼*1	△*3							
作動機能の維持	駆動力伝達	弁棒		ステンレス鋼	△		△					
		ヨーク		炭素鋼		△						

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表 2.2-1（7/9）　残留熱除去系熱交換器海水出口流量調整弁に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考
					減肉		割れ		材質変化		その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
バウンダリの維持	耐圧	弁箱		ステンレス鋳鋼		△*2						*1:ステライト肉盛 *2:孔食・隙間腐食 *3:エロージョン
		弁ふた		ステンレス鋳鋼		△*2						
		ジョイントボルト・ナット		低合金鋼		△						
	シール	グランドパッキン	◎	―								
		ガスケット	◎	―								
隔離機能の維持	隔離	弁体		ステンレス鋼*1	△	△*2*3						
		弁座		ステンレス鋼*1	△	△*2*3						
作動機能の維持	駆動力伝達	弁棒		ステンレス鋼	△	△*2	△					
		ヨーク		炭素鋼鋳鋼		△						

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表 2.2-1（8/9）　ほう酸水注入系貯蔵タンク出口弁に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考
					減肉		割れ		材質変化		その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
バウンダリの維持	耐圧	弁箱（弁座一体型）		ステンレス鋳鋼*1		△*2						*1:ステライト肉盛 *2:内面
		弁ふた		ステンレス鋼		△*2						
		ジョイントボルト・ナット		低合金鋼 炭素鋼		△						
	シール	グランドパッキン	◎	―								
		ガスケット	◎	―								
隔離機能の維持	隔離	弁体		ステンレス鋼*1		△						
作動機能の維持	駆動力伝達	弁棒		ステンレス鋼		△	△					
		ヨーク		炭素鋼鋳鋼		△						

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表 2.2-1（9/9）　低圧炉心スプレイ系ポンプ室空調海水出口弁に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考
					減肉		割れ		材質変化		その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
バウンダリの維持	耐圧	弁箱（弁座一体型）		青銅鋳物	△*3	△						*1:ジョイントナット *2:エロージョン *3:シート面
		弁ふた（ヨーク一体型）		青銅鋳物		△						
		ジョイントボルト・ナット		ステンレス鋼 黄銅		△*1						
	シール	グランドパッキン	◎	－								
		ガスケット	◎	－								
隔離機能の維持	隔離	弁体		青銅鋳物	△*3	△*2						
作動機能の維持	駆動力伝達	弁棒		黄銅	△	△	△					

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

3. 代表機器以外への展開

本章では，2 章で実施した代表機器の技術評価について， 1 章で実施したグループ化で代表機器となっていない機器への展開について検討した。

［対象系統］

① 制御棒駆動系
② ほう酸水注入系
③ 残留熱除去系
④ 残留熱除去海水系
⑤ 高圧炉心スプレイ系
⑥ 低圧炉心スプレイ系
⑦ 原子炉隔離時冷却系
⑧ 原子炉系
⑨ 原子炉再循環系
⑩ 原子炉冷却材浄化系
⑪ 燃料プール冷却浄化系
⑫ 格納容器雰囲気監視系
⑬ 可燃性ガス濃度制御系
⑭ 不活性ガス系
⑮ タービン補助蒸気系
⑯ 給水系
⑰ 非常用ディーゼル発電機海水系
⑱ 高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機海水系
⑲ 制御用圧縮空気系
⑳ 試料採取系
㉑ 事故時サンプリング設備
㉒ 重大事故等対処設備

3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

代表機器同様，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象は抽出されなかった。

3.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

(1) 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって，想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象）

a. 弁箱（弁座一体型含む），弁ふた（ヨーク一体型含む）の外面の腐食（全面腐食）［弁箱，弁ふたが炭素鋼又は炭素鋼鋳鋼の玉形弁共通］

代表機器と同様，弁箱，弁ふたは炭素鋼又は炭素鋼鋳鋼であり腐食が想定されるが，大気接触部は塗装が施されていることから，腐食が発生する可能性は小さく，分解点検時の目視点検において塗装状態を確認し，必要に応じて補修塗装を実施することにより機能を維持している。

重大事故等対処設備は新たに設置される機器であることから，今後の分解点検時の目視点検において塗装の状態を確認し，必要に応じて補修塗装することにより機能を維持することとしている。

したがって，弁箱（弁座一体型含む），弁ふた（ヨーク一体型含む）の外面の腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

b. ジョイントボルト・ナットの腐食（全面腐食）［ジョイントボルト・ナットの材料が低合金鋼又は炭素鋼の玉形弁共通］

代表機器と同様，ジョイントボルト・ナットは低合金鋼又は炭素鋼であり腐食が想定されるが，分解点検時に手入れ・清掃を行うことにより機能を維持している。

重大事故等対処設備は新たに設置される機器であることから，今後の分解点検時に手入れ・清掃を行うことにより機能を維持することとしている。

したがって，ジョイントボルト・ナットの腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

c. ヨークの腐食（全面腐食）［ヨークの材料が炭素鋼又は炭素鋼鋳鋼の玉形弁共通］

代表機器と同様，ヨークは炭素鋼又は炭素鋼鋳鋼であり腐食が想定されるが，分解点検時の目視点検により塗装状態を確認し，必要に応じて補修塗装を実施することにより機能を維持している。

重大事故等対処設備は新たに設置される機器であることから，今後の分解点検時の目視点検において塗装の状態を確認し，必要に応じて補修塗装することにより機能を維持することとしている。

したがって，ヨークの腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

d. 弁箱（弁座一体型含む），弁ふた（ヨーク一体型含む），弁体の腐食（流れ加速型腐食）［内部流体が純水又は蒸気で材料が炭素鋼鋳鋼又は炭素鋼の玉形弁共通］

代表機器と同様，弁箱，弁ふたは炭素鋼鋳鋼，弁体は炭素鋼であり，内部流体が純水又は蒸気であることから腐食（流れ加速型腐食）が想定されるが，分解点検時の目視点検において有意な腐食（流れ加速型腐食）がないことを確認しており，必要に応じて補修又は取替を行うことにより機能を維持している。

したがって，弁箱（弁座一体型含む），弁ふた（ヨーク一体型含む），及び弁体の腐食（流れ加速型腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

e. 弁箱（内面），弁ふた（内面），弁体の腐食（全面腐食）［材料が炭素鋼鋳鋼，炭素鋼の玉形弁共通］

代表機器と同様，弁箱，弁ふたは炭素鋼鋳鋼，弁体は炭素鋼であり腐食が想定されるが，分解点検時の目視点検において有意な腐食がないことを確認しており，必要に応じて補修又は取替を行うことにより機能を維持している。

また，一部の海水系弁については，接液部にフッ素樹脂ライニングが施工されており，これが損傷すると腐食が生じる可能性があるが，分解点検時の目視点検によりライニング状態を確認し，必要に応じて補修又は取替を実施することにより機能を維持することとしている。

重大事故等対処設備は新たに設置される機器であることから，今後の分解点検時の目視点検結果により，必要に応じて補修又は取替を実施することにより機能を維持することとしている。

したがって，弁箱（内面），弁ふた（内面），弁体の腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

f. 弁箱，弁ふた，弁体，弁座，弁棒の腐食（孔食・隙間腐食）［残留熱除去海水系の玉形弁共通］

代表機器と同様，弁箱，弁ふた，弁体，弁座，弁棒はステンレス鋼であり，内部流体は海水であることから腐食（孔食・隙間腐食）が想定されるが，分解点検時の目視点検により状態を確認し，必要に応じて補修又は取替を実施することにより機能を維持している。

したがって，弁箱，弁ふた，弁体，弁座，弁棒の腐食（孔食・隙間腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

g. 弁棒の腐食（孔食・隙間腐食）［高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機海水系，重大事故等対処設備の玉形弁共通］

代表機器と同様，弁棒はステンレス鋼であり，内部流体に接する部分に施工されたフッ素樹脂ライニングが損傷すると腐食(孔食･隙間腐食)が生じる可能性があるが，分解点検時の目視点検により状態を確認し，必要に応じて補修又は取替を実施することにより機能を維持することとしている。

重大事故等対処設備は新たに設置される機器であることから，今後の分解点検時の目視点検においてライニング状態を確認し，必要に応じて補修することにより機能を維持することとしている。

したがって，弁棒の腐食（孔食・隙間腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

h. 弁箱（弁座一体型），弁ふた（ヨーク一体型），ジョイントナット，弁体，弁棒の腐食（全面腐食）［残留熱除去海水系，高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機海水系の玉形弁共通］

代表機器と同様，弁箱，弁ふた，ジョイントナット，弁体，弁棒は青銅鋳物又は黄銅であり，腐食が想定されるが，分解点検時の目視点検により状態を確認し，必要に応じて補修又は取替を実施することにより機能を維持している。

したがって，弁箱（弁座一体型），弁ふた（ヨーク一体型），ジョイントナット，弁体，弁棒の腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

i. 弁箱（弁座一体型），弁体の摩耗［残留熱除去海水系，高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機海水系の玉形弁共通］

代表機器と同様，弁が開閉するとシート面で摺動するため摩耗が想定されるが，分解点検時の目視点検により状態を確認し，必要に応じて補修又は取替を実施することにより機能を維持している。

したがって，弁箱（弁座一体型），弁体の摩耗は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

j. 弁箱（弁座一体型），弁ふたの貫粒型応力腐食割れ［弁箱，弁ふたの材料がステンレス鋼又はステンレス鋳鋼の玉形弁共通］

代表機器と同様，弁箱及び弁ふたはステンレス鋼又はステンレス鋳鋼であり，大気中の海塩粒子に含まれる塩化物イオンにより，外面から貫粒型応力腐食割れの発生が想定されるが，原子炉建屋内機器の塩分測定において代表箇所における定期的な目視点検及び塩分付着量測定を実施し，その結果により必要に応じて機器外面清掃及び浸透探傷検査を実施することとしている。

また，東海第二では工事における副資材管理でステンレス鋼への塩分付着を防止している。

したがって，弁箱（弁座一体型），弁ふたの貫粒型応力腐食割れは高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

k. 弁体の腐食（エロージョン）［残留熱除去海水系，高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機海水系の玉形弁共通］

代表機器と同様，内部流体の流れにより，弁体のシート面に腐食（エロージョン）が想定されるが，分解点検時の目視点検により状態を確認し，必要に応じて補修又は取替を実施することにより機能を維持している。

したがって，弁体の腐食（エロージョン）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

l. 弁箱，弁ふたの内面の腐食（全面腐食）［制御用圧縮空気系，試料採取系，可燃性ガス濃度制御系，重大事故等対処設備の玉形弁共通］

弁箱及び弁ふたは炭素鋼鋳鋼であり腐食が想定されるが，内面は窒素雰囲気であることから腐食が発生する可能性は小さい。

なお，分解点検時の目視点検において有意な腐食は確認されておらず，今後も使用環境が変わらないことから，これらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

重大事故等対処設備は新たに設置される機器であることから，上記同様，今後分解点検時の目視点検により状態を確認し，必要に応じて補修又は取替を実施することにより機能を維持することとしている。

したがって，弁箱，弁ふたの内面の腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

m. 弁箱（弁座一体型），弁体，弁座の摩耗［シート面にステライト肉盛されている玉形弁共通］

代表機器と同様，弁が開閉するとシート面で摺動することになるが，シート面には硬いステライトが肉盛されており，摩耗発生の可能性は小さい。

なお，分解点検時の目視点検において有意な摩耗は確認されておらず，今後も使用環境が変わらないことから，これらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

重大事故等対処設備は新たに設置される機器であることから，今後分解点検時の目視点検により状態を確認し，必要に応じて補修又は取替を実施することにより機能を維持することとしている。

したがって，弁箱（弁座一体型），弁体，弁座の摩耗は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

n. 弁棒の摩耗［共通］

代表機器と同様，弁棒はグランドパッキンと接触しているため，弁の開閉に伴うグランドパッキンとの摺動により摩耗が想定されるが，グランドパッキンの材質がテフロン又は黒鉛等に対して，弁棒はステンレス鋼又は黄銅であるため，これらの摺動による摩耗が発生する可能性は小さい。

なお，分解点検時の目視点検において有意な摩耗は確認されておらず，今後も使用環境に変化がないことから，これらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

重大事故等対処設備は新たに設置される機器であることから，今後分解点検時に目視点検を実施し，必要に応じて補修又は取替を行うことにより機能を維持することとしている。

したがって，弁棒の摩耗は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

o. 弁棒の疲労割れ［共通］

代表機器と同様，弁棒のバックシート部は角部を滑らかにし，設計上応力集中がかからないような構造としており発生応力を下げている。

また，電動弁及び空気作動弁については，バックシートが効く位置の手前でリミットスイッチが切れ，動作が止まるように設定されているため，弁棒及びバックシート部に過負荷は加わらない。

一部の電動弁では，全開位置をトルク切れによって調整しており，トルク設定値を高くすると，弁棒のバックシート部は常に高い応力がかかった状態となり，配管振動等による疲労が蓄積し，弁棒に疲労割れを起こすことが考えられるが，バックシートが効く程度の力で動作が止まるようトルク設定することにより，過大応力を抑制している。

手動弁については開操作時にバックシート部への過負荷が加わらないよう，全開操作後に若干戻す操作を行っている。

以上より，電動弁，空気作動弁及び手動弁について，弁棒の疲労割れが発生する可能性は小さい。

なお，分解点検時の目視点検及び浸透探傷検査において有意な割れは認められておらず，今後も使用環境が変わらないことから，これらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

重大事故等対処設備は新たに設置される機器であることから，今後分解点検時に目視点検及び浸透探傷検査を行うことにより機能を維持することとしている。

したがって，弁棒の疲労割れは高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

p. 弁箱（弁座一体型）（内面），弁ふた（内面），弁体，弁棒の腐食（全面腐食）［ほう酸水注入系玉形弁］

代表機器と同様，弁箱はステンレス鋳鋼，弁ふた，弁体，弁棒はステンレス鋼であり，内部流体は五ほう酸ナトリウム水であることから腐食が想定されるが，ステンレス鋼は五ほう酸ナトリウム水に対し耐食性を有していることから，腐食が発生する可能性は小さい。

なお，分解点検時の目視点検において腐食の状況を確認し，必要に応じ補修又は取替を行うことにより，機能を維持することとしている。

したがって，弁箱（弁座一体型）（内面），弁ふた（内面），弁体，弁棒の腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

q. 弁体，弁座の腐食（エロージョン）［シート面にステライト肉盛されている玉形弁共通］

代表機器と同様，内部流体の流れにより，弁体と弁座のシート面には腐食（エロージョン）が想定されるが，シート面には硬いステライトが肉盛されており，腐食（エロージョン）の発生する可能性は小さい。

なお，分解点検時の目視点検において有意な腐食（エロージョン）は確認されておらず，今後も使用環境が変わらないことから，これらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

重大事故等対処設備は新たに設置される機器であることから，今後分解点検時に目視点検を実施し，必要に応じて補修又は取替を行うことにより機能を維持することとしている。

したがって，弁体，弁座の腐食（エロージョン）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

(2) 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により，今後も経年劣化の進展が考えられない，又は進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外）

a. 弁箱，弁ふたの熱時効［原子炉冷却材浄化系，残留熱除去系の玉形弁共通］

代表機器と同様，弁箱，弁ふたに使用しているステンレス鋳鋼はオーステナイト相中に一部フェライト相を含む2相組織であり，使用環境温度は250℃以上（最高使用温度302℃）であるため，熱時効による材料特性の変化により破壊靭性の低下が予想され，この状態でき裂が存在する場合には小さな荷重でき裂が進展し，不安定破壊を引き起こす可能性があるが，弁箱，弁ふたには，き裂の原因となる経年劣化事象は想定されていない。

したがって，弁箱，弁ふたの熱時効は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

3. 逆止弁

［対象系統］

① 中性子計装系
② 制御棒駆動系
③ ほう酸水注入系
④ 残留熱除去系
⑤ 残留熱除去海水系
⑥ 高圧炉心スプレイ系
⑦ 低圧炉心スプレイ系
⑧ 原子炉隔離時冷却系
⑨ 原子炉系
⑩ 原子炉再循環系
⑪ 主蒸気隔離弁漏えい抑制系
⑫ 原子炉冷却材浄化系
⑬ 燃料プール冷却浄化系
⑭ 抽気系
⑮ 復水系
⑯ 給水系
⑰ 給水加熱器ドレン系
⑱ 非常用ディーゼル発電機海水系
⑲ 高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機海水系
⑳ 制御用圧縮空気系
㉑ 所内蒸気系
㉒ サプレッション・プール水 pH 制御装置
㉓ 重大事故等対処設備
㉔ 浸水防護施設

目次

1. 対象機器及び代表機器の選定..... 3-1
1.1 グループ化の考え方及び結果..... 3-1
1.2 代表機器の選定..... 3-1
2. 代表機器の技術評価..... 3-5
2.1 構造，材料及び使用条件..... 3-5
2.1.1 原子炉給水逆止弁..... 3-5
2.1.2 MSIV-LCS 共通ベント逆止弁..... 3-8
2.1.3 非常用ディーゼル発電機海水系出口逆止弁..... 3-11
2.1.4 原子炉再循環ポンプシールパージ内側逆止弁..... 3-14
2.1.5 SLC ポンプ出口逆止弁..... 3-17
2.1.6 逃がし安全弁（ADS）N2 供給管逆止弁..... 3-20
2.1.7 残留熱除去海水系ポンプ逆止弁..... 3-23
2.2 経年劣化事象の抽出..... 3-26
2.2.1 機器の機能達成に必要な項目..... 3-26
2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出..... 3-26
2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象..... 3-27
2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の評価..... 3-39
3. 代表機器以外への展開..... 3-43
3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象..... 3-44
3.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象..... 3-44

1. 対象機器及び代表機器の選定

東海第二で使用している主要な逆止弁の主な仕様を表 1-1 に示す。

これらの逆止弁を弁箱材料及び内部流体の観点からグループ化し，それぞれのグループより代表機器を選定した。

1.1 グループ化の考え方及び結果

弁箱材料及び内部流体を分類基準とし，逆止弁を表 1-1 に示すとおりグループ化する。

弁箱材料は炭素鋼，ステンレス鋼に分類され，内部流体は純水，蒸気，海水，五ほう酸ナトリウム水，ガスに分類される。

1.2 代表機器の選定

表 1-1 に分類されるグループ毎に，重要度，運転状態，最高使用温度，最高使用圧力及び口径の観点から代表機器を選定する。

(1) 純水系炭素鋼逆止弁（内部流体：純水，弁箱材料：炭素鋼）

このグループには，制御棒駆動系，残留熱除去系，原子炉冷却材浄化系，高圧炉心スプレイ系，低圧炉心スプレイ系，原子炉隔離時冷却系，原子炉系，復水系，給水系,給水加熱器ドレン系及び重大事故等対処設備が属するが，重要度が高く，運転状態の厳しい原子炉給水逆止弁を代表機器とする。

(2) 蒸気系炭素鋼逆止弁（内部流体：蒸気，弁箱材料：炭素鋼）

このグループには，原子炉隔離時冷却系，主蒸気隔離弁漏えい抑制系，抽気系，所内蒸気系及び重大事故等対処設備が属するが，重要度の高い MSIV-LCS 共通ベント逆止弁を代表機器とする。

(3) 海水系炭素鋼逆止弁（内部流体：海水，弁箱材料：炭素鋼）

このグループには，非常用ディーゼル発電機海水系，高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機海水系及び重大事故等対処設備が属するが，重要度が高い機器は，運転状態，最高使用温度，最高使用圧力，口径が同等であるため，系統流量の大きい非常用ディーゼル発電機海水系出口逆止弁を代表機器とする。

(4) 純水系ステンレス鋼逆止弁（内部流体：純水，弁箱材料：ステンレス鋼）

このグループには，制御棒駆動系，ほう酸水注入系，残留熱除去系，原子炉隔離時冷却系，原子炉再循環系，原子炉冷却材浄化系，燃料プール冷却浄化系及び重大事故等対処設備が属するが，重要度が高く，運転状態が厳しく，最高使用温度及び最高使用圧力の高い原子炉再循環ポンプシールパージ内側逆止弁を代表機器とする。

(5) 五ほう酸ナトリウム水系ステンレス鋼逆止弁（内部流体：五ほう酸ナトリウム水，弁箱材料：ステンレス鋼）

このグループは，ほう酸水注入系の SLC ポンプ出口逆止弁のみであるため，これを代表機器とする。

(6) ガス系ステンレス鋼逆止弁（内部流体：ガス，弁箱材料：ステンレス鋼）

このグループには，中性子計装系，原子炉系，制御用圧縮空気系，サプレッション・プール水 pH 制御装置及び重大事故等対処設備が属するが，重要度が高く，運転状態が厳しく，最高使用温度は同等であるため最高使用圧力の高い逃がし安全弁（ADS）N2 供給管逆止弁を代表機器とする。

(7) 海水系ステンレス鋼逆止弁（内部流体：海水，弁箱材料：ステンレス鋼）

このグループには，残留熱除去海水系及び浸水防護施設が属するが，重要度の高い残留熱除去海水系ポンプ逆止弁を代表機器とする。

表 1-1 (1/2)　逆止弁のグループ化及び代表機器の選定

分類基準		当該系統	選定基準					選定	代表機器／選定理由
					使用条件				
弁箱材料	内部流体		口径(A)	重要度*1	運転状態	最高使用圧力(MPa)	最高使用温度 (℃)		
炭素鋼	純水	制御棒駆動系	50	高*2	連続	12.06	66		原子炉給水逆止弁／重要度，運転状態
		残留熱除去系	25～450	PS-1/MS-1，重*3	一時	0.86～8.62	100～302		
		高圧炉心スプレイ系	25～600	PS-1/MS-1，重*3	一時	0.70～10.69	100～302		
		低圧炉心スプレイ系	25～400	PS-1/MS-1，重*3	一時	4.14～8.62	100～302		
		原子炉隔離時冷却系	25～200	PS-1/MS-1，重*3	一時	0.86～10.35	77～302		
		原子炉系	500	PS-1/MS-1	連続	8.62	302	◎	
		原子炉冷却材浄化系	100～150	PS-2	連続	9.80	302		
		復水系	500	高*2	連続	6.14	205		
		給水系	400～600	高*2	連続	15.51	233		
		給水加熱器ドレン系	80～400	高*2	連続	0.69～1.04	149～233		
		重大事故等対処設備*5	80～250	重*3	一時	1.37～10.70	66～174		
	蒸気	原子炉隔離時冷却系	80～350	高*2，重*3	一時	1.04	135		MSIV-LCS 共通ベント逆止弁／重要度
		主蒸気隔離弁漏えい抑制系	100	MS-1	一時	8.62	302	◎	
		抽気系	350	高*2	連続	1.81	210		
		所内蒸気系	150	高*2	連続	0.96	183		
		重大事故等対処設備*5	350	重*3	一時	1.04	135		
	海水	非常用ディーゼル発電機海水系	250	MS-1，重*3	一時	0.70	38～66	◎	非常用ディーゼル発電機海水系出口逆止弁／重要度，運転状態，最高使用温度，最高使用圧力，口径，容量*4
		高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機海水系	250	MS-1，重*3	一時	0.70	38～66		
		重大事故等対処設備*5	150～350	重*3	一時	0.98～3.45	38～66		

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す
*2：最高使用温度が 95 ℃を超え，又は最高使用圧力が 1,900 kPa を超える環境下にある原子炉格納容器外の重要度クラス 3 の機器
*3：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す
*4：選定基準が同一であることから，ポンプ容量の大きい系統を選定
　　非常用ディーゼル発電機海水ポンプ：272.6 m^3/h，高圧炉心スプレイディーゼル冷却系海水系ポンプ：232.8 m^3/h
*5：新規に設置される機器及び構造物を示す

表 1-1 (2/2)　逆止弁のグループ化及び代表機器の選定

分類基準		当該系統	選定基準					選定	代表機器／選定理由
					使用条件				
弁箱材料	内部流体		口径(A)	重要度*1	運転状態	最高使用圧力(MPa)	最高使用温度 (℃)		
ステンレス鋼	純水	制御棒駆動系	25	高*2	連続	12.06	66		原子炉再循環ポンプシールパージ内側逆止弁／重要度，運転状態，最高使用温度，最高使用圧力
		ほう酸水注入系	40	MS-1，重*3	一時	9.66	302		
		残留熱除去系	150～300	PS-1/MS-1，重*3	一時	8.62～10.69	302		
		原子炉隔離時冷却系	150	PS-1/MS-1，重*3	一時	8.62	302		
		原子炉再循環系	20	MS-1	連続	12.06	302	◎	
		原子炉冷却材浄化系	20～150	PS-2	連続	9.80	66～302		
		燃料プール冷却浄化系	65	MS-2	連続	1.38	66		
		重大事故等対処設備*4	25～50	重*3	一時	0.62～2.5	200		
	五ほう酸ナトリウム水	ほう酸水注入系	40	MS-1，重*3	一時	9.66	66	◎	SLC ポンプ出口逆止弁
	ガス	中性子計装系	20	MS-1	一時	0.31	171		逃がし安全弁（ADS）N2 供給管逆止弁／重要度，運転状態，最高使用温度，最高使用圧力
		原子炉系	15	MS-1，重*3	連続	0.86～1.38	66	◎	
		制御用圧縮空気系	50	重*3	一時	1.38	66		
		サプレッション・プール水 pH 制御装置*4	80	MS-1	一時	0.31	171		
		重大事故等対処設備*4	50	重*3	一時	0.3～0.86	66～200		
	海水	残留熱除去海水系	350	MS-1，重*3	一時	3.45	38	◎	残留熱除去海水系ポンプ逆止弁／重要度
		浸水防護施設*4	80～100	設*5	一時	0.20	38		

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す
*2：最高使用温度が 95 ℃を超え，又は最高使用圧力が 1,900 kPa を超える環境下にある原子炉格納容器外の重要度クラス 3 の機器
*3：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す
*4：新規に設置される機器及び構造物を示す
*5：設計基準対象施設として評価対象とした機器及び構造物であることを示す

2. 代表機器の技術評価

本章では，１章で代表機器とした７台の弁について技術評価を実施する。

① 原子炉給水逆止弁
② MSIV-LCS 共通ベント逆止弁
③ 非常用ディーゼル発電機海水系出口逆止弁
④ 原子炉再循環ポンプシールパージ内側逆止弁
⑤ SLC ポンプ出口逆止弁
⑥ 逃がし安全弁（ADS）N2 供給管逆止弁
⑦ 残留熱除去海水系ポンプ逆止弁

2.1 構造，材料及び使用条件

2.1.1 原子炉給水逆止弁

(1) 構造

東海第二の原子炉給水逆止弁は，口径が 500A，最高使用圧力 8.62 MPa，最高使用温度 302 ℃のチルチング型逆止弁で，2 台設置されている。

弁本体は，純水を内包する耐圧部（弁箱，弁ふた，ジョイントボルト・ナット），純水を仕切る隔離部（弁体，弁座）及び弁体の支持部（弁棒）からなる。

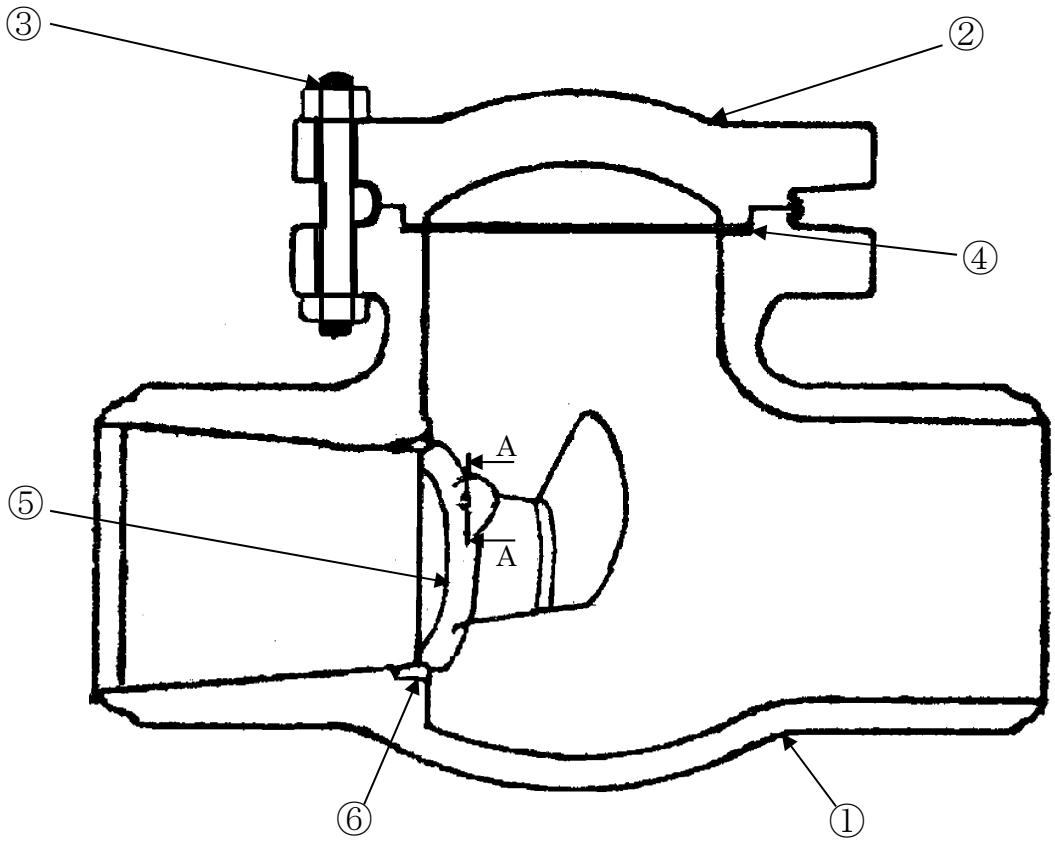
純水に接する弁箱，弁ふた，弁体は炭素鋼鋳鋼を使用している。

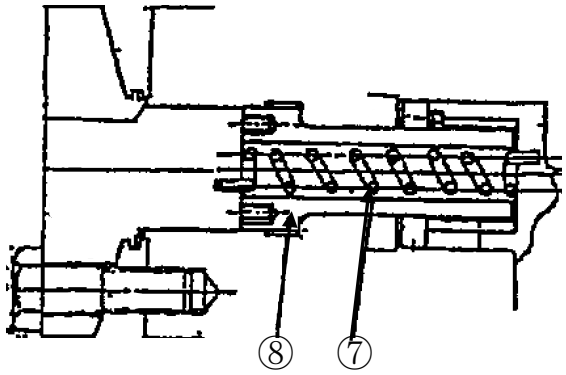
なお，当該弁については，ジョイントボルト・ナットを取外すことにより，弁内部の点検手入れが可能である。

東海第二の原子炉給水逆止弁の構造図を図 2.1-1 に示す。

(2) 材料及び使用条件

東海第二の原子炉給水逆止弁主要部位の使用材料を表 2.1-1 に，使用条件を表 2.1-2 に示す。





A－A 断面詳細

No.	部位
①	弁箱
②	弁ふた
③	ジョイントボルト・ナット
④	ガスケット
⑤	弁体
⑥	弁座
⑦	スプリング
⑧	弁棒

図 2.1-1　原子炉給水逆止弁構造図

表 2.1-1　原子炉給水逆止弁主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
バウンダリの維持	耐圧	弁箱	炭素鋼鋳鋼
		弁ふた	炭素鋼鋳鋼
		ジョイントボルト・ナット	低合金鋼
	シール	ガスケット	（消耗品）
隔離機能の維持	隔離	弁体	炭素鋼鋳鋼（ステライト肉盛）
		弁座	炭素鋼（ステライト肉盛）
		スプリング	インコネル
作動機能の維持	作動支持	弁棒	ステンレス鋼

表 2.1-2　原子炉給水逆止弁の使用条件

最高使用圧力	8.62 MPa
最高使用温度	302 ℃
内部流体	純水

2.1.2 MSIV-LCS 共通ベント逆止弁

(1) 構造

東海第二の MSIV-LCS 共通ベント逆止弁は，口径 100A，最高使用圧力 8.62 MPa，最高使用温度 302 ℃のスイング型逆止弁で，2 台設置されている。

弁本体は蒸気を内包する耐圧部（弁箱（弁座一体型），弁ふた，ジョイントボルト・ナット），蒸気を仕切る隔離部（弁体）及び弁体を作動させる駆動力伝達部（アーム，弁棒）からなる。

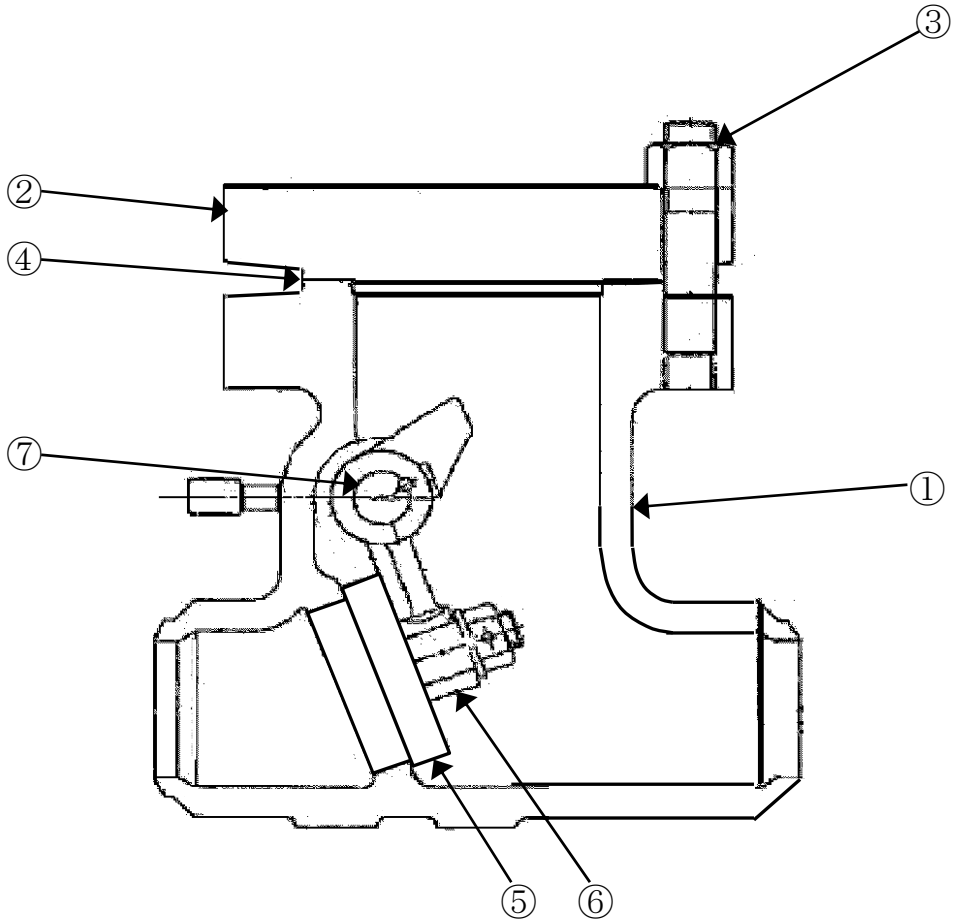
蒸気に接する弁箱（弁座一体型）及びアームには炭素鋼鋳鋼，弁ふた及び弁体には炭素鋼が使用されている。

なお，当該弁は，ジョイントボルト・ナットを取外すことにより，弁内部の点検手入れが可能である。

東海第二の MSIV-LCS 共通ベント逆止弁の構造図を図 2.1-2 に示す。

(2) 材料及び使用条件

東海第二の MSIV-LCS 共通ベント逆止弁主要部位の使用材料を表 2.1-3 に，使用条件を表 2.1-4 に示す。



No.	部位
①	弁箱（弁座一体型）
②	弁ふた
③	ジョイントボルト・ナット
④	ガスケット
⑤	弁体
⑥	アーム
⑦	弁棒

図 2.1-2　MSIV-LCS 共通ベント逆止弁構造図

表 2.1-3　MSIV-LCS 共通ベント逆止弁主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
バウンダリの維持	耐圧	弁箱（弁座一体型）	炭素鋼鋳鋼（ステライト肉盛）
		弁ふた	炭素鋼
		ジョイントボルト・ナット	低合金鋼
	シール	グランドパッキン	（消耗品）
		ガスケット	（消耗品）
隔離機能の維持	隔離	弁体	炭素鋼（ステライト肉盛）
作動機能の維持	駆動力伝達	アーム	炭素鋼鋳鋼
		弁棒	ステンレス鋼

表 2.1-4　MSIV-LCS 共通ベント逆止弁の使用条件

最高使用圧力	8.62 MPa
最高使用温度	302 ℃
内部流体	蒸気

2.1.3 非常用ディーゼル発電機海水系出口逆止弁

(1) 構造

東海第二の非常用ディーゼル発電機海水系出口逆止弁は口径 250A，最高使用圧力 0.70 MPa，最高使用温度 66 ℃のスイング型逆止弁で，2 台設置されている。

弁本体は，海水を内包する耐圧部（弁箱（弁座一体型），弁ふた，ジョイントボルト・ナット），海水を仕切る隔離部（弁体（アーム一体型））及び弁体（アーム一体型）の支持部（弁棒）からなる。

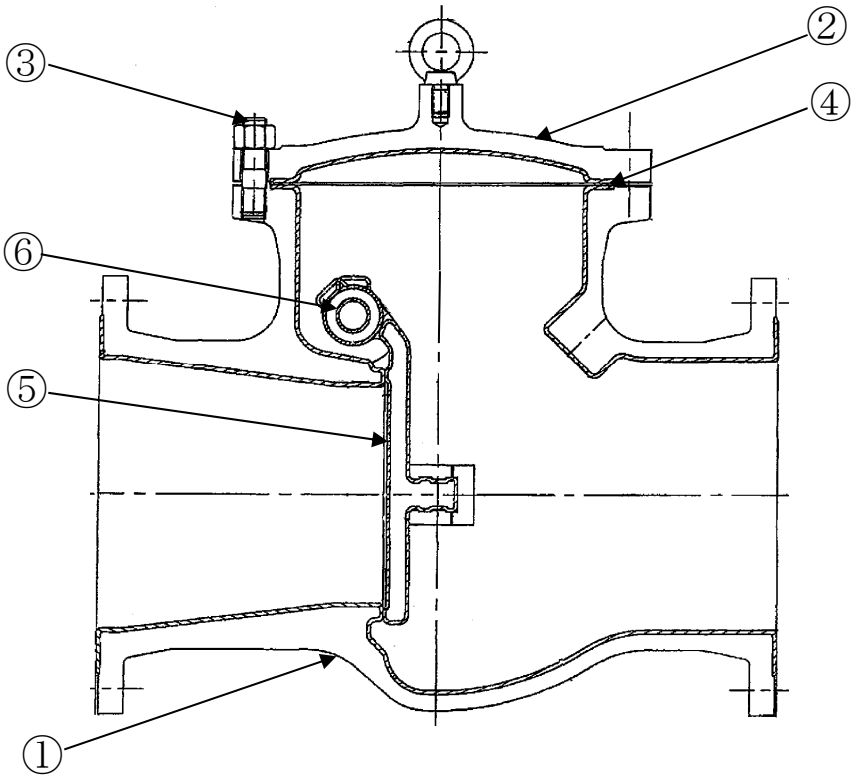
海水に接する弁箱（弁座一体型），弁ふた，弁体（アーム一体型）には炭素鋼鋳鋼，弁棒にはステンレス鋼が使用されており，接液部にはフッ素樹脂ライニングが施されている。

なお，当該弁は，ジョイントボルト・ナットを取外すことにより，弁内部の点検手入れが可能である。

東海第二の非常用ディーゼル発電機海水系出口逆止弁の構造図を図 2.1-3 に示す。

(2) 材料及び使用条件

東海第二の非常用ディーゼル発電機海水系出口逆止弁主要部位の使用材料を表 2.1-5 に，使用条件を表 2.1-6 に示す。



No.	部位
①	弁箱（弁座一体型）
②	弁ふた
③	ジョイントボルト・ナット
④	ガスケット
⑤	弁体（アーム一体型）
⑥	弁棒

図 2.1-3　非常用ディーゼル発電機海水系出口逆止弁構造図

表 2.1-5　非常用ディーゼル発電機海水系出口逆止弁主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
バウンダリの維持	耐圧	弁箱（弁座一体型）	炭素鋼鋳鋼（フッ素樹脂ライニング）
		弁ふた	炭素鋼鋳鋼（フッ素樹脂ライニング）
		ジョイントボルト・ナット	低合金鋼
	シール	ガスケット	（消耗品）
隔離機能の維持	隔離	弁体（アーム一体型）	炭素鋼鋳鋼（フッ素樹脂ライニング）
作動機能の維持	作動支持	弁棒	ステンレス鋼（フッ素樹脂ライニング）

表 2.1-6　非常用ディーゼル発電機海水系出口逆止弁の使用条件

最高使用圧力	0.70 MPa
最高使用温度	66 ℃
内部流体	海水

2.1.4 原子炉再循環ポンプシールパージ内側逆止弁

(1) 構造

東海第二の原子炉再循環ポンプシールパージ内側逆止弁は，口径 20A，最高使用圧力 12.06 MPa，最高使用温度 302 ℃のリフト型逆止弁で，2 台設置されている。

弁本体は，純水を内包する耐圧部（弁箱（弁座一体型），弁ふた（リテーナ付）），純水を仕切る隔離部（弁箱（弁座一体型），弁体）からなる。

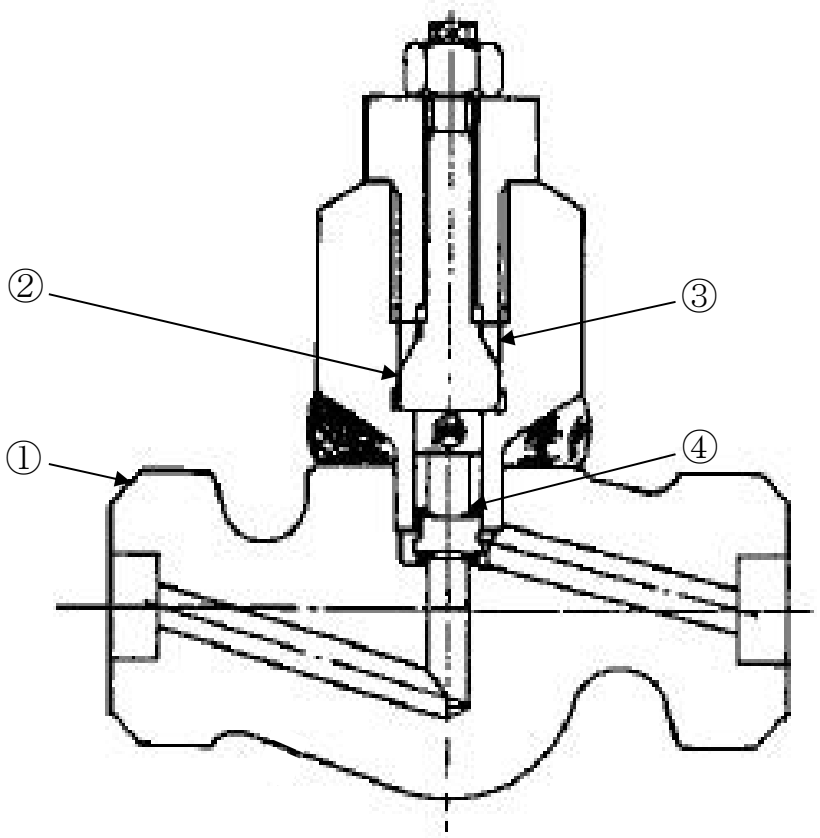
純水に接する弁箱（弁座一体型），弁ふた（リテーナ付），弁体にはステンレス鋼が使用されている。

なお，当該弁は，弁ふた（リテーナ付）を取外すことにより，弁内部の点検手入れが可能である。

東海第二の原子炉再循環ポンプシールパージ内側逆止弁の構造図を図 2.1-4 に示す。

(2) 材料及び使用条件

東海第二の原子炉再循環ポンプシールパージ内側逆止弁主要部位の使用材料を表 2.1-7 に，使用条件を表 2.1-8 に示す。



No.	部位
①	弁箱（弁座一体型）
②	弁ふた（リテーナ付）
③	ガスケット
④	弁体

図 2.1-4　原子炉再循環ポンプシールパージ内側逆止弁構造図

表 2.1-7　原子炉再循環ポンプシールパージ内側逆止弁主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
バウンダリの維持	耐圧	弁箱（弁座一体型）	ステンレス鋼（ステライト肉盛）
		弁ふた（リテーナ付）	ステンレス鋼
	シール	ガスケット	（消耗品）
隔離機能の維持	隔離	弁体	ステンレス鋼（ステライト肉盛）

表 2.1-8　原子炉再循環ポンプシールパージ内側逆止弁の使用条件

最高使用圧力	12.06 MPa
最高使用温度	302 ℃
内部流体	純水

2.1.5 SLC ポンプ出口逆止弁

(1) 構造

東海第二の SLC ポンプ出口逆止弁は，口径 40A，最高使用圧力 9.66 MPa，最高使用温度 66 ℃のリフト型逆止弁で，2 台設置されている。

弁本体は，五ほう酸ナトリウム水を内包する耐圧部（弁箱（弁座一体型），弁ふた，ジョイントボルト・ナット），五ほう酸ナトリウム水を仕切る隔離部（弁箱（弁座一体型），弁体，スプリング）からなる。

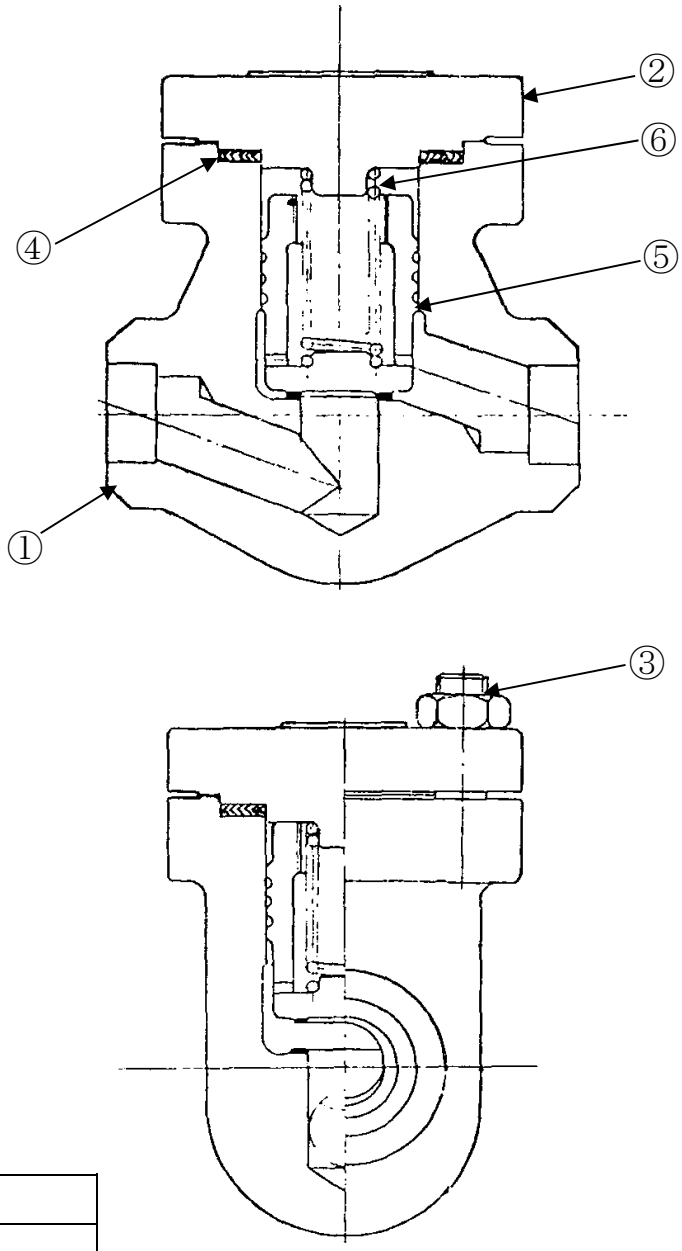
五ほう酸ナトリウム水に接する弁箱（弁座一体型），弁ふた，弁体にはステンレス鋼が使用されている。

なお，当該弁は，ジョイントボルト・ナットを取外すことにより，弁内部の点検手入れが可能である。

東海第二の SLC ポンプ出口逆止弁の構造図を図 2.1-5 に示す。

(2) 材料及び使用条件

東海第二の SLC ポンプ出口逆止弁主要部位の使用材料を表 2.1-9 に，使用条件を表 2.1-10 に示す。



No.	部位
①	弁箱（弁座一体型）
②	弁ふた
③	ジョイントボルト・ナット
④	ガスケット
⑤	弁体
⑥	スプリング

図 2.1-5　SLC ポンプ出口逆止弁構造図

表 2.1-9　SLC ポンプ出口逆止弁主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
バウンダリの維持	耐圧	弁箱（弁座一体型）	ステンレス鋼（ステライト肉盛）
		弁ふた	ステンレス鋼
		ジョイントボルト・ナット	低合金鋼・炭素鋼
	シール	ガスケット	（消耗品）
隔離機能の維持	隔離	弁体	ステンレス鋼（ステライト肉盛）
		スプリング	ステンレス鋼

表 2.1-10　SLC ポンプ出口逆止弁の使用条件

最高使用圧力	9.66 MPa
最高使用温度	66 ℃
内部流体	五ほう酸ナトリウム水

2.1.6 逃がし安全弁（ADS）N2 供給管逆止弁

(1) 構造

東海第二の逃がし安全弁(ADS)N2 供給管逆止弁は口径 15A,最高使用圧力 1.38 MPa,最高使用温度 66 ℃のリフト型逆止弁で，7 台設置されている。

弁本体は，ガス（窒素）を内包する耐圧部（弁箱（弁座一体型），弁ふた，ジョイントボルト・ナット），ガスを仕切る隔離部（弁箱（弁座一体型），弁体）からなる。

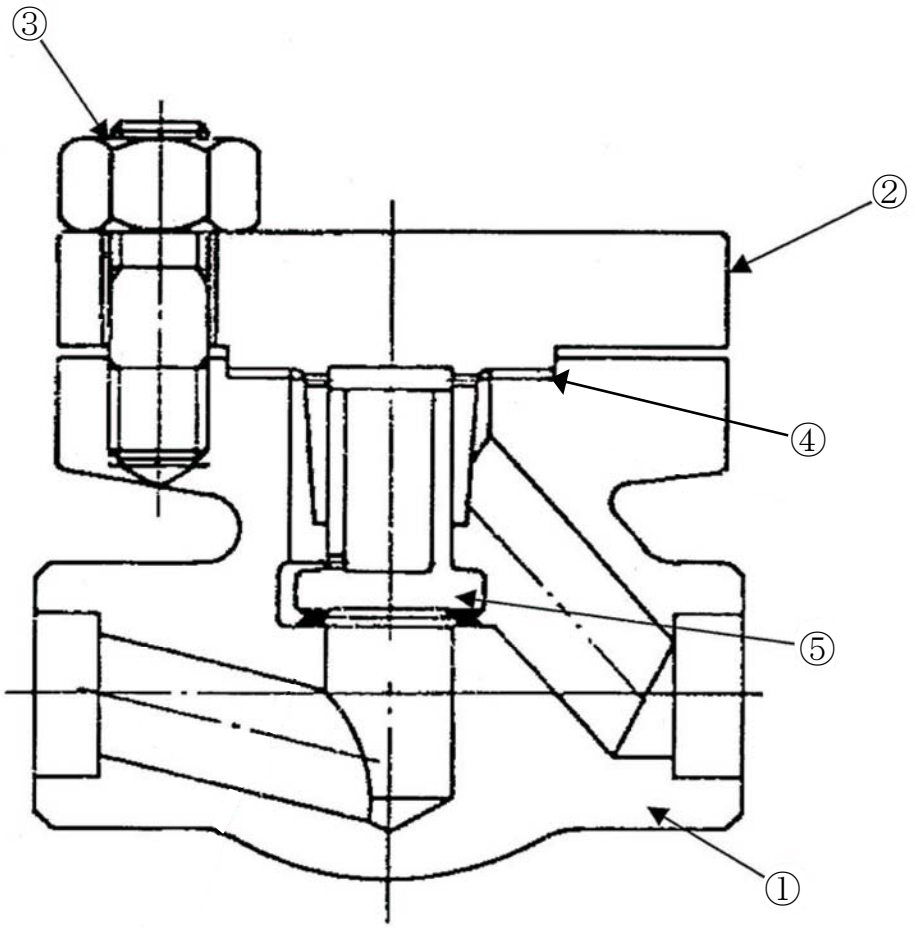
ガスに接する弁箱（弁座一体型），弁ふた，弁体にはステンレス鋼が使用されている。

なお，当該弁は，ジョイントボルト・ナットを取外すことにより，弁内部の点検手入れが可能である。

東海第二の逃がし安全弁（ADS）N2 供給管逆止弁の構造図を図 2.1-6 に示す。

(2) 材料及び使用条件

東海第二の逃がし安全弁（ADS）N2 供給管逆止弁主要部位の使用材料を表 2.1-11 に，使用条件を表 2.1-12 に示す。



No.	部位
①	弁箱（弁座一体型）
②	弁ふた
③	ジョイントボルト・ナット
④	ガスケット
⑤	弁体

図 2.1-6　逃がし安全弁（ADS）N2 供給管逆止弁構造図

表 2.1-11　逃がし安全弁（ADS）N2 供給管逆止弁主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
バウンダリの維持	耐圧	弁箱（弁座一体型）	ステンレス鋼（ステライト肉盛）
		弁ふた	ステンレス鋼
		ジョイントボルト・ナット	低合金鋼
	シール	ガスケット	（消耗品）
隔離機能の維持	隔離	弁体	ステンレス鋼（ステライト肉盛）

表 2.1-12　逃がし安全弁（ADS）N2 供給管逆止弁の使用条件

最高使用圧力	1.38 MPa
最高使用温度	66 ℃
内部流体	ガス(窒素)

2.1.7 残留熱除去海水系ポンプ逆止弁

(1) 構造

東海第二の残留熱除去海水系ポンプ逆止弁は，口径 350A，最高使用圧力 3.45 MPa，最高使用温度 38 ℃のスイング型逆止弁で，4 台設置されている。

弁本体は，海水を内包する耐圧部（弁箱，弁ふた，ジョイントボルト・ナット），海水を仕切る隔離部（弁体，弁座）及び弁体の支持部（アーム，弁棒）からなる。

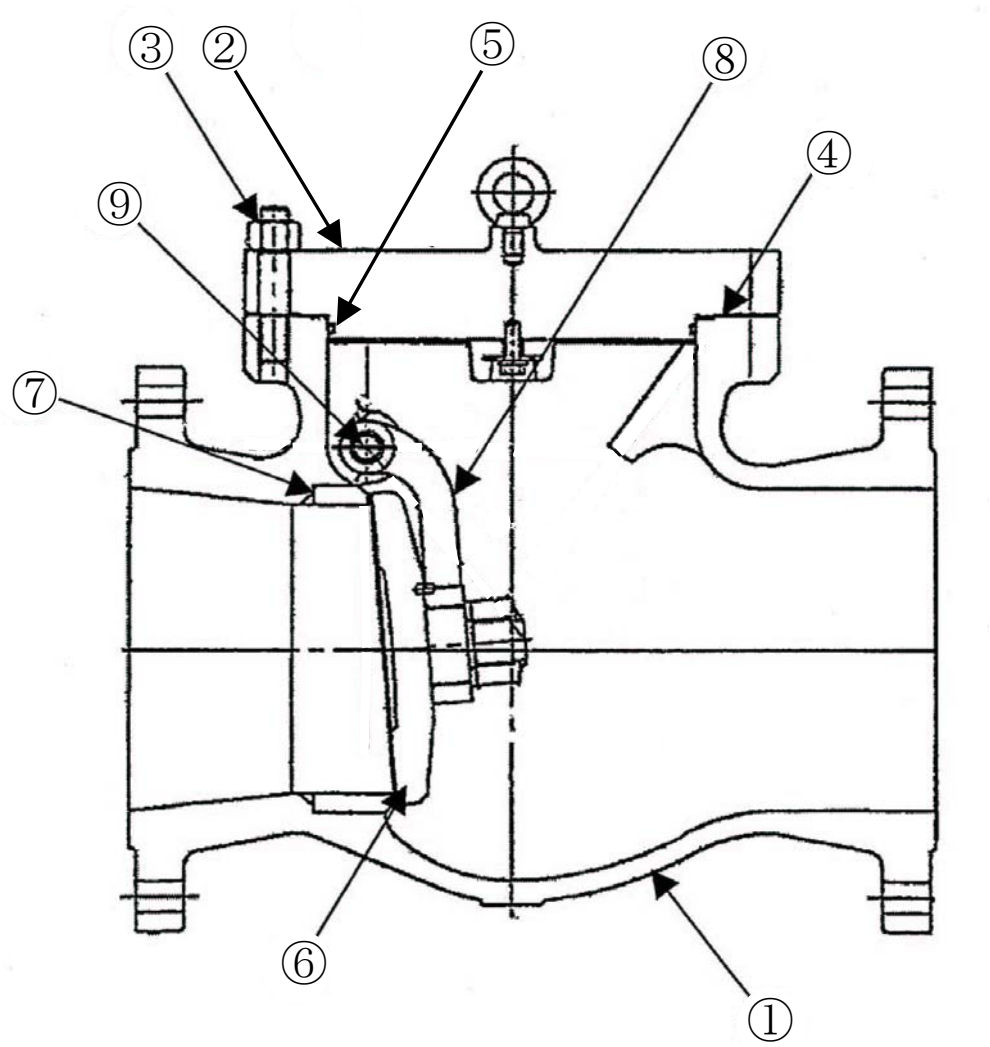
海水に接する弁箱にはステンレス鋳鋼，弁ふた，弁体，弁座，アームにはステンレス鋼が使用されている。

なお，当該弁は，ジョイントボルト・ナットを取外すことにより，弁内部の点検手入れが可能である。

東海第二の残留熱除去海水系ポンプ逆止弁の構造図を図 2.1-7 に示す。

(2) 材料及び使用条件

東海第二の残留熱除去海水系ポンプ逆止弁主要部位の使用材料を表 2.1-13 に，使用条件を表 2.1-14 に示す。



No.	部位
①	弁箱
②	弁ふた
③	ジョイントボルト・ナット
④	ガスケット
⑤	0 リング
⑥	弁体
⑦	弁座
⑧	アーム
⑨	弁棒

図 2.1-7　残留熱除去海水系ポンプ逆止弁構造図

表 2.1-13　残留熱除去海水系ポンプ逆止弁主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
バウンダリの維持	耐圧	弁箱	ステンレス鋳鋼
		弁ふた	ステンレス鋼
		ジョイントボルト・ナット	低合金鋼
	シール	ガスケット	（消耗品）
		0 リング	（消耗品）
隔離機能の維持	隔離	弁体	ステンレス鋼（ステライト肉盛）
		弁座	ステンレス鋼（ステライト肉盛）
作動機能の維持	作動支持	アーム	ステンレス鋼
		弁棒	ステンレス鋼

表 2.1-14　残留熱除去海水系ポンプ逆止弁の使用条件

最高使用圧力	3.45 MPa
最高使用温度	38 ℃
内部流体	海水

2.2 経年劣化事象の抽出

2.2.1 機器の機能達成に必要な項目

逆止弁の機能である逆流防止機能の達成に必要な項目は以下のとおり。

(1) バウンダリの維持

(2) 隔離機能の維持

(3) 作動機能の維持

2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

(1) 想定される経年劣化事象の抽出

逆止弁について，機能達成に必要な項目を考慮して主要部位に展開した上で，個々の部位の材料，構造，使用条件（内部流体の種類，圧力，温度等）及び現在までの運転経験を考慮し，表 2.2-1 に示すとおり，想定される経年劣化事象を抽出した（表 2.2-1 で○又は△，▲）。

なお，消耗品及び定期取替品は以下のとおり評価対象外とする。

(2) 消耗品及び定期取替品の扱い

ガスケット，0 リング及びグランドパッキンは消耗品であり，設計時に長期間使用せず取替を前提としていることから高経年化対策を見極める上での評価対象外とする。

(3) 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

想定される経年劣化事象のうち下記①，②に該当しない事象を高経年化対策上着目すべき経年劣化事象と判断した。

なお，下記①，②に該当する事象については，2.2.3 項に示すとおり，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断した。

① 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって，想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象として表 2.2-1 で△）

② 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により，今後も経年劣化の進展が考えられない，又は進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外として表 2.2-1 で▲）

この結果，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象として以下の事象が抽出された（表 2.2-1 で○）。

a. 弁箱の疲労割れ［原子炉給水逆止弁］

2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

(1) 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって，想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象）

a. 弁箱，弁ふたの外面の腐食（全面腐食）［原子炉給水逆止弁，MSIV-LCS 共通ベント逆止弁］

弁箱，弁ふたは炭素鋼鋳鋼又は炭素鋼であり，腐食が想定されるが，大気接触部は塗装が施されていることから，塗膜が健全であれば腐食が発生する可能性は小さく，分解点検時に目視点検を行い，必要に応じて補修塗装することにより機能を維持している。

したがって，弁箱，弁ふたの外面の腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

b. 弁箱，弁ふた，弁体，弁座の腐食（流れ加速型腐食）［原子炉給水逆止弁］

弁箱，弁ふた，弁体，弁座は炭素鋼鋳鋼又は炭素鋼であり，内部流体が純水又は蒸気であるため腐食（流れ加速型腐食）が想定されるが，分解点検時の目視点検において有意な腐食（流れ加速型腐食）がないことを確認しており，必要に応じて補修又は取替を行うことにより機能を維持している。

したがって，弁箱，弁ふた，弁体，弁座の腐食（流れ加速型腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

c. 弁箱，弁ふた，弁体，アームの腐食（流れ加速型腐食）［MSIV-LCS 共通ベント逆止弁］

弁箱，弁ふた，弁体，アームは炭素鋼鋳鋼又は炭素鋼であり，内部流体が純水又は蒸気であるため腐食（流れ加速型腐食）が想定されるが，分解点検時の目視点検において有意な腐食（流れ加速型腐食）がないことを確認しており，必要に応じて補修又は取替を行うことにより機能を維持している。

したがって，弁箱，弁ふた，弁体，アームの腐食（流れ加速型腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

d. ジョイントボルト・ナットの腐食（全面腐食）［原子炉給水逆止弁，MSIV-LCS 共通ベント逆止弁，非常用ディーゼル発電機海水系出口逆止弁，SLC ポンプ出口逆止弁，逃がし安全弁（ADS）N2 供給管逆止弁，残留熱除去海水系ポンプ逆止弁］

ジョイントボルト・ナットは低合金鋼又は炭素鋼であり腐食が想定されるが，分解点検時に手入れ・清掃を行うことにより機能を維持することとしている。

したがって，ジョイントボルト・ナットの腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

e. 弁体，弁棒の摩耗［原子炉給水逆止弁］

弁体，弁棒は，弁の作動に伴い摺動部に摩耗が想定される。

当該逆止弁は，平成 14 年 3 月の落雷による原子炉トリップ後の原子炉起動中において，弁体シート面の摩耗により開動作しない事象が発生した。

対策として，分解点検時の目視点検に加え，シート面ラッピング及び面粗さ測定を実施することにより機能を維持している。

したがって，弁体，弁棒の摩耗は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

f. アーム，弁棒，弁体の摩耗［MSIV-LCS 共通ベント逆止弁，残留熱除去海水系ポンプ逆止弁］

スイング型逆止弁は，アームと弁体連結部を固定しているナットがゆるんだ場合にアームと弁体連結部に摩耗が想定されるが，分解点検時にナットの廻り止めの健全性を確認している。

弁棒，アームについては，弁作動時の摺動により摩耗が想定されるが，分解点検時の目視点検により，有意な摩耗が確認された場合は，必要に応じて補修または取替を行うことにより機能を維持している。

したがって，アーム，弁体，弁棒の摩耗は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

g. 弁体，弁棒の摩耗［非常用ディーゼル発電機海水系出口逆止弁］

弁体，弁棒は，弁作動時の摺動により摩耗が想定されるが，分解点検時の目視点検により，有意な摩耗が確認された場合は，必要に応じて補修または取替を行うことにより機能を維持することとしている。

したがって，弁体，弁棒の摩耗は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

h. 弁箱，弁ふたの外面の腐食（全面腐食）［非常用ディーゼル発電機海水系出口逆止弁］

弁箱，弁ふたは炭素鋼鋳鋼であり腐食が想定されるが，大気接触部は塗装が施されており，塗膜が健全であれば腐食が発生する可能性は小さく，分解点検時に目視点検を行い，必要に応じて補修塗装することにより機能を維持することとしている。

したがって，弁箱，弁ふたの外面の腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

i. 弁箱（内面），弁ふた（内面），弁体，弁棒の腐食（全面腐食）［非常用ディーゼル発電機海水系出口逆止弁］

弁箱，弁ふた，弁体は炭素鋼鋳鋼，弁棒はステンレス鋼であり腐食が想定されるが，海水接液部にはフッ素樹脂ライニングが施されており，フッ素樹脂ライニングが健全であれば腐食が発生する可能性は小さく，分解点検時に目視点検を行い，必要に応じて補修することにより機能を維持することとしている。

したがって，弁箱（内面），弁ふた（内面），弁体，弁棒の腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

j. 弁箱，弁ふたの貫粒型応力腐食割れ［原子炉再循環ポンプシールパージ内側逆止弁，SLC ポンプ出口逆止弁，逃がし安全弁（ADS）N2 供給管逆止弁］

弁箱，弁ふたはステンレス鋼であり，大気中の海塩粒子に含まれる塩化物イオンにより，外面から貫粒型応力腐食割れの発生が想定されるが，原子炉建屋内機器の塩分測定において，代表箇所における定期的な目視点検及び付着塩分量測定を実施し，その結果により必要に応じ機器外面清掃及び浸透探傷検査を実施することとしている。

また，東海第二では工事における副資材管理でステンレス鋼への塩分付着を防止している。

したがって，弁箱，弁ふたの貫粒型応力腐食割れは高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

k. 弁箱，弁ふた，弁体の粒界型応力腐食割れ［原子炉再循環ポンプシールパージ内側逆止弁］

弁箱，弁ふた，弁体はステンレス鋼であり粒界型応力腐食割れの発生が想定されるが，分解点検時の目視点検において，有意な欠陥が確認された場合，補修又は取替を行うことにより機能を維持している。

したがって，弁箱，弁ふた，弁体の粒界型応力腐食割れは高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

l. 弁箱，弁ふた，弁体，弁座，アーム，弁棒の腐食（孔食・隙間腐食）［残留熱除去海水系ポンプ逆止弁］

弁箱はステンレス鋳鋼，弁ふた，弁体，弁座，アーム，弁棒はステンレス鋼であり，海水接液部については，腐食（孔食・隙間腐食）が想定されるが，分解点検時の目視点検において腐食（孔食・隙間腐食）の状況を確認し，必要に応じて補修又は取替を実施することにより機能を維持している。

したがって，弁箱，弁ふた，弁体，弁座，アーム，弁棒の腐食（孔食・隙間腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

m. 弁体の摩耗［原子炉再循環ポンプシールパージ内側逆止弁，SLCポンプ出口逆止弁，逃がし安全弁（ADS）N2供給管逆止弁］

弁体の摺動部は，弁の開閉による摩耗が想定されるが，摺動荷重は加わらず，有意な摩耗が発生する可能性はない。

なお，分解点検時の目視点検において有意な摩耗は認められておらず，今後も使用環境が変わらないことから，これらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，弁体の摩耗は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

n. 弁箱（内面），弁ふた（内面），弁体，スプリングの腐食（全面腐食）［SLC ポンプ出口逆止弁］

弁箱，弁ふた，弁体，スプリングはステンレス鋼であり，内部流体が五ほう酸ナトリウム水であることから腐食が想定されるが，ステンレス鋼は五ほう酸ナトリウム水に対し耐食性を有していることから，腐食が発生する可能性は小さい。

なお，分解点検時の目視点検において有意な腐食は認められておらず，今後も使用環境が変わらないことから，これらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，弁箱（内面），弁ふた（内面），弁体，スプリングの腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

o. 弁体の固着［原子炉再循環ポンプシールパージ内側逆止弁，SLC ポンプ出口逆止弁，逃がし安全弁（ADS）N2 供給管逆止弁］

リフト型逆止弁は，過去の国外プラントにおいて，系統で発生した腐食生成物が弁体と弁体摺動部の隙間に堆積したことによる弁体の固着事例が確認されているが，東海第二においては腐食生成物の発生する環境では使用していないため，弁体が固着する可能性は小さい。

なお，分解点検時において固着は認められておらず，今後も使用環境が変わらないことから，これらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，弁体の固着は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

(2) 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により，今後も経年劣化の進展が考えられない，又は進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外）

a. スプリングのへたり［スプリングのある逆止弁共通］

スプリングは，常時応力がかかった状態で使用されるためへたりが想定されるが，スプリング使用時のねじり応力が許容ねじり応力以下になるように設定されており，さらにスプリングの材料に対する推奨最高使用温度よりも実際の使用温度は低いことから，へたりが進行する可能性はない。

したがって，スプリングのへたりは高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

表 2.2-1（1/7）　原子炉給水逆止弁に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考
					減肉		割れ		材質変化		その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
バウンダリの維持	耐圧	弁箱		炭素鋼鋳鋼		△*2*3	○					*1:ステライト肉盛 *2:流れ加速型腐食 *3:外面 *4:へたり
		弁ふた		炭素鋼鋳鋼		△*2*3						
		ジョイントボルト・ナット		低合金鋼		△						
	シール	ガスケット	◎	―								
隔離機能の維持	隔離	弁体		炭素鋼鋳鋼*1	△	△*2						
		弁座		炭素鋼*1		△*2						
		スプリング		インコネル							▲*4	
作動機能の維持	作動支持	弁棒		ステンレス鋼	△							

○：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

▲：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象以外）

表 2.2-1 (2/7)　MSIV-LCS 共通ベント逆止弁に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考
					減肉		割れ		材質変化		その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
バウンダリの維持	耐圧	弁箱（弁座一体型）		炭素鋼鋳鋼*1		△*2*3						*1:ステライト肉盛 *2:流れ加速型腐食 *3:外面
		弁ふた		炭素鋼		△*2*3						
		ジョイントボルト・ナット		低合金鋼		△						
	シール	グランドパッキン	◎	―								
		ガスケット	◎	―								
隔離機能の維持	隔離	弁体		炭素鋼*1	△	△*2						
作動機能の維持	駆動力伝達	アーム		炭素鋼鋳鋼	△	△*2						
		弁棒		ステンレス鋼	△							

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表 2.2-1（3/7）　非常用ディーゼル発電機海水系出口逆止弁に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考
					減肉		割れ		材質変化		その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
バウンダリの維持	耐圧	弁箱（弁座一体型）		炭素鋼鋳鋼*1		△*2*3						*1:フッ素樹脂ライニング *2:外面 *3:内面
		弁ふた		炭素鋼鋳鋼*1		△*2*3						
		ジョイントボルト・ナット		低合金鋼		△						
	シール	ガスケット	◎	－								
隔離機能の維持	隔離	弁体（アーム一体型）		炭素鋼鋳鋼*1	△	△						
作動機能の維持	作動支持	弁棒		ステンレス鋼*1	△	△						

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表 2.2-1（4/7）　原子炉再循環ポンプシールパージ内側逆止弁に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考
					減肉		割れ		材質変化		その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
バウンダリの維持	耐圧	弁箱（弁座一体型）		ステンレス鋼*1				△*2*3				*1:ステライト肉盛 *2:貫粒型応力腐食割れ *3:粒界型応力腐食割れ *4:固着
		弁ふた（リテーナ付）		ステンレス鋼				△*2*3				
	シール	ガスケット	◎	―								
隔離機能の維持	隔離	弁体		ステンレス鋼*1	△			△*3			△*4	

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表 2.2-1（5/7）　SLC ポンプ出口逆止弁に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考
					減肉		割れ		材質変化		その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
バウンダリの維持	耐圧	弁箱（弁座一体型）		ステンレス鋼*1		△*2		△*3				*1:ステライト肉盛 *2:内面 *3:貫粒型応力腐食割れ *4:固着 *5:へたり
		弁ふた		ステンレス鋼		△*2		△*3				
		ジョイントボルト・ナット		低合金鋼・炭素鋼		△						
	シール	ガスケット	◎	―								
隔離機能の維持	隔離	弁体		ステンレス鋼*1	△	△					△*4	
		スプリング		ステンレス鋼		△					▲*5	

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

▲：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象以外）

表 2.2-1 (6/7)　逃がし安全弁（ADS）N2 供給管逆止弁に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考
					減肉		割れ		材質変化		その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
バウンダリの維持	耐圧	弁箱（弁座一体型）		ステンレス鋼[*1]				△[*2]				*1:ステライト肉盛 *2:貫粒型応力腐食割れ *3:固着
		弁ふた		ステンレス鋼				△[*2]				
		ジョイントボルト・ナット		低合金鋼		△						
	シール	ガスケット	◎	－								
隔離機能の維持	隔離	弁体		ステンレス鋼[*1]	△						△[*3]	

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表 2.2-1（7/7）　残留熱除去海水系ポンプ逆止弁に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考
					減肉		割れ		材質変化		その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
バウンダリの維持	耐圧	弁箱		ステンレス鋳鋼		△*2						*1:ステライト肉盛 *2:孔食・隙間腐食
		弁ふた		ステンレス鋼		△*2						
		ジョイントボルト・ナット		低合金鋼		△						
	シール	ガスケット	◎	－								
		0リング	◎	－								
隔離機能の維持	隔離	弁体		ステンレス鋼*1	△	△*2						
		弁座		ステンレス鋼*1		△*2						
作動機能の維持	作動支持	アーム		ステンレス鋼	△	△*2						
		弁棒		ステンレス鋼	△	△*2						

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の評価

(1) 弁箱の疲労割れ［原子炉給水逆止弁］

a. 事象の説明

原子炉給水逆止弁の弁箱は，プラントの起動・停止時等に熱過渡を受けることになるため，疲労が蓄積される可能性がある。

b. 技術評価

① 健全性評価

原子炉給水逆止弁について，日本機械学会「発電用原子力設備規格　設計・建設規格 JSME S NC1-2005（2007 年追補版を含む）」（以下，「設計・建設規格」という）に基づいて評価した。評価対象部位を図 2.3-1 に示す。

疲労評価は，運転期間延長認可申請に伴う評価として，2016 年 11 月時点までの運転実績に基づき推定した 2016 年度以降の評価対象期間での推定過渡回数を包含し，より保守的*に設定した過渡回数とした。

*：評価条件として，2011 年 3 月から 2020 年 8 月末まで冷温停止状態，2020 年 9 月以降の過渡回数発生頻度は実績の 1.5 倍を想定した。

また，使用環境を考慮した疲労については，日本機械学会「発電用原子力設備規格　環境疲労評価手法 JSME S NF1-2009」に基づいて評価した。評価用過渡条件を表 2.3-1 に，評価結果を表 2.3-2 に示す。

その結果，運転開始後 60 年時点の疲労累積係数は許容値を下回り，疲労割れ発生の可能性は小さいと判断する。

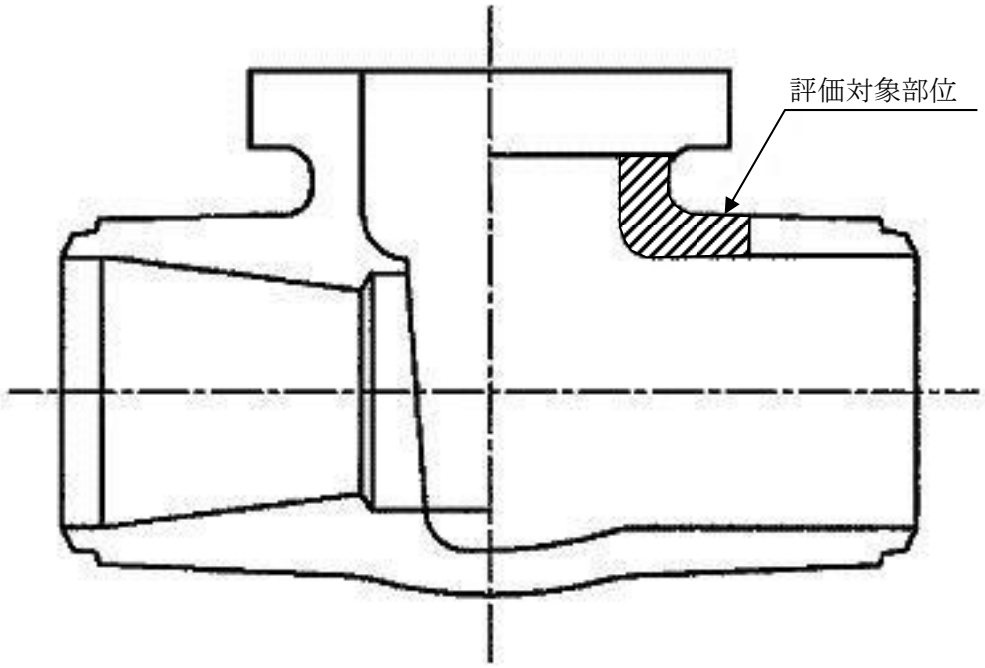


図 2.3-1　原子炉給水逆止弁疲労評価対象部位

表 2.3-1　原子炉給水逆止弁の疲労評価用過渡条件

運転条件	運転実績に基づく過渡回数 (2016 年 11 月時点)	60 年目推定
耐圧試験	72	132
起動（昇温）	65	110
起動（タービン起動）	65	110
夜間低出力運転（出力 75%）	67	120
週末低出力運転（出力 50%）	115	165
制御棒パターン変更	96	176
給水加熱機能喪失（発電機トリップ）	0	1
給水加熱機能喪失（給水加熱器部分バイパス）	0	1
スクラム（タービントリップ）	16	22
スクラム（原子炉給水ポンプ停止）	3	6
スクラム（その他スクラム）	20	24
停止	65	111
ボルト取外し	26	49

表 2.3-2　原子炉給水逆止弁の疲労評価結果

評価部位	運転実績回数に基づく疲労累積係数（許容値：1 以下）		
	設計・建設規格の疲労線図 による評価		発電用原子力設備規格 環境疲労評価手法による評価 (環境を考慮)
	現時点 (2016 年 11 月時点)	運転開始後 60 年時点	運転開始後 60 年時点
弁箱	0.0529	0.0862	0.8848

② 現状保全

弁箱内表面については，これまでの目視点検結果から異常は確認されていない。

さらに，実過渡回数に基づく評価を実施し問題ないことを確認しており，今後も高経年化技術評価に合わせて実施することとしている。

③ 総合評価

健全性評価結果より弁箱の疲労割れが発生する可能性は小さいと考えられる。

また，弁箱の疲労割れについては，分解点検の目視検査により検知可能であることから，現状の保全は点検手法として適切であると判断する。

ただし，疲労評価は実過渡回数に依存するため，今後も実過渡回数を把握し評価する必要がある。

c．高経年化への対応

弁箱の疲労割れについては，継続的に実過渡回数の確認を行い，運転開始後 60 年時点の推定過渡回数を上回らないことを確認する。

3. 代表機器以外への展開

本章では，2 章で実施した代表機器の技術評価について，1 章で実施したグループ化で代表機器となっていない機器への展開について検討した。

［対象系統］

① 中性子計装系
② 制御棒駆動系
③ ほう酸水注入系
④ 残留熱除去系
⑤ 高圧炉心スプレイ系
⑥ 低圧炉心スプレイ系
⑦ 原子炉隔離時冷却系
⑧ 原子炉系
⑨ 原子炉再循環系
⑩ 原子炉冷却材浄化系
⑪ 燃料プール冷却浄化系
⑫ 抽気系
⑬ 復水系
⑭ 給水系
⑮ 給水加熱器ドレン系
⑯ 非常用ディーゼル発電機海水系
⑰ 高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機海水系
⑱ 制御用圧縮空気系
⑲ 所内蒸気系
⑳ サプレッション・プール水 pH 制御装置
㉑ 重大事故等対処設備
㉒ 浸水防護施設

3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

a. 弁箱の疲労割れ［残留熱除去系，高圧炉心スプレイ系，低圧炉心スプレイ系，原子炉隔離時冷却系，原子炉系，原子炉冷却材浄化系］

代表機器と同様，プラントの起動・停止時等に熱過渡を受けることになるため，繰返しによる熱疲労が蓄積される可能性があるが，代表機器の評価結果では，許容値に対し十分余裕があることから，弁箱に疲労割れが発生する可能性は小さい。

また，分解点検時に目視点検を実施し，疲労割れがないことを確認しており，今後も分解点検時の目視点検により，弁箱内に疲労割れがないことを確認していく。

したがって，代表機器と同様に高経年化対策の観点から現状の保全内容に対し追加すべき項目はないと判断する。

3.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

(1) 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって，想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象）

a. 弁箱，弁ふたの外面の腐食（全面腐食）［弁箱，弁ふたの材料が炭素鋼鋳鋼又は炭素鋼の逆止弁共通］

代表機器と同様，弁箱，弁ふたは炭素鋼鋳鋼又は炭素鋼であり，腐食（全面腐食）が想定されるが，大気接触部は塗装が施されていることから，塗膜が健全であれば腐食が発生する可能性は小さく，分解点検時に目視点検を行い，必要に応じて補修塗装することにより機能を維持している。

重大事故等対処設備等の新たに設置される機器については，上記同様，今後の分解点検時に目視点検を行い，必要に応じて補修塗装することにより機能を維持することとしている。

したがって，弁箱，弁ふたの外面の腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

b. 弁箱，弁ふた，弁体，アーム，弁座の腐食（流れ加速型腐食）［純水系又は蒸気系炭素鋼逆止弁共通］

代表機器と同様，弁箱，弁ふた，弁体，アーム，弁座は炭素鋼鋳鋼又は炭素鋼であり，内部流体が純水又は蒸気であるため腐食（流れ加速型腐食）が想定されるが，分解点検時の目視点検において有意な腐食（流れ加速型腐食）がないことを確認しており，必要に応じて補修又は取替を行うことにより機能を維持している。

重大事故等対処設備等の新たに設置される機器については，上記同様，今後の分解点検時に目視点検を行い，必要に応じて補修又は取替を行うことにより機能を維持することとしている。

したがって，弁箱，弁ふた，弁体，アーム，弁座の腐食（流れ加速型腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

c. ジョイントボルト・ナットの腐食（全面腐食）［材料が低合金鋼又は炭素鋼の逆止弁共通］

代表機器と同様，ジョイントボルト・ナットは低合金鋼又は炭素鋼であり腐食が想定されるが，分解点検時に手入れ・清掃を行うことにより機能を維持している。

重大事故等対処設備等の新たに設置される機器については，上記同様，今後の分解点検時に手入れ・清掃を行うことにより機能を維持することとしている。

したがって，ジョイントボルト・ナットの腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

d. アーム，弁体，弁棒の摩耗［弁体－アーム一体型を除くスイング型逆止弁共通］

代表機器と同様，スイング型逆止弁は，アームと弁体連結部を固定しているナットがゆるんだ場合にアームと弁体連結部に摩耗が想定されるが，分解点検時にナットの廻り止めの健全性を確認している。

弁棒，アームについては，弁作動時の摺動により摩耗が想定されるが，分解点検時の目視点検により，有意な摩耗が確認された場合は，必要に応じて補修又は取替を行うことにより機能を維持している。

重大事故等対処設備等の新たに設置される機器については，上記同様，今後の分解点検時に目視点検を行い，必要に応じて補修又は取替を行うことにより機能を維持することとしている。

したがって，アーム，弁体，弁棒の摩耗は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

e. 弁体，弁棒の摩耗［弁体－アーム一体型スイング型逆止弁共通］

代表機器と同様，弁体，弁棒は，弁作動時の摺動により摩耗が想定されるが，分解点検時の目視点検により，有意な摩耗が確認された場合は，必要に応じて補修又は取替を行うことにより機能を維持している。

重大事故等対処設備等の新たに設置される機器については，上記同様，今後の分解点検時に目視点検を行い，必要に応じて補修又は取替を行うことにより機能を維持することとしている。

したがって，弁体，弁棒の摩耗は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

f. 弁箱（内面），弁ふた（内面），弁体，弁棒の腐食（全面腐食）［高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機海水系逆止弁，重大事故等対処設備］

代表機器と同様，弁箱，弁ふた，弁体は炭素鋼鋳鋼，弁棒はステンレス鋼が使用されており，腐食が想定されるが海水接液部にはフッ素樹脂ライニングが施されており，フッ素樹脂ライニングが健全であれば腐食が発生する可能性は小さく，分解点検時に目視点検を行い，必要に応じて補修することで機能を維持することとしている。

重大事故等対処設備等の新たに設置される機器については，上記同様，今後の分解点検時に目視点検を行い，必要に応じて補修することにより機能を維持することとしている。

したがって，弁箱（内面），弁ふた（内面），弁体，弁棒の腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

g. 弁箱，弁ふたの貫粒型応力腐食割れ［保温が取付けられていないステンレス鋼の逆止弁共通］

代表機器と同様，弁箱，弁ふたがステンレス鋼の機器は，大気中の海塩粒子に含まれる塩化物イオンにより，外面から貫粒型応力腐食割れの発生が想定されるが，原子炉建屋内機器の塩分測定において，代表箇所における定期的な目視点検及び付着塩分量測定を実施し，その結果により必要に応じ機器外面清掃及び浸透探傷検査を実施することとしている。

また，東海第二では工事における副資材管理でステンレス鋼への塩分付着を防止している。

重大事故等対処設備等の新たに設置される機器については，上記同様，今後も代表箇所における定期的な目視点検及び付着塩分量測定を実施することにより機能を維持することとしている。

したがって，弁箱，弁ふたの貫粒型応力腐食割れは高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

h. 弁箱，弁ふた，弁体の粒界型応力腐食割れ［材料がステンレス鋼の逆止弁共通］

代表機器と同様，弁箱，弁ふた，弁体がステンレス鋼の機器で 100℃以上の内部流体に接する部位は，粒界型応力腐食割れの発生が想定されるが，分解点検時に目視点検を行い有意な欠陥が確認された場合，補修又は取替を行うことにより機能を維持することとしている。

重大事故等対処設備等の新たに設置される機器については，上記同様，今後の分解点検時に目視点検を行い，必要に応じて補修又は取替を行うことにより機能を維持することとしている。

したがって，弁箱，弁ふた，弁体の粒界型応力腐食割れは高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

i. 弁体（ねじ部）の疲労割れ［原子炉隔離時冷却系タービン排気ライン逆止弁］

タービン排気側に設置されている逆止弁は，タービン背圧の変動により開閉動作を繰り返し，弁体とアームを連結するねじ部に疲労割れを起こす可能性がある。

当該逆止弁は，2008 年の定期試験時において，弁体（ねじ部）の疲労割れによる弁体の脱落事象が発生した。

対策として，衝撃緩和機構付の弁に交換するとともに，分解点検時の目視点検に加え弁体（ねじ部）の浸透探傷検査を実施しており，必要に応じて補修又は取替を行うことにより，機能を維持している。

したがって，弁体（ねじ部）の疲労割れは高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

j. 弁体の摩耗［リフト型逆止弁共通］

代表機器と同様，弁体の摺動部は，弁の開閉による摩耗が想定されるが，摺動荷重は加わらず，有意な摩耗が発生する可能性は少ない。

なお，分解点検時の目視点検において有意な摩耗は確認されておらず，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，弁体の摩耗は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

k. 弁箱，弁体ガイド，基礎ボルトの腐食（孔食・隙間腐食）［浸水防護施設］

弁箱，弁体ガイド，基礎ボルトはステンレス鋼であり，腐食（孔食・隙間腐食）が想定される。

当該弁は新規に設置される機器であることから，今後の分解点検時の目視点検において腐食（孔食・隙間腐食）の状況を確認し，必要に応じて補修又は取替を実施することにより機能を維持することとしている。

したがって，弁箱，弁体ガイド，基礎ボルトの腐食（孔食・隙間腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

l. 弁体の固着［リフト型逆止弁共通］

代表機器と同様，リフト型逆止弁は，過去の国外プラントにおいて，系統で発生した腐食生成物が弁体と弁体摺動部の隙間に堆積したことによる，弁体の固着事例が確認されているが，東海第二においては腐食生成物の発生する環境では使用していないため，弁体が固着する可能性は小さい。

なお，分解点検時において固着は認められておらず，今後も使用環境が変わらないことから，これらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，弁体の固着は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

(2) 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により，今後も経年劣化の進展が考えられない，又は進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外）

a. スプリングのへたり［スプリングのある逆止弁共通］

代表機器と同様，スプリングは，常時応力がかかった状態で使用されるため，へたりが想定されるが，スプリング使用時のねじり応力が許容ねじり応力以下になるように設定されており，さらにスプリングの材料に対する推奨最高使用温度よりも実際の使用温度は低いことから，へたりが進行する可能性はない。

したがって，スプリングのへたりは高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

b. 弁箱，アームの熱時効［弁箱，アームの材料がステンレス鋳鋼のほう酸水注入系，残留熱除去系，原子炉隔離時冷却系，原子炉冷却材浄化系の逆止弁］

弁箱，アームに使用しているステンレス鋳鋼はオーステナイト相中に一部フェライト相を含む 2 相組織であり，使用環境温度は 250 ℃以上（最高使用温度 302 ℃）であるため，熱時効による材料特性の変化により破壊靭性の低下が予想され，この状態でき裂が存在する場合には小さな荷重でき裂が進展し，不安定破壊を引き起こす可能性があるが，弁箱，アームには，き裂の原因となる経年劣化事象は想定されていない。

したがって，弁箱，アームの熱時効は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

4. バタフライ弁

［対象系統］

① 不活性ガス系
② 非常用ガス処理系
③ 非常用ガス再循環系
④ 非常用ディーゼル発電機海水系
⑤ 高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機海水系
⑥ 重大事故等対処設備

目次

1. 対象機器及び代表機器の選定..... 4-1
1.1 グループ化の考え方及び結果..... 4-1
1.2 代表機器の選定..... 4-1
2. 代表機器の技術評価..... 4-3
2.1 構造，材料及び使用条件..... 4-3
2.1.1 格納容器パージ弁..... 4-3
2.1.2 DGSW 非常用放出ライン隔離弁..... 4-6
2.1.3 格納容器圧力逃がし装置出口側隔離弁..... 4-9
2.2 経年劣化事象の抽出..... 4-12
2.2.1 機器の機能達成に必要な項目..... 4-12
2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出..... 4-12
2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象..... 4-13
3. 代表機器以外への展開..... 4-19
3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象..... 4-19
3.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象..... 4-19

1. 対象機器及び代表機器の選定

東海第二で使用している主要なバタフライ弁の主な仕様を表 1-1 に示す。

これらのバタフライ弁を弁箱材料及び内部流体の観点からグループ化し，それぞれのグループより以下のとおり代表機器を選定した。

1.1 グループ化の考え方及び結果

弁箱材料及び内部流体を分類基準とし，バタフライ弁を表 1-1 に示すとおりグループ化する。

弁箱材料は炭素鋼，ステンレス鋼に分類され，内部流体はガス，海水に分類される。

1.2 代表機器の選定

表 1-1 に分類されるグループ毎に，重要度，運転状態，最高使用温度，最高使用圧力及び口径の観点から代表機器を選定する。

(1) ガス系炭素鋼バタフライ弁（内部流体：ガス，弁箱材料：炭素鋼）

このグループには，不活性ガス系，非常用ガス処理系，非常用ガス再循環系及び重大事故等対処設備が属するが，重要度が高い機器は，運転状態が同等であるため，最高使用温度及び最高使用圧力が高く，口径の大きい格納容器パージ弁を代表機器とする。

(2) 海水系炭素鋼バタフライ弁（内部流体：海水，弁箱材料：炭素鋼）

このグループには，非常用ディーゼル発電機海水系，高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機海水系及び重大事故等対処設備が属するが，重要度が同等であるため運転状態の厳しい機器のうち，最高使用温度，最高使用圧力及び口径が同等であるため，系統流量の大きい DGSW 非常用放出ライン隔離弁を代表機器とする。

(3) ガス系ステンレス鋼バタフライ弁（内部流体：ガス，弁箱材料：ステンレス鋼）

このグループには，重大事故等対処設備のみであることから格納容器圧力逃がし装置出口側隔離弁を代表機器とする。

表 1-1　バタフライ弁のグループ化及び代表機器の選定

分類基準		当該系統	選定基準					選定	代表機器／選定理由
					使用条件				
弁箱材料	内部流体		口径(A)	重要度[*1]	運転状態	最高使用圧力(MPa)	最高使用温度（℃）		
炭素鋼	ガス	不活性ガス系	300～600	MS-1,重[*2]	一時	0.31～1.04	105～171	◎	格納容器パージ弁／重要度，運転状態，最高使用温度，最高使用圧力，口径
		非常用ガス処理系	450	MS-1,重[*2]	一時	0.01	86		
		非常用ガス再循環系	400～600	MS-1,重[*2]	一時	0.01	86		
		重大事故等対処設備[*4]	450	重[*2]	一時	0.62	200		
	海水	非常用ディーゼル発電機海水系	250	重[*2]	一時	0.70	66	◎	DGSW 非常用放出ライン隔離弁／重要度，運転状態（使用期間），最高使用温度，最高使用圧力，口径，容量[*3]
		高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機海水系	250	重[*2]	一時	0.70	66		
		重大事故等対処設備[*4]	150	重[*2]	一時	0.98	38～66		
ステンレス鋼	ガス	重大事故等対処設備[*4]	600	重[*2]	一時	0.62	200	◎	格納容器圧力逃がし装置出口側隔離弁

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

*2：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す

*3：選定基準が同一であることから，ポンプ容量の大きい系統を選定

非常用ディーゼル発電機海水ポンプ：272.6 m^3/h，高圧炉心スプレイディーゼル冷却系海水系ポンプ：232.8 m^3/h

*4：新規に設置される機器及び構造物であることを示す

2. 代表機器の技術評価

本章では，１章で代表機器とした以下の 3 台の弁について技術評価を実施する。

① 格納容器パージ弁

② DGSW 非常用放出ライン隔離弁

③ 格納容器圧力逃がし装置出口側隔離弁

2.1 構造，材料及び使用条件

2.1.1 格納容器パージ弁

(1) 構造

東海第二の格納容器パージ弁は，口径 600A，最高使用圧力 0.31 MPa，最高使用温度 171 ℃の空気作動バタフライ弁であり，1 台設置されている。

弁本体はガスを内包する耐圧部（弁箱，底ふた，ジョイントボルト・ナット，軸封部），ガスを仕切る隔離部（弁体，弁箱付弁座，弁体付弁座）及び弁体に駆動力を伝達する駆動力伝達部（弁棒，ヨーク，ピン）からなる。

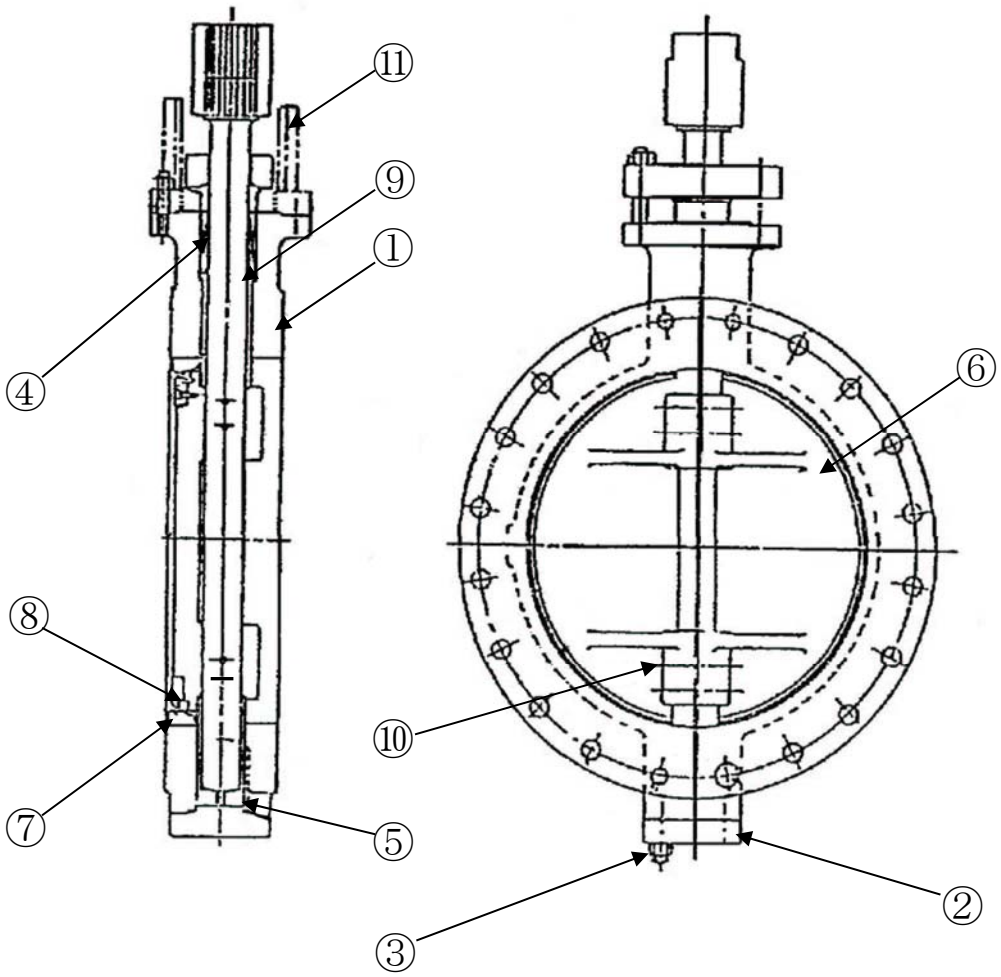
ガスに接する弁箱，弁体には炭素鋼鋳鋼が使用されており，軸封部には流体の漏れを防止するためグランドパッキンが使用されている。

なお，当該弁は，フランジボルトを緩め，弁箱を取外すことにより，点検手入れが可能である。

東海第二の格納容器パージ弁の構造図を図 2.1-1 に示す。

(2) 材料及び使用条件

東海第二の格納容器パージ弁の主要部位の使用材料を表 2.1-1 に，使用条件を表 2.1-2 に示す。



No.	部位
①	弁箱
②	底ふた
③	ジョイントボルト・ナット
④	グランドパッキン
⑤	ガスケット
⑥	弁体
⑦	弁箱付弁座
⑧	弁体付弁座
⑨	弁棒
⑩	ピン
⑪	ヨーク

図 2.1-1　格納容器パージ弁構造図

表 2.1-1　格納容器パージ弁主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
バウンダリの維持	耐圧	弁箱	炭素鋼鋳鋼
		底ふた	炭素鋼鋳鋼
		ジョイントボルト･ナット	低合金鋼
	シール	グランドパッキン	（消耗品）
		ガスケット	（消耗品）
隔離機能の維持	隔離	弁体	炭素鋼鋳鋼
		弁箱付弁座	ステンレス鋼
		弁体付弁座	（定期取替品）
作動機能の維持	駆動力伝達	弁棒	ステンレス鋼
		ピン	ステンレス鋼
		ヨーク	炭素鋼

表 2.1-2　格納容器パージ弁の使用条件

最高使用圧力	0.31 MPa
最高使用温度	171 ℃
内部流体	ガス

2.1.2 DGSW 非常用放出ライン隔離弁

(1) 構造

東海第二の DGSW 非常用放出ライン隔離弁は口径 250A，最高使用圧力 0.70 MPa，最高使用温度 66 ℃の手動バタフライ弁であり，2 台設置されている。

弁本体は海水を内包する耐圧部（弁箱，底ふた，ジョイントボルト･ナット，軸封部），海水を仕切る隔離部（弁体，弁座）及び弁体に駆動力を伝達する駆動力伝達部（弁棒，ヨーク，ピン）からなる。

海水に接する弁箱，弁体には炭素鋼鋳鋼，弁座にはゴムが使用されており，軸封部には流体の漏れを防止するためグランドパッキンが使用されている。

なお，当該弁は，フランジボルトを緩め，弁箱を取外すことにより，点検手入れが可能である。

東海第二の DGSW 非常用放出ライン隔離弁の構造図を図 2.1-2 に示す。

(2) 材料及び使用条件

東海第二の DGSW 非常用放出ライン隔離弁主要部位の使用材料を表 2.1-3 に，使用条件を表 2.1-4 に示す。

No.	部位
①	弁箱
②	底ふた
③	ジョイントボルト・ナット
④	グランドパッキン
⑤	0 リング
⑥	弁体
⑦	弁座
⑧	弁棒
⑨	ピン
⑩	ヨーク

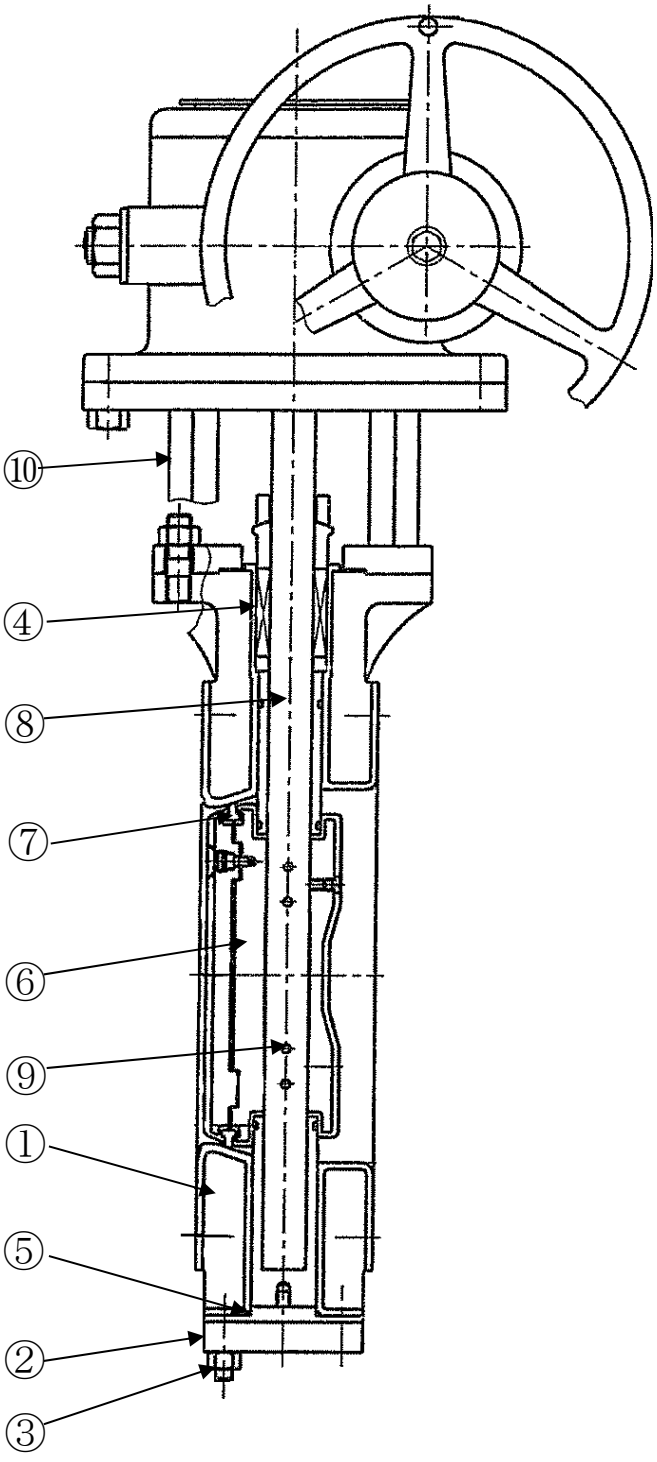


図 2.1-2　DGSW 非常用放出ライン隔離弁構造図

表 2.1-3　DGSW 非常用放出ライン隔離弁主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
バウンダリの維持	耐圧	弁箱	炭素鋼鋳鋼（ゴムライニング）
		底ふた	炭素鋼（ゴムライニング）
		ジョイントボルト･ナット	低合金鋼・炭素鋼
	シール	グランドパッキン	（消耗品）
		O リング	（消耗品）
隔離機能の維持	隔離	弁体	炭素鋼鋳鋼（ゴムライニング）
		弁座	（定期取替品）
作動機能の維持	駆動力伝達	弁棒	ステンレス鋼
		ピン	ステンレス鋼
		ヨーク	炭素鋼

表 2.1-4　DGSW 非常用放出ライン隔離弁の使用条件

最高使用圧力	0.70 MPa
最高使用温度	66 ℃
内部流体	海水

2.1.3 格納容器圧力逃がし装置出口側隔離弁

(1) 構造

東海第二の格納容器圧力逃がし装置出口側隔離弁は，口径 600A，最高使用圧力 0.62 MPa，最高使用温度 200 ℃の手動バタフライ弁であり，1 台設置予定である。

弁本体はガスを内包する耐圧部（弁箱，底ふた，ジョイントボルト・ナット，軸封部），ガスを仕切る隔離部（弁体，弁座）及び弁体に駆動力を伝達する駆動力伝達部（弁棒，ピン，ヨーク，ブッシュ）からなる。

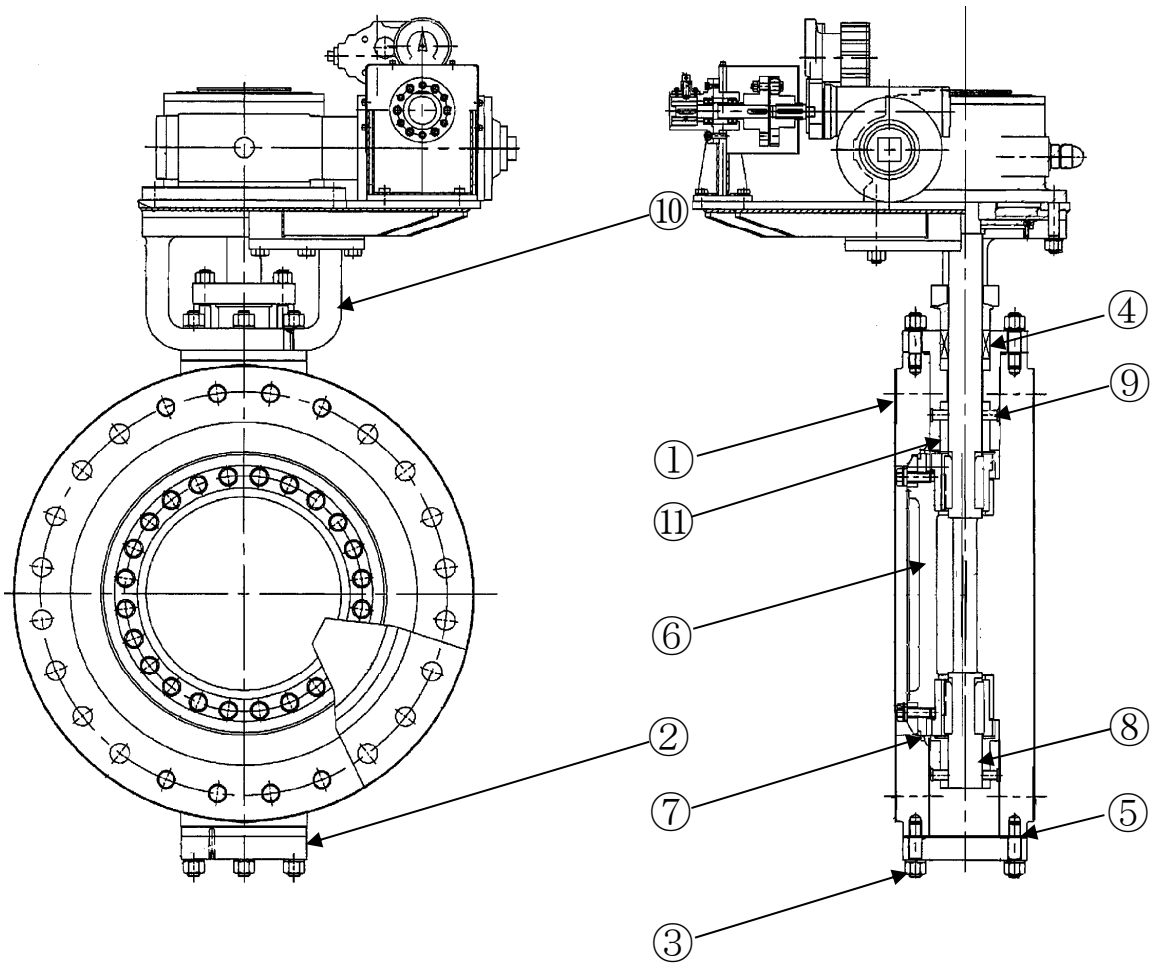
ガスに接する弁箱，弁体にはステンレス鋳鋼が使用されており，軸封部には流体の漏れを防止するためグランドパッキンが使用されている。

なお，当該弁は，フランジボルトを緩め，弁箱を取外すことにより，点検手入れが可能である。

東海第二の格納容器圧力逃がし装置出口側隔離弁の構造図を図 2.1-3 に示す。

(2) 材料及び使用条件

東海第二の格納容器圧力逃がし装置出口側隔離弁の主要部位の使用材料を表 2.1-5 に，使用条件を表 2.1-6 に示す。



No.	部位
①	弁箱
②	底ふた
③	ジョイントボルト・ナット
④	グランドパッキン
⑤	ガスケット
⑥	弁体
⑦	弁座
⑧	弁棒
⑨	ピン
⑩	ヨーク
⑪	ブッシュ

図 2.1-3　格納容器圧力逃がし装置出口側隔離弁構造図

表 2.1-5　格納容器圧力逃がし装置出口側隔離弁主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
バウンダリの維持	耐圧	弁箱	ステンレス鋳鋼
		底ふた	ステンレス鋼
		ジョイントボルト･ナット	低合金鋼
	シール	グランドパッキン	（消耗品）
		ガスケット	（消耗品）
隔離機能の維持	隔離	弁体	ステンレス鋳鋼
		弁座	（定期取替品）
作動機能の維持	駆動力伝達	弁棒	ステンレス鋼
		ピン	ステンレス鋼
		ヨーク	ステンレス鋳鋼
		ブッシュ	ステンレス鋼

表 2.1-6　格納容器圧力逃がし装置出口側隔離弁の使用条件

最高使用圧力	0.62 MPa
最高使用温度	200 ℃
内部流体	ガス

2.2 経年劣化事象の抽出

2.2.1 機器の機能達成に必要な項目

バタフライ弁の機能である流体調節，隔離機能の達成に必要な項目は以下のとおり。

(1) バウンダリの維持

(2) 隔離機能の維持

(3) 作動機能の維持

2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

(1) 想定される経年劣化事象の抽出

バタフライ弁について，機能達成に必要な項目を考慮して主要部位に展開した上で，個々の部位の材料，構造，使用条件（内部流体の種類，応力，温度等）及び現在までの運転経験を考慮し，表 2.2-1 に示すとおり，想定される経年劣化事象を抽出した（表 2.2-1 で○又は△，▲）。

なお，消耗品及び定期取替品は以下のとおり評価対象外とする。

(2) 消耗品及び定期取替品の扱い

グランドパッキン，ガスケット及び O リングは消耗品，弁体付弁座及び弁座は定期取替品であり，設計時に長期使用せず取替を前提としていることから高経年化対策を見極める上での評価対象外とする。

(3) 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

想定される経年劣化事象のうち下記①，②に該当しない事象を高経年化対策上着目すべき経年劣化事象と判断した。

なお，下記①，②に該当する事象については，2.2.3 項に示すとおり，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断した。

① 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって，想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象として表 2.2-1 で△）

② 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により，今後も経年劣化の進展が考えられない，又は進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外として表 2.2-1 で▲）

この結果，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象は抽出されなかった。

2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

(1) 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって，想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象）

a. ジョイントボルト・ナットの腐食（全面腐食）［共通］

ジョイントボルト・ナットは低合金鋼又は炭素鋼であり腐食が想定されるが，分解点検時に手入れ・清掃を行うことにより機能を維持することとしている。

格納容器圧力逃がし装置出口側隔離弁については，新たに設置される機器であることから，上記同様，今後の分解点検時に手入れ・清掃を行うことにより機能を維持することとしている。

したがって，ジョイントボルト・ナットの腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

b. 弁箱（外面），底ふた（外面），ヨークの腐食（全面腐食）［格納容器パージ弁，DGSW 非常用放出ライン隔離弁］

弁箱，底ふた，ヨークは炭素鋼鋳鋼又は炭素鋼であり腐食が想定されるが，大気接触部は塗装が施されていることから，塗膜が健全であれば腐食が発生する可能性は小さく，分解点検時の目視点検において塗装の状態を確認し，必要に応じて補修塗装することにより機能を維持することとしている。

したがって，弁箱（外面），底ふた（外面），ヨークの腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

c. 弁箱（内面），底ふた（内面），弁体の腐食（全面腐食）［格納容器パージ弁］

弁箱，底ふた及び弁体は炭素鋼鋳鋼であり腐食が想定されるが，分解点検時に目視点検を行い，必要に応じて補修又は取替を行うことにより機能を維持している。

したがって，弁箱（内面），底ふた（内面），弁体の腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

d. 弁箱（内面），底ふた（内面），弁体の腐食（全面腐食）［DGSW 非常用放出ライン隔離弁］

弁箱，底ふた，弁体は炭素鋼鋳鋼又は炭素鋼であり，海水に接液することから腐食が想定されるが，内面接液部はゴムライニングが施されていることから，腐食が発生する可能性は小さく，分解点検時に目視点検を行い，必要に応じて補修又は取替をすることで機能を維持することとしている。

したがって，弁箱（内面），底ふた（内面），弁体の腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

e. 弁棒，ピンの摩耗［共通］

弁の開閉に伴い，弁棒についてはグランドパッキンとの摺動部，ピンについては他の部位との接触部に摩耗が想定されるが，分解点検時に目視点検を行い，必要に応じて補修又は取替を行うことにより機能を維持することとしている。

格納容器圧力逃がし装置出口側隔離弁については，新たに設置される機器であることから，上記同様，今後の分解点検時に目視点検を行い，必要に応じて補修又は取替を行うことにより機能を維持することとしている。

したがって，弁棒，ピンの摩耗は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

f. 弁棒の腐食（孔食・隙間腐食）［DGSW 非常用放出ライン隔離弁］

弁棒はステンレス鋼であり腐食（孔食・隙間腐食）が想定されるが，分解点検時に目視点検を行い，必要に応じて補修又は取替を行うことにより機能を維持することとしている。

したがって，弁棒の腐食（孔食・隙間腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

g. ブッシュの摩耗［格納容器圧力逃がし装置出口側隔離弁］

ブッシュは弁の開閉に伴い摩耗が想定されるが，当該弁の開閉頻度は殆どないことから摩耗の可能性は小さい。

当該弁は，新たに設置される機器であることから，今後の分解点検時に目視点検を行い，必要に応じて補修又は取替を行うことにより機能を維持することとしている。

したがって，ブッシュの摩耗は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

h. 弁棒，弁箱付弁座の腐食（全面腐食）［格納容器パージ弁］

弁棒，弁箱付弁座はステンレス鋼であるため，腐食の可能性は小さい。

なお，分解点検時の目視点検において有意な腐食は認められておらず，今後も使用環境は変わらないことから，これらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，弁棒，弁箱付弁座の腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

i．弁体の腐食（全面腐食）［格納容器圧力逃がし装置出口側隔離弁］

弁体はステンレス鋳鋼であるため，腐食の可能性は小さい。

なお，当該弁は，新たに設置される機器であることから，今後の分解点検時に目視点検を行い，必要に応じて補修又は取替を行うことにより機能を維持することとしている。

したがって，弁体の腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

(2) 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により，今後も経年劣化の進展が考えられない，又は進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外）

日常劣化管理事象以外に該当する事象は抽出されなかった。

表 2.2-1(1/3)　格納容器パージ弁に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考
					減肉		割れ		材質変化		その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
バウンダリの維持	耐圧	弁箱		炭素鋼鋳鋼		△*1*2						*1:外面 *2:内面
		底ふた		炭素鋼鋳鋼		△*1*2						
		ジョイントボルト・ナット		低合金鋼		△						
	シール	グランドパッキン	◎	－								
		ガスケット	◎	－								
隔離機能の維持	隔離	弁体		炭素鋼鋳鋼		△						
		弁箱付弁座		ステンレス鋼		△						
		弁体付弁座	◎	－								
作動機能の維持	駆動力伝達	弁棒		ステンレス鋼	△	△						
		ピン		ステンレス鋼	△							
		ヨーク		炭素鋼		△						

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表 2.2-1(2/3)　DGSW 非常用放出ライン隔離弁に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考
					減肉		割れ		材質変化		その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
バウンダリの維持	耐圧	弁箱		炭素鋼鋳鋼*1		△*2*3						*1:ゴムライニング施工 *2:外面 *3:内面 *4:孔食・隙間腐食
		底ふた		炭素鋼*1		△*2*3						
		ジョイントボルト・ナット		低合金鋼，炭素鋼		△						
	シール	グランドパッキン	◎	－								
		Oリング	◎	－								
隔離機能の維持	隔離	弁体		炭素鋼鋳鋼*1		△						
		弁座	◎	－								
作動機能の維持	駆動力伝達	弁棒		ステンレス鋼	△	△*4						
		ピン		ステンレス鋼	△							
		ヨーク		炭素鋼		△						

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表 2.2-1(3/3)　格納容器圧力逃がし装置出口側隔離弁に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考
					減肉		割れ		材質変化		その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
バウンダリの維持	耐圧	弁箱		ステンレス鋳鋼								
		底ふた		ステンレス鋼								
		ジョイントボルト・ナット		低合金鋼		△						
	シール	グランドパッキン	◎	－								
		ガスケット	◎	－								
隔離機能の維持	隔離	弁体		ステンレス鋳鋼		△						
		弁座	◎	－								
作動機能の維持	駆動力伝達	弁棒		ステンレス鋼	△							
		ピン		ステンレス鋼	△							
		ヨーク		ステンレス鋳鋼								
		ブッシュ		ステンレス鋼	△							

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

3. 代表機器以外への展開

本章では，2 章で実施した代表機器の技術評価について，1 章で実施したグループ化で代表機器となっていない機器への展開について検討した。

［対象系統］

① 不活性ガス系
② 非常用ガス処理系
③ 非常用ガス再循環系
④ 高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機海水系
⑤ 重大事故等対処設備

3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

代表機器と同様，設計上及び運転経験から，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象は抽出されなかった。

3.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

(1) 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって，想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象）

a. ジョイントボルト・ナットの腐食（全面腐食）［共通］

代表機器と同様，ジョイントボルト・ナットは低合金鋼又は炭素鋼であり腐食が想定されるが，分解点検時に手入れ・清掃を行うことにより機能を維持することとしている。

重大事故等対処設備については，新たに設置される機器であることから，上記同様，今後の分解点検時に手入れ・清掃を行うことにより機能を維持することとしている。

したがって，ジョイントボルト・ナットの腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

b. 弁箱（外面），底ふた（外面），ヨークの腐食（全面腐食）［共通］

代表機器と同様，弁箱，底ふた，ヨークは炭素鋼鋳鋼又は炭素鋼であり腐食が想定されるが，大気接触部は塗装が施されていることから，塗膜が健全であれば腐食が発生する可能性は小さく，分解点検時の目視点検時において塗装の状態を確認し，必要に応じて補修塗装することにより機能を維持することとしている。

重大事故等対処設備については，新たに設置される機器であることから，上記同様，今後の分解点検時の目視点検時において塗装の状態を確認し，必要に応じて補修塗装することにより機能を維持することとしている。

したがって，弁箱（外面），底ふた（外面），ヨークの腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

c. 弁箱（内面），底ふた（内面），弁体の腐食（全面腐食）［不活性ガス系，重大事故等対処設備］

代表機器と同様，弁箱，底ふた及び弁体は炭素鋼鋳鋼であり腐食が想定されるが，分解点検時に目視点検を行い，必要に応じて補修又は取替を行うことにより機能を維持することとしている。

重大事故等対処設備については，新たに設置される機器であることから，上記同様，今後の分解点検時に目視点検を行い，必要に応じて補修又は取替を行うことにより機能を維持することとしている。

したがって，弁箱（内面），底ふた（内面），弁体の腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

d. 弁箱（内面），底ふた（内面），弁体の腐食（全面腐食）［高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機海水系，重大事故等対処設備］

代表機器と同様，弁箱，底ふた，弁体は炭素鋼鋳鋼又は炭素鋼であり，海水に接液することから腐食が想定されるが，内面接液部はゴムライニングが施されていることから，腐食が発生する可能性は小さく，分解点検時に目視点検を行い，必要に応じて補修又は取替をすることにより機能を維持することとしている。

重大事故等対処設備については，新たに設置される機器であることから，上記同様，今後の分解点検時に目視点検を行い，必要に応じて補修又は取替を行うことにより機能を維持することとしている。

したがって，弁箱（内面），底ふた（内面），弁体の腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

e. 弁棒，ピンの摩耗［共通］

代表機器と同様，弁の開閉に伴い，弁棒についてはグランドパッキンとの摺動部，ピンについては他の部位との接触部に摩耗が想定されるが，分解点検時に目視点検を行い，必要に応じて補修又は取替を行うことにより機能を維持することとしている。

重大事故等対処設備については，新たに設置される機器であることから，上記同様，今後の分解点検時に目視点検を行い，必要に応じて補修又は取替を行うことにより機能を維持することとしている。

したがって，弁棒，ピンの摩耗は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

f. 弁棒の腐食（孔食・隙間腐食）［高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機海水系，重大事故等対処設備］

代表機器と同様，弁棒はステンレス鋼であり腐食（孔食・隙間腐食）が想定されるが，分解点検時に目視点検を行い，必要に応じて補修又は取替を行うことにより機能を維持することとしている。

重大事故等対処設備については，新たに設置される機器であることから，上記同様，今後の分解点検時に目視点検を行い，必要に応じて補修又は取替を行うことにより機能を維持することとしている。

したがって，弁棒の腐食（孔食・隙間腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

g. 弁棒，弁箱付弁座（不活性ガス系のみ）の腐食（全面腐食）［不活性ガス系，非常用ガス処理系，非常用ガス再循環系，重大事故等対処設備］

代表機器と同様，弁棒，弁箱付弁座はステンレス鋼であるため，腐食の可能性は小さい。

なお，分解点検時の目視点検において有意な腐食は認められておらず，今後も使用環境は変わらないことから，これらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

重大事故等対処設備については，新たに設置される機器であることから，上記同様，今後の分解点検時に目視点検を行い，必要に応じて補修又は取替を行うことにより機能を維持することとしている。

したがって，弁棒，弁箱付弁座の腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

(2) 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により，今後も経年劣化の進展が考えられない，又は進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外）

日常劣化管理事象以外に該当する事象は抽出されなかった。

5. 安全弁

［対象系統］

① ほう酸水注入系
② 残留熱除去系
③ 残留熱除去海水系
④ 高圧炉心スプレイ系
⑤ 低圧炉心スプレイ系
⑥ 原子炉隔離時冷却系
⑦ 原子炉再循環系
⑧ 原子炉冷却材浄化系
⑨ 可燃性ガス濃度制御系
⑩ 復水系
⑪ 給水系
⑫ 給水加熱器ベント系
⑬ タービン補助蒸気系
⑭ タービングランド蒸気系
⑮ 空気抽出系
⑯ 制御用圧縮空気系
⑰ 気体廃棄物処理系

目次

1. 対象機器及び代表機器の選定..... 5-1
1.1 グループ化の考え方及び結果..... 5-1
1.2 代表機器の選定..... 5-1
2. 代表機器の技術評価..... 5-4
2.1 構造，材料及び使用条件..... 5-4
2.1.1 高圧炉心スプレイ系注入弁 F004 安全弁..... 5-4
2.1.2 ヒータ 1 安全弁..... 5-7
2.1.3 残留熱除去系停止時冷却入口ライン安全弁..... 5-10
2.1.4 排ガス復水器安全弁..... 5-13
2.1.5 計装用 N2 ガス逃し安全弁..... 5-16
2.1.6 SLC ポンプ逃し弁 5-19
2.1.7 RHR 熱交換器管側安全弁 5-22
2.2 経年劣化事象の抽出..... 5-25
2.2.1 機器の機能達成に必要な項目..... 5-25
2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出..... 5-25
2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象..... 5-26
3. 代表機器以外への展開..... 5-37
3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象..... 5-37
3.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象..... 5-37

1. 対象機器及び代表機器の選定

東海第二で使用している主要な安全弁の主な仕様を表 1-1 に示す。

これらの安全弁を弁箱材料及び内部流体の観点からグループ化し，それぞれのグループより以下のとおり代表機器を選定した。

1.1 グループ化の考え方及び結果

弁箱材料及び内部流体を分類基準とし,安全弁を表 1-1 に示すとおりグループ化する。

弁箱材料は炭素鋼，ステンレス鋼，青銅鋳物に分類され，内部流体は純水，蒸気，ガス，五ほう酸ナトリウム水，海水に分類される。

1.2 代表機器の選定

表 1-1 に分類されるグループ毎に重要度，運転状態，最高使用温度，最高使用圧力及び口径の観点から代表機器を選定する。

(1) 純水系炭素鋼安全弁（内部流体：純水，弁箱材料：炭素鋼）

このグループには，残留熱除去系，高圧炉心スプレイ系，低圧炉心スプレイ系，原子炉隔離時冷却系， 原子炉冷却材浄化系，可燃性ガス濃度制御系，タービングランド蒸気系，復水系，給水系，空気抽出系が属するが，重要度が高い機器は，運転状態，最高使用温度が同等である為，最高使用圧力の高い高圧炉心スプレイ系注入弁 F004 安全弁を代表機器とする。

(2) 蒸気系炭素鋼安全弁（内部流体：蒸気，弁箱材料：炭素鋼）

このグループには，タービン補助蒸気系，タービングランド蒸気系，給水加熱器ベント系が属するが，重要度，運転状態は同等である為，最高使用温度の高いヒータ 1 安全弁を代表機器とする。

(3) 純水系ステンレス鋼安全弁（内部流体：純水，弁箱材料：ステンレス鋼）

このグループには，残留熱除去系，原子炉隔離時冷却系，原子炉再循環系，原子炉冷却材浄化系が属するが，重要度が高い機器は，運転状態，最高使用温度，最高使用圧力が同等である為，口径の大きい残留熱除去系停止時冷却入口ライン安全弁を代表機器とする。

(4) 蒸気系ステンレス鋼安全弁（内部流体：蒸気，弁箱材料：ステンレス鋼）

このグループには，気体廃棄物処理系のみが属するが，重要度及び運転状態が同等である為，最高使用温度の高い排ガス復水器安全弁を代表機器とする。

(5) ガス系ステンレス鋼安全弁（内部流体：ガス，弁箱材料：ステンレス鋼）

このグループは，制御用圧縮空気系のみであることから，計装用 N2 ガス逃し安全弁を代表機器とする。

(6) 五ほう酸ナトリウム水系ステンレス鋼安全弁（内部流体：五ほう酸ナトリウム水，弁箱材料：ステンレス鋼）

このグループは，ほう酸水注入系のみであることから，SLC ポンプ逃し弁を代表機器とする。

(7) 海水系銅合金安全弁（内部流体：海水，弁箱材料：青銅鋳物）

このグループは，残留熱除去海水系のみであることから，RHR 熱交換器管側安全弁を代表機器とする。

表 1-1　安全弁のグループ化及び代表機器の選定

分類基準		当該系統	選定基準					選定	代表機器／選定理由
					使用条件				
弁箱材料	内部流体		口径（A）	重要度*1	運転状態	最高使用圧力（MPa）	最高使用温度（℃）		
炭素鋼	純水	残留熱除去系	15～40	MS-1，重*2	一時	0.86～8.62	100～302		高圧炉心スプレイ系注入弁 F004 安全弁／重要度，運転状態，最高使用温度，最高使用圧力
		高圧炉心スプレイ系	15～40	MS-1，重*2	一時	0.70～10.69	100～302	◎	
		低圧炉心スプレイ系	15～40	MS-1，重*2	一時	0.70～8.62	100～302		
		原子炉隔離時冷却系	40	重*2	一時	0.86	77		
		原子炉冷却材浄化系	25～40	高*3	連続	0.86～9.80	188～302		
		可燃性ガス濃度制御系	40	MS-1	一時	0.31	171		
		タービングランド蒸気系	50	高*3	連続	1.04	183		
		復水系	20～25	高*3	連続	6.14	205		
		給水系	20	高*3	連続	12.93	233		
		空気抽出系	90	高*3	連続	0.35	164		
	蒸気	タービン補助蒸気系	50	高*3	連続	1.04	183		ヒータ 1 安全弁／重要度，運転状態，最高使用温度
		タービングランド蒸気系	200	高*3	連続	1.04	124～233		
		給水加熱器ベント系	80～100	高*3	連続	0.36～2.98	149～235	◎	
ステンレス鋼	純水	残留熱除去系	15～25	MS-1，重*2	一時	8.62	302	◎	残留熱除去系停止時冷却入口ライン安全弁／重要度，運転状態，最高使用温度，最高使用圧力，口径
		原子炉隔離時冷却系	15	高*3	一時	10.35	302		
		原子炉再循環系	20	高*3	連続	12.06	66		
		原子炉冷却材浄化系	25	高*3	連続	12.06	66		
	蒸気	気体廃棄物処理系	20～40	高*3	連続	0.86～2.41	205～538	◎	排ガス復水器安全弁／重要度，運転状態，最高使用温度
	ガス	制御用圧縮空気系	25	重*2	一時	1.38	66	◎	計装用 N2 ガス逃し安全弁
	五ほう酸ナトリウム水	ほう酸水注入系	25	MS-1，重*2	一時	9.66	66	◎	SLC ポンプ逃し弁
青銅鋳物	海水	残留熱除去海水系	40	MS-1	一時	3.45	249	◎	RHR 熱交換器管側安全弁

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す
*2：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す
*3：最高使用温度が 95 ℃を超え，または最高使用圧力が 1,900 kPa を超える環境下にある原子炉格納容器外の重要度クラス 3 の機器

2. 代表機器の技術評価

本章では，1 章で代表機器とした以下の 7 台の弁について技術評価を実施する。

① 高圧炉心スプレイ系注入弁 F004 安全弁
② ヒータ 1 安全弁
③ 残留熱除去系停止時冷却入口ライン安全弁
④ 排ガス復水器安全弁
⑤ 計装用 N2 ガス逃し安全弁
⑥ SLC ポンプ逃し弁
⑦ RHR 熱交換器管側安全弁

2.1 構造，材料及び使用条件

2.1.1 高圧炉心スプレイ系注入弁 F004 安全弁

(1) 構造

東海第二の高圧炉心スプレイ系注入弁 F004 安全弁は口径 15A，最高使用圧力 10.69 MPa，最高使用温度 302 ℃の安全弁で 1 台設置されている。

弁本体は，純水を内包する耐圧部（弁箱 （ノズルシート一体型），弁体，スプリングシート，ジョイントボルト・ナット等），及び弁体を作動させる作動部（弁棒，スプリング）からなる。

純水に接する弁箱（ノズルシート一体型）には炭素鋼，弁体にはステンレス鋼が使用されている。

なお，当該弁は，ジョイントボルト・ナットを取外すことにより，弁内部の点検手入れが可能である。

東海第二の高圧炉心スプレイ系注入弁 F004 安全弁の構造図を図 2.1-1 に示す。

(2) 材料及び使用条件

東海第二の高圧炉心スプレイ系注入弁 F004 安全弁主要部位の使用材料を表 2.1-1 に，使用条件を表 2.1-2 に示す。

No.	部位
①	弁箱（ノズルシート一体型）
②	弁体
③	スプリングシート
④	ジョイントボルト・ナット
⑤	ガスケット
⑥	弁棒
⑦	スプリング

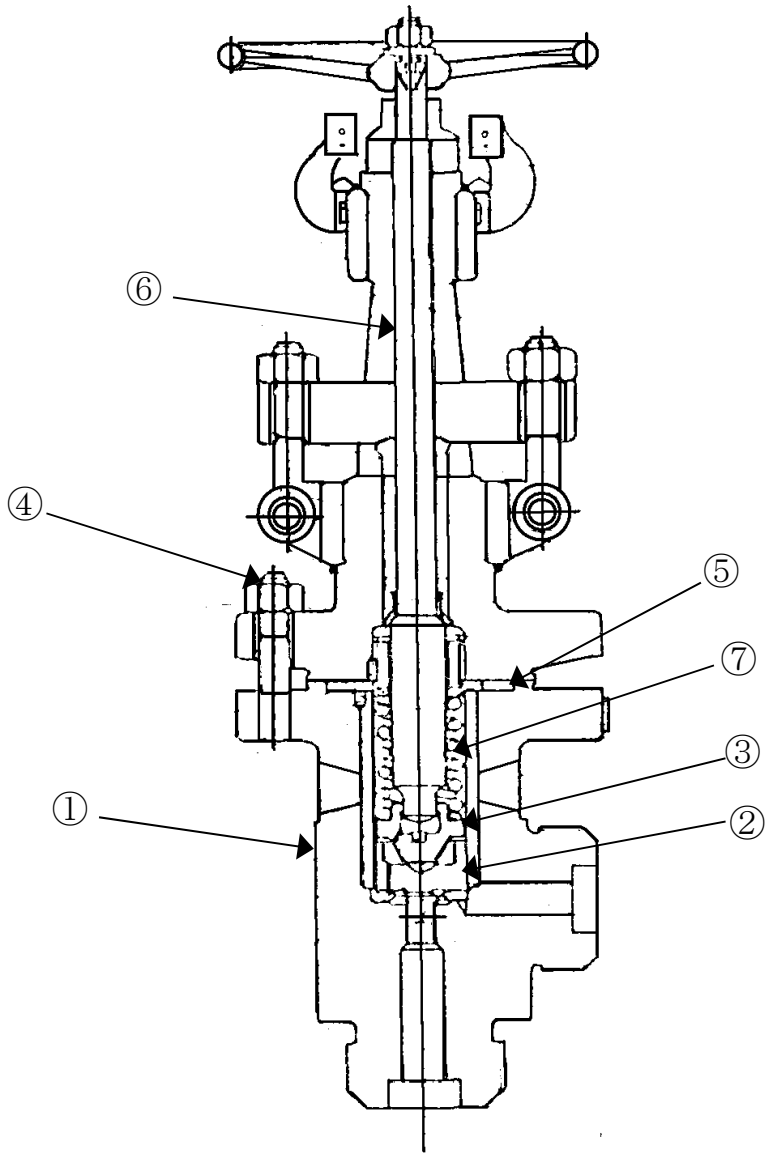


図 2.1-1　高圧炉心スプレイ系注入弁 F004 安全弁構造図

表 2.1-1　高圧炉心スプレイ系注入弁 F004 安全弁主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
バウンダリの維持	耐圧	弁箱（ノズルシート一体型）	炭素鋼（ステライト肉盛）
		弁体	ステンレス鋼（ステライト肉盛）
		スプリングシート	ステンレス鋼（ステライト肉盛）
		ジョイントボルト・ナット	低合金鋼・炭素鋼
	シール	ガスケット	（消耗品）
作動機能の維持	作動力伝達	弁棒	ステンレス鋼
		スプリング	インコネル

表 2.1-2　高圧炉心スプレイ系注入弁 F004 安全弁の使用条件

最高使用圧力	10.69 MPa
最高使用温度	302 ℃
内部流体	純水

2.1.2 ヒータ 1 安全弁

(1) 構造

東海第二のヒータ 1 安全弁は口径 80A,最高使用圧力 2.98 MPa,最高使用温度 235 ℃の安全弁で 3 台設置されている。

弁本体は，蒸気を内包する耐圧部（弁箱，弁体，ノズルシート，ジョイントボルト・ナット，ベローズ等），及び弁体を作動させる作動部（弁棒，スプリング）からなる。

蒸気に接する弁箱は炭素鋼鋳鋼，弁体にはステンレス鋼，ノズルシートには炭素鋼が使用されている。

なお，当該弁は，ジョイントボルト・ナットを取外すことにより，弁内部の点検手入れが可能である。

東海第二のヒータ 1 安全弁の構造図を図 2.1-2 に示す。

(2) 材料及び使用条件

東海第二のヒータ 1 安全弁主要部位の使用材料を表 2.1-3 に，使用条件を表 2.1-4 に示す。

No.	部位
①	弁箱
②	弁体
③	ノズルシート
④	ジョイントボルト・ナット
⑤	ベローズ
⑥	ガスケット
⑦	弁棒
⑧	スプリング

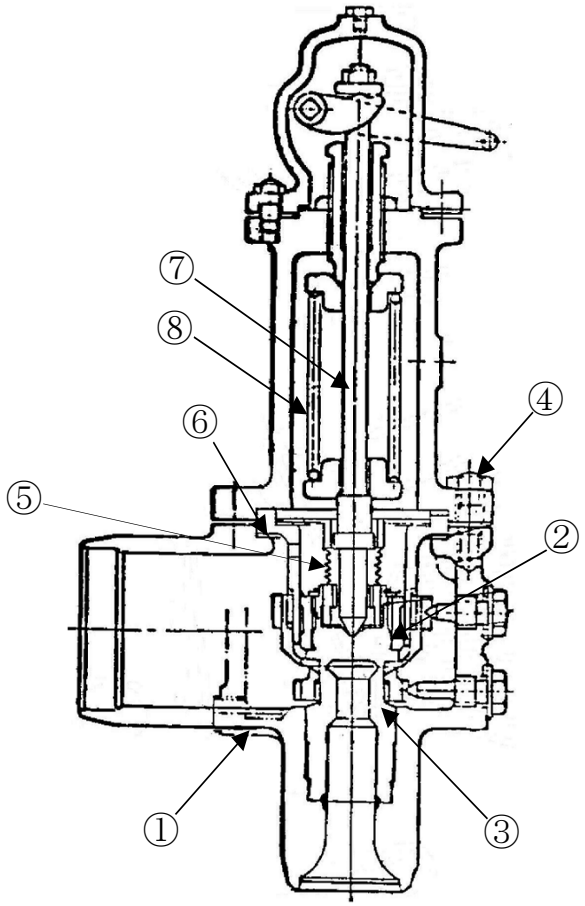


図 2.1-2　ヒータ 1 安全弁構造図

表 2.1-3　ヒータ 1 安全弁主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
バウンダリの維持	耐圧	弁箱	炭素鋼鋳鋼
		弁体	ステンレス鋼
		ノズルシート	炭素鋼（ステライト肉盛）
		ジョイントボルト・ナット	炭素鋼
	シール	ベローズ	ステンレス鋼
		ガスケット	（消耗品）
作動機能の維持	作動力伝達	弁棒	ステンレス鋼（ステライト肉盛）
		スプリング	ばね鋼

表 2.1-4　ヒータ 1 安全弁の使用条件

最高使用圧力	2.98 MPa
最高使用温度	235 ℃
内部流体	蒸気

2.1.3 残留熱除去系停止時冷却入口ライン安全弁

(1) 構造

東海第二の残留熱除去系停止時冷却入口ライン安全弁は口径 25A，最高使用圧力 8.62 MPa，最高使用温度 302 ℃の安全弁で 1 台設置されている。

弁本体は，純水を内包する耐圧部（弁箱，弁体，ノズルシート，ジョイントボルト・ナット，ベローズ等），及び弁体を作動させる作動部（弁棒，スプリング）からなる。

純水に接する弁箱はステンレス鋳鋼，弁体，ノズルシートにはステンレス鋼が使用されている。

なお，当該弁は，ジョイントボルト・ナットを取外すことにより，弁内部の点検手入れが可能である。

東海第二の残留熱除去系停止時冷却入口ライン安全弁の構造図を図 2.1-3 に示す。

(2) 材料及び使用条件

東海第二の残留熱除去系停止時冷却入口ライン安全弁主要部位の使用材料を表 2.1-5 に，使用条件を表 2.1-6 に示す。

No.	部位
①	弁箱
②	弁体
③	ノズルシート
④	ジョイントボルト・ナット
⑤	ベローズ
⑥	ガスケット
⑦	弁棒
⑧	スプリング

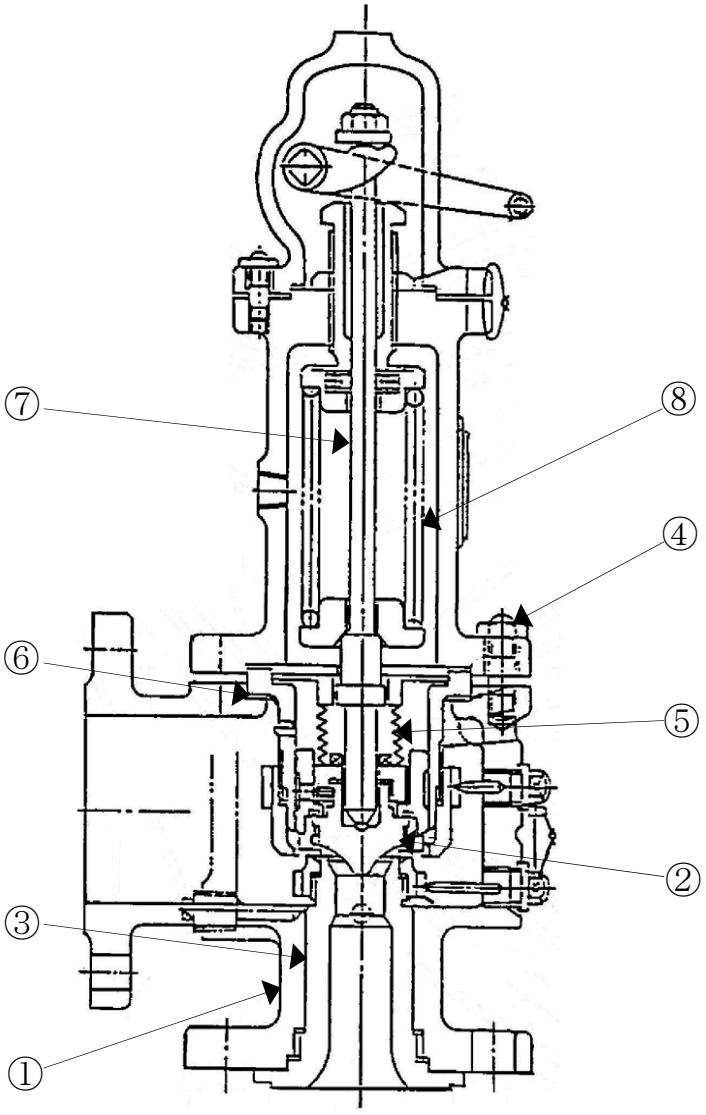


図 2.1-3　残留熱除去系停止時冷却入口ライン安全弁構造図

表 2.1-5　残留熱除去系停止時冷却入口ライン安全弁主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
バウンダリの維持	耐圧	弁箱	ステンレス鋳鋼
		弁体	ステンレス鋼
		ノズルシート	ステンレス鋼（ステライト肉盛）
		ジョイントボルト・ナット	ステンレス鋼
	シール	ベローズ	ステンレス鋼
		ガスケット	(消耗品)
作動機能の維持	作動力伝達	弁棒	ステンレス鋼
		スプリング	ステンレス鋼

表 2.1-6　残留熱除去系停止時冷却入口ライン安全弁の使用条件

最高使用圧力	8.62 MPa
最高使用温度	302 ℃
内部流体	純水

2.1.4 排ガス復水器安全弁

(1) 構造

東海第二の排ガス復水器安全弁は口径 40A，最高使用圧力 2.41 MPa，最高使用温度 538 ℃の安全弁で，2 台設置されている。

弁本体は，蒸気を内包する耐圧部（弁箱，弁体，ノズルシート，ジョイントボルト・ナット等），及び弁体を作動させる作動部（弁棒，スプリング）からなる。

蒸気に接する弁箱はステンレス鋳鋼，弁体，ノズルシートにはステンレス鋼が使用されている。

なお，当該弁は，ジョイントボルト・ナットを取外すことにより，弁内部の点検手入れが可能である。

東海第二の排ガス復水器安全弁の構造図を図 2.1-4 に示す。

(2) 材料及び使用条件

東海第二の排ガス復水器安全弁主要部位の使用材料を表 2.1-7 に，使用条件を表 2.1-8 に示す。

No.	部位
①	弁箱
②	弁体
③	ノズルシート
④	ジョイントボルト・ナット
⑤	ガスケット
⑥	弁棒
⑦	スプリング

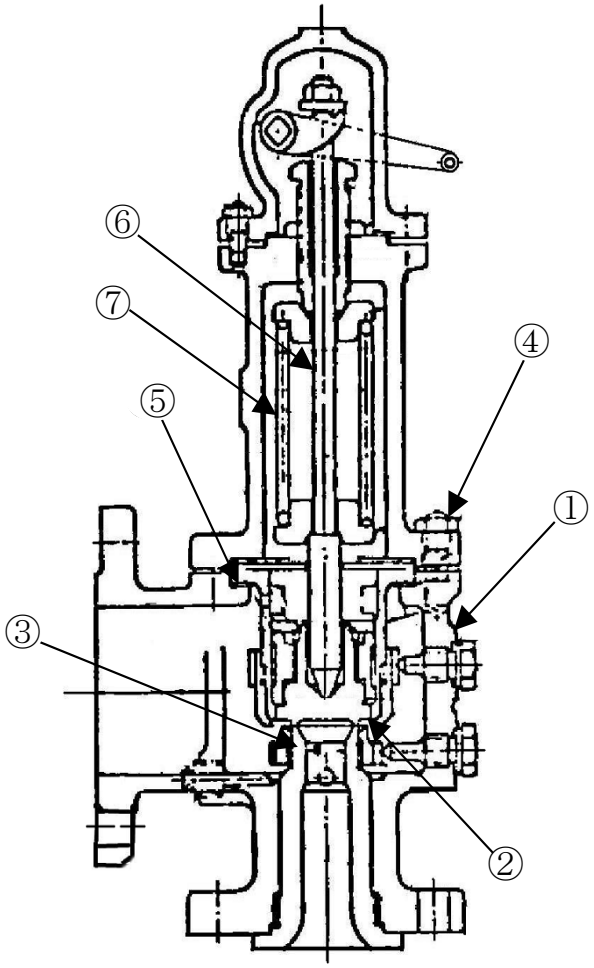


図 2.1-4　排ガス復水器安全弁構造図

表 2.1-7　排ガス復水器安全弁主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
バウンダリの維持	耐圧	弁箱	ステンレス鋳鋼
		弁体	ステンレス鋼（ステライト肉盛）
		ノズルシート	ステンレス鋼（ステライト肉盛）
		ジョイントボルト・ナット	ステンレス鋼
	シール	ガスケット	（消耗品）
作動機能の維持	作動力伝達	弁棒	ステンレス鋼（ステライト肉盛）
		スプリング	ステンレス鋼

表 2.1-8　排ガス復水器安全弁の使用条件

最高使用圧力	2.41 MPa
最高使用温度	538 ℃
内部流体	蒸気

2.1.5 計装用 N2 ガス逃し安全弁

(1) 構造

東海第二の計装用 N2 ガス逃し安全弁は口径 25A，最高使用圧力 1.38 MPa，最高使用温度 66 ℃の逃し弁で，2 台設置されている。

弁本体は，ガスを内包する耐圧部（弁箱，弁体，ノズルシート，ジョイントボルト・ナット等），及び弁体を作動させる作動部（弁棒，スプリング）からなる。

ガスに接する弁箱はステンレス鋳鋼，弁体，ノズルシートにはステンレス鋼が使用されている。

なお，当該弁は，ジョイントボルト・ナットを取外すことにより，弁内部の点検手入れが可能である。

東海第二の計装用 N2 ガス逃し安全弁の構造図を図 2.1-5 に示す。

(2) 材料及び使用条件

東海第二の計装用 N2 ガス逃し安全弁主要部位の使用材料を表 2.1-9 に，使用条件を表 2.1-10 に示す。

No.	部位
①	弁箱
②	弁体
③	ノズルシート
④	ジョイントボルト・ナット
⑤	ガスケット
⑥	弁棒
⑦	スプリング

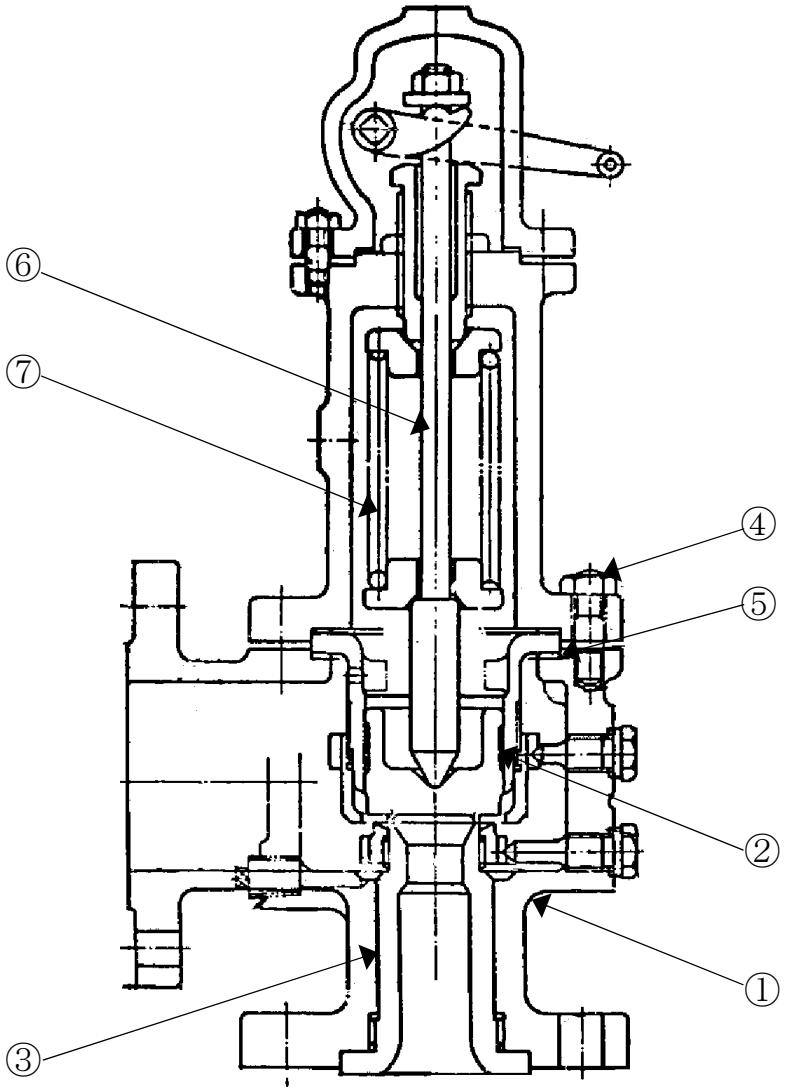


図 2.1-5　計装用 N2 ガス逃し安全弁構造図

表 2.1-9　計装用 N2 ガス逃し安全弁主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
バウンダリの維持	耐圧	弁箱	ステンレス鋳鋼
		弁体	ステンレス鋼（ステライト肉盛）
		ノズルシート	ステンレス鋼（ステライト肉盛）
		ジョイントボルト・ナット	ステンレス鋼
	シール	ガスケット	（消耗品）
作動機能の維持	作動力伝達	弁棒	ステンレス鋼（ステライト肉盛）
		スプリング	ステンレス鋼

表 2.1-10　計装用 N2 ガス逃し安全弁の使用条件

最高使用圧力	1.38 MPa
最高使用温度	66 ℃
内部流体	ガス

2.1.6 SLC ポンプ逃し弁

(1) 構造

東海第二の SLC ポンプ逃し弁は口径 25A,最高使用圧力 9.66 MPa,最高使用温度 66 ℃の逃し弁で，2 台設置されている。

弁本体は，五ほう酸ナトリウム水を内包する耐圧部（弁箱，弁体，ノズルシート，ジョイントボルト・ナット等），及び弁体を作動させる作動部（弁棒，スプリング）からなる。

五ほう酸ナトリウム水に接する弁箱はステンレス鋳鋼，弁体，ノズルシートにはステンレス鋼が使用されている。

なお，当該弁は，ジョイントボルト・ナットを取外すことにより，弁内部の点検手入れが可能である。

東海第二の SLC ポンプ逃し弁の構造図を図 2.1-6 に示す。

(2) 材料及び使用条件

東海第二の SLC ポンプ逃し弁主要部位の使用材料を表 2.1-11 に，使用条件を表 2.1-12 に示す。

No.	部位
①	弁箱
②	弁体
③	ノズルシート
④	ジョイントボルト・ナット
⑤	ガスケット
⑥	弁棒
⑦	スプリング

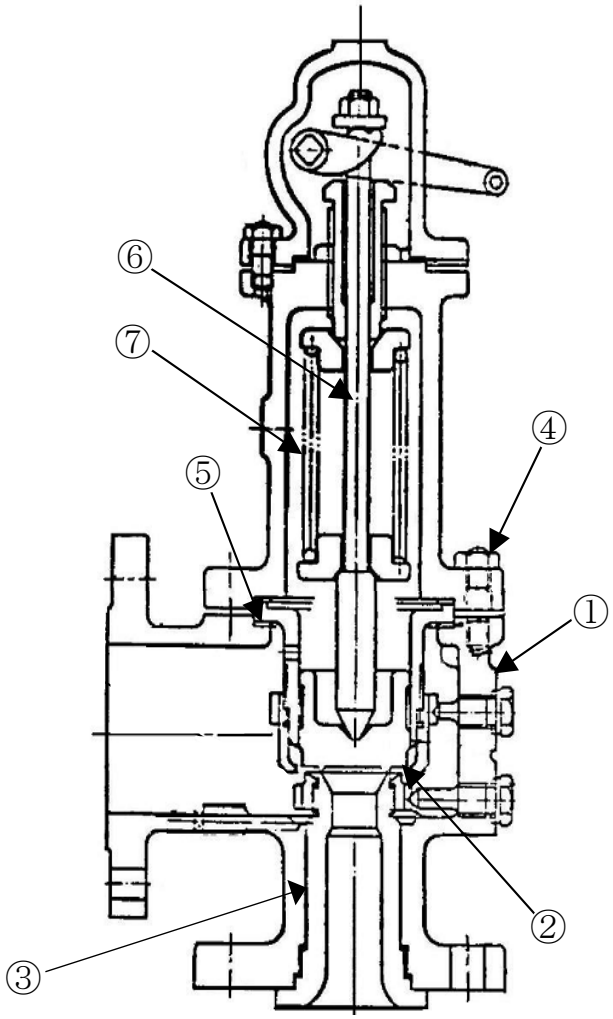


図 2.1-6　SLC ポンプ逃し弁構造図

表 2.1-11　SLC ポンプ逃し弁主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
バウンダリの維持	耐圧	弁箱	ステンレス鋳鋼
		弁体	ステンレス鋼（ステライト肉盛）
		ノズルシート	ステンレス鋼（ステライト肉盛）
		ジョイントボルト・ナット	ステンレス鋼
	シール	ガスケット	（消耗品）
作動機能の維持	作動力伝達	弁棒	ステンレス鋼（ステライト肉盛）
		スプリング	ばね鋼

表 2.1-12　SLC ポンプ逃し弁の使用条件

最高使用圧力	9.66 MPa
最高使用温度	66 ℃
内部流体	五ほう酸ナトリウム水

2.1.7 RHR 熱交換器管側安全弁

(1) 構造

東海第二の RHR 熱交換器管側安全弁は口径 40A，最高使用圧力 3.45 MPa，最高使用温度 249 ℃の安全弁で，2 台設置されている。

弁本体は，海水を内包する耐圧部（弁箱，弁体，ノズルシート，ジョイントボルト・ナット等），及び弁体を作動させる作動部（弁棒，スプリング）からなる。

海水に接する弁箱は青銅鋳物，弁体，ノズルシートにはステンレス鋼が使用されている。

なお，当該弁は，ジョイントボルト・ナットを取外すことにより，弁内部の点検手入れが可能である。

東海第二の RHR 熱交換器管側安全弁の構造図を図 2.1-7 に示す。

(2) 材料及び使用条件

東海第二の RHR 熱交換器管側安全弁主要部位の使用材料を表 2.1-13 に，使用条件を表 2.1-14 に示す。

No.	部位
①	弁箱
②	弁体
③	ノズルシート
④	ジョイントボルト・ナット
⑤	ガスケット
⑥	弁棒
⑦	スプリング

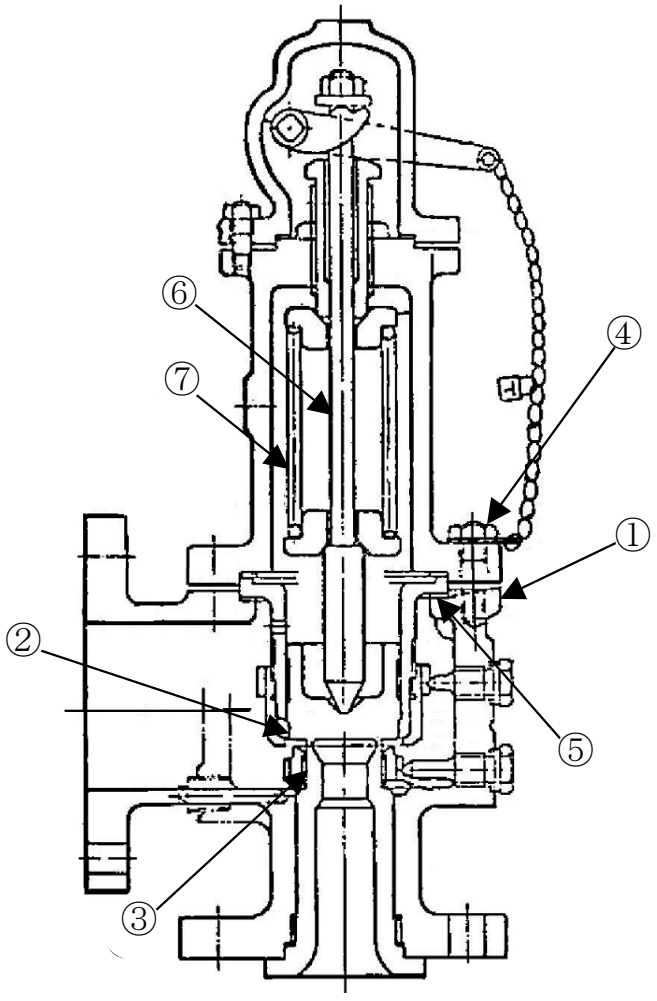


図 2.1-7　RHR 熱交換器管側安全弁構造図

表 2.1-13　RHR 熱交換器管側安全弁主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
バウンダリの維持	耐圧	弁箱	青銅鋳物
		弁体	ステンレス鋼（ステライト肉盛）
		ノズルシート	ステンレス鋼（ステライト肉盛）
		ジョイントボルト・ナット	炭素鋼
	シール	ガスケット	（消耗品）
作動機能の維持	作動力伝達	弁棒	ステンレス鋼（ステライト肉盛）
		スプリング	ばね鋼

表 2.1-14　RHR 熱交換器管側安全弁の使用条件

最高使用圧力	3.45 MPa
最高使用温度	249 ℃
内部流体	海水

2.2 経年劣化事象の抽出

2.2.1 機器の機能達成に必要な項目

安全弁の機能である流体吹き出し機能の達成に必要な項目は以下のとおり。

(1) バウンダリの維持

(2) 作動機能の維持

2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

(1) 想定される経年劣化事象の抽出

安全弁について，機能達成に必要な項目を考慮して主要部位に展開した上で，個々の部位の材料，構造，使用条件（内部流体の種類，圧力，温度等）及び現在までの運転経験を考慮し，表 2.2-1 に示すとおり，想定される経年劣化事象を抽出した（表 2.2-1 で○又は△，▲）。

なお，消耗品及び定期取替品は以下のとおり評価対象外とする。

(2) 消耗品及び定期取替品の扱い

ガスケットは消耗品であり，設計時に長期間使用せず取替を前提としていることから高経年化対策を見極める上での評価対象外とする。

(3) 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

想定される経年劣化事象のうち下記①，②に該当しない事象を高経年化対策上着目すべき経年劣化事象と判断した。

なお，下記①，②に該当する事象については，2.2.3 項に示すとおり，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断した。

① 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって，想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象として表 2.2-1 で△）

② 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により，今後も経年劣化の進展が考えられない，又は進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外として表 2.2-1 で▲）

この結果，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象は抽出されなかった。

2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

(1) 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって，想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象）

a. 弁箱の外面の腐食（全面腐食）［高圧炉心スプレイ系注入弁 F004 安全弁，ヒータ 1 安全弁］

弁箱は炭素鋼又は炭素鋼鋳鋼であり，外面は大気接触することから腐食が想定されるが，弁箱外面の大気接触部は塗装が施されていることから，塗膜が健全であれば腐食が発生する可能性は小さく，分解点検時の目視点検において塗装状態を確認し，必要に応じて補修塗装することにより機能を維持している。

したがって，弁箱の外面の腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

b. 弁箱の内面の腐食（全面腐食）［高圧炉心スプレイ系注入弁 F004 安全弁，ヒータ 1 安全弁，RHR 熱交換器管側安全弁］

弁箱は炭素鋼，炭素鋼鋳鋼又は青銅鋳物であり，弁箱内面は純水，蒸気又は海水に接液することから腐食が想定されるが，分解点検時の目視点検において有意な腐食がないことを確認している。

したがって，弁箱の内面の腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

c. ジョイントボルト・ナットの腐食（全面腐食）［高圧炉心スプレイ系注入弁 F004 安全弁，ヒータ 1 安全弁，RHR 熱交換器管側安全弁］

ジョイントボルト・ナットは低合金鋼又は炭素鋼であり腐食が想定されるが，分解点検時に手入れ・清掃を行うことにより機能を維持している。

したがって，ジョイントボルト・ナットの腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

d. ノズルシートの腐食（全面腐食）［ヒータ 1 安全弁］

ノズルシートは炭素鋼であり，内部流体が蒸気であることから，腐食が想定されるが，分解点検時の目視点検において有意な腐食がないことを確認している。

したがって，ノズルシートの腐食（全面腐食）は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

e. 弁体，ノズルシートの腐食（孔食・隙間腐食）［RHR 熱交換器管側安全弁］

弁体，ノズルシートについてはステンレス鋼であり，内部流体が海水であることから，接液部に腐食（孔食・隙間腐食）が想定されるが，分解点検時に補修を行うことにより機能を維持している。

したがって，弁体，ノズルシートの腐食（孔食・隙間腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

f. 弁箱，ジョイントボルト・ナットの貫粒型応力腐食割れ［残留熱除去系停止時冷却入口ライン安全弁］

弁箱，ジョイントボルト・ナットはステンレス鋳鋼又はステンレス鋼であり，大気中の海塩粒子に含まれる塩化物イオンにより，外面から貫粒型応力腐食割れの発生が想定されるが，原子炉建屋内機器の塩分測定において，代表箇所における定期的な目視点検及び付着塩分量測定を実施し，その結果により必要に応じ機器外面清掃及び浸透探傷検査を実施することとしている。

また，東海第二では工事における副資材管理でステンレス鋼への塩分付着を防止している。

したがって，弁箱，ジョイントボルト・ナットの貫粒型応力腐食割れは高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

g. 弁棒の摩耗［高圧炉心スプレイ系注入弁 F004 安全弁，残留熱除去系停止時冷却入口ライン安全弁］

弁棒は弁の開閉に伴う弁ふた及び弁体との摺動により摩耗が想定されるが，安全弁は系統の異常昇圧時の保護目的で設置されており，作動回数がほとんどないことから摩耗が発生する可能性は小さい。

なお，分解点検時の目視点検において有意な摩耗は確認されておらず，今後も使用環境が変わらないことから，これらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，弁棒の摩耗は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

h. ノズルシート，ジョイントボルト・ナットの粒界型応力腐食割れ［残留熱除去系停止時冷却入口ライン安全弁］

ノズルシート及びジョイントボルト・ナットはステンレス鋼であり，粒界型応力腐食割れの発生が想定されるが，実温度測定結果が 100℃未満であるため，粒界型応力腐食割れが発生する可能性は小さい。

なお，分解点検時の目視点検において有意な欠陥は確認されておらず，今後も使用環境が変わらないことから，これらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，ノズルシート，ジョイントボルト・ナットの粒界型応力腐食割れは高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

i. ベローズの疲労割れ［ヒータ 1 安全弁，残留熱除去系停止時冷却入口ライン安全弁］

ベローズは弁の開閉に伴う伸縮の繰り返しにより疲労割れが想定されるが，作動頻度が少ないため，ベローズの疲労割れが発生する可能性は小さい。

なお，分解点検時の目視点検において有意な欠陥は確認されておらず，今後も使用環境が変わらないことから，これらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，ベローズの疲労割れは，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

j. 弁箱（内面），弁体，ノズルシートの腐食（全面腐食）［SLC ポンプ逃し弁］

弁箱はステンレス鋳鋼，弁体，ノズルシートはステンレス鋼であり，内部流体が五ほう酸ナトリウム水であるため腐食の発生が想定されるが，ステンレス鋼は五ほう酸ナトリウム水に対し耐食性を有していることから，腐食が発生する可能性は小さい。

なお，分解点検時の目視点検において有意な腐食は確認されておらず，今後も使用環境が変わらないことから，これらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，弁箱（内面），弁体，ノズルシートの腐食（全面腐食）は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

(2) 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により，今後も経年劣化の進展が考えられない，又は進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外）

a. スプリングのへたり［共通］

安全弁のスプリングは常時応力がかかった状態で使用されるため，へたりが想定されるが，スプリング使用時のねじり応力が許容ねじり応力以下になるように設定されており，さらにスプリングの材料に対する推奨最高使用温度よりも実際の使用温度は低いことから，へたりが進行する可能性はない。

したがって，スプリングのへたりは高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

表 2.2-1（1/7）　高圧炉心スプレイ系注入弁 F004 安全弁に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考
					減肉		割れ		材質変化		その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
バウンダリの維持	耐圧	弁箱（ノズルシート一体型）		炭素鋼[*1]		△[*2*3]						*1:ステライト肉盛 *2:外面 *3:内面 *4:へたり
		弁体		ステンレス鋼[*1]								
		スプリングシート		ステンレス鋼[*1]								
		ジョイントボルト・ナット		低合金鋼・炭素鋼		△						
	シール	ガスケット	◎	－								
作動機能の維持	作動力伝達	弁棒		ステンレス鋼	△							
		スプリング		インコネル							▲[*4]	

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

▲：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象以外）

表 2.2-1 (2/7)　ヒータ 1 安全弁に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考
					減肉		割れ		材質変化		その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
バウンダリの維持	耐圧	弁箱		炭素鋼鋳鋼		△*2*3						*1:ステライト肉盛 *2:外面 *3:内面 *4:へたり
		弁体		ステンレス鋼								
		ノズルシート		炭素鋼*1		△						
		ジョイントボルト・ナット		炭素鋼		△						
	シール	ベローズ		ステンレス鋼			△					
		ガスケット	◎	―								
作動機能の維持	作動力伝達	弁棒		ステンレス鋼*1								
		スプリング		ばね鋼							▲*4	

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

▲：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象以外）

表 2.2-1（3/7）　残留熱除去系停止時冷却入口ライン安全弁に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考
					減肉		割れ		材質変化		その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
バウンダリの維持	耐圧	弁箱		ステンレス鋳鋼				△*2				*1:ステライト肉盛 *2:貫粒型応力腐食割れ *3:粒界型応力腐食割れ *4:へたり
		弁体		ステンレス鋼								
		ノズルシート		ステンレス鋼*1				△*3				
		ジョイントボルト・ナット		ステンレス鋼				△*2*3				
	シール	ベローズ		ステンレス鋼			△					
		ガスケット	◎	―								
作動機能の維持	作動力伝達	弁棒		ステンレス鋼	△							
		スプリング		ステンレス鋼							▲*4	

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

▲：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象以外）

表 2.2-1（4/7）　計装用 N2 ガス逃し安全弁に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考
					減肉		割れ		材質変化		その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
バウンダリの維持	耐圧	弁箱		ステンレス鋳鋼								*1:ステライト肉盛 *2:へたり
		弁体		ステンレス鋼[*1]								
		ノズルシート		ステンレス鋼[*1]								
		ジョイントボルト・ナット		ステンレス鋼								
	シール	ガスケット	◎	―								
作動機能の維持	作動力伝達	弁棒		ステンレス鋼[*1]								
		スプリング		ステンレス鋼							▲[*2]	

▲：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象以外）

表 2.2-1 (5/7)　排ガス復水器安全弁に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考
					減肉		割れ		材質変化		その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
バウンダリの維持	耐圧	弁箱		ステンレス鋳鋼								*1:ステライト肉盛 *2:へたり
		弁体		ステンレス鋼*1								
		ノズルシート		ステンレス鋼*1								
		ジョイントボルト・ナット		ステンレス鋼								
	シール	ガスケット	◎	―								
作動機能の維持	作動力伝達	弁棒		ステンレス鋼*1								
		スプリング		ステンレス鋼							▲*2	

▲：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象以外）

表 2.2-1（6/7）　SLC ポンプ逃し弁に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考
					減肉		割れ		材質変化		その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
バウンダリの維持	耐圧	弁箱		ステンレス鋳鋼		△*2						*1:ステライト肉盛 *2:内面 *3:へたり
		弁体		ステンレス鋼*1		△						
		ノズルシート		ステンレス鋼*1		△						
		ジョイントボルト・ナット		ステンレス鋼								
	シール	ガスケット	◎	―								
作動機能の維持	作動力伝達	弁棒		ステンレス鋼*1								
		スプリング		ばね鋼							▲*3	

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

▲：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象以外）

表 2.2-1（7/7）　RHR 熱交換器管側安全弁に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考
					減肉		割れ		材質変化		その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
バウンダリの維持	耐圧	弁箱		青銅鋳物		△*2						*1:ステライト肉盛 *2:内面 *3:孔食・隙間腐食 *4:へたり
		弁体		ステンレス鋼*1		△*3						
		ノズルシート		ステンレス鋼*1		△*3						
		ジョイントボルト・ナット		炭素鋼		△						
	シール	ガスケット	◎	－								
作動機能の維持	作動力伝達	弁棒		ステンレス鋼*1								
		スプリング		ばね鋼							▲*4	

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

▲：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象以外）

3. 代表機器以外への展開

本章では，2 章で実施した代表機器の技術評価について，1 章で実施したグループ化で代表機器となっていない機器への展開について検討した。

［対象系統］

① 残留熱除去系
② 高圧炉心スプレイ系
③ 低圧炉心スプレイ系
④ 原子炉隔離時冷却系
⑤ 原子炉再循環系
⑥ 原子炉冷却材浄化系
⑦ 可燃性ガス濃度制御系
⑧ 復水系
⑨ 給水系
⑩ 給水加熱器ベント系
⑪ タービン補助蒸気系
⑫ タービングランド蒸気系
⑬ 空気抽出系
⑭ 気体廃棄物処理系

3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

高経年化対策上着目すべき経年劣化事象は抽出されなかった。

3.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

(1) 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって，想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象）

a. 弁箱の外面の腐食（全面腐食）［弁箱が炭素鋼又は炭素鋼鋳鋼の安全弁共通］

代表機器と同様，弁箱は炭素鋼又は炭素鋼鋳鋼であり，外面は大気接触することから腐食が想定されるが，弁箱外面の大気接触部は塗装が施されていることから，塗膜が健全であれば腐食が発生する可能性は小さく，分解点検時の目視点検において塗装状態を確認し，必要に応じて補修塗装することにより機能を維持している。

したがって，弁箱の外面の腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

b. 弁箱の内面の腐食（全面腐食）［弁箱が炭素鋼又は炭素鋼鋳鋼の安全弁共通］

代表機器と同様，弁箱は炭素鋼又は炭素鋼鋳鋼であり，弁箱内面は純水又は蒸気に接液することから腐食が想定されるが，分解点検時の目視点検において有意な腐食がないことを確認している。

したがって，弁箱の内面の腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

c. ジョイントボルト・ナットの腐食（全面腐食）［ジョイントボルト・ナットが低合金鋼又は炭素鋼の安全弁共通］

代表機器と同様，ジョイントボルト・ナットは低合金鋼又は炭素鋼であり腐食が想定されるが，分解点検時に手入れ・清掃を行うことにより機能を維持している。

したがって，ジョイントボルト・ナットの腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

d. ノズルシートの腐食（全面腐食）［ノズルシートが炭素鋼の安全弁共通］

代表機器と同様，ノズルシートは炭素鋼であり，内部流体が蒸気であることから，腐食が想定されるが，分解点検時に補修を行うことによりノズルシートの機能を維持している。

したがって，ノズルシートの腐食（全面腐食）は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

e. 弁箱，ジョイントボルト・ナットの貫粒型応力腐食割れ［弁箱，ジョイントボルト・ナットがステンレス鋳鋼又はステンレス鋼の純水系安全弁共通］

代表機器と同様，弁箱，ジョイントボルト・ナットはステンレス鋳鋼又はステンレス鋼であり，大気中の海塩粒子に含まれる塩化物イオンにより，外面から貫粒型応力腐食割れの発生が想定されるが，原子炉建屋内機器の塩分測定において，代表箇所における定期的な目視点検及び付着塩分量測定を実施し，その結果により必要に応じ機器外面清掃及び浸透探傷検査を実施することとしている。

また，東海第二では工事における副資材管理でステンレス鋼への塩分付着を防止している。

したがって，弁箱，ジョイントボルト・ナットの貫粒型応力腐食割れは高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

f. ノズルシート，ジョイントボルト・ナットの粒界型応力腐食割れ［ステンレス鋼で高温環境に設置されている純水系安全弁共通］

代表機器と同様，ノズルシート，ジョイントボルト・ナットはステンレス鋼であり，内部流体が 100 ℃以上の高温環境下では粒界型応力腐食割れが想定されるが，分解点検時の目視点検において有意な欠陥がないことを確認している。

したがって，ノズルシート，ジョイントボルト・ナットの粒界型応力腐食割れは高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

g. 弁棒の摩耗［シートがステライト肉盛されていない安全弁共通］

代表機器と同様，弁棒は弁の開閉に伴う弁ふた及び弁体との摺動により摩耗が想定されるが，安全弁は系統の異常昇圧時の保護目的で設置されており，作動回数がほとんどないことから摩耗が発生する可能性は小さい。

なお，分解点検時の目視点検において有意な摩耗は確認されておらず，今後も使用環境が変わらないことから，これらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，弁棒の摩耗は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

h. ベローズの疲労割れ［ベローズ付の安全弁共通］

代表機器と同様，ベローズは弁の開閉に伴う伸縮の繰り返しにより疲労割れが想定されるが，作動頻度が少ないため，ベローズの疲労割れの発生する可能性は小さい。

なお，分解点検時の目視点検において有意な欠陥は確認されておらず，今後も使用環境が変わらないことから，これらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，ベローズの疲労割れは高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

(2) 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により，今後も経年劣化の進展が考えられない，又は進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外）

a. スプリングのへたり［共通］

代表機器と同様，安全弁のスプリングは常時応力がかかった状態で使用されるため，へたりが想定されるが，スプリング使用時のねじり応力が許容ねじり応力以下になるように設定されており，さらにスプリングの材料に対する推奨最高使用温度よりも実際の使用温度は低いことから，へたりが進行する可能性はない。

したがって，スプリングのへたりは高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

6. ボール弁

［対象系統］

① 中性子計装系

② 原子炉冷却材浄化系

目次

1. 対象機器及び代表機器の選定..... 6-1
1.1 グループ化の考え方及び結果..... 6-1
1.2 代表機器の選定..... 6-1
2. 代表機器の技術評価..... 6-3
2.1 構造，材料及び使用条件..... 6-3
2.1.1 移動式炉心内計装ボール弁..... 6-3
2.1.2 原子炉冷却材浄化系 F/D 入口弁..... 6-6
2.2 経年劣化事象の抽出..... 6-9
2.2.1 機器の機能達成に必要な項目..... 6-9
2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出..... 6-9
2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象..... 6-10
3. 代表機器以外への展開..... 6-14
3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象..... 6-14
3.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象..... 6-14

1. 対象機器及び代表機器の選定

東海第二で使用している主要なボール弁の主な仕様を表 1-1 に示す。

これらのボール弁を弁箱材料及び内部流体の観点からグループ化し，それぞれのグループより以下のとおり代表機器を選定した。

1.1 グループ化の考え方及び結果

弁箱材料及び内部流体を分類基準とし，ボール弁を表 1-1 に示すとおりグループ化する。

弁箱材料はステンレス鋼，内部流体はガス，純水に分類される。

1.2 代表機器の選定

表 1-1 に分類されるグループ毎に，重要度，運転状態，最高使用温度，最高使用圧力及び口径の観点から代表機器を選定する。

(1) ガス系ステンレス鋼ボール弁（内部流体：ガス，弁箱材料：ステンレス鋼）

このグループには，中性子計装系及び原子炉冷却材浄化系が属するが，重要度の高い移動式炉心内計装ボール弁を代表機器とする。

(2) 純水系ステンレス鋼ボール弁（内部流体：純水，弁箱材料：ステンレス鋼）

このグループには，原子炉冷却材浄化系のみが属するが，重要度は同等であるため，運転状態の厳しい原子炉冷却材浄化系 F/D 入口弁を代表機器とする。

表 1-1　ボール弁のグループ化及び代表機器の選定

分類基準		当該系統	選定基準					選定	代表機器／選定理由
弁箱材料	内部流体		口径(A)	重要度[*1]	使用条件				
					運転状態	最高使用圧力(MPa)	最高使用温度（℃）		
ステンレス鋼	ガス	中性子計装系	9[*2]	MS-1	一時	0.31	171	◎	移動式炉心内計装ボール弁／重要度
		原子炉冷却材浄化系[*3]	80	PS-2	連続	9.80	66		
	純水	原子炉冷却材浄化系	50～150	PS-2	連続	9.80	66	◎	原子炉冷却材浄化系 F/D 入口弁／重要度，運転状態[*4]

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

*2：単位はmmとする

*3：原子炉冷却材浄化系に供給される制御用圧縮空気

*4：プロセス系統にあり使用環境が厳しい弁

2. 代表機器の技術評価

本章では，１章で代表機器とした以下の 2 台の弁について技術評価を実施する。

① 移動式炉心内計装ボール弁

② 原子炉冷却材浄化系 F/D 入口弁

2.1 構造，材料及び使用条件

2.1.1 移動式炉心内計装ボール弁

(1) 構造

東海第二の移動式炉心内計装ボール弁は口径 9 ㎜，最高使用圧力 0.31 MPa，最高使用温度 171 ℃の電動式ボール弁であり，5 台設置されている。

弁本体はガス（空気）を内包する耐圧部（弁箱，弁ふた，ジョイントボルト，軸封部），ガス（空気）を仕切る隔離部（弁体，シートリング）及び弁体に駆動力を伝達する駆動力伝達部（弁棒，ヨーク）からなる。

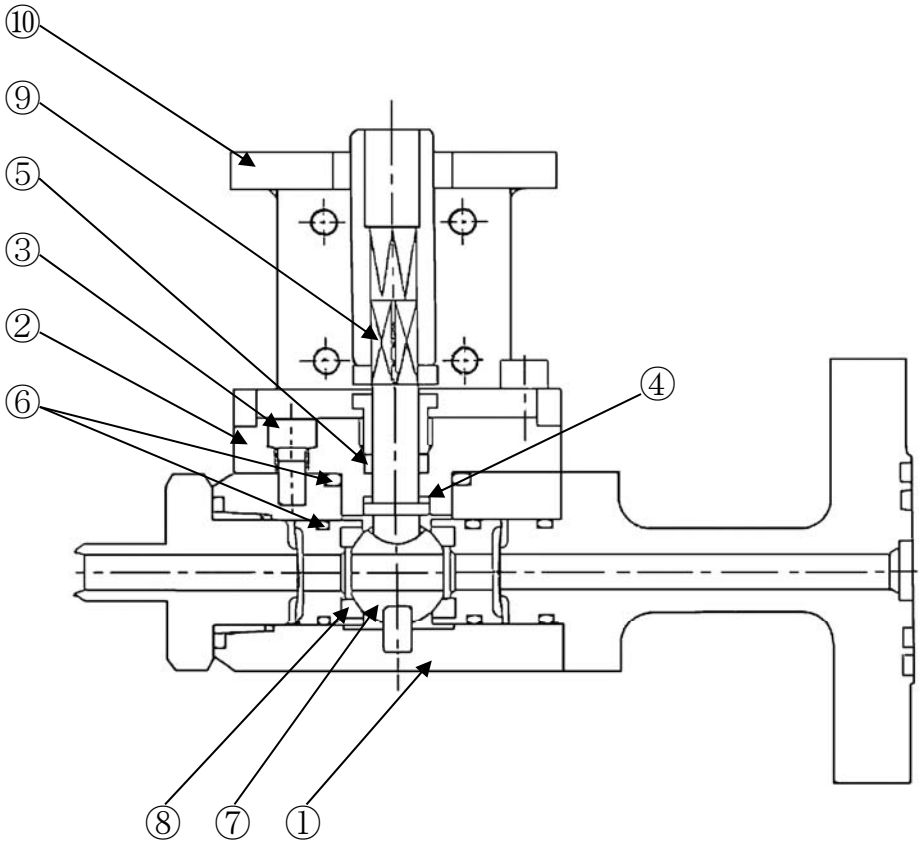
ガス（空気）に接する弁箱，弁ふた，弁体はステンレス鋼が使用されており，軸封部には流体の漏れを防止するためグランドパッキンが使用されている。

なお，当該弁は駆動部を切離し，ジョイントボルトを取外すことにより，弁内部の点検手入れが可能である。

東海第二の移動式炉心内計装ボール弁の構造図を図 2.1-1 に示す。

(2) 材料及び使用条件

東海第二の移動式炉心内計装ボール弁主要部位の使用材料を表 2.1-1 に，使用条件を表 2.1-2 に示す。



No.	部位
①	弁箱
②	弁ふた
③	ジョイントボルト
④	ガスケット
⑤	グランドパッキン
⑥	0 リング
⑦	弁体
⑧	シートリング
⑨	弁棒
⑩	ヨーク

図 2.1-1　移動式炉心内計装ボール弁構造図

表 2.1-1　移動式炉心内計装ボール弁主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
バウンダリの維持	耐圧	弁箱	ステンレス鋼
		弁ふた	ステンレス鋼
		ジョイントボルト	低合金鋼
	シール	ガスケット	（消耗品）
		グランドパッキン	（消耗品）
		0 リング	（消耗品）
隔離機能の維持	隔離	弁体	ステンレス鋼
		シートリング	（消耗品）
作動機能の維持	駆動力伝達	弁棒	ステンレス鋼
		ヨーク	ステンレス鋼

表 2.1-2　移動式炉心内計装ボール弁の使用条件

最高使用圧力	0.31 MPa
最高使用温度	171 ℃
内部流体	ガス

2.1.2 原子炉冷却材浄化系 F/D 入口弁

(1) 構造

東海第二の原子炉冷却材浄化系 F/D 入口弁は口径 100A，最高使用圧力 9.80 MPa，最高使用温度 66 ℃の電動式ボール弁であり，2 台設置されている。

弁本体は純水を内包する耐圧部（弁箱，弁ふた，ジョイントボルト・ナット，軸封部），純水を仕切る隔離部（弁体，シートリング）及び弁体に駆動力を伝達する駆動力伝達部（弁棒，ヨーク）からなる。

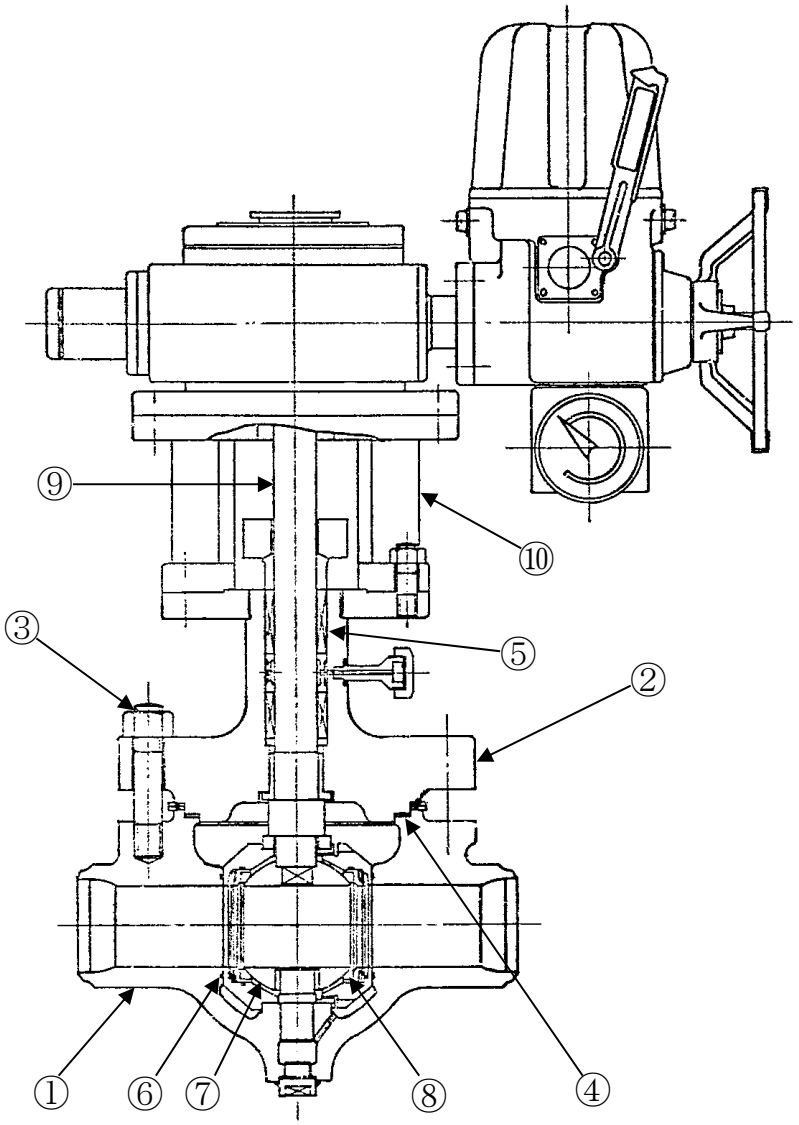
純水に接する弁箱はステンレス鋳鋼，弁ふた，弁体はステンレス鋼が使用されており，軸封部には流体の漏れを防止するためグランドパッキンが使用されている。

なお，当該弁は，駆動部を切離し，ジョイントボルト・ナットを取外すことにより，弁内部の点検手入れが可能である。

東海第二の原子炉冷却材浄化系 F/D 入口弁の構造図を図 2.1-2 に示す。

(2) 材料及び使用条件

東海第二の原子炉冷却材浄化系 F/D 入口弁主要部位の使用材料を表 2.1-3 に，使用条件を表 2.1-4 に示す。



No.	部位
①	弁箱
②	弁ふた
③	ジョイントボルト・ナット
④	ガスケット
⑤	グランドパッキン
⑥	0 リング
⑦	弁体
⑧	シートリング
⑨	弁棒
⑩	ヨーク

図 2.1-2　原子炉冷却材浄化系 F/D 入口弁構造図

表 2.1-3　原子炉冷却材浄化系 F/D 入口弁主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
バウンダリの維持	耐圧	弁箱	ステンレス鋳鋼
		弁ふた	ステンレス鋼
		ジョイントボルト・ナット	低合金鋼 炭素鋼
	シール	ガスケット	（消耗品）
		グランドパッキン	（消耗品）
		0 リング	（消耗品）
隔離機能の維持	隔離	弁体	ステンレス鋼
		シートリング	（消耗品）
作動機能の維持	駆動力伝達	弁棒	ステンレス鋼
		ヨーク	炭素鋼

表 2.1-4　原子炉冷却材浄化系 F/D 入口弁の使用条件

最高使用圧力	9.80 MPa
最高使用温度	66 ℃
内部流体	純水

2.2 経年劣化事象の抽出

2.2.1 機器の機能達成に必要な項目

ボール弁の機能である流体仕切機能の達成に必要な項目は以下のとおり。

(1) バウンダリの維持

(2) 隔離機能の維持

(3) 作動機能の維持

2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

(1) 想定される経年劣化事象の抽出

ボール弁について，機能達成に必要な項目を考慮して主要な部位に展開した上で，個々の部位の材料，構造，使用条件（内部流体の種類，応力，温度等）及び現在までの運転経験を考慮し，表 2.2-1 に示すとおり，想定される経年劣化事象を抽出した（表 2.2-1 で○又は△，▲）。

なお，消耗品及び定期取替品は以下のとおり評価対象外とする。

(2) 消耗品及び定期取替品の扱い

グランドパッキン，ガスケット，シートリング，0 リングは消耗品であり，設計時に長期使用せず取替を前提としていることから高経年化対策を見極める上での評価対象外とする。

(3) 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

想定される経年劣化事象のうち下記①，②に該当しない事象を高経年化対策上着目すべき経年劣化事象と判断した。

なお，下記①，②に該当する事象については，2.2.3 項に示すとおり，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断した。

① 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって，想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象として表 2.2-1 で△）

② 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により，今後も経年劣化の進展が考えられない，又は進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外として表 2.2-1 で▲）

この結果，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象は抽出されなかった。

2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

(1) 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって，想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象）

a. 弁箱，弁ふた，ヨークの貫粒型応力腐食割れ［移動式炉心内計装ボール弁］

弁箱，弁ふた，ヨークはステンレス鋼であり，大気中の海塩粒子に含まれる塩化物イオンにより，外面から貫粒型応力腐食割れの発生が想定されるが，原子炉建屋内機器の塩分測定において，代表箇所における定期的な目視点検及び付着塩分量測定を実施し，その結果により必要に応じ機器外面清掃及び浸透探傷検査を実施することとしている。

また，東海第二では工事における副資材管理でステンレス鋼への塩分付着を防止している。

したがって，弁箱，弁ふた，ヨークの貫粒型応力腐食割れは高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

b. 弁箱，弁ふたの貫粒型応力腐食割れ［原子炉冷却材浄化系 F/D 入口弁］

弁箱，弁ふたはステンレス鋳鋼又はステンレス鋼であり，大気中の海塩粒子に含まれる塩化物イオンにより，外面から貫粒型応力腐食割れの発生が想定されるが，原子炉建屋内機器の塩分測定において，代表箇所における定期的な目視点検及び付着塩分量測定を実施し，その結果により必要に応じ機器外面清掃及び浸透探傷検査を実施することとしている。

また，東海第二では工事における副資材管理でステンレス鋼への塩分付着を防止している。

したがって，弁箱，弁ふたの貫粒型応力腐食割れは高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

c. ジョイントボルト・ナットの腐食（全面腐食）［移動式炉心内計装ボール弁（ジョイントボルトのみ），原子炉冷却材浄化系 F/D 入口弁］

ジョイントボルト・ナットは低合金鋼又は炭素鋼であり腐食が想定されるが，分解点検時に手入れ・清掃を行うことにより機能を維持している。

したがって，ジョイントボルト・ナットの腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

d. ヨークの腐食（全面腐食）［原子炉冷却材浄化系 F/D 入口弁］

ヨークは炭素鋼であり腐食が想定されるが，大気接触部は塗装が施されていることから，塗膜が健全であれば腐食が発生する可能性は小さく，分解点検時の目視点検時において塗装の状態を確認し，必要に応じて補修塗装することにより機能を維持している。

したがって，ヨークの腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

e. 弁体の摩耗［共通］

弁体はシートリングと接触しているため，弁体の回転によるシートリングとの摺動により摩耗が想定されるが，シートリングの材質がポリエチレン又はテフロンであることに対して，弁体は硬いステンレス鋼であるため，これらの摺動による摩耗が発生する可能性は小さい。

なお，これまでの漏えい試験において異常は検知されておらず，今後も使用環境が変わらないことから，これらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，弁体の摩耗は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

f. 弁棒の摩耗［共通］

弁棒はグランドパッキンと接触しているため，弁棒の回転によるグランドパッキンとの摺動により摩耗が想定されるが，グランドパッキンの材質がテフロン又は黒鉛等に対して，弁棒は硬いステンレス鋼であるため，これらの摺動による摩耗が発生する可能性は小さい。

なお，これまでの作動試験において異常は検知されておらず，今後も使用環境が変わらないことから，これらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，弁棒の摩耗は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

(2) 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により，今後も経年劣化の進展が考えられない，又は進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外）

日常劣化管理事象以外に該当する事象は抽出されなかった。

表 2.2-1（1/2） 移動式炉心内計装ボール弁に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考
					減肉		割れ		材質変化		その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
バウンダリの維持	耐圧	弁箱		ステンレス鋼				△*1				*1：貫粒型応力腐食割れ
		弁ふた		ステンレス鋼				△*1				
		ジョイントボルト		低合金鋼		△						
	シール	ガスケット	◎	―								
		グランドパッキン	◎	―								
		0リング	◎	―								
隔離機能の維持	隔離	弁体		ステンレス鋼	△							
		シートリング	◎	―								
作動機能の維持	駆動力伝達	弁棒		ステンレス鋼	△							
		ヨーク		ステンレス鋼				△*1				

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表 2.2-1 (2/2)　原子炉冷却材浄化系 F/D 入口弁に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考
					減肉		割れ		材質変化		その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
バウンダリの維持	耐圧	弁箱		ステンレス鋳鋼				△*1				*1:貫粒型応力腐食割れ
		弁ふた		ステンレス鋼				△*1				
		ジョイントボルト・ナット		低合金鋼 炭素鋼		△						
	シール	ガスケット	◎	－								
		グランドパッキン	◎	－								
		0リング	◎	－								
隔離機能の維持	隔離	弁体		ステンレス鋼	△							
		シートリング	◎	－								
作動機能の維持	駆動力伝達	弁棒		ステンレス鋼	△							
		ヨーク		炭素鋼		△						

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

3. 代表機器以外への展開

本章では，2 章で実施した代表機器の技術評価について，1 章で実施したグループ化で代表機器となっていない機器への展開について検討した。

［対象系統］

① 原子炉冷却材浄化系

3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

代表機器と同様，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象は抽出されなかった。

3.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

(1) 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって，想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象）

a. 弁箱，弁ふた，ヨークの貫粒型応力腐食割れ［原子炉冷却材浄化系］

代表機器と同様，弁箱，弁ふた，ヨークはステンレス鋳鋼又はステンレス鋼であり，大気中の海塩粒子に含まれる塩化物イオンにより，外面から貫粒型応力腐食割れの発生が想定されるが，原子炉建屋内機器の塩分測定において，代表箇所における定期的な目視点検及び付着塩分量測定を実施し，その結果により必要に応じ機器外面清掃及び浸透探傷検査を実施することとしている。

また，東海第二では工事における副資材管理でステンレス鋼への塩分付着を防止している。

したがって，弁箱，弁ふた，ヨークの貫粒型応力腐食割れは高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

b. ジョイントボルト・ナットの腐食（全面腐食）［原子炉冷却材浄化系］

代表機器と同様，ジョイントボルト・ナットは低合金鋼又は炭素鋼であり腐食が想定されるが，分解点検時に手入れ・清掃を行うことにより機能を維持している。

したがって，ジョイントボルト・ナットの腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

c. ヨークの腐食（全面腐食）［原子炉冷却材浄化系］

代表機器と同様，ヨークは炭素鋼であり腐食が想定されるが，大気接触部は塗装が施されていることから，塗膜が健全であれば腐食が発生する可能性は小さく，分解点検時の目視点検において塗装の状態を確認し，必要に応じて補修塗装することにより機能を維持することとしている。

したがって，ヨークの腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

d. 弁体の摩耗［原子炉冷却材浄化系］

代表機器と同様，弁体はシートリングと接触しているため，弁体の回転によるシートリングとの摺動により摩耗が想定されるが，シートリングの材質がポリエチレン又はテフロンであることに対して，弁体は硬いステンレス鋼であるため，これらの摺動による摩耗が発生する可能性は小さい。

なお，これまでの漏えい試験において異常は検知されておらず，今後も使用環境が変わらないことから，これらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，弁体の摩耗は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

e. 弁棒の摩耗［原子炉冷却材浄化系］

代表機器と同様，弁棒はグランドパッキンと接触しているため，弁棒の回転によるグランドパッキンとの摺動により摩耗が想定されるが，グランドパッキンの材質がテフロン又は黒鉛等に対して，弁棒は硬いステンレス鋼であるため，これらの摺動による摩耗が発生する可能性は小さい。

なお，これまでの作動試験において異常は検知されておらず，今後も使用環境が変わらないことから，これらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，弁棒の摩耗は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

(2) 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により，今後も経年劣化の進展が考えられない，又は進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外）

代表機器と同様，日常劣化管理事象以外に該当する事象は抽出されなかった。

7. 原子炉再循環ポンプ流量制御弁

［対象弁］

① 原子炉再循環ポンプ流量制御弁

目次

1. 対象機器 7-1
2. 原子炉再循環ポンプ流量制御弁の技術評価..... 7-2
2.1 構造，材料及び使用条件..... 7-2
2.2 経年劣化事象の抽出..... 7-6
2.2.1 機器の機能達成に必要な項目..... 7-6
2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出..... 7-6
2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象..... 7-8
2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の評価..... 7-13

1. 対象機器

東海第二で使用している原子炉再循環ポンプ流量制御弁の主な仕様を表 1-1 に示す。

表 1-1　原子炉再循環ポンプ流量制御弁の主な仕様

分類基準		当該系統	口径 (A)	重要度[*1]	使用条件			機器名称
弁箱材料	内部流体				運転状態	最高使用圧力(MPa)	最高使用温度 (℃)	
ステンレス鋳鋼	純水	原子炉再循環系	600	PS-1	連続	11.38	302	原子炉再循環ポンプ流量制御弁[*2]

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

*2：弁本体及び油圧供給装置を含む

2. 原子炉再循環ポンプ流量制御弁の技術評価

2.1 構造，材料及び使用条件

(1) 構造

東海第二の原子炉再循環ポンプ流量制御弁は，口径 600A，最高使用圧力 11.38 MPa，最高使用温度 302 ℃の油圧作動ボール弁で，2 台設置されている。

純水を内包する耐圧部（弁箱，弁ふた，ジョイントボルト・ナット，弁軸封部），純水の流量を制御するボールシャフト，ボールシャフトに駆動力を伝達させる駆動力伝達部（軸受，リンク，ドライバーマウント，アクチュエータ）及び油圧供給装置からなる。

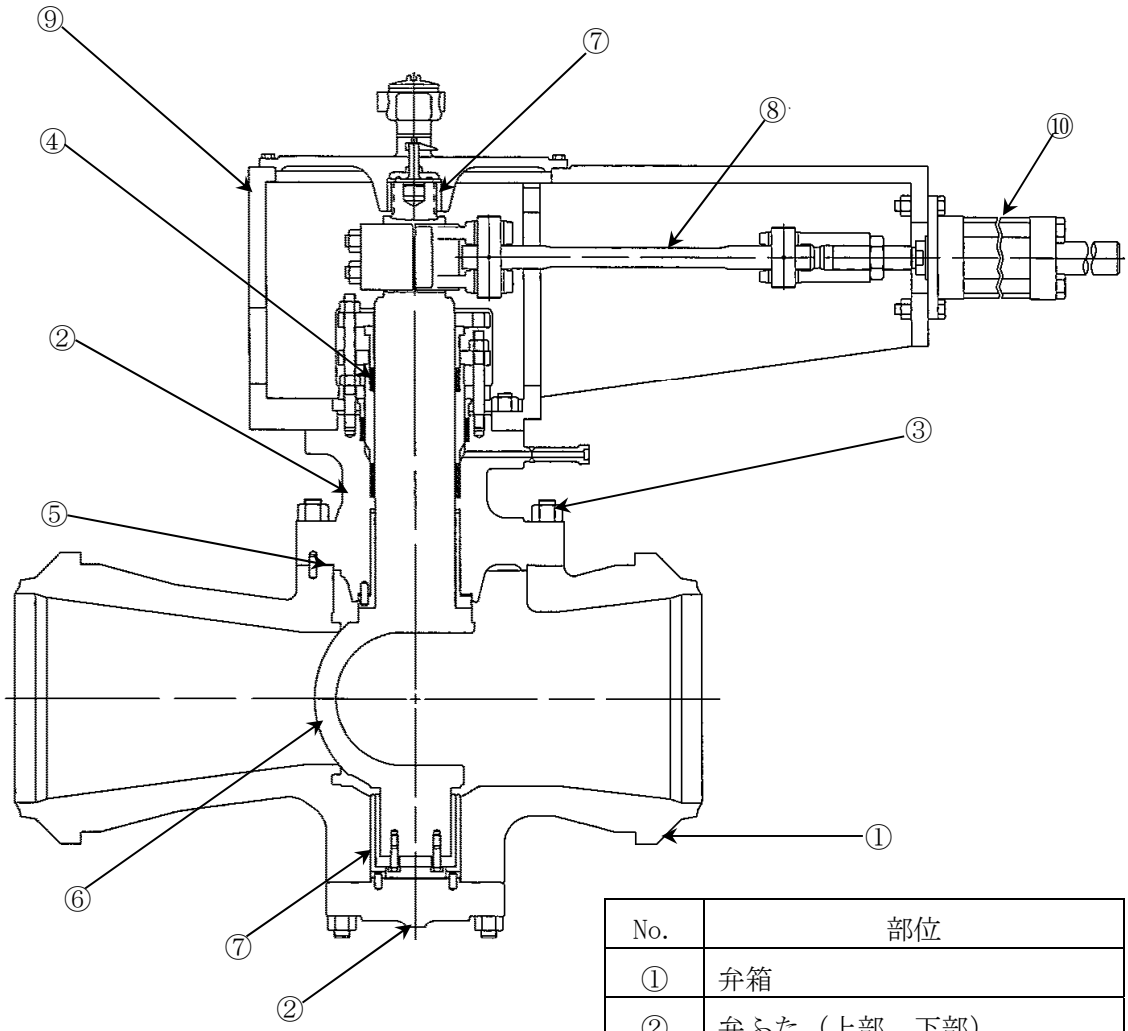
純水に接する弁箱，弁ふた，ボールシャフトはステンレス鋳鋼であり，軸封部には内部流体の漏れを防止するためグランドパッキンが使用されている。

また，当該弁は，駆動部を切り離し，ジョイントボルト・ナットを取外すことにより，弁内部の点検手入れが可能である。

東海第二の原子炉再循環ポンプ流量制御弁の構造図を図 2.1-1 に，油圧供給装置の系統図を図 2.1-2 に示す。

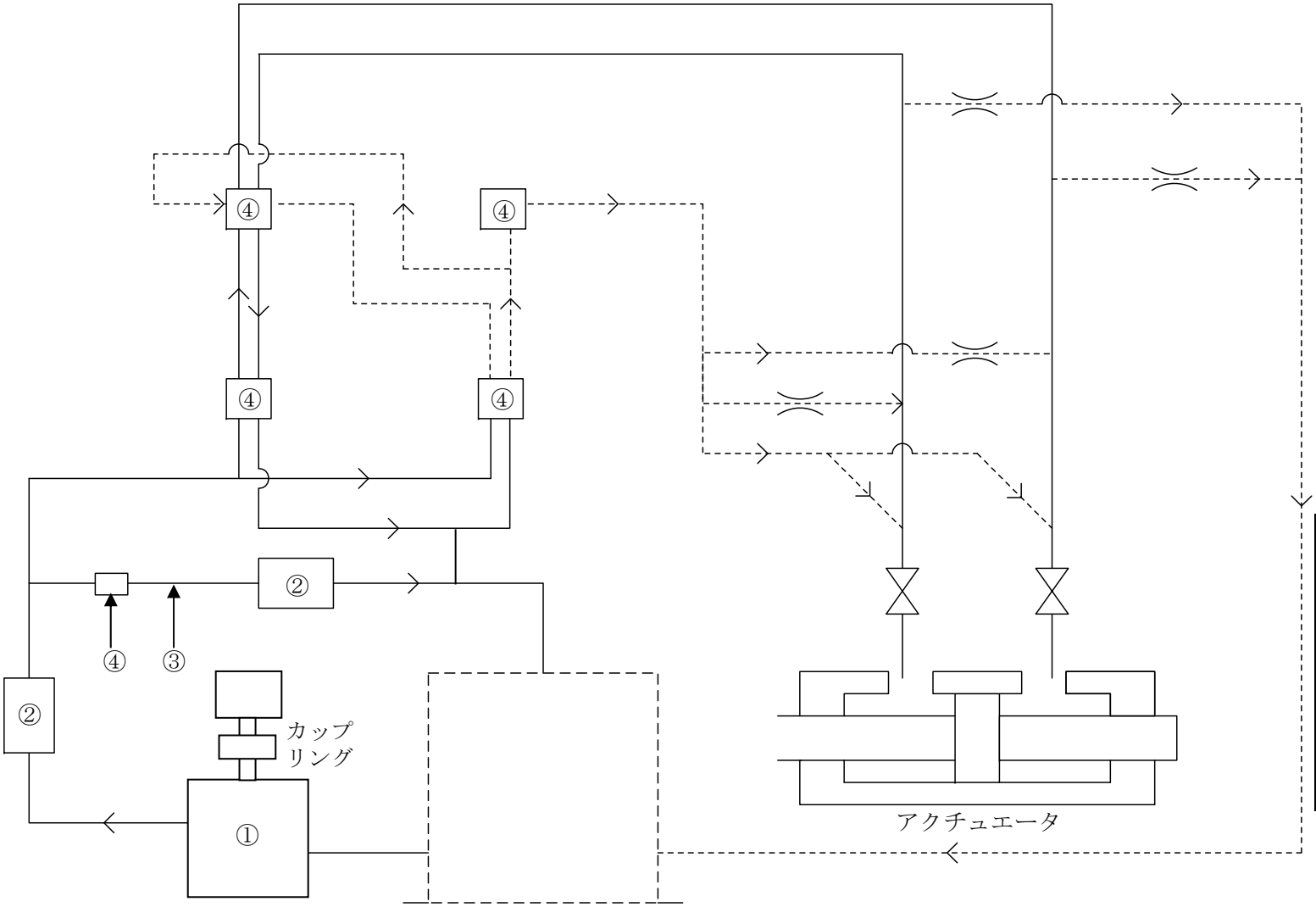
(2) 材料及び使用条件

東海第二の原子炉再循環ポンプ流量制御弁及び油圧供給装置主要部位の使用材料を表 2.1-1 に，使用条件を表 2.1-2 に示す。



No.	部位
①	弁箱
②	弁ふた（上部，下部）
③	ジョイントボルト・ナット
④	グランドパッキン
⑤	ガスケット
⑥	ボールシャフト（弁体／弁棒一体型）
⑦	軸受（上部，下部）
⑧	リンク
⑨	ドライバーマウント
⑩	アクチュエータ

図 2.1-1　原子炉再循環ポンプ流量制御弁構造図



No.	部位
①	油圧ポンプ
②	フィルタ
③	配管
④	弁

図 2.1-2　油圧供給装置系統図

表 2.1-1　原子炉再循環ポンプ流量制御弁及び油圧供給装置主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
バウンダリの維持	耐圧	弁箱	ステンレス鋳鋼
		弁ふた（上部，下部）	ステンレス鋳鋼
		ジョイントボルト・ナット	低合金鋼
	シール	グランドパッキン	（消耗品）
		ガスケット	（消耗品）
制御機能の維持	制御	ボールシャフト（弁体／弁棒一体型）	ステンレス鋳鋼
作動機能の維持	駆動力伝達	軸受（上部，下部）	合金鋼
		リンク	炭素鋼
		ドライバーマウント	炭素鋼
		アクチュエータ	炭素鋼
油圧供給機能の維持	油圧供給	油圧ポンプ	ケーシング：炭素鋼鋳鋼 主軸，ピストン：ステンレス鋼
		フィルタ	ステンレス鋼，炭素鋼鋳鋼
		配管	ステンレス鋼，炭素鋼
		弁	炭素鋼鋳鋼

表 2.1-2　原子炉再循環ポンプ流量制御弁の使用条件

最高使用圧力	11.38 MPa
最高使用温度	302 ℃
内部流体	純水

2.2 経年劣化事象の抽出

2.2.1 機器の機能達成に必要な項目

原子炉再循環ポンプ流量制御弁の機能（流量調整，駆動油圧の供給）の達成に必要な項目は以下のとおり。

(1) バウンダリの維持

(2) 制御機能の維持

(3) 作動機能の維持

(4) 油圧供給機能の維持

2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

(1) 想定される経年劣化事象の抽出

原子炉再循環ポンプ流量制御弁について，機能達成に必要な項目を考慮して主要な部位に展開した上で，個々の部位の材料，構造，使用条件（内部流体の種類，応力，温度等）及び現在までの運転経験を考慮し，表 2.2-1 に示すとおり，想定される経年劣化事象を抽出した（表 2.2-1 で○又は△，▲）。

なお，消耗品及び定期取替品は以下のとおり評価対象外とする。

(2) 消耗品及び定期取替品の扱い

グランドパッキン，ガスケットは消耗品であり，設計時に長期使用せず取替を前提としていることから高経年化対策を見極める上での評価対象外とする。

(3) 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

想定される経年劣化事象のうち下記①，②に該当しない事象を高経年化対策上着目すべき経年劣化事象と判断した。

なお，下記①，②に該当する事象については 2.2.3 項に示すとおり，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断した。

① 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって，想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象として表 2.2-1 で△）

② 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により，今後も経年劣化の進展が考えられない，又は進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外として表 2.2-1 で▲）

この結果，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象として以下の事象が抽出された（表 2.2-1 で○）。

a. 弁箱の疲労割れ
b. 弁箱の熱時効

2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

(1) 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって，想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象）

a. 弁箱，ボールシャフト（弁体／弁棒一体型）の腐食（キャビテーション）［原子炉再循環ポンプ流量制御弁］

弁内部でキャビテーションが発生すると，弁箱，ボールシャフトに腐食（キャビテーション）が生じる可能性があるが，分解点検時の目視点検において有意な腐食（キャビテーション）が確認された場合は，必要に応じ補修又は取替を行うことにより機能を維持している。

したがって，弁箱，ボールシャフト（弁体／弁棒一体型）の腐食（キャビテーション）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

b. 軸受の摩耗［原子炉再循環ポンプ流量制御弁］

運転中のボールシャフト振動等により，軸受が摩耗する可能性があるが，分解点検時の目視点検及び寸法測定において，有意な摩耗が確認された場合は必要に応じ取替を行うことにより機能を維持している。

当該弁は，2001 年度に絞り運転を長時間実施したことにより，軸受に摩耗が生じボールシャフトが変形する不具合が発生したが，その後はボールシャフト並びに軸受の取替を行うとともに，絞り運転を長時間実施しない運用に変更しており，同事象が発生する可能性は小さい。

したがって，軸受の摩耗は高経年化対策上着目すべき劣化事象ではないと判断する。

c. ピストンの摩耗［油圧供給装置：油圧ポンプ］

ピストンは往復運動を行うため，ポンプ固定部品との摺動により摩耗が想定されるが，分解点検時の目視点検において，有意な摩耗が確認された場合は必要に応じ取替を行うことにより機能を維持している。

したがって，ピストンの摩耗は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

d. カップリングの摩耗［油圧供給装置：油圧ポンプ］

カップリングは運転時に動力を伝達する部品であるため，長期使用において摩耗が想定されるが，潤滑剤で潤滑されており摩耗の可能性は小さい。

また，分解点検時の目視点検において，有意な摩耗が確認された場合は必要に応じ取替を行うことにより機能を維持している。

したがって，カップリングの摩耗は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

e. 油圧ポンプケーシング（外面），油圧ポンプフランジボルト，フィルタベース（外面），フィルタフランジボルト，フィルタケーシング（外面），配管埋込金物（外面），配管レストレイント，弁（外面）の腐食（全面腐食）［油圧供給装置］

油圧ポンプケーシング，フィルタケーシング，弁は炭素鋼鋳鋼，油圧ポンプフランジボルト，フィルタベース，フィルタフランジボルト，配管埋込金物，レストレイントは炭素鋼であり腐食が想定されるが，大気接触部は塗装が施されていることから，塗膜が健全であれば腐食が発生する可能性は小さく，分解点検時に目視点検を行い必要に応じて補修塗装することにより機能を維持している。

したがって，油圧ポンプケーシング（外面），油圧ポンプフランジボルト，フィルタベース（外面），フィルタフランジボルト，フィルタケーシング（外面），配管埋込金物（外面），配管レストレイント，弁（外面）の腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

f. ジョイントボルト・ナットの腐食（全面腐食）［原子炉再循環ポンプ流量制御弁］

ジョイントボルト・ナットは低合金鋼であるため腐食が想定されるが，格納容器内はプラント運転中窒素雰囲気であるため，腐食が発生する可能性は小さい。

なお，分解点検時の目視点検において有意な腐食は確認されておらず，今後も使用環境が変わらないことから，これらの傾向が変化する要因があるとはとは考え難い。

したがって，ジョイントボルト・ナットの腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

g. 主軸の高サイクル疲労割れ［油圧供給装置：油圧ポンプ］

主軸にはポンプ運転時に繰返し応力が発生することから，応力集中部において高サイクル疲労割れが想定されるが，ポンプ主軸は設計段階において疲労割れが発生しないように考慮された設計となっており，高サイクル疲労割れが発生する可能性は小さい。

なお，分解点検時の目視点検において有意な割れは確認されておらず，今後も使用環境が変わらないことから，これらの傾向が変化する要因があるとはとは考え難い。

したがって，主軸の高サイクル疲労割れは高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

h. 小口径配管の高サイクル疲労割れ［油圧供給装置：配管］

機器運転時の振動により，高サイクル疲労割れが発生する可能性があるが，配管サポートを油圧供給装置に直接設置することにより相対変位を低減しており，さらに振動の状態は経年的に変化するものではない。

なお，分解点検時の目視点検において有意な割れは確認されておらず，今後も使用環境が変わらないことから，これらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，小口径配管の高サイクル疲労割れは高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

(2) 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により，今後も経年劣化の進展が考えられない，又は進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外）

a. 埋込金物（コンクリート埋設部）の腐食（全面腐食）［油圧供給装置：配管］

埋込金物は炭素鋼であり腐食が想定されるが，コンクリート埋設部ではコンクリートの大気接触部表面からの中性化の進行により腐食環境となるが，コンクリートが中性化に至り，埋込金物に有意な腐食が発生するまで長期間を要す。

したがって，埋込金物（コンクリート埋設部）の腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象でないと判断する。

b. スプリングのへたり［油圧供給装置：弁］

逃し弁のスプリングは常時応力がかかった状態で使用されるため，へたりが想定されるが，スプリング使用時のねじり応力は許容ねじり応力以下になるように設定されており，又，スプリングの材料に対する推奨最高使用温度よりも実際の使用温度は低いことから，へたりの進行の可能性はない。

したがって，スプリングのへたりは高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

c. 弁ふた，ボールシャフト（弁体／弁棒一体型）の熱時効［原子炉再循環ポンプ流量制御弁］

弁ふた，ボールシャフトに使用しているステンレス鋳鋼は，オーステナイト相中に一部フェライト相を含む 2 相組織であり，使用環境温度は 250 ℃以上（最高使用温度 302℃）であるため，熱時効による材料の靭性低下等の機械的特性が変化することが想定されるが，き裂の原因となる経年劣化事象は想定されていないことから，熱時効が問題となる可能性はない。

したがって，弁ふた，ボールシャフト（弁体／弁棒一体型）の熱時効は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

表 2.2-1　原子炉再循環ポンプ流量制御弁に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考
					減肉		割れ		材質変化		その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
バウンダリの維持	耐圧	弁箱		ステンレス鋳鋼		△*1	○		○			*1：キャビテーション *2：高サイクル疲労割れ（主軸） *3：高サイクル疲労割れ（配管） *4：逃し弁スプリングのへたり *5：ピストン，カップリング *6：ケーシング，フランジボルト *7：ベース，フランジボルト，ケーシング *8：レストレイント，埋込金物（外面） *9：埋込金物（コンクリート埋設部）
		弁ふた（上部・下部）		ステンレス鋳鋼					▲			
		ジョイントボルト・ナット		低合金鋼		△						
	シール	グランドパッキン	◎	—								
		ガスケット	◎	—								
制御機能の維持	制御	ボールシャフト（弁体／弁棒一体型）		ステンレス鋳鋼		△*1			▲			
作動機能の維持	駆動力伝達	軸受（上部・下部）		合金鋼	△							
		リンク		炭素鋼								
		ドライバーマウント		炭素鋼								
		アクチュエータ		炭素鋼								
油圧供給機能の維持	油圧供給	油圧ポンプ		ステンレス鋼，炭素鋼鋳鋼	△*5	△*6	△*2					
		フィルタ		ステンレス鋼，炭素鋼鋳鋼		△*7						
		配管		ステンレス鋼，炭素鋼		△*8 ▲*9	△*3					
		弁		炭素鋼鋳鋼		△					▲*4	

○：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象
△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）
▲：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象以外）

2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の評価

(1) 弁箱の疲労割れ

a. 事象の説明

弁箱は，プラントの起動・停止時等に熱過渡を受けることになるため，疲労が蓄積される可能性がある。

b. 技術評価

① 健全性評価

原子炉再循環ポンプ流量制御弁の高応力部位を対象とした応力算出及び評価を実施した。評価対象部位を図 2.3.1 に示す。

応力については，日本機械学会「発電用原子力設備規格　設計・建設規格 JSME S NC1-2005（2007 年追補版を含む)」（以下，「設計・建設規格」という）に基づき評価を行った。

疲労評価は，運転期間延長認可申請に伴う評価として，2016 年 11 月時点までの運転実績に基づき推定した以降の評価対象期間での推定過渡回数を包含し，より保守的*に設定した過渡回数とした。

*：評価条件として，2011 年 3 月から 2020 年 8 月末まで冷温停止状態，2020 年 9 月以降の過渡回数発生頻度は実績の 1.5 倍を想定した。

また，使用環境を考慮した疲労について，日本機械学会「発電用原子力設備規格 環境疲労評価手法 JSME S NF1-2009」に基づいて評価した。評価用過渡条件を表 2.3.1-1 に，評価結果を表 2.3.1-2 に示す。

その結果，運転開始後 60 年時点の疲労累積係数は許容値を下回り，疲労割れの可能性は小さいと判断する。

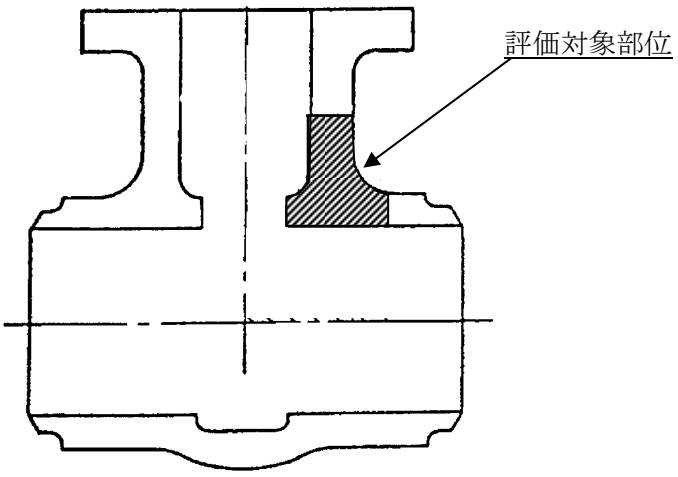


図 2.3.1　原子炉再循環ポンプ流量制御弁疲労評価対象部位

表 2.3.1-1　原子炉再循環ポンプ流量制御弁の疲労評価用過渡条件

運転条件	運転実績に基づく過渡回数 (2016 年 11 月時点)	60 年目推定
耐圧試験	72	132
起動（昇温）	65	110
起動（タービン起動）	65	110
給水加熱機能喪失（発電機トリップ）	0	1
給水加熱機能喪失（給水加熱器部分バイパス）	0	1
スクラム（タービントリップ）	16	22
スクラム（原子炉給水ポンプ停止）	3	6
スクラム（その他のスクラム）	20	24
停止	65	111
ボルト取外し	26	49

表 2.3.1-2　原子炉再循環ポンプ流量制御弁の疲労評価結果

評価部位	運転実績回数に基づく疲労累積係数（許容値：1 以下）		
	設計・建設規格の疲労線図 による評価		発電用原子力設備規格 環境疲労評価手法による評価 (環境を考慮)
	現時点 (2016年11月時点)	運転開始後 60 年時点	運転開始後 60年時点
弁箱	0.0024	0.0033	0.0738

② 現状保全

弁箱内表面については，分解点検時の目視点検結果から異常は確認されていない。

さらに，実過渡回数に基づく評価を実施し問題ないことを確認しており，今後も高経年化技術評価に合わせて実施することとしている。

③ 総合評価

健全性評価結果より弁箱の疲労割れが発生する可能性は小さいと考えられる。

また，弁箱の疲労割れについては，分解点検の目視検査により検知可能であることから，現状の保全は点検手法として適切であると判断する。

ただし，疲労評価は実過渡回数に依存するため，今後も実過渡回数を把握し評価する必要がある。

c．高経年化への対応

弁箱の疲労割れについては，継続的に実過渡回数の確認を行い，運転開始後 60 年時点の推定過渡回数を上回らないことを確認する。

(2) 弁箱の熱時効

a. 事象の説明

弁箱に使用しているステンレス鋳鋼は，オーステナイト相中に一部フェライト相を含む2相組織であるため，高温での長期の使用に伴い，時間とともにフェライト相内でより安定な組織形態へ移行しようとし，相分離が起こることにより，靭性の低下，材料特性変化を起こす可能性がある。

b. 技術評価

① 健全性評価

熱時効による靭性低下への影響は，フェライト量が多いほど大きくなる。また，使用条件としては，発生応力（荷重）が大きいほど健全性評価への影響は大きくなる。

ここで，原子炉再循環ポンプ流量制御弁と原子炉再循環ポンプ入口弁の弁箱を比較すると，表2.3-2に示すとおり，原子炉再循環ポンプ流量制御弁の弁箱はフェライト量が少なく，発生応力も小さい。

より条件の厳しい原子炉再循環ポンプ入口弁の弁箱で不安定破壊を起こさないことが「1．仕切弁の技術評価」で確認されていることから，原子炉再循環ポンプ流量制御弁についても熱時効による不安定破壊は起こらないと判断する。

表2.3-2　熱時効の評価条件の比較

評価部位	フェライト量	発生応力
原子炉再循環ポンプ 流量制御弁の弁箱	約23.1 %	140.1 MPa
原子炉再循環ポンプ 入口弁の弁箱	約24.3 %	146.7 MPa

② 現状保全

弁箱については，製造時に，放射線透過検査及び浸透探傷検査を実施しており，き裂のないことを確認している。

現状保全としては，分解点検時の弁の内表面の目視点検により，異常のないことを確認している。

また，供用期間中検査として定期的に弁箱と配管の溶接部の超音波探傷検査及び弁の内表面の目視点検を実施し，判定基準を満足していることを確認している。

③ 総合評価

運転開始後60年時点を想定した原子炉再循環ポンプ入口弁の弁箱の健全性評価結果から判断して，原子炉再循環ポンプ流量制御弁の弁箱は不安定破壊することはなく，延長しようとする期間において熱時効が構造健全性で問題となる可能性はない。

また，現状保全において，目視点検，超音波探傷検査を実施し，異常の無いことを確認している。

c．高経年化への対応

弁箱の熱時効については，現状保全の内容に追加すべき項目はなく，今後も現状保全を継続していく。

8. 主蒸気隔離弁

［対象弁］

① 主蒸気隔離弁

目次

1. 対象機器 8-1
2. 主蒸気隔離弁の技術評価..... 8-2
2.1 構造，材料及び使用条件..... 8-2
2.2 経年劣化事象の抽出..... 8-5
2.2.1 機器の機能達成に必要な項目..... 8-5
2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出..... 8-5
2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象..... 8-6
2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の評価..... 8-11

1. 対象機器

東海第二で使用している主蒸気隔離弁の主な仕様を表 1-1 に示す。

表 1-1　主蒸気隔離弁の主な仕様

分類基準		当該系統	口径 (A)	重要度*1	使用条件			機器名称
弁箱材料	内部流体				運転状態	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (℃)	
炭素鋼	蒸気	原子炉系	650	MS-1 /PS-1	連続	8.62	302	主蒸気隔離弁第 1 弁*2
								主蒸気隔離弁第 2 弁*2

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

*2：弁本体及び駆動部を含む

2. 主蒸気隔離弁の技術評価

2.1 構造，材料及び使用条件

(1) 構造

東海第二の主蒸気隔離弁は空気作動式止め弁で，格納容器の内・外側に合計 8 台設置されている。

a. 弁本体

蒸気を内包する耐圧部（弁箱，弁ふた，ジョイントボルト・ナット，軸封部），蒸気を仕切る隔離部（弁体，弁座，パイロットシート）及び弁体に駆動力を伝達する駆動力伝達部（ヨークロッド，弁棒（パイロットディスク一体型））からなる。

蒸気に接する弁箱，弁座は炭素鋼鋳鋼，弁ふたは炭素鋼であり，軸封部には内部流体の漏れを防止するためのグランドパッキンが使用されている。

弁本体については，駆動部を切り離し，ジョイントボルト・ナットを取外すことにより，弁内部の点検手入れが可能である。

b. 駆動部

主蒸気隔離弁は空気又は窒素作動式弁であるため弁棒（パイロットディスク一体型）を動かす駆動部としてシリンダを有し，シリンダを駆動するための作動空気又は作動窒素切替用の制御用電磁弁と，弁体の位置を検出するためのリミットスイッチがある。

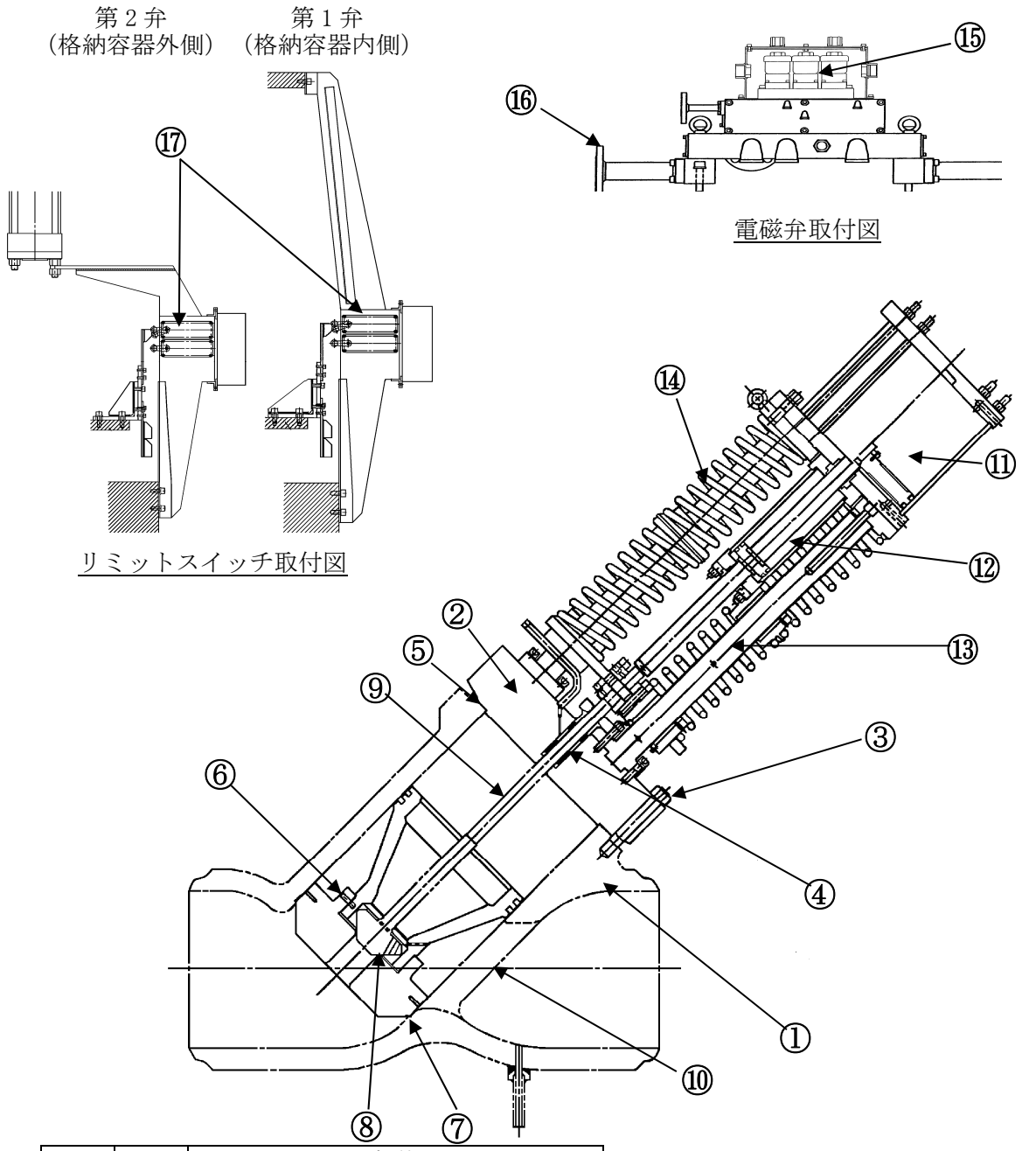
弁駆動部については，空気・油圧シリンダ用ボルト・ナットを取外すことにより，点検手入れが可能である。

なお，東海第二の主蒸気隔離弁駆動部については，第 18 回定期検査時（2001 年度）に 4 台，第 19 回定期検査時（2002 年度）に 2 台，第 21 回定期検査時（2005 年度）に 2 台の取替を行い，全数国産化を実施している。

東海第二の主蒸気隔離弁の構造図を図 2.1-1 に示す。

(2) 材料及び使用条件

東海第二の主蒸気隔離弁主要部位の使用材料を表 2.1-1 に，使用条件を表 2.1-2 に示す。



	No.	部位
弁本体	①	弁箱
	②	弁ふた
	③	ジョイントボルト・ナット
	④	グランドパッキン
	⑤	ガスケット
	⑥	弁体
	⑦	弁座
	⑧	パイロットシート
	⑨	弁棒（パイロットディスク一体型）
	⑩	ガイドリブ

	No.	部位
駆動部	⑪	空気シリンダ
	⑫	油圧シリンダ
	⑬	ヨークロッド
	⑭	スプリング
	⑮	制御用電磁弁
	⑯	空気配管，フランジ
	⑰	リミットスイッチ

図 2.1-1　主蒸気隔離弁構造図

表 2.1-1　主蒸気隔離弁主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
バウンダリの維持	耐圧	弁箱	炭素鋼鋳鋼
		弁ふた	炭素鋼
		ジョイントボルト・ナット	低合金鋼
	シール	グランドパッキン	（消耗品）
		ガスケット	（消耗品）
隔離機能の維持	隔離	弁体	低合金鋼（ステライト肉盛）
		弁座	炭素鋼鋳鋼（ステライト肉盛）
		パイロットシート	低合金鋼（ステライト肉盛）
作動機能の維持	駆動力伝達駆動装置	弁棒（パイロットディスク一体型）	ステンレス鋼
		ガイドリブ	炭素鋼鋳鋼
		空気シリンダ	炭素鋼
		油圧シリンダ	炭素鋼
		ヨークロッド	低合金鋼
		スプリング	バネ鋼
		制御用電磁弁	（定期取替品）
		空気配管，フランジ	ステンレス鋼
		リミットスイッチ	（定期取替品）

表 2.1-2　主蒸気隔離弁の使用条件

最高使用圧力	8.62 MPa
最高使用温度	302 ℃
内部流体	蒸気

2.2 経年劣化事象の抽出

2.2.1 機器の機能達成に必要な項目

主蒸気隔離弁の機能である流体仕切機能の達成に必要な項目は以下のとおり。

(1) バウンダリの維持

(2) 隔離機能の維持

(3) 作動機能の維持

2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

(1) 想定される経年劣化事象の抽出

主蒸気隔離弁について，機能達成に必要な項目を考慮して主要な部位に展開した上で，個々の部位の材料，構造，使用条件（内部流体の種類，応力，温度等）及び現在までの運転経験を考慮し，表 2.2-1 に示すとおり，想定される経年劣化事象を抽出した（表 2.2-1 で○又は△，▲）。

なお，消耗品及び定期取替品は以下のとおり評価対象外とする。

(2) 消耗品及び定期取替品の扱い

グランドパッキン，ガスケットは消耗品，制御用電磁弁，リミットスイッチは定期取替品であり，設計時に長期使用せず取替を前提としていることから，高経年化対策を見極める上での評価対象外とする。

(3) 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

想定される経年劣化事象のうち下記①，②に該当しない事象を高経年化対策上着目すべき経年劣化事象と判断した。

なお，下記①，②に該当する事象については 2.2.3 項に示すとおり，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断した。

① 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって，想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象として表 2.2-1 で△）

② 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により，今後も経年劣化の進展が考えられない，又は進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外として表 2.2-1 で▲）

この結果，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象として以下の事象が抽出された（表 2.2-1 で○）。

a. 弁箱の疲労割れ

2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

(1)想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって，想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象）

a. 弁箱，弁ふたの外面の腐食（全面腐食）

弁箱は炭素鋼鋳鋼，弁ふたは炭素鋼であり腐食が想定されるが，大気接触部は塗装が施されていることから，塗膜が健全であれば腐食が発生する可能性は小さく，分解点検時の目視点検において，必要に応じ補修塗装することにより機能を維持している。

したがって，弁箱，弁ふたの外面の腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

b. 弁箱（内面），弁ふた（内面），弁座の腐食（流れ加速型腐食）

弁箱，弁座は炭素鋼鋳鋼，弁ふたは炭素鋼であり，内部流体が蒸気であることから，腐食（流れ加速型腐食）が想定されるが，分解点検時の目視点検において有意な腐食（流れ加速型腐食）がないことを確認しており，必要に応じて補修又は取替を行うことにより機能を維持している。

したがって，弁箱（内面），弁ふた（内面），弁座の腐食（流れ加速型腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

c. ガイドリブの摩耗

弁全開時，流路に突出した弁体先端に流体が衝突することにより弁体先端に振動が発生し，弁体先端とガイドリブが衝突を繰り返すことで，ガイドリブに摩耗が発生する可能性があるが，分解点検時の目視点検においてガイドリブに有意な摩耗がないことを確認しており，必要に応じて補修することにより機能を維持している。

過去，中部電力浜岡３号機において，本事象による主蒸気隔離弁 10%閉試験時の時間遅れのトラブルが発生しているが，東海第二において同様なトラブルはこれまで発生していない。

したがって，ガイドリブの摩耗は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

d. ジョイントボルト・ナットの腐食（全面腐食）

ジョイントボルト・ナットは低合金鋼であり，腐食が想定されるが，分解点検時に手入れ・清掃を行うことにより機能を維持している。

したがって，ジョイントボルト・ナットの腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

e. 弁棒（パイロットディスク一体型）の粒界型応力腐食割れ

弁棒（パイロットディスク一体型）はステンレス鋼であり，100 ℃以上の蒸気に接する部位では，粒界型応力腐食割れの発生する可能性があるが，分解点検時の目視点検において有意な欠陥がないことを確認している。

したがって，弁棒（パイロットディスク一体型）の粒界型応力腐食割れは高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

f. ヨークロッドの腐食（全面腐食）

ヨークロッドは低合金鋼であり，腐食が想定されるが，表面は塗装が施されていることから，塗膜が健全であれば腐食の可能性は小さく，分解点検時の目視点検において塗装の状態を確認し，必要に応じ補修塗装することにより，機能を維持している。

したがって，ヨークロッドの腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

g. 弁棒（パイロットディスク一体型），ヨークロッドの摩耗

弁棒（パイロットディスク一体型）はグランドパッキンと接触しているため，弁の開閉に伴うグランドパッキンとの摺動により摩耗が想定されるが，グランドパッキンの材質が黒鉛に対して，弁棒（パイロットディスク一体型）はステンレス鋼であるため，これらの摺動による摩耗が発生する可能性は小さい。

ヨークロッドはブッシュと接触しているため，弁の開閉に伴うブッシュとの摺動により摩耗が想定されるが，ブッシュの材質が黄銅に対して，ヨークロッドは低合金鋼であるため，これらの摺動による摩耗が発生する可能性は小さい。

なお，分解点検時の目視点検において有意な摩耗は確認されておらず，今後も使用環境が変わらないことから，これらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，弁棒（パイロットディスク一体型），ヨークロッドの摩耗は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

h. 弁棒（パイロットディスク一体型）の高サイクル疲労割れ

弁棒（パイロットディスク一体型）のバックシート部は角部を滑らかにし，設計上応力集中がかからないような構造としており発生応力を下げている，さらに，バックシートが効く位置の手前でリミットスイッチが切れ，動作が止まるように設定されているため，弁棒（パイロットディスク一体型）及びバックシート部への過負荷は加わらないことから，高サイクル疲労割れの発生する可能性は小さい。

なお，分解点検時の目視点検及び浸透探傷検査において有意な割れは認められておらず，今後も使用環境が変わらないことから，これらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，弁棒（パイロットディスク一体型）の高サイクル疲労割れは高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

i．空気シリンダの摩耗

空気シリンダは炭素鋼でありシリンダとピストン部に摩耗が想定されるが，ゴム製のシールリングと金属部が摺動する構造としており，金属同士の接触はないことから，これらの摺動による摩耗が発生する可能性は小さい。

なお，分解点検時の目視点検において有意な摩耗は確認されておらず，今後も使用環境が変わらないことから，これらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，空気シリンダの摩耗は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

j．油圧シリンダの摩耗

油圧シリンダは炭素鋼でありシリンダとピストン部に摩耗が想定されるが，シリンダ内はシリコンオイルを封入することにより潤滑性が維持されることから，これらの摺動による摩耗が発生する可能性は小さい。

なお，分解点検時の目視点検において有意な摩耗は確認されておらず，今後も使用環境が変わらないことから，これらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，油圧シリンダの摩耗は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

k．弁体，パイロットシートの腐食（流れ加速型腐食）

弁体，パイロットシートは低合金鋼であり，腐食（流れ加速型腐食）が想定されるが，低合金鋼は耐食性に優れていることから，腐食（流れ加速型腐食）が発生する可能性は小さい。

なお，分解点検時の目視点検において有意な腐食（流れ加速型腐食）は確認されておらず，今後も使用環境が変わらないことから，これらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，弁体，パイロットシートの腐食（流れ加速型腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

(2) 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により，今後も経年劣化の進展が考えられない，又は進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外）

a. スプリングのへたり

スプリングは常時応力がかかった状態で使用されるため，へたりが想定されるが，スプリング使用時のねじり応力が許容ねじり応力以下になるように設定されており，さらに，スプリングの材料に対する推奨最高使用温度よりも実際の使用温度は低いことから，へたりの進行の可能性はない。

したがって，スプリングのへたりは高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

表 2.2-1　主蒸気隔離弁に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考
					減肉		割れ		材質変化		その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
バウンダリの維持	耐圧	弁箱		炭素鋼鋳鋼		△*2*3	○					*1:シートはステライト肉盛 *2:流れ加速型腐食 *3:外面 *4:粒界型応力腐食割れ *5:へたり
		弁ふた		炭素鋼		△*2*3						
		ジョイントボルト・ナット		低合金鋼		△						
	シール	グランドパッキン	◎	—								
		ガスケット	◎	—								
隔離機能の維持	隔離	弁体		低合金鋼*1		△*2						
		弁座		炭素鋼鋳鋼*1		△*2						
		パイロットシート		低合金鋼*1		△*2						
作動機能の維持	駆動力伝達駆動装置	弁棒（パイロットディスク一体型）		ステンレス鋼	△		△	△*4				
		ガイドリブ		炭素鋼鋳鋼	△							
		空気シリンダ		炭素鋼	△							
		油圧シリンダ		炭素鋼	△							
		ヨークロッド		低合金鋼	△	△						
		スプリング		バネ鋼							▲*5	
		制御用電磁弁	◎	—								
		空気配管，フランジ		ステンレス鋼								
		リミットスイッチ	◎	—								

○：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

▲：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象以外）

2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の評価

(1) 弁箱の疲労割れ

a. 事象の説明

主蒸気隔離弁は，プラントの起動・停止時等の熱過渡による疲労が蓄積される可能性がある。

b. 技術評価

① 健全性評価

主蒸気隔離弁の高応力部位を対象とした応力算出及び評価を実施した。評価対象部位を図 2.3.1 に示す。

応力については，日本機械学会「発電用原子力設備規格　設計・建設規格 JSME S NC1-2005（2007 年追補版を含む）」（以下，「設計・建設規格」という）に基づき評価した。

疲労評価は，運転期間延長認可申請に伴う評価として，2016 年 11 月時点までの運転実績に基づき推定した以降の評価対象期間での推定過渡回数を包含し，より保守的*に設定した過渡回数とした。評価用過渡条件を表 2.3.1-1 に，評価結果を表 2.3.1-2 に示す。

*：評価条件として，2011 年 3 月から 2020 年 8 月末まで冷温停止状態，2020 年 9 月以降の過渡回数発生頻度は実績の 1.5 倍を想定した。

その結果，運転開始後 60 年時点の疲労累積係数は許容値を下回り，疲労割れの可能性は小さいと判断する。

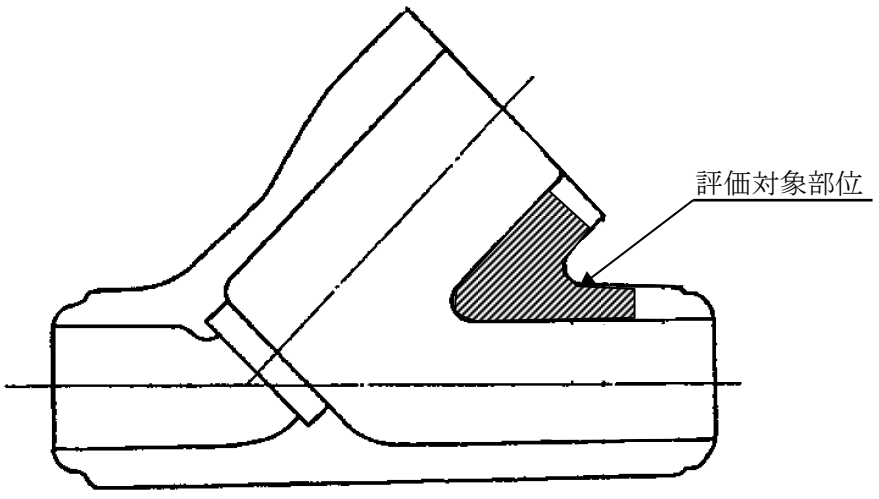


図 2.3.1　主蒸気隔離弁の疲労評価対象部位

表 2.3.1-1　主蒸気隔離弁の疲労評価用過渡条件

運転条件	運転実績に基づく過渡回数 (2016 年 11 月時点)	60 年目推定
耐圧試験	72	132
起動（昇温）	65	110
スクラム（タービントリップ）	16	22
スクラム（原子炉給水ポンプ停止）	3	6
スクラム（その他スクラム）	20	24
停止	65	111

表 2.3.1-2　主蒸気隔離弁の疲労評価結果

評価部位	運転実績回数に基づく疲労累積係数（許容値：1 以下）	
	設計・建設規格の疲労線図による評価	
	現時点 (2016 年 11 月時点)	運転開始後 60 年時点
弁箱	0.1362	0.2278

② 現状保全

弁箱の疲労割れに対しては，分解点検時に目視点検にて弁箱内面の有意な欠陥の有無を確認するとともに，主蒸気隔離弁漏えい率検査を実施し健全性を確認している。さらに，実過渡回数に基づく評価を実施し問題ないことを確認しており，今後も高経年化技術評価に合わせて実施することとしている。

③ 総合評価

健全性評価結果より弁箱の疲労割れが発生する可能性は小さいと考えられる。

また，弁箱の疲労割れについては，分解点検の目視検査により検知可能であることから，現状の保全は点検手法として適切であると判断する。

ただし，疲労評価は実過渡回数に依存するため，今後も実過渡回数を把握し評価する必要がある。

c．高経年化への対応

弁箱の疲労割れについては，継続的に実過渡回数の確認を行い，運転開始後 60 年時点の推定過渡回数を上回らないことを確認する。

9. 主蒸気逃がし安全弁

［対象弁］

① 主蒸気逃がし安全弁

目次

1. 対象機器 9-1
2. 主蒸気逃がし安全弁の技術評価..... 9-2
2.1 構造，材料及び使用条件..... 9-2
2.2 経年劣化事象の抽出..... 9-5
2.2.1 機器の機能達成に必要な項目..... 9-5
2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出..... 9-5
2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象..... 9-6

1. 対象機器

東海第二で使用している主蒸気逃がし安全弁の主な仕様を表 1-1 に示す。

表 1-1　主蒸気逃がし安全弁の主な仕様

分類基準		当該系統	口径 (A)	重要度[*1]	使用条件			機器名称
弁箱材料	内部流体				運転状態	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (℃)	
炭素鋼鋳鋼	蒸気	原子炉系	150	MS-1/PS-1 重[*2]	一時	8.62	302	主蒸気逃がし安全弁[*3]

*1:当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

*2:重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器および構造物であることを示す

*3:弁本体及び駆動部を含む

2. 主蒸気逃がし安全弁の技術評価

2.1 構造，材料及び使用条件

(1) 構造

東海第二の主蒸気逃がし安全弁は平衡型バネ式安全弁で，格納容器内に合計 18 台設置されている。

a. 弁本体

蒸気を内包するバウンダリを構成する耐圧部（弁箱，弁体，ノズルシート，ジョイントボルト・ナット），及び弁体を作動させる作動部（スプリング，弁棒）からなる。

蒸気に接する弁箱は炭素鋼鋳鋼，弁体，ノズルシートは炭素鋼で製作されており，軸封部には内部流体の漏れを防止するためベローズ及びガスケットが使用されている。

なお，当該弁については，駆動部を切り離し，ジョイントボルト・ナットを取外すことにより，弁内部の点検手入れが可能である。

b. 駆動部

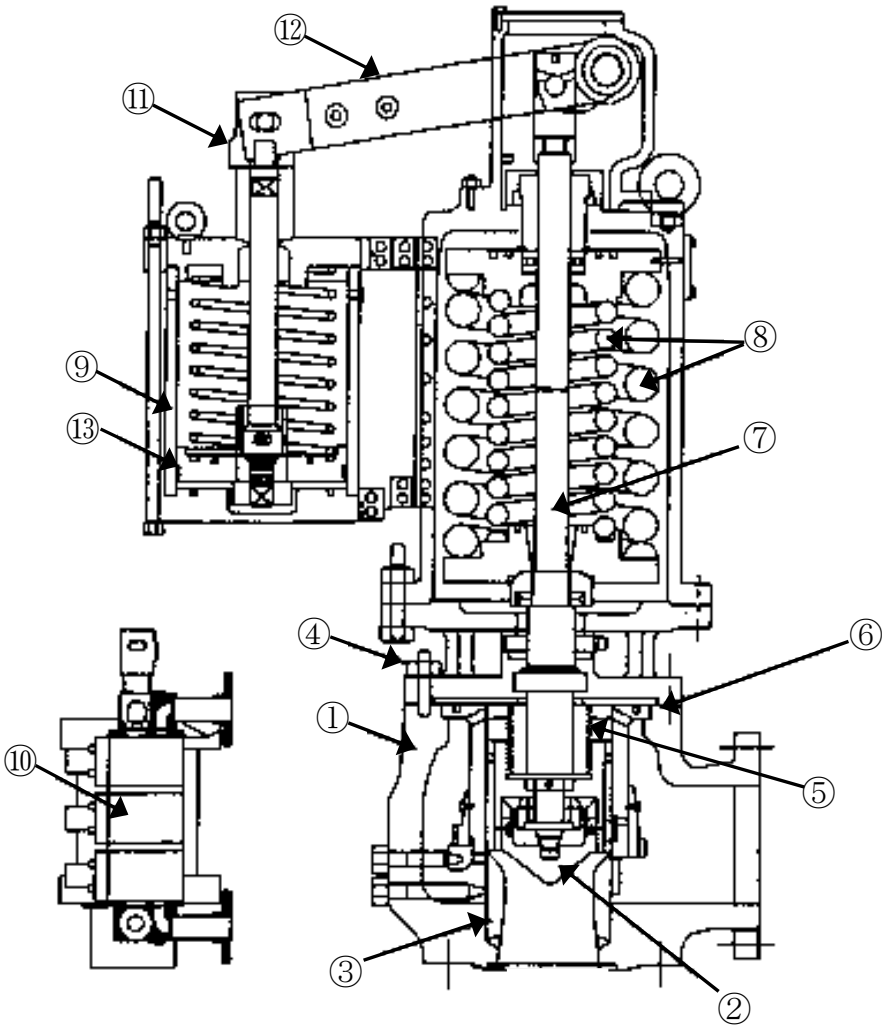
主蒸気逃がし安全弁はシリンダによって発生する力を，リンク機構を介して弁棒に伝える駆動部を有し，必要時にシリンダへ駆動用の窒素を供給するための制御用電磁弁がある。

なお，駆動部については，弁本体との連結部のボルト類及びシリンダのボルト・ナットを取外すことにより，点検手入れが可能である。

東海第二の主蒸気逃がし安全弁の構造図を図 2.1-1 に示す。

(2) 材料及び使用条件

東海第二の主蒸気逃がし安全弁主要部位の使用材料を表 2.1-1 に，使用条件を表 2.1-2 に示す。



	No.	部位
弁本体	①	弁箱
	②	弁体
	③	ノズルシート
	④	ジョイントボルト・ナット
	⑤	ベローズ
	⑥	ガスケット
	⑦	弁棒
	⑧	スプリング

	No.	部位
駆動部	⑨	シリンダ
	⑩	制御用電磁弁
	⑪	カップリング
	⑫	レバー
	⑬	0 リング

図 2.1-1　主蒸気逃がし安全弁構造図

表 2.1-1　主蒸気逃がし安全弁主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
バウンダリの維持	耐圧	弁箱	炭素鋼鋳鋼
		弁体	炭素鋼（ステライト肉盛）
		ノズルシート	炭素鋼（ステライト肉盛）
		ジョイントボルト・ナット	低合金鋼
	シール	ベローズ	高ニッケル合金
		ガスケット	（消耗品）
作動機能の維持	駆動力伝達	弁棒	ステンレス鋼（ステライト肉盛）
		スプリング	バネ鋼
		シリンダ	炭素鋼（内面硬質クロムメッキ）
		制御用電磁弁	（定期取替品）
		カップリング	ステンレス鋼
		レバー	炭素鋼鋳鋼
		0 リング	（消耗品）

表 2.1-2　主蒸気逃がし安全弁の使用条件

最高使用圧力	8.62 MPa
最高使用温度	302 ℃
内部流体	蒸気

2.2 経年劣化事象の抽出

2.2.1 機器の機能達成に必要な項目

主蒸気逃がし安全弁の機能である流体吹出し機能の達成に必要な項目は以下のとおり。

(1) バウンダリの維持

(2) 作動機能の維持

2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

(1) 想定される経年劣化事象の抽出

主蒸気逃がし安全弁について，機能達成に必要な項目を考慮して主要な部位に展開した上で，個々の部品の材料，構造，使用条件（内部流体の種類，応力，温度等）及び現在までの運転経験を考慮し，表 2.2-1 で示すとおり，想定される経年劣化事象を抽出した（表 2.2-1 で○又は△，▲）。

なお，消耗品及び定期取替品は以下のとおり評価対象外とする。

(2) 消耗品及び定期取替品の扱い

ガスケット，O リングは消耗品，制御用電磁弁は定期取替品であり，設計時に長期使用せず取替を前提としていることから高経年化対策を見極める上での評価対象外とする。

(3) 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

想定される経年劣化事象のうち下記①，②に該当しない事象を高経年化対策上着目すべき経年劣化事象と判断した。

なお，下記①，②に該当する事象については 2.2.3 項に示すとおり，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断した。

① 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって，想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象として表 2.2-1 で△）

② 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により，今後も経年劣化の進展が考えられない，又は進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外として表 2.2-1 で▲）

この結果，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象は抽出されなかった。

2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

(1) 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって，想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象）

a. 弁箱（内面），弁体，ノズルシートの腐食（流れ加速型腐食）

弁箱は炭素鋼鋳鋼，弁体，ノズルシートは炭素鋼であり，内部流体が蒸気であることから腐食（流れ加速型腐食）が想定されるが，分解点検時の目視点検において有意な腐食（流れ加速型腐食）がないことを確認しており，必要に応じて補修又は取替を行うことにより機能を維持している。

したがって，弁箱（内面），弁体，ノズルシートの腐食（流れ加速型腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

b. 弁箱(外面)，シリンダ（外面），レバーの腐食（全面腐食）

弁箱，レバーは炭素鋼鋳鋼，シリンダは炭素鋼であり，腐食が想定されるが，プラント運転時は外面が窒素雰囲気であることから，腐食が発生する可能性は小さい。

さらに，外面は塗装が施されていることから，塗膜が健全であれば腐食が発生する可能性は小さく，分解点検時に目視点検を行い，必要に応じて補修塗装することにより機能を維持している。

したがって，弁箱(外面)，シリンダ（外面），レバーの腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

c. ジョイントボルト・ナットの腐食（全面腐食）

ジョイントボルト・ナットは低合金鋼であり腐食が想定されるが，プラント運転時は外面が窒素雰囲気であることから，腐食の発生する可能性は小さく，分解点検時に手入れ・清掃を行うことにより機能を維持している。

したがって，ジョイントボルト・ナットの腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

d. ベローズの疲労割れ

ベローズは弁の開閉に伴う伸縮の繰り返しにより疲労割れが想定されるが，作動頻度が少ないことから，疲労割れが発生する可能性は小さい。

なお，分解点検時の目視点検及び浸透探傷試験において有意な割れは認められておらず，今後も使用環境が変わらないことから，これらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，ベローズの疲労割れは高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

e．弁棒，レバー，カップリングの摩耗

弁棒，レバー，カップリングは開閉に伴う摺動により摩耗が想定されるが，主蒸気逃がし安全弁は系統の異常昇圧時の保護目的で設置されており，作動頻度が少ないことから，有意な摩耗が発生する可能性は小さい。

なお，分解点検時の目視点検において有意な摩耗は認められておらず，今後も使用環境が変わらないことから，これらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，弁棒，レバー，カップリングの摩耗は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

f．シリンダの摩耗

シリンダは炭素鋼で表面に硬質クロムメッキを施したシリンダと，同様に摺動部に硬質クロムメッキを施したピストンからなるが，金属同士の接触は無く，ゴム製の０リングと金属部が摺動する構成であるため，シリンダ内面金属部の摩耗発生の可能性は小さい。

なお，分解点検時の目視点検において有意な摩耗は認められておらず，今後も使用環境が変わらないことから，これらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，シリンダの摩耗は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

(2) 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により，今後も経年劣化の進展が考えられない，又は進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外）

a．スプリングのへたり

スプリングは常時応力がかかった状態で使用されるため，へたりが想定されるが，スプリング使用時のねじり応力は許容ねじり応力以下になるよう設定されており，さらにスプリングの材料に対する推奨最高使用温度よりも，実際の使用温度は低いことから，へたり進行の可能性はない。

したがって，スプリングのへたりは高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

表 2.2-1　主蒸気逃がし安全弁に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考
					減肉		割れ		材質変化		その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
バウンダリの維持	耐圧	弁箱		炭素鋼鋳鋼		△*3*4						*1:ステライト肉盛 *2:内面硬質クロムメッキ *3:流れ加速型腐食（弁箱は内面） *4:外面 *5:へたり
		弁体		炭素鋼*1		△*3						
		ノズルシート		炭素鋼*1		△*3						
		ジョイントボルト・ナット		低合金鋼		△						
	シール	ベローズ		高ニッケル合金			△					
		ガスケット	◎	—								
作動機能の維持	駆動力伝達	弁棒		ステンレス鋼*1	△							
		スプリング		バネ鋼							▲*5	
		シリンダ		炭素鋼*2	△	△*4						
		制御用電磁弁	◎	—								
		レバー		炭素鋼鋳鋼	△	△						
		カップリング		ステンレス鋼	△							
		0リング	◎	—								

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

▲：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象以外）

10. 爆破弁

［対象系統］

① ほう酸水注入系

目次

1. 対象機器 10-1
2. 爆破弁の技術評価..... 10-2
2.1 構造，材料及び使用条件..... 10-2
2.2 経年劣化事象の抽出..... 10-5
2.2.1 機器の機能達成に必要な項目..... 10-5
2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出..... 10-5
2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象..... 10-6

1. 対象機器

東海第二で使用している爆破弁の主な仕様を表 1-1 に示す。

表 1-1　爆破弁の主な仕様

分類基準		当該系統	口径 (A)	重要度*1	使用条件			機器名称
弁箱材料	内部流体				運転状態	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (℃)	
ステンレス鋼	五ほう酸ナトリウム水	ほう酸水注入系	40	MS-1 重*2	一時	9.66	302	ほう酸水注入系爆破弁

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

*2：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す

2. 爆破弁の技術評価

2.1 構造，材料及び使用条件

(1) 構造

東海第二のほう酸水注入系爆破弁は2台設置されている。

ほう酸水注入系爆破弁は，五ほう酸ナトリウム水を内包する耐圧部（弁箱，ジョイントボルト・ナット），五ほう酸ナトリウム水を仕切る隔離部（弁体）及び弁体を作動させる作動部（トリガーアッセンブリー）からなる。

五ほう酸ナトリウム水に接する弁箱，弁体はステンレス鋼で製作されている。

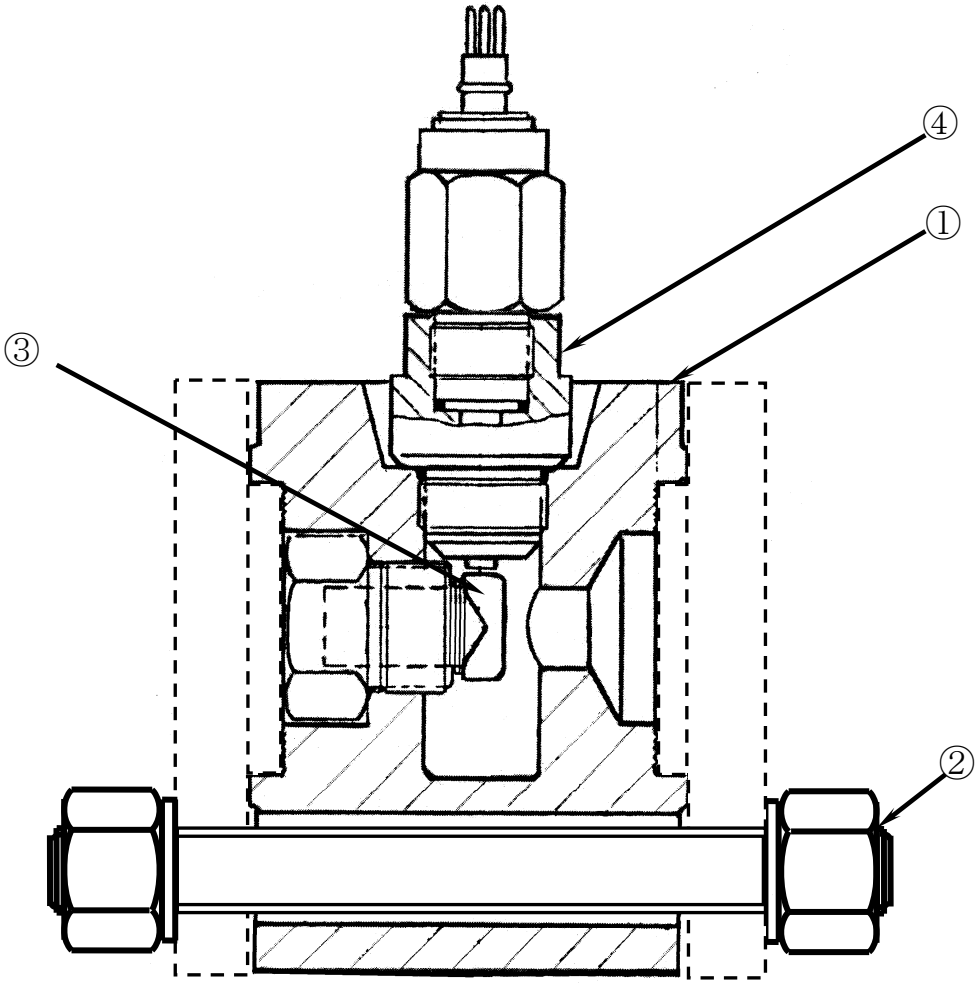
弁の作動は，トリガーアッセンブリー内に装備した火薬を，電気信号で爆発することにより移動したピストンで，弁体の先端を弾き飛ばすことにより，流路を形成させる。

当該弁は，トリガーアッセンブリー及びジョイントボルト・ナットを取外すことにより，弁内部部品の取替が可能であり，毎定期検査時，実作動が確認された同一ロット品との取替を実施している。

東海第二のほう酸水注入系爆破弁の構造図を図2.1-1に示す。

(2) 材料及び使用条件

東海第二のほう酸水注入系爆破弁の使用材料を表2.1-1に，使用条件を表2.1-2に示す。



No.	部位
①	弁箱
②	ジョイントボルト・ナット
③	弁体
④	トリガーアッセンブリー

図 2.1-1　ほう酸水注入系爆破弁構造図

表 2.1-1　ほう酸水注入系爆破弁主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
バウンダリの維持	耐圧	弁箱	ステンレス鋼
		ジョイントボルト・ナット	低合金鋼・炭素鋼
隔離機能の維持	隔離	弁体	（定期取替品）
作動機能の維持	駆動力伝達	トリガーアッセンブリー	（定期取替品）

表 2.1-2　ほう酸水注入系爆破弁の使用条件

最高使用圧力	9.66 MPa
最高使用温度	302 ℃
内部流体	五ほう酸ナトリウム水

2.2 経年劣化事象の抽出

2.2.1 機器の機能達成に必要な項目

爆破弁の機能である流体仕切機能の達成に必要な項目は以下のとおり。

(1) バウンダリの維持

(2) 隔離機能の維持

(3) 作動機能の維持

2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

(1) 想定される経年劣化事象の抽出

爆破弁について，機能達成に必要な項目を考慮して主要な部位に展開した上で，個々の部位の材料，構造，使用条件（内部流体の種類，応力，温度等）及び現在までの運転経験を考慮し，表 2.2-1 に示すとおり，想定される経年劣化事象を抽出した（表 2.2-1 で○又は△，▲）。

なお，消耗品及び定期取替品は以下のとおり評価対象外とする。

(2) 消耗品及び定期取替品の扱い

トリガーアッセンブリー，弁体は定期取替品であり，設計時に長期使用せず取替を前提としていることから高経年化対策を見極める上での評価対象外とする。

(3) 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

想定される経年劣化事象のうち下記①，②に該当しない事象を高経年化対策上着目すべき経年劣化事象と判断した。

なお，下記①，②に該当する事象については2.2.3 項に示すとおり，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断した。

① 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって，想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象として表 2.2-1 で△）

② 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により，今後も経年劣化の進展が考えられない，又は進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外として表 2.2-1 で▲）

この結果，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象は抽出されなかった。

2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

(1) 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって，想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象）

a. ジョイントボルト・ナットの腐食（全面腐食）

ジョイントボルト・ナットは低合金鋼又は炭素鋼であり腐食が想定されるが，分解点検時に手入れ・清掃を行うことによりジョイントボルト・ナットの機能を維持している。

したがって，ジョイントボルト・ナットの腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

b. 弁箱の貫粒型応力腐食割れ

弁箱はステンレス鋼であり，大気中の海塩粒子に含まれる塩化物イオンにより，外面から貫粒型応力腐食割れの発生が想定されるが，原子炉建屋内機器の塩分測定において代表箇所における定期的な目視点検及び付着塩分量測定を実施し，その結果により必要に応じ機器外面清掃及び浸透探傷検査を実施することとしている。

また，東海第二では工事における副資材管理でステンレス鋼への塩分付着を防止している。

したがって，弁箱の貫粒型応力腐食割れは高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

c. 弁箱（内面）の腐食（全面腐食）

弁箱はステンレス鋼であり，内部流体は五ほう酸ナトリウム水であることから腐食が想定されるが，ステンレス鋼は五ほう酸ナトリウム水に対し耐食性を有していることから腐食が発生する可能性は小さい。

なお，分解点検時の目視点検において有意な腐食は認められておらず，今後も使用環境が変わらないことから，これらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，弁箱（内面）の腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

(2) 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により，今後も経年劣化の進展が考えられない，又は進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外）

日常劣化管理事象以外に該当する事象は抽出されなかった。

表 2.2-1　ほう酸水注入系爆破弁に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考
					減肉		割れ		材質変化		その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
バウンダリの維持	耐圧	弁箱		ステンレス鋼		△*2		△*1				*1:貫粒型応力腐食割れ *2:内面
		ジョイントボルト・ナット		低合金鋼 炭素鋼		△						
隔離機能の維持	隔離	弁体	◎	―								
作動機能の維持	駆動力伝達	トリガーアッセンブリー	◎	―								

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

11. 破壊板

［対象系統］

① 原子炉隔離時冷却系

② 気体廃棄物処理系

③ 重大事故等対処設備

目次

1. 対象機器及び代表機器の選定..... 11-1
1.1 グループ化の考え方及び結果..... 11-1
1.2 代表機器の選定..... 11-1
2. 代表機器の技術評価..... 11-3
2.1 構造，材料及び使用条件..... 11-3
2.1.1 SJAE ラプチャーディスク 11-3
2.1.2 格納容器圧力逃がし装置圧力開放板..... 11-6
2.2 経年劣化事象の抽出..... 11-9
2.2.1 機能達成に必要な項目..... 11-9
2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出..... 11-9
2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象..... 11-10
3. 代表機器以外への展開..... 11-13
3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象..... 11-13
3.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象..... 11-13

1. 対象機器及び代表機器の選定

東海第二で使用している主要な破壊板（以下，「ラプチャーディスク」という）の主な仕様を表 1-1 に示す。

これらのラプチャーディスクをディスク材料及び内部流体の観点からグループ化し，それぞれのグループより以下のとおり代表機器を選定した。

1.1 グループ化の考え方及び結果

ディスク材料及び内部流体を分類基準とし，ラプチャーディスクを表 1-1 に示すとおりグループ化する。

ディスク材料はステンレス鋼，内部流体は蒸気及びガスに分類される。

1.2 代表機器の選定

表 1-1 に分類されるグループ毎に，重要度，運転状態，最高使用温度，設定圧力及び口径の観点から代表機器を選定する。

(1) 蒸気系ラプチャーディスク（内部流体：蒸気，ディスク材料：ステンレス鋼）

このグループには，原子炉隔離時冷却系及び気体廃棄物処理系が属するが，重要度の観点から，SJAE ラプチャーディスクを代表機器とする。

(2) ガス系ラプチャーディスク（内部流体：ガス，ディスク材料：ステンレス鋼）

このグループには，重大事故等対処設備の格納容器圧力逃がし装置圧力開放板のみであるため，これを代表機器とする。

表 1-1　ラプチャーディスクのグループ化及び代表機器の選定

分類基準		当該系統	選定基準					選定	代表機器／選定理由
			口径 (A)	重要度*1	使用条件				
材料	内部流体				運転状態	設定圧力 (MPa)	最高使用温度 (℃)		
ステンレス鋼	蒸気	原子炉隔離時冷却系	350	高*2	一時	1.04	135		SJAE ラプチャーディスク／重要度
		気体廃棄物処理系	300	PS-2	連続	2.41	205	◎	
	ガス	重大事故等対処設備*4	600	重*3	一時	0.08	200	◎	格納容器圧力逃がし装置圧力開放板

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

*2：最高使用温度が 95 ℃を超え，又は最高使用圧力が 1,900 kPa を超える環境下にある原子炉格納容器外の重要度クラス 3 の機器

*3：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す

*4：新規に設置される機器を示す

2. 代表機器の技術評価

本章では，1 章で代表機器とした以下の 2 台のラプチャーディスクについて技術評価を実施する。

① SJAE ラプチャーディスク

② 格納容器圧力逃がし装置圧力開放板

2.1 構造，材料及び使用条件

2.1.1 SJAE ラプチャーディスク

(1) 構造

東海第二の SJAE ラプチャーディスクは，口径 300A，設定圧力 2.41 MPa，最高使用温度 205 ℃のラプチャーディスクであり，1 台設置されている。

ラプチャーディスク本体は，蒸気を内包する耐圧部（ベース，ホールドダウン，ジョイントボルト・ナット），蒸気を仕切る隔離部（ディスク）からなる。

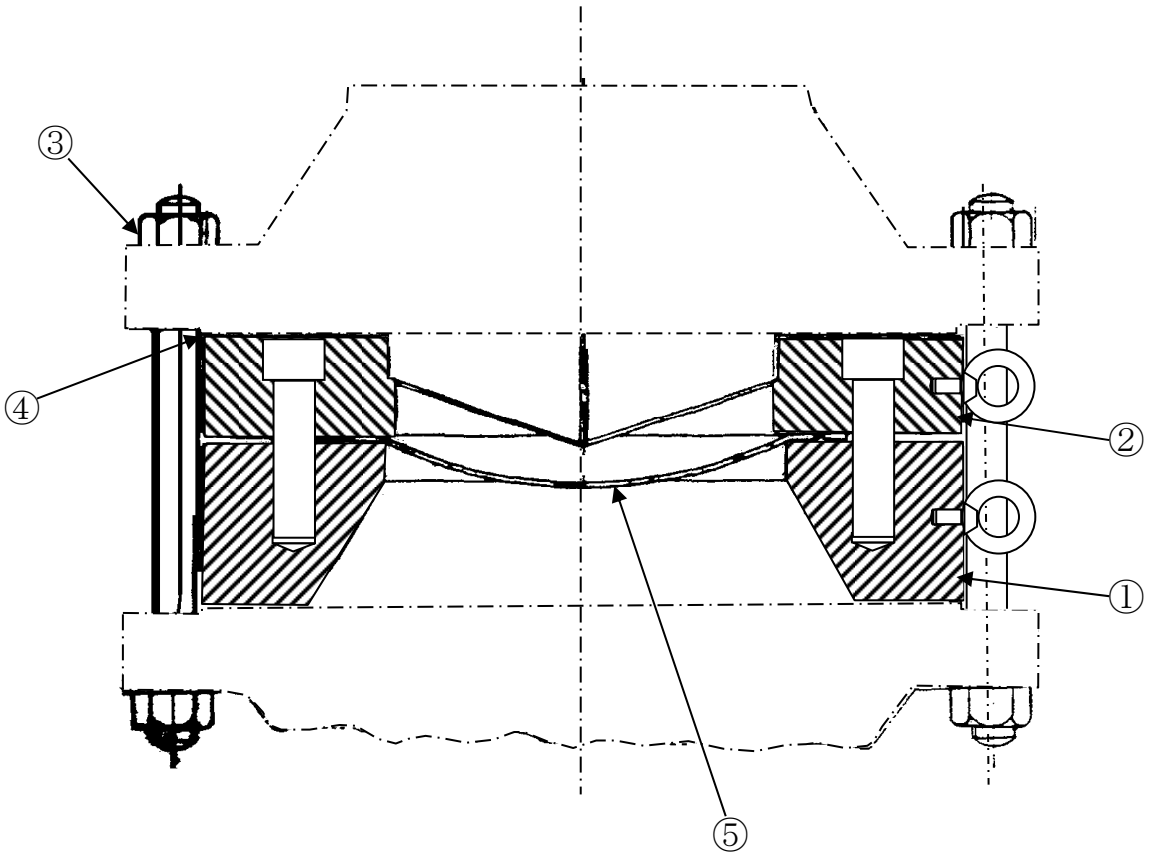
蒸気に接するベース及びディスクにはステンレス鋼が使用されている。

なお，当該ラプチャーディスクは，ジョイントボルト・ナットを取外すことにより，内部の点検手入れが可能である。

東海第二の SJAE ラプチャーディスクの構造図を図 2.1-1 に示す。

(2) 材料及び使用条件

東海第二の SJAE ラプチャーディスク主要部位の使用材料を表 2.1-1 に，使用条件を表 2.1-2 に示す。



No.	部位
①	ベース
②	ホールドダウン
③	ジョイントボルト・ナット
④	ガスケット
⑤	ディスク

図 2.1-1　SJAE ラプチャーディスク構造図

表 2.1-1　SJAE ラプチャーディスク主要部位の使用材料

機能達成に 必要な項目	サブ システム	部位	材料
バウンダリの維持	耐圧	ベース	ステンレス鋼
		ホールドダウン	ステンレス鋼
		ジョイントボルト・ ナット	低合金鋼・炭素鋼
	シール	ガスケット	（消耗品）
隔離機能の維持	隔離	ディスク	ステンレス鋼

表 2.1-2　SJAE ラプチャーディスクの使用条件

設定圧力	2.41 MPa
最高使用温度	205 ℃
内部流体	蒸気

2.1.2 格納容器圧力逃がし装置圧力開放板

(1) 構造

東海第二の格納容器圧力逃がし装置圧力開放板は，口径 600A，設定圧力 0.08 MPa，最高使用温度 200 ℃のラプチャーディスクで 1 台設置されている。

ラプチャーディスク本体は，ガス（窒素／空気）を内包する耐圧部（ベース，ホールドダウン，ジョイントボルト・ナット），ガスを仕切る隔離部（ディスク）からなる。

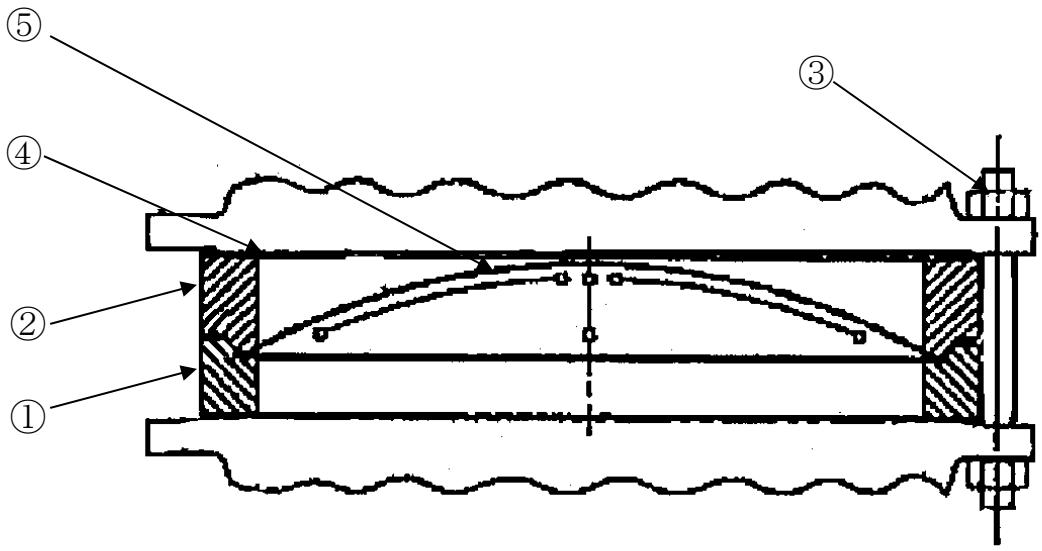
ガスに接するベース及びディスクはステンレス鋼が使用されている。

なお，当該ラプチャーディスクについては，ジョイントボルト・ナットを取外すことにより，内部の点検手入れが可能である。

東海第二の格納容器圧力逃がし装置圧力開放板の構造図を図 2.1-2 に示す。

(2) 材料及び使用条件

東海第二の格納容器圧力逃がし装置圧力開放板主要部位の使用材料を表 2.1-3 に，使用条件を表 2.1-4 に示す。



No.	部位
①	ベース
②	ホールドダウン
③	ジョイントボルト・ナット
④	ガスケット
⑤	ディスク

図 2.1-2　格納容器圧力逃がし装置圧力開放板構造図

表 2.1-3　格納容器圧力逃がし装置圧力開放板主要部位の使用材料

機能達成に 必要な項目	サブ システム	部位	材料
バウンダリの維持	耐圧	ベース	ステンレス鋼
		ホールドダウン	ステンレス鋼
		ジョイントボルト・ ナット	低合金鋼・炭素鋼
	シール	ガスケット	（消耗品）
隔離機能の維持	隔離	ディスク	ステンレス鋼

表 2.1-4　格納容器圧力逃がし装置圧力開放板の使用条件

設定圧力	0.08 MPa
最高使用温度	200 ℃
内部流体	ガス

2.2 経年劣化事象の抽出

2.2.1 機能達成に必要な項目

ラプチャーディスクの機能である圧力抑制機能の達成に必要な項目は以下のとおり。

(1) バウンダリの維持

(2) 隔離機能の維持

2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

(1) 想定される経年劣化事象の抽出

ラプチャーディスクについて，機能達成に必要な項目を考慮して主要部位に展開した上で，個々の部位の材料，構造，使用条件（内部流体の種類，応力，温度等）及び現在までの運転経験を考慮し，表 2.2-1 に示すとおり，想定される経年劣化事象を抽出した（表 2.2-1 で○又は△，▲）。

なお，消耗品及び定期取替品は以下のとおり評価対象外とする。

(2) 消耗品及び定期取替品の扱い

ガスケットは消耗品であり，設計時に長期使用せず取替を前提としていることから，高経年化対策を見極める上での評価対象外とする。

(3) 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

想定される経年劣化事象のうち下記①，②に該当しない事象を高経年化対策上着目すべき経年劣化事象と判断した。

なお，下記①，②に該当する事象については，2.2.3 項に示すとおり，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断した。

① 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって，想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象として表 2.2-1 で△）

② 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により，今後も経年劣化の進展が考えられない，又は進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外として表 2.2-1 で▲）

この結果，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象は抽出されなかった。

2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

(1) 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって，想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象）

a. ジョイントボルト・ナットの腐食（全面腐食）［共通］

ジョイントボルト・ナットは低合金鋼又は炭素鋼であり腐食が想定されるが，分解点検時に手入れ・清掃を行うことにより機能を維持している。

格納容器圧力逃がし装置圧力開放板については，新たに設置される機器であることから，上記同様，今後の分解点検時に手入れ・清掃を行うことにより機能を維持することとしている。

したがって，ジョイントボルト・ナットの腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

(2) 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により，今後も経年劣化の進展が考えられない，又は進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外）

日常劣化管理事象以外に該当する事象は抽出されなかった。

表 2.2-1（1/2）　SJAE ラプチャーディスクに想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考
					減肉		割れ		材質変化		その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
バウンダリの維持	耐圧	ベース		ステンレス鋼								
		ホールドダウン		ステンレス鋼								
		ジョイントボルト・ナット		低合金鋼・炭素鋼		△						
	シール	ガスケット	◎	―								
隔離機能の維持	隔離	ディスク		ステンレス鋼								

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表 2.2-1 (2/2)　格納容器圧力逃がし装置圧力開放板に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考
					減肉		割れ		材質変化		その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
バウンダリの維持	耐圧	ベース		ステンレス鋼								
		ホールドダウン		ステンレス鋼								
		ジョイントボルト・ナット		低合金鋼･炭素鋼		△						
	シール	ガスケット	◎	―								
隔離機能の維持	隔離	ディスク		ステンレス鋼								

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

3. 代表機器以外への展開

本章では，2 章で実施した代表機器の技術評価について，1 章で実施したグループ化で代表機器となっていない機器への展開について検討した。

［対象系統］

① 原子炉隔離時冷却系

3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

代表機器と同様，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象は抽出されなかった。

3.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

(1) 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって，想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象）

a. ベース，ホールドダウンの腐食（全面腐食）

ベース，ホールドダウンは炭素鋼であり腐食が想定されるが，大気接触部は塗装が施されていることから，塗膜が健全であれば腐食が発生する可能性は小さく，目視点検時に必要に応じて補修塗装を実施することにより機能を維持している。

したがって，ベース，ホールドダウンの腐食（全面腐食）は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

b. ジョイントボルト・ナットの腐食（全面腐食）

代表機器と同様，ジョイントボルト・ナットは低合金鋼又は炭素鋼であり腐食が想定されるが，分解点検時に手入れ・清掃を行うことにより機能を維持している。

したがって，ジョイントボルト・ナットの腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

(2) 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により，今後も経年劣化の進展が考えられない，又は進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外）

日常劣化管理事象以外に該当する事象は抽出されなかった。

12. 制御弁

［対象系統］

① 原子炉隔離時冷却系
② 原子炉冷却材浄化系
③ 不活性ガス系
④ タービングランド蒸気系
⑤ 復水系
⑥ 給水系
⑦ 給水加熱器ドレン系
⑧ 復水移送系
⑨ 中央制御室換気系
⑩ バッテリー室換気系
⑪ 制御用圧縮空気系
⑫ 所内蒸気系
⑬ 気体廃棄物処理系
⑭ 重大事故等対処設備

目次

1. 対象機器及び代表機器の選定..... 12-1
1.1 グループ化の考え方及び結果..... 12-1
1.2 代表機器の選定..... 12-1
2. 代表機器の技術評価..... 12-3
2.1 構造，材料及び使用条件..... 12-3
2.1.1 中央制御室換気系 AH2-9 出口温度制御弁..... 12-3
2.1.2 タービングランド蒸気系グランド蒸気蒸発器加熱蒸気減圧弁..... 12-6
2.1.3 原子炉冷却材浄化系 F/D 出口流量調整弁..... 12-9
2.1.4 制御用圧縮空気系ドライウェル N2 供給ライン圧力調整弁..... 12-12
2.1.5 原子炉隔離時冷却系潤滑油クーラー冷却水圧力調整弁..... 12-15
2.1.6 所内蒸気系 SJAE 入口圧力制御弁..... 12-18
2.2 経年劣化事象の抽出..... 12-21
2.2.1 機器の機能達成に必要な項目..... 12-21
2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出..... 12-21
2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象..... 12-22
3. 代表機器以外への展開..... 12-31
3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象..... 12-32
3.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象..... 12-32

1. 対象機器及び代表機器の選定

東海第二で使用している主要な制御弁の主な仕様を表 1-1 に示す。

これらの制御弁を弁箱材料及び内部流体の観点からグループ化し，それぞれのグループより以下のとおり代表機器を選定した。

1.1 グループ化の考え方及び結果

弁箱材料及び内部流体を分類基準とし，制御弁を表 1-1 に示すとおりグループ化する。

弁箱材料は炭素鋼，ステンレス鋼，低合金鋼に分類され，内部流体は純水，蒸気，ガスに分類される。

1.2 代表機器の選定

表 1-1 に分類されるグループ毎に，重要度，運転状態，最高使用温度，最高使用圧力及び口径の観点から代表機器を選定する。

(1) 純水系炭素鋼制御弁（内部流体：純水，弁箱材料：炭素鋼）

このグループには，原子炉冷却材浄化系，復水系，給水系及び中央制御室換気系が属するが，重要度が高い中央制御室換気系 AH2-9 出口温度制御弁を代表機器とする。

(2) 蒸気系炭素鋼制御弁（内部流体：蒸気，弁箱材料：炭素鋼）

このグループには，不活性ガス系，タービングランド蒸気系，復水移送系，バッテリー室換気系及び気体廃棄物処理系が属するが，重要度が同等であるため，運転状態が厳しく，最高使用温度が高いタービングランド蒸気系グランド蒸気蒸発器加熱蒸気減圧弁を代表機器とする。

(3) 純水系ステンレス鋼制御弁（内部流体：純水，弁箱材料：ステンレス鋼）

このグループは，原子炉冷却材浄化系のみであり，原子炉冷却材浄化系 F/D 出口流量調整弁を代表機器とする。

(4) ガス系ステンレス鋼制御弁（内部流体：ガス，弁箱材料:ステンレス鋼）

このグループには，制御用圧縮空気系及び重大事故等対処設備が属するが，重要度が高い制御用圧縮空気系ドライウェル N2 供給ライン圧力調整弁を代表機器とする。

(5) 純水系低合金鋼制御弁（内部流体：純水，弁箱材料：低合金鋼）

このグループには，原子炉隔離時冷却系，給水系及び給水加熱器ドレン系が属するが，重要度が高い原子炉隔離時冷却系潤滑油クーラー冷却水圧力調整弁を代表機器とする。

(6) 蒸気系低合金鋼制御弁（内部流体：蒸気，弁箱材料：低合金鋼）

このグループは，所内蒸気系のみであり，所内蒸気系 SJAE 入口圧力制御弁を代表機器とする。

表 1-1　制御弁のグループ化及び代表機器の選定

分類基準		当該系統	選定基準					選定	代表機器／選定理由
弁箱材料	内部流体		口径(A)	重要度*1	使用条件				
					運転状態	最高使用圧力(MPa)	最高使用温度(℃)		
炭素鋼	純水	原子炉冷却材浄化系	150	PS-2	連続	9.80	66		中央制御室換気系 AH2-9 出口温度制御弁／重要度
		復水系	100	高*2	連続	0.35	205		
		給水系	25～300	高*2	連続	6.14～15.51	66～233		
		中央制御室換気系	80	MS-1	連続	0.54	66	◎	
	蒸気	不活性ガス系	40	高*2	一時	0.96	164		タービングランド蒸気系グランド蒸気蒸発器加熱蒸気減圧弁／重要度，運転状態，最高使用温度
		タービングランド蒸気系	100～200	高*2	連続	0.96～8.62	183～302	◎	
		復水移送系	65	高*2	一時	0.96	183		
		バッテリー室換気系	20	高*2	連続	0.96	183		
		気体廃棄物処理系	25	高*2	連続	0.96	183		
ステンレス鋼	純水	原子炉冷却材浄化系	80	PS-2	連続	9.80	66	◎	原子炉冷却材浄化系 F/D 出口流量調整弁
	ガス	制御用圧縮空気系	25	高*2，重*3	一時	14.7	66	◎	制御用圧縮空気系ドライウェル N2 供給ライン圧力調整弁／重要度
		重大事故等対処設備*4	20～25	重*3	一時	1.80～25	40～66		
低合金鋼	純水	原子炉隔離時冷却系	25	MS-1	一時	10.35	77	◎	原子炉隔離時冷却系潤滑油クーラー冷却水圧力調整弁／重要度
		給水系	150	高*2	連続	15.51	233		
		給水加熱器ドレン系	80～400	高*2	連続	0.35～2.97	149～235		
	蒸気	所内蒸気系	80	高*2	連続	8.62	302	◎	所内蒸気系 SJAE 入口圧力制御弁

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す
*2：最高使用温度が 95 ℃を超え，又は最高使用圧力が 1,900 kPa を超える環境下にある原子炉格納容器外の重要度クラス 3 の機器
*3：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す
*4：新規に設置される機器及び構造物であることを示す

2. 代表機器の技術評価

本章では，1章で代表機器とした以下の6台の弁について技術評価を実施する。

① 中央制御室換気系 AH2-9 出口温度制御弁
② タービングランド蒸気系グランド蒸気蒸発器加熱蒸気減圧弁
③ 原子炉冷却材浄化系 F/D 出口流量調整弁
④ 制御用圧縮空気系ドライウェル N2 供給ライン圧力調整弁
⑤ 原子炉隔離時冷却系潤滑油クーラー冷却水圧力調整弁
⑥ 所内蒸気系 SJAE 入口圧力制御弁

2.1 構造，材料及び使用条件

2.1.1 中央制御室換気系 AH2-9 出口温度制御弁

(1) 構造

東海第二の中央制御室換気系 AH2-9 出口温度制御弁は，口径 80 A，最高使用圧力 0.54 MPa，最高使用温度 66 ℃の空気作動温度制御弁であり，2台設置されている。

弁本体は，純水を内包する耐圧部（弁箱，弁ふた，ジョイントボルト・ナット，軸封部），純水を仕切る隔離部（弁体，弁座）及び弁体に駆動力を伝達する駆動力伝達部（弁棒，ヨーク）からなる。

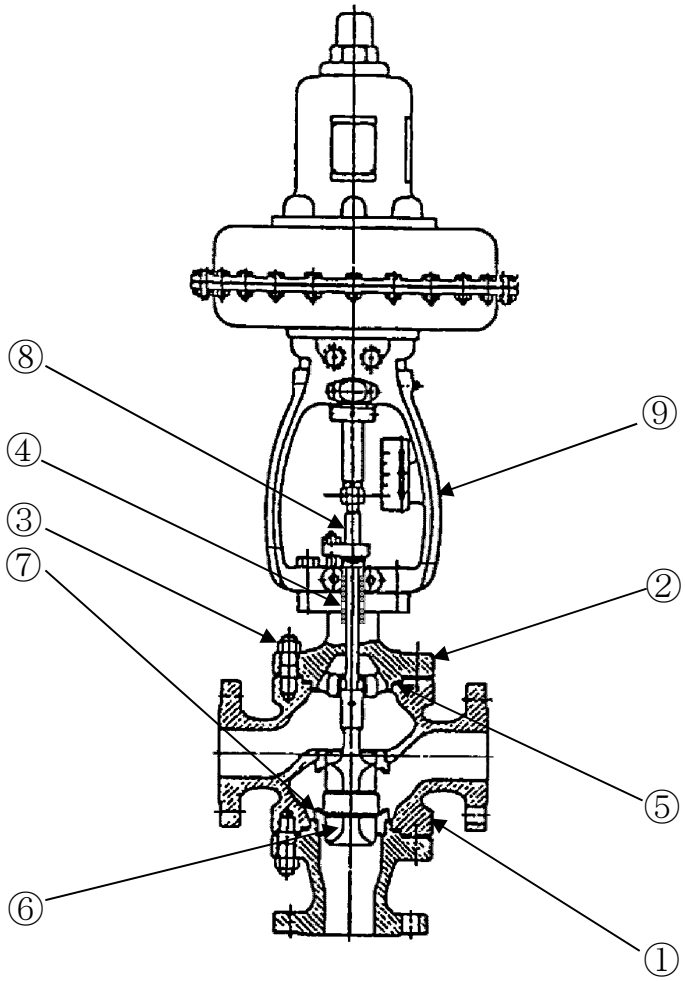
純水に接する弁箱及び弁ふたは炭素鋼鋳鋼，弁体及び弁座はステンレス鋳鋼が使用されており，軸封部には内部流体の漏れを防止するためグランドパッキンが使用されている。

なお，当該弁については，駆動部を切り離し，ジョイントボルト・ナットを取外すことにより，弁内部の点検手入れが可能である。

東海第二の中央制御室換気系 AH2-9 出口温度制御弁の構造図を図 2.1-1 に示す。

(2) 材料及び使用条件

東海第二の中央制御室換気系 AH2-9 出口温度制御弁主要部位の使用材料を表 2.1-1 に，使用条件を表 2.1-2 に示す。



No.	部位
①	弁箱
②	弁ふた
③	ジョイントボルト・ナット
④	グランドパッキン
⑤	ガスケット
⑥	弁体
⑦	弁座
⑧	弁棒
⑨	ヨーク

図 2.1-1　中央制御室換気系 AH2-9 出口温度制御弁構造図

表 2.1-1　中央制御室換気系 AH2-9 出口温度制御弁主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
バウンダリの維持	耐圧	弁箱	炭素鋼鋳鋼
		弁ふた	炭素鋼鋳鋼
		ジョイントボルト・ナット	炭素鋼
	シール	グランドパッキン	(消耗品)
		ガスケット	(消耗品)
隔離機能の維持	隔離	弁体	ステンレス鋳鋼（ステライト肉盛)
		弁座	ステンレス鋳鋼（ステライト肉盛)
作動機能の維持	駆動力伝達	弁棒	ステンレス鋼
		ヨーク	炭素鋼鋳鋼

表 2.1-2　中央制御室換気系 AH2-9 出口温度制御弁の使用条件

最高使用圧力	0.54 MPa
最高使用温度	66 ℃
内部流体	純水

2.1.2 タービングランド蒸気系グランド蒸気蒸発器加熱蒸気減圧弁

(1) 構造

東海第二のタービングランド蒸気系グランド蒸気蒸発器加熱蒸気減圧弁は，口径 100 A，最高使用圧力 8.62 MPa，最高使用温度 302 ℃の空気作動圧力制御弁であり，1 台設置されている。

弁本体は，蒸気を内包する耐圧部（弁箱，弁ふた，ジョイントボルト・ナット，軸封部），蒸気を仕切る隔離部（弁体，弁座）及び弁体に駆動力を伝達する駆動力伝達部（弁棒，ヨーク）からなる。

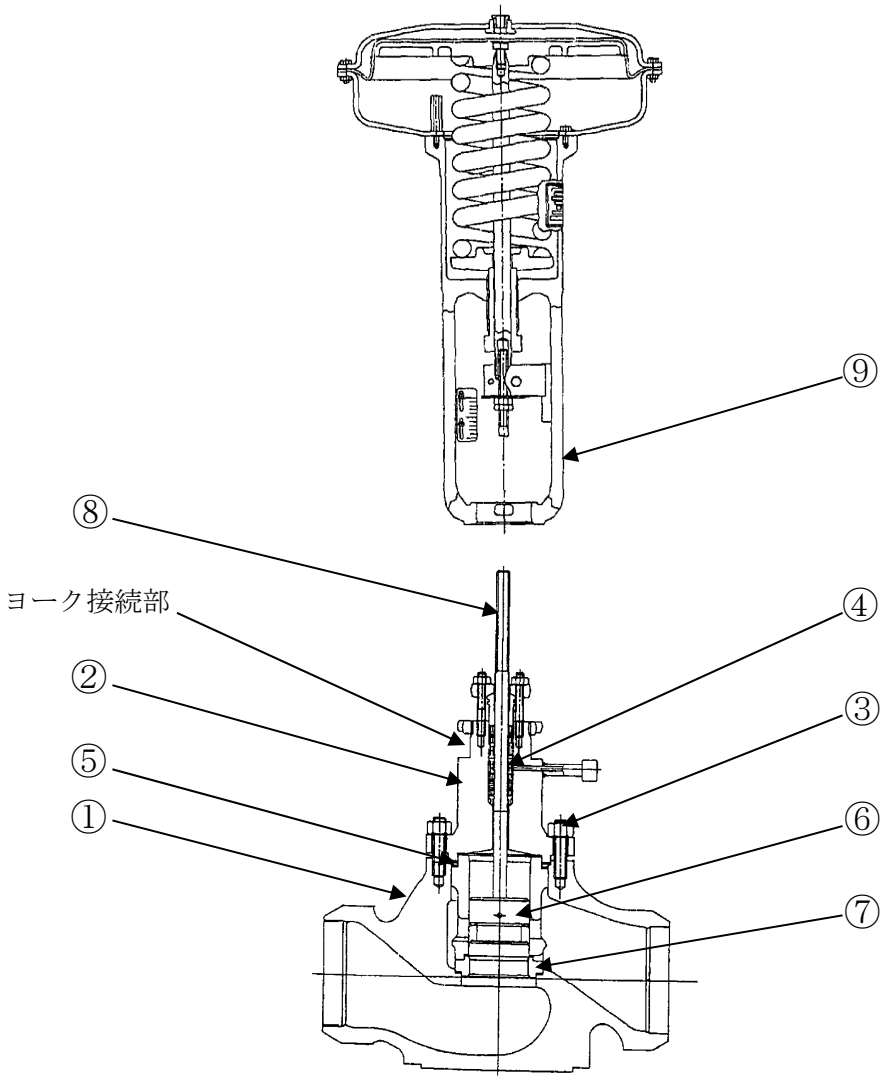
蒸気に接する弁箱及び弁ふたは炭素鋼鋳鋼，弁体及び弁座はステンレス鋼が使用されており，軸封部には内部流体の漏れを防止するためグランドパッキンが使用されている。

なお，当該弁については，駆動部を切り離し，ジョイントボルト・ナットを取外すことにより，弁内部の点検手入れが可能である。

東海第二のタービングランド蒸気系グランド蒸気蒸発器加熱蒸気減圧弁の構造図を図 2.1-2 に示す。

(2) 材料及び使用条件

東海第二のタービングランド蒸気系グランド蒸気蒸発器加熱蒸気減圧弁主要部位の使用材料を表 2.1-3 に，使用条件を表 2.1-4 に示す。



No.	部位
①	弁箱
②	弁ふた
③	ジョイントボルト・ナット
④	グランドパッキン
⑤	ガスケット
⑥	弁体
⑦	弁座
⑧	弁棒
⑨	ヨーク

図 2.1-2　タービングランド蒸気系グランド蒸気蒸発器加熱蒸気減圧弁構造図

表 2.1-3　タービングランド蒸気系グランド蒸気蒸発器加熱蒸気減圧弁主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
バウンダリの維持	耐圧	弁箱	炭素鋼鋳鋼
		弁ふた	炭素鋼鋳鋼
		ジョイントボルト・ナット	低合金鋼, 炭素鋼
	シール	グランドパッキン	(消耗品)
		ガスケット	(消耗品)
隔離機能の維持	隔離	弁体	ステンレス鋼
		弁座	ステンレス鋼 (ステライト肉盛)
作動機能の維持	駆動力伝達	弁棒	ステンレス鋼
		ヨーク	鋳鉄

表 2.1-4　タービングランド蒸気系グランド蒸気蒸発器加熱蒸気減圧弁の使用条件

最高使用圧力	8.62 MPa
最高使用温度	302 ℃
内部流体	蒸気

2.1.3 原子炉冷却材浄化系 F/D 出口流量調整弁

(1) 構造

東海第二の原子炉冷却材浄化系 F/D 出口流量調整弁は，口径 80 A，最高使用圧力 9.80 MPa，最高使用温度 66 ℃の空気作動流量制御弁であり，2 台設置されている。

弁本体は，純水を内包する耐圧部（弁箱，弁ふた，ジョイントボルト・ナット，軸封部），純水を仕切る隔離部（弁体，弁座）及び弁体に駆動力を伝達する駆動力伝達部（弁棒，ヨーク）からなる。

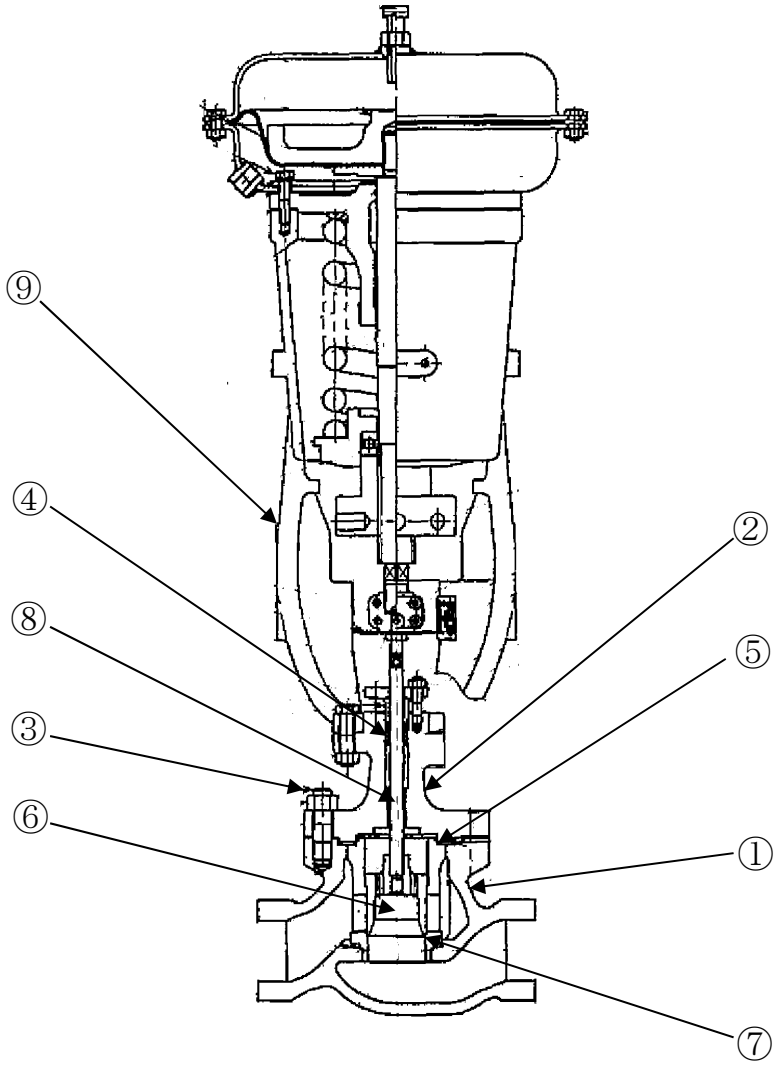
純水に接する弁箱及び弁ふたはステンレス鋳鋼，弁体及び弁座はステンレス鋼が使用されており，軸封部には内部流体の漏れを防止するためグランドパッキンが使用されている。

なお，当該弁については，駆動部を切り離し，ジョイントボルト・ナットを取外すことにより，弁内部の点検手入れが可能である。

東海第二の原子炉冷却材浄化系 F/D 出口流量調整弁の構造図を図 2.1-3 に示す。

(2) 材料及び使用条件

東海第二の原子炉冷却材浄化系 F/D 出口流量調整弁主要部位の使用材料を表 2.1-5 に，使用条件を表 2.1-6 に示す。



No.	部位
①	弁箱
②	弁ふた
③	ジョイントボルト・ナット
④	グランドパッキン
⑤	ガスケット
⑥	弁体
⑦	弁座
⑧	弁棒
⑨	ヨーク

図 2.1-3　原子炉冷却材浄化系 F/D 出口流量調整弁構造図

表 2.1-5　原子炉冷却材浄化系 F/D 出口流量調整弁主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
バウンダリの維持	耐圧	弁箱	ステンレス鋳鋼
		弁ふた	ステンレス鋳鋼
		ジョイントボルト・ナット	ステンレス鋼
	シール	グランドパッキン	(消耗品)
		ガスケット	(消耗品)
隔離機能の維持	隔離	弁体	ステンレス鋼(ステライト肉盛)
		弁座	ステンレス鋼(ステライト肉盛)
作動機能の維持	駆動力伝達	弁棒	ステンレス鋼
		ヨーク	炭素鋼鋳鋼

表 2.1-6　原子炉冷却材浄化系 F/D 出口流量調整弁の使用条件

最高使用圧力	9.80 MPa
最高使用温度	66 ℃
内部流体	純水

2.1.4 制御用圧縮空気系ドライウェルN2供給ライン圧力調整弁

(1) 構造

東海第二の制御用圧縮空気系ドライウェルN2供給ライン圧力調整弁は,口径25A,最高使用圧力14.7 MPa，最高使用温度66 ℃の自圧式圧力制御弁であり，4台（2台×2系統）設置されている。

弁本体は，ガス（窒素）を内包する耐圧部（弁箱，弁ふた，スプリングケース，ジョイントボルト・ナット)，ガス（窒素）を仕切る隔離部（弁体，弁座）及び弁体に駆動力を伝達する駆動力伝達部（弁棒，スプリング）からなる。

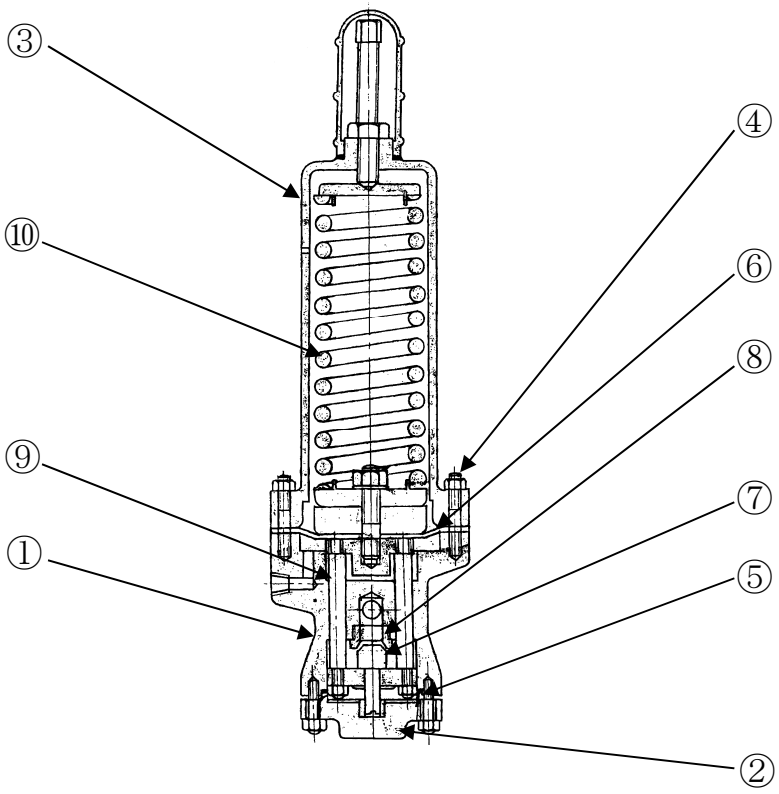
ガス（窒素）に接する弁箱はステンレス鋳鋼，弁ふた，弁体及び弁座はステンレス鋼が使用されている。

なお，当該弁については，ジョイントボルト・ナットを取外すことにより，弁内部の点検手入れが可能である。

東海第二の制御用圧縮空気系ドライウェル N2 供給ライン圧力調整弁の構造図を図2.1-4に示す。

(2) 材料及び使用条件

東海第二の制御用圧縮空気系ドライウェル N2 供給ライン圧力調整弁主要部位の使用材料を表2.1-7に，使用条件を表2.1-8に示す。



No.	部位
①	弁箱
②	弁ふた
③	スプリングケース
④	ジョイントボルト・ナット
⑤	ガスケット
⑥	ダイヤフラム
⑦	弁体
⑧	弁座
⑨	弁棒
⑩	スプリング

図 2.1-4　制御用圧縮空気系ドライウェル N2 供給ライン圧力調整弁構造図

表 2.1-7　制御用圧縮空気系ドライウェル N2 供給ライン圧力調整弁主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
バウンダリの維持	耐圧	弁箱	ステンレス鋳鋼
		弁ふた	ステンレス鋼
		スプリングケース	炭素鋼
		ジョイントボルト・ナット	ステンレス鋼
	シール	ガスケット	(消耗品)
		ダイヤフラム	(消耗品)
隔離機能の維持	隔離	弁体	ステンレス鋼(ステライト肉盛)
		弁座	ステンレス鋼(ステライト肉盛)
作動機能の維持	駆動力伝達	弁棒	ステンレス鋼
		スプリング	ばね鋼

表 2.1-8　制御用圧縮空気系ドライウェル N2 供給ライン圧力調整弁の使用条件

最高使用圧力	14.7 MPa
最高使用温度	66 ℃
内部流体	ガス（窒素）

2.1.5 原子炉隔離時冷却系潤滑油クーラー冷却水圧力調整弁

(1) 構造

東海第二の原子炉隔離時冷却系潤滑油クーラー冷却水圧力調整弁は，口径 25 A，最高使用圧力 10.35 MPa，最高使用温度 77 ℃の自圧式圧力制御弁であり，1 台設置されている。

弁本体は，純水を内包する耐圧部（弁箱，弁ふた，ジョイントボルト・ナット，軸封部），純水を仕切る隔離部（弁体，弁座）及び弁体に駆動力を伝達する駆動力伝達部（弁棒，ヨーク）からなる。

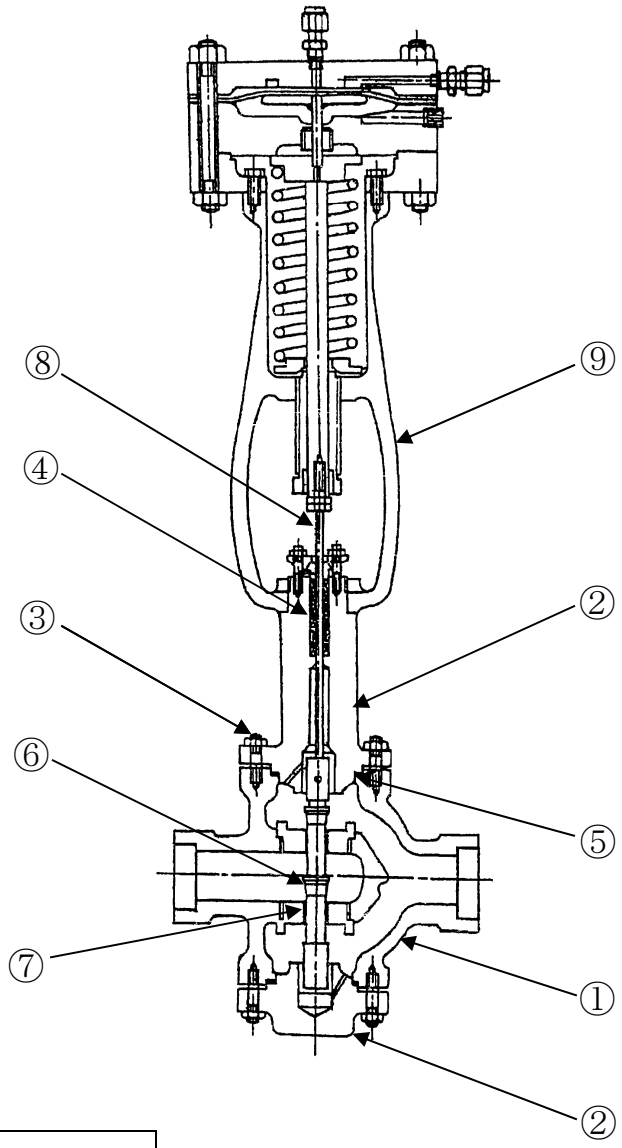
純水に接する弁箱及び弁ふたは低合金鋼，弁体及び弁座はステンレス鋼が使用されており，軸封部には内部流体の漏れを防止するためグランドパッキンが使用されている。

なお，当該弁については，駆動部を切り離し，ジョイントボルト・ナットを取外すことにより，弁内部の点検手入れが可能である。

東海第二の原子炉隔離時冷却系潤滑油クーラー冷却水圧力調整弁の構造図を図 2.1-5 に示す。

(2) 材料及び使用条件

東海第二の原子炉隔離時冷却系潤滑油クーラー冷却水圧力調整弁主要部位の使用材料を表 2.1-9 に，使用条件を表 2.1-10 に示す。



No.	部位
①	弁箱
②	弁ふた
③	ジョイントボルト・ナット
④	グランドパッキン
⑤	ガスケット
⑥	弁体
⑦	弁座
⑧	弁棒
⑨	ヨーク

図 2.1-5　原子炉隔離時冷却系潤滑油クーラー冷却水圧力調整弁構造図

表 2.1-9　原子炉隔離時冷却系潤滑油クーラー冷却水圧力調整弁主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
バウンダリの維持	耐圧	弁箱	低合金鋼
		弁ふた	低合金鋼
		ジョイントボルト・ナット	低合金鋼, 炭素鋼
	シール	グランドパッキン	(消耗品)
		ガスケット	(消耗品)
隔離機能の維持	隔離	弁体	ステンレス鋼
		弁座	ステンレス鋼（ステライト肉盛）
作動機能の維持	駆動力伝達	弁棒	ステンレス鋼
		ヨーク	炭素鋼鋳鋼

表 2.1-10　原子炉隔離時冷却系潤滑油クーラー冷却水圧力調整弁の使用条件

最高使用圧力	10.35 MPa
最高使用温度	77 ℃
内部流体	純水

2.1.6 所内蒸気系 SJAE 入口圧力制御弁

(1) 構造

東海第二の所内蒸気系 SJAE 入口圧力制御弁は，口径 80 A，最高使用圧力 8.62 MPa，最高使用温度 302 ℃の空気作動圧力制御弁であり，1 台設置されている。

弁本体は，蒸気を内包する耐圧部（弁箱，弁ふた，ジョイントボルト・ナット，軸封部），蒸気を仕切る隔離部（弁体，弁座）及び弁体に駆動力を伝達する駆動力伝達部（弁棒，ヨーク）からなる。

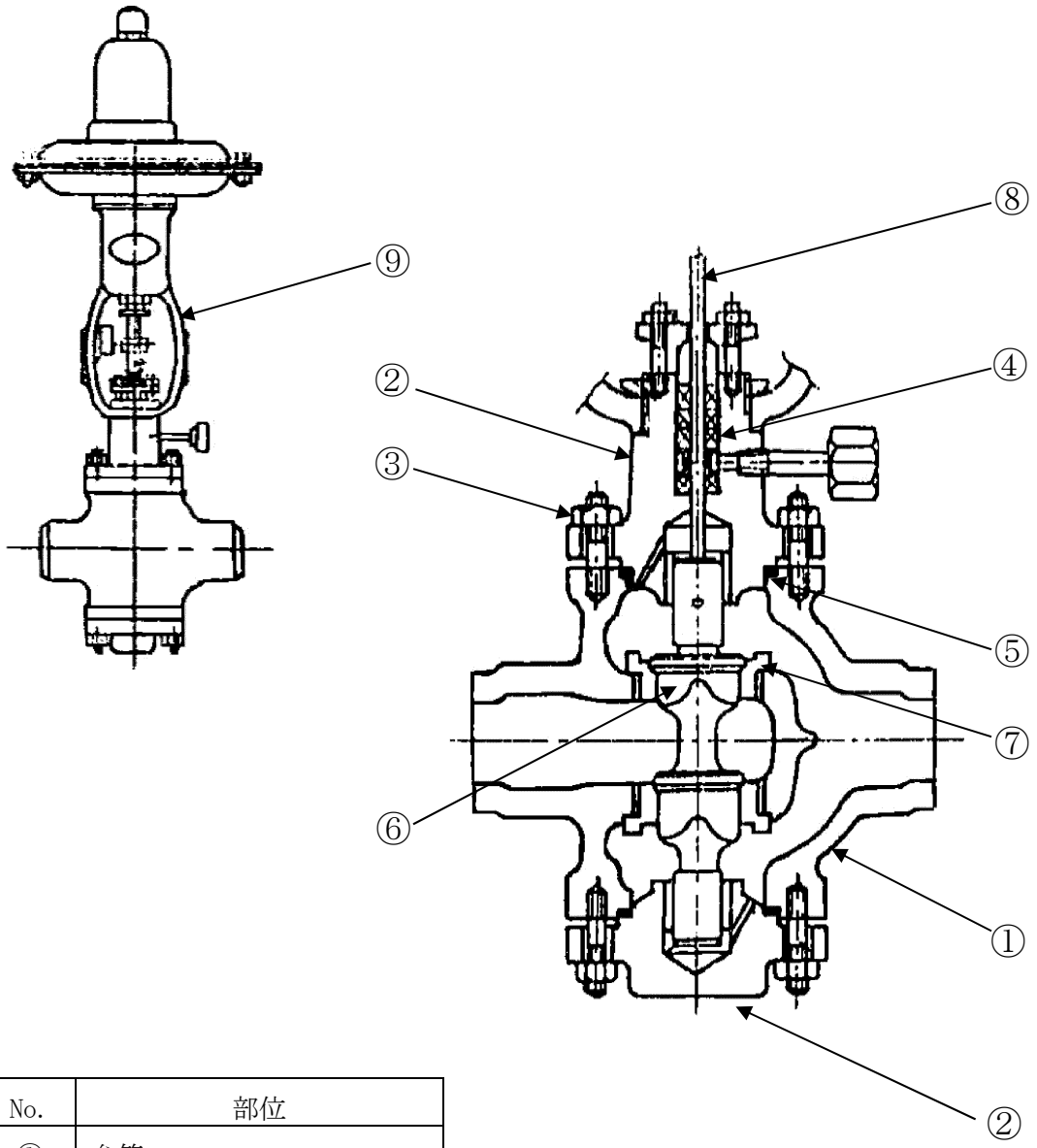
蒸気に接する弁箱及び弁ふたは低合金鋼，弁体及び弁座はステンレス鋼が使用されており，軸封部には内部流体の漏れを防止するためグランドパッキンが使用されている。

なお，当該弁については，駆動部を切り離し，ジョイントボルト・ナットを取外すことにより，弁内部の点検手入れが可能である。

東海第二の所内蒸気系 SJAE 入口圧力制御弁の構造図を図 2.1-6 に示す。

(2) 材料及び使用条件

東海第二の所内蒸気系 SJAE 入口圧力制御弁主要部位の使用材料を表 2.1-11 に，使用条件を表 2.1-12 に示す。



No.	部位
①	弁箱
②	弁ふた
③	ジョイントボルト・ナット
④	グランドパッキン
⑤	ガスケット
⑥	弁体
⑦	弁座
⑧	弁棒
⑨	ヨーク

図 2.1-6　所内蒸気系 SJAE 入口圧力制御弁構造図

表 2.1-11　所内蒸気系 SJAE 入口圧力制御弁主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
バウンダリの維持	耐圧	弁箱	低合金鋼
		弁ふた	低合金鋼
		ジョイントボルト・ナット	低合金鋼, 炭素鋼
	シール	グランドパッキン	(消耗品)
		ガスケット	(消耗品)
隔離機能の維持	隔離	弁体	ステンレス鋼
		弁座	ステンレス鋼（ステライト肉盛)
作動機能の維持	駆動力伝達	弁棒	ステンレス鋼
		ヨーク	炭素鋼鋳鋼

表 2.1-12　所内蒸気系 SJAE 入口圧力制御弁の使用条件

最高使用圧力	8.62 MPa
最高使用温度	302 ℃
内部流体	蒸気

2.2 経年劣化事象の抽出

2.2.1 機器の機能達成に必要な項目

制御弁の機能である流体仕切機能(絞り機能含む)の達成に必要な項目は以下のとおり。

(1) バウンダリの維持

(2) 隔離機能の維持

(3) 作動機能の維持

2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

(1) 想定される経年劣化事象の抽出

制御弁について，機能達成に必要な項目を考慮して主要な部位に展開した上で，個々の部位の材料，構造，使用条件（内部流体，圧力，温度）及び現在までの運転経験を考慮し，表 2.2-1 に示すとおり想定される経年劣化事象を抽出した（表 2.2-1 で○又は△，▲）。

なお，消耗品及び定期取替品は以下のとおり評価対象外とする。

(2) 消耗品及び定期取替品の扱い

グランドパッキン，ガスケット及びダイヤフラムは消耗品であり，設計時に長期使用せず取替を前提としていることから，高経年化対策を見極める上での評価対象外とする。

(3) 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

想定される経年劣化事象のうち下記①，②に該当しない事象を高経年化対策上着目すべき経年劣化事象と判断した。

なお，下記①，②に該当する事象については，2.2.3 項に示すとおり，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断した。

① 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって，想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象として表 2.2-1 で△）

② 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により，今後も経年劣化の進展が考えられない，又は進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外として表 2.2-1 で▲）

この結果，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象は抽出されなかった。

2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

(1) 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって，想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象）

a. 弁箱及び弁ふたの外面の腐食（全面腐食）［中央制御室換気系 AH2-9 出口温度制御弁，タービングランド蒸気系グランド蒸気蒸発器加熱蒸気減圧弁，原子炉隔離時冷却系潤滑油クーラー冷却水圧力調整弁，所内蒸気系 SJAE 入口圧力制御弁］

弁箱及び弁ふたは，炭素鋼鋳鋼又は低合金鋼であり腐食が想定されるが，大気接触部は塗装が施されていることから，塗膜が健全であれば腐食が発生する可能性は小さく，点検時に必要に応じて補修塗装することにより機能を維持している。

したがって，弁箱及び弁ふたの外面の腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

b. ジョイントボルト・ナットの腐食（全面腐食）［中央制御室換気系 AH2-9 出口温度制御弁，タービングランド蒸気系グランド蒸気蒸発器加熱蒸気減圧弁，原子炉隔離時冷却系潤滑油クーラー冷却水圧力調整弁，所内蒸気系 SJAE 入口圧力制御弁］

ジョイントボルト・ナットは，低合金鋼又は炭素鋼であり腐食が想定されるが，分解点検時に手入れ・清掃を行うことにより機能を維持している。

したがって，ジョイントボルト・ナットの腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

c. ヨークの腐食（全面腐食）［中央制御室換気系 AH2-9 出口温度制御弁，タービングランド蒸気系グランド蒸気蒸発器加熱蒸気減圧弁，原子炉冷却材浄化系 F/D 出口流量調整弁，原子炉隔離時冷却系潤滑油クーラー冷却水圧力調整弁，所内蒸気系 SJAE 入口圧力制御弁］

ヨークは，炭素鋼鋳鋼又は鋳鉄であり腐食が想定されるが，大気接触部は塗装が施されていることから，塗膜が健全であれば腐食が発生する可能性は小さく，点検時に必要に応じて補修塗装することにより機能を維持している。

したがって，ヨークの腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

d. スプリングケースの腐食（全面腐食）［制御用圧縮空気系ドライウェル N2 供給ライン圧力調整弁］

スプリングケースは，炭素鋼であり腐食が想定されるが，大気接触部は塗装が施されていることから，塗膜が健全であれば腐食が発生する可能性は小さく，点検時に必要に応じて補修塗装することにより機能を維持している。

したがって，スプリングケースの腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

e. 弁箱及び弁ふたの腐食（流れ加速型腐食）[中央制御室換気系 AH2-9 出口温度制御弁，タービングランド蒸気系グランド蒸気蒸発器加熱蒸気減圧弁，原子炉隔離時冷却系潤滑油クーラー冷却水圧力調整弁，所内蒸気系 SJAE 入口圧力制御弁]

弁箱及び弁ふたは，炭素鋼鋳鋼又は低合金鋼であり，内部流体が純水又は蒸気であるため，腐食（流れ加速型腐食）が想定されるが，分解点検時に有意な腐食（流れ加速型腐食）がないことを確認し，必要に応じて補修又は取替を行うことにより機能を維持している。

したがって，弁箱及び弁ふたの腐食（流れ加速型腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

f. 弁箱，弁ふた及びジョイントボルト・ナットの貫粒型応力腐食割れ[原子炉冷却材浄化系 F/D 出口流量調整弁，制御用圧縮空気系ドライウェル N2 供給ライン圧力調整弁]

弁箱，弁ふた及びジョイントボルト・ナットは，ステンレス鋳鋼又はステンレス鋼であり，大気中の海塩粒子に含まれる塩化物イオンにより，外面からの貫粒型応力腐食割れの発生が想定されるが，原子炉建屋内機器の塩分測定において代表箇所における定期的な目視点検及び付着塩分量測定を実施し，その結果により必要に応じて機器外面清掃及び浸透探傷検査を実施することとしている。

また，東海第二では工事における副資材管理でステンレス鋼へ塩分付着を防止している。

したがって，弁箱，弁ふた及びジョイントボルト・ナットの貫粒型応力腐食割れは高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

g. 弁棒の摩耗[中央制御室換気系 AH2-9 出口温度制御弁，タービングランド蒸気系グランド蒸気蒸発器加熱蒸気減圧弁，原子炉冷却材浄化系 F/D 出口流量調整弁，原子炉隔離時冷却系潤滑油クーラー冷却水圧力調整弁，所内蒸気系 SJAE 入口圧力制御弁]

弁棒は，グランドパッキンと接触しているため，弁の開閉に伴うグランドパッキンとの摺動により摩耗が想定されるが，グランドパッキンの材質がテフロン又は黒鉛等であるのに対し，弁棒はステンレス鋼であるため，これらの摺動により摩耗が発生する可能性は小さい。

なお，これまでの点検において有意な摩耗は確認されておらず，今後も使用環境に変化がないことから，これらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，弁棒の摩耗は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

(2) 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により，今後も経年劣化の進展が考えられない，又は進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外）

a. スプリングのへたり［制御用圧縮空気系ドライウェルN2供給ライン圧力調整弁］

スプリングは，常時応力がかかった状態で使用されるため，へたりが想定されるが，スプリング使用時のねじり応力が許容ねじり応力以下になるように設定されており，さらにスプリングの材料に対する推奨最高使用温度よりも実際の使用温度は低いことから，へたりが進行する可能性はない。

したがって，スプリングのへたりは高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

表 2.2-1（1/6）　中央制御室換気系 AH2-9 出口温度制御弁に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考
					減肉		割れ		材質変化		その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
バウンダリの維持	耐圧	弁箱		炭素鋼鋳鋼		△*2*3						*1:ステライト肉盛 *2:流れ加速型腐食 *3:外面
		弁ふた		炭素鋼鋳鋼		△*2*3						
		ジョイントボルト･ナット		炭素鋼		△						
	シール	グランドパッキン	◎	－								
		ガスケット	◎	－								
隔離機能の維持	隔離	弁体		ステンレス鋳鋼*1								
		弁座		ステンレス鋳鋼*1								
作動機能の維持	駆動力伝達	弁棒		ステンレス鋼	△							
		ヨーク		炭素鋼鋳鋼		△						

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表 2.2-1（2/6）　タービングランド蒸気系グランド蒸気蒸発器加熱蒸気減圧弁に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考
					減肉		割れ		材質変化		その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
バウンダリの維持	耐圧	弁箱		炭素鋼鋳鋼		△*2*3						*1:ステライト肉盛 *2:流れ加速型腐食 *3:外面
		弁ふた		炭素鋼鋳鋼		△*2*3						
		ジョイントボルト･ナット		低合金鋼，炭素鋼		△						
	シール	グランドパッキン	◎	－								
		ガスケット	◎	－								
隔離機能の維持	隔離	弁体		ステンレス鋼								
		弁座		ステンレス鋼*1								
作動機能の維持	駆動力伝達	弁棒		ステンレス鋼	△							
		ヨーク		鋳鉄		△						

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表 2.2-1 (3/6)　原子炉冷却材浄化系 F/D 出口流量調整弁に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考
					減肉		割れ		材質変化		その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
バウンダリの維持	耐圧	弁箱		ステンレス鋳鋼				△*2				*1:ステライト肉盛 *2:貫粒型応力腐食割れ
		弁ふた		ステンレス鋳鋼				△*2				
		ジョイントボルト･ナット		ステンレス鋼				△*2				
	シール	グランドパッキン	◎	―								
		ガスケット	◎	―								
隔離機能の維持	隔離	弁体		ステンレス鋼*1								
		弁座		ステンレス鋼*1								
作動機能の維持	駆動力伝達	弁棒		ステンレス鋼	△							
		ヨーク		炭素鋼鋳鋼		△						

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表 2.2-1（4/6）　制御用圧縮空気系ドライウェル N2 供給ライン圧力調整弁に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考
					減肉		割れ		材質変化		その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
バウンダリの維持	耐圧	弁箱		ステンレス鋳鋼				△*2				*1:ステライト肉盛 *2:貫粒型応力腐食割れ *3:へたり
		弁ふた		ステンレス鋼				△*2				
		スプリングケース		炭素鋼		△						
		ジョイントボルト･ナット		ステンレス鋼				△*2				
	シール	ガスケット	◎	―								
		ダイヤフラム	◎	―								
隔離機能の維持	隔離	弁体		ステンレス鋼*1								
		弁座		ステンレス鋼*1								
作動機能の維持	駆動力伝達	弁棒		ステンレス鋼								
		スプリング		ばね鋼							▲*3	

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

▲：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象以外）

表 2.2-1 (5/6)　原子炉隔離時冷却系潤滑油クーラー冷却水圧力調整弁に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考
					減肉		割れ		材質変化		その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
バウンダリの維持	耐圧	弁箱		低合金鋼		△*2*3						*1:ステライト肉盛 *2:流れ加速型腐食 *3:外面
		弁ふた		低合金鋼		△*2*3						
		ジョイントボルト･ナット		低合金鋼,炭素鋼		△						
	シール	グランドパッキン	◎	―								
		ガスケット	◎	―								
隔離機能の維持	隔離	弁体		ステンレス鋼								
		弁座		ステンレス鋼*1								
作動機能の維持	駆動力伝達	弁棒		ステンレス鋼	△							
		ヨーク		炭素鋼鋳鋼		△						

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表 2.2-1 (6/6)　所内蒸気系 SJAE 入口圧力制御弁に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考
					減肉		割れ		材質変化		その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
バウンダリの維持	耐圧	弁箱		低合金鋼		△*2*3						*1:ステライト肉盛 *2:流れ加速型腐食 *3:外面
		弁ふた		低合金鋼		△*2*3						
		ジョイントボルト･ナット		低合金鋼,炭素鋼		△						
	シール	グランドパッキン	◎	―								
		ガスケット	◎	―								
隔離機能の維持	隔離	弁体		ステンレス鋼								
		弁座		ステンレス鋼*1								
作動機能の維持	駆動力伝達	弁棒		ステンレス鋼	△							
		ヨーク		炭素鋼鋳鋼		△						

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

3. 代表機器以外への展開

本章では，2 章で実施した代表機器の技術評価について，1 章で実施したグループ化で代表機器となっていない機器への展開について検討した。

［対象系統］

① 原子炉冷却材浄化系
② 不活性ガス系
③ タービングランド蒸気系
④ 復水系
⑤ 給水系
⑥ 給水加熱器ドレン系
⑦ 復水移送系
⑧ バッテリー室換気系
⑨ 気体廃棄物処理系
⑩ 重大事故等対処設備

3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

代表機器同様，高経年化対策上着目すべき事象は抽出されなかった。

3.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

(1) 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって，想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象）

a. 弁箱及び弁ふたの外面の腐食（全面腐食）［弁箱及び弁ふたの材料が炭素鋼鋳鋼又は低合金鋼の制御弁共通］

代表機器同様，弁箱及び弁ふたは，炭素鋼鋳鋼又は低合金鋼であり腐食が想定されるが，大気接触部は塗装が施されていることから，塗膜が健全であれば腐食が発生する可能性は小さく，点検時に必要に応じて補修塗装することにより機能を維持している。

したがって，弁箱及び弁ふたの外面の腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

b. ジョイントボルト・ナットの腐食（全面腐食）［ジョイントボルト・ナットの材料が低合金鋼又は炭素鋼の制御弁共通］

代表機器同様，ジョイントボルト・ナットは，低合金鋼又は炭素鋼であり腐食が想定されるが，分解点検時に手入れ・清掃を行うことにより機能を維持している。

したがって，ジョイントボルト・ナットの腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

c. ヨークの腐食（全面腐食）［ヨークの材料が炭素鋼，炭素鋼鋳鋼又は鋳鉄の制御弁共通］

ヨークは，炭素鋼，炭素鋼鋳鋼又は鋳鉄であり腐食が想定されるが，大気接触部は塗装が施されていることから，塗膜が健全であれば腐食が発生する可能性は小さく，点検時に必要に応じて補修塗装することにより機能を維持している。

したがって，ヨークの腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

d. スプリングケースの腐食（全面腐食）［スプリングケースが炭素鋼の制御弁共通］

代表機器同様，新たに設置される重大事故等対処設備のスプリングケースは，炭素鋼であり腐食が想定されるが，大気接触部は塗装を施すことから，塗膜が健全であれば腐食が発生する可能性は小さく，点検時に必要に応じて補修塗装することにより機能を維持できると考える。

したがって，スプリングケースの腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

e. 弁箱及び弁ふたの腐食（流れ加速型腐食）［弁箱及び弁ふたの材料が炭素鋼鋳鋼又は低合金鋼の制御弁共通］

代表機器同様，弁箱及び弁ふたは，炭素鋼鋳鋼又は低合金鋼であり，内部流体が純水又は蒸気であるため，腐食（流れ加速型腐食）が想定されるが，分解点検時に有意な腐食（流れ加速型腐食）がないことを確認し，必要に応じて補修又は取替を行うことにより機能を維持している。

したがって，弁箱及び弁ふたの腐食（流れ加速型腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

f. 弁箱，弁ふた及びジョイントボルト・ナットの貫粒型応力腐食割れ［弁箱，弁ふた及びジョイントボルト・ナットがステンレス鋳鋼又はステンレス鋼の制御弁共通］

代表機器同様，新たに設置される重大事故等対処設備の弁箱，弁ふた及びジョイントボルト・ナットは，ステンレス鋳鋼又はステンレス鋼であり，大気中の海塩粒子に含まれる塩化物イオンにより，外面からの貫粒型応力腐食割れの発生が想定されるが，原子炉建屋内機器の塩分測定において代表箇所における定期的な目視点検及び付着塩分量測定を実施し，その結果により必要に応じて機器外面清掃及び浸透探傷検査を実施することにより機能を維持できると考える。

また，東海第二では工事における副資材管理でステンレス鋼へ塩分付着を防止している。

したがって，弁箱，弁ふた及びジョイントボルト・ナットの貫粒型応力腐食割れは高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

g. 弁棒の摩耗[共通]

代表機器同様，弁棒は，グランドパッキンと接触しているため，弁の開閉に伴うグランドパッキンとの摺動により摩耗が想定されるが，グランドパッキンの材質がテフロン又は黒鉛等であるのに対し，弁棒はステンレス鋼であるため，これらの摺動により摩耗が発生する可能性は小さい。

なお，これまでの点検において有意な摩耗は確認されておらず，今後も使用環境に変化がないことから，これらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，弁棒の摩耗は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

(2) 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により，今後も経年劣化の進展が考えられない，又は進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外）

a. スプリングのへたり［共通］

代表機器同様，新たに設置される重大事故等対処設備のスプリングは，常時応力がかかった状態で使用されるため，へたりが想定されるが，スプリング使用時のねじり応力が許容ねじり応力以下になるように設定され，さらにスプリングの材料に対する推奨最高使用温度よりも低い温度で使用されることから，へたりが進行する可能性はない。

したがって，スプリングのへたりは高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

13. 電動弁用駆動部

［対象系統］

① 原子炉系
② 原子炉再循環系
③ 残留熱除去系
④ 残留熱除去海水系
⑤ 原子炉隔離時冷却系
⑥ 原子炉冷却材浄化系
⑦ ほう酸水注入系
⑧ 高圧炉心スプレイ系
⑨ 低圧炉心スプレイ系
⑩ 可燃性ガス濃度制御系
⑪ 主蒸気隔離弁漏えい抑制系
⑫ 原子炉補機冷却系
⑬ 燃料プール冷却浄化系
⑭ 制御用圧縮空気系
⑮ 不活性ガス系
⑯ 格納容器雰囲気監視系
⑰ 事故時サンプリング設備
⑱ 中央制御室換気系
⑲ ドライウェル冷却系
⑳ 空気抽出系
㉑ 気体廃棄物処理系
㉒ 重大事故等対処設備

目次

1. 対象機器及び代表機器の選定 13-1
1.1 グループ化の考え方及び結果 13-1
1.2 代表機器の選定 13-1
2. 代表機器の技術評価 13-4
2.1 構造，材料及び使用条件 13-4
2.1.1 残留熱除去系シャットダウンライン隔離弁（内側）駆動部 13-4
2.1.2 残留熱除去系注入弁駆動部 13-8
2.1.3 残留熱除去系シャットダウンライン隔離弁（外側）駆動部 13-12
2.2 経年劣化事象の抽出 13-16
2.2.1 機器の機能達成に必要な項目 13-16
2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出 13-16
2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象 13-18
2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の評価 13-24
3. 代表機器以外への展開 13-35
3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象 13-35
3.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象 13-37

1. 対象機器及び代表機器の選定

東海第二で使用している主要な電動弁用駆動部の主な仕様を表 1-1 に示す。

これらの電動弁用駆動部を電源及び設置場所の観点からグループ化し，それぞれのグループより以下のとおり代表機器を選定した。

1.1 グループ化の考え方及び結果

電源及び設置場所を分類基準とし，電動弁用駆動部を表 1-1 に示すとおりグループ化する。

電源は交流及び直流に分類され，設置場所は原子炉格納容器内及び原子炉格納容器外に分類される。

1.2 代表機器の選定

表 1-1 に分類されるグループ毎に，重要度，定格出力及び使用条件の観点から代表機器を選定する。

(1) 原子炉格納容器内の電動（交流）弁用駆動部

このグループには，原子炉系，原子炉再循環系，残留熱除去系，原子炉隔離時冷却系及び原子炉冷却材浄化系が属するが，重要度が高く，定格出力の大きい残留熱除去系シャットダウンライン隔離弁（内側）駆動部を代表機器とする。

(2) 原子炉格納容器外の電動（交流）弁用駆動部

このグループには，原子炉系，原子炉冷却材浄化系，ほう酸水注入系，残留熱除去系，残留熱除去海水系，高圧炉心スプレイ系，低圧炉心スプレイ系，可燃性ガス濃度制御系，主蒸気隔離弁漏えい抑制系，原子炉補機冷却系，燃料プール冷却浄化系，制御用圧縮空気系，不活性ガス系，格納容器雰囲気監視系，事故時サンプリング設備，中央制御室換気系，ドライウェル冷却系，空気抽出系，気体廃棄物処理系及び重大事故等対処設備が属するが，重要度及び周囲温度が高く，定格出力の大きい残留熱除去系注入弁駆動部を代表機器とする。

(3) 原子炉格納容器外の電動（直流）弁用駆動部

このグループには，原子炉系，残留熱除去系，原子炉隔離時冷却系，原子炉冷却材浄化系及び重大事故等対処設備が属するが，重要度が高く，定格出力の大きい残留熱除去系シャットダウンライン隔離弁（外側）駆動部を代表機器とする。

表 1-1(1/2)　電動弁用駆動部のグループ化及び代表機器の選定

分類基準		当該系統	選定基準			選定	代表機器／選定理由
			重要度[*1]	定格出力 (kW)	使用条件 周囲温度 (℃)		
電源	設置場所						
交流	原子炉格納容器内	原子炉系	MS-1／PS-1	1.1	65.6		残留熱除去系シャットダウンライン隔離弁(内側)駆動部／重要度，定格出力
		原子炉再循環系	PS-1	4.7，5.2	65.6		
		残留熱除去系	MS-1／PS-1，重[*2]	0.12～16.4	65.6	◎	
		原子炉隔離時冷却系	MS-1／PS-1，重[*2]	7.8	65.6		
		原子炉冷却材浄化系	MS-1／PS-1	0.72～2.7	65.6		
	原子炉格納容器外	原子炉系	MS-1	0.28～11	60.0		残留熱除去系注入弁駆動部／重要度，定格出力，周囲温度
		原子炉冷却材浄化系	PS-2	0.28～1.8	40.0		
		ほう酸水注入系	MS-1，重[*2]	0.28	40.0		
		残留熱除去系	MS-1／PS-1，重[*2]	0.094～16	40.0,60.0	◎	
		残留熱除去海水系	MS-1，重[*2]	0.12～11	40.0		
		高圧炉心スプレイ系	MS-1／PS-1，重[*2]	1.8～16	40.0		
		低圧炉心スプレイ系	MS-1／PS-1，重[*2]	1.1～16	40.0		
		可燃性ガス濃度制御系	MS-1	0.094～0.5	40.0		
		主蒸気隔離弁漏えい抑制系	MS-1／PS-1	0.37，0.72	60.0		
		原子炉補機冷却系	MS-1	0.72，1.1	40.0		
		燃料プール冷却浄化系	重[*2]	1.1，2	40.0		
		制御用圧縮空気系	MS-1	0.28	40.0		
		不活性ガス系	MS-1，重[*2]	0.72	40.0		
		格納容器雰囲気監視系	MS-1	0.12	40.0		
		事故時サンプリング設備	MS-1	0.12	40.0		
		中央制御室換気系	MS-1，重[*2]	1.3，5.2	40.0		
		ドライウェル冷却系	MS-1	0.37	40.0		
		空気抽出系	MS-2	1.1	40.0		
		気体廃棄物処理系	MS-2	0.72	40.0		
		重大事故等対処設備[*3]	MS-1，重[*2]	0.12～3.7	40.0		

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す
*2：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す
*3：新規に設置される系統

表 1-1(2/2)　電動弁用駆動部のグループ化及び代表機器の選定

分類基準		当該系統	選定基準			選定	代表機器／選定理由
			重要度[*1]	定格出力 (kW)	使用条件 周囲温度 (℃)		
電源	設置場所						
直流	原子炉格納容器外	原子炉系	MS-1／PS-1	0.9	60.0		残留熱除去系シャットダウンライン隔離弁(外側)駆動部／重要度，定格出力
		残留熱除去系	MS-1／PS-1，重[*2]	2.97，9.77	40.0	◎	
		原子炉隔離時冷却系	MS-1／PS-1，重[*2]	0.1～7.33	40.0		
		原子炉冷却材浄化系	MS-1／PS-1	1.92	40.0		
		重大事故等対処設備[*3]	重[*2]	0.12～1.1	40.0		

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す
*2：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す
*3：新規に設置される系統

2. 代表機器の技術評価

本章では，1 章で代表機器とした以下の電動弁用駆動部について技術評価を実施する。

① 残留熱除去系シャットダウンライン隔離弁（内側）駆動部

② 残留熱除去系注入弁駆動部

③ 残留熱除去系シャットダウンライン隔離弁（外側）駆動部

2.1 構造，材料及び使用条件

2.1.1 残留熱除去系シャットダウンライン隔離弁（内側）駆動部

(1) 構造

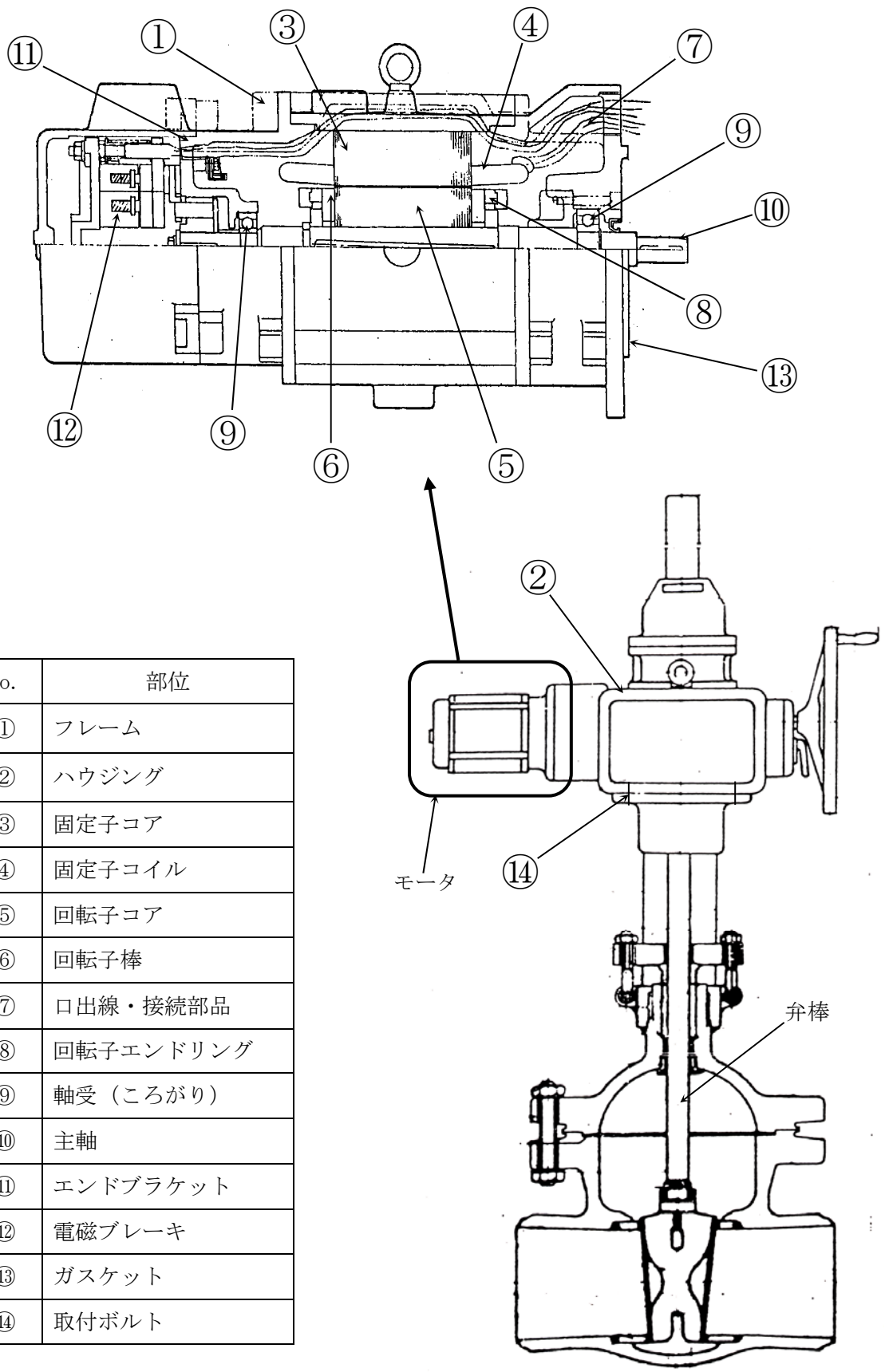
東海第二の残留熱除去系シャットダウンライン隔離弁（内側）駆動部はモータ，ギア，ハウジング等で構成されており，モータの回転力を，ギアを介して弁棒及びステムナットに伝達し，弁を駆動させる構造となっている。

なお，当該駆動部については弁本体との取付ボルトを取外し，駆動部ケース類を取外すことで駆動部内の点検手入れが可能である。

東海第二の残留熱除去系シャットダウンライン隔離弁（内側）駆動部の構造図を図 2.1-1 に示す。

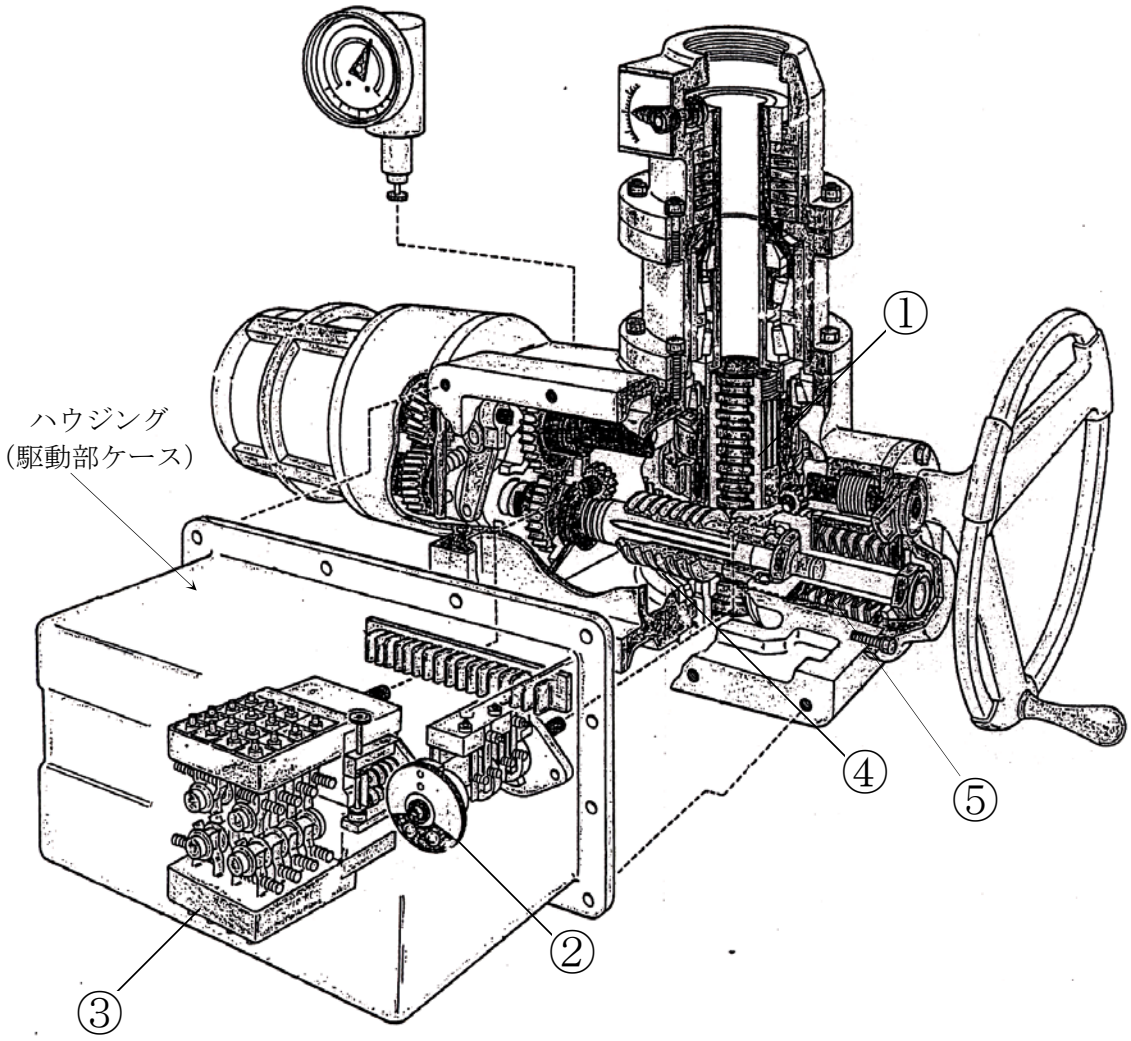
(2) 材料及び使用条件

東海第二の残留熱除去系シャットダウンライン隔離弁（内側）駆動部主要部位の使用材料を表 2.1-1 に，使用条件を表 2.1-2 に示す。



No.	部位
①	フレーム
②	ハウジング
③	固定子コア
④	固定子コイル
⑤	回転子コア
⑥	回転子棒
⑦	口出線・接続部品
⑧	回転子エンドリング
⑨	軸受（ころがり）
⑩	主軸
⑪	エンドブラケット
⑫	電磁ブレーキ
⑬	ガスケット
⑭	取付ボルト

図 2.1-1(1/2)　残留熱除去系シャットダウンライン隔離弁（内側）駆動部構造図



No.	部位
①	ステムナット
②	トルクスイッチ
③	リミットスイッチ
④	ギア
⑤	トルクスプリングパック

図 2.1-1(2/2)　残留熱除去系シャットダウンライン隔離弁（内側）駆動部構造図

表 2.1-1　残留熱除去系シャットダウンライン隔離弁（内側）駆動部主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
モータ駆動力機能の維持	エネルギー変換	フレーム	鋳鉄
		ハウジング	鋳鉄
		固定子コア	硅素鋼
		固定子コイル	銅，ポリアミドイミド，シリコンワニス
		回転子コア	硅素鋼
		回転子棒	特殊銅合金
		口出線・接続部品	銅，シリコーンゴム
		回転子エンドリング	銅
		軸受（ころがり）	（消耗品）
		主軸	炭素鋼
		エンドブラケット	鋳鉄
		電磁ブレーキ	銅，ポリアミドイミド，シリコンワニス
		ガスケット	(消耗品)
駆動力伝達機能の維持	エネルギー伝達	ステムナット	高力黄銅鋳物
		トルクスイッチ	アルミダイキャスト，ジアリルフタレート
		リミットスイッチ	亜鉛ダイキャスト，ジアリルフタレート
		ギア	低合金鋼，アルミニウム青銅鋳物
		トルクスプリングパック	ばね鋼
機器の支持	支持	取付ボルト	低合金鋼

表 2.1-2　残留熱除去系シャットダウンライン隔離弁（内側）駆動部の使用条件

	通常運転時	設計基準事故時	重大事故等時
定格出力	16.4 kW		
定格電圧	AC 440 V		
設置場所	原子炉格納容器内		
周囲温度	65.6 ℃（最高）*1	171 ℃（最高）*1	123 ℃（最高）*2
最高圧力	0.0138 MPa*1	0.31 MPa*1	0.31 MPa*2
放射線*1	0.04 Gy/h（最大）	2.6×10^{2} kGy（最大積算値）	6.40×10^{2} kGy（最大積算値）

*1:原子炉格納容器内における設計値

*2:重大事故等時における原子炉格納容器内の環境条件解析値

2.1.2 残留熱除去系注入弁駆動部

(1) 構造

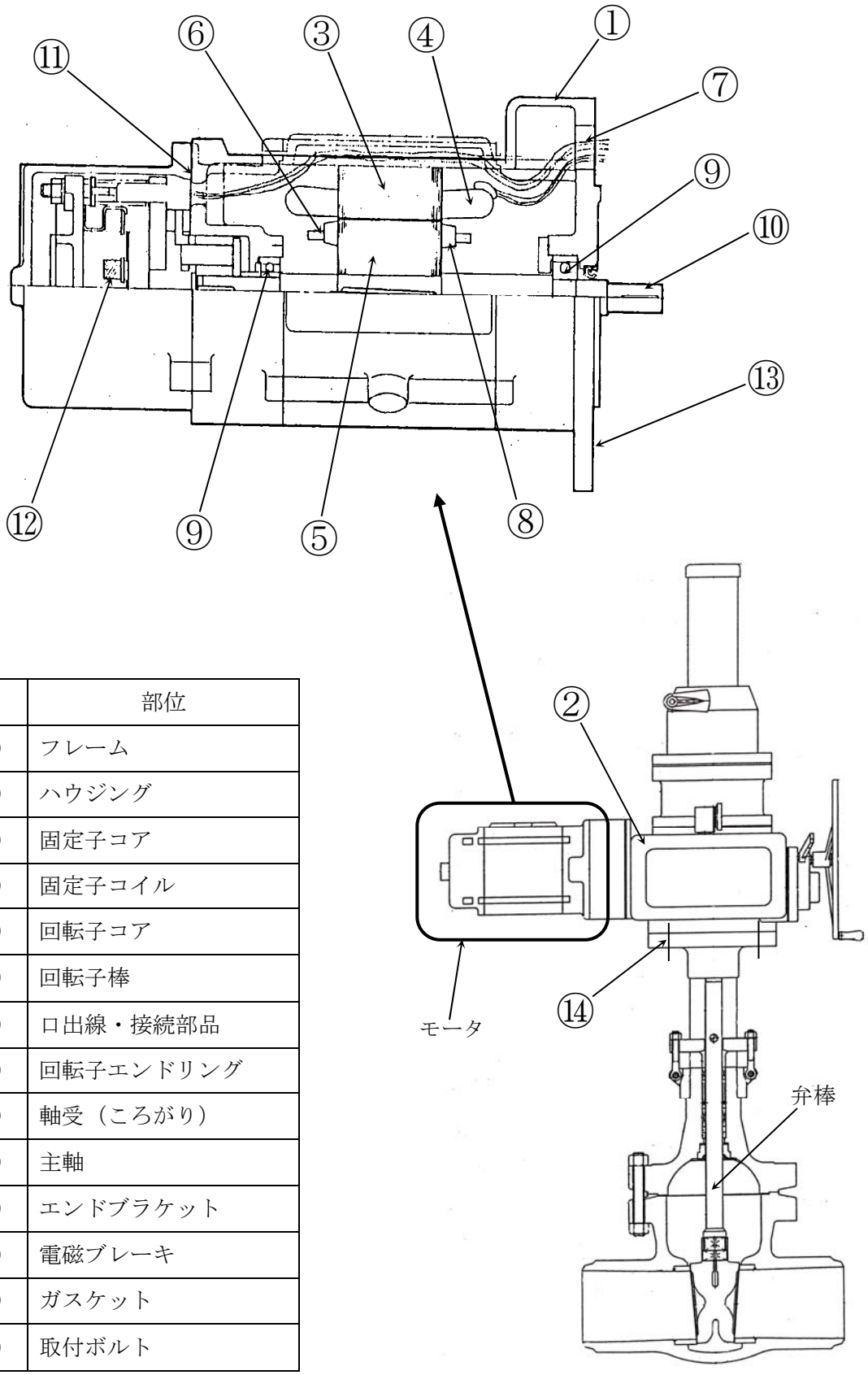
東海第二の残留熱除去系注入弁駆動部はモータ，ギア，ハウジング等で構成されており，モータの回転力を，ギアを介して弁棒及びステムナットに伝達し，弁を駆動させる構造となっている。

なお，当該駆動部については弁本体との取付ボルトを取外し，駆動部ケース類を取外すことで駆動部内の点検手入れが可能である。

東海第二の残留熱除去系注入弁駆動部の構造図を図 2.1-2 に示す。

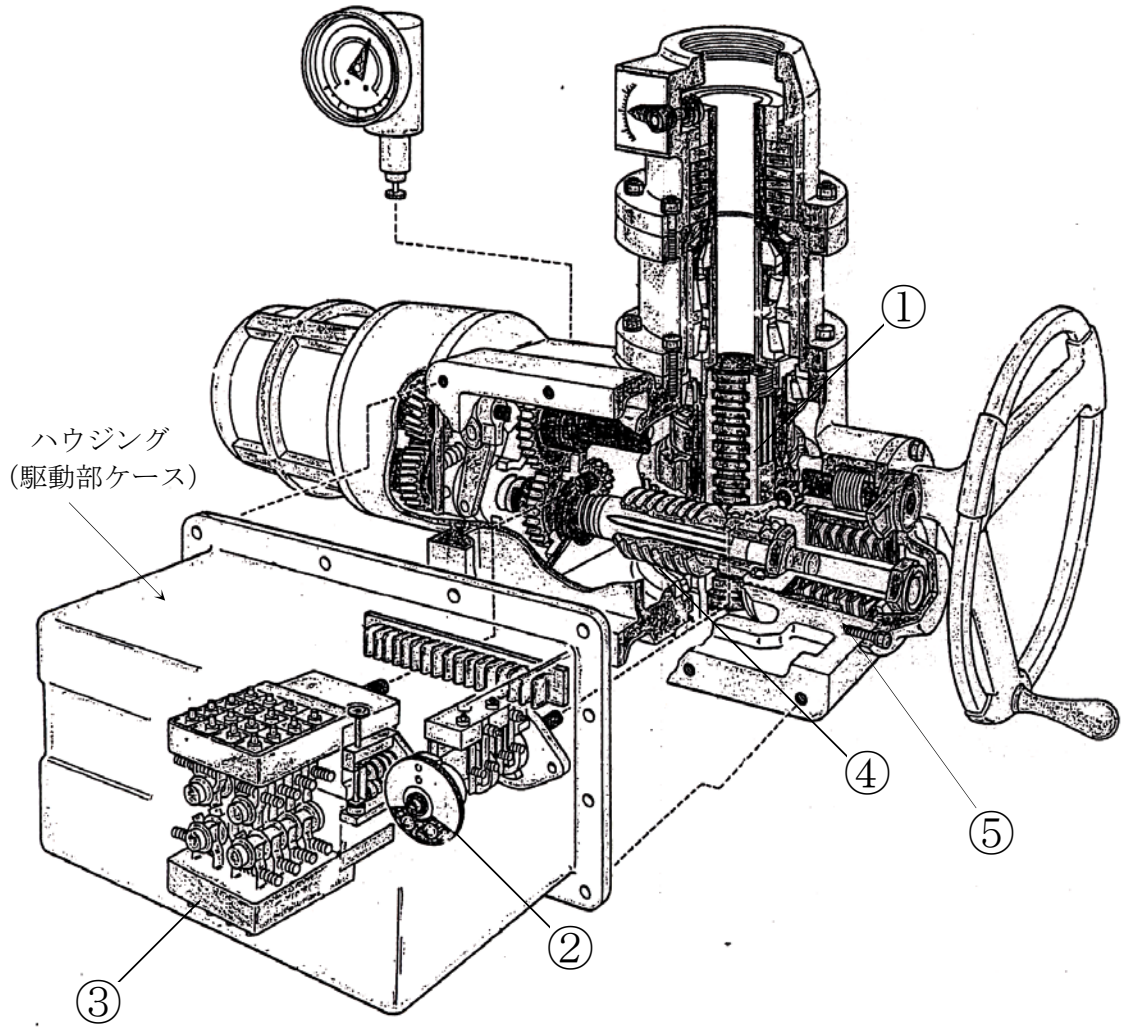
(2) 材料及び使用条件

東海第二の残留熱除去系注入弁駆動部主要部位の使用材料を表 2.1-3 に，使用条件を表 2.1-4 に示す。



No.	部位
①	フレーム
②	ハウジング
③	固定子コア
④	固定子コイル
⑤	回転子コア
⑥	回転子棒
⑦	口出線・接続部品
⑧	回転子エンドリング
⑨	軸受（ころがり）
⑩	主軸
⑪	エンドブラケット
⑫	電磁ブレーキ
⑬	ガスケット
⑭	取付ボルト

図 2.1-2(1/2)　残留熱除去系注入弁駆動部構造図



No.	部位
①	ステムナット
②	トルクスイッチ
③	リミットスイッチ
④	ギア
⑤	トルクスプリングパック

図 2.1-2(2/2)　残留熱除去系注入弁駆動部構造図

表 2.1-3　残留熱除去系注入弁駆動部主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
モータ駆動力機能の維持	エネルギー変換	フレーム	鋳鉄
		ハウジング	鋳鉄
		固定子コア	硅素鋼
		固定子コイル	銅，ポリエステル，ポリエステルワニス
		回転子コア	硅素鋼
		回転子棒	特殊銅合金
		口出線・接続部品	銅，シリコーンゴム
		回転子エンドリング	銅
		軸受（ころがり）	（消耗品）
		主軸	炭素鋼
		エンドブラケット	鋳鉄
		電磁ブレーキ	銅，ポリアミドイミド，シリコンワニス
		ガスケット	（消耗品）
駆動力伝達機能の維持	エネルギー伝達	ステムナット	高力黄銅鋳物
		トルクスイッチ	アルミダイキャスト，ジアリルフタレート
		リミットスイッチ	アルミダイキャスト，ジアリルフタレート
		ギア	低合金鋼，アルミニウム青銅鋳物
		トルクスプリングパック	ばね鋼
機器の支持	支持	取付ボルト	低合金鋼

表 2.1-4　残留熱除去系注入弁駆動部の使用条件

	通常運転時	設計基準事故時	重大事故等時
定格出力	16 kW		
定格電圧	AC 440 V		
設置場所	原子炉建屋内（主蒸気トンネル室）		
周囲温度*	60.0 ℃（最高）	171 ℃（最高）	171 ℃（最高）
最高圧力*	大気圧	0.001744 MPa	0.0069 MPa
放射線*	0.05 Gy/h （最大）	4.5×10^{2} Gy （最大積算値）	100×10^{3} Gy （最大積算値）

*:原子炉建屋における設計値

2.1.3 残留熱除去系シャットダウンライン隔離弁（外側）駆動部

(1) 構造

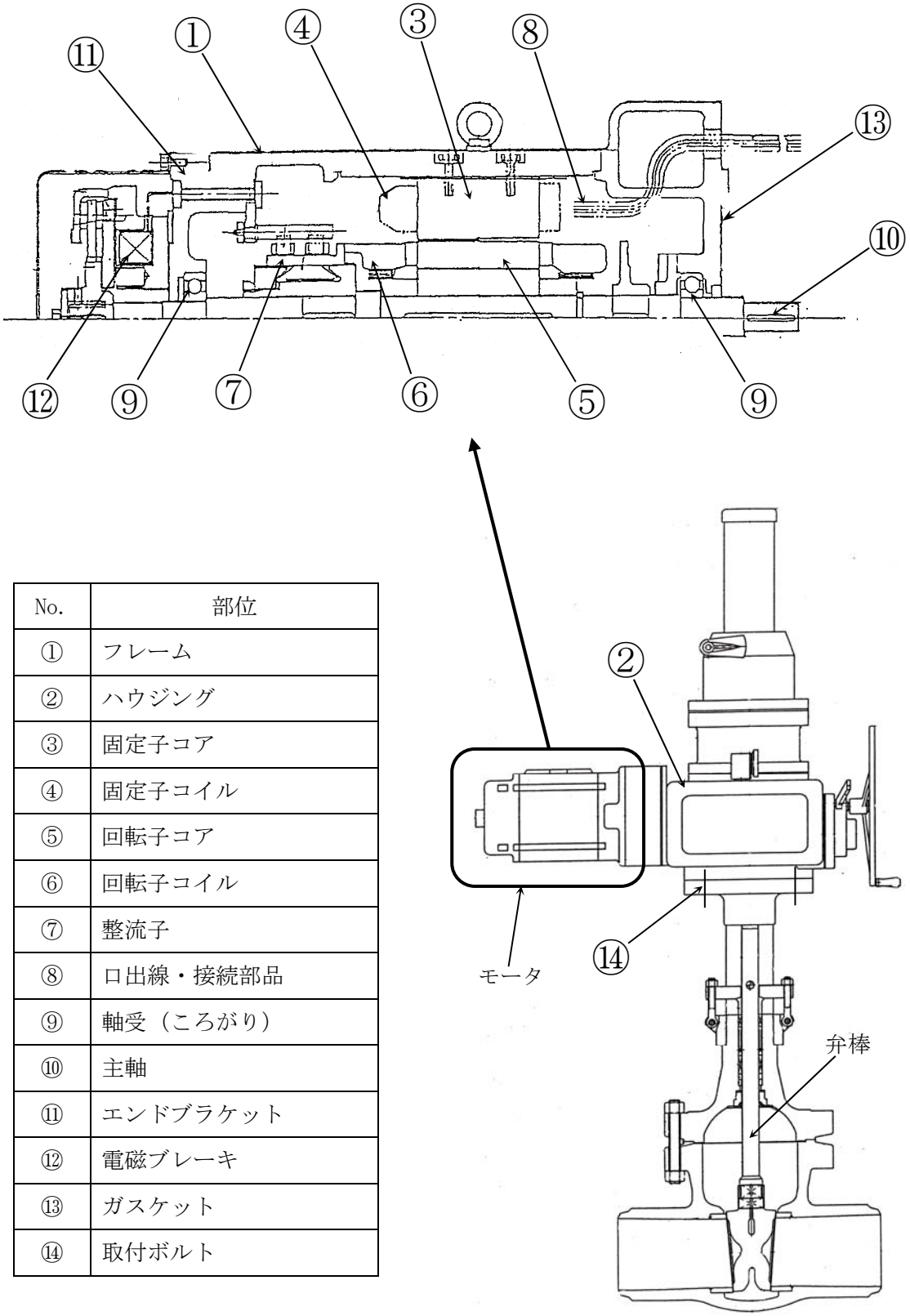
東海第二の残留熱除去系シャットダウンライン隔離弁（外側）駆動部はモータ，ギア，ハウジング等で構成されており，モータの回転力を，ギアを介して弁棒及びステムナットに伝達し，弁を駆動させる構造となっている。

なお，当該駆動部については弁本体との取付ボルトを取外し，駆動部ケース類を取外すことで駆動部内の点検手入れが可能である。

東海第二の残留熱除去系シャットダウンライン隔離弁（外側）駆動部の構造図を図2.1-3に示す。

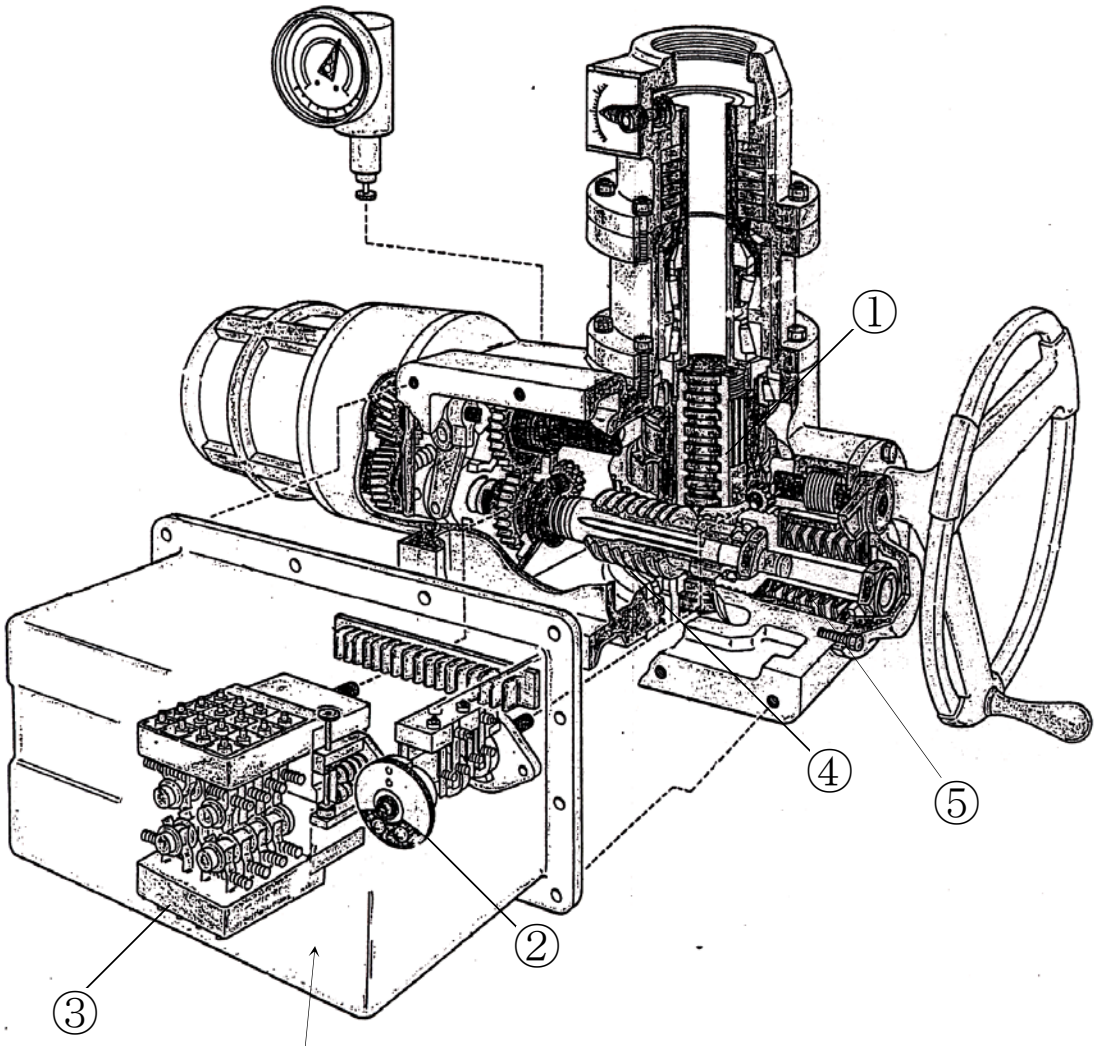
(2) 材料及び使用条件

東海第二の残留熱除去系シャットダウンライン隔離弁（外側）駆動部主要部位の使用材料を表2.1-5に，使用条件を表2.1-6に示す。



No.	部位
①	フレーム
②	ハウジング
③	固定子コア
④	固定子コイル
⑤	回転子コア
⑥	回転子コイル
⑦	整流子
⑧	口出線・接続部品
⑨	軸受（ころがり）
⑩	主軸
⑪	エンドブラケット
⑫	電磁ブレーキ
⑬	ガスケット
⑭	取付ボルト

図 2.1-3(1/2)　残留熱除去系シャットダウンライン隔離弁（外側）駆動部構造図



No.	部位
①	ステムナット
②	トルクスイッチ
③	リミットスイッチ
④	ギア
⑤	トルクスプリングパック

図 2.1-3(2/2)　残留熱除去系シャットダウンライン隔離弁（外側）駆動部構造図

表 2.1-5　残留熱除去系シャットダウンライン隔離弁（外側）駆動部主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
モータ駆動力機能の維持	エネルギー変換	フレーム	軟鋼
		ハウジング	軟鋼
		固定子コア	軟鋼
		固定子コイル	銅，ポリエステル，ポリエステルワニス
		回転子コア	硅素鋼
		回転子コイル	銅，ポリエステル
		整流子	銀入銅，ブラシ(消耗品)
		口出線・接続部品	銅，シリコーンゴム
		軸受（ころがり）	(消耗品)
		主軸	炭素鋼
		エンドブラケット	鋳鉄
		電磁ブレーキ	銅，ポリアミドイミド，ポリエステルワニス
		ガスケット	(消耗品)
駆動力伝達機能の維持	エネルギー伝達	ステムナット	高力黄銅鋳物
		トルクスイッチ	アルミダイキャスト，フェノール樹脂
		リミットスイッチ	亜鉛ダイキャスト，フェノール樹脂
		ギア	低合金鋼，アルミニウム青銅鋳物
		トルクスプリングパック	ばね鋼
機器の支持	支持	取付ボルト	低合金鋼

表 2.1-6　残留熱除去系シャットダウンライン隔離弁（外側）駆動部の使用条件

	通常運転時	設計基準事故時	重大事故等時
定格出力	9.77 kW		
定格電圧	DC 115 V		
設置場所	原子炉建屋内		
周囲温度*	40.0 ℃（最高）	100 ℃（最高）	100 ℃（最高）
最高圧力*	大気圧	0.001744 MPa	0.0069 MPa
放射線*	0.00001 Gy/h （最大）	1.7×10^{3} Gy （最大積算値）	100×10^{3} Gy （最大積算値）

*:原子炉建屋における設計値

2.2 経年劣化事象の抽出

2.2.1 機器の機能達成に必要な項目

電動弁用駆動部の機能である弁棒作動機能の達成に必要な項目は以下のとおり。

(1) モータ駆動力機能の維持

(2) 駆動力伝達機能の維持

(3) 機器の支持

2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

(1) 想定される経年劣化事象の抽出

電動弁用駆動部について，機能達成に必要な項目を考慮して主要な部位に展開した上で，個々の部位の材料，構造，設置場所，使用条件（定格電圧，周囲温度等）及び現在までの運転経験を考慮し，表 2.2-1 に示すとおり，経年劣化事象を抽出した（表 2.2-1 で○又は△，▲）。

なお，消耗品及び定期取替品は以下のとおり評価対象外とする。

(2) 消耗品及び定期取替品の扱い

軸受（ころがり），ブラシ及びガスケットは消耗品であり，設計時に長期使用せず取替を前提としていることから，高経年化対策を見極める上での評価対象外とする。

(3) 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

想定される経年劣化事象のうち下記①，②に該当しない事象を高経年化対策上着目すべき経年劣化事象と判断した。

なお，下記①，②に該当する事象については，2.2.3 項に示すとおり，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断した。

① 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって，想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象として表 2.2-1 で△）

② 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により，今後も経年劣化の進展が考えられない，又は進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外として表 2.2-1 で▲）

この結果，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象として以下の事象が抽出された（表 2.2-1 で○）。

a. 固定子コイル，口出線・接続部品及び電磁ブレーキコイルの絶縁特性低下［残留熱除去系シャットダウンライン隔離弁（内側）駆動部］
b. 固定子コイル，口出線・接続部品及び電磁ブレーキコイルの絶縁特性低下［残留熱除去系注入弁駆動部］
c. 固定子コイル，回転子コイル，口出線・接続部品及び電磁ブレーキコイルの絶縁特性低下［残留熱除去系シャットダウンライン隔離弁（外側）駆動部］

2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

(1) 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって，想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象）

a. フレーム，ハウジング及びエンドブラケットの腐食（全面腐食）［共通］

フレーム，ハウジング及びエンドブラケットは，鋳鉄及び軟鋼であるため腐食が想定されるが，表面は塗装が施されており，腐食進行の可能性は小さく，点検時に目視確認を行い，その結果により必要に応じ補修を実施することとしている。

したがって，フレーム，ハウジング及びエンドブラケットの腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

b. 固定子コア及び回転子コアの腐食（全面腐食）［共通］

固定子コア及び回転子コアは，珪素鋼板及び軟鋼であるため腐食が想定されるが，固定子コア及び回転子コア表面には，絶縁ワニス処理が施されており，腐食進行の可能性は小さく，点検時に目視確認を行い，その結果により必要に応じ補修を実施することとしている。

したがって，固定子コア及び回転子コアの腐食（全面腐食）は高経年対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

c. 主軸の摩耗［共通］

主軸は，ピニオンとの接触面の摩耗が想定されるが，電動弁用駆動部のモータは連続運転ではないため，主軸の摩耗が発生する可能性は小さく，点検時に目視確認及び寸法測定を行い，その結果により必要に応じ補修を実施することとしている。

したがって，主軸の摩耗は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

d. 電磁ブレーキのライニングのはく離［共通］

電磁ブレーキのライニングは，高湿度環境で結露水がライニングの接着面に浸透することにより接着力が低下し，はく離することが想定されるが，東海第二の電動弁用駆動部は結露水が発生しやすい高湿度環境にはなく，はく離が発生する可能性は小さい。

また，点検時に目視確認及びギャップ測定を行い，その結果により必要に応じ補修を実施することとしている。

したがって，電磁ブレーキのライニングのはく離は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

e. ステムナット及びギアの摩耗［共通］

ステムナット及びギアは，噛合している摺動部があり，電動弁の作動により摩耗の発生が想定されるが，点検時に目視確認及び動作試験を行い，その結果により必要に応じ補修又は取替を実施することとしている。

したがって，ステムナット及びギアの摩耗は高経年対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

f. トルクスイッチ及びリミットスイッチの導通不良［共通］

トルクスイッチ及びリミットスイッチは，浮遊塵埃が接点に付着することによる導通不良が想定されるが，両スイッチはカバー内に収納されていることから，塵埃付着の可能性は小さく，点検時に動作確認を行い，その結果により必要に応じ補修又は取替を実施することとしている。

したがって，トルクスイッチ及びリミットスイッチの導通不良は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

g. 整流子の摩耗［残留熱除去系シャットダウンライン隔離弁（外側）駆動部］

整流子は，ブラシとの接触面に摩耗が想定されるが，整流子材はブラシ材より硬質であり摩耗の可能性は小さい。

また，屋内空調環境に設置されていることから，塵埃による摩耗の可能性も小さく，点検時に清掃，目視確認，ブラシ摩耗量測定及び動作確認を行い，その結果により必要に応じ補修又は取替を実施することとしている。

したがって，整流子の摩耗は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

h. 取付ボルトの腐食（全面腐食）［共通］

取付ボルトは，低合金鋼であるため腐食が想定されるが，表面は塗装が施されており，腐食進行の可能性は小さく，点検時に目視確認を行い，その結果により必要に応じ補修又は取替を実施することとしている。

したがって，取付ボルトの腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

i. 主軸の高サイクル疲労割れ［共通］

主軸には，モータ運転時に繰返し応力が発生することから，応力集中部において高サイクル疲労割れが想定されるが，主軸は設計段階において疲労割れが発生しないように考慮された設計となっており，高サイクル疲労割れが発生する可能性は小さい。

なお，点検時に目視確認を行い，これまで割れは確認されていない。

今後も使用環境が変わらないことから，これらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，主軸の高サイクル疲労割れは高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

(2) 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により，今後も経年劣化の進展が考えられない，又は進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外）

a. 回転子棒及び回転子エンドリングの疲労割れ［残留熱除去系シャットダウンライン隔離弁（内側）駆動部，残留熱除去系注入弁駆動部］

回転子棒及び回転子エンドリングには，モータ起動時に発生する電磁力等により繰返し応力を受けると疲労割れの発生が想定されるが，回転子棒及び回転子エンドリングはアルミダイキャストで一体形成され，スロット内にアルミニウムが充満した状態で回転子棒が形成されていることから，回転子棒とスロットの間に隙間や緩みは生じないため，繰返し応力による疲労割れが発生する可能性はない。

したがって，回転子棒及び回転子エンドリングの疲労割れは高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

b. トルクスプリングパックのばねのへたり［共通］

トルクスプリングパックのばねは，電動弁の作動時に発生するトルクによりへたりが生じることが想定されるが，機器設計の過程で，ばね使用時のねじり応力が許容ねじり応力以下になるように設定されており，へたりが生じる可能性はない。

したがって，トルクスプリングパックのばねのへたりは高経年対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

表 2.2-1(1/3)　残留熱除去系シャットダウンライン隔離弁（内側）駆動部に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象									備考
					減肉		割れ		絶縁	導通	信号	材質		
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	絶縁特性低下	導通不良	特性変化	材質劣化	その他	
モータ駆動力機能の維持	エネルギー変換	フレーム		鋳鉄		△								*1:高サイクル疲労割れ *2:電磁ブレーキコイルの絶縁特性低下 *3電磁ブレーキのライニングのはく離 *4:ばねのへたり
		ハウジング		鋳鉄		△								
		固定子コア		硅素鋼		△								
		固定子コイル		銅，ポリアミドイミド，シリコンワニス					○					
		回転子コア		硅素鋼		△								
		回転子棒		特殊銅合金			▲							
		口出線・接続部品		銅，シリコーンゴム					○					
		回転子エンドリング		銅			▲							
		軸受（ころがり）	◎	－										
		主軸		炭素鋼	△		△*1							
		エンドブラケット		鋳鉄		△								
		電磁ブレーキ		銅，ポリアミドイミド，シリコンワニス					○*2				△*3	
		ガスケット	◎	－										
駆動力伝達機能の維持	エネルギー伝達	ステムナット		高力黄銅鋳物	△									
		トルクスイッチ		アルミダイキャスト，ジアリルフタレート						△				
		リミットスイッチ		亜鉛ダイキャスト，ジアリルフタレート						△				
		ギア		低合金鋼，アルミ青銅鋳物	△									
		トルクスプリングパック		ばね鋼									▲*4	
機器の支持	支持	取付ボルト		低合金鋼		△								

○：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象
△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）
▲：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象以外）

表 2.2-1(2/3)　残留熱除去系注入弁駆動部に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象									備考
					減肉		割れ		絶縁	導通	信号	材質		
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	絶縁特性低下	導通不良	特性変化	材質劣化	その他	
モータ駆動力機能の維持	エネルギー変換	フレーム		鋳鉄		△								*1:高サイクル疲労割れ *2:電磁ブレーキコイルの絶縁特性低下 *3電磁ブレーキのライニングのはく離 *4:ばねのへたり
		ハウジング		鋳鉄		△								
		固定子コア		硅素鋼		△								
		固定子コイル		銅，ポリエステル，ポリエステルワニス					○					
		回転子コア		硅素鋼		△								
		回転子棒		特殊銅合金			▲							
		口出線・接続部品		銅，シリコーンゴム					○					
		回転子エンドリング		銅			▲							
		軸受（ころがり）	◎	－										
		主軸		炭素鋼	△		△*1							
		エンドブラケット		鋳鉄		△								
		電磁ブレーキ		銅，ポリアミドイミド，シリコンワニス					○*2				△*3	
		ガスケット	◎	－										
駆動力伝達機能の維持	エネルギー伝達	ステムナット		高力黄銅鋳物	△									
		トルクスイッチ		アルミダイキャスト，ジアリルフタレート						△				
		リミットスイッチ		アルミダイキャスト，ジアリルフタレート						△				
		ギア		低合金鋼，アルミ青銅鋳物	△									
		トルクスプリングパック		ばね鋼									▲*4	
機器の支持	支持	取付ボルト		低合金鋼		△								

○：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象
△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）
▲：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象以外）

表 2.2-1(3/3)　残留熱除去系シャットダウンライン隔離弁（外側）駆動部に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象									備考
					減肉		割れ		絶縁	導通	信号	材質		
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	絶縁特性低下	導通不良	特性変化	材質劣化	その他	
モータ駆動力機能の維持	エネルギー変換	フレーム		軟鋼		△								*1:高サイクル疲労割れ *2:電磁ブレーキコイルの絶縁特性低下 *3電磁ブレーキのライニングのはく離 *4:ばねのへたり
		ハウジング		軟鋼		△								
		固定子コア		軟鋼		△								
		固定子コイル		銅，ポリエステル，ポリエステルワニス					○					
		回転子コア		硅素鋼		△								
		回転子コイル		銅，ポリエステル					○					
		整流子	◎（ブラシ）	銀入銅	△									
		口出線・接続部品		銅，シリコーンゴム					○					
		軸受（ころがり）	◎	－										
		主軸		炭素鋼	△		△*1							
		エンドブラケット		鋳鉄		△								
		電磁ブレーキ		銅，ポリアミドイミド，ポリエステルワニス					○*2				△*3	
		ガスケット	◎	－										
駆動力伝達機能の維持	エネルギー伝達	ステムナット		高力黄銅鋳物	△									
		トルクスイッチ		アルミダイキャスト，フェノール樹脂						△				
		リミットスイッチ		亜鉛ダイキャスト，フェノール樹脂						△				
		ギア		低合金鋼，アルミ青銅鋳物	△									
		トルクスプリングパック		ばね鋼									▲*4	
機器の支持	支持	取付ボルト		低合金鋼		△								

○：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象
△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）
▲：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象以外）

2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の評価

(1) 固定子コイル，口出線・接続部品及び電磁ブレーキコイルの絶縁特性低下［残留熱除去系シャットダウンライン隔離弁（内側）駆動部］

a. 事象の説明

固定子コイル，口出線・接続部品及び電磁ブレーキコイルの絶縁物は有機物であるため，熱による特性低下，振動等による機械的劣化，絶縁物に付着する埃，又は絶縁物中の空隙等による放電等の熱的，機械的，環境的及び電気的要因により経年的に劣化が進行し，絶縁特性低下を起こす可能性があることから，経年劣化に対する評価が必要である。

b. 技術評価

① 健全性評価

絶縁物の熱，放射線及び機械的による長期間の経年劣化及び事故時雰囲気を考慮した評価を，IEEE382-1996「IEEE Standard for Qualification of Actuators for Power-operated Valve Assemblies With Safety-Related Functions for Nuclear Power Plants」（以下，「IEEE382-1996」という。）を準拠して，実機モータ（新品）による長期健全性試験を実施し，この結果に基づき長期間の健全性を評価した。

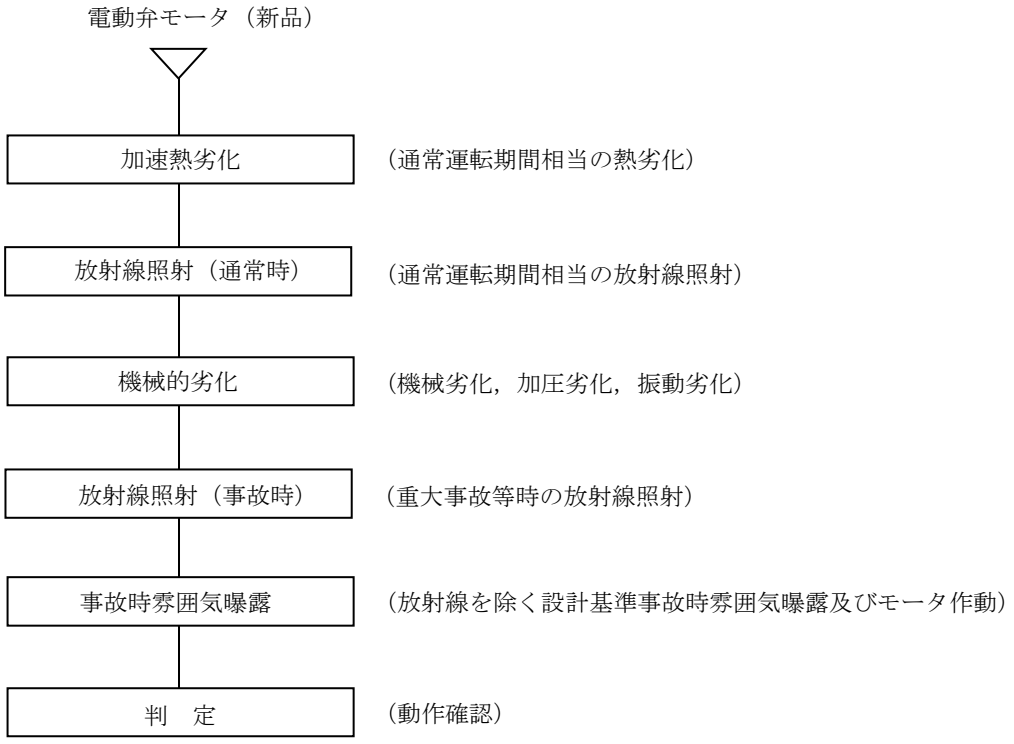


図 2.3-1 電動弁モータ長期健全性試験手順（原子炉格納容器内電動弁モータ）

表 2.3-1　電動弁モータ長期健全性試験条件（原子炉格納容器内電動弁モータ）

	試験条件	説明
加速熱劣化	105 ℃×1,740 時間	原子炉格納容器内の周囲最高温度 65.6 ℃では，60 年間の通常運転期間に相当する。
放射線照射（通常時）	放射線照射線量：22 kGy	東海第二で想定される 60 年間の通常運転期間相当の線量 約 21 kGy を包絡する。
機械的劣化	機械劣化：弁開閉往復動作相当回数 3,000 回 加圧劣化：0.48 MPa 3 分以上を 65 回 振動劣化：0.75 G，3 軸方向 各 135 分	東海第二の 60 年間の動作回数 約 800 回を包絡する。IEEE 382-1996 に基づく。 東海第二の通常運転時の最高圧力 0.0138 MPa，60 年間の加圧回数 39 回を包絡する。 IEEE 382-1996 に基づく。
放射線照射（事故時）	放射線照射線量：800 kGy	東海第二で想定される設計基準事故時の最大積算値 2.6×10^{2} kGy 及び重大事故等時の最大積算値 6.40×10^{2} kGy を包絡する。
事故時雰囲気曝露	最高温度：172 ℃ 最高圧力：0.427 MPa 曝露時間：約 13 日間	東海第二における設計基準事故時の最高温度 171 ℃，最高圧力 0.31 MPa 及び重大事故等時の最高温度 123 ℃，最高圧力 0.31 MPa を包絡する。

表 2.3-2　電動弁モータ長期健全性試験結果（原子炉格納容器内電動弁モータ）

試験手順	判定基準	結果
電動弁事故時雰囲気曝露試験終了後，電動弁駆動モータの動作確認を行う。	正常に動作すること。	良

原子炉格納容器内電動弁モータについては，新品の電動弁モータを用いて，図2.3-1 に示す電動弁モータ長期健全性試験手順により，固定子コイル，口出線・接続部品及び電磁ブレーキコイルの絶縁特性低下を評価した。本試験条件は表 2.3-1 に示すとおり，モータの 60 年間の通常運転期間を想定した熱劣化，放射線劣化，機械的劣化，設計基準事故時及び重大事故等時雰囲気による劣化条件を包絡している。

本試験結果は表 2.3-2 に示すとおり，試験の判定基準を満足しており，固定子コイル，口出線・接続部品及び電磁ブレーキコイルは 60 年間の通常運転期間，設計基準事故時及び重大事故等時雰囲気において絶縁特性を維持できると評価する。

環境的劣化要因の内，絶縁物への埃の付着及び吸湿による影響については，モータは埃の入りづらい全閉構造であることから影響は少ないと考えられる。

また，点検時に絶縁抵抗測定及び動作試験を実施しており，これまでの点検結果では有意な絶縁特性低下は認められていないことから，今後も有意な絶縁特性低下が起こる可能性は小さいと考えられる。

② 現状保全

固定子コイル，口出線・接続部品及び電磁ブレーキコイルの絶縁特性低下に対しては，点検時に絶縁抵抗測定及び動作試験を実施し，絶縁機能の健全性を確認している。

また，点検で有意な絶縁特性低下が認められた場合には，モータの補修又は取替を行うこととしている。

③ 総合評価

原子炉格納容器内電動弁モータ長期健全性評価結果から判断して，60 年間の通常運転期間，設計基準事故時及び重大事故等時雰囲気において固定子コイル，口出線・接続部品及び電磁ブレーキコイルの有意な絶縁特性低下の可能性は低く，また，絶縁特性低下は点検時における絶縁抵抗測定，動作試験で把握可能と考えられる。今後も，絶縁抵抗測定，動作試験を実施することにより，異常の有無を把握可能であり，現状の保全は点検手法としては適切であると考える。

c．高経年化への対応

固定子コイル，口出線・接続部品及び電磁ブレーキコイルの絶縁特性低下に対しては，高経年化対策の観点から現状の保全内容に対して追加すべき項目はないと考える。今後も点検時に絶縁抵抗測定，動作試験を実施することにより絶縁特性低下を監視していくとともに，必要に応じて補修又は取替を行うこととする。

(2) 固定子コイル，口出線・接続部品及び電磁ブレーキコイルの絶縁特性低下［残留熱除去系注入弁駆動部］

a. 事象の説明

固定子コイル，口出線・接続部品及び電磁ブレーキコイルの絶縁物は有機物であるため，熱による特性低下，振動等による機械的劣化，絶縁物に付着する埃，又は絶縁物中の空隙等による放電等の熱的，機械的，環境的及び電気的要因により経年的に劣化が進行し，絶縁特性低下を起こす可能性があることから，経年劣化に対する評価が必要である。

b. 技術評価

① 健全性評価

絶縁物の熱，放射線及び機械的による長期間の経年劣化及び事故時雰囲気を考慮した評価を，IEEE382-1996 を準拠して，東海第二で使用している電動弁交流モータ（原子炉格納容器内）と同等の新品モータを供試体に長期健全性試験により評価した。

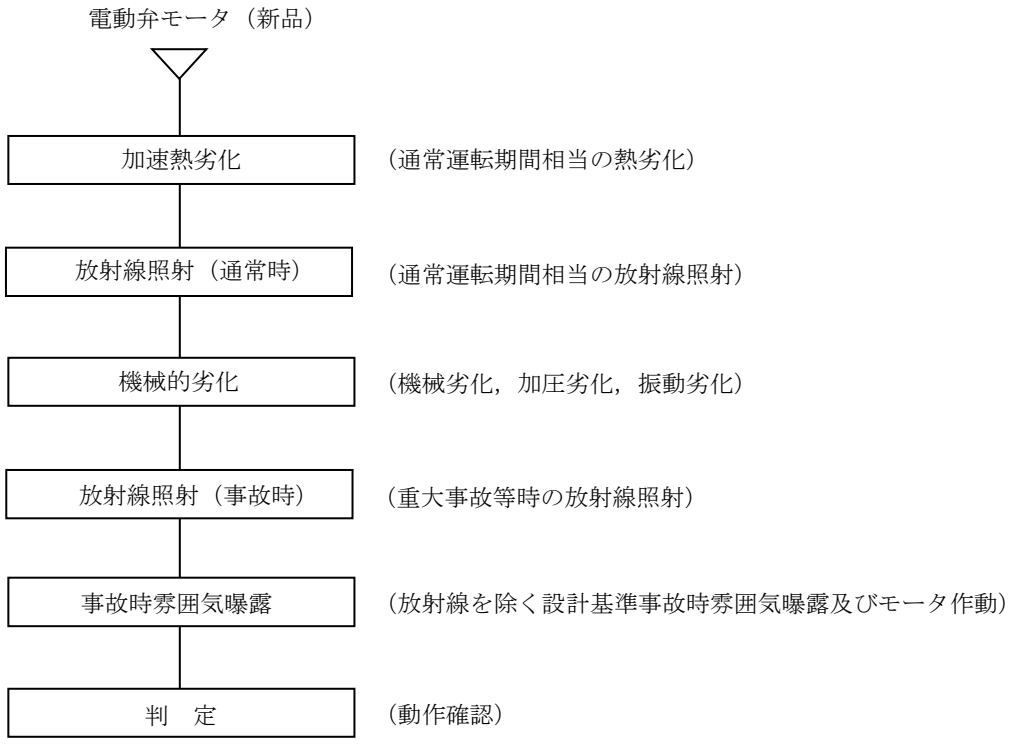


図 2.3-2　電動弁モータ長期健全性試験手順（原子炉格納容器内電動弁モータ）

表 2.3-3　電動弁モータ長期健全性試験条件（原子炉格納容器内電動弁モータ）

	試験条件	説明
加速熱劣化	105 ℃×1,740 時間	主蒸気トンネル室の周囲最高温度 60.0 ℃では，60 年以上の通常運転期間に相当する。
放射線照射（通常時）	放射線照射線量：22 kGy	東海第二で想定される 50 年間の通常運転期間相当の線量 約 22 kGy を包絡する。
機械的劣化	機械劣化：弁開閉往復動作相当回数 3,000 回 加圧劣化：0.48 MPa 3 分以上を 65 回 振動劣化：0.75 G，3 軸方向 各 135 分	東海第二の 60 年間の動作回数 約 800 回を包絡する。IEEE 382-1996 に基づく。 東海第二の通常運転時の最高圧力 大気圧，60 年間の加圧回数 39 回を包絡する。 IEEE 382-1996 に基づく。
放射線照射（事故時）	放射線照射線量：800 kGy	東海第二で想定される設計基準事故時の最大積算値 4.5×10^{2} Gy 及び重大事故等時の最大積算値 100×10^{3} Gy を包絡する。
事故時雰囲気曝露	最高温度：172 ℃ 最高圧力：0.427 MPa 曝露時間：約 13 日間	東海第二で想定される設計基準事故時の最高温度 171 ℃，最高圧力 0.001744 MPa 及び重大事故等時の最高温度 171 ℃，最高圧力 0.0069 MPa を包絡する。

表 2.3-4　電動弁モータ長期健全性試験結果（原子炉格納容器内電動弁モータ）

試験手順	判定基準	結果
電動弁事故時雰囲気曝露試験終了後，電動弁駆動モータの動作確認を行う。	正常に動作すること。	良

原子炉格納容器外（主蒸気トンネル室）電動弁モータについては，東海第二で使用している電動弁交流モータ（原子炉格納容器内）と同等の新品モータを用いて，図 2.3-2 に示す電動弁モータ長期健全性試験手順により，固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁特性低下を評価した。本試験条件は表 2.3-3 に示すとおり，モータの 50 年間の通常運転期間を想定した熱劣化，機械的劣化，放射線劣化，設計基準事故時及び重大事故等時雰囲気による劣化条件を包絡している。

本試験結果は，表 2.3-4 に示すとおり，試験の判定基準を満足しており，固定子コイル及び口出線・接続部品は 50 年間の通常運転期間，設計基準事故時及び重大事故等時雰囲気において絶縁特性を維持できると評価する。

環境的劣化要因の内，絶縁物への埃の付着及び吸湿による影響については，モータは埃の入りづらい全閉構造であることから影響は少ないと考えられる。

また，点検時に絶縁抵抗測定及び動作試験を実施しており，これまでの点検結果では有意な絶縁特性低下は認められていないことから，今後も有意な絶縁特性低下が起こる可能性は小さいと考えられる。

② 現状保全

固定子コイル，口出線・接続部品及び電磁ブレーキコイルの絶縁特性低下に対しては，点検時に絶縁抵抗測定及び動作試験を実施し，絶縁機能の健全性を確認している。

また，点検で有意な絶縁特性低下が認められた場合には，モータの補修又は取替を行うこととしている。

③ 総合評価

原子炉格納容器外（主蒸気トンネル室）電動弁モータ長期健全性評価結果から判断して，50 年間の通常運転期間，設計基準事故時及び重大事故等時雰囲気において固定子コイル，口出線・接続部品及び電磁ブレーキコイルの有意な絶縁特性低下の可能性は低く，また，絶縁特性低下は点検時における絶縁抵抗測定，動作試験で把握可能と考えられる。今後も，絶縁抵抗測定，動作試験を実施することにより，異常の有無を把握可能であり，現状の保全は点検手法としては適切であると考える。

c．高経年化への対応

固定子コイル，口出線・接続部品及び電磁ブレーキコイルの絶縁特性低下に対しては，高経年化対策の観点から現状の保全内容に対して追加すべき項目はないと考える。今後も点検時に絶縁抵抗測定，動作試験を実施することにより絶縁特性低下を監視していくとともに，必要に応じて補修又は取替を行うこととする。

なお，主蒸気トンネル室に設置している事故時動作要求のある電動弁モータについては，今停止期間中に原子炉格納容器内仕様の電動弁モータへ取替を行う計画としている。

(3) 固定子コイル，回転子コイル，口出線・接続部品及び電磁ブレーキコイルの絶縁特性低下［残留熱除去系シャットダウンライン隔離弁（外側）駆動部］

a. 事象の説明

固定子コイル，回転子コイル，口出線・接続部品及び電磁ブレーキコイルの絶縁物は有機物であるため，熱による特性低下，振動等による機械的劣化，絶縁物に付着する埃，又は絶縁物中の空隙等による放電等の熱的，機械的，環境的及び電気的要因により経年的に劣化が進行し，絶縁特性低下を起こす可能性があることから，経年劣化に対する評価が必要である。

b. 技術評価

① 健全性評価

絶縁物の熱，放射線及び機械的による長期間の経年劣化及び事故時雰囲気を考慮した評価を，IEEE382-1996 を準拠して， 38 年間使用した実機モータに 22 年の劣化付与を行い，60 年を想定した長期健全性試験を実施し，この結果に基づき長期間の健全性を評価した。

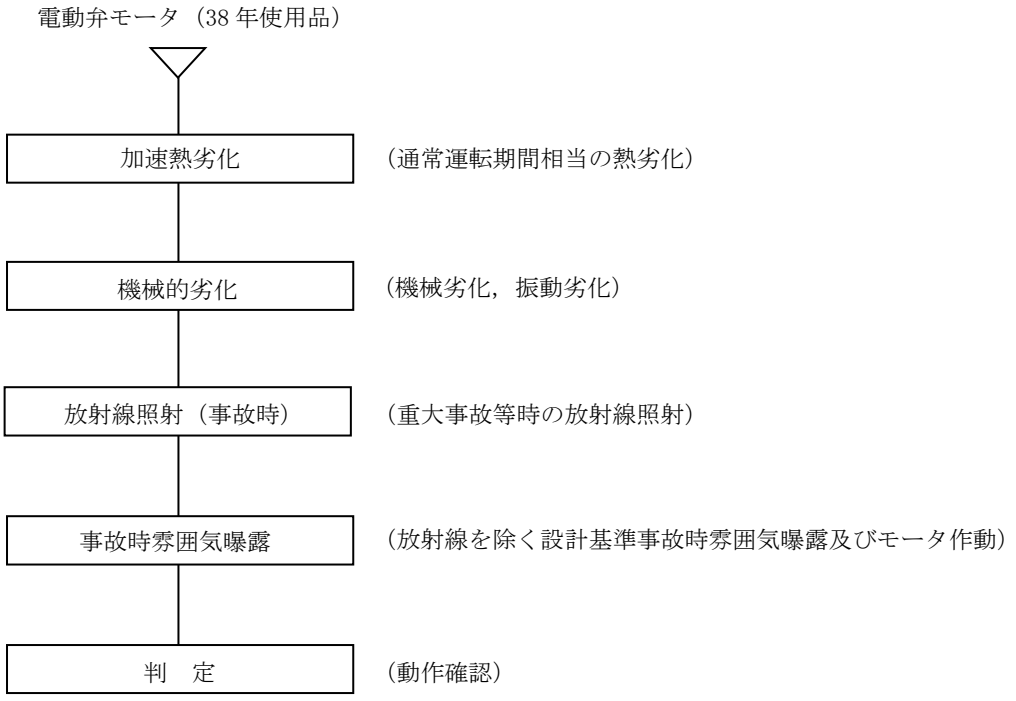


図 2.3-3　電動弁モータ長期健全性試験手順（原子炉格納容器外電動弁モータ）

表 2.3-5　電動弁モータ長期健全性試験条件（原子炉格納容器外電動弁モータ）

	試験条件	説明
加速熱劣化	105 ℃×385 時間	原子炉建屋内の周囲最高温度 40.0 ℃では，22 年間の通常運転期間に相当する。 使用期間 38 年の実機供試体に 22 年分の劣化付与を行っており，60 年の通常運転期間に相当する。
機械的劣化	機械劣化：弁開閉往復動作相当回数 1,100 回 振動劣化：0.75 G，3 軸方向 各 50 分	東海第二の 60 年間の動作回数 約 800 回を包絡する。 IEEE382-1996 に基づく。
放射線照射 (事故時)	放射線照射線量：1,700 Gy	東海第二で想定される設計基準事故時の最大積算値 1.7×10^{3} Gy を包絡する。 重大事故等時の放射線 100×10^{3} Gy に対しては，同等の原子炉格納容器外仕様のモータを用いた放射線照射試験にて，重大事故等時の放射線量を上回る 1.0×10^{6} Gy にて健全性が維持できることを確認している。
事故時雰囲気曝露	最高温度：105 ℃ 最高圧力：0.02 MPa 曝露時間：約 7 日間	東海第二で想定される設計基準事故時の最高温度 100 ℃，最高圧力 0.001744 MPa 及び重大事故等時の最高温度 100 ℃，最高圧力 0.0069 MPa を包絡する。

表 2.3-6　電動弁モータ長期健全性試験結果（原子炉格納容器外電動弁モータ）

試験手順	判定基準	結果
電動弁事故時雰囲気曝露試験終了後， 電動弁駆動モータの動作確認を行う。	正常に動作すること。	良

原子炉格納容器外電動弁モータについては，図 2.3-3 に示す電動弁モータ長期健全性試験手順により，38 年間使用した実機モータに 22 年の運転期間に相当する劣化を付与し，固定子コイル，回転子コイル及び口出線・接続部品の絶縁特性低下を評価した。本試験条件は表 2.3-5 に示すとおり，モータの 60 年間の通常運転期間を想定した熱劣化，機械的劣化，放射線劣化，設計基準事故時及び重大事故等時雰囲気による劣化条件を包絡している。

東海第二で想定される重大事故等時における放射線の影響による電動弁モータ（原子炉格納容器外/原子炉建屋）の絶縁低下に対しては，同等の原子炉格納容器外仕様のモータを用いた放射線照射試験にて重大事故等時線量を上回る 1.0×10^{6} Gy にて健全性が維持されていることから，絶縁低下に至る可能性は小さいと考える。

原子炉格納容器外電動弁駆動部用電磁ブレーキに用いられているコイルの絶縁材は，原子炉格納容器内電動弁モータの固定子コイルの絶縁材料と同じであり，設置環境も原子炉格納容器内に比べて緩やかであることから，原子炉格納容器内電動弁の健全性評価結果から判断して絶縁特性低下に至る可能性は小さいと考える。

本試験結果は，表 2.3-6 に示すとおり，試験の判定基準を満足しており，固定子コイル，回転子コイル及び口出線・接続部品は 60 年間の通常運転期間，設計基準事故時及び重大事故等時雰囲気において絶縁特性を維持できると評価する。

環境的劣化要因の内，絶縁物への埃の付着及び吸湿による影響については，モータは埃の入りづらい全閉構造であることから影響は少ないと考えられる。

また，点検時に絶縁抵抗測定及び動作試験を実施しており，これまでの点検結果では有意な絶縁特性低下は認められていないことから，今後も有意な絶縁特性低下が起こる可能性は小さいと考えられる。

② 現状保全

固定子コイル，回転子コイル，口出線・接続部品及び電磁ブレーキコイルの絶縁特性低下に対しては，点検時に絶縁抵抗測定及び動作試験を実施し，絶縁機能の健全性を確認している。

また，点検で有意な絶縁特性低下が認められた場合には，モータの補修又は取替を行うこととしている。

③ 総合評価

原子炉格納容器外電動弁モータ長期健全性評価結果から判断して，60 年間の通常運転期間，設計基準事故時及び重大事故等時雰囲気において固定子コイル，回転子コイル，口出線・接続部品及び電磁ブレーキコイルの有意な絶縁特性低下の可能性は低く，また，絶縁特性低下は点検時における絶縁抵抗測定，動作試験で把握可能と考えられる。今後も，絶縁抵抗測定，動作試験を実施することにより，異常の有無を把握可能であり，現状の保全は点検手法としては適切であると考える。

c．高経年化への対応

固定子コイル，回転子コイル，口出線・接続部品及び電磁ブレーキコイルの絶縁特性低下に対しては，高経年化対策の観点から現状の保全内容に対して追加すべき項目はないと考える。今後も点検時に絶縁抵抗測定，動作試験を実施することにより絶縁特性低下を監視していくとともに，必要に応じて補修又は取替を行うこととする。

3. 代表機器以外への展開

本章では，2 章で実施した代表機器の技術評価について，1 章で実施したグループ化で代表機器となっていない機器への展開について検討した。

［電動弁用駆動部］

① 原子炉格納容器内の電動（交流）弁用駆動部

② 原子炉格納容器外（主蒸気トンネル室）の電動（交流）弁用駆動部

③ 原子炉格納容器外の電動（交流又は直流）弁用駆動部

3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

a. 固定子コイル，口出線・接続部品及び電磁ブレーキコイルの絶縁特性低下［原子炉格納容器内の電動（交流）弁用駆動部］

代表機器と同様，固定子コイル，口出線・接続部品及び電磁ブレーキコイルの絶縁物は有機物であるため，熱的，機械的，環境的及び電気的要因により経年的に劣化が進行し，絶縁特性低下を起こす可能性がある。

しかし，代表機器と同様に固定子コイル，口出線・接続部品及び電磁ブレーキコイルの絶縁特性低下は，電動弁モータ長期健全性試験（原子炉格納容器内電動弁モータ）結果より，60 年間の通常運転期間，設計基準事故時及び重大事故等時雰囲気において絶縁特性を維持できると評価する。絶縁物への埃の付着及び吸湿による影響についても代表機器と同様に埃の入りづらい全閉構造であることから，影響は少ないと考えられる。

また，代表機器と同様に絶縁抵抗測定及び動作試験を実施しており，今後もこの保全方法を継続し，絶縁特性低下を監視していくとともに，必要に応じて補修又は取替を実施することで健全性は維持できると判断する。

重大事故等対処設備は新たに設置されることから，今後，点検時に絶縁抵抗測定及び動作試験を行うとともに，必要に応じて補修又は取替を実施することで健全性を維持できると考える。

したがって，高経年化対策の観点から現状の保全内容に追加すべき項目はない。

b. 固定子コイル，口出線・接続部品及び電磁ブレーキコイルの絶縁特性低下［原子炉格納容器外（主蒸気トンネル室）の電動（交流）弁用駆動部］

代表機器と同様，固定子コイル，口出線・接続部品及び電磁ブレーキコイルの絶縁物は有機物であるため，熱的，機械的，環境的及び電気的要因により経年的に劣化が進行し，絶縁特性低下を起こす可能性がある。

しかし，代表機器と同様に固定子コイル，口出線・接続部品及び電磁ブレーキコイルの絶縁特性の低下は，電動弁モータ長期健全性試験（原子炉格納容器内電動弁モータ）結果より，主蒸気トンネル室の電動弁モータは 50 年間の通常運転期間，設計基準事故時及び重大事故等時雰囲気において絶縁特性を維持できると評価する。絶縁物への埃の付着及び吸湿による影響についても代表機器と同様に埃の入りづらい全閉構造であることから，影響は少ないと考えられる。

また，代表機器と同様に絶縁抵抗測定及び動作試験を実施しており，今後もこの保全方法を継続し，絶縁特性低下を監視していくとともに，必要に応じて補修又は取替を実施することで健全性は維持できると判断する。

なお，主蒸気トンネル室に設置している事故時動作要求のある電動弁モータについては，今停止期間中に原子炉格納容器内仕様の電動弁モータへ取替を行う計画としている。

c. 固定子コイル，回転子コイル，口出線・接続部品及び電磁ブレーキコイルの絶縁特性低下［原子炉格納容器外の電動（交流又は直流）弁用駆動部］

代表機器と同様，固定子コイル，回転子コイル，口出線・接続部品及び電磁ブレーキコイルの絶縁物は有機物であるため，熱的，機械的，環境的及び電気的要因により経年的に劣化が進行し，絶縁特性低下を起こす可能性がある。

しかし，代表機器と同様に固定子コイル，回転子コイル，口出線・接続部品及び電磁ブレーキコイルの絶縁特性の低下は，電動弁モータ長期健全性試験（原子炉格納容器外電動弁用モータ）結果より，60 年間の通常運転期間，設計基準事故時及び重大事故等時雰囲気において絶縁特性を維持できると評価する。絶縁物への埃の付着及び吸湿による影響についても代表機器と同様に埃の入りづらい全閉構造であることから，影響は少ないと考えられる。

また，代表機器と同様に絶縁抵抗測定及び動作試験を実施しており，今後もこの保全方法を継続し，絶縁特性低下を監視していくとともに，必要に応じて補修又は取替を実施することで健全性は維持できると判断する。

重大事故等対処設備は新たに設置されることから，今後，点検時に絶縁抵抗測定及び動作試験を行い，その結果により必要に応じて補修又は取替を実施することで健全性を維持できると考える。

したがって，高経年化対策の観点から現状の保全内容に追加すべき項目はない。

3.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

(1) 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって，想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象）

a. フレーム，ハウジング及びエンドブラケットの腐食（全面腐食）［共通］

代表機器と同様，フレーム，ハウジング及びエンドブラケットは，鋳鉄及び軟鋼であるため腐食が想定されるが，表面は塗装が施されており，腐食進行の可能性は小さく，点検時に目視確認を行い，その結果により必要に応じ補修を実施することとしている。

重大事故等対処設備は新たに設置されることから，今後，点検時に目視確認を行い，その結果により必要に応じ補修を実施することで健全性を維持できると考える。

したがって，フレーム，ハウジング及びエンドブラケットの腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

b. 固定子コア及び回転子コアの腐食（全面腐食）［共通］

代表機器と同様，固定子コア及び回転子コアは，珪素鋼板及び軟鋼であるため腐食が想定されるが，固定子コア及び回転子コア表面には，絶縁ワニス処理が施されており，腐食進行の可能性は小さく，点検時に目視確認を行い，その結果により必要に応じ補修を実施することとしている。

重大事故等対処設備は新たに設置されることから，今後，点検時に目視確認を行い，その結果により必要に応じ補修を実施することで健全性を維持できると考える。

したがって，固定子コア及び回転子コアの腐食（全面腐食）は高経年対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

c. 主軸の摩耗［共通］

代表機器と同様，主軸は，ピニオンとの接触面の摩耗が想定されるが，電動弁用駆動部のモータは連続運転ではないため，主軸の摩耗が発生する可能性は小さく，点検時に目視確認及び寸法測定を行い，その結果により必要に応じ補修を実施することとしている。

重大事故等対処設備は新たに設置されることから，今後，点検時に目視確認及び寸法測定を行い，その結果により必要に応じ補修を実施することで健全性を維持できると考える。

したがって，主軸の摩耗は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

d. 電磁ブレーキのライニングのはく離［共通］

代表機器と同様，電磁ブレーキのライニングは，高湿度環境で結露水がライニングの接着面に浸透することにより接着力が低下し，はく離することが想定されるが，東海第二の電動弁用駆動部は結露水が発生しやすい高湿度環境にはなく，はく離が発生する可能性は小さい。

また，点検時に目視確認及びギャップ測定を行い，その結果により必要に応じ補修を実施することとしている。

重大事故等対処設備は新たに設置されることから，今後，点検時に目視確認及びギャップ測定を行い，その結果により必要に応じ補修を実施することで健全性を維持できると考える。

したがって，電磁ブレーキのライニングのはく離は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

e. ステムナット及びギアの摩耗［共通］

代表機器と同様，ステムナット及びギアは，噛合している摺動部があり，電動弁の作動により摩耗の発生が想定されるが，点検時に目視確認，動作試験，また，一部の機器については，電動弁診断装置によるステムナットの摩耗測定を行い，その結果により必要に応じ補修又は取替を実施することとしている。

重大事故等対処設備は新たに設置されることから，今後，点検時に動作試験を行い，その結果により必要に応じ補修又は取替を実施することで健全性を維持できると考える。

したがって，ステムナット及びギアの摩耗は高経年対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

f. トルクスイッチ及びリミットスイッチの導通不良［共通］

代表機器と同様，トルクスイッチ及びリミットスイッチは，浮遊塵埃が接点に付着することによる導通不良が想定されるが，両スイッチはカバー内に収納されていることから，塵埃付着の可能性は小さく，点検時に動作確認を行い，その結果により必要に応じ補修又は取替を実施することとしている。

重大事故等対処設備は新たに設置されることから，今後，点検時に動作確認を行い，その結果により必要に応じ補修又は取替を実施することで健全性を維持できると考える。

したがって，トルクスイッチ及びリミットスイッチの導通不良は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

g. 整流子の摩耗［原子炉格納容器外の電動（直流）弁用駆動部］

代表機器と同様，整流子は，ブラシとの接触面に摩耗が想定されるが，整流子材はブラシ材より硬質であり摩耗の可能性は小さい。

また，屋内空調環境に設置されていることから，塵埃による摩耗の可能性も小さく，点検時に清掃，目視確認，ブラシ摩耗量測定及び動作確認を行い，その結果により必要に応じ補修又は取替を実施することとしている。

重大事故等対処設備は新たに設置されることから，今後，点検時に清掃，目視確認，ブラシ摩耗量測定及び動作確認を行い，その結果により必要に応じ補修又は取替を実施することで健全性を維持できると考える。

したがって，整流子の摩耗は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

h. 取付ボルトの腐食（全面腐食）［共通］

代表機器と同様，取付ボルトは，低合金鋼であるため腐食が想定されるが，表面は塗装が施されており，腐食進行の可能性は小さく，点検時に目視確認を行い，その結果により必要に応じ補修又は取替を実施することとしている。

重大事故等対処設備は新たに設置されることから，今後，点検時に目視確認を行い，その結果により必要に応じ補修を実施することで健全性を維持できると考える。

したがって，取付ボルトの腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

i. 主軸の高サイクル疲労割れ［共通］

代表機器と同様，主軸には，モータ運転時に繰返し応力が発生することから，応力集中部において高サイクル疲労割れが想定されるが，主軸は設計段階において疲労割れが発生しないように考慮された設計となっており，高サイクル疲労割れが発生する可能性は小さい。

なお，点検時に目視確認を行い，これまで割れは確認されていない。

今後も使用環境が変わらないことから，これらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

重大事故等対処設備は新たに設置されるが，代表機器と同様，高サイクル疲労割れは設計上考慮されていることから，高サイクル疲労割れが発生する可能性は小さく，今後，点検時に目視確認を行い割れの有無を確認することで健全性を維持できると考える。

したがって，主軸の高サイクル疲労割れは高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

(2) 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により，今後も経年劣化の進展が考えられない，又は進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外）

a. 回転子棒及び回転子エンドリングの疲労割れ［原子炉格納容器内の電動（交流）弁用駆動部，原子炉格納容器外（主蒸気トンネル室）の電動（交流）弁用駆動部，原子炉格納容器外の電動（交流）弁用駆動部］

代表機器と同様，回転子棒及び回転子エンドリングには，モータ起動時に発生する電磁力等により繰返し応力を受けると疲労割れの発生が想定されるが，回転子棒及び回転子エンドリングはアルミダイキャストで一体形成され，スロット内にアルミニウムが充満した状態で回転子棒が形成されていることから，回転子棒とスロットの間に隙間や緩みは生じないため，繰返し応力による疲労割れが発生する可能性はない。

重大事故等対処設備は新たに設置されるが，代表機器と同様，回転子棒及び回転子エンドリングはアルミダイキャストで一体形成され，スロット内にアルミニウムが充満した状態で回転子棒が形成されていることから，回転子棒とスロットの間に隙間や緩みは生じないため，繰返し応力による疲労割れが発生する可能性はない。

したがって，回転子棒及び回転子エンドリングの疲労割れは高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

b. トルクスプリングパックのばねのへたり［共通］

代表機器と同様，トルクスプリングパックのばねは，電動弁の作動時に発生するトルクによりへたりが生じることが想定されるが，機器設計の過程で，ばね使用時のねじり応力が許容ねじり応力以下になるように設定されており，へたりが生じる可能性はない。

重大事故等対処設備は新たに設置されるが，代表機器と同様，機器設計の過程で，ばね使用時のねじり応力が許容ねじり応力以下になるように設定されており，へたりが生じる可能性はない。

したがって，トルクスプリングパックのばねのへたりは高経年対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

14. 空気作動弁用駆動部

［対象系統］

① 中央制御室換気系
② 原子炉隔離時冷却系
③ 原子炉冷却材浄化系
④ 原子炉再循環系
⑤ 不活性ガス系
⑥ 補助系
⑦ 原子炉系
⑧ ほう酸水注入系
⑨ 漏えい検出系
⑩ 主蒸気隔離弁漏えい抑制系
⑪ 非常用ガス処理系
⑫ 非常用ガス再循環系
⑬ 原子炉再循環流量制御系
⑭ 格納容器雰囲気監視系
⑮ 気体廃棄物処理系

目次

1. 対象機器及び代表機器の選定..... 14-1
1.1 グループ化の考え方及び結果..... 14-1
1.2 代表機器の選定..... 14-1
2. 代表機器の技術評価..... 14-3
2.1 構造，材料及び使用条件..... 14-3
2.1.1 中央制御室換気系 AH2-9 出口温度制御弁駆動部..... 14-3
2.1.2 原子炉再循環系 PLR 炉水サンプリング弁（内側隔離弁）駆動部..... 14-6
2.1.3 不活性ガス系格納容器パージ弁駆動部..... 14-9
2.2 経年劣化事象の抽出..... 14-12
2.2.1 機器の機能達成に必要な項目..... 14-12
2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出..... 14-12
2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象..... 14-13
3. 代表機器以外への展開..... 14-19
3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象..... 14-20
3.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象..... 14-20

1. 対象機器及び代表機器の選定

東海第二で使用している主要な空気作動弁用駆動部の主な仕様を表 1-1 に示す。

これらの空気作動弁用駆動部を型式及び設置場所の観点からグループ化し，それぞれのグループより代表機器を選定した。

1.1 グループ化の考え方及び結果

型式及び設置場所を分類基準とし，空気作動弁用駆動部を表 1-1 に示すとおりグループ化する。

型式はダイヤフラム型及びシリンダ型に分類され，設置場所は原子炉格納容器内及び原子炉格納容器外に分類される。

1.2 代表機器の選定

表 1-1 に分類されるグループ毎に，重要度，周囲温度，口径及び運転状態の観点から代表機器を選定する。

(1) 原子炉格納容器外のダイヤフラム型駆動部

このグループには，中央制御室換気系，原子炉隔離時冷却系，原子炉冷却材浄化系が属するが，重要度が高く，周囲温度が高い中央制御室換気系 AH2-9 出口温度制御弁駆動部を代表機器とする。

(2) 原子炉格納容器内のシリンダ型駆動部

このグループには，原子炉再循環系の原子炉再循環系 PLR 炉水サンプリング弁（内側隔離弁）駆動部のみが属するため，原子炉再循環系 PLR 炉水サンプリング弁（内側隔離弁）駆動部を代表機器とする。

(3) 原子炉格納容器外のシリンダ型駆動部

このグループには，不活性ガス系，原子炉再循環系，補助系，原子炉系，ほう酸水注入系，漏えい検出系，主蒸気隔離弁漏えい抑制系，原子炉隔離時冷却系，非常用ガス処理系，非常用ガス再循環系，原子炉再循環流量制御系，原子炉冷却材浄化系，格納容器雰囲気監視系及び気体廃棄物処理系が属するが，重要度が高い機器の中から周囲温度及び口径を比較し，口径が最も大きい機器の中から不活性ガス系格納容器パージ弁駆動部を代表機器とする。

表 1-1　空気作動弁用駆動部のグループ化及び代表機器の選定

分類基準		当該系統	選定基準				選定	代表機器／選定理由
			重要度*1	口径（A）	使用条件			
型式	設置場所				運転状態	周囲温度（℃）		
ダイヤフラム型	原子炉格納容器外	中央制御室換気系	MS-1	80	連続	50	◎	中央制御室換気系 AH2-9 出口温度制御弁駆動部／重要度，周囲温度
		原子炉隔離時冷却系	MS-1	25	一時	40.0		
		原子炉冷却材浄化系	PS-2	80	連続	40.0		
シリンダ型	原子炉格納容器内	原子炉再循環系	MS-1	20	連続	65.6	◎	原子炉再循環系 PLR 炉水サンプリング弁（内側隔離弁）駆動部
	原子炉格納容器外	不活性ガス系	MS-1，重*2	50～600	一時	40.0	◎	不活性ガス系格納容器パージ弁駆動部／重要度，周囲温度，口径
		原子炉再循環系	MS-1	20	連続	40.0		
		補助系	MS-1	80	連続	40.0		
		原子炉系	MS-1/PS-1	40～500	連続	40.0		
		ほう酸水注入系	MS-1，重*2	20	一時	40.0		
		漏えい検出系	MS-1	15	連続	40.0		
		主蒸気隔離弁漏えい抑制系	MS-1	100	一時	40.0		
		原子炉隔離時冷却系	MS-1，重*2	20	一時	40.0		
		非常用ガス処理系	MS-1，重*2	450	一時	40.0		
		非常用ガス再循環系	MS-1，重*2	600	一時	40.0		
		原子炉再循環流量制御系	MS-1	25	連続	40.0		
		原子炉冷却材浄化系	PS-2	50～150	連続	40.0		
		格納容器雰囲気監視系	MS-2	9.52*3～10	一時	40.0		
		気体廃棄物処理系	PS-2	200～300	連続	50		

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

*2：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す

*3：単位は外径 mm とする

2. 代表機器の技術評価

本章では,1 章で代表機器とした以下の空気作動弁用駆動部について技術評価を実施する。

① 中央制御室換気系 AH2-9 出口温度制御弁駆動部

② 原子炉再循環系 PLR 炉水サンプリング弁（内側隔離弁）駆動部

③ 不活性ガス系格納容器パージ弁駆動部

2.1 構造，材料及び使用条件

2.1.1 中央制御室換気系 AH2-9 出口温度制御弁駆動部

(1)構造

東海第二の中央制御室換気系 AH2-9 出口温度制御弁駆動部は，ダイヤフラム型の空気操作装置で，ダイヤフラム，スプリング，ポジショナー等で構成されており，空気圧によりダイヤフラムを加圧することによって弁を駆動させる構造としている。

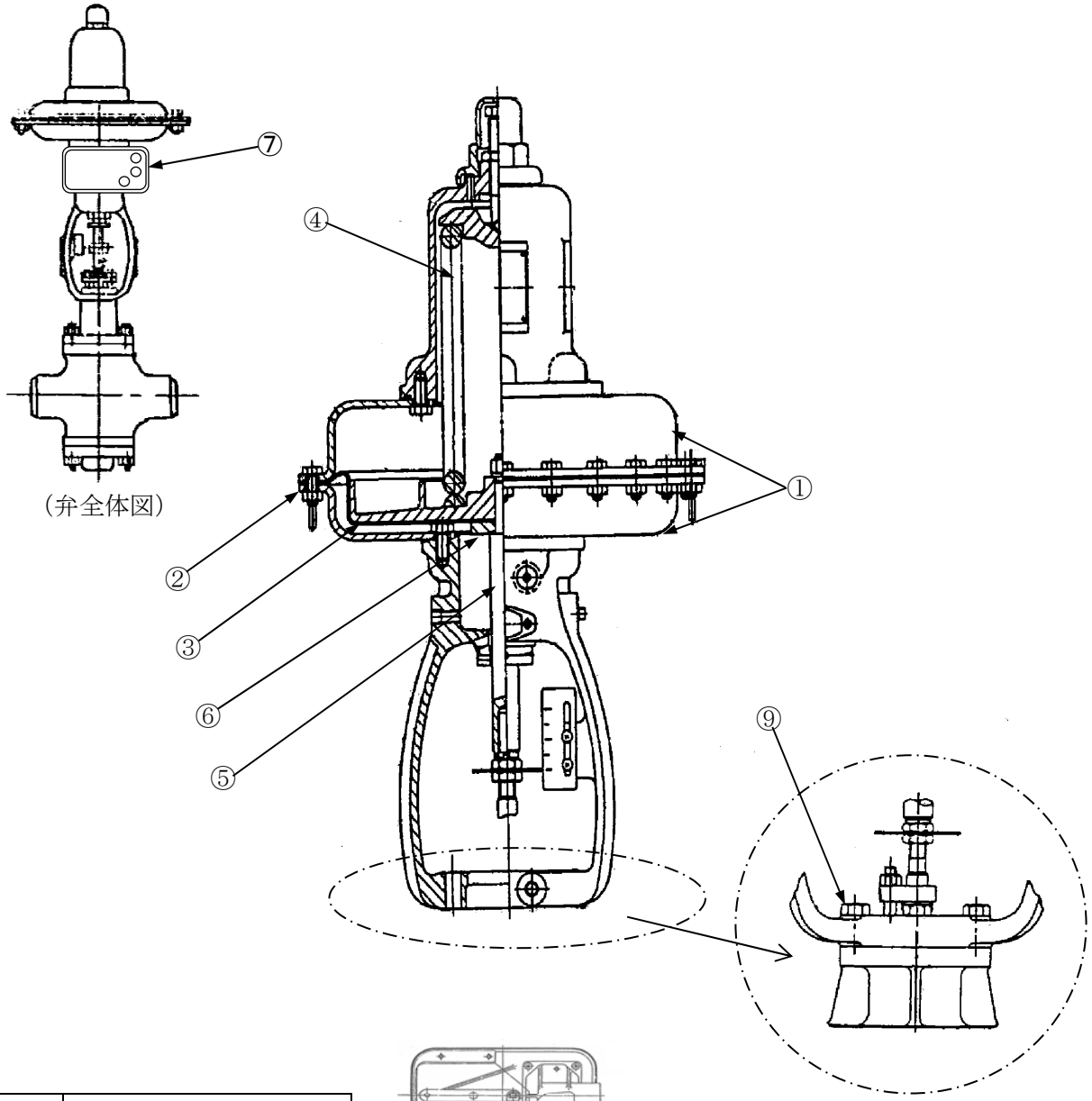
また，駆動用の空気には，除湿された制御用空気を用いている。

なお，当該駆動部については弁本体との取付ボルトを取外し，駆動部を取外すことで，駆動部内の点検手入れが可能である。

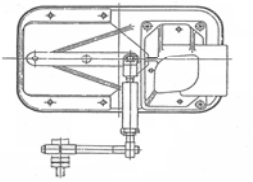
東海第二の中央制御室換気系 AH2-9 出口温度制御弁駆動部の構造図を図 2.1-1 に示す。

(2) 材料及び使用条件

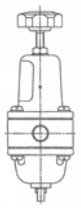
東海第二の中央制御室換気系 AH2-9 出口温度制御弁駆動部主要部位の使用材料を表 2.1-1 に，使用条件を表 2.1-2 に示す。



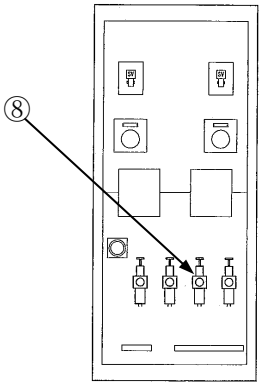
No.	部位
①	ダイヤフラムケース
②	ケースボルト・ナット
③	ダイヤフラム
④	スプリング
⑤	駆動用ステム
⑥	パッキン
⑦	ポジショナー
⑧	減圧弁
⑨	取付ボルト



⑦：詳細図



⑧：詳細図



弁近傍計装盤内に設置

図 2.1-1　中央制御室換気系 AH2-9 出口温度制御弁駆動部構造図

表 2.1-1　中央制御室換気系 AH2-9 出口温度制御弁駆動部主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
バウンダリの維持	耐圧	ダイヤフラムケース	炭素鋼
		ケースボルト・ナット	炭素鋼
駆動力伝達機能の維持	エネルギー伝達	ダイヤフラム	(消耗品)
		スプリング	ばね鋼
		駆動用ステム	ステンレス鋼
		パッキン	(消耗品)
		ポジショナー	(定期取替品)
		減圧弁	(定期取替品)
機器の支持	支持	取付ボルト	炭素鋼

表 2.1-2　中央制御室換気系 AH2-9 出口温度制御弁駆動部の使用条件

作動空気圧力	0.02～0.10 MPa
周囲温度*	50 ℃ (最高)

*:原子炉建屋空調機械室における設計値

2.1.2 原子炉再循環系 PLR 炉水サンプリング弁（内側隔離弁）駆動部

(1) 構造

東海第二の原子炉再循環系 PLR 炉水サンプリング弁（内側隔離弁）駆動部は，シリンダ型の空気操作装置で，シリンダ，スプリング，制御用電磁弁，リミットスイッチ等で構成されており，空気圧によりシリンダを加圧することによって弁を駆動させる構造としている。

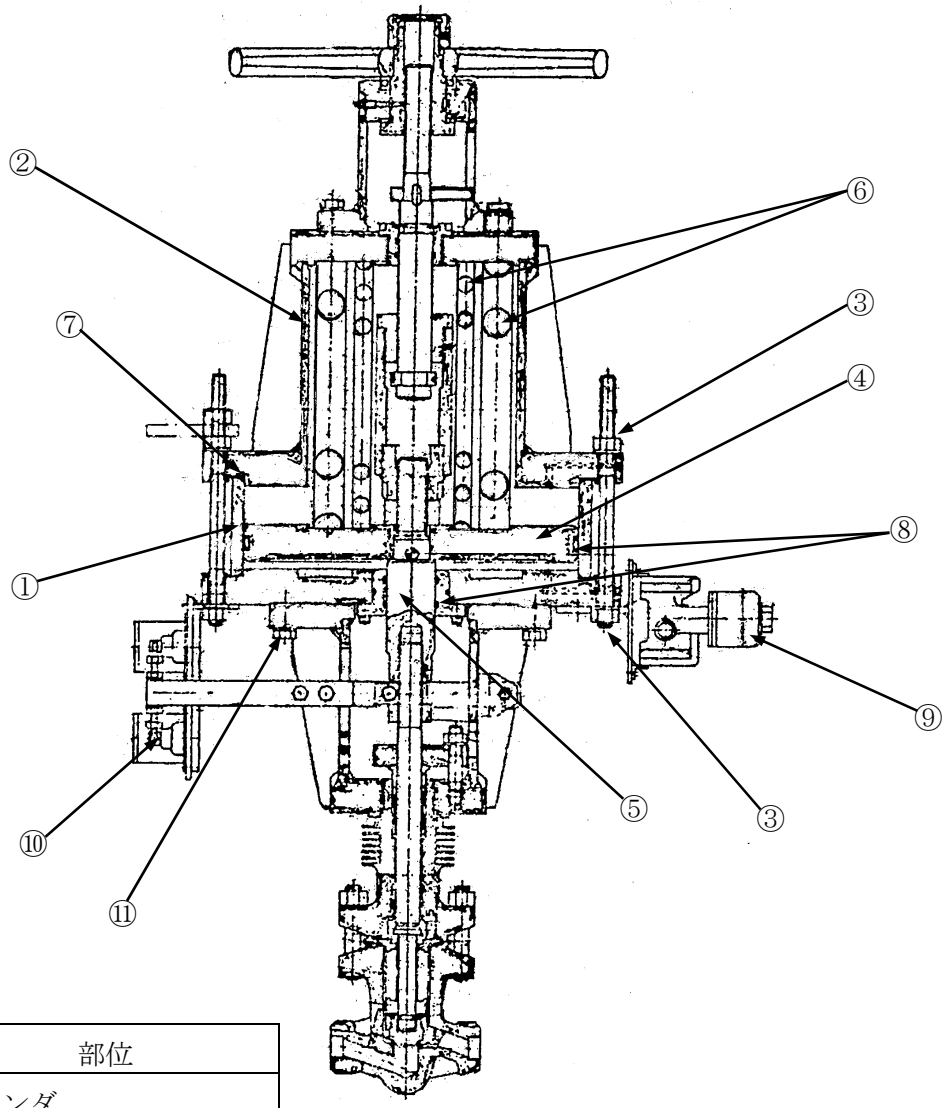
また，駆動用の空気には，除湿された制御用空気を用いている。

なお，当該駆動部については弁本体との取付ボルトを取外し，駆動部を取外すことで，駆動部内の点検手入れが可能である。

東海第二の原子炉再循環系 PLR 炉水サンプリング弁（内側隔離弁）駆動部の構造図を図 2.1-2 に示す。

(2) 材料及び使用条件

東海第二の原子炉再循環系 PLR 炉水サンプリング弁（内側隔離弁）駆動部主要部位の使用材料を表 2.1-3 に，使用条件を表 2.1-4 に示す。



No.	部位
①	シリンダ
②	スプリングケース
③	ケースボルト・ナット
④	ピストン
⑤	駆動用ステム
⑥	スプリング
⑦	ガスケット
⑧	パッキン
⑨	制御用電磁弁
⑩	リミットスイッチ
⑪	取付ボルト

図 2.1-2　原子炉再循環系 PLR 炉水サンプリング弁（内側隔離弁）駆動部構造図

表 2.1-3　原子炉再循環系 PLR 炉水サンプリング弁（内側隔離弁）駆動部主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
バウンダリの維持	耐圧	シリンダ	炭素鋼
		スプリングケース	炭素鋼
		ケースボルト・ナット	炭素鋼
駆動力伝達機能の維持	エネルギー伝達	ピストン	炭素鋼
		駆動用ステム	ステンレス鋼
		スプリング	ばね鋼
		ガスケット	（消耗品）
		パッキン	（消耗品）
		制御用電磁弁	（定期取替品）
		リミットスイッチ	（定期取替品）
機器の支持	支持	取付ボルト	炭素鋼

表 2.1-4　原子炉再循環系 PLR 炉水サンプリング弁（内側隔離弁）駆動部の使用条件

作動空気圧力	0.64～0.70 MPa
定格電圧 （制御用電磁弁）	AC 115 V
周囲温度*	65.6 ℃（最高）

*:原子炉格納容器内における設計値

2.1.3 不活性ガス系格納容器パージ弁駆動部

(1)構造

東海第二の不活性ガス系格納容器パージ弁駆動部は，シリンダ型の空気操作装置で，シリンダ，スプリング，制御用電磁弁，リミットスイッチ等で構成されており，空気圧によりシリンダを加圧することによって弁を駆動させる構造としている。

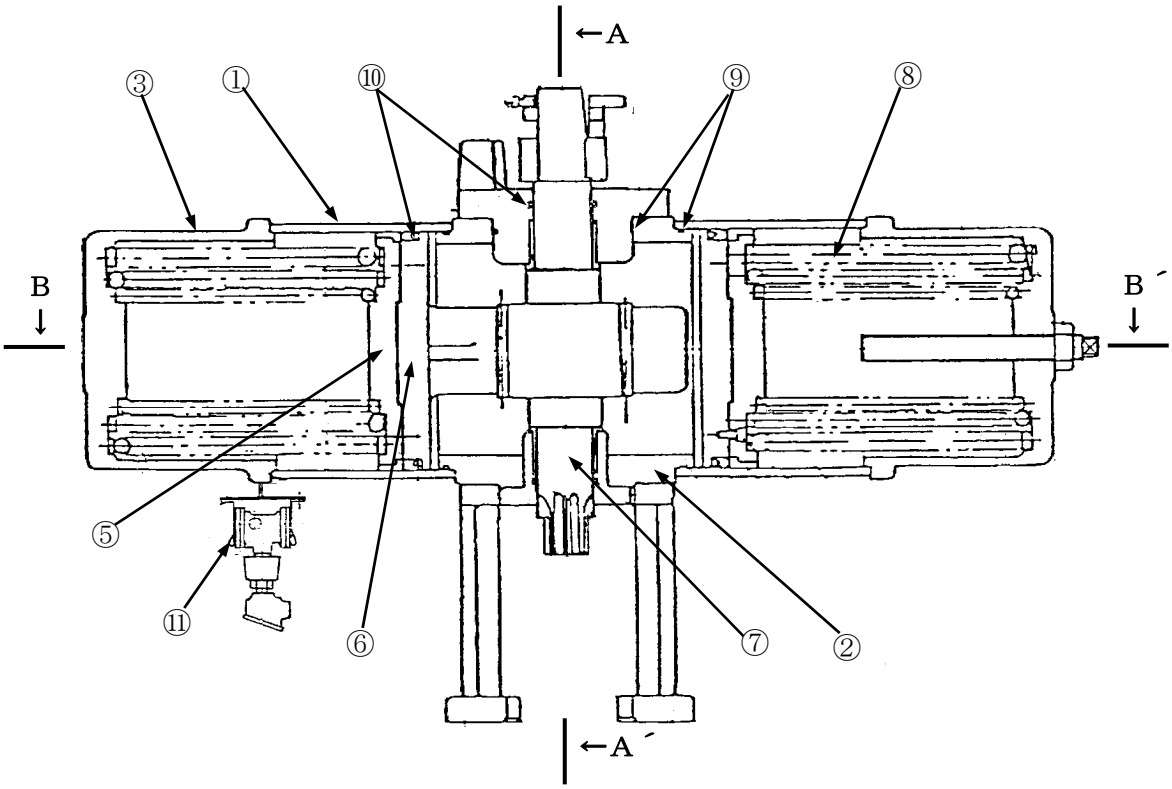
また，駆動用の空気には，除湿された制御用空気を用いている。

なお，当該駆動部については弁本体との取付ボルトを取外し，駆動部を取外すことで，駆動部内の点検手入れが可能である。

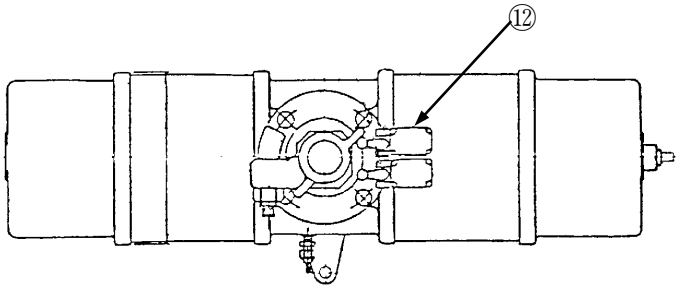
東海第二の不活性ガス系格納容器パージ弁駆動部の構造図を図 2.1-3 に示す。

(2)材料及び使用条件

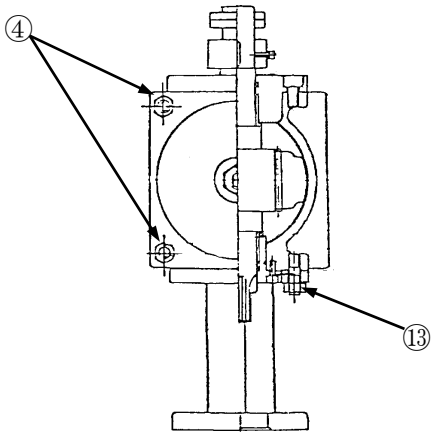
東海第二の不活性ガス系格納容器パージ弁駆動部主要部位の使用材料を表 2.1-5 に，使用条件を表 2.1-6 に示す。



No.	部位
①	シリンダ
②	シリンダボディ
③	スプリングケース
④	ケースボルト・ナット
⑤	ピストン
⑥	ラック
⑦	ピニオン付駆動用ステム
⑧	スプリング
⑨	ガスケット
⑩	パッキン
⑪	制御用電磁弁
⑫	リミットスイッチ
⑬	取付ボルト・ナット



B－B´矢示図



A－A´断面図

図 2.1-3　不活性ガス系格納容器パージ弁駆動部構造図

表 2.1-5　不活性ガス系格納容器パージ弁駆動部主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
バウンダリの維持	耐圧	シリンダ	炭素鋼
		シリンダボディ	鋳鉄
		スプリングケース	鋳鉄
		ケースボルト・ナット	炭素鋼
駆動力伝達機能の維持	エネルギー伝達	ピストン	炭素鋼
		ラック	鋳鉄
		ピニオン付駆動用ステム	ステンレス鋼
		スプリング	ばね鋼
		ガスケット	(消耗品)
		パッキン	(消耗品)
		制御用電磁弁	(定期取替品)
		リミットスイッチ	(定期取替品)
機器の支持	支持	取付ボルト・ナット	炭素鋼

表 2.1-6　不活性ガス系格納容器パージ弁駆動部の使用条件

作動空気圧力	0.64～0.70 MPa
定格電圧 (制御用電磁弁)	AC 115 V
周囲温度*	40.0 ℃（最高）

*:原子炉建屋における設計値

2.2 経年劣化事象の抽出

2.2.1 機器の機能達成に必要な項目

空気作動弁用駆動部の機能である弁棒作動機能の達成に必要な項目は以下のとおり。

(1) バウンダリの維持

(2) 駆動力伝達機能の維持

(3) 機器の支持

2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

(1) 想定される経年劣化事象の抽出

空気作動弁用駆動部について，機能達成に必要な項目を考慮して主要な部位に展開した上で，個々の部位の材料，構造，設置場所，使用条件（運転状態，温度等）及び現在までの運転経験を考慮し，代表機器毎に表 2.2-1 に示すとおり想定される経年劣化事象を抽出した（表 2.2-1 で○又は△，▲）。

なお，消耗品及び定期取替品は以下のとおり評価対象外とする。

(2) 消耗品及び定期取替品の扱い

ダイヤフラム，ガスケット及びパッキンは消耗品，制御用電磁弁，減圧弁，リミットスイッチ及びポジショナーは定期取替品であり，設計時に長期使用せず取替を前提としていることから高経年化対策を見極める上で評価対象外とする。

(3) 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

想定される経年劣化事象のうち下記①，②に該当しない事象を高経年化対策上着目すべき経年劣化事象と判断した。

なお，下記①，②に該当する事象については，2.2.3 項に示すとおり，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断した。

① 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって，想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象として表 2.2-1 で△）

② 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により，今後も経年劣化の進展が考えられない，又は進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外として表 2.2-1 で▲）

この結果，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象は抽出されなかった。

2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

(1) 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって，想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象）

a. ダイヤフラムケースの腐食（全面腐食）［中央制御室換気系 AH2-9 出口温度制御弁駆動部］

ダイヤフラムケースは炭素鋼が使用されているため，腐食が想定されるが，ダイヤフラムケース内は除湿された清浄な空気であり，また，大気接触部は塗装が施されていることから，塗膜が健全であれば腐食が発生する可能性は小さく，目視点検時に必要に応じて補修塗装することにより機能を維持している。

したがって，ダイヤフラムケースの腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

b. シリンダ及びスプリングケースの腐食（全面腐食）［原子炉再循環系 PLR 炉水サンプリング弁（内側隔離弁）駆動部］

シリンダ及びスプリングケースは炭素鋼が使用されているため，腐食が想定されるが，シリンダ内は除湿された清浄な空気であり，また，大気接触部は塗装が施されていることから，塗膜が健全であれば腐食が発生する可能性は小さく，目視点検時に必要に応じて補修塗装することにより機能を維持している。

したがって，シリンダ及びスプリングケースの腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

c. シリンダ，シリンダボディ及びスプリングケースの腐食（全面腐食）［不活性ガス系格納容器パージ弁駆動部］

シリンダは炭素鋼，シリンダボディ及びスプリングケースは鋳鉄が使用されているため，腐食が想定されるが，シリンダ内は除湿された清浄な空気であり，また，大気接触部は塗装が施されていることから，塗膜が健全であれば腐食が発生する可能性は小さく，目視点検時に必要に応じて補修塗装することにより機能を維持している。

したがって，シリンダ，シリンダボディ及びスプリングケースの腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

d. ピストンの腐食（全面腐食）［原子炉再循環系 PLR 炉水サンプリング弁（内側隔離弁）駆動部，不活性ガス系格納容器パージ弁駆動部］

ピストンは炭素鋼が使用されているため，腐食が想定されるが，ピストンが取り付けられているシリンダ内は除湿された清浄な空気であり，腐食が発生する可能性は小さく，目視点検時に手入れ・清掃を行うことにより機能を維持している。

したがって，ピストンの腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

e. ラックの腐食（全面腐食）［不活性ガス系格納容器パージ弁駆動部］

ラックは鋳鉄が使用されているため，腐食が想定されるが，ラックが取り付けられているシリンダ内は除湿された清浄な空気であり，腐食が発生する可能性は小さく，目視点検時に手入れ・清掃を行うことにより機能を維持している。

したがって，ラックの腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

f. ケースボルト・ナット及び取付ボルト・ナットの腐食（全面腐食）［共通］

ケースボルト・ナット及び取付ボルト・ナットは炭素鋼が使用されているため，腐食が想定されるが，大気接触部は塗装が施されていることから，塗膜が健全であれば腐食が発生する可能性は小さく，目視点検時に必要に応じて補修塗装することにより機能を維持している。

したがって，ケースボルト・ナット及び取付ボルト・ナットの腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

g. ラック及びピニオン付駆動用ステムの摩耗［不活性ガス系格納容器パージ弁駆動部］

ラック及びピニオン付駆動用ステムのギア部は弁の開閉に伴う摺動による摩耗が想定されるが，摺動部には潤滑油が塗布されていることから，これらの摺動による摩耗が発生する可能性は小さい。

なお，目視点検において有意な摩耗は確認されていない。

今後も使用環境が変わらないことから，これら傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，ラック及びピニオン付駆動用ステムの摩耗は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

h. シリンダ，ピストン及びラックの摩耗［原子炉再循環系 PLR 炉水サンプリング弁（内側隔離弁）駆動部，不活性ガス系格納容器パージ弁駆動部］

シリンダとピストン及びシリンダとラックは弁の開閉に伴う摺動による摩耗が想定されるが，ピストン及びラックの外周にはゴム製のパッキンが装着され，シリンダとピストン又はラックが直接接触しない構造となっていることから，これら摺動による摩耗が発生する可能性は小さい。

なお，目視点検において有意な摩耗は確認されていない。

今後も使用環境が変わらないことから，これら傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，シリンダ，ピストン及びラックの摩耗は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

i. 駆動用ステム及びピニオン付駆動用ステムの摩耗［共通］

駆動用ステム及びピニオン付駆動用ステムはパッキンと接触しているため，弁の開閉に伴う摺動による摩耗が想定されるが，パッキンの材質がゴムに対して，駆動用ステム及びピニオン付駆動用ステムはステンレス鋼であるため，これら摺動による摩耗が発生する可能性は小さい。

なお，目視点検において有意な摩耗は確認されていない。

今後も使用環境が変わらないことから，これら傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，駆動用ステム及びピニオン付駆動用ステムの摩耗は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

(2) 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により，今後も経年劣化の進展が考えられない，又は進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外）

a. スプリングのへたり［共通］

スプリングは常時応力がかかった状態で使用されるため，へたりが想定されるが，スプリング使用時のねじり応力が許容ねじり応力以下になるように設定されており，さらにスプリングの材料に対する推奨最高使用温度よりも実際の使用温度は低いことから，へたりが進行する可能性はない。

したがって，スプリングのへたりは高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

表 2.2-1 (1/3)　中央制御室換気系 AH2-9 出口温度制御弁駆動部に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象									備考
					減肉		割れ		絶縁	導通	信号	材質	その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	絶縁特性低下	導通不良	特性変化	材質劣化		
バウンダリの維持	耐圧	ダイヤフラムケース		炭素鋼		△								*1:へたり
		ケースボルト・ナット		炭素鋼		△								
駆動力伝達機能の維持	エネルギー伝達	ダイヤフラム	◎	－										
		スプリング		ばね鋼									▲*1	
		駆動用ステム		ステンレス鋼	△									
		パッキン	◎	－										
		ポジショナー	◎	－										
		減圧弁	◎	－										
機器の支持	支持	取付ボルト		炭素鋼		△								

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象(日常劣化管理事象)

▲：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象(日常劣化管理事象以外)

表 2.2-1 (2/3)　原子炉再循環系 PLR 炉水サンプリング弁（内側隔離弁）駆動部に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象									備考
					減肉		割れ		絶縁	導通	信号	材質	その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	絶縁特性低下	導通不良	特性変化	材質劣化		
バウンダリの維持	耐圧	シリンダ		炭素鋼	△	△								*1:へたり
		スプリングケース		炭素鋼		△								
		ケースボルト・ナット		炭素鋼		△								
駆動力伝達機能の維持	エネルギー伝達	ピストン		炭素鋼	△	△								
		駆動用ステム		ステンレス鋼	△									
		スプリング		ばね鋼									▲*1	
		ガスケット	◎	－										
		パッキン	◎	－										
		制御用電磁弁	◎	－										
		リミットスイッチ	◎	－										
機器の支持	支持	取付ボルト		炭素鋼		△								

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象(日常劣化管理事象)

▲：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象(日常劣化管理事象以外)

表 2.2-1 (3/3)　不活性ガス系格納容器パージ弁駆動部に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象									備　考
					減肉		割れ		絶縁	導通	信号	材質	その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	絶縁特性低下	導通不良	特性変化	材質劣化		
バウンダリの維持	耐圧	シリンダ		炭素鋼	△	△								*1:ラックギア部 *2:外周部 *3:ピニオンギア部 *4:駆動用ステム部 *5:へたり
		シリンダボディ		鋳鉄		△								
		スプリングケース		鋳鉄		△								
		ケースボルト・ナット		炭素鋼		△								
駆動力伝達機能の維持	エネルギー伝達	ピストン		炭素鋼		△								
		ラック		鋳鉄	△*1 △*2	△								
		ピニオン付駆動用ステム		ステンレス鋼	△*3 △*4									
		スプリング		ばね鋼									▲*5	
		ガスケット	◎	－										
		パッキン	◎	－										
		制御用電磁弁	◎	－										
		リミットスイッチ	◎	－										
機器の支持	支持	取付ボルト・ナット		炭素鋼		△								

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象(日常劣化管理事象)

▲：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象(日常劣化管理事象以外)

3. 代表機器以外への展開

本章では，2 章で実施した代表機器の技術評価について，1 章で実施したグループ化で代表機器となっていない機器への展開について検討した。

［対象系統］

① 原子炉隔離時冷却系
② 原子炉冷却材浄化系
③ 原子炉再循環系
④ 不活性ガス系
⑤ 補助系
⑥ 原子炉系
⑦ ほう酸水注入系
⑧ 漏えい検出系
⑨ 主蒸気隔離弁漏えい抑制系
⑩ 非常用ガス処理系
⑪ 非常用ガス再循環系
⑫ 原子炉再循環流量制御系
⑬ 格納容器雰囲気監視系
⑭ 気体廃棄物処理系

3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

代表機器同様，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象は抽出されなかった。

3.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

(1) 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって，想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象）

a. ダイヤフラムケースの腐食（全面腐食）[原子炉格納容器外のダイヤフラム型駆動部共通]

ダイヤフラムケースは炭素鋼が使用されているため，腐食が想定されるが，ダイヤフラムケース内は除湿された清浄な空気であり，また，大気接触部は塗装が施されていることから，塗膜が健全であれば腐食が発生する可能性は小さく，目視点検時に必要に応じて補修塗装することにより機能を維持している。

したがって，ダイヤフラムケースの腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

b. シリンダ，シリンダボディ及びスプリングケースの腐食（全面腐食）[炭素鋼又は鋳鉄のシリンダ，シリンダボディ及びスプリングケースを有するシリンダ型駆動部共通]

シリンダ，シリンダボディ及びスプリングケースは炭素鋼又は鋳鉄が使用されているため，腐食が想定されるが，シリンダ内は除湿された清浄な空気であり，また，大気接触部は塗装が施されていることから，塗膜が健全であれば腐食が発生する可能性は小さく，目視点検時に必要に応じて補修塗装することにより機能を維持している。

したがって，シリンダ，シリンダボディ及びスプリングケースの腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

c. ピストンの腐食（全面腐食）[炭素鋼又は鋳鉄のピストンを有するシリンダ型駆動部共通]

ピストンは炭素鋼又は鋳鉄が使用されているため，腐食が想定されるが，ピストンが取り付けられているシリンダ内は除湿された清浄な空気であり，腐食が発生する可能性は小さく，目視点検時に手入れ・清掃を行うことにより機能を維持している。

したがって，ピストンの腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

d. ラック及びピニオンの腐食（全面腐食）［鋳鉄のラック及び炭素鋼のピニオンを有するシリンダ型駆動部共通］

ラックは鋳鉄，ピニオンは炭素鋼が使用されているため，腐食が想定されるが，ラック及びピニオンが取り付けられているシリンダ内は除湿された清浄な空気であり，腐食が発生する可能性は小さく，目視点検時に手入れ・清掃を行うことにより機能を維持している。

したがって，ラック及びピニオンの腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

e. ケースボルト・ナット及び取付ボルト・ナットの腐食（全面腐食）［炭素鋼のケースボルト・ナット及び取付ボルト・ナットを有するダイヤフラム型駆動部及びシリンダ型駆動部共通］

ケースボルト・ナット及び取付ボルト・ナットは炭素鋼が使用されているため，腐食が想定されるが，大気接触部は塗装が施されていることから，塗膜が健全であれば腐食が発生する可能性は小さく，目視点検時に必要に応じて補修塗装することにより機能を維持している。

したがって，ケースボルト・ナット及び取付ボルト・ナットの腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

f. ラック及びピニオンの摩耗［ラック及びピニオン付駆動用ステム又はピニオンを有するシリンダ型駆動部共通］

ラック及びピニオンのギア部は弁の開閉に伴う摺動により摩耗の発生が想定されるが，摺動部には潤滑油が塗布されていることから，これら摺動による摩耗が発生する可能性は小さい。

なお，目視点検時において有意な摩耗は確認されていない。

今後も使用環境が変わらないことから，これら傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，ラック及びピニオンの摩耗は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

g. 駆動用ステムの腐食（全面腐食）［炭素鋼の駆動用ステムを有するダイヤフラム型駆動部及びシリンダ型駆動部共通］

駆動用ステムは炭素鋼が使用されているため，腐食が想定されるが，シリンダ内は除湿された清浄な空気であり，腐食が発生する可能性は小さく，目視点検時に手入れ・清掃を行うことにより機能を維持している。

したがって，駆動用ステムの腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

h. シリンダ，ピストン及びラックの摩耗［共通］

シリンダとピストン及びシリンダとラックは弁の開閉に伴う摺動により摩耗の発生が想定されるが，ピストン及びラックの外周にはゴム製のパッキンが装着され，シリンダとピストン又はラックが直接接触しない構造となっており，これら摺動による摩耗が発生する可能性は小さい。

なお，目視点検において有意な摩耗は確認されていない。

今後も使用環境が変わらないことから，これら傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，シリンダ，ピストン及びラックの摩耗は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

i. 駆動用ステム及びピニオン付駆動用ステムの摩耗［共通］

駆動用ステム及びピニオン付駆動用ステムはパッキンと接触しているため，弁の開閉に伴う摺動により摩耗の発生が想定されるが，パッキンの材質がゴムに対して，駆動用ステム及びピニオン付駆動用ステムはステンレス鋼又は炭素鋼であるため，これら摺動による摩耗が発生する可能性は小さい。

なお，目視点検において有意な摩耗は確認されていない。

今後も使用環境が変わらないことから，これら傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，駆動用ステム及びピニオン付駆動用ステムの摩耗は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

(2) 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により，今後も経年劣化の進展が考えられない，又は進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外）

a. スプリングのへたり［スプリングを有するダイヤフラム型駆動部及びシリンダ型駆動部共通］

スプリングは常時応力がかかった状態で使用されるため，へたりが想定されるが，スプリング使用時のねじり応力が許容ねじり応力以下になるように設定されており，さらにスプリングの材料に対する推奨最高使用温度よりも実際の使用温度は低いことから，へたりが進行する可能性はない。

したがって，スプリングのへたりは高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

東海第二発電所
炉内構造物の技術評価書

（運転を断続的に行うことを前提とした評価）

日本原子力発電株式会社

本評価書は東海第二発電所（以下，「東海第二」という。）で使用している安全上重要な炉内構造物（重要度分類審査指針におけるPS-1，2及びMS-1，2に該当する機器）及び重大事故等対処設備に属する設備について，運転を断続的に行うことを前提に高経年化に係わる技術評価についてまとめたものである。

評価対象機器の一覧を表1に示す。

技術評価にあたっては炉内構造物の特殊性を考慮し，評価対象機器についてグループ化や代表機器の選定を行わずに全ての機器について評価を実施する。

なお，制御棒は「機械設備の技術評価書」にて評価を実施するものとし，本評価書には含めていない。

また，本文中の単位の記載は，原則としてSI単位系に基づくものとする（圧力の単位は特に注記がない限りゲージ圧力を示す）。

表1　評価対象機器一覧

名称	重要度[*1]
炉心シュラウド	PS-1，重[*2]
シュラウドサポート	PS-1，重[*2]
上部格子板	PS-1，重[*2]
炉心支持板	PS-1，重[*2]
燃料支持金具（中央，周辺）	PS-1，重[*2]
制御棒案内管	PS-1，重[*2]
炉心スプレイ配管・スパージャ	MS-1，重[*2]
差圧検出・ほう酸水注入管	MS-1，重[*2]
ジェットポンプ	MS-1，重[*2]
中性子計測案内管	MS-1
残留熱除去系（低圧注水系）配管	MS-1，重[*2]

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

*2：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す

1. 炉内構造物

［対象機器］

① 炉心シュラウド
② シュラウドサポート
③ 上部格子板
④ 炉心支持板
⑤ 燃料支持金具（中央，周辺）
⑥ 制御棒案内管
⑦ 炉心スプレイ配管・スパージャ
⑧ 差圧検出・ほう酸水注入管
⑨ ジェットポンプ
⑩ 中性子計測案内管
⑪ 残留熱除去系（低圧注水系）配管

目次

1. 対象機器 1
2. 炉内構造物の技術評価 2
2.1 構造，材料及び使用条件 3
2.1.1 炉心シュラウド 3
2.1.2 シュラウドサポート 6
2.1.3 上部格子板 9
2.1.4 炉心支持板 12
2.1.5 燃料支持金具 15
2.1.6 制御棒案内管 18
2.1.7 炉心スプレイ配管・スパージャ 21
2.1.8 差圧検出・ほう酸水注入管 25
2.1.9 ジェットポンプ 28
2.1.10 中性子計測案内管 31
2.1.11 残留熱除去系（低圧注水系）配管 34
2.2 経年劣化事象の抽出 37
2.2.1 機器の機能達成に必要な項目 37
2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出 37
2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象 39
2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の評価 55

1. 対象機器

主要な炉内構造物の仕様を表 1-1 に示す。

表1-1　炉内構造物の主な仕様

機器名称	重要度[*1]	最高使用圧力[*2] (MPa)	最高使用温度 (℃)
炉心シュラウド	PS-1，重[*3]	8.62	302
シュラウドサポート	PS-1，重[*3]		
上部格子板	PS-1，重[*3]		
炉心支持板	PS-1，重[*3]		
燃料支持金具（中央，周辺）	PS-1，重[*3]		
制御棒案内管	PS-1，重[*3]		
炉心スプレイ配管・スパージャ	MS-1，重[*3]		
差圧検出・ほう酸水注入管	MS-1，重[*3]		
ジェットポンプ	MS-1，重[*3]		
中性子計測案内管	MS-1		
残留熱除去系（低圧注水系）配管	MS-1，重[*3]		

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

*2：環境の最高使用圧力を示す

*3：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す

2. 炉内構造物の技術評価

本章では，1 章で評価対象機器とした炉内構造物について技術評価を実施する。

これらの評価対象機器を含む炉内構造物全体の組立図を図 1 に示す。

なお，東海第二の原子炉熱出力は，3,293 MW，原子炉冷却材全流量は，48.3×10^{6} kg/h である。

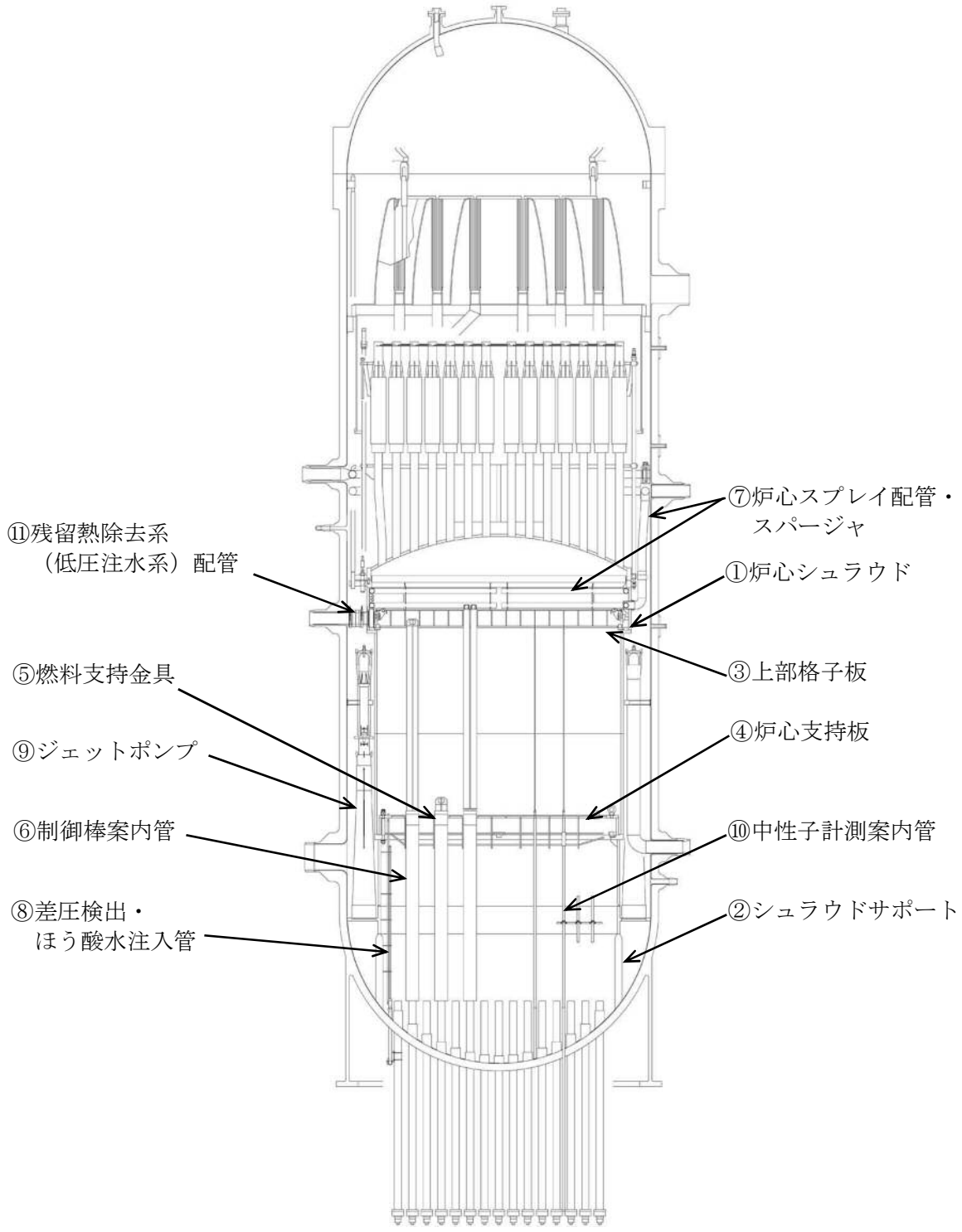


図 1　炉内構造物組立図

2.1 構造，材料及び使用条件

2.1.1 炉心シュラウド

(1) 構造

東海第二の炉心シュラウドは，円筒形の構造物であり，1 個設置されている。

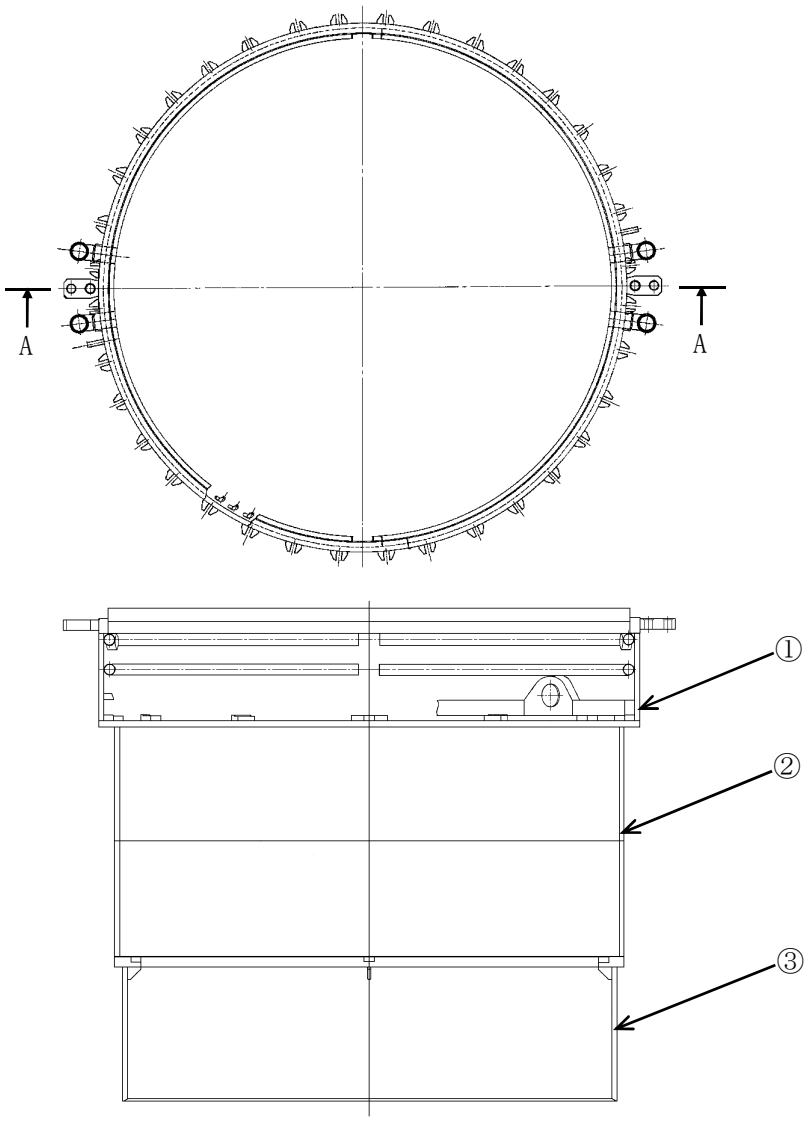
炉心シュラウドは，耐食性の高いステンレス鋼が使用されており，炉心内を上昇する原子炉冷却材の流れと炉心シュラウドと原子炉圧力容器壁との間の環状部を下降する原子炉冷却材の流れを隔離する構造となっており，下端はシュラウドサポートに溶接されている。

東海第二の炉心シュラウドの構造図を図 2.1-1 に示す。

(2) 材料及び使用条件

東海第二の炉心シュラウド主要部位の使用材料を表 2.1-1 に，使用条件を表 2.1-2 に示す。

No.	部位
①	上部胴
②	中間胴
③	下部胴



A-A 断面

図 2.1-1　炉心シュラウド構造図

表 2.1-1　炉心シュラウド主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
炉心の支持	支持	上部胴	ステンレス鋼
		中間胴	ステンレス鋼
		下部胴	ステンレス鋼

表 2.1-2　炉心シュラウドの使用条件

最高使用圧力*1	8.62 MPa
最高使用温度	302 ℃
内部流体	純水

*1：環境の最高使用圧力を示す

2.1.2 シュラウドサポート

(1) 構造

東海第二のシュラウドサポートは，高ニッケル合金を使用した脚支持円筒形の構造物であり，1 個設置されている。

シュラウドサポートは，耐食性の高い高ニッケル合金が使用されており，上端で炉心シュラウドを支持し，レグ及びプレートで原子炉圧力容器に支えられている。

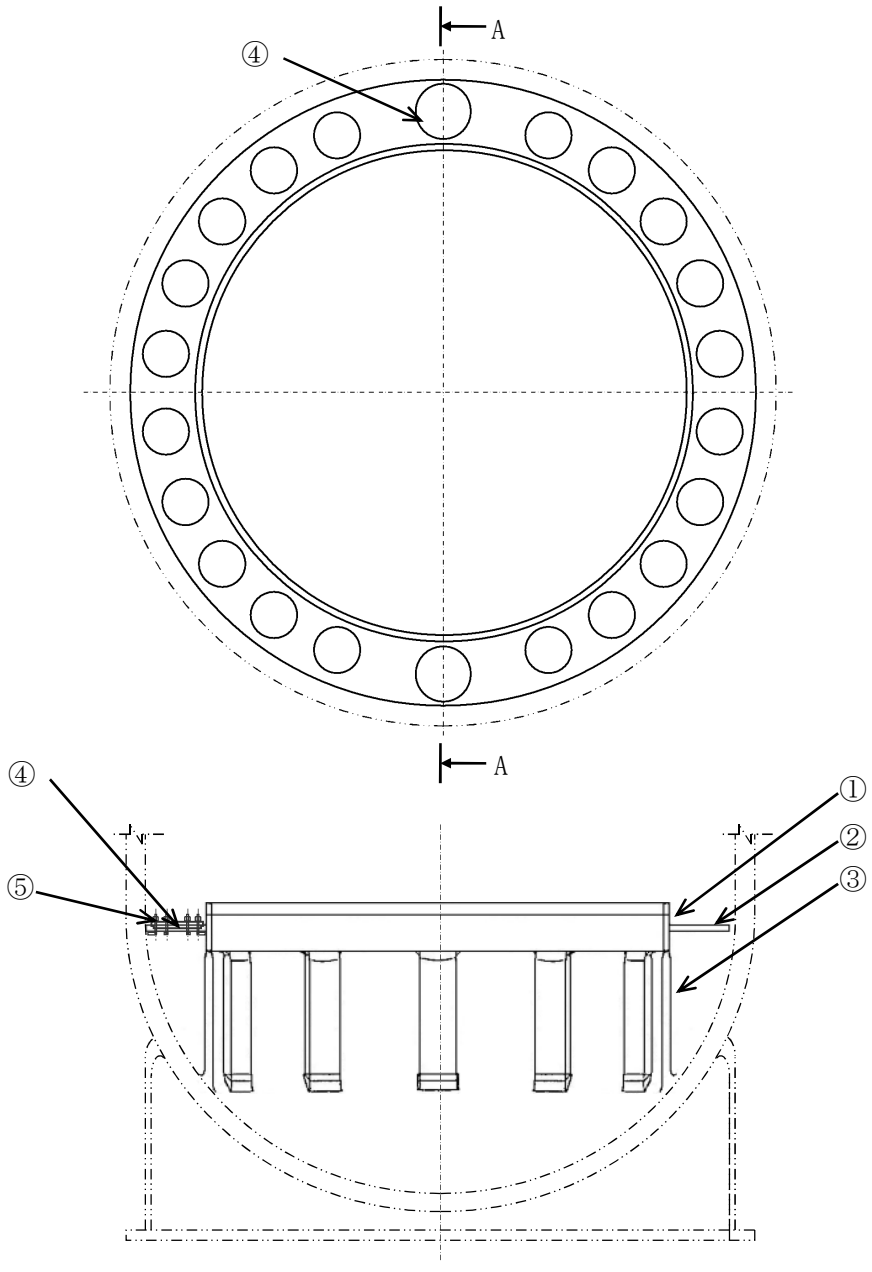
また，第 12 回定期検査（1992 年度）において，海外プラントでの応力腐食割れによる損傷事例に鑑み，マンホール蓋についてボルト締め構造に変更している。

東海第二のシュラウドサポートの構造図を図 2.1-2 に示す。

(2) 材料及び使用条件

東海第二のシュラウドサポート主要部位の使用材料を表 2.1-3 に，使用条件を表 2.1-4 に示す。

No.	部位
①	シリンダ
②	プレート
③	レグ
④	マンホール蓋
⑤	取付ボルト



A-A 断面

図 2.1-2　シュラウドサポート構造図

表 2.1-3　シュラウドサポート主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
炉心の支持	支持	シリンダ	高ニッケル合金
		プレート	高ニッケル合金
		レグ	高ニッケル合金
炉心冷却材流路の確保	その他	マンホール蓋	高ニッケル合金
		取付ボルト	高ニッケル合金

表 2.1-4　シュラウドサポートの使用条件

最高使用圧力*1	8.62 MPa
最高使用温度	302 ℃
内部流体	純水

*1：環境の最高使用圧力を示す

2.1.3 上部格子板

(1) 構造

東海第二の上部格子板は，格子状の構造物であり，1 個設置されている。

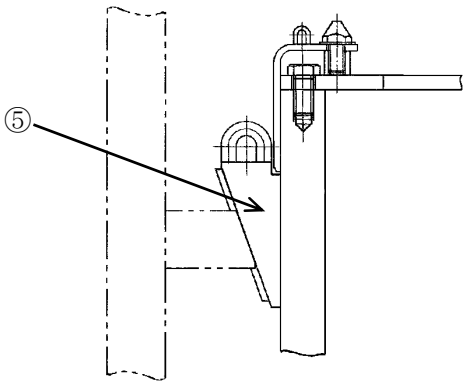
上部格子板は，耐食性の高いステンレス鋼が使用されており，燃料集合体上部の水平方向及び核計装装置の上端の支持をしており，炉心シュラウドにレストレイントで取付けられている。

東海第二の上部格子板の構造図を図 2.1-3 に示す。

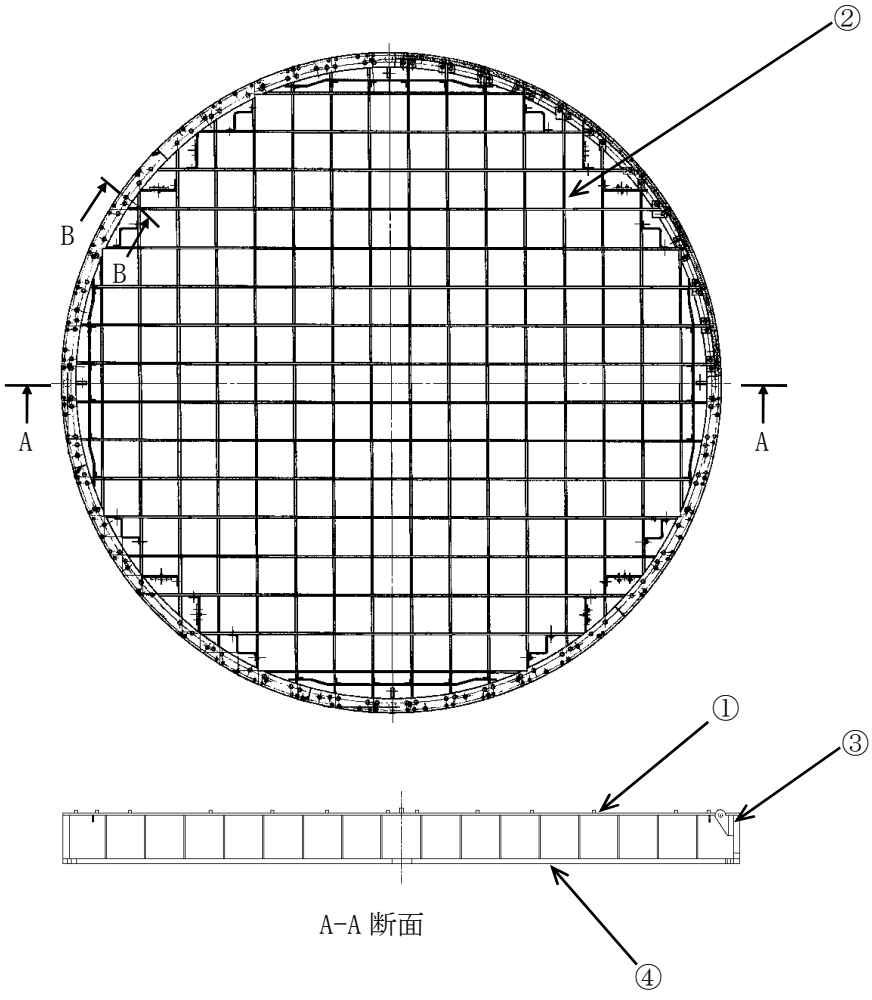
(2) 材料及び使用条件

東海第二の上部格子板主要部位の使用材料を表 2.1-5 に，使用条件を表 2.1-6 に示す。

No.	部位
①	上部フランジ
②	グリッドプレート
③	リム胴
④	下部フランジ
⑤	レストレイント



B-B 断面



A-A 断面

図 2.1-3　上部格子板構造図

表 2.1-5　上部格子板主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
炉心の支持	支持	上部フランジ	ステンレス鋼
		グリッドプレート	ステンレス鋼
		リム胴	ステンレス鋼
		下部フランジ	ステンレス鋼
機器の支持	支持	レストレイント	ステンレス鋼

表 2.1-6　上部格子板の使用条件

最高使用圧力*1	8.62 MPa
最高使用温度	302 ℃
内部流体	純水

*1：環境の最高使用圧力を示す

2.1.4 炉心支持板

(1) 構造

東海第二の炉心支持板は，多孔円板状の構造物であり，1 個設置されている。

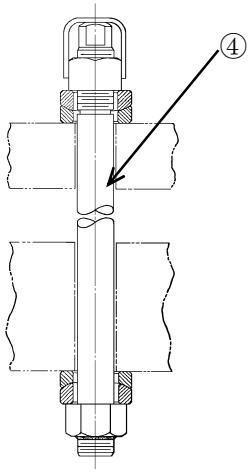
炉心支持板は，耐食性の高いステンレス鋼が使用されており，制御棒案内管上部，燃料集合体及び中性子計測案内管等の水平方向及び周辺燃料の重量を支えており，シュラウドにスタッドで取付けられている。

東海第二の炉心支持板の構造図を図 2.1-4 に示す。

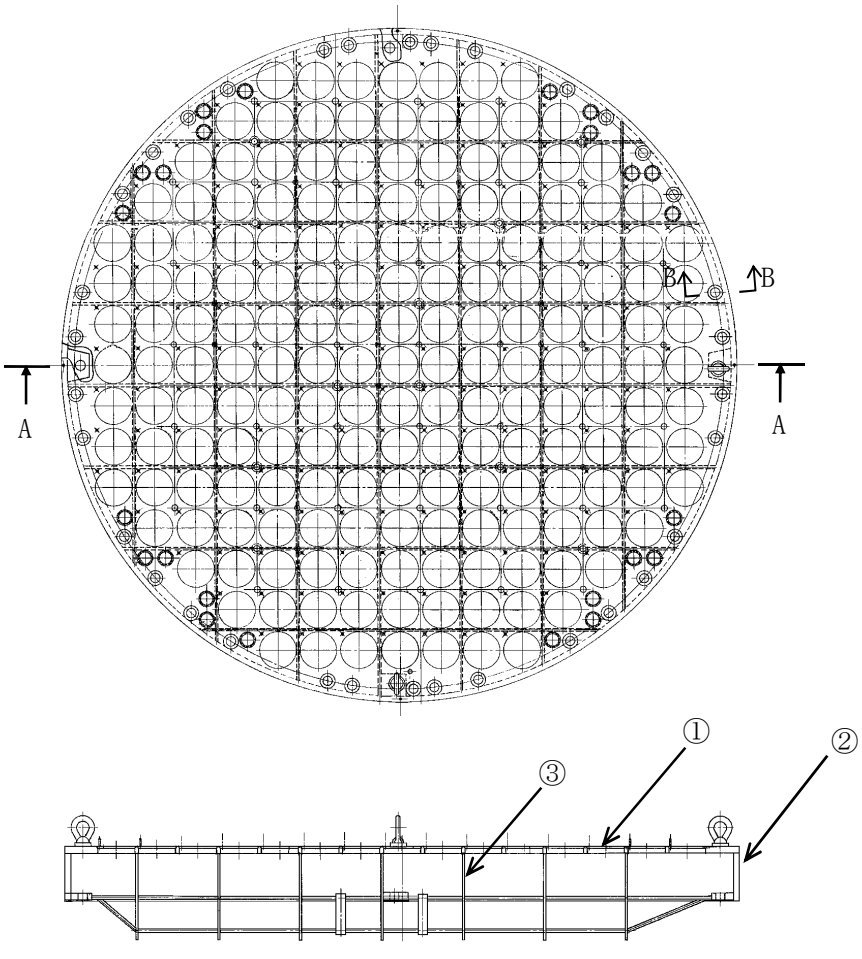
(2) 材料及び使用条件

東海第二の炉心支持板主要部位の使用材料を表 2.1-7 に，使用条件を表 2.1-8 に示す。

No.	部位
①	支持板
②	リム胴
③	補強ビーム
④	スタッド



B-B 断面



A-A 断面

図 2.1-4　炉心支持板構造図

表 2.1-7　炉心支持板主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
炉心の支持	支持	支持板	ステンレス鋼
		リム胴	ステンレス鋼
		補強ビーム	ステンレス鋼
機器の支持	支持	スタッド	ステンレス鋼

表 2.1-8 炉心支持板の使用条件

最高使用圧力*1	8.62 MPa
最高使用温度	302 ℃
内部流体	純水

*1：環境の最高使用圧力を示す

2.1.5 燃料支持金具

(1) 構造

東海第二の燃料支持金具は，中央燃料支持金具が 185 個，周辺燃料支持金具が 24 個設置されている。

燃料支持金具は，耐食性の高いステンレス鋼及びステンレス鋳鋼が使用されており，中央燃料支持金具は，制御棒案内管の上部に取付けられており，周辺燃料支持金具は，炉心支持板に取付けられている。燃料支持金具は燃料集合体を支持するとともに燃料集合体への原子炉冷却材の流路を形成している。

東海第二の燃料支持金具の構造図を図 2.1-5 に示す。

(2) 材料及び使用条件

東海第二の燃料支持金具主要部位の使用材料を表 2.1-9 に，使用条件を表 2.1-10 に示す。

No.	部位
①	中央燃料支持金具
②	周辺燃料支持金具

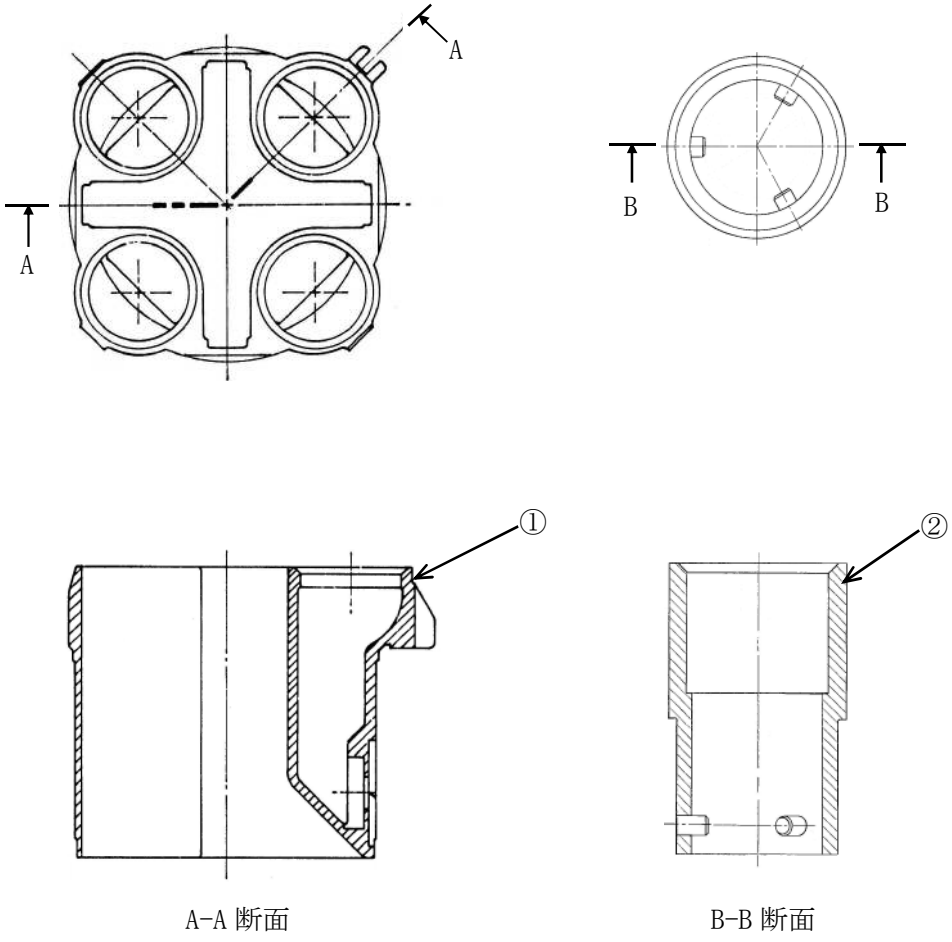


図 2.1-5　燃料支持金具構造図

表 2.1-9　燃料支持金具主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
炉心の支持	支持	中央燃料支持金具	ステンレス鋳鋼
		周辺燃料支持金具	ステンレス鋼

表 2.1-10　燃料支持金具の使用条件

最高使用圧力*1	8.62 MPa
最高使用温度	302 ℃
内部流体	純水

*1：環境の最高使用圧力を示す

2.1.6 制御棒案内管

(1) 構造

東海第二の制御棒案内管は，円筒形状の構造物であり，185 個設置されている。

制御棒案内管は，耐食性の高いステンレス鋼及びステンレス鋳鋼が使用されており，制御棒の挿入・引抜の際のガイドとなるとともに，燃料集合体及び中央燃料支持金具の重量を支えている。また，上端は炉心支持板により水平方向を支持されており，下端は制御棒駆動機構ハウジングに取付けられている。

東海第二の制御棒案内管の構造図を図 2.1-6 に示す。

(2) 材料及び使用条件

東海第二の制御棒案内管主要部位の使用材料を表 2.1-11 に，使用条件を表 2.1-12 に示す。

No.	部位
①	スリーブ
②	ボディ
③	ベース

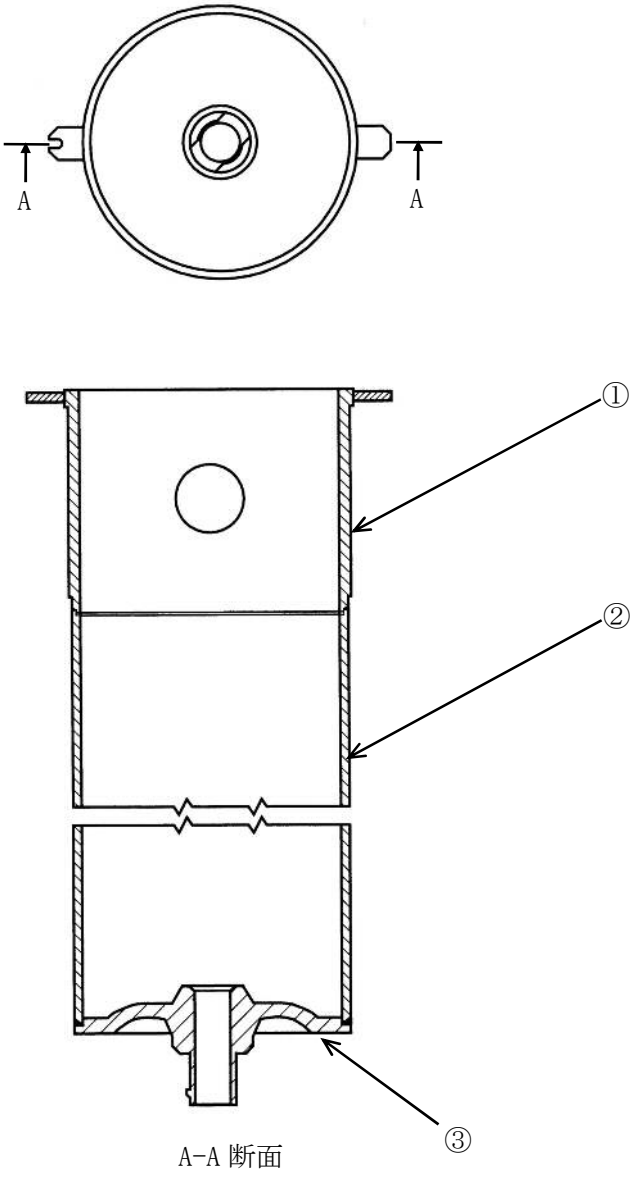


図 2.1-6　制御棒案内管構造図

表 2.1-11 制御棒案内管主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
炉心の支持	支持	スリーブ	ステンレス鋼
		ボディ	ステンレス鋼
		ベース	ステンレス鋳鋼

表 2.1-12　制御棒案内管の使用条件

最高使用圧力*1	8.62 MPa
最高使用温度	302 ℃
内部流体	純水

*1：環境の最高使用圧力を示す

2.1.7 炉心スプレイ配管・スパージャ

(1) 構造

東海第二の炉心スプレイ配管・スパージャは，管状の構造物であり，2 系統（配管 2，スパージャ 4）設置されている。

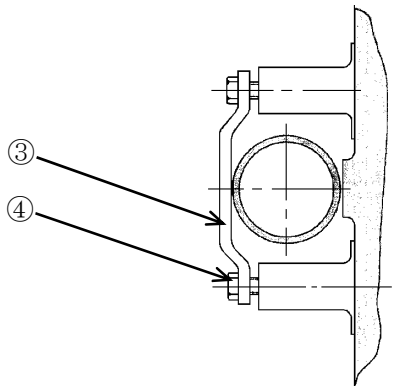
炉心スプレイ配管・スパージャは，耐食性の高いステンレス鋼及びステンレス鋳鋼が使用されており，冷却水を炉心に供給するためのものである。炉心スプレイ配管・スパージャはサーマルスリーブを介し炉心スプレイノズルセーフエンドに溶接されており，配管部は原子炉圧力容器内面のブラケットにより支持されている。

東海第二の炉心スプレイ配管・スパージャの構造図を図 2.1-7 及び図 2.1-8 に示す。

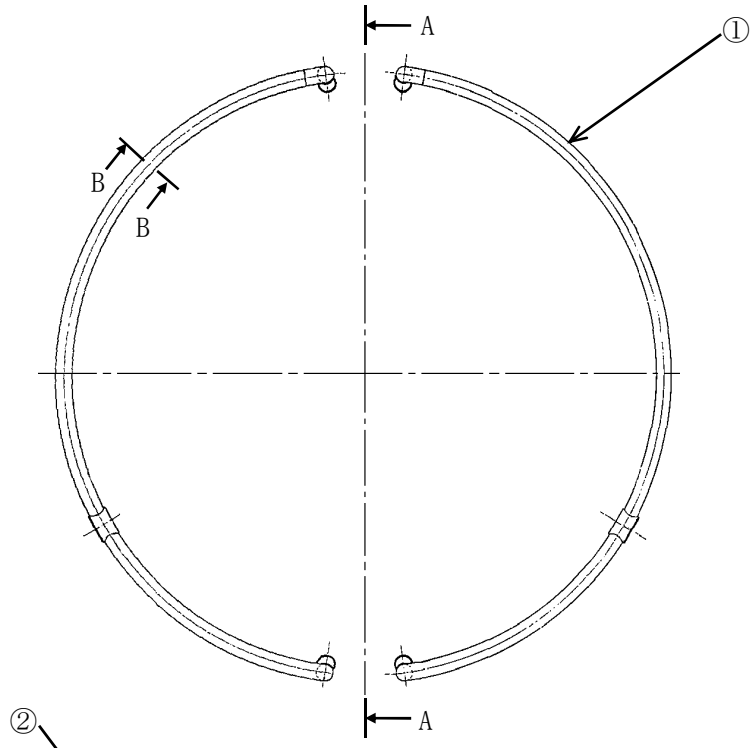
(2) 材料及び使用条件

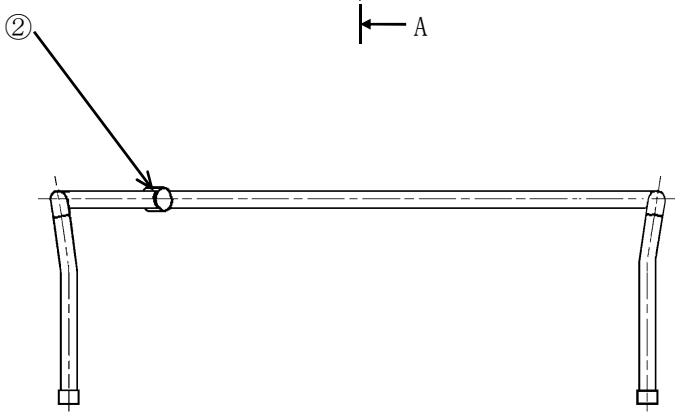
東海第二の炉心スプレイ配管・スパージャ主要部位の使用材料を表 2.1-13 に，使用条件を表 2.1-14 に示す。

No.	部位
①	パイプ
②	ティ（配管）
③	クランプ
④	取付ボルト



B-B 断面

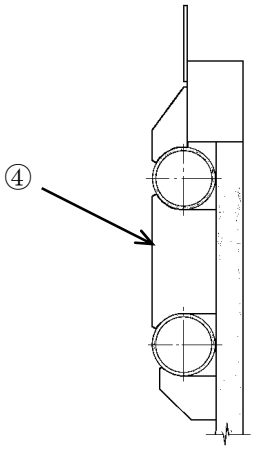




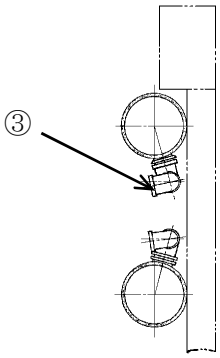
A-A 矢視

図 2.1-7　炉心スプレイ配管構造図

No.	部位
①	ティ（スパージャ）
②	ヘッダ
③	ノズル
④	スパージャブラケット



C-C 断面



D-D 断面

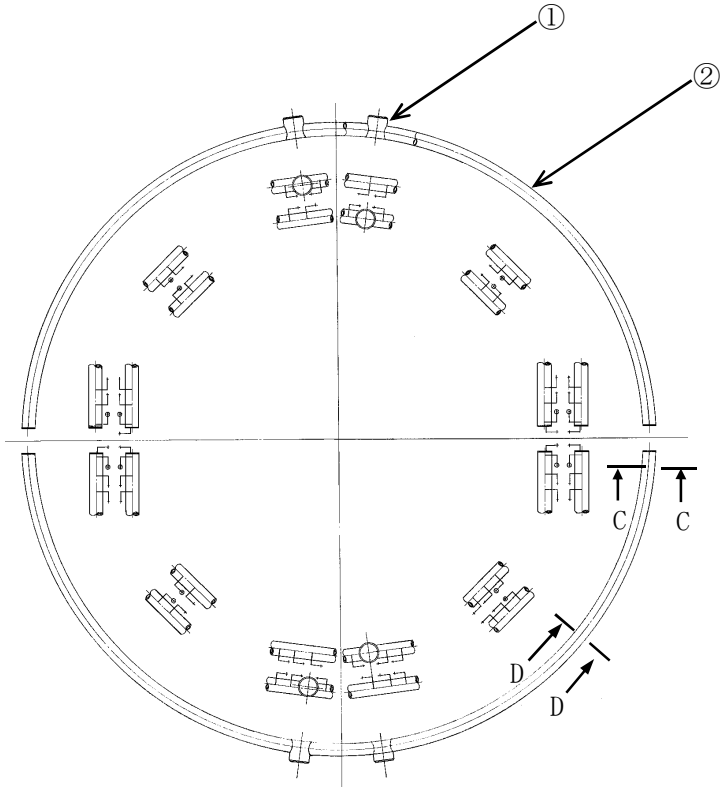


図 2.1-8　炉心スプレイスパージャ構造図

表 2.1-13　炉心スプレイ配管・スパージャ主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
炉心冷却材流路の確保	流路形成	パイプ	ステンレス鋼
		ティ（配管）	ステンレス鋼
		ティ（スパージャ）	ステンレス鋼
		ヘッダ	ステンレス鋼
		ノズル	ステンレス鋼, ステンレス鋳鋼
機器の支持	支持	スパージャブラケット	ステンレス鋼
		クランプ	ステンレス鋼
		取付ボルト	ステンレス鋼

表 2.1-14　炉心スプレイ配管・スパージャの使用条件

最高使用圧力*1	8.62 MPa
最高使用温度	302 ℃
内部流体	純水

*1：環境の最高使用圧力を示す

2.1.8 差圧検出・ほう酸水注入管

(1) 構造

東海第二の差圧検出・ほう酸水注入管は，二重配管状の構造物であり，1 個設置されている。

差圧検出・ほう酸水注入管は，耐食性の高いステンレス鋼が使用されており，差圧検出・ほう酸水注入ノズルからシュラウドサポート内側を経由し炉心支持板までの範囲に位置し，途中を炉心シュラウド及びシュラウドサポートに，上端を炉心支持板により支持されている。差圧検出・ほう酸水注入管は同心の二重管であり，炉内で内側配管と外側配管とに分離する。外側配管は，炉心支持板上部の圧力を検出している。また，内側配管は，原子炉圧力容器下部の圧力を検出するとともに，五ほう酸ナトリウム水を注入できる構造となっている。

東海第二の差圧検出・ほう酸水注入管の構造図を図 2.1-9 に示す。

(2) 材料及び使用条件

東海第二の差圧検出・ほう酸水注入管主要部位の使用材料を表 2.1-15 に，使用条件を表 2.1-16 に示す。

No.	部位
①	パイプ
②	サポート

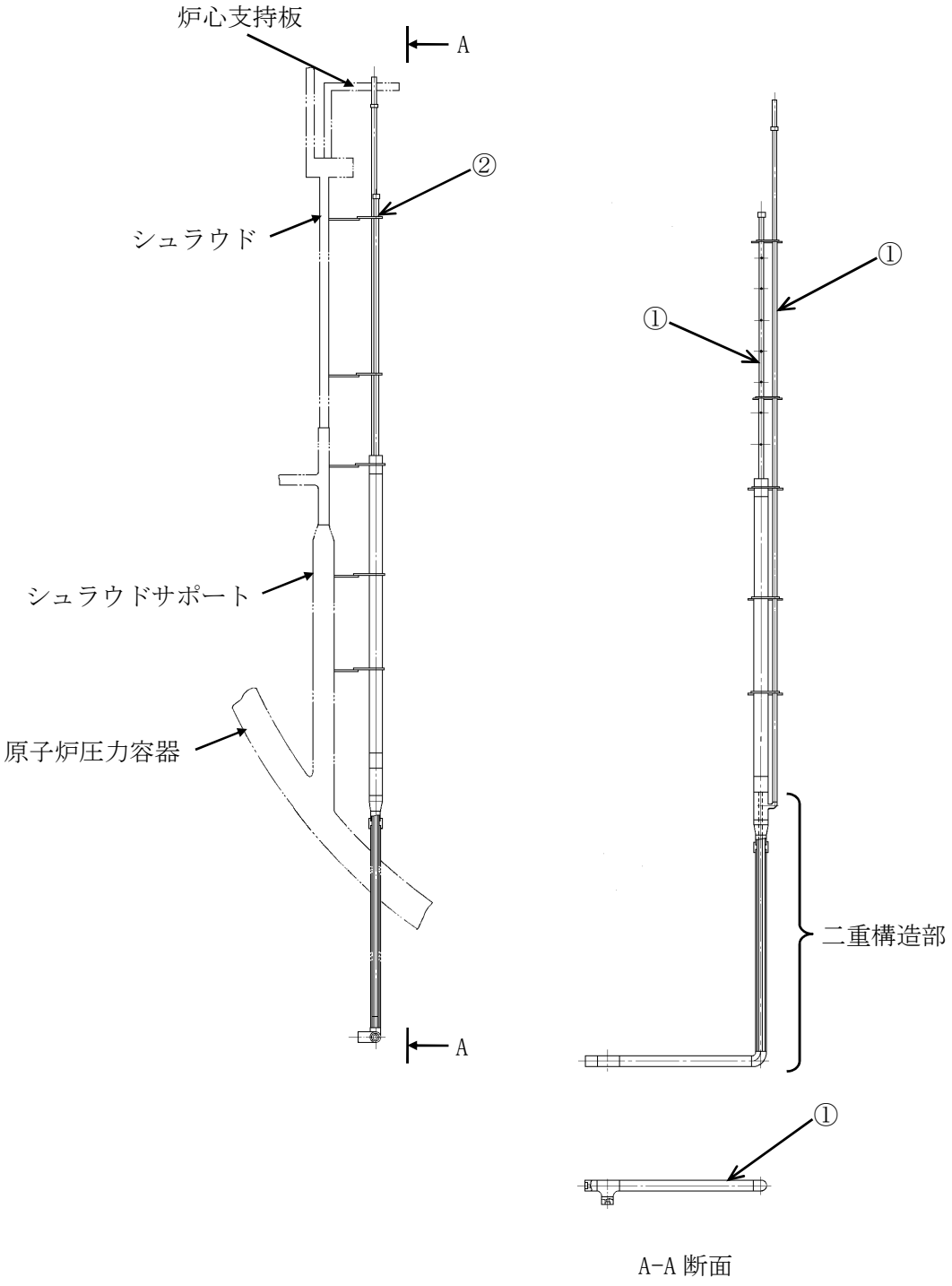


図 2.1-9　差圧検出・ほう酸水注入管構造図

表 2.1-15　差圧検出・ほう酸水注入管主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
炉心冷却材流路の確保	流路形成	パイプ	ステンレス鋼
機器の支持	支持	サポート	ステンレス鋼

表 2.1-16　差圧検出・ほう酸水注入管の使用条件

最高使用圧力*1	8.62 MPa
最高使用温度	302 ℃
内部流体	純水

*1：環境の最高使用圧力を示す

2.1.9 ジェットポンプ

(1) 構造

東海第二のジェットポンプは，流体噴射駆動式のポンプであり，20 個設置されている。

ジェットポンプは，耐食性の高いステンレス鋼及び高ニッケル合金が使用されており，原子炉圧力容器ノズル及びシュラウドサポートに固定されている。また，途中，ライザブレースにより原子炉圧力容器に支持されている。インレットミキサは，取外し可能な構造となっており，ビームにより固定されている。給水並びに気水分離器及び蒸気乾燥器で分離された水の一部が再循環ループに取出され，原子炉再循環ポンプにより昇圧された後，ジェットポンプのノズルから高速で噴出し，給水並びに気水分離器及び蒸気乾燥器で分離された水の残りをディフューザで圧力回復された後，炉心に供給される。

なお，ビームについては，海外プラントにおいて応力腐食割れが発生した事例があることから，第 7 回定期検査（1986 年度）及び第 18 回定期検査（2001 年度）において，耐応力腐食割れ性に優れたビーム（熱処理方法改善，ビーム締付力の低減，形状の変更による応力低減）に全数取替えている。

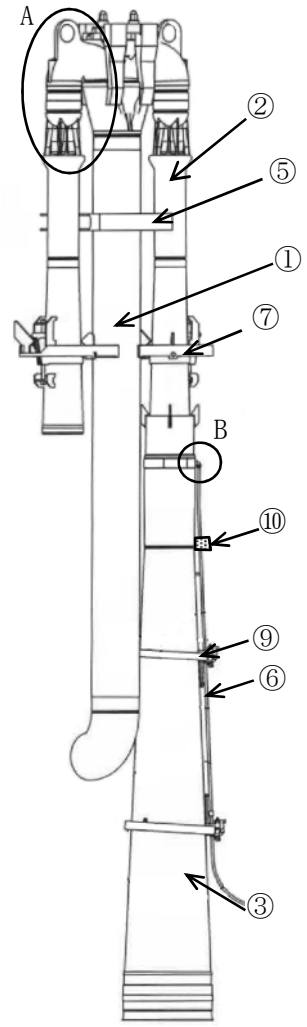
第 22 回定期検査（2006 年度）において，ジェットポンプ計測配管に疲労割れと推定される割れが認められ，当該部を形状記憶合金を用いて修繕している。

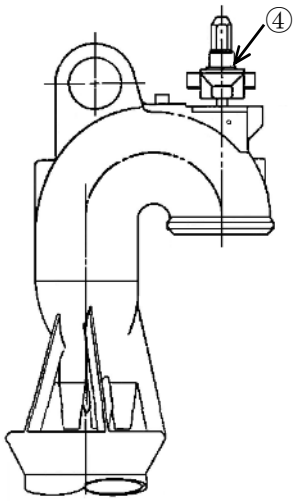
第 24 回定期検査（2009 年度）において，更なる共振対策としてＴボルトクランプの追設及びＣクランプからＴボルトクランプへの一部取替を実施している。

東海第二のジェットポンプの構造図を図 2.1-10 に示す。

(2) 材料及び使用条件

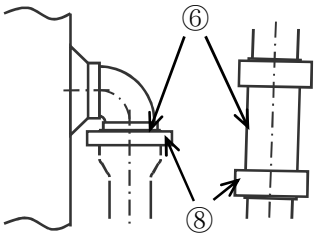
東海第二のジェットポンプ主要部位の使用材料を表 2.1-17 に，使用条件を表 2.1-18 に示す。



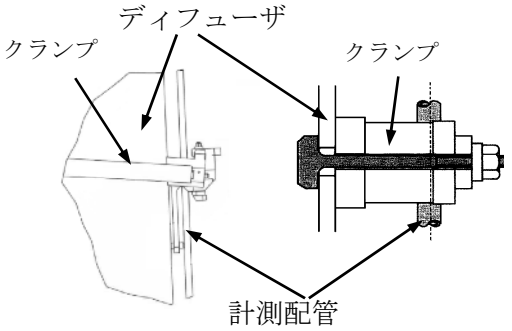


A 部詳細

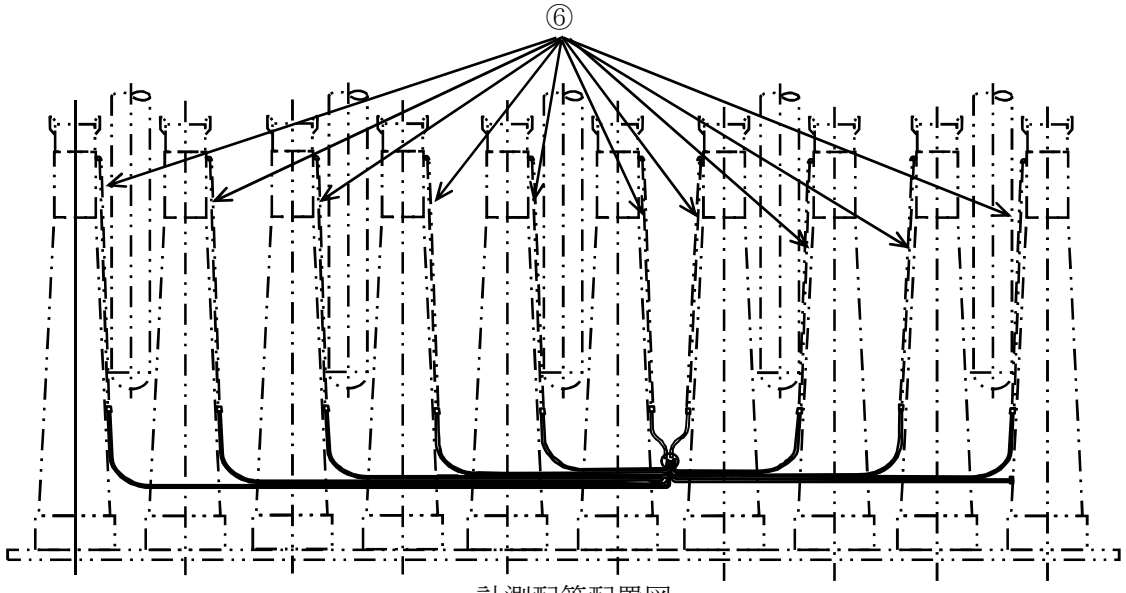
No.	部位
①	ライザ管
②	インレットミキサ
③	ディフューザ
④	ビーム
⑤	ライザブレース
⑥	計測配管
⑦	リストレーナブラケット
⑧	継手
⑨	Ｃクランプ
⑩	Ｔボルトクランプ



B 部詳細



Ｃクランプ　　Ｔボルトクランプ



計測配管配置図

図 2.1-10　ジェットポンプ構造図

表 2.1-17　ジェットポンプ主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
炉心冷却材流路の確保	流路形成	ライザ管	ステンレス鋼
		インレットミキサ	ステンレス鋼, ステンレス鋳鋼
		ディフューザ	ステンレス鋼, ステンレス鋳鋼, 高ニッケル合金
機器の支持	支持	ビーム	高ニッケル合金
		ライザブレース	ステンレス鋼
		リストレーナブラケット	ステンレス鋳鋼
その他	その他	計測配管	ステンレス鋼
		継手	形状記憶合金：合金鋼 Ｃクランプ：ステンレス鋼 Ｔボルトクランプ：低合金鋼

表 2.1-18　ジェットポンプの使用条件

最高使用圧力*1	8.62 MPa
最高使用温度	302 ℃
内部流体	純水

*1：環境の最高使用圧力を示す

2.1.10 中性子計測案内管

(1) 構造

東海第二の中性子計測案内管は，管状の構造物であり，55 個設置されている。

中性子計測案内管は，耐食性の高いステンレス鋼が使用されており，核計装装置のガイドをしており，上端は炉心支持板，中間部はスタビライザ，また下端は中性子計測ハウジングにより支持されている。

なお，55 個のうち 1 個は，第 18 回定期検査（2001 年度）において，中性子計測ハウジングの取替に伴い，中性子計測ハウジングとの溶接構造を変更している。

東海第二の中性子計測案内管の構造図を図 2.1-11 に示す。

(2) 材料及び使用条件

東海第二の中性子計測案内管主要部位の使用材料を表 2.1-19 に，使用条件を表 2.1-20 に示す。

No.	部位
①	パイプ
②	スタビライザ

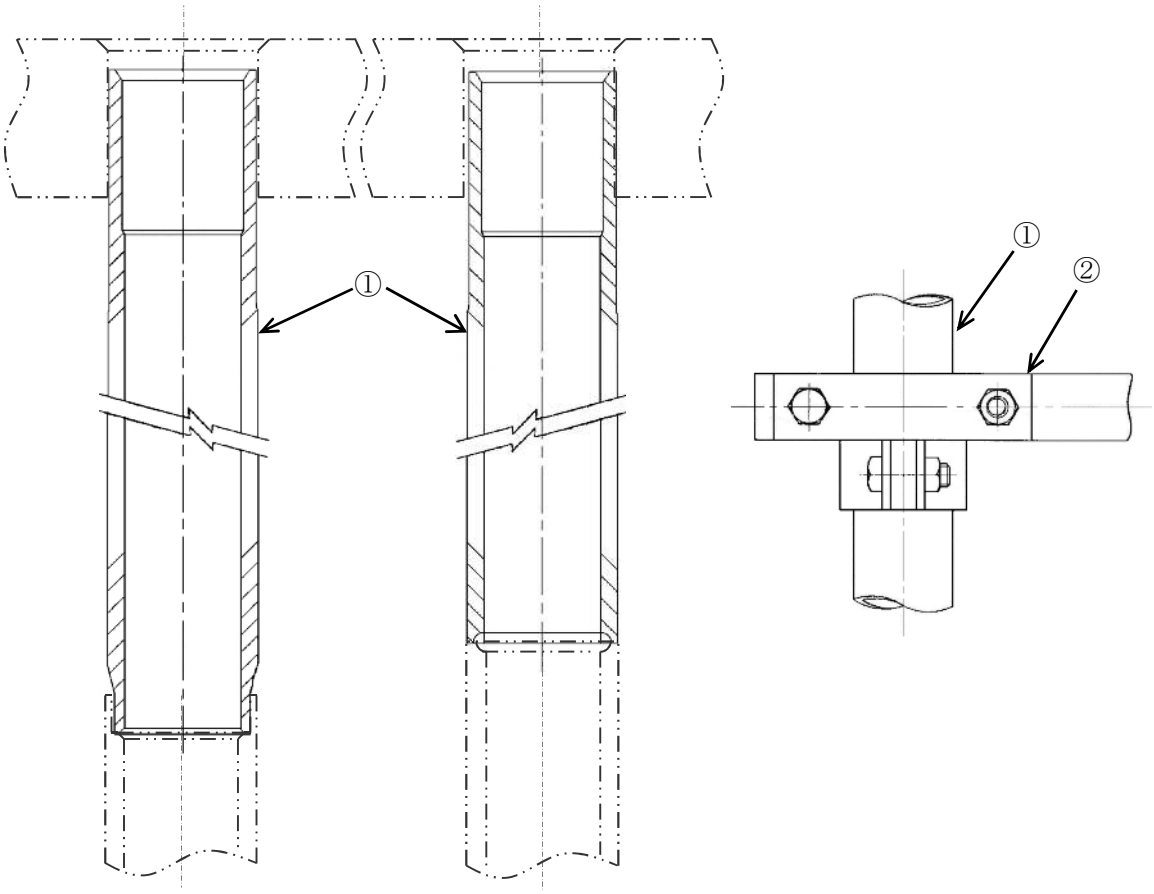


図 2.1-11　中性子計測案内管構造図

表 2.1-19　中性子計測案内管主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
ガイド	支持	パイプ	ステンレス鋼
機器の支持	支持	スタビライザ	ステンレス鋼

表 2.1-20　中性子計測案内管の使用条件

最高使用圧力*1	8.62 MPa
最高使用温度	302 ℃
内部流体	純水

*1：環境の最高使用圧力を示す

2.1.11 残留熱除去系（低圧注水系）配管

(1) 構造

東海第二の残留熱除去系（低圧注水系）配管は，管状の構造物であり，3 個設置されている。

残留熱除去系（低圧注水系）配管は，耐食性の高いステンレス鋼が使用されており，冷却水を炉心シュラウド内に供給するためのものである。残留熱除去系（低圧注水系）配管は，原子炉圧力容器の低圧注水ノズルと炉心シュラウドをサーマルスリーブ，フランジ，スリーブ等により繋いでいる。

東海第二の残留熱除去系（低圧注水系）配管の構造図を図 2.1-12 に示す。

(2) 材料及び使用条件

東海第二の残留熱除去系（低圧注水系）配管主要部位の使用材料を表 2.1-21 に，使用条件を表 2.1-22 に示す。

No.	部位
①	フランジネック
②	スリーブ
③	フランジ
④	カップリング
⑤	ボルト
⑥	ベローズ

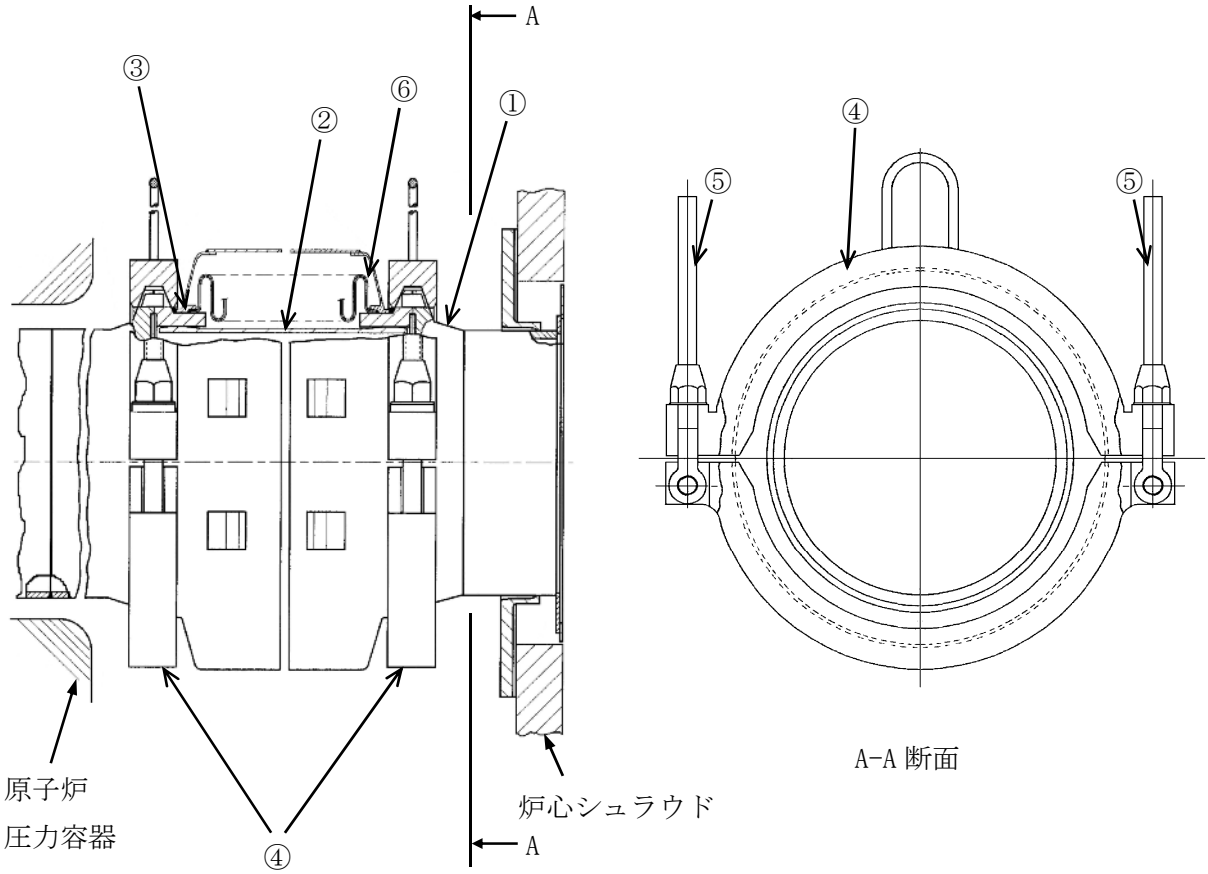


図 2.1-12　残留熱除去系（低圧注水系）配管構造図

表 2.1-21　残留熱除去系（低圧注水系）配管主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
炉心冷却材流路の確保	流路形成	フランジネック	ステンレス鋼
		スリーブ	ステンレス鋼
機器の支持	支持	フランジ	ステンレス鋼
		カップリング	ステンレス鋼
		ボルト	ステンレス鋼
その他	その他	ベローズ	ステンレス鋼

表 2.1-22　残留熱除去系（低圧注水系）配管の使用条件

最高使用圧力*1	8.62 MPa
最高使用温度	302 ℃
内部流体	純水

*1：環境の最高使用圧力を示す

2.2 経年劣化事象の抽出

2.2.1 機器の機能達成に必要な項目

炉内構造物の機能である炉心形状の維持及び炉外の機器・系統との連携による炉心冷却機能の達成に必要な項目は以下のとおり。

(1) 炉心の支持

(2) 炉心冷却材流路の確保

(3) 機器の支持

(4) ガイド

2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

(1) 想定される経年劣化事象の抽出

炉内構造物について，機能達成に必要な項目を考慮して主要な部位に展開した上で，個々の部位の材料，構造，使用条件（内部流体の種類，圧力，温度等）及び現在までの運転経験を考慮し，表2.2-1に示すとおり，想定される経年劣化事象を抽出した（表2.2-1で○又は△，▲）。

なお，消耗品及び定期取替品は次項のとおり評価対象外とする。

(2) 消耗品及び定期取替品の扱い

炉内構造物には，消耗品及び定期取替品はない。

(3) 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

想定される経年劣化事象のうち下記①，②に該当しない事象を高経年化対策上着目すべき経年劣化事象と判断した。なお，下記①，②に該当する事象については，2.2.3 項に示すとおり，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断した。

① 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって，想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象として表 2.2-1 で△）

② 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により，今後も経年劣化の進展が考えられない，又は進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外として表 2.2-1 で▲）

この結果，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象として以下の事象が抽出された（表 2.2-1 で○）。

a. 疲労割れ［炉心シュラウド，シュラウドサポート］

b. 照射誘起型応力腐食割れ［炉心シュラウド，上部格子板，炉心支持板，周辺燃料支持金具，制御棒案内管］

2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

(1) 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって，想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象）

a. 粒界型応力腐食割れ［炉心シュラウド，シュラウドサポート，上部格子板，炉心支持板，周辺燃料支持金具，制御棒案内管，炉心スプレイ配管・スパージャ，差圧検出・ほう酸水注入管，ジェットポンプ，中性子計測案内管，残留熱除去系（低圧注水系）配管］

炉心シュラウド，シュラウドサポート，上部格子板，炉心支持板，周辺燃料支持金具，制御棒案内管，炉心スプレイ配管・スパージャ，差圧検出・ほう酸水注入管，ジェットポンプ，中性子計測案内管，残留熱除去系（低圧注水系）配管は，ステンレス鋼及び高ニッケル合金であり高温の純水環境中にあるため，国内外の損傷事例から粒界型応力腐食割れが想定される。

炉心シュラウドーシュラウドサポートの周方向溶接部（H7）及びシュラウドサポートのシリンダ縦溶接部（V8）については，高温純水中の高ニッケル合金であり，粒界型応力腐食割れと推定されるひび割れが確認されている。

2010 年 3 月に経済産業省に報告した「東海第二発電所におけるシュラウドサポート溶接部のひび割れに関する評価書」において，S_2 地震荷重及び当時の基準地震動 S_S を考慮し，ひびの進展評価及び破壊評価を実施しており，技術基準に適合しなくなると見込まれる時期は所定の期間（2010 年 3 月から 30 年間）を超える 45 年と評価されている。

炉心シュラウドの胴母材部には，製造時に仮設部材が一時的に溶接で取り付けられていた部位があり，溶接時の入熱や機械加工によって，材料の鋭敏化や引張残留応力が付与された状態となっている可能性があることから，将来にわたって応力腐食割れが発生することは否定できない。

しかしながら，当該部位は炉心シュラウド全体に比べごく限られた小さな範囲であり，応力腐食割れが発生したとしてもごく一部に留まるため，構造健全性に影響するき裂となることは考えられない。

炉心シュラウド及びシュラウドサポートについては，維持規格等に基づき計画的に水中テレビカメラによる目視点検及び超音波探傷検査を実施しており，上記の評価で用いた評価用寸法を上回るひびの進展は確認されておらず，また，現在ひびの確認されている溶接部以外においては，粒界型応力腐食割れと推定される欠陥がないことを確認している。

上部格子板，炉心支持板，周辺燃料支持金具，制御棒案内管，炉心スプレイ配管・スパージャ，差圧検出・ほう酸水注入管，ジェットポンプ，中性子計測案内管，残留熱除去系（低圧注水系）配管については，維持規格等に基づき計画的に水中カメラによる目視点検を実施しており，粒界型応力腐食割れと推定される欠陥がないことを確認している。

さらに，ステンレス鋼又は高ニッケル合金の粒界型応力腐食割れは，材料の感受性，腐食環境及び引張応力の3つの因子が同時に存在する条件下で発生するが，東海第二の炉内構造物については，水素注入による腐食環境改善や残留応力低減対策等を実施している。

したがって，炉心シュラウド，シュラウドサポート，上部格子板，炉心支持板，周辺燃料支持金具，制御棒案内管，炉心スプレイ配管・スパージャ，差圧検出・ほう酸水注入管，ジェットポンプ，中性子計測案内管，残留熱除去系（低圧注水系）配管の粒界型応力腐食割れは，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

b．摩耗［ジェットポンプ］

ジェットポンプのリストレーナブラケットのウェッジ及びパッド部はインレットミキサ及びディフューザの振動により摩耗が発生する可能性がある。しかしながら，必要に応じ補助ウェッジを取付ける等の対策を実施している。

また，ジェットポンプのリストレーナブラケットについては計画的に水中テレビカメラによる目視点検を実施しており，これまでに有意な欠陥がないことを確認している。

したがって，ジェットポンプの摩耗は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

c．締付力の低下［ジェットポンプ］

ジェットポンプの計測配管の一部は形状記憶合金製の継手及びクランプを用いて機械的に接続しており，温度変動等による締付力の低下が想定される。

しかしながら，ジェットポンプの計測配管で使用している継手は，電力共通研究「ＩＣＭハウジング取替工法の実機適用化研究」及び（財）原子力発電技術機構「溶接部等熱影響部信頼性実証試験等（原子力プラント保全技術信頼性実証試験（機器保全実証試験））」にて健全性が確認されている一方向性の形状記憶合金を使用している継手（Ｃクランプ），Ｔボルト及びナットにてジェットポンプディフューザに計測管クランプを固定している緩み防止機能の付いた継手（Ｔボルトクランプ）であることから，取付け後に緩みが生じる可能性は極めて小さいと判断する。

また，形状記憶合金製の継手及びクランプについては第 23 回定期検査時（2008 年度）及び第 25 回施設定期検査時（2011 年度）に目視点検を実施しており，緩みがないことを確認している。

したがって，ジェットポンプの締付力の低下は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

d. 高サイクル疲労割れ［制御棒案内管，ジェットポンプ，中性子計測案内管］

制御棒案内管，ジェットポンプ，中性子計測案内管は，原子炉冷却材の流れによる流体振動を受けるため，高サイクル疲労割れの発生が想定されるが，流体振動による高サイクル疲労については，設計段階において考慮されているため，高サイクル疲労割れが発生する可能性は小さく，今後もこれらの傾向が大きく変化する要因があるとは考え難い。

また，ジェットポンプについては，第 22 回定期検査（2006 年度）において計測配管に割れが確認され，共振による疲労割れと推定された。当該部は同定検内に修繕され，再発防止対策として，共振の可能性が否定できない計測配管をＣクランプにてディフューザに固定し，固有振動数を高サイクル側に回避するとともに，第 24 回定期検査（2009 年度）において更なる共振対策としてＴボルトクランプの追設及びＣクランプからＴボルトクランプへの一部取替を実施している。

また，共振を引き起こした可能性のある原子炉再循環ポンプの高速試運転を今後行わないこととし，運転中はジェットポンプ流量にて異常のないことを監視している。

なお，制御棒案内管，中性子計測案内管については計画的に水中テレビカメラによる目視点検を実施しており，これまでに有意な欠陥は認められていない。

したがって，制御棒案内管，ジェットポンプ，中性子計測案内管の高サイクル疲労割れは，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

e. 疲労割れ［残留熱除去系（低圧注水系）配管］

残留熱除去系（低圧注水系）配管については，炉心シュラウドと原子炉圧力容器との間に熱膨張差による相対変位が発生し，プラント起動停止時等の繰返しによる低サイクル疲労割れの発生が想定される。

しかしながら，ベローズにより伸縮可能な構造で相対変位に追従可能であり，構造的に大きな荷重が作用しないため，割れに至る疲労が蓄積される可能性は小さく，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

なお，残留熱除去系（低圧注水系）配管については，水中テレビカメラによる定期的な目視点検により健全性を確認している。

したがって，残留熱除去系（低圧注水系）配管の疲労割れは，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

(2) 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により，今後も経年劣化の進展が考えられない，又は進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外）

a. 摩耗［残留熱除去系（低圧注水系）配管］

残留熱除去系（低圧注水系）配管のフランジは起動・停止時の温度変動によりスリーブとの相対変位が生じて擦れるが，スリーブとの接触面に表面固化処理をしており，また，起動停止の温度変動による摩耗であり，繰返し回数が少ないため，有意な摩耗の発生する可能性はない。

今後もこれらの傾向が大きく変化する要因があるとは考え難いことから，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

b. 照射スウェリング［炉心シュラウド，上部格子板，炉心支持板，中央・周辺燃料支持金具，制御棒案内管］

高照射領域で使用される炉心シュラウド，上部格子板，炉心支持板，中央・周辺燃料支持金具及び制御棒案内管については，照射スウェリングの発生が想定されるが，BWR の温度環境（約 280 ℃）や照射量では発生の可能性は極めて小さく，今後もこれらの傾向が大きく変化する要因があるとは考え難い。

したがって，炉心シュラウド，上部格子板，炉心支持板，中央・周辺燃料支持金具，制御棒案内管の照射スウェリングは，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

c. 照射下クリープ［炉心シュラウド，上部格子板，炉心支持板，中央・周辺燃料支持金具，制御棒案内管］

高照射領域で使用される炉心シュラウド，上部格子板，炉心支持板，中央・周辺燃料支持金具及び制御棒案内管については，照射下クリープが生じる可能性がある。

しかしながら，BWR の高照射領域にある炉内構造物においては，照射下クリープの影響が問題となる内圧等による荷重制御型の荷重はなく，差圧等による応力も非常に小さく，今後もこれらの傾向が大きく変化する要因があるとは考え難い。

したがって，炉心シュラウド，上部格子板，炉心支持板，中央・周辺燃料支持金具及び制御棒案内管の照射下クリープは，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

d. 熱時効［中央燃料支持金具，制御棒案内管，炉心スプレイ配管・スパージャ，ジェットポンプ］

中央燃料支持金具，制御棒案内管，炉心スプレイ配管・スパージャ，ジェットポンプに使用しているステンレス鋳鋼は，オーステナイト相中に一部フェライト相を含む 2 相組織であり，使用環境温度が 250℃以上（最高使用温度 302℃）であるため，熱時効による材料の靭性低下等の機械的特性が変化することが想定されるが，中央燃料支持金具，制御棒案内管，炉心スプレイ配管・スパージャ，ジェットポンプでステンレス鋳鋼である部位には，き裂の原因となる経年劣化事象は想定されていない。

したがって，中央燃料支持金具，制御棒案内管，炉心スプレイ配管・スパージャ，ジェットポンプの熱時効は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

表 2.2-1（1/11）　炉心シュラウドに想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考
					減肉		割れ		材質変化		その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
炉心の支持	支持	上部胴		ステンレス鋼			○	△*1				*1:粒界型応力腐食割れ *2:照射誘起型応力腐食割れ（中性子照射による靭性低下も考慮している） *3:照射スウェリング *4:照射下クリープ
		中間胴		ステンレス鋼			○	△*1○*2			▲*3*4	
		下部胴		ステンレス鋼			○	△*1				

○：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

▲：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象以外）

表 2.2-1（2/11）　シュラウドサポートに想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考
					減肉		割れ		材質変化		その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
炉心の支持	支持	シリンダ		高ニッケル合金			○	△*1				*1:粒界型応力腐食割れ
		プレート		高ニッケル合金			○	△*1				
		レグ		高ニッケル合金			○	△*1				
炉心冷却材流路の確保	その他	マンホール蓋		高ニッケル合金			○					
		取付ボルト		高ニッケル合金			○					

○：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表 2.2-1 (3/11)　上部格子板に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考
					減肉		割れ		材質変化		その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
炉心の支持	支持	上部フランジ		ステンレス鋼				△*1				*1:粒界型応力腐食割れ *2:照射誘起型応力腐食割れ（中性子照射による靭性低下も考慮している） *3:照射スウェリング *4:照射下クリープ
		グリッドプレート		ステンレス鋼				△*1○*2			▲*3*4	
		リム胴		ステンレス鋼				△*1				
		下部フランジ		ステンレス鋼				△*1				
機器の支持	支持	レストレイント		ステンレス鋼				△*1				

○：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

▲：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象以外）

表 2.2-1（4/11）　炉心支持板に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考
					減肉		割れ		材質変化		その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
炉心の支持	支持	支持板		ステンレス鋼				△*1○*2			▲*3*4	*1:粒界型応力腐食割れ *2:照射誘起型応力腐食割れ（中性子照射による靭性低下も考慮している） *3:照射スウェリング *4:照射下クリープ
		リム胴		ステンレス鋼				△*1				
		補強ビーム		ステンレス鋼				△*1				
機器の支持	支持	スタッド		ステンレス鋼								

○：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

▲：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象以外）

表 2.2-1 (5/11)　燃料支持金具に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考
					減肉		割れ		材質変化		その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
炉心の支持	支持	中央燃料支持金具		ステンレス鋳鋼					▲		▲*3*4	*1:粒界型応力腐食割れ *2:照射誘起型応力腐食割れ(中性子照射による靭性低下も考慮している) *3:照射スウェリング *4:照射下クリープ
		周辺燃料支持金具		ステンレス鋼				△*1○*2			▲*3*4	

○：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

▲：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象以外）

表 2.2-1 (6/11)　制御棒案内管に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考
					減肉		割れ		材質変化		その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
炉心の支持	支持	スリーブ		ステンレス鋼				△*1○*2			▲*4*5	*1:粒界型応力腐食割れ *2:照射誘起型応力腐食割れ(中性子照射による靭性低下も考慮している) *3:高サイクル疲労割れ *4:照射スウェリング *5:照射下クリープ
		ボディ		ステンレス鋼			△*3	△*1				
		ベース		ステンレス鋳鋼					▲			

○：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

▲：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象以外）

表 2.2-1（7/11）　炉心スプレイ配管・スパージャに想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考
					減肉		割れ		材質変化		その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
炉心冷却材流路の確保	流路形成	パイプ		ステンレス鋼				△*1				*1:粒界型応力腐食割れ
		ティ（配管）		ステンレス鋼				△*1				
		ティ（スパージャ）		ステンレス鋼				△*1				
		ヘッダ		ステンレス鋼				△*1				
		ノズル		ステンレス鋼				△*1				
				ステンレス鋳鋼					▲			
機器の支持	支持	スパージャブラケット		ステンレス鋼								
		クランプ		ステンレス鋼								
		取付ボルト		ステンレス鋼								

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

▲：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象以外）

表 2.2-1（8/11）　差圧検出・ほう酸水注入管に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考
					減肉		割れ		材質変化		その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
炉心冷却材流路の確保	流路形成	パイプ		ステンレス鋼				△*1				*1:粒界型応力腐食割れ
機器の支持	支持	サポート		ステンレス鋼				△*1				

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表 2.2-1 (9/11)　ジェットポンプに想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考
					減肉		割れ		材質変化		その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
炉心冷却材流路の確保	流路形成	ライザ管		ステンレス鋼				△*1				*1:粒界型応力腐食割れ *2:高サイクル疲労割れ *3:締付力の低下
		インレットミキサ		ステンレス鋼				△*1				
				ステンレス鋳鋼					▲			
		ディフューザ		ステンレス鋳鋼					▲			
				ステンレス鋼				△*1				
				高ニッケル合金				△*1				
機器の支持	支持	ビーム		高ニッケル合金				△*1				
		ライザブレース		ステンレス鋼			△*2	△*1				
		リストレーナブラケット		ステンレス鋳鋼	△				▲			
その他	その他	計測配管		ステンレス鋼			△*2	△*1				
		継手		合金鋼 ステンレス鋼 低合金鋼							△*3	

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

▲：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象以外）

表 2.2-1（10/11）　中性子計測案内管に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考
					減肉		割れ		材質変化		その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
機器の支持	支持	スタビライザ		ステンレス鋼			△*1	△*2				*1:高サイクル疲労割れ *2:粒界型応力腐食割れ
ガイド	支持	パイプ		ステンレス鋼			△*1	△*2				

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表 2.2-1（11/11）　残留熱除去系（低圧注水系）配管に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考
					減肉		割れ		材質変化		その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
炉心冷却材流路の確保	流路形成	フランジネック		ステンレス鋼				△*1				*1:粒界型応力腐食割れ
		スリーブ		ステンレス鋼	▲							
機器の支持	支持	フランジ		ステンレス鋼	▲			△*1				
		カップリング		ステンレス鋼								
		ボルト		ステンレス鋼								
その他	その他	ベローズ		ステンレス鋼			△	△*1				

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

▲：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象以外）

2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の評価

(1) 疲労割れ［炉心シュラウド，シュラウドサポート］

a. 事象の説明

繰返し応力のもとでは，その材料の静的強度より低い応力によっても割れを起こす場合がある。

炉心シュラウド及びシュラウドサポートについては，プラントの起動・停止時等の熱過渡により，疲労が蓄積される可能性がある。

b. 技術評価

① 健全性評価

炉心シュラウド及びシュラウドサポートについて，日本機械学会「発電用原子力設備規格　設計・建設規格 JSME S NC1-2005（2007 年追補版を含む）」（以下，「設計建設規格」という）に基づいて評価した。対象部位を図 2.3-1 に示す。

疲労評価は，運転期間延長認可申請に伴う評価として，2016 年 11 月末までの運転実績に基づき推定した 2016 年度以降の評価対象期間での推定過渡回数を包含し，より保守的*に設定した過渡回数とした。

＊：評価条件として，2011 年 3 月から 2019 年 8 月末まで冷温停止状態，2019 年 8 月以降の過渡回数発生頻度は実績の 1.5 倍以上を想定した。

また，使用環境を考慮した疲労について，日本機械学会「発電用原子力設備規格　環境疲労評価手法 JSME S NF1-2009」（以下，「環境疲労評価手法」という）に基づいて評価した。評価用過渡条件を表 2.3-1 に，評価結果を表 2.3-2 に示す。

その結果，運転開始後 60 年時点の疲労累積係数は許容値を下回り，疲労割れの可能性は小さいと判断する。

② 現状保全

炉心シュラウド及びシュラウドサポートについては，維持規格に基づき計画的に水中テレビカメラによる代表部位の目視点検を実施しており，これまでの目視点検において，疲労割れによるものと推定される欠陥は認められていない。

さらに，高経年化技術評価に合わせて，実過渡回数に基づく評価を実施することとしている。

③ 総合評価

健全性評価結果から，疲労割れ発生の可能性は十分小さいと考えるが，疲労評価は実過渡回数に依存するため，今後も実過渡回数を把握する必要がある。

c．高経年化への対応

炉心シュラウド及びシュラウドサポートの疲労割れに対しては，維持規格に基づく計画的な目視点検を継続していくとともに，継続的に実過渡回数の確認を行い，運転開始後 60 年時点の推定過渡回数を上回らないことを確認する。

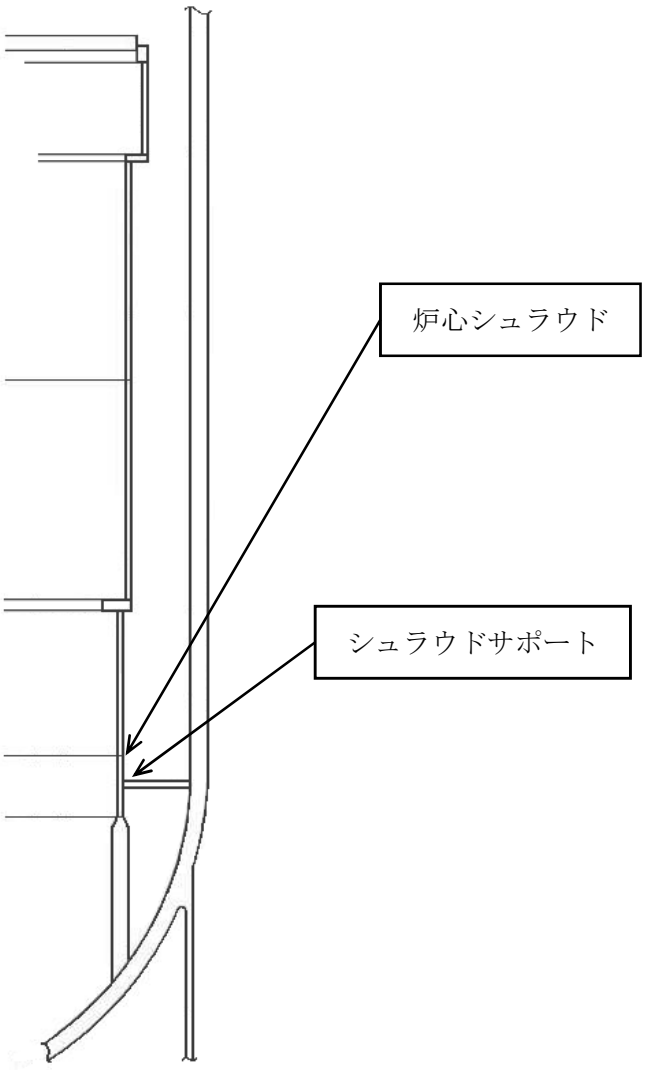


図 2.3-1　炉心シュラウド・シュラウドサポート疲労評価対象部位

表 2.3-1　炉心シュラウド・シュラウドサポート評価用過渡条件

運転条件	運転実績に基づく 過渡回数 （2016 年 11 月時点）	60 年目推定
耐圧試験	72	135
起動（昇温）	65	113
起動（タービン起動）	65	113
給水加熱器機能喪失（発電機トリップ）	0	1
スクラム（タービントリップ）	16	23
スクラム（原子炉給水ポンプ停止）	3	6
スクラム（その他）	20	24
停止	65	114

表 2.3-2　炉心シュラウド・シュラウドサポートの疲労評価結果

評価部位	運転実績回数に基づく疲労解析 （許容値：1 以下）		
	設計建設規格の疲労曲線 による評価		環境疲労評価手法による解析 （環境を考慮）
	現時点 （2016 年 11 月時点）	運転開始後 60 年時点	運転開始後 60 年時点
炉心シュラウド	0.0008	0.0014	0.0351
シュラウドサポート	0.0132	0.0230	0.0647

(2) 照射誘起型応力腐食割れ［炉心シュラウド，上部格子板，炉心支持板，周辺燃料支持金具，制御棒案内管］

a. 事象の説明

ステンレス鋼については，中性子照射を受けると材料自身の靭性が低下し，応力腐食割れの感受性が高まるとともに，材料周辺の腐食環境が水の放射線分解により厳しくなることが知られている。照射誘起型応力腐食割れは，この状況に引張応力場が重畳されると粒界型応力腐食割れを生じる現象である。

図 2.3-2に示すように，BWR環境下のステンレス鋼については，比較的高い累積照射量（5×10^{20} n/cm^2（E ＞ 1 MeV）（以下，「しきい照射量」という））を受けた場合に応力腐食割れの感受性への影響が現れると考えられている。

b. 技術評価

① 健全性評価

1. 中性子照射要因

炉心シュラウド，上部格子板，炉心支持板，周辺燃料支持金具，制御棒案内管は，炉心を取り囲む機器であり高い中性子照射を受けるため靭性が低下し，照射誘起型応力腐食割れの感受性が増加する可能性がある。運転開始後 60 年時点の照射量は以下の値と予想される。

なお，照射量は，2 次元輸送計算コード DORT により算出した中性子束に運転時間を掛けて算出している。

・炉心シュラウド　　：約 2.0×10^{21} n/cm^2
・上部格子板　　：約 2.9×10^{21} n/cm^2
・炉心支持板　　：約 2.1×10^{20} n/cm^2
・周辺燃料支持金具　　：約 7.1×10^{19} n/cm^2
・制御棒案内管　　：約 2.1×10^{20} n/cm^2

照射誘起型応力腐食割れ感受性への影響が考えられるしきい照射量以上の中性子照射を受ける炉内構造物は，炉心シュラウド（中間胴）及び上部格子板グリッドプレートである。

2. 応力要因

現状では，照射誘起型応力腐食割れの応力依存性に関するデータは少ないが，高い引張応力の存在が応力腐食割れ発生条件の一つとなると考えられる。

炉心支持板，周辺燃料支持金具，制御棒案内管の引張応力の発生要因を検討すると，差圧，熱，自重等に起因する引張応力成分は低く，応力腐食割れの主要因となる可能性はないものと評価する。

炉心シュラウド（中間胴）には溶接部があり，外面の溶接熱影響部についてはウォータージェットピーニング施工により残留応力の改善を行っているため，照射誘起型応力腐食割れ発生の可能性はないものと評価する。

一方，内面については，残留応力の改善を行っていないため，将来にわたって応力腐食割れが発生することは否定できない。

炉心シュラウド（中間胴）の母材部及び上部格子板のグリッドプレートについてはしきい照射量を超えるものの，溶接部がないため溶接による残留引張応力はなく，運転中の差圧，熱，自重等に起因する引張応力成分は低いことから，照射誘起型応力腐食割れの主要因となる可能性はないものと評価する。

3. 環境要因

評価対象機器は炉心近傍に位置していることから，照射による水の放射線分解の影響が顕著となる可能性がある。

なお，1997 年度より水素注入を行い，応力腐食割れに対して環境面からの改善を図っている。

また，炉心シュラウド（中間胴）の内面の溶接部及び熱影響部に対しては水素注入に対して触媒効果のある貴金属をコーティングすることにより，局部的に腐食環境の改善効果を向上させている。

4. 照射誘起型応力腐食割れの発生及び進展を考慮した評価

以上の 1.～3.の結果から，炉心シュラウド（中間胴）の内面の溶接部については，これまでの点検でき裂は認められていないが，将来にわたって照射誘起型応力腐食割れが発生することを否定できないため，周方向溶接部の内面にき裂が最大まで進展したと仮定した全周き裂を想定し，維持規格に基づき線形破壊力学評価法により評価を実施した。評価では，差圧，自重，地震荷重及び溶接残留応力を考慮して応力拡大係数を算出し，破壊靭性値については，最新知見を含む破壊靭性値試験データの下限を包絡する破壊靭性評価式（電力共通研究「平成 28 年度 実機炉内構造物における照射影響評価手法の高度化研究」）を用いて，運転開始後 60 年時点の中性子照射量による靭性低下を考慮した破壊靭性値を設定し評価した。

その結果，表 2.3-3 に示すように応力拡大係数は，運転開始後 60 年時点の破壊靭性値を下回ることから，不安定破壊することはなく，健全性評価上問題とならないと判断する。

表 2.3-3　炉心シュラウドの照射誘起型応力腐食割れ評価

評価対象	評価 地震力	想定き裂応力 拡大係数(MPa$\sqrt{m}$)	破壊靭性値 (MPa$\sqrt{m}$)
炉心シュラウド （中間胴内面溶接部）	S_S*	73.8	75

*：静的地震力及び基準地震動 S_S の最大値

② 現状保全

炉心シュラウド，上部格子板，炉心支持板，周辺燃料支持金具，制御棒案内管については，維持規格及び保守管理の実施に関する計画に基づく点検計画にしたがって計画的に水中テレビカメラによる目視点検並びに長期保守管理方針に基づきMVT-1による目視点検を実施しており，これまでの目視点検において，有意な欠陥は確認されていない。

③ 総合評価

炉心シュラウド（中間胴）の内面の溶接部については，照射誘起型応力腐食割れの発生，進展に中性子照射量の増加による靭性低下を考慮した評価を行った結果，運転開始後 60 年時点の中性子照射量を考慮しても不安定破壊に至ることはなく，維持規格等に基づき計画的に目視点検を実施することにより，健全性の確認は可能であると判断する。また，外面の溶接部については，残留応力の改善を行っていることから，照射誘起型応力腐食割れが発生する可能性はないものと評価する。

炉心シュラウド（中間胴）母材部及び上部格子板のグリッドプレートについては，しきい照射量を超えるものの，溶接による残留引張応力はなく，運転中の差圧，熱，自重等に起因する引張応力成分が低いことから，照射誘起型応力腐食割れが発生する可能性はないものと評価する。

炉心支持板，周辺燃料支持金具，制御棒案内管については，しきい照射量を超えないことから，照射誘起型応力腐食割れが発生する可能性はないものと評価する。

c．高経年化への対応

炉心シュラウド，上部格子板，炉心支持板，周辺燃料支持金具，制御棒案内管の照射誘起型応力腐食割れに対しては，高経年化対策の観点から現状の保全内容に追加すべき項目はなく，今後も現状保全を継続していく。

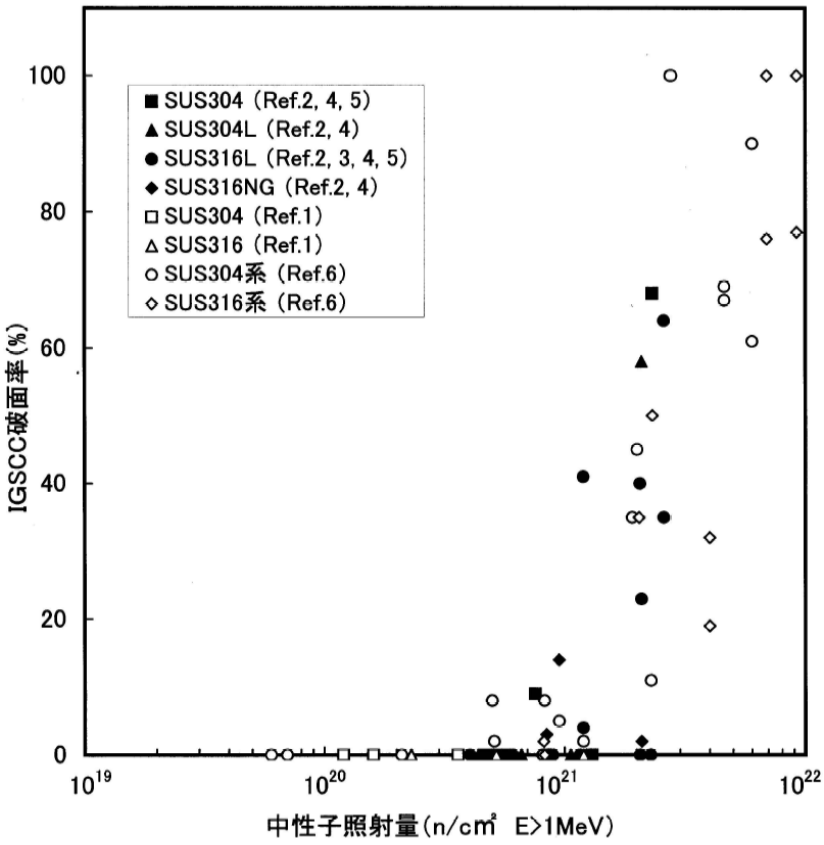


図 2.3-2　304, 316 ステンレス鋼の粒界割れ破面率に及ぼす中性子量の影響（参考）

[図で引用されている参考文献]

Ref.1: K. Chatani et al, "Irradiation Assisted Stress Corrosion Cracking Suspectibility of Core Component Materials" Proceedings of 12th International Conference on Environmental Degradation of Materials in Nuclear Power Systems -Water Reactors, 2005.

Ref.2: 「平成 16 年度照射誘起応力腐食割れ（IASCC）評価技術調査研究に関する報告書」独立行政法人 原子力安全基盤機構

Ref.3: K. Chatani et al, "IASCC Susceptibility of Thermal Treated Type 316L Stainless Steel" Proceedings of 11th International Conference on Environmental Degradation of Materials in Nuclear Power Systems -Water Reactors, 2003.

Ref.4: Y. Tanaka et al, "IASCC Susceptibility of Type 304, 304L, and 316L Stainless Steel" Proceedings of 8th International Conference on Environmental Degradation of Materials in Nuclear Power Systems -Water Reactors, 1997.

Ref.5: K. Fukuya et al, "Mechanical Properties and IASCC Susceptibility in Irradiated Atainless Steels" Proceedings of 6th International Conference on Environmental Degradation of Materials in Nuclear Power Systems -Water Reactors, 1993.

Ref.6:S. Suzuki, M. Kodama, S. Shima, M. Yamamoto;Fifth International Symposium on Enviromental Degradation of Materials in Nuclear Power Systems-Water Reactors(1991). Effects of Fluence and Dissolved Oxygenon IASCC in Austenitic Stainless Steels.

東海第二発電所
ケーブルの技術評価書

（運転を断続的に行うことを前提とした評価）

日本原子力発電株式会社

本評価書は，東海第二発電所（以下，「東海第二」という）で使用している安全上重要なケーブル（重要度分類審査指針におけるクラス 1 及びクラス 2 のケーブル），高温・高圧の環境下にあるクラス 3 のケーブル及び重大事故等対処設備に属するケーブルについて，運転を断続的に行うことを前提に高経年化に係わる技術評価についてまとめたものである。

なお，高温・高圧の環境下にあるクラス 3 のケーブルはない。

評価対象機器の一覧を表 1 に示す。

評価対象機器を絶縁体材料等でグループ化し，それぞれのグループから，用途，重要度，設置場所等の観点から代表機器を選定し技術評価を行った後，代表以外の機器について評価を展開している。

本評価書はケーブルの種別，ケーブルトレイ，電線管及びケーブル接続部毎に，以下の 5 章で構成されている。

1. 高圧ケーブル
2. 低圧ケーブル
3. 同軸ケーブル
4. ケーブルトレイ，電線管
5. ケーブル接続部

表 1　評価対象機器一覧

種別	絶縁体材料	名称	仕様	重要度[*1]
高圧 ケーブル	架橋ポリエチレン	高圧難燃 CV ケーブル	架橋ポリエチレン絶縁× 難燃性特殊耐熱ビニルシース	MS-1 重[*2]
低圧 ケーブル	架橋ポリエチレン	CV ケーブル	架橋ポリエチレン絶縁× ビニルシース	MS-1 重[*2]
	難燃架橋ポリエチレン	難燃 CV ケーブル	難燃架橋ポリエチレン絶縁× 難燃性特殊耐熱ビニルシース	MS-1 重[*2]
	シリコーンゴム	KGB ケーブル	シリコーンゴム絶縁× ガラスシース	MS-1
	難燃エチレンプロピレンゴム	難燃 PN ケーブル	難燃エチレンプロピレンゴム絶縁× 特殊クロロプレンゴムシース	MS-1 重[*2]
同軸 ケーブル	架橋ポリエチレン	難燃一重同軸 ケーブル	架橋ポリエチレン絶縁× 難燃架橋ポリエチレンシース	MS-1 重[*2]
		難燃二重同軸 ケーブル	架橋ポリエチレン絶縁× 難燃架橋ポリエチレンシース	MS-2 重[*2]
	架橋発泡ポリエチレン	難燃六重同軸 ケーブル	架橋発泡ポリエチレン絶縁× 難燃架橋ポリエチレンシース	MS-1 重[*2]
	架橋ポリオレフィン	難燃一重同軸 ケーブル	架橋ポリオレフィン絶縁× 難燃架橋ポリオレフィンシース	MS-1 重[*2]
	架橋発泡ポリオレフィン	難燃三重同軸 ケーブル	架橋発泡ポリオレフィン絶縁× 難燃架橋ポリオレフィンシース	MS-1 重[*2]
ケーブル トレイ， 電線管	－	ケーブルトレイ	炭素鋼	MS-1 重[*2]
	－	電線管	炭素鋼	MS-1 重[*2]
ケーブル 接続部	ジアリルフタレート樹脂	端子台接続	ジアリルフタレート樹脂	MS-1 重[*2]
	ポリカーボネイト		ポリカーボネイト	MS-1 重[*2]
	ポリフェニレンエーテル 樹脂		ポリフェニレンエーテル樹脂	MS-1 重[*2]
	ビニル	端子接続	ビニル	MS-1 重[*2]
	ジアリルフタレート樹脂	電動弁コネクタ 接続	ジアリルフタレート樹脂	MS-1 重[*2]
	ポリエーテルエーテル ケトン	同軸コネクタ 接続 (中性子束計測用)	ポリエーテルエーテルケトン	MS-1 重[*2]
	架橋ポリスチレン		架橋ポリスチレン	MS-1 重[*2]
		同軸コネクタ 接続 (放射線計測用)	架橋ポリスチレン	MS-2 重[*2]
	テフロン	同軸コネクタ 接続 (中性子束計測用) (放射線計測用)	テフロン	MS-1 重[*2]
	架橋ポリオレフィン	スプライス接続	架橋ポリオレフィン	MS-1 重[*2]

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

*2：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す

1. 高圧ケーブル

［対象高圧ケーブル］

① 高圧難燃 CV ケーブル

目次

1. 対象機器 1-1
2. 高圧ケーブルの技術評価..... 1-2
2.1 構造，材料及び使用条件..... 1-2
2.2 経年劣化事象の抽出..... 1-5
2.2.1 機器の機能達成に必要な項目..... 1-5
2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出..... 1-5
2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象..... 1-6
2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の評価..... 1-8

1. 対象機器

東海第二で使用している高圧ケーブルの主な仕様を表 1-1 に示す。

表 1-1　高圧ケーブルの主な仕様

名称	用途	重要度*1	仕様 (電圧)	設置場所	使用開始時期
高圧難燃 CV ケーブル	動力	MS-1 重*2	AC 7,000 V 以下	原子炉格納容器外	運転開始後*3

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

*2：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す

*3：新規制基準対応に伴い，長期停止期間中に高圧ケーブルは高圧難燃 CV ケーブルに更新

2. 高圧ケーブルの技術評価

2.1 構造，材料及び使用条件

(1) 構造

東海第二の高圧難燃 CV ケーブルは，大別すると導体，内部半導電層，絶縁体，外部半導電層，遮蔽銅テープ，押えテープ及びシースで構成され，このうちケーブルの絶縁機能は，絶縁体で保たれている。

遮蔽銅テープは，導体からの静電誘導による影響を低減するため，内部半導電層及び外部半導電層はケーブル内の空隙の発生を防止して電界強度のバラツキを抑えるため，押えテープはケーブルを整形するため，シースはケーブルを外的な力から保護するために設けられている。

東海第二の高圧難燃 CV ケーブルの構造図を図 2.1-1 に示す。

(2) 材料及び使用条件

東海第二の高圧難燃 CV ケーブル主要部位の使用材料を表 2.1-1 に，使用条件を表 2.1-2 に示す。

No.	部位
①	導体
②	内部半導電層
③	絶縁体
④	外部半導電層
⑤	遮蔽銅テープ
⑥	押えテープ
⑦	シース

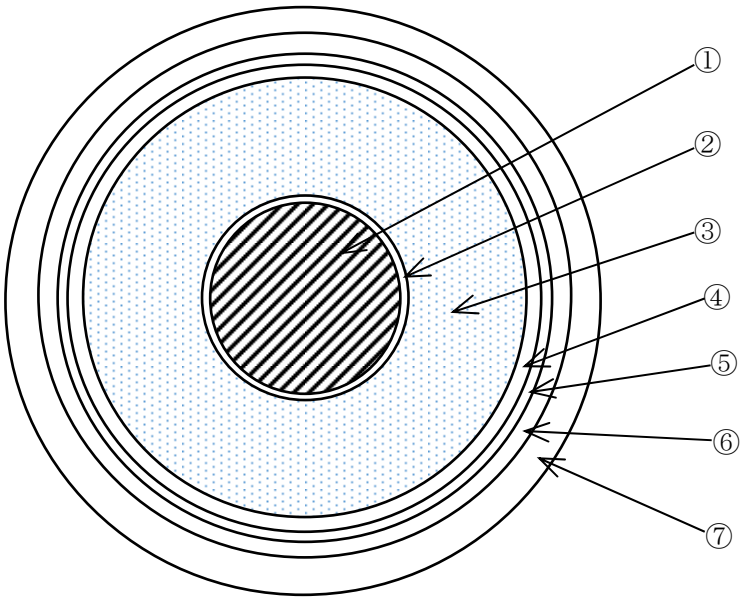


図 2.1-1　高圧難燃 CV ケーブル構造図

表 2.1-1　高圧難燃 CV ケーブル主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
電力伝達機能の確保（絶縁機能の確保）	エネルギー伝達	導体	銅
	絶縁	絶縁体	架橋ポリエチレン
	遮蔽	遮蔽銅テープ	軟銅テープ
	整形	内部半導電層	半導電性混和物
		外部半導電層	半導電性混和物
		押えテープ	難燃テープ
	保護	シース	難燃性特殊耐熱ビニル

表 2.1-2　高圧難燃 CV ケーブルの使用条件

	通常運転時	設計基準事故時	重大事故等時
設置場所	原子炉格納容器外		
周囲温度*	40.0 ℃（最高）	100 ℃（最高）	100 ℃（最高）
最高圧力*	大気圧	0.001744 MPa	0.0069 MPa
放射線*	0.00015 Gy/h（最大）	0.45 kGy（最大積算値）	100 kGy（最大積算値）

*:原子炉格納容器外で高圧難燃 CV ケーブルが布設されている区域における設計値

2.2 経年劣化事象の抽出

2.2.1 機器の機能達成に必要な項目

高圧ケーブルの機能である通電機能の達成に必要な項目は以下のとおり。

(1) 電力伝達機能の確保（絶縁機能の確保）

2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

(1) 想定される経年劣化事象の抽出

高圧ケーブルについて，機能達成に必要な項目を考慮して主要な部位に展開した上で，個々の部位の材料，構造，使用条件（設置場所，電圧）及び現在までの運転経験を考慮し，表 2.2-1 に示すとおり，想定される経年劣化事象を抽出した（表 2.2-1 で○又は△，▲）。

なお，消耗品及び定期取替品は評価対象外とする。

(2) 消耗品及び定期取替品の扱い

高圧ケーブルには，消耗品及び定期取替品はない。

(3) 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

想定される経年劣化事象のうち下記①，②に該当しない事象を高経年化対策上着目すべき経年劣化事象と判断した。

なお，下記①，②に該当する事象については，2.2.3 項に示すとおり，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断した。

① 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって，想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象として表 2.2-1 で△）

② 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により，今後も経年劣化の進展が考えられない，又は進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外として表 2.2-1 で▲）

この結果，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象として以下の事象が抽出された（表 2.2-1 で○）。

a. 絶縁体の絶縁特性低下
b. 絶縁体の絶縁特性低下（水トリー劣化）

2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

(1) 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって，想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象）

日常劣化管理事象に該当する事象は抽出されなかった。

(2) 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により，今後も経年劣化の進展が考えられない，又は進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外）

a. シースの硬化

高圧難燃 CV ケーブルのシースは，有機物であるため，熱及び放射線により硬化する可能性がある。

しかし，シースは主にケーブル布設時に生ずる外的な力からケーブルを保護するためのものであり，ケーブルに要求される絶縁機能への影響はない。

したがって，シースの硬化は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

表 2.2-1　高圧難燃 CV ケーブルに想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	経年劣化事象									備考
				材料	減肉		割れ		絶縁	導通	信号	その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	絶縁特性低下	導通不良	特性変化		
電力伝達機能の確保(絶縁機能の確保)	エネルギー伝達	導体		銅									*1:熱・放射線による絶縁特性低下 *2:水トリー劣化 *3:熱・放射線による硬化
	絶縁	絶縁体		架橋ポリエチレン					○*1,*2				
	遮蔽	遮蔽銅テープ		軟銅テープ									
	整形	内部半導電層		半導電性混和物									
		外部半導電層		半導電性混和物									
		押えテープ		難燃テープ									
	保護	シース		難燃性特殊耐熱ビニル								▲*3	

○：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象
▲：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象以外）

2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の評価

(1) 絶縁体の絶縁特性低下

a. 事象の説明

絶縁体は，有機物の架橋ポリエチレンであるため，熱及び放射線による物性変化，絶縁物の異物や空隙での放電による電気的劣化により，経年的に劣化が進行し，絶縁特性低下を起こす可能性がある。

絶縁特性低下を生ずる可能性のある部位を図 2.3-1 に示す。

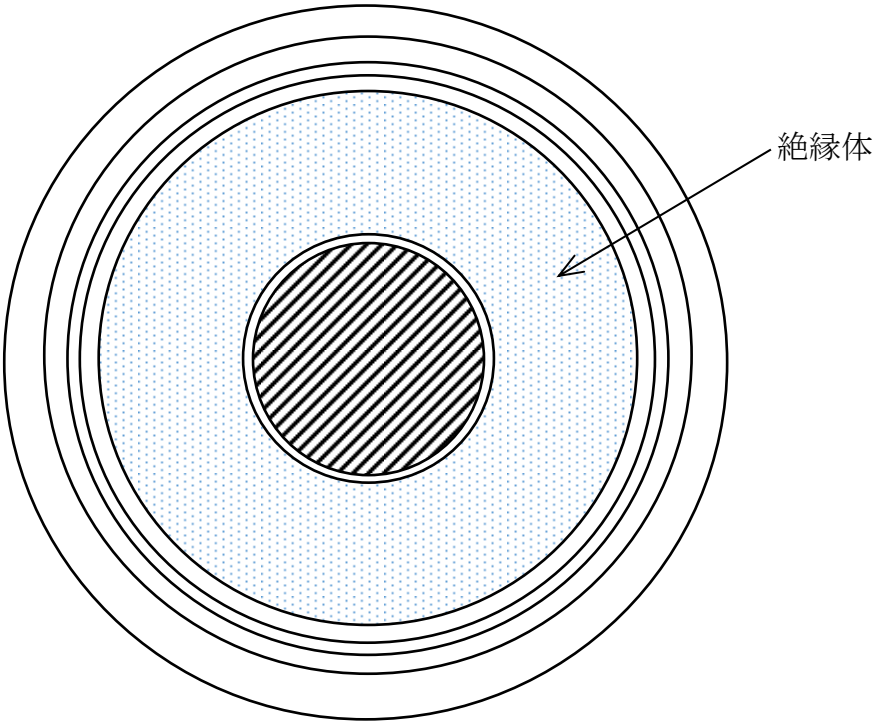


図 2.3-1　高圧難燃 CV ケーブルの絶縁部位

b. 技術評価

① 健全性評価

ケーブルの長期間の経年劣化を考慮した必要性能の評価方法は，IEEE Std.323-1974「IEEE Standard for Qualifying Class 1E Equipment for Nuclear Power Generating Stations」及びIEEE Std.383-1974「IEEE Standard for Type Test of Class 1E Electric Cables, Field Splices, and Connections for Nuclear Power Generating Stations」の規格を根幹に電気学会において我が国のケーブル耐環境試験方法推奨案『電気学会技術報告（Ⅱ部）第139号「原子力発電所電線ケーブルの環境試験方法ならびに耐延焼性試験方法に関する推奨案」』（以下，「電気学会推奨案」という）としてまとめられており，この電気学会推奨案と同じ手順で高圧難燃CVケーブルの長期健全性試験を実施し，この結果に基づき長期間のケーブル健全性を評価した。

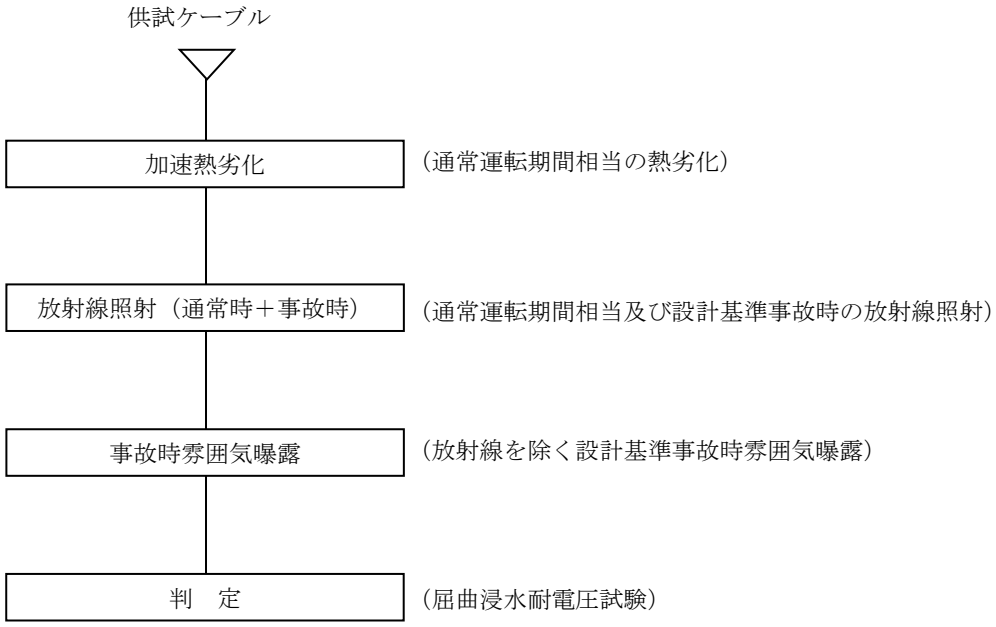


図2.3-2　高圧難燃CVケーブル長期健全性試験手順（電気学会推奨案）

高圧難燃 CV ケーブルについては，図 2.3-2 に示す長期健全性試験手順により評価した。

本試験条件は，表 2.3-1 に示すとおり，代表ケーブルの 60 年間の通常運転期間，設計基準事故時*及び重大事故等時*雰囲気を想定した熱及び放射線による使用条件を包絡している。

本試験結果は，表 2.3-2 に示すとおり，屈曲浸水耐電圧試験の判定基準を満足しており，高圧難燃 CV ケーブルの絶縁体は 60 年間の通常運転期間，設計基準事故時及び重大事故等時雰囲気において絶縁性能を維持できると評価する。

また，電動機用ケーブルについては点検時に『電気学会技術報告（Ⅱ部）第 182 号 絶縁劣化診断試験方法にある直流漏れ電流試験』(以下,「絶縁診断試験」という）等を実施しており，これまでの点検では有意な絶縁特性低下は認められていない。

*：新規制基準への適合性確認のための工事計画認可申請書「V-1-1-6 安全設備及び重大事故等対処設備が使用される条件の下における健全性に関する説明書」に基づく原子炉格納容器外の設計基準事故時及び重大事故等時における各条件

表 2.3-1　高圧難燃 CV ケーブル長期健全性試験条件

	試験条件	説明
加速熱劣化	121 ℃×168 時間	原子炉建屋の周囲最高温度 40.0 ℃では，60 年間の通常運転期間を包絡する。
放射線照射	放射線照射線量：500 kGy	東海第二で想定される線量 約 0.53 kGy（60 年間の通常運転期間相当の線量 約 0.080 kGy に設計基準事故時の最大積算値 0.45 kGy を加えた線量）を包絡する。また，東海第二で想定される線量 約 101 kGy（60 年間の通常運転期間相当の線量 約 0.080 kGy に重大事故等時の最大積算値 100 kGy を加えた線量）を包絡する。
事故時雰囲気曝露	最高温度：171 ℃ 最高圧力：0.427 MPa 曝露時間：25 時間	東海第二で想定される設計基準事故時の最高温度 100 ℃，最高圧力 0.001744 MPa 及び重大事故等時の最高温度 100 ℃，最高圧力 0.0069 MPa を包絡する。

表 2.3-2 高圧難燃 CV ケーブル長期健全性試験結果

項目	試験手順	判定基準	結果
屈曲浸水耐電圧試験	① 直線状に試料を伸ばした後,試料外径(約 33.0 ㎜)の約 40 倍のマンドレルに巻きつける。 ② ①の両端部以外を常温の水中に浸し 1 時間以上放置する。 ③ ②の状態で,公称絶縁体厚さに対し交流電圧 3.2 kV/㎜を 5 分間印加する。	絶縁破壊しないこと	良

[出典：メーカデータ]

② 現状保全

絶縁体の絶縁特性低下に対して，電動機用ケーブルについては点検時に絶縁抵抗測定及び絶縁診断試験，その他負荷用ケーブルについては絶縁抵抗測定を行い許容範囲に収まっていることの確認を行うとともに，傾向管理を行っている。

また，系統機器の点検時に実施する動作試験においてもケーブルの健全性を確認している。

さらに，点検で有意な絶縁特性低下が認められた場合には，ケーブルの取替を行うこととしている。

③ 総合評価

健全性評価結果から判断して，絶縁体の有意な絶縁特性低下の可能性は低く，また，絶縁特性低下は点検時の絶縁抵抗測定，絶縁診断試験及び系統機器の動作試験で把握可能と考えられる。今後も点検時の絶縁抵抗測定，絶縁診断試験及び系統機器の動作試験を実施することにより，絶縁特性低下は把握可能であり，現状の保全は点検手法としては適切であると考える。

c. 高経年化への対応

絶縁体の絶縁特性低下に対しては，高経年化対策の観点から現状の保全内容に対して追加すべき項目はないと考える。今後も点検時の絶縁抵抗測定，絶縁診断試験及び系統機器の動作試験を実施することにより，絶縁特性低下を監視していくとともに，必要に応じて取替を行うこととする。

(2) 絶縁体の絶縁特性低下（水トリー劣化）

a. 事象の説明

絶縁体の架橋ポリエチレンは，長時間にわたって水が存在する状態で高い電界にさらされると，水トリーと称される種々の樹枝状の微細な通路あるいは空隙が発生して絶縁特性低下に至る。

水トリー劣化を生ずる可能性のある部位を図 2.3-1 に示す。

b. 技術評価

① 健全性評価

絶縁体の架橋ポリエチレンは，雨水等によるケーブル浸水により水トリーが発生する可能性がある。このため，屋外布設ケーブルに発生する可能性があるが，屋内布設ケーブルに発生する可能性は極めて小さい。

屋外布設ケーブルは，トレンチ及びピット内部に架空化されたケーブルトレイ，電線管により布設されている。仮にトレンチ及びピット内に水が溜まった場合は排水ポンプ，排水口により排水され，ケーブルが長時間浸水する可能性は極めて小さいと考える。

さらに，点検時にケーブルの絶縁診断試験を実施しており，これまでの点検結果では有意な絶縁特性の低下は認められていない。

これらのことから，今後も水トリー劣化による絶縁特性低下の可能性は小さいと考える。

② 現状保全

絶縁体の架橋ポリエチレンの水トリー劣化に対して，点検時にケーブルの絶縁抵抗測定及び絶縁診断試験を行い許容範囲に収まっていることの確認，傾向管理を行うとともに，系統機器の点検時に実施する動作試験においてもケーブルの健全性を確認している。

また，トレンチ及びピット内部の点検を行い，浸水の有無を確認している。

さらに，点検で有意な絶縁特性低下が認められた場合には，ケーブルの取替を行うこととしている。

③ 総合評価

健全性評価結果から判断して，水トリー劣化による絶縁体の絶縁特性低下の可能性は小さく，また，絶縁特性低下は点検時の絶縁抵抗測定，絶縁診断試験及び系統機器の動作試験で把握可能と考えられる。今後も，点検時の絶縁抵抗測定，絶縁診断試験及び系統機器の動作試験を実施することにより，絶縁特性低下（水トリー劣化）は把握可能であり，現状の保全は点検手法としては適切であると考える。

c．高経年化への対応

絶縁特性低下（水トリー劣化）に対しては，高経年化対策の観点から現状の保全内容に対して追加すべき項目はないと考える。今後も，点検時の絶縁抵抗測定，絶縁診断及び系統機器の動作試験を実施することにより，絶縁特性低下を監視していくとともに，必要に応じて取替を行うこととする。

2. 低圧ケーブル

［対象低圧ケーブル］

① CV ケーブル

② 難燃 CV ケーブル

③ KGB ケーブル

④ 難燃 PN ケーブル

目次

1. 対象機器及び代表機器の選定..... 2-1
1.1 グループ化の考え方及び結果..... 2-1
1.2 代表機器の選定..... 2-1
2. 代表機器の技術評価..... 2-3
2.1 構造，材料及び使用条件..... 2-3
2.1.1 CV ケーブル..... 2-3
2.1.2 難燃 CV ケーブル..... 2-6
2.1.3 KGB ケーブル（原子炉格納容器内）..... 2-9
2.1.4 難燃 PN ケーブル..... 2-12
2.2 経年劣化事象の抽出..... 2-15
2.2.1 機能達成に必要な項目..... 2-15
2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出..... 2-15
2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象..... 2-16
2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の評価..... 2-21
3. 代表機器以外への展開..... 2-42
3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象..... 2-42
3.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象..... 2-42

1. 対象機器及び代表機器の選定

東海第二で使用している主要な低圧ケーブルの主な仕様を表 1-1 に示す。

これらの低圧ケーブルをグループ化し，それぞれのグループにより代表機器を選定した。

1.1 グループ化の考え方及び結果

絶縁体材料及びシース材料を分類基準として，低圧ケーブルを表 1-1 に示すとおりグループ化する。

1.2 代表機器の選定

表 1-1 に分類されるグループ毎に，重要度及び設置場所の観点から，代表機器を選定する。

(1) 絶縁体材料及びシース材料：架橋ポリエチレン及びビニル

このグループには，CV ケーブルのみが属するため，代表機器は CV ケーブルとする。

(2) 絶縁体材料及びシース材料：難燃架橋ポリエチレン及び難燃性特殊耐熱ビニル

このグループには，難燃 CV ケーブルのみが属するため，代表機器は難燃 CV ケーブルとする。

(3) 絶縁体材料及びシース材料：シリコーンゴム及びガラス

このグループには， KGB ケーブルのみが属するが，重要度は同等であることから，設置場所の環境が厳しい原子炉格納容器内の KGB ケーブルを代表機器とする。

(4) 絶縁体材料及びシース材料：難燃エチレンプロピレンゴム及び特殊クロロプレンゴム

このグループには，難燃 PN ケーブルのみが属するため，代表機器は難燃 PN ケーブルとする。

表 1-1　低圧ケーブルのグループ化及び代表機器の選定

分類基準		名称	用途	使用開始時期		選定基準			選定	選定理由
絶縁体材料	シース材料			建設時	運転開始後	重要度*1	設置場所			
							原子炉格納容器内	原子炉格納容器外		
架橋ポリエチレン	ビニル	CV ケーブル	動力 制御・計測	○		MS-1 重*2		○	◎	
難燃架橋ポリエチレン	難燃性特殊耐熱ビニル	難燃 CV ケーブル	動力 制御・計測		○	MS-1 重*2		○	◎	
シリコーンゴム	ガラス	KGB ケーブル	動力 制御	○		MS-1	○		◎	重要度 設置場所
				○				○		
難燃エチレンプロピレンゴム	特殊クロロプレンゴム	難燃 PN ケーブル	動力 制御・計測		○	MS-1 重*2	○		◎	

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

*2：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す

2. 代表機器の技術評価

本章では，1 章で代表機器とした以下のケーブルについて技術評価を実施する。

① CV ケーブル
② 難燃 CV ケーブル
③ KGB ケーブル（原子炉格納容器内）
④ 難燃 PN ケーブル

2.1 構造，材料及び使用条件

2.1.1 CV ケーブル

(1) 構造

東海第二の CV ケーブルは，大別すると導体，セパレータ層，絶縁体，介在物，押えテープ及びシースで構成され，このうちケーブルの絶縁機能は，絶縁体で保たれている。

セパレータ層，介在物及び押えテープはケーブルを整形するため，シースはケーブルを外的な力から保護するために設けられている。

東海第二の CV ケーブルの構造図を図 2.1-1 に示す。

(2) 材料及び使用条件

東海第二の CV ケーブル主要部位の使用材料を表 2.1-1 に，使用条件を表 2.1-2 に示す。

No.	部位
①	導体
②	セパレータ層
③	絶縁体
④	介在物
⑤	押えテープ
⑥	シース

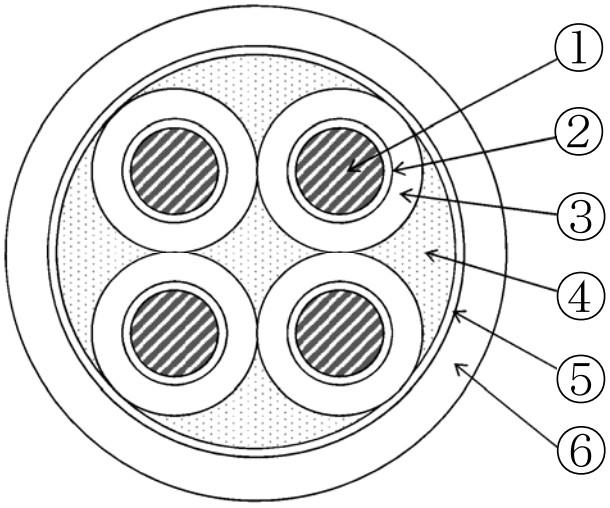


図 2.1-1　CV ケーブル構造図

表 2.1-1　CV ケーブル主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
電力・信号伝達機能の維持	エネルギー・信号伝達	導体	銅
	絶縁	絶縁体	架橋ポリエチレン
	整形	セパレータ層	プラスチックテープ
		介在物	ポリプロピレン
		押えテープ	ポリプロピレン
	保護	シース	ビニル

表 2.1-2　CV ケーブルの使用条件

	通常運転時	設計基準事故時	重大事故等時
設置場所	原子炉格納容器外		
周囲温度*	40.0 ℃（最高）	100 ℃（最高）	100 ℃（最高）
最高圧力*	大気圧	0.001744 MPa	0.0069 MPa
放射線*	0.00015 Gy/h（最大）	7.0 kGy （最大積算値）	100 kGy （最大積算値）

*:原子炉格納容器外で CV ケーブルが布設されている区域における設計値

2.1.2 難燃 CV ケーブル

(1) 構造

東海第二の難燃 CV ケーブルは，大別すると導体，セパレータ層，絶縁体，介在物，押えテープ及びシースで構成され，このうちケーブルの絶縁機能は，絶縁体で保たれている。

セパレータ層，介在物及び押えテープはケーブルを整形するため，シースはケーブルを外的な力から保護するために設けられている。

東海第二の難燃 CV ケーブルの構造図を図 2.1-2 に示す。

(2) 材料及び使用条件

東海第二の難燃 CV ケーブル主要部位の使用材料を表 2.1-3 に，使用条件を表 2.1-4 に示す。

No.	部位
①	導体
②	セパレータ層
③	絶縁体
④	介在物
⑤	押えテープ
⑥	シース

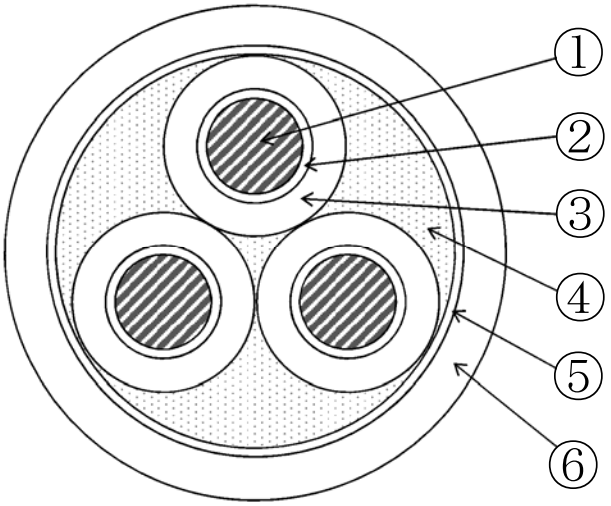


図 2.1-2　難燃 CV ケーブル構造図

表 2.1-3　難燃 CV ケーブル主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
電力・信号伝達機能の維持	エネルギー・信号伝達	導体	銅
	絶縁	絶縁体	難燃架橋ポリエチレン
	整形	セパレータ層	プラスチックテープ
		介在物	難燃ジュート
		押えテープ	難燃ゴム引き布テープ
	保護	シース	難燃性特殊耐熱ビニル

表 2.1-4　難燃 CV ケーブルの使用条件

	通常運転時	設計基準事故時	重大事故等時
設置場所	原子炉格納容器外		
周囲温度*	40.0 ℃（最高）	100 ℃（最高）	100 ℃（最高）
最高圧力*	大気圧	0.001744 MPa	0.0069 MPa
放射線*	0.00015 Gy/h（最大）	7.0 kGy （最大積算値）	100 kGy （最大積算値）

*:原子炉格納容器外で難燃 CV ケーブルが布設されている区域における設計値

2.1.3 KGB ケーブル（原子炉格納容器内）

(1) 構造

東海第二の KGB ケーブル（原子炉格納容器内）は，大別すると導体，絶縁体，編組，介在物及び押えテープで構成され，このうちケーブルの絶縁機能は，絶縁体で保たれている。

編組，介在物及び押えテープはケーブルを整形又はケーブルを外的な力から保護するために設けられている。

東海第二の KGB ケーブル（原子炉格納容器内）の構造図を図 2.1-3 に示す。

(2) 材料及び使用条件

東海第二の KGB ケーブル（原子炉格納容器内）主要部位の使用材料を表 2.1-5 に，使用条件を表 2.1-6 に示す。

No.	部位
①	導体
②	絶縁体
③	編組
④	介在物
⑤	押えテープ
⑥	編組

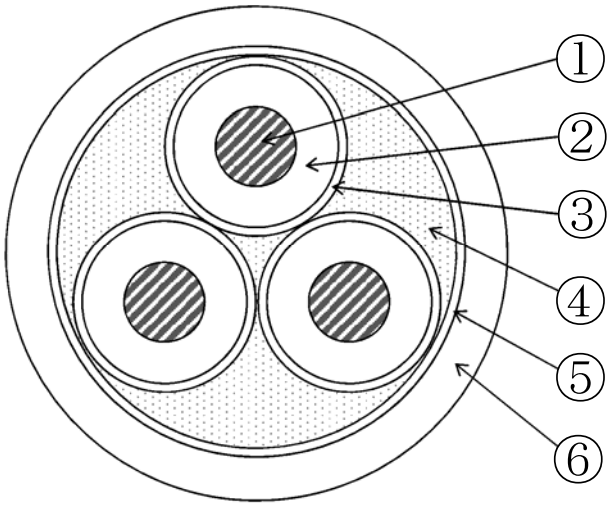


図 2.1-3　KGB ケーブル（原子炉格納容器内）構造図

表 2.1-5　KGB ケーブル（原子炉格納容器内）主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
信号伝達機能の維持	信号伝達	導体	すずメッキ軟銅
	絶縁	絶縁体	シリコーンゴム
	整形	編組	ガラス
		介在物	ガラス
		押えテープ	ガラス
	保護	編組	ガラス

表 2.1-6　KGB ケーブル（原子炉格納容器内）の使用条件

	通常運転時	設計基準事故時
設置場所	原子炉格納容器内	
周囲温度*	65.6 ℃（最高）	171 ℃（最高）
最高圧力*	0.0138 MPa	0.31 MPa
放射線*	0.5 Gy/h（最大）	2.6×10^{2} kGy（最大積算値）

*:原子炉格納容器内における設計値

2.1.4 難燃 PN ケーブル

(1) 構造

東海第二の難燃 PN ケーブルは，大別すると導体，絶縁体，介在物，押えテープ及びシースで構成され，このうちケーブルの絶縁機能は，絶縁体で保たれている。

介在物及び押えテープはケーブルを整形するため，シースはケーブルを外的な力から保護するために設けられている。

東海第二の難燃 PN ケーブルの構造図を図 2.1-4 に示す。

(2) 材料及び使用条件

東海第二の難燃 PN ケーブル主要部位の使用材料を表 2.1-7 に，使用条件を表 2.1-8 に示す。

No.	部位
①	導体
②	絶縁体
③	介在物
④	押えテープ
⑤	シース

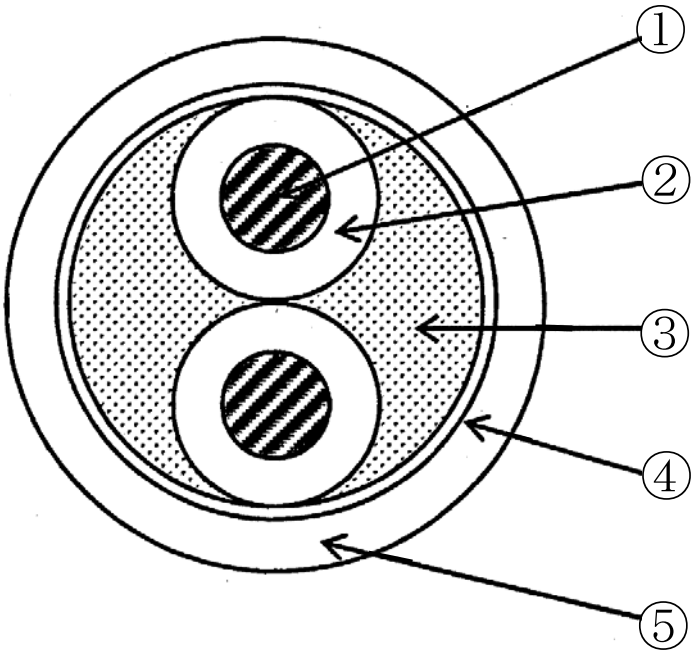


図 2.1-4　難燃 PN ケーブル構造図

表 2.1-7　難燃 PN ケーブル主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
電力・信号伝達機能の維持	エネルギー・信号伝達	導体	すずメッキ軟銅
	絶縁	絶縁体	難燃エチレンプロピレンゴム
	整形	介在物	難燃性介在物
		押えテープ	難燃テープ
	保護	シース	特殊クロロプレンゴム

表 2.1-8　難燃 PN ケーブルの使用条件

	通常運転時	設計基準事故時	重大事故等時
設置場所	原子炉格納容器内		
周囲温度*	65.6 ℃（最高）	171 ℃（最高）	235 ℃（最高）
最高圧力*	0.0138 MPa	0.31 MPa	0.62 MPa
放射線*	0.250 Gy/h（最大）	2.6×10^{2} kGy （最大積算値）	640 kGy （最大積算値）

*:原子炉格納容器内における設計値

2.2 経年劣化事象の抽出

2.2.1 機能達成に必要な項目

低圧ケーブルの機能である通電機能の達成に必要な項目は以下のとおり。

(1) 電力・信号伝達機能の維持

2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

(1) 想定される経年劣化事象の抽出

低圧ケーブルについて，機能達成に必要な項目を考慮して主要部位に展開した上で，個々の部位の材料，構造，使用条件（設置場所）及び現在までの運転経験を考慮し，表 2.2-1 に示すとおり，想定される経年劣化事象を抽出した（表 2.2-1 で○又は△，▲）。

なお，消耗品及び定期取替品は評価対象外とする。

(2) 消耗品及び定期取替品の扱い

低圧ケーブルには，消耗品及び定期取替品はない。

(3) 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

想定される経年劣化事象のうち下記①，②に該当しない事象を高経年化対策上着目すべき経年劣化事象と判断した。

なお，下記①，②に該当する事象については，2.2.3 項に示すとおり，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断した。

① 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって，想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象として表 2.2-1 で△）

② 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により，今後も経年劣化の進展が考えられない，又は進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外として表 2.2-1 で▲）

この結果，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象として以下の事象が抽出された（表 2.2-1 で○）。

a. 絶縁体の絶縁特性低下［CV ケーブル］
b. 絶縁体の絶縁特性低下［難燃 CV ケーブル］
c. 絶縁体の絶縁特性低下［KGB ケーブル（原子炉格納容器内）］
d. 絶縁体の絶縁特性低下［難燃 PN ケーブル］

2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

(1) 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって，想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象）

日常劣化管理事象に該当する事象は抽出されなかった。

(2) 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により，今後も経年劣化の進展が考えられない，又は進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外）

a. シースの硬化［CV ケーブル，難燃 CV ケーブル，難燃 PN ケーブル］

CV ケーブルのビニルシース，難燃 CV ケーブルの難燃性特殊耐熱ビニルシース及び難燃 PN ケーブルの特殊クロロプレンゴムシースは有機物であるため，熱及び放射線により硬化する可能性がある。

しかし，シースは主にケーブル布設時に生ずる外的な力からケーブルを保護するためのものであり，ケーブルに要求される絶縁機能への影響はない。

したがって，熱・放射線によるシースの硬化は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

表 2.2-1(1/4)　CV ケーブルに想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	経年劣化事象									備考
				材料	減肉		割れ		絶縁	導通	信号	その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	絶縁特性低下	導通不良	特性変化		
電力・信号伝達機能の維持	エネルギー・信号伝達	導体		銅									*1:熱・放射線による硬化
	絶縁	絶縁体		架橋ポリエチレン					○				
	整形	セパレータ層		プラスチックテープ									
		介在物		ポリプロピレン									
		押えテープ		ポリプロピレン									
	保護	シース		ビニル								▲*1	

○：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

▲：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象以外）

表 2.2-1(2/4)　難燃 CV ケーブルに想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	経年劣化事象									備考
				材料	減肉		割れ		絶縁	導通	信号	その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	絶縁特性低下	導通不良	特性変化		
電力・信号伝達機能の維持	エネルギー・信号伝達	導体		銅									*1：熱・放射線による硬化
	絶縁	絶縁体		難燃架橋ポリエチレン					○				
	整形	セパレータ層		プラスチックテープ									
		介在物		難燃ジュート									
		押えテープ		難燃ゴム引き布テープ									
	保護	シース		難燃性特殊耐熱ビニル								▲*1	

○：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

▲：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象以外）

表 2.2-1(3/4)　KGB ケーブル（原子炉格納容器内）に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	経年劣化事象									備考
				材料	減肉		割れ		絶縁	導通	信号	その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	絶縁特性低下	導通不良	特性変化		
信号伝達機能の維持	信号伝達	導体		すずメッキ軟銅									
	絶縁	絶縁体		シリコーンゴム					○				
	整形	編組		ガラス									
		介在物		ガラス									
		押えテープ		ガラス									
	保護	編組		ガラス									

○：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

表 2.2-1(4/4)　難燃 PN ケーブルに想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	経年劣化事象									備考
				材料	減肉		割れ		絶縁	導通	信号	その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	絶縁特性低下	導通不良	特性変化		
電力・信号伝達機能の維持	エネルギー・信号伝達	導体		すずメッキ軟銅									*1：熱・放射線による硬化
	絶縁	絶縁体		難燃エチレンプロピレンゴム					○				
	整形	介在物		難燃性介在物									
		押えテープ		難燃テープ									
	保護	シース		特殊クロロプレンゴム								▲*1	

○：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

▲：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象以外）

2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の評価

(1) 絶縁体の絶縁特性低下［CV ケーブル］

a. 事象の説明

絶縁体は，有機物の架橋ポリエチレンであるため，熱及び放射線による物性変化により，経年的に劣化が進行し，絶縁特性低下を起こす可能性がある。

絶縁特性低下を起こす可能性のある部位を図 2.3-1 に示す。

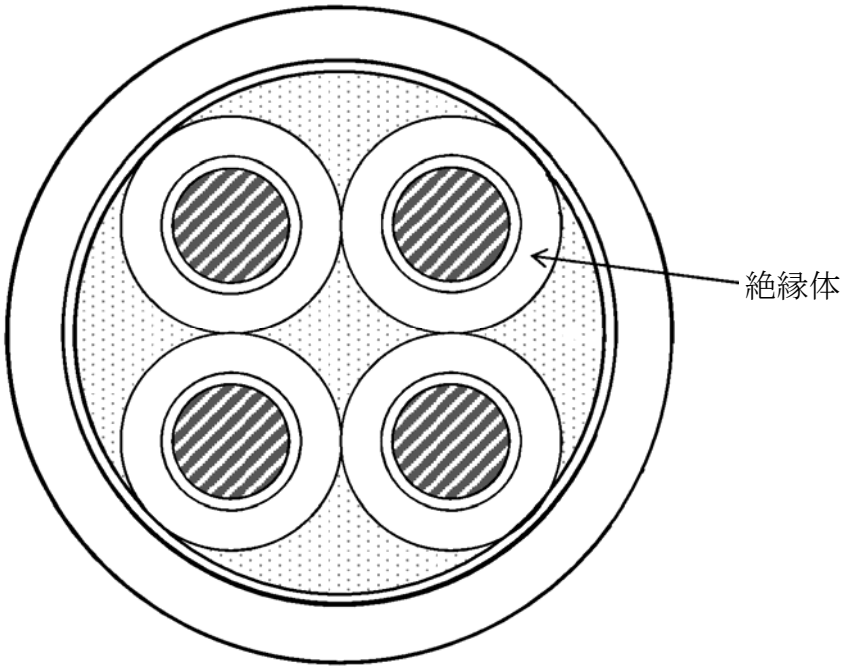


図 2.3-1　CV ケーブルの絶縁部位

b. 技術評価

① 健全性評価

ケーブルの長期間の経年劣化を考慮した必要性能の評価方法は，IEEE Std.323-1974「IEEE Standard for Qualifying Class 1E Equipment for Nuclear Power Generating Stations」（以下「IEEE Std.323-1974」という）及び IEEE Std.383-1974「IEEE Standard for Type Test of Class 1E Electric Cables, Field Splices, and Connections for Nuclear Power Generating Stations」（以下「IEEE Std.383-1974」という）の規格を根幹に，電気学会において我が国のケーブル耐環境試験方法推奨案『電気学会技術報告（Ⅱ部）第 139 号「原子力発電所電線ケーブルの環境試験方法ならびに耐延焼性試験方法に関する推奨案」』（以下，「電気学会推奨案」という）としてまとめられており，この電気学会推奨案と同じ手順により東海第二で使用しているケーブルと同仕様の他社製ケーブルにて長期健全性試験を実施し，この結果に基づき長期間の健全性を評価した。

また，設計基準事故時雰囲気内で機能要求があるケーブルについては，原子力安全基盤機構により原子力プラントでの使用条件に即したケーブルの経年劣化手法が検討され，その結果が「原子力発電所のケーブル経年劣化評価ガイド(JNES-RE-2013-2049)」（以下，「ACA ガイド」という)に取りまとめられている。

このため，設計基準事故時雰囲気内で機能要求がある CV ケーブルについては，実機同等品による ACA ガイドに従った長期健全性についても評価した。

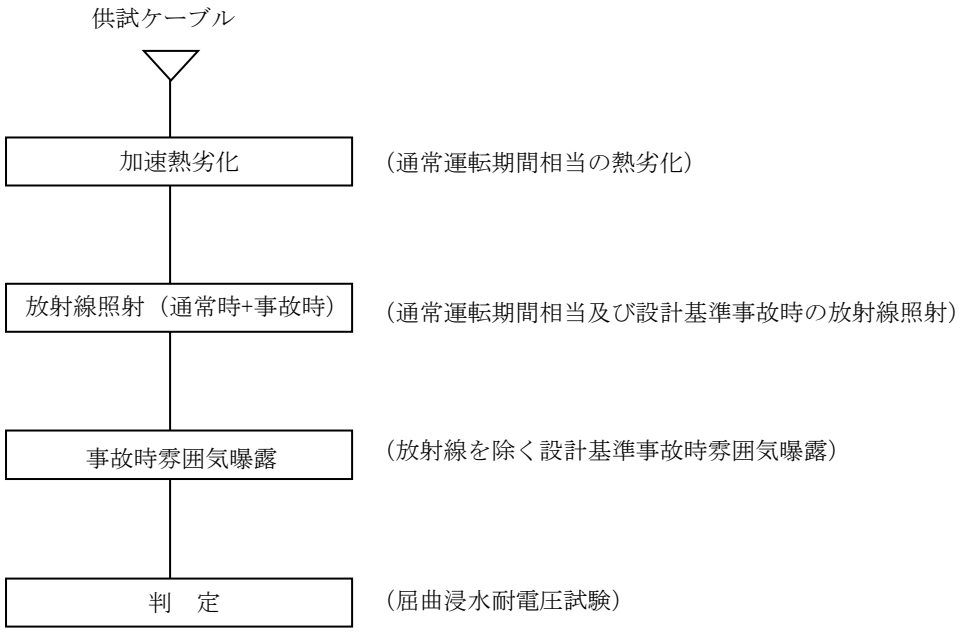


図 2.3-2　CV ケーブル長期健全性試験手順（電気学会推奨案）

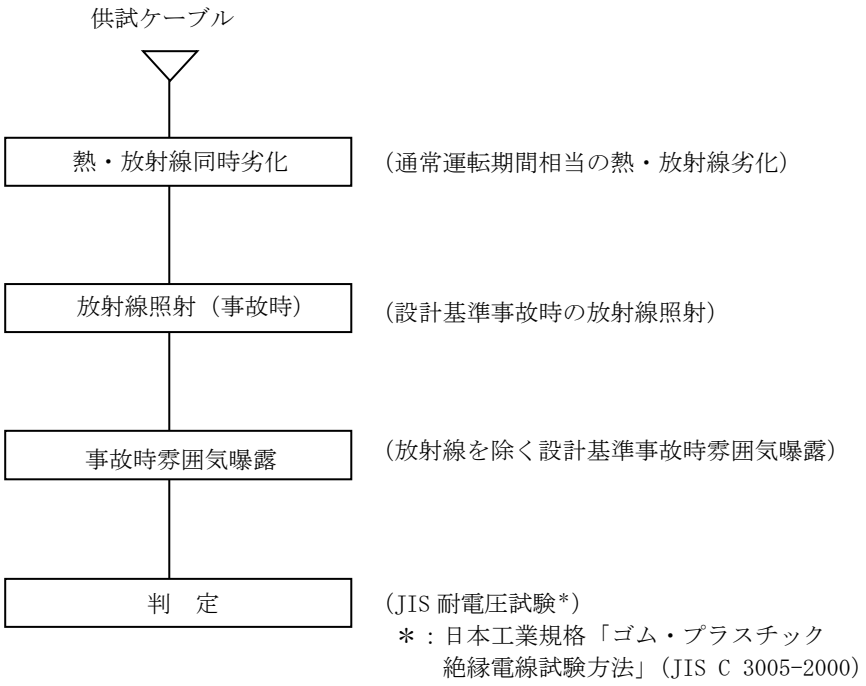


図 2.3-3　CV ケーブル長期健全性試験手順（ACA ガイド）

CV ケーブルについては，図 2.3-2 及び図 2.3-3 に示す長期健全性試験手順により評価した。

本試験条件は，表 2.3-1 及び表 2.3-3 に示すとおり，CV ケーブルの 60 年の通常運転期間，設計基準事故時*及び重大事故等時*雰囲気を想定した熱及び放射線による使用条件を包絡している。

本試験結果は，表 2.3-2 及び表 2.3-4 に示すとおり，屈曲浸水耐電圧試験及び JIS 耐電圧試験の判定基準を満足しており，CV ケーブルの絶縁体は 60 年の通常運転期間，設計基準事故時及び重大事故等時雰囲気において絶縁性能を維持できると評価する。

＊：新規制基準への適合性確認のための工事計画認可申請書「V-1-1-6 安全設備及び重大事故等対処設備が使用される条件の下における健全性に関する説明書」に基づく原子炉格納容器外の設計基準事故時及び重大事故等時における各条件

表 2.3-1　CV ケーブル長期健全性試験条件（電気学会推奨案）

	試験条件	説明
加速熱劣化	135℃×149 時間	原子炉格納容器外の周囲最高温度 40 ℃では，60 年間の通常運転期間を包絡する。
放射線照射 （通常時＋事故時）	放射線照射線量　：760 kGy	東海第二で想定される線量 約 7.1 kGy（60 年間の通常運転期間相当の線量 約80 Gyに設計基準事故時の最大積算値約 7.0 kGy を加えた線量）を包絡する。 また，東海第二で想定される線量 約 101 kGy（60 年間の通常運転期間相当の線量 約80 Gyに重大事故等時の最大積算値約100 kGyを加えた線量）を包絡する。
事故時雰囲気曝露	最高温度：171 ℃ 最高圧力：0.427 MPa 曝露時間：25 時間	東海第二における設計基準事故時の最高温度 100 ℃，最高圧力 0.001744 MPa 及び重大事故等時の最高温度 100 ℃，最高圧力 0.0069 MPa を包絡する。

表 2.3-2　CV ケーブル長期健全性試験結果（電気学会推奨案）

項目	試験手順	判定基準	結果
屈曲浸水耐電圧試験	① 直線状に試料を伸ばした後，試料外径（14.5 ㎜）の約 40 倍のマンドレルに巻きつける。 ② ①の両端部以外を常温の水中に浸し 1 時間以上放置する。 ③ ②の状態で，公称絶縁体厚さに対し交流電圧 3.2 kV/㎜を 5 分間印加する。	絶縁破壊しないこと。	良

［出典：メーカデータ］

表 2.3-3　CV ケーブル長期健全性試験条件（ACA ガイド）

	試験条件	説明
熱・放射線同時劣化	100 ℃－89.3 Gy/h－805 時間	「原子力プラントのケーブル経年変化評価技術調査研究に関する最終報告書（JNES-SS-0903）」（以下，「ACA 研究」という）の試験結果をもとに時間依存データの重ね合わせ手法を用いて東海第二の原子炉格納容器外の環境条件に展開し評価した結果，60 年間の通常運転期間を包絡する。
放射線照射 （事故時）	放射線照射線量　：260 kGy	東海第二で想定される設計基準事故時の最大積算値約 7.0 kGy を包絡する。
事故時雰囲気曝露	最高温度：171 ℃ 最高圧力：0.427 MPa 曝露時間：13 日間	東海第二における設計基準事故時の最高温度 100 ℃，最高圧力 0.001744 MPa を包絡する。

表 2.3-4　CV ケーブル長期健全性試験結果（ACA ガイド）

項目	試験手順	判定基準	結果
JIS 耐電圧試験	AC 1,500 V－1 分間	絶縁破壊しないこと。	良

［出典：原子力プラントのケーブル経年変化評価技術調査研究に関する最終報告書（JNES-SS-0903)］

② 現状保全

CV ケーブルの絶縁特性低下に対しては，系統機器の点検時に絶縁抵抗測定を実施している。

また，系統機器の点検時に実施する動作試験においてもケーブルの絶縁機能の健全性を確認している。

さらに，点検で有意な絶縁特性低下が認められた場合には，ケーブルの取替を行うこととしている。

③ 総合評価

健全性評価結果から判断して，絶縁体の有意な絶縁特性低下の可能性は小さく，また，絶縁特性低下は点検時の絶縁抵抗測定及び系統機器の動作試験で把握可能と考えられる。今後も，点検時の絶縁抵抗測定及び系統機器の動作試験を実施することにより，異常の有無は把握可能であり，点検手法としては適切であると考える。

c．高経年化への対応

絶縁体の絶縁特性低下に対しては，高経年化対策の観点から現状の保全内容に対して追加すべき項目はないと考える。今後も，点検時の絶縁抵抗測定及び系統機器の動作試験を実施することにより，絶縁特性低下を監視していくとともに，必要に応じて取替を行うこととする。

(2) 絶縁体の絶縁特性低下［難燃 CV ケーブル］

a. 事象の説明

絶縁体は，有機物の難燃架橋ポリエチレンであるため，熱及び放射線による物性変化により，経年的に劣化が進行し，絶縁特性低下を起こす可能性がある。

絶縁特性低下を起こす可能性のある部位を図 2.3-4 に示す。

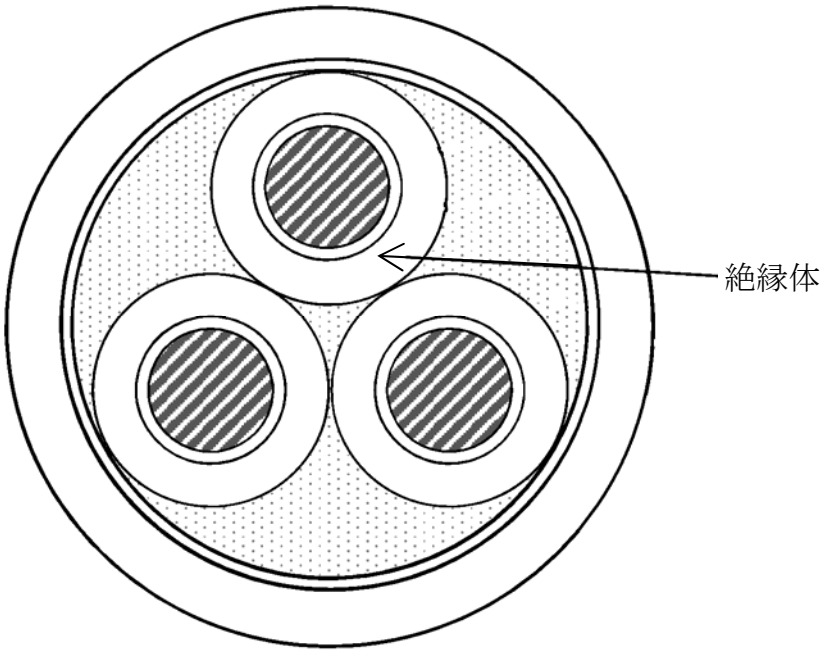


図 2.3-4　難燃 CV ケーブルの絶縁部位

b. 技術評価

① 健全性評価

ケーブルの長期間の経年劣化を考慮した必要性能の評価方法は，IEEE Std.323-1974 及び IEEE Std.383-1974 の規格を根幹に，電気学会推奨案としてまとめられており，この電気学会推奨案と同じ手順で実機同等品による長期健全性試験を実施し，この結果に基づき長期間のケーブル健全性を評価した。

また，設計基準事故時雰囲気内で機能要求があるケーブルについては，原子力安全基盤機構により原子力プラントでの使用条件に即したケーブルの経年劣化手法が検討され，その結果が ACA ガイドに取りまとめられている。

このため，設計基準事故時雰囲気内で機能要求がある難燃 CV ケーブルについては，実機同等品による ACA ガイドに従った長期健全性についても評価した。

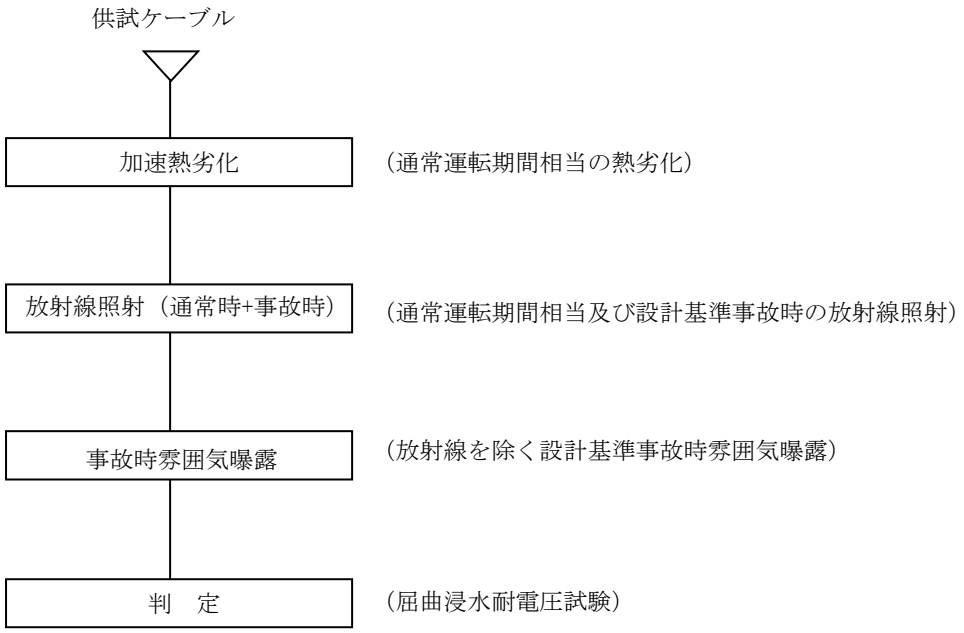


図 2.3-5　難燃 CV ケーブル長期健全性試験手順（電気学会推奨案）

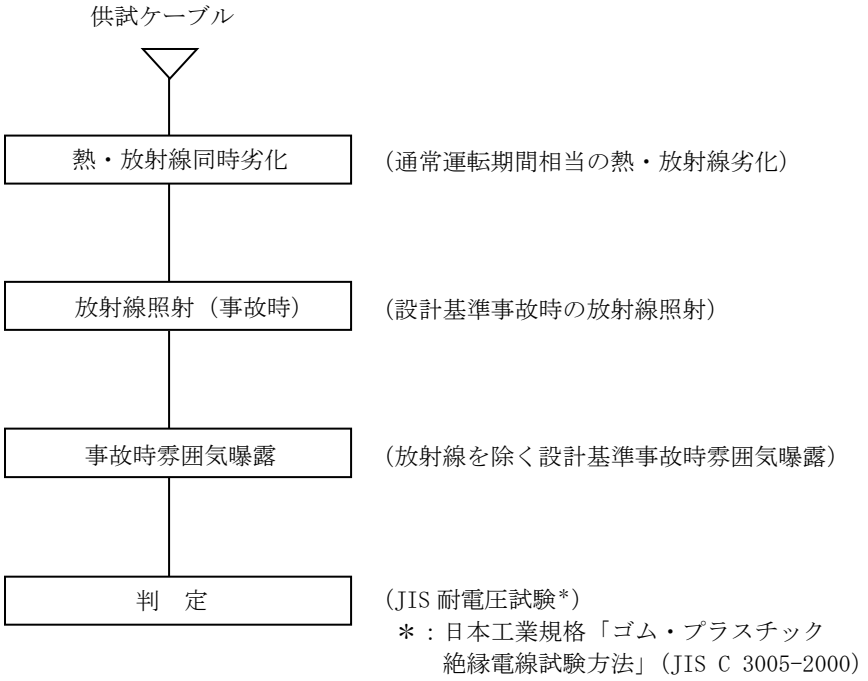


図 2.3-6　難燃 CV ケーブル長期健全性試験手順（ACA ガイド）

難燃 CV ケーブルについては，図 2.3-5 及び図 2.3-6 に示す長期健全性試験手順により評価した。

本試験条件は，表 2.3-5 及び表 2.3-7 に示すとおり，難燃 CV ケーブルの 60 年間の通常運転期間，設計基準事故時*及び重大事故等時*雰囲気を想定した熱及び放射線による使用条件を包絡している。

本試験結果は，表 2.3-6 及び表 2.3-8 に示すとおり，屈曲浸水耐電圧試験及び JIS 耐電圧試験の判定基準を満足しており，難燃 CV ケーブルの絶縁体は 60 年の通常運転期間，設計基準事故時及び重大事故等時雰囲気において絶縁性能を維持できると評価する。

＊：新規制基準への適合性確認のための工事計画認可申請書「V-1-1-6 安全設備及び重大事故等対処設備が使用される条件の下における健全性に関する説明書」に基づく原子炉格納容器外の設計基準事故時及び重大事故等時における各条件

表 2.3-5　難燃 CV ケーブル長期健全性試験条件（電気学会推奨案）

	試験条件	説明
加速熱劣化	121 ℃×168 時間	原子炉格納容器外の周囲最高温度 40 ℃では，60 年間の通常運転期間を包絡する。
放射線照射 （通常時＋事故時）	放射線照射線量：500 kGy	東海第二で想定される線量 約 7.1 kGy（60 年間の通常運転期間相当の線量 約80 Gyに設計基準事故時の最大積算値約 7.0 kGy を加えた線量）を包絡する。 また，東海第二で想定される線量約 101 kGy（60 年間の通常運転期間相当の線量 約80 Gyに重大事故等時の最大積算値 100 kGy を加えた線量）を包絡する。
事故時雰囲気曝露	最高温度：171 ℃ 最高圧力：0.427 MPa 曝露時間：25 時間	東海第二における設計基準事故時の最高温度 100 ℃，最高圧力 0.001744 MPa 及び重大事故等時の最高温度 100 ℃，最高圧力 0.0069 MPa を包絡する。

表 2.3-6　難燃 CV ケーブル長期健全性試験結果（電気学会推奨案）

項目	試験手順	判定基準	結果
屈曲浸水耐電圧試験	① 直線状に試料を伸ばした後，試料外径（14.0 ㎜）の約 40 倍のマンドレルに巻きつける。 ② ①の両端部以外を常温の水中に浸し 1 時間以上放置する。 ③ ②の状態で，公称絶縁体厚さに対し交流電圧 3.2 kV/㎜を 5 分間印加する。	絶縁破壊しないこと。	良

［出典：メーカデータ］

表 2.3-7　難燃 CV ケーブル長期健全性試験条件（ACA ガイド）

	試験条件	説明
熱・放射線同時劣化	100 ℃－99.3 Gy/h－2,500 時間	「ACA 研究」の試験結果をもとに時間依存データの重ね合わせ手法を用いて東海第二の原子炉格納容器外の環境条件に展開し評価した結果，60 年間の通常運転期間を包絡する。
放射線照射 （事故時）	放射線照射線量　：100 kGy	東海第二で想定される設計基準事故時の最大積算値 7.0 kGy を包絡する。
事故時雰囲気曝露	最高温度：171 ℃ 最高圧力：0.177 MPa 曝露時間：25 時間	東海第二における設計基準事故時の最高温度 100 ℃，最高圧力 0.001744 MPa を包絡する。

表 2.3-8　難燃 CV ケーブル長期健全性試験結果（ACA ガイド）

項目	試験手順	判定基準	結果
JIS 耐電圧試験	AC 1,500 V－1 分間	絶縁破壊しないこと。	良

［出典：原子力プラントのケーブル経年変化評価技術調査研究に関する最終報告書（JNES-SS-0903)］

② 現状保全

難燃 CV ケーブルの絶縁特性低下に対しては，系統機器の点検時に絶縁抵抗測定を実施している。

また，系統機器の点検時に実施する動作試験においてもケーブルの絶縁機能の健全性を確認している。

さらに，点検で有意な絶縁特性低下が認められた場合には，ケーブルの取替を行うこととしている。

③ 総合評価

健全性評価結果から判断して，絶縁体の有意な絶縁特性低下の可能性は小さく，また，絶縁特性低下は点検時の絶縁抵抗測定及び系統機器の動作試験で把握可能と考えられる。今後も，点検時の絶縁抵抗測定及び系統機器の動作試験を実施することにより，異常の有無は把握可能であり，点検手法としては適切であると考える。

c．高経年化への対応

絶縁体の絶縁特性低下に対しては，高経年化対策の観点から現状の保全内容に対して追加すべき項目はないと考える。今後も，点検時の絶縁抵抗測定及び系統機器の動作試験を実施することにより，絶縁特性低下を監視していくとともに，必要に応じて取替を行うこととする。

(3) 絶縁体の絶縁特性低下［KGB ケーブル（原子炉格納容器内)］

a. 事象の説明

絶縁体は，有機物のシリコーンゴムであるため，熱及び放射線による物性変化により，経年的に劣化が進行し，絶縁特性低下を起こす可能性がある。

絶縁特性低下を起こす可能性のある部位を図 2.3-7 に示す。

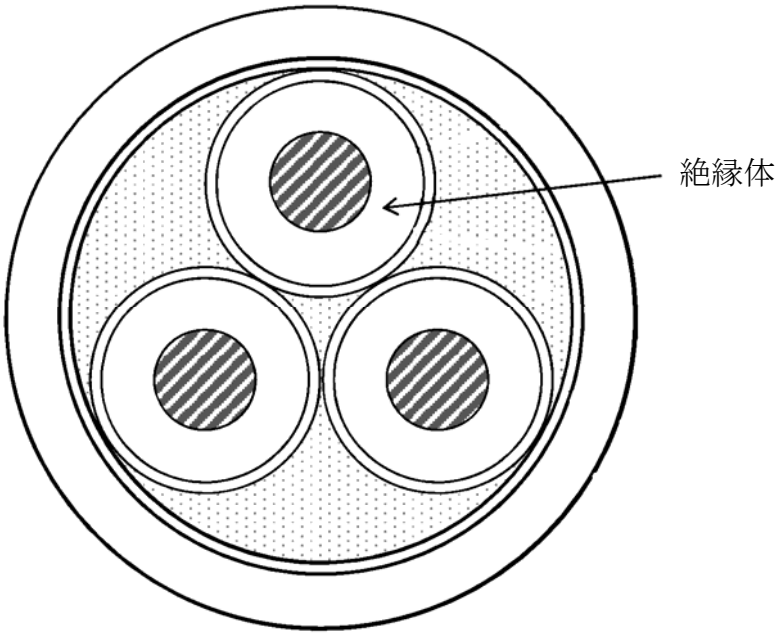


図 2.3-7　KGB ケーブル（原子炉格納容器内）の絶縁部位

b. 技術評価

① 健全性評価

ケーブルの長期間の経年劣化を考慮した必要性能の評価方法は，IEEE Std.323-1974 及び IEEE Std.383-1974 の規格を根幹に，電気学会推奨案としてまとめられており，この電気学会推奨案と同じ手順で実機同等品による長期健全性試験を実施し，この結果に基づき長期間のケーブル健全性を評価した。

また，設計基準事故時雰囲気内で機能要求があるケーブルについては，原子力安全基盤機構により原子力プラントでの使用条件に即したケーブルの経年劣化手法が検討され，その結果が ACA ガイドに取りまとめられている。

このため，設計基準事故時雰囲気内で機能要求がある KGB ケーブル（原子炉格納容器内）については，実機同等品による ACA ガイドに従った長期健全性についても評価した。

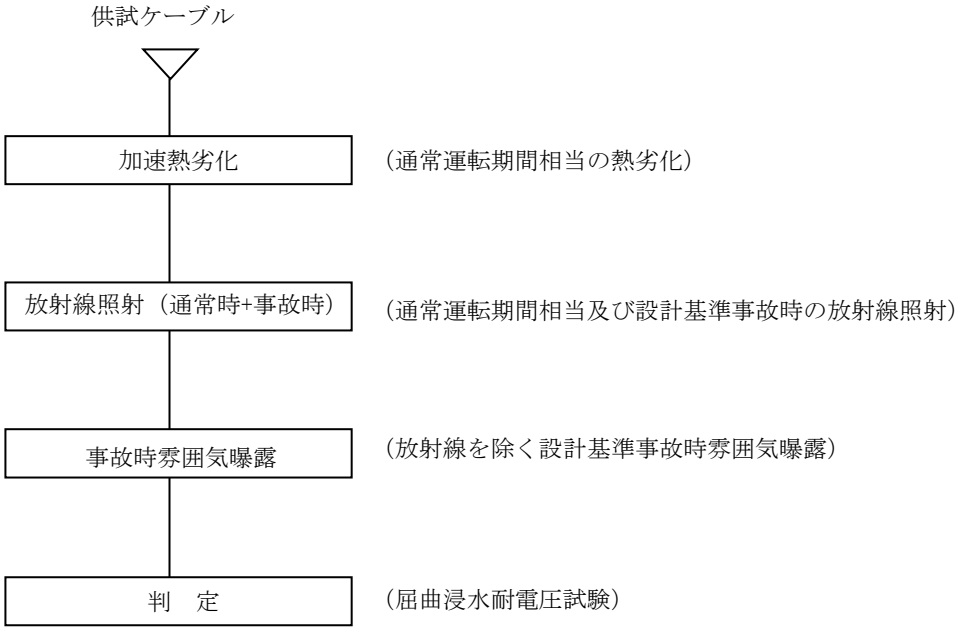


図 2.3-8　KGB ケーブル（原子炉格納容器内）長期健全性試験手順（電気学会推奨案）

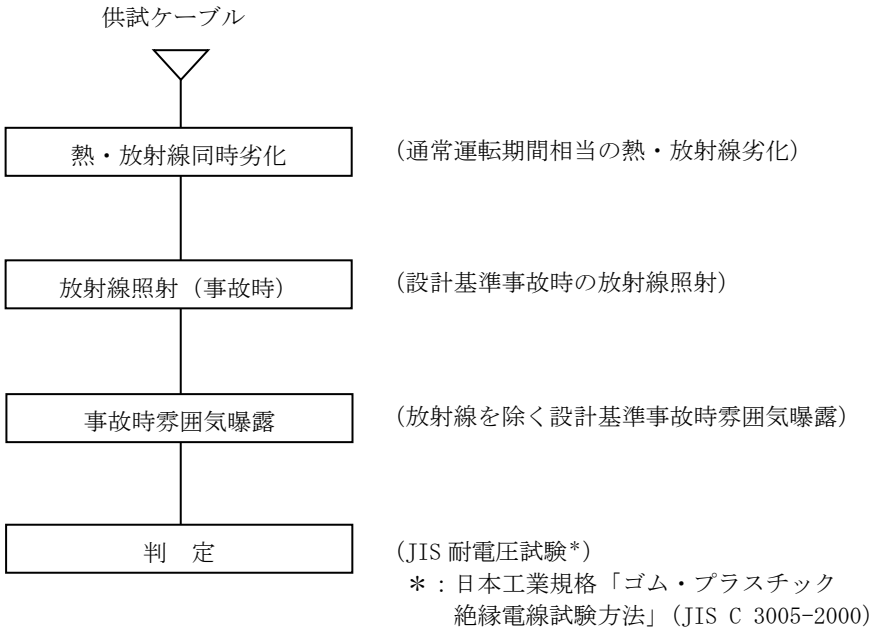


図 2.3-9　KGB ケーブル（原子炉格納容器内）長期健全性試験手順（ACA ガイド）

KGB ケーブル（原子炉格納容器内）については，図 2.3-8 及び図 2.3-9 に示す長期健全性試験手順により評価した。

本試験条件は，表 2.3-9 及び表 2.3-11 に示すとおり，KGB ケーブル（原子炉格納容器内）の 60 年間の通常運転期間及び設計基準事故時*雰囲気を想定した熱及び放射線による使用条件を包絡している。

本試験結果は，表 2.3-10 及び表 2.3-12 に示すとおり屈曲浸水耐電圧試験及び JIS 耐電圧試験の判定基準を満足しており，KGB ケーブル（原子炉格納容器内）の絶縁体は 60 年間の通常運転期間及び設計基準事故時雰囲気において絶縁性能を維持できると評価する。

＊：新規制基準への適合性確認のための工事計画認可申請書「V-1-1-6 安全設備及び重大事故等対処設備が使用される条件の下における健全性に関する説明書」に基づく原子炉格納容器内の設計基準事故時における各条件

表 2.3-9　KGB ケーブル（原子炉格納容器内）長期健全性試験条件（電気学会推奨案）

	試験条件	説明
加速熱劣化	121 ℃×168 時間	原子炉格納容器内の周囲最高温度 65.6 ℃では，60 年間の通常運転期間を包絡する。
放射線照射 （通常時＋事故時）	放射線照射線量：760 kGy	東海第二で想定される線量 約 530 kGy（約 60 年間の通常運転期間相当の線量 約 270 kGy に設計基準事故時の最大積算値 2.6×10^{2} kGy を加えた線量）を包絡する。
事故時雰囲気曝露	最高温度：171 ℃ 最高圧力：0.427 MPa 曝露時間：13 日間	東海第二における設計基準事故時の最高温度 171 ℃，最高圧力 0.31 MPa を包絡する。

表 2.3-10　KGB ケーブル（原子炉格納容器内）長期健全性試験結果（電気学会推奨案）

項目	試験手順	判定基準	結果
屈曲浸水耐電圧試験	① 直線状に試料を伸ばした後，試料外径（14.0 ㎜）の約 40 倍のマンドレルに巻きつける。 ② ①の両端部以外を常温の水中に浸し 1 時間以上放置する。 ③ ②の状態で，公称絶縁体厚さに対し交流電圧 3.2 kV/㎜を 5 分間印加する。	絶縁破壊しないこと。	良

［出典：メーカデータ］

表 2.3-11　KGB ケーブル（原子炉格納容器内）長期健全性試験条件（ACA ガイド）

	試験条件	説明
熱・放射線同時劣化	100 ℃－99.7 Gy/h－6,241 時間	「ACA 研究」の試験結果をもとに等価損傷線量データの重ね合わせ手法を用いて東海第二の原子炉格納容器内の環境条件に展開し評価した結果，60 年間の通常運転期間を包絡する。
放射線照射 （事故時）	放射線照射線量 ：500 kGy	東海第二で想定される設計基準事故時の最大積算値 約 2.6×10^{2} kGy を包絡する。
事故時雰囲気曝露	最高温度：171 ℃ 最高圧力：0.427 MPa 曝露時間：13 日間	東海第二における設計基準事故時の最高温度 171 ℃，最高圧力 0.31 MPa を包絡する。

表 2.3-12　KGB ケーブル（原子炉格納容器内）長期健全性試験結果（ACA ガイド）

項目	試験手順	判定基準	結果
JIS 耐電圧試験	AC 1,500 V－1 分間	絶縁破壊しないこと。	良

［出典：原子力プラントのケーブル経年変化評価技術調査研究に関する最終報告書（JNES-SS-0903)］

② 現状保全

KGB ケーブル（原子炉格納容器内）の絶縁特性低下に対しては，系統機器の点検時に絶縁抵抗測定を実施している。

また，系統機器の点検時に実施する動作試験においてもケーブルの絶縁機能の健全性を確認している。

さらに，点検で有意な絶縁特性低下が認められた場合には，ケーブルの取替を行うこととしている。

③ 総合評価

健全性評価結果から判断して，絶縁体の有意な絶縁特性低下の可能性は小さく，また，絶縁特性低下は点検時の絶縁抵抗測定及び系統機器の動作試験で把握可能と考えられる。今後も，点検時の絶縁抵抗測定及び系統機器の動作試験を実施することにより，異常の有無は把握可能であり，点検手法としては適切であると考える。

c．高経年化への対応

絶縁体の絶縁特性低下に対しては，高経年化対策の観点から現状の保全内容に対して追加すべき項目はないと考える。今後も，点検時の絶縁抵抗測定及び系統機器の動作試験を実施することにより，絶縁特性低下を監視していくとともに，必要に応じて取替を行うこととする。

(4) 絶縁体の絶縁特性低下［難燃 PN ケーブル］

a. 事象の説明

絶縁体は，有機物の難燃エチレンプロピレンゴムであるため，熱及び放射線による物性変化により，経年的に劣化が進行し，絶縁特性低下を起こす可能性がある。

絶縁特性低下を起こす可能性のある部位を図 2.3-10 に示す。

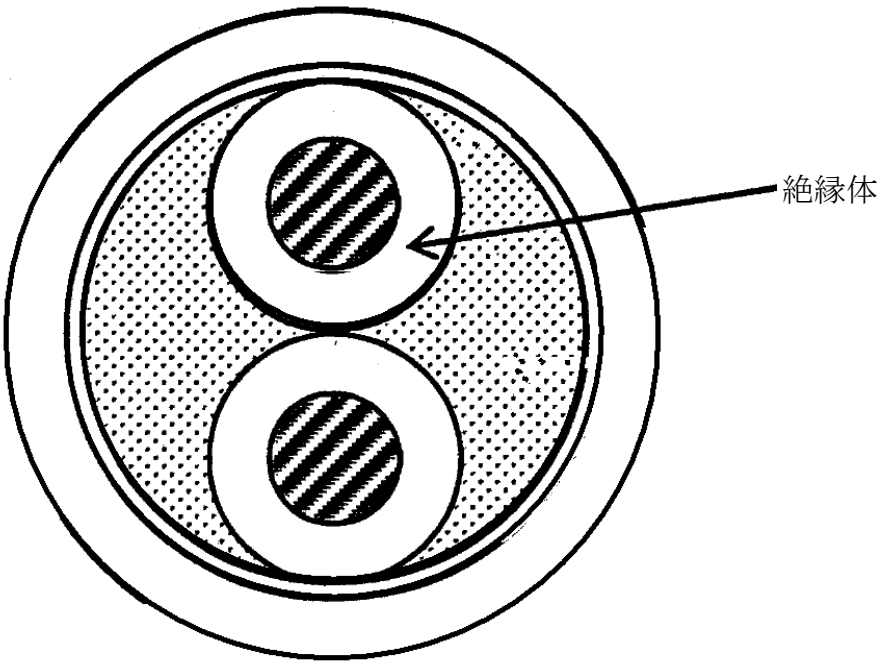


図 2.3-10　難燃 PN ケーブルの絶縁部位

b. 技術評価

① 健全性評価

ケーブルの長期間の経年劣化を考慮した必要性能の評価方法は，IEEE Std.323-1974 及び IEEE Std.383-1974 の規格を根幹に，電気学会推奨案としてまとめられており，この電気学会推奨案と同じ手順で実機同等品による長期健全性試験を実施し，この結果に基づき長期間のケーブル健全性を評価した。

また，設計基準事故時雰囲気内で機能要求があるケーブルについては，原子力安全基盤機構により原子力プラントでの使用条件に即したケーブルの経年劣化手法が検討され，その結果が ACA ガイドに取りまとめられている。

このため，設計基準事故時雰囲気内で機能要求がある難燃 PN ケーブルについては，実機同等品による ACA ガイドに従った長期健全性についても評価した。

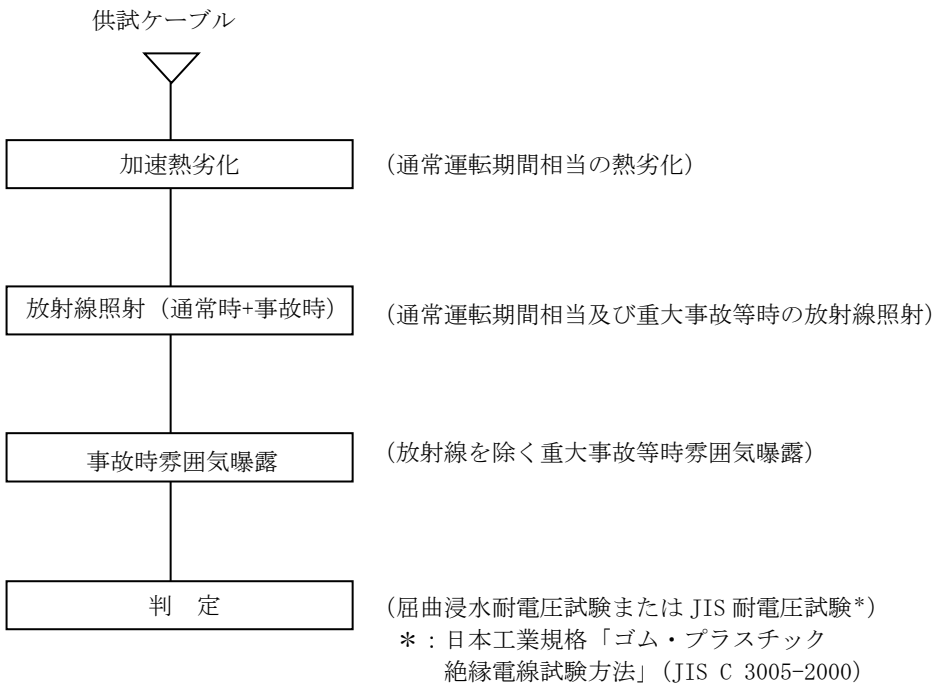


図 2.3-11　難燃 PN ケーブル長期健全性試験手順（電気学会推奨案）

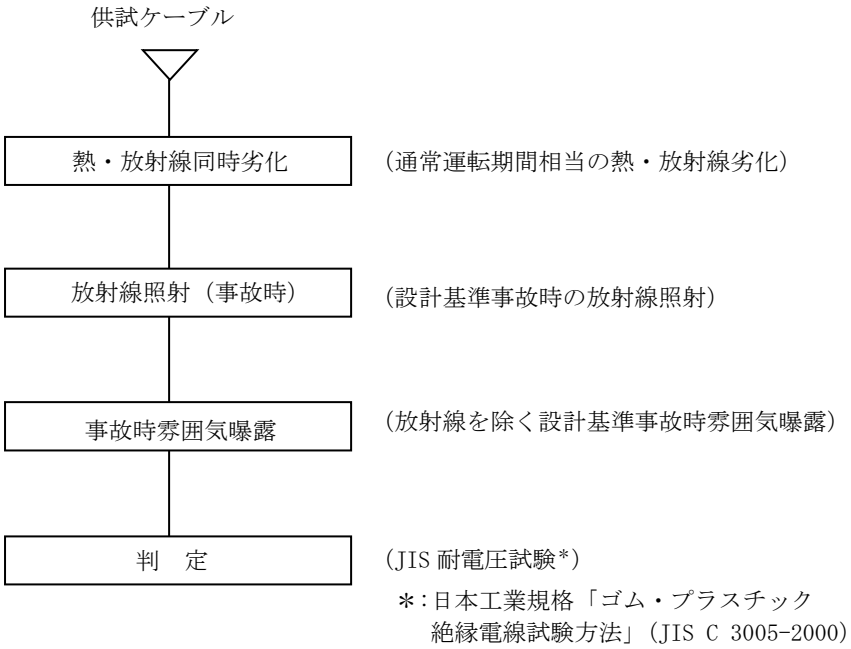


図 2.3-12　難燃 PN ケーブル長期健全性試験手順（ACA ガイド）

難燃 PN ケーブルについては，図 2.3-11 及び図 2.3-12 に示す長期健全性試験手順により評価した。

本試験条件は，表 2.3-13 に示すとおり，難燃 PN ケーブルの制御用は，電気学会推奨案に従った長期健全性試験で 15 年間，制御用以外の難燃 PN ケーブルは 30 年間の通常運転期間，設計基準事故時*及び重大事故等時*雰囲気を想定した熱及び放射線による使用条件を包絡している。

また，表 2.3-15 に示すとおり，難燃 PN ケーブルは，ACA ガイドに従った長期健全性試験で 28 年間の通常運転期間を想定した熱及び放射線による使用条件を包絡している。

本試験結果は，表 2.3-14 及び表 2.3-16 に示すとおり屈曲浸水耐電圧試験または JIS 耐電圧試験の判定基準を満足しており，難燃 PN ケーブルの絶縁体は制御用で 15 年間，制御用以外の難燃 PN ケーブルは 28 年間の通常運転期間，設計基準事故時及び重大事故等時雰囲気において絶縁性能を維持できると評価する。

なお，「原子炉格納容器内の安全機能を有するケーブルの布設環境等の調査」に基づいて布設環境を調査した結果，原子炉格納容器内 EL.26.4 m レベルに布設されている難燃 PN ケーブルの一部に格納容器内設計最高温度の 65.6℃を上回る部分が確認されたため，難燃 PN ケーブルの長期健全性試験結果をもとに評価を行い，3 年から 14 年間絶縁を維持できることを確認した。

また，東北地方太平洋沖地震発生に伴う発電所停止操作の過程で，原子炉格納容器内設計最高温度の 65.6℃を上回る部分が確認されたため，難燃 PN ケーブルの長期健全性試験結果をもとに評価を行い，健全性に影響のないことを確認した。

したがって，難燃 PN ケーブルは，評価期間を迎える前にケーブルを引替えることで 60 年間の通常運転期間，設計基準事故時及び重大事故等時雰囲気において絶縁性能を維持できると評価する。

＊：新規制基準への適合性確認のための工事計画認可申請書「V-1-1-6 安全設備及び重大事故等対処設備が使用される条件の下における健全性に関する説明書」に基づく原子炉格納容器内の設計基準事故時及び重大事故等時における各条件

表 2.3-13　難燃 PN ケーブル長期健全性試験条件（電気学会推奨案）

	試験条件	説明
加速熱劣化	121℃×126 時間(制御用) 121℃×251 時間(制御用以外)	原子炉格納容器内の周囲最高温度 65.6 ℃では，制御用難燃 PN ケーブルは 15 年，制御用以外の難燃 PN ケーブルは 30 年の通常運転期間を包絡する。
放射線照射 （通常時＋事故時）	放射線照射線量：988 kGy （制御用） 放射線照射線量：1,175 kGy （制御用以外）	東海第二で想定される線量 約 673 kGy（15 年間の通常運転期間相当の線量 約 33 kGy に重大事故等時の最大積算値 640 kGy を加えた線量）を包絡する。 東海第二で想定される線量 約 706 kGy（30 年間の通常運転期間相当の線量 約 66 kGy に重大事故等時の最大積算値 640 kGy を加えた線量）を包絡する。
事故時雰囲気曝露	最高温度：235 ℃ 最高圧力：0.62 MPa 曝露時間：7 日間	東海第二における重大事故等時の最高温度 235 ℃，最高圧力 0.62 MPa を包絡する。

表 2.3-14　難燃 PN ケーブル長期健全性試験結果（電気学会推奨案）

項目	試験手順	判定基準	結果
屈曲浸水耐電圧試験	① 直線状に試料を伸ばした後，試料外径（10.5 ㎜）の約 40 倍のマンドレルに巻きつける。 ② ①の両端部以外を常温の水中に浸し 1 時間以上放置する。 ③ ②の状態で，公称絶縁体厚さに対し交流電圧 3.2 kV/㎜を 5 分間印加する。	絶縁破壊しないこと。	良
JIS 耐電圧試験	AC 2,000 V－1 分間		良

［出典：日本原子力発電研究データ］

表 2.3-15　難燃 PN ケーブル長期健全性試験条件（ACA ガイド）

	試験条件	説明
熱・放射線同時劣化	100 ℃－94.7 Gy/h－6,990 時間	「ACA 研究」の試験結果をもとに時間依存データの重ね合わせ手法を用いて東海第二の原子炉格納容器内の環境条件に展開し評価した結果，28 年間の通常運転期間を包絡する。
放射線照射（事故時）	放射線照射線量　：500 kGy	東海第二で想定される設計基準事故時の最大積算値 2.6×10^{2} kGy を包絡する。
事故時雰囲気曝露	最高温度：171 ℃ 最高圧力：0.427 MPa 曝露時間：13 日間	東海第二における設計基準事故時の最高温度 171 ℃，最高圧力 0.31 MPa を包絡する。

表 2.3-16　難燃 PN ケーブル長期健全性試験結果（ACA ガイド）

項目	試験手順	判定基準	結果
JIS 耐電圧試験	AC 1,500 V－1 分間	絶縁破壊しないこと。	良

［出典：原子力プラントのケーブル経年変化評価技術調査研究に関する最終報告書（JNES-SS-0903)］

② 現状保全

難燃 PN ケーブルの絶縁特性低下に対しては，系統機器の点検時に絶縁抵抗測定を実施している。

また，系統機器の点検時に実施する動作試験においてもケーブルの絶縁機能の健全性を確認している。

さらに，点検で有意な絶縁特性低下が認められた場合には，ケーブルの取替を行うこととしている。

③ 総合評価

健全性評価結果から判断して，絶縁体の有意な絶縁特性低下の可能性は小さく，点検時の絶縁抵抗測定及び系統機器の動作試験で把握可能と考えられる。

また，原子炉格納容器内設計最高温度の 65.6℃を上回る箇所に布設された難燃 PN ケーブル及び東北地方太平洋沖地震発生に伴う発電所停止操作の過程で，原子炉格納容器内設計最高温度の 65.6℃を上回った難燃 PN ケーブルについては，長期健全性試験結果をもとに確認を行い健全性に影響のないことを確認した。今後も，点検時の絶縁抵抗測定及び系統機器の動作試験を実施することにより，異常の有無は把握可能であり，点検手法としては適切であると考える。

c．高経年化への対応

絶縁体の絶縁特性低下に対しては，今後も点検時の絶縁抵抗測定及び系統機器の動作試験を実施することにより，絶縁特性低下を監視していくとともに，必要に応じて取替を行うこととする。

また，原子炉格納容器内設計最高温度の 65.6℃を上回る箇所に布設された難燃 PN ケーブル及び東北地方太平洋沖地震発生に伴う発電所停止操作の過程で，原子炉格納容器内設計最高温度の 65.6℃を上回る箇所に布設された難燃 PN ケーブルについては，設計温度の超過を考慮した評価期間を設定する。

なお，難燃 PN ケーブルについては，追加保全項目として，健全性評価から得られた評価期間に至る前に取替を実施する。

これにより，運転を延長しようとする期間において，絶縁体の絶縁特性低下により機器の健全性に影響を与える可能性はないと判断する。

3. 代表機器以外への展開

本章では，2 章で実施した代表機器の技術評価について，1 章で実施したグループ化で代表機器となっていない機器への展開について検討した。

① KGB ケーブル（原子炉格納容外）

3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

a. 絶縁体の絶縁特性低下

代表機器と同様，絶縁体は，有機物のシリコーンゴムであるため，熱及び放射線による物性変化により，経年的に劣化が進行し，絶縁特性低下を起こす可能性がある。

しかし，代表機器と同様に絶縁体の絶縁特性低下は，KGB ケーブル（原子炉格納容器内）長期健全性試験結果より，60 年間の通常運転期間及び設計基準事故時雰囲気において絶縁特性を維持できると評価する。

また，代表機器と同様に絶縁抵抗測定及び系統機器の動作試験を実施しており，今後もこの保全方法を継続し，絶縁特性低下を監視していくとともに，必要に応じて取替を行うこととする。

3.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

(1) 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって，想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象）

日常劣化管理事象に該当する事象は抽出されなかった。

(2) 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により，今後も経年劣化の進展が考えられない，又は進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外）

日常劣化管理事象以外に該当する事象は抽出されなかった。

3. 同軸ケーブル

［対象同軸ケーブル］

① 難燃一重同軸ケーブル（絶縁体材料が架橋ポリエチレン）
② 難燃二重同軸ケーブル
③ 難燃六重同軸ケーブル
④ 難燃一重同軸ケーブル（絶縁体材料が架橋ポリオレフィン）
⑤ 難燃三重同軸ケーブル

目次

1. 対象機器及び代表機器の選定..... 3-1
1.1 グループ化の考え方及び結果..... 3-1
1.2 代表機器の選定..... 3-1
2. 代表機器の技術評価..... 3-3
2.1 構造，材料及び使用条件..... 3-4
2.1.1 難燃一重同軸ケーブル（絶縁体材料が架橋ポリエチレン）（原子炉格納容器内）. 3-4
2.1.2 難燃六重同軸ケーブル（原子炉格納容器内）..... 3-6
2.1.3 難燃一重同軸ケーブル（絶縁体材料が架橋ポリオレフィン）..... 3-8
2.1.4 難燃三重同軸ケーブル..... 3-10
2.2 経年劣化事象の抽出..... 3-12
2.2.1 機器の機能達成に必要な項目..... 3-12
2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出..... 3-12
2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象..... 3-14
2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の評価..... 3-19
3. 代表機器以外への展開..... 3-39
3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象..... 3-39
3.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象..... 3-42

1. 対象機器及び代表機器の選定

東海第二で使用している主要な同軸ケーブルの主な仕様を表 1-1 に示す。

これらの同軸ケーブルを絶縁体材料の観点からグループ化し，それぞれのグループより代表機器を選定した。

1.1 グループ化の考え方及び結果

絶縁体材料及びシース材料を分類基準とし，同軸ケーブルを表 1-1 に示すとおりグループ化する。

1.2 代表機器の選定

表 1-1 に分類されるグループ毎に，重要度，設置場所及び使用開始時期の観点から代表機器を選定する。

(1) 絶縁体材料：架橋ポリエチレン

このグループには，難燃一重同軸ケーブル及び難燃二重同軸ケーブルが属するが，重要度が高く，設置場所の環境が厳しい原子炉格納容器内の難燃一重同軸ケーブルを代表機器とする。

(2) 絶縁体材料：架橋発泡ポリエチレン

このグループには，難燃六重同軸ケーブルのみが属するが，重要度は同等であることから，設置場所の環境が厳しい原子炉格納容器内の難燃六重同軸ケーブルを代表機器とする。

(3) 絶縁体材料：架橋ポリオレフィン

このグループには，難燃一重同軸ケーブルのみが属するため，難燃一重同軸ケーブルを代表機器とする。

(4) 絶縁体材料：架橋発泡ポリオレフィン

このグループには，難燃三重同軸ケーブルのみが属するため，難燃三重同軸ケーブルを代表機器とする。

表 1-1　同軸ケーブルのグループ化及び代表機器の選定

分類基準		名称	仕様	用途	選定基準					選定	選定理由
					重要度[*1]	設置場所		使用開始時期			
絶縁体材料	シース材料		電圧			原子炉格納容器内	原子炉格納容器外	建設時	運転開始後		
架橋ポリエチレン	難燃架橋ポリエチレン	難燃一重同軸ケーブル	DC 100V	計測	MS-1 重[*2]	○			○	◎	重要度 設置場所
							○		○		
	難燃架橋ポリエチレン	難燃二重同軸ケーブル	DC 240V	計測	MS-2 重[*2]		○		○		
架橋発泡ポリエチレン	難燃架橋ポリエチレン	難燃六重同軸ケーブル	DC 140V	計測	MS-1 重[*2]	○			○	◎	重要度 設置場所
							○		○		
架橋ポリオレフィン	難燃架橋ポリオレフィン	難燃一重同軸ケーブル	DC 100V	計測	MS-1 重[*2]		○	○		◎	
架橋発泡ポリオレフィン	難燃架橋ポリオレフィン	難燃三重同軸ケーブル	DC 140V	計測	MS-1 重[*2]		○		○	◎	

＊１：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

＊２：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す

2. 代表機器の技術評価

本章では，1章で代表機器とした以下の同軸ケーブルについて技術評価を実施する。

① 難燃一重同軸ケーブル（絶縁体材料が架橋ポリエチレン）（原子炉格納容器内）

② 難燃六重同軸ケーブル（原子炉格納容器内）

③ 難燃一重同軸ケーブル（絶縁体材料が架橋ポリオレフィン）

④ 難燃三重同軸ケーブル

2.1 構造，材料及び使用条件

2.1.1 難燃一重同軸ケーブル（絶縁体材料が架橋ポリエチレン）（原子炉格納容器内）

(1) 構造

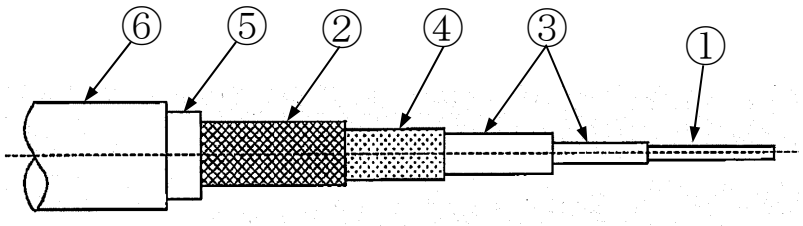
東海第二の難燃一重同軸ケーブル（絶縁体材料が架橋ポリエチレン）（原子炉格納容器内）は，大別すると内部導体，絶縁体，遮蔽体，外部導体，セパレータ及びシースで構成され，このうち，ケーブルの絶縁機能は，絶縁体で保たれている。

遮蔽体は導体の静電誘導を低減するため，セパレータはケーブルを整形するため，シースはケーブルを外的な力から保護するために設けられている。

東海第二の難燃一重同軸ケーブル（絶縁体材料が架橋ポリエチレン）（原子炉格納容器内）の構造図を図 2.1-1 に示す。

(2) 材料及び使用条件

東海第二の難燃一重同軸ケーブル（絶縁体材料が架橋ポリエチレン）（原子炉格納容器内）主要部位の使用材料を表 2.1-1 に，使用条件を表 2.1-2 に示す。



No.	部位
①	内部導体
②	外部導体
③	絶縁体
④	遮蔽体
⑤	セパレータ
⑥	シース

図 2.1-1　難燃一重同軸ケーブル（絶縁体材料が架橋ポリエチレン）（原子炉格納容器内）構造図

表 2.1-1　難燃一重同軸ケーブル（絶縁体材料が架橋ポリエチレン）
（原子炉格納容器内）主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
信号伝達機能の維持	信号伝達	内部導体	すずメッキ軟銅より線
		外部導体	すずメッキ軟銅線編組
	絶縁	絶縁体	架橋ポリエチレン
	遮蔽	遮蔽体	カーボンブラック
	整形	セパレータ	難燃テープ
	保護	シース	難燃架橋ポリエチレン

表 2.1-2　難燃一重同軸ケーブル（絶縁体材料が架橋ポリエチレン）
（原子炉格納容器内）の使用条件

	通常運転時	設計基準事故時	重大事故等時
設置場所	原子炉格納容器内		
周囲温度*1	65.6 ℃（最高）	171 ℃（最高）	115 ℃（最高）
最高圧力*1	0.0138 MPa	0.31 MPa	0.20 MPa
放射線	0.500 Gy/h*1 （最大）	2.6×10^{2} kGy*1 （最大積算値）	26 kGy*2 （最大積算値）

*1：原子炉格納容器内で難燃一重同軸ケーブル（絶縁体材料が架橋ポリエチレン）が布設されている区域における設計値

*2：重大事故等時において未臨界達成に要する時間に余裕を加えた時間（2 時間）の積算値

2.1.2 難燃六重同軸ケーブル（原子炉格納容器内）

(1) 構造

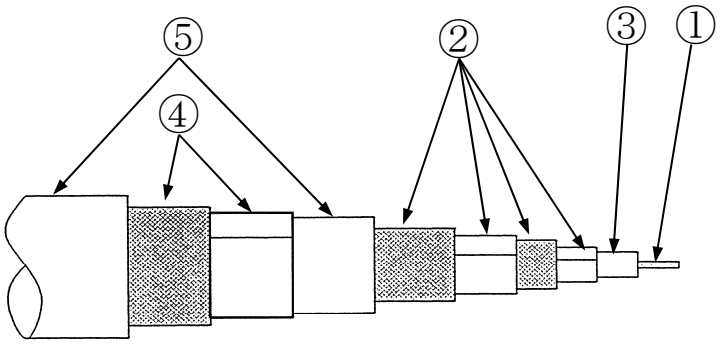
東海第二の難燃六重同軸ケーブル（原子炉格納容器内）は，大別すると内部導体，絶縁体，外部導体，遮蔽体及びシースで構成され，このうち，ケーブルの絶縁機能は，絶縁体で保たれている。

遮蔽体は導体の静電誘導を低減するため，シースはケーブルを外的な力から保護するために設けられている。

東海第二の難燃六重同軸ケーブル(原子炉格納容器内)の構造図を図2.1-2に示す。

(2) 材料及び使用条件

東海第二の難燃六重同軸ケーブル（原子炉格納容器内）主要部位の使用材料を表2.1-3に，使用条件を表2.1-4に示す。



No.	部位
①	内部導体
②	外部導体
③	絶縁体
④	遮蔽体
⑤	シース

図2.1-2　難燃六重同軸ケーブル（原子炉格納容器内）構造図

表 2.1-3　難燃六重同軸ケーブル（原子炉格納容器内）主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
信号伝達機能の維持	信号伝達	内部導体	すずメッキ軟銅より線
		外部導体	アルミ箔貼付プラスチックテープ すずメッキ軟銅線編組
	絶縁	絶縁体	架橋発泡ポリエチレン
	遮蔽	遮蔽体	アルミ箔貼付プラスチックテープ すずメッキ軟銅線編組
	保護	シース	難燃架橋ポリエチレン

表 2.1-4　難燃六重同軸ケーブル（原子炉格納容器内）の使用条件

	通常運転時	設計基準事故時	重大事故等時
設置場所	原子炉格納容器内		
周囲温度*1	65.6 ℃（最高）	171 ℃（最高）	115 ℃（最高）
最高圧力*1	0.0138 MPa	0.31 MPa	0.20 MPa
放射線	0.500 Gy/h*1 （最大）	2.6×10^{2} kGy*1 （最大積算値）	26 kGy*2 （最大積算値）

*1：原子炉格納容器内で難燃六重同軸ケーブルが布設されている区域における設計値

*2：重大事故等時において未臨界達成に要する時間に余裕を加えた時間（2 時間）の積算値

2.1.3 難燃一重同軸ケーブル（絶縁体材料が架橋ポリオレフィン）

(1) 構造

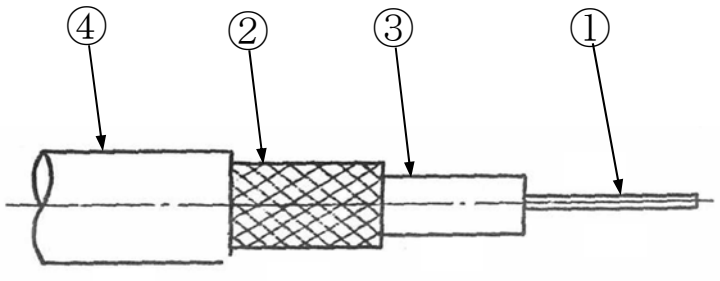
東海第二の難燃一重同軸ケーブル（絶縁体材料が架橋ポリオレフィン）は，大別すると内部導体，絶縁体，外部導体及びシースで構成され，このうち，ケーブルの絶縁機能は，絶縁体で保たれている。

シースはケーブルを外的な力から保護するために設けられている。

東海第二の難燃一重同軸ケーブル（絶縁体材料が架橋ポリオレフィン）の構造図を図 2.1-3 に示す。

(2) 材料及び使用条件

東海第二の難燃一重同軸ケーブル（絶縁体材料が架橋ポリオレフィン）主要部位の使用材料を表 2.1-5 に，使用条件を表 2.1-6 に示す。



No.	部位
①	内部導体
②	外部導体
③	絶縁体
④	シース

図 2.1-3　難燃一重同軸ケーブル（絶縁体材料が架橋ポリオレフィン）構造図

表 2.1-5　難燃一重同軸ケーブル（絶縁体材料が架橋ポリオレフィン）主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
信号伝達機能の維持	信号伝達	内部導体	すずメッキ軟銅より線
		外部導体	軟銅線編組
	絶縁	絶縁体	架橋ポリオレフィン
	保護	シース	難燃架橋ポリオレフィン

表 2.1-6　難燃一重同軸ケーブル（絶縁体材料が架橋ポリオレフィン）の使用条件

	通常運転時	設計基準事故時	重大事故等時
設置場所	原子炉格納容器外		
周囲温度*	40.0 ℃（最高）	100 ℃（最高）	100 ℃（最高）
最高圧力*	大気圧	0.001744 MPa	0.0069 MPa
放射線*	1×10^{-5} Gy/h（最大）	1.7 kGy（最大積算値）	100 kGy（最大積算値）

＊：原子炉格納容器外で難燃一重同軸ケーブル（絶縁体材料が架橋ポリオレフィン）が布設されている区域における設計値

2.1.4 難燃三重同軸ケーブル

(1) 構造

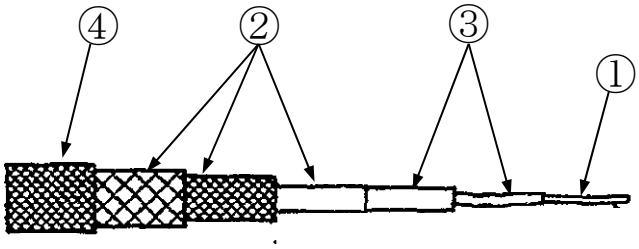
東海第二の難燃三重同軸ケーブルは，大別すると内部導体，絶縁体，外部導体及びシースで構成され，このうち，ケーブルの絶縁機能は，絶縁体で保たれている。

シースはケーブルを外的な力から保護するために設けられている。

東海第二の難燃三重同軸ケーブルの構造図を図 2.1-4 に示す。

(2) 材料及び使用条件

東海第二の難燃三重同軸ケーブル主要部位の使用材料を表 2.1-7 に，使用条件を表 2.1-8 に示す。



No.	部位
①	内部導体
②	外部導体
③	絶縁体
④	シース

図 2.1-4　難燃三重同軸ケーブル構造図

表 2.1-7　難燃三重同軸ケーブル主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
信号伝達機能の維持	信号伝達	内部導体	すずメッキ軟銅より線
		外部導体	すずメッキ軟銅線編組
	絶縁	絶縁体	架橋発泡ポリオレフィン
	保護	シース	難燃架橋ポリオレフィン

表 2.1-8　難燃三重同軸ケーブルの使用条件

	通常運転時	設計基準事故時	重大事故等時
設置場所	原子炉格納容器外		
周囲温度*	40.0 ℃（最高）	100 ℃（最高）	100 ℃（最高）
最高圧力*	大気圧	0.001744 MPa	0.0069 MPa
放射線*	1×10^{-5} Gy/h（最大）	1.7 kGy（最大積算値）	100 kGy（最大積算値）

＊：原子炉格納容器外で難燃三重同軸ケーブルが布設されている区域における設計値

2.2 経年劣化事象の抽出

2.2.1 機器の機能達成に必要な項目

同軸ケーブルの機能である通電機能の達成に必要な項目は以下のとおり。

(1) 信号伝達機能の維持

2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

(1) 想定される経年劣化事象の抽出

同軸ケーブルについて，機能達成に必要な項目を考慮して主要な部位に展開した上で，個々の部位の材料，構造，使用条件（設置場所，電圧）及び現在までの運転経験を考慮し，表 2.2-1 に示すとおり，想定される経年劣化事象を抽出した（表 2.2-1 で○又は△，▲）。

なお，消耗品及び定期取替品は以下のとおり評価対象外とする。

(2) 消耗品及び定期取替品の扱い

同軸ケーブルには，消耗品及び定期取替品はない。

(3) 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

想定される経年劣化事象のうち下記①，②に該当しない事象を高経年化対策上着目すべき経年劣化事象と判断した。

なお，下記①，②に該当する事象については，2.2.3 項に示すとおり，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断した。

① 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって，想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象として表 2.2-1 で△）

② 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により，今後も経年劣化の進展が考えられない，又は進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外として表 2.2-1 で▲）

この結果，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象として以下の事象が抽出された(表 2.2-1 で○)。

a. 絶縁体の絶縁特性低下［難燃一重同軸ケーブル(絶縁体材料が架橋ポリエチレン)（原子炉格納容器内)］
b. 絶縁体の絶縁特性低下［難燃六重同軸ケーブル（原子炉格納容器内)］
c. 絶縁体の絶縁特性低下［難燃一重同軸ケーブル(絶縁体材料が架橋ポリオレフィン)］
d. 絶縁体の絶縁特性低下［難燃三重同軸ケーブル］

2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

(1) 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって，想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象）

日常劣化管理事象に該当する事象は抽出されなかった。

(2) 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により，今後も経年劣化の進展が考えられない，又は進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外）

a. 熱・放射線によるシースの硬化［共通］

難燃一重同軸ケーブル（絶縁体材料が架橋ポリエチレン）（原子炉格納容器内）及び難燃六重同軸ケーブル（原子炉格納容器内）の難燃架橋ポリエチレンシース，難燃一重同軸ケーブル（絶縁体材料が架橋ポリオレフィン）及び難燃三重ケーブルの難燃架橋ポリオレフィンシースは有機物であるため，熱及び放射線により硬化する可能性がある。

しかし，シースは主にケーブル布設時に生ずる外的な力からケーブルを保護するためのものであり，ケーブルに要求される絶縁機能の確保に対するシースの役割は極めて低い。

したがって，熱・放射線によるシースの硬化は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

表 2.2-1(1/4)　難燃一重同軸ケーブル(絶縁体材料が架橋ポリエチレン)（原子炉格納容器内）に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象								備考
					減肉		割れ		絶縁	導通	信号	その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	絶縁特性低下	導通不良	特性変化		
信号伝達機能の維持	信号伝達	内部導体		すずメッキ軟銅より線									*:熱・放射線によるシースの硬化
		外部導体		すずメッキ軟銅線編組									
	絶縁	絶縁体		架橋ポリエチレン					○				
	遮蔽	遮蔽体		カーボンブラック									
	整形	セパレータ		難燃テープ									
	保護	シース		難燃架橋ポリエチレン								▲*	

○:高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

▲:高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象以外）

表 2.2-1(2/4)　難燃六重同軸ケーブル（原子炉格納容器内）に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象								備考
					減肉		割れ		絶縁	導通	信号	その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	絶縁特性低下	導通不良	特性変化		
信号伝達機能の維持	信号伝達	内部導体		すずメッキ軟銅より線									*:熱・放射線によるシースの硬化
		外部導体		アルミ箔貼付プラスチックテープ すずメッキ軟銅線編組									
	絶縁	絶縁体		架橋発泡ポリエチレン					○				
	遮蔽	遮蔽体		アルミ箔貼付プラスチックテープ すずメッキ軟銅線編組									
	保護	シース		難燃架橋ポリエチレン								▲*	

○:高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

▲:高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象以外）

表 2.2-1(3/4)　難燃一重同軸ケーブル(絶縁体材料が架橋ポリオレフィン)に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象								備考
					減肉		割れ		絶縁	導通	信号	その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	絶縁特性低下	導通不良	特性変化		
信号伝達機能の維持	信号伝達	内部導体		すずメッキ軟銅より線									*:熱・放射線によるシースの硬化
		外部導体		軟銅線編組									
	絶縁	絶縁体		架橋ポリオレフィン					○				
	保護	シース		難燃架橋ポリオレフィン								▲*	

○:高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

▲:高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象以外）

表 2.2-1(4/4)　難燃三重同軸ケーブルに想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象								備考
					減肉		割れ		絶縁	導通	信号	その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	絶縁特性低下	導通不良	特性変化		
信号伝達機能の維持	信号伝達	内部導体		すずメッキ軟銅より線									*:熱・放射線によるシースの硬化
		外部導体		すずメッキ軟銅線編組									
	絶縁	絶縁体		架橋発泡ポリオレフィン					○				
	保護	シース		難燃架橋ポリオレフィン								▲*	

○:高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

▲:高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象以外）

2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の評価

(1) 絶縁体の絶縁特性低下［難燃一重同軸ケーブル（絶縁体材料が架橋ポリエチレン）（原子炉格納容器内）］

a. 事象の説明

絶縁体は，有機物の架橋ポリエチレンであるため，熱及び放射線による物性変化により，経年的に劣化が進行し，絶縁特性低下を起こす可能性がある。

絶縁特性低下を生ずる可能性のある部位を図 2.3-1 に示す。

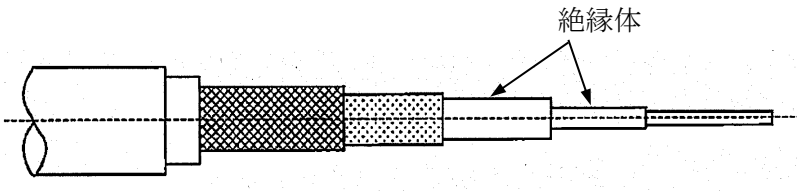


図 2.3-1　難燃一重同軸ケーブル（絶縁体材料が架橋ポリエチレン）の絶縁部位

b. 技術評価

① 健全性評価

ケーブルの長期間の経年劣化を考慮した必要性能の評価方法は，IEEE Std.323（1974）「IEEE Standard for Qualifying Class 1E Equipment for Nuclear Power Generating Stations」（以下，「IEEE Std.323（1974）」という）及び IEEE Std.383（1974）「IEEE Standard for Type Test of Class 1E Electric Cables, Field Splices, and Connections for Nuclear Power Generating Stations」（以下，「IEEE Std.383（1974）」という）の規格を根幹に，電気学会において我が国のケーブル耐環境試験方法推奨案（電気学会技術報告（Ⅱ部）第 139 号「原子力発電所電線ケーブルの環境試験方法ならびに耐延焼性試験方法に関する推奨案」，以下「電気学会推奨案」という）としてまとめられており，この電気学会推奨案と同じ手順で実機同等品による長期健全性試験を実施し，この結果に基づき長期間の健全性を評価した。

また，設計基準事故時雰囲気内で機能要求があるケーブルについては，原子力安全基盤機構により原子力プラントでの使用条件に即したケーブルの経年劣化手法が検討され，その結果が「原子力発電所のケーブル経年劣化評価ガイド（JNES-RE-2013-2049）」（以下，「ACA ガイド」という）に取りまとめられている。

このため，設計基準事故時雰囲気内で機能要求がある難燃一重同軸ケーブル（絶縁体材料が架橋ポリエチレン）（原子炉格納容器内）については，実機同等品による ACA ガイドに従った長期健全性についても評価した。

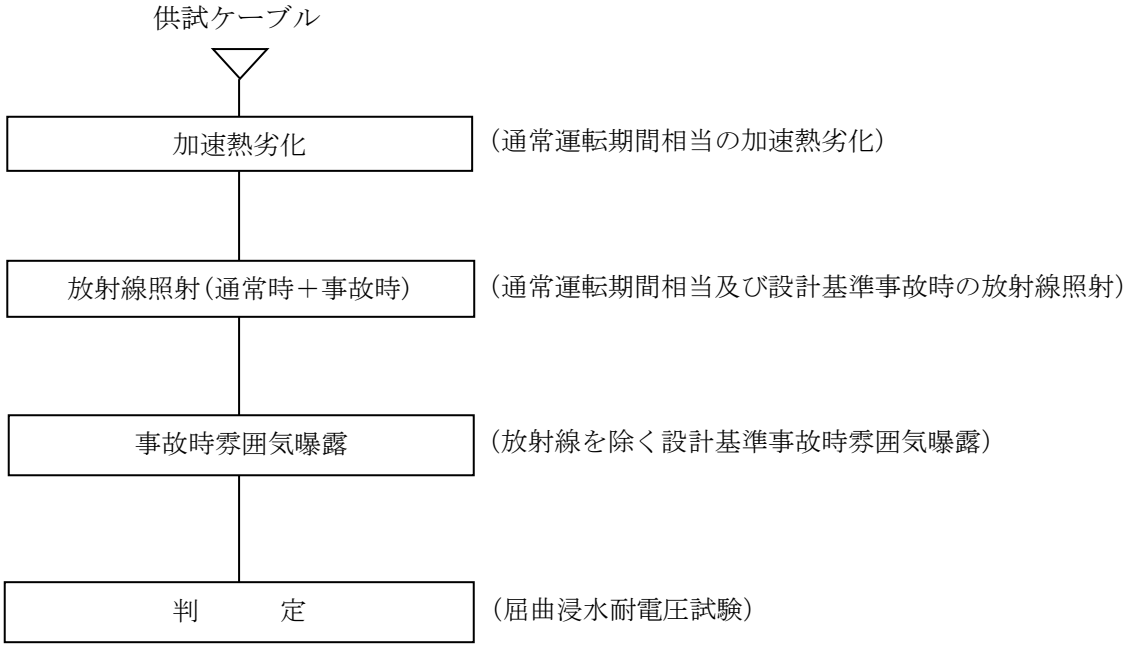


図 2.3-2　難燃一重同軸ケーブル長期健全性試験手順（電気学会推奨案）

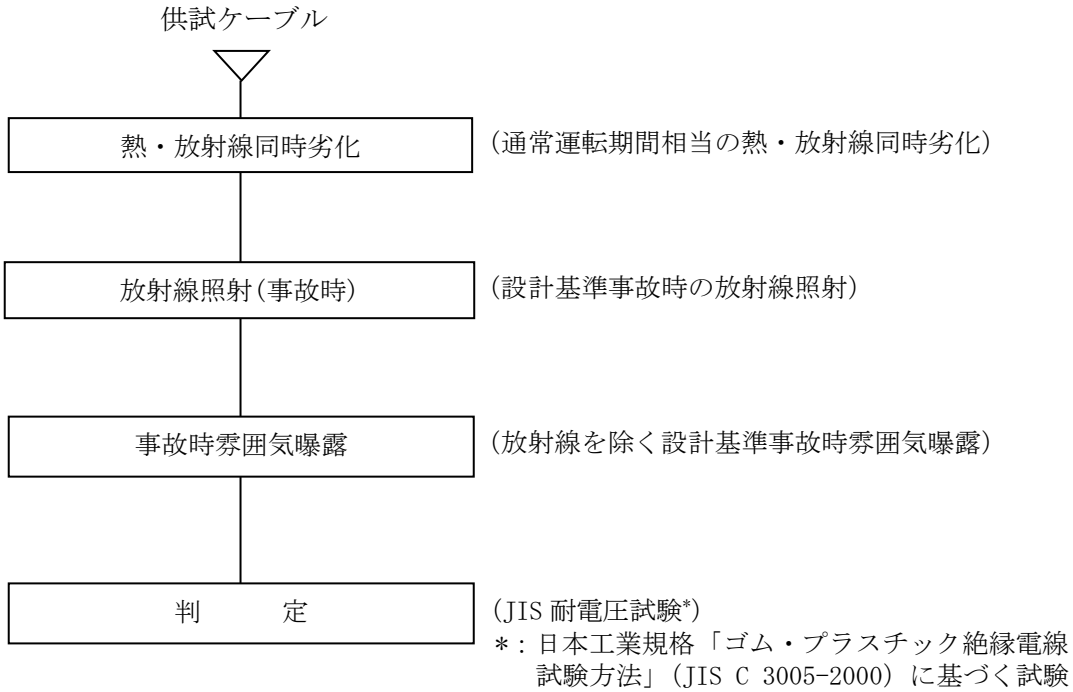


図 2.3-3　難燃一重同軸ケーブル長期健全性試験手順（ACA ガイド）

図 2.3-2 及び図 2.3-3 に示す長期健全性試験手順により評価した。

本試験条件は，表 2.3-1 及び表 2.3-3 に示すとおり，電気学会推奨案に従った長期健全性試験条件にて 60 年間，ACA ガイドに従った長期健全性試験条件にて 30 年間の通常運転期間，設計基準事故時*及び重大事故等時*雰囲気を想定した熱及び放射線による使用条件を包絡し，表 2.3-2 及び表 2.3-4 に示すとおり，屈曲浸水耐電圧試験，JIS 耐電圧試験の判定基準を満足している。

難燃一重同軸ケーブル（絶縁体材料が架橋ポリエチレン）（原子炉格納容器内）は，平成 21 年（運転開始後 31 年）にケーブルの取替を実施しており，ACA ガイドに従った長期健全性の評価で確認がとれている 30 年間の通常運転期間を加えると，運転開始後 60 年間の通常運転期間及び設計基準事故時雰囲気並びに重大事故等時雰囲気において絶縁性能を維持できると評価できる。

*：新規制基準への適合性確認のための工事計画認可申請書「V-1-1-6 安全設備及び重大事故等対処設備が使用される条件の下における健全性に関する説明書」及び発電用原子炉設置変更許可申請書「添付書類十 変更後における発電用原子炉施設において事故が発生した場合における当該事故に対処するために必要な施設及び体制の整備に関する説明書」に基づく原子炉格納容器内の設計基準事故時及び重大事故等時における各条件

表 2.3-1　難燃一重同軸ケーブル長期健全性試験条件（電気学会推奨案）

	試験条件	説明
加速熱劣化	121 ℃×270 時間	原子炉格納容器内の周囲最高温度（65.6 ℃）では，60 年間の通常運転期間を包絡する。
放射線照射 （通常時＋事故時）	放射線照射線量：1,010 kGy	東海第二で想定される照射線量 約 5.3×10^{2} kGy（60 年間の通常運転期間 約 2.7×10^{2} kGy に設計基準事故時線量 2.6×10^{2} kGy を加えた線量）を包絡する。 また，東海第二で想定される照射線量 約 296 kGy（60 年間の通常運転期間 約 2.7×10^{2} kGy に重大事故等時線量 26 kGy を加えた線量）を包絡する。
事故時雰囲気曝露	最高温度：171 ℃ 最高圧力：0.428 MPa 曝露時間：13 日間	東海第二における設計基準事故時の最高温度（171 ℃），最高圧力（0.31 MPa），及び重大事故等時の最高温度（115 ℃），最高圧力（0.20 MPa）を包絡する。

表 2.3-2　難燃一重同軸ケーブル長期健全性試験結果（電気学会推奨案）

項目	試験手順	判定基準	結果
屈曲浸水耐電圧試験	① 直線状に試料を伸ばした後，試料外径の約 40 倍のマンドレルに巻きつける。 ② ①の両端部以外を常温の水中に浸し 1 時間以上放置する。 ③ ②の状態で，公称絶縁体厚さに対し交流電圧 3.2kV/mm を 5 分間印加する。	絶縁破壊しないこと。	良

［出典：日本原子力発電研究データ］

表 2.3-3　難燃一重同軸ケーブル長期健全性試験条件（ACA ガイド）

	試験条件	説明
熱・放射線 同時劣化	100℃－98.1Gy/h－7,024 時間	原子炉格納容器内の布設されている区域における設計値（最高温度 65.6 ℃，最大線量率 0.500 Gy/h）について等価簡易損傷手法により評価した結果，30 年間の通常運転期間を包絡する。
放射線照射 （事故時）	放射線照射線量 ：500kGy	東海第二で想定される事故時線量約 2.6×10^2 kGy を包絡する。
事故時雰囲気曝露	最高温度：171℃ 最高圧力：0.427MPa 曝露時間：13 日間	東海第二における設計基準事故時の最高温度（171 ℃），最高圧力(0.31 MPa)を包絡する。

表 2.3-4　難燃一重同軸ケーブル長期健全性試験結果（ACA ガイド）

項目	試験手順	判定基準	結果
ＪＩＳ 耐電圧試験	AC 7,000V－1 分間	絶縁破壊しないこと。	良

［出典：電力共同研究「ケーブルの加速劣化試験データの整備に関する研究（ＡＣＡ評価ケーブル以外)」］

② 現状保全

難燃一重同軸ケーブル（絶縁体材料が架橋ポリエチレン）（原子炉格納容器内）の絶縁特性低下に対しては，系統機器の点検時に絶縁抵抗測定を実施している。

また，系統機器の点検時に実施する動作試験においてもケーブルの絶縁機能の健全性を確認している。

さらに，点検で有意な絶縁特性低下が認められた場合には，ケーブルの取替を行うこととしている。

③ 総合評価

健全性評価結果から判断して，絶縁体の急激な絶縁特性低下の可能性は小さく，また，絶縁特性低下は系統機器点検時の絶縁抵抗測定及び系統機器の動作試験で把握可能と考える。

今後も，系統機器点検時の絶縁抵抗測定及び系統機器の動作試験を実施することにより，異常の有無は把握可能であり，現状の保全は点検手法としては適切であると考える。

c. 高経年化への対応

絶縁体の絶縁特性低下に対しては，高経年化対策の観点から現状の保全内容に対して追加すべき項目はないと考える。

今後も，系統機器点検時の絶縁抵抗測定及び系統機器の動作試験を実施することにより，絶縁特性低下を監視していくとともに，必要に応じて取替を行うこととする。

(2) 絶縁体の絶縁特性低下［難燃六重同軸ケーブル（原子炉格納容器内)］

a. 事象の説明

絶縁体は，有機物の架橋発泡ポリエチレンであるため，熱及び放射線による物性変化により，経年的に劣化が進行し，絶縁特性低下を起こす可能性がある。

絶縁特性低下を生ずる可能性のある部位を図 2.3-4 に示す。

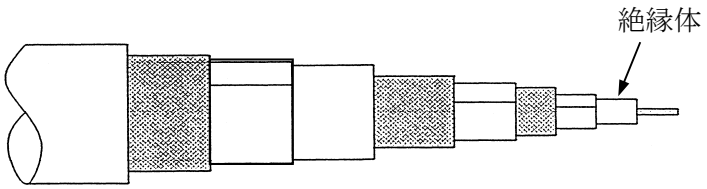


図 2.3-4　難燃六重同軸ケーブルの絶縁部位

b. 技術評価

① 健全性評価

ケーブルの長期間の経年劣化を考慮した必要性能の評価方法は，IEEE Std.323（1974）及び IEEE Std.383（1974）の規格を根幹に，電気学会推奨案としてまとめられており，この電気学会推奨案と同じ手順で実機同等品による長期健全性試験を実施し，この結果に基づき長期間の健全性を評価した。

また，設計基準事故時雰囲気内で機能要求があるケーブルについては，原子力安全基盤機構により原子力プラントでの使用条件に即したケーブルの経年劣化手法が検討され，その結果が ACA ガイドに取りまとめられている。

このため，設計基準事故時雰囲気内で機能要求がある難燃六重同軸ケーブルについては，実機相当品（架橋ポリエチレンの絶縁体を有する難燃一重同軸ケーブル）による ACA ガイドに従った長期健全性についても評価した。

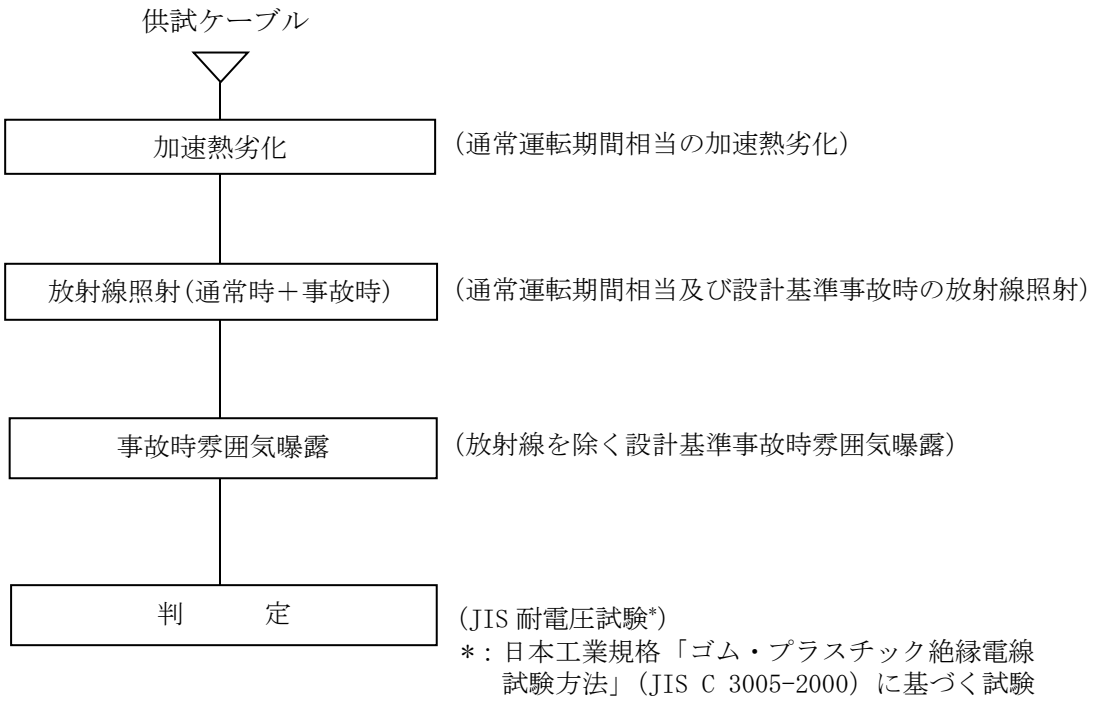


図 2.3-5　難燃六重同軸ケーブル長期健全性試験手順（電気学会推奨案）

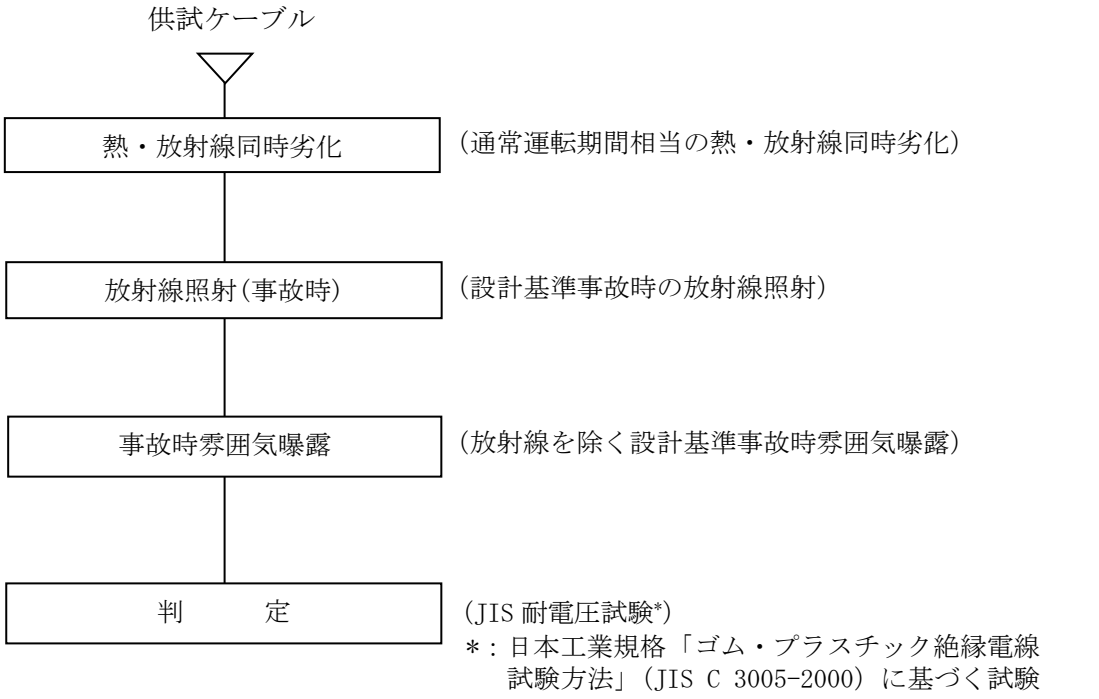


図 2.3-6　難燃一重同軸ケーブル長期健全性試験手順（ACA ガイド）

図 2.3-5 及び図 2.3-6 に示す長期健全性試験手順により評価した。

本試験条件は，表 2.3-5 及び表 2.3-7 に示すとおり，電気学会推奨案に従った長期健全性試験条件にて 41 年間，ACA ガイドに従った長期健全性試験条件にて 30 年間の通常運転期間，設計基準事故時*及び重大事故等時*雰囲気を想定した熱及び放射線による使用条件を包絡し，表 2.3-6 及び表 2.3-8 に示すとおり，JIS 耐電圧試験の判定基準を満足している。

難燃六重同軸ケーブル（原子炉格納容器内）は，平成 11 年（運転開始後 21 年）にケーブルの取替を実施しており，ACA ガイドに従った長期健全性の評価で確認がとれている 30 年間の通常運転期間を加えると，運転開始後 51 年間の通常運転期間及び設計基準事故時雰囲気並びに重大事故等時雰囲気において絶縁性能を維持できると評価できる。

*：新規制基準への適合性確認のための工事計画認可申請書「V-1-1-6 安全設備及び重大事故等対処設備が使用される条件の下における健全性に関する説明書」及び発電用原子炉設置変更許可申請書「添付書類十 変更後における発電用原子炉施設において事故が発生した場合における当該事故に対処するために必要な施設及び体制の整備に関する説明書」に基づく原子炉格納容器内の設計基準事故時及び重大事故等時における各条件

表 2.3-5　難燃六重同軸ケーブル長期健全性試験条件（電気学会推奨案）

	試験条件	説明
加速熱劣化	121℃×168 時間	原子炉格納容器内の周囲最高温度（65.6 ℃）では，41 年間の通常運転期間を包絡する。
放射線照射 (通常時＋事故時)	放射線照射線量：760 kGy	東海第二で想定される照射線量 約 5.3×10^2 kGy（60 年間の通常運転期間 約 2.7×10^2 kGy に設計基準事故時線量 2.6×10^2 kGy を加えた線量）を包絡する。 また，東海第二で想定される照射線量 約 296 kGy（60 年間の通常運転期間 約 2.7×10^2 kGy に重大事故等時線量 26 kGy を加えた線量）を包絡する。
事故時雰囲気曝露	最高温度：171 ℃ 最高圧力：0.686 MPa 曝露時間：13 日間	東海第二における設計基準事故時の最高温度（171 ℃），最高圧力（0.31 MPa），及び重大事故等時の最高温度（115 ℃），最高圧力（0.20 MPa）を包絡する。

表 2.3-6　難燃六重同軸ケーブル長期健全性試験結果（電気学会推奨案）

項目	試験手順	判定基準	結果
ＪＩＳ 耐電圧試験	AC 5,000 V－1 分間	絶縁破壊しないこと。	良

［出典：メーカデータ］

表 2.3-7　難燃一重同軸ケーブル長期健全性試験条件（ACA ガイド）

	試験条件	説明
熱・放射線 同時劣化	100 ℃－98.1 Gy/h－7,024 時間	原子炉格納容器内の布設されている区域における設計値（最高温度 65.6 ℃，最大線量率 0.500 Gy/h）について等価簡易損傷手法により評価した結果，30 年間の通常運転期間を包絡する。
放射線照射 （事故時）	放射線照射線量　：500 kGy	東海第二で想定される事故時線量約 2.6×10^{2} kGy を包絡する。
事故時雰囲気曝露	最高温度：171 ℃ 最高圧力：0.427 kPa 曝露時間：13 日間	東海第二における設計基準事故時の最高温度（171 ℃），最高圧力(0.31 MPa)を包絡する。

表 2.3-8 難燃一重同軸ケーブル長期健全性試験結果（ACA ガイド）

項目	試験手順	判定基準	結果
ＪＩＳ 耐電圧試験	AC 7,000 V－1 分間	絶縁破壊しないこと。	良

［出典：電力共同研究「ケーブルの加速劣化試験データの整備に関する研究（ＡＣＡ評価ケーブル以外)」］

② 現状保全

難燃六重同軸ケーブル（原子炉格納容器内）の絶縁特性低下に対しては，系統機器の点検時に絶縁抵抗測定を実施している。

また，系統機器の点検時に実施する動作試験においてもケーブルの絶縁機能の健全性を確認している。

さらに，点検で有意な絶縁特性低下が認められた場合には，ケーブルの取替を行うこととしている。

③ 総合評価

健全性評価結果から判断して，絶縁体の急激な絶縁特性低下の可能性は小さく，また，絶縁特性低下は系統機器点検時の絶縁抵抗測定及び系統機器の動作試験で把握可能と考える。

今後も，系統機器点検時の絶縁抵抗測定及び系統機器の動作試験を実施することにより，異常の有無は把握可能であり，現状の保全は点検手法としては適切であると考える。

c．高経年化への対応

絶縁体の絶縁特性低下に対しては，今後も系統機器点検時の絶縁抵抗測定及び系統機器の動作試験を実施することにより，絶縁特性低下を監視していくとともに，必要に応じて取替を行うこととする。

なお，難燃六重同軸ケーブル（原子炉格納容器内）については，追加保全項目として，健全性評価から得られた評価期間に至る前に取替を実施する。

これにより，運転を延長しようとする期間において，絶縁体の絶縁特性低下により機器の健全性に影響を与える可能性はないと判断する。

(3) 絶縁体の絶縁特性低下［難燃一重同軸ケーブル（絶縁体材料が架橋ポリオレフィン）（原子炉格納容器外）］

a. 事象の説明

絶縁体は，有機物の架橋ポリオレフィンであるため，熱及び放射線による物性変化により，経年的に劣化が進行し，絶縁特性低下を起こす可能性がある。

絶縁特性低下を生ずる可能性のある部位を図 2.3-7 に示す。

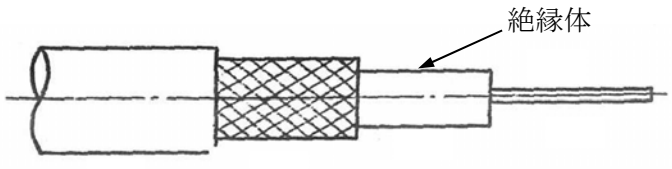


図 2.3-7　難燃一重同軸ケーブル（絶縁体材料が架橋ポリオレフィン）の絶縁部位

b. 技術評価

① 健全性評価

ケーブルの長期間の経年劣化を考慮した必要性能の評価方法は，IEEE Std.323（1974）及び IEEE Std.383（1974）の規格を根幹に，電気学会推奨案としてまとめられており，この電気学会推奨案に基づき実機同等品による長期健全性試験を実施し，この結果に基づき長期間の健全性を評価した。

また，設計基準事故時雰囲気内で機能要求があるケーブルについては，原子力安全基盤機構により原子力プラントでの使用条件に即したケーブルの経年劣化手法が検討され，その結果が ACA ガイドに取りまとめられている。

このため，設計基準事故時雰囲気内で機能要求がある難燃一重同軸ケーブル（絶縁体材料が架橋ポリオレフィン）については，実機同等品による ACA ガイドに従った長期健全性についても評価した。

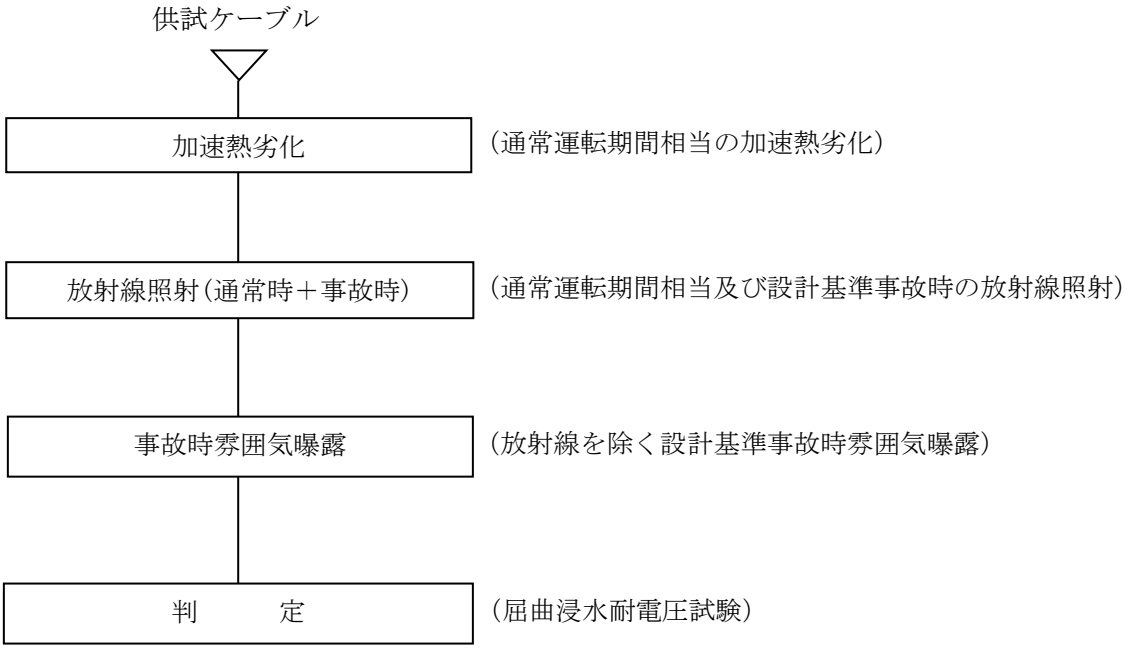


図 2.3-8　難燃一重同軸ケーブル長期健全性試験手順（電気学会推奨案）

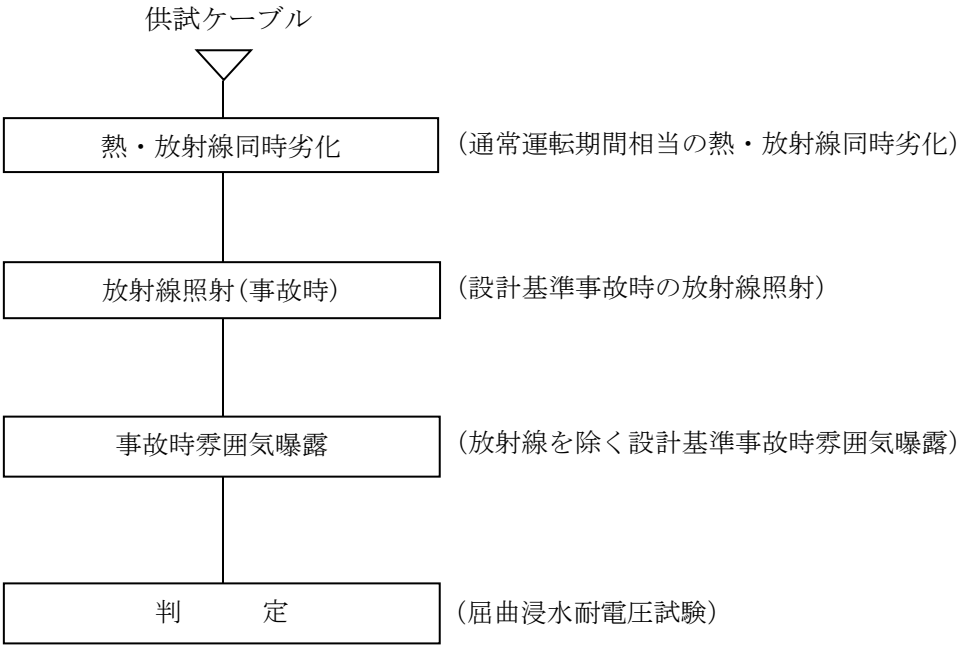


図 2.3-9　難燃一重同軸ケーブル長期健全性試験手順（ACA ガイド）

図 2.3-8 及び図 2.3-9 に示す長期健全性試験手順により評価した。

本試験条件は，表 2.3-9 及び表 2.3-11 に示すとおり，電気学会推奨案に従った長期健全性試験にて 60 年間以上，ACA ガイドに従った長期健全性試験条件にて 23 年間の通常運転期間，設計基準事故時*及び重大事故等時*雰囲気を想定した熱及び放射線による使用条件を包絡し，表 2.3-10 及び表 2.3-12 に示すとおり，屈曲浸水耐電圧試験の判定基準を満足している。

難燃一重同軸ケーブル（絶縁体材料が架橋ポリオレフィン）（原子炉格納容器外）は，表 2.3-11 に示すとおり 37 年間実機環境下で使用した実機同等品による ACA ガイドに従った長期健全性試験で，23 年間の健全性が確認できていることから，運転開始後 60 年間の通常運転期間及び設計基準事故時雰囲気並びに重大事故等時雰囲気において絶縁性能を維持できると評価できる。

＊：新規制基準への適合性確認のための工事計画認可申請書「V-1-1-6 安全設備及び重大事故等対処設備が使用される条件の下における健全性に関する説明書」に基づく原子炉格納容器外の設計基準事故時及び重大事故等時における各条件

表 2.3-9　難燃一重同軸ケーブル長期健全性試験条件（電気学会推奨案）

	試験条件	説明
加速熱劣化	110 ℃×2,472 時間	原子炉格納容器外の周囲最高温度（40.0 ℃）では，60 年間の通常運転期間を包絡する。
放射線照射 （通常時＋事故時）	放射線照射線量：260 kGy	東海第二で想定される照射線量約 1.8 kGy（60 年間の通常運転期間約 5.3 Gy に設計基準事故時線量 1.7 kGy を加えた線量）を包絡する。 また，東海第二で想定される照射線量約 101 kGy(60 年間の通常運転期間約 5.3 Gy に重大事故等時線量約 100 kGy を加えた線量）を包絡する。
事故時雰囲気曝露	最高温度：171 ℃ 最高圧力：0.427 MPa 曝露時間：25 時間	東海第二における設計基準事故時の最高温度（100 ℃），最高圧力（0.001744 MPa），及び重大事故等時の最高温度（100 ℃），最高圧力（0.0069 MPa）を包絡する。

表 2.3-10　難燃一重同軸ケーブル長期健全性試験結果（電気学会推奨案）

項目	試験手順	判定基準	結果
屈曲浸水耐電圧試験	① 直線状に試料を伸ばした後，試料外径の約 40 倍のマンドレルに巻きつける。 ② ①の両端部以外を常温の水中に浸し 1 時間以上放置する。 ③ ②の状態で，公称絶縁体厚さに対し交流電圧 3.2kV/mm を 5 分間印加する。	絶縁破壊しないこと。	良

［出典：日本原子力発電研究データ］

表 2.3-11　難燃一重同軸ケーブル長期健全性試験条件（ACA ガイド）

	試験条件	説明
熱・放射線 同時劣化	110 ℃×2,472 時間 放射線照射なし	原子炉格納容器外の周囲最高温度（40.0 ℃）では，23 年間の通常運転期間に相当する。 供試ケーブルは 37 年間実機環境下にて使用したものであり，長期健全性試験で確認がとれている 23 年間の通常運転期間を加えると，60 年間の通常運転期間に相当する。
放射線照射 （事故時）	放射線照射線量　：260 kGy	東海第二で想定される事故時線量約 1.7 kGy を包絡する。
事故時雰囲気曝露	最高温度：171 ℃ 最高圧力：0.427 MPa 曝露時間：25 時間	東海第二における設計基準事故時の最高温度（100 ℃），最高圧力(0.001744 MPa)を包絡する。

表 2.3-12　難燃一重同軸ケーブル長期健全性試験結果（ACA ガイド）

項目	試験手順	判定基準	結果
屈曲浸水耐電圧試験	① 直線状に試料を伸ばした後，試料外径の約 40 倍のマンドレルに巻きつける。 ② ①の両端部以外を常温の水中に浸し 1 時間以上放置する。 ③ ②の状態で，公称絶縁体厚さに対し交流電圧 3.2kV/mm を 5 分間印加する。	絶縁破壊しないこと。	良

［出典：日本原子力発電研究データ］

② 現状保全

難燃一重同軸ケーブル（絶縁体材料が架橋ポリオレフィン）（原子炉格納容器外）の絶縁特性低下に対しては，系統機器の点検時に絶縁抵抗測定を実施している。

また，系統機器の点検時に実施する動作試験においてもケーブルの絶縁機能の健全性を確認している。

さらに，点検で有意な絶縁特性低下が認められた場合には，ケーブルの取替を行うこととしている。

③ 総合評価

健全性評価結果から判断して，絶縁体の急激な絶縁特性低下の可能性は小さく，また，絶縁特性低下は系統機器点検時の絶縁抵抗測定及び系統機器の動作試験で把握可能と考える。

今後も，系統機器点検時の絶縁抵抗測定及び系統機器の動作試験を実施することにより，異常の有無は把握可能であり，現状の保全は点検手法としては適切であると考える。

c. 高経年化への対応

絶縁体の絶縁特性低下に対しては，高経年化対策の観点から現状の保全内容に対して追加すべき項目はないと考える。

今後も，系統機器点検時の絶縁抵抗測定及び系統機器の動作試験を実施することにより，絶縁特性低下を監視していくとともに，必要に応じて取替を行うこととする。

(4) 絶縁体の絶縁特性低下［難燃三重同軸ケーブル（原子炉格納容器外)］

a. 事象の説明

絶縁体は，有機物の架橋発泡ポリオレフィンであるため，熱及び放射線による物性変化により，経年的に劣化が進行し，絶縁特性低下を起こす可能性がある。

絶縁特性低下を生ずる可能性のある部位を図 2.3-10 に示す。

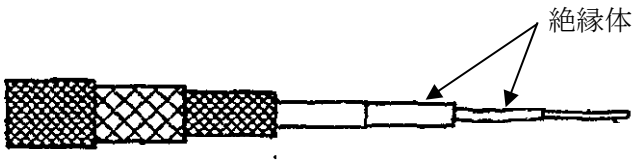


図 2.3-10　難燃三重同軸ケーブルの絶縁部位

b. 技術評価

① 健全性評価

ケーブルの長期間の経年劣化を考慮した必要性能の評価方法は，IEEE Std.323（1974）及び IEEE Std.383（1974）の規格を根幹に，電気学会推奨案としてまとめられており，この電気学会推奨案に基づき実機同等品による長期健全性試験を実施しており，この結果に基づき長期間の健全性を評価した。

また，設計基準事故時雰囲気内で機能要求があるケーブルについては，原子力安全基盤機構により原子力プラントでの使用条件に即したケーブルの経年劣化手法が検討され，その結果が ACA ガイドに取りまとめられている。

このため，設計基準事故時雰囲気内で機能要求がある難燃三重同軸ケーブルについては，実機相当品（架橋ポリオレフィンの絶縁体を有する難燃一重同軸ケーブル）による ACA ガイドに従った長期健全性についても評価した。

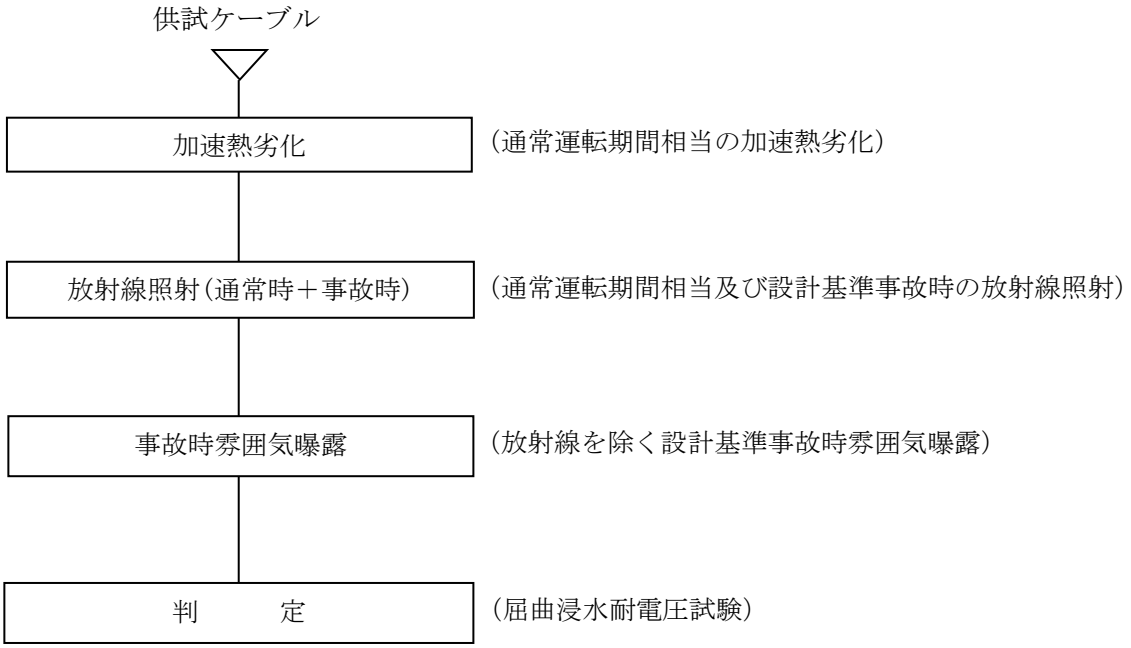


図 2.3-11　難燃三重同軸ケーブル長期健全性試験手順（電気学会推奨案）

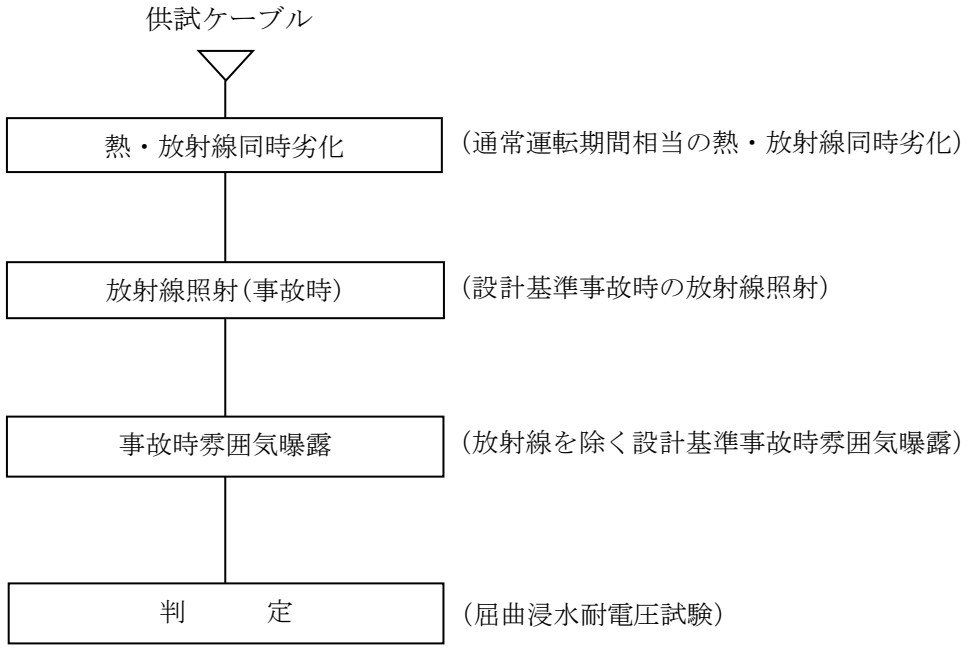


図 2.3-12　難燃一重同軸ケーブル長期健全性試験手順（ACA ガイド）

図 2.3-11 及び図 2.3-12 に示す長期健全性試験手順により評価した。

本試験条件は，表 2.3-13 及び表 2.3-15 に示すとおり，電気学会推奨案に従った長期健全性試験にて 60 年間以上，ACA ガイドに従った長期健全性試験条件にて 23 年間の通常運転期間，設計基準事故時*及び重大事故等時*雰囲気を想定した熱及び放射線による使用条件を包絡し，表 2.3-14 及び表 2.3-16 に示すとおり，屈曲浸水耐電圧試験の判定基準を満足している。

難燃三重同軸ケーブル（原子炉格納容器外）は，表 2.3-15 に示すとおり 37 年間実機環境下で使用した実機相当品による ACA ガイドに従った長期健全性試験で，23 年間の健全性が確認できていることから，運転開始後 60 年間の通常運転期間及び設計基準事故時雰囲気並びに重大事故等時雰囲気において絶縁性能を維持できると評価できる。

＊：新規制基準への適合性確認のための工事計画認可申請書「V-1-1-6 安全設備及び重大事故等対処設備が使用される条件の下における健全性に関する説明書」に基づく原子炉格納容器外の設計基準事故時及び重大事故等時における各条件

表 2.3-13　難燃三重同軸ケーブル長期健全性試験条件（電気学会推奨案）

	試験条件	説明
加速熱劣化	100 ℃×120 時間	原子炉格納容器外の周囲最高温度（40.0 ℃）では，60 年間の通常運転期間を包絡する。
放射線照射 （通常時＋事故時）	放射線照射線量：2,000 kGy	東海第二で想定される照射線量約 1.8 kGy（60 年間の通常運転期間約 5.3 Gy に設計基準事故時線量 1.7 kGy を加えた線量）を包絡する。 また，東海第二で想定される照射線量約 101 kGy(60 年間の通常運転期間約 5.3 Gy に重大事故等時線量約 100 kGy を加えた線量）を包絡する。
事故時雰囲気曝露	最高温度：171 ℃ 最高圧力：0.717 MPa 曝露時間：108 日間	東海第二における設計基準事故時の最高温度（100 ℃），最高圧力（0.001744 MPa），及び重大事故等時の最高温度（100 ℃），最高圧力（0.0069 MPa）を包絡する。

表 2.3-14　難燃三重同軸ケーブル長期健全性試験結果（電気学会推奨案）

項目	試験手順	判定基準	結果
屈曲浸水耐電圧試験	① 直線状に試料を伸ばした後，試料外径の約 40 倍のマンドレルに巻きつける。 ② ①の両端部以外を常温の水中に浸し 1 時間以上放置する。 ③ ②の状態で，公称絶縁体厚さに対し交流電圧 3.2kV/mm を 5 分間印加する。	絶縁破壊しないこと。	良

［出典：メーカデータ］

表 2.3-15　難燃一重同軸ケーブル長期健全性試験条件（ACA ガイド）

	試験条件	説明
熱・放射線 同時劣化	110 ℃×2,472 時間 放射線照射なし	原子炉格納容器外の周囲最高温度（40.0 ℃）では，23 年間の通常運転期間に相当する。 供試ケーブルは 37 年間実機環境下にて使用したものであり，長期健全性試験で確認がとれている 23 年間の通常運転期間を加えると，60 年間の通常運転期間に相当する。
放射線照射 （事故時）	放射線照射線量　：260 kGy	東海第二で想定される事故時線量約 1.7 kGy を包絡する。
事故時雰囲気曝露	最高温度：171℃ 最高圧力：0.427 MPa 曝露時間：25 時間	東海第二における設計基準事故時の最高温度（100 ℃），最高圧力(0.001744 MPa)を包絡する。

表 2.3-16　難燃一重同軸ケーブル長期健全性試験結果（ACA ガイド）

項目	試験手順	判定基準	結果
屈曲浸水耐電圧試験	① 直線状に試料を伸ばした後，試料外径の約 40 倍のマンドレルに巻きつける。 ② ①の両端部以外を常温の水中に浸し 1 時間以上放置する。 ③ ②の状態で，公称絶縁体厚さに対し交流電圧 3.2kV/mm を 5 分間印加する。	絶縁破壊しないこと。	良

［出典：日本原子力発電研究データ］

② 現状保全

難燃三重同軸ケーブル（原子炉格納容器外）の絶縁特性低下に対しては，系統機器の点検時に絶縁抵抗測定を実施している。

また，系統機器の点検時に実施する動作試験においてもケーブルの絶縁機能の健全性を確認している。

さらに，点検で有意な絶縁特性低下が認められた場合には，ケーブルの取替を行うこととしている。

③ 総合評価

健全性評価結果から判断して，絶縁体の急激な絶縁特性低下の可能性は小さく，また，絶縁特性低下は系統機器点検時の絶縁抵抗測定及び系統機器の動作試験で把握可能と考える。

今後も，系統機器点検時の絶縁抵抗測定及び系統機器の動作試験を実施することにより，異常の有無は把握可能であり，現状の保全は点検手法としては適切であると考える。

c．高経年化への対応

絶縁体の絶縁特性低下に対しては，高経年化対策の観点から現状の保全内容に対して追加すべき項目はないと考える。

今後も，系統機器点検時の絶縁抵抗測定及び系統機器の動作試験を実施することにより，絶縁特性低下を監視していくとともに，必要に応じて取替を行うこととする。

3. 代表機器以外への展開

本章では，2 章で実施した代表機器の技術評価について，1 章で実施したグループ化で代表機器となっていない機器への展開について検討した。

［対象同軸ケーブル］

① 難燃一重同軸ケーブル（絶縁体材料が架橋ポリエチレン）（原子炉格納容器外）

② 難燃六重同軸ケーブル（原子炉格納容器外）

③ 難燃二重同軸ケーブル

3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

a. 絶縁体の絶縁特性低下［難燃一重同軸ケーブル（絶縁体材料が架橋ポリエチレン）（原子炉格納容器外），難燃二重同軸ケーブル］

代表機器である難燃一重同軸ケーブル（絶縁体材料が架橋ポリエチレン）（原子炉格納容器内）と同様に絶縁体材料が架橋ポリエチレンであるため，熱及び放射線による物性変化により，経年的に劣化が進行し，絶縁特性低下を起こす可能性がある。

難燃一重同軸ケーブル（絶縁体材料が架橋ポリエチレン）（原子炉格納容器外）及び難燃二重同軸ケーブルは，原子炉格納容器外に設置され，設計基準事故時動作及び重大事故等時動作が要求される。

これより，代表機器である原子炉格納容器内の難燃一重同軸ケーブル（絶縁体材料が架橋ポリエチレン）（原子炉格納容器内）の健全性評価方法を用いて，表 3.1-1 に記載の使用条件における難燃一重同軸ケーブル（絶縁体材料が架橋ポリエチレン）（原子炉格納容器外）及び難燃二重同軸ケーブルの長期健全性を評価した。

その結果，難燃一重同軸ケーブル（絶縁体材料が架橋ポリエチレン）（原子炉格納容器外）及び難燃二重同軸ケーブルは，電気学会推奨案に従った長期健全性試験条件については 60 年間以上，ACA ガイドに従った長期健全性の評価については 60 年間の運転期間を想定した劣化条件を包絡し，事故時雰囲気曝露試験の判定基準を満足していることを確認した。

これらのことから，難燃一重同軸ケーブル（絶縁体材料が架橋ポリエチレン）（原子炉格納容器外）及び難燃二重同軸ケーブルは，60 年間の通常運転期間及び設計基準事故時雰囲気並びに重大事故等時雰囲気において絶縁性能を維持できると評価する。

また，代表機器と同様に絶縁抵抗測定及び系統機器の動作試験を実施しており，今後もこの保全方法を継続し，絶縁特性低下を監視していくとともに，必要に応じて取替を行うこととする。

表 3.1-1　難燃一重同軸ケーブル（絶縁体材料が架橋ポリエチレン）（原子炉格納容器外）及び難燃二重同軸ケーブルの使用条件

	通常運転時	設計基準事故時	重大事故等時
設置場所	原子炉格納容器外		
周囲温度*	40.0 ℃（最高）	100 ℃（最高）	100 ℃（最高）
最高圧力*	大気圧	0.001744 MPa	0.0069 MPa
放射線*	1×10^{-5} Gy/h（最大）	1.7 kGy（最大積算値）	100 kGy（最大積算値）

*：原子炉格納容器外で難燃一重同軸ケーブル（絶縁体材料が架橋ポリエチレン）（原子炉格納容器外）及び難燃二重同軸ケーブルが布設されている区域における設計値

b. 絶縁体の絶縁特性低下［難燃六重同軸ケーブル（原子炉格納容器外)］

代表機器である難燃六重同軸ケーブル（原子炉格納容器内）と同様に絶縁体は架橋発泡ポリエチレンであるため，熱及び放射線による物性変化により，経年的に劣化が進行し，絶縁特性低下を起こす可能性がある。

難燃六重同軸ケーブル（原子炉格納容器外）は，原子炉格納容器外に設置され，設計基準事故時動作及び重大事故等時動作が要求される。

これより，代表機器が設置されている原子炉格納容器内の難燃六重同軸ケーブルの健全性評価方法を用いて，表 3.1-2 に記載の使用条件における難燃六重同軸ケーブル（原子炉格納容器外）の長期健全性を評価した。

その結果，難燃六重同軸ケーブル（原子炉格納容器外）は，電気学会推奨案に従った長期健全性試験条件については 60 年間以上，ACA ガイドに従った長期健全性試験条件については 60 年間以上の運転期間を想定した劣化条件を包絡し，事故時雰囲気曝露試験の判定基準を満足していることを確認した。

これらのことから，難燃六重同軸ケーブル（原子炉格納容器外）の絶縁体は，60 年間の通常運転期間及び設計基準事故時雰囲気並びに重大事故等時雰囲気において絶縁性能を維持できると評価する。

また，代表機器と同様に絶縁抵抗測定及び系統機器の動作試験を実施しており，今後もこの保全方法を継続し，絶縁特性低下を監視していくとともに，必要に応じて取替を行うこととする。

表 3.1-2　難燃六重同軸ケーブル（原子炉格納容器外）の使用条件

	通常運転時	設計基準事故時	重大事故等時
設置場所	原子炉格納容器外		
周囲温度*	40.0 ℃（最高）	100 ℃（最高）	100 ℃（最高）
最高圧力*	大気圧	0.001744 MPa	0.0069 MPa
放射線*	1×10^{-5} Gy/h （最大）	1.7 kGy （最大積算値）	100 kGy （最大積算値）

＊：原子炉格納容器外で難燃六重同軸ケーブル（原子炉格納容器外）が布設されている区域における設計値

3.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

(1) 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって，想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象）

日常劣化管理事象に該当する事象は抽出されなかった。

(2) 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により，今後も経年劣化の進展が考えられない，又は進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外）

a. 熱・放射線によるシースの硬化［共通］

代表機器と同様，難燃一重同軸ケーブル（絶縁体材料が架橋ポリエチレン）（原子炉格納容器外），難燃二重同軸ケーブル及び難燃六重同軸ケーブル（原子炉格納容器外）の難燃架橋ポリエチレンシースは有機物であるため，熱及び放射線により硬化する可能性がある。

しかし，シースは主にケーブル布設時に生ずる外的な力からケーブルを保護するためのものであり，ケーブルに要求される絶縁機能の確保に対するシースの役割は極めて低い。

したがって，熱・放射線によるシースの硬化は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

4. ケーブルトレイ，電線管

［対象機器］

① ケーブルトレイ

② 電線管

目次

1. 対象機器 4-1
2. ケーブルトレイ，電線管の技術評価..... 4-2
2.1 構造，材料及び使用条件..... 4-2
2.1.1 ケーブルトレイ..... 4-2
2.1.2 電線管 4-5
2.2 経年劣化事象の抽出..... 4-8
2.2.1 機器の機能達成に必要な項目..... 4-8
2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出..... 4-8
2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象..... 4-9

1. 対象機器

東海第二で使用しているケーブルトレイ，電線管の主な機能を表 1-1 に示す。

表 1-1　ケーブルトレイ，電線管の主な機能

機器名称	機能
ケーブルトレイ	ケーブルを収納して支持する
電線管	ケーブルを収納して支持する

2. ケーブルトレイ，電線管の技術評価

2.1 構造，材料及び使用条件

2.1.1 ケーブルトレイ

(1) 構造

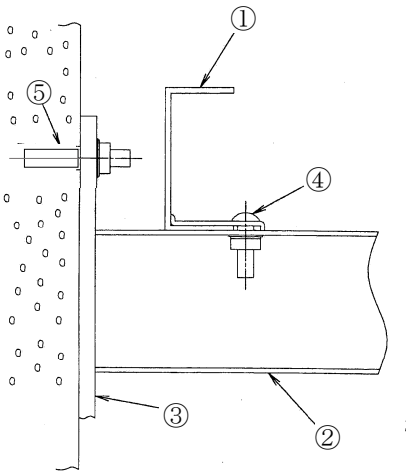
東海第二のケーブルトレイは，ベースプレート又は埋込金物にサポートを溶接により架台状に固定し，その上にケーブルトレイをボルトナットで固定する構造となっている。

なお，ケーブルトレイ上に非難燃ケーブルが布設されている場合には防火シートで覆うこととしている。

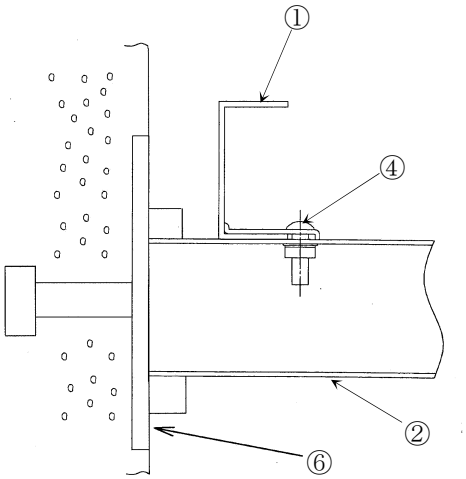
東海第二のケーブルトレイの代表的な構造図を図 2.1-1 に示す。

(2) 材料及び使用条件

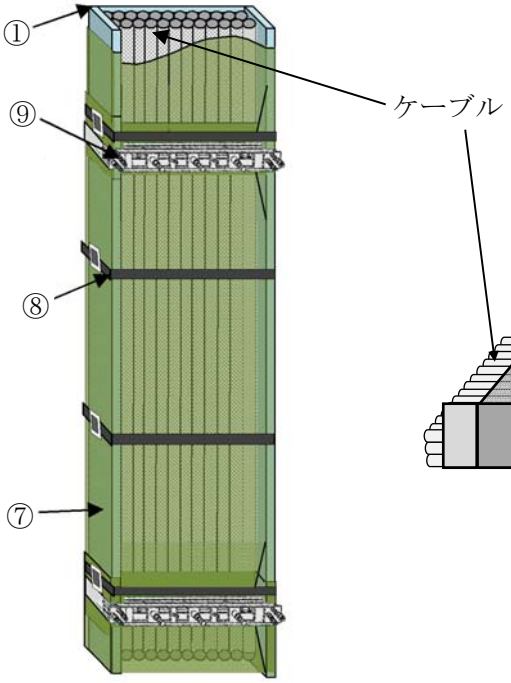
東海第二のケーブルトレイ主要部位の使用材料を表 2.1-1 に，使用条件を表 2.1-2 に示す。



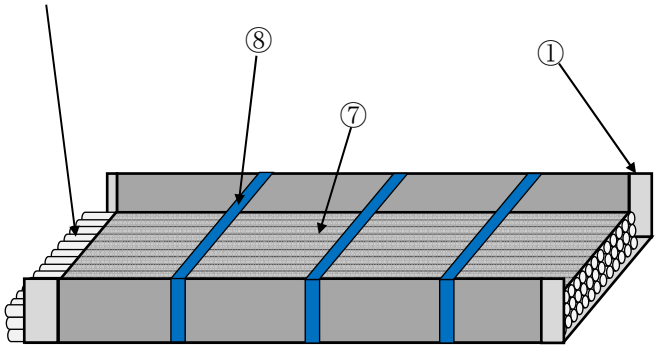
基礎ボルトの例



埋込金物の例



垂直トレイ（防火シート等含む）



水平トレイ（防火シート等含む）

No.	部位	No.	部位
①	ケーブルトレイ	⑥	埋込金物
②	サポート	⑦	防火シート
③	ベースプレート	⑧	結束ベルト
④	サポート取付ボルト・ナット	⑨	ファイアストッパ
⑤	基礎ボルト*1		

*1：後打ちケミカルアンカ，後打ちメカニカルアンカ

図 2.1-1　ケーブルトレイ構造図

表 2.1-1　ケーブルトレイ主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
機器の支持	支持	ケーブルトレイ	炭素鋼
		サポート	炭素鋼
		ベースプレート	炭素鋼
		サポート取付ボルト・ナット	炭素鋼
		基礎ボルト	炭素鋼，樹脂*1
		埋込金物	炭素鋼
防火機能の確保	複合体*2の形成	防火シート	アルミノ硼珪酸ガラス， アクリロニトリルブタジエンゴム
		結束ベルト	アルミノ硼珪酸ガラス， シリコーン樹脂
		ファイアストッパ	炭素鋼， セラミックファイバーブランケット

*1：後打ちケミカルアンカを示す

*2：非難燃ケーブル及びケーブルトレイを防火シートにより覆い，結束ベルト及びファイアストッパにて固定したもの

表 2.1-2　ケーブルトレイの使用条件

設置場所	原子炉格納容器内外，屋外
布設ケーブルの使用電圧	AC 7,000 V 以下

2.1.2 電線管

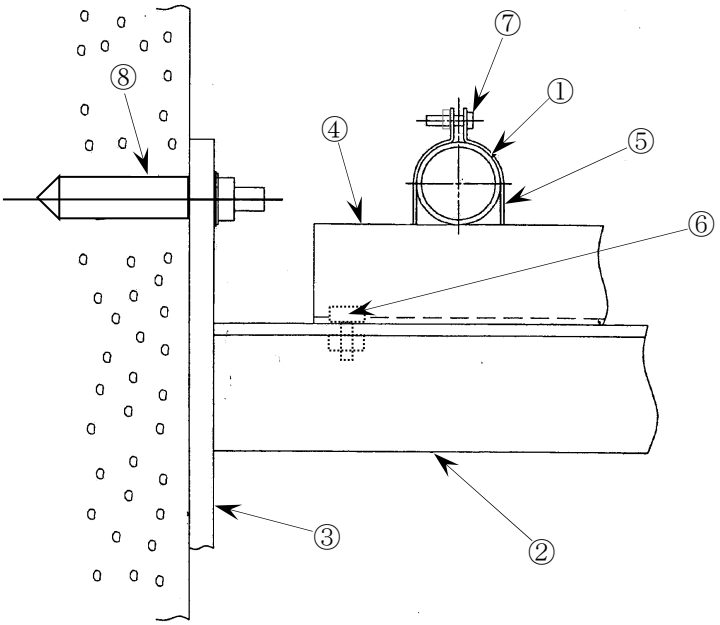
(1) 構造

電線管は，ベースプレート又は埋込金物にサポートを溶接により架台状に固定し，その上にユニバーサルチャンネルを取付け，電線管をパイプクランプで固定する構造となっている。

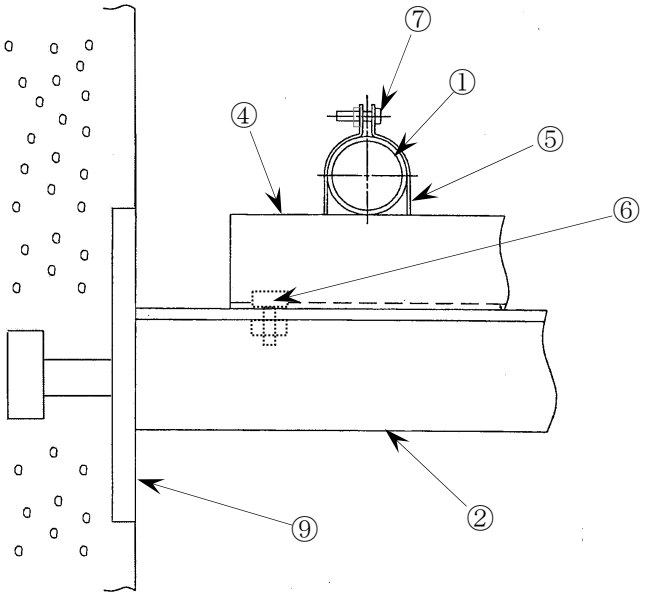
電線管の代表的な構造図を図 2.1-2 に示す。

(2) 材料及び使用条件

電線管主要部位の使用材料を表 2.1-3 に，使用条件を表 2.1-4 に示す。



基礎ボルトの例



埋込金物の例

No.	部位	No.	部位
①	電線管	⑥	サポート取付ボルト・ナット
②	サポート	⑦	パイプクランプボルト・ナット
③	ベースプレート	⑧	基礎ボルト*1
④	ユニバーサルチャンネル	⑨	埋込金物
⑤	パイプクランプ		

*1：後打ちケミカルアンカ，後打ちメカニカルアンカ

図 2.1-2　電線管構造図

表 2.1-3　電線管主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
機器の支持	支持	電線管	炭素鋼
		サポート	炭素鋼
		ベースプレート	炭素鋼
		ユニバーサルチャンネル	炭素鋼
		パイプクランプ	炭素鋼
		サポート取付ボルト・ナット	炭素鋼
		パイプクランプボルト・ナット	炭素鋼
		基礎ボルト	炭素鋼，樹脂*1
		埋込金物	炭素鋼

*1：後打ちケミカルアンカを示す

表 2.1-4　電線管の使用条件

設置場所	原子炉格納容器内外，屋外
布設ケーブルの使用電圧	AC 7,000 V 以下

2.2 経年劣化事象の抽出

2.2.1 機器の機能達成に必要な項目

ケーブルトレイ，電線管の機能であるケーブルの電路確保を維持し，非難燃ケーブルの火災発生を防止する機能の達成に必要な項目は以下のとおり。

(1) 機器の支持

(2) 防火機能の確保

2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

(1) 想定される経年劣化事象の抽出

ケーブルトレイ，電線管について，要求機能を考慮して主要部位に展開した上で，個々の部位の材料，構造，使用条件（設置場所，電圧）及び現在までの運転経験を考慮し，表 2.2-1 に示すとおり，想定される経年劣化事象を抽出した（表 2.2-1 で△又は▲）。

なお，消耗品及び定期取替品は評価対象外とする。

(2) 消耗品及び定期取替品の扱い

ケーブルトレイ，電線管には，消耗品及び定期取替品はない。

(3) 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

想定される経年劣化事象のうち下記①，②に該当しない事象を高経年化対策上着目すべき経年劣化事象と判断した。

なお，下記①，②に該当する事象については，2.2.3 項に示すとおり，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断した。

① 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって，想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象として表 2.2-1 で△）

② 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により，今後も経年劣化の進展が考えられない，又は進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外として表 2.2-1 で▲）

この結果，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象は抽出されなかった。

2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

(1) 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって，想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象）

a. ケーブルトレイ及びファイアストッパ［ケーブルトレイ］，ユニバーサルチャンネル，パイプクランプ及びパイプクランプボルト・ナット［電線管］，サポート，ベースプレート及びサポート取付ボルト・ナット［共通］の腐食（全面腐食）

ケーブルトレイ，ファイアストッパ，ユニバーサルチャンネル，パイプクランプ，パイプクランプボルト・ナット，サポート，ベースプレート及びサポート取付ボルト・ナットは，炭素鋼であるため腐食が想定されるが，表面は塗装又はメッキが施されており，腐食の可能性は小さく，点検時に目視確認を行い，その結果により必要に応じ補修を実施することとしている。

したがって，ケーブルトレイ，ファイアストッパ，ユニバーサルチャンネル，パイプクランプ，パイプクランプボルト・ナット，サポート，ベースプレート及びサポート取付ボルト・ナットの腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

b. 電線管（本体）（大気接触部）の外面腐食（全面腐食）［電線管］

電線管（本体）（大気接触部）は，炭素鋼であるため腐食が想定されるが，電線管外面は塗装又は溶融亜鉛メッキが施されており，腐食の可能性は小さく，点検時に目視確認を行い，その結果により必要に応じ補修を実施することとしている。

したがって，電線管（本体）（大気接触部）の外面腐食は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

c. 埋込金物（大気接触部）の腐食（全面腐食）［共通］

埋込金物（大気接触部）は，炭素鋼であるため腐食が想定されるが，大気接触部は塗装が施されており，腐食の可能性は小さく，点検時に目視確認を行い，その結果により必要に応じ補修又は取替を実施することとしている。

したがって，埋込金物（大気接触部）の腐食は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

d. 基礎ボルトの腐食（全面腐食）［共通］

基礎ボルトの腐食（全面腐食）については，「機械設備の技術評価書」にて評価を実施するものとし本評価書には含めない。

(2) 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により，今後も経年劣化の進展が考えられない，又は進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外）

a. 電線管（本体）の内面腐食（全面腐食）［電線管］

電線管は，炭素鋼であるため腐食が想定されるが，電線管内面は溶融亜鉛メッキが施されており，腐食発生の可能性はない。電線管に内装されるものはケーブルのみであり，メッキ面への外力は加わらないため亜鉛メッキが剥がれることはなく，外面と比較して環境条件が緩やかであるため腐食の発生する可能性はない。

したがって，電線管の内面腐食は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

b. 基礎ボルトの樹脂（後打ちケミカルアンカ）の劣化［共通］

基礎ボルトの樹脂の劣化については，「機械設備の技術評価書」にて評価を実施するものとし本評価書には含めない。

c. 電線管（本体）（コンクリート埋設部）の外面［電線管］及び埋込金物（コンクリート埋設部）［共通］の腐食（全面腐食）

電線管（本体）（コンクリート埋設部）及び埋込金物（コンクリート埋設部）は，炭素鋼であるため腐食が想定される。

コンクリート埋設部ではコンクリートの大気接触部表面からの中性化の進行により腐食環境となるが，コンクリートが中性化に至り，埋込金物に有意な腐食が発生するまで長期間を要す。

したがって，電線管（本体）（コンクリート埋設部）及び埋込金物（コンクリート埋設部）の腐食は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

表 2.2-1(1/2)　ケーブルトレイに想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象								備考
				減肉		割れ		絶縁	導通	信号	その他	
				摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	絶縁特性低下	導通不良	特性変化		
機器の支持	ケーブルトレイ		炭素鋼		△							*1:後打ちケミカルアンカ *2:樹脂の劣化 *3:大気接触部 *4:コンクリート埋設部
	サポート		炭素鋼		△							
	ベースプレート		炭素鋼		△							
	サポート取付ボルト・ナット		炭素鋼		△							
	基礎ボルト		炭素鋼，樹脂[*1]		△						▲[*2]	
	埋込金物		炭素鋼		△[*3] ▲[*4]							
防火機能の確保	防火シート		アルミノ硼珪酸ガラス，アクリロニトリルブタジエンゴム									
	結束ベルト		アルミノ硼珪酸ガラス，シリコーン樹脂									
	ファイアストッパ		炭素鋼，セラミックファイバーブランケット		△							

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）
▲：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象以外）

表 2.2-1(2/2)　電線管に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象								備考
				減肉		割れ		絶縁	導通	信号	その他	
				摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	絶縁特性低下	導通不良	特性変化		
機器の支持	電線管		炭素鋼		△*1 ▲*2*3							*1:大気接触部の外面腐食 *2:内面腐食 *3:コンクリート埋設部の外面腐食 *4:後打ちケミカルアンカ *5:樹脂の劣化 *6:大気接触部 *7:コンクリート埋設部
	サポート		炭素鋼		△							
	ベースプレート		炭素鋼		△							
	ユニバーサルチャンネル		炭素鋼		△							
	パイプクランプ		炭素鋼		△							
	サポート取付ボルト・ナット		炭素鋼		△							
	パイプクランプボルト・ナット		炭素鋼		△							
	基礎ボルト		炭素鋼，樹脂*4		△						▲*5	
	埋込金物		炭素鋼		△*6 ▲*7							

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）
▲：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象以外）

5. ケーブル接続部

［対象ケーブル接続部］

① 端子台接続
② 端子接続
③ 電動弁コネクタ接続
④ 同軸コネクタ接続（中性子束計測用）
⑤ 同軸コネクタ接続（放射線計測用）
⑥ スプライス接続

目次

1. 対象機器及び代表機器の選定..... 5-1
1.1 グループ化の考え方及び結果..... 5-1
1.2 代表機器の選定..... 5-1
2. 代表機器の技術評価..... 5-3
2.1 構造，材料及び使用条件..... 5-3
2.1.1 端子台接続（原子炉格納容器内）..... 5-3
2.1.2 電動弁コネクタ接続（原子炉格納容器内）..... 5-6
2.1.3 同軸コネクタ接続（中性子束計測用）（原子炉格納容器内）..... 5-9
2.1.4 スプライス接続（原子炉格納容器内）..... 5-12
2.2 経年劣化事象の抽出..... 5-14
2.2.1 機器の機能達成に必要な項目..... 5-14
2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出..... 5-14
2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象..... 5-16
2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の評価..... 5-22
3. 代表機器以外への展開..... 5-38
3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象..... 5-38
3.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象..... 5-53

1. 対象機器及び代表機器の選定

東海第二で使用している主要なケーブル接続部の主な仕様を表 1-1 に示す。

これらのケーブル接続部を種類の観点からグループ化し，それぞれのグループより以下のとおり代表機器を選定した。

1.1 グループ化の考え方及び結果

種類を分類基準とし，ケーブル接続部を表 1-1 に示すとおりグループ化する。

1.2 代表機器の選定

表 1-1 に分類されるグループ毎に，重要度及び設置場所等の観点から代表機器を選定する。

(1) 端子接続

このグループには，端子台接続及び端子接続が属するが，重要度は同等であることから，設置場所の環境が厳しい原子炉格納容器内の端子台接続を代表機器とする。

(2) 電動弁コネクタ接続

このグループには，電動弁コネクタ接続のみが属するが，重要度は同等であることから，設置場所の環境が厳しい原子炉格納容器内の電動弁コネクタ接続を代表機器とする。

(3) 同軸コネクタ接続

このグループには，同軸コネクタ接続（中性子束計測用）及び同軸コネクタ接続（放射線計測用）が属するが，重要度が高く，設置場所の環境が厳しい原子炉格納容器内に設置されているもののうち，構成部品点数が多い同軸コネクタ接続（中性子束計測用）を代表機器とする。

(4) 直ジョイント接続

このグループには，スプライス接続のみが属するが，重要度は同等であることから，設置場所の環境が厳しい原子炉格納容器内のスプライス接続を代表機器とする。

表 1-1　ケーブル接続部のグループ化及び代表機器の選定

分類基準	名称	絶縁体材料	用途	選定基準			選定	選定理由
種類				重要度*1	設置場所			
					原子炉格納容器内	原子炉格納容器外		
端子接続	端子台接続	ジアリルフタレート樹脂	動力，制御，計測	MS-1 重*2	○		◎	重要度 設置場所
		ポリカーボネイト				○		
		ポリフェニレンエーテル樹脂				○		
	端子接続	ビニル	動力	MS-1 重*2		○		
電動弁コネクタ接続	電動弁コネクタ接続	ジアリルフタレート樹脂	動力，制御	MS-1	○		◎	重要度 設置場所
				MS-1 重*2		○		
同軸コネクタ接続	同軸コネクタ接続（中性子束計測用）	ポリエーテルエーテルケトン	計測	MS-1 重*2	○ (13) *3		◎	重要度 設置場所 構成部品点数
		架橋ポリスチレン			○ (10) *3			
						○		
	同軸コネクタ接続（放射線計測用）			MS-2 重*2		○		
	同軸コネクタ接続（中性子束計測用）（放射線計測用）	テフロン		MS-1 重*2		○		
直ジョイント接続	スプライス接続	架橋ポリオレフィン	動力，制御，計測	MS-1 重*2	○		◎	重要度 設置場所
						○		

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す
*2：重要度クラスとは別に重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す
*3：( )内は構成部品点数を示す

2. 代表機器の技術評価

本章では，1 章で代表機器とした以下のケーブル接続部について技術評価を実施する。

① 端子台接続（原子炉格納容器内）
② 電動弁コネクタ接続（原子炉格納容器内）
③ 同軸コネクタ接続（中性子束計測用）（原子炉格納容器内）
④ スプライス接続（原子炉格納容器内）

2.1 構造，材料及び使用条件

2.1.1 端子台接続（原子炉格納容器内）

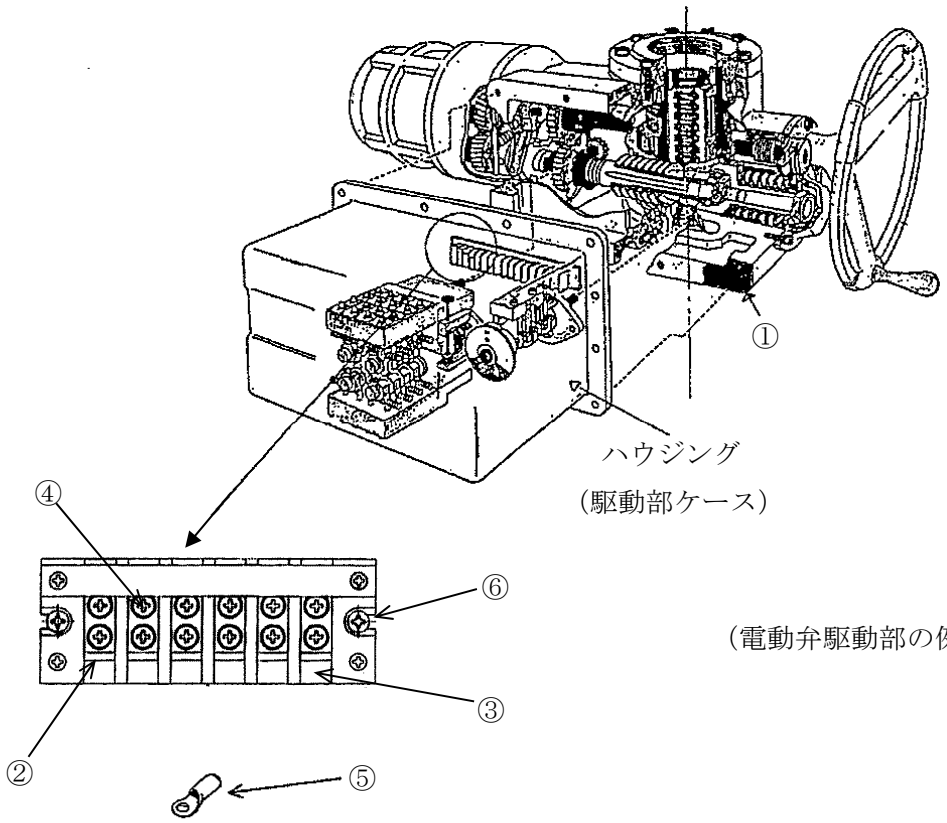
(1) 構造

東海第二の端子台接続（原子炉格納容器内）は，ケーブル接続部をもつ端子板と，それを保持する端子台絶縁部で構成され，このうち絶縁機能は，絶縁部にて保たれている。

東海第二の代表的な端子台接続（原子炉格納容器内）の構造図を図 2.1-1 に示す。

(2) 材料及び使用条件

東海第二の代表的な端子台接続(原子炉格納容器内)主要部位の使用材料を表 2.1-1 に，使用条件を表 2.1-2 に示す。



(電動弁駆動部の例)

No.	部位
①	ガスケット
②	端子板
③	端子台絶縁部
④	端子台ビス
⑤	接続端子
⑥	端子板ビス

図 2.1-1 端子台接続（原子炉格納容器内）の構造図

表 2.1-1 端子台接続（原子炉格納容器内）主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
電力・信号伝達機能の確保	エネルギー伝達信号伝達	ガスケット	（消耗品）
		端子板	銅合金（ニッケルメッキ）
		端子台絶縁部	ジアリルフタレート樹脂
		端子台ビス	ステンレス鋼
		接続端子	銅合金（すずメッキ）
		端子板ビス	ステンレス鋼

表 2.1-2 端子台接続（原子炉格納容器内）の使用条件

	通常運転時	設計基準事故時	重大事故等時
設置場所	原子炉格納容器内		
周囲温度	65.6 ℃（最高）*1	171 ℃（最高）*1	123 ℃（最高）*2
最高圧力	0.0138 MPa*1	0.31 MPa*1	0.31 MPa*2
放射線*1	0.040 Gy/h（最大）	2.6×10^{2} kGy（最大積算値）	640 kGy（最大積算値）

*1：原子炉格納容器内における設計値

*2：重大事故等時における原子炉格納容器内の環境条件解析値

2.1.2 電動弁コネクタ接続（原子炉格納容器内）

(1) 構造

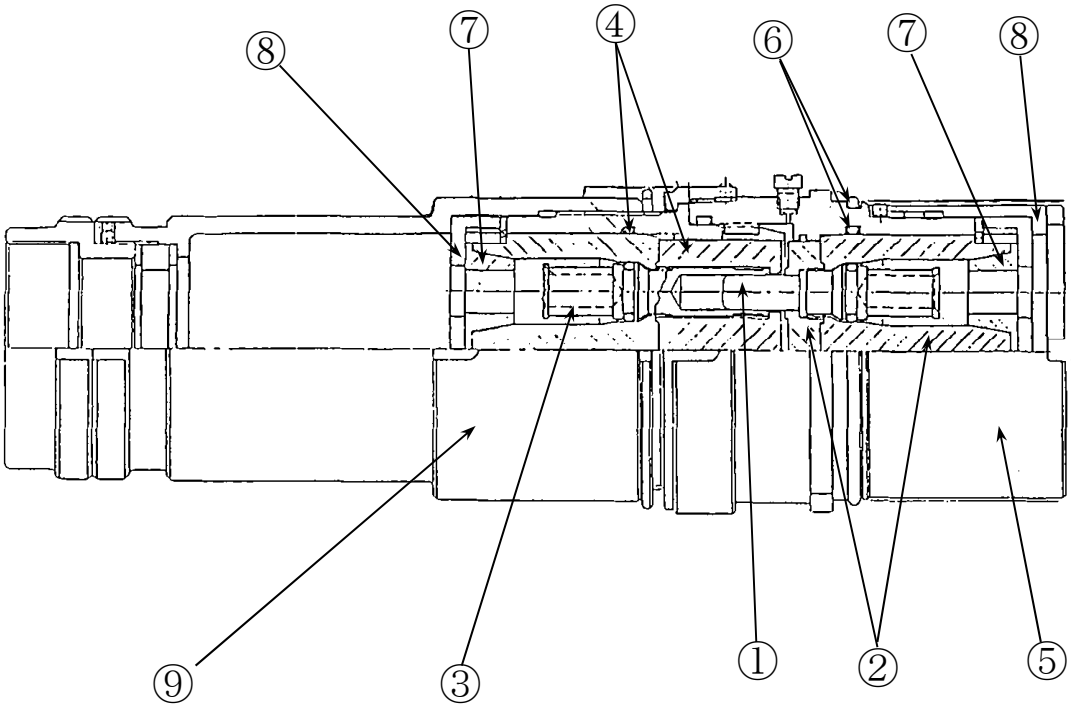
東海第二の電動弁コネクタ接続（原子炉格納容器内）は，大別すると，オスコンタクト，オス絶縁部，メスコンタクト，メス絶縁部，レセプタクルシェル，0 リング，シーリングブッシュ，シーリングワッシャ及びプラグシェルで構成され，シーリングブッシュにより絶縁部への湿分等の浸入を防止している。

電動弁コネクタ接続の絶縁機能は，オス絶縁部及びメス絶縁部で保っている。

東海第二の代表的な電動弁コネクタ接続（原子炉格納容器内）の構造図を図 2.1-2 に示す。

(2) 材料及び使用条件

東海第二の代表的な電動弁コネクタ接続（原子炉格納容器内）主要部位の使用材料を表 2.1-3 に，使用条件を表 2.1-4 に示す。



No.	部位
①	オスコンタクト
②	オス絶縁部
③	メスコンタクト
④	メス絶縁部
⑤	レセプタクルシェル
⑥	0 リング
⑦	シーリングブッシュ
⑧	シーリングワッシャ
⑨	プラグシェル

図 2.1-2 電動弁コネクタ接続（原子炉格納容器内）の構造図

表 2.1-3 電動弁コネクタ接続（原子炉格納容器内）主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
電力・信号伝達機能の確保	エネルギー伝達信号伝達	オスコンタクト	銅合金（金メッキ）
		オス絶縁部	ジアリルフタレート樹脂
		メスコンタクト	銅合金（金メッキ）
		メス絶縁部	ジアリルフタレート樹脂
		レセプタクルシェル	銅合金（ニッケルメッキ）
		0 リング	（消耗品）
		シーリングブッシュ	エチレンプロピレンゴム
		シーリングワッシャ	銅合金（ニッケルメッキ）
		プラグシェル	銅合金（ニッケルメッキ）

表 2.1-4 電動弁コネクタ接続（原子炉格納容器内）の使用条件

	通常運転時	設計基準事故時
設置場所	原子炉格納容器内	
周囲温度*	65.6 ℃（最高）	171 ℃（最高）
最高圧力*	0.0138 MPa	0.31 MPa
放射線*	0.040 Gy/h（最大）	2.6×10^{2} kGy （最大積算値）

＊：原子炉格納容器内における設計値

2.1.3 同軸コネクタ接続（中性子束計測用）（原子炉格納容器内）

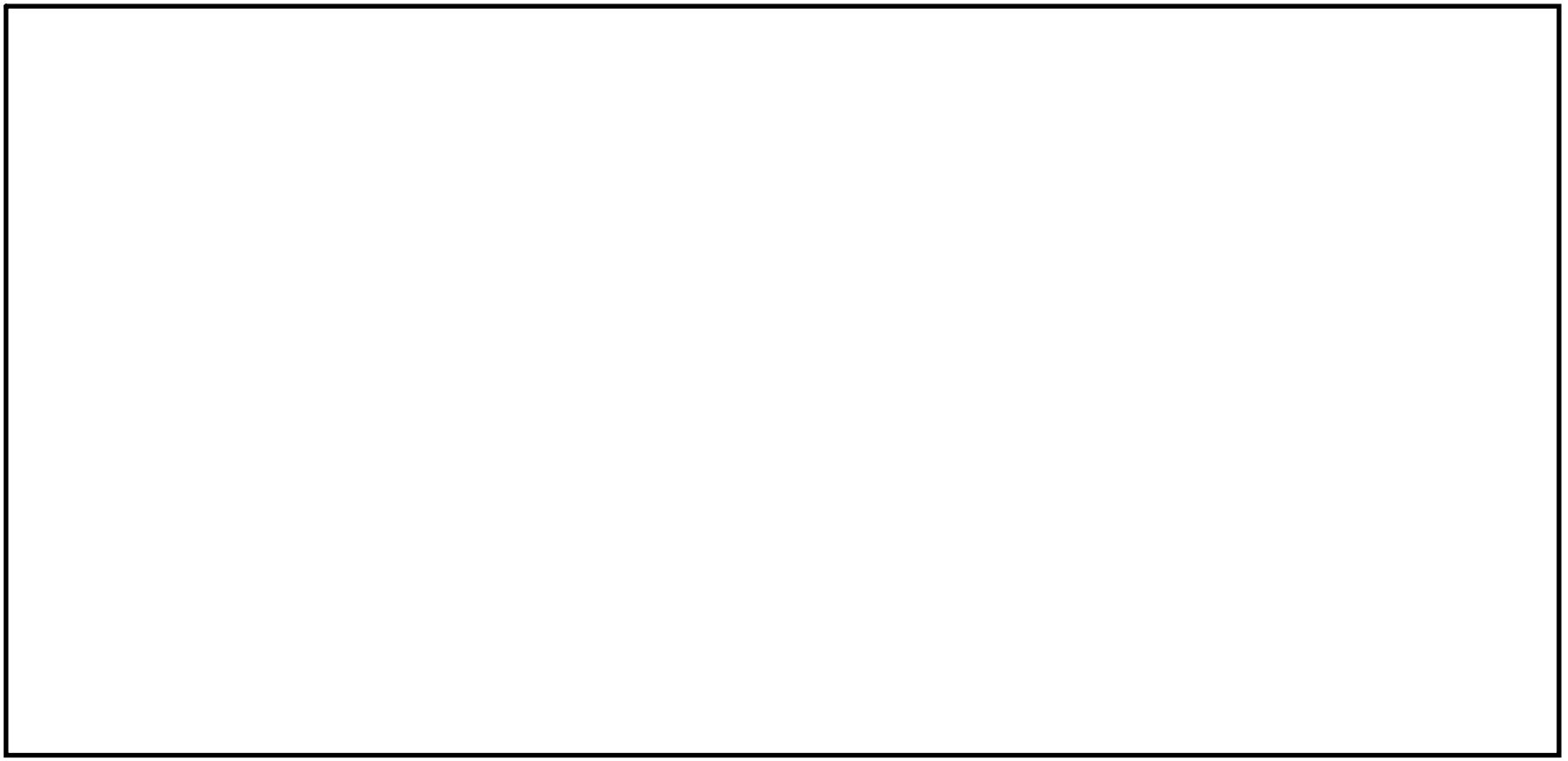
(1) 構造

東海第二の同軸コネクタ接続（中性子束計測用）（原子炉格納容器内）は，

東海第二の代表的な同軸コネクタ接続（中性子束計測用）（原子炉格納容器内）の構造図を図 2.1-3 に示す。

(2) 材料及び使用条件

東海第二の代表的な同軸コネクタ接続（中性子束計測用）（原子炉格納容器内）主要部位の使用材料を表 2.1-5 に，使用条件を表 2.1-6 に示す。



No.	部　位	No.	部　位	No.	部　位
①		⑥		⑪	
②		⑦		⑫	
③		⑧		⑬	
④		⑨			
⑤		⑩			

図 2.1-3 同軸コネクタ接続（中性子束計測用）（原子炉格納容器内）の構造図

表 2.1-5 同軸コネクタ接続（中性子束計測用）（原子炉格納容器内）主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
電力・信号伝達機能の確保	信号伝達		

表 2.1-6 同軸コネクタ接続（中性子束計測用）（原子炉格納容器内）の使用条件

	通常運転時	設計基準事故時	重大事故等時
設置場所	原子炉格納容器内		
周囲温度	60 ℃（最高）*1	171 ℃（最高）*2	115 ℃（最高）*2
最高圧力*2	0.0138 MPa	0.31 MPa	0.20 MPa
放射線	0.072 Gy/h*2 （最大）	26 kGy*3 （最大積算値）	26 kGy*4 （最大積算値）

*1：原子炉格納容器内での同軸コネクタ接続（中性子束計測用）（原子炉格納容器内）周囲最高温度（約 56℃）に余裕を加えた温度として設定した

*2：原子炉格納容器内における設計値

*3：設計基準事故時において未臨界達成に要する時間に余裕を加えた時間（2 時間）の積算値

*4：重大事故等時において未臨界達成に要する時間に余裕を加えた時間（2 時間）の積算値

2.1.4 スプライス接続（原子炉格納容器内）

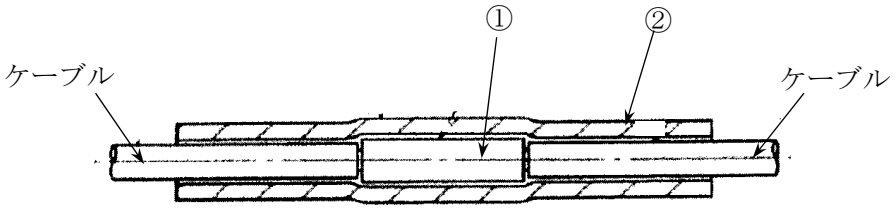
(1) 構造

東海第二のスプライス接続（原子炉格納容器内）は，ケーブル同士をスプライスで圧着接続し，その周囲を熱収縮チューブによりシール及び絶縁を行う構造となっている。

東海第二の代表的なスプライス接続（原子炉格納容器内）の構造図を図 2.1-4 に示す。

(2) 材料及び使用条件

東海第二の代表的なスプライス接続（原子炉格納容器内）主要部位の使用材料を表 2.1-7 に，使用条件を表 2.1-8 に示す。



No.	部位
①	スプライス
②	熱収縮チューブ

図 2.1-4 スプライス接続（原子炉格納容器内）の構造図

表 2.1-7 スプライス接続（原子炉格納容器内）主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
電力・信号伝達機能の確保	エネルギー伝達信号伝達	スプライス	銅合金（すずメッキ）
		熱収縮チューブ	架橋ポリオレフィン

表 2.1-8 スプライス接続（原子炉格納容器内）の使用条件

	通常運転時	設計基準事故時	重大事故等時
設置場所	原子炉格納容器内		
周囲温度*	65.6 ℃(最高)	171 ℃(最高)	235 ℃(最高)
最高圧力*	0.0138 MPa	0.31 MPa	0.62 MPa
放射線*	0.040 Gy/h (最大)	2.6×10^{2} kGy (最大積算値)	640 kGy (最大積算値)

＊：原子炉格納容器内における設計値

2.2 経年劣化事象の抽出

2.2.1 機器の機能達成に必要な項目

ケーブル接続部の機能である通電機能の達成に必要な項目は以下のとおり。

(1) 電力・信号伝達機能の維持

2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

(1) 想定される経年劣化事象の抽出

ケーブル接続部について，機能達成に必要な項目を考慮して主要な部位に展開した上で，個々の部位の材料，構造，使用条件（設置場所）及び現在までの運転経験を考慮し，表 2.2-1 に示すとおり，想定される経年劣化事象を抽出した（表 2.2-1 で○又は△，▲）。

なお，消耗品及び定期取替品は以下のとおり評価対象外とする。

(2) 消耗品及び定期取替品の扱い

ガスケット，0 リング[redacted]は消耗品であり，設計時に長期使用せず取替を前提としていることから高経年化対策を見極める上での評価対象外とする。

(3) 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

想定される経年劣化事象のうち下記①，②に該当しない事象を高経年化対策上着目すべき経年劣化事象と判断した。

なお，下記①，②に該当する事象については，2.2.3 項に示すとおり，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断した。

① 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって，想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象として表 2.2-1 で△）

② 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により，今後も経年劣化の進展が考えられない，又は進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外として表 2.2-1 で▲）

この結果，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象として以下の事象が抽出された(表 2.2-1 で○)。

a. 絶縁部の絶縁特性低下［端子台接続（原子炉格納容器内)］

b. 絶縁部の絶縁特性低下［電動弁コネクタ接続（原子炉格納容器内)］

c. 絶縁部の絶縁特性低下［同軸コネクタ接続（中性子束計測用）(原子炉格納容器内)］

d. 絶縁部の絶縁特性低下［スプライス接続（原子炉格納容器内)］

2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

(1) 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって，想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象）

a. 端子板及び接続端子の腐食［端子台接続（原子炉格納容器内)］

端子台接続（原子炉格納容器内）の端子板及び接続端子は，銅合金であるため腐食が想定されるが，金属表面はメッキが施されている。

端子台はガスケットでシールされたハウジング（駆動部ケース）に収納されているため，湿分等の浸入による腐食進行の可能性は小さく，点検時に目視確認を行い，その結果により必要に応じ取替を実施することとしている。

したがって，端子板及び接続端子の腐食は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

b. オスコンタクト，メスコンタクト，レセプタクルシェル，シーリングワッシャ及びプラグシェルの腐食［電動弁コネクタ接続（原子炉格納容器内)］

電動弁コネクタ接続（原子炉格納容器内）のオスコンタクト，メスコンタクト，レセプタクルシェル，シーリングワッシャ及びプラグシェルは，銅合金であるため腐食が想定されるが，オスコンタクト及びメスコンタクトは0リング，シーリングブッシュ及びシーリングワッシャにより外気とシールされているため，湿分等の浸入による腐食進行の可能性は小さい。

また，外気に接触するレセプタクルシェル，プラグシェル及びシーリングワッシャの外表面にはメッキが施されており，腐食発生の可能性は小さく，点検時に目視確認を行い，その結果により必要に応じ取替を実施することとしている。

したがって，オスコンタクト，メスコンタクト，レセプタクルシェル，シーリングワッシャ及びプラグシェルの腐食は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

(2) 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により，今後も経年劣化の進展が考えられない，または進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外）

a. スプライスの腐食［スプライス接続（原子炉格納容器内)］

スプライス接続（原子炉格納容器内）のスプライスは銅合金であり腐食が想定されるが，スプライスはメッキが施されており，熱収縮チューブにて全体を密閉していることから，湿分等の浸入による腐食が発生する可能性はない。

したがって，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから，高経年化対策上着目すべき事象ではないと判断する。

表 2.2-1(1/4) 端子台接続（原子炉格納容器内）に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象								備考
					減肉		割れ		絶縁	導通	信号	その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	絶縁特性低下	導通不良	特性変化		
電力・信号伝達機能の確保	エネルギー伝達信号伝達	ガスケット	◎	－									
		端子板		銅合金（ニッケルメッキ）		△							
		端子台絶縁部		ジアリルフタレート樹脂					○				
		端子台ビス		ステンレス鋼									
		接続端子		銅合金（すずメッキ）		△							
		端子板ビス		ステンレス鋼									

○：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表 2.2-1(2/4) 電動弁コネクタ接続（原子炉格納容器内）に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象								備考
					減肉		割れ		絶縁	導通	信号	その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	絶縁特性低下	導通不良	特性変化		
電力・信号伝達機能の確保	エネルギー伝達信号伝達	オスコンタクト		銅合金（金メッキ）		△							
		オス絶縁部		ジアリルフタレート樹脂					○				
		メスコンタクト		銅合金（金メッキ）		△							
		メス絶縁部		ジアリルフタレート樹脂					○				
		レセプタクルシェル		銅合金（ニッケルメッキ）		△							
		0 リング	◎	－									
		シーリングブッシュ		エチレンプロピレンゴム					○				
		シーリングワッシャ		銅合金（ニッケルメッキ）		△							
		プラグシェル		銅合金（ニッケルメッキ）		△							

○：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表 2.2-1(3/4) 同軸コネクタ接続（中性子束計測用）（原子炉格納容器内）に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象								備考
					減肉		割れ		絶縁	導通	信号	その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	絶縁特性低下	導通不良	特性変化		
電力・信号伝達機能の確保	信号伝達					△							
						△							
						△							
									○				
						△							
						△							
						△							

○：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表 2.2-1(4/4) スプライス接続（原子炉格納容器内）に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象								備考
					減肉		割れ		絶縁	導通	信号	その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	絶縁特性低下	導通不良	特性変化		
電力・信号伝達機能の確保	エネルギー伝達信号伝達	スプライス		銅合金（すずメッキ）		▲							
		熱収縮チューブ		架橋ポリオレフィン					○				

○：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

▲：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象以外）

2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の評価

(1) 絶縁部の絶縁特性低下［端子台接続（原子炉格納容器内)］

a. 事象の説明

端子台接続（原子炉格納容器内）の絶縁部は，有機物のジアリルフタレート樹脂であるため，熱及び放射線による物性変化により，経年的に劣化が進行し，絶縁特性低下を起こす可能性がある。

絶縁特性低下を生ずる可能性のある部位を図 2.3-1 に示す。

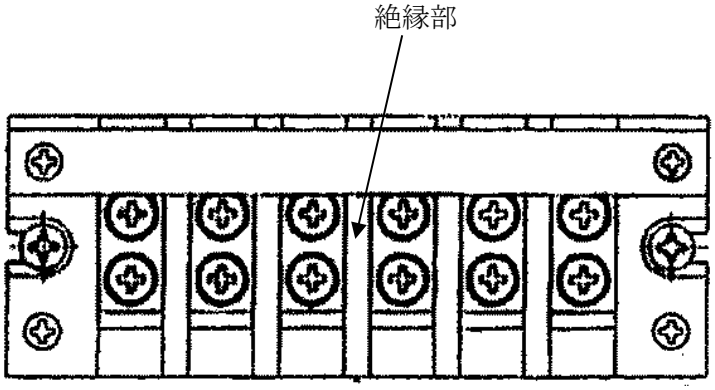


図 2.3-1 端子台接続（原子炉格納容器内）の絶縁部位

b. 技術評価

① 健全性評価

端子台接続（原子炉格納容器内）の長期間の経年劣化を考慮した必要性能の評価方法は，IEEE Std.323-2003「IEEE Standard for Qualifying Class 1E Equipment for Nuclear Power Generating Stations」（以下，「IEEE Std.323-2003」という），IEEE Std. 572-1985「IEEE Standard for Qualification of Class 1E Connection Assemblies for Nuclear Power Generating Stations」（以下，「IEEE Std.572-1985」という）及び IEEE Std.382-1996「IEEE Standard for Qualification of Actuators for Power-operated Valve Assemblies With Safety-Related Functions for Nuclear Power plants」（以下，「IEEE Std.382-1996」という）に準拠して，38 年間使用した実機端子台を供試体に，長期健全性試験を実施し，この結果に基づき長期間の端子台接続（原子炉格納容器内）の健全性を評価した。

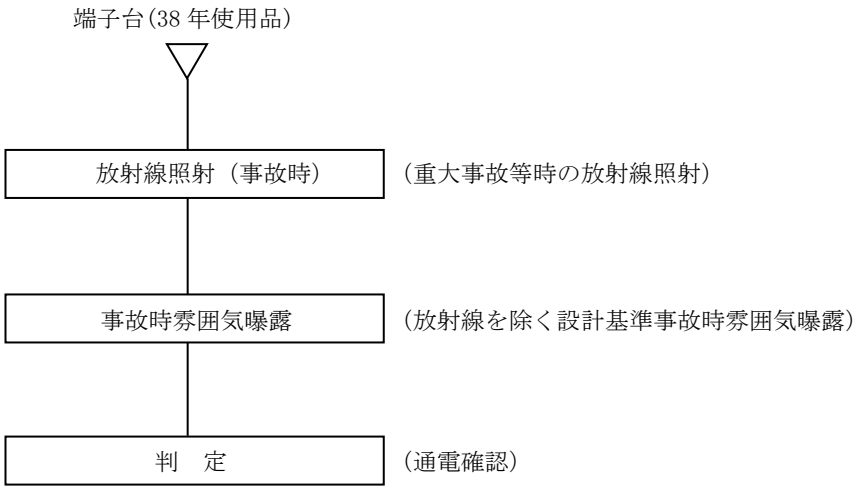


図 2.3-2 端子台接続（原子炉格納容器内）長期健全性試験手順

図 2.3-2 に示す長期健全性試験手順により評価した。

本試験条件は，表 2.3-1 に示すとおり，38 年間使用した実機端子台に設計基準事故時*及び重大事故等時*雰囲気を想定した使用条件を包絡し，表 2.3-2 に示すとおり，判定基準を満足している。

したがって，端子台接続（原子炉格納容器内）は 38 年間の通常運転期間，設計基準事故時及び重大事故等時雰囲気において絶縁性能を維持できると評価する。

事故時動作要求のある端子台接続（原子炉格納容器内）は，今停止期間中に全数の取替を実施する計画としており，長期健全性試験で確認のとれている 38 年間を加えると，端子台接続（原子炉格納容器内）は運転開始後 60 年間の通常運転期間，設計基準事故時及び重大事故等時雰囲気において絶縁性能を維持できると評価する。

＊：新規制基準への適合性確認のための工事計画認可申請書「V-1-1-6 安全設備及び重大事故等対処設備が使用される条件の下における健全性に関する説明書」及び発電用原子炉設置変更許可申請書「添付書類十 変更後における発電用原子炉施設において事故が発生した場合における当該事故に対処するために必要な施設及び体制の整備に関する説明書」に基づく原子炉格納容器内の設計基準事故時及び重大事故等時における各条件

表 2.3-1 端子台接続（原子炉格納容器内）長期健全性試験条件

	試験条件	説明
放射線照射 (事故時)	放射線照射線量：800 kGy	東海第二で想定される設計基準事故時の最大積算値約 260 kGy を包絡する。また，東海第二で想定される重大事故等時の最大積算値約640 kGyを包絡する。
事故時 雰囲気曝露	最高温度：172 ℃ 最高圧力：0.427 MPa 曝露時間：約 13 日間	東海第二における設計基準事故時の最高温度 171 ℃ ，最高圧力 0.31 MPa 及び重大事故等時の最高温度 123 ℃，最高圧力 0.31 MPa を包絡する。

表 2.3-2 端子台接続（原子炉格納容器内）長期健全性試験結果

項目	試験手順	判定基準	判定
通電確認	蒸気曝露試験中に模擬負荷(電動駆動)を使用して開閉操作を行う。	開閉操作ができること。	良

② 現状保全

端子台接続（原子炉格納容器内）の絶縁特性低下に対しては，点検時に絶縁抵抗測定を実施し，有意な絶縁特性低下のないことを確認している。

また，点検時に実施する動作試験においても絶縁機能の健全性を確認している。

さらに，点検で有意な絶縁特性低下が認められた場合は，端子台の取替を行うこととしている。

③ 総合評価

端子台接続（原子炉格納容器内）の絶縁特性低下の可能性は否定できないが，現状保全にて絶縁特性の低下は把握可能である。

また，今後も点検時に絶縁抵抗測定及び機器の動作試験を実施することで，異常の有無は把握可能であり，現状の保全は点検手法としては適切であると判断する。

c．高経年化への対応

端子台接続（原子炉格納容器内）の絶縁特性低下に対しては，高経年化対策の観点から現状の保全内容に追加すべき項目はない。今後も，点検時に絶縁抵抗測定及び機器の動作試験を実施することにより絶縁特性低下を監視していくとともに，必要に応じ取替を行うこととする。

なお，事故時動作要求のある端子台接続（原子炉格納容器内）は，今停止期間中に全数の取替を行う計画としている。

(2) 絶縁部の絶縁特性低下［電動弁コネクタ接続（原子炉格納容器内)］

a. 事象の説明

電動弁コネクタ接続のオス絶縁部，メス絶縁部は，シーリングワッシャに支持されたシーリングブッシュにより密閉され，湿分等の浸入が阻止されている。

シーリングブッシュは有機物のエチレンプロピレンゴムであるため，熱及び放射線による物性変化により，経年的に劣化が進行し，絶縁部へ湿分等が浸入することで絶縁部の絶縁特性低下を起こす可能性がある。

絶縁特性低下を生ずる可能性のある部位及び密閉部位を図 2.3-3 に示す。

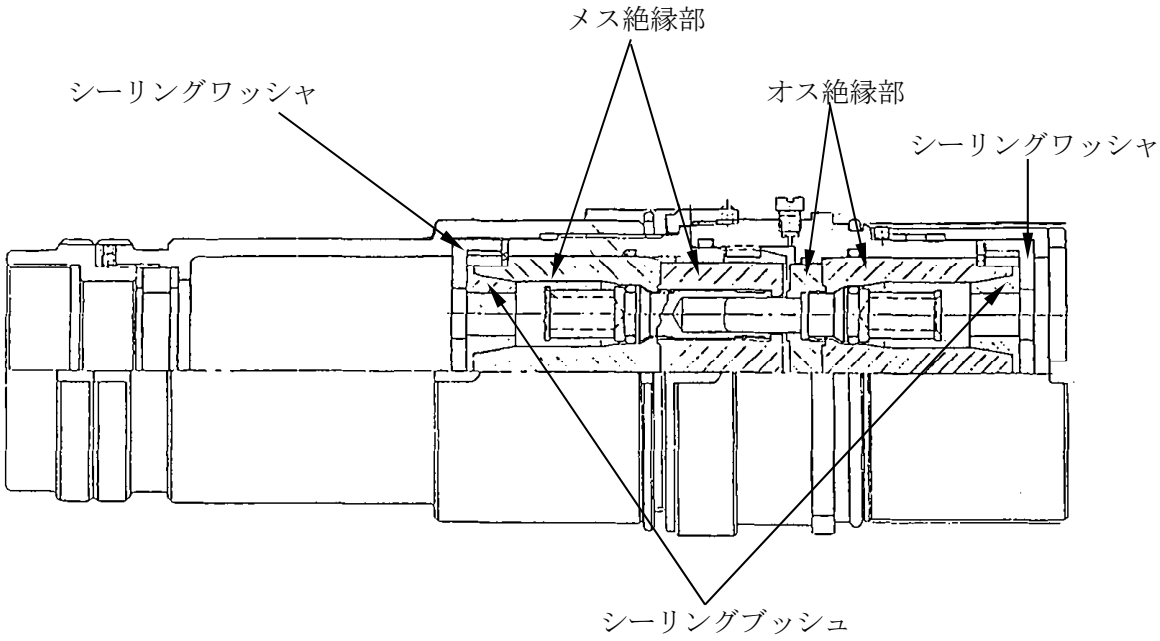


図 2.3-3 電動弁コネクタ接続（原子炉格納容器内）の絶縁部位

b. 技術評価

① 健全性評価

電動弁コネクタ接続（原子炉格納容器内）の長期間の経年劣化を考慮した必要性能の評価方法は，IEEE Std.382-1980「IEEE Standard for Qualification of Safety-Related Valve Acutuator」（以下，「IEEE Std.382-1980」という）に準拠して，実機相当品により長期健全性試験を実施しており，この結果に基づき長期間の電動弁コネクタ接続（原子炉格納容器内）の健全性を評価した。

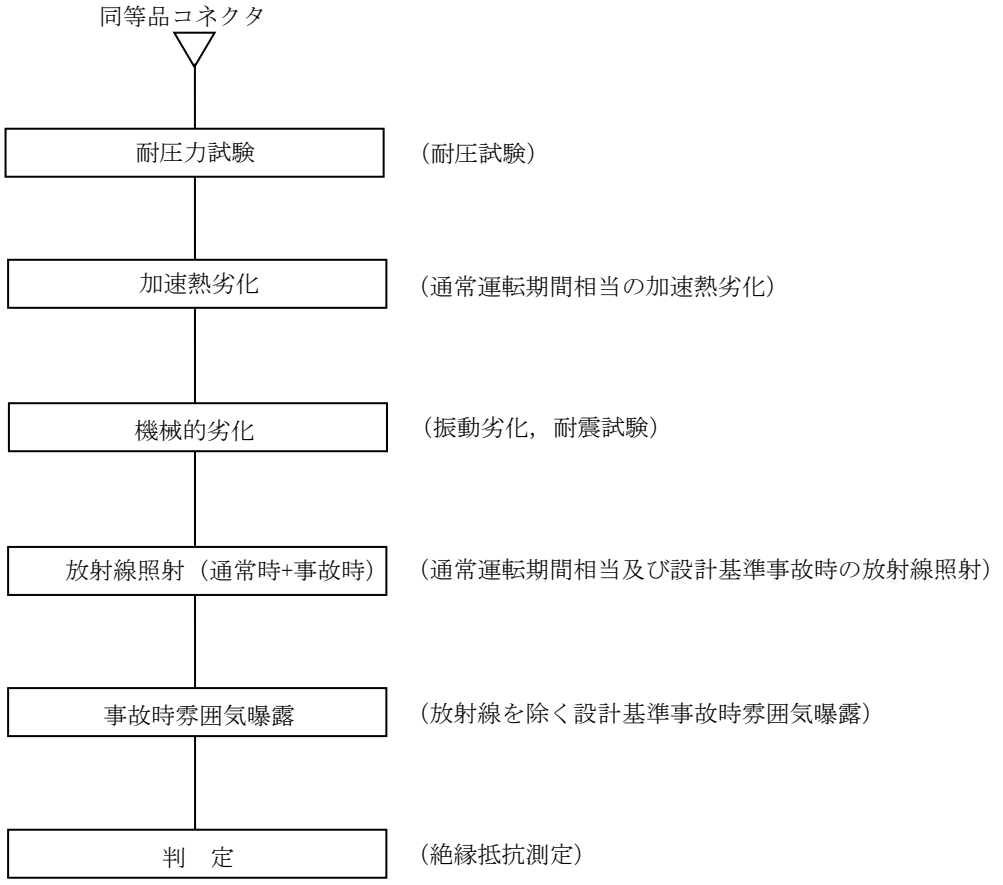


図 2.3-4 電動弁コネクタ接続（原子炉格納容器内）長期健全性試験手順

図 2.3-4 に示す長期健全性試験手順により評価した。

本試験条件は，表 2.3-3 に示すとおり，45 年間の通常運転期間及び設計基準事故時*を想定した使用条件を包絡し，表 2.3-4 に示すとおり，判定基準を満足している。

当該電動弁コネクタ接続（原子炉格納容器内）は運転開始 18 年目に設置しており，同等品による長期健全性試験で確認のとれている 45 年間を加えると，電動弁コネクタ接続（原子炉格納容器内）は運転開始後 60 年間の通常運転期間及び設計基準事故時雰囲気において絶縁性能を維持できると評価する。

＊：新規制基準への適合性確認のための工事計画認可申請書「V-1-1-6 安全設備及び重大事故等対処設備が使用される条件の下における健全性に関する説明書」に基づく原子炉格納容器内の設計基準事故時における各条件

表 2.3-3 電動弁コネクタ接続（原子炉格納容器内）長期健全性試験条件

	試験条件	説明
耐圧力試験	0.8 MPa,60 分間	IEEE Std.382-1980 に基づく。
加速熱劣化	138 ℃×300 時間	原子炉格納容器内の周囲最高温度 65.6℃では，45 年間の通常運転期間に相当する。
機械的劣化	振動劣化 3 軸方向に 0.75 G,5 Hz～200 Hz～5Hz を 2 オクターブ/分の掃引速度で 90 分間加振 耐震試験 (OBE 試験) 3 軸方向に 2 Hz～35Hz を 1 オクターブ/分の掃引速度で 1 往復加振 (シングルフリーケンシー試験) 3 軸方向に 2 Hz～32Hz の間で 1/3 オクターブ毎に各 15 秒間加振	IEEE Std.382-1980 に基づく。 IEEE Std.382-1980 に基づく。
放射線照射 (通常時+事故時)	放射線照射線量：2.04×10^{3} kGy	東海第二で想定される線量 約 281 kGy（60 年間の通常運転期間相当の線量約 21 kGy に設計基準事故時の最大積算値 2.6×10^{2} kGy を加えた線量）を包絡する。
事故時 雰囲気曝露	最高温度：179 ℃ 最高圧力：0.31 MPa 曝露時間：約 30 日間	東海第二における設計基準事故時の最高温度 171 ℃，最高圧力 0.31 MPa を包絡する。

表 2.3-4 電動弁コネクタ接続（原子炉格納容器内）長期健全性試験結果

項目	試験手順	判定基準*	結果
絶縁抵抗測定	環境試験終了後，蒸気及び圧力が除かれた状態にて，DC 500 V 絶縁抵抗計による絶縁抵抗測定を行う。	0.25 MΩ以上(制御) 0.6 MΩ以上(動力)	良

*:判定基準はメーカ基準値に基づく

② 現状保全

電動弁コネクタ接続（原子炉格納容器内）絶縁部の絶縁特性低下に対しては，点検時に絶縁抵抗測定を実施し，有意な絶縁特性低下のないことを確認している。

また，点検時に実施する動作試験においても絶縁機能の健全性を確認している。

さらに，点検で有意な絶縁特性低下が認められた場合は，電動弁コネクタの取替を行うこととしている。

③ 総合評価

電動弁コネクタ接続（原子炉格納容器内）絶縁部の絶縁特性低下の可能性は否定できないが，現状保全にて絶縁特性の低下は把握可能である。

また，今後も点検時に絶縁抵抗測定及び機器の動作試験を実施することで，異常の有無は把握可能であり，現状の保全は点検手法としては適切であると判断する。

c．高経年化への対応

電動弁コネクタ接続（原子炉格納容器内）絶縁部の絶縁特性低下に対しては，高経年化対策の観点から現状の保全内容に追加すべき項目はない。今後も，点検時に絶縁抵抗測定及び機器の動作試験を実施することにより絶縁特性低下を監視していくとともに，必要に応じ取替を行うこととする。

(3) 絶縁部の絶縁特性低下［同軸コネクタ接続（中性子束計測用）（原子炉格納容器内)］

a. 事象の説明

同軸コネクタ接続（中性子束計測用）（原子炉格納容器内）の絶縁部は,

絶縁低下を生ずる可能性のある部位及び密閉部位を図 2.3-5 に示す。

図 2.3-5 同軸コネクタ接続（中性子束計測用）（原子炉格納容器内）の絶縁部位及び密閉部位

b. 技術評価

① 健全性評価

同軸コネクタ接続（中性子束計測用）（原子炉格納容器内）の長期間の経年劣化を考慮した必要性能の評価方法は，IEEE Std.323-1974「IEEE Standard for Qualifying Class 1E Equipment for Nuclear Power Generating Stations」（以下，「IEEE Std.323-1974」という）に準拠して，実機同等品により長期健全性試験を実施しており，この結果に基づき長期間の同軸コネクタ接続（中性子束計測用）（原子炉格納容器内）の健全性を評価した。

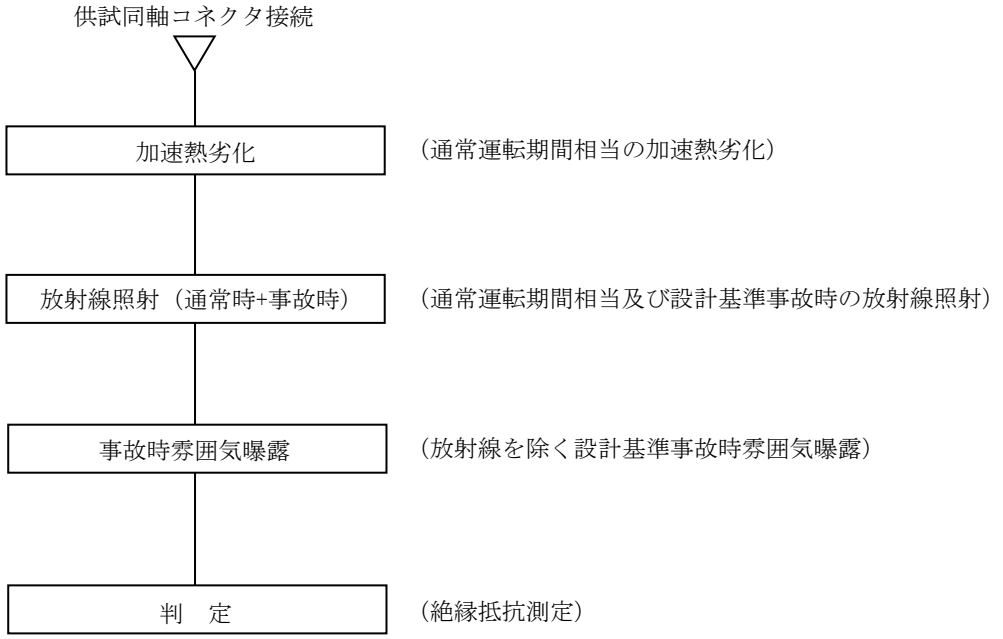


図 2.3-6 同軸コネクタ接続（中性子束計測用）（原子炉格納容器内）長期健全性試験手順

図 2.3-6 に示す長期健全性試験手順により試験を実施した。

本試験条件は，表 2.3-5 に示すとおり，同軸コネクタ接続（中性子束計測用）（原子炉格納容器内）の 60 年間の通常運転期間，設計基準事故時*及び重大事故等時*雰囲気を想定した使用条件を包絡し，表 2.3-6 に示すとおり，判定基準を満足している。

したがって，同軸コネクタ接続（中性子束計測用）（原子炉格納容器内）は運転開始後 60 年間の通常運転期間，設計基準事故時及び重大事故等時雰囲気において絶縁機能を維持できると評価する。

＊：新規制基準への適合性確認のための工事計画認可申請書「V-1-1-6 安全設備及び重大事故等対処設備が使用される条件の下における健全性に関する説明書」及び発電用原子炉設置変更許可申請書「添付書類十 変更後における発電用原子炉施設において事故が発生した場合における当該事故に対処するために必要な施設及び体制の整備に関する説明書」に基づく原子炉格納容器内の設計基準事故時及び重大事故等時における各条件

表 2.3-5 同軸コネクタ接続（中性子束計測用）（原子炉格納容器内）長期健全性試験条件

	試験条件	説明
加速熱劣化	148.8 ℃×241 時間	原子炉格納容器内の周囲最高温度 60 ℃では，60 年間以上の通常運転期間に相当する。
放射線照射 （通常時+事故時）	放射線照射線量：290 kGy	東海第二で想定される照射線量約64 kGy（60年間の通常運転期間約38 kGyに設計基準事故時線量26 kGyを加えた線量）を包絡する。 また，東海第二で想定される照射線量約64 kGy（60年間の通常運転期間約38 kGyに重大事故等時線量26 kGyを加えた線量）を包絡する。
事故時雰囲気曝露	最高温度：171 ℃ 最高圧力：0.38 MPa 曝露時間：約 100 日間	東海第二で想定される設計基準事故時の最高温度 171 ℃，最高圧力 0.31 MPa を包絡する。 また，重大事故等時の最高温度 115 ℃，最高圧力 0.20 MPa を包絡する。

表 2.3-6 同軸コネクタ接続（中性子束計測用）（原子炉格納容器内）長期健全性試験結果

項目	試験手順	判定基準*	結果
絶縁抵抗測定	環境試験終了後，絶縁抵抗計による絶縁抵抗測定を行う。	1×10^{10} Ω 以上	良

＊：判定基準はメーカ基準値に基づく

② 現状保全

同軸コネクタ接続（中性子束計測用）（原子炉格納容器内）の絶縁特性低下に対しては，点検時に絶縁抵抗測定を実施し，有意な絶縁特性低下のないことを確認している。

また，点検時に実施する動作試験においても絶縁機能の健全性を確認している。

さらに，点検で有意な絶縁特性低下が認められた場合は，同軸コネクタの取替を行うこととしている。

③ 総合評価

同軸コネクタ接続（中性子束計測用）（原子炉格納容器内）の絶縁特性低下の可能性は否定できないが，現状保全にて絶縁特性の低下は把握可能である。

また，今後も点検時に絶縁抵抗測定及び機器の動作試験を実施することで，異常の有無は把握可能であり，現状の保全は点検手法として適切であると判断する。

c．高経年化への対応

同軸コネクタ接続（中性子束計測用）（原子炉格納容器内）の絶縁特性低下に対しては，高経年化対策の観点から現状の保全内容に追加すべき項目はないと考える。今後も，点検時に絶縁抵抗測定及び機器の動作試験を実施することにより絶縁特性低下を監視していくとともに，必要に応じ取替を行うこととする。

(4) 絶縁部の絶縁特性低下［スプライス接続（原子炉格納容器内)］

a. 事象の説明

スプライス接続（原子炉格納容器内）の絶縁部は，有機物の架橋ポリオレフィンであるため，熱及び放射線による物性変化により，経年的に劣化が進行し，絶縁特性低下を起こす可能性がある。

絶縁低下を生ずる可能性のある部位を図 2.3-7 に示す。

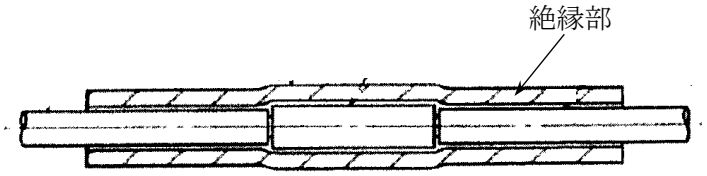


図 2.3-7 スプライス接続（原子炉格納容器内）の絶縁部位

b. 技術評価

① 健全性評価

スプライス接続（原子炉格納容器内）の長期間の経年劣化を考慮した必要性能の評価方法は，IEEE Std.323-1974 に準拠して，実機同等品により長期健全性試験を実施しており，この結果に基づき長期間のスプライス接続（原子炉格納容器内）の健全性を評価した。

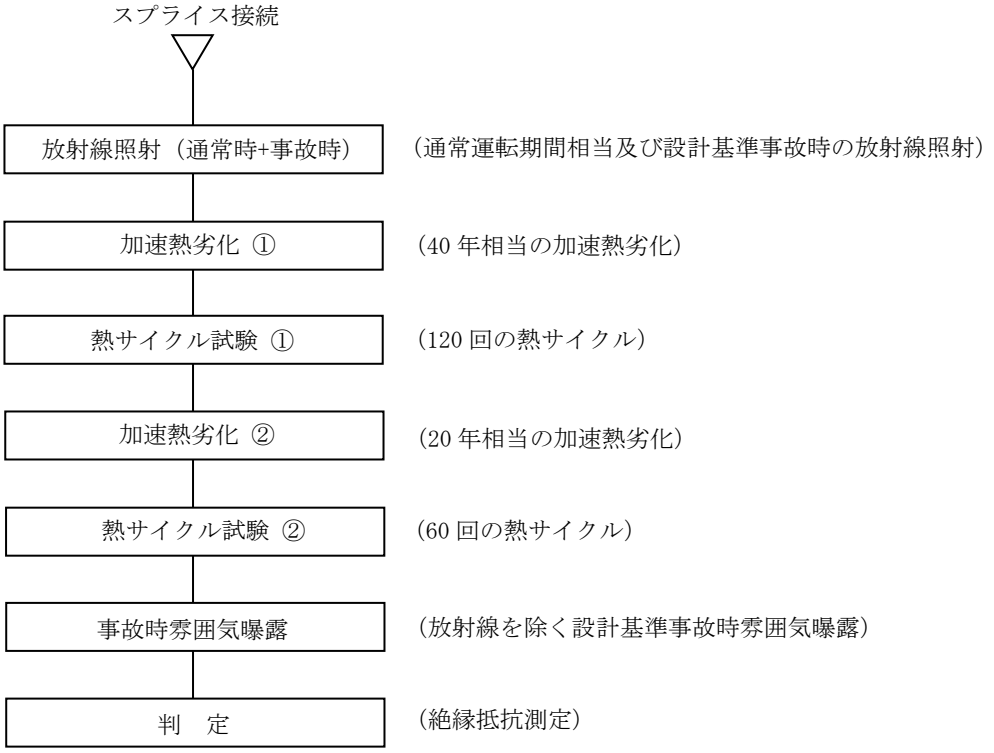


図 2.3-8 スプライス接続（原子炉格納容器内）長期健全性試験手順

図 2.3-8 に示す長期健全性試験手順により評価した。

本試験条件は，表 2.3-7 に示すとおり，スプライス接続（原子炉格納容器内）の 60 年間の通常運転期間，設計基準事故時*及び重大事故等時*雰囲気を想定した熱及び放射線による使用条件を包絡している。

本試験結果は，表 2.3-8 に示すとおり絶縁抵抗測定試験の判定基準を満足しており，スプライス接続（原子炉格納容器内）の絶縁部は 60 年間の通常運転期間，設計基準事故時及び重大事故等時雰囲気において絶縁性能を維持できると評価する。

なお，東海第二で想定される放射線量については，放射線照射試験条件に包絡されていないが，スプライス接続の絶縁材である架橋ポリオレフィンと同等の絶縁材である CV ケーブル（架橋ポリエチレン）の長期健全性試験にて，重大事故等時の放射線量を上回る値にて健全性が確認されていることから，スプライス接続においても健全性は維持できると評価する。

また，東海第二で想定される重大事故等時における最高圧力については，事故時雰囲気曝露試験条件に包絡されていないが，スプライス接続（原子炉格納容器内）を用いている箇所は電気ペネトレーションの電気ボックス内であり，直接蒸気圧力が加わる箇所ではないことから，スプライス接続（原子炉格納容器内）の健全性は維持できると評価する。

*：新規制基準への適合性確認のための工事計画認可申請書「V-1-1-6 安全設備及び重大事故等対処設備が使用される条件の下における健全性に関する説明書」に基づく原子炉格納容器内の設計基準事故時及び重大事故等時における各条件

表 2.3-7 スプライス接続（原子炉格納容器内）長期健全性試験条件

	試験条件	説明
放射線照射 （通常時＋事故時）	放射線照射線量：522.8 kGy	東海第二で想定される線量 約 281 kGy（60 年間の通常運転期間相当の線量 約 21 kGy に設計基準事故時の最大積算値約 260 kGy を加えた線量）を包絡する。 なお，重大事故等時の最大積算値約 640 kGy を包絡していないが，スプライス接続の絶縁材である架橋ポリオレフィンと同等の絶縁材である CV ケーブル（架橋ポリエチレン）の長期健全性試験にて，重大事故等時の放射線量を上回る値にて健全性が確認されていることから，スプライス接続においても健全性は維持できると評価する。
加速熱劣化	① 115 ℃×283 日 ② 115 ℃×136.8 日	原子炉格納容器内の周囲最高温度 65.6 ℃[*1] では，60 年間の通常運転期間を包絡する。
熱サイクル試験	① 10 ℃⇔66 ℃/120 ｻｲｸﾙ ② 10 ℃⇔66 ℃/ 60 ｻｲｸﾙ	東海第二の 60 年間の起動停止回数を包絡する。
事故時雰囲気曝露	最高温度：171 ℃以上 最高圧力：0.427 MPa 曝露時間：13 日間	東海第二における設計基準事故時の最高温度 171 ℃[*1]，最高圧力 0.31 MPa 及び重大事故等時の最高温度約 135 ℃[*2] を包絡する。

*1:原子炉格納容器内における設計値

*2:重大事故等時におけるスプライス接続部（電気ペネトレーション電線部）の温度解析値

表 2.3-8 スプライス接続（原子炉格納容器内）長期健全性試験結果

項目	試験手順	判定基準*	結果
絶縁抵抗測定	耐電圧試験後に DC 500 V 絶縁抵抗計による絶縁抵抗を行う。	絶縁抵抗値 1×10^{4} Ω 以上	良

*:判定基準はメーカ基準値に基づく

② 現状保全

スプライス接続（原子炉格納容器内）の絶縁特性低下に対しては，点検時に絶縁抵抗測定を実施し，有意な絶縁特性低下のないことを確認している。

また，点検時に実施する動作試験においても絶縁機能の健全性を確認している。

さらに，点検で有意な絶縁特性低下が認められた場合は，スプライス接続（原子炉格納容器内）の取替を行うこととしている。

③ 総合評価

スプライス接続（原子炉格納容器内）の絶縁特性低下の可能性は否定できないが，現状保全にて絶縁特性の低下は把握可能である。

また，今後も点検時に絶縁抵抗測定及び機器の動作試験を実施することで，異常の有無は把握可能であり，現状の保全は点検手法として適切であると判断する。

c．高経年化への対応

スプライス接続（原子炉格納容器内）の絶縁特性低下に対しては，高経年化対策の観点から現状の保全内容に追加すべき項目はない。今後も，点検時に絶縁抵抗測定及び機器の動作試験を実施することにより絶縁特性低下を監視していくとともに，必要に応じ取替を行うこととする。

3. 代表機器以外への展開

本章では，2 章で実施した代表機器の技術評価について，1 章で実施したグループ化で代表機器となっていない機器への展開について検討した。

［対象ケーブル接続部］

① 端子台接続（原子炉格納容器外）
② 端子接続（原子炉格納容器外）
③ 電動弁コネクタ接続（原子炉格納容器外）
④ 同軸コネクタ接続（中性子束計測用）（放射線計測用）（原子炉格納容器外）
⑤ 同軸コネクタ接続（放射線計測用）（原子炉格納容器外）
⑥ 同軸コネクタ接続（中性子束計測用）（原子炉格納容器内）
⑦ 同軸コネクタ接続（中性子束計測用）（原子炉格納容器外）
⑧ スプライス接続（原子炉格納容器外）

3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

a. 絶縁部の絶縁特性低下［端子台接続（原子炉格納容器外)］

代表機器とは異なり，端子台接続（原子炉格納容器外）の絶縁部は，有機物のポリカーボネイト及びポリフェニレンエーテル樹脂であるため，熱及び放射線による物性変化により，経年的に劣化が進行し，絶縁特性低下を起こす可能性がある。

図 3.1-1 に示す手順にて実施した端子台接続（原子炉格納容器外）の長期健全性試験では，表 3.1-1 に示すとおり，12 年間使用した端子台に 48 年分の劣化付与を行い，60 年を想定した長期健全性試験を実施し，この結果に基づき健全性を評価した。

端子台接続（原子炉格納容器外）の通常運転時における放射線影響については，放射線量が低いことから，絶縁特性低下に与える影響は小さいと考える。

なお，重大事故等時における放射線の影響による絶縁部の絶縁特性低下に対しては，重大事故等時の線量がポリカーボネイト及びポリフェニレンエーテル樹脂と同等の有機材料の耐放射線性に対する損傷しきい値と比べて低いことから，放射線による劣化の影響は小さいと考える。

以上のことから，代表機器以外のポリカーボネイト及びポリフェニレンエーテル樹脂を用いた端子台は，60 年間の通常運転期間，設計基準事故時*及び重大事故等時*雰囲気においても絶縁性能を維持できると評価する。

また，代表機器と同様に，点検時に絶縁抵抗測定及び機器の動作試験を実施しており，今後もこの保全方法を継続し，絶縁特性低下を監視していくとともに，必要に応じ取替を行うこととする。

＊：新規制基準への適合性確認のための工事計画認可申請書「V-1-1-6 安全設備及び重大事故等対処設備が使用される条件の下における健全性に関する説明書」に基づく原子炉格納容器外の設計基準事故時及び重大事故等時における各条件

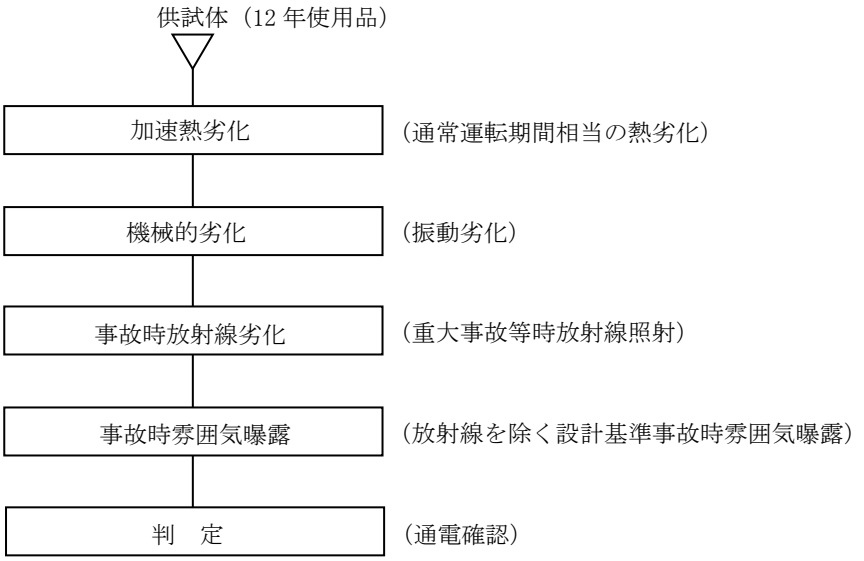


図 3.1-1 端子台接続（原子炉格納容器外）長期健全性試験手順

表 3.1-1 端子台接続（原子炉格納容器外）長期健全性試験条件

	試験条件	説明
加速熱劣化	105 ℃×279 日	原子炉格納容器外の周囲最高温度 40.0 ℃では，48 年間の通常運転期間に相当する。 使用期間 12 年の実機供試体に 48 年分の劣化付与を行っており，60 年の通常運転期間に相当する。
機械的劣化	振動劣化：0.75 G 5 Hz～100 Hz～5 Hz 2 ｵｸﾀｰﾌﾞ/分 3 軸方向，各 135 分	IEEE Std.382-1996 に基づく。
事故時 放射線照射	放射線照射線量：1.7 kGy	東海第二で想定される設計基準事故時の線量 1.7 kGy を包絡する。
事故時 雰囲気曝露	最高温度　105 ℃ 最高圧力　0.02 MPa 曝露時間　約 7 日間	東海第二における設計基準事故時の最高温度 100 ℃，最高圧力 0.001744 MPa 及び重大事故等時の最高温度 100 ℃，最高圧力 0.0069 MPa を包絡する。

表 3.1-2 端子台接続（原子炉格納容器外）長期健全性試験結果

項目	試験手順	判定基準	判定
通電確認	蒸気曝露試験中に模擬負荷(電動駆動)を使用して開閉操作を行う	開閉操作ができること	良

b. 絶縁部の絶縁特性低下［電動弁コネクタ接続（原子炉格納容器外)］

代表機器と同様，電動弁コネクタは，有機物のジアリルフタレート樹脂であるため，熱及び放射線による物性変化により，経年的に劣化が進行し，絶縁特性低下を起こす可能性があるが,代表機器同様に図 3.1-2 に示す手順にて長期健全性試験を実施しており，表 3.1-3 に示すとおり 60 年間の通常運転期間，設計基準事故時*及び重大事故等時*雰囲気を想定した試験条件で行い，表 3.1-4 のとおり判定基準を満足している。

したがって,代表機器同様に,原子炉格納容器外に設置された電動弁コネクタ接続（原子炉格納容器外）は，60 年間の通常運転期間，設計基準事故時及び重大事故等時雰囲気において絶縁性能を維持できると評価する。

また，代表機器と同様に，点検時に絶縁抵抗測定及び機器の動作試験を行っており健全性を確認している。

今後も，この保全方法を継続することにより，絶縁特性低下を監視していくとともに，必要に応じて取替を行うこととする。

＊：新規制基準への適合性確認のための工事計画認可申請書「V-1-1-6 安全設備及び重大事故等対処設備が使用される条件の下における健全性に関する説明書」に基づく原子炉格納容器外の設計基準事故時及び重大事故等時における各条件

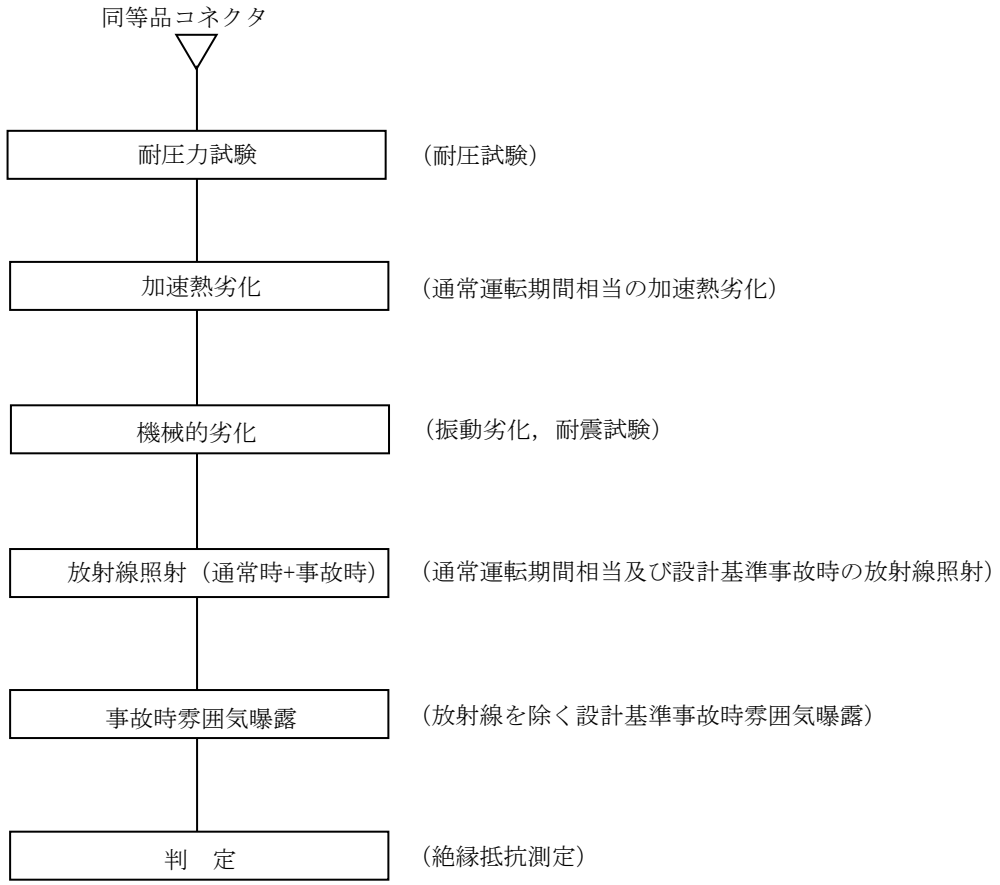


図 3.1-2 電動弁コネクタ（原子炉格納容器外）長期健全性試験手順

表 3.1-3 電動弁コネクタ（原子炉格納容器外）長期健全性試験条件

	試験条件	説明
耐圧力試験	0.1 MPa,10 分間	IEEE Std.382-1980 に基づく。
加速熱劣化	138 ℃×300 時間	原子炉格納容器外の周囲最高温度 40.0 ℃では，60 年間の通常運転期間に相当する。
機械的劣化	振動劣化 3 軸方向に 0.75 G，5 Hz～200 Hz～5Hz を 2 オクターブ/分の掃引速度で 90 分間加振 耐震試験 (OBE 試験) 3 軸方向に 2 Hz～35Hz を 1 オクターブ/分の掃引速度で 1 往復加振 (シングルフリーケンシー試験) 3 軸方向に 2 Hz～32Hz の間で 1/3 オクターブ毎に各 15 秒間加振	IEEE Std.382-1980 に基づく。 IEEE Std.382-1980 に基づく。
放射線照射（通常時+事故時）	放射線照射線量：1.0×10^{3} kGy	東海第二で想定される線量 約 530 Gy（60 年間の通常運転期間相当の線量 約 80 Gy に設計基準事故時の最大積算値 450 Gy を加えた線量）を包絡する。 また，東海第二で想定される線量約57.6 kGy(60年間の通常運転期間相当の線量約80 Gyに重大事故等時の最大積算値約57.5 kGy を加えた線量）を包絡する。
事故時雰囲気曝露	最高温度：171 ℃ 最高圧力：0.1 MPa 曝露時間：約 31 日間	東海第二における設計基準事故時の最高温度 100 ℃，最高圧力 0.001744 MPa 及び重大事故等時の最高温度 100 ℃，最高圧力 0.0069 MPa を包絡する。

表 3.1-4 電動弁コネクタ（原子炉格納容器外）長期健全性試験結果

項目	試験手順	判定基準*	結果
絶縁抵抗測定	環境試験終了後，蒸気及び圧力が除かれた状態にて，DC 500 V 絶縁抵抗計による絶縁抵抗測定を行う。	0.25 MΩ以上(制御) 0.6 MΩ以上(動力)	良

*：判定基準はメーカ基準値に基づく

c．絶縁部の絶縁特性低下［同軸コネクタ接続（中性子束計測用）（放射線計測用）（原子炉格納容器外)］

代表機器とは異なり，起動領域中性子束計測装置前置増幅器（以下，SRNM 前置増幅器という。）に設置された同軸コネクタ接続（中性子束計測用）（原子炉格納容器外）の絶縁部は，有機物のテフロンであるため，熱及び放射線による物性変化により，経年的に劣化が進行し，絶縁低下を起こす可能性がある。

同軸コネクタ接続（中性子束計測用）（原子炉格納容器外）は， SRNM 前置増幅器に設置されていることから，SRNM 前置増幅器の長期健全性試験結果を用いて評価した。SRNM 前置増幅器は図 3.1-3 に示す手順にて長期健全性試験を実施しており，表 3.1-5 に示すとおり 60 年間以上の通常運転期間，設計基準事故時*及び重大事故等時*雰囲気を想定した試験条件で行い，表 3.1-6 のとおり判定基準を満足している。

したがって，同軸コネクタ接続（中性子束計測用）（原子炉格納容器外）は 60 年間の通常運転期間，設計基準事故時及び重大事故等時雰囲気において絶縁性能を維持できると評価する。

また，代表機器と同様に，点検時に絶縁抵抗測定及び機器の動作試験を行っており健全性を確認している。

今後も，この保全方法を継続することにより，絶縁特性低下を監視していくとともに，必要に応じて取替を行うこととする。

事故時雰囲気内で機能要求がない同軸コネクタ接続（放射線計測用）（原子炉格納容器外）は，上記と同様の保全方法を継続していく。

＊：新規制基準への適合性確認のための工事計画認可申請書「V-1-1-6 安全設備及び重大事故等対処設備が使用される条件の下における健全性に関する説明書」に基づく原子炉格納容器外の設計基準事故時及び重大事故等時における各条件

供試 SRNM 前置増幅器（同軸コネクタ接続（中性子束計測用）（原子炉格納容器外）（絶縁体材料がテフロン）を含む）

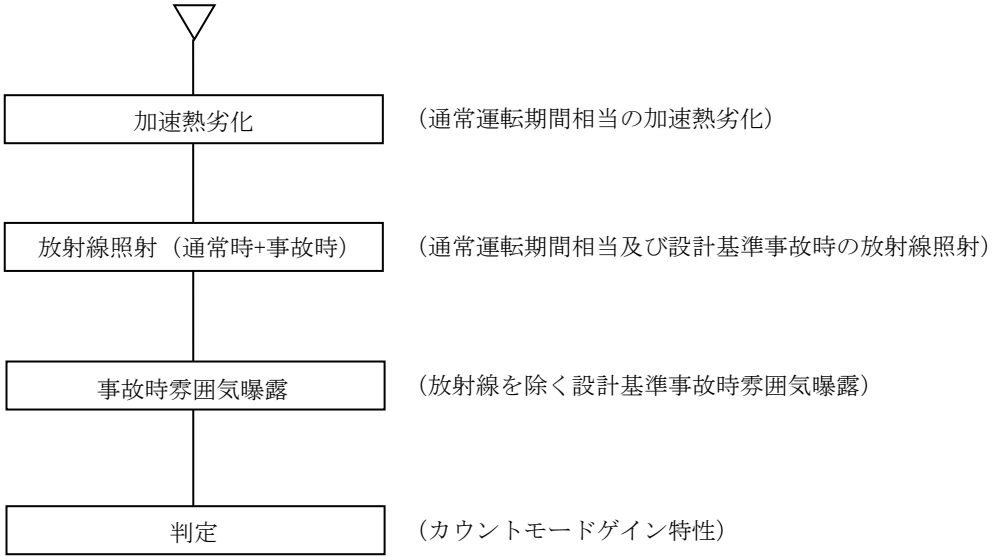


図 3.1-3 同軸コネクタ接続（中性子束計測用）（原子炉格納容器外）（絶縁体材料がテフロン）長期健全性試験手順

表 3.1-5 SRNM 前置増幅器（同軸コネクタ接続（中性子束計測用）（原子炉格納容器外）を含む）長期健全性試験条件

	試験条件	説明
加速熱劣化	100 ℃×1,104時間	原子炉格納容器外の周囲最高温度40.0 ℃では，60年間以上の通常運転期間に相当する。
放射線照射（通常時+事故時）	放射線照射線量：2,447.5Gy	東海第二の原子炉格納容器外で想定される線量 約1.8 kGy（60年間の通常運転期間相当の線量 約5.3 Gyに設計基準事故時の最大積算値1.7 kGyを加えた線量）を包絡する。 また，東海第二の原子炉格納容器外で想定される線量 約1.8 kGy（60年間の通常運転期間相当の線量 約5.3 Gyに重大事故等時の最大積算値1.7 kGyを加えた線量）を包絡する。
事故時雰囲気曝露	最高温度：110 ℃ 最高圧力：0.1151 MPa 曝露時間：約13日間	東海第二の原子炉格納容器外における設計基準事故時の最高温度100 ℃，最高圧力0.00174 MPaを包絡する。 また，重大事故等時の最高温度100 ℃，最高圧力0.0069 MPaを包絡する。

表 3.1-6 SRNM 前置増幅器（同軸コネクタ接続（中性子束計測用）（原子炉格納容器外）を含む）長期健全性試験結果

項目	試験手順	判定基準*	結果
カウントモード ゲイン特性	前置増幅器にパルス信号を与え，その時のゲイン特性を評価する。	ゲイン特性：800～1200	良

*：判定基準はメーカ基準値に基づく

d. 絶縁部の絶縁特性低下［同軸コネクタ接続（放射線計測用）（原子炉格納容器外)］

代表機器とは異なり，放射線計測器に設置される同軸コネクタ接続（放射線計測用）（原子炉格納容器外）の絶縁部は，有機物の架橋ポリスチレンであるため，熱及び放射線による物性変化により，経年的に劣化が進行し，絶縁低下を起こす可能性があるが，図 3.1-4 に示す手順にて長期健全性試験を実施しており，表 3.1-7 に示すとおり 6 年間の通常運転期間，設計基準事故時*及び重大事故等時*雰囲気を想定した試験条件で行い，表 3.1-8 のとおり判定基準を満足している。

この同軸コネクタ接続（放射線計測用）（原子炉格納容器外）は今停止期間中に設置されるものであり，設置後 6 年間の通常運転期間，設計基準事故時及び重大事故等時雰囲気において絶縁性能を維持できると評価する。

また，絶縁特性低下に対しては，従前設備と同様に点検時に絶縁抵抗測定及び機器の動作試験で把握可能であることから，従前設備と同様の保全項目を実施していくこととする。

今後も，この保全方法を継続することにより，絶縁特性低下を監視していくとともに，必要に応じて取替を行うこととする。

なお，追加保全項目として，長期健全性評価結果から得られた評価期間に至る前に取替を行うことを継続していくこととする。

これにより，運転を延長しようとする期間において，絶縁部の絶縁特性低下により機器の健全性に影響を与える可能性はないと評価する。

*：新規制基準への適合性確認のための工事計画認可申請書「V-1-1-6 安全設備及び重大事故等対処設備が使用される条件の下における健全性に関する説明書」に基づく原子炉格納容器外の設計基準事故時及び重大事故等時における各条件

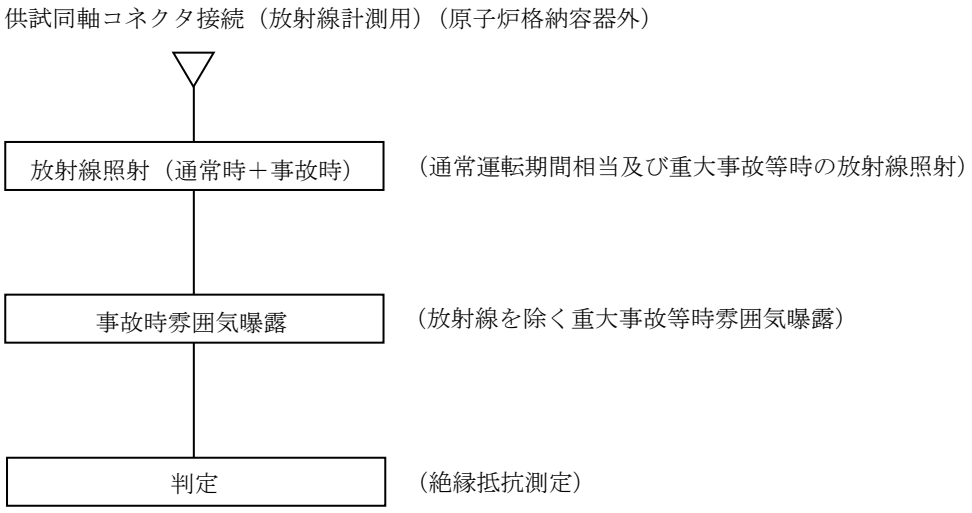


図 3.1-4 同軸コネクタ接続（放射線計測用）（原子炉格納容器外）長期健全性試験手順

表 3.1-7 同軸コネクタ接続（放射線計測用）（原子炉格納容器外）長期健全性試験条件

	試験条件	説明
放射線照射* （通常時＋事故時）	放射線照射線量：1,000 kGy	東海第二の原子炉格納容器内で想定される照射線量約530 kGy（60年間の通常運転期間約270 kGyに設計基準事故時線量260 kGyを加えた線量）を包絡する。また，東海第二の原子炉格納容器内で想定される照射線量約910 kGy（60年間の通常運転期間約270 kGyに重大事故等時線量640 kGyを加えた線量）を包絡する。
事故時雰囲気曝露*	試験温度：220 ℃×5分以上 200 ℃×12時間 試験圧力：0.015 MPa以上 曝露時間：12時間以上	試験温度は，原子炉格納容器内の周囲最高温度65.6 ℃では，6年間の通常運転期間に相当する。
	試験温度：200 ℃×168時間 試験圧力：0.015 MPa以上 曝露時間：168時間	東海第二の原子炉格納容器内における設計基準事故時の最高温度171 ℃，原子炉格納容器外における最高圧力0.00174 MPa及び重大事故等時の最高温度200 ℃，原子炉格納容器外における最高圧力0.0069 MPaを包絡する。

*：本同軸コネクタ接続（放射線計測用）（原子炉格納容器外）は原子炉格納容器外に設置されているが，事故時雰囲気圧力条件を除き保守的に原子炉格納容器内条件を適用している

表 3.1-8 同軸コネクタ接続（放射線計測用）（原子炉格納容器外）長期健全性試験結果

項目	試験手順	判定基準*	結果
絶縁抵抗測定	環境試験終了後，蒸気及び圧力が除かれた状態にて，DC 500 V 絶縁抵抗計による絶縁抵抗測定を行う。	100 MΩ以上	良

*：判定基準はメーカ基準値に基づく

e. 絶縁部の絶縁特性低下［同軸コネクタ接続（中性子束計測用）（原子炉格納容器内)］

代表機器とは異なり，電気ペネトレーション端子箱に設置された同軸コネクタ接続（中性子束計測用）（原子炉格納容器内）の絶縁部は，有機物の架橋ポリスチレンであるため，熱及び放射線による物性変化により，経年的に劣化が進行し，絶縁特性低下を起こす可能性があるが，図 3.1-5 に示す手順にて長期健全性試験を実施しており，表 3.1-9 に示すとおり 60 年間の通常運転期間，設計基準事故時*及び重大事故等時*雰囲気を想定した試験条件で行い，表 3.1-10 のとおり判定基準を満足している。

したがって，原子炉格納容器外に設置された同軸コネクタ接続（中性子束計測用）（原子炉格納容器内）は，60 年間の通常運転期間，設計基準事故時及び重大事故等時雰囲気において絶縁性能を維持できると評価する。

また，代表機器と同様に，点検時に絶縁抵抗測定及び機器の動作試験を行っており健全性を確認している。

今後も，この保全方法を継続することにより，絶縁特性低下を監視していくとともに，必要に応じて取替を行うこととする。

*：新規制基準への適合性確認のための工事計画認可申請書「V-1-1-6 安全設備及び重大事故等対処設備が使用される条件の下における健全性に関する説明書」及び発電用原子炉設置変更許可申請書「添付書類十 変更後における発電用原子炉施設において事故が発生した場合における当該事故に対処するために必要な施設及び体制の整備に関する説明書」に基づく原子炉格納容器内の設計基準事故時及び重大事故等時における各条件

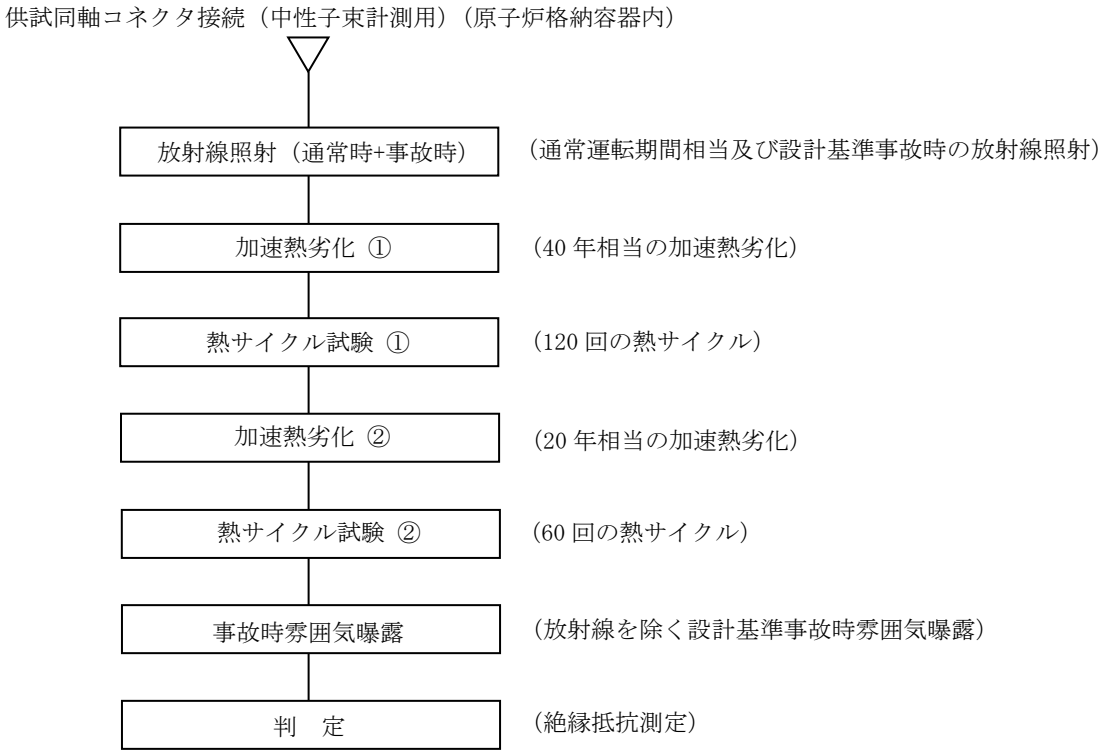


図 3.1-5 同軸コネクタ接続（中性子束計測用）（原子炉格納容器内）長期健全性試験手順

表 3.1-9 同軸コネクタ接続（中性子束計測用）（原子炉格納容器内）長期健全性試験条件

	試験条件	説明
放射線照射 （通常時+事故時）	放射線照射線量：522.8 kGy	東海第二の原子炉格納容器内で想定される線量 約47 kGy（60年間の通常運転期間相当の線量 約21 kGyに設計基準事故時の最大積算値26 kGyを加えた線量）を包絡する。 また，東海第二の原子炉格納容器内で想定される線量 約47 kGy（60年間の通常運転期間相当の線量 約21 kGyに重大事故等時の最大積算値26 kGyを加えた線量）を包絡する。
加速熱劣化	① 115 ℃×283 日 ② 115 ℃×136.8 日	原子炉格納容器内の周囲最高温度 65.6 ℃では，60 年間の通常運転期間を包絡する。
熱サイクル試験	① 10 ℃⇔66 ℃/120 ｻｲｸﾙ ② 10 ℃⇔66 ℃/ 60 ｻｲｸﾙ	東海第二の 60 年間の起動停止回数を包絡する。
事故時雰囲気曝露	最高温度：171 ℃以上 最高圧力：0.427 MPa 曝露時間：13 日間	東海第二の原子炉格納容器内における設計基準事故時の最高温度 171 ℃，最高圧力 0.31 MPa 及び重大事故等時の最高温度 115 ℃，最高圧力 0.20 MPa を包絡する。

表 3.1-10 同軸コネクタ接続（中性子束計測用）（原子炉格納容器内）長期健全性試験結果

項目	試験手順	判定基準*	結果
絶縁抵抗測定	耐電圧試験後に絶縁抵抗計による絶縁抵抗測定を行う。	導体－シールド間： 1×10^{8} Ω 以上	良
		シールド－対地間： 1×10^{4} Ω 以上	良

*：判定基準はメーカ基準値に基づく

f. 絶縁部の絶縁特性低下［同軸コネクタ接続（中性子束計測用）（原子炉格納容器外)］

代表機器とは異なり，電気ペネトレーション端子箱に設置された同軸コネクタ接続（中性子束計測用）（原子炉格納容器外）の絶縁部は，有機物の架橋ポリスチレンであるため，熱及び放射線による物性変化により，経年的に劣化が進行し，絶縁特性低下を起こす可能性があるが，代表機器同様に図 3.1-6 に示す手順にて長期健全性試験を実施しており，表 3.1-11 に示すとおり 60 年間の通常運転期間，設計基準事故時*及び重大事故等時*雰囲気を想定した試験条件で行い，表 3.1-12 のとおり判定基準を満足している。

したがって，原子炉格納容器外に設置された同軸コネクタ接続（中性子束計測用）（原子炉格納容器外）は，60 年間の通常運転期間，設計基準事故時及び重大事故等時雰囲気において絶縁性能を維持できると評価する。

また，代表機器と同様に，点検時に絶縁抵抗測定及び機器の動作試験を行っており健全性を確認している。

今後も，この保全方法を継続することにより，絶縁特性低下を監視していくとともに，必要に応じて取替を行うこととする。

＊：新規制基準への適合性確認のための工事計画認可申請書「V-1-1-6 安全設備及び重大事故等対処設備が使用される条件の下における健全性に関する説明書」に基づく原子炉格納容器外の設計基準事故時及び重大事故等時における各条件

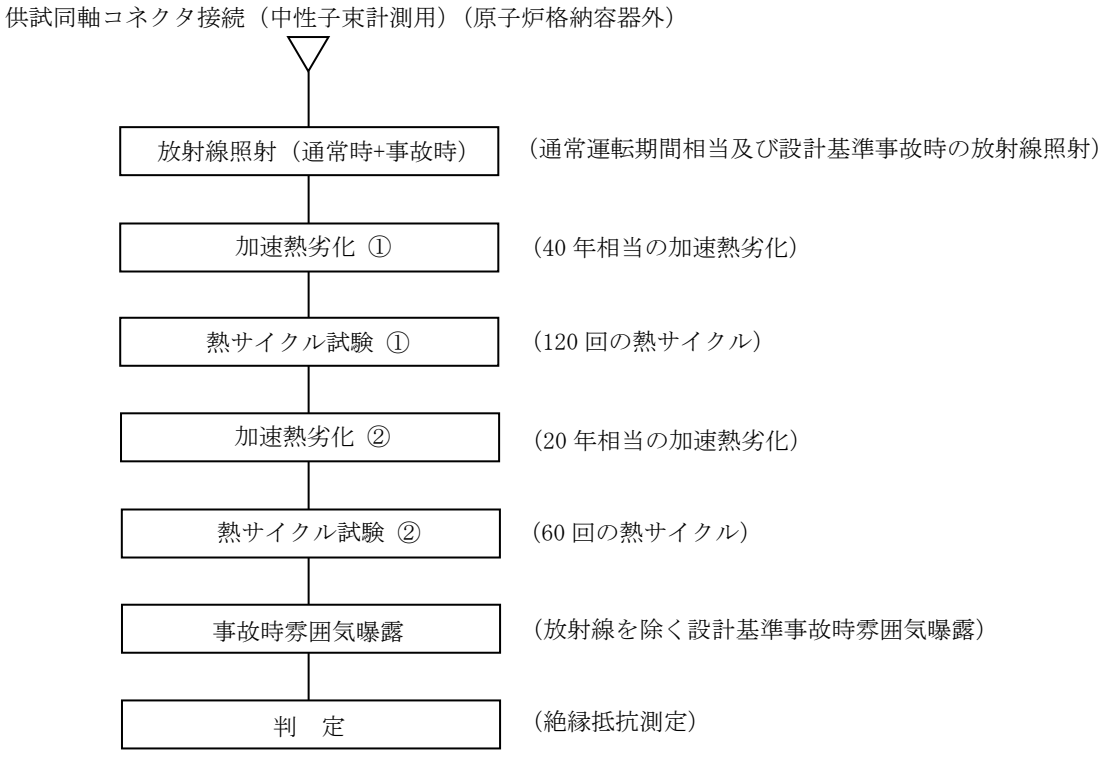


図 3.1-6 同軸コネクタ接続（中性子束計測用）（原子炉格納容器外）長期健全性試験手順

表 3.1-11 同軸コネクタ接続（中性子束計測用）（原子炉格納容器外）長期健全性試験条件

	試験条件	説明
放射線照射 （通常時+事故時）	放射線照射線量：522.8 kGy	東海第二の原子炉格納容器外で想定される線量 約1.8 kGy（60年間の通常運転期間相当の線量 約5.3 Gyに設計基準事故時の最大積算値1.7 kGyを加えた線量）を包絡する。 また，東海第二の原子炉格納容器外で想定される線量 約101 kGy（60年間の通常運転期間相当の線量 約5.3 Gyに重大事故等時の最大積算値100 kGyを加えた線量）を包絡する。
加速熱劣化	① 115 ℃×283 日 ② 115 ℃×136.8 日	原子炉格納容器外の周囲最高温度 40.0 ℃では，60 年間の通常運転期間を包絡する。
熱サイクル試験	① 10 ℃⇔66 ℃/120 ｻｲｸﾙ ② 10 ℃⇔66 ℃/ 60 ｻｲｸﾙ	東海第二の 60 年間の起動停止回数を包絡する。
事故時雰囲気曝露	最高温度：171 ℃以上 最高圧力：0.427 MPa 曝露時間：13 日間	東海第二の原子炉格納容器外における設計基準事故時の最高温度100 ℃，最高圧力0.00174 MPaを包絡する。 また，重大事故等時の最高温度100 ℃，最高圧力0.0069 MPaを包絡する。

表 3.1-12 同軸コネクタ接続（中性子束計測用）（原子炉格納容器外）長期健全性試験結果

項目	試験手順	判定基準*	結果
絶縁抵抗測定	耐電圧試験後に絶縁抵抗計による絶縁抵抗測定を行う。	導体－シールド間： 1×10^{8} Ω 以上	良
		シールド－対地間： 1×10^{4} Ω 以上	良

*：判定基準はメーカ基準値に基づく

g. 絶縁部の絶縁特性低下［スプライス接続（原子炉格納容器外)］

代表機器と同様，スプライス接続（原子炉格納容器外）の絶縁部は，有機物の架橋ポリオレフィンであるため，熱及び放射線による物性変化により，経年的に劣化が進行し，絶縁特性低下を起こす可能性があるが，代表機器同様に図 3.1-7 に示す手順にて長期健全性試験を実施しており，表 3.1-13 に示すとおり 60 年間の通常運転期間，設計基準事故時*及び重大事故等時*雰囲気を想定した試験条件で行い，表 3.1-14 のとおり判定基準を満足している。

したがって，代表機器同様に，原子炉格納容器外に設置されたスプライス接続（原子炉格納容器外）は，60 年間の通常運転期間，設計基準事故時及び重大事故等時雰囲気において絶縁性能を維持できると評価する。

また，代表機器と同様に，点検時に絶縁抵抗測定及び機器の動作試験を行っており健全性を確認している。

今後も，この保全方法を継続することにより，絶縁特性低下を監視していくとともに，必要に応じて取替を行うこととする。

*：新規制基準への適合性確認のための工事計画認可申請書「V-1-1-6 安全設備及び重大事故等対処設備が使用される条件の下における健全性に関する説明書」に基づく原子炉格納容器外の設計基準事故時及び重大事故等時における各条件

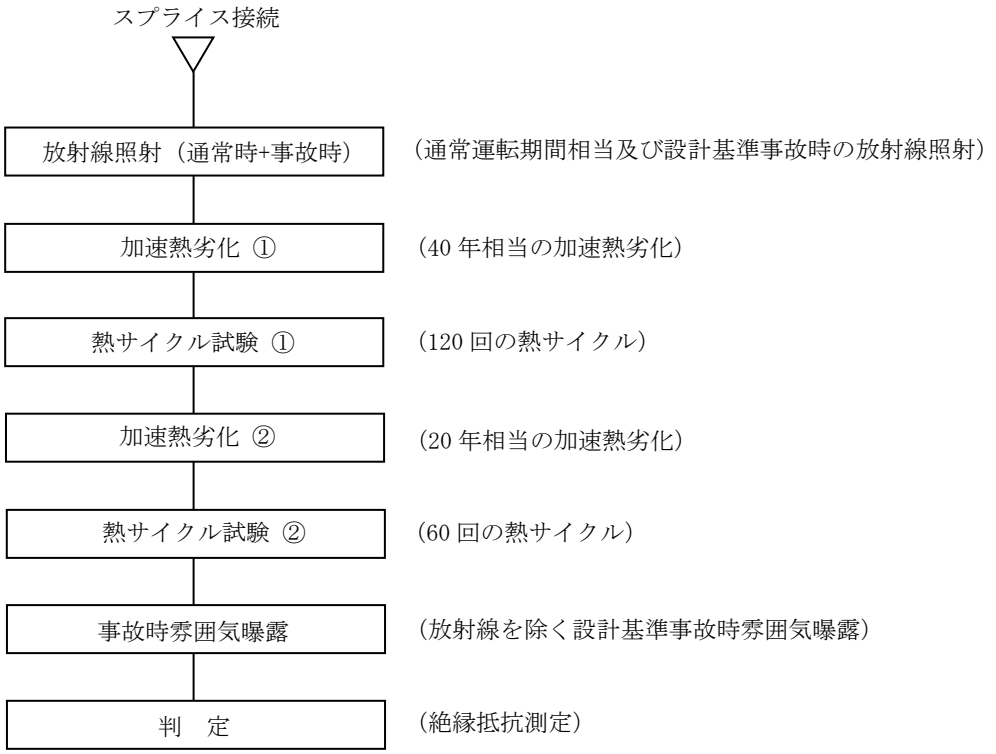


図 3.1-7 スプライス接続（原子炉格納容器外）長期健全性試験手順

表 3.1-13 スプライス接続（原子炉格納容器外）長期健全性試験条件

	試験条件	説明
放射線照射 （通常時＋事故時）	放射線照射線量：522.8 kGy	東海第二で想定される線量 約 1.8 kGy（60 年間の通常運転期間相当の線量 約 5.3 Gy に設計基準事故時の最大積算値約 1.7 kGy を加えた線量）を包絡する。 また，東海第二で想定される線量約101kGy（60年間の通常運転期間相当の線量約5.3 Gyに重大事故等時の最大積算値約100 kGy を加えた線量）を包絡する。
加速熱劣化	① 115 ℃×283 日 ② 115 ℃×136.8 日	原子炉格納容器外の周囲最高温度 40.0℃*では，60 年間の通常運転期間を包絡する。
熱サイクル試験	① 10 ℃⇔66 ℃/120 ｻｲｸﾙ ② 10 ℃⇔66 ℃/ 60 ｻｲｸﾙ	東海第二の 60 年間の起動停止回数を包絡する。
事故時雰囲気曝露	最高温度：171 ℃以上 最高圧力：0.427 MPa 曝露時間：13 日間	東海第二における設計基準事故時の最高温度 100 ℃*，最高圧力 0.001744 MPa*及び重大事故等時の最高温度約 100 ℃*，最高圧力 0.0069 MPa*を包絡する。

*:原子炉格納容器外における設計値

表 3.1-14 スプライス接続（原子炉格納容器外）長期健全性試験結果

項目	試験手順	判定基準*	結果
絶縁抵抗測定	耐電圧試験後に DC 500 V 絶縁抵抗計による絶縁抵抗を行う。	絶縁抵抗値 1×10^{4} Ω 以上	良

*:判定基準はメーカ基準値に基づく

3.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

(1) 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって，想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象）

a. 端子板及び接続端子の腐食［端子台接続（原子炉格納容器外)］

代表機器と同様，端子板及び接続端子は，銅合金であるため腐食が想定されるが，金属表面はメッキが施されており，端子台はガスケットでシールされたハウジング（駆動部ケース）に収納されているため，湿分等の浸入による腐食進行の可能性は小さく，点検時に目視確認を行い，その結果により必要に応じ取替を実施することとしている。

したがって，端子板及び接続端子の腐食は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

b. 絶縁テープの絶縁特性低下［端子接続（原子炉格納容器外)］

代表機器とは異なり，絶縁テープは有機物のビニルであるため，熱及び放射線による物性変化により経年的に劣化が進行し，絶縁特性低下を起こす可能性がある。

絶縁テープは，系統機器の点検にあわせ取替を行い，長期間使用しないことから，有意な劣化が発生する可能性は小さい。

また，点検時に絶縁抵抗測定を行い，これまで有意な絶縁特性低下は認められておらず，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，絶縁テープの絶縁特性低下は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

c. オスコンタクト，メスコンタクト，レセプタクルシェル，シーリングワッシャ及びプラグシェルの腐食［電動弁コネクタ接続（原子炉格納容器外)］

代表機器と同様，オスコンタクト，メスコンタクト，レセプタクルシェル，シーリングワッシャ及びプラグシェルは，銅合金であるため腐食が想定されるが，オスコンタクト及びメスコンタクトは０リング，シーリングブッシュ及びシーリングワッシャにより外気とシールされているため，湿分等の浸入による腐食進行の可能性は小さい。

また，外気に接触するレセプタクルシェル，プラグシェル及びシーリングワッシャの外表面にはメッキが施されており，腐食発生の可能性は小さく，点検時に目視確認を行い，その結果により必要に応じ取替を実施することとしている。

したがって，オスコンタクト，メスコンタクト，レセプタクルシェル，シーリングワッシャ及びプラグシェルの腐食は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

d. ボディ，ナット及びコンタクト等構成部品の腐食［同軸コネクタ接続共通］

構成品であるボディ，ナット及びコンタクト等は銅が使用されていることから，湿分等により腐食が想定されるが，メッキが施されており腐食の可能性は小さく，点検時に目視確認を行い，その結果により必要に応じ取替を実施することとしている。

したがって，ボディ，ナット及びコンタクト等構成部品の腐食は高経年化対策上着目すべき事象ではないと判断する。

(2) 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により，今後も経年劣化の進展が考えられない，または進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外）

a. スプライスの腐食［スプライス接続（原子炉格納容器外)］

代表機器と同様，スプライス接続（原子炉格納容器外）は銅合金であり腐食が想定されるが，スプライスはメッキが施されており，熱収縮チューブにて全体を密閉していることから，湿分等の浸入による腐食が発生する可能性はない。

したがって，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから，高経年化対策上着目すべき事象ではないと判断する。

東海第二発電所
タービン設備の技術評価書

（運転を断続的に行うことを前提とした評価）

日本原子力発電株式会社

本評価書は，東海第二発電所（以下，「東海第二」という）で使用している安全上重要なタービン設備（重要度分類審査指針におけるクラス 1 及びクラス 2 のタービン設備），高温・高圧の環境下にあるクラス 3 のタービン設備及び常設重大事故等対処設備に属するタービン設備について，運転を断続的に行うことを前提に高経年化に係わる技術評価についてまとめたものである。

評価対象機器の一覧を表 1 に，機能を表 2 に示す。

評価対象機器を型式，設置場所でグループ化し，それぞれのグループから重要度，運転状態，最高使用温度，最高使用圧力の観点から代表機器を選定し技術評価を行った後，代表以外の機器について評価を展開している。

本評価書は，評価対象のタービン設備を常用系タービン設備及び非常用系タービン設備に分けており，以下の 2 章で構成されている。

1. 常用系タービン設備
2. 非常用系タービン設備

なお，湿分分離器，湿分分離器ドレンタンクは「容器の技術評価書」，グランド蒸気蒸発器は「熱交換器の技術評価書」，主要配管（主蒸気リード管，クロスアラウンド管，クロスアラウンド管逃し弁出口管）は，「配管の技術評価書のタービン主蒸気系配管，抽気系配管」，蒸気式空気抽出器は「機械設備の技術評価書」にてそれぞれ評価するものとし，本評価書には含めていない。

また，文書中の単位の記載は，原則として SI 単位系に基づくものとする。（圧力の単位は特に注記がない限りゲージ圧力を示す）

表１　評価対象機器一覧

設備	機種	機器名称	仕様	重要度[*1]
常用系タービン設備	高圧タービン	高圧タービン	種類：非再熱式４車室６流排気形 出力：1,100,000 kW 回転速度：1,500 rpm	高[*2]
	低圧タービン	低圧タービン		高[*2]
	原子炉給水ポンプ駆動用蒸気タービン	原子炉給水ポンプ駆動用蒸気タービン	種類：単気胴衝動式復水タービン 出力：8,356 kW 回転速度：5,000 rpm	高[*2]
	主要弁	主塞止弁	型式：玉形弁 口径：650A	PS-2
		加減弁	型式：バランス形弁 口径：700A	高[*2]
		中間塞止加減弁	型式：複合弁 口径：1,050A	高[*2]
		タービンバイパス弁	型式：玉形弁 口径：450A	PS-2
		クロスアラウンド管逃し弁	型式：安全弁 口径：450A	高[*2]
	制御装置及び保安装置	主タービン電気油圧式制御装置	圧力：11.0 MPa	高[*2]
非常用系タービン設備	原子炉隔離時冷却系タービン及び付属装置	原子炉隔離時冷却系タービン及び付属装置	種類：衝動螺旋流背圧式タービン 出力：541 kW 回転速度：4,500 rpm	MS-1 重[*3]
	常設高圧代替注水系タービン及び付属装置	常設高圧代替注水系タービン及び付属装置[*4]	種類：背圧式蒸気タービン 出力：620 kW 回転速度：5,514 rpm	重[*3]

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

*2：最高使用温度が 95 ℃を超え，又は最高使用圧力が 1,900 kPa を超える環境下にある原子炉格納容器外の重要度クラス 3 の機器

*3：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す

*4：新規に設置される機器

表２　評価対象機器の機能

機器名称	主な機能
主タービン （高圧タービン，低圧タービン）	発電を行うため，発電機を駆動する。
原子炉給水ポンプ駆動用 蒸気タービン	抽気蒸気によりタービンを回転し，原子炉給水ポンプを駆動させる。
主塞止弁	タービントリップ時に，高圧タービンへの蒸気供給を遮断する。
加減弁	高圧タービンへの蒸気流量を制御する。
中間塞止加減弁	低圧タービンへの蒸気流量を制御する。また，タービントリップ時に，低圧タービンへの蒸気供給を遮断する。
タービンバイパス弁	タービントリップ時に，主蒸気を直接主復水器に導く。 （容量約25 %）
クロスアラウンド管逃し弁	クロスアラウンド管の異常昇圧を防止する。
主タービン電気油圧式制御装置	主タービン制御のため，主要弁等へ制御油を供給する。
原子炉隔離時冷却系タービン 及び付属装置	原子炉水位が低下し原子炉が隔離された時に，原子炉で発生する蒸気を用いて原子炉隔離時冷却系タービンを回転させ，ポンプを駆動する。
常設高圧代替注水系タービン 及び付属装置	原子炉隔離時冷却系の機能が喪失した場合に，原子炉で発生する蒸気を用いて常設高圧代替注水系タービンを回転させ，ポンプを駆動する。

1. 常用系タービン設備

［対象機器］

1.1 高圧タービン

1.2 低圧タービン

1.3 原子炉給水ポンプ駆動用蒸気タービン

1.4 主要弁

1.5 制御装置及び保安装置

1.1 高圧タービン

［対象機器］

① 高圧タービン

目次

1. 対象機器 1.1-1
2. 高圧タービンの技術評価 1.1-2
2.1 構造，材料及び使用条件 1.1-2
2.2 経年劣化事象の抽出 1.1-5
2.2.1 機器の機能達成に必要な項目 1.1-5
2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出 1.1-5
2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象 1.1-6

1. 対象機器

東海第二で使用している高圧タービンの主な仕様を表 1-1 に示す。

表 1-1　高圧タービンの主な仕様

機器名称	仕様 （出力×回転速度）	重要度*1	使用条件		
			運転状態	運転圧力*2 （MPa）	運転温度*2 （℃）
高圧タービン	1,100,000 kW*3 ×1,500 rpm	高*4	連続	6.55	282

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

*2：主塞止弁入口の蒸気条件を示す

*3：低圧タービンとの合計出力を示す

*4：最高使用温度が 95 ℃を超え，又は最高使用圧力が 1,900 kPa を超える環境下にある原子炉格納容器外の重要度クラス 3 の機器

2. 高圧タービンの技術評価

2.1 構造，材料及び使用条件

(1) 構造

東海第二の高圧タービンは8段複流式であり，蒸気はノズル室に接続されている4本の蒸気入口管より高圧タービンに流入し，各段を経て車室下半部にある排気口より排出される。

車室は炭素鋼鋳鋼であり，上，下半車室に分割され，ケーシングボルトにより締結されている。

ダイヤフラム（噴口，隔板）は，噴口がステンレス鋼，隔板が低合金鋼鋳鋼であり，車室内に嵌め込まれ，蒸気の通路部を形成している。

車室は軸受台下半部で支えられ，水平にスライドする構造となっている。

車軸は低合金鋼，翼はステンレス鋼であり，周方向は2個のジャーナル軸受，軸方向は1個のスラスト軸受により支えられている。

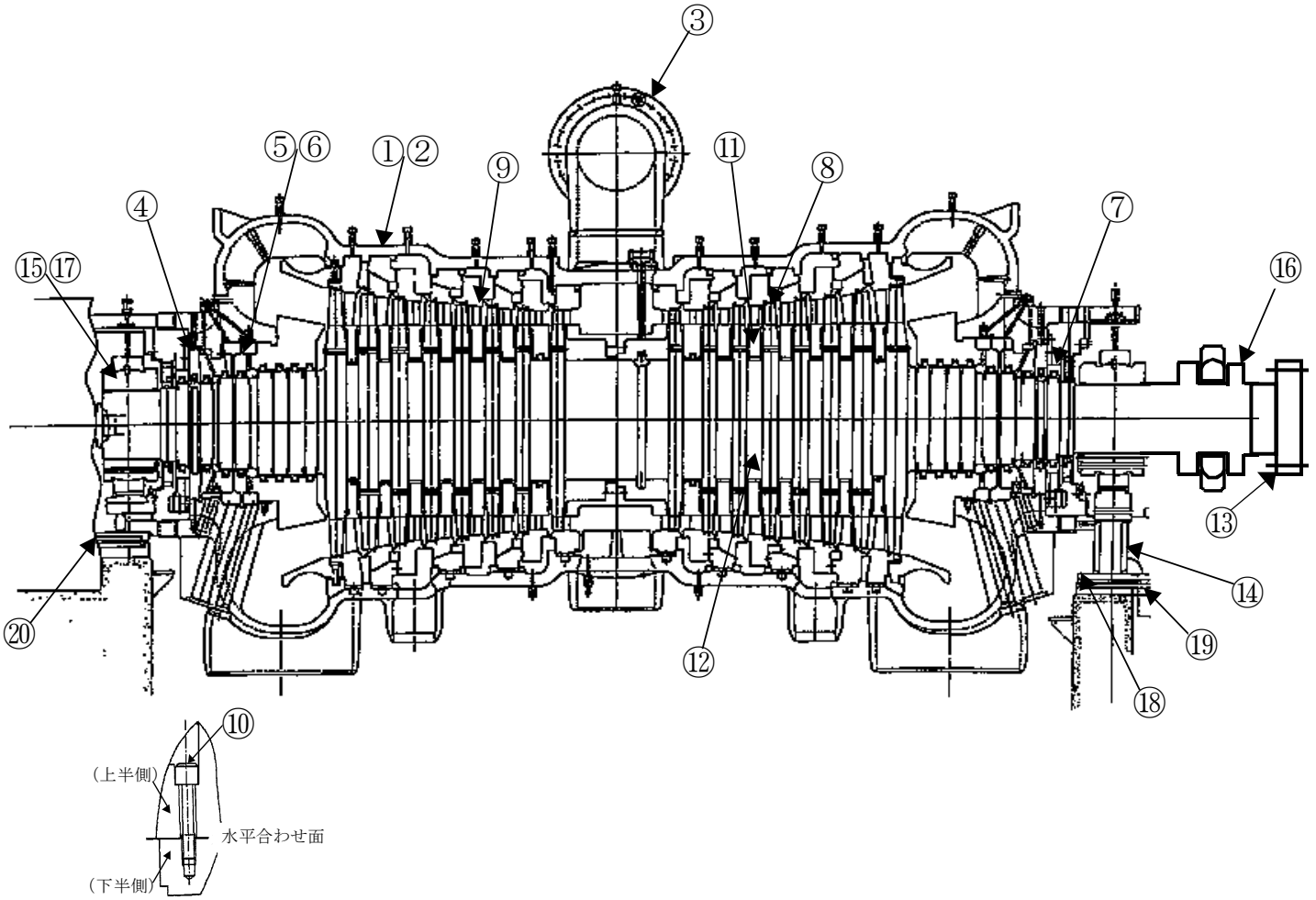
車室両端面の車軸貫通部には，スチームシールパッキン（パッキンケーシング，パッキンヘッド，ラビリンスパッキン）が設けられており，多数のシールストリップを装備したラビリンスパッキンにより蒸気漏えいを防止している。

車室，ダイヤフラム，スチームシールパッキン等はケーシングボルトを緩め，上半部を取り出すことにより点検手入れが可能である。

東海第二の高圧タービンの構造図を図2.1-1に示す。

(2) 材料及び使用条件

東海第二の高圧タービン主要部位の使用材料を表2.1-1に，使用条件を表2.1-2に示す。



＜隔板・隔板締付ボルト詳細図＞

図 2.1-1　高圧タービン構造図

No.	部位
①	車室
②	ケーシングボルト
③	ガスケット
④	パッキンケーシング
⑤	パッキンヘッド
⑥	ラビリンスパッキン
⑦	油切り
⑧	翼
⑨	噴口
⑩	隔板締付ボルト
⑪	隔板
⑫	車軸
⑬	カップリングボルト
⑭	軸受台
⑮	ジャーナル軸受
⑯	スラスト軸受
⑰	軸受ボルト
⑱	基礎ボルト
⑲	ベースプレート
⑳	キー

表 2.1-1　高圧タービン主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
バウンダリの維持	耐圧	車室	炭素鋼鋳鋼
		ケーシングボルト	低合金鋼
		ガスケット	（消耗品）
	軸シール	パッキンケーシング	炭素鋼
		パッキンヘッド	低合金鋼鋳鋼
		ラビリンスパッキン	ステンレス鋼
		油切り	炭素鋼
タービン性能の確保	エネルギー変換	翼	ステンレス鋼
		噴口	ステンレス鋼
		隔板締付ボルト	低合金鋼
		隔板	低合金鋼鋳鋼
	エネルギー伝達	車軸	低合金鋼
		カップリングボルト	低合金鋼
	軸支持	軸受台	炭素鋼
		ジャーナル軸受	炭素鋼，ホワイトメタル
		スラスト軸受	炭素鋼，ホワイトメタル
		軸受ボルト	低合金鋼
機器の支持	支持	基礎ボルト	炭素鋼
		ベースプレート	炭素鋼
		キー	炭素鋼

表 2.1-2　高圧タービンの使用条件

運転圧力	主塞止弁入口 6.55 MPa～中間塞止加減弁入口 1.28 MPa
運転温度	主塞止弁入口 282 ℃～中間塞止加減弁入口 195 ℃
回転速度	1,500 rpm
内部流体	蒸気

2.2 経年劣化事象の抽出

2.2.1 機器の機能達成に必要な項目

高圧タービンの機能である発電機駆動機能の達成に必要な項目は以下のとおり。

(1) バウンダリの維持

(2) タービン性能の確保

(3) 機器の支持

2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

(1) 想定される経年劣化事象の抽出

高圧タービンについて，機能達成に必要な項目を考慮して主要な部位に展開した上で，個々の部位の材料，構造，使用条件（内部流体の種類，圧力，温度等）及び現在までの運転経験を考慮し，表 2.2-1 に示すとおり，想定される経年劣化事象を抽出した（表 2.2-1 で○又は△，▲）。

なお，消耗品及び定期取替品は以下のとおり評価対象外とする。

(2) 消耗品及び定期取替品の扱い

ガスケットは消耗品であり，設計時に長期使用せず取替を前提としていることから，高経年化対策を見極める上での評価対象外とする。

(3) 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

想定される経年劣化事象のうち下記①，②に該当しない事象を高経年化対策上着目すべき経年劣化事象と判断した。

なお，下記①，②に該当する事象については 2.2.3 項に示すとおり，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断した。

① 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって，想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象として表 2.2-1 で△）

② 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により，今後も経年劣化の進展が考えられない，又は進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外として表 2.2-1 で▲）

この結果，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象は抽出されなかった。

2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

(1) 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって，想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの(日常劣化管理事象)

a. 基礎ボルトの腐食（全面腐食）

基礎ボルトの健全性については，「機械設備の技術評価書」にて評価を実施するものとし，本評価書には含めない。

b. ラビリンスパッキンの摩耗

ラビリンスパッキンは，車軸との接触による摩耗が想定されるが，車軸との間に隙間を設け接触を防止している。また，分解点検時に車軸との隙間測定を実施しており，有意な摩耗がないことを確認している。

したがって，ラビリンスパッキンの摩耗は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

c. ジャーナル軸受及びスラスト軸受の摩耗，はく離

ジャーナル軸受及びスラスト軸受は，ホワイトメタルを軸受に溶着しており，摩耗及びはく離が想定される。

摩耗については，車軸と軸受間に潤滑油が供給され軸受の摩耗を抑制している。また，分解点検時に目視点検及び隙間測定を行い，隙間が基準値に達した場合は補修又は取替を実施することにより軸受の機能を維持している。

はく離については，分解点検時に目視点検及び浸透探傷検査を実施し，必要に応じて補修又は取替を実施することにより軸受の機能を維持している。

したがって，ジャーナル軸受及びスラスト軸受の摩耗，はく離は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

d. 車室（内面），パッキンケーシング，パッキンヘッド，翼，噴口の腐食（流れ加速型腐食）

車室は炭素鋼鋳鋼，パッキンケーシングは炭素鋼，パッキンヘッドは低合金鋼鋳鋼，翼，噴口はステンレス鋼であり，内部流体が湿分を含んだ高速蒸気であるため，腐食（流れ加速型腐食）により減肉する可能性がある。

車室の内面，パッキンケーシング，パッキンヘッド，翼，噴口については，タービン開放点検時に目視点検を実施し，必要に応じて補修又は取替を実施することにより機能を維持している。

したがって，車室（内面），パッキンケーシング，パッキンヘッド，翼，噴口の腐食（流れ加速型腐食）は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

e. 隔板締付ボルト，隔板，車軸の腐食（流れ加速型腐食）

隔板締付ボルト，車軸は低合金鋼，隔板は低合金鋼鋳鋼であり，蒸気環境下で使用されることから腐食が想定されるが，目視点検において，有意な腐食がないことを確認している。

したがって，隔板締付ボルト，隔板，車軸の腐食（流れ加速型腐食）は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

f. 車室（外面）及び軸受台（外面）の腐食（全面腐食）

車室は炭素鋼鋳鋼，軸受台は炭素鋼であり外面からの腐食が想定される。

しかしながら，大気接触部は塗装により腐食を防止しており，塗膜が健全であれば腐食の可能性は小さく，目視点検において塗膜の状態を確認しており，はく離等が認められた場合は，必要に応じて補修を実施することにより機能を維持している。

したがって，車室（外面）及び軸受台（外面）の腐食（全面腐食）は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

g. ケーシングボルト，カップリングボルトの腐食（全面腐食）

ケーシングボルト，カップリングボルトは低合金鋼であり腐食が想定されるが，目視点検において有意な腐食がないことを確認している。

したがって，ケーシングボルト，カップリングボルトの腐食（全面腐食）は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

h. 翼，噴口，隔板締付ボルト，車軸の応力腐食割れ

翼，噴口はステンレス鋼，隔板締付ボルト，車軸は低合金鋼であり，蒸気環境下で使用されていることから，応力腐食割れが発生する可能性がある。

また，2011 年に東海第二の低圧タービン(B)において，車軸の翼取付部位に応力腐食割れと考えられるき裂が認められた。

高圧タービンの翼，噴口，隔板締付ボルト，車軸の応力腐食割れについては，タービン開放点検時に目視点検，浸透探傷検査，磁粉探傷検査，超音波探傷検査を実施することにより，有意な欠陥がないことを確認している。

したがって，翼，噴口，隔板締付ボルト，車軸の応力腐食割れは，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

i. 車室の変形

車室は炭素鋼鋳鋼であり，製作時の熱処理段階において，変形防止について考慮されているが，その水平合わせ面については，変形が生じる可能性がある。

タービン開放点検時に車室水平合わせ面の目視点検及び隙間測定を実施しており，合わせ面に変形を起因としたエロージョンが確認された場合には，溶接補修を実施することにより機能を維持している。

したがって，車室の変形は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

j. 車軸の摩耗

車軸の軸受との摺動面は摩耗が想定されるが，潤滑油が供給され車軸と軸受間に油膜が形成されており，車軸の摩耗が発生する可能性は小さい。

なお，これまでの目視点検及び隙間測定結果において有意な摩耗は認められておらず，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，車軸の摩耗は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

k. キーの摩耗

キーは，上半車室を支持し，水平方向の位置を決めるためのものであり，車室の熱移動によりキーと車室の接触面の摩耗が想定されるが，車室の移動回数は 2 回／サイクル（プラントの起動・停止回数）と少なく，移動速度も緩やかであることから，摩耗が進行する可能性は小さい。

なお，これまでのキーの目視点検及び厚さ測定による点検結果からも有意な摩耗は確認されておらず，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，キーの摩耗は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

l. 油切り，軸受台（内面），軸受ボルト，ベースプレートの腐食（全面腐食）

油切り，軸受台，ベースプレートは炭素鋼，軸受ボルトは低合金鋼であり腐食が想定される。

しかしながら，油切り，軸受台の内面，軸受ボルトはオイルミスト環境下にあること，また，軸受台とベースプレートのスライド部については潤滑剤が塗布されており，腐食が発生する可能性は小さい。

なお，これまで油切り，軸受台（内面），軸受ボルト，ベースプレートは目視点検において有意な腐食は確認されておらず，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，油切り，軸受台（内面），軸受ボルト，ベースプレートの腐食（全面腐食）は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

m. 車室の疲労割れ

車室には，プラント起動・停止時の熱応力により疲労が蓄積され，疲労割れを起こす可能性があるが，プラント起動・停止の回数は2回／サイクルと少なく，起動・停止時には急激な温度変化を生じないように運転しており，熱応力による疲労蓄積は小さいことから疲労割れが発生する可能性は小さい。

なお，これまでの目視点検，浸透探傷検査において有意な欠陥は確認されておらず，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，車室の疲労割れは高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

n. 翼の高サイクル疲労割れ

翼は，群翼振動数と回転周波数が共振することのないよう設計段階で考慮されている。高圧タービンのように翼長の非常に短い剛構造の翼については，車軸と翼の連成振動が発生する可能性は小さい。

なお，これまでの目視点検，浸透探傷検査で有意な欠陥は認められておらず，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，翼の高サイクル疲労割れは高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

o. 噴口の高サイクル疲労割れ

国内他プラント（PWR）の低圧タービン最終段静翼（BWR では噴口に相当）溶接部及びその近傍において，高サイクル疲労によるき裂が生じた事例があったが，高圧タービン噴口の翼長は低圧タービンのものと比較して短いことから剛性が高く，高サイクル疲労割れの可能性は小さい。

なお，国内外のプラントで高圧タービン噴口の高サイクル疲労の事例はなく，これまでの目視点検，浸透探傷検査において有意な欠陥は認められておらず，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，噴口の高サイクル疲労割れは，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

p. 車軸の高サイクル疲労割れ

車軸はタービン運転時に定常応力と変動応力が発生することとなり，高平均応力下において繰返し応力を受けると，応力集中部において高サイクル疲労割れが想定されるが，設計段階において高サイクル疲労割れが発生しないように考慮されている。

なお，これまでの車軸の目視点検，浸透探傷検査，磁粉探傷検査，超音波探傷検査の結果からも有意な欠陥は認められておらず，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，車軸の高サイクル疲労割れは高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

q. 翼，車軸の腐食疲労割れ

翼，車軸の隙間部に腐食媒体の濃縮が発生し，これに繰返し応力が負荷される場合，腐食疲労割れが発生・進展することがあるが，当該機器はこうした腐食媒体が濃縮を起こすような乾湿交番域は存在しない。

なお，これまでの目視点検，浸透探傷検査，磁粉探傷検査，超音波探傷検査において有意な欠陥は確認されておらず，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，翼，車軸の腐食疲労割れは高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

(2) 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により，今後も経年劣化の進展が考えられない，又は進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外）

a. 軸受台の摩耗

軸受台は，軸受台底面とベースプレートのスライド部に摩耗が想定されるが，当該部には，潤滑剤が塗布されており，軸受台の移動回数は 2 回／サイクル（プラントの起動・停止回数）と少なく，タービン起動時は温度を確認しながら昇温しているため，移動速度は緩やかであることから，摩耗が進行する可能性はない。

したがって，軸受台の摩耗は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

表 2.2-1　高圧タービンに想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考
					減肉		割れ		材質変化		その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
バウンダリの維持	耐圧	車室		炭素鋼鋳鋼		△*1*2△*3	△				△*4	*1：流れ加速型腐食 *2：内面 *3：外面 *4：変形 *5：高サイクル疲労割れ *6：はく離 *7：腐食疲労割れ
		ケーシングボルト		低合金鋼		△						
		ガスケット	◎	－								
	軸シール	パッキンケーシング		炭素鋼		△*1						
		パッキンヘッド		低合金鋼鋳鋼		△*1						
		ラビリンスパッキン		ステンレス鋼	△							
		油切り		炭素鋼		△						
タービン性能の確保	エネルギー変換	翼		ステンレス鋼		△*1	△*5*7	△				
		噴口		ステンレス鋼		△*1	△*5	△				
		隔板締付ボルト		低合金鋼		△*1		△				
		隔板		低合金鋼鋳鋼		△*1						
	エネルギー伝達	車軸		低合金鋼	△	△*1	△*5*7	△				
		カップリングボルト		低合金鋼		△						
	軸支持	軸受台		炭素鋼	▲	△*2△*3						
		ジャーナル軸受		炭素鋼，ホワイトメタル	△						△*6	
		スラスト軸受		炭素鋼，ホワイトメタル	△						△*6	
		軸受ボルト		低合金鋼		△						
機器の支持	支持	基礎ボルト		炭素鋼		△						
		ベースプレート		炭素鋼		△						
		キー		炭素鋼	△							

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

▲：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象以外）

1.2 低圧タービン

［対象機器］

① 低圧タービン

目次

1. 対象機器 1.2-1
2. 低圧タービンの技術評価..... 1.2-2
2.1 構造，材料及び使用条件..... 1.2-2
2.2 経年劣化事象の抽出..... 1.2-5
2.2.1 機器の機能達成に必要な項目..... 1.2-5
2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出..... 1.2-5
2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象..... 1.2-6

1. 対象機器

東海第二で使用している低圧タービンの主な仕様を表 1-1 に示す。

表1-1　低圧タービンの主な仕様

機器名称	仕様 (出力×回転速度)	重要度*1	使用条件		
			運転状態	運転圧力*2 (MPa)	運転温度*2 (℃)
低圧タービン	1,100,000 kW*3 ×1,500 rpm	高*4	連続	1.28	195

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

*2：中間塞止加減弁入口の蒸気条件を示す

*3：高圧タービンとの合計出力を示す

*4：最高使用温度が 95 ℃を超え，又は最高使用圧力が 1,900 kPa を超える環境下にある原子炉格納容器外の重要度クラス 3 の機器

2. 低圧タービンの技術評価

2.1 構造，材料及び使用条件

(1) 構造

東海第二の低圧タービンは9段の複流式タービンであり，蒸気は高圧タービン排気より湿分分離器を経て車室中央部に流入する。流入した蒸気は中央で2つに分かれ，各段を経て両端の排気口から下方にある復水器に至る。

車室は外部車室，内部車室にて構成され，炭素鋼，低合金鋼が使用されており，上下半車室に分割され，ケーシングボルトにより締結されている。

ダイヤフラム（噴口，隔板）は，噴口がステンレス鋼，隔板が低合金鋼鋳鋼及び低合金鋼であり，内部車室内に嵌め込まれ，蒸気の通路部を形成している。

車軸は低合金鋼，翼はステンレス鋼であり，2個のジャーナル軸受により支えられている。

車室両端面の車軸貫通部には，スチームシールパッキン（パッキンケーシング，ラビリンスパッキン）が設けられており，多数のシールストリップを装備したラビリンスパッキンにより蒸気漏えいを防止している。

車室，ダイヤフラム，スチームシールパッキンは，締付けボルトを緩め，それぞれの上半部を取り出すことにより点検手入れが可能である。

なお，車軸については，旧車軸の焼嵌めされた円板部とそれを固定しているキー部の応力腐食割れが懸念されたことから，以下に示すとおり，全ての低圧車軸について一体型車軸に取替を実施している。

・第10回定期検査（1989年度）：(A)(C)車軸

・第11回定期検査（1991年度）：(B)車軸

また，内部車室については，抽気管台等に流れ加速型腐食による減肉が認められたことから，以下に示すとおり，全ての内部車室について耐食性の高い低合金鋼のものに取替を実施している。

・第16回定期検査（1998年度）：(B)内部車室

・第17回定期検査（1999年度）：(A)(C)内部車室

また，隔板については，第16段，第17段に流れ加速型腐食による減肉が認められたことから，以下に示すとおり，当該隔板について耐食性の高い低合金鋼のものに取替えを実施している。

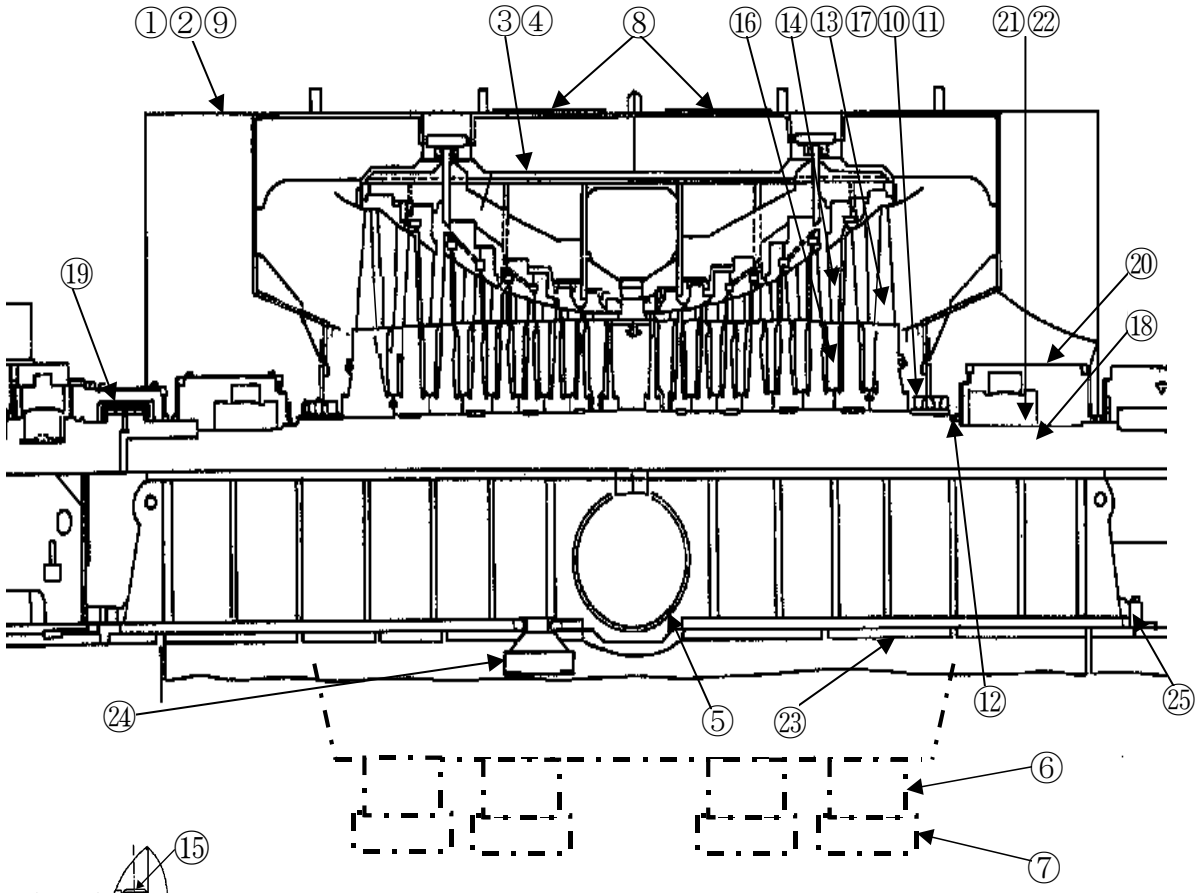
・第23回定期検査（2008年度）：(A)(C)隔板

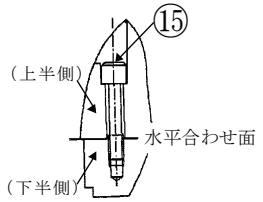
・第24回定期検査（2009年度）：(B)隔板

低圧タービンの構造図を図2.1-1に示す。

(2) 材料及び使用条件

東海第二の低圧タービン主要部位の使用材料を表2.1-1に，使用条件を表2.1-2に示す。





＜隔板・隔板締付ボルト詳細図＞

図2.1-1　低圧タービン構造図

No.	部位
①	外部車室
②	外部ケーシングボルト
③	内部車室
④	内部ケーシングボルト
⑤	クロスアラウンド管エキスパンションジョイント
⑥	抽気短管
⑦	抽気短管エキスパンションジョイント
⑧	大気放出板
⑨	ガスケット
⑩	パッキンケーシング
⑪	ラビリンスパッキン
⑫	油切り
⑬	翼
⑭	噴口
⑮	隔板締付ボルト
⑯	隔板
⑰	レーシングワイヤ
⑱	車軸
⑲	カップリングボルト
⑳	軸受台
㉑	ジャーナル軸受
㉒	軸受ボルト
㉓	ベースプレート
㉔	キー
㉕	基礎ボルト

表2.1-1　低圧タービン主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
バウンダリの維持	耐圧	外部車室	炭素鋼
		外部ケーシングボルト	低合金鋼
		内部車室	低合金鋼
		内部ケーシングボルト	低合金鋼
		クロスアラウンド管 エキスパンションジョイント	ステンレス鋼
		抽気短管	低合金鋼
		抽気短管 エキスパンションジョイント	ステンレス鋼
		大気放出板	（定期取替品）
		ガスケット	（消耗品）
	軸シール	パッキンケーシング	炭素鋼
		ラビリンスパッキン	低合金鋼
		油切り	炭素鋼
タービン性能の確保	エネルギー変換	翼	ステンレス鋼
		噴口	ステンレス鋼
		隔板締付ボルト	低合金鋼
		隔板	低合金鋼鋳鋼，低合金鋼
		レーシングワイヤ	ステンレス鋼
	エネルギー伝達	車軸	低合金鋼
		カップリングボルト	低合金鋼
	軸支持	軸受台	炭素鋼
		ジャーナル軸受	炭素鋼，ホワイトメタル
		軸受ボルト	低合金鋼
機器の支持	支持	ベースプレート	炭素鋼
		キー	炭素鋼
		基礎ボルト	炭素鋼

表 2.1-2　低圧タービンの使用条件

運転圧力	中間塞止加減弁入口 1.28 MPa～低圧タービン排気 5 kPa
運転温度	中間塞止加減弁入口 195 ℃～低圧タービン排気 35 ℃
回転速度	1,500 rpm
内部流体	蒸気

2.2 経年劣化事象の抽出

2.2.1 機器の機能達成に必要な項目

低圧タービンの機能である発電機駆動機能の達成に必要な項目は以下のとおり。

(1) バウンダリの維持

(2) タービン性能の確保

(3) 機器の支持

2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

(1) 想定される経年劣化事象の抽出

低圧タービンについて，機能達成に必要な項目を考慮して主要な部位に展開した上で，個々の部位の材料，構造，使用条件（内部流体の種類，圧力，温度等）及び現在までの運転経験を考慮し，表 2.2-1 に示すとおり，想定される経年劣化事象を抽出した（表 2.2-1 で○又は△，▲）。

なお，消耗品及び定期取替品は以下のとおり評価対象外とする。

(2) 消耗品及び定期取替品の扱い

ガスケットは消耗品，大気放出板は定期取替品であり，設計時に長期使用はせず取替を前提としていることから，高経年化対策を見極める上での評価対象外とする。

(3) 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

想定される経年劣化事象のうち下記①，②に該当しない事象を高経年化対策上着目すべき経年劣化事象と判断した。

なお，下記①，②に該当する事象については 2.2.3 項に示すとおり，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断した。

① 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって，想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象として表 2.2-1 で△）

② 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により，今後も経年劣化の進展が考えられない，又は進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外として表 2.2-1 で▲）

この結果，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象は抽出されなかった。

2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

(1) 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって，想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象）

a. 基礎ボルトの腐食（全面腐食）

基礎ボルトの健全性については，「機械設備の技術評価書」にて評価を実施するものとし，本評価書には含めない。

b. ラビリンスパッキンの摩耗

ラビリンスパッキンは，車軸との接触による摩耗が想定されるが，車軸との間に隙間を設け接触を防止している。また，分解点検時に車軸との隙間測定を実施しており，有意な摩耗がないことを確認している。

したがって，ラビリンスパッキンの摩耗は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

c. ジャーナル軸受の摩耗，はく離

ジャーナル軸受は，ホワイトメタルを軸受に鋳込み溶着しているので摩耗及びはく離が想定される。

摩耗については，車軸と軸受間に潤滑油が供給され軸受の摩耗を抑制している。

また，分解点検時に目視点検及び隙間測定を実施し，隙間が基準値に達した場合は補修又は取替を実施することにより，軸受の機能を維持している。

はく離については，分解点検時に目視点検及び浸透探傷検査を実施し，必要に応じて補修又は取替を実施することにより，軸受の機能を維持している。

したがって，ジャーナル軸受の摩耗，はく離は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

d. 外部車室（内面），内部車室，抽気短管，翼，噴口，隔板の腐食（流れ加速型腐食）

外部車室は炭素鋼，内部車室，抽気短管は低合金鋼，翼，噴口はステンレス鋼，隔板は低合金鋼鋳鋼及び低合金鋼であり，内部流体は高速蒸気であるため，流れ加速型腐食による減肉が想定される。

外部車室（内面），内部車室，抽気短管，翼，噴口，隔板については，タービン開放点検時に目視点検を実施している。また，減肉が進行した場合は補修を実施することにより機能を維持している。

したがって，外部車室（内面），内部車室，抽気短管，翼，噴口，隔板の腐食（流れ加速型腐食）による減肉は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

e. 内部ケーシングボルト，パッキンケーシング，隔板締付ボルト，車軸の腐食（流れ加速型腐食）

内部ケーシングボルト，隔板締付ボルト，車軸は低合金鋼，パッキンケーシングは炭素鋼であり，流れ加速型腐食による減肉が想定されるが，目視点検において有意な減肉がないことを確認している。

したがって，内部ケーシングボルト，パッキンケーシング，隔板締付ボルト，車軸の腐食（流れ加速型腐食）は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

f. 外部車室（外面），軸受台（外面）の腐食（全面腐食）

外部車室及び軸受台は炭素鋼であり外面からの腐食が想定される。

しかしながら，大気接触部は塗装により腐食を防止しており，塗膜が健全であれば腐食進行の可能性は小さい。

また，外部車室及び軸受台の外面は，目視点検において塗膜の状態を確認しており，はく離等が認められた場合は，必要に応じて補修を実施することにより機能を維持している。

したがって，今後も有意な腐食が発生する可能性は小さいことから，外部車室（外面），軸受台（外面）の腐食（全面腐食）は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

g. 外部ケーシングボルト，カップリングボルトの腐食（全面腐食）

外部ケーシングボルト，カップリングボルトは低合金鋼であり，腐食が想定されるが，目視点検において有意な腐食がないことを確認している。

したがって，外部ケーシングボルト，カップリングボルトの腐食（全面腐食）は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

h. 翼，噴口，隔板締付ボルト，車軸の応力腐食割れ

翼，噴口はステンレス鋼，隔板締付ボルト，車軸は低合金鋼であり，蒸気環境下で使用されていることから，応力腐食割れが想定される。

翼，噴口，隔板締付ボルトの応力腐食割れについては，分解時に目視点検及び浸透探傷検査を実施し，有意な欠陥がないことを確認している。

第 25 回施設定期検査時に低圧タービン(B)において，タービン側 13 段，14 段，発電機側 13 段の計 5 か所の車軸の翼取付部位（以下，「ダブテイル部」という）に欠陥が認められた。

車軸は低合金鋼であり，湿り蒸気環境下で使用されていることから，応力腐食割れと想定される。

車軸ダブテイル部の欠陥部分については，加工にて除去済であり，健全性に問題ないことを確認している。

また，車軸の応力腐食割れについては，目視点検，磁粉探傷検査，超音波探傷検査を実施することにより検知可能であり，健全性の確認は可能である。

したがって，翼，噴口，隔板締付ボルト，車軸の応力腐食割れは，高経年化対策上着目すべき劣化事象ではないと判断する。

i. 車軸の摩耗

車軸の軸受との摺動面は摩耗が想定されるが，潤滑油が供給され車軸と軸受間に油膜が形成されており，車軸の摩耗が発生する可能性は小さい。

なお，これまでの目視点検において有意な摩耗は認められておらず，今後もこれらの進展傾向が大きく変化する要因があるとは考え難い。

したがって，車軸の摩耗は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

j. キーの摩耗

キーは，外部車室中心を車軸中心と合わせるための位置決めキーであり，車室の熱移動によりキーと車室の接触面の摩耗が想定されるが，外部車室内部は低圧タービンの排気であるため，熱移動が小さく，ほとんど移動しないことから，摩耗が発生する可能性は小さい。

なお，これまでのキーの目視点検及び厚さ測定による点検結果からも有意な摩耗は確認されておらず，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，キーの摩耗は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

k. 油切り，軸受台（内面），軸受ボルト，ベースプレートの腐食（全面腐食）

油切り，軸受台，ベースプレートは炭素鋼，軸受ボルトは低合金鋼であり，腐食が想定される。

しかしながら，油切り，軸受台（内面），軸受ボルトはオイルミスト環境下であること，また，軸受台とベースプレートのスライド部については，潤滑剤が塗布されていることから，腐食が発生する可能性は小さい。

なお，油切り，軸受台（内面），軸受ボルト，ベースプレートついては，これまでの目視点検において有意な腐食は認められておらず，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，油切り，軸受台（内面），軸受ボルト，ベースプレートの腐食（全面腐食）は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

l. 内部車室の疲労割れ

内部車室には，プラント起動・停止時の熱応力により疲労が蓄積され，疲労割れを起こす可能性があるが，プラント起動・停止の回数は 2 回／サイクルと少なく，起動・停止時には急激な温度変化を生じないように運転しており，熱応力による疲労蓄積は小さいことから疲労割れが発生する可能性は小さい。

なお，これまでの目視点検，浸透探傷検査において有意な欠陥は確認されておらず，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，内部車室の疲労割れは高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

m. 噴口の高サイクル疲労割れ

国内他プラント（PWR）の低圧タービン最終段静翼（BWR では噴口に相当）溶接部及びその近傍において，高サイクル疲労によるき裂が生じた事例があるが，国内 BWR プラントで噴口の高サイクル疲労の事例はない。

なお，これまでの目視点検及び浸透探傷検査結果において有意な欠陥は認められておらず，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，噴口の高サイクル疲労割れは高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

n. 翼，レーシングワイヤの高サイクル疲労割れ

東海第二の低圧タービンの翼は，数枚ごとに翼端でレーシングワイヤによって連結して群を構成している。過去，国内他プラント（PWR）において，群翼の固有振動数が回転周波数の整数倍に共振して翼が折損する事例が見られた。

また，海外プラントにおいて，車軸と翼の連成振動が，発電機の系統周波数に共振して，運開した直後に低圧タービン最終段翼が飛散した事例がある。

東海第二については，車軸と翼群の固有振動数が回転周波数に共振しないよう設計上考慮されている。また，車軸と翼の連成振動に関しては，運転開始後 40 年が経過している時点で共振が発生していないため，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

なお，これまでの目視点検及び浸透探傷検査結果からも翼に有意な欠陥は認められておらず，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，翼，レーシングワイヤの高サイクル疲労は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

o. 車軸の高サイクル疲労割れ

車軸はタービン運転時に定常応力と変動応力が発生する。高平均応力下において繰返し応力を受けると，応力集中部において高サイクル疲労割れが想定されるが，設計段階において高サイクル疲労割れが発生しないように考慮されている。

なお，これまでの車軸の目視点検，浸透探傷検査，磁粉探傷検査，超音波探傷検査の結果からも有意な欠陥は認められておらず，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，車軸の高サイクル疲労割れは高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

p. 翼，車軸の腐食疲労割れ

翼，車軸の隙間部に腐食媒体の濃縮から腐食が発生し，これに繰り返し応力が負荷される場合，疲労き裂が発生，進展することがあるが，当該機器については，こうした腐食媒体の濃縮を起こすような乾湿交番域が存在しない。

なお，これまでの目視点検からも有意な欠陥は確認されておらず，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，翼，車軸の腐食疲労割れは高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

(2) 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により，今後も経年劣化の進展が考えられない，又は進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外）

a. 軸受台の摩耗

軸受台は，軸受台底面とベースプレートのスライド部に摩耗が想定されるが，当該部には，潤滑剤が塗布されており，軸受台の移動回数は2回／サイクル（プラントの起動・停止回数）と少なく，タービン起動時は温度を確認しながら昇温しているため，移動速度は緩やかであることから，摩耗が進行する可能性はない。

したがって，軸受台の摩耗は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

b. クロスアラウンド管エキスパンションジョイント，抽気短管エキスパンションジョイントの疲労割れ

エキスパンションジョイントは，プラント起動・停止時の車室伸びにより疲労が蓄積されるため，疲労割れが想定される。

しかしながら，エキスパンションジョイントは，プラント起動・停止時の車室伸びにより発生する応力が低くなるよう設計されている。

また，プラントは定格熱出力一定にて運転しており，プラント起動・停止回数は2回／1サイクルと少なく，さらに，タービン起動時には，暖機運転を実施しており，熱応力による材料の疲労蓄積は小さいことから，疲労割れが発生する可能性はない。

なお，抽気短管エキスパンションジョイントについては，保護管取付部の減肉対策として，これまでに全数の取替を実施している。

したがって，クロスアラウンド管エキスパンションジョイント，抽気短管エキスパンションジョイントの疲労割れは，高経年化対策上着目すべき劣化事象ではないと判断する。

c．クロスアラウンド管エキスパンションジョイント，抽気短管エキスパンションジョイントの応力腐食割れ

クロスアラウンド管エキスパンションジョイント，抽気短管エキスパンションジョイントはステンレス鋼であり，溶接部を有していることから，当該部に応力腐食割れが想定される。しかし，内部流体は蒸気であり，また，ベローズは薄肉のため溶接による残留応力は比較的小さいと考えられる。

さらに，抽気短管エキスパンションジョイントは鋭敏化特性に優れた低炭素材が使用されている。このため，応力腐食割れが発生する可能性はない。

したがって，クロスアラウンド管エキスパンションジョイント，抽気短管エキスパンションジョイントの応力腐食割れは，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

表 2.2-1　低圧タービンに想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考
					減肉		割れ		材質変化		その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
バウンダリの維持	耐圧	外部車室		炭素鋼		△*1*2△*3						*1：流れ加速型腐食 *2：内面 *3：外面 *4：高サイクル疲労割れ *5：腐食疲労割れ *6：はく離
		外部ケーシングボルト		低合金鋼		△						
		内部車室		低合金鋼		△*1	△					
		内部ケーシングボルト		低合金鋼		△*1						
		クロスアラウンド管エキスパンションジョイント		ステンレス鋼			▲	▲				
		抽気短管		低合金鋼		△*1						
		抽気短管エキスパンションジョイント		ステンレス鋼			▲	▲				
		大気放出板	◎	－								
		ガスケット	◎	－								
	軸シール	パッキンケーシング		炭素鋼		△*1						
		ラビリンスパッキン		低合金鋼	△							
		油切り		炭素鋼		△						
タービン性能の確保	エネルギー変換	翼		ステンレス鋼		△*1	△*4*5	△				
		噴口		ステンレス鋼		△*1	△*4	△				
		隔板締付ボルト		低合金鋼		△*1		△				
		隔板		低合金鋼鋳鋼，低合金鋼		△*1						
		レーシングワイヤ		ステンレス鋼			△*4					
	エネルギー伝達	車軸		低合金鋼	△	△*1	△*4*5	△				
		カップリングボルト		低合金鋼		△						
	軸支持	軸受台		炭素鋼	▲	△*2*3						
		ジャーナル軸受		炭素鋼，ホワイトメタル	△						△*6	
		軸受ボルト		低合金鋼		△						
機器の支持	支持	ベースプレート		炭素鋼		△						
		キー		炭素鋼	△							
		基礎ボルト		炭素鋼		△						

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

▲：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象以外）

1.3 原子炉給水ポンプ駆動用蒸気タービン

［対象機器］

① 原子炉給水ポンプ駆動用蒸気タービン

目次

1. 対象機器 1.3-1
2. 原子炉給水ポンプ駆動用蒸気タービンの技術評価..... 1.3-2
2.1 構造，材料及び使用条件..... 1.3-2
2.2 経年劣化事象の抽出..... 1.3-11
2.2.1 機器の機能達成に必要な項目..... 1.3-11
2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出..... 1.3-11
2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象..... 1.3-12

1. 対象機器

東海第二で使用している原子炉給水ポンプ駆動用蒸気タービンの主な仕様を表1-1に示す。

表1-1　原子炉給水ポンプ駆動用蒸気タービンの主な仕様

機器名称	仕様（出力×回転速度）	重要度*1	使用条件		
			運転状態	運転圧力*2 (MPa)	運転温度*2 (℃)
原子炉給水ポンプ駆動用蒸気タービン	8,356 kW ×5,000 rpm	高*3	連続	高圧：6.55 低圧：1.31	高圧：282 低圧：195

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

*2：原子炉給水ポンプ駆動用蒸気タービン入口の蒸気条件を示す

*3：最高使用温度が 95 ℃を超え，又は最高使用圧力が 1,900 kPa を超える環境下にある原子炉格納容器外の重要度クラス 3 の機器

2. 原子炉給水ポンプ駆動用蒸気タービンの技術評価

2.1 構造，材料及び使用条件

(1) 構造

a. タービン

東海第二の原子炉給水ポンプ駆動用蒸気タービンは7段の単気胴衝動式復水タービンであり，蒸気は高圧ノズルボックスよりタービンに流入し，各段を経て車室下半部にある排気口から排出され復水器に至る。

車室は高圧部が低合金鋼鋳鋼，低圧部が低合金鋼であり，上下半車室に分割され，ケーシングボルトにより締結されている。

ダイアフラム（隔板，噴口）は，車室内に嵌め込まれており蒸気の通路を形成している。隔板は，低圧初段～3段が低合金鋼鋳鋼，4段～7段が低合金鋼であり，また，噴口はステンレス鋼である。

車軸は低合金鋼，翼はステンレス鋼であり，周方向は2個のジャーナル軸受，軸方向は1個のスラスト軸受により支えられている。

車室両端面の車軸貫通部には，蒸気流出を防止するためにスチームシールパッキン（ラビリンスパッキン）が設けられており，多数のシールストリップを装備したラビリンスパッキンにより蒸気漏えいを防止している。

車室，ダイヤフラム，スチームシールパッキンはケーシングボルトを緩め，それぞれの上半部を取り出すことにより点検手入れが可能である。

なお，車室，隔板に流れ加速型腐食による減肉が認められたことから，第24回定期検査（2009年度）に耐食性の優れた材質のタービンに取替を実施している。

b. 弁

＜蒸気止め弁＞

東海第二の蒸気止め弁は玉形弁であり，原子炉給水ポンプ駆動用蒸気タービンA,B号機に高圧用，低圧用がそれぞれ1台設置されている。

蒸気止め弁は，タービントリップ時に蒸気を遮断するものである。

弁本体は，内部流体を内包するバウンダリを構成する耐圧部（弁箱，弁ふた，弁ふたボルト，弁軸封部），内部流体を仕切る隔離部（弁体，弁座）及び弁体を作動させる駆動力伝達部（弁棒，ピストン，油筒シリンダ，スプリング，ヨーク，ブッシュ，衛帯筐）からなる。

内部流体に接する弁箱，弁ふたは低合金鋼鋳鋼，弁体，弁座は低合金鋼であり，軸封部には内部流体の漏れを防止するため，グランドパッキンが使用されている。

弁体，弁座等は，弁ふたボルトを取外すことにより点検手入れが可能である。

＜蒸気加減弁＞

東海第二の蒸気加減弁は,玉形弁であり,原子炉給水ポンプ駆動用蒸気タービンA,B号機に高圧用，低圧用がそれぞれ1台設置されている。

高圧蒸気加減弁はタービン起動時から常用運転時まで使用し，蒸気流量を加減して原子炉への給水量を制御するものであり，低圧蒸気加減弁はタービン常用運転時に，蒸気流量を加減して原子炉への給水量を制御するものである。

弁本体は，内部流体を内包するバウンダリを構成する耐圧部（弁箱，弁ふた，弁ふたボルト，弁軸封部），内部流体を仕切る隔離部（弁体，弁座）及び弁体を作動させる駆動力伝達部（弁棒，ブッシュ，リフトロッド，ピストン，油筒シリンダ）からなる。

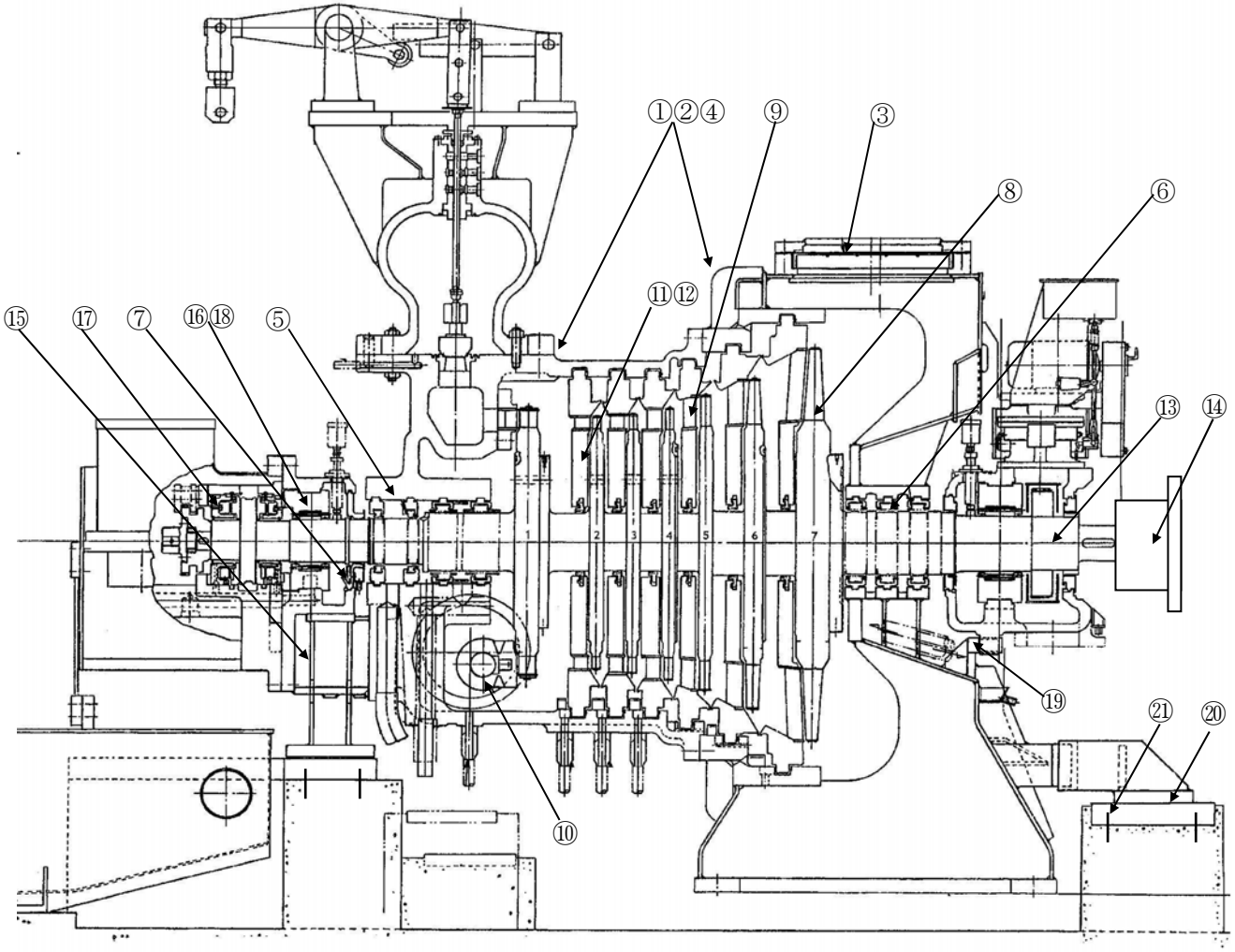
内部流体に接する弁箱，弁ふたは低合金鋼鋳鋼，弁体，弁座は低合金鋼であり，軸封部には内部流体の漏れを防止するため，グランドパッキンが使用されている。

弁体，弁座等は，弁ふたボルトを取り外すことにより点検手入れが可能である。

原子炉給水ポンプ駆動用蒸気タービンの構造図を図 2.1-1 に，弁の構造図を図2.1-2～4に示す。

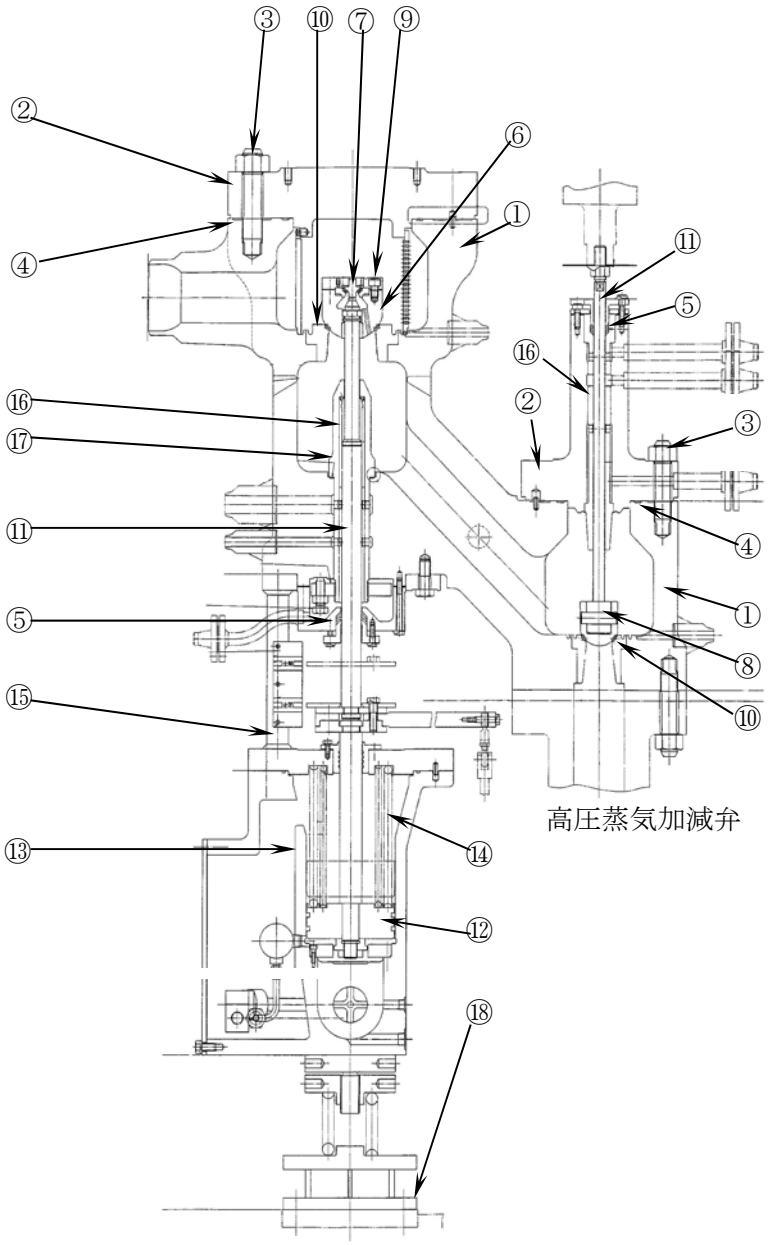
(2) 材料及び使用条件

東海第二の原子炉給水ポンプ駆動用蒸気タービン主要部位の使用材料を表2.1-1に,弁主要部位の使用材料を表2.1-2，3に，使用条件を表2.1-4に示す。



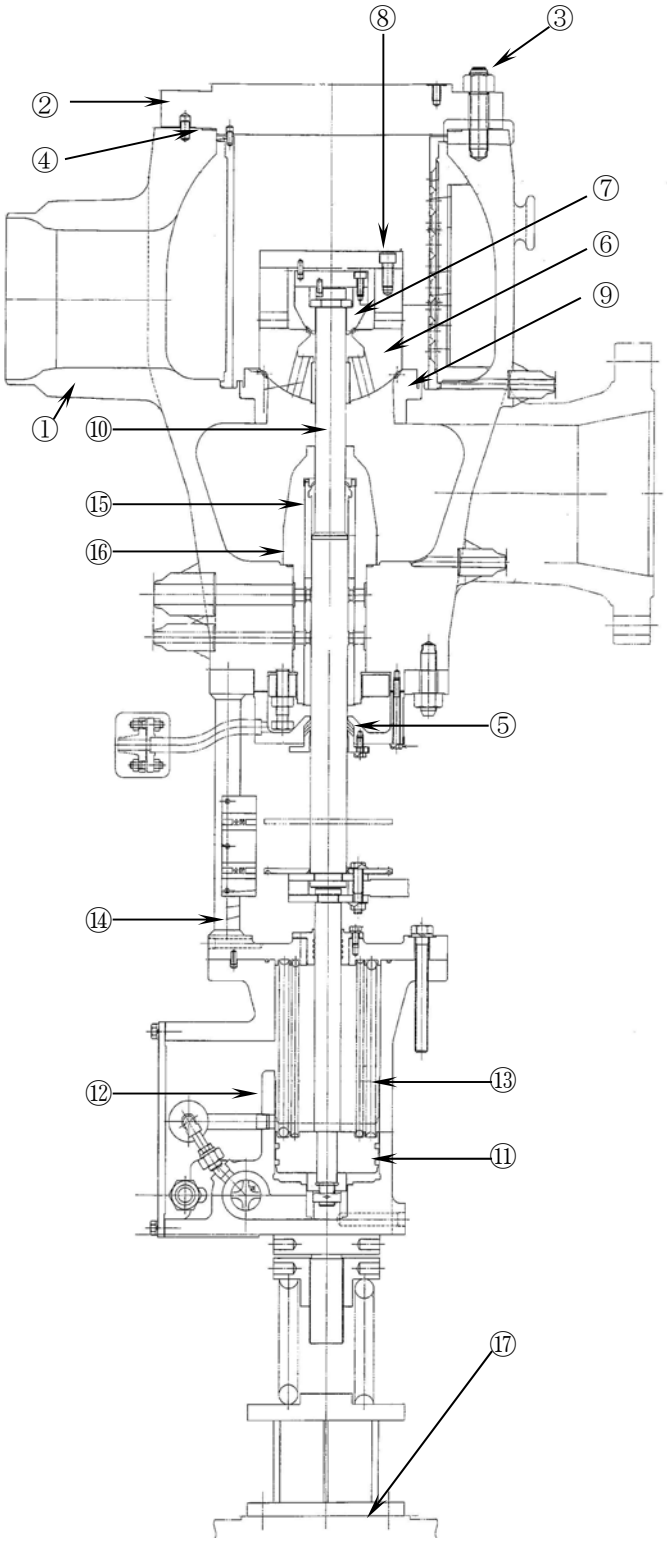
No.	部位
①	車室（高圧部，低圧部）
②	ケーシングボルト
③	大気放出板
④	パッキン
⑤	パッキンハウジング
⑥	ラビリンスパッキン
⑦	油切り
⑧	翼
⑨	噴口
⑩	高圧ノズルボックス
⑪	隔板固定キー・ボルト
⑫	隔板
⑬	車軸
⑭	ダイヤフラムカップリング
⑮	軸受台
⑯	ジャーナル軸受
⑰	スラスト軸受
⑱	軸受ボルト
⑲	キー
⑳	ベースプレート
㉑	基礎ボルト

図 2.1-1　原子炉給水ポンプ駆動用蒸気タービン構造図



No.	部位
①	弁箱
②	弁ふた
③	弁ふたボルト
④	パッキン
⑤	グランドパッキン
⑥	弁体（主弁）
⑦	弁体（副弁）
⑧	弁体（高圧蒸気加減弁）
⑨	弁体ボルト
⑩	弁座
⑪	弁棒
⑫	ピストン
⑬	油筒シリンダ
⑭	スプリング
⑮	ヨーク
⑯	ブッシュ
⑰	衛帯筐（高圧蒸気止め弁）
⑱	支持鋼材（高圧蒸気止め弁）

図 2.1-2　高圧蒸気止め弁,高圧蒸気加減弁構造図



No.	部位
①	弁箱
②	弁ふた
③	弁ふたボルト
④	パッキン
⑤	グランドパッキン
⑥	弁体(主弁)
⑦	弁体(副弁)
⑧	弁体ボルト
⑨	弁座
⑩	弁棒
⑪	ピストン
⑫	油筒シリンダ
⑬	スプリング
⑭	ヨーク
⑮	ブッシュ
⑯	衛帯筐
⑰	支持鋼材

図 2.1-3　低圧蒸気止め弁構造図

No.	部位	No.	部位
①	弁箱	⑦	弁座
②	弁ふた	⑧	弁棒
③	弁ふたボルト	⑨	ブッシュ
④	グランドパッキン	⑩	リフトロッド
⑤	弁体（主弁）	⑪	ピストン
⑥	弁体（副弁）	⑫	油筒シリンダ

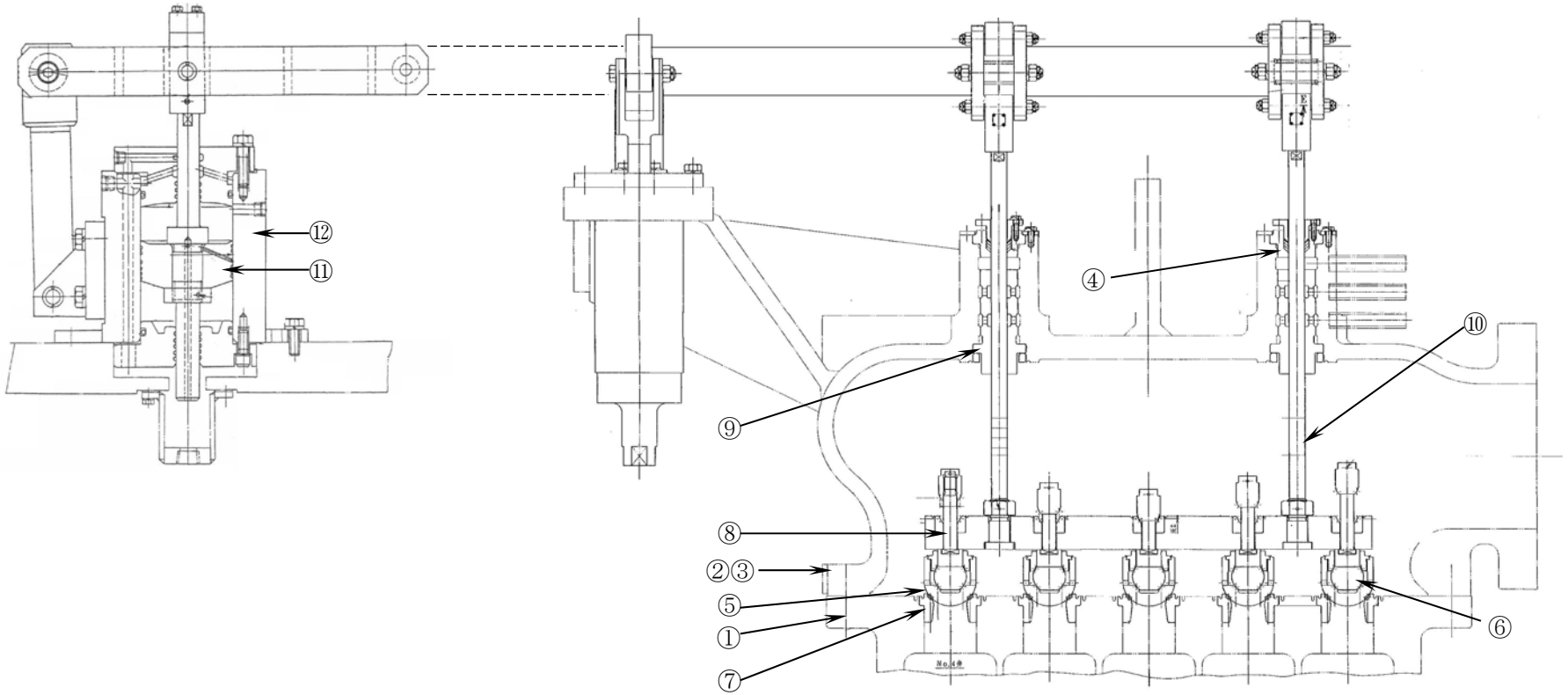


図 2.1-4　低圧蒸気加減弁構造図

表 2.1-1　原子炉給水ポンプ駆動用蒸気タービン主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
バウンダリの維持	耐圧	車室	高圧部：低合金鋼鋳鋼 低圧部：低合金鋼
		ケーシングボルト	低合金鋼，炭素鋼
		大気放出板	（定期取替品）
		パッキン	（消耗品）
	軸シール	パッキンハウジング	高圧部：低合金鋼鋳鋼 低圧部：低合金鋼
		ラビリンスパッキン	鉛入り Ni 黄銅
		油切り	アルミニウム合金鋳鋼， 銅合金鋼
タービン性能の確保	エネルギー変換	翼	ステンレス鋼
		噴口	ステンレス鋼
		高圧ノズルボックス	低合金鋼鋳鋼
		隔板固定キー・ボルト	低合金鋼
		隔板	低圧初段，2 段～3 段：低合金鋼鋳鋼 4 段～7 段：低合金鋼
	エネルギー伝達	車軸	低合金鋼
		ダイヤフラムカップリング	低合金鋼
	軸支持	軸受台	炭素鋼
		ジャーナル軸受	鋳鋼，炭素鋼，ホワイトメタル
		スラスト軸受	鋳鋼，炭素鋼，ホワイトメタル
		軸受ボルト	低合金鋼
機器の支持	支持	キー	炭素鋼
		ベースプレート	炭素鋼
		基礎ボルト	炭素鋼

表2.1-2　高圧蒸気止め弁及び低圧蒸気止め弁主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料	
			高圧蒸気止め弁	低圧蒸気止め弁
バウンダリの維持	耐圧	弁箱	低合金鋼鋳鋼	低合金鋼鋳鋼
		弁ふた	低合金鋼鋳鋼	低合金鋼鋳鋼
		弁ふたボルト	低合金鋼	低合金鋼
	シール	パッキン	（消耗品）	（消耗品）
		グランドパッキン	（消耗品）	（消耗品）
隔離機能の維持	隔離	弁体（主弁）	低合金鋼（ステライト肉盛）	低合金鋼（ステライト肉盛）
		弁体（副弁）	低合金鋼（ステライト肉盛）	低合金鋼（ステライト肉盛）
		弁体ボルト	低合金鋼	低合金鋼
		弁座	低合金鋼（ステライト肉盛）	低合金鋼（ステライト肉盛）
作動機能の維持	駆動力伝達	弁棒	低合金鋼	低合金鋼
		ピストン	炭素鋼	炭素鋼
		油筒シリンダ	炭素鋼鋳鋼	炭素鋼鋳鋼
		スプリング	ばね鋼	ばね鋼
		ヨーク	炭素鋼	炭素鋼
		ブッシュ	低合金鋼	低合金鋼
		衛帯筐	低合金鋼	低合金鋼
機器の支持	支持	支持鋼材	炭素鋼	炭素鋼

表2.1-3　高圧蒸気加減弁及び低圧蒸気加減弁主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料	
			高圧蒸気加減弁	低圧蒸気加減弁
バウンダリの維持	耐圧	弁箱	低合金鋼鋳鋼	低合金鋼鋳鋼
		弁ふた	低合金鋼鋳鋼	低合金鋼鋳鋼
		弁ふたボルト	低合金鋼	低合金鋼
	シール	パッキン	（消耗品）	－
		グランドパッキン	（消耗品）	（消耗品）
隔離機能の維持	隔離	弁体	低合金鋼（ステライト肉盛）	－
		弁体（主弁）	－	低合金鋼（ステライト肉盛）
		弁体（副弁）	－	低合金鋼（ステライト肉盛）
		弁座	低合金鋼（ステライト肉盛）	低合金鋼（ステライト肉盛）
作動機能の維持	駆動力伝達	弁棒	低合金鋼	低合金鋼
		ブッシュ	低合金鋼	低合金鋼
		リフトロッド	－	低合金鋼
		ピストン	鋳鉄	
		油筒シリンダ	炭素鋼	

表 2.1-4　原子炉給水ポンプ駆動用蒸気タービンの使用条件

運転圧力	高圧側：6.55 MPa，低圧側：1.31 MPa
運転温度	高圧側：282 ℃，低圧側：195 ℃
回転速度	5,000 rpm
内部流体	蒸気

2.2 経年劣化事象の抽出

2.2.1 機器の機能達成に必要な項目

原子炉給水ポンプ駆動用蒸気タービンの機能である原子炉給水機能の達成に必要な項目は以下のとおり。

(1) バウンダリの維持
(2) タービン性能の確保
(3) 機器の支持
(4) 作動機能の維持
(5) 隔離機能の維持

2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

(1) 想定される経年劣化事象の抽出

原子炉給水ポンプ駆動用蒸気タービンについて機能達成に必要な項目を考慮して主要な部位に展開した上で，個々の部位の材料，構造，使用条件（内部流体の種類，圧力，温度等）及び現在までの運転経験を考慮し，表 2.2-1 に示すとおり，想定される経年劣化事象を抽出した（表 2.2-1 で○又は△，▲）。

なお，消耗品及び定期取替品は以下のとおり評価対象外とする。

(2) 消耗品及び定期取替品の扱い

パッキン，グランドパッキンは消耗品，大気放出板は定期取替品であり，設計時に長期使用はせず取替を前提としていることから，高経年化対策を見極める上での評価対象外とする。

(3) 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

想定される経年劣化事象のうち下記①，②に該当しない事象を高経年化対策上着目すべき経年劣化事象と判断した。

なお，下記①，②に該当する事象については 2.2.3 項に示すとおり，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断した。

① 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって，想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象として表 2.2-1 で△）

② 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により，今後も経年劣化の進展が考えられない，又は進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外として表 2.2-1 で▲）

この結果，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象は抽出されなかった。

2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

(1) 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって，想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象）

a. 基礎ボルトの腐食（全面腐食）

基礎ボルトの健全性については，「機械設備の技術評価書」にて評価を実施するものとし，本評価書には含めない。

b. ラビリンスパッキンの摩耗［タービン］

ラビリンスパッキンは，車軸との間に隙間を設け，隙間管理を実施し，接触を防止している。また，分解点検時に車軸との隙間測定を実施しており，有意な摩耗がないことを確認している。

したがって，ラビリンスパッキンの摩耗は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

c. ジャーナル軸受及びスラスト軸受の摩耗，はく離［タービン］

ジャーナル軸受及びスラスト軸受は，ホワイトメタルを軸受パッドに溶着しているので摩耗及びはく離が想定される。

摩耗については，主軸と軸受間に潤滑油が供給され軸受の摩耗を抑制している。

また，分解点検時に目視点検及び隙間測定を行い，隙間が基準値に達した場合は取替又は補修を実施することにより，軸受の機能を維持している。

はく離については，分解点検時に目視点検及び浸透探傷検査を実施し，必要に応じて取替又は補修を実施することにより，軸受の機能を維持している。

したがって，ジャーナル軸受及びスラスト軸受の摩耗，はく離は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

d. 弁棒，ブッシュ，衛帯筐の摩耗［高圧蒸気止め弁，高圧蒸気加減弁，低圧蒸気止め弁，低圧蒸気加減弁］

蒸気止め弁及び蒸気加減弁の弁棒，ブッシュ，衛帯筐は低合金鋼であり摩耗の可能性はあるが，目視点検において有意な摩耗がないことを確認している。

したがって，弁棒，ブッシュ，衛帯筐の摩耗は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

e. 車室（内面），パッキンハウジング，翼，噴口，高圧ノズルボックス，車軸，弁箱（内面），弁ふた（内面），弁棒，ブッシュ，衛帯筐，リフトロッドの腐食（流れ加速型腐食）［タービン，高圧蒸気止め弁，高圧蒸気加減弁，低圧蒸気止め弁，低圧蒸気加減弁］

車室高圧部（タービン），パッキンハウジング高圧部（タービン），高圧ノズルボックス（タービン），弁箱（弁共通），弁ふた（弁共通）は低合金鋼鋳鋼，翼（タービン），噴口（タービン）はステンレス鋼，車軸（タービン），パッキンハウジング低圧部（タービン），弁棒（弁共通），ブッシュ（弁共通），衛帯筐（高圧蒸気止め弁，低圧蒸気止め弁），リフトロッド（低圧蒸気加減弁）は低合金鋼であり，内部流体は湿分を含んだ高速蒸気であるため，流れ加速型腐食により減肉の可能性がある。

しかし，目視点検において有意な減肉がないことを確認している。

したがって，車室（内面），パッキンハウジング，翼，噴口，高圧ノズルボックス，車軸，弁箱（内面），弁ふた（内面），弁棒，ブッシュ，衛帯筐，リフトロッドの腐食（流れ加速型腐食）は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

f. 車室（外面），軸受台（外面），弁箱（外面），弁ふた（外面），ヨーク，支持鋼材の腐食（全面腐食）［タービン，高圧蒸気止め弁，高圧蒸気加減弁，低圧蒸気止め弁，低圧蒸気加減弁］

軸受台（タービン），ヨーク，支持鋼材（高圧及び低圧蒸気止め弁）は炭素鋼，車室低圧部（タービン）は低合金鋼，車室高圧部（タービン），弁箱，弁ふた（弁共通）は低合金鋼鋳鋼であり腐食発生の可能性があるが，大気接触部は塗装により腐食を防止しており，塗膜が健全であれば腐食進行の可能性は小さい。

これまで車室（外面），軸受台（外面），弁箱（外面），弁ふた（外面），ヨーク，支持鋼材は，目視点検において塗膜状態を確認しており，はく離等が認められた場合は，必要に応じて補修を実施することにより機能を維持している。

したがって，車室（外面），軸受台（外面），弁箱（外面），弁ふた（外面），ヨーク，支持鋼材の腐食（全面腐食）は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

g. 隔板固定キー・ボルト，隔板の腐食（全面腐食）［タービン］

隔板固定キー・ボルトは低合金鋼，隔板は低合金鋼鋳鋼及び低合金鋼であり，蒸気環境下にあることから，腐食発生の可能性があるが，目視点検において有意な腐食がないことを確認している。

したがって，隔板固定キー・ボルト，隔板の腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

h. ケーシングボルト，弁ふたボルト，弁体ボルトの腐食（全面腐食）［タービン，高圧蒸気止め弁，低圧蒸気止め弁，高圧蒸気加減弁，低圧蒸気加減弁］

ケーシングボルト（タービン）は低合金鋼及び炭素鋼，弁ふたボルト（弁共通），弁体ボルト（高圧蒸気止め弁及び低圧蒸気止め弁）は低合金鋼であり，外気に接触していること，もしくは湿分を含んだ高速蒸気環境にあるため，腐食の可能性があるが，目視点検において有意な腐食がないことを確認している。

したがって，ケーシングボルト，弁ふたボルト，弁体ボルトの腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

i. ラビリンスパッキンのエロージョン［タービン］

ラビリンスパッキンは鉛入り Ni 黄銅であり，内部流体は湿分を含んだ高速蒸気であるため，エロージョンにより減肉する可能性がある。

しかし，分解点検時の目視点検において有意なエロージョンがないことを確認している。

したがって，ラビリンスパッキンのエロージョンは，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

j. 弁体（主弁・副弁），弁体，弁座の腐食（流れ加速型腐食）［高圧蒸気止め弁，高圧蒸気加減弁，低圧蒸気止め弁，低圧蒸気加減弁］

高圧蒸気止め弁，低圧蒸気止め弁，低圧蒸気加減弁の弁体（主弁・副弁）及び弁座，高圧蒸気加減弁の弁体及び弁座は低合金鋼であり内部流体は湿分を含んだ高速蒸気であるため，流れ加速型腐食により減肉する可能性があるが，分解点検時に目視点検及び浸透探傷検査を実施し，必要に応じて溶接補修等を実施することにより機能を維持している。

したがって，弁体（主弁・副弁），弁体，弁座の腐食（流れ加速型腐食）は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

k. 弁体（主弁・副弁），弁体，弁座シート部のエロージョン［高圧蒸気加減弁，低圧蒸気加減弁］

低圧蒸気加減弁の弁体（主弁・副弁）及び弁座，高圧蒸気加減弁の弁体及び弁座は低合金鋼であり，シート部にステライト肉盛が施されている。

高圧蒸気加減弁，低圧蒸気加減弁については，目視点検において有意なエロージョンがないことを確認している。

したがって，弁体（主弁・副弁），弁体，弁座シート部のエロージョンは高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

l. 翼，隔板固定キー・ボルト，車軸，弁体ボルトの応力腐食割れ［タービン，高圧蒸気止め弁，低圧蒸気止め弁］

タービンの翼はステンレス鋼，隔板固定キー・ボルト，車軸，高圧蒸気止め弁及び低圧蒸気止め弁の弁体ボルトは低合金鋼であり，湿り蒸気環境下で使用されていることから，応力腐食割れが発生する可能性がある。

翼，隔板固定キー・ボルト，車軸，弁体ボルトの応力腐食割れについては，目視点検，浸透探傷検査，超音波探傷検査において有意な欠陥がないことを確認している。

したがって，翼，隔板固定キー・ボルト，車軸，弁体ボルトの応力腐食割れは高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

m. 車軸の摩耗［タービン］

車軸の軸受との摺動面は摩耗が想定されるが，潤滑油が供給され車軸と軸受間に油膜が形成されており，車軸の摩耗が発生する可能性は小さい。

なお，これまでの目視点検及び隙間計測結果において有意な摩耗は認められておらず，今後もこれらの進展傾向が大きく変化する要因があるとは考え難い。

したがって，車軸の摩耗は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

n. キーの摩耗［タービン］

当該キーは車室の中心を決める位置決めキーであり，車室の熱移動により車室との接触面の摩耗が想定されるが，車室の移動回数は 2 回／1 サイクル（プラントの起動・停止回数）と少なく，タービン起動時は車室温度を確認しながら昇温しているため，車室の移動は緩やかであることから，摩耗が進行する可能性は小さい。

なお，これまでの目視点検において有意な摩耗は認められておらず，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，キーの摩耗は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

o. 油切り，軸受台(内面)，軸受ボルト，ベースプレートの腐食（全面腐食）［タービン］

油切りは銅合金鋼，軸受台，ベースプレートは炭素鋼，軸受ボルトは低合金鋼であり腐食が想定されるが，油切り，軸受台(内面)，軸受ボルトはオイルミスト環境下であること，また，軸受台とベースプレートのスライド部については，潤滑剤が塗布されていることから腐食が発生する可能性は小さい。

なお，油切り，軸受ボルト，軸受台とベースプレートのスライド部については，これまでの目視点検において有意な腐食は認められておらず，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，油切り，軸受台(内面)，軸受ボルト，ベースプレートの腐食（全面腐食）は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

p. 弁体（主弁，副弁），弁座のシート部のエロージョン［高圧蒸気止め弁，低圧蒸気止め弁］

高圧蒸気止め弁，低圧蒸気止め弁の弁体（主弁，副弁），弁座は低合金鋼であり，シート部にステライト肉盛が施されている。

高圧蒸気止め弁，低圧蒸気止め弁は流量制御を行わず，通常は全閉又は全開で使用されるため弁体（主弁，副弁），弁座のシート部のエロージョンの可能性は小さい。

なお，弁体（主弁，副弁），弁座のシート部は，目視点検において有意なエロージョンは認められておらず，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，弁体（主弁，副弁），弁座のシート部のエロージョンは高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

q. 車室の疲労割れ［タービン］

車室は低合金鋼鋳鋼及び低合金鋼であり，疲労割れが想定されるが，起動・停止時には急激な温度変化を生じないように運転されており，疲労割れが発生する可能性は小さい。

なお，これまでの目視点検，浸透探傷検査において有意な欠陥は確認されておらず，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，車室の疲労割れは高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

r. 翼の高サイクル疲労割れ［タービン］

翼は，群翼振動数と回転周波数が共振することのないよう設計段階で考慮されている。海外プラントにおいて，車軸と翼の連成振動により低圧タービンの最終段長翼が飛散した事例はあるが，原子炉給水ポンプ駆動用蒸気タービンのように翼長の非常に短い剛構造の翼については，車軸と翼の連成振動が発生する可能性は小さい。

なお，分解点検時の目視点検，浸透探傷検査において有意な欠陥は認められておらず，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，翼の高サイクル疲労割れは高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

s. 噴口の高サイクル疲労割れ［タービン］

国内他プラントの低圧タービン最終段静翼（BWR では噴口に相当）溶接部及びその近傍において，高サイクル疲労によるき裂が生じた事例があったが，原子炉給水ポンプ駆動用蒸気タービン噴口の翼長は低圧タービンのものと比較して非常に短いことから剛性が高く，高サイクル疲労割れの可能性は小さい。

なお，国内外のプラントで原子炉給水ポンプ駆動用蒸気タービン噴口の高サイクル疲労割れの事例はない。また，これまでの目視点検，浸透探傷検査において有意な欠陥は認められておらず，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，噴口の高サイクル疲労割れは，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

t. 車軸の高サイクル疲労割れ［タービン］

車軸はタービン運転時に定常応力と変動応力が発生する。高平均応力において繰り返し応力を受けると，応力集中部において高サイクル疲労割れが想定されるが，設計段階において疲労割れが発生しないように考慮している。

なお，これまでの車軸の目視点検，浸透探傷検査において有意な欠陥は認められておらず，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，車軸の高サイクル疲労割れは高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

u. 翼・車軸の腐食疲労割れ［タービン］

翼・車軸の隙間部に腐食媒体の濃縮が発生し，これに繰り返し応力が負荷される場合，腐食疲労割れが発生，進展することがあるが，当該機器はこうした腐食媒体が濃縮を起こすような乾湿交番域は存在しない。

なお，これまでの目視点検，浸透探傷検査において有意な欠陥は認められておらず，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，翼・車軸の腐食疲労割れは高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

v. 弁棒の疲労割れ［高圧蒸気止め弁，高圧蒸気加減弁，低圧蒸気止め弁，低圧蒸気加減弁］

弁棒段付部等は角部を滑らかにし，応力集中を起こさないような構造をしており，発生応力の低減を図っている。

なお，これまでの目視点検，浸透探傷検査において有意な欠陥は認められておらず，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，弁棒の疲労割れは高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

(2) 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により，今後も経年劣化の進展が考えられない，または進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外）

a. ピストン，油筒シリンダの摩耗［高圧蒸気止め弁，高圧蒸気加減弁，低圧蒸気止め弁，低圧蒸気加減弁］

ピストン及び油筒シリンダは，摺動部に摩耗が想定されるが，シリンダ内は潤滑油で満たされていることから，摺動部の摩耗の可能性はない。

したがって，ピストン，油筒シリンダの摩耗は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

b. スプリングのへたり［高圧蒸気止め弁，低圧蒸気止め弁］

スプリングは常時応力のかかった状態で使用されるため，へたりが想定される。

しかし，スプリング使用時のねじり応力は許容ねじり応力以下になるよう設定されており，また，スプリングの材料に対する推奨最高使用温度よりも実際の使用温度は低いことから，へたりの進行の可能性はない。

したがって，スプリングのへたりは高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

表 2.2-1(1/3)　原子炉給水ポンプ駆動用蒸気タービンに想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考
					減肉		割れ		材質変化		その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
バウンダリの維持	耐圧	車室		高圧部：低合金鋼鋳鋼 低圧部：低合金鋼		△*1*2 △*3	△					*1:流れ加速型腐食 *2:内面 *3:外面 *4:エロージョン *5:高サイクル疲労割れ *6:低圧初段～3段 *7:4段～7段 *8:腐食疲労割れ *9:はく離
		ケーシングボルト		低合金鋼，炭素鋼		△						
		大気放出板	◎	―								
		パッキン	◎	―								
	軸シール	パッキンハウジング		高圧部：低合金鋼鋳鋼 低圧部：低合金鋼		△*1						
		ラビリンスパッキン		鉛入り Ni 黄銅	△	△*4						
		油切り		アルミニウム合金鋳鋼，銅合金鋼		△						
タービン性能の確保	エネルギー変換	翼		ステンレス鋼		△*1	△*5*8	△				
		噴口		ステンレス鋼		△*1	△*5					
		高圧ノズルボックス		低合金鋼鋳鋼		△*1						
		隔板固定キー・ボルト		低合金鋼		△		△				
		隔板		低合金鋼鋳鋼*6 低合金鋼*7		△						
	エネルギー伝達	車軸		低合金鋼	△	△*1	△*5*8	△				
		ダイヤフラムカップリング		低合金鋼								
	軸支持	軸受台		炭素鋼		△*2*3						
		ジャーナル軸受，スラスト軸受		鋳鋼，炭素鋼，ホワイトメタル	△						△*9	
		軸受ボルト		低合金鋼		△						
機器の支持	支持	キー		炭素鋼	△							
		ベースプレート		炭素鋼		△						
		基礎ボルト		炭素鋼		△						

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表 2.2-1(2/3)　高圧，低圧蒸気止め弁に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考
					減肉		割れ		材料変化		その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
バウンダリの維持	耐圧	弁箱		低合金鋼鋳鋼		△*1*2 △*3						*1:流れ加速型腐食 *2:内面 *3:外面 *4:シート部はステライト肉盛 *5:シート部のエロージョン *6:スプリングのへたり
		弁ふた		低合金鋼鋳鋼		△*1*2 △*3						
		弁ふたボルト		低合金鋼		△						
	シール	パッキン	◎	―								
		グランドパッキン	◎	―								
隔離機能の維持	隔離	弁体（主弁，副弁）*4		低合金鋼		△*1*5						
		弁体ボルト		低合金鋼		△		△				
		弁座*4		低合金鋼		△*1*5						
作動機能の維持	駆動力伝達	弁棒		低合金鋼	△	△*1	△					
		ピストン		炭素鋼	▲							
		油筒シリンダ		炭素鋼鋳鋼	▲							
		スプリング		ばね鋼							▲*6	
		ヨーク		炭素鋼		△						
		ブッシュ		低合金鋼	△	△*1						
		衛帯筐		低合金鋼	△	△*1						
機器の支持	支持	支持鋼材		炭素鋼		△						

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

▲：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象以外）

表 2.2-1(3/3)　高圧，低圧蒸気加減弁に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考
					減肉		割れ		材料変化		その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
バウンダリの維持	耐圧	弁箱		低合金鋼鋳鋼		△*1*2 △*3						*1:流れ加速型腐食 *2:内面 *3:外面 *4:シート部はステライト肉盛 *5:低圧蒸気加減弁 *6:高圧蒸気加減弁 *7:シート部のエロージョン
		弁ふた		低合金鋼鋳鋼		△*1*2 △*3						
		弁ふたボルト		低合金鋼		△						
	シール	パッキン	◎	－								
		グランドパッキン	◎	－								
隔離機能の維持	隔離	弁体（主弁，副弁）*4*5		低合金鋼		△*1△*7						
		弁体*6		低合金鋼		△*1△*7						
		弁座*4		低合金鋼		△*1△*7						
作動機能の維持	駆動力伝達	弁棒		低合金鋼	△	△*1	△					
		ブッシュ		低合金鋼	△	△*1						
		リフトロッド（低圧加減弁）		低合金鋼		△*1						
		ピストン		鋳鉄	▲							
		油筒シリンダ		炭素鋼	▲							

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

▲：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象以外）

1.4 主要弁

［対象弁］

① 主塞止弁
② 加減弁
③ 中間塞止加減弁
④ タービンバイパス弁
⑤ クロスアラウンド管逃し弁

目次

1. 対象機器 1.4-1
2. 主要弁の技術評価 1.4-2
2.1 構造，材料及び使用条件 1.4-2
2.1.1 主塞止弁 1.4-2
2.1.2 加減弁 1.4-6
2.1.3 中間塞止加減弁 1.4-9
2.1.4 タービンバイパス弁 1.4-12
2.1.5 クロスアラウンド管逃し弁 1.4-15
2.2 経年劣化事象の抽出 1.4-18
2.2.1 機器の機能達成に必要な項目 1.4-18
2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出 1.4-18
2.2.3 高経年化評価上着目すべき経年劣化事象ではない事象 1.4-19

1. 対象機器

東海第二で使用している主要弁の主な仕様を表 1-1 に示す。

表 1-1　主要弁の主な仕様

機器名称	型式	口径 (A)	重要度*1	使用条件		
				運転状態	運転圧力 (MPa)	運転温度 (℃)
主塞止弁	玉形弁	650	PS-2	連続	6.55	282
加減弁	バランス形弁	700	高*2	連続	6.55	282
中間塞止加減弁	複合弁	1,050	高*2	連続	1.28	195
タービンバイパス弁	玉形弁	450	PS-2	一時	6.55	282
クロスアラウンド管逃し弁	安全弁	450	高*2	一時	1.28	195

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

*2：最高使用温度が 95 ℃を超え，又は最高使用圧力が 1,900 kPa を超える環境下にある原子炉格納容器外の重要度クラス 3 の機器

2. 主要弁の技術評価

2.1 構造，材料及び使用条件

2.1.1 主塞止弁

(1) 構造

東海第二の主塞止弁は玉形弁であり，高圧タービン入口に 4 台設置されている。

本弁は,タービントリップ時に,高圧タービンへの蒸気供給を遮断するものである。

弁本体は，内部流体を内包するバウンダリを構成する耐圧部（弁箱，弁ふた，弁ふたボルト，弁軸封部），内部流体を仕切る隔離部（弁体，弁体ボルト，弁座）及び弁体を作動させる駆動部（弁棒，ピストン，油筒シリンダ，スプリング，ヨーク，衛帯筐），弁を支える支持部（支持鋼材，埋込金物）からなる。

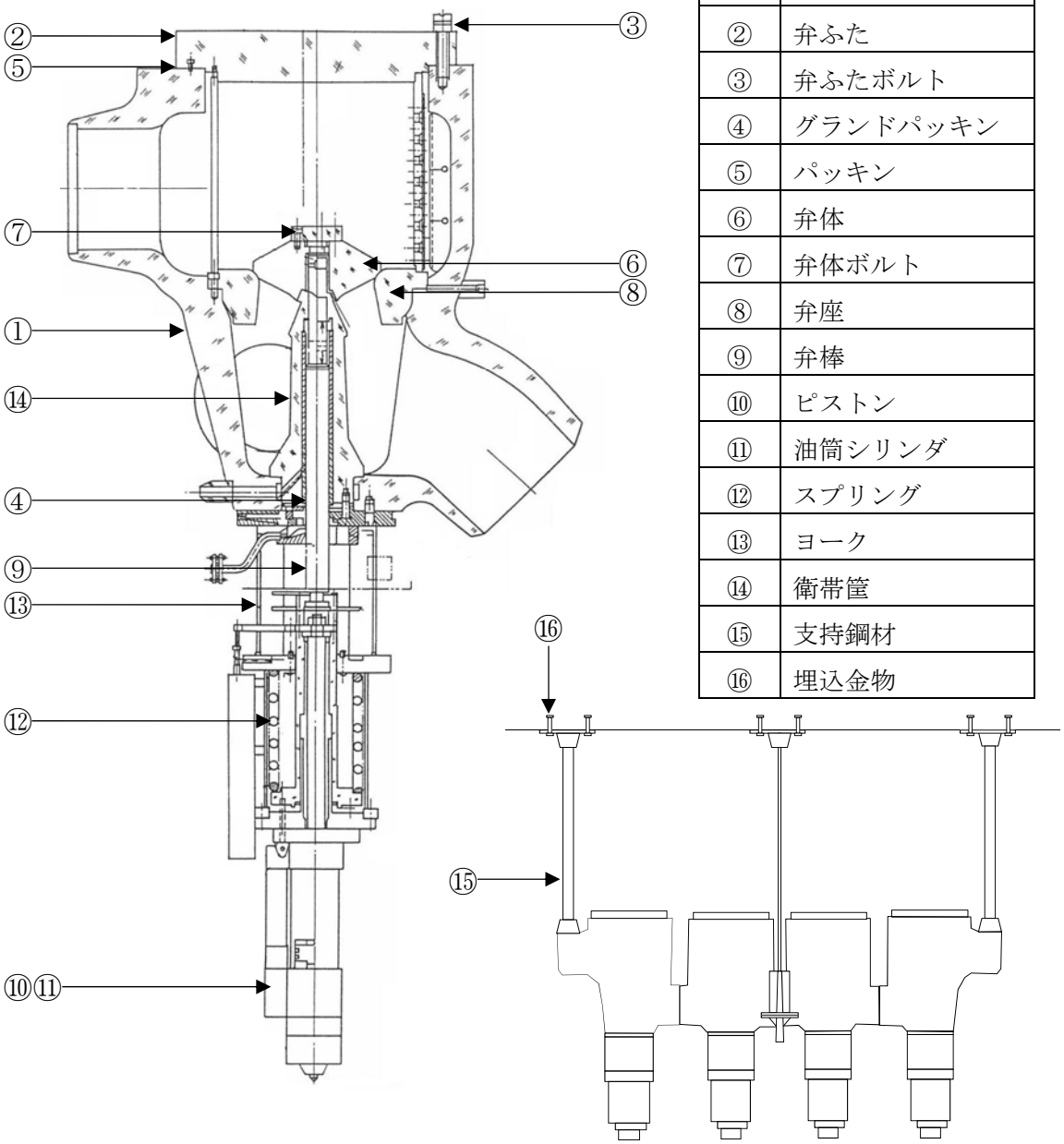
また，主塞止弁（No.2）については，タービンウォーミング用の副弁が設けられている。

内部流体に接する弁箱，衛帯筐は鋳鋼，弁ふた，弁体（主弁，副弁），弁座は低合金鋼，弁棒は炭素鋼であり，軸封部には内部流体の漏れを防止するため，グランドパッキンが使用されている。

主塞止弁の構造図を図 2.1-1,2 に示す。

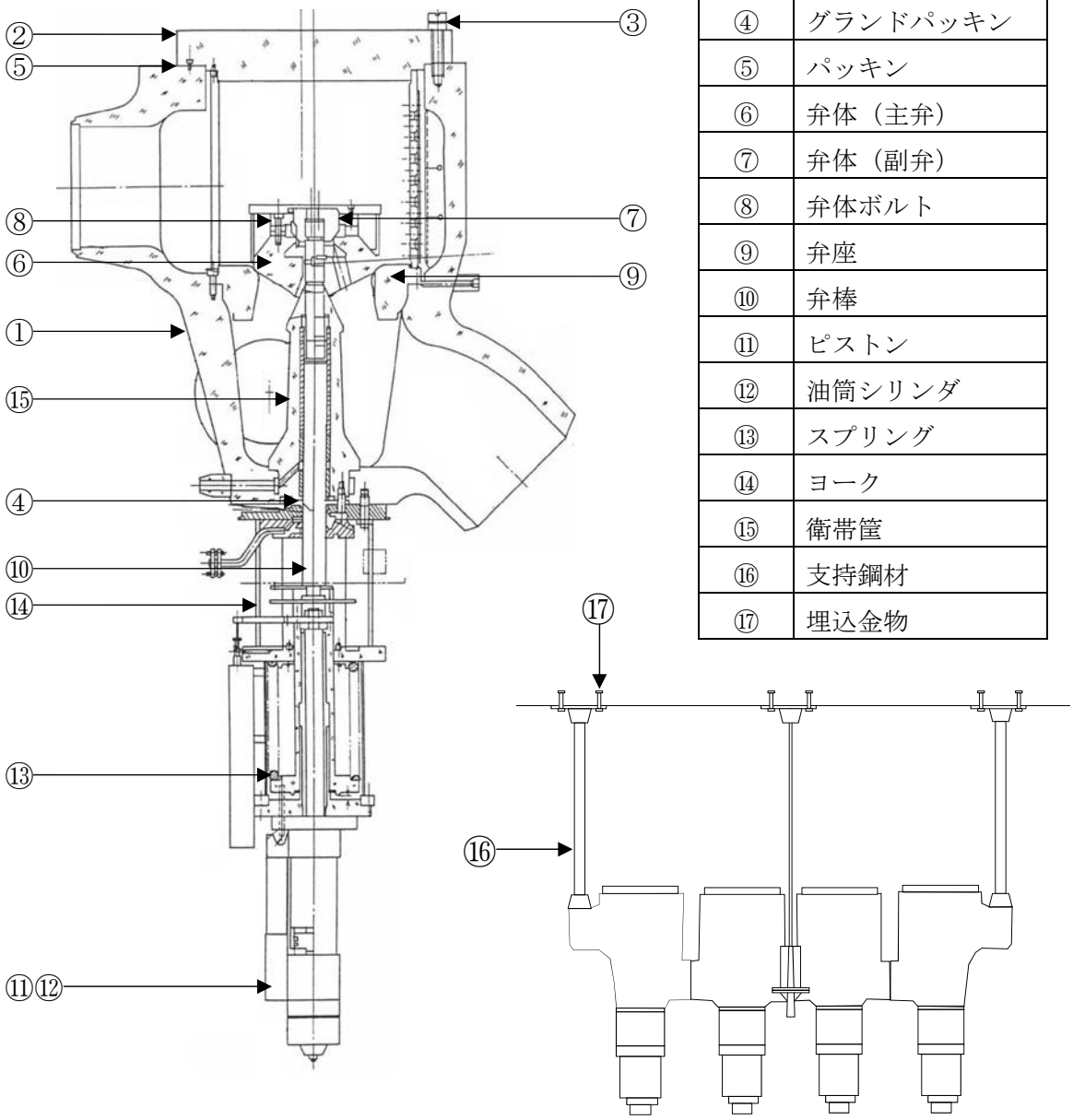
(2) 材料及び使用条件

東海第二の主塞止弁主要部位の使用材料を表2.1-1に,使用条件を表2.1-2に示す。



No.	部位
①	弁箱
②	弁ふた
③	弁ふたボルト
④	グランドパッキン
⑤	パッキン
⑥	弁体
⑦	弁体ボルト
⑧	弁座
⑨	弁棒
⑩	ピストン
⑪	油筒シリンダ
⑫	スプリング
⑬	ヨーク
⑭	衛帯筐
⑮	支持鋼材
⑯	埋込金物

図2.1-1　主塞止弁(No.1,3,4)構造図



No.	部位
①	弁箱
②	弁ふた
③	弁ふたボルト
④	グランドパッキン
⑤	パッキン
⑥	弁体（主弁）
⑦	弁体（副弁）
⑧	弁体ボルト
⑨	弁座
⑩	弁棒
⑪	ピストン
⑫	油筒シリンダ
⑬	スプリング
⑭	ヨーク
⑮	衛帯筐
⑯	支持鋼材
⑰	埋込金物

図2.1-2　主塞止弁(No.2)構造図

表 2.1-1　主塞止弁主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
バウンダリの維持	耐圧	弁箱	鋳鋼
		弁ふた	低合金鋼
		弁ふたボルト	低合金鋼
	シール	グランドパッキン	（消耗品）
		パッキン	（消耗品）
隔離機能の維持	隔離	弁体（主弁）	低合金鋼（ステライト肉盛）
		弁体（副弁）(No.2のみ)	低合金鋼（ステライト肉盛）
		弁体ボルト	低合金鋼
		弁座	低合金鋼（ステライト肉盛）
作動機能の維持	駆動力伝達	弁棒	炭素鋼
		ピストン	鋳鉄
		油筒シリンダ	炭素鋼
		スプリング	ばね鋼
		ヨーク	炭素鋼
		衛帯筐	鋳鋼
機器の支持	支持	支持鋼材	炭素鋼
		埋込金物	炭素鋼

表 2.1-2　主塞止弁の使用条件

運転圧力	6.55 MPa
運転温度	282 ℃
内部流体	蒸気

2.1.2 加減弁

(1) 構造

東海第二の加減弁はバランス形弁であり，主塞止弁の下流に 4 台設置されている。

本弁は，高圧タービンへの蒸気流量を制御するものである。

弁本体は，内部流体を内包するバウンダリを構成する耐圧部（弁箱，弁ふた，弁ふたボルト，弁軸封部），内部流体を仕切る隔離部（弁体，弁体ボルト，弁座）及び弁体を作動させる駆動部（弁棒，ピストン，油筒シリンダ，スプリング，ヨーク，ブッシュ，バランスチャンバー）からなる。

内部流体に接する弁箱は鋳鋼，弁ふた，弁体，弁座，バランスチャンバーは低合金鋼，弁棒（副弁）はステンレス鋼であり，軸封部には内部流体の漏れを防止するため，グランドパッキンが使用されている。

加減弁の構造図を図 2.1-3 に示す。

(2) 材料及び使用条件

東海第二の加減弁主要部位の使用材料を表 2.1-3 に，使用条件を表 2.1-4 に示す。

No.	部位
①	弁箱
②	弁ふた
③	弁ふたボルト
④	グランドパッキン
⑤	パッキン
⑥	弁体（主弁）
⑦	弁体ボルト
⑧	弁座
⑨	弁棒（副弁）
⑩	ピストン
⑪	油筒シリンダ
⑫	スプリング
⑬	ヨーク
⑭	ブッシュ
⑮	バランスチャンバー

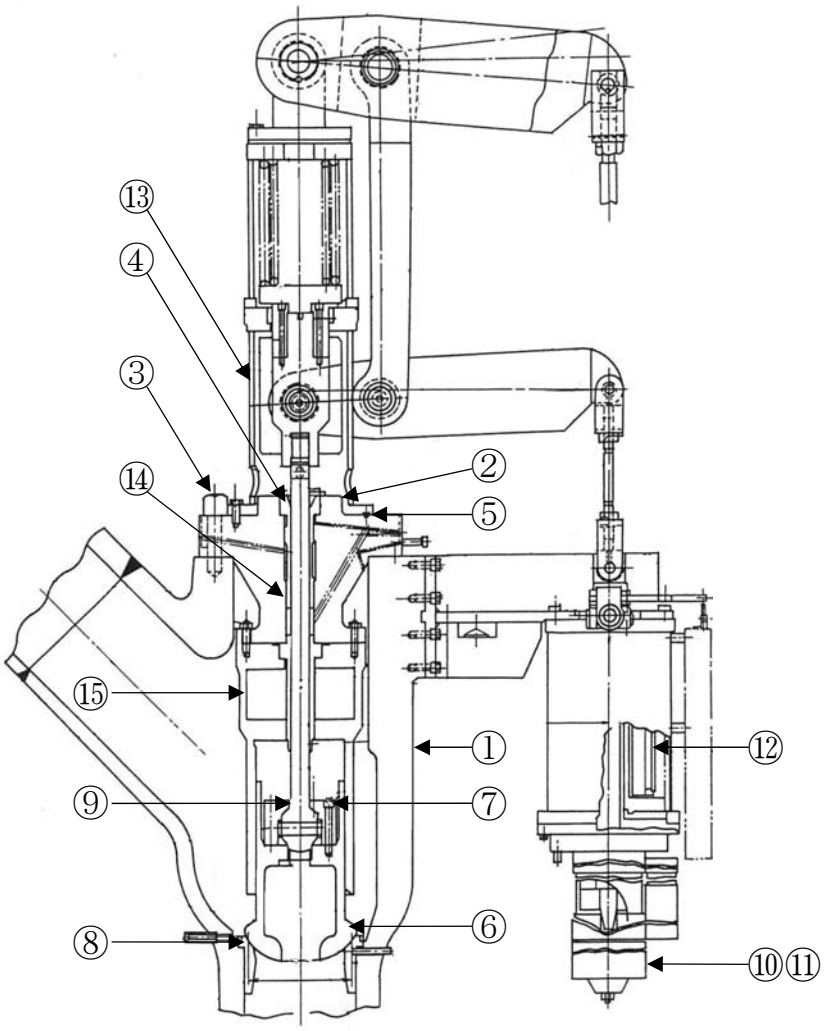


図2.1-3　加減弁構造図

表 2.1-3　加減弁主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
バウンダリの維持	耐圧	弁箱	鋳鋼
		弁ふた	低合金鋼
		弁ふたボルト	低合金鋼
	シール	グランドパッキン	（消耗品）
		パッキン	（消耗品）
隔離機能の維持	隔離	弁体（主弁）	低合金鋼（ステライト肉盛）
		弁体ボルト	低合金鋼
		弁座	低合金鋼（ステライト肉盛）
作動機能の維持	駆動力伝達	弁棒（副弁）	ステンレス鋼
		ピストン	鋳鉄
		油筒シリンダ	炭素鋼
		スプリング	ばね鋼
		ヨーク	炭素鋼
		ブッシュ	低合金鋼
		バランスチャンバー	低合金鋼

表 2.1-4　加減弁の使用条件

運転圧力	6.55 MPa
運転温度	282 ℃
内部流体	蒸気

2.1.3 中間塞止加減弁

(1) 構造

東海第二の中間塞止加減弁は，中間加減弁と中間止め弁が一体の弁箱に収められた構造の複合弁であり，低圧タービン入口に6台設置されている。

本弁は，低圧タービンへの蒸気流量の制御及びタービントリップ時に低圧タービンへの蒸気供給を遮断するものである。

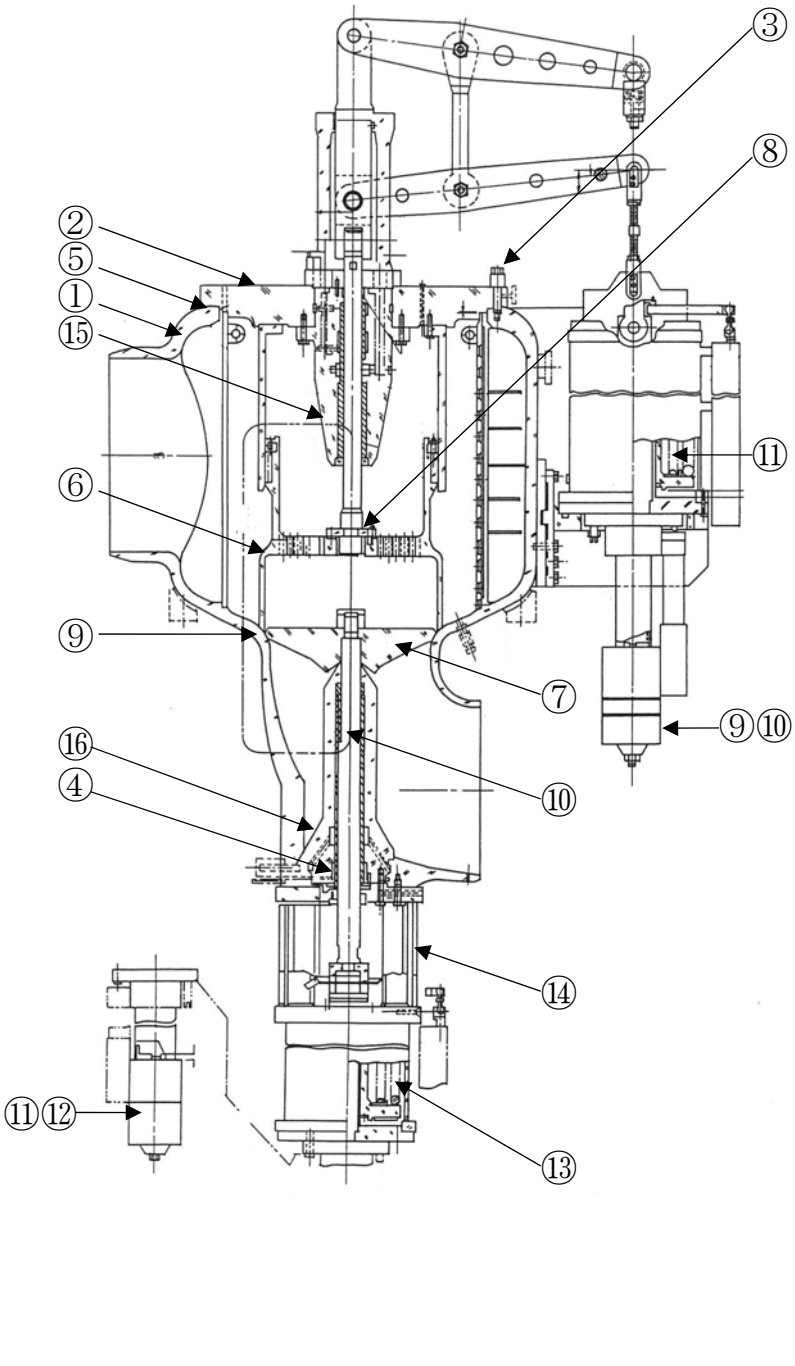
弁本体は，内部流体を内包するバウンダリを構成する耐圧部（弁箱，弁ふた，弁ふたボルト，弁軸封部），内部流体を仕切る隔離部（弁体，弁体ボルト，弁座）及び弁体を作動させる駆動部（弁棒，ピストン，油筒シリンダ，スプリング，ヨーク，衛帯筐，スタンド），弁を支える支持部（支持鋼材）からなる。

内部流体に接する弁箱，弁座，衛帯筐，スタンドは鋳鋼，弁ふたは炭素鋼，弁体は低合金鋼，弁棒はステンレス鋼であり，軸封部には内部流体の漏れを防止するためグランドパッキンが使用されている。

中間塞止加減弁の構造図を図2.1-4に示す。

(2) 材料及び使用条件

東海第二の中間塞止加弁主要部位の使用材料を表2.1-5に，使用条件を表2.1-6に示す。



No.	部位
①	弁箱
②	弁ふた
③	弁ふたボルト
④	グランドパッキン
⑤	パッキン
⑥	弁体（中間加減弁）
⑦	弁体（中間止め弁）
⑧	弁体ボルト
⑨	弁座
⑩	弁棒
⑪	ピストン
⑫	油筒シリンダ
⑬	スプリング
⑭	ヨーク
⑮	衛帯筐(中間加減弁)
⑯	スタンド（中間止め弁）
⑰	支持鋼材

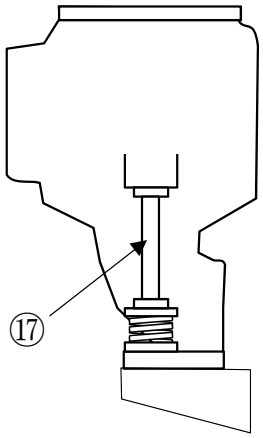


図2.1-4　中間塞止加減弁構造図

表2.1-5　中間塞止加減弁主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
バウンダリの維持	耐圧	弁箱	鋳鋼
		弁ふた	炭素鋼
		弁ふたボルト	低合金鋼
	シール	グランドパッキン	（消耗品）
		パッキン	（消耗品）
隔離機能の維持	隔離	弁体（中間加減弁）	低合金鋼
		弁体（中間止め弁）	低合金鋼（ステライト肉盛）
		弁体ボルト	ステンレス鋼
		弁座	鋳鋼（ステライト肉盛）
作動機能の維持	駆動力伝達	弁棒	ステンレス鋼
		ピストン	鋳鉄
		油筒シリンダ	炭素鋼
		スプリング	ばね鋼
		ヨーク	炭素鋼
		衛帯筐(中間加減弁)	鋳鋼
		スタンド(中間止め弁)	鋳鋼
機器の支持	支持	支持鋼材	炭素鋼

表2.1-6　中間塞止加減弁の使用条件

運転圧力	1.28 MPa
運転温度	195 ℃
内部流体	蒸気

2.1.4 タービンバイパス弁

(1) 構造

タービンバイパス弁は玉形弁であり，主蒸気管ヘッダに 5 台設置している。

本弁は，タービントリップ時に主蒸気を直接主復水器に流すものである。

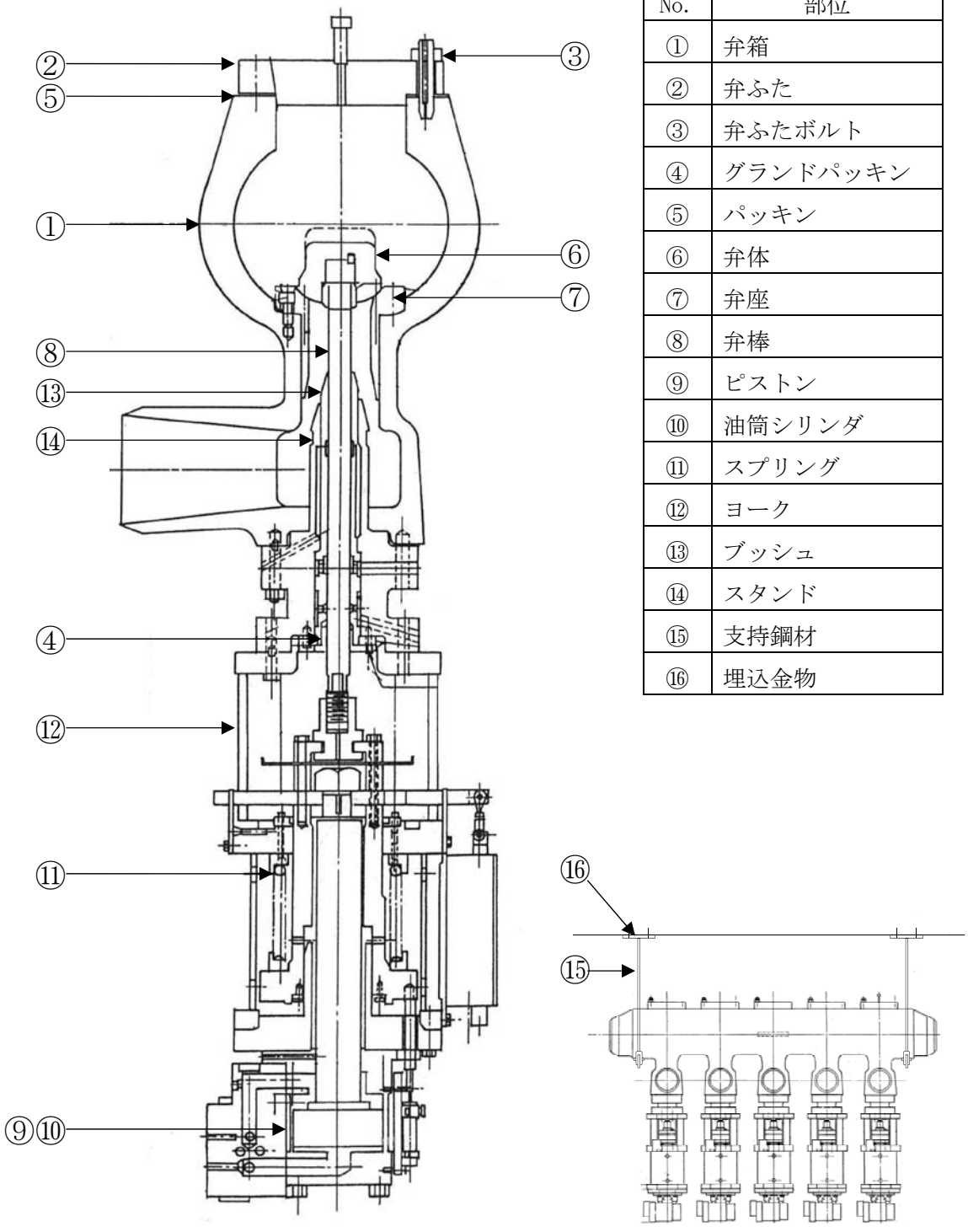
弁本体は，内部流体を内包するバウンダリを構成する耐圧部（弁箱，弁ふた，弁ふたボルト，弁軸封部），内部流体を仕切る隔離部（弁体，弁座）及び弁体を作動させる駆動部（弁棒，ピストン，油筒シリンダ，スプリング，ヨーク，ブッシュ，スタンド），弁を支える支持部（支持鋼材，埋込金物）からなる。

内部流体に接する弁箱，スタンドは鋳鋼，弁ふたは炭素鋼，弁体，弁座は低合金鋼，弁棒はステンレス鋼であり，軸封部には内部流体の漏れを防止するためグランドパッキンが使用されている。

タービンバイパス弁の構造図を図 2.1-5 に示す。

(2) 材料及び使用条件

タービンバイパス弁主要部位の使用材料を表2.1-7に，使用条件を表2.1-8に示す。



No.	部位
①	弁箱
②	弁ふた
③	弁ふたボルト
④	グランドパッキン
⑤	パッキン
⑥	弁体
⑦	弁座
⑧	弁棒
⑨	ピストン
⑩	油筒シリンダ
⑪	スプリング
⑫	ヨーク
⑬	ブッシュ
⑭	スタンド
⑮	支持鋼材
⑯	埋込金物

図2.1-5　タービンバイパス弁構造図

表2.1-7　タービンバイパス弁主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
バウンダリの維持	耐圧	弁箱	鋳鋼
		弁ふた	炭素鋼
		弁ふたボルト	低合金鋼
	シール	グランドパッキン	（消耗品）
		パッキン	（消耗品）
隔離機能の維持	隔離	弁体	低合金鋼（ステライト肉盛）
		弁座	低合金鋼（ステライト肉盛）
作動機能の維持	駆動力伝達	弁棒	ステンレス鋼
		ピストン	鋳鉄
		油筒シリンダ	炭素鋼
		スプリング	ばね鋼
		ヨーク	炭素鋼
		ブッシュ	低合金鋼
		スタンド	鋳鋼
機器の支持	支持	支持鋼材	炭素鋼
		埋込金物	炭素鋼

表2.1-8　タービンバイパス弁の使用条件

運転圧力	6.55 MPa
運転温度	282 ℃
内部流体	蒸気

2.1.5 クロスアラウンド管逃し弁

(1) 構造

クロスアラウンド管逃し弁は，バネ式安全弁であり，クロスアラウンド管に 6 台設置されている。

本弁は，クロスアラウンド管の異常昇圧を防止するものである。

弁本体は，内部流体を内包するバウンダリを構成する耐圧部（弁箱，弁ふたボルト，弁軸封部），流体を仕切る隔離部（弁体，弁座）及び弁体を作動させる駆動部（弁棒，スプリング，ガイド，ブッシュ）からなる。

内部流体に接する弁箱は鋳鋼で，弁体，弁座はステンレス鋼である。

クロスアラウンド管逃し弁の構造図を図 2.1-6 に示す。

(2) 材料及び使用条件

クロスアラウンド管逃し弁主要部位の使用材料を表 2.1-9 に，使用条件を表 2.1-10 に示す。

No.	部位
①	弁箱
②	弁ふたボルト
③	パッキン
④	ベローズ
⑤	弁体
⑥	弁座
⑦	弁棒
⑧	スプリング
⑨	ガイド
⑩	ブッシュ

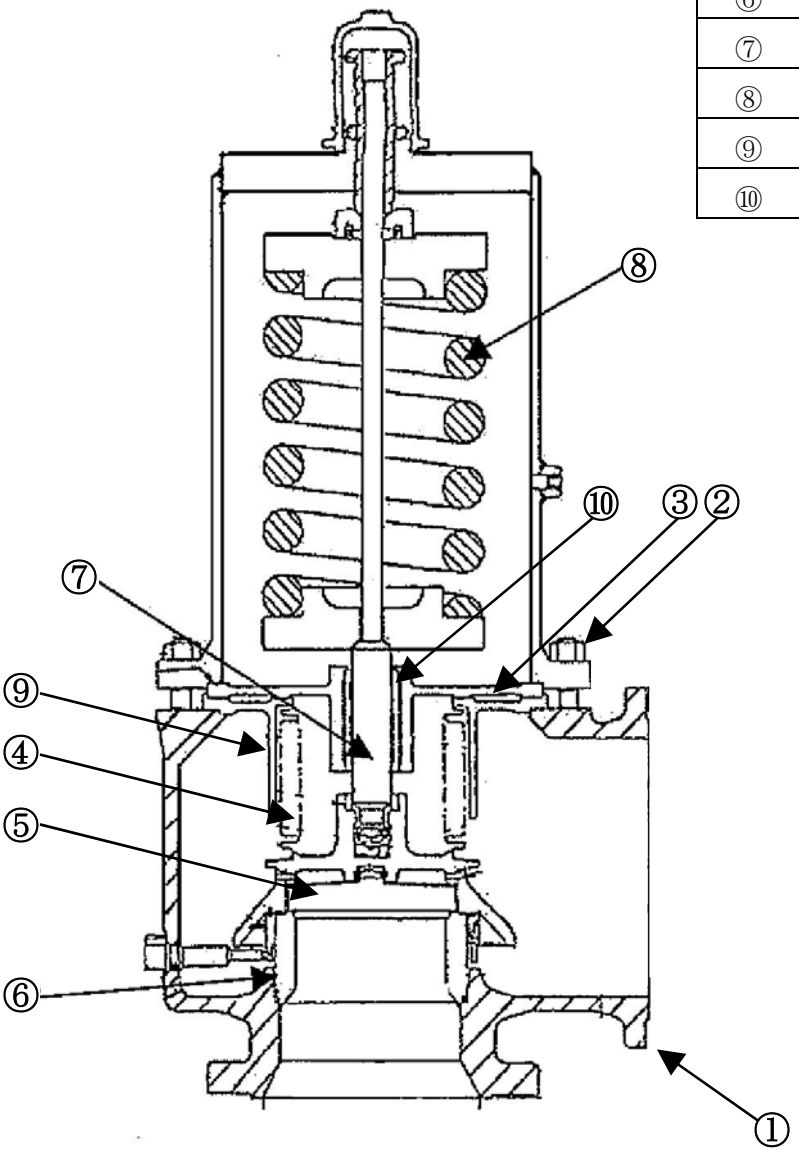


図2.1-6　クロスアラウンド管逃し弁構造図

表2.1-9　クロスアラウンド管逃し弁主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
バウンダリの維持	耐圧	弁箱	鋳鋼
		弁ふたボルト	低合金鋼
	シール	パッキン	（消耗品）
		ベローズ	ニッケル基合金
隔離機能の維持	隔離	弁体	ステンレス鋼（ステライト肉盛）
		弁座	ステンレス鋼（ステライト肉盛）
作動機能の維持	駆動力伝達	弁棒	ステンレス鋼
		スプリング	ばね鋼
		ガイド	炭素鋼
		ブッシュ	銅合金

表2.1-10　クロスアラウンド管逃し弁の使用条件

運転圧力	1.28 MPa
運転温度	195 ℃
内部流体	蒸気

2.2 経年劣化事象の抽出

2.2.1 機器の機能達成に必要な項目

主要弁の機能維持に必要な項目は以下のとおり。

(1) バウンダリの維持

(2) 隔離機能の維持

(3) 作動機能の維持

2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

(1) 想定される経年劣化事象の抽出

主要弁について,機能達成に必要な項目を考慮して主要な部位に展開した上で,個々の部位の材料，構造，使用条件（内部流体の種類，圧力，温度等）及び現在までの運転経験を考慮し，表 2.2-1 に示すとおり，想定される経年劣化事象を抽出した（表 2.2-1 で○又は△，▲）。

なお，消耗品及び定期取替品は以下のとおり評価対象外とする。

(2) 消耗品及び定期取替品の扱い

パッキン，グランドパッキンは消耗品であり，設計時に長期使用はせず取替を前提としていることから，高経年化対策を見極める上での評価対象外とする。なお，定期取替品はない。

(3) 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

想定される経年劣化事象のうち下記①，②に該当しない事象を高経年化対策上着目すべき経年劣化事象と判断した。

なお，下記①，②に該当する事象については 2.2.3 項に示すとおり，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断した。

① 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって,想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの(日常劣化管理事象として表 2.2-1 で△)

② 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により,今後も経年劣化の進展が考えられない,又は進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外として表 2.2-1 で▲）

この結果，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象は抽出されなかった。

2.2.3 高経年化評価上着目すべき経年劣化事象ではない事象

(1) 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって，想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象）

a. 弁棒，衛帯筐，バランスチャンバー，ブッシュ，スタンドの摩耗［主塞止弁，加減弁，中間塞止加減弁，タービンバイパス弁，クロスアラウンド管逃し弁］

弁棒（共通），衛帯筐（主塞止弁，中間塞止加減弁），バランスチャンバー（加減弁），ブッシュ（加減弁，タービンバイパス弁，クロスアラウンド管逃し弁），スタンド（中間塞止加減弁，タービンバイパス弁）のそれぞれの摺動部は，摩耗が発生する可能性があるが，目視点検において，有意な摩耗がないことを確認している。

また，ブッシュ（加減弁，タービンバイパス弁，クロスアラウンド管逃し弁）バランスチャンバー（加減弁）は，弁棒との隙間測定を実施し，適切な隙間管理をしている。

したがって，弁棒，衛帯筐，バランスチャンバー，ブッシュ，スタンドの摩耗は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

b. 弁箱及び弁ふた（内面），弁体，弁座，弁棒，衛帯筐，ブッシュ，バランスチャンバー，スタンドの腐食（流れ加速型腐食）［主塞止弁，加減弁，中間塞止加減弁，タービンバイパス弁，クロスアラウンド管逃し弁］

弁箱（主塞止弁，加減弁，中間塞止加減弁，タービンバイパス弁），弁座（中間塞止加減弁）は鋳鋼，弁ふた（主塞止弁，加減弁），弁体（主塞止弁，加減弁，中間塞止加減弁，タービンバイパス弁），弁座（主塞止弁，加減弁，タービンバイパス弁），ブッシュ（加減弁，タービンバイパス弁），バランスチャンバー（加減弁）は低合金鋼，スタンド（中間塞止加減弁，タービンバイパス弁），衛帯筐（主塞止弁，中間塞止加減弁）は鋳鋼，弁ふた（中間塞止加減弁，タービンバイパス弁），弁棒（主塞止弁）は炭素鋼，弁棒（加減弁，中間塞止加減弁，タービンバイパス弁），弁体（クロスアラウンド管逃し弁），弁座（クロスアラウンド管逃し弁）はステンレス鋼であり，蒸気環境下にあるため，腐食（流れ加速型腐食）により減肉する可能性があるが，目視点検において，有意な腐食がないことを確認している。

したがって，弁箱及び弁ふた（内面），弁体，弁座，弁棒，衛帯筐，ブッシュ，バランスチャンバー，スタンドの腐食（流れ加速型腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

c. 弁体及び弁座のシート部のエロージョン［加減弁，中間塞止加減弁，タービンバイパス弁］

加減弁，中間塞止加減弁，タービンバイパス弁の弁体及び弁座のシート部については，蒸気環境下にあるため，腐食（エロージョン）により減肉する可能性があるが，目視点検において有意なエロージョンがないことを確認している。

したがって，弁体及び弁座のシート部のエロージョンは高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

d. 弁箱（内面），ガイドの腐食（全面腐食）［クロスアラウンド管逃し弁］

弁箱は鋳鋼，ガイドは炭素鋼であり，内部流体が蒸気であるため，腐食が発生する可能性があるが，目視点検において有意な腐食がないことを確認している。

したがって，弁箱（内面），ガイドの腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

e. 弁箱及び弁ふた（外面），ヨーク，支持鋼材，埋込金物（大気接触部）の腐食（全面腐食）［共通］

弁箱（共通）は鋳鋼，弁ふた，ヨーク（主塞止弁，加減弁，中間塞止加減弁，タービンバイパス弁），支持鋼材（主塞止弁，中間塞止加減弁，タービンバイパス弁），埋込金物（主塞止弁，タービンバイパス弁）は低合金鋼又は炭素鋼であり，腐食発生の可能性があるが，大気接触部は塗装が施されており，腐食の可能性は小さい。

また，点検及び巡視時の目視により，塗膜の状態を確認し，はく離等が認められた場合は必要に応じて補修を実施することにより機能を維持している。

したがって，弁箱及び弁ふた（外面），ヨーク，支持鋼材，埋込金物（大気接触部）の腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

f. 弁ふたボルトの腐食（全面腐食）［共通］

弁ふたボルトは低合金鋼であり，外気に接触していることから腐食発生の可能性があるが，大気接触部は塗装が施されており，腐食の可能性は小さい。

また，点検及び巡視時の目視により，塗膜の状態を確認し，はく離等が認められた場合は必要に応じて補修を実施することにより機能を維持している。

したがって，弁ふたボルトの腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

g. 弁体ボルトの応力腐食割れ［主塞止弁，加減弁，中間塞止加減弁］

主塞止弁，加減弁の弁体ボルトは低合金鋼，中間塞止加減弁の弁体ボルトはステンレス鋼であり，蒸気環境下にあるため応力腐食割れが発生する可能性がある。

しかし，分解点検時の目視点検又は浸透探傷検査から，有意な欠陥がないことを確認している。

したがって，弁体ボルトの応力腐食割れは高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

h. 弁棒の応力腐食割れ［加減弁，中間塞止加減弁，タービンバイパス弁］

加減弁，中間塞止加減弁，タービンバイパス弁の弁棒はステンレス鋼であり，蒸気環境下にあるため応力腐食割れが発生する可能性がある。

しかし，分解点検時の目視点検及び浸透探傷検査において有意な欠陥がないことを確認している。

したがって，弁棒の応力腐食割れは高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

i. ピストン，油筒シリンダの摩耗［主塞止弁，加減弁，中間塞止加減弁，タービンバイパス弁］

ピストン及び油筒シリンダは，摺動部に摩耗が想定されるが，シリンダ内は制御油で満たされていることから，摺動部の摩耗の可能性は小さい。

なお，分解点検時に目視点検及び浸透探傷検査を実施することで健全性を維持することとしている。

今後も，使用環境が変わらないことから，これらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，ピストン，油筒シリンダの摩耗は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

j. 弁体及び弁座のシート部のエロージョン［主塞止弁，クロスアラウンド管逃し弁］

主塞止弁，クロスアラウンド管逃し弁は，流量制御を行わず，通常は全開又は全閉で使用されるため，弁体及び弁座シート部のエロージョンの可能性は小さい。

なお，これまでの目視点検及び浸透探傷検査において有意なエロージョンは認められておらず，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，弁体及び弁座のシート部のエロージョンは高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

k. 弁棒の疲労割れ［共通］

弁棒段付部等は角部を滑らかにし，応力集中を起こさないような構造をしており，発生応力の低減を図っている。

なお，これまでの目視点検において有意な欠陥は認められておらず，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，弁棒の疲労割れは高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

l. ベローズの疲労割れ［クロスアラウンド管逃し弁］

クロスアラウンド管逃し弁は作動頻度が少なく，ベローズに疲労割れが発生する可能性は小さい。

なお，これまでの目視点検において有意な欠陥は認められておらず，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，ベローズの疲労割れは高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

(2) 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により，今後も経年劣化の進展が考えられない，又は進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外）

a. 埋込金物（コンクリート埋設部）の腐食（全面腐食）［主塞止弁，タービンバイパス弁］

埋込金物（コンクリート埋設部）は炭素鋼であるため腐食が想定されるが，コンクリート埋設部ではコンクリートの大気接触部表面からの中性化の進行により腐食環境となるため，コンクリートが中性化に至り埋込金物に有意な腐食が発生するまで長期間を要す。

したがって，埋込金物（コンクリート埋設部）の腐食（全面腐食）は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象でないと判断する。

b. スプリングのへたり［共通］

スプリングは常時応力のかかった状態で使用されるため，へたりが想定されるが，スプリング使用時のねじり応力が，許容ねじり応力以下になるように設定されており，さらにスプリングの材料に対する推奨最高使用温度よりも実際の使用温度は低いことから，へたりの進行の可能性はない。

したがって，スプリングのへたりは高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

表 2.2-1（1/5）　主塞止弁に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考
					減肉		割れ		材質変化		その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
バウンダリの維持	耐圧	弁箱		鋳鋼		△*1*2△*3						*1：流れ加速型腐食 *2：内面 *3：外面 *4：シート部はステライト肉盛 *5：シート部のエロージョン *6：スプリングのへたり *7：コンクリート埋設部
		弁ふた		低合金鋼		△*1*2△*3						
		弁ふたボルト		低合金鋼		△						
	シール	グランドパッキン	◎	－								
		パッキン	◎	－								
隔離機能の維持	隔離	弁体（主弁）		低合金鋼*4		△*1*5						
		弁体（副弁）		低合金鋼*4		△*1*5						
		弁体ボルト		低合金鋼				△				
		弁座		低合金鋼*4		△*1*5						
作動機能の維持	駆動力伝達	弁棒		炭素鋼	△	△*1	△					
		ピストン		鋳鉄	△							
		油筒シリンダ		炭素鋼	△							
		スプリング		ばね鋼							▲*6	
		ヨーク		炭素鋼		△						
		衛帯筐		鋳鋼	△	△*1						
機器の支持	支持	支持鋼材		炭素鋼		△						
		埋込金物		炭素鋼		△▲*7						

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

▲：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象以外）

表 2.2-1（2/5）　加減弁に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考
					減肉		割れ		材質変化		その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
バウンダリの維持	耐圧	弁箱		鋳鋼		△*1*2△*3						*1：流れ加速型腐食 *2：内面 *3：外面 *4：シート部はステライト肉盛 *5：シート部のエロージョン *6：スプリングのへたり
		弁ふた		低合金鋼		△*1*2△*3						
		弁ふたボルト		低合金鋼		△						
	シール	グランドパッキン	◎	－								
		パッキン	◎	－								
隔離機能の維持	隔離	弁体（主弁）		低合金鋼*4		△*1*5						
		弁体ボルト		低合金鋼				△				
		弁座		低合金鋼*4		△*1*5						
作動機能の維持	駆動力伝達	弁棒（副弁）		ステンレス鋼	△	△*1	△	△				
		ピストン		鋳鉄	△							
		油筒シリンダ		炭素鋼	△							
		スプリング		ばね鋼							▲*6	
		ヨーク		炭素鋼		△						
		ブッシュ		低合金鋼	△	△*1						
		バランスチャンバー		低合金鋼	△	△*1						

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

▲：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象以外）

表 2.2-1（3/5）　中間塞止加減弁に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考
					減肉		割れ		材質変化		その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
バウンダリの維持	耐圧	弁箱		鋳鋼		△*1*2△*3						*1：流れ加速型腐食 *2：内面 *3：外面 *4：シート部のエロージョン *5：シート部はステライト肉盛 *6：スプリングのへたり
		弁ふた		炭素鋼		△*1*2△*3						
		弁ふたボルト		低合金鋼		△						
	シール	グランドパッキン	◎	―								
		パッキン	◎	―								
隔離機能の維持	隔離	弁体（中間加減弁）		低合金鋼		△*1*4						
		弁体（中間止め弁）		低合金鋼*5		△*1*4						
		弁体ボルト		ステンレス鋼				△				
		弁座		鋳鋼*5		△*1*4						
作動機能の維持	駆動力伝達	弁棒		ステンレス鋼	△	△*1	△	△				
		ピストン		鋳鉄	△							
		油筒シリンダ		炭素鋼	△							
		スプリング		ばね鋼							▲*6	
		ヨーク		炭素鋼		△						
		衛帯筐		鋳鋼	△	△*1						
		スタンド		鋳鋼	△	△*1						
機器の支持	支持	支持鋼材		炭素鋼		△						

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

▲：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象以外）

表 2.2-1（4/5）　タービンバイパス弁に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考
					減肉		割れ		材質変化		その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
バウンダリの維持	耐圧	弁箱		鋳鋼		△*1*2 △*3						*1：流れ加速型腐食 *2：内面 *3：外面 *4：シート部はステライト肉盛 *5：シート部のエロージョン *6：スプリングのへたり *7：コンクリート埋設部
		弁ふた		炭素鋼		△*1*2 △*3						
		弁ふたボルト		低合金鋼		△						
	シール	グランドパッキン	◎	－								
		パッキン	◎	－								
隔離機能の維持	隔離	弁体		低合金鋼*4		△*1*5						
		弁座		低合金鋼*4		△*1*5						
作動機能の維持	駆動力伝達	弁棒		ステンレス鋼	△	△*1	△	△				
		ピストン		鋳鉄	△							
		油筒シリンダ		炭素鋼	△							
		スプリング		ばね鋼							▲*6	
		ヨーク		炭素鋼		△						
		ブッシュ		低合金鋼	△	△*1						
		スタンド		鋳鋼	△	△*1						
機器の支持	支持	支持鋼材		炭素鋼		△						
		埋込金物		炭素鋼		△▲*7						

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

▲：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象以外）

表 2.2-1（5/5）　クロスアラウンド管逃し弁に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考
					減肉		割れ		材質変化		その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
バウンダリの維持	耐圧	弁箱		鋳鋼		△*1*2						*1：内面 *2：外面 *3：シート部はステライト肉盛 *4：流れ加速型腐食 *5：シート部のエロージョン *6：スプリングのへたり
		弁ふたボルト		低合金鋼		△						
	シール	パッキン	◎	－								
		ベローズ		ニッケル基合金			△					
隔離機能の維持	隔離	弁体		ステンレス鋼*3		△*4*5						
		弁座		ステンレス鋼*3		△*4*5						
作動機能の維持	駆動力伝達	弁棒		ステンレス鋼	△		△					
		スプリング		ばね鋼							▲*6	
		ガイド		炭素鋼		△						
		ブッシュ		銅合金	△							

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

▲：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象以外）

1.5 制御装置及び保安装置

［対象機器］

① 主タービン電気油圧式制御装置

目次

1. 対象機器 1.5-1
2. 制御装置及び保安装置の技術評価 1.5-2
2.1 構造，材料及び使用条件 1.5-2
2.1.1 主タービン電気油圧式制御装置 1.5-2
2.2 経年劣化事象の抽出 1.5-9
2.2.1 機器の機能達成に必要な項目 1.5-9
2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出 1.5-9
2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象 1.5-11
2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の評価 1.5-16

1. 対象機器

東海第二で使用している制御装置及び保安装置の主な仕様を表 1-1 に示す。

表 1-1　制御装置及び保安装置の主な仕様

機器名称	仕様	重要度*1	使用条件	
			運転圧力 (MPa)	運転温度 (℃)
主タービン電気油圧式制御装置	電気油圧式	高*2	11.0	46

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

*2：最高使用温度が 95 ℃を超え，又は最高使用圧力が 1,900 kPa を超える環境下にある原子炉格納容器外の重要度クラス 3 の機器

2. 制御装置及び保安装置の技術評価

2.1 構造，材料及び使用条件

2.1.1 主タービン電気油圧式制御装置

(1) 構造

東海第二の主タービン電気油圧式制御装置は，制御油系統に所定の圧力を供給するためのタービン高圧制御油ポンプ，制御油を各電油変換器に供給する配管，弁，油圧を確保するためのアキュムレータ，タービントリップ時に油圧をダンプする電磁弁等から構成されている。

東海第二の主タービン電気油圧式制御装置の系統図を図 2.1-1～2，各機器構造図を図 2.1-3～7 に示す。

(2) 材料及び使用条件

東海第二の主タービン電気油圧式制御装置主要部位の使用材料を表 2.1-1 に，使用条件を表 2.1-2 に示す。

No.	部位
①	タービン高圧制御油ポンプ
②	タービン高圧制御油ポンプ吐出側フィルタ
③	配管
④	弁
⑤	ユニット廻りアキュムレータ
⑥	タービン高圧制御油ポンプモータ

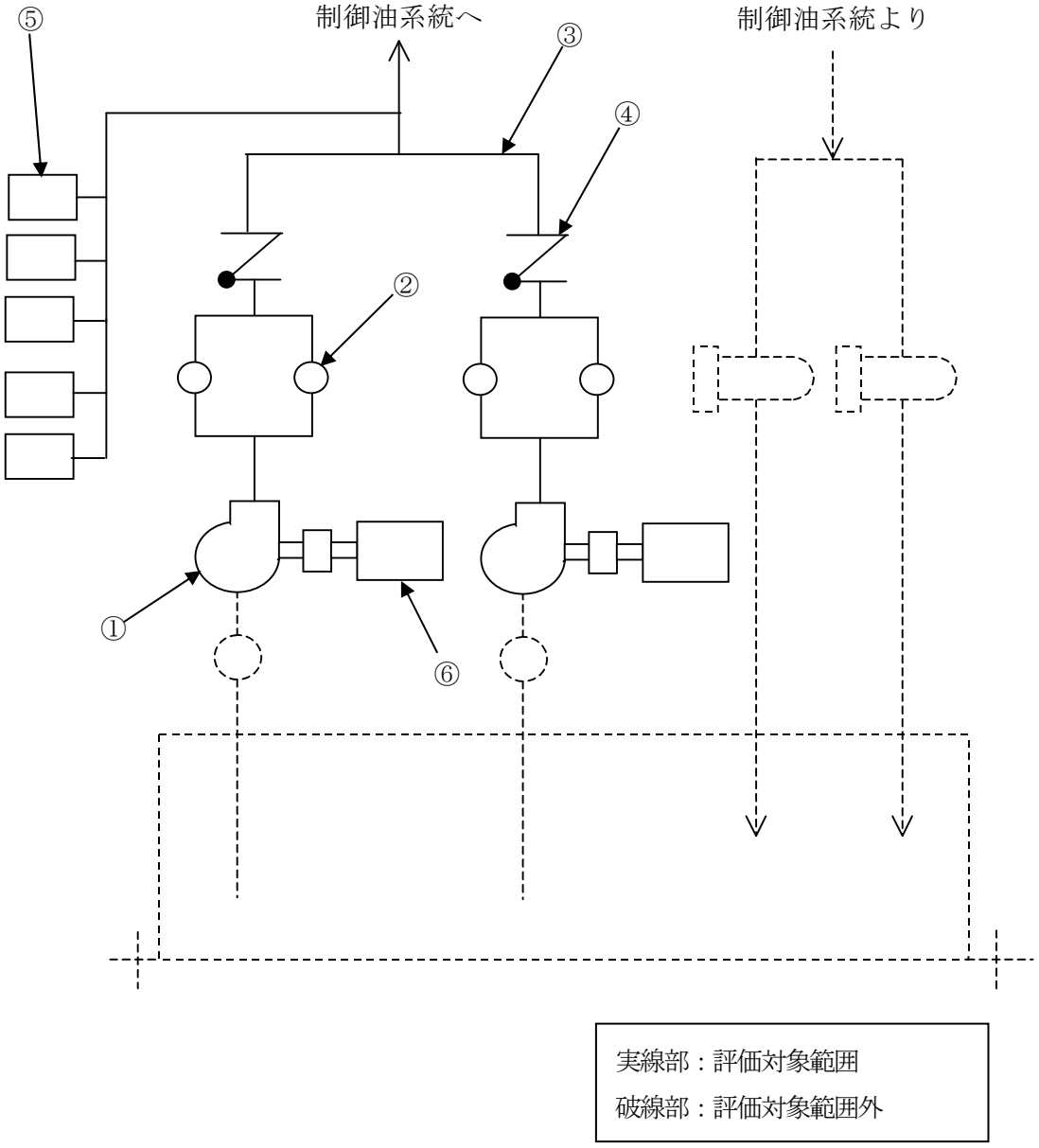
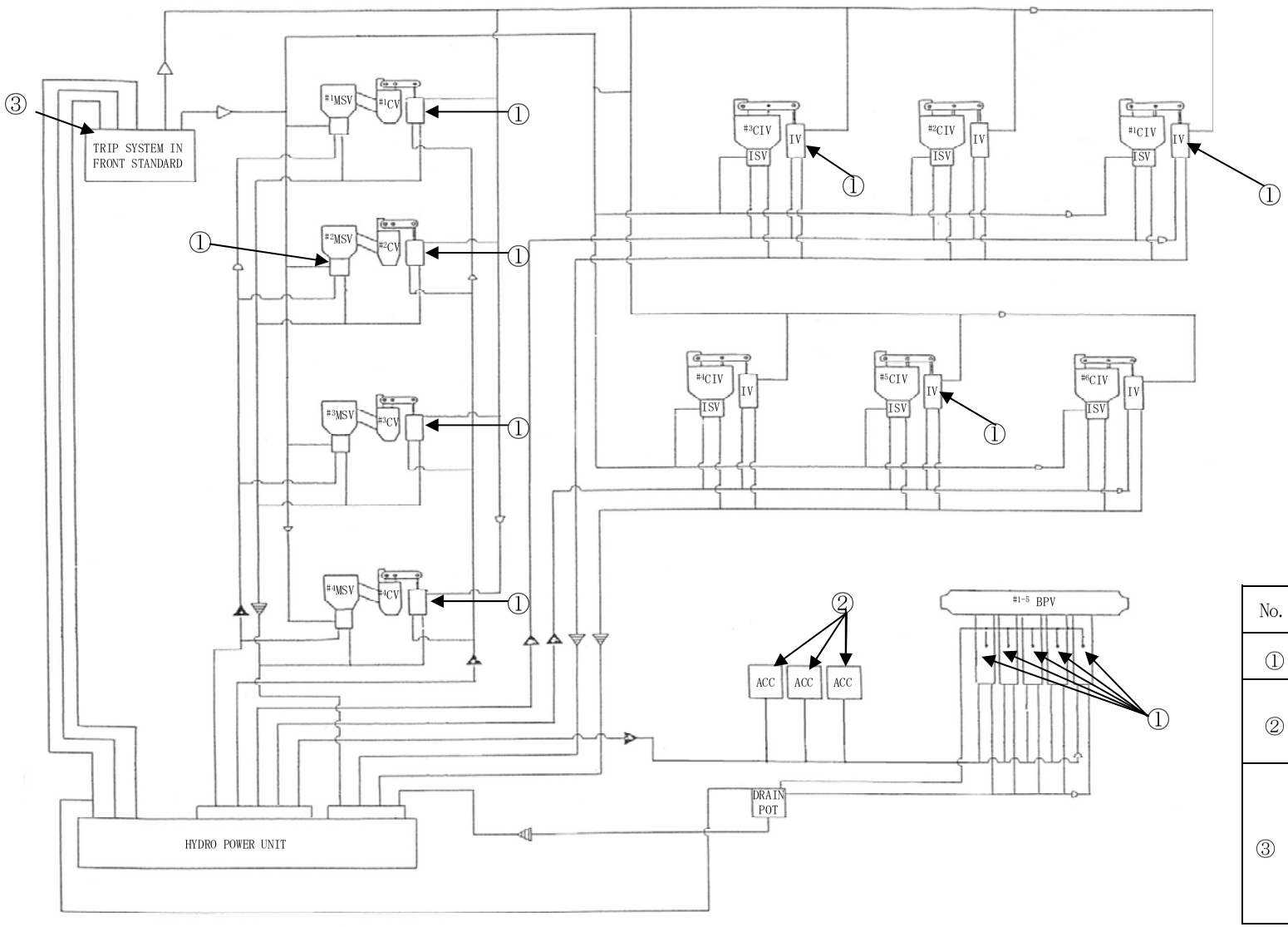


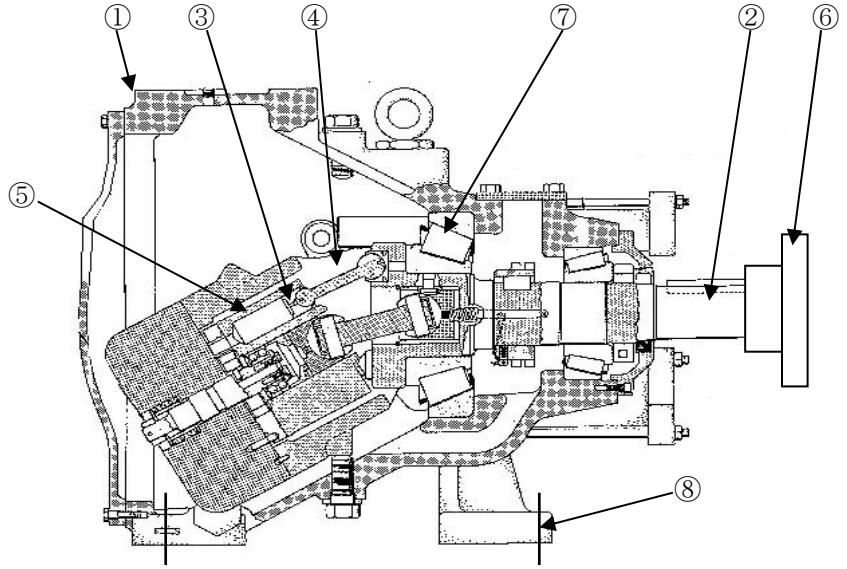
図2.1-1　主タービン電気油圧式制御装置系統図（ユニット廻り）



No.	部位
①	電油変換器
②	タービンバイパス弁 アキュムレータ
③	メカニカルトリップ電磁弁，ロックアウト弁，マスタートリップ電磁弁，リレーダンプ弁，リレートリップ弁

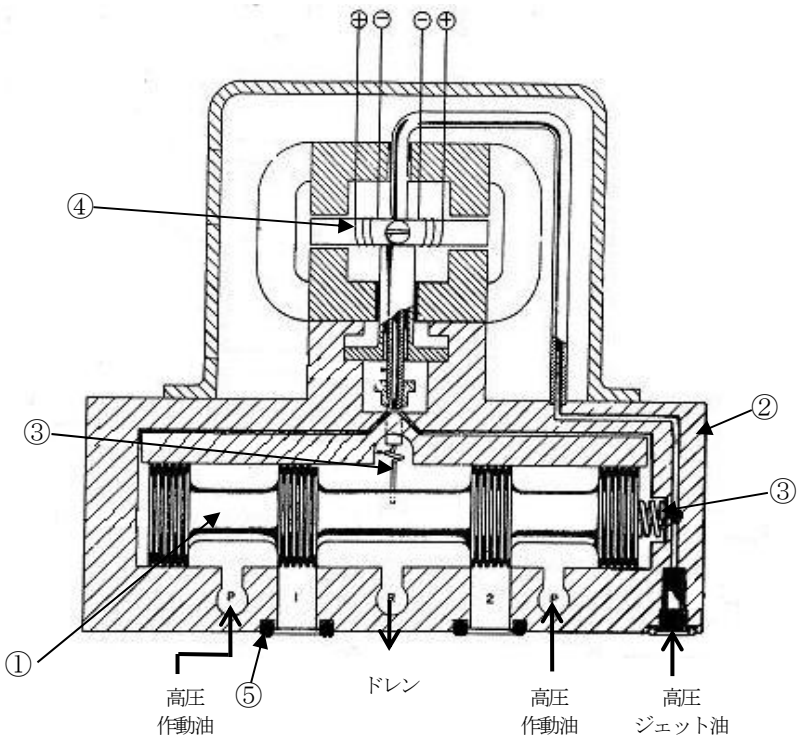
注）系統からの戻りは評価対象外

図2.1-2　主タービン電気油圧式制御装置系統図（油供給先廻り）



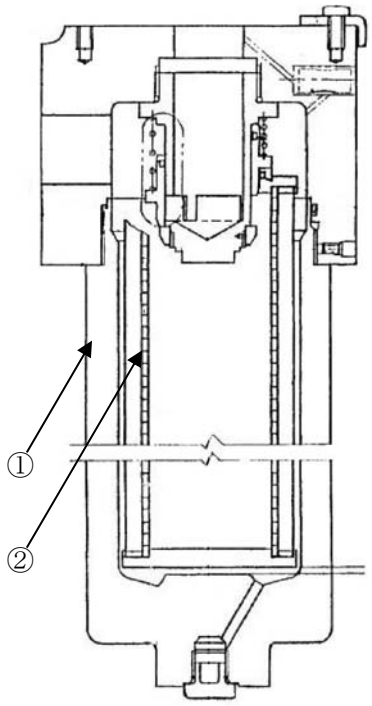
No.	部位
①	ケーシング
②	主軸
③	ピストン
④	ピストンロッド
⑤	シリンダ
⑥	軸継手
⑦	軸受（ころがり）
⑧	取付ボルト

図 2.1-3　タービン高圧制御油ポンプ構造図



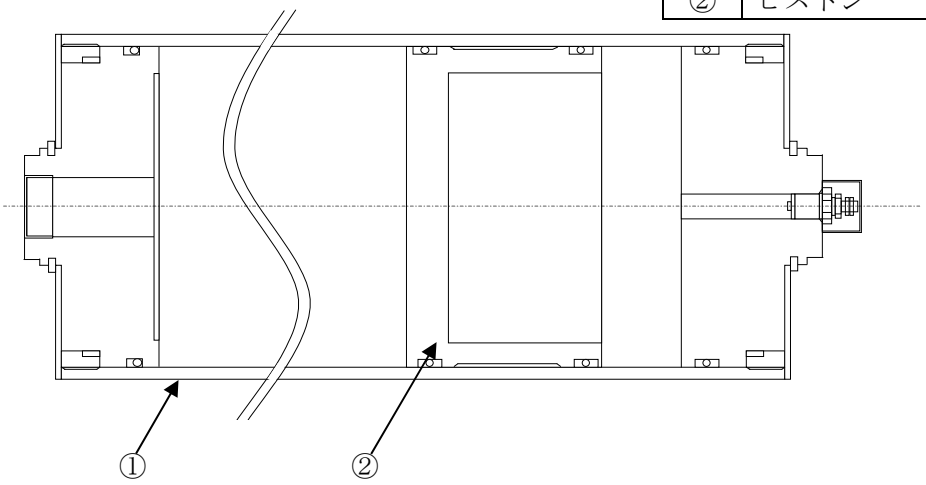
No.	部位
①	ピストン
②	ケーシング
③	スプリング
④	コイル
⑤	0 リング

図 2.1-4　電油変換器構造図



No.	部位
①	ケーシング
②	フィルタ

図2.1-5　タービン高圧制御油ポンプ吐出側フィルタ



No.	部位
①	胴
②	ピストン

図2.1-6　ユニット廻りアキュムレータ,
タービンバイパス弁アキュムレータ構造図

No.	部位
①	支持鋼材
②	サポート取付ボルト･ナット
③	ゴムブッシュ
④	埋込金物

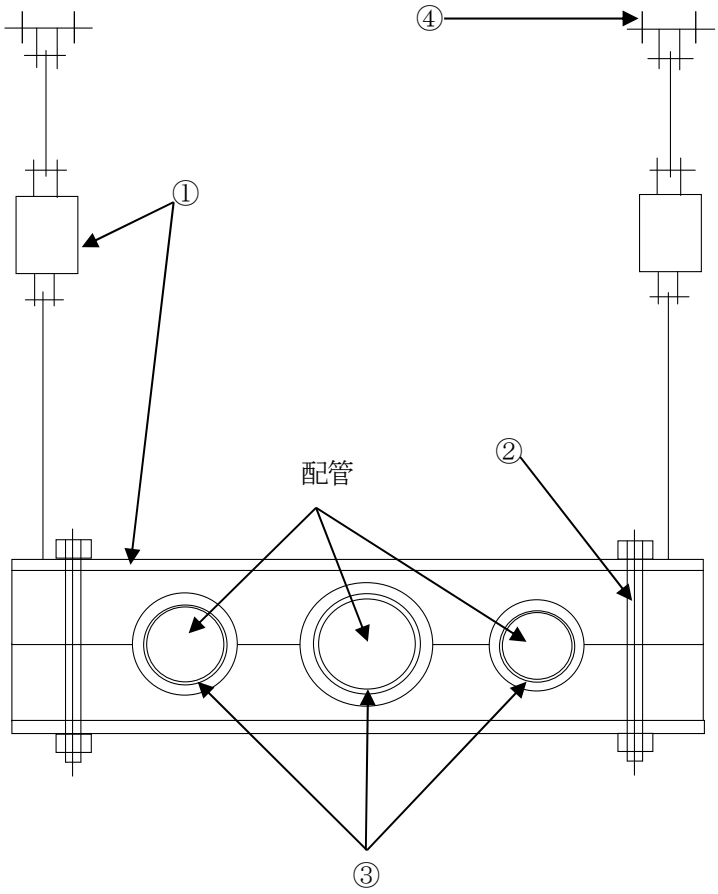


図 2.1-7　油配管サポート構造図

表 2.1-1　主タービン電気油圧式制御装置主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位		材料
装置機能の維持	油の移送	タービン高圧制御油ポンプ	ケーシング	鋳鉄
			主軸	低合金鋼
			ピストン	低合金鋼
			ピストンロッド	低合金鋼
			シリンダ	銅合金
			軸継手	炭素鋼
			軸受（ころがり）	（消耗品）
			モータ（低圧，全閉型）	主軸，取付ボルト：炭素鋼 固定子コイル及び口出線・接続部品：銅，絶縁物 回転子及び固定子コア：電磁鋼板 回転子棒，回転子エンドリング：アルミニウム フレーム，端子箱，エンドブラケット，ファン・ファンカバー：圧延鋼板 軸受（ころがり）：（消耗品）
		配管		ステンレス鋼
		弁		ステンレス鋳鋼
		電油変換器	ピストン	ステンレス鋼
			ケーシング	アルミニウム合金
			スプリング	ばね鋼
			コイル	銅，絶縁物
			0 リング	（消耗品）
	油性状の維持	タービン高圧制御油ポンプ吐出側フィルタ	ケーシング	炭素鋼鋳鋼
			フィルタ	アルミニウム合金
	油圧の確保	ユニット廻りアキュムレータ，タービンバイパス弁アキュムレータ	胴	炭素鋼
			ピストン	アルミニウム合金
保護機能の維持	排油の確保	メカニカルトリップ電磁弁，ロックアウト弁，マスタートリップ電磁弁，リレーダンプ弁，リレートリップ弁		（定期取替品）
機器の支持	支持	タービン高圧制御油ポンプ取付ボルト		炭素鋼
		油配管サポート	支持鋼材	炭素鋼
			サポート取付ボルト・ナット	炭素鋼
			ゴムブッシュ	（消耗品）
			埋込金物	炭素鋼

表 2.1-2　主タービン電気油圧式制御装置の使用条件

運転圧力	11.0 MPa
運転温度	46 ℃
内部流体	制御油

2.2 経年劣化事象の抽出

2.2.1 機器の機能達成に必要な項目

主タービン電気油圧式制御装置の機能を維持するために必要な項目は以下のとおり。

(1) 装置機能の維持

(2) 保護機能の維持

(3) 機器の支持

2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

(1) 想定される経年劣化事象の抽出

主タービン電気油圧式制御装置について，機能達成に必要な項目を考慮して主要な部位に展開した上で，個々の部位の材料，構造，使用条件（内部流体の種類，圧力，温度等）及び現在までの運転経験を考慮し，表 2.2-1 に示すとおり，想定される経年劣化事象を抽出した（表 2.2-1 で○又は△，▲）。

なお，消耗品及び定期取替品は以下のとおり評価対象外とする。

(2) 消耗品及び定期取替品の扱い

0 リング，タービン高圧制御油ポンプ軸受，タービン高圧制御油ポンプモータ軸受及びゴムブッシュは消耗品，メカニカルトリップ電磁弁，ロックアウト弁，マストートリップ電磁弁，リレーダンプ弁及びリレートリップ弁は定期取替品であり，設計時に長期使用はせず取替を前提としていることから高経年化対策を見極める上での評価対象外とする。

(3) 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

想定される経年劣化事象のうち下記①，②に該当しない事象を高経年化対策上着目すべき経年劣化事象と判断した。

なお，下記①，②に該当する事象については 2.2.3 項に示すとおり，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断した。

① 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって，想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象として表2.2-1 で△）

② 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により，今後も経年劣化の進展が考えられない，又は進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外として表2.2-1 で▲）

この結果，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象として以下の事象が抽出された（表 2.2-1 で○）。

a. モータ（低圧，全閉型）の固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁特性低下

2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

(1) 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって，想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象）

a. 主軸の摩耗［タービン高圧制御油ポンプ］

タービン高圧制御油ポンプの軸受と主軸は，摺動部の摩耗が想定される。

しかし，寸法測定の結果から有意な摩耗がないことを確認している。

したがって，主軸の摩耗は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

b. ケーシング，胴，埋込金物（大気接触部）の外面の腐食（全面腐食）［タービン高圧制御油ポンプ，タービン高圧制御油ポンプ吐出側フィルタ，アキュムレータ，油配管］

タービン高圧制御油ポンプのケーシングは鋳鉄，タービン高圧制御油ポンプ吐出側フィルタのケーシングは炭素鋼鋳鋼，アキュムレータの胴，油配管の埋込金物は炭素鋼であり，腐食が想定されるが，大気接触部は塗装が施されており，腐食の可能性は小さい。

また，点検及び巡視時の目視により，塗膜の状態を確認し，はく離等が認められた場合は必要に応じて補修を実施することにより機能を維持している。

したがって，ケーシング，胴，埋込金物（大気接触部）の外面の腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

c. 取付ボルト，支持鋼材，サポート取付ボルト・ナットの腐食（全面腐食）［タービン高圧制御油ポンプ，油配管］

タービン高圧制御油ポンプの取付ボルト，油配管の支持鋼材及びサポート取付ボルト・ナットは炭素鋼であり腐食が想定されるが，大気接触部は塗装が施されており，腐食の可能性は小さい。

また，点検及び巡視時の目視により，塗膜の状態を確認し，はく離等が認められた場合は必要に応じて補修を実施することにより機能を維持している。

したがって，取付ボルト，支持鋼材，サポート取付ボルト・ナットの腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

d. 電油変換器のコイルの性能低下，絶縁特性低下

電油変換器のコイルに用いられている絶縁物は，有機物であるため機械的，熱的，電気的，環境的要因により経年劣化が進行した場合，性能低下，絶縁特性低下を引き起こす可能性がある。

電油変換器は，制御油の内部漏えい量を測定する内部漏えい量計測及びヒステリシスの計測等により，健全性の維持は可能である。また，点検及び性能検査で異常が認められた場合には，電油変換器一式又は部品の交換を実施することにより機能を維持している。

したがって，電油変換器のコイルの性能低下，絶縁特性低下は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

e. ピストン，シリンダの摩耗［タービン高圧制御油ポンプ］

ピストンは低合金鋼，シリンダは銅合金であり，摺動部に摩耗が想定されるが，ピストン，シリンダは常時制御油によって潤滑されており，摺動部の摩耗の可能性は小さい。

なお，これまでの目視点検においても有意な摩耗は認められておらず，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，ピストン，シリンダの摩耗は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

f. ケーシング，フィルタの内面の腐食（全面腐食）［タービン高圧制御油ポンプ，タービン高圧制御油ポンプ吐出側フィルタ］

タービン高圧制御油ポンプのケーシングは鋳鉄，タービン高圧制御油ポンプ吐出側フィルタのケーシングは炭素鋼鋳鋼であり全面腐食が想定されるが，内部流体が制御油であることから腐食発生の可能性は小さい。

また，タービン高圧制御油ポンプ吐出側フィルタのフィルタは耐食性に優れたアルミニウム合金であり，腐食の発生する可能性は小さい。

なお，これまでの目視点検において有意な腐食は認められておらず，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，ケーシング，フィルタの内面の腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

g. 主軸の高サイクル疲労割れ［タービン高圧制御油ポンプ］

主軸にはポンプ運転時に繰返し応力が発生することから，応力集中部等において高サイクル疲労割れが想定されるが，ポンプ主軸は設計段階において疲労割れが発生しないよう考慮された設計となっており，高サイクル疲労割れが発生する可能性は小さい。

なお，これまでの目視点検においても有意な欠陥は認められておらず，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，主軸の高サイクル疲労割れは高年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

h. モータ（低圧，全閉型）主軸の摩耗[タービン高圧制御油ポンプモータ]

i. モータ（低圧，全閉型）のフレーム，エンドブラケット，ファン・ファンカバー及び端子箱の腐食[タービン高圧制御油ポンプモータ]

j. モータ（低圧，全閉型）の固定子コア及び回転子コアの腐食[タービン高圧制御油ポンプモータ]

k. モータ（低圧，全閉型）の取付ボルトの腐食[タービン高圧制御油ポンプモータ]

l. モータ（低圧，全閉型）主軸の高サイクル疲労割れ[タービン高圧制御油ポンプモータ]

以上，h.～l.の評価については，「ポンプモータの技術評価書」のうち，低圧ポンプモータと同一であることから，当該評価書を参照のこと。

(2) 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により，今後も経年劣化の進展が考えられない，又は進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外）

a. 胴，ピストンの内面の腐食（全面腐食）［アキュムレータ］

アキュムレータの胴は炭素鋼であり全面腐食が想定されるが，内部流体が制御油であることから腐食発生の可能性はない。

また，アキュムレータのピストンは耐食性に優れたアルミニウム合金であり，腐食の発生する可能性はない。

したがって，胴，ピストンの内面の腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

b. 埋込金物（コンクリート埋設部）の腐食（全面腐食）［油配管］

埋込金物（コンクリート埋設部）は炭素鋼であるため腐食が想定されるが，コンクリート埋設部ではコンクリートの大気接触部表面からの中性化の進行により腐食環境となるが，コンクリートが中性化に至り，埋込金物に有意な腐食が発生するまで長期間を要す。

したがって，埋込金物（コンクリート埋設部）の腐食（全面腐食）は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象でないと判断する。

c. 配管の高サイクル疲労割れ［油配管］

他プラントの主タービン電気油圧式制御装置系配管において，高サイクル疲労割れが見られたが，これは，プラント起動時等にしか作動しない弁が開状態の際に生じる流体振動と当該配管の固有振動数が一致したことによるものであった。東海第二では，当該事象の水平展開として起動時に当該配管の振動測定を行い，当該配管が共振しないことを確認しており，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，配管の高サイクル疲労割れは高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

d. モータ（低圧，全閉型）の回転子棒及び回転子エンドリングの疲労割れ［タービン高圧制御油ポンプモータ］

以上，d.の評価については，「ポンプモータの技術評価書」のうち，低圧ポンプモータと同一であることから，当該評価書を参照のこと。

e. スプリングのへたり［電油変換器］

スプリングは常時応力がかかった状態で使用されるため，へたりが考えられる。

しかし，スプリング使用時のねじり応力は許容ねじり応力以下になるよう設定されており，さらに，スプリングの材料に対する推奨最高使用温度よりも実際の使用温度は低いことから，へたりの進行の可能性はない。

したがって，スプリングのへたりは，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

表 2.2-1　主タービン電気油圧式制御装置に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位		消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考
						減肉		割れ		材質変化		その他	
						摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
装置機能の維持	油の移送	タービン高圧制御油ポンプ	ケーシング		鋳鉄		△*1*2						*1：外面 *2：内面 *3：高サイクル疲労割れ *4：主軸 *5：フレーム，エンドブラケット，ファン・ファンカバー及び端子箱 *6：固定子コア及び回転子コア *7：取付ボルト *8：回転子棒及び回転子エンドリング *9：固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁特性低下 *10：スプリングのへたり *11：性能低下，絶縁特性低下 *12：コンクリート埋設部
			主軸		低合金鋼	△		△*3					
			ピストン		低合金鋼	△							
			ピストンロッド		低合金鋼								
			シリンダ		銅合金	△							
			軸継手		炭素鋼								
			軸受（ころがり）	◎	－								
			モータ（低圧，全閉型）	◎(軸受（ころがり）)	銅，絶縁物他	△*4	△*5*6*7	△*3*4▲*8				○*9	
		配管			ステンレス鋼			▲*3					
		弁			ステンレス鋳鋼								
		電油変換器	ピストン		ステンレス鋼								
			ケーシング		アルミニウム合金								
			スプリング		ばね鋼							▲*10	
			コイル		銅，絶縁物							△*11	
			0 リング	◎	－								
	油性状の維持	タービン高圧制御油ポンプ吐出側フィルタ	ケーシング		炭素鋼鋳鋼		△*1*2						
			フィルタ		アルミニウム合金		△						
	油圧の確保	ユニット廻りアキュムレータ，タービンバイパス弁アキュムレータ	胴		炭素鋼		△*1▲*2						
			ピストン		アルミニウム合金		▲						
保護機能の維持	排油の確保	メカニカルトリップ電磁弁，ロックアウト弁，マスタートリップ電磁弁，リレーダンプ弁，リレートリップ弁		◎	－								
機器の支持	支持	タービン高圧制御油ポンプ取付ボルト			炭素鋼		△						
		油配管サポート	支持鋼材		炭素鋼		△						
			サポート取付ボルト・ナット		炭素鋼		△						
			ゴムブッシュ	◎	－								
			埋込金物		炭素鋼		△*1▲*12						

○：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

▲：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象以外）

2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の評価

(1) モータ（低圧，全閉型）の固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁特性低下[タービン高圧制御油ポンプモータ]

モータ（低圧，全閉型）の固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁特性低下に対する「事象の説明」，「技術評価」及び「高経年化への対応」は，「ポンプモータの技術評価書」のうち，低圧ポンプモータと同一であることから，当該評価書を参照のこと。

2. 非常用系タービン設備

［対象機器］

① 原子炉隔離時冷却系タービン及び付属装置

② 常設高圧代替注水系タービン及び付属装置

目次

1. 対象機器及び代表機器の選定 2-1
1.1 グループ化の考え方及び結果 2-1
1.2 代表機器の選定 2-1
2. 代表機器の技術評価 2-3
2.1 構造，材料及び使用条件 2-3
2.1.1 原子炉隔離時冷却系タービン及び付属装置 2-3
2.2 経年劣化事象の抽出 2-12
2.2.1 機器の機能達成に必要な項目 2-12
2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出 2-12
2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象 2-14
2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の評価 2-27
3. 代表機器以外への展開 2-28
3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象 2-28
3.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象 2-28

1. 対象機器及び代表機器の選定

東海第二で使用している主要な非常用系タービン設備の主な仕様を表1-1に示す。

これらのタービンを型式及び設置場所の観点からグループ化し，それぞれのグループより以下のとおり代表機器を選定した。

1.1 グループ化の考え方及び結果

型式及び設置場所を分類基準とし，表1-1に示すとおりグループ化する。

1.2 代表機器の選定

表1-1に分類されるグループ毎に，重要度，運転状態，最高使用温度，最高使用圧力の観点から代表機器を選定する。

(1) 非常用系タービン設備

このグループには原子炉隔離時冷却系タービン及び付属装置，常設高圧代替注水系タービン及び付属装置が属するが，重要度の観点から重要度が最も高い原子炉隔離時冷却系タービン及び付属装置を代表機器とする。

表 1-1　非常用系タービン設備のグループ化と代表機器の選定

分類基準		機器名称	仕様[*1] (出力×回転速度)	選定基準				選定	選定理由
				重要度[*2]	使用条件				
型式	設置 場所				運転 状態	最高使用 圧力[*1] (MPa)	最高使用 温度[*1] (℃)		
背圧式	屋内	原子炉隔離時冷却系タービン及び付属装置	541 kW × 4,500 rpm	MS-1 重[*3]	一時	8.62	302	◎	重要度
		常設高圧代替注水系タービン及び付属装置[*4]	620 kW × 5,514 rpm	重[*3]	一時	8.62	302		

◎：代表機器

*1：最大出力，最大回転速度，最高使用圧力，最高使用温度を示す

*2：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

*3：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す

*4：新規に設置される機器

2. 代表機器の技術評価

本章では,1 章で代表機器とした以下の非常用タービン設備について技術評価を実施する。

①原子炉隔離時冷却系タービン及び付属装置

2.1 構造，材料及び使用条件

2.1.1 原子炉隔離時冷却系タービン及び付属装置

(1) 構造

東海第二の原子炉隔離時冷却系タービンは，定格運転時最大出力 541 kW，最大回転速度 4,500 rpm の衝動螺旋流背圧式タービンであり，1 台設置されている。

駆動蒸気は，主蒸気管より導かれ，蒸気加減弁を通してタービンに流入し，ケーシングを経て，サプレッション・プールに排出される。

ケーシングは炭素鋼鋳鋼であり，主軸及び翼は低合金鋼である。

主軸及び翼は，ケーシングボルトを緩め，ケーシングを取り外すことにより，外に取り出し点検手入れが可能である。

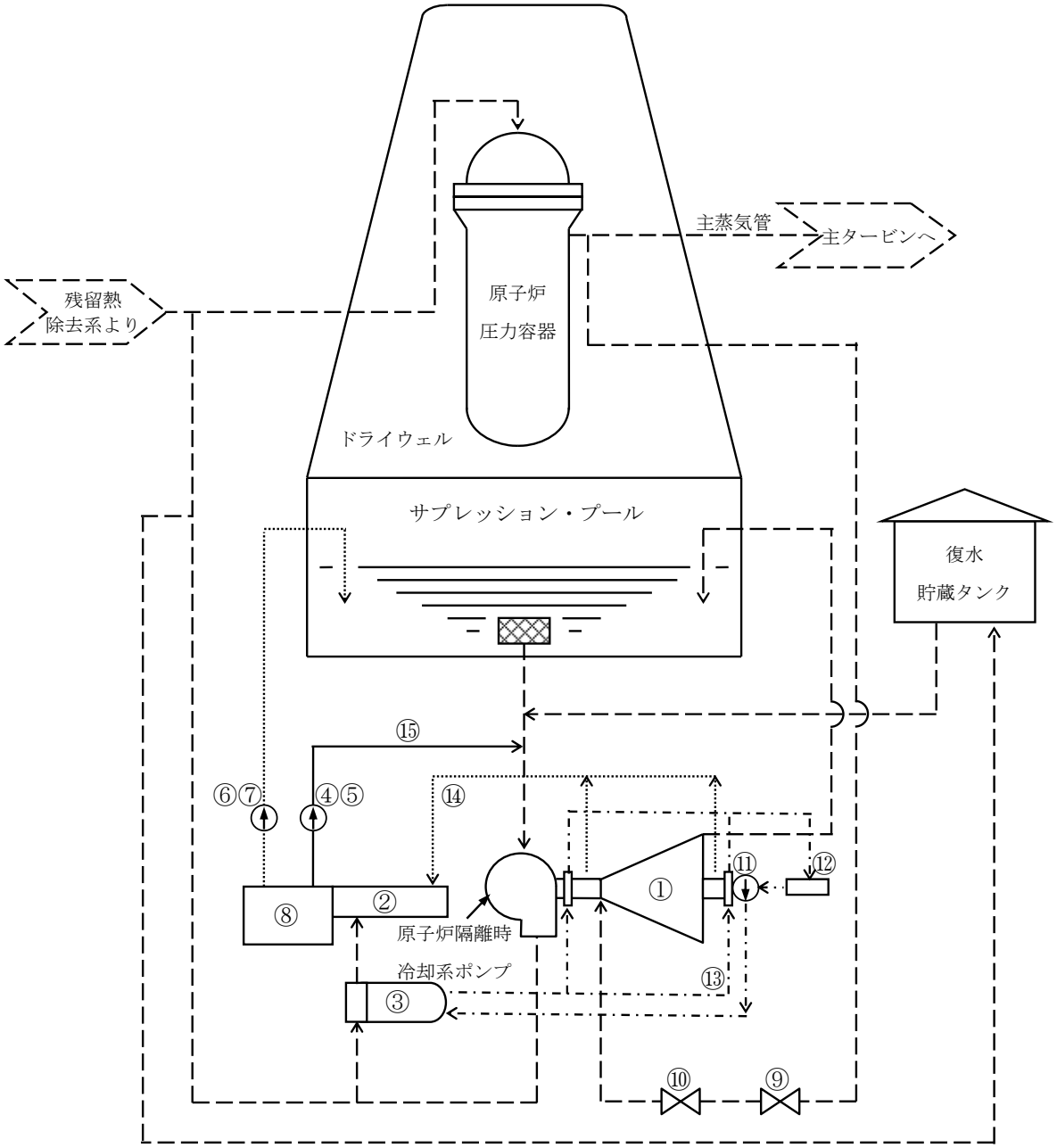
また，タービン周方向は 2 個のジャーナル軸受，タービン軸方向は 1 個のスラスト軸受により支えられている。

なお，原子炉隔離時冷却系タービンの付属設備として，蒸気止め弁，蒸気加減弁，調速・制御装置，非常調速装置，潤滑油装置（主油ポンプ，油冷却器，油タンク）及びグランド蒸気復水装置（バロメトリックコンデンサ，復水ポンプ，真空ポンプ，真空タンク）を設置している。

東海第二の原子炉隔離時冷却系タービン及び付属装置の系統図を図 2.1-1 に，構造図を図 2.1-2 に示す。

(2) 材料及び使用条件

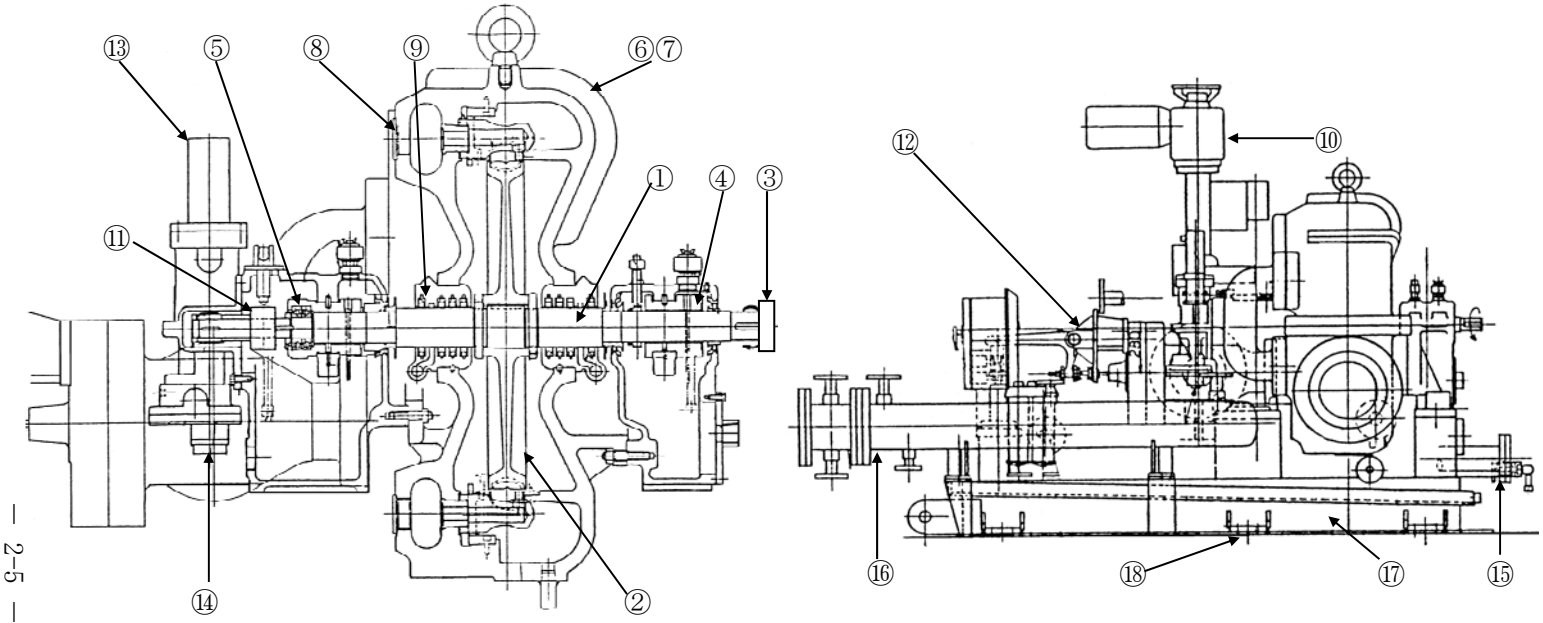
東海第二の原子炉隔離時冷却系タービン及び付属装置主要部位の使用材料を表 2.1-1 に，使用条件を表 2.1-2 に示す。



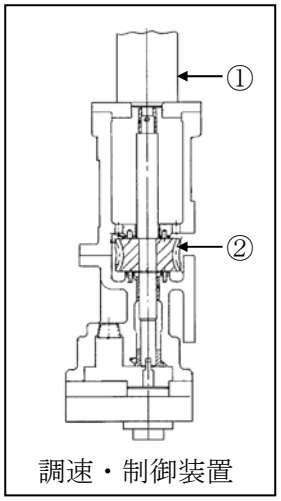
No.	部位
①	タービン
②	バロメトリックコンデンサ
③	油冷却器
④	復水ポンプ
⑤	復水ポンプモータ
⑥	真空ポンプ
⑦	真空ポンプモータ
⑧	真空タンク
⑨	蒸気止め弁
⑩	蒸気加減弁
⑪	主油ポンプ
⑫	油タンク
⑬	油配管
⑭	グランド蒸気系配管
⑮	復水系配管・弁

他報告書にて評価
油配管
グランド蒸気配管
復水配管

図 2.1-1　原子炉隔離時冷却系タービン及び付属装置系統図



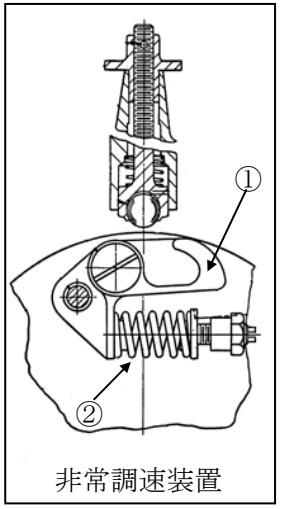
No.	部位
①	主軸
②	翼
③	軸継手
④	ジャーナル軸受
⑤	スラスト軸受（ころがり）
⑥	ケーシング
⑦	ケーシングボルト
⑧	ガスケット
⑨	カーボンリング
⑩	蒸気止め弁
⑪	非常調速装置
⑫	蒸気加減弁
⑬	調速・制御装置
⑭	主油ポンプ
⑮	油タンク
⑯	油冷却器
⑰	ベースプレート
⑱	基礎ボルト



調速・制御装置

No.	部位
①	EGR*1
②	歯車

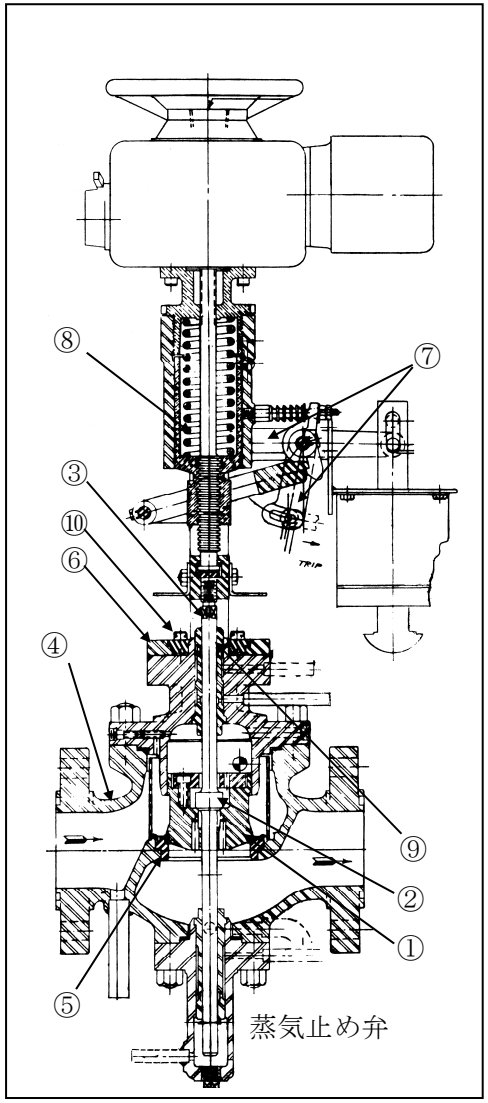
*1：EGR(Electric Governor with Remote Servo Actuator)

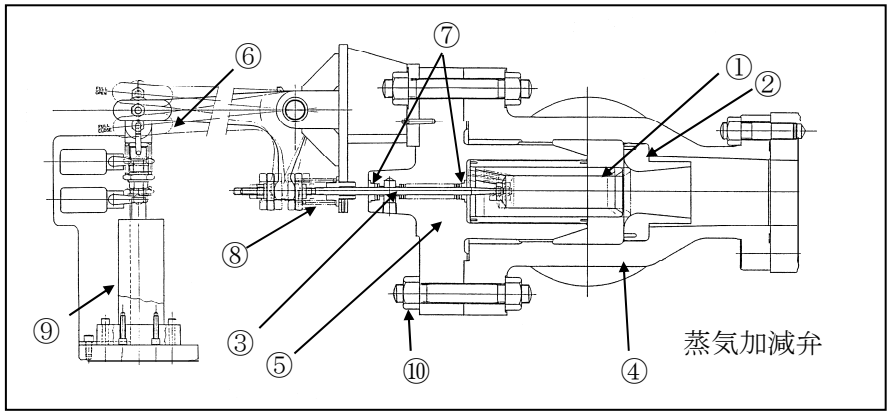


非常調速装置

No.	部位
①	トリップウェイト
②	スプリング

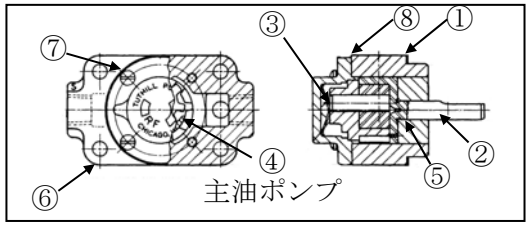
図 2.1-2(1/3)　原子炉隔離時冷却系タービン及び付属装置構造図



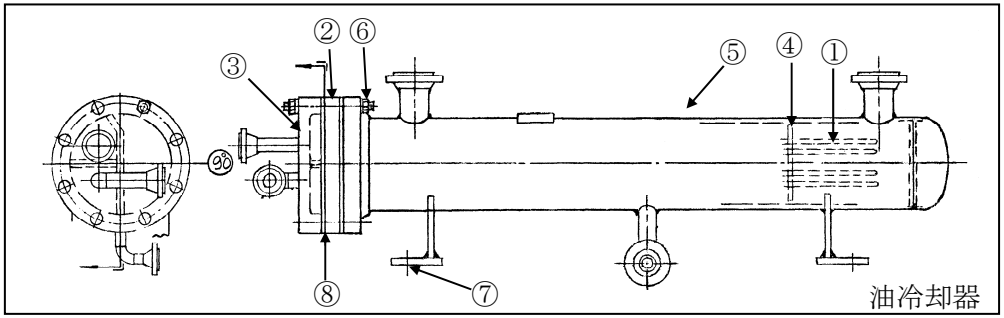


No.	部位
①	弁体
②	弁座
③	弁棒
④	弁箱
⑤	弁ふた
⑥	レバー
⑦	ブッシュ
⑧	スプリング
⑨	リモートサーボ
⑩	弁ふたボルト

No.	部位
①	弁体（主弁）
②	弁体（副弁）
③	弁棒
④	弁箱
⑤	弁座
⑥	弁ふた
⑦	レバー
⑧	スプリング
⑨	ブッシュ
⑩	弁ふたボルト



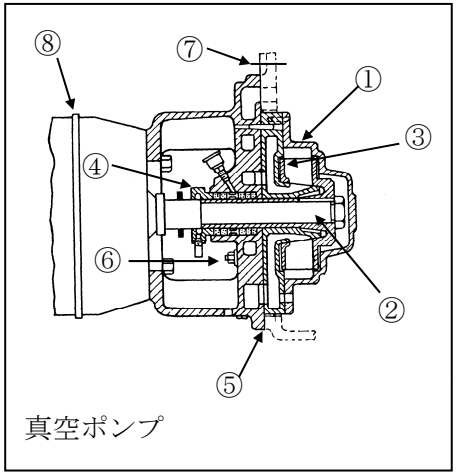
No.	部位
①	ケーシング
②	主軸
③	従軸
④	歯車
⑤	軸受（すべり）
⑥	ケーシングボルト
⑦	取付ボルト
⑧	ガスケット

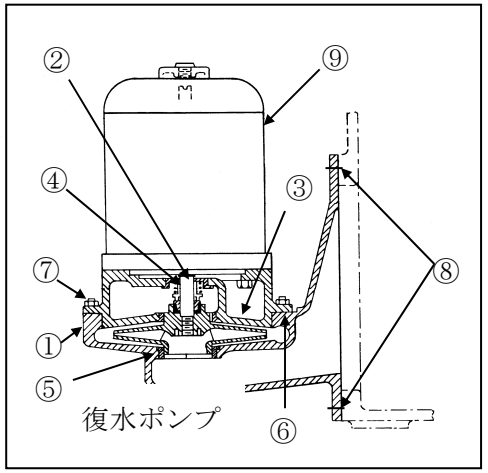


No.	部位
①	伝熱管
②	管板
③	水室
④	管支持板
⑤	胴
⑥	フランジボルト
⑦	取付ボルト
⑧	ガスケット

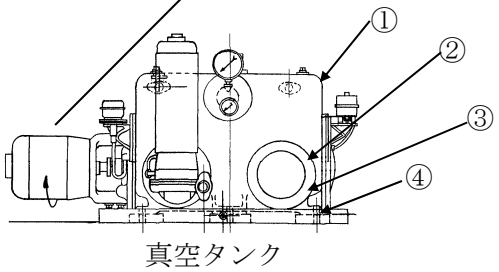
図 2.1-2(2/3)　原子炉隔離時冷却系タービン及び付属装置構造図

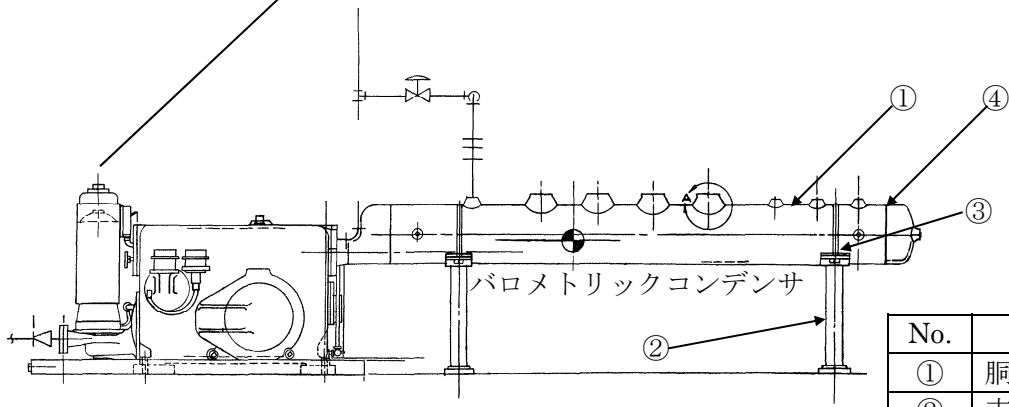
No.	部位
①	ケーシング
②	主軸
③	羽根車
④	シャフトシール
⑤	ガスケット
⑥	ケーシングボルト
⑦	取付ボルト
⑧	モータ（低圧，全閉型）





No.	部位
①	ケーシング
②	主軸
③	羽根車
④	メカニカルシール
⑤	シーリングリング
⑥	ガスケット
⑦	ケーシングボルト
⑧	取付ボルト
⑨	モータ（低圧，全閉型）





No.	部位
①	胴
②	フランジボルト
③	ガスケット
④	取付ボルト

No.	部位
①	胴
②	支持鋼材
③	取付ボルト
④	ガスケット

図 2.1-2(3/3)　原子炉隔離時冷却系タービン及び付属装置構造図

表 2.1-1（1/4）　原子炉隔離時冷却系タービン及び付属装置主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位		材料
タービン性能の確保	エネルギー変換	タービン	主軸	低合金鋼
			翼	低合金鋼
			軸継手	低合金鋼
	軸支持		ジャーナル軸受	鋳鉄，ホワイトメタル
			スラスト軸受（ころがり）	（消耗品）
バウンダリの維持	耐圧		ケーシング	炭素鋼鋳鋼
			ケーシングボルト	低合金鋼
	シール		ガスケット	（消耗品）
			カーボンリング	（消耗品）
隔離機能の維持	隔離	蒸気止め弁	弁体（主弁）	ステンレス鋼
			弁体（副弁）	低合金鋼
			弁棒	低合金鋼
			弁箱	炭素鋼鋳鋼
			弁座	ステンレス鋼
			弁ふた	炭素鋼鋳鋼
			レバー	炭素鋼鋳鋼
			スプリング	ばね鋼
			ブッシュ	（定期取替品）
			弁ふたボルト	低合金鋼
		非常調速装置	トリップウェイト	黄銅
			スプリング	ばね鋼

表 2.1-1 (2/4)　原子炉隔離時冷却系タービン及び付属装置主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位		材料
作動機能の維持	制御	蒸気加減弁	弁体	ステンレス鋼
			弁棒	ステンレス鋼
			弁箱	炭素鋼鋳鋼
			弁座	ステンレス鋼
			弁ふた	炭素鋼鋳鋼
			レバー	鋳鉄
			ブッシュ	(定期取替品)
			スプリング	ピアノ線
			弁ふたボルト	低合金鋼
		調速・制御装置	EGR*1	―
			リモートサーボ	―
			歯車	低合金鋼
	衛帯蒸気系機能の維持	バロメトリックコンデンサ	胴	炭素鋼
			取付ボルト	炭素鋼
			ガスケット	(消耗品)

*1：EGR (Electric Governor with Remote Servo Actuator)

表 2.1-1（3/4）　原子炉隔離時冷却系タービン及び付属装置主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位		材料
作動機能の維持	衛帯蒸気系機能の維持	真空タンク	胴	鋳鉄
			フランジボルト	炭素鋼
			ガスケット	（消耗品）
			取付ボルト	炭素鋼
		真空ポンプ	ケーシング	青銅
			主軸	炭素鋼
			羽根車	青銅
			シャフトシール	（消耗品）
			ガスケット	（消耗品）
			ケーシングボルト	炭素鋼
			取付ボルト	炭素鋼
			モータ （低圧，全閉型）	主軸，取付ボルト：炭素鋼 固定子コイル，口出線・接続部品 ：銅，絶縁物 回転子コア，固定子コア：電磁鋼板 回転子棒，回転子エンドリング ：アルミニウム フレーム，端子箱，エンドブラケット， ファン・ファンカバー：圧延鋼板 軸受（ころがり）：（消耗品）
		復水ポンプ	ケーシング	鋳鉄
			主軸	ステンレス鋼
			羽根車	青銅
			メカニカルシール	（消耗品）
			シーリングリング	（消耗品）
			ガスケット	（消耗品）
			ケーシングボルト	炭素鋼
			取付ボルト	炭素鋼
			モータ （低圧，全閉型）	主軸，取付ボルト：炭素鋼 固定子コイル，口出線・接続部品 ：銅，絶縁物 回転子コア，固定子コア：電磁鋼板 回転子棒，回転子エンドリング ：アルミニウム フレーム，端子箱，エンドブラケット， ファン・ファンカバー：圧延鋼板 軸受（ころがり）：（消耗品）
		復水系配管・弁		炭素鋼
		グランド蒸気系配管		炭素鋼

表 2.1-1（4/4）　原子炉隔離時冷却系タービン及び付属装置主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位		材料
作動機能の維持	潤滑油機能の確保	主油ポンプ	ケーシング	鋳鉄
			主軸	炭素鋼
			従軸	低合金鋼，炭素鋼
			歯車	低合金鋼
			軸受（すべり）	炭素鋼，ホワイトメタル
			ケーシングボルト	炭素鋼
			取付ボルト	低合金鋼
			ガスケット	（消耗品）
		油冷却器	伝熱管	ステンレス鋼
			管板	ステンレス鋼
			水室	ステンレス鋼
			管支持板	ステンレス鋼
			胴	炭素鋼
			フランジボルト	低合金鋼
			取付ボルト	低合金鋼
			ガスケット	（消耗品）
		油タンク		炭素鋼
		油配管		炭素鋼
機器の支持	支持	ベースプレート		炭素鋼
		支持鋼材		炭素鋼
		基礎ボルト		炭素鋼

表 2.1-2　原子炉隔離時冷却系タービン及び付属装置の使用条件

タービン	運転圧力	8.62 MPa
	運転温度	302 ℃
	回転速度	2,200～4,500 rpm
	内部流体	蒸気

2.2 経年劣化事象の抽出

2.2.1 機器の機能達成に必要な項目

原子炉隔離時冷却系タービン及び付属装置の機能達成に必要な項目は以下のとおり。

(1) タービン性能の確保

(2) バウンダリの維持

(3) 隔離機能の維持

(4) 作動機能の維持

(5) 機器の支持

2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

(1) 想定される経年劣化事象の抽出

原子炉隔離時冷却系タービン及び付属装置について，機能達成に必要な項目を考慮して主要な部位に展開した上で，個々の部位の材料，構造，使用条件（内部流体の種類，応力，温度等）及び現在までの運転経験を考慮し，表 2.2-1 に示すとおり，想定される経年劣化事象を抽出した（表 2.2-1 で○又は△，▲）。

なお，消耗品及び定期取替品は以下のとおり評価対象外とする。

(2) 消耗品及び定期取替品の扱い

スラスト軸受（ころがり），ガスケット，カーボンリング，シャフトシール，軸受（ころがり），メカニカルシール，シーリングリングは消耗品，ブッシュは定期取替品であり，設計時に長期使用せず取替を前提としていることから高経年化対策を見極める上での評価対象外とする。

(3) 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

想定される経年劣化事象のうち下記①，②に該当しない事象を高経年化対策上着目すべき経年劣化事象と判断した。

なお，下記①，②に該当する事象については 2.2.3 項に示すとおり，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断した。

① 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって，想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象として表 2.2-1 で△）

② 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により，今後も経年劣化の進展が考えられない又は進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外として表 2.2-1 で▲）

この結果，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象として以下の事象が抽出された（表 2.2-1 で○）。

a. モータ（低圧，全閉型）の固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁特性低下
［真空ポンプ，復水ポンプ］

2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

(1) 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって，想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象）

a. 基礎ボルトの腐食（全面腐食）［原子炉隔離時冷却系タービン］

基礎ボルトの健全性については，「機械設備の技術評価書」にて評価を実施するものとし，本評価書には含めない。

b. 主軸，従軸の摩耗［原子炉隔離時冷却系タービン，真空ポンプ，復水ポンプ，主油ポンプ］

ジャーナル軸受を使用している原子炉隔離時冷却系タービンの主軸，すべり軸受を使用している主油ポンプの主軸，従軸については，摺動面の摩耗が考えられるが，潤滑油が供給され主軸と軸受間に油膜が形成されており，摩耗の可能性は小さい。

また，点検時の寸法検査及び目視点検において有意な摩耗がないことを確認している。

ころがり軸受を使用している原子炉隔離時冷却系タービン，真空ポンプ，復水ポンプの主軸については，主軸と軸受の接触面の摩耗が考えられるが，目視点検において有意な摩耗がないことを確認している。

したがって，主軸，従軸の摩耗は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

c. ジャーナル軸受及びすべり軸受の摩耗，はく離［原子炉隔離時冷却系タービン，主油ポンプ］

原子炉隔離時冷却系タービンのジャーナル軸受，主油ポンプのすべり軸受は，ホワイトメタルを軸受に溶着しているので摩耗及びはく離が想定される。

摩耗については，軸と軸受間に油膜が形成されており，摩耗の可能性は小さい。また，分解点検時の目視点検において有意な摩耗がないことを確認している。

はく離については，分解点検時に目視点検もしくは浸透探傷検査を実施しており，有意なはく離がないことを確認している。

したがって，ジャーナル軸受及びすべり軸受の摩耗，はく離は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

d. 弁棒の摩耗［蒸気止め弁，蒸気加減弁］

蒸気止め弁及び蒸気加減弁の弁棒は，ブッシュ等との摺動部に摩耗が想定されるが，目視点検において有意な摩耗がないことを確認している。

したがって，弁棒の摩耗は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

e. レバー，トリップウェイトの摩耗［蒸気止め弁，蒸気加減弁，非常調速装置］

蒸気止め弁及び蒸気加減弁のレバー，非常調速装置のトリップウェイトは摺動部に摩耗が想定されるが，目視点検において有意な摩耗がないことを確認している。

したがって，レバー，トリップウェイトの摩耗は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

f. ケーシング，弁箱，弁ふた，レバー，胴，タンク，配管，弁の外面の腐食（全面腐食）［原子炉隔離時冷却系タービン，蒸気止め弁，蒸気加減弁，バロメトリックコンデンサ，真空タンク，真空ポンプ，復水ポンプ，主油ポンプ，油冷却器，油タンク，復水系配管・弁，グランド蒸気系配管，油配管］

原子炉隔離時冷却系タービン（ケーシング），蒸気止め弁（弁箱，弁ふた，レバー），蒸気加減弁（弁箱，弁ふた）は炭素鋼鋳鋼，蒸気加減弁（レバー），真空タンク（胴），復水ポンプ（ケーシング），主油ポンプ（ケーシング）は鋳鉄，真空ポンプ（ケーシング）は青銅，バロメトリックコンデンサ（胴），油冷却器（胴），油タンク，復水系配管・弁，グランド蒸気系配管，油配管は炭素鋼であり，腐食の発生が考えられるが，外気接触部は塗装を施しており，塗膜の状態を目視点検で確認し，必要に応じて補修塗装を実施していることから，腐食発生の可能性は小さい。

また，目視確認において有意な腐食がないことを確認している。

したがって，ケーシング，弁箱，弁ふた，レバー，胴，タンク，配管，弁の外面の腐食（全面腐食）は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

g. 胴，ケーシング，配管，弁の内面の腐食（全面腐食）［バロメトリックコンデンサ，真空タンク，真空ポンプ，復水ポンプ，復水系配管・弁，グランド蒸気系配管］

真空タンクの胴，復水ポンプのケーシングは鋳鉄，真空ポンプのケーシングは青銅であり，内部流体は純水又は蒸気であることから腐食の発生が考えられるが，目視点検において有意な腐食がないことを確認している。

また，バロメトリックコンデンサの胴，復水系配管・弁，グランド蒸気系配管の材料は炭素鋼で，内部流体は純水又は蒸気であることから腐食の発生が考えられるが，使用環境が同様の真空タンク，真空ポンプ，復水ポンプの点検結果から有意な腐食発生の可能性は小さい。

したがって，胴，ケーシング，配管，弁の内面の腐食（全面腐食）は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

h. 羽根車の腐食（全面腐食）［真空ポンプ，復水ポンプ］

真空ポンプ及び復水ポンプの羽根車は青銅であり，内部流体は純水又は蒸気であることから，腐食の発生が考えられるが，目視点検において有意な腐食がないことを確認している。

したがって，羽根車の腐食（全面腐食）は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

i. ベースプレート，支持鋼材の腐食（全面腐食）［原子炉隔離時冷却系タービン，バロメトリックコンデンサ］

原子炉隔離時冷却系タービンのベースプレート及びバロメトリックコンデンサの支持鋼材は炭素鋼であり，腐食の発生が考えられるが，外気接触部は塗装を施しており，塗膜の状態を目視点検で確認し，必要に応じて補修塗装を実施していることから，腐食発生の可能性は小さい。

また，目視確認において有意な腐食がないことを確認している。

したがって，ベースプレート及び支持鋼材の腐食（全面腐食）は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

j. ケーシングボルト，取付ボルト，フランジボルト，弁ふたボルトの腐食（全面腐食）［共通］

ケーシングボルト，取付ボルト，フランジボルト，弁ふたボルトの材料は炭素鋼，低合金鋼であり，腐食が想定されるが，ボルトの外気接触部は塗装を施しており，必要に応じて補修塗装を実施していることから腐食の可能性は小さい。

また，ボルトは分解点検時に健全性を確認しており，点検時に必要に応じて交換することにより機能を維持している。

したがって，ケーシングボルト，取付ボルト，フランジボルト，弁ふたボルトの腐食（全面腐食）は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

k. EGR，リモートサーボの性能低下［調速・制御装置］

調速・制御装置は一定のポンプ吐出圧力となるように蒸気加減弁に流入する蒸気量を調整している。調速・制御装置は運転中，回転速度を常時制御しているため，駆動部に摺動等による摩耗及び潤滑油の変質，異物の付着による性能劣化が進行し，性能低下が発生する可能性がある。

調速・制御装置（EGR，リモートサーボ）については定期的に，分解点検，潤滑油の交換・フラッシング，応答性試験，試運転調整を実施しており，有意な異常が確認された時は補修・取替を実施することで，機能を維持している。

したがって，EGR，リモートサーボの性能低下は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

l. 軸継手の摩耗［原子炉隔離時冷却系タービン］

原子炉隔離時冷却系タービンの軸継手は運転時に動力を伝える部品であるため，長期使用において摩耗が考えられるが，グリースにより潤滑されており，摩耗の可能性は小さい。

なお，分解点検時の目視点検において有意な摩耗は確認されておらず，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，軸継手の摩耗は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

m. 歯車の摩耗［主油ポンプ，調速・制御装置］

主油ポンプ及び調速・制御装置の歯車の噛み合い部は摩耗が考えられるが，ポンプ内部流体は油であり，また，調速・制御装置の歯車には油が供給されており，歯面が常時潤滑されているため，摩耗の可能性は小さい。

なお，これまでの目視点検において有意な摩耗は確認されておらず，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，歯車の摩耗は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

n. 主軸，翼，ケーシングの腐食（流れ加速型腐食）［原子炉隔離時冷却系タービン］

原子炉隔離時冷却系タービンの主軸，翼の材料は低合金鋼，ケーシングは炭素鋼鋳鋼であり，蒸気雰囲気下において腐食（流れ加速型腐食）発生の可能性が考えられるが，本装置は，定期的な機能確認試験時（1 ヶ月に 1 回）のみの運転（約 30 分程度）であり，腐食（流れ加速型腐食）進行の可能性は小さい。

なお，これまでの目視点検において有意な腐食（流れ加速型腐食）は確認されておらず，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，主軸，翼，ケーシングの腐食（流れ加速型腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

o. 弁の腐食（流れ加速型腐食）［蒸気止め弁，蒸気加減弁］

蒸気止め弁（弁体（主弁），弁座），蒸気加減弁（弁体，弁棒，弁座）はステンレス鋼，蒸気止め弁（弁箱），蒸気加減弁（弁箱，弁ふた）は炭素鋼鋳鋼，蒸気止め弁（弁体（副弁），弁棒）は低合金鋼であり，蒸気雰囲気下において腐食（流れ加速型腐食）発生の可能性が考えられるが，原子炉隔離時冷却系タービンと同様，定期的な機能確認試験時のみの運転であり，腐食（流れ加速型腐食）進行の可能性は小さい。

なお，これまでの目視点検において各部位に有意な腐食（流れ加速型腐食）は確認されておらず，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，弁の腐食（流れ加速型腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

p. 羽根車の腐食（キャビテーション）［復水ポンプ］

ポンプ内部の羽根車でキャビテーションが発生すると，羽根車表面にエロージョンが生じ，ポンプ性能に影響を及ぼす可能性があるが，ポンプはキャビテーションを起こさない条件（有効吸込ヘッド＞必要有効吸込ヘッド）を満たすよう設計段階で既に考慮されており，この大小関係は経年的に変化するものではない。

なお，これまでの目視点検において有意な腐食（キャビテーション）は確認されておらず，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，羽根車の腐食（キャビテーション）は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

q. ケーシング，胴，タンク，配管の内面の腐食（全面腐食）［主油ポンプ，油冷却器，油タンク，油配管］

主油ポンプのケーシングは鋳鉄，油冷却器の胴，油タンク及び油配管の材料は炭素鋼であり腐食の発生が考えられるが，内部流体は油であり腐食発生の可能性は小さい。

なお，主油ポンプ，油冷却器，油タンクは，これまでの目視点検において有意な腐食は確認されておらず，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，ケーシング，胴，タンク，配管の内面の腐食（全面腐食）は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

r. 主軸，従軸の腐食（全面腐食）［主油ポンプ］

主油ポンプの主軸及び従軸は炭素鋼であり腐食の発生が考えられるが，内部流体は油であり腐食発生の可能性は小さい。

なお，主油ポンプは，これまでの目視点検において有意な腐食は確認されておらず，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，主軸，従軸の腐食（全面腐食）は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

s. 主軸の高サイクル疲労割れ［原子炉隔離時冷却系タービン］

原子炉隔離時冷却系タービンの主軸には定常応力と変動応力が発生する。高平均応力下において繰返し応力を受けると，応力集中部等において高サイクル疲労割れが想定されるが，主軸は設計段階において疲労割れが発生しないよう考慮された設計となっており，高サイクル疲労割れが発生する可能性は小さい。

なお，これまでの目視点検及び浸透探傷検査において，有意な欠陥は確認されておらず，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，主軸の高サイクル疲労割れは高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

t．主軸の高サイクル疲労割れ［真空ポンプ，復水ポンプ，主油ポンプ］

真空ポンプ，復水ポンプ，主油ポンプの主軸は繰返し応力を受けると，応力集中部等において高サイクル疲労割れが想定されるが，ポンプ主軸は設計段階において疲労割れが発生しないよう考慮された設計となっており，高サイクル疲労割れが発生する可能性は小さい。

なお，これまでの目視点検及び浸透探傷検査において，有意な欠陥は確認されておらず，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，主軸の高サイクル疲労割れは高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

u．ケーシングの疲労割れ［原子炉隔離時冷却系タービン］

原子炉隔離時冷却系タービンのケーシングは，炭素鋼鋳鋼であり定期的な機能確認試験時の熱応力による材料への疲労の蓄積から疲労割れが想定される。

しかし，定期的な機能確認試験時は，急激な過渡変化を生じないように運転しており，また，低負荷から定格負荷まで徐々に負荷上昇する運用であることから熱応力による疲労蓄積は小さく，疲労割れが発生する可能性は小さい。

なお，これまでの目視点検及び浸透探傷検査において有意な欠陥は確認されておらず，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，ケーシングの疲労割れは高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

v．弁棒の疲労割れ［蒸気止め弁，蒸気加減弁］

弁棒段付部等は角部を滑らかにし，応力集中がかからないような構造としており，発生応力の低減を図っている。

また，弁全開時であってもバックシートで受けるような構造ではないことから，有意な応力は発生しないと考える。

なお，これまでの目視点検及び浸透探傷検査において，段付部等応力集中の想定される部位に有意な欠陥は確認されておらず，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，弁棒の疲労割れは高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

w. モータ（低圧，全閉型）主軸の摩耗［真空ポンプ，復水ポンプ］

x. モータ（低圧，全閉型）のフレーム，エンドブラケット，ファン・ファンカバー及び端子箱の腐食［真空ポンプ，復水ポンプ］

y. モータ（低圧，全閉型）の固定子コア及び回転子コアの腐食［真空ポンプ，復水ポンプ］

z. モータ（低圧，全閉型）の取付ボルトの腐食［真空ポンプ，復水ポンプ］

aa. モータ（低圧，全閉型）主軸の高サイクル疲労割れ［真空ポンプ，復水ポンプ］

以上，w.～aa.の評価については，「ポンプモータの技術評価書」の低圧ポンプモータと同一であることから，当該の評価書参照のこと。

(2) 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により，今後も経年劣化の進展が考えられない，又は進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外）

a. 伝熱管，管板の応力腐食割れ［油冷却器］

油冷却器の伝熱管，管板は，ステンレス鋼であり応力腐食割れが想定されるが，実際の運転温度は 100 ℃以下であり，応力腐食割れが発生する可能性はない。

したがって，伝熱管，管板の応力腐食割れは，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

b. モータ（低圧，全閉型）の回転子棒及び回転子エンドリングの疲労割れ［真空ポンプ，復水ポンプ］

以上，b.の評価については，「ポンプモータの技術評価書」の低圧ポンプモータと同一であることから，当該の評価書参照のこと。

c. スプリングのへたり［蒸気止め弁，非常調速装置，蒸気加減弁］

スプリングは常時応力がかかった状態で使用されるため，へたりが考えられる。

しかし，スプリング使用時のねじり応力は許容ねじり応力以下になるよう設定されており，また，スプリングの材料に対する推奨最高使用温度よりも実際の使用温度は低いことから，へたりの進行の可能性はない。

したがって，スプリングのへたりは，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

表 2.2-1(1/5)　原子炉隔離時冷却系タービン及び付属装置に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位		消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考
						減肉		割れ		材質変化		その他	
						摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
タービン性能の確保	エネルギー変換	タービン	主軸		低合金鋼	△	△*1	△*2					*1:流れ加速型腐食 *2:高サイクル疲労割れ *3:はく離 *4:内面 *5:外面 *6:へたり
			翼		低合金鋼		△*1						
			軸継手		低合金鋼	△							
	軸支持		ジャーナル軸受		鋳鉄,ホワイトメタル	△						△*3	
			スラスト軸受（ころがり）	◎	－								
バウンダリの維持	耐圧		ケーシング		炭素鋼鋳鋼		△*1*4△*5	△					
			ケーシングボルト		低合金鋼		△						
	シール		ガスケット	◎	－								
			カーボンリング	◎	－								
隔離機能の維持	隔離	蒸気止め弁	弁体（主弁）		ステンレス鋼		△*1						
			弁体（副弁）		低合金鋼		△*1						
			弁棒		低合金鋼	△	△*1	△					
			弁箱		炭素鋼鋳鋼		△*1*4△*5						
			弁座		ステンレス鋼		△*1						
			弁ふた		炭素鋼鋳鋼		△*5						
			レバー		炭素鋼鋳鋼	△	△*5						
			スプリング		ばね鋼							▲*6	
			ブッシュ	◎	－								
			弁ふたボルト		低合金鋼		△						

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

▲：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象以外）

表 2.2-1(2/5)　原子炉隔離時冷却系タービン及び付属装置に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位		消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考
						減肉		割れ		材質変化		その他	
						摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
隔離機能の維持	隔離	非常調速装置	トリップウェイト		黄銅	△							*1:へたり *2:流れ加速型腐食 *3:内面 *4:外面 *5:性能低下
			スプリング		ばね鋼							▲*1	
作動機能の維持	制御	蒸気加減弁	弁体		ステンレス鋼		△*2						
			弁棒		ステンレス鋼	△	△*2	△					
			弁箱		炭素鋼鋳鋼		△*2*3△*4						
			弁座		ステンレス鋼		△*2						
			弁ふた		炭素鋼鋳鋼		△*2*3△*4						
			レバー		鋳鉄	△	△*4						
			ブッシュ	◎	－								
			スプリング		ピアノ線							▲*1	
			弁ふたボルト		低合金鋼		△						
		調速・制御装置	EGR		－							△*5	
			リモートサーボ		－							△*5	
			歯車		低合金鋼	△							

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

▲：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象以外）

表 2.2-1(3/5)　原子炉隔離時冷却系タービン及び付属装置に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位		消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考
						減肉		割れ		材質変化		その他	
						摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
作動機能の維持	衛帯蒸気系機能の維持	バロメトリックコンデンサ	胴		炭素鋼		△*1*2						*1:内面 *2:外面 *3:高サイクル疲労割れ *4:主軸 *5:フレーム，エンドブラケット，ファン・ファンカバー及び端子箱 *6:固定子コア及び回転子コア *7:取付ボルト *8:回転子棒及び回転子エンドリング *9:固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁特性低下
			取付ボルト		炭素鋼		△						
			ガスケット	◎	－								
		真空タンク	胴		鋳鉄		△*1*2						
			フランジボルト		炭素鋼		△						
			ガスケット	◎	－								
			取付ボルト		炭素鋼		△						
		真空ポンプ	ケーシング		青銅		△*1*2						
			主軸		炭素鋼	△		△*3					
			羽根車		青銅		△						
			シャフトシール	◎	－								
			ガスケット	◎	－								
			ケーシングボルト		炭素鋼		△						
			取付ボルト		炭素鋼		△						
			モータ（低圧，全閉型）	◎(軸受(ころがり))	銅，絶縁物他	△*4	△*5*6*7	△*3*4▲*8				○*9	

○：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

▲：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象以外）

表 2.2-1(4/5)　原子炉隔離時冷却系タービン及び付属装置に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位		消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考
						減肉		割れ		材質変化		その他	
						摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
作動機能の維持	衛帯蒸気系機能の維持	復水ポンプ	ケーシング		鋳鉄		△*1*2						*1:内面 *2:外面 *3:高サイクル疲労割れ *4:キャビテーション *5:主軸 *6:フレーム，エンドブラケット，ファン・ファンカバー及び端子箱 *7:固定子コア及び回転子コア *8:取付ボルト *9:回転子棒及び回転子エンドリング *10:固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁特性低下 *11:はく離
			主軸		ステンレス鋼	△		△*3					
			羽根車		青銅		△△*4						
			メカニカルシール	◎	－								
			シーリングリング	◎	－								
			ガスケット	◎	－								
			ケーシングボルト		炭素鋼		△						
			取付ボルト		炭素鋼		△						
			モータ（低圧，全閉型）	◎（軸受（ころがり））	銅，絶縁物他	△*5	△*6*7*8	△*3*5▲*9				○*10	
		復水系配管・弁			炭素鋼		△*1*2						
		グランド蒸気系配管			炭素鋼		△*1*2						
	潤滑油機能の確保	主油ポンプ	ケーシング		鋳鉄		△*1*2						
			主軸		炭素鋼	△	△	△*3					
			従軸		低合金鋼，炭素鋼	△	△						
			歯車		低合金鋼	△							
			軸受（すべり）		炭素鋼，ホワイトメタル	△						△*11	
			ケーシングボルト		炭素鋼		△						
			取付ボルト		低合金鋼		△						
			ガスケット	◎	－								

○：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

▲：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象以外）

表 2.2-1(5/5)　原子炉隔離時冷却系タービン及び付属装置に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位		消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考
						減肉		割れ		材質変化		その他	
						摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
作動機能の維持	潤滑油機能の確保	油冷却器	伝熱管		ステンレス鋼				▲				*1:内面 *2:外面
			管板		ステンレス鋼				▲				
			水室		ステンレス鋼								
			管支持板		ステンレス鋼								
			胴		炭素鋼		△*1*2						
			フランジボルト		低合金鋼		△						
			取付ボルト		低合金鋼		△						
			ガスケット	◎	－								
		油タンク			炭素鋼		△*1*2						
		油配管			炭素鋼		△*1*2						
機器の支持	支持	ベースプレート			炭素鋼		△						
		支持鋼材			炭素鋼		△						
		基礎ボルト			炭素鋼		△						

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

▲：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象以外）

2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の評価

(1) モータ（低圧，全閉型）の固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁特性低下［真空ポンプ，復水ポンプ］

モータ（低圧，全閉型）の固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁特性低下に対する「事象の説明」，「技術評価」及び「高経年化への対応」は，「ポンプモータの技術評価書」のうち，低圧ポンプモータと同一であることから，当該評価書を参照のこと。

3. 代表機器以外への展開

本章では，2 章で実施した代表機器の技術評価について，1 章で実施したグループ化で代表機器となっていない機器である常設高圧代替注水系タービン及び付属装置について検討した。

① 常設高圧代替注水系タービン及び付属装置

なお，基礎ボルトについては，常設高圧代替注水系ポンプと常設高圧代替注水系タービンの取付ベースが共通であることから，「ポンプ技術評価書」にて評価を実施するものとし本評価書には含めない。

3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

a. モータ（低圧，全閉型）の固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁特性低下［真空ポンプ，復水ポンプ］

モータ（低圧，全閉型）の固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁特性低下に関しては，真空ポンプ，復水ポンプは代表機器にのみ設置されており，代表機器以外への展開は不要である。

3.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

(1) 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって，想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象）

a. 主軸，ジャーナル軸受の摩耗［常設高圧代替注水系タービン］

主軸はステンレス鋼であり，ジャーナル軸受はステンレス鋼及びカーボンのすべり軸受を使用することとしており，主軸及びジャーナル軸受の摺動面の摩耗が想定されるが，潤滑水が供給されることにより，主軸と軸受間に水膜が形成されるため，摩耗の可能性は小さい。

また，常設高圧代替注水系タービン及び付属装置は新たに設置されることから，今後，寸法検査及び目視点検を実施し，摩耗の有無を確認することで健全性を維持できると考える。

したがって，主軸，ジャーナル軸受の摩耗は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

b. シリンダ，ピストンの摩耗[蒸気止め弁，調速・制御装置]

蒸気止め弁のピストン，調速・制御装置のシリンダ及びピストンは摺動面の摩耗が想定されるが，常設高圧代替注水系タービン及び付属装置は新たに設置されることから，今後，目視点検を実施し，摩耗の有無を確認することで健全性を維持できると考える。

したがって，シリンダ，ピストンの摩耗は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

c．弁棒の摩耗［蒸気止め弁，蒸気加減弁］

蒸気止め弁及び蒸気加減弁の弁棒は摩耗が想定されるが，常設高圧代替注水系タービン及び付属装置は新たに設置されることから，今後，弁ふた側のブッシュと適切な隙間管理を行い，分解点検時に目視点検を実施し，摩耗の有無を確認することで健全性を維持できると考える。

したがって，弁棒の摩耗は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

d.トリップボルトの摩耗［非常調速装置］

非常調速装置のトリップボルトは摩耗が想定されるが，常設高圧代替注水系タービン及び付属装置は新たに設置されることから，今後，分解点検時に目視点検を実施し，摩耗の有無を確認することで健全性を維持できると考える。

したがって，トリップボルトの摩耗は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

e．ケーシングの腐食（全面腐食）［常設高圧代替注水系タービン］

常設高圧代替注水系タービンのケーシングはステンレス鋳鋼及び低合金鋼であり，腐食が想定されるが，常設高圧代替注水系タービン及び付属装置は新たに設置されることから，今後，分解点検時に目視点検を実施し，腐食の有無を確認することで健全性を維持できると考える。

したがって，ケーシングの腐食（全面腐食）は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

f．弁箱，ベースプレートの腐食（全面腐食）［蒸気止め弁，蒸気加減弁，常設高圧代替注水系タービン］

蒸気止め弁及び蒸気加減弁の弁箱は低合金鋼，ベースプレートは炭素鋼であり，腐食が想定されるが，常設高圧代替注水系タービン及び付属装置は新たに設置されることから，外気接触部は塗装を施すこととしており，今後，塗膜の状態を目視点検で確認し，必要に応じて補修塗装を実施することで健全性を維持できると考える。

したがって，弁箱，ベースプレートの腐食（全面腐食）は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

g．ケーシングボルトの腐食（全面腐食）［常設高圧代替注水系タービン］

常設高圧代替注水系タービンのケーシングボルトは低合金鋼であり，腐食が想定されるが，常設高圧代替注水系タービン及び付属装置は新たに設置されることから，ボルトの外気接触部は塗装を施すこととしており，今後，塗膜の状態を目視点検で確認し，必要に応じて補修塗装を実施することで健全性を維持できると考える。

したがって，ケーシングボルトの腐食（全面腐食）は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

h. ケーシングボルトの応力腐食割れ[常設高圧代替注水系タービン]

常設高圧代替注水系タービンのケーシングボルトはステンレス鋼であり，蒸気環境下で使用するため，応力腐食割れが発生する可能性があるが，常設高圧代替注水系タービン及び付属装置は新たに設置されることから，今後，ボルトは，目視点検及び浸透探傷検査を実施し，欠陥の有無を確認することで健全性を維持できると考える。

したがって，ケーシングボルトの応力腐食割れは，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

i. 主軸，翼，ケーシングの腐食（流れ加速型腐食）［常設高圧代替注水系タービン］

常設高圧代替注水系タービンの主軸，翼の材料はステンレス鋼，ケーシングはステンレス鋳鋼及び低合金鋼であり，蒸気雰囲気下において腐食（流れ加速型腐食）が想定されるが，本装置は，定期的な機能確認試験時のみの運転であり，腐食（流れ加速型腐食）進行の可能性は小さい。

なお，常設高圧代替注水系タービン及び付属装置は新たに設置されることから，主軸，翼，ケーシングの腐食（流れ加速型腐食）については，今後，分解点検時に目視点検を実施し，腐食（流れ加速型腐食）の有無を確認することで健全性を維持できると考える。

したがって，主軸，翼，ケーシングの腐食（流れ加速型腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

j. 弁の腐食（流れ加速型腐食）［蒸気止め弁，蒸気加減弁］

蒸気止め弁（弁体），蒸気加減弁（弁体，弁棒）はステンレス鋼，蒸気止め弁（弁箱，弁ふた，弁座），蒸気加減弁（弁箱，弁ふた，弁座）は低合金鋼であり，蒸気雰囲気下において腐食（流れ加速型腐食）が想定されるが，タービンと同様，定期試験時のみの運転であり，腐食（流れ加速型腐食）進行の可能性は小さい。

なお，常設高圧代替注水系タービン及び付属装置は新たに設置されることから，弁の腐食（流れ加速型腐食）については，今後，分解点検時に目視点検を実施し，腐食（流れ加速型腐食）の有無を確認することで健全性を維持できると考える。

したがって，弁の腐食（流れ加速型腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

k. 主軸の高サイクル疲労割れ［常設高圧代替注水系タービン］

主軸は繰返し応力を受けると，応力集中部等において高サイクル疲労割れが想定されるが，設計段階において疲労割れが発生しないよう考慮された設計とすることとしており，高サイクル疲労割れが発生する可能性は小さい。

なお，常設高圧代替注水系タービン及び付属装置は新たに設置されることから，主軸の高サイクル疲労割れについては，今後，分解点検時に目視点検及び浸透探傷検査を実施し，欠陥の有無を確認することで健全性を維持できると考える。

したがって，主軸の高サイクル疲労割れは高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

l. ケーシングの疲労割れ［常設高圧代替注水系タービン］

常設高圧代替注水系タービンのケーシングは，ステンレス鋳鋼であり定期的な機能確認試験時の熱応力による材料への疲労の蓄積から疲労割れが想定される。

しかし，定期的な機能確認試験時は，急激な温度変化を生じないように運転することとしており，熱応力による疲労蓄積は小さいことから疲労割れが発生する可能性は小さい。

なお，常設高圧代替注水系タービン及び付属装置は新たに設置されることから，ケーシングの疲労割れについては，今後，分解点検時に目視点検及び浸透探傷検査を実施し，欠陥の有無を確認することで健全性を維持できると考える。

したがって，ケーシングの疲労割れは高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

m. 弁棒の疲労割れ［蒸気加減弁］

弁棒段付部等は角部を滑らかにし，応力集中がかからないような構造とすることとしており，発生応力の低減を図る。

また，弁全開時であってもバックシートで受けるような構造ではないことから，有意な応力は発生しないと考える。

なお，常設高圧代替注水系タービン及び付属装置は新たに設置されることから，弁棒の疲労割れについては，今後，分解点検時に目視点検及び浸透探傷検査を実施し，欠陥の有無を確認することで健全性を維持できると考える。

したがって，弁棒の疲労割れは高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

(2) 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により，今後も経年劣化の進展が考えられない，又は進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外）

a. スプリングのへたり［非常調速装置，調速・制御装置］

スプリングは常時応力がかかった状態で使用されるため，へたりが想定される。

しかし，スプリング使用時のねじり応力は許容ねじり応力以下になるよう設定することとしており，また，スプリングの材料に対する推奨最高使用温度よりも実際の使用温度は低いことから，へたりの進行の可能性はない。

したがって，スプリングのへたりは，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

東海第二発電所
コンクリート構造物及び鉄骨構造物の技術評価書

（運転を断続的に行うことを前提とした評価）

日本原子力発電株式会社

本評価書は，東海第二発電所（以下，「東海第二」という）で使用している安全上重要な構造物（重要度分類審査指針におけるクラス 1，クラス 2 に該当する構造物又は該当する機器・構造物を支持する構造物）及び高温・高圧の環境下にあるクラス 3 に該当する機器を支持する構造物並びに常設重大事故等対処設備に該当する構造物又は該当する機器・構造物を支持する構造物並びに浸水防護施設及び火災防護設備に属する構造物の高経年化に係わる技術評価についてまとめたものである。

評価対象構造物の一覧を表 1 に示す。

表 1　評価対象構造物一覧

名称	重要度*1
① 原子炉建屋（非常用ディーゼル発電機海水系配管トレンチ，廃棄物処理棟及び廃棄物処理建屋含む）（鉄筋コンクリート造，一部鉄骨造）	MS-1，重*2，設*3
② タービン建屋（鉄筋コンクリート造，一部鉄骨造）	MS-1
③ 取水口構造物（鉄筋コンクリート造）	MS-1，重*2
④ 排気筒基礎（鉄筋コンクリート造）	MS-1，重*2
⑤ 使用済燃料乾式貯蔵建屋（鉄筋コンクリート造，一部鉄骨造及び鉄骨鉄筋コンクリート造）	PS-2
⑥ 防潮堤（鉄筋コンクリート造，鉄骨造）*4	設*3
⑦ 防潮扉（鉄骨造）*4	設*3
⑧ 放水路ゲート（鉄骨造）*4	MS-1，設*3
⑨ 構内排水路逆流防止設備（鉄骨造）*4	設*3
⑩ 貯留堰（鉄骨造）*4	設*3，重*2
⑪ 浸水防止蓋（鉄骨造）*4	設*3
⑫ 常設低圧代替注水系格納槽（鉄筋コンクリート造）*4	重*2
⑬ 常設代替高圧電源装置置場（軽油貯蔵タンク基礎及びカルバート含む）（鉄筋コンクリート造）*4	MS-1，重*2
⑭ SA 用海水ピット（取水塔含む）（鉄筋コンクリート造）*4	重*2
⑮ 格納容器圧力逃がし装置格納槽（カルバート含む）（鉄筋コンクリート造）*4	重*2
⑯ 緊急用海水ポンプピット（鉄筋コンクリート造）*4	重*2
⑰ 緊急時対策所建屋（発電機燃料油貯蔵タンク基礎含む）（鉄筋コンクリート造）*4	重*2
⑱ 水密扉（鉄骨造）*4	設*3
⑲ 西側淡水貯水設備（鉄筋コンクリート造）*4	重*2
⑳ 堰及び止水板（鉄筋コンクリート造，鉄骨造）*4	設*3

*1：最上位の重要度クラスを示す
*2：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物を示す
*3：設計基準対象施設として評価対象とした機器及び構造物を示す
*4：新規に設置される機器及び構造物を示す

1. コンクリート構造物及び鉄骨構造物

［対象構造物］

① 原子炉建屋（非常用ディーゼル発電機海水系配管トレンチ，廃棄物処理棟及び廃棄物処理建屋含む）（鉄筋コンクリート造，一部鉄骨造）
② タービン建屋（鉄筋コンクリート造，一部鉄骨造）
③ 取水口構造物（鉄筋コンクリート造）
④ 排気筒基礎（鉄筋コンクリート造）
⑤ 使用済燃料乾式貯蔵建屋（鉄筋コンクリート造，一部鉄骨造及び鉄骨鉄筋コンクリート造）
⑥ 防潮堤（鉄筋コンクリート造，鉄骨造）
⑦ 防潮扉（鉄骨造）
⑧ 放水路ゲート（鉄骨造）
⑨ 構内排水路逆流防止設備（鉄骨造）
⑩ 貯留堰（鉄骨造）
⑪ 浸水防止蓋（鉄骨造）
⑫ 常設低圧代替注水系格納槽（鉄筋コンクリート造）
⑬ 常設代替高圧電源装置置場（軽油貯蔵タンク基礎及びカルバート含む）（鉄筋コンクリート造）
⑭ SA 用海水ピット（取水塔含む）（鉄筋コンクリート造）
⑮ 格納容器圧力逃がし装置格納槽（カルバート含む）（鉄筋コンクリート造）
⑯ 緊急用海水ポンプピット（鉄筋コンクリート造）
⑰ 緊急時対策所建屋（発電機燃料油貯蔵タンク基礎含む）（鉄筋コンクリート造）
⑱ 水密扉（鉄骨造）
⑲ 西側淡水貯水設備（鉄筋コンクリート造）
⑳ 堰及び止水板（鉄筋コンクリート造，鉄骨造）

目次

1. 対象構造物及び代表構造物の選定 1
2. 代表構造物の技術評価 7
2.1 構造，材料及び使用条件 7
2.2 経年劣化事象の抽出 11
2.2.1 構造物の機能達成に必要な項目 11
2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出 12
2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象 13
2.2.4 評価対象部位及び評価点の抽出 16
2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の評価 20
2.3.1 コンクリートの強度低下 20
2.3.2 コンクリートの遮へい能力低下 34
3. 評価対象部位以外への展開 36
3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象 36
3.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象 36

1. 対象構造物及び代表構造物の選定

東海第二で使用しているコンクリート構造物及び鉄骨構造物のうち，対象構造物の選定を表 1-1 に示す。

対象構造物は，材料特性を分類基準として，コンクリート構造物と鉄骨構造物の２つのグループに分類される。表 1-2 に示すとおり，グループ毎に使用条件等の観点から代表構造物を選定した。

表 1-1　対象構造物の選定（1/3）

安全重要度分類審査指針等に定める要求機能	重要度	主要設備	対象構造物
原子炉冷却材圧力バウンダリ機能	PS-1	原子炉圧力容器 原子炉冷却材圧力バウンダリ配管 原子炉再循環ポンプ	原子炉建屋 原子炉建屋 原子炉建屋
過剰反応度の印加防止機能	PS-1	制御棒及び制御棒駆動系	原子炉建屋
炉心形状の維持機能	PS-1	炉心支持構造物 燃料集合体	原子炉建屋 原子炉建屋
原子炉の緊急停止機能	MS-1	制御棒及び制御棒駆動系（スクラム機能）	原子炉建屋
未臨界維持機能	MS-1	原子炉停止系（制御棒，ほう酸水注水系）	原子炉建屋
原子炉冷却材圧力バウンダリの過圧防止機能	MS-1	主蒸気逃がし安全弁（安全弁としての開機能）	原子炉建屋
原子炉停止後の除熱機能	MS-1	残留熱除去系 原子炉隔離時冷却系 主蒸気逃がし安全弁 自動減圧系	原子炉建屋 原子炉建屋 原子炉建屋 原子炉建屋
炉心冷却機能	MS-1	残留熱除去系（低圧注水モード） 低圧炉心スプレイ系 高圧炉心スプレイ系 自動減圧系	原子炉建屋 原子炉建屋 原子炉建屋 原子炉建屋
放射性物質の閉じ込め機能 放射線の遮へい及び放出低減機能	MS-1	原子炉格納容器 原子炉格納容器隔離弁及び格納容器バウンダリ配管 残留熱除去系（原子炉格納容器スプレイ冷却モード） 原子炉建屋（原子炉棟） 非常用ガス再循環系 非常用ガス処理系 可燃性ガス濃度制御系	原子炉建屋 原子炉建屋 原子炉建屋 原子炉建屋（大物搬入口，エアロック及びブローアウトパネル含む） 原子炉建屋 原子炉建屋，排気筒基礎 原子炉建屋
工学的安全施設及び原子炉停止系への作動信号の発生機能	MS-1	安全保護系	原子炉建屋

表 1-1　対象構造物の選定（2/3）

安全重要度分類審査指針等に定める要求機能	重要度	主要設備	対象構造物
安全上特に重要な関連機能	MS-1	非常用所内電源系	原子炉建屋，タービン建屋
		非常用所内電源系（軽油貯蔵タンク関連）	常設代替高圧電源装置置場（軽油貯蔵タンク基礎及びカルバート含む）
		中央制御室及びその遮へい	原子炉建屋
		残留熱除去海水系	原子炉建屋（非常用ディーゼル発電機海水系配管トレンチ含む），取水口構造物
		非常用ディーゼル発電機海水系	原子炉建屋（非常用ディーゼル発電機海水系配管トレンチ含む），取水口構造物
		直流電源系	原子炉建屋
		計測制御電源系	原子炉建屋
		放水路ゲート駆動装置	放水路ゲート
原子炉冷却材を内蔵する機能	PS-2	主蒸気系	原子炉建屋，タービン建屋
		原子炉冷却材浄化系	原子炉建屋
原子炉冷却材圧力バウンダリに直接接続されていないものであって，放射性物質を貯蔵する機能	PS-2	放射性気体廃棄物処理系（吸着塔）	原子炉建屋
		使用済燃料貯蔵プール	原子炉建屋
		使用済燃料乾式貯蔵設備	使用済燃料乾式貯蔵建屋
		新燃料貯蔵庫	原子炉建屋
燃料を安全に取り扱う機能	PS-2	燃料取替機	原子炉建屋
		原子炉建屋天井クレーン	原子炉建屋
		使用済燃料乾式貯蔵建屋天井クレーン	使用済燃料乾式貯蔵建屋
安全弁及び逃がし弁の吹き止まり機能	PS-2	主蒸気逃がし安全弁	原子炉建屋
燃料プール水の補給機能	MS-2	非常用補給水系	原子炉建屋，タービン建屋
放射性物質放出の防止機能	MS-2	気体廃棄物処理系の隔離弁	タービン建屋
		主排気筒	排気筒基礎
事故時のプラント状態の把握機能	MS-2	事故時監視計器	原子炉建屋
原子炉冷却材の循環機能	高*1	制御棒駆動水ポンプ	原子炉建屋
放射性物質の貯蔵機能	高*1	放射性廃棄物処理系	原子炉建屋（廃棄物処理棟及び廃棄物処理建屋含む）

*1：最高使用温度が 95 ℃を超え，又は最高使用圧力が 1,900 kPa を超える環境下にある原子炉格納容器外の重要度クラス 3 の機器

表 1-1　対象構造物の選定（3/3）

安全重要度分類審査指針等に定める要求機能	重要度	主要設備	対象構造物
電源供給機能（非常用を除く）	高*1	湿分分離器	タービン建屋
		高圧タービン	タービン建屋
		低圧タービン	タービン建屋
プラント運転補助機能	高*1	所内ボイラ設備	タービン建屋
		所内蒸気系	タービン建屋
		計装用圧縮空気系設備	タービン建屋
原子炉圧力の上昇の緩和機能	高*1	タービンバイパス弁	タービン建屋
原子炉冷却材の補給機能	高*1	制御棒駆動系	原子炉建屋
浸水防護施設	設*2	原子炉建屋外壁	原子炉建屋
		防潮堤	防潮堤
		防潮扉	防潮扉
		放水路ゲート	放水路ゲート
		構内排水路逆流防止設備	構内排水路逆流防止設備
		貯留堰	貯留堰
		浸水防止蓋	浸水防止蓋
		水密扉	水密扉
		堰及び止水板	堰及び止水板
常設重大事故等対処設備	重*3	常設低圧代替注水系ポンプ	常設低圧代替注水系格納槽
		常設代替高圧電源装置	常設代替高圧電源装置置場
		SA 用海水ピット（取水塔含む）	SA 用海水ピット（取水塔含む）
		緊急用海水ポンプ	緊急用海水ポンプピット
		格納容器圧力逃がし装置	格納容器圧力逃がし装置格納槽（カルバート含む）
		緊急時対策所建屋（発電機燃料油貯蔵タンク含む）	緊急時対策所建屋（発電機燃料油貯蔵タンク基礎含む）
		常設高圧代替注水ポンプ	原子炉建屋（ブローアウトパネル閉止装置含む）
		緊急用直流 125V 蓄電池	原子炉建屋（廃棄物処理棟含む）
		取水口構造物	取水口構造物
		非常用ガス処理系排気筒	排気筒基礎
		貯留堰	貯留堰
		西側淡水貯水設備	西側淡水貯水設備

*1：最高使用温度が 95 ℃を超え，又は最高使用圧力が 1,900 kPa を超える環境下にある原子炉格納容器外の重要度クラス 3 の機器
*2：設計基準対象施設として評価対象とした機器及び構造物を示す
*3：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物を示す

表 1-2　代表構造物の選定（1/2）

	対象構造物 （コンクリート構造物）	重要度*1	使用条件等										選定理由
			運転条件，環境条件等									特別点検結果	
			運転開始後経過年数	高温部の有無	放射線の有無	振動の有無	設置環境		供給塩化物量	耐火要求の有無	選定	選定	
							屋内	屋外					
①	原子炉建屋（非常用ディーゼル発電機海水系配管トレンチ，廃棄物処理棟及び廃棄物処理建屋含む）	MS-1，重*2，設*3	39	○（ペデスタル）	○（ペデスタル，一次遮へい壁）	○（非常用ディーゼル発電機基礎）	一部仕上げ無し	仕上げ有り	◇	－	◎		高温部及び放射線の影響，屋内で仕上げ無し
②	タービン建屋	MS-1	39	◇	◇	○（タービン発電機架台）	一部仕上げ無し	仕上げ有り	◇	－	◎	◎	振動の影響，屋内で仕上げ無し，特別点検結果（中性化深さ）
③	取水口構造物	MS-1，重*2	39	－	－	－		仕上げ無し	○（海水と接触）	－	◎	◎	屋外で仕上げ無し，供給塩化物量の影響，特別点検結果（塩分浸透及び中性化深さ）
④	排気筒基礎*4	MS-1，重*2	39	－	－	－		仕上げ有り	◇				
⑤	使用済燃料乾式貯蔵建屋	PS-2	16	◇	◇	－	一部仕上げ無し	仕上げ有り	◇	－			
⑥	防潮堤	設*3	0	－	－	－		仕上げ無し	◇				
⑦	常設低圧代替注水系格納槽	重*2	0	－	－	－	仕上げ無し	埋設*5	－	－			
⑧	常設代替高圧電源装置置場（軽油貯蔵タンク基礎及びカルバート含む）	MS-1，重*2	0	－	－	－	一部仕上げ無し	埋設*5	－	－			
⑨	SA 用海水ピット（取水塔含む）	重*2	0	－	－	－		埋設*5	○（海水と接触）				
⑩	緊急用海水ポンプピット	重*2	0	－	－	－	仕上げ無し	埋設*5	○（海水と接触）	－			
⑪	格納容器圧力逃がし装置格納槽(カルバート含む)	重*2	0	－	－	－	一部仕上げ無し	埋設*5	－	－			
⑫	緊急時対策所建屋（発電機燃料油貯蔵タンク基礎含む）	重*2	0	－	－	－	仕上げ有り	仕上げ有り	－	－			
⑬	西側淡水貯水設備	重*2	0	－	－	－	仕上げ有り	埋設*5	－				
⑭	堰	設*3	0	－	－	－	仕上げ有り		－				

*1：設備を支持するものであり,最上位の重要度クラスを示す
*2：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物を示す
*3：設計基準対象施設として評価対象とした機器及び構造物を示す
*4：新規制基準への適合のため部分改修予定であるが，保守的に既存部として評価する
*5：環境条件の区分として，土中は一般の環境に区分されることから，他の屋外で仕上げが無い構造物で代表させる

【凡例】
○：影響大
◇：影響小
－：影響極小，又は無し

表 1-2　代表構造物の選定（2/2）

対象構造物（鉄骨構造物）		重要度[*1]	運転開始後経過年数	使用条件等				選定理由
				設置環境		使用材料	選定	
				屋内	屋外			
①	原子炉建屋（廃棄物処理棟及び廃棄物処理建屋含む）（鉄骨部）	MS-1，重[*2]	39	仕上げ有り		炭素鋼	◎	運転開始後経過年数
②	タービン建屋（鉄骨部）	MS-1	39	仕上げ有り		炭素鋼	◎	運転開始後経過年数
③	使用済燃料乾式貯蔵建屋（鉄骨部）	PS-2	16	仕上げ有り		炭素鋼		
④	防潮堤	設[*3]	0		仕上げ有り	炭素鋼		
⑤	防潮扉	設[*3]	0		仕上げ有り	炭素鋼		
⑥	放水路ゲート	MS-1，設[*3]	0		仕上げ有り	炭素鋼		
⑦	構内排水路逆流防止設備	設[*3]	0		仕上げ有り	ステンレス鋼		
⑧	貯留堰	設[*3]，重[*2]	0		仕上げ無し	炭素鋼		
⑨	浸水防止蓋	設[*3]	0		仕上げ有り	炭素鋼，ステンレス鋼		
⑩	水密扉	設[*3]	0[*4]		仕上げ有り	炭素鋼，ステンレス鋼		
⑪	堰及び止水板	設[*3]	0	仕上げ有り		炭素鋼		

*1：設備を支持するものであり,最上位の重要度クラスを示す
*2：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物を示す
*3：設計基準対象施設として評価対象とした機器及び構造物を示す
*4：一部設置されているが，使用前検査の合格をもって供用開始とする

2. 代表構造物の技術評価

本章では，1章で代表構造物とした構造物について技術評価を実施する。

2.1 構造，材料及び使用条件

鉄筋コンクリート構造は，必要な強度を確保するために，圧縮力には強いが引張力に弱いコンクリート（セメントに骨材（砂，砂利等），水及び混和材料を調合したもの）を，引張力に強い鉄筋で補強した構造であり，コンクリートの強アルカリ性が鉄筋の腐食を防止することができる。

コンクリートの設計基準強度は，原子炉建屋（非常用ディーゼル発電機海水系配管トレンチ，廃棄物処理棟及び廃棄物処理建屋含む）及びタービン建屋が22.1 N/mm^2（225 kgf/cm^2），取水口構造物は20.6 N/mm^2（210 kgf/cm^2）である。

鉄骨構造は，構造用形鋼を溶接又はボルトにて接合した構造である。鉄骨構造物の柱脚部はコンクリート基礎にアンカーボルトで定着しているか，又は埋め込んでいる。鉄骨部は，施工時に適切な防錆塗装等が施されている。

東海第二のプラント配置図を図2.1-1に，代表構造物の平面図及び断面図を図2.1-2に示す。

また，コンクリート構造物及び鉄骨構造物主要部位の使用材料を表2.1-1に示す。使用条件については，表1-2に示したとおりである。

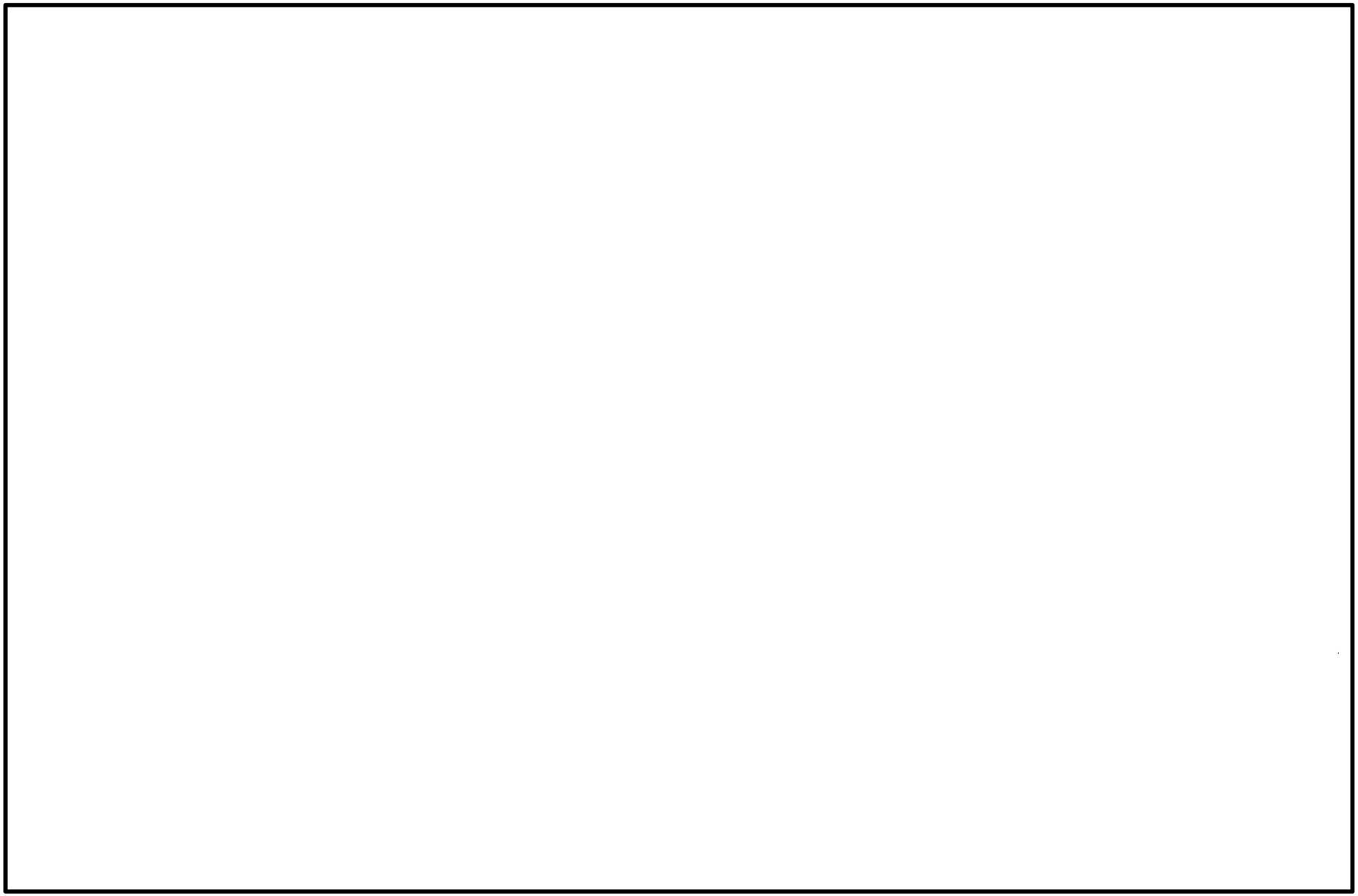


図 2.1-1　東海第二　プラント配置図

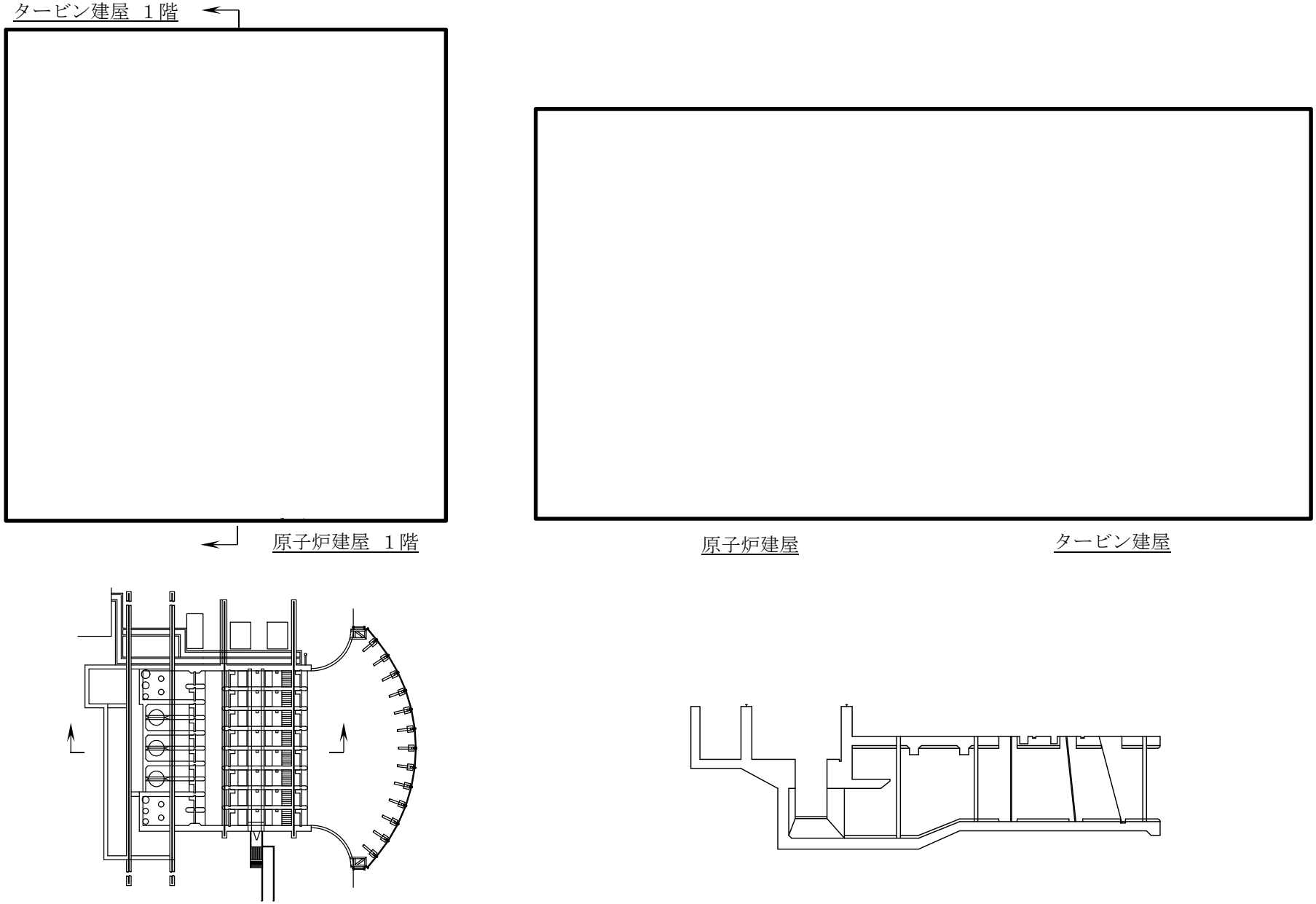


図 2.1-2　代表構造物の平面図及び断面図

表 2.1-1　コンクリート構造物及び鉄骨構造物主要部位の使用材料

部位			材料
コンクリート構造物	骨材	粗骨材	茨城県那珂川産　川砂利 茨城県常陸太田市町屋産　砕石
		細骨材	茨城県那珂郡東海村産　敷地内掘削砂
	セメント		フライアッシュセメントB種 普通ポルトランドセメント
	混和材料		AE減水剤又は減水剤
	鉄筋		異形棒鋼
	塗装材		（外部）弾性吹付塗装材 （内部）エポキシ樹脂塗装材
鉄骨構造物	鉄骨		炭素鋼
	塗装材		合成樹脂塗装材

2.2 経年劣化事象の抽出

2.2.1 構造物の機能達成に必要な項目

代表構造物のうちコンクリート構造物に要求される機能は，支持機能，遮へい機能及び耐火機能であり，鉄骨構造物に要求される機能は支持機能である。これらの機能の達成に必要な項目は以下のとおりである。

(1) コンクリート強度の維持

(2) コンクリート遮へい能力の維持

(3) コンクリート耐火能力の維持

(4) 鉄骨強度の維持

2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

(1) 想定される経年劣化事象の抽出

「2.2.1 構造物の機能達成に必要な項目」であげた機能に影響を及ぼすことが否定できない経年劣化事象として，コンクリートの強度低下，遮へい能力低下及び耐火能力低下並びに鉄骨の強度低下が考えられ，これらを高経年化対策上着目すべき経年劣化事象として選定した。

また，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象を引き起こす可能性のある要因の中から，対象構造物の構造，材料，環境及び現在までの運転経験を考慮し，表 2.2-1 に示すとおり，想定される経年劣化事象を抽出した（表 2.2-1 で○又は△，▲）。

なお，消耗品及び定期取替品は次項のとおり評価対象外とする。

(2) 消耗品及び定期取替品の扱い

浸水防止蓋のパッキン等については定期取替品であり，設計時に長期使用せず取替を前提としていることから高経年化対策を見極める上での評価対象外とする。

(3) 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

想定される経年劣化事象のうち下記①，②に該当しない事象を高経年化対策上着目すべき経年劣化事象と判断した。

なお，下記①，②に該当する事象については，2.2.3 項に示すとおり，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断した。

① 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって，想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象として表 2.2-1 で△）

② 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により，今後も経年劣化の進展が考えられない，又は進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外として表 2.2-1 で▲）

この結果，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象として以下の事象が抽出された（表 2.2-1 で○）。

a. コンクリートの強度低下（熱，放射線照射，中性化，塩分浸透，機械振動）
b. コンクリートの遮へい能力低下（熱）

2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

(1) 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって，想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象）

a. コンクリートの強度低下

① アルカリ骨材反応

アルカリ骨材反応は，コンクリート中に存在するアルカリ溶液と，骨材中に含まれる反応性のシリカ鉱物の化学反応である。このとき生成されたアルカリ・シリカゲルが周囲の水を吸収し膨張すると，コンクリート表面にひび割れが生じ，コンクリート構造物としての健全性が損なわれる可能性がある。

コンクリート構造物は定期的に目視点検を実施しているが，アルカリ骨材反応に起因するひび割れは確認されていない。

骨材については，1974 年に那珂川産の粗骨材と東海産の細骨材についてモルタルバー法（ASTM C 227-71 に準拠）及び化学法（ASTM C 289-71 に準拠）等により反応性試験を実施し，反応性骨材ではないことを確認している。

コンクリートについては，2007 年に日本コンクリート工学協会「アルカリ骨材反応を生じたコンクリート構造物のコア試料による膨張率の測定方法（案）」による試験を実施した結果，無害であると判定された。

これに加え，特別点検における実体顕微鏡観察の結果，コンクリート構造物の健全性に影響を与えるような反応性がないことを確認した。

さらに，今後も使用環境が急激に変化することはないことから，アルカリ骨材反応の進展傾向は極めて小さいと考えられる。

したがって，アルカリ骨材反応については，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

b. 鉄骨の強度低下

① 腐食

一般的に，鋼材は大気中の酸素及び水分と化学反応を起こして腐食する。腐食は，海塩粒子等により促進され，進行すると鋼材の断面欠損に至り，鉄骨構造物としての健全性が損なわれる可能性がある。

しかしながら，定期的に目視点検を行い，強度に支障をきたす可能性のあるような鋼材の腐食は認められていない。

また，鋼材の腐食に影響する塗膜の劣化等が認められた場合には，補修塗装を施すことによって健全性を確保している。

したがって，今後も現状保全を継続することで，鉄骨構造物の強度低下が急激に発生する可能性はないことから，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

(2) 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により，今後も経年劣化の進展が考えられない，又は進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外）

a. コンクリートの強度低下

① 凍結融解

コンクリート中の水分が凍結し，それが気温の上昇や日射を受けること等により融解する凍結融解を繰り返すことでコンクリートにひび割れが生じ，コンクリート構造物としての健全性が損なわれる可能性がある。

日本建築学会「建築工事標準仕様書・同解説 JASS5 鉄筋コンクリート工事」（2015）に示されている解説図 26.1（凍害危険度の分布図）によると，東海第二の周辺地域は凍結融解の危険性がない地域に該当している。

日本建築学会「高耐久性鉄筋コンクリート造設計施工指針（案）・同解説」（1991）によると，凍害危険度が 2 以上の地域は凍結融解を含む凍害を考慮する必要があるが,東海第二は凍害危険度が 0 の地域であり,凍害の恐れがない。

したがって，凍結融解は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

b. コンクリートの耐火能力低下

① 火災時等の熱

コンクリート構造物は，断面厚により耐火能力を確保できるが,部分的な断面厚の減少に伴い耐火能力が損なわれる可能性がある。

しかしながら，通常の使用環境において，コンクリート構造物の断面厚が減少することはなく，耐火能力は維持されると考える。

したがって，熱によるコンクリートの耐火能力は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

c. 鉄骨の強度低下

① 風等による疲労

繰返し荷重が継続的に鉄骨構造物にかかることにより，疲労による損傷が蓄積され，鉄骨の強度低下につながる可能性がある。

煙突などの形状の構造物は，比較的アスペクト比（高さの幅に対する比）が大きく，風の直交方向に振動が発生する恐れがある（日本建築学会「原子力施設における建築物の維持管理指針・同解説」(2015)）。日本建築学会「建築物荷重指針・同解説」(2015) において，アスペクト比が 4 以上の構造物は風による振動の検討が必要とされているが，鉄骨構造物にアスペクト比 4 以上の構造部材はない。

したがって，風等による疲労に起因する強度低下は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

なお，主排気筒及び非常用ガス処理系排気筒は，アスペクト比が 4 以上に該当するため，「機械設備の技術評価書」のうち，排気筒にて評価を実施する。

2.2.4 評価対象部位及び評価点の抽出

評価対象部位及び評価点は，評価すべき経年劣化要因毎に材料及び事象の進展に影響を与える環境を考慮して抽出する。

評価対象部位を表 2.2-1 及び図 2.2-1 に示す。

a. コンクリートの強度低下

① 熱

評価対象部位は，通常運転時に雰囲気温度が高く，高温の原子炉圧力容器近傍に位置する原子炉圧力容器ペデスタルコンクリートとする。

原子炉圧力容器下部には保温材が設置されており，原子炉圧力容器ペデスタルコンクリート上部と圧力容器支持脚部の接触面を除いて，原子炉圧力容器の熱が伝わりにくい構造となっている。

評価点は，最も高温になると考えられる原子炉圧力容器ペデスタルコンクリート上部と圧力容器支持脚部との接触面とする。

② 放射線照射

評価対象部位は，原子炉圧力容器近傍に位置し，運転時に中性子照射量が大きい原子炉圧力容器ペデスタルコンクリート及びガンマ線照射量が大きい一次遮へい壁とする。

評価点は，最も中性子照射量が大きい原子炉圧力容器ペデスタルコンクリート上部及び最もガンマ線照射量が大きい一次遮へい壁の炉心側とする。

③ 中性化

中性化の進展に影響を及ぼす要因としては，環境要素（二酸化炭素濃度，温度及び相対湿度）と仕上げ材（塗装等）の有無が考えられる。

一般的に，二酸化炭素濃度や温度が高いほど中性化深さは深くなると言われているが，相対湿度については日本建築学会「高耐久性鉄筋コンクリート造設計施工指針（案）・同解説」(1991）で，「相対湿度が 40～50 %RH 程度のときに最大となり，それより湿っても，乾燥しても中性化速度は遅くなる」とされている。また，仕上げ材の有無については，仕上げ材のない部位の方が厳しい条件となる。

評価対象部位は，屋外と屋内では，鉄筋位置に対する中性化深さと鉄筋腐食の開始の関係が異なることから，各々に対して評価対象部位を抽出することとし，2016 年 2 月から 1 年間の東海第二における二酸化炭素濃度，温度及び相対湿度の測定結果等に基づく中性化に及ぼす影響度，仕上げが施されている状況及び特別点検の結果を踏まえ，屋内の評価対象としてタービン建屋外壁，屋外の評価対象として取水口構造物とする。

評価点は，最も中性化の進展に影響を及ぼす要因の大きいタービン建屋外壁（屋内面），取水口構造物（気中帯）とする。

④ 塩分浸透

塩分浸透の進展に影響を及ぼす要因としては，飛来塩分及び海水とその飛沫の影響による環境要素と仕上げ材（塗装等）の有無が考えられる。

評価対象部位は，飛来塩分及び海水とその飛沫の影響により厳しい塩分浸透環境下にある状況，特別点検の結果を踏まえて取水口構造物を評価対象とする。

評価点は，塩分浸透環境を考慮し，取水口構造物の気中帯，干満帯及び海中帯とする。

⑤ 機械振動

評価対象部位は，プラント運転中，最も大きな機械振動を受けるタービン発電機架台コンクリートとする。

評価点は，機械振動荷重を直接受ける機器支持部（基礎ボルト周辺のコンクリート）付近とする。

b. コンクリートの遮へい能力低下

① 熱

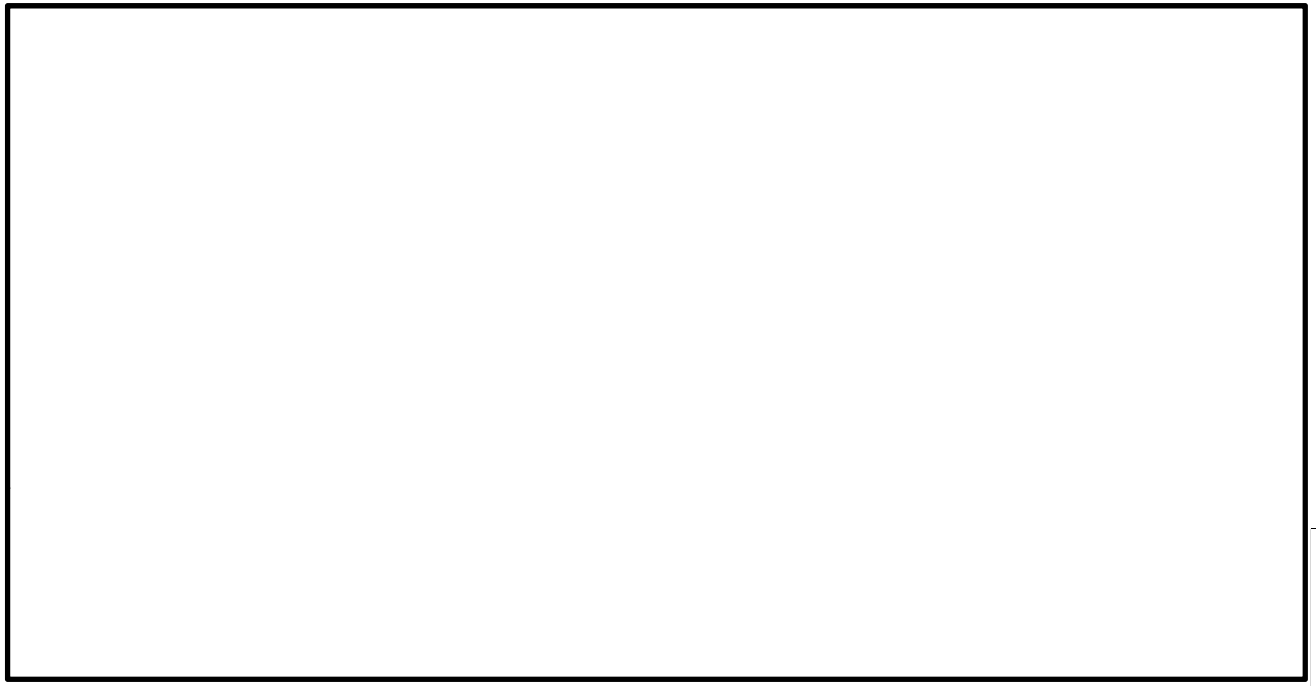
評価対象部位は，原子炉圧力容器近傍に位置し，周辺環境からの伝達熱及び運転時に照射量の最も大きいガンマ線遮へい壁とする。

評価点は，ガンマ線遮へい壁の炉心側とする。

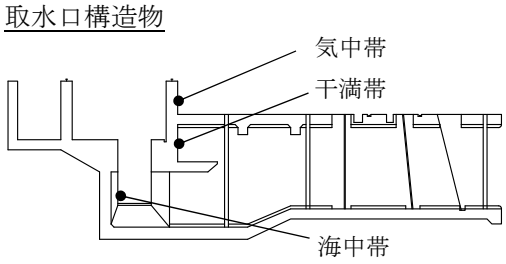
表 2.2-1　評価対象部位

構造種別		コンクリート構造物									鉄骨構造物		備考
経年劣化事象		強度低下							遮へい能力低下	耐火能力低下	強度低下		
要因		熱	放射線照射	中性化	塩分浸透	アルカリ骨材反応	凍結融解	機械振動	熱		腐食	風等による疲労	
代表構造物	原子炉建屋（非常用ディーゼル発電機海水系配管トレンチ，廃棄物処理棟及び廃棄物処理建屋含む）	*1 ○	*1,2 ○	○	○	△	▲	○	*3 ○	▲	△	▲	*1：原子炉圧力容器ペデスタル *2：一次遮へい壁 *3：ガンマ線遮へい壁 *4：外壁（屋内面） *5：タービン発電機架台 *6：気中帯 *7：気中帯，干満帯，海中帯
	タービン建屋			*4 ○	○	△	▲	*5 ○		▲	△	▲	
	取水口構造物			*6 ○	*7 ○	△	▲			▲			

○：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象
△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）
▲：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象以外）



A-A 断面図



B-B 断面図

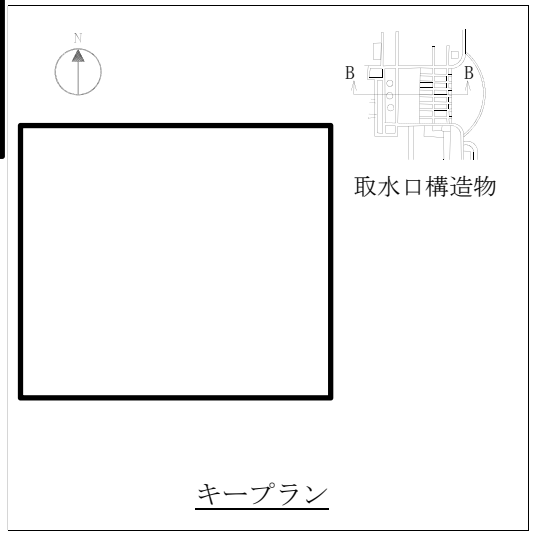


図 2.2-1　評価対象部位

2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の評価

2.3.1 コンクリートの強度低下

(1) 熱による強度低下

a. 事象の説明

コンクリートが熱を受けると，温度条件によってはコンクリート中の水分の逸散を伴う乾燥に起因する微細なひび割れ，あるいは水分の移動に起因する空隙の拡大等により，強度が低下する可能性がある。

また，震災時の原子炉格納容器内温度上昇により劣化状況評価に影響を及ぼす可能性がある。

b. 技術評価

① 健全性評価

一般にコンクリートの温度が 70 ℃程度では，コンクリートの基本性能に大きな影響を及ぼすような自由水の逸散は生じず，100 ℃以下では圧縮強度の低下は小さい。コンクリート温度が 190 ℃付近では結晶水が解放され始め，さらに高温になると脱水現象が著しくなるため，コンクリートの特性に影響が出始めるとされている(日本機械学会「発電用原子力設備規格 コンクリート製原子炉格納容器規格」(2014 年版))。

また，日本建築学会「原子炉建屋構造設計指針・同解説」(1988)において，コンクリートの温度制限値は設計基準強度確保の観点から，局部では 90 ℃，一般部では 65 ℃と定められている。

原子炉建屋においては，通常運転時に最も高温状態となる部位として原子炉圧力容器支持脚部と原子炉圧力容器ペデスタルコンクリートとの接触面が考えられるが，運転中の実測による周辺温度は，最高温度が約 55 ℃以下である。

また，ガンマ線による熱発生温度分布については，工事計画認可申請書にて点減衰核積分コードである SPAN コードを用いて計算している。

炉心中心でのガンマ線遮へい壁におけるガンマ線による熱発生温度分布で得られた値（約 9 ℃）を，炉心中心から離れている評価対象部位である原子炉圧力容器ペデスタルに保守的に考慮した場合でも約 64 ℃以下であり，コンクリート温度制限値を下回っていることを確認している。

さらに，長期加熱やサイクル加熱によってコンクリート強度が低下しないことは，長尾らの実験によっても確かめられており，図 2.3-1 に示すとおり長期加熱時のコンクリート圧縮強度については，65～110 ℃で 3.5 年間加熱した場合でも強度低下は見られないことが報告されている。

また，図 2.3-2 に示すようにサイクル加熱後のコンクリート圧縮強度は，20～110 ℃で 120 回サイクル加熱した場合にも長期加熱後と同じく強度に大きな変化は認められない。これらは加熱期間が 3.5 年のコンクリート供試体を用いた実験であるが，1 年加熱と概ね同様な結果を示しており，高温加熱による圧

縮強度の変化は加熱開始後比較的初期に収束すると推察されている。

なお，特別点検における破壊試験の結果，原子炉圧力容器ペデスタルから採取したコアサンプルの平均圧縮強度は，設計基準強度を上回っている（表 2.3-1)。

以上より，熱による強度低下に対しては，長期健全性評価上問題とならない。

表 2.3-1　原子炉圧力容器ペデスタルにおけるコンクリートの破壊試験結果

評価対象部位	実施時期 (運転開始後経過年数)	設計基準強度	平均圧縮強度
原子炉建屋 (原子炉圧力容器 ペデスタル)	2016 年 (38 年)	22.1 N/mm^2 (225 kgf/cm^2)	39.3 N/mm^2 (401 kgf/cm^2)

② 震災影響評価

震災時に原子炉格納容器頂部周辺温度は最高で約 144 ℃まで上昇したため，一次遮へい壁のコンクリート温度が制限値を超えた可能性があり，影響を評価した結果，震災時の最高温度での，加熱冷却後における圧縮強度が設計基準強度を上回っていることを確認した（表 2.3-2)。よって，当該部位を構成する部材又は構造体の耐力は設計荷重を上回ると判断した。

以上より，熱による強度低下に係る劣化状況評価に対して震災による影響はない。

表 2.3-2　一次遮へい壁の耐力評価結果

評価対象部位	設計基準強度	特別点検結果	評価結果
一次遮へい壁	22.1 N/mm^2 (225 kgf/cm^2)	50.5 N/mm^2 (515 kgf/cm^2)	47.0 N/mm^2 (479 kgf/cm^2)

③ 現状保全

原子炉圧力容器ペデスタルコンクリートについては，鉄板で覆われているため目視点検等は実施していない。しかし，原子炉圧力容器ペデスタルに近く，他の部位より熱の影響を受けていると思われる一次遮へい壁において，構造物の健全性維持の観点から，定期的にコンクリート表面の目視点検を実施している。

目視点検の結果，ひび割れ等の補修が必要となる損傷が確認された場合，即時補修が必要なものを除き，その経過を継続的に監視しつつ，点検実施後数年以内を目途に補修を計画，実施している。

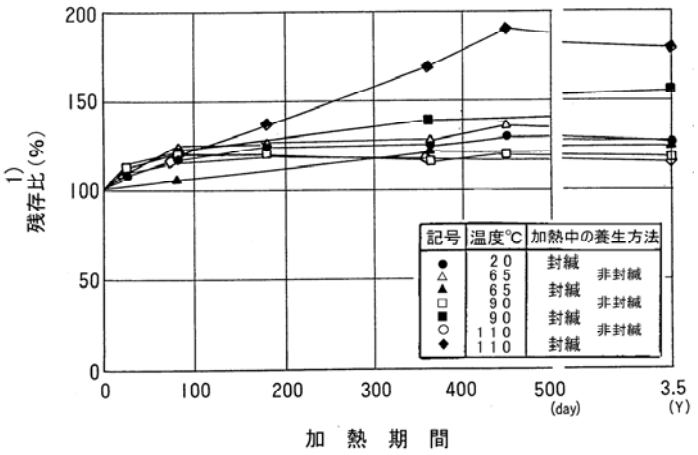
④ 総合評価

健全性評価結果から判断して，今後，強度低下が急激に発生する可能性は小さい。

また，定期的な目視点検により補修対象となったひび割れ等の補修を計画，実施しており，現状の保全方法は，コンクリート構造物の健全性を維持する上で適切である。

c．高経年化への対応

熱によるコンクリート構造物の強度低下に対しては，高経年化対策の観点から現状の保全内容に対し追加すべき項目はなく，今後も現状保全を継続していく。



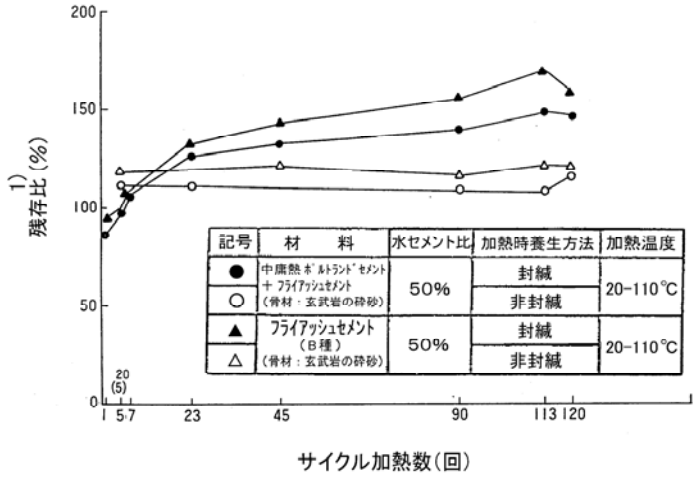
材料：中庸熱ポルトランドセメント
＋フライアッシュセメント
水セメント比：50 %
骨材：玄武岩の砕石
加熱前養生方法：20 ℃封緘養生
加熱開始時期：材齢 91 日

結果：65～110 ℃ の温度で 3.5 年間加熱しても強度の低下はみられない。なお，記号の一部誤記は修正した。

1)残存比：加熱開始直前の圧縮強度に対する加熱後の圧縮強度の比

（出典）長尾他，第 48 回セメント技術大会講演集　　1994
「熱影響場におけるコンクリートの劣化に関する研究」

図 2.3-1　長期加熱後のコンクリート圧縮強度の変化



加熱前養生方法：20 ℃封緘養生
加熱開始時期　：材齢 91 日
サイクル加熱条件：
1 サイクル 4 日間（96 時間）
（20→110 ℃加熱：3 時間）
（110 ℃定温保持　：45 時間）
（110→20 ℃冷却：3 時間）
（20 ℃定温保持　：45 時間）

結果：20～110 ℃の加熱・冷却を 120 回繰返しても強度の大きな変化はみられない。

1)残存比：加熱開始直前の圧縮強度に対する加熱後の圧縮強度の比

（出典）長尾他，第 48 回セメント技術大会講演集　　1994
「熱影響場におけるコンクリートの劣化に関する研究」

図 2.3-2　サイクル加熱後のコンクリート圧縮強度の変化（20～110 ℃）

(2) 放射線照射による強度低下

a. 事象の説明

コンクリートが中性子照射やガンマ線照射を受けると，照射量によっては，コンクリートの強度が低下する可能性がある。

b. 技術評価

① 健全性評価

中性子照射と強度の関係に関するHilsdorf等の文献によると，少なくとも1×10^{20} n/cm^{2}程度の中性子照射量では有意な強度低下は見られない（図2.3-3）。

運転開始後60年時点で予想される中性子照射量（E>0.1 MeV）は，放射線照射量解析の結果，原子炉圧力容器ペデスタル上部において4.10×10^{15} n/cm^{2}であり，1×10^{20} n/cm^{2}を超えることはないと推定され，中性子照射によるコンクリートの強度低下への影響はないものと判断する。

また，日本原子力研究所（現：日本原子力研究開発機構）動力試験炉の生体遮へいコンクリートから採取したコンクリートの試験結果によると，中性子照射量は，上記より少ない1×10^{13}～10^{17} n/cm^2（E>0.11 MeV）ではあるが，圧縮強度の低下は見られない（図2.3-4）。

一方，ガンマ線照射量と強度との関係についてもHilsdorf等の文献によると，ガンマ線照射量が2.0×10^{8} Gy（2.0×10^{10} rad）以下では有意な強度低下は見られない（図2.3-5）。

運転開始後60年時点で予想されるガンマ線照射量は，放射線照射量解析の結果，一次遮へい壁炉心側において7.80×10^{4} Gy（7.80×10^{6} rad）であり，2.0×10^{8} Gy（2.0×10^{10} rad）を超えることはないと推定されるため，ガンマ線照射によるコンクリートの強度低下への影響はないものと判断する。

ここで，中性子照射量及びガンマ線照射量は，2次元輸送計算コードDORTにより算出した中性子束及びガンマ線量率に運転時間を掛けて算出している。

なお，特別点検における破壊試験の結果，原子炉圧力容器ペデスタル及び一次遮へい壁から採取したコアサンプルの平均圧縮強度は，設計基準強度を上回っている（表2.3-3）。

以上より，放射線照射による強度低下に対しては，長期健全性評価上問題とならない。

表 2.3-3　原子炉圧力容器ペデスタル及び一次遮へいにおけるコンクリートの破壊試験結果

評価対象部位	実施時期 (運転開始後経過年数)	設計基準強度	平均圧縮強度
原子炉建屋 (原子炉圧力容器 ペデスタル)	2016 年 (38 年)	22.1 N/mm^2 (225 kgf/cm^2)	39.3 N/mm^2 (401 kgf/cm^2)
原子炉建屋 (一次遮へい壁)	2015 年 (37 年)	22.1 N/mm^2 (225 kgf/cm^2)	50.5 N/mm^2 (515 kgf/cm^2)

② 現状保全

原子炉圧力容器ペデスタルコンクリートについては，鉄板で覆われているため目視点検等は実施していない。しかし，原子炉圧力容器ペデスタルに近く，他の部位より放射線照射の影響を受けていると思われる一次遮へい壁において，構造物の健全性維持の観点から，定期的にコンクリート表面の目視点検を実施している。

目視点検の結果，ひび割れ等の補修が必要となる損傷が確認された場合，即時補修が必要なものを除き，その経過を継続的に監視しつつ，点検実施後数年以内を目途に補修を計画，実施している。

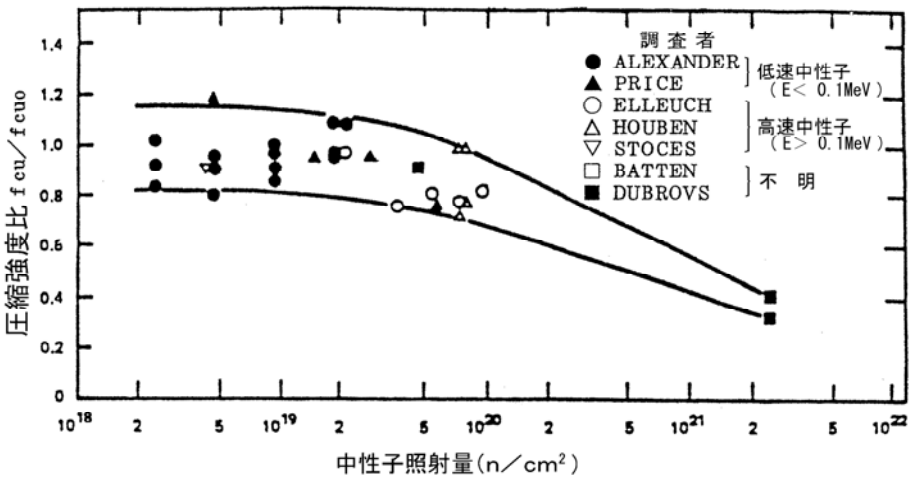
③ 総合評価

健全性評価結果から判断して，今後，強度低下が急激に発生する可能性は小さい。

また，定期的な目視点検により補修対象となったひび割れ等の補修を計画，実施しており，現状の保全方法は，コンクリート構造物の健全性を維持する上で適切である。

c. 高経年化への対応

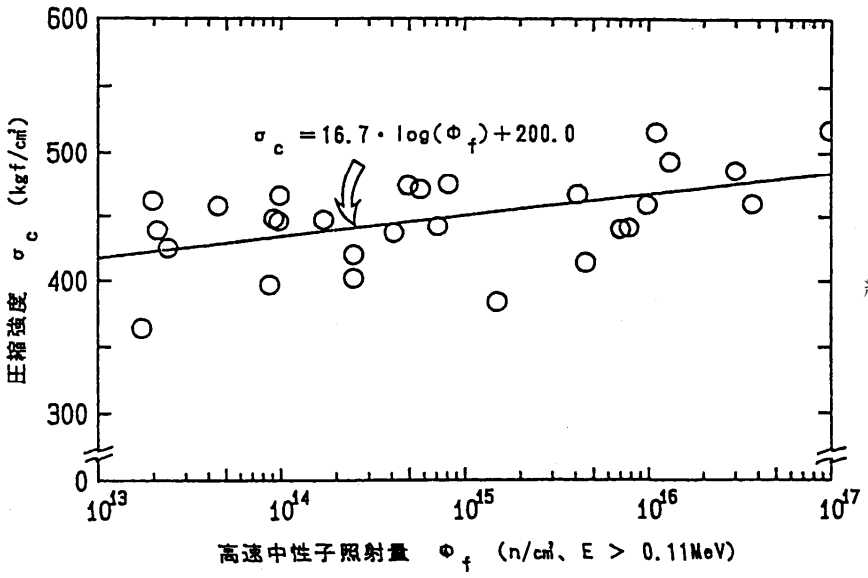
放射線照射によるコンクリート構造物の強度低下に対しては，高経年化対策の観点から現状の保全内容に対し追加すべき項目はなく，今後も現状保全を継続していく。



結果:1×10^{20} n/cm^{2}程度の中性子照射量では,圧縮強度の低下は見られない。

(出典) Hilsdorf, Kropp, and Koch, "The Effects of Nuclear Radiation on the Mechanical Properties of Concrete." American Concrete Institute Publication, SP － 55, Paper 10.(1978)

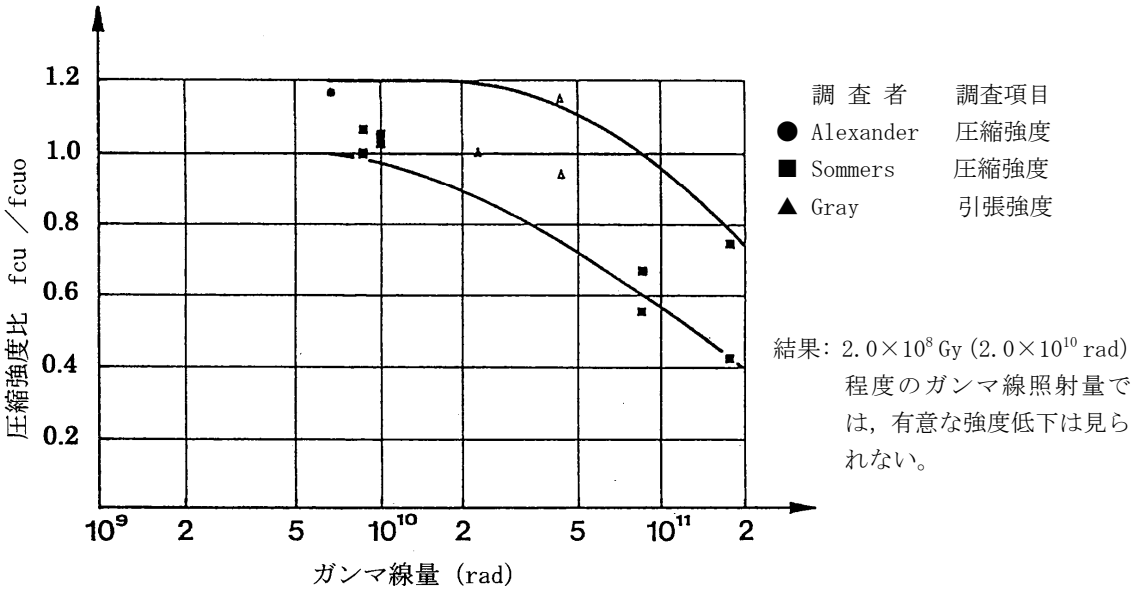
図 2.3-3　中性子照射したコンクリートの圧縮強度（fcu）と照射しないコンクリートの圧縮強度（fcuo）の比



結果:1×10^{17} n/cm^{2}程度の中性子照射量では,圧縮強度の低下は見られない。

(出典) 出井他, JAERI-M 90-205
「JPDR 生体遮へいコンクリートの材料強度特性」(1990)

図 2.3-4　高速中性子量とコンクリート圧縮強度との関係



（出典） Hilsdorf, Kropp, and Koch, “The Effects of Nuclear Radiation on the Mechanical Properties of Concrete.” American Concrete Institute Publication, SP － 55, Paper 10. (1978)

図 2.3-5　ガンマ線照射したコンクリートの圧縮強度（fcu）と照射しないコンクリートの圧縮強度（fcuo）の比

(3) 中性化による強度低下

a. 事象の説明

コンクリートは，空気中の二酸化炭素の作用を受けると，表面から徐々にそのアルカリ性を失い中性化する。

中性化がコンクリートの内部に進行し，鉄筋を保護する能力が失われると，鉄筋はコンクリート中の水分及び酸素の作用により腐食し始め，腐食に伴う体積膨張によりコンクリートにひび割れやはく離が生じ，コンクリート構造物としての健全性が損なわれる可能性がある。

b. 技術評価

① 健全性評価

評価対象の設計最小かぶり厚さは，タービン建屋外壁（屋内面）が 4.0 cm，取水口構造物（気中帯）が 6.4 cm である。

鉄筋が腐食し始める時の中性化深さは，一般に屋外の雨掛かりの部分では鉄筋のかぶり厚さまで達したとき，屋内の部分では鉄筋のかぶり厚さから 2 cm 奥まで達したときとされている（日本建築学会「鉄筋コンクリート造建築物の耐久設計施工指針・同解説」(2016)）。

また，中性化深さを推定する速度式としては，岸谷式（日本建築学会「高耐久性鉄筋コンクリート造設計施工指針（案）・同解説」(1991)），森永式（森永「鉄筋の腐食速度に基づいた鉄筋コンクリート建築物の寿命予測に関する研究－東京大学学位論文」(1986)）及び中性化深さの実測値に基づく$\sqrt{t}$ 式（土木学会「コンクリート標準示方書　維持管理編」(2013)）がある。

岸谷式，森永式及び特別点検における中性化深さの実測値に基づく$\sqrt{t}$ 式を用いて中性化深さを評価した結果を表 2.3-4 に示す。運転開始後 60 年経過時点におけるタービン建屋外壁（屋内面），取水口構造物（気中帯）の中性化深さは，鉄筋が腐食し始める時の中性化深さを下回っている。岸谷式で評価する際，二酸化炭素の実測値を考慮した劣化外力係数を採用した。

また，表 2.3-4 には，参考に中性化深さを測定した時点における推定値として運転開始後 60 年経過時点と同様に評価した結果も合わせて示す。

さらに，定期的に目視点検を実施しているが，鉄筋腐食に起因する有害なひび割れ等は発見されていない。

なお，特別点検における破壊試験の結果，タービン建屋外壁（屋内面）及び取水口構造物（気中帯）から採取したコアサンプルの平均圧縮強度は，設計基準強度を上回っている（表 2.3-5）。

以上から，中性化による強度低下に対しては，長期健全性評価上問題とならない。

表 2.3-4　コンクリートの中性化深さ　（単位:cm）

評価点		調査時点の中性化深さ			運転開始後60年時点の中性化深さ*2（推定式）	鉄筋が腐食し始める時点の中性化深さ*3
		経過年数	実測値（調査時期）	推定値*1（推定式）		
屋内	タービン建屋外壁（屋内面）	38年	4.0（2017年）	2.9（岸谷式）	5.0（√t式）	6.0
屋外	取水口構造物（気中帯）	36年	1.0（2014年）	1.2（岸谷式）	1.6（岸谷式）	6.4

*1：岸谷式及び森永式による推定値のうち最大値を記載
*2：岸谷式，森永式及び特別点検における中性化深さの実測値に基づく√t式による推定値のうち最大値を記載
*3：かぶり厚さから評価した値

表 2.3-5　タービン建屋外壁及び取水口構造物におけるコンクリートの破壊試験結果

評価対象部位	調査時期（運転開始後経過年数）	設計基準強度	平均圧縮強度
タービン建屋外壁（屋内面）	2017年（38年）	22.1 N/mm^2（225 kgf/cm^2）	48.2 N/mm^2（492 kgf/cm^2）
取水口構造物（気中帯）	2014年（36年）	20.6 N/mm^2（210 kgf/cm^2）	35.7 N/mm^2（364 kgf/cm^2）

② 現状保全

コンクリート構造物の健全性維持の観点から，定期的にコンクリート表面の目視点検を実施している。

目視点検の結果，ひび割れ等の補修が必要となる損傷が確認された場合，即時補修が必要なものを除き，その経過を継続的に監視しつつ，点検実施後数年以内を目途に補修を計画，実施している。合わせて，定期的に中性化深さを確認している。

③ 総合評価

健全性評価結果から判断して，今後，強度低下が急激に発生する可能性は小さい。

また，定期的な目視点検により補修対象となったひび割れ等の補修を計画，実施しており，現状の保全方法は，コンクリート構造物の健全性を維持する上で適切である。

c. 高経年化への対応

中性化によるコンクリート構造物の強度低下に対しては，高経年化対策の観点から現状の保全内容に対し追加すべき項目はなく，今後も現状保全を継続していく。

(4) 塩分浸透による強度低下

a. 事象の説明

コンクリート中に塩化物イオンが浸透し，鉄筋位置まで達すると，鉄筋の腐食が徐々に進行し，鉄筋の膨張によりコンクリートにひび割れやはく離が生じ，コンクリート構造物としての健全性が損なわれる可能性がある。

b. 技術評価

① 健全性評価

塩分によるコンクリート中の鉄筋への影響を評価する方法としては，鉄筋の腐食速度に着目し，鉄筋の腐食減量が，かぶりコンクリートにひび割れが発生する時点の鉄筋の腐食減量に達するまでの期間の予測式として，森永式（森永「鉄筋の腐食速度に基づいた鉄筋コンクリート建築物の寿命予測に関する研究－東京大学学位論文」(1986)）が提案されている。

特別点検における塩化物イオン量の測定結果をもとに，鉄筋位置での将来的な塩化物イオン濃度を拡散方程式により予測し，森永式を適用して鉄筋の腐食減量を計算した結果を表 2.3-6 に示す。

表 2.3-6　鉄筋の腐食減量

評価点		調査時期	鉄筋位置での塩化物イオン濃度（%）	鉄筋の腐食減量（$\times 10^{-4}$ g/cm^2）		
				調査時点	運転開始後60年時点	かぶりコンクリートにひび割れが発生する時点
取水口構造物	気中帯	2015年	0.04 [0.89]*	1.7	3.4	62.3
	干満帯	2014年	0.05 [1.09]*	10.3	18.1	67.7
	海中帯	2014年	0.05 [1.03]*	0.4	1.1	62.3

*：[　]内は塩化物イオン量（kg/m^3）

上記の結果より，運転開始後60年経過時点の鉄筋の腐食減量は，かぶりコンクリートにひび割れが発生する時点の鉄筋の腐食減量を下回っている。さらに，定期的に目視確認を実施しているが，鉄筋腐食に起因する有害なひび割れ等は発見されていない。

なお，特別点検における破壊試験の結果，取水口構造物の気中帯，干満帯及び海中帯から採取したコアサンプルの平均圧縮強度は，設計基準強度を上回っている（表 2.3-7）。

以上から，塩分浸透による強度低下に対しては，長期健全性評価上問題とならない。

表 2.3-7　塩分浸透の評価点の近傍におけるコンクリートの破壊試験結果

評価対象部位	実施時期 （運転開始後経過年数）	設計基準強度	平均圧縮強度
取水口構造物 （気中帯）	2014 年 （36 年）	20.6 N/mm^2 （210 kgf/cm^2）	35.7 N/mm^2 （364 kgf/cm^2）
取水口構造物 （干満帯）	2014 年 （36 年）	20.6 N/mm^2 （210 kgf/cm^2）	34.6 N/mm^2 （353 kgf/cm^2）
取水口構造物 （海中帯）	2014 年 （36 年）	20.6 N/mm^2 （210 kgf/cm^2）	29.1 N/mm^2 （297 kgf/cm^2）

② 現状保全

コンクリート構造物の健全性維持の観点から，定期的にコンクリート表面の目視点検を実施している。

目視点検の結果，ひび割れ等の補修が必要となる損傷が確認された場合，即時補修が必要なものを除き，その経過を継続的に監視しつつ，点検実施後数年以内を目途に補修を計画，実施している。合わせて，定期的に塩分浸透を確認している。

③ 総合評価

健全性評価結果から判断して，今後，強度低下が急激に発生する可能性は小さい。

また，定期的な目視点検により補修対象となったひび割れ等の補修を計画，実施しており，現状の保全方法は，コンクリート構造物の健全性を維持する上で適切である。

c. 高経年化への対応

塩分浸透によるコンクリート構造物の強度低下に対しては，高経年化対策の観点から現状の保全内容に対し追加すべき項目はなく，今後も現状保全を継続していく。

(5) 機械振動による強度低下

a. 事象の説明

コンクリート構造物は，長期間にわたって機械振動による繰返し荷重を受けるとひび割れが発生し，コンクリート構造物としての健全性が損なわれる可能性がある。

b. 技術評価

① 健全性評価

タービン発電機架台については，異常振動の有無を日常的なパトロールで確認している。コンクリートについては，定期的に目視点検を実施し，コンクリート表面において強度に支障をきたす可能性のある欠陥がないことを確認している。

また，仮に機械振動により機器のコンクリート基礎への定着部の支持力が失われるような場合，機器の異常振動が発生するものと考えられるが，機械振動は日常的に監視されており，異常の兆候は検知可能である。

なお，特別点検における破壊試験の結果，タービン建屋（タービン発電機架台）から採取したコアサンプルの平均圧縮強度は，設計基準強度を上回っている（表 2.3-8）。

以上より，機械振動による強度低下に対しては，長期健全性評価上問題とならない。

表 2.3-8　機械振動の評価対象におけるコンクリートの破壊試験結果

評価対象部位	実施時期 （運転開始後経過年数）	設計基準強度	平均圧縮強度
タービン建屋 （タービン発電機架台）	2014 年 （36 年）	22.1 N/mm^2 （225 kgf/cm^2）	37.0 N/mm^2 （377 kgf/cm^2）

② 現状保全

コンクリート構造物の健全性維持の観点から，定期的にコンクリート表面の目視点検を実施している。

目視点検の結果，ひび割れ等の補修が必要となる損傷が確認された場合，即時補修が必要なものを除き，その経過を継続的に監視しつつ，点検実施後数年以内を目途に補修を計画，実施している。

③ 総合評価

健全性評価結果から判断して，今後，強度低下が急激に発生する可能性は小さい。

また，定期的な目視点検により補修対象となったひび割れ等の補修を計画，実施しており，現状の保全方法は，コンクリート構造物の健全性を維持する上で適切である。

c．高経年化への対応

機械振動によるコンクリート構造物の強度低下に対しては，高経年化対策の観点から現状の保全内容に対し追加すべき項目はなく，今後も現状保全を継続していく。

2.3.2 コンクリートの遮へい能力低下

(1) 熱による遮へい能力低下

a. 事象の説明

コンクリートが周辺環境からの伝達熱及び放射線照射に起因するコンクリート内部の温度上昇により，コンクリート中の水分が逸散し，放射線に対する遮へい能力が低下する可能性がある。

また，震災時の原子炉格納容器内温度上昇により劣化状況評価に影響を及ぼす可能性がある。

b. 技術評価

① 健全性評価

放射線防護の観点から，コンクリート遮へい体の設計に適用されている「コンクリート遮へい体設計基準」(R.G.Jaeger et al.「Engineering Compendium on Radiation Shielding (ECRS) VOL.2」) には，周辺及び内部最高温度の制限値が示されており，コンクリートに対しては中性子遮へいで 88 ℃以下，ガンマ線遮へいで 177 ℃以下となっている。

これに対し，運転中の実測によるガンマ線遮へい壁炉心側の周辺温度を確認した結果，約 55 ℃以下である。

また，ガンマ線による熱発生温度分布については，工事計画認可申請書にて点減衰核積分コードである SPAN コードを用いて計算している。

炉心中心でのガンマ線遮へい壁におけるガンマ線による熱発生温度分布で得られた値（約 9 ℃）を考慮した場合でも約 64 ℃以下であり，コンクリート温度制限値を下回っていることから，運転開始後 60 年時点においても遮へい能力への影響はないと判断する。

また，仮に熱によるコンクリート構造物の遮へい能力低下が生じた場合，放射線量が上昇するものと考えられるが，放射線量は日常的に監視しており，異常の兆候は検知可能である。

なお，ガンマ線遮へいコンクリートについては，鉄板で覆われているため，ガンマ線遮へいに近く，他の部位より熱の影響を受けていると思われる一次遮へい壁において，特別点検にて乾燥単位容積質量を確認した結果，設計値を上回っていることを確認した。

以上より，熱による遮へい能力低下に対しては，長期健全性評価上問題とならない。

② 震災影響評価

原子炉格納容器頂部周辺温度は最高で約 144 ℃まで上昇したため，ガンマ線遮へい壁及び一次遮へい壁のコンクリート温度が制限値を超えた可能性があり，影響を評価した結果，水分逸散は生じておらず，原子炉設置（変更）許可における遮へい能力を下回っていないと判断した。

以上より，熱による遮へい能力低下に係る劣化状況評価に対して震災による影響はない。

③ 現状保全

ガンマ線遮へいコンクリートについては鉄板で覆われているため，目視点検等は実施していない。しかし，ガンマ線遮へいに近く，他の部位より熱の影響を受けていると思われる一次遮へい壁において，構造物の健全性維持の観点から定期的にコンクリート表面の目視点検を実施している。

また，放射線量を日常的に監視している。

④ 総合評価

健全性評価結果から判断して，熱によるコンクリート構造物の遮へい能力低下については，現状において問題はなく，今後も遮へい能力低下が急激に発生する可能性は小さい。

また，仮に熱によるコンクリート構造物の遮へい能力低下が生じた場合，放射線量が上昇するものと考えられるが，放射線量は日常的に監視しており，異常の兆候は検知可能である。

c．高経年化への対応

熱によるコンクリート構造物の遮へい能力低下に対しては，高経年化対策の観点から現状の保全内容に対し追加すべき項目はなく，今後も現状保全を継続していく。

3. 評価対象部位以外への展開

コンクリート構造物及び鉄骨構造物の技術評価は，「2.2 経年劣化事象の抽出」及び「2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の評価」に示すとおり，評価対象部位について，各経年劣化事象に影響を及ぼす要因毎に，使用条件を考慮して実施している。コンクリート構造物及び鉄骨構造物の場合，評価対象部位以外の使用条件等は，評価対象部位に包含されているため，技術評価結果も評価対象部位の結果に包含される。

したがって，評価対象以外の部位についても高経年化対策の観点から追加すべき保全項目はなく，今後も現状の保全方法により健全性を確認していく。

なお，放水路ゲート及びブローアウトパネル閉止装置については，駆動するための装置が併せて設置されるため，1 章で実施したグループ化で代表機器となっていない機器への展開として検討した。

3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

a. モータ（低圧，全閉型）の固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁特性低下［放水路ゲート駆動用及びブローアウトパネル閉止装置駆動用］

代表構造物とは異なり，モータの固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁特性低下が想定される。本経年劣化事象に対する「事象の説明」，「技術評価」及び「高経年化への対応」は，「ポンプモータの技術評価書」のうち，低圧ポンプモータと同一であることから，当該評価書を参照のこと。

3.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

(1) 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって，想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象）

a. 扉けん引装置支持金具，けん引装置ドラム及び埋込金物（大気接触部）の腐食（全面腐食）［放水路ゲート駆動用及びブローアウトパネル閉止装置駆動用］

代表構造物とは異なり，扉けん引装置支持金具，けん引装置ドラム及び埋込金物は炭素鋼であり，腐食の発生が想定される。当該装置は新たに設置されることから，大気接触部には塗装を施すことで，腐食が発生する可能性を低減できるものと考える。

また，今後巡視点検等で目視により塗膜の状態を確認し，はく離等が認められた場合は必要に応じて補修塗装を実施することで各部の健全性を維持できると考える。

したがって，扉けん引装置支持金具，けん引装置ドラム及び埋込金物（大気接触部）の腐食（全面腐食）は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

b. モータ（低圧，全閉型）の固定子コア及び回転子コアの腐食（全面腐食）［放水路ゲート駆動用及びブローアウトパネル閉止装置駆動用］

c. モータ（低圧，全閉型）のフレーム，エンドブラケット及び端子箱の腐食（全面腐食）［放水路ゲート駆動用及びブローアウトパネル閉止装置駆動用］

d. モータ（低圧，全閉型）の取付ボルトの腐食（全面腐食）［放水路ゲート駆動用及びブローアウトパネル閉止装置駆動用］

以上，代表構造物とは異なり b. ～ d. の経年劣化事象が想定されるが，評価については「ポンプモータの技術評価書」のうち，低圧ポンプモータと同一であることから，当該評価書を参照のこと。

(2) 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により，今後も経年劣化の進展が考えられない，又は進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外）

a. 埋込金物（コンクリート埋設部）の腐食（全面腐食）

代表構造物とは異なり，埋込金物は炭素鋼であり，腐食の発生が想定されるが，コンクリート埋設部については，コンクリートの大気接触部表面からの中性化の進行により腐食環境となるため，コンクリートが中性化に至り，埋込金物に有意な腐食が発生するまで長時間を要す。

今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難いことから，埋込金物（コンクリート埋設部）の腐食（全面腐食）は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

東海第二発電所
計測制御設備の技術評価書

（運転を断続的に行うことを前提とした評価）

日本原子力発電株式会社

本評価書は，東海第二発電所（以下，「東海第二」という）で使用されている安全上重要な計測制御設備（重要度分類審査指針におけるクラス 1 及びクラス 2 に該当する計測制御設備）及び重大事故等対処設備に属する計測制御設備について，運転を断続的に行うことを前提に高経年化に係わる技術評価についてまとめたものである。

なお，高温・高圧の環境下にあるクラス 3 の計測制御設備はない。

評価対象機器の一覧を表 1 に，機能を表 2 に示す。

評価対象機器を計測対象，型式及び設置場所等でグループ化し，それぞれのグループから重要度及び使用条件等の観点から代表機器を選定し技術評価を行った後，代表以外の機器について評価を展開している。

本評価書は，計測制御設備を以下の 3 章で構成している。

また，計測制御設備の評価グループ分類（概念図）を図 1 に示す。

1. 計測装置
2. 補助継電器盤
3. 操作制御盤

表１　評価対象機器一覧（代表機器）

分類			機器名称	主な仕様 （信号用途） （盤寸法）	重要度[*1]
計測装置	圧力	ダイヤフラム式	RHR ポンプ吐出圧力計測装置	ADS 作動，監視	MS-1 重[*2]
		ベローズ式	D/G 機関冷却水入口圧力計測装置	D/G トリップ	MS-1
		シールドピストン式	CV 急速閉検出用圧力計測装置	スクラム	MS-1
	温度	熱電対式	主蒸気管トンネル温度計測装置	MSIV 隔離，PCIS 作動	MS-1
		測温抵抗体式	サプレッション・プール水温度計測装置	監視	MS-2
	流量	ダイヤフラム式	RCIC 系統流量計測装置	RCIC 制御，監視	MS-1 重[*2]
	水位	ダイヤフラム式	原子炉水位計測装置	RCIC 起動，LPCS 起動，RHR 起動，ADS 作動，監視	MS-1 重[*2]
		フロート式	スクラム排出容器水位計測装置	スクラム	MS-1
		ガイドパルス式	使用済燃料プール水位計測装置[*4]	監視	重[*2]
		電極式	格納容器下部水位計測装置[*4]	監視	重[*2]
		電波式	取水ピット水位計測装置[*4]	監視	設[*3]
		圧力式	潮位計測装置[*4]	監視	設[*3]
	中性子束	核分裂電離箱式	SRNM	スクラム，監視	MS-1 重[*2]
	放射線	イオンチェンバ式	主蒸気管放射線計測装置	スクラム，MSIV 隔離，PCIS 作動	MS-1
		半導体式	原子炉建屋換気系放射線計測装置	FRVS/SGTS 起動，PCIS 作動，中央制御室換気系隔離	MS-1
	振動	倒立振子式	地震加速度計測装置	スクラム	MS-1
	濃度	熱伝導式	格納容器内水素濃度計測装置	監視	MS-2
		触媒式	原子炉建屋水素濃度計測装置[*4]	監視	重[*2]
		磁気式	格納容器内酸素濃度計測装置	監視	MS-2
	位置	リミットスイッチ式	MSV 位置計測装置	スクラム	MS-1
	回転速度	電磁ピックアップ式	RCIC タービン回転速度計測装置	RCIC トリップ，監視	MS-1
補助継電器盤		屋内	原子炉保護系(A)継電器盤	2,400 mm(W)×2,286 mm(H)×914 mm(D)	MS-1
操作制御盤		屋内	原子炉制御操作盤	4,402 mm(W)×2,286 mm(H)×1,661 mm(D)	MS-1 重[*2]

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

*2：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す

*3：設計基準対象施設として評価対象とした機器及び構造物であることを示す

*4：新規に設置される機器

表２　評価対象機器機能一覧

設備区分	機能概要
計測装置	プロセス値（圧力・流量・水位等）を検出器で電気信号に変換し，信号変換処理部にて信号変換処理・演算処理を行い，指示計・記録計・指示調節計・補助継電器に伝達する。指示計・記録計は，操作制御盤に取付けられており，信号変換処理部から伝達されてきた電気信号を工学値に変換し，指示又は記録する。指示調節計は，操作制御盤に取付けられており，入力値と設定値との差に応じた電気信号を出力する。補助継電器は，操作制御盤に取付けられており，信号変換処理部から伝達されてきた電気信号を補助継電器盤に取付けられている補助継電器，電磁接触器に伝達する。
補助継電器盤	計測装置からの信号を受け，補助継電器，電磁接触器により原子炉の保護／制御ロジックを構成し，原子炉スクラム信号等のインターロック信号を出力する。
操作制御盤	計測装置の一部である指示計・記録計・指示調節計・補助継電器により，状態監視，操作及び電気信号の伝達を行うとともに，操作スイッチ，押釦スイッチによる補機操作及び故障表示器，表示灯，液晶ディスプレイによる状態監視を行う。

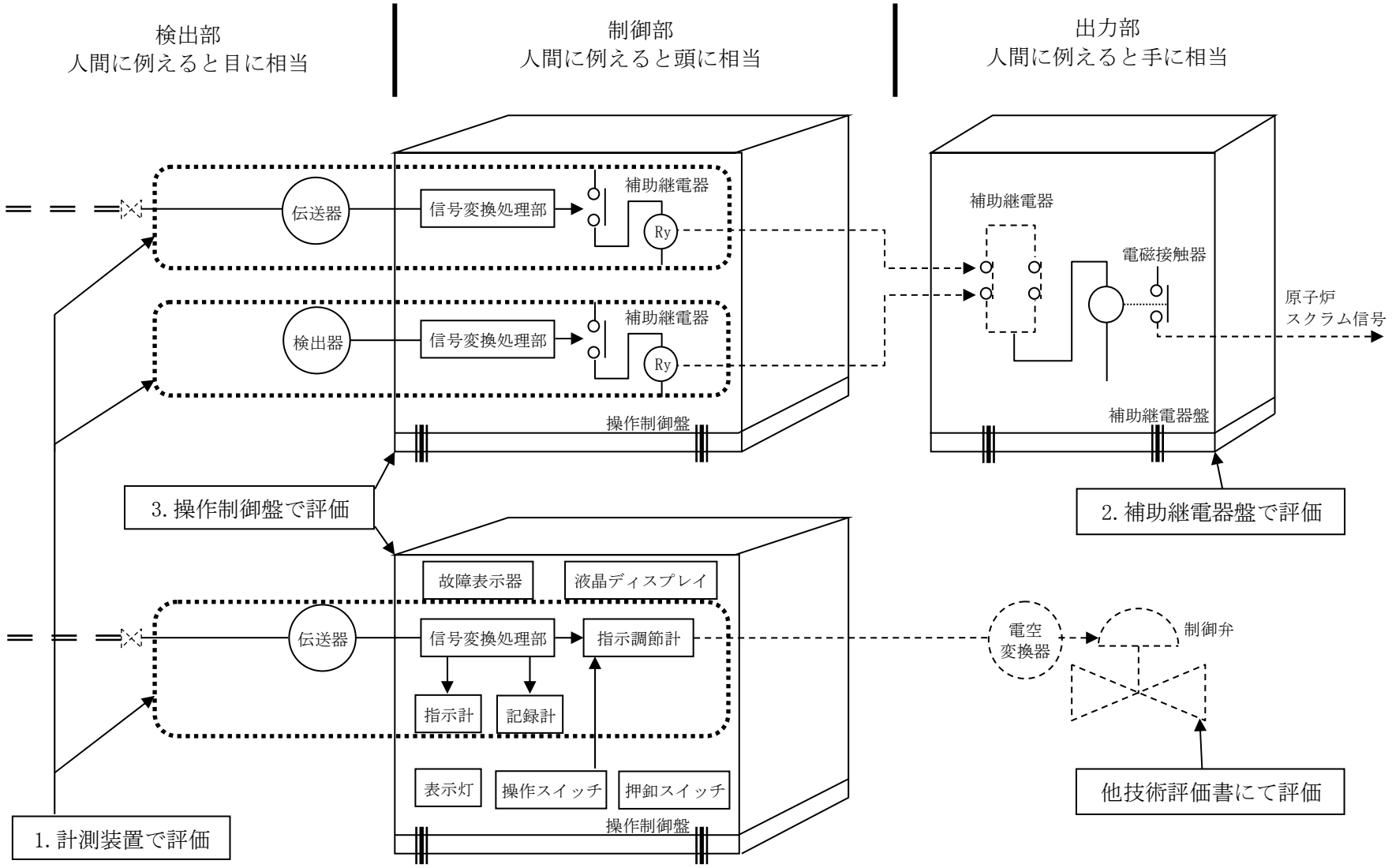


図１　計測制御設備の評価グループ分類（概念図）

1. 計測装置

［対象計測装置］

① 圧力計測装置（ダイヤフラム式）
② 圧力計測装置（ベローズ式）
③ 圧力計測装置（シールドピストン式）
④ 温度計測装置（熱電対式）
⑤ 温度計測装置（測温抵抗体式）
⑥ 流量計測装置（ダイヤフラム式）
⑦ 水位計測装置（ダイヤフラム式）
⑧ 水位計測装置（フロート式）
⑨ 水位計測装置（ガイドパルス式）
⑩ 水位計測装置（電極式）
⑪ 水位計測装置（電波式）
⑫ 水位計測装置（圧力式）
⑬ 中性子束計測装置（核分裂電離箱式）
⑭ 放射線計測装置（イオンチェンバ式）
⑮ 放射線計測装置（半導体式）
⑯ 振動計測装置（倒立振子式）
⑰ 濃度計測装置（熱伝導式）
⑱ 濃度計測装置（触媒式）
⑲ 濃度計測装置（磁気式）
⑳ 位置計測装置（リミットスイッチ式）
㉑ 回転速度計測装置（電磁ピックアップ式）

目次

1. 対象機器及び代表機器の選定..... 1-1
1.1 グループ化の考え方及び結果..... 1-1
1.2 代表機器の選定..... 1-1
2. 代表機器の技術評価..... 1-13
2.1 構造，材料及び使用条件..... 1-14
2.1.1 RHR ポンプ吐出圧力計測装置..... 1-14
2.1.2 D/G 機関冷却水入口圧力計測装置..... 1-18
2.1.3 CV 急速閉検出用圧力計測装置..... 1-22
2.1.4 主蒸気管トンネル温度計測装置..... 1-26
2.1.5 サプレッション・プール水温度計測装置..... 1-30
2.1.6 RCIC 系統流量計測装置..... 1-34
2.1.7 原子炉水位計測装置..... 1-38
2.1.8 スクラム排出容器水位計測装置..... 1-42
2.1.9 使用済燃料プール水位計測装置..... 1-46
2.1.10 格納容器下部水位計測装置..... 1-49
2.1.11 取水ピット水位計測装置..... 1-52
2.1.12 潮位計測装置..... 1-55
2.1.13 SRNM..... 1-58
2.1.14 主蒸気管放射線計測装置..... 1-61
2.1.15 原子炉建屋換気系放射線計測装置..... 1-64
2.1.16 地震加速度計測装置..... 1-67
2.1.17 格納容器内水素濃度計測装置..... 1-70
2.1.18 原子炉建屋水素濃度計測装置..... 1-74
2.1.19 格納容器内酸素濃度計測装置..... 1-77
2.1.20 MSV 位置計測装置..... 1-81
2.1.21 RCIC タービン回転速度計測装置..... 1-84
2.2 経年劣化事象の抽出..... 1-87
2.2.1 機器の機能達成に必要な項目..... 1-87
2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出..... 1-87
2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象..... 1-89
2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の評価..... 1-121
3. 代表機器以外への展開..... 1-122
3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象..... 1-123
3.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象..... 1-123

1. 対象機器及び代表機器の選定

東海第二で使用している計測装置のうち，対象となる計測装置の主な仕様を表 1-1 に示す。

これらの計測装置を計測対象及び検出部型式の観点からグループ化し，それぞれのグループより以下のとおり代表機器を選定した。

1.1 グループ化の考え方及び結果

計測対象及び検出部型式を分類基準とし，計測装置を表 1-1 に示すとおりグループ化する。

1.2 代表機器の選定

表 1-1 に分類されるグループ毎に，原則として重要度及び使用条件の観点から代表機器を選定する。

(1) 圧力計測装置（ダイヤフラム式）

圧力計測装置（ダイヤフラム式）のうち，重要度が高く，常設重大事故等対処設備に属する計測装置は，RHR ポンプ吐出圧力計測装置及び LPCS ポンプ吐出圧力計測装置があるが，重要度及び使用条件が同等なため，RHR ポンプ吐出圧力計測装置を代表機器とする。

(2) 圧力計測装置（ベローズ式）

圧力計測装置（ベローズ式）には，D/G 機関冷却水入口圧力計測装置及び D/G 機関潤滑油入口圧力計測装置が属するが，重要度及び使用条件が同等なため，D/G 機関冷却水入口圧力計測装置を代表機器とする。

(3) 圧力計測装置（シールドピストン式）

圧力計測装置（シールドピストン式）には，CV 急速閉検出用圧力計測装置のみが属するため，CV 急速閉検出用圧力計測装置を代表機器とする。

(4) 温度計測装置（熱電対式）

温度計測装置（熱電対式）のうち，重要度が高く，使用条件が厳しい主蒸気管トンネル温度計測装置を代表機器とする。

(5) 温度計測装置（測温抵抗体式）

温度計測装置（測温抵抗体式）のうち，重要度が高いサプレッション・プール水温度計測装置を代表機器とする。

(6) 流量計測装置（ダイヤフラム式）

流量計測装置（ダイヤフラム式）のうち，重要度が高く，常設重大事故等対処設備に属するRCIC系統流量計測装置を代表機器とする。

(7) 水位計測装置（ダイヤフラム式）

水位計測装置（ダイヤフラム式）のうち，重要度が高く，常設重大事故等対処設備に属する原子炉水位計測装置を代表機器とする。

(8) 水位計測装置（フロート式）

水位計測装置（フロート式）のうち，重要度が高いスクラム排出容器水位計測装置を代表機器とする。

(9) 水位計測装置（ガイドパルス式）

水位計測装置（ガイドパルス式）には，使用済燃料プール水位計測装置のみが属するため，使用済燃料プール水位計測装置を代表機器とする。

(10) 水位計測装置（電極式）

水位計測装置（電極式）には，格納容器下部水位計測装置のみが属するため，格納容器下部水位計測装置を代表機器とする。

(11) 水位計測装置（電波式）

水位計測装置（電波式）のうち，屋外に設置され使用条件が厳しい取水ピット水位計測装置を代表機器とする。

(12) 水位計測装置（圧力式）

水位計測装置（圧力式）には，潮位計測装置のみが属するため，潮位計測装置を代表機器とする。

(13) 中性子束計測装置（核分裂電離箱式）

中性子束計測装置（核分裂電離箱式）のうち，重要度が高く，使用条件が厳しいSRNMを代表機器とする。

(14) 放射線計測装置（イオンチェンバ式）

放射線計測装置（イオンチェンバ式）のうち，重要度が高い主蒸気管放射線計測装置を代表機器とする。

(15) 放射線計測装置（半導体式）

放射線計測装置（半導体式）には，原子炉建屋換気系放射線計測装置のみが属するため，原子炉建屋換気系放射線計測装置を代表機器とする。

(16) 振動計測装置（倒立振子式）

振動計測装置（倒立振子式）には，地震加速度計測装置のみが属するため，地震加速度計測装置を代表機器とする。

(17) 濃度計測装置（熱伝導式）

濃度計測装置（熱伝導式）のうち，重要度が高い格納容器内水素濃度計測装置を代表機器とする。

(18) 濃度計測装置（触媒式）

濃度計測装置（触媒式）には，原子炉建屋水素濃度計測装置のみが属するため，原子炉建屋水素濃度計測装置を代表機器とする。

(19) 濃度計測装置（磁気式）

濃度計測装置（磁気式）のうち，重要度が高い格納容器内酸素濃度計測装置を代表機器とする。

(20) 位置計測装置（リミットスイッチ式）

位置計測装置（リミットスイッチ式）には，MSV 位置計測装置のみが属するため，MSV 位置計測装置を代表機器とする。

(21) 回転速度計測装置（電磁ピックアップ式）

回転速度計測装置（電磁ピックアップ式）には，RCIC タービン回転速度計測装置のみが属するため，RCIC タービン回転速度計測装置を代表機器とする。

表 1-1（1/9）　計測装置のグループ化及び代表機器の選定

分類基準		主な計測装置名称	主な仕様 (信号用途)	選定基準			選定	選定理由
計測対象	検出部型式			重要度*1	使用条件			
					設置場所	周囲温度（℃）		
圧力	ダイヤフラム式	RHR ポンプ吐出圧力 LPCS ポンプ吐出圧力	ADS 作動 監視	MS-1 重*2	原子炉建屋	40.0（最高）	◎	重要度，重*2， 使用条件
					中央制御室	32.2（最高）		
		原子炉圧力 格納容器圧力 主蒸気管圧力 主復水器真空度	スクラム MSIV 隔離 PCIS 作動 LPCS 起動 RHR 起動 HPCS 起動 D/G 起動 ADS 作動	MS-1	原子炉建屋／ タービン建屋	40.0（最高）		
					中央制御室	32.2（最高）		
		原子炉圧力	監視	MS-2 重*2	原子炉建屋	40.0（最高）		
					中央制御室	32.2（最高）		
		格納容器圧力	監視	MS-2	原子炉建屋	40.0（最高）		
					中央制御室	32.2（最高）		
		原子炉圧力 格納容器圧力 常設高圧代替注水系ポンプ吐出圧力*3 代替循環冷却系ポンプ吐出圧力*3	監視	重*2	原子炉建屋	40.0（最高）		
					中央制御室	32.2（最高）		

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す
*2：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す
*3：新規に設置される機器

表 1-1（2/9）　計測装置のグループ化及び代表機器の選定

分類基準		主な計測装置名称	主な仕様 (信号用途)	選定基準			選定	選定理由
計測対象	検出部型式			重要度*1	使用条件			
					設置場所	周囲温度（℃）		
圧力	ベローズ式	D/G 機関冷却水入口圧力 D/G 機関潤滑油入口圧力	D/G トリップ	MS-1	D/G 室	40（最高）	◎	重要度，使用条件
	シールド ピストン式	CV 急速閉検出用圧力	スクラム	MS-1	ヒーター ルーム	48.9（最高）	◎	
					中央制御室	32.2（最高）		

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

表 1-1（3/9）　計測装置のグループ化及び代表機器の選定

分類基準		主な計測装置名称	主な仕様 (信号用途)	選定基準			選定	選定理由
計測対象	検出部型式			重要度*1	使用条件			
					設置場所	周囲温度（℃）		
温度	熱電対式	主蒸気管トンネル温度	MSIV 隔離 PCIS 作動	MS-1	主蒸気管 トンネル室	60.0（最高）	◎	重要度，使用条件
					中央制御室	32.2（最高）		
		FCS 入口ガス温度	FCS 制御	MS-1	原子炉建屋	40.0（最高）		
					中央制御室	32.2（最高）		
		原子炉圧力容器温度	監視	重*2	原子炉格納 容器内	73.9（最高）		
					中央制御室	32.2（最高）		
		格納容器内温度*3	監視	重*2	原子炉格納 容器内	65.6（最高）		
					中央制御室	32.2（最高）		
		使用済燃料プール温度	監視	重*2	原子炉建屋	65（最高）		
					中央制御室	32.2（最高）		
		代替循環冷却系ポンプ 入口温度*3	監視	重*2	原子炉建屋	40.0（最高）		
					中央制御室	32.2（最高）		
	測温抵抗体式	サプレッション・プール 水温度	監視	MS-2	サプレッション ・プール内	32（最高）	◎	重要度
					中央制御室	32.2（最高）		
		サプレッション・プール 水温度*3	監視	重*2	サプレッション ・プール内	32（最高）		
					中央制御室	32.2（最高）		
		使用済燃料プール温度*3	監視	重*2	原子炉建屋	65（最高）		
					中央制御室	32.2（最高）		
		格納容器下部水温*3	監視	重*2	ペデスタル	57（最高）		
					中央制御室	32.2（最高）		

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す
*2：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す
*3：新規に設置される機器

表 1-1（4/9）　計測装置のグループ化及び代表機器の選定

分類基準		主な計測装置名称	主な仕様 （信号用途）	選定基準			選定	選定理由
計測対象	検出部型式			重要度*1	使用条件			
					設置場所	周囲温度（℃）		
流量	ダイヤフラム式	RCIC 系統流量	RCIC 制御 監視	MS-1 重*2	RCIC ポンプ室	65.6（最高）	◎	重要度，重*2
					中央制御室	32.2（最高）		
		主蒸気管流量 FCS 入口ガス流量	MSIV 隔離 PCIS 作動 FCS 制御	MS-1	原子炉建屋	40.0（最高）		
					中央制御室	32.2（最高）		
		RHR 系統流量 LPCS 系統流量 HPCS 系統流量	監視	MS-2 重*2	原子炉建屋	40.0（最高）		
					中央制御室	32.2（最高）		
		低圧代替注水系原子炉注水流量*3 低圧代替注水系格納容器スプレイ流量*3 低圧代替注水系格納容器下部注水流量*3	監視	重*2	原子炉建屋	40.0（最高）		
					中央制御室	32.2（最高）		

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す
*2：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す
*3：新規に設置される機器

表 1-1（5/9）　計測装置のグループ化及び代表機器の選定

分類基準		主な計測装置名称	主な仕様 (信号用途)	選定基準			選定	選定理由
計測対象	検出部型式			重要度[*1]	使用条件			
					設置場所	周囲温度（℃）		
水位	ダイヤフラム式	原子炉水位	RCIC 起動 LPCS 起動 RHR 起動 ADS 作動 監視	MS-1 重[*2]	原子炉建屋	40.0（最高）	◎	重要度，重[*2]
					中央制御室	32.2（最高）		
		原子炉水位 サプレッション・プール水位	スクラム PCIS 作動 FRVS/SGTS 起動 MSIV 隔離 RCIC 起動 HPCS 起動 LPCS 起動 RHR 起動 D/G 起動 ADS 作動 HPCS 水源切替	MS-1	原子炉建屋	40.0（最高）		
					中央制御室	32.2（最高）		
		原子炉水位	監視	MS-2 重[*2]	原子炉建屋	40.0（最高）		
					中央制御室	32.2（最高）		
		原子炉水位 サプレッション・プール水位	監視	MS-2	原子炉建屋	40.0（最高）		
					中央制御室	32.2（最高）		
		代替淡水貯槽水位[*3]	監視	重[*2]	常設低圧代替注水系格納槽	40（最高）		
					中央制御室	32.2（最高）		

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す
*2：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す
*3：新規に設置される機器

表 1-1（6/9）　計測装置のグループ化及び代表機器の選定

分類基準		主な計測装置名称	主な仕様（信号用途）	選定基準			選定	選定理由
計測対象	検出部型式			重要度*1	使用条件			
					設置場所	周囲温度（℃）		
水位	フロート式	スクラム排出容器水位	スクラム	MS-1	原子炉建屋	40.0（最高）	◎	重要度
					中央制御室	32.2（最高）		
		D/G デイタンク液位	液位制御	MS-2	D/G 室	40（最高）		
	ガイドパルス式	使用済燃料プール水位*4	監視	重*2	原子炉建屋	65（最高）	◎	
					中央制御室	32.2（最高）		
	電極式	格納容器下部水位*4	監視	重*2	ペデスタル	57（最高）	◎	
					中央制御室	32.2（最高）		
	電波式	取水ピット水位*4	監視	設*3	屋外	40（最高）	◎	使用条件
					中央制御室	32.2（最高）		
		西側淡水貯水設備水位*4	監視	重*2	常設代替高圧電源装置置場	40（最高）		
					中央制御室	32.2（最高）		
	圧力式	潮位*4	監視	設*3	屋外	40（最高）	◎	
					中央制御室	32.2（最高）		

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す
*2：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す
*3：設計基準対象施設として評価対象とした機器及び構造物であることを示す
*4：新規に設置される機器

表 1-1（7/9）　計測装置のグループ化及び代表機器の選定

分類基準		主な計測装置名称	主な仕様 (信号用途)	選定基準			選定	選定理由
計測対象	検出部型式			重要度*1	使用条件			
					設置場所	周囲温度（℃）		
中性子束	核分裂電離箱式	SRNM	スクラム 監視	MS-1 重*2	原子炉内	302（最高）	◎	重要度， 使用条件
					原子炉建屋	40.0（最高）		
					中央制御室	32.2（最高）		
		LPRM	スクラム 監視	MS-1 重*2	原子炉内	302（最高）		
					中央制御室	32.2（最高）		
放射線	イオンチェンバ式	主蒸気管放射線	スクラム MSIV 隔離 PCIS 作動	MS-1	主蒸気管 トンネル室	60.0（最高）	◎	重要度
					中央制御室	32.2（最高）		
		格納容器雰囲気放射線	監視	MS-2 重*2	原子炉建屋／ サンドクッションエリア	65.6（最高）		
					中央制御室	32.2（最高）		
		使用済燃料プールエリア放射線*3	監視	重*2	原子炉建屋	40.0（最高）		
					中央制御室	32.2（最高）		
	半導体式	原子炉建屋換気系放射線	FRVS/SGTS 起動 PCIS 作動 中央制御室 換気系隔離	MS-1	原子炉建屋	40.0（最高）	◎	
					中央制御室	32.2（最高）		

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す
*2：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す
*3：新規に設置される機器

表 1-1（8/9）　計測装置のグループ化及び代表機器の選定

分類基準		主な計測装置名称	主な仕様（信号用途）	選定基準			選定	選定理由
計測対象	検出部型式			重要度*1	使用条件			
					設置場所	周囲温度（℃）		
振動	倒立振子式	地震加速度	スクラム	MS-1	原子炉建屋	40.0（最高）	◎	
					中央制御室	32.2（最高）		
濃度	熱伝導式	格納容器内水素濃度	監視	MS-2	原子炉建屋	40.0（最高）	◎	重要度
					中央制御室	32.2（最高）		
		格納容器内水素濃度*3 原子炉建屋水素濃度*3	監視	重*2	原子炉建屋	40.0（最高）		
					電気室	40（最高）		
					中央制御室	32.2（最高）		
	触媒式	原子炉建屋水素濃度*3	監視	重*2	原子炉建屋	40.0（最高）	◎	
					電気室	40（最高）		
					中央制御室	32.2（最高）		
	磁気式	格納容器内酸素濃度	監視	MS-2	原子炉建屋	40.0（最高）	◎	重要度
					中央制御室	32.2（最高）		
		格納容器内酸素濃度*3	監視	重*2	原子炉建屋	40.0（最高）		
					電気室	40（最高）		
					中央制御室	32.2（最高）		

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す
*2：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す
*3：新規に設置される機器

表 1-1（9/9）　計測装置のグループ化及び代表機器の選定

分類基準		主な計測装置名称	主な仕様 (信号用途)	選定基準			選定	選定理由
計測対象	検出部型式			重要度*1	使用条件			
					設置場所	周囲温度（℃）		
位置	リミットスイッチ式	MSV 位置	スクラム	MS-1	ヒーター ルーム	48.9（最高）	◎	
					中央制御室	32.2（最高）		
回転速度	電磁ピックアップ式	RCIC タービン回転速度	RCIC トリップ 監視	MS-1	RCIC ポンプ室	65.6（最高）	◎	
					空調機械室	50（最高）		
					中央制御室	32.2（最高）		

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

2. 代表機器の技術評価

本章では，1 章で代表機器とした以下の計測装置について技術評価を実施する。

① RHR ポンプ吐出圧力計測装置
② D/G 機関冷却水入口圧力計測装置
③ CV 急速閉検出用圧力計測装置
④ 主蒸気管トンネル温度計測装置
⑤ サプレッション・プール水温度計測装置
⑥ RCIC 系統流量計測装置
⑦ 原子炉水位計測装置
⑧ スクラム排出容器水位計測装置
⑨ 使用済燃料プール水位計測装置
⑩ 格納容器下部水位計測装置
⑪ 取水ピット水位計測装置
⑫ 潮位計測装置
⑬ SRNM
⑭ 主蒸気管放射線計測装置
⑮ 原子炉建屋換気系放射線計測装置
⑯ 地震加速度計測装置
⑰ 格納容器内水素濃度計測装置
⑱ 原子炉建屋水素濃度計測装置
⑲ 格納容器内酸素濃度計測装置
⑳ MSV 位置計測装置
㉑ RCIC タービン回転速度計測装置

2.1 構造，材料及び使用条件

2.1.1 RHR ポンプ吐出圧力計測装置

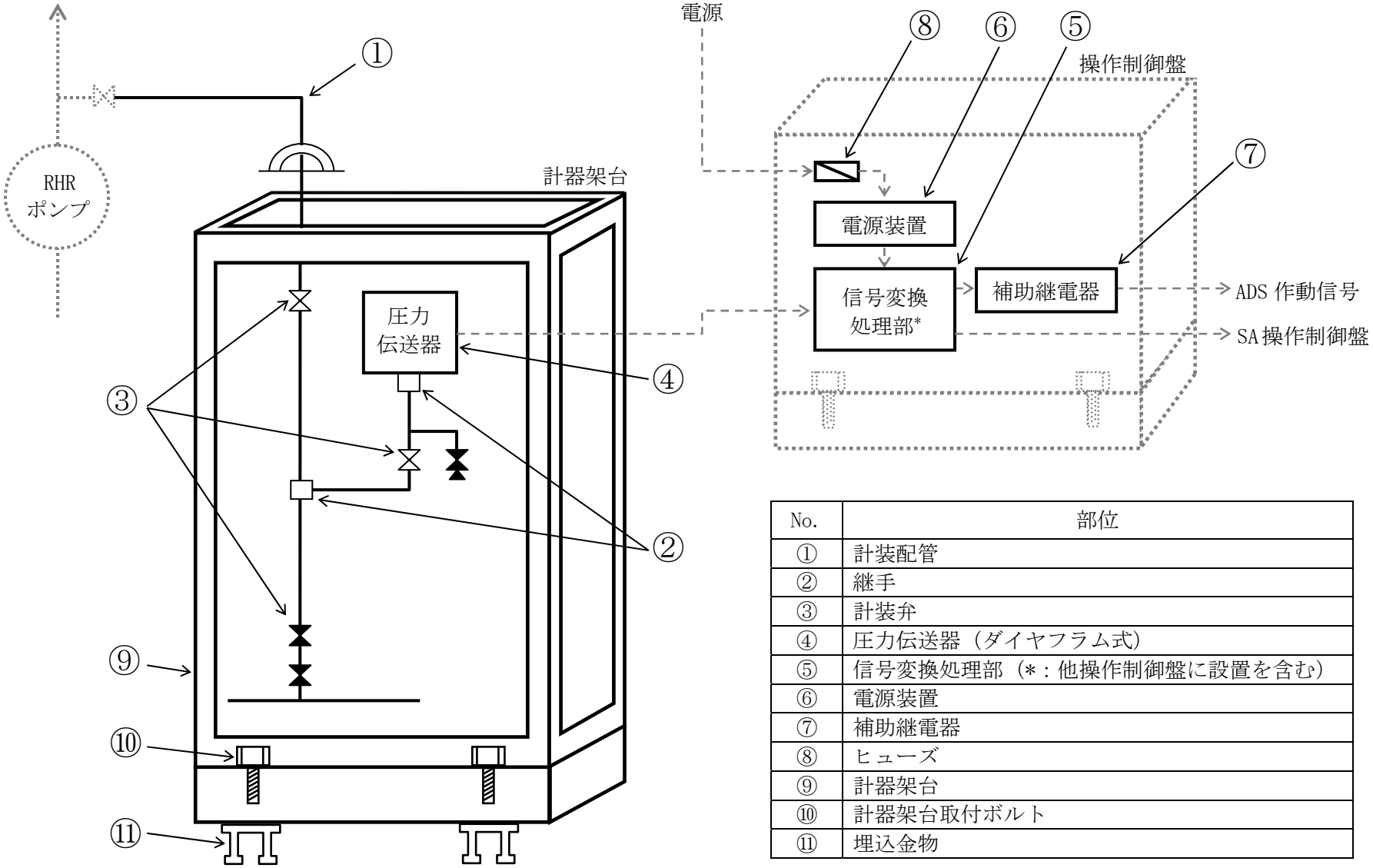
(1) 構造

東海第二の RHR ポンプ吐出圧力計測装置は，RHR ポンプの吐出圧力を伝達する計装配管，継手，計装弁，圧力を検出して電気信号に変換する圧力伝送器，信号変換処理を行う信号変換処理部，電気回路に電源を供給するための電源装置，その他電気回路構成品である補助継電器，ヒューズ，計装配管を固定するサポート，機器を支持するための計器架台，計器架台取付ボルト，基礎ボルト及び埋込金物等で構成されている。

東海第二の RHR ポンプ吐出圧力計測装置構成図を図 2.1-1 に，計装配管サポート構成図を図 2.1-2 に示す。

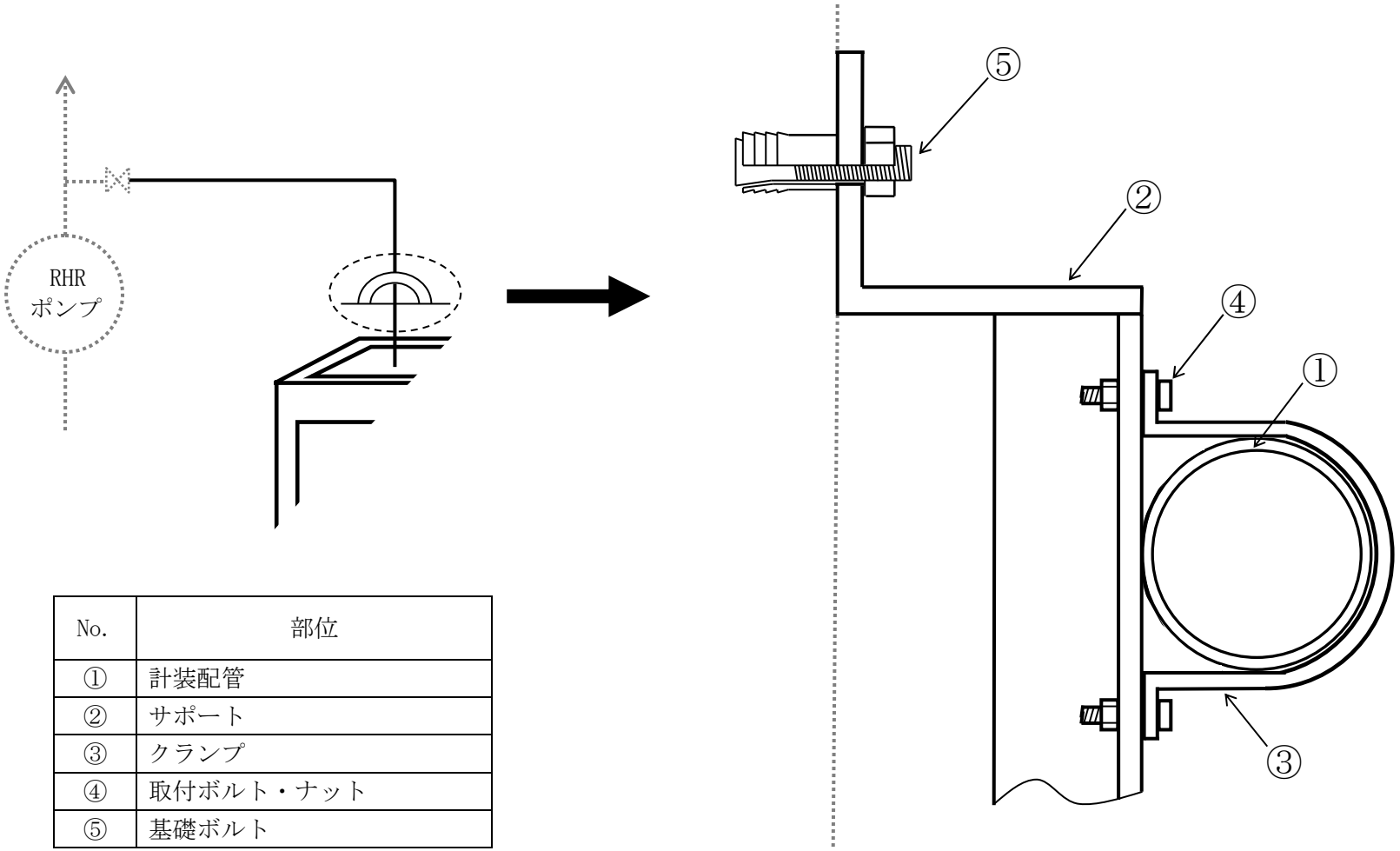
(2) 材料及び使用条件

東海第二の RHR ポンプ吐出圧力計測装置主要部位の使用材料を表 2.1-1 に，使用条件を表 2.1-2 に示す。



No.	部位
①	計装配管
②	継手
③	計装弁
④	圧力伝送器（ダイヤフラム式）
⑤	信号変換処理部（*：他操作制御盤に設置を含む）
⑥	電源装置
⑦	補助継電器
⑧	ヒューズ
⑨	計器架台
⑩	計器架台取付ボルト
⑪	埋込金物

図 2.1-1　RHR ポンプ吐出圧力計測装置構成図



No.	部位
①	計装配管
②	サポート
③	クランプ
④	取付ボルト・ナット
⑤	基礎ボルト

図 2.1-2　RHR ポンプ吐出圧力計測装置計装配管サポート構成図

表 2.1-1　RHR ポンプ吐出圧力計測装置主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
信号伝達	プロセス値／電気信号変換	計装配管	ステンレス鋼
		継手	ステンレス鋼
		計装弁	ステンレス鋼
		圧力伝送器（ダイヤフラム式）	（定期取替品，消耗品*）
		信号変換処理部	半導体，可変抵抗器，電解コンデンサ他
		電源装置	（定期取替品）
		補助継電器	（定期取替品）
		ヒューズ	（消耗品）
機器の支持	計装配管サポート	サポート	炭素鋼
		クランプ	炭素鋼
		取付ボルト・ナット	炭素鋼
	支持	計器架台	炭素鋼
		計器架台取付ボルト	炭素鋼
		基礎ボルト	炭素鋼
		埋込金物	炭素鋼

*：0 リング（気密材）

表 2.1-2　RHR ポンプ吐出圧力計測装置の使用条件

設置場所	原子炉建屋			中央制御室
—	通常運転時	設計基準事故時	重大事故等時	—
周囲温度	40.0 ℃(最高)*1	100 ℃(最高)*1	65.6 ℃(最高)*1	32.2 ℃(最高)*2
最高圧力	大気圧*1	1.744 kPa*1	6.9 kPa*1	大気圧*2
放射線	1×10^{-5} Gy/h (最大)*1	1.7×10^{3} Gy (最大積算値)*1	1.2×10^{4} Gy (最大積算値)*1	—

*1：原子炉建屋の設計値

*2：中央制御室の設計値

2.1.2 D/G 機関冷却水入口圧力計測装置

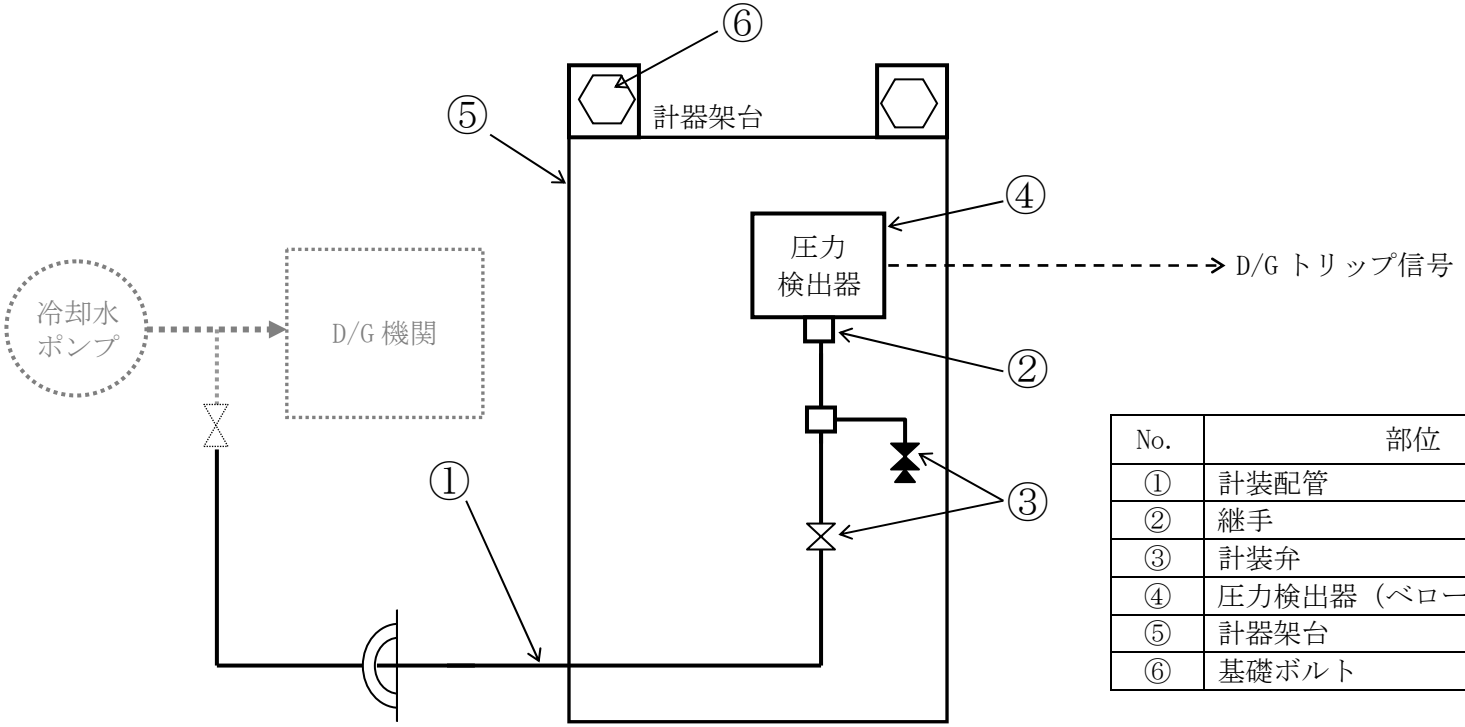
(1) 構造

東海第二の D/G 機関冷却水入口圧力計測装置は，D/G 機関冷却水入口の圧力を伝達する計装配管，継手，計装弁，圧力を検出してオン・オフ信号に変換する圧力検出器，計装配管を固定するサポート，機器を支持するための計器架台，基礎ボルト及び埋込金物等で構成されている。

東海第二の D/G 機関冷却水入口圧力計測装置構成図を図 2.1-3 に，計装配管サポート構成図を図 2.1-4 に示す。

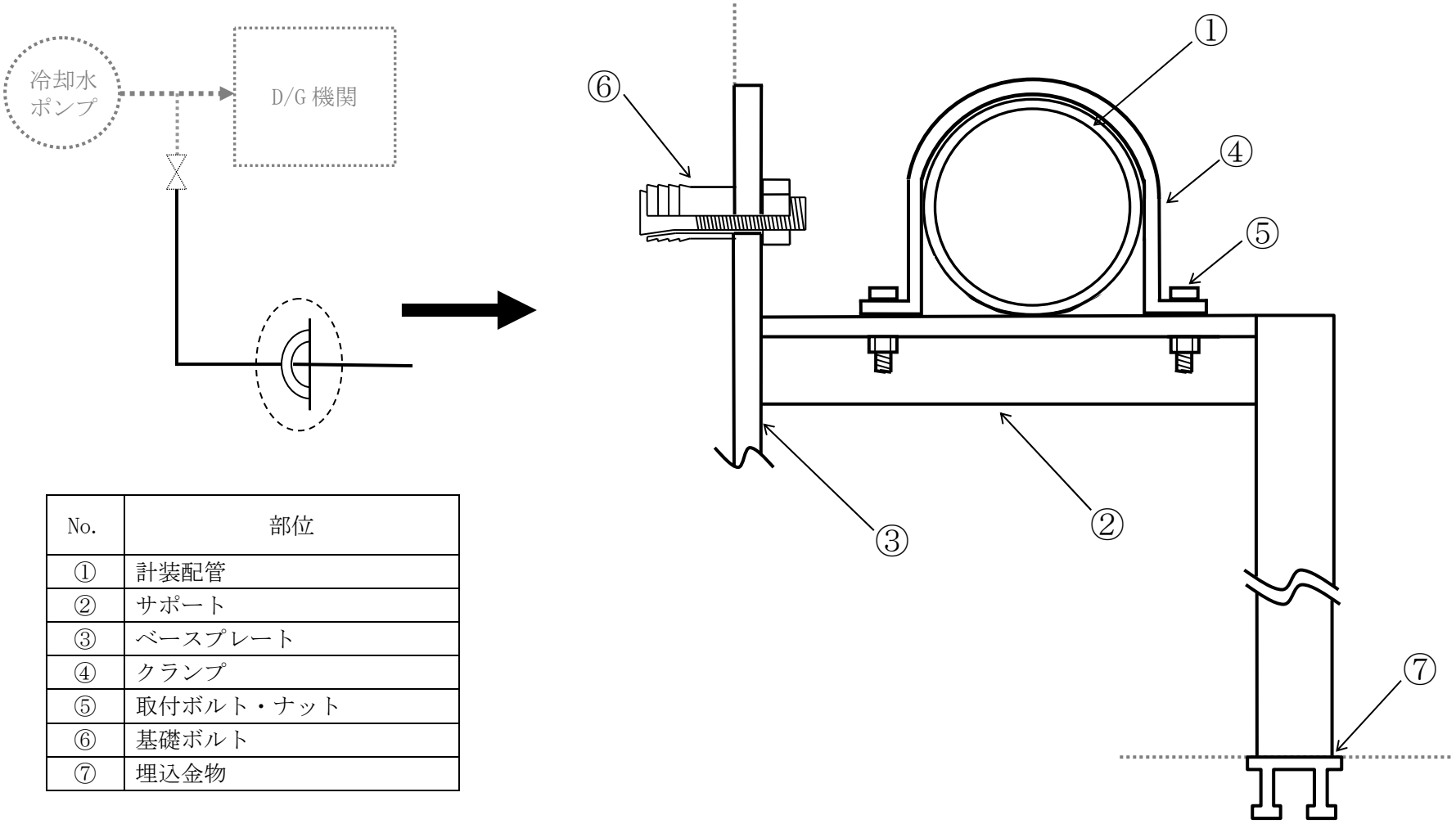
(2) 材料及び使用条件

東海第二の D/G 機関冷却水入口圧力計測装置主要部位の使用材料を表 2.1-3 に，使用条件を表 2.1-4 に示す。



No.	部位
①	計装配管
②	継手
③	計装弁
④	圧力検出器（ベローズ式）
⑤	計器架台
⑥	基礎ボルト

図 2.1-3　D/G 機関冷却水入口圧力計測装置構成図



No.	部位
①	計装配管
②	サポート
③	ベースプレート
④	クランプ
⑤	取付ボルト・ナット
⑥	基礎ボルト
⑦	埋込金物

図 2.1-4　D/G 機関冷却水入口圧力計測装置計装配管サポート構成図

表 2.1-3　D/G 機関冷却水入口圧力計測装置主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
信号伝達	プロセス値／電気信号変換	計装配管	ステンレス鋼
		継手	ステンレス鋼
		計装弁	ステンレス鋼
		圧力検出器（ベローズ式）	ステンレス鋼他
機器の支持	計装配管サポート	サポート	炭素鋼
		ベースプレート	炭素鋼
		クランプ	ステンレス鋼，炭素鋼
		取付ボルト・ナット	炭素鋼
	支持	計器架台	炭素鋼
		基礎ボルト	炭素鋼，樹脂*
		埋込金物	炭素鋼

*：後打ちケミカルアンカ

表 2.1-4　D/G 機関冷却水入口圧力計測装置の使用条件

設置場所	D/G 室
周囲温度	40 ℃(最高)*

*：D/G 室の設計値

2.1.3 CV 急速閉検出用圧力計測装置

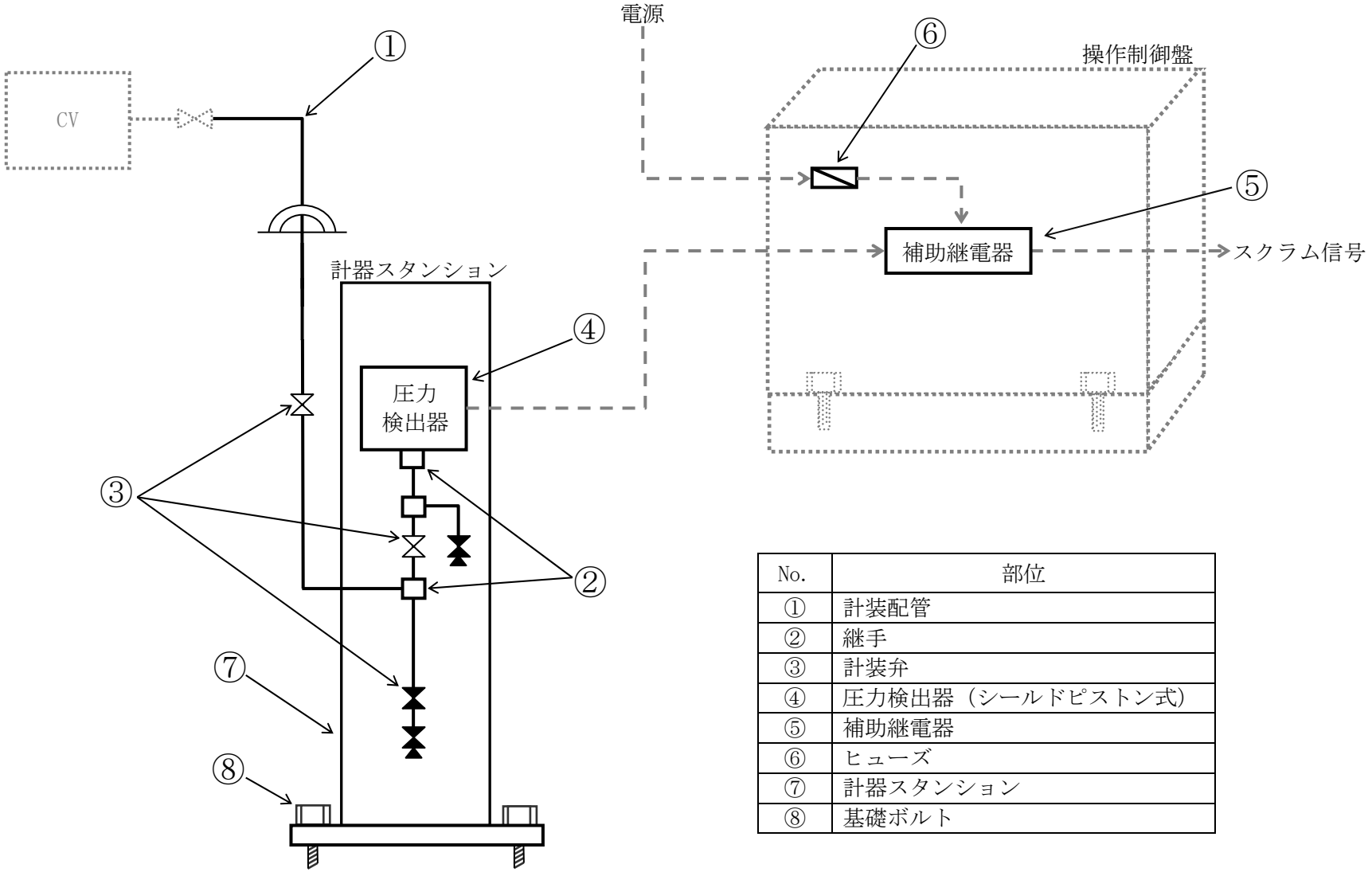
(1) 構造

東海第二の CV 急速閉検出用圧力計測装置は，CV 開閉制御を行っている油圧を伝達する計装配管，継手，計装弁，圧力を検出してオン・オフ信号に変換する圧力検出器，その他電気回路構成品である補助継電器，ヒューズ，計装配管を固定するサポート，機器を支持するための計器スタンション，基礎ボルト等で構成されている。

東海第二の CV 急速閉検出用圧力計測装置構成図を図 2.1-5 に，計装配管サポート構成図を図 2.1-6 に示す。

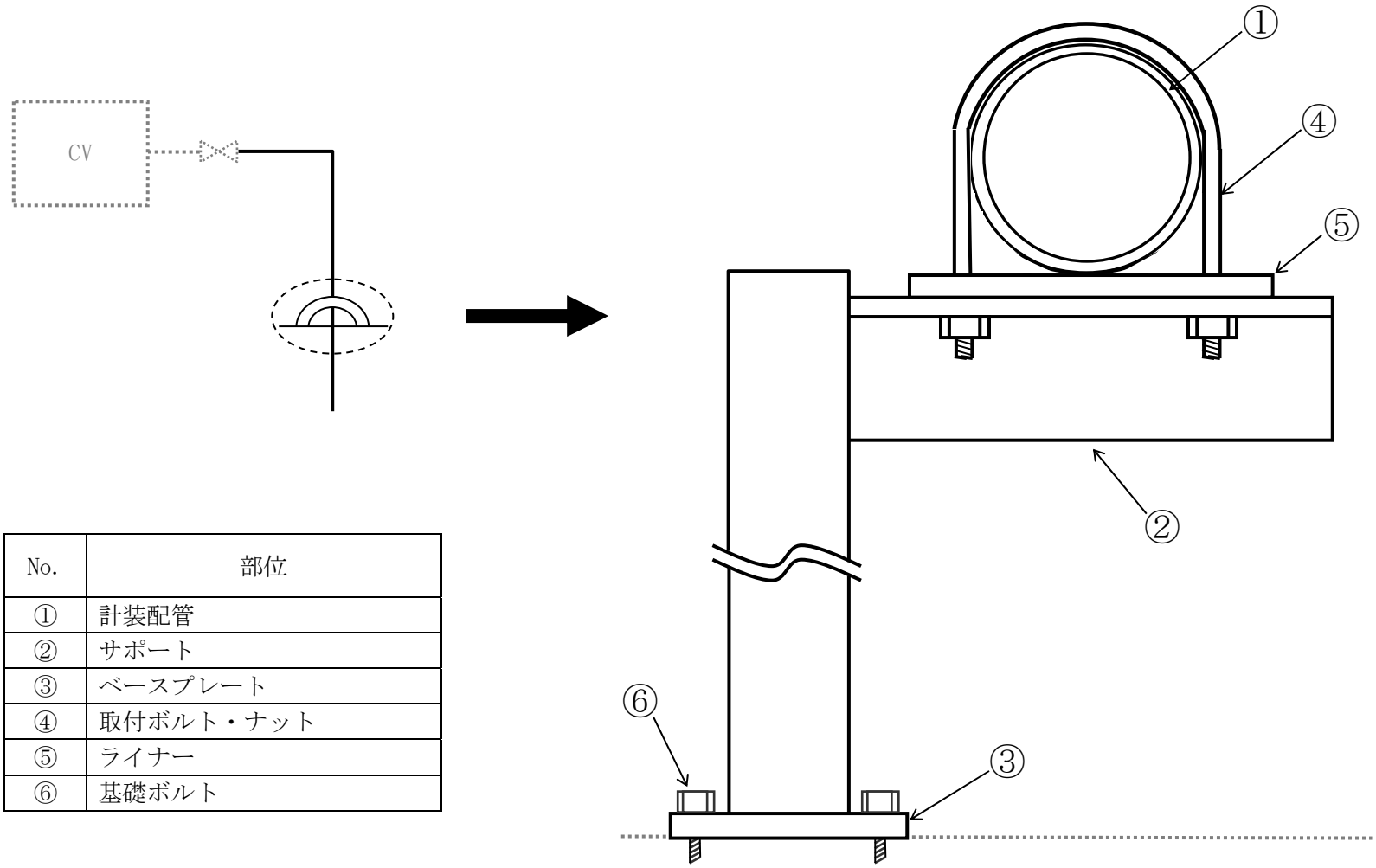
(2) 材料及び使用条件

東海第二の CV 急速閉検出用圧力計測装置主要部位の使用材料を表 2.1-5 に，使用条件を表 2.1-6 に示す。



No.	部位
①	計装配管
②	継手
③	計装弁
④	圧力検出器（シールドピストン式）
⑤	補助継電器
⑥	ヒューズ
⑦	計器スタンション
⑧	基礎ボルト

図 2.1-5　CV 急速閉検出用圧力計測装置構成図



No.	部位
①	計装配管
②	サポート
③	ベースプレート
④	取付ボルト・ナット
⑤	ライナー
⑥	基礎ボルト

図 2.1-6　CV 急速閉検出用圧力計測装置計装配管サポート構成図

表 2.1-5　CV 急速閉検出用圧力計測装置主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
信号伝達	プロセス値／電気信号変換	計装配管	ステンレス鋼
		継手	ステンレス鋼
		計装弁	ステンレス鋼
		圧力検出器（シールドピストン式）	ステンレス鋼他
		補助継電器	（定期取替品）
		ヒューズ	（消耗品）
機器の支持	計装配管サポート	サポート	炭素鋼
		ベースプレート	炭素鋼
		取付ボルト・ナット	ステンレス鋼，炭素鋼
		ライナー	ステンレス鋼
	支持	計器スタンション	炭素鋼
		基礎ボルト	炭素鋼，樹脂*

*：後打ちケミカルアンカ

表 2.1-6　CV 急速閉検出用圧力計測装置の使用条件

設置場所	ヒータールーム	中央制御室
周囲温度	48.9 ℃(最高)*1	32.2 ℃(最高)*2

*1：ヒータールームの設計値

*2：中央制御室の設計値

2.1.4 主蒸気管トンネル温度計測装置

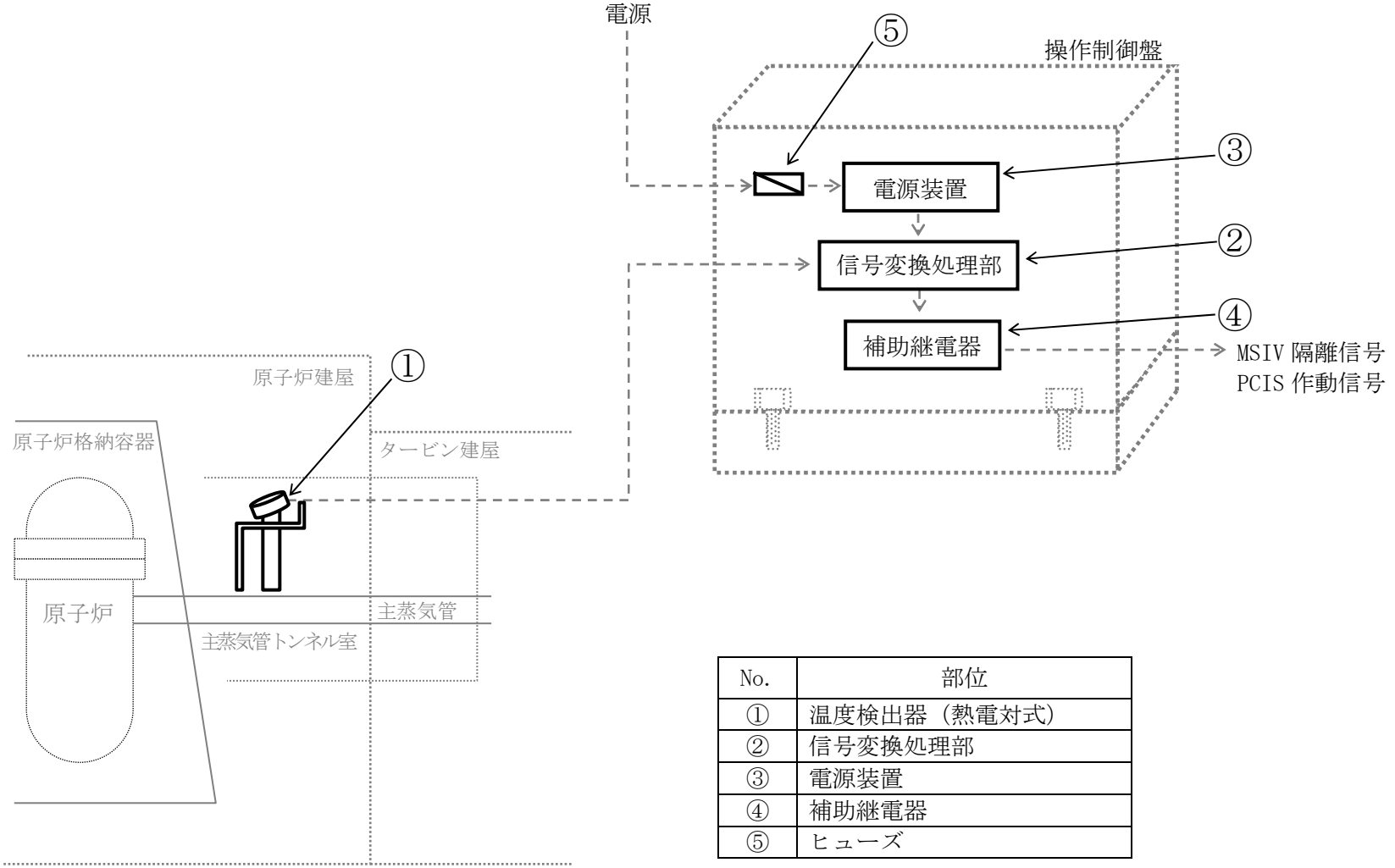
(1) 構造

東海第二の主蒸気管トンネル温度計測装置は，温度に対応した電気信号を出力する温度検出器，信号変換処理を行う信号変換処理部，電気回路に電源を供給するための電源装置，その他電気回路構成品である補助継電器，ヒューズ，温度検出器を固定するサポート，機器を支持するための基礎ボルト等で構成されている。

東海第二の主蒸気管トンネル温度計測装置構成図を図 2.1-7 に，温度検出器サポート構成図を図 2.1-8 に示す。

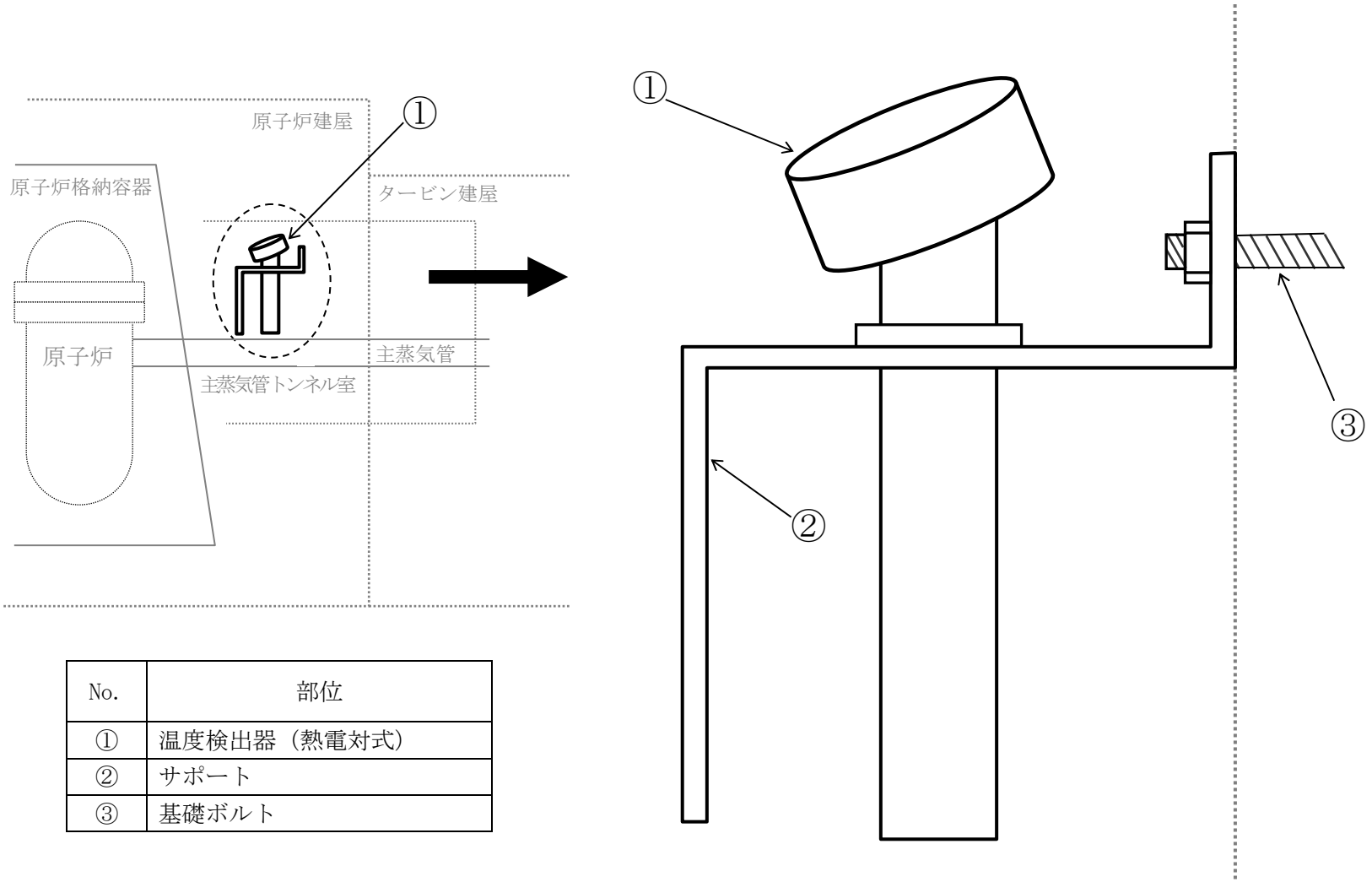
(2) 材料及び使用条件

東海第二の主蒸気管トンネル温度計測装置主要部位の使用材料を表 2.1-7 に，使用条件を表 2.1-8 に示す。



No.	部位
①	温度検出器（熱電対式）
②	信号変換処理部
③	電源装置
④	補助継電器
⑤	ヒューズ

図 2.1-7　主蒸気管トンネル温度計測装置構成図



No.	部位
①	温度検出器（熱電対式）
②	サポート
③	基礎ボルト

図 2.1-8　主蒸気管トンネル温度計測装置温度検出器サポート構成図

表 2.1-7　主蒸気管トンネル温度計測装置主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
信号伝達	プロセス値／電気信号変換	温度検出器（熱電対式）	（定期取替品，消耗品*1）
		信号変換処理部	半導体，可変抵抗器，電解コンデンサ他
		電源装置	（定期取替品）
		補助継電器	（定期取替品）
		ヒューズ	（消耗品）
機器の支持	温度検出器サポート	サポート	炭素鋼
	支持	基礎ボルト	炭素鋼，樹脂*2

*1：ガスケット（気密材）
*2：後打ちケミカルアンカ

表 2.1-8　主蒸気管トンネル温度計測装置の使用条件

設置場所	主蒸気管トンネル室		中央制御室
—	通常運転時	設計基準事故時	—
周囲温度	60.0 ℃(最高)*1	171 ℃(最高)*1	32.2 ℃(最高)*2
最高圧力	大気圧*1	1.744 kPa*1	大気圧*2
放射線	5×10^{-2} Gy/h (最大)*1	4.5×10^{2} Gy (最大積算値)*1	—

*1：主蒸気管トンネル室の設計値
*2：中央制御室の設計値

2.1.5 サプレッション・プール水温度計測装置

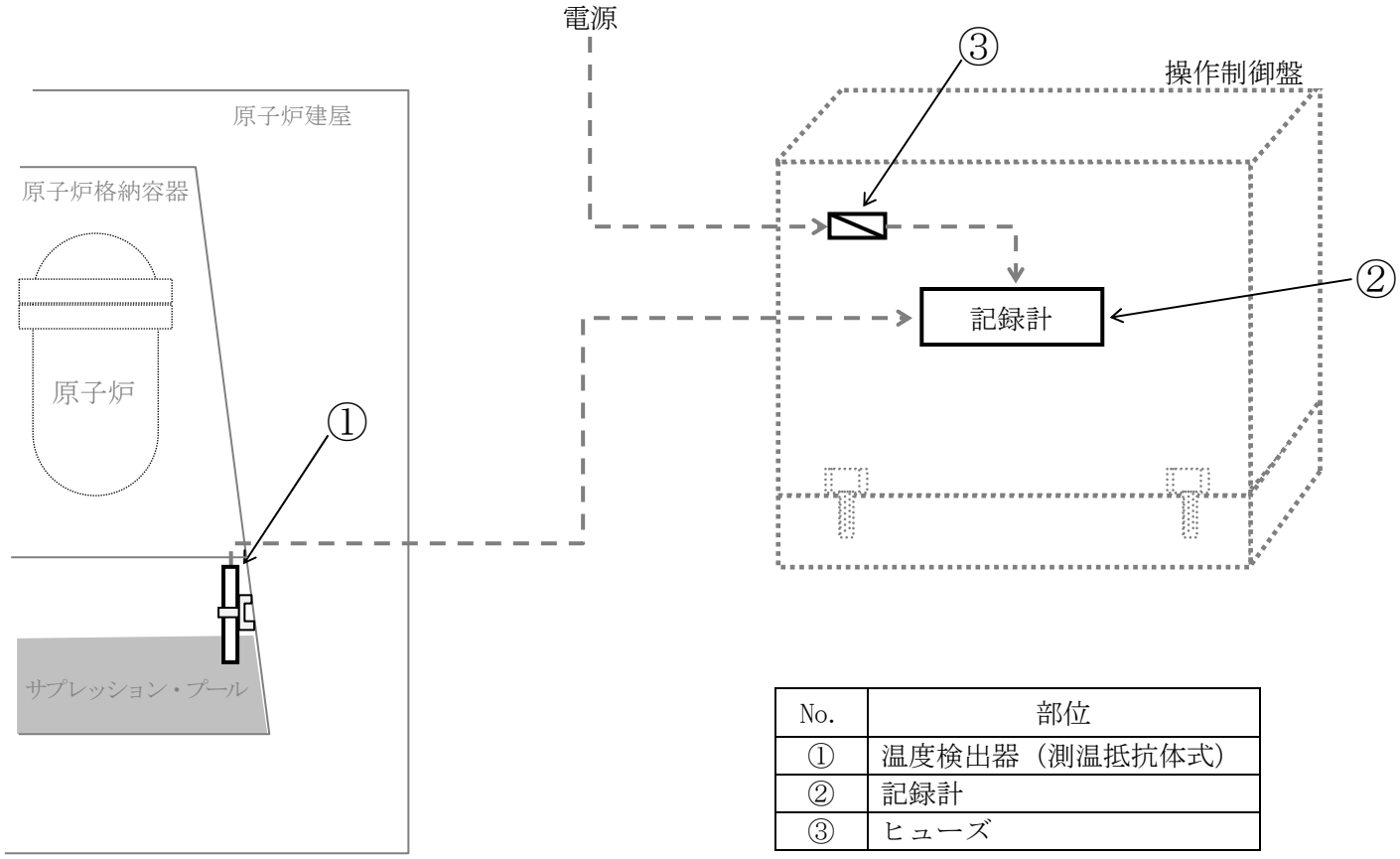
(1) 構造

東海第二のサプレッション・プール水温度計測装置は，温度に対応した電気信号を出力する温度検出器，記録計，その他電気回路構成品であるヒューズ，温度検出器を固定するサポート等で構成されている。

東海第二のサプレッション・プール水温度計測装置構成図を図 2.1-9 に，温度検出器サポート構成図を図 2.1-10 に示す。

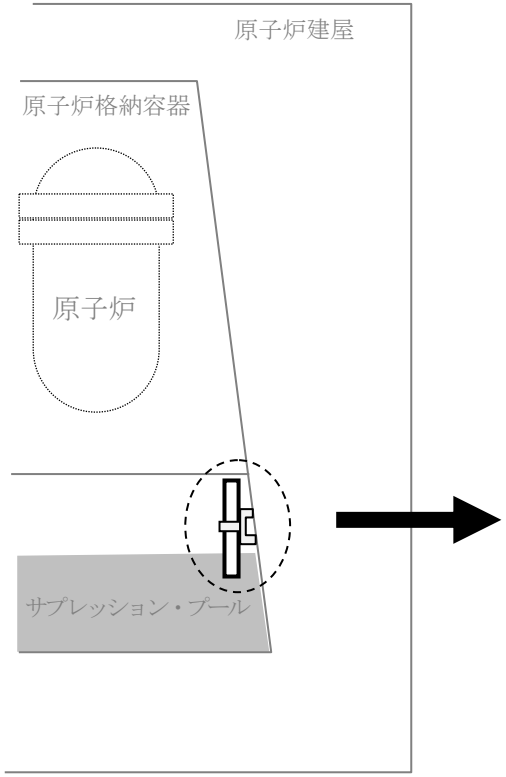
(2) 材料及び使用条件

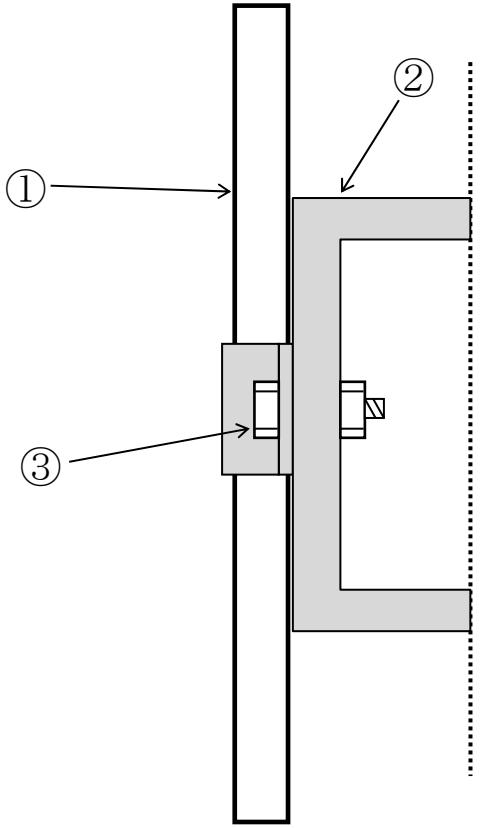
東海第二のサプレッション・プール水温度計測装置主要部位の使用材料を表 2.1-9 に，使用条件を表 2.1-10 に示す。



No.	部位
①	温度検出器（測温抵抗体式）
②	記録計
③	ヒューズ

図 2.1-9　サプレッション・プール水温度計測装置構成図





No.	部位
①	温度検出器（測温抵抗体式）
②	サポート
③	取付ボルト・ナット

図 2.1-10　サプレッション・プール水温度計測装置温度検出器サポート構成図

表 2.1-9　サプレッション・プール水温度計測装置主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
信号伝達	プロセス値／電気信号変換	温度検出器（測温抵抗体式）	（定期取替品）
		記録計	（定期取替品）
		ヒューズ	（消耗品）
機器の支持	温度検出器サポート	サポート	ステンレス鋼
		取付ボルト・ナット	ステンレス鋼

表 2.1-10　サプレッション・プール水温度計測装置の使用条件

設置場所	サプレッション・プール			中央制御室
―	通常運転時	設計基準事故時	重大事故等時	―
周囲温度	32 ℃(最高)*1	104.5 ℃(最高)*2	235 ℃(最高)*2	32.2 ℃(最高)*3
最高圧力	0.0138 MPa*2	0.31 MPa*2	0.62 MPa*2	大気圧*3
放射線	1×10^{-3} Gy/h (最大)*2	2.6×10^{5} Gy (最大積算値)*2	6.40×10^{5} Gy (最大積算値)*2	―

*1：通常運転中におけるサプレッション・プール水の管理値
*2：サプレッション・チェンバの設計値
*3：中央制御室の設計値

2.1.6 RCIC 系統流量計測装置

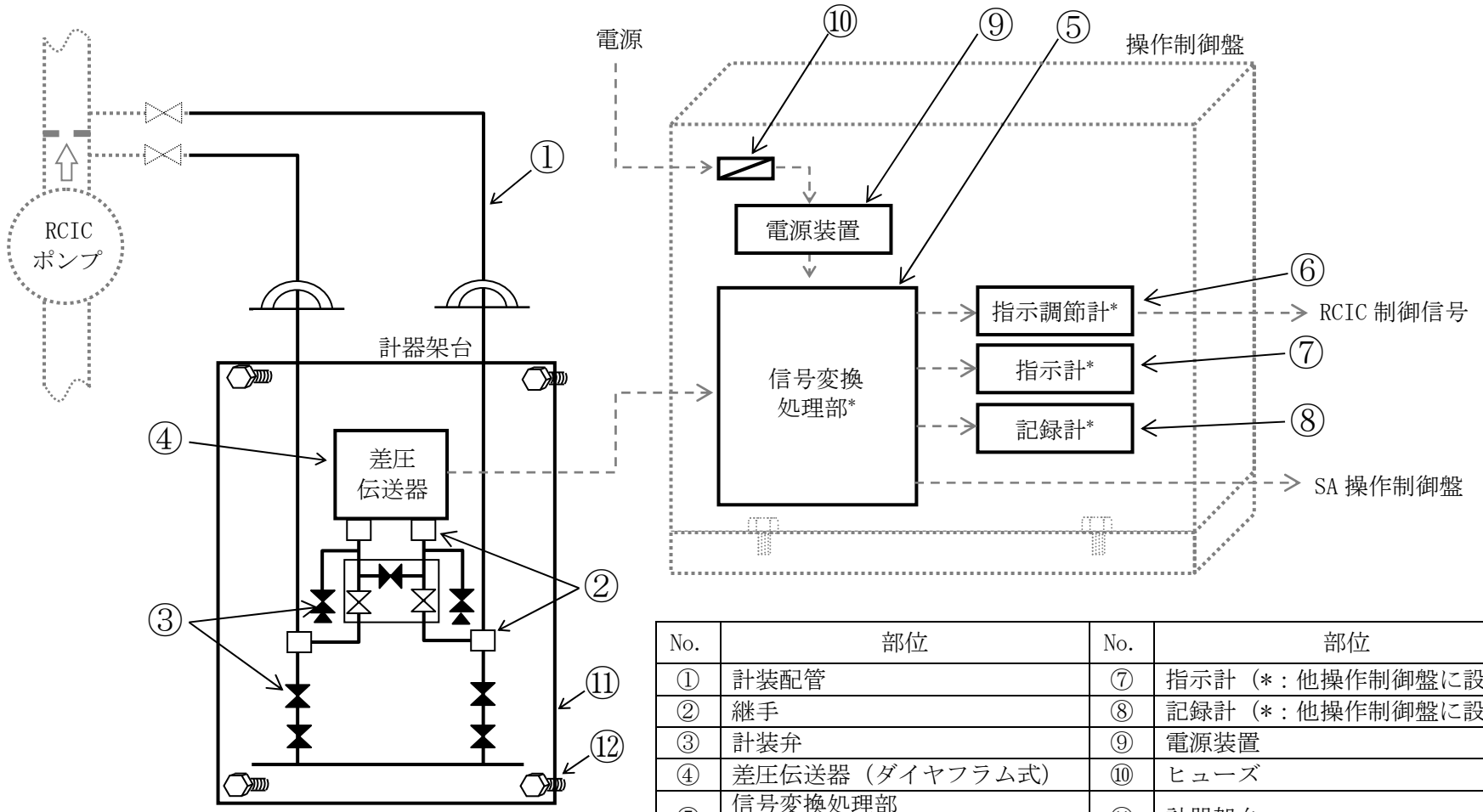
(1) 構造

東海第二の RCIC 系統流量計測装置は，RCIC の系統流量を伝達する計装配管，継手，計装弁，流量を検出して電気信号に変換する差圧伝送器，信号変換処理を行う信号変換処理部，指示調節計，指示計，記録計，電気回路に電源を供給するための電源装置，その他電気回路構成品であるヒューズ，計装配管を固定する配管サポート，機器を支持するための計器架台，基礎ボルト等で構成されている。

東海第二の RCIC 系統流量計測装置構成図を図 2.1-11 に，計装配管サポート構成図を図 2.1-12 に示す。

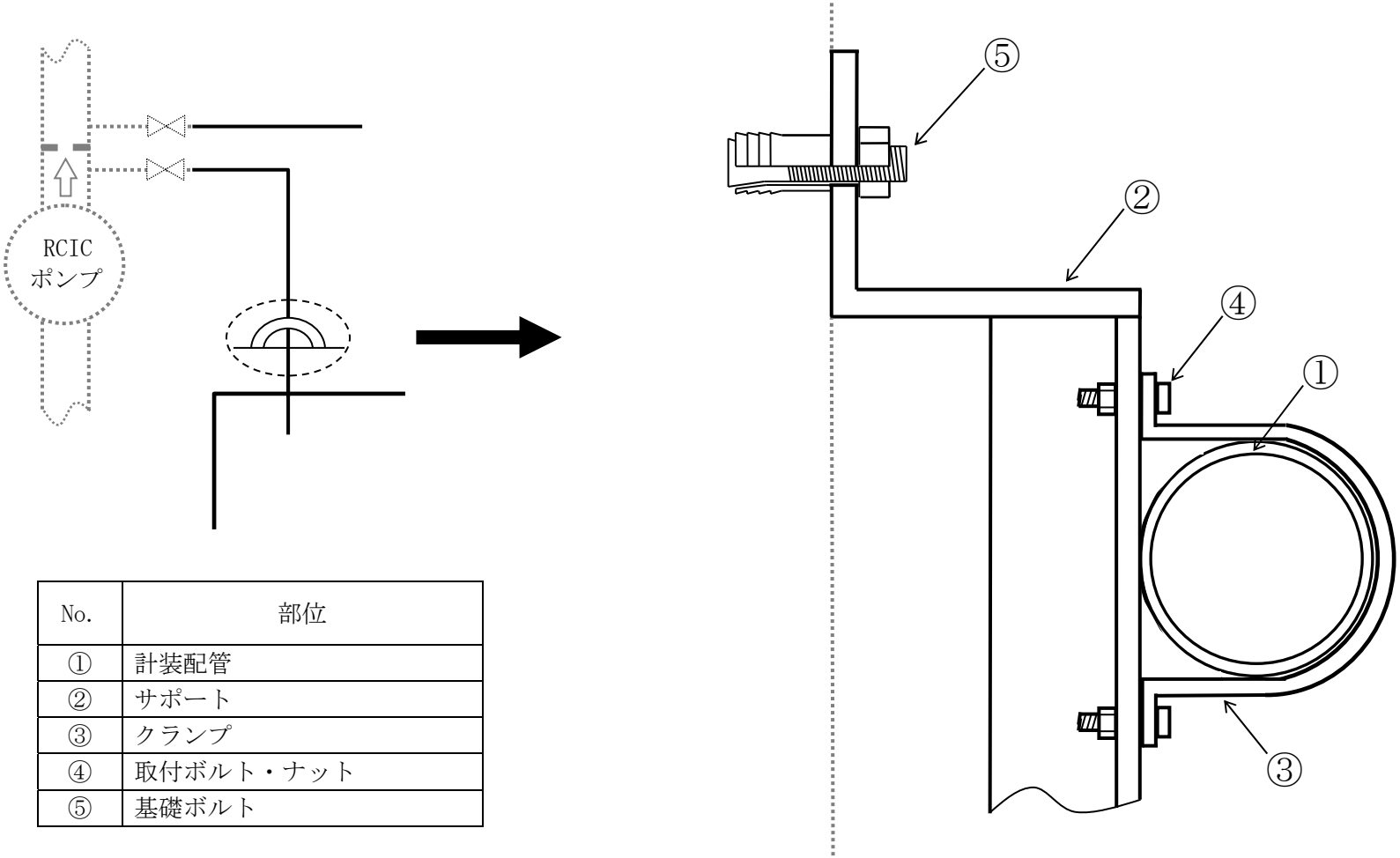
(2) 材料及び使用条件

東海第二の RCIC 系統流量計測装置主要部位の使用材料を表 2.1-11 に，使用条件を表 2.1-12 に示す。



No.	部位	No.	部位
①	計装配管	⑦	指示計（*：他操作制御盤に設置）
②	継手	⑧	記録計（*：他操作制御盤に設置）
③	計装弁	⑨	電源装置
④	差圧伝送器（ダイヤフラム式）	⑩	ヒューズ
⑤	信号変換処理部 （*：他操作制御盤に設置含む）	⑪	計器架台
⑥	指示調節計 （*：他操作制御盤に設置）	⑫	基礎ボルト

図 2.1-11　RCIC 系統流量計測装置構成図



No.	部位
①	計装配管
②	サポート
③	クランプ
④	取付ボルト・ナット
⑤	基礎ボルト

図 2.1-12　RCIC 系統流量計測装置計装配管サポート構成図

表 2.1-11　RCIC 系統流量計測装置主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
信号伝達	プロセス値／電気信号変換	計装配管	ステンレス鋼
		継手	ステンレス鋼
		計装弁	ステンレス鋼
		差圧伝送器（ダイヤフラム式）	（定期取替品，消耗品*）
		信号変換処理部	半導体，可変抵抗器，電解コンデンサ他
		指示調節計	半導体，可変抵抗器，電解コンデンサ他
		指示計	半導体，可変抵抗器，電解コンデンサ他
		記録計	（定期取替品）
		電源装置	（定期取替品）
		ヒューズ	（消耗品）
機器の支持	計装配管サポート	サポート	炭素鋼
		クランプ	炭素鋼
		取付ボルト・ナット	炭素鋼
	支持	計器架台	炭素鋼
		基礎ボルト	炭素鋼

＊：0 リング（気密材）

表 2.1-12　RCIC 系統流量計測装置の使用条件

設置場所	RCIC ポンプ室			中央制御室
—	通常運転時	設計基準事故時	重大事故等時	—
周囲温度	定期試験時 65.6 ℃(最高)*1 平常時 40.0 ℃(最高)*1	100 ℃(最高)*1	65.6 ℃(最高)*1	32.2 ℃(最高)*2
最高圧力	大気圧*1	1.744 kPa*1	1.744 kPa*1	大気圧*2
放射線	定期試験時 2.00×10^{-3} Gy/h (最大)*1 平常時 1.5×10^{-4} Gy/h (最大)*1	19 Gy (最大積算値)*1	1.7×10^{3} Gy (最大積算値)*1	—

*1：RCICポンプ室の設計値
*2：中央制御室の設計値

2.1.7 原子炉水位計測装置

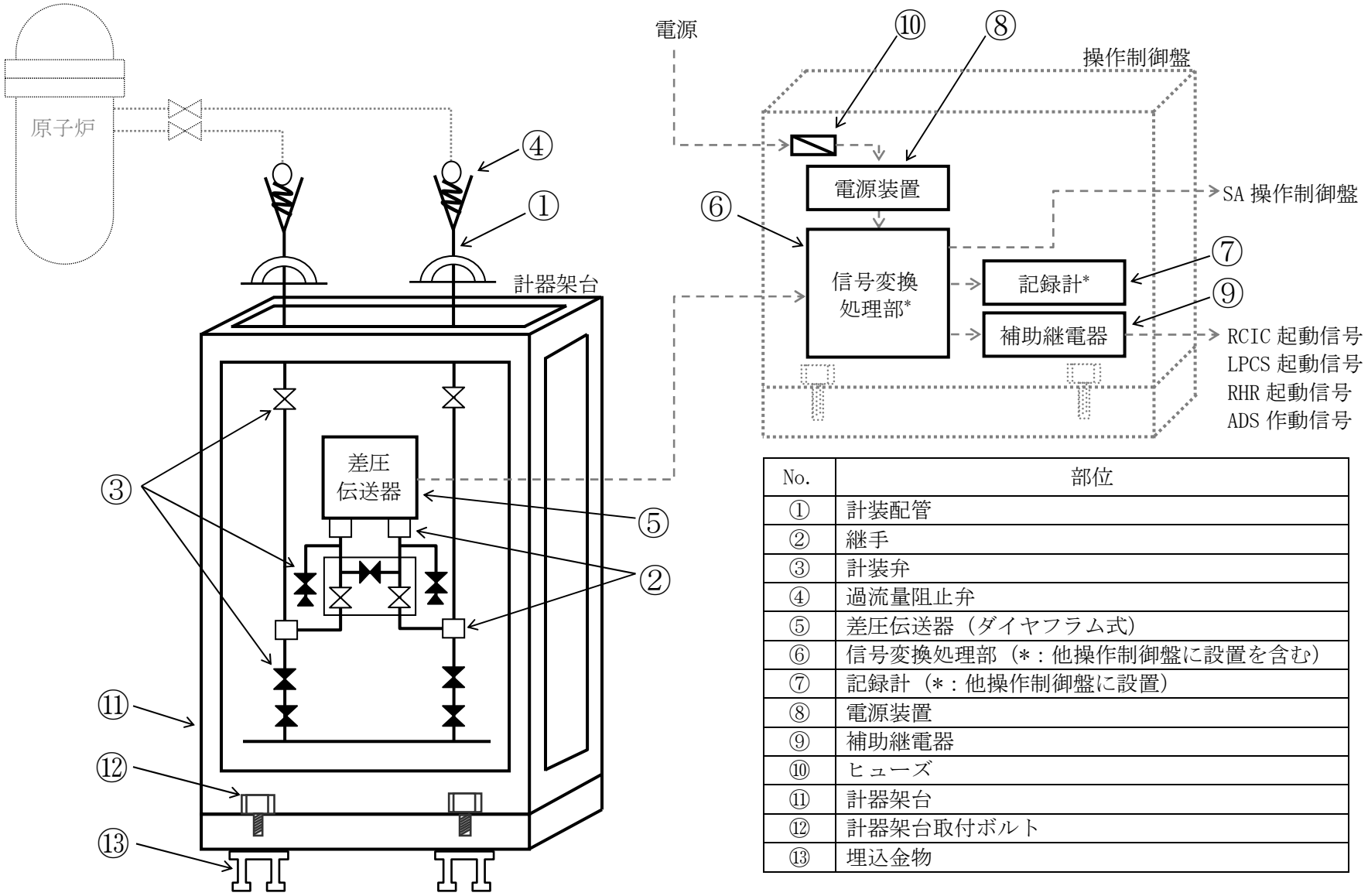
(1) 構造

東海第二の原子炉水位計測装置は，原子炉の水位を伝達する計装配管，継手，計装弁，計装配管内流体の過大流量を検出した際閉止させる過流量阻止弁，水位を検出して電気信号に変換する差圧伝送器，信号変換処理を行う信号変換処理部，記録計，電気回路に電源を供給するための電源装置，その他電気回路構成品である補助継電器，ヒューズ，計装配管を固定する配管サポート，機器を支持するための計器架台，計器架台取付ボルト，基礎ボルト及び埋込金物等で構成されている。

東海第二の原子炉水位計測装置構成図を図 2.1-13 に，計装配管サポート構成図を図 2.1-14 に示す。

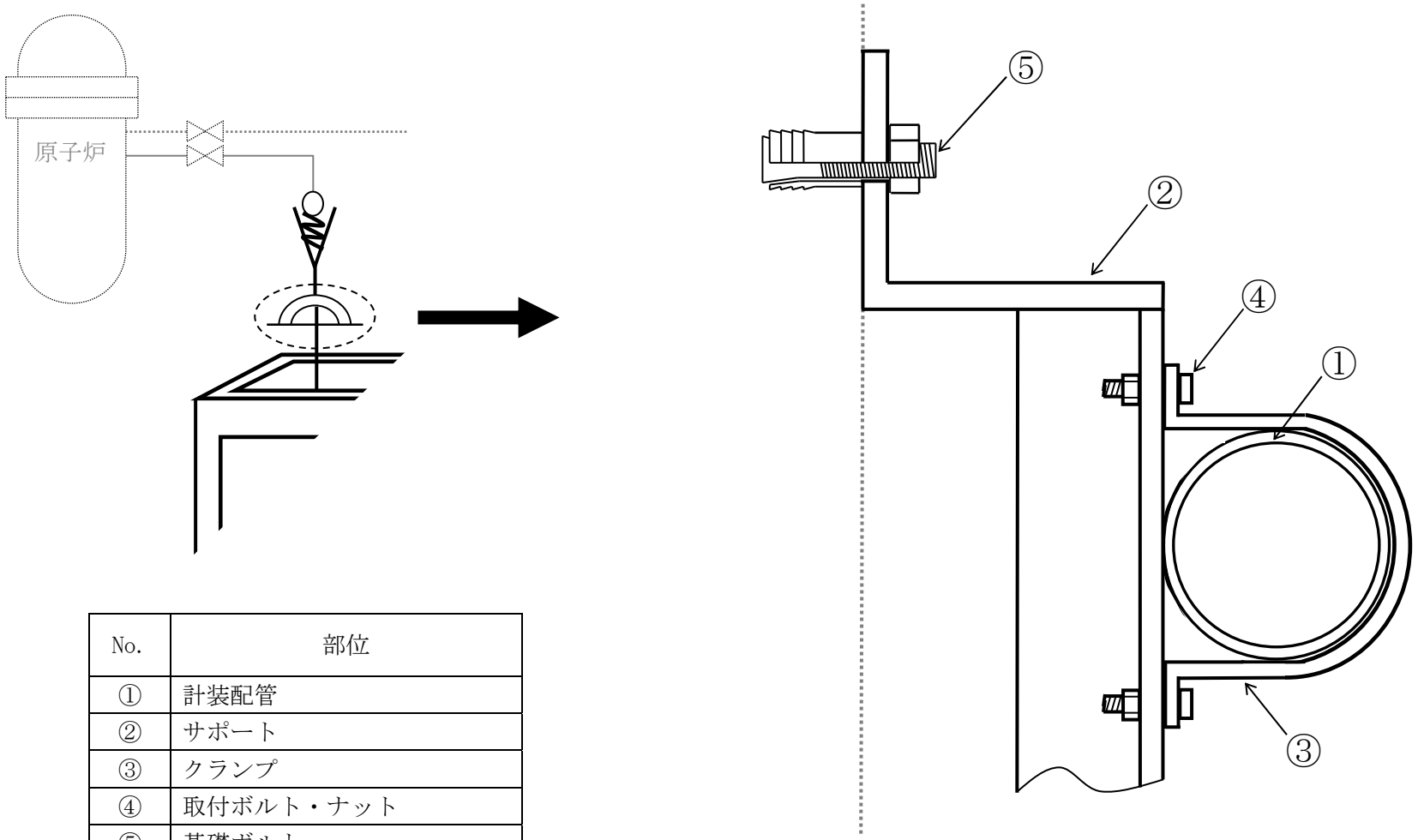
(2) 材料及び使用条件

東海第二の原子炉水位計測装置主要部位の使用材料を表 2.1-13 に，使用条件を表 2.1-14 に示す。



No.	部位
①	計装配管
②	継手
③	計装弁
④	過流量阻止弁
⑤	差圧伝送器（ダイヤフラム式）
⑥	信号変換処理部（*：他操作制御盤に設置を含む）
⑦	記録計（*：他操作制御盤に設置）
⑧	電源装置
⑨	補助継電器
⑩	ヒューズ
⑪	計器架台
⑫	計器架台取付ボルト
⑬	埋込金物

図 2.1-13　原子炉水位計測装置構成図



No.	部位
①	計装配管
②	サポート
③	クランプ
④	取付ボルト・ナット
⑤	基礎ボルト

図 2.1-14　原子炉水位計測装置計装配管サポート構成図

表 2.1-13　原子炉水位計測装置主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
信号伝達	プロセス値／電気信号変換	計装配管	ステンレス鋼
		継手	ステンレス鋼
		計装弁	ステンレス鋼
		過流量阻止弁	ステンレス鋼
		差圧伝送器（ダイヤフラム式）	（定期取替品，消耗品*）
		信号変換処理部	半導体，可変抵抗器，電解コンデンサ他
		記録計	（定期取替品）
		電源装置	（定期取替品）
		補助継電器	（定期取替品）
		ヒューズ	（消耗品）
機器の支持	計装配管サポート	サポート	炭素鋼
		クランプ	炭素鋼
		取付ボルト・ナット	炭素鋼
	支持	計器架台	炭素鋼
		計器架台取付ボルト	炭素鋼
		基礎ボルト	炭素鋼
		埋込金物	炭素鋼

＊：0 リング（気密材）

表 2.1-14　原子炉水位計測装置の使用条件

設置場所	原子炉建屋			中央制御室
—	通常運転時	設計基準事故時	重大事故等時	—
周囲温度	40.0 ℃(最高)*1	100 ℃(最高)*1	100 ℃(最高)*1	32.2 ℃(最高)*2
最高圧力	大気圧*1	1.744 kPa*1	6.9 kPa*1	大気圧*2
放射線	1×10^{-5} Gy/h (最大)*1	1.7×10^{3} Gy (最大積算値)*1	1.2×10^{4} Gy (最大積算値)*1	—

*1：原子炉建屋の設計値
*2：中央制御室の設計値

2.1.8 スクラム排出容器水位計測装置

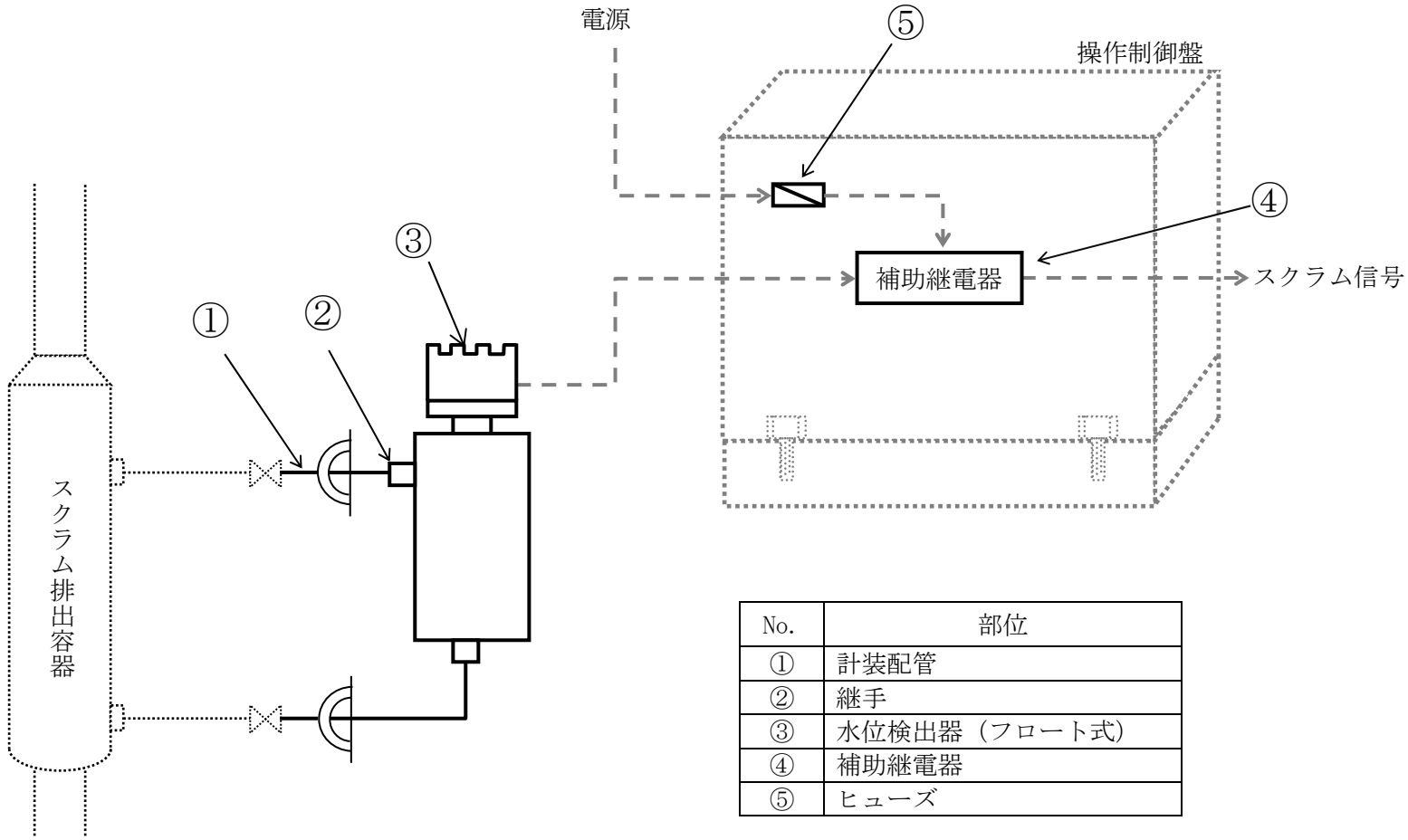
(1) 構造

東海第二のスクラム排出容器水位計測装置は，スクラム排出容器の水位を伝達する計装配管，継手，水位を検出してオン・オフ信号に変換する水位検出器，その他電気回路構成品である補助継電器，ヒューズ，計装配管を固定する配管サポート，機器を支持するための基礎ボルト等で構成されている。

東海第二のスクラム排出容器水位計測装置構成図を図 2.1-15 に，計装配管サポート構成図を図 2.1-16 に示す。

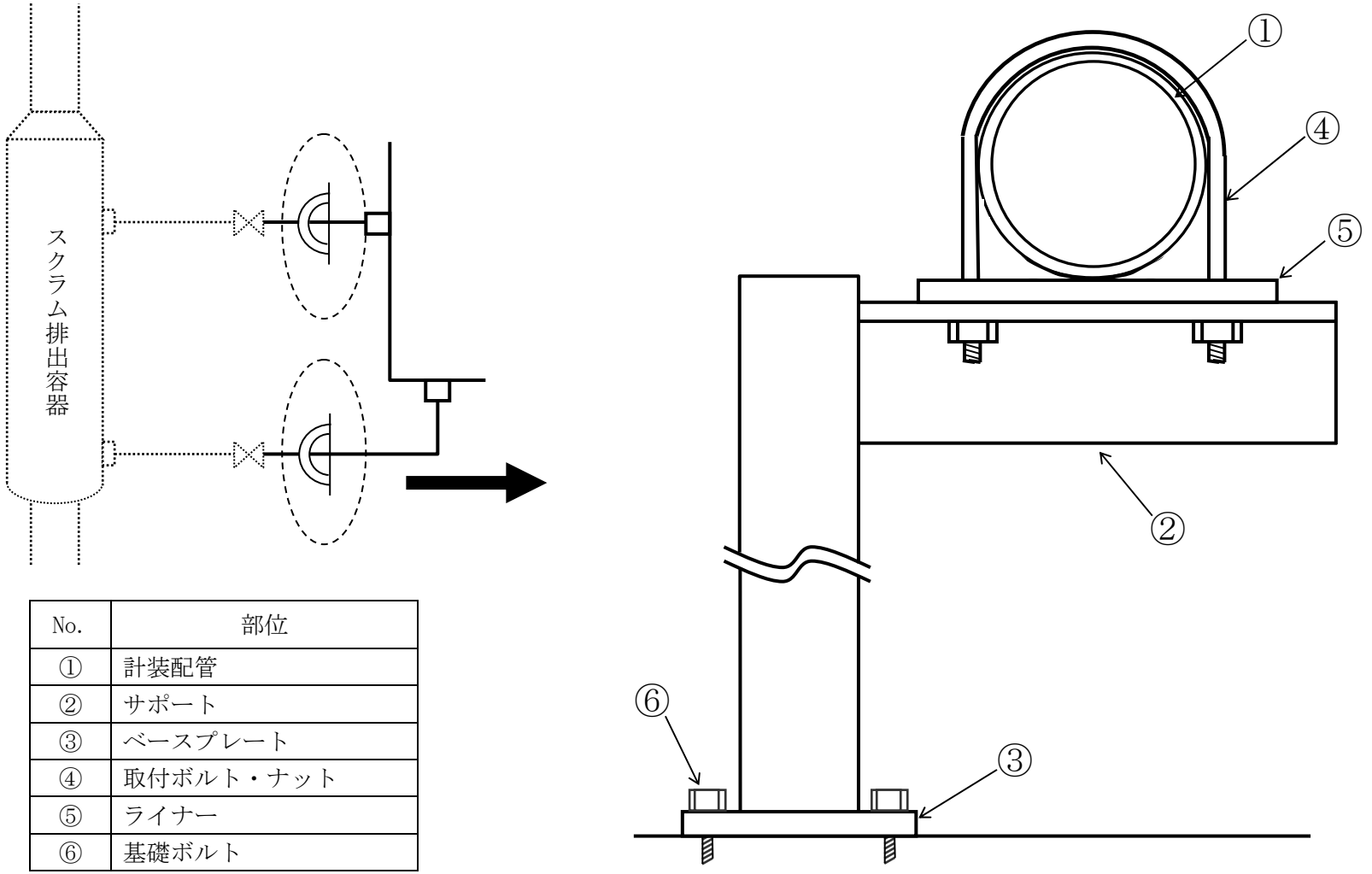
(2) 材料及び使用条件

東海第二のスクラム排出容器水位計測装置主要部位の使用材料を表 2.1-15 に，使用条件を表 2.1-16 に示す。



No.	部位
①	計装配管
②	継手
③	水位検出器（フロート式）
④	補助継電器
⑤	ヒューズ

図 2.1-15　スクラム排出容器水位計測装置構成図



No.	部位
①	計装配管
②	サポート
③	ベースプレート
④	取付ボルト・ナット
⑤	ライナー
⑥	基礎ボルト

図 2.1-16　スクラム排出容器水位計測装置計装配管サポート構成図

表 2.1-15　スクラム排出容器水位計測装置主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
信号伝達	プロセス値／電気信号変換	計装配管	ステンレス鋼
		継手	ステンレス鋼
		水位検出器（フロート式）	ステンレス鋼他
		補助継電器	（定期取替品）
		ヒューズ	（消耗品）
機器の支持	計装配管サポート	サポート	炭素鋼
		ベースプレート	炭素鋼
		取付ボルト・ナット	ステンレス鋼
		ライナー	ステンレス鋼
	支持	基礎ボルト	炭素鋼，樹脂*

*：後打ちケミカルアンカ

表 2.1-16　スクラム排出容器水位計測装置の使用条件

設置場所	原子炉建屋	中央制御室
周囲温度	40.0 ℃(最高)*1	32.2 ℃(最高)*2

*1：原子炉建屋の設計値
*2：中央制御室の設計値

2.1.9 使用済燃料プール水位計測装置

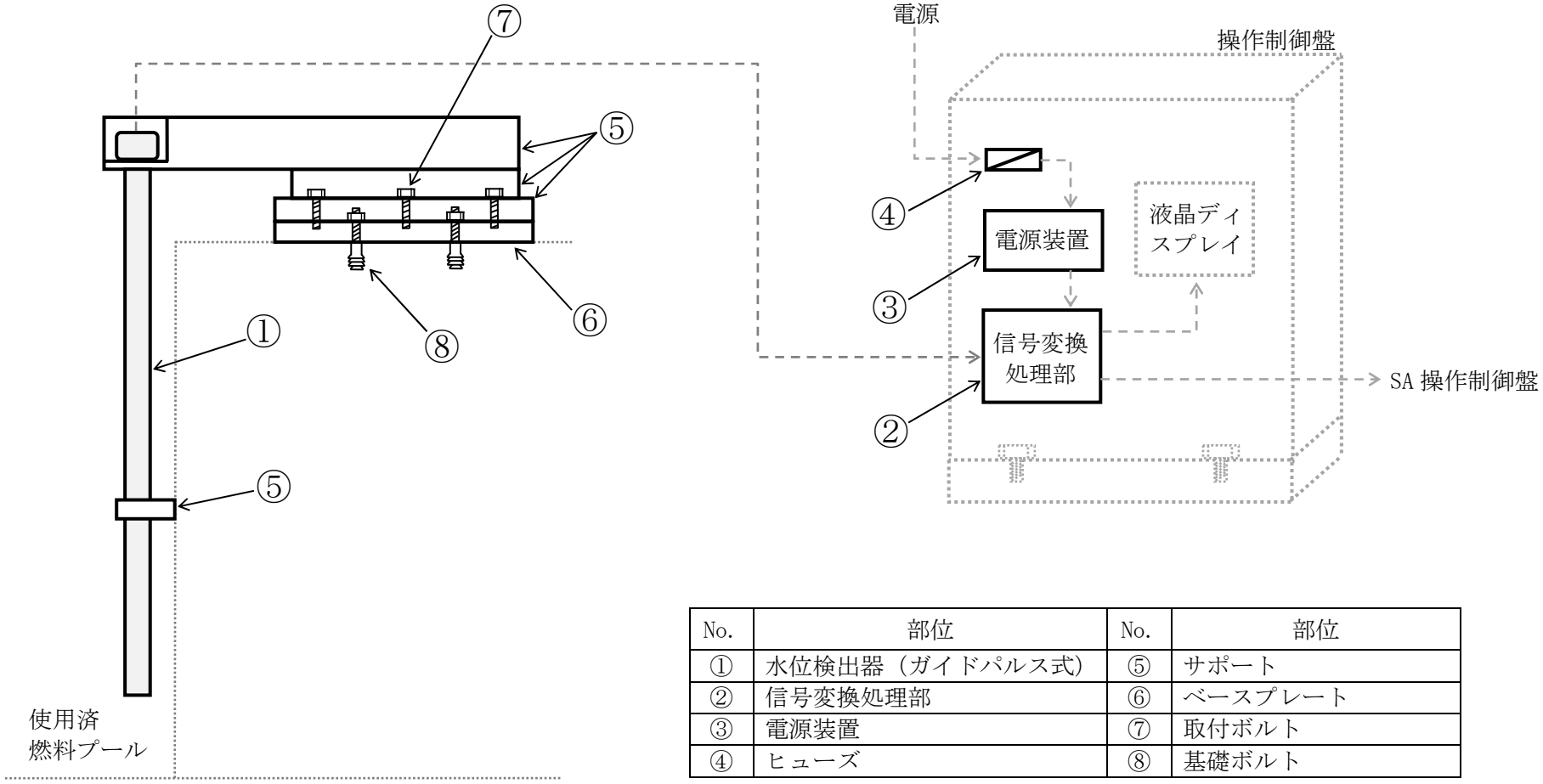
(1) 構造

東海第二の使用済燃料プール水位計測装置は，使用済燃料プールの水位を検出して電気信号に変換する水位検出器，信号変換処理を行う信号変換処理部，電気回路に電源を供給するための電源装置，その他電気回路構成品であるヒューズ，機器を支持するためのサポート，ベースプレート，取付ボルト及び基礎ボルト等で構成される。

東海第二の使用済燃料プール水位計測装置構成図を図 2.1-17 に示す。

(2) 材料及び使用条件

東海第二の使用済燃料プール水位計測装置主要部位の使用材料を表 2.1-17 に，使用条件を表 2.1-18 に示す。



No.	部位	No.	部位
①	水位検出器（ガイドパルス式）	⑤	サポート
②	信号変換処理部	⑥	ベースプレート
③	電源装置	⑦	取付ボルト
④	ヒューズ	⑧	基礎ボルト

図 2.1-17　使用済燃料プール水位計測装置構成図

表 2.1-17　使用済燃料プール水位計測装置主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
信号伝達	プロセス値／電気信号変換	水位検出器（ガイドパルス式）	ステンレス鋼
		信号変換処理部	（定期取替品）
		電源装置	（定期取替品）
		ヒューズ	（消耗品）
機器の支持	水位検出器サポート	サポート	ステンレス鋼
		ベースプレート	ステンレス鋼
	支持	取付ボルト	ステンレス鋼
		基礎ボルト	ステンレス鋼

表 2.1-18　使用済燃料プール水位計測装置の使用条件

設置場所	原子炉建屋			中央制御室
—	通常運転時	設計基準事故時	重大事故等時	—
周囲温度	65 ℃(最高)*1	65 ℃(最高)*1	100 ℃*2	32.2 ℃(最高)*3
最高圧力	大気圧*2	1.744 kPa*2	6.9 kPa*2	大気圧*3
放射線	1×10^{-5} Gy/h (最大)*2	1.7×10^{3} Gy (最大積算値)*2	1.7×10^{3} Gy (最大積算値)*2	—

*1：通常運転中における使用済燃料プール水の管理値
*2：原子炉建屋の設計値
*3：中央制御室の設計値

2.1.10 格納容器下部水位計測装置

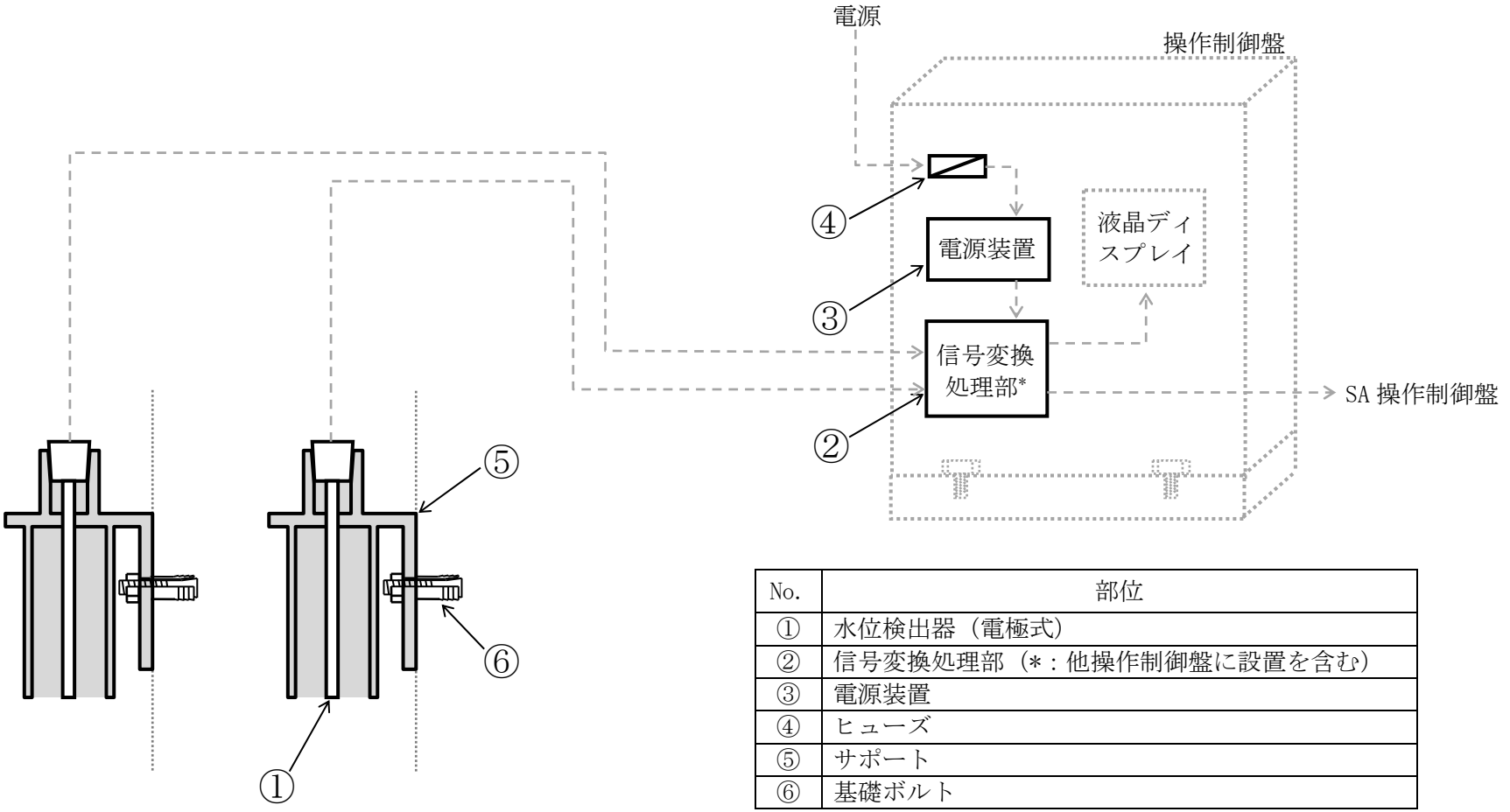
(1) 構造

東海第二の格納容器下部水位計測装置は，ペデスタルの水位を検出して電気信号に変換する水位検出器，信号変換処理を行う信号変換処理部，電気回路に電源を供給するための電源装置，その他電気回路構成品であるヒューズ，機器を支持するためのサポート及び基礎ボルト等で構成される。

東海第二の格納容器下部水位計測装置構成図を図 2.1-18 に示す。

(2) 材料及び使用条件

東海第二の格納容器下部水位計測装置主要部位の使用材料を表 2.1-19 に，使用条件を表 2.1-20 に示す。



No.	部位
①	水位検出器（電極式）
②	信号変換処理部（*：他操作制御盤に設置を含む）
③	電源装置
④	ヒューズ
⑤	サポート
⑥	基礎ボルト

図 2.1-18　格納容器下部水位計測装置構成図

表 2.1-19　格納容器下部水位計測装置主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
信号伝達	プロセス値／電気信号変換	水位検出器（電極式）	ステンレス鋼，アルミナ，酸化マグネシウム他
		信号変換処理部	半導体，可変抵抗器，電解コンデンサ他
		電源装置	（定期取替品）
		ヒューズ	（消耗品）
機器の支持	水位検出器サポート	サポート	ステンレス鋼
	支持	基礎ボルト	ステンレス鋼

表 2.1-20　格納容器下部水位計測装置の使用条件

設置場所	ペデスタル			中央制御室
—	通常運転時	設計基準事故時	重大事故等時	—
周囲温度	57 ℃(最高)*1	171 ℃(最高)*2	235 ℃(最高)*2	32.2 ℃(最高)*3
最高圧力	0.0138 MPa*2	0.31 MPa*2	0.62 MPa*2	大気圧*3
放射線	7.2×10^{-2} Gy/h (最大)*2	2.6×10^{5} Gy (最大積算値)*2	6.40×10^{5} Gy (最大積算値)*2	—

*1：ペデスタルの実測値
*2：ペデスタルの設計値
*3：中央制御室の設計値

2.1.11 取水ピット水位計測装置

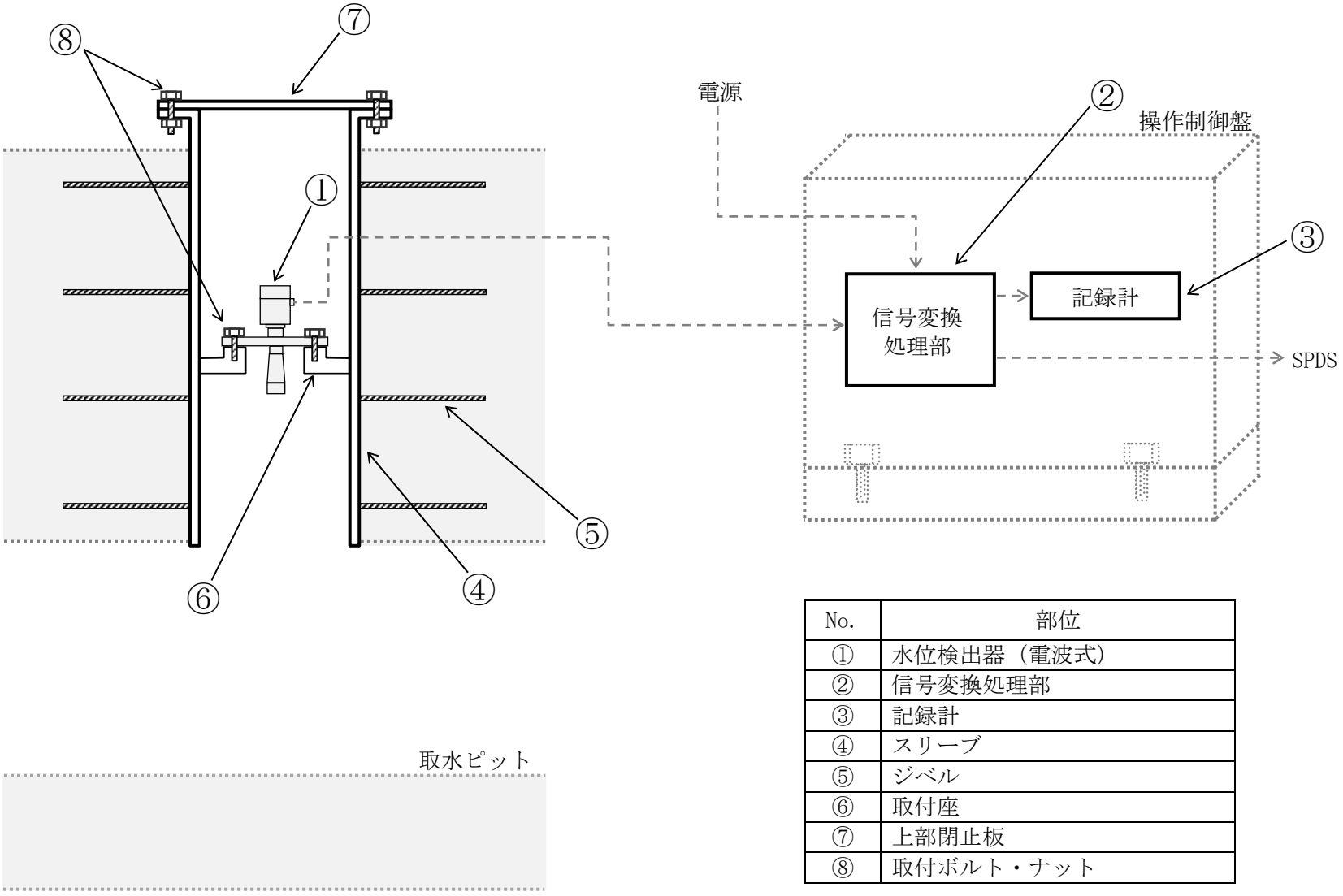
(1) 構造

東海第二の取水ピット水位計測装置は，取水ピットの水位を検出して電気信号に変換する水位検出器，信号変換処理を行う信号変換処理部，記録計，機器を支持するためのスリーブ，ジベル，取付座，上部閉止板及び取付ボルト・ナット等で構成される。

東海第二の取水ピット水位計測装置構成図を図 2.1-19 に示す。

(2) 材料及び使用条件

東海第二の取水ピット水位計測装置主要部位の使用材料を表 2.1-21 に，使用条件を表 2.1-22 に示す。



No.	部位
①	水位検出器（電波式）
②	信号変換処理部
③	記録計
④	スリーブ
⑤	ジベル
⑥	取付座
⑦	上部閉止板
⑧	取付ボルト・ナット

図 2.1-19　取水ピット水位計測装置構成図

表 2.1-21　取水ピット水位計測装置主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
信号伝達	プロセス値／電気信号変換	水位検出器（電波式）	ステンレス鋼他
		信号変換処理部	半導体，可変抵抗器，電解コンデンサ他
		記録計	（定期取替品）
機器の支持	支持	スリーブ	炭素鋼
		ジベル	異形棒鋼
		取付座	炭素鋼
		上部閉止板	炭素鋼
		取付ボルト・ナット	炭素鋼

表 2.1-22　取水ピット水位計測装置の使用条件

設置場所	屋外	中央制御室
周囲温度	40 ℃(最高)*1	32.2 ℃(最高)*2

*1：水戸地方気象台における既往最厳値に余裕を持たせた温度
*2：中央制御室の設計値

2.1.12 潮位計測装置

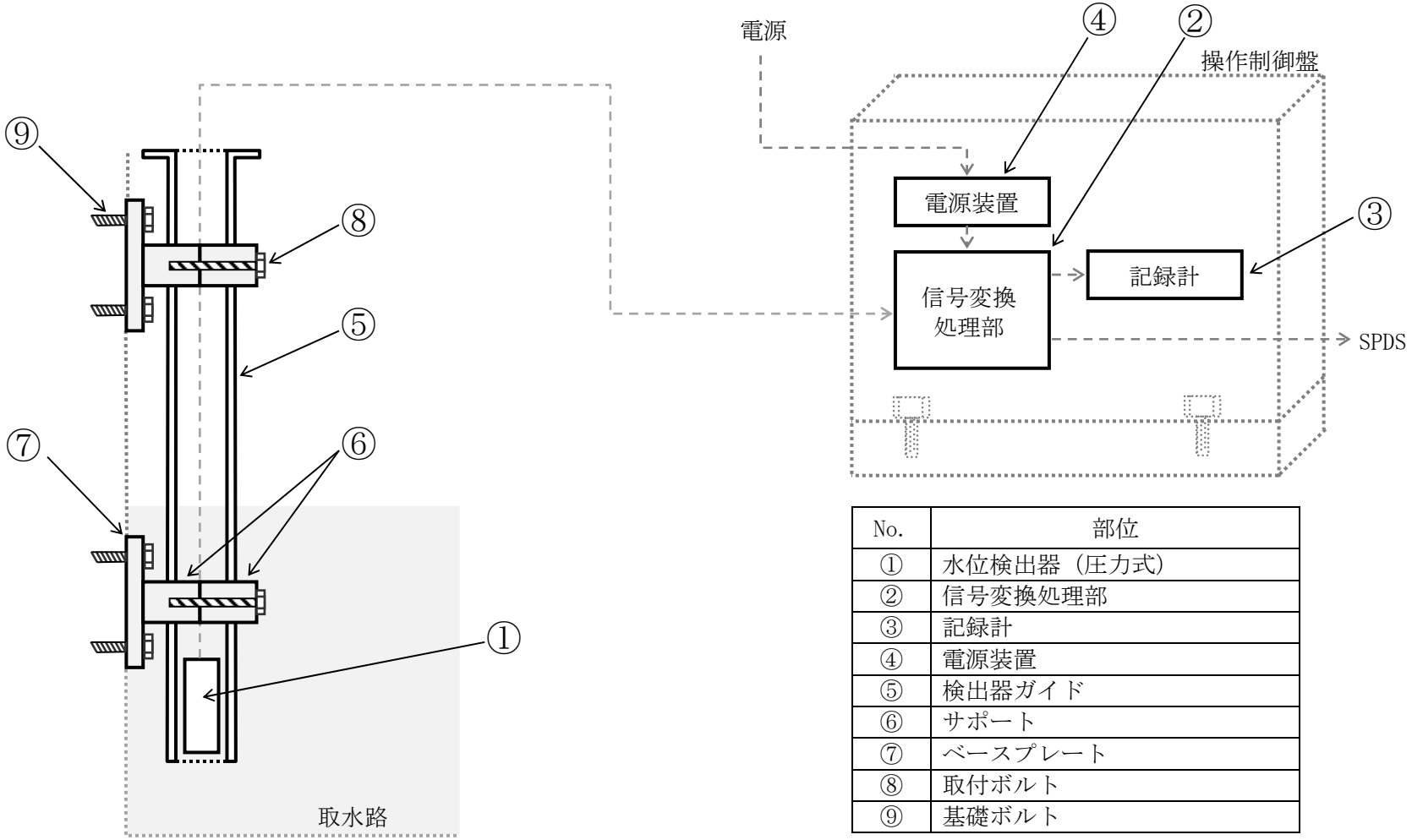
(1) 構造

東海第二の潮位計測装置は，潮位を検出して電気信号に変換する水位検出器，信号変換処理を行う信号変換処理部，記録計，電気回路に電源を供給するための電源装置，機器を支持するための検出器ガイド，サポート，ベースプレート，取付ボルト及び基礎ボルト等で構成される。

東海第二の潮位計測装置構成図を図 2.1-20 に示す。

(2) 材料及び使用条件

東海第二の潮位計測装置主要部位の使用材料を表 2.1-23 に，使用条件を表 2.1-24 に示す。



No.	部位
①	水位検出器（圧力式）
②	信号変換処理部
③	記録計
④	電源装置
⑤	検出器ガイド
⑥	サポート
⑦	ベースプレート
⑧	取付ボルト
⑨	基礎ボルト

図 2.1-20　潮位計測装置構成図

表 2.1-23　潮位計測装置主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
信号伝達	プロセス値／電気信号変換	水位検出器（圧力式）	ステンレス鋼他
		信号変換処理部	半導体，可変抵抗器，電解コンデンサ他
		記録計	（定期取替品）
		電源装置	（定期取替品）
機器の支持	支持	検出器ガイド	ステンレス鋼
		サポート	ステンレス鋼
		ベースプレート	ステンレス鋼
		取付ボルト	ステンレス鋼
		基礎ボルト	ステンレス鋼，樹脂*

*：後打ちケミカルアンカ

表 2.1-24　潮位計測装置の使用条件

設置場所	屋外	中央制御室
周囲温度	40 ℃(最高)*1	32.2 ℃(最高)*2

*1：水戸地方気象台における既往最厳値に余裕を持たせた温度
*2：中央制御室の設計値

2.1.13 SRNM

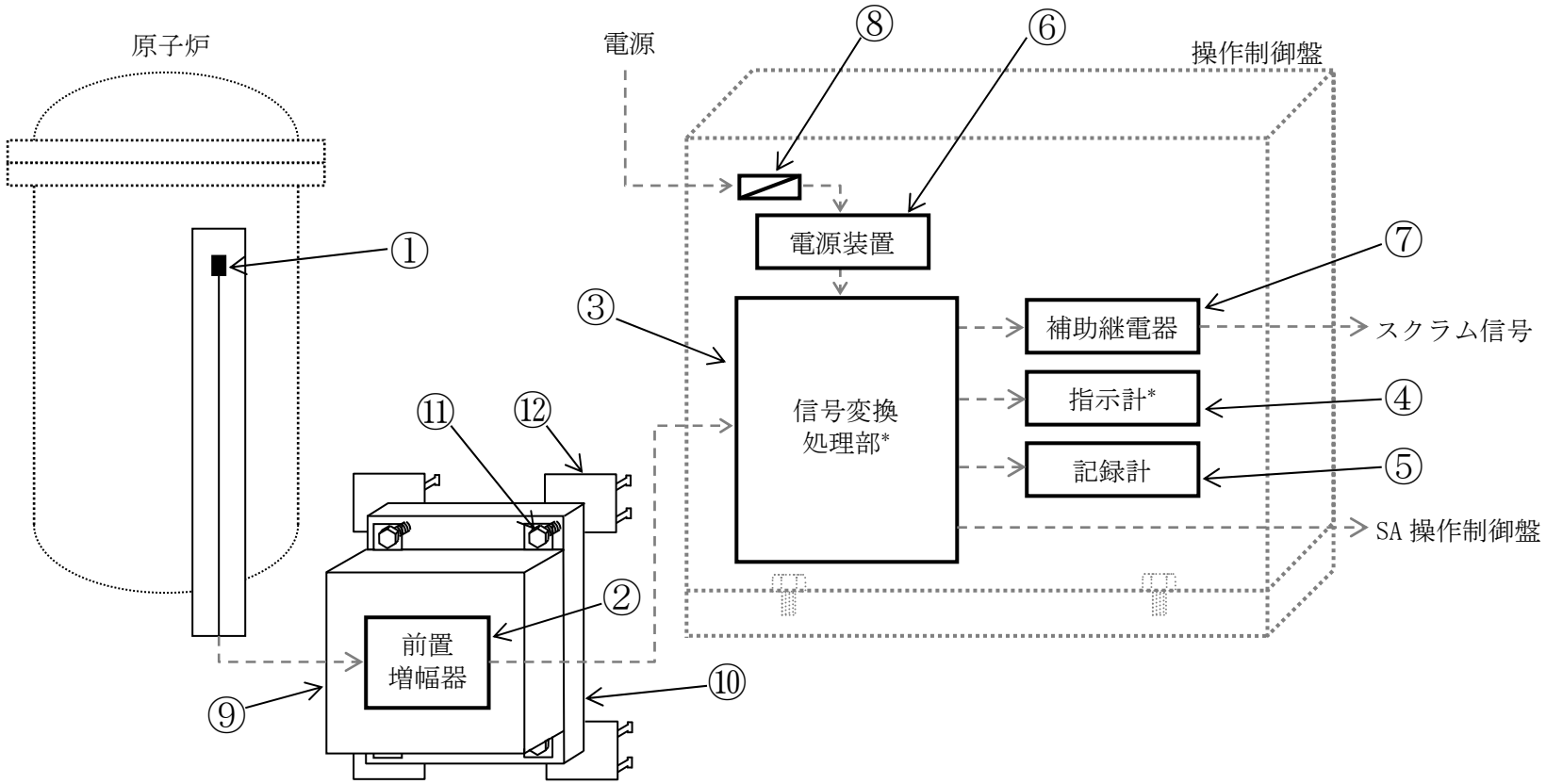
(1) 構造

東海第二の SRNM は，中性子束に対応した電気信号を出力する SRNM 検出器，検出器からの信号増幅を行う前置増幅器，信号変換処理を行う信号変換処理部（ディスプレイ含む），指示計，記録計，電気回路に電源を供給するための電源装置，その他電気回路構成品である補助継電器，ヒューズ，機器を支持するための筐体，サポート，取付ボルト・ナット及び埋込金物等で構成されている。

東海第二の SRNM 構成図を図 2.1-21 に示す。

(2) 材料及び使用条件

東海第二の SRNM 主要部位の使用材料を表 2.1-25 に，使用条件を表 2.1-26 に示す。



No.	部位	No.	部位	No.	部位
①	SRNM 検出器（核分裂電離箱式）	⑤	記録計	⑨	筐体
②	前置増幅器	⑥	電源装置	⑩	サポート
③	信号変換処理部（*：他操作制御盤に設置を含む）	⑦	補助継電器	⑪	取付ボルト・ナット
④	指示計（*：他操作制御盤に設置）	⑧	ヒューズ	⑫	埋込金物

図 2.1-21　SRNM 構成図

表 2.1-25　SRNM 主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
信号伝達	プロセス値／電気信号変換	SRNM 検出器（核分裂電離箱式）	アルミナ，インコネル，ステンレス鋼他
		前置増幅器	（定期取替品）
		信号変換処理部	（定期取替品）
		指示計	銅他
		記録計	（定期取替品）
		電源装置	（定期取替品）
		補助継電器	（定期取替品）
		ヒューズ	（消耗品）
機器の支持	支持	筐体	炭素鋼
		サポート	炭素鋼
		取付ボルト・ナット	炭素鋼
		埋込金物	炭素鋼

表 2.1-26　SRNM の使用条件

設置場所	原子炉内	原子炉建屋			中央制御室
—	—	通常運転時	設計基準事故時	重大事故等時	—
周囲温度	302 ℃ (最高)*1	40.0 ℃ (最高)*2	100 ℃ (最高)*2	100 ℃ (最高)*2	32.2 ℃ (最高)*3
最高圧力	—	大気圧*2	1.744 kPa*2	6.9 kPa*2	大気圧*3
放射線	—	1×10^{-5} Gy/h (最大)*2	1.7×10^{3} Gy (最大積算値)*2	1.7×10^{3} Gy (最大積算値)*2	—

*1：原子炉圧力容器の最高使用温度
*2：原子炉建屋の設計値
*3：中央制御室の設計値

2.1.14 主蒸気管放射線計測装置

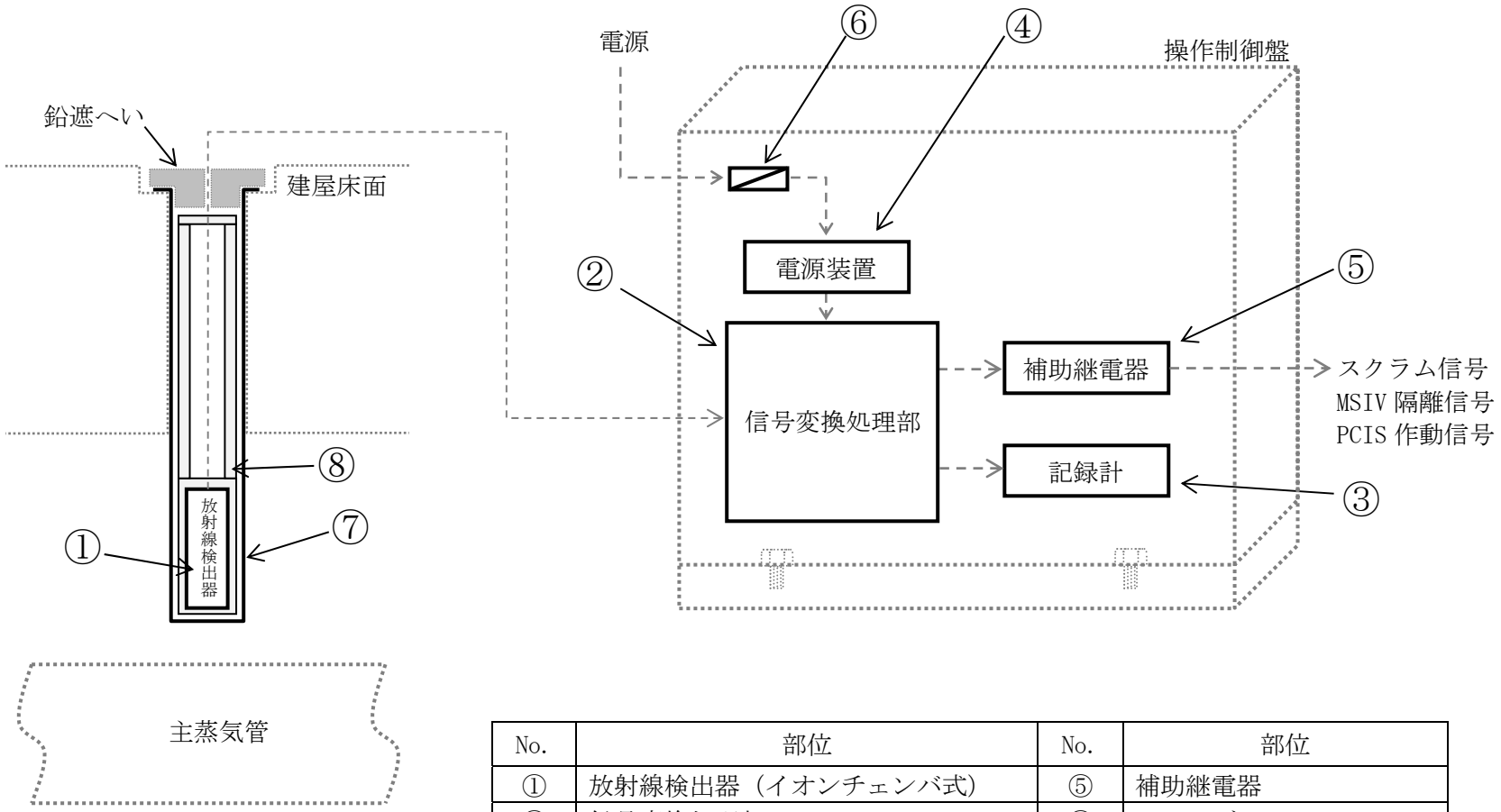
(1) 構造

東海第二の主蒸気管放射線計測装置は，主蒸気管からの放射線を検出する放射線検出器，信号変換処理を行う信号変換処理部（ディスプレイ含む），記録計，電気回路に電源を供給するための電源装置，その他電気回路構成品である補助継電器，ヒューズ，機器を支持するための検出器ガイド及び検出器取付金具等で構成されている。

東海第二の主蒸気管放射線計測装置構成図を図 2.1-22 に示す。

(2) 材料及び使用条件

東海第二の主蒸気管放射線計測装置主要部位の使用材料を表 2.1-27 に，使用条件を表 2.1-28 に示す。



No.	部位	No.	部位
①	放射線検出器（イオンチェンバ式）	⑤	補助継電器
②	信号変換処理部	⑥	ヒューズ
③	記録計	⑦	検出器ガイド
④	電源装置	⑧	検出器取付金具

図 2.1-22　主蒸気管放射線計測装置構成図

表 2.1-27　主蒸気管放射線計測装置主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
信号伝達	プロセス値／電気信号変換	放射線検出器（イオンチェンバ式）	電離箱他
		信号変換処理部	（定期取替品）
		記録計	（定期取替品）
		電源装置	（定期取替品）
		補助継電器	（定期取替品）
		ヒューズ	（消耗品）
機器の支持	支持	検出器ガイド	炭素鋼
		検出器取付金具	炭素鋼

表 2.1-28　主蒸気管放射線計測装置の使用条件

設置場所	主蒸気管トンネル室	中央制御室
周囲温度	60.0 ℃(最高)*1	32.2 ℃(最高)*2

*1：主蒸気管トンネル室の設計値

*2：中央制御室の設計値

2.1.15 原子炉建屋換気系放射線計測装置

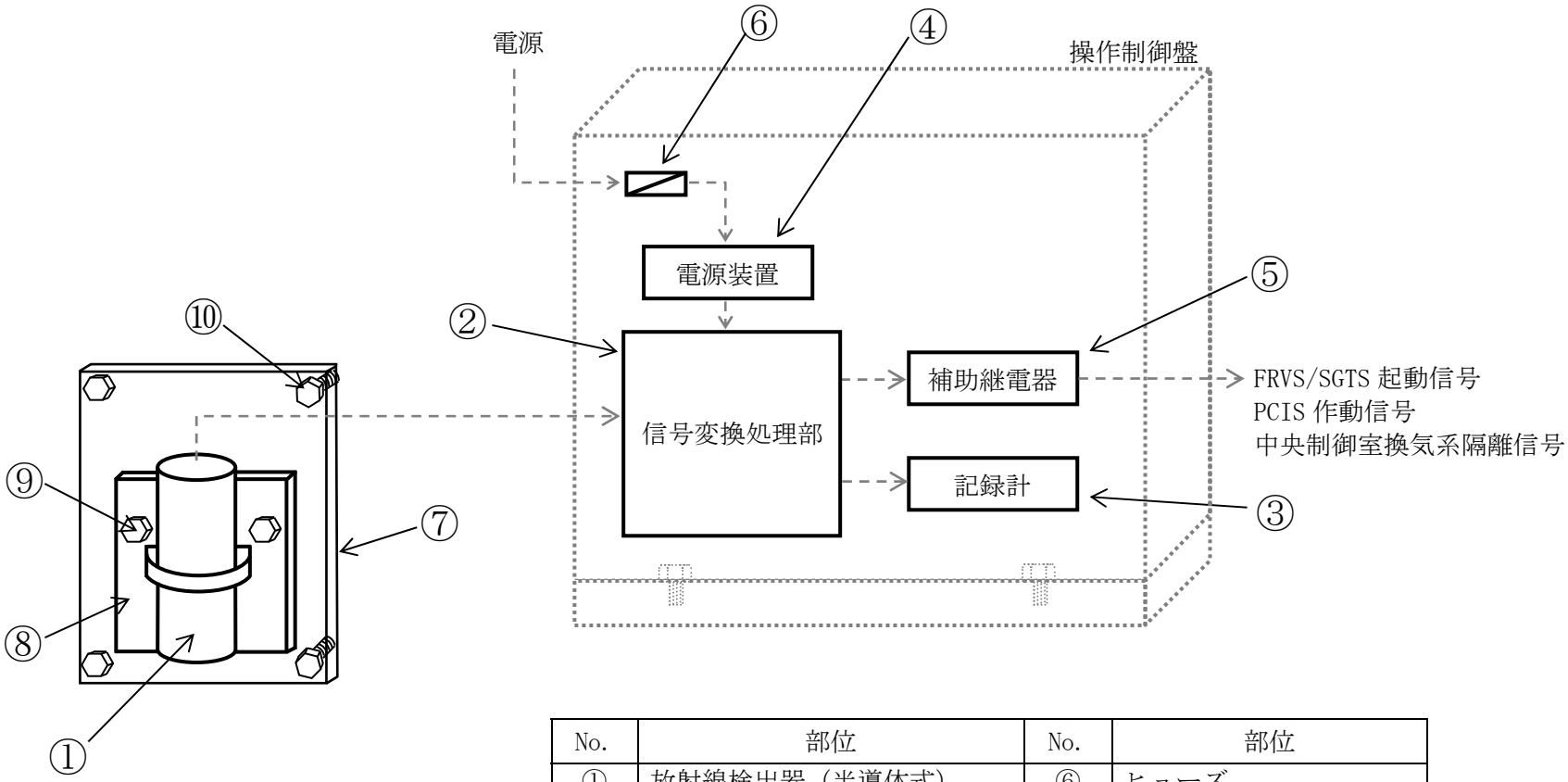
(1) 構造

東海第二の原子炉建屋換気系放射線計測装置は，原子炉建屋換気系の放射線を検出する放射線検出器，信号変換処理を行う信号変換処理部（ディスプレイ含む），記録計，電気回路に電源を供給するための電源装置，その他電気回路構成品である補助継電器，ヒューズ，機器を支持するための計器架台，検出器取付金具，取付ボルト・ナット及び基礎ボルト等で構成されている。

東海第二の原子炉建屋換気系放射線計測装置構成図を図 2.1-23 に示す。

(2) 材料及び使用条件

東海第二の原子炉建屋換気系放射線計測装置主要部位の使用材料を表 2.1-29 に，使用条件を表 2.1-30 に示す。



No.	部位	No.	部位
①	放射線検出器（半導体式）	⑥	ヒューズ
②	信号変換処理部	⑦	計器架台
③	記録計	⑧	検出器取付金具
④	電源装置	⑨	取付ボルト・ナット
⑤	補助継電器	⑩	基礎ボルト

図 2.1-23　原子炉建屋換気系放射線計測装置構成図

表 2.1-29　原子炉建屋換気系放射線計測装置主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
信号伝達	プロセス値／電気信号変換	放射線検出器（半導体式）	半導体他
		信号変換処理部	（定期取替品）
		記録計	（定期取替品）
		電源装置	（定期取替品）
		補助継電器	（定期取替品）
		ヒューズ	（消耗品）
機器の支持	支持	計器架台	炭素鋼
		検出器取付金具	アルミニウム合金
		取付ボルト・ナット	炭素鋼
		基礎ボルト	炭素鋼，樹脂*

*：後打ちケミカルアンカ

表 2.1-30　原子炉建屋換気系放射線計測装置の使用条件

設置場所	原子炉建屋	中央制御室
周囲温度	40.0 ℃(最高)*1	32.2 ℃(最高)*2

*1：原子炉建屋の設計値
*2：中央制御室の設計値

2.1.16 地震加速度計測装置

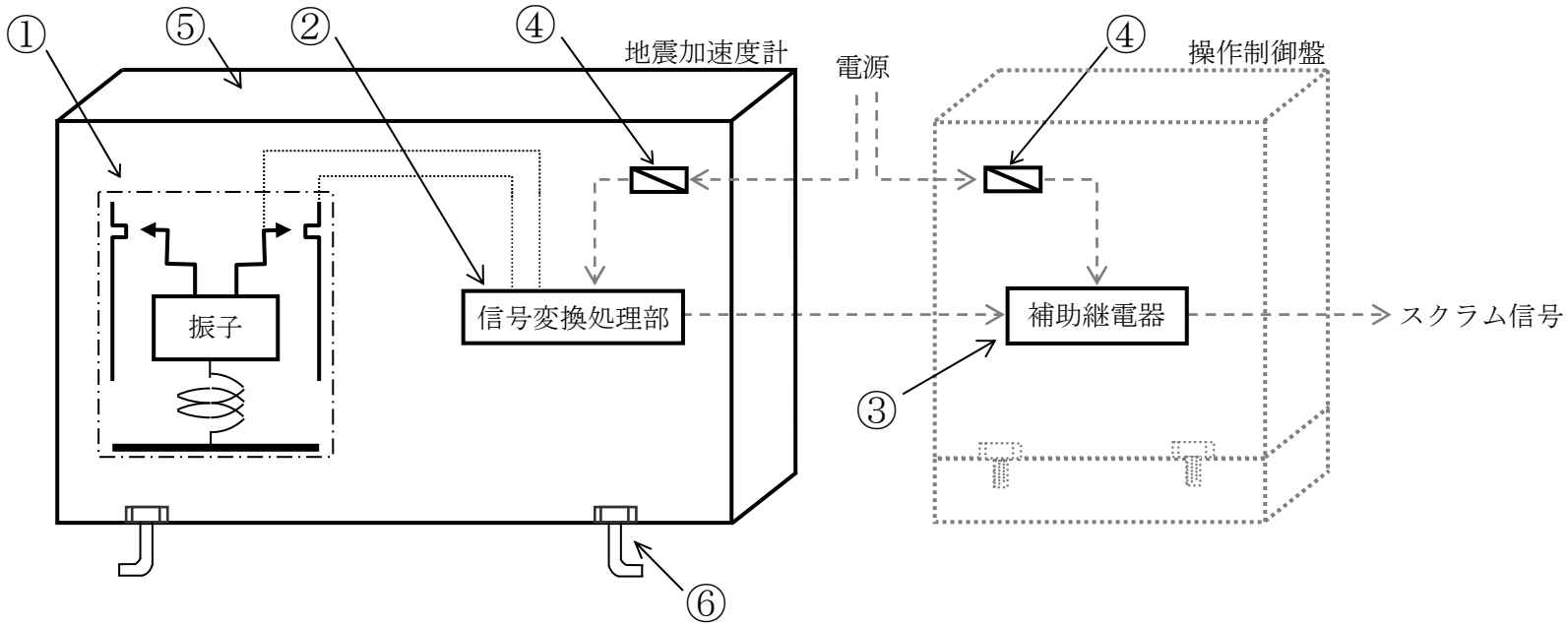
(1) 構造

東海第二の地震加速度計測装置は，地震発生時の加速度検出を行うための地震加速度検出器，信号変換処理を行う信号変換処理部，その他電気回路構成品である補助継電器，ヒューズ，機器を支持するための筐体及び基礎ボルト等で構成されている。

東海第二の地震加速度計測装置構成図を図 2.1-24 に示す。

(2) 材料及び使用条件

東海第二の地震加速度計測装置主要部位の使用材料を表 2.1-31 に，使用条件を表 2.1-32 に示す。



No.	部位
①	地震加速度検出器（倒立振子式）
②	信号変換処理部
③	補助継電器
④	ヒューズ
⑤	筐体
⑥	基礎ボルト

図 2.1-24　地震加速度計測装置構成図

表 2.1-31　地震加速度計測装置主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
信号伝達	プロセス値／電気信号変換	地震加速度検出器（倒立振子式）	炭素鋼，銅他
		信号変換処理部	抵抗器他
		補助継電器	（定期取替品）
		ヒューズ	（消耗品）
機器の支持	支持	筐体	炭素鋼
		基礎ボルト	炭素鋼

表 2.1-32　地震加速度計測装置の使用条件

設置場所	原子炉建屋	中央制御室
周囲温度	40.0 ℃(最高)*1	32.2 ℃(最高)*2

*1：原子炉建屋の設計値
*2：中央制御室の設計値

2.1.17 格納容器内水素濃度計測装置

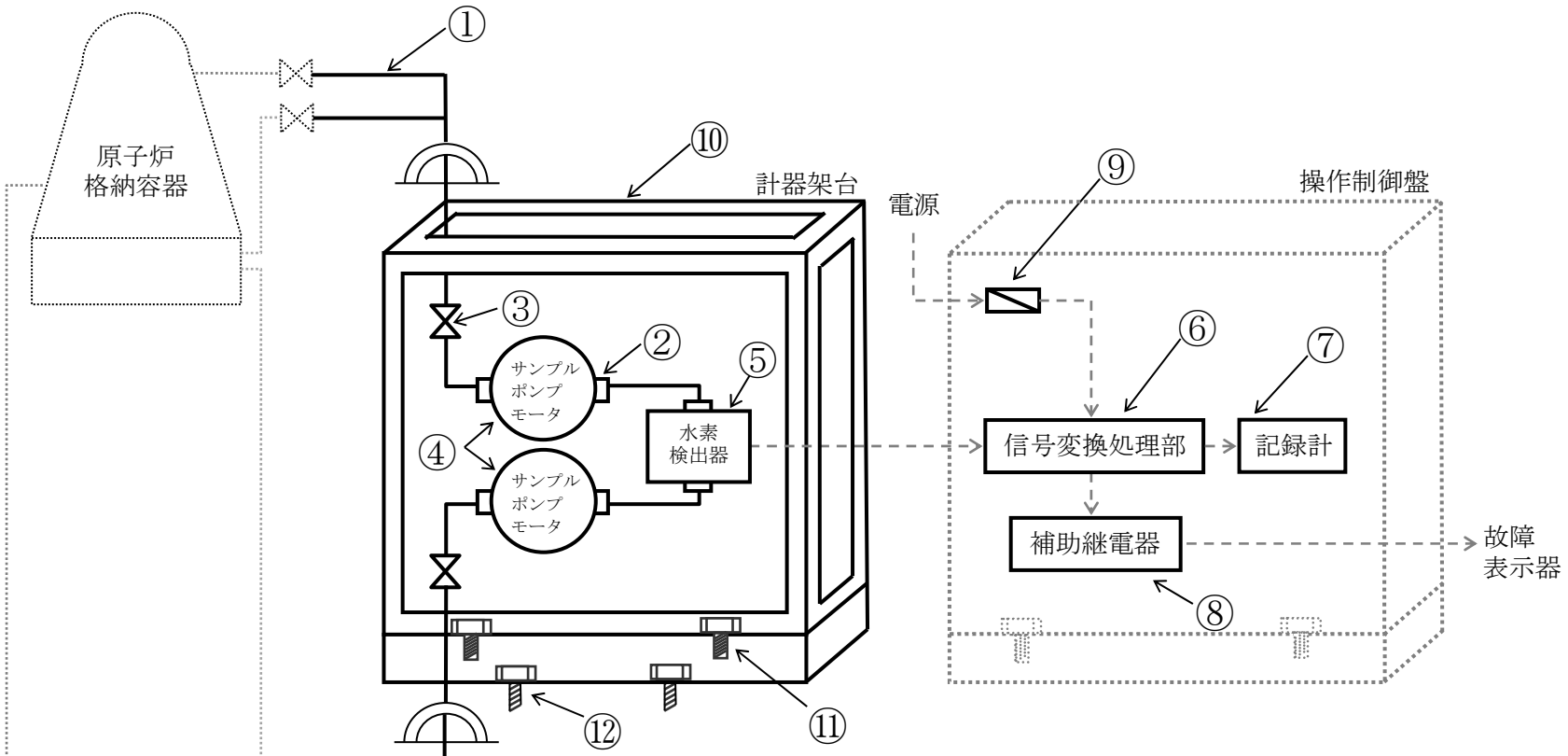
(1) 構造

東海第二の格納容器内水素濃度計測装置は，原子炉格納容器内からの水素を採取する計装配管，継手，計装弁，試料採取用サンプルポンプモータ，水素を検出して電気信号に変換する水素検出器，信号変換処理を行う信号変換処理部，記録計，その他電気回路構成品である補助継電器，ヒューズ，計装配管を固定する配管サポート，機器を支持するための計器架台，計器架台取付ボルト及び基礎ボルト等で構成されている。

東海第二の格納容器内水素濃度計測装置構成図を図 2.1-25 に，計装配管サポート構成図を図 2.1-26 に示す。

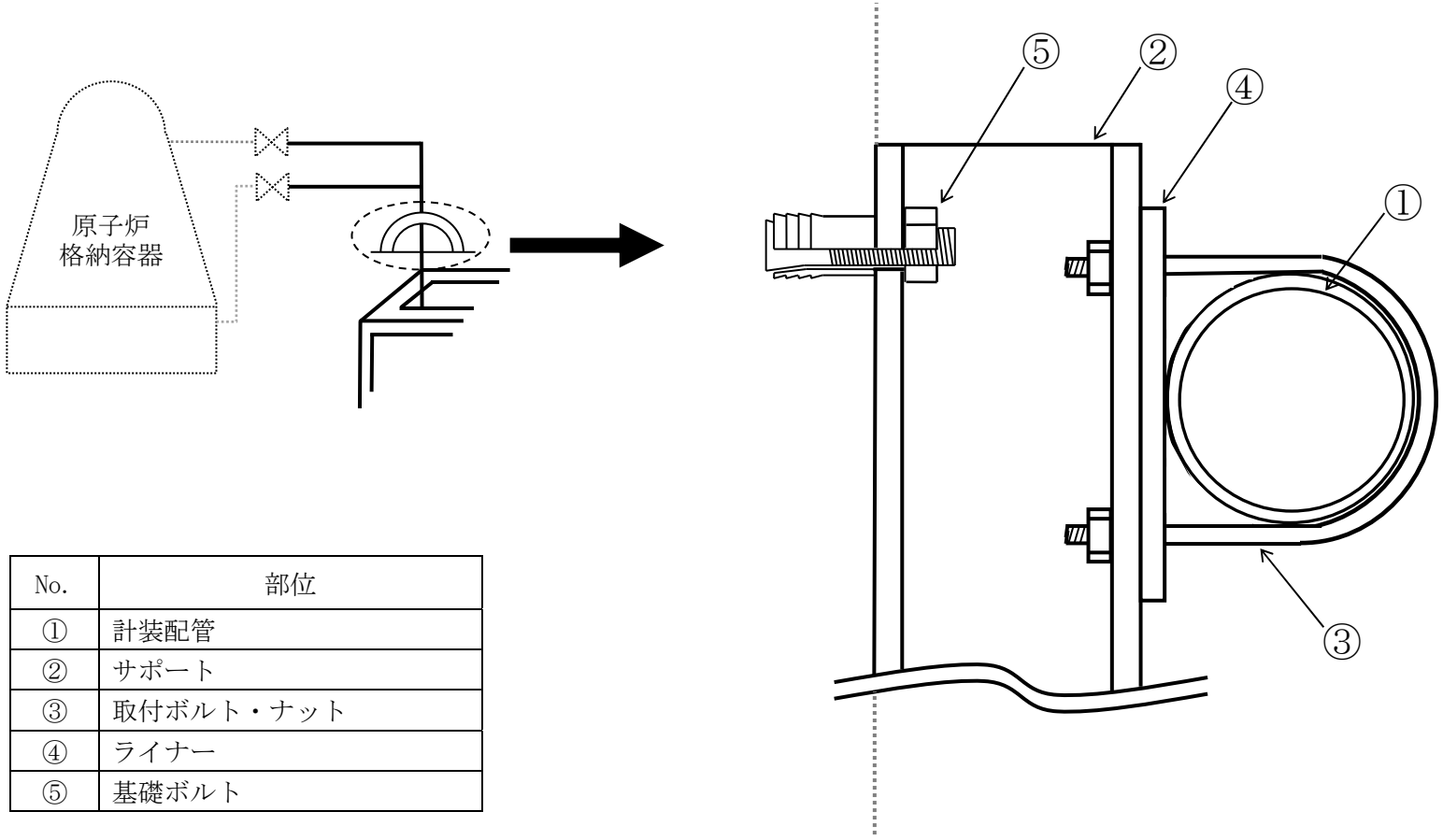
(2) 材料及び使用条件

東海第二の格納容器内水素濃度計測装置主要部位の使用材料を表 2.1-33 に，使用条件を表 2.1-34 に示す。



No.	部位	No.	部位
①	計装配管	⑦	記録計
②	継手	⑧	補助継電器
③	計装弁	⑨	ヒューズ
④	サンプルポンプモータ	⑩	計器架台
⑤	水素検出器（熱伝導式）	⑪	計器架台取付ボルト
⑥	信号変換処理部	⑫	基礎ボルト

図 2.1-25　格納容器内水素濃度計測装置構成図



No.	部位
①	計装配管
②	サポート
③	取付ボルト・ナット
④	ライナー
⑤	基礎ボルト

図 2.1-26　格納容器内水素濃度計測装置計装配管サポート構成図

表 2.1-33　格納容器内水素濃度計測装置主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
信号伝達	プロセス値／電気信号変換	計装配管	ステンレス鋼
		継手	ステンレス鋼
		計装弁	ステンレス鋼
		サンプルポンプモータ	銅他
		水素検出器（熱伝導式）	（定期取替品）
		信号変換処理部	半導体，可変抵抗器，電解コンデンサ他
		記録計	（定期取替品）
		補助継電器	（定期取替品）
		ヒューズ	（消耗品）
機器の支持	計装配管サポート	サポート	炭素鋼
		取付ボルト・ナット	ステンレス鋼，炭素鋼
		ライナー	ステンレス鋼
	支持	計器架台	炭素鋼
		計器架台取付ボルト	炭素鋼
		基礎ボルト	炭素鋼，樹脂*

*：後打ちケミカルアンカ

表 2.1-34　格納容器内水素濃度計測装置の使用条件

設置場所	原子炉建屋	中央制御室
周囲温度	40.0 ℃(最高)*1	32.2 ℃(最高)*2

*1：原子炉建屋の設計値
*2：中央制御室の設計値

2.1.18 原子炉建屋水素濃度計測装置

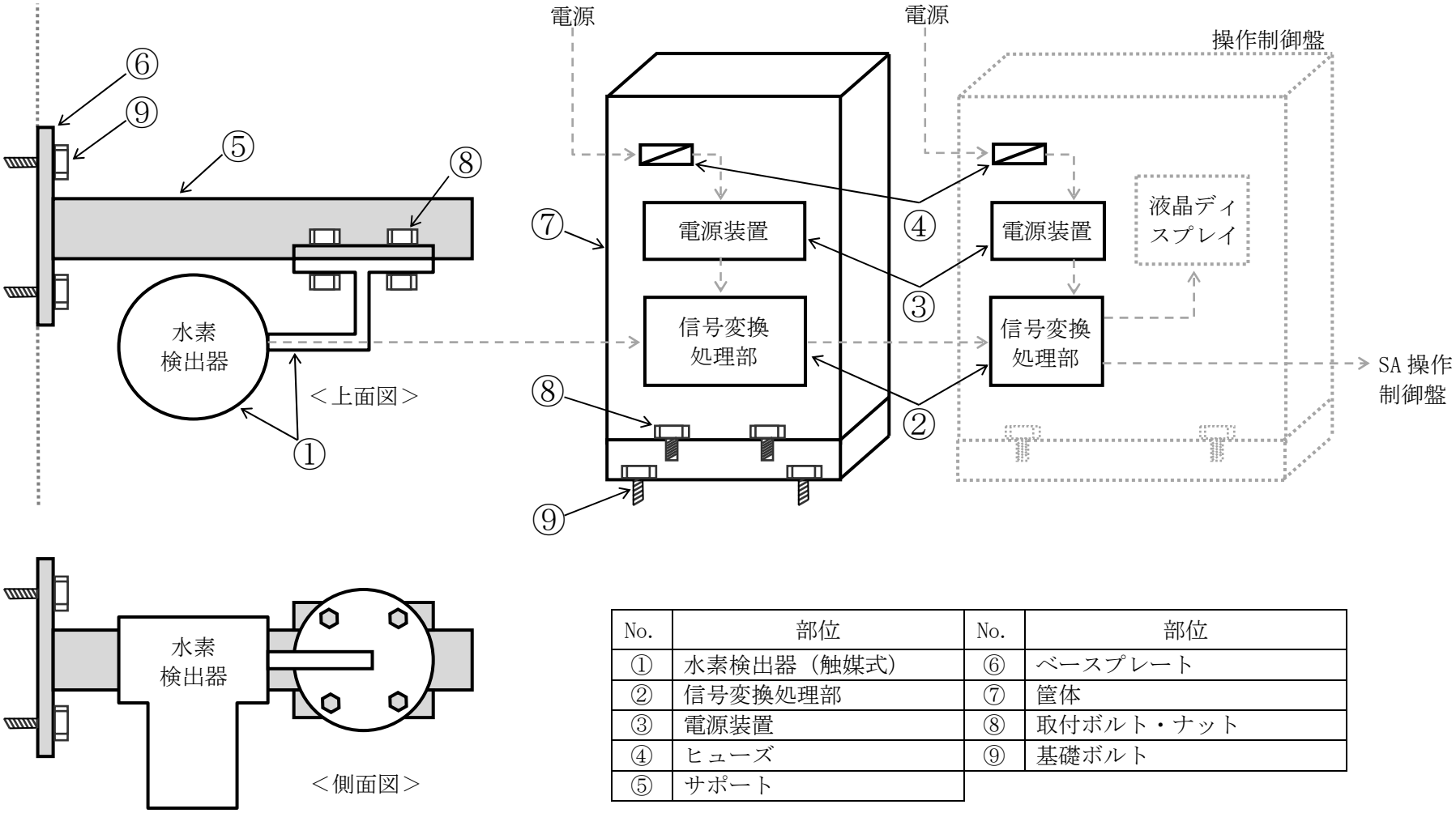
(1) 構造

東海第二の原子炉建屋水素濃度計測装置は，原子炉建屋の水素を検出して電気信号に変換する水素検出器，信号変換処理を行う信号変換処理部，電気回路に電源を供給するための電源装置，その他電気回路構成品であるヒューズ，機器を支持するためのサポート，ベースプレート，筐体，取付ボルト・ナット及び基礎ボルト等で構成される。

東海第二の原子炉建屋水素濃度計測装置構成図を図 2.1-27 に示す。

(2) 材料及び使用条件

東海第二の原子炉建屋水素濃度計測装置主要部位の使用材料を表 2.1-35 に，使用条件を表 2.1-36 に示す。



No.	部位	No.	部位
①	水素検出器（触媒式）	⑥	ベースプレート
②	信号変換処理部	⑦	筐体
③	電源装置	⑧	取付ボルト・ナット
④	ヒューズ	⑨	基礎ボルト
⑤	サポート		

図 2.1-27　原子炉建屋水素濃度計測装置構成図

表 2.1-35　原子炉建屋水素濃度計測装置主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
信号伝達	プロセス値／電気信号変換	水素検出器（触媒式）	ステンレス鋼，白金抵抗器（触媒処理）他
		信号変換処理部	半導体，電解コンデンサ，抵抗器，可変抵抗器他
		電源装置	（定期取替品）
		ヒューズ	（消耗品）
機器の支持	水素検出器サポート	サポート	ステンレス鋼
		ベースプレート	ステンレス鋼
		取付ボルト・ナット	ステンレス鋼
	支持	筐体	炭素鋼
		取付ボルト・ナット	炭素鋼
		基礎ボルト	炭素鋼，樹脂*

*：後打ちケミカルアンカ

表 2.1-36　原子炉建屋水素濃度計測装置の使用条件

設置場所	原子炉建屋			電気室	中央制御室
—	通常運転時	設計基準事故時	重大事故等時	—	—
周囲温度	40.0 ℃ (最高)*1	65.6 ℃ (最高)*1	100 ℃ (最高)*1	40 ℃ (最高)*2	32.2 ℃ (最高)*3
最高圧力	大気圧*1	1.744 kPa*1	6.9 kPa*1	大気圧*2	大気圧*3
放射線	1×10^{-5} Gy/h(最大)*1	1.7×10^{3} Gy (最大積算値)*1	1.7×10^{3} Gy (最大積算値)*1	—	—

*1：原子炉建屋の設計値
*2：電気室の設計値
*3：中央制御室の設計値

2.1.19 格納容器内酸素濃度計測装置

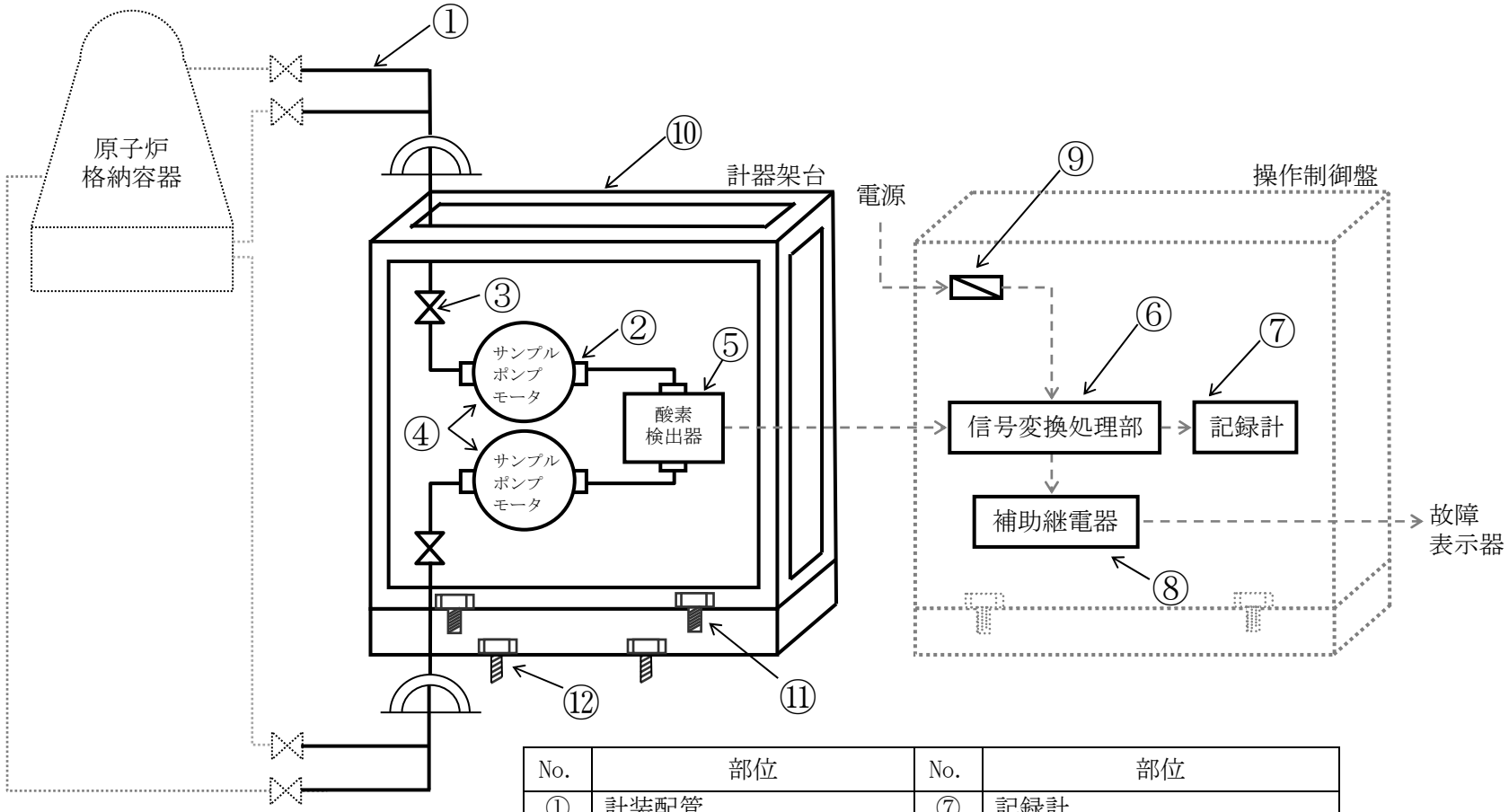
(1) 構造

東海第二の格納容器内酸素濃度計測装置は，原子炉格納容器内からの酸素を採取する計装配管，継手，計装弁，試料採取用サンプルポンプモータ，酸素を検出して電気信号に変換する酸素検出器，信号変換処理を行う信号変換処理部，記録計，その他電気回路構成品である補助継電器，ヒューズ，計装配管を固定する配管サポート，機器を支持するための計器架台，計器架台取付ボルト及び基礎ボルト等で構成されている。

東海第二の格納容器内酸素濃度計測装置構成図を図 2.1-28 に，計装配管サポート構成図を図 2.1-29 に示す。

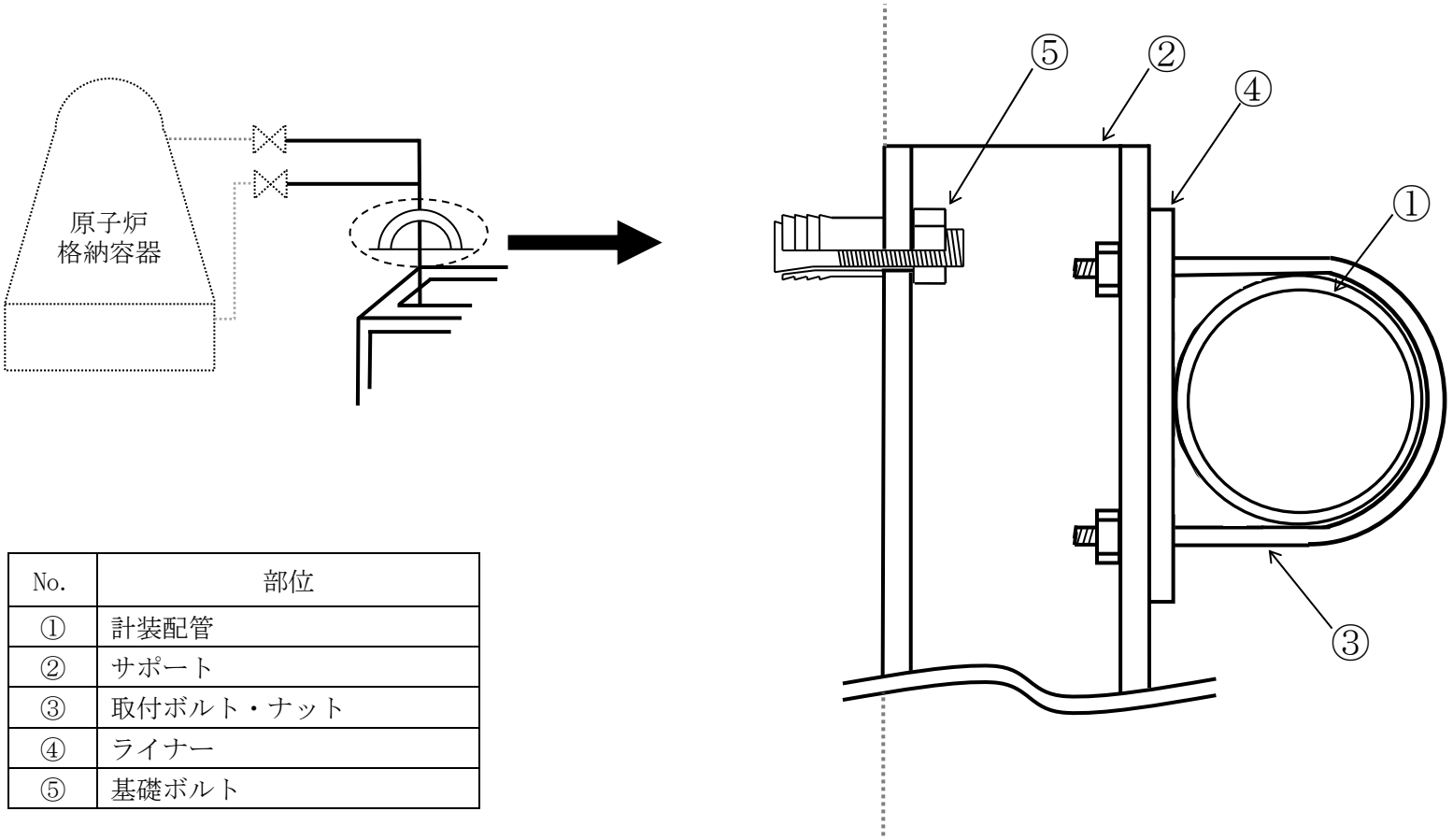
(2) 材料及び使用条件

東海第二の格納容器内酸素濃度計測装置主要部位の使用材料を表 2.1-37 に，使用条件を表 2.1-38 に示す。



No.	部位	No.	部位
①	計装配管	⑦	記録計
②	継手	⑧	補助継電器
③	計装弁	⑨	ヒューズ
④	サンプルポンプモータ	⑩	計器架台
⑤	酸素検出器（磁気式）	⑪	計器架台取付ボルト
⑥	信号変換処理部	⑫	基礎ボルト

図 2.1-28　格納容器内酸素濃度計測装置構成図



No.	部位
①	計装配管
②	サポート
③	取付ボルト・ナット
④	ライナー
⑤	基礎ボルト

図 2.1-29　格納容器内酸素濃度計測装置計装配管サポート構成図

表 2.1-37　格納容器内酸素濃度計測装置主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
信号伝達	プロセス値／電気信号変換	計装配管	ステンレス鋼
		継手	ステンレス鋼
		計装弁	ステンレス鋼
		サンプルポンプモータ	銅他
		酸素検出器（磁気式）	（定期取替品）
		信号変換処理部	半導体，可変抵抗器，電解コンデンサ他
		記録計	（定期取替品）
		補助継電器	（定期取替品）
		ヒューズ	（消耗品）
機器の支持	計装配管サポート	サポート	炭素鋼
		取付ボルト・ナット	ステンレス鋼，炭素鋼
		ライナー	ステンレス鋼
	支持	計器架台	炭素鋼
		計器架台取付ボルト	炭素鋼
		基礎ボルト	炭素鋼，樹脂*

*：後打ちケミカルアンカ

表 2.1-38　格納容器内酸素濃度計測装置の使用条件

設置場所	原子炉建屋	中央制御室
周囲温度	40.0 ℃(最高)*1	32.2 ℃(最高)*2

*1：原子炉建屋の設計値
*2：中央制御室の設計値

2.1.20 MSV 位置計測装置

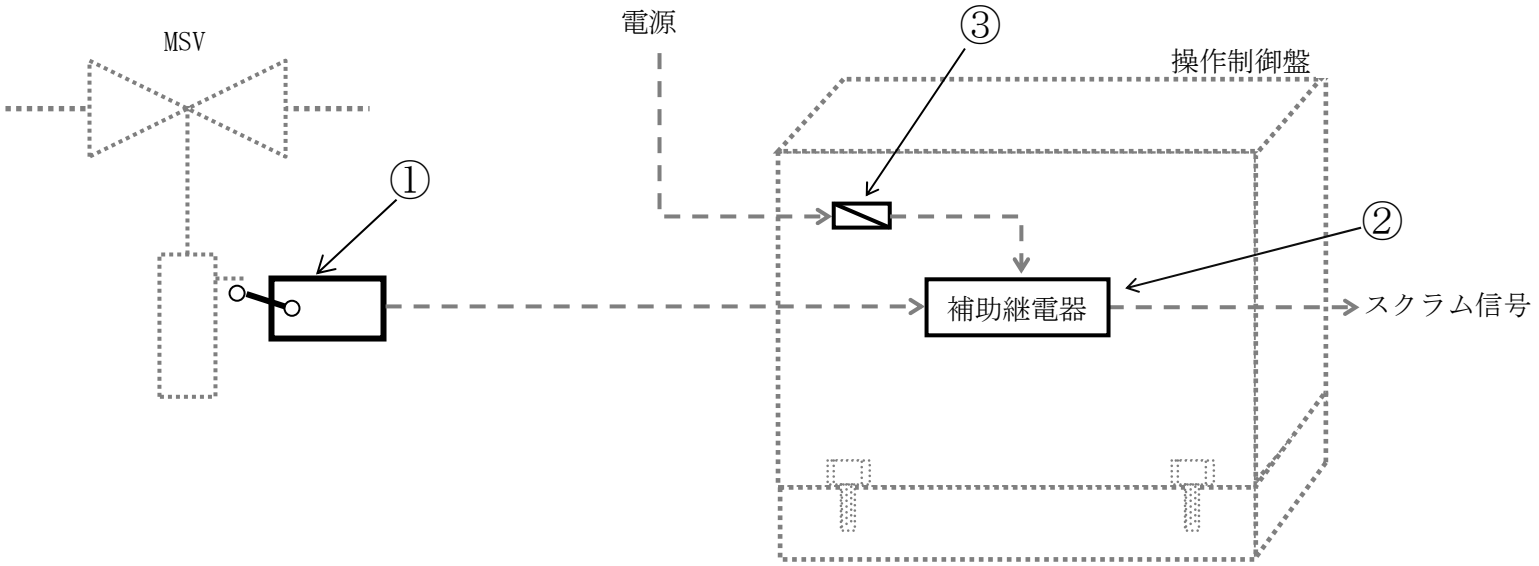
(1) 構造

東海第二の MSV 位置計測装置は，MSV の位置を検出する位置検出器，その他電気回路構成品である補助継電器，ヒューズ等で構成されている。

東海第二の MSV 位置計測装置構成図を図 2.1-30 に示す。

(2) 材料及び使用条件

東海第二の MSV 位置計測装置主要部位の使用材料を表 2.1-39 に，使用条件を表 2.1-40 に示す。



No.	部位
①	位置検出器（リミットスイッチ式）
②	補助継電器
③	ヒューズ

図 2.1-30　MSV 位置計測装置構成図

表 2.1-39　MSV 位置計測装置主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
信号伝達	プロセス値／電気信号変換	位置検出器（リミットスイッチ式）	（定期取替品）
		補助継電器	（定期取替品）
		ヒューズ	（消耗品）

表 2.1-40　MSV 位置計測装置の使用条件

設置場所	ヒータールーム	中央制御室
周囲温度	48.9 ℃(最高)*1	32.2 ℃(最高)*2

*1：ヒータールームの設計値

*2：中央制御室の設計値

2.1.21 RCIC タービン回転速度計測装置

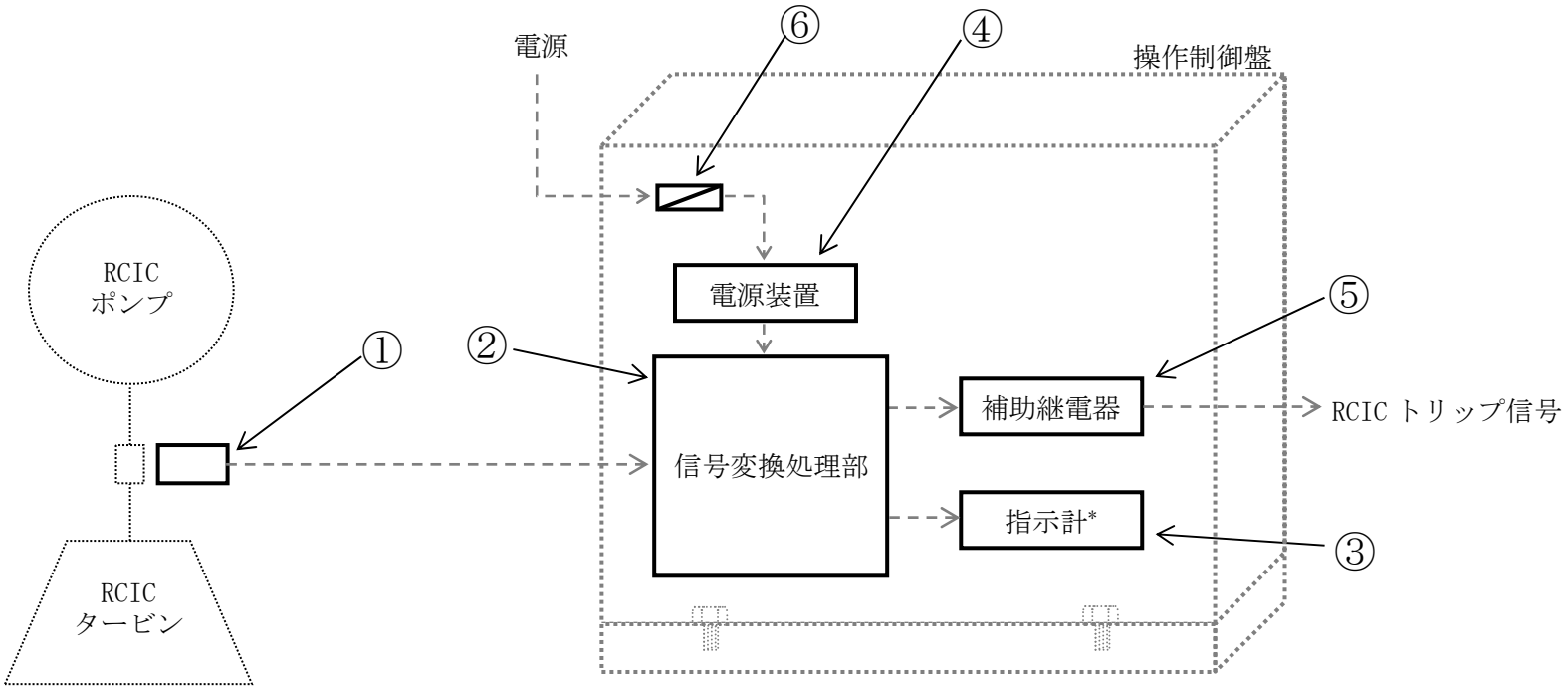
(1) 構造

東海第二の RCIC タービン回転速度計測装置は，RCIC タービンの回転速度を検出する回転速度検出器，信号変換処理を行う信号変換処理部，指示計，電気回路に電源を供給するための電源装置，その他電気回路構成品である補助継電器，ヒューズ等で構成されている。

東海第二の RCIC タービン回転速度計測装置構成図を図 2.1-31 に示す。

(2) 材料及び使用条件

東海第二の RCIC タービン回転速度計測装置主要部位の使用材料を表 2.1-41 に，使用条件を表 2.1-42 に示す。



No.	部位
①	回転速度検出器（電磁ピックアップ式）
②	信号変換処理部
③	指示計（*：他操作制御盤に設置）
④	電源装置
⑤	補助継電器
⑥	ヒューズ

図 2.1-31　RCIC タービン回転速度計測装置構成図

表 2.1-41　RCIC タービン回転速度計測装置主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
信号伝達	プロセス値／電気信号変換	回転速度検出器（電磁ピックアップ式）	（定期取替品）
		信号変換処理部	半導体，可変抵抗器，電解コンデンサ他
		指示計	銅他
		電源装置	（定期取替品）
		補助継電器	（定期取替品）
		ヒューズ	（消耗品）

表 2.1-42　RCIC タービン回転速度計測装置の使用条件

設置場所	RCIC ポンプ室		空調機械室	中央制御室
—	通常運転時	設計基準事故時	—	—
周囲温度	定期試験時 65.6 ℃(最高)*1 平常時 40.0 ℃(最高)*1	100 ℃(最高)*1	50 ℃(最高)*2	32.2 ℃(最高)*3
最高圧力	大気圧*1	1.744 kPa*1	大気圧*2	大気圧*3
放射線	定期試験時 2.00×10^{-3} Gy/h(最大)*1 平常時 1.5×10^{-4} Gy/h(最大)*1	19 Gy (最大積算値)*1	—	—

*1：RCIC ポンプ室の設計値
*2：空調機械室の設計値
*3：中央制御室の設計値

2.2 経年劣化事象の抽出

2.2.1 機器の機能達成に必要な項目

計測装置の機能である計測機能の達成に必要な項目は以下のとおり。

(1) 信号伝達

(2) 機器の支持

2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

(1) 想定される経年劣化事象の抽出

計測装置について，機能達成に必要な項目を考慮して主要な部位に展開した上で，個々の部位の材料，構造，使用条件（周囲温度）及び現在までの運転経験を考慮し，表 2.2-1 に示すとおり，想定される経年劣化事象を抽出した（表 2.2-1 で○又は△，▲）。

なお，消耗品及び定期取替品は以下のとおり評価対象外とする。

(2) 消耗品及び定期取替品の扱い

ヒューズ，ガスケット，0 リングは消耗品で，圧力伝送器，差圧伝送器，温度検出器，前置増幅器，信号変換処理部[SRNM，主蒸気管放射線，原子炉建屋換気系放射線，使用済燃料プール水位]，水素検出器[格納容器内水素濃度]，酸素検出器，位置検出器，回転速度検出器，記録計，電源装置，補助継電器は定期取替品であり，設計時に長期使用せず取替えを前提としていることから高経年化対策を見極める上での評価対象外とする。

(3) 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

想定される経年劣化事象のうち下記①，②に該当しない事象を高経年化対策上着目すべき経年劣化事象と判断した。

なお，下記①，②に該当する事象については，2.2.3 項に示すとおり，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断した。

① 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって，想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象として表 2.2-1 で△）

② 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により，今後も経年劣化の進展が考えられない，又は進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外として表 2.2-1 で▲）

この結果，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象として以下の事象が抽出された（表 2.2-1 で○）。

a. サンプルポンプモータの絶縁特性低下［格納容器内水素濃度計測装置，格納容器内酸素濃度計測装置］

2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

(1) 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって，想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象）

a. 圧力検出器，放射線検出器及び地震加速度検出器の特性変化［D/G 機関冷却水入口圧力計測装置，CV 急速閉検出用圧力計測装置，主蒸気管放射線計測装置，原子炉建屋換気系放射線計測装置，地震加速度計測装置］

圧力検出器，放射線検出器及び地震加速度検出器は，長期間の使用に伴い検出部の変形や電気回路部の可変抵抗器の導通不良等に起因して，特性が変化する可能性がある。

しかし，点検時に特性試験（入出力試験，ループ試験等）を実施し，特性が精度内であることを確認している。

また，点検時に異常が確認された場合には，取替え等を行うこととしている。

したがって，今後もこれらの進展傾向が大きく変化する要因があるとは考え難いことから，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

b. 水位検出器の特性変化［スクラム排出容器水位計測装置，使用済燃料プール水位計測装置，格納容器下部水位計測装置，取水ピット水位計測装置，潮位計測装置］

水位検出器は，検出部の汚損等により特性が変化する可能性がある。

しかし，点検時に特性試験を実施し，特性が精度内であることを確認している。

また，点検時に異常が確認された場合には，検出部の清掃・手入れ等を行うこととしている。

新規に設置される使用済燃料プール水位計測装置，格納容器下部水位計測装置，取水ピット水位計測装置及び潮位計測装置の水位検出器は，今後上記同様の保全を実施することで機能を維持できると考える。

したがって，今後もこれらの進展傾向が大きく変化する要因があるとは考え難いことから，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

c. SRNM 検出器の特性変化［SRNM］

SRNM 検出器は，核分裂電離箱であるため，中性子照射によるウラン減少により感度が低下し，特性が変化する可能性がある。

しかし，点検時に特性試験にて特性を確認・評価し，管理値を超える前までに適切に取替えを行うこととしている。

したがって，今後もこれらの進展傾向が大きく変化する要因があるとは考え難いことから，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

d. 水素検出器の特性変化［原子炉建屋水素濃度計測装置］

新規に設置される原子炉建屋水素濃度計測装置の水素検出器は，長期間の使用に伴い電気回路部の抵抗値変化等に起因して，特性が変化する可能性がある。

しかし，点検時に特性試験を実施し，特性が精度内であることを確認することとする。

また，点検時に異常が確認された場合には，取替え等を行うこととする。

したがって，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

なお，当該水素検出器は，重大事故等時機能要求があるため，重大事故等時雰囲気を考慮した長期健全性試験を実施している。長期健全性試験の試験手順を図2.2.3-1に，試験条件及び試験結果を表2.2.3-1及び表2.2.3-2に示す。

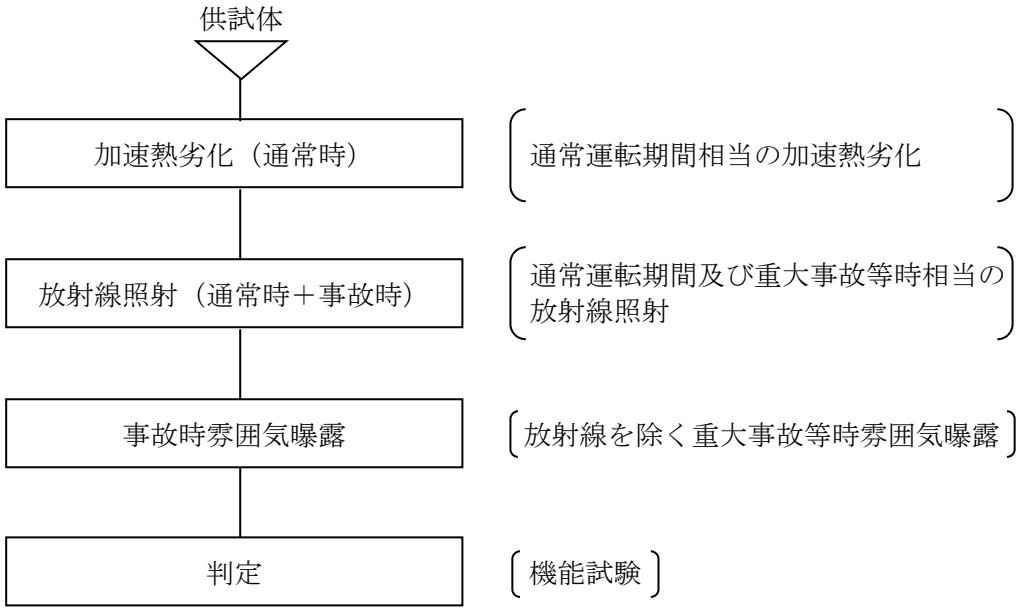


図2.2.3-1　水素検出器の長期健全性試験手順

表 2.2.3-1　水素検出器の長期健全性試験条件

	試験条件	説明
加速熱劣化 （通常時）	120 ℃×336 時間	120 ℃×336 時間は，原子炉建屋 6 階における通常運転時 40.0 ℃×60 年間分の劣化を包絡する。
放射線照射 （通常時＋事故時）	5×10^{4} Gy	5×10^{4} Gy は，原子炉建屋 6 階で想定される積算線量約 1.8×10^{3} Gy（60 年間の通常運転時積算線量 5.3 Gy に重大事故等時積算線量 1.7×10^{3} Gy を加えた線量）を包絡する。
重大事故等時雰囲気曝露 （放射線を除く）	135 ℃×1 時間 90 ℃×1 時間 80 ℃×3 時間 70 ℃×5 時間 50 ℃×14 時間	135 ℃×1 時間は，原子炉建屋 6 階における重大事故等時の環境条件 100 ℃×2 時間，65.6 ℃×166 時間を包絡する。

表 2.2.3-2　水素検出器の長期健全性試験結果

項目	判定基準	結果
重大事故等時雰囲気曝露後の機能試験	試験後の動作不良が無いこと	良

試験の結果，判定基準を満足しており，60 年間の通常運転及び重大事故等時雰囲気においても特性を維持できると評価できる。

e. 信号変換処理部及び指示調節計の特性変化［RHR ポンプ吐出圧力計測装置，主蒸気管トンネル温度計測装置，RCIC 系統流量計測装置，原子炉水位計測装置，格納容器下部水位計測装置，取水ピット水位計測装置，潮位計測装置，地震加速度計測装置，格納容器内水素濃度計測装置，原子炉建屋水素濃度計測装置，格納容器内酸素濃度測定装置，RCIC タービン回転速度計測装置］

信号変換処理部及び指示調節計は，マイグレーションや電解コンデンサの静電容量低下（ドライアップ）に起因して，基板内 IC での回路間短絡・断線による使用部品の劣化や電気回路の不良により特性が変化する可能性がある。

しかし，マイグレーションについては，設計，製造プロセスが改善されていることや屋内空調環境に設置されていることから，その発生の可能性は十分小さいと考えられる。

また，点検時に特性試験（入出力試験，ループ試験等）を実施し，特性が精度内であることを確認し，異常が確認された場合には，取替え等を行うこととしている。

新規に設置される格納容器下部水位計測装置，取水ピット水位計測装置，潮位計測装置及び原子炉建屋水素濃度計測装置の信号変換処理部は，今後上記同様の保全を実施することで機能を維持できると考える。

したがって，今後もこれらの進展傾向が大きく変化する要因があるとは考え難いことから，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

f. 指示計の特性変化［RCIC 系統流量計測装置，SRNM，RCIC タービン回転速度計測装置］

指示計は，長期間の使用により，特性が変化する可能性がある。

しかし，設計段階において，長期間使用による劣化を考慮していることから，特性が急激に変化する可能性は小さい。

また，点検時に特性試験・調整を実施し，特性が精度内であることを確認しており，異常が確認された場合には取替えを行うこととしている。

したがって，今後もこれらの進展傾向が大きく変化する要因があるとは考え難いことから，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

g. 圧力検出器，水位検出器及び地震加速度検出器の導通不良［D/G 機関冷却水入口圧力計測装置，CV 急速閉検出用圧力計測装置，スクラム排出容器水位計測装置，地震加速度計測装置］

圧力検出器，水位検出器及び地震加速度検出器は，接点に付着する浮遊塵埃と接点表面に形成される酸化被膜により導通不良の可能性がある。

しかし，使用している検出器は密閉構造のケースに収納され，屋内空調環境に設置されていることから，塵埃の付着量，酸化被膜量とも極めてわずかな量であり，導通不良の可能性は小さいと考えられる。

また，点検時に動作試験を実施し問題のないことを確認しており，異常が確認された場合には，取替え等を行うこととしている。

したがって，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難いことから，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

h. 水位検出器の絶縁特性低下［格納容器下部水位計測装置］

新規に設置される格納容器下部水位計測装置の水位検出器の絶縁物は，酸化マグネシウムを使用しており，熱により芯線のニッケル成分が拡散し，酸化マグネシウムの純度が低下することや湿分の浸入により絶縁特性低下を起こす可能性がある。

しかし，水位検出器は発熱体ではなく，通常使用する環境条件では拡散が急激に進行することはない。

また，水位検出器は酸化マグネシウムの吸湿防止のため，セラミック端子，接続スリーブ等の接続部をシールしており，外部の湿気がシース内部に浸入しない構造としていることから，絶縁低下の可能性は小さい。

さらに，点検時に水位検出器の絶縁抵抗を測定し，異常が確認された場合には，取替え等を行うこととする。

したがって，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

i. サンプルポンプモータのコア，フレーム及びエンドブラケットの腐食（全面腐食）［格納容器内水素濃度計測装置，格納容器内酸素濃度計測装置］

コアは，電磁鋼であり腐食の発生が想定されるが，防食効果のある絶縁ワニス処理が施されており，腐食が発生する可能性は小さいと考えられる。

また，フレーム及びエンドブラケットは，圧延鋼板又は鋳鉄であり腐食の発生が想定されるが，表面は塗装が施されており，塗膜が健全であれば腐食進行の可能性は小さいと考えられる。

さらに，点検時に塗装の状態を目視で確認し，剥離等が認められた場合は，必要に応じて補修を行うこととしている。

したがって，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難いことから，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

j. 計装配管サポート部の腐食（全面腐食）[RHR ポンプ吐出圧力計測装置，D/G 機関冷却水入口圧力計測装置,CV 急速閉検出用圧力計測装置,RCIC 系統流量計測装置，原子炉水位計測装置，スクラム排出容器水位計測装置，格納容器内水素濃度計測装置，格納容器内酸素濃度計測装置]

サポート，クランプ，ベースプレート及び取付ボルト・ナットは炭素鋼であり腐食の発生が想定される。

しかし，表面は塗装又はメッキ処理が施されており，屋内空調環境に設置されていることから，腐食が発生する可能性は小さいと考えられる。

また，点検時に塗装又はメッキの状態を目視で確認し，剥離等が認められた場合は，必要に応じて補修を行うこととしている。

したがって，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難いことから，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

k. 計器架台，計器スタンション及びサポートの腐食（全面腐食）[RHR ポンプ吐出圧力計測装置，D/G 機関冷却水入口圧力計測装置，CV 急速閉検出用圧力計測装置，主蒸気管トンネル温度計測装置，RCIC 系統流量計測装置，原子炉水位計測装置，SRNM，原子炉建屋換気系放射線計測装置，格納容器内水素濃度計測装置，格納容器内酸素濃度計測装置]

計器架台，計器スタンション及びサポートは炭素鋼であり腐食の発生が想定される。

しかし，表面は塗装が施されており，屋内空調環境に設置されていることから，腐食が発生する可能性は小さいと考えられる。

また，点検時に塗装の状態を目視で確認し，剥離等が認められた場合は，必要に応じて補修を行うこととしている。

したがって，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難いことから，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

l. スリーブ，取付座，上部閉止板及び取付ボルト・ナットの腐食（全面腐食）[取水ピット水位計測装置]

新規に設置される取水ピット水位計測装置のスリーブ，取付座，上部閉止板及び取付ボルト・ナットは炭素鋼であり腐食の発生が想定される。

しかし，大気接触部は塗装を施すことから，塗膜が健全であれば腐食が発生する可能性は小さいと考えられる。

また，点検時に塗装の状態を目視で確認し，剥離が認められた場合は，必要に応じて補修を行うこととする。

したがって，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

m. 筐体の腐食（全面腐食）［SRNM，原子炉建屋水素濃度計測装置，地震加速度計測装置］

筐体は炭素鋼であり腐食の発生が想定される。

しかし，表面は塗装又はメッキ処理が施されており，屋内空調環境に設置されていることから，腐食が発生する可能性は小さいと考えられる。

また，点検時に塗装又はメッキの状態を目視で確認し，剥離等が認められた場合は，必要に応じて補修を行うこととしている。

新規に設置される原子炉建屋水素濃度計測装置の筐体は，今後上記同様の保全を実施することで機能を維持できると考える。

したがって，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難いことから，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

n. 検出器ガイド及び検出器取付金具の腐食（全面腐食）［主蒸気管放射線計測装置］

検出器ガイド及び検出器取付金具は炭素鋼であり腐食の発生が想定される。

しかし，検出器ガイドの露出部及び検出器取付金具の外表面は塗装が施されており，屋内空調環境に設置されていることから，腐食が発生する可能性は小さいと考えられる。

また，点検時に塗装の状態を目視で確認し，剥離等が認められた場合は，必要に応じて補修を行うこととしている。

したがって，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難いことから，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

o. 検出器取付金具の腐食（全面腐食）［原子炉建屋換気系放射線計測装置］

検出器取付金具はアルミニウム合金であり腐食の発生が想定される。

しかし，検出器取付金具の外表面はアルマイト処理が施されており，屋内空調環境に設置されていることから，腐食が発生する可能性は小さいと考えられる。

また，点検時に外観を目視で確認し，異常が認められた場合は，必要に応じて補修を行うこととしている。

したがって，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難いことから，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

p. 計器架台取付ボルト及び取付ボルト・ナットの腐食（全面腐食）[RHR ポンプ吐出圧力計測装置，原子炉水位計測装置，SRNM，原子炉建屋換気系放射線計測装置，原子炉建屋水素濃度計測装置]

計器架台取付ボルト及び取付ボルト・ナットは炭素鋼であり腐食の発生が想定される。

しかし，表面は塗装又はメッキ処理が施されており，屋内空調環境に設置されていることから，腐食が発生する可能性は小さいと考えられる。

また，点検時に塗装又はメッキの状態を目視で確認し，剥離等が認められた場合は，必要に応じて補修を行うこととしている。

新規に設置される原子炉建屋水素濃度計測装置の取付ボルト・ナットは，今後上記同様の保全を実施することで機能を維持できると考える。

したがって，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難いことから，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

q. 基礎ボルトの腐食（全面腐食）[RHR ポンプ吐出圧力計測装置，D/G 機関冷却水入口圧力計測装置，CV 急速閉検出用圧力計測装置，主蒸気管トンネル温度計測装置，RCIC 系統流量計測装置，原子炉水位計測装置，スクラム排出容器水位計測装置，原子炉建屋換気系放射線計測装置，地震加速度計測装置，原子炉建屋水素濃度計測装置]

基礎ボルトの健全性評価については，「機械設備の技術評価書」にて評価を実施するものとし本評価書には含めない。

r. 埋込金物（大気接触部）の腐食（全面腐食）[D/G 機関冷却水入口圧力計測装置，SRNM]

埋込金物（大気接触部）は炭素鋼であり腐食が想定される。

しかし，大気接触部は塗装が施されており，腐食の可能性は小さい。

また，点検時に塗装の状態を目視で確認し，剥離等が認められた場合は，必要に応じて補修を行うこととしている。

したがって，埋込金物（大気接触部）の腐食（全面腐食）は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

s. 水位検出器，検出器ガイド，サポート，ベースプレート，取付ボルト及び基礎ボルトの腐食（孔食，隙間腐食）［潮位計測装置］

新規に設置される潮位計測装置の水位検出器，検出器ガイド，サポート，ベースプレート，取付ボルト及び基礎ボルトはステンレス鋼であり計測対象が海水のため，接液部に腐食（孔食，隙間腐食）の発生が想定される。

しかし，点検時に外観を目視で確認し，腐食（孔食，隙間腐食）が認められた場合は，必要に応じて補修又は取替えを行うこととする。

したがって，高経年化上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

t. 計装配管，継手，計装弁及び過流量阻止弁の貫粒型応力腐食割れ［共通］

計装配管，継手，計装弁及び過流量阻止弁はステンレス鋼であり，大気中の海塩粒子に含まれる塩化物イオンにより，外面からの貫粒型応力腐食割れが想定される。

しかし，計装配管の代表箇所について，定期的に目視点検及び付着塩分量測定を実施し，目視点検で異常を認めた場合や付着塩分量が基準値（70 mgCl/m^2）を超えた場合は，清掃及び浸透探傷検査を行うこととしている。

また，東海第二では，工事における副資材の管理で計装配管等への塩分付着を防止している。

したがって，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難いことから，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

(2) 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により，今後も経年劣化の進展が考えられない，又は進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外）

a. 計装配管，継手，計装弁及び過流量阻止弁の粒界型応力腐食割れ［共通］

計装配管，継手，計装弁及び過流量阻止弁はステンレス鋼であり，粒界型応力腐食割れが想定される。

しかしながら，内部流体の温度は 100 ℃未満であり，粒界型応力腐食割れが生じる可能性はない。

したがって，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難いことから，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

b. SRNM 検出器構造材の機械的損傷［SRNM］

SRNM 検出器は，原子炉内で高速中性子照射の影響を受け，照射誘起型応力腐食割れや照射脆化など，構造材に機械的な損傷を与える可能性がある。

しかし，SRNM 検出器は，特性変化に伴い構造材の設計寿命である 20 年間の供用期間を超える前に取替えられることから，構造材に機械的損傷が発生する可能性はない。

したがって，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難いことから，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

c. 基礎ボルトの樹脂の劣化（後打ちケミカルアンカ）［D/G 機関冷却水入口圧力計測装置，CV 急速閉検出用圧力計測装置，主蒸気管トンネル温度計測装置，スクラム排出容器水位計測装置，潮位計測装置，原子炉建屋換気系放射線計測装置，格納容器内水素濃度計測装置，原子炉建屋水素濃度計測装置，格納容器内酸素濃度計測装置］

後打ちケミカルアンカの健全性評価については，「機械設備の技術評価書」にて評価を実施するものとし本評価書には含めない。

d. 埋込金物（コンクリート埋設部）の腐食（全面腐食）［RHR ポンプ吐出圧力計測装置，D/G 機関冷却水入口圧力計測装置，原子炉水位計測装置，SRNM］

埋込金物（コンクリート埋設部）は炭素鋼であり腐食が想定される。

しかし，コンクリート埋設部ではコンクリートの大気接触部表面からの中性化の進行により腐食環境となるが，コンクリートが中性化に至り，埋込金物に有意な腐食が発生するまで長期間を要す。

したがって，埋込金物（コンクリート埋設部）の腐食（全面腐食）は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

e. ジベル（コンクリート埋設部）の腐食（全面腐食）［取水ピット水位計測装置］

新規に設置される取水ピット水位計測装置のジベル（コンクリート埋設部）は異形棒鋼であり腐食が想定される。

しかし，コンクリート埋設部ではコンクリートの大気接触部表面からの中性化の進行により腐食環境となるが，コンクリートが中性化に至り，ジベルに有意な腐食が発生するまで長期間を要す。

したがって，ジベル（コンクリート埋設部）の腐食（全面腐食）は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

f．計器架台取付ボルト（コンクリート埋設部）及び基礎ボルト（コンクリート埋設部）の腐食（全面腐食）［格納容器内水素濃度計測装置，格納容器内酸素濃度計測装置］

計器架台取付ボルト（コンクリート埋設部）及び基礎ボルト（コンクリート埋設部）は炭素鋼であり腐食が想定される。

しかし，コンクリート埋設部ではコンクリートの大気接触部表面からの中性化の進行により腐食環境となるが，コンクリートが中性化に至り，計器架台取付ボルト及び基礎ボルトに有意な腐食が発生するまで長期間を要す。

したがって，計器架台取付ボルト（コンクリート埋設部）及び基礎ボルト（コンクリート埋設部）の腐食（全面腐食）は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

表 2.2-1(1/21)　RHR ポンプ吐出圧力計測装置に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象								備考
					減肉		割れ		絶縁	導通	信号	その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	絶縁特性低下	導通不良	特性変化		
信号伝達	プロセス値／電気信号変換	計装配管		ステンレス鋼				△*1 ▲*2					*1:貫粒型応力腐食割れ *2:粒界型応力腐食割れ *3:コンクリート埋設部
		継手		ステンレス鋼				△*1 ▲*2					
		計装弁		ステンレス鋼				△*1 ▲*2					
		圧力伝送器（ダイヤフラム式）	◎	－									
		信号変換処理部		半導体，可変抵抗器，電解コンデンサ他							△		
		電源装置	◎	－									
		補助継電器	◎	－									
		ヒューズ	◎	－									
機器の支持	計装配管サポート	サポート		炭素鋼		△							
		クランプ		炭素鋼		△							
		取付ボルト・ナット		炭素鋼		△							
	支持	計器架台		炭素鋼		△							
		計器架台取付ボルト		炭素鋼		△							
		基礎ボルト		炭素鋼		△							
		埋込金物		炭素鋼		▲*3							

△:高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

▲:高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象以外）

表 2.2-1(2/21)　D/G 機関冷却水入口圧力計測装置に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象								備考
					減肉		割れ		絶縁	導通	信号		
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	絶縁特性低下	導通不良	特性変化	その他	
信号伝達	プロセス値／電気信号変換	計装配管		ステンレス鋼				△*1 ▲*2					*1:貫粒型応力腐食割れ *2:粒界型応力腐食割れ *3:樹脂の劣化 *4:大気接触部 *5:コンクリート埋設部
		継手		ステンレス鋼				△*1 ▲*2					
		計装弁		ステンレス鋼				△*1 ▲*2					
		圧力検出器 (ベローズ式)		ステンレス鋼他						△	△		
機器の支持	計装配管サポート	サポート		炭素鋼		△							
		ベースプレート		炭素鋼		△							
		クランプ		ステンレス鋼, 炭素鋼		△							
		取付ボルト・ナット		炭素鋼		△							
	支持	計器架台		炭素鋼		△							
		基礎ボルト		炭素鋼，樹脂		△						▲*3	
		埋込金物		炭素鋼		△*4 ▲*5							

△:高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

▲:高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象以外）

表 2.2-1(3/21)　CV 急速閉検出用圧力計測装置に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象								備考
					減肉		割れ		絶縁	導通	信号		
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	絶縁特性低下	導通不良	特性変化	その他	
信号伝達	プロセス値／電気信号変換	計装配管		ステンレス鋼				△*1 ▲*2					*1:貫粒型応力腐食割れ *2:粒界型応力腐食割れ *3:樹脂の劣化
		継手		ステンレス鋼				△*1 ▲*2					
		計装弁		ステンレス鋼				△*1 ▲*2					
		圧力検出器（シールドピストン式）		ステンレス鋼他						△	△		
		補助継電器	◎	－									
		ヒューズ	◎	－									
機器の支持	計装配管サポート	サポート		炭素鋼		△							
		ベースプレート		炭素鋼		△							
		取付ボルト・ナット		ステンレス鋼, 炭素鋼		△							
		ライナー		ステンレス鋼									
	支持	計器スタンション		炭素鋼		△							
		基礎ボルト		炭素鋼，樹脂		△						▲*3	

△:高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

▲:高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象以外）

表 2.2-1(4/21)　主蒸気管トンネル温度計測装置に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象								備考
					減肉		割れ		絶縁	導通	信号	その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	絶縁特性低下	導通不良	特性変化		
信号伝達	プロセス値／電気信号変換	温度検出器（熱電対式）	◎	－									*:樹脂の劣化
		信号変換処理部		半導体，可変抵抗器，電解コンデンサ他							△		
		電源装置	◎	－									
		補助継電器	◎	－									
		ヒューズ	◎	－									
機器の支持	温度検出器サポート	サポート		炭素鋼		△							
	支持	基礎ボルト		炭素鋼，樹脂		△						▲*	

△:高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

▲:高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象以外）

表 2.2-1(5/21)　サプレッション・プール水温度計測装置に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象								備考
					減肉		割れ		絶縁	導通	信号	その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	絶縁特性低下	導通不良	特性変化		
信号伝達	プロセス値／電気信号変換	温度検出器（測温抵抗体式）	◎	－									
		記録計	◎	－									
		ヒューズ	◎	－									
機器の支持	温度検出器サポート	サポート		ステンレス鋼									
		取付ボルト・ナット		ステンレス鋼									

表 2.2-1(6/21)　RCIC 系統流量計測装置に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象								備考
					減肉		割れ		絶縁	導通	信号	その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	絶縁特性低下	導通不良	特性変化		
信号伝達	プロセス値／電気信号変換	計装配管		ステンレス鋼				△*1 ▲*2					*1:貫粒型応力腐食割れ *2:粒界型応力腐食割れ
		継手		ステンレス鋼				△*1 ▲*2					
		計装弁		ステンレス鋼				△*1 ▲*2					
		差圧伝送器（ダイヤフラム式）	◎	－									
		信号変換処理部		半導体，可変抵抗器，電解コンデンサ他							△		
		指示調節計		半導体，可変抵抗器，電解コンデンサ他							△		
		指示計		半導体，可変抵抗器，電解コンデンサ他							△		
		記録計	◎	－									
		電源装置	◎	－									
		ヒューズ	◎	－									
機器の支持	計装配管サポート	サポート		炭素鋼		△							
		クランプ		炭素鋼		△							
		取付ボルト・ナット		炭素鋼		△							
	支持	計器架台		炭素鋼		△							
		基礎ボルト		炭素鋼		△							

△:高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

▲:高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象以外）

表 2.2-1(7/21)　原子炉水位計測装置に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象								備考
					減肉		割れ		絶縁	導通	信号	その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	絶縁特性低下	導通不良	特性変化		
信号伝達	プロセス値／電気信号変換	計装配管		ステンレス鋼				△*1 ▲*2					*1:貫粒型応力腐食割れ *2:粒界型応力腐食割れ *3:コンクリート埋設部
		継手		ステンレス鋼				△*1 ▲*2					
		計装弁		ステンレス鋼				△*1 ▲*2					
		過流量阻止弁		ステンレス鋼				△*1 ▲*2					
		差圧伝送器（ダイヤフラム式）	◎	－									
		信号変換処理部		半導体，可変抵抗器，電解コンデンサ他							△		
		記録計	◎	－									
		電源装置	◎	－									
		補助継電器	◎	－									
		ヒューズ	◎	－									
機器の支持	計装配管サポート	サポート		炭素鋼		△							
		クランプ		炭素鋼		△							
		取付ボルト・ナット		炭素鋼		△							
	支持	計器架台		炭素鋼		△							
		計器架台取付ボルト		炭素鋼		△							
		基礎ボルト		炭素鋼		△							
		埋込金物		炭素鋼		▲*3							

△:高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

▲:高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象以外）

表 2.2-1(8/21)　スクラム排出容器水位計測装置に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象								備考
					減肉		割れ		絶縁	導通	信号	その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	絶縁特性低下	導通不良	特性変化		
信号伝達	プロセス値／電気信号変換	計装配管		ステンレス鋼				△*1 ▲*2					*1:貫粒型応力腐食割れ *2:粒界型応力腐食割れ *3:樹脂の劣化
		継手		ステンレス鋼				△*1 ▲*2					
		水位検出器（フロート式）		ステンレス鋼他						△	△		
		補助継電器	◎	－									
		ヒューズ	◎	－									
機器の支持	計装配管サポート	サポート		炭素鋼		△							
		ベースプレート		炭素鋼		△							
		取付ボルト・ナット		ステンレス鋼									
		ライナー		ステンレス鋼									
	支持	基礎ボルト		炭素鋼，樹脂		△						▲*3	

△:高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

▲:高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象以外）

表 2.2-1(9/21)　使用済燃料プール水位計測装置に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象								備考
					減肉		割れ		絶縁	導通	信号	その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	絶縁特性低下	導通不良	特性変化		
信号伝達	プロセス値／電気信号変換	水位検出器（ガイドパルス式）		ステンレス鋼							△		
		信号変換処理部	◎	－									
		電源装置	◎	－									
		ヒューズ	◎	－									
機器の支持	水位検出器サポート	サポート		ステンレス鋼									
		ベースプレート		ステンレス鋼									
	支持	取付ボルト		ステンレス鋼									
		基礎ボルト		ステンレス鋼									

△:高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表 2.2-1(10/21)　格納容器下部水位計測装置に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象								備考
					減肉		割れ		絶縁	導通	信号	その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	絶縁特性低下	導通不良	特性変化		
信号伝達	プロセス値／電気信号変換	水位検出器（電極式）		ステンレス鋼，アルミナ，酸化マグネシウム他					△		△		
		信号変換処理部		半導体，可変抵抗器，電解コンデンサ他							△		
		電源装置	◎	－									
		ヒューズ	◎	－									
機器の支持	水位検出器サポート	サポート		ステンレス鋼									
	支持	基礎ボルト		ステンレス鋼									

△:高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表 2.2-1(11/21)　取水ピット水位計測装置に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象								備考
					減肉		割れ		絶縁	導通	信号	その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	絶縁特性低下	導通不良	特性変化		
信号伝達	プロセス値／電気信号変換	水位検出器（電波式）		ステンレス鋼他							△		*:コンクリート埋設部
		信号変換処理部		半導体，可変抵抗器，電解コンデンサ他							△		
		記録計	◎	－									
機器の支持	支持	スリーブ		炭素鋼		△							
		ジベル		異形棒鋼		▲*							
		取付座		炭素鋼		△							
		上部閉止板		炭素鋼		△							
		取付ボルト・ナット		炭素鋼		△							

△:高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

▲:高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象以外）

表 2.2-1(12/21)　潮位計測装置に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象								備考
					減肉		割れ		絶縁	導通	信号		
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	絶縁特性低下	導通不良	特性変化	その他	
信号伝達	プロセス値／電気信号変換	水位検出器（圧力式）		ステンレス鋼他		△*1					△		*1：孔食，隙間腐食 *2：樹脂の劣化
		信号変換処理部		半導体，可変抵抗器，電解コンデンサ他							△		
		記録計	◎	－									
		電源装置	◎	－									
機器の支持	支持	検出器ガイド		ステンレス鋼		△*1							
		サポート		ステンレス鋼		△*1							
		ベースプレート		ステンレス鋼		△*1							
		取付ボルト		ステンレス鋼		△*1							
		基礎ボルト		ステンレス鋼，樹脂		△*1						▲*2	

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

▲：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象以外）

表 2.2-1(13/21)　SRNM に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象								備考
					減肉		割れ		絶縁	導通	信号	その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	絶縁特性低下	導通不良	特性変化		
信号伝達	プロセス値／電気信号変換	SRNM 検出器（核分裂電離箱式）		アルミナ，インコネル，ステンレス鋼他							△	▲*1	*1:機械的損傷 *2:大気接触部 *3:コンクリート埋設部
		前置増幅器	◎	－									
		信号変換処理部	◎	－									
		指示計		銅他							△		
		記録計	◎	－									
		電源装置	◎	－									
		補助継電器	◎	－									
		ヒューズ	◎	－									
機器の支持	支持	筐体		炭素鋼		△							
		サポート		炭素鋼		△							
		取付ボルト・ナット		炭素鋼		△							
		埋込金物		炭素鋼		△*2 ▲*3							

△:高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

▲:高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象以外）

表 2.2-1(14/21)　主蒸気管放射線計測装置に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象								備考
					減肉		割れ		絶縁	導通	信号	その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	絶縁特性低下	導通不良	特性変化		
信号伝達	プロセス値／電気信号変換	放射線検出器（イオンチェンバ式）		電離箱他							△		
		信号変換処理部	◎	－									
		記録計	◎	－									
		電源装置	◎	－									
		補助継電器	◎	－									
		ヒューズ	◎	－									
機器の支持	支持	検出器ガイド		炭素鋼		△							
		検出器取付金具		炭素鋼		△							

△:高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表 2.2-1(15/21)　原子炉建屋換気系放射線計測装置に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象								備考
					減肉		割れ		絶縁	導通	信号		
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	絶縁特性低下	導通不良	特性変化	その他	
信号伝達	プロセス値／電気信号変換	放射線検出器（半導体式）		半導体他							△		*:樹脂の劣化
		信号変換処理部	◎	－									
		記録計	◎	－									
		電源装置	◎	－									
		補助継電器	◎	－									
		ヒューズ	◎	－									
機器の支持	支持	計器架台		炭素鋼		△							
		検出器取付金具		アルミニウム合金		△							
		取付ボルト・ナット		炭素鋼		△							
		基礎ボルト		炭素鋼，樹脂		△						▲*	

△:高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

▲:高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象以外）

表 2.2-1(16/21)　地震加速度計測装置に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象								備考
					減肉		割れ		絶縁	導通	信号	その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	絶縁特性低下	導通不良	特性変化		
信号伝達	プロセス値／電気信号変換	地震加速度検出器（倒立振子式）		炭素鋼，銅他						△	△		
		信号変換処理部		抵抗器他							△		
		補助継電器	◎	－									
		ヒューズ	◎	－									
機器の支持	支持	筐体		炭素鋼		△							
		基礎ボルト		炭素鋼		△							

△:高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表 2.2-1(17/21)　格納容器内水素濃度計測装置に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象								備考
					減肉		割れ		絶縁	導通	信号		
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	絶縁特性低下	導通不良	特性変化	その他	
信号伝達	プロセス値／電気信号変換	計装配管		ステンレス鋼				△*1 ▲*2					*1:貫粒型応力腐食割れ *2:粒界型応力腐食割れ *3:コア，フレーム，エンドブラケット *4:コンクリート埋設部 *5:樹脂の劣化
		継手		ステンレス鋼				△*1 ▲*2					
		計装弁		ステンレス鋼				△*1 ▲*2					
		サンプルポンプモータ		銅他		△*3			○				
		水素検出器（熱伝導式）	◎	－									
		信号変換処理部		半導体，可変抵抗器，電解コンデンサ他							△		
		記録計	◎	－									
		補助継電器	◎	－									
		ヒューズ	◎	－									
機器の支持	計装配管サポート	サポート		炭素鋼		△							
		取付ボルト・ナット		ステンレス鋼，炭素鋼		△							
		ライナー		ステンレス鋼									
	支持	計器架台		炭素鋼		△							
		計器架台取付ボルト		炭素鋼		▲*4							
		基礎ボルト		炭素鋼，樹脂		▲*4						▲*5	

○:高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

△:高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

▲:高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象以外）

表 2.2-1(18/21)　原子炉建屋水素濃度計測装置に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象								備考
					減肉		割れ		絶縁	導通	信号		
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	絶縁特性低下	導通不良	特性変化	その他	
信号伝達	プロセス値／電気信号変換	水素検出器（触媒式）		ステンレス鋼，白金抵抗器(触媒処理)他							△		*：樹脂の劣化
		信号変換処理部		半導体，電解コンデンサ，抵抗器，可変抵抗器他							△		
		電源装置	◎	－									
		ヒューズ	◎	－									
機器の支持	水素検出器サポート	サポート		ステンレス鋼									
		ベースプレート		ステンレス鋼									
		取付ボルト・ナット		ステンレス鋼									
	支持	筐体		炭素鋼		△							
		取付ボルト・ナット		炭素鋼		△							
		基礎ボルト		炭素鋼，樹脂		△						▲*	

△:高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

▲:高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象以外）

表 2.2-1(19/21)　格納容器内酸素濃度計測装置に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象								備考
					減肉		割れ		絶縁	導通	信号		
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	絶縁特性低下	導通不良	特性変化	その他	
信号伝達	プロセス値／電気信号変換	計装配管		ステンレス鋼				△*1 ▲*2					*1:貫粒型応力腐食割れ *2:粒界型応力腐食割れ *3:コア，フレーム，エンドブラケット *4:コンクリート埋設部 *5:樹脂の劣化
		継手		ステンレス鋼				△*1 ▲*2					
		計装弁		ステンレス鋼				△*1 ▲*2					
		サンプルポンプモータ		銅他		△*3			○				
		酸素検出器（磁気式）	◎	－									
		信号変換処理部		半導体，可変抵抗器，電解コンデンサ他							△		
		記録計	◎	－									
		補助継電器	◎	－									
		ヒューズ	◎	－									
機器の支持	計装配管サポート	サポート		炭素鋼		△							
		取付ボルト・ナット		ステンレス鋼，炭素鋼		△							
		ライナー		ステンレス鋼									
	支持	計器架台		炭素鋼		△							
		計器架台取付ボルト		炭素鋼		▲*4							
		基礎ボルト		炭素鋼，樹脂		▲*4						▲*5	

○:高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

△:高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

▲:高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象以外）

表 2.2-1(20/21)　MSV 位置計測装置に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象								備考
					減肉		割れ		絶縁	導通	信号	その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	絶縁特性低下	導通不良	特性変化		
信号伝達	プロセス値／電気信号変換	位置検出器（リミットスイッチ式）	◎	－									
		補助継電器	◎	－									
		ヒューズ	◎	－									

表 2.2-1(21/21)　RCIC タービン回転速度計測装置に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象								備考
					減肉		割れ		絶縁	導通	信号	その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	絶縁特性低下	導通不良	特性変化		
信号伝達	プロセス値／電気信号変換	回転速度検出器（電磁ピックアップ式）	◎	－									
		信号変換処理部		半導体，可変抵抗器，電解コンデンサ他							△		
		指示計		銅他							△		
		電源装置	◎	－									
		補助継電器	◎	－									
		ヒューズ	◎	－									

△:高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の評価

(1) サンプルポンプモータの絶縁特性低下［格納容器内水素濃度計測装置，格納容器内酸素濃度計測装置］

a. 事象の説明

固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁特性低下に対する事象の説明は，低圧ポンプモータと同一であることから，「ポンプモータの技術評価書」低圧ポンプモータの事象の説明を参照のこと。

b. 技術評価

固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁特性低下に対する技術評価は，低圧ポンプモータと同一であることから，「ポンプモータの技術評価書」低圧ポンプモータの固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁特性低下に対する技術評価を参照のこと。

ただし，現状保全は絶縁抵抗測定のみであり，密閉構造であることから埃等の異物付着の可能性が小さいため目視点検，清掃は行っていない。

なお，有意な絶縁特性低下が認められた場合は，モータの取替えを行うこととしている。

c. 高経年化への対応

固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁特性低下に対しては，高経年化対策の観点から現状の保全内容に対して追加すべき項目はないと考える。

今後も絶縁抵抗測定を実施することにより，絶縁特性低下を監視していくとともに，必要に応じて取替え等の適切な対応をとることとする。

3. 代表機器以外への展開

本章では，2 章で実施した代表機器の技術評価について，1 章で実施したグループ化で代表機器となっていない機器への展開について検討した。

① 圧力計測装置
② 温度計測装置
③ 流量計測装置
④ 水位計測装置
⑤ 中性子束計測装置
⑥ 放射線計測装置
⑦ 濃度計測装置

3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

a. サンプルポンプモータの絶縁特性低下[濃度計測装置]

代表機器同様，新規に設置される濃度計測装置のサンプルポンプモータは，固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁特性低下が想定されるが，点検時に絶縁抵抗測定を実施し，有意な絶縁特性低下が認められた場合は，モータの取替えを行うことで，健全性は維持できると判断する。

したがって，高経年化対策の観点から現状の保全内容に追加すべき項目はない。

3.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

(1) 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって，想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象）

a. 圧力検出器の特性変化[圧力計測装置]

代表機器同様，圧力検出器は，長期間の使用に伴い検出部の変形や電気回路部の可変抵抗器の導通不良に起因して，特性が変化する可能性がある。

しかし，点検時に特性試験（入出力試験，ループ試験等）を実施し，特性が精度内であることを確認している。

また，点検時に異常が確認された場合には，取替え等を行うこととしている。

したがって，今後もこれらの進展傾向が大きく変化する要因があるとは考え難いことから，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

b. 水位検出器の特性変化[水位計測装置]

代表機器同様，水位検出器は，検出部の汚損により特性が変化する可能性がある。

しかし，点検時に特性試験を実施し，特性が精度内であることを確認している。

また，点検時に異常が確認された場合には，検出部の清掃・手入れ等を行うこととしている。

新規に設置される常設重大事故等対処設備等に属する機器については，今後上記同様の保全を実施することで機能を維持できると考える。

したがって，今後もこれらの進展傾向が大きく変化する要因があるとは考え難いことから，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

c．放射線検出器の特性変化[放射線計測装置]

代表機器同様，放射線検出器は，長期間の使用に伴い電気回路部の不良に起因して，特性が変化する可能性がある。

しかし，点検時に特性試験（入出力試験，ループ試験等）を実施し，特性が精度内であることを確認している。

また，点検時に異常が確認された場合には，取替え等を行うこととしている。

新規に設置される常設重大事故等対処設備等に属する機器については，今後上記同様の保全を実施することで機能を維持できると考える。

したがって，今後もこれらの進展傾向が大きく変化する要因があるとは考え難いことから，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

なお，格納容器雰囲気放射線計測装置等の放射線検出器は，重大事故等時機能要求があるため，重大事故等時雰囲気を考慮した長期健全性試験を実施している。長期健全性試験の試験手順を図 3.2-1 に，試験条件及び試験結果を表 3.2-1 及び表 3.2-2 に示す。

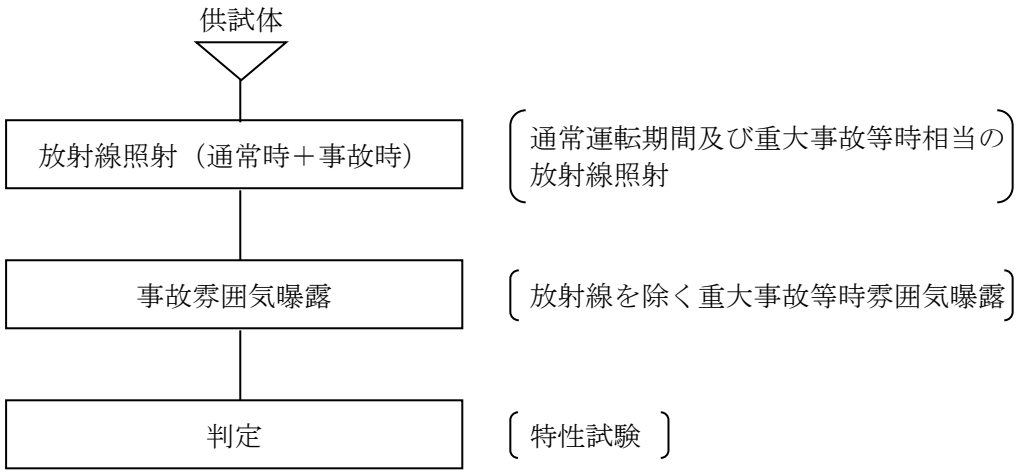


図 3.2-1　放射線検出器の長期健全性試験手順

表 3.2-1　放射線検出器の長期健全性試験条件

	試験条件	説明
放射線照射（通常時＋事故時）	積算線量 1.0×10^{6} Gy	東海第二で想定される積算線量 6.61×10^{5} Gy（60 年間の通常運転時積算線量 2.1×10^{4} Gy に重大事故等時積算線量 6.40×10^{5} Gy を加えた線量）を包絡する。
重大事故等時雰囲気曝露（放射線を除く）	温度　220 ℃／5 分 → 200 ℃／185 時間	東海第二で想定される重大事故等時原子炉建屋及びサンドクッションエリア内環境条件を包絡する。 温度　200 ℃／事象発生～7 日間

表 3.2-2　放射線検出器の長期健全性試験結果

項目	試験手順	判定基準（機器仕様）	結果
重大事故等時雰囲気曝露後の特性試験	絶縁抵抗測定 機能試験（直線性） 機能試験（飽和特性）	100 MΩ以上 基準感度±20 %以内 電流比 0.9 より大きい	良

試験の結果，判定基準を満足しており，60 年間の通常運転及び重大事故等時雰囲気においても特性を維持できると評価できる。

d. LPRM 検出器の特性変化[中性子束計測装置]

代表機器同様，LPRM 検出器は，核分裂電離箱であるため，中性子照射によるウラン減少により感度が低下し，特性が変化する可能性がある。

しかし，点検時に特性試験にて特性を確認・評価し，管理値を超える前までに適切に取替えを行うこととしている。

したがって，今後もこれらの進展傾向が大きく変化する要因があるとは考え難いことから，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

e. 信号変換処理部及び指示調節計の特性変化［圧力計測装置，温度計測装置，流量計測装置，水位計測装置，中性子束計測装置，濃度計測装置］

代表機器同様，信号変換処理部及び指示調節計は，マイグレーションや電解コンデンサの静電容量低下（ドライアップ）に起因して，基板内 IC での回路間短絡・断線による使用部品の劣化や電気回路の不良により特性が変化する可能性がある。

しかし，マイグレーションについては，設計，製造プロセスが改善されていることや屋内空調環境に設置されていることから，その発生の可能性は十分小さいと考えられる。

また，点検時に特性試験（入出力試験，ループ試験等）を実施し，特性が精度内であることを確認し，異常が確認された場合には，取替え等を行うこととしている。

新規に設置される常設重大事故等対処設備等に属する機器については，今後上記同様の保全を実施することで機能を維持できると考える。

したがって，今後もこれらの進展傾向が大きく変化する要因があるとは考え難いことから，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

f. 指示計の特性変化［圧力計測装置，流量計測装置，水位計測装置］

代表機器同様，指示計は，長期間の使用により，特性が変化する可能性がある。

しかし，設計段階において，長期間使用による劣化を考慮していることから，特性が急激に変化する可能性は小さい。

また，点検時に特性試験・調整を実施し，特性が精度内であることを確認しており，異常が確認された場合には取替えを行うこととしている。

新規に設置される常設重大事故等対処設備等に属する機器については，今後上記同様の保全を実施することで機能を維持できると考える。

したがって，今後もこれらの進展傾向が大きく変化する要因があるとは考え難いことから，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

g. 圧力検出器及び水位検出器の導通不良[圧力計測装置，水位計測装置]

代表機器同様，圧力検出器及び水位検出器は，接点に付着する浮遊塵埃と接点表面に形成される酸化被膜により導通不良の可能性がある。

しかし，使用している検出器は密閉構造のケースに収納され，屋内空調環境に設置されていることから，塵埃の付着量，酸化被膜量とも極めてわずかな量であり，導通不良の可能性は小さいと考えられる。

また，点検時に動作試験を実施し問題のないことを確認しており，異常が確認された場合には，取替え等を行うこととしている。

したがって，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難いことから，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

h. サンプルポンプモータのコア，フレーム及びエンドブラケットの腐食(全面腐食)［濃度計測装置］

代表機器同様，新規に設置されるサンプルポンプモータのコアは，電磁鋼であり腐食の発生が想定されるが，防食効果のある絶縁ワニス処理が施されており，腐食が発生する可能性は小さいと考えられる。

また，フレーム及びエンドブラケットは，腐食の発生が想定されるが，表面は塗装が施されており，塗膜が健全であれば腐食進行の可能性は小さいと考えられる。

さらに，点検時に塗装の状態を目視で確認し，剥離が認められた場合は，必要に応じて補修を行うことで機能を維持できると考える。

したがって，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

i. 計装配管サポート部の腐食（全面腐食）［共通］

代表機器同様，サポート，クランプ，ベースプレート及び取付ボルト・ナットは炭素鋼であり腐食の発生が想定される。

しかし，表面は塗装又はメッキ処理が施されており，屋内空調環境に設置されていることから，腐食が発生する可能性は小さいと考えられる。

また，点検時に塗装又はメッキの状態を目視で確認し，剥離等が認められた場合は，必要に応じて補修を行うこととしている。

新規に設置される常設重大事故等対処設備等に属する機器については，今後上記同様の保全を実施することで機能を維持できると考える。

したがって，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難いことから，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

j. 計器架台，計器スタンション及びサポートの腐食（全面腐食）［共通］

代表機器同様，計器架台，計器スタンション及びサポートは炭素鋼であり腐食の発生が想定される。

しかし，表面は塗装が施されており，屋内空調環境に設置されていることから，腐食が発生する可能性は小さいと考えられる。

また，点検時に塗装の状態を目視で確認し，剥離等が認められた場合は，必要に応じて補修を行うこととしている。

新規に設置される常設重大事故等対処設備等に属する機器については，今後上記同様の保全を実施することで機能を維持できると考える。

したがって，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難いことから，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

k. 筐体の腐食（全面腐食）［共通］

代表機器同様，筐体は炭素鋼であり腐食の発生が想定される。

しかし，表面は塗装又はメッキ処理が施されており，屋内空調環境に設置されていることから，腐食が発生する可能性は小さいと考えられる。

また，点検時に塗装又はメッキの状態を目視で確認し，剥離等が認められた場合は，必要に応じて補修を行うこととしている。

新規に設置される常設重大事故等対処設備等に属する機器については，今後上記同様の保全を実施することで機能を維持できると考える。

したがって，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難いことから，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象と判断する。

l. 計器架台取付ボルト及び取付ボルト・ナットの腐食（全面腐食）［共通］

代表機器同様，計器架台取付ボルト及び取付ボルト・ナットは炭素鋼であり腐食の発生が想定される。

しかし，表面は塗装又はメッキ処理が施されており，屋内空調環境に設置されていることから，腐食が発生する可能性は小さいと考えられる。

また，点検時に塗装又はメッキの状態を目視で確認し，剥離等が認められた場合は，必要に応じて補修を行うこととしている。

新規に設置される常設重大事故等対処設備等に属する機器については，今後上記同様の保全を実施することで機能を維持できると考える。

したがって，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難いことから，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

m. 基礎ボルトの腐食(全面腐食)[LPCS ポンプ吐出圧力計測装置,原子炉圧力計測装置,格納容器圧力計測装置,主蒸気管圧力計測装置,主復水器真空度計測装置,常設高圧代替注水系ポンプ吐出圧力計測装置,代替循環冷却系ポンプ吐出圧力計測装置,D/G 機関潤滑油入口圧力計測装置,主蒸気管流量計測装置,RHR 系統流量計測装置,LPCS 系統流量計測装置,HPCS 系統流量計測装置,低圧代替注水系原子炉注水流量計測装置,低圧代替注水系格納容器スプレイ流量計測装置,低圧代替注水系格納容器下部注水流量計測装置,原子炉水位計測装置,サプレッション・プール水位計測装置,代替淡水貯槽水位計測装置,格納容器雰囲気放射線計測装置,使用済燃料プールエリア放射線計測装置,格納容器内水素濃度計測装置,原子炉建屋水素濃度計測装置,格納容器内酸素濃度計測装置]

代表機器同様,基礎ボルトの健全性評価については,「機械設備の技術評価書」にて評価を実施するものとし本評価書には含めない。

n. 埋込金物(大気接触部)の腐食(全面腐食)[共通]

代表機器同様,埋込金物(大気接触部)は炭素鋼であり腐食が想定される。

しかし,大気接触部は塗装が施されており,腐食の可能性は小さい。

また,点検時に塗装の状態を目視で確認し,剥離等が認められた場合は,必要に応じて補修を行うこととしている。

したがって,埋込金物(大気接触部)の腐食(全面腐食)は,高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

o. 計装配管,継手,計装弁及び過流量阻止弁の貫粒型応力腐食割れ[共通]

代表機器同様,計装配管,継手,計装弁及び過流量阻止弁はステンレス鋼であり,大気中の海塩粒子に含まれる塩化物イオンにより,外面からの貫粒型応力腐食割れが想定される。

しかし,計装配管の代表箇所について,定期的に目視点検及び付着塩分量測定を実施し,目視点検で異常を認めた場合や付着塩分量が基準値(70 mgCl/m^2)を超えた場合は,清掃及び浸透探傷検査を行うこととしている。

また,東海第二では,工事における副資材の管理で計装配管等への塩分付着を防止している。

新規に設置される常設重大事故等対処設備等に属する機器については,今後上記同様の保全を実施することで機能を維持できると考える。

したがって,今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難いことから,高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

(2) 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により，今後も経年劣化の進展が考えられない，又は進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外）

a. 計装配管，継手，計装弁及び過流量阻止弁の粒界型応力腐食割れ［共通］

代表機器同様，計装配管，継手，計装弁及び過流量阻止弁はステンレス鋼であり，粒界型応力腐食割れが想定される。

しかしながら，内部流体の温度は 100 ℃未満であり，粒界型応力腐食割れが生じる可能性はない。

したがって，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難いことから，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

b. LPRM 検出器構造材の機械的損傷［中性子束計測装置］

代表機器同様，LPRM 検出器は，原子炉内で高速中性子照射の影響を受け，照射誘起型応力腐食割れや照射脆化など，構造材に機械的な損傷を与える可能性がある。

しかし，LPRM 検出器は，特性変化に伴い構造材の設計寿命である 20 年間の供用期間を超える前に取替えられることから，構造材に機械的損傷が発生する可能性はない。

したがって，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難いことから，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

c. 基礎ボルトの樹脂の劣化（後打ちケミカルアンカ）［主蒸気管圧力計測装置，格納容器圧力計測装置，原子炉圧力計測装置，代替循環冷却系ポンプ吐出圧力計測装置，D/G 機関潤滑油入口圧力計測装置，使用済燃料プール温度計測装置，低圧代替注水系原子炉注水流量計測装置，低圧代替注水系格納容器スプレイ流量計測装置，低圧代替注水系格納容器下部注水流量計測装置，サプレッション・プール水位計測装置，代替淡水貯槽水位計測装置，西側淡水貯水設備水位計測装置，格納容器雰囲気放射線計測装置，使用済燃料プールエリア放射線計測装置，格納容器内水素濃度計測装置，原子炉建屋水素濃度計測装置，格納容器内酸素濃度計測措置］

代表機器同様，後打ちケミカルアンカの健全性評価については，「機械設備の技術評価書」にて評価を実施するものとし本評価書には含めない。

d. 埋込金物（コンクリート埋設部）の腐食（全面腐食）［共通］

代表機器同様，埋込金物（コンクリート埋設部）は炭素鋼であり腐食が想定される。

しかし，コンクリート埋設部ではコンクリートの大気接触部表面からの中性化の進行により腐食環境となるが，コンクリートが中性化に至り，埋込金物に有意な腐食が発生するまで長期間を要す。

したがって，埋込金物（コンクリート埋設部）の腐食は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

e. 計器架台取付ボルト（コンクリート埋設部）及び基礎ボルト（コンクリート埋設部）の腐食（全面腐食）［共通］

代表機器同様，計器架台取付ボルト（コンクリート埋設部）及び基礎ボルト（コンクリート埋設部）は炭素鋼であり腐食が想定される。

しかし，コンクリート埋設部ではコンクリートの大気接触部表面からの中性化の進行により腐食環境となるが，コンクリートが中性化に至り，計器架台取付ボルト（コンクリート埋設部）及び基礎ボルト（コンクリート埋設部）に有意な腐食が発生するまで長期間を要す。

したがって，計器架台取付ボルト（コンクリート埋設部）及び基礎ボルト（コンクリート埋設部）の腐食は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

2. 補助継電器盤

［対象補助継電器盤］

① 原子炉保護系(A)継電器盤
② 原子炉保護系(B)継電器盤
③ 残留熱除去系(B),(C)補助継電器盤
④ 原子炉隔離時冷却系継電器盤
⑤ 原子炉格納容器内側隔離系継電器盤
⑥ 原子炉格納容器外側隔離系継電器盤
⑦ 高圧炉心スプレイ系継電器盤
⑧ 自動減圧系(A)継電器盤
⑨ 自動減圧系(B)継電器盤
⑩ 低圧炉心スプレイ系,残留熱除去系(A)補助継電器盤
⑪ タービン補機補助継電器盤
⑫ プロセス計装盤1
⑬ プロセス計装盤2

目次

1. 対象機器及び代表機器の選定..... 2-1
1.1 グループ化の考え方及び結果..... 2-1
1.2 代表機器の選定..... 2-1
2. 代表機器の技術評価..... 2-3
2.1 構造，材料及び使用条件..... 2-3
2.1.1 原子炉保護系(A)継電器盤..... 2-3
2.2 経年劣化事象の抽出..... 2-6
2.2.1 機器の機能達成に必要な項目..... 2-6
2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出..... 2-6
2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象..... 2-7
3. 代表機器以外への展開..... 2-9
3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象..... 2-10
3.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象..... 2-10

1. 対象機器及び代表機器の選定

東海第二で使用している補助継電器盤のうち，対象となる補助継電器盤の主な仕様を表1-1に示す。これらの補助継電器盤を型式及び設置場所の観点からグループ化し，このグループより以下のとおり代表機器を選定した。

1.1 グループ化の考え方及び結果

型式及び設置場所を分類基準とし,補助継電器盤を表1-1に示すとおりグループ化する。

1.2 代表機器の選定

このグループには，原子炉保護系(A)継電器盤，原子炉保護系(B)継電器盤，残留熱除去系(B),(C)補助継電器盤，原子炉隔離時冷却系継電器盤，原子炉格納容器内側隔離系継電器盤，原子炉格納容器外側隔離系継電器盤，高圧炉心スプレイ系継電器盤，自動減圧系(A)継電器盤，自動減圧系(B)継電器盤，低圧炉心スプレイ系,残留熱除去系(A)補助継電器盤，タービン補機補助継電器盤，プロセス計装盤1及びプロセス計装盤2が属するが，重要度及び原子炉保護上の重要性から原子炉保護系(A)継電器盤を代表機器とする。

表 1-1　補助継電器盤のグループ化及び代表機器の選定

分類基準		機器名称（面数）	仕様 (W×H×D) (mm)	選定基準			選定	選定理由
				重要度*1	使用条件			
型式	設置場所				設置場所	周囲温度 (℃)		
補助継電器盤	屋内	原子炉保護系(A)継電器盤（3）	2,400×2,286×914	MS-1	中央制御室	32.2	◎	重要度 原子炉保護上の重要性
		原子炉保護系(B)継電器盤（3）	2,400×2,286×914	MS-1	中央制御室	32.2		
		残留熱除去系(B),(C)補助継電器盤（1）	1,219×2,286×914	MS-1，重*2	中央制御室	32.2		
		原子炉隔離時冷却系継電器盤（1）	610×2,286×914	MS-1，重*2	中央制御室	32.2		
		原子炉格納容器内側隔離系継電器盤（1）	610×2,286×914	MS-1，重*2	中央制御室	32.2		
		原子炉格納容器外側隔離系継電器盤（1）	610×2,286×914	MS-1，重*2	中央制御室	32.2		
		高圧炉心スプレイ系継電器盤（1）	1,219×2,286×914	MS-1，重*2	中央制御室	32.2		
		自動減圧系(A)継電器盤（1）	1,524×2,286×914	MS-1，重*2	中央制御室	32.2		
		自動減圧系(B)継電器盤（1）	914×2,286×914	MS-1，重*2	中央制御室	32.2		
		低圧炉心スプレイ系,残留熱除去系(A) 補助継電器盤（1）	1,219×2,286×914	MS-1，重*2	中央制御室	32.2		
		タービン補機補助継電器盤（1）	3,810×2,286×914	MS-1，重*2	中央制御室	32.2		
		プロセス計装盤 1(1)	1,200×2,286×914	MS-2，重*2	中央制御室	32.2		
		プロセス計装盤 2(1)	762×2,286×914	MS-2，重*2	中央制御室	32.2		

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

*2：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す

2. 代表機器の技術評価

本章では1章で代表機器とした以下の補助継電器盤について技術評価を実施する。

① 原子炉保護系(A)継電器盤

2.1 構造，材料及び使用条件

2.1.1 原子炉保護系(A)継電器盤

(1) 構造

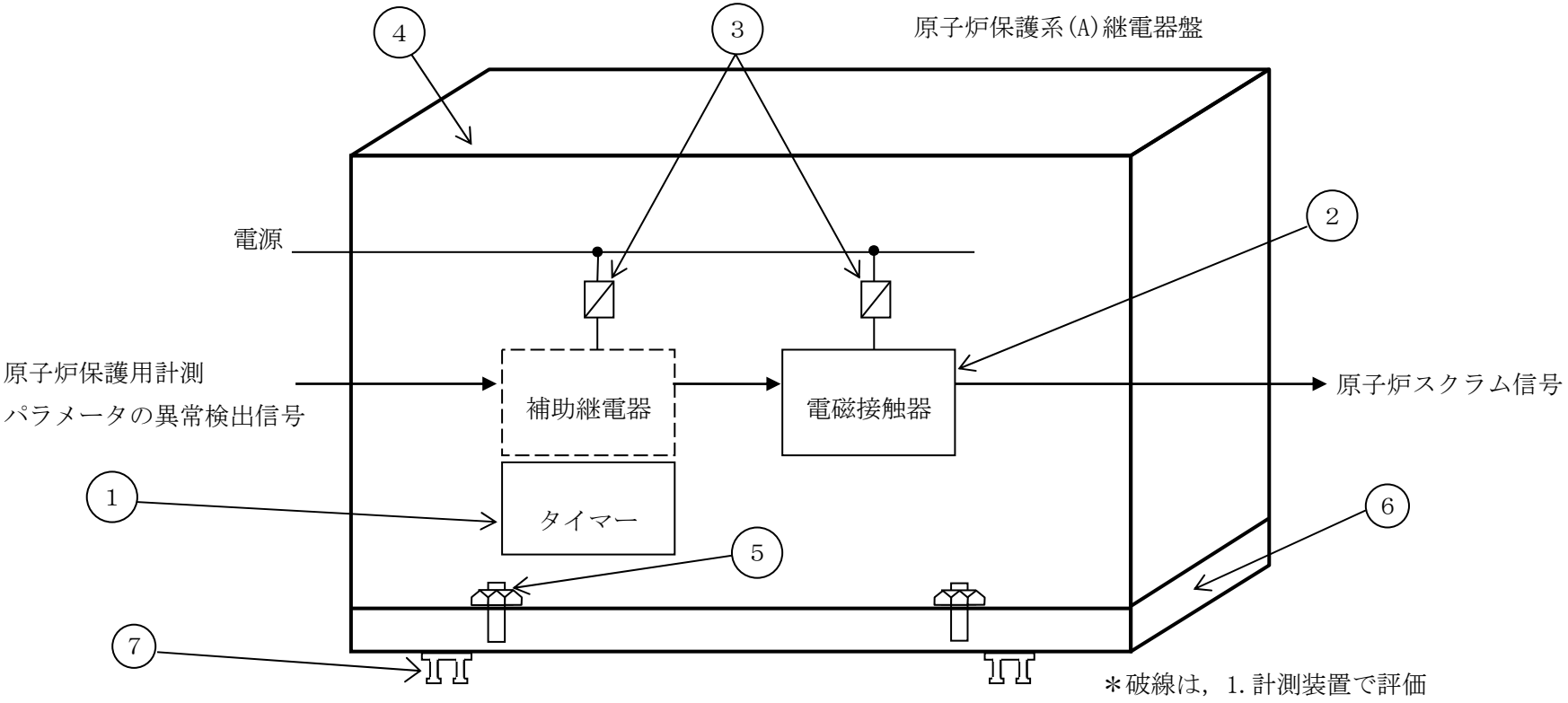
東海第二の原子炉保護系(A)継電器盤は，寸法 2,400㎜(W)×2,286㎜(H)×914㎜(D)の自立型の補助継電器盤が3面構成で設置されている。

原子炉の保護機能として，原子炉保護用計測パラメータの異常検出信号を入力とし，原子炉スクラム信号を出力するリレーロジックを構成する補助継電器，タイマー，電磁接触器，その他電気回路構成品であるヒューズ，機器を支持するための筐体，チャンネルベース，取付ボルト及び埋込金物で構成されている。

東海第二の原子炉保護系(A)継電器盤の構成図を図2.1-1に示す。

(2) 材料及び使用条件

東海第二の原子炉保護系(A)継電器盤主要部位の使用材料を表2.1-1に，使用条件を表2.1-2に示す。



No.	部位	No.	部位
①	タイマー	⑤	取付ボルト
②	電磁接触器	⑥	チャンネルベース
③	ヒューズ	⑦	埋込金物
④	筐体		

図 2.1-1　原子炉保護系(A)継電器盤構成図

表 2.1-1　原子炉保護系(A)継電器盤主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
機器異常信号処理	保護回路	タイマー	（定期取替品）
		電磁接触器	（定期取替品）
		ヒューズ	（消耗品）
機器の支持	支持	筐体	炭素鋼
		取付ボルト	炭素鋼
		チャンネルベース	炭素鋼
		埋込金物	炭素鋼

表 2.1-2　原子炉保護系(A)継電器盤の使用条件

設置場所	中央制御室
周囲温度	32.2 ℃

2.2 経年劣化事象の抽出

2.2.1 機器の機能達成に必要な項目

補助継電器盤の機能である保護機能の達成に必要な項目としては，以下のとおり。

(1) 機器異常信号処理

(2) 機器の支持

2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

(1) 想定される経年劣化事象の抽出

補助継電器盤について，機能達成に必要な項目を考慮して主要な部位に展開した上で，個々の部位の材料，構造，使用条件（周囲温度）及び現在までの運転経験を考慮し，表 2.2-1 に示すとおり，想定される経年劣化事象を抽出した（表 2.2-1 で○又は△，▲）。

なお，消耗品及び定期取替品は以下のとおり評価対象外とする。

(2) 消耗品及び定期取替品の扱い

ヒューズは消耗品であり，電磁接触器及びタイマーは定期取替品であるため，設計時に長期使用せず取替を前提としていることから高経年化対策を見極める上での評価対象外とする。

(3) 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

想定される経年劣化事象のうち下記①，②に該当しない事象を高経年化対策上着目すべき経年劣化事象と判断した。

なお，下記①，②に該当する事象については，2.2.3 項に示すとおり，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断した。

① 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって，想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象として表 2.2-1 で△）

② 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により，今後も経年劣化の進展が考えられない，又は進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外として表 2.2-1 で▲）

この結果，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象は抽出されなかった。

2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

(1) 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって，想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象）

a. 筐体，取付ボルト及びチャンネルベースの腐食（全面腐食）

筐体，取付ボルト及びチャンネルベースは炭素鋼であり，腐食が想定される。

しかしながら，筐体及びチャンネルベースは塗装，取付ボルトは亜鉛メッキにより腐食を防止しており，塗膜又はメッキ面が健全であれば腐食進行の可能性は小さい。

また，点検時に目視により塗膜又はメッキ面の状態を確認し，はく離等が認められた場合は必要に応じて補修を実施することとしている。

したがって，筐体，取付ボルト及びチャンネルベースの腐食は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

(2) 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により，今後も経年劣化の進展が考えられない，又は進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外）

a. 埋込金物（コンクリート埋設部）の腐食（全面腐食）

埋込金物（コンクリート埋設部）は炭素鋼であり腐食が想定される。

しかし，コンクリート埋設部ではコンクリートの大気接触部表面からの中性化の進行により腐食環境となるが，コンクリートが中性化に至り，埋込金物に有意な腐食が発生するまで長期間を要す。

したがって，埋込金物（コンクリート埋設部）の腐食（全面腐食）は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

表 2.2-1　原子炉保護系(A)継電器盤に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象								備考
					減肉		割れ		絶縁	導通	信号	その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	絶縁特性低下	導通不良	特性変化		
機器異常信号処理	保護回路	タイマー	◎	－									*:コンクリート埋設部
		電磁接触器	◎	－									
		ヒューズ	◎	－									
機器の支持	支持	筐体		炭素鋼		△							
		取付ボルト		炭素鋼		△							
		チャンネルベース		炭素鋼		△							
		埋込金物		炭素鋼		▲*							

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

▲：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象以外）

3. 代表機器以外への展開

本章では，2 章で実施した代表機器の技術評価について，1 章で実施したグループ化で代表機器となっていない機器への展開について検討した。

［対象補助継電器盤］

① 原子炉保護系(B)継電器盤
② 残留熱除去系(B),(C)補助継電器盤
③ 原子炉隔離時冷却系継電器盤
④ 原子炉格納容器内側隔離系継電器盤
⑤ 原子炉格納容器外側隔離系継電器盤
⑥ 高圧炉心スプレイ系継電器盤
⑦ 自動減圧系(A)継電器盤
⑧ 自動減圧系(B)継電器盤
⑨ 低圧炉心スプレイ系,残留熱除去系(A)補助継電器盤
⑩ タービン補機補助継電器盤
⑪ プロセス計装盤 1
⑫ プロセス計装盤 2

3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

代表機器同様，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象は抽出されなかった。

3.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

(1) 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって，想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象）

a. 筐体，取付ボルト及びチャンネルベースの腐食（全面腐食）［共通］

筐体，取付ボルト及びチャンネルベースは炭素鋼であり，腐食が想定される。

しかしながら，筐体及びチャンネルベースは塗装，取付ボルトは亜鉛メッキにより腐食を防止しており，塗膜又はメッキ面が健全であれば腐食進行の可能性は小さい。

また，点検時に目視により塗膜又はメッキ面の状態を確認し，はく離等が認められた場合は必要に応じて補修を実施することとしている。

したがって，筐体，取付ボルト及びチャンネルベースの腐食は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

(2) 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により，今後も経年劣化の進展が考えられない，又は進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外）

a. 埋込金物（コンクリート埋設部）の腐食（全面腐食）［共通］

埋込金物（コンクリート埋設部）は炭素鋼であり腐食が想定される。

しかし，コンクリート埋設部ではコンクリートの大気接触部表面からの中性化の進行により腐食環境となるが，コンクリートが中性化に至り，埋込金物に有意な腐食が発生するまで長期間を要す。

したがって，埋込金物（コンクリート埋設部）の腐食（全面腐食）は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

3. 操作制御盤

［対象操作制御盤］

① 原子炉制御操作盤
② 原子炉補機操作盤
③ 緊急時炉心冷却系操作盤
④ 所内電気操作盤
⑤ 可燃性ガス濃度制御盤(A)
⑥ 可燃性ガス濃度制御盤(B)
⑦ プロセス放射線モニタ,起動領域モニタ(A)操作盤
⑧ プロセス放射線モニタ,起動領域モニタ(B)操作盤
⑨ 出力領域モニタ計装盤
⑩ 窒素置換－空調換気制御盤
⑪ 非常用ガス処理系,非常用ガス再循環系(A)操作盤
⑫ 非常用ガス処理系,非常用ガス再循環系(B)操作盤
⑬ 原子炉保護系1Aトリップユニット盤
⑭ 原子炉保護系1Bトリップユニット盤
⑮ 原子炉保護系2Aトリップユニット盤
⑯ 原子炉保護系2Bトリップユニット盤
⑰ 緊急時炉心冷却系DIV-Ⅰ-1トリップユニット盤
⑱ 緊急時炉心冷却系DIV-Ⅱ-1トリップユニット盤
⑲ 高圧炉心スプレイ系トリップユニット盤
⑳ 格納容器雰囲気監視系(A)操作盤
㉑ 格納容器雰囲気監視系(B)操作盤
㉒ サプレッション・プール温度記録計盤(A)
㉓ サプレッション・プール温度記録計盤(B)
㉔ RCICタービン制御盤
㉕ 原子炉遠隔停止操作盤
㉖ SA監視操作設備
㉗ 高圧代替注水系制御盤
㉘ 常設代替高圧電源装置遠隔操作盤
㉙ 潮位監視盤
㉚ 津波・構内監視設備
㉛ 使用済燃料プール監視設備
㉜ 緊急時対策所用非常用換気空調設備操作盤
㉝ 緊急時対策所用災害対策本部操作盤
㉞ 安全パラメータ表示システム(SPDS)及びデータ伝送設備
㉟ 衛星電話設備
㊱ 統合原子力防災ネットワークに接続する通信連絡設備

目次

1. 対象機器及び代表機器の選定..... 3-1
1.1 グループ化の考え方及び結果..... 3-1
1.2 代表機器の選定..... 3-1
2. 代表機器の技術評価..... 3-4
2.1 構造，材料及び使用条件..... 3-4
2.1.1 原子炉制御操作盤..... 3-4
2.2 経年劣化事象の抽出..... 3-7
2.2.1 機器の機能達成に必要な項目..... 3-7
2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出..... 3-7
2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象..... 3-8
3. 代表機器以外への展開..... 3-10
3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象..... 3-11
3.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象..... 3-11

1. 対象機器及び代表機器の選定

東海第二で使用している操作制御盤のうち，対象となる操作制御盤の主な仕様を表1-1に示す。これらの操作制御盤を型式及び設置場所の観点からグループ化し，このグループより以下のとおり代表機器を選定した。

1.1 グループ化の考え方及び結果

型式及び設置場所を分類基準とし，操作制御盤を表1-1に示すとおりグループ化する。

1.2 代表機器の選定

このグループには，原子炉制御操作盤，原子炉補機操作盤，緊急時炉心冷却系操作盤，所内電気操作盤，可燃性ガス濃度制御盤(A)，可燃性ガス濃度制御盤(B)，プロセス放射線モニタ,起動領域モニタ(A)操作盤，プロセス放射線モニタ,起動領域モニタ(B)操作盤，出力領域モニタ計装盤，窒素置換－空調換気制御盤，非常用ガス処理系,非常用ガス再循環系(A)操作盤，非常用ガス処理系,非常用ガス再循環系(B)操作盤，原子炉保護系1Aトリップユニット盤,原子炉保護系1Bトリップユニット盤,原子炉保護系2Aトリップユニット盤，原子炉保護系2Bトリップユニット盤，緊急時炉心冷却系DIV-Ⅰ-1トリップユニット盤，緊急時炉心冷却系DIV-Ⅱ-1トリップユニット盤，高圧炉心スプレイ系トリップユニット盤，格納容器雰囲気監視系(A)操作盤，格納容器雰囲気監視系(B)操作盤，サプレッション・プール温度記録計盤(A)，サプレッション・プール温度記録計盤(B)，RCICタービン制御盤，原子炉遠隔停止操作盤，SA監視操作設備，高圧代替注水系制御盤，常設代替高圧電源装置遠隔操作盤，潮位監視盤，津波・構内監視設備，使用済燃料プール監視設備，緊急時対策所用非常用換気空調設備操作盤，緊急時対策所用災害対策本部操作盤，安全パラメータ表示システム(SPDS)及びデータ伝送設備，衛星電話設備及び統合原子力防災ネットワークに接続する通信連絡設備が属するが，重要度及び原子炉保護上の重要性から原子炉制御操作盤を代表機器とする。

表 1-1(1/2)　操作制御盤のグループ化及び代表機器の選定

分類基準		機器名称（面数）	仕様 (W×H×D) (mm)	選定基準			選定	選定理由
型式	設置場所			重要度*1	使用条件			
					設置場所	周囲温度(℃)		
操作制御盤	屋内	原子炉制御操作盤（1）	4,402×2,286×1,661	MS-1，重*2	中央制御室	32.2	◎	重要度 原子炉保護上の重要性
		原子炉補機操作盤（1）	2,811×2,286×1,661	MS-1，重*2	中央制御室	32.2		
		緊急時炉心冷却系操作盤（1）	6,096×2,286×1,661	MS-1，重*2	中央制御室	32.2		
		所内電気操作盤（1）	3,200×2,286×1,661	MS-2，重*2	中央制御室	32.2		
		可燃性ガス濃度制御盤(A)（1）	762×2,286×914	MS-1	中央制御室	32.2		
		可燃性ガス濃度制御盤(B)（1）	762×2,286×914	MS-1	中央制御室	32.2		
		プロセス放射線モニタ,起動領域モニタ(A)操作盤（1）	1,219×2,286×914	MS-1，重*2	中央制御室	32.2		
		プロセス放射線モニタ,起動領域モニタ(B)操作盤（1）	1,219×2,286×914	MS-1，重*2	中央制御室	32.2		
		出力領域モニタ計装盤（6）	4,572×2,286×914	MS-1，重*2	中央制御室	32.2		
		窒素置換－空調換気制御盤（1）	1,829×2,286×914	MS-1，重*2	中央制御室	32.2		
		非常用ガス処理系，非常用ガス再循環系(A)操作盤（1）	2,440×2,286×914	MS-1，重*2	中央制御室	32.2		
		非常用ガス処理系，非常用ガス再循環系(B)操作盤（1）	2,440×2,286×914	MS-1，重*2	中央制御室	32.2		
		原子炉保護系1Aトリップユニット盤（1）	762×2,286×914	MS-1	中央制御室	32.2		
		原子炉保護系1Bトリップユニット盤（1）	762×2,286×914	MS-1	中央制御室	32.2		
		原子炉保護系2Aトリップユニット盤（1）	762×2,286×914	MS-1	中央制御室	32.2		
		原子炉保護系2Bトリップユニット盤（1）	762×2,286×914	MS-1	中央制御室	32.2		
		緊急時炉心冷却系DIV-Ⅰ-1トリップユニット盤（1）	762×2,286×914	MS-1	中央制御室	32.2		
		緊急時炉心冷却系DIV-Ⅱ-1トリップユニット盤（1）	762×2,286×914	MS-1	中央制御室	32.2		
		高圧炉心スプレイ系トリップユニット盤（1）	762×2,286×914	MS-1	中央制御室	32.2		
		格納容器雰囲気監視系(A)操作盤（1）	760×2,286×914	MS-1，重*2	中央制御室	32.2		
		格納容器雰囲気監視系(B)操作盤（1）	760×2,286×914	MS-1，重*2	中央制御室	32.2		
		サプレッション・プール温度記録計盤(A)（1）	762×2,286×914	MS-2	中央制御室	32.2		
		サプレッション・プール温度記録計盤(B)（1）	762×2,286×914	MS-2	中央制御室	32.2		
		RCICタービン制御盤(1)	1,000×2,300×800	MS-1，重*2	空調機械室	50		
		原子炉遠隔停止操作盤（1）	2,438×2,286×914	MS-2，重*2	電気室	40		

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

*2：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す

表 1-1(2/2)　操作制御盤のグループ化及び代表機器の選定

分類基準		機器名称（面数）	仕様 (W×H×D) (mm)	選定基準			選定	選定理由
				重要度[*1]	使用条件			
型式	設置場所				設置場所	周囲温度(℃)		
操作制御盤	屋内	SA 監視操作設備[*4]	－	重[*2]	中央制御室	32.2		
		高圧代替注水系制御盤（1）[*4]	1,050×2,275×600	重[*2]	中央制御室	32.2		
		常設代替高圧電源装置遠隔操作盤（1）[*4]	800×2,200×670	重[*2]	中央制御室	32.2		
		潮位監視盤（1）[*4]	750×1,725×500	設[*3]	中央制御室	32.2		
		津波・構内監視設備[*4]	－	設[*3]	中央制御室/緊急時対策所	32.2/40		
		使用済燃料プール監視設備[*4]	－	重[*2]	中央制御室/緊急時対策所	32.2/40		
		緊急時対策所用非常用換気空調設備操作盤（4）[*4]	1,000×2,300×1,000[*5]	重[*2]	緊急時対策所	40		
		緊急時対策所用災害対策本部操作盤（1）[*4]	1,500×2,300×1,500	重[*2]	緊急時対策所	40		
		安全パラメータ表示システム(SPDS)及びデータ伝送設備[*4]	－	重[*2]	中央制御室/緊急時対策所	32.2/40		
		衛星電話設備[*4]	－	重[*2]	中央制御室/緊急時対策所	32.2/40		
		統合原子力防災ネットワークに接続する通信連絡設備[*4]	－	重[*2]	緊急時対策所	40		

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す
*2：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す
*3：設計基準対象施設として評価対象とした機器及び構造物であることを示す
*4：新規に設置される機器
*5：1面あたりの仕様を示す

2. 代表機器の技術評価

本章では1章で代表機器とした以下の操作制御盤について技術評価を実施する。

① 原子炉制御操作盤

2.1 構造，材料及び使用条件

2.1.1 原子炉制御操作盤

(1) 構造

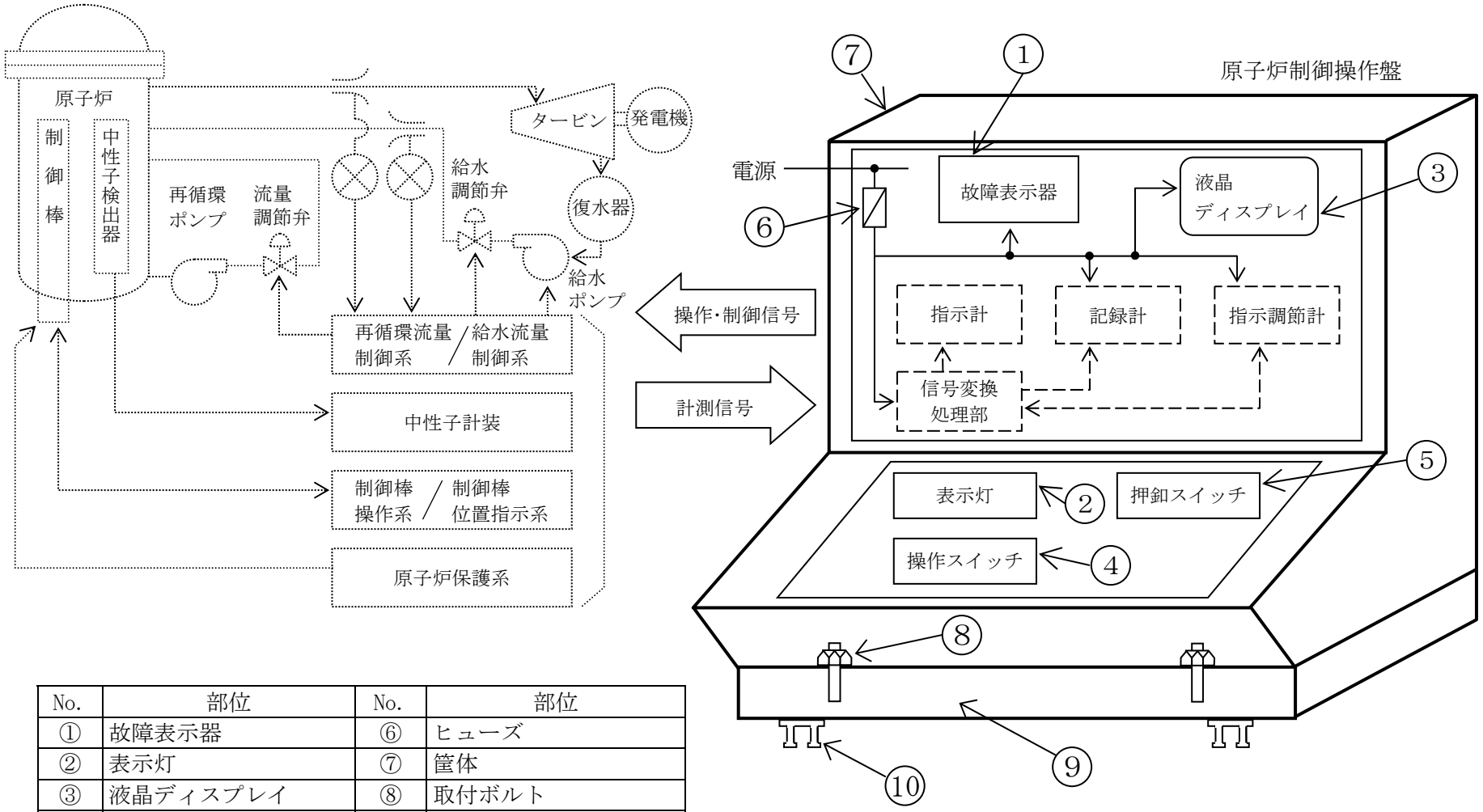
東海第二の原子炉制御操作盤は，寸法4,402 ㎜(W)×2,286 ㎜(H)×1,661 ㎜(D)の自立型の操作制御盤が1面構成で設置されている。

原子炉系の操作，監視及び制御機能として，原子炉の状態を監視する故障表示器，指示計，記録計，表示灯，液晶ディスプレイ，信号変換処理を行う信号変換処理部，機器の操作及び制御を行う操作スイッチ，押釦スイッチ，指示調節計，その他電気回路構成品であるヒューズ，機器の支持機能として筐体，チャンネルベース，取付ボルト及び埋込金物で構成されている。

東海第二の原子炉制御操作盤の構成図を図2.1-1に示す。

(2) 材料及び使用条件

東海第二の原子炉制御操作盤主要部位の使用材料を表 2.1-1 に，使用条件を表2.1-2に示す。



No.	部位	No.	部位
①	故障表示器	⑥	ヒューズ
②	表示灯	⑦	筐体
③	液晶ディスプレイ	⑧	取付ボルト
④	操作スイッチ	⑨	チャンネルベース
⑤	押釦スイッチ	⑩	埋込金物

図 2.1-1　原子炉制御操作盤構成図

表 2.1-1　原子炉制御操作盤主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
機器の操作監視 制御特性の維持	操作，監視，制御	故障表示器	（消耗品）
		表示灯	（消耗品）
		液晶ディスプレイ	（消耗品）
		操作スイッチ	（定期取替品）
		押釦スイッチ	（定期取替品）
		ヒューズ	（消耗品）
機器の支持	支持	筐体	炭素鋼
		取付ボルト	炭素鋼
		チャンネルベース	炭素鋼
		埋込金物	炭素鋼

表 2.1-2　原子炉制御操作盤の使用条件

設置場所	中央制御室
周囲温度	32.2 ℃

2.2 経年劣化事象の抽出

2.2.1 機器の機能達成に必要な項目

操作制御盤の機能であるプラント操作制御機能の達成に必要な項目は以下のとおり。

(1) 機器の操作監視

(2) 制御特性の維持

(3) 機器の支持

2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

(1) 想定される経年劣化事象の抽出

操作制御盤について，機能達成に必要な項目を考慮して主要な部位に展開した上で，個々の部位の材料，構造，使用条件（周囲温度）及び現在までの運転経験を考慮し，表 2.2-1 に示すとおり，想定される経年劣化事象を抽出した（表 2.2-1 で○又は△，▲）。

なお，消耗品及び定期取替品は以下のとおり評価対象外とする。

(2) 消耗品及び定期取替品の扱い

故障表示器，表示灯，液晶ディスプレイ及びヒューズは消耗品であり，操作スイッチ，押釦スイッチは定期取替品であるため，設計時に長期使用せず取替を前提としていることから高経年化対策を見極める上での評価対象外とする。

(3) 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

想定される経年劣化事象のうち下記①，②に該当しない事象を高経年化対策上着目すべき経年劣化事象と判断した。

なお，下記①，②に該当する事象については，2.2.3 項に示すとおり，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断した。

① 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって，想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象として表 2.2-1 で△）

② 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により，今後も経年劣化の進展が考えられない，又は進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外として表 2.2-1 で▲）

この結果，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象は抽出されなかった。

2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

(1) 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって，想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象）

a. 筐体，取付ボルト及びチャンネルベースの腐食（全面腐食）

筐体，取付ボルト及びチャンネルベースは炭素鋼であり，腐食が想定される。

しかしながら，筐体及びチャンネルベースは塗装，取付ボルトは亜鉛メッキにより腐食を防止しており，塗膜又はメッキ面が健全であれば腐食進行の可能性は小さい。

また，点検時に目視により塗膜又はメッキ面の状態を確認し，はく離等が認められた場合は必要に応じて補修を実施することとしている。

したがって，筐体，取付ボルト及びチャンネルベースの腐食は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

(2) 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により，今後も経年劣化の進展が考えられない，又は進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外）

a. 埋込金物（コンクリート埋設部）の腐食（全面腐食）

埋込金物（コンクリート埋設部）は炭素鋼であり腐食が想定される。

しかし，コンクリート埋設部ではコンクリートの大気接触部表面からの中性化の進行により腐食環境となるが，コンクリートが中性化に至り，埋込金物に有意な腐食が発生するまで長期間を要す。

したがって，埋込金物（コンクリート埋設部）の腐食（全面腐食）は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

表 2.2-1　原子炉制御操作盤に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象								備考
					減肉		割れ		絶縁	導通	信号	その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	絶縁特性低下	導通不良	特性変化		
機器の操作監視制御特性の維持	操作，監視，制御	故障表示器	◎	－									*:コンクリート埋設部
		表示灯	◎	－									
		液晶ディスプレイ	◎	－									
		操作スイッチ	◎	－									
		押釦スイッチ	◎	－									
		ヒューズ	◎	－									
機器の支持	支持	筐体		炭素鋼		△							
		取付ボルト		炭素鋼		△							
		チャンネルベース		炭素鋼		△							
		埋込金物		炭素鋼		▲*							

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

▲：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象以外）

3. 代表機器以外への展開

本章では 2 章で実施した代表機器の技術評価について，1 章で実施したグループ化で代表機器となっていない機器への展開について検討した。

［対象操作制御盤］

① 原子炉補機操作盤
② 緊急時炉心冷却系操作盤
③ 所内電気操作盤
④ 可燃性ガス濃度制御盤(A)
⑤ 可燃性ガス濃度制御盤(B)
⑥ プロセス放射線モニタ,起動領域モニタ(A)操作盤
⑦ プロセス放射線モニタ,起動領域モニタ(B)操作盤
⑧ 出力領域モニタ計装盤
⑨ 窒素置換－空調換気制御盤
⑩ 非常用ガス処理系,非常用ガス再循環系(A)操作盤
⑪ 非常用ガス処理系,非常用ガス再循環系(B)操作盤
⑫ 原子炉保護系1Aトリップユニット盤
⑬ 原子炉保護系1Bトリップユニット盤
⑭ 原子炉保護系2Aトリップユニット盤
⑮ 原子炉保護系2Bトリップユニット盤
⑯ 緊急時炉心冷却系DIV-Ⅰ-1トリップユニット盤
⑰ 緊急時炉心冷却系DIV-Ⅱ-1トリップユニット盤
⑱ 高圧炉心スプレイ系トリップユニット盤
⑲ 格納容器雰囲気監視系(A)操作盤
⑳ 格納容器雰囲気監視系(B)操作盤
㉑ サプレッション・プール温度記録計盤(A)
㉒ サプレッション・プール温度記録計盤(B)
㉓ RCICタービン制御盤
㉔ 原子炉遠隔停止操作盤
㉕ SA監視操作設備
㉖ 高圧代替注水系制御盤
㉗ 常設代替高圧電源装置遠隔操作盤
㉘ 潮位監視盤
㉙ 津波・構内監視設備
㉚ 使用済燃料プール監視設備
㉛ 緊急時対策所用非常用換気空調設備操作盤
㉜ 緊急時対策所用災害対策本部操作盤
㉝ 安全パラメータ表示システム(SPDS)
及びデータ伝送設備
㉞ 衛星電話設備
㉟ 統合原子力防災ネットワークに
接続する通信連絡設備

3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

代表機器同様，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象は抽出されなかった。

3.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

(1) 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって，想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象）

a. 半導体基板の特性変化

［津波・構内監視設備，使用済燃料プール監視設備，安全パラメータ表示システム(SPDS)及びデータ伝送設備，衛星電話設備，統合原子力防災ネットワークに接続する通信連絡設備］

半導体基板は長期間の使用に伴い，入出力特性の変化が想定される。

しかしながら，半導体基板を構成している電気回路部は定格値（電圧・電流）に対して回路上は十分低い範囲で使用する設計としており，また屋内に設置されていることから環境変化の程度は小さく，短期間での入出力特性が変化する可能性は小さい。

新規に設置される常設重大事故等対処設備等に属する機器については，定期的に調整試験及び動作確認を行い，異常が認められた場合は必要に応じて補修を行うこととしており，これらの保全を実施することで機能を維持できると考える。

したがって，半導体基板の特性変化は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

b. 筐体，取付ボルト及びチャンネルベースの腐食（全面腐食）［共通］

筐体，取付ボルト及びチャンネルベースは炭素鋼であり，腐食が想定される。

しかしながら，筐体及びチャンネルベースは塗装，取付ボルトは亜鉛メッキにより腐食を防止しており，塗膜又はメッキ面が健全であれば腐食進行の可能性は小さい。

また，点検時に目視により塗膜又はメッキ面の状態を確認し，はく離等が認められた場合は必要に応じて補修を実施することとしている。

したがって，筐体，取付ボルト及びチャンネルベースの腐食は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

c. 基礎ボルトの腐食（全面腐食）

［原子炉保護系1Aトリップユニット盤，原子炉保護系1Bトリップユニット盤，原子炉保護系2Aトリップユニット盤，原子炉保護系2Bトリップユニット盤，緊急時炉心冷却系DIV-Ⅰ-1トリップユニット盤，RCICタービン制御盤，SA監視操作設備，高圧代替注水系制御盤，常設代替高圧電源装置遠隔操作盤，潮位監視盤，使用済燃料プール監視設備，安全パラメータ表示システム(SPDS)及びデータ伝送設備］

基礎ボルトの腐食（全面腐食）については，「機械設備の技術評価書」にて評価を実施するものとし本評価書には含めない。

(2) 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により，今後も経年劣化の進展が考えられない，又は進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外）

a. 埋込金物（コンクリート埋設部）の腐食（全面腐食）

［原子炉補機操作盤，緊急時炉心冷却系操作盤，所内電気操作盤，可燃性ガス濃度制御盤(A)，可燃性ガス濃度制御盤(B)，プロセス放射線モニタ,起動領域モニタ(A)操作盤，プロセス放射線モニタ,起動領域モニタ(B)操作盤，出力領域モニタ計装盤，窒素置換－空調換気制御盤，非常用ガス処理系，非常用ガス再循環系(A)操作盤，非常用ガス処理系，非常用ガス再循環系(B)操作盤，緊急時炉心冷却系 DIV-Ⅱ-1 トリップユニット盤，高圧炉心スプレイ系トリップユニット盤，格納容器雰囲気監視系(A)操作盤，格納容器雰囲気監視系(B)操作盤，サプレッション・プール温度記録計盤(A)，サプレッション・プール温度記録計盤(B)，原子炉遠隔停止操作盤，緊急時対策所用非常用換気空調設備操作盤，緊急時対策所用災害対策本部操作盤］

埋込金物（コンクリート埋設部）は炭素鋼であり腐食が想定される。

しかし，コンクリート埋設部ではコンクリートの大気接触部表面からの中性化の進行により腐食環境となるが，コンクリートが中性化に至り，埋込金物に有意な腐食が発生するまで長期間を要す。

したがって，埋込金物（コンクリート埋設部）の腐食（全面腐食）は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

b. 基礎ボルトの樹脂の劣化（後打ちケミカルアンカ）

［原子炉保護系 1A トリップユニット盤，原子炉保護系 1B トリップユニット盤，原子炉保護系 2A トリップユニット盤，原子炉保護系 2B トリップユニット盤，緊急時炉心冷却系 DIV-Ⅰ-1 トリップユニット盤，RCIC タービン制御盤，SA 監視操作設備，高圧代替注水系制御盤，常設代替高圧電源装置遠隔操作盤，潮位監視盤，津波・構内監視設備，使用済燃料プール監視設備，安全パラメータ表示システム(SPDS)及びデータ伝送設備］

後打ちケミカルアンカの健全性評価については，「機械設備の技術評価書」にて評価を実施するものとし本評価書には含めない。

東海第二発電所
空調設備の技術評価書

（運転を断続的に行うことを前提とした評価）

日本原子力発電株式会社

本評価書は，東海第二発電所（以下，「東海第二」という）で使用している安全上重要な空調設備（重要度分類審査指針におけるクラス 1 の空調設備）及び常設重大事故等対処設備に属する空調設備について，運転を断続的に行うことを前提に高経年化に係わる技術評価についてまとめたものである。

なお，クラス 2 及び高温・高圧の環境下にあるクラス 3 の空調設備はない。

評価対象機器の一覧を表 1 に，機能を表 2 に示す。

評価対象機器を型式，内部流体，材料等でグループ化し，それぞれのグループから，重要度，運転状態，流量，最高使用圧力等の観点から代表機器を選定し技術評価を行った後，代表以外の機器について評価を展開している。

1．ファン
2．空調機
3．冷凍機
4．フィルタユニット
5．ダクト
6．ダンパ及び弁

なお，非常用ガス処理系，非常用ガス再循環系，緊急時対策所換気系（重大事故等対処設備）の配管は「配管の技術評価書」，非常用ガス処理系，非常用ガス再循環系，緊急時対策所換気系（重大事故等対処設備）の弁，中央制御室換気系隔離弁，緊急時対策所換気系（重大事故等対処設備）の電動弁用駆動部は「弁の技術評価書」にてそれぞれ評価を実施するものとし，本評価書には含めない。

また，本文中の単位の記載は，原則として SI 単位系に基づくものとする（圧力の単位は特に注記がない限りゲージ圧力を示す）。

表 1(1/2)　評価対象機器一覧

機種	機器名称	仕様（流量×静圧）	重要度[*1]
ファン	非常用ガス処理系排風機[*5]	3,570　m^3/h　×1,500　Pa	MS-1 重[*4]
	非常用ガス再循環系排風機	17,000　m^3/h　×5,227　Pa	MS-1 重[*4]
	中央制御室ブースターファン[*5]	5,100　m^3/h　×2,110　Pa	MS-1 重[*4]
	緊急時対策所非常用送風機[*5]	5,000　m^3/h　×5,600　Pa	重[*4]
	中央制御室排気ファン	3,400　m^3/h　×196　Pa	MS-1
	ディーゼル室換気系ルーフベントファン	71,400　m^3/h　×216　Pa	MS-1
空調機	高圧炉心スプレイ系ポンプ室空調機	11,800　m^3/h　×490　Pa	MS-1
	低圧炉心スプレイ系ポンプ室空調機	11,800　m^3/h　×490　Pa	MS-1
	残留熱除去系ポンプ室空調機	6,800　m^3/h　×340　Pa	MS-1
	中央制御室エアハンドリングユニットファン[*5]	42,500　m^3/h　×1,560　Pa	MS-1 重[*4]
冷凍機	中央制御室チラーユニット	210,000　W[*2]	MS-1
フィルタユニット	非常用ガス再循環系フィルタトレイン	17,000　m^3/h[*3]	MS-1 重[*4]
	非常用ガス処理系フィルタトレイン	3,570　m^3/h[*3]	MS-1 重[*4]
	中央制御室換気系フィルタユニット	5,100　m^3/h[*3]	MS-1 重[*4]
	緊急時対策所非常用フィルタ装置[*5]	5,000　m^3/h[*3]	重[*4]
ダクト	中央制御室換気系ダクト（角ダクト）	42,500　m^3/h[*3]	MS-1 重[*4]
	ディーゼル室換気系ダクト（角ダクト）	71,400　m^3/h[*3]	MS-1
	中央制御室換気系ダクト（丸ダクト）	42,500　m^3/h[*3]	MS-1
	原子炉建屋換気系ダクト（丸ダクト）	231,200　m^3/h[*3]	MS-1

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

*2：冷却能力を示す

*3：流量を示す

*4：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す

*5：新規に設置される機器

表 1(2/2)　評価対象機器一覧

機種	機器名称	仕様（流量）	重要度[*1]
ダンパ及び弁	中央制御室換気系空気作動式ダンパ	42,500　m^3/h	MS-1
		5,100　m^3/h	MS-1 重[*2]
	ディーゼル室換気系空気作動式ダンパ	95,000　m^3/h	MS-1
	非常用ガス処理系グラビティダンパ	3,570　m^3/h	MS-1 重[*2]
	非常用ガス再循環系グラビティダンパ	17,000　m^3/h	MS-1 重[*2]
	中央制御室換気系グラビティダンパ	42,500　m^3/h	MS-1 重[*2]
		5,100　m^3/h	MS-1 重[*2]
	ディーゼル室換気系グラビティダンパ	71,400　m^3/h	MS-1
	緊急時対策所換気系グラビティダンパ[*3]	5,000　m^3/h	重[*2]
	中央制御室換気系手動式ダンパ	3,400　m^3/h	MS-1
		5,100　m^3/h	MS-1 重[*2]
	原子炉建屋換気系隔離弁	231,200　m^3/h	MS-1
	中央制御室換気系隔離弁	3,400　m^3/h	MS-1，重[*2]
		34,800　m^3/h[*3]	MS-1

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

*2：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す

*3：新規に設置される機器

表2(1/2)　評価対象機器の機能

機器名称	主な機能
非常用ガス処理系排風機	原子炉建屋内の放射能レベルが高くなった場合に起動し，原子炉建屋の負圧を維持するとともに，原子炉建屋内のガスをフィルタユニットに通過させ，放射性物質を吸着除去した後，排気筒へ排風する。
非常用ガス再循環系排風機	原子炉建屋内の放射能レベルが高くなった場合に起動し，原子炉建屋内のガスに含まれる放射性物質を効率的に吸着除去するため，原子炉建屋内とフィルタユニット間で再循環させる。
中央制御室ブースターファン	非常時に起動し，中央制御室内の空気を再循環ラインで循環し，中央制御室内の空気の放射性物質を除去する。
緊急時対策所非常用送風機	重大事故等の発生時に起動し，緊急時対策所内の空気をフィルタユニットに通過させ，放射性物質を吸着除去し，緊急時対策所に留まる要員の居住性を確保する。
中央制御室排気ファン	中央制御室内の空気を換気する。
ディーゼル室換気系ルーフベントファン	ディーゼル室内の空気を換気する。
高圧炉心スプレイ系ポンプ室空調機	高圧炉心スプレイ系ポンプの運転に伴い起動し，室内の冷却を行い，室内環境を維持する。
低圧炉心スプレイ系ポンプ室空調機	低圧炉心スプレイ系ポンプの運転に伴い起動し，室内の冷却を行い，室内環境を維持する。
残留熱除去系ポンプ室空調機	残留熱除去系ポンプの運転に伴い起動し，室内の冷却を行い，室内環境を維持する。
中央制御室エアハンドリングユニットファン	中央制御室内を換気し，環境を調整する。
中央制御室チラーユニット	冷水を中央制御室エアハンドリングユニットファン冷却コイルに送り，中央制御室を冷却する。
非常用ガス再循環系フィルタトレイン	原子炉建屋内の放射能レベルが高くなった場合，原子炉建屋内ガスの放射性物質を効率的に吸着除去する。
非常用ガス処理系フィルタトレイン	原子炉建屋内の放射能レベルが高くなった場合，原子炉建屋内ガスの放射性物質を吸着除去する。
中央制御室換気系フィルタユニット	中央制御室空調設備の非常時の再循環ラインに取付けられ，中央制御室内空気の放射性物質を除去する。
緊急時対策所非常用フィルタ装置	緊急時対策所の空気中の放射性物質を吸着除去する。
中央制御室換気系ダクト（角ダクト）	中央制御室換気系の空気流路を形成する。
ディーゼル室換気系ダクト(角ダクト)	ディーゼル室換気系の空気流路を形成する。
中央制御室換気系ダクト（丸ダクト）	中央制御室換気系の空気流路を形成する。
原子炉建屋換気系ダクト（丸ダクト）	原子炉建屋換気系の空気流路を形成する。

表2(2/2)　評価対象機器の機能

機器名称	主な機能
中央制御室換気系空気作動式ダンパ	中央制御室換気系の空気作動式ダンパで,中央制御室換気系ファン入口に取付けられており,空気流路を確保する。
ディーゼル室換気系空気作動式ダンパ	ディーゼル室換気系の空気作動式ダンパで,ディーゼル室換気系の外気取入口に取付けられており,空気流路を確保する。
非常用ガス処理系グラビティダンパ	非常用ガス処理系の重力式ダンパで,非常用ガス処理系排風機出口に取付けられており，逆流を防止する。
非常用ガス再循環系グラビティダンパ	非常用ガス再循環系の重力式ダンパで,非常用ガス再循環系排風機出口に取付けられており，逆流を防止する。
中央制御室換気系グラビティダンパ	中央制御室換気系の重力式ダンパで,中央制御室換気系ファン出口に取付けられており，逆流を防止する。
ディーゼル室換気系グラビティダンパ	ディーゼル室換気系の重力式ダンパで,ディーゼル室換気系ルーフベントファン出口に取付けられており,逆流を防止する。
緊急時対策所換気系グラビティダンパ	緊急時対策所換気系の重力式ダンパで,緊急時対策所非常用送風機出口に取付けられており，逆流を防止する。
中央制御室換気系手動式ダンパ	中央制御室換気系の手動式ダンパで,中央制御室換気系再循環フィルタ装置ラインに取付けられており,空気流路を確保する。
原子炉建屋換気系隔離弁	原子炉建屋内の放射能レベルが高くなった場合,原子炉建屋を隔離する。
中央制御室換気系隔離弁	非常時に中央制御室を隔離する。

1. ファン

［対象ファン］

① 非常用ガス処理系排風機
② 非常用ガス再循環系排風機
③ 中央制御室ブースターファン
④ 緊急時対策所非常用送風機
⑤ 中央制御室排気ファン
⑥ ディーゼル室換気系ルーフベントファン

目次

1. 対象機器及び代表機器の選定 1-1
1.1 グループ化の考え方及び結果 1-1
1.2 代表機器の選定 1-1
2. 代表機器の技術評価 1-3
2.1 構造，材料及び使用条件 1-3
2.1.1 非常用ガス再循環系排風機 1-3
2.1.2 中央制御室ブースターファン 1-6
2.1.3 中央制御室排気ファン 1-9
2.1.4 ディーゼル室換気系ルーフベントファン 1-12
2.2 経年劣化事象の抽出 1-15
2.2.1 機器の機能達成に必要な項目 1-15
2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出 1-15
2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象 1-16
2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の評価 1-24
3. 代表機器以外への展開 1-25
3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象 1-25
3.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象 1-25

1. 対象機器及び代表機器の選定

東海第二で使用している主要なファンの主な仕様を表 1-1 に示す。

これらのファンを型式，駆動方式の観点からグループ化し，それぞれのグループより以下のとおり代表機器を選定した。

1.1 グループ化の考え方及び結果

型式及び駆動方式を分類基準とし，表 1-1 に示すとおりグループ化する。

1.2 代表機器の選定

表 1-1 に分類されるグループ毎に，重要度，運転状態，流量，静圧の観点から代表機器を選定する。

(1) 遠心式直結型ファン

このグループには，非常用ガス処理系排風機，非常用ガス再循環系排風機が属するが，重要度，運転状態は同等であることから，流量の大きい非常用ガス再循環系排風機を代表機器とする。

(2) 遠心式直動型ファン

このグループには，中央制御室ブースターファン，緊急時対策所非常用送風機が属するが，重要度の高い中央制御室ブースターファンを代表機器とする。

(3) 軸流式ベルト駆動ファン

このグループには，中央制御室排気ファンのみが属するため，これを代表機器とする。

(4) 軸流式直動型ファン

このグループには，ディーゼル室換気系ルーフベントファンのみが属するため，これを代表機器とする。

表 1-1　ファンのグループ化及び代表機器の選定

分類基準		機器名称	選定基準			選定	選定理由
型式	駆動方式		仕様 流量×静圧 ($m^3/h \times Pa$)	重要度*1	使用条件 運転状態		
遠心式	直結型	非常用ガス処理系排風機*2	3,570×1,500	MS-1 重*3	一時		重要度 運転状態 流量
		非常用ガス再循環系排風機	17,000×5,227	MS-1 重*3	一時	◎	
	直動型	中央制御室ブースターファン*2	5,100×2,110	MS-1 重*3	一時	◎	重要度
		緊急時対策所非常用送風機*2	5,000×5,600	重*3	一時		
軸流式	ベルト駆動	中央制御室排気ファン	3,400×196	MS-1	連続	◎	
	直動型	ディーゼル室換気系ルーフベントファン	71,400×216	MS-1	一時	◎	

◎：代表機器

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

*2：新規に設置される機器

*3：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す

2. 代表機器の技術評価

本章では，1章で代表機器とした以下の4基のファンについて技術評価を実施する。

① 非常用ガス再循環系排風機
② 中央制御室ブースターファン
③ 中央制御室排気ファン
④ ディーゼル室換気系ルーフベントファン

2.1 構造，材料及び使用条件

2.1.1 非常用ガス再循環系排風機

(1) 構造

東海第二の非常用ガス再循環系排風機は，流量17,000 m^3/h，静圧5,227 Paの遠心式ファンであり，2基設置されている。

非常用ガス再循環系排風機は，冷却材喪失事故等の事故時に原子炉建屋内の空気をフィルタユニットを介して循環させるものであり，空気を排風する主軸，羽根車及びモータ，機器を支持するための基礎ボルト等からなる。

また，羽根車及び主軸は，ケーシングボルトを緩め，ケーシングを開放することにより，点検手入れが可能である。

東海第二の非常用ガス再循環系排風機の構造図を図2.1-1に示す。

(2) 材料及び使用条件

東海第二の非常用ガス再循環系排風機主要部位の使用材料を表2.1-1に，使用条件を表2.1-2に示す。

No.	部位
①	主軸
②	モータ（低圧，全閉型）
③	軸継手
④	羽根車
⑤	軸受（ころがり）
⑥	ケーシング
⑦	ケーシングボルト
⑧	ベース
⑨	取付ボルト
⑩	基礎ボルト

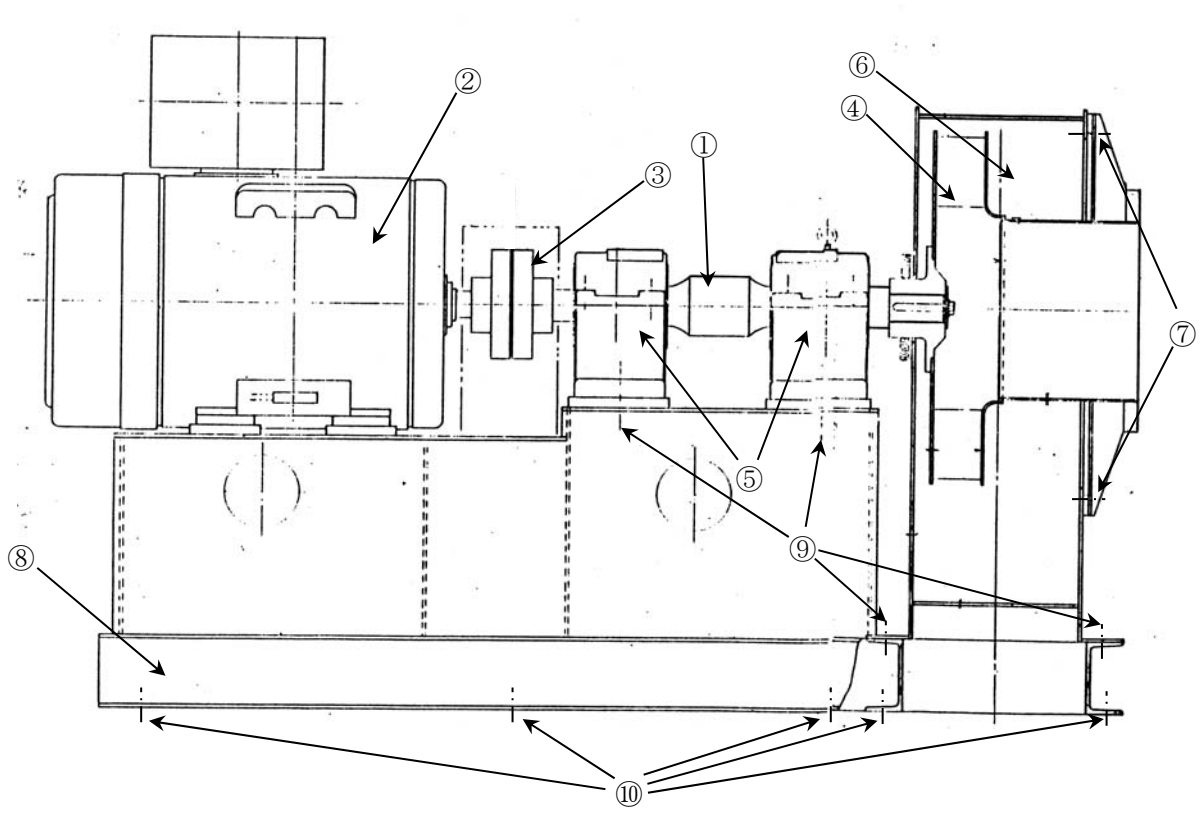


図 2.1-1　非常用ガス再循環系排風機構造図

表 2.1-1　非常用ガス再循環系排風機主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
流量の確保	エネルギー伝達	主軸	炭素鋼
		モータ（低圧，全閉型）	主軸：炭素鋼 固定子コイル及び口出線・接続部品：銅，絶縁物 固定子コア及び回転子コア:電磁鋼 回転子棒，回転子エンドリング：アルミニウム フレーム，エンドブラケット，ファン，ファンカバー，端子箱：圧延鋼板 軸受（ころがり）：（消耗品） 取付ボルト：炭素鋼
		軸継手	鋳鉄
	エネルギー変換	羽根車	炭素鋼
	軸支持	軸受（ころがり）	（消耗品）
バウンダリの維持	流路の形成	ケーシング	炭素鋼
		ケーシングボルト	炭素鋼
機器の支持	支持	ベース	炭素鋼
		取付ボルト	炭素鋼
		基礎ボルト	炭素鋼

表 2.1-2　非常用ガス再循環系排風機の使用条件

流量	17,000 m^3/h
回転速度	3,000 rpm
周囲温度	40 ℃
内部流体	空気
設置場所	屋内

2.1.2 中央制御室ブースターファン

(1) 構造

東海第二の中央制御室ブースターファンは，流量 5,100 m^3/h，静圧 2,110 Pa の遠心式ファンであり，2 基設置される。

中央制御室ブースターファンは，重大事故等の発生時に起動し，中央制御室内の空気をフィルタユニットを介して循環させるものであり，空気を排風する羽根車及びモータ，機器を支持するための基礎ボルト等からなる。

東海第二の中央制御室ブースターファンの構造図を図 2.1-2 に示す。

(2) 材料及び使用条件

東海第二の中央制御室ブースターファン主要部位の使用材料を表 2.1-3 に，使用条件を表 2.1-4 に示す。

No.	部位
①	モータ（低圧，全閉型）
②	羽根車
③	ケーシング
④	ベース
⑤	基礎ボルト

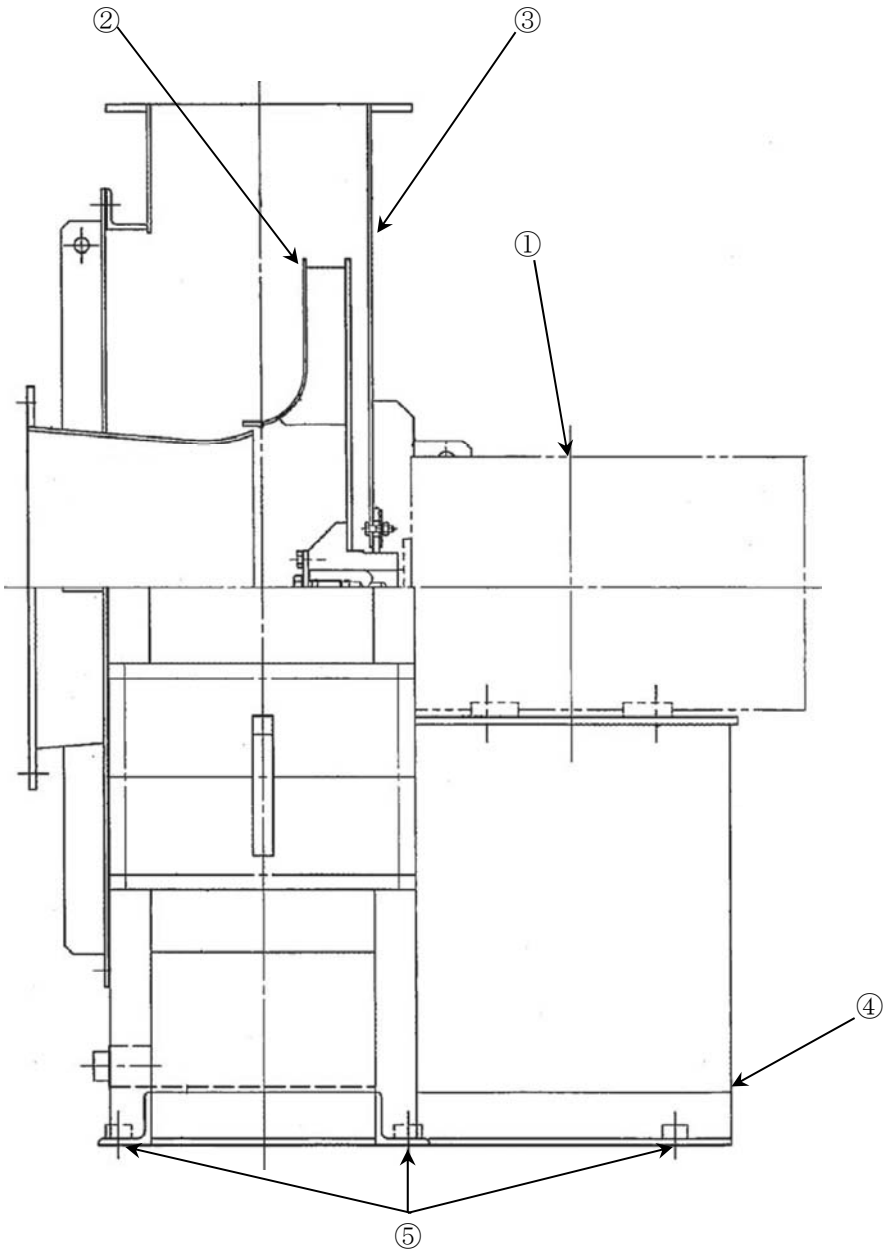


図 2.1-2　中央制御室ブースターファン構造図

表 2.1-3　中央制御室ブースターファン主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
流量の確保	エネルギー伝達	モータ（低圧，全閉型）	主軸：炭素鋼 固定子コイル及び口出線・接続部品：銅，絶縁物 固定子コア及び回転子コア：電磁鋼 回転子棒，回転子エンドリング：アルミニウム フレーム，エンドブラケット，ファン，ファンカバー，端子箱：圧延鋼板 軸受（ころがり）：（消耗品） 取付ボルト：炭素鋼
	エネルギー変換	羽根車	炭素鋼
バウンダリの維持	流路の形成	ケーシング	炭素鋼
機器の支持	支持	ベース	炭素鋼
		基礎ボルト	ステンレス鋼

表 2.1-4　中央制御室ブースターファンの使用条件

流量	5,100 m^3/h
回転速度	1,500 rpm
周囲温度	40 ℃
内部流体	空気
設置場所	屋内

2.1.3 中央制御室排気ファン

(1) 構造

東海第二の中央制御室排気ファンは，流量 3,400 m^3/h，静圧 196 Pa の軸流式ファンであり，1 基設置されている。

中央制御室排気ファンは，中央制御室内を換気するためのものであり，空気を排風する羽根車及びモータ，機器を支持するための取付けボルト等からなる。

また，羽根車は，ケーシングボルトを緩め，ケーシング等を取外すことにより，点検手入れが可能である。

東海第二の中央制御室排気ファンの構造図を図 2.1-3 に示す。

(2) 材料及び使用条件

東海第二の中央制御室排気ファン主要部位の使用材料を表 2.1-5 に，使用条件を表 2.1-6 に示す。

No.	部位
①	主軸
②	モータ（低圧，全閉型）
③	V プーリー
④	V ベルト
⑤	羽根車
⑥	軸受（ころがり）
⑦	ケーシング
⑧	ケーシングボルト
⑨	取付ボルト

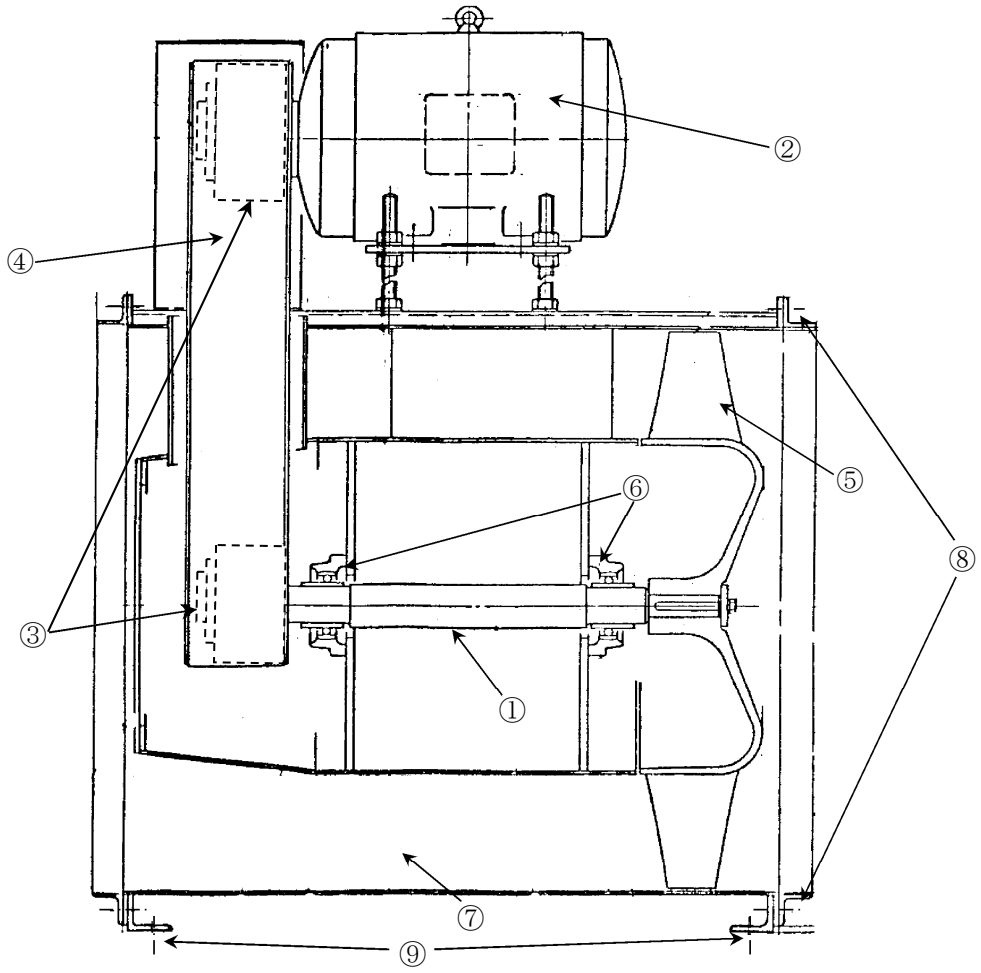


図 2.1-3　中央制御室排気ファン構造図

表 2.1-5　中央制御室排気ファン主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
流量の確保	エネルギー伝達	主軸	炭素鋼
		モータ（低圧，全閉型）	主軸：炭素鋼 固定子コイル及び口出線・接続部品：銅，絶縁物 固定子コア及び回転子コア：電磁鋼 回転子棒，回転子エンドリング：アルミニウム フレーム，エンドブラケット，ファン，ファンカバー，端子箱：圧延鋼板 軸受（ころがり）：（消耗品） 取付ボルト：炭素鋼
		V プーリー	鋳鉄
		V ベルト	（消耗品）
	エネルギー変換	羽根車	アルミニウム合金鋳物
	軸支持	軸受（ころがり）	（消耗品）
バウンダリの維持	流路の形成	ケーシング	炭素鋼
		ケーシングボルト	炭素鋼
機器の支持	支持	取付ボルト	炭素鋼

表 2.1-6　中央制御室排気ファンの使用条件

流量	3,400 m^3/h
回転速度	1,910 rpm
周囲温度	40 ℃
内部流体	空気
設置場所	屋内

2.1.4 ディーゼル室換気系ルーフベントファン

(1) 構造

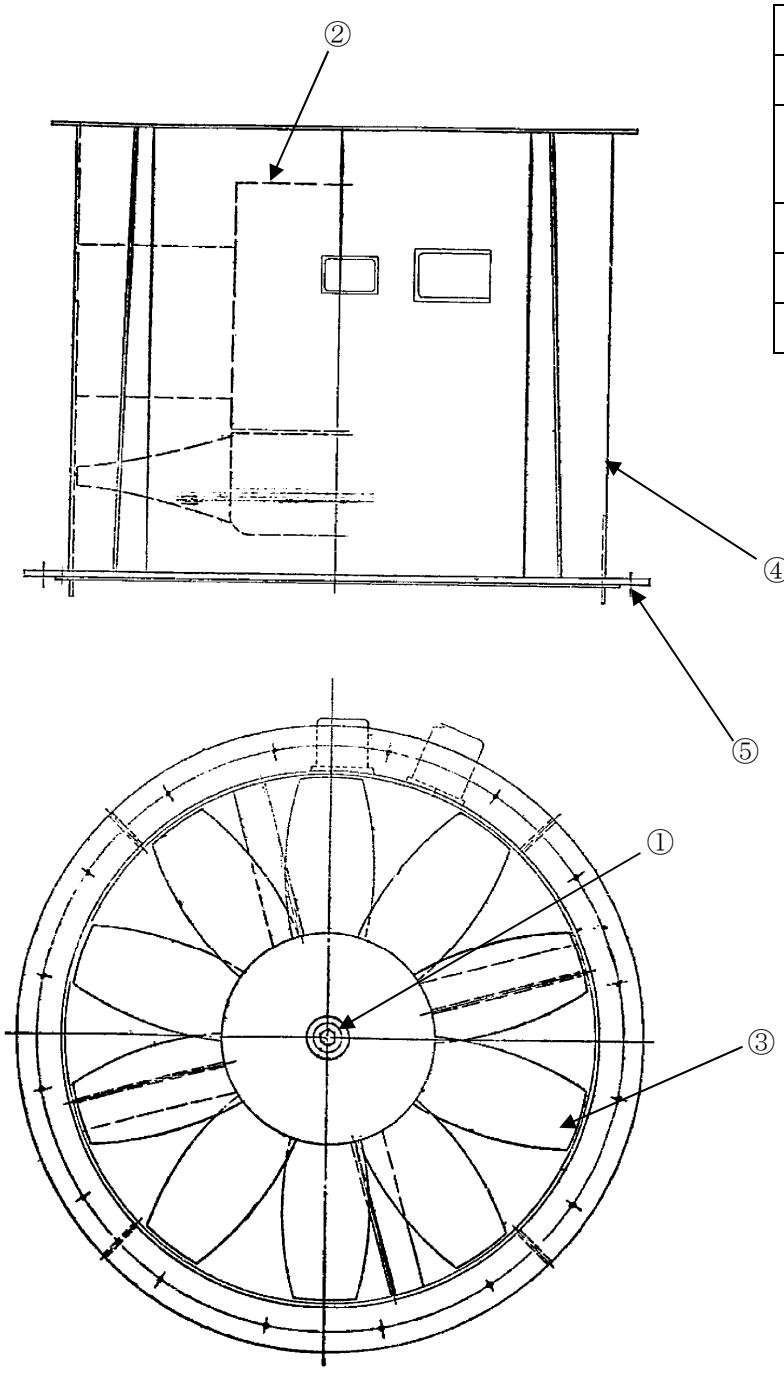
東海第二のディーゼル室換気系ルーフベントファンは，流量 71,400 m^3/h，静圧 216 Pa の軸流式ファンであり，非常用ディーゼル発電機室（2C D/G 室，2D D/G 室，HPCS D/G 室）にそれぞれ 2 基ずつ，計 6 基が設置されている。

ディーゼル室換気系ルーフベントファンは，非常用ディーゼル発電機運転時に室内の冷却を行うものであり，空気を排出する羽根車及びモータ，機器を支持するための取付けボルト等からなる。

東海第二のディーゼル室換気系ルーフベントファンの構造図を図 2.1-4 に示す。

(2) 材料及び使用条件

東海第二のディーゼル室換気系ルーフベントファン主要部位の使用材料を表 2.1-7 に，使用条件を表 2.1-8 に示す。



No.	部位
①	主軸
②	モータ（低圧，全閉型）
③	羽根車
④	ケーシング
⑤	取付ボルト

図 2.1-4　ディーゼル室換気系ルーフベントファン構造図

表 2.1-7　ディーゼル室換気系ルーフベントファン主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
流量の確保	エネルギー伝達	主軸	炭素鋼
		モータ（低圧，全閉型）	主軸：炭素鋼 固定子コイル及び口出線・接続部品：銅，絶縁物 固定子コア及び回転子コア：電磁鋼 回転子棒，回転子エンドリング：アルミニウム フレーム，エンドブラケット，ファン，ファンカバー，端子箱：圧延鋼板 軸受（ころがり）：（消耗品） 取付ボルト：炭素鋼
	エネルギー変換	羽根車	アルミニウム合金鋳物
バウンダリの維持	流路の形成	ケーシング	炭素鋼
機器の支持	支持	取付ボルト	炭素鋼

表 2.1-8　ディーゼル室換気系ルーフベントファンの使用条件

流量	71,400 m^3/h
回転速度	1,000 rpm
周囲温度	45 ℃
内部流体	空気
設置場所	屋外

2.2 経年劣化事象の抽出

2.2.1 機器の機能達成に必要な項目

ファンの機能である送風機能の達成に必要な項目は以下のとおり。

(1) 流量の確保

(2) バウンダリの維持

(3) 機器の支持

2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

(1) 想定される経年劣化事象の抽出

ファンについて機能達成に必要な項目を考慮して主要な部位に展開した上で，個々の部位の材料，構造，使用条件（内部流体の種類，応力，温度等）及び現在までの運転経験を考慮し，表 2.2-1 で示すとおり想定される経年劣化事象を抽出した（表 2.2-1 で○又は△，▲）。

なお，消耗品及び定期取替品は，以下のとおり評価対象外とする。

(2) 消耗品及び定期取替品の扱い

V ベルト，軸受(ころがり)は消耗品であり，設計時に長期使用せず取替を前提としていることから，高経年化対策を見極める上での評価対象外とする。

(3) 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

想定される経年劣化事象のうち下記①，②に該当しない事象を高経年化対策上着目すべき経年劣化事象と判断した。

なお，下記①，②に該当する事象については，2.2.3 項に示すとおり，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断した。

① 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって，想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象として表 2.2-1 で△）

② 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により，今後も経年劣化の進展が考えられない，又は進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外として表 2.2-1 で▲）

この結果，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象として以下の事象が抽出された（表 2.2-1 で○）。

a. モータ（低圧，全閉型）の固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁特性低下［共通］

2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

(1) 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって，想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象）

a. 基礎ボルトの腐食（全面腐食）［非常用ガス再循環系排風機］

基礎ボルトの腐食（全面腐食）については，「機械設備の技術評価書」にて評価を実施するものとし，本評価書には含めていない。

b. 主軸の摩耗［非常用ガス再循環系排風機，中央制御室排気ファン，ディーゼル室換気系ルーフベントファン］

ころがり軸受を使用しているファンでは，軸受と主軸の接触面に僅かな摩耗が生じる可能性があるが，分解点検時の目視点検及び寸法測定において有意な摩耗がないことを確認している。

したがって，主軸の摩耗は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

c. Vプーリーの摩耗［中央制御室排気ファン］

Vプーリーは鋳鉄であり,Vベルトとの接触部が回転により摩耗する可能性があるが，Vベルトは張力管理されており，急激に摩耗が進展する可能性は小さい。

また，分解点検時に目視点検を実施しており，摩耗状況に応じてVプーリーの取替を行うことにより機能を維持している。

したがって,Vプーリーの摩耗は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

d. 主軸の腐食（全面腐食）［非常用ガス再循環系排風機，中央制御室排気ファン，ディーゼル室換気系ルーフベントファン］

主軸は炭素鋼であり，腐食が想定されるが，分解点検時の目視点検において有意な腐食がないことを確認している。

したがって，主軸の腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

e. Vプーリーの腐食（全面腐食）［中央制御室排気ファン］

Vプーリーは鋳鉄であり，腐食が想定されるが，大気接触部は塗装が施されていることから，塗膜が健全であれば腐食が発生する可能性は小さく，目視点検時に必要に応じて補修塗装することにより機能を維持している。

したがって，Vプーリーの腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

f. 軸継手の腐食（全面腐食）［非常用ガス再循環系排風機］

軸継手は鋳鉄であり，腐食が想定されるが，分解点検時の目視点検において有意な腐食がないことを確認している。

したがって，軸継手の腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

g. 羽根車の腐食（全面腐食）［非常用ガス再循環系排風機，中央制御室ブースターファン］

羽根車は炭素鋼であり腐食が想定されるが，分解点検時の目視点検において有意な腐食がないことを確認している。

中央制御室ブースターファンは，新たに設置されることから，今後，点検時に羽根車の目視点検を行い，腐食の有無を確認することにより機能を維持できると考える。

したがって，羽根車の腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

h. ケーシング，ケーシングボルト，取付ボルトの腐食（全面腐食）［共通］

ケーシング，ケーシングボルト，取付ボルトは炭素鋼であり腐食が想定されるが，大気接触部は塗装が施されていることから，塗膜が健全であれば腐食が発生する可能性は小さく，目視点検時に必要に応じて補修塗装することにより機能を維持している。

中央制御室ブースターファンは，新たに設置されることから，今後，点検時に目視点検を行い，必要に応じて補修塗装することにより機能を維持できると考える。

したがって，ケーシング，ケーシングボルト，取付ボルトの腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

i. ベースの腐食（全面腐食）［非常用ガス再循環系排風機，中央制御室ブースターファン］

ベースは炭素鋼であり腐食が想定されるが，大気接触部は塗装が施されていることから，塗膜が健全であれば腐食が発生する可能性は小さく，目視点検時に必要に応じて補修塗装することにより機能を維持している。

中央制御室ブースターファンは，新たに設置されることから，今後，点検時にベースの目視点検を行い，必要に応じて補修塗装することにより機能を維持できると考える。

したがって，ベースの腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

j. 主軸の高サイクル疲労割れ［非常用ガス再循環系排風機，中央制御室排気ファン，ディーゼル室換気系ルーフベントファン］

主軸には，ファン運転時に定常応力と変動応力が発生するため，繰返し応力を受けると疲労が蓄積する可能性があるが，設計段階において高サイクル疲労を起こさないよう考慮されている。

なお，分解点検に目視点検及び浸透探傷検査を実施しており，これまでの目視点検及び浸透探傷検査においても欠陥は認められていない。

今後も使用環境に変化がなく，これらの傾向に変化する要因があるとは考え難い。

したがって，主軸の高サイクル疲労割れは高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

k. 羽根車の腐食（全面腐食）［中央制御室排気ファン，ディーゼル室換気系ルーフベントファン］

羽根車は耐食性に優れたアルミニウム合金鋳物であり，腐食の可能性は小さい。

なお，分解点検時の目視点検により腐食の有無を確認しており，これまでの目視点検結果からも有意な腐食は認められていない。

今後も使用環境に変化がなく，これらの傾向に変化する要因があるとは考え難い。

したがって，羽根車の腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

l. モータ（低圧，全閉型）の主軸の摩耗［共通］

m. モータ（低圧，全閉型）のフレーム，エンドブラケット，ファン，ファンカバー及び端子箱の腐食（全面腐食）［共通］

n. モータ（低圧，全閉型）の固定子コア及び回転子コアの腐食（全面腐食）［共通］

o. モータ（低圧，全閉型）の取付ボルトの腐食（全面腐食）［共通］

p. モータ（低圧，全閉型）の主軸の高サイクル疲労割れ［共通］

以上，l.～p.の評価については「ポンプモータの技術評価書」のうち，低圧ポンプモータと同一であることから，当該評価書を参照のこと。

(2) 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により，今後も経年劣化の進展が考えられない，又は進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外）

a. モータ（低圧，全閉型）の回転子棒及び回転子エンドリングの疲労割れ［共通］

以上，a.の評価については「ポンプモータの技術評価書」のうち，低圧ポンプモータと同一であることから，当該評価書を参照のこと。

表 2.2-1(1/4)　非常用ガス再循環系排風機に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考
					減肉		割れ		材質変化		その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
流量の確保	エネルギー伝達	主軸		炭素鋼	△	△	△*1					*1：高サイクル疲労割れ *2：主軸 *3：フレーム，エンドブラケット，ファン，ファンカバー及び端子箱 *4：固定子コア及び回転子コア *5：取付ボルト *6：主軸の高サイクル疲労割れ *7：回転子棒及び回転子エンドリング *8：固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁特性低下
		モータ（低圧，全閉型）	◎（軸受（ころがり））	銅，絶縁物他	△*2	△*3*4*5	△*6▲*7				○*8	
		軸継手		鋳鉄		△						
	エネルギー変換	羽根車		炭素鋼		△						
	軸支持	軸受（ころがり）	◎	－								
バウンダリの維持	流路の形成	ケーシング		炭素鋼		△						
		ケーシングボルト		炭素鋼		△						
機器の支持	支持	ベース		炭素鋼		△						
		取付ボルト		炭素鋼		△						
		基礎ボルト		炭素鋼		△						

○：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

▲：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象以外）

表 2.2-1(2/4)　中央制御室ブースターファンに想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考
					減肉		割れ		材質変化		その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
流量の確保	エネルギー伝達	モータ（低圧，全閉型）	◎(軸受（ころがり）)	銅，絶縁物他	△*1	△*2*3*4	△*5▲*6				○*7	*1：主軸 *2：フレーム，エンドブラケット，ファン，ファンカバー及び端子箱 *3：固定子コア及び回転子コア *4：取付ボルト *5：主軸の高サイクル疲労割れ *6：回転子棒及び回転子エンドリング *7：固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁特性低下
	エネルギー変換	羽根車		炭素鋼		△						
バウンダリの維持	流路の形成	ケーシング		炭素鋼		△						
機器の支持	支持	ベース		炭素鋼		△						
		基礎ボルト		ステンレス鋼								

○：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

▲：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象以外）

表 2.2-1(3/4)　中央制御室排気ファンに想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考
					減肉		割れ		材質変化		その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
流量の確保	エネルギー伝達	主軸		炭素鋼	△	△	△*1					*1：高サイクル疲労割れ *2：主軸 *3：フレーム，エンドブラケット，ファン，ファンカバー及び端子箱 *4：固定子コア及び回転子コア *5：取付ボルト *6：主軸の高サイクル疲労割れ *7：回転子棒及び回転子エンドリング *8：固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁特性低下
		モータ（低圧，全閉型）	◎（軸受（ころがり））	銅，絶縁物他	△*2	△*3*4*5	△*6▲*7				○*8	
		Vプーリー		鋳鉄	△	△						
		Vベルト	◎	－								
	エネルギー変換	羽根車		アルミニウム合金鋳物		△						
	軸支持	軸受（ころがり）	◎	－								
バウンダリの維持	流路の形成	ケーシング		炭素鋼		△						
		ケーシングボルト		炭素鋼		△						
機器の支持	支持	取付ボルト		炭素鋼		△						

○：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象
△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）
▲：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象以外）

表 2.2-1(4/4)　ディーゼル室換気系ルーフベントファンに想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考
					減肉		割れ		材質変化		その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
流量の確保	エネルギー伝達	主軸		炭素鋼	△	△	△*1					*1：高サイクル疲労割れ *2：主軸 *3：フレーム，エンドブラケット，ファン，ファンカバー及び端子箱 *4：固定子コア及び回転子コア *5：取付ボルト *6：主軸の高サイクル疲労割れ *7：回転子棒及び回転子エンドリング *8：固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁特性低下
		モータ（低圧，全閉型）	◎(軸受（ころがり）)	銅，絶縁物他	△*2	△*3*4*5	△*6▲*7				○*8	
	エネルギー変換	羽根車		アルミニウム合金鋳物		△						
バウンダリの維持	流路の形成	ケーシング		炭素鋼		△						
機器の支持	支持	取付ボルト		炭素鋼		△						

○：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象
△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）
▲：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象以外）

2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の評価

(1) モータ（低圧，全閉型）の固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁特性低下［共通］

モータ（低圧，全閉型）の固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁特性低下に対する「事象の説明」，「技術評価」及び「高経年化への対応」は，「ポンプモータの技術評価書」のうち，低圧ポンプモータと同一であることから，当該評価書を参照のこと。

3. 代表機器以外への展開

本章では 2 章で実施した代表機器の技術評価結果について，1 章で実施したグループ化で代表機器となっていない機器への展開について検討した。

① 非常用ガス処理系排風機
② 緊急時対策所非常用送風機

3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

a. モータ（低圧，全閉型）の固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁特性低下[共通]

代表機器と同様，モータ（低圧，全閉型）の固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁特性低下に対する「事象の説明」，「技術評価」及び「高経年化への対応」は，「ポンプモータの技術評価書」のうち，低圧ポンプモータと同一であることから，当該評価書を参照のこと。

3.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

(1) 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって，想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象）

a. 主軸の摩耗[非常用ガス処理系排風機]

代表機器と同様，ころがり軸受を使用しているファンでは，軸受と主軸の接触面に僅かな摩耗が生じる可能性があるが，非常用ガス処理系排風機は，新たに設置されることから，今後，点検時に主軸の目視点検及び寸法測定を行い，必要に応じて補修を実施することにより機能を維持できると考える。

したがって，主軸の摩耗は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

b. 主軸の腐食（全面腐食）[非常用ガス処理系排風機]

代表機器と同様，主軸は炭素鋼であり腐食が想定されるが，非常用ガス処理系排風機は，新たに設置されることから，今後，点検時に主軸の目視点検を行い，必要に応じて補修を実施することにより機能を維持できると考える。

したがって，主軸の腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

c．羽根車の腐食（全面腐食）［共通］

代表機器と同様，羽根車は炭素鋼であり腐食が想定されるが，非常用ガス処理系排風機，緊急時対策所非常用送風機は，新たに設置されることから，今後，点検時に羽根車の目視点検を行い，必要に応じて補修を実施することにより機能を維持できると考える。

したがって，羽根車の腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

d．ケーシング，ケーシングボルト，取付ボルトの腐食（全面腐食）［共通］

代表機器と同様，ケーシング，ケーシングボルト，取付ボルトは炭素鋼であり腐食が想定されるが，大気接触部に塗装が施されており，塗膜が健全であれば腐食が発生する可能性は小さい。

非常用ガス処理系排風機，緊急時対策所非常用送風機は，新たに設置されることから，今後，点検時に目視点検を行い，必要に応じて補修塗装することにより機能を維持できると考える。

したがって，ケーシング，ケーシングボルト，取付ボルトの腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

e．ベースの腐食（全面腐食）［共通］

代表機器と同様，ベースは炭素鋼であり腐食が想定されるが，大気接触部に塗装が施されており，塗膜が健全であれば腐食が発生する可能性は小さい。

非常用ガス処理系排風機，緊急時対策所非常用送風機は，新たに設置されることから，今後，点検時にベースの目視点検を行い，必要に応じて補修塗装することにより機能を維持できると考える。

したがって，ベースの腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

f．主軸の高サイクル疲労割れ［非常用ガス処理系排風機］

代表機器と同様，主軸には，ファン運転時に定常応力と変動応力が発生するため，繰返し応力を受けると疲労が蓄積する可能性があるが，設計段階において高サイクル疲労を起こさないよう考慮されている。

なお，非常用ガス処理系排風機は，新たに設置されることから，今後，点検時に主軸の目視点検及び浸透探傷検査を行い，欠陥の有無を確認することにより機能を維持できると考える。

したがって，主軸の高サイクル疲労割れは高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

g. モータ（低圧，全閉型）の主軸の摩耗[共通]

h. モータ（低圧，全閉型）のフレーム，エンドブラケット，ファン，ファンカバー及び端子箱の腐食（全面腐食）[共通]

i. モータ（低圧，全閉型）の固定子コア及び回転子コアの腐食（全面腐食）[共通]

j. モータ（低圧，全閉型）の取付ボルトの腐食（全面腐食）[共通]

k. モータ（低圧，全閉型）の主軸の高サイクル疲労割れ[共通]

以上，g.～k.の評価については「ポンプモータの技術評価書」のうち，低圧ポンプモータと同一であることから，当該評価書を参照のこと。

(2) 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により，今後も経年劣化の進展が考えられない，又は進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外）

a. モータ（低圧，全閉型）の回転子棒及び回転子エンドリングの疲労割れ[共通]

以上，a.の評価については「ポンプモータの技術評価書」のうち，低圧ポンプモータと同一であることから，当該評価書を参照のこと。

2. 空調機

［対象空調機］

① 高圧炉心スプレイ系ポンプ室空調機
② 低圧炉心スプレイ系ポンプ室空調機
③ 残留熱除去系ポンプ室空調機
④ 中央制御室エアハンドリングユニットファン

目次

1. 対象機器及び代表機器の選定 2-1
1.1 グループ化の考え方及び結果 2-1
1.2 代表機器の選定 2-1
2. 代表機器の技術評価 2-3
2.1 構造，材料及び使用条件 2-3
2.1.1 残留熱除去系ポンプ室空調機 2-3
2.1.2 中央制御室エアハンドリングユニットファン 2-6
2.2 経年劣化事象の抽出 2-9
2.2.1 機器の機能達成に必要な項目 2-9
2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出 2-9
2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象 2-11
2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の評価 2-17
3. 代表機器以外への展開 2-18
3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象 2-18
3.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象 2-18

1. 対象機器及び代表機器の選定

東海第二で使用している主要な空調機の主な仕様を表 1-1 に示す。

これらの空調機を流体（冷却コイル内部流体）の観点からグループ化し，それぞれのグループより以下のとおり代表機器を選定した。

1.1 グループ化の考え方及び結果

空調機冷却コイルの内部流体を分類基準とし，表 1-1 に示すとおりグループ化する。

1.2 代表機器の選定

表 1-1 に分類されるグループ毎に，重要度，運転状態，流量，静圧の観点から代表機器を選定する。

(1) 海水冷却コイル空調機

このグループには，高圧炉心スプレイ系ポンプ室空調機，低圧炉心スプレイ系ポンプ室空調機及び残留熱除去系ポンプ室空調機が属するが，重要度は同じであることから，運転状態の厳しい残留熱除去系ポンプ室空調機を代表機器とする。

(2) 純水冷却コイル空調機

このグループには，中央制御室エアハンドリングユニットファンのみが属するため，同空調機を代表機器とする。

表 1-1　空調機のグループ化及び代表機器の選定

分類基準	機器名称	選定基準			選定	選定理由
内部流体[*1]		仕様	重要度[*2]	使用条件		
		流量×静圧 (m^3/h×Pa)		運転状態		
海水	高圧炉心スプレイ系ポンプ室空調機	11,800×490	MS-1	一時 (1 回/月)		重要度 運転状態
	低圧炉心スプレイ系ポンプ室空調機	11,800×490	MS-1	一時 (1 回/月)		
	残留熱除去系ポンプ室空調機	6,800×340	MS-1	一時[*3]	◎	
純水	中央制御室エアハンドリングユニットファン[*4]	42,500×1,560	MS-1 重[*5]	連続	◎	

◎：代表機器

*1：冷却コイル内部流体を示す

*2：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

*3：1 回/月（残留熱除去系 B,C ポンプ室）及び 2 回/月（残留熱除去系 A ポンプ室）

*4：新規に設置される機器

*5：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す

2. 代表機器の技術評価

本章では1章で代表機器とした以下の空調機について技術評価を実施する。

① 残留熱除去系ポンプ室空調機

② 中央制御室エアハンドリングユニットファン

2.1 構造，材料及び使用条件

2.1.1 残留熱除去系ポンプ室空調機

(1) 構造

東海第二の残留熱除去系ポンプ室空調機は，残留熱除去系ポンプ室の冷却を行うもので，流量6,800 m^3/h，回転速度1,500 rpmの空調機であり，3基設置されている。

残留熱除去系ポンプ室空調機は，空気を送風するモータ，羽根車，空気を冷却する冷却コイル及び機器を支持するための基礎ボルト等から構成されている。冷却コイルの内部流体は海水であり，水室，管板内部には，冷却コイルの腐食を防止するための防食板が設置されている。

また，当該空調機は，冷却コイルのろう付け部に腐食が確認されたことから，2001年度～2003年度に健全性向上のため，ろう付けを使用しない水室型の冷却コイルをもつ空調機へ一式交換を行っている。

なお，羽根車はケーシングボルトを取外すことで点検手入れが可能である。冷却コイル，水室，管板は冷却コイルボルトを取外すことで点検手入れが可能である。

東海第二の残留熱除去系ポンプ室空調機の構造図を図2.1-1に示す。

(2) 材料及び使用条件

東海第二の残留熱除去系ポンプ室空調機主要部位の使用材料を表2.1-1に，使用条件を表2.1-2に示す。

No.	部位
①	モータ（低圧，全閉型）
②	羽根車
③	ケーシング
④	ケーシングボルト
⑤	冷却コイル
⑥	水室
⑦	管板
⑧	冷却コイルボルト
⑨	防食板
⑩	ベース
⑪	取付ボルト
⑫	基礎ボルト

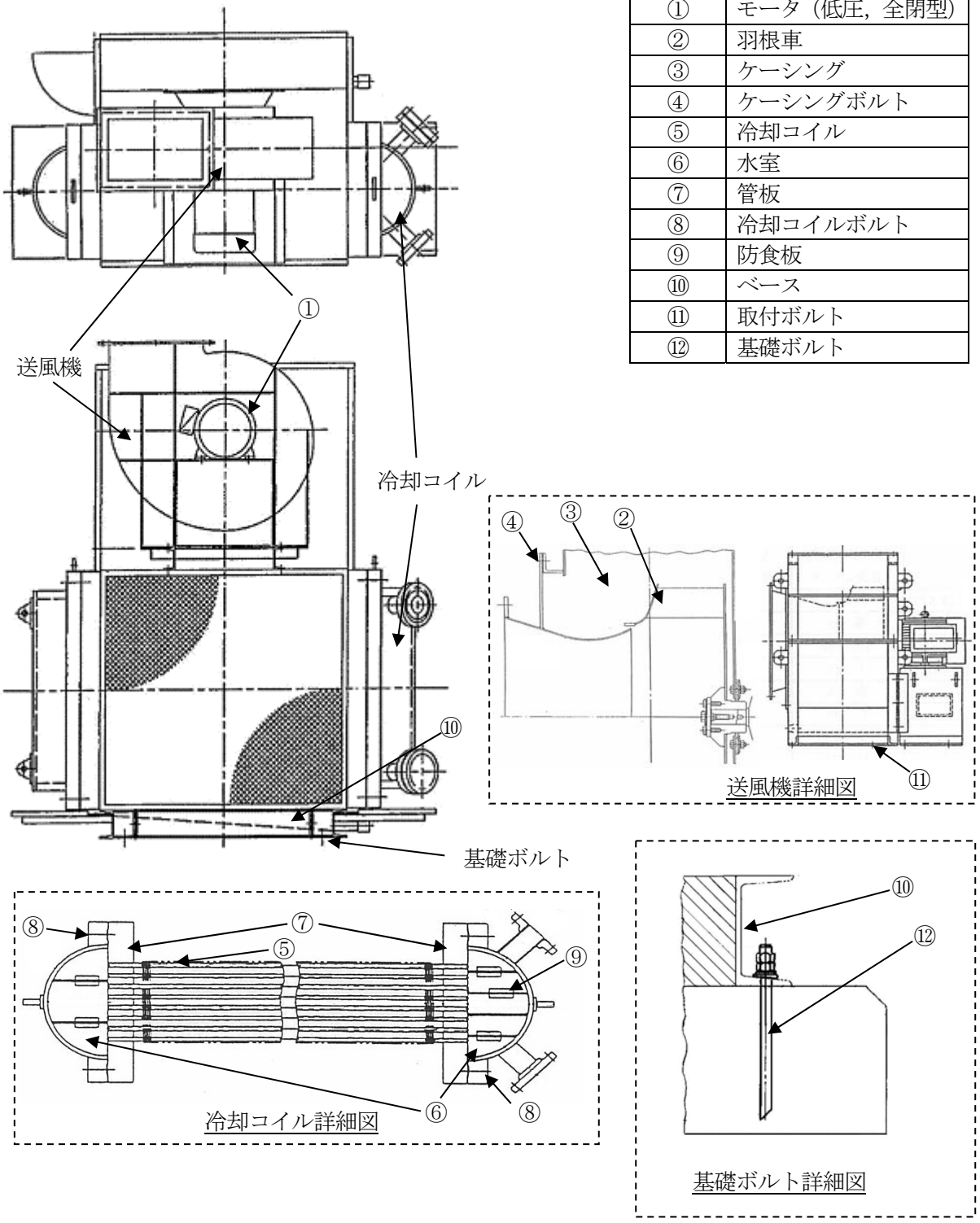


図 2.1-1　残留熱除去系ポンプ室空調機構造図

表 2.1-1　残留熱除去系ポンプ室空調機主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
流量の確保	エネルギー伝達	モータ（低圧，全閉型）	主軸：炭素鋼 固定子コイル及び口出線・接続部品：銅，絶縁物 固定子コア及び回転子コア：電磁鋼 回転子棒，回転子エンドリング：アルミニウム フレーム，エンドブラケット，ファン，ファンカバー，端子箱：圧延鋼板 軸受（ころがり）：（消耗品）
	エネルギー変換	羽根車	炭素鋼
バウンダリの維持	流路の形成	ケーシング	炭素鋼
		ケーシングボルト	炭素鋼
冷却機能の確保	空気冷却	冷却コイル	銅合金
		水室	銅合金
		管板	銅合金
		冷却コイルボルト	低合金鋼及び炭素鋼
		防食板	（消耗品）
機器の支持	支持	ベース	炭素鋼
		取付ボルト	炭素鋼
		基礎ボルト	炭素鋼，樹脂

表 2.1-2　残留熱除去系ポンプ室空調機の使用条件

流量	6,800 m^3/h
周囲温度	40 ℃
回転速度	1,500 rpm
内部流体	空気（送風機）， 海水（冷却コイル）
設置場所	屋内

2.1.2 中央制御室エアハンドリングユニットファン

(1) 構造

東海第二の中央制御室エアハンドリングユニットファンは，中央制御室の冷却を行うもので，流量 42,500 m^3/h，回転速度 1,500 rpm の空調機であり，2 基設置されている。

中央制御室エアハンドリングユニットファンは，空気を送風するモータ，羽根車，空気を冷却する冷却コイル及び機器を支持するための基礎ボルト等から構成され，冷却コイルの内部流体は純水である。

東海第二の中央制御室エアハンドリングユニットファンの構造図を図 2.1-2 に示す。

(2) 材料及び使用条件

東海第二の中央制御室エアハンドリングユニットファン主要部位の使用材料を表 2.1-3 に，使用条件を表 2.1-4 に示す。

No.	部位
①	主軸
②	モータ（低圧，全閉型）
③	軸継手
④	羽根車
⑤	軸受（ころがり）
⑥	ケーシング（ユニット）
⑦	ケーシング（送風機）
⑧	フィルタ
⑨	冷却コイル
⑩	基礎ボルト

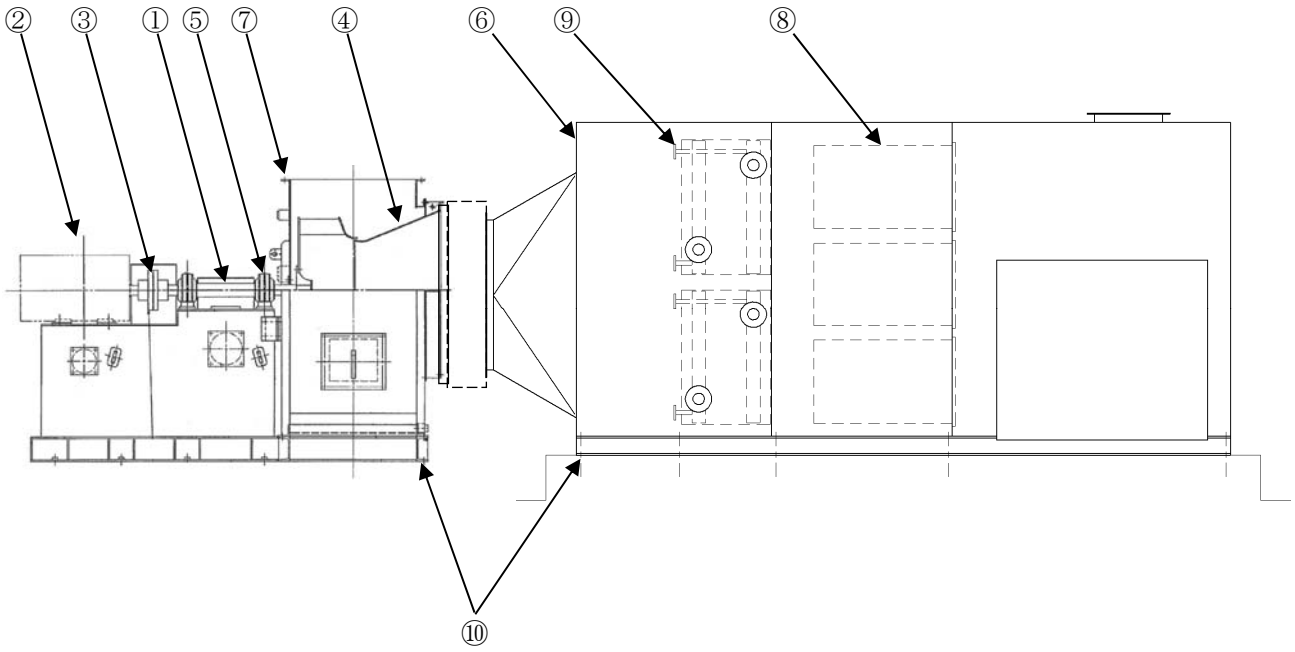


図 2.1-2　中央制御室エアハンドリングユニットファン構造図

表 2.1-3　中央制御室エアハンドリングユニットファン主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
流量の確保	エネルギー伝達	主軸	炭素鋼
		モータ（低圧，全閉型）	主軸：炭素鋼 固定子コイル及び口出線・接続部品：銅，絶縁物 固定子コア及び回転子コア：電磁鋼 回転子棒，回転子エンドリング：アルミニウム フレーム，エンドブラケット，ファン，ファンカバー，端子箱：圧延鋼板 軸受（ころがり）：（消耗品）
		軸継手	炭素鋼
	エネルギー変換	羽根車	炭素鋼
	軸支持	軸受（ころがり）	（消耗品）
バウンダリの維持	流路の形成	ケーシング（ユニット）	炭素鋼（亜鉛メッキ）
		ケーシング（送風機）	炭素鋼
空気浄化機能の確保	粉塵捕集	フィルタ	（消耗品）
冷却機能の確保	空気冷却	冷却コイル	銅
機器の支持	支持	基礎ボルト	ステンレス鋼

表 2.1-4　中央制御室エアハンドリングユニットファンの使用条件

流量	42,500 m^3/h
周囲温度	40 ℃
回転速度	1,500 rpm
内部流体	空気（送風機） 純水（冷却コイル）
設置場所	屋内

2.2 経年劣化事象の抽出

2.2.1 機器の機能達成に必要な項目

空調機の機能である送風機能，空気調和機能及び冷却機能の達成に必要な項目は以下のとおり。

(1) 流量の確保

(2) バウンダリの維持

(3) 空気浄化機能の確保（中央制御室エアハンドリングユニットファンのみ）

(4) 冷却機能の確保

(5) 機器の支持

2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

(1) 想定される経年劣化事象の抽出

空調機について機能達成に必要な項目を考慮して主要な部位に展開した上で，個々の部位の材料，構造，使用条件（内部流体の種類，流量，温度等）及び現在までの運転経験を考慮し，表 2.2-1 で示すとおり想定される経年劣化事象を抽出した（表 2.2-1 で○又は△，▲）。

なお，消耗品及び定期取替品は，以下のとおり評価対象外とする。

(2) 消耗品及び定期取替品の扱い

軸受（ころがり），フィルタ，防食板は消耗品であり，設計時に長期使用せず取替を前提としていることから，高経年化対策を見極める上での評価対象外とする。

(3) 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

想定される経年劣化事象のうち下記①，②に該当しない事象を高経年化対策上着目すべき経年劣化事象と判断した。

なお，下記①，②に該当する事象については，2.2.3 項に示すとおり，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断した。

① 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって，想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象として表 2.2-1 で△）

② 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により，今後も経年劣化の進展が考えられない，又は進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外として表 2.2-1 で▲）

この結果，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象として以下の事象が抽出された（表 2.2-1 で○）。

a. モータ（低圧，全閉型）の固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁特性低下［共通］

2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

(1) 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって，想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象）

a. 基礎ボルトの腐食（全面腐食）［残留熱除去系ポンプ室空調機］

基礎ボルトの腐食（全面腐食）については，「機械設備の技術評価書」にて評価を実施するものとし，本評価書には含めていない。

b. ケーシングの腐食（全面腐食）［共通］

ケーシングは炭素鋼であり腐食が想定されるが，大気接触部は亜鉛メッキ又は塗装が施されていることから，塗膜が健全であれば腐食が発生する可能性は小さく，目視点検時に必要に応じて補修塗装することにより機能を維持している。

中央制御室エアハンドリングユニットファンは，新たに設置されることから，今後，点検時にケーシングの目視点検を行い，必要に応じて補修塗装することにより機能を維持できると考える。

したがって，ケーシングの腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

c. 軸継手の腐食（全面腐食）［中央制御室エアハンドリングユニットファン］

軸継手は炭素鋼であり，腐食が想定されるが，中央制御室エアハンドリングユニットファンは，新たに設置されることから，今後，点検時に軸継手の目視点検を行い，必要に応じて補修することにより機能を維持できると考える。

したがって，軸継手の腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

d. 羽根車の腐食（全面腐食）［共通］

羽根車は炭素鋼であり腐食が想定されるが，分解点検時の目視点検において有意な腐食がないことを確認している。

なお，中央制御室エアハンドリングユニットファンは，新たに設置されることから，今後，点検時に羽根車の目視点検を行い，必要に応じて補修を実施することにより機能を維持できると考える。

したがって，羽根車の腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

e. ケーシングボルト，水室（外面），管板（外面），冷却コイルボルト，ベース，取付ボルトの腐食（全面腐食）［残留熱除去系ポンプ室空調機］

ケーシングボルト，水室（外面），管板（外面），冷却コイルボルト，ベース，取付ボルトは炭素鋼，低合金鋼又は銅合金であり腐食が想定されるが，大気接触部は塗装が施されていることから，塗膜が健全であれば腐食が発生する可能性は小さく，目視点検時に必要に応じて補修塗装することにより機能を維持している。

したがって，ケーシングボルト，水室（外面），管板（外面），冷却コイルボルト，ベース，取付ボルトの腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

f. 冷却コイルの異物付着［残留熱除去系ポンプ室空調機］

残留熱除去系ポンプ室空調機の冷却コイル内部流体は海水であることから，冷却コイルに異物が付着し，伝熱性能に影響を及ぼす可能性があるが，開放点検時に冷却コイル内の清掃を実施することにより，機能を維持している。

また，外面についても，流体は空気であり，異物付着の可能性は少ない。

したがって，冷却コイルの異物付着は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

g. 主軸の腐食（全面腐食）［中央制御室エアハンドリングユニットファン］

主軸は炭素鋼であり，腐食が想定されるが，中央制御室エアハンドリングユニットファンは，新たに設置されることから，今後，点検時に主軸の目視点検を行い，必要に応じて補修を実施することにより機能を維持できると考える。

したがって，主軸の腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

h. 主軸の摩耗［中央制御室エアハンドリングユニットファン］

ころがり軸受を使用している送風機の主軸においては，軸受と主軸の接触面に僅かな摩耗が生じる可能性があるが，中央制御室エアハンドリングユニットファンは，新たに設置されることから，今後，点検時に主軸の目視点検及び寸法測定を行い，必要に応じて補修を実施することにより機能を維持できると考える。

したがって，主軸の摩耗は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

i. 水室（内面），管板（内面），冷却コイルの腐食（全面腐食）［残留熱除去系ポンプ室空調機］

水室（内面），管板（内面），冷却コイルは海水に接液することから腐食発生が想定されるが，海水に対する耐食性を有する銅合金であり，かつ防食板を設置していることから，腐食が急速に進行する可能性は小さい。

なお，開放点検時に目視点検を実施しており，これまでに有意な腐食は認められていない。

今後も使用環境に変化がなく，これらの傾向に変化する要因があるとは考え難い。

したがって，水室（内面），管板（内面），冷却コイルの腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

j. 主軸の高サイクル疲労割れ［中央制御室エアハンドリングユニットファン］

主軸には，送風機運転時に定常応力と変動応力が発生するため，繰返し応力を受けると疲労が蓄積する可能性がある。

しかし，設計段階において高サイクル疲労を起こさないよう考慮されている。

中央制御室エアハンドリングユニットファンは，新たに設置されることから，今後，点検時に主軸の目視点検を行い，必要に応じて補修を実施することにより機能を維持できると考える。

したがって，主軸の高サイクル疲労割れは高経年対策化上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

k. モータ（低圧，全閉型）の主軸の摩耗［共通］

l. モータ（低圧，全閉型）のフレーム，エンドブラケット，ファン，ファンカバー及び端子箱の腐食（全面腐食）［共通］

m. モータ（低圧，全閉型）の固定子コア及び回転子コアの腐食（全面腐食）［共通］

n. モータ（低圧，全閉型）の取付ボルトの腐食（全面腐食）［共通］

o. モータ（低圧，全閉型）の主軸の高サイクル疲労割れ［共通］

以上，k.～o.の評価については「ポンプモータの技術評価書」のうち，低圧ポンプモータと同一であることから，当該評価書を参照のこと。

(2) 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により，今後も経年劣化の進展が考えられない，又は進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外）

a. 基礎ボルトの樹脂の劣化（後打ちケミカルアンカ）［残留熱除去系ポンプ室空調機］

基礎ボルトの健全性については，「機械設備の技術評価書」にて評価を実施するものとし，本評価書には含めていない。

b. 冷却コイルの腐食（全面腐食）［中央制御室エアハンドリングユニットファン］

新たに設置される中央制御室エアハンドリングユニットファンの冷却コイルは耐食性を有する銅であり，コイル内面は内部流体が水質管理された純水であることから，腐食進行の可能性はない。

したがって，冷却コイルの腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

c. 冷却コイルの異物付着［中央制御室エアハンドリングユニットファン］

新たに設置される中央制御室エアハンドリングユニットファンの冷却コイルの内部流体は，水質管理された純水であり，異物付着の可能性はない。

したがって，冷却コイルの異物付着は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

d. モータ（低圧，全閉型）の回転子棒及び回転子エンドリングの疲労割れ［共通］

以上，d.の評価については「ポンプモータの技術評価書」のうち，低圧ポンプモータと同一であることから，当該評価書を参照のこと。

表 2.2-1（1/2）残留熱除去系ポンプ室空調機に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考
					減肉		割れ		材質変化		その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
流量の確保	エネルギー伝達	モータ（低圧，全閉型）	◎(軸受(ころがり))	銅，絶縁物他	△*1	△*2*3*4	△*5▲*6				○*7	*1：主軸 *2：フレーム，エンドブラケット，ファン，ファンカバー及び端子箱 *3：固定子コア及び回転子コア *4：取付ボルト *5：主軸の高サイクル疲労割れ *6：回転子棒及び回転子エンドリング *7：固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁特性低下 *8：異物付着 *9：外面 *10：内面 *11：樹脂の劣化
	エネルギー変換	羽根車		炭素鋼		△						
バウンダリの維持	流路の形成	ケーシング		炭素鋼		△						
		ケーシングボルト		炭素鋼		△						
冷却機能の確保	空気冷却	冷却コイル		銅合金		△					△*8	
		水室		銅合金		△*9*10						
		管板		銅合金		△*9*10						
		冷却コイルボルト		低合金鋼及び炭素鋼		△						
		防食板	◎	－								
機器の支持	支持	ベース		炭素鋼		△						
		取付ボルト		炭素鋼		△						
		基礎ボルト		炭素鋼，樹脂		△				▲*11		

○：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象でない事象（日常劣化管理事象）

▲：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象でない事象（日常劣化管理事象以外）

表 2.2-1（2/2）中央制御室エアハンドリングユニットファンに想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考
					減肉		割れ		材質変化		その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
流量の確保	エネルギー伝達	主軸		炭素鋼	△	△	△*1					*1：高サイクル疲労割れ *2：主軸 *3：フレーム，エンドブラケット，ファン，ファンカバー及び端子箱 *4：固定子コア及び回転子コア *5：取付ボルト *6：主軸の高サイクル疲労割れ *7：回転子棒及び回転子エンドリング *8：固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁特性低下 *9：異物付着
		モータ（低圧，全閉型）	◎(軸受（ころがり）)	銅，絶縁物他	△*2	△*3*4*5	△*6▲*7				○*8	
		軸継手		炭素鋼		△						
	エネルギー変換	羽根車		炭素鋼		△						
	軸支持	軸受（ころがり）	◎	－								
バウンダリの維持	流路の形成	ケーシング（ユニット）		炭素鋼（亜鉛メッキ）		△						
		ケーシング（送風機）		炭素鋼		△						
空気浄化機能の確保	粉塵捕集	フィルタ	◎	－								
冷却機能の確保	空気冷却	冷却コイル		銅		▲					▲*9	
機器の支持	支持	基礎ボルト		ステンレス鋼								

○：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象でない事象（日常劣化管理事象）

▲：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象でない事象（日常劣化管理事象以外）

2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の評価

(1) モータ（低圧，全閉型）の固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁特性低下［共通］

モータ（低圧，全閉型）の固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁特性低下に対する「事象の説明」，「技術評価」及び「高経年化への対応」は，「ポンプモータの技術評価書」のうち，低圧ポンプモータと同一であることから，当該評価書を参照のこと。

3. 代表機器以外への展開

本章では 2 章で実施した代表機器の技術評価結果について，1 章で実施したグループ化で代表機器となっていない機器への展開について検討した。

① 高圧炉心スプレイ系ポンプ室空調機

② 低圧炉心スプレイ系ポンプ室空調機

3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

a. モータ（低圧，全閉型）の固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁特性低下［共通］

代表機器と同様，モータ（低圧，全閉型）の固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁特性低下に対する「事象の説明」，「技術評価」及び「高経年化への対応」は，「ポンプモータの技術評価書」のうち，低圧ポンプモータと同一であることから，当該評価書を参照のこと。

3.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

(1) 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって，想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象）

a. 基礎ボルトの腐食（全面腐食）［高圧炉心スプレイ系ポンプ室空調機，低圧炉心スプレイ系ポンプ室空調機］

基礎ボルトの腐食（全面腐食）については，「機械設備の技術評価書」にて評価を実施するものとし，本評価書には含めていない。

b. ケーシングの腐食（全面腐食）［共通］

代表機器と同様，ケーシングは炭素鋼であり腐食が想定されるが，大気接触部は塗装が施されていることから，塗膜が健全であれば腐食が発生する可能性は小さく，目視点検時に必要に応じて補修塗装することにより機能を維持している。

したがって，ケーシングの腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

c. 羽根車の腐食（全面腐食）［共通］

代表機器と同様，羽根車は炭素鋼であり腐食が想定されるが，大気接触部は塗装が施されていることから，塗膜が健全であれば腐食が発生する可能性は小さく，目視点検時に必要に応じて補修塗装することにより機能を維持している。

したがって，羽根車の腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

d. ケーシングボルト，水室（外面），管板（外面），冷却コイルボルト，ベース，取付ボルトの腐食（全面腐食）［共通］

代表機器と同様，ケーシングボルト，水室（外面），管板（外面），冷却コイルボルト，ベース，取付ボルトは炭素鋼，低合金鋼又は銅合金であり腐食が想定されるが，大気接触部は塗装が施されていることから，塗膜が健全であれば腐食が発生する可能性は小さく，目視点検時に必要に応じて補修塗装することにより機能を維持している。

したがって，ケーシングボルト，水室（外面），管板（外面），冷却コイルボルト，ベース，取付ボルトの腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

e. 冷却コイルの異物付着［共通］

代表機器と同様，冷却コイル内部流体は海水であることから，冷却コイルに異物が付着し伝熱性能に影響を及ぼす可能性があるが，開放点検時に冷却コイル内の清掃を実施することにより，機能を維持している。

また，冷却コイルの外面についても，流体は空気であり，異物付着の可能性は少ない。

したがって，冷却コイルの異物付着は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

f. 水室（内面），管板（内面），冷却コイルの腐食（全面腐食）［共通］

代表機器と同様，水室（内面），管板（内面），冷却コイルは海水に接液することから腐食発生が想定されるが，海水に対する耐食性を有する銅合金であり，かつ防食板を設置していることから，腐食が急速に進行する可能性は小さい。

なお，開放点検時に目視点検を実施しており，これまでに有意な腐食は認められていない。

今後も使用環境に変化がなく，これらの傾向に変化する要因があるとは考え難い。

したがって，水室（内面），管板（内面），冷却コイルの腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

g. モータ（低圧，全閉型）の主軸の摩耗［共通］

h. モータ（低圧，全閉型）のフレーム，エンドブラケット，ファン，ファンカバー及び端子箱の腐食（全面腐食）［共通］

i. モータ（低圧，全閉型）の固定子コア及び回転子コアの腐食（全面腐食）［共通］

j. モータ（低圧，全閉型）の取付ボルトの腐食（全面腐食）［共通］

k. モータ（低圧，全閉型）の主軸の高サイクル疲労割れ［共通］

以上，g.～k.の評価については「ポンプモータの技術評価書」のうち，低圧ポンプモータと同一であることから，当該評価書を参照のこと。

(2) 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により，今後も経年劣化の進展が考えられない，又は進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外）

a. 基礎ボルトの樹脂の劣化（後打ちケミカルアンカ）［高圧炉心スプレイ系ポンプ室空調機，低圧炉心スプレイ系ポンプ室空調機］

基礎ボルトの健全性については，「機械設備の技術評価書」にて評価を実施するものとし，本評価書には含めていない。

b. モータ（低圧，全閉型）の回転子棒及び回転子エンドリングの疲労割れ［共通］

以上，b.の評価については「ポンプモータの技術評価書」のうち，低圧ポンプモータと同一であることから，当該評価書を参照のこと。

3. 冷凍機

［対象冷凍機］

① 中央制御室チラーユニット

目次

1. 対象機器 3-1
2. 冷凍機の技術評価..... 3-2
2.1 構造，材料及び使用条件..... 3-2
2.2 経年劣化事象の抽出..... 3-9
2.2.1 機器の機能達成に必要な項目..... 3-9
2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出..... 3-9
2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象..... 3-11
2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の評価..... 3-20

1. 対象機器

東海第二で使用している主要な冷凍機の主な仕様を表 1-1 に示す。

表 1-1　冷凍機の主な仕様

型式	機器名称	仕様 冷却能力（W）	重要度	使用条件 運転状態
スクリュー式	中央制御室 チラーユニット	210,000	MS-1	連続

2. 冷凍機の技術評価

2.1 構造，材料及び使用条件

(1) 構造

東海第二の中央制御室チラーユニットは，外気を冷却源とする冷却能力 210,000 W のスクリュー式冷凍機であり，2 基設置されている。

チラーユニットは，圧縮機，凝縮器，蒸発器，配管・弁及び冷水ポンプ等で構成される。

また，圧縮機はケーシングを開放することにより，点検手入れが可能である。

なお，1995 年度から 1996 年度に中央制御室換気系の機能維持を目的に，冷凍機（冷水ポンプを除く）の取替を実施している。

東海第二の中央制御室チラーユニットの系統図を図 2.1-1 に，構造図を図 2.1-2 に，圧縮機の構造図を図 2.1-3 に，冷水ポンプの構造図を図 2.1-4 に示す。

(2) 材料及び使用条件

東海第二の中央制御室チラーユニット主要部位の使用材料を表 2.1-1 に，使用条件を表 2.1-2 に示す。

No.	部位
①	圧縮機
②	膨張弁
③	制御用電磁弁
④	凝縮器
⑤	蒸発器
⑥	冷水ポンプ及びモータ

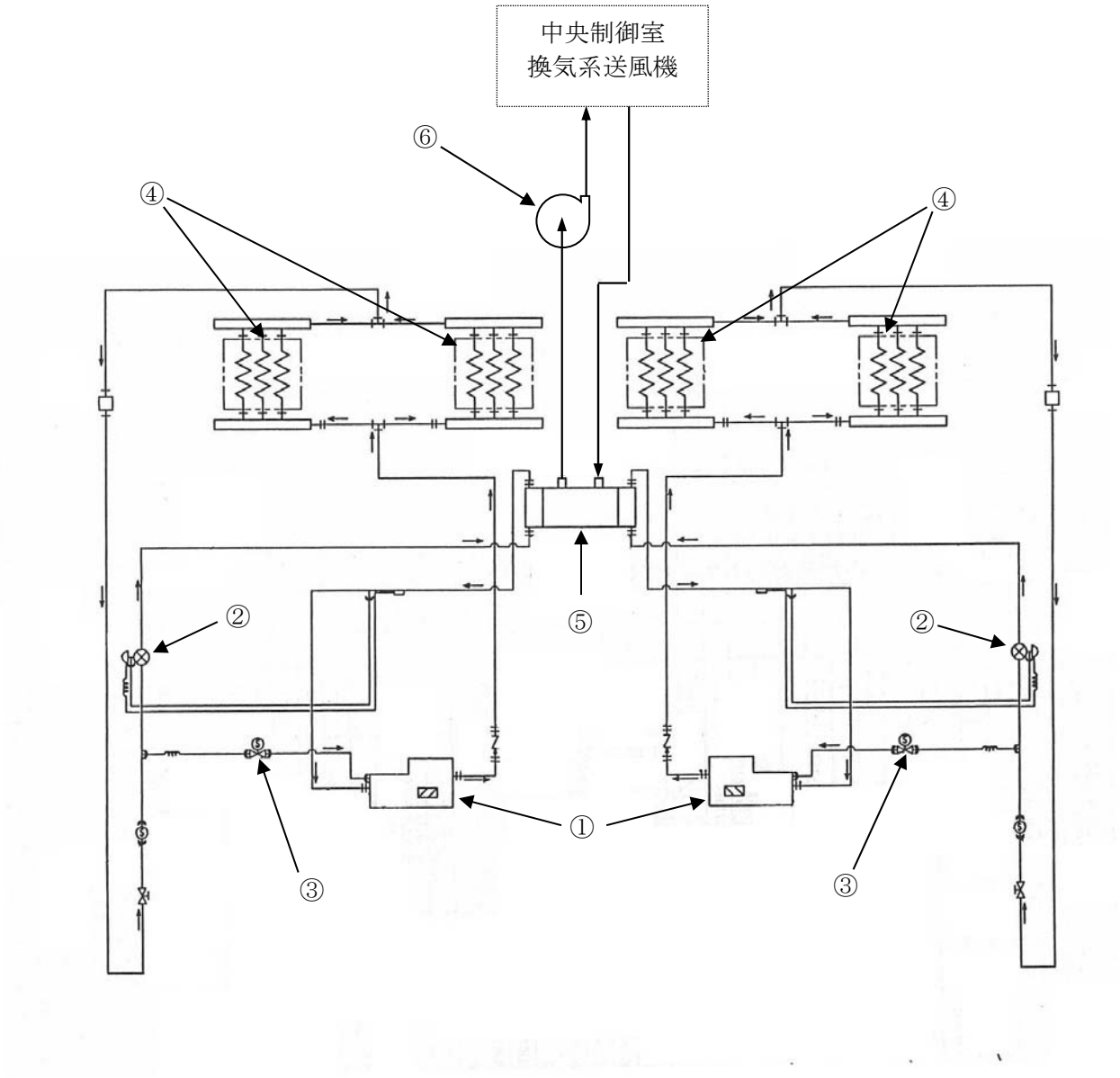
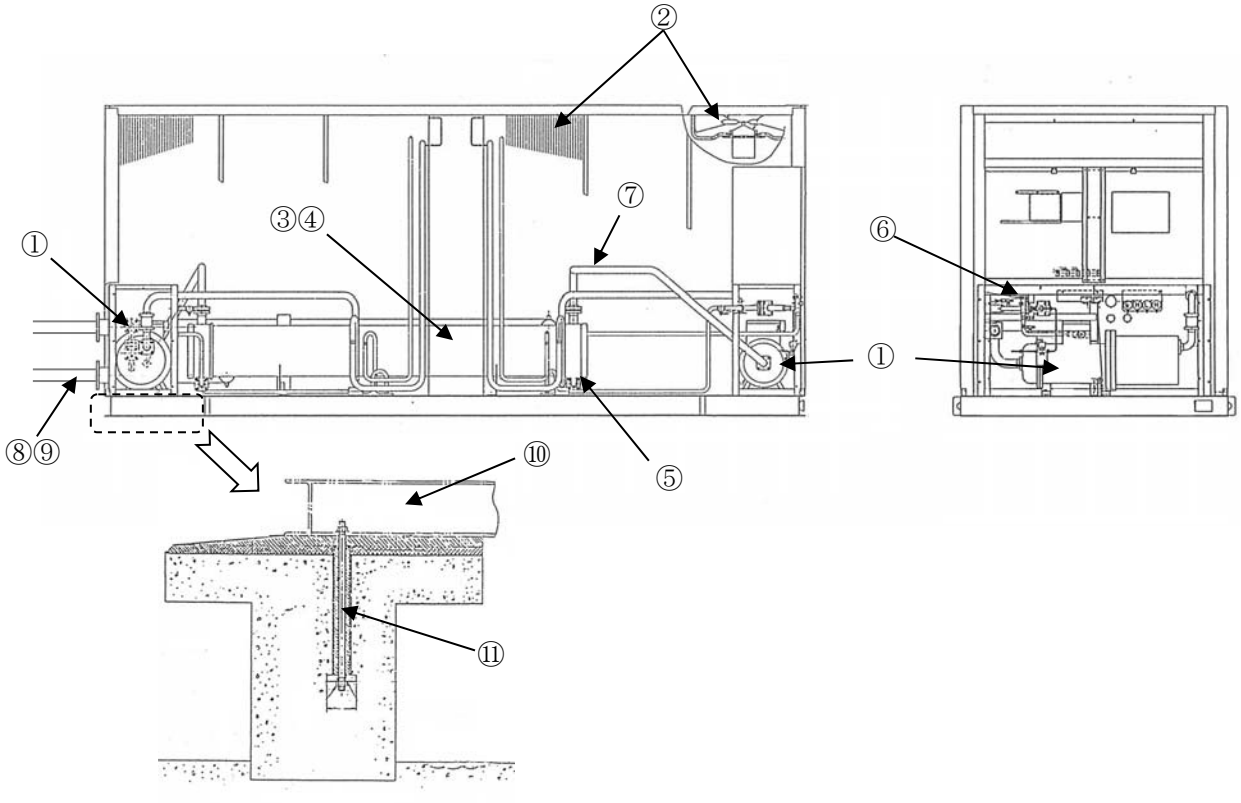


図 2.1-1　中央制御室チラーユニット系統図

No.	部位
①	圧縮機
②	凝縮器
③	蒸発器伝熱管
④	蒸発器胴
⑤	蒸発器水室
⑥	膨張弁
⑦	冷媒配管
⑧	冷水配管
⑨	冷水配管サポート
⑩	ベース
⑪	基礎ボルト



基礎ボルト詳細図

図 2.1-2 中央制御室チラーユニット構造図

No.	部位
①	ケーシング
②	ロータ
③	軸受（ころがり）
④	圧縮機モータ
⑤	スライドバルブ
⑥	ロッド
⑦	ピストン
⑧	ピストンリング
⑨	D カバー
⑩	E カバー
⑪	吐出容器

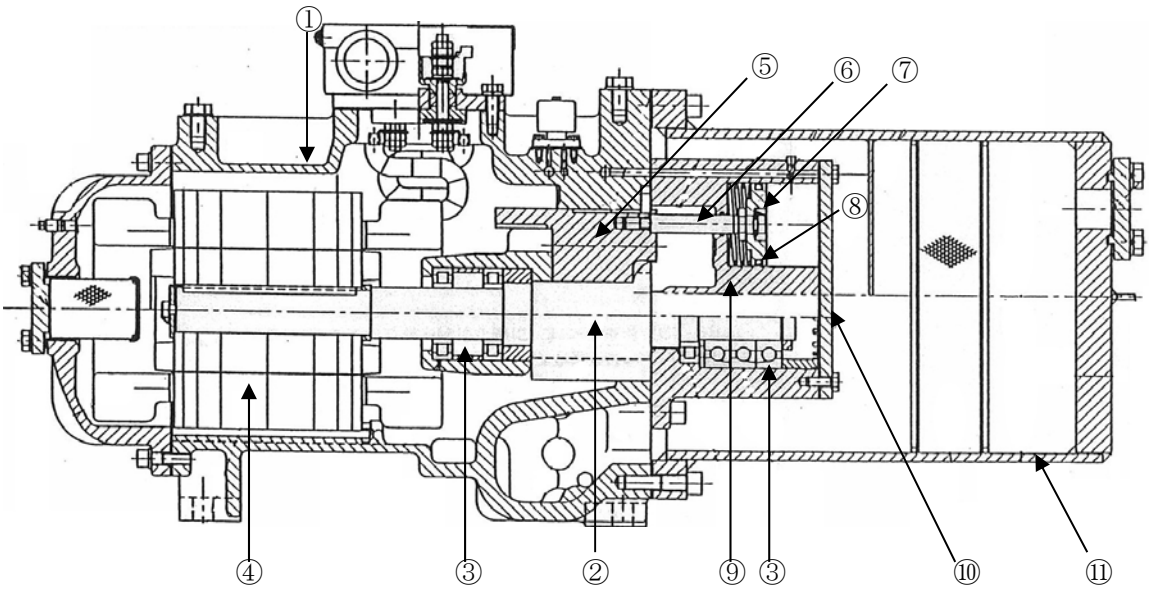


図 2.1-3　中央制御室チラーユニット　圧縮機構造図

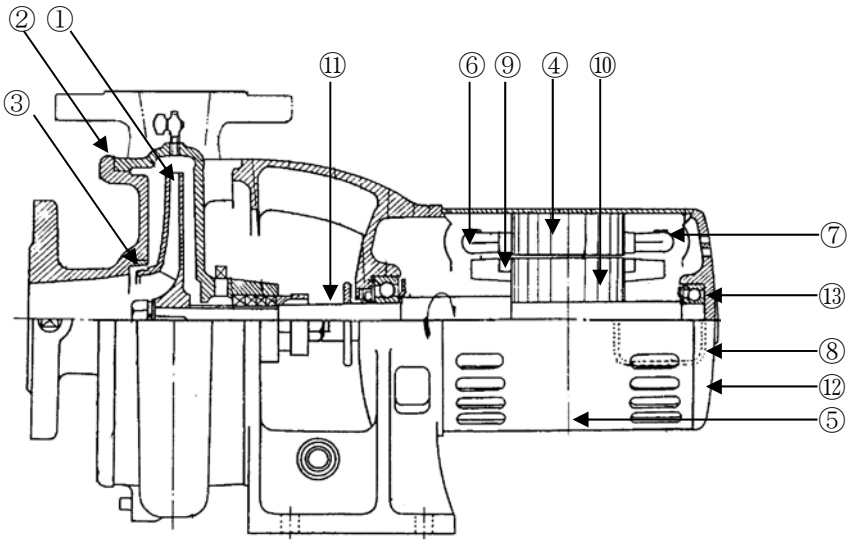


図 2.1-4　中央制御室チラーユニット　冷水ポンプ構造図

No.	部位	No.	部位	No.	部位
①	羽根車	⑥	固定子コイル	⑪	主軸
②	ケーシング	⑦	口出線・接続部品	⑫	エンドブラケット
③	ライナリング	⑧	端子箱	⑬	軸受（ころがり）
④	固定子コア	⑨	回転子棒 回転子エンドリング		
⑤	フレーム	⑩	回転子コア		

表 2.1-1(1/2)　中央制御室チラーユニット主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位		材料
冷却機能の確保	エネルギー変換	圧縮機	ケーシング	鋳鉄
			ロータ	（消耗品）
			軸受（ころがり）	（消耗品）
			圧縮機モータ（低圧，全閉型）	固定子コイル及び口出線・接続部品：銅，絶縁物 固定子コア及び回転子コア：電磁鋼 回転子棒・回転子エンドリング：アルミニウム 端子箱：圧延鋼板 リアカバー：鋳鉄
			スライドバルブ	鋳鉄
			ロッド	炭素鋼
			ピストン	炭素鋼
			ピストンリング	（消耗品）
			D カバー	鋳鉄
			E カバー	炭素鋼
			吐出容器	炭素鋼
	熱交換伝熱	凝縮器		（定期取替品）
		蒸発器	伝熱管	銅
			胴	炭素鋼
			水室	炭素鋼
		膨張弁		（定期取替品）
		制御用電磁弁		（定期取替品）
		冷媒配管		銅
		冷水配管		炭素鋼

表 2.1-1(2/2)　中央制御室チラーユニット主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位		材料
冷却機能の確保	冷水送水	冷水ポンプ	羽根車	鋳鉄
			ケーシング	鋳鉄
			ライナリング	青銅鋳物
		冷水ポンプモータ（低圧，開放型）	固定子コア	けい素鋼
			フレーム	圧延鋼板
			固定子コイル	銅，絶縁物
			口出線・接続部品	銅，絶縁物
			端子箱	圧延鋼板
			回転子棒・回転子エンドリング	アルミニウム
			回転子コア	けい素鋼
			主軸	炭素鋼
			エンドブラケット	鋳鉄
			軸受（ころがり）	（消耗品）
機器の支持	支持	冷水配管サポート		炭素鋼
		ベース		炭素鋼
		基礎ボルト		炭素鋼，樹脂

表 2.1-2　中央制御室チラーユニットの使用条件

冷却能力	210,000 W
内部流体	冷媒（R-22） 冷水（純水）
周囲温度	35 ℃
設置場所	屋外

2.2 経年劣化事象の抽出

2.2.1 機器の機能達成に必要な項目

冷凍機の機能（冷却機能）の達成に必要な項目は以下のとおり。

(1) 冷却機能の確保

(2) 機器の支持

2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

(1) 想定される経年劣化事象の抽出

冷凍機について，機能達成に必要な項目を考慮して主要な部位に展開した上で，個々の部位の材料，構造，使用条件（冷却能力，内部流体，温度等）及び現在までの運転経験を考慮し，表 2.2-1 で示すとおり，想定される経年劣化事象を抽出した（表 2.2-1 で○又は△，▲）。

なお，消耗品及び定期取替品は以下のとおり評価対象外とする。

(2) 消耗品及び定期取替品の扱い

ロータ，軸受（ころがり），ピストンリングは消耗品，凝縮器，膨張弁，制御用電磁弁は定期取替品であり，設計時に長期使用せず取替を前提としていることから，高経年化対策を見極める上での評価対象外とする。

(3) 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

想定される経年劣化事象のうち下記①，②に該当しない事象を高経年化対策上着目すべき経年劣化事象と判断した。

なお，下記①，②に該当する事象については，2.2.3 項に示すとおり，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断した。

① 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって，想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象として表 2.2-1 で△）

② 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により，今後も経年劣化の進展が考えられない，又は進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外として表 2.2-1 で▲）

この結果，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象として以下の事象が抽出された（表 2.2-1 で○）。

a. モータ（低圧，開放型）の固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁特性低下［冷水ポンプ］

b. モータ（低圧，全閉型）の固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁特性低下［圧縮機］

2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

(1) 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって，想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象）

a. 基礎ボルトの腐食（全面腐食）

基礎ボルトの腐食（全面腐食）については，「機械設備の技術評価書」にて評価を実施するものとし，本評価書には含めていない。

b. ケーシング，吐出容器，水室，胴の腐食（全面腐食）［圧縮機，蒸発器］

圧縮機のケーシングは鋳鉄，圧縮機の吐出容器，蒸発器の水室，胴は炭素鋼であり腐食が想定されるが，内部流体はフロン冷媒であり，大気接触部は塗装を施しているため腐食が発生する可能性は小さく，目視点検時に必要に応じて補修塗装することにより機能を維持している。

したがって，ケーシング，吐出容器，水室，胴の腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

c. 冷水配管の腐食（全面腐食）

冷水配管は炭素鋼であり，腐食が想定されるが，大気接触部は塗装を施しており，内部流体が水質管理された純水であるため，腐食が発生する可能性は小さく，配管取合部の目視点検時に必要に応じ補修塗装等を実施することにより機能を維持している。

したがって，冷水配管の腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

d. ベース，冷水配管サポートの腐食（全面腐食）

ベース，冷水配管サポートは炭素鋼であり，腐食の発生が想定されるが，大気接触部は塗装を施しており，腐食が発生する可能性は小さく，目視点検時に必要に応じ補修塗装等を実施することにより機能を維持している。

したがって，ベース，冷水配管サポートの腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

e. ピストン，D カバーの摩耗［圧縮機］

圧縮機のピストン及びD カバーの摺動部にはピストンリング（消耗品）を取り付けており，これの取替を前提として設計しているため，各部の摩耗は低減されている。

また，分解点検時の目視点検において有意な摩耗がないことを確認している。

したがって，ピストン，D カバーの摩耗は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

f. 羽根車，ライナリングの摩耗［冷水ポンプ］

冷水ポンプの羽根車とライナリングの摺動摩耗等により，羽根車とライナリングの隙間が増加し，内部漏えい量の増大による性能低下の可能性があるが，分解点検時の目視点検において有意な摩耗がないことを確認している。

したがって，羽根車，ライナリングの摩耗は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

g. ケーシングの腐食（全面腐食）［冷水ポンプ］

冷水ポンプのケーシングは，鋳鉄を使用しているため腐食が想定されるが，外面は塗装を施しており，内部流体が水質管理された純水であるため腐食の可能性は小さい。

また，分解点検時の目視点検において有意な腐食がないことを確認している。

したがって，ケーシングの腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

h. モータ（低圧，開放型）の固定子コア及び回転子コアの腐食（全面腐食）［冷水ポンプ］

冷水ポンプモータ（低圧，開放型）の固定子コア及び回転子コアは，けい素鋼であるため腐食が想定されるが，固定子コア及び回転子コアには，絶縁ワニス処理が施されており，腐食進行の可能性は小さく，目視点検時に必要に応じ補修塗装等を実施することにより機能を維持している。

したがって，モータ（低圧，開放型）の固定子コア及び回転子コアの腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

i. モータ（低圧，開放型）のフレーム，エンドブラケット及び端子箱の腐食（全面腐食）［冷水ポンプ］

冷水ポンプモータ（低圧，開放型）のフレーム，エンドブラケット及び端子箱は，圧延鋼板，鋳鉄であるため腐食が想定されるが，フレーム等の表面には塗装が施されており，塗膜が健全であれば腐食進行の可能性は小さく，目視点検時に必要に応じ補修塗装等を実施することにより機能を維持している。

したがって，モータ（低圧，開放型）のフレーム，エンドブラケット及び端子箱の腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

j. モータ（低圧，開放型）の主軸の摩耗［冷水ポンプ］

冷水ポンプモータ（低圧，開放型）の主軸は，軸受との接触面の摩耗が想定されるが，点検時に主軸の寸法測定を行い，その結果により必要に応じ補修を実施することにより機能を維持している。

したがって，モータ（低圧，開放型）の主軸の摩耗は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

k. スライドバルブ，ロッド，ピストン，D カバー，E カバーの腐食（全面腐食）［圧縮機］

圧縮機のスライドバルブ，D カバーは鋳鉄，ロッド，ピストン，E カバーは炭素鋼であり腐食が想定されるが，周囲流体はフロン冷媒であるため，腐食の発生する可能性は小さい。

なお，分解点検時に目視点検を実施しており，これまでの点検結果から有意な腐食は確認されていない。

今後も使用環境に変化がなく，これらの傾向に変化する要因があるとは考え難い。

したがって，スライドバルブ，ロッド，ピストン，D カバー，E カバーの腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

l. 冷媒配管の腐食（全面腐食）

冷媒配管は，耐食性の良い銅を使用しており，内部流体は腐食性のほとんどないフロン冷媒であるため，腐食の発生する可能性は小さい。

なお，分解点検時に外面の目視点検を実施しており，これまで有意な腐食は認められておらず，今後もこれらの傾向に変化する要因があるとは考え難い。

したがって，冷媒配管の腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

m. 羽根車の腐食（キャビテーション）［冷水ポンプ］

冷水ポンプ内部でキャビテーションが発生すると羽根車表面にエロージョンが生じ，ポンプ性能に影響を及ぼす可能性があるが，ポンプはキャビテーションを起こさない条件（有効吸込ヘッド＞必要有効吸込ヘッド）を満たすよう設計段階で既に考慮されており，この大小関係は経年的に変化するものではない。

なお，これまでの点検結果からも有意な腐食は確認されておらず，今後もこれらの傾向に変化する要因があるとは考え難い。

したがって，羽根車の腐食（キャビテーション）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

n. ライナリングの腐食（全面腐食）［冷水ポンプ］

冷水ポンプのライナリングは耐食性の良い青銅鋳物を使用しており，ポンプ内部流体は水質管理された純水であるため，腐食の発生する可能性は小さい。

なお，これまでの点検結果からも有意な腐食は確認されておらず，今後もこれらの傾向に変化する要因があるとは考え難い。

したがって，ライナリングの腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

o. モータ（低圧，開放型）の主軸の高サイクル疲労割れ［冷水ポンプ］

冷水ポンプモータ（低圧，開放型）の主軸には，モータ運転時に繰返し応力が発生することから，応力集中部において，高サイクル疲労割れが想定されるが，主軸は設計段階において疲労割れが発生しないように考慮された設計となっており，高サイクル疲労割れが発生する可能性は小さい。

なお，点検時に目視確認を行い，これまで有意な欠陥は確認されておらず，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，モータ（低圧，開放型）の主軸の高サイクル疲労割れは高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

p. モータ（低圧，全閉型）のリアカバー及び端子箱の腐食（全面腐食）［圧縮機］

q. モータ（低圧，全閉型）の固定子コア及び回転子コアの腐食（全面腐食）［圧縮機］

以上，p.～q.の評価については「ポンプモータの技術評価書」のうち，低圧ポンプモータと同一であることから，当該評価書を参照のこと。

(2) 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により，今後も経年劣化の進展が考えられない，または進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外）

a. 基礎ボルトの樹脂の劣化（後打ちケミカルアンカ）

基礎ボルトの健全性については，「機械設備の技術評価書」にて評価を実施するものとし，本評価書には含めていない。

b. 伝熱管の腐食（全面腐食）［蒸発器］

蒸発器の伝熱管は，耐食性の良い銅を使用しており，かつ管外面は水質管理された純水であるため，腐食の発生する可能性はない。

また，管内面についても腐食性のないフロン冷媒であるため腐食の発生する可能性はなく，今後もこれらの傾向に変化する要因があるとは考え難い。

したがって，伝熱管の腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

c. モータ（低圧，開放型）の回転子棒及び回転子エンドリングの疲労割れ[冷水ポンプ]

冷水ポンプモータ（低圧，開放型）の回転子棒及び回転子エンドリングには，モータ起動時に発生する電磁力等により繰返し応力を受けると疲労割れの発生が想定される。

しかし，図 2.2-1 に示すとおり，回転子棒及び回転子エンドリングはアルミダイキャストで一体形成され，スロット内にアルミニウムが充満した状態で回転子棒が形成されているため，回転子棒とスロットの間に隙間や緩みは生じないため，繰り返し応力による疲労割れが発生する可能性はない。

したがって，モータ（低圧，開放型）の回転子棒及び回転子エンドリングの疲労割れは高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

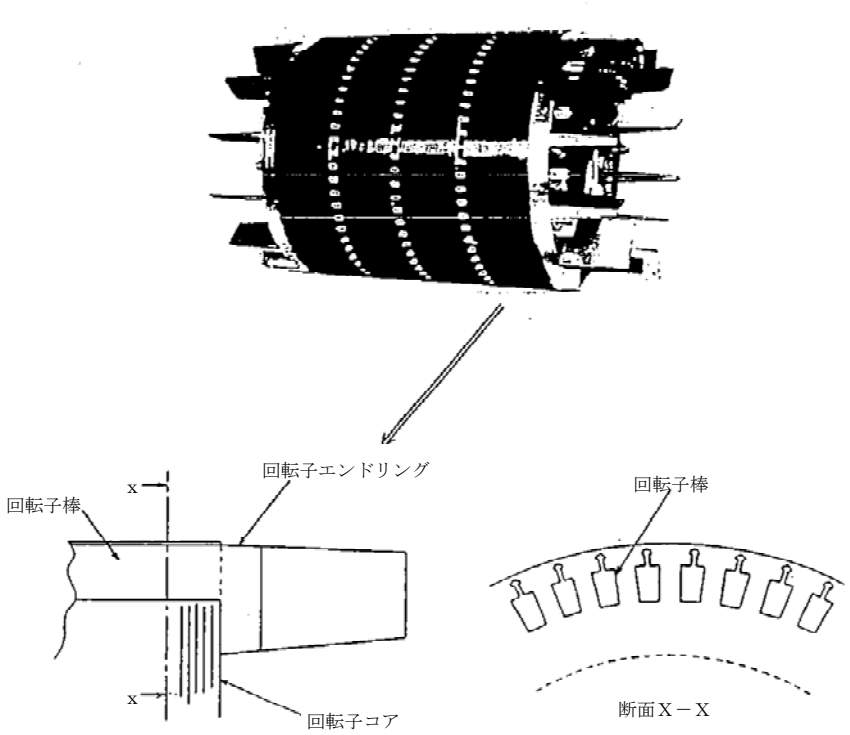


図 2.2-1　アルミダイキャスト回転子構造図

d. モータ（低圧，全閉型）の回転子棒及び回転子エンドリングの疲労割れ[圧縮機]

圧縮機モータ（低圧，全閉型）の回転子棒及び回転子エンドリングの疲労割れについては「ポンプモータの技術評価書」のうち，低圧ポンプモータと同一であることから，当該評価書を参照のこと。

表 2.2-1（1/3） 中央制御室チラーユニットに想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位		消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考
						減肉		割れ		材質変化		その他	
						摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
冷却機能の確保	エネルギー変換	圧縮機	ケーシング		鋳鉄		△						*1:端子箱，リアカバー *2:固定子コア及び回転子コア *3:回転子棒及び回転子エンドリング *4:固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁特性低下
			ロータ	◎	－								
			軸受（ころがり）	◎	－								
			圧縮機モータ（低圧，全閉型）		アルミ，銅，絶縁物他		△*1*2	▲*3				○*4	
			スライドバルブ		鋳鉄		△						
			ロッド		炭素鋼		△						
			ピストン		炭素鋼	△	△						
			ピストンリング	◎	－								
			D カバー		鋳鉄	△	△						
			E カバー		炭素鋼		△						
			吐出容器		炭素鋼		△						

○：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

▲：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象以外）

表 2.2-1（2/3）　中央制御室チラーユニットに想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位		消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考
						減肉		割れ		材質変化		その他	
						摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
冷却機能の確保	熱交換伝熱	凝縮器		◎	－								*1：キャビテーション
		蒸発器	伝熱管		銅		▲						
			胴		炭素鋼		△						
			水室		炭素鋼		△						
		膨張弁		◎	－								
		制御用電磁弁		◎	－								
		冷媒配管			銅		△						
		冷水配管			炭素鋼		△						
	冷水送水	冷水ポンプ	羽根車		鋳鉄	△	△*1						
			ケーシング		鋳鉄		△						
			ライナリング		青銅鋳物	△	△						

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

▲：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象以外）

表 2.2-1（3/3）　中央制御室チラーユニットに想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位		消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考
						減肉		割れ		材質変化		その他	
						摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
冷却機能の確保	冷水送水	冷水ポンプモータ（低圧，開放型）	固定子コア		けい素鋼		△						*1：絶縁特性の低下 *2：高サイクル疲労割れ *3：樹脂の劣化
			フレーム		圧延鋼板		△						
			固定子コイル		銅，絶縁物							○*1	
			口出線・接続部品		銅，絶縁物							○*1	
			端子箱		圧延鋼板		△						
			回転子棒・回転子エンドリング		アルミニウム			▲					
			回転子コア		けい素鋼		△						
			主軸		炭素鋼	△		△*2					
			エンドブラケット		鋳鉄		△						
			軸受（ころがり）	◎	－								
機器の支持	支持	冷水配管サポート			炭素鋼		△						
		ベース			炭素鋼		△						
		基礎ボルト			炭素鋼，樹脂		△				▲*3		

○：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

▲：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象以外）

2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の評価

(1) モータ（低圧，開放型）の固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁特性低下［冷水ポンプ］

a. 事象の説明

冷水ポンプモータ（低圧，開放型）の固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁物は，有機物であるため，振動等による機械的劣化，熱分解による熱的劣化，絶縁物内空隙での放電等による電気的劣化，埃等の異物付着による環境的劣化により経年的に劣化が進行し，絶縁物の外表面，内部から絶縁特性低下を起こす可能性がある。

絶縁特性低下を生ずる可能性のある部位を図 2.3-1 に示す。

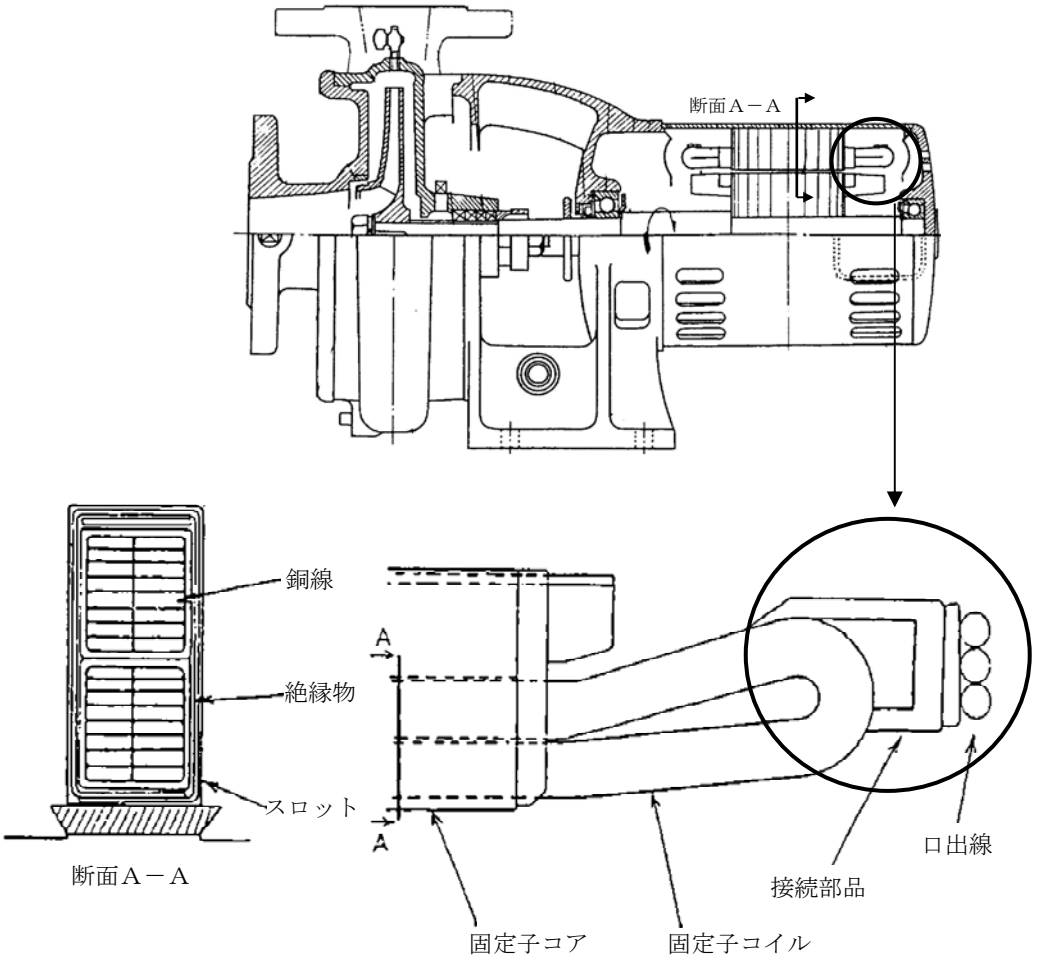


図 2.3-1　固定子コイルの絶縁部位

b. 技術評価

① 健全性評価

固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁特性低下要因としては，機械的，熱的，電気的及び環境的要因により経年的に劣化が進行し，絶縁特性低下を起こす可能性があるが，これまでの点検実績から最も絶縁特性低下に影響及ぼす要因は熱的劣化であることから，長期間の使用を考慮すると固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁特性低下の可能性は否定できない。

② 現状保全

固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁特性低下に対しては，点検時に目視確認，清掃及び絶縁抵抗測定を行い，熱的劣化による有意な絶縁特性低下のないことを確認している。

また，これらの点検で有意な絶縁特性低下による異常が確認された場合は，洗浄・乾燥及び絶縁補修（絶縁物にワニスを注入）又は，固定子コイル及び口出線・接続部品又はモータを取替えることとしている。

③ 総合評価

健全性評価及び現状保全の結果から判断して，固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁特性低下の可能性は小さく，また，現状保全にて絶縁特性の低下は把握可能と考えられる。今後も，目視確認，清掃及び絶縁抵抗測定を実施することで，異常の有無の確認は可能であり，現状の保全は点検手法として適切であると判断する。

c. 高経年化への対応

固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁特性低下に対しては，高経年化対策の観点から現状の保全内容に追加すべき項目はない。

今後も点検時に目視確認，清掃及び絶縁抵抗測定を実施することにより，絶縁特性低下を監視していくとともに，必要に応じて，洗浄，乾燥及び絶縁補修（絶縁物にワニスを注入）又はコイル及び口出線・接続部品の取替を実施する。

(2) モータ（低圧，全閉型）の固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁特性低下［圧縮機］

圧縮機モータ（低圧，全閉型）の固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁特性低下に対する「事象の説明」，「技術評価」及び「高経年化への対応」は，「ポンプモータの技術評価書」のうち，低圧ポンプモータと同一であることから，当該評価書を参照のこと。

4. フィルタユニット

［対象フィルタユニット］

① 非常用ガス再循環系フィルタトレイン
② 非常用ガス処理系フィルタトレイン
③ 中央制御室換気系フィルタユニット
④ 緊急時対策所非常用フィルタ装置

目次

1. 対象機器及び代表機器の選定..... 4-1
1.1 グループ化の考え方及び結果..... 4-1
1.2 代表機器の選定..... 4-1
2. 代表機器の技術評価..... 4-3
2.1 構造，材料及び使用条件..... 4-3
2.1.1 非常用ガス再循環系フィルタトレイン..... 4-3
2.2 経年劣化事象の抽出..... 4-6
2.2.1 機器の機能達成に必要な項目..... 4-6
2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出..... 4-6
2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象..... 4-7
3. 代表機器以外への展開..... 4-11
3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象..... 4-11
3.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象..... 4-11

1. 対象機器及び代表機器の選定

東海第二で使用している主要なフィルタユニットの主な仕様を表 1-1 に示す。

これらのフィルタユニットを材料の観点からグループ化し，このグループより以下のとおり代表機器を選定した。

1.1 グループ化の考え方及び結果

材料を分類基準とし，フィルタユニットを表 1-1 に示すとおりグループ化する。

1.2 代表機器の選定

表 1-1 に分類されるグループ毎に，重要度，運転状態，流量の観点から代表機器を選定する。

(1) ステンレス鋼製フィルタユニット

このグループには，非常用ガス再循環系フィルタトレイン，非常用ガス処理系フィルタトレイン，中央制御室換気系フィルタユニット及び緊急時対策所非常用フィルタ装置が属するが，重要度，運転状態は同じであることから，流量の大きい，非常用ガス再循環系フィルタトレインを代表機器とする。

表 1-1 フィルタユニットのグループ化及び代表機器の選定

分類基準	機器名称	選定基準			選定	選定理由
材料[*1]		仕様	重要度[*2]	使用条件		
		流量(m^3/h)		運転状態		
ステンレス鋼	非常用ガス再循環系フィルタトレイン	17,000	MS-1 重[*3]	一時	◎	重要度 運転状態 流量
	非常用ガス処理系フィルタトレイン	3,570	MS-1 重[*3]	一時		
	中央制御室換気系フィルタユニット	5,100	MS-1 重[*3]	一時		
	緊急時対策所非常用フィルタ装置[*4]	5,000	重[*3]	一時		

*1：ケーシングの材料を示す

*2：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

*3：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す

*4：新規に設置される機器

2. 代表機器の技術評価

本章では，1 章で代表機器とした以下のフィルタユニットについて技術評価を実施する。

① 非常用ガス再循環系フィルタトレイン

2.1 構造，材料及び使用条件

2.1.1 非常用ガス再循環系フィルタトレイン

(1) 構造

東海第二の非常用ガス再循環系フィルタトレインは，ステンレス鋼製の箱型構造で，原子炉建屋に 2 基設置されている。

フィルタトレインは，ケーシング，デミスタ，エアヒータ，プレフィルタ，粒子用高効率フィルタ，活性炭フィルタ，スペースヒータ，ベース及び基礎ボルト等からなる。

また，フィルタトレインは，点検口からケーシング内に入ることにより，点検手入れが可能である。

東海第二の非常用ガス再循環系フィルタトレインの構造図を図 2.1-1 に示す。

(2) 材料及び使用条件

東海第二の非常用ガス再循環系フィルタトレイン主要部位の使用材料を表 2.1-1 に，使用条件を表 2.1-2 に示す。

No.	部位
①	ケーシング
②	デミスタ
③	エアヒータ
④	プレフィルタ
⑤	粒子用高効率フィルタ
⑥	活性炭フィルタ
⑦	スペースヒータ
⑧	ベース
⑨	取付ボルト
⑩	基礎ボルト

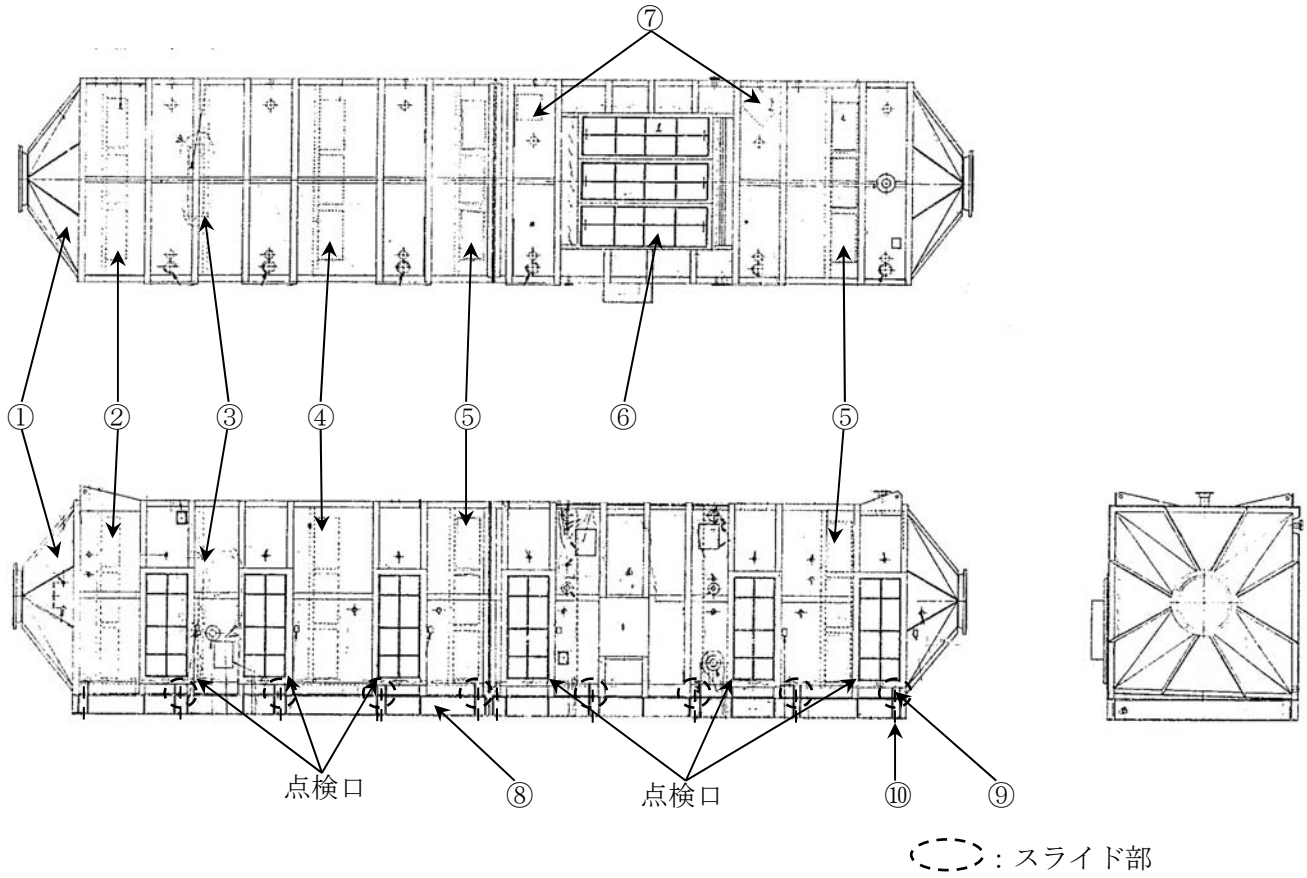


図 2.1-1 非常用ガス再循環系フィルタトレイン構造図

表 2.1-1　非常用ガス再循環系フィルタトレイン主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
バウンダリの維持	耐圧	ケーシング	ステンレス鋼
空気浄化機能の確保	空気浄化	デミスタ	ステンレス鋼，グラスファイバ
		エアヒータ	ステンレス鋼，ニクロム線，絶縁物
		プレフィルタ	（消耗品）
		粒子用高効率フィルタ	（消耗品）
		活性炭フィルタ	（消耗品）
		スペースヒータ	ステンレス鋼，ニクロム線，絶縁物
機器の支持	支持	ベース	炭素鋼
		取付ボルト	炭素鋼
		基礎ボルト	炭素鋼

表 2.1-2　非常用ガス再循環系フィルタトレインの使用条件

内部流体	空気
周囲温度／設計温度	40 ℃／86 ℃
設置場所	屋内

2.2 経年劣化事象の抽出

2.2.1 機器の機能達成に必要な項目

フィルタユニットの機能である空気浄化機能達成に必要な項目は以下のとおり。

(1) バウンダリの維持

(2) 空気浄化機能の確保

(3) 機器の支持

2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

(1) 想定される経年劣化事象の抽出

フィルタユニットについて，機能達成に必要な項目を考慮して，主要な部位に展開した上で，個々の部位の材料，構造，使用条件（内部流体の種類，温度等）及び現在までの運転経験を考慮し，表 2.2-1 に示すとおり，想定される経年劣化事象を抽出した（表 2.2-1 で○又は△，▲）。

なお，消耗品及び定期取替品は以下のとおり評価対象外とする。

(2) 消耗品及び定期取替品の扱い

プレフィルタ，粒子用高効率フィルタ，活性炭フィルタは消耗品であり，設計時に長期使用せず取替を前提としていることから高経年化対策を見極める上での評価対象外とする。

(3) 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

想定される経年劣化事象のうち下記①，②に該当しない事象を高経年化対策上着目すべき経年劣化事象と判断した。

なお，下記①，②に該当する事象については，2.2.3 項に示すとおり，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断した。

① 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって，想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象として表 2.2-1 で△）

② 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により，今後も経年劣化の進展が考えられない，又は進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外として表 2.2-1 で▲）

この結果，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象は抽出されなかった。

2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

(1) 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって，想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの(日常劣化管理事象)

a. 基礎ボルトの腐食（全面腐食）

基礎ボルトの健全性については，「機械設備の技術評価書」にて評価を実施するものとし，本評価書には含めない。

b. ケーシング，デミスタ，エアヒータ，スペースヒータの貫粒型応力腐食割れ

ケーシング，デミスタ，エアヒータ，スペースヒータは，ステンレス鋼であり，貫粒型応力腐食割れが発生する可能性がある。

しかし，付着塩分量を維持管理基準（基準値：70 mgCl/m^2）以下に管理するため，代表ポイントにおける付着塩分量測定を実施し，その結果により必要に応じ，外面清掃及び浸透探傷検査を実施することとしている。

また，東海第二では工事における副資材管理でステンレス鋼への塩分付着を防止している。

したがって，ケーシング，デミスタ，エアヒータ，スペースヒータの貫粒型応力腐食割れは高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

c. エアヒータ及びスペースヒータの絶縁特性低下

エアヒータ及びスペースヒータはシーズヒータであり，絶縁物（酸化マグネシウム）をパイプに収納しシール処理しており，パイプの腐食による外気湿分の浸入により絶縁低下する可能性がある。

しかし，絶縁物は耐食性の高いステンレス製パイプ中に納められ，かつ外気をシールしていることから，パイプ腐食に伴う外気中湿分の絶縁物への浸入による絶縁特性低下の可能性は低い。

また，点検時には絶縁抵抗測定を行い，有意な絶縁特性低下のないことを確認している。

したがって，エアヒータ及びスペースヒータの絶縁特性低下は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

d. エアヒータ及びスペースヒータの断線

エアヒータ及びスペースヒータはシーズヒータであり，加熱線にはニクロム線が使用されている。ニクロム線はパイプに収納しシール処理しており，パイプの腐食による外気湿分の浸入により，ニクロム線が腐食・断線する可能性がある。

しかし，ニクロム線はステンレス製パイプ中に絶縁物（酸化マグネシウム）と共に納められ，かつ外気をシールしていることから，パイプ腐食に伴う外気中湿分の浸入による酸化腐食の可能性は低い。

また,点検時には絶縁抵抗測定を行い,有意な断線のないことを確認している。

したがって，エアヒータ及びスペースヒータの断線は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

e. ベースの腐食（全面腐食）

ベースは炭素鋼であり腐食が想定されるが，大気接触部は塗装が施されていることから，塗膜が健全であれば腐食が発生する可能性は小さく，目視点検時に必要に応じて補修塗装することにより機能を維持している。

したがって，ベースの腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

f. ベーススライド部の腐食（全面腐食）

ベーススライド部は炭素鋼であり，腐食が発生する可能性がある。

しかし，目視点検において有意な腐食のないことを確認している。

したがって，ベーススライド部の腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

g. 取付ボルトの腐食（全面腐食）

取付ボルトは炭素鋼であり，腐食が発生する可能性がある。

しかし，目視点検により腐食の有無を確認し，必要に応じ手入れ等を実施することにより機能を維持している。

したがって，取付ボルトの腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

(2) 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により，今後も経年劣化の進展が考えられない，又は進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外）

日常劣化管理事象以外に該当する事象は抽出されなかった。

表 2.2-1 非常用ガス再循環系フィルタトレインに想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考
					減肉		割れ		材質変化		その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
バウンダリの維持	耐圧	ケーシング		ステンレス鋼				△*1				*1：貫粒型応力腐食割れ *2：シーズヒータ部 *3：ヒータの絶縁特性低下 *4：ヒータの断線 *5：ベース本体 *6：スライド部
空気浄化機能の確保	空気浄化	デミスタ		ステンレス鋼，グラスファイバ				△*1				
		エアヒータ		ステンレス鋼*2，ニクロム線，絶縁物				△*1			△*3*4	
		プレフィルタ	◎	－								
		粒子用高効率フィルタ	◎	－								
		活性炭フィルタ	◎	－								
		スペースヒータ		ステンレス鋼*2，ニクロム線，絶縁物				△*1			△*3*4	
機器の支持	支持	ベース		炭素鋼		△*5*6						
		取付ボルト		炭素鋼		△						
		基礎ボルト		炭素鋼		△						

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

3. 代表機器以外への展開

本章では，2 章で実施した代表機器の技術評価結果について，1 章で実施したグループ化で代表機器となっていない機器への展開について検討した。

① 非常用ガス処理系フィルタトレイン
② 中央制御室換気系フィルタユニット
③ 緊急時対策所非常用フィルタ装置

3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

代表機器と同様，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象は抽出されなかった。

3.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

(1) 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって，想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象）

a. 基礎ボルトの腐食（全面腐食）[非常用ガス処理系フィルタトレイン，中央制御室換気系フィルタユニット]

基礎ボルトの健全性については，「機械設備の技術評価書」にて評価を実施するものとし，本評価書には含めない。

b. ケーシング，エアヒータ，スペースヒータの貫粒型応力腐食割れ[共通]

ケーシング（共通），エアヒータ及びスペースヒータ（非常用ガス処理系フィルタトレイン，緊急時対策所非常用フィルタ装置のみ）は，ステンレス鋼であり，貫粒型応力腐食割れが発生する可能性がある。

しかし，付着塩分量を維持管理基準（基準値：70 mgCl/m^2）以下に管理するため代表ポイントにおける付着塩分量測定を実施し，その結果により必要に応じ，外面清掃及び浸透探傷検査を実施することとしている。

また，東海第二では工事における副資材管理でステンレス鋼への塩分付着を防止している。

緊急時対策所非常用フィルタ装置は新たに設置されることから，今後，点検時に代表ポイントにおける付着塩分量測定を実施し，その結果により必要に応じ，外面清掃及び浸透探傷検査を実施することで健全性を維持できると考える。

したがって，ケーシング，エアヒータ，スペースヒータの貫粒型応力腐食割れは高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

c. エアヒータ及びスペースヒータの絶縁特性低下［非常用ガス処理系フィルタトレイン，緊急時対策所非常用フィルタ装置］

代表機器と同様，エアヒータ及びスペースヒータはシーズヒータであり，絶縁物（酸化マグネシウム）をパイプに収納しシール処理しており，パイプの腐食による外気湿分の浸入により絶縁低下する可能性がある。

しかし，絶縁物は耐食性の高いステンレス製パイプ中に納められ，かつ外気をシールしていることから，パイプ腐食に伴う外気中湿分の絶縁物への浸入による絶縁特性低下の可能性は低い。

また，点検時には絶縁抵抗測定を行い，有意な絶縁特性低下のないことを確認している。

緊急時対策所非常用フィルタ装置は新たに設置されることから，今後，点検時に絶縁抵抗測定を行い，絶縁特性低下の有無を確認することで健全性を維持できると考える。

したがって，エアヒータ及びスペースヒータの絶縁特性低下は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

d. エアヒータ及びスペースヒータの断線［非常用ガス処理系フィルタトレイン，緊急時対策所非常用フィルタ装置］

代表機器と同様，エアヒータ及びスペースヒータはシーズヒータであり，加熱線にはニクロム線が使用されている。ニクロム線はパイプに収納しシール処理しており，パイプの腐食による外気湿分の浸入により，ニクロム線が腐食・断線する可能性がある。

しかし，ニクロム線はステンレス製パイプ中に絶縁物（酸化マグネシウム）と共に納められ，かつ外気をシールしていることから，パイプ腐食に伴う外気中湿分の浸入による酸化腐食の可能性は低い。

また，点検時には絶縁抵抗測定を行い，有意な断線のないことを確認している。

緊急時対策所非常用フィルタ装置は新たに設置されることから，今後，点検時に絶縁抵抗測定を行い，絶縁特性低下の有無を確認することで健全性を維持できると考える。

したがって，エアヒータ及びスペースヒータの断線は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

e. ベースの腐食（全面腐食）［共通］

代表機器と同様，ベースは炭素鋼であり腐食が想定されるが，大気接触部は塗装が施されていることから，塗膜が健全であれば腐食が発生する可能性は小さく，目視点検時に必要に応じて補修塗装することにより機能を維持している。

緊急時対策所非常用フィルタ装置は新たに設置されることから，今後，塗膜の状態を目視点検で確認し，必要に応じて補修塗装を実施することで健全性を維持できると考える。

したがって，ベースの腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

f. ベーススライド部の腐食（全面腐食）［非常用ガス処理系フィルタトレイン，緊急時対策所非常用フィルタ装置］

代表機器と同様，ベーススライド部は炭素鋼であり，腐食が発生する可能性があるが，目視点検において有意な腐食のないことを確認している。

緊急時対策所非常用フィルタ装置は新たに設置されることから，今後，目視点検を実施し，必要に応じて補修を実施することで健全性を維持できると考える。

したがって，ベーススライド部の腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

g. 取付ボルトの腐食（全面腐食）［非常用ガス処理系フィルタトレイン］

代表機器と同様，取付ボルトは炭素鋼であり，腐食が発生する可能性がある。

しかし，目視点検により腐食の有無を確認し，必要に応じ，手入れ等を実施することにより機能を維持している。

したがって，取付ボルトの腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

(2) 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により，今後も経年劣化の進展が考えられない，又は進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外）

日常劣化管理事象以外に該当する事象は抽出されなかった。

5. ダクト

［対象ダクト］

① 中央制御室換気系ダクト（角ダクト）
② ディーゼル室換気系ダクト（角ダクト）
③ 中央制御室換気系ダクト（丸ダクト）
④ 原子炉建屋換気系ダクト（丸ダクト）

目次

1. 対象機器及び代表機器の選定..... 5-1
1.1 グループ化の考え方及び結果..... 5-1
1.2 代表機器の選定..... 5-1
2. 代表機器の技術評価..... 5-3
2.1 構造，材料及び使用条件..... 5-3
2.1.1 中央制御室換気系ダクト（角ダクト）..... 5-3
2.1.2 原子炉建屋換気系ダクト（丸ダクト）..... 5-6
2.2 経年劣化事象の抽出..... 5-9
2.2.1 機器の機能達成に必要な項目..... 5-9
2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出..... 5-9
2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象..... 5-10
3. 代表機器以外への展開..... 5-15
3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象..... 5-15
3.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象..... 5-15

1. 対象機器及び代表機器の選定

東海第二で使用している主要なダクトの主な仕様を表 1-1 に示す。

これらのダクトを型式及び材料の観点からグループ化し，それぞれのグループより以下のとおり代表機器を選定した。

1.1 グループ化の考え方及び結果

型式及び材料を分類基準とし，ダクトを表 1-1 に示すとおりグループ化する。

1.2 代表機器の選定

表 1-1 に分類されるグループ毎に，重要度，運転状態，流量の観点から代表機器を選定する。

(1) 角ダクト

このグループには，中央制御室換気系ダクト，ディーゼル室換気系ダクトが属するが，重要度は同等であることから，運転状態の厳しい中央制御室換気系ダクトを代表機器とする。

(2) 丸ダクト

このグループには，中央制御室換気系ダクト，原子炉建屋換気系ダクトが属するが，重要度，運転状態が同等であることから，流量の大きい原子炉建屋換気系ダクトを代表機器とする。

表 1-1　ダクトのグループ化及び代表機器の選定

分類基準		機器名称	選定基準			選定	選定理由
型式	材料		仕様 流量*1(m^3/h)	重要度*2	使用条件 運転状態		
角ダクト	亜鉛メッキ鋼板	中央制御室換気系ダクト	42,500	MS-1 重*3	連続	◎	重要度 運転状態
		ディーゼル室換気系ダクト	71,400	MS-1	一時		
丸ダクト	炭素鋼	中央制御室換気系ダクト	42,500	MS-1	連続		重要度 運転状態 流量
		原子炉建屋換気系ダクト	231,200	MS-1	連続	◎	

◎：代表機器

*1：仕様が異なる機器がある場合は，仕様の最大のものを示す

*2：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

*3：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す

2. 代表機器の技術評価

本章では，1 章で代表機器とした以下のダクトについて技術評価を実施する。

① 中央制御室換気系ダクト（角ダクト）

② 原子炉建屋換気系ダクト（丸ダクト）

2.1 構造，材料及び使用条件

2.1.1 中央制御室換気系ダクト（角ダクト）

(1) 構造

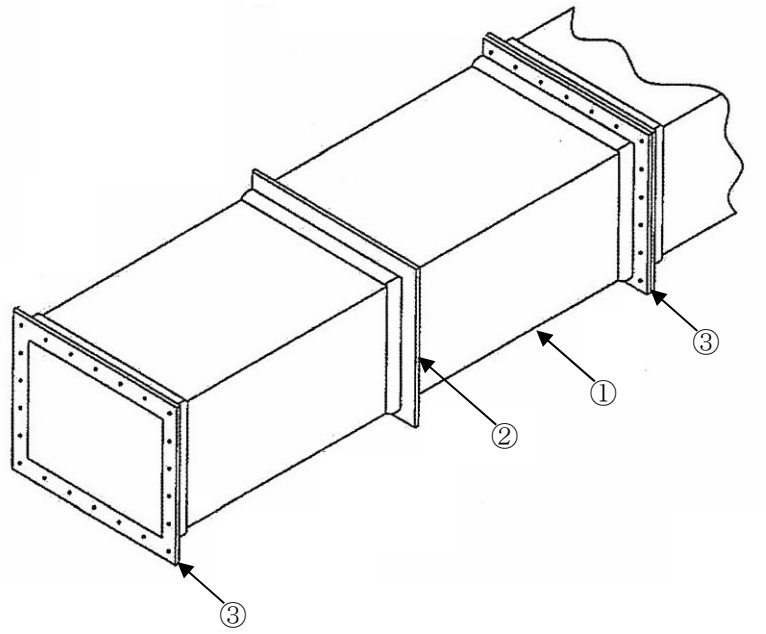
東海第二の中央制御室換気系ダクト（角ダクト）は，亜鉛メッキ鋼板である。

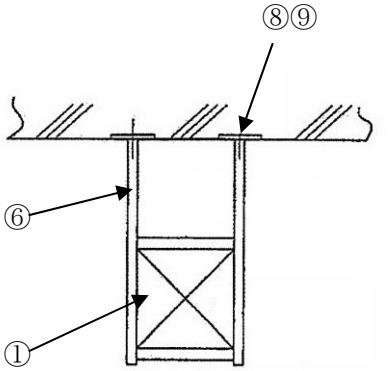
ダクトは，ダクト本体，補強材，フランジ，ガスケット，ベローズ，ボルト・ナット，支持鋼材，基礎ボルトおよび埋込金物からなる。

東海第二の中央制御室換気系ダクト（角ダクト）の構造図を図 2.1-1 に示す。

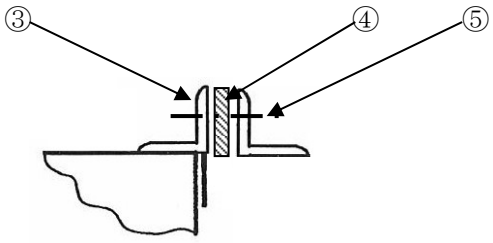
(2) 材料及び使用条件

東海第二の中央制御室換気系ダクト(角ダクト)主要部位の使用材料を表 2.1-1 に，使用条件を表 2.1-2 に示す。

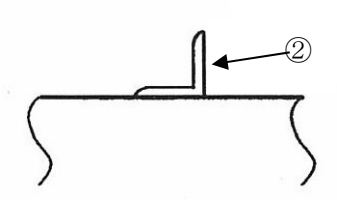




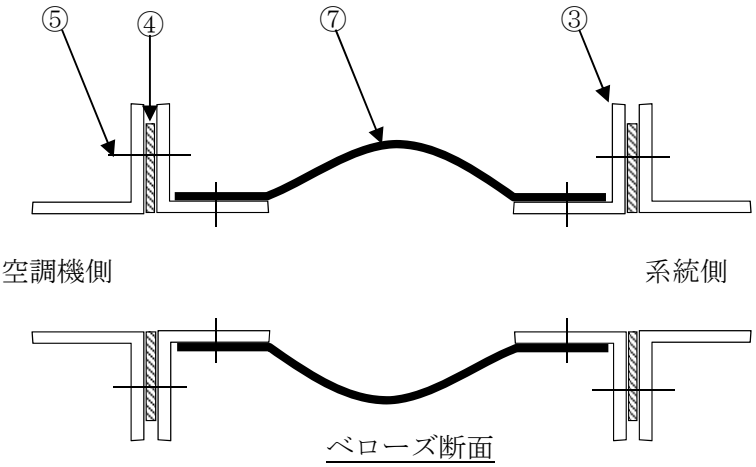
支持鋼材詳細



フランジ部詳細



補強材詳細



ベローズ断面

No.	部位
①	ダクト本体
②	補強材
③	フランジ
④	ガスケット
⑤	ボルト・ナット
⑥	支持鋼材
⑦	ベローズ
⑧	基礎ボルト
⑨	埋込金物

図 2.1-1　中央制御室換気系ダクト（角ダクト）構造図

表 2.1-1　中央制御室換気系ダクト（角ダクト）主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
バウンダリの維持	流路の確保	ダクト本体	亜鉛メッキ鋼板
		補強材	炭素鋼
		フランジ	炭素鋼
		ガスケット	石綿，ゴム
		ボルト・ナット	炭素鋼
		ベローズ	ゴム
機器の支持	支持	支持鋼材	炭素鋼
		基礎ボルト	炭素鋼，樹脂
		埋込金物	炭素鋼

表 2.1-2 中央制御室換気系ダクト（角ダクト）の使用条件

周囲温度	40 ℃
内部流体	空気
設置場所	屋内

2.1.2 原子炉建屋換気系ダクト（丸ダクト）

(1) 構造

東海第二の原子炉建屋換気系ダクト（丸ダクト）は，炭素鋼である。

ダクトは，ダクト本体，フランジ，ガスケット，ボルト・ナットからなる。

東海第二の原子炉建屋換気系ダクト（丸ダクト）の構造図を図 2.1-2 に示す。

(2) 材料及び使用条件

東海第二の原子炉建屋換気系ダクト(丸ダクト)主要部位の使用材料を表 2.1-3 に，使用条件を表 2.1-4 に示す。

No.	部位
①	ダクト本体
②	フランジ
③	ガスケット
④	ボルト・ナット

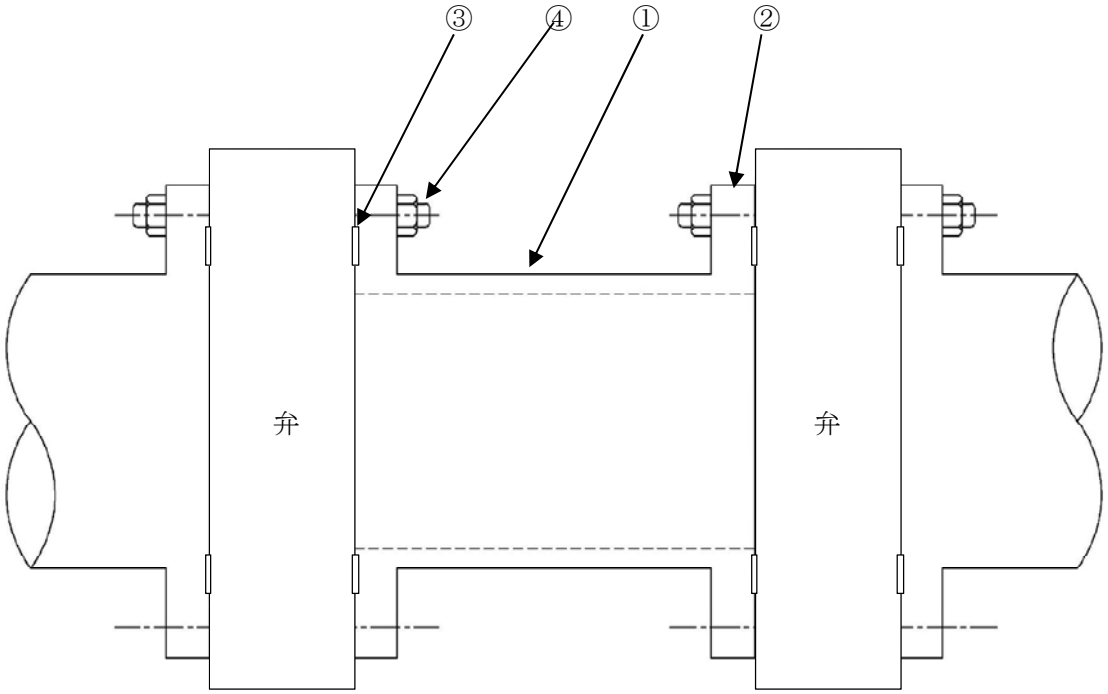


図 2.1-2　原子炉建屋換気系ダクト（丸ダクト）構造図

表 2.1-3　原子炉建屋換気系ダクト（丸ダクト）主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
バウンダリの維持	流路の確保	ダクト本体	炭素鋼
		フランジ	炭素鋼
		ガスケット	石綿
		ボルト・ナット	炭素鋼

表 2.1-4　原子炉建屋換気系ダクト（丸ダクト）の使用条件

周囲温度	40 ℃
内部流体	空気
設置場所	屋内

2.2 経年劣化事象の抽出

2.2.1 機器の機能達成に必要な項目

ダクトの機能である流体の流路の確保の達成に必要な項目は以下のとおり。

(1) バウンダリの維持

(2) 機器の支持

2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

(1) 想定される経年劣化事象の抽出

ダクトについて，機能達成に必要な項目を考慮して主要な部位に展開したうえで，個々の部位の材料，構造，使用条件（内部流体の種類，流量，周囲温度等）及び現在までの運転経験を考慮し，表 2.2-1 で示すとおり想定される経年劣化事象を抽出した（表 2.2-1 で○又は△，▲）。

なお，消耗品及び定期取替品は以下のとおり評価対象外とする。

(2) 消耗品及び定期取替品の扱い

ダクトについては，消耗品及び定期取替品はない。

(3) 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

想定される経年劣化事象のうち下記①，②に該当しない事象を高経年化対策上着目すべき経年劣化事象と判断した。

なお，下記①，②に該当する事象については，2.2.3 項に示すとおり，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断した。

① 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって，想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象として表 2.2-1 で△）

② 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により，今後も経年劣化の進展が考えられない，又は進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外として表 2.2-1 で▲）

この結果，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象は抽出されなかった。

2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

(1) 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって，想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象）

a. 基礎ボルトの腐食（全面腐食）［中央制御室換気系ダクト（角ダクト）］

基礎ボルトの腐食（全面腐食）については，「機械設備の技術評価書」にて評価を実施するものとし，本評価書には含めない。

b. ダクト本体の腐食（全面腐食）［共通］

ダクト本体は，亜鉛メッキ鋼板又は炭素鋼であり，亜鉛メッキ鋼板は耐食性に優れ，炭素鋼には塗装を施していることから，急激に腐食が進行する可能性は小さいが，外気接触部のダクト本体に腐食が発生する可能性がある。

また，当社及び国内他プラントの中央制御室換気系ダクトにおいて，水分及び海塩粒子を含んだ外気の影響により，外気取入れラインのダクトに内面からの腐食が発生している。

当社及び国内他プラントの中央制御室換気系ダクトの腐食事象の水平展開として，ダクトに関する保全の見直しを行い，内面・外面の外観点検を点検計画に反映し点検を実施している。点検の結果，機能・性能に影響を及ぼす腐食がないことを確認した。

よって，ダクト本体は，定期的に外面及び内面（可視範囲）の目視点検を実施することにより，腐食による変色状況を確認することで腐食の検知が可能であり，必要に応じて補修を実施することで健全性を維持できると考える。

また，ダクト内面点検の実施範囲の一部に可視範囲外が存在するため，外気取入れラインのダクトの適切な箇所に点検口を追設し，ダクト内面の腐食を検知可能な構造とする。

したがって，ダクト本体の腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

c. フランジ，ボルト・ナットの腐食（全面腐食）［共通］

フランジ，ボルト・ナットは炭素鋼であり，腐食が発生する可能性がある。

しかし，ボルト・ナットはクロームメッキを施しており，フランジは塗装が施されていることから，塗膜が健全であれば腐食が発生する可能性は小さく，目視点検時に必要に応じて補修塗装することにより機能を維持している。

したがって，フランジ，ボルト・ナットの腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

d. 補強材及び支持鋼材の腐食（全面腐食）［中央制御室換気系ダクト（角ダクト）］

補強材及び支持鋼材は炭素鋼であり腐食が発生する可能性がある。

しかし，補強材，支持鋼材は塗装が施されていることから，塗膜が健全であれば腐食が発生する可能性は小さく，目視点検時に必要に応じて補修塗装することにより機能を維持している。

したがって，補強材及び支持鋼材の腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

e. 埋込金物（大気接触部）の腐食（全面腐食）［中央制御室換気系ダクト（角ダクト）］

埋込金物（大気接触部）は炭素鋼であるため腐食が想定されるが，大気接触部は塗装が施されていることから，塗膜が健全であれば腐食が発生する可能性は小さく，目視点検時に必要に応じて補修塗装することにより機能を維持している。

したがって，埋込金物（大気接触部）の腐食（全面腐食）は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象でないと判断する。

f. ガスケットの劣化［共通］

ガスケットは，経年劣化が進展する可能性があるが，これまでの機器点検等において異常は認められていない。

また，定期的なダクトの点検に合わせガスケットの点検を実施することとしており，劣化の進展が確認された場合にはガスケットの交換を実施することが可能である。

したがって，ガスケットの劣化は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

g. ベローズの劣化［中央制御室換気系ダクト（角ダクト）］

ベローズの材質はゴムであり，経年劣化が進展する可能性があるが，屋内環境にあることから紫外線等による劣化はなく，劣化進展が極めて小さいと考えられる。

また，定期的なダクトの点検に合わせベローズについても点検を実施することとしており，劣化の進展が確認された場合にはベローズの交換を実施することが可能である。

したがって，ベローズの劣化は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

(2) 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により，今後も経年劣化の進展が考えられない，又は進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外）

a. 埋込金物（コンクリート埋設部）の腐食(全面腐食)[中央制御室換気系ダクト（角ダクト）]

埋込金物（コンクリート埋設部）は炭素鋼であるため腐食が想定されるが，コンクリート埋設部ではコンクリートの大気接触部表面からの中性化の進行により腐食環境となる。

しかし，コンクリートが中性化に至り埋込金物に有意な腐食が発生するまでは長時間を要する。今後も使用環境に変化がなく，これらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，埋込金物（コンクリート埋設部）の腐食（全面腐食）は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象でないと判断する。

b. 基礎ボルトの樹脂の劣化（後打ちケミカルアンカ）[中央制御室換気系ダクト（角ダクト）]

基礎ボルトの樹脂の劣化については,「機械設備の技術評価書」にて評価を実施するものとし，本評価書には含めない。

表 2.2-1(1/2) 中央制御室換気系ダクト（角ダクト）に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考
					減肉		割れ		材質変化		その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
バウンダリの維持	流路の確保	ダクト本体		亜鉛メッキ鋼板		△						*1：樹脂の劣化（後打ちケミカルアンカ） *2：コンクリート埋設部
		補強材		炭素鋼		△						
		フランジ		炭素鋼		△						
		ガスケット		石綿，ゴム						△		
		ボルト・ナット		炭素鋼		△						
		ベローズ		ゴム						△		
機器の支持	支持	支持鋼材		炭素鋼		△						
		基礎ボルト		炭素鋼，樹脂		△				▲*1		
		埋込金物		炭素鋼		△▲*2						

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

▲：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象以外）

表 2.2-1(2/2) 原子炉建屋換気系ダクト（丸ダクト）に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考
					減肉		割れ		材質変化		その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
バウンダリの維持	流路の確保	ダクト本体		炭素鋼		△						
		フランジ		炭素鋼		△						
		ガスケット		石綿						△		
		ボルト・ナット		炭素鋼		△						

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

3. 代表機器以外への展開

本章では 2 章で実施した代表機器の技術評価について，1 章で実施したグループ化で代表機器となっていない機器への展開について検討した。

① ディーゼル室換気系ダクト（角ダクト）

② 中央制御室換気系ダクト（丸ダクト）

3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

代表機器と同様，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象は抽出されなかった。

3.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

(1) 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって，想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象）

a. 基礎ボルトの腐食（全面腐食）［ディーゼル室換気系ダクト（角ダクト)］

基礎ボルトの腐食（全面腐食）については，「機械設備の技術評価書」にて評価を実施するものとし，本評価書には含めない。

b. ダクト本体の腐食（全面腐食）［共通］

代表機器と同様，ダクト本体は亜鉛メッキ鋼板又は炭素鋼であり，亜鉛メッキ鋼板は耐食性に優れ，炭素鋼には塗装を施していることから，急激に腐食が進行する可能性は小さいが，外気と接触するダクト本体に腐食が発生する可能性がある。

また，当社及び国内他プラントの中央制御室換気系ダクトにおいて，水分及び海塩粒子を含んだ外気の影響により，外気取入れラインのダクトに内面からの腐食が発生している。

しかし，ダクト本体は，定期的に目視点検を実施し，腐食による変色状況を確認することで腐食の検知が可能であり，必要に応じて補修を実施することで健全性を維持できると考える。

したがって，ダクト本体の腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

c. フランジ，ボルト・ナットの腐食（全面腐食）［共通］

代表機器と同様，フランジ，ボルト・ナットは炭素鋼であり，腐食が発生する可能性がある。

しかし，ボルト・ナットはクロームメッキを施しており，フランジは塗装が施されていることから，塗膜が健全であれば腐食が発生する可能性は小さく，目視点検時に必要に応じて補修塗装することにより機能を維持している。

したがって，フランジ，ボルト・ナットの腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

d. 補強材及び支持鋼材の腐食（全面腐食）［ディーゼル室換気系ダクト（角ダクト）］

代表機器と同様，補強材及び支持鋼材は炭素鋼であり腐食が発生する可能性がある。

しかし，補強材，支持鋼材は塗装が施されていることから，塗膜が健全であれば腐食が発生する可能性は小さく，目視点検時に必要に応じて補修塗装することにより機能を維持している。

したがって，補強材及び支持鋼材の腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

e. 埋込金物（大気接触部）の腐食（全面腐食）［ディーゼル室換気系ダクト（角ダクト）］

代表機器と同様，埋込金物（大気接触部）は炭素鋼であるため腐食が想定されるが，大気接触部は塗装が施されていることから，塗膜が健全であれば腐食が発生する可能性は小さく，目視点検時に必要に応じて補修塗装することにより機能を維持している。

したがって，埋込金物（大気接触部）の腐食（全面腐食）は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象でないと判断する。

f. ガスケットの劣化［共通］

代表機器と同様，ガスケットは経年劣化が進展する可能性があるが，これまでの機器点検等において異常は認められていない。

また，定期的なダクトの点検に合わせガスケットの点検を実施することとしており，劣化の進展が確認された場合にはガスケットの交換を実施することが可能である。

したがって，ガスケットの劣化は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

(2) 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により，今後も経年劣化の進展が考えられない，又は進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外）

a. 埋込金物（コンクリート埋設部）の腐食（全面腐食）［ディーゼル室換気系ダクト（角ダクト）］

代表機器と同様，埋込金物（コンクリート埋設部）は炭素鋼であるため腐食が想定されるが，コンクリート埋設部ではコンクリートの大気接触部表面からの中性化の進行により腐食環境となる。

しかし，コンクリートが中性化に至り埋込金物に有意な腐食が発生するまでは長時間を要する。

今後も使用環境に変化がなく，これらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，埋込金物（コンクリート埋設部）の腐食（全面腐食）は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象でないと判断する。

b. 基礎ボルトの樹脂の劣化（後打ちケミカルアンカ）［ディーゼル室換気系ダクト（角ダクト）］

基礎ボルトの樹脂の劣化については，「機械設備の技術評価書」にて評価を実施するものとし，本評価書には含めない。

6. ダンパ及び弁

［対象ダンパ及び弁］

① 中央制御室換気系空気作動式ダンパ
② ディーゼル室換気系空気作動式ダンパ
③ 非常用ガス処理系グラビティダンパ
④ 非常用ガス再循環系グラビティダンパ
⑤ 中央制御室換気系グラビティダンパ
⑥ ディーゼル室換気系グラビティダンパ
⑦ 緊急時対策所換気系グラビティダンパ
⑧ 中央制御室換気系手動式ダンパ
⑨ 原子炉建屋換気系隔離弁
⑩ 中央制御室換気系隔離弁

目次

1. 対象機器及び代表機器の選定..... 6-1
1.1 グループ化の考え方及び結果..... 6-1
1.2 代表機器の選定..... 6-1
2. 代表機器の技術評価..... 6-4
2.1 構造，材料及び使用条件..... 6-4
2.1.1 中央制御室換気系ファン AH2-9 入口ダンパ..... 6-4
2.1.2 中央制御室換気系ファン AH2-9 出口グラビティダンパ..... 6-7
2.1.3 中央制御室換気系再循環フィルタ装置ラインダンパ..... 6-10
2.1.4 原子炉建屋換気系 C/S 隔離弁..... 6-13
2.1.5 中央制御室換気系隔離弁..... 6-16
2.2 経年劣化事象の抽出..... 6-19
2.2.1 機器の機能達成に必要な項目..... 6-19
2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出..... 6-19
2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象..... 6-21
3. 代表機器以外への展開..... 6-29
3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象..... 6-29
3.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象..... 6-29

1. 対象機器及び代表機器の選定

東海第二で使用している主要なダンパ及び弁の主な仕様を表 1-1 に示す。

これらのダンパ及び弁を型式及び駆動方式の観点からグループ化し，それぞれのグループより以下のとおり代表機器を選定した。

1.1 グループ化の考え方及び結果

型式及び駆動方式を分類基準とし，ダンパ及び弁を表 1-1 に示す通りグループ化する。

1.2 代表機器の選定

表 1-1 に分類されるグループ毎に，重要度，運転状態，流量の観点から代表機器を選定する。

(1) 空気作動式ダンパ

このグループには，中央制御室換気系空気作動式ダンパ，ディーゼル室換気系空気作動式ダンパが属するが，重要度は同じであることから，運転状態の厳しい中央制御室換気系ファン AH2-9 入口ダンパを代表機器とする。

(2) 重力式ダンパ

このグループには，非常用ガス処理系グラビティダンパ，非常用ガス再循環系グラビティダンパ，中央制御室換気系グラビティダンパ，ディーゼル室換気系グラビティダンパ，緊急時対策所換気系グラビティダンパが属するが，重要度が高く，運転状態の厳しい中央制御室換気系ファン AH2-9 出口グラビティダンパを代表機器とする。

(3) 手動式ダンパ

このグループには，中央制御室換気系手動式ダンパが属するが，重要度が高く，運転状態が同じであり，流量の大きい中央制御室換気系再循環フィルタ装置ラインダンパを代表機器とする。

(4) 空気作動式バタフライ弁

このグループには，原子炉建屋換気系隔離弁のみが属するため，原子炉建屋換気系 C/S 隔離弁を代表機器とする。

(5) 電動式バタフライ弁

このグループには，中央制御室換気系隔離弁のみが属するが，重要度が同じであり，運転状態の厳しい中央制御室換気系隔離弁を代表機器とする。

表 1-1(1/2)　ダンパ及び弁のグループ化及び代表機器の選定

分類基準		機器名称	選定基準			選定	代表ダンパ及び弁	選定理由
			仕様	重要度[*2]	使用条件			
型式	駆動方式		流量[*1](m^3/h)		運転状態			
ダンパ	空気作動式	中央制御室換気系空気作動式ダンパ	42,500	MS-1	連続	◎	中央制御室換気系ファン AH2-9 入口ダンパ	重要度 運転状態
			5,100	MS-1，重[*3]	一時			
		ディーゼル室換気系空気作動式ダンパ	95,000	MS-1	一時			
	重力式	非常用ガス処理系グラビティダンパ	3,570	MS-1，重[*3]	一時		中央制御室換気系ファン AH2-9 出口グラビティダンパ	重要度 運転状態
		非常用ガス再循環系グラビティダンパ	17,000	MS-1，重[*3]	一時			
		中央制御室換気系グラビティダンパ	42,500	MS-1，重[*3]	連続	◎		
			5,100	MS-1，重[*3]	一時			
		ディーゼル室換気系グラビティダンパ	71,400	MS-1	一時			
		緊急時対策所換気系グラビティダンパ[*4]	5,000	重[*3]	一時			
	手動式	中央制御室換気系手動式ダンパ	3,400	MS-1	一時		中央制御室換気系再循環フィルタ装置ラインダンパ	重要度 運転状態 流量
			5,100	MS-1，重[*3]	一時	◎		

◎：代表機器

*1：流量が異なる機器がある場合は，流量の最大のものを示す

*2：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

*3：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す

*4：新規に設置される機器

表 1-1(2/2)　ダンパ及び弁のグループ化及び代表機器の選定

分類基準		機器名称	選定基準			選定	代表ダンパ及び弁	選定理由
			仕様	重要度[*2]	使用条件			
型式	駆動方式		流量[*1](m^3/h)		運転状態			
バタフライ弁	空気作動式	原子炉建屋換気系隔離弁	231,200	MS-1	連続	◎	原子炉建屋換気系 C/S 隔離弁	
	電動式	中央制御室換気系隔離弁	3,400	MS-1，重[*3]	連続	◎	中央制御室換気系隔離弁	重要度運転状態
			34,800[*4]	MS-1	一時			

◎：代表機器

*1：流量が異なる機器がある場合は，流量の最大のものを示す

*2：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

*3：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す

*4：新規に設置される機器

2. 代表機器の技術評価

本章では，1 章で代表機器とした以下のダンパ及び弁について，技術評価を実施する。

① 中央制御室換気系ファン AH2-9 入口ダンパ
② 中央制御室換気系ファン AH2-9 出口グラビティダンパ
③ 中央制御室換気系再循環フィルタ装置ラインダンパ
④ 原子炉建屋換気系 C/S 隔離弁
⑤ 中央制御室換気系隔離弁

2.1 構造，材料及び使用条件

2.1.1 中央制御室換気系ファン AH2-9 入口ダンパ

(1) 構造

東海第二の中央制御室換気系ファン AH2-9 入口ダンパは空気作動式ダンパで，2 基設置されている。

中央制御室換気系ファン AH2-9 入口ダンパは，ケーシング，ボルト・ナット，羽根，軸，軸受（ころがり），空気作動部，作動部取付ボルト，リンケージ等からなり，付属品として作動空気用の制御用電磁弁がある。空気作動部は，ピストン・シリンダ型で復帰用スプリングを有する。

東海第二の中央制御室換気系ファン AH2-9 入口ダンパの構造図を図 2.1-1 に示す。

(2) 材料及び使用条件

東海第二の中央制御室換気系ファン AH2-9 入口ダンパ主要部位の使用材料を表 2.1-1 に，使用条件を表 2.1-2 に示す。

No.	部位
①	ケーシング
②	ボルト・ナット
③	羽根
④	軸
⑤	軸受（ころがり）
⑥	空気作動部
⑦	作動部取付ボルト
⑧	リンケージ
⑨	制御用電磁弁

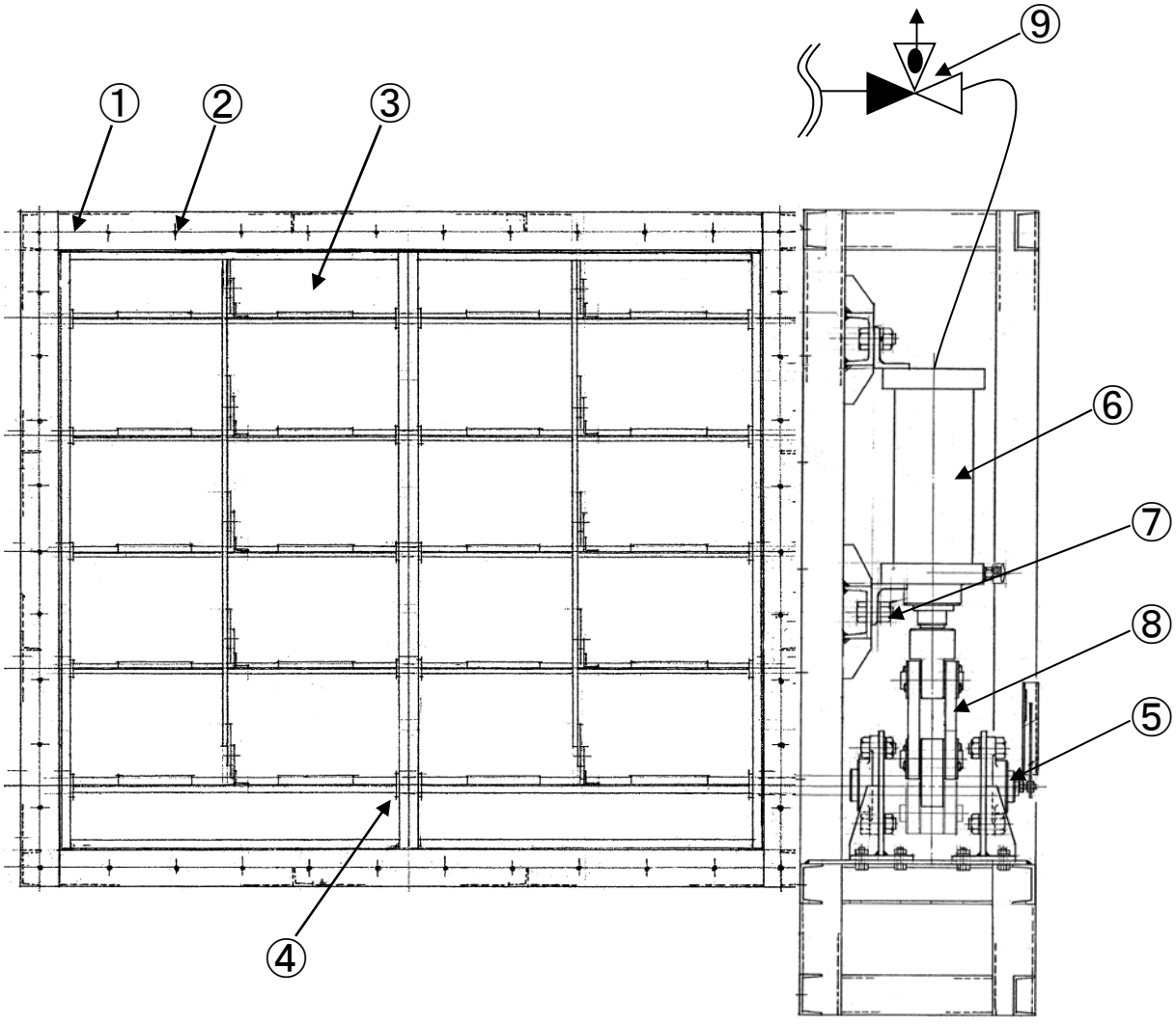


図 2.1-1　中央制御室換気系ファン AH2-9 入口ダンパ構造図

表 2.1-1　中央制御室換気系ファン AH2-9 入口ダンパ主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
バウンダリの維持	耐圧	ケーシング	炭素鋼
		ボルト・ナット	炭素鋼
隔離機能の維持	隔離	羽根	炭素鋼
作動機能の維持	エネルギー伝達	軸	炭素鋼
		軸受（ころがり）	（消耗品）
	エネルギー変換	空気作動部	（定期取替品）
		作動部取付ボルト	炭素鋼
		リンケージ	ステンレス鋼
		制御用電磁弁	（定期取替品）

表 2.1-2　中央制御室換気系ファン AH2-9 入口ダンパの使用条件

流量	42,500 m^3/h
周囲温度	40 ℃
内部流体	空気
設置場所	屋内

2.1.2 中央制御室換気系ファンAH2-9出口グラビティダンパ

(1) 構造

東海第二の中央制御室換気系ファンAH2-9出口グラビティダンパは重力式ダンパで，2基設置している。

中央制御室換気系ファンAH2-9出口グラビティダンパは，ケーシング，ボルト・ナット，羽根，軸，軸受（ころがり），ウェイトからなる。

中央制御室換気系ファンAH2-9出口グラビティダンパの構造図を図2.1-2に示す。

(2) 材料及び使用条件

東海第二の中央制御室換気系ファンAH2-9出口グラビティダンパ主要部位の使用材料を表2.1-3に，使用条件を表2.1-4に示す。

No.	部位
①	ケーシング
②	ボルト・ナット
③	羽根
④	軸
⑤	軸受（ころがり）
⑥	ウェイト

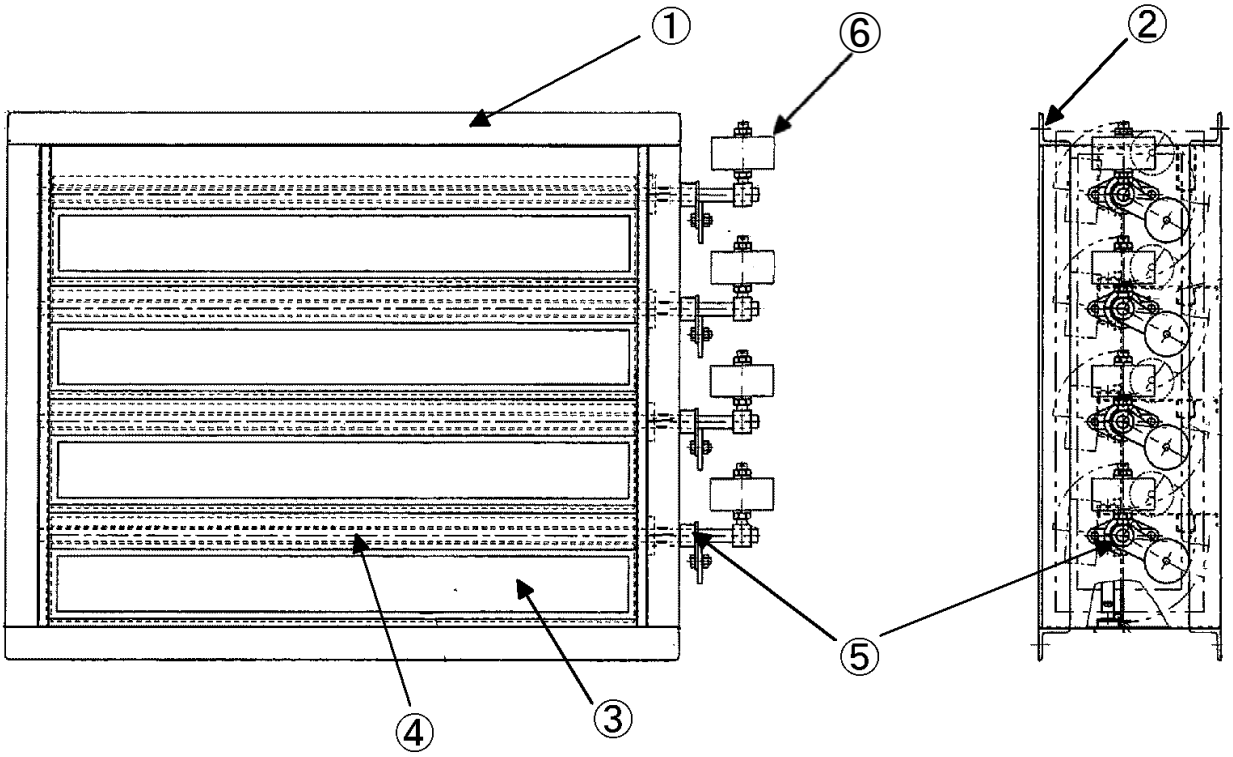


図 2.1-2　中央制御室換気系ファン AH2-9 出口グラビティダンパ構造図

表 2.1-3　中央制御室換気系ファン AH2-9 出口グラビティダンパ主要部位の使用材料

機能達成に 必要な項目	サブ システム	部位	材料
バウンダリの維持	耐圧	ケーシング	炭素鋼
		ボルト・ナット	炭素鋼
隔離機能の維持	隔離	羽根	炭素鋼
作動機能の維持	エネルギー伝達	軸	炭素鋼
		軸受（ころがり）	（消耗品）
		ウェイト	炭素鋼

表 2.1-4　中央制御室換気系ファン AH2-9 出口グラビティダンパの使用条件

流量	42,500 m^3/h
周囲温度	40 ℃
内部流体	空気
設置場所	屋内

2.1.3 中央制御室換気系再循環フィルタ装置ラインダンパ

(1) 構造

東海第二の中央制御室換気系再循環フィルタ装置ラインダンパは手動式ダンパで，1基設置している。

中央制御室換気系再循環フィルタ装置ラインダンパは，ケーシング，ボルト・ナット，羽根，軸，軸受（ころがり），連結棒，開閉器，ハンドル軸からなる。

中央制御室換気系再循環フィルタ装置ラインダンパの構造図を図2.1-3に示す。

(2) 材料及び使用条件

東海第二の中央制御室換気系再循環フィルタ装置ラインダンパ主要部位の使用材料を表2.1-5に，使用条件を表2.1-6に示す。

No.	部位
①	ケーシング
②	ボルト・ナット
③	羽根
④	軸
⑤	軸受（ころがり）
⑥	連結棒
⑦	開閉器
⑧	ハンドル軸

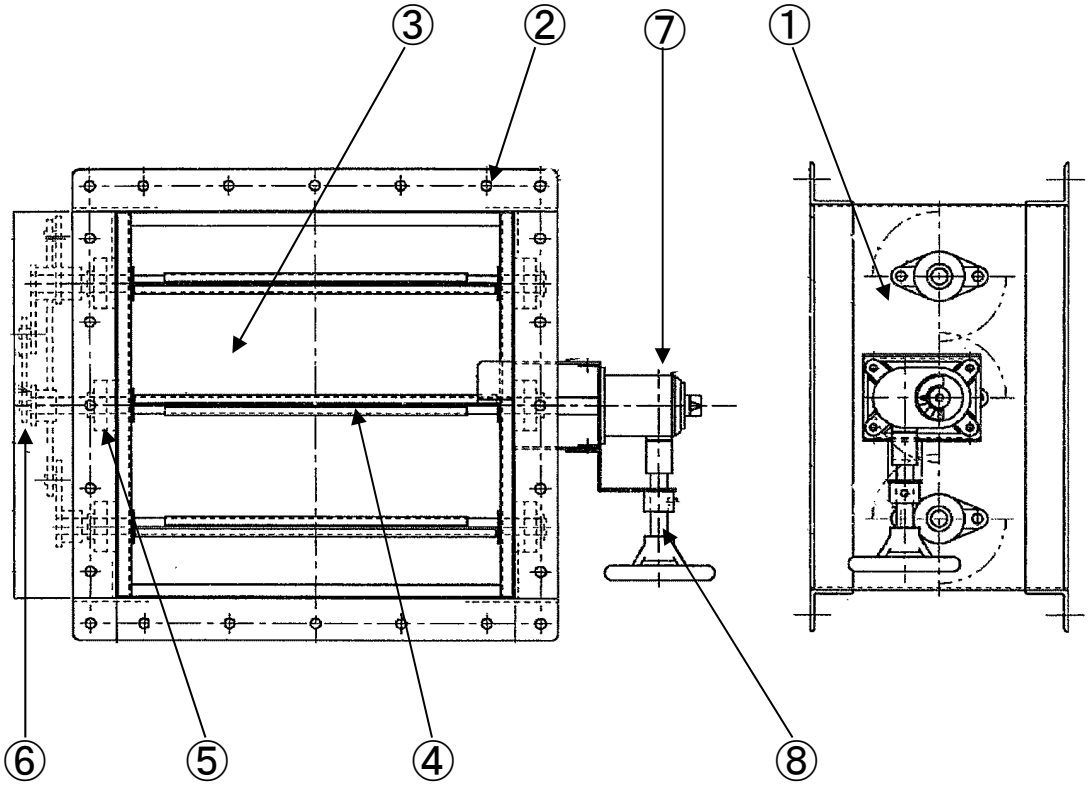


図 2.1-3　中央制御室換気系再循環フィルタ装置ラインダンパ構造図

表 2.1-5　中央制御室換気系再循環フィルタ装置ラインダンパ主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
バウンダリの維持	耐圧	ケーシング	炭素鋼
		ボルト・ナット	炭素鋼
隔離機能の維持	隔離	羽根	炭素鋼
作動機能の維持	エネルギー伝達	軸	炭素鋼
		軸受（ころがり）	（消耗品）
		連結棒	炭素鋼
		開閉器	アルミニウム合金
		ハンドル軸	炭素鋼

表 2.1-6　中央制御室換気系再循環フィルタ装置ラインダンパの使用条件

流量	5,100 m^3/h
周囲温度	40 ℃
内部流体	空気
設置場所	屋内

2.1.4 原子炉建屋換気系 C/S 隔離弁

(1) 構造

東海第二の原子炉建屋換気系 C/S 隔離弁は，空気作動式バタフライ弁で，給気側に 4 基，排気側に 4 基設置されている。

原子炉建屋換気系 C/S 隔離弁は，弁箱，ボルト・ナット，弁体，弁体シート，弁棒，軸受（ころがり），空気作動部，ハウジング，作動部取付ボルト等からなり，付属品として作動空気用の制御用電磁弁，四方弁がある。空気作動部は複動ピストン・シリンダ型でスプリングを有しない。軸封部には空気の漏れを防止するためにグランドパッキンを使用している。

原子炉建屋換気系 C/S 隔離弁の構造図を図 2.1-4 に示す。

(2) 材料及び使用条件

東海第二の原子炉建屋換気系 C/S 隔離弁主要部位の使用材料を表 2.1-7 に，使用条件を表 2.1-8 に示す。

No.	部位
①	弁箱
②	ボルト・ナット
③	グランドパッキン
④	弁体
⑤	弁体シート
⑥	弁棒
⑦	軸受（ころがり）
⑧	空気作動部
⑨	ハウジング
⑩	作動部取付ボルト
⑪	リミットスイッチ
⑫	制御用電磁弁
⑬	四方弁
⑭	支持脚
⑮	取付ボルト

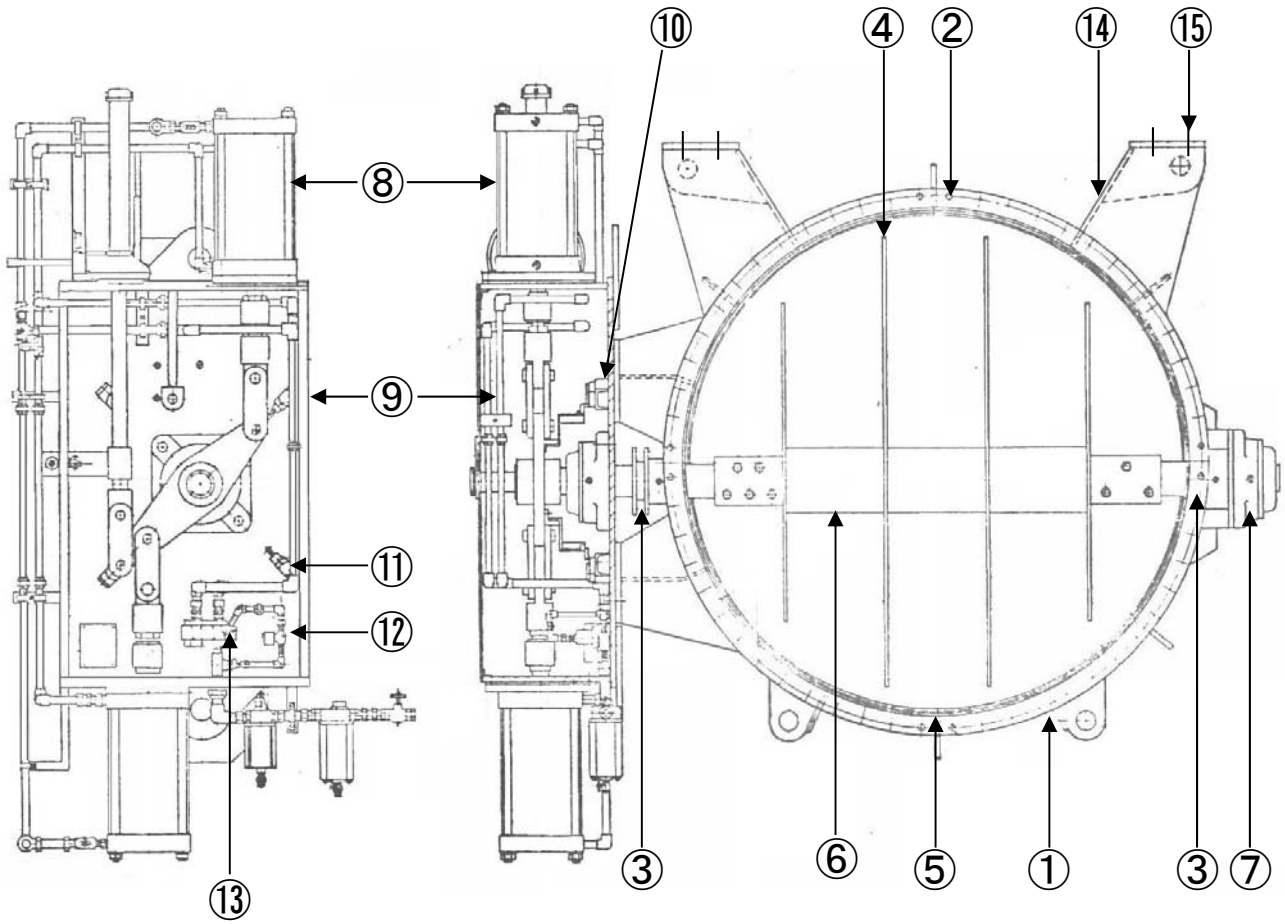


図 2.1-4　原子炉建屋換気系 C/S 隔離弁構造図

表 2.1-7　原子炉建屋換気系 C/S 隔離弁主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
バウンダリの維持	耐圧	弁箱	炭素鋼
		ボルト・ナット	炭素鋼
	シール	グランドパッキン	（消耗品）
隔離機能の維持	隔離	弁体	炭素鋼
		弁体シート	（消耗品）
作動機能の維持	エネルギー伝達	弁棒	ステンレス鋼
		軸受（ころがり）	（消耗品）
	エネルギー変換	空気作動部	炭素鋼，鋳鉄
		ハウジング	炭素鋼
		作動部取付ボルト	炭素鋼
		リミットスイッチ	（定期取替品）
		制御用電磁弁	（定期取替品）
		四方弁	（定期取替品）
機器の支持	支持	支持脚	炭素鋼
		取付ボルト	炭素鋼

表 2.1-8　原子炉建屋換気系 C/S 隔離弁の使用条件

流量	231,200 m^3/h
周囲温度	40 ℃
内部流体	空気
設置場所	屋内

2.1.5 中央制御室換気系隔離弁

(1) 構造

東海第二の中央制御室換気系隔離弁は，電動式バタフライ弁で，給気側に 4 基，排気側に 2 基設置されている。

中央制御室換気系隔離弁は，弁箱，ボルト・ナット，弁体，弁体シート，弁棒からなる。軸封部には空気の漏れを防止するために O リングを使用している。

中央制御室換気系隔離弁の構造図を図 2.1-5 に示す。

(2) 材料及び使用条件

東海第二の中央制御室換気系隔離弁主要部位の使用材料を表 2.1-9 に，使用条件を表 2.1-10 に示す。

No.	部位
①	弁箱
②	ボルト・ナット
③	0 リング
④	弁体
⑤	弁体シート
⑥	弁棒
⑦	ブッシュ
⑧	支持脚
⑨	取付ボルト

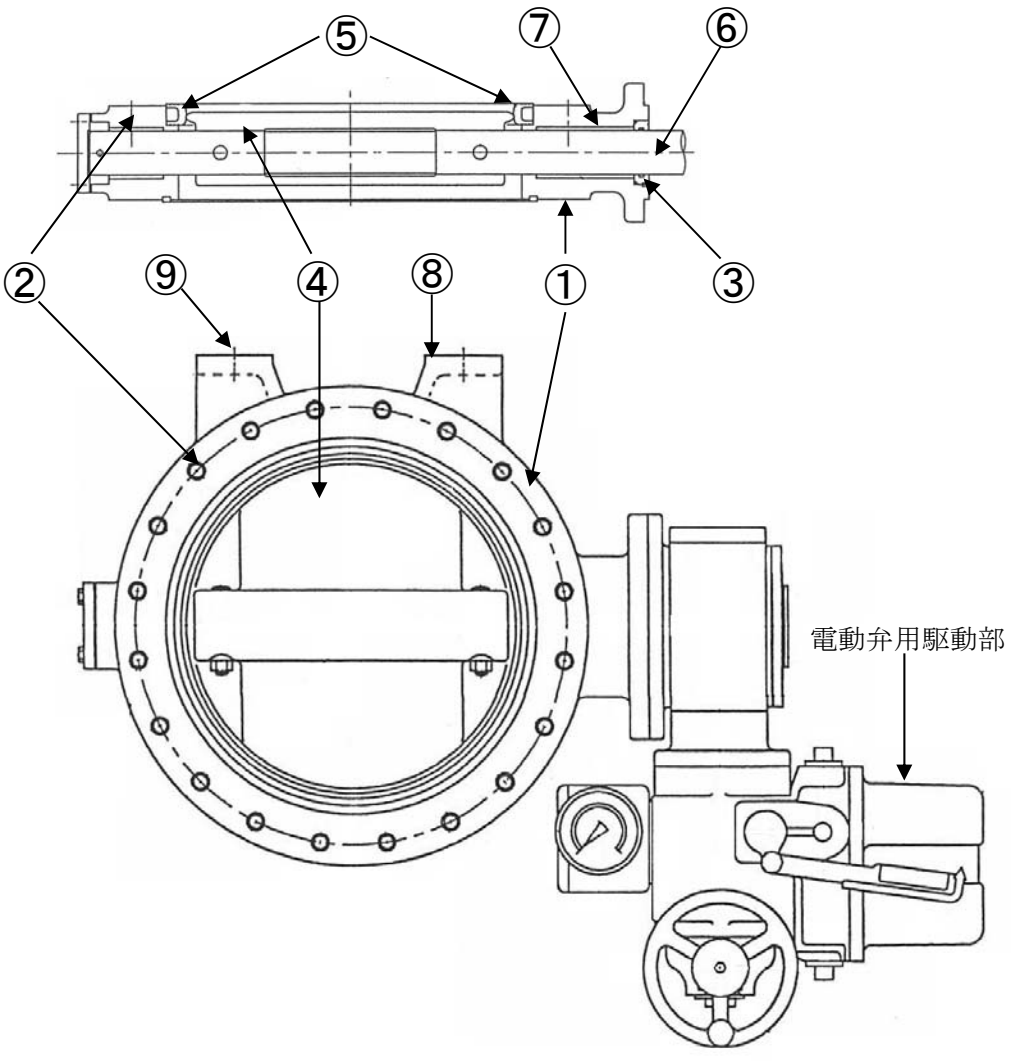


図 2.1-5　中央制御室換気系隔離弁構造図

表 2.1-9　中央制御室換気系隔離弁主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
バウンダリの維持	耐圧	弁箱	炭素鋼鋳鋼
		ボルト・ナット	炭素鋼
	シール	0 リング	（消耗品）
隔離機能の維持	隔離	弁体	ステンレス鋳鋼
		弁体シート	（消耗品）
作動機能の維持	エネルギー伝達	弁棒	ステンレス鋼
		ブッシュ	銅合金
機器の支持	支持	支持脚	炭素鋼鋳鋼
		取付ボルト	炭素鋼

表 2.1-10　中央制御室換気系隔離弁の使用条件

流量	3,400 m^3/h
周囲温度	40 ℃
内部流体	空気
設置場所	屋内

2.2 経年劣化事象の抽出

2.2.1 機器の機能達成に必要な項目

ダンパ及び弁の機能（流体調節機能，隔離機能）の達成に必要な項目は以下のとおり。

(1) バウンダリの維持

(2) 隔離機能の維持

(3) 作動機能の維持

(4) 機器の支持

2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

(1) 想定される経年劣化事象の抽出

ダンパ及び弁について，機能達成に必要な項目を考慮して主要な部位に展開した上で，個々の部位の材料，構造，使用条件（流量，温度等）及び現在までの運転経験を考慮し，表 2.2-1 で示すとおり想定される経年劣化事象を抽出した（表 2.2-1 で○または△，▲）。

なお，消耗品及び定期取替品は，以下のとおり評価対象外とする。

(2) 消耗品及び定期取替品の扱い

グランドパッキン，0 リング，弁体シート及び軸受（ころがり）は消耗品，リミットスイッチ，空気作動部，制御用電磁弁，四方弁は定期取替品であり，設計時に長期使用せず取替を前提としていることから，高経年化対策を見極める上での評価対象外とする。

(3) 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

想定される経年劣化事象のうち下記①，②に該当しない事象を高経年化対策上着目すべき経年劣化事象と判断した。

なお，下記①，②に該当する事象については，2.2.3 項に示すとおり，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断した。

① 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって，想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象として表 2.2-1 で△）

② 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により，今後も経年劣化の進展が考えられない，又は進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外として表 2.2-1 で▲）

この結果，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象は抽出されなかった。

2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

(1) 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって，想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象）

a. ブッシュの摩耗，固着［中央制御室換気系隔離弁］

ブッシュは弁棒との摺動部位であり経年使用による摩耗が発生し，摩耗粉，異物等の噛み込みにより固着の可能性がある。

しかし，弁棒の開閉速度は遅く，回転角度は 90 度程度に限定され，開閉頻度も少ないことから，摩耗，固着の発生する可能性は小さい。

また，定期検査毎に弁の作動試験を実施しており，ブッシュの摩耗，固着に起因する異常が確認された場合，必要に応じてブッシュの交換を行うことにより機能を維持している。

したがって，ブッシュの摩耗，固着は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

b. ケーシング，羽根，軸，ウェイトの腐食（全面腐食）［中央制御室換気系ファン AH2-9 入口ダンパ，中央制御室換気系ファン AH2-9 出口グラビティダンパ，中央制御室換気系再循環フィルタ装置ラインダンパ］

ケーシング，羽根，軸，ウェイト（中央制御室換気系ファン AH2-9 出口グラビティダンパのみ）は炭素鋼であり，腐食が想定されるが，大気接触部は塗装が施されていることから，塗膜が健全であれば腐食が発生する可能性は小さく，目視点検時に必要に応じて補修塗装することにより機能を維持している。

したがって，ケーシング，羽根，軸，ウェイトの腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

c. 弁箱，弁体，ハウジング，支持脚，取付ボルトの腐食（全面腐食）［原子炉建屋換気系 C/S 隔離弁，中央制御室換気系隔離弁］

弁箱，弁体（原子炉建屋換気系 C/S 隔離弁のみ），ハウジング（原子炉建屋換気系 C/S 隔離弁のみ），支持脚，取付ボルトは炭素鋼又は炭素鋼鋳鋼であり，腐食が想定されるが，大気接触部は塗装が施されていることから，塗膜が健全であれば腐食が発生する可能性は小さく，目視点検時に必要に応じて補修塗装することにより機能を維持している。

したがって，弁箱，弁体，ハウジング，支持脚，取付ボルトの腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

d. ボルト・ナットの腐食（全面腐食）［共通］

ボルト・ナットは炭素鋼であり，腐食が想定されるが，大気接触部は塗装が施されていることから，塗膜が健全であれば腐食が発生する可能性は小さく，目視点検時に必要に応じて補修塗装することにより機能を維持している。

したがって，ボルト・ナットの腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

e. 空気作動部の腐食（全面腐食）［原子炉建屋換気系 C/S 隔離弁］

空気作動部は炭素鋼及び鋳鉄であるが，内面は常に除湿された清浄な空気であり，大気接触部は塗装が施されていることから，塗膜が健全であれば腐食が発生する可能性は小さく，目視点検時に必要に応じて補修塗装することにより機能を維持している。

さらに，動作確認により空気作動部の健全性の確認を行っており，これまで異常は認められていない。

したがって，空気作動部の腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

f. 作動部取付ボルトの腐食（全面腐食）［中央制御室換気系ファン AH2-9 入口ダンパ，原子炉建屋換気系 C/S 隔離弁］

作動部取付ボルトは炭素鋼であり，腐食が想定されるが，大気接触部は塗装が施されていることから，塗膜が健全であれば腐食が発生する可能性は小さく，目視点検時に必要に応じて補修塗装することにより機能を維持している。

したがって，作動部取付ボルトの腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

g. 連結棒，ハンドル軸の腐食（全面腐食）［中央制御室換気系再循環フィルタ装置ラインダンパ］

連結棒，ハンドル軸は炭素鋼であり，腐食が想定されるが，大気接触部は塗装が施されていることから，塗膜が健全であれば腐食が発生する可能性は小さく，目視点検時に必要に応じて補修塗装することにより機能を維持している。

したがって，連結棒，ハンドル軸の腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

h. 軸の固着［中央制御室換気系ファン AH2-9 入口ダンパ，中央制御室換気系ファン AH2-9 出口グラビティダンパ，中央制御室換気系再循環フィルタ装置ラインダンパ］

ダンパの軸は，軸受の潤滑油の枯渇，劣化により固着する可能性があるが，目視点検及び動作確認により，有意な固着のないことを確認している。

また，動作確認時に必要に応じて軸受に潤滑油を給油することとしている。

したがって，軸の固着は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

i. 弁棒の摩耗［原子炉建屋換気系 C/S 隔離弁，中央制御室換気系隔離弁］

弁体の開閉速度は遅く，回転角度は 90 度程度に限定され，開閉頻度も少ないことから，摩耗の発生する可能性は小さい。

なお，分解点検時に目視点検等を実施しているが，これまで有意な摩耗は認められていない。

今後も使用環境に変化がないことから，これらの傾向に変化する要因があるとは考え難い。

したがって，弁棒の摩耗は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

j. 開閉器の腐食（全面腐食）［中央制御室換気系再循環フィルタ装置ラインダンパ］

開閉器は耐食性に優れたアルミニウム合金であり，腐食の発生する可能性は小さい。

なお，これまでの目視点検結果からも有意な腐食は認められていない。

今後も使用環境に変化がないことから，これらの傾向に変化する要因があるとは考え難い。

したがって，開閉器の腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

(2) 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により，今後も経年劣化の進展が考えられない，又は進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外）

日常劣化管理事象以外に該当する事象は抽出されなかった。

表 2.2-1(1/5)　中央制御室換気系ファン AH2-9 入口ダンパに想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考
					減肉		割れ		材質変化		その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
バウンダリの維持	耐圧	ケーシング		炭素鋼		△						*1:固着
		ボルト・ナット		炭素鋼		△						
隔離機能の維持	隔離	羽根		炭素鋼		△						
作動機能の維持	エネルギー伝達	軸		炭素鋼		△					△[*1]	
		軸受（ころがり）	◎	―								
	エネルギー変換	空気作動部	◎	―								
		作動部取付ボルト		炭素鋼		△						
		リンケージ		ステンレス鋼								
		制御用電磁弁	◎	―								

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表 2.2-1(2/5)　中央制御室換気系ファン AH2-9 出口グラビティダンパに想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考
					減肉		割れ		材質変化		その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
バウンダリの維持	耐圧	ケーシング		炭素鋼		△						*1:固着
		ボルト・ナット		炭素鋼		△						
隔離機能の維持	隔離	羽根		炭素鋼		△						
作動機能の維持	エネルギー伝達	軸		炭素鋼		△					△*1	
		軸受（ころがり）	◎	―								
		ウェイト		炭素鋼		△						

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表 2.2-1(3/5)　中央制御室換気系再循環フィルタ装置ラインダンパに想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考
					減肉		割れ		材質変化		その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
バウンダリの維持	耐圧	ケーシング		炭素鋼		△						*1:固着
		ボルト・ナット		炭素鋼		△						
隔離機能の維持	隔離	羽根		炭素鋼		△						
作動機能の維持	エネルギー伝達	軸		炭素鋼		△					△*1	
		軸受（ころがり）	◎	―								
		連結棒		炭素鋼		△						
		開閉器		アルミニウム合金		△						
		ハンドル軸		炭素鋼		△						

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表 2.2-1(4/5)　原子炉建屋換気系 C/S 隔離弁に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考
					減肉		割れ		材質変化		その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
バウンダリの維持	耐圧	弁箱		炭素鋼		△						
		ボルト・ナット		炭素鋼		△						
	シール	グランドパッキン	◎	－								
隔離機能の維持	隔離	弁体		炭素鋼		△						
		弁体シート	◎	－								
作動機能の維持	エネルギー伝達	弁棒		ステンレス鋼	△							
		軸受（ころがり）	◎	－								
	エネルギー変換	空気作動部		炭素鋼，鋳鉄		△						
		ハウジング		炭素鋼		△						
		作動部取付ボルト		炭素鋼		△						
		リミットスイッチ	◎	－								
		制御用電磁弁	◎	－								
		四方弁	◎	－								
機器の支持	支持	支持脚		炭素鋼		△						
		取付ボルト		炭素鋼		△						

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表 2.2-1(5/5)　中央制御室換気系隔離弁に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考
					減肉		割れ		材質変化		その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
バウンダリの維持	耐圧	弁箱		炭素鋼鋳鋼		△						*1：固着
		ボルト・ナット		炭素鋼		△						
	シール	0リング	◎	－								
隔離機能の維持	隔離	弁体		ステンレス鋳鋼								
		弁体シート	◎	－								
作動機能の維持	エネルギー伝達	弁棒		ステンレス鋼	△							
		ブッシュ		銅合金	△						△*1	
機器の支持	支持	支持脚		炭素鋼鋳鋼		△						
		取付ボルト		炭素鋼		△						

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

3. 代表機器以外への展開

本章では，2 章で実施した代表機器の技術評価について，1 章で実施したグループ化で代表機器となっていない機器への展開について検討した。

① 中央制御室換気系空気作動式ダンパ
② ディーゼル室換気系空気作動式ダンパ
③ 非常用ガス処理系グラビティダンパ
④ 非常用ガス再循環系グラビティダンパ
⑤ 中央制御室換気系グラビティダンパ
⑥ ディーゼル室換気系グラビティダンパ
⑦ 緊急時対策所換気系グラビティダンパ
⑧ 中央制御室換気系手動式ダンパ
⑨ 中央制御室換気系隔離弁

3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

代表機器以外に，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象は抽出されなかった。

3.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

(1) 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって，想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象）

a. ブッシュの摩耗，固着［中央制御室換気系隔離弁］

代表機器と同様，ブッシュは弁棒との摺動部位であり経年使用による摩耗が発生し，摩耗粉，異物等の噛み込みにより固着の可能性がある。

しかし，弁棒の開閉速度は遅く，回転角度は 90 度程度に限定され，開閉頻度も少ないことから，摩耗，固着の発生する可能性は小さい。

中央制御室換気系隔離弁は新たに設置されることから，今後，弁の作動試験を実施し，ブッシュの摩耗，固着に起因する異常が確認された場合，必要に応じてブッシュの交換を行うことにより機能を維持できると考える。

したがって，ブッシュの摩耗，固着は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

b. ケーシング，羽根，軸，ウェイトの腐食（全面腐食）［中央制御室換気系空気作動式ダンパ，ディーゼル室換気系空気作動式ダンパ，非常用ガス処理系グラビティダンパ，非常用ガス再循環系グラビティダンパ，中央制御室換気系グラビティダンパ，ディーゼル室換気系グラビティダンパ，緊急時対策所換気系グラビティダンパ，中央制御室換気系手動式ダンパ］

代表機器と同様，ケーシング，羽根，軸，ウェイト（グラビティダンパのみ）は炭素鋼であり，腐食が想定されるが，大気接触部は塗装が施されていることから，塗膜が健全であれば腐食が発生する可能性は小さく，目視点検時に必要に応じて補修塗装することにより機能を維持している。

緊急時対策所換気系グラビティダンパは新たに設置されることから，今後，点検時に目視点検を行い，必要に応じて補修塗装することにより機能を維持できると考える。

したがって，ケーシング，羽根，軸，ウェイトの腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

c. 弁箱，支持脚，取付ボルトの腐食（全面腐食）［中央制御室換気系隔離弁］

代表機器と同様，弁箱，支持脚，取付ボルトは炭素鋼及び炭素鋼鋳鋼であり，腐食が想定されるが，大気接触部は塗装が施されていることから，塗膜が健全であれば腐食が発生する可能性は小さく，目視点検時に必要に応じて補修塗装することにより機能を維持している。

中央制御室換気系隔離弁は新たに設置されることから，今後，点検時に目視点検を行い，必要に応じて補修塗装することにより機能を維持できると考える。

したがって，弁箱，支持脚，取付ボルトの腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

d. ボルト・ナットの腐食（全面腐食）［共通］

代表機器と同様，ボルト・ナットは炭素鋼であり，腐食が想定されるが，大気接触部は塗装が施されていることから，塗膜が健全であれば腐食が発生する可能性は小さく，目視点検時に必要に応じて補修塗装することにより機能を維持している。

緊急時対策所換気系グラビティダンパ，中央制御室換気系隔離弁は新たに設置されることから，今後，点検時に目視点検を行い，必要に応じて補修塗装することにより機能を維持できると考える。

したがって，ボルト・ナットの腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

e. 作動部取付ボルトの腐食（全面腐食）［中央制御室換気系空気作動式ダンパ，ディーゼル室換気系空気作動式ダンパ］

代表機器と同様，作動部取付ボルトは炭素鋼であり，腐食が想定されるが，大気接触部は塗装が施されていることから，塗膜が健全であれば腐食が発生する可能性は小さく，目視点検時に必要に応じて補修塗装することにより機能を維持している。

したがって，作動部取付ボルトの腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

f. 連結棒，ハンドル軸の腐食（全面腐食）［中央制御室換気系手動式ダンパ］

代表機器と同様，連結棒，ハンドル軸は炭素鋼であり，腐食が想定されるが，大気接触部は塗装が施されていることから，塗膜が健全であれば腐食が発生する可能性は小さく，目視点検時に必要に応じて補修塗装することにより機能を維持している。

したがって，連結棒，ハンドル軸の腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

g. 軸の固着［中央制御室換気系空気作動式ダンパ，ディーゼル室換気系空気作動式ダンパ，非常用ガス処理系グラビティダンパ，非常用ガス再循環系グラビティダンパ，中央制御室換気系グラビティダンパ，ディーゼル室換気系グラビティダンパ，緊急時対策所換気系グラビティダンパ，中央制御室換気系手動式ダンパ］

代表機器と同様，ダンパの軸は，軸受の潤滑油の枯渇，劣化により固着する可能性があるが，目視点検及び動作確認により，有意な固着のないことを確認している。

また，動作確認時に必要に応じて軸受に潤滑油を給油することとしている。

緊急時対策所換気系グラビティダンパは新たに設置されることから，今後，分解点検時に目視点検及び動作確認を行い，その結果により必要に応じて潤滑油の給油もしくは補修を実施することにより機能を維持できると考える。

したがって，軸の固着は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

h. 弁棒の摩耗［中央制御室換気系隔離弁］

代表機器と同様，弁体の開閉速度は遅く，回転角度は 90 度程度に限定され，開閉頻度も少ないことから，摩耗の発生する可能性は小さい。

なお，分解点検時に目視点検を実施しているが，これまで有意な摩耗は認められていない。

今後も使用環境に変化がないことから，これらの傾向に変化する要因があるとは考え難い。

中央制御室換気系隔離弁は新たに設置されることから，今後，分解点検時に目視点検を行い，その結果により必要に応じて補修を実施することにより機能を維持できると考える。

したがって，弁棒の摩耗は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

i. 開閉器の腐食（全面腐食）［中央制御室換気系手動式ダンパ］

代表機器と同様，開閉器は耐食性に優れたアルミニウム合金であり，腐食の発生する可能性は小さい。

なお，目視点検結果からも有意な腐食は認められていない。

今後も使用環境に変化がないことから，これらの傾向に変化する要因があるとは考え難い。

したがって，開閉器の腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

(2) 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により，今後も経年劣化の進展が考えられない，又は進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外）

日常劣化管理事象以外に該当する事象は抽出されなかった。

東海第二発電所
機械設備の技術評価書

（運転を断続的に行うことを前提とした評価）

日本原子力発電株式会社

本評価書は，東海第二発電所（以下，「東海第二」という）で使用されている安全上重要な設備（重要度分類審査指針におけるクラス 1 及びクラス 2 の設備），高温・高圧の環境下にあるクラス 3 の設備及び常設重大事故等対処設備に属する設備のうち，他の技術評価書にて評価を実施していない設備（以下，「機械設備」という）について，運転を断続的に行うことを前提に高経年化に係わる技術評価についてまとめたものである。

評価対象機器の一覧を表 1 に，機能を表 2 に示す。

また，他の技術評価書に記載のある機器の基礎ボルト評価については，本評価書にて評価を行うものとする。

本評価書では以下の機械設備を評価している。

1. 制御棒
2. 制御棒駆動機構
3. 水圧制御ユニット
4. ディーゼル機関
   4.1 ディーゼル機関本体
   4.2 ディーゼル機関付属設備
5. 可燃性ガス濃度制御系再結合装置
6. 燃料取替機
7. 燃料取扱クレーン
8. 制御用圧縮空気系設備
9. 気体廃棄物処理系付属設備
10. 新燃料貯蔵ラック
11. 補助ボイラ設備
12. 廃棄物処理設備
13. 排気筒
14. 使用済燃料乾式貯蔵容器
15. 水素再結合器
16. 基礎ボルト

4.ディーゼル機関のうち，潤滑油冷却器，清水冷却器を除く冷却水系（海水）については，「ポンプの技術評価書」，「容器の技術評価書」，「配管の技術評価書」及び「弁の技術評価書」にて評価を実施するものとし，本評価書には含めていない。

また，13.排気筒のコンクリート基礎部の評価については「コンクリート及び鉄骨構造物の技術評価書」にて評価を実施するものとし，本評価書には含めていない。

なお，文書中の単位の記載は，SI 単位系に基づくものとする（圧力の単位は特に注記がない限りゲージ圧力を示す）。

表1（1/2）　評価対象機器一覧

設備名称	機器名称	仕様	重要度[*1]
制御棒	ボロン・カーバイド型制御棒	－	MS-1，重[*2]
制御棒駆動機構	制御棒駆動機構	－	MS-1，重[*2]
水圧制御ユニット	水圧制御ユニット	－	MS-1，重[*2]
ディーゼル機関本体	非常用ディーゼル機関（2C，2D号機）	5,502 kW×429 rpm	MS-1，重[*2]
	高圧炉心スプレイ系ディーゼル機関	3,052 kW×429 rpm	MS-1，重[*2]
	緊急時対策所用発電機ディーゼル機関[*3]	1,450 kW×1,500 rpm	重[*2]
	常設代替高圧電源装置（ディーゼル機関）	1,450 kW×1,500 rpm	重[*2]
ディーゼル機関付属設備	非常用ディーゼル機関（2C，2D号機）付属設備	－	MS-1，重[*2]
	高圧炉心スプレイ系ディーゼル機関付属設備	－	MS-1，重[*2]
	緊急時対策所用発電機ディーゼル機関付属設備[*3]	－	重[*2]
	常設代替高圧電源装置（ディーゼル機関）付属設備[*3]	－	重[*2]
	補機駆動用燃料設備[*3*4]	－	重[*2]
可燃性ガス濃度制御系再結合装置	可燃性ガス濃度制御系再結合装置	容量：340 m^3[N]/h	MS-1
燃料取替機	燃料取替機	容量：450 kg	PS-2
燃料取扱クレーン	原子炉建屋6階天井走行クレーン	容量：主巻125 ton 補巻5 ton，1 ton	PS-2
	DC建屋[*5]天井クレーン	容量：130 ton	PS-2

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

*2：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す

*3：新規に設置される機器

*4：可搬型重大事故等対処設備（ディーゼル機関を含む）に可搬型の機器を用いて軽油を供給する設備

*5：使用済燃料乾式貯蔵建屋

表 1 (2/2)　評価対象機器一覧

設備名称	機器名称	仕様	重要度[*1]
制御用圧縮空気系設備	制御用圧縮空気系設備	容量：978 m^3/h	高[*2]
気体廃棄物処理系付属設備	蒸気式空気抽出器	容量：357.5 kg/h	高[*2]
新燃料貯蔵ラック	新燃料貯蔵ラック	縦形貯蔵方式	PS-2
補助ボイラ設備	補助ボイラ設備	蒸発量：16 ton/h	高[*2]
廃棄物処理設備	濃縮廃液・廃液中和スラッジ系設備	処理流量：1,500 m^3/h（廃液濃縮器加熱器）	高[*2]
	機器ドレン系設備	容量：331 kWh（クラッドスラリ濃縮器加熱器）	高[*2]
	減容固化系設備	容量：200 kg/h（乾燥機）	高[*2]
	雑固体減容処理設備高周波溶融炉設備	処理能力：250 kg/h/個（高周波溶融炉）	高[*2]
	雑固体焼却系設備	焼却容量：870 kW（焼却炉）	高[*2]
	セメント混練固化系設備	処理能力：300 ℃（蒸発固化体乾燥機）	高[*2]
	使用済樹脂貯蔵系設備[*3]	容量：4.77 m^3/h（使用済粉末樹脂ポンプ）	高[*2]
排気筒	主排気筒	鉄塔支持型鋼製（制震装置付）	MS-1
	非常用ガス処理系排気筒	主排気筒支持型鋼製	MS-1，重[*4]
使用済燃料乾式貯蔵容器	使用済燃料乾式貯蔵容器	密封監視機能付縦置円筒型	PS-2
水素再結合器	静的触媒式水素再結合器[*5]	再結合効率：0.50 kg/h/個（水素濃度 4.0 vol%，大気圧，100 ℃）	重[*4]

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す
*2：最高使用温度が 95 ℃を超え，又は最高使用圧力が 1,900 kPa を超える環境下にある原子炉格納容器外の重要度クラス 3 の機器
*3：評価対象は停止保管設備のみ
*4：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す
*5：新規に設置される機器

なお，基礎ボルトについては本文参照のこと。

表2　評価対象機器機能一覧

設備名称（機器名称）		機能
制御棒		原子炉出力を抑制するとともに，原子炉停止に必要な負の反応度を与える。
制御棒駆動機構		制御棒の挿入・引抜き又はスクラム動作を行う。
水圧制御ユニット		高圧窒素ガスにより緊急挿入に必要な初期水圧エネルギーを制御棒駆動機構へ供給する。
ディーゼル機関		電源喪失事故等に起動し，接続する発電機を駆動する。
可燃性ガス濃度制御系再結合装置		原子炉格納容器内の水素及び酸素濃度を抑制し，水素燃焼による格納容器内の圧力及び温度上昇を防ぐ。
燃料取替機		燃料等を安全に取扱う。
燃料取扱クレーン		新燃料，使用済燃料乾式貯蔵容器等を安全に取扱う。
制御用圧縮空気系設備		空気制御弁等へ駆動用圧縮空気を供給する。
気体廃棄物処理系付属設備		駆動用蒸気を用いて，主復水器内の非凝縮性ガスを抽出し，主復水器の真空度を確保する。
新燃料貯蔵ラック		新燃料を一時的に保管する。
補助ボイラ設備		廃棄物処理設備の廃液濃縮用及びタービン起動時に清浄蒸気を必要とする場合の蒸気を供給する。
廃棄物処理設備	濃縮廃液・廃液中和スラッジ系設備	床ドレン廃液，高電導度ドレン廃液等を濃縮し，蒸留水と濃縮廃液とを分離する。
	機器ドレン系設備	非助材型ろ過装置から発生するクラッドスラリを沈降分離後，上澄水を濃縮処理し，凝縮水を機器ドレン処理水タンクへ回収する。
	減容固化系設備	濃縮廃液を乾燥・造粒して容器に詰め，貯蔵する。
	雑固体減容処理設備高周波溶融炉設備	雑固体廃棄物の溶融等を行い，減容処理する。
	雑固体焼却系設備	管理区域で発生する可燃性雑固体廃棄物（ポリエチレン，紙，木材等，一部の難燃物含む）を焼却・減容処理する。
	セメント混練固化系設備	固体廃棄物をセメントと混練して固化処理する。
	使用済樹脂貯蔵系設備	使用済粉末樹脂をタンク内に貯蔵し放射能を減衰させた後，ドラム缶内に固化し貯蔵保管する。
排気筒		発電所より発生する排気ガスを大気中に放出する。
使用済燃料乾式貯蔵容器		使用済燃料を安全に保管する。
水素再結合器		炉心の著しい損傷が発生した場合において，原子炉建屋の水素濃度の上昇を抑制し，水素爆発を防止する。
基礎ボルト		機器を据付け固定，支持する。

1. 制御棒

［対象機器］

① ボロン・カーバイド型制御棒

目次

1. 対象機器 1-1
2. 制御棒の技術評価..... 1-2
2.1 構造，材料及び使用条件..... 1-2
2.2 経年劣化事象の抽出..... 1-5
2.2.1 機器の機能達成に必要な項目..... 1-5
2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出..... 1-5
2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象..... 1-6
2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の評価..... 1-10

1. 対象機器

東海第二で使用している制御棒の主な仕様を表 1-1 に示す。

表 1-1　制御棒の主な仕様

機器名称	重要度*1	使用条件	
		最高使用圧力*2 (MPa)	最高使用温度 (℃)
ボロン・カーバイド型制御棒	MS-1，重*3	8.62	302

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

*2：環境の最高使用圧力を示す

*3：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す

2. 制御棒の技術評価

2.1 構造，材料及び使用条件

(1) 構造

東海第二のボロン・カーバイド型制御棒は，十字型に組み合わせたステンレス鋼のU字型シースの中に制御材（ボロン・カーバイド（B_4C）粉末を充填したステンレス鋼管）を納めたものであり，合計185本設置されている。制御棒は制御棒案内管内に設置され，制御棒の下端は制御棒駆動機構と結合している。

制御材被覆管，シース，タイロッド，ソケット，上部ハンドルはステンレス鋼を，ローラはコバルト基合金又はニッケル基合金を，ピンはコバルト基合金又はステンレス鋼を，落下速度リミッタはステンレス鋼鋳鋼を使用している。

東海第二のボロン・カーバイド型制御棒の構造図を図2.1-1に示す。

(2) 材料及び使用条件

東海第二のボロン・カーバイド型制御棒主要部位の使用材料を表2.1-1に，使用条件を表2.1-2に示す。

No.	部位
①	制御材
②	制御材被覆管
③	シース
④	タイロッド
⑤	ソケット
⑥	ローラ
⑦	ピン
⑧	落下速度リミッタ
⑨	上部ハンドル

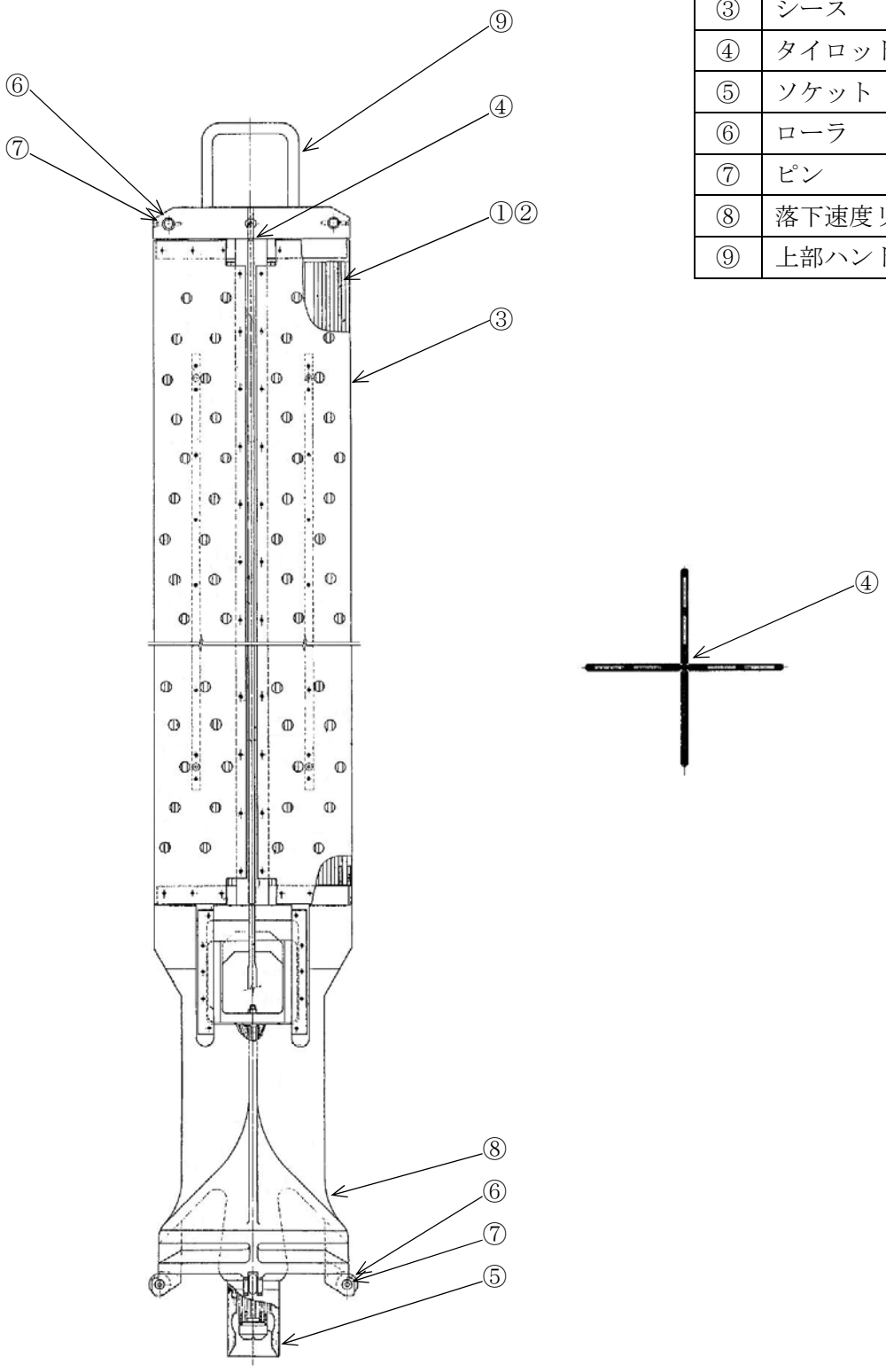


図 2.1-1　ボロン・カーバイド型制御棒構造図

表 2.1-1　ボロン・カーバイド型制御棒主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料	
			タイプ１（A 社製）	タイプ１（B 社製）
原子炉の緊急停止	中性子吸収	制御材	ボロン・カーバイド	
	支持	制御材被覆管	ステンレス鋼	
		シース	ステンレス鋼	
		タイロッド	ステンレス鋼	
		ソケット	ステンレス鋼	
		ローラ	コバルト基合金	ニッケル基合金
		ピン	コバルト基合金	ステンレス鋼
過剰反応度の印加防止	保持	落下速度リミッタ	ステンレス鋼鋳鋼	
ハンドリング	支持	上部ハンドル	ステンレス鋼	

表 2.1-2　ボロン・カーバイド型制御棒の使用条件

最高使用圧力（MPa）	8.62
最高使用温度（℃）	302
流体	純水（原子炉冷却材）

2.2 経年劣化事象の抽出

2.2.1 機器の機能達成に必要な項目

制御棒の機能（原子炉出力の制御機能）達成に必要な項目は以下のとおり。

(1) 原子炉の緊急停止

(2) 過剰反応度の印加防止

(3) ハンドリング

2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

(1) 想定される経年劣化事象の抽出

制御棒について，機能達成に必要な項目を考慮して主要な部位に展開した上で，個々の部位の材料，構造，使用条件（流体の種類，応力，温度等）及び現在までの運転経験を考慮し，表 2.2-1 に示すとおり，想定される経年劣化事象を抽出した（表 2.2-1 で○又は△，▲）。

なお，消耗品及び定期取替品は評価対象外とする。

(2) 消耗品及び定期取替品の扱い

制御棒には，消耗品及び定期取替品はない。

(3) 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

想定される経年劣化事象のうち下記①，②に該当しない事象を高経年化対策上着目すべき経年劣化事象と判断した。

なお，下記①，②に該当する事象については，2.2.3 項に示すとおり，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断した。

① 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって，想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象として表 2.2-1 で△）

② 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により，今後も経年劣化の進展が考えられない，又は進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外として表 2.2-1 で▲）

この結果，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象として以下の事象が抽出された（表 2.2-1 で○）。

a. 制御材被覆管，シース，タイロッド，ピン，上部ハンドルの照射誘起型応力腐食割れ

2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

(1) 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって，想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象）

a. 制御材被覆管，シース，タイロッド，ソケット，ピン，上部ハンドルの粒界型応力腐食割れ

制御材被覆管，シース，タイロッド，ソケット，ピン，上部ハンドルはオーステナイト系ステンレス鋼であり，これらの部位については高温の純水中にあることから，材料が鋭敏化し，引張応力のレベルが高い溶接熱影響部において粒界型応力腐食割れの発生が想定される。

しかしながら，制御棒については，核的寿命に対して保守的に定めた運用基準に基づき取替を実施しているとともに，粒界型応力腐食割れにより制御棒の制御能力及び動作性に問題が生じていないことを，定期検査毎にそれぞれ原子炉停止余裕検査，制御棒駆動水圧系機能検査及び制御棒駆動機構機能検査により確認している。

したがって，制御材被覆管，シース，タイロッド，ソケット，ピン，上部ハンドルの粒界型応力腐食割れは，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

b. ローラ及びピンの摩耗

制御棒の挿入・引抜き時にローラ及びピンが摺動するため，摩耗の発生が想定されるが，ローラは耐摩耗性の高いコバルト基合金又はニッケル基合金，ピンは耐摩耗性の高いコバルト基合金又は耐摩耗性を向上させたステンレス鋼であることから，摩耗が発生する可能性は小さい。

なお，定期検査毎に制御棒駆動水圧系機能検査及び制御棒駆動機構機能検査を実施しており，これまで動作不良は認められていない。

したがって，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難いことから，ローラ及びピンの摩耗は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

(2) 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により，今後も経年劣化の進展が考えられない，又は進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外）

a. 落下速度リミッタの熱時効

落下速度リミッタはステンレス鋼鋳鋼であり，また高温純水中にあるため，熱時効による材料の靭性低下等の機械的特性が変化することが想定されるが，落下速度リミッタには，き裂の原因となる経年劣化事象は想定されていないことから，初期き裂が発生する可能性はない。

したがって，落下速度リミッタの熱時効は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

b. 制御材の中性子吸収による制御能力低下

制御材はボロン・カーバイドであり，熱中性子捕獲による制御材の減少により制御能力が低下する。

制御棒については，軸方向に 4 分割した各セグメントのいずれかの平均反応度が新品の 90 %まで減少したときの核的寿命に対して保守的に定めた運用基準に基づき取替を実施しており，今後もこの運用を継続していくことで，有意な制御能力低下が起こらない。

したがって，制御材の中性子吸収による制御能力低下は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

c. 制御材被覆管，シース，タイロッド，ピン，上部ハンドルの照射スウェリング

高照射領域で使用されている機器については，照射スウェリングの発生が想定されるが，ステンレス鋼の照射スウェリングは，約 400 ℃から約 700 ℃で発生する事象であり，BWR の制御棒の使用温度条件（約 280 ℃）では，照射スウェリングが発生する可能性はない。

したがって，制御材被覆管，シース，タイロッド，ピン，上部ハンドルの照射スウェリングは，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

d. 制御材被覆管，シース，タイロッド，ピン，上部ハンドルの照射下クリープ

高照射領域で使用されているステンレス鋼製の機器については，照射下クリープの発生が想定されるが，照射下クリープの影響が問題となるのは内圧等による荷重制御型の荷重である。

制御材被覆管に関しては，制御材の熱中性子捕獲による $^{10}B(n, \alpha)^{7}Li$ 反応により，He 発生に伴う内圧上昇が，他の部位については自重が荷重制御型の荷重の要因として考えられる。内圧及び自重については，応力差が許容値に対し十分小さくなるよう設計的に考慮されており，これらの荷重の影響はない。

したがって，制御材被覆管，シース，タイロッド，ピン，上部ハンドルの照射下クリープは，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

e. 制御材被覆管，シース，タイロッド，ピン，上部ハンドルの中性子照射による靭性低下

制御材被覆管，シース，タイロッド，ピン，上部ハンドルはオーステナイト系ステンレス鋼であり，中性子照射による靭性低下の発生が想定される。

しかしながら，制御棒については，核的寿命に対して保守的に定めた運用基準に基づき取替を実施しており，今後もこの運用を継続していくことで，有意な靭性低下が起こらない。

したがって，制御材被覆管，シース，タイロッド，ピン，上部ハンドルの中性子照射による靭性低下は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

表 2.2-1　ボロン・カーバイド型制御棒に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考
					減肉		割れ		材質変化		その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
原子炉の緊急停止	中性子吸収	制御材		ボロン･カーバイド							▲*1	*1:中性子吸収による制御能力低下 *2:照射誘起型応力腐食割れ *3:粒界型応力腐食割れ *4:中性子照射による靭性低下 *5:照射スウェリング *6:照射下クリープ
	支持	制御材被覆管		ステンレス鋼				○*2△*3		▲*4	▲*5*6	
		シース		ステンレス鋼				○*2△*3		▲*4	▲*5*6	
		タイロッド		ステンレス鋼				○*2△*3		▲*4	▲*5*6	
		ソケット		ステンレス鋼				△*3				
		ローラ		コバルト基合金	△							
				ニッケル基合金	△							
		ピン		コバルト基合金	△							
				ステンレス鋼	△			○*2△*3		▲*4	▲*5*6	
過剰反応度の印加防止	保持	落下速度リミッタ		ステンレス鋼鋳鋼					▲			
ハンドリング	支持	上部ハンドル		ステンレス鋼				○*2△*3		▲*4	▲*5*6	

○：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

▲：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象以外）

2.3　高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の評価

(1) 制御材被覆管，シース，タイロッド，ピン，上部ハンドルの照射誘起型応力腐食割れ

a. 事象の説明

ステンレス鋼については，中性子照射を受けると材料自身の応力腐食割れの感受性が高まるとともに，材料周辺の腐食環境が水の放射線分解により厳しくなることが知られている。照射誘起型応力腐食割れは，この状況に引張応力場が重畳されると発生する可能性がある。

東海第二において，1999 年及び 2011 年に上部ハンドルのローラ近傍に照射誘起型応力腐食割れと推定されるひびが発見されている。

なお，本事例は局部的なひびであり，主要部位には発生しておらず制御棒の機能上問題となるものではない。

b. 技術評価

① 健全性評価

照射誘起型応力腐食割れは，中性子照射に加え，引張応力の存在下で発生の可能性が高まると考えられる。制御材被覆管，シース，タイロッド，ピン，上部ハンドルは溶接熱影響部に引張応力が存在し，制御材被覆管には，制御材の熱中性子捕獲による $^{10}B(n, \alpha)^{7}Li$ 反応による He 発生に伴う内圧上昇並びに制御材の体積膨張によって引張応力が作用する。図 2.3-1 に示すように，BWR 環境（高温水環境）下のステンレス鋼について，SUS304 は約 5×10^{20} n/cm^2 ，SUS316 は約 1×10^{21} n/cm^2 （E ＞ 1 MeV）以上の累積照射を受けた場合に応力腐食割れの感受性への影響が現れると考えられている。

ボロン・カーバイド型制御棒は，軸方向に 4 分割した各セグメントのいずれかの平均反応度が新品の 90 %まで減少したときの核的寿命に対して保守的に定めた運用基準（取替基準：2.0×10^{21} n/cm^2（熱中性子），取替目標値：1.5×10^{21} n/cm^2（熱中性子））に基づき取替を実施してきている。

この運用基準では，ボロン・カーバイド型制御棒については 1.5×10^{21} n/cm^2（熱中性子）の中性子照射量となることから，照射量の観点からは，照射誘起型応力腐食割れが発生する可能性は否定できない。

前述のとおり東海第二において，1999 年に A 社製制御棒（25 本）上部ハンドルローラ近傍に製造時の残存不純物と照射量蓄積の相乗効果により，照射誘起型応力腐食割れと推定されるひびが発見された。本事象は，製造時の不純物が除去されずに供用され，腐食生成物が成長したことによるものと推定された。

水平展開として，他年代に製作された供用中の A 社製制御棒（160 本のうち代表 10 本）について目視点検を実施し異常のないことを確認するとともに，当該制御棒（25 本）について不純物が残留している恐れのない B 社製制御棒との取替，並びに制御棒加工時の不純物管理の徹底を実施することとした。

また，本事象発生後，B 社製制御棒は，上部ハンドルガイドローラピン穴を長穴構造とした SCC 対策品に設計変更されており，以降，制御棒については SCC 対策品への取替を実施している。

なお，2011 年に，1999 年に取替えた B 社製制御棒（8 本）において同事象が発生したため，当該制御棒について SCC 対策品に取替を実施している。

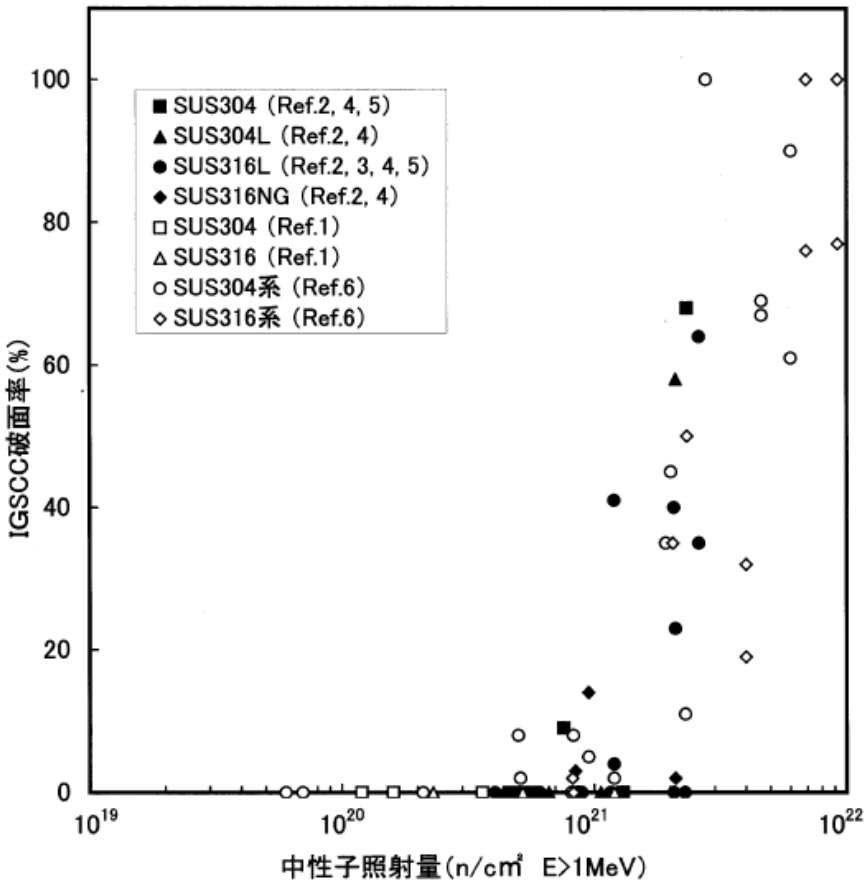


図 2.3-1　304，316 ステンレス鋼の粒界割れ破面率に及ぼす中性子量の影響（参考）

[図で引用されている参考文献]

Ref.1: K. Chatani et al, "Irradiation Assisted Stress Corrosion Cracking Suspectibility of Core Component Materials" Proceedings of 12th International Conference on Environmental Degradation of Materials in Nuclear Power Systems -Water Reactors, 2005.

Ref.2: 「平成 16 年度照射誘起応力腐食割れ（IASCC）評価技術調査研究に関する報告書」独立行政法人 原子力安全基盤機構

Ref.3: K. Chatani et al, "IASCC Susceptibility of Thermal Treated Type 316L Stainless Steel" Proceedings of 11th International Conference on Environmental Degradation of Materials in Nuclear Power Systems -Water Reactors, 2003.

Ref.4: Y. Tanaka et al, "IASCC Susceptibility of Type 304, 304L, and 316L Stainless Steel" Proceedings of 8th International Conference on Environmental Degradation of Materials in Nuclear Power Systems -Water Reactors, 1997.

Ref.5: K. Fukuya et al, "Mechanical Properties and IASCC Susceptibility in Irradiated Atainless Steels" Proceedings of 6th International Conference on Environmental Degradation of Materials in Nuclear Power Systems -Water Reactors, 1993.

Ref.6:S. Suzuki, M. Kodama, S. Shima, M. Yamamoto;Fifth International Symposium on Enviromental Degradation of Materials in Nuclear Power Systems-Water Reactors(1991). Effects of Fluence and Dissolved Oxygenon IASCC in Austenitic Stainless Steels.

② 現状保全

制御棒については，核的寿命に対して保守的に定めた運用基準に基づき取替を実施している。

なお，照射誘起型応力腐食割れにより制御棒の制御能力及び動作性に問題が生じていないことを，定期検査毎にそれぞれ原子炉停止余裕検査，制御棒駆動水圧系機能検査及び制御棒駆動機構機能検査により確認している。

さらに，新制御棒について不純物管理を徹底しているとともに，SCC 対策品の制御棒に取替を実施している。

③ 総合評価

照射誘起型応力腐食割れに対しては，運用基準に基づく制御棒の取替，定期検査毎の原子炉停止余裕検査，制御棒駆動水圧系機能検査及び制御棒駆動機構機能検査を実施していくことで，機能上の観点から健全性の確認は可能と判断する。

さらに，新制御棒について不純物管理を徹底するとともに，SCC 対策品の制御棒に取替を実施することで，照射誘起型応力腐食割れの発生する可能性を低減できると考える。

c．高経年化への対応

制御材被覆管，シース，タイロッド，ピン，上部ハンドルの照射誘起型応力腐食割れに対しては，高経年化対策の観点から現状保全の内容に追加すべき項目はない。

2. 制御棒駆動機構

［対象機器］

① 制御棒駆動機構

目次

1. 対象機器 2-1
2. 制御棒駆動機構の技術評価..... 2-2
2.1 構造，材料及び使用条件..... 2-2
2.2 経年劣化事象の抽出..... 2-5
2.2.1 機器の機能達成に必要な項目..... 2-5
2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出..... 2-5
2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象..... 2-6

1. 対象機器

東海第二で使用している制御棒駆動機構の主な仕様を表 1-1 に示す。

表 1-1　制御棒駆動機構の主な仕様

機器名称	重要度*1	使用条件		
		運転状態	最高使用圧力*2 (MPa)	最高使用温度 (℃)
制御棒駆動機構	MS-1，重*3	連続	8.62	302

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

*2：環境の最高使用圧力を示す

*3：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す

2. 制御棒駆動機構の技術評価

2.1 構造，材料及び使用条件

(1) 構造

東海第二の制御棒駆動機構は，水圧により制御棒の挿入・引抜き又はスクラム時に動作するものであり，185 本設置されている。

制御棒駆動機構は，制御棒駆動機構ハウジング内に収納されており，制御棒駆動機構ハウジング下端のフランジにボルトにより取り付けられている。

制御棒駆動機構の上端は，カップリングスパッドと制御棒下端のカップリング部（ソケット及びロックプラグ）とを結合することにより，制御棒を固定している。

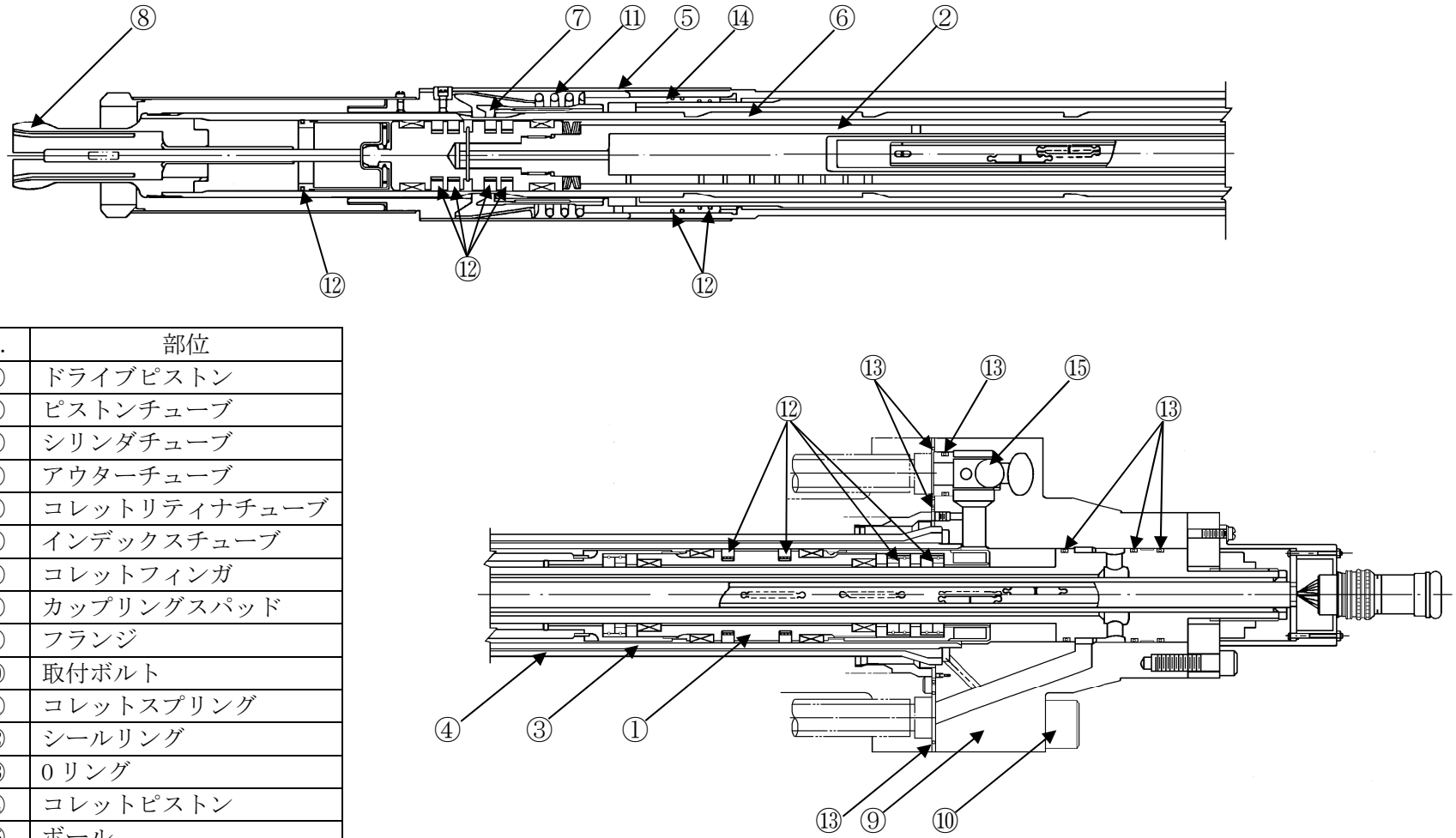
制御棒の挿入・引抜きは，シリンダチューブとピストンチューブ間にあるドライブピストンに水圧をかけることにより行い，コレットフィンガがインデックスチューブのラッチ溝にかみ合うことにより制御棒を所定の位置に固定する。この時，制御棒の荷重はアウターチューブで支持されている。

ドライブピストン，ピストンチューブ，シリンダチューブ，アウターチューブ，インデックスチューブ，フランジはステンレス鋼，コレットピストン，コレットリティナチューブはステンレス鋼鋳鋼，コレットフィンガ，コレットスプリング及びカップリングスパッドは高ニッケル合金が使用されている。

東海第二の制御棒駆動機構の構造図を図 2.1-1 に示す。

(2) 材料及び使用条件

東海第二の制御棒駆動機構主要部位の使用材料を表 2.1-1 に，使用条件を表 2.1-2 に示す。



No.	部位
①	ドライブピストン
②	ピストンチューブ
③	シリンダチューブ
④	アウターチューブ
⑤	コレットリティナチューブ
⑥	インデックスチューブ
⑦	コレットフィンガ
⑧	カップリングスパッド
⑨	フランジ
⑩	取付ボルト
⑪	コレットスプリング
⑫	シールリング
⑬	0 リング
⑭	コレットピストン
⑮	ボール

図 2.1-1　制御棒駆動機構構造図

表 2.1-1　制御棒駆動機構主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
制御棒駆動力の確保	駆動力の確保	ドライブピストン	ステンレス鋼
		ピストンチューブ	ステンレス鋼
		シリンダチューブ	ステンレス鋼
		アウターチューブ	ステンレス鋼
		コレットピストン	ステンレス鋼鋳鋼
		コレットリティナチューブ	ステンレス鋼鋳鋼
		ボール	（消耗品）
	シール	シールリング	（消耗品）
制御棒の位置保持	位置保持	インデックスチューブ	ステンレス鋼
		コレットフィンガ	高ニッケル合金
		コレットスプリング	高ニッケル合金
制御棒との結合	カップリング	カップリングスパッド	高ニッケル合金
バウンダリの維持	耐圧	フランジ	ステンレス鋼
		取付ボルト	低合金鋼
	シール	0 リング	（消耗品）

表 2.1-2　制御棒駆動機構の使用条件

最高使用圧力（MPa）	8.62
最高使用温度（℃）	302
内部流体	純水

2.2 経年劣化事象の抽出

2.2.1 機器の機能達成に必要な項目

制御棒駆動機構の機能（制御棒の挿入・引抜き又はスクラム動作）達成に必要な項目は以下のとおり。

(1) 制御棒駆動力の確保
(2) 制御棒の位置保持
(3) 制御棒との結合
(4) バウンダリの維持

2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

(1) 想定される経年劣化事象の抽出

制御棒駆動機構について，機能達成に必要な項目を考慮して主要な部位に展開した上で，個々の部位の材料，構造，使用条件（内部流体の種類，圧力，温度等）及び現在までの運転経験を考慮し，表 2.2-1 に示すとおり，想定される経年劣化事象を抽出した（表 2.2-1 で○又は△，▲）。

なお，消耗品及び定期取替品は以下のとおり評価対象外とする。

(2) 消耗品及び定期取替品の扱い

ボール，シールリング及び O リングは消耗品であり，設計時に長期使用せず取替を前提としていることから，高経年化対策を見極める上での評価対象外とする。

(3) 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

想定される経年劣化事象のうち下記①，②に該当しない事象を高経年化対策上着目すべき経年劣化事象と判断した。

なお，下記①，②に該当する事象については，2.2.3 項に示すとおり，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断した。

① 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって，想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象として表 2.2-1 で△）

② 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により，今後も経年劣化の進展が考えられない，又は進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外として表 2.2-1 で▲）

この結果，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象は抽出されなかった。

2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

(1) 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって，想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象）

a. ピストンチューブ，コレットピストン，インデックスチューブの隙間腐食

ピストンチューブ，コレットピストン及びインデックスチューブについては耐摩耗性を向上させるため，窒化処理を施しているが，シールリングとの隙間で窒化層の表面が劣化し，隙間腐食が発生する可能性がある。

ピストンチューブ，コレットピストン，インデックスチューブの隙間腐食については，分解点検時の目視検査により有意な隙間腐食がないことを確認しており，必要に応じて取替を行うことで機能を維持している。

したがって，ピストンチューブ，コレットピストン，インデックスチューブの隙間腐食は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

b. ピストンチューブ，アウターチューブ，インデックスチューブ，コレットフィンガの粒界型応力腐食割れ

ピストンチューブ，アウターチューブ及びインデックスチューブはオーステナイト系ステンレス鋼，コレットフィンガは高ニッケル合金であり，応力腐食割れの発生が想定されるが，分解点検時の目視検査により異常がないことを確認しており，必要に応じて取替を行うことで機能を維持している。

したがって，ピストンチューブ，アウターチューブ，インデックスチューブ，コレットフィンガの粒界型応力腐食割れは，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

c. ドライブピストン，ピストンチューブ，シリンダチューブ，コレットピストン，コレットリティナチューブ，インデックスチューブ，コレットフィンガ，カップリングスパッドの摩耗

ドライブピストン，ピストンチューブ，シリンダチューブ及びインデックスチューブはステンレス鋼，コレットピストン及びコレットリティナチューブはステンレス鋼鋳鋼，コレットフィンガ及びカップリングスパッドは高ニッケル合金であり，各部の摺動による摩耗の発生が想定される。

ピストンチューブ及びインデックスチューブは表面に耐摩耗性向上のため窒化処理を施したステンレス鋼であり，摺動するシールリング材料より硬いことから摩耗が発生する可能性は小さい。

ドライブピストン及びシリンダチューブはステンレス鋼であり，シールリング材料より硬いことから摩耗が発生する可能性は小さい。

コレットリティナチューブ及びコレットピストンはステンレス鋼鋳鋼，コレットフィンガは高ニッケル合金であるが，摺動部について耐摩耗性を向上させた処理（コルモノイ溶射）を施しており，摩耗が発生する可能性は小さい。

カップリングスパッドは，制御棒と制御棒駆動機構との結合及び分離の回数が少ないことから，摩耗が発生する可能性は小さい。

なお，これまでの点検結果において有意な摩耗は確認されておらず，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，ドライブピストン，ピストンチューブ，シリンダチューブ，コレットピストン，コレットリティナチューブ，インデックスチューブ，コレットフィンガ，カップリングスパッドの摩耗は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

d. 取付ボルトの腐食（全面腐食）

取付ボルトは低合金鋼であり，腐食の発生が想定されるが，プラント運転中は窒素雰囲気となるため，腐食が発生する可能性は小さい。

なお，これまでの点検結果において有意な腐食は確認されておらず，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，取付ボルトの腐食（全面腐食）は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

e. ドライブピストン，シリンダチューブ，フランジの粒界型応力腐食割れ

ドライブピストン，シリンダチューブ，フランジはオーステナイト系ステンレス鋼であり，応力腐食割れの発生が想定されるが，内部流体が制御棒駆動水圧系からの冷却水であり，運転温度も 100 ℃以下であることから，応力腐食割れが発生する可能性は小さい。

なお，これまでの点検結果において有意なき裂は確認されておらず，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，ドライブピストン，シリンダチューブ，フランジの粒界型応力腐食割れは，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

(2) 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により，今後も経年劣化の進展が考えられない，又は進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外）

a. コレットスプリングのへたり

コレットスプリングは常時応力がかかった状態で使用されるため，へたりの発生が想定される。

しかし，コレットスプリング使用時のねじり応力は許容ねじり応力以下になるように設定されており，さらに，コレットスプリングの材料に対する推奨最高使用温度よりも実際の使用温度は低いことから，へたりが発生する可能性はない。

したがって，コレットスプリングのへたりは，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

表 2.2-1　制御棒駆動機構に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考
					減肉		割れ		材料変化		その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
制御棒駆動力の確保	駆動力の確保	ドライブピストン		ステンレス鋼	△			△*3				*1:隙間腐食 *2:へたり *3:粒界型応力腐食割れ
		ピストンチューブ		ステンレス鋼	△	△*1		△*3				
		シリンダチューブ		ステンレス鋼	△			△*3				
		アウターチューブ		ステンレス鋼				△*3				
		コレットピストン		ステンレス鋼鋳鋼	△	△*1						
		コレットリティナチューブ		ステンレス鋼鋳鋼	△							
		ボール	◎	－								
	シール	シールリング	◎	－								
制御棒の位置保持	位置保持	インデックスチューブ		ステンレス鋼	△	△*1		△*3				
		コレットフィンガ		高ニッケル合金	△			△*3				
		コレットスプリング		高ニッケル合金							▲*2	
制御棒との結合	カップリング	カップリングスパッド		高ニッケル合金	△							
バウンダリの維持	耐圧	フランジ		ステンレス鋼				△*3				
		取付ボルト		低合金鋼		△						
	シール	0 リング	◎	－								

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

▲：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象以外）

3. 水圧制御ユニット

［対象機器］

① 水圧制御ユニット

目次

1. 対象機器 3-1
2. 水圧制御ユニットの技術評価..... 3-2
2.1 構造，材料及び使用条件..... 3-2
2.2 経年劣化事象の抽出..... 3-6
2.2.1 機器の機能達成に必要な項目..... 3-6
2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出..... 3-6
2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象..... 3-7

1. 対象機器

東海第二で使用している水圧制御ユニットの主な仕様を表 1-1 に示す。

表 1-1　水圧制御ユニットの主な仕様

機器名称	重要度[*1]	使用条件		
		運転状態	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (℃)
水圧制御ユニット	MS-1，重[*2]	一時	12.06	66

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

*2：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す

2. 水圧制御ユニットの技術評価

2.1 構造，材料及び使用条件

(1) 構造

東海第二の水圧制御ユニットは，アキュムレータ，窒素容器，配管及び弁から構成されている。

東海第二の水圧制御ユニットの構成図及び水圧制御ユニットの構造図を図 2.1-1 に示す。

(2) 材料及び使用条件

東海第二の水圧制御ユニット主要部位の使用材料を表 2.1-1 に，使用条件を表 2.1-2 に示す。

No.	部位
①	アキュムレータ
②	窒素容器
③	スクラム弁
④	方向制御弁
⑤	配管及び弁

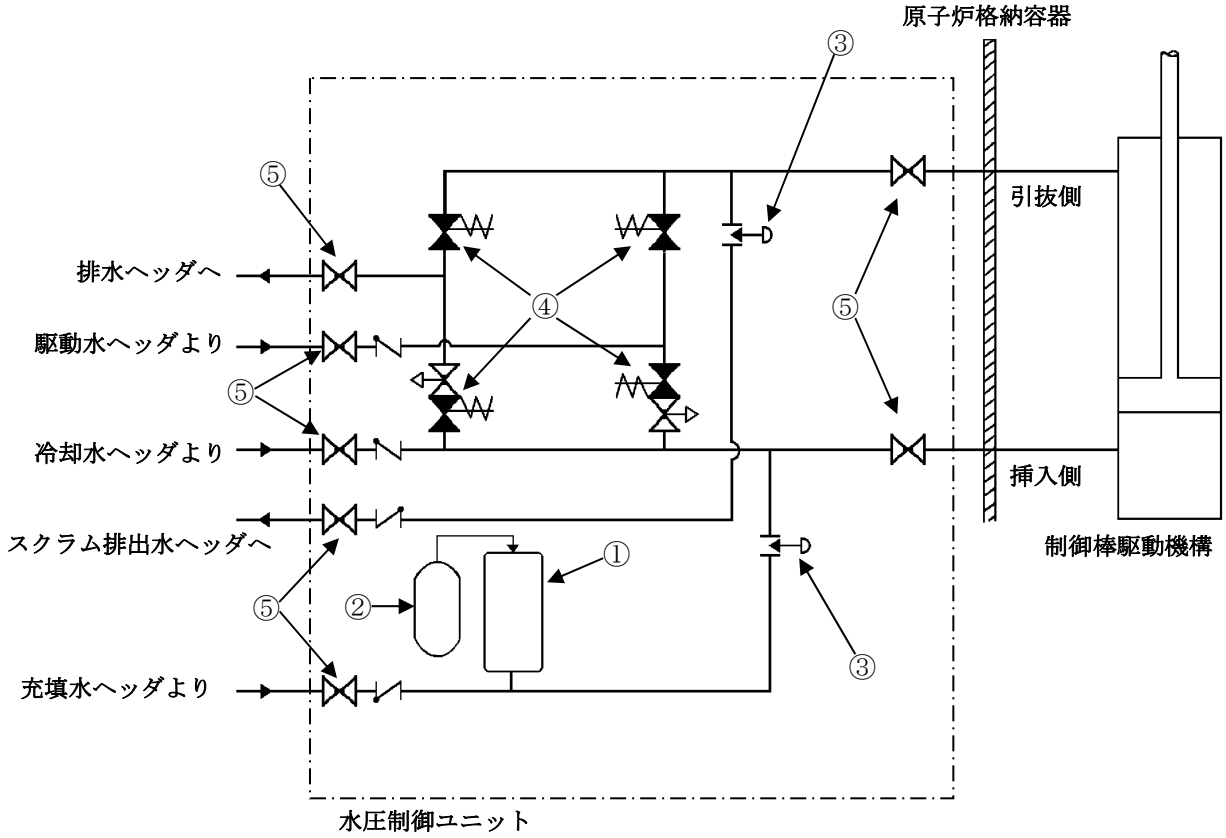
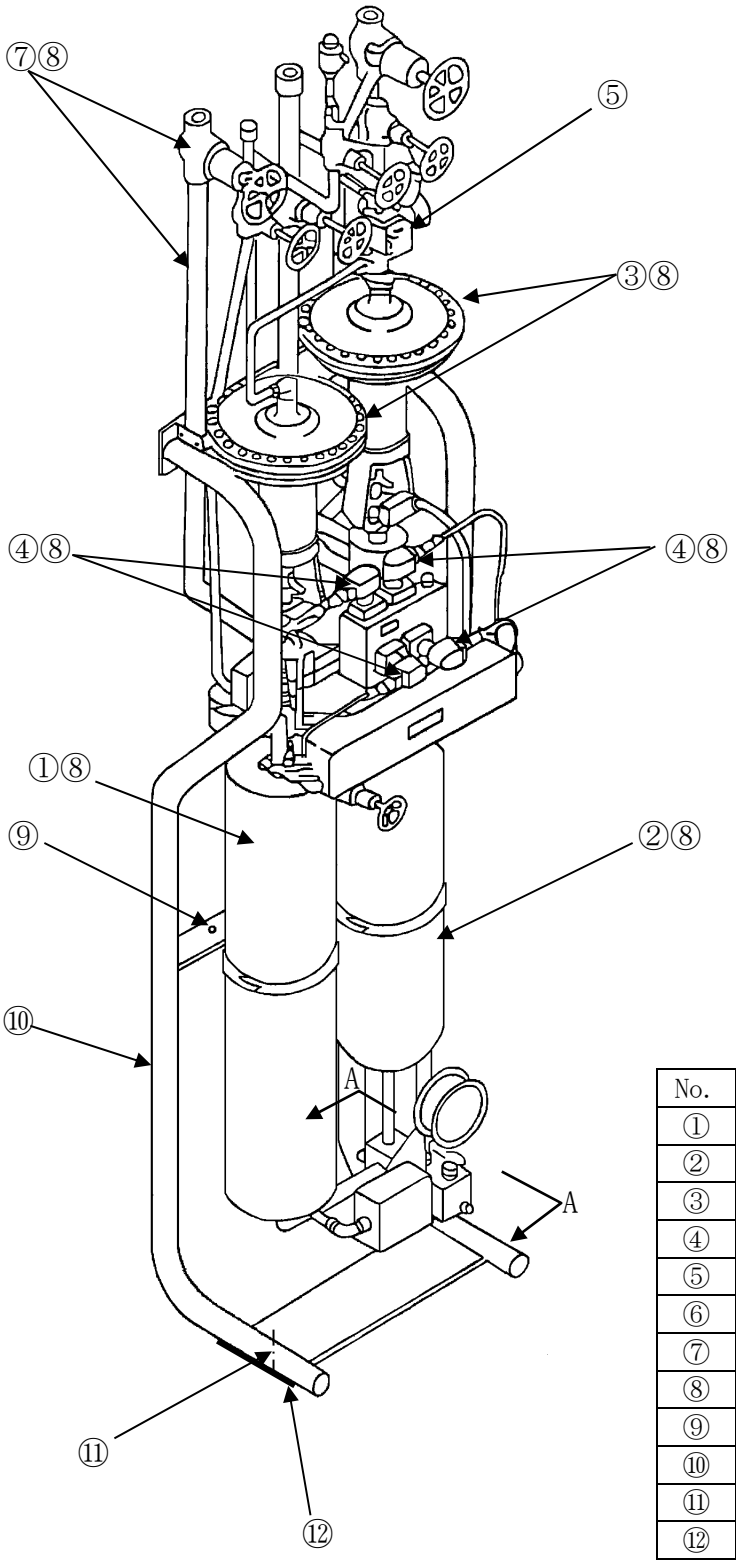
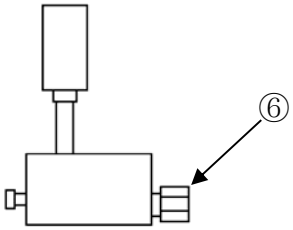


図 2.1-1（1/2）　水圧制御ユニット構成図





A－A

No.	部位
①	アキュムレータ
②	窒素容器
③	スクラム弁
④	方向制御弁
⑤	スクラム用パイロット電磁弁
⑥	ラプチャーディスク
⑦	配管及び弁
⑧	ガスケット，パッキン，０リング
⑨	サポート取付ボルト
⑩	支持脚
⑪	取付ボルト
⑫	埋込金具

図 2.1-1(2/2)　水圧制御ユニット構造図

表 2.1-1　水圧制御ユニット主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
原子炉の緊急停止	スクラム機能	アキュムレータ	ステンレス鋼
		窒素容器	炭素鋼
		スクラム弁	弁箱：ステンレス鋼 弁体：ステンレス鋼 ダイヤフラム：(消耗品)
		方向制御弁	弁箱：ステンレス鋼 弁体：ステンレス鋼
		スクラム用パイロット電磁弁	（定期取替品）
		ラプチャーディスク	ステンレス鋼
		配管及び弁	配管：ステンレス鋼 弁：ステンレス鋼
	シール	ガスケット，パッキン，0 リング	（消耗品）
機器の支持	支持	サポート取付ボルト	炭素鋼
		支持脚	炭素鋼
		取付ボルト	炭素鋼
		埋込金物	炭素鋼

表 2.1-2　水圧制御ユニットの使用条件

最高使用圧力（MPa）	12.06
最高使用温度（℃）	66
内部流体	純水，ガス（窒素）

2.2 経年劣化事象の抽出

2.2.1 機器の機能達成に必要な項目

水圧制御ユニットの機能達成に必要な項目は以下のとおり。

(1) 原子炉の緊急停止

(2) 機器の支持

2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

(1) 想定される経年劣化事象の抽出

水圧制御ユニットについて，要求機能を考慮して主要な部位に展開した上で，個々の部位の材料，構造，使用条件（内部流体の種類，応力，温度等）及び現在までの運転経験を考慮し，表 2.2-1 に示すとおり，想定される経年劣化事象を抽出した（表 2.2-1 で○又は△，▲）。

なお，消耗品及び定期取替品は以下のとおり評価対象外とする。

(2) 消耗品及び定期取替品の扱い

スクラム弁ダイヤフラム，ガスケット，パッキン，0 リングは消耗品，スクラム用パイロット電磁弁は定期取替品であり，設計時に長期使用せず取替を前提としていることから，高経年化対策を見極める上での評価対象外とする。

(3) 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

想定される経年劣化事象のうち下記①，②に該当しない事象を高経年化対策上着目すべき経年劣化事象と判断した。

なお、下記①，②に該当する事象については，2.2.3 項に示すとおり，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断した。

① 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって，想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象として表 2.2-1 で△）

② 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により，今後も経年劣化の進展が考えられない，又は進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外として表 2.2-1 で▲）

この結果，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象は抽出されなかった。

2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

(1) 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって，想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象）

a. 窒素容器（外面），サポート取付ボルト，支持脚及び取付ボルトの腐食（全面腐食）

窒素容器，サポート取付ボルト，支持脚及び取付ボルトは炭素鋼であり腐食の発生が想定されるが，大気接触部は塗装により腐食を防止しており，塗膜が健全であれば腐食が発生する可能性は小さい。

また，目視点検により塗膜の状態を確認し，必要に応じて補修塗装することにより機能を維持している。

したがって，窒素容器（外面），サポート取付ボルト，支持脚，取付ボルトの腐食（全面腐食）は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

b. 埋込金物（大気接触部）の腐食（全面腐食）

埋込金物は炭素鋼であり腐食の発生が想定されるが，大気接触部は塗装により腐食を防止しており，塗膜が健全であれば腐食が発生する可能性は小さい。

また，目視点検により塗膜の状態を確認し，必要に応じて補修塗装することにより機能を維持している。

したがって，埋込金物（大気接触部）の腐食（全面腐食）は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

c. スクラム弁，方向制御弁，ラプチャーディスク，配管及び弁の貫粒型応力腐食割れ

スクラム弁，方向制御弁，ラプチャーディスク，配管及び弁はステンレス鋼であり，大気中の海塩粒子に含まれる塩化物イオンにより，外面から貫粒型応力腐食割れの発生が想定されるが，代表箇所における定期的な目視点検及び付着塩分量測定を実施し，その結果により必要に応じ機器外面清掃及び浸透探傷検査を実施することとしている。

また，東海第二では工事における副資材管理でステンレス鋼への塩分付着を防止している。

したがって，スクラム弁，方向制御弁，ラプチャーディスク，配管及び弁の貫粒型応力腐食割れは，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

d. アキュムレータの摩耗

アキュムレータは，ピストンと摺動するため摩耗の発生が想定されるが，アキュムレータのピストンとの摺動部には0リングを取付けており，直接接触摩耗しないことから，摩耗が発生する可能性は小さい。

なお，これまでの目視点検において有意な摩耗は確認されておらず，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，アキュムレータの摩耗は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

e. スクラム弁，方向制御弁及び弁の弁棒の疲労割れ

スクラム弁，方向制御弁及び弁については，弁棒の疲労割れの発生が想定されるが，弁開閉操作時に弁棒及びバックシート部への過負荷がかからないように適切な操作又はストローク調整を行っていることから，疲労割れが発生する可能性は小さい。

なお，これまでの目視点検において有意なき裂は確認されておらず，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，スクラム弁，方向制御弁及び弁の弁棒の疲労割れは，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

f. 配管の粒界型応力腐食割れ

水圧制御ユニット配管は，内部流体が100 ℃未満であることから，応力腐食割れが発生する可能性は小さい。

なお，定期的に耐圧部の漏えい検査を実施しており，これまでの点検結果において粒界型応力腐食割れは確認されておらず，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，配管の粒界型応力腐食割れは，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

(2) 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により，今後も経年劣化の進展が考えられない，又は進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外）

a. 窒素容器（内面）の腐食（全面腐食）

窒素容器は炭素鋼であり，腐食の発生が想定されるが，内部流体は窒素であることから，腐食が発生する可能性はない。

今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難いことから，窒素容器（内面）の腐食（全面腐食）は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

b. 埋込金物（コンクリート埋設部）の腐食（全面腐食）

埋込金物は炭素鋼であり，腐食の発生が想定されるが，コンクリート埋設部については，コンクリートの大気接触部表面からの中性化の進行により腐食環境となるため，コンクリートが中性化に至り，埋込金物に有意な腐食が発生するまで長時間を要す。

今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難いことから，埋込金物（コンクリート埋設部）の腐食（全面腐食）は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

c. スクラム弁のスプリングのへたり

スプリングは常時応力がかかった状態で使用されるため，へたりが想定されるが，スプリング使用時のねじり応力が許容ねじり応力以下になるように設定されており，さらにスプリングの材料に対する推奨最高使用温度よりも実際の使用温度は低いことから，へたりが進行する可能性はない。

したがって，スクラム弁のスプリングのへたりは，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

表 2.2-1　水圧制御ユニットに想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考
					減肉		割れ		材質変化		その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
原子炉の緊急停止	スクラム機能	アキュムレータ		ステンレス鋼	△							*1：スプリングのへたり *2：貫粒型応力腐食割れ *3：配管の粒界型応力腐食割れ *4：弁棒 *5：ダイヤフラム *6：機器外面 *7：機器内面 *8：大気接触部 *9：コンクリート埋設部
		窒素容器		炭素鋼		△*6▲*7						
		スクラム弁	◎*5	ステンレス鋼			△*4	△*2			▲*1	
		方向制御弁		ステンレス鋼			△*4	△*2				
		スクラム用パイロット電磁弁	◎	－								
		ラプチャーディスク		ステンレス鋼				△*2				
		配管及び弁		ステンレス鋼			△*4	△*2*3				
	シール	ガスケット，パッキン，0リング	◎	－								
機器の支持	支持	サポート取付ボルト		炭素鋼		△						
		支持脚		炭素鋼		△						
		取付ボルト		炭素鋼		△						
		埋込金物		炭素鋼		△*8▲*9						

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

▲：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象以外）

4. ディーゼル機関

4.1 ディーゼル機関本体

［対象機器］

① 非常用ディーゼル機関（2C,2D 号機）

② 高圧炉心スプレイ系ディーゼル機関

③ 緊急時対策所用発電機ディーゼル機関

④ 常設代替高圧電源装置（ディーゼル機関）

目次

1. 対象機器及び代表機器の選定..... 4.1-1
1.1 グループ化の考え方及び結果..... 4.1-1
1.2 代表機器の選定..... 4.1-1
2. 代表機器の技術評価..... 4.1-2
2.1 構造，材料及び使用条件..... 4.1-2
2.1.1 非常用ディーゼル機関（2C,2D 号機）..... 4.1-2
2.2 経年劣化事象の抽出..... 4.1-7
2.2.1 代表機器の機能達成に必要な項目..... 4.1-7
2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出..... 4.1-7
2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象..... 4.1-8
3. 代表機器以外への展開..... 4.1-22
3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象..... 4.1-22
3.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象..... 4.1-22

1. 対象機器及び代表機器の選定

1.1 グループ化の考え方及び結果

東海第二で使用している主要なディーゼル機関本体の主な仕様を表 1-1 に示す。

1.2 代表機器の選定

ディーゼル機関本体のグループには，非常用ディーゼル機関（2C,2D 号機），高圧炉心スプレイ系ディーゼル機関，緊急時対策所用発電機ディーゼル機関，常設代替高圧電源装置（ディーゼル機関）が含まれるが，重要度，運転状態及び機関出力の観点から非常用ディーゼル発電設備（2C,2D 号機）を代表機器とする。

表 1-1　ディーゼル機関本体の主な仕様

機器名称	選定基準			選定	選定理由
	重要度[*1]	使用条件			
		運転状態	仕様（機関出力×回転速度）		
非常用ディーゼル機関（2C，2D 号機）	MS-1，重[*3]	一時[*2]	5,502 kW×429 rpm	◎	重要度，運転状態及び仕様（機関出力）
高圧炉心スプレイ系ディーゼル機関	MS-1，重[*3]	一時[*2]	3,052 kW×429 rpm		
緊急時対策所用発電機ディーゼル機関[*4]	重[*3]	一時[*2]	1,450 kW×1,500 rpm		
常設代替高圧電源装置（ディーゼル機関）	重[*3]	一時[*2]	1,450 kW×1,500 rpm		

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

*2：通常は待機，定期的（運転回数：約 20 回/年，運転時間：約 40 時間/年）に定例試験を実施

*3：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す

*4：新規に設置される機器

2. 代表機器の技術評価

本章では，1 章で代表機器とした以下の機器について技術評価を実施する。

①非常用ディーゼル機関（2C,2D 号機）

2.1 構造，材料及び使用条件

2.1.1 非常用ディーゼル機関（2C,2D 号機）

(1) 構造

東海第二の非常用ディーゼル機関(2C,2D 号機)は，出力 5,502 kW，回転速度 429 rpm の 4 サイクル竪型 18 気筒ディーゼル機関（排気タービン式の過給機付）であり，2 機設置されている。

ディーゼル機関の主要部位としては，

① 燃料噴射ポンプ，燃料噴射弁等の燃料系統に属する部位

② ピストン，連接棒，クランク軸等の熱エネルギーを運動エネルギーに変換し伝達するための部位

③ 排気弁及び吸気弁とこれらを駆動する部位としてカム，カム軸，動弁装置と過給機，空気冷却器等からなる吸・排気系統に属する部位

④ 始動弁等，ディーゼル機関起動のための部位

⑤ シリンダヘッド，シリンダライナ，シリンダヘッドボルト，シリンダブロック，クランクケース等のシリンダ内の爆発圧力を保持する部位

⑥ 調速装置等のディーゼル機関の出力を調節するための部位

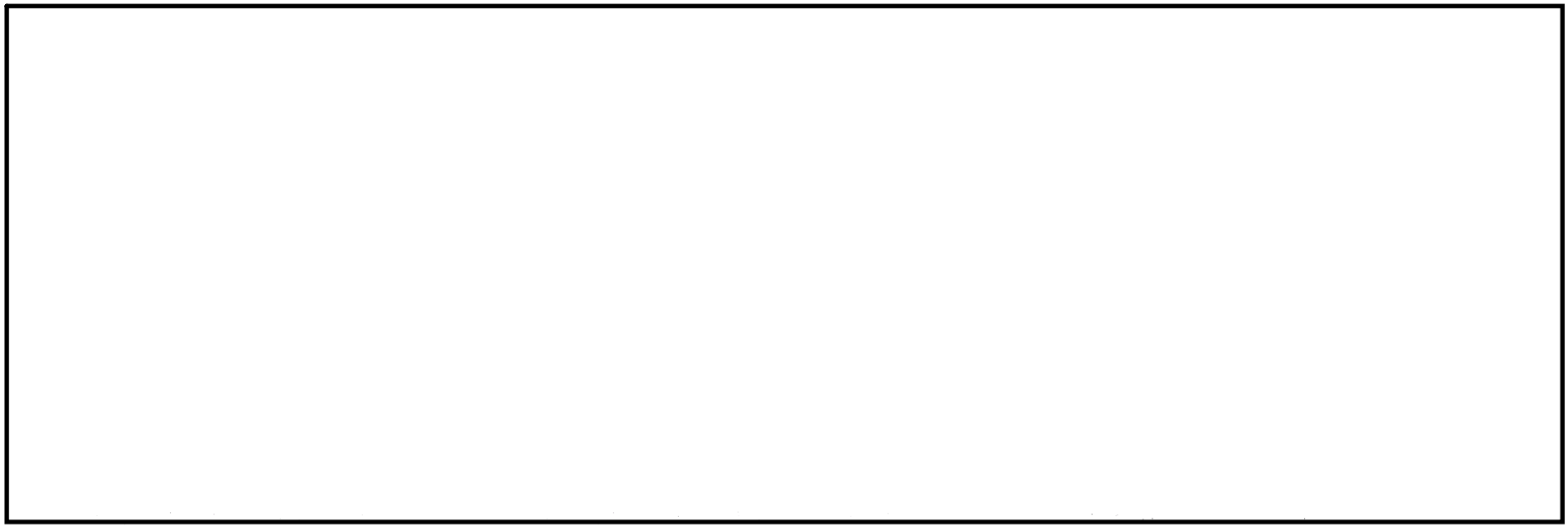
⑦ 主軸受メタル等の軸支持部位

⑧ 吸気管・排気管等の空気及び排気ガスを吸・排気するための部位

東海第二の非常用ディーゼル機関（2C,2D 号機）の構造図を図 2.1-1 に示す。

(2) 材料及び使用条件

東海第二の非常用ディーゼル機関（2C,2D 号機）の主要部位の使用材料を表 2.1-1 に，使用条件を表 2.1-2 に示す。



No.	部位	No.	部位	No.	部位	No.	部位
①	燃料噴射ポンプ	⑩	クランクピンメタル	⑲	空気冷却器	㉘	伸縮継手
②	燃料噴射弁	⑪	連接棒	⑳	カム，カム軸，ローラ	㉙	吸気管
③	ピストン	⑫	クランクピンボルト	㉑	動弁装置	㉚	排気管
④	ピストンピン	⑬	歯車各種	㉒	調速装置	㉛	シリンダ安全弁
⑤	ピストンリング	⑭	はずみ車	㉓	主軸受メタル	㉜	クランク室安全弁
⑥	ピストンピンメタル	⑮	カップリングボルト	㉔	シリンダヘッド	㉝	クランクケース
⑦	空気分配弁	⑯	吸気弁	㉕	シリンダライナ	㉞	埋込金物
⑧	始動弁	⑰	排気弁	㉖	シリンダヘッドボルト	㉟	吸・排気管サポート
⑨	クランク軸	⑱	過給機	㉗	シリンダブロック	㊱	基礎ボルト

図 2.1-1（1/2）　非常用ディーゼル機関（2C,2D 号機）構造図

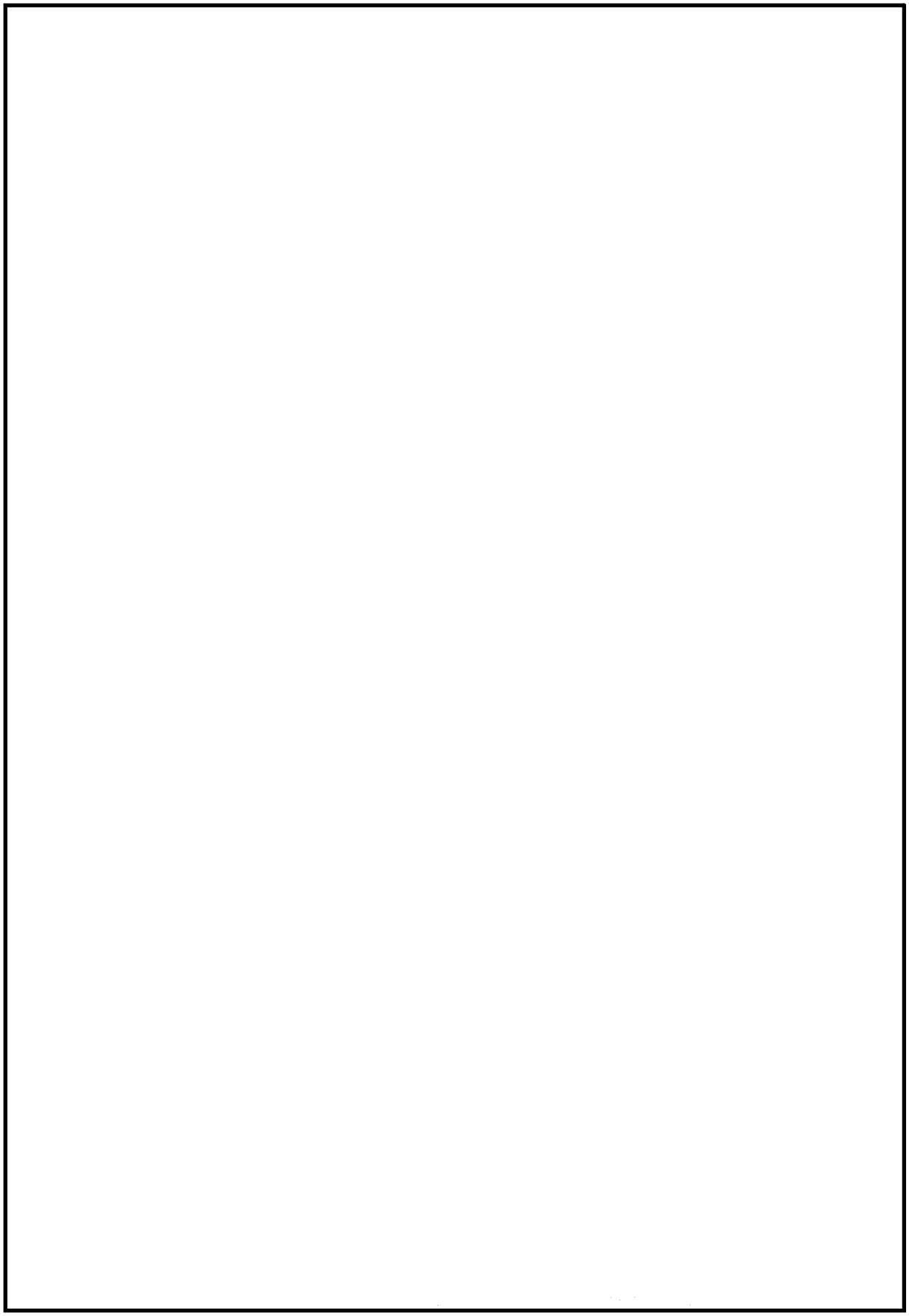


図 2.1-1 (2/2)　非常用ディーゼル機関（2C,2D 号機）構造図

表 2.1-1（1/2）　非常用ディーゼル機関（2C,2D 号機）主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位		材料
発電機駆動機能の確保	エネルギー変換	燃料噴射ポンプ	ポンプ	
			ポンプケーシング	
			ポンプデフレクタ	
		燃料噴射弁	弁	
			スプリング	
		ピストン		
		ピストンピン		
		ピストンピンメタル		
		ピストンリング		
		始動弁	弁	
			ケース	
		空気分配弁	弁	
			ケース	
	エネルギー伝達	クランク軸		
		クランクピンメタル		
		連接棒		
		クランクピンボルト		
		歯車各種		
		はずみ車		
		カップリングボルト		
	エネルギー交換	吸気弁		
		排気弁		
		吸気弁・排気弁スプリング		
		過給機	ケーシング	
			ロータ	
			ノズル	
		空気冷却器	水室	
			伝熱管	
		カム，ローラ，カム軸		
		動弁装置		

表 2.1-1 (2/2)　非常用ディーゼル機関（2C,2D 号機）主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
発電機駆動機能の確保	エネルギー調節	調速装置	
	軸支持	主軸受メタル	
	爆発力の維持	シリンダヘッド	
		シリンダライナ	
		シリンダヘッドボルト	
		シリンダブロック	
	吸気・排気系	伸縮継手	
		吸気管	
		排気管	
	その他	シリンダ安全弁	
		クランク室安全弁	
		パッキン，ガスケット	
機器の支持	支持	クランクケース	
		埋込金物	
		吸・排気管サポート	
		基礎ボルト	

表 2.1-2　非常用ディーゼル機関（2C,2D 号機）の使用条件

機関出力	5,502 kW（7,480 ps）
回転速度	429 rpm
最高爆発圧力	9.3 MPa
使用燃料油	軽油

2.2 経年劣化事象の抽出

2.2.1 代表機器の機能達成に必要な項目

非常用ディーゼル機関の機能達成に必要な項目は以下のとおり。

(1) 発電機駆動機能の確保

(2) 機器の支持

2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

(1) 想定される経年劣化事象の抽出

非常用ディーゼル機関について，機能達成に必要な項目を考慮して部位に展開した上で，個々の部位の材料，構造，使用条件（内部流体の種類，応力，温度等）及び現在までの運転経験を考慮し，表 2.2-1 に示すとおり，想定される経年劣化事象を抽出した（表 2.2-1 で○又は△，▲）。

なお，消耗品及び定期取替品は以下のとおり評価対象外とする。

(2) 消耗品及び定期取替品の扱い

[redacted]は消耗品であり，[redacted]は定期取替品であり，設計時に長期使用せず取替を前提としていることから高経年化対策を見極める上での評価対象外とする。

(3) 高経年化対策上着目すべき経年事象の抽出

想定される経年劣化事象のうち下記①，②に該当しない事象を高経年化対策上着目すべき経年劣化事象と判断した。

なお，下記①，②に該当する事象については，2.2.3 項に示すとおり，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断した。

① 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって，想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象として表 2.2-1 で△）

② 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により，今後も経年劣化の進展が考えられない，又は進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外として表 2.2-1 で▲）

この結果，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象は抽出されなかった。

2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

(1) 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって，想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象）

a. 基礎ボルトの腐食（全面腐食）［非常用ディーゼル機関（2C，2D 号機）］

基礎ボルトの健全性については，「16. 基礎ボルト」にて評価を実施する。

b. 過給機ケーシング（冷却水側），シリンダヘッド（冷却水側），シリンダライナ（冷却水側）及びシリンダブロック（冷却水側）の腐食（全面腐食）

過給機ケーシング（冷却水側），シリンダヘッド（冷却水側），シリンダライナ（冷却水側）及びシリンダブロック（冷却水側）は[redacted]であり，冷却水側は高温の燃焼ガスによる過熱を防止するため，純水（補給水）を通水していることから，接液部に腐食の発生が想定される。

しかしながら，シリンダヘッド，シリンダライナ，シリンダブロックについては分解点検時の目視点検，過給機ケーシングについては分解点検時に冷却水流路の目視点検を実施し，有意な腐食がないことを確認することとしている。

したがって，過給機ケーシング（冷却水側），シリンダヘッド（冷却水側），シリンダライナ（冷却水側）及びシリンダブロック（冷却水側）の腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

c. はずみ車，カップリングボルト，シリンダヘッドボルト，吸気管，排気管（外面），クランクケース及び吸・排気管サポートの腐食（全面腐食）

はずみ車，カップリングボルト，シリンダヘッドボルト，吸気管，排気管，クランクケース及び吸・排気管サポートは[redacted]であり，腐食の発生が想定されるが，大気接触部は塗装を施しており，腐食が発生する可能性は小さい。

また，目視点検により塗膜の状態を確認し，はく離等が認められた場合は必要に応じて補修塗装を行うこととしている。

したがって，はずみ車，カップリングボルト，シリンダヘッドボルト，吸気管，排気管（外面），クランクケース及び吸・排気管サポートの腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

d. 埋込金物の腐食（全面腐食）

埋込金物は[redacted]であり，腐食の発生が想定されるが，大気接触部は塗装を施しており，腐食が発生する可能性は小さい。

また，目視点検により塗膜の状態を確認し，はく離等が認められた場合は必要に応じて補修塗装を行うこととしている。

したがって，埋込金物の腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

e. 空気冷却器水室の腐食（全面腐食）

空気冷却器水室は[redacted]であり，内部流体は海水であるため腐食の発生が想定されるが，水室内面には耐食性向上のためタールエポキシライニング処理が施されているとともに，防食処置のため亜鉛板が設置されていることから，腐食が発生する可能性は小さい。

また，水室開放点検時にライニング部の目視点検を行い，はく離等が認められた場合は必要に応じライニングの補修を行うこととしている。

したがって，空気冷却器水室の腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

f. 空気冷却器伝熱管の異物付着

空気冷却器の内部流体は海水であり，伝熱管に異物付着の発生が想定されるが，開放点検時に伝熱管の清掃を行っており，これまでの点検結果において運転中に伝熱性能に影響を及ぼすような異物の付着は確認されていない。

したがって，空気冷却器伝熱管の異物付着は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

g. 空気冷却器伝熱管の腐食（流れ加速型腐食）

空気冷却器伝熱管は保護被膜を形成する耐食性の良い[redacted]であるが，伝熱管入口部での海水の渦流による保護皮膜の破壊により，伝熱管内面の腐食（流れ加速型腐食）による減肉の発生が想定される。

しかしながら，運転期間は年間約 40 時間と非常に短く，腐食（流れ加速型腐食）が発生する可能性は小さい。

また，開放点検時の渦流探傷検査により有意な腐食がないことを確認することとしている。

したがって，空気冷却器伝熱管の腐食（流れ加速型腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

h. 吸気弁，排気弁（弁棒，弁案内）及びシリンダヘッド（シート部）の摩耗

吸気弁及び排気弁の弁棒軸部は弁案内内筒との摺動，弁シート部はシリンダヘッド（シート部）との金属接触による摩耗の発生が想定されるが，運転時間は年間で約 40 時間と非常に短いことから摩耗が発生する可能性は小さい。

なお，これまで分解点検時の目視点検において有意な摩耗は確認されておらず，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，吸気弁，排気弁（弁棒，弁案内）及びシリンダヘッド（シート部）の摩耗は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

i. ピストン，シリンダヘッド及びシリンダライナの低サイクル疲労割れ

ピストン，シリンダヘッド及びシリンダライナには，機関の起動・停止に伴う繰り返し熱応力による疲労割れが想定されるが，ピストン，シリンダヘッド及びシリンダライナに発生する応力は疲労限度以下になるように設計されており，低サイクル疲労割れが発生する可能性は小さい。

なお，これまでの分解点検時の目視点検からも有意なき裂は確認されておらず，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，ピストン，シリンダヘッド及びシリンダライナの低サイクル疲労割れは高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

j. ピストンピンの高サイクル疲労割れ

ピストンピンには，非常用ディーゼル機関運転中の爆発圧力による繰り返し曲げ応力により疲労が蓄積されるため，高サイクル疲労割れの発生が想定されるが，高サイクル疲労割れは設計上考慮されていることから，高サイクル疲労割れが発生する可能性は小さい。

なお，これまでの分解点検時の目視点検において有意なき裂は確認されておらず，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，ピストンピンの高サイクル疲労割れは高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

k. クランク軸の高サイクル疲労割れ

クランク軸には，非常用ディーゼル機関運転中に生じるねじり応力，爆発圧力による曲げ応力により疲労が蓄積されるため，高サイクル疲労割れの発生が想定されるが，高サイクル疲労割れは設計上考慮されていることから，高サイクル疲労割れが発生する可能性は小さい。

なお，これまでの分解点検時の目視点検において有意なき裂は確認されておらず，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，クランク軸の高サイクル疲労割れは高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

l. 連接棒及びクランクピンボルトの高サイクル疲労割れ

連接棒及びクランクピンボルトには，非常用ディーゼル機関運転中に生じる往復・回転慣性力による繰り返し引張応力，また，連接棒には，更に爆発圧力による圧縮応力により疲労が蓄積されるため，高サイクル疲労割れの発生が想定されるが，高サイクル疲労割れは設計上考慮されていることから，高サイクル疲労割れが発生する可能性は小さい。

なお，これまでの分解点検時の目視点検において有意なき裂は確認されておらず，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，連接棒及びクランクピンボルトの高サイクル疲労割れは高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

m. 燃料噴射弁，燃料噴射弁スプリング，ピストン，吸気弁，排気弁，吸気弁・排気弁スプリング，過給機ロータ，シリンダヘッド，シリンダライナ及びクランクケースの高サイクル疲労割れ

燃料噴射弁，ピストン，吸気弁，排気弁，吸気弁・排気弁スプリング，シリンダヘッド，シリンダライナ及びクランクケースには非常用ディーゼル機関運転中の爆発圧力荷重による繰り返し応力が生じる。

燃料噴射弁スプリング及び吸気弁・排気弁スプリングには，予圧縮による静荷重応力と非常用ディーゼル機関運転中に各々の弁の規定ストローク分だけ繰り返し圧縮されることにより変動応力が生じる。

また，過給機ロータのタービン翼埋め込み部には，非常用ディーゼル機関の運転中にタービン翼の高速回転による遠心力と翼振動による変動応力が発生する。

これらの部位には応力変動による疲労が蓄積され，高サイクル疲労割れの発生が想定されるが，高サイクル疲労割れは設計上考慮されていることから，高サイクル疲労割れが発生する可能性は小さい。

なお，これまでの分解点検時の目視点検において有意なき裂は確認されておらず，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，燃料噴射弁，燃料噴射弁スプリング，ピストン，吸気弁，排気弁，吸気弁・排気弁スプリング，過給機ロータ，シリンダヘッド，シリンダライナ及びクランクケースの高サイクル疲労割れは高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

n. シリンダヘッドボルトの高サイクル疲労割れ

シリンダヘッドボルトには，非常用ディーゼル機関運転中に生じる繰り返し引張応力により疲労が蓄積され，高サイクル疲労割れの発生が想定される。

しかしながら，高サイクル疲労割れは設計上考慮されていることから，高サイクル疲労割れの発生する可能性は小さい。

なお，これまでの分解点検時の目視点検において有意なき裂は確認されておらず，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，シリンダヘッドボルトの高サイクル疲労割れは高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

o. 燃料噴射ポンプの摩耗

燃料噴射ポンプはプランジャをバレル内で上下運動させることにより，燃料油を加圧し，燃料噴射弁へ送油するため，摺動部であるプランジャとバレルに摩耗の発生が想定されるが，摺動部には耐摩耗性向上のため表面焼入れ処理が施されていることから，摩耗が発生する可能性は小さい。

なお，運転時間は年間約 40 時間と非常に短く，これまでの分解点検時の目視点検において有意な摩耗は確認されておらず，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，燃料噴射ポンプの摩耗は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

p. 燃料噴射弁の摩耗

燃料噴射弁は，燃料噴射ポンプより送油された燃料油を高圧で燃料室内に噴射する動作を繰り返すため，燃料噴射弁可動部には摩耗の発生が想定されるが，燃料噴射弁可動部には耐摩耗性の高い[redacted]を使用しており，これまでの点検時の噴霧テストにおいても，摩耗による噴霧機能の低下の兆候は確認されていない。

また，運転時間は年間約 40 時間と非常に短く，これまでの分解点検時の目視点検において有意な摩耗は確認されておらず，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，燃料噴射弁の摩耗は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

q. ピストンの摩耗

ピストンは，非常用ディーゼル機関運転中のシリンダ内での往復動による摩耗の発生が想定されるが，ピストンはピストンリングとシリンダライナとが接触する構造のため，ピストンの摩耗が発生する可能性は小さい。

なお，これまでの分解点検時の目視点検及び寸法測定結果からも有意な摩耗は確認されておらず，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，ピストンの摩耗は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

r. ピストンピン及びシリンダライナの摩耗

ピストンピンはピストン及びピストンピンメタルに固定されておらず，半径方向・軸方向ともに隙間があるため，非常用ディーゼル機関運転中の回転摺動による摩耗の発生が想定されるが，ピストンピン表面には耐摩耗性向上のため表面焼入れ処理が施されているとともに，常時潤滑油が供給されており，シリンダライナにも潤滑油が供給されていることから，摩耗の発生する可能性は小さい。

なお，運転時間は年間約 40 時間と非常に短く，これまでの分解点検時の目視点検において有意な摩耗は確認されておらず，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，ピストンピン及びシリンダライナの摩耗は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

s. 始動弁及び空気分配弁の摩耗

始動弁及び空気分配弁は，シリンダヘッドに圧縮空気を投入する際に可動部の金属接触・摺動による摩耗の発生が想定されるが，起動回数は年間約 20 回と非常に少ないことから，摩耗が発生する可能性は小さい。

なお，これまでの分解点検時の目視点検において有意な摩耗は確認されておらず，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，始動弁及び空気分配弁の摩耗は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

t．クランク軸の摩耗

クランク軸はクランクピンメタルを介して連接棒に結合されており，ピストンの爆発圧力による荷重が伝達されて回転摺動するため，摩耗の発生が想定されるが，クランク軸は耐摩耗性の高い[redacted]であり，潤滑油が供給されていることから，摩耗が発生する可能性は小さい。

なお，運転時間は年間約 40 時間と非常に短く，これまでの分解点検時の目視点検において有意な摩耗は確認されておらず，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，クランク軸の摩耗は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

u．動弁装置及び歯車各種の摩耗

動弁装置はカムの揚程差による上下運動をローラ，押し棒及び揺れ腕等の部位によって吸・排気弁に伝達するため，可動部は摺動による摩耗の発生が想定されるが，可動部には常時潤滑油が供給されていることから，摩耗が発生する可能性は小さい。

また，歯車各種はクランク軸の動力をカム軸等に伝えているため，摺動を伴う摩耗の進行が想定されるが，すべて潤滑油雰囲気下にあることから，摩耗が進行する可能性は小さい。

なお，運転時間は年間約 40 時間と非常に短く，これまでの分解点検時の目視点検において有意な摩耗は確認されておらず，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，動弁装置及び歯車各種の摩耗は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

v. カム，ローラ，カム軸の摩耗

カムはそれぞれローラを上下に駆動させることによって，吸気弁及び排気弁を開閉し燃料噴射ポンプを駆動することから，カム及びローラの表面に摩耗の発生が想定されるが，カムの表面及びローラ表面には，耐摩耗性向上のため表面焼入れ処理が施されているとともに，カムとローラには常時潤滑油が供給されていることから，摩耗が発生する可能性は小さい。

なお，運転時間は年間約 40 時間と非常に短く，これまでの分解点検時の目視点検において有意な摩耗は確認されておらず，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，カム，ローラ，カム軸の摩耗は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

w. シリンダヘッド（燃焼側），ピストン（頂部），シリンダライナ（燃焼側），排気弁，過給機ケーシング（排気側）及び排気管（内面）の腐食（全面腐食）

ディーゼル機関の燃料油には硫黄分が含まれているため，排気ガス中の三酸化硫黄により，シリンダヘッド，ピストン，シリンダライナ，排気弁，過給機ケーシング及び排気管に腐食の発生が想定される。

しかし，本ディーゼル機関の使用燃料は硫黄分の少ない軽油（硫黄分 0.5％以下）を使用しており，排気ガス中の三酸化硫黄の露点（硫黄分 0.5 %の場合約 100 ℃）に対し，排気ガス温度は十分に高いことから，硫酸が生成される可能性は小さい。

なお，これまでの分解点検時の目視点検において有意な腐食は確認されておらず，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，シリンダヘッド（燃焼側），ピストン（頂部），シリンダライナ（燃焼側），排気弁，過給機ケーシング（排気側）及び排気管（内面）の腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

x. 燃料噴射ポンプケーシングの腐食（キャビテーション）

燃料噴射ポンプ内でキャビテーションが発生すると，ケーシングにエロージョンの発生が想定されるが，デフレクタを設置することによりケーシングを保護しているため，ケーシングに腐食（エロージョン）が発生する可能性は小さい。

また，デフレクタのエロージョンが進行すると微小な金属片が発生し，プランジャの固着や燃料噴射弁の詰まりが想定されるが，デフレクタには耐エロージョン性向上のため表面焼入れ処理が施されていることから，微小な金属片が発生する可能性は小さい。

さらに，運転時間は年間約 40 時間と非常に短く，これまでの分解点検時の目視点検において有意な腐食は確認されておらず，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，燃料噴射ポンプケーシングの腐食（キャビテーション）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

y. 過給機ロータ，過給機ノズルの摩耗

シリンダより排出された高温ガスは排気管により過給機に導入され，過給機ノズル（タービンノズル）により偏流され，タービンブレードに有効なガス流を発生させブロワを駆動するトルクを得ている。このため，過給機ノズルには未燃のカーボン等の微細な粒子を含んだ排気ガスが超高速で衝突することになり，ブレードに摩耗の発生が想定されるが，運転時間は年間約 40 時間と非常に短いことから，摩耗が発生する可能性は小さい。

また，ロータについても，運転時間が年間約 40 時間と非常に短いこと，かつ潤滑油環境下にあることから，摩耗が発生する可能性は小さい。

なお，これまでの分解点検時の目視点検において有意な摩耗は確認されておらず，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，過給機ロータ，過給機ノズルの摩耗は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

z. ピストン，シリンダヘッド及びシリンダライナのカーボン堆積

ピストン，シリンダヘッド及びシリンダライナの燃焼面は，カーボンを主とする燃焼残渣物が堆積すると不完全燃焼等の発生が想定されるが，運転時間は年間約 40 時間と非常に短いことから，有意なカーボン堆積が発生する可能性は小さい。

なお，これまでの分解点検において有意なカーボンの堆積は確認されておらず，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，ピストン，シリンダヘッド及びシリンダライナのカーボン堆積は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

aa. 伸縮継手の疲労割れ

伸縮継手はディーゼル機関運転時の排気管の熱膨張を吸収し，排気管等に外力が負荷されないように排気管に設置している。このため，伸縮継手は繰り返し変位を受けることで，疲労割れの発生が想定されるが，伸縮継手はこれらの変位を考慮して設計されていることから，疲労割れが発生する可能性は小さい。

なお，これまでの目視点検において有意なき裂は確認されておらず，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，伸縮継手の疲労割れは高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

ab. 調速装置の性能低下

調速装置はディーゼル機関の発電負荷が変化した場合に，その機関回転速度の変化を感知し，ある規定回転速度となるようにディーゼル機関に投入する燃料量を調節している。

このため，調速装置は摺動等による摩耗及び潤滑油の変質，異物の付着による摩耗増加等が進行することで，性能低下（動作不良）の発生が想定される。

しかしながら，運転時間は年間約 40 時間と非常に短いことから，性能低下（動作不良）が発生する可能性は小さい。

なお，調速機本体の分解点検，調速機リンク機構の摺動抵抗測定及び定期試験時の作動確認により，調速装置の性能低下に対する健全性の確認を行っており，これまでの点検結果において有意な性能低下は確認されておらず，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，調速装置の性能低下は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

(2) 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により，今後も経年劣化の進展が考えられない，又は進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外）

a. 基礎ボルトの樹脂の劣化（ケミカルアンカ）（吸気管及び排気管）

基礎ボルトの健全性については，「16. 基礎ボルト」にて評価を実施する。

b. カップリングボルトの疲労割れ

非常用ディーゼル機関と発電機を結合するカップリング部は，カップリングにはずみ車を挟み，ボルトで結合されているため，機関起動時にカップリングボルト部の応力が大きくなり，疲労割れの発生が想定されるが，起動回数は年間約 20 回と非常に少ないことから，疲労割れが発生する可能性はなく，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，カップリングボルトの疲労割れは高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

c. 燃料噴射弁スプリング，吸気弁・排気弁スプリング，シリンダ安全弁及びクランク室安全弁スプリングのへたり

燃料噴射弁，吸気弁・排気弁，シリンダ安全弁及びクランク室安全弁のスプリングには常時応力が作用した状態で使用されるため，スプリングのへたりが想定されるが，スプリング使用時のねじり応力は許容ねじり応力以下になるように設定されており，さらに，スプリングの材料に対する推奨最高使用温度よりも実際の使用温度は低いことから，へたりの進行の可能性はない。

したがって，燃料噴射弁スプリング，吸気弁・排気弁スプリング，シリンダ安全弁及びクランク室安全弁スプリングのへたりは高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

d. 埋込金物（コンクリート埋設部）の腐食（全面腐食）

埋込金物は[redacted]であり，腐食の発生が想定されるが，コンクリート埋設部については，コンクリートの大気接触部表面からの中性化の進行により腐食環境となるため，コンクリートが中性化に至り，埋込金物に有意な腐食が発生するまで長時間を要する。

今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難いことから，埋込金物の腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

e. 過給機ケーシング，過給機ロータ，過給機ノズル及び排気管のクリープ

排気温度は高温であることから過給機ケーシング，過給機ロータ，過給機ノズル及び排気管のクリープによる変形・破断の発生が想定される。

しかしながら，ディーゼル機関の稼働時間が短いためクリープの発生する可能性はない。

したがって，過給機ケーシング，過給機ロータ，過給機ノズル及び排気管のクリープは高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

f. 伸縮継手のクリープ

伸縮継手は排気温度が高温であることから，クリープによる変形・破断の発生が想定される。

しかしながら，ディーゼル機関の稼働時間が短いためクリープの発生する可能性はない。

したがって，伸縮継手のクリープは高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

表2.2-1（1/3）　非常用ディーゼル機関に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位		消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考
						減肉		割れ		材質変化		その他	
						摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
発電機駆動機能の確保	エネルギー変換	燃料噴射ポンプ	ポンプ			△							*1:頂部 *2:キャビテーション *3:高サイクル疲労割れ *4:低サイクル疲労割れ *5:スプリングのへたり *6:カーボン堆積
			ケーシング				△*2						
			デフレクタ										
		燃料噴射弁	弁			△		△*3					
			スプリング					△*3				▲*5	
		ピストン				△	△*1	△*3*4				△*6	
		ピストンピン				△		△*3					
		ピストンピンメタル											
		ピストンリング											
		始動弁				△							
		空気分配弁				△							
	エネルギー伝達	連接棒						△*3					
		クランクピンボルト						△*3					
		クランクピンメタル											
		クランク軸				△		△*3					
		歯車各種				△							
		はずみ車					△						
		カップリングボルト					△	▲					

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

▲：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象以外）

表2.2-1（2/3）　非常用ディーゼル機関に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位		消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考
						減肉		割れ		材質変化		その他	
						摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
発電機駆動機能の確保	エネルギー交換	吸気弁				△*1		△*5					*1：弁棒，弁案内 *2：排気側 *3：冷却水側 *4：流れ加速型腐食 *5：高サイクル疲労割れ *6：スプリングのへたり *7：クリープ *8：異物付着 *9：性能低下
		排気弁				△*1	△	△*5					
		吸気弁・排気弁スプリング						△*5				▲*6	
		過給機	ケーシング				△*2*3					▲*7	
			ロータ			△		△*5				▲*7	
			ノズル			△						▲*7	
		空気冷却器	水室				△						
			伝熱管				△*4					△*8	
		カム，ローラ，カム軸				△							
		動弁装置				△							
	エネルギー調節	調速装置										△*9	
	軸支持	主軸受メタル											

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

▲：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象以外）

表2.2-1（3/3）　非常用ディーゼル機関に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考
					減肉		割れ		材質変化		その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
発電機駆動機能の確保	爆発力の維持	シリンダヘッド			△*1	△*2*3	△*7*8				△*9	*1：シート部 *2：冷却水側 *3：燃焼側 *4：内面 *5：外面 *6：コンクリート埋設部 *7：高サイクル疲労割れ *8：低サイクル疲労割れ *9：カーボン堆積 *10：クリープ *11：スプリングのへたり *12：樹脂の劣化
		シリンダライナ			△	△*2*3	△*7*8				△*9	
		シリンダヘッドボルト				△	△*7					
		シリンダブロック				△*2						
	吸気・排気系	伸縮継手					△				▲*10	
		吸気管				△						
		排気管				△*4*5					▲*10	
	その他	シリンダ安全弁									▲*11	
		クランク室安全弁									▲*11	
		パッキン，ガスケット										
機器の支持	支持	クランクケース				△	△*7					
		埋込金物				△▲*6						
		吸・排気管サポート				△						
		基礎ボルト				△				▲*12		

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

▲：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象以外）

3. 代表機器以外への展開

本章では，2 章で実施した代表機器の技術評価について，1 章で実施したグループ化で代表機器となっていない機器への展開について検討した。

［対象機器］

① 高圧炉心スプレイ系ディーゼル機関

② 緊急時対策所用発電機ディーゼル機関

③ 常設代替高圧電源装置（ディーゼル機関）

3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

代表機器と同様，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象は抽出されなかった。

3.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

(1) 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって，想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象）

a. 基礎ボルトの腐食（全面腐食）［高圧炉心スプレイ系ディーゼル機関］

代表機器と同様，基礎ボルトの健全性については，「16. 基礎ボルト」にて評価を実施する。

b. 過給機ケーシング（冷却水側），シリンダヘッド（冷却水側），シリンダライナ（冷却水側）及びシリンダブロック（冷却水側）の腐食（全面腐食）［高圧炉心スプレイ系ディーゼル機関，緊急時対策所用発電機ディーゼル機関，常設代替高圧電源装置（ディーゼル機関）］

代表機器と同様，過給機ケーシング，シリンダヘッド，シリンダライナ及びシリンダブロックは[redacted]であり，冷却水側は高温の燃焼ガスによる過熱を防止するため，純水（補給水）を通水していることから，接液部に腐食の発生が想定される。

しかしながら，高圧炉心スプレイ系ディーゼル機関のシリンダヘッド，シリンダライナ，シリンダブロックについては分解点検時の目視点検，過給機ケーシングについては分解点検時に冷却水流路の目視点検を実施し，有意な腐食がないことを確認することとしている。

緊急時対策所用発電機ディーゼル機関は新たに設置されることから，今後分解点検時の目視点検及び冷却水通路の目視点検を行うことで健全性を維持できると考える。

常設代替高圧電源装置（ディーゼル機関）のシリンダヘッド，シリンダライナ，シリンダブロックについては分解点検時の目視点検，過給機ケーシングについては分解点検時に冷却水流路の目視点検を実施することとしている。

したがって，過給機ケーシング（冷却水側），シリンダヘッド（冷却水側），シリンダライナ（冷却水側）及びシリンダブロック（冷却水側）の腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

c. はずみ車，カップリングボルト，シリンダヘッドボルト，吸気管，排気管，クランクケース及び吸・排気管サポートの腐食（全面腐食）［高圧炉心スプレイ系ディーゼル機関，緊急時対策所用発電機ディーゼル機関，常設代替高圧電源装置（ディーゼル機関）］

代表機器と同様，はずみ車，カップリングボルト，シリンダヘッドボルト，吸気管，排気管，クランクケース及び吸・排気管サポートは[redacted]であり，腐食の発生が想定される。

しかしながら，高圧炉心スプレイ系ディーゼル機関及び常設代替高圧電源装置（ディーゼル機関）の各部位の大気接触部には塗装を施しており，腐食が発生する可能性は小さい。

また，目視点検により塗膜の状態を確認し，はく離等が認められた場合は必要に応じて補修塗装を行うこととしている。

緊急時対策所用発電機ディーゼル機関は新たに設置されることから，各部位の大気接触部には塗装を施すことで腐食が発生する可能性を低減できるものと考える。

また，今後巡視点検等で目視により塗膜の状態を確認し，はく離等が認められた場合は必要に応じて補修を実施することで健全性を維持できると考える。

したがって，はずみ車，カップリングボルト，シリンダヘッドボルト，吸気管，排気管，クランクケース及び吸・排気管サポートの腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

d. 埋込金物の腐食（全面腐食）［高圧炉心スプレイ系ディーゼル機関，緊急時対策所用発電機ディーゼル機関］

代表機器と同様，埋込金物は[redacted]であり，腐食の発生が想定されるが，高圧炉心スプレイ系ディーゼル機関の大気接触部は塗装を施しており，腐食が発生する可能性は小さい。

また，目視点検により塗膜の状態を確認し，はく離等が認められた場合は必要に応じて補修塗装を行うこととしている。

緊急時対策所用発電機ディーゼル機関は新たに設置されることから，埋込金物の大気接触部には塗装を施すことで腐食が発生する可能性を低減できるものと考える。

また，今後巡視点検等で目視により塗膜の状態を確認し，はく離等が認められた場合は必要に応じて補修を実施することで健全性を維持できると考える。

したがって，埋込金物の腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

e．空気冷却器水室の腐食（全面腐食）［高圧炉心スプレイ系ディーゼル機関，緊急時対策所用発電機ディーゼル機関，常設代替高圧電源装置（ディーゼル機関）］

代表機器と同様，高圧炉心スプレイ系ディーゼル機関の空気冷却器水室は[redacted]であり，内部流体は海水であるため腐食の発生が想定されるが，水室内面には耐食性向上のためタールエポキシライニング処理が施されているとともに，防食処置のため亜鉛板が設置されていることから，腐食が発生する可能性は小さい。

また，水室開放点検時にライニング部の目視点検を行い，はく離等が認められた場合は必要に応じライニングの補修を行うこととしている。

緊急時対策所用発電機ディーゼル機関の空気冷却器は新たに設置されるが，代表機器と異なり内部流体である冷却水は防錆剤を混合した純水とする計画であるため，水室の腐食が発生する可能性は小さいと考える。

常設代替高圧電源装置（ディーゼル機関）の空気冷却器は，代表機器と異なり内部流体である冷却水は防錆剤を混合した純水であるため，水室の腐食が発生する可能性は小さい。

したがって，空気冷却器水室の腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

f．空気冷却器伝熱管の異物付着［高圧炉心スプレイ系ディーゼル機関，緊急時対策所用発電機ディーゼル機関，常設代替高圧電源装置（ディーゼル機関）］

代表機器と同様，高圧炉心スプレイ系ディーゼル機関の空気冷却器の内部流体は海水であり，伝熱管に異物付着の発生が想定されるが，開放点検時に伝熱管の清掃を行っており，これまでの点検結果において運転中に伝熱性能に影響を及ぼすような異物付着は確認されていない。

緊急時対策所用発電機ディーゼル機関の空気冷却器は新たに設置されるが，代表機器と異なり内部流体である冷却水は防錆剤を混合した純水とする計画であるため，伝熱管に異物付着が発生する可能性は小さいと考える。

常設代替高圧電源装置（ディーゼル機関）の空気冷却器は，代表機器と異なり内部流体である冷却水は防錆剤を混合した純水であるため，伝熱管に異物付着が発生する可能性は小さい。

したがって，空気冷却器伝熱管の異物付着は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

g．空気冷却器伝熱管の腐食（流れ加速型腐食）［高圧炉心スプレイ系ディーゼル機関，緊急時対策所用発電機ディーゼル機関，常設代替高圧電源装置（ディーゼル機関）］

代表機器と同様，高圧炉心スプレイ系ディーゼル機関の空気冷却器伝熱管は保護被膜を形成する耐食性の良い[redacted]であるが，伝熱管入口部での海水の渦流による保護皮膜の破壊により，伝熱管内面腐食による減肉の発生が想定される。

しかしながら，高圧炉心スプレイ系ディーゼル機関の年間の運転時間は代表機器と同程度であるため，伝熱管の腐食（流れ加速型腐食）が発生する可能性は小さい。

また，開放点検時の渦流探傷検査により有意な腐食がないことを確認することとしている。

緊急時対策所用発電機ディーゼル機関の空気冷却器は新たに設置されるが，代表機器と異なり内部流体である冷却水は防錆剤を混合した純水とする計画であるため，伝熱管の腐食（流れ加速型腐食）が発生する可能性は小さいと考える。

常設代替高圧電源装置（ディーゼル機関）の空気冷却器は，代表機器と異なり内部流体である冷却水は防錆剤を混合した純水であるため，伝熱管の腐食（流れ加速型腐食）が発生する可能性は小さい。

今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難いことから，空気冷却器伝熱管の腐食（流れ加速型腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

h．吸気弁，排気弁（弁棒，弁案内）及びシリンダヘッド（シート部）の摩耗［高圧炉心スプレイ系ディーゼル機関，緊急時対策所用発電機ディーゼル機関，常設代替高圧電源装置（ディーゼル機関）］

代表機器と同様，吸気弁及び排気弁の弁棒軸部は弁案内内筒との摺動，弁シート部はシリンダヘッド（シート部）との金属接触による摩耗の発生が想定されるが，高圧炉心スプレイ系ディーゼル機関の年間の運転時間は代表機器と同程度であるため，摩耗が発生する可能性は小さい。

なお，これまでの分解点検時の目視点検において有意な摩耗は確認されておらず，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

緊急時対策所用発電機ディーゼル機関は新たに設置されるが，年間の運転時間は代表機器と同程度と想定されることから，摩耗が発生する可能性は小さいと考える。

常設代替高圧電源装置（ディーゼル機関）は，年間の運転時間は代表機器と同程度であることから，摩耗が発生する可能性は小さい。

今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難いことから，吸気弁，排気弁（弁棒，弁案内）及びシリンダヘッド（シート部）の摩耗は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

i. ピストン，シリンダヘッド及びシリンダライナの低サイクル疲労割れ［高圧炉心スプレイ系ディーゼル機関，緊急時対策所用発電機ディーゼル機関，常設代替高圧電源装置（ディーゼル機関）］

代表機器と同様，ピストン，シリンダヘッド及びシリンダライナには，ディーゼル機関の起動・停止に伴う繰り返し熱応力による疲労割れが想定されるが，高圧炉心スプレイ系ディーゼル機関のピストン，シリンダヘッド及びシリンダライナに発生する応力は疲労限度以下になるように設計されており，低サイクル疲労割れが発生する可能性は小さい。

なお，これまでの分解点検時の目視点検からも有意なき裂は確認されておらず，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

緊急時対策所用発電機ディーゼル機関は新たに設置されるが，ピストン，シリンダヘッド及びシリンダライナに発生する応力は疲労限度以下になるように設計される計画であるため，低サイクル疲労割れが発生する可能性は小さいと考える。

常設代替高圧電源装置（ディーゼル機関）のピストン，シリンダヘッド及びシリンダライナに発生する応力は疲労限度以下になるように設計されており，低サイクル疲労割れが発生する可能性は小さい。

今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難いことから，ピストン，シリンダヘッド及びシリンダライナの低サイクル疲労割れは高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

j. ピストンピンの高サイクル疲労割れ［高圧炉心スプレイ系ディーゼル機関，緊急時対策所用発電機ディーゼル機関，常設代替高圧電源装置（ディーゼル機関）］

代表機器と同様，ピストンピンには，ディーゼル機関運転中の爆発圧力による繰り返し曲げ応力により疲労が蓄積されるため，高サイクル疲労割れの発生が想定されるが，高圧炉心スプレイ系ディーゼル機関では高サイクル疲労割れは設計上考慮されていることから，高サイクル疲労割れが発生する可能性は小さい。

なお，これまでの分解点検時の目視点検において有意なき裂は確認されておらず，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

緊急時対策所用発電機ディーゼル機関は新たに設置されるが，高サイクル疲労割れは設計上考慮される計画であることから，高サイクル疲労割れが発生する可能性は小さいと考える。

常設代替高圧電源装置（ディーゼル機関）では高サイクル疲労割れは設計上考慮されていることから，高サイクル疲労割れが発生する可能性は小さい。

今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難いことから，ピストンピンの高サイクル疲労割れは高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

k. クランク軸の高サイクル疲労割れ［高圧炉心スプレイ系ディーゼル機関，緊急時対策所用発電機ディーゼル機関，常設代替高圧電源装置（ディーゼル機関)］

代表機器と同様，クランク軸にはディーゼル機関運転中に生じるねじり応力，爆発圧力による曲げ応力により疲労が蓄積されるため，高サイクル疲労割れの発生が想定されるが，高圧炉心スプレイ系ディーゼル機関では高サイクル疲労割れは設計上考慮されていることから，高サイクル疲労割れが発生する可能性は小さい。

なお，これまでの分解点検時の目視点検において有意なき裂は確認されておらず，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

緊急時対策所用発電機ディーゼル機関は新たに設置されるが，高サイクル疲労割れは設計上考慮される計画であることから高サイクル疲労割れが発生する可能性は小さいと考える。

常設代替高圧電源装置（ディーゼル機関）では高サイクル疲労割れは設計上考慮されていることから，高サイクル疲労割れが発生する可能性は小さい。

今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難いことから，クランク軸の高サイクル疲労割れは高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

l. 連接棒及びクランクピンボルトの高サイクル疲労割れ［高圧炉心スプレイ系ディーゼル機関，緊急時対策所用発電機ディーゼル機関，常設代替高圧電源装置（ディーゼル機関)］

代表機器と同様，連接棒及びクランクピンボルトには，ディーゼル機関運転中に生じる往復・回転慣性力による繰り返し引張応力，また，連接棒には，更に爆発圧力による圧縮応力により疲労が蓄積されるため，高サイクル疲労割れの発生が想定されるが，高圧炉心スプレイ系ディーゼル機関では高サイクル疲労割れは設計上考慮されていることから，高サイクル疲労割れが発生する可能性は小さい。

なお，これまでの分解点検時の目視点検において有意なき裂は確認されておらず，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

緊急時対策所用発電機ディーゼル機関は新たに設置されるが，高サイクル疲労割れは設計上考慮されていることから，高サイクル疲労割れが発生する可能性は小さいと考える。

常設代替高圧電源装置（ディーゼル機関）では高サイクル疲労割れは設計上考慮されていることから，高サイクル疲労割れが発生する可能性は小さい。

今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難いことから，連接棒及びクランクピンボルトの高サイクル疲労割れは高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

m. 燃料噴射弁，燃料噴射弁スプリング，ピストン，吸気弁，排気弁，吸気弁・排気弁スプリング，過給機ロータ，シリンダヘッド，シリンダライナ及びクランクケースの高サイクル疲労割れ［高圧炉心スプレイ系ディーゼル機関，緊急時対策所用発電機ディーゼル機関，常設代替高圧電源装置（ディーゼル機関）］

代表機器と同様，燃料噴射弁，ピストン，吸気弁，排気弁，吸気弁・排気弁スプリング，シリンダヘッド，シリンダライナ及びクランクケースには機関運転中の爆発圧力荷重による繰り返し応力が生じる。

燃料噴射弁スプリング及び吸気弁・排気弁スプリングには，予圧縮による静荷重応力と機関運転中に各々の弁の規定ストローク分だけ繰り返し圧縮されることにより変動応力が生じる。

また，過給機ロータのタービン翼埋め込み部には，ディーゼル機関の運転中にタービン翼の高速回転による遠心力と翼振動による変動応力が発生する。

これらの部位には応力変動による疲労が蓄積され，高サイクル疲労割れの発生が想定されるが，高圧炉心スプレイ系ディーゼル機関では高サイクル疲労は設計上考慮されていることから，高サイクル疲労割れが発生する可能性は小さい。

なお，これまでの分解点検時の目視点検において有意なき裂は確認されておらず，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

緊急時対策所用発電機ディーゼル機関は新たに設置されるが，高サイクル疲労割れは設計上考慮されていることから，高サイクル疲労割れが発生する可能性は小さいと考える。

常設代替高圧電源装置（ディーゼル機関）は，高サイクル疲労は設計上考慮されていることから，高サイクル疲労割れが発生する可能性は小さい。

今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難いことから，燃料噴射弁，燃料噴射弁スプリング，ピストン，吸気弁，排気弁，吸気弁・排気弁スプリング，過給機ロータ，シリンダヘッド，シリンダライナ及びクランクケースの高サイクル疲労割れは高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

n. シリンダヘッドボルトの高サイクル疲労割れ［高圧炉心スプレイ系ディーゼル機関，緊急時対策所用発電機ディーゼル機関，常設代替高圧電源装置（ディーゼル機関）］

代表機器と同様，シリンダヘッドボルトには，ディーゼル機関運転中に生じる繰り返し引張応力により疲労が蓄積され，高サイクル疲労割れの発生が想定される。

しかしながら，高圧炉心スプレイ系ディーゼル機関では高サイクル疲労割れは設計上考慮されていることから，高サイクル疲労割れの発生する可能性は小さい。

なお，これまでの分解点検時の目視点検において有意なき裂は確認されておらず，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

緊急時対策所用発電機ディーゼル機関は新たに設置されるが，高サイクル疲労割れは設計上考慮されている計画であることから，高サイクル疲労割れが発生する可能性は小さいと考える。

常設代替高圧電源装置（ディーゼル機関）は，高サイクル疲労割れは設計上考慮されていることから，高サイクル疲労割れが発生する可能性は小さい。

今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難いことから，シリンダヘッドボルトの高サイクル疲労割れは高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

o. 燃料噴射ポンプの摩耗［高圧炉心スプレイ系ディーゼル機関，緊急時対策所用発電機ディーゼル機関，常設代替高圧電源装置（ディーゼル機関）］

代表機器と同様，燃料噴射ポンプはプランジャをバレル内で上下運動させることにより，燃料油を加圧し，燃料噴射弁へ送油するため，摺動部であるプランジャとバレルに摩耗の発生が想定されるが，高圧炉心スプレイ系ディーゼル機関の摺動部には，耐摩耗性向上のため表面焼入れ処理が施されていることから，摩耗が発生する可能性は小さい。

なお，年間の運転時間は代表機器と同程度であり，これまでの分解点検時の目視点検において有意な摩耗は確認されておらず，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

緊急時対策所用発電機ディーゼル機関は新たに設置されるが，年間の運転時間は代表機器と同程度と想定されることから，摩耗が発生する可能性は小さいと考える。

常設代替高圧電源装置（ディーゼル機関）は，年間の運転時間は代表機器と同程度と想定されることから，摩耗が発生する可能性は小さい。

今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難いことから，燃料噴射ポンプの摩耗は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

p. 燃料噴射弁の摩耗［高圧炉心スプレイ系ディーゼル機関，緊急時対策所用発電機ディーゼル機関，常設代替高圧電源装置（ディーゼル機関）］

代表機器と同様，燃料噴射弁は，燃料噴射ポンプより送油された燃料油を高圧で燃料室内に噴射する動作を繰り返すため，燃料噴射弁可動部には摩耗の発生が想定されるが，高圧炉心スプレイ系ディーゼル機関の燃料噴射弁可動部には，耐摩耗性の高い［　　］を使用しており，これまでの点検時の噴霧テストにおいて摩耗による噴霧機能の低下の兆候は確認されていない。

なお，年間の運転時間は代表機器と同程度であり，これまでの分解点検時の目視点検において有意な摩耗は確認されておらず，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

緊急時対策所用発電機ディーゼル機関は新たに設置されるが，年間の運転時間は代表機器と同程度と想定されることから，摩耗が発生する可能性は小さいと考える。

常設代替高圧電源装置（ディーゼル機関）は，年間の運転時間が代表機器と同程度であることから，摩耗が発生する可能性は小さい。

今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難いことから，燃料噴射弁の摩耗は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

q. ピストンの摩耗［高圧炉心スプレイ系ディーゼル機関，緊急時対策所用発電機ディーゼル機関，常設代替高圧電源装置（ディーゼル機関）］

代表機器と同様，ピストンは，ディーゼル機関運転中のシリンダ内での往復動による摩耗の発生が想定されるが，高圧炉心スプレイ系ディーゼル機関のピストンは，ピストンリングとシリンダライナとが接触する構造のため，ピストンの摩耗が発生する可能性は小さい。

なお，これまでの分解点検時の目視点検及び寸法測定結果において有意な摩耗は確認されておらず，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

緊急時対策所用発電機ディーゼル機関は新たに設置されるが，ピストンはピストンリングとシリンダライナとが接触する構造とする計画であることから，ピストンの摩耗が発生する可能性は小さいと考える。

常設代替高圧電源装置（ディーゼル機関）のピストンは，ピストンリングとシリンダライナとが接触する構造であるため，ピストンの摩耗が発生する可能性は小さい。

今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難いことから，ピストンの摩耗は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

r．ピストンピン及びシリンダライナの摩耗［高圧炉心スプレイ系ディーゼル機関，緊急時対策所用発電機ディーゼル機関，常設代替高圧電源装置（ディーゼル機関）］

代表機器と同様，ピストンピンはピストン及びピストンピンメタルに固定されておらず，半径方向・軸方向ともに隙間があるため，ディーゼル機関運転中の回転摺動による摩耗の発生が想定されるが，高圧炉心スプレイ系ディーゼル機関のピストンピン表面には耐摩耗性向上のため表面焼入れ処理が施されているとともに，常時潤滑油が供給されており，シリンダライナにも潤滑油が供給されていることから，摩耗の発生する可能性は小さい。

なお，年間の運転時間は代表機器と同程度であり，これまでの分解点検時の目視点検において有意な摩耗は確認されておらず，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

緊急時対策所用発電機ディーゼル機関は新たに設置されるが，ピストンピン表面には常時潤滑油が供給されシリンダライナにも潤滑油が供給される計画であることから，摩耗が発生する可能性は小さいと考える。

常設代替高圧電源装置（ディーゼル機関）のピストンピン表面には常時潤滑油が供給されており，シリンダライナにも潤滑油が供給されていることから，摩耗が発生する可能性は小さい。

今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難いことから，ピストンピン及びシリンダライナの摩耗は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

s．始動弁及び空気分配弁の摩耗［高圧炉心スプレイ系ディーゼル機関，緊急時対策所用発電機ディーゼル機関，常設代替高圧電源装置（ディーゼル機関）］

代表機器と同様，高圧炉心スプレイ系ディーゼル機関の始動弁及び空気分配弁は，シリンダヘッドに圧縮空気を投入する際に可動部の金属接触・摺動による摩耗の発生が想定されるが，高圧炉心スプレイ系ディーゼル機関の起動回数は代表機器と同程度であることから，摩耗が発生する可能性は小さい。

なお，これまでの分解点検時の目視点検において有意な摩耗は確認されておらず，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

緊急時対策所用発電機ディーゼル機関は新たに設置されるが，代表機器と異なり空気分配弁はない設計であるため，始動弁のみに摩耗の発生が想定されるが，起動回数は代表機器と同程度と想定されることから，摩耗が発生する可能性は小さいと考える。

常設代替高圧電源装置（ディーゼル機関）は，代表機器と異なり空気分配弁はないため，始動弁のみに摩耗の発生が想定されるが，起動回数は代表機器と同程度であることから，摩耗が発生する可能性は小さい。

今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難いことから，始動弁及び空気分配弁の摩耗は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

t．クランク軸の摩耗［高圧炉心スプレイ系ディーゼル機関，緊急時対策所用発電機ディーゼル機関，常設代替高圧電源装置（ディーゼル機関）］

代表機器と同様，クランク軸はクランクピンメタルを介して連接棒に結合されており，ピストンの爆発圧力による荷重が伝達されて回転摺動するため，摩耗の発生が想定されるが，高圧炉心スプレイ系ディーゼル機関のクランク軸は耐摩耗性の高い[redacted]であり，潤滑油が供給されていることから，摩耗が発生する可能性は小さい。

なお，年間の運転時間は代表機器と同程度であり，これまでの分解点検時の目視点検において有意な摩耗は確認されておらず，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

緊急時対策所用発電機ディーゼル機関は新たに設置されるが，クランク軸には潤滑油が供給されるとともに，年間の運転時間は代表機器と同程度と想定されることから，摩耗が発生する可能性は小さいと考える。

常設代替高圧電源装置（ディーゼル機関）のクランク軸には潤滑油が供給されているとともに，年間の運転時間は代表機器と同程度であることから，摩耗が発生する可能性は小さい。

今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難いことから，クランク軸の摩耗は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

u. 動弁装置及び歯車各種の摩耗［高圧炉心スプレイ系ディーゼル機関，緊急時対策所用発電機ディーゼル機関，常設代替高圧電源装置（ディーゼル機関）］

代表機器と同様，動弁装置はカムの揚程差による上下運動をローラ，押し棒及び揺れ腕等の部位によって吸・排気弁に伝達するため，可動部は摺動による摩耗の発生が想定されるが，高圧炉心スプレイ系ディーゼル機関の可動部には常時潤滑油が供給されていることから，摩耗が発生する可能性は小さい。

また，歯車各種はクランク軸の動力をカム軸等に伝えているため，摺動を伴う摩耗の進行が想定されるが，すべて潤滑油雰囲気下にあることから，摩耗が進行する可能性は小さい。

なお，年間の運転時間は代表機器と同程度であり，これまでの分解点検時の目視点検において有意な摩耗は確認されておらず，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

緊急時対策所用発電機ディーゼル機関は新たに設置されるが，動弁装置の可動部種には常時潤滑油が供給されるとともに，歯車各種はすべて潤滑油雰囲気下にある計画であることから，摩耗が発生する可能性は小さいと考える。

常設代替高圧電源装置（ディーゼル機関）は，動弁装置の可動部には常時潤滑油が供給されているとともに，歯車各種はすべて潤滑油雰囲気下にあることから，摩耗が発生する可能性は小さい。

今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難いことから，動弁装置及び歯車各種の摩耗は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

v．カム，ローラ，カム軸の摩耗［高圧炉心スプレイ系ディーゼル機関，緊急時対策所用発電機ディーゼル機関，常設代替高圧電源装置（ディーゼル機関）］

代表機器と同様，カムはそれぞれローラを上下に駆動させることによって，吸気弁及び排気弁を開閉し燃料噴射ポンプを駆動することから，カム及びローラの表面に摩耗の発生が想定されるが，高圧炉心スプレイ系ディーゼル機関のカムの表面及びローラ表面には，耐摩耗性向上のため表面焼入れ処理が施されているとともに，カムとローラには常時潤滑油が供給されていることから，摩耗が発生する可能性は小さい。

なお，年間の運転時間は代表機器と同程度であり，これまでの分解点検時の目視点検において有意な摩耗は確認されておらず，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

緊急時対策所用発電機ディーゼル機関は新たに設置されるが，カムとローラには常時潤滑油が供給される計画であることから，摩耗が発生する可能性は小さいと考える。

常設代替高圧電源装置（ディーゼル機関）のカムとローラには常時潤滑油が供給されていることから，摩耗が発生する可能性は小さい。

今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難いことから，カム，ローラ，カム軸の摩耗は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

w. シリンダヘッド（燃焼側），ピストン（頂部），シリンダライナ（燃焼側），排気弁，過給機ケーシング（排気側）及び排気管（内面）の腐食（全面腐食）[高圧炉心スプレイ系ディーゼル機関，緊急時対策所用発電機ディーゼル機関，常設代替高圧電源装置（ディーゼル機関)]

代表機器と同様，燃料油には硫黄分が含まれているため，排気ガス中の三酸化硫黄により，シリンダヘッド，ピストン，シリンダライナ，排気弁，過給機ケーシング及び排気管に腐食の発生が想定される。

しかしながら，高圧炉心スプレイ系ディーゼル機関の使用燃料は硫黄分の少ない軽油（硫黄分 0.5％以下）を使用しており，排気ガス中の三酸化硫黄の露点（硫黄分 0.5％の場合約 100 ℃）に対し，排気ガス温度は十分に高いことから，硫酸が生成される可能性は小さい。

なお，これまでの分解点検時の目視点検において有意な腐食は確認されておらず，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

緊急時対策所用発電機ディーゼル機関は新たに設置されるが，使用燃料は硫黄分の少ない軽油を使用することとしており，排気ガス中の三酸化硫黄の露点に対し，排気ガス温度は十分に高い設計とする計画であることから，腐食が発生する可能性は小さいと考える。

常設代替高圧電源装置（ディーゼル機関）は，使用燃料は硫黄分の少ない軽油を使用しており，排気ガス中の三酸化硫黄の露点に対し，排気ガス温度は十分に高いことから，腐食が発生する可能性は小さい。

今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難いことから，シリンダヘッド（燃焼側），ピストン（頂部），シリンダライナ（燃焼側），排気弁，過給機ケーシング（排気側）及び排気管（内面）の腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

x. 燃料噴射ポンプケーシングの腐食（キャビテーション）［高圧炉心スプレイ系ディーゼル機関，緊急時対策所用発電機ディーゼル機関，常設代替高圧電源装置（ディーゼル機関）］

代表機器と同様，燃料噴射ポンプ内でキャビテーションが発生すると，ケーシングにエロージョンの発生が想定されるが，高圧炉心スプレイ系ディーゼル機関ではデフレクタを設置することによりケーシングを保護しているため，ケーシングに腐食（エロージョン）が発生する可能性は小さい。

また，デフレクタのエロージョンが進行すると微小な金属片が発生し，プランジャの固着や燃料噴射弁の詰まりが想定されるが，デフレクタには耐エロージョン性向上のため表面焼入れ処理が施されていることから，微小な金属片が発生する可能性は小さい。

なお，年間の運転時間は代表機器と同程度であり，これまでの目視点検において有意な腐食は確認されておらず，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

緊急時対策所用発電機ディーゼル機関は新たに設置されるが，デフレクタが設置されるとともにデフレクタには耐エロージョン性向上のため表面焼入れ処理が施される計画であることから，ケーシングに腐食（エロージョン）が発生する可能性は小さいと考える。

常設代替高圧電源装置（ディーゼル機関）は，デフレクタが設置されているとともに，デフレクタには耐エロージョン性向上のため表面焼入れ処理が施されていることから，ケーシングに腐食（エロージョン）が発生する可能性は小さい。

したがって，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難いことから，燃料噴射ポンプケーシングの腐食（キャビテーション）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

y. 過給機ロータ，過給機ノズルの摩耗［高圧炉心スプレイ系ディーゼル機関，緊急時対策所用発電機ディーゼル機関，常設代替高圧電源装置（ディーゼル機関）］

代表機器と同様，シリンダより排出された高温ガスは排気管により過給機に導入され，過給機ノズル（タービンノズル）により偏流され，タービンブレードに有効なガス流を発生させブロワを駆動するトルクを得ている。このため，過給機ノズルには未燃のカーボン等の微細な粒子を含んだ排気ガスが超高速で衝突することになり，ブレードに摩耗の発生が想定されるが，高圧炉心スプレイ系ディーゼル機関では，年間の運転時間は代表機器と同程度であることから，摩耗が発生する可能性は小さい。

また，ロータについても，年間の運転時間は代表機器と同程度であること，かつ潤滑油環境下にあることから，摩耗が発生する可能性は小さい。

なお，これまでの分解点検時の目視点検において有意な摩耗は確認されておらず，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

緊急時対策所用発電機ディーゼル機関は新たに設置されるが，年間の運転時間は代表機器と同程度と想定されるとともに，ロータは潤滑油環境下にある設計であることから，摩耗が発生する可能性は小さいと考える。

常設代替高圧電源装置（ディーゼル機関）は，年間の運転時間は代表機器と同程度であり，ロータは潤滑油環境下にあることから，摩耗が発生する可能性は小さい。

したがって，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難いことから，過給機ロータ，過給機ノズルの摩耗は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

z. ピストン，シリンダヘッド及びシリンダライナのカーボン堆積［高圧炉心スプレイ系ディーゼル機関，緊急時対策所用発電機ディーゼル機関，常設代替高圧電源装置（ディーゼル機関）］

代表機器と同様，ピストン，シリンダヘッド及びシリンダライナの燃発面は，カーボンを主とする燃焼残渣物が堆積すると不完全燃焼等の発生が想定されるが，高圧炉心スプレイ系ディーゼル機関では，年間の運転時間は代表機器と同程度であることから，有意なカーボン堆積が発生する可能性は小さい。

なお，これまでの分解点検において有意なカーボンの堆積は確認されておらず，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

緊急時対策所用発電機ディーゼル機関は新たに設置されるが，年間の運転時間は代表機器と同程度と想定されることから，カーボン堆積が発生する可能性は小さいと考える。

常設代替高圧電源装置（ディーゼル機関）は，年間の運転時間は代表機器と同程度であることから，有意なカーボン堆積が発生する可能性は小さい。

今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難いことから，ピストン，シリンダヘッド及びシリンダライナのカーボン堆積は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

aa. 伸縮継手の疲労割れ［高圧炉心スプレイ系ディーゼル機関，緊急時対策所用発電機ディーゼル機関，常設代替高圧電源装置（ディーゼル機関）］

代表機器と同様，伸縮継手はディーゼル機関運転時の排気管の熱膨張を吸収し，排気管等に外力が負荷されないように排気管に設置している。このため，伸縮継手は繰り返し変位を受けることで，疲労割れの発生が想定されるが，高圧炉心スプレイ系ディーゼル機関の伸縮継手はこれらの変位を考慮して設計されていることから，疲労割れが発生する可能性は小さい。

なお，これまでの目視点検において有意なき裂は確認されておらず，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

緊急時対策所用発電機ディーゼル機関は新たに設置されるが，伸縮継手は繰り返し変位を考慮して設計される計画であることから，疲労割れが発生する可能性は小さいと考える。

常設代替高圧電源装置（ディーゼル機関）は，伸縮継手は繰り返し変位を考慮して設計されていることから，疲労割れが発生する可能性は小さい。

今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難いことから，伸縮継手の疲労割れは高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

ab. 調速装置の性能低下［高圧炉心スプレイ系ディーゼル機関，緊急時対策所用発電機ディーゼル機関，常設代替高圧電源装置（ディーゼル機関）］

代表機器と同様，高圧炉心スプレイ系ディーゼル機関の調速装置は発電負荷が変化した場合に，その機関回転速度の変化を感知し，ある規定回転速度となるように機関に投入する燃料量を調節している。このため調速装置は摺動等による摩耗及び潤滑油の変質，異物の付着による摩耗増加等が進行することで，性能低下（動作不良）の発生が想定される。

しかしながら，高圧炉心スプレイ系ディーゼル機関の運転時間は代表機器と同程度であることから，性能低下（動作不良）が発生する可能性は小さい。

なお，調速機本体の分解点検及び調速機リンク機構の摺動抵抗測定，定期試験時の作動確認により，調速装置の性能低下に対する健全性の確認を行っており，これまでの点検結果において有意な性能低下は確認されておらず，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

緊急時対策所用発電機ディーゼル機関は新たに設置されるが，代表機器とは異なり，電子ガバナとする設計であり，年間の運転時間は代表機器と同程度と想定されることから，調速装置の性能低下が発生する可能性は小さいと考える。

常設代替高圧電源装置（ディーゼル機関）は，代表機器とは異なり，電子ガバナであるとともに，年間の運転時間は代表機器と同程度と想定されることから，調速装置の性能低下が発生する可能性は小さい。

今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難いことから，調速装置の性能低下は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

(2) 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により，今後も経年劣化の進展が考えられない，又は進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外）

a. 基礎ボルトの樹脂の劣化（ケミカルアンカ）（吸気管及び排気管）［高圧炉心スプレイ系ディーゼル機関，緊急時対策所用発電機ディーゼル機関］

代表機器と同様，基礎ボルトの健全性については，「16. 基礎ボルト」にて評価を実施する。

b. カップリングボルトの疲労割れ［高圧炉心スプレイ系ディーゼル機関，緊急時対策所用発電機ディーゼル機関，常設代替高圧電源装置（ディーゼル機関）］

代表機器と同様，ディーゼル機関と発電機を結合するカップリング部は，カップリングにはずみ車を挟み，ボルトで結合されているため，機関起動時にカップリングボルト部の応力が大きくなり，疲労割れの発生が想定されるが，高圧炉心スプレイ系ディーゼル機関の起動回数は代表機器と同程度であることから，疲労割れが発生する可能性はなく，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

緊急時対策所用発電機ディーゼル機関は新たに設置されるが，起動回数は代表機器と同程度と想定されることから，疲労割れが発生する可能性はない。

常設代替高圧電源装置（ディーゼル機関）は，起動回数は代表機器と同程度と想定されることから，疲労割れが発生する可能性はない。

今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難いことから，カップリングボルトの疲労割れは高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

c．燃料噴射弁スプリング，吸気弁・排気弁スプリング，シリンダ安全弁及びクランク室安全弁スプリングのへたり［高圧炉心スプレイ系ディーゼル機関，緊急時対策所用発電機ディーゼル機関，常設代替高圧電源装置（ディーゼル機関）］

代表機器と同様，ディーゼル機関の燃料噴射弁，吸気弁・排気弁，シリンダ安全弁及びクランク室安全弁のスプリングには常時応力が作用した状態で使用されるため，スプリングのへたりが想定されるが，高圧炉心スプレイ系ディーゼル機関のスプリング使用時のねじり応力は許容ねじり応力以下になるように設定されており，さらに，スプリングの材料に対する推奨最高使用温度よりも実際の使用温度は低いことから，へたりの進行の可能性はない。

緊急時対策所用発電機ディーゼル機関は新たに設置されるが，代表機器と異なり，シリンダ安全弁及びクランク室安全弁はない設計であり，燃料噴射弁スプリング及び吸気弁・排気弁スプリングにスプリングのへたりが想定される。

しかしながら，緊急時対策所用発電機ディーゼル機関のスプリング使用時のねじり応力は許容ねじり応力以下になるように設定されるとともに，スプリングの材料に対する推奨最高使用温度よりも実際の使用温度は低くなる計画であることから，スプリングのへたりが発生する可能性はない。

常設代替高圧電源装置（ディーゼル機関）は，代表機器と異なり，シリンダ安全弁及びクランク室安全弁はなく，燃料噴射弁スプリング及び吸気弁・排気弁スプリングにスプリングのへたりが想定される。

しかしながら，常設代替高圧電源装置（ディーゼル機関）のスプリング使用時のねじり応力は許容ねじり応力以下になるように設定されているとともに，スプリングの材料に対する推奨最高使用温度よりも実際の使用温度は低いことから，スプリングのへたりが発生する可能性はない。

今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難いことから，燃料噴射弁スプリング，吸気弁・排気弁スプリング，シリンダ安全弁及びクランク室安全弁スプリングのへたりは高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

d. 埋込金物（コンクリート埋設部）の腐食（全面腐食）［高圧炉心スプレイ系ディーゼル機関，緊急時対策所用発電機ディーゼル機関］

代表機器と同様，埋込金物は[redacted]であり，腐食の発生が想定される。

しかしながら，高圧炉心スプレイ系ディーゼル機関のコンクリート埋設部については，コンクリートの大気接触部表面からの中性化の進行により腐食環境となるため，コンクリートが中性化に至り，埋込金物に有意な腐食が発生するまで長時間を要す。

緊急時対策所用発電機ディーゼル機関は新たに設置されるが，コンクリート埋設部については，コンクリートの大気接触部表面からの中性化の進行により腐食環境となるため，コンクリートが中性化に至り，埋込金物に有意な腐食が発生するまで長時間を要すものと考えられる。

今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難いことから，埋込金物の腐食（全面腐食）は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

e. 過給機ケーシング，過給機ロータ，過給機ノズル及び排気管のクリープ［高圧炉心スプレイ系ディーゼル機関，緊急時対策所用発電機ディーゼル機関，常設代替高圧電源装置（ディーゼル機関）］

代表機器と同様，排気温度は高温であることから過給機ケーシング，過給機ロータ，過給機ノズル及び排気管のクリープによる変形・破断の発生が想定される。

しかしながら，高圧炉心スプレイ系ディーゼル機関及び常設代替高圧電源装置（ディーゼル機関）の稼働時間は短いためクリープの発生する可能性はない。

緊急時対策所用発電機ディーゼル機関は新たに設置されるが，稼働時間が短いため，クリープによる変形及び破断が発生する可能性はない。

今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難いことから，過給機ケーシング，過給機ロータ，過給機ノズル及び排気管のクリープは高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

f. 伸縮継手のクリープ［高圧炉心スプレイ系ディーゼル機関，緊急時対策所用発電機ディーゼル機関，常設代替高圧電源装置（ディーゼル機関）］

代表機器と同様，伸縮継手は排気温度が高温であることから，クリープによる変形・破断の発生が想定される。

しかしながら，高圧炉心スプレイ系ディーゼル機関及び常設代替高圧電源装置（ディーゼル機関）の稼働時間は短いためクリープの発生する可能性はない。

緊急時対策所用発電機ディーゼル機関は新たに設置されるが，稼働時間が短いため，クリープによる変形及び破断が発生する可能性はない。

今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難いことから，伸縮継手のクリープは高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

4.2 ディーゼル機関付属設備

［対象機器］

① 非常用ディーゼル機関（2C，2D 号機）付属設備
② 高圧炉心スプレイ系ディーゼル機関付属設備
③ 緊急時対策所用発電機ディーゼル機関付属設備
④ 常設代替高圧電源装置（ディーゼル機関）付属設備
⑤ 補機駆動用燃料設備

目次

1. 対象機器及び代表機器の選定..... 4.2-1
1.1 グループ化の考え方及び結果..... 4.2-1
1.2 代表機器の選定..... 4.2-1
2. 代表機器の技術評価..... 4.2-3
2.1 構造，材料及び使用条件..... 4.2-3
2.1.1 非常用ディーゼル機関（2C，2D 号機）付属設備 4.2-3
2.2 経年劣化事象の抽出..... 4.2-10
2.2.1 機器の機能達成に必要な項目..... 4.2-10
2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出..... 4.2-10
2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象..... 4.2-11
2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の評価..... 4.2-24
3. 代表機器以外への展開..... 4.2-25
3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象 4.2-25
3.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象 4.2-25

1. 対象機器及び代表機器の選定

1.1 グループ化の考え方及び結果

東海第二で使用している主要なディーゼル機関付属設備の主な仕様を表 1-1 に示す。

ディーゼル機関付属設備には，始動空気系，潤滑油系，冷却水系（純水，海水）及び燃料油系が属するため，これらの系統を評価対象とする。

1.2 代表機器の選定

ディーゼル機関付属設備には，非常用ディーゼル機関（2C，2D 号機）付属設備，高圧炉心スプレイ系ディーゼル機関付属設備，緊急時対策所用発電機ディーゼル機関付属設備，常設代替高圧電源装置（ディーゼル機関）付属設備及び補機駆動用燃料設備が含まれるが，機関本体の選定機器に合わせる観点から，非常用ディーゼル機関（2C，2D 号機）付属設備を代表機器とする。

表 1-1　ディーゼル機関付属設備の主な仕様

機器名称		重要度[*1]	使用条件		選定	選定理由
			最高使用圧力（MPa）	最高使用温度（℃）		
非常用ディーゼル機関（2C，2D 号機）付属設備	始動空気系	MS-1，重[*2]	3.2	45	◎	ディーゼル機関本体の選定機器に合わせる
	潤滑油系	MS-1，重[*2]	0.78	70		
	冷却水系	MS-1，重[*2]	純水 0.25	純水 80		
			海水 0.70	海水 50		
	燃料油系[*3]	MS-1，重[*2]	1.0	55		
高圧炉心スプレイ系ディーゼル機関付属設備	始動空気系	MS-1，重[*2]	3.2	45		
	潤滑油系	MS-1，重[*2]	0.78	70		
	冷却水系	MS-1，重[*2]	純水 0.25	純水 80		
			海水 0.70	海水 50		
	燃料油系[*3]	MS-1，重[*2]	1.0	55		
緊急時対策所用発電機ディーゼル機関付属設備[*3]	燃料油系	重[*2]	0.5	45		
常設代替高圧電源装置(ディーゼル機関）付属設備[*3]	燃料油系	重[*2]	1.0	55		
補機駆動用燃料設備[*3*4]	燃料油系	重[*2]	静水頭[*5]	60[*5]		

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

*2：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す

*3：新規に設置される機器を含む

*4：可搬型重大事故等対処設備（ディーゼル機関を含む）に可搬型の機器を用いて軽油を供給する設備

*5：可搬型設備用軽油タンクの仕様を示す

2. 代表機器の技術評価

本章では，1 章で代表機器とした以下の機器について技術評価を実施する。

①非常用ディーゼル機関（2C，2D 号機）付属設備

2.1 構造，材料及び使用条件

2.1.1 非常用ディーゼル機関（2C，2D 号機）付属設備

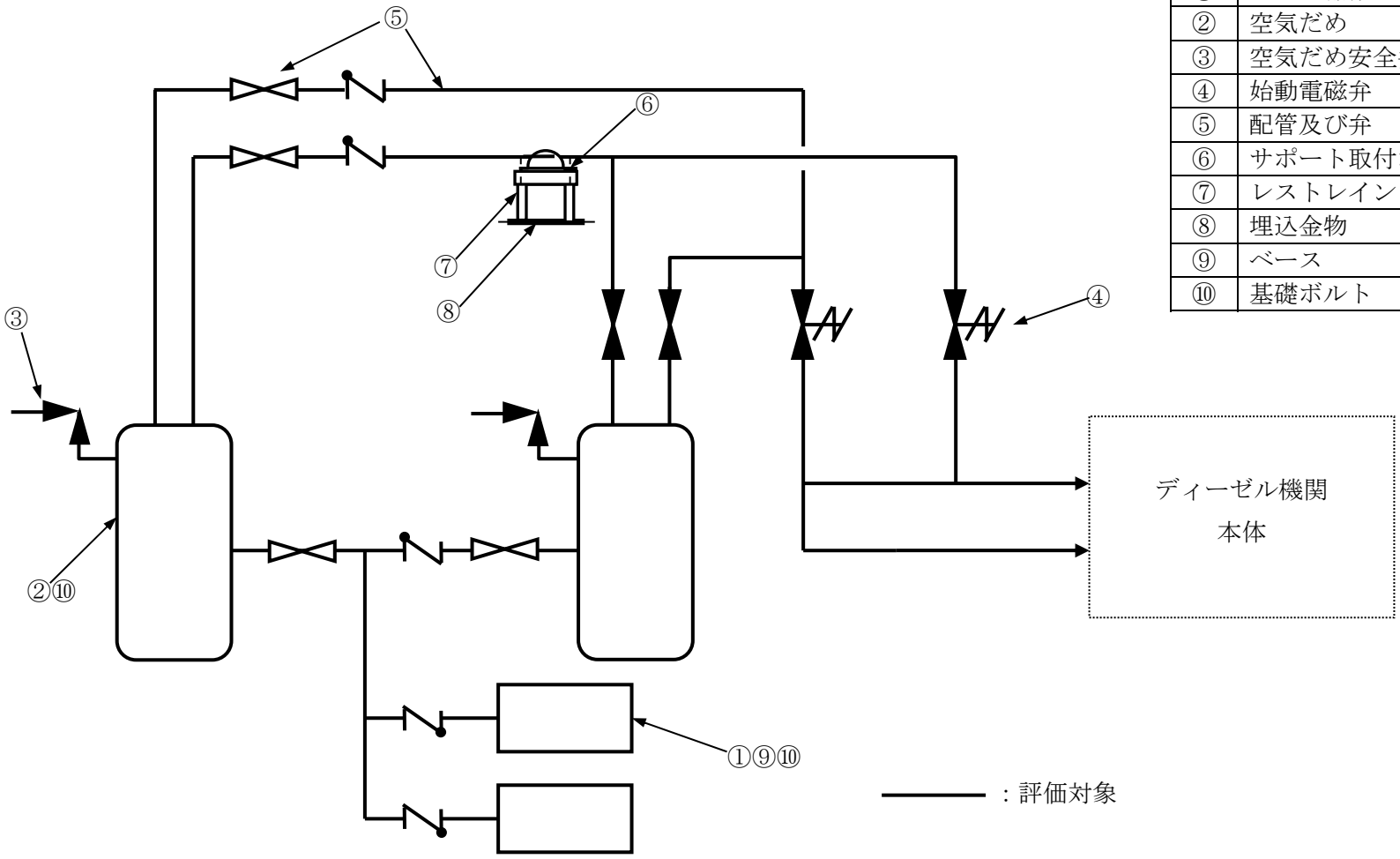
(1) 構造

東海第二の非常用ディーゼル機関（2C，2D 号機）付属設備は，機関を始動するための始動空気系，機関及び発電機の軸受部に潤滑油を供給し，円滑な回転を維持するための潤滑油系，機関作動時に過熱を防止するための冷却水を供給する冷却水系，機関作動時に必要な燃料油を供給するための燃料油系で構成されている。

非常用ディーゼル機関（2C，2D 号機）付属設備に関し，始動空気系系統図を図 2.1-1 に，潤滑油系系統図を図 2.1-2 に，冷却水系系統図を図 2.1-3 に，燃料油系系統図を図 2.1-4 に示す。

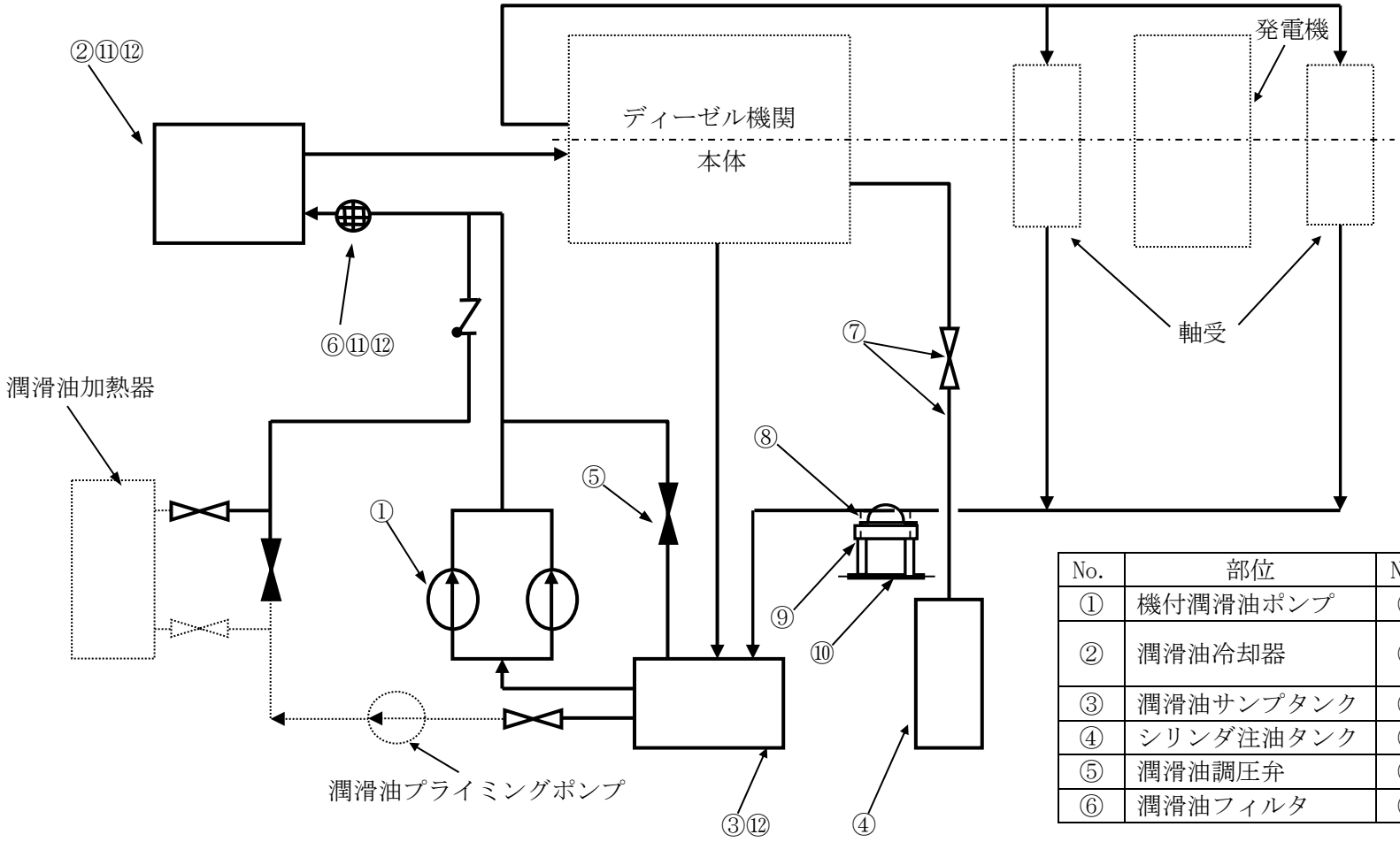
(2) 材料及び使用条件

東海第二の非常用ディーゼル機関（2C，2D 号機）付属設備主要部位の使用材料を表 2.1-1 に，使用条件を及び表 2.1-2 に示す。



No.	部位
①	空気圧縮機
②	空気だめ
③	空気だめ安全弁
④	始動電磁弁
⑤	配管及び弁
⑥	サポート取付ボルト・ナット
⑦	レストレイント
⑧	埋込金物
⑨	ベース
⑩	基礎ボルト

図 2.1-1　非常用ディーゼル機関（2C，2D 号機）付属設備始動空気系系統図



No.	部位	No.	部位
①	機付潤滑油ポンプ	⑦	配管及び弁
②	潤滑油冷却器	⑧	サポート取付ボルト・ナット
③	潤滑油サンプタンク	⑨	レストレイント
④	シリンダ注油タンク	⑩	埋込金物
⑤	潤滑油調圧弁	⑪	ベース
⑥	潤滑油フィルタ	⑫	基礎ボルト

図 2.1-2　非常用ディーゼル機関（2C，2D 号機）付属設備潤滑油系系統図

No.	部位	No.	部位
①	機付冷却水ポンプ	⑥	サポート取付ボルト・ナット
②	清水冷却器	⑦	レストレイント
③	潤滑油冷却器	⑧	埋込金物
④	清水膨張タンク	⑨	ベース
⑤	配管及び弁	⑩	基礎ボルト

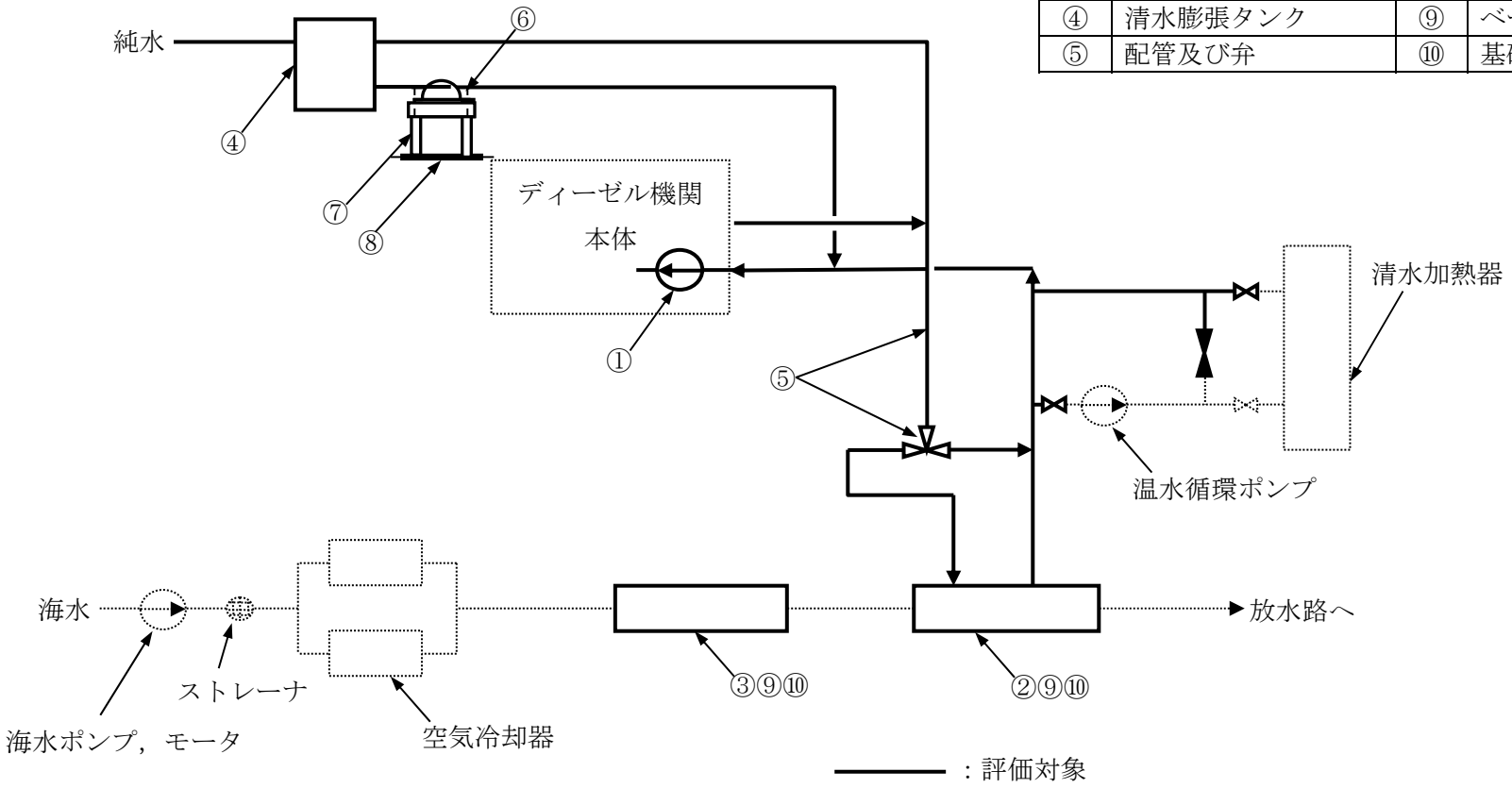


図 2.1-3　非常用ディーゼル機関（2C，2D 号機）付属設備冷却水系系統図

No.	部位	No.	部位
①	軽油貯蔵タンク*1	⑦	配管及び弁(燃料油デイタンク～ディーゼル機関本体)
②	燃料移送ポンプ*1	⑧	サポート取付ボルト・ナット
③	燃料移送ポンプモータ（低圧，全閉型）*1	⑨	レストレイント
④	燃料油デイタンク	⑩	埋込金物
⑤	燃料油フィルタ	⑪	ベース
⑥	配管*1及び弁*1(軽油貯蔵タンク～燃料油デイタンク)	⑫	基礎ボルト

*1：新規に設置される機器

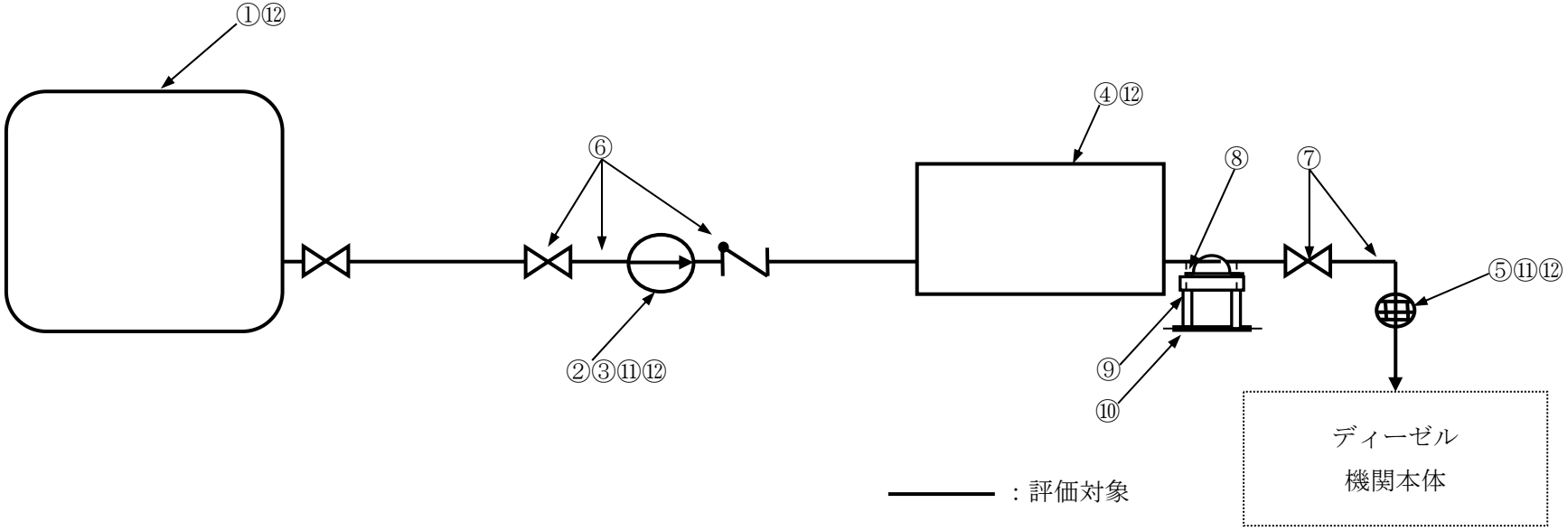


図 2.1-4　非常用ディーゼル機関（2C，2D 号機）付属設備燃料油系系統図

表 2.1-1（1/2）　非常用ディーゼル機関（2C，2D 号機）付属設備主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位		材料
補機機能の確保	始動空気系	空気圧縮機		
		空気だめ		
		空気だめ安全弁		
		始動電磁弁		
		配管及び弁		
		ガスケット，0 リング		
	潤滑油系	機付潤滑油ポンプ		
		潤滑油冷却器		
		潤滑油サンプタンク		
		シリンダ注油タンク		
		潤滑油調圧弁		
		潤滑油フィルタ		
		配管及び弁		
		ガスケット，0 リング		
	冷却水系	機付冷却水ポンプ		
		清水冷却器		
		清水膨張タンク		
		配管及び弁		
		ガスケット，0 リング		
	燃料油系	軽油貯蔵タンク*1		
		燃料移送ポンプ*1		
		燃料移送ポンプモータ（低圧，全閉型）*1		
		燃料油デイタンク		
		燃料油フィルタ		
		配管及び弁	軽油貯蔵タンク～燃料油デイタンク*1	
			燃料油デイタンク～ディーゼル機関本体	
		ガスケット，0 リング		

*1：新規に設置される機器

表 2.1-1（2/2）　非常用ディーゼル機関（2C，2D 号機）付属設備主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
機器の支持	支持	サポート取付ボルト・ナット	
		レストレイント	
		埋込金物	
		ベース	
		基礎ボルト	

*1：新規に設置される機器のみ

表 2.1-2　非常用ディーゼル機関（2C，2D 号機）付属設備の使用条件

	始動空気系	潤滑油系	冷却水系		燃料油系
最高使用圧力（MPa）	3.2	0.78	0.25	0.70	1.0
最高使用温度（℃）	45	70	80	50	55
内部流体	空気	潤滑油	純水	海水	燃料油（軽油）

2.2 経年劣化事象の抽出

2.2.1 機器の機能達成に必要な項目

非常用ディーゼル機関（2C，2D 号機）付属設備の機能（始動用空気の供給，機関の冷却，潤滑油の供給，駆動用燃料の供給）の達成に必要な項目は以下のとおり。

(1) 補機機能の確保

(2) 機器の支持

2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

(1) 想定される経年劣化事象の抽出

非常用ディーゼル機関（2C，2D 号機）付属設備について，機能達成に必要な項目を考慮して主要な部位に展開した上で，個々の部位の材料，構造，使用条件（内部流体の種類，応力，温度等）及び現在までの運転経験を考慮し，表 2.2-1 に示すとおり想定される経年劣化事象を抽出した（表 2.2-1 で○又は△，▲）。

なお，消耗品及び定期取替品は以下のとおり評価対象外とする。

(2) 消耗品及び定期取替品の扱い

[redacted] は消耗品，[redacted] は定期取替品であり，設計時に長期使用せず取替を前提としていることから，高経年化対策を見極める上での評価対象外とする。

(3) 高経年化対策上着目すべき経年事象の抽出

想定される経年劣化事象のうち下記①，②に該当しない事象を高経年化対策上着目すべき経年劣化事象と判断した。

なお，下記①，②に該当する事象については，2.2.3 項に示すとおり，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断した。

① 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって，想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象として表 2.2-1 で△）

② 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により，今後も経年劣化の進展が考えられない，又は進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外として表 2.2-1 で▲）

この結果，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象として以下の事象が抽出された（表 2.2-1 で○）。

a. ポンプモータ（低圧，全閉型）の固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁特性低下［燃料油系燃料移送ポンプモータ］

2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

(1) 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって，想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象）

a. 基礎ボルトの腐食（全面腐食）［始動空気系空気圧縮機，空気だめ，潤滑油系潤滑油冷却器，潤滑油サンプタンク，潤滑油フィルタ，冷却水系清水冷却器，燃料油系燃料デイタンク及び燃料油フィルタ］

基礎ボルトの健全性については，「16. 基礎ボルト」にて評価を実施する。

b. 潤滑油系及び燃料油系機器の外面腐食（全面腐食）［潤滑油系機付潤滑油ポンプ，潤滑油冷却器（胴側），潤滑油サンプタンク，シリンダ注油タンク，潤滑油調圧弁，潤滑油フィルタ，潤滑油系配管及び弁，燃料油系軽油貯蔵タンク，燃料移送ポンプ，燃料油デイタンク，燃料油フィルタ，燃料油系配管及び弁（燃料油デイタンク～ディーゼル機関本体）］

潤滑油系及び燃料油系機器は，[redacted]であり，腐食の発生が想定される。

しかしながら，大気接触部は塗装を施しており，腐食が発生する可能性は小さい。

また，目視点検により塗膜の状態を確認し，はく離等が認められた場合は必要に応じて補修塗装を行うこととしている。

燃料移送ポンプ及び軽油貯蔵タンクは新たに設置されることから，燃料移送ポンプは大気接触部には塗装を施すことで，軽油貯蔵タンクは[redacted]を施すことで，それぞれ腐食が発生する可能性を低減できるものと考える。

また，今後巡視点検等で目視により塗膜の状態を確認し，はく離等が認められた場合は必要に応じて補修を実施することで健全性を維持できると考える。

したがって，潤滑油系及び燃料油系機器の外面腐食（全面腐食）は高経年対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

c．始動空気系及び冷却水系機器の外面腐食（全面腐食）［始動空気系空気圧縮機，空気だめ，空気だめ安全弁，始動電磁弁，始動空気系配管及び弁，冷却水系機付冷却水ポンプ，清水冷却器，清水膨張タンク，冷却水系配管及び弁］

始動空気系及び冷却水系機器は[redacted]であり，腐食の発生が想定される。

しかしながら，大気接触部には塗装を施しており，腐食が発生する可能性は小さい。

また，目視点検により塗膜の状態を確認し，はく離等が認められた場合は必要に応じて補修塗装を行うこととしている。

空気だめは内外面ともに塗装を施しており，腐食が発生する可能性は小さい。

また，開放点検時の目視点検により塗膜の状態を確認し，はく離等が認められた場合は必要に応じて補修塗装を行うこととしている。

したがって，始動空気系及び冷却水系機器の外面腐食（全面腐食）は高経年対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

d．サポート取付ボルト・ナット及びベースの腐食（全面腐食）［共通］

サポート取付ボルト・ナット及びベースは[redacted]であり，腐食の発生が想定される。

しかしながら，大気接触部には塗装を施しており，腐食が発生する可能性は小さい。

また，目視点検により塗膜の状態を確認し，はく離等が認められた場合は必要に応じて補修塗装を行うこととしている。

したがって，サポート取付ボルト・ナット及びベースの腐食（全面腐食）は高経年対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

e．機器取付ボルト，熱交換器フランジボルト等の腐食（全面腐食）［共通］

各機器の取付ボルト，熱交換器フランジボルト等は[redacted]であり，腐食の発生が想定される。

しかしながら，大気接触部には塗装を施しており，腐食が発生する可能性は小さい。

また，目視点検により塗膜の状態を確認し，はく離等が認められた場合は必要に応じて補修塗装を行うこととしている。

したがって，機器取付ボルト，熱交換器フランジボルト等の腐食（全面腐食）は高経年対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

f. 支持脚の腐食（全面腐食）［始動空気系空気だめ，潤滑油系潤滑油冷却器，潤滑油サンプタンク，シリンダ注油タンク，冷却水系清水冷却器，清水膨張タンク及び燃料油系燃料油デイタンク］

各機器の支持脚は[redacted]であり，腐食の発生が想定される。

しかしながら，大気接触部には塗装を施しており，腐食が発生する可能性は小さい。

また，目視点検により塗膜の状態を確認し，はく離等が認められた場合は必要に応じて補修塗装を行うこととしている。

したがって，支持脚の腐食（全面腐食）は高経年対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

g. 伝熱管の異物付着［潤滑油系潤滑油冷却器及び冷却水系清水冷却器］

潤滑油冷却器及び清水冷却器の内部流体が海水であることから，伝熱管に異物付着の発生が想定される。

しかしながら，開放点検時に伝熱管の清掃を行っており，これまでの点検結果において運転中の伝熱性能に影響を及ぼすような異物の付着は確認されていない。

したがって，伝熱管の異物付着は高経年対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

h. 埋込金物の腐食（全面腐食）［共通］

埋込金物は[redacted]であり，腐食の発生が想定される。

しかしながら，大気接触部には塗装を施しており，腐食が発生する可能性は小さい。

また，目視点検により塗膜の状態を確認し，はく離等が認められた場合は必要に応じて補修塗装を行うこととしている。

したがって，埋込金物の腐食（全面腐食）は高経年対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

i. レストレイントの腐食（全面腐食）［共通］

レストレイントは[redacted]であり，腐食の発生が想定される。

しかしながら，大気接触部には塗装を施しており，腐食が発生する可能性は小さい。

また，目視点検により塗膜の状態を確認し，はく離等が認められた場合は必要に応じて補修塗装を行うこととしている。

したがって，レストレイントの腐食（全面腐食）は高経年対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

j. 水室の腐食（全面腐食）［潤滑油系潤滑油冷却器及び冷却水系清水冷却器］

潤滑油冷却器及び清水冷却器水室の内部流体は海水であることから，接液部はタールエポキシライニングが施工され耐食性が高められているとともに，亜鉛板による防食処置がされているが，ライニング材にはく離，膨れ等が発生した場合には，腐食の発生が想定される。

しかしながら，開放点検時にライニング部の目視点検を行っており，ライニングのはく離，膨れ等が確認された場合は必要に応じライニングの補修を行うこととしている。

また，亜鉛板は開放点検時に全数の取替を実施している。

したがって，水室の腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

k. 伝熱管の腐食（流れ加速型腐食）［潤滑油系潤滑油冷却器，冷却水系清水冷却器］

潤滑油冷却器及び清水冷却器の伝熱管は保護皮膜を形成する耐食性の良い[redacted]であるが，伝熱管入口部での海水の渦流による保護皮膜の破壊により，伝熱管内面の腐食（流れ加速型腐食）による減肉の発生が想定される。

しかしながら，運転時間は年間約 40 時間と非常に短く，腐食（流れ加速型腐食）が発生する可能性は小さい。

また，開放点検時の渦流探傷検査により有意な腐食がないことを確認することとしている。

したがって，伝熱管の腐食（流れ加速型腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

l. モータ（低圧，全閉型）固定子コア及び回転子コアの腐食（全面腐食）［燃料油系燃料移送ポンプモータ］

m. モータ（低圧，全閉型）フレーム，エンドブラケット及び端子箱の腐食（全面腐食）［燃料油系燃料移送ポンプモータ］

n. モータ（低圧，全閉型）の主軸の摩耗［燃料油系燃料移送ポンプモータ］

o. モータ（低圧，全閉型）の主軸の高サイクル疲労割れ［燃料油系燃料移送ポンプモータ］

p. モータ（低圧，全閉型）の取付ボルトの腐食［燃料油系燃料移送ポンプモータ］

以上 l.～p. の評価については，「ポンプモータの技術評価書」の低圧ポンプモータと同一であることから，当該評価書を参照のこと。

q. ポンプの腐食（キャビテーション）［冷却水系機付冷却水ポンプ］

ポンプ内部でキャビテーションが発生すると，羽根車表面にエロージョンが生じ，ポンプ性能に影響を及ぼす可能性があるが，ポンプは設計段階においてキャビテーションを起こさない条件（有効吸込ヘッド＞必要有効吸込ヘッド）を満たすよう考慮されており，この大小関係は経年的に変わるものではないことから，腐食（キャビテーション）が発生する可能性は小さい。

なお，これまでの分解点検時の目視点検において有意な腐食は確認されておらず，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，ポンプの腐食（キャビテーション）は高経年対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

r. ポンプ主軸の高サイクル疲労割れ［潤滑油系機付潤滑油ポンプ，冷却水系機付冷却水ポンプ及び燃料油系燃料移送ポンプ］

ポンプ主軸には運転時に繰返し応力が発生することから，応力集中部等において，高サイクル疲労割れの発生が想定される。

しかしながら，ポンプ主軸は設計段階において疲労割れが発生しないように考慮された設計となっていることから，高サイクル疲労割れが発生する可能性は小さい。

なお，これまでの分解点検時の目視点検及び浸透探傷検査において有意なき裂は確認されておらず，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

燃料移送ポンプは新たに設置されるが，ポンプ主軸は疲労割れが発生しないように考慮された設計とすることから，高サイクル疲労割れが発生する可能性は小さいものと考える。

今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難いことから，ポンプ主軸の高サイクル疲労割れは高経年対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

s. 伝熱管の摩耗及び高サイクル疲労割れ［潤滑油系潤滑油冷却器及び冷却水系清水冷却器］

伝熱管は外表面の流体により伝熱管が振動することで，摩耗及び高サイクル疲労割れの発生が想定されるが，伝熱管は支持板により適切なスパンで支持されており，伝熱管の外表面の流体によって生じる振動は十分に抑制されていることから，摩耗及び高サイクル疲労割れが発生する可能性は小さい。

なお，これまでの開放点検時の目視点検において有意な摩耗及び高サイクル振動によるき裂は確認されておらず，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，伝熱管の高サイクル疲労割れ及び摩耗は高経年対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

t．ポンプ主軸の摩耗［潤滑油系機付潤滑油ポンプ，冷却水系機付冷却水ポンプ及び燃料油系燃料移送ポンプ］

軸受（ころがり）を使用している冷却水ポンプは，軸受と主軸の接触面へのわずかな摩耗の発生が想定されるが，これまでの分解点検時の目視点検において有意な摩耗は確認されておらず，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

軸受（すべり）を使用している潤滑油ポンプ及び燃料移送ポンプは，軸受と主軸の接触面へのわずかな摩耗の発生が想定される。

しかしながら，機付潤滑油ポンプは，潤滑油が供給され主軸と軸受間に油膜が形成されているため，摩耗が発生する可能性は小さい。

また，燃料移送ポンプは新たに設置されるが，燃料油が供給され主軸と軸受間に油膜が形成される設計であるため，摩耗が発生する可能性は小さいものと考える。

次に，機付潤滑油ポンプ及び燃料移送ポンプは，主動軸と従動軸の接触面において摩耗の発生が想定される。

しかしながら，前述のとおり，機付潤滑油ポンプ内部は常に潤滑油で満たされていることから，摩耗が発生する可能性は小さい。

燃料移送ポンプは新たに設置されるが，ポンプ内部は常に燃料油で満たされる設計であることから，摩耗が発生する可能性は小さいものと考える。

今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難いことから，ポンプ主軸の摩耗は高経年対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

u．羽根車とケーシングリング間の摩耗［冷却水系機付冷却水ポンプ］

羽根車及びケーシングは，長期間使用に伴い，羽根車（羽根車リング）とケーシング（ケーシングリング）の摺動による摩耗の発生が想定されるが，分解点検毎に隙間管理を行っており，必要に応じ部品の取替を行うこととしている。

なお，これまでの分解点検時の寸法測定において有意な摩耗は確認されておらず，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，羽根車とケーシングリング間の摩耗は高経年対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

v．ケーシングリングの腐食（全面腐食）［冷却水系機付冷却水ポンプ］

機付冷却水ポンプケーシングリングは[redacted]であり，内部流体は純水であることから腐食の発生が想定されるが，耐食性の高い[redacted]であることから腐食が発生する可能性は小さい。

なお，これまでの分解点検時の目視点検において有意な腐食は確認されておらず，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，ケーシングリングの腐食（全面腐食）は高経年対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

w. 潤滑油系及び燃料油系機器の内面腐食（全面腐食）［潤滑油系機付潤滑油ポンプ，潤滑油冷却器（胴側），潤滑油サンプタンク，シリンダ注油タンク，潤滑油調圧弁，潤滑油フィルタ，潤滑油系配管及び弁，燃料油系軽油貯蔵タンク，燃料移送ポンプ，燃料油デイタンク，燃料油フィルタ，燃料油系配管及び弁（燃料油デイタンク～ディーゼル機関本体）］

潤滑油系及び燃料油系機器は，[redacted]（配管及び弁については，[redacted]範囲が対象）であり，腐食の発生が想定されるが，内部流体は潤滑油及び燃料油であることから，機器内面に腐食が発生する可能性は小さい。

また，潤滑油調圧弁の弁体及び弁座は[redacted]であり，内部流体は潤滑油であることから，腐食が発生する可能性は小さい。

なお，これまでの分解点検時等の目視点検において有意な腐食は確認されておらず，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

軽油貯蔵タンク及び燃料油系機器は新たに設置されるが，内部流体は燃料油であることから，機器内面に腐食が発生する可能性は小さいと考える。

したがって，潤滑油及び燃料油系機器の腐食（全面腐食）は高経年対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

x. 冷却水系機器の内面腐食（全面腐食）［冷却水系機付冷却水ポンプ，清水冷却器（胴），清水膨張タンク，冷却水系配管及び弁］

冷却水系機器は[redacted]であり，内部流体が冷却水であることから，腐食の発生が想定されるが，機器内面については，内部流体は防錆剤が注入された純水であることから，腐食が発生する可能性は小さい。

また，酸素含有水中（酸素濃度 8 mg0/1）における[redacted]の腐食に及ぼす影響（防食技術便覧：腐食防食協会編）より，運転開始後 60 年時点の腐食量は 1mm 未満と推定されることから，腐食が発生する可能性は小さい。

なお，ポンプ，熱交換器，タンク及び弁については分解点検時等の目視点検により，配管については機器取合部の目視点検により，それぞれ腐食の有無を確認しており，これまでの点検結果において有意な腐食は確認されておらず，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，冷却水系機器の内面腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

y. ギアの摩耗［潤滑油系機付潤滑油ポンプ及び燃料油系燃料移送ポンプ］

機付潤滑油ポンプ及び燃料移送ポンプはギアポンプであり，ギアに摩耗の発生が想定される。

しかしながら，機付潤滑油ポンプの内部流体は潤滑油であることから，摩耗が発生する可能性は小さい。

なお，機付潤滑油ポンプは，これまでの分解点検時の目視点検において有意な摩耗は確認されておらず，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

燃料移送ポンプは新たに設置されるが，内部流体は燃料油である設計であることから，摩耗が発生する可能性は小さいものと考える。

今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難いことから，ギアの摩耗は高経年対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

z. ピストン及びシリンダの摩耗［始動空気系空気圧縮機］

空気圧縮機ピストン及びシリンダは，運転中において，シリンダ内の往復動による摺動部の摩耗の発生が想定されるが，ピストンにはピストンリングを取り付けており，摺動部が直接接触しないことから，摩耗が発生する可能性は小さい。

なお，これまでの分解点検時の目視点検において有意な摩耗は確認されておらず，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，ピストン及びシリンダの摩耗は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

aa. クランク軸，ピストン及びコネクティングロッドの高サイクル疲労割れ［始動空気系空気圧縮機］

クランク軸，ピストン及びコネクティングロッドには，空気圧縮機運転時に繰返し応力が発生することから，応力集中部等において，高サイクル疲労割れの発生が想定されるが，クランク軸，ピストン及びコネクティングロッドは，設計段階において高サイクル疲労割れが考慮されていることから，高サイクル疲労割れが発生する可能性は小さい。

なお，これまでの分解点検時の目視点検及び浸透探傷検査において有意な欠陥は確認されておらず，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，クランク軸，ピストン及びコネクティングロッドの高サイクル疲労割れは高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

(2) 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により，今後も経年劣化の進展が考えられない，又は進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外）

a. 基礎ボルトの樹脂の劣化（後打ちケミカルアンカ）［始動空気系配管，潤滑油系配管，冷却水系配管及び燃料油系配管］

基礎ボルトの健全性については，「16. 基礎ボルト」にて評価を実施する。

b. 弁棒の疲労割れ［始動空気系弁，潤滑油系弁，冷却水系弁及び燃料油系弁］

弁棒は弁開時に疲労割れの発生が想定されるが，弁開操作時に弁棒及びバックシート部への過負荷がかからないように適切な操作を行っていることから，疲労割れが発生する可能性はない。

今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難いことから，弁棒の疲労割れは高経年対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

c. 小口径配管の高サイクル疲労割れ［始動空気系配管，潤滑油系配管，冷却水系配管及び燃料油系配管］

ディーゼル機関近傍は比較的振動が大きいことから，小口径配管が分岐する場合は，母管取合部等に高サイクル疲労割れの発生が想定される。

しかしながら，小口径配管については，配管サポートを機関に直接設置することにより機関との相対変位をなくすとともに，適切なサポート間隔とすることにより共振を防ぐよう設計・施工されていることから，高サイクル疲労割れが発生する可能性はない。

なお，高サイクル疲労割れの事象が発生した際には，配管・サポートの見直しを行い，同様な事象が発生しないようにしている。

さらに，振動の状態は経年的に変化するものではなく，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，小口径配管の高サイクル疲労割れは高経年対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

d. 始動電磁弁，始動空気系配管及び弁の内面腐食（全面腐食）［始動空気系］

始動電磁弁は[redacted]，始動空気系配管及び弁は[redacted]であり，腐食の発生が想定される。

しかしながら，機器内面には[redacted]が施されているとともに，内部流体はドレン抜きを定期的に実施している空気であることから，腐食が発生する可能性はない。

今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難いことから，始動電磁弁，始動空気系配管及び弁の内面腐食（全面腐食）は高経年対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

e. スプリングのへたり［始動空気系空気だめ安全弁及び潤滑油系潤滑油調圧弁］

弁のスプリングは，常時応力が作用した状態で使用されるため，スプリングのへたりが想定されるが，スプリング使用時のねじり応力は許容ねじり応力以下になるように設定されているとともに，スプリングの材料に対する推奨最高使用温度よりも実際の使用温度は低いことから，へたりが進行する可能性はない。

今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難いことから，スプリングのへたりは高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

f. 埋込金物（コンクリート埋設部）の腐食（全面腐食）［共通］

埋込金物は[redacted]であり，腐食の発生が想定される。

しかしながら，コンクリート埋設部については，コンクリートの大気接触部表面からの中性化の進行により腐食環境となるため，コンクリートが中性化に至り，埋込金物に有意な腐食が発生するまで長時間を要す。

今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難いことから，埋込金物の腐食（全面腐食）は高経年対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

g. モータ（低圧，全閉型）の回転子棒及び回転子エンドリングの疲労割れ［燃料油系燃料移送ポンプモータ］

以上 g. の評価については，「ポンプモータの技術評価書」の低圧ポンプモータと同一であることから，当該評価書を参照のこと。

表2.2-1（1/3）　ディーゼル機関付属設備に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考
					減肉		割れ		材質変化		その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
補機機能の確保	始動空気系	空気圧縮機			△*1	△*6△*11	△*13*17					*1:ピストン，シリンダ *2:ギア　*3:主軸 *4:伝熱管 *5:羽根車，ケーシング *6:ボルト　*7:支持脚 *8:胴側　*9:水室 *10:ケーシングリング *11:外面　*12:内面 *13:クランク軸，ピストン及びコネクティングロッド *14:弁棒 *15:伝熱管の流れ加速型腐食 *16:キャビテーション *17:高サイクル疲労割れ *18:小口径配管の高サイクル疲労割れ *19:スプリングのへたり *20:伝熱管の異物付着 *21: *22:電磁コイル *23:
		空気だめ				△*6*7△*11						
		空気だめ安全弁				△*6△*11					▲*19	
		始動電磁弁				△*6△*11 ▲*12						
		配管及び弁				△*6△*11 ▲*12	▲*14▲*18					
		ガスケット，0リング										
	潤滑油系	機付潤滑油ポンプ			△*2*3	△*6△*11*12	△*3*17					
		潤滑油冷却器			△*4	△*8*11△*8*12 △*6*7*9△*15	△*4*17				△*20	
		潤滑油サンプタンク				△*6*7△*11*12						
		シリンダ注油タンク				△*6*7△*11*12						
		潤滑油調圧弁				△*6△*11 △*12*21					▲*19	
		潤滑油フィルタ				△*6△*11*12						
		配管及び弁				△*6△*11*12	▲*14▲*18					
		ガスケット，0リング										
	冷却水系	機付冷却水ポンプ			△*3*5	△*6*10△*11*12 △*16	△*3*17					

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

▲：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象以外）

表 2.2-1（2/3）　ディーゼル機関付属設備に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考
					減肉		割れ		材質変化		その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
補機機能の確保	冷却水系	清水冷却器			△*1	△*4*5*6 △*11*12 △*13	△*1*14				△*16	*1:伝熱管 *2:主軸　*3:ギア *4:ボルト　*5:支持脚 *6:水室 *7:フレーム，エンドブラケット及び端子箱 *8:固定子コア及び回転子コア *9:弁棒 *10:回転子棒及び回転子エンドリング *11:外面　*12:内面 *13:伝熱管の流れ加速型腐食 *14:高サイクル疲労割れ *15:小口径配管の高サイクル疲労割れ *16:伝熱管の異物付着 *17:絶縁特性低下 *18:軸受（ころがり） *19: *20:新規設置される機器
		清水膨張タンク				△*4*5 △*11*12						
		配管及び弁				△*4 △*11*12	▲*9 ▲*15					
		ガスケット，0リング										
	燃料油系	軽油貯蔵タンク*20				△*4 △*11*12						
		燃料移送ポンプ*20			△*2*3	△*4 △*11*12	△*2*14					
		燃料移送ポンプモータ（低圧，全閉型）*20			△*2	△*4*7*8	△*2*14 ▲*10				○*17	
		燃料油デイタンク				△*4*5 △*11*12						
		燃料油フィルタ				△*4 △*11*12						
		配管*20及び弁*20（軽油貯蔵タンク～燃料油デイタンク）					▲*9 ▲*15					
		配管及び弁（燃料油デイタンク～ディーゼル機関本体）				△*4 △*11*12	▲*9 ▲*15					
		ガスケット，0リング										

○：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象
△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）
▲：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象以外）

表 2.2-1（3/3）　ディーゼル機関付属設備に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考
					減肉		割れ		材質変化		その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
機器の支持	支持	サポート取付ボルト･ナット				△						*1:コンクリート埋設部 *2:樹脂の劣化 *3:新規設置される機器
		レストレイント				△						
		埋込金物				△▲*1						
		ベース				△						
		基礎ボルト				△				▲*2		

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

▲：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象以外）

2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の評価

(1) ポンプモータ（低圧，全閉型）の固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁特性低下

［燃料油系燃料移送ポンプモータ］

モータの固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁特性低下に対する「事象の説明」，「技術評価」及び「高経年化への対応」は，「ポンプモータの技術評価書」のうち，低圧ポンプモータと同一であることから，当該評価書を参照のこと。

3. 代表機器以外への展開

本章では，2 章で実施した代表機器の技術評価について，1 章で実施したグループ化で代表となっていない機器への展開について検討した。

① 高圧炉心スプレイ系ディーゼル機関付属設備
② 緊急時対策所用発電機ディーゼル機関付属設備
③ 常設代替高圧電源装置（ディーゼル機関）付属設備
④ 補機駆動用燃料設備

3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

(1) ポンプモータ（低圧，全閉型）の固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁特性低下
［燃料油系燃料移送ポンプモータ］［高圧炉心スプレイ系ディーゼル機関付属設備，常設代替高圧電源装置（ディーゼル機関）付属設備］，［燃料油系給油ポンプモータ］［緊急時対策所用発電機ディーゼル機関付属設備］

モータの固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁特性低下に対する「事象の説明」，「技術評価」及び「高経年化への対応」は，「ポンプモータの技術評価書」のうち，低圧ポンプモータと同一であることから，当該評価書を参照のこと。

3.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

(1) 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって，想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象）

a. 基礎ボルトの腐食（全面腐食）［始動空気系空気圧縮機，空気だめ，潤滑油系潤滑油冷却器，潤滑油サンプタンク，潤滑油フィルタ，冷却水系清水冷却器，燃料油系燃料デイタンク及び燃料油フィルタ］［高圧炉心スプレイ系ディーゼル機関付属設備］

代表機器と同様，基礎ボルトの健全性については，「16. 基礎ボルト」にて評価を実施する。

b. 潤滑油及び燃料油系機器の外面腐食（全面腐食）［潤滑油系機付潤滑油ポンプ，潤滑油冷却器（胴側），潤滑油サンプタンク，シリンダ注油タンク，潤滑油調圧弁，潤滑油フィルタ，潤滑油系配管及び弁，燃料油系燃料移送ポンプ，燃料油デイタンク，燃料油フィルタ，燃料油系配管及び弁（燃料油デイタンク～ディーゼル機関本体)］［高圧炉心スプレイ系ディーゼル機関付属設備］，［燃料油系給油ポンプ及び軽油貯蔵タンク］［緊急時対策所用発電機ディーゼル機関付属設備］，［燃料油系燃料移送ポンプ］［常設代替高圧電源装置（ディーゼル機関）付属設備］，［可搬型設備用軽油タンク］［補機駆動用燃料設備］

代表機器と同様，潤滑油及び燃料油系機器は，[redacted]であり，腐食の発生が想定される。

しかしながら，大気接触部には塗装を施しており，腐食が発生する可能性は小さい。

また，目視点検により塗膜の状態を確認し，はく離等が認められた場合は必要に応じて補修塗装を行うこととしている。

各付属設備の燃料油系機器は新たに設置されることから，大気接触部には塗装を施すことで，また可搬型設備用軽油タンクは[redacted]を施すことで，腐食が発生する可能性を低減できるものと考える。

また，今後巡視点検等で目視により塗膜の状態を確認し，はく離等が認められた場合は必要に応じて補修を実施することで健全性を維持できるものと考える。

したがって，潤滑油系及び燃料油系機器の腐食（全面腐食）は高経年対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

c. 始動空気系及び冷却水系機器の腐食（全面腐食）［始動空気系空気圧縮機，空気だめ，空気だめ安全弁，始動電磁弁，始動空気系配管及び弁，冷却水系機付冷却水ポンプ，清水冷却器，清水膨張タンク，冷却水系配管及び弁］［高圧炉心スプレイ系ディーゼル機関付属設備］

代表機器と同様，始動空気系及び冷却水系機器は[redacted]であり，腐食の発生が想定される。

しかしながら，大気接触部には塗装を施しており，腐食が発生する可能性は小さい。

また，目視点検により塗膜の状態を確認し，はく離等が認められた場合は必要に応じて補修塗装を行うこととしている。

空気だめは内外面ともに塗装を施しており，腐食が発生する可能性は小さい。

また，開放点検時の目視点検により塗膜の状態を確認し，はく離等が認められた場合は必要に応じて補修塗装を行うこととしている。

したがって，始動空気系及び冷却水系機器の外面腐食（全面腐食）は高経年対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

d. サポート取付ボルト・ナット及びベースの腐食（全面腐食）［共通］［高圧炉心スプレイ系ディーゼル機関付属設備］，［燃料油系］［緊急時対策所用発電機ディーゼル機関付属設備及び常設代替高圧電源装置（ディーゼル機関）付属設備］

代表機器と同様，サポート取付ボルト・ナット及びベースは[redacted]であり，腐食の発生が想定される。

しかしながら，大気接触部には塗装を施しており，腐食が発生する可能性は小さい。

また，目視点検により塗膜の状態を確認し，はく離等が認められた場合は必要に応じて補修塗装を行うこととしている。

各付属設備の燃料油系機器は新たに設置されることから，サポート取付ボルト・ナット及びベースの大気接触部には塗装を施すことで，腐食が発生する可能性を低減できるものと考える。

また，今後巡視点検等で目視により塗膜の状態を確認し，はく離等が認められた場合は必要に応じて補修を実施することで健全性を維持できると考える。

したがって，サポート取付ボルト・ナット及びベースの腐食（全面腐食）は高経年対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

e. 機器取付ボルト，熱交換器フランジボルト等の腐食（全面腐食）［共通］［高圧炉心スプレイ系ディーゼル機関付属設備］，［燃料油系］［緊急時対策所用発電機ディーゼル機関付属設備及び常設代替高圧電源装置（ディーゼル機関）付属設備］

代表機器と同様，取付ボルト，熱交換器フランジボルト等は[redacted]であり，腐食の発生が想定される。

しかしながら，大気接触部には塗装を施しており，腐食が発生する可能性は小さい。

また，目視点検により塗膜の状態を確認し，はく離等が認められた場合は必要に応じて補修塗装を行うこととしている。

各付属設備の燃料油系機器は新たに設置されることから，機器取付ボルト等の大気接触部には塗装を施すことで，腐食が発生する可能性を低減できるものと考える。

また，今後巡視点検等で目視により塗膜の状態を確認し，はく離等が認められた場合は必要に応じて補修を実施することで健全性を維持できると考える。

したがって，機器取付ボルト，熱交換器フランジボルト等の腐食（全面腐食）は高経年対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

f. 支持脚の腐食（全面腐食）［始動空気系空気だめ，潤滑油系潤滑油冷却器，潤滑油サンプタンク，シリンダ注油タンク，冷却水系清水冷却器，清水膨張タンク及び燃料油系燃料油デイタンク］［高圧炉心スプレイ系ディーゼル機関付属設備］，［可搬型設備用軽油タンク］［補機駆動用燃料設備］

代表機器と同様，各機器の支持脚は[redacted]であり，腐食の発生が想定される。

しかしながら，大気接触部には塗装を施しており，腐食が発生する可能性は小さい。

また，目視点検により塗膜の状態を確認し，はく離等が認められた場合は必要に応じて補修塗装を行うこととしている。

補機駆動用燃料設備の可搬型設備用軽油タンクは新たに設置されることから，支持脚の大気接触部には塗装を施すことで，腐食が発生する可能性を低減できるものと考える。

また，今後巡視点検等で目視により塗膜の状態を確認し，はく離等が認められた場合は必要に応じて補修塗装を実施することで健全性を維持できると考える。

したがって，支持脚の腐食（全面腐食）は高経年対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

g. 伝熱管の異物付着［潤滑油系潤滑油冷却器及び冷却水系清水冷却器］［高圧炉心スプレイ系ディーゼル機関付属設備］

代表機器と同様，高圧炉心スプレイ系ディーゼル機関付属設備の潤滑油冷却器及び清水冷却器の内部流体が海水であることから，伝熱管に異物付着の発生が想定される。

しかしながら，開放点検時に伝熱管の清掃を行っており，これまでの点検結果において運転中の伝熱性能に影響を及ぼすような異物の付着は確認されていない。

したがって，伝熱管の異物付着は高経年対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

h. 埋込金物の腐食（全面腐食）［共通］［高圧炉心スプレイ系ディーゼル機関付属設備］，［燃料油系］［緊急時対策所用発電機ディーゼル機関付属設備及び常設代替高圧電源装置（ディーゼル機関）付属設備］

代表機器と同様，埋込金物は[redacted]であり，腐食の発生が想定される。

しかしながら，大気接触部には塗装を施しており，腐食が発生する可能性は小さい。

また，目視点検により塗膜の状態を確認し，はく離等が認められた場合は必要に応じて補修塗装を行うこととしている。

各付属設備の燃料油系機器用の埋込金物は新たに設置されることから，大気接触部には塗装を施すことで，腐食が発生する可能性を低減できるものと考える。

また，今後巡視点検等で目視により塗膜の状態を確認し，はく離等が認められた場合は必要に応じて補修を実施することで健全性を維持できると考える。

したがって，埋込金物の腐食（全面腐食）は高経年対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

i. レストレイントの腐食（全面腐食）［共通］［高圧炉心スプレイ系ディーゼル機関付属設備］，［燃料油系］［緊急時対策所用発電機ディーゼル機関付属設備及び常設代替高圧電源装置（ディーゼル機関）付属設備］

代表機器と同様，レストレイントは[redacted]であり，腐食の発生が想定される。

しかしながら，大気接触部には塗装を施しており，腐食が発生する可能性は小さい。

また，目視点検により塗膜の状態を確認し，はく離等が認められた場合は必要に応じて補修塗装を行うこととしている。

各付属設備の燃料油系機器用のレストレイントは新たに設置されることから，大気接触部には塗装を施すことで，腐食が発生する可能性を低減できるものと考える。

また，今後巡視点検等で目視により塗膜の状態を確認し，はく離等が認められた場合は必要に応じて補修を実施することで健全性を維持できると考える。

したがって，レストレイントの腐食（全面腐食）は高経年対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

j．水室の腐食（全面腐食）［潤滑油系潤滑油冷却器及び冷却水系清水冷却器］［高圧炉心スプレイ系ディーゼル機関付属設備］

代表機器と同様，高圧炉心スプレイ系ディーゼル機関の潤滑油冷却器及び清水冷却器水室の内部流体は海水であることから，接液部はタールエポキシライニングが施工され耐食性が高められているとともに，亜鉛板による防食処置がされているが，ライニング材にはく離，膨れ等が発生した場合には，腐食の発生が想定される。

しかしながら，開放点検時にライニング部の目視点検を行っており，ライニングのはく離，膨れ等が確認された場合は必要に応じライニングの補修を行うこととしている。

また，亜鉛版は開放点検時に全数の取替を実施している。

したがって，水室の腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

k．伝熱管の腐食（流れ加速型腐食）［潤滑油系潤滑油冷却器，冷却水系清水冷却器］［高圧炉心スプレイ系ディーゼル機関付属設備］

代表機器と同様，高圧炉心スプレイ系ディーゼル機関付属設備の潤滑油冷却器及び清水冷却器の伝熱管は保護皮膜を形成する耐食性の良い［　　］であるが，伝熱管入口部での海水の渦流による保護皮膜の破壊により，伝熱管内面の腐食（流れ加速型腐食）による減肉の発生が想定される。

しかしながら，高圧炉心スプレイ系ディーゼル機関付属設備の年間の運転時間は代表機器と同程度であるため，腐食（流れ加速型腐食）が発生する可能性は小さい。

また，開放点検時の渦流探傷検査により有意な腐食がないことを確認することとしている。

したがって，伝熱管の腐食（流れ加速型腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

l. モータ（低圧，全閉型）固定子コア及び回転子コアの腐食（全面腐食）［燃料油系燃料移送ポンプモータ］［高圧炉心スプレイ系ディーゼル機関付属設備，常設代替高圧電源装置（ディーゼル機関）付属設備］，［燃料油系給油ポンプモータ］［緊急時対策所用発電機ディーゼル機関付属設備］

m. モータ（低圧，全閉型）フレーム，エンドブラケット及び端子箱の腐食（全面腐食）［燃料油系燃料移送ポンプモータ］［高圧炉心スプレイ系ディーゼル機関付属設備，常設代替高圧電源装置（ディーゼル機関）付属設備］，［燃料油系給油ポンプモータ］［緊急時対策所用発電機ディーゼル機関付属設備］

n. モータ（低圧，全閉型）の主軸の摩耗［燃料油系燃料移送ポンプモータ］［高圧炉心スプレイ系ディーゼル機関付属設備，常設代替高圧電源装置（ディーゼル機関）付属設備］，［燃料油系給油ポンプモータ］［緊急時対策所用発電機ディーゼル機関付属設備］

o. モータ（低圧，全閉型）の主軸の高サイクル疲労割れ［燃料油系燃料移送ポンプモータ］［高圧炉心スプレイ系ディーゼル機関付属設備，常設代替高圧電源装置（ディーゼル機関）付属設備］，［燃料油系給油ポンプモータ］［緊急時対策所用発電機ディーゼル機関付属設備］

p. モータ（低圧，全閉型）の取付ボルトの腐食［燃料油系燃料移送ポンプモータ］［高圧炉心スプレイ系ディーゼル機関付属設備，常設代替高圧電源装置（ディーゼル機関）付属設備］，［燃料油系給油ポンプモータ］［緊急時対策所用発電機ディーゼル機関付属設備］

代表機器と同様，以上 l.～p.の評価については，「ポンプモータの技術評価書」の低圧ポンプモータと同一であることから，当該評価書を参照のこと。

q. ポンプの腐食（キャビテーション）［冷却水系機付冷却水ポンプ］［高圧炉心スプレイ系ディーゼル機関付属設備］

代表機器と同様，冷却水ポンプ内部でキャビテーションが発生すると，羽根車表面にエロージョンが生じ，ポンプ性能に影響を及ぼす可能性がある。

しかしながら，高圧炉心スプレイ系ディーゼル機関付属設備の冷却水ポンプは，設計段階においてキャビテーションを起こさない条件（有効吸込ヘッド＞必要有効吸込ヘッド）を満たすよう考慮されており，この大小関係は経年的に変わるものではないことから，腐食（キャビテーション）が発生する可能性は小さい。

なお，これまでの分解点検時の目視点検において有意な腐食は確認されておらず，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，ポンプの腐食（キャビテーション）は高経年対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

r. ポンプ主軸の高サイクル疲労割れ［潤滑油系機付潤滑油ポンプ，冷却水系機付冷却水ポンプ及び燃料油系燃料移送ポンプ］［高圧炉心スプレイ系ディーゼル機関付属設備］，［燃料油系給油ポンプ］［緊急時対策所用発電機ディーゼル機関付属設備］，［燃料油系燃料移送ポンプ］［常設代替高圧電源装置（ディーゼル機関）付属設備］

代表機器と同様，ポンプ主軸には運転時に繰返し応力が発生することから，応力集中部等において，高サイクル疲労割れの発生が想定される。

しかしながら，高圧炉心スプレイ系ディーゼル機関付属設備の潤滑油系機付潤滑油ポンプ及び冷却水系機付冷却水ポンプ主軸は，設計段階において疲労割れが発生しないように考慮された設計となっていることから，高サイクル疲労割れが発生する可能性は小さい。

なお，これまでの分解点検時の目視点検及び浸透探傷検査において有意なき裂は確認されておらず，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

各付属設備の燃料移送ポンプ，緊急時対策所用発電機ディーゼル機関付属設備の給油ポンプは新たに設置されるが，ポンプ主軸は疲労割れが発生しないように考慮された設計とする計画であることから，高サイクル疲労割れが発生する可能性は小さいものと考える。

今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難いことから，ポンプ主軸の高サイクル疲労割れは高経年対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

s. 伝熱管の摩耗及び高サイクル疲労割れ［潤滑油系潤滑油冷却器及び冷却水系清水冷却器］［高圧炉心スプレイ系ディーゼル機関付属設備］

代表機器と同様，伝熱管は外表面の流体により伝熱管が振動することで，摩耗及び高サイクル疲労割れの発生が想定されるが，高圧炉心スプレイ系ディーゼル機関付属設備の各冷却器の伝熱管は支持板により適切なスパンで支持されており，伝熱管の外表面の流体によって生じる振動は十分に抑制されていることから，摩耗及び高サイクル疲労割れが発生する可能性は小さい。

なお，これまでの開放点検時の目視点検において有意な摩耗及び高サイクル振動によるき裂は確認されておらず，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，伝熱管の高サイクル疲労割れ及び摩耗は高経年対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

t. ポンプ主軸の摩耗［潤滑油系機付潤滑油ポンプ，冷却水系機付冷却水ポンプ及び燃料油系燃料移送ポンプ］［高圧炉心スプレイ系ディーゼル機関付属設備］，［燃料油系給油ポンプ］［緊急時対策所用発電機ディーゼル機関付属設備］，［燃料油系燃料移送ポンプ］［常設代替高圧電源装置（ディーゼル機関）付属設備］

代表機器と同様，軸受（ころがり）を使用している冷却水ポンプは，軸受と主軸の接触面へのわずかな摩耗の発生が想定される。

しかしながら，高圧炉心スプレイ系ディーゼル機関付属設備の冷却水ポンプは，これまでの分解点検時の目視点検において有意な摩耗は確認されておらず，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

軸受（すべり）を使用している潤滑油ポンプ及び燃料移送ポンプは，軸受と主軸の接触面へのわずかな摩耗の発生が想定される。

しかしながら，高圧炉心スプレイ系ディーゼル機関付属設備の潤滑油ポンプは，潤滑油が供給され主軸と軸受間に油膜が形成されているため，摩耗が発生する可能性は小さい。

また，各付属設備の燃料移送ポンプ，緊急時対策所用発電機ディーゼル機関付属設備の給油ポンプは新たに設置されるが，燃料油が供給され主軸と軸受間に油膜が形成される設計であるため，摩耗が発生する可能性は小さいものと考える。

次に，潤滑油ポンプ及び燃料移送ポンプは，主動軸と従動軸の接触面において摩耗の発生が想定される。

しかしながら，前述のとおり，高圧炉心スプレイ系ディーゼル機関付属設備の潤滑油ポンプ内部は常に潤滑油で満たされていることから，摩耗が発生する可能性は小さい。

各付属設備の燃料移送ポンプ，緊急時対策所用発電機ディーゼル機関付属設備の給油ポンプについても，前述のとおり，ポンプ内部は常に燃料油で満たされる設計であることから，摩耗が発生する可能性は小さいものと考える。

今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難いことから，ポンプ主軸の摩耗は高経年対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

u. 羽根車とケーシングリング間の摩耗［冷却水系機付冷却水ポンプ］［高圧炉心スプレイ系ディーゼル機関付属設備］

代表機器と同様，羽根車及びケーシングは，長期間使用に伴い，羽根車（羽根車リング）とケーシング（ケーシングリング）の摺動による摩耗の発生が想定されるが，高圧炉心スプレイ系ディーゼル機関付属設備の冷却水ポンプは，分解点検毎に隙間管理を行っており，必要に応じ部品の取替を行うこととしている。

なお，これまでの分解点検時の寸法測定結果において有意な摩耗は確認されておらず，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，羽根車とケーシングリング間の摩耗は高経年対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

v. ケーシングリングの腐食［冷却水系機付冷却水ポンプ］［高圧炉心スプレイ系ディーゼル機関付属設備］

代表機器と同様，機付冷却水ポンプケーシングリングは[redacted]であり，内部流体は純水であることから腐食の発生が想定されるが，高圧炉心スプレイ系ディーゼル機関付属設備の冷却水ポンプは，耐食性の高い[redacted]であることから腐食が発生する可能性は小さい。

なお，これまでの分解点検時の目視点検において有意な腐食は確認されておらず，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，ケーシングリングの腐食は高経年対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

w. 潤滑油系及び燃料油系機器の内面腐食（全面腐食）［潤滑油系機付潤滑油ポンプ，潤滑油冷却器（胴側），潤滑油サンプタンク，シリンダ注油タンク，潤滑油調圧弁，潤滑油フィルタ，潤滑油系配管及び弁，燃料油系軽油貯蔵タンク，燃料移送ポンプ，燃料油デイタンク，燃料油フィルタ，燃料油系配管及び弁（燃料油デイタンク～ディーゼル機関本体）］［高圧炉心スプレイ系ディーゼル機関付属設備］，［燃料油系給油ポンプ］［緊急時対策所用発電機ディーゼル機関付属設備］，［燃料油系燃料移送ポンプ］［常設代替高圧電源装置（ディーゼル機関）付属設備］，［可搬型設備用軽油タンク］［補機駆動用燃料設備］

代表機器と同様，潤滑油系及び燃料油系機器は，[redacted]（配管及び弁については，[redacted]範囲が対象）であり，腐食の発生が想定されるが，高圧炉心スプレイ系ディーゼル機関付属設備の潤滑油系及び燃料油系機器の内部流体は潤滑油及び燃料油であることから，機器内面に腐食が発生する可能性は小さい。

また，潤滑油調圧弁の弁体及び弁座は[redacted]であり，内部流体は潤滑油であることから，腐食が発生する可能性は小さい。

なお，これまでの分解点検時等の目視点検において有意な腐食は確認されておらず，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

各付属設備の燃料油系機器は新たに設置されるが，内部流体は燃料油であることから，機器内面に腐食が発生する可能性は小さいと考える。

今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難いことから，潤滑油系及び燃料油系機器の内面腐食（全面腐食）は高経年対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

x. 冷却水系機器の内面腐食(全面腐食)[冷却水系機付冷却水ポンプ,清水冷却器(胴),清水膨張タンク，冷却水系配管及び弁]［高圧炉心スプレイ系ディーゼル機関付属設備］

代表機器と同様，冷却水系機器は[redacted]であり，内部流体が冷却水であることから，腐食の発生が想定されるが，高圧炉心スプレイ系ディーゼル機関付属設備の機器内面については，内部流体は防錆剤が注入された純水であることから，腐食が発生する可能性は小さい。

また，酸素含有水中（酸素濃度 8 mg 0/1）における[redacted]の腐食に及ぼす影響（防食技術便覧：腐食防食協会編）より，運転開始後 60 年時点の腐食量は 1mm 未満と推定されることから，腐食が発生する可能性は小さい。

なお，ポンプ，熱交換器，タンク及び弁については分解点検時等の目視点検により，配管については機器取合部の目視点検により，それぞれ腐食の有無を確認しており，これまでの点検結果において有意な腐食は確認されておらず，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，冷却水系機器の内面腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

y. ギアの摩耗［潤滑油系機付潤滑油ポンプ及び燃料油系燃料移送ポンプ］［高圧炉心スプレイ系ディーゼル機関付属設備］,［燃料油系給油ポンプ］［緊急時対策所用発電機ディーゼル機関付属設備］,［燃料油系燃料移送ポンプ］［常設代替高圧電源装置（ディーゼル機関）付属設備］

代表機器と同様，機付潤滑油ポンプ及び燃料移送ポンプはギアポンプであることから，ギアに摩耗の発生が想定される。

しかしながら，高圧炉心スプレイ系ディーゼル機関付属設備の機付潤滑油ポンプの内部流体は潤滑油であることから，摩耗が発生する可能性は小さい。

なお，機付潤滑油ポンプは，これまでの分解点検時の目視点検において有意な摩耗は確認されておらず，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

各付属設備の燃料移送ポンプ，緊急時対策所用発電機ディーゼル機関付属設備の給油ポンプは新たに設置されるが，内部流体は燃料油である設計であることから，摩耗が発生する可能性は小さいものと考える。

今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難いことから，ギアの摩耗は高経年対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

z. ピストン及びシリンダの摩耗［始動空気系空気圧縮機］［高圧炉心スプレイ系ディーゼル機関付属設備］

代表機器と同様，空気圧縮機ピストン及びシリンダは，運転中において，シリンダ内の往復動による摺動部の摩耗の発生が想定されるが，高圧炉心スプレイ系ディーゼル機関付属設備の空気圧縮機のピストンにはピストンリングを取り付けており，摺動部が直接接触しないことから，摩耗が発生する可能性は小さい。

なお，これまでの分解点検時の目視点検において有意な摩耗は確認されておらず，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，ピストン及びシリンダの摩耗は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

aa. クランク軸，ピストン及びコネクティングロッドの高サイクル疲労割れ［始動空気系空気圧縮機］［高圧炉心スプレイ系ディーゼル機関付属設備］

代表機器と同様，クランク軸，ピストン及びコネクティングロッドには，空気圧縮機運転時に繰返し応力が発生することから，応力集中部等において，高サイクル疲労割れの発生が想定されるが，高圧炉心スプレイ系ディーゼル機関付属設備の空気圧縮機のクランク軸，ピストン及びコネクティングロッドは，設計段階において高サイクル疲労割れが考慮されていることから，高サイクル疲労割れが発生する可能性は小さい。

なお，これまでの分解点検時の目視点検及び浸透探傷検査において有意な欠陥は確認されておらず，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，クランク軸，ピストン及びコネクティングロッドの高サイクル疲労割れは高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

(2) 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により，今後も経年劣化の進展が考えられない，又は進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外）

a. 基礎ボルトの樹脂の劣化（後打ちケミカルアンカ）［始動空気系配管，潤滑油系配管，冷却水系配管及び燃料油系配管］［高圧炉心スプレイ系ディーゼル機関付属設備］，［燃料油系配管］［緊急時対策所用発電機ディーゼル機関付属設備及び常設代替高圧電源装置（ディーゼル機関）付属設備］

代表機器と同様，基礎ボルトの健全性については，「16. 基礎ボルト」にて評価を実施する。

b. 弁棒の疲労割れ［始動空気系弁，潤滑油系弁，冷却水系弁及び燃料油系弁］［高圧炉心スプレイ系ディーゼル機関付属設備］，［燃料油系弁］［緊急時対策所用発電機ディーゼル機関付属設備及び常設代替高圧電源装置（ディーゼル機関）付属設備］

代表機器と同様，弁棒は弁開時に疲労割れの発生が想定されるが，高圧炉心スプレイ系ディーゼル機関付属設備の弁開操作時に弁棒及びバックシート部への過負荷がかからないように適切な操作を行っていることから，疲労割れが発生する可能性はない。

各付属設備の燃料油系弁は新たに設置されるが，弁開操作時に弁棒及びバックシート部への過負荷がかからないように適切な操作を行う運用とすることから，疲労割れが発生する可能性は小さいものと考える。

今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難いことから，弁棒の疲労割れは高経年対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

c. 小口径配管の高サイクル疲労割れ［始動空気系配管，潤滑油系配管，冷却水系配管及び燃料油系配管］［高圧炉心スプレイ系ディーゼル機関付属設備］，［燃料油系配管］［緊急時対策所用発電機ディーゼル機関付属設備及び常設代替高圧電源装置（ディーゼル機関）付属設備］

代表機器と同様，ディーゼル機関近傍は比較的振動が大きいことから，小口径配管が分岐する場合は，母管取合い部等に高サイクル疲労割れの発生が想定される。

しかしながら，高圧炉心スプレイ系ディーゼル機関付属設備の小口径配管については，配管サポートを機関に直接設置することにより機関との相対変位をなくすとともに，適切なサポート間隔とすることにより共振を防ぐよう設計・施工されていることから，高サイクル疲労割れが発生する可能性はない。

なお，高サイクル疲労割れの事象が発生した際には，配管・サポートの見直しを行い，同様な事象が発生しないようにしている。

さらに，振動の状態は経年的に変化するものではなく，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

各付属設備の燃料油系配管は新たに設置されるが，小口径配管については，配管サポートを機関に直接設置することにより機関との相対変位をなくすとともに，適切なサポート間隔とすることにより共振を防ぐよう設計・施工する計画であることから，高サイクル疲労割れが発生する可能性は小さいものと考える。

今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難いことから，小口径配管の高サイクル疲労割れは高経年対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

d. 始動電磁弁，始動空気系配管及び弁の内面腐食（全面腐食）［始動空気系］［高圧炉心スプレイ系ディーゼル機関付属設備］

代表機器と同様，始動電磁弁は[redacted]，始動空気系配管及び弁は[redacted]であり，腐食の発生が想定される。

しかしながら，高圧炉心スプレイ系ディーゼル機関付属設備の機器内面には[redacted]が施されているとともに，内部流体はドレン抜きを定期的に実施している空気であることから，腐食が発生する可能性はない。

今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難いことから，始動電磁弁，始動空気系配管及び弁の内面腐食（全面腐食）は高経年対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

e. スプリングのへたり［始動空気系空気だめ安全弁及び潤滑油系潤滑油調圧弁］［高圧炉心スプレイ系ディーゼル機関付属設備］

代表機器と同様，弁のスプリングは，常時応力が作用した状態で使用されるため，スプリングのへたりが想定されるが，高圧炉心スプレイ系ディーゼル機関付属設備のスプリング使用時のねじり応力は許容ねじり応力以下になるように設定されているとともに，スプリングの材料に対する推奨最高使用温度よりも実際の使用温度は低いことから，へたりが進行する可能性はない。

今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難いことから，スプリングのへたりは高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

f. 埋込金物（コンクリート埋設部）の腐食（全面腐食）［共通］［高圧炉心スプレイ系ディーゼル機関付属設備］，［燃料油系］［緊急時対策所用発電機ディーゼル機関付属設備及び常設代替高圧電源装置（ディーゼル機関）付属設備］

代表機器と同様，埋込金物は[redacted]であり，腐食の発生が想定される。

しかしながら，コンクリート埋設部については，コンクリートの大気接触部表面からの中性化の進行により腐食環境となるため，コンクリートが中性化に至り，埋込金物に有意な腐食が発生するまで長時間を要す。

各付属設備の燃料油系機器用の埋込金物は新たに設置されるが，コンクリート埋設部については，コンクリートの大気接触部表面からの中性化の進行により腐食環境となるため，コンクリートが中性化に至り，埋込金物に有意な腐食が発生するまで長時間を要すものと考えられる。

今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難いことから，埋込金物の腐食（全面腐食）は高経年対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

g. モータ（低圧，全閉型）の回転子棒及び回転子エンドリングの疲労割れ［燃料油系燃料移送ポンプモータ］［高圧炉心スプレイ系ディーゼル機関付属設備，常設代替高圧電源装置（ディーゼル機関）付属設備］，［燃料油系給油ポンプモータ］［緊急時対策所用発電機ディーゼル機関付属設備］

代表機器と同様，以上 g. の評価については，「ポンプモータの技術評価書」の低圧ポンプモータと同一であることから，当該評価書を参照のこと。

5. 可燃性ガス濃度制御系再結合装置

［対象機器］

① 可燃性ガス濃度制御系再結合装置

目次

1. 対象機器 5-1
2. 可燃性ガス濃度制御系再結合装置の技術評価..... 5-2
2.1 構造，材料及び使用条件..... 5-2
2.2 経年劣化事象の抽出..... 5-7
2.2.1 機器の機能達成に必要な項目..... 5-7
2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出..... 5-7
2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象..... 5-9
2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の評価..... 5-17

1. 対象機器

東海第二で使用している可燃性ガス濃度制御系再結合装置の主な仕様を表 1-1 に示す。

表 1-1　可燃性ガス濃度制御系再結合装置の主な仕様

機器名称	仕様 (容量)	重要度*1	部位	使用条件		
				運転 状態	最高使用 圧力（MPa）	最高使用 温度（℃）
可燃性ガス 濃度制御系 再結合装置	340 m^3[N]/h	MS-1	ブロワ，ブロワ キャン	一時	0.31	171
			加熱管			777
			再結合器			777
			冷却器			777
			気水分離器			171
			配管及び弁			777

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

2. 可燃性ガス濃度制御系再結合装置の技術評価

2.1 構造，材料及び使用条件

(1) 構造

東海第二の可燃性ガス濃度制御系再結合装置は，原子炉冷却材喪失事故(LOCA)時に，格納容器からのガスを吸込み加熱器に送るブロワ（ブロワ用モータ，ブロワキャンを含む)，ガスを加熱する加熱管及び加熱器エレメント，ガス中の水素と酸素を反応させ水にする再結合器，再結合器から出たガスを冷却する冷却器，ガスと水に分離する気水分離器及び各機器を接続する配管から構成されている。

東海第二の可燃性ガス濃度制御系再結合装置は，フランジボルト等を取外すことにより，点検が可能である。

東海第二の可燃性ガス濃度制御系の系統図を図 2.1-1 に，可燃性ガス濃度制御系再結合装置構造図を図 2.1-2 に示す。

(2) 材料及び使用条件

可燃性ガス濃度制御系再結合装置主要部位の使用材料を表 2.1-1 に，使用条件を表 2.1-2 及び表 2.1-3 に示す。

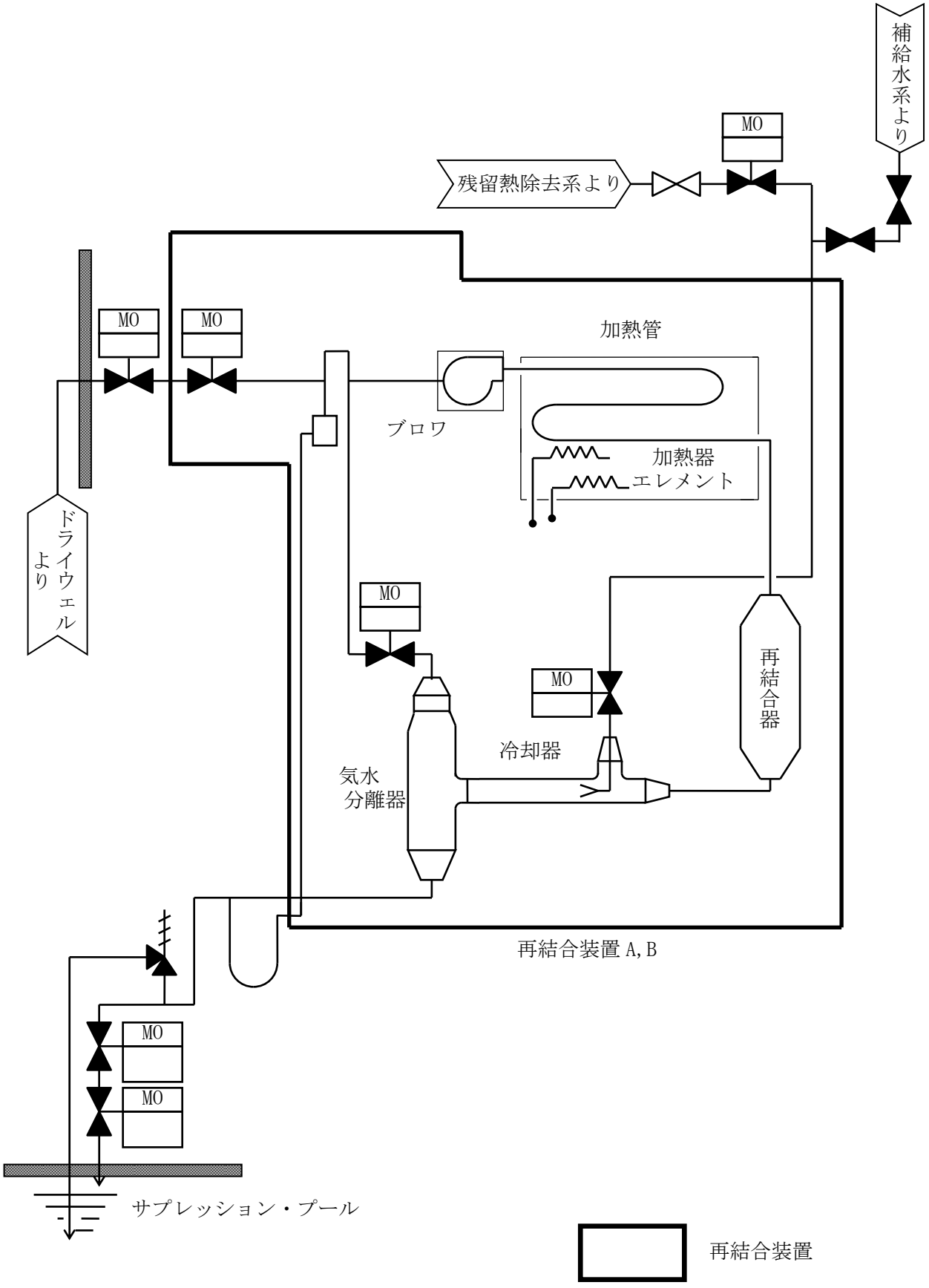
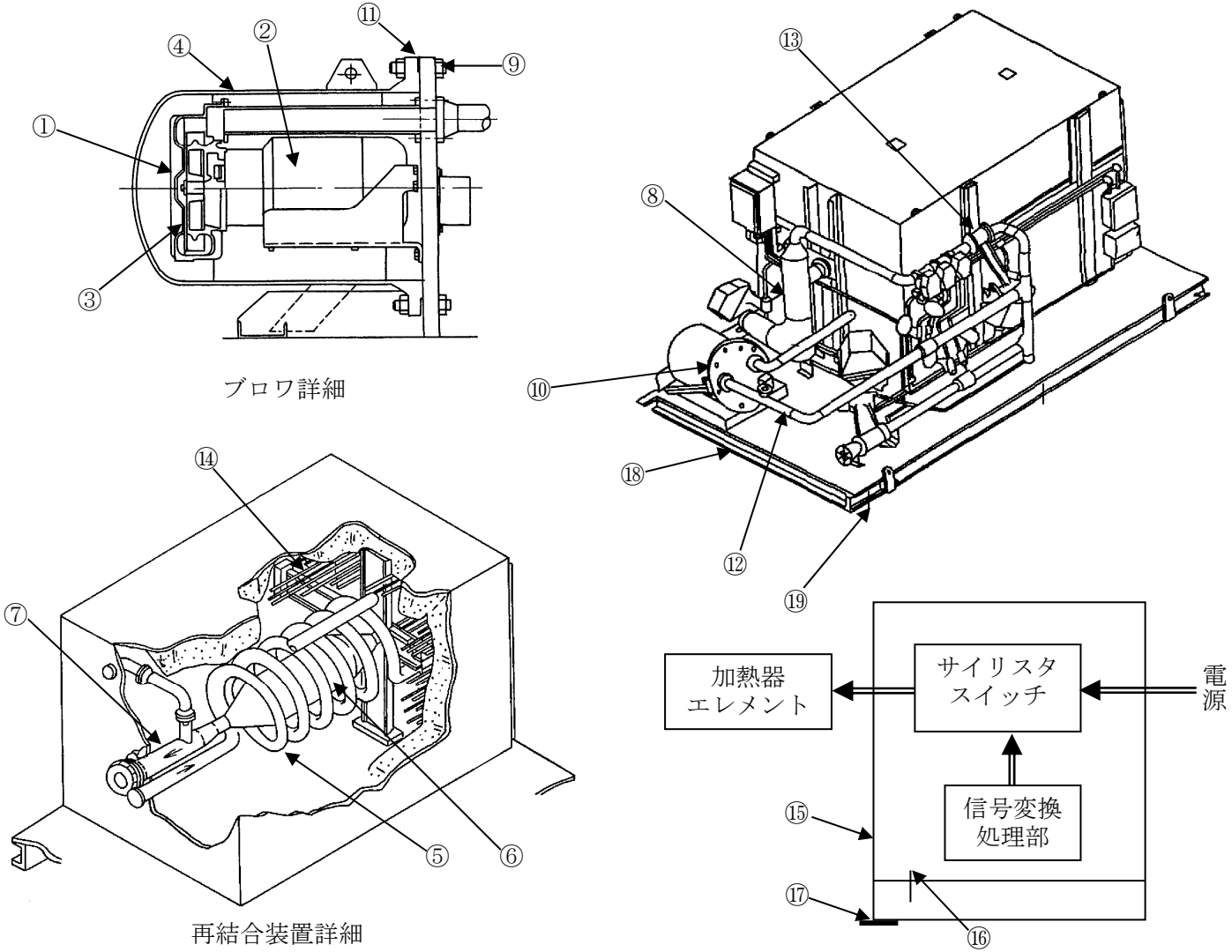


図 2.1-1　可燃性ガス濃度制御系系統図



No.	部位
①	ブロワ
②	ブロワ用モータ（低圧，全閉型）
③	羽根車
④	ブロワキャン
⑤	加熱管
⑥	再結合器
⑦	冷却器
⑧	気水分離器
⑨	フランジボルト
⑩	0 リング
⑪	ガスケット
⑫	配管
⑬	弁（電動弁駆動部含む）（屋内，交流）
⑭	加熱器エレメント
⑮	サイリスタスイッチ盤
⑯	取付ボルト
⑰	埋込金物
⑱	ベース
⑲	基礎ボルト

図 2.1-2　可燃性ガス濃度制御系再結合装置構造図

表 2.1-1　可燃性ガス濃度制御系再結合装置主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
送風力の確保	送風	ブロワ	鋳鉄
		ブロワ用モータ（低圧，全閉型）	主軸：炭素鋼 フレーム，端子箱及びエンドブラケット：圧延鋼板 回転子及び固定子コア：電磁鋼板 回転子棒及び回転子エンドリング：アルミニウム合金 固定子コイル及び口出線・接続部品：銅，絶縁物 軸受（ころがり）：（消耗品）
		羽根車	鋳鉄
バウンダリの維持	耐圧	ブロワキャン	炭素鋼
		加熱管	ステンレス鋼
		再結合器	ステンレス鋼
		冷却器	ステンレス鋼
		気水分離器	炭素鋼
		フランジボルト	炭素鋼
		0リング	（消耗品）
		ガスケット	（消耗品）
		配管	炭素鋼，ステンレス鋼
		弁（電動弁駆動部含む）（屋内，交流）	炭素鋼 ［電動弁駆動部（屋内，交流)］ 主軸：炭素鋼 ステムナット及びギア：高力黄銅鋳物，低合金鋼，アルミニウム青銅鋳物 軸受（ころがり）:（消耗品） フレーム，端子箱及びエンドブラケット：鋳鉄 固定子コア及び回転子コア：硅素鋼 回転子棒及び回転子エンドリング：特殊銅合金，銅 固定子コイル及び口出線・接続部品：銅，絶縁物 トルクスイッチ及びリミットスイッチ：ジアリルフタレート
反応熱の確保	エネルギー伝達	加熱器エレメント	ニクロム線，絶縁物，合金鋼
		サイリスタスイッチ盤	筐体：炭素鋼 サイリスタスイッチ：半導体 信号変換処理部：電解コンデンサ，可変抵抗器，半導体他
機器の支持	支持	取付ボルト	炭素鋼
		埋込金物	炭素鋼
		ベース	炭素鋼
		基礎ボルト	炭素鋼

表 2.1-2　可燃性ガス濃度制御系再結合装置の使用条件

部位	最高使用温度（℃）	最高使用圧力（MPa）
ブロワ	171	0.31
ブロワ用モータ		
ブロワキャン		
加熱管	777	
再結合器		
冷却器		
気水分離器	171	
配管及び弁	171～777	

表 2.1-3　可燃性ガス濃度制御系再結合装置サイリスタスイッチ盤の使用条件

設置場所	屋内
周囲温度	40 ℃*

*：原子炉建屋の設計値

2.2 経年劣化事象の抽出

2.2.1 機器の機能達成に必要な項目

可燃性ガス濃度制御系再結合装置の機能達成に必要な項目は以下のとおり。

(1) 送風力の確保

(2) バウンダリの維持

(3) 反応熱の確保

(4) 機器の支持

2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

(1) 想定される経年劣化事象の抽出

可燃性ガス濃度制御系再結合装置について，機能達成に必要な項目を考慮して主要な部位に展開した上で，個々の部品の材料，構造，使用条件（内部流体の種類，応力，温度等）及び現在までの運転経験を考慮し，表 2.2-1 に示すとおり，想定される経年劣化事象を抽出した（表 2.2-1 で○又は△，▲）。

なお，消耗品及び定期取替品は以下のとおり評価対象外とする。

(2) 消耗品及び定期取替品の扱い

0 リング，ガスケット，軸受（ころがり）は消耗品であり，設計時に長期使用せず取替を前提としていることから，高経年化対策を見極める上での評価対象外とする。

(3) 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

想定される経年劣化事象のうち下記①，②に該当しない事象を高経年化対策上着目すべき経年劣化事象と判断した。

なお，下記①，②に該当する事象については，2.2.3 項に示すとおり，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断した。

① 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって，想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象として表 2.2-1 で△）

② 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により，今後も経年劣化の進展が考えられない，又は進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外として表 2.2-1 で▲）

この結果，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象として以下の事象が抽出された（表 2.2-1 で○）。

a. 加熱器エレメントの絶縁特性低下

b. 固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁特性低下［ブロワ用モータ（低圧，全閉型）］

c. 固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁特性低下［電動弁駆動部（屋内，交流）］

2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

(1) 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって，想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象）

a. 基礎ボルトの腐食（全面腐食）

基礎ボルトの健全性については，「16. 基礎ボルト」にて評価を実施する。

b. ブロワキャン（外面），気水分離器（外面），フランジボルト，配管（外面）及び弁（外面）の腐食（全面腐食）

ブロワキャン，気水分離器，フランジボルト，配管及び弁は炭素鋼であり，腐食の発生が想定されるが，大気接触部は塗装により腐食を防止しており，塗膜が健全であれば腐食が発生する可能性は小さい。

また，目視点検により塗膜の状態を確認し，はく離等が認められた場合は必要に応じ補修塗装を実施し機能を維持している。

したがって，ブロワキャン（外面），気水分離器（外面），フランジボルト，配管（外面）及び弁（外面）の腐食（全面腐食）は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

c. 取付ボルト及びベースの腐食（全面腐食）

取付ボルト及びベースは炭素鋼であり，腐食の発生が想定されるが，大気接触部は塗装により腐食を防止しており，塗膜が健全であれば腐食が発生する可能性は小さい。

また，目視点検により塗膜の状態を確認し，はく離等が認められた場合は必要に応じ補修塗装を実施し機能を維持している。

したがって，取付ボルト及びベースの腐食（全面腐食）は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

d. 筐体の腐食（全面腐食）［サイリスタスイッチ盤］

筐体は炭素鋼であり，腐食の発生が想定されるが，大気接触部は塗装により腐食を防止しており，塗膜が健全であれば腐食が発生する可能性は小さい。

また，目視点検により塗膜の状態を確認し，はく離等が認められた場合は必要に応じ補修塗装を実施し機能を維持している。

したがって，筐体の腐食（全面腐食）は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

e. 埋込金物の腐食（全面腐食）

埋込金物は炭素鋼であり，腐食の発生が想定されるが，大気接触部は塗装により腐食を防止しており，塗膜が健全であれば腐食が発生する可能性は小さい。

また，目視点検により塗膜の状態を確認し，はく離等が認められた場合は必要に応じ補修塗装を実施し機能を維持している。

したがって，埋込金物の腐食（全面腐食）は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

f. 信号変換処理部の特性変化［サイリスタスイッチ盤］

信号変換処理部は，電解コンデンサ等の使用部品の劣化や電気回路の不良により特性変化の発生が想定されるが，特性変化の主要因である電解コンデンサについては，劣化をきたす前に取替を行うこととしている。

さらに，電気回路の不良はマイグレーションによる基板内 IC での回路間短絡，断線が挙げられるが，マイグレーション対策については，設計・製造プロセスが改善されており，発生の可能性は小さい。

また，特性試験により信号変換処理部を含む各部位に異常が無いことを確認している。

したがって，信号変換処理部の特性変化は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

g. 加熱器エレメントの断線

加熱器エレメントの加熱線はニクロム線であり，ヒータシース部の腐食等により外気中の湿分がヒータ内部に浸入することで加熱線が腐食し，断線を生じる可能性がある。

しかしながら，加熱器エレメントの外観点検及び加熱線の抵抗測定により断線のないことを確認している。

したがって，加熱器エレメントの断線は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

h. サイリスタスイッチの特性変化

サイリスタスイッチで使用している電力用の半導体（シリコン）は，経年劣化の進展傾向が小さいことから，急激な特性変化が生じる可能性は小さい。

また，特性試験により異常の検知は可能であり，必要に応じ調整又は取替をすることで機能を維持している。

したがって，サイリスタスイッチの特性変化は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

i．ブロワ，羽根車及びブロワキャンの内面腐食（全面腐食）

ブロワ及び羽根車は鋳鉄，ブロワキャンは炭素鋼であり，腐食の発生が想定されるが，内部流体は原子炉格納容器内雰囲気の窒素ガスであり，腐食が発生する可能性は小さい。

なお，これまでの目視点検において有意な腐食は確認されておらず，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，ブロワ，羽根車及びブロワキャンの内面腐食（全面腐食）は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

j．加熱管，再結合器，冷却器及び配管の疲労割れ

温度変化が激しい場合において，熱疲労による疲労割れの発生が想定されるが，当該機器は，軸方向の熱膨張を拘束しない構造で外面は保温材で覆われ，内外面温度差が生じにくい構造となっていることから，有意な熱応力が発生する可能性は小さく，疲労割れが発生する可能性は小さい。

また，可燃性ガス濃度制御系の定期試験時における内部流体は原子炉格納容器内雰囲気の窒素ガスであり運転温度が低い（100 ℃未満）こと，また，機能試験は回数が少ないことから，疲労割れが発生する可能性は小さい。

なお，これまでの機能試験及び漏えい検査において異常は確認されておらず，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，加熱管，再結合器，冷却器及び配管の疲労割れは，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

k．気水分離器及び配管の内面腐食（全面腐食）

気水分離器及び配管は炭素鋼であり，腐食の発生が想定されるが，定期試験時の内部流体は原子炉格納容器雰囲気の窒素ガスであり腐食が発生する可能性は小さい。

また，機能試験時においては，内部流体が原子炉格納容器内雰囲気ガス（空気）と水との混合流体となるが，機能試験の時間は短いことから，有意な腐食が発生する可能性は小さい。

なお，気水分離器，配管については，これまでの機器取合部からの目視点検及び肉厚測定において有意な腐食は確認されておらず，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，気水分離器及び配管の内面腐食（全面腐食）は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

l. 加熱管，再結合器，冷却器及び配管の応力腐食割れ

加熱管，再結合器，冷却器及び配管の一部はステンレス鋼であり，溶接熱影響部や高温に晒される部位においては応力腐食割れの発生が想定されるが，可燃性ガス濃度制御系の定期試験時における内部流体は原子炉格納容器内雰囲気の窒素ガスであるとともに，運転温度が低い（100 ℃未満）ことから応力腐食割れが発生する可能性は小さい。

また，機能試験時において水と接する冷却器，冷却用純水配管の一部は高温とならず，かつ運転時間も短いことから応力腐食割れが発生する可能性は小さい。

なお，定期的に機能試験及び漏えい検査を実施しており，これまで異常は確認されておらず，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，加熱管，再結合器，冷却器及び配管の応力腐食割れは，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

m. 弁の内面腐食（全面腐食）

弁は炭素鋼であり，腐食の発生が想定されるが，定期試験時の内部流体は原子炉格納容器内雰囲気の窒素ガスであり腐食の可能性は小さい。

また，機能試験時においては，内部流体が原子炉格納容器内雰囲気ガス（空気）と水との混合流体となるが，機能試験の時間は短いことから，有意な腐食が発生する可能性は小さい。

なお，これまで分解点検時の目視点検において有意な腐食は確認されておらず，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，弁の内面腐食（全面腐食）は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

n. 弁棒の疲労割れ

弁棒の疲労割れは，弁開操作時に弁棒及びバックシート部への過負荷がかからないように適切な操作を行うこと，本設備の運転時間は短いことから，疲労割れが発生する可能性は小さい。

なお，これまでの目視点検及び浸透探傷検査において有意なき裂は確認されておらず，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，弁棒の疲労割れは，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

o. モータのフレーム，端子箱及びエンドブラケットの腐食（全面腐食）［電動弁駆動部（屋内，交流）］
p. モータの固定子コア及び回転子コアの腐食（全面腐食）［電動弁駆動部（屋内，交流）］
q. モータの主軸の摩耗［電動弁駆動部（屋内，交流）］
r. ステムナット及びギアの摩耗［電動弁駆動部（屋内，交流）］
s. トルクスイッチ及びリミットスイッチの導通不良［電動弁駆動部（屋内，交流）］
t. 取付ボルトの腐食（全面腐食）［電動弁駆動部（屋内，交流）］
u. モータの主軸の高サイクル疲労割れ［電動弁駆動部（屋内，交流）］

以上，o.～u.の評価については，「弁の技術評価書」のうち，電動弁用駆動部と同一であることから，当該評価書を参照のこと。

v. 固定子コア及び回転子コアの腐食（全面腐食）［ブロワ用モータ（低圧，全閉型）］
w. フレーム，端子箱及びエンドブラケットの腐食（全面腐食）［ブロワ用モータ（低圧，全閉型）］
x. 主軸の摩耗［ブロワ用モータ（低圧，全閉型）］
y. 取付ボルトの腐食（全面腐食）［ブロワ用モータ（低圧，全閉型）］
z. 主軸の高サイクル疲労割れ［ブロワ用モータ（低圧，全閉型）］

以上，v.～z.の評価については，「ポンプモータの技術評価書」のうち，低圧ポンプモータと同一であることから，当該評価書を参照のこと。

(2) 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により，今後も経年劣化の進展が考えられない，又は進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外）

a. 埋込金物（コンクリート埋設部）の腐食（全面腐食）

埋込金物は炭素鋼であり，腐食の発生が想定されるが，コンクリート埋設部については，コンクリートの大気接触部からの中性化の進行により腐食環境となるため，コンクリートが中性化に至り，埋込金物に有意な腐食が発生するまで長時間を要する。

今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難いことから，埋込金物の腐食（全面腐食）は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

b. モータの回転子棒及び回転子エンドリングの疲労割れ［電動弁駆動部（屋内，交流)］

以上，b.の評価については，「弁の技術評価書」のうち，電動弁用駆動部と同じであることから，当該評価書を参照のこと。

c. 回転子棒及び回転子エンドリングの疲労割れ［ブロワ用モータ（低圧，全閉型)］

以上，c.の評価については，「ポンプモータの技術評価書」のうち，低圧ポンプモータと同じであることから，当該評価書を参照のこと。

d. 加熱管，再結合器，冷却器及び配管のクリープ

再結合装置は点検時に昇温試験を実施するため，加熱管，再結合器，冷却器及び配管は高温となることで，クリープによる変形，破断の発生が想定される。

当該機器はオーステナイト系ステンレス鋼であり，運転温度が約 650 ℃であることから，これらの使用条件と類似したクリープ破断データより，当該材料のクリープ破断に至る時間は 100,000 時間以上である。

しかしながら，プラント運転開始 60 年時点の累積運転時間は約 600 時間程度であるため，当該機器においてクリープによる変形，破断が発生する可能性はない。

したがって，加熱管，再結合器，冷却器及び配管のクリープは，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

表 2.2-1（1/2）　可燃性ガス濃度制御系再結合装置に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考
					減肉		割れ		材質変化		その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
送風力の確保	送風	ブロワ		鋳鉄		△						*1:主軸 *2:フレーム，端子箱及びエンドブラケット *3:取付ボルト *4:主軸の高サイクル疲労割れ *5:回転子棒及び回転子エンドリング *6:固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁特性低下 *7:クリープ *8:ステムナット及びギア *9:弁棒 *10:トルクスイッチ及びリミットスイッチの導通不良 *11:固定子コア及び回転子コア *12:軸受（ころがり） *13:ステンレス鋼のみ *14:外面　*15:内面
		ブロワ用モータ（低圧，全閉型）	◎*12	炭素鋼，銅他	△*1	△*2*3*11	△*4 ▲*5				○*6	
		羽根車		鋳鉄		△						
バウンダリの維持	耐圧	ブロワキャン		炭素鋼		△*14*15						
		加熱管		ステンレス鋼			△	△			▲*7	
		再結合器		ステンレス鋼			△	△			▲*7	
		冷却器		ステンレス鋼			△	△			▲*7	
		気水分離器		炭素鋼		△*14*15						
		フランジボルト		炭素鋼		△						
		0 リング	◎	―								
		ガスケット	◎	―								
		配管		炭素鋼，ステンレス鋼		△*14*15	△	△*13			▲*7	
		弁（電動弁駆動部含む）（屋内，交流）	◎*12	炭素鋼，銅他	△*1*8	△*2*3*11*14*15	△*4*9 ▲*5				○*6 △*10	

○：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象
△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）
▲：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象以外）

表 2.2-1 (2/2)　可燃性ガス濃度制御系再結合装置に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考
					減肉		割れ		材質変化		その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
反応熱の確保	エネルギー伝達	加熱器エレメント		ニクロム線，絶縁物，合金鋼							○*1△*2	*1:絶縁特性低下 *2:エレメント断線 *3:サイリスタスイッチの特性変化 *4:信号変換処理部の特性変化 *5:筐体 *6:コンクリート埋設部
		サイリスタスイッチ盤		炭素鋼，半導体他		△*5					△*3*4	
機器の支持	支持	取付ボルト		炭素鋼		△						
		埋込金物		炭素鋼		△▲*6						
		ベース		炭素鋼		△						
		基礎ボルト		炭素鋼		△						

○：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象
△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）
▲：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象以外）

2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の評価

(1) 加熱器エレメントの絶縁特性低下

a. 事象の説明

加熱器エレメントはシーズヒータであり，絶縁物(酸化マグネシウム)をステンレス鋼配管内に収納した上で，シール処理を施している。配管の腐食やシール部の劣化による外気中湿分浸入により，加熱器エレメントの絶縁特性を低下させる可能性がある。

b. 技術評価

① 健全性評価

加熱器エレメントは，配管の腐食やシール部の劣化により外気中の湿分がヒータ内部に浸入することでヒータの絶縁特性低下を発生させる可能性は否定できない。

② 現状保全

加熱器エレメントの絶縁特性低下に対しては，ヒータの外観点検及び絶縁抵抗測定を行い，外観上の異常及び絶縁特性に変化のないことを確認しており，有意な絶縁特性低下が認められた場合は，取替えることとしている。

③ 総合評価

健全性評価及び現状保全の結果から判断して，加熱器エレメントの絶縁特性低下が発生する可能性は小さい。

また，現状保全にて絶縁特性の低下は把握可能と考えられる。

今後も，外観点検及び絶縁抵抗測定を実施することで，異常の検知は可能であり，現状の保全は点検手法として適切であると判断する。

c. 高経年化への対応

加熱器エレメントの絶縁特性低下に対しては，高経年化対策の観点から現状の保全内容に追加すべき項目はない。

今後も外観点検及び絶縁抵抗測定を実施することにより絶縁特性低下を監視していくとともに，必要に応じ取替等の適切な対応をとることとする。

(2) 固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁特性低下［ブロワ用モータ（低圧，全閉型)］

固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁特性低下に対する「事象の説明」，「技術評価」及び「高経年化への対応」は，「ポンプモータの技術評価書」のうち，低圧ポンプモータと同一であることから，当該評価書を参照のこと。

(3) 固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁特性低下［電動弁駆動部（屋内，交流)］

固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁特性低下に対する「事象の説明」，「技術評価」及び「高経年化への対応」は，「弁の技術評価書」のうち，電動弁用駆動部と同一であることから，当該評価書を参照のこと。

6. 燃料取替機

［対象機器］

① 燃料取替機

目次

1. 対象機器 6-1
2. 燃料取替機の技術評価..... 6-2
2.1 構造，材料及び使用条件..... 6-2
2.2 経年劣化事象の抽出..... 6-10
2.2.1 機器の機能達成に必要な項目..... 6-10
2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出..... 6-10
2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象..... 6-12
2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の評価..... 6-25

1. 対象機器

東海第二で使用している燃料取替機の主な仕様を表 1-1 に示す。

表 1-1　燃料取替機の主な仕様

機器名称	仕様 （容量）	重要度*1	使用条件	
			運転状態	使用温度（周囲温度）
燃料取替機	450 kg	PS-2	一時	使用済燃料貯蔵プール内 10～52 ℃（50 ℃以下）

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

2. 燃料取替機の技術評価

2.1 構造，材料及び使用条件

(1) 構造

東海第二の燃料取替機は，主に燃料の取替に使用され，容量 450 kg のものが 1 基設置されている。

燃料取替機には，原子炉ウェル及び使用済燃料貯蔵プールをまたいで走行するブリッジフレーム，車輪，車軸及びレール，その上を横行するトロリフレーム，トロリフレーム上部から吊下げられ燃料を把握・昇降する燃料つかみ具，運転を制御するための燃料取替機制御盤等から構成される。

ブリッジフレーム，トロリフレームは炭素鋼を使用しており，表面には塗装が施されている。燃料つかみ具は水中に没するため，ステンレス鋼を使用している。

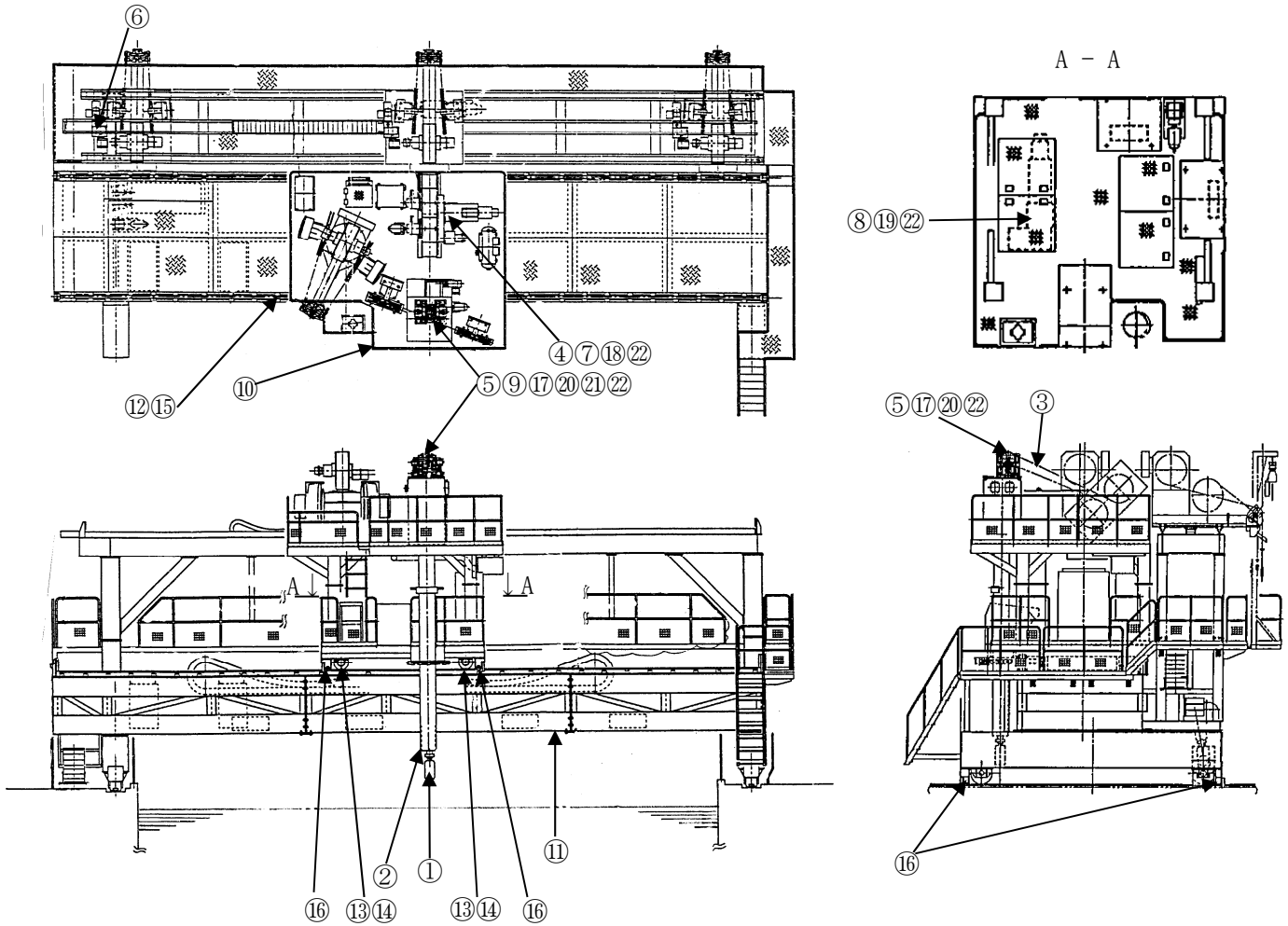
また，モータ（主ホイスト用，トロリ横行用，ブリッジ走行用）は直流電源で駆動している。

燃料取替機については，各部の分解点検及び簡易点検を行うことで，点検手入れが可能である。

東海第二の燃料取替機の全体図を図 2.1-1，ブリッジ全体図を図 2.1-2，燃料つかみ具の構造図を図 2.1-3，燃料取替機制御盤の構成図を図 2.1-4 に示す。

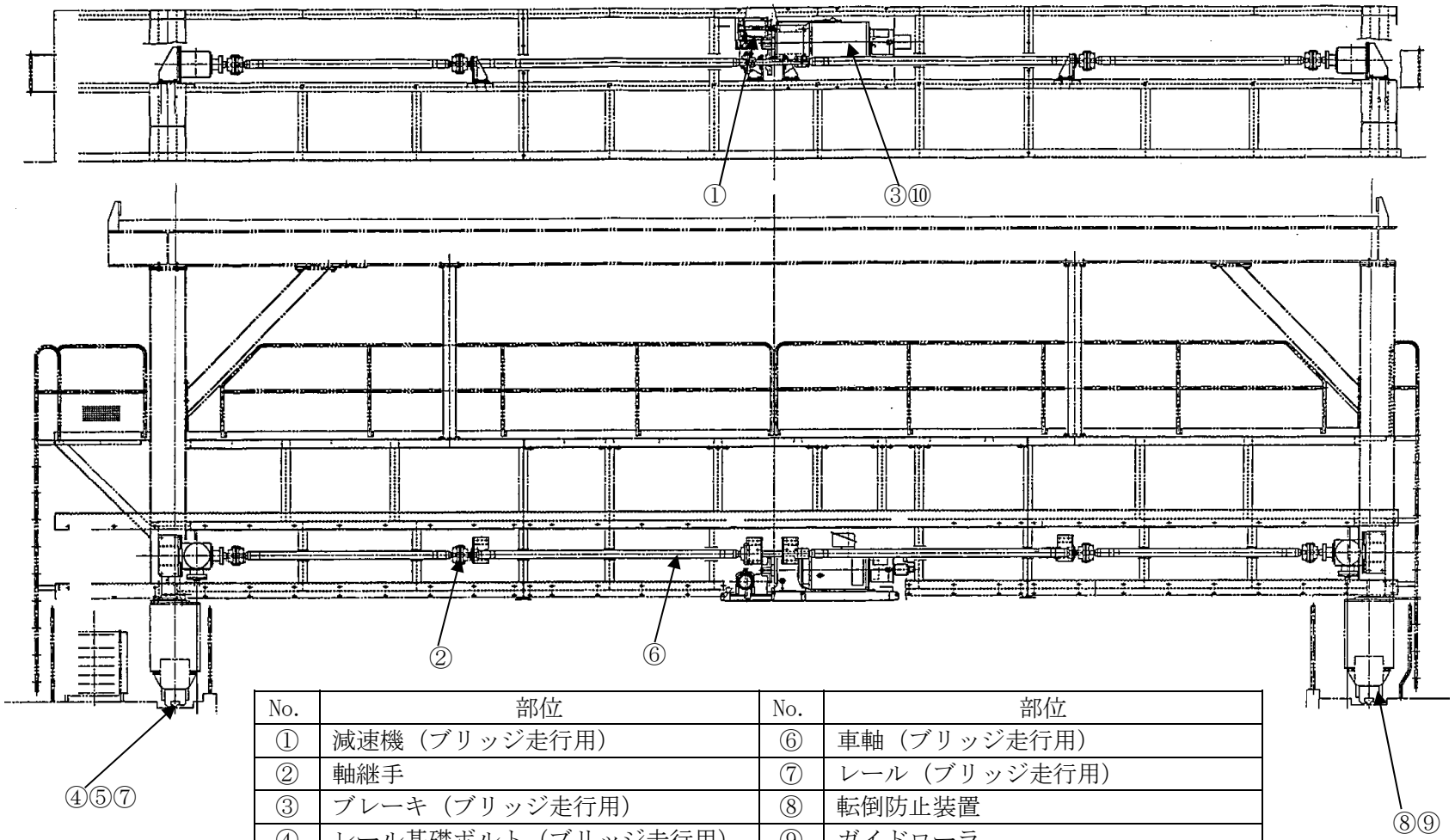
(2) 材料及び使用条件

東海第二の燃料取替機主要部位の使用材料を表 2.1-1 に，使用条件を表 2.1-2 に示す。



No.	部位
①	燃料つかみ具
②	マストチューブ
③	主ホイストワイヤロープ
④	ワイヤドラム
⑤	シーブ
⑥	減速機（トロリ横行用）
⑦	ブレーキ（主ホイスト用）
⑧	ブレーキ（トロリ横行用）
⑨	ブレーキ（マスト旋回用）
⑩	トロリフレーム
⑪	ブリッジフレーム
⑫	レール取付ボルト（トロリ横行用）
⑬	車輪，軸受（トロリ横行用）
⑭	車軸（トロリ横行用）
⑮	レール（トロリ横行用）
⑯	ガイドローラ
⑰	ロードセル（主ホイスト）
⑱	モータ（主ホイスト用）（低圧，直流，全閉型）
⑲	モータ（トロリ横行用）（低圧，直流，全閉型）
⑳	モータ（マスト旋回用）（低圧，交流，全閉型）
㉑	リミットスイッチ
㉒	速度検出器

図 2.1-1　燃料取替機全体図



No.	部位	No.	部位
①	減速機（ブリッジ走行用）	⑥	車軸（ブリッジ走行用）
②	軸継手	⑦	レール（ブリッジ走行用）
③	ブレーキ（ブリッジ走行用）	⑧	転倒防止装置
④	レール基礎ボルト（ブリッジ走行用）	⑨	ガイドローラ
⑤	車輪，軸受（ブリッジ走行用）	⑩	モータ（ブリッジ走行用）（低圧，直流，全閉型）

図 2.1-2　燃料取替機（ブリッジ）全体図

No.	部位
①	フック
②	スプリング
③	ピストン
④	エアホース
⑤	パッキン
⑥	ガイドレール
⑦	ベアリング（回転防止）
⑧	ベアリング（内面）
⑨	ベアリング（外面）

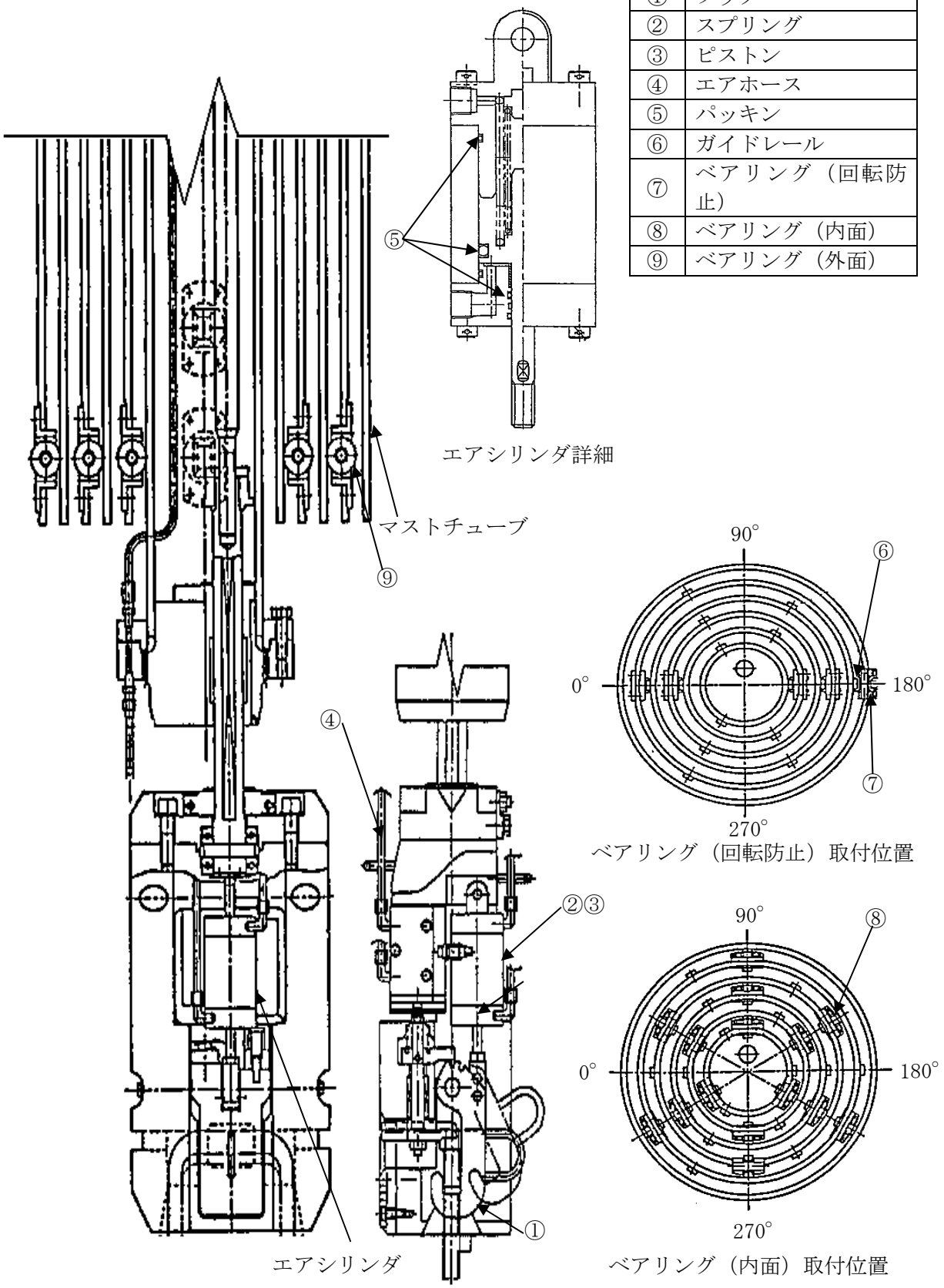
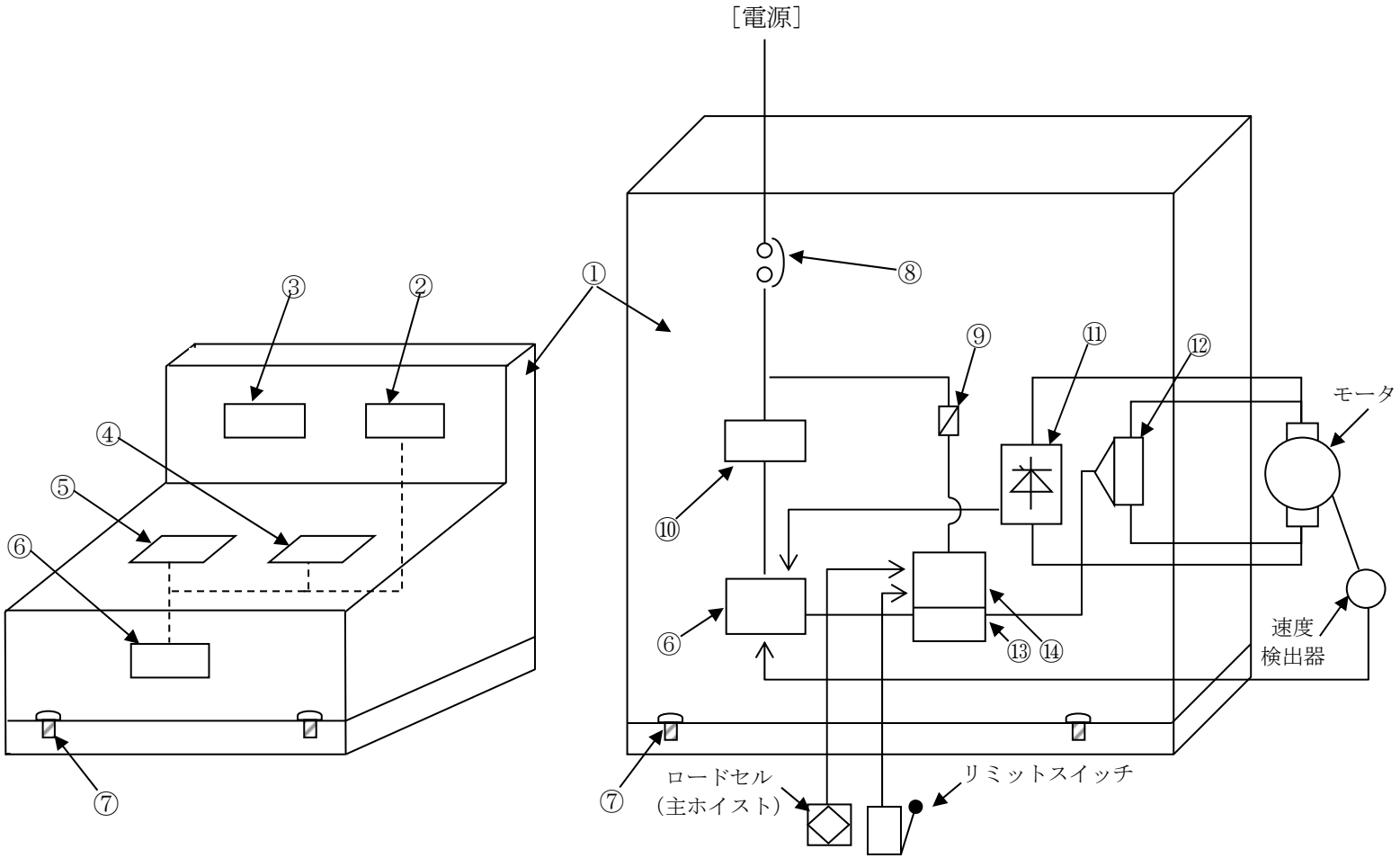


図 2.1-3　燃料つかみ具構造図



No.	部位
①	筐体
②	表示灯
③	故障表示器
④	操作スイッチ
⑤	押釦スイッチ
⑥	信号変換処理部
⑦	筐体取付ボルト
⑧	配線用遮断器
⑨	ヒューズ
⑩	電源装置
⑪	サイリスタ整流器
⑫	電磁接触器
⑬	タイマー
⑭	補助継電器

図 2.1-4　燃料取替機制御盤構成図

表 2.1-1（1/2）　燃料取替機主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位		材料
燃料の落下防止	保持	燃料つかみ具	フック	ステンレス鋼
			スプリング	ステンレス鋼
			ピストン	ステンレス鋼
			エアホース	（消耗品）
			パッキン	（消耗品）
			ガイドレール	ステンレス鋼
			ベアリング（回転防止，内面，外面）	ステンレス鋼
		マストチューブ		ステンレス鋼鋳鋼
		主ホイストワイヤロープ		（定期取替品）
		ワイヤドラム		ステンレス鋼
		シーブ		ステンレス鋼
		減速機（トロリ横行用，ブリッジ走行用）	ケーシング	鋳鉄
			ギヤ	低合金鋼
			軸受（ころがり）	低合金鋼
		軸継手		炭素鋼
		ブレーキ（主ホイスト用，マスト旋回用，ブリッジ走行用，トロリ横行用）	ブレーキプレート	炭素鋼
			ブレーキライニング	ノンアスベスト材
			スプリング	ステンレス鋼
			電磁コイル	エナメル線
機器の支持	支持	トロリフレーム		炭素鋼
		ブリッジフレーム		炭素鋼
		レール基礎ボルト（ブリッジ走行用）		炭素鋼
		レール取付ボルト（トロリ横行用）		低合金鋼
		筐体		炭素鋼
		筐体取付ボルト		炭素鋼
走行・横行機能	走行・横行	車輪，軸受（トロリ横行用，ブリッジ走行用）	車輪	炭素鋼
			軸受（ころがり）	低合金鋼
		車軸（トロリ横行用，ブリッジ走行用）		炭素鋼
		レール（トロリ横行用，ブリッジ走行用）		炭素鋼
		転倒防止装置		炭素鋼
		ガイドローラ		炭素鋼

表 2.1-1（2/2）　燃料取替機主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
機器の監視・操作・制御保護の維持	操作監視回路	配線用遮断器	（定期取替品）
		サイリスタ整流器	（定期取替品）
		電磁接触器	（定期取替品）
		電源装置	半導体，電解コンデンサ（定期取替品），抵抗器（定期取替品）他
		信号変換処理部	半導体，電解コンデンサ（定期取替品），抵抗器（定期取替品）他
		補助継電器	（定期取替品）
		タイマー	（定期取替品）
		故障表示器	（消耗品）
		表示灯	（消耗品）
		操作スイッチ	銅他
		押釦スイッチ	銅他
		ロードセル（主ホイスト）	炭素鋼，歪ゲージ
		リミットスイッチ	銅他
		モータ（マスト旋回用）（低圧，交流，全閉型）	主軸：炭素鋼 固定子コイル及び口出線・接続部品：銅，絶縁物 回転子及び固定子コア：電磁鋼板 回転子棒及び回転子エンドリング：アルミニウム合金 フレーム，端子箱及びエンドブラケット：圧延鋼板 軸受（ころがり）：（消耗品）
		モータ（主ホイスト用，ブリッジ走行用，トロリ横行用）（低圧，直流，全閉型）	主軸：炭素鋼 固定子コイル及び口出線・接続部品：銅，絶縁物 回転子コイル：銅，絶縁物 固定子及び回転子コア：電磁鋼板 フレーム，端子箱及びエンドブラケット：圧延鋼板 整流子：銅 ブラシ：（定期取替品） 軸受（ころがり）：（消耗品）
		速度検出器	主軸：炭素鋼 軸受（ころがり）：（消耗品）
		ヒューズ	（消耗品）

表 2.1-2　燃料取替機の使用条件

容量	450 kg
使用温度	使用済燃料貯蔵プール内 10～52 ℃
周囲温度	50 ℃以下
設置場所	原子炉建屋

2.2 経年劣化事象の抽出

2.2.1 機器の機能達成に必要な項目

燃料取替機の機能達成に必要な項目は以下のとおり。

(1) 燃料の落下防止

(2) 機器の支持

(3) 走行・横行機能

(4) 機器の監視・操作・制御保護の維持

2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

(1) 想定される経年劣化事象の抽出

燃料取替機について，機能達成に必要な項目を考慮して主要な部位に展開した上で，個々の部位の材料，構造，使用条件（温度等）及び現在までの運転経験を考慮し，表 2.2-1 に示すとおり，想定される経年劣化事象を抽出した（表 2.2-1 で○又は△，▲）。

なお，消耗品及び定期取替品は以下のとおり評価対象外とする。

(2) 消耗品及び定期取替品の扱い

エアホース，パッキン，故障表示器，表示灯，モータ軸受（ころがり），速度検出器軸受（ころがり）及びヒューズは消耗品，主ホイストワイヤロープ，配電用遮断器，サイリスタ整流器，電磁接触器，電解コンデンサ，抵抗器，補助継電器，タイマー及びブラシは定期取替品であり，設計時に長期使用せず取替を前提としていることから高経年化対策を見極める上での評価対象外とする。

(3) 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

想定される経年劣化事象のうち下記①，②に該当しない事象を高経年化対策上着目すべき経年劣化事象と判断した。

なお，下記①，②に該当する事象については，2.2.3 項に示すとおり，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断した。

① 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって，想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象として表 2.2-1 で△）

② 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により，今後も経年劣化の進展が考えられない，又は進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外として表 2.2-1 で▲）

この結果，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象として以下の事象が抽出された（表 2.2-1 で○）。

a. ロードセル（主ホイスト）の特性変化

b. 電磁コイル［ブレーキ（主ホイスト用，マスト旋回用，ブリッジ走行用，トロリ横行用）］，回転子コイル，固定子コイル及び口出線・接続部品［モータ（主ホイスト用，ブリッジ走行用，トロリ横行用）（低圧，直流，全閉型）］の絶縁特性低下

c. 固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁特性低下［モータ（マスト旋回用）（低圧，交流，全閉型）］

2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

(1) 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって，想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象）

a. フックの摩耗［燃料つかみ具］

フックは，燃料の取扱時に摩耗の発生が想定される。

しかしながら，定期的な目視点検において有意な摩耗がないことを確認することとしている。

したがって，フックの摩耗は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

b. マストチューブ，ガイドレール及びベアリング（回転防止，内面，外面）の摩耗

ガイドレールとベアリング，マストチューブとベアリングは，それぞれ互いに接触することから摩耗の発生が想定される。

しかしながら，定期的な目視点検及び動作確認において有意な摩耗及び動作不良がないことを確認することとしている。

したがって，マストチューブ，ガイドレール及びベアリングの摩耗は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

c. 車輪（トロリ横行用，ブリッジ走行用），レール（トロリ横行用，ブリッジ走行用）及びガイドローラの摩耗

レール上面と車輪及びレール側面とガイドローラのいずれも転がり接触であり，すべりが生じる可能性もあることから摩耗の発生が想定される。

しかしながら，定期的な目視点検において有意な摩耗がないことを確認することとしている。

したがって，車輪，レール及びガイドローラの摩耗は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

d. 車軸（トロリ横行用，ブリッジ走行用）の摩耗

軸受を使用している車軸については，軸受との接触面に摩耗の発生が想定される。

しかしながら，摩耗による異常は使用前の動作確認により検知可能であり，定期的な動作確認において動作不良がないことを確認することとしている。

したがって，車軸の摩耗は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

e. ケーシング［減速機（トロリ横行用，ブリッジ走行用）］，軸継手，トロリフレーム，ブリッジフレーム，筐体，車軸（トロリ横行用，ブリッジ走行用）及び転倒防止装置の腐食（全面腐食）

ケーシングは鋳鉄であり，軸継手，トロリフレーム，ブリッジフレーム，転倒防止装置，筐体及び車軸は炭素鋼であることから，腐食の発生が想定されるが，大気接触部は塗装を施しているため，腐食が発生する可能性は小さい。

また，定期的な目視点検により塗膜の状態を確認し，はく離等が認められた場合は必要に応じて補修塗装を実施することとしている。

したがって，ケーシング，軸継手，トロリフレーム，ブリッジフレーム，筐体，車軸及び転倒防止装置の腐食（全面腐食）は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

f. ブレーキプレート［ブレーキ（主ホイスト用，マスト旋回用，ブリッジ走行用，トロリ横行用）］，レール取付ボルト（トロリ横行用），車輪（トロリ横行用，ブリッジ走行用），レール（トロリ横行用，ブリッジ走行用）及びガイドローラの腐食（全面腐食）

ブレーキプレート，レール取付ボルト，車輪，レール及びガイドローラは炭素鋼又は低合金鋼であり，腐食の発生が想定される。

しかしながら，定期的な目視点検において有意な腐食がないことを確認することとしている。

したがって，ブレーキプレート，レール取付ボルト，車輪，レール及びガイドローラの腐食（全面腐食）は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

g. トロリフレーム，ブリッジフレーム及びレール（トロリ横行用，ブリッジ走行用）の疲労割れ

トロリフレーム，ブリッジフレーム及びレールの起動・停止等の荷重変動により，疲労割れの発生が想定される。

しかしながら，定期的な目視点検及び動作確認により，有意な変形及び動作不良がないことを確認することとしている。

したがって，トロリフレーム，ブリッジフレーム及びレールの疲労割れは，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

h. 電源装置及び信号変換処理部の特性変化

電源装置及び信号変換処理部は，マイグレーションによる基板内 IC での回路間短絡，断線による特性変化の発生が想定されるが，マイグレーション対策については，設計・製造プロセスが改善されており，屋内空調環境に設置されていることから，特性変化が発生する可能性は小さい。

また，点検時の特性試験によって電源装置及び信号変換処理部の有意な特性変化がないことを確認することとしている。

したがって，電源装置及び信号変換処理部の特性変化は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

i. 整流子の摩耗［モータ（主ホイスト用，ブリッジ走行用，トロリ横行用）（低圧，直流，全閉型）］

整流子は，ブラシとの接触面に摩耗の発生が想定されるが，整流子材はブラシ材よりも硬質であることから，摩耗が発生する可能性は小さい。

また，屋内空調環境に設置されていることから，塵埃による摩耗が発生する可能性は小さい。

なお，点検時に清掃，目視点検，動作時の火花発生有無確認及びブラシ摩耗量測定を実施しており，有意な摩耗がないことを確認することとしている。

したがって，整流子の摩耗は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

j. 筐体取付ボルトの腐食（全面腐食）

筐体取付ボルトは炭素鋼であるため腐食の発生が想定されるが，ボルト表面は亜鉛メッキ仕上げが施されているとともに，屋内空調環境に設置されていることから，腐食が発生する可能性は小さい。

また，定期的な目視点検により有意な腐食がないことを確認しており，必要に応じて補修または取替を行うこととしている。

したがって，筐体取付ボルトの腐食（全面腐食）は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

k. 操作スイッチ及び押釦スイッチの導通不良

操作スイッチ及び押釦スイッチは，接点に付着する浮遊塵埃と接点表面に形成される酸化皮膜による導通不良の発生が想定されるが，屋内空調環境に設置されていることから，浮遊塵埃の付着量，酸化皮膜量ともごくわずかであり，導通不良が発生する可能性は小さい。

また，点検時の動作確認により導通不良がないことを確認することとしている。

したがって，操作スイッチ及び押釦スイッチの導通不良は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

l. 主軸の摩耗［モータ（マスト旋回用）（低圧，交流，全閉型），モータ（主ホイスト用，トロリ横行用，ブリッジ走行用）（低圧，直流，全閉型）及び速度検出器］

主軸は軸受（ころがり）との接触面に摩耗の発生が想定される。

しかしながら，点検時に主軸の寸法測定を行い，その結果により必要に応じ補修を実施することとしている。

したがって，主軸の摩耗は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

m. フレーム，エンドブラケット及び端子箱の腐食（全面腐食）［モータ（主ホイスト用，ブリッジ走行用，トロリ横行用）（低圧，直流，全閉型）］

フレーム，エンドブラケット及び端子箱は炭素鋼であり，腐食の発生が想定されるが，大気接触部には塗装が施されており，腐食が発生する可能性は小さい。

また，定期的な目視点検により塗膜の状態を確認し，はく離等が認められた場合は必要に応じて補修塗装を実施することとしている。

したがって，フレーム，エンドブラケット及び端子箱の腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

n. 固定子コア及び回転子コアの腐食（全面腐食）［モータ（主ホイスト用，ブリッジ走行用，トロリ横行用）（低圧，直流，全閉型）］

固定子コア及び回転子コアは電磁鋼板であり，腐食の発生が想定されるが，固定子コア及び回転子コアには絶縁ワニス処理が施されており，腐食が発生する可能性は小さい。

また，定期的な目視点検により有意な腐食がないことを確認しており，必要に応じて補修を実施することで機能を維持することとしている。

したがって，固定子コア及び回転子コアの腐食（全面腐食）は，高経年対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

o. 取付ボルトの腐食（全面腐食）［モータ（主ホイスト用，ブリッジ走行用，トロリ横行用）（低圧，直流，全閉型）］

取付ボルトは炭素鋼であり，腐食の発生が想定されるが，大気接触部には塗装が施されており，腐食が発生する可能性は小さい。

また，定期的な目視点検により塗膜の状態を確認し，はく離等が認められた場合は必要に応じて補修塗装を実施することとしている。

したがって，取付ボルトの腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

p. フレーム，エンドブラケット及び端子箱の腐食（全面腐食）［モータ（マスト旋回用）（低圧，交流，全閉型）］

q. 固定子コア及び回転子コアの腐食（全面腐食）［モータ（マスト旋回用）（低圧，交流，全閉型）］

r. 取付ボルトの腐食（全面腐食）［モータ（マスト旋回用）（低圧，交流，全閉型）］

s. 主軸の高サイクル疲労割れ［モータ（マスト旋回用）（低圧，交流，全閉型）］

以上，p.～s.の評価については，「ポンプモータの技術評価書」のうち，低圧ポンプモータと同一であることから，当該評価書を参照のこと。

t. ピストンの摩耗［燃料つかみ具］

燃料つかみ具のピストンは，シリンダケースと機械的要因による摩耗の発生が想定されるが，通常運転中，シリンダケースとピストンは常にパッキン（消耗品）により隔てられた構造となっており，摩耗が発生する可能性は小さい。

なお，これまでの目視点検及び動作確認において有意な摩耗及び動作不良は確認されておらず，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，ピストンの摩耗は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

u. ワイヤドラム及びシーブの摩耗

ワイヤドラム及びシーブは，ワイヤロープと接しており，機械的要因による摩耗の発生が想定されるが，ワイヤドラム及びシーブはワイヤロープの巻取り方向に沿って回転する構造となっていることから，摩耗が発生する可能性は小さい。

なお，これまでの目視点検及び動作確認において有意な摩耗及び動作不良は確認されておらず，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，ワイヤドラム及びシーブの摩耗は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

v. ギヤの摩耗［減速機（トロリ横行用，ブリッジ走行用）］

ギヤは，機械的要因による摩耗の発生が想定されるが，潤滑油により潤滑されていることから摩耗が発生する可能性は小さい。

なお，これまでの目視点検及び動作確認において有意な摩耗及び動作不良は確認されておらず，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，ギヤの摩耗は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

w. 軸受（ころがり）の摩耗［減速機（トロリ横行用，ブリッジ走行用）及び車輪（トロリ横行用，ブリッジ走行用)］

軸受（ころがり）については，摺動に伴い軸受内面摺動部に摩耗の発生が想定されるが，潤滑油により潤滑されていることから，摩耗が発生する可能性は小さい。

なお，摩耗による異常は，使用前の動作確認により検知可能であり，これまでの動作確認において動作不良は発生しておらず，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，軸受（ころがり）の摩耗は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

x. ブレーキプレート及びブレーキライニングの摩耗［ブレーキ（主ホイスト用，マスト旋回用，ブリッジ走行用，トロリ横行用）］

燃料取替機に使用しているブレーキは，ブレーキライニングをスプリングの力によりブレーキプレートに押し付けることにより制動力を得るものであり，摩耗の発生が想定されるが，いずれも制御系で速度を落とした後，その位置を保持するために使用していることから，急激な摩耗が発生する可能性は小さい。

なお，点検時の間隙寸法測定において，有意な摩耗の有無を確認しており，必要に応じブレーキプレートより硬度の低いブレーキライニングの取替を行うこととしており，ブレーキプレートの摩耗発生の可能性は小さい。

さらに，これまでの点検結果において有意な摩耗は確認されておらず，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，ブレーキプレート及びブレーキライニングの摩耗は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

y. 車軸（トロリ横行用，ブリッジ走行用）の高サイクル疲労割れ

車軸には，走行・横行運転時に繰返し応力が発生することから，応力集中部において，高サイクル疲労割れの発生が想定される。

しかしながら，設計段階において高サイクル疲労を起こさないように考慮されていることから，高サイクル疲労割れが発生する可能性は小さい。

なお，これまでの目視点検において有意なき裂は確認されておらず，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，車軸の高サイクル疲労割れは，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

z. リミットスイッチの導通不良

リミットスイッチは，接点に付着する浮遊塵埃による導通不良の発生が想定されるが，屋内空調環境に設置されていることから，塵埃が付着する可能性は小さい。

なお，これまでの動作確認において導通不良は確認されておらず，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，リミットスイッチの導通不良は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

aa. 主軸の高サイクル疲労割れ［モータ（主ホイスト用，ブリッジ走行用，トロリ横行用）（低圧，直流，全閉型）］

主軸には運転時に繰返し応力が発生することから，応力集中部において，高サイクル疲労割れが想定される。

しかしながら，主軸は設計段階において疲労割れが発生しないように考慮された設計となっており，高サイクル疲労が発生する可能性は小さい。

なお，点検時の目視点検において有意なき裂がないことを確認することとしており，これまでの運転で高サイクル疲労による割れは発生しておらず，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，主軸の高サイクル疲労割れは，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

(2) 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により，今後も経年劣化の進展が考えられない，又は進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外）

a. レール基礎ボルト（ブリッジ走行用）の腐食（全面腐食）

レール基礎ボルトは炭素鋼であり，腐食の発生が想定される。

しかしながら，レール基礎ボルト全体はコンクリートに埋設されており，コンクリートの大気接触部表面からの中性化の進行により腐食環境となるが，コンクリートが中性化に至り，レール基礎ボルトに有意な腐食が発生するまで長期間を要す。

今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難いことから，レール基礎ボルト（ブリッジ走行用）の腐食（全面腐食）は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

b. 回転子棒及び回転子エンドリングの疲労割れ［モータ（主ホイスト用，ブリッジ走行用，トロリ横行用）（低圧，直流，全閉型）］

回転子棒及び回転子エンドリングには，モータ起動時に発生する電磁力等により繰返し応力を受けると疲労割れの発生が想定される。

しかしながら，回転子棒及び回転子エンドリングはアルミダイキャストで一体形成され，スロット内にアルミニウムが充満した状態で回転子棒が形成されているため，回転子棒とスロットの間に隙間や緩みは生じないため，繰返し応力による疲労割れが発生する可能性はない。

今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難いことから，回転子棒及び回転子エンドリングの疲労割れは，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

c. 回転子棒及び回転子エンドリングの疲労割れ［モータ（マスト旋回用）（低圧，交流，全閉型）］

以上，c.の評価については，「ポンプモータの技術評価書」のうち，低圧ポンプモータと同一であることから，当該評価書を参照のこと。

d. スプリングのへたり［燃料つかみ具，ブレーキ（主ホイスト用，トロリ横行用，ブリッジ走行用，マスト旋回用)］

スプリングは常時応力がかかった状態で使用されるため，へたりの発生が想定される。

しかしながら，スプリング使用時のねじり応力は許容ねじり応力以下になるように設定されており，さらに，スプリングの材料に対する推奨最高使用温度よりも実際の使用温度は低いことから，へたりが発生する可能性はない。

したがって，スプリングのへたりは，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

表 2.2-1（1/4）　燃料取替機に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位		消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考
						減肉		割れ		材質変化		その他	
						摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
燃料の落下防止	保持	燃料つかみ具	スプリング		ステンレス鋼							▲*1	*1:へたり
			ピストン		ステンレス鋼	△							
			フック		ステンレス鋼	△							
			エアホース	◎	―								
			パッキン	◎	―								
			ガイドレール		ステンレス鋼	△							
			ベアリング（回転防止，内面，外面）		ステンレス鋼	△							
		マストチューブ			ステンレス鋼鋳鋼	△							
		主ホイストワイヤロープ		◎	―								
		ワイヤドラム			ステンレス鋼	△							
		シーブ			ステンレス鋼	△							
		減速機（トロリ横行用，ブリッジ走行用）	ケーシング		鋳鉄		△						
			ギヤ		低合金鋼	△							
			軸受（ころがり）		低合金鋼	△							
		軸継手			炭素鋼		△						

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

▲：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象以外）

表 2.2-1 (2/4)　燃料取替機に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位		消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考
						減肉		割れ		材質変化		その他	
						摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
燃料の落下防止	保持	ブレーキ*1	ブレーキプレート		炭素鋼	△	△						*1:主ホイスト用，トロリ横行用，ブリッジ走行用，マスト旋回用 *2:トロリ横行用，ブリッジ走行用 *3:へたり *4:絶縁特性低下 *5:高サイクル疲労割れ
			ブレーキライニング		ノンアスベスト材	△							
			スプリング		ステンレス鋼							▲*3	
			電磁コイル		エナメル線							○*4	
機器の支持	支持	トロリフレーム			炭素鋼		△	△					
		ブリッジフレーム			炭素鋼		△	△					
		レール基礎ボルト（ブリッジ走行用）			炭素鋼		▲						
		レール取付ボルト（トロリ横行用）			低合金鋼		△						
		筐体			炭素鋼		△						
		筐体取付ボルト			炭素鋼		△						
走行・横行機能	走行・横行	車輪*2，軸受*2	車輪		炭素鋼	△	△						
			軸受（ころがり）		低合金鋼	△							
		車軸*2			炭素鋼	△	△	△*5					
		レール*2			炭素鋼	△	△	△					
		転倒防止装置			炭素鋼		△						
		ガイドローラ			炭素鋼	△	△						

○：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象
△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）
▲：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象以外）

表 2.2-1 (3/4)　燃料取替機に想定される経年変化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象								備考
					減肉		割れ		絶縁	導通	信号	その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	絶縁特性低下	導通不良	特性変化		
機器の監視・操作・制御保護の維持	操作監視回路	配線用遮断器	◎	－									*1:電解コンデンサ，抵抗器
		サイリスタ整流器	◎	－									
		電磁接触器	◎	－									
		電源装置	◎*1	半導体他							△		
		信号変換処理部	◎*1	半導体他							△		
		補助継電器	◎	－									
		タイマー	◎	－									

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表 2.2-1（4/4）　燃料取替機に想定される経年変化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象								備考
					減肉		割れ		絶縁	導通	信号	その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	絶縁特性低下	導通不良	特性変化		
機器の監視・操作・制御保護の維持	操作監視回路	故障表示器	◎	－									*1：主軸 *2：整流子 *3：フレーム，エンドブラケット及び端子箱 *4：固定子コア及び回転子コア *5：取付ボルト *6：主軸の高サイクル疲労割れ *7：回転子棒及び回転子エンドリング *8：固定子コイル及び口出線・接続部品 *9：回転子コイル，固定子コイル及び口出線・接続部品 *10：軸受（ころがり） *11：ブラシ
		表示灯	◎	－									
		操作スイッチ		銅他						△			
		押釦スイッチ		銅他						△			
		ロードセル（主ホイスト）		炭素鋼，歪ゲージ							○		
		リミットスイッチ		銅他						△			
		モータ（マスト旋回用）（低圧，交流，全閉型）	◎*10	銅他	△*1	△*3*4*5	△*6 ▲*7		○*8				
		モータ（主ホイスト用，ブリッジ走行用，トロリ横行用）（低圧，直流，全閉型）	◎*10*11	銅他	△*1*2	△*3*4*5	△*6 ▲*7		○*9				
		速度検出器	◎*10	炭素鋼	△*1								
		ヒューズ	◎	－									

○：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象
△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）
▲：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象以外）

2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の評価

(1) ロードセル（主ホイスト）の特性変化

a. 事象の説明

ロードセル（主ホイスト）の特性変化は，歪ゲージの長期間の使用に伴い歪ゲージの初期歪が変化し測定値の誤差が大きくなる可能性があり，経年劣化に対する評価が必要である。

b. 技術評価

① 健全性評価

ロードセル（主ホイスト）の特性変化に対しては，歪ゲージの腐食による特性変化が主要因であるが，歪ゲージ貼付部は，不活性（窒素）ガスを封入した気密構造になっており，歪ゲージの腐食が発生する可能性は小さいものの，今後特性変化が起こる可能性は否定出来ない。

② 現状保全

ロードセル（主ホイスト）の特性変化に対しては，荷重検出器接点動作値の確認，調整及び指示計校正を実施しており，健全であることを確認している。

また，歪ゲージの腐食による特性変化が生じた場合は，取替を行うこととしている。

③ 総合評価

健全性評価結果から判断してロードセル（主ホイスト）の特性変化の可能性は否定できないものの，荷重検出器接点動作値の確認，調整及び指示計校正によりロードセル（主ホイスト）の健全性の把握は可能であり，点検手法としては適切であると判断する。

したがって，現状の保全は点検手法として適切であると判断する。

c. 高経年化への対応

ロードセル（主ホイスト）の特性変化に対しては，高経年化対策の観点から現状の保全内容に対し追加すべき項目はない。

(2) 電磁コイル［ブレーキ（主ホイスト用，マスト旋回用，ブリッジ走行用，トロリ横行用）］，回転子コイル，固定子コイル及び口出線・接続部品［モータ（主ホイスト用，ブリッジ走行用，トロリ横行用）（低圧，直流，全閉型）］の絶縁特性低下

a. 事象の説明

電磁コイル，回転子コイル，固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁特性低下要因としては，熱による特性変化，絶縁物に付着するごみ，塵埃又は内部の微小なボイド等による放電等，機械的，熱的，電気的及び環境的要因で経年的に劣化が進行し，外表面，内部等から絶縁低下の発生が懸念される。

b. 技術評価

① 健全性評価

電磁コイル，回転子コイル，固定子コイル及び口出線・接続部品については，機械的，熱的及び電気的要因及び環境的要因により経年的に劣化が進行し，外表面，内部等から絶縁特性低下が発生する可能性があるが，最も絶縁特性低下に影響を及ぼす要因は環境的劣化である。

しかしながら，環境的要因は清掃を実施することにより健全性の維持は可能である。

さらに，点検時には，目視点検，清掃及び絶縁抵抗測定を実施し，これまでの点検結果において，有意な絶縁特性低下は確認されていない。

これらのことから，今後も急激な絶縁特性低下が起こる可能性は小さいと考えられるが，絶縁特性が変化する可能性は否定できない。

② 現状保全

電磁コイル，回転子コイル，固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁特性低下に対しては，点検時において目視点検，清掃及び絶縁抵抗測定を行い，有意な絶縁特性低下がないことを確認している。

また，点検で有意な絶縁特性低下が認められた場合には，洗浄・乾燥及び絶縁補修（絶縁物にワニスを注入）または，固定子コイル及び口出線・接続部品もしくはモータの取替を行うこととしている。

③ 総合評価

健全性評価及び現状保全の結果から判断して，電磁コイル，回転子コイル，固定子コイル及び口出線・接続部品の急激な絶縁特性低下の可能性は小さい。

さらに，絶縁特性低下は，点検時における目視点検，清掃及び絶縁抵抗測定にて把握可能であり，これまでに絶縁特性低下による異常は発生していない。

今後も目視点検，清掃及び絶縁抵抗測定を実施することで異常の有無は把握可能であり，現状の保全は点検手法として適切であると判断する。

c．高経年化への対応

電磁コイル，回転子コイル，固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁特性低下に対しては，高経年化対策の観点から現状の保全内容に対し追加すべき項目はない。

(3) 固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁特性低下［モータ（マスト旋回用）（低圧，交流，全閉型）］

固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁特性低下に対する「事象の説明」，「技術評価」及び「高経年化への対応」は，「ポンプモータの技術評価書」のうち，低圧ポンプモータと同一であることから，当該評価書を参照のこと。

7. 燃料取扱クレーン

［対象機器］

① 原子炉建屋 6 階天井走行クレーン

② DC 建屋*天井クレーン

＊：使用済燃料乾式貯蔵建屋

目次

1. 対象機器 7-1
2. 燃料取扱クレーンの技術評価 7-2
2.1 構造，材料及び使用条件 7-2
2.1.1 原子炉建屋 6 階天井走行クレーン 7-2
2.1.2 DC 建屋天井クレーン 7-12
2.2 経年劣化事象の抽出 7-19
2.2.1 機器の機能達成に必要な項目 7-19
2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出 7-19
2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象 7-21
2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の評価 7-37

1. 対象機器

東海第二で使用している燃料取扱クレーンの主な仕様を表 1-1 に示す。

表 1-1　燃料取扱クレーンの主な仕様

機器名称	仕様（容量）	重要度*1	使用条件	
			運転状態	使用温度（℃）
原子炉建屋 6 階天井走行クレーン	主巻 125 ton 補巻 5 ton，1 ton	PS-2	一時	常温
DC 建屋*2 天井クレーン	130 ton	PS-2	一時	常温

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

*2：使用済燃料乾式貯蔵建屋

なお，原子炉建屋 6 階天井走行クレーンの構成部品のうちモノレールホイスト 10 ton，及び DC 建屋天井クレーンの構成部品のうち補巻 10 ton については，直接燃料を取扱うことはなく燃料を安全に取扱う機能に該当しないことから，評価対象外とする。

2. 燃料取扱クレーンの技術評価

2.1 構造，材料及び使用条件

2.1.1 原子炉建屋 6 階天井走行クレーン

(1) 構造

原子炉建屋 6 階天井走行クレーンは，燃料の取扱等に使用される。容量は 125 ton の主巻，5 ton 及び 1 ton の補巻が各 1 基設置されている。

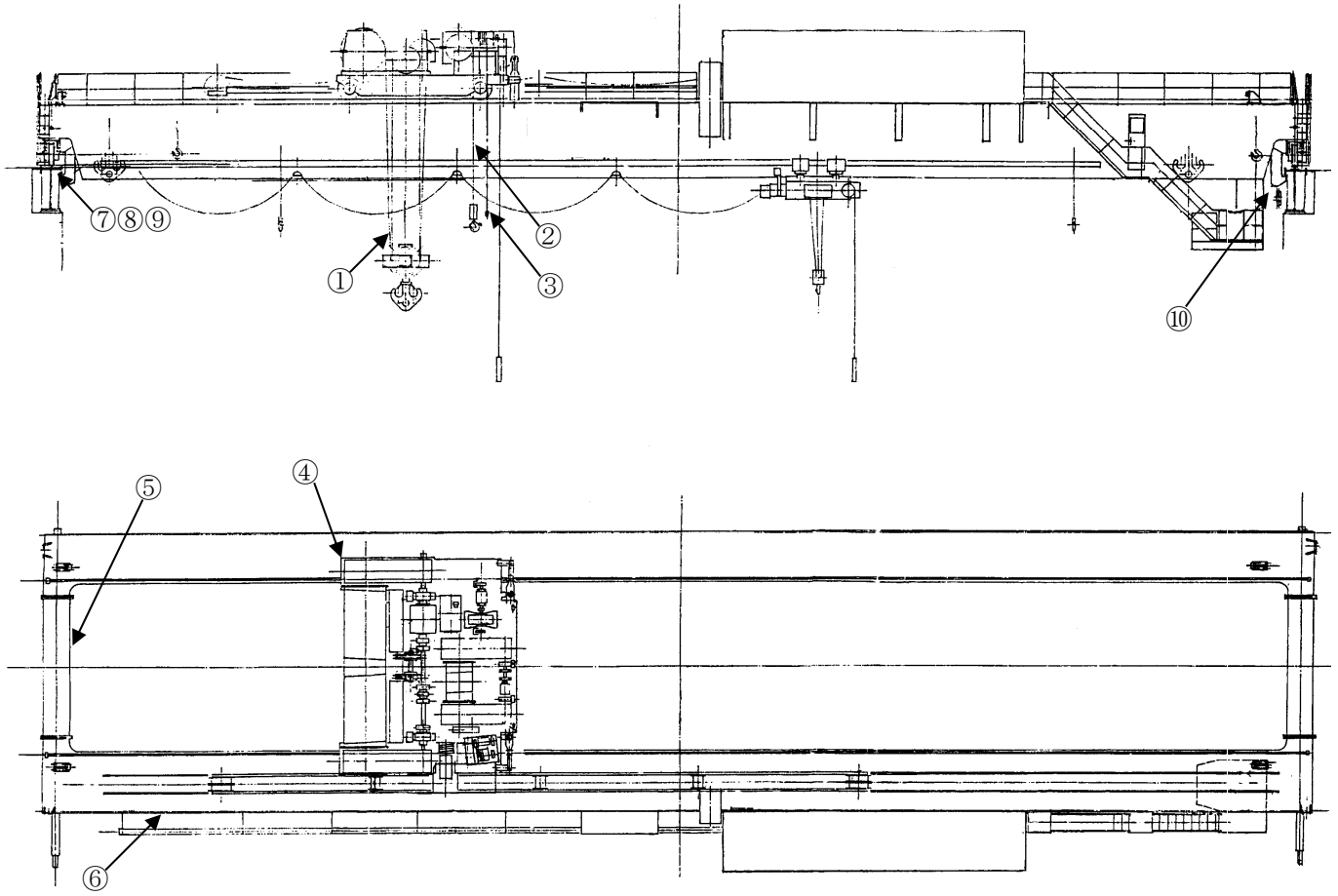
原子炉建屋 6 階天井走行クレーンは，原子炉運転操作床をまたいで走行するためのガーダ，サドル，車輪及びレール，その上を走行するトロリ，フック，ワイヤロープ及び制御盤等から構成される。フックはステンレス鋼又は炭素鋼であり，荷重はトロリ，ガーダ及びサドルにより支持されている。モータ（巻上用，横行用，走行用）は直流電源で駆動している。

原子炉建屋 6 階天井走行クレーンについては，「クレーン等安全規則」に基づき年次点検及び月例点検時に各部の分解点検及び簡易点検を行うことで，点検手入れが可能である。

原子炉建屋 6 階天井走行クレーンの全体図を図 2.1-1，トロリ詳細図を図 2.1-2，構造図を図 2.1-3～2.1-6 に，クレーン制御盤の構成図を図 2.1-7 に示す。

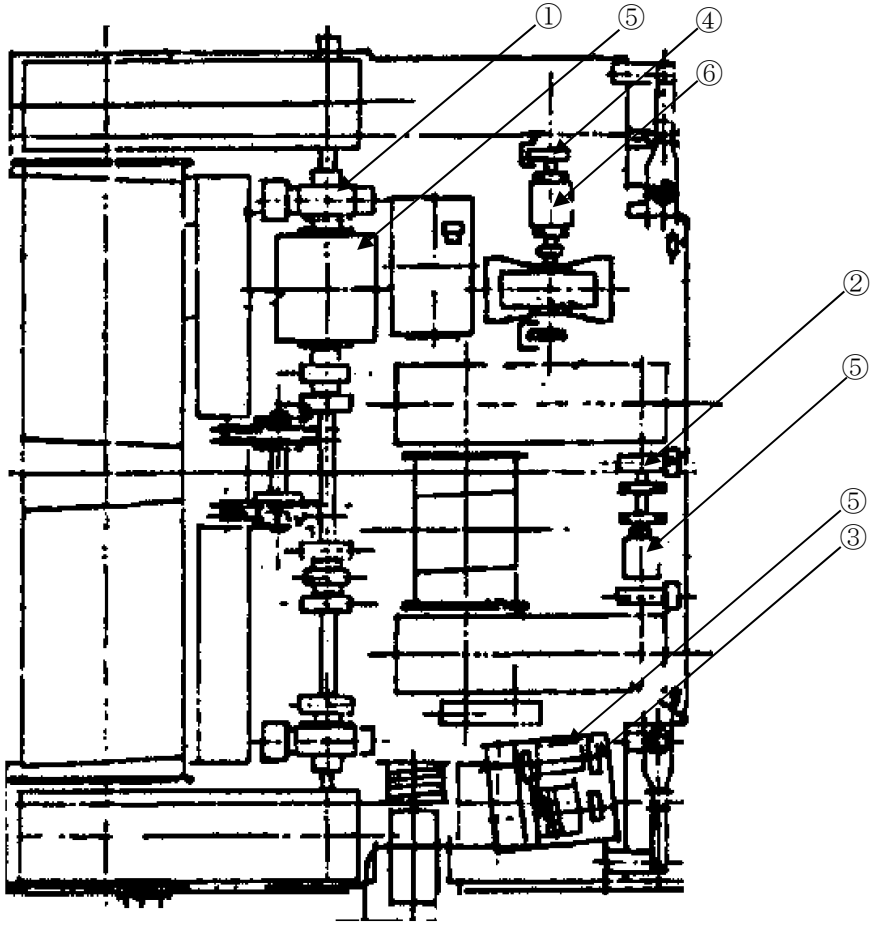
(2) 材料及び使用条件

原子炉建屋 6 階天井走行クレーン主要部位の使用材料を表 2.1-1 に，使用条件を表 2.1-2 に示す。



No.	部位
①	ワイヤロープ（主巻 125 ton）
②	ワイヤロープ（補巻 5 ton）
③	ワイヤロープ（補巻 1 ton）
④	トロリ
⑤	サドル
⑥	ガーダ
⑦	レール取付ボルト
⑧	車輪
⑨	レール
⑩	浮上がり防止ラグ

図 2.1-1　原子炉建屋 6 階天井走行クレーン全体図



No.	部位
①	ブレーキ（主巻 125 ton）
②	ブレーキ（補巻 5 ton）
③	ブレーキ（補巻 1 ton）
④	ブレーキ（横行用）
⑤	モータ（巻上用）（低圧，直流，全閉型）
⑥	モータ（横行用）（低圧，直流，全閉型）

図 2.1-2　原子炉建屋 6 階天井走行クレーントロリ詳細図

No.	部位
①	ブレーキ（走行用）
②	モータ（走行用）（低圧，直流，全閉型）

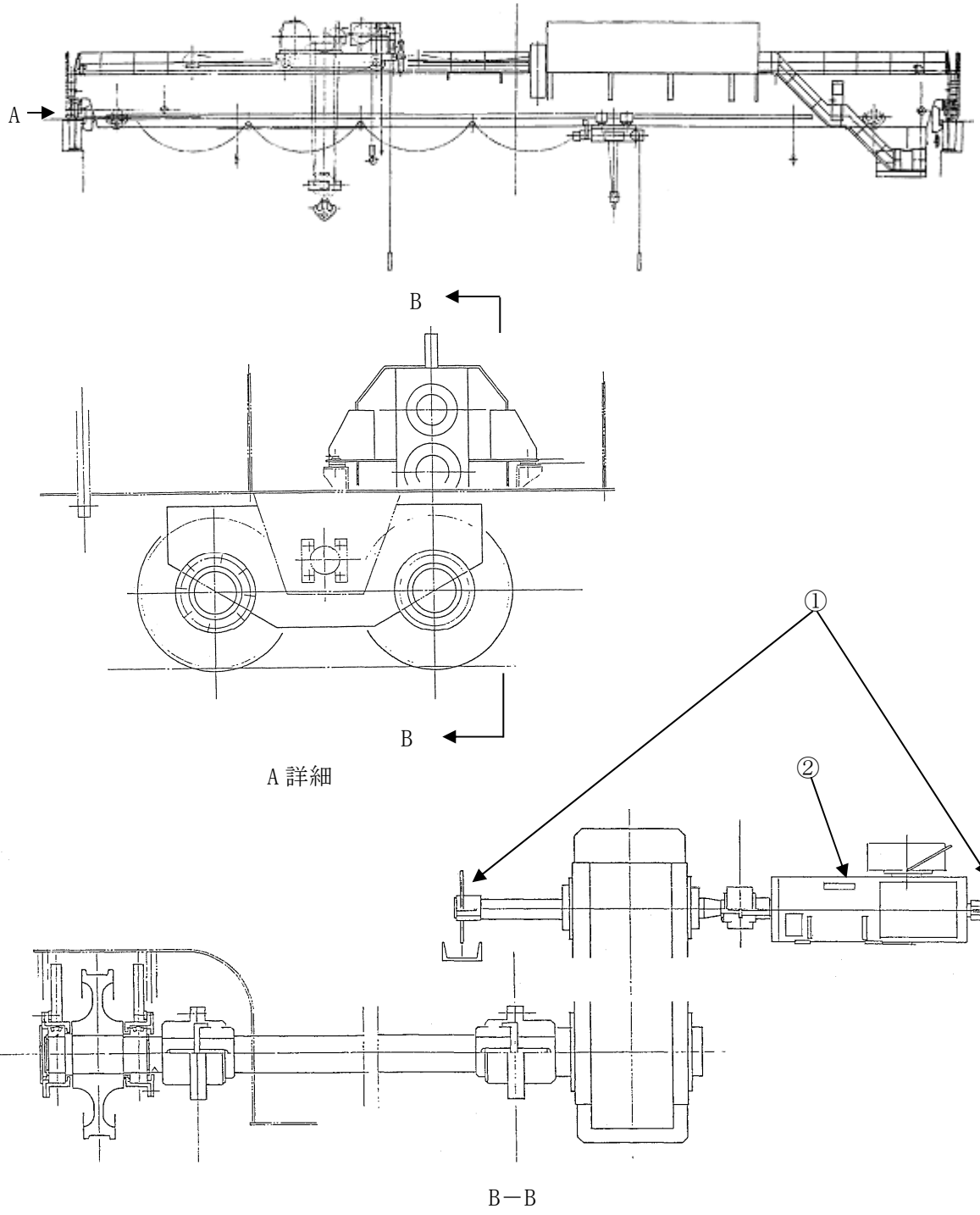
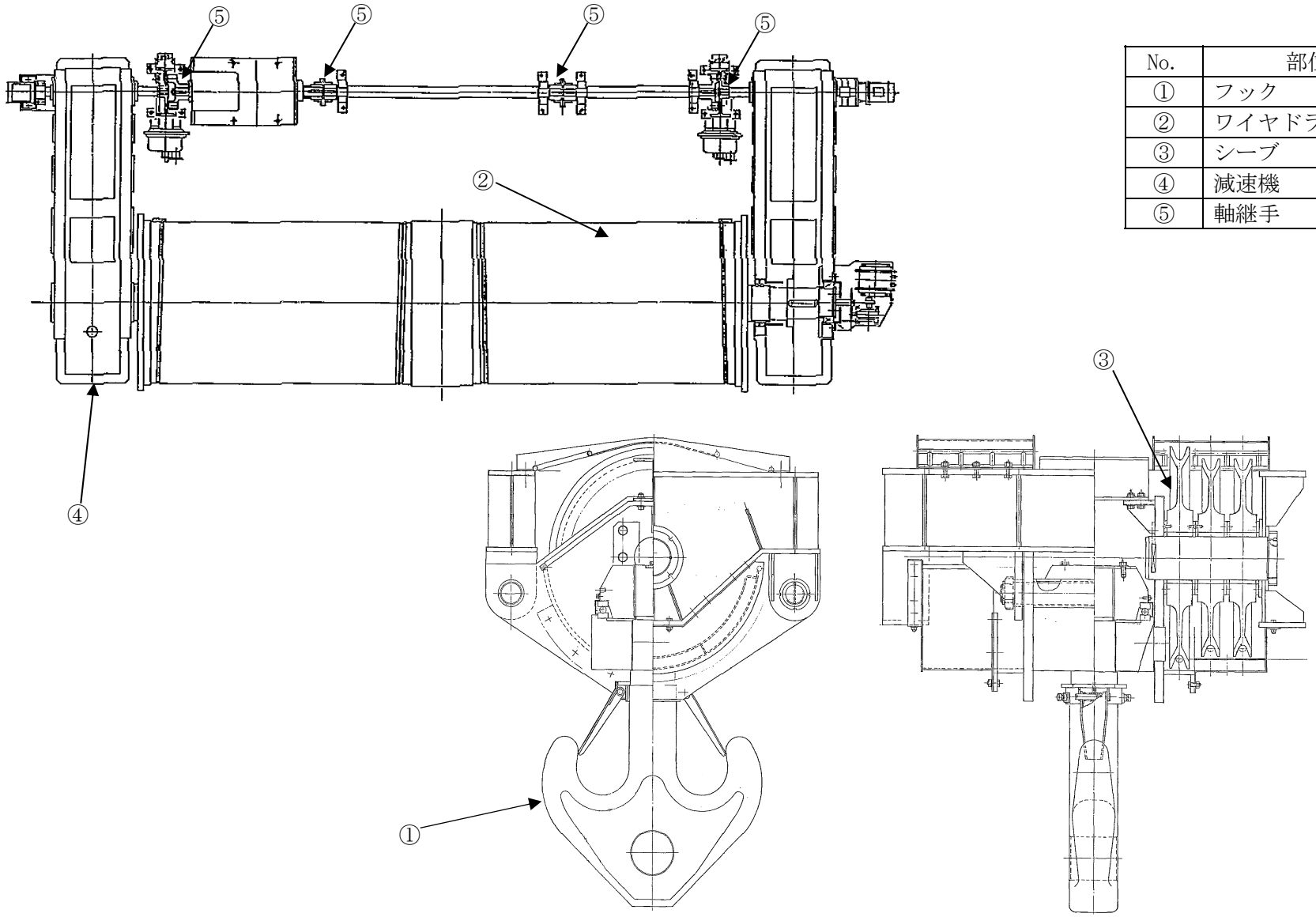
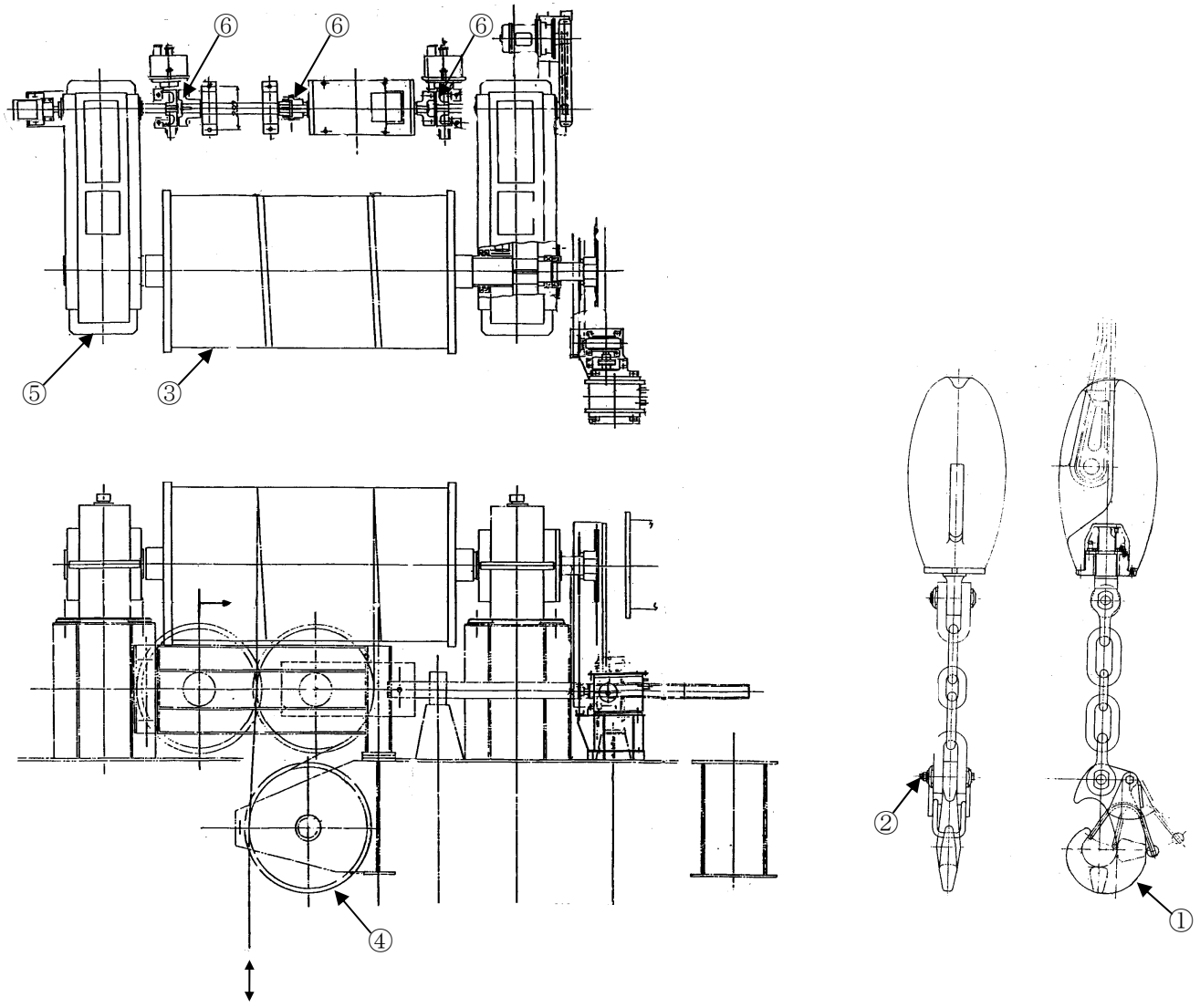


図 2.1-3　原子炉建屋 6 階天井走行クレーン構造図



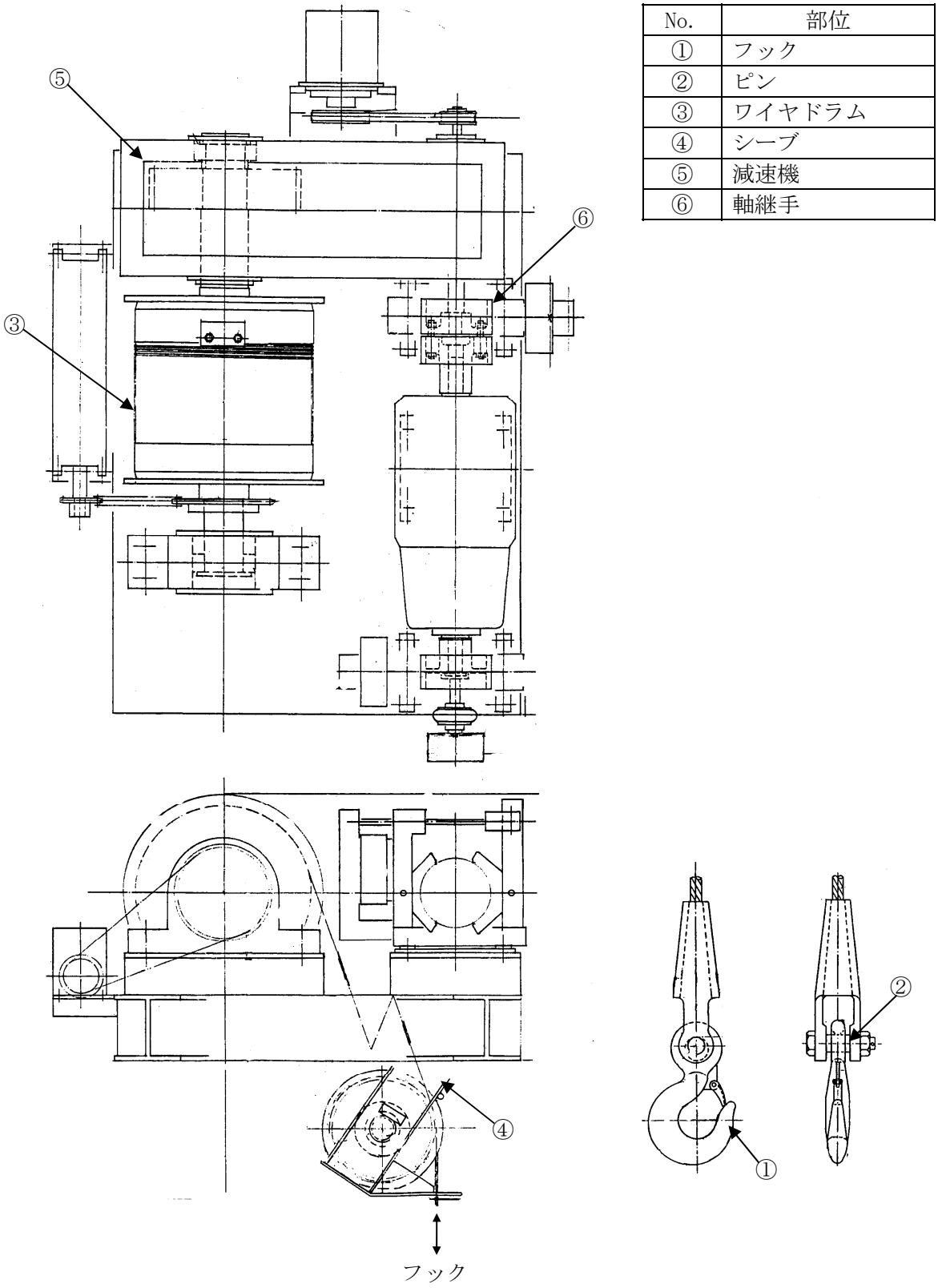
No.	部位
①	フック
②	ワイヤドラム
③	シーブ
④	減速機
⑤	軸継手

図 2.1-4　原子炉建屋 6 階天井走行クレーン構造図（主巻 125 ton）



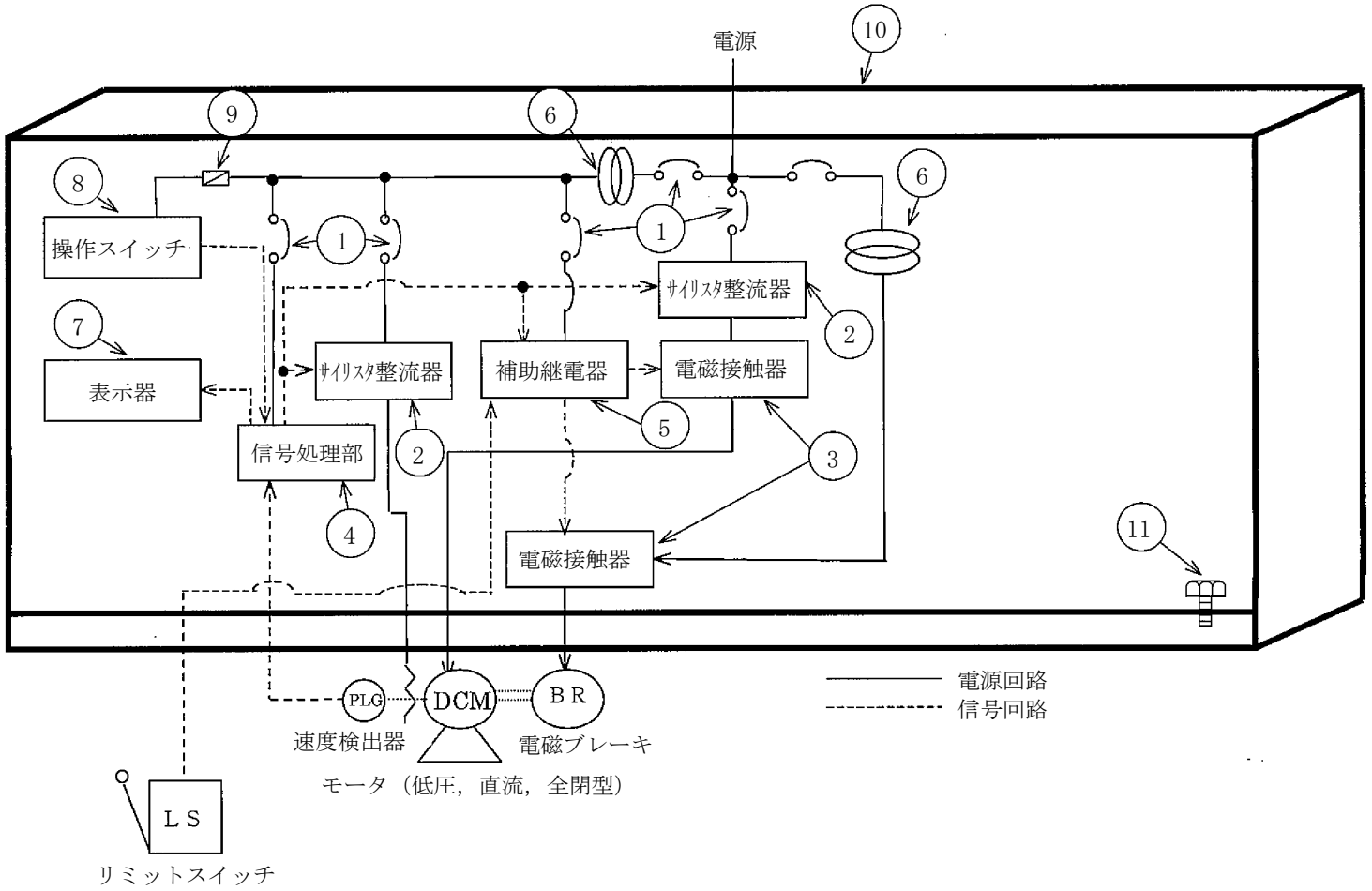
No.	部位
①	フック
②	ピン
③	ワイヤドラム
④	シーブ
⑤	減速機
⑥	軸継手

図 2.1-5　原子炉建屋 6 階天井走行クレーン構造図（補巻 5 ton）



No.	部位
①	フック
②	ピン
③	ワイヤドラム
④	シーブ
⑤	減速機
⑥	軸継手

図 2.1-6　原子炉建屋 6 階天井走行クレーン構造図（補巻 1 ton）



No.	部位
①	配線用遮断器
②	サイリスタ整流器
③	電磁接触器
④	信号処理部
⑤	補助継電器
⑥	計器用変圧器
⑦	表示器
⑧	操作スイッチ
⑨	ヒューズ
⑩	筐体
⑪	筐体取付ボルト

図 2.1-7　原子炉建屋 6 階天井走行クレーン制御盤構成図

表 2.1-1（1/2）　原子炉建屋 6 階天井走行クレーン主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位		材料		
				主巻 125 ton	補巻 5 ton	補巻 1 ton
燃料の落下防止	保持	フック	フック	炭素鋼	ステンレス鋼	ステンレス鋼
			ピン	－	ステンレス鋼	ステンレス鋼
		ワイヤロープ		（定期取替品）		
		ワイヤドラム		炭素鋼	炭素鋼	炭素鋼
		シーブ		炭素鋼	炭素鋼	炭素鋼
		減速機	ケーシング	炭素鋼	炭素鋼	炭素鋼
			ギヤ	低合金鋼，炭素鋼	低合金鋼，炭素鋼	低合金鋼，炭素鋼
			軸受（ころがり）	低合金鋼	低合金鋼	低合金鋼
		軸継手		鋳鋼，炭素鋼	鋳鋼，炭素鋼	鋳鋼，炭素鋼
		ブレーキ（巻上用）	ドラム	鋳鉄	鋳鉄	鋳鉄
			ライニング	ウーブン系	ウーブン系	レジンモールド系
			スプリング	ばね鋼	ばね鋼	ばね鋼
			電磁コイル	銅，絶縁物	銅，絶縁物	銅，絶縁物
		ブレーキ（走行・横行用）	ドラム，プレート	鋳鉄		
			ライニング	レジンモールド系		
			スプリング	ばね鋼		
			電磁コイル	銅，絶縁物		
機器の支持	支持	トロリ		炭素鋼		
		サドル		炭素鋼		
		ガーダ		炭素鋼		
		レール取付ボルト		炭素鋼		
		筐体		炭素鋼		
		筐体取付ボルト		炭素鋼		
走行・横行機能	走行・横行	車輪	車輪	炭素鋼		
			軸受（ころがり）	低合金鋼		
		レール		炭素鋼		
		浮上がり防止ラグ		炭素鋼		

表 2.1-1（2/2）　原子炉建屋 6 階天井走行クレーン主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
機器の監視・操作・制御保護の維持	操作監視回路	配線用遮断器	銅他
		サイリスタ整流器	半導体他
		電磁接触器	銅他
		信号処理部	半導体，電解コンデンサ，可変抵抗器他
		補助継電器	銅他
		計器用変圧器	銅他
		表示器	（消耗品）
		操作スイッチ	銅他
		リミットスイッチ	銅他
		モータ（巻上用，横行用，走行用）（低圧，直流，全閉型）	主軸：炭素鋼 フレーム，エンドブラケット及び端子箱：圧延鋼板 回転子及び固定子コア：電磁鋼板 固定子コイル及び口出線・接続部品：銅，絶縁物 回転子コイル：銅，絶縁物 軸受（ころがり）：（消耗品） 整流子：銅 ブラシ：（消耗品）
		速度検出器	（定期取替品）
		ヒューズ	（消耗品）

表 2.1-2　原子炉建屋 6 階天井走行クレーンの使用条件

容量	主巻 125 ton，補巻 5 ton，1 ton
使用温度	常温
周囲温度	40 ℃
設置場所	原子炉建屋

2.1.2 DC 建屋天井クレーン

(1) 構造

DC 建屋天井クレーンは，使用済燃料乾式貯蔵容器の取扱等に使用される。容量は 130 ton の主巻が 1 基設置されている。

DC 建屋天井クレーンは，建屋床をまたいで走行するためのガーダ，サドル，車輪及びレール，その上を走行するトロリ，フック，ワイヤロープ，クレーン制御盤等から構成される。フックは炭素鋼であり，荷重はトロリ，ガーダ及びサドルにより支持されている。モータ（巻上用，横行用，走行用）は交流電源で駆動している。

DC 建屋天井クレーンについては，「クレーン等安全規則」に基づき年次点検及び月例点検時に各部の分解点検及び簡易点検を行うことで，点検手入れが可能である。

DC 建屋天井クレーンの全体図を図 2.1-8，走行装置及び横行装置の構造図を図 2.1-9，フックの構造図を図 2.1-10，クレーン制御盤の構成図を図 2.1-11 に示す。

(2) 材料及び使用条件

DC 建屋天井クレーン主要部位の使用材料を表 2.1-3 に，使用条件を表 2.1-4 に示す。

No.	部位	No.	部位
①	ワイヤロープ	⑧	ガーダ
②	減速機	⑨	車輪
③	ブレーキ（巻上用）	⑩	レール
④	ブレーキ（横行用）	⑪	浮上がり防止ラグ
⑤	ブレーキ（走行用）	⑫	モータ（巻上用）（低圧，交流，全閉型）
⑥	トロリ	⑬	モータ（横行用）（低圧，交流，全閉型）
⑦	サドル	⑭	モータ（走行用）（低圧，交流，全閉型）

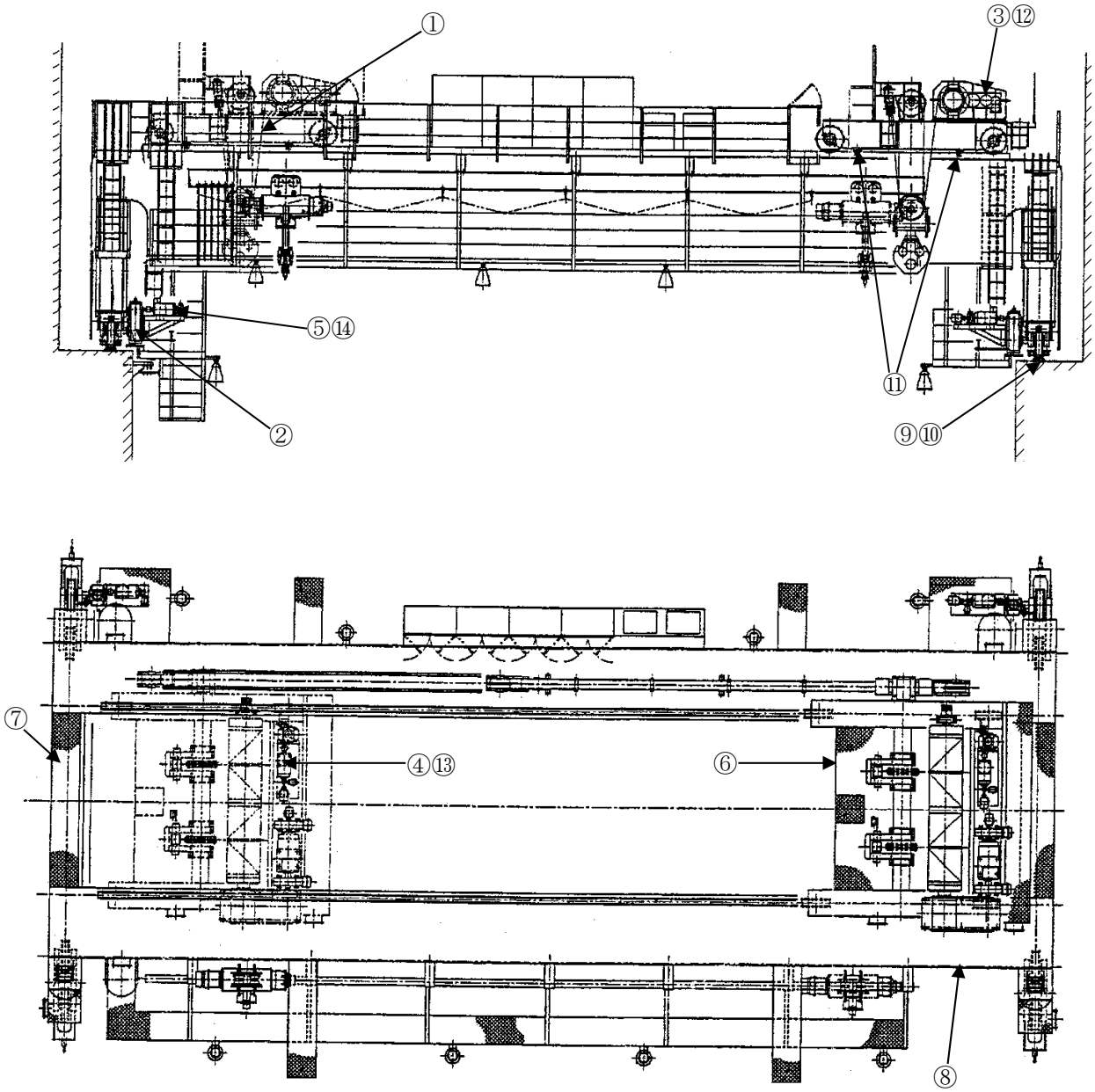
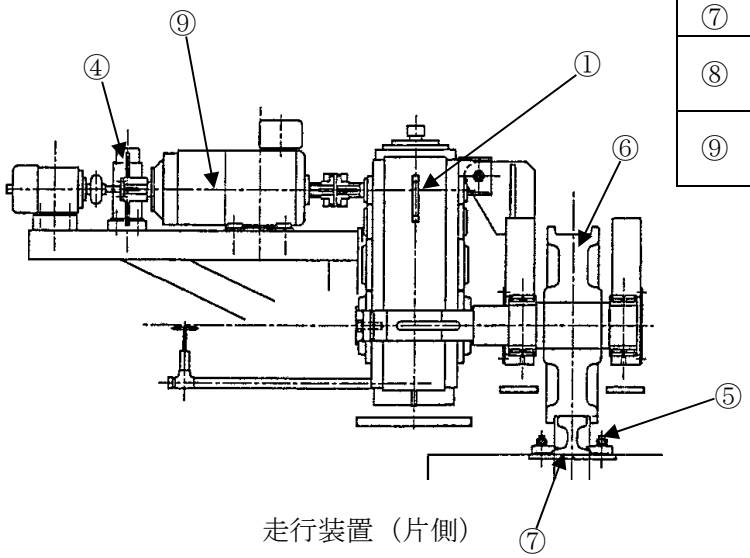
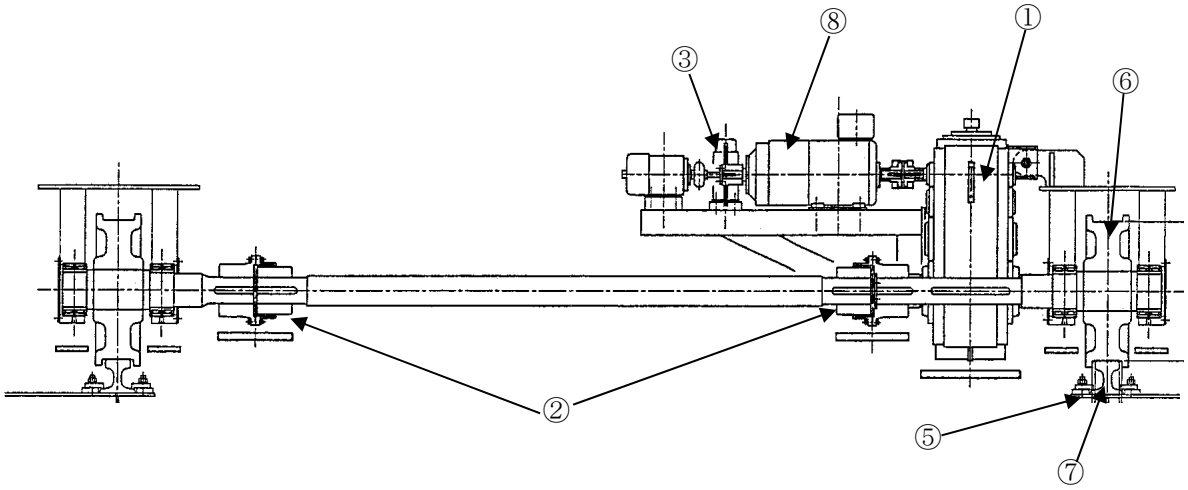


図 2.1-8　DC 建屋天井クレーン全体図

No.	部位
①	減速機
②	軸継手
③	ブレーキ（横行用）
④	ブレーキ（走行用）
⑤	レール取付ボルト
⑥	車輪
⑦	レール
⑧	モータ（横行用）（低圧，交流，全閉型）
⑨	モータ（走行用）（低圧，交流，全閉型）

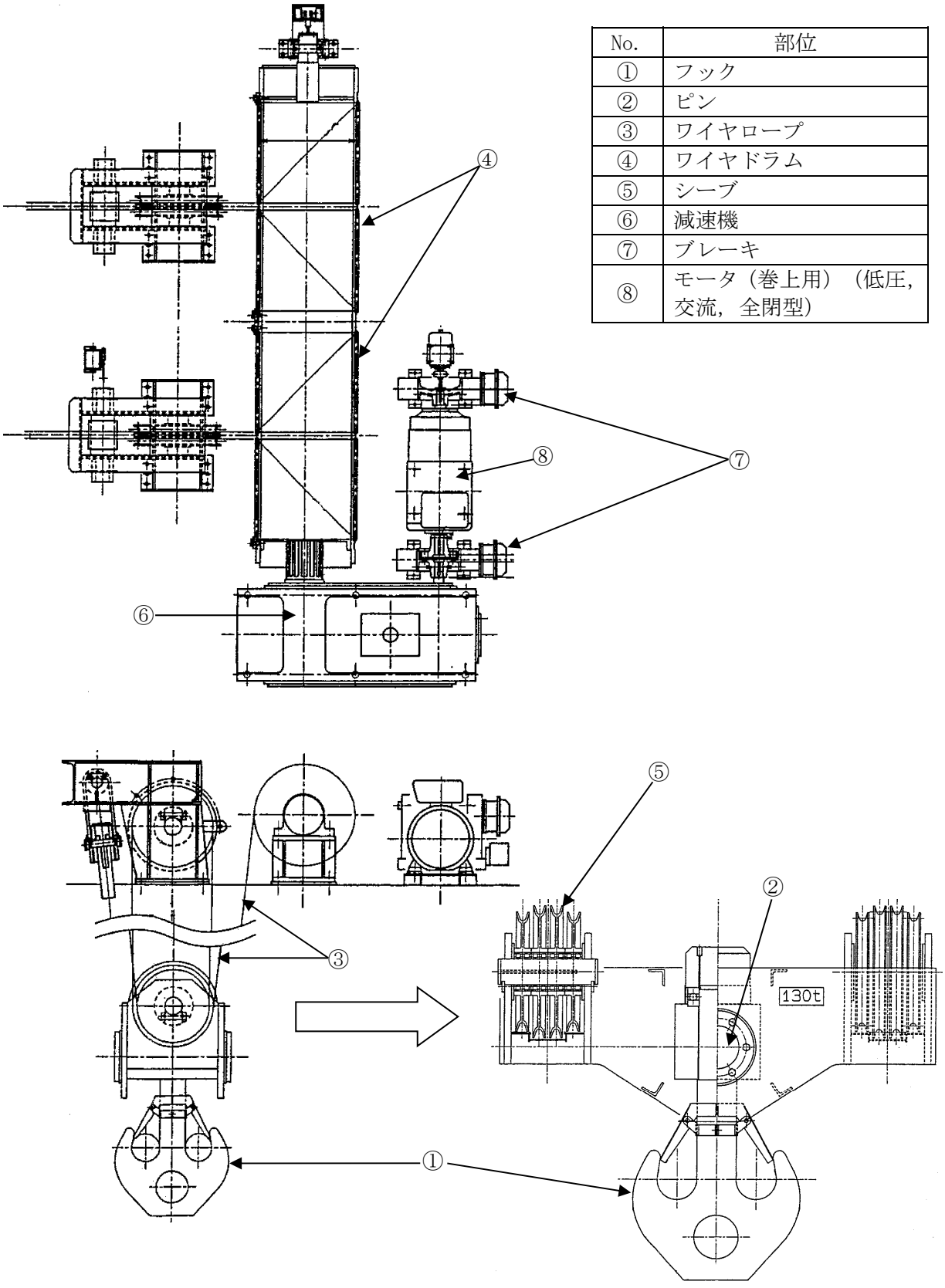


走行装置（片側）



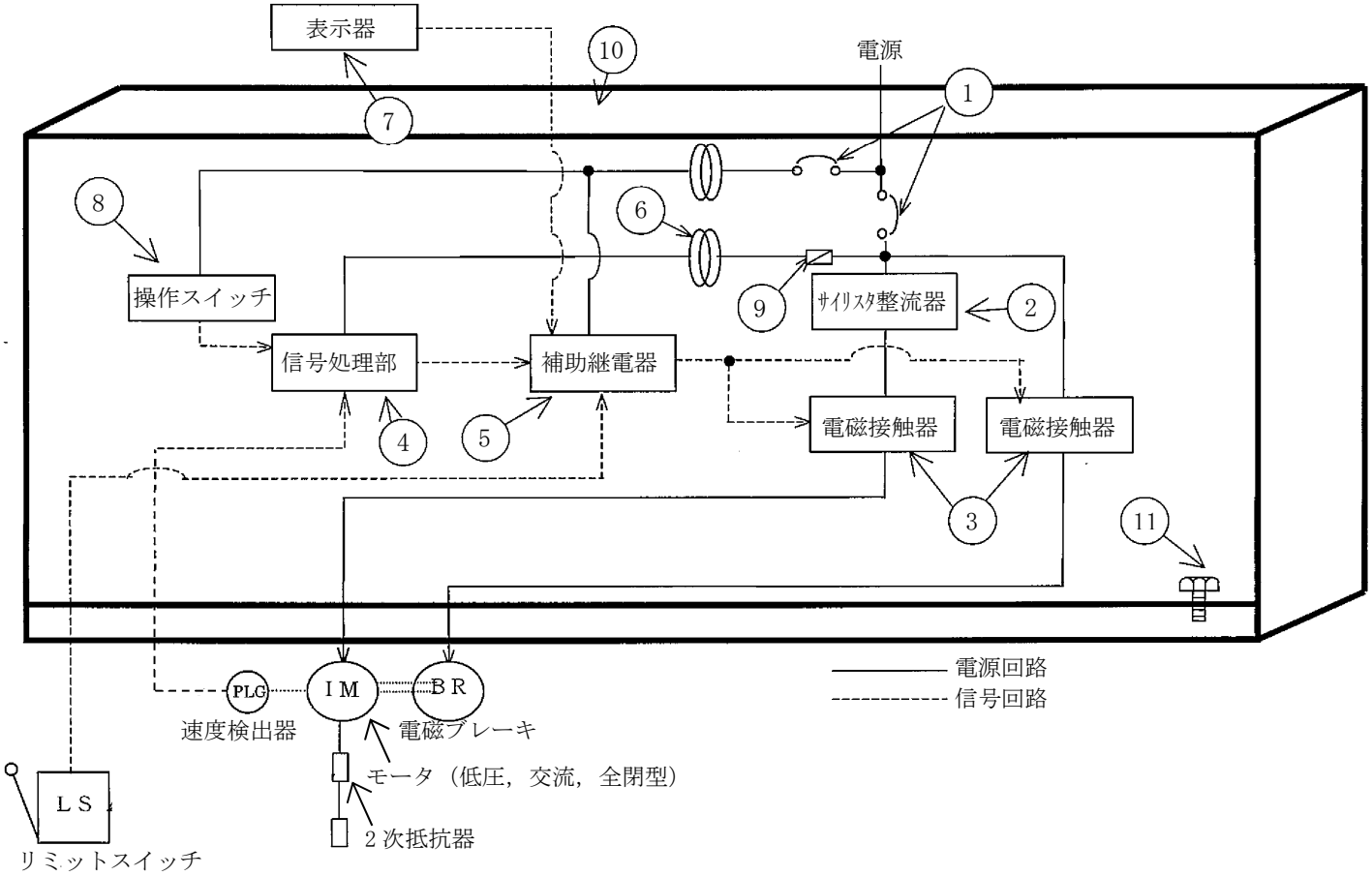
横行装置

図 2.1-9　DC 建屋天井クレーン走行装置，横行装置構造図



No.	部位
①	フック
②	ピン
③	ワイヤロープ
④	ワイヤドラム
⑤	シーブ
⑥	減速機
⑦	ブレーキ
⑧	モータ（巻上用）（低圧，交流，全閉型）

図 2.1-10　DC 建屋天井クレーンフック構造図



No.	部位
①	配線用遮断器
②	サイリスタ整流器
③	電磁接触器
④	信号処理部
⑤	補助継電器
⑥	計器用変圧器
⑦	表示器
⑧	操作スイッチ
⑨	ヒューズ
⑩	筐体
⑪	筐体取付ボルト

図 2.1-11　DC 建屋天井クレーン制御盤構成図

表 2.1-3 (1/2)　DC 建屋天井クレーン主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位		材料
燃料の落下防止	保持	フック	フック	炭素鋼
			ピン	炭素鋼
		ワイヤロープ		（定期取替品）
		ワイヤドラム		炭素鋼
		シーブ		炭素鋼
		減速機	ケーシング	炭素鋼
			ギヤ	低合金鋼，炭素鋼
			軸受（ころがり）	低合金鋼
		軸継手		鋳鋼，炭素鋼
		ブレーキ（巻上用）	ドラム	鋳鉄
			ライニング	ウーブン系
			スプリング	ばね鋼
			電磁コイル	銅，絶縁物
		ブレーキ（横行・走行用）	プレート	鋳鉄
			ライニング	レジンモールド系
			スプリング	ばね鋼
			電磁コイル	銅，絶縁物
機器の支持	支持	トロリ		炭素鋼
		サドル		炭素鋼
		ガーダ		炭素鋼
		レール取付ボルト		低合金鋼
		筐体		炭素鋼
		筐体取付ボルト		炭素鋼
走行・横行機能	走行・横行	車輪	車輪	炭素鋼
			軸受（ころがり）	低合金鋼
		レール		炭素鋼
		浮上がり防止ラグ		炭素鋼

表 2.1-3 (2/2)　DC 建屋天井クレーン制御盤主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
機器の監視・操作・制御保護の維持	操作監視回路	配線用遮断器	銅他
		サイリスタ整流器	半導体他
		電磁接触器	銅他
		信号処理部	半導体，電解コンデンサ，可変抵抗器他
		補助継電器	銅他
		計器用変圧器	銅,エポキシ,鉄
		2 次抵抗器	抵抗素子：ステンレス鋼板 絶縁物：磁器他
		表示器	（消耗品）
		操作スイッチ	銅他
		リミットスイッチ	銅他
		モータ（巻上用，横行用，走行用）（低圧，交流，全閉型）	主軸：炭素鋼 フレーム，エンドブラケット及び端子箱：圧延鋼板 回転子及び固定子コア：電磁鋼板 回転子棒及び回転子エンドリング:アルミニウム合金 固定子コイル及び口出線・接続部品：銅，絶縁物 回転子コイル：銅，絶縁物 軸受（ころがり）：（消耗品）
		速度検出器	主軸：炭素鋼 固定子コイル及び口出線・接続部品：銅，絶縁物 回転子コイル：銅，絶縁物 軸受（ころがり）：（消耗品） ブラシ：（消耗品）
		ヒューズ	（消耗品）

表 2.1-4　DC 建屋天井クレーンの使用条件

容量	130 ton
使用温度	常温
周囲温度	40 ℃
設置場所	使用済燃料乾式貯蔵建屋

2.2 経年劣化事象の抽出

2.2.1 機器の機能達成に必要な項目

燃料取扱クレーンの機能達成に必要な項目は以下のとおり。

(1) 燃料の落下防止

(2) 機器の支持

(3) 走行・横行機能

(4) 機器の監視・操作・制御保護の維持

2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

(1) 想定される経年劣化事象の抽出

燃料取扱クレーンについて，機能達成に必要な項目を考慮して主要な部品に展開した上で，個々の部位の材料，構造，使用条件（圧力，温度等）及び現在までの運転経験を考慮し，表 2.2-1 に示すとおり，想定される経年劣化事象を抽出した（表 2.2-1 で○又は△，▲）。

なお，消耗品及び定期取替品は以下のとおり評価対象外とする。

(2) 消耗品及び定期取替品の扱い

表示器，モータ軸受（ころがり），ブラシ，ヒューズは消耗品であり，ワイヤロープ，原子炉建屋 6 階天井走行クレーンの速度検出器は定期取替品であり，設計時に長期使用せず取替を前提としていることから，高経年化対策を見極める上での評価対象外とする。

(3) 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

想定される経年劣化事象のうち下記①,②に該当しない事象を高経年化対策上着目すべき経年劣化事象と判断した。

なお，下記①，②に該当する事象については，2.2.3 項に示すとおり，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断した。

① 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって，想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象として表 2.2-1 で△）

② 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により，今後も経年劣化の進展が考えられない，又は進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外として表 2.2-1 で▲）

この結果，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象として以下の事象が抽出された（表 2.2-1 で○）。

a. モータ［原子炉建屋 6 階天井走行クレーン］［DC 建屋天井クレーン］及び速度検出器［DC 建屋天井クレーン］の回転子コイル，固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁特性低下

b. ブレーキ電磁コイルの絶縁特性低下［(主巻 125 ton，補巻 5 ton，補巻 1 ton) 原子炉建屋 6 階天井走行クレーン］［DC 建屋天井クレーン］

c. 計器用変圧器の絶縁特性低下［原子炉建屋 6 階天井走行クレーン］［DC 建屋天井クレーン］

2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

(1) 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって，想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象）

a. フック及びピンの摩耗及びき裂［(主巻 125 ton，補巻 5 ton，補巻 1 ton) 原子炉建屋 6 階天井走行クレーン］［DC 建屋天井クレーン］

フック及びピンは，燃料等の取扱時に摩耗の発生が想定される。

しかしながら，定期的なフックの目視点検にて有意な摩耗がないことを確認し，浸透探傷検査にて有意なき裂のないことを確認することとしている。

したがって，フック及びピンの摩耗及びき裂は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

b. 減速機ケーシング，軸継手，トロリ，サドル，ガーダ，レール取付ボルト及び浮上がり防止ラグの腐食（全面腐食）［(主巻 125 ton，補巻 5 ton，補巻 1 ton) 原子炉建屋 6 階天井走行クレーン］［DC 建屋天井クレーン］

減速機ケーシング，トロリ，サドル，ガーダ及び浮上がり防止ラグは炭素鋼，軸継手は鋳鋼及び炭素鋼，レール取付ボルトは炭素鋼及び低合金鋼であり腐食の発生が想定される。

しかしながら，大気接触部には塗装を施しているため，腐食が発生する可能性は小さい。

また，定期的な目視点検により塗膜の状態を確認し，はく離等が認められた場合は必要に応じて補修塗装を実施することとしている。

したがって，減速機ケーシング，軸継手，トロリ，サドル，ガーダ，レール取付ボルト及び浮上がり防止ラグの腐食（全面腐食）は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

c. フックの腐食（全面腐食）［(主巻 125 ton) 原子炉建屋 6 階天井走行クレーン］［DC 建屋天井クレーン］

フック（DC 建屋天井クレーンにおいてはピンを含む）は炭素鋼であり腐食の発生が想定される。

しかしながら，定期的な目視点検にて有意な腐食がないことを確認することとしている。

したがって，フックの腐食（全面腐食）は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

d. ワイヤドラム，シーブ，ブレーキドラム，プレート，車輪及びレールの腐食（全面腐食）［(主巻 125 ton，補巻 5 ton，補巻 1 ton）原子炉建屋 6 階天井走行クレーン］［DC 建屋天井クレーン］

ブレーキドラム，プレートは鋳鉄，ワイヤドラム，シーブ，車輪及びレールは炭素鋼であり腐食の発生が想定される。

しかしながら，定期的な目視点検にて有意な腐食がないことを確認することとしている。

したがって，ワイヤドラム，シーブ，ブレーキドラム，プレート，車輪及びレールの腐食（全面腐食）は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

e. 車輪及びレールの摩耗［原子炉建屋 6 階天井走行クレーン］［DC 建屋天井クレーン］

レール上面及び側面と車輪は転がり接触であるため，すべりが生じる可能性があることから，摩耗の発生が想定される。

しかしながら，定期的な目視点検にて有意な摩耗がないことを確認することとしている。

したがって，車輪及びレールの摩耗は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

f. トロリ，サドル，ガーダ及びレールの疲労割れ［原子炉建屋 6 階天井走行クレーン］［DC 建屋天井クレーン］

トロリ，サドル，ガーダ及びレールは，トロリ，サドル，主巻フック等の荷重を受けているため，疲労割れの発生が想定される。

しかしながら，定期的な目視点検及び動作確認により，有意な変形及び動作不良がないことを確認することとしている。

したがって，トロリ，サドル，ガーダ及びレールの疲労割れは，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

g. 筐体の腐食（全面腐食）［共通］

筐体は炭素鋼であり腐食の発生が想定されるが，筐体表面は塗装が施されているため，腐食が発生する可能性は小さい。

また，定期的な目視点検により塗膜の状態を確認し，はく離等が認められた場合は必要に応じて補修塗装を実施することとしている。

したがって，筐体の腐食（全面腐食）は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

h. 電磁接触器，補助継電器，操作スイッチ及びリミットスイッチの導通不良［原子炉建屋6階天井走行クレーン］［DC建屋天井クレーン］

電磁接触器，補助継電器，操作スイッチ及びリミットスイッチは，接点に付着する浮遊塵埃による導通不良の発生が想定される。

しかしながら，屋内環境に設置されていることから，塵埃付着による導通不良が発生する可能性は小さい。

また，年次点検時に動作確認を実施し異常のないことを確認することとしている。

したがって，電磁接触器，補助継電器，操作スイッチ及びリミットスイッチの導通不良は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

i. サイリスタ整流器及び信号処理部の特性変化［原子炉建屋6階天井走行クレーン］［DC建屋天井クレーン］

サイリスタ整流器及び信号処理部は，電解コンデンサ等の使用部品の劣化や電気回路の不良による特性変化の発生が想定される。

しかしながら，特性変化の主要因である電解コンデンサについては，大きな劣化をきたす前に取替えることとしており，電気回路の不良はマイグレーションによる基板内ICでの回路間短絡，断線が挙げられるが，マイグレーション対策については，設計・製造プロセスが改善されており，屋内環境に設置されていることから，特性変化が発生する可能性は小さい。

また，年次点検時に動作確認を実施し，有意な特性変化がないことを確認することとしている。

したがって，サイリスタ整流器及び信号処理部の特性変化は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

j. 2次抵抗器の絶縁特性低下［DC建屋天井クレーン］

2次抵抗器の絶縁物は磁器であるため，環境的要因による絶縁特性低下の発生が想定されるが，2次抵抗器は屋内環境に設置されているとともに，点検時に清掃を実施していることから，絶縁特性低下が発生する可能性は小さい。

また，点検時に絶縁抵抗測定を実施し，有意な絶縁抵抗低下がないことを確認することとしている。

したがって，2次抵抗器の絶縁特性低下は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

k. 筐体取付ボルトの腐食（全面腐食）［共通］

筐体取付ボルトは炭素鋼であり腐食の発生が想定されるが，ボルト表面は亜鉛メッキ仕上げが施されているとともに，屋内環境に設置されていることから，腐食が発生する可能性は小さい。

また，定期的な目視点検により有意な腐食がないことを確認しており，必要に応じて補修または取替を行うことで機能を維持することとしている。

したがって，筐体取付ボルトの腐食（全面腐食）は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

l. 配線用遮断器の固渋［原子炉建屋 6 階天井走行クレーン］［DC 建屋天井クレーン］

配線用遮断器は周囲温度，浮遊塵埃，発熱，不動作状態の継続により，手動操作機構部の潤滑性能が低下し，摩擦の増大による固渋の発生が想定されるが，配線用遮断器は耐熱性，耐揮発性に優れ潤滑性能が低下し難いグリースが使われており，固渋が発生する可能性は小さい。

また，屋内環境に設置されていることから，周囲温度，浮遊塵埃による影響は少ない。

さらに，年次点検時に作動確認を実施し，有意な固渋がないことを確認することとしている。

したがって，配線用遮断器の固渋は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

m. モータ［（低圧，直流，全閉型）原子炉建屋 6 階天井走行クレーン］及び速度検出器［DC 建屋天井クレーン］の整流子摩耗

整流子はブラシとの接触面に摩耗の発生が想定されるが，整流子材はブラシ材より硬質であることから摩耗が発生する可能性は小さい。

また，屋内環境に設置されていることから，塵埃による摩耗が発生する可能性も小さい。

さらに，点検時に清掃，目視点検，ブラシ摩耗確認及び動作確認を実施し，有意な整流子摩耗がないことを確認することとしている。

したがって，モータ及び速度検出器の整流子摩耗は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

n. モータ（低圧，直流，全閉型）の固定子コア及び回転子コアの腐食（全面腐食）［原子炉建屋 6 階天井走行クレーン］

固定子コア及び回転子コアは電磁鋼板であり，腐食の発生が想定されるが，固定子コア及び回転子コアには絶縁ワニス処理が施されており，腐食進行の可能性は小さい。

また，定期的な目視点検により有意な腐食がないことを確認しており，必要に応じて補修を実施することで機能を維持することとしている。

したがって，モータの固定子コア及び回転子コアの腐食（全面腐食）は，高経年対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

o. モータ（低圧，直流，全閉型）のフレーム，エンドブラケット及び端子箱の腐食（全面腐食）［原子炉建屋 6 階天井走行クレーン］

フレーム，エンドブラケット及び端子箱は炭素鋼であり，腐食の発生が想定されるが，大気接触部には塗装が施されており，腐食が発生する可能性は小さい。

また，定期的な目視点検により塗膜の状態を確認し，はく離等が認められた場合は必要に応じて補修塗装を実施することとしている。

したがって，モータのフレーム，エンドブラケット及び端子箱の腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

p. モータ（低圧，直流，全閉型）の主軸の摩耗［原子炉建屋 6 階天井走行クレーン］

主軸は軸受との接触面に摩耗の発生が想定されるが，点検時に主軸の寸法測定を行い，その結果により必要に応じ補修を実施することとしている。

したがって，モータの主軸の摩耗は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

q. モータ（低圧，直流，全閉型）の取付ボルトの腐食（全面腐食）［原子炉建屋 6 階天井走行クレーン］

取付ボルトは炭素鋼であり，腐食の発生が想定されるが，大気接触部には塗装が施されており，腐食が発生する可能性は小さい。

また，定期的な目視点検により塗膜の状態を確認し，はく離等が認められた場合は必要に応じて補修塗装を実施することとしている。

したがって，モータの取付ボルトの腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

r. モータ（低圧，交流，全閉型）及び速度検出器の固定子コア及び回転子コアの腐食（全面腐食）［DC 建屋天井クレーン］

s. モータ（低圧，交流，全閉型）及び速度検出器のフレーム，エンドブラケット及び端子箱の腐食（全面腐食）［DC 建屋天井クレーン］

t. モータ（低圧，交流，全閉型）及び速度検出器の主軸の摩耗［DC 建屋天井クレーン］

u. モータ（低圧，交流，全閉型）及び速度検出器の取付ボルトの腐食（全面腐食）［DC 建屋天井クレーン］

v. モータ（低圧，交流，全閉型）及び速度検出器の主軸の高サイクル疲労割れ［DC 建屋天井クレーン］

以上，r.～v.の評価については，「ポンプモータの技術評価書」のうち，低圧ポンプモータと同一であることから，当該評価書を参照のこと。

w. ブレーキドラム，プレート及びブレーキライニングの摩耗［原子炉建屋 6 階天井走行クレーン］［DC 建屋天井クレーン］

ブレーキは，ブレーキライニングをスプリングの力によりブレーキドラム又はプレートに押し付けることにより制動力を得るものであり，いずれも制御系で速度を落とした後，その位置を保持する為に使用していることから有意な摩耗が発生する可能性は小さい。

なお，目視点検及び寸法測定において有意な摩耗の有無，ライニングはく離の有無を確認し，必要に応じブレーキドラム，プレートより硬度の低いブレーキライニングの取替を行うこととしており，ブレーキドラム，プレートの摩耗が発生する可能性は小さい。ブレーキライニング接着面は溝付で容易にはがれない構造となっていることから，はく離が発生する可能性は小さい。

今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難いことから，ブレーキドラム，プレート及びブレーキライニングの摩耗は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

x. ギヤの摩耗［（主巻 125 ton，補巻 5 ton，補巻 1 ton）原子炉建屋 6 階天井走行クレーン］［DC 建屋天井クレーン］

減速機のギヤは，機械的要因により摩耗の発生が想定されるが，潤滑油により潤滑されていることから摩耗が発生する可能性は小さい。

なお，これまでの目視点検において有意な摩耗は確認されておらず，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，ギヤの摩耗は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

y. ワイヤドラム及びシーブの摩耗［（主巻 125 ton，補巻 5 ton，補巻 1 ton）原子炉建屋 6 階天井走行クレーン］［DC 建屋天井クレーン］

ワイヤドラム及びシーブは，ワイヤロープと接しており機械的要因による摩耗の発生が想定されるが，ワイヤドラム及びシーブはワイヤロープの巻取方向に沿って回転する構造となっていることから，摩耗が発生する可能性は小さい。

なお，これまでの目視点検において有意な摩耗は確認されておらず，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，ワイヤドラム及びシーブの摩耗は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

z. 軸受の摩耗［（主巻 125 ton，補巻 5 ton，補巻 1 ton）原子炉建屋 6 階天井走行クレーン］［DC 建屋天井クレーン］

減速機及び車輪の軸受（ころがり）は，摺動に伴い軸受内面摺動部において摩耗の発生が想定されるが，潤滑油により潤滑されていることから，摩耗が発生する可能性は小さい。

なお，摩耗による異常は月例点検等の作動確認により検知可能であり，これまでの点検結果において摩耗による異常は確認されておらず，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，軸受の摩耗は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

aa. モータ（低圧，直流，全閉型）の主軸の高サイクル疲労割れ［原子炉建屋 6 階天井走行クレーン］

主軸には，モータ運転時に繰返し応力が発生することから，応力集中部において，高サイクル疲労割れが想定される。

しかしながら，主軸は設計段階において疲労割れが発生しないように考慮された設計となっており，高サイクル疲労割れが発生する可能性は小さい。

なお，点検時の目視点検において有意なき裂がないことを確認することとしており，これまでの運転で高サイクル疲労による割れは発生しておらず，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，主軸の高サイクル疲労割れは，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

(2) 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により，今後も経年劣化の進展が考えられない，又は進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外）

a. モータ（低圧，直流，全閉型）の回転子棒及び回転子エンドリングの疲労割れ［原子炉建屋6階天井走行クレーン］

回転子棒及び回転子エンドリングには，モータ起動時に発生する電磁力等により繰返し応力を受けると疲労割れの発生が想定される。

しかしながら，回転子棒及び回転子エンドリングはアルミダイキャストで一体形成され，スロット内にアルミニウムが充満した状態で回転子棒が形成されていることから，回転子棒とスロットの間に隙間や緩みは生じないため，繰り返し応力による疲労割れが発生する可能性はない。

今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難いことから，回転子棒及び回転子エンドリングの疲労割れは，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

b. モータ（低圧，交流，全閉型）及び速度検出器の回転子棒，回転子エンドリングの疲労割れ［DC建屋天井クレーン］

以上，b.の評価については，「ポンプモータの技術評価書」のうち，低圧ポンプモータと同一であることから，当該評価書を参照のこと。

c. ブレーキスプリングのへたり［（主巻125 ton，補巻5 ton，補巻1 ton）原子炉建屋6階天井走行クレーン］［DC建屋天井クレーン］

ブレーキのスプリングは，常時応力がかかった状態で使用されるため，へたりの発生が想定される。

しかしながら，スプリング使用時のねじり応力は許容ねじり応力以下になるように設定されており，さらに，スプリングの材料に対する推奨最高使用温度よりも実際の使用温度は低いことから，へたりが発生する可能性はない。

したがって，ブレーキスプリングのへたりは，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

表 2.2-1（1/8）原子炉建屋 6 階天井走行クレーン（主巻 125 ton）に想定される経年劣化事象（1/5）

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位		消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考
						減肉		割れ		材質変化		その他	
						摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
燃料の落下防止	保持	フック			炭素鋼	△	△					△*1	*1：き裂 *2：へたり *3：絶縁特性低下
		ワイヤロープ		◎	－								
		ワイヤドラム			炭素鋼	△	△						
		シーブ			炭素鋼	△	△						
		減速機	ケーシング		炭素鋼		△						
			ギヤ		低合金鋼，炭素鋼	△							
			軸受（ころがり）		低合金鋼	△							
		軸継手			鋳鋼，炭素鋼		△						
		ブレーキ（巻上用）	ドラム		鋳鉄	△	△						
			ライニング		ウーブン系	△							
			スプリング		ばね鋼							▲*2	
			電磁コイル		銅，絶縁物							○*3	

○：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象
△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）
▲：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象以外）

表 2.2-1（2/8）原子炉建屋 6 階天井走行クレーン（補巻 5 ton）に想定される経年劣化事象（2/5）

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位		消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考
						減肉		割れ		材質変化		その他	
						摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
燃料の落下防止	保持	フック	フック		ステンレス鋼	△						△*1	*1:き裂 *2:へたり *3:絶縁特性低下
			ピン		ステンレス鋼	△						△*1	
		ワイヤロープ		◎	－								
		ワイヤドラム			炭素鋼	△	△						
		シーブ			炭素鋼	△	△						
		減速機	ケーシング		炭素鋼		△						
			ギヤ		低合金鋼，炭素鋼	△							
			軸受（ころがり）		低合金鋼	△							
		軸継手			鋳鋼，炭素鋼		△						
		ブレーキ（巻上用）	ドラム		鋳鉄	△	△						
			ライニング		ウーブン系	△							
			スプリング		ばね鋼							▲*2	
			電磁コイル		銅，絶縁物							○*3	

○：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象
△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）
▲：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象以外）

表 2.2-1（3/8）原子炉建屋 6 階天井走行クレーン（補巻 1 ton）に想定される経年劣化事象（3/5）

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位		消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考
						減肉		割れ		材質変化		その他	
						摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
燃料の落下防止	保持	フック	フック		ステンレス鋼	△						△*1	*1:き裂 *2:へたり *3:絶縁特性低下
			ピン		ステンレス鋼	△						△*1	
		ワイヤロープ		◎	―								
		ワイヤドラム			炭素鋼	△	△						
		シーブ			炭素鋼	△	△						
		減速機	ケーシング		炭素鋼		△						
			ギヤ		低合金鋼，炭素鋼	△							
			軸受（ころがり）		低合金鋼	△							
		軸継手			鋳鋼，炭素鋼		△						
		ブレーキ（巻上用）	ドラム		鋳鉄	△	△						
			ライニング		レジンモールド系	△							
			スプリング		ばね鋼							▲*2	
			電磁コイル		銅，絶縁物							○*3	

○：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象
△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）
▲：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象以外）

表 2.2-1（4/8）原子炉建屋 6 階天井走行クレーン（共通）に想定される経年劣化事象（4/5）

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位		消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考
						減肉		割れ		材質変化		その他	
						摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
燃料落下の防止	保持	ブレーキ（走行・横行用）	ドラム，プレート		鋳鉄	△	△						*1:へたり *2:絶縁特性低下
			ライニング		レジンモールド系	△							
			スプリング		ばね鋼							▲*1	
			電磁コイル		銅，絶縁物							○*2	
機器の支持	支持	トロリ			炭素鋼		△	△					
		サドル			炭素鋼		△	△					
		ガーダ			炭素鋼		△	△					
		レール取付ボルト			炭素鋼		△						
		筐体			炭素鋼		△						
		筐体取付ボルト			炭素鋼		△						
走行・横行機能	走行・横行	車輪	車輪		炭素鋼	△	△						
			軸受（ころがり）		低合金鋼	△							
		レール			炭素鋼	△	△	△					
		浮上がり防止ラグ			炭素鋼		△						

○：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象
△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）
▲：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象以外）

表 2.2-1（5/8）　原子炉建屋 6 階天井走行クレーン（共通）に想定される経年劣化事象（5/5）

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象								備考
					減肉		割れ		絶縁	導通	信号	その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	絶縁特性低下	導通不良	特性変化		
機器の監視・操作・制御保護の維持	操作監視回路	配線用遮断器		銅他								△*9	*1：主軸 *2：整流子 *3：フレーム，エンドブラケット及び端子箱 *4：固定子コア及び回転子コア *5：取付ボルト *6：主軸の高サイクル疲労割れ *7：回転子棒及び回転子エンドリング *8：回転子コイル，固定子コイル及び口出し線・接続部品 *9：固渋 *10：軸受（ころがり），ブラシ
		電磁接触器		銅他						△			
		計器用変圧器		銅他					○				
		補助継電器		銅他						△			
		表示器	◎	－									
		操作スイッチ		銅他						△			
		信号処理部		半導体他							△		
		リミットスイッチ		銅他						△			
		モータ（低圧，直流，全閉型）	◎*10	炭素鋼，銅，絶縁物他	△*1*2	△*3*4*5	△*6 ▲*7		○*8				
		サイリスタ整流器		半導体他							△		
		速度検出器	◎	－									
		ヒューズ	◎	－									

○：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象
△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）
▲：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象以外）

表 2.2-1 (6/8)　DC 建屋天井クレーンに想定される経年劣化事象 (1/3)

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位		消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考
						減肉		割れ		材質変化		その他	
						摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
燃料の落下防止	保持	フック	フック		炭素鋼	△	△					△*1	*1:き裂 *2:へたり *3:絶縁特性低下
			ピン		炭素鋼	△	△					△*1	
		ワイヤロープ		◎	－								
		ワイヤドラム			炭素鋼	△	△						
		シーブ			炭素鋼	△	△						
		減速機	ケーシング		炭素鋼		△						
			ギヤ		低合金鋼，炭素鋼	△							
			軸受（ころがり）		低合金鋼	△							
		軸継手			鋳鋼，炭素鋼		△						
		ブレーキ（巻上用）	ドラム		鋳鉄	△	△						
			ライニング		ウーブン系	△							
			スプリング		ばね鋼							▲*2	
			電磁コイル		銅，絶縁物							○*3	

○：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象
△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）
▲：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象以外）

表 2.2-1（7/8）　DC 建屋天井クレーンに想定される経年劣化事象（2/3）

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位		消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考
						減肉		割れ		材質変化		その他	
						摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
燃料落下の防止	保持	ブレーキ（走行・横行用）	プレート		鋳鉄	△	△						*1：へたり *2：絶縁特性低下
			ライニング		レジンモールド系	△							
			スプリング		ばね鋼							▲*1	
			電磁コイル		銅，絶縁物							○*2	
機器の支持	支持	トロリ			炭素鋼		△	△					
		サドル			炭素鋼		△	△					
		ガーダ			炭素鋼		△	△					
		レール取付ボルト			低合金鋼		△						
		筐体			炭素鋼		△						
		筐体取付ボルト			炭素鋼		△						
走行・横行機能	走行・横行	車輪	車輪		炭素鋼	△	△						
			軸受（ころがり）		低合金鋼	△							
		レール			炭素鋼	△	△	△					
		浮上がり防止ラグ			炭素鋼		△						

○：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象
△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）
▲：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象以外）

表 2.2-1（8/8）DC 建屋天井クレーンに想定される経年劣化事象（3/3）

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象								備考
					減肉		割れ		絶縁	導通	信号	その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	絶縁特性低下	導通不良	特性変化		
機器の監視・操作・制御保護の維持	操作監視回路	配線用遮断器		銅他								△*9	*1:主軸 *2:整流子 *3:フレーム，エンドブラケット及び端子箱 *4:固定子コア及び回転子コア *5:取付ボルト *6:主軸の高サイクル疲労割れ *7:回転子棒及び回転子エンドリング *8:回転子コイル，固定子コイル及び口出し線・接続部品 *9:固渋 *10:軸受（ころがり） *11:ブラシ
		電磁接触器		銅他						△			
		計器用変圧器		銅，エポキシ，鉄					○				
		補助継電器		銅他						△			
		表示器	◎	－									
		操作スイッチ		銅他						△			
		信号処理部		半導体他							△		
		リミットスイッチ		銅他						△			
		モータ（低圧，交流，全閉型）	◎*10	炭素鋼，銅，絶縁物他	△*1	△*3*4*5	△*6 ▲*7		○*8				
		サイリスタ整流器		半導体他							△		
		速度検出器	◎*10*11	炭素鋼 銅，絶縁物	△*1*2	△*3*4*5	△*6 ▲*7		○*8				
		２次抵抗器		ステンレス鋼板，磁器他					△				
		ヒューズ	◎	－									

○：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象
△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）
▲：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象以外）

2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の評価

(1) モータ［原子炉建屋 6 階天井走行クレーン］［DC 建屋天井クレーン］及び速度検出器［DC 建屋天井クレーン］の回転子コイル，固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁特性低下

a. 事象の説明

モータ及び速度検出器の回転子コイル，固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁特性低下要因としては，熱による特性変化，絶縁物に付着するゴミ，埃又は内部の微小なボイド等による放電等，機械的，熱的，電気的及び環境的要因により経年的に劣化が進行し，外表面，内部等から絶縁低下を生ずる可能性がある。

b. 技術評価

① 健全性評価

回転子コイル，固定子コイル及び口出線・接続部品については，機械的，熱的，電気的及び環境的要因により経年的に劣化が進行し，外表面，内部等から絶縁特性低下を起こす可能性があるが，最も絶縁特性低下に影響を及ぼす要因は環境的要因である。

しかし，環境的要因は清掃を実施することにより健全性の維持は可能である。

さらに，点検時には，目視点検，清掃及び絶縁抵抗測定を実施し，これまでの点検結果においては，有意な絶縁特性低下は確認されていない。

これらのことから，今後も有意な絶縁特性低下が発生する可能性は小さいと考えられるが，絶縁特性が変化する可能性は否定できない。

② 現状保全

回転子コイル，固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁特性低下に対しては，点検時に目視点検，清掃及び絶縁抵抗測定を行い，有意な絶縁特性低下がないことを確認している。点検で有意な絶縁特性低下が確認された場合には，洗浄・乾燥及び絶縁補修（絶縁物にワニスを注入）または，固定子コイル及び口出線・接続部品もしくはモータの取替を行うこととしている。

③ 総合評価

健全性評価結果及び現状保全結果から判断して，回転子コイル，固定子コイル及び口出線・接続部品の有意な絶縁特性低下が発生する可能性は小さく，また現状保全にて絶縁特性の低下は把握可能である。

今後も目視点検，清掃及び絶縁抵抗測定により異常の有無の確認は可能であり，現状の保全は点検手法として適切であると考えられる。

c．高経年化への対応

モータ及び速度検出器の回転子コイル，固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁特性低下に対しては，高経年化対策の観点から現状の保全内容に追加すべき項目はない。

(2) ブレーキ電磁コイルの絶縁特性低下［(主巻 125 ton，補巻 5 ton，補巻 1 ton) 原子炉建屋 6 階天井走行クレーン］［DC 建屋天井クレーン］

a. 事象の説明

ブレーキ電磁コイルの絶縁部は有機物であるため，熱による特性変化，絶縁物に付着する埃，絶縁物中のボイド等による放電等，機械的，熱的，電気的及び環境的要因により経年的に劣化が進行し，絶縁特性低下を起こす可能性がある。

ただし，ブレーキ電磁コイルは低圧機器であるため，電気的劣化の可能性は小さいと考えられる。

b. 技術評価

① 健全性評価

ブレーキ電磁コイルについては長期間の使用を想定した設計となっていること，また動作時間が短いことから，機械的，熱的及び電気的要因による劣化は発生し難く，また構造的に埃等の異物が混入し難くなっており環境的劣化の可能性も小さいが，振動等による機械的劣化，通電電流による熱的劣化，絶縁物中のボイド等での放電等による電気的劣化及び埃等の異物・吸湿による環境的劣化が生じる可能性は否定できない。

② 現状保全

ブレーキ電磁コイルの絶縁特性低下に対しては，点検時に絶縁物の変色有無や塵埃付着の有無等の目視点検，清掃及び絶縁抵抗測定を行い，有意な絶縁特性低下がないことを確認している。

また，これらの点検で有意な絶縁特性低下が認められた場合は，取替えることとしている。

③ 総合評価

健全性評価及び現状保全の結果から判断して，ブレーキ電磁コイルの有意な絶縁特性低下が発生する可能性は小さい。絶縁特性低下は点検時における絶縁抵抗測定にて把握可能である。

また，今後も，目視点検，清掃及び絶縁抵抗測定を実施することで，異常の有無の確認は把握可能であり，現状の保全は点検方法としては適切であると判断する。

c. 高経年化への対応

ブレーキ電磁コイルの絶縁特性低下に対しては，高経年化対策の観点から現状の保全内容に追加すべき項目はない。

(3) 計器用変圧器の絶縁特性低下［原子炉建屋 6 階天井走行クレーン］［DC 建屋天井クレーン］

a. 事象の説明

計器用変圧器の絶縁部は有機物であるため，熱による特性変化，絶縁物に付着する埃，絶縁物中のボイド等による放電等，機械的，熱的，電気的及び環境的要因により経年的に劣化が進行し，絶縁特性低下を起こす可能性がある。

ただし，計器用変圧器は低圧機器であるため，電気的劣化の可能性は小さいと考えられる。

b. 技術評価

① 健全性評価

計器用変圧器については長期間の使用を想定した設計となっていること，また動作時間が短いことから，機械的，熱的及び電気的要因による劣化は発生し難く，また構造的に埃等の異物が混入し難くなっており環境的劣化の可能性も小さいが，振動等による機械的劣化，通電電流による熱的劣化，絶縁物中のボイド等での放電等による電気的劣化及び埃等の異物・吸湿による環境的劣化が生じる可能性は否定できない。

② 現状保全

計器用変圧器の絶縁特性低下に対しては，点検時に絶縁物の変色有無や塵埃付着の有無等の目視点検，清掃及び絶縁抵抗測定を行い，有意な絶縁特性低下がないことを確認している。

また，これらの点検で有意な絶縁特性低下が認められた場合は，取替えることとしている。

③ 総合評価

健全性評価及び現状保全の結果から判断して，計器用変圧器の有意な絶縁特性低下が発生する可能性は小さい。絶縁特性低下は点検時における絶縁抵抗測定にて把握可能である。

また，今後も，目視点検，清掃及び絶縁抵抗測定を実施することで，異常の有無の確認は把握可能であり，現状の保全は点検方法としては適切であると判断する。

c. 高経年化への対応

計器用変圧器の絶縁特性低下に対しては，高経年化対策の観点から現状の保全内容に追加すべき項目はない。

8. 制御用圧縮空気系設備

［対象機器］

① 制御用圧縮空気系設備

目次

1. 対象機器 8-1
2. 制御用圧縮空気系設備の技術評価..... 8-2
2.1 構造，材料及び使用条件..... 8-2
2.2 経年劣化事象の抽出..... 8-9
2.2.1 機器の機能達成に必要な項目..... 8-9
2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出..... 8-9
2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象..... 8-11
2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の評価..... 8-19

1. 対象機器

東海第二で使用している制御用圧縮空気系設備の主な仕様を表 1-1 に示す。

表 1-1　制御用圧縮空気系設備の主な仕様

機器名称	仕様 (容量)	重要度*1	使用条件		
			運転 状態	最高使用圧力*3 (MPa)	最高使用温度*3 (℃)
制御用圧縮空気系設備	978 m^3/h	高*2	連続	0.86	250

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

*2：最高使用温度が 95 ℃を超え，又は最高使用圧力が 1,900 kPa を超える環境下にある原子炉格納容器外の重要度クラス 3 の機器

*3：圧縮機出口又はアフタークーラ入口の圧力及び温度を示す

2. 制御用圧縮空気系設備の技術評価

2.1 構造，材料及び使用条件

(1) 構造

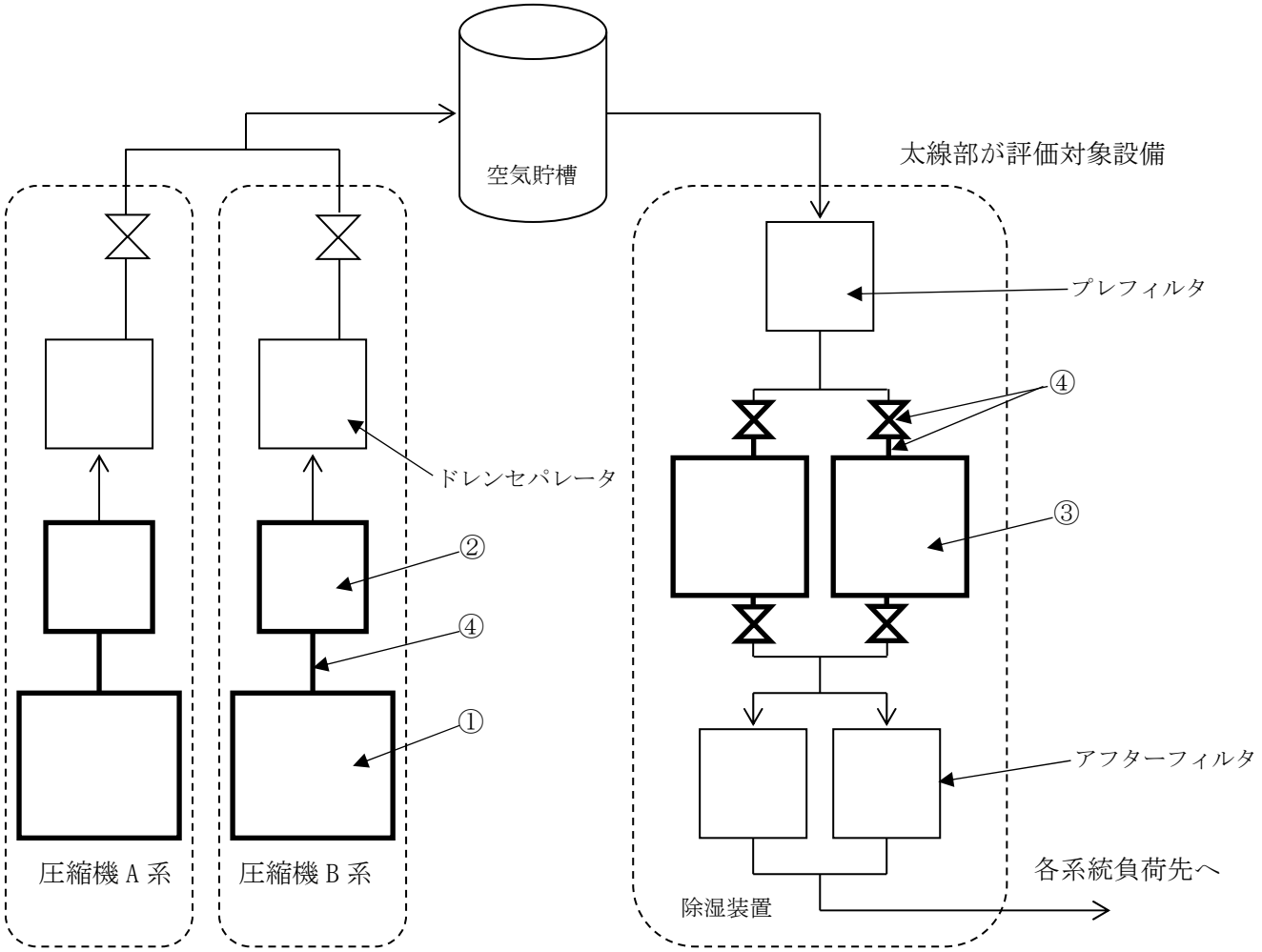
東海第二の制御用圧縮空気系設備は，空気圧縮機，アフタークーラ，ドレンセパレータ，空気貯槽，プレフィルタ，除湿塔，アフターフィルタ，配管及び弁から構成されている。

制御用圧縮空気系設備のうち，高温・高圧対象機器として，空気圧縮機，アフタークーラ，除湿塔，配管及び弁の評価を行う。

東海第二の制御用圧縮空気系設備の構成図を図 2.1-1 に，各機器の構造図を図 2.1-2 に示す。

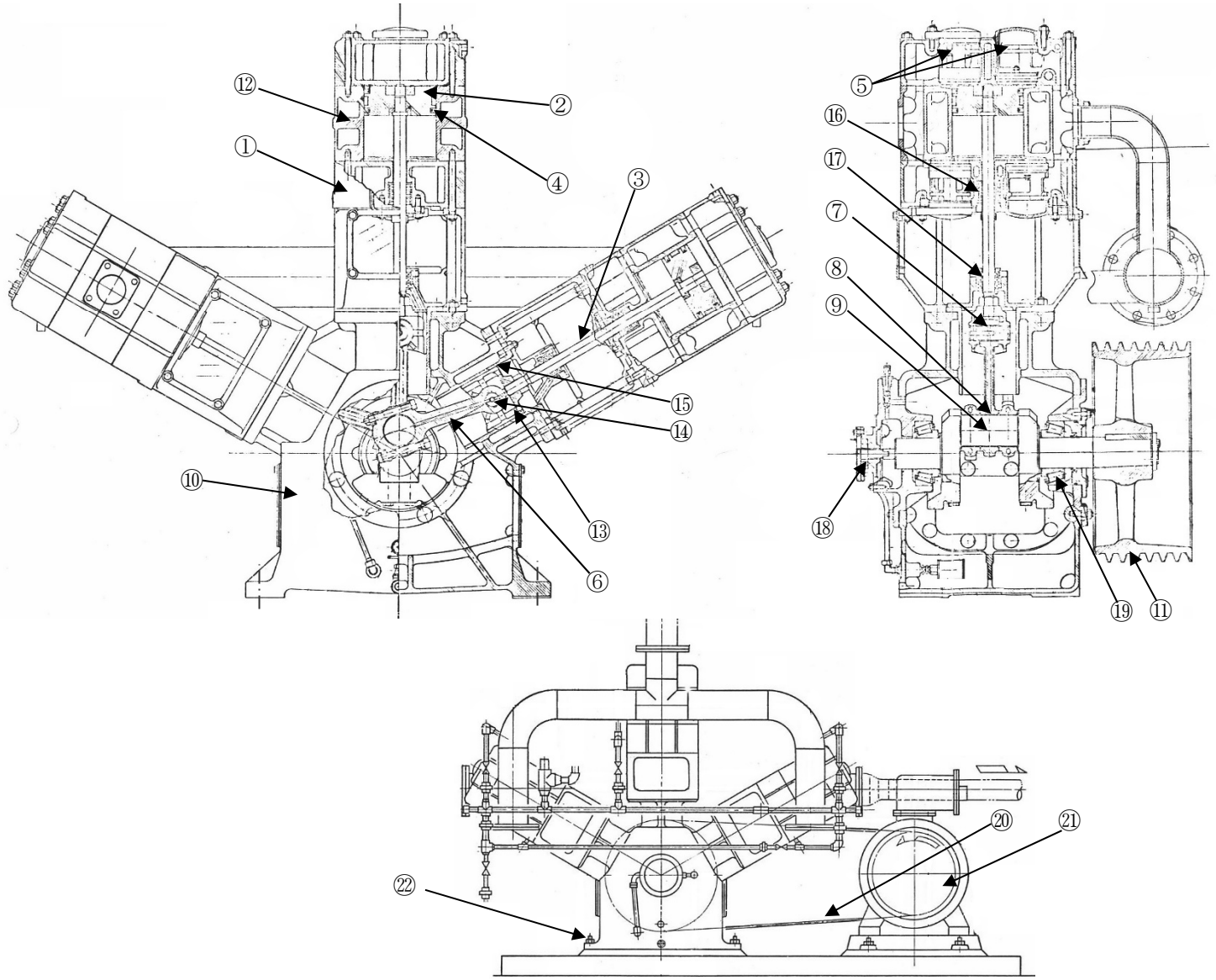
(2) 材料及び使用条件

東海第二の制御用圧縮空気系設備主要部位の使用材料を表 2.1-1 に，使用条件を表 2.1-2 に示す。



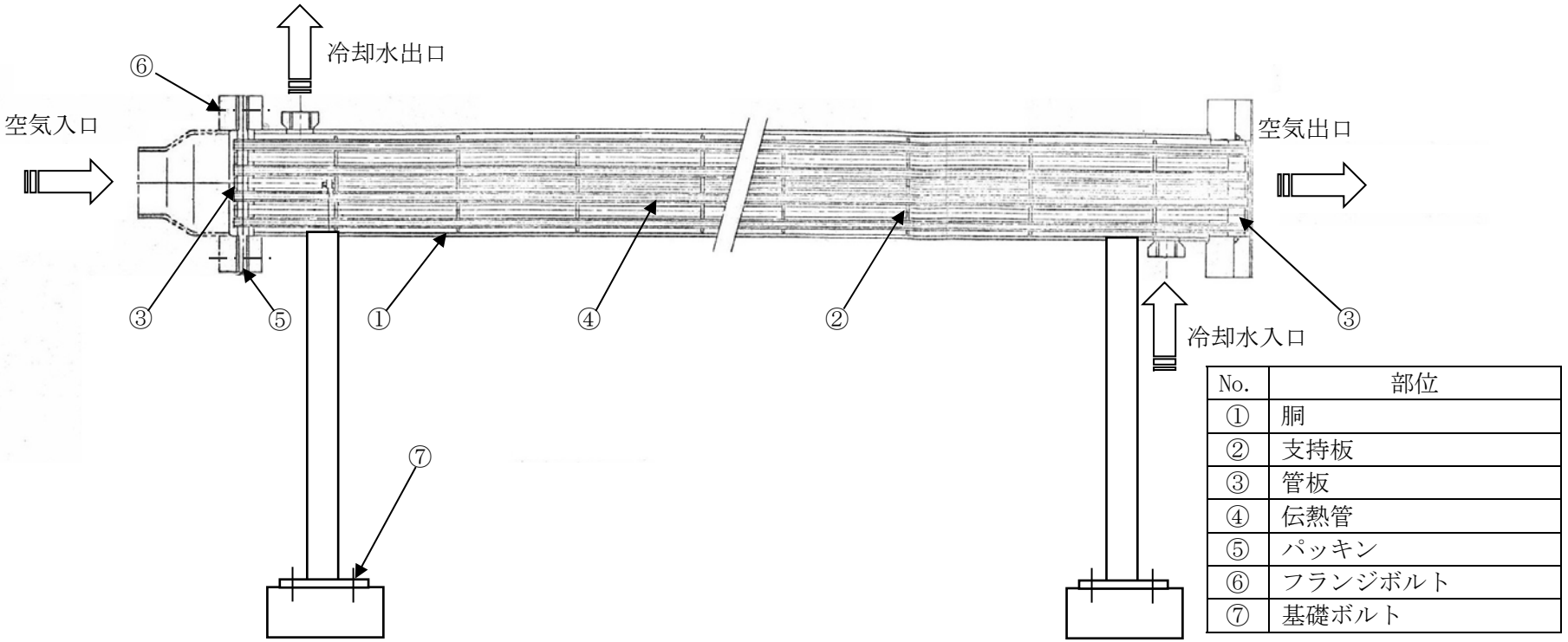
No.	部位
①	空気圧縮機
②	アフタークーラ
③	除湿塔
④	配管及び弁

図 2.1-1　制御用圧縮空気系設備構成図



No.	部位
①	胴
②	ピストン
③	ピストンロッド
④	ピストンリング
⑤	吸排気弁
⑥	コネクティングロッド
⑦	スモールエンドメタル
⑧	ラージエンドメタル
⑨	クランク軸
⑩	クランクケース
⑪	プーリー
⑫	シリンダ
⑬	クロスヘッド
⑭	クロスピン
⑮	クロスガイド
⑯	グランドパッキン
⑰	オイルシール
⑱	油ポンプギア
⑲	軸受（ころがり）
⑳	Vベルト
㉑	モータ（低圧，全閉型）
㉒	基礎ボルト

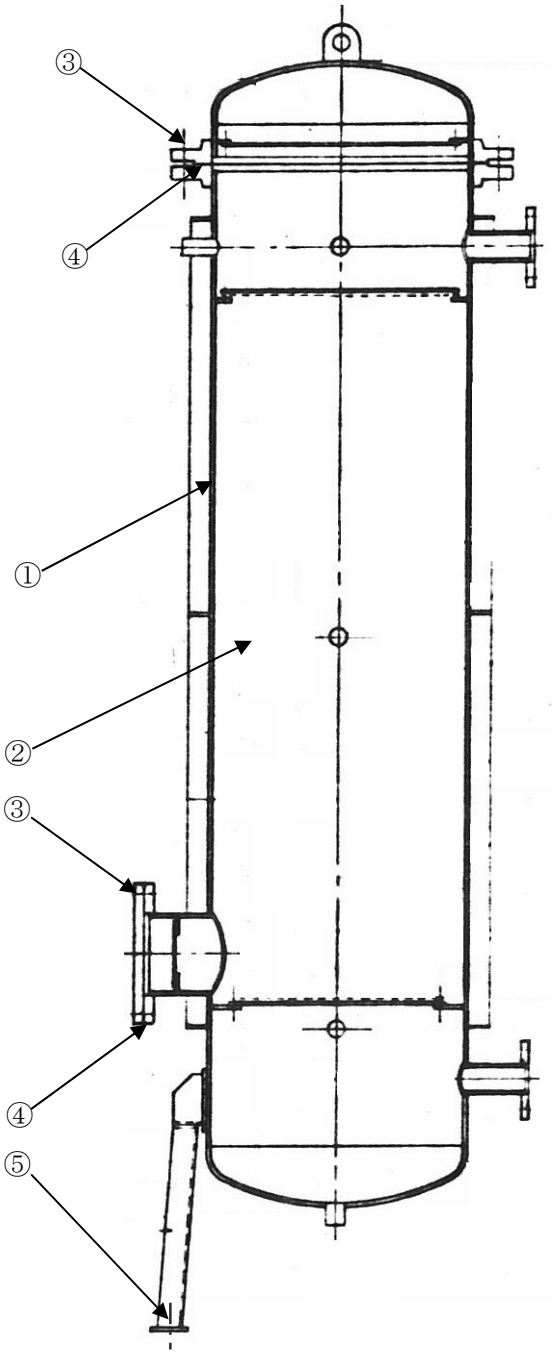
図 2.1-2（1/3）　制御用圧縮空気系設備構造図（空気圧縮機構造図）

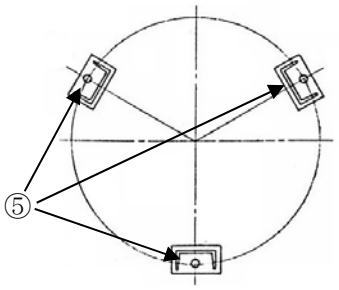


No.	部位
①	胴
②	支持板
③	管板
④	伝熱管
⑤	パッキン
⑥	フランジボルト
⑦	基礎ボルト

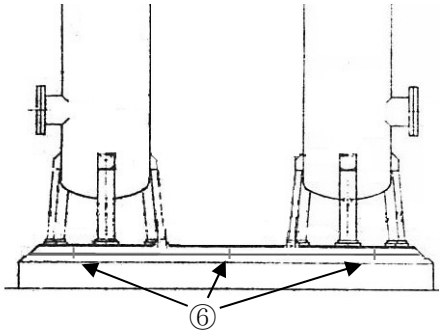
図 2.1-2（2/3）　制御用圧縮空気系設備構造図（アフタークーラ構造図）

No.	部位
①	胴
②	吸着材
③	フランジボルト
④	パッキン
⑤	取付ボルト
⑥	基礎ボルト





取付ボルト詳細図



基礎ボルト詳細図

図 2.1-2（3/3）　制御用圧縮空気系設備構造図（除湿塔構造図）

表 2.1-1（1/2）　制御用圧縮空気系設備主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位		材料
空気圧縮力の確保	空気の圧縮	空気圧縮機	胴	鋳鉄
			ピストン	アルミニウム合金鋳物
			ピストンロッド	炭素鋼
			ピストンリング	（消耗品）
			吸排気弁	（定期取替品）
			コネクティングロッド	炭素鋼
			スモールエンドメタル	青銅鋳物
			ラージエンドメタル	（消耗品）
			クランク軸	炭素鋼
			クランクケース	鋳鉄
			プーリー	鋳鉄
			シリンダ	（定期取替品）
			クロスヘッド	鋳鉄
			クロスピン	低合金鋼
			クロスガイド	鋳鉄
			グランドパッキン	（消耗品）
			オイルシール	（消耗品）
			油ポンプギア	鋳鉄
			軸受（ころがり）	（消耗品）
			Vベルト	（消耗品）
			モータ（低圧，全閉型）	主軸：炭素鋼 固定子コイル及び口出線・接続部品：銅，絶縁物 固定子コア及び回転子コア：電磁鋼板 回転子棒，回転子エンドリング：アルミニウム フレーム，端子箱，エンドブラケット：圧延鋼板 軸受（ころがり）：（消耗品） 取付ボルト：炭素鋼

表 2.1-1(2/2)　制御用圧縮空気系設備主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位		材料
除湿機能の確保	除湿	アフタークーラ	胴	炭素鋼
			支持板	炭素鋼
			管板	炭素鋼
			伝熱管	銅合金
			パッキン	（消耗品）
			フランジボルト	炭素鋼
		除湿塔	胴	炭素鋼
			吸着材	（消耗品）
			フランジボルト	炭素鋼
			パッキン	（消耗品）
		配管及び弁		炭素鋼，炭素鋼鋳鋼
機器の支持	支持	取付ボルト		炭素鋼
		埋込金物		炭素鋼
		配管サポート		炭素鋼
		サポート取付ボルト・ナット		炭素鋼
		基礎ボルト		炭素鋼，樹脂

表 2.1-2　制御用圧縮空気系設備の使用条件

機器名称	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (℃)	内部流体	周囲温度 (℃)
空気圧縮機	0.86	250	空気	40*
アフタークーラ	管側：0.86 胴側：0.86	管側：250 胴側：66	管側：空気 胴側：冷却水 (防錆剤入り純水)	
除湿塔	0.86	250	空気	
配管及び弁	0.86	250	空気	

*：タービン建屋の設計値

2.2 経年劣化事象の抽出

2.2.1 機器の機能達成に必要な項目

制御用圧縮空気系設備の機能達成に必要な項目は以下のとおり。

(1) 空気圧縮力の確保

(2) 除湿機能の確保

(3) 機器の支持

2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

(1) 想定される経年劣化事象の抽出

制御用圧縮空気系設備について，機能達成に必要な項目を考慮して主要な部位に展開した上で，個々の部位の材料，構造，使用条件（内部流体の種類，応力，温度等）及び現在までの運転経験を考慮し，表 2.2-1 に示すとおり，想定される経年劣化事象を抽出した（表 2.2-1 で○又は△，▲）。

なお，消耗品及び定期取替品は以下のとおり評価対象外とする。

(2) 消耗品及び定期取替品の扱い

ピストンリング，ラージエンドメタル，グランドパッキン，オイルシール，軸受（ころがり），V ベルト，パッキン，吸着材は消耗品，吸排気弁及びシリンダは定期取替品であり，設計時に長期使用せず取替を前提としていることから，高経年化対策を見極める上での評価対象外とする。

(3) 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

想定される経年劣化事象のうち下記①，②に該当しない事象を高経年化対策上着目すべき経年劣化事象と判断した。

なお，下記①，②に該当する事象については，2.2.3 項に示すとおり，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断した。

① 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって，想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象として表 2.2-1 で△）

② 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により，今後も経年劣化の進展が考えられない，又は進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外として表 2.2-1 で▲）

この結果，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象として以下の事象が抽出された（表 2.2-1 で○）。

a. モータ（低圧，全閉型）の固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁特性低下
［空気圧縮機］

2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

(1) 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって，想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象）

a. 基礎ボルトの腐食（全面腐食）［空気圧縮機，アフタークーラ，除湿塔，配管サポート］

基礎ボルトの健全性については，「16. 基礎ボルト」にて評価を実施する。

b. スモールエンドメタルの摩耗［空気圧縮機］

スモールエンドメタルはクロスピンと接触することから摩耗の発生が想定される。

しかしながら，スモールエンドメタルについては，点検時に寸法測定を実施しており，必要に応じ交換を実施することとしている。

したがって，スモールエンドメタルの摩耗は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

c. 胴，クランクケース（外面）［空気圧縮機］，胴，支持板，管板［アフタークーラ］，胴［除湿塔］，配管及び弁の腐食（全面腐食）

空気圧縮機の胴，クランクケースは鋳鉄，アフタークーラの支持板，管板，アフタークーラ及び除湿塔の胴は炭素鋼，配管及び弁は炭素鋼又は炭素鋼鋳鋼であり，内部流体は湿分を含んだ空気，外面は大気接触していることから，腐食の発生が想定される。

しかしながら，これらの機器については，大気接触部は塗装により腐食を防止しており，塗膜が健全であれば腐食が発生する可能性は小さい。

また，目視点検により塗膜の状態を確認し，必要に応じて補修塗装を実施し機能を維持している。

機器内面については，分解点検時に目視点検を実施し有意な腐食がないことを確認している。

したがって，胴，クランクケース（外面），支持板，管板，配管及び弁の腐食（全面腐食）は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

d. プーリー［空気圧縮機］，フランジボルト［アフタークーラ，除湿塔］，取付ボルト［除湿塔］の腐食（全面腐食）

プーリーは鋳鉄，アフタークーラフランジボルト，除湿塔フランジボルト，取付ボルトは炭素鋼であり腐食の発生が想定される。

しかしながら，大気接触部は塗装により腐食を防止しており，塗膜が健全であれば腐食が発生する可能性は小さい。

また，目視点検により塗膜の状態を確認し，必要に応じて補修塗装を実施し機能を維持している。

したがって，プーリー，フランジボルト，取付ボルトの腐食（全面腐食）は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

e. 配管サポート，サポート取付ボルト・ナット及び埋込金物の腐食（全面腐食）［共通］

配管サポート，サポート取付ボルト・ナット及び埋込金物は炭素鋼であり腐食の発生が想定される。

しかしながら，大気接触部は塗装により腐食を防止しており，塗膜が健全であれば腐食が発生する可能性は小さい。

また，目視点検により塗膜の状態を確認し，必要に応じて補修塗装を実施し機能を維持している。

したがって，配管サポート，サポート取付ボルト・ナット及び埋込金物の腐食（全面腐食）は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

f. プーリーの摩耗［空気圧縮機］

空気圧縮機のプーリーとＶベルトとの接触部は，Ｖベルトの張力が過大であると摩耗の進行が早まる可能性があるが，Ｖベルトの張力管理を行っているため，運転中Ｖベルトの張力が過大となることはなく，摩耗が発生する可能性は小さい。

また，分解点検時に目視点検を実施し有意な摩耗がないことを確認している。

したがって，プーリーの摩耗は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

g. モータ（低圧，全閉型）の固定子コア及び回転子コアの腐食（全面腐食）
h. モータ（低圧，全閉型）のフレーム，エンドブラケット及び端子箱の腐食（全面腐食）
i. モータ（低圧，全閉型）の主軸の摩耗
j. モータ（低圧，全閉型）の取付ボルトの腐食（全面腐食）
k. モータ（低圧，全閉型）の主軸の高サイクル疲労割れ

以上 g.～k.の評価については「ポンプモータの技術評価書」のうち，低圧ポンプモータと同一であることから，当該評価書を参照のこと。

l. クランク軸の摩耗［空気圧縮機］

クランク軸はコネクティングロッドと連接されているが，クランク軸とコネクティングロッドの間にはラージエンドメタル（消耗品）があることから，直接接触摩耗が発生することはない。

なお，これまでの点検結果において有意な摩耗は確認されておらず，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，クランク軸の摩耗は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

m. クロスヘッド，クロスガイド及びクロスピンの摩耗 ［空気圧縮機］

クロスヘッドとクロスガイドが接触することから，摩耗の発生が想定されるが，当該部は潤滑油環境下にあり，摩耗が発生する可能性は小さい。

また，クロスピンとスモールエンドメタルが接触することから，摩耗の発生が想定されるが，クロスピンは低合金鋼であり，スモールエンドメタルと比較して十分硬いことから，摩耗が発生する可能性は小さい。

なお，これまでの目視点検において有意な摩耗は確認されておらず，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，クロスヘッド，クロスガイド及びクロスピンの摩耗は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

n. 伝熱管の摩耗及び高サイクル疲労割れ［アフタークーラ］

伝熱管は管支持板により適切なスパンで支持することで振動を抑制しているが，腐食により管支持板管穴等に減肉が生じることで伝熱管の振動が発生し，伝熱管と支持板の接触により，伝熱管拘束点において伝熱管外表面での摩耗の発生が想定される。さらに，伝熱管拘束点において伝熱管外面から疲労割れの発生が想定される。

しかしながら，胴側流体は冷却水（防錆剤入り純水）であることから，支持板の腐食(全面腐食)がほとんど無く，管穴拡大による振動が発生する可能性は小さい。

なお，これまでの目視点検において有意な摩耗及び割れは確認されておらず，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，伝熱管の摩耗及び高サイクル疲労割れは，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

o. 油ポンプギアの摩耗［空気圧縮機］

油ポンプはギアポンプであり歯車に摩耗の発生が想定される。

しかしながら，歯車には潤滑油を供給し摩耗を防止していることから，摩耗が発生する可能性は小さい。

なお，これまでの目視点検において有意な摩耗は確認されておらず，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，油ポンプギアの摩耗は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

p. ピストン及びピストンロッドの摩耗［空気圧縮機］

ピストン及びピストンロッドはシリンダと摺動することから，摩耗の発生が想定される。

しかしながら，摺動部にはそれぞれピストンリング（消耗品）及びグランドパッキン（消耗品）があり，ピストン及びピストンロッドが直接摺動することはないことから，摩耗が発生する可能性は小さい。

なお，これまでの目視点検において有意な摩耗は確認されておらず，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，ピストン及びピストンロッドの摩耗は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

q. ピストン，コネクティングロッド及びクランク軸の高サイクル疲労割れ［空気圧縮機］

ピストン，コネクティングロッド及びクランク軸には空気圧縮機運転時に繰返し応力が発生することから，応力集中部等において，高サイクル疲労割れの発生が想定される。

しかしながら，ピストン，コネクティングロッド及びクランク軸は設計段階において疲労割れが発生しないように考慮された設計となっており，高サイクル疲労割れが発生する可能性は小さい。

なお，これまでの目視点検及び浸透探傷検査において，有意なき裂は確認されておらず，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，ピストン，コネクティングロッド及びクランク軸の高サイクル疲労割れは，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

r. 伝熱管の異物付着［アフタークーラ］

伝熱管外面側流体は冷却水（防錆剤入り純水）であり，内面側流体はサクションフィルタにより異物が除去された空気であることから，異物付着が発生する可能性は小さい。

また，運転中には出口温度の確認を行っており，これまでの実績において異物付着による機能低下は確認されていない。

なお，これまでの目視点検において有意な異物付着は確認されておらず，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，伝熱管の異物付着は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

s. 伝熱管の腐食（全面腐食）［アフタークーラ］

伝熱管は耐食性の高い銅合金であり，伝熱管外面側流体は冷却水（防錆剤入り純水），内面側流体は空気であることから，腐食が発生する可能性は小さい。

なお，これまでの目視点検において有意な腐食は確認されておらず，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，伝熱管の腐食（全面腐食）は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

t. コネクティングロッド，クランク軸，クランクケース（内面），クロスヘッド，クロスピン，クロスガイド，油ポンプギアの腐食（全面腐食）［空気圧縮機］

コネクティングロッド，クランク軸，クランクケース，クロスヘッド，クロスピン，クロスガイド，油ポンプギアは鋳鉄，低合金鋼又は炭素鋼であり，腐食の発生が想定されるが，当該部は潤滑油環境下にあることから，腐食が発生する可能性は小さい。

なお，これまでの目視点検において有意な腐食は確認されておらず，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，コネクティングロッド，クランク軸，クランクケース（内面），クロスヘッド，クロスピン，クロスガイド，油ポンプギアの腐食（全面腐食）は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

(2) 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により，今後も経年劣化の進展が考えられない，または進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外）

a. 基礎ボルトの樹脂の劣化（ケミカルアンカ）［アフタークーラ，配管サポート］

基礎ボルトの健全性については，「16. 基礎ボルト」にて評価を実施する。

b. 埋込金物（コンクリート埋設部）の腐食（全面腐食）［共通］

埋込金物は炭素鋼であり，腐食の発生が想定されるが，コンクリート埋設部については，コンクリートの大気接触部表面からの中性化の進行により腐食環境となるため，コンクリートが中性化に至り，埋込金物に有意な腐食が発生するまで長時間を要す。

今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難いことから，埋込金物の腐食（全面腐食）は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

c. モータ（低圧，全閉型）の回転子棒及び回転子エンドリングの疲労割れ

以上 c.の評価については「ポンプモータの技術評価書」のうち，低圧ポンプモータと同一であることから，当該評価書を参照のこと。

表2.2-1（1/2）　制御用圧縮空気系設備に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位		消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考
						減肉		割れ		材質変化		その他	
						摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
空気圧縮力の確保	空気の圧縮	空気圧縮機	胴		鋳鉄		△						*1:高サイクル疲労割れ *2:外面 *3:内面
			ピストン		アルミニウム合金鋳物	△		△*1					
			ピストンロッド		炭素鋼	△							
			ピストンリング	◎	－								
			吸排気弁	◎	－								
			コネクティングロッド		炭素鋼		△	△*1					
			スモールエンドメタル		青銅鋳物	△							
			ラージエンドメタル	◎	－								
			クランク軸		炭素鋼	△	△	△*1					
			クランクケース		鋳鉄		△*2*3						
			プーリー		鋳鉄	△	△						
			シリンダ	◎	－								
			クロスヘッド		鋳鉄	△	△						
			クロスピン		低合金鋼	△	△						
			クロスガイド		鋳鉄	△	△						
			グランドパッキン	◎	－								
			オイルシール	◎	－								
			油ポンプギア		鋳鉄	△	△						
			軸受（ころがり）	◎	－								
			Vベルト	◎	－								

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表2.2-1(2/2)　制御用圧縮空気系設備に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位		消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考
						減肉		割れ		材質変化		その他	
						摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
空気圧縮力の確保	空気の圧縮	空気圧縮機	モータ*12	◎*8	銅，絶縁物他	△*3	△*5*6*7	△*1 ▲*4				○*2	*1:主軸の高サイクル疲労割れ *2:固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁特性低下 *3:主軸 *4:回転子棒及び回転子エンドリング *5:固定子コア及び回転子コア *6:フレーム，エンドブラケット及び端子箱 *7:取付ボルト *8:軸受（ころがり） *9:コンクリート埋設部 *10:高サイクル疲労割れ *11:異物付着 *12:低圧，全閉型 *13:樹脂の劣化
除湿機能の確保	除湿	アフターク ーラ	胴		炭素鋼		△						
			支持板		炭素鋼		△						
			管板		炭素鋼		△						
			伝熱管		銅合金	△	△	△*10				△*11	
			パッキン	◎	―								
			フランジボルト		炭素鋼		△						
		除湿塔	胴		炭素鋼		△						
			吸着材	◎	―								
			フランジボルト		炭素鋼		△						
			パッキン	◎	―								
		配管及び弁			炭素鋼，炭素鋼鋳鋼		△						
機器の支持	支持	取付ボルト			炭素鋼		△						
		埋込金物			炭素鋼		△▲*9						
		配管サポート			炭素鋼		△						
		サポート取付ボルト・ナット			炭素鋼		△						
		基礎ボルト			炭素鋼，樹脂		△				▲*13		

○：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象
△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）
▲：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象以外）

2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の評価

(1) モータ（低圧，全閉型）の固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁特性低下［空気圧縮機］

モータの固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁特性低下に対する「事象の説明」，「技術評価」及び「高経年化への対応」は，「ポンプモータの技術評価書」のうち，低圧ポンプモータと同一であることから，当該評価書を参照のこと。

9. 気体廃棄物処理系付属設備

［対象機器］

① 蒸気式空気抽出器

目次

1. 対象機器 9-1
2. 蒸気式空気抽出器の技術評価..... 9-3
2.1 構造，材料及び使用条件..... 9-3
2.2 経年劣化事象の抽出 9-8
2.2.1 機器の機能達成に必要な項目 9-8
2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出 9-8
2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象..... 9-9

1. 対象機器

東海第二で使用している蒸気式空気抽出器の主な仕様を表 1-1 に示す。

表 1-1　蒸気式空気抽出器の主な仕様

機器名称	仕様 (容量)	重要度*1	使用条件		
			運転状態	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (℃)
蒸気式空気抽出器	357.5 kg/h*3	高*2	連続	蒸気室：2.45 水室側：1.38 胴体側：0.35	蒸気室：225 水室側：63 胴体側：164

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

*2：最高使用温度が 95 ℃を超え，又は最高使用圧力が 1,900 kPa を超える環境下にある原子炉格納容器外の重要度クラス 3 の機器

*3：合計抽気量を示す

蒸気式空気抽出器を除く気体廃棄物処理系機器については，熱交換器，容器，配管，弁の技術評価書にて評価を実施しており，本評価書には含めていない。

評価対象範囲を図 1-1 に示す。

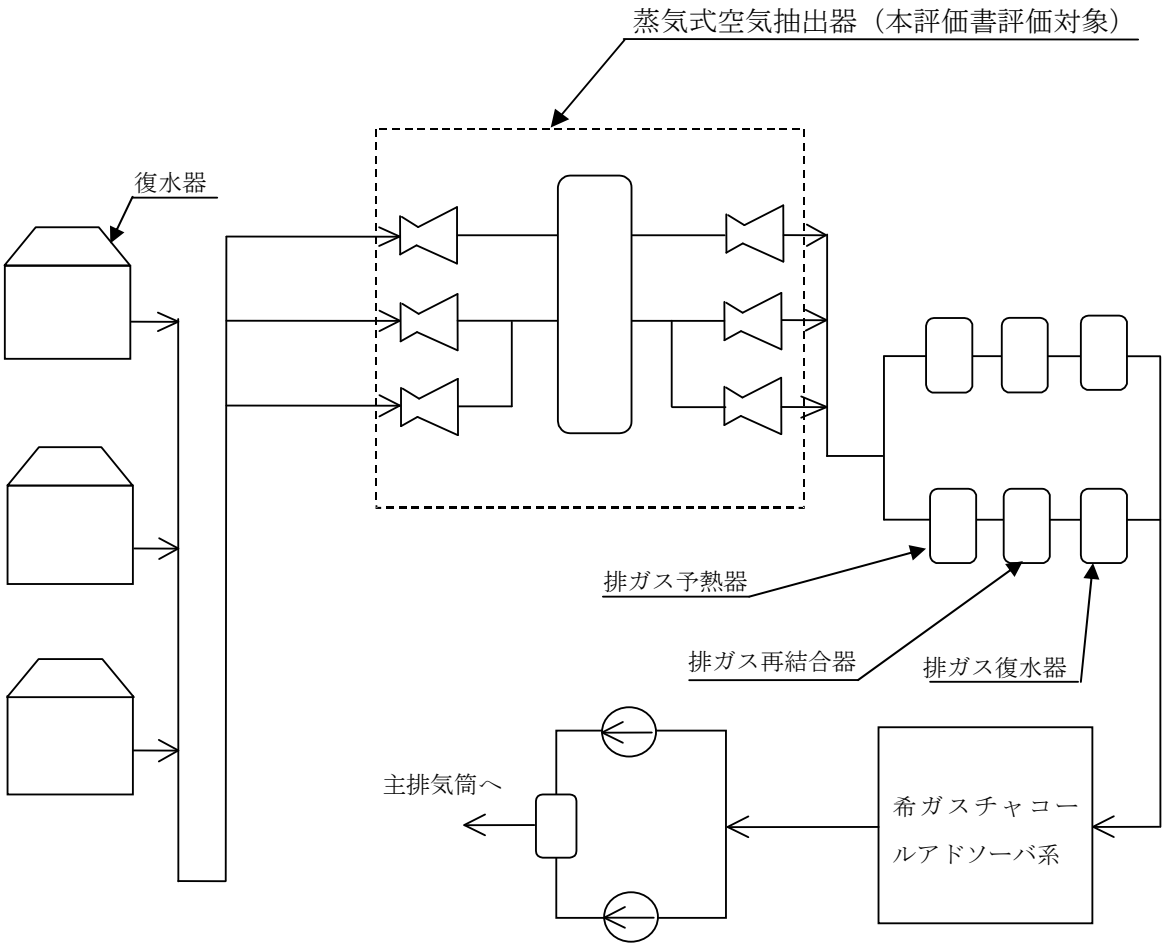


図 1-1　気体廃棄物処理系付属設備系統図

2. 蒸気式空気抽出器の技術評価

2.1 構造，材料及び使用条件

(1) 構造

東海第二の蒸気式空気抽出器は，3 連 2 段蒸気噴射式であり，インターコンデンサ，蒸気式空気抽出器（第 1 段，第 2 段）及び起動停止用蒸気式空気抽出器（第 1 段，第 2 段）から構成されている。

東海第二の蒸気式空気抽出器の系統図及び構造図を図 2.1-1 及び図 2.1-2 に示す。

(2) 材料及び使用条件

東海第二の蒸気式空気抽出器主要部位の使用材料を表 2.1-1 に，使用条件を表 2.1-2 に示す。

No.	部位
①	蒸気式空気抽出器第 1 段
②	起動停止用蒸気式空気抽出器第 1 段
③	蒸気式空気抽出器第 2 段
④	起動停止用蒸気式空気抽出器第 2 段
⑤	インターコンデンサ

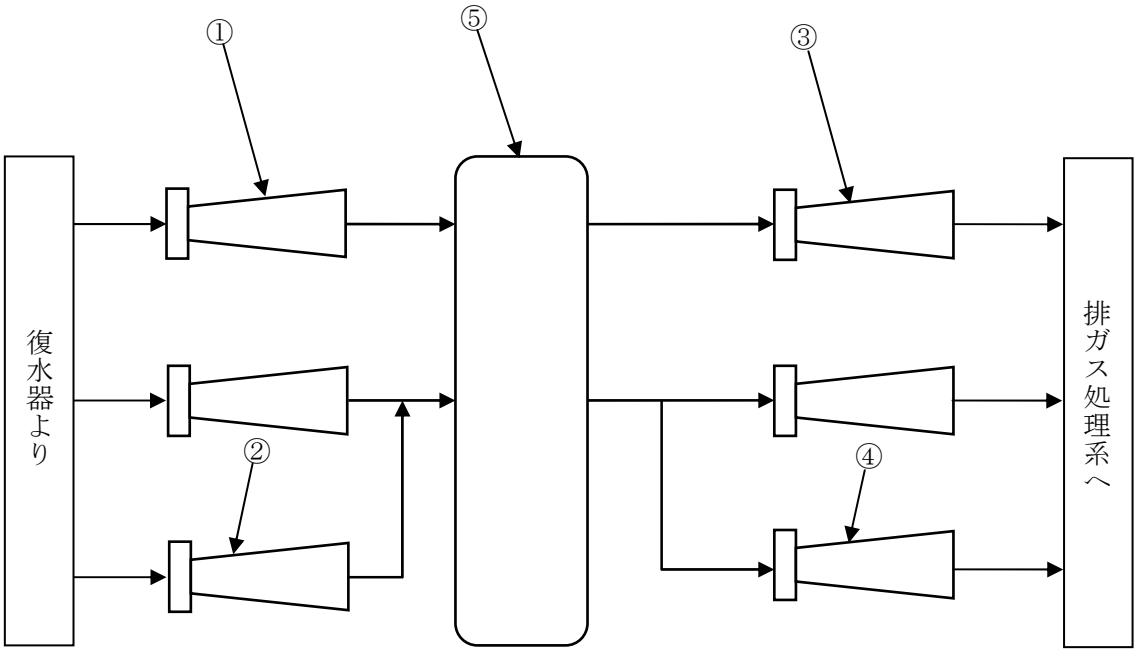


図 2.1-1　蒸気式空気抽出器系統図

No.	部位
①	胴
②	伝熱管
③	管支持板
④	管板
⑤	水室
⑥	フランジボルト
⑦	支持脚
⑧	基礎ボルト
⑨	ガスケット

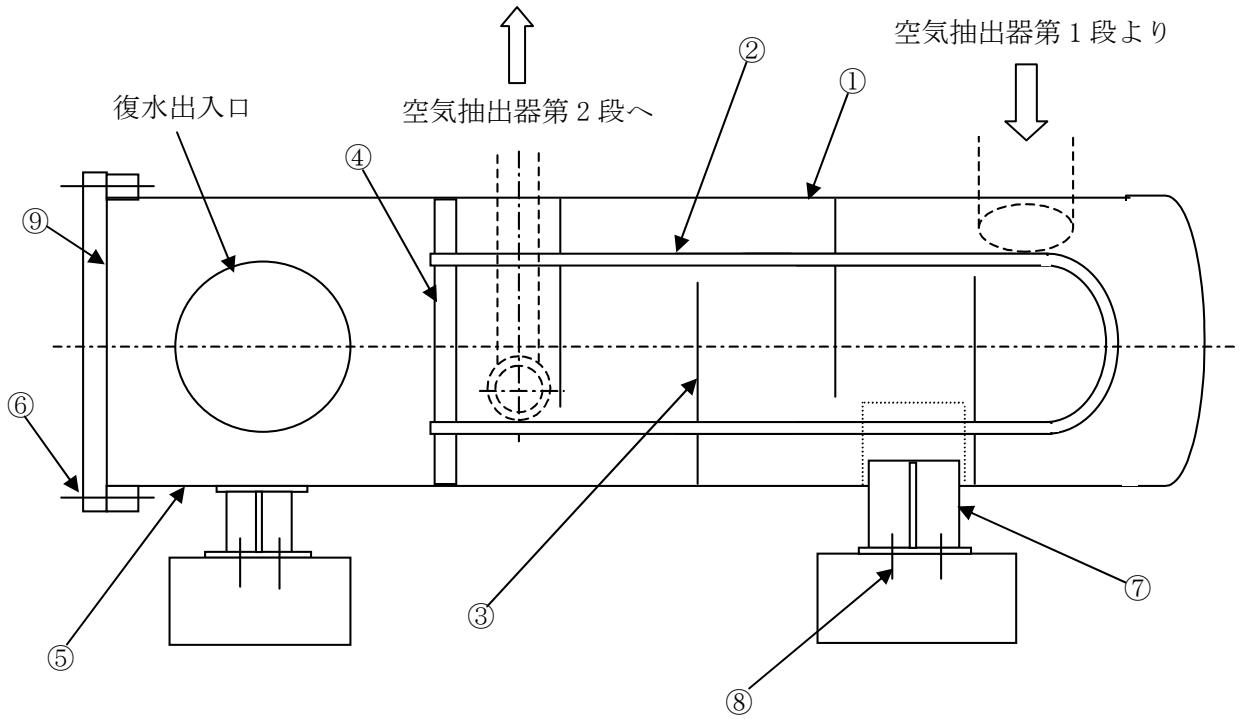


図 2.1-2（1/2）　インターコンデンサ構造図

No.	部位
①	蒸気室
②	ノズル
③	抽気室
④	放気管
⑤	排ガス入口管
⑥	ガスケット

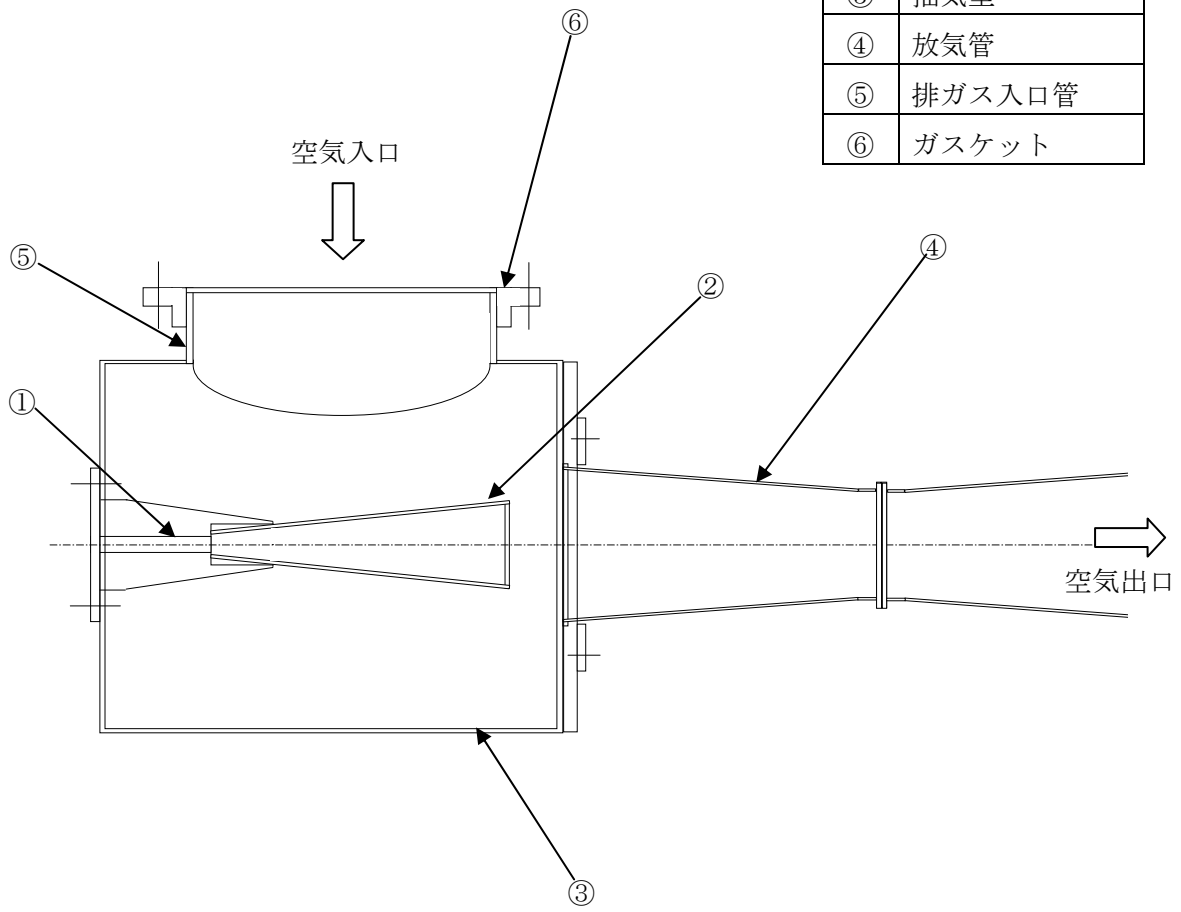


図 2.1-2 (2/2)　蒸気式空気抽出器構造図

表 2.1-1　蒸気式空気抽出器主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位		材料
伝熱性能の確保	エネルギー伝達	インターコンデンサ	伝熱管	ステンレス鋼
			管支持板	炭素鋼
バウンダリの維持	耐圧		管板	ステンレス鋼
			水室	炭素鋼
			胴	炭素鋼
			フランジボルト	炭素鋼
			ガスケット	（消耗品）
機器の支持	支持		基礎ボルト	炭素鋼
			支持脚	炭素鋼
バウンダリの維持	耐圧	蒸気式空気抽出器	蒸気室	低合金鋼鋳鋼
			抽気室 第 1 段	炭素鋼
			抽気室 第 2 段	炭素鋼
			放気管	炭素鋼
			排ガス入口管	炭素鋼
			ガスケット	（消耗品）
蒸気の噴射	噴射		ノズル	ステンレス鋼

表 2.1-2　蒸気式空気抽出器の使用条件

	内部流体	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (℃)
蒸気室	蒸気	2.45	225
水室側	純水	1.38	63
胴体側	非凝縮性ガス，蒸気	0.35	164

2.2 経年劣化事象の抽出

2.2.1 機器の機能達成に必要な項目

蒸気式空気抽出器の機能達成に必要な項目は以下のとおり。

(1) 伝熱性能の確保

(2) バウンダリの維持

(3) 蒸気の噴射

(4) 機器の支持

2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

(1) 想定される経年劣化事象の抽出

蒸気式空気抽出器について，機能達成に必要な項目を考慮して主要な部位に展開した上で，個々の部位の材料，構造，使用条件（内部流体の種類，応力，温度等）及び現在までの運転経験を考慮し，表 2.2-1 に示すとおり，想定される経年劣化事象を抽出した（表 2.2-1 で○又は△，▲）。

なお，消耗品及び定期取替品は以下の通り評価対象外とする。

(2) 消耗品及び定期取替品の扱い

ガスケットは消耗品であり，設計時に長期使用せず取替を前提としていることから，高経年化対策を見極める上での評価対象外とする。

(3) 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

想定される経年劣化事象のうち下記①，②に該当しない事象を高経年化対策上着目すべき経年劣化事象と判断した。

なお，下記①，②に該当する事象については，2.2.3 項に示すとおり，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断した。

① 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって，想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象として表 2.2-1 で△）

② 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により，今後も経年劣化の進展が考えられない，又は進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外として表 2.2-1 で▲）

この結果，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象は抽出されなかった。

2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

(1) 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって，想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象）

a. 基礎ボルトの腐食（全面腐食）

基礎ボルトの健全性については，「16. 基礎ボルト」にて評価を実施する。

b. フランジボルトの腐食（全面腐食）

フランジボルトは炭素鋼であり，腐食の発生が想定されるが，開放点検時に目視点検を実施し，必要に応じて手入れ・清掃を行うことにより機能を維持している。

したがって，フランジボルトの腐食（全面腐食）は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

c. 支持脚の腐食（全面腐食）

支持脚は炭素鋼であり，腐食の発生が想定されるが，大気接触部は塗装により腐食を防止しており，塗膜が健全であれば腐食が発生する可能性は小さい。

また，目視点検により塗膜の状態を確認し，必要に応じて補修塗装を実施し機能を維持している。

したがって，支持脚の腐食（全面腐食）は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

d. 伝熱管の異物付着

伝熱管の内部流体は，水質管理された純水であり，異物付着が発生する可能性は小さい。

また，伝熱管外面についても，流体は不純物の流入を抑制された蒸気及び空気であり，異物付着が発生する可能性は小さい。

さらに，蒸気凝縮作用がある場合には凝縮水が発生，下流する過程で伝熱管表面の洗浄作用があり，スケール付着による伝熱性能低下の可能性は小さい。

また，開放点検時に渦流探傷検査を実施し，伝熱管の閉塞及び有意な異物付着がないことを確認している。

したがって，伝熱管の異物付着は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

e. 放気管の腐食（流れ加速型腐食）

放気管は炭素鋼であり，内部流体が非凝縮性ガスを含む蒸気のため，腐食（流れ加速型腐食）による減肉の発生が想定されるが，蒸気室に流入する蒸気は，主蒸気ヘッダーからの湿り度の低い蒸気であることから，腐食（流れ加速型腐食）が発生する可能性は小さい。

また，肉厚測定及び開放点検時の目視点検において有意な腐食がないことを確認している。

したがって，放気管の腐食（流れ加速型腐食）は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

f. 抽気室，排ガス入口管の腐食（流れ加速型腐食）

抽気室及び排ガス入口管は炭素鋼であり，内部流体が湿分を含んだ非凝縮性ガスであるため腐食（流れ加速型腐食）の発生が想定される。

しかしながら，開放点検時の目視点検により有意な腐食がないことを確認している。

したがって，抽気室，排ガス入口管の腐食（流れ加速型腐食）は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

g. 管支持板及び胴の腐食（流れ加速型腐食）

インターコンデンサの管支持板及び胴は炭素鋼であり，内部流体は非凝縮性ガスと蒸気の混合ガスであるため，腐食（流れ加速型腐食）の発生が想定される。

しかしながら，インターコンデンサと同様の環境条件である蒸気式空気抽出器各部の目視点検において，有意な腐食は確認されていないことから，インターコンデンサ内部においても腐食（流れ加速型腐食）が発生する可能性は小さい。

また，これまでの胴代表部位の肉厚測定において有意な減肉がないことを確認している。

したがって，管支持板及び胴の腐食（流れ加速型腐食）は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

h. 支持脚スライド部の腐食（全面腐食）

支持脚スライド部は炭素鋼であり，腐食の発生が想定されるが，目視点検により有意な腐食がないことを確認している。

したがって，支持脚スライド部の腐食（全面腐食）は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

i．伝熱管，管板の応力腐食割れ

伝熱管，管板はステンレス鋼であり，応力腐食割れの発生が想定されるが，運転温度は100 ℃未満であることから，応力腐食割れの可能性は小さい。

なお，これまでの目視点検及び漏えい検査において有意なき裂は確認されておらず，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，伝熱管，管板の応力腐食割れは，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

j．管板，水室，胴，蒸気室及びノズルの疲労割れ

管板，水室，胴，蒸気室及びノズルについては，温度変化が厳しい場合において熱疲労による疲労割れの発生が想定されるが，プラント運転中は一定温度であり，かつ厳しい温度変化が生じるプラント起動時には蒸気式空気抽出器の暖気運転を実施し，有意な熱過渡が発生しない運用としていることから，疲労割れが発生する可能性は小さい。

なお，これまでの目視点検及び漏えい検査において有意なき裂は確認されておらず，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，管板，水室，胴，蒸気室及びノズルの疲労割れは，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

k．水室の腐食（流れ加速型腐食）

水室は炭素鋼であり，純水と接液しているため腐食（流れ加速型腐食）の発生が想定されるが，腐食対策として酸素を注入し，復水・給水中の溶存酸素濃度を調整していることから，腐食（流れ加速型腐食）が発生する可能性は小さい。

なお，これまでの目視点検において有意な腐食は確認されておらず，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，水室の腐食（流れ加速型腐食）は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

l．伝熱管の摩耗及び高サイクル疲労割れ

伝熱管は支持板により，適切なスパンで支持されており，伝熱管の外表面の流体（胴体流体）によって生じる振動は十分抑制されている。

なお，これまでの目視点検，渦流探傷検査及び漏えい検査において有意な摩耗及びき裂は確認されておらず，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，伝熱管の摩耗及び高サイクル疲労割れは，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

(2) 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により，今後も経年劣化の進展が考えられない，又は進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外）

日常劣化管理事象以外に該当する事象は抽出されなかった。

表 2.2-1　蒸気式空気抽出器に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考
					減肉		割れ		材質変化		その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
伝熱性能の確保	エネルギー伝達	伝熱管		ステンレス鋼	△		△*4	△			△*5	*1:流れ加速型腐食
		管支持板		炭素鋼		△*1						*2:支持脚本体
バウンダリの維持	耐圧	管板		ステンレス鋼			△	△				*3:スライド部
		水室		炭素鋼		△*1	△					*4:高サイクル疲労割れ
		胴		炭素鋼		△*1	△					*5:異物付着
		ガスケット	◎	－								
		フランジボルト		炭素鋼		△						
		蒸気室		低合金鋼鋳鋼			△					
		抽気室		炭素鋼		△*1						
		放気管		炭素鋼		△*1						
		排ガス入口管		炭素鋼		△*1						
蒸気の噴射	噴射	ノズル		ステンレス鋼			△					
機器の支持	支持	基礎ボルト		炭素鋼		△						
		支持脚		炭素鋼		△*2*3						

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

10. 新燃料貯蔵ラック

［対象機器］

① 新燃料貯蔵ラック

目次

1. 対象機器 10-1
2. 新燃料貯蔵ラックの技術評価..... 10-2
2.1 構造，材料及び使用条件..... 10-2
2.2 経年劣化事象の抽出..... 10-5
2.2.1 機器の機能達成に必要な項目..... 10-5
2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出..... 10-5
2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象..... 10-6

1. 対象機器

東海第二で使用している新燃料貯蔵ラックの主な仕様を表 1-1 に示す。

表 1-1　新燃料貯蔵ラックの主な仕様

機器名称	仕様	重要度*1	使用条件	
			最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (℃)
新燃料貯蔵ラック	縦形貯蔵方式	PS-2	大気圧	常温

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

2. 新燃料貯蔵ラックの技術評価

2.1 構造，材料及び使用条件

(1) 構造

東海第二の新燃料貯蔵ラックは，縦形貯蔵方式のアルミニウム合金製ラックで原子炉建屋に 23 基設置されている。

東海第二の新燃料貯蔵ラックの構造図を図 2.1-1 に示す。

(2) 材料及び使用条件

東海第二の新燃料貯蔵ラック主要部位の使用材料を表 2.1-1 に，使用条件を表 2.1-2 に示す。

No.	部位
①	ベース
②	コラム
③	ラグ
④	ガイド
⑤	チャンネル
⑥	バー
⑦	エンドチャンネル
⑧	取付ボルト
⑨	サポート部材

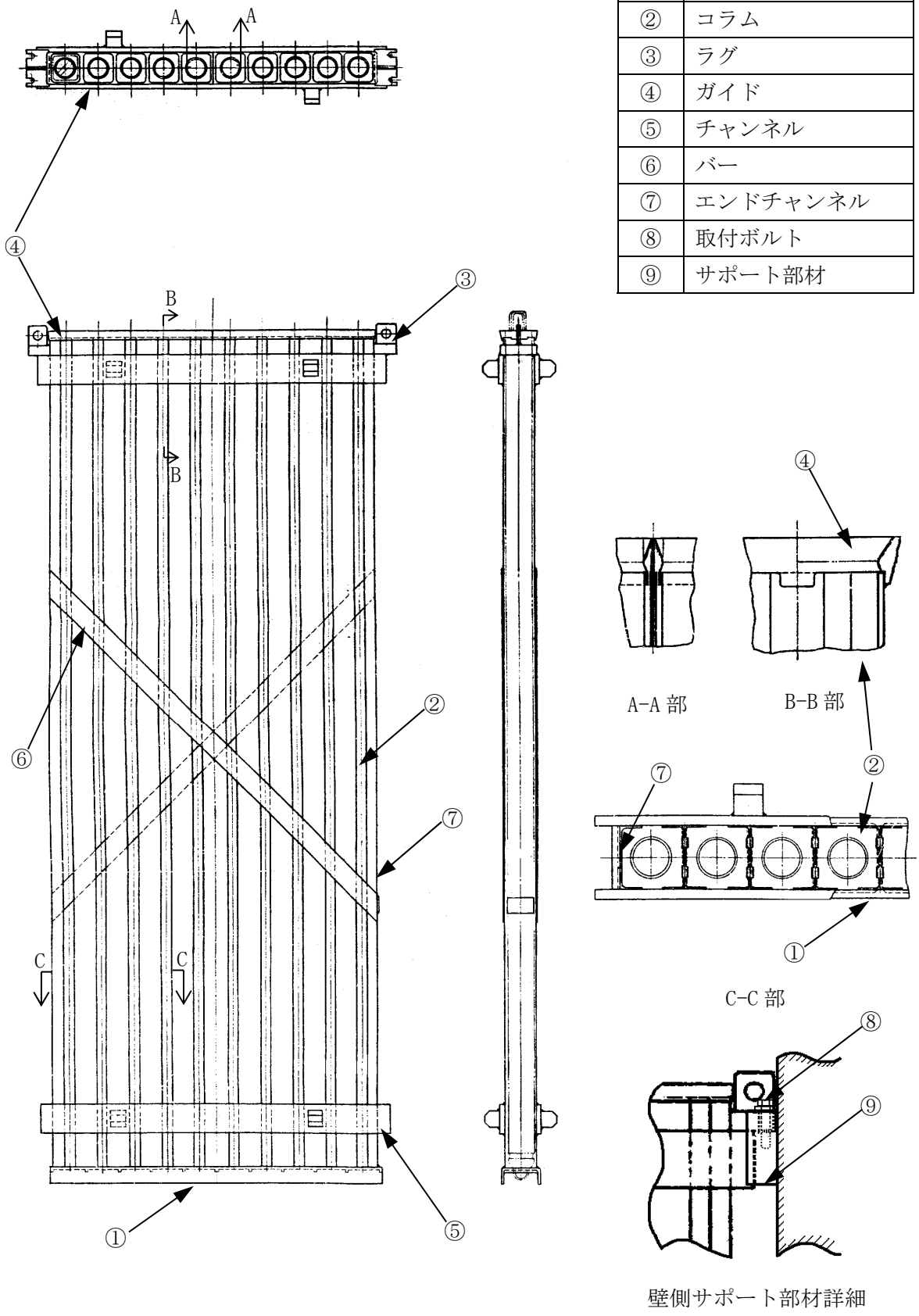


図 2.1-1　新燃料貯蔵ラック構造図

表 2.1-1　新燃料貯蔵ラック主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
新燃料の位置保持	位置保持	ベース	アルミニウム合金
		コラム	アルミニウム合金
		ラグ	アルミニウム合金
		ガイド	アルミニウム合金
未臨界の維持	燃料間の間隔維持	チャンネル	アルミニウム合金
		バー	アルミニウム合金
		エンドチャンネル	アルミニウム合金
機器の支持	支持	取付ボルト	ステンレス鋼
		サポート部材	炭素鋼

表 2.1-2　新燃料貯蔵ラックの使用条件

最高使用圧力（MPa）	大気圧
最高使用温度（℃）	常温

2.2 経年劣化事象の抽出

2.2.1 機器の機能達成に必要な項目

新燃料貯蔵ラックの機能達成に必要な項目は以下のとおり。

(1) 新燃料の位置保持

(2) 未臨界の維持

(3) 機器の支持

2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

(1) 想定される経年劣化事象の抽出

新燃料貯蔵ラックについて，機能達成に必要な項目を考慮して主要な部位に展開した上で，個々の部位の材料，構造，使用条件（流体の種類，応力，温度等）及び現在までの運転経験を考慮し，表 2.2-1 に示すとおり，想定される経年劣化事象を抽出した（表 2.2-1 で○又は△，▲）。

なお，消耗品及び定期取替品は評価対象外とする。

(2) 消耗品及び定期取替品の扱い

新燃料貯蔵ラックには，消耗品及び定期取替品はない。

(3) 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

想定される経年劣化事象のうち下記①，②に該当しない事象を高経年化対策上着目すべき経年劣化事象と判断した。

なお，下記①，②に該当する事象については，2.2.3 項に示すとおり，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断した。

① 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって，想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象として表 2.2-1 で△）

② 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により，今後も経年劣化の進展が考えられない，又は進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外として表 2.2-1 で▲）

この結果，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象は抽出されなかった。

2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

(1) 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって，想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象）

a. サポート部材の腐食（全面腐食）

サポート部材は炭素鋼であり，腐食の発生が想定されるが，大気接触部は塗装により腐食を防止しており，塗膜が健全であれば腐食進行の可能性は小さい。

また，新燃料搬入作業時等において目視により塗膜の状態を確認し，はく離等が認められた場合は必要に応じ補修を行うこととしている。

コンクリート埋設部については，コンクリートが中性化した場合に腐食の発生が想定されるが，実機コンクリートにおけるサンプリング結果において有意な中性化は確認されず，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，サポート部材の腐食（全面腐食）は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

b. ベース，コラム，ラグ，ガイド，チャンネル，バー及びエンドチャンネルの腐食（全面腐食）

ベース，コラム，ラグ，ガイド，チャンネル，バー及びエンドチャンネルは耐食性に優れたアルミニウム合金であることから，腐食が発生する可能性は小さい。

なお，これまでの目視点検において有意な腐食は確認されておらず，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，ベース，コラム，ラグ，ガイド，チャンネル，バー及びエンドチャンネルの腐食（全面腐食）は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

(2) 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により，今後も経年劣化の進展が考えられない，又は進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外）

日常劣化管理事象以外に該当する事象は抽出されなかった。

表 2.2-1　新燃料貯蔵ラックに想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考
					減肉		割れ		材質変化		その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
新燃料の位置保持	位置保持	ベース		アルミニウム合金		△						
		コラム		アルミニウム合金		△						
		ラグ		アルミニウム合金		△						
		ガイド		アルミニウム合金		△						
未臨界の維持	燃料間の間隔維持	チャンネル		アルミニウム合金		△						
		バー		アルミニウム合金		△						
		エンドチャンネル		アルミニウム合金		△						
機器の支持	支持	取付ボルト		ステンレス鋼								
		サポート部材		炭素鋼		△						

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

11. 補助ボイラ設備

［対象機器］

① 補助ボイラ設備

目次

1. 対象機器 11-1
2. 補助ボイラ設備の技術評価..... 11-2
2.1 構造，材料及び使用条件..... 11-2
2.2 経年劣化事象の抽出..... 11-7
2.2.1 機器の機能達成に必要な項目..... 11-7
2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出..... 11-7
2.2.3 高経年化評価上着目すべき経年劣化事象ではない事象..... 11-8

1. 対象機器

東海第二で使用している補助ボイラ設備の主な仕様を表 1-1 に示す。

表 1-1　補助ボイラ設備の主な仕様

機器名称	仕様 (蒸発量)	重要度*1	使用条件			
			運転状態	機器名	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (℃)
補助ボイラ設備	16 ton/h	高*2	連続	ボイラ本体	0.98	火炉側：286*3 蒸気側：183.2 給水側：100
				安全弁（ボイラ本体）	0.98	183.2
				蒸気だめ		
				蒸気系配管，蒸気系弁		
				給水ポンプ	1.37	100
				脱気器給水ポンプ	0.77	
				脱気器	0.098	
				ホットウェルタンク	大気圧	
				エゼクタ	0.78	183.2
				ブロータンク	0.069	115
				給水タンク	静水頭	100
				給水系配管，給水系弁	1.37	

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

*2：最高使用温度が 95 ℃を超え，又は最高使用圧力が 1,900 kPa を超える環境下にある原子炉格納容器外の重要度クラス 3 の機器

*3：排ガス出口温度を示す

2. 補助ボイラ設備の技術評価

2.1 構造，材料及び使用条件

(1) 構造

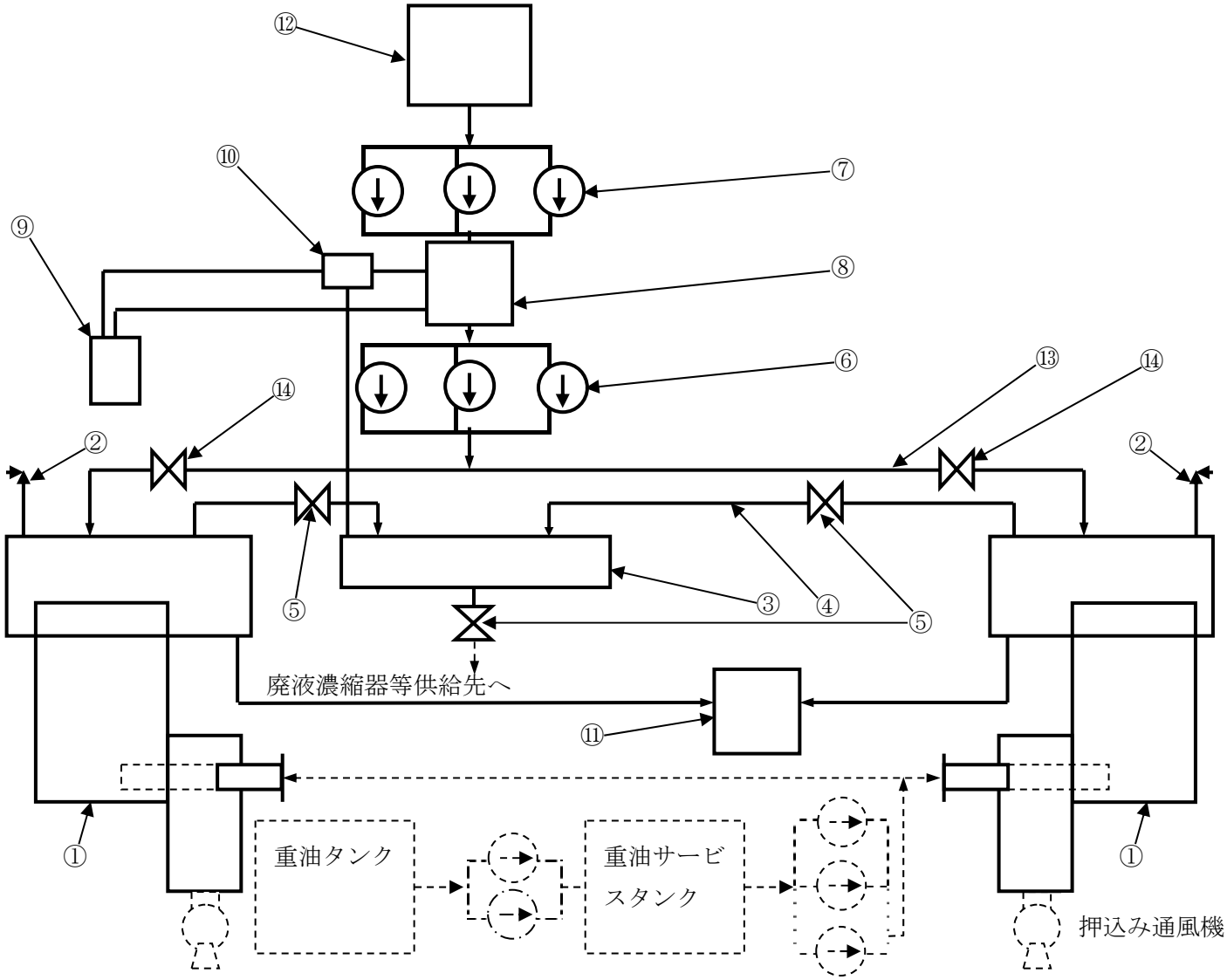
東海第二の補助ボイラ設備は，蒸気を供給するボイラ本体，ボイラからの蒸気を受け，負荷先へ供給する蒸気だめ，ボイラに給水する給水ポンプ，給水タンク及びこれらに接続する配管，弁等から構成されている。

補助ボイラ設備は，ボルト，ナット等を取り外すことにより，点検が可能である。

東海第二の補助ボイラ設備の系統図を図 2.1-1 に，構造図を図 2.1-2 に示す。

(2) 材料及び使用条件

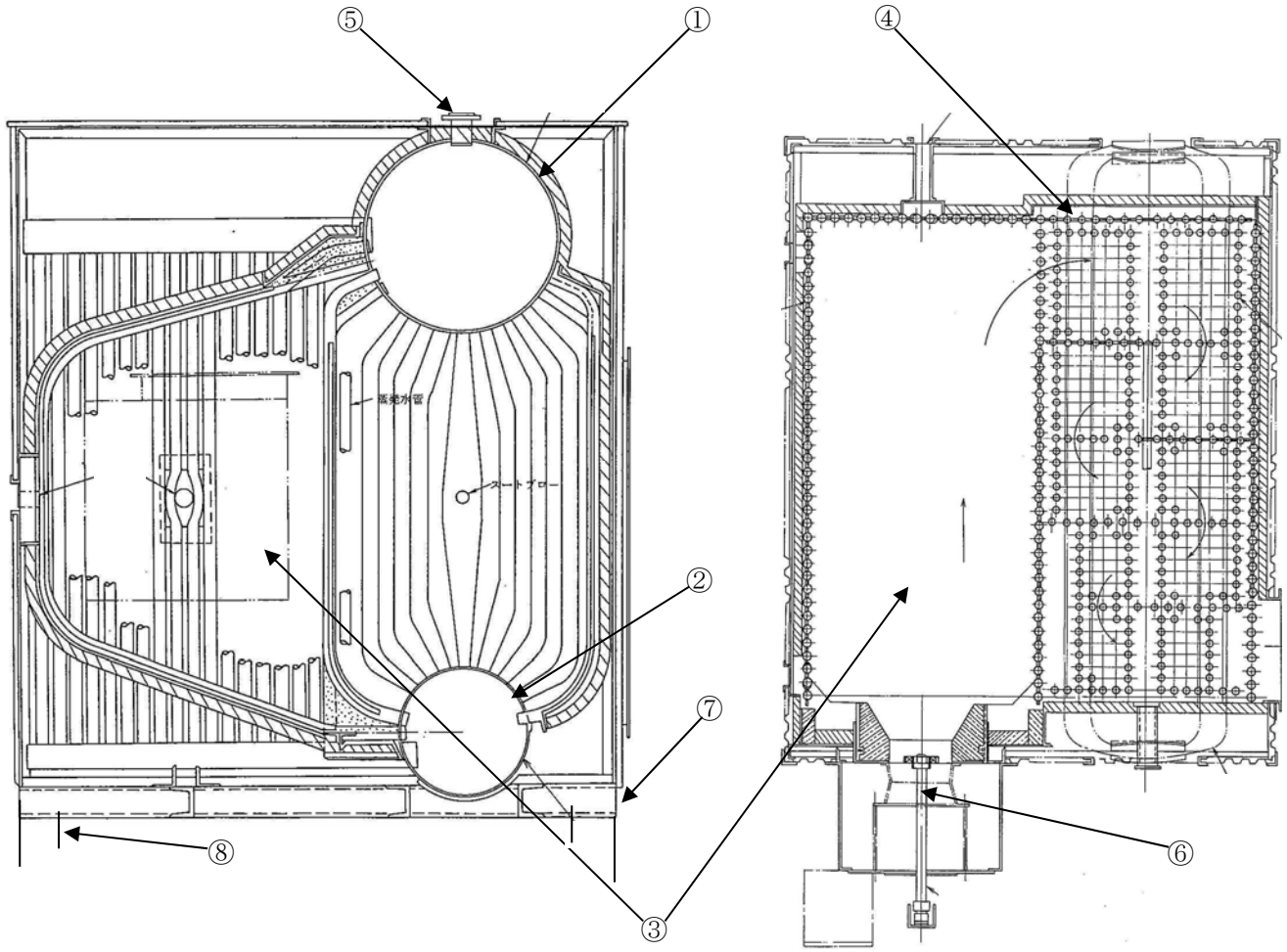
東海第二の補助ボイラ設備主要部位の使用材料を表 2.1-1 に，使用条件を表 2.1-2 に示す。



No.	部位
①	ボイラ本体
②	安全弁（ボイラ本体）
③	蒸気だめ
④	蒸気系配管
⑤	蒸気系弁
⑥	給水ポンプ
⑦	脱気器給水ポンプ
⑧	脱気器
⑨	ホットウェルタンク
⑩	エゼクタ
⑪	ブロータンク
⑫	給水タンク
⑬	給水系配管
⑭	給水系弁（制御弁含む）

実線部：評価対象範囲

図 2.1-1　補助ボイラ設備系統図



No.	部位
①	汽水胴
②	水胴
③	火炉
④	管
⑤	フランジボルト
⑥	バーナ
⑦	ベース
⑧	基礎ボルト

図 2.1-2　補助ボイラ本体構造図

表 2.1-1　補助ボイラ設備主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位		材料
バウンダリの維持	耐圧	ボイラ本体	汽水胴	胴板：炭素鋼 鏡板：炭素鋼
			水胴	胴板：炭素鋼 鏡板：炭素鋼
			火炉	上部管寄せ：炭素鋼 下部管寄せ：炭素鋼
			管	火炉側壁管：炭素鋼 火炉分割壁管：炭素鋼 火炉後壁管：炭素鋼 スクリーン管：炭素鋼 蒸発水管：炭素鋼 蒸発部側壁管：炭素鋼 蒸発部分割壁管：炭素鋼 蒸発部後壁管：炭素鋼
		安全弁（ボイラ本体）		本体：炭素鋼 弁：ステンレス鋼 弁座：ステンレス鋼 スプリング：ばね鋼
		蒸気だめ		炭素鋼
		蒸気系配管		炭素鋼，低合金鋼
		蒸気系弁		炭素鋼，炭素鋼鋳鋼
		給水ポンプ		ケーシング：鋳鉄 主軸：炭素鋼 羽根車：青銅鋳物
		脱気器給水ポンプ		ケーシング：鋳鉄 主軸：炭素鋼 羽根車：青銅鋳物
		脱気器		炭素鋼
		ホットウェルタンク		ステンレス鋼
		エゼクタ		炭素鋼，ステンレス鋼
		ブロータンク		炭素鋼
		給水タンク		炭素鋼
		給水系配管		炭素鋼
		給水系弁（制御弁含む）		炭素鋼，炭素鋼鋳鋼
		フランジボルト		炭素鋼
		0 リング，パッキン，ポンプ軸受（ころがり）		（消耗品）
蒸発熱の確保	エネルギー伝達	ボイラ本体	バーナ	炭素鋼
機器の支持	支持	ベース		炭素鋼
		配管サポート		炭素鋼
		埋込金物		炭素鋼
		基礎ボルト		炭素鋼，樹脂

表 2.1-2　補助ボイラ設備の使用条件

機器名称	内部流体	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (℃)
ボイラ本体	蒸気，純水	0.98	火炉側：286* 蒸気側：183.2 給水側：100
安全弁（ボイラ本体）	蒸気	0.98	183.2
蒸気だめ	蒸気	0.98	183.2
蒸気系配管，蒸気系弁	蒸気	0.98	183.2
給水ポンプ	純水	1.37	100
脱気器給水ポンプ	純水	0.77	100
脱気器	純水	0.098	100
ホットウェルタンク	純水	大気圧	100
エゼクタ	蒸気，純水	0.78	183.2
ブロータンク	純水	0.069	115
給水タンク	純水	静水頭	100
給水系配管，給水系弁	純水	1.37	100

＊：排ガス出口温度を示す

2.2 経年劣化事象の抽出

2.2.1 機器の機能達成に必要な項目

補助ボイラ設備の機能達成に必要な項目は以下のとおり。

(1) バウンダリの維持

(2) 蒸発熱の確保

(3) 機器の支持

2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

(1) 想定される経年劣化事象の抽出

補助ボイラ設備について，機能達成に必要な項目を考慮して主要な部位に展開した上で，個々の部位の材料，構造，使用条件（内部流体の種類，応力，温度等）及び現在までの運転経験を考慮し，表 2.2-1 に示すとおり，想定される経年劣化事象を抽出した（表 2.2-1 で○又は△，▲）。

なお，消耗品及び定期取替品は以下のとおり評価対象外とする。

(2) 消耗品及び定期取替品の扱い

0 リング，パッキン，ポンプ軸受（ころがり）は消耗品であり，設計時に長期使用せず取替を前提としていることから，高経年化対策を見極める上での評価対象外とする。

(3) 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

想定される経年劣化事象のうち下記①，②に該当しない事象を高経年化対策上着目すべき経年劣化事象と判断した。

なお，下記①，②に該当する事象については，2.2.3 項に示すとおり，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断した。

① 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって，想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象として表 2.2-1 で△）

② 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により，今後も経年劣化の進展が考えられない，又は進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外として表 2.2-1 で▲）

この結果，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象は抽出されなかった。

2.2.3 高経年化評価上着目すべき経年劣化事象ではない事象

(1) 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって，想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象）

a. 基礎ボルトの腐食（全面腐食）［ボイラ本体，蒸気だめ，給水ポンプ，脱気器給水ポンプ，脱気器，ホットウェルタンク，ブロータンク及び給水タンク］

基礎ボルトの健全性については，「16. 基礎ボルト」にて評価する。

b. 胴，配管等の腐食（流れ加速型腐食）［ボイラ本体（汽水胴，管），蒸気だめ，蒸気系配管及び蒸気系弁］

汽水胴，管，蒸気だめは炭素鋼，蒸気系配管は炭素鋼及び低合金鋼，蒸気系弁は炭素鋼及び炭素鋼鋳鋼であり，内部流体が高温の蒸気であることから，腐食（流れ加速型腐食）の発生が想定される。

しかしながら，防錆剤を添加することで腐食を防止しているため，系統全体としては顕著な減肉傾向は確認されていない。

また，汽水胴，管及び蒸気だめについては，開放点検時の目視点検及び肉厚測定を実施することにより腐食の検知は可能であり，蒸気系弁については分解点検時の目視点検を実施することにより腐食の検知は可能であり，それぞれ点検結果に応じて取替を実施することとしている。

したがって，胴，配管等の腐食（流れ加速型腐食）は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

c. ケーシング等の腐食（全面腐食）［給水ポンプ，脱気器給水ポンプ，脱気器，エゼクタ，ブロータンク，給水タンク，給水系配管及び給水系弁］

給水ポンプ，脱気器給水ポンプのケーシングは鋳鉄及び炭素鋼，脱気器，エゼクタ，ブロータンク，給水タンク，給水系配管及び給水系弁の内面等接液部は炭素鋼又は炭素鋼鋳鋼であり，大気接触部及び純水に接する部位には腐食の発生が想定される。

しかしながら，大気接触部は塗装により腐食を防止しており，塗膜が健全であれば腐食が発生する可能性は小さい。

また，巡視点検及び開放点検時の目視点検を実施することにより腐食の検知は可能であり，必要に応じて補修もしくは機器取替を実施することとしている。

なお，脱気器については，2016 年度に取替を実施している。

純水に接液する部位における腐食についても，分解点検時の目視点検にて腐食の検知は可能であり，必要に応じて補修もしくは機器取替を実施することとしている。

なお，エゼクタについては 2015 年度に取替を実施している。

したがって，ケーシング等の腐食（全面腐食）は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

d. フランジボルトの腐食（全面腐食）［共通］

フランジボルトは炭素鋼であり，腐食の発生が想定される。

しかしながら，腐食の発生は巡視点検及び開放点検時の目視点検にて検知可能であり，必要に応じて補修又は取替を実施することとしている。

したがって，フランジボルトの腐食（全面腐食）は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

e. ベースの腐食（全面腐食）［共通］

ベースは炭素鋼であり，腐食の発生が想定されるが，大気接触部は塗装により腐食を防止しており，塗膜が健全であれば腐食が発生する可能性は小さい。

また，巡視点検等により塗膜の状態を確認し，必要に応じて補修塗装を実施することで機能を維持することとしている。

したがって，ベースの腐食（全面腐食）は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

f. 主軸の摩耗［給水ポンプ，脱気器給水ポンプ］

軸受（ころがり）を使用している主軸については，軸受と主軸の接触面の摩耗の発生が想定される。

しかしながら，分解点検時に目視点検及び寸法測定を実施することで，摩耗の傾向管理が可能であり，点検結果に応じて取替を実施することとしている。

したがって，主軸の摩耗は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

g. 羽根車とケーシングリング間の摩耗［給水ポンプ，脱気器給水ポンプ］

ケーシングリングは，羽根車と摺動することにより摩耗の発生が想定される。

しかしながら，分解点検時に目視点検及び寸法測定を実施することで，摩耗の傾向管理が可能であり，必要に応じて取替を実施することとしている。

したがって，羽根車とケーシングリング間の摩耗は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

h. 埋込金物の腐食（全面腐食）［共通］

埋込金物は炭素鋼であり，腐食の発生が想定されるが，大気接触部は塗装により腐食を防止しており，塗膜が健全であれば腐食が発生する可能性は小さい。

また，巡視点検等により塗膜の状態を確認し，必要に応じて補修塗装を実施することで機能を維持することとしている。

したがって，埋込金物の腐食（全面腐食）は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

i. 配管サポートの腐食（全面腐食）［蒸気系配管，給水系配管］

配管サポートは炭素鋼であり，腐食の発生が想定されるが，大気接触部は塗装により腐食を防止しており，塗膜が健全であれば腐食が発生する可能性は小さい。

また，巡視点検等により塗膜の状態を確認し，必要に応じて補修塗装を実施することで機能を維持することとしている。

したがって，配管サポートの腐食は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

j. 汽水胴，水胴，火炉，管，安全弁，バーナの腐食（全面腐食）［ボイラ本体］

補助ボイラ設備の燃料油には硫黄等が含まれているため，燃焼灰や排気ガス中に生成される硫酸により，各機器内面での腐食の発生が想定される。

しかしながら，補助ボイラ設備の使用燃料は硫黄分の少ない重油（硫黄分 1.0 重量%以下）を使用しており，排気ガス中の三酸化硫黄の露点（最大約 160 ℃）に対し，補助ボイラ出口排ガス温度（286 ℃）は十分に高く，硫酸による腐食が生成する可能性は小さい。

また，開放点検時の目視点検において有意な腐食がないことを確認している。

したがって，汽水胴，水胴，火炉，管，安全弁，バーナの腐食（全面腐食）は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

k. ボイラ本体等の疲労割れ［ボイラ本体（汽水胴，水胴，火炉，管，バーナ），蒸気だめ，蒸気系配管，蒸気系弁，エゼクタ及び給水系配管］

ボイラ本体，蒸気だめ，蒸気系配管，蒸気系弁，エゼクタ及び給水系配管は運転時に高温環境になるため，疲労割れの発生が想定される。

しかしながら，温度変化率を緩和させるために，ボイラ本体の外面には保温材が取り付けられているとともに，検査間隔内における運転時間又は起動回数を疲労割れ防止の観点より定めていることから，疲労割れが発生する可能性は小さい。

なお，これまでの巡視点検，開放点検時の目視点検及び浸透探傷検査において，疲労による割れは確認されておらず，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，ボイラ本体等の疲労割れは，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

l. 管の高サイクル疲労割れ［ボイラ本体］

管は，内部流体及び管外部の気体の流れ等により高サイクル疲労の発生が想定されるが，内部流体は自然循環，外部は気体の流れであり加振力は大きくないことから，高サイクル疲労割れが発生する可能性は小さい。

なお，これまでの目視点検において有意な欠陥は確認されておらず，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，管の高サイクル疲労割れは，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

m. 羽根車の腐食（キャビテーション）［給水ポンプ，脱気器給水ポンプ］

ポンプ内部でキャビテーションが発生すると羽根車表面にエロージョンが生じ，ポンプ性能に影響を及ぼすことが想定される。

しかしながら，ポンプはキャビテーションが発生しない条件（有効吸込ヘッド＞必要有効吸込ヘッド）を満たすよう設計段階において考慮されており，この大小関係は経年的に変化するものではないことから，キャビテーションが発生する可能性は小さい。

なお，これまでの目視点検において有意な腐食は確認されておらず，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，羽根車の腐食（キャビテーション）は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

n. 主軸の高サイクル疲労割れ［給水ポンプ，脱気器給水ポンプ］

主軸には運転時に繰返し応力が発生することから，応力集中部において，高サイクル疲労割れの発生が想定される。

しかしながら，主軸は設計段階において高サイクル疲労割れが発生しない様に考慮されていることから，高サイクル疲労割れが発生する可能性は小さい。

なお，これまでの目視点検及び浸透探傷検査において有意なき裂は確認されておらず，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，主軸の高サイクル疲労割れは，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

o. 小口径配管の高サイクル疲労割れ［蒸気系配管，給水系配管］

小口径配管のソケット溶接部は，ポンプの機械・流体振動に伴う繰返し応力による高サイクル疲労割れの発生が想定されるが，これまでの運転で蒸気系配管及び給水系配管に高サイクル疲労割れは確認されておらず，振動の状態は経年的に変化するものではないことから，高サイクル疲労割れが発生する可能性は小さい。

なお，これまでの目視点検において有意な欠陥は確認されておらず，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，小口径配管の高サイクル疲労割れは，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

p. 弁棒の疲労割れ［蒸気系弁，給水系弁］

蒸気系弁，給水系弁のうち手動弁については，弁棒の疲労割れの発生が想定されるが，開操作時にバックシート部へ過負荷がかからないように適切な操作を行っていることから，疲労割れが発生する可能性は小さい。

なお，これまでの目視点検において有意なき裂は確認されておらず，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，弁棒の疲労割れは，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

(2) 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により，今後も経年劣化の進展が考えられない，又は進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常経年劣化事象以外）

a. 基礎ボルトの樹脂の劣化（後打ちケミカルアンカ）

基礎ボルトの健全性については，「16. 基礎ボルト」にて評価する。

b. 埋込金物（コンクリート埋込部）の腐食（全面腐食）

埋込金物は炭素鋼であり，腐食の発生が想定されるが，コンクリート埋設部については，コンクリートの大気接触部表面からの中性化の進行により腐食環境となるため，コンクリートが中性化に至り，埋込金物に有意な腐食が発生するまで長時間を要する。

今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難いことから，埋込金物の腐食（全面腐食）は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

c. 汽水胴，水胴，火炉，管及びバーナのクリープ［ボイラ本体］

ボイラは一般的にクリープの発生が想定されるが，補助ボイラ設備における蒸気側の最高使用温度は 183.2 ℃，出口排ガス温度は 286 ℃であり，鋼材がクリープを発生する温度 370℃より低いため，クリープが発生する可能性はない。

したがって，汽水胴，水胴，火炉，管及びバーナのクリープは，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

d. スプリングのへたり［安全弁（ボイラ本体）］

安全弁のスプリングは常時応力が負荷された状態で使用されるため，へたりの発生が想定されるが，設計段階においてスプリング使用時のねじり応力が許容ねじり応力以下になるように設定されており，またスプリングの材料に対する推奨最高使用温度よりも実際の使用温度は低いことから，へたりが発生する可能性はない。

したがって，スプリングのへたりは，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

表2.2-1（1/2）　補助ボイラ設備に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位		消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考
						減肉		割れ		材質変化		その他	
						摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
バウンダリの維持	耐圧	ボイラ本体	汽水胴		炭素鋼		△△*2	△				▲*3	*1:羽根車のキャビテーション *2:流れ加速型腐食 *3:クリープ *4:高サイクル疲労割れ *5:主軸 *6:羽根車とケーシングリング間 *7:弁棒 *8:小口径配管 *9:スプリングのへたり *10:手動弁
			水胴		炭素鋼		△	△				▲*3	
			火炉		炭素鋼		△	△				▲*3	
			管		炭素鋼		△△*2	△△*4				▲*3	
		安全弁（ボイラ本体）			炭素鋼，ステンレス鋼，ばね鋼		△					▲*9	
		蒸気だめ			炭素鋼		△*2	△					
		蒸気系配管			炭素鋼，低合金鋼		△*2	△△*4*8					
		蒸気系弁			炭素鋼，炭素鋼鋳鋼		△*2	△△*7*10					
		給水ポンプ			鋳鉄，炭素鋼，青銅鋳物	△*5*6	△△*1	△*4*5					
		脱気器給水ポンプ			鋳鉄，炭素鋼，青銅鋳物	△*5*6	△△*1	△*4*5					
		脱気器			炭素鋼		△						
		ホットウェルタンク			ステンレス鋼								
		エゼクタ			炭素鋼，ステンレス鋼		△	△					
		ブロータンク			炭素鋼		△						
		給水タンク			炭素鋼		△						
		給水系配管			炭素鋼		△	△△*4*8					
		給水系弁（制御弁含む）			炭素鋼，炭素鋼鋳鋼		△	△*7*10					

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常経年劣化事象）
▲：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常経年劣化事象以外）

表 2.2-1（2/2）　補助ボイラ設備に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考
					減肉		割れ		材質変化		その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
バウンダリの維持	耐圧	フランジボルト		炭素鋼		△						*1:クリープ *2:コンクリート埋込部 *3:樹脂の劣化
		0リング，パッキン，ポンプ軸受（ころがり）	◎	－								
蒸発熱の確保	エネルギー伝達	ボイラ本体 バーナ		炭素鋼		△	△				▲*1	
機器の支持	支持	ベース		炭素鋼		△						
		配管サポート		炭素鋼		△						
		埋込金物		炭素鋼		△▲*2						
		基礎ボルト		炭素鋼，樹脂		△				▲*3		

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常経年劣化事象）
▲：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常経年劣化事象以外）

12. 廃棄物処理設備

［対象設備］

① 濃縮廃液・廃液中和スラッジ系設備
② 機器ドレン系設備
③ 減容固化系設備
④ 雑固体減容処理設備高周波溶融炉設備
⑤ 雑固体焼却系設備
⑥ セメント混練固化系設備
⑦ 使用済樹脂貯蔵系設備

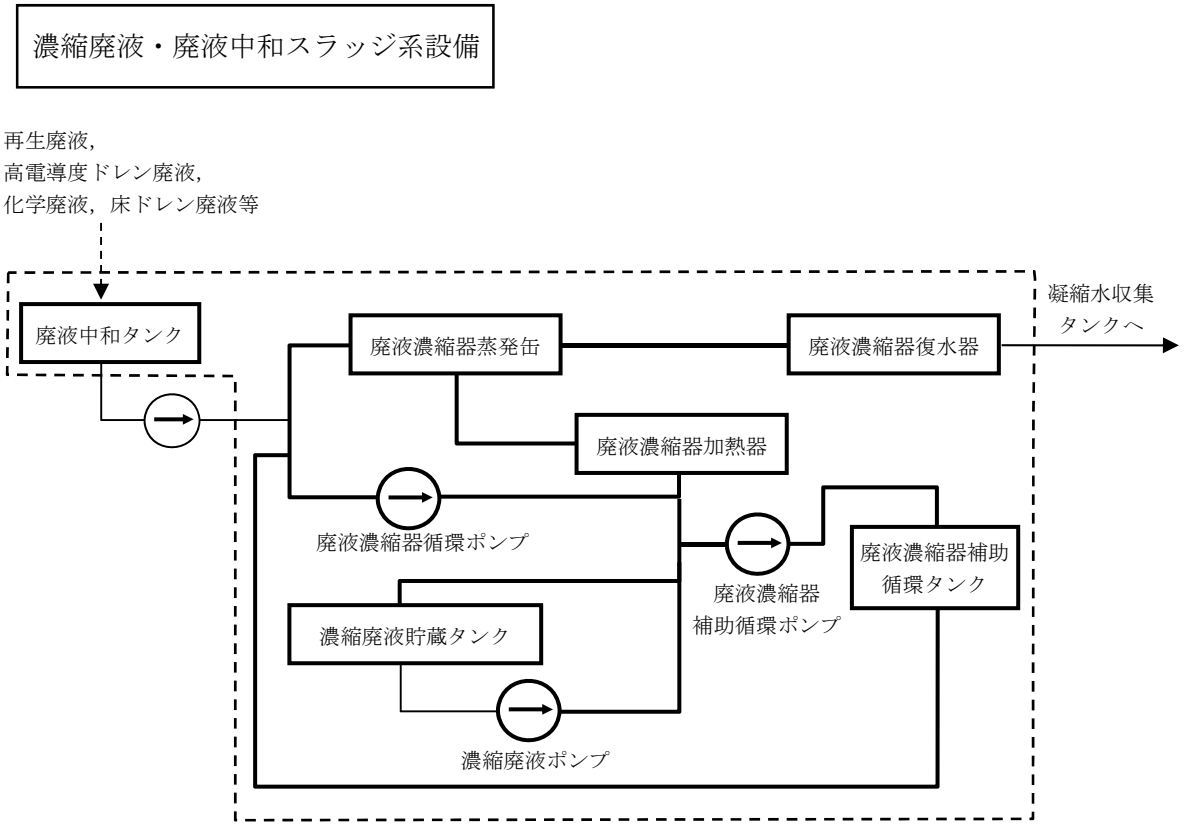
目次

1. 対象機器 12-1
2. 廃棄物処理設備（運転設備）の技術評価..... 12-8
2.1 構造，材料及び使用条件..... 12-8
2.1.1 濃縮廃液・廃液中和スラッジ系設備..... 12-8
2.1.2 機器ドレン系設備 12-19
2.1.3 減容固化系設備 12-28
2.1.4 雑固体減容処理設備高周波溶融炉設備..... 12-46
2.1.5 雑固体焼却系設備..... 12-59
2.1.6 セメント混練固化系設備..... 12-75
2.2 経年劣化事象の抽出..... 12-78
2.2.1 機器の機能達成に必要な項目..... 12-78
2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出..... 12-78
2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象..... 12-80
2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の評価..... 12-108
3. 廃棄物処理設備（停止保管設備）の技術評価..... 12-109
3.1 停止保管設備の保管状況..... 12-115
3.2 技術評価 12-115
3.3 高経年化への対応..... 12-115

1. 対象機器

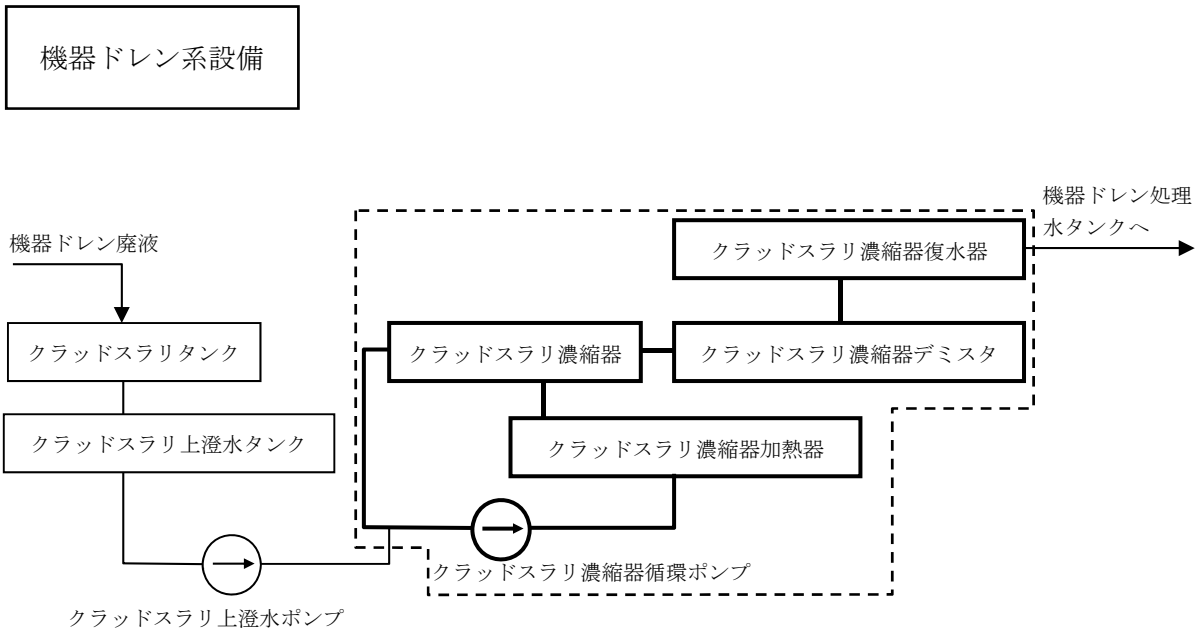
東海第二で使用している廃棄物処理設備のうち，最高使用温度が 95 ℃を超え，又は最高使用圧力が 1,900 kPa を超える環境下にある原子炉格納容器外の重要度クラス 3 の機器を選定した。

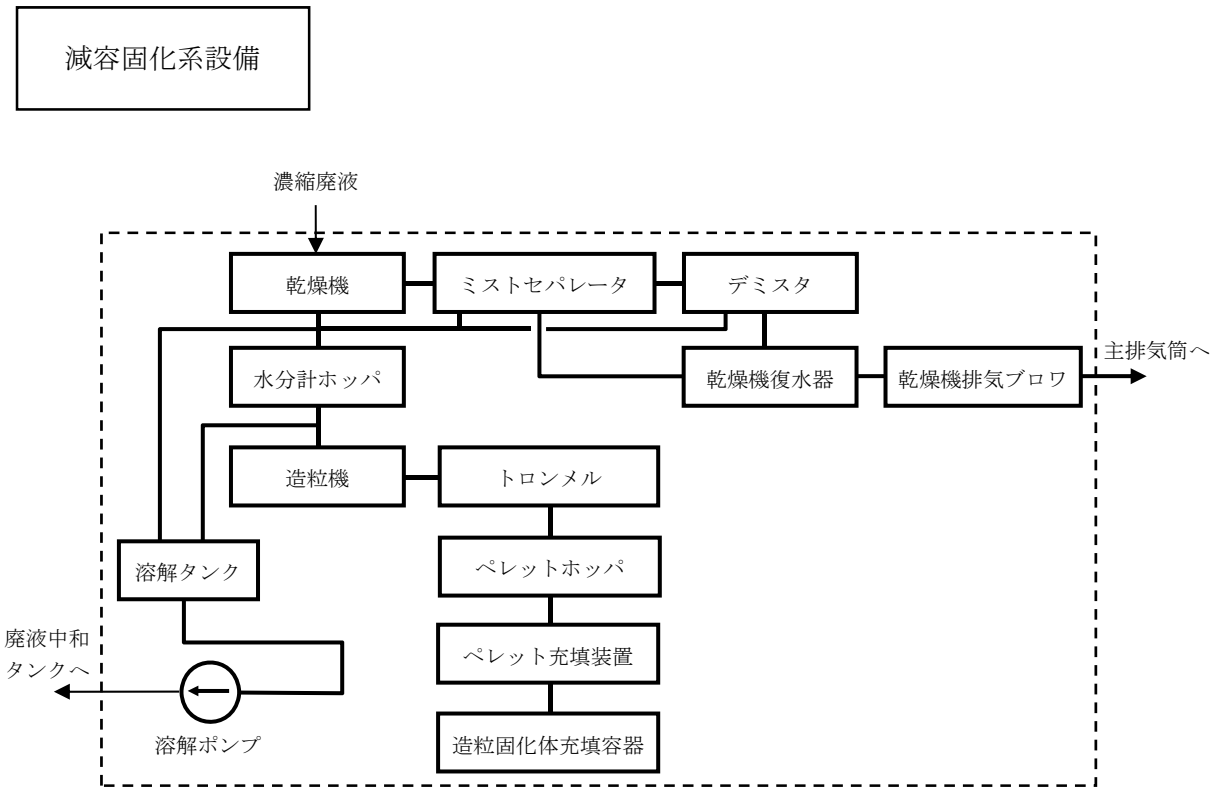
本評価書の評価対象となる廃棄物処理設備の概略を図 1-1 に，主な仕様を表 1-1 に，現在使用されていない設備（以下，「停止保管設備」という）の主な仕様を表 1-2 に示す。



点線内：本評価書における評価対象範囲

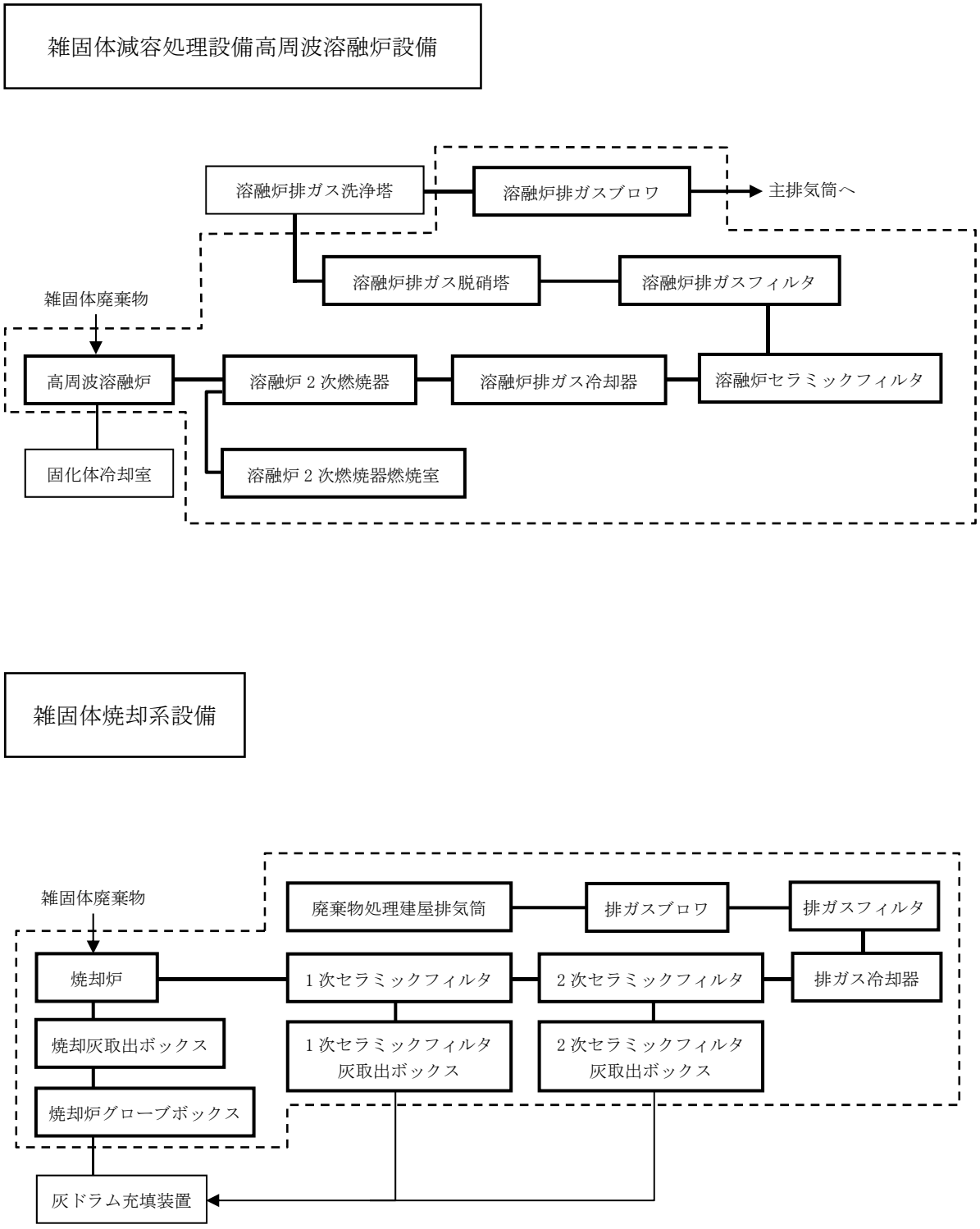
図 1-1（1/5）　廃棄物処理設備概略図





点線内：本評価書における評価対象範囲

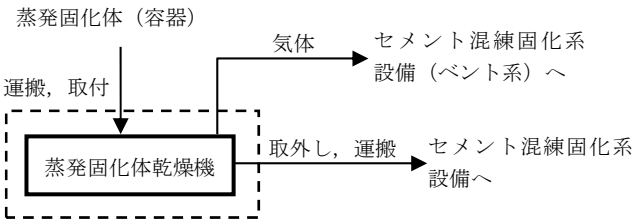
図 1-1（2/5）　廃棄物処理設備概略図



点線内：本評価書における評価対象範囲

図 1-1（3/5）　廃棄物処理設備概略図

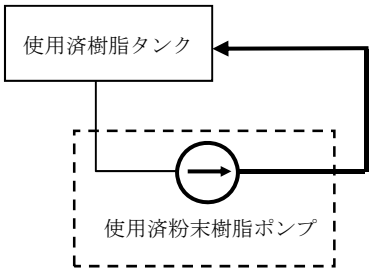
セメント混練固化系設備



点線内：本評価書における評価対象範囲

図 1-1（4/5）　廃棄物処理設備概略図

使用済樹脂貯蔵系設備



点線内：本評価書における評価対象範囲

図 1-1 (5/5)　廃棄物処理設備概略図

表 1-1　廃棄物処理設備の主な仕様

設備名称	仕様	重要度[*1]	運転状態	使用条件	
				最高使用圧力[*3] (MPa)	最高使用温度[*3] (℃)
濃縮廃液・廃液中和スラッジ系設備	1,500 m^3/h [*4]	高[*2]	運転設備	1.98	149
	7.4 m^3/h [*5]	高[*2]	停止保管設備	1.04	105
機器ドレン系設備	331 kWh [*6]	高[*2]	運転設備	1.04	159
減容固化系設備	200 kg/h [*7]	高[*2]	運転設備	1.04	190
雑固体減容処理設備高周波溶融炉設備	250 kg/h/個[*8]	高[*2]	運転設備	0.044	1,550
雑固体焼却系設備	870 kW [*9]	高[*2]	運転設備	大気圧	1,100
セメント混練固化系設備	300 ℃ [*10]	高[*2]	運転設備	大気圧	350
使用済樹脂貯蔵系設備	4.77 m^3/h [*11]	高[*2]	停止保管設備	1.96	65

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

*2：最高使用温度が 95 ℃を超え，又は最高使用圧力が 1,900 kPa を超える環境下にある原子炉格納容器外の重要度クラス 3 の機器

*3：設備内での最高使用温度及び最高使用圧力を示す

*4：廃液濃縮器加熱器の処理流量を示す

*5：廃液濃縮器補助循環ポンプの容量を示す

*6：クラッドスラリ濃縮器加熱器の容量を示す

*7：乾燥機の容量を示す

*8：高周波溶融炉の処理能力を示す

*9：焼却炉の焼却容量を示す

*10：蒸発固化体乾燥機の処理能力を示す

*11：使用済粉末樹脂ポンプの容量を示す

表 1-2　停止保管設備の主な仕様

設備名称	機器名称	仕様 (容量)	重要度*1	使用条件	
				最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (℃)
濃縮廃液・廃液中和スラッジ系設備	廃液濃縮器補助循環タンク	6.3 m^3	高*2	大気圧	105
濃縮廃液・廃液中和スラッジ系設備	廃液濃縮器補助循環ポンプ	7.4 m^3/h	高*2	1.04	105
使用済樹脂貯蔵系設備	使用済粉末樹脂ポンプ	4.77 m^3/h	高*2	1.96	65

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

*2：最高使用温度が 95 ℃を超え，又は最高使用圧力が 1,900 kPa を超える環境下にある原子炉格納容器外の重要度クラス 3 の機器

2. 廃棄物処理設備（運転設備）の技術評価

本章では，以下の廃棄物処理設備（運転設備）について技術評価を実施する。

① 濃縮廃液・廃液中和スラッジ系設備
② 機器ドレン系設備
③ 減容固化系設備
④ 雑固体減容処理設備高周波溶融炉設備
⑤ 雑固体焼却系設備
⑥ セメント混練固化系設備

2.1 構造，材料及び使用条件

2.1.1 濃縮廃液・廃液中和スラッジ系設備

(1) 構造

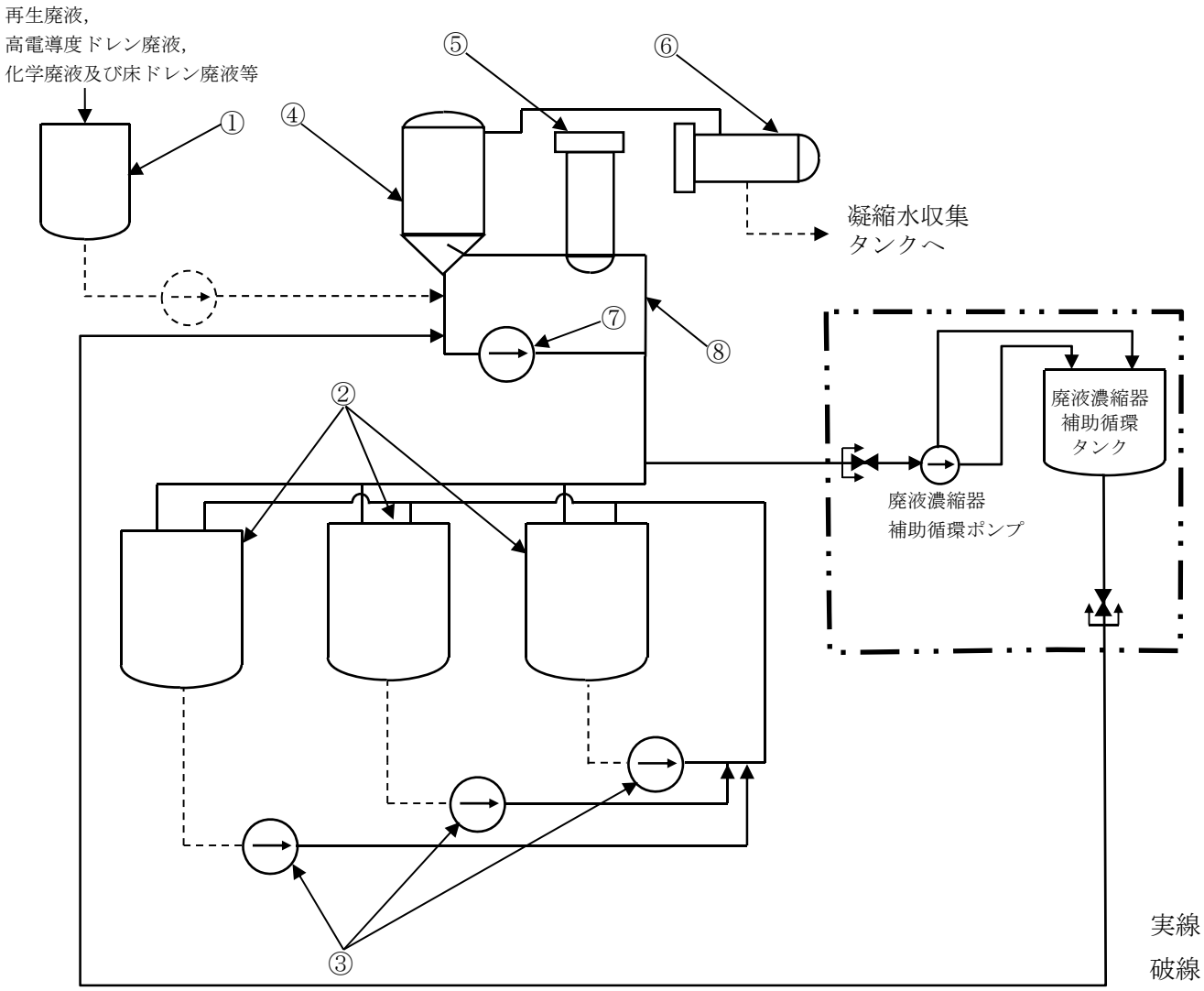
東海第二の濃縮廃液・廃液中和スラッジ系設備は，復水脱塩装置等の樹脂の再生廃液，高電導度ドレン廃液，分析室ドレン等の化学廃液及び床ドレン廃液の中和処理後の過程において濃縮処理を行うとともに，濃縮により発生した廃液を濃縮廃液貯蔵タンクに集め，固体廃棄物として処理する設備であり，廃液中和タンク，濃縮廃液貯蔵タンク，濃縮廃液ポンプ，廃液濃縮器蒸発缶，廃液濃縮器加熱器，廃液濃縮器復水器，廃液濃縮器循環ポンプ等で構成されている。

なお，濃縮する際に発生した蒸気は，凝縮させ凝縮水収集タンクに集め，機器ドレン処理系に送られる。その後，復水貯蔵タンクにて回収，再使用されるか，又は脱塩処理した後，凝縮水サンプルタンクに移し，放射性物質濃度を確認した上で，復水器冷却水放水路に放出される。

東海第二の濃縮廃液・廃液中和スラッジ系設備の系統構成図を図 2.1-1 に，各対象機器の構造図を図 2.1-2～8 に示す。

(2) 材料及び使用条件

東海第二の濃縮廃液・廃液中和スラッジ系設備主要部位の使用材料を表 2.1-1 に，使用条件を表 2.1-2 に示す。



No.	機器名
①	廃液中和タンク
②	濃縮廃液貯蔵タンク
③	濃縮廃液ポンプ
④	廃液濃縮器蒸発缶
⑤	廃液濃縮器加熱器
⑥	廃液濃縮器復水器
⑦	廃液濃縮器循環ポンプ
⑧	配管及び弁*

*：実線部が対象

：隔離措置範囲

：停止保管設備

図 2.1-1　濃縮廃液・廃液中和スラッジ系設備系統構成図

No.	部位
①	上板
②	胴
③	スカート
④	基礎ボルト

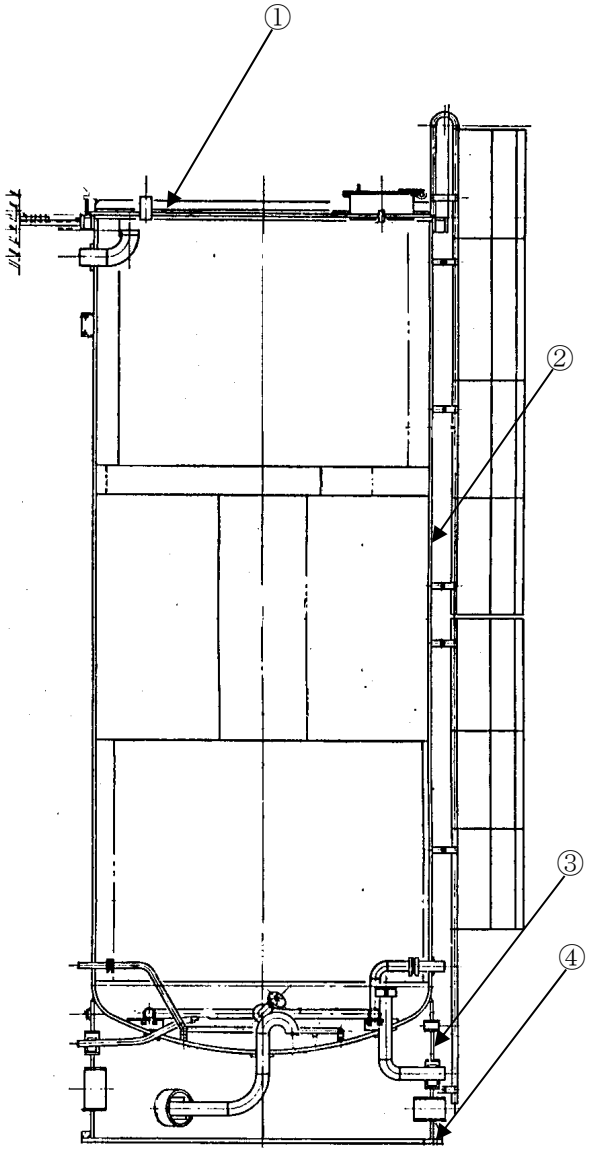


図 2.1-2　濃縮廃液・廃液中和スラッジ系設備廃液中和タンク構造図

No.	部位
①	上板
②	胴
③	スカート
④	基礎ボルト

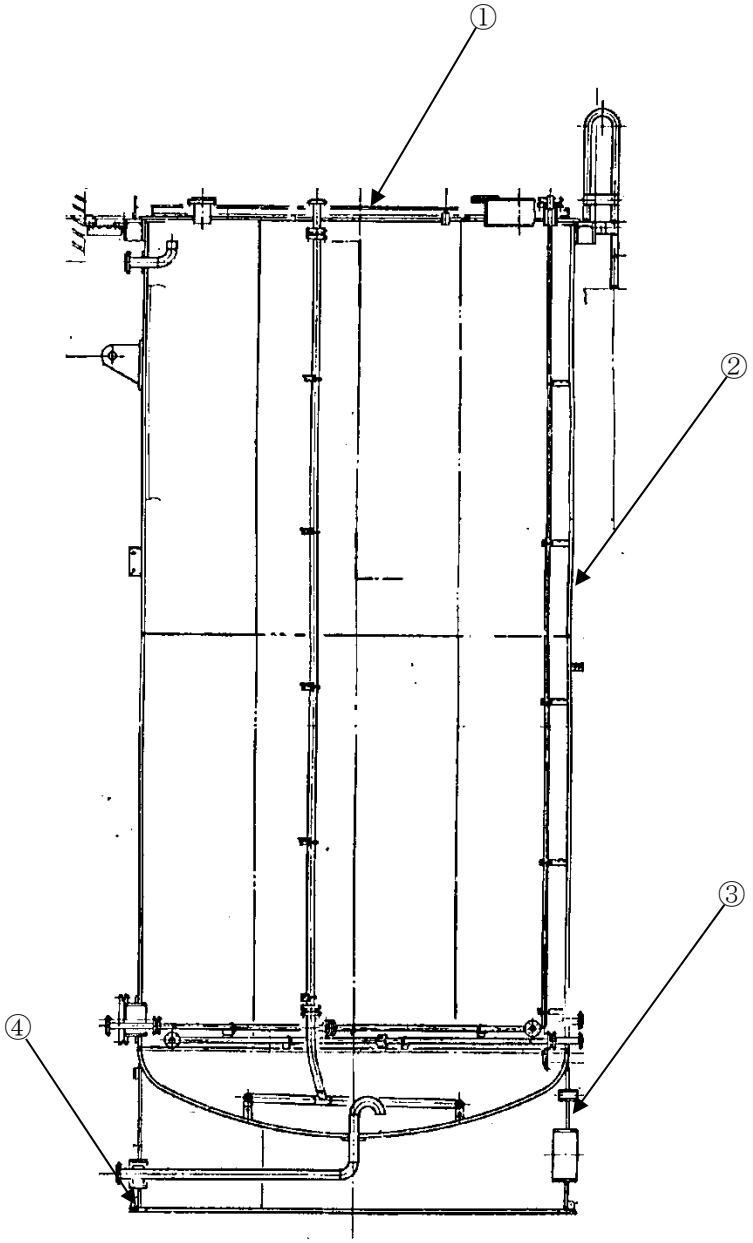


図 2.1-3　濃縮廃液・廃液中和スラッジ系設備濃縮廃液貯蔵タンク構造図

No.	部位
①	ケーシング
②	主軸
③	メカニカルシール
④	ガスケット
⑤	軸受（ころがり）
⑥	ケーシングボルト・ナット
⑦	取付ボルト
⑧	ベース
⑨	基礎ボルト

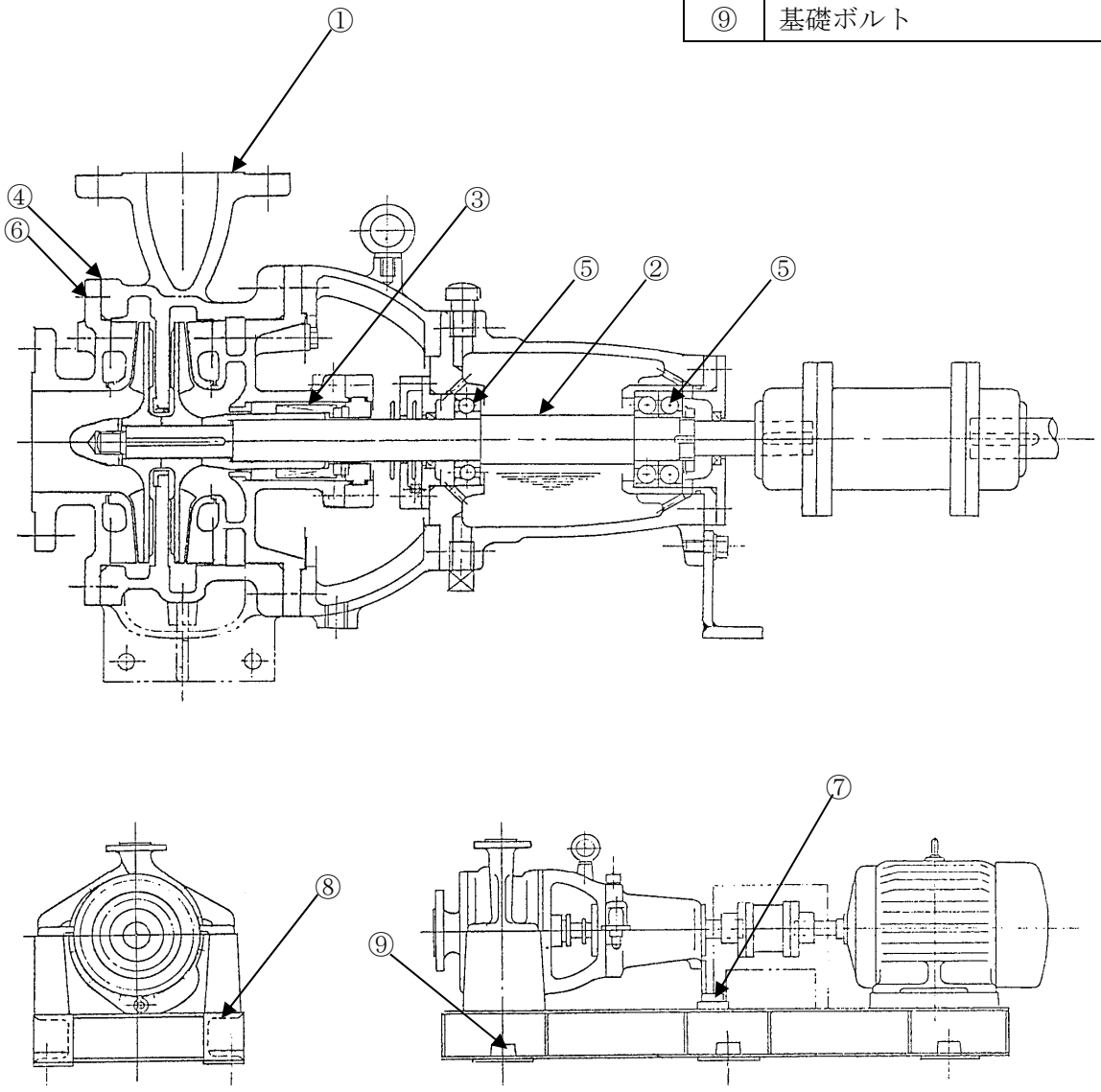


図 2.1-4　濃縮廃液・廃液中和スラッジ系設備濃縮廃液ポンプ構造図

No.	部位
①	胴（上鏡，下部胴を含む）
②	ガスケット
③	フランジボルト・ナット
④	基礎ボルト
⑤	支持脚

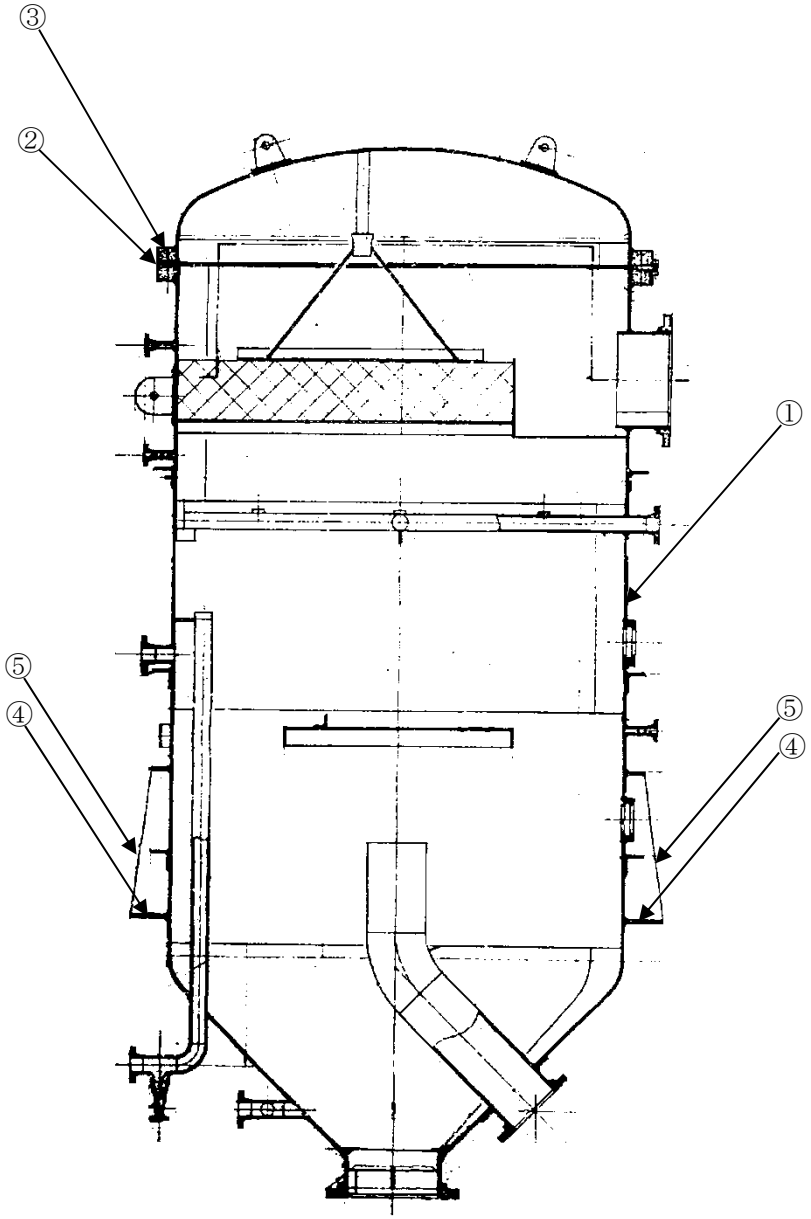
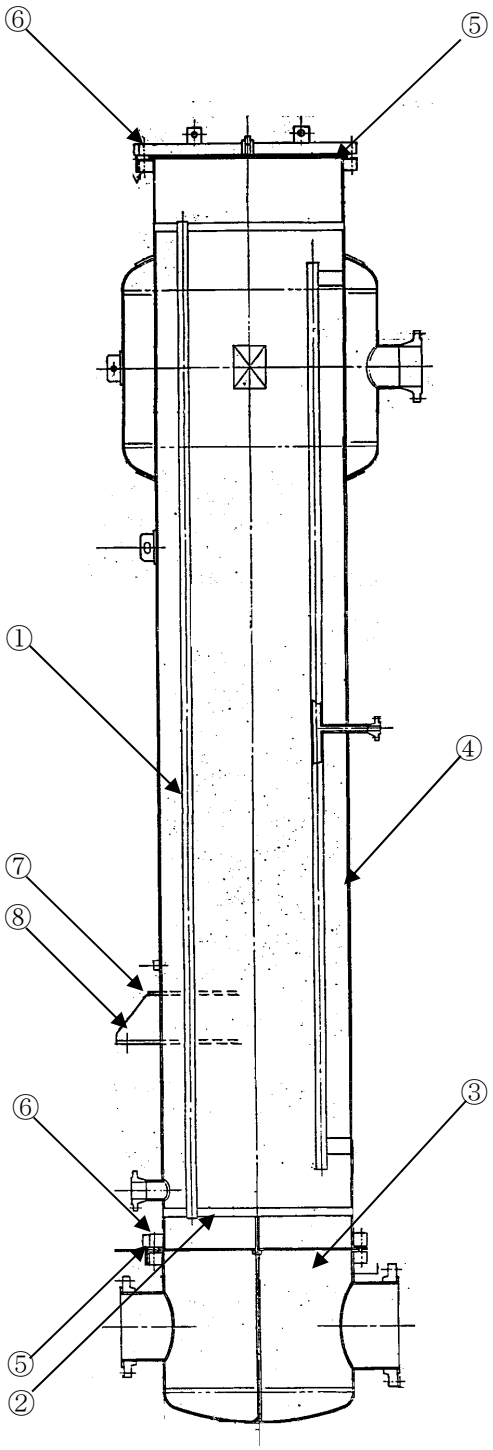


図 2.1-5　濃縮廃液・廃液中和スラッジ系設備廃液濃縮器蒸発缶構造図



No.	部位
①	伝熱管
②	管板
③	水室
④	胴
⑤	ガスケット
⑥	フランジボルト・ナット
⑦	スカート
⑧	基礎ボルト

図 2.1-6　濃縮廃液・廃液中和スラッジ系設備廃液濃縮器加熱器構造図

No.	部位
①	伝熱管
②	管板
③	水室
④	胴（鏡板を含む）
⑤	ガスケット
⑥	フランジボルト・ナット
⑦	支持脚
⑧	基礎ボルト

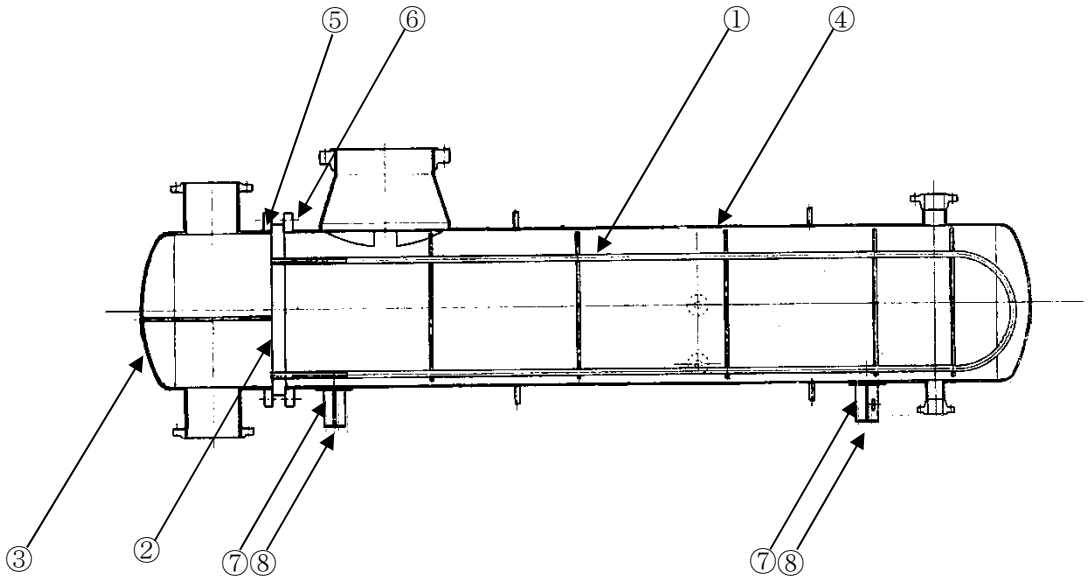


図 2.1-7　濃縮廃液・廃液中和スラッジ系設備廃液濃縮器復水器構造図

No.	部位
①	ケーシング
②	主軸
③	メカニカルシール
④	ガスケット
⑤	軸受（ころがり）
⑥	ケーシングボルト・ナット
⑦	取付ボルト
⑧	ベース
⑨	基礎ボルト

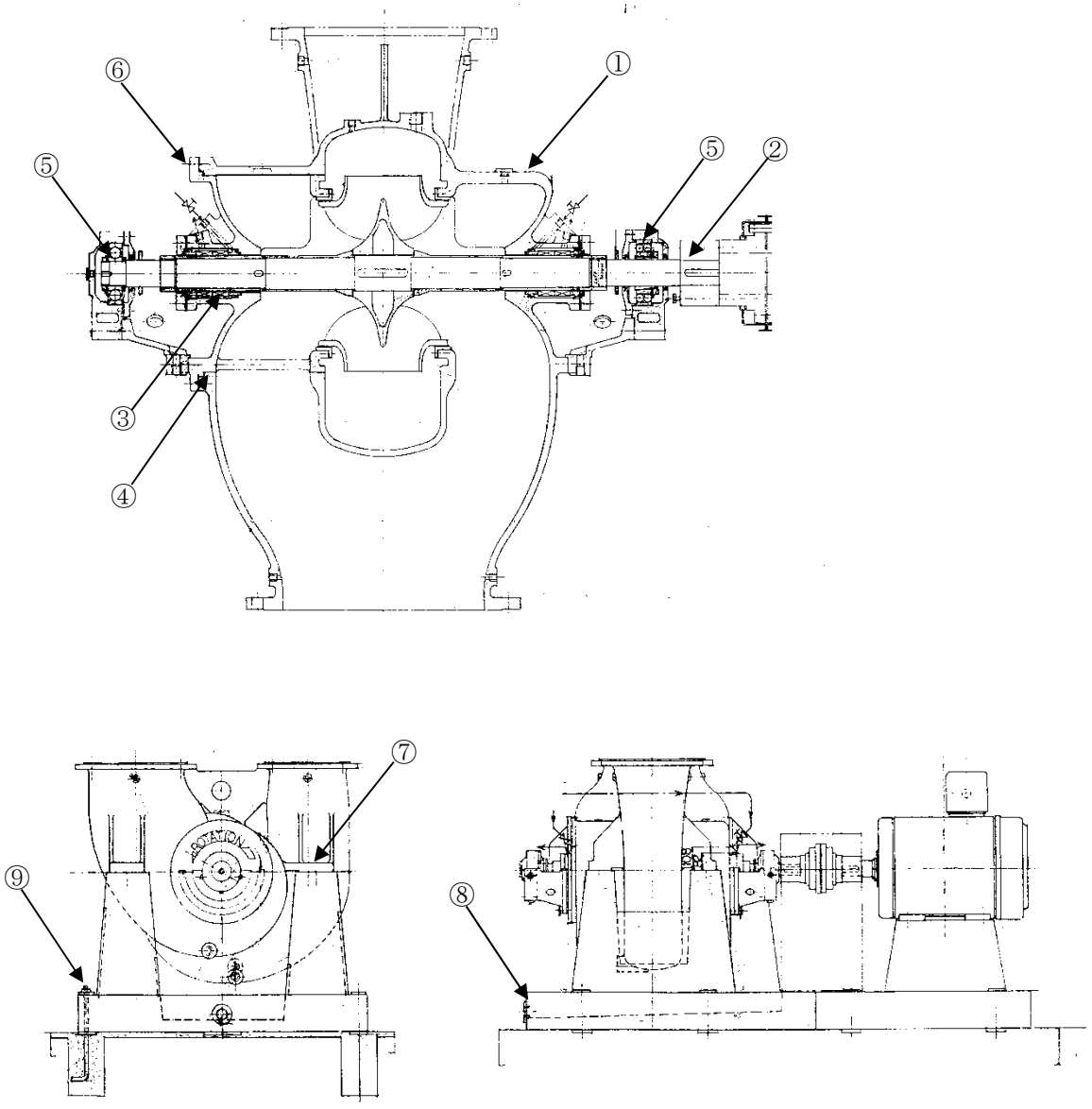


図 2.1-8　濃縮廃液・廃液中和スラッジ系設備廃液濃縮器循環ポンプ構造図

表 2.1-1　濃縮廃液・廃液中和スラッジ系設備主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位		材料
バウンダリの維持	耐圧	廃液中和タンク	上板	ステンレス鋼
			胴	ステンレス鋼
		濃縮廃液貯蔵タンク	上板	炭素鋼(内面エポキシライニング)
			胴	炭素鋼(内面エポキシライニング)
		濃縮廃液ポンプ	ケーシング	ステンレス鋼鋳鋼
			主軸	ステンレス鋼
			メカニカルシール	（消耗品）
			ガスケット	（消耗品）
			軸受（ころがり）	（消耗品）
			ケーシングボルト・ナット	ステンレス鋼
		廃液濃縮器蒸発缶	胴（上鏡，下部胴を含む）	ステンレス鋼
			ガスケット	（消耗品）
			フランジボルト・ナット	低合金鋼，炭素鋼
		廃液濃縮器加熱器	伝熱管	ステンレス鋼
			管板	ステンレス鋼
			水室	ステンレス鋼
			胴	炭素鋼
			ガスケット	（消耗品）
			フランジボルト・ナット	低合金鋼，炭素鋼
		廃液濃縮器復水器	伝熱管	ステンレス鋼
			管板	ステンレス鋼
			水室	炭素鋼
			胴（鏡板を含む）	ステンレス鋼
			ガスケット	（消耗品）
			フランジボルト・ナット	低合金鋼，炭素鋼
		廃液濃縮器循環ポンプ	ケーシング	ステンレス鋼鋳鋼
			主軸	ステンレス鋼
			メカニカルシール	（消耗品）
			ガスケット	（消耗品）
			軸受（ころがり）	（消耗品）
			ケーシングボルト・ナット	ステンレス鋼
		配管及び弁		ステンレス鋼,ステンレス鋼鋳鋼
		ガスケット，パッキン		（消耗品）
機器の支持	支持	取付ボルト		炭素鋼
		ベース		炭素鋼
		支持脚		炭素鋼
		スカート		炭素鋼
		基礎ボルト		炭素鋼，樹脂

表 2.1-2　濃縮廃液・廃液中和スラッジ系設備の使用条件

機器名称	内部流体	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (℃)
廃液中和タンク	廃液	大気圧	100
濃縮廃液貯蔵タンク	濃縮廃液	大気圧	120
濃縮廃液ポンプ	濃縮廃液	1.98	65
廃液濃縮器蒸発缶	濃縮廃液	0.34～ 0.101 真空	105
廃液濃縮器加熱器	一次側：蒸気 二次側：濃縮廃液	一次側：0.34 二次側：0.34～ 0.101 真空	一次側：149 二次側：149
廃液濃縮器復水器	一次側：蒸気，凝縮水 二次側：純水*1	一次側：0.07～ 0.101 真空 二次側：0.86	一次側：105 二次側：105
廃液濃縮器循環 ポンプ	濃縮廃液	0.34～ 0.101 真空*2	105*2

*1：補機冷却水（防錆剤入り）を示す

*2：ポンプの吐出配管仕様を示す

2.1.2 機器ドレン系設備

(1) 構造

東海第二の機器ドレン系設備は，非助材型ろ過装置から発生するクラッドスラリをクラッドスラリタンク内で沈降分離後，上澄水を濃縮器にて濃縮処理し，凝縮水を機器ドレン処理水タンクへ回収する設備であり，クラッドスラリ濃縮器加熱器，クラッドスラリ濃縮器，クラッドスラリ濃縮器復水器，クラッドスラリ濃縮器デミスタ，クラッドスラリ濃縮器循環ポンプ等で構成されている。

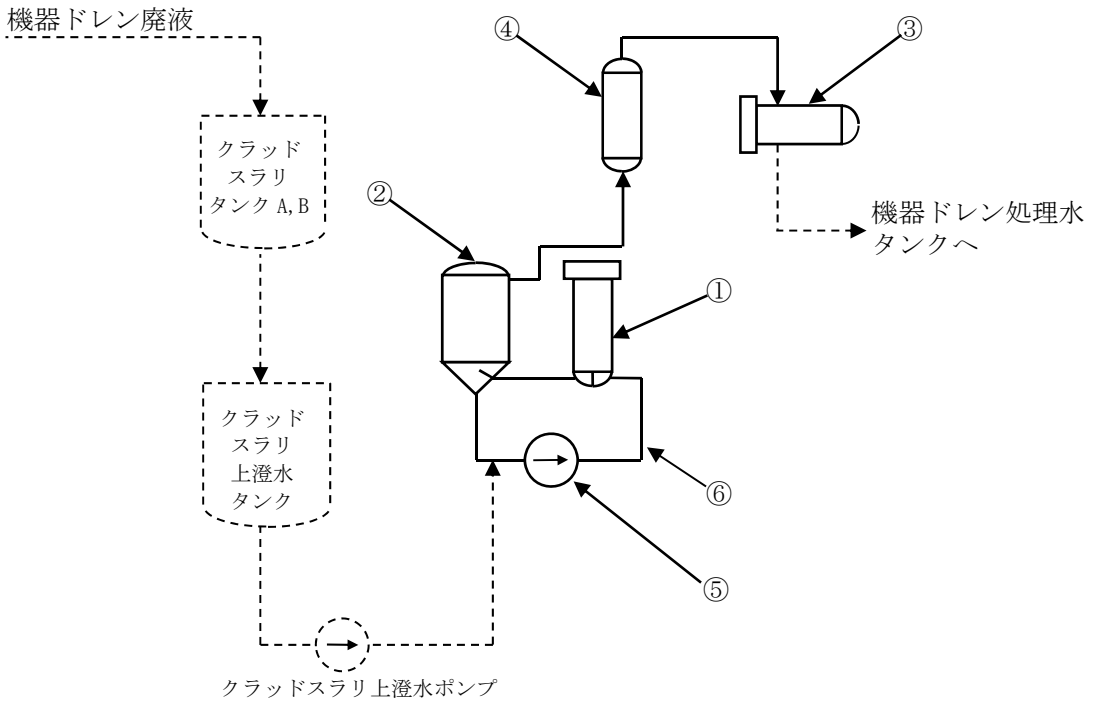
東海第二の機器ドレン系設備の系統構成図を図 2.1-9 に，各対象機器の構造図を図 2.1-10～14 に示す。

(2) 材料及び使用条件

東海第二の機器ドレン系設備主要部位の使用材料を表 2.1-3 に，使用条件を表 2.1-4 に示す。

No.	機器名
①	クラッドスラリ濃縮器加熱器
②	クラッドスラリ濃縮器
③	クラッドスラリ濃縮器復水器
④	クラッドスラリ濃縮器デミスタ
⑤	クラッドスラリ濃縮器循環ポンプ
⑥	配管及び弁*

*：実線部が対象



実線：評価対象（高温・高圧）

破線：低温・低圧

図 2.1-9　機器ドレン系設備系統構成図

No.	部位
①	伝熱管
②	管板
③	水室
④	胴
⑤	ガスケット
⑥	フランジボルト・ナット
⑦	支持脚
⑧	基礎ボルト

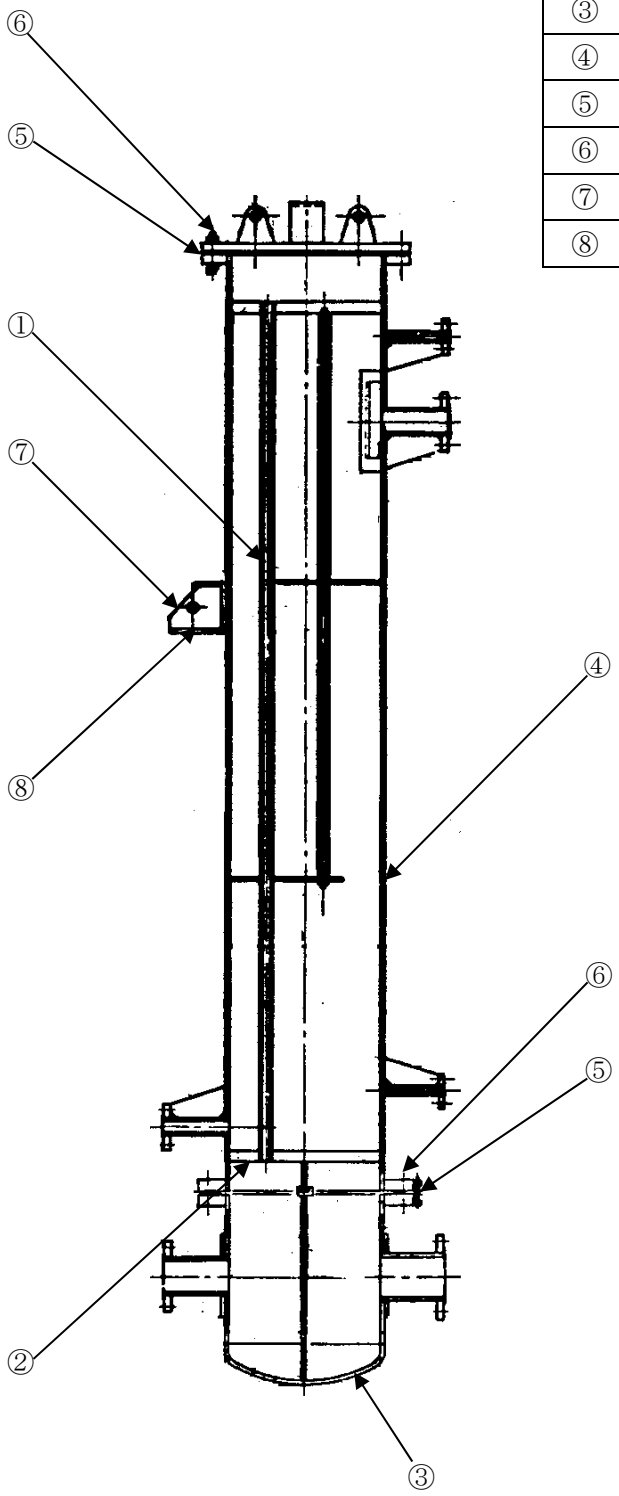


図 2.1-10　機器ドレン系設備クラッドスラリ濃縮器加熱器構造図

No.	部位
①	胴（上鏡，下部胴を含む）
②	ガスケット
③	フランジボルト・ナット
④	支持脚
⑤	基礎ボルト

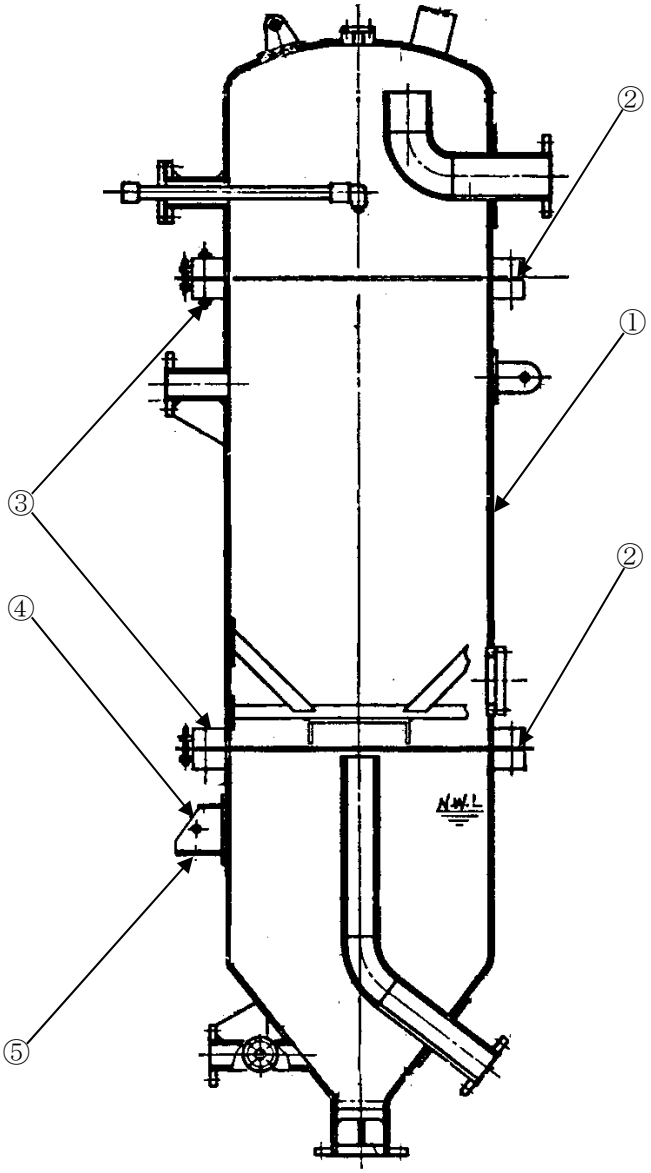


図 2.1-11　機器ドレン系設備クラッドスラリ濃縮器構造図

No.	部位
①	伝熱管
②	管板
③	水室
④	胴（鏡板を含む）
⑤	ガスケット
⑥	フランジボルト・ナット
⑦	支持脚
⑧	基礎ボルト

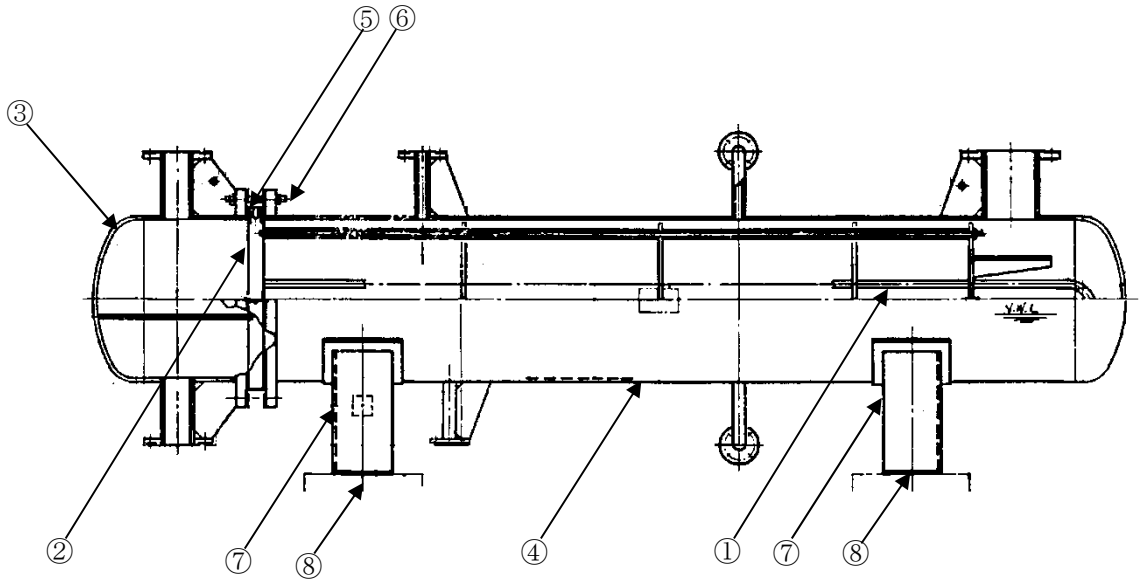


図 2.1-12　機器ドレン系設備クラッドスラリ濃縮器復水器構造図

No.	部位
①	胴（上鏡，下部胴を含む）
②	ガスケット
③	フランジボルト・ナット
④	支持脚
⑤	基礎ボルト

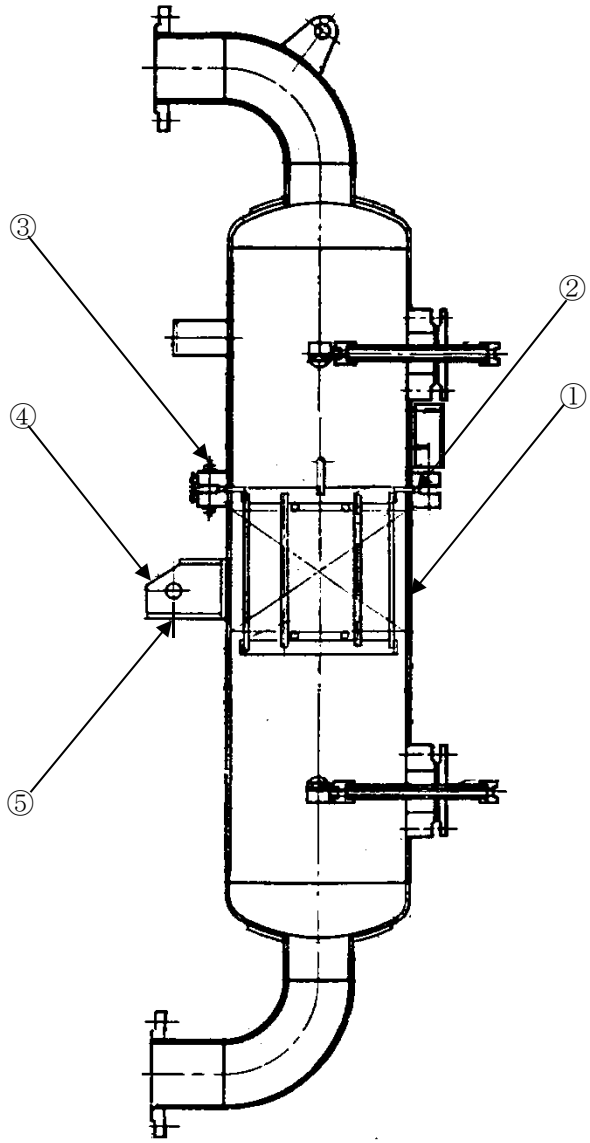


図 2.1-13　機器ドレン系設備クラッドスラリ濃縮器デミスタ構造図

No.	部位
①	ケーシング
②	主軸
③	メカニカルシール
④	ガスケット
⑤	軸受（ころがり）
⑥	ケーシングボルト・ナット
⑦	取付ボルト
⑧	ベース
⑨	基礎ボルト

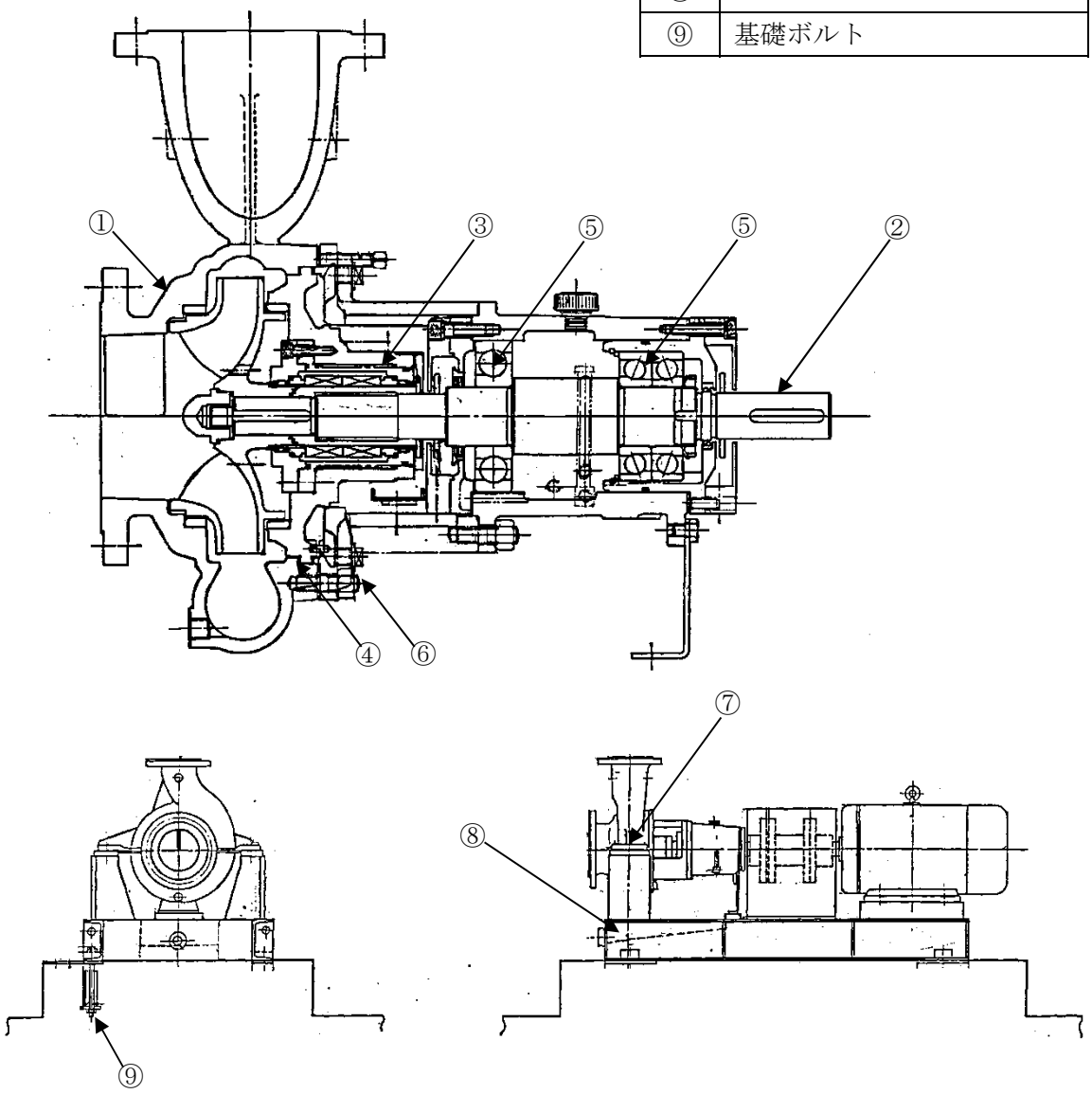


図 2.1-14　機器ドレン系設備クラッドスラリ濃縮器循環ポンプ構造図

表 2.1-3　機器ドレン系設備主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位		材料
バウンダリの維持	耐圧	クラッドスラリ濃縮器加熱器	伝熱管	ステンレス鋼
			管板	ステンレス鋼
			水室	ステンレス鋼
			胴	胴板：炭素鋼 端板：ステンレス鋼
			フランジボルト･ナット	ステンレス鋼
			ガスケット	（消耗品）
		クラッドスラリ濃縮器	胴(上鏡,下部胴を含む)	ステンレス鋼
			フランジボルト･ナット	ステンレス鋼
			ガスケット	（消耗品）
		クラッドスラリ濃縮器復水器	伝熱管	ステンレス鋼
			管板	ステンレス鋼
			水室	ステンレス鋼
			胴（鏡板を含む）	ステンレス鋼
			フランジボルト･ナット	ステンレス鋼
			ガスケット	（消耗品）
		クラッドスラリ濃縮器デミスタ	胴(上鏡,下部胴を含む)	ステンレス鋼
			フランジボルト･ナット	ステンレス鋼
			ガスケット	（消耗品）
		クラッドスラリ濃縮器循環ポンプ	ケーシング	ステンレス鋼鋳鋼
			主軸	ステンレス鋼
			メカニカルシール	（消耗品）
			ガスケット	（消耗品）
			軸受（ころがり）	（消耗品）
			ケーシングボルト･ナット	ステンレス鋼
		配管及び弁		ステンレス鋼，ステンレス鋼鋳鋼
		ガスケット，パッキン		（消耗品）
機器の支持	支持	取付ボルト		炭素鋼
		ベース		炭素鋼
		支持脚		炭素鋼
		基礎ボルト		炭素鋼，樹脂

表 2.1-4　機器ドレン系設備の使用条件

機器名称	内部流体	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (℃)
クラッドスラリ濃縮器加熱器	管側：クラッドスラリタンク上澄水 胴側：蒸気	管側：0.49 胴側：0.49	管側：159 胴側：159
クラッドスラリ濃縮器	クラッドスラリタンク上澄水	0.49	120
クラッドスラリ濃縮器復水器	管側：補機冷却水 胴側：蒸気，凝縮水	管側：1.04 胴側：静水頭	管側：120 胴側：120
クラッドスラリ濃縮器デミスタ	蒸気	0.49	120
クラッドスラリ濃縮器循環ポンプ	クラッドスラリタンク上澄水	0.49*	120*

*：ポンプの吐出配管仕様を示す

2.1.3 減容固化系設備

(1) 構造

東海第二の減容固化系設備は，濃縮廃液を減容固化系乾燥機・造粒機で乾燥・造粒して容器に詰め減容固化体貯蔵室に貯蔵するか，貯蔵した後，セメント混練固化系設備でドラム缶内に固化材（セメント）と混練して固化し貯蔵保管する設備であり，溶解タンク，乾燥機，ミストセパレータ，デミスタ，水分計ホッパ，造粒機，トロンメル，ペレットホッパ，ペレット充填装置，造粒固化体充填容器，乾燥機排気ブロワ，溶解ポンプ等で構成されている。

東海第二の減容固化系設備の系統構成図を図 2.1-15 に，各対象機器の構造図を図 2.1-16～28 に示す。

(2) 材料及び使用条件

東海第二の減容固化系設備主要部位の使用材料を表 2.1-5 に，使用条件を表 2.1-6 に示す。

No.	部位	No.	部位	No.	部位
①	溶解タンク	⑥	造粒機	⑪	乾燥機復水器
②	乾燥機	⑦	トロンメル	⑫	乾燥機排気ブロワ
③	ミストセパレータ	⑧	ペレットホッパ	⑬	溶解ポンプ
④	デミスタ	⑨	ペレット充填装置	⑭	配管及び弁*
⑤	水分計ホッパ	⑩	造粒固化体充填容器		

*：実線部が対象

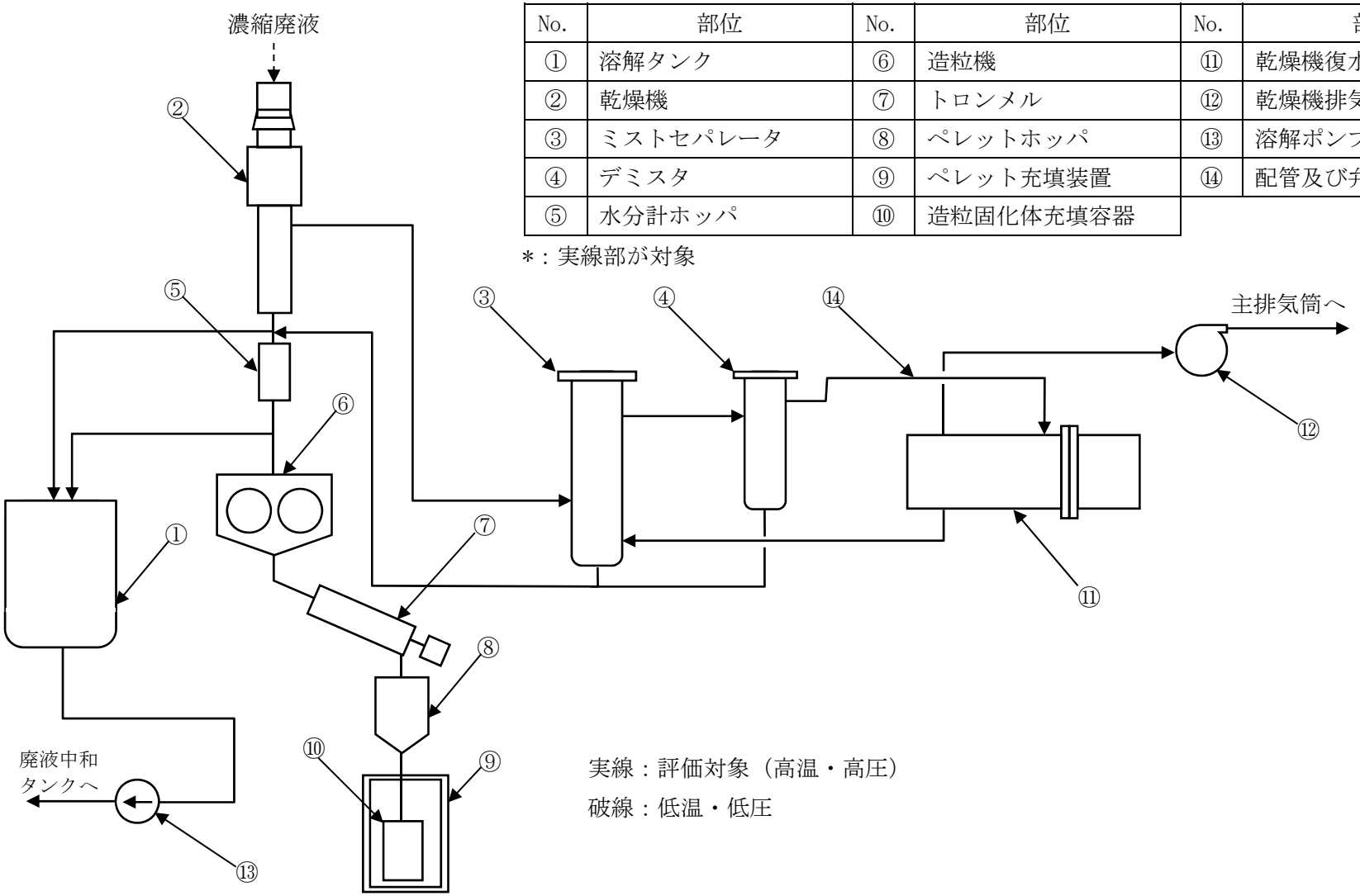


図 2.1-15　減容固化系設備系統構成図

No.	部位
①	上板
②	胴（下鏡を含む）
③	スカート
④	基礎ボルト

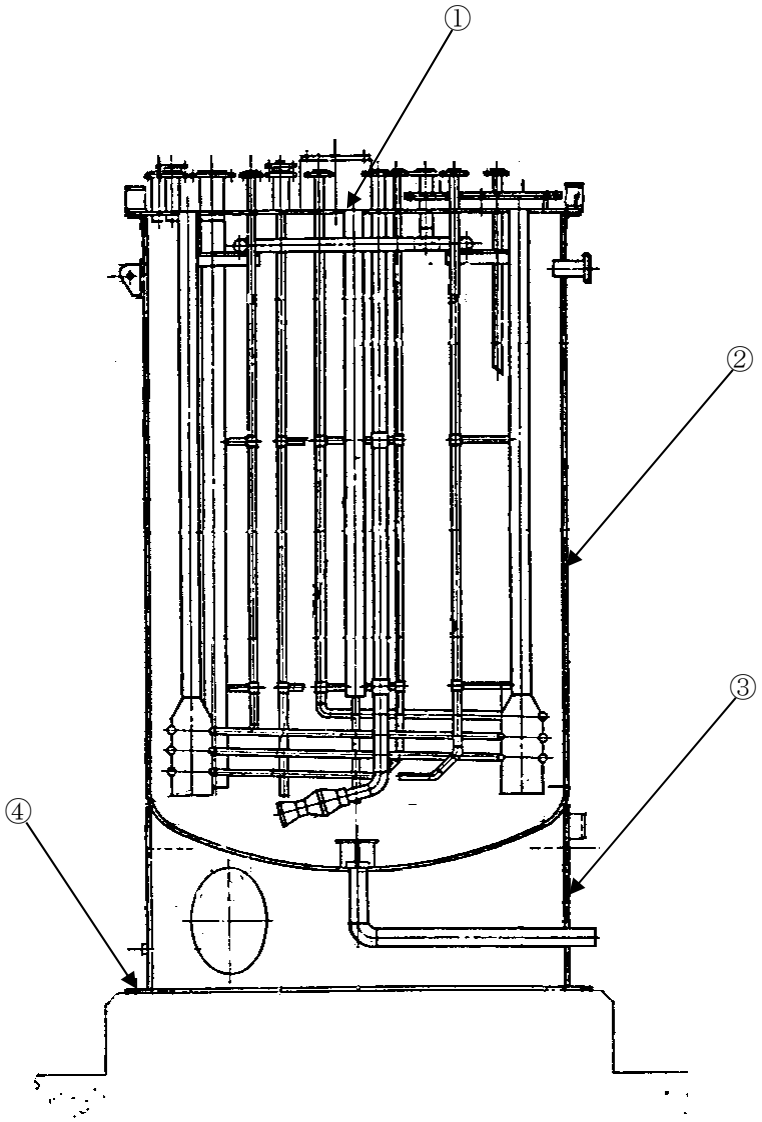


図 2.1-16　減容固化系設備溶解タンク構造図

No.	部位
①	本体胴
②	下部胴
③	メカニカルシール
④	フランジボルト・ナット
⑤	0 リング
⑥	支持脚
⑦	取付ボルト

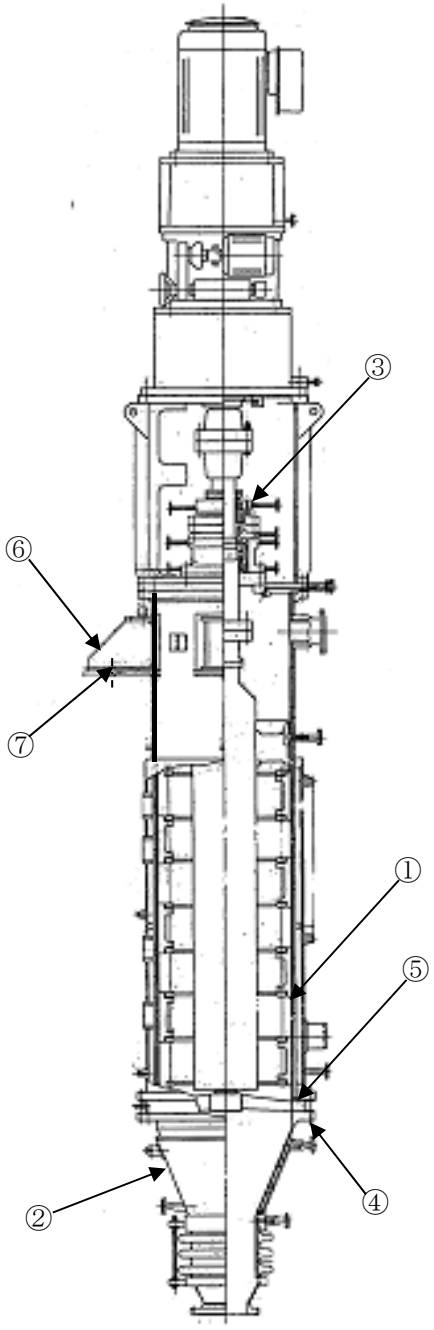


図 2.1-17　減容固化系設備乾燥機構造図

No.	部位
①	上板
②	胴
③	フランジボルト・ナット
④	ガスケット
⑤	支持脚
⑥	基礎ボルト

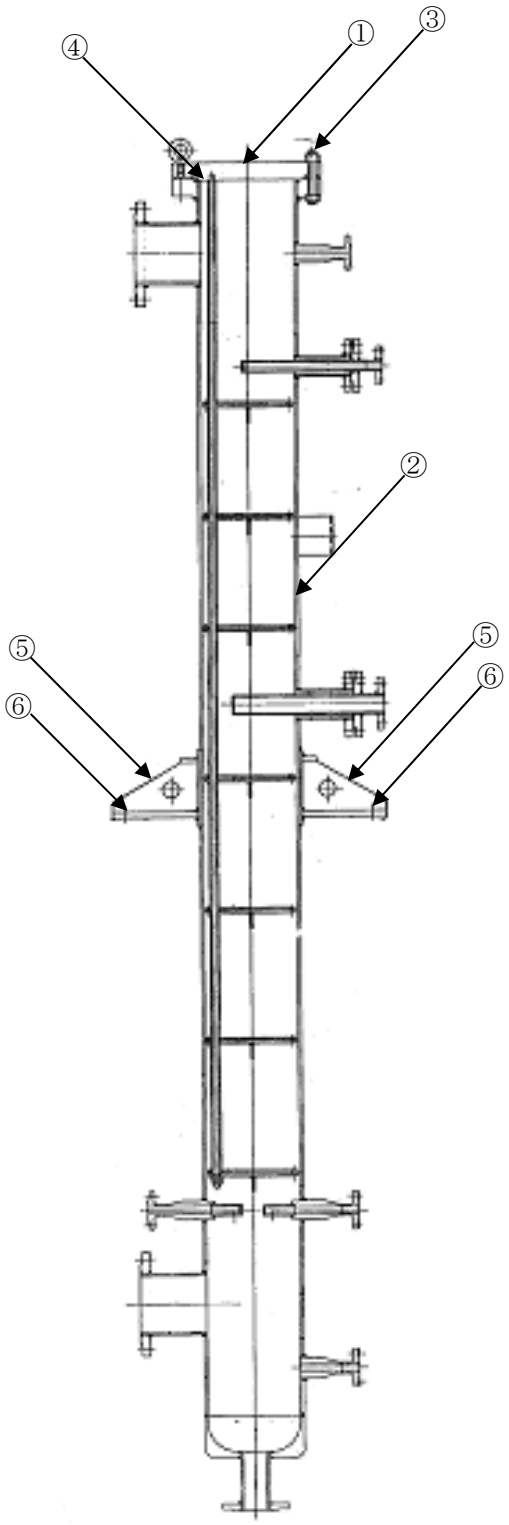


図 2.1-18　減容固化系設備ミストセパレータ構造図

No.	部位
①	上板
②	胴
③	フランジボルト・ナット
④	ガスケット
⑤	取付ボルト
⑥	支持脚

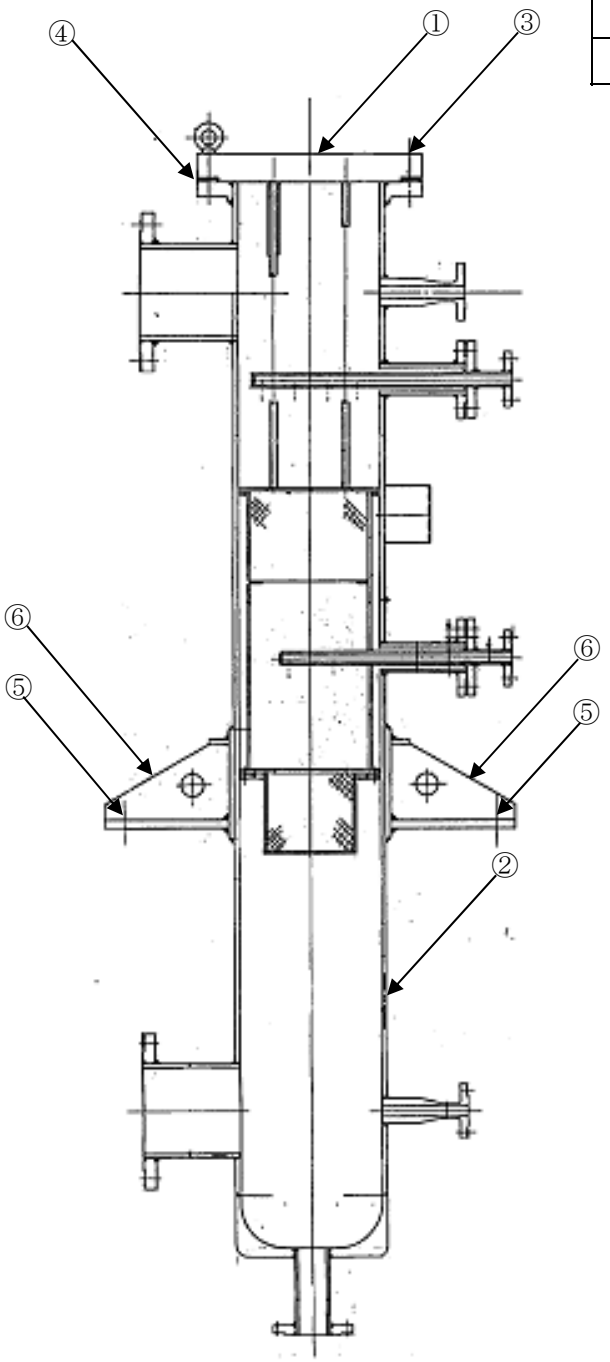


図 2.1-19　減容固化系設備デミスタ構造図

No.	部位
①	主軸
②	本体胴
③	フランジボルト・ナット
④	軸封セット
⑤	0 リング
⑥	取付ボルト

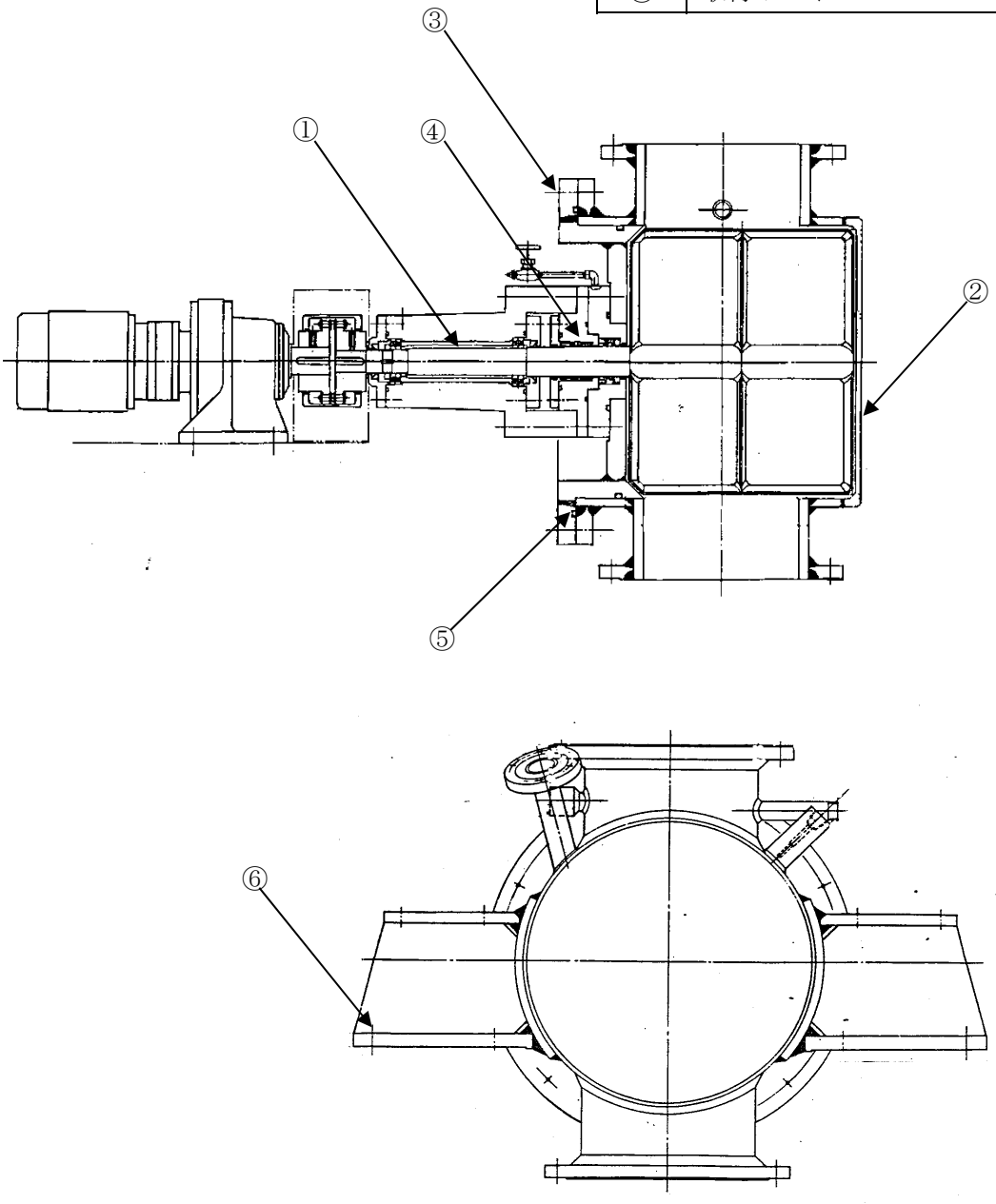


図 2.1-20　減容固化系設備水分計ホッパ構造図

No.	部位
①	軸（スクリューフィーダ）
②	ケーシング
③	ホッパ
④	シールリング
⑤	0 リング
⑥	フランジボルト・ナット
⑦	取付ボルト

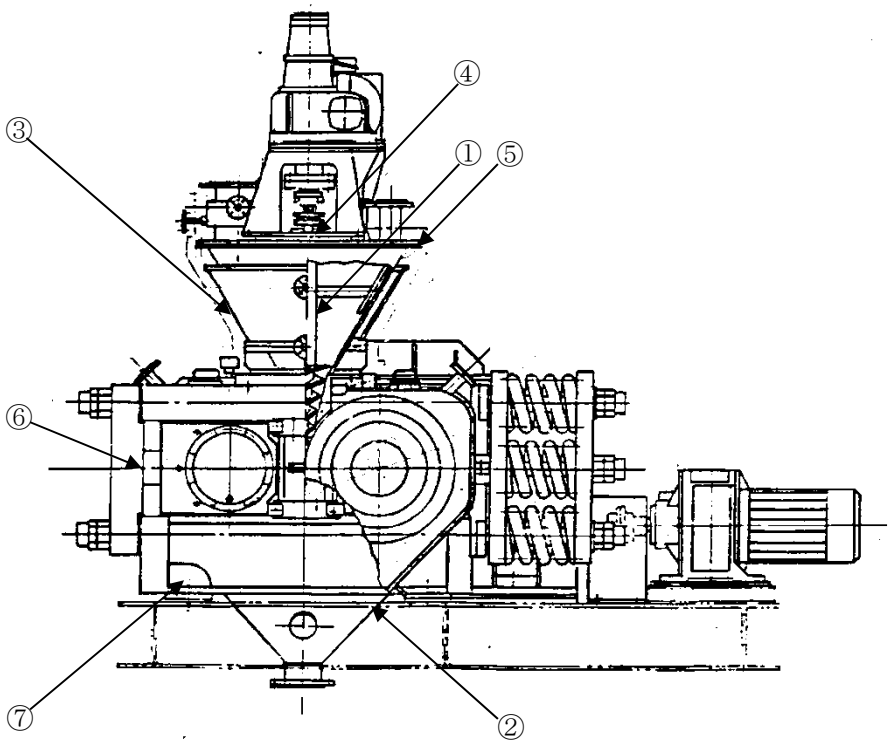


図 2.1-21　減容固化系設備造粒機構造図

No.	部位
①	主軸
②	ケーシング
③	ケーシングボルト・ナット
④	シールリング，0 リング
⑤	ガスケット
⑥	軸受（ころがり）
⑦	取付ボルト

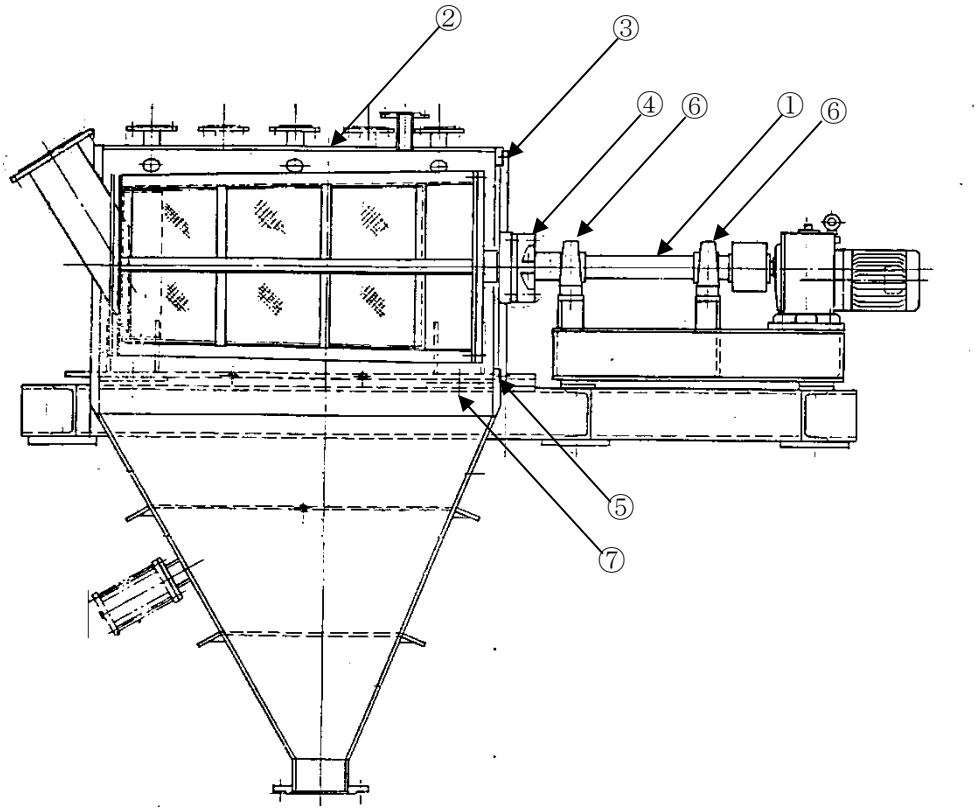


図 2.1-22　減容固化系設備トロンメル構造図

No.	部位
①	蓋
②	胴
③	フランジボルト・ナット
④	ガスケット
⑤	支持脚
⑥	基礎ボルト

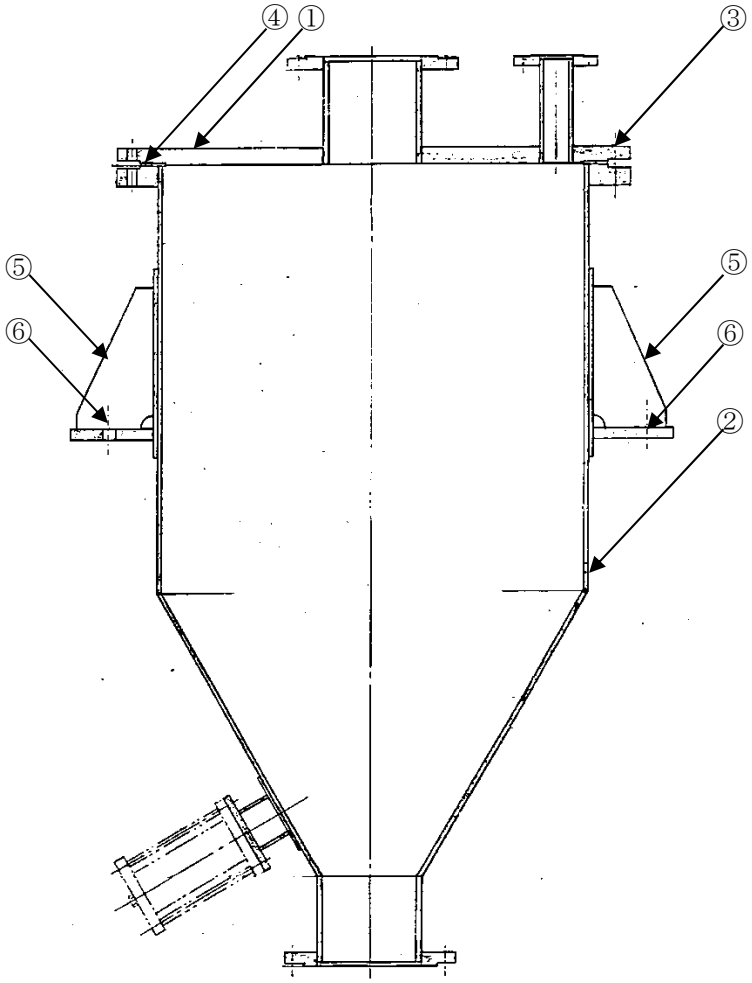


図 2.1-23　減容固化系設備ペレットホッパ構造図

No.	部位
①	接続蓋
②	ペレット充填口
③	充填管
④	充填補助弁
⑤	フレーム
⑥	埋込金物

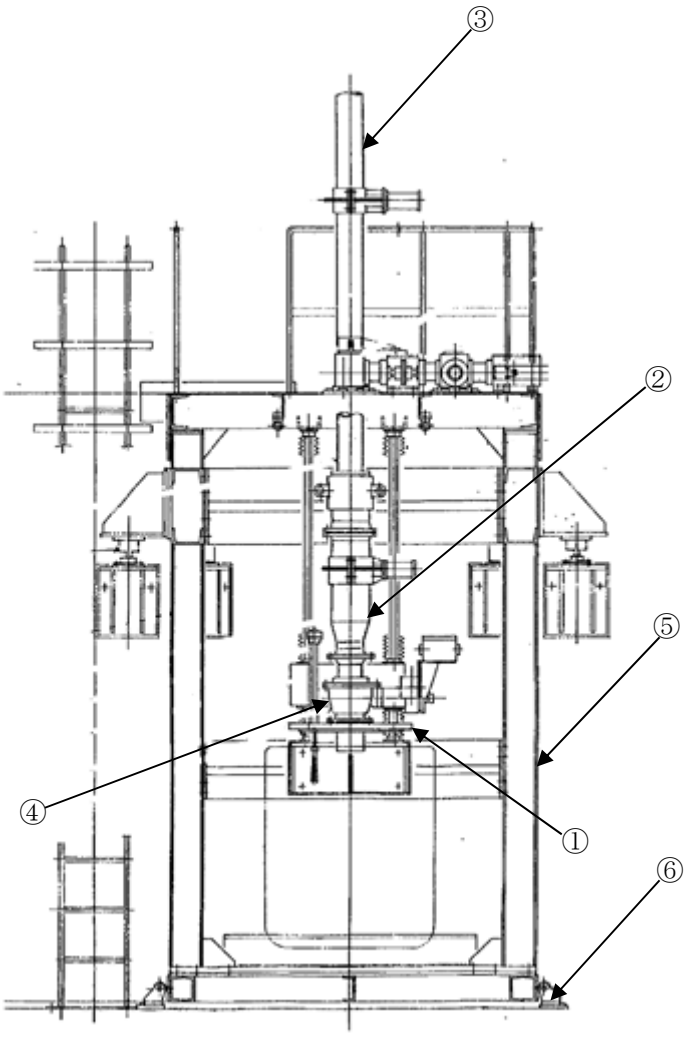


図 2.1-24　減容固化系設備ペレット充填装置構造図

No.	部位
①	上板
②	側板
③	下板
④	蓋
⑤	ドラムクロージャ

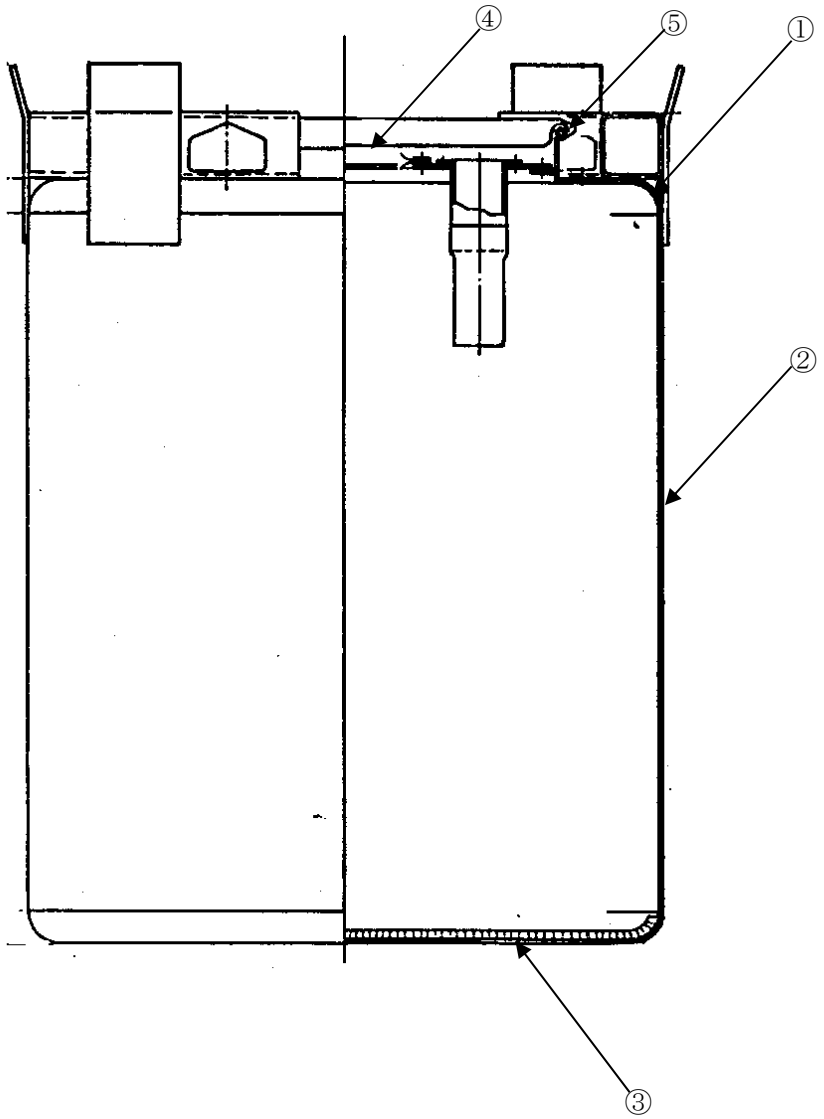


図 2.1-25　減容固化系設備造粒固化体充填容器構造図

No.	部位
①	胴（鏡板を含む）
②	水室
③	伝熱管
④	管板
⑤	管支持板，ステー
⑥	ガスケット
⑦	支持脚
⑧	基礎ボルト

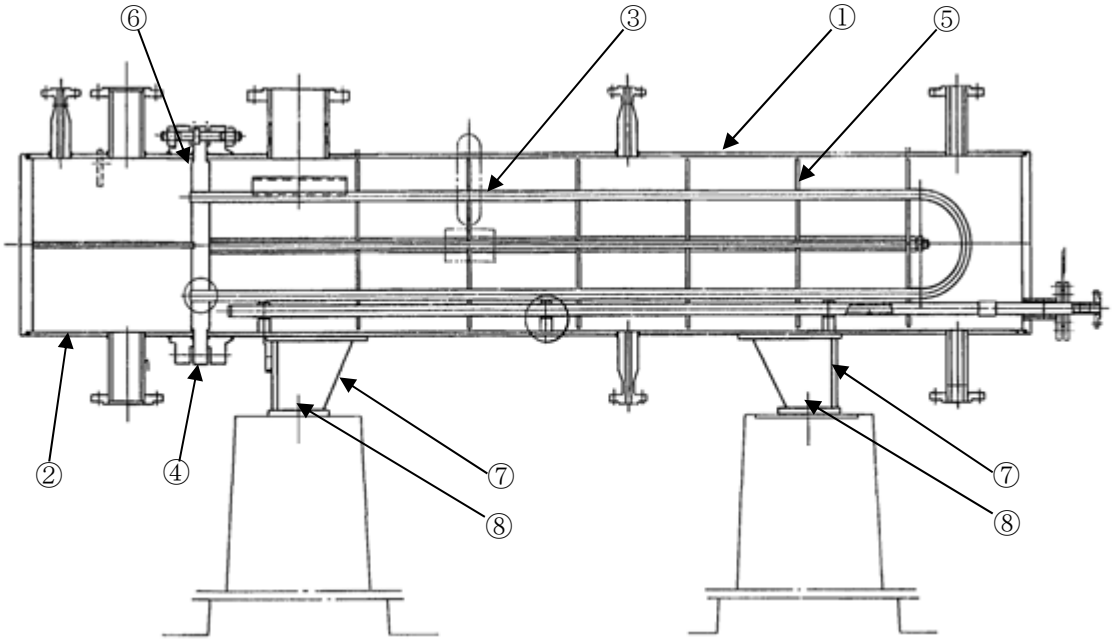


図 2.1-26　減容固化系設備乾燥機復水器構造図

No.	部位
①	主軸
②	ケーシング
③	ケーシングボルト・ナット
④	メカニカルシール
⑤	ガスケット
⑥	軸受（ころがり）
⑦	取付ボルト
⑧	ベース
⑨	基礎ボルト

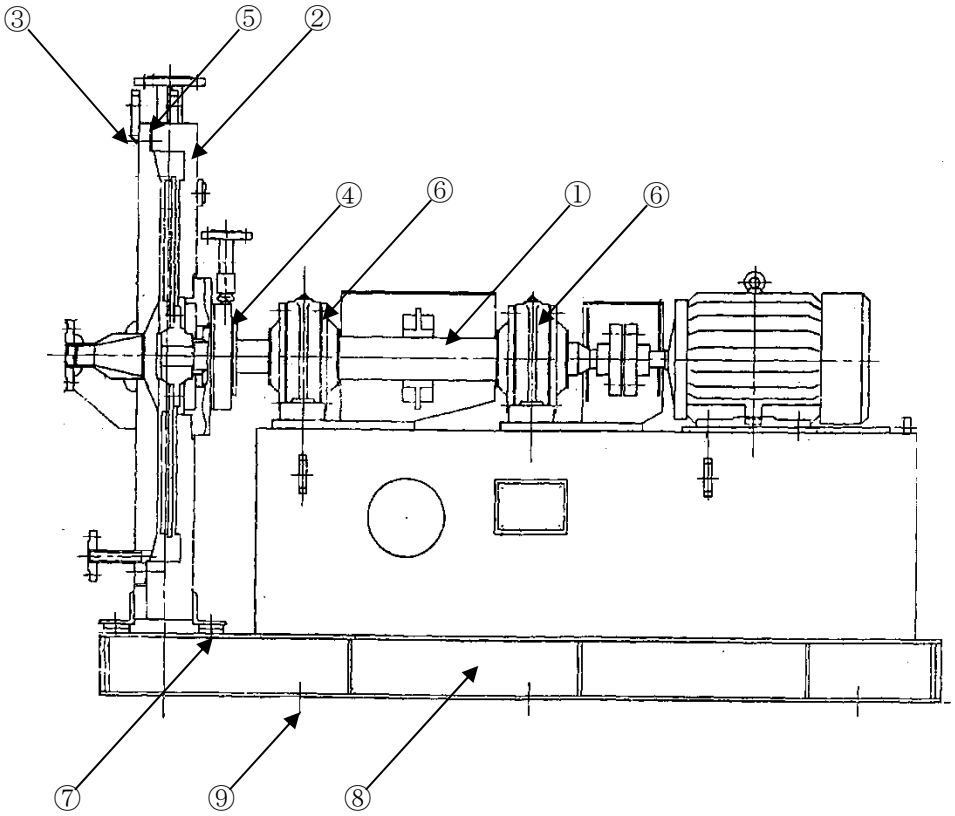


図 2.1-27　減容固化系設備乾燥機排気ブロワ構造図

No.	部位
①	ケーシング
②	主軸
③	メカニカルシール
④	0 リング
⑤	軸受（ころがり）
⑥	ケーシングボルト・ナット
⑦	取付ボルト
⑧	ベース
⑨	基礎ボルト

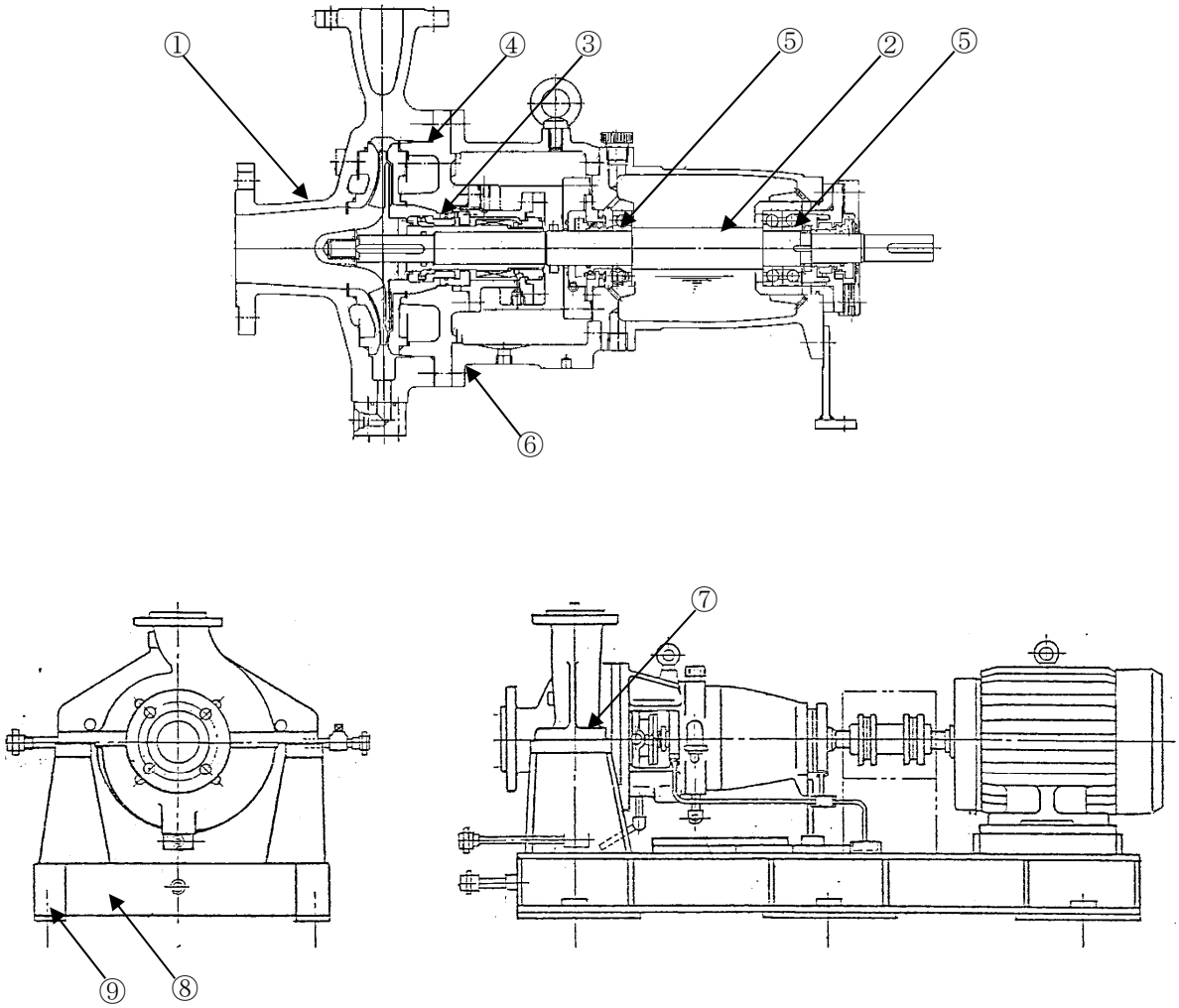


図 2.1-28　減容固化系設備溶解ポンプ構造図

表 2.1-5（1/2）　減容固化系設備主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位		材料
バウンダリの維持	耐圧	溶解タンク	上板	ステンレス鋼
			胴（下鏡を含む）	ステンレス鋼
		乾燥機	本体胴	炭素鋼（合金鋼クラッド）
			下部胴	ステンレス鋼
			メカニカルシール	（消耗品）
			フランジボルト･ナット	炭素鋼
			0 リング	（消耗品）
		ミストセパレータ	上板	ステンレス鋼
			胴	ステンレス鋼
			フランジボルト･ナット	炭素鋼
			ガスケット	（消耗品）
		デミスタ	上板	ステンレス鋼
			胴	ステンレス鋼
			フランジボルト･ナット	炭素鋼
			ガスケット	（消耗品）
		水分計ホッパ	主軸	ステンレス鋼
			本体胴	ステンレス鋼
			フランジボルト･ナット	ステンレス鋼
			軸封セット	（消耗品）
			0 リング	（消耗品）
		造粒機	軸（スクリューフィーダ）	ステンレス鋼
			ケーシング	ステンレス鋼
			ホッパ	ステンレス鋼
			シールリング	（消耗品）
			0 リング	（消耗品）
			フランジボルト･ナット	ステンレス鋼
		トロンメル	主軸	ステンレス鋼
			ケーシング	ステンレス鋼
			ケーシングボルト･ナット	ステンレス鋼
			シールリング，0 リング	（消耗品）
			ガスケット	（消耗品）
			軸受（ころがり）	（消耗品）
		ペレットホッパ	蓋	ステンレス鋼
			胴	ステンレス鋼
			フランジボルト･ナット	ステンレス鋼
			ガスケット	（消耗品）

表 2.1-5（2/2）　減容固化系設備主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位		材料
バウンダリの維持	耐圧	ペレット充填装置	接続蓋	ステンレス鋼
			ペレット充填口	ステンレス鋼
			充填管	ステンレス鋼
			充填補助弁	ステンレス鋼鋳鋼
			フレーム	炭素鋼
		造粒固化体充填容器	上板	炭素鋼
			側板	炭素鋼
			下板	炭素鋼
			蓋	炭素鋼
			ドラムクロージャ	炭素鋼
		乾燥機復水器	胴（鏡板を含む）	ステンレス鋼
			水室	炭素鋼
			伝熱管	ステンレス鋼
			管板	ステンレス鋼
			管支持板，ステー	ステンレス鋼
			ガスケット	（消耗品）
		乾燥機排気ブロワ	主軸	炭素鋼
			ケーシング	炭素鋼
			ケーシングボルト･ナット	炭素鋼
			メカニカルシール	（消耗品）
			ガスケット	（消耗品）
			軸受（ころがり）	（消耗品）
		溶解ポンプ	主軸	ステンレス鋼
			ケーシング	ステンレス鋼鋳鋼
			ケーシングボルト･ナット	ステンレス鋼
			メカニカルシール	（消耗品）
			0 リング	（消耗品）
			軸受（ころがり）	（消耗品）
		配管及び弁		ステンレス鋼，ステンレス鋼鋳鋼
		ガスケット，パッキン		（消耗品）
機器の支持	支持	取付ボルト		炭素鋼，ステンレス鋼
		支持脚		炭素鋼
		ベース		炭素鋼
		スカート		炭素鋼
		埋込金物		炭素鋼
		基礎ボルト		炭素鋼，樹脂

表 2.1-6　減容固化系設備の使用条件

機器名称	内部流体	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (℃)
溶解タンク	乾燥機洗浄液，ミストセパレータ廃液溶解液他	静水頭	105
乾燥機	濃縮廃液	本体胴側 内圧：0.20 外圧：0.01 本体加熱胴側 0.96	183
ミストセパレータ	濃縮廃液，蒸発物及び凝縮水	内圧：0.20 外圧：0.01	105
デミスタ	濃縮廃液，蒸発物及び洗浄水	内圧：0.20 外圧：0.01	105
水分計ホッパ	濃縮廃液乾燥粉体	内圧：0.05 外圧：0.01	183
造粒機	濃縮廃液乾燥粉体	内圧：大気圧 外圧：0.01	190
トロンメル	濃縮廃液乾燥粉体造粒固化体（粉体含む）	内圧：大気圧 外圧：0.01	190
ペレットホッパ	濃縮廃液乾燥粉体造粒固化体（粉体含む）	内圧：大気圧 外圧：0.01	190
ペレット充填装置	濃縮廃液乾燥粉体造粒固化体（粉体含む）	大気圧	190
造粒固化体充填容器	濃縮廃液乾燥粉末固化体（粉体含む）	0.015	120
乾燥機復水器	水室：純水[*1] 胴側：濃縮廃液蒸発物	水室 1.04 胴側 内圧：0.10 外圧：0.01	水室：65 胴側：105
乾燥機排気ブロワ	気体（排ガス）	0.01[*2]	105[*2]
溶解ポンプ	乾燥機洗浄液，ミストセパレータ廃液溶解液他	1.04[*3]	105[*3]

*1：補機冷却水（防錆剤入り）を示す

*2：ブロワの吐出配管仕様を示す

*3：ポンプの吐出配管仕様を示す

2.1.4 雑固体減容処理設備高周波溶融炉設備

(1) 構造

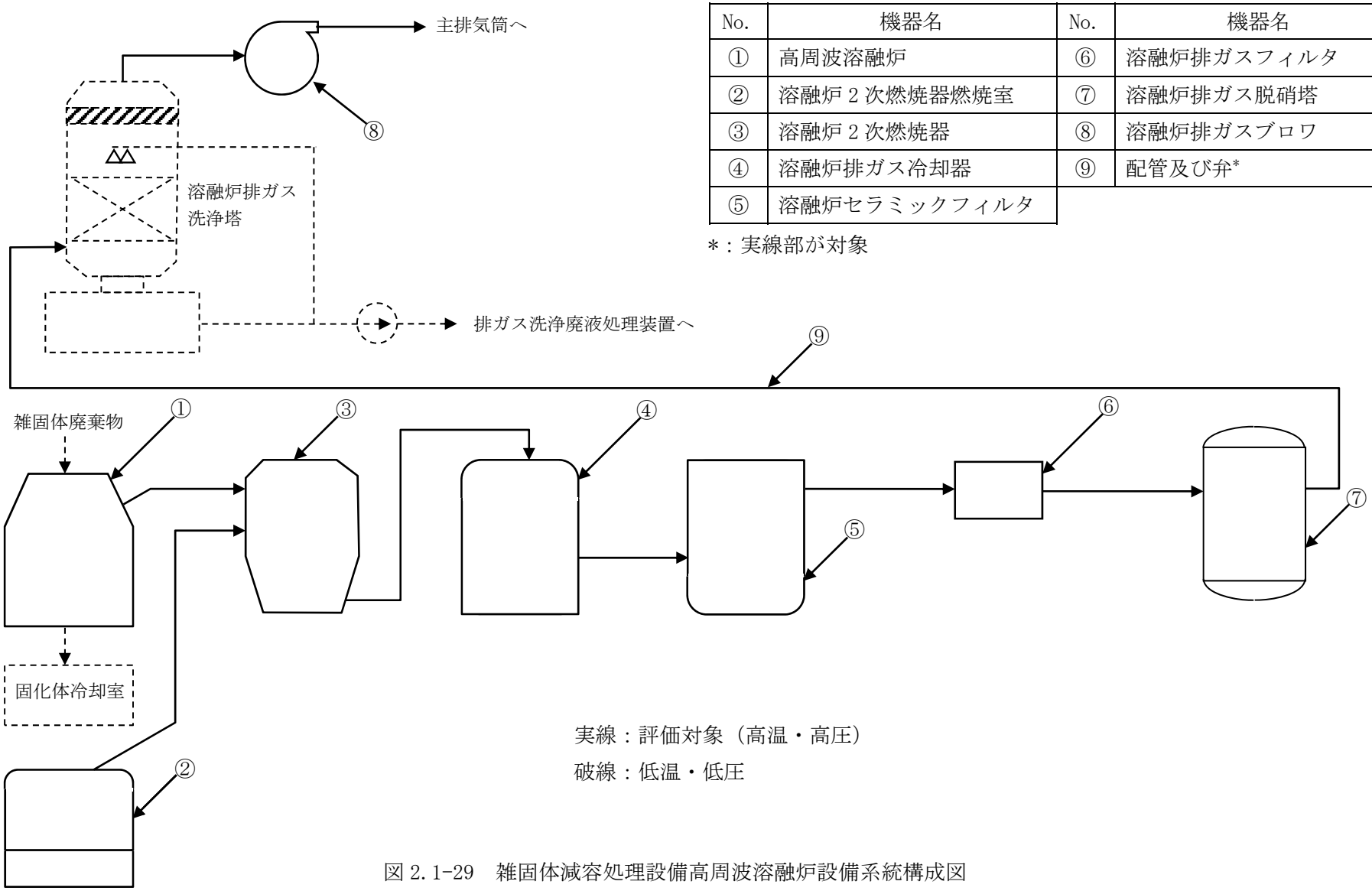
東海第二の雑固体減容処理設備高周波溶融炉設備は，不燃性雑固体廃棄物を溶融処理する設備であり，高周波溶融炉，溶融炉2次燃焼器燃焼室，溶融炉2次燃焼器，溶融炉排ガス冷却器，溶融炉セラミックフィルタ，溶融炉排ガスフィルタ，溶融炉排ガス脱硝塔及び溶融炉排ガスブロワ等から構成されている。

溶融処理後，不燃性雑固体廃棄物は固化体冷却室にて冷却後，ドラム缶に収納される。

東海第二の雑固体減容処理設備高周波溶融炉設備の系統構成図を図 2.1-29 に，各機器の構造図を図 2.1-30～37 に示す。

(2) 材料及び使用条件

東海第二の雑固体減容処理設備高周波溶融炉設備主要部位の使用材料を表2.1-7に，使用条件を表 2.1-8 に示す。



No.	機器名	No.	機器名
①	高周波溶融炉	⑥	溶融炉排ガスフィルタ
②	溶融炉 2 次燃焼器燃焼室	⑦	溶融炉排ガス脱硝塔
③	溶融炉 2 次燃焼器	⑧	溶融炉排ガスブロワ
④	溶融炉排ガス冷却器	⑨	配管及び弁*
⑤	溶融炉セラミックフィルタ		

*：実線部が対象

実線：評価対象（高温・高圧）
破線：低温・低圧

図 2.1-29　雑固体減容処理設備高周波溶融炉設備系統構成図

No.	部位
①	本体
②	外殻
③	フランジボルト・ナット
④	ガスケット
⑤	支持脚
⑥	基礎ボルト

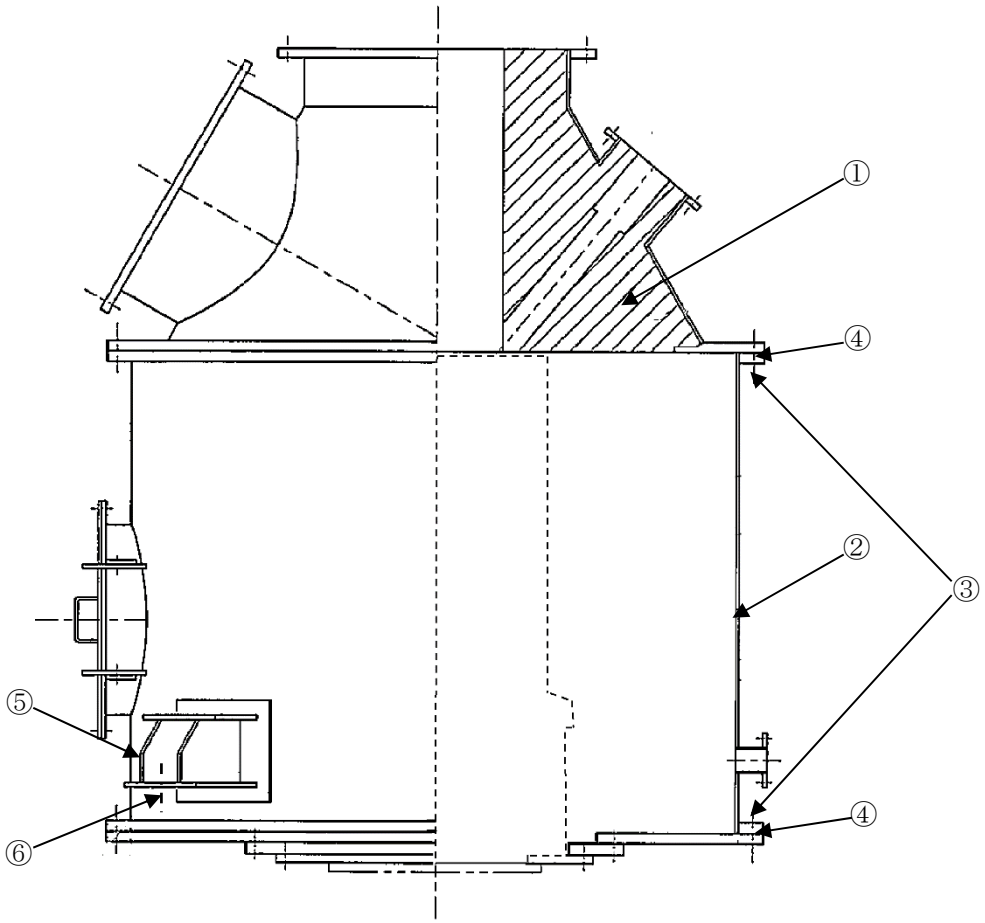


図 2.1-30　雑固体減容処理設備高周波溶融炉設備高周波溶融炉構造図

No.	部位
①	本体
②	外殻
③	フランジボルト・ナット
④	ガスケット
⑤	基礎ボルト

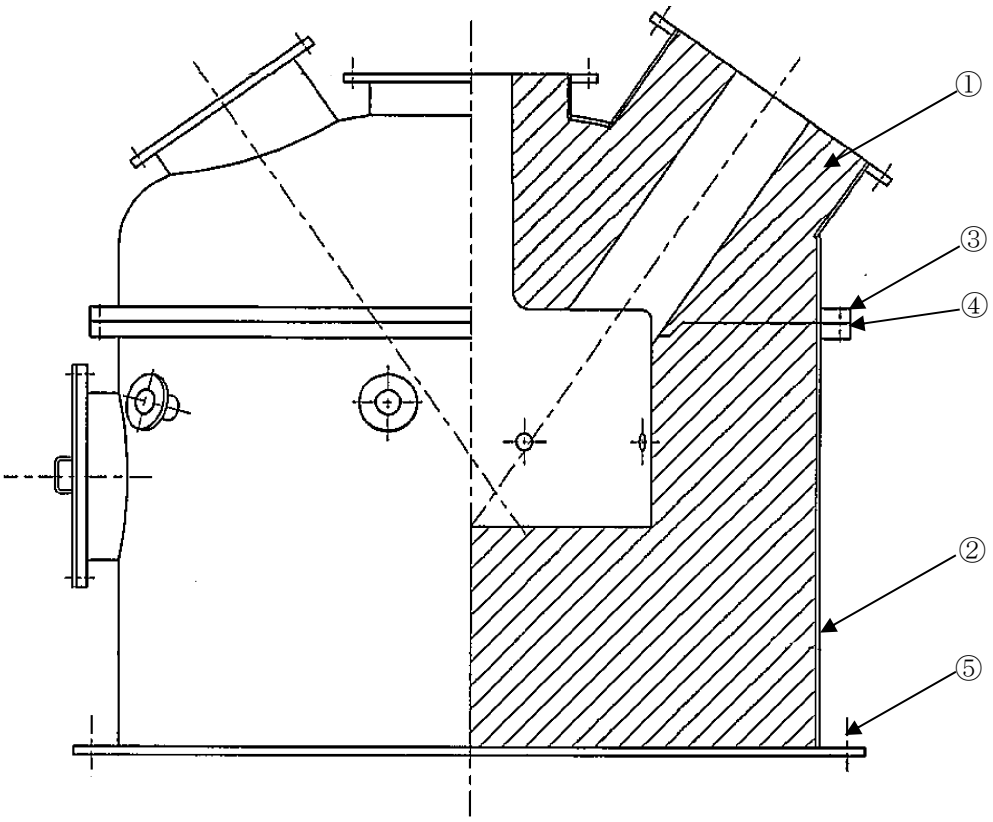


図 2.1-31　雑固体減容処理設備高周波溶融炉設備溶融炉 2 次燃焼器燃焼室構造図

No.	部位
①	本体
②	外殻
③	フランジボルト・ナット
④	ガスケット
⑤	基礎ボルト

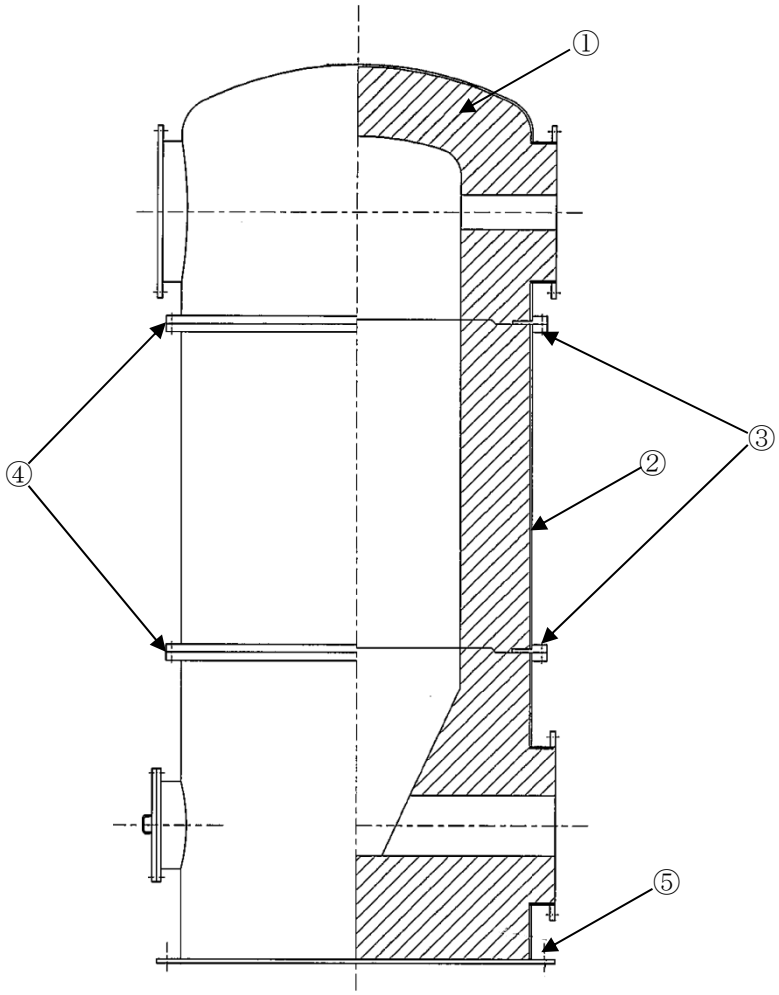


図 2.1-32　雑固体減容処理設備高周波溶融炉設備溶融炉 2 次燃焼器構造図

No.	部位
①	本体
②	外殻
③	フランジボルト・ナット
④	ガスケット
⑤	基礎ボルト

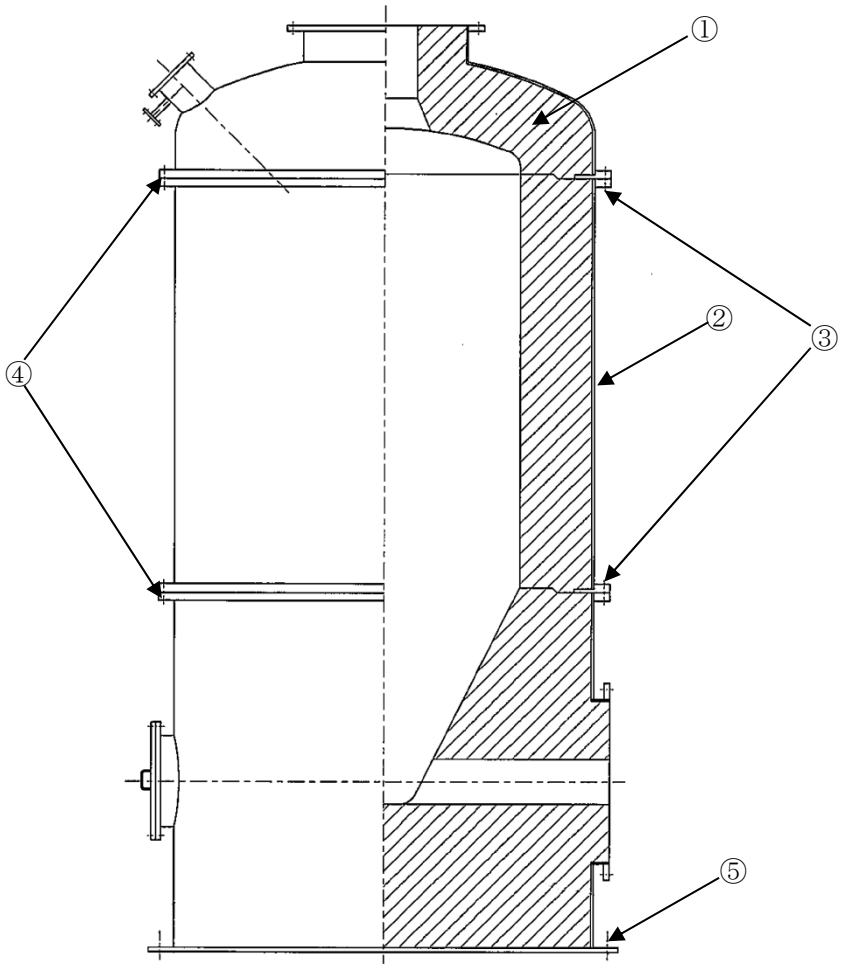


図 2.1-33　雑固体減容処理設備高周波溶融炉設備溶融炉排ガス冷却器構造図

No.	部位
①	本体
②	外殻
③	フランジボルト・ナット
④	ガスケット
⑤	フィルタエレメント
⑥	支持脚
⑦	基礎ボルト

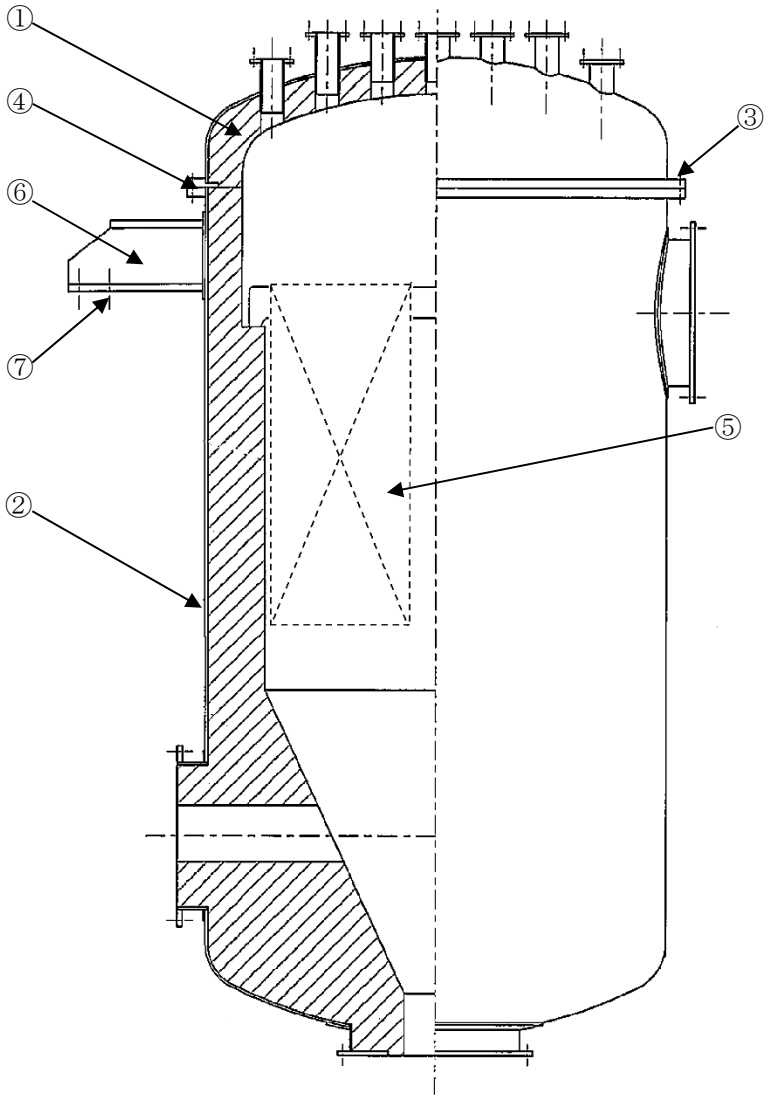


図 2.1-34　雑固体減容処理設備高周波溶融炉設備溶融炉セラミックフィルタ構造図

No.	部位
①	胴（鏡板を含む）
②	フィルタエレメント
③	支持脚
④	基礎ボルト

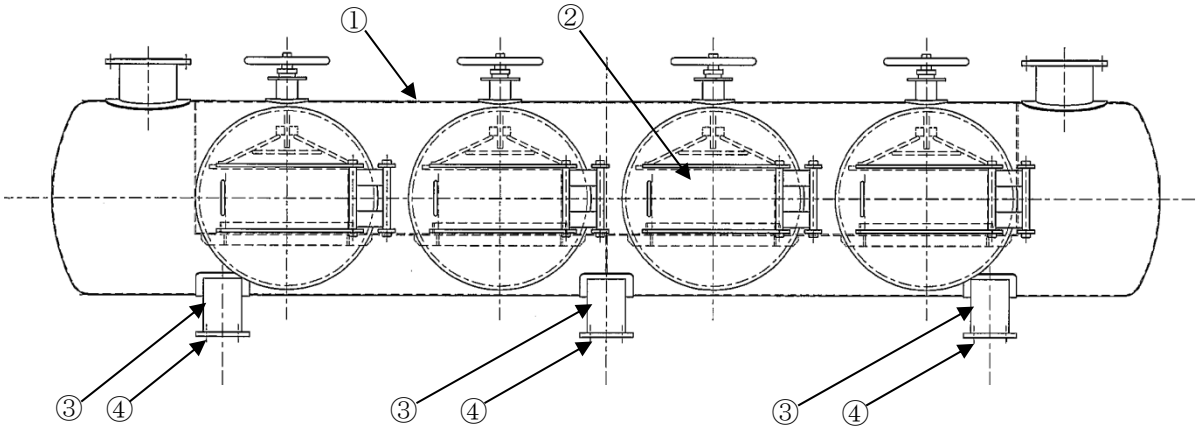


図 2.1-35　雑固体減容処理設備高周波溶融炉設備溶融炉排ガスフィルタ構造図

No.	部位
①	胴（鏡板を含む）
②	フランジボルト・ナット
③	ガスケット
④	支持脚
⑤	基礎ボルト

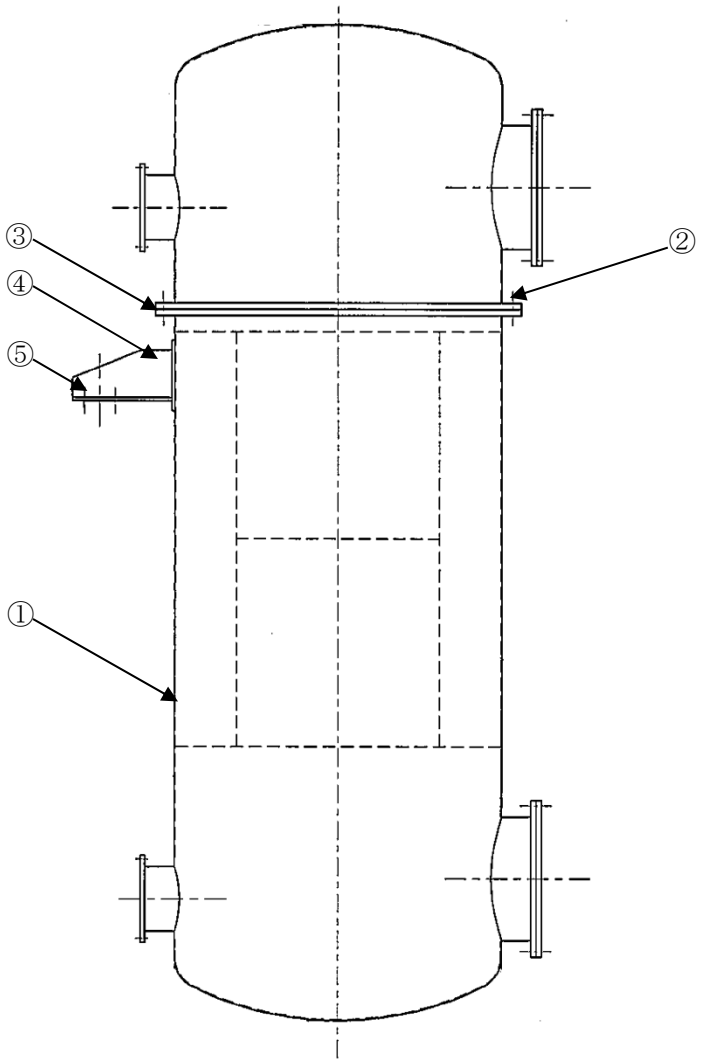


図 2.1-36　雑固体減容処理設備高周波溶融炉設備溶融炉排ガス脱硝塔構造図

No.	部位
①	羽根車
②	ケーシング
③	主軸
④	ケーシングボルト・ナット
⑤	軸受（ころがり）
⑥	取付ボルト
⑦	ベース
⑧	基礎ボルト

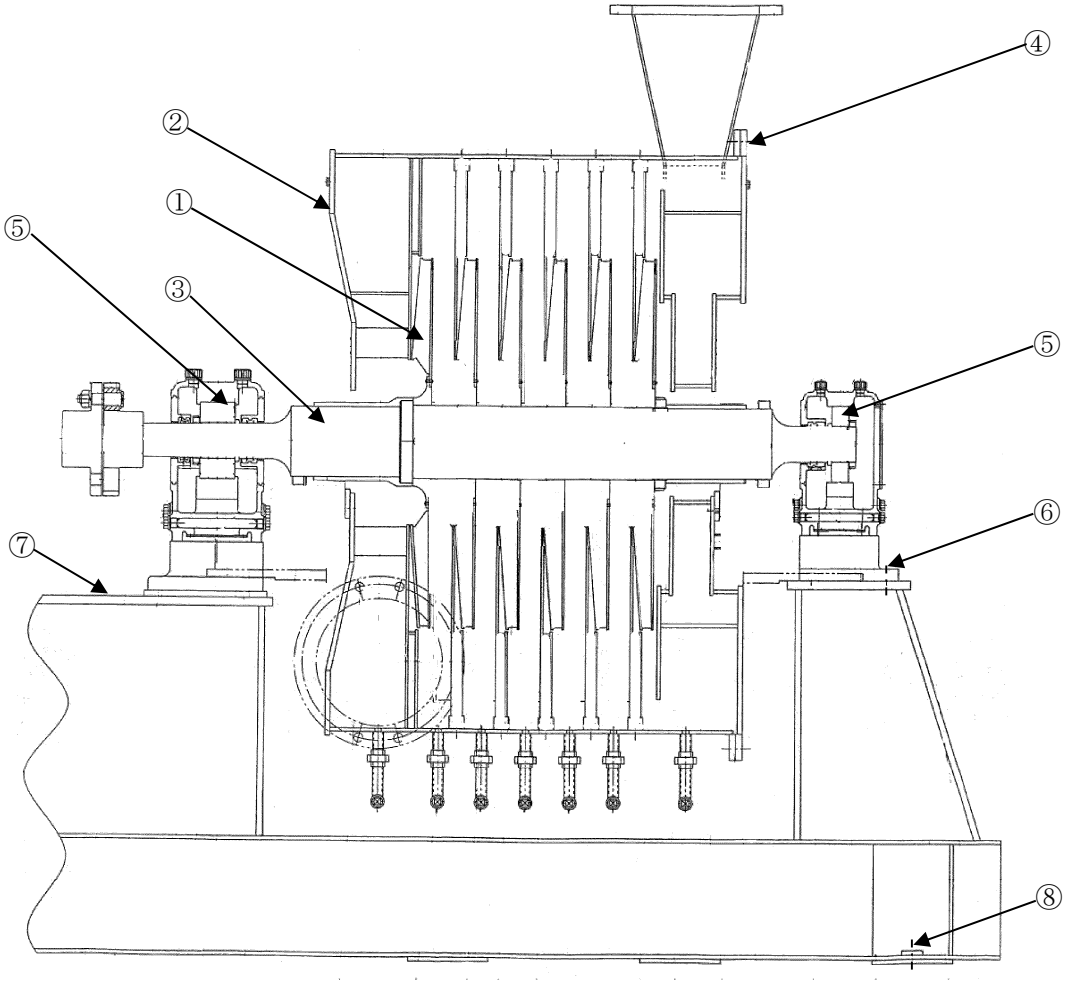


図 2.1-37　雑固体減容処理設備高周波溶融炉設備溶融炉排ガスブロワ構造図

表 2.1-7（1/2）　雑固体減容処理設備高周波溶融炉設備主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位		材料
焼却・除塵機能の確保	機能	高周波溶融炉	本体	耐火物
		溶融炉 2 次燃焼器燃焼室	本体	耐火物
		溶融炉 2 次燃焼器	本体	耐火物
		溶融炉排ガス冷却器	本体	耐火物
		溶融炉セラミックフィルタ	本体	耐火物
			フィルタエレメント	（定期取替品）
		溶融炉排ガスフィルタ	フィルタエレメント	（定期取替品）
		溶融炉排ガスブロワ	羽根車	ステンレス鋼
			主軸	炭素鋼
バウンダリの維持	耐圧	高周波溶融炉	本体	耐火物
			外殻	ステンレス鋼
			フランジボルト・ナット	ステンレス鋼
			ガスケット	（消耗品）
		溶融炉 2 次燃焼器燃焼室	本体	耐火物
			外殻	炭素鋼
			フランジボルト・ナット	炭素鋼
			ガスケット	（消耗品）
		溶融炉 2 次燃焼器	本体	耐火物
			外殻	炭素鋼
			フランジボルト・ナット	炭素鋼
			ガスケット	（消耗品）
		溶融炉排ガス冷却器	本体	耐火物
			外殻	炭素鋼
			フランジボルト・ナット	炭素鋼
			ガスケット	（消耗品）
		溶融炉セラミックフィルタ	本体	耐火物
			外殻	炭素鋼
			フランジボルト・ナット	炭素鋼
			ガスケット	（消耗品）
		溶融炉排ガスフィルタ	胴（鏡板を含む）	ステンレス鋼

表 2.1-7（2/2）　雑固体減容処理設備高周波溶融炉設備主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位		材料
バウンダリの維持	耐圧	溶融炉排ガス脱硝塔	胴（鏡板を含む）	ステンレス鋼
			フランジボルト・ナット	ステンレス鋼
			ガスケット	（消耗品）
		溶融炉排ガスブロワ	ケーシング	ステンレス鋼
			主軸	炭素鋼
			ケーシングボルト・ナット	炭素鋼
			軸受（ころがり）	（消耗品）
		配管及び弁		炭素鋼（耐火物内張り），ステンレス鋼，ステンレス鋼鋳鋼
		ガスケット，パッキン		（消耗品）
機器の支持	支持	取付ボルト		炭素鋼
		ベース		炭素鋼
		支持脚		炭素鋼
		基礎ボルト		炭素鋼，樹脂

表 2.1-8　雑固体減容処理設備高周波溶融炉設備主要部位の使用条件

機器名称	内部流体	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (℃)
高周波溶融炉	不燃性雑固体廃棄物	大気圧	1,550（外殻 100）
溶融炉 2 次燃焼器燃焼室	気体（排ガス）	大気圧	1,350（外殻 150）
溶融炉 2 次燃焼器	気体（排ガス）	大気圧	1,350（外殻 150）
溶融炉排ガス冷却器	気体（排ガス）	大気圧	1,150（外殻 150）
溶融炉セラミックフィルタ	気体（排ガス）	大気圧	250（外殻 150）
溶融炉排ガスフィルタ	気体（排ガス）	大気圧	250
溶融炉排ガス脱硝塔	気体（排ガス）	大気圧	425
溶融炉排ガスブロワ	気体（排ガス）	0.044	250

2.1.5 雑固体焼却系設備

(1) 構造

東海第二の雑固体焼却系設備は，管理区域で発生する低レベル可燃性雑固体廃棄物（ポリエチレン，紙，木材等），廃油等を焼却・減容処理する設備である。

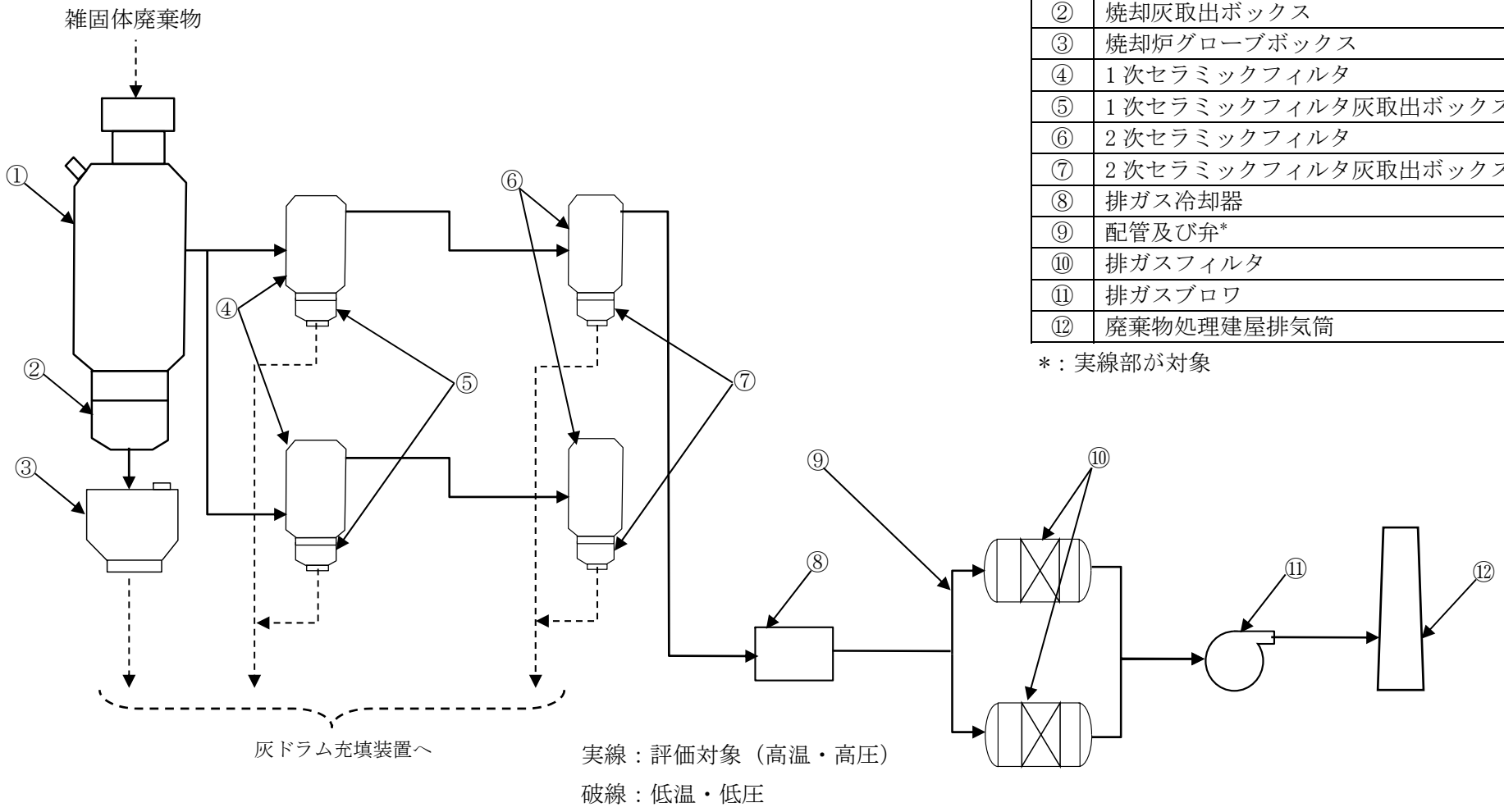
雑固体焼却系設備は，可燃性雑固体廃棄物を焼却する焼却炉，焼却炉より排出される燃焼排ガス中のダストを除去する1次セラミックフィルタ及び2次セラミックフィルタ，セラミックフィルタにより除塵された排ガスを冷却する排ガス冷却器，さらに再度除塵する排ガスフィルタ，排ガスを大気に排出する排ガスブロア及び廃棄物処理建屋排気筒等から構成されている。

焼却炉底より排出される焼却灰は，焼却灰取出ボックス及び焼却炉グローブボックスを介して灰ドラム充填装置にてドラム缶に収納される。また，各セラミックフィルタにて捕集された焼却灰についても，セラミックフィルタ灰取出ボックスを介して灰ドラム充填装置にてドラム缶に収納される。

東海第二の雑固体焼却系設備の系統構成図を図 2.1-38 に，各対象機器の構造図を図 2.1-39～49 に示す。

(2) 材料及び使用条件

東海第二の雑固体焼却系設備主要部位の使用材料を表 2.1-9 に，使用条件を表 2.1-10 に示す。



No.	部位
①	焼却炉
②	焼却灰取出ボックス
③	焼却炉グローブボックス
④	1 次セラミックフィルタ
⑤	1 次セラミックフィルタ灰取出ボックス
⑥	2 次セラミックフィルタ
⑦	2 次セラミックフィルタ灰取出ボックス
⑧	排ガス冷却器
⑨	配管及び弁*
⑩	排ガスフィルタ
⑪	排ガスブロワ
⑫	廃棄物処理建屋排気筒

*：実線部が対象

図 2.1-38　雑固体焼却系設備系統構成図

No.	部位
①	本体
②	外殻
③	フランジボルト・ナット
④	ガスケット
⑤	支持脚
⑥	基礎ボルト

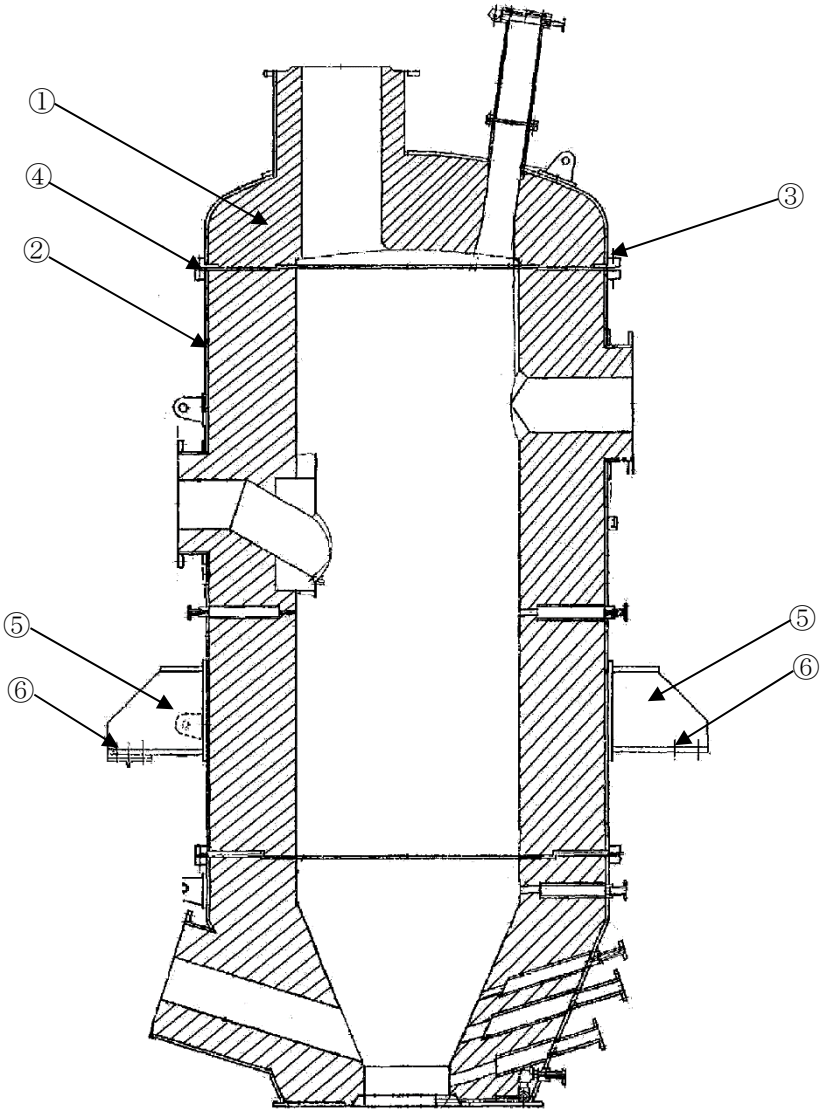


図 2.1-39　雑固体焼却系設備焼却炉構造図

No.	部位
①	本体
②	ケーシング
③	ダンパ

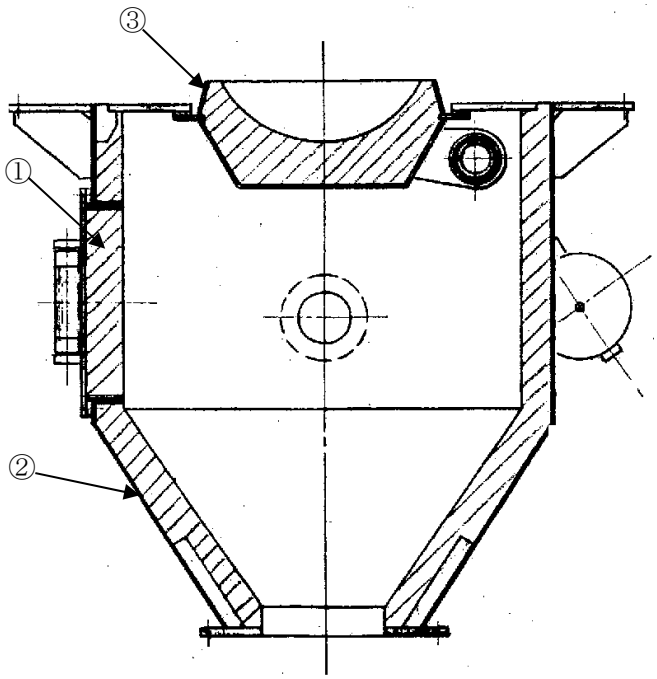


図 2.1-40　雑固体焼却系設備焼却炉灰取出ボックス構造図

No.	部位
①	ケーシング
②	ダンパ
③	シュート

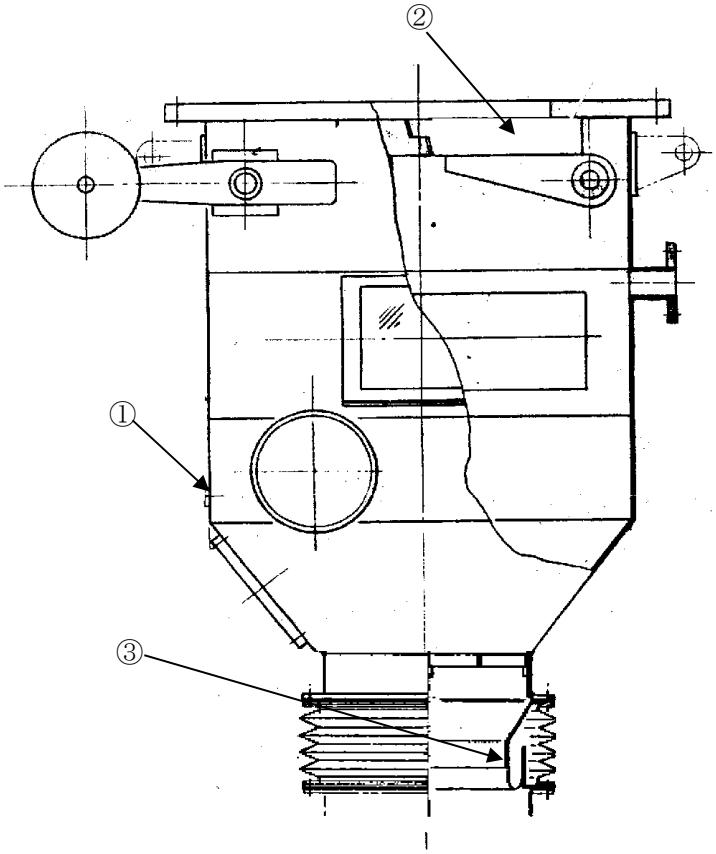


図 2.1-41　雑固体焼却系設備焼却炉グローブボックス構造図

No.	部位
①	本体
②	外殻
③	フランジボルト・ナット
④	ガスケット
⑤	フィルタエレメント
⑥	支持脚
⑦	基礎ボルト

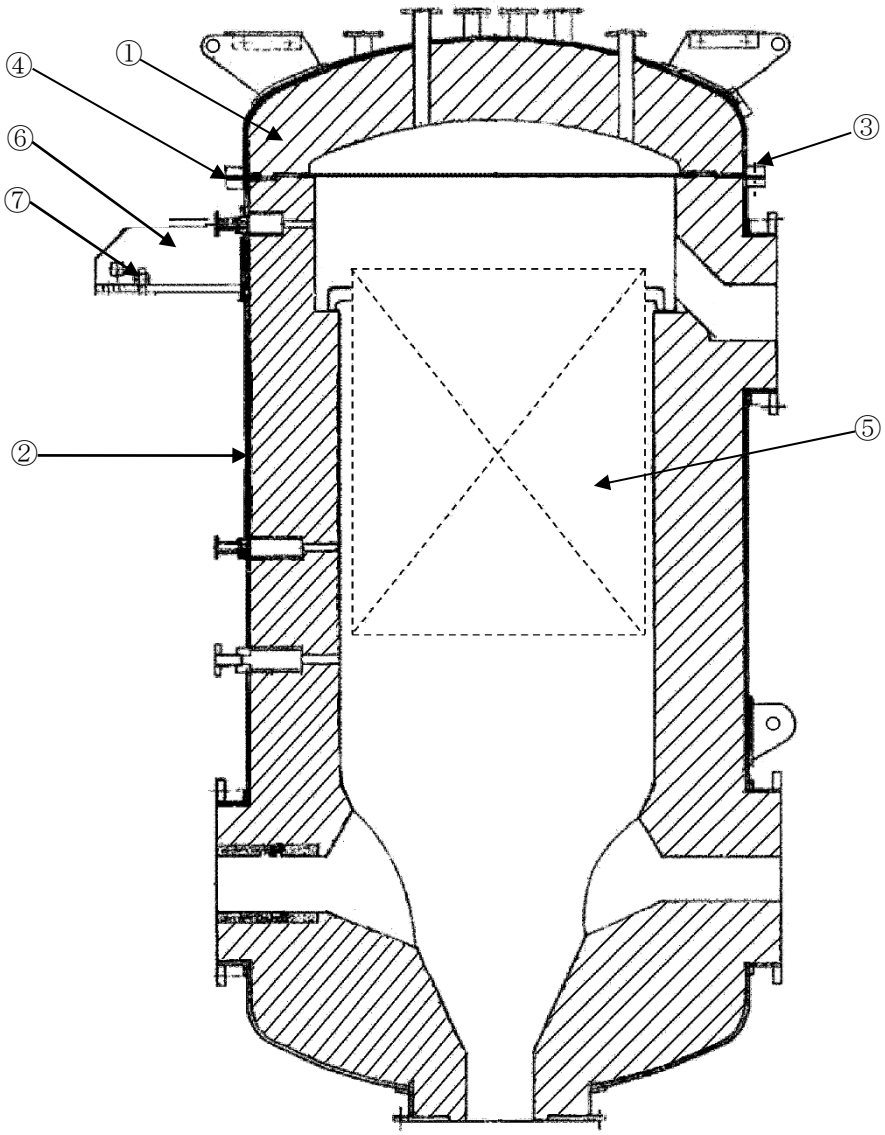


図 2.1-42　雑固体焼却系設備 1 次セラミックフィルタ構造図

No.	部位
①	本体
②	ケーシング
③	ダンパ
④	シュート
⑤	破砕機ケーシング

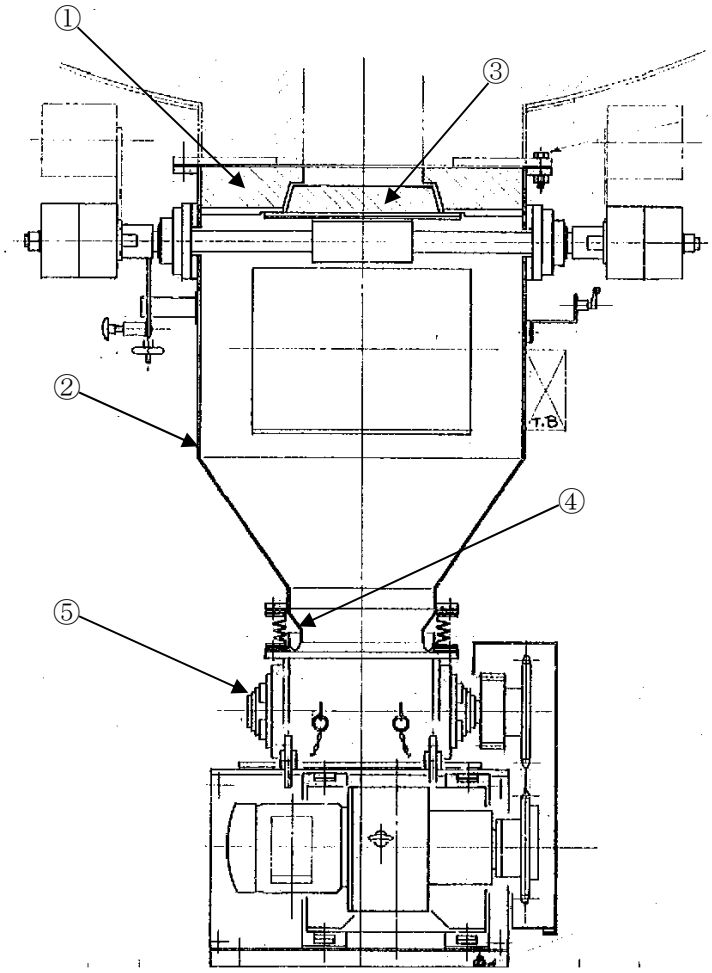


図 2.1-43　雑固体焼却系設備 1 次セラミックフィルタ灰取出ボックス構造図

No.	部位
①	本体
②	外殻
③	フランジボルト・ナット
④	ガスケット
⑤	フィルタエレメント
⑥	支持脚
⑦	基礎ボルト

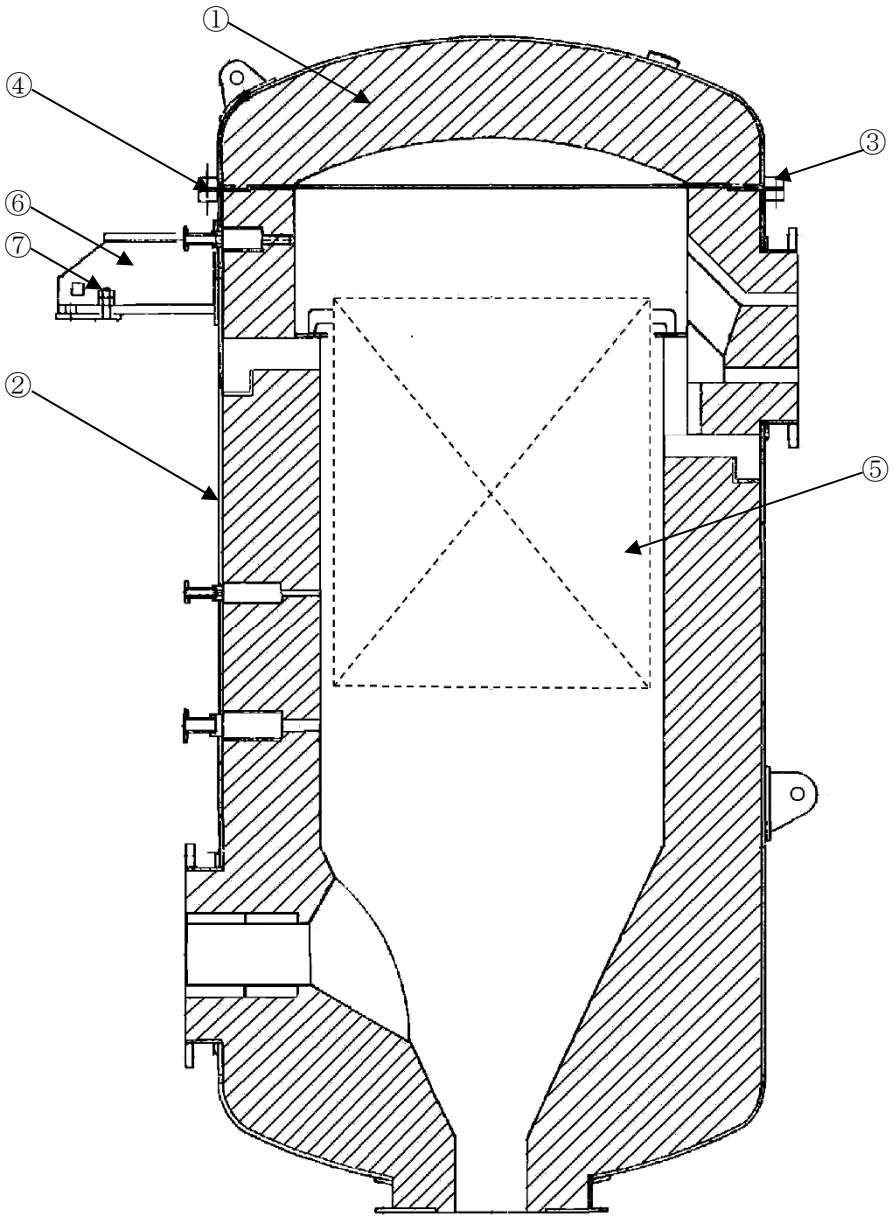


図 2.1-44　雑固体焼却系設備 2 次セラミックフィルタ構造図

No.	部位
①	本体
②	ケーシング
③	ダンパ
④	シュート
⑤	破砕機ケーシング

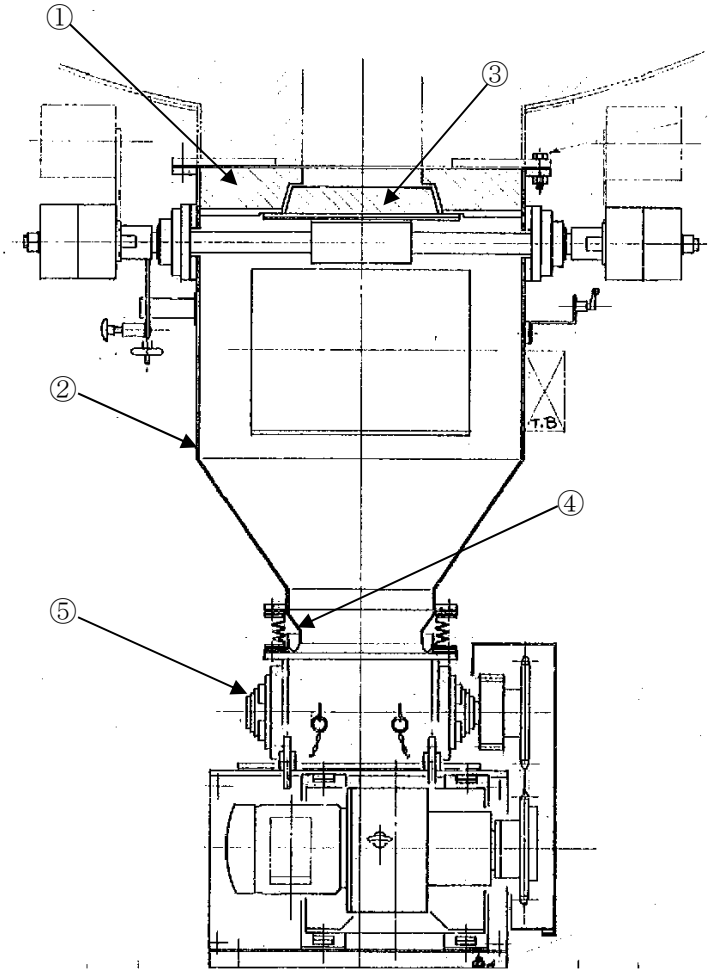


図 2.1-45　雑固体焼却系設備 2 次セラミックフィルタ灰取出ボックス構造図

No.	部位
①	本体
②	外殻
③	フランジボルト・ナット
④	ガスケット
⑤	エレメント
⑥	支持脚
⑦	基礎ボルト

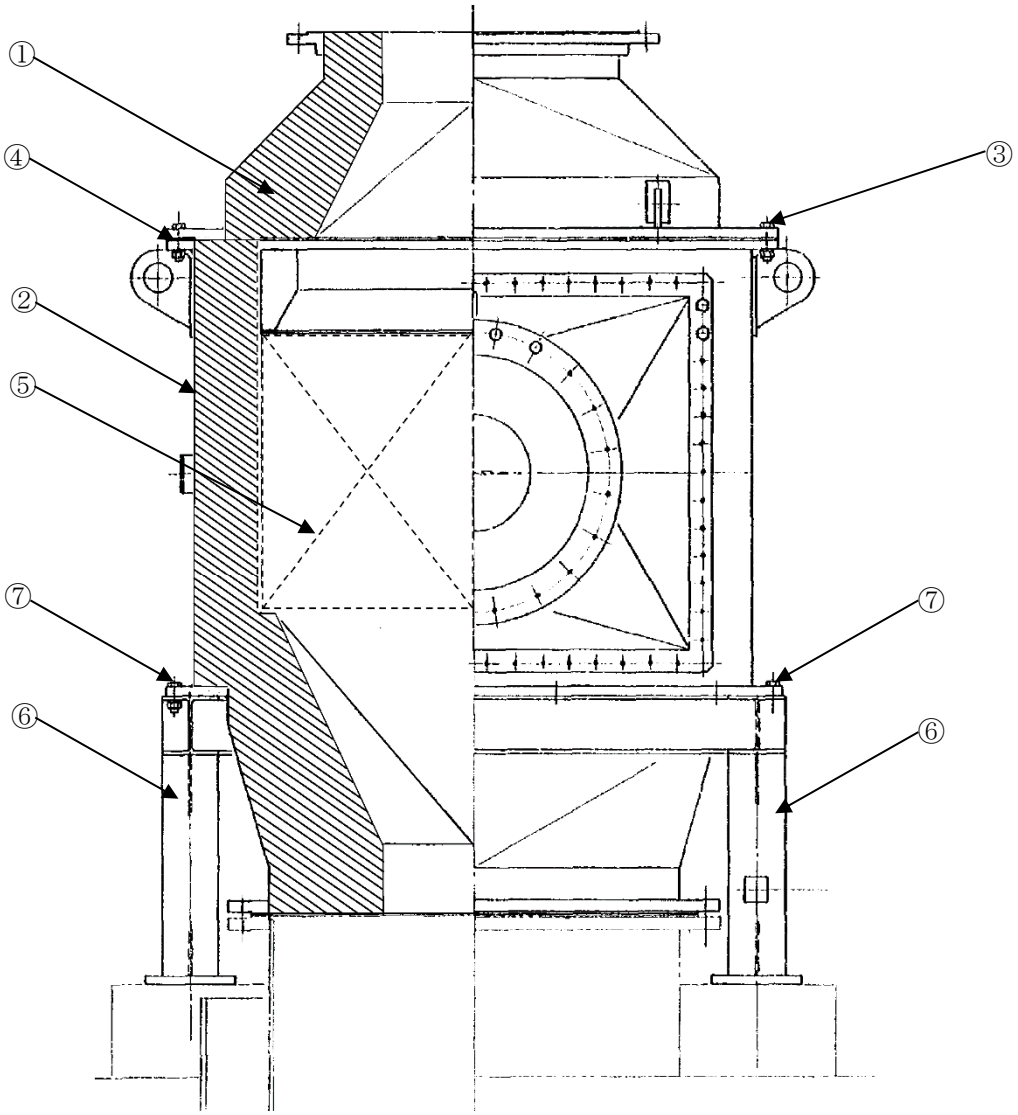


図 2.1-46　雑固体焼却系設備排ガス冷却器構造図

No.	部位
①	胴（鏡板を含む）
②	フィルタエレメント
③	支持脚
④	基礎ボルト

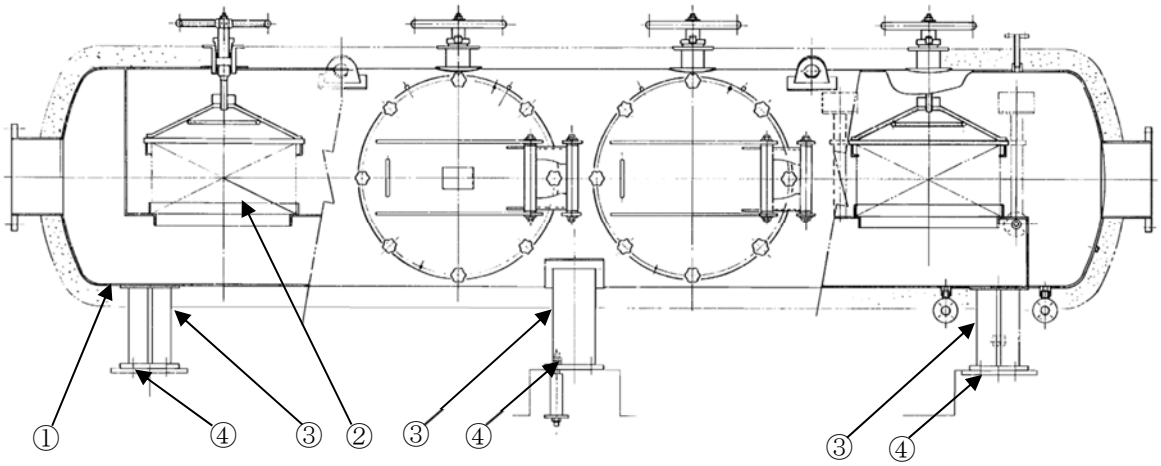


図 2.1-47　雑固体焼却系設備排ガスフィルタ構造図

No.	部位
①	羽根車
②	ケーシング
③	主軸
④	ケーシングボルト・ナット
⑤	軸受（すべり）
⑥	取付ボルト
⑦	ベース
⑧	基礎ボルト

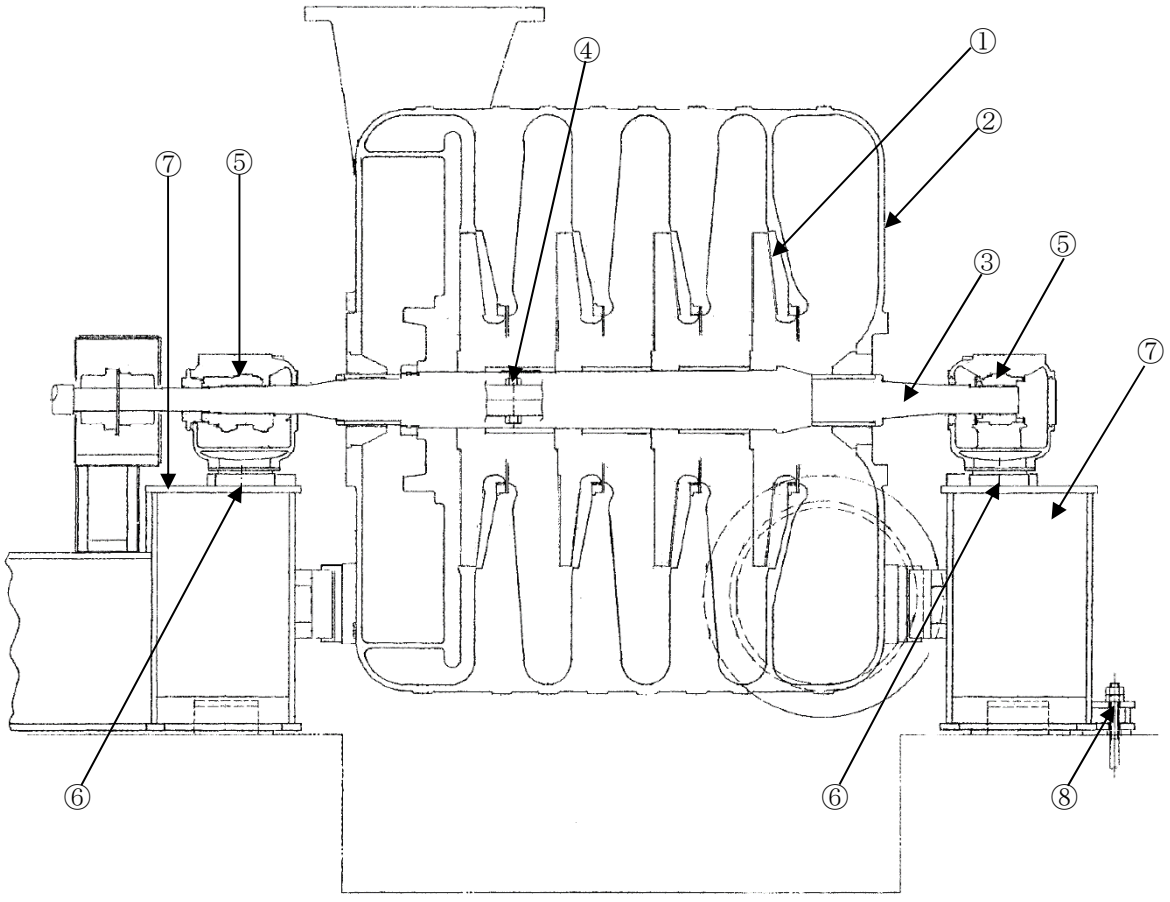


図 2.1-48　雑固体焼却系設備排ガスブロワ構造図

No.	部位
①	排気筒筒身
②	基礎ボルト

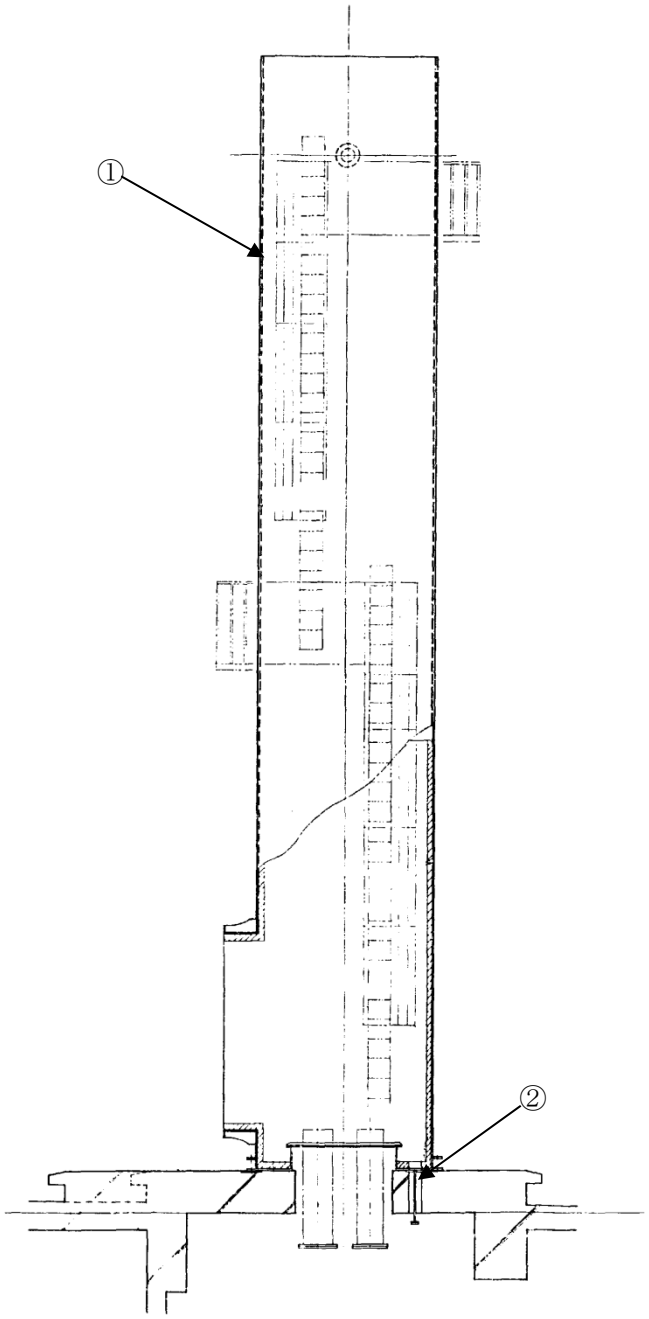


図 2.1-49　雑固体焼却系設備廃棄物処理建屋排気筒構造図

表 2.1-9（1/2）　雑固体焼却系設備主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位		材料
焼却・除塵機能の確保	機能	焼却炉	本体	耐火物
		焼却炉灰取出ボックス	本体	耐火物
		1 次セラミックフィルタ	本体	耐火物
			フィルタエレメント	（定期取替品）
		1 次セラミックフィルタ灰取出ボックス	本体	耐火物
		2 次セラミックフィルタ	本体	耐火物
			フィルタエレメント	（定期取替品）
		2 次セラミックフィルタ灰取出ボックス	本体	耐火物
		排ガス冷却器	本体	耐火物
			エレメント	（定期取替品）
		排ガスフィルタ	フィルタエレメント	（定期取替品）
		排ガスブロワ	羽根車	炭素鋼
			主軸	炭素鋼
バウンダリの維持	耐圧	焼却炉	本体	耐火物
			外殻	炭素鋼
			フランジボルト・ナット	炭素鋼
			ガスケット	（消耗品）
		焼却炉灰取出ボックス	本体	耐火物
			ケーシング	炭素鋼，ステンレス鋼
			ダンパ	ステンレス鋼（耐火物内張り）
		焼却炉グローブボックス	ケーシング	炭素鋼
			ダンパ	ステンレス鋼
			シュート	（定期取替品）
		1 次セラミックフィルタ	本体	耐火物
			外殻	炭素鋼
			フランジボルト・ナット	炭素鋼
			ガスケット	（消耗品）
		1 次セラミックフィルタ灰取出ボックス	本体	耐火物
			ケーシング	炭素鋼
			ダンパ	ステンレス鋼（耐火物内張り）
			シュート	（定期取替品）
			破砕機ケーシング	炭素鋼
		2 次セラミックフィルタ	本体	耐火物
			外殻	炭素鋼
			フランジボルト・ナット	炭素鋼
			ガスケット	（消耗品）

表 2.1-9（2/2）　雑固体焼却系設備主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位		材料
バウンダリの維持	耐圧	2 次セラミックフィルタ灰取出ボックス	本体	耐火物
			ケーシング	炭素鋼
			ダンパ	ステンレス鋼（耐火物内張り）
			シュート	（定期取替品）
			破砕機ケーシング	炭素鋼
		排ガス冷却器	本体	耐火物
			外殻	炭素鋼
			フランジボルト・ナット	炭素鋼
			ガスケット	（消耗品）
		排ガスフィルタ	胴（鏡板を含む）	ステンレス鋼
		排ガスブロワ	ケーシング	鋳鉄
			主軸	炭素鋼
			ケーシングボルト・ナット	炭素鋼
			軸受（すべり）	（定期取替品）
		廃棄物処理建屋排気筒	排気筒筒身	炭素鋼（内面ゴムライニング，一部抗火石内張り）
		配管及び弁		炭素鋼（耐火物内張り），ステンレス鋼，ステンレス鋼鋳鋼
		ガスケット，パッキン		（消耗品）
機器の支持	支持	取付ボルト		炭素鋼
		ベース		炭素鋼
		支持脚		炭素鋼
		基礎ボルト		炭素鋼，樹脂

表 2.1-10　雑固体焼却系設備主要部位の使用条件

機器名称	内部流体	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (℃)
焼却炉	雑固体，廃油	大気圧	1,100（外殻 100）
焼却炉灰取出ボックス	焼却灰	大気圧	300（外殻 100）
焼却炉グローブボックス	焼却灰	大気圧	100
1 次セラミックフィルタ	ガス（排ガス）	大気圧	950（外殻 100）
1 次セラミックフィルタ灰取出ボックス	焼却灰	大気圧	100
2 次セラミックフィルタ	ガス（排ガス）	大気圧	750（外殻 100）
2 次セラミックフィルタ灰取出ボックス	焼却灰	大気圧	100
排ガス冷却器	ガス（排ガス）	大気圧	700
排ガスフィルタ	ガス（排ガス）	大気圧	250
排ガスブロワ	ガス（排ガス）	大気圧	300
廃棄物処理建屋排気筒	ガス（排ガス）	大気圧	300

2.1.6 セメント混練固化系設備

(1) 構造

東海第二のセメント混練固化系設備の内，評価対象機器である蒸発固化体乾燥機は，蒸発固化体を固化体（セメント）で混練するための蒸発固化体取出作業の前処理として，蒸発固化体を乾燥させるための設備である。

東海第二のセメント混練固化系蒸発固化体乾燥機構造図を図 2.1-50 に示す。

(2) 材料及び使用条件

東海第二のセメント混練固化系設備主要部位の使用材料を表 2.1-11 に，使用条件を表 2.1-12 に示す。

No.	部位	No.	部位
①	ケーシング	⑥	ヒータプレート
②	引張ばね	⑦	ヒータブロック
③	ばね押さえ	⑧	伝熱板
④	0 リング	⑨	ベース
⑤	加熱ヒータ	⑩	取付ボルト

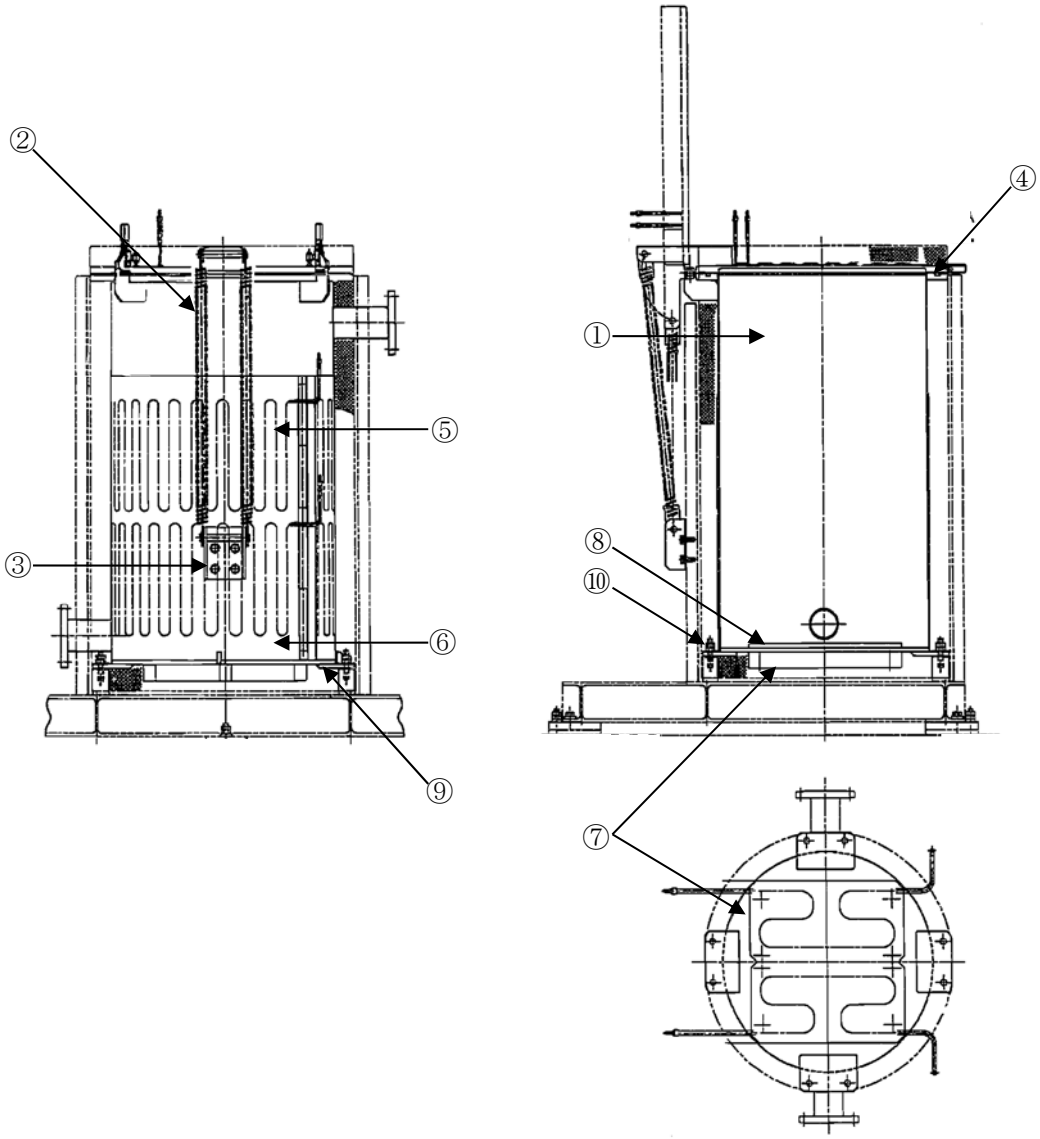


図 2.1-50　セメント混練固化系設備蒸発固化体乾燥機構造図

表 2.1-11　セメント混練固化系設備主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位		材料
バウンダリの維持	耐圧	蒸発固化体乾燥機	ケーシング	ステンレス鋼
			引張ばね	ステンレス鋼
			ばね押さえ	ステンレス鋼
			0 リング	（消耗品）
除湿機能の確保	除湿		加熱ヒータ	シース：ステンレス鋼
			ヒータプレート	ステンレス鋼
			ヒータブロック	アルミニウム合金
			伝熱板	アルミニウム合金
機器の支持	支持	ベース		ステンレス鋼
		取付ボルト		炭素鋼

表 2.1-12　セメント混練固化系設備主要部位の使用条件

機器名称	内部流体	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (℃)
蒸発固化体乾燥機	蒸発固化体*	大気圧	350

*：蒸発固化体の入った容器を取り付けるため，蒸発固化体は蒸発固化体乾燥機に直接触れない

2.2 経年劣化事象の抽出

2.2.1 機器の機能達成に必要な項目

廃棄物処理設備の機能達成に必要な項目は以下のとおり。

(1) バウンダリの維持

(2) 焼却・除塵機能の確保

(3) 除湿機能の確保

(4) 機器の支持

2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

(1) 想定される経年劣化事象の抽出

廃棄物処理設備について，機能達成に必要な項目を考慮して主要な部位に展開した上で，個々の部位の材料，構造，使用条件（内部流体の種類，応力，温度等）及び現在までの運転経験を考慮し，表 2.2-1 に示すとおり，想定される経年劣化事象を抽出した（表 2.2-1 で○又は△，▲）。

なお，消耗品及び定期取替品は以下のとおり評価対象外とする。

(2) 消耗品及び定期取替品の扱い

メカニカルシール，ガスケット，パッキン，軸受（ころがり），0 リング，軸封セット及びシールリングは消耗品，フィルタエレメント，エレメント，シュート及び軸受（すべり）は定期取替品であり，設計時に長期使用せず取替を前提としていることから高経年化対策を見極める上での評価対象外とする。

(3) 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

想定される経年劣化事象のうち下記①，②に該当しない事象を高経年化対策上着目すべき経年劣化事象と判断した。

なお，下記①，②に該当する事象については，2.2.3 項に示すとおり，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断した。

① 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって，想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象として表 2.2-1 で△）

② 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により，今後も経年劣化の進展が考えられない，又は進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外として表 2.2-1 で▲）

この結果，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象として以下の事象が抽出された（表 2.2-1 で○）。

a. 加熱ヒータの絶縁特性低下［セメント混練固化系設備蒸発固化体乾燥機］

2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

(1) 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって，想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象）

a. 基礎ボルトの腐食（全面腐食）[濃縮廃液・廃液中和スラッジ系設備廃液中和タンク，濃縮廃液貯蔵タンク，濃縮廃液ポンプ，廃液濃縮器蒸発缶，廃液濃縮器加熱器，廃液濃縮器復水器，廃液濃縮器循環ポンプ，機器ドレン系設備クラッドスラリ濃縮器加熱器，クラッドスラリ濃縮器，クラッドスラリ濃縮器復水器，クラッドスラリ濃縮器デミスタ，クラッドスラリ濃縮器循環ポンプ，減容固化系設備溶解タンク，ミストセパレータ，ペレットホッパ，乾燥機復水器，乾燥機排気ブロワ，溶解ポンプ，雑固体減容処理設備高周波溶融炉設備高周波溶融炉，溶融炉 2 次燃焼器燃焼室，溶融炉 2 次燃焼器，溶融炉排ガス冷却器，溶融炉セラミックフィルタ，溶融炉排ガスフィルタ，溶融炉排ガス脱硝塔，溶融炉排ガスブロワ，雑固体焼却系設備焼却炉，1 次セラミックフィルタ，2 次セラミックフィルタ，排ガス冷却器，排ガスフィルタ，排ガスブロワ，廃棄物処理建屋排気筒]

基礎ボルトの健全性については，「16. 基礎ボルト」にて評価を実施する。

b. 支持脚，スカート，ベースの腐食（全面腐食）[共通（セメント混練固化系設備を除く）]

支持脚，スカート，ベースは炭素鋼であり，腐食の発生が想定されるが，大気接触部は塗装を施しているため，腐食が発生する可能性は小さい。

また，目視点検や巡視点検により塗膜の状態を確認し，はく離等が認められた場合は必要に応じて補修塗装を実施することとしている。

したがって，支持脚，スカート，ベースの腐食（全面腐食）は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

c. フランジボルト・ナット，ケーシングボルト・ナットの腐食（全面腐食）［濃縮廃液・廃液中和スラッジ系設備廃液濃縮器蒸発缶，廃液濃縮器加熱器，廃液濃縮器復水器，減容固化系設備乾燥機，ミストセパレータ，デミスタ，乾燥機排気ブロワ，雑固体減容処理設備高周波溶融炉設備高周波溶融炉 2 次燃焼器燃焼室，溶融炉 2 次燃焼器，溶融炉排ガス冷却器，溶融炉セラミックフィルタ，溶融炉排ガスブロワ，雑固体焼却系設備焼却炉，1 次セラミックフィルタ，2 次セラミックフィルタ，排ガス冷却器，排ガスブロワ］

フランジボルト・ナット，ケーシングボルト・ナットは炭素鋼又は低合金鋼であり，腐食の発生が想定されるが，大気接触部は塗装を施しているため，腐食が発生する可能性は小さい。

また，目視点検や巡視点検により塗膜の状態を確認し，はく離等が認められた場合は必要に応じて補修塗装を実施することとしている。

したがって，フランジボルト・ナット，ケーシングボルト・ナットの腐食（全面腐食）は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

d. 取付ボルトの腐食（全面腐食）［濃縮廃液・廃液中和スラッジ系設備濃縮廃液ポンプ，廃液濃縮器循環ポンプ，機器ドレン系設備クラッドスラリ濃縮器循環ポンプ，減容固化系設備乾燥機，デミスタ，水分計ホッパ，造粒機，トロンメル，乾燥機排気ブロワ，溶解ポンプ，雑固体減容処理設備高周波溶融炉設備溶融炉排ガスブロワ，雑固体焼却系設備排ガスブロワ，セメント混練固化系設備蒸発固化体乾燥機］

取付ボルトは炭素鋼であり，腐食の発生が想定されるが，大気接触部は塗装を施しているため，腐食が発生する可能性は小さい。

また，目視点検や巡視点検により塗膜の状態を確認し，はく離等が認められた場合は必要に応じて補修塗装を実施することとしている。

したがって，取付ボルトの腐食（全面腐食）は，高経年化対策上着目すべき事象ではないと判断する。

e. 水室の腐食（全面腐食）［濃縮廃液・廃液中和スラッジ系設備廃液濃縮器復水器，減容固化系設備乾燥機復水器］

水室は炭素鋼であり，腐食の発生が想定されるが，大気接触部は塗装を施しているため，腐食が発生する可能性は小さい。

また，目視点検や巡視点検により塗膜の状態を確認し，はく離等が認められた場合は必要に応じて補修塗装を実施することとしている。

内部流体である純水との接液部についても，腐食の発生が想定されるが，開放点検時の目視点検により有意な腐食がないことを確認することとしている。

したがって，水室の腐食（全面腐食）は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

f. 主軸［減容固化系設備乾燥機排気ブロワ，雑固体減容処理設備高周波溶融炉設備溶融炉排ガスブロワ，雑固体焼却系設備排ガスブロワ］及び羽根車の腐食（全面腐食）［雑固体焼却系設備排ガスブロワ］

各機器の主軸及び雑固体焼却系設備排ガスブロワの羽根車は炭素鋼であり，大気接触部及び内部流体であるガス（排ガス）との接触部に腐食の発生が想定される。

しかしながら，分解点検時の目視点検により有意な腐食がないことを確認することとしている。

したがって，主軸及び羽根車の腐食（全面腐食）は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

g. 上板，側板，下板，蓋，ドラムクロージャの腐食（全面腐食）［減容固化系設備造粒固化体充填容器］

上板，側板，下板，蓋，ドラムクロージャは炭素鋼であり，腐食の発生が想定されるが，容器内外面の大気接触部には塗装を施しているため，腐食が発生する可能性は小さい。

また，目視点検や巡視点検により塗膜の状態を確認し，はく離等が認められた場合は必要に応じて補修塗装を実施することとしている。

したがって，上板，側板，下板，蓋，ドラムクロージャの外面腐食（全面腐食）は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

h. 上板，胴，本体胴，フレーム，ケーシング，外殻，破砕機ケーシング，配管及び弁の腐食（全面腐食）［濃縮廃液・廃液中和スラッジ系設備濃縮廃液貯蔵タンク，廃液濃縮器加熱器，機器ドレン系設備クラッドスラリ濃縮器加熱器，減容固化系設備乾燥機，ペレット充填装置，乾燥機排気ブロワ，雑固体減容処理設備高周波溶融炉設備溶融炉2次燃焼器燃焼室，溶融炉2次燃焼器，溶融炉排ガス冷却器，溶融炉セラミックフィルタ，雑固体減容処理設備高周波溶融炉設備の炭素鋼配管及び弁，雑固体焼却系設備焼却炉，焼却炉灰取出ボックス，焼却炉グローブボックス，1次セラミックフィルタ，1次セラミックフィルタ灰取出ボックス，2次セラミックフィルタ，2次セラミックフィルタ灰取出ボックス，排ガス冷却器，排ガスブロワ，雑固体焼却系設備の炭素鋼配管及び弁］

上板，胴，本体胴，フレーム，ケーシング，外殻，破砕機ケーシング，配管及び弁は炭素鋼又は鋳鉄であり，腐食の発生が想定されるが，大気接触部は塗装を施しているため，腐食が発生する可能性は小さい。

また，目視点検や巡視点検により塗膜の状態を確認し，はく離等が認められた場合は必要に応じて補修塗装を実施することとしている。

内部流体である濃縮廃液，ガス（排ガス）との接触部についても，腐食の発生が想定されるが，分解点検時の目視点検により有意な腐食がないことを確認することとしている。

なお，濃縮廃液貯蔵タンクの上板内面及び胴内面はエポキシライニング，減容固化系設備乾燥機の本体胴内面はGNCF1クラッドが施されており，開放点検時の目視点検においてライニング等のはく離，膨れが確認された場合は，はく離，膨れ箇所の母材の目視点検を行うとともに，必要に応じて補修を行うこととしている。

したがって，上板，胴，本体胴，ケーシング，フレーム，外殻，破砕機ケーシング，配管及び弁の腐食（全面腐食）は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

i. 排気筒筒身の腐食（全面腐食）［雑固体焼却系設備廃棄物処理建屋排気筒］

排気筒筒身は炭素鋼であり，外面は大気接触，内部流体はガス（排ガス）であることから，腐食の発生が想定されるが，大気接触部は塗装を施しており，内壁にはゴムライニング，一部抗火石内張りが施されていることから，腐食が発生する可能性は小さい。

また，目視点検により塗膜，ライニング及び内張りの状態を確認し，はく離等が認められた場合は必要に応じて補修を実施することとしている。

したがって，排気筒筒身の腐食（全面腐食）は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

j. 主軸，本体胴，軸，ケーシング，ホッパ，蓋及び胴の腐食（孔食）［減容固化系設備水分計ホッパ，造粒機，トロンメル，ペレットホッパ］

主軸，本体胴，軸，ケーシング，ホッパ，蓋及び胴はステンレス鋼であり，内部流体は濃縮廃液乾燥紛体もしくは乾燥粉末固化体であるが，機器内面に付着した濃縮廃液乾燥粉体を除去するため，温水による洗浄が行なわれることから，腐食（孔食）の発生が想定される。

しかしながら，分解点検時の目視点検において有意な腐食がないことを確認することとしている。

したがって，主軸，本体胴，軸，ケーシング，ホッパ，蓋及び胴の腐食（孔食）は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

k. 胴，伝熱管，管板，水室，上板，鏡板，外殻及びケーシングの応力腐食割れ［濃縮廃液・廃液中和スラッジ系設備廃液濃縮器蒸発缶，廃液濃縮器復水器，機器ドレン系設備クラッドスラリ濃縮器加熱器，クラッドスラリ濃縮器，クラッドスラリ濃縮器復水器，クラッドスラリ濃縮器デミスタ，減容固化系設備溶解タンク，ミストセパレータ，デミスタ，乾燥機復水器，雑固体減容処理設備高周波溶融炉，溶融炉排ガスフィルタ，溶融炉排ガス脱硝塔，雑固体焼却系設備焼却灰取出ボックス，排ガスフィルタ］

濃縮廃液・廃液中和スラッジ系設備濃縮器蒸発缶及び廃液濃縮器復水器の胴，機器ドレン系設備クラッドスラリ濃縮器及びクラッドスラリ濃縮器デミスタの胴，クラッドスラリ濃縮器加熱器の伝熱管，管板，水室，クラッドスラリ濃縮器復水器の伝熱管，管板，胴，水室，減容固化系設備溶解タンク，ミストセパレータ，デミスタの上板，胴，乾燥機復水器の胴はステンレス鋼であり，設備運転中の内部流体は湿り廃液蒸気又は濃縮廃液であることから，応力腐食割れの発生が想定される。

しかしながら，開放点検時の目視点検，浸透探傷検査，漏えい検査にて有意なき裂がないことを確認することとしている。

また，雑固体減容処理設備高周波溶融炉設備高周波溶融炉の外殻，溶融炉排ガスフィルタ及び溶融炉排ガス脱硝塔の胴（鏡板を含む），雑固体焼却系設備設備焼却灰取出ボックスのケーシング，排ガスフィルタの胴（鏡板を含む）はステンレス鋼であり，設備運転中の内部流体はガス（排ガス）であることから，排ガス中に含まれる粉塵による応力腐食割れの発生が想定される。

しかしながら，開放点検時の目視点検，浸透探傷検査，漏えい検査にて有意なき裂がないことを確認することとしている。

したがって，胴，伝熱管，管板，水室，上板，鏡板，外殻及びケーシングの応力腐食割れは，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

1. 水室の高サイクル疲労割れ［濃縮廃液・廃液中和スラッジ系設備廃液濃縮器加熱器］

廃液濃縮器加熱器の内部流体による振動は，適切なスパンで配管を支持することで，設計上振動を抑制しているが，廃液濃縮器デミスタ差圧上昇による廃液処理量を低減した運転条件下では，加熱器内部で廃液が沸騰した状態（過加熱）となる可能性があり，これにより振動を発生させ，高サイクル疲労割れの発生が想定される。

2006 年に，廃液濃縮器加熱器（A）水室の水室胴接続フランジ溶接線外周部に割れを生じたため，取替を実施している。割れの原因は，廃液濃縮器デミスタ差圧上昇に伴う，廃液濃縮系統の一時的な廃液処理量を低減した運転に起因した振動による高サイクル疲労割れが主な原因と推定されたことから，デミスタの交換及びサポートの補強として，加熱器脚固定ボルト追加及び配管サポートを追加している。

2015 年の当該加熱器（A）開放点検後の試運転において，下部水室の水室胴接続フランジ溶接線外周部に割れが確認されたため，下部水室の取替を実施している。割れの原因は，フランジ面及び仕切板当たり面が不均一であったことによる締付応力のばらつき及び仕切板の振動による疲労割れによるものと推定されたことから，下部水室の取替に合わせて，加熱器胴下部フランジの摺合せを行い当たり面の平坦化を実施している。

疲労割れについては，開放点検時の目視点検及び浸透探傷検査において有意なき裂がないことを確認することとしており，必要に応じて補修又は取替を行うことにより機能を維持している。

したがって，水室の高サイクル疲労割れは，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

m. 本体，配管及び弁（耐火物）の減肉［雑固体減容処理設備高周波溶融炉設備高周波溶融炉，溶融炉2次燃焼器燃焼室，溶融炉2次燃焼器，溶融炉排ガス冷却器，溶融炉セラミックフィルタ，雑固体減容処理設備高周波溶融炉設備の配管及び弁，雑固体焼却系設備焼却炉，焼却灰取出ボックス，1次セラミックフィルタ，1次セラミックフィルタ灰取出ボックス，2次セラミックフィルタ，2次セラミックフィルタ灰取出ボックス，排ガス冷却器，雑固体焼却系設備の炭素鋼配管及び弁］

各機器，炭素鋼配管及び弁の内側には，耐火物（耐火煉瓦等）が内張りされているが，焼却時の高温雰囲気下で溶融した焼却灰が耐火物（耐火煉瓦等）の骨材間の気孔を通り内部へ浸透し，組織を破壊することから，煉瓦表面からの減肉の発生が想定される。

また，耐火物（耐火煉瓦等）の主成分は，SiC，Al等であることから，排ガス中に含まれるハロゲンガスによる浸食に伴う減肉の発生が想定される。

しかしながら，開放点検時の目視点検及び寸法測定によって耐火物の減肉を適切に管理しており，必要に応じて耐火煉瓦補修材による補修又は耐火物（耐火煉瓦等）の張替を実施することとしている。

したがって，本体，配管及び弁（耐火物）の減肉は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

n. 本体，配管及び弁（耐火物）の割れ［雑固体減容処理設備高周波溶融炉設備高周波溶融炉，溶融炉2次燃焼器燃焼室，溶融炉2次燃焼器，溶融炉排ガス冷却器，溶融炉セラミックフィルタ，雑固体減容処理設備高周波溶融炉設備の配管及び弁，雑固体焼却系設備焼却炉，焼却灰取出ボックス，1次セラミックフィルタ，1次セラミックフィルタ灰取出ボックス，2次セラミックフィルタ，2次セラミックフィルタ灰取出ボックス，排ガス冷却器，雑固体焼却系設備の配管及び弁］

各機器及び配管及び弁の内側には，耐火物（耐火煉瓦等）が内張りされているが，起動・停止時の温度変化等による割れの発生が想定される。

しかしながら，開放点検時の目視点検にて耐火物の割れがないことを確認することとしており，必要に応じて耐火煉瓦補修材による補修又は耐火物（耐火煉瓦等）の張替を実施することとしている。

したがって，本体，配管及び弁（耐火物）の割れは，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

o. ダンパの固着［雑固体焼却系設備焼却灰取出ボックス，焼却炉グローブボックス，1次セラミックフィルタ灰取出ボックス，2次セラミックフィルタ灰取出ボックス］

ダンパは雑固体焼却で発生した焼却灰を排出する際に，開閉操作を伴うが，ポリエチレン焼却時に，炉底に残った灰等によるダンパ固着の発生が想定される。

しかしながら，ダンパについては，開閉操作時に異常のないことを確認でき，固着灰除去装置により定期的に清掃を実施していることから，固着が発生する可能性は小さい。

また，これまでの開閉操作において有意な固着は確認されておらず，必要に応じ補修を実施することにより機能を維持することとしている。

したがって，ダンパの固着は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

p. 埋込金物の腐食（全面腐食）［減容固化設備ペレット充填装置］

埋込金物は炭素鋼であり，腐食の発生が想定されるが，大気接触部は塗装を施しているため，腐食が発生する可能性は小さい。

また，巡視点検等により塗膜の状態を確認し，はく離等が認められた場合は必要に応じて補修塗装を実施することとしている。

したがって，埋込金物の腐食（全面腐食）は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

q. 主軸の摩耗［濃縮廃液・廃液中和スラッジ系設備濃縮廃液ポンプ，廃液濃縮器循環ポンプ，機器ドレン系設備クラッドスラリ濃縮器循環ポンプ，減容固化系設備乾燥機排気ブロワ，溶解ポンプ，雑固体減容処理設備高周波溶融炉設備溶融炉排ガスブロワ，雑固体焼却系設備排ガスブロワ］

軸受（ころがり）を使用している主軸について，軸受と主軸の接触面において摩耗の発生が想定される。

しかしながら，分解点検時の目視点検及び寸法測定において，有意な摩耗がないことを確認することとしている。

軸受（すべり）を使用している主軸についても，軸受と主軸の接触面において摩耗の発生が想定されるが，接触面は潤滑油で潤滑されていることから，摩耗が発生する可能性は小さい。

また，分解点検時の目視点検及び寸法測定において有意な摩耗がないことを確認することとしている。

したがって，主軸の摩耗は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

r. 上板，胴（上鏡及び下鏡を含む），ケーシング，主軸，伝熱管，管板，水室，下部胴，配管及び弁の腐食（孔食）［濃縮廃液・廃液中和スラッジ系設備廃液中和タンク，濃縮廃液ポンプ，廃液濃縮器蒸発缶，廃液濃縮器加熱器，廃液濃縮器復水器，廃液濃縮器循環ポンプ，濃縮廃液・廃液中和スラッジ系設備の配管及び弁，機器ドレン系設備クラッドスラリ濃縮器加熱器，クラッドスラリ濃縮器，クラッドスラリ濃縮器復水器，クラッドスラリ濃縮器デミスタ，クラッドスラリ濃縮器循環ポンプ，機器ドレン系設備の配管及び弁，減容固化系設備溶解タンク，乾燥機，ミストセパレータ，デミスタ，溶解ポンプ，減容固化系設備の配管及び弁］

上板，胴（上鏡及び下鏡を含む），ケーシング，主軸，伝熱管，管板，水室，下部胴，配管及び弁はステンレス鋼又はステンレス鋼鋳鋼であり，内部流体は廃液蒸気又は廃液であることから，腐食（孔食）の発生が想定されるが，これまでの開放点検時の目視点検及び漏えい検査において，有意な腐食（孔食）は確認されておらず，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

なお，濃縮廃液・廃液中和スラッジ系設備廃液中和タンク，廃液濃縮器蒸発缶，機器ドレン系設備クラッドスラリ濃縮器加熱器，クラッドスラリ濃縮器，クラッドスラリ濃縮器デミスタ，減容固化系設備溶解タンク，ミストセパレータ，デミスタは耐食性に優れたステンレス SUS316L であり，廃液濃縮器加熱器，廃液濃縮器復水器の材質は耐食性に優れたステンレス ASME SA213-TP316，SA240-316 であることから，腐食（孔食）が発生する可能性は小さい。

廃液濃縮器循環ポンプ，クラッドスラリ濃縮器循環ポンプ，減容固化系設備溶解ポンプのケーシングは耐食性に優れたステンレス SCS14 又は SCS16 であり，主軸はそれぞれ耐食性に優れたステンレス SUS316L であることから，腐食（孔食）が発生する可能性は小さい。

したがって，上板，胴（上鏡及び下鏡を含む），ケーシング，主軸，伝熱管，管板，水室，下部胴，配管及び弁の腐食（孔食）は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

s. 胴，管板，水室，本体胴，下部胴及び上板の疲労割れ［濃縮廃液・廃液中和スラッジ系設備廃液濃縮器蒸発缶，廃液濃縮器加熱器（水室を除く），廃液濃縮器復水器，機器ドレン系設備クラッドスラリ濃縮器加熱器，クラッドスラリ濃縮器，クラッドスラリ濃縮器復水器，クラッドスラリ濃縮器デミスタ，減容固化系設備乾燥機，ミストセパレータ，デミスタ，乾燥機復水器］

各設備の起動・停止操作に伴い，熱過渡による疲労の発生が想定される。

しかしながら，起動・停止時において，濃縮廃液・廃液中和スラッジ系設備廃液濃縮器蒸発缶，廃液濃縮器加熱器，機器ドレン系設備クラッドスラリ濃縮器，クラッドスラリ濃縮器加熱器，減容固化系設備乾燥機は，蒸気流量を調整して緩やかな温度変化とする運用を行っていることから，熱疲労が発生する可能性は小さい。

廃液濃縮器復水器，クラッドスラリ濃縮器復水器，減容固化系ミストセパレータ，乾燥機復水器は，発生した蒸気を凝縮するため，デミスタと同様に緩やかな温度変化となることから，熱疲労が発生する可能性は小さい。

クラッドスラリ濃縮器デミスタ，減容固化系デミスタについても，発生した蒸気中の微細な懸濁物を除去するため，上述の廃液濃縮器等と同様，又はそれより緩やかな温度変化となることから，熱疲労が発生する可能性は小さい。

なお，これまでの目視点検，浸透探傷検査及び漏えい検査において有意なき裂は確認されておらず，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，胴，管板，水室，本体胴，下部胴及び上板の疲労割れは，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

t. 主軸及び軸の高サイクル疲労割れ［濃縮廃液・廃液中和スラッジ系設備濃縮廃液ポンプ，廃液濃縮器循環ポンプ，機器ドレン系設備クラッドスラリ濃縮器循環ポンプ，減容固化系設備水分計ホッパ，造粒機，トロンメル，乾燥機排気ブロワ，溶解ポンプ，雑固体減容処理設備高周波溶融炉設備溶融炉排ガスブロワ，雑固体焼却系設備排ガスブロワ］

主軸及び軸には運転時に繰返し応力が発生するが，主軸及び軸は設計段階において応力集中部等に疲労割れが発生しないよう考慮されていることから，高サイクル疲労割れが発生する可能性は小さい。

なお，これまでの目視点検，浸透探傷検査において有意なき裂は確認されておらず，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，主軸及び軸の高サイクル疲労割れは，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

u. 伝熱管の摩耗及び高サイクル疲労割れ［濃縮廃液・廃液中和スラッジ系設備廃液濃縮器加熱器，廃液濃縮器復水器，機器ドレン系設備クラッドスラリ濃縮器加熱器，クラッドスラリ濃縮器復水器，減容固化系設備乾燥機復水器］

伝熱管は支持板により適切なスパンで支持されているが，管支持板管穴等に減肉が生じ，伝熱管の振動が大きくなり，伝熱管と支持板の接触により，伝熱管拘束点において伝熱管外表面の摩耗が発生する可能性がある。さらに，伝熱管拘束点において伝熱管外面から高サイクル疲労割れが発生する可能性がある。

また，伝熱管の超音波探傷検査，渦流探傷検査，目視点検，漏えい確認による点検結果から有意な摩耗及びき裂は確認されておらず，判定基準を超える摩耗等が確認された場合には施栓することにより，熱交換器の機能を維持している。

したがって，伝熱管の摩耗及び高サイクル疲労割れは，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

(2) 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により，今後も経年劣化の進展が考えられない，又は進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外）

a. 基礎ボルトの樹脂の劣化（後打ちケミカルアンカ）［濃縮廃液・廃液中和スラッジ系設備，機器ドレン系設備，減容固化系設備，雑固体減容処理設備高周波溶融炉設備，雑固体焼却系設備］

基礎ボルトの健全性については，「16. 基礎ボルト」にて評価を実施する。

b. 引張ばねのへたり［セメント混練固化系設備蒸発固化体乾燥機］

引張ばねには常時応力が作用した状態で使用されるため，へたりの発生が想定されるが，引張ばね使用時のねじり応力は許容ねじり応力以下になるように設定されていることから，へたりが発生する可能性はなく，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，引張ばねのへたりは，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

c. 埋込金物（コンクリート埋込部）の腐食（全面腐食）［減容固化設備ペレット充填装置］

埋込金物は炭素鋼であり，腐食の発生が想定されるが，コンクリート埋設部については，コンクリートの大気接触部表面からの中性化の進行により腐食環境となるため，コンクリートが中性化に至り，埋込金物に有意な腐食が発生するまで長時間を要す。

今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難いことから，埋込金物の腐食（全面腐食）は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

d. ケーシング，ばね押さえ，加熱ヒータ，ヒータプレートの応力腐食割れ ［セメント混練固化系設備蒸発固化体乾燥機］

ケーシング，ばね押さえ，加熱ヒータのシース部，ヒータプレートはステンレス鋼であり，蒸発固化体乾燥機で乾燥させる蒸発固化体には塩化物が含まれており，設備運転中乾燥機内部は高温となるため，応力腐食割れの発生が想定される。

しかしながら，本乾燥機運転開始後の累計運転時間は約 60 時間と比較的短く，設備停止時は 100 ℃未満の温度で保管していることから，応力腐食割れが発生する可能性は小さい。

今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難いことから，ケーシング，ばね押さえ，加熱ヒータ，ヒータプレートの応力腐食割れは，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

表 2.2-1（1/16）　廃棄物処理設備に想定される経年劣化事象（濃縮廃液・廃液中和スラッジ系設備）（1/2）

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位		消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考
						減肉		割れ		材質変化		その他	
						摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
バウンダリの維持	耐圧	廃液中和タンク	上板		ステンレス鋼		△*2						*1：内面エポキシライニング *2：孔食 *3：高サイクル疲労割れ
			胴		ステンレス鋼		△*2						
		濃縮廃液貯蔵タンク	上板		炭素鋼*1		△						
			胴		炭素鋼*1		△						
		濃縮廃液ポンプ	ケーシング		ステンレス鋼鋳鋼		△*2						
			主軸		ステンレス鋼	△	△*2	△*3					
			メカニカルシール	◎	－								
			ガスケット	◎	－								
			軸受（ころがり）	◎	－								
			ケーシングボルト・ナット		ステンレス鋼								
		廃液濃縮器蒸発缶	胴（上鏡，下部胴を含む）		ステンレス鋼		△*2	△	△				
			ガスケット	◎	－								
			フランジボルト・ナット		低合金鋼，炭素鋼		△						
		廃液濃縮器加熱器	伝熱管		ステンレス鋼	△	△*2	△*3					
			管板		ステンレス鋼		△*2	△					
			水室		ステンレス鋼		△*2	△*3					
			胴		炭素鋼		△	△					
			フランジボルト・ナット		低合金鋼，炭素鋼		△						
			ガスケット	◎	－								

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表 2.2-1（2/16）　廃棄物処理設備に想定される経年劣化事象（濃縮廃液・廃液中和スラッジ系設備）（2/2）

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位		消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考
						減肉		割れ		材質変化		その他	
						摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
バウンダリの維持	耐圧	廃液濃縮器復水器	伝熱管		ステンレス鋼	△	△*1	△*2					*1:孔食 *2:高サイクル疲労割れ *3:樹脂の劣化
			管板		ステンレス鋼		△*1	△					
			水室		炭素鋼		△	△					
			胴（鏡板を含む）		ステンレス鋼		△*1	△	△				
			フランジボルト・ナット		低合金鋼，炭素鋼		△						
			ガスケット	◎	―								
		廃液濃縮器循環ポンプ	ケーシング		ステンレス鋼鋳鋼		△*1						
			主軸		ステンレス鋼	△	△*1	△*2					
			メカニカルシール	◎	―								
			ガスケット	◎	―								
			軸受（ころがり）	◎	―								
			ケーシングボルト・ナット		ステンレス鋼								
		配管及び弁			ステンレス鋼，ステンレス鋼鋳鋼		△*1						
		ガスケット，パッキン		◎	―								
機器の支持	支持	取付ボルト			炭素鋼		△						
		ベース			炭素鋼		△						
		支持脚			炭素鋼		△						
		スカート			炭素鋼		△						
		基礎ボルト			炭素鋼，樹脂		△				▲*3		

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）
▲：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象以外）

表 2.2-1（3/16）　廃棄物処理設備に想定される経年劣化事象（機器ドレン系設備）（1/2）

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位		消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考
						減肉		割れ		材質変化		その他	
						摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
バウンダリの維持	耐圧	クラッドスラリ濃縮器加熱器	伝熱管		ステンレス鋼	△	△*1	△*2	△				*1:孔食 *2:高サイクル疲労割れ
			管板		ステンレス鋼		△*1	△	△				
			水室		ステンレス鋼		△*1	△	△				
			胴		炭素鋼		△	△					
					ステンレス鋼			△					
			フランジボルト・ナット		ステンレス鋼								
			ガスケット	◎	－								
		クラッドスラリ濃縮器	胴（上鏡，下部胴を含む）		ステンレス鋼		△*1	△	△				
			フランジボルト・ナット		ステンレス鋼								
			ガスケット	◎	－								
		クラッドスラリ濃縮器復水器	伝熱管		ステンレス鋼	△	△*1	△*2	△				
			管板		ステンレス鋼		△*1	△	△				
			水室		ステンレス鋼		△*1	△	△				
			胴（鏡板を含む）		ステンレス鋼		△*1	△	△				
			フランジボルト・ナット		ステンレス鋼								
			ガスケット	◎	－								

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表 2.2-1（4/16）　廃棄物処理設備に想定される経年劣化事象（機器ドレン系設備）（2/2）

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位		消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考
						減肉		割れ		材質変化		その他	
						摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
バウンダリの維持	耐圧	クラッドスラリ濃縮器デミスタ	胴（上鏡，下部胴を含む）		ステンレス鋼		△*1	△	△				*1:孔食 *2:高サイクル疲労割れ *3:樹脂の劣化
			フランジボルト・ナット		ステンレス鋼								
			ガスケット	◎	―								
		クラッドスラリ濃縮器循環ポンプ	ケーシング		ステンレス鋼鋳鋼		△*1						
			主軸		ステンレス鋼	△	△*1	△*2					
			メカニカルシール	◎	―								
			ガスケット	◎	―								
			軸受（ころがり）	◎	―								
			ケーシングボルト・ナット		ステンレス鋼								
		配管及び弁			ステンレス鋼，ステンレス鋼鋳鋼		△*1						
		ガスケット，パッキン		◎	―								
機器の支持	支持	取付ボルト			炭素鋼		△						
		ベース			炭素鋼		△						
		支持脚			炭素鋼		△						
		基礎ボルト			炭素鋼，樹脂		△				▲*3		

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

▲：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象以外）

表 2.2-1（5/16）　廃棄物処理設備に想定される経年劣化事象（減容固化系設備）(1/4)

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位		消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考
						減肉		割れ		材質変化		その他	
						摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
バウンダリの維持	耐圧	溶解タンク	上板		ステンレス鋼		△*1		△				*1:孔食 *2:合金鋼クラッド
			胴（下鏡を含む）		ステンレス鋼		△*1		△				
		乾燥機	本体胴		炭素鋼*2		△	△					
			下部胴		ステンレス鋼		△*1	△					
			メカニカルシール	◎	－								
			フランジボルト・ナット		炭素鋼		△						
			0リング	◎	－								
		ミストセパレータ	上板		ステンレス鋼		△*1	△	△				
			胴		ステンレス鋼		△*1	△	△				
			フランジボルト・ナット		炭素鋼		△						
			ガスケット	◎	－								
		デミスタ	上板		ステンレス鋼		△*1	△	△				
			胴		ステンレス鋼		△*1	△	△				
			フランジボルト・ナット		炭素鋼		△						
			ガスケット	◎	－								

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表 2.2-1（6/16）　廃棄物処理設備に想定される経年劣化事象（減容固化系設備）（2/4）

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位		消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考
						減肉		割れ		材質変化		その他	
						摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
バウンダリの維持	耐圧	水分計ホッパ	主軸		ステンレス鋼		△*1	△*2					*1:孔食 *2:高サイクル疲労割れ
			本体胴		ステンレス鋼		△*1						
			フランジボルト・ナット		ステンレス鋼								
			軸封セット	◎	－								
			0リング	◎	－								
		造粒機	軸（スクリューフィーダ）		ステンレス鋼		△*1	△*2					
			ケーシング		ステンレス鋼		△*1						
			ホッパ		ステンレス鋼		△*1						
			シールリング	◎	－								
			0リング	◎	－								
			フランジボルト・ナット		ステンレス鋼								
		トロンメル	主軸		ステンレス鋼		△*1	△*2					
			ケーシング		ステンレス鋼		△*1						
			ケーシングボルト・ナット		ステンレス鋼								
			シールリング，0リング	◎	－								
			ガスケット	◎	－								
			軸受（ころがり）	◎	－								

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表 2.2-1（7/16）　廃棄物処理設備に想定される経年劣化事象（減容固化系設備）(3/4)

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位		消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考
						減肉		割れ		材質変化		その他	
						摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
バウンダリの維持	耐圧	ペレットホッパ	蓋		ステンレス鋼		△*1						*1:孔食 *2:高サイクル疲労割れ
			胴		ステンレス鋼		△*1						
			フランジボルト・ナット		ステンレス鋼								
			ガスケット	◎	―								
		ペレット充填装置	接続蓋		ステンレス鋼								
			ペレット充填口		ステンレス鋼								
			充填管		ステンレス鋼								
			充填補助弁		ステンレス鋼鋳鋼								
			フレーム		炭素鋼		△						
		造粒固化体充填容器	上板		炭素鋼		△						
			側板		炭素鋼		△						
			下板		炭素鋼		△						
			蓋		炭素鋼		△						
			ドラムクロージャ		炭素鋼		△						
		乾燥機復水器	胴（鏡板を含む）		ステンレス鋼			△	△				
			水室		炭素鋼		△	△					
			伝熱管		ステンレス鋼	△		△*2					
			管板		ステンレス鋼			△					
			管支持板，ステー		ステンレス鋼								
			ガスケット	◎	―								

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表 2.2-1（8/16）　廃棄物処理設備に想定される経年劣化事象（減容固化系設備）（4/4）

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位		消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考
						減肉		割れ		材質変化		その他	
						摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
バウンダリの維持	耐圧	乾燥機排気ブロワ	主軸		炭素鋼	△	△	△*2					*1:孔食 *2:高サイクル疲労割れ *3:コンクリート埋設部 *4:樹脂の劣化
			ケーシング		炭素鋼		△						
			ケーシングボルト・ナット		炭素鋼		△						
			メカニカルシール	◎	－								
			ガスケット	◎	－								
			軸受（ころがり）	◎	－								
		溶解ポンプ	主軸		ステンレス鋼	△		△*2					
			ケーシング		ステンレス鋼鋳鋼		△*1						
			ケーシングボルト・ナット		ステンレス鋼								
			メカニカルシール	◎	－								
			0 リング	◎	－								
			軸受（ころがり）	◎	－								
		配管及び弁			ステンレス鋼，ステンレス鋼鋳鋼		△*1						
		ガスケット，パッキン		◎	－								
機器の支持	支持	取付ボルト			炭素鋼		△						
					ステンレス鋼								
		支持脚			炭素鋼		△						
		ベース			炭素鋼		△						
		スカート			炭素鋼		△						
		埋込金物			炭素鋼		△▲*3						
		基礎ボルト			炭素鋼，樹脂		△				▲*4		

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）
▲：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象以外）

表 2.2-1（9/16）　廃棄物処理設備に想定される経年劣化事象（雑固体減容処理設備高周波溶融炉設備 1/3）

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位		消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考
						減肉		割れ		材質変化		その他	
						摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
焼却・除塵機能の確保	機能	高周波溶融炉	本体		耐火物							△*1*2	*1:耐火物の減肉 *2:耐火物の割れ *3:高サイクル疲労割れ
		溶融炉 2 次燃焼器燃焼室	本体		耐火物							△*1*2	
		溶融炉 2 次燃焼器	本体		耐火物							△*1*2	
		溶融炉排ガス冷却器	本体		耐火物							△*1*2	
		溶融炉セラミックフィルタ	本体		耐火物							△*1*2	
			フィルタエレメント	◎	―								
		溶融炉排ガスフィルタ	フィルタエレメント	◎	―								
		溶融炉排ガスブロワ	羽根車		ステンレス鋼								
			主軸		炭素鋼	△	△	△*3					
バウンダリの維持	耐圧	高周波溶融炉	本体		耐火物							△*1*2	
			外殻		ステンレス鋼				△				
			フランジボルト･ナット		ステンレス鋼								
			ガスケット	◎	―								

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表 2.2-1（10/16）　廃棄物処理設備に想定される経年劣化事象（雑固体減容処理設備高周波溶融炉設備 2/3）

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位		消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考
						減肉		割れ		材質変化		その他	
						摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
バウンダリの維持	耐圧	溶融炉２次燃焼器燃焼室	本体		耐火物							△*1*2	*1：耐火物の減肉 *2：耐火物の割れ
			外殻		炭素鋼		△						
			フランジボルト・ナット		炭素鋼		△						
			ガスケット	◎	－								
		溶融炉２次燃焼器	本体		耐火物							△*1*2	
			外殻		炭素鋼		△						
			フランジボルト・ナット		炭素鋼		△						
			ガスケット	◎	－								
		溶融炉排ガス冷却器	本体		耐火物							△*1*2	
			外殻		炭素鋼		△						
			フランジボルト・ナット		炭素鋼		△						
			ガスケット	◎	－								
		溶融炉セラミックフィルタ	本体		耐火物							△*1*2	
			外殻		炭素鋼		△						
			フランジボルト・ナット		炭素鋼		△						
			ガスケット	◎	－								

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表2.2-1（11/16）　廃棄物処理設備に想定される経年劣化事象（雑固体減容処理設備高周波溶融炉設備3/3）

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位		消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考
						減肉		割れ		材質変化		その他	
						摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
バウンダリの維持	耐圧	溶融炉排ガスフィルタ	胴（鏡板を含む）		ステンレス鋼				△				*1:高サイクル疲労割れ *2:樹脂の劣化 *3:耐火物内張り *4:耐火物の減肉 *5:耐火物の割れ
		溶融炉排ガス脱硝塔	胴（鏡板を含む）		ステンレス鋼				△				
			フランジボルト・ナット		ステンレス鋼								
			ガスケット	◎	－								
		溶融炉排ガスブロワ	主軸		炭素鋼	△	△	△*1					
			ケーシング		ステンレス鋼								
			ケーシングボルト・ナット		炭素鋼		△						
			軸受（ころがり）	◎	－								
		配管及び弁			炭素鋼*3		△					△*4*5	
					ステンレス鋼，ステンレス鋼鋳鋼								
		ガスケット，パッキン		◎	－								
機器の支持	支持	取付ボルト			炭素鋼		△						
		ベース			炭素鋼		△						
		支持脚			炭素鋼		△						
		基礎ボルト			炭素鋼，樹脂		△				▲*2		

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

▲：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象以外）

表 2.2-1（12/16）　廃棄物処理設備に想定される経年劣化事象（雑固体焼却系設備 1/4）

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位		消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考
						減肉		割れ		材質変化		その他	
						摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
焼却・除塵機能の確保	機能	焼却炉	本体		耐火物							△*1*2	*1：耐火物の減肉 *2：耐火物の割れ *3：高サイクル疲労割れ
		焼却灰取出ボックス	本体		耐火物							△*1*2	
		1 次セラミックフィルタ	本体		耐火物							△*1*2	
			フィルタエレメント	◎	―								
		1 次セラミックフィルタ灰取出ボックス	本体		耐火物							△*1*2	
		2 次セラミックフィルタ	本体		耐火物							△*1*2	
			フィルタエレメント	◎	―								
		2 次セラミックフィルタ灰取出ボックス	本体		耐火物							△*1*2	
		排ガス冷却器	本体		耐火物							△*1*2	
			エレメント	◎	―								
		排ガスフィルタ	フィルタエレメント	◎	―								
		排ガスブロワ	羽根車		炭素鋼		△						
			主軸		炭素鋼	△	△	△*3					

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表 2.2-1（13/16）　廃棄物処理設備に想定される経年劣化事象（雑固体焼却系設備 2/4）

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位		消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考
						減肉		割れ		材質変化		その他	
						摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
バウンダリの維持	耐圧	焼却炉	本体		耐火物							△*1*2	*1:耐火物の減肉 *2:耐火物の割れ *3:耐火物内張り *4:固着
			外殻		炭素鋼		△						
			フランジボルト・ナット		炭素鋼		△						
			ガスケット	◎	－								
		焼却灰取出ボックス	本体		耐火物							△*1*2	
			ケーシング		炭素鋼		△						
					ステンレス鋼				△				
			ダンパ		ステンレス鋼*3							△*4	
		焼却炉グローブボックス	ケーシング		炭素鋼		△						
			ダンパ		ステンレス鋼							△*4	
			シュート	◎	－								
		1 次セラミックフィルタ	本体		耐火物							△*1*2	
			外殻		炭素鋼		△						
			フランジボルト・ナット		炭素鋼		△						
			ガスケット	◎	－								
		1 次セラミックフィルタ灰取出ボックス	本体		耐火物							△*1*2	
			ケーシング		炭素鋼		△						
			ダンパ		ステンレス鋼*3							△*4	
			シュート	◎	－								
			破砕機ケーシング		炭素鋼		△						

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表2.2-1（14/16）　廃棄物処理設備に想定される経年劣化事象（雑固体焼却系設備3/4）

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位		消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考
						減肉		割れ		材質変化		その他	
						摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
バウンダリの維持	耐圧	2次セラミックフィルタ	本体		耐火物							△*1*2	*1:耐火物の減肉 *2:耐火物の割れ *3:耐火物内張り *4:固着
			外殻		炭素鋼		△						
			フランジボルト・ナット		炭素鋼		△						
			ガスケット	◎	―								
		2次セラミックフィルタ灰取出ボックス	本体		耐火物							△*1*2	
			ケーシング		炭素鋼		△						
			ダンパ		ステンレス鋼*3							△*4	
			シュート	◎	―								
			破砕機ケーシング		炭素鋼		△						
		排ガス冷却器	本体		耐火物							△*1*2	
			外殻		炭素鋼		△						
			フランジボルト・ナット		炭素鋼		△						
			ガスケット	◎	―								
		排ガスフィルタ	胴（鏡板を含む）		ステンレス鋼				△				

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表2.2-1（15/16）　廃棄物処理設備に想定される経年劣化事象（雑固体焼却系設備4/4）

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位		消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考
						減肉		割れ		材質変化		その他	
						摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
バウンダリの維持	耐圧	排ガスブロワ	主軸		炭素鋼	△	△	△*1					*1：高サイクル疲労割れ *2：内面ゴムライニング，一部坑火石内張り *3：耐火物内張り *4：耐火物の減肉 *5：耐火物の割れ *6：樹脂の劣化
			ケーシング		鋳鉄		△						
			ケーシングボルト・ナット		炭素鋼		△						
			軸受（すべり）	◎	－								
		廃棄物処理建屋排気筒	排気筒筒身		炭素鋼*2		△						
		配管及び弁			炭素鋼*3		△					△*4*5	
					ステンレス鋼，ステンレス鋼鋳鋼								
		ガスケット，パッキン		◎	－								
機器の支持	支持	取付ボルト			炭素鋼		△						
		ベース			炭素鋼		△						
		支持脚			炭素鋼		△						
		基礎ボルト			炭素鋼，樹脂		△				▲*6		

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

▲：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象以外）

表 2.2-1（16/16）　廃棄物処理設備に想定される経年劣化事象（セメント混練固化系設備）

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位		消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考
						減肉		割れ		材質変化		その他	
						摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
バウンダリの維持	耐圧	蒸発固化体乾燥機	ケーシング		ステンレス鋼				▲				*1:ヒータシース部 *2:へたり *3:絶縁特性低下
			引張ばね		ステンレス鋼						▲*2		
			ばね押さえ		ステンレス鋼				▲				
			0リング	◎	―								
除湿機能の維持	除湿		加熱ヒータ		ステンレス鋼*1				▲			○*3	
			ヒータプレート		ステンレス鋼				▲				
			ヒータブロック		アルミニウム合金								
			伝熱板		アルミニウム合金								
機器の支持	支持	ベース			ステンレス鋼								
		取付ボルト			炭素鋼		△						

○：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

▲：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象以外）

2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の評価

(1) 加熱ヒータの絶縁抵抗低下［セメント混練固化系蒸発固化体乾燥機］

a. 事象の説明

加熱ヒータの絶縁特性低下要因としては，熱による特性変化，絶縁物に付着するごみ，塵埃又は内部の微小なボイド等による放電等，機械的，熱的，電気的及び環境的要因で経年的に劣化が進行し，外表面，内部等から絶縁低下の発生が懸念される。

b. 技術評価

① 健全性評価

加熱ヒータについては，機械的，熱的及び電気的要因及び環境的要因により経年的に劣化が進行し，外表面，内部等から絶縁特性低下が発生する可能性があるが，最も絶縁特性低下に影響を及ぼす要因は環境的劣化である。

しかしながら，清掃を実施することにより健全性の維持は可能である。

当該機器は現在長期停止中であり，運転を再開する前に，外観点検，絶縁抵抗測定及び機器の動作確認を実施することとしている。これらのことから，今後も急激な絶縁特性低下が起こる可能性は小さいと考えられるが，絶縁特性が変化する可能性は否定できない。

② 現状保全

加熱ヒータにおいては，運転開始後の累計運転時間が約 60 時間と短く，設備停止時は 100 ℃未満の温度で保管している。

また，当該機器は現在長期停止中であり，運転を再開する前に外観点検，絶縁抵抗測定及び機器の動作確認を行うこととしている。

③ 総合評価

健全性評価及び現状保全の結果から判断して，加熱ヒータの急激な絶縁特性低下の可能性は低い。

更に，絶縁特性低下は，点検時における外観点検，絶縁抵抗測定及び試運転にて把握可能と考えられ，これまでに絶縁特性低下による異常は発生していない。

今後も外観点検，絶縁抵抗測定及び試運転を実施することで異常の有無は把握可能であり，現状の保全は点検手法として適切であると判断する。

c. 高経年化への対応

加熱ヒータの絶縁特性低下に対しては，高経年化対策の観点から現状の保全内容に対し追加すべき項目はない。

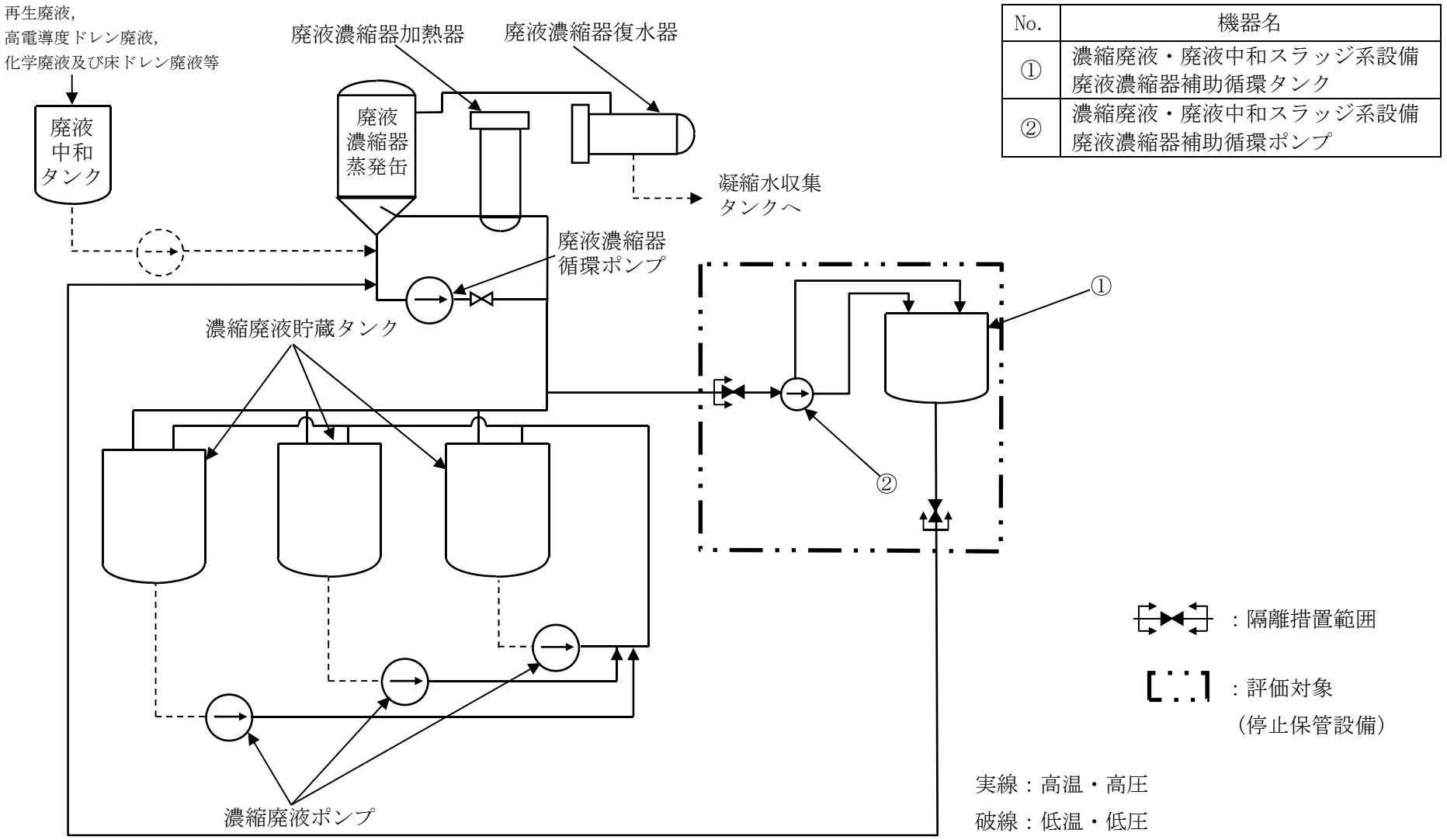
3. 廃棄物処理設備（停止保管設備）の技術評価

本章では，以下の廃棄物処理設備（停止保管設備）について技術評価を実施する。

① 濃縮廃液・廃液中和スラッジ系設備（廃液濃縮器補助循環タンク，廃液濃縮器補助循環ポンプ）

② 使用済樹脂貯蔵系設備（使用済粉末樹脂ポンプ）

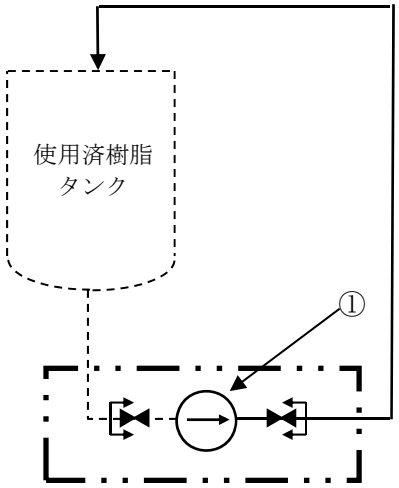
評価対象である停止保管設備の配置図を図 3-1 に，構造図を図 3-2～4 に示す。



No.	機器名
①	濃縮廃液・廃液中和スラッジ系設備 廃液濃縮器補助循環タンク
②	濃縮廃液・廃液中和スラッジ系設備 廃液濃縮器補助循環ポンプ

図 3-1（1/2）　廃棄物処理設備配置図（停止保管設備：濃縮廃液・廃液中和スラッジ系設備）

No.	機器名
①	使用済粉末樹脂ポンプ



：隔離措置範囲

：評価対象
（停止保管設備）

実線：高温・高圧
破線：低温・低圧

図 3-1（2/2）　廃棄物処理設備配置図（停止保管設備：使用済樹脂貯蔵系設備）

No.	部位
①	上板
②	胴（下鏡を含む）
③	基礎ボルト
④	スカート

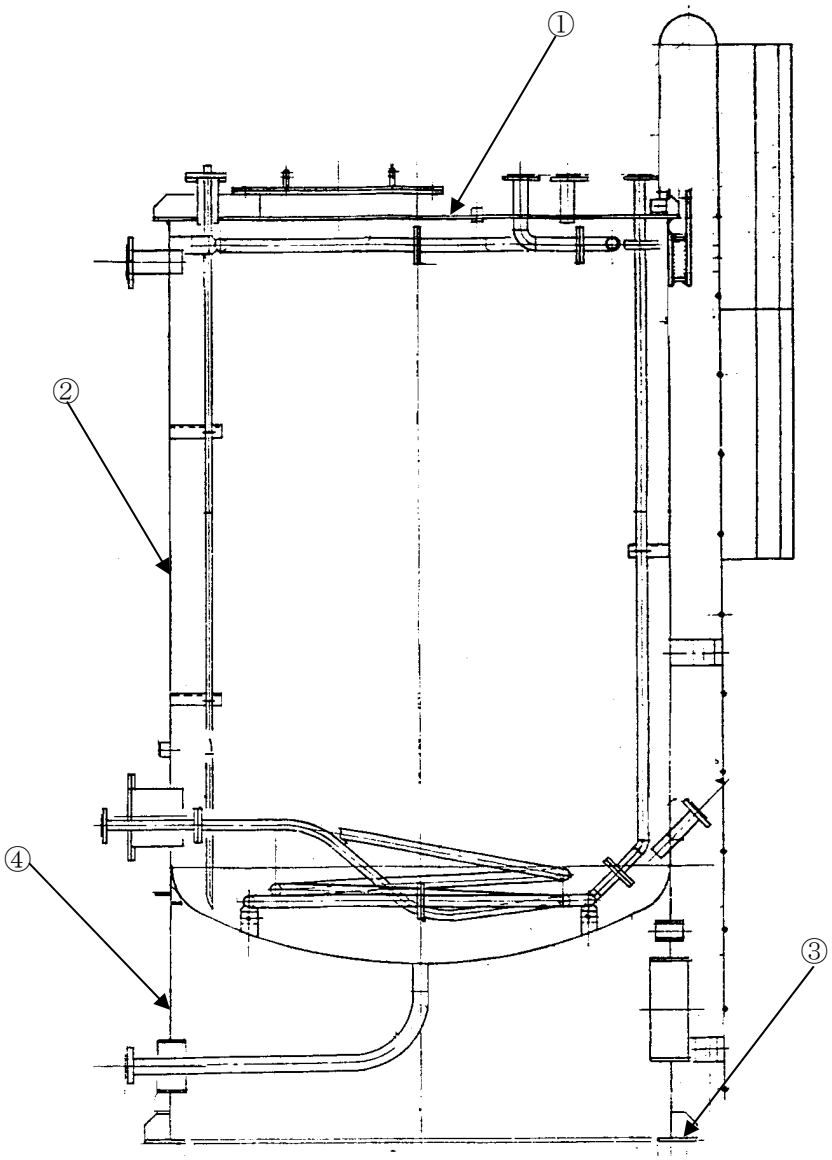


図 3-2　濃縮廃液・廃液中和スラッジ系設備廃液濃縮器補助循環タンク構造図

No.	部位
①	ケーシング
②	メカニカルシール
③	主軸
④	ケーシングボルト・ナット
⑤	軸受（ころがり）
⑥	0 リング
⑦	取付ボルト
⑧	ベース
⑨	基礎ボルト

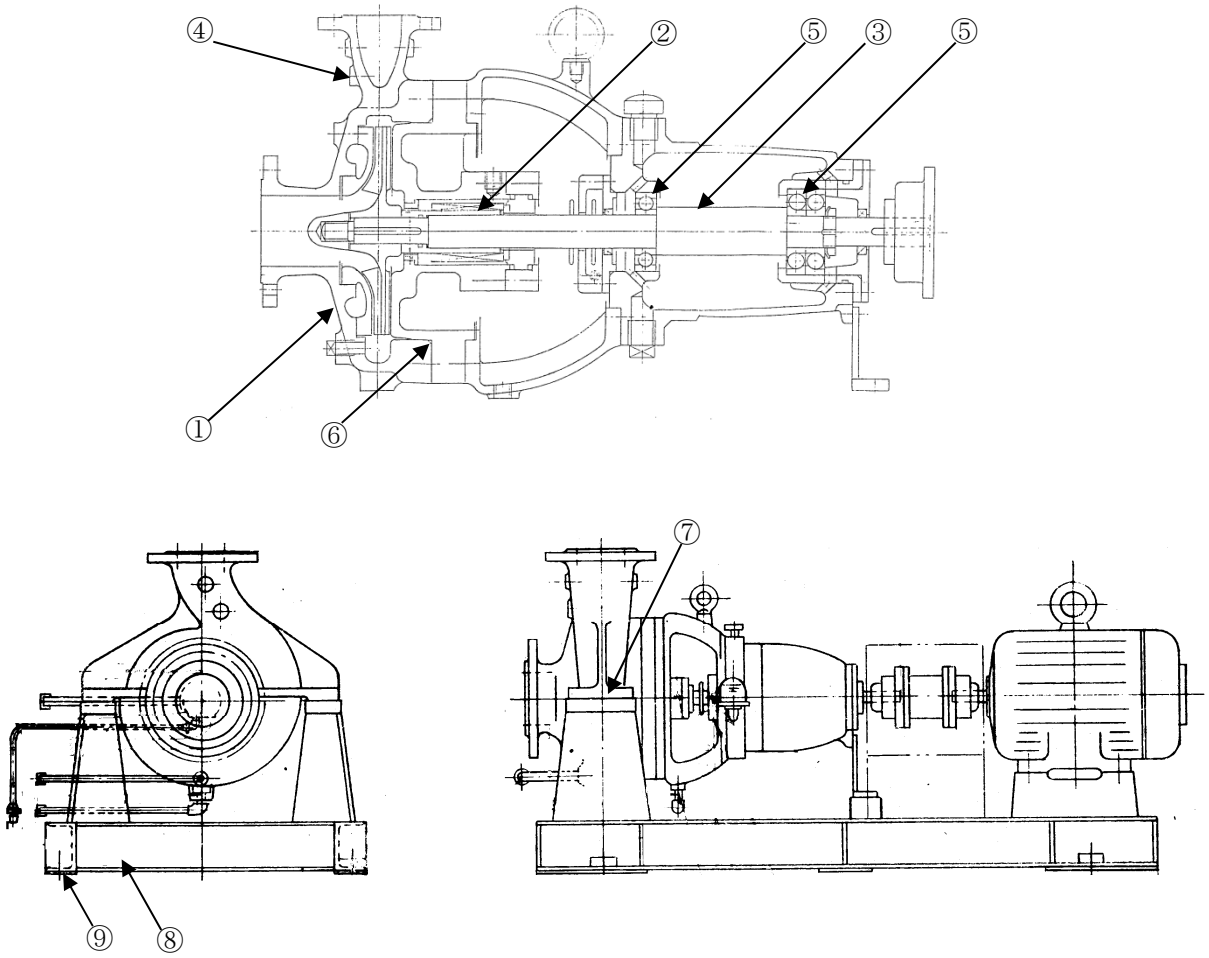


図 3-3　濃縮廃液・廃液中和スラッジ系設備廃液濃縮器補助循環ポンプ構造図

No.	部位
①	ケーシング
②	メカニカルシール
③	主軸
④	ケーシングボルト・ナット
⑤	軸受（ころがり）
⑥	0 リング
⑦	取付ボルト
⑧	ベース
⑨	基礎ボルト

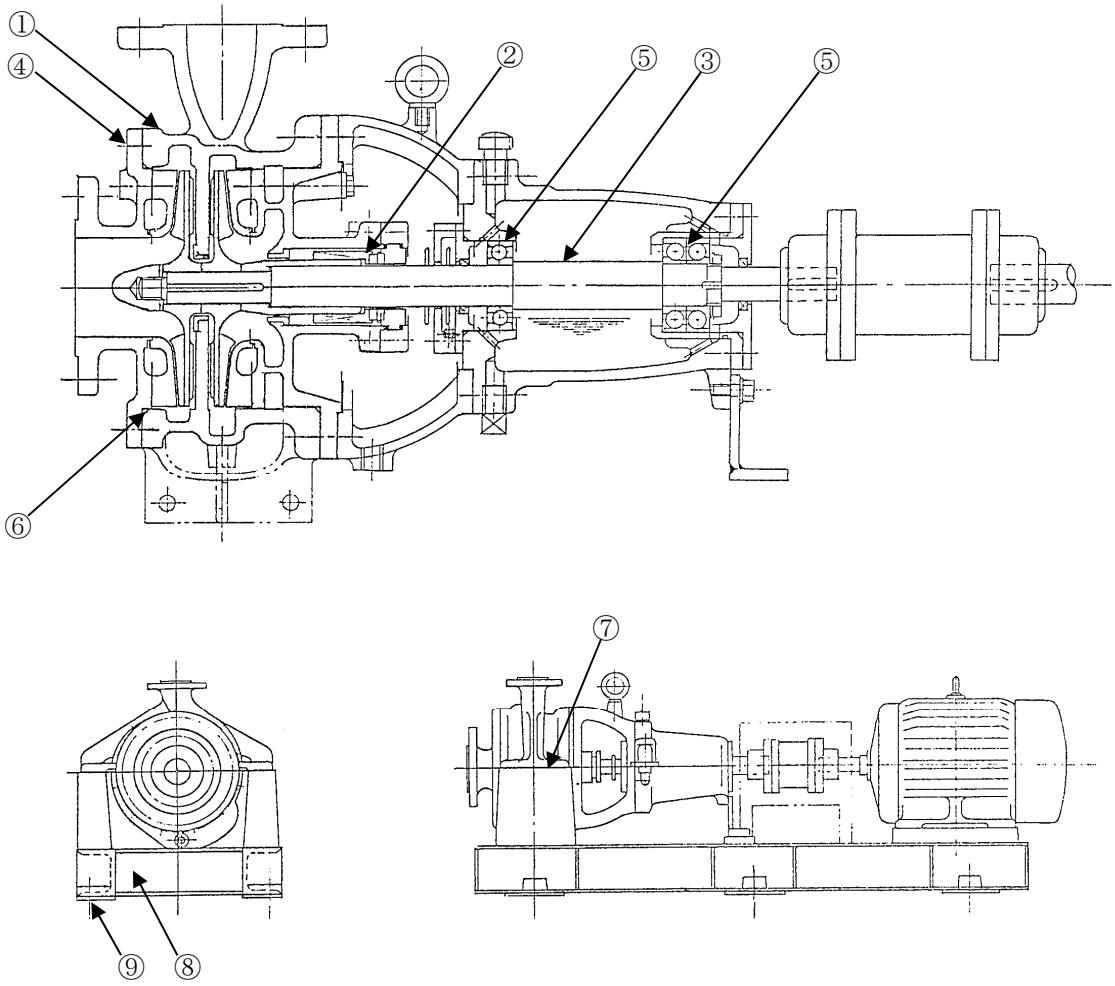


図 3-4　使用済樹脂貯蔵系設備使用済粉末樹脂ポンプ構造図

3.1 停止保管設備の保管状況

東海第二の図 3-2～4 に示す機器については，現在停止保管設備となっている。

これら停止保管設備については，現状では乾燥保管を行っており，既存停止保管設備と運転設備との境界となる弁にて，漏えい防止を図っている。

3.2 技術評価

(1) 健全性評価

現状では乾燥保管を行っていることから，放射性廃棄物は内包されておらず，放射性物質が系統外へ放出されることはないが，運転設備と停止保管設備との境界となる弁に漏えいが発生した場合には，以下の事象が想定される。

・外部漏えい（弁フランジ部，弁グランド部からの外部漏えい）
・内部漏えい（弁の漏えいによる停止保管設備への内部漏えい）

外部漏えいについては，弁において，巡視点検時に外部漏えいの有無が確認可能であり，これまでの巡視点検結果において，外部漏えい等は確認されていない。

内部漏えいについては，弁等から停止保管設備への漏えいが発生した場合でも停止保管設備のタンクに取り付けてある液位検出器により検知が可能であり，これまでに漏えいは確認されていない。

3.3 高経年化への対応

今後も当該設備については，念のため日常の巡視点検において，外部漏えい及び内部漏えい等のないことを確認していく。

13. 排気筒

［対象機器］

① 排気筒

目次

1. 対象機器 13-1
2. 排気筒の技術評価..... 13-2
2.1 構造，材料及び使用条件..... 13-2
2.2 経年劣化事象の抽出..... 13-5
2.2.1 機器の機能達成に必要な項目..... 13-5
2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出..... 13-5
2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象..... 13-6

1. 対象機器

東海第二で使用している排気筒の主な仕様を表 1-1 に示す。

表 1-1　排気筒の主な仕様

機器名称	種類	重要度*1	使用条件	
			設計吹出流速 (m/s)	主要寸法 (筒身高さ×内径) (m)
主排気筒	鉄塔支持型鋼製 (制震装置付)	MS-1	約 20	140×4.5
非常用ガス処理系排気筒	主排気筒支持型鋼製	MS-1，重*2	約 8	140×0.4286

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

*2：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す

2. 排気筒の技術評価

2.1 構造，材料及び使用条件

(1) 構造

東海第二の排気筒は，鉄塔支持型の主排気筒とそれに支持される非常用ガス処理系排気筒で構成されており，炭素鋼を溶接又はボルトにて接合した構造である。排気筒筒身脚部及び鉄搭脚部はコンクリート基礎にアンカーボルトで定着している。

東海第二の排気筒の構造図を図 2.1-1 に，オイルダンパ及び弾塑性ダンパの構造図を図 2.1-2 に示す。

(2) 材料及び使用条件

東海第二の排気筒主要部位の使用材料を表 2.1-1 に，屋外環境を表 2.1-2 に示す。

表 2.1-1　排気筒主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
バウンダリの維持	耐圧	主排気筒筒身	炭素鋼
		主排気筒管台	炭素鋼
		非常用ガス処理系排気筒筒身	炭素鋼
		フランジボルト・ナット	炭素鋼
機器の支持	支持	主排気筒鉄搭（柱補強材含む）	炭素鋼
		オイルダンパ	炭素鋼，低合金鋼
		弾塑性ダンパ	炭素鋼
		基礎ボルト	炭素鋼

表 2.1-2　屋外環境

平均気温*1	約 14.3 ℃
平均湿度*1	約 73 %RH

*1：水戸地方気象台観測値平均（2014 年 8 月～2017 年 2 月）

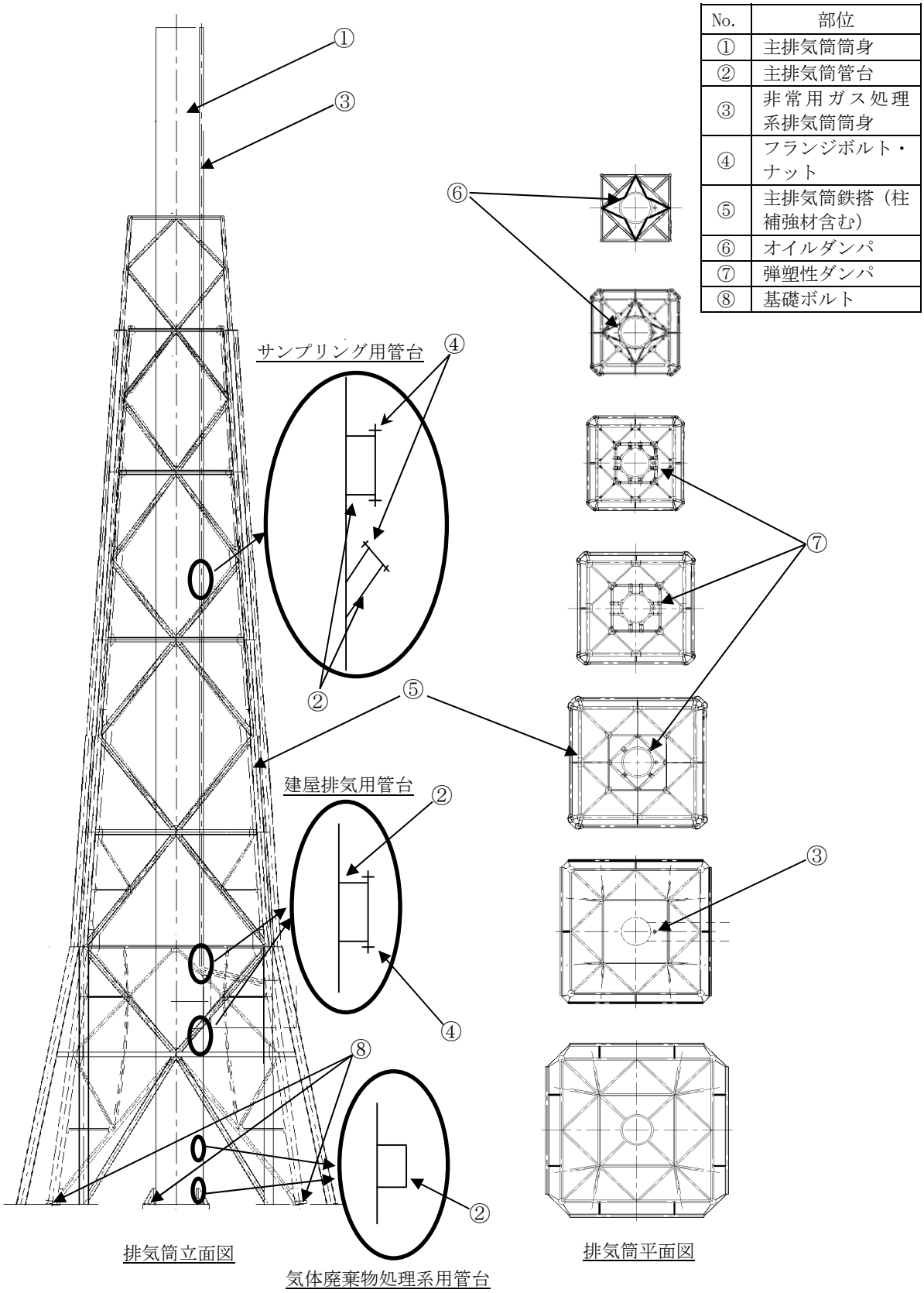
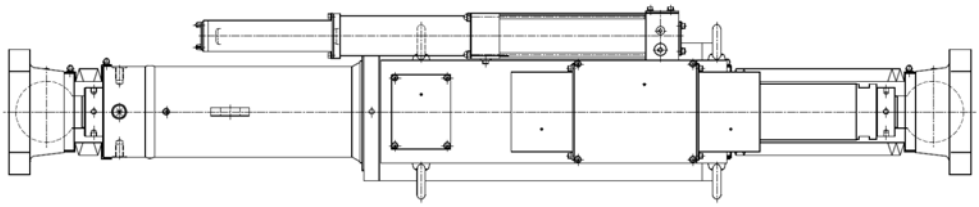
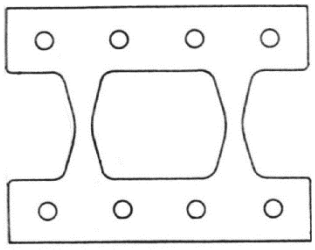

No.
部位
①
主排気筒筒身
②
主排気筒管台
③
非常用ガス処理系排気筒筒身
④
フランジボルト・ナット
⑤
主排気筒鉄搭（柱補強材含む）
⑥
オイルダンパ
⑦
弾塑性ダンパ
⑧
基礎ボルト
サンプリング用管台
建屋排気用管台
気体廃棄物処理系用管台
排気筒立面図
排気筒平面図

図 2.1-1　排気筒構造図



オイルダンパ



弾塑性ダンパ

図 2.1-2　オイルダンパ及び弾塑性ダンパ構造図

2.2 経年劣化事象の抽出

2.2.1 機器の機能達成に必要な項目

排気筒の機能達成に必要な項目は以下のとおり。

(1) バウンダリの維持

(2) 機器の支持

2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

(1) 想定される経年劣化事象の抽出

排気筒について，機能達成に必要な項目を考慮して主要な部位に展開した上で，個々の部位の材料，構造，使用条件（内部流体の種類，応力，温度等）及び現在までの運転経験を考慮し，表 2.2-1 に示すとおり，想定される経年劣化事象を抽出した（表 2.2-1 で○又は△，▲）。

なお，消耗品及び定期取替品は評価対象外とする。

(2) 消耗品及び定期取替品の扱い

排気筒には，消耗品及び定期取替品はない。

(3) 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

想定される経年劣化事象のうち下記①，②に該当しない事象を高経年化対策上着目すべき経年劣化事象と判断した。

なお，下記①，②に該当する事象については，2.2.3 項に示すとおり，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断した。

① 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって，想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象として表 2.2-1 で△）

② 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により，今後も経年劣化の進展が考えられない，又は進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外として表 2.2-1 で▲）

この結果，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象は抽出されなかった。

2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

(1) 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって，想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象）

a. 基礎ボルトの腐食（全面腐食）

基礎ボルトの健全性については，「16. 基礎ボルト」にて評価を実施する。

b. オイルダンパの摩耗

オイルダンパの摺動部に長期間の使用により摩耗が発生すると，動作不良に至りオイルダンパの性能低下が発生する可能性がある。

しかしながら，オイルダンパについては，定期的に目視点検を行うとともに，有意な摩耗が確認された場合には，取替を行うことにより機能を維持している。

したがって，オイルダンパの摩耗は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

c. 主排気筒筒身，主排気筒管台，非常用ガス処理系排気筒筒身，フランジボルト・ナット，主排気筒鉄搭及び弾塑性ダンパの腐食（全面腐食）

主排気筒筒身，主排気筒管台，非常用ガス処理系排気筒筒身，フランジボルト・ナット，主排気筒鉄搭及び弾塑性ダンパは炭素鋼であり，腐食防止のため塗装を施しているが，長期間外気にさらされ塗膜がはく離した場合等には，腐食の発生が想定される。

しかしながら，主排気筒筒身，主排気筒管台，非常用ガス処理系排気筒筒身，フランジボルト・ナット，主排気筒鉄搭については，定期的に目視点検を行うとともに，塗膜の劣化等が確認された場合には，補修塗装することにより機能を維持している。

また，弾塑性ダンパについても，定期的に目視点検を行うとともに，塗膜の劣化等が確認された場合には，補修塗装又は必要に応じて取替を行うことにより機能を維持している。

したがって，主排気筒筒身，主排気筒管台，非常用ガス処理系排気筒筒身，フランジボルト・ナット，主排気筒鉄搭及び弾塑性ダンパの腐食（全面腐食）は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

d. オイルダンパの腐食（全面腐食）

オイルダンパは炭素鋼及び低合金鋼であり，腐食による強度低下が想定される。

しかしながら，オイルダンパについては，定期的に目視点検を行うとともに，必要に応じて取替を行うことにより機能を維持している。

したがって，オイルダンパの腐食（全面腐食）は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

e. 主排気筒筒身，非常用ガス処理系排気筒筒身及び主排気筒鉄搭の疲労割れ

鉄骨構造物である主排気筒筒身，非常用ガス処理系排気筒筒身及び主排気筒鉄搭は，風等の繰返し荷重を受けることにより，疲労による損傷が蓄積され，鉄骨部材あるいは接合部の健全性が損なわれる可能性がある。

しかしながら，鉄骨構造物の風等による繰返し荷重に対する評価として，一般社団法人日本建築学会「鋼構造設計規準－許容応力度設計法－2005 改定」に示されている評価式を用いて，当該機器のうち主排気筒筒身を代表として実施し，発電所近傍の気象官署で観測された風に関する記録として，国立天文台編「理科年表 2016 年度版」に基づき算定した応力範囲が，運転開始後 60 年時点においても，許容応力度を下回っており，繰返し応力により構造物が疲労破壊に至る可能性はないと評価している。

なお，排気筒の各部位は共振風速を考慮した設計であるとともに，これまでの目視点検において有意なき裂は確認されておらず，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，主排気筒筒身，非常用ガス処理系排気筒筒身及び主排気筒鉄搭の疲労割れは，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

(2) 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により，今後も経年劣化の進展が考えられない，又は進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外）

日常劣化管理事象以外の事象は抽出されなかった。

表 2.2-1　排気筒に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考
					減肉		割れ		材質変化		その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
バウンダリの維持	耐圧	主排気筒筒身		炭素鋼		△	△					
		主排気筒管台		炭素鋼		△						
		非常用ガス処理系排気筒筒身		炭素鋼		△	△					
		フランジボルト・ナット		炭素鋼		△						
機器の支持	支持	主排気筒鉄搭（柱補強材含む）		炭素鋼		△	△					
		オイルダンパ		炭素鋼，低合金鋼	△	△						
		弾塑性ダンパ		炭素鋼		△						
		基礎ボルト		炭素鋼		△						

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

14. 使用済燃料乾式貯蔵容器

［対象機器］

① 使用済燃料乾式貯蔵容器

目次

1. 対象機器 14-1
2. 使用済燃料乾式貯蔵容器の技術評価..... 14-2
2.1 構造，材料及び使用条件..... 14-2
2.2 経年劣化事象の抽出..... 14-8
2.2.1 機器の機能達成に必要な項目..... 14-8
2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出..... 14-8
2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象..... 14-9

1. 対象機器

東海第二で使用している使用済燃料乾式貯蔵容器の主な仕様を表 1-1 に示す。

表 1-1　使用済燃料乾式貯蔵容器の主な仕様

機器名称	種類	重要度[*1]	号機[*2]	使用条件	
				最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (℃)
使用済燃料乾式貯蔵容器	密封監視機能付縦置円筒型	PS-2	1～15, 23[*3], 24[*3]	1.0	160(キャスク容器) 210（バスケット）
			16, 17		170(キャスク容器) 260（バスケット）
			18～21[*3]		160(キャスク容器) 230（バスケット）

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

*2：22 号機は欠番

*3：新規に設置される機器

2. 使用済燃料乾式貯蔵容器の技術評価

2.1 構造，材料及び使用条件

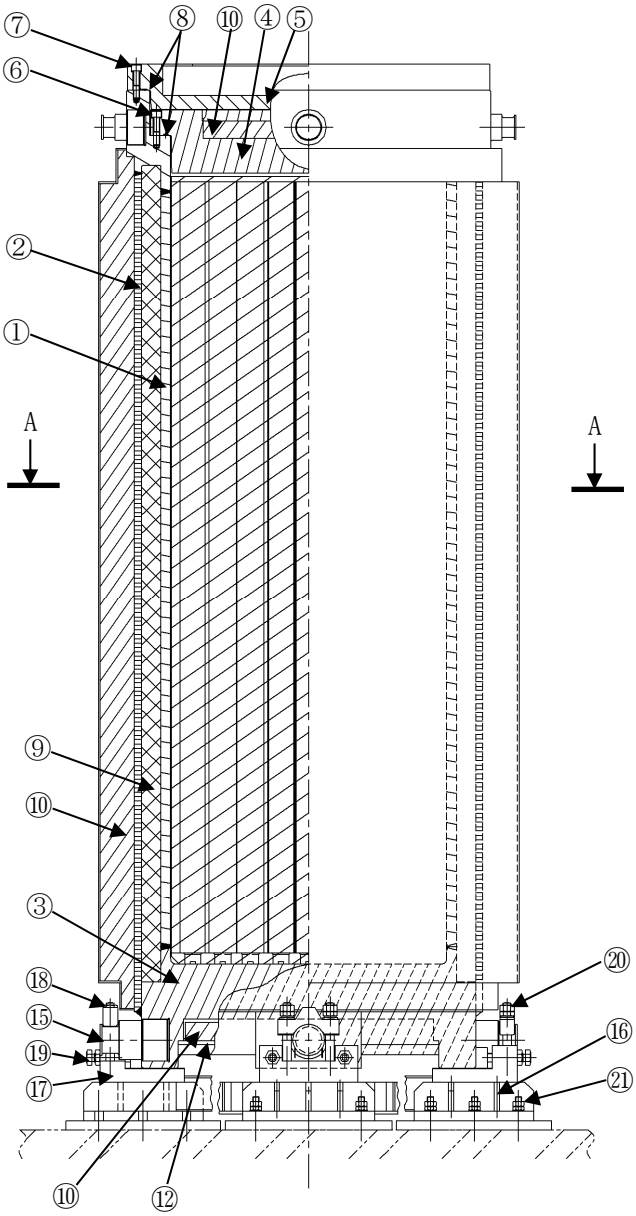
(1) 構造

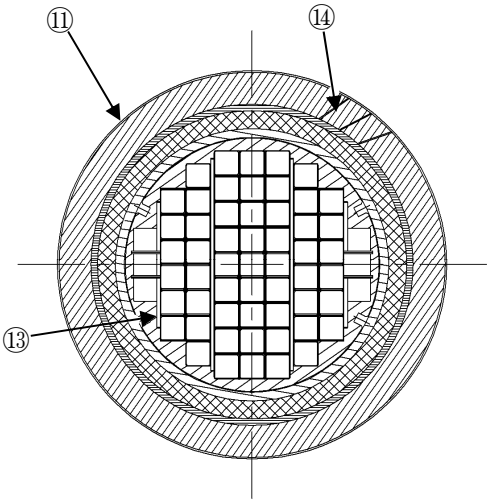
東海第二の使用済燃料乾式貯蔵容器は，内部を乾燥させ，ヘリウムガスを封入し，使用済燃料を収納する容器で，事業所内運搬及び貯蔵を兼用する容器であり，キャスク容器，バスケット，トラニオン，支持構造物により構成されるものである。

東海第二の使用済燃料乾式貯蔵容器の構造図を図 2.1-1 に示す。

(2) 材料及び使用条件

東海第二の使用済燃料乾式貯蔵容器主要部位の使用材料を表 2.1-1 に，使用条件を表 2.1-2 に示す。

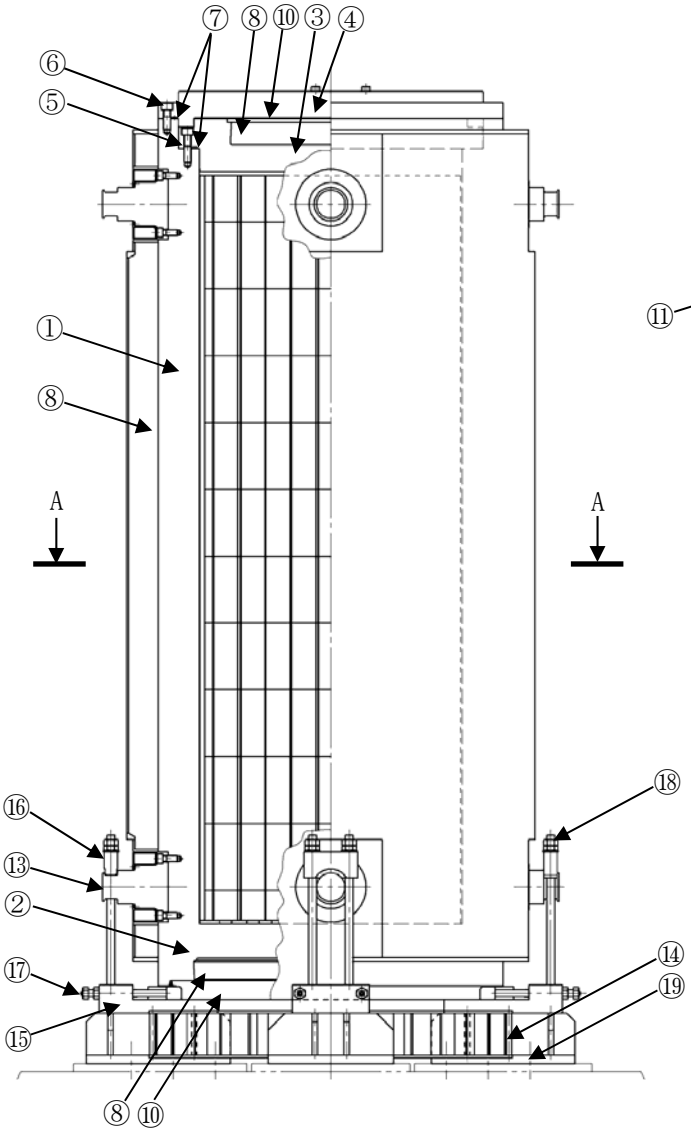


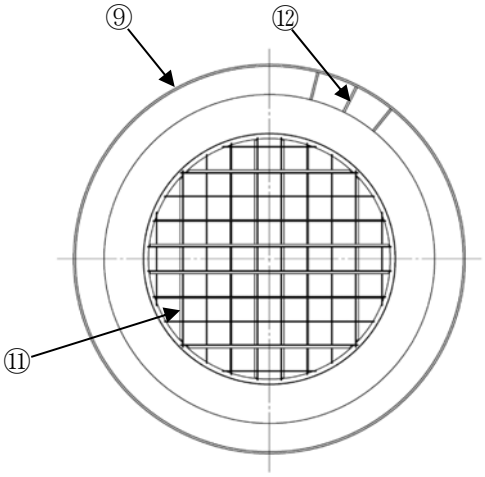


A-A 断面図

No.	部位
①	内胴
②	中間胴
③	底板
④	一次蓋
⑤	二次蓋
⑥	一次蓋締付ボルト
⑦	二次蓋締付ボルト
⑧	金属ガスケット
⑨	ガンマ線遮へい体
⑩	中性子遮へい体
⑪	外筒
⑫	中性子遮へいカバー
⑬	バスケット
⑭	伝熱フィン
⑮	トラニオン
⑯	リブ
⑰	支持台座
⑱	トラニオン固定金具
⑲	容器押え金具
⑳	トラニオン固定ボルト
㉑	基礎ボルト

図 2.1-1（1/3）　使用済燃料乾式貯蔵容器構造図（1～15,23,24 号機）

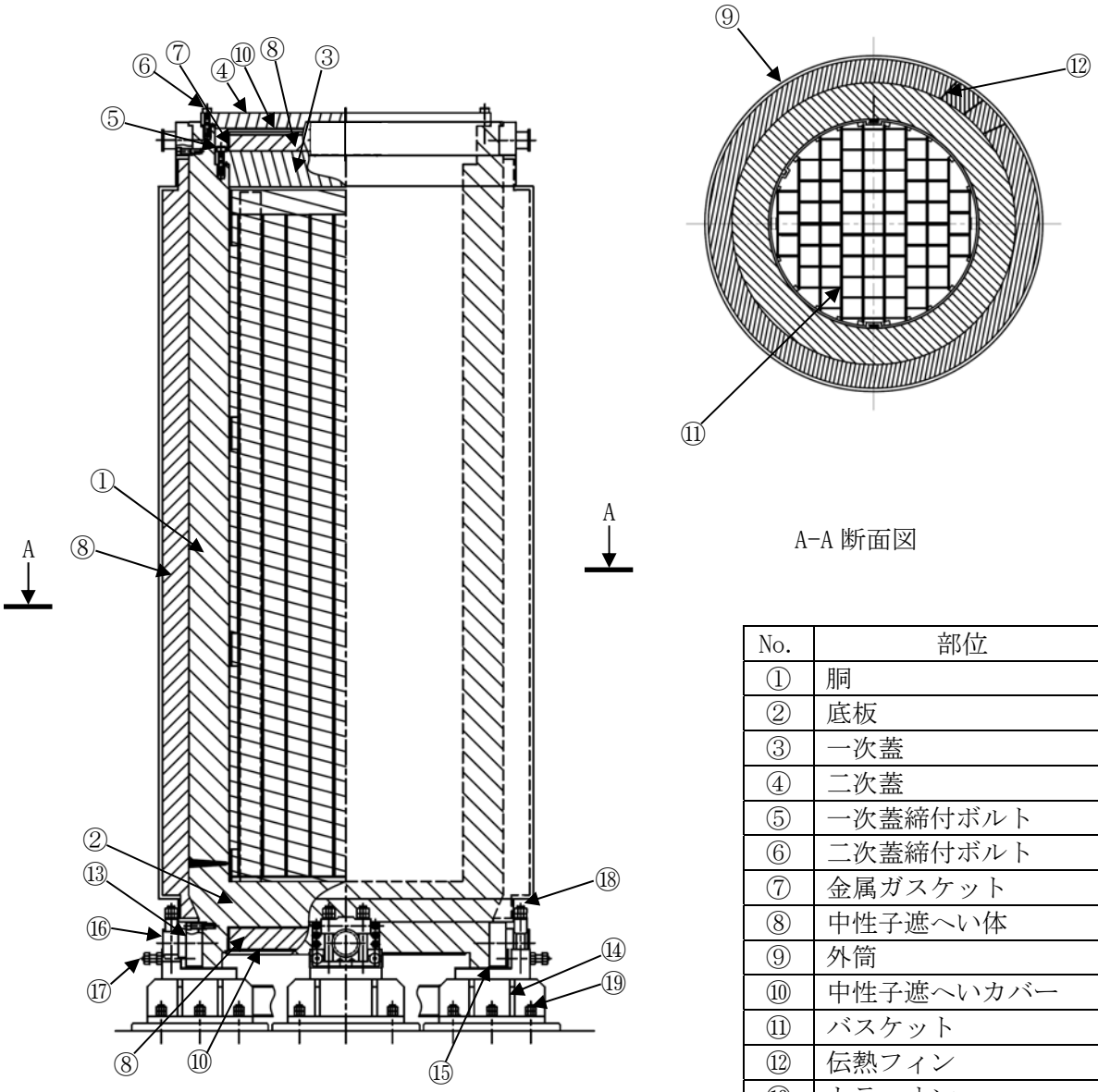




A-A 断面図

No.	部位
①	胴
②	底板
③	一次蓋
④	二次蓋
⑤	一次蓋締付ボルト
⑥	二次蓋締付ボルト
⑦	金属ガスケット
⑧	中性子遮へい体
⑨	外筒
⑩	中性子遮へいカバー
⑪	バスケット
⑫	伝熱フィン
⑬	トラニオン
⑭	リブ
⑮	支持台座
⑯	トラニオン固定金具
⑰	容器押え金具
⑱	トラニオン固定ボルト
⑲	基礎ボルト

図 2.1-1（2/3）　使用済燃料乾式貯蔵容器構造図（16,17 号機）



A-A 断面図

No.	部位
①	胴
②	底板
③	一次蓋
④	二次蓋
⑤	一次蓋締付ボルト
⑥	二次蓋締付ボルト
⑦	金属ガスケット
⑧	中性子遮へい体
⑨	外筒
⑩	中性子遮へいカバー
⑪	バスケット
⑫	伝熱フィン
⑬	トラニオン
⑭	リブ
⑮	支持台座
⑯	トラニオン固定金具
⑰	容器押え金具
⑱	トラニオン固定ボルト
⑲	基礎ボルト

図 2.1-1（3/3）　使用済燃料乾式貯蔵容器構造図（18～21 号機）

表 2.1-1（1/2）　使用済燃料乾式貯蔵容器主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料		
			1～15, 23, 24 号機	16, 17 号機	18～21 号機
バウンダリの維持	気密（耐圧）	内胴，胴	ステンレス鋼	炭素鋼	炭素鋼
		底板	ステンレス鋼	炭素鋼	炭素鋼
		一次蓋	ステンレス鋼	炭素鋼	炭素鋼
		二次蓋	ステンレス鋼	炭素鋼	炭素鋼
		一次蓋締付ボルト	低合金鋼	低合金鋼	低合金鋼
		二次蓋締付ボルト	低合金鋼	低合金鋼	低合金鋼
		金属ガスケット	アルミニウム合金，インコネル	アルミニウム合金，ニッケル合金	アルミニウム，インコネル
放射線の遮へい	遮へい	内胴，胴	ステンレス鋼	炭素鋼	炭素鋼
		中間胴	ステンレス鋼，炭素鋼	—*1	—*1
		底板	ステンレス鋼	炭素鋼	炭素鋼
		一次蓋	ステンレス鋼	炭素鋼	炭素鋼
		二次蓋	ステンレス鋼	炭素鋼	炭素鋼
		ガンマ線遮へい体	鉛	—*2	—*2
		中性子遮へい体	レジン	レジン	レジン
		外筒	ステンレス鋼，炭素鋼	炭素鋼	炭素鋼
	遮へい体の保持	中性子遮へいカバー	ステンレス鋼	炭素鋼	炭素鋼
未臨界の維持	中性子の吸収	バスケット	アルミニウム合金，ボロン添加アルミニウム合金	ステンレス鋼，ボロン添加ステンレス鋼	ステンレス鋼，ボロン添加ステンレス鋼
除熱	除熱				
		伝熱フィン	銅	炭素鋼，銅	銅

*1：16, 17，18～21 号機に中間胴はない

*2：16, 17，18～21 号機のガンマ線遮へい体に相当するものは胴，外筒及び底板

表 2.1-1（2/2）　使用済燃料乾式貯蔵容器主要部位の使用材料（共通）

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
機器の支持	支持	トラニオン	ステンレス鋼
		リブ	炭素鋼
		支持台座	炭素鋼
		トラニオン固定金具	ステンレス鋼*1 低合金鋼*2
		容器押え金具	低合金鋼
		トラニオン固定ボルト	低合金鋼
		基礎ボルト	低合金鋼

*1：1～15，16，17，23，24 号機

*2：18～21 号機

表 2.1-2　使用済燃料乾式貯蔵容器の使用条件

号機	最高使用圧力（MPa）	最高使用温度（℃）	内部(封入)流体
1～15,23,24	1.0	160（キャスク容器） 210（バスケット）	ヘリウムガス
16,17		170（キャスク容器） 260（バスケット）	
18～21		160（キャスク容器） 230（バスケット）	

2.2 経年劣化事象の抽出

2.2.1 機器の機能達成に必要な項目

使用済燃料乾式貯蔵容器の機能達成に必要な項目は以下のとおり。

(1) バウンダリの維持
(2) 放射線の遮へい
(3) 未臨界の維持
(4) 除熱
(5) 機器の支持

2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

(1) 想定される経年劣化事象の抽出

使用済燃料乾式貯蔵容器について，機能達成に必要な項目を考慮して主要な部位に展開した上で，個々の部位の材料，構造，使用条件（内部流体の種類，圧力，温度等）及び現在までの運転経験を考慮し，表 2.2-1 に示すとおり，想定される経年劣化事象を抽出した（表 2.2-1 で○又は△，▲）。

なお，消耗品及び定期取替品は評価対象外とする。

(2) 消耗品及び定期取替品の扱い

使用済燃料乾式貯蔵容器には，消耗品及び定期取替品はない。

(3) 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

想定される経年劣化事象のうち下記①，②に該当しない事象を高経年化対策上着目すべき経年劣化事象と判断した。

なお、下記①，②に該当する事象については，2.2.3 項に示すとおり，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断した。

① 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって，想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象として表 2.2-1 で△）

② 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により，今後も経年劣化の進展が考えられない，又は進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外として表 2.2-1 で▲）

この結果，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象は抽出されなかった。

2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

(1) 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって，想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象）

a. 基礎ボルトの腐食（全面腐食）

基礎ボルトの健全性については，「16. 基礎ボルト」にて評価する。

b. 二次蓋締付ボルトの腐食（全面腐食）［共通］

二次蓋締付ボルトは低合金鋼であり，腐食の発生が想定されるが，大気接触部は塗装を施しているため，腐食が発生する可能性は小さい。

また，目視点検にて塗膜の状態を確認し，はく離等が認められた場合は必要に応じ補修を実施することとしている。

18～21，23，24 号機は新たに設置されることから，今後目視点検を実施することで健全性を維持できると考える。

したがって，二次蓋締付ボルトの腐食（全面腐食）は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

c. 底板（外面），二次蓋（外面），外筒（外面）の腐食（全面腐食）［16，17，18～21 号機］

底板，二次蓋，外筒（外面）は炭素鋼であり，腐食の発生が想定されるが，大気接触部は塗装を施しているため，腐食が発生する可能性は小さい。

また，目視点検にて塗膜の状態を確認し，はく離等が認められた場合は必要に応じ補修を実施することとしている。

18～21 号機は新たに設置されることから，今後目視点検を実施することで健全性を維持できると考える。

したがって，底板（外面），二次蓋（外面），外筒（外面）の腐食（全面腐食）は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

d. 中性子遮へいカバー（外面）の腐食（全面腐食）［16，17，18～21 号機］

中性子遮へいカバーは炭素鋼であり，腐食の発生が想定されるが，大気接触部は塗装を施しているため，腐食が発生する可能性は小さい。

また，目視点検にて塗膜の状態を確認し，はく離等が認められた場合は必要に応じ補修を実施することとしている。

18～21 号機は新たに設置されることから，今後目視点検を実施することで健全性を維持できると考える。

したがって，中性子遮へいカバー（外面）の腐食（全面腐食）は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

e. リブ，支持台座，容器押え金具，トラニオン固定ボルトの腐食（全面腐食）［共通］

リブ，支持台座は炭素鋼，容器押え金具及びトラニオン固定ボルトは低合金鋼であり，腐食の発生が想定されるが，大気接触部は塗装を施しているため，腐食が発生する可能性は小さい。

また，目視点検にて塗膜の状態を確認し，はく離等が認められた場合は必要に応じ補修を実施することとしている。

18～21，23，24 号機は新たに設置されることから，今後目視点検を実施することで健全性を維持できると考える。

したがって，リブ，支持台座，容器押え金具，トラニオン固定ボルトの腐食（全面腐食）は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

f. 底板，二次蓋，外筒及び中性子遮へいカバーの貫粒型応力腐食割れ［1～15,23,24 号機］

底板，二次蓋，外筒及び中性子遮へいカバーはステンレス鋼であり，大気中の海塩粒子に含まれる塩化物イオンより，外面から貫粒型応力腐食割れの発生が想定されるが，大気接触部は塗装が施されており，大気との接触を防止していることから，貫粒型応力腐食割れが発生する可能性は小さい。

また，目視点検にて塗膜の状態を確認し，はく離等が認められた場合は必要に応じ補修を実施することとしている。

23，24 号機は新たに設置されることから，今後目視点検を実施することで健全性を維持できると考える。

したがって，底板，二次蓋，外筒及び中性子遮へいカバーの貫粒型応力腐食割れは，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

g. トラニオンの貫粒型応力腐食割れ［共通］

トラニオンはステンレス鋼であり，大気中の海塩粒子に含まれる塩化物イオンより，外面から貫粒型応力腐食割れの発生が想定されるが，大気接触部にはグリスを塗布しており，大気との接触を防止していることから，貫粒型応力腐食割れが発生する可能性は小さい。

また，目視点検にて塗布状態を確認し，必要に応じてグリスを塗布することとしている。

18～21，23，24 号機は新たに設置されることから，今後目視点検を実施することで健全性を維持できると考える。

したがって，トラニオンの貫粒型応力腐食割れは，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

h. 金属ガスケットの密封性能低下［共通］

金属ガスケットはアルミニウム合金，アルミニウム，インコネル又はニッケル合金であり，寸法変化や反力低下による密封性能低下の発生が想定されるが，「日本原子力学会標準　使用済燃料中間貯蔵施設用金属キャスクの安全設計及び検査基準：2010」（2010 年 7 月　社団法人　日本原子力学会）により使用環境における供用期間中の密封機能維持が確認されている。

また，二重蓋構造となっていることから，同時に著しいシール性低下が発生する可能性は小さく，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

なお，二重蓋内部はヘリウムガスで加圧され，密封圧力監視系で常時圧力を監視しており，圧力が低下した場合は，中央制御室の警報装置が作動するが，これまでの監視結果において圧力低下は確認されておらず，これまでの漏えい検査においても漏えいは確認されていない。

18～21，23，24 号機は新たに設置されることから，今後の圧力監視及び漏えい検査を実施することで健全性を維持できると考える。

今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難いことから，金属ガスケットの密封性能低下は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

i. トラニオン固定金具の腐食（全面腐食）［18～21 号機］

トラニオン固定金具は低合金鋼であり，腐食の発生が想定されるが，18～21 号機は大気接触部に塗装を施すこととしており，腐食が発生する可能性は小さい。

また，今後目視点検を実施することで健全性を維持できると考える。

したがって，トラニオン固定金具の腐食（全面腐食）は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

(2) 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により，今後も経年劣化の進展が考えられない，又は進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外）

a. 一次蓋締付ボルトの腐食（全面腐食）［共通］

一次蓋締付ボルトは低合金鋼であり，腐食の発生が想定されるが，一次蓋締付ボルトはヘリウムガス雰囲気であることから，大気との接触は発生せず腐食が発生する可能性はない。

今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難いことから，一次蓋締付ボルトの腐食（全面腐食）は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

b. 外筒（内面）の腐食（全面腐食）［共通］，中間胴（外面）の腐食（全面腐食）［1～15，23，24 号機］

外筒及び中間胴は炭素鋼であり，腐食の発生が想定されるが，外筒内面側及び中間胴外面側にはレジン（合成樹脂）が充填されていることから，大気との接触は発生せず腐食が発生する可能性はない。

今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難いことから，外筒（内面）及び中間胴（外面）の腐食（全面腐食）は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

c. 胴の腐食（全面腐食）［16，17，18～21 号機］

胴は炭素鋼であり，腐食の発生が想定されるが，内面側はヘリウムガス雰囲気であり，外面側にはレジン（合成樹脂）が充填されていることから，大気との接触は発生せず腐食が発生する可能性はない。

今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難いことから，胴の腐食（全面腐食）は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

d. 底板（内面），一次蓋，二次蓋（内面）の腐食（全面腐食）［16，17，18～21 号機］

底板，一次蓋，二次蓋は炭素鋼であり，腐食の発生が想定されるが，底板内面側，一次蓋内外面及び二次蓋内面側はそれぞれヘリウムガス雰囲気であることから，大気との接触は発生せず腐食が発生する可能性はない。

今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難いことから，底板（内面），一次蓋，二次蓋（内面）の腐食（全面腐食）は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

e. 伝熱フィンの腐食（全面腐食）［16，17 号機］

伝熱フィンは炭素鋼であり，腐食の発生が想定されるが，伝熱フィン取付部はレジン（合成樹脂）が充填されていることから，大気との接触は発生せず腐食が発生する可能性はない。

今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難いことから，伝熱フィンの腐食（全面腐食）は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

f. 中性子遮へいカバー（内面）の腐食（全面腐食）［16，17，18～21 号機］

中性子遮へいカバーは炭素鋼であり，腐食の発生が想定されるが，中性子遮へいカバー内面側にはレジン（合成樹脂）が充填されていることから，大気との接触は発生せず腐食が発生する可能性はない。

今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難いことから，中性子遮へいカバー（内面）の腐食（全面腐食）は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

g. 中性子遮へい体の性能低下［共通］

中性子遮へい体はレジン（合成樹脂）であり，外気との接触による酸化反応，高温下での熱分解反応，放射線分解及び中性子吸収材の減損による性能低下が想定される。

しかしながら，レジンは 1～15，23，24 号機においては外筒と中間胴の間に，16，17，18～21 号機においては外筒と胴の間に充填されているとともに，外気と接触しない構造となっていることから，酸化反応による性能低下が発生する可能性はない。

また，熱伝導率の高いヘリウムガスは内胴内部，胴内部及び一次蓋～二次蓋間に封入され，金属ガスケットにより密封された状態で保持されておりガスの量に増減がないこと並びに 1～15，23，24 号機においては外筒と中間胴の間に，16，17，18～21 号機においては外筒と胴の間に伝熱フィンが設けられ使用済燃料から発生する崩壊熱を外側に放出する設計となっており，レジンの使用温度は設計温度内に保たれていることから，高温下での熱分解反応による性能低下が発生する可能性はない。

さらに，放射線分解による性能低下については，設計評価期間内に受ける中性子照射量は設計値以下であることから，レジンの放射線分解による性能低下が発生する可能性はない。

なお，中性子吸収材の減損については，「平成 15 年度　金属キャスク貯蔵技術確証試験報告書　最終報告」（平成 16 年 6 月　独立行政法人　原子力安全基盤機構）によると，レジンに対する設計吸収線量に対して中性子吸収材の減損が無視できる程度であることが確認されていることから，中性子吸収材の減損による性能低下が発生する可能性はない。

今後もこの傾向が変化する要因があるとは考え難いことから，中性子遮へい体の性能低下は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

h. バスケットの性能低下［1～15，23，24 号機］

バスケットはアルミニウム合金及びボロン添加アルミニウム合金であり，高温下でのクリープ等による形状，強度変化，中性子照射脆化及び中性子吸収材の減損，腐食による性能低下の発生が想定される。

しかしながら，バスケットの材料に対する設計温度よりも実際の使用温度は低く，設計温度を超えるような温度変化もないことから，高温下での形状，強度変化による性能低下が発生する可能性はない。

また，中性子照射については，設計評価期間内のアルミニウム合金が受ける中性子照射量は設計値以下であることから，中性子照射脆化による性能低下が発生する可能性はない。

さらに，供用期間中における中性子吸収材の減損量を考慮して未臨界評価を行っており，その結果として減損量は無視できる程度であることから，中性子吸収材の減損による性能低下が発生する可能性はない。

腐食については，バスケットはヘリウムガス雰囲気内にあることから，腐食による性能低下が発生する可能性はない。

今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難いことから，バスケットの性能低下は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

i. バスケットの性能低下［16，17，18～21 号機］

バスケットはボロン添加ステンレス鋼及びステンレス鋼であり，高温下でのクリープ等による形状，強度変化，中性子照射脆化及び中性子吸収材の減損の発生が想定される。

しかしながら，バスケットの材料に対する設計温度よりも実際の使用温度は低く，設計温度を超えるような温度変化もないことから，高温下での形状，強度変化による性能低下が発生する可能性はない。

また，中性子照射については，設計評価期間内のステンレス鋼が受ける中性子照射量は設計値以下であることから，中性子照射脆化による性能低下が発生する可能性はない。

さらに，供用期間中における中性子吸収材の減損量を考慮して未臨界評価を行っており，その結果として減損量は無視できる程度であることから，中性子吸収材の減損による性能低下が発生する可能性はない。

今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難いことから，バスケットの性能低下は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

表 2.2-1（1/4）　使用済燃料乾式貯蔵容器に想定される経年劣化事象（1～15, 23, 24 号機）

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考
					減肉		割れ		材質変化		その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
バウンダリの維持	気密（耐圧）	内胴		ステンレス鋼								*1：貫粒型応力腐食割れ *2：密封性能低下 *3：機器外面 *4：機器内面 *5：熱分解反応による性能低下 *6：中性子吸収材の減損による性能低下 *7：酸化反応による性能低下 *8：放射線分解による性能低下 *9：中性子照射脆化による性能低下 *10：腐食による性能低下 *11：クリープ等
		底板		ステンレス鋼				△*1				
		一次蓋		ステンレス鋼								
		二次蓋		ステンレス鋼				△*1				
		一次蓋締付ボルト		低合金鋼		▲						
		二次蓋締付ボルト		低合金鋼		△						
		金属ガスケット		アルミニウム合金，インコネル							△*2	
放射線の遮へい	遮へい	内胴		ステンレス鋼								
		中間胴		ステンレス鋼								
				炭素鋼		▲*3						
		底板		ステンレス鋼				△*1				
		一次蓋		ステンレス鋼								
		二次蓋		ステンレス鋼				△*1				
		ガンマ線遮へい体		鉛								
		中性子遮へい体		レジン						▲*5*6*7*8		
		外筒		ステンレス鋼				△*1				
				炭素鋼		▲*4						
	遮へい体の保持	中性子遮へいカバー		ステンレス鋼				△*1				
未臨界の維持	中性子の吸収	バスケット		アルミニウム合金，ボロン添加アルミニウム合金						▲*6*9*10	▲*11	
除熱	除熱											
		伝熱フィン		銅								

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）
▲：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象以外）

表 2.2-1（2/4）　使用済燃料乾式貯蔵容器に想定される経年劣化事象（16,17 号機）

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考
					減肉		割れ		材質変化		その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
バウンダリの維持	気密（耐圧）	胴		炭素鋼		▲						*1:密封性能低下 *2:機器外面 *3:機器内面 *4:熱分解反応による性能低下 *5:中性子吸収材の減損による性能低下 *6:酸化反応による性能低下 *7:放射線分解による性能低下 *8:中性子照射脆化による性能低下 *9:クリープ等
		底板		炭素鋼		△*2▲*3						
		一次蓋		炭素鋼		▲						
		二次蓋		炭素鋼		△*2▲*3						
		一次蓋締付ボルト		低合金鋼		▲						
		二次蓋締付ボルト		低合金鋼		△						
		金属ガスケット		アルミニウム合金，ニッケル合金							△*1	
放射線の遮へい	遮へい	胴		炭素鋼		▲						
		底板		炭素鋼		△*2▲*3						
		一次蓋		炭素鋼		▲						
		二次蓋		炭素鋼		△*2▲*3						
		中性子遮へい体		レジン						▲*4*5*6*7		
		外筒		炭素鋼		△*2▲*3						
	遮へい体の保持	中性子遮へいカバー		炭素鋼		△*2▲*3						
未臨界の維持	中性子の吸収	バスケット		ボロン添加ステンレス鋼，ステンレス鋼						▲*5*8	▲*9	
除熱	除熱	伝熱フィン		銅								
				炭素鋼		▲						

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）
▲：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象以外）

表 2.2-1（3/4）　使用済燃料乾式貯蔵容器に想定される経年劣化事象（18～21 号機）

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考
					減肉		割れ		材質変化		その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
バウンダリの維持	気密（耐圧）	胴		炭素鋼		▲						*1:密封性能低下 *2:機器外面 *3:機器内面 *4:熱分解反応による性能低下 *5:中性子吸収材の減損による性能低下 *6:酸化反応による性能低下 *7:放射線分解による性能低下 *8:中性子照射脆化による性能低下 *9:クリープ等
		底板		炭素鋼		△*2▲*3						
		一次蓋		炭素鋼		▲						
		二次蓋		炭素鋼		△*2▲*3						
		一次蓋締付ボルト		低合金鋼		▲						
		二次蓋締付ボルト		低合金鋼		△						
		金属ガスケット		アルミニウム，インコネル							△*1	
放射線の遮へい	遮へい	胴		炭素鋼		▲						
		底板		炭素鋼		△*2▲*3						
		一次蓋		炭素鋼		▲						
		二次蓋		炭素鋼		△*2▲*3						
		中性子遮へい体		レジン						▲*4*5*6*7		
		外筒		炭素鋼		△*2▲*3						
	遮へい体の保持	中性子遮へいカバー		炭素鋼		△*2▲*3						
未臨界の維持	中性子の吸収	バスケット		ステンレス鋼，ボロン添加ステンレス鋼						▲*5*8	▲*9	
除熱	除熱											
		伝熱フィン		銅								

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）
▲：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象以外）

表 2.2-1（4/4）　使用済燃料乾式貯蔵容器に想定される経年劣化事象（共通）

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考
					減肉		割れ		材質変化		その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
機器の支持	支持	トラニオン		ステンレス鋼				△[*1]				*1：貫粒型応力腐食割れ *2：1～15，16，17，23，24号機 *3：18～21号機
		リブ		炭素鋼		△						
		支持台座		炭素鋼		△						
		トラニオン固定金具		ステンレス鋼[*2]								
				低合金鋼[*3]		△						
		容器押え金具		低合金鋼		△						
		トラニオン固定ボルト		低合金鋼		△						
		基礎ボルト		低合金鋼		△						

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

15. 水素再結合器

［対象機器］

① 静的触媒式水素再結合器

目次

1. 対象機器 15-1
2. 水素再結合器の技術評価..... 15-2
2.1 構造，材料及び使用条件..... 15-2
2.2 経年劣化事象の抽出..... 15-5
2.2.1 機器の機能達成に必要な項目..... 15-5
2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出..... 15-5
2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象..... 15-6

1. 対象機器

東海第二で使用される水素再結合器の主な仕様を表 1-1 に示す。

表 1-1　水素再結合器の主な仕様

機器名称	仕様	重要度	使用条件	
			最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (℃)
静的触媒式水素再結合器*1	再結合効率：0.50 kg/h/個（水素濃度4.0 vol%，大気圧，100 ℃）	重*2	－	300

*1：新規に設置される機器

*2：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す

2. 水素再結合器の技術評価

2.1 構造，材料及び使用条件

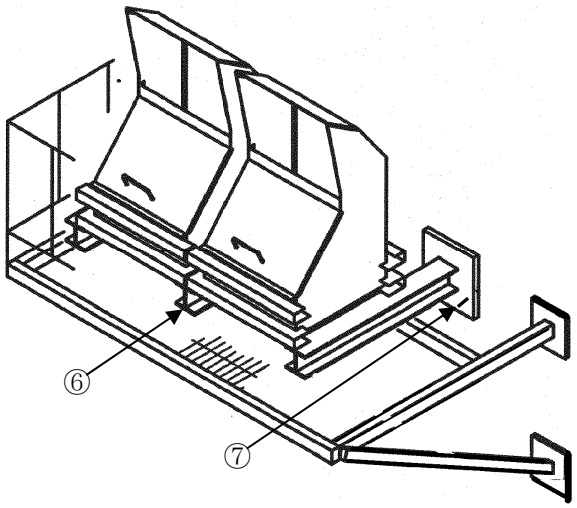
(1) 構造

東海第二の水素再結合器は静的触媒式であり，原子炉建屋に 24 個設置される。触媒カートリッジは白金系金属他であり，ハウジング内部に保持される構造となっている。

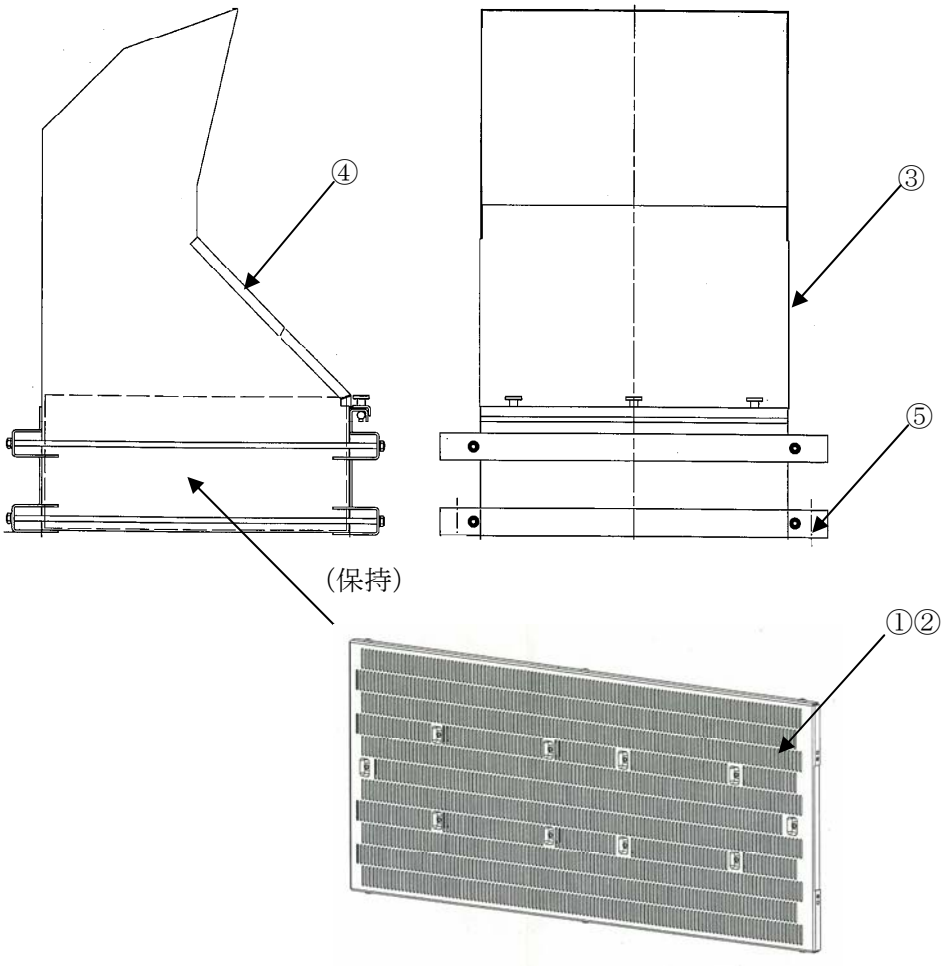
東海第二の静的触媒式水素再結合器の構造図を図 2.1-1 に示す。

(2) 材料及び使用条件

東海第二の静的触媒式水素再結合器主要部位の使用材料を表 2.1-1 に，使用条件を表 2.1-2 に示す。



No.	部位
①	触媒カートリッジ（母材）
②	触媒カートリッジ（触媒）
③	ハウジング
④	引出部
⑤	取付ボルト
⑥	架台
⑦	基礎ボルト



触媒カートリッジ外観

図 2.1-1　静的触媒式水素再結合器構造図

表 2.1-1　静的触媒式水素再結合器主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
水素反応機能の維持	触媒反応	触媒カートリッジ（母材）	ステンレス鋼
		触媒カートリッジ（触媒）	白金系金属
流路の確保	流路確保	ハウジング	ステンレス鋼
		引出部	ステンレス鋼
機器の支持	支持	取付ボルト	ステンレス鋼
		架台	炭素鋼
		基礎ボルト	炭素鋼，樹脂

表 2.1-2　静的触媒式水素再結合器の使用条件

最高使用圧力（MPa）	－
最高使用温度（℃）	300
内部流体	空気

2.2 経年劣化事象の抽出

2.2.1 機器の機能達成に必要な項目

静的触媒式水素再結合器の機能達成に必要な項目は以下の通り。

(1) 水素反応機能の維持

(2) 流路の確保

(3) 機器の支持

2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

(1) 想定される経年劣化事象の抽出

静的触媒式水素再結合器について，機能達成に必要な項目を考慮して主要な部位に展開した上で，個々の部位の材料，構造，使用条件（内部流体の種類，応力，温度等）及び現在までの運転経験を考慮し，表 2.2-1 に示すとおり，想定される経年劣化事象を抽出した（表 2.2-1 で○又は△，▲）。

なお，消耗品及び定期取替品は評価対象外とする。

(2) 消耗品及び定期取替品の扱い

静的触媒式水素再結合器には，消耗品及び定期取替品はない。

(3) 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

想定される経年劣化事象のうち下記①，②に該当しない事象を高経年化対策上着目すべき経年劣化事象と判断した。

なお，下記①，②に該当する事象については，2.2.3 項に示すとおり，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断した。

① 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって，想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象として表 2.2-1 で△）

② 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により，今後も経年劣化の進展が考えられない，又は進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外として表 2.2-1 で▲）

この結果，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象は抽出されなかった。

2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

(1) 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって，想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの(日常劣化管理事象)

a. 基礎ボルトの腐食（全面腐食）

基礎ボルトの健全性については，「16. 基礎ボルト」にて評価を実施する。

b. 触媒カートリッジ（触媒）の水素反応機能低下

触媒カートリッジ（触媒）は，常時原子炉建屋内の空気と接触するため，水素反応機能の低下が想定される。静的触媒式水素再結合器は新たに設置されることから，触媒プレート（触媒）は，今後目視点検及び機能検査による性能確認を行うとともに，必要に応じて触媒プレートの取替を実施することで健全性を維持できると考える。

したがって，触媒カートリッジ（触媒）の水素反応機能低下は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

c. 架台の腐食（全面腐食）

架台は炭素鋼であり，腐食の発生が想定される。静的触媒式水素再結合器は新たに設置されることから，大気接触部には塗装を施すことで，腐食が発生する可能性を低減できるものと考える。

また，今後巡視点検等で目視により塗膜の状態を確認し，はく離等が認められた場合は必要に応じて補修塗装を実施することで架台の健全性を維持できると考える。

したがって，架台の腐食（全面腐食）は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

(2) 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により，今後も経年劣化の進展が考えられない，又は進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外）

a. 基礎ボルトの樹脂の劣化

基礎ボルトの健全性については，「16. 基礎ボルト」にて評価を実施する。

表 2.2-1　静的触媒式水素再結合器に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料	経年劣化事象							備考
				減肉		割れ		材質変化		その他	
				摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
水素反応機能の維持	触媒反応	触媒カートリッジ（母材）	ステンレス鋼								*1：水素反応機能低下 *2：樹脂の劣化
		触媒カートリッジ（触媒）	白金系金属							△*1	
流路の確保	流路確保	ハウジング	ステンレス鋼								
		引出部	ステンレス鋼								
機器の支持	支持	取付ボルト	ステンレス鋼								
		架台	炭素鋼		△						
		基礎ボルト	炭素鋼，樹脂		△				▲*2		

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

▲：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象以外）

16. 基礎ボルト

［対象機器］

① 機器付基礎ボルト

② 後打ちメカニカルアンカ

③ 後打ちケミカルアンカ

目次

1. 対象機器 16-1
2. 基礎ボルトの技術評価..... 16-11
2.1 構造及び材料 16-11
2.1.1 機器付基礎ボルト..... 16-11
2.1.2 後打ちメカニカルアンカ..... 16-14
2.1.3 後打ちケミカルアンカ..... 16-16
2.2 経年劣化事象の抽出..... 16-18
2.2.1 機能達成に必要な項目..... 16-18
2.2.2 高経年対策上着目すべき経年劣化事象の抽出..... 16-18
2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象..... 16-19

1. 対象機器

東海第二で使用している基礎ボルトの主な仕様を表 1-1 に，評価対象一覧を表 1-2 に示す。

表 1-1 基礎ボルトの仕様

機器名称	仕様
機器付基礎ボルト	管内部にボルトを通し，隙間部にモルタル等を充填したものや，J 型等の形状のボルトをあらかじめコンクリート基礎に埋設してあるもの。
後打ちメカニカルアンカ	施工後の基礎に打設するもので，基礎に穿孔し，シールド打設後，テーパボルトを締め込むもの。
後打ちケミカルアンカ	施工後の基礎に打設するもので，基礎に穿孔し，アンカボルト打設することで樹脂を攪拌し固め，ボルトを固定したもの。

本項では，各機器の技術評価書にて抽出された基礎ボルトの評価をまとめて記載している。

各機器の基礎ボルトの重要度，使用環境，機器支持位置等の詳細については，各機器の技術評価書を参照のこと。

表 1-2（1/9）　基礎ボルト評価対象一覧表

技術評価書	機器名称	型式	設置場所
ポンプ	ターボポンプ		
	・残留熱除去海水系ポンプ	機器付基礎ボルト	屋外
	・非常用ディーゼル発電機海水ポンプ		屋外
	・高圧炉心スプレイディーゼル冷却系海水系ポンプ		屋外
	・残留熱除去系ポンプ		屋内
	・低圧炉心スプレイ系ポンプ		屋内
	・高圧炉心スプレイ系ポンプ		屋内
	・給水加熱器ドレンポンプ		屋内
	・原子炉冷却材浄化系循環ポンプ		屋内
	・原子炉冷却材浄化系保持ポンプ		屋内
	・制御棒駆動水ポンプ		屋内
	・タービン駆動原子炉給水ポンプ		屋内
	・高圧復水ポンプ		屋内
	・原子炉隔離時冷却系ポンプ		屋内
	・電動機駆動原子炉給水ポンプ		屋内
	・高圧炉心スプレイ系レグシールポンプ		屋内
	・低圧炉心スプレイ系レグシールポンプ		屋内
	・残留熱除去系レグシールポンプ		屋内
	・原子炉隔離時冷却系レグシールポンプ		屋内
	・常設高圧代替注水ポンプ*1		屋内
	往復ポンプ		
	・ほう酸水注入系ポンプ	機器付基礎ボルト	屋内
熱交換器	U字管式熱交換器		
	・給水加熱器（第1～第5）	機器付基礎ボルト	屋内
	・残留熱除去系熱交換器		屋内
	・排ガス予熱器		屋内
	・排ガス復水器		屋内
	・窒素ガス貯蔵設備蒸発器		屋外
容器	その他容器		
	・ほう酸水注入系貯蔵タンク	機器付基礎ボルト	屋内
	・活性炭ベット		屋内
	・排ガス後置除湿器		屋内
	・排ガス再結合器		屋内
	・原子炉冷却材浄化系フィルタ脱塩器		屋内
	・残留熱除去海水系ポンプ出口ストレーナ		屋外
	・非常用及びHPCS系ディーゼル発電機海水ポンプ出口ストレーナ		屋外

*1：新規に設置される機器

表 1-2（2/9）　基礎ボルト評価対象一覧表

技術評価書	機器名称	型式	設置場所
配管	ステンレス鋼配管系		
	・原子炉隔離時冷却系	後打ちケミカルアンカ・後打ちメカニカルアンカ	屋内
	・原子炉再循環系		屋内
	・ほう酸水注入系		屋内
	・不活性ガス系		屋内
	・原子炉系		屋内
	・原子炉冷却材浄化系		屋内
	・残留熱除去系		屋内
	・制御棒駆動系		屋内
	・補助系		屋内
	・燃料プール冷却浄化系		屋内
	・事故時サンプリング設備		屋内
	・高圧炉心スプレイ系		屋内
	・低圧炉心スプレイ系		屋内
	・原子炉保護系		屋内
	・制御用圧縮空気系		屋内
	・格納容器内雰囲気監視系		屋内
	・中性子計装系		屋内
	・試料採取系		屋内
	・発電機系		屋内
	・消火設備*1		屋内
	・サプレッション・プール水 pH 制御装置*1		屋内
	・重大事故等対処設備*1		屋内
	炭素鋼配管系		
	・原子炉隔離時冷却系	後打ちケミカルアンカ・後打ちメカニカルアンカ	屋内
	・原子炉系		屋内
	・原子炉冷却材浄化系		屋内
	・残留熱除去系		屋内
	・制御棒駆動系		屋内
	・補助系		屋内
	・高圧炉心スプレイ系		屋内
	・低圧炉心スプレイ系		屋内
	・タービングランド蒸気系		屋内
	・復水系		屋内
	・給水系		屋内
	・給水加熱器ドレン系		屋内
	・所内蒸気系		屋内
	・タービン主蒸気系		屋内
	・主蒸気隔離弁漏えい抑制系		屋内
	・空気抽出系		屋内
	・給水加熱器ベント系		屋内

*1：新規に設置される機器

表 1-2（3/9）　基礎ボルト評価対象一覧表

技術評価書	機器名称	型式	設置場所
配管	炭素鋼配管系		
	・原子炉給水ポンプ駆動用蒸気タービン系	後打ちケミカルアンカ・後打ちメカニカルアンカ	屋内
	・非常用ガス再循環系		屋内
	・非常用ガス処理系		屋外・屋内
	・可燃性ガス濃度制御系		屋内
	・気体廃棄物処理系		屋内
	・不活性ガス系		屋内
	・消火設備		屋外・屋内
	・希ガスチャコール系		屋内
	・非常用ディーゼル発電機海水系		屋外・屋内
	・高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機海水系		屋外・屋内
	・残留熱除去海水系		屋外・屋内
	・重大事故等対処設備*1		屋外・屋内
	低合金鋼配管系		
	・給水加熱器ドレン系	後打ちケミカルアンカ・後打ちメカニカルアンカ	屋内
	・タービングランド蒸気系		屋内
	・所内蒸気系		屋内
	・気体廃棄物処理系		屋内
	・原子炉系		屋内
	・抽気系		屋内
	・タービン補助蒸気系		屋内
	・給水加熱器ベント系		屋内
	・原子炉給水ポンプ駆動用蒸気タービン系		屋内
ケーブル	ケーブルトレイ，電線管		
	・ケーブルトレイ	後打ちケミカルアンカ・後打ちメカニカルアンカ	屋外・屋内
	・電線管		屋外・屋内
タービン設備	常用タービン設備		
	・高圧タービン	機器付基礎ボルト	屋内
	・低圧タービン		屋内
	・原子炉給水ポンプ駆動用蒸気タービン		屋内
	非常用系タービン設備		
	・原子炉隔離時冷却系タービン	機器付基礎ボルト	屋内

*1：新規に設置される機器

表 1-2（4/9）　基礎ボルト評価対象一覧表

技術評価書	機器名称	型式	設置場所
計測制御設備	圧力計測装置		
	・RHR ポンプ吐出圧力計測装置	後打ちケミカルアンカ・後打ちメカニカルアンカ	屋内
	・LPCS ポンプ吐出圧力計測装置		屋内
	・原子炉圧力計測装置		屋内
	・格納容器圧力計測装置		屋内
	・主蒸気管圧力計測装置		屋内
	・主復水器真空度計測装置		屋内
	・常設高圧代替注水系ポンプ吐出圧力計測装置*1		屋内
	・代替循環冷却系ポンプ吐出圧力計測装置*1		屋内
	・D/G 機関冷却水入口圧力計測装置		屋内
	・D/G 機関潤滑油入口圧力計測装置		屋内
	・CV 急速閉検出用圧力計測装置		屋内
	温度計測装置		
	・主蒸気管トンネル温度計測装置	後打ちケミカルアンカ	屋内
	・使用済燃料プール温度計測装置		屋内
	流量計測装置		
	・RCIC 系統流量計測装置	後打ちケミカルアンカ・後打ちメカニカルアンカ	屋内
	・主蒸気管流量計測装置		屋内
	・RHR 系統流量計測装置		屋内
	・LPCS 系統流量計測装置		屋内
	・HPCS 系統流量計測装置		屋内
	・低圧代替注水系原子炉注水流量計測装置*1		屋内
	・低圧代替注水系格納容器スプレイ流量計測装置*1		屋内
	・低圧代替注水系格納容器下部注水流量計測装置*1		屋内
	水位計測装置		
	・原子炉水位計測装置	後打ちケミカルアンカ・後打ちメカニカルアンカ	屋内
	・サプレッション・プール水位計測装置		屋内
	・代替淡水貯槽水位計測装置*1		屋内
	・スクラム排出容器水位計測装置		屋内
	・西側淡水貯水設備水位計測装置*1		屋内
	・潮位計測装置*1		屋外
	放射線計測装置		
	・格納容器雰囲気放射線計測装置	後打ちケミカルアンカ	屋内
	・使用済燃料プールエリア放射線計測装置*1		屋内
	・原子炉建屋換気系放射線計測装置		屋内
	振動計測装置		
	・地震加速度計測装置	機器付基礎ボルト	屋内

*1：新規に設置される機器を含む

表 1-2 (5/9)　基礎ボルト評価対象一覧表

技術評価書	機器名称	型式	設置場所
計測制御設備	濃度計測装置		
	・格納容器内水素濃度計測装置*1	後打ちケミカルアンカ・後打ちメカニカルアンカ	屋内
	・原子炉建屋水素濃度計測装置*1		屋内
	・格納容器内酸素濃度計測装置*1		屋内
	操作制御盤		
	・原子炉保護系 1A トリップユニット盤	後打ちケミカルアンカ	屋内
	・原子炉保護系 1B トリップユニット盤		屋内
	・原子炉保護系 2A トリップユニット盤		屋内
	・原子炉保護系 2B トリップユニット盤		屋内
	・緊急時炉心冷却系 DIV-I-1 トリップユニット盤		屋内
	・RCIC タービン制御盤		屋内
	・SA 監視操作設備*1		屋内
	・高圧代替注水系制御盤*1		屋内
	・常設代替高圧電源装置遠隔操作盤*1		屋内
	・潮位監視盤*1		屋内
	・津波・構内監視設備*1		屋内
	・使用済燃料プール監視設備*1		屋内
	・安全パラメータ表示システム (SPDS) 及びデータ伝送設備*1		屋内
空調設備	ファン		
	・非常用ガス再循環系排風機	機器付基礎ボルト	屋内
	空調機		
	・高圧炉心スプレイ系ポンプ室空調機	後打ちケミカルアンカ	屋内
	・低圧炉心スプレイ系ポンプ室空調機		屋内
	・残留熱除去系ポンプ室空調機		屋内
	冷凍機		
	・中央制御室チラーユニット	後打ちケミカルアンカ	屋外・屋内
	フィルタユニット		
	・非常用ガス再循環系フィルタトレイン	機器付基礎ボルト	屋内
	・非常用ガス処理系フィルタトレイン		屋内
	・中央制御室換気系フィルタユニット		屋内
	ダクト		
	・中央制御室換気系ダクト	後打ちケミカルアンカ	屋内
	・ディーゼル室換気系ダクト		屋内
機械設備	ディーゼル機関本体 (非常用ディーゼル機関 (2C,2D 号機))		
	・非常用ディーゼル機関 (2C,2D 号機)	機器付基礎ボルト	屋内
	・吸気管及び排気管	後打ちケミカルアンカ	屋外・屋内
	ディーゼル機関本体 (高圧炉心スプレイ系ディーゼル機関)		
	・高圧炉心スプレイ系ディーゼル機関	機器付基礎ボルト	屋内
	・吸気管及び排気管	後打ちケミカルアンカ	屋外・屋内

*1：新規に設置される機器を含む

表 1-2（6/9）　基礎ボルト評価対象一覧表

技術評価書	機器名称	型式	設置場所
機械設備	ディーゼル機関本体（緊急時対策所用発電機ディーゼル機関）		
	・吸気管及び排気管*1	後打ちケミカルアンカ	屋外・屋内
	ディーゼル機関付属設備（非常用ディーゼル機関（2C,2D 号機）付属設備）		
	・始動空気系空気圧縮機	機器付基礎ボルト	屋内
	・始動空気系空気だめ		屋内
	・潤滑油系潤滑油冷却器		屋内
	・潤滑油系潤滑油サンプタンク		屋内
	・潤滑油系潤滑油フィルタ		屋内
	・冷却水系清水冷却器		屋内
	・燃料油系燃料油デイタンク		屋内
	・燃料油系燃料油フィルタ		屋内
	・始動空気系配管サポート	後打ちケミカルアンカ・後打ちメカニカルアンカ	屋内
	・潤滑油系配管サポート		屋内
	・冷却水系配管サポート		屋内
	・燃料油系配管サポート*1		屋内
	ディーゼル機関付属設備（高圧炉心スプレイ系ディーゼル機関付属設備）		
	・始動空気系空気圧縮機	機器付基礎ボルト	屋内
	・始動空気系空気だめ		屋内
	・潤滑油系潤滑油冷却器		屋内
	・潤滑油系潤滑油サンプタンク		屋内
	・潤滑油系潤滑油フィルタ		屋内
	・冷却水系清水冷却器		屋内
	・燃料油系燃料油デイタンク		屋内
	・燃料油系燃料油フィルタ		屋内
	・始動空気系配管サポート	後打ちケミカルアンカ・後打ちメカニカルアンカ	屋内
	・潤滑油系配管サポート		屋内
	・冷却水系配管サポート		屋内
	・燃料油系配管サポート*1		屋内
	ディーゼル機関付属設備（緊急時対策所用発電機ディーゼル機関付属設備）		
	・燃料油系配管サポート*1	後打ちケミカルアンカ・後打ちメカニカルアンカ	屋内
	ディーゼル機関付属設備（常設代替高圧電源装置（ディーゼル機関）付属設備）		
	・燃料油系配管サポート*1	後打ちケミカルアンカ・後打ちメカニカルアンカ	屋内
	可燃性ガス濃度制御系再結合装置		
	・可燃性ガス濃度制御系再結合装置	機器付基礎ボルト	屋内
	制御用圧縮空気系設備		
	・空気圧縮機	機器付基礎ボルト	屋内
	・除湿塔		屋内
	・アフタークーラ	後打ちケミカルアンカ・後打ちメカニカルアンカ	屋内
	・制御用圧縮空気系配管サポート		屋内
	気体廃棄物処理系付属設備		
	・インターコンデンサ	機器付基礎ボルト	屋内

*1：新規に設置される機器を含む

表 1-2（7/9）　基礎ボルト評価対象一覧表

技術評価書	機器名称	型式	設置場所
機械設備	補助ボイラ設備		
	・補助ボイラ本体	機器付基礎ボルト	屋内
	・蒸気だめ		屋内
	・給水ポンプ		屋内
	・脱気器給水ポンプ		屋内
	・脱気器		屋外
	・ホットウェルタンク		屋内
	・ブロータンク		屋内
	・給水タンク		屋内
	・補助ボイラ配管サポート	後打ちケミカルアンカ・ 後打ちメカニカルアンカ	屋外・屋内
	廃棄物処理設備		
	・濃縮廃液・廃液中和スラッジ系設備 廃液中和タンク	機器付基礎ボルト	屋内
	・濃縮廃液・廃液中和スラッジ系設備 濃縮廃液貯蔵タンク		屋内
	・濃縮廃液・廃液中和スラッジ系設備 濃縮廃液ポンプ		屋内
	・濃縮廃液・廃液中和スラッジ系設備 廃液濃縮器蒸発缶		屋内
	・濃縮廃液・廃液中和スラッジ系設備 廃液濃縮器加熱器		屋内
	・濃縮廃液・廃液中和スラッジ系設備 廃液濃縮器復水器		屋内
	・濃縮廃液・廃液中和スラッジ系設備 廃液濃縮器循環ポンプ		屋内
	・濃縮廃液・廃液中和スラッジ系設備 配管サポート	後打ちケミカルアンカ・ 後打ちメカニカルアンカ	屋内
	・機器ドレン系設備クラッドスラリ濃縮器加熱器	機器付基礎ボルト	屋内
	・機器ドレン系設備クラッドスラリ濃縮器		屋内
	・機器ドレン系設備クラッドスラリ濃縮器復水器		屋内
	・機器ドレン系設備クラッドスラリ濃縮器デミスタ		屋内
	・機器ドレン系設備クラッドスラリ濃縮器循環ポンプ		屋内
	・機器ドレン系設備配管サポート	後打ちケミカルアンカ・ 後打ちメカニカルアンカ	屋内

表 1-2（8/9）　基礎ボルト評価対象一覧表

技術評価書	機器名称	型式	設置場所
機械設備	廃棄物処理設備		
	・減容固化系設備溶解タンク	機器付基礎ボルト	屋内
	・減容固化系設備ミストセパレータ		屋内
	・減容固化系設備ペレットホッパ		屋内
	・減容固化系設備乾燥機復水器		屋内
	・減容固化系設備乾燥機排気ブロワ		屋内
	・減容固化系設備溶解ポンプ		屋内
	・減容固化系設備配管サポート	後打ちケミカルアンカ・後打ちメカニカルアンカ	屋内
	・雑固体減容処理設備高周波溶融炉設備高周波溶融炉	機器付基礎ボルト	屋内
	・雑固体減容処理設備高周波溶融炉設備 2 次燃焼器燃焼室		屋内
	・雑固体減容処理設備高周波溶融炉設備 2 次燃焼器		屋内
	・雑固体減容処理設備高周波溶融炉排ガス冷却器		屋内
	・雑固体減容処理設備高周波溶融炉設備セラミックフィルタ		屋内
	・雑固体減容処理設備高周波溶融炉設備排ガスフィルタ		屋内
	・雑固体減容処理設備高周波溶融炉設備排ガス脱硝塔		屋内
	・雑固体減容処理設備高周波溶融炉設備排ガスブロワ		屋内
	・雑固体減容処理設備高周波溶融炉設備配管サポート	後打ちケミカルアンカ・後打ちメカニカルアンカ	屋内
	・雑固体焼却系設備焼却炉	機器付基礎ボルト	屋内
	・雑固体焼却系設備 1 次セラミックフィルタ		屋内
	・雑固体焼却系設備 2 次セラミックフィルタ		屋内
	・雑固体焼却系設備排ガス冷却器		屋内
	・雑固体焼却系設備排ガスフィルタ		屋内
	・雑固体焼却系設備排ガスブロワ		屋内
	・雑固体焼却系設備廃棄物処理建屋排気筒		屋外
	・雑固体焼却系設備配管サポート	後打ちケミカルアンカ・後打ちメカニカルアンカ	屋内
	排気筒		
	・主排気筒	機器付基礎ボルト	屋外

表 1-2 (9/9)　基礎ボルト評価対象一覧表

技術評価書	機器名称	型式	設置場所
機械設備	使用済燃料乾式貯蔵容器		
	・使用済燃料乾式貯蔵容器	機器付基礎ボルト	屋内
	水素再結合装置		
	・静的触媒式水素再結合器*1	後打ちケミカルアンカ	屋内
電源設備	コントロールセンタ		
	・480 V 非常用 MCC	後打ちメカニカルアンカ	屋内
	・125 V 直流 MCC		屋内
	・緊急用 MCC*1	後打ちケミカルアンカ	屋内
	・緊急用直流 125 V MCC*1		屋内
	ディーゼル発電設備		
	・非常用ディーゼル発電設備	機器付基礎ボルト	屋内
	・高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電設備		屋内
	MG セット		
	・原子炉保護系 MG セット	機器付基礎ボルト	屋内
	・原子炉保護系 MG セット制御盤	後打ちケミカルアンカ	屋内
	無停電電源装置		
	・緊急用無停電電源装置*1	後打ちケミカルアンカ	屋内
	・非常用無停電電源装置*1		屋内
	直流電源設備		
	・125 V 蓄電池 2A, 2B	後打ちケミカルアンカ	屋内
	・125 V 蓄電池 HPCS		屋内
	・緊急用 125 V 蓄電池*1		屋内
	・緊急時対策所用蓄電池*1		屋内
	・±24 V 蓄電池 2A, 2B		屋内
	・緊急用 125 V 充電器盤*1		屋内
	計測用分電盤		
	・緊急用計装交流主母線盤*1	後打ちケミカルアンカ	屋内
	・緊急用直流分電盤*1		屋内
	・緊急用無停電計装分電盤*1		屋内
	・非常用無停電計装分電盤*1		屋内
	・可搬型代替低圧電源車接続盤*1		屋内
	・可搬型代替直流電源設備用電源切替盤*1		屋内

*1：新規に設置される機器

2. 基礎ボルトの技術評価

本章では，1 章で対象とした以下の基礎ボルトについて，技術評価を実施する。

①機器付基礎ボルト

②後打ちメカニカルアンカ

③後打ちケミカルアンカ

2.1 構造及び材料

2.1.1 機器付基礎ボルト

(1) 構造

東海第二の機器付基礎ボルトの代表的な構造図を図 2.1-1 に示す。

(2) 材料

東海第二の機器付基礎ボルトの代表的な使用材料を表 2.1-1 に示す。

No.	部位
①	機器付基礎ボルト

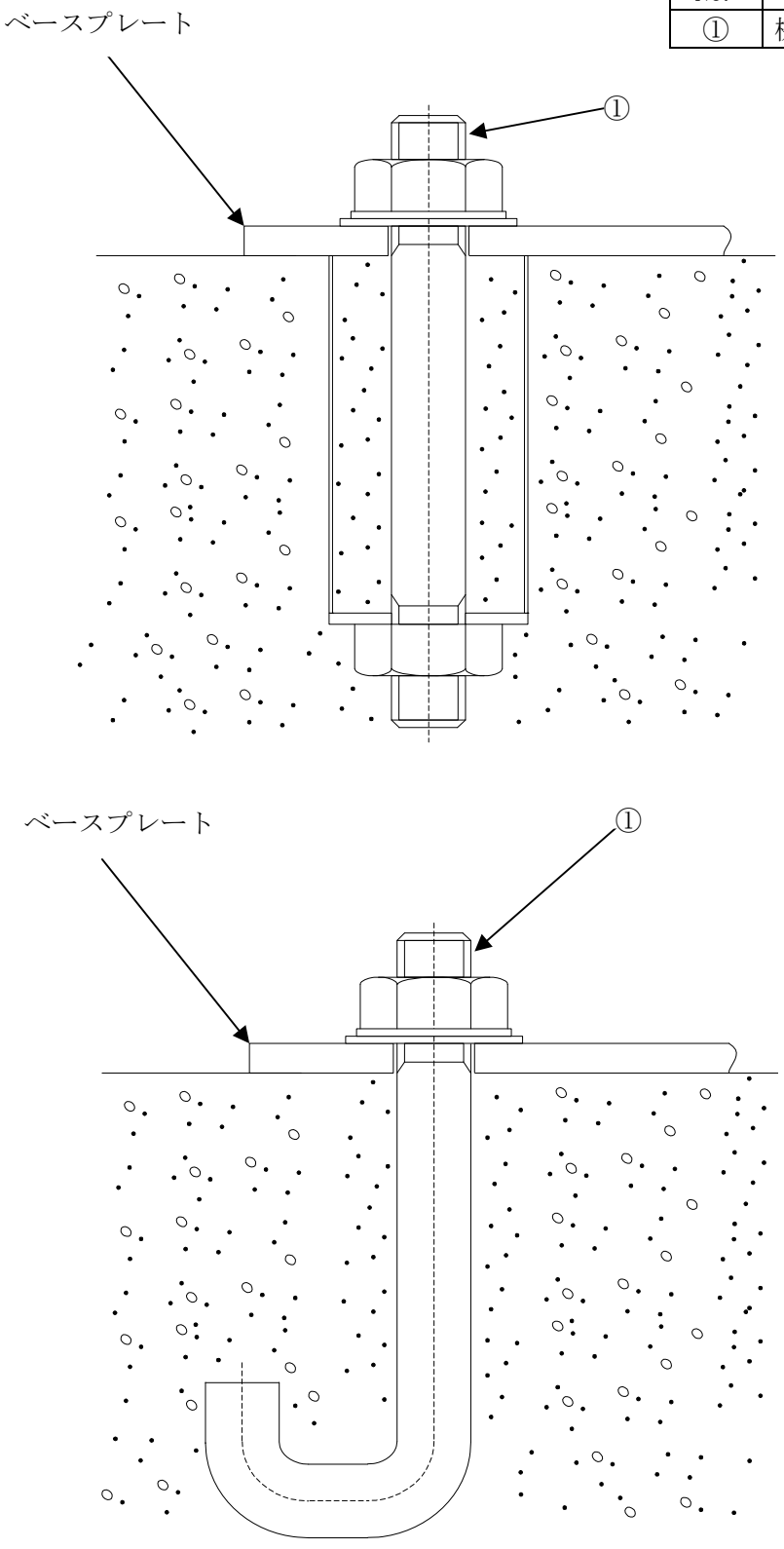


図 2.1-1　機器付基礎ボルト構造図

表 2.1-1　機器付基礎ボルトの使用材料

部位	仕様
機器付基礎ボルト	炭素鋼，低合金鋼，ステンレス鋼

2.1.2 後打ちメカニカルアンカ

(1) 構造

東海第二の後打ちメカニカルアンカの代表的な構造図を図 2.1-2 に示す。

(2) 材料

東海第二の後打ちメカニカルアンカの代表的な使用材料を表 2.1-2 に示す。

No.	部位
①	テーパボルト
②	シールド

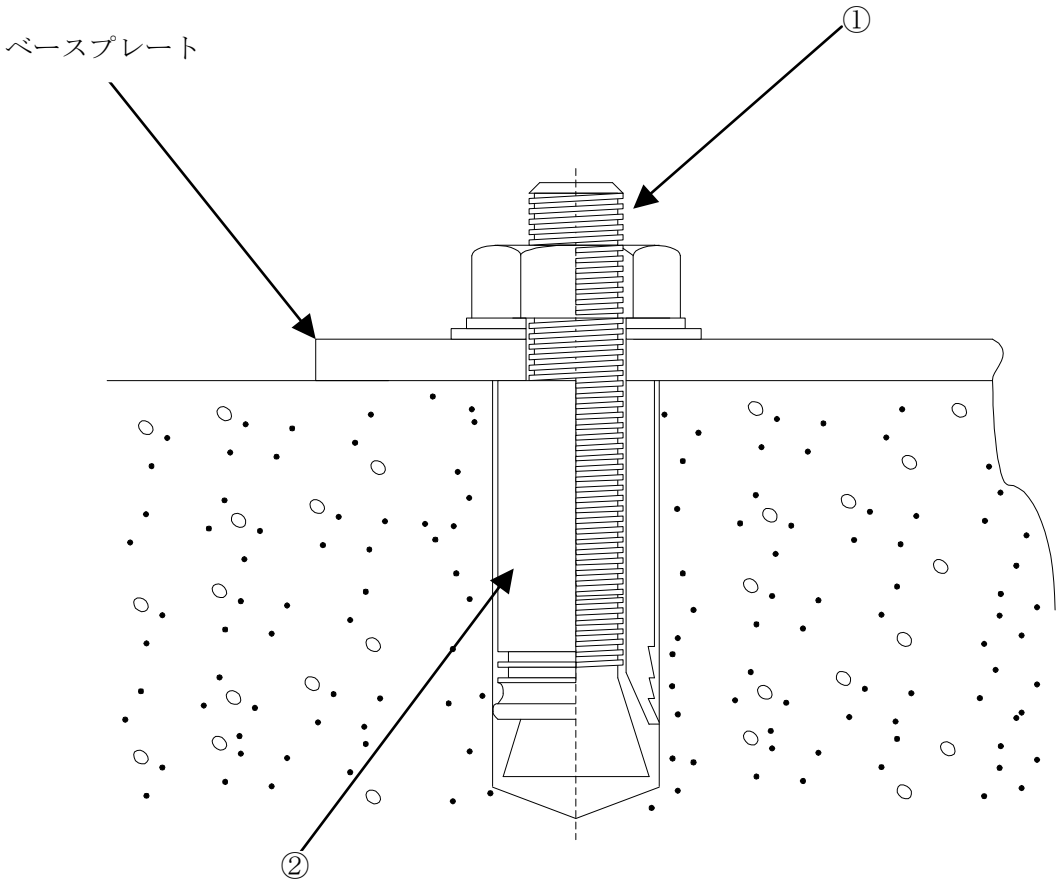


図 2.1-2　後打ちメカニカルアンカ構造図

表 2.1-2　後打ちメカニカルアンカの使用材料

部位	仕様
テーパボルト	炭素鋼，ステンレス鋼
シールド	炭素鋼，ステンレス鋼

2.1.3 後打ちケミカルアンカ

(1) 構造

東海第二の後打ちケミカルアンカの代表的な構造図を図 2.1-3 に示す。

(2) 材料

東海第二の後打ちケミカルアンカの代表的な使用材料を表 2.1-3 に示す。

No.	部位
①	アンカボルト
②	樹脂

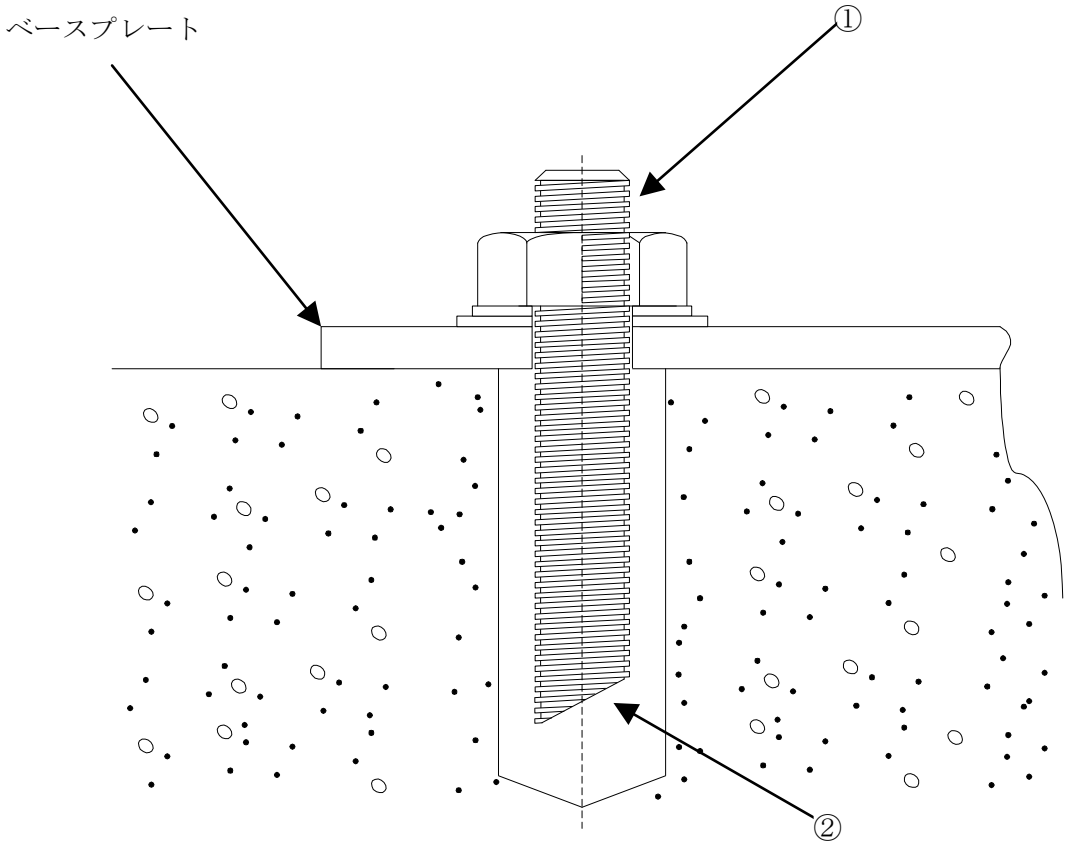


図 2.1-3　後打ちケミカルアンカ構造図

表 2.1-3　後打ちケミカルアンカの使用材料

部位	仕様
アンカボルト	炭素鋼，ステンレス鋼
樹脂	不飽和ポリエステル樹脂，ビニルエステル樹脂，ビニルウレタン樹脂及びエポキシ樹脂

2.2 経年劣化事象の抽出

2.2.1 機能達成に必要な項目

基礎ボルトの機能達成に必要な項目は以下のとおり。

(1) 機器の支持

2.2.2 高経年対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

(1) 想定される経年劣化事象の抽出

基礎ボルトについて，機能達成に必要な項目を考慮して主要な部位に展開した上で，構造，材料及び使用条件（応力，温度等）及び現在までの運転経験を考慮し，表 2.2-1 に示すとおり，想定される経年劣化事象を抽出した（表 2.2-1 で○又は△，▲）。

なお，消耗品及び定期取替品は評価対象外とする。

(2) 消耗品及び定期取替品の扱い

基礎ボルトには，消耗品及び定期取替品はない。

(3) 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

想定される経年劣化事象のうち下記①，②に該当しない事象を高経年化対策上着目すべき経年劣化事象と判断した。

なお，下記①，②に該当する事象については，2.2.3 項に示すとおり，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断した。

① 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって，想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象として表 2.2-1 で△）

② 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により，今後も経年劣化の進展が考えられない，又は進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外として表 2.2-1 で▲）

この結果，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象は抽出されなかった。

2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

(1) 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって，想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象）

a. 基礎ボルトの腐食（全面腐食）[機器付基礎ボルト直上部，後打ちメカニカルアンカ直上部及びコンクリート埋設部並びに後打ちケミカルアンカ直上部]

基礎ボルトは炭素鋼又は低合金鋼であり，塗装が施されていない基礎ボルトのコンクリート直上部及び後打ちメカニカルアンカのコンクリート埋設部については，大気環境下であることから腐食の発生が想定される。東海第二で基礎ボルトの腐食を確認するため，長期保守管理方針に基づき，既設機器の撤去に合わせて目視点検を実施したところ，大気接触部及び埋設部にほとんど腐食は確認されていない。

なお，腐食量については，当社東海発電所基礎ボルト調査より，以下の結果が示されていることから，東海第二においても十分小さいものと考えられる。

屋外埋設部（屋外の基礎コンクリート埋設部），屋内埋設部（地面に接している最下階のコンクリート埋設部），屋内埋設部（最下階以外のコンクリート埋設部）の 3 つの環境区分毎にプラント建設当初から使用（34 年使用）している基礎ボルトの腐食量を調査した。

その結果，最も環境条件の厳しい屋外設置機器でも腐食量は 30 年で 0.237 mm を下回ることが確認されており，この結果から 60 年の腐食量は 0.3 mm を下回ると推定された（(社) 腐食防食協会主催「材料と環境 2002」発表）。

今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難いことから，基礎ボルトの腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

b. 基礎ボルト（塗装部）の腐食（全面腐食）[機器付基礎ボルト，後打ちメカニカルアンカ，後打ちケミカルアンカ]

基礎ボルトは炭素鋼又は低合金鋼であり，腐食の発生が想定される。

しかしながら，大気接触部は塗装を施しているため，腐食が発生する可能性は小さい。

また，巡視点検等の目視点検により塗膜の状態を確認し，はく離等が認められた場合は必要に応じて補修塗装を実施することとしている。

したがって，基礎ボルト（塗装部）の腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

(2) 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により，今後も経年劣化の進展が考えられない，又は進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外）

a. 基礎ボルトの付着力低下［機器付基礎ボルト，後打ちメカニカルアンカ］

先端を曲げ加工している機器付基礎ボルトは，耐力は主に付着力で担保されることから，付着力低下の発生が想定される。

しかしながら，「コンクリート及び鉄骨構造物の技術評価書」にて収縮及び圧縮によるコンクリートのひび割れが発生する可能性は小さいと評価されていることから，コンクリートのひび割れに起因する付着力低下が発生する可能性はなく，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

後打ちメカニカルアンカは，一般的に小口径配管等の振動の小さな部位に取付けられることから，コンクリートのひび割れに起因する付着力低下が発生する可能性はなく，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，基礎ボルトの付着力低下は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

b. 樹脂の劣化［後打ちケミカルアンカ］

後打ちケミカルアンカは，樹脂とコンクリート及びアンカボルトの接着力により強度を維持しているが，高温環境，紫外線環境，放射線環境及び水分付着による樹脂の劣化が想定される。

しかしながら，温度及び紫外線による劣化については，樹脂部はコンクリート内に埋設されており，高温環境下及び紫外線環境下にさらされることはなく，支持機能を喪失するような接着力低下が発生する可能性はない。

また，放射線及び水分付着による劣化についても，メーカ試験結果により支持機能を喪失するような接着力低下が発生する可能性はない。

今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難いことから，樹脂の劣化は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

c．基礎ボルト（コンクリート埋設部）の腐食（全面腐食）［機器付基礎ボルト，後打ちケミカルアンカ］

基礎ボルトは炭素鋼又は低合金鋼であり，腐食の発生が想定される。

しかしながら，機器付基礎ボルトのコンクリート埋設部については，コンクリートが中性化した場合に腐食が想定されるが，実機コンクリートにおけるサンプリング結果では，中性化は確認されておらず，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

また，後打ちケミカルアンカのコンクリート埋設部については，ボルト自体が樹脂で覆われていることから，腐食が発生する可能性はなく，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，基礎ボルト（コンクリート埋設部）の腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

表 2.2-1（1/3）　基礎ボルトに想定される経年劣化事象（機器付基礎ボルト）

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考
					減肉		割れ		材質変化		その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
機器の支持	支持	機器付基礎ボルト		炭素鋼，低合金鋼		△*1*2 ▲*3					▲*4	*1：直上部 *2：塗装部 *3：コンクリート埋設部 *4：付着力低下
				ステンレス鋼							▲*4	

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

▲：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象以外）

表 2.2-1（2/3）　基礎ボルトに想定される経年劣化事象（後打ちメカニカルアンカ）

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考
					減肉		割れ		材質変化		その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
機器の支持	支持	メカニカルアンカ（テーパボルト，シールド）		炭素鋼		△*1*2*3					▲*4	*1:直上部 *2:塗装部 *3:コンクリート埋設部 *4:付着力低下
				ステンレス鋼							▲*4	

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

▲：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象以外）

表 2.2-1（3/3）　基礎ボルトに想定される経年劣化事象（後打ちケミカルアンカ）

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考
					減肉		割れ		材質変化		その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
機器の支持	支持	アンカボルト		炭素鋼		△*1*2 ▲*3						*1：直上部 *2：塗装部 *3：コンクリート埋設部 *4：樹脂の劣化
				ステンレス鋼								
		樹脂		不飽和ポリエステル樹脂他						▲*4		

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

▲：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象以外）

東海第二発電所
電源設備の技術評価書

（運転を断続的に行うことを前提とした評価）

日本原子力発電株式会社

本評価書は，東海第二発電所（以下，「東海第二」という）で使用している安全上重要な電源設備（重要度分類審査指針におけるクラス 1 及びクラス 2 の電源設備），高温・高圧の環境下にあるクラス 3 の電源設備及び重大事故等対処設備に属する電気設備について，運転を断続的に行うことを前提に高経年化に係わる技術評価についてまとめたものである。

なお，高温・高圧環境下にあるクラス 3 の電源設備はない。

評価対象機器の一覧を表 1 に，機能を表 2 に示す。

評価対象機器を電圧区分，型式及び設置場所でグループ化，それぞれのグループから，重要度及び使用条件等の観点から代表機器を選定し技術評価を行った後，代表以外の機器について評価を展開している。

本評価書は電源設備毎に，以下の 10 章で構成されている。

1. 高圧閉鎖配電盤
2. 動力用変圧器
3. 低圧閉鎖配電盤
4. コントロールセンタ
5. ディーゼル発電設備
6. MG セット
7. 無停電電源装置
8. 直流電源設備
9. 計測用分電盤
10. 計測用変圧器

表 1(1/4)　評価対象機器一覧

種類	機器名称	仕様	重要度[*1]
高圧閉鎖配電盤	非常用 M/C	AC 7,200 V×63 kA	MS-1 重[*2]
	原子炉再循環ポンプ遮断器	AC 7,200 V×63 kA	MS-3 PS-3 重[*2]
	原子炉再循環ポンプ低速度用電源装置遮断器	AC 7,200 V×40 kA	PS-3 重[*2]
	常設代替高圧電源装置遮断器盤	AC 7,200 V×8 kA	重[*2]
	緊急用 M/C[*3]	AC 7,200 V×63 kA	重[*2]
	緊急時対策所用 M/C[*3]	AC 7,200 V×63 kA	重[*2]
動力用変圧器	非常用動力用変圧器（2C，2D）	3,333 kVA	MS-1 重[*2]
	非常用動力用変圧器（HPCS）	600 kVA	MS-1 重[*2]
	緊急用動力変圧器[*3]	2,000 kVA	重[*2]
	緊急時対策所用動力変圧器[*3]	1,400 kVA	重[*2]
低圧閉鎖配電盤	非常用 P/C	AC 600 V×40 kA AC 600 V×70 kA AC 600 V×50 kA	MS-1 重[*2]
	緊急用 P/C[*3]	AC 600 V×50 kA	重[*2]
	緊急時対策所用 P/C[*3]	AC 600 V×80 kA AC 600 V×63 kA	重[*2]
	125 V 直流 P/C	DC 250 V×50 kA	MS-1 重[*2]
	緊急時対策所用直流 125 V 主母線盤[*3]	DC 250 V×40 kA	重[*2]
	計測用 P/C	AC 600 V×ノートリップ AC 600 V×35 kA AC 600 V×30 kA	MS-1

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

*2：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す

*3：新規に設置される機器

表 1(2/4)　評価対象機器一覧

種類	機器名称	仕様	重要度[*1]
コントロールセンタ	480 V 非常用 MCC	AC 600 V×10 kA AC 600 V×14 kA AC 600 V×15 kA AC 600 V×18 kA AC 600 V×25 kA AC 220 V×85 kA AC 220 V×100 kA	MS-1 重[*2]
	緊急用 MCC[*3]	AC 600 V×50 kA	重[*2]
	緊急時対策所用 MCC[*3]	AC 690 V×6 kA AC 690 V×7.5 kA AC 690 V×20 kA AC 240 V×85 kA	重[*2]
	125 V 直流 MCC	DC 250 V×20 kA DC 250 V×40 kA	MS-1 重[*2]
	緊急用直流 125 V MCC[*3]	DC 125 V×40 kA	重[*2]
ディーゼル発電設備	非常用ディーゼル発電設備	AC 6,900 V×6,500 kVA	MS-1 重[*2]
	高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電設備	AC 6,900 V×3,500 kVA	MS-1 重[*2]
	常設代替高圧電源装置	AC 6,600 V×1,725 kVA	重[*2]
	緊急時対策所用発電設備[*3]	AC 6,600 V×1,725 kVA	重[*2]
MG セット	原子炉保護系 MG セット	AC 440 V×44.76 kW AC 120 V×18.75 kVA	MS-1
無停電電源装置	バイタル電源用無停電電源装置	AC 240/120 V×50 kVA	MS-1
	緊急用無停電電源装置[*3]	AC 120 V×35 kVA	重[*2]
	非常用無停電電源装置[*3]	AC 120 V×35 kVA	MS-1 重[*2]
	緊急時対策所用無停電電源装置[*3]	AC 105 V×50 kVA	重[*2]

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

*2：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す

*3：新規に設置される機器

表 1(3/4)　評価対象機器一覧

種類	機器名称	仕様	重要度[*1]
直流電源設備	125 V 蓄電池 2A, 2B	6,000 Ah/10 時間率	MS-1 重[*2]
	125 V 蓄電池 HPCS	500 Ah/10 時間率	MS-1 重[*2]
	緊急用 125 V 蓄電池[*3]	6,000 Ah/10 時間率	重[*2]
	緊急時対策所用蓄電池[*3]	1,000 Ah/10 時間率	重[*2]
	±24 V 蓄電池 2A, 2B	150 Ah/10 時間率	MS-1 重[*2]
	緊急時対策所用 24 V 系蓄電池[*3]	1,000 Ah/10 時間率	重[*2]
	125 V 充電器盤 2A	DC 125 V×420 A	MS-1 重[*2]
	125 V 充電器盤 2B	DC 125 V×320 A	MS-1 重[*2]
	125 V 充電器盤 予備	DC 125 V×420 A	重[*2]
	125 V 充電器盤 HPCS	DC 125 V×100 A	MS-1 重[*2]
	緊急用 125 V 充電器盤[*3]	DC 125 V×700 A	重[*2]
	緊急時対策所用充電器盤[*3]	DC 125 V×600 A	重[*2]
	±24 V 充電器盤 2A, 2B	DC ±24 V×30 A	MS-1 重[*2]
	緊急時対策所用直流 24 V 充電器盤[*3]	DC 24 V×100 A	重[*2]

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

*2：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す

*3：新規に設置される機器

表 1(4/4)　評価対象機器一覧

種類	機器名称	仕様	重要度[*1]
計測用分電盤	交流計測用分電盤 A 系，B 系	AC 120/240 V	MS-1
	交流計測用分電盤 HPCS 系	AC 120 V	MS-1 重[*2]
	直流分電盤	DC 125 V	MS-1 重[*2]
	バイタル分電盤	AC 120/240 V	MS-1
	中性子モニタ用分電盤	DC 24 V	MS-1 重[*2]
	緊急用計装交流主母線盤[*3]	AC 120/240 V	重[*2]
	緊急用直流分電盤[*3]	DC 125 V	重[*2]
	緊急用無停電計装分電盤[*3]	AC 120 V	重[*2]
	非常用無停電計装分電盤[*3]	AC 120 V	MS-1 重[*2]
	緊急時対策所用分電盤[*3]	AC 105 V	重[*2]
	緊急時対策所用直流分電盤[*3]	DC 125 V	重[*2]
	可搬型代替低圧電源車接続盤[*3]	AC 210/480V DC 125 V	重[*2]
	可搬型代替直流電源設備用電源切替盤[*3]	DC 125 V	重[*2]
計測用変圧器	計測用変圧器	100 kVA	MS-1
	原子炉保護系 MG セット バイパス変圧器	25 kVA	MS-2
	緊急用計測用変圧器[*3]	50 kVA	重[*2]

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

*2：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す

*3：新規に設置される機器

表 2　評価対象機器の機能

種類	主な機能
高圧閉鎖配電盤	所内の高電圧機器に対し，電源供給及び遮断を行う設備である。
動力用変圧器	高圧閉鎖配電盤から受電して低圧に変換し，低圧閉鎖配電盤へ送電する設備である。
低圧閉鎖配電盤	所内の低電圧機器（比較的電気容量の大きいもの）に対し，電源供給及び遮断を行う設備である。
コントロールセンタ	所内の低電圧機器（比較的電気容量の小さいもの）に対し，電源供給及び遮断を行う設備である。
ディーゼル発電設備	外部電源喪失の際に，ディーゼル駆動の非常用発電機で非常用母線へ電源を供給する設備（本章ではディーゼル発電設備のうち発電機について評価）である。
MG セット	モータで発電機を駆動し，原子炉保護系へ電源を供給する設備である。
無停電電源装置	所内計測制御回路に無停電交流電源を供給する設備である。
直流電源設備	所内計測制御回路や非常時に運転される非常用補機に直流電源を供給する設備である。
計測用分電盤	所内計測制御回路に直流及び交流電源を供給する設備である。
計測用変圧器	所内計測制御回路に交流電源を降圧して供給する設備である。

1. 高圧閉鎖配電盤

［対象高圧閉鎖配電盤］

① 非常用 M/C

② 原子炉再循環ポンプ遮断器

③ 原子炉再循環ポンプ低速度用電源装置遮断器

④ 常設代替高圧電源装置遮断器盤

⑤ 緊急用 M/C

⑥ 緊急時対策所用 M/C

目次

1. 対象機器及び代表機器の選定..... 1-1
1.1 グループ化の考え方及び結果..... 1-1
1.2 代表機器の選定..... 1-1
2. 代表機器の技術評価..... 1-3
2.1 構造，材料及び使用条件..... 1-3
2.1.1 非常用 M/C..... 1-3
2.2 経年劣化事象の抽出..... 1-7
2.2.1 機器の機能達成に必要な項目..... 1-7
2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出..... 1-7
2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象..... 1-9
2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の評価..... 1-15
3. 代表機器以外への展開..... 1-18
3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象..... 1-18
3.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象..... 1-19

1. 対象機器及び代表機器の選定

東海第二で使用している主要な高圧閉鎖配電盤の主な仕様を表 1-1 に示す。

これらの高圧閉鎖配電盤を電圧区分，型式（内蔵遮断器）及び設置場所の観点からグループ化し，それぞれのグループより以下のとおり代表機器を選定した。

1.1 グループ化の考え方及び結果

電圧区分，型式（内蔵遮断器）及び設置場所を分類基準とし，高圧閉鎖配電盤を表 1-1 に示すとおりグループ化する。

1.2 代表機器の選定

高圧閉鎖配電盤のグループには，非常用 M/C，原子炉再循環ポンプ遮断器，原子炉再循環ポンプ低速度用電源装置遮断器，常設代替高圧電源装置遮断器盤，緊急用 M/C 及び緊急時対策所用 M/C が属するが，重要度の高い非常用 M/C を代表機器とする。

表 1-1　高圧閉鎖配電盤のグループ化及び代表機器の選定

分類基準			機器名称	仕様		選定基準			選定	選定理由
電圧区分	型式（内蔵遮断器）	設置場所		盤（定格電圧）	遮断器（定格電圧×定格遮断電流）	重要度*1	使用条件			
							定格電圧	定格電流		
高圧	真空遮断器	屋内	非常用 M/C	AC 7,200 V	AC 7,200 V×63 kA	MS-1 重*2	AC 6,900 V	2,000 A 1,200 A	◎	重要度
			原子炉再循環ポンプ遮断器	AC 6,900 V	AC 7,200 V×63 kA	MS-3 PS-3 重*2	AC 6,900 V	1,200 A		
			原子炉再循環ポンプ低速度用電源装置遮断器	AC 7,200 V	AC 7,200 V×40 kA	PS-3 重*2	AC 6,900 V	1,200 A		
			常設代替高圧電源装置遮断器盤	AC 7,200 V	AC 7,200 V×8 kA	重*2	AC 6,600 V	400 A		
			緊急用 M/C*3	AC 7,200 V	AC 7,200 V×63 kA	重*2	AC 6,900 V	1,200 A		
			緊急時対策所用 M/C*3	AC 7,200 V	AC 7,200 V×63 kA	重*2	AC 6,900 V	1,200 A		

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

*2：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す

*3：新規に設置される機器

2. 代表機器の技術評価

本章では，1 章で代表機器とした以下の高圧閉鎖配電盤について技術評価を実施する。

① 非常用 M/C

2.1 構造，材料及び使用条件

2.1.1 非常用 M/C

(1) 構造

東海第二の非常用 M/C は真空遮断器を内蔵しており，電源回路の保護・制御のための貫通型計器用変流器，計器用変圧器，保護継電器（機械式,静止形），補助継電器，指示計，ヒューズ等を内蔵している。

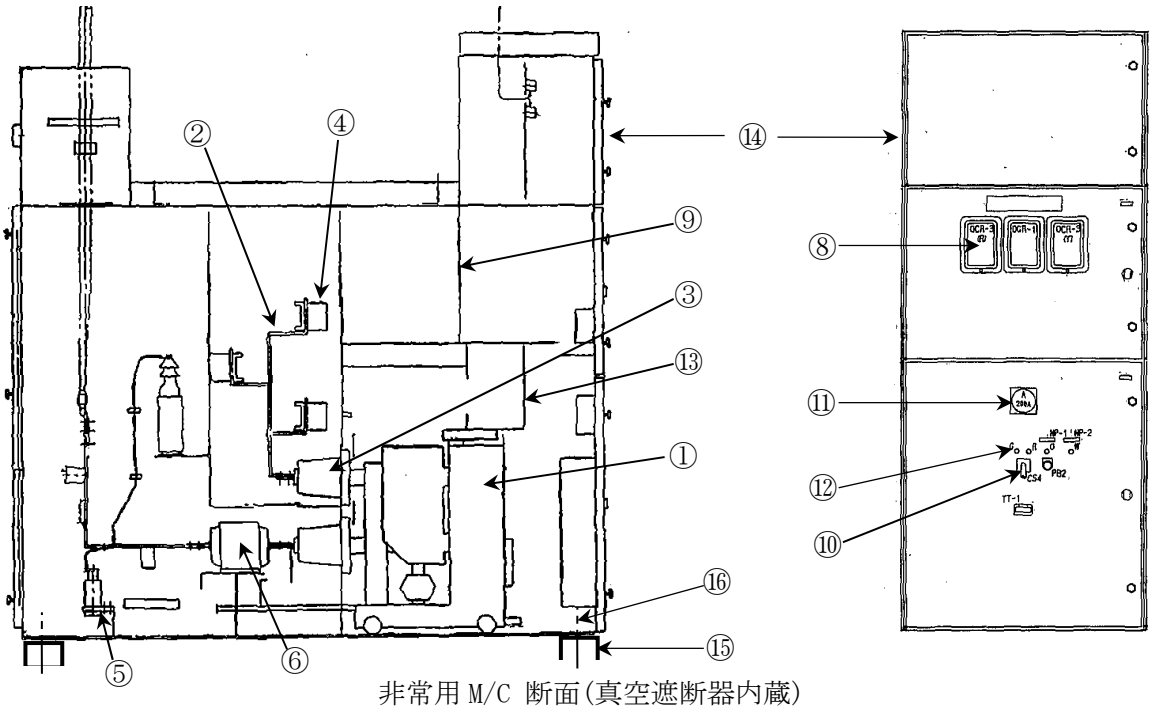
真空遮断器は，電流遮断の際に発生するアークを真空バルブ内で消弧する構造となっており，投入コイルを励磁し，操作機構が動作することによって遮断器は投入され，投入時に蓄勢された引外しばねの放勢により開放される構造となっている。

なお，真空遮断器は盤から引出して外に出すことにより点検手入れが可能である。

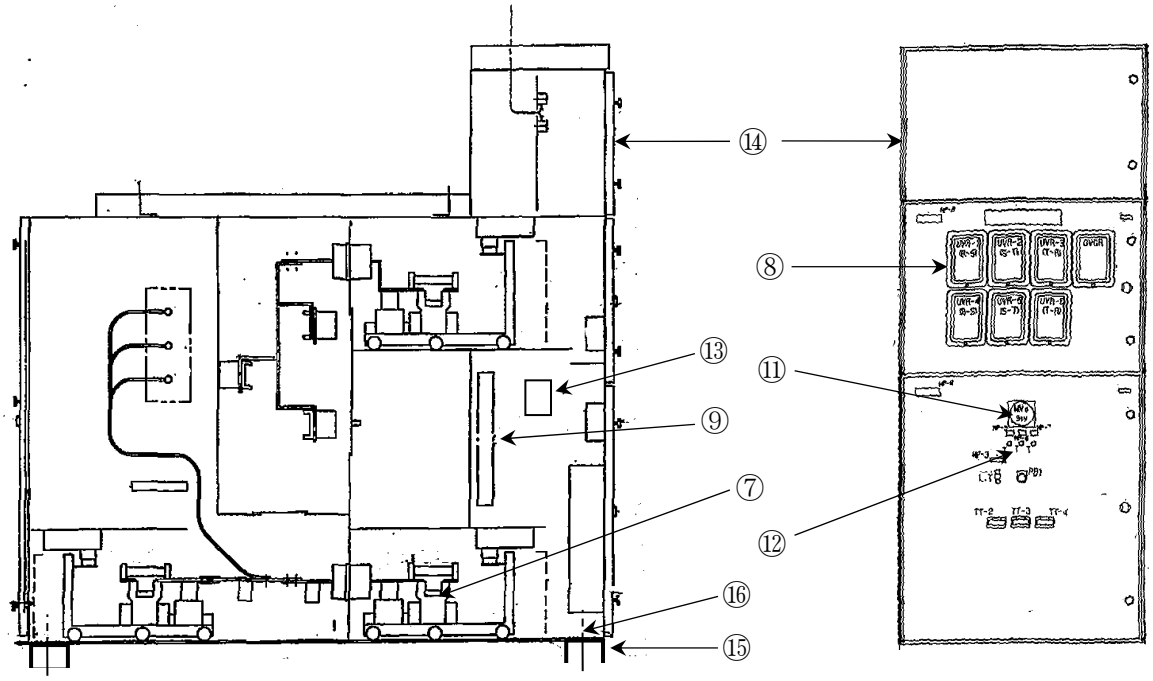
東海第二の非常用 M/C 構造図を図 2.1-1 に，真空遮断器構造図を図 2.1-2 に示す。

(2) 材料及び使用条件

東海第二の非常用 M/C 主要部位の使用材料を表 2.1-1 に，使用条件を表 2.1-2 に示す。



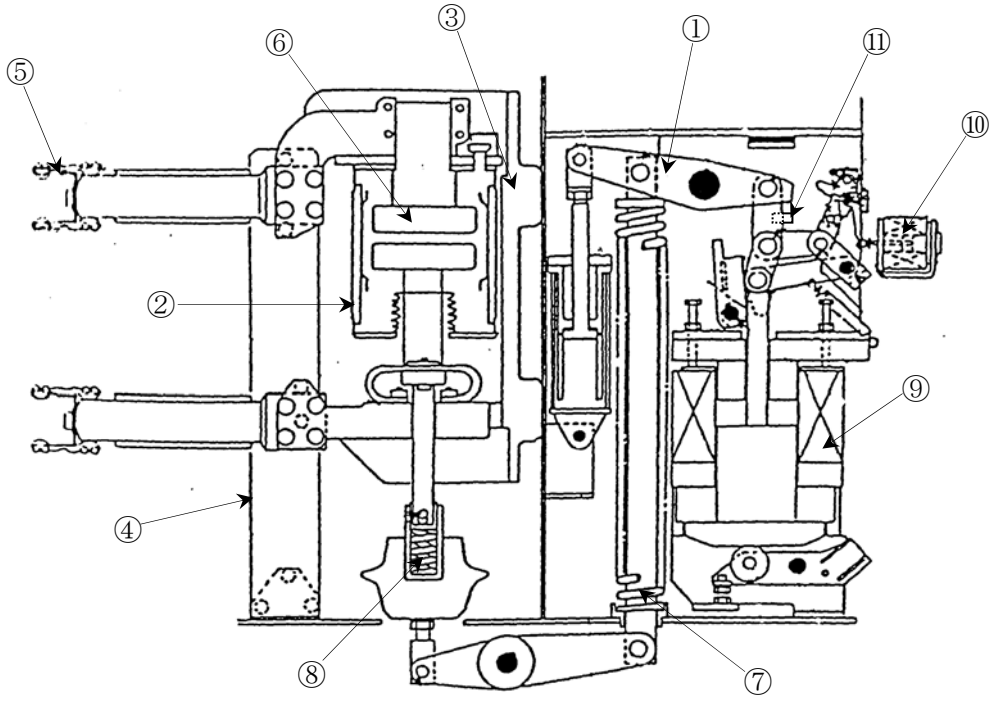
非常用 M/C 断面(真空遮断器内蔵)



非常用 M/C 断面(計器用変圧器内蔵)

No.	部位	No.	部位	No.	部位
①	真空遮断器	⑦	計器用変圧器	⑬	ヒューズ・配線用遮断器
②	主回路導体	⑧	保護継電器(機械式, 静止形)	⑭	筐体
③	主回路断路部	⑨	補助継電器・タイマー	⑮	埋込金物
④	主回路導体支持碍子	⑩	操作スイッチ	⑯	取付ボルト
⑤	避雷器	⑪	指示計		
⑥	貫通型計器用変流器	⑫	表示灯		

図 2.1-1　非常用 M/C 構造図



真空遮断器断面

No.	部位	No.	部位	No.	部位
①	操作機構	⑤	断路部	⑨	投入コイル
②	真空バルブ	⑥	接触子	⑩	引外しコイル
③	絶縁フレーム	⑦	引外しばね	⑪	補助スイッチ
④	絶縁支柱	⑧	ワイプばね		

図 2.1-2　真空遮断器構造図

表 2.1-1　非常用 M/C 主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位		材料
遮断性能の維持	開閉・保護制御	保護継電器（機械式）		銅他
		保護継電器（静止形）		銅，半導体他
		補助継電器		銅他
		タイマー		銅，半導体他
		操作スイッチ		銅他
		指示計		銅他
		表示灯		（消耗品）
		ヒューズ		（消耗品）
		配線用遮断器		銅他
	遮断動作	真空遮断器	操作機構	炭素鋼
			真空バルブ	銅合金，セラミックス他
			絶縁フレーム	エポキシ樹脂
			絶縁支柱	エポキシ樹脂
			断路部	銅，エポキシ樹脂他
			接触子	銅合金
			引外しばね	ピアノ線
			ワイプばね	ピアノ線
			投入コイル	銅他
			引外しコイル	銅他
			補助スイッチ	銅他
通電・絶縁性能の確保	エネルギー伝達	主回路導体		アルミニウム合金
	導体支持	主回路導体支持碍子		エポキシ樹脂
		主回路断路部		銅，エポキシ樹脂
	回路保護	避雷器		酸化亜鉛他
信号伝達機能の維持	電圧・電流変成	貫通型計器用変流器		銅，エポキシ樹脂
		計器用変圧器		銅，エポキシ樹脂
機器の支持	支持	筐体		炭素鋼
		埋込金物		炭素鋼
		取付ボルト		炭素鋼

表 2.1-2　非常用 M/C の使用条件

設置場所	屋内
周囲温度*	40 ℃（最高）
定格電圧	AC 6,900 V
定格電流	2,000 A，1,200 A

＊：原子炉建屋付属棟の設計値

2.2 経年劣化事象の抽出

2.2.1 機器の機能達成に必要な項目

高圧閉鎖配電盤の機能である給電機能の達成に必要な項目は以下のとおり。

(1) 遮断性能の維持

(2) 通電・絶縁性能の確保

(3) 信号伝達機能の維持

(4) 機器の支持

2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

(1) 想定される経年劣化事象の抽出

高圧閉鎖配電盤について，機能達成に必要な項目を考慮して主要な部位に展開した上で，個々の部位の材料，構造，使用条件（電圧，温度等）及び現在までの運転経験を考慮し，表 2.2-1 に示すとおり，想定される経年劣化事象を抽出した（表 2.2-1 で○又は△，▲）。

なお，消耗品及び定期取替品は以下のとおり評価対象外とする。

(2) 消耗品及び定期取替品の扱い

表示灯及びヒューズは消耗品であり，設計時に長期使用せず取替を前提としていることから高経年化対策を見極める上での評価対象外とする。

(3) 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

想定される経年劣化事象のうち下記①，②に該当しない事象を高経年化対策上着目すべき経年劣化事象と判断した。

なお，下記①，②に該当する事象については，2.2.3 項に示すとおり，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断した。

① 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって，想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象として表 2.2-1 で△）

② 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により，今後も経年劣化の進展が考えられない，又は進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外として表 2.2-1 で▲）

この結果，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象として以下の事象が抽出された（表 2.2-1 で○）。

a. 主回路導体支持碍子，主回路断路部及び真空遮断器の断路部・絶縁フレーム・絶縁支柱の絶縁特性低下

b. 計器用変圧器コイルの絶縁特性低下

2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

(1) 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって，想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象）

a. 真空遮断器操作機構の固渋

真空遮断器の操作機構は，潤滑油の劣化による粘度の増大，潤滑油への塵埃付着による潤滑性能の低下による固渋が想定されるが，点検時に各部の目視確認，清掃，潤滑油の注油及び開閉試験を行い，異常の無いことを確認しており，固渋が発生する可能性は小さい。

点検時に各部の目視確認，清掃，潤滑油の注油及び開閉試験を行い，その結果により必要に応じ補修又は取替を実施することとしている。

したがって，真空遮断器操作機構の固渋は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

b. 真空遮断器投入コイル・引外しコイルの絶縁特性低下

真空遮断器の投入コイル・引外しコイルの絶縁物は，有機物であるため熱的，電気的及び環境的要因による絶縁特性の低下が想定されるが，コイルは低電圧の機器であり，屋内空調環境に設置されていることから，電気的及び環境的要因による絶縁特性低下の可能性は小さい。

また，コイルへの通電は投入・開放動作時の瞬時であり，温度上昇は僅かであることから，熱的要因による劣化の可能性は小さく，点検時に絶縁抵抗測定を行い，その結果により必要に応じ補修又は取替を実施することとしている。

したがって，真空遮断器投入コイル・引外しコイルの絶縁特性低下は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

c. 真空遮断器真空バルブの真空度低下

真空遮断器の真空バルブは，真空度低下による遮断性能低下が想定されるが，点検時に真空度の確認を行い，その結果により必要に応じ補修又は取替を実施することとしている。

したがって，真空遮断器真空バルブの真空度低下は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

d. 真空遮断器断路部の摩耗

真空遮断器の断路部は，真空遮断器の挿入・引出しによる摩耗が想定されるが，断路部は点検時に潤滑剤を塗布しており潤滑性は良好である。

また，真空遮断器の挿入・引出しは点検時にしか行わないため，真空遮断器断路部の摩耗の可能性は小さく，点検時に目視確認を行い，その結果により必要に応じ補修又は取替を実施することとしている。

したがって，真空遮断器断路部の摩耗は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

e. 真空遮断器接触子の摩耗

真空遮断器の接触子は，開放動作時に負荷電流の遮断を行うことから摩耗が想定されるが，点検時にワイプ量の確認を行い，その結果により必要に応じ補修又は取替を実施することとしている。

したがって，真空遮断器接触子の摩耗は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

f. 真空遮断器補助スイッチ，操作スイッチ及び補助継電器の導通不良

真空遮断器の補助スイッチ，操作スイッチ及び補助継電器は，浮遊塵埃が接点に付着することによる導通不良が想定されるが，屋内空調環境に設置されており，かつ，密閉構造であることから，塵埃付着の可能性は小さく，点検時に動作確認を行い，その結果により必要に応じ取替を実施することとしている。

したがって，真空遮断器補助スイッチ，操作スイッチ及び補助継電器の導通不良は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

g. 保護継電器（機械式）の特性変化

保護継電器（機械式）は，長期間の使用による誘導円盤回転軸や軸受の摩耗，制御スプリングのへたり等による特性変化が想定されるが，点検時に特性試験を行い，その結果により必要に応じ調整又は取替を実施することとしている。

したがって，保護継電器（機械式）の特性変化は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

h. 保護継電器（静止形）及びタイマーの特性変化

保護継電器（静止形）及びタイマーは，長期間の使用による半導体等の劣化により特性変化が想定されるが，点検時に特性試験を行い，その結果により必要に応じ調整又は取替を実施することとしている。

したがって，保護継電器（静止形）及びタイマーの特性変化は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

i．指示計の特性変化

指示計は，長期間の使用に伴い指示特性に誤差が生じ，精度を確保できなくなることが想定されるが，点検時に特性試験を行い，その結果により必要に応じ調整又は取替を実施することとしている。

したがって，指示計の特性変化は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

j．配線用遮断器の固渋

配線用遮断器は，周囲温度，浮遊塵埃，発熱及び不動作状態の継続により，操作機構部に塗布されている潤滑剤の潤滑性能が低下し，それに伴う摩擦の増大による固渋が想定されるが，配線用遮断器には，耐熱性及び耐揮発性に優れ，潤滑性能が低下し難い潤滑剤が使用されていることから固渋の可能性は小さい。

また，屋内空調環境に設置されており，かつ，密閉構造であることから，周囲温度及び浮遊塵埃による影響も小さく，点検時に動作確認を行い，その結果により必要に応じ取替を実施することとしている。

したがって，配線用遮断器の固渋は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

k．避雷器の絶縁特性低下

避雷器は，環境的要因による絶縁特性の低下が想定されるが，避雷器は屋内空調環境に設置されており，環境的要因による絶縁特性低下の可能性は小さく，点検時に絶縁抵抗測定を行い，その結果により必要に応じ補修又は取替を実施することとしている。

したがって，避雷器の絶縁特性低下は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

l．主回路断路部の摩耗

主回路断路部は，真空遮断器の挿入・引出しによる摩耗が想定されるが，断路部は点検時に潤滑剤を塗布していることから潤滑性は良好である。

また，真空遮断器の挿入・引出しは点検時にしか行わないため，断路部の摩耗の可能性は小さく，点検時に目視確認を行い，その結果により必要に応じ補修又は取替を実施することとしている。

したがって，主回路断路部の摩耗は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

m. 筐体及び取付ボルトの腐食（全面腐食）

筐体及び取付ボルトは，炭素鋼であるため腐食が想定されるが，表面は塗装等が施されており，屋内空調環境に設置されていることから，腐食の可能性は小さく，点検時に目視確認を行い，その結果により必要に応じ補修又は取替を実施することとしている。

したがって，筐体及び取付ボルトの腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

n. 埋込金物（大気接触部）の腐食（全面腐食）

埋込金物（大気接触部）は，炭素鋼であるため腐食が想定されるが，大気接触部は塗装が施されており，屋内空調環境に設置されていることから，腐食の可能性は小さく，点検時に目視確認を行い，その結果により必要に応じ補修又は取替を実施することとしている。

したがって，埋込金物（大気接触部）の腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

(2) 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により，今後も経年劣化の進展が考えられない，又は進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外）

a. 主回路導体の腐食（全面腐食）

主回路導体は，耐食性に優れたアルミニウム合金であり，腐食の可能性はない。非常用 M/C は取替を行っており，約 30 年の使用実績においても主回路導体の腐食は確認されなかった。今後も設置環境等が変化するとは考え難く腐食の発生の可能性はない。

したがって，主回路導体の腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

b. 貫通型計器用変流器の絶縁特性低下

貫通型計器用変流器の絶縁物は，有機物であるため熱的，電気的及び環境的要因による絶縁特性の低下が想定されるが，貫通型計器用変流器は低電圧の機器であり，屋内空調環境に設置されていることから，電気的及び環境的要因による絶縁特性低下の可能性はない。

また，貫通型計器用変流器のコイルへの通電電流が少ないことから，温度上昇は僅かであり，熱的要因による絶縁特性低下の可能性もない。

したがって，貫通型計器用変流器の絶縁特性低下は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

c. 埋込金物（コンクリート埋設部）の腐食（全面腐食）

埋込金物（コンクリート埋設部）は，炭素鋼であるため腐食が想定される。

コンクリート埋設部は，コンクリートの大気接触部表面からの中性化の進行により腐食環境となるが，コンクリートが中性化に至り，埋込金物に有意な腐食が発生するまで長期間を要す。

したがって，埋込金物（コンクリート埋設部）の腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

d. 真空遮断器引外しばね・ワイプばねのへたり

真空遮断器の引外しばね・ワイプばねは，真空遮断器の開放時に必要な力を蓄勢する構造になっており，へたりが生じることが想定されるが，引外しに必要な応力は，ばねの許容応力以下になるように設定されており，へたりが生じる可能性はない。

したがって，真空遮断器引外しばね・ワイプばねのへたりは高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

表 2.2-1　非常用 M/C に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象								備考
					減肉		割れ		絶縁	導通	信号	その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	絶縁特性低下	導通不良	特性変化		
遮断性能の維持	開閉・保護制御	保護継電器（機械式）		銅他							△		*1:固渋 *2:真空度低下 *3:へたり *4:コイル *5:大気接触部 *6:コンクリート埋設部
		保護継電器（静止形）		銅，半導体他							△		
		補助継電器		銅他						△			
		タイマー		銅，半導体他							△		
		操作スイッチ		銅他						△			
		指示計		銅他							△		
		表示灯	◎	－									
		ヒューズ	◎	－									
		配線用遮断器		銅他								△*1	
	遮断動作	真空遮断器 操作機構		炭素鋼								△*1	
		真空遮断器 真空バルブ		銅合金，セラミックス他								△*2	
		真空遮断器 絶縁フレーム		エポキシ樹脂					○				
		真空遮断器 絶縁支柱		エポキシ樹脂					○				
		真空遮断器 断路部		銅，エポキシ樹脂他	△				○				
		真空遮断器 接触子		銅合金	△								
		真空遮断器 引外しばね		ピアノ線								▲*3	
		真空遮断器 ワイプばね		ピアノ線								▲*3	
		真空遮断器 投入コイル		銅他					△				
		真空遮断器 引外しコイル		銅他					△				
		真空遮断器 補助スイッチ		銅他						△			
通電・絶縁性能の確保	エネルギー伝達	主回路導体		アルミニウム合金		▲							
	回路保護	避雷器		酸化亜鉛他					△				
	導体支持	主回路導体支持碍子		エポキシ樹脂					○				
		主回路断路部		銅，エポキシ樹脂	△				○				
信号伝達機能の維持	電圧・電流変成	貫通型計器用変流器		銅，エポキシ樹脂					▲				
		計器用変圧器		銅，エポキシ樹脂					○*4				
機器の支持	支持	筐体		炭素鋼		△							
		埋込金物		炭素鋼		△*5 ▲*6							
		取付ボルト		炭素鋼		△							

○：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

▲：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象以外）

2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の評価

(1) 主回路導体支持碍子，主回路断路部及び真空遮断器の断路部・絶縁フレーム・絶縁支柱の絶縁特性低下

a. 事象の説明

主回路導体支持碍子，主回路断路部及び真空遮断器の断路部・絶縁フレーム・絶縁支柱の絶縁物は，有機物であるため，熱による特性変化，絶縁物に付着する埃，絶縁物内空隙での放電等の熱的，電気的及び環境的要因により経年的に劣化が進行し，絶縁特性低下を起こす可能性がある。

b. 技術評価

① 健全性評価

主回路導体支持碍子，主回路断路部及び真空遮断器の断路部・絶縁フレーム・絶縁支柱の絶縁特性低下要因としては，通電による熱的劣化，絶縁物内空隙での放電による電気的劣化及び絶縁物表面に埃が付着・吸湿して沿面絶縁を低下させる環境的劣化があるが，これまでの点検実績から最も絶縁特性低下に影響を及ぼす要因は熱的劣化であることから，長期間の使用を考慮すると絶縁特性低下が起こる可能性は否定できない。

② 現状保全

主回路導体支持碍子，主回路断路部及び真空遮断器の断路部・絶縁フレーム・絶縁支柱の絶縁特性低下に対しては，点検時に絶縁物の変色有無や塵埃付着の有無等の目視確認，清掃及び絶縁抵抗測定を行い，熱的劣化による有意な絶縁特性低下のないことを確認している。

また，これらの点検で有意な絶縁特性の低下が確認された場合は，補修又は取替えることとしている。

③ 総合評価

主回路導体支持碍子，主回路断路部及び真空遮断器の断路部・絶縁フレーム・絶縁支柱の絶縁特性低下の可能性は否定できないが，現状保全にて絶縁特性の低下は把握可能である。

また，今後も点検時に目視確認，清掃及び絶縁抵抗測定を実施することで，異常の有無の確認は可能であり，現状の保全は点検手法として適切であると判断する。

c．高経年化への対応

主回路導体支持碍子，主回路断路部及び真空遮断器の断路部・絶縁フレーム・絶縁支柱の絶縁特性低下に対しては，高経年化対策の観点から現状の保全内容に追加すべき項目はない。今後も点検時に目視確認，清掃及び絶縁抵抗測定を実施することにより絶縁特性低下を監視していくとともに，必要に応じ補修又は取替を行うこととする。

(2) 計器用変圧器コイルの絶縁特性低下

a. 事象の説明

計器用変圧器コイルの絶縁物は，有機物であるため，熱による特性変化，絶縁物に付着する埃，絶縁物内空隙での放電等の熱的，電気的及び環境的要因により経年的に劣化が進行し，絶縁特性低下を起こす可能性がある。

b. 技術評価

① 健全性評価

計器用変圧器コイルの絶縁特性低下要因としては，コイルの通電電流による熱的劣化，絶縁物内空隙での放電による電気的劣化及び絶縁物表面に埃が付着・吸湿して沿面絶縁を低下させる環境的劣化があるが，これまでの点検実績から最も絶縁特性低下に影響を及ぼす要因は熱的劣化であることから，長期間の使用を考慮すると絶縁特性低下が起こる可能性は否定できない。

② 現状保全

計器用変圧器コイルの絶縁特性低下に対しては，点検時に絶縁物の変色有無や塵埃付着の有無等の目視確認，清掃及び絶縁抵抗測定を行い，熱的劣化による有意な絶縁特性低下のないことを確認している。

また，これらの点検で有意な絶縁特性の低下が確認された場合は，補修又は取替えることとしている。

③ 総合評価

計器用変圧器コイルの絶縁特性低下の可能性は否定できないが，現状保全にて絶縁特性の低下は把握可能である。

また，今後も点検時に目視確認，清掃及び絶縁抵抗測定を実施することで，異常の有無の確認は可能であり，現状の保全は点検手法として適切であると判断する。

c. 高経年化への対応

計器用変圧器コイルの絶縁特性低下に対しては，高経年化対策の観点から現状の保全内容に追加すべき項目はない。今後も点検時に目視確認，清掃及び絶縁抵抗測定を実施することにより絶縁特性低下を監視していくとともに，必要に応じ補修又は取替を行うこととする。

3. 代表機器以外への展開

本章では，2 章で実施した代表機器の技術評価について，1 章で実施したグループ化で代表機器となっていない機器への展開について検討した。

［対象高圧閉鎖配電盤］

① 原子炉再循環ポンプ遮断器
② 原子炉再循環ポンプ低速度用電源装置遮断器
③ 常設代替高圧電源装置遮断器盤
④ 緊急用 M/C
⑤ 緊急時対策所用 M/C

3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

a. 主回路導体支持碍子，主回路断路部及び真空遮断器の断路部・絶縁フレーム・絶縁支柱の絶縁特性低下［共通］

代表機器と同様，主回路導体支持碍子，主回路断路部及び真空遮断器の断路部・絶縁フレーム・絶縁支柱の絶縁特性低下は，点検時に目視確認，清掃及び絶縁抵抗測定を実施することにより，有意な絶縁特性低下のないことを確認している。

今後も目視確認，清掃及び絶縁抵抗測定を実施することにより絶縁特性低下を監視していくとともに，必要に応じて補修又は取替を実施することで健全性は維持できると判断する。

原子炉再循環ポンプ遮断器の真空遮断器の断路部・絶縁フレーム・絶縁支柱は保全計画を基に，原子炉再循環ポンプ低速度用電源装置遮断器の主回路導体支持碍子及び主回路断路部真空遮断器の断路部・絶縁フレーム・絶縁支柱は新規制基準の耐震性向上の対応として長期停止期間中に更新し，緊急用 M/C 及び緊急時対策所用 M/C は，新たに設置されることから，今後，点検時に目視確認，清掃及び絶縁抵抗測定を行うとともに，必要に応じて補修又は取替を実施することで健全性は維持できると判断する。

したがって，高経年化対策の観点から現状の保全内容に追加すべき項目はない。

b. 計器用変圧器コイルの絶縁特性低下［共通］

代表機器と同様，計器用変圧器コイルの絶縁特性低下は，点検時に目視確認，清掃及び絶縁抵抗測定を実施することで絶縁特性の低下は把握可能である。

今後も点検時に目視確認，清掃及び絶縁抵抗測定を実施することにより絶縁特性低下を監視していくとともに，必要に応じて補修又は取替を実施することで健全性は維持できると判断する。

原子炉再循環ポンプ低速度用電源装置遮断器は新規制基準の耐震性向上の対応として長期停止期間中に更新し，緊急用 M/C 及び緊急時対策所用 M/C は，新たに設置されることから，今後，点検時に目視確認，清掃及び絶縁抵抗測定を行うとともに，必要に応じて補修又は取替を実施することで健全性は維持できると判断する。

したがって，高経年化対策の観点から現状の保全内容に追加すべき項目はない。

3.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

(1) 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって，想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象）

a. 真空遮断器操作機構の固渋［共通］

代表機器と同様，真空遮断器の操作機構は，潤滑油の劣化による粘度の増大，潤滑油への塵埃付着による潤滑性能の低下による固渋が想定されるが，点検時に各部の目視確認，清掃，潤滑油の注油及び開閉試験を行い，異常の無いことを確認しており，固渋が発生する可能性は小さい。

点検時に各部の目視確認，清掃，潤滑油の注油及び開閉試験を行い，その結果により必要に応じ補修又は取替を実施することとしている。

原子炉再循環ポンプ遮断器は保全計画を基に，原子炉再循環ポンプ低速度用電源装置遮断器は新規制基準の耐震性向上の対応として長期停止期間中に更新し，緊急用M/C及び緊急時対策所用M/Cは，新たに設置されることから，今後，点検時に各部の目視確認，清掃，潤滑油の注油及び開閉試験を行い，その結果により必要に応じ補修又は取替を実施することで健全性を維持できると考える。

したがって，真空遮断器操作機構の固渋は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

b. 真空遮断器投入コイル・引外しコイルの絶縁特性低下［共通］

代表機器と同様，真空遮断器の投入コイル・引外しコイルの絶縁物は，有機物であるため熱的，電気的及び環境的要因による絶縁特性の低下が想定されるが，コイルは低電圧の機器であり，屋内空調環境に設置されていることから，電気的及び環境的要因による絶縁特性低下の可能性は小さい。

また，コイルへの通電は投入・開放動作時の瞬時であり，温度上昇は僅かであることから，熱的要因による劣化の可能性は小さく，点検時に絶縁抵抗測定を行い，その結果により必要に応じ補修及び取替を実施することとしている。

原子炉再循環ポンプ遮断器は保全計画を基に，原子炉再循環ポンプ低速度用電源装置遮断器は新規制基準の耐震性向上の対応として長期停止期間中に更新し，緊急用M/C及び緊急時対策所用M/Cは，新たに設置されることから，今後，点検時に絶縁抵抗測定を行い，その結果により必要に応じ補修又は取替を実施することで健全性を維持できると考える。

したがって，真空遮断器投入コイル・引外しコイルの絶縁特性低下は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

c. 真空遮断器真空バルブの真空度低下［共通］

代表機器と同様，真空遮断器の真空バルブは，真空度低下による遮断性能低下が想定されるが，点検時に真空度の確認を行い，その結果により必要に応じ補修又は取替を実施することとしている。

原子炉再循環ポンプ遮断器は保全計画を基に，原子炉再循環ポンプ低速度用電源装置遮断器は新規制基準の耐震性向上の対応として長期停止期間中に更新し，緊急用M/C及び緊急時対策所用M/Cは，新たに設置されることから，今後，点検時に真空度確認を行い，その結果により必要に応じ補修又は取替を実施することで健全性を維持できると考える。

したがって，真空遮断器真空バルブの真空度低下は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

d. 真空遮断器断路部の摩耗［共通］

代表機器と同様，真空遮断器の断路部は，真空遮断器の挿入・引出しによる摩耗が想定されるが，断路部は点検時に潤滑剤を塗布しており潤滑性は良好である。

また，真空遮断器の挿入・引出しは点検時にしか行わないため，真空遮断器断路部の摩耗の可能性は小さく，点検時に目視確認を行い，その結果により必要に応じ補修又は取替を実施することとしている。

原子炉再循環ポンプ遮断器は保全計画を基に，原子炉再循環ポンプ低速度用電源装置遮断器は新規制基準の耐震性向上の対応として長期停止期間中に更新し，緊急用M/C及び緊急時対策所用M/Cは，新たに設置されることから，今後，点検時に目視確認を行い，その結果により必要に応じ補修又は取替を実施することで健全性を維持できると考える。

したがって，真空遮断器断路部の摩耗は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

e. 真空遮断器接触子の摩耗［共通］

代表機器と同様，真空遮断器の接触子は，開放動作時に負荷電流の遮断を行うことから摩耗が想定されるが，点検時にワイプ量の確認を行うこととしており，その結果により必要に応じ補修又は取替を実施する。

原子炉再循環ポンプ遮断器は保全計画を基に，原子炉再循環ポンプ低速度用電源装置遮断器は新規制基準の耐震性向上の対応として長期停止期間中に更新し，緊急用M/C及び緊急時対策所用M/Cは，新たに設置されることから，今後，点検時にワイプ量の確認を行い，その結果により必要に応じ補修又は取替を実施することで健全性を維持できると考える。

したがって，真空遮断器接触子の摩耗は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

f. 真空遮断器補助スイッチ，操作スイッチ及び補助継電器の導通不良［共通］

代表機器と同様，真空遮断器の補助スイッチ，操作スイッチ及び補助継電器は，浮遊塵埃が接点に付着することによる導通不良が想定されるが，屋内空調環境に設置されており，かつ，密閉構造であることから，塵埃付着の可能性は小さく，点検時に動作確認を行い，その結果により必要に応じ取替を実施することとしている。

原子炉再循環ポンプ遮断器は保全計画を基に，原子炉再循環ポンプ低速度用電源装置遮断器，原子炉再循環ポンプ低速度用電源装置遮断器の操作スイッチ及び補助継電器は新規制基準の耐震性向上の対応として長期停止期間中に更新し，緊急用 M/C 及び緊急時対策所用 M/C は，新たに設置されることから，今後，点検時に動作確認を行い，その結果により必要に応じ取替を実施することで健全性を維持できると考える。

したがって，真空遮断器補助スイッチ，操作スイッチ及び補助継電器の導通不良は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

g. 真空遮断器ばね蓄勢用モータの絶縁特性低下［原子炉再循環ポンプ遮断器］

代表機器とは異なり，原子炉再循環ポンプ遮断器には，真空遮断器ばね蓄勢用モータが設置される。

真空遮断器ばね蓄勢用モータの絶縁物は，有機物であるため熱的，機械的，電気的及び環境的要因による絶縁特性の低下が想定されるが，真空遮断器ばね蓄勢用モータは，動作頻度は少なく，かつ，動作時間の短い機器であり，屋内空調環境に設置されていることから，熱的，機械的，電気的及び環境的要因による絶縁特性低下の可能性は小さい。

点検時に絶縁抵抗測定を行い，その結果により必要に応じ補修又は取替を実施することとしている。

したがって，真空遮断器ばね蓄勢用モータの絶縁特性低下は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

h. ロックアウト継電器の導通不良［原子炉再循環ポンプ遮断器］

代表機器とは異なり，原子炉再循環ポンプ遮断器には，ロックアウト継電器が設置されている。

ロックアウト継電器は，コイルの通電電流による熱的要因及び吸湿による環境的要因により経年的に劣化が進行し，継電器動作時の振動・衝撃でコイルが断線する可能性がある。

しかし，コイルへの通電電流は非常に少なく，屋内に設置されていることから，断線による導通不良に至る可能性は小さく，点検時に動作確認を行い，その結果により必要に応じ取替を実施することとしている。

したがって，ロックアウト継電器の導通不良は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

i. 保護継電器（機械式）の特性変化［原子炉再循環ポンプ遮断器］

代表機器と同様，保護継電器（機械式）は，長期間の使用による誘導円盤回転軸や軸受の摩耗，制御スプリングのへたり等による特性変化が想定されるが，点検時に特性試験を行い，その結果により必要に応じ調整又は取替を実施することとしている。

したがって，保護継電器（機械式）の特性変化は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

j. 保護継電器（静止形）［常設代替高圧電源装置遮断器盤，緊急用 M/C，緊急時対策所用 M/C］及びタイマー［原子炉再循環ポンプ遮断器］の特性変化

代表機器と同様，保護継電器（静止形）及びタイマーは，長期間の使用による半導体等の劣化により特性変化が想定されるが，点検時に特性試験を行い，その結果により必要に応じ調整又は取替を実施することとしている。

緊急用 M/C 及び緊急時対策所用 M/C は，新たに設置されることから，今後，点検時に特性試験を行い，その結果により必要に応じ調整又は取替を実施することで健全性を維持できると考える。

したがって，保護継電器（静止形）及びタイマーの特性変化は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

k. 指示計の特性変化［常設代替高圧電源装置遮断器盤，緊急用 M/C，緊急時対策所用 M/C］

代表機器と同様，指示計は，長期間の使用に伴い指示特性に誤差が生じ，精度を確保できなくなることが想定されるが，点検時に特性試験を行うこととしており，その結果により必要に応じ調整又は取替を実施する。

緊急用 M/C 及び緊急時対策所用 M/C は，新たに設置されることから，今後，点検時に特性試験を行い，その結果により必要に応じ調整又は取替を実施することで健全性を維持できると考える。

したがって，指示計の特性変化は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

l. 配線用遮断器の固渋［共通］

代表機器と同様，配線用遮断器は，周囲温度，浮遊塵埃，発熱及び不動作状態の継続により，操作機構部に塗布されている潤滑剤の潤滑性能が低下し，それに伴う摩擦の増大による固渋が想定されるが，配線用遮断器には，耐熱性及び耐揮発性に優れ，潤滑性能が低下し難い潤滑剤が使用されていることから固渋の可能性は小さい。

また，屋内空調環境に設置されており，かつ，密閉構造であることから，周囲温度及び浮遊塵埃による影響も小さく，点検時に動作確認を行い，その結果により必要に応じ取替を実施することとしている。

原子炉再循環ポンプ低速度用電源装置遮断器は新規制基準の耐震性向上の対応として長期停止期間中に更新し，緊急用 M/C 及び緊急時対策所用 M/C は，新たに設置されることから，今後，点検時に動作確認を行い，その結果により必要に応じ取替を実施することで健全性を維持できると考える。

したがって，配線用遮断器の固渋は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

m. 主回路断路部の摩耗［共通］

代表機器と同様，主回路断路部は，真空遮断器の挿入・引出しによる摩耗が想定されるが，断路部は点検時に潤滑剤を塗布していることから潤滑性は良好である。

また，真空遮断器の挿入・引出しは点検時にしか行わないため，断路部の摩耗の可能性は小さく，点検時に目視確認を行い，その結果により必要に応じ補修又は取替を実施することとしている。

原子炉再循環ポンプ低速度用電源装置遮断器は新規制基準の耐震性向上の対応として長期停止期間中に更新し，緊急用 M/C 及び緊急時対策所用 M/C は，新たに設置されることから，今後，点検時に目視確認を行い，その結果により必要に応じ補修又は取替を実施することで健全性を維持できると考える。

したがって，主回路断路部の摩耗は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

n. 筐体及び取付ボルトの腐食（全面腐食）［共通］

代表機器と同様，筐体及び取付ボルトは，炭素鋼であるため腐食が想定されるが，表面は塗装等が施されており，屋内空調環境に設置されていることから，腐食の可能性は小さく，点検時に目視確認を行い，その結果により必要に応じ補修又は取替を実施することとしている。

原子炉再循環ポンプ低速度用電源装置遮断器は新規制基準の耐震性向上の対応として長期停止期間中に更新し，緊急用 M/C 及び緊急時対策所用 M/C は，新たに設置されることから，今後，点検時に目視確認を行い，その結果により必要に応じ補修又は取替を実施することで健全性を維持できると考える。

したがって，筐体及び取付ボルトの腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

o. 埋込金物（大気接触部）の腐食（全面腐食）［原子炉再循環ポンプ遮断器，原子炉再循環ポンプ低速度用電源装置遮断器，緊急用 M/C，緊急時対策所用 M/C］

代表機器と同様，埋込金物（大気接触部）は，炭素鋼であるため腐食が想定されるが，大気接触部は塗装が施され，屋内空調環境に設置することとしており，腐食の可能性は小さく，点検時に目視確認を行い，その結果により必要に応じ補修又は取替を実施することで健全性を維持できると考える。

したがって，埋込金物（大気接触部）の腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

(2) 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により，今後も経年劣化の進展が考えられない，又は進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外）

a. 主回路導体の腐食（全面腐食）［共通］

代表機器と同様，主回路導体は，アルミニウム合金であるため腐食が想定されるが，主回路導体表面は防錆処理が施されており，屋内空調環境に設置されていることから腐食の可能性はない。

原子炉再循環ポンプ低速度用電源装置遮断器は新規制基準の耐震性向上の対応として長期停止期間中に更新し，緊急用 M/C 及び緊急時対策所用 M/C は，新たに設置されるが，代表機器と同様，主回路導体表面は防錆処理が施され，屋内空調環境に設置することとしており，腐食の可能性はない。

したがって，主回路導体の腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

b. 貫通型計器用変流器の絶縁特性低下［原子炉再循環ポンプ遮断器，常設代替高圧電源装置遮断器盤，緊急用 M/C，緊急時対策所用 M/C］

代表機器と同様，貫通型計器用変流器の絶縁物は，有機物であるため熱的，電気的及び環境的要因による絶縁特性の低下が想定されるが，貫通型計器用変流器は低電圧の機器であり，屋内空調環境に設置されていることから，電気的及び環境的要因による絶縁特性低下の可能性はない。

また，貫通型計器用変流器のコイルへの通電電流が少ないことから，温度上昇は僅かであり，熱的要因による絶縁特性低下の可能性もない。

緊急用 M/C 及び緊急時対策所用 M/C は，新たに設置されるが，代表機器と同様，貫通型計器用変流器は低電圧の機器であり，屋内空調環境に設置することとしており，電気的及び環境的要因による絶縁特性低下の可能性及びコイルへの通電電流が少ないことから，温度上昇は僅かであり，熱的要因による絶縁特性低下の可能性もない。

したがって，貫通型計器用変流器の絶縁特性低下は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

c. 埋込金物（コンクリート埋設部）の腐食（全面腐食）［原子炉再循環ポンプ遮断器，原子炉再循環ポンプ低速度用電源装置遮断器，緊急用 M/C，緊急時対策所用 M/C］

代表機器と同様，埋込金物（コンクリート埋設部）は，炭素鋼であるため腐食が想定される。

コンクリート埋設部ではコンクリートの大気接触部表面からの中性化の進行により腐食環境となるが，コンクリートが中性化に至り，埋込金物に有意な腐食が発生するまで長期間を要す。

したがって，埋込金物（コンクリート埋設部）の腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

d. 真空遮断器引外しばね・ワイプばねのへたり［共通］

代表機器と同様，真空遮断器の引外しばね・ワイプばねは，真空遮断器の開放時に必要な力を蓄勢する構造になっており，へたりが生じることが想定されるが，引外しに必要な応力は，ばねの許容応力以下になるように設定されており，へたりが生じる可能性はない。

原子炉再循環ポンプ遮断器は保全計画を基に，原子炉再循環ポンプ低速度用電源装置遮断器は新規制基準の耐震性向上の対応として長期停止期間中に更新し，緊急用 M/C 及び緊急時対策所用 M/C は，新たに設置されるが，引外しに必要な応力は，ばねの許容応力以下になるように設定されており，へたりが生じる可能性はない。

したがって，真空遮断器引外しばね・ワイプばねのへたりは高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

2. 動力用変圧器

［対象動力用変圧器］

① 非常用動力用変圧器（2C，2D）

② 非常用動力用変圧器（HPCS）

③ 緊急用動力変圧器

④ 緊急時対策所用動力変圧器

目次

1. 対象機器及び代表機器の選定..... 2-1
1.1 グループ化の考え方及び結果..... 2-1
1.2 代表機器の選定..... 2-1
2. 代表機器の技術評価..... 2-3
2.1 構造，材料及び使用条件..... 2-3
2.1.1 非常用動力用変圧器（2C，2D）..... 2-3
2.2 経年劣化事象の抽出..... 2-7
2.2.1 機器の機能達成に必要な項目..... 2-7
2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出..... 2-7
2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象..... 2-8
2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の評価..... 2-13
3. 代表機器以外への展開..... 2-15
3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象..... 2-15
3.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象..... 2-15

1. 対象機器及び代表機器の選定

東海第二で使用している主要な動力用変圧器の主な仕様を表 1-1 に示す。

これらの動力用変圧器を電圧区分，型式及び設置場所の観点からグループ化し，このグループより以下のとおり代表機器を選定した。

1.1 グループ化の考え方及び結果

電圧区分，型式及び設置場所を分類基準とし，動力用変圧器を表 1-1 に示すとおりグループ化する。

1.2 代表機器の選定

動力用変圧器のグループには，非常用動力用変圧器(2C，2D)，非常用動力用変圧器(HPCS)，緊急用動力変圧器及び緊急時対策所用動力変圧器が属するが，重要度，一次電圧，二次電圧及び定格容量の観点から重要度が高く，一次電圧及び二次電圧は同等であるが定格容量の大きい非常用動力用変圧器（2C，2D）を代表機器とする。

表 1-1　動力用変圧器のグループ化及び代表機器の選定

分類基準			機器名称	仕様（定格容量）	選定基準				選定	選定理由
電圧区分	型式	設置場所			重要度*1	使用条件				
						一次電圧	二次電圧	定格容量		
高圧	乾式変圧器	屋内	非常用動力用変圧器（2C，2D）	3,333 kVA	MS-1 重*2	AC 6,900 V	AC 480 V	3,333 kVA	◎	重要度 一次電圧 二次電圧 定格容量
			非常用動力用変圧器（HPCS）	600 kVA	MS-1 重*2	AC 6,900 V	AC 480 V	600 kVA		
			緊急用動力変圧器*3	2,000 kVA	重*2	AC 6,900 V	AC 480 V	2,000 kVA		
			緊急時対策所用動力変圧器*3	1,400 kVA	重*2	AC 6,900 V	AC 480 V	1,400 kVA		

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

*2：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す

*3：新規に設置される機器

2. 代表機器の技術評価

本章では，1 章で代表機器とした以下の動力用変圧器について技術評価を実施する。

① 非常用動力用変圧器（2C，2D）

2.1 構造，材料及び使用条件

2.1.1 非常用動力用変圧器（2C，2D）

(1) 構造

東海第二の非常用動力用変圧器（2C，2D）は，定格容量 3,333 kVA，一次電圧 6,900 V，二次電圧 480 V の内鉄形三相二巻線の乾式変圧器（強制空冷式）である。

変圧器本体は電流回路となるコイルと磁気回路となる鉄心及びコイルの絶縁を保持する絶縁物から構成され，電磁誘導の原理に基づき電圧変成を行っている。コイルは細分された導体を必要回数巻いて構成されており，導体はガラス繊維及び絶縁紙を巻き回した後，エポキシ樹脂で固めている。

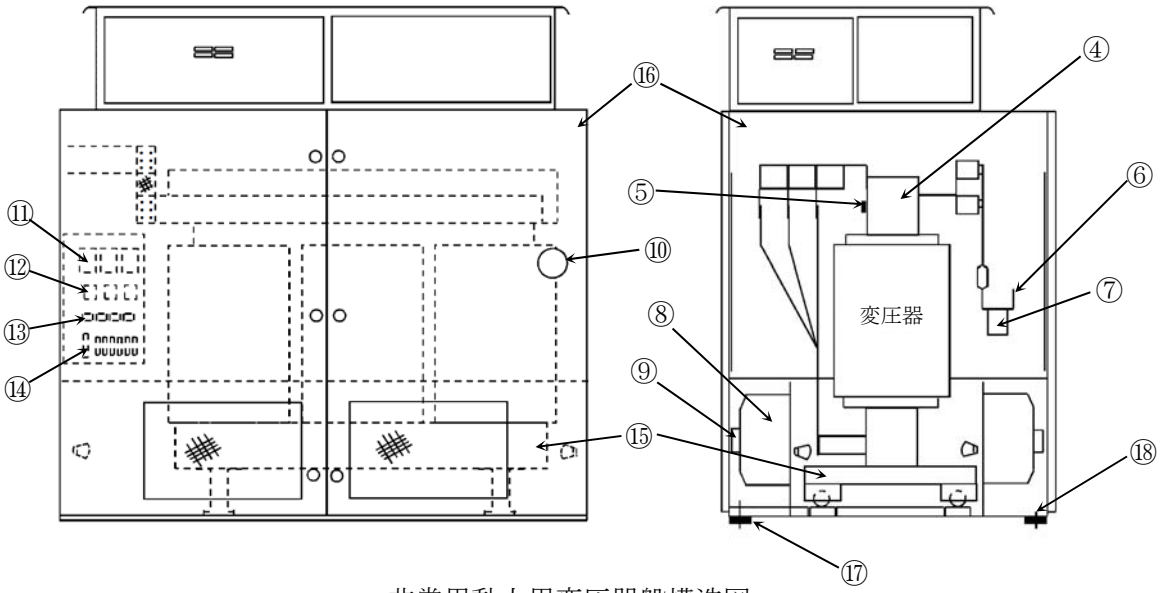
また，コイルと鉄心間及びコイル間にはガラス繊維で構成されたダクトスペーサを挿入して固定している。鉄心は三相三脚鉄心で，主脚は各コイルの内側を貫通し，各コイルの外側で閉路となるよう構成され，鉄心締付ボルト及びベース部金具で保持・固定されている。

変圧器本体の他には冷却用ファンが本体下部に設けられ，空気を強制的に循環させることにより変圧器の発生熱を除去する構成になっている。

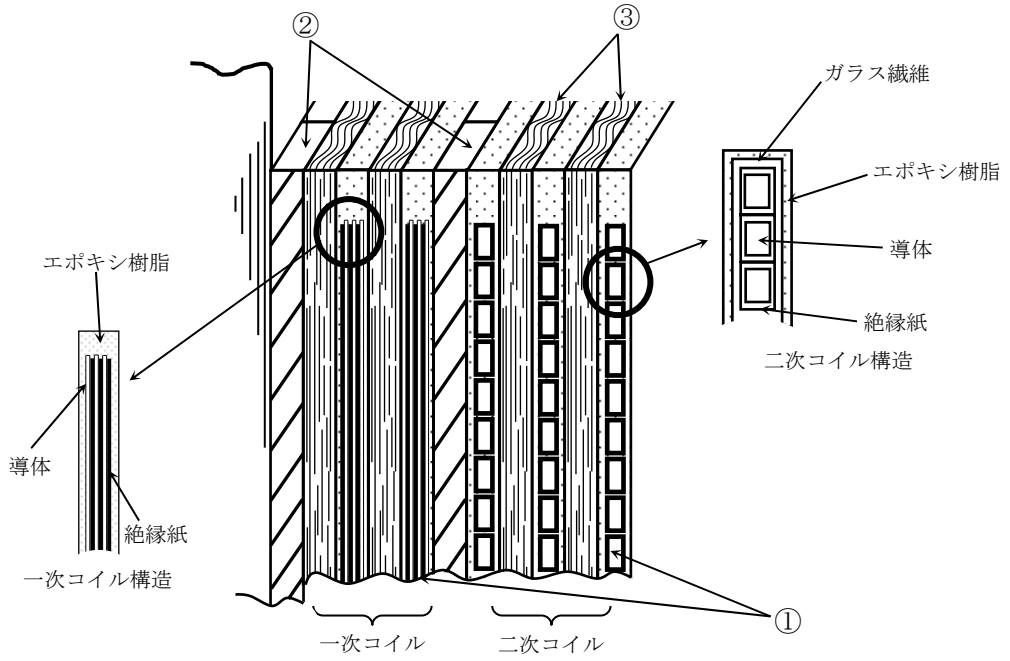
東海第二の非常用動力用変圧器（2C，2D）の外観構造図を図 2.1-1 に示す。

(2)材料及び使用条件

東海第二の非常用動力用変圧器（2C，2D）主要部位の使用材料を表 2.1-1，使用条件を表 2.1-2 に示す。



非常用動力用変圧器盤構造図



非常用動力用変圧器内部構造図

No.	部位	No.	部位	No.	部位
①	変圧器コイル	⑦	支持碍子	⑬	サーマルリレー
②	ダクトスペーサ	⑧	冷却ファン	⑭	ナイフスイッチ・ヒューズ
③	絶縁層	⑨	冷却ファンモータ	⑮	変圧器ベース
④	鉄心	⑩	温度計	⑯	筐体
⑤	鉄心締付ボルト	⑪	配線用遮断器	⑰	埋込金物
⑥	接続導体	⑫	電磁接触器	⑱	取付ボルト

図 2.1-1　非常用動力用変圧器（2C，2D）構造図

表 2.1-1　非常用動力用変圧器（2C，2D）主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位		材料
電圧変換,絶縁機能の維持	電圧変成	コイル	変圧器コイル	銅，エポキシ樹脂，絶縁紙，ガラス繊維
			ダクトスペーサ	ガラス繊維
			絶縁層	ガラス繊維，マイカ
		鉄心		電磁鋼
		鉄心締付ボルト		炭素鋼
		接続導体		アルミニウム合金
		支持碍子		磁器
		冷却ファン		アルミニウム合金
		冷却ファンモータ	主軸	炭素鋼
			固定子コイル	銅，絶縁物
			口出線・接続部品	銅，絶縁物
			固定子コア	電磁鋼
			回転子コア	電磁鋼
			回転子棒 ・回転子エンドリング	アルミニウム
			フレーム	圧延鋼板
			軸受（ころがり）	（消耗品）
			エンドブラケット	圧延鋼板
			端子箱	鋼板
	保護・制御	温度計		銅他
		配線用遮断器		銅他
		電磁接触器		樹脂，銅他
		サーマルリレー		銅他
		ナイフスイッチ		銅他
		ヒューズ		（消耗品）
機器の支持	支持	変圧器ベース		炭素鋼
		筐体		炭素鋼
		埋込金物		炭素鋼
		取付ボルト		炭素鋼

表 2.1-2　非常用動力用変圧器（2C，2D）の使用条件

設置場所	屋内
周囲温度*	40 ℃（最高）
定格容量	3,333 kVA
一次電圧	AC 6,900 V
二次電圧	AC 480 V

＊：原子炉建屋付属棟における設計値

2.2 経年劣化事象の抽出

2.2.1 機器の機能達成に必要な項目

動力用変圧器の機能である電圧変成機能の達成に必要な項目は以下のとおり。

(1) 電圧変換，絶縁機能の維持

(2) 機器の支持

2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

(1) 想定される経年劣化事象の抽出

動力用変圧器について，機能達成に必要な項目を考慮して主要な部位に展開した上で，個々の部位の材料，構造，使用条件（電圧，温度等）及び現在までの運転経験を考慮し，表 2.2-1 に示すとおり，想定される経年劣化事象を抽出した（表 2.2-1 で○又は△，▲）。

なお，消耗品及び定期取替品は以下のとおり評価対象外とする。

(2) 消耗品及び定期取替品の扱い

軸受（ころがり）及びヒューズは消耗品であり，設計時に長期使用せず取替を前提としていることから高経年化対策を見極める上での評価対象外とする。

(3) 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

想定される経年劣化事象のうち下記①，②に該当しない事象を高経年化対策上着目すべき経年劣化事象と判断した。

なお，下記①，②に該当する事象については，2.2.3 項に示すとおり，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断した。

① 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって，想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象として表 2.2-1 で△）

② 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により，今後も経年劣化の進展が考えられない，又は進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外として表 2.2-1 で▲）

この結果，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象として以下の事象が抽出された（表 2.2-1 で○）。

a. 変圧器コイルの絶縁特性低下

b. 冷却ファンモータの固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁特性低下

2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

(1) 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって，想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象）

a. コイルのダクトスペーサ，絶縁層及び支持碍子の絶縁特性低下

コイルのダクトスペーサ，絶縁層及び支持碍子は，無機物であるため環境的要因により経年的に劣化が進行し，絶縁特性の低下が想定されるが，屋内空調環境に設置されていることから，環境的要因による絶縁特性低下の可能性は小さく，点検時に絶縁抵抗測定を行い，その結果により必要に応じ補修又は取替を実施することとしている。

したがって，コイルのダクトスペーサ，絶縁層及び支持碍子の絶縁特性低下は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

b. 鉄心及び鉄心締付ボルトの腐食（全面腐食）

鉄心及び鉄心締付ボルトは，電磁鋼及び炭素鋼であるため腐食が想定されるが，表面は塗装が施されており，屋内空調環境に設置されていることから，腐食の可能性は小さく，点検時に目視確認を行い，その結果により必要に応じ補修又は取替を実施することとしている。

したがって，鉄心及び鉄心締付ボルトの腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

c. 温度計の特性変化

温度計は，長期間の使用に伴い指示特性に誤差が生じ，精度が確保できなくなることが想定されるが，点検時に特性試験を行い，その結果により必要に応じ調整又は取替を実施することとしている。

したがって，温度計の特性変化は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

d. 配線用遮断器の固渋

配線用遮断器は，周囲温度，浮遊塵埃，発熱及び不動作状態の継続により，操作機構部に塗布されている潤滑剤の潤滑性能が低下し，それに伴う摩擦の増大による固渋が想定されるが，配線用遮断器には，耐熱性及び耐揮発性に優れ，潤滑性能が低下し難い潤滑剤が使用されていることから固渋の可能性は小さい。

また，屋内空調環境に設置されており，かつ，密閉構造であることから，周囲温度及び浮遊塵埃による影響も小さく，点検時に動作確認を行い，その結果により必要に応じ取替を実施することとしている。

したがって，配線用遮断器の固渋は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

e. 電磁接触器及びサーマルリレーの導通不良

電磁接触器及びサーマルリレーは，浮遊塵埃が接点に付着することによる導通不良が想定されるが，屋内空調環境に設置されており，かつ，密閉構造であることから，塵埃付着の可能性は小さく，点検時に動作確認を行い，その結果により必要に応じ取替を実施することとしている。

したがって，電磁接触器及びサーマルリレーの導通不良は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

f. ナイフスイッチの導通不良

ナイフスイッチは，接触子の接触圧力が低下することによる導通不良が想定されるが，ナイフスイッチの開閉回数は非常に少ないことから接触圧力が低下する可能性は小さく，点検時に動作確認を行い，その結果により必要に応じ補修又は取替を実施することとしている。

したがって，ナイフスイッチの導通不良は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

g. 変圧器ベース，筐体及び取付ボルトの腐食（全面腐食）

変圧器ベース，筐体及び取付ボルトは，炭素鋼であるため腐食が想定されるが，表面は塗装等が施されており，屋内空調環境に設置されていることから，腐食の可能性は小さく，点検時に目視確認を行い，その結果により必要に応じ補修又は取替を実施することとしている。

したがって，変圧器ベース，筐体及び取付ボルトの腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

h. 埋込金物（大気接触部）の腐食（全面腐食）

埋込金物（大気接触部）は，炭素鋼であるため腐食が想定されるが，大気接触部は塗装が施されており，屋内空調環境に設置されていることから，腐食の可能性は小さく，点検時に目視確認を行い，その結果により必要に応じ補修又は取替を実施することとしている。

したがって，埋込金物（大気接触部）の腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

i. 冷却ファンモータの主軸の摩耗

冷却ファンモータの主軸は，軸受との接触面の摩耗が想定されるが，点検時に動作確認を行い，その結果により必要に応じ分解点検，補修又は取替を実施することとしている。

したがって，冷却ファンモータの主軸の摩耗は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

j. 冷却ファンモータの固定子コア及び回転子コアの腐食（全面腐食）

冷却ファンモータの固定子コア及び回転子コアは，電磁鋼であるため腐食が想定されるが，固定子コア及び回転子コアには，防食効果のある絶縁ワニス処理が施されており，腐食進行の可能性は小さく，動作確認において分解点検が必要となった場合は目視確認を行うこととしており，その結果により必要に応じ補修を実施することとしている。

したがって，固定子コア及び回転子コアの腐食（全面腐食）は高経年対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

k. 冷却ファンの腐食（全面腐食）

冷却ファンは，耐食性に優れたアルミニウム合金であり，腐食の可能性は小さい。

なお，点検時に目視確認を行い，これまで有意な腐食は確認されていない。

今後も使用環境が変わらないことから，これらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，冷却ファンの腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

l. 接続導体の腐食（全面腐食）

接続導体は，耐食性に優れたアルミニウム合金であり，表面は防錆処理が施されていることから腐食の可能性は小さい。

なお，点検時に目視確認を行い，これまで有意な腐食は確認されていない。

今後も使用環境が変わらないことから，これらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，接続導体の腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

m. 冷却ファンモータのフレーム，エンドブラケット及び端子箱の腐食（全面腐食）
n. 冷却ファンモータの取付ボルトの腐食（全面腐食）
o. 冷却ファンモータの主軸の高サイクル疲労割れ

以上m.～o.の評価については,「ポンプモータの技術評価書」のうち低圧ポンプモータと同一であることから，当該評価書を参照のこと。

(2) 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により，今後も経年劣化の進展が考えられない，又は進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外）

a. 埋込金物（コンクリート埋設部）の腐食（全面腐食）

埋込金物（コンクリート埋設部）は，炭素鋼であるため腐食が想定される。

コンクリート埋設部ではコンクリートの大気接触部表面からの中性化の進行により腐食環境となるが，コンクリートが中性化に至り，埋込金物に有意な腐食が発生するまで長期間を要す。

したがって，埋込金物（コンクリート埋設部）の腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象でないと判断する。

b. 冷却ファンモータの回転子棒及び回転子エンドリングの疲労割れ

冷却ファンモータの回転子棒及び回転子エンドリングの疲労割れについては,「ポンプモータの技術評価書」のうち低圧ポンプモータと同一であることから，当該評価書を参照のこと。

表 2.2-1　非常用動力用変圧器（2C，2D）に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象								備考
					減肉		割れ		絶縁	導通	信号	その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	絶縁特性低下	導通不良	特性変化		
電圧変換，絶縁機能の維持	電圧変成	コイル 変圧器コイル		銅，エポキシ樹脂，絶縁紙，ガラス繊維					○				*1:主軸 *2:フレーム，エンドブラケット，及び端子箱 *3:固定子コア及び回転子コア *4:取付ボルト *5:主軸の高サイクル疲労割れ *6:回転子棒及び回転子エンドリング *7:固定子コイル及び口出線・接続部品 *8:固渋 *9:大気接触部 *10:コンクリート埋設部
		コイル ダクトスペーサ		ガラス繊維					△				
		コイル 絶縁層		ガラス繊維，マイカ					△				
		鉄心		電磁鋼		△							
		鉄心締付ボルト		炭素鋼		△							
		接続導体		アルミニウム合金		△							
		支持碍子		磁器					△				
		冷却ファン		アルミニウム合金		△							
		冷却ファンモータ	◎〔軸受(ころがり)〕	アルミニウム，銅，絶縁物他	△*1	△*2*3*4	△*5 ▲*6		○*7				
	保護・制御	温度計		銅他							△		
		配線用遮断器		銅他								△*8	
		電磁接触器		樹脂，銅他						△			
		サーマルリレー		銅他						△			
		ナイフスイッチ		銅他						△			
		ヒューズ	◎	－									
機器の支持	支持	変圧器ベース		炭素鋼		△							
		筐体		炭素鋼		△							
		埋込金物		炭素鋼		△*9 ▲*10							
		取付ボルト		炭素鋼		△							

○：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象
△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）
▲：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象以外）

2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の評価

(1) 変圧器コイルの絶縁特性低下

a. 事象の説明

変圧器コイルの絶縁物は，有機物であるため，熱による特性変化，絶縁物に付着する埃，絶縁物内空隙での放電等の熱的，電気的及び環境的要因により経年的に劣化が進行し，絶縁特性低下を起こす可能性がある。

b. 技術評価

① 健全性評価

変圧器コイルの絶縁特性低下要因としては，コイルの通電電流による熱的劣化，絶縁物内空隙での放電による電気的劣化及び絶縁物表面に埃が付着・吸湿して沿面絶縁を低下させる環境的劣化があるが，これまでの点検実績から最も絶縁特性低下に影響を及ぼす要因は熱的劣化であることから，長期間の使用を考慮すると絶縁特性低下が起こる可能性は否定できない。

② 現状保全

変圧器コイルの絶縁特性低下に対しては，点検時に絶縁物の変色有無や塵埃付着の有無等の目視確認，清掃及び絶縁抵抗測定を行い，熱的劣化による有意な絶縁特性低下のないことを確認している。

また，これらの点検で有意な絶縁特性の低下が確認された場合は，補修又は取替えることとしている。

③ 総合評価

変圧器コイルの絶縁特性低下の可能性は否定できないが，現状保全にて絶縁特性の低下は把握可能である。

また，今後も点検時に目視確認，清掃及び絶縁抵抗測定を実施することで，異常の有無の確認は可能であり，現状の保全は点検手法として適切であると判断する。

c. 高経年化への対応

変圧器コイルの絶縁特性低下に対しては，高経年化対策の観点から現状の保全内容に追加すべき項目はない。今後も点検時に目視確認，清掃及び絶縁抵抗測定を実施することにより絶縁特性低下を監視していくとともに，必要に応じ補修又は取替を行うこととする。

(2) 冷却ファンモータの固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁特性低下

冷却ファンモータの固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁特性低下に対する「事象の説明」,「技術評価」及び「高経年化への対応」は,「ポンプモータの技術評価書」のうち低圧ポンプモータと同一であることから，当該評価書を参照のこと。

3. 代表機器以外への展開

本章では，2 章で実施した代表機器の技術評価について，1 章で実施したグループ化で代表機器となっていない機器への展開について検討した。

［対象動力用変圧器］

① 非常用動力用変圧器（HPCS）

② 緊急用動力変圧器

③ 緊急時対策所用動力変圧器

3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

a. 変圧器コイルの絶縁特性低下［共通］

代表機器と同様，変圧器コイルの絶縁物は，有機物であるため，熱的，電気的及び環境的要因による絶縁特性の低下が想定されるが，これまでの点検実績から最も絶縁特性低下に影響を及ぼす要因は熱的劣化である。

絶縁特性低下は，点検時に目視確認，清掃及び絶縁抵抗測定を実施することで絶縁特性の低下は把握可能である。

今後も点検時に目視確認，清掃及び絶縁抵抗測定を実施することにより絶縁特性低下を監視していくとともに，必要に応じて補修又は取替を実施することで健全性は維持できると判断する。

緊急用動力変圧器及び緊急時対策所用動力変圧器は，新たに設置されることから，今後，点検時に目視確認，清掃及び絶縁抵抗測定を行うとともに，必要に応じて補修又は取替を実施することで健全性は維持できると判断する。

したがって，高経年化対策の観点から現状の保全内容に追加すべき項目はない。

3.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

(1) 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって，想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象）

a. コイルのダクトスペーサ，絶縁層及び支持碍子の絶縁特性低下［共通］

代表機器と同様，コイルのダクトスペーサ，絶縁層及び支持碍子は，無機物であるため環境的要因により経年的に劣化が進行し，絶縁特性の低下が想定されるが，屋内空調環境に設置されていることから，環境的要因による絶縁特性低下の可能性は小さく，点検時に絶縁抵抗測定を行い，その結果により必要に応じ補修又は取替を実施することとしている。

緊急用動力変圧器及び緊急時対策所用動力変圧器は，新たに設置されることから，今後，点検時に清掃及び絶縁抵抗測定を行い，その結果により必要に応じ補修又は取替を実施することで健全性を維持できると考える。

したがって，コイルのダクトスペーサ，絶縁層及び支持碍子の絶縁特性低下は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

b. 鉄心及び鉄心締付ボルトの腐食（全面腐食）［共通］

代表機器と同様，鉄心及び鉄心締付ボルトは，電磁鋼及び炭素鋼であるため腐食が想定されるが，表面は塗装が施されており，屋内空調環境に設置されていることから，腐食の可能性は小さく，点検時に目視確認を行い，その結果により必要に応じ補修又は取替を実施することとしている。

緊急用動力変圧器及び緊急時対策所用動力変圧器は，新たに設置されることから，今後，点検時に目視確認を行い，その結果により必要に応じ補修又は取替を実施することで健全性を維持できると考える。

したがって，鉄心及び鉄心締付ボルトの腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

c. 温度計の特性変化［共通］

代表機器と同様，温度計は，長期間の使用に伴い指示特性に誤差が生じ，精度が確保できなくなることが想定されるが，点検時に特性試験を行い，その結果により必要に応じ調整又は取替を実施することとしている。

緊急用動力変圧器及び緊急時対策所用動力変圧器は，新たに設置されることから，今後，点検時に特性試験を行い，その結果により必要に応じ調整又は取替を実施することで健全性を維持できると考える。

したがって，温度計の特性変化は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

d. 変圧器ベース，筐体及び取付ボルトの腐食（全面腐食）［共通］

代表機器と同様，変圧器ベース，筐体及び取付ボルトは，炭素鋼であるため腐食が想定されるが，表面は塗装等が施されており，屋内空調環境に設置されていることから，腐食の可能性は小さく，点検時に目視確認を行い，その結果により必要に応じ補修又は取替を実施することとしている。

緊急用動力変圧器及び緊急時対策所用動力変圧器は，新たに設置されることから，今後，点検時に目視確認を行い，その結果により必要に応じ補修又は取替を実施することで健全性を維持できると考える。

したがって，変圧器ベース，筐体及び取付ボルトの腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

e. 埋込金物（大気接触部）の腐食（全面腐食）［共通］

代表機器と同様，埋込金物（大気接触部）は，炭素鋼であるため腐食が想定されるが，大気接触部は塗装が施されており，屋内空調環境に設置されていることから，腐食の可能性は小さく，点検時に目視確認を行い，その結果により必要に応じ補修又は取替を実施することとしている。

緊急用動力変圧器及び緊急時対策所用動力変圧器は，新たに設置されることから，今後，点検時に目視確認を行い，その結果により必要に応じ補修又は取替を実施することで健全性を維持できると考える。

したがって，埋込金物（大気接触部）の腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

f. 接続導体の腐食（全面腐食）［共通］

代表機器と同様，接続導体は，耐食性に優れたアルミニウム合金であり，表面は防錆処理が施されていることから腐食の可能性は小さい。

なお，点検時に目視確認を行い，これまで有意な腐食は確認されていない。

今後も使用環境が変わらないことから，これらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

緊急用動力変圧器及び緊急時対策所用動力変圧器は，新たに設置されるが，代表機器と同様，接続導体は，耐食性に優れたアルミニウム合金であり，腐食の可能性は小さいと考える。

したがって，接続導体の腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

(2) 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により，今後も経年劣化の進展が考えられない，又は進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外）

a. 埋込金物（コンクリート埋設部）の腐食（全面腐食）［共通］

代表機器と同様，埋込金物（コンクリート埋設部）は，炭素鋼であるため腐食が想定される。

コンクリート埋設部ではコンクリートの大気接触部表面からの中性化の進行により腐食環境となるが，コンクリートが中性化に至り，埋込金物に有意な腐食が発生するまで長期間を要す。

緊急用動力変圧器及び緊急時対策所用動力変圧器は，新たに設置されるが，代表機器と同様，コンクリートが中性化に至り，埋込金物に有意な腐食が発生するまで長期間を要す。

したがって，埋込金物（コンクリート埋設部）の腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象でないと判断する。

3. 低圧閉鎖配電盤

［対象低圧閉鎖配電盤］

① 非常用 P/C

② 緊急用 P/C

③ 緊急時対策所用 P/C

④ 125 V 直流 P/C

⑤ 緊急時対策所用直流 125 V 主母線盤

⑥ 計測用 P/C

目次

1. 対象機器及び代表機器の選定..... 3-1
1.1 グループ化の考え方及び結果..... 3-1
1.2 代表機器の選定..... 3-1
2. 代表機器の技術評価..... 3-3
2.1 構造，材料及び使用条件..... 3-3
2.1.1 非常用 P/C..... 3-3
2.1.2 計測用 P/C..... 3-8
2.2 経年劣化事象の抽出..... 3-11
2.2.1 機器の機能達成に必要な項目..... 3-11
2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出..... 3-11
2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象..... 3-13
2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の評価..... 3-20
3. 代表機器以外への展開..... 3-23
3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象..... 3-23
3.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象..... 3-24

1. 対象機器及び代表機器の選定

東海第二で使用している低圧閉鎖配電盤の主な仕様を表 1-1 に示す。

これらの低圧閉鎖配電盤を電圧区分，型式（内蔵遮断器）及び設置場所の観点からグループ化し，それぞれのグループより以下のとおり代表機器を選定した。

1.1 グループ化の考え方及び結果

電圧区分，型式（内蔵遮断器）及び設置場所を分類基準とし，低圧閉鎖配電盤を表 1-1 に示すとおりグループ化する。

1.2 代表機器の選定

表 1-1 に分類されるグループ毎に，重要度，定格電圧及び遮断器フレーム電流の観点から代表機器を選定する。

(1) 気中遮断器

このグループには，非常用 P/C，緊急用 P/C，緊急時対策所用 P/C，125 V 直流 P/C 及び緊急時対策所用直流 125 V 主母線盤が属するが，重要度及び定格電圧の高い非常用 P/C を代表機器とする。

(2) 配線用遮断器

このグループには，計測用 P/C のみが属するため計測用 P/C を代表機器とする。

表 1-1　低圧閉鎖配電盤のグループ化及び代表機器の選定

分類基準			機器名称	仕様			選定基準			選定	選定理由
電圧区分	型式（内蔵遮断器）	設置場所		盤（定格電圧）	遮断器		重要度[*1]	使用条件			
					操作方式	定格（電圧×遮断電流）		定格電圧	遮断器フレーム電流		
低圧	気中遮断器	屋内	非常用 P/C	AC 480 V	電磁 電磁 電動ばね	AC 600 V×40 kA AC 600 V×70 kA AC 600 V×50 kA	MS-1 重[*2]	AC 480 V	4,000 A 2,000 A 1,200 A	◎	重要度 定格電圧
			緊急用 P/C[*3]	AC 480 V	電動ばね	AC 600 V×50 kA	重[*2]	AC 480 V	3,000 A 1,200 A		
			緊急時対策所用 P/C[*3]	AC 480 V	電動ばね	AC 600 V×80 kA AC 600 V×63 kA	重[*2]	AC 480 V	1,800 A 1,200 A		
			125 V 直流 P/C	DC 125 V	電磁	DC 250 V×50 kA	MS-1 重[*2]	DC 125 V	1,600 A		
			緊急時対策所用直流 125 V 主母線盤[*3]	DC 125 V	電動ばね	DC 250 V×40 kA	重[*2]	DC 125 V	1,200 A		
	配線用遮断器		計測用 P/C	AC 120/240 V	電動 手動 手動	AC 600 V×ノートリップ AC 600 V×35 kA AC 600 V×30 kA	MS-1	AC 120/240 V	600 A 225 A 100 A	◎	

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

*2：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す

*3：新規に設置される機器

2. 代表機器の技術評価

本章では，1 章で代表機器とした以下の低圧閉鎖配電盤について技術評価を実施する。

① 非常用 P/C

② 計測用 P/C

2.1 構造，材料及び使用条件

2.1.1 非常用 P/C

(1) 構造

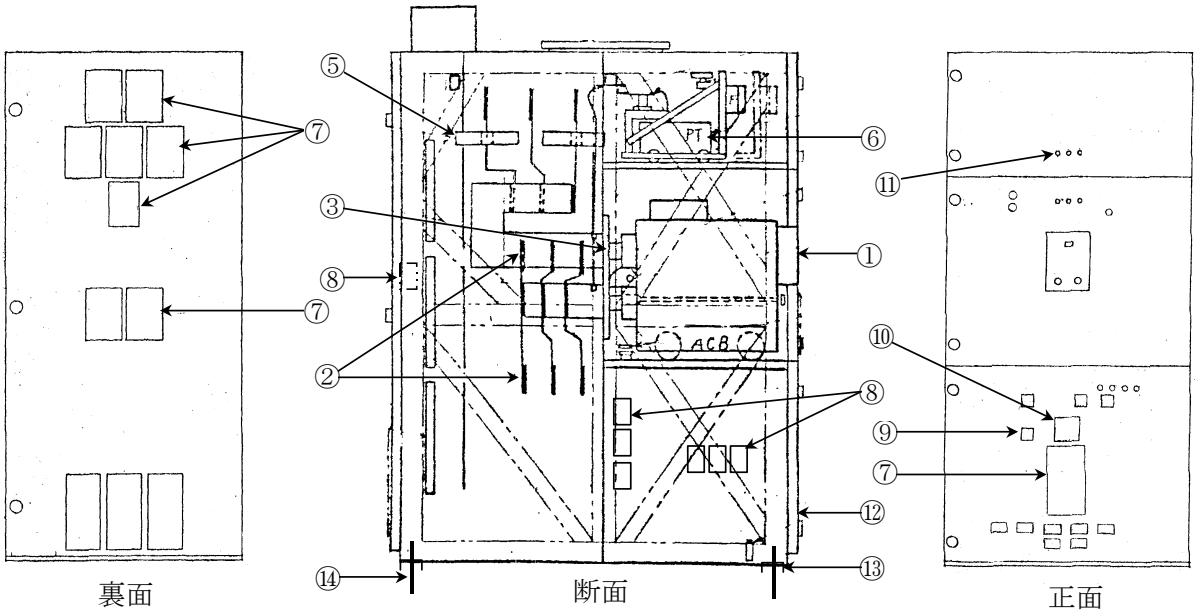
東海第二の非常用 P/C は気中遮断器，電源回路の保護・制御のための計器用変圧器等を内蔵している。

気中遮断器は投入方法により，電磁式と電動ばね式が存在する。電磁式の投入は電磁式投入コイルによって行い，引外しは投入時に蓄勢された引外しばねによって行う。電動ばね式は，ばね蓄勢用モータの回転により蓄勢した投入ばねを放勢することで投入し，引外しは投入時に蓄勢された引外しばねによって行う。なお，遮断器は盤から外に引き出すことにより，点検手入れが可能である。

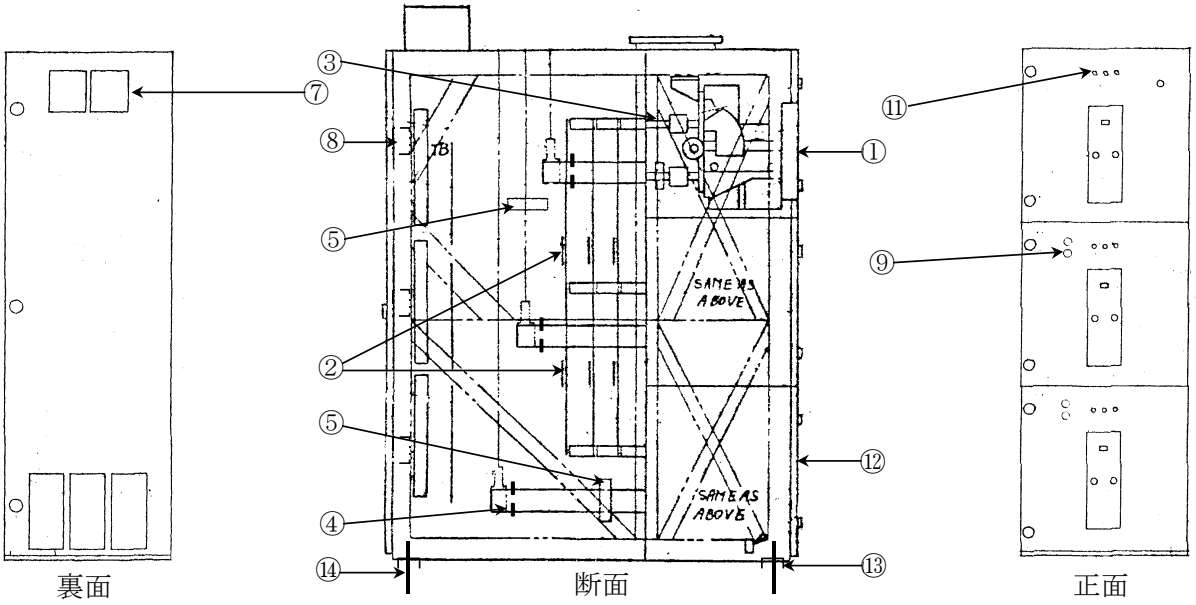
東海第二の非常用 P/C 構造図を図 2.1-1,気中遮断器(電磁式)構造図を図 2.1-2,気中遮断器（電動ばね式）構造図を図 2.1-3 に示す。

(2) 材料及び使用条件

東海第二の非常用 P/C 主要部位の使用材料を表 2.1-1 に，使用条件を表 2.1-2 に示す。



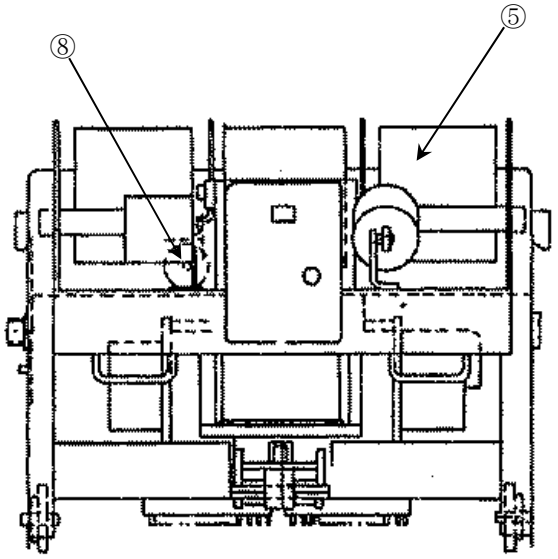
非常用 P/C 構造（計器用変圧器内蔵）



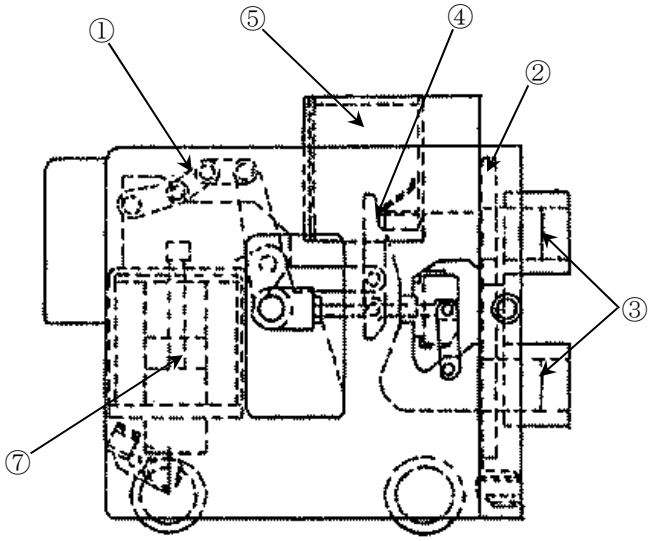
非常用 P/C 構造（遮断器内蔵）

No.	部位	No.	部位	No.	部位
①	気中遮断器	⑥	計器用変圧器	⑪	表示灯
②	主回路導体	⑦	保護継電器（機械式，静止形）	⑫	筐体
③	主回路断路部	⑧	補助継電器，タイマー，ヒューズ，配線用遮断器，ナイフスイッチ，セクションスイッチ	⑬	埋込金物
④	主回路導体絶縁支持板	⑨	操作スイッチ	⑭	取付ボルト
⑤	貫通型計器用変流器	⑩	指示計		

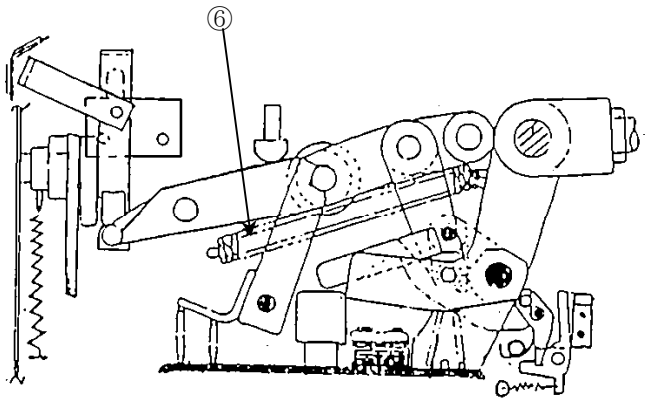
図 2.1-1　非常用 P/C 構造図



気中遮断器（電磁式）断面



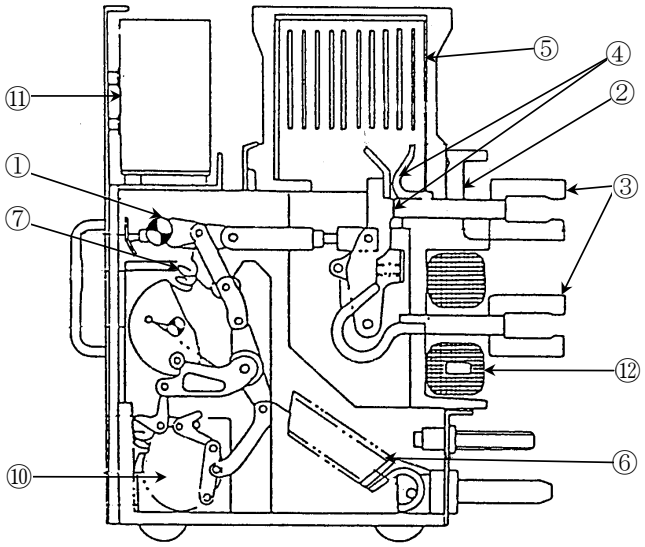
気中遮断器（電磁式）断面



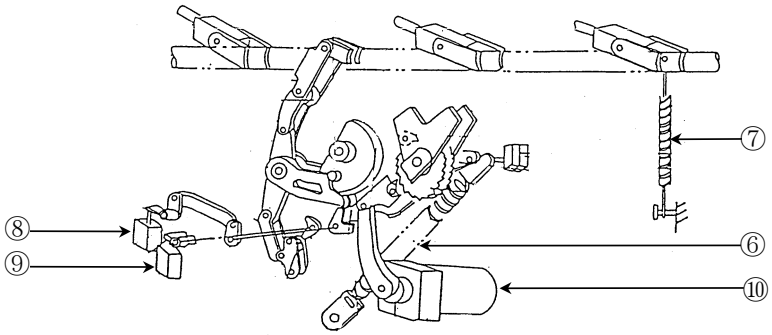
気中遮断器（電磁式）操作機構

No.	部位
①	操作機構
②	絶縁支持板
③	断路部
④	接触子
⑤	消弧室
⑥	引外しばね
⑦	投入コイル
⑧	引外しコイル

図 2.1-2　気中遮断器（電磁式）構造図



気中遮断器（電動ばね式）断面



気中遮断器（電動ばね式）操作機構

No.	部位	No.	部位
①	操作機構	⑦	引外しばね
②	絶縁支持板	⑧	投入コイル
③	断路部	⑨	引外しコイル
④	接触子	⑩	ばね蓄勢用モータ
⑤	消弧室	⑪	静止形過電流引外し装置
⑥	投入ばね	⑫	貫通型計器用変流器

図 2.1-3　気中遮断器（電動ばね式）構造図

表 2.1-1　非常用 P/C 主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位			材料
遮断性能の維持	遮断動作	気中遮断器	共通	操作機構	炭素鋼
				引外しばね	ピアノ線
				投入コイル	銅他
				引外しコイル	銅他
				絶縁支持板	フェノール樹脂他
				接触子	銅合金
				消弧室	冷間圧延鋼板，磁器他
				断路部	銅
			電動ばね	投入ばね	ピアノ線
				ばね蓄勢用モータ	炭素鋼，銅，絶縁物他
				静止形過電流引外し装置	銅，半導体他
				貫通型計器用変流器	銅，エポキシ樹脂
	開閉・保護制御	保護継電器（機械式）			銅他
		保護継電器（静止形）			銅，半導体他
		補助継電器			銀，銅他
		タイマー			銅，半導体他
		操作スイッチ			銅他
		指示計			銅他
		表示灯			（消耗品）
		ヒューズ			（消耗品）
		セクションスイッチ			銅合金
		配線用遮断器			銅他
		ナイフスイッチ			銅他
通電・絶縁性能の確保	エネルギー伝達	主回路導体			アルミニウム合金
	導体支持	主回路導体絶縁支持板			フェノール樹脂
		主回路断路部			銅，フェノール樹脂
信号伝達機能の維持	電圧・電流変成	貫通型計器用変流器			銅，エポキシ樹脂
		計器用変圧器			銅，エポキシ樹脂
機器の支持	支持	筐体			炭素鋼
		埋込金物			炭素鋼
		取付ボルト			炭素鋼

表 2.1-2　非常用 P/C の使用条件

設置場所	屋内
周囲温度*	40 ℃（最高）
定格電圧	AC 480 V
遮断器フレーム電流	4,000 A，2,000 A，1,200 A

*：原子炉建屋付属棟における設計値

2.1.2 計測用 P/C

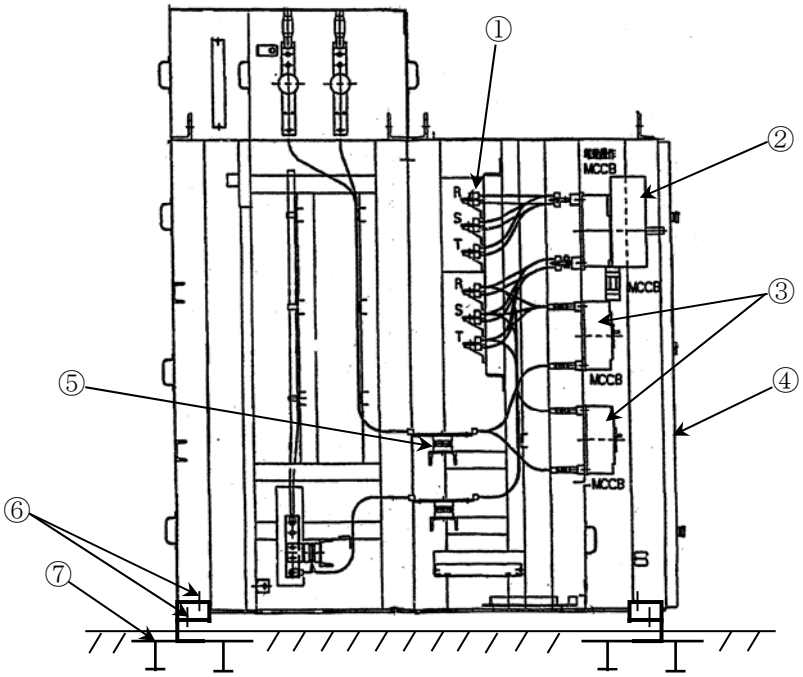
(1) 構造

東海第二の計測用 P/C は,それぞれの負荷に電源を分割供給するための配線用遮断器，機器を支持するための筐体，取付ボルトで構成されている。

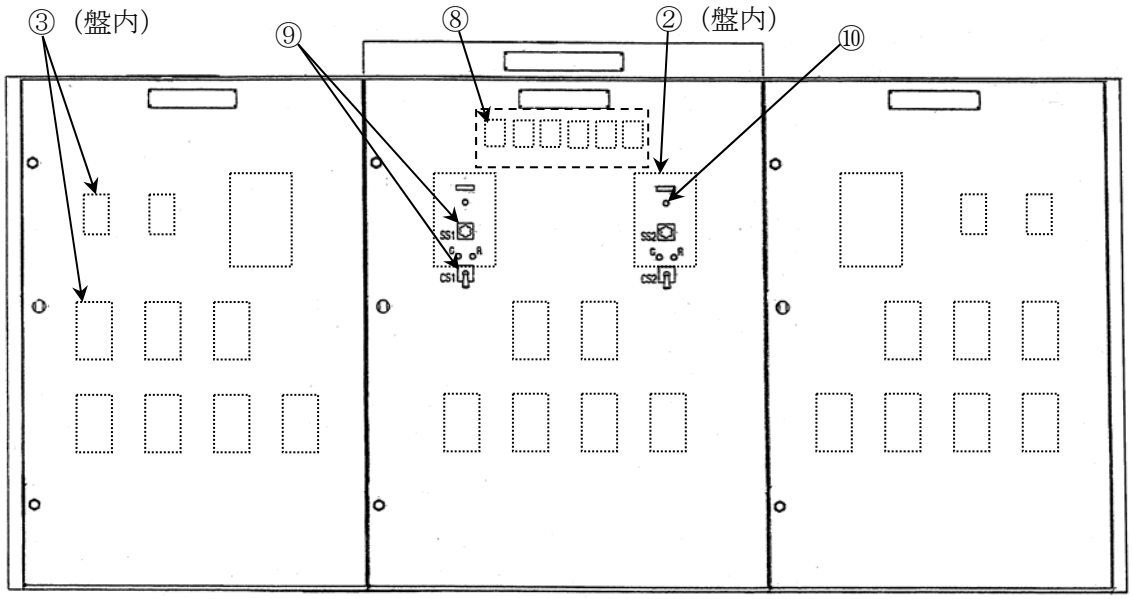
東海第二の計測用 P/C 構造図を図 2.1-4 に示す。

(2) 材料及び使用条件

東海第二の計測用 P/C 主要部位の使用材料を表 2.1-3 に，使用条件を表 2.1-4 に示す。



計測用 P/C 側面



計測用 P/C 正面

No.	部位	No.	部位
①	主回路導体	⑥	取付ボルト
②	電動操作配線用遮断器	⑦	埋込金物
③	配線用遮断器	⑧	補助継電器，タイマー
④	筐体	⑨	スイッチ
⑤	支持碍子	⑩	表示灯

図 2.1-4　計測用 P/C 構造図

表 2.1-3　計測用 P/C 主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
遮断性能の維持	開閉・保護制御	電動操作配線用遮断器	銅他
		配線用遮断器	銅他
		スイッチ	銅他
		補助継電器	銀，銅他
		タイマー	銅，半導体他
		表示灯	（消耗品）
通電・絶縁性能の確保	エネルギー伝達	主回路導体	銅
	導体支持	支持碍子	樹脂
機器の支持	支持	筐体	炭素鋼
		取付ボルト	炭素鋼
		埋込金物	炭素鋼

表 2.1-4　計測用 P/C の使用条件

設置場所	屋内
周囲温度*	40 ℃（最高）
定格電圧	AC 120/240 V
遮断器フレーム電流	600 A，225 A，100 A

＊：原子炉建屋付属棟における設計値

2.2 経年劣化事象の抽出

2.2.1 機器の機能達成に必要な項目

低圧閉鎖配電盤の機能である給電機能の達成に必要な項目は以下のとおり。

(1) 遮断性能の維持

(2) 通電・絶縁性能の確保

(3) 信号伝達機能の維持

(4) 機器の支持

2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

(1) 想定される経年劣化事象の抽出

低圧閉鎖配電盤について，機能達成に必要な項目を考慮して主要な部位に展開した上で，個々の部位の材料，構造，使用条件（電圧，温度等）及び現在までの運転経験を考慮し，表2.2-1に示すとおり，想定される経年劣化事象を抽出した(表2.2-1で○又は△，▲になるもの)。

なお，消耗品及び定期取替品は以下のとおり評価対象外とする。

(2) 消耗品及び定期取替品の扱い

表示灯及びヒューズは消耗品であり，設計時に長期使用せず取替を前提としていることから高経年化対策を見極める上での評価対象外とする。

(3) 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

想定される経年劣化事象のうち下記①，②に該当しない事象を高経年化対策上着目すべき経年劣化事象と判断した。

なお，下記①，②に該当する事象については，2.2.3 項に示すとおり，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断した。

① 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって,想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの(日常劣化管理事象として表 2.2-1 で△)

② 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により，今後も経年劣化の進展が考えられない,又は進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外として表 2.2-1 で▲）

この結果，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象として以下の事象が抽出された（表 2.2-1 で○)。

a. 気中遮断器絶縁支持板,主回路導体絶縁支持板及び主回路断路部[非常用 P/C],支持碍子［計測用 P/C］の絶縁特性低下

b. 計器用変圧器コイルの絶縁特性低下［非常用 P/C］

2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

(1) 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって，想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの(日常劣化管理事象)

a. 気中遮断器操作機構の固渋［非常用 P/C］

気中遮断器の操作機構は，潤滑油の劣化による粘度の増大，潤滑油への塵埃付着による潤滑性能の低下による固渋が想定されるが，点検時に各部の目視確認，清掃，潤滑油の注油及び開閉試験を行い，異常の無いことを確認しており，固渋が発生する可能性は小さい。

点検時に各部の目視確認，清掃，潤滑油の注油及び開閉試験を行い，その結果により必要に応じ補修又は取替を実施することとしている。

したがって，気中遮断器操作機構の固渋は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

b. 気中遮断器投入コイル及び引外しコイルの絶縁特性低下［非常用 P/C］

気中遮断器の投入コイル及び引外しコイルの絶縁物は,有機物であるため熱的,電気的及び環境的要因による絶縁特性の低下が想定されるが，コイルは低電圧の機器であり，屋内空調環境に設置されていることから，電気的及び環境的要因による絶縁特性低下の可能性は小さい。

また，コイルへの通電は投入・開放動作時の瞬時であり，温度上昇は僅かであることから，熱的要因による劣化の可能性は小さく，点検時に絶縁抵抗測定を行い，その結果により必要に応じ補修又は取替を実施することとしている。

したがって，気中遮断器投入コイル及び引外しコイルの絶縁特性低下は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

c. 気中遮断器接触子の摩耗［非常用 P/C］

気中遮断器の接触子は，開放動作時に負荷電流の遮断を行うことから摩耗が想定されるが，点検時に目視確認及び寸法測定を行い，その結果により必要に応じ補修又は取替を実施することとしている。

したがって，気中遮断器接触子の摩耗は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

d. 気中遮断器消弧室の汚損［非常用 P/C］

気中遮断器の消弧室は，気中遮断器の電流遮断動作時にアークの消弧を行うことから汚損が想定されるが，点検時に目視確認及び清掃を行い，その結果により必要に応じ補修又は取替を実施することとしている。

したがって，気中遮断器消弧室の汚損は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

e. 気中遮断器断路部及び主回路断路部の摩耗［非常用 P/C］

気中遮断器及び主回路の断路部は，遮断器の挿入・引出しによる摩耗が想定されるが，断路部は点検時に潤滑剤を塗布していることから潤滑性は良好である。

また，気中遮断器の挿入・引出しは点検時にしか行わないため，断路部の摩耗の可能性は小さく，点検時に目視確認を行い，その結果により必要に応じ補修又は取替を実施することとしている。

したがって，気中遮断器断路部及び主回路断路部の摩耗は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

f. 気中遮断器ばね蓄勢用モータの絶縁特性低下［非常用 P/C］

気中遮断器ばね蓄勢用モータの絶縁物は，有機物であるため熱的，機械的，電気的及び環境的要因による絶縁特性の低下が想定されるが，気中遮断器ばね蓄勢用モータは，動作頻度は少なく，かつ，動作時間の短い機器であり，屋内空調環境に設置されていることから，熱的，機械的，電気的及び環境的要因による絶縁特性低下の可能性は小さい。

点検時に絶縁抵抗測定を行い，その結果により必要に応じ補修又は取替を実施することとしている。

したがって，気中遮断器ばね蓄勢用モータの絶縁特性低下は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

g. 気中遮断器静止形過電流引外し装置の特性変化［非常用 P/C］

気中遮断器の静止形過電流引外し装置は，長期間の使用による半導体等の劣化により特性変化が想定されるが，点検時に特性試験を行い，その結果により必要に応じ調整又は取替を実施することとしている。

したがって，気中遮断器静止形過電流引外し装置の特性変化は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

h. 保護継電器（機械式）の特性変化［非常用 P/C］

保護継電器（機械式）は，長期間の使用による誘導円盤回転軸や軸受の摩耗，制御スプリングのへたり等による特性変化が想定されるが，点検時に特性試験を行い，その結果により必要に応じ調整又は取替を実施することとしている。

したがって，保護継電器（機械式）の特性変化は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

i. 保護継電器（静止形）の特性変化［非常用 P/C］

保護継電器（静止形）は，長期間の使用による半導体等の劣化により特性変化が想定されるが，点検時に特性試験を行い，その結果により必要に応じ調整又は取替を実施することとしている。

したがって，保護継電器（静止形）の特性変化は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

j. タイマーの特性変化［共通］

タイマーは，長期間の使用による半導体等の劣化により特性変化が想定されるが，点検時に特性試験を行い，その結果により必要に応じ調整又は取替を実施することとしている。

したがって，タイマーの特性変化は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

k. 補助継電器及びスイッチの導通不良［共通］

補助継電器及びスイッチは，浮遊塵埃が接点に付着することによる導通不良が想定されるが，屋内空調環境に設置されており，かつ，密閉構造であることから，塵埃付着の可能性は小さく，点検時に動作確認を行い，その結果により必要に応じ取替を実施することとしている。

したがって，補助継電器及びスイッチの導通不良は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

l. 指示計の特性変化［非常用 P/C］

指示計は，長期間の使用に伴い指示特性に誤差が生じ，精度を確保できなくなることが想定されるが，点検時に特性試験を行い，その結果により必要に応じ調整又は取替を実施することとしている。

したがって，指示計の特性変化は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

m. ナイフスイッチ及びセクションスイッチの導通不良［非常用 P/C］

ナイフスイッチ及びセクションスイッチは，接触子の接触圧力が低下することによる導通不良が想定されるが，ナイフスイッチ及びセクションスイッチの開閉回数は非常に少なく接触圧力が低下する可能性は小さく，点検時に動作確認を行い，その結果により必要に応じ補修又は取替を実施することとしている。

したがって，ナイフスイッチ及びセクションスイッチの導通不良は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

n. 配線用遮断器及び電動操作配線用遮断器の固渋［共通］

配線用遮断器及び電動操作配線用遮断器は，周囲温度，浮遊塵埃，発熱及び不動作状態の継続により，操作機構部に塗布されている潤滑剤の潤滑性能が低下し，それに伴う摩擦の増大による固渋が想定されるが，配線用遮断器及び電動操作配線用遮断器には，耐熱性及び耐揮発性に優れ，潤滑性能が低下し難い潤滑剤が使用されていることから固渋の可能性は小さい。

また，屋内空調環境に設置されており，かつ，密閉構造であることから，周囲温度及び浮遊塵埃による影響も小さく，点検時に動作確認を行い，その結果により必要に応じ取替を実施することとしている。

したがって，配線用遮断器及び電動操作配線用遮断器の固渋は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

o. 主回路導体の腐食（全面腐食）［計測用 P/C］

主回路導体は，銅であるため腐食が想定されるが，主回路導体表面は防錆処理が施されており，屋内空調環境に設置されていることから，腐食の可能性は小さく，点検時に目視確認を行い，その結果により必要に応じ補修又は取替を実施することとしている。

したがって，主回路導体の腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

p. 筐体及び取付ボルトの腐食（全面腐食）［共通］

筐体及び取付ボルトは，炭素鋼であるため腐食が想定されるが，表面は塗装等が施されており，屋内空調環境に設置されていることから，腐食の可能性は小さく，点検時に目視確認を行い，その結果により必要に応じ補修又は取替を実施することとしている。

したがって，筐体及び取付ボルトの腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

q. 埋込金物（大気接触部）の腐食（全面腐食）［共通］

埋込金物（大気接触部）は，炭素鋼であるため腐食が想定されるが，大気接触部は塗装が施されており，屋内空調環境に設置されていることから，腐食の可能性は小さく，点検時に目視確認を行い，その結果により必要に応じ補修又は取替を実施することとしている。

したがって，埋込金物（大気接触部）の腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

r．主回路導体の腐食（全面腐食）［非常用 P/C］

主回路導体は，耐食性に優れたアルミニウム合金であり，腐食の可能性は小さい。

なお，点検時に目視確認を行い，これまで有意な腐食は確認されていない。

今後も使用環境が変わらないことから，これらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，主回路導体の腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

(2) 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により，今後も経年劣化の進展が考えられない，又は進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外）

a．貫通型計器用変流器の絶縁特性低下［非常用 P/C］

貫通型計器用変流器の絶縁物は，有機物であるため熱的，電気的及び環境的要因による絶縁特性の低下が想定されるが，貫通型計器用変流器は低電圧の機器であり，屋内空調環境に設置されていることから，電気的及び環境的要因による絶縁特性低下の可能性はない。

また，貫通型計器用変流器のコイルへの通電電流が少ないことから，温度上昇は僅かであり，熱的要因による絶縁特性低下の可能性もない。

したがって，貫通型計器用変流器の絶縁特性低下は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

b．埋込金物（コンクリート埋設部）の腐食（全面腐食）［共通］

埋込金物（コンクリート埋設部）は，炭素鋼であるため腐食が想定される。

コンクリート埋設部では，コンクリートの大気接触部表面からの中性化の進行により腐食環境となるが，コンクリートが中性化に至り，埋込金物に有意な腐食が発生するまで長期間を要す。

したがって，埋込金物（コンクリート埋設部）の腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

c．気中遮断器引外しばね及び投入ばねのへたり［非常用 P/C］

気中遮断器の引外しばねは，気中遮断器の引外し時に，気中遮断器の投入ばねは，気中遮断器の投入時に必要な力を蓄勢する構造になっており，へたりが生じることが想定されるが，引外し及び投入時に必要な応力は，ばねの許容応力以下になるように設定されており，へたりが生じる可能性はない。

したがって，気中遮断器引外しばね及び投入ばねのへたりは高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

表 2.2-1(1/2)　非常用 P/C に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位			消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象								備考
							減肉		割れ		絶縁	導通	信号	その他	
							摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	絶縁特性低下	導通不良	特性変化		
遮断性能の維持	遮断動作	気中遮断器	共通	操作機構		炭素鋼								△*1	*1:固渋 *2:へたり *3:汚損 *4:コイル *5:大気接触部 *6:コンクリート埋設部
				引外しばね		ピアノ線								▲*2	
				投入コイル		銅他					△				
				引外しコイル		銅他					△				
				絶縁支持板		フェノール樹脂他					○				
				接触子		銅合金	△								
				消弧室		冷間圧延鋼板，磁器他								△*3	
				断路部		銅	△								
			電動ばね	投入ばね		ピアノ線								▲*2	
				ばね蓄勢用モータ		炭素鋼，銅，絶縁物他					△				
				静止形過電流引外し装置		銅，半導体他							△		
				貫通型計器用変流器		銅，エポキシ樹脂					▲				
	開閉・保護制御	保護継電器（機械式）				銅他							△		
		保護継電器（静止形）				銅，半導体他							△		
		補助継電器				銀，銅他						△			
		タイマー				銅，半導体他							△		
		スイッチ				銅他						△			
		指示計				銅他							△		
		表示灯			◎	－									
		ヒューズ			◎	－									
		セクションスイッチ				銅合金						△			
		配線用遮断器				銅他								△*1	
		ナイフスイッチ				銅他						△			
通電・絶縁性能の確保	エネルギー伝達	主回路導体				アルミニウム合金		△							
	導体支持	主回路導体絶縁支持板				フェノール樹脂					○				
		主回路断路部				銅，フェノール樹脂	△				○				
信号伝達機能の維持	電圧・電流変成	貫通型計器用変流器				銅，エポキシ樹脂					▲				
		計器用変圧器				銅，エポキシ樹脂					○*4				
機器の支持	支持	筐体				炭素鋼		△							
		埋込金物				炭素鋼		△*5 ▲*6							
		取付ボルト				炭素鋼		△							

○：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象
△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）
▲：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象以外）

表 2.2-1(2/2)　計測用 P/C に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象								備考
					減肉		割れ		絶縁	導通	信号	その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	絶縁特性低下	導通不良	特性変化		
遮断性能の維持	開閉・保護制御	電動操作配線用遮断器		銅他								△*1	*1:固渋 *2:大気接触部 *3:コンクリート埋設部
		配線用遮断器		銅他								△*1	
		スイッチ		銅他						△			
		補助継電器		銀，銅他						△			
		タイマー		銅，半導体他							△		
		表示灯	◎	－									
通電・絶縁性能の確保	エネルギー伝達	主回路導体		銅		△							
	導体支持	支持碍子		樹脂					○				
機器の支持	支持	筐体		炭素鋼		△							
		取付ボルト		炭素鋼		△							
		埋込金物		炭素鋼		△*2 ▲*3							

○：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象
△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）
▲：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象以外）

2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の評価

(1) 気中遮断器絶縁支持板，主回路導体絶縁支持板及び主回路断路部［非常用 P/C］，支持碍子［計測用 P/C］の絶縁特性低下

a. 事象の説明

気中遮断器絶縁支持板，主回路導体絶縁支持板，主回路断路部及び支持碍子の絶縁物は，有機物であるため，熱による特性変化，絶縁物に付着する埃，絶縁物内空隙での放電等の熱的，電気的及び環境的要因により経年的に劣化が進行し，絶縁特性低下を起こす可能性がある。

ただし，気中遮断器絶縁支持板，主回路導体絶縁支持板，主回路断路部及び支持碍子は低電圧の機器であるため，電気的な劣化は起きないと考えられる。

b. 技術評価

① 健全性評価

気中遮断器絶縁支持板，主回路導体絶縁支持板，主回路断路部及び支持碍子の絶縁特性低下要因としては，通電による熱的劣化，絶縁物表面に埃が付着・吸湿して沿面絶縁を低下させる環境的劣化があるが，これまでの点検実績から最も絶縁特性低下に影響を及ぼす要因は熱的劣化であることから，長期間の使用を考慮すると絶縁特性低下が起こる可能性は否定できない。

② 現状保全

気中遮断器絶縁支持板，主回路導体絶縁支持板，主回路断路部及び支持碍子の絶縁特性低下に対しては，点検時に絶縁物の変色有無や塵埃付着の有無等の目視確認，清掃及び絶縁抵抗測定を行い，熱的劣化による有意な絶縁特性低下のないことを確認している。

また，これらの点検で有意な絶縁特性の低下が確認された場合は，補修又は取替えることとしている。

③ 総合評価

気中遮断器絶縁支持板，主回路導体絶縁支持板，主回路断路部及び支持碍子の絶縁特性低下の可能性は否定できないが，現状保全にて絶縁特性の低下は把握可能である。

また，今後も点検時に目視確認，清掃及び絶縁抵抗測定を実施することで，異常の有無の確認は可能であり，現状の保全は点検手法として適切であると判断する。

c．高経年化への対応

気中遮断器絶縁支持板，主回路導体絶縁支持板，主回路断路部及び支持碍子の絶縁特性低下に対しては，高経年化対策の観点から現状の保全内容に追加すべき項目はない。今後も点検時に目視確認，清掃及び絶縁抵抗測定を実施することにより絶縁特性低下を監視していくとともに，必要に応じ補修又は取替を行うこととする。

(2) 計器用変圧器コイルの絶縁特性低下［非常用 P/C］

a. 事象の説明

計器用変圧器コイルの絶縁物は，有機物であるため，熱による特性変化，絶縁物に付着する埃，絶縁物内空隙での放電等の熱的，電気的及び環境的要因により経年的に劣化が進行し，絶縁特性低下を起こす可能性がある。

ただし，計器用変圧器は低電圧の機器であるため，電気的な劣化は起きないと考えられる。

b. 技術評価

① 健全性評価

計器用変圧器コイルの絶縁特性低下要因としては，コイルの通電電流による熱的劣化，絶縁物表面に埃が付着・吸湿して沿面絶縁を低下させる環境的劣化があるが，これまでの点検実績から最も絶縁特性低下に影響を及ぼす要因は熱的劣化であることから，長期間の使用を考慮すると絶縁特性低下が起こる可能性は否定できない。

② 現状保全

計器用変圧器コイルの絶縁特性低下に対しては，点検時に絶縁物の変色有無や塵埃付着の有無等の目視確認，清掃及び絶縁抵抗測定を行い，熱的劣化による有意な絶縁特性低下のないことを確認している。

また，これらの点検で有意な絶縁特性の低下が確認された場合は，補修又は取替えることとしている。

③ 総合評価

計器用変圧器コイルの絶縁特性低下の可能性は否定できないが，現状保全にて絶縁特性の低下は把握可能である。

また，今後も点検時に目視確認，清掃及び絶縁抵抗測定を実施することで，異常の有無の確認は可能であり，現状の保全は点検手法として適切であると判断する。

c. 高経年化への対応

計器用変圧器コイルの絶縁特性低下に対しては，高経年化対策の観点から現状の保全内容に追加すべき項目はない。今後も点検時に目視確認，清掃及び絶縁抵抗測定を実施することにより絶縁特性低下を監視していくとともに，必要に応じ補修又は取替を行うこととする。

3. 代表機器以外への展開

本章では，2 章で実施した代表機器の技術評価について，1 章で実施したグループ化で代表機器となっていない機器への展開について検討した。

［対象低圧閉鎖配電盤］

① 緊急用 P/C

② 緊急時対策所用 P/C

③ 125 V 直流 P/C

④ 緊急時対策所用直流 125 V 主母線盤

3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

a. 気中遮断器絶縁支持板，主回路導体絶縁支持板及び主回路断路部の絶縁特性低下［共通］

代表機器と同様，気中遮断器の遮断器絶縁支持板，主回路導体絶縁支持板及び主回路断路部の絶縁特性低下は，点検時に目視確認，清掃及び絶縁抵抗測定を実施することにより，有意な絶縁特性低下のないことを確認している。

今後も目視確認，清掃及び絶縁抵抗測定を実施することにより絶縁特性低下を監視していくとともに，必要に応じて補修又は取替を実施することで健全性は維持できると判断する。

緊急用 P/C，緊急時対策所用 P/C 及び緊急時対策所用直流 125 V 主母線盤は，新たに設置されることから，今後，点検時に目視確認，清掃及び絶縁抵抗測定を行うとともに，必要に応じて補修又は取替を実施することで健全性は維持できると判断する。

したがって，高経年化対策の観点から現状の保全内容に追加すべき項目はない。

b. 計器用変圧器コイルの絶縁特性低下［緊急用 P/C，緊急時対策所用 P/C］

代表機器と同様，計器用変圧器コイルの絶縁特性低下は，点検時に目視確認，清掃及び絶縁抵抗測定を実施することで絶縁特性の低下は把握可能である。

今後，点検時に目視確認，清掃及び絶縁抵抗測定を行うとともに，必要に応じて補修又は取替を実施することで健全性は維持できると判断する。

したがって，高経年化対策の観点から現状の保全内容に追加すべき項目はない。

3.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

(1) 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって，想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象）

a. 気中遮断器操作機構の固渋［共通］

代表機器と同様，気中遮断器の操作機構は，潤滑油の劣化による粘度の増大，潤滑油への塵埃付着による潤滑性能の低下による固渋が想定されるが，点検時に各部の目視確認，清掃，潤滑油の注油及び開閉試験を行い，異常の無いことを確認しており，固渋が発生する可能性は小さい。

点検時に各部の目視確認，清掃，潤滑油の注油及び開閉試験を行い，その結果により必要に応じ補修又は取替を実施することとしている。

緊急用 P/C，緊急時対策所用 P/C 及び緊急時対策所用直流 125 V 主母線盤は，新たに設置されることから，今後，点検時に各部の目視確認，清掃，潤滑油の注油及び開閉試験を行い，その結果により必要に応じ補修又は取替を実施することで健全性を維持できると考える。

したがって，気中遮断器操作機構の固渋は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

b. 気中遮断器投入コイル及び引外しコイルの絶縁特性低下［共通］

代表機器と同様，気中遮断器の投入コイル及び引外しコイルの絶縁物は，有機物であるため熱的，電気的及び環境的要因による絶縁特性の低下が想定されるが，コイルは低電圧の機器であり，屋内空調環境に設置されていることから，電気的及び環境的要因による絶縁特性低下の可能性は小さい。

また，コイルへの通電は投入・開放動作時の瞬時であり，温度上昇は僅かであることから，熱的要因による劣化の可能性は小さく，点検時に絶縁抵抗測定を行い，その結果により必要に応じ補修又は取替を実施することとしている。

緊急用 P/C，緊急時対策所用 P/C 及び緊急時対策所用直流 125 V 主母線盤は，新たに設置されることから，今後，点検時に絶縁抵抗測定を行い，その結果により必要に応じ補修又は取替を実施することで健全性を維持できると考える。

したがって，気中遮断器投入コイル及び引外しコイルの絶縁特性低下は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

c. 気中遮断器接触子の摩耗［共通］

代表機器と同様，気中遮断器の接触子は，開放動作時に負荷電流の遮断を行うことから摩耗が想定されるが，点検時に目視確認及び寸法測定を行い，その結果により必要に応じ補修又は取替を実施することとしている。

緊急用 P/C，緊急時対策所用 P/C 及び緊急時対策所用直流 125 V 主母線盤は，新たに設置されることから，今後，点検時に目視確認及び寸法測定を行い，その結果により必要に応じ補修又は取替を実施することで健全性を維持できると考える。

したがって，気中遮断器接触子の摩耗は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

d. 気中遮断器消弧室の汚損［共通］

代表機器と同様，気中遮断器の消弧室は，気中遮断器の電流遮断動作時にアークの消弧を行うことから汚損が想定されるが，点検時に目視確認及び清掃を行い，その結果により必要に応じ補修又は取替を実施することとしている。

緊急用 P/C，緊急時対策所用 P/C 及び緊急時対策所用直流 125 V 主母線盤は，新たに設置されることから，今後，点検時に目視確認及び清掃を行い，その結果により必要に応じ補修又は取替を実施することで健全性を維持できると考える。

したがって，気中遮断器消弧室の汚損は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

e. 気中遮断器断路部及び主回路断路部の摩耗［共通］

代表機器と同様，気中遮断器及び主回路の断路部は，遮断器の挿入・引出しによる摩耗が想定されるが，断路部は点検時に潤滑剤を塗布していることから潤滑性は良好である。

また，気中遮断器の挿入・引出しは点検時にしか行わないため，断路部の摩耗の可能性は小さく，点検時に目視確認を行い，その結果により必要に応じ補修又は取替を実施することとしている。

緊急用 P/C，緊急時対策所用 P/C 及び緊急時対策所用直流 125 V 主母線盤は，新たに設置されることから，今後，点検時に目視確認を行い，その結果により必要に応じ補修又は取替を実施することで健全性を維持できると考える。

したがって，気中遮断器断路部及び主回路断路部の摩耗は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

f. 気中遮断器ばね蓄勢用モータの絶縁特性低下［緊急用 P/C，緊急時対策所用 P/C，緊急時対策所用直流 125 V 主母線盤］

代表機器と同様，気中遮断器ばね蓄勢用モータの絶縁物は，有機物であるため熱的，機械的，電気的及び環境的要因による絶縁特性の低下が想定されるが，気中遮断器ばね蓄勢用モータは，動作頻度は少なく，かつ，動作時間の短い機器であり，屋内空調環境に設置することとしており，熱的，機械的，電気的及び環境的要因による絶縁特性低下の可能性は小さい。

点検時に絶縁抵抗測定を行い，その結果により必要に応じ取替を実施することで健全性を維持できると考える。

したがって，気中遮断器ばね蓄勢用モータの絶縁特性低下は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

g. 気中遮断器静止形過電流引外し装置の特性変化［緊急用 P/C，緊急時対策所用 P/C］

代表機器と同様，気中遮断器の静止形過電流引外し装置は，長期間の使用による半導体等の劣化により特性変化が想定されるが，点検時に特性試験を行い，その結果により必要に応じ調整又は取替を実施することで健全性を維持できると考える。

したがって，気中遮断器静止形過電流引外し装置の特性変化は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

h. 保護継電器（機械式）の特性変化［緊急用 P/C，緊急時対策所用 P/C］

代表機器と同様，保護継電器（機械式）は，長期間の使用による誘導円盤回転軸や軸受の摩耗，制御スプリングのへたり等による特性変化が想定されるが，点検時に特性試験を行い，その結果により必要に応じ調整又は取替を実施することで健全性を維持できると考える。

したがって，保護継電器（機械式）の特性変化は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

i. 保護継電器（静止形）の特性変化［緊急用 P/C，緊急時対策所用 P/C，緊急時対策所用直流 125 V 主母線盤］

代表機器と同様，保護継電器（静止形）は，長期間の使用による半導体等の劣化により特性変化が想定されるが，点検時に特性試験を行い，その結果により必要に応じ調整又は取替を実施することで健全性を維持できると考える。

したがって，保護継電器（静止形）の特性変化は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

j. 補助継電器及びスイッチの導通不良［共通］

代表機器と同様，補助継電器及びスイッチは，浮遊塵埃が接点に付着することによる導通不良が想定されるが，屋内空調環境に設置されており，かつ，密閉構造であることから，塵埃付着の可能性は小さく，点検時に動作確認を行い，その結果により必要に応じ取替を実施することとしている。

緊急用 P/C，緊急時対策所用 P/C 及び緊急時対策所用直流 125 V 主母線盤は，新たに設置されることから，今後，点検時に動作確認を行い，その結果により必要に応じ取替を実施することで健全性を維持できると考える。

したがって，補助継電器及びスイッチの導通不良は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

k. 指示計の特性変化［緊急用 P/C，緊急時対策所用 P/C］

代表機器と同様，指示計は，長期間の使用に伴い指示特性に誤差が生じ，精度を確保できなくなることが想定されるが，点検時に特性試験を行い，その結果により必要に応じ調整又は取替を実施することとしている。

したがって，指示計の特性変化は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

l. ナイフスイッチ及びセクションスイッチの導通不良［緊急用 P/C，緊急時対策所用 P/C，緊急時対策所用直流 125 V 主母線盤］

代表機器と同様，ナイフスイッチ及びセクションスイッチは，接触子の接触圧力が低下することによる導通不良が想定されるが，ナイフスイッチ及びセクションスイッチの開閉回数は非常に少なく接触圧力が低下する可能性は小さく，点検時に動作確認を行い，その結果により必要に応じ補修又は取替を実施することで健全性を維持できると考える。

したがって，ナイフスイッチ及びセクションスイッチの導通不良は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

m. 配線用遮断器の固渋［共通］

代表機器と同様，配線用遮断器は，周囲温度，浮遊塵埃，発熱及び不動作状態の継続により，操作機構部に塗布されている潤滑剤の潤滑性能が低下し，それに伴う摩擦の増大による固渋が想定されるが，配線用遮断器には，耐熱性及び耐揮発性に優れ，潤滑性能が低下し難い潤滑剤が使用されていることから固渋の可能性は小さい。

また，屋内空調環境に設置されており，かつ，密閉構造であることから，周囲温度及び浮遊塵埃による影響も小さく，点検時に動作確認を行い，その結果により必要に応じ取替を実施することとしている。

緊急用 P/C，緊急時対策所用 P/C 及び緊急時対策所用直流 125 V 主母線盤は，新たに設置されることから，今後，点検時に動作確認を行い，その結果により必要に応じ取替を実施することで健全性を維持できると考える。

したがって，配線用遮断器の固渋は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

n. 機械式過電流引外し装置の特性変化［125 V 直流 P/C］

代表機器とは異なり，125 V 直流 P/C では，機械式過電流引外し装置を使用しており機械式過電流引外し装置は，リンク機構摺動部の摩耗により特性が変化する可能性があるが，機械式過電流引外し装置の動作は非常に稀であり，リンク機構摺動部が摩耗する可能性は小さい。

点検時に特性試験を行い，その結果により必要に応じ調整又は取替を実施することとしている。

したがって，機械式過電流引外し装置の特性変化は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

o. 筐体及び取付ボルトの腐食（全面腐食）［共通］

代表機器と同様，筐体及び取付ボルトは，炭素鋼であるため腐食が想定されるが，表面は塗装等が施されており，屋内空調環境に設置されていることから，腐食の可能性は小さく，点検時に目視確認を行い，その結果により必要に応じ補修又は取替を実施することとしている。

緊急用 P/C，緊急時対策所用 P/C 及び緊急時対策所用直流 125 V 主母線盤は，新たに設置されることから，今後，点検時に目視確認を行い，その結果により必要に応じ補修又は取替を実施することで健全性を維持できると考える。

したがって，筐体及び取付ボルトの腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

p. 埋込金物（大気接触部）の腐食（全面腐食）［共通］

代表機器と同様，埋込金物（大気接触部）は，炭素鋼であるため腐食が想定されるが，大気接触部は塗装が施されており，屋内空調環境に設置されていることから，腐食の可能性は小さく，点検時に目視確認を行い，その結果により必要に応じ補修又は取替を実施することとしている。

緊急用 P/C，緊急時対策所用 P/C 及び緊急時対策所用直流 125 V 主母線盤は，新たに設置されることから，今後，点検時に目視確認を行い，その結果により必要に応じ補修又は取替を実施することで健全性を維持できると考える。

したがって，埋込金物（大気接触部）の腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

q. 主回路導体の腐食（全面腐食）［共通］

代表機器と同様，主回路導体は，耐食性に優れたアルミニウム合金であり，腐食の可能性は小さい。

なお，点検時に目視確認を行い，これまで有意な腐食は確認されていない。

今後も使用環境が変わらないことから，これらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

緊急用 P/C は，新たに設置されるが，代表機器と同様，主回路導体は，耐食性に優れたアルミニウム合金であり，腐食の可能性は小さいと考える。

緊急時対策所用 P/C 及び緊急時対策所用直流 125 V 主母線盤は，新たに設置され，代表機器とは異なり，主回路導体は，銅であるため腐食が想定されるが，屋内空調環境に設置されることから，腐食の可能性は小さく，点検時に目視確認を行い，その結果により必要に応じ補修又は取替を実施することとしている。

したがって，主回路導体の腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

(2) 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により，今後も経年劣化の進展が考えられない，又は進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外）

a. 貫通型計器用変流器の絶縁特性低下［緊急用 P/C，緊急時対策所用 P/C］

代表機器と同様，貫通型計器用変流器の絶縁物は，有機物であるため熱的，電気的及び環境的要因による絶縁特性の低下が想定されるが，貫通型計器用変流器は低電圧の機器であり，屋内空調環境に設置することとしており，電気的及び環境的要因による絶縁特性低下の可能性はない。

また，貫通型計器用変流器のコイルへの通電電流が少ないことから，温度上昇は僅かであり，熱的要因による絶縁特性低下の可能性もない。

したがって，貫通型計器用変流器の絶縁特性低下は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

b. 埋込金物（コンクリート埋設部）の腐食（全面腐食）［共通］

代表機器と同様，埋込金物（コンクリート埋設部）は，炭素鋼であるため腐食が想定される。

コンクリート埋設部では，コンクリートの大気接触部表面からの中性化の進行により腐食環境となるが，コンクリートが中性化に至り，埋込金物に有意な腐食が発生するまで長期間を要す。

緊急用 P/C，緊急時対策所用 P/C 及び緊急時対策所用直流 125 V 主母線盤は，新たに設置されるが，代表機器と同様，コンクリートが中性化に至り，埋込金物に有意な腐食が発生するまで長期間を要す。

したがって，埋込金物（コンクリート埋設部）の腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

c. 気中遮断器引外しばねのへたり［共通］

代表機器と同様，気中遮断器の引外しばねは，気中遮断器の引外し時に必要な力を蓄勢する構造になっており，へたりが生じることが想定されるが，引外しに必要な応力は，ばねの許容応力以下になるように設定されており，へたりが生じる可能性はない。

緊急用 P/C，緊急時対策所用 P/C 及び緊急時対策所用直流 125 V 主母線盤は，新たに設置されるが，引外しに必要な応力は，ばねの許容応力以下になるように設定されており，へたりが生じる可能性はない。

したがって，気中遮断器引外しばねのへたりは高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

d. 気中遮断器投入ばねのへたり［緊急用 P/C，緊急時対策所用 P/C，緊急時対策所用直流 125 V 主母線盤］

代表機器と同様，気中遮断器の投入ばねは，気中遮断器の投入時に必要な力を蓄勢する構造になっており，へたりが生じることが想定されるが，投入時に必要な応力は，ばねの許容応力以下になるように設定されており，へたりが生じる可能性はない。

したがって，気中遮断器投入ばねのへたりは高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

4. コントロールセンタ

［対象コントロールセンタ］

① 480 V 非常用 MCC

② 緊急用 MCC

③ 緊急時対策所用 MCC

④ 125 V 直流 MCC

⑤ 緊急用直流 125 V MCC

目次

1. 対象機器及び代表機器の選定..... 4-1
1.1 グループ化の考え方及び結果..... 4-1
1.2 代表機器の選定..... 4-1
2. 代表機器の技術評価..... 4-3
2.1 構造，材料及び使用条件..... 4-3
2.1.1 480 V 非常用 MCC..... 4-3
2.2 経年劣化事象の抽出..... 4-7
2.2.1 機器の機能達成に必要な項目..... 4-7
2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出..... 4-7
2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象..... 4-9
2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の評価..... 4-15
3. 代表機器以外への展開..... 4-17
3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象..... 4-17
3.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象..... 4-18

1. 対象機器及び代表機器の選定

東海第二で使用している主要なコントロールセンタの主な仕様を表 1-1 に示す。

これらのコントロールセンタを電圧区分，型式（内蔵遮断器）及び設置場所の観点からグループ化し，このグループより以下のとおり代表機器を選定した。

1.1 グループ化の考え方及び結果

電圧区分，型式（内蔵遮断器）及び設置場所を分類基準とし，コントロールセンタを表 1-1 に示すとおりグループ化する。

1.2 代表機器の選定

コントロールセンタのグループには，480 V 非常用 MCC，緊急用 MCC，緊急時対策所用 MCC，125 V 直流 MCC 及び緊急用直流 125 V MCC が属するが，重要度，定格電圧，母線容量の観点から重要度が高く，定格電圧の高い 480 V 非常用 MCC を代表機器とする。

表 1-1　コントロールセンタのグループ化及び代表機器の選定

分類基準			機器名称	仕様		選定基準			選定	選定理由
電圧区分	型式（内蔵遮断器）	設置場所		盤（最高使用電圧）	配線用遮断器 遮断容量（定格電圧×定格遮断電流）	重要度*1	使用条件 定格電圧	使用条件 母線容量		
低圧	配線用遮断器	屋内	480 V 非常用 MCC	AC 600 V	AC 600 V×10 kA AC 600 V×14 kA AC 600 V×15 kA AC 600 V×18 kA AC 600 V×25 kA AC 220 V×85 kA AC 220 V×100 kA	MS-1 重*2	AC 480 V AC 480 V/210 V AC 480 V/210 V -105 V	800 A 600 A	◎	重要度 定格電圧
			緊急用 MCC*3	AC 600 V	AC 600 V×50 kA	重*2	AC 480 V	800 A		
			緊急時対策所用 MCC*3	AC 600 V	AC 690 V×6 kA AC 690 V×7.5 kA AC 690 V×20 kA AC 240 V×85 kA	重*2	AC 480 V/210 V	1,200 A 800 A		
			125 V 直流 MCC	DC 250 V	DC 250 V×20 kA DC 250 V×40 kA	MS-1 重*2	DC 125 V	600 A		
			緊急用直流 125 V MCC*3	DC 125 V	DC 125 V×40 kA	重*2	DC 125 V	400 A		

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

*2：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す

*3：新規に設置される機器

2. 代表機器の技術評価

本章では,1 章で代表機器とした以下のコントロールセンタについて技術評価を実施する。

① 480 V 非常用 MCC

2.1 構造，材料及び使用条件

2.1.1 480 V 非常用 MCC

(1) 構造

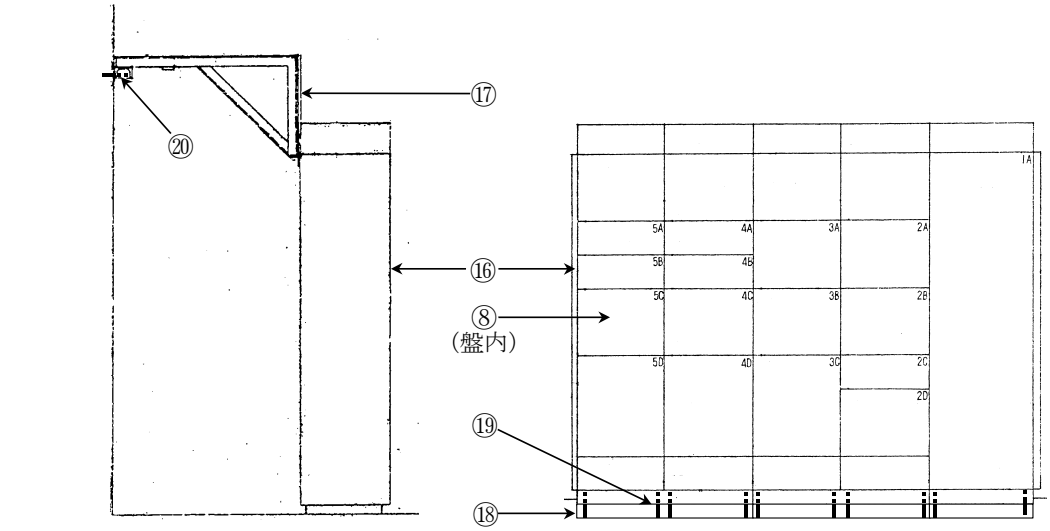
東海第二の 480 V 非常用 MCC は，電源を開閉する装置（ユニット）が内蔵されており，ユニットへの電源は限流リアクトル及び母線を経て供給されている。

ユニットは主に配線用遮断器，電磁接触器で構成されている。なお，ユニットは盤から外に引出すことにより，内蔵部品の点検手入れが可能である。

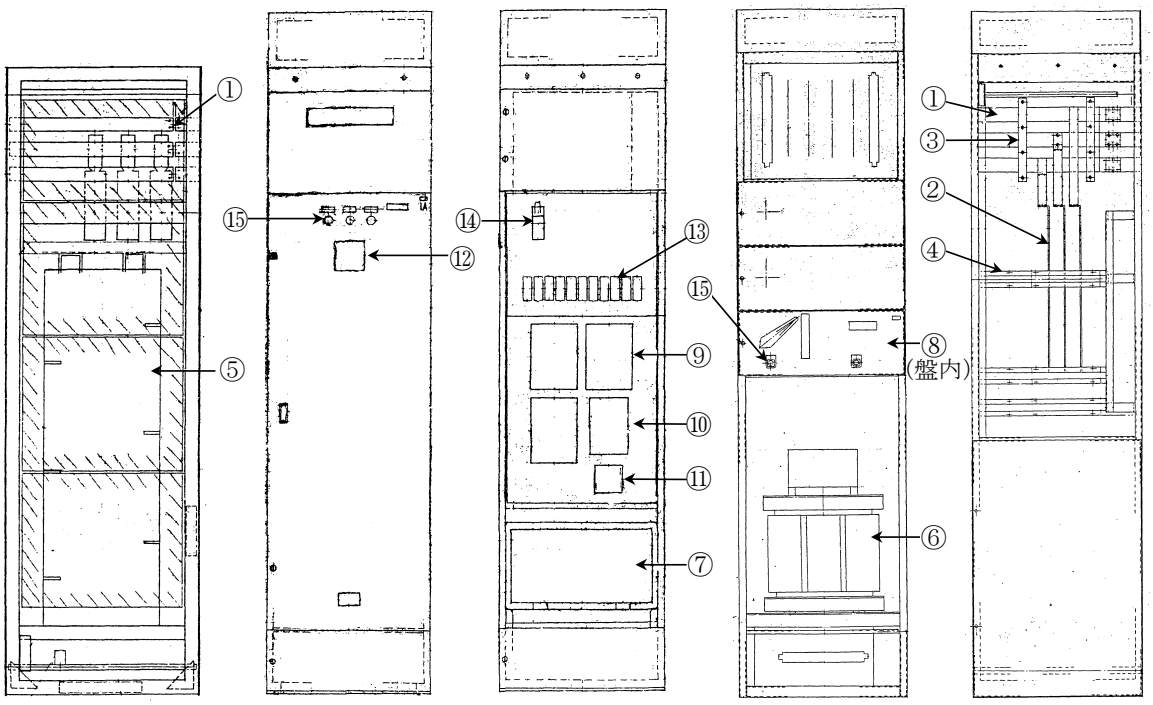
東海第二の 480 V 非常用 MCC の構造図を図 2.1-1 に，ユニットの構造図を図 2.1-2 に示す。

(2) 材料及び使用条件

東海第二の 480 V 非常用 MCC 主要部位の使用材料を表 2.1-1 に,使用条件を表 2.1-2 に示す。



MCC 側面　　MCC 正面

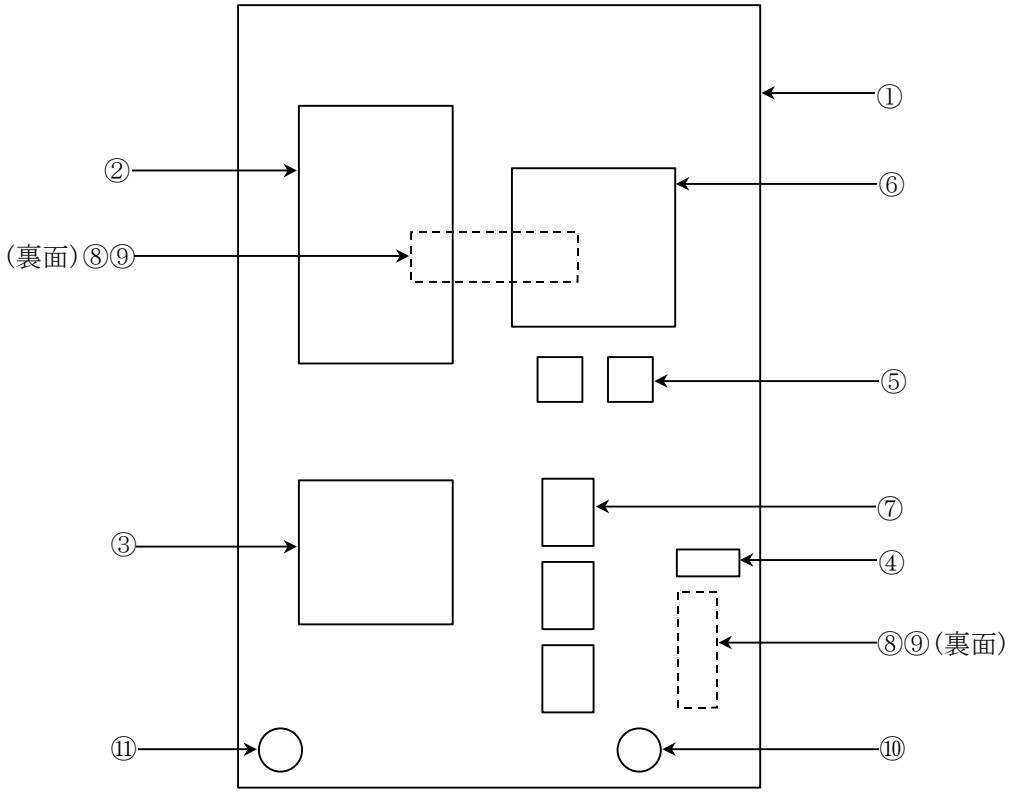


限流リアクトル収納部内部　　計器用変圧器収納部正面　　計器用変圧器収納部内部　　変圧器収納部内部　　MCC 裏面内部

No.	部位	No.	部位	No.	部位
①	水平母線	⑧	ユニットケース	⑮	表示灯
②	垂直母線	⑨	保護継電器（機械式）	⑯	筐体
③	水平母線サポート	⑩	保護継電器（静止形）	⑰	サポート
④	垂直母線サポート	⑪	タイマー	⑱	埋込金物
⑤	限流リアクトル	⑫	指示計	⑲	取付ボルト
⑥	変圧器	⑬	ヒューズ	⑳	基礎ボルト*
⑦	計器用変圧器	⑭	ナイフスイッチ		

*：後打ちメカニカルアンカ

図 2.1-1　480 V 非常用 MCC 構造図



No.	部位
①	ユニットケース
②	配線用遮断器
③	電磁接触器
④	サーマルリレー
⑤	補助継電器
⑥	制御用変圧器
⑦	サーマルリレー用変流器
⑧	断路部
⑨	断路部取付台
⑩	ヒューズ
⑪	表示灯

図 2.1-2　ユニット構造図

表 2.1-1　480 V 非常用 MCC 主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
遮断性能の維持	開閉・変成保護・制御	配線用遮断器	銅他
		電磁接触器	銅他
		サーマルリレー	銅他
通電・絶縁性能の確保		補助継電器	銅他
		変圧器	銅，ガラス繊維
		断路部取付台	不飽和ポリエステル樹脂
		ヒューズ	（消耗品）
		表示灯	（消耗品）
		制御用変圧器	銅，ポリエステルフィルム，電磁鋼
		保護継電器（機械式）	銅他
		保護継電器（静止形）	銅，半導体他
		タイマー	銅，半導体他
		指示計	銅他
		ナイフスイッチ	銅他
	エネルギー伝達	限流リアクトル	銅，絶縁紙，磁器
		水平母線	銅
		垂直母線	銅
		断路部	銅他
	導体支持	水平母線サポート	不飽和ポリエステル樹脂
		垂直母線サポート	不飽和ポリエステル樹脂
信号伝達機能の維持	電圧・電流変成	計器用変圧器	銅，エポキシ樹脂
		サーマルリレー用変流器	銅他
機器の支持	支持	ユニットケース	炭素鋼
		筐体	炭素鋼
		サポート	炭素鋼
		埋込金物	炭素鋼
		取付ボルト	炭素鋼
		基礎ボルト（後打ちメカニカルアンカ）	炭素鋼

表 2.1-2　480 V 非常用 MCC の使用条件

設置場所	屋内
周囲温度*	40.0 ℃（最高）
定格電圧	AC 480 V
母線容量	800 A，600 A

*：モータコントロールセンタが設置されているエリアの設計値

2.2 経年劣化事象の抽出

2.2.1 機器の機能達成に必要な項目

コントロールセンタの機能である給電機能の達成に必要な項目は以下のとおり。

(1) 遮断性能の維持

(2) 通電・絶縁性能の確保

(3) 信号伝達機能の維持

(4) 機器の支持

2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

(1) 想定される経年劣化事象の抽出

コントロールセンタについて，機能達成に必要な項目を考慮して主要な部位に展開した上で，個々の部位の材料，構造，使用条件（電圧，温度等）及び現在までの運転経験を考慮し，表 2.2-1 に示すとおり，想定される経年劣化事象を抽出した（表 2.2-1 で○又は△，▲）。

なお，消耗品及び定期取替品は以下のとおり評価対象外とする。

(2) 消耗品及び定期取替品の扱い

表示灯及びヒューズは消耗品であり，設計時に長期使用せず取替を前提としていることから高経年化対策を見極める上での評価対象外とする。

(3) 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

想定される経年劣化事象のうち下記①，②に該当しない事象を高経年化対策上着目すべき経年劣化事象と判断した。

なお，下記①，②に該当する事象については，2.2.3 項に示すとおり，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断した。

① 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって,想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの(日常劣化管理事象として表 2.2-1 で△)

② 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により，今後も経年劣化の進展が考えられない,又は進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外として表 2.2-1 で▲）

この結果，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象として以下の事象が抽出された（表 2.2-1 で○)。

a. 変圧器コイル，制御用変圧器コイル及び計器用変圧器コイルの絶縁特性低下
b. 水平母線・垂直母線サポート及び断路部取付台の絶縁特性低下

2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

(1) 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって，想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの(日常劣化管理事象)

a. 配線用遮断器の固渋

配線用遮断器は，周囲温度，浮遊塵埃，発熱及び不動作状態の継続により，操作機構部に塗布されている潤滑剤の潤滑性能が低下し，それに伴う摩擦の増大による固渋が想定されるが，配線用遮断器には，耐熱性及び耐揮発性に優れ，潤滑性能が低下し難い潤滑剤が使用されていることから固渋の可能性は小さい。

また，屋内空調環境に設置されており，かつ，密閉構造であることから，周囲温度及び浮遊塵埃による影響も小さく，点検時に動作確認を行い，その結果により必要に応じ取替を実施することとしている。

したがって，配線用遮断器の固渋は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

b. 電磁接触器，サーマルリレー及び補助継電器の導通不良

電磁接触器，サーマルリレー及び補助継電器は，浮遊塵埃が接点に付着することによる導通不良が想定されるが，屋内空調環境に設置されており，かつ，密閉構造であることから，塵埃付着の可能性は小さく，点検時に動作確認を行い，その結果により必要に応じ取替を実施することとしている。

したがって，電磁接触器，サーマルリレー及び補助継電器の導通不良は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

c. 保護継電器（機械式）の特性変化

保護継電器（機械式）は，長期間の使用による誘導円盤回転軸や軸受の摩耗，制御スプリングのへたり等による特性変化が想定されるが，点検時に特性試験を行い，その結果により必要に応じ調整又は取替を実施することとしている。

したがって，保護継電器（機械式）の特性変化は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

d. 保護継電器（静止形）及びタイマーの特性変化

保護継電器（静止形）及びタイマーは，長期間の使用による半導体等の劣化により特性変化が想定されるが，点検時に特性試験を行い，その結果により必要に応じ調整又は取替を実施することとしている。

したがって，保護継電器（静止形）及びタイマーの特性変化は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

e. 指示計の特性変化

指示計は，長期間の使用に伴い指示特性に誤差が生じ，精度を確保できなくなることが想定されるが，点検時に特性試験を行い，その結果により必要に応じ調整又は取替を実施することとしている。

したがって，指示計の特性変化は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

f. ナイフスイッチの導通不良

ナイフスイッチは，接触子の接触圧力が低下することによる導通不良が想定されるが，ナイフスイッチの開閉回数は非常に少なく接触圧力が低下する可能性は小さい。

点検時に動作確認を行い，その結果により必要に応じ補修又は取替を実施することとしている。

したがって，ナイフスイッチの導通不良は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

g. 限流リアクトルの絶縁特性低下

限流リアクトルの絶縁物は，有機物であるため熱的，電気的及び環境的要因による絶縁特性低下が想定されるが，限流リアクトルは低電圧の機器であり，屋内空調環境に設置されていることから，電気的及び環境的要因による劣化の可能性は小さい。

また，通電による温度上昇は僅かであるため，熱的要因による劣化の可能性も小さく，点検時に絶縁抵抗測定を行い，その結果により必要に応じ補修又は取替を実施することとしている。

したがって，限流リアクトルの絶縁特性低下は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

h. 水平母線及び垂直母線の腐食（全面腐食）

水平母線及び垂直母線は，銅であるため腐食が想定されるが，屋内空調環境に設置されていることから，腐食の可能性は小さく，点検時に目視確認を行い，その結果により必要に応じ補修又は取替を実施することとしている。

したがって，水平母線及び垂直母線の腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

i．断路部の摩耗

断路部は，ユニットの挿入・引出しによる摩耗が想定されるが，断路部は点検時に潤滑剤を塗布していることから潤滑性は良好である。

また，ユニットの挿入・引出しは点検時にしか行わないため，断路部の摩耗の可能性は小さく，点検時に目視確認を行い，その結果により必要に応じ補修又は取替を実施することとしている。

したがって，断路部の摩耗は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

j．ユニットケース，筐体，サポート及び取付ボルトの腐食（全面腐食）

ユニットケース，筐体，サポート及び取付ボルトは，炭素鋼であるため腐食が想定されるが，表面は塗装等が施されており，屋内空調環境に設置されていることから，腐食の可能性は小さく，点検時に目視確認を行い，その結果により必要に応じ補修又は取替を実施することとしている。

したがって，ユニットケース，筐体，サポート及び取付ボルトの腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

k．埋込金物（大気接触部）の腐食（全面腐食）

埋込金物（大気接触部）は，炭素鋼であるため腐食が想定されるが，大気接触部は塗装が施されており，屋内空調環境に設置されていることから，腐食の可能性は小さく，点検時に目視確認を行い，その結果により必要に応じ補修又は取替を実施することとしている。

したがって，埋込金物（大気接触部）の腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

l．基礎ボルトの腐食（全面腐食）

基礎ボルトの腐食（全面腐食）については，「機械設備の技術評価書」にて評価を実施するものとし本評価書には含めない。

(2) 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により，今後も経年劣化の進展が考えられない，又は進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外）

a. サーマルリレー用変流器の絶縁特性低下

サーマルリレー用変流器の絶縁物は，有機物であるため熱的，電気的及び環境的要因による絶縁特性の低下が想定されるが，サーマルリレー用変流器は低電圧の機器であり，屋内空調環境に設置されていることから，電気的及び環境的要因による絶縁特性低下の可能性はない。

また，サーマルリレー用変流器のコイルへの通電電流が少ないことから，温度上昇は僅かであり，熱的要因による絶縁特性低下の可能性もない。

したがって，サーマルリレー用変流器の絶縁特性低下は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

b. 埋込金物（コンクリート埋設部）の腐食（全面腐食）

埋込金物（コンクリート埋設部）は，炭素鋼であるため腐食が想定される。

コンクリート埋設部ではコンクリートの大気接触部表面からの中性化の進行により腐食環境となるが，コンクリートが中性化に至り，埋込金物に有意な腐食が発生するまで長期間を要す。

したがって，埋込金物（コンクリート埋設部）の腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

表 2.2-1(1/2)　480 V 非常用 MCC に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象								備考
					減肉		割れ		絶縁	導通	信号	その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	絶縁特性低下	導通不良	特性変化		
遮断性能の維持	開閉・変成保護・制御	配線用遮断器		銅他								△*1	*1:固渋 *2:コイル
		電磁接触器		銅他						△			
		サーマルリレー		銅他						△			
通電・絶縁性能の確保		補助継電器		銅他						△			
		変圧器		銅，ガラス繊維					○*2				
		断路部取付台		不飽和ポリエステル樹脂					○				
		ヒューズ	◎	－									
		表示灯	◎	－									
		制御用変圧器		銅，ポリエステルフィルム，電磁鋼					○*2				
		保護継電器（機械式）		銅他							△		
		保護継電器（静止形）		銅，半導体他							△		
		タイマー		銅，半導体他							△		
		指示計		銅他							△		
		ナイフスイッチ		銅他						△			
	エネルギー伝達	限流リアクトル		銅，絶縁紙，磁器					△				
		水平母線		銅		△							
		垂直母線		銅		△							
		断路部		銅他	△								
	導体支持	水平母線サポート		不飽和ポリエステル樹脂					○				
		垂直母線サポート		不飽和ポリエステル樹脂					○				
信号伝達機能の維持	電圧・電流変成	計器用変圧器		銅，エポキシ樹脂					○*2				
		サーマルリレー用変流器		銅他					▲				

○：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象
△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）
▲：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象以外）

表 2.2-1(2/2)　480 V 非常用 MCC に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象								備考
					減肉		割れ		絶縁	導通	信号	その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	絶縁特性低下	導通不良	特性変化		
機器の支持	支持	ユニットケース		炭素鋼		△							*1:大気接触部 *2:コンクリート埋設部
		筐体		炭素鋼		△							
		サポート		炭素鋼		△							
		埋込金物		炭素鋼		△*1 ▲*2							
		取付ボルト		炭素鋼		△							
		基礎ボルト(後打ちメカニカルアンカ)		炭素鋼		△							

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）
▲：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象以外）

2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の評価

(1) 変圧器コイル，制御用変圧器コイル及び計器用変圧器コイルの絶縁特性低下

a. 事象の説明

変圧器コイル，制御用変圧器コイル及び計器用変圧器コイルの絶縁物は，有機物であるため，熱による特性変化，絶縁物に付着する埃，絶縁物内空隙での放電等の熱的，電気的及び環境的要因により経年的に劣化が進行し，絶縁特性低下を起こす可能性がある。

ただし，変圧器，制御用変圧器及び計器用変圧器は低電圧の機器であるため，電気的な劣化は起きないと考えられる。

b. 技術評価

① 健全性評価

変圧器コイル，制御用変圧器コイル及び計器用変圧器コイルの絶縁特性低下要因としては，コイルの通電電流による熱的劣化，絶縁物表面に埃が付着・吸湿して沿面絶縁を低下させる環境的劣化があるが，これまでの点検実績から最も絶縁特性低下に影響を及ぼす要因は熱的劣化であることから，長期間の使用を考慮すると絶縁特性低下が起こる可能性は否定できない。

② 現状保全

変圧器コイル，制御用変圧器コイル及び計器用変圧器コイルの絶縁特性低下に対しては，点検時に絶縁物の変色有無や塵埃付着の有無等の目視確認，清掃及び絶縁抵抗測定を行い，熱的劣化による有意な絶縁特性低下のないことを確認している。

また，これらの点検で有意な絶縁特性の低下が確認された場合は，補修又は取替えることとしている。

③ 総合評価

変圧器コイル，制御用変圧器コイル及び計器用変圧器コイルの絶縁特性低下の可能性は否定できないが，現状保全にて絶縁特性の低下は把握可能である。

また，今後も点検時に目視確認，清掃及び絶縁抵抗測定を実施することで，異常の有無の確認は可能であり，現状の保全は点検手法として適切であると判断する。

c. 高経年化への対応

変圧器コイル，制御用変圧器コイル及び計器用変圧器コイルの絶縁特性低下に対しては，高経年化対策の観点から現状の保全内容に追加すべき項目はない。今後も点検時に目視確認，清掃及び絶縁抵抗測定を実施することにより絶縁特性低下を監視していくとともに，必要に応じ補修又は取替を行うこととする。

(2) 水平母線・垂直母線サポート及び断路部取付台の絶縁特性低下

a. 事象の説明

水平母線・垂直母線サポート及び断路部取付台の絶縁物は，有機物であるため，熱による特性変化，絶縁物に付着する埃，絶縁物内空隙での放電等の熱的，電気的及び環境的要因により経年的に劣化が進行し,絶縁特性低下を起こす可能性がある。

ただし，水平母線・垂直母線サポート及び断路部取付台は低電圧の機器であるため，電気的な劣化は起きないと考えられる。

b. 技術評価

① 健全性評価

水平母線・垂直母線サポート及び断路部取付台の絶縁特性低下要因としては，通電による熱的劣化，絶縁物表面に埃が付着・吸湿して沿面絶縁を低下させる環境的劣化があるが，これまでの点検実績から最も絶縁特性低下に影響を及ぼす要因は熱的劣化であることから，長期間の使用を考慮すると絶縁特性低下が起こる可能性は否定できない。

② 現状保全

水平母線・垂直母線サポート及び断路部取付台の絶縁特性低下に対しては，点検時に絶縁物の変色有無や塵埃付着の有無等の目視確認，清掃及び絶縁抵抗測定を行い，熱的劣化による有意な絶縁特性低下のないことを確認している。

また，これらの点検で有意な絶縁特性の低下が確認された場合は，補修又は取替えることとしている。

③ 総合評価

水平母線・垂直母線サポート及び断路部取付台の絶縁特性低下の可能性は否定できないが，現状保全にて絶縁特性の低下は把握可能である。

また，今後も点検時に目視確認，清掃及び絶縁抵抗測定を実施することで，異常の有無の確認は可能であり，現状の保全は点検手法として適切であると判断する。

c. 高経年化への対応

水平母線・垂直母線サポート及び断路部取付台の絶縁特性低下に対しては，高経年化対策の観点から現状の保全内容に追加すべき項目はない。今後も点検時に目視確認，清掃及び絶縁抵抗測定を実施することにより絶縁特性低下を監視していくとともに，必要に応じ補修又は取替を行うこととする。

3. 代表機器以外への展開

本章では，2 章で実施した代表機器の技術評価について，1 章で実施したグループ化で代表機器となっていない機器への展開について検討した。

［対象コントロールセンタ］

① 緊急用 MCC

② 緊急時対策所用 MCC

③ 125 V 直流 MCC

④ 緊急用直流 125 V MCC

3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

a. 変圧器コイル及び制御用変圧器コイルの絶縁特性低下［緊急用 MCC，緊急時対策所用 MCC］

代表機器と同様，変圧器コイル及び制御用変圧器コイルの絶縁特性低下は，点検時に目視確認，清掃及び絶縁抵抗測定を実施することで絶縁特性の低下は把握可能である。

今後，点検時に目視確認，清掃及び絶縁抵抗測定を行うとともに，必要に応じて補修又は取替を実施することで健全性は維持できると判断する。

したがって，高経年化対策の観点から現状の保全内容に追加すべき項目はない。

b. 水平母線・垂直母線サポート［共通］及び断路部取付台［緊急用 MCC，緊急時対策所用 MCC］の絶縁特性低下

代表機器と同様，125 V 直流 MCC の水平母線・垂直母線サポートの絶縁特性低下は，点検時に目視確認，清掃及び絶縁抵抗測定を実施することにより，有意な絶縁特性低下のないことを確認している。

今後も点検時に目視確認，清掃及び絶縁抵抗測定を実施することにより絶縁特性低下を監視していくとともに，必要に応じて補修又は取替を実施することで健全性は維持できると判断する。

緊急用 MCC，緊急時対策所用 MCC 及び緊急用直流 125 V MCC は，新たに設置されることから，今後，点検時に目視確認，清掃及び絶縁抵抗測定を行うとともに，必要に応じて補修又は取替を実施することで健全性は維持できると判断する。

したがって，高経年化対策の観点から現状の保全内容に追加すべき項目はない。

3.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

(1) 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって，想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象）

a. 配線用遮断器の固渋［共通］

代表機器と同様，配線用遮断器は，周囲温度，浮遊塵埃，発熱及び不動作状態の継続により，操作機構部に塗布されている潤滑剤の潤滑性能が低下し，それに伴う摩擦の増大による固渋が想定されるが，配線用遮断器には，耐熱性及び耐揮発性に優れ，潤滑性能が低下し難い潤滑剤が使用されていることから固渋の可能性は小さい。

また，屋内空調環境に設置されており，かつ，密閉構造であることから，周囲温度及び浮遊塵埃による影響も小さく，点検時に動作確認を行い，その結果により必要に応じ取替を実施することとしている。

緊急用 MCC，緊急時対策所用 MCC 及び緊急用直流 125 V MCC は，新たに設置されることから，今後，点検時に動作確認を行うとともに，その結果により必要に応じ取替を実施することで健全性を維持できると考える。

したがって，配線用遮断器の固渋は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

b. 電磁接触器，サーマルリレー及び補助継電器の導通不良［共通］

代表機器と同様，電磁接触器，サーマルリレー及び補助継電器は，浮遊塵埃が接点に付着することによる導通不良が想定されるが,屋内空調環境に設置されており，かつ，密閉構造であることから，塵埃付着の可能性は小さく，点検時に動作確認を行い，その結果により必要に応じ取替を実施することとしている。

緊急用 MCC，緊急時対策所用 MCC 及び緊急用直流 125 V MCC は，新たに設置されることから，今後，点検時に動作確認を行い，その結果により必要に応じ取替を実施することで健全性を維持できると考える。

したがって，電磁接触器，サーマルリレー及び補助継電器の導通不良は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

c. 電磁接触器（主接点露出形）接点の導通不良［125 V 直流 MCC］

代表機器とは異なり，125 V 直流 MCC には，主接点露出形の電磁接触器が設置されている。

主接点露出形の電磁接触器は，浮遊塵埃が接点に付着することによる導通不良が想定されるが，電磁接触器は屋内空調環境の盤内に設置されており，導通不良が発生する可能性は小さく，点検時に盤内の清掃を実施すると共に，接点部の点検及び接触抵抗測定を行い，その結果により必要に応じ取替を実施することとしている。

したがって，電磁接触器（主接点露出形）接点の導通不良は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

d. 電圧リレーの特性変化［125 V 直流 MCC，緊急用直流 125 V MCC］

代表機器とは異なり，125 V 直流 MCC には，電圧リレーが設置されている。

電圧リレーは，長期間の使用による半導体等の劣化により特性変化が想定されるが，点検時に特性試験を行い，その結果により必要に応じ調整又は取替を実施することとしている。

緊急用直流 125 V MCC は，新たに設置されることから，今後，点検時に特性試験を行い，その結果により必要に応じ調整又は取替を実施することで健全性を維持できると考える。

したがって，電圧リレーの特性変化は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

e. 限流リアクトルの絶縁特性低下［緊急用 MCC］

代表機器と同様，限流リアクトルの絶縁物は，有機物であるため熱的，電気的及び環境的要因による絶縁特性低下が想定されるが，限流リアクトルは低電圧の機器であり，屋内空調環境に設置することとしており，電気的及び環境的要因による劣化の可能性は小さい。

また，通電による温度上昇は僅かであるため，熱的要因による劣化の可能性も小さく，点検時に絶縁抵抗測定を行い，その結果により必要に応じ補修又は取替を実施することで健全性を維持できると考える。

したがって，限流リアクトルの絶縁特性低下は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

f. 水平母線及び垂直母線の腐食（全面腐食）［共通］

代表機器と同様，水平母線及び垂直母線は，銅であるため腐食が想定されるが，屋内空調環境に設置されていることから，腐食の可能性は小さく，点検時に目視確認を行い，その結果により必要に応じ補修又は取替を実施することとしている。

緊急用 MCC，緊急時対策所用 MCC 及び緊急用直流 125 V MCC は，新たに設置されることから，今後，点検時に目視確認を行い，その結果により必要に応じ補修又は取替を実施することで健全性を維持できると考える。

したがって，水平母線及び垂直母線の腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

g. 断路部の摩耗［緊急用 MCC，緊急時対策所用 MCC］

代表機器と同様，断路部は，ユニットの挿入・引出しによる摩耗が想定されるが，ユニットの挿入・引出しは点検時にしか行わないため，断路部の摩耗の可能性は小さく，点検時に目視確認及び潤滑剤の塗布を行い，その結果により必要に応じ補修又は取替を実施することで健全性を維持できると考える。

したがって，断路部の摩耗は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

h. ユニットケース，筐体，サポート及び取付ボルトの腐食（全面腐食）［共通］

代表機器と同様，ユニットケース，筐体，サポート及び取付ボルトは，炭素鋼であるため腐食が想定されるが，表面は塗装等が施されており，屋内空調環境に設置されていることから，腐食の可能性は小さく，点検時に目視確認を行い，その結果により必要に応じ補修又は取替を実施することとしている。

緊急用 MCC，緊急時対策所用 MCC 及び緊急用直流 125 V MCC は，新たに設置されることから，今後，点検時に目視確認を行い，その結果により必要に応じ補修又は取替を実施することで健全性を維持できると考える。

したがって，ユニットケース，筐体，サポート及び取付ボルトの腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

i. 埋込金物（大気接触部）の腐食（全面腐食）［共通］

代表機器と同様，埋込金物（大気接触部）は，炭素鋼であるため腐食が想定されるが,大気接触部は塗装が施されており,屋内空調環境に設置されていることから，腐食の可能性は小さく，点検時に目視確認を行い，その結果により必要に応じ補修又は取替を実施することとしている。

緊急用 MCC，緊急時対策所用 MCC 及び緊急用直流 125 V MCC は，新たに設置されることから，今後，点検時に目視確認を行い，その結果により必要に応じ補修又は取替を実施することで健全性を維持できると考える。

したがって，埋込金物（大気接触部）の腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

j. 基礎ボルトの腐食（全面腐食）［125 V 直流 MCC］

代表機器と同様，基礎ボルトの腐食（全面腐食）については，「機械設備の技術評価書」にて評価を実施するものとし本評価書には含めない。

(2) 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により，今後も経年劣化の進展が考えられない，又は進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外）

a. サーマルリレー用変流器の絶縁特性低下［緊急用 MCC，緊急時対策所用 MCC］

代表機器と同様，サーマルリレー用変流器の絶縁物は，有機物であるため熱的，電気的及び環境的要因による絶縁特性の低下が想定されるが，サーマルリレー用変流器は低電圧の機器であり，屋内空調環境に設置することとしており，電気的及び環境的要因による絶縁特性低下の可能性はない。

また，サーマルリレー用変流器への通電電流が少ないことから，温度上昇は僅かであり，熱的要因による絶縁特性低下の可能性もない。

したがって，サーマルリレー用変流器の絶縁特性低下は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

b. 埋込金物（コンクリート埋設部）の腐食（全面腐食）［共通］

代表機器と同様，埋込金物（コンクリート埋設部）は，炭素鋼であるため腐食が想定される。

コンクリート埋設部ではコンクリートの大気接触部表面からの中性化の進行により腐食環境となるが，コンクリートが中性化に至り，埋込金物に有意な腐食が発生するまで長期間を要す。

緊急用 MCC，緊急時対策所用 MCC 及び緊急用直流 125 V MCC は，新たに設置されるが，代表機器と同様，コンクリートが中性化に至り，埋込金物に有意な腐食が発生するまで長期間を要す。

したがって，埋込金物（コンクリート埋設部）の腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

c. 基礎ボルトの樹脂（後打ちケミカルアンカ）の劣化［緊急用 MCC，緊急用直流 125 V MCC］

基礎ボルトの樹脂の劣化については，「機械設備の技術評価書」にて評価を実施するものとし本評価書には含めない。

5. ディーゼル発電設備

［対象ディーゼル発電設備］

① 非常用ディーゼル発電設備

② 高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電設備

③ 常設代替高圧電源装置

④ 緊急時対策所用発電設備

目次

1. 対象機器及び代表機器の選定..... 5-1
1.1 グループ化の考え方及び結果..... 5-1
1.2 代表機器の選定..... 5-1
2. 代表機器の技術評価..... 5-3
2.1 構造，材料及び使用条件..... 5-3
2.1.1 非常用ディーゼル発電設備..... 5-3
2.2 経年劣化事象の抽出..... 5-10
2.2.1 機器の機能達成に必要な項目..... 5-10
2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出..... 5-10
2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象..... 5-12
2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の評価 5-20
3. 代表機器以外への展開..... 5-27
3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象..... 5-27
3.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象..... 5-28

1. 対象機器及び代表機器の選定

東海第二で使用している主要なディーゼル発電設備の主な仕様を表 1-1 に示す。

これらのディーゼル発電設備を電圧区分，型式及び設置場所の観点からグループ化し，このグループより以下のとおり代表機器を選定した。

1.1 グループ化の考え方及び結果

電圧区分，型式及び設置場所を分類基準とし，ディーゼル発電設備を表 1-1 に示すとおりグループ化する。

1.2 代表機器の選定

ディーゼル発電設備のグループには，非常用ディーゼル発電設備，高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電設備，常設代替高圧電源装置及び緊急時対策所用発電設備が属するが，重要度，定格電圧及び定格容量の観点から，重要度が高く，定格電圧は同等であるが定格容量の大きい非常用ディーゼル発電設備を代表機器とする。

表 1-1　ディーゼル発電設備のグループ化及び代表機器の選定

分類基準			機器名称	仕様 （定格電圧×定格容量）	選定基準			選定	選定理由
電圧区分	型式	設置場所			重要度[*1]	使用条件			
						定格電圧	定格容量		
高圧	ディーゼル発電機	屋内	非常用ディーゼル発電設備	AC 6,900 V×6,500 kVA	MS-1 重[*2]	AC 6,900 V	6,500 kVA	◎	重要度 定格電圧 定格容量
			高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電設備	AC 6,900 V×3,500 kVA	MS-1 重[*2]	AC 6,900 V	3,500 kVA		
			常設代替高圧電源装置	AC 6,600 V×1,725 kVA	重[*2]	AC 6,600 V	1,725 kVA		
			緊急時対策所用発電設備[*3]	AC 6,600 V×1,725 kVA	重[*2]	AC 6,600 V	1,725 kVA		

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

*2：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す

*3：新規に設置される機器

2. 代表機器の技術評価

本章では，1 章で代表機器とした以下のディーゼル発電設備について技術評価を実施する。

① 非常用ディーゼル発電設備

2.1 構造，材料及び使用条件

2.1.1 非常用ディーゼル発電設備

(1) 構造

東海第二の非常用ディーゼル発電設備は，定格電圧 6,900 V，定格容量 6,500 kVA，回転速度 429 rpm の横軸回転界磁三相交流発電機及び制御盤にて構成されている。

① 発電機

a. 固定部

発電機のフレームは基礎に固定され，フレーム内には固定子コアが装着されており，固定子コアには固定子コイルが保持されている。

また，フレーム両端部には回転子を支持する軸受台が設置され，内側に軸受が組み込まれている。

軸受は，軸受表面に油膜を形成させ軸受から発生する熱を取除くため，外部からの強制給油により冷却される。

b. 回転部

主軸は軸受により支持されている。主軸には回転子コアが固定され，回転子コアに回転子コイルが取付けられている。

また，固定子や主軸は，エンドカバーを取外すことにより，点検手入れが可能である。

② 制御盤

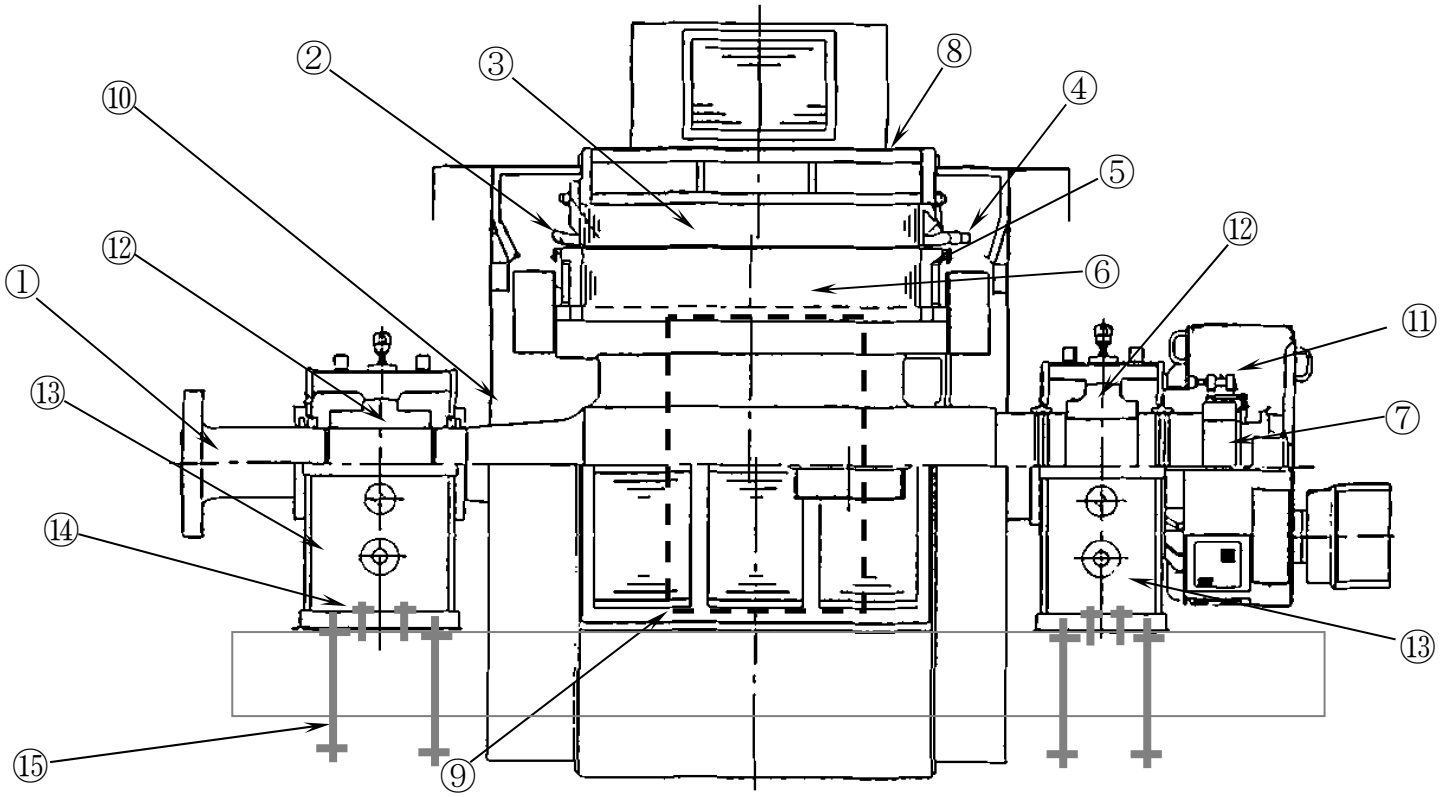
制御盤は，自立型の制御盤 7 面構成で設置されている。

内部機器として，可飽和変流器，リアクトル，計器用変圧器，貫通型計器用変流器，配線用遮断器，信号変換処理部，整流器用変圧器，自動電圧調整器，速度変換器，電源装置，シリコン整流器，サイリスタ，ロックアウト継電器，保護継電器（静止形），補助継電器，故障表示器，ヒューズ，タイマー，表示灯，指示計，操作スイッチ，押し釦スイッチ等で構成されており，これらの機器を支持するための筐体及び取付ボルトからなる。

東海第二の非常用ディーゼル発電機の構造図を図 2.1-1 に，非常用ディーゼル発電機回転子の構造図を図 2.1-2 に，非常用ディーゼル発電機制御盤の構造図を図 2.1-3 に示す。

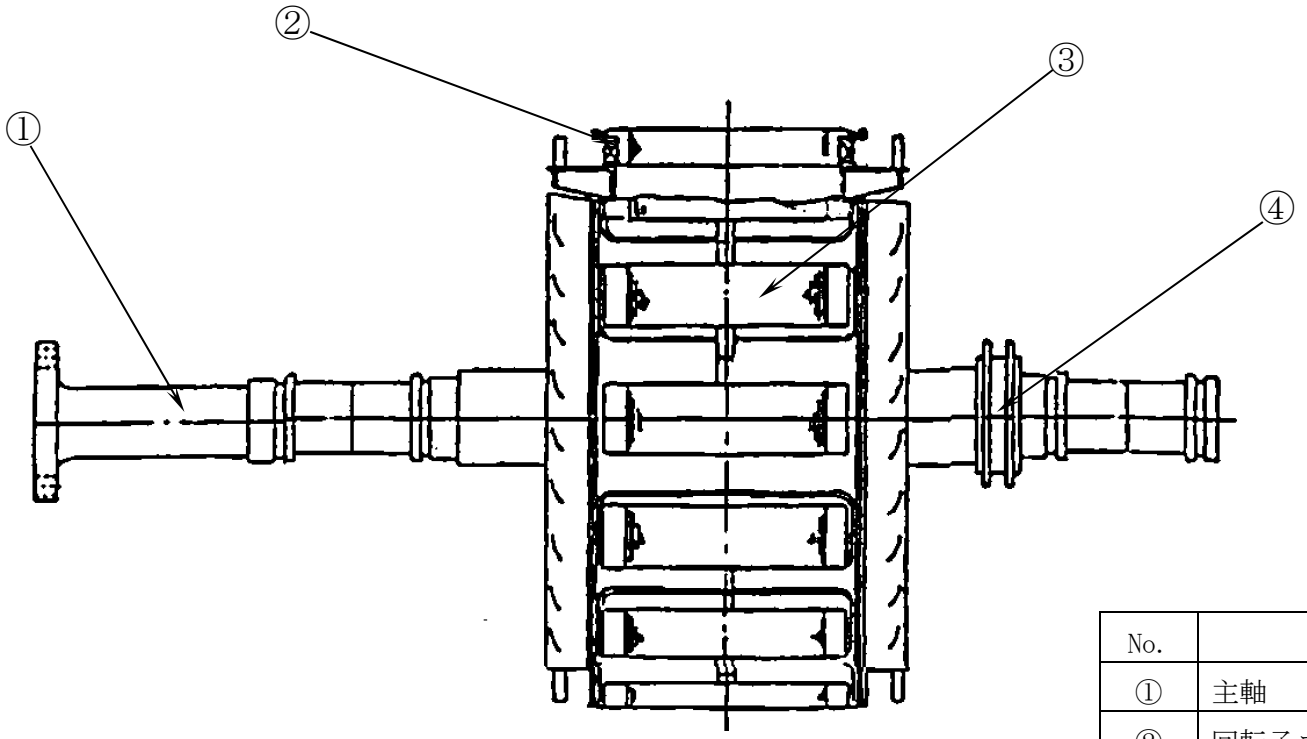
(2) 材料及び使用条件

東海第二の非常用ディーゼル発電設備主要部位の使用材料を表 2.1-1，使用条件を表 2.1-2 に，制御盤の使用条件を表 2.1-3 に示す。



No.	部位	No.	部位	No.	部位	No.	部位	No.	部位
①	主軸	④	口出線・接続部品	⑦	コレクタリング	⑩	エンドカバー	⑬	軸受台
②	固定子コイル	⑤	回転子コイル	⑧	フレーム	⑪	ブラシ	⑭	取付ボルト
③	固定子コア	⑥	回転子コア	⑨	端子箱	⑫	軸受（すべり）	⑮	基礎ボルト

図 2.1-1　非常用ディーゼル発電機構造図



No.	部位
①	主軸
②	回転子コイル
③	回転子コア
④	コレクタリング

図 2.1-2　非常用ディーゼル発電機回転子構造図

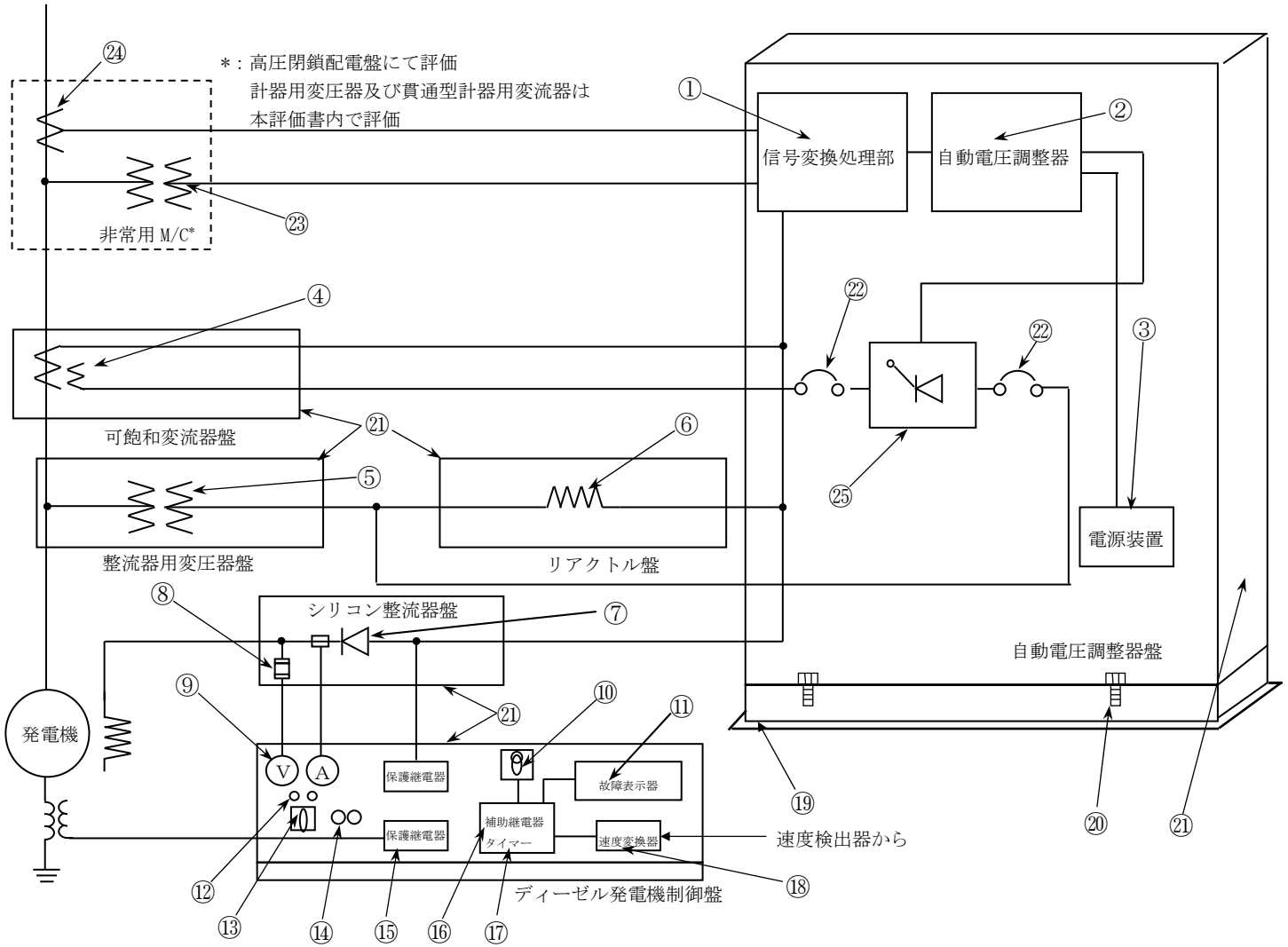


図 2.1-3　非常用ディーゼル発電機制御盤構造図

No.	部位
①	信号変換処理部
②	自動電圧調整器
③	電源装置
④	可飽和変流器
⑤	整流器用変圧器
⑥	リアクトル
⑦	シリコン整流器
⑧	ヒューズ
⑨	指示計
⑩	ロックアウト継電器
⑪	故障表示器
⑫	表示灯
⑬	操作スイッチ
⑭	押し釦スイッチ
⑮	保護継電器（静止形）
⑯	補助継電器
⑰	タイマー
⑱	速度変換器
⑲	埋込金物
⑳	取付ボルト
㉑	筐体
㉒	配線用遮断器
㉓	計器用変圧器
㉔	貫通型計器用変流器
㉕	サイリスタ

表 2.1-1　非常用ディーゼル発電設備主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
発電機能の維持	エネルギー伝達	主軸	炭素鋼
	エネルギー変換	固定子コイル	銅，マイカ，エポキシ樹脂等
		固定子コア	電磁鋼板
		口出線・接続部品	銅，マイカ，エポキシ樹脂等
		回転子コイル	銅，絶縁物
		回転子コア	電磁鋼板
		コレクタリング	ステンレス鋼
		フレーム	圧延鋼
		端子箱	圧延鋼
		エンドカバー	圧延鋼
		ブラシ	（消耗品）
	軸支持	軸受（すべり）	圧延鋼，ホワイトメタル
		軸受台	圧延鋼
機器の支持（発電機）	支持	取付ボルト	圧延鋼
		基礎ボルト	圧延鋼
電圧制御機能の維持	アナログ制御	信号変換処理部	半導体，コンデンサ，抵抗器他
		自動電圧調整器	半導体，コンデンサ，抵抗器，タイマー他
		電源装置	半導体，電解コンデンサ，抵抗器他
		可飽和変流器	銅，ガラス繊維，マイカ，シリコン樹脂
		整流器用変圧器	銅，ガラス繊維，マイカ，シリコン樹脂
		リアクトル	銅，ガラス繊維，マイカ，シリコン樹脂
		シリコン整流器	半導体他
		ヒューズ	（消耗品）
		指示計	銅他
		ロックアウト継電器	銅他
		故障表示器	（消耗品）
		表示灯	（消耗品）
		操作スイッチ	銅他
		押し釦スイッチ	銅他
		保護継電器（静止形）	銅，半導体他
		補助継電器	銅他
		タイマー	銅，半導体他
		速度変換器	半導体他
		配線用遮断器	銅他
		計器用変圧器	銅，エポキシ樹脂
		貫通型計器用変流器	銅，エポキシ樹脂
		サイリスタ	半導体
機器の支持（制御盤等）	支持	埋込金物	炭素鋼
		取付ボルト	炭素鋼
		筐体	鋼板

表 2.1-2　非常用ディーゼル発電設備の使用条件

設置場所	屋内
周囲温度*	40 ℃（最高）
定格容量	6,500 kVA
定格電圧	AC 6,900 V
定格回転速度	429 rpm

＊：原子炉建屋付属棟における設計値

表 2.1-3　制御盤の使用条件

設置場所	屋内
周囲温度*	40 ℃（最高）

＊：原子炉建屋付属棟における設計値

2.2 経年劣化事象の抽出

2.2.1 機器の機能達成に必要な項目

ディーゼル発電設備の機能である給電機能の達成に必要な項目は以下のとおり。

(1) 発電機能の維持

(2) 電圧制御機能の維持

(3) 機器の支持

2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

(1) 想定される経年劣化事象の抽出

ディーゼル発電設備について機能達成に必要な項目を考慮して主要な部位に展開した上で，個々の部位の材料，構造，使用条件（電圧，温度等）及び現在までの運転経験を考慮し，表 2.2-1 に示すとおり，想定される経年劣化事象を抽出した（表 2.2-1 で○又は△，▲）。

なお，消耗品及び定期取替品は以下のとおり評価対象外とする。

(2) 消耗品及び定期取替品の扱い

故障表示器，表示灯，ヒューズ及びブラシは消耗品であり，設計時に長期使用せず取替を前提としていることから高経年化対策を見極める上で評価対象外とする。

(3) 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

想定される経年劣化事象のうち下記①，②に該当しない事象を高経年化対策上着目すべき経年劣化事象と判断した。なお，下記①，②に該当する事象については，2.2.3項に示すとおり，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断した。

① 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって，想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象として表 2.2-1 で△）

② 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により，今後も経年劣化の進展が考えられない，又は進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外として表 2.2-1 で▲）

この結果，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象として以下の事象が抽出された（表 2.2-1 で○）。

a. 固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁特性低下
b. 計器用変圧器コイルの絶縁特性低下
c. 回転子コイルの絶縁特性低下
d. 可飽和変流器コイル，整流器用変圧器コイル及びリアクトルコイルの絶縁特性低下

2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

(1) 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって，想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象）

a. 主軸の摩耗

主軸は，軸受との接触面において摩耗が想定されるが，軸受には潤滑油が供給され主軸と軸受間に油膜が形成される。

また，主軸の材料である炭素鋼は，軸受接触面の材料より固いことから主軸の摩耗が発生する可能性は小さく，点検時に目視確認及び主軸と軸受隙間の寸法測定において有意な摩耗がないことを確認している。

したがって，主軸の摩耗は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

b. フレーム，端子箱，エンドカバー及び軸受台の腐食（全面腐食）

フレーム，端子箱，エンドカバー及び軸受台は，圧延鋼であるため腐食が想定されるが，表面は塗装が施されており，屋内に設置されていることから，腐食の可能性は小さく，点検時に目視確認を行い，その結果により必要に応じ補修を実施することとしている。

したがって，フレーム，端子箱，エンドカバー及び軸受台の腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

c. 固定子コア及び回転子コアの腐食（全面腐食）

固定子コア及び回転子コアは，電磁鋼板であるため腐食が想定されるが，固定子コア及び回転子コア表面には，防食効果のある絶縁ワニス処理が施されており，屋内に設置されていることから，腐食の可能性は小さく，点検時に目視確認を行い，その結果により必要に応じ補修を実施することとしている。

したがって，固定子コア及び回転子コアの腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

d. コレクタリングの摩耗

コレクタリングは，ブラシとの接触面に摩耗が想定されるが，コレクタリング材はブラシ材より硬質であり摩耗の可能性は小さい。

また，屋内に設置されていることから，塵埃による摩耗の可能性も小さく，点検時に清掃，目視確認，コレクタリング・ブラシ摩耗量測定及び動作時における火花発生の有無の確認を行い，その結果により必要に応じ補修又は取替を実施することとしている。

したがって，コレクタリングの摩耗は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

e. 軸受（すべり）の摩耗及びはく離

軸受は，すべり軸受を使用しており，ホワイトメタルを軸受に鋳込み溶着しているため摩耗及びはく離が想定されるが，摩耗については，点検時に目視確認及び主軸と軸受隙間の寸法測定を行い，その結果により必要に応じ補修又は取替を実施し機能を維持している。

また，はく離についても点検時に目視確認及び浸透探傷検査を行い，その結果により必要に応じ補修又は取替を実施することとしている。

したがって，軸受（すべり）の摩耗及びはく離は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

f. 信号変換処理部，自動電圧調整器及び速度変換器の特性変化

信号変換処理部，自動電圧調整器及び速度変換器には，マイグレーションによる基板内 IC での回路間短絡・断線といった電気回路の不良及び電解コンデンサ，可変抵抗器等の使用部品の劣化により特性変化が想定される。マイグレーション対策については設計・製造プロセスが改善されていることから，生じる可能性は小さく，点検時に特性試験を行い，その結果により必要に応じ調整又は取替を実施することとしている。

したがって，信号変換処理部，自動電圧調整器及び速度変換器の特性変化は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

g. 電源装置の特性変化

電源装置は，長期間の使用による半導体等の劣化により特性変化が想定されるが，点検時に特性試験を行い，その結果により必要に応じ調整又は取替を実施することとしている。

したがって，電源装置の特性変化は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

h. シリコン整流器及びサイリスタの特性変化

シリコン整流器及びサイリスタは，長期間の使用による半導体等の劣化により特性変化が想定されるが，点検時に特性試験を行い，その結果により必要に応じ調整又は取替を実施することとしている。

したがって，シリコン整流器及びサイリスタの特性変化は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

i. 保護継電器（静止形）及びタイマーの特性変化

保護継電器（静止形）及びタイマーは，長期間の使用による半導体等の劣化により特性変化が想定されるが，点検時に特性試験を行い，その結果により必要に応じ調整又は取替を実施することとしている。

したがって，保護継電器（静止形）及びタイマーの特性変化は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

j. 配線用遮断器の固渋

配線用遮断器は，周囲温度，浮遊塵埃，発熱及び不動作状態の継続により，操作機構部に塗布されている潤滑剤の潤滑性能が低下し，それに伴う摩擦の増大による固渋が想定されるが，配線用遮断器には，耐熱性及び耐揮発性に優れ，潤滑性能が低下し難い潤滑剤が使用されていることから固渋の可能性は小さい。

また，屋内に設置されており，かつ，密閉構造であることから，周囲温度及び浮遊塵埃による影響も小さく，点検時に動作確認を行い，その結果により必要に応じ取替を実施することとしている。

したがって，配線用遮断器の固渋は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

k. 補助継電器の導通不良

補助継電器は，浮遊塵埃が接点に付着することによる導通不良が想定されるが，屋内に設置されており，かつ，密閉構造であることから，塵埃付着の可能性は小さく，点検時に動作確認を行い，その結果により必要に応じ取替を実施することとしている。

したがって，補助継電器の導通不良は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

l. ロックアウト継電器の導通不良

ロックアウト継電器は，コイルの通電電流による熱的要因及び吸湿による環境的要因により経年的に劣化が進行し，継電器動作時の振動・衝撃でコイルが断線する可能性がある。

しかし，コイルへの通電電流は非常に少なく，屋内に設置されていることから，断線による導通不良に至る可能性は小さく，点検時に動作確認を行い，その結果により必要に応じ取替を実施することとしている。

したがって，ロックアウト継電器の導通不良は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

m. 指示計の特性変化

指示計は，長期間の使用に伴い指示特性に誤差が生じ，精度を確保できなくなることが想定されるが，点検時に特性試験を行い，その結果により必要に応じ調整又は取替を実施することとしている。

したがって，指示計の特性変化は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

n. 操作スイッチ及び押し釦スイッチの導通不良

操作スイッチ及び押し釦スイッチは，浮遊塵埃が接点に付着することによる導通不良が想定されるが，屋内に設置されており，かつ，密閉構造であることから，塵埃付着の可能性は小さく，点検時に動作確認を行い，その結果により必要に応じ取替を実施することとしている。

したがって，操作スイッチ及び押し釦スイッチの導通不良は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

o. 筐体及び取付ボルトの腐食（全面腐食）

筐体及び取付ボルトは，鋼板，圧延鋼及び炭素鋼であるため腐食が想定されるが，表面は塗装等が施されており，屋内に設置されていることから，腐食の可能性は小さく，点検時に目視確認を行い，その結果により必要に応じ補修又は取替を実施することとしている。

したがって，筐体及び取付ボルトの腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

p. 埋込金物（大気接触部）の腐食（全面腐食）

埋込金物（大気接触部）は，炭素鋼であるため腐食が想定されるが，大気接触部は塗装が施されており，屋内に設置されていることから，腐食の可能性は小さく，点検時に目視確認を行い，その結果により必要に応じ補修又は取替を実施することとしている。

したがって，埋込金物（大気接触部）の腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

q. 基礎ボルトの腐食（全面腐食）

基礎ボルトの腐食（全面腐食）については，「機械設備の技術評価書」にて評価を実施するものとし本評価書には含めない。

r. 主軸及び回転子コアの高サイクル疲労割れ

主軸及び回転子コアには，ディーゼル発電機運転時に繰返し応力が発生することから，応力集中部において高サイクル疲労割れが想定されるが，主軸及び回転子コアは設計段階において疲労割れが発生しないように考慮された設計となっており，高サイクル疲労割れが発生する可能性は小さい。

なお，点検時に目視確認を行い，これまで割れは確認されていない。

今後も使用環境が変わらないことから，これらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，主軸及び回転子コアの高サイクル疲労割れは高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

(2) 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により，今後も経年劣化の進展が考えられない，又は進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外）

a. 貫通型計器用変流器の絶縁特性低下

貫通型計器用変流器の絶縁物は有機物であるため熱的，電気的及び環境的要因による絶縁特性の低下が想定されるが，貫通型計器用変流器は低電圧の機器であり，屋内に設置されていることから，電気的及び環境的要因による絶縁特性低下の可能性はない。

また，貫通型計器用変流器のコイルへの通電電流が少ないことから，温度上昇は僅かであり，熱的要因による劣化の可能性もない。

したがって，貫通型計器用変流器の絶縁特性低下は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

b. 埋込金物（コンクリート埋設部）の腐食（全面腐食）

埋込金物（コンクリート埋設部）は，炭素鋼であるため腐食が想定される。

コンクリート埋設部ではコンクリートの大気接触部表面からの中性化の進行により腐食環境となるが，コンクリートが中性化に至り，埋込金物に有意な腐食が発生するまで長期間を要す。

したがって，埋込金物（コンクリート埋設部）の腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

表 2.2-1(1/3)　非常用ディーゼル発電設備に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象								備考
					減肉		割れ		絶縁	導通	信号		
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	絶縁特性低下	導通不良	特性変化	その他	
発電機能の維持	エネルギー伝達	主軸		炭素鋼	△		△*1						*1:高サイクル疲労割れ *2:はく離
	エネルギー変換	固定子コイル		銅，マイカ，エポキシ樹脂等					○				
		固定子コア		電磁鋼板		△							
		口出線・接続部品		銅，マイカ，エポキシ樹脂等					○				
		回転子コイル		銅，絶縁物					○				
		回転子コア		電磁鋼板		△	△*1						
		コレクタリング		ステンレス鋼	△								
		フレーム		圧延鋼		△							
		端子箱		圧延鋼		△							
		エンドカバー		圧延鋼		△							
		ブラシ	◎	－									
	軸支持	軸受（すべり）		圧延鋼，ホワイトメタル	△							△*2	
		軸受台		圧延鋼		△							
機器の支持（発電機）	支持	取付ボルト		圧延鋼		△							
		基礎ボルト		圧延鋼		△							

○：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表 2.2-1(2/3)　非常用ディーゼル発電設備に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象								備考
					減肉		割れ		絶縁	導通	信号	その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	絶縁特性低下	導通不良	特性変化		
電圧制御機能の維持	アナログ制御	信号変換処理部		半導体，コンデンサ，抵抗器他							△		*1:コイル *2:固渋
		自動電圧調整器		半導体，コンデンサ，抵抗器，タイマー他							△		
		電源装置		半導体，電解コンデンサ，抵抗器他							△		
		可飽和変流器		銅，ガラス繊維，マイカ，シリコン樹脂					○*1				
		整流器用変圧器		銅，ガラス繊維，マイカ，シリコン樹脂					○*1				
		リアクトル		銅，ガラス繊維，マイカ，シリコン樹脂					○*1				
		シリコン整流器		半導体他							△		
		ヒューズ	◎	－									
		指示計		銅他							△		
		ロックアウト継電器		銅他						△			
		故障表示器	◎	－									
		表示灯	◎	－									
		操作スイッチ		銅他						△			
		押し釦スイッチ		銅他						△			
		保護継電器（静止形）		銅，半導体他							△		
		補助継電器		銅他						△			
		タイマー		銅，半導体他							△		
		速度変換器		半導体他							△		
		配線用遮断器		銅他								△*2	
		計器用変圧器		銅，エポキシ樹脂					○*1				
		貫通型計器用変流器		銅，エポキシ樹脂					▲				
		サイリスタ		半導体							△		

○：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象
△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）
▲：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象以外）

表 2.2-1(3/3)　非常用ディーゼル発電設備に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象								備考
					減肉		割れ		絶縁	導通	信号	その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	絶縁特性低下	導通不良	特性変化		
機器の支持（制御盤）	支持	筐体		鋼板		△							*1:大気接触部 *2:コンクリート埋設部
		取付ボルト		炭素鋼		△							
		埋込金物		炭素鋼		△*1 ▲*2							

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）
▲：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象以外）

2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の評価

(1) 固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁特性低下

発電機の固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁特性低下に対する「事象の説明」，「技術評価」及び「高経年化への対応」は，「ポンプモータの技術評価書」の高圧ポンプモータの固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁特性低下にて評価を実施している。

(2) 計器用変圧器コイルの絶縁特性低下

計器用変圧器コイルの絶縁特性低下に対する「事象の説明」，「技術評価」及び「高経年化への対応」は，「高圧閉鎖配電盤の技術評価書」の計器用変圧器の絶縁特性低下にて評価を実施している。

(3) 回転子コイルの絶縁特性低下

a. 事象の説明

回転子コイルの絶縁物は，有機物であるため振動等による機械的劣化，熱分解による熱的劣化，絶縁物内空隙での放電等による電気的劣化及び埃等の付着による環境的劣化により経年的に劣化が進行し，絶縁物の外表面及び内部から絶縁特性低下を起こす可能性がある。

ただし，回転子コイルは低電圧の機器であるため，電気的劣化は起きないと考えられる。

絶縁特性低下を起こす可能性のある部位を図 2.3-1 に示す。

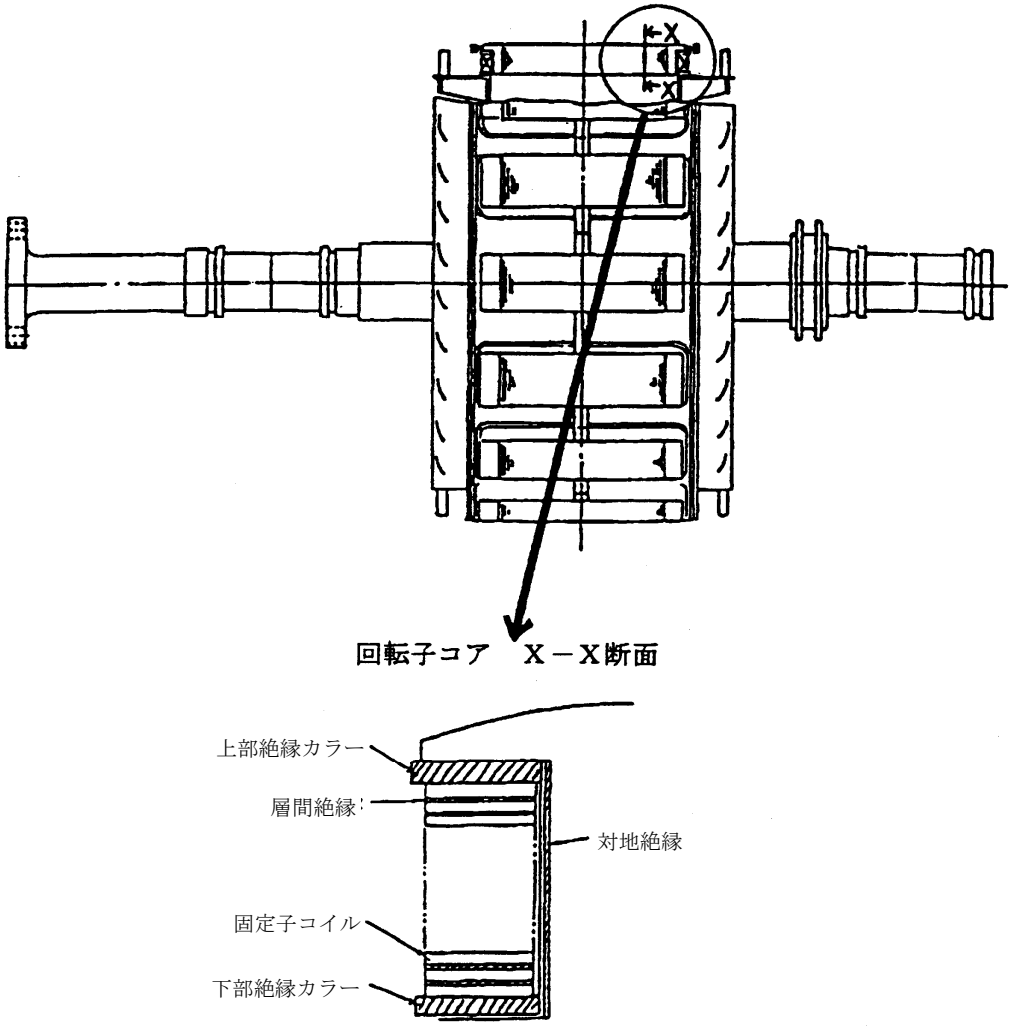


図 2.3-1　非常用ディーゼル発電機回転子コイル絶縁特性低下部位

b. 技術評価

① 健全性評価

回転子コイルの絶縁特性低下要因としては，運転時の振動によるコイル絶縁部の緩み等による機械的劣化，コイルの通電電流による絶縁物の熱的劣化及び絶縁物表面に埃が付着・吸湿して沿面絶縁を低下させる環境的劣化があるが，これまでの点検実績から最も絶縁特性低下に影響を及ぼす要因は環境的劣化であることから，長期間の使用を考慮すると絶縁特性低下が起こる可能性は否定できない。

② 現状保全

回転子コイルの絶縁特性低下に対しては，点検時に絶縁物の変色有無や塵埃付着の有無，絶縁物，コイルの緩みの有無等の目視確認，清掃及び絶縁抵抗測定を行い，環境的劣化による有意な絶縁特性低下がないことを確認している。

また，これらの点検で有意な絶縁特性低下による異常が確認された場合は，洗浄，乾燥及び絶縁補修（絶縁物にワニスを注入）又は回転子コイルを取替えることとしている。

③ 総合評価

回転子コイルの絶縁特性低下の可能性は否定できないが，絶縁特性低下は点検時における目視確認，清掃及び絶縁抵抗測定にて把握可能である。

また，今後も点検時に目視確認，清掃及び絶縁抵抗測定を実施することで，異常の有無の確認は可能であり，現状の保全は点検手法として適切であると判断する。

c. 高経年化への対応

回転子コイルの絶縁特性低下に対しては，高経年化対策の観点から現状の保全内容に追加すべき項目はない。今後も目視確認，清掃及び絶縁抵抗測定を実施することにより絶縁特性低下を監視していくとともに，必要に応じ補修又は取替を行うこととする。

(4) 可飽和変流器コイル，整流器用変圧器コイル及びリアクトルコイルの絶縁特性低下

a. 事象の説明

可飽和変流器コイル，整流器用変圧器コイル及びリアクトルコイルの絶縁物は，有機物であるため熱分解による熱的劣化，絶縁物内空隙での放電等による電気的劣化及び埃等の付着による環境的劣化により経年的に劣化が進行し，絶縁特性低下を起こす可能性がある。

絶縁特性低下を生ずる可能性のある部位を図 2.3-2，図 2.3-3，図 2.3-4 に示す。

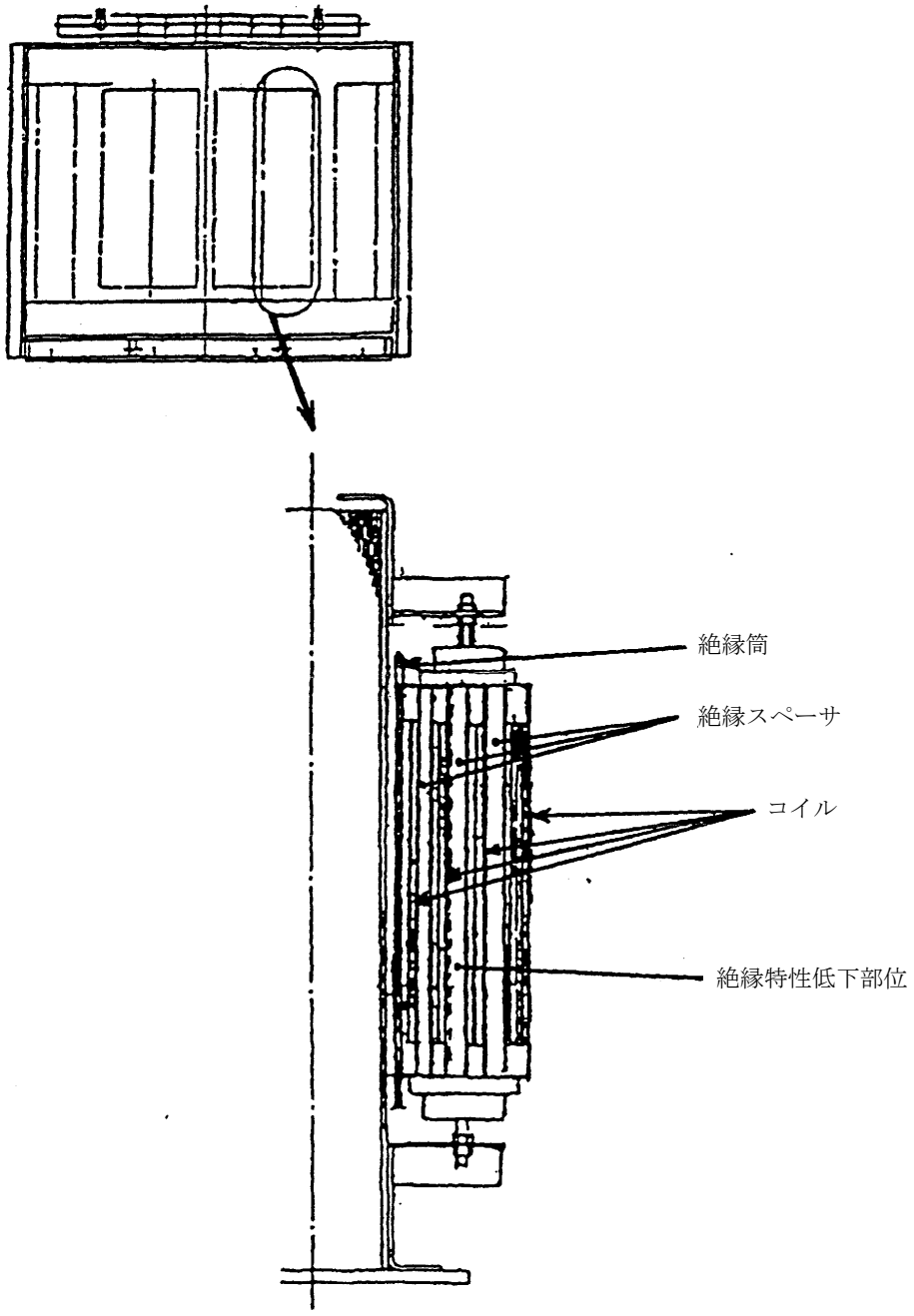


図 2.3-2　可飽和変流器の絶縁特性低下部位

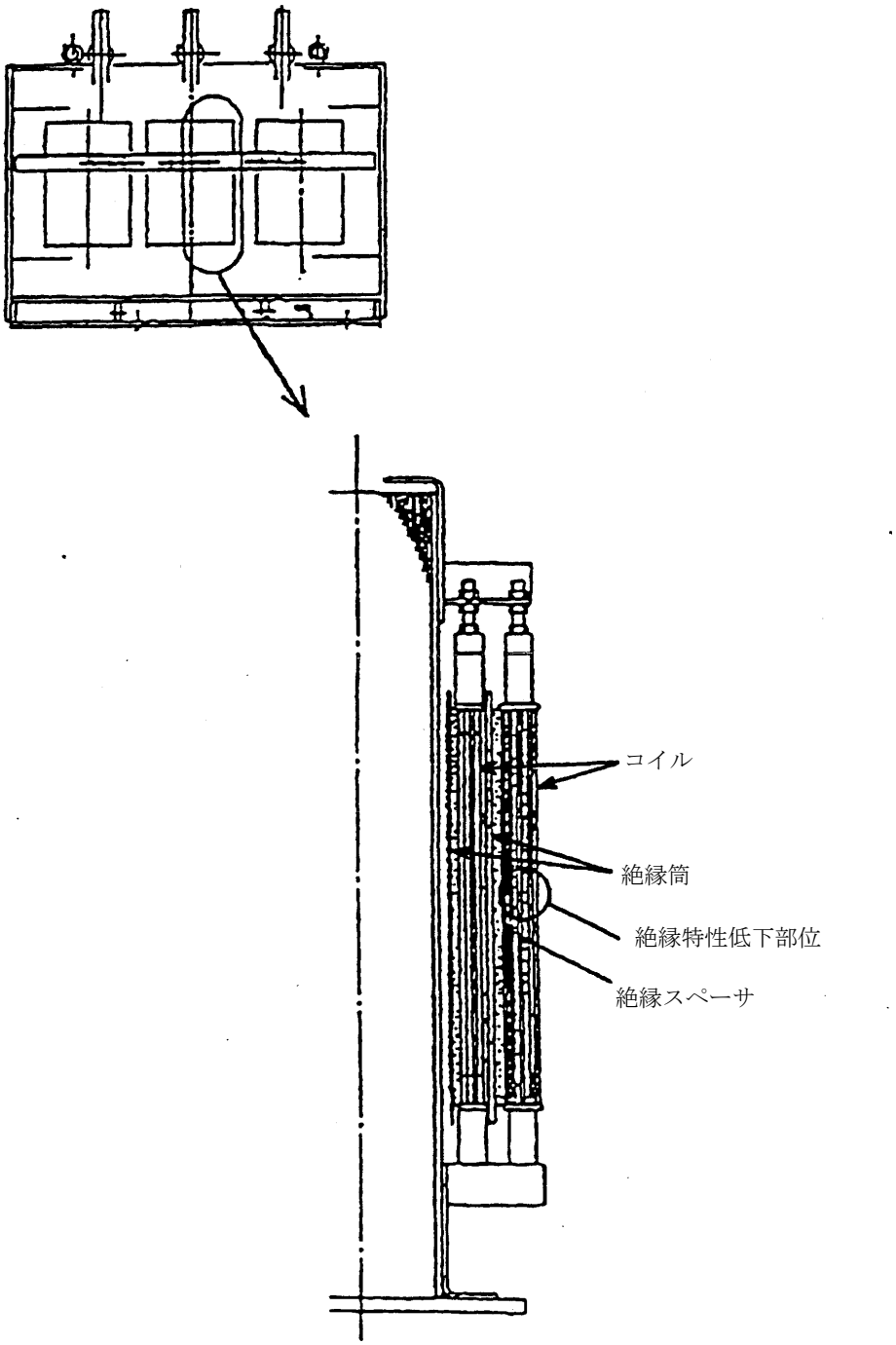


図 2.3-3　整流器用変圧器の絶縁特性低下部位

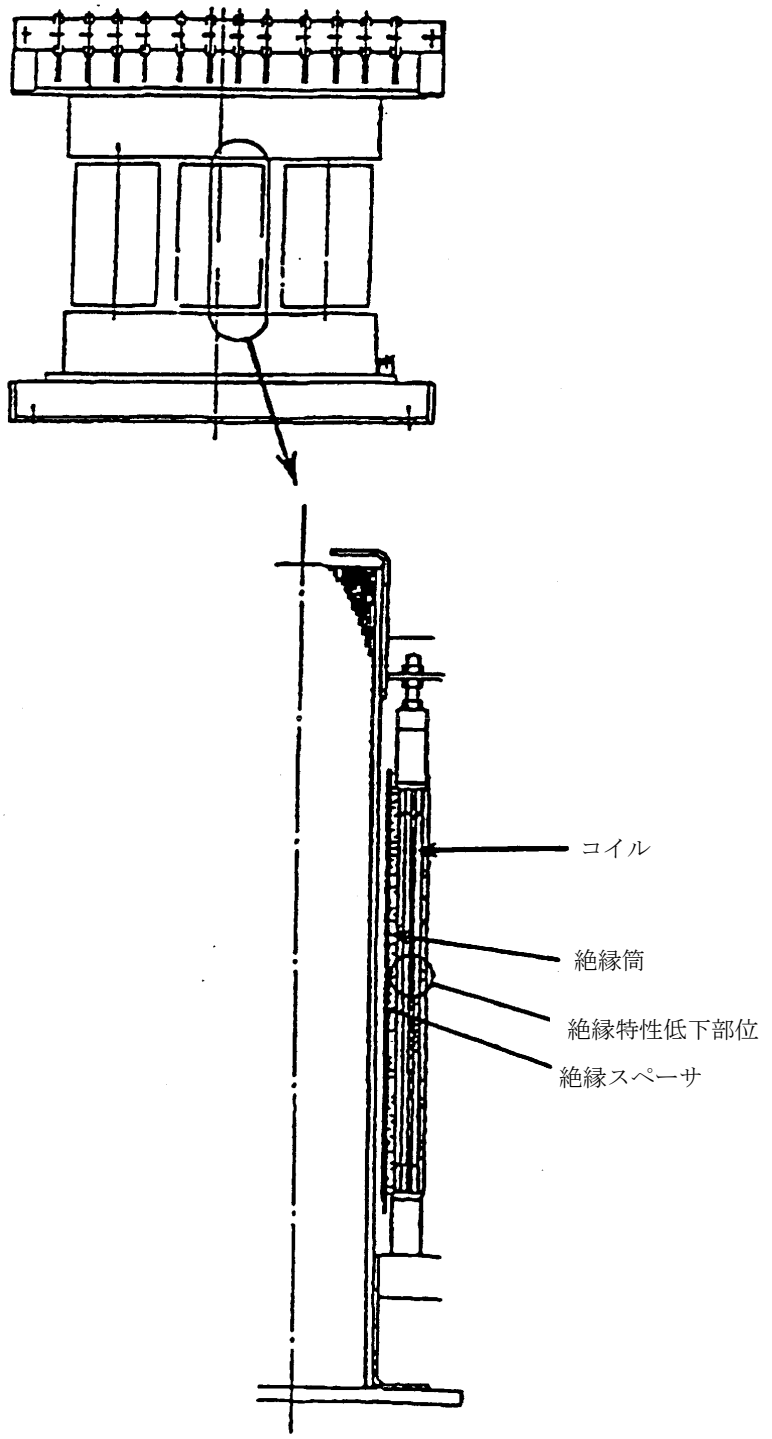


図 2.3-4　リアクトルの絶縁特性低下部位

b. 技術評価

① 健全性評価

可飽和変流器コイル，整流器用変圧器コイル及びリアクトルコイルの絶縁特性低下要因としては，コイルの通電電流による絶縁物の熱的劣化，絶縁物内空隙での放電による電気的劣化及び絶縁物表面に埃が付着・吸湿して沿面絶縁を低下させる環境的劣化があるが，これまでの点検実績から最も絶縁特性低下に影響を及ぼす要因は熱的劣化であることから，長期間の使用を考慮すると絶縁特性低下が起こる可能性は否定できない。

② 現状保全

可飽和変流器コイル，整流器用変圧器コイル及びリアクトルコイルの絶縁特性低下に対しては，点検時に絶縁物の変色有無や塵埃付着の有無等の目視確認，清掃及び絶縁抵抗測定を行い，熱的劣化による有意な絶縁特性低下のないことを確認している。

また，これらの点検で有意な絶縁特性の低下が確認された場合は，洗浄，乾燥及び絶縁補修又は取替えることとしている。

③ 総合評価

可飽和変流器コイル，整流器用変圧器コイル及びリアクトルコイルの絶縁特性低下の可能性は否定できないが，現状保全にて絶縁特性の低下は把握可能である。

また，今後も点検時に目視確認，清掃及び絶縁抵抗測定を実施することで，異常の有無の確認は可能であり，現状の保全は点検手法として適切であると判断する。

c. 高経年化への対応

可飽和変流器コイル，整流器用変圧器コイル及びリアクトルコイルの絶縁特性低下に対しては，高経年化対策の観点から現状の保全内容に追加すべき項目はない。今後も点検時に目視確認，清掃及び絶縁抵抗測定を実施することにより絶縁特性低下を監視していくとともに，必要に応じ補修又は取替を行うこととする。

3. 代表機器以外への展開

本章では，2 章で実施した代表機器の技術評価について，1 章で実施したグループ化で代表機器となっていない機器への展開について検討した。

［対象ディーゼル発電設備］

① 高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電設備

② 常設代替高圧電源装置

③ 緊急時対策所用発電設備

3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

a. 固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁特性低下［共通］

代表機器と同様，固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁特性低下に対する「事象の説明」，「技術評価」及び「高経年化への対応」は，「ポンプモータの技術評価書」の高圧ポンプモータの固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁特性低下にて評価を実施している。

緊急時対策所用発電設備は新たに設置されることから，今後，点検時に絶縁抵抗測定及び絶縁診断試験（直流吸収試験，交流電流試験，誘電正接試験及び部分放電試験），目視確認及び清掃を行うとともに，必要に応じて洗浄，乾燥及び絶縁補修（絶縁物にワニスを注入），又は固定子コイル及び口出線・接続部品の取替を実施することで健全性を維持できると判断する。

b. 計器用変圧器コイルの絶縁特性低下［共通］

代表機器と同様，計器用変圧器コイルの絶縁特性低下に対する「事象の説明」，「技術評価」及び「高経年化への対応」は，「高圧閉鎖配電盤の技術評価書」の計器用変圧器コイルの絶縁特性低下にて評価を実施している。

緊急時対策所用発電設備は，新たに設置されることから，今後，点検時に目視確認，清掃及び絶縁抵抗測定を行うとともに，必要に応じて補修又は取替を実施することで健全性は維持できると判断する。

c. 回転子コイルの絶縁特性低下［共通］

代表機器と同様，回転子コイルの絶縁特性低下は，点検時に目視確認，清掃及び絶縁抵抗測定を実施することにより，有意な絶縁特性低下のないことを確認している。

今後も目視確認，清掃及び絶縁抵抗測定を実施することにより絶縁特性低下を監視していくとともに，必要に応じて補修，取替等を実施することで健全性は維持できると判断する。

したがって，高経年化対策の観点から現状の保全内容に追加すべき項目はない。

なお，常設代替高圧電源装置及び緊急時対策所用発電設備の回転子は，回転子コイルの代りに永久磁石が用いられていることから絶縁特性低下は構造上発生しない。

d. 可飽和変流器コイル，整流器用変圧器コイル及びリアクトルコイルの絶縁特性低下［高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電設備］

代表機器と同様，可飽和変流器コイル，整流器用変圧器コイル及びリアクトルコイルの絶縁特性低下は，点検時に目視確認，清掃及び絶縁抵抗測定を実施することにより，有意な絶縁特性低下のないことを確認している。

今後も目視確認，清掃及び絶縁抵抗測定を実施することにより絶縁特性低下を監視していくとともに，必要に応じて補修又は取替を実施することで健全性は維持できると判断する。

したがって，高経年化対策の観点から現状の保全内容に追加すべき項目はない。

3.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

(1) 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって，想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象）

a. 主軸の摩耗［常設代替高圧電源装置，緊急時対策所用発電設備］

代表機器とは異なり，主軸は，軸受との接触面の摩耗が想定されるが，点検時に主軸の寸法測定を行い，その結果により必要に応じ補修を実施することとしている。

緊急時対策所用発電設備は，新たに設置されることから，今後，点検時に主軸の寸法測定を行い，その結果により必要に応じ補修を実施することで健全性を維持できると考える。

したがって，主軸の摩耗は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

b. 主軸の摩耗［高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電設備］

代表機器と同様，主軸は，軸受との接触面において摩耗が想定されるが，軸受には潤滑油が供給され主軸と軸受間に油膜が形成される。

また，主軸の材料である炭素鋼は，軸受接触面の材料より固いことから主軸の摩耗が発生する可能性は小さく，点検時に目視確認及び主軸と軸受隙間の寸法測定において有意な摩耗がないことを確認している。

したがって，主軸の摩耗は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

c. フレーム，端子箱，エンドカバー［共通］及び軸受台［高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電設備］の腐食（全面腐食）

代表機器と同様，高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電設備のフレーム，端子箱，エンドカバー及び軸受台，常設代替高圧電源装置のフレーム，端子箱及びエンドカバーは，圧延鋼であるため腐食が想定されるが，表面は塗装が施されており，屋内に設置されていることから，腐食の可能性は小さく，点検時に目視確認を行い，その結果により必要に応じ補修を実施することとしている。

緊急時対策所用発電設備は，新たに設置されることから，今後，点検時に目視確認を行い，その結果により必要に応じ補修を実施することで健全性を維持できると考える。

したがって，フレーム，端子箱，エンドカバー及び軸受台の腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

d. 固定子コア及び回転子コアの腐食（全面腐食）［共通］

代表機器と同様，固定子コア及び回転子コアは，電磁鋼板であるため腐食が想定されるが，固定子コア及び回転子コア表面には，防食効果のある絶縁ワニス処理が施されており，屋内に設置されていることから，腐食の可能性は小さく，点検時に目視確認を行い，その結果により必要に応じ補修を実施することとしている。

緊急時対策所用発電設備は，新たに設置されることから，今後，点検時に目視確認を行い，その結果により必要に応じ補修を実施することで健全性を維持できると考える。

したがって，固定子コア及び回転子コアの腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

e. コレクタリングの摩耗 ［高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電設備］

代表機器と同様，コレクタリングは，ブラシとの接触面に摩耗が想定されるが，コレクタリング材はブラシ材より硬質であり摩耗の可能性は小さい。

また，屋内に設置されていることから，塵埃による摩耗の可能性も小さく，点検時に清掃，目視確認，コレクタリング・ブラシ摩耗量測定及び動作時における火花発生の有無の確認を行い，その結果により必要に応じ補修又は取替を実施することとしている。

したがって，コレクタリングの摩耗は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

f. 軸受（すべり）の摩耗及びはく離［高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電設備］

代表機器と同様，軸受は，すべり軸受を使用しており，ホワイトメタルを軸受に鋳込み溶着しているため摩耗及びはく離が想定されるが，摩耗については，点検時に目視確認及び主軸と軸受隙間の寸法測定を行い，その結果により必要に応じ補修又は取替を実施し機能を維持している。

また，はく離についても点検時に目視確認及び浸透探傷検査を行い，その結果により必要に応じ補修又は取替を実施することとしている。

したがって，軸受（すべり）の摩耗及びはく離は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

g. 回転整流器の特性変化［常設代替高圧電源装置，緊急時対策所用発電設備］

代表機器とは異なり，回転整流器は，半導体を使用しており，長期間の使用による半導体等の劣化により特性変化が想定されるが，点検時に特性試験を行い，その結果により必要に応じ調整又は取替を実施することで健全性を維持できると考える。

したがって，回転整流器の特性変化は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

h. 信号変換処理部，自動電圧調整器及び速度変換器の特性変化［共通］

代表機器と同様，信号変換処理部，自動電圧調整器及び速度変換器には，マイグレーションによる基板内 IC での回路間短絡・断線といった電気回路の不良及び電解コンデンサ，可変抵抗器等の使用部品の劣化により特性変化が想定される。マイグレーション対策については設計・製造プロセスが改善されていることから，生じる可能性は小さく，点検時に特性試験を行い，その結果により必要に応じ調整又は取替を実施することとしている。

緊急時対策所用発電設備は，新たに設置されることから，今後，点検時に特性試験を行い，その結果により必要に応じ調整又は取替を実施することで健全性を維持できると考える。

したがって，信号変換処理部，自動電圧調整器及び速度変換器の特性変化は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

i. 電源装置の特性変化［高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電設備］

代表機器と同様，電源装置は，長期間の使用による半導体等の劣化により特性変化が想定されるが，点検時に特性試験を行い，その結果により必要に応じ調整又は取替を実施することとしている。

したがって，電源装置の特性変化は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

j. シリコン整流器及びサイリスタの特性変化［高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電設備］

代表機器と同様，シリコン整流器及びサイリスタは，長期間の使用による半導体等の劣化により特性変化が想定されるが，点検時に特性試験を行い，その結果により必要に応じ調整又は取替を実施することとしている。

したがって，シリコン整流器及びサイリスタの特性変化は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

k. 保護継電器（静止形）及びタイマーの特性変化［共通］

代表機器と同様，保護継電器（静止形）及びタイマーは，長期間の使用による半導体等の劣化により特性変化が想定されるが，点検時に特性試験を行い，その結果により必要に応じ調整又は取替を実施することとしている。

緊急時対策所用発電設備は，新たに設置されることから，今後，点検時に特性試験を行い，その結果により必要に応じ調整又は取替を実施することで健全性を維持できると考える。

したがって，保護継電器（静止形）及びタイマーの特性変化は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

l. 配線用遮断器の固渋［共通］

代表機器と同様，配線用遮断器は，周囲温度，浮遊塵埃，発熱及び不動作状態の継続により，操作機構部に塗布されている潤滑剤の潤滑性能が低下し，それに伴う摩擦の増大による固渋が想定されるが，配線用遮断器には，耐熱性及び耐揮発性に優れ，潤滑性能が低下し難い潤滑剤が使用されていることから固渋の可能性は小さい。

また，屋内に設置されており，かつ，密閉構造であることから，周囲温度及び浮遊塵埃による影響も小さく，点検時に動作確認を行い，その結果により必要に応じ取替を実施することとしている。

緊急時対策所用発電設備は，新たに設置されることから，今後，点検時に動作確認を行い，その結果により必要に応じ取替を実施することで健全性を維持できると考える。

したがって，配線用遮断器の固渋は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

m. 補助継電器の導通不良［共通］

代表機器と同様，補助継電器は，浮遊塵埃が接点に付着することによる導通不良が想定されるが，屋内に設置されており，かつ，密閉構造であることから，塵埃付着の可能性は小さく，点検時に動作確認を行い，その結果により必要に応じ取替を実施することとしている。

緊急時対策所用発電設備は，新たに設置されることから，今後，点検時に動作確認を行い，その結果により必要に応じ取替を実施することで健全性を維持できると考える。

したがって，補助継電器の導通不良は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

n. ロックアウト継電器の導通不良［高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電設備］

代表機器と同様，ロックアウト継電器は，コイルの通電電流による熱的要因及び吸湿による環境的要因により経年的に劣化が進行し，継電器動作時の振動・衝撃でコイルが断線する可能性がある。

しかし，コイルへの通電電流は非常に少なく，屋内に設置されていることから，断線による導通不良に至る可能性は小さく，点検時に動作確認を行い，その結果により必要に応じ取替を実施することとしている。

したがって，ロックアウト継電器の導通不良は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

o. 指示計の特性変化［共通］

代表機器と同様，指示計は，長期間の使用に伴い指示特性に誤差が生じ，精度を確保できなくなることが想定されるが，点検時に特性試験を行い，その結果により必要に応じ調整又は取替を実施することとしている。

緊急時対策所用発電設備は，新たに設置されることから，今後，点検時に特性試験を行い，その結果により必要に応じ調整又は取替を実施することで健全性を維持できると考える。

したがって，指示計の特性変化は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

p. 操作スイッチ及び押し釦スイッチの導通不良［共通］

代表機器と同様，操作スイッチ及び押し釦スイッチは，浮遊塵埃が接点に付着することによる導通不良が想定されるが，屋内に設置されており，かつ，密閉構造であることから，塵埃付着の可能性は小さく，点検時に動作確認を行い，その結果により必要に応じ取替を実施することとしている。

緊急時対策所用発電設備は，新たに設置されることから，今後，点検時に動作確認を行い，その結果により必要に応じ取替を実施することで健全性を維持できると考える。

したがって，操作スイッチ及び押し釦スイッチの導通不良は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

q. 筐体及び取付ボルトの腐食（全面腐食）［共通］

代表機器と同様，筐体及び取付ボルトは，鋼板，圧延鋼及び炭素鋼であるため腐食が想定されるが，表面は塗装等が施されており，屋内に設置されていることから，腐食の可能性は小さく，点検時に目視確認を行い，その結果により必要に応じ補修又は取替を実施することとしている。

緊急時対策所用発電設備は，新たに設置されることから，今後，点検時に目視確認を行い，その結果により必要に応じ補修又は取替を実施することで健全性を維持できると考える。

したがって，筐体及び取付ボルトの腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

r. 埋込金物（大気接触部）の腐食（全面腐食）［高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電設備］

代表機器と同様，埋込金物（大気接触部）は，炭素鋼であるため腐食が想定されるが，大気接触部は塗装が施されており，屋内に設置されていることから，腐食の可能性は小さく，点検時に目視確認を行い，その結果により必要に応じ補修又は取替を実施することとしている。

したがって，埋込金物（大気接触部）の腐食（全面腐食）は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

s. 基礎ボルトの腐食（全面腐食）［高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電設備］

代表機器と同様，基礎ボルトの腐食（全面腐食）については，「機械設備の技術評価書」にて評価を実施するものとし本評価書には含めない。

t．主軸及び回転子コアの高サイクル疲労割れ［共通］

代表機器と同様，主軸及び回転子コアには，ディーゼル発電機運転時に繰返し応力が発生することから，応力集中部において高サイクル疲労割れが想定されるが，主軸及び回転子コアは設計段階において疲労割れが発生しないように考慮された設計となっており，高サイクル疲労割れが発生する可能性は小さい。

なお，点検時に目視確認を行い，これまで割れは確認されていない。

今後も使用環境が変わらないことから，これらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

緊急時対策所用発電設備は，新たに設置されるが，代表機器と同様，高サイクル疲労割れは設計上考慮されていることから，高サイクル疲労割れが発生する可能性は小さく，今後，点検時に目視確認を行い割れの有無を確認することで健全性を維持できると考える。

したがって，主軸及び回転子コアの高サイクル疲労割れは高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

(2) 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により，今後も経年劣化の進展が考えられない，又は進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外）

a．貫通型計器用変流器の絶縁特性低下［共通］

代表機器と同様，貫通型計器用変流器の絶縁物は有機物であるため熱的，電気的及び環境的要因による絶縁特性の低下が想定されるが，貫通型計器用変流器は低電圧の機器であり，屋内に設置されていることから，電気的及び環境的要因による絶縁特性低下の可能性はない。

また，貫通型計器用変流器のコイルへの通電電流が少ないことから，温度上昇は僅かであり，熱的要因による絶縁特性低下の可能性もない。

緊急時対策所用発電設備は，新たに設置されるが，代表機器と同様，貫通型計器用変流器は低電圧の機器であり，屋内に設置することとしており，電気的及び環境的要因による絶縁特性の低下の可能性及びコイルへの通電電流が少ないことから，温度上昇は僅かであり，熱的要因による劣化の可能性もない。

したがって，貫通型計器用変流器の絶縁特性低下は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

b. 埋込金物（コンクリート埋設部）の腐食（全面腐食）［高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電設備］

代表機器と同様，埋込金物（コンクリート埋設部）は，炭素鋼であるため腐食が想定される。

コンクリート埋設部ではコンクリートの大気接触部表面からの中性化の進行により腐食環境となるが，コンクリートが中性化に至り，埋込金物に有意な腐食が発生するまで長期間を要す。

したがって，埋込金物（コンクリート埋設部）の腐食（全面腐食）は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

6. MG セット

［対象 MG セット］

① 原子炉保護系 MG セット

目次

1. 対象機器 6-1
2. MG セットの技術評価 6-2
2.1 構造，材料及び使用条件 6-2
2.2 経年劣化事象の抽出 6-11
2.2.1 機器の機能達成に必要な項目 6-11
2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出 6-11
2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象 6-13
2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の評価 6-24

1. 対象機器

東海第二で使用しているMGセットの主な仕様を表1-1に示す。

表1-1　MGセットの主な仕様

機器名称	仕様	重要度*
原子炉保護系MGセット	駆動モータ 定格電圧：AC 440 V 定格出力：44.76 kW 定格回転速度：1,500 rpm 発電機 定格電圧：AC 120 V 定格容量：18.75 kVA 定格回転速度：1,500 rpm 定格周波数：50 Hz	MS-1

＊：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

2. MGセットの技術評価

2.1 構造，材料及び使用条件

(1) 構造

東海第二の原子炉保護系MGセットは,定格出力44.76 kWの駆動モータ,定格容量18.75 kVAの発電機，励磁機，フライホイール，制御盤及び分電盤により構成される。

a. 駆動モータ

駆動モータのフレームは共通架台に固定され，フレーム内に固定子コアが挿入され，固定子コアには固定子コイルが保持されている。

また，フレーム両端には回転子を支持するエンドブラケットが取付けられ，内側には軸受が挿入されている。軸受により支持された主軸には，回転子コアが固定されている。回転子コアには回転子棒が挿入され，両端には回転子エンドリングが取付けられている。

b. 発電機

発電機のフレームは共通架台に固定され，フレーム内には発電機電機子コアが装着されており，発電機電機子コアには発電機電機子コイルが保持されている。

また，フレーム両端部には回転子を支持するエンドブラケットが取付けられ，内側に軸受が組み込まれている。

主軸には発電機界磁コアが固定されており，発電機界磁コアには発電機界磁コイルが保持されている。

c. 励磁機

励磁機は，発電機に内蔵され，フレーム内には励磁機界磁コアが装着されており，励磁機界磁コアには励磁機界磁コイルが保持されている。

主軸には励磁機電機子コアが固定されており，励磁機電機子コアには励磁機電機子コイルが保持されている。

d. フライホイール

フライホイールはその中心に主軸が挿入されており，主軸両端部には軸受を有し，この軸受は共通架台に固定されている。

e. 原子炉保護系MGセット制御盤

原子炉保護系MGセット制御盤は，自立型の制御盤1面構成で設置されている。

制御盤内に自動電圧調整回路，表示灯，故障表示器，保護継電器（静止形），サイリスタ整流器，操作スイッチ，押し釦スイッチ，補助継電器，タイマー及びヒューズ等が内蔵されており，制御盤は取付ボルトにより後打ちプレートに固定されている。

f. 原子炉保護系分電盤

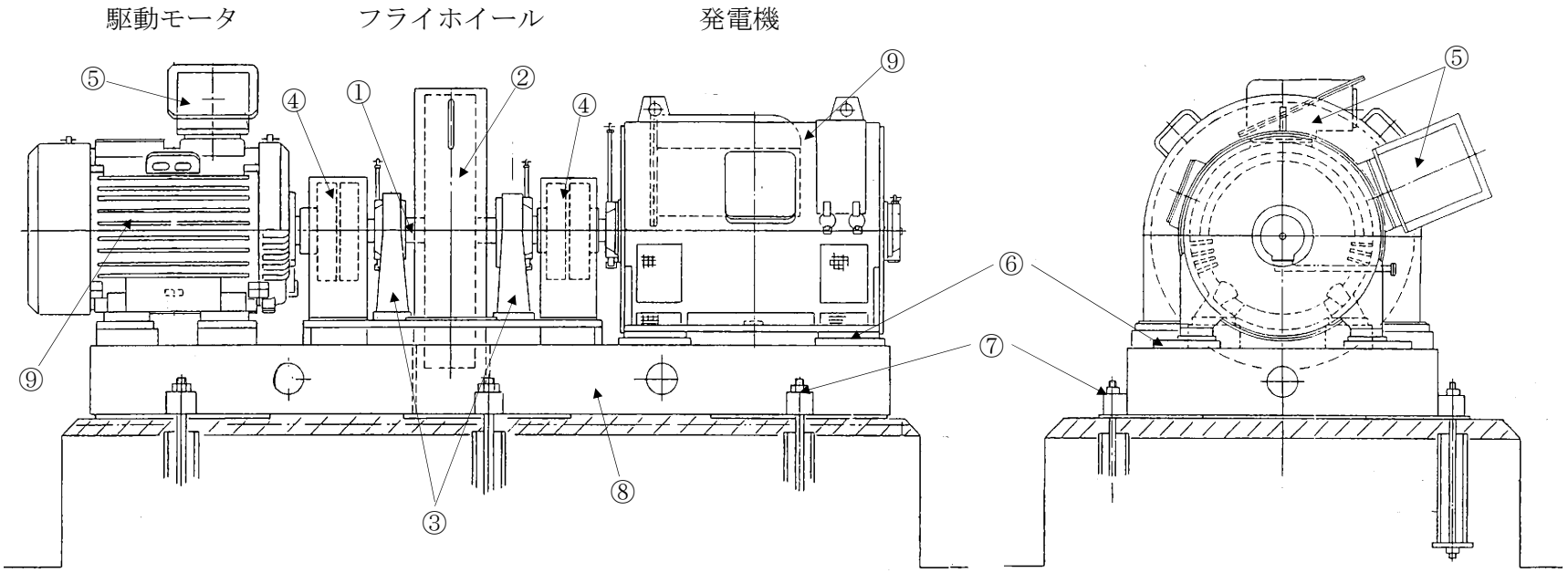
原子炉保護系分電盤は，壁掛型の分電盤１面構成で設置されている。

分電盤内に配線用遮断器，表示灯及びヒューズ等が内蔵されており，分電盤は取付ボルトにより埋込金物に固定されている。

東海第二の原子炉保護系 MG セット構造図を図 2.1-1(1/2)，図 2.1-1(2/2)，原子炉保護系 MG セット制御盤構造図を図 2.1-2，原子炉保護系分電盤構造図を図 2.1-3 に示す。

(2) 材料及び使用条件

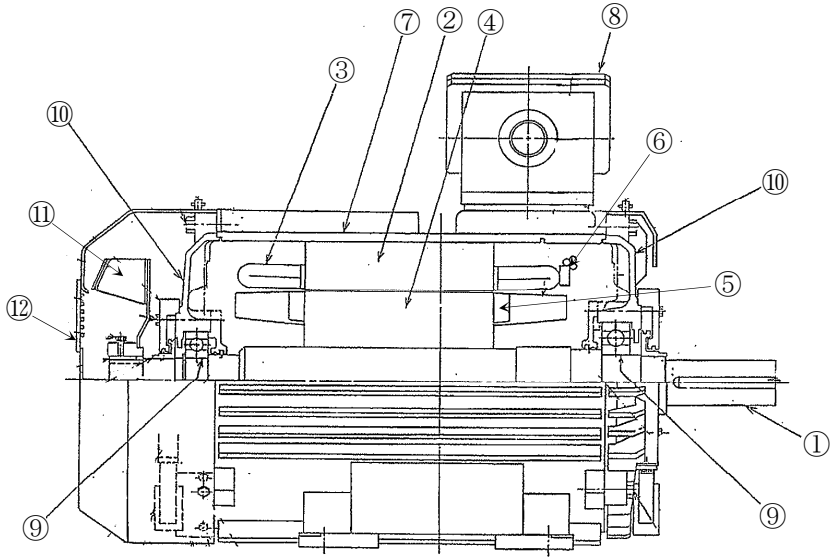
東海第二の原子炉保護系 MG セット主要部位の使用材料を表 2.1-1(1/2)，原子炉保護系 MG セット盤主要部位の使用材料を表 2.1-1(2/2)，原子炉保護系 MG セット使用条件を表 2.1-2(1/2)，原子炉保護系 MG セット盤使用条件を表 2.1-2(2/2)に示す。



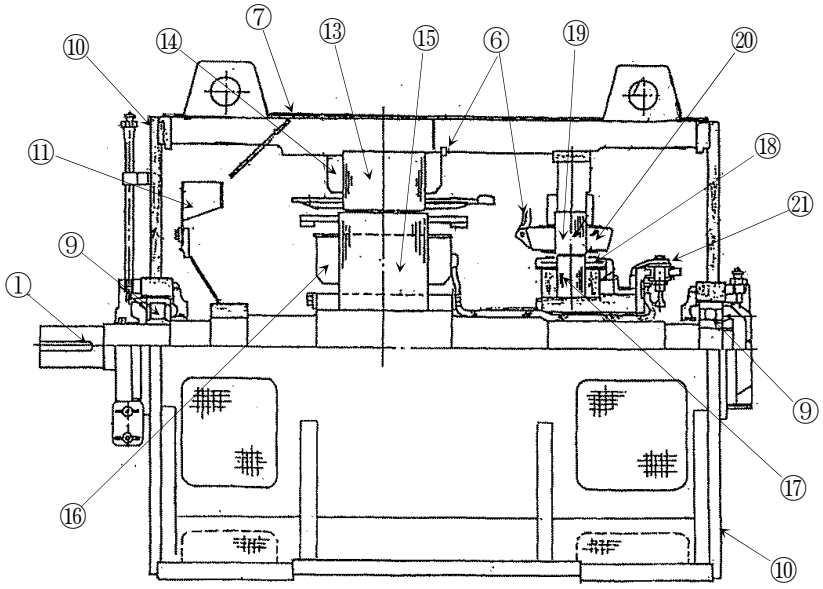
正面図　　側面図(発電機側から)

No.	部位	No.	部位	No.	部位
①	主軸	④	カップリング（カップリングボルト，カップリングゴム含む)	⑦	基礎ボルト
②	フライホイール	⑤	端子箱	⑧	共通架台
③	軸受（ころがり）， 軸受ブラケット	⑥	取付ボルト	⑨	フレーム

図 2.1-1(1/2)　原子炉保護系 MG セット構造図



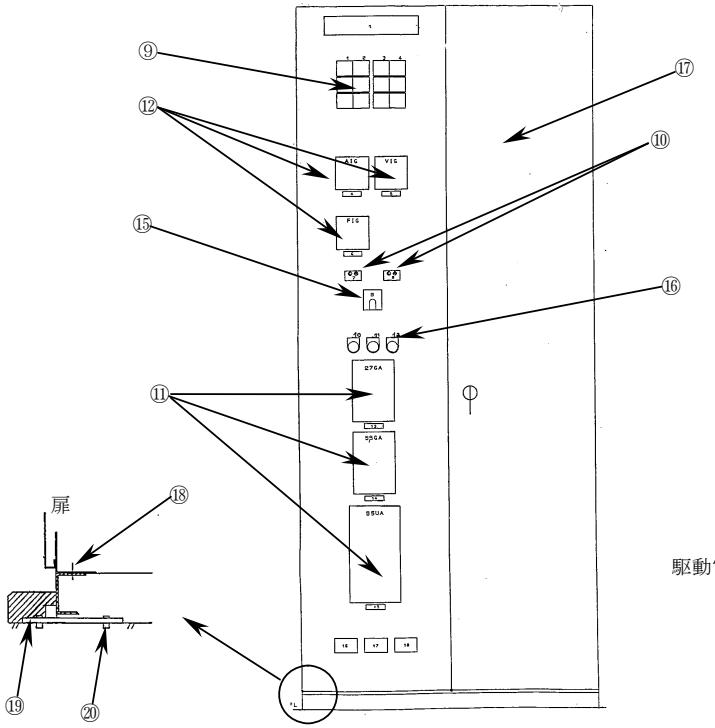
駆動モータ



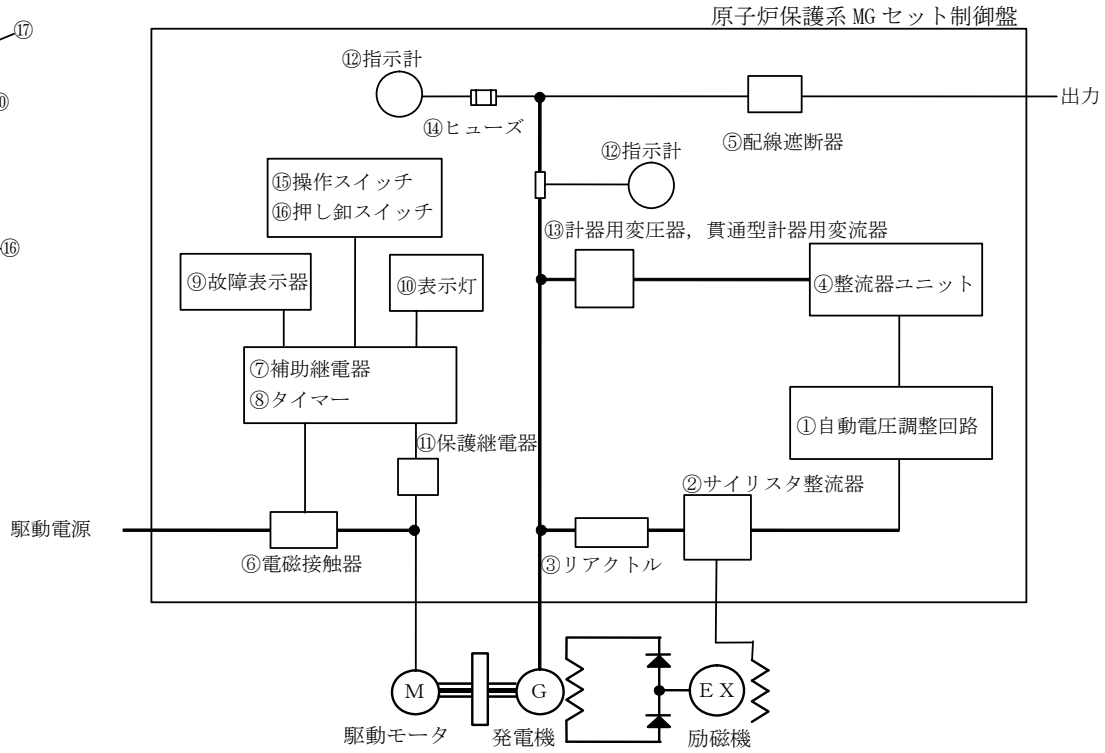
発電機

No.	部位	No.	部位	No.	部位	No.	部位	No.	部位
①	主軸	⑥	口出線・接続部品	⑪	ファン	⑯	発電機界磁コイル	㉑	回転整流器
②	固定子コア	⑦	フレーム	⑫	ファンカバー	⑰	励磁機電機子コア		
③	固定子コイル	⑧	端子箱	⑬	発電機電機子コア	⑱	励磁機電機子コイル		
④	回転子コア	⑨	軸受（ころがり）	⑭	発電機電機子コイル	⑲	励磁機界磁コア		
⑤	回転子棒・回転子エンドリング	⑩	エンドブラケット	⑮	発電機界磁コア	⑳	励磁機界磁コイル		

図 2.1-1(2/2)　原子炉保護系 MG セット構造図

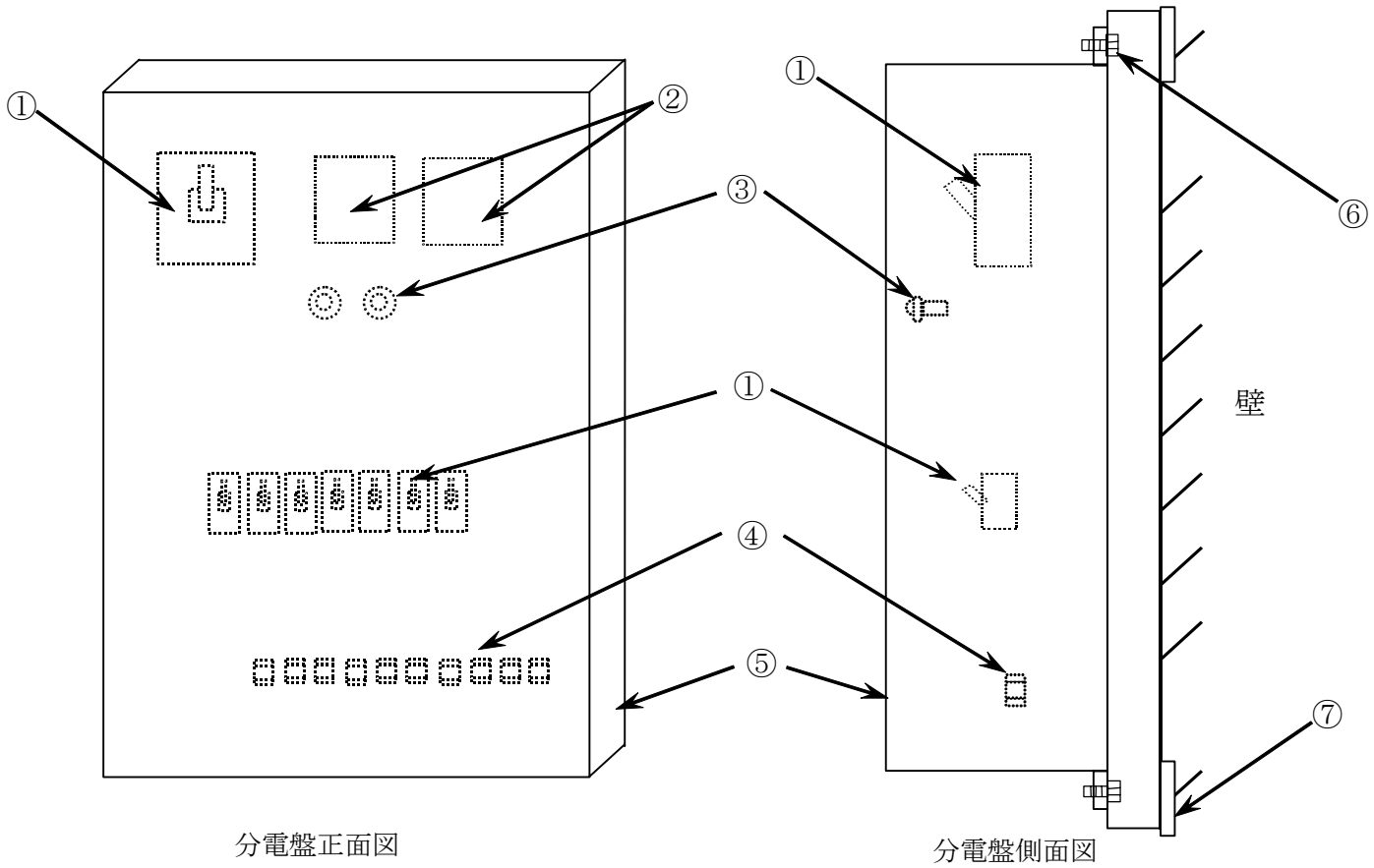


制御盤正面図



No.	部位	No.	部位	No.	部位	No.	部位	No.	部位
①	自動電圧調整回路	⑤	配線用遮断器	⑨	故障表示器	⑬	計器用変圧器, 貫通型計器用変流器	⑰	筐体
②	サイリスタ整流器	⑥	電磁接触器	⑩	表示灯	⑭	ヒューズ	⑱	取付ボルト
③	リアクトル	⑦	補助継電器	⑪	保護継電器（静止形）	⑮	操作スイッチ	⑲	後打ちプレート
④	整流器ユニット	⑧	タイマー	⑫	指示計	⑯	押し釦スイッチ	⑳	基礎ボルト*

図 2.1-2　原子炉保護系 MG セット制御盤構造図　　*:後打ちケミカルアンカ



分電盤正面図　　分電盤側面図

No.	部位	No.	部位	No.	部位
①	配線用遮断器	④	ヒューズ	⑦	埋込金物
②	電磁接触器	⑤	筐体		
③	表示灯	⑥	取付ボルト		

図 2.1-3　原子炉保護系分電盤構造図

表 2.1-1（1/2）　原子炉保護系 MG セット主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
駆動機能の維持	駆動モータ（低圧：全閉型）	主軸	炭素鋼
		固定子コア	電磁鋼
		固定子コイル	銅，マイカ，エポキシ樹脂他
		回転子コア	電磁鋼
		回転子棒・回転子エンドリング	銅，アルミニウム
		口出線・接続部品	銅，耐熱ポリアミド紙他
		フレーム	圧延鋼
		端子箱	圧延鋼
		軸受（ころがり）	（消耗品）
		エンドブラケット	鋳鉄
		ファン	鋼板
		ファンカバー	鋼板
発電機能の維持	発電機（低圧：開放型）	主軸	炭素鋼
		発電機電機子コア	電磁鋼
		発電機電機子コイル	銅，マイカ，エポキシ樹脂他
		発電機界磁コア	電磁鋼
		発電機界磁コイル	銅，マイカ，エポキシ樹脂他
		フレーム	圧延鋼
		端子箱	圧延鋼
		軸受（ころがり）	（消耗品）
		エンドブラケット	圧延鋼
		ファン	鋼板
		口出線・接続部品	銅，マイカ，エポキシ樹脂他
	励磁機（低圧：開放型）	励磁機電機子コア	電磁鋼
		励磁機電機子コイル	銅，マイカ，エポキシ樹脂他
		励磁機界磁コア	電磁鋼
		励磁機界磁コイル	銅，マイカ，エポキシ樹脂他
		口出線・接続部品	銅，マイカ，エポキシ樹脂他
		回転整流器	半導体他
	フライホイール	主軸	炭素鋼
		フライホイール	炭素鋼
		軸受（ころがり）	（消耗品）
		軸受ブラケット	圧延鋼
		カップリング（カップリングボルト，カップリングゴム含む）	炭素鋼（カップリングボルト，カップリングゴムは消耗品）
機器の支持（駆動モータ，発電機，フライホイール）	支持	共通架台	圧延鋼
		基礎ボルト	圧延鋼
		取付ボルト	圧延鋼

表 2.1-1 (2/2)　原子炉保護系 MG セット盤主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
制御機能の維持	制御盤	自動電圧調整回路	半導体，可変抵抗器，電解コンデンサ他
		サイリスタ整流器	半導体
		リアクトル	銅他
		整流器ユニット	半導体他
		配線用遮断器	銅他
		電磁接触器	銅他
		補助継電器	銅他
		タイマー	銅，半導体他
		故障表示器	（消耗品）
		表示灯	（消耗品）
		保護継電器（静止形）	半導体，電解コンデンサ他
		指示計	銅他
		計器用変圧器	銅他
		貫通型計器用変流器	銅他
		ヒューズ	（消耗品）
		操作スイッチ	（定期取替品）
		押し釦スイッチ	銅他
機器の支持（制御盤）	支持	筐体	炭素鋼
		取付ボルト	炭素鋼
		後打ちプレート	炭素鋼
		基礎ボルト	炭素鋼，樹脂*
通電機能の維持	分電盤	配線用遮断器	銅他
		電磁接触器	銅他
		表示灯	（消耗品）
		ヒューズ	（消耗品）
機器の支持（分電盤）	支持	筐体	炭素鋼
		取付ボルト	炭素鋼
		埋込金物	炭素鋼

＊：後打ちケミカルアンカを示す

表 2.1-2（1/2）　原子炉保護系 MG セットの使用条件

機器	項目	使用条件
駆動モータ	定格電圧	AC 440 V
	定格容量	44.76 kW
	定格回転速度	1,500 rpm
発電機	定格電圧	AC 120 V
	定格容量	18.75 kVA
	定格回転速度	1,500 rpm
	定格周波数	50 Hz
フライホイール	慣性モーメント	220 kg･m^2
設置場所		屋内
周囲温度*		40 ℃（最高）

＊：原子炉建屋付属棟における設計値

表 2.1-2（2/2）　原子炉保護系 MG セット盤の使用条件

機器	設置場所	周囲温度*
制御盤	屋内	40 ℃（最高）
分電盤		

＊：原子炉建屋付属棟における設計値

2.2 経年劣化事象の抽出

2.2.1 機器の機能達成に必要な項目

原子炉保護系 MG セットの機能である給電機能の達成に必要な項目は以下のとおり。

(1) 駆動機能の維持

(2) 発電機能の維持

(3) 制御機能の維持

(4) 通電機能の維持

(5) 機器の支持

2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

(1) 想定される経年劣化事象の抽出

原子炉保護系 MG セットについて，機能達成に必要な項目を考慮して主要な部位に展開した上で，個々の部位の材料，構造，使用条件（電圧，温度等）及び現在までの運転経験を考慮し，表 2.2-1 に示すとおり，想定される経年劣化事象を抽出した（表 2.2-1 で○又は△，▲）。

なお，消耗品及び定期取替品は以下のとおり評価対象外とする。

(2) 消耗品及び定期取替品の扱い

軸受（ころがり），カップリングボルト，カップリングゴム，故障表示器，表示灯及びヒューズは消耗品であり，操作スイッチは定期取替品であるため，設計時に長期使用せず取替を前提としていることから高経年化対策を見極める上での評価対象外とする。

(3) 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

想定される経年劣化事象のうち下記①，②に該当しない事象を高経年化対策上着目すべき経年劣化事象と判断した。

なお，下記①，②に該当する事象については，2.2.3 項に示すとおり，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断した。

① 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって，想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象として表 2.2-1 で△）

② 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により，今後も経年劣化の進展が考えられない，又は進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外として表 2.2-1 で▲）

この結果，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象として以下の事象が抽出された（表 2.2-1 で○）。

a. 駆動モータの固定子コイル，口出線・接続部品の絶縁特性低下
b. 発電機電機子コイル，発電機界磁コイル，励磁機電機子コイル，励磁機界磁コイル及び発電機，励磁機の口出線・接続部品の絶縁特性低下
c. 計器用変圧器コイルの絶縁特性低下

2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

(1) 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって，想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象）

a. 駆動モータの主軸の摩耗，フレーム，端子箱，エンドブラケット，ファン及びファンカバーの腐食（全面腐食），固定子コア及び回転子コアの腐食（全面腐食）

駆動モータの評価については「ポンプモータの技術評価書」の低圧ポンプモータにて評価を実施している。

b. 発電機の主軸の摩耗

発電機の主軸は，軸受との接触面の摩耗が想定されるが，点検時に主軸の寸法測定を行い，その結果により必要に応じ補修を実施することとしている。

したがって，発電機の主軸の摩耗は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

c. 発電機電機子コア，界磁コア及び励磁機界磁コア，電機子コアの腐食（全面腐食）

発電機電機子コア，界磁コア及び励磁機界磁コア，電機子コアは，電磁鋼であるため腐食が想定されるが，発電機電機子コア，界磁コア及び励磁機界磁コア，電機子コア表面には，防食効果のある絶縁ワニス処理が施されており，屋内空調環境に設置されていることから，腐食の可能性は小さく，点検時に目視確認を行い，その結果により必要に応じ補修を実施することとしている。

したがって，発電機電機子コア，界磁コア及び励磁機界磁コア，電機子コアの腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

d. 発電機のフレーム，端子箱，エンドブラケット及びファンの腐食（全面腐食）

発電機のフレーム及び端子箱は圧延鋼，エンドブラケットは鋳鉄，ファンは鋼板であるため腐食が想定されるが，表面は塗装が施されており，屋内空調環境に設置されていることから，腐食の可能性は小さく，点検時に目視確認を行い，その結果により必要に応じ補修を実施することとしている。

したがって，発電機のフレーム，端子箱，エンドブラケット及びファンの腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

e. フライホイールの主軸の摩耗

フライホイールの主軸は，軸受との接触面の摩耗が想定されるが，点検時に寸法測定を行い，その結果により必要に応じ補修を実施することとしている。

したがって，フライホイールの主軸の摩耗は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

f．フライホイール，カップリング及び軸受ブラケットの腐食（全面腐食）

フライホイール及びカップリングは，炭素鋼，軸受ブラケットは，圧延鋼であるため腐食が想定されるが，屋内空調環境に設置されていることから，腐食の可能性は小さく，点検時に目視確認を行い，その結果により必要に応じ補修を実施することとしている。

したがって，フライホイール，カップリング及び軸受ブラケットの腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

g．共通架台，筐体，取付ボルト及び後打ちプレートの腐食（全面腐食）

共通架台，筐体，取付ボルト及び後打ちプレートは，炭素鋼であるため腐食が想定されるが，表面は塗装等が施されており，屋内空調環境に設置されていることから，腐食の可能性は小さく，点検時に目視確認を行い，その結果により必要に応じ補修又は取替を実施することとしている。

したがって，共通架台，筐体，取付ボルト及び後打ちプレートの腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

h．基礎ボルトの腐食（全面腐食）

基礎ボルトの腐食（全面腐食）については，「機械設備の技術評価書」にて評価を実施するものとし本評価書には含めない。

i．自動電圧調整回路の特性変化

自動電圧調整回路は，長期間の使用による半導体等の劣化により特性変化が想定されるが，点検時に特性試験を行い，その結果により必要に応じ調整又は取替を実施することとしている。

したがって，自動電圧調整回路の特性変化は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

j．回転整流器，サイリスタ整流器及び整流器ユニットの特性変化

回転整流器，サイリスタ整流器及び整流器ユニットは，長期間の使用による半導体等の劣化により特性変化が想定されるが，点検時に特性試験を行い，その結果により必要に応じ調整又は取替を実施することとしている。

したがって，回転整流器，サイリスタ整流器及び整流器ユニットの特性変化は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

k. 配線用遮断器の固渋

配線用遮断器は，周囲温度，浮遊塵埃，発熱及び不動作状態の継続により，操作機構部に塗布されている潤滑剤の潤滑性能が低下し，それに伴う摩擦の増大による固渋が想定されるが，配線用遮断器には，耐熱性及び耐揮発性に優れ，潤滑性能が低下し難い潤滑剤が使用されていることから固渋の可能性は小さい。

また，屋内空調環境に設置されており，かつ，密閉構造であることから，周囲温度及び浮遊塵埃による影響も小さく，点検時に動作確認を行い，その結果により必要に応じ取替を実施することとしている。

したがって，配線用遮断器の固渋は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

l. 電磁接触器，補助継電器及び押し釦スイッチの導通不良

電磁接触器，補助継電器及び押し釦スイッチは，浮遊塵埃が接点に付着することによる導通不良が想定されるが，屋内空調環境に設置されており，かつ，密閉構造であることから，塵埃付着の可能性は小さく，点検時に動作確認を行い，その結果により必要に応じ取替を実施することとしている。

したがって，電磁接触器，補助継電器及び押し釦スイッチの導通不良は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

m. タイマー及び保護継電器（静止形）の特性変化

タイマー及び保護継電器（静止形）は，長期間の使用による半導体等の劣化により特性変化が想定されるが，点検時に特性試験を行い，その結果により必要に応じ調整又は取替を実施することとしている。

したがって，タイマー及び保護継電器（静止形）の特性変化は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

n. 指示計の特性変化

指示計は，長期間の使用に伴い指示特性に誤差が生じ，精度を確保できなくなることが想定されるが，点検時に特性試験を行い，その結果により必要に応じ調整又は取替を実施することとしている。

したがって，指示計の特性変化は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

o. 埋込金物（大気接触部）の腐食（全面腐食）

埋込金物（大気接触部）は，炭素鋼であるため腐食が想定されるが，大気接触部は塗装が施されており，屋内空調環境に設置されていることから，腐食の可能性は小さく，点検時に目視確認を行い，その結果により必要に応じ補修又は取替を実施することとしている。

したがって，埋込金物（大気接触部）の腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

p. 駆動モータの主軸の高サイクル疲労割れ

駆動モータの主軸の高サイクル疲労割れについては，「ポンプモータの技術評価書」のうち低圧ポンプモータと同一であることから，当該評価書を参照のこと。

q. 発電機の主軸の高サイクル疲労割れ

発電機の主軸には，発電機運転時に繰返し応力が発生することから，応力集中部において高サイクル疲労割れが想定されるが，発電機の主軸は設計段階において疲労割れが発生しないように考慮された設計となっており，高サイクル疲労割れが発生する可能性は小さい。

なお，点検時に目視確認を行い，これまで割れは確認されていない。

今後も使用環境が変わらないことから，これらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，発電機の主軸の高サイクル疲労割れは高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

r. 発電機界磁コイル及び励磁機電機子コイルの高サイクル疲労割れ

発電機界磁コイル及び励磁機電機子コイルには，発電機及び励磁機運転時に繰返し応力が発生することから，応力集中部において高サイクル疲労割れが想定されるが，発電機界磁コイル及び励磁機電機子コイルは，設計段階において疲労割れが発生しないように考慮された設計となっており，高サイクル疲労割れが発生する可能性は小さい。

なお，点検時に目視確認を行い，これまで割れは確認されていない。

今後も使用環境が変わらないことから，これらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，発電機界磁コイル及び励磁機電機子コイルの高サイクル疲労割れは高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

s．フライホイールの主軸の疲労割れ

フライホイールの主軸には，起動時に変動応力が発生することから，疲労割れが想定されるが，フライホイールの主軸は設計段階において許容応力値（疲労限界）以内であることを確認しており，疲労割れが発生する可能性は小さい。

なお，点検時に目視確認を行い，これまで割れは確認されていない。

今後も使用環境が変わらないことから，これらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，フライホイールの主軸の疲労割れは高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

(2) 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により，今後も経年劣化の進展が考えられない，又は進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外）

a．駆動モータの回転子棒・回転子エンドリングの疲労割れ

駆動モータの回転子棒・回転子エンドリングの疲労割れについては，「ポンプモータの技術評価書」のうち低圧ポンプモータと同一であることから，当該評価書を参照のこと。

b．リアクトル及び貫通型計器用変流器の絶縁特性低下

リアクトル及び貫通型計器用変流器の絶縁物は，有機物であるため熱的，電気的及び環境的要因による絶縁特性低下が想定されるが，リアクトル及び貫通型計器用変流器は低電圧の機器であり，屋内空調環境に設置されていることから，電気的及び環境的要因による絶縁特性低下の可能性はない。

また，リアクトル及び貫通型計器用変流器のコイルへの通電電流が少ないことから，温度上昇は僅かであり，熱的要因による絶縁特性低下の可能性もない。

したがって，リアクトル及び貫通型計器用変流器の絶縁特性低下は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

c．基礎ボルトの樹脂（後打ちケミカルアンカ）の劣化

基礎ボルトの樹脂の劣化については，「機械設備の技術評価書」にて評価を実施するものとし本評価書には含めない。

d. 埋込金物（コンクリート埋設部）の腐食（全面腐食）

埋込金物（コンクリート埋設部）は，炭素鋼であるため腐食が想定される。

コンクリート埋設部ではコンクリートの大気接触部表面からの中性化の進行により腐食環境となるが，コンクリートが中性化に至り，埋込金物に有意な腐食が発生するまで長期間を要す。

したがって，埋込金物（コンクリート埋設部）の腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

表 2.2-1(1/5)　原子炉保護系 MG セットに想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象								備考
					減肉		割れ		絶縁	導通	信号	その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	絶縁特性低下	導通不良	特性変化		
駆動機能の維持	駆動モータ（低圧：全閉型）	主軸		炭素鋼	△		△*1						*1：高サイクル疲労割れ
		固定子コア		電磁鋼		△							
		固定子コイル		銅，マイカ，エポキシ樹脂他					○				
		回転子コア		電磁鋼		△							
		回転子棒・回転子エンドリング		銅，アルミニウム			▲						
		口出線・接続部品		銅，耐熱ポリアミド紙他					○				
		フレーム		圧延鋼		△							
		端子箱		圧延鋼		△							
		軸受（ころがり）	◎	－									
		エンドブラケット		鋳鉄		△							
		ファン		鋼板		△							
		ファンカバー		鋼板		△							

○：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

▲：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象以外）

表 2.2-1(2/5)　原子炉保護系 MG セットに想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象								備考
					減肉		割れ		絶縁	導通	信号	その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	絶縁特性低下	導通不良	特性変化		
発電機能の維持	発電機（低圧：開放型）	主軸		炭素鋼	△		△*1						*1：高サイクル疲労割れ
		発電機電機子コア		電磁鋼		△							
		発電機電機子コイル		銅，マイカ，エポキシ樹脂他					○				
		発電機界磁コア		電磁鋼		△							
		発電機界磁コイル		銅，マイカ，エポキシ樹脂他			△*1		○				
		フレーム		圧延鋼		△							
		端子箱		圧延鋼		△							
		軸受（ころがり）	◎	－									
		エンドブラケット		圧延鋼		△							
		ファン		鋼板		△							
		口出線・接続部品		銅，マイカ，エポキシ樹脂他					○				
	励磁機（低圧：開放型）	励磁機電機子コア		電磁鋼		△							
		励磁機電機子コイル		銅，マイカ，エポキシ樹脂他			△*1		○				
		励磁機界磁コア		電磁鋼		△							
		励磁機界磁コイル		銅，マイカ，エポキシ樹脂他					○				
		口出線・接続部品		銅，マイカ，エポキシ樹脂他					○				
		回転整流器		半導体他							△		

○：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表 2.2-1(3/5)　原子炉保護系 MG セットに想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象								備考
					減肉		割れ		絶縁	導通	信号	その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	絶縁特性低下	導通不良	特性変化		
発電機能の維持	フライホイール	主軸		炭素鋼	△		△						
		フライホイール		炭素鋼		△							
		軸受（ころがり）	◎	－									
		軸受ブラケット		圧延鋼		△							
		カップリング（カップリングボルト，カップリングゴム含む）	◎（カップリングボルト，カップリングゴム）	炭素鋼		△							
機器の支持（駆動モータ，発電機，フライホイール）	支持	共通架台		圧延鋼		△							
		基礎ボルト		圧延鋼		△							
		取付ボルト		圧延鋼		△							

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表 2.2-1(4/5)　原子炉保護系 MG セットに想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象								備考
					減肉		割れ		絶縁	導通	信号	その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	絶縁特性低下	導通不良	特性変化		
制御機能の維持	制御盤	自動電圧調整回路		半導体，可変抵抗器，電解コンデンサ他							△		*1:固渋 *2:コイル *3:後打ちケミカルアンカ *4:樹脂の劣化
		サイリスタ整流器		半導体							△		
		リアクトル		銅他					▲				
		整流器ユニット		半導体他							△		
		配線用遮断器		銅他								△*1	
		電磁接触器		銅他						△			
		補助継電器		銅他						△			
		タイマー		銅，半導体他							△		
		故障表示器	◎	－									
		表示灯	◎	－									
		保護継電器（静止形）		半導体，電解コンデンサ他							△		
		指示計		銅他							△		
		計器用変圧器		銅他					○*2				
		貫通型計器用変流器		銅他					▲				
		ヒューズ	◎	－									
		操作スイッチ	◎	－									
		押し釦スイッチ		銅他						△			
機器の支持（制御盤）	支持	筐体		炭素鋼		△							
		取付ボルト		炭素鋼		△							
		後打ちプレート		炭素鋼		△							
		基礎ボルト		炭素鋼，樹脂*3		△						▲*4	

○：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

▲：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象以外）

表 2.2-1(5/5)　原子炉保護系 MG セットに想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象								備　考
					減肉		割れ		絶縁	導通	信号	その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	絶縁特性低下	導通不良	特性変化		
通電機能の維持	分電盤	配線用遮断器		銅他								△*1	*1:固渋 *2:大気接触部 *3:コンクリート埋設部
		電磁接触器		銅他						△			
		表示灯	◎	－									
		ヒューズ	◎	－									
機器の支持（分電盤）	支持	筐体		炭素鋼		△							
		取付ボルト		炭素鋼		△							
		埋込金物		炭素鋼		△*2 ▲*3							

△: 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

▲: 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象以外）

2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の評価

(1) 駆動モータの固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁特性低下

駆動モータの固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁特性低下に対する「事象の説明」，「技術評価」及び「高経年化への対応」は，「ポンプモータの技術評価書」の低圧ポンプモータの固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁特性低下にて評価を実施している。

(2) 発電機電機子コイル，発電機界磁コイル，励磁機電機子コイル，励磁機界磁コイル及び発電機，励磁機の口出線・接続部品の絶縁特性低下

a. 事象の説明

発電機電機子コイル，発電機界磁コイル，励磁機電機子コイル，励磁機界磁コイル及び発電機，励磁機の口出線・接続部品の絶縁物は有機物であるため，振動等による機械的劣化，熱分解による熱的劣化，絶縁物内空隙での放電等による電気的劣化及び埃等の付着による環境的劣化により経年的に劣化が進行し，絶縁物の外表面及び内部から絶縁特性低下を起こす可能性がある。

絶縁特性低下を起こす可能性のある部位を図 2.3-1 に示す。

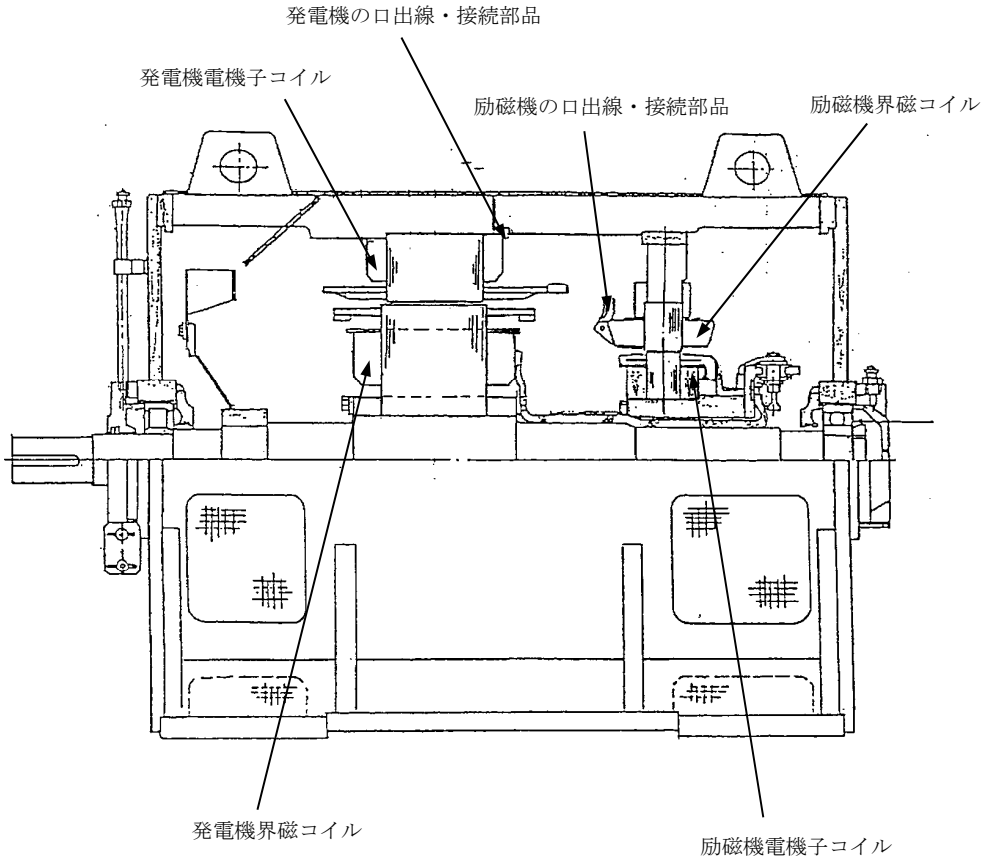


図 2.3-1　発電機，励磁機の絶縁特性低下部位

b. 技術評価

① 健全性評価

発電機電機子コイル，発電機界磁コイル，励磁機電機子コイル，励磁機界磁コイル及び発電機，励磁機の口出線・接続部品の絶縁特性低下要因としては，機械的，熱的，電気的及び環境的要因により経年的に劣化が進行し，絶縁特性低下を起こす可能性があるが，これまでの点検実績から最も絶縁特性低下に影響を及ぼす要因は熱的劣化であることから，長期間の使用を考慮すると発電機電機子コイル，発電機界磁コイル，励磁機電機子コイル，励磁機界磁コイル及び発電機，励磁機の口出線・接続部品における絶縁特性低下の可能性は否定できない。

② 現状保全

発電機電機子コイル，発電機界磁コイル，励磁機電機子コイル，励磁機界磁コイル及び発電機，励磁機の口出線・接続部品の絶縁特性低下に対しては，点検時に目視確認，清掃及び絶縁抵抗測定を行い，熱的劣化による有意な絶縁特性低下のないことを確認している。

また，これらの点検で有意な絶縁特性低下による異常が確認された場合は，洗浄・乾燥及び絶縁補修（絶縁物にワニスを注入）又は発電機，励磁機コイル及び口出線・接続部品を取替えることとしている。

③ 総合評価

健全性評価及び現状保全の結果から判断して，発電機電機子コイル，発電機界磁コイル，励磁機電機子コイル，励磁機界磁コイル及び発電機，励磁機の口出線・接続部品における絶縁特性低下の可能性は小さく，また，現状保全にて絶縁特性低下の把握は可能と考えられる。今後も目視確認，清掃及び絶縁抵抗測定を実施することで，異常の有無の確認は可能であり，現状の保全は点検手法として適切であると判断する。

c. 高経年化への対応

発電機電機子コイル，発電機界磁コイル，励磁機電機子コイル，励磁機界磁コイル及び発電機，励磁機の口出線・接続部品の絶縁特性低下に対しては，高経年化対策の観点から現状の保全内容に追加すべき項目はない。

今後も目視確認，清掃及び絶縁抵抗測定を実施することにより，絶縁特性低下を監視していくとともに，必要に応じ洗浄・乾燥及び絶縁補修（絶縁物にワニスを注入）又は発電機，励磁機コイル及び口出線・接続部品を取替えることとする。

(3) 計器用変圧器コイルの絶縁特性低下

a. 事象の説明

計器用変圧器コイルの絶縁物は，有機物であるため熱による特性変化，絶縁物に付着する埃，絶縁物内空隙での放電等の熱的，電気的及び環境的要因により経年的に劣化が進行し，絶縁特性低下を起こす可能性がある。

ただし，計器用変圧器は低電圧の機器であるため，電気的な劣化は起きないと考えられる。

b. 技術評価

① 健全性評価

計器用変圧器コイルの絶縁特性低下要因としては，コイルの通電電流による熱的劣化，絶縁物表面に埃が付着・吸湿して沿面絶縁を低下させる環境的劣化があるが，これまでの点検実績から最も絶縁特性低下に影響を及ぼす要因は熱的劣化であることから，長期間の使用を考慮すると絶縁特性低下が起こる可能性は否定できない。

② 現状保全

計器用変圧器コイルの絶縁特性低下に対しては，点検時に絶縁物の変色有無や塵埃付着の有無等の目視確認，清掃及び絶縁抵抗測定を行い，熱的劣化による有意な絶縁特性低下のないことを確認している。

また，これらの点検で有意な絶縁特性の低下が確認された場合は，補修又は取替えることとしている。

③ 総合評価

計器用変圧器コイルの絶縁特性低下の可能性は否定できないが，現状保全にて絶縁特性の低下は把握可能である。

また，今後も点検時に目視確認，清掃及び絶縁抵抗測定を実施することで，異常の有無の確認は可能であり，現状の保全は点検手法として適切であると判断する。

c. 高経年化への対応

計器用変圧器コイルの絶縁特性低下に対しては，高経年化対策の観点から現状の保全内容に追加すべき項目はない。今後も目視確認，清掃及び絶縁抵抗測定を実施することにより絶縁特性低下を監視していくとともに，必要に応じ補修又は取替を行うこととする。

7. 無停電電源装置

［対象無停電電源装置］

① バイタル電源用無停電電源装置

② 緊急用無停電電源装置

③ 非常用無停電電源装置

④ 緊急時対策所用無停電電源装置

目次

1. 対象機器及び代表機器の選定..... 7-1
1.1 グループ化の考え方及び結果..... 7-1
1.2 代表機器の選定..... 7-1
2. 代表機器の技術評価..... 7-3
2.1 構造，材料及び使用条件..... 7-3
2.1.1 バイタル電源用無停電電源装置..... 7-3
2.2 経年劣化事象の抽出..... 7-6
2.2.1 機器の機能達成に必要な項目..... 7-6
2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出..... 7-6
2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象..... 7-7
2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の評価..... 7-11
3. 代表機器以外への展開..... 7-12
3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象..... 7-12
3.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象..... 7-13

1. 対象機器及び代表機器の選定

東海第二で使用している主要な無停電電源装置の主な仕様を表 1-1 に示す。

これらの無停電電源装置を電圧区分，型式及び設置場所の観点からグループ化し，このグループより以下のとおり代表機器を選定した。

1.1 グループ化の考え方及び結果

電圧区分，型式及び設置場所を分類基準とし，無停電電源装置を表 1-1 に示すとおりグループ化する。

1.2 代表機器の選定

無停電電源装置のグループには，バイタル電源用無停電電源装置，緊急用無停電電源装置，非常用無停電電源装置及び緊急時対策所用無停電電源装置が属するが，重要度，定格電圧及び定格容量の観点から重要度及び定格電圧の高いバイタル電源用無停電電源装置を代表機器とする。

表 1-1　無停電電源装置のグループ化及び代表機器の選定

分類基準			機器名称	仕様 (定格電圧×定格容量)	選定基準			選定	選定理由
電圧区分	型式	設置場所			重要度*1	使用条件			
						定格電圧	定格容量		
低圧	静止型	屋内	バイタル電源用無停電電源装置	AC 240/120 V×50 kVA	MS-1	AC 240/120 V	50 kVA	◎	重要度 定格電圧
			緊急用無停電電源装置*2	AC 120 V×35 kVA	重*3	AC 120 V	35 kVA		
			非常用無停電電源装置*2	AC 120 V×35 kVA	MS-1 重*3	AC 120 V	35 kVA		
			緊急時対策所用無停電電源装置*2	AC 105 V×50 kVA	重*3	AC 105 V	50 kVA		

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

*2：新規に設置される機器

*3：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す

2. 代表機器の技術評価

本章では，1章で代表機器とした以下の無停電電源装置について技術評価を実施する。

① バイタル電源用無停電電源装置

2.1 構造，材料及び使用条件

2.1.1 バイタル電源用無停電電源装置

(1) 構造

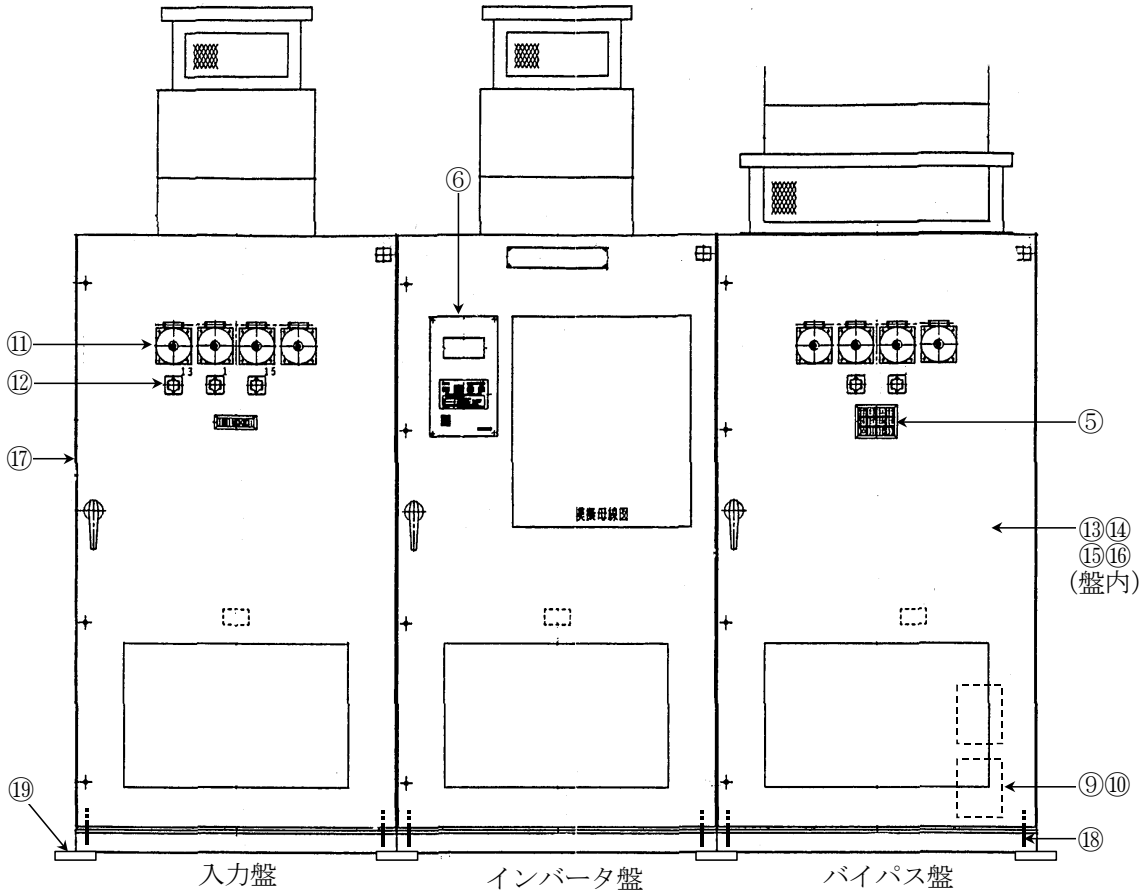
東海第二のバイタル電源用無停電電源装置は，自立型の制御盤3面構成で設置されている。

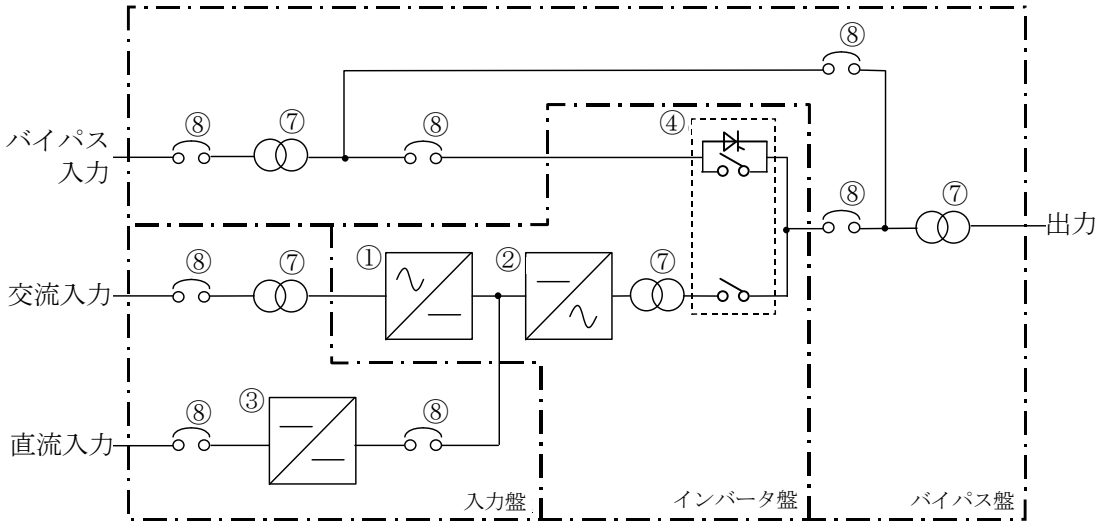
内部機器として出力制御を行う制御装置・操作器，交流から直流に変換するコンバータ，直流から交流に変換するインバータ，直流電圧を変換するチョッパ，インバータとバイパス出力の切替を行う切替器，その他電気回路構成品である配線用遮断器，変圧器，制御装置・操作器等で構成されており，これらの機器を支持するための筐体及び取付ボルトからなる。

東海第二のバイタル電源用無停電電源装置の構造図を図2.1-1に示す。

(2) 材料及び使用条件

東海第二のバイタル電源用無停電電源装置主要部位の使用材料を表2.1-1に，使用条件を表2.1-2に示す。





No.	部位	No.	部位	No.	部位
①	コンバータ	⑧	配線用遮断器	⑮	タイマー
②	インバータ	⑨	保護継電器（静止形）	⑯	ヒューズ
③	チョッパ	⑩	貫通型計器用変流器	⑰	筐体
④	切替器	⑪	指示計	⑱	取付ボルト
⑤	故障表示器	⑫	スイッチ	⑲	埋込金物
⑥	制御装置・操作器	⑬	補助継電器		
⑦	変圧器	⑭	電圧リレー		

図 2.1-1　バイタル電源用無停電電源装置構造図

表 2.1-1　バイタル電源用無停電電源装置主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
制御機能の維持	制御・変成	コンバータ	銅，半導体他
		インバータ	銅，半導体他
		チョッパ	銅，半導体他
		切替器	銅，半導体他
		故障表示器	（消耗品）
		制御装置・操作器	銅，半導体，電解コンデンサ他
		変圧器	銅，シリコン樹脂他
		配線用遮断器	銅他
		保護継電器（静止形）	銅，半導体他
		貫通型計器用変流器	銅，エポキシ樹脂他
		指示計	銅他
		スイッチ	銅他
		補助継電器	銀，銅他
		電圧リレー	銅，半導体他
		タイマー	銅，半導体他
		ヒューズ	（消耗品）
機器の支持	支持	筐体	鋼板
		取付ボルト	炭素鋼
		埋込金物	炭素鋼

表 2.1-2　バイタル電源用無停電電源装置の使用条件

設置場所	屋内
周囲温度*	40 ℃（最高）
定格電圧	AC 240/120 V
定格容量	50 kVA

＊：原子炉建屋付属棟における設計値

2.2 経年劣化事象の抽出

2.2.1 機器の機能達成に必要な項目

無停電電源装置の機能である交流無停電電源機能の達成に必要な項目は以下のとおり。

(1) 制御機能の維持

(2) 機器の支持

2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

(1) 想定される経年劣化事象の抽出

無停電電源装置について，機能達成に必要な項目を考慮して主要な部位に展開した上で，個々の部位の材料，構造，使用条件（電圧，温度等）及び現在までの運転経験を考慮し，表 2.2-1 に示すとおり，想定される経年劣化事象を抽出した（表 2.2-1 で○又は△，▲）。

なお，消耗品及び定期取替品は以下のとおり評価対象外とする。

(2) 消耗品及び定期取替品の扱い

故障表示器及びヒューズは消耗品であり，設計時に長期使用せず取替を前提としていることから高経年化対策を見極める上での評価対象外とする。

(3) 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

想定される経年劣化事象のうち下記①，②に該当しない事象を高経年化対策上着目すべき経年劣化事象と判断した。

なお，下記①，②に該当する事象については，2.2.3 項に示すとおり，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断した。

① 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって，想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象として表 2.2-1 で△）

② 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により，今後も経年劣化の進展が考えられない，又は進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外として表 2.2-1 で▲）

この結果，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象として以下の事象が抽出された（表 2.2-1 で○）。

a. 変圧器コイルの絶縁特性低下

2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

(1) 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって，想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象）

a. コンバータ，インバータ，チョッパ及び切替器の特性変化

コンバータ，インバータ，チョッパ及び切替器は，長期間の使用による半導体等の劣化により特性変化が想定されるが，点検時に特性試験を行い，その結果により必要に応じ調整又は取替を実施することとしている。

したがって，コンバータ，インバータ，チョッパ及び切替器の特性変化は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

b. 制御装置・操作器の特性変化

制御装置・操作器は，長期間の使用による半導体等の劣化により特性変化が想定されるが，点検時に特性試験を行い，その結果により必要に応じ調整又は取替を実施することとしている。

したがって，制御装置・操作器の特性変化は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

c. 配線用遮断器の固渋

配線用遮断器は，周囲温度，浮遊塵埃，発熱及び不動作状態の継続により，操作機構部に塗布されている潤滑剤の潤滑性能が低下し，それに伴う摩擦の増大による固渋が想定されるが，配線用遮断器には，耐熱性及び耐揮発性に優れ，潤滑性能が低下し難い潤滑剤が使用されていることから固渋の可能性は小さい。

また，屋内空調環境に設置されており，かつ，密閉構造であることから，周囲温度及び浮遊塵埃による影響も小さく，点検時に動作確認を行い，その結果により必要に応じ取替を実施することとしている。

したがって，配線用遮断器の固渋は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

d. 保護継電器（静止形）の特性変化

保護継電器（静止形）は，長期間の使用による半導体等の劣化により特性変化が想定されるが，点検時に特性試験を行い，その結果により必要に応じ調整又は取替を実施することとしている。

したがって，保護継電器（静止形）の特性変化は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

e. 指示計の特性変化

指示計は，長期間の使用に伴い指示特性に誤差が生じ，精度を確保できなくなることが想定されるが，点検時に特性試験を行い，その結果により必要に応じ調整又は取替を実施することとしている。

したがって，指示計の特性変化は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

f. スイッチ及び補助継電器の導通不良

スイッチ及び補助継電器は，浮遊塵埃が接点に付着することによる導通不良が想定されるが，屋内空調環境に設置されており，かつ，密閉構造であることから，塵埃付着の可能性は小さく，点検時に動作確認を行い，その結果により必要に応じ取替を実施することとしている。

したがって，スイッチ及び補助継電器の導通不良は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

g. 電圧リレー及びタイマーの特性変化

電圧リレー及びタイマーは，長期間の使用による半導体等の劣化により特性変化が想定されるが，点検時に特性試験を行い，その結果により必要に応じ調整又は取替を実施することとしている。

したがって，電圧リレー及びタイマーの特性変化は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

h. 筐体の腐食（全面腐食）

筐体は，鋼板であるため腐食が想定されるが，表面は塗装が施されており，屋内空調環境に設置されていることから，腐食の可能性は小さく，点検時に目視確認を行い，その結果により必要に応じ補修を実施することとしている。

したがって，筐体の腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

i. 取付ボルトの腐食（全面腐食）

取付ボルトは，炭素鋼であるため腐食が想定されるが，表面は塗装等が施されており，屋内空調環境に設置されていることから，腐食の可能性は小さく，点検時に目視確認を行い，その結果により必要に応じ補修又は取替を実施することとしている。

したがって，取付ボルトの腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

j. 埋込金物（大気接触部）の腐食（全面腐食）

埋込金物（大気接触部）は，炭素鋼であるため腐食が想定されるが，大気接触部は塗装が施されており，屋内空調環境に設置されていることから，腐食の可能性は小さく，点検時に目視確認を行い，その結果により必要に応じ補修又は取替を実施することとしている。

したがって，埋込金物（大気接触部）の腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

(2) 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により，今後も経年劣化の進展が考えられない，又は進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外）

a. 貫通型計器用変流器の絶縁特性低下

貫通型計器用変流器の絶縁物は，有機物であるため熱的，電気的及び環境的要因による絶縁特性の低下が想定されるが，貫通型計器用変流器は低電圧の機器であり，屋内空調環境に設置されていることから，電気的及び環境的要因による絶縁特性低下の可能性はない。

また，貫通型計器用変流器のコイルへの通電電流が少ないことから，温度上昇は僅かであり，熱的要因による絶縁特性低下の可能性もない。

したがって，貫通型計器用変流器の絶縁特性低下は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

b. 埋込金物（コンクリート埋設部）の腐食（全面腐食）

埋込金物（コンクリート埋設部）は，炭素鋼であるため腐食が想定される。

コンクリート埋設部ではコンクリートの大気接触部表面からの中性化の進行により腐食環境となるが，コンクリートが中性化に至り，埋込金物に有意な腐食が発生するまで長期間を要す。

したがって，埋込金物（コンクリート埋設部）の腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

表 2.2-1　バイタル電源用無停電電源装置に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象								備考
					減肉		割れ		絶縁	導通	信号	その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	絶縁特性低下	導通不良	特性変化		
制御機能の維持	制御・変成	コンバータ		銅，半導体他							△		*1:コイル *2:固渋 *3:大気接触部 *4:コンクリート埋設部
		インバータ		銅，半導体他							△		
		チョッパ		銅，半導体他							△		
		切替器		銅，半導体他							△		
		故障表示器	◎	－									
		制御装置・操作器		銅，半導体，電解コンデンサ他							△		
		変圧器		銅，シリコン樹脂他					○*1				
		配線用遮断器		銅他								△*2	
		保護継電器（静止形）		銅，半導体他							△		
		貫通型計器用変流器		銅，エポキシ樹脂他					▲				
		指示計		銅他							△		
		スイッチ		銅他						△			
		補助継電器		銀，銅他						△			
		電圧リレー		銅，半導体他							△		
		タイマー		銅，半導体他							△		
		ヒューズ	◎	－									
機器の支持	支持	筐体		鋼板		△							
		取付ボルト		炭素鋼		△							
		埋込金物		炭素鋼		△*3 ▲*4							

○：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象
△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）
▲：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象以外）

2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の評価

(1) 変圧器コイルの絶縁特性低下

a. 事象の説明

変圧器コイルの絶縁物は，有機物であるため熱による特性変化，絶縁物に付着する埃，絶縁物内空隙での放電等の熱的，電気的及び環境的要因により経年的に劣化が進行し，絶縁特性低下を起こす可能性がある。

ただし，変圧器は低電圧の機器であるため，電気的な劣化は起きないと考えられる。

b. 技術評価

① 健全性評価

変圧器コイルの絶縁特性低下要因としては，コイルの通電電流による熱的劣化，絶縁物表面に埃が付着・吸湿して沿面絶縁を低下させる環境的劣化があるが，これまでの点検実績から最も絶縁特性低下に影響を及ぼす要因は熱的劣化であることから，長期間の使用を考慮すると絶縁特性低下が起こる可能性は否定できない。

② 現状保全

変圧器コイルの絶縁特性低下に対しては，点検時に絶縁物の変色有無や塵埃付着の有無等の目視確認，清掃及び絶縁抵抗測定を行い，熱的劣化による有意な絶縁特性低下のないことを確認している。

また，これらの点検で有意な絶縁特性の低下が確認された場合は，補修又は取替えることとしている。

③ 総合評価

変圧器コイルの絶縁特性低下の可能性は否定できないが，現状保全にて絶縁特性の低下は把握可能である。

また，今後も点検時に目視確認，清掃及び絶縁抵抗測定を実施することで，異常の有無の確認は可能であり，現状の保全は点検手法として適切であると判断する。

c. 高経年化への対応

変圧器コイルの絶縁特性低下に対しては，高経年化対策の観点から現状の保全内容に追加すべき項目はない。今後も点検時に目視確認，清掃及び絶縁抵抗測定を実施することにより絶縁特性低下を監視していくとともに，必要に応じ補修又は取替を行うこととする。

3. 代表機器以外への展開

本章では，2 章で実施した代表機器の技術評価について，1 章で実施したグループ化で代表機器となっていない機器への展開について検討した。

［対象無停電電源装置］

① 緊急用無停電電源装置

② 非常用無停電電源装置

③ 緊急時対策所用無停電電源装置

3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

a. 変圧器コイルの絶縁特性低下［共通］

代表機器と同様，変圧器コイルの絶縁特性低下は，点検時に目視確認，清掃及び絶縁抵抗測定を実施することで絶縁特性の低下は把握可能である。

今後，点検時に目視確認，清掃及び絶縁抵抗測定を行うとともに，必要に応じて補修又は取替を実施することで健全性は維持できると判断する。

したがって，高経年化対策の観点から現状の保全内容に追加すべき項目はない。

3.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

(1) 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって，想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象）

a. コンバータ，インバータ，チョッパ及び切替器の特性変化［共通］

代表機器と同様，コンバータ，インバータ，チョッパ及び切替器は，長期間の使用による半導体の劣化により特性変化が想定されるが，点検時に特性試験を行い，その結果により必要に応じ調整又は取替を実施することで健全性を維持できると考える。

したがって，コンバータ，インバータ，チョッパ及び切替器の特性変化は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

b. 制御装置・操作器の特性変化［共通］

代表機器と同様，制御装置・操作器は，長期間の使用による半導体等の劣化により特性変化が想定されるが，点検時に特性試験を行い，その結果により必要に応じ調整又は取替を実施することで健全性を維持できると考える。

したがって，制御装置・操作器の特性変化は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

c. 配線用遮断器の固渋［共通］

代表機器と同様，配線用遮断器は，周囲温度，浮遊塵埃，発熱及び不動作状態の継続により，操作機構部に塗布されている潤滑剤の潤滑性能が低下し，それに伴う摩擦の増大による固渋が想定されるが，配線用遮断器には，耐熱性及び耐揮発性に優れ，潤滑性能が低下し難い潤滑剤が使用されていることから固渋の可能性は小さい。

また，屋内空調環境に設置することとしており，かつ，密閉構造であることから，周囲温度及び浮遊塵埃による影響も小さく，点検時に動作確認を行い，その結果により必要に応じ取替を実施することで健全性を維持できると考える。

したがって，配線用遮断器の固渋は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

d. 保護継電器（静止形）の特性変化［共通］

代表機器と同様，保護継電器（静止形）は，長期間の使用による半導体等の劣化により特性変化が想定されるが，点検時に特性試験を行い，その結果により必要に応じ調整又は取替を実施することで健全性を維持できると考える。

したがって，保護継電器（静止形）の特性変化は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

e. 指示計の特性変化［共通］

代表機器と同様，指示計は，長期間の使用に伴い指示特性に誤差が生じ，精度を確保できなくなることが想定されるが，点検時に特性試験を行い，その結果により必要に応じ調整又は取替を実施することで健全性を維持できると考える。

したがって，指示計の特性変化は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

f. スイッチ及び補助継電器の導通不良［共通］

代表機器と同様，スイッチ及び補助継電器は，浮遊塵埃が接点に付着することによる導通不良が想定されるが，屋内空調環境に設置することとしており，かつ，密閉構造であることから，塵埃付着の可能性は小さく，点検時に動作確認を行い，その結果により必要に応じ取替を実施することで健全性を維持できると考える。

したがって，スイッチ及び補助継電器の導通不良は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

g. 電圧リレー及びタイマーの特性変化［共通］

代表機器と同様，電圧リレー及びタイマーは，長期間の使用による半導体等の劣化により特性変化が想定されるが，点検時に特性試験を行い，その結果により必要に応じ調整又は取替を実施することで健全性を維持できると考える。

したがって，電圧リレー及びタイマーの特性変化は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

h. 筐体の腐食（全面腐食）［共通］

代表機器と同様，筐体は，鋼板であるため腐食が想定されるが，表面は塗装を施し，屋内空調環境に設置することとしており，腐食の可能性は小さく，点検時に目視確認を行い，その結果により必要に応じ補修を実施することで健全性を維持できると考える。

したがって，筐体の腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

i. 取付ボルトの腐食（全面腐食）［共通］

代表機器と同様，取付ボルトは，炭素鋼であるため腐食が想定されるが，表面は塗装等を施し，屋内空調環境に設置することとしており，腐食の可能性は小さく，点検時に目視確認を行い，その結果により必要に応じ補修又は取替を実施することで健全性を維持できると考える。

したがって，取付ボルトの腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

j. 埋込金物（大気接触部）の腐食（全面腐食）［共通］

代表機器と同様，埋込金物（大気接触部）は，炭素鋼であるため腐食が想定されるが，大気接触部は塗装が施されており，屋内空調環境に設置することとしており，腐食の可能性は小さく，点検時に目視確認を行い，その結果により必要に応じ補修又は取替を実施することで健全性を維持できると考える。

したがって，埋込金物（大気接触部）の腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

(2) 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により，今後も経年劣化の進展が考えられない，又は進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外）

a. 貫通型計器用変流器の絶縁特性低下［共通］

代表機器と同様，貫通型計器用変流器の絶縁物は，有機物であるため熱的，電気的及び環境的要因による絶縁特性の低下が想定されるが，貫通型計器用変流器は低電圧の機器であり，屋内空調環境に設置することとしており，電気的及び環境的要因による絶縁特性低下の可能性はない。

また，貫通型計器用変流器のコイルへの通電電流が少ないことから，温度上昇は僅かであり，熱的要因による絶縁特性低下の可能性もない。

したがって，貫通型計器用変流器の絶縁特性低下は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

b. 埋込金物（コンクリート埋設部）の腐食（全面腐食）［共通］

代表機器と同様，埋込金物（コンクリート埋設部）は，炭素鋼であるため腐食が想定される。

コンクリート埋設部ではコンクリートの大気接触部表面からの中性化の進行により腐食環境となるが，コンクリートが中性化に至り，埋込金物に有意な腐食が発生するまで長期間を要す。

したがって，埋込金物（コンクリート埋設部）の腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

c. 基礎ボルトの樹脂（後打ちケミカルアンカ）の劣化［緊急用無停電電源装置，非常用無停電電源装置］

基礎ボルトの樹脂の劣化については，「機械設備の技術評価書」にて評価を実施するものとし本評価書には含めない。

8. 直流電源設備

［対象直流電源設備］

① 125 V 蓄電池 2A, 2B
② 125 V 蓄電池 HPCS
③ 緊急用 125 V 蓄電池
④ 緊急時対策所用蓄電池
⑤ ±24 V 蓄電池 2A, 2B
⑥ 緊急時対策所用 24 V 系蓄電池
⑦ 125 V 充電器盤 2A
⑧ 125 V 充電器盤 2B
⑨ 125 V 充電器盤 予備
⑩ 125 V 充電器盤 HPCS
⑪ 緊急用 125 V 充電器盤
⑫ 緊急時対策所用充電器盤
⑬ ±24 V 充電器盤 2A, 2B
⑭ 緊急時対策所用直流 24 V 充電器盤

目次

1. 対象機器及び代表機器の選定..... 8-1
1.1 グループ化の考え方及び結果..... 8-1
1.2 代表機器の選定..... 8-1
2. 代表機器の技術評価..... 8-3
2.1 構造，材料及び使用条件..... 8-3
2.1.1 125 V 蓄電池 2A，2B..... 8-3
2.1.2 125 V 充電器盤 2A..... 8-6
2.2 経年劣化事象の抽出..... 8-9
2.2.1 機能達成に必要な項目..... 8-9
2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出..... 8-9
2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象..... 8-10
2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の評価..... 8-16
3. 代表機器以外への展開..... 8-17
3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象..... 8-17
3.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象..... 8-18

1. 対象機器及び代表機器の選定

東海第二で使用している主要な直流電源設備の主な仕様を表 1-1 に示す。

これらの直流電源設備を電圧区分，型式及び設置場所の観点からグループ化し，それぞれのグループより以下のとおり代表機器を選定した。

1.1 グループ化の考え方及び結果

電圧区分，型式及び設置場所を分類基準とし，直流電源設備を表 1-1 に示すとおりグループ化する。

1.2 代表機器の選定

表 1-1 に分類されるグループ毎に，重要度，定格電圧，定格電流及び定格容量の観点から代表機器を選定する。

(1) 制御弁式鉛蓄電池

このグループには，125 V 蓄電池 2A，2B，125 V 蓄電池 HPCS，緊急用 125 V 蓄電池，緊急時対策所用蓄電池，±24 V 蓄電池 2A，2B 及び緊急時対策所用 24 V 系蓄電池が属するが，重要度，定格電圧及び定格容量の観点から重要度及び定格電圧が高く，定格容量の大きい 125 V 蓄電池 2A，2B を代表機器とする。

(2) サイリスタ整流回路充電器盤

このグループには，125 V 充電器盤 2A，125 V 充電器盤 2B，125 V 充電器盤 予備，125 V 充電器盤 HPCS，緊急用 125 V 充電器盤，緊急時対策所用充電器盤，±24 V 充電器盤 2A，2B 及び緊急時対策所用直流 24 V 充電器盤が属するが，重要度，定格電圧及び定格電流の観点から重要度及び定格電圧が高く，定格電流の大きい 125 V 充電器盤 2A を代表機器とする。

表 1-1　直流電源設備のグループ化及び代表機器の選定

分類基準			機器名称	仕様 （蓄 電 池：定格容量 充電器盤：定格電圧×定格電流）	選定基準				選定	選定理由
電圧区分	型式	設置場所			重要度*1	使用条件				
						定格電圧	定格電流	定格容量		
低圧	制御弁式鉛蓄電池	屋内	125 V 蓄電池 2A，2B	6,000 Ah/10 時間率	MS-1，重*2	DC 125 V	－	6,000 Ah	◎	重要度 定格電圧 定格容量
			125 V 蓄電池 HPCS	500 Ah/10 時間率	MS-1，重*2	DC 125 V	－	500 Ah		
			緊急用 125 V 蓄電池*3	6,000 Ah/10 時間率	重*2	DC 125 V	－	6,000 Ah		
			緊急時対策所用蓄電池*3	1,000 Ah/10 時間率	重*2	DC 125 V	－	1,000 Ah		
			±24 V 蓄電池 2A，2B	150 Ah/10 時間率	MS-1，重*2	DC ±24 V	－	150 Ah		
			緊急時対策所用 24 V 系蓄電池*3	1,000 Ah/10 時間率	重*2	DC 24 V	－	1,000 Ah		
	サイリスタ整流回路充電器盤		125 V 充電器盤 2A	DC 125 V×420 A	MS-1，重*2	DC 125 V	420 A	－	◎	重要度 定格電圧 定格電流
			125 V 充電器盤 2B	DC 125 V×320 A	MS-1，重*2	DC 125 V	320 A	－		
			125 V 充電器盤 予備	DC 125 V×420 A	重*2	DC 125 V	420 A	－		
			125 V 充電器盤 HPCS	DC 125 V×100 A	MS-1，重*2	DC 125 V	100 A	－		
			緊急用 125 V 充電器盤*3	DC 125 V×700 A	重*2	DC 125 V	700 A	－		
			緊急時対策所用充電器盤*3	DC 125 V×600 A	重*2	DC 125 V	600 A	－		
			±24 V 充電器盤 2A，2B	DC ±24 V×30 A	MS-1，重*2	DC ±24 V	30 A	－		
			緊急時対策所用直流 24 V 充電器盤*3	DC 24 V×100 A	重*2	DC 24 V	100 A	－		

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

*2：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す

*3：新規に設置される機器

2. 代表機器の技術評価

本章では，1章で代表機器とした以下の直流電源設備について技術評価を実施する。

① 125 V 蓄電池 2A，2B

② 125 V 充電器盤 2A

2.1 構造，材料及び使用条件

2.1.1 125 V 蓄電池 2A，2B

(1) 構造

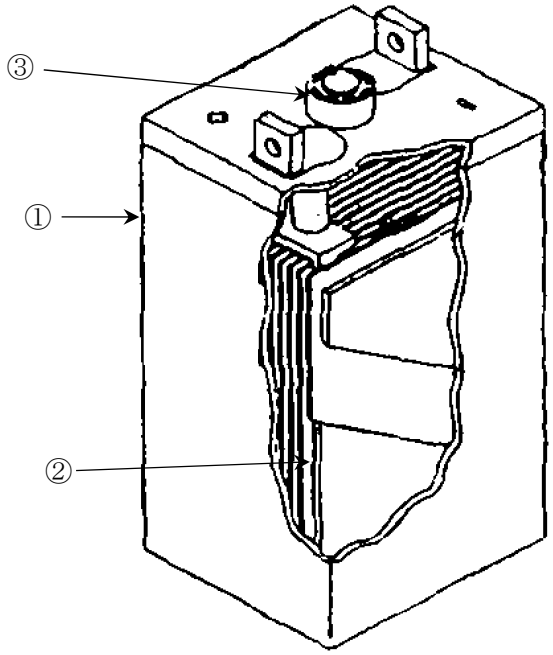
東海第二の 125 V 蓄電池 2A，2B は，各々58 セル（単電池）を直列に接続し，架台上に固定，設置されている。

また，各セルは，極板，電槽から構成されている。

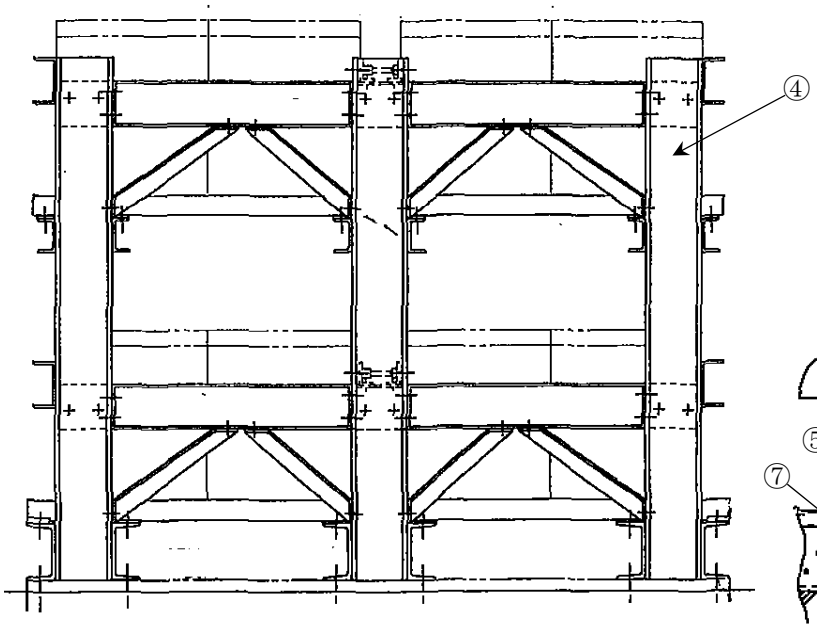
東海第二の 125 V 蓄電池 2A，2B の構造図を図 2.1-1 に示す。

(2) 材料及び使用条件

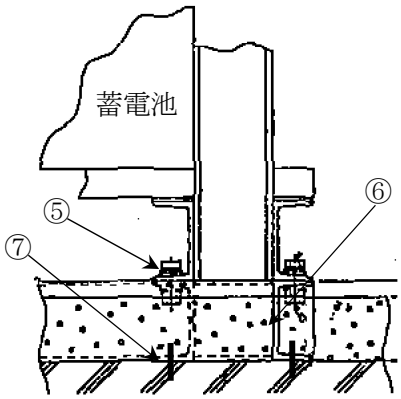
東海第二の 125 V 蓄電池 2A，2B 主要部位の使用材料を表 2.1-1 に，使用条件を表 2.1-2 に示す。



電槽内構造



蓄電池架台構造



基礎構造

No.	部位	No.	部位	No.	部位
①	電槽	④	架台	⑦	基礎ボルト*
②	極板	⑤	取付ボルト		
③	制御弁付防爆栓	⑥	チャンネルベース		

*：後打ちケミカルアンカ

図 2.1-1 125 V 蓄電池 2A, 2B 構造図

表 2.1-1 125 V 蓄電池 2A, 2B 主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
蓄電・給電機能の維持	蓄電・給電	電槽	合成樹脂
		極板	鉛，カルシウム合金
		制御弁付防爆栓	合成樹脂
機器の支持	支持	架台	炭素鋼
		取付ボルト	炭素鋼
		チャンネルベース	炭素鋼
		基礎ボルト（後打ちケミカルアンカ）	炭素鋼，樹脂

表 2.1-2 125 V 蓄電池 2A, 2B の使用条件

設置場所	屋内
周囲温度*	40 ℃（最高）
定格容量	6,000 Ah
定格電圧	DC 125 V

*：原子炉建屋付属棟における設計値

2.1.2 125 V 充電器盤 2A

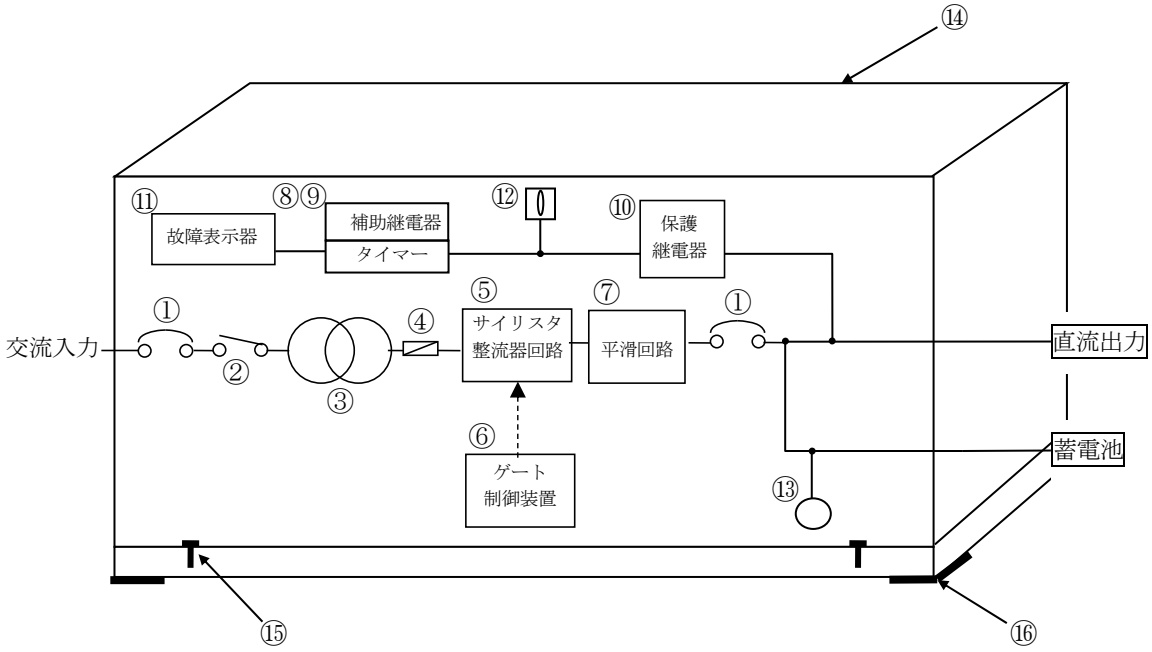
(1) 構造

東海第二の 125 V 充電器盤 2A は，自立型の制御盤 1 面構成で設置されており，回路を開閉する電磁接触器，配線用遮断器，電圧を変換する変圧器，交流を直流に変換するサイリスタ整流器回路，整流器を制御するゲート制御装置，異常検出を行う保護継電器，その他電気回路構成部品である補助継電器，タイマー，故障表示器，スイッチ，ヒューズで構成されており，これらの機器を支持するための筐体及び取付ボルトからなる。

東海第二の 125 V 充電器盤 2A の構造図を図 2.1-2 に示す。

(2) 材料及び使用条件

東海第二の125 V充電器盤 2A主要部位の使用材料を表2.1-3に,使用条件を表2.1-4に示す。



No.	部位	No.	部位	No.	部位
①	配線用遮断器	⑦	平滑回路	⑬	指示計
②	電磁接触器	⑧	補助継電器	⑭	筐体
③	変圧器	⑨	タイマー	⑮	取付ボルト
④	ヒューズ	⑩	保護継電器（静止形）	⑯	埋込金物
⑤	サイリスタ整流器回路	⑪	故障表示器		
⑥	ゲート制御装置	⑫	スイッチ		

図 2.1-2 125 V 充電器盤 2A 構造図

表 2.1-3 125 V 充電器盤 2A 主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
順変換機能の維持	制御・変成	配線用遮断器	銅他
		電磁接触器	樹脂，銀，銅他
		変圧器	銅，珪素鋼板，絶縁紙他
		ヒューズ	（消耗品）
		サイリスタ整流器回路	半導体他
		ゲート制御装置	半導体他
		平滑回路	電解コンデンサ，銅他
		補助継電器	銀，銅他
		タイマー	銅，半導体他
		保護継電器（静止形）	銅，半導体他
		故障表示器	（消耗品）
		スイッチ	銅他
		指示計	銅他
機器の支持	支持	筐体	炭素鋼
		取付ボルト	炭素鋼
		埋込金物	炭素鋼

表 2.1-4 125 V 充電器盤 2A の使用条件

設置場所	屋内
周囲温度*	40 ℃（最高）
定格電圧	125 V
定格電流	420 A

*：原子炉建屋付属棟における設計値

2.2 経年劣化事象の抽出

2.2.1 機能達成に必要な項目

直流電源設備の機能である蓄電・給電機能の達成に必要な項目は以下のとおり。

(1) 蓄電・給電機能の維持

(2) 順変換機能の維持

(3) 機器の支持

2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

(1) 想定される経年劣化事象の抽出

直流電源設備について，機能達成に必要な項目を考慮して主要な部位に展開した上で，個々の部位の材料，構造，使用条件（電圧，温度等）及び現在までの運転経験を考慮し，表 2.2-1 に示すとおり，想定される経年劣化事象を抽出した（表 2.2-1 で○又は△，▲）。

なお，消耗品及び定期取替品は以下のとおり評価対象外とする。

(2) 消耗品及び定期取替品の扱い

ヒューズ及び故障表示器は消耗品であり，設計時に長期使用せず取替を前提としていることから高経年化対策を見極める上での評価対象外とする。

(3) 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

想定される経年劣化事象のうち下記①，②に該当しない事象を高経年化対策上着目すべき経年劣化事象と判断した。

なお，下記①，②に該当する事象については，2.2.3 項に示すとおり，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断した。

① 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって，想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの(日常劣化管理事象として表 2.2-1 で△)

② 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により，今後も経年劣化の進展が考えられない,又は進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外として表 2.2-1 で▲）

この結果，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象として以下の事象が抽出された(表 2.2-1 で○)。

a. 変圧器コイルの絶縁特性低下［125 V 充電器盤 2A］

2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

(1) 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって，想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象）

a. 電槽の割れ及び変形［125 V 蓄電池 2A，2B］

電槽は，過充電により極板でのガス吸収力以上に多量のガスが発生した場合，電槽内部の圧力が上昇することによる割れ及び変形が想定されるが，電槽上部の制御弁付防爆栓から内部圧力を放出できる事から，電槽割れの可能性は小さく，点検時に目視確認を行い，その結果により必要に応じ取替を実施することとしている。

したがって，電槽の割れ及び変形は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

b. 極板の腐食（全面腐食）［125 V 蓄電池 2A，2B］

極板は,長期間の使用に伴い腐食し,蓄電池の容量を低下させる可能性があるが,点検時に浮動充電電流の測定を行い，電流値に変化がないことを確認し，容量の有意な低下がないことを確認している。

また，個々の蓄電池においても，点検時に電圧，内部抵抗，温度測定を行い，その結果により必要に応じ取替を実施することとしている。

したがって，極板の腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

c. 架台の腐食（全面腐食）［125 V 蓄電池 2A，2B］

架台は，炭素鋼であるため腐食が想定されるが，表面は塗装が施されており，屋内空調環境に設置されていることから，腐食の可能性は小さく，点検時に目視確認を行い，その結果により必要に応じ補修を実施することとしている。

したがって，架台の腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

d. チャンネルベース（大気接触部）の腐食（全面腐食）［125 V 蓄電池 2A，2B］

チャンネルベース（大気接触部）は，炭素鋼であるため腐食が想定されるが，表面は塗装が施されており，屋内空調環境に設置されていることから，腐食の可能性は小さく，点検時に目視確認を行い，その結果により必要に応じ補修を実施することとしている。

したがって，チャンネルベース（大気接触部）の腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

e. 配線用遮断器の固渋［125 V 充電器盤 2A］

配線用遮断器は，周囲温度，浮遊塵埃，発熱及び不動作状態の継続により，操作機構部に塗布されている潤滑剤の潤滑性能が低下し，それに伴う摩擦の増大による固渋が想定されるが，配線用遮断器には，耐熱性及び耐揮発性に優れ，潤滑性能が低下し難い潤滑剤が使用されていることから固渋の可能性は小さい。

また，屋内空調環境に設置されており，かつ，密閉構造であることから，周囲温度及び浮遊塵埃による影響も小さく，点検時に動作確認を行い，その結果により必要に応じ取替を実施することとしている。

したがって，配線用遮断器の固渋は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

f. 電磁接触器，補助継電器及びスイッチの導通不良［125 V 充電器盤 2A］

電磁接触器，補助継電器及びスイッチは，浮遊塵埃が接点に付着することによる導通不良が想定されるが，屋内空調環境に設置されており，かつ，密閉構造であることから，塵埃付着の可能性は小さく，点検時に動作確認を行い，その結果により必要に応じ取替を実施することとしている。

したがって，電磁接触器，補助継電器及びスイッチの導通不良は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

g. サイリスタ整流器回路，ゲート制御装置及び平滑回路の特性変化［125 V 充電器盤 2A］

サイリスタ整流器回路，ゲート制御装置及び平滑回路は，長期間の使用による半導体等の劣化により特性変化が想定されるが，点検時に特性試験を行い，その結果により必要に応じ調整又は取替を実施することとしている。

したがって，サイリスタ整流器回路，ゲート制御装置及び平滑回路の特性変化は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

h. 保護継電器（静止形）及びタイマーの特性変化［125 V 充電器盤 2A］

保護継電器（静止形）及びタイマーは，長期間の使用による半導体等の劣化により特性変化が想定されるが，点検時に特性試験を行い，その結果により必要に応じ調整又は取替を実施することとしている。

したがって，保護継電器（静止形）及びタイマーの特性変化は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

i. 指示計の特性変化［125 V 充電器盤 2A］

指示計は，長期間の使用に伴い指示特性に誤差が生じ，精度を確保できなくなることが想定されるが，点検時に特性試験を行い，その結果により必要に応じ調整又は取替を実施することとしている。

したがって，指示計の特性変化は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

j. 筐体［125 V 充電器盤 2A］及び取付ボルト［共通］の腐食（全面腐食）

筐体及び取付ボルトは，炭素鋼であるため腐食が想定されるが，表面は塗装等が施されており，屋内空調環境に設置されていることから，腐食の可能性は小さく，点検時に目視確認を行い，その結果により必要に応じ補修又は取替を実施することとしている。

したがって，筐体及び取付ボルトの腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

k. 埋込金物（大気接触部）の腐食（全面腐食）［125 V 充電器盤 2A］

埋込金物（大気接触部）は，炭素鋼であるため腐食が想定されるが，大気接触部は塗装が施されており，屋内空調環境に設置されていることから，腐食の可能性は小さく，点検時に目視確認を行い，その結果により必要に応じ補修又は取替を実施することとしている。

したがって，埋込金物（大気接触部）の腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

(2) 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により，今後も経年劣化の進展が考えられない，又は進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外）

a. 制御弁付防爆栓の固着［125 V 蓄電池 2A，2B］

制御弁付防爆栓の弁シート部分の固着により，電槽内の内圧が上昇した際に放出することが出来ず，内圧の上昇による電槽の破損が考えられるが，制御弁付防爆栓は，加速劣化試験等により十分な寿命を有していることを確認していることから，制御弁付防爆栓の固着はない。

したがって，制御弁付防爆栓の固着は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

b. チャンネルベース（コンクリート埋設部）及び基礎ボルト（コンクリート埋設部）の腐食（全面腐食）［125 V 蓄電池 2A，2B］

チャンネルベース（コンクリート埋設部）及び基礎ボルト（コンクリート埋設部）は，炭素鋼であるため腐食が想定される。

コンクリート埋設部ではコンクリートの大気接触部表面からの中性化の進行により腐食環境となるが，コンクリートが中性化に至り，チャンネルベース及び基礎ボルトに有意な腐食が発生するまで長期間を要す。

したがって，チャンネルベース（コンクリート埋設部）及び基礎ボルト（コンクリート埋設部）の腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

c. 基礎ボルトの樹脂（後打ちケミカルアンカ）の劣化［125 V 蓄電池 2A，2B］

基礎ボルトの樹脂の劣化については，「機械設備の技術評価書」にて評価を実施するものとし本評価書には含めない。

d. 埋込金物（コンクリート埋設部）の腐食（全面腐食）［125 V 充電器盤 2A］

埋込金物（コンクリート埋設部）は，炭素鋼であるため腐食が想定される。

コンクリート埋設部ではコンクリートの大気接触部表面からの中性化の進行により腐食環境となるが，コンクリートが中性化に至り，埋込金物に有意な腐食が発生するまで長期間を要す。

したがって，埋込金物（コンクリート埋設部）の腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

表 2.2-1(1/2) 125 V 蓄電池 2A，2B に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象								備考
					減肉		割れ		絶縁	導通	信号	その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	絶縁特性低下	導通不良	特性変化		
蓄電・給電機能の維持	蓄電・給電	電槽		合成樹脂								△*1	*1:割れ，変形 *2:固着 *3:大気接触部 *4:コンクリート埋設部 *5:樹脂の劣化
		極板		鉛，カルシウム合金		△							
		制御弁付防爆栓		合成樹脂								▲*2	
機器の支持	支持	架台		炭素鋼		△							
		取付ボルト		炭素鋼		△							
		チャンネルベース		炭素鋼		△*3 ▲*4							
		基礎ボルト (後打ちケミカルアンカ)		炭素鋼，樹脂		▲*4						▲*5	

△: 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

▲: 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象以外）

表 2.2-1(2/2) 125 V 充電器盤 2A に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象								備考
					減肉		割れ		絶縁	導通	信号	その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	絶縁特性低下	導通不良	特性変化		
順変換機能の維持	制御・変成	配線用遮断器		銅他								△*1	*1:固渋 *2:コイル *3:大気接触部 *4:コンクリート埋設部
		電磁接触器		樹脂，銀，銅他						△			
		変圧器		銅，珪素鋼板，絶縁紙他					○*2				
		ヒューズ	◎	－									
		サイリスタ整流器回路		半導体他							△		
		ゲート制御装置		半導体他							△		
		平滑回路		電解コンデンサ，銅他							△		
		補助継電器		銀，銅他						△			
		タイマー		銅，半導体他							△		
		保護継電器（静止形）		銅，半導体他							△		
		故障表示器	◎	－									
		スイッチ		銅他						△			
		指示計		銅他							△		
機器の支持	支持	筐体		炭素鋼		△							
		取付ボルト		炭素鋼		△							
		埋込金物		炭素鋼		△*3 ▲*4							

○：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象
△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）
▲：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象以外）

2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の評価

(1) 変圧器コイルの絶縁特性低下

a. 事象の説明

変圧器コイルの絶縁物は，有機物であるため熱による特性変化，絶縁物に付着する埃，絶縁物内空隙での放電等の熱的，電気的及び環境的要因により経年的に劣化が進行し，絶縁特性低下を起こす可能性がある。

ただし，変圧器は低電圧の機器であるため，電気的な劣化は起きないと考えられる。

b. 技術評価

① 健全性評価

変圧器コイルの絶縁特性低下要因としては，コイルの通電電流による熱的劣化，絶縁物表面に埃が付着・吸湿して沿面絶縁を低下させる環境的劣化があるが，これまでの点検実績から最も絶縁特性低下に影響を及ぼす要因は熱的劣化であることから，長期間の使用を考慮すると絶縁特性低下が起こる可能性は否定できない。

② 現状保全

変圧器コイルの絶縁特性低下に対しては，点検時に絶縁物の変色有無や塵埃付着の有無等の目視確認，清掃及び絶縁抵抗測定を行い，熱的劣化による有意な絶縁特性低下のないことを確認している。

また，これらの点検で有意な絶縁特性の低下が認められた場合は，補修又は取替えることとしている。

③ 総合評価

変圧器コイルの絶縁特性低下の可能性は否定できないが，現状保全にて絶縁特性の低下は把握可能である。

また，今後も点検時に目視確認，清掃及び絶縁抵抗測定を実施することで，異常の有無の確認は可能であり，現状の保全は点検手法として適切であると判断する。

c. 高経年化への対応

変圧器コイルの絶縁特性低下に対しては，高経年化対策の観点から現状の保全内容に追加すべき項目はない。今後も点検時に目視確認，清掃及び絶縁抵抗測定を実施することにより絶縁特性低下を監視していくとともに，必要に応じ補修又は取替を行うこととする。

3. 代表機器以外への展開

本章では，2 章で実施した代表機器の技術評価について，1 章で実施したグループ化で代表機器となっていない機器への展開について検討した。

［対象直流電源設備］

① 125 V 蓄電池 HPCS
② 緊急用 125 V 蓄電池
③ 緊急時対策所用蓄電池
④ ±24 V 蓄電池 2A，2B
⑤ 緊急時対策所用 24 V 系蓄電池
⑥ 125 V 充電器盤 2B
⑦ 125 V 充電器盤 予備
⑧ 125 V 充電器盤 HPCS
⑨ 緊急用 125 V 充電器盤
⑩ 緊急時対策所用充電器盤
⑪ ±24 V 充電器盤 2A，2B
⑫ 緊急時対策所用直流 24 V 充電器盤

3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

a. 変圧器コイルの絶縁特性低下［125 V 充電器盤 2B，125 V 充電器盤 予備，125 V 充電器盤 HPCS，緊急用 125 V 充電器盤，緊急時対策所用充電器盤，±24 V 充電器盤 2A，2B，緊急時対策所用直流 24 V 充電器盤］

代表機器と同様，変圧器コイルの絶縁特性低下は，点検時に目視確認，清掃及び絶縁抵抗測定を実施することで絶縁特性の低下は把握可能である。

今後も点検時に目視確認，清掃及び絶縁抵抗測定を実施することにより絶縁特性低下を監視していくとともに，必要に応じて補修又は取替を実施することで健全性は維持できると判断する。

緊急用 125 V 充電器盤，緊急時対策所用充電器盤及び緊急時対策所用直流 24 V 充電器盤は，新たに設置されることから，今後，点検時に目視確認，清掃及び絶縁抵抗測定を行うとともに，必要に応じて補修又は取替を実施することで健全性は維持できると判断する。

したがって，高経年化対策の観点から現状の保全内容に追加すべき項目はない。

3.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

(1) 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって，想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象）

a. 電槽の割れ及び変形［125 V 蓄電池 HPCS，緊急用 125 V 蓄電池，緊急時対策所用蓄電池，±24 V 蓄電池 2A，2B，緊急時対策所用 24 V 系蓄電池］

代表機器と同様，電槽は，過充電により極板でのガス吸収力以上に多量のガスが発生した場合，電槽内部の圧力が上昇することによる割れ及び変形が想定されるが，電槽上部の制御弁付防爆栓から内部圧力を放出できる事から，電槽割れの可能性は小さく，点検時に目視確認を行い，その結果により必要に応じ取替を実施することとしている。

緊急用 125 V 蓄電池，緊急時対策所用蓄電池及び緊急時対策所用 24 V 系蓄電池は，新たに設置されることから，今後，点検時に目視確認を行い，その結果により必要に応じ取替を実施することで健全性を維持できると考える。

したがって，電槽の割れ及び変形は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

b. 極板の腐食（全面腐食）［125 V 蓄電池 HPCS，緊急用 125 V 蓄電池，緊急時対策所用蓄電池，±24 V 蓄電池 2A，2B，緊急時対策所用 24 V 系蓄電池］

代表機器と同様，極板は，長期間の使用に伴い腐食し，蓄電池の容量を低下させる可能性があるが，点検時に浮動充電電流の測定を行い，電流値に変化がないことを確認し，容量の有意な低下がないことを確認している。

また，個々の蓄電池においても，点検時に電圧，内部抵抗，温度測定を行い，その結果により必要に応じ取替を実施することとしている。

緊急用 125 V 蓄電池，緊急時対策所用蓄電池及び緊急時対策所用 24 V 系蓄電池は，新たに設置されることから，今後，点検時に浮動充電電流の測定及び個々の蓄電池の電圧，内部抵抗，温度測定を行い，その結果により必要に応じ取替を実施することで健全性を維持できると考える。

したがって，極板の腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

c. 架台の腐食（全面腐食）［125 V 蓄電池 HPCS，緊急用 125 V 蓄電池，緊急時対策所用蓄電池，±24 V 蓄電池 2A，2B，緊急時対策所用 24 V 系蓄電池］

代表機器と同様，架台は，炭素鋼であるため腐食が想定されるが，表面は塗装が施されており，屋内空調環境に設置されていることから，腐食の可能性は小さく，点検時に目視確認を行い，その結果により必要に応じ補修を実施することとしている。

緊急用 125 V 蓄電池，緊急時対策所用蓄電池及び緊急時対策所用 24 V 系蓄電池は，新たに設置されることから，今後，点検時に目視確認を行い，その結果により必要に応じ補修又は取替を実施することで健全性を維持できると考える。

したがって，架台の腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

d. チャンネルベース（大気接触部）の腐食（全面腐食）［125 V 蓄電池 HPCS，緊急用 125 V 蓄電池，緊急時対策所用蓄電池，±24 V 蓄電池 2A，2B，緊急時対策所用 24 V 系蓄電池］

代表機器と同様，チャンネルベース（大気接触部）は，炭素鋼であるため腐食が想定されるが，表面は塗装が施されており，屋内空調環境に設置されていることから，腐食の可能性は小さく，点検時に目視確認を行い，その結果により必要に応じ補修を実施することとしている。

緊急用 125 V 蓄電池，緊急時対策所用蓄電池及び緊急時対策所用 24 V 系蓄電池は，新たに設置されることから，今後，点検時に目視確認を行い，その結果により必要に応じ補修又は取替を実施することで健全性を維持できると考える。

したがって，チャンネルベース（大気接触部）の腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

e. 配線用遮断器の固渋[125 V 充電器盤 2B,125 V 充電器盤 予備,125 V 充電器盤 HPCS,緊急用 125 V 充電器盤，緊急時対策所用充電器盤，±24 V 充電器盤 2A，2B，緊急時対策所用直流 24 V 充電器盤]

代表機器と同様，配線用遮断器は，周囲温度，浮遊塵埃，発熱及び不動作状態の継続により，操作機構部に塗布されている潤滑剤の潤滑性能が低下し，それに伴う摩擦の増大による固渋が想定されるが，配線用遮断器には，耐熱性及び耐揮発性に優れ，潤滑性能が低下し難い潤滑剤が使用されていることから固渋の可能性は小さい。

また，屋内空調環境に設置されており，かつ，密閉構造であることから，周囲温度及び浮遊塵埃による影響も小さく，点検時に動作確認を行い，その結果により必要に応じ取替を実施することとしている。

緊急用 125 V 充電器盤，緊急時対策所用充電器盤及び緊急時対策所用直流 24 V 充電器盤は，新たに設置されることから，今後，点検時に動作確認を行い，その結果により必要に応じ取替を実施することで健全性を維持できると考える。

したがって，配線用遮断器の固渋は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

f. 電磁接触器，補助継電器及びスイッチの導通不良［125 V 充電器盤 2B，125 V 充電器盤 予備，125 V 充電器盤 HPCS，緊急用 125 V 充電器盤，緊急時対策所用充電器盤，±24 V 充電器盤 2A，2B，緊急時対策所用直流 24 V 充電器盤］

代表機器と同様，電磁接触器，補助継電器及びスイッチは，浮遊塵埃が接点に付着することによる導通不良が想定されるが，屋内空調環境に設置されており，かつ，密閉構造であることから，塵埃付着の可能性は小さく，点検時に動作確認を行い，その結果により必要に応じ取替を実施することとしている。

緊急用 125 V 充電器盤，緊急時対策所用充電器盤及び緊急時対策所用直流 24 V 充電器盤は，新たに設置されることから，今後，点検時に動作確認を行い，その結果により必要に応じ取替を実施することで健全性を維持できると考える。

したがって，電磁接触器，補助継電器及びスイッチの導通不良は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

g. サイリスタ整流器回路，ゲート制御装置及び平滑回路の特性変化［125 V 充電器盤 2B，125 V 充電器盤 予備，125 V 充電器盤 HPCS，緊急用 125 V 充電器盤，緊急時対策所用充電器盤，±24 V 充電器盤 2A，2B，緊急時対策所用直流 24 V 充電器盤］

代表機器と同様，サイリスタ整流器回路，ゲート制御装置及び平滑回路は，長期間の使用による半導体等の劣化により特性変化が想定されるが，点検時に特性試験を行い，その結果により必要に応じ調整又は取替を実施することとしている。

緊急用 125 V 充電器盤，緊急時対策所用充電器盤及び緊急時対策所用直流 24 V 充電器盤は，新たに設置されることから，今後，点検時に特性試験を行い，その結果により必要に応じ調整又は取替を実施することで健全性を維持できると考える。

したがって，サイリスタ整流器回路，ゲート制御装置及び平滑回路の特性変化は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

h. 保護継電器（静止形）及びタイマーの特性変化［125 V 充電器盤 2B，125 V 充電器盤 予備，125 V 充電器盤 HPCS，緊急用 125 V 充電器盤，緊急時対策所用充電器盤，±24 V 充電器盤 2A，2B，緊急時対策所用直流 24 V 充電器盤］

代表機器と同様，保護継電器（静止形）及びタイマーは，長期間の使用による半導体等の劣化により特性変化が想定されるが，点検時に特性試験を行い，その結果により必要に応じ調整又は取替を実施することとしている。

緊急用 125 V 充電器盤，緊急時対策所用充電器盤及び緊急時対策所用直流 24 V 充電器盤は，新たに設置されることから，今後，点検時に特性試験を行い，その結果により必要に応じ調整又は取替を実施することで健全性を維持できると考える。

したがって，保護継電器（静止形）及びタイマーの特性変化は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

i. 指示計の特性変化［125 V 充電器盤 2B，125 V 充電器盤 予備，125 V 充電器盤 HPCS，緊急用 125 V 充電器盤，緊急時対策所用充電器盤，±24 V 充電器盤 2A，2B，緊急時対策所用直流 24 V 充電器盤］

代表機器と同様，指示計は，長期間の使用に伴い指示特性に誤差が生じ，精度を確保できなくなることが想定されるが，点検時に特性試験を行い，その結果により必要に応じ調整又は取替を実施することとしている。

緊急用 125 V 充電器盤，緊急時対策所用充電器盤及び緊急時対策所用直流 24 V 充電器盤は，新たに設置されることから，今後，点検時に特性試験を行い，その結果により必要に応じ調整又は取替を実施することで健全性を維持できると考える。

したがって，指示計の特性変化は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

j. 筐体［125 V 充電器盤 2B，125 V 充電器盤 予備，125 V 充電器盤 HPCS，緊急用 125 V 充電器盤，緊急時対策所用充電器盤，±24 V 充電器盤 2A，2B，緊急時対策所用直流 24 V 充電器盤］及び取付ボルト［共通］の腐食（全面腐食）

代表機器と同様，筐体及び取付ボルトは，炭素鋼であるため腐食が想定されるが，表面は塗装等が施されており，屋内空調環境に設置されていることから，腐食の可能性は小さく，点検時に目視確認を行い，その結果により必要に応じ補修又は取替を実施することとしている。

緊急用 125 V 充電器盤，緊急時対策所用充電器盤，緊急時対策所用直流 24 V 充電器盤，緊急用 125 V 蓄電池，緊急時対策所用蓄電池及び緊急時対策所用 24 V 系蓄電池は，新たに設置されることから，今後，点検時に目視確認を行い，その結果により必要に応じ補修又は取替を実施することで健全性を維持できると考える。

したがって，筐体及び取付ボルトの腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

k. 埋込金物（大気接触部）の腐食（全面腐食）［125 V 充電器盤 2B，125 V 充電器盤 予備，125 V 充電器盤 HPCS，緊急用 125 V 充電器盤，緊急時対策所用充電器盤，±24 V 充電器盤 2A，2B］

代表機器と同様，埋込金物（大気接触部）は，炭素鋼であるため腐食が想定されるが，大気接触部は塗装が施されており，屋内空調環境に設置されていることから，腐食の可能性は小さく，点検時に目視確認を行い，その結果により必要に応じ補修又は取替を実施することとしている。

緊急用 125 V 充電器盤及び緊急時対策所用充電器盤は，新たに設置されることから，今後，点検時に目視確認を行い，その結果により必要に応じ補修又は取替を実施することで健全性を維持できると考える。

したがって，埋込金物（大気接触部）の腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

(2) 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により，今後も経年劣化の進展が考えられない，又は進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外）

a. 制御弁付防爆栓の固着 ［125 V 蓄電池 HPCS，緊急用 125 V 蓄電池，緊急時対策所用蓄電池，±24 V 蓄電池 2A，2B，緊急時対策所用 24 V 系蓄電池］

代表機器と同様，制御弁付防爆栓の弁シート部分の固着により，電槽内の内圧が上昇した際に放出することが出来ず，内圧の上昇による電槽の破損が考えられるが，制御弁付防爆栓は，加速劣化試験等により十分な寿命を有していることを確認していることから，制御弁付防爆栓の固着はない。

緊急用 125 V 蓄電池，緊急時対策所用蓄電池及び緊急時対策所用 24 V 系蓄電池は，新たに設置されるが，代表機器と同様，制御弁付防爆栓は，加速劣化試験等により十分な寿命を有していることを確認していることから，制御弁付防爆栓の固着はない。

したがって，制御弁付防爆栓の固着は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

b. チャンネルベース（コンクリート埋設部）［125 V 蓄電池 HPCS，緊急用 125 V 蓄電池，緊急時対策所用蓄電池，±24 V 蓄電池 2A，2B，緊急時対策所用 24 V 系蓄電池］及び基礎ボルト（コンクリート埋設部）［125 V 蓄電池 HPCS，緊急用 125 V 蓄電池，緊急時対策所用蓄電池，±24 V 蓄電池 2A，2B］の腐食（全面腐食）

代表機器と同様，チャンネルベース（コンクリート埋設部）及び基礎ボルト（コンクリート埋設部）は，炭素鋼であるため腐食が想定される。

コンクリート埋設部ではコンクリートの大気接触部表面からの中性化の進行により腐食環境となるが，コンクリートが中性化に至り，チャンネルベース及び基礎ボルトに有意な腐食が発生するまで長期間を要す。

緊急用 125 V 蓄電池，緊急時対策所用蓄電池及び緊急時対策所用 24 V 系蓄電池は，新たに設置されるが，代表機器と同様，コンクリートが中性化に至り，チャンネルベース及び基礎ボルトに有意な腐食が発生するまで長期間を要す。

したがって，チャンネルベース（コンクリート埋設部）及び基礎ボルト（コンクリート埋設部）の腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

c. 基礎ボルトの樹脂（後打ちケミカルアンカ）の劣化［125 V 蓄電池 HPCS，緊急用 125 V 蓄電池，緊急時対策所用蓄電池，±24 V 蓄電池 2A，2B，緊急用 125 V 充電器盤］

代表機器と同様，基礎ボルトの樹脂の劣化については，「機械設備の技術評価書」にて評価を実施するものとし本評価書には含めない。

d. 埋込金物（コンクリート埋設部）の腐食（全面腐食）［125 V 充電器盤 2B，125 V 充電器盤 予備，125 V 充電器盤 HPCS，緊急用 125 V 充電器盤，緊急時対策所用充電器盤，±24 V 充電器盤 2A，2B］

代表機器と同様，埋込金物（コンクリート埋設部）は，炭素鋼であるため腐食が想定される。

コンクリート埋設部ではコンクリートの大気接触部表面からの中性化の進行により腐食環境となるが，コンクリートが中性化に至り，埋込金物に有意な腐食が発生するまで長期間を要す。

緊急用 125 V 充電器盤及び緊急時対策所用充電器盤は，新たに設置されるが，代表機器と同様，コンクリートが中性化に至り，埋込金物に有意な腐食が発生するまで長期間を要す。

したがって，埋込金物（コンクリート埋設部）の腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

9. 計測用分電盤

［対象計測用分電盤］

① 交流計測用分電盤 A 系，B 系
② 交流計測用分電盤 HPCS 系
③ 直流分電盤
④ バイタル分電盤
⑤ 中性子モニタ用分電盤
⑥ 緊急用計装交流主母線盤
⑦ 緊急用直流分電盤
⑧ 緊急用無停電計装分電盤
⑨ 非常用無停電計装分電盤
⑩ 緊急時対策所用分電盤
⑪ 緊急時対策所用直流分電盤
⑫ 可搬型代替低圧電源車接続盤
⑬ 可搬型代替直流電源設備用電源切替盤

目次

1. 対象機器及び代表機器の選定..... 9-1
1.1 グループ化の考え方及び結果..... 9-1
1.2 代表機器の選定..... 9-1
2. 代表機器の技術評価..... 9-3
2.1 構造，材料及び使用条件..... 9-3
2.1.1 交流計測用分電盤 A 系，B 系..... 9-3
2.2 経年劣化事象の抽出..... 9-6
2.2.1 機器の機能達成に必要な項目..... 9-6
2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出..... 9-6
2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象..... 9-7
2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の評価..... 9-10
3. 代表機器以外への展開..... 9-11
3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象..... 9-11
3.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象..... 9-13

1. 対象機器及び代表機器の選定

東海第二で使用している計測用分電盤の主な仕様を表 1-1 に示す。

これらの計測用分電盤を電圧区分，型式及び設置場所の観点からグループ化し，このグループより以下のとおり代表機器を選定した。

1.1 グループ化の考え方及び結果

電圧区分，型式及び設置場所を分類基準とし，計測用分電盤を表 1-1 に示すとおりグループ化する。

1.2 代表機器の選定

計測用分電盤のグループには，交流計測用分電盤 A 系，B 系，交流計測用分電盤 HPCS 系，直流分電盤，バイタル分電盤，中性子モニタ用分電盤，緊急用計装交流主母線盤，緊急用直流分電盤，緊急用無停電計装分電盤，非常用無停電計装分電盤，緊急時対策所用分電盤，緊急時対策所用直流分電盤，可搬型代替低圧電源車接続盤及び可搬型代替直流電源設備用電源切替盤が属するが，重要度，定格電圧及び盤面数の観点から重要度及び定格電圧が高く，盤面数の多い交流計測用分電盤 A 系，B 系を代表機器とする。

表 1-1　計測用分電盤のグループ化及び代表機器の選定

分類基準			機器名称	仕様（定格電圧）	選定基準			選定	選定理由
電圧区分	型式	設置場所			重要度[*1]	使用条件 定格電圧	盤面数		
低圧	配線用遮断器	屋内	交流計測用分電盤 A 系，B 系	AC 120/240 V	MS-1	AC 120/240 V	4	◎	重要度 定格電圧 盤面数
			交流計測用分電盤 HPCS 系	AC 120 V	MS-1 重[*2]	AC 120 V	1		
			直流分電盤	DC 125 V	MS-1 重[*2]	DC 125 V	7		
			バイタル分電盤	AC 120/240 V	MS-1	AC 120/240 V	2		
			中性子モニタ用分電盤	DC 24 V	MS-1 重[*2]	DC 24 V	2		
			緊急用計装交流主母線盤[*3]	AC 120/240 V	重[*2]	AC 120/240 V	1		
			緊急用直流分電盤[*3]	DC 125 V	重[*2]	DC 125 V	2		
			緊急用無停電計装分電盤[*3]	AC 120 V	重[*2]	AC 120 V	1		
			非常用無停電計装分電盤[*3]	AC 120 V	MS-1 重[*2]	AC 120 V	2		
			緊急時対策所用分電盤[*3]	AC 105 V	重[*2]	AC 105 V	3		
			緊急時対策所用直流分電盤[*3]	DC 125 V	重[*2]	DC 125 V	1		
			可搬型代替低圧電源車接続盤[*3]	AC 210/480V DC 125 V	重[*2]	AC 210/480V DC 125 V	2		
			可搬型代替直流電源設備用電源切替盤[*3]	DC 125 V	重[*2]	DC 125 V	1		

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

*2：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す

*3：新規に設置される機器

2. 代表機器の技術評価

本章では，1 章で代表機器とした以下の計測用分電盤についての技術評価を実施する。

① 交流計測用分電盤 A 系，B 系

2.1 構造，材料及び使用条件

2.1.1 交流計測用分電盤 A 系，B 系

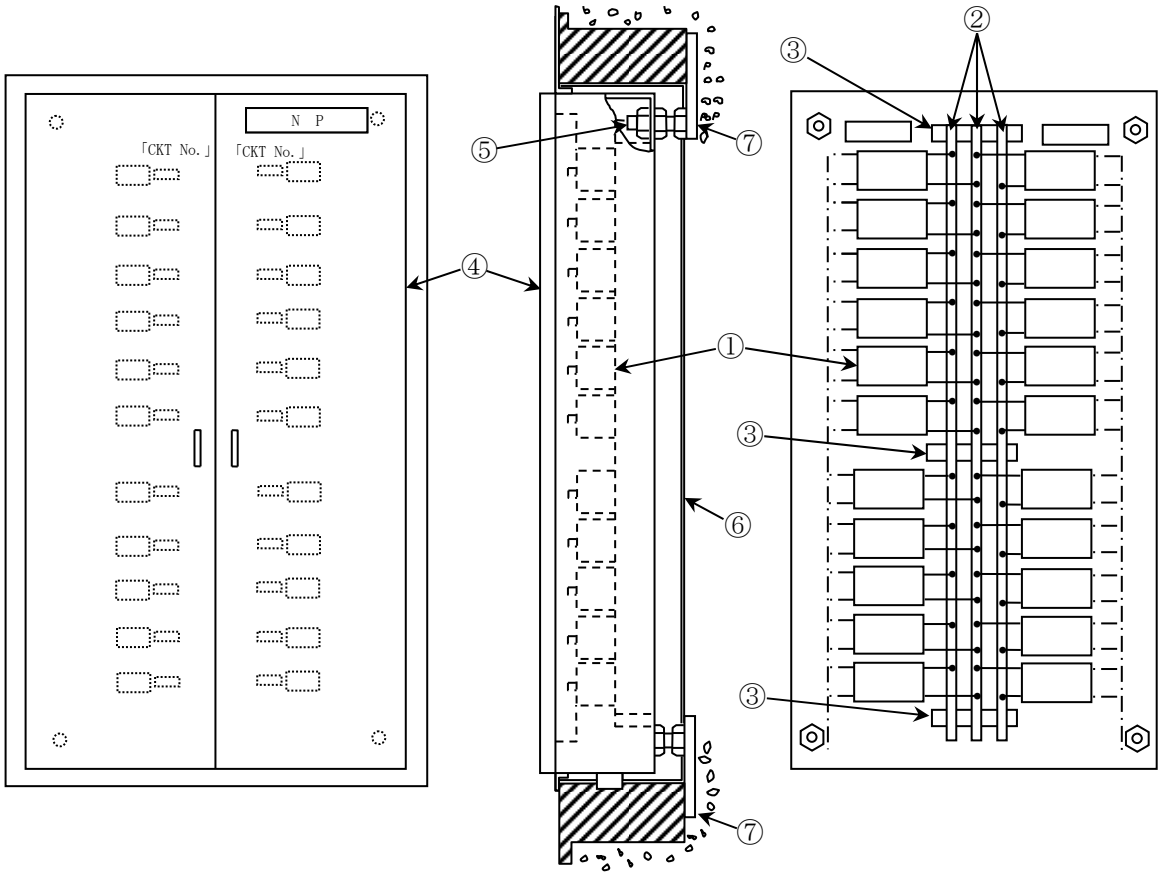
(1) 構造

東海第二の交流計測用分電盤 A 系，B 系は，壁掛型であり，それぞれの負荷に電源を分割供給するための配線用遮断器，機器を支持するための筐体及び取付ボルト等で構成されている。

東海第二の交流計測用分電盤 A 系，B 系の構造図を図 2.1-1 に示す。

(2) 材料及び使用条件

東海第二の交流計測用分電盤 A 系，B 系主要部位の使用材料を表 2.1-1 に，使用条件を表 2.1-2 に示す。



No.	部位
①	配線用遮断器
②	主回路導体
③	主回路導体支持板
④	筐体
⑤	取付ボルト
⑥	チャンネルベース
⑦	埋込金物

図 2.1-1　交流計測用分電盤 A 系，B 系構造図

表 2.1-1　交流計測用分電盤 A 系，B 系主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
遮断，通電性能の確保	開閉・保護	配線用遮断器	銅他
	エネルギー伝達	主回路導体	銅
	導体支持	主回路導体支持板	樹脂
機器の支持	支持	筐体	炭素鋼
		取付ボルト	炭素鋼
		チャンネルベース	炭素鋼
		埋込金物	炭素鋼

表 2.1-2　交流計測用分電盤 A 系，B 系の使用条件

設置場所	屋内
周囲温度*	40 ℃（最高）
定格電圧	AC 120/240 V

＊：原子炉建屋付属棟における設計値

2.2 経年劣化事象の抽出

2.2.1 機器の機能達成に必要な項目

計測用分電盤の機能である電源の分割供給機能の達成に必要な項目は以下のとおり。

(1) 遮断，通電性能の確保

(2) 機器の支持

2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

(1) 想定される経年劣化事象の抽出

計測用分電盤について，機能達成に必要な項目を考慮して主要な部位に展開した上で，個々の部位の材料，構造，使用条件（電圧，温度等）及び現在までの運転経験を考慮し，表 2.2-1 に示すとおり，想定される経年劣化事象を抽出した（表 2.2-1 で○又は△，▲）。

なお，消耗品及び定期取替品は評価対象外とする。

(2) 消耗品及び定期取替品の扱い

計測用分電盤には消耗品及び定期取替品はない。

(3) 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

想定される経年劣化事象のうち下記①，②に該当しない事象を高経年化対策上着目すべき経年劣化事象と判断した。

なお，下記①，②に該当する事象については，2.2.3 項に示すとおり，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断した。

① 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって，想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象として表 2.2-1 で△）

② 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により，今後も経年劣化の進展が考えられない，又は進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外として表 2.2-1 で▲）

この結果，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象として以下の事象が抽出された（表 2.2-1 で○）。

a. 主回路導体支持板の絶縁特性低下

2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

(1) 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって，想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象）

a. 配線用遮断器の固渋

配線用遮断器は，周囲温度，浮遊塵埃，発熱及び不動作状態の継続により，操作機構部に塗布されている潤滑剤の潤滑性能が低下し，それに伴う摩擦の増大による固渋が想定されるが，配線用遮断器には，耐熱性及び耐揮発性に優れ，潤滑性能が低下し難い潤滑剤が使用されていることから固渋の可能性は小さい。

また，屋内空調環境に設置されており，かつ，密閉構造であることから，周囲温度及び浮遊塵埃による影響も小さく，点検時に動作確認を行い，その結果により必要に応じ取替を実施することとしている。

したがって，配線用遮断器の固渋は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

b. 主回路導体の腐食（全面腐食）

主回路導体は，銅であるため腐食が想定されるが，屋内空調環境に設置されていることから，腐食の可能性は小さく，点検時に目視確認を行い，その結果により必要に応じ補修又は取替を実施することとしている。

したがって，主回路導体の腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

c. 筐体，取付ボルト及びチャンネルベースの腐食（全面腐食）

筐体，取付ボルト及びチャンネルベースは，炭素鋼であるため腐食が想定されるが，表面は塗装等が施されており，屋内空調環境に設置されていることから，腐食の可能性は小さく，点検時に目視確認を行い，その結果により必要に応じ補修又は取替を実施することとしている。

したがって，筐体，取付ボルト及びチャンネルベースの腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

d. 埋込金物（大気接触部）の腐食（全面腐食）

埋込金物（大気接触部）は，炭素鋼であるため腐食が想定されるが，大気接触部は塗装が施されており，屋内空調環境に設置されていることから，腐食の可能性は小さく，点検時に目視確認を行い，その結果により必要に応じ補修又は取替を実施することとしている。

したがって，埋込金物（大気接触部）の腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

(2) 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により，今後も経年劣化の進展が考えられない，又は進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外）

a. 埋込金物（コンクリート埋設部）の腐食（全面腐食）

埋込金物（コンクリート埋設部）は，炭素鋼であるため腐食が想定される。

コンクリート埋設部ではコンクリートの大気接触部表面からの中性化の進行により腐食環境となるが，コンクリートが中性化に至り，埋込金物に有意な腐食が発生するまで長期間を要す。

したがって，埋込金物（コンクリート埋設部）の腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

表 2.2-1　交流計測用分電盤 A 系，B 系に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象								備考
					減肉		割れ		絶縁	導通	信号	その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	絶縁特性低下	導通不良	特性変化		
遮断，通電性能の確保	開閉・保護	配線用遮断器		銅他								△*1	*1:固渋 *2:大気接触部 *3:コンクリート埋設部
	エネルギー伝達	主回路導体		銅		△							
	導体支持	主回路導体支持板		樹脂					○				
機器の支持	支持	筐体		炭素鋼		△							
		取付ボルト		炭素鋼		△							
		チャンネルベース		炭素鋼		△							
		埋込金物		炭素鋼		△*2 ▲*3							

○: 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象
△: 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）
▲: 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象以外）

2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の評価

(1) 主回路導体支持板の絶縁特性低下

a. 事象の説明

主回路導体支持板の絶縁物は，有機物であるため熱による特性変化，絶縁物に付着する埃，絶縁物内空隙での放電等の熱的，電気的及び環境的要因により経年的に劣化が進行し，絶縁特性低下を起こす可能性がある。

ただし，主回路導体支持板は低電圧の機器であるため，電気的な劣化は起きないと考えられる。

b. 技術評価

① 健全性評価

主回路導体支持板の絶縁特性低下要因としては，通電による熱的劣化，絶縁物表面に埃が付着・吸湿して沿面絶縁を低下させる環境的劣化があるが，これまでの点検実績から最も絶縁特性低下に影響を及ぼす要因は熱的劣化であることから，長期間の使用を考慮すると絶縁特性低下が起こる可能性は否定できない。

② 現状保全

主回路導体支持板の絶縁特性低下に対しては，点検時に絶縁物の変色有無や塵埃付着の有無等の目視確認，清掃及び絶縁抵抗測定を行い，熱的劣化による有意な絶縁特性低下のないことを確認している。

また，これらの点検で有意な絶縁特性の低下が認められた場合は，補修又は取替えることとしている。

③ 総合評価

主回路導体支持板の絶縁特性低下の可能性は否定できないが，現状保全にて絶縁特性の低下は把握可能である。

また，今後も点検時に目視確認，清掃及び絶縁抵抗測定を実施することで，異常の有無の確認は可能であり，現状の保全は点検手法として適切であると判断する。

c. 高経年化への対応

主回路導体支持板の絶縁特性低下に対しては，高経年化対策の観点から現状の保全内容に追加すべき項目はない。今後も点検時に目視確認，清掃及び絶縁抵抗測定を実施することにより絶縁特性低下を監視していくとともに，必要に応じ補修又は取替を行うこととする。

3. 代表機器以外への展開

本章では，2 章で実施した代表機器の技術評価について，1 章で実施したグループ化で代表機器となっていない機器への展開について検討した。

［対象計測用分電盤］

① 交流計測用分電盤 HPCS 系
② 直流分電盤
③ バイタル分電盤
④ 中性子モニタ用分電盤
⑤ 緊急用計装交流主母線盤
⑥ 緊急用直流分電盤
⑦ 緊急用無停電計装分電盤
⑧ 非常用無停電計装分電盤
⑨ 緊急時対策所用分電盤
⑩ 緊急時対策所用直流分電盤
⑪ 可搬型代替低圧電源車接続盤
⑫ 可搬型代替直流電源設備用電源切替盤

3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

a. 主回路導体支持板の絶縁特性低下［共通］

代表機器と同様，主回路導体支持板の絶縁特性低下は，点検時に目視確認，清掃及び絶縁抵抗測定を実施することにより，有意な絶縁特性低下のないことを確認している。

今後も目視確認，清掃及び絶縁抵抗測定を実施することにより絶縁特性低下を監視していくとともに，必要に応じて補修又は取替を実施することで健全性は維持できると判断する。

緊急用計装交流主母線盤，緊急用直流分電盤，緊急用無停電計装分電盤，非常用無停電計装分電盤，緊急時対策所用分電盤，緊急時対策所用直流分電盤，可搬型代替低圧電源車接続盤及び可搬型代替直流電源設備用電源切替盤は，新たに設置されることから，今後，点検時に目視確認，清掃及び絶縁抵抗測定を行うとともに，必要に応じて補修又は取替を実施することで健全性は維持できると判断する。

したがって，高経年化対策の観点から現状の保全内容に追加すべき項目はない。

b. 変圧器コイルの絶縁特性低下［可搬型代替低圧電源車接続盤］

代表機器とは異なり，可搬型代替低圧電源車接続盤には，可搬型整流器用変圧器が設置される。

可搬型整流器用変圧器の変圧器コイルの絶縁物は，有機物であるため，熱的，電気的及び環境的要因による絶縁特性の低下が想定される。

可搬型代替低圧電源車接続盤は，新たに設置されることから，今後，点検時に目視確認，清掃及び絶縁抵抗測定を行うとともに，必要に応じて補修又は取替を実施することで健全性は維持できると判断する。

したがって，高経年化対策の観点から現状の保全内容に追加すべき項目はない。

c. ケーブル接続部の絶縁特性低下［可搬型代替低圧電源車接続盤］

代表機器とは異なり，可搬型代替低圧電源車接続盤には，ケーブル接続部が設置される。

ケーブル接続部の絶縁物は，有機物であるため，熱的，電気的及び環境的要因による絶縁特性の低下が想定される。

可搬型代替低圧電源車接続盤は，新たに設置されることから，今後，点検時に目視確認，清掃及び絶縁抵抗測定を行うとともに，必要に応じて補修又は取替を実施することで健全性は維持できると判断する。

したがって，高経年化対策の観点から現状の保全内容に追加すべき項目はない。

3.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

(1) 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって，想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象）

a. 配線用遮断器の固渋［共通］

代表機器と同様，配線用遮断器は，周囲温度，浮遊塵埃，発熱及び不動作状態の継続により，操作機構部に塗布されている潤滑剤の潤滑性能が低下し，それに伴う摩擦の増大による固渋が想定されるが，配線用遮断器には，耐熱性及び耐揮発性に優れ，潤滑性能が低下し難い潤滑剤が使用されていることから固渋の可能性は小さい。

また，屋内空調環境に設置されており，かつ，密閉構造であることから，周囲温度及び浮遊塵埃による影響も小さく，点検時に動作確認を行い，その結果により必要に応じ取替を実施することとしている。

緊急用計装交流主母線盤，緊急用直流分電盤，緊急用無停電計装分電盤，非常用無停電計装分電盤，緊急時対策所用分電盤，緊急時対策所用直流分電盤，可搬型代替低圧電源車接続盤及び可搬型代替直流電源設備用電源切替盤は，新たに設置されることから，今後，点検時に動作確認を行い，その結果により必要に応じ取替を実施することで健全性を維持できると考える。

したがって，配線用遮断器の固渋は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

b. 主回路導体の腐食（全面腐食）［共通］

代表機器と同様，主回路導体は，銅であるため腐食が想定されるが，屋内空調環境に設置されていることから，腐食の可能性は小さく，点検時に目視確認を行い，その結果により必要に応じ補修又は取替を実施することとしている。

緊急用計装交流主母線盤，緊急用直流分電盤，緊急用無停電計装分電盤，非常用無停電計装分電盤，緊急時対策所用分電盤，緊急時対策所用直流分電盤，可搬型代替低圧電源車接続盤及び可搬型代替直流電源設備用電源切替盤は，新たに設置されることから，今後，点検時に目視確認を行い，その結果により必要に応じ補修又は取替を実施することで健全性を維持できると考える。

したがって，主回路導体の腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

c．筐体，取付ボルト及びチャンネルベースの腐食（全面腐食）［共通］

代表機器と同様，筐体，取付ボルト及びチャンネルベースは，炭素鋼であるため腐食が想定されるが，表面は塗装等が施されており，屋内空調環境に設置されていることから，腐食の可能性は小さく，点検時に目視確認を行い，その結果により必要に応じ補修又は取替を実施することとしている。

緊急用計装交流主母線盤，緊急用直流分電盤，緊急用無停電計装分電盤，非常用無停電計装分電盤，緊急時対策所用分電盤，緊急時対策所用直流分電盤，可搬型代替低圧電源車接続盤及び可搬型代替直流電源設備用電源切替盤は，新たに設置されることから，今後，点検時に目視確認を行い，その結果により必要に応じ補修又は取替を実施することで健全性を維持できると考える。

したがって，筐体，取付ボルト及びチャンネルベースの腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

d．埋込金物（大気接触部）の腐食（全面腐食）［共通］

代表機器と同様，埋込金物（大気接触部）は，炭素鋼であるため腐食が想定されるが，大気接触部は塗装が施されており，屋内空調環境に設置されていることから，腐食の可能性は小さく，点検時に目視確認を行い，その結果により必要に応じ補修又は取替を実施することとしている。

緊急用計装交流主母線盤，緊急用直流分電盤，緊急用無停電計装分電盤，非常用無停電計装分電盤，緊急時対策所用分電盤，緊急時対策所用直流分電盤，可搬型代替低圧電源車接続盤及び可搬型代替直流電源設備用電源切替盤は，新たに設置されることから，今後，点検時に目視確認を行い，その結果により必要に応じ補修又は取替を実施することで健全性を維持できると考える。

したがって，埋込金物（大気接触部）の腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

(2) 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により，今後も経年劣化の進展が考えられない，又は進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外）

a. 埋込金物（コンクリート埋設部）の腐食（全面腐食）［共通］

代表機器と同様，埋込金物（コンクリート埋設部）は，炭素鋼であるため腐食が想定される。

コンクリート埋設部ではコンクリートの大気接触部表面からの中性化の進行により腐食環境となるが，コンクリートが中性化に至り，埋込金物に有意な腐食が発生するまで長期間を要す。

緊急用計装交流主母線盤，緊急用直流分電盤，緊急用無停電計装分電盤，非常用無停電計装分電盤，緊急時対策所用分電盤，緊急時対策所用直流分電盤，可搬型代替低圧電源車接続盤及び可搬型代替直流電源設備用電源切替盤は，新たに設置されるが，代表機器と同様，コンクリートが中性化に至り，埋込金物に有意な腐食が発生するまで長期間を要す。

したがって，埋込金物（コンクリート埋設部）の腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

b. 基礎ボルトの樹脂（後打ちケミカルアンカ）の劣化［緊急用計装交流主母線盤，緊急用直流分電盤，緊急用無停電計装分電盤，非常用無停電計装分電盤，可搬型代替低圧電源車接続盤，可搬型代替直流電源設備用電源切替盤］

基礎ボルトの樹脂の劣化については，「機械設備の技術評価書」にて評価を実施するものとし本評価書には含めない。

10. 計測用変圧器

［対象計測用変圧器］

① 計測用変圧器

② 原子炉保護系 MG セットバイパス変圧器

③ 緊急用計測用変圧器

目次

1. 対象機器及び代表機器の選定..... 10-1
1.1 グループ化の考え方及び結果..... 10-1
1.2 代表機器の選定..... 10-1
2. 代表機器の技術評価..... 10-3
2.1 構造，材料及び使用条件..... 10-3
2.2 経年劣化事象の抽出..... 10-6
2.2.1 機器の機能達成に必要な項目..... 10-6
2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出..... 10-6
2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象..... 10-7
2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の評価..... 10-10
3. 代表機器以外への展開..... 10-11
3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象..... 10-11
3.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象..... 10-11

1. 対象機器及び代表機器の選定

東海第二で使用している主要な計測用変圧器の主な仕様を表 1-1 に示す。

これらの計測用変圧器を電圧区分，型式及び設置場所の観点からグループ化し，このグループより以下のとおり代表機器を選定した。

1.1 グループ化の考え方及び結果

電圧区分，型式及び設置場所を分類基準とし，計測用変圧器を表 1-1 に示すとおりグループ化する。

1.2 代表機器の選定

計測用変圧器のグループには，計測用変圧器，原子炉保護系 MG セットバイパス変圧器及び緊急用計測用変圧器が属するが，重要度，一次電圧，二次電圧及び定格容量の観点から重要度の高い計測用変圧器を代表機器とする。

表 1-1　計測用変圧器のグループ化及び代表機器の選定

分類基準			機器名称	仕様 (定格容量)	選定基準				選定	選定理由
電圧区分	型式	設置場所			重要度*1	使用条件				
						一次電圧	二次電圧	定格容量		
低圧	乾式変圧器	屋内	計測用変圧器	100 kVA	MS-1	AC 480 V	AC 240 V/120 V	100 kVA	◎	重要度
			原子炉保護系 MG セット バイパス変圧器	25 kVA	MS-2	AC 480 V	AC 120 V	25 kVA		
			緊急用計測用変圧器*2	50 kVA	重*3	AC 480 V	AC 240 V/120 V	50 kVA		

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

*2：新規に設置される機器

*3：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す

2. 代表機器の技術評価

本章では，1 章で代表機器とした以下の計測用変圧器について技術評価を実施する。

① 計測用変圧器

2.1 構造，材料及び使用条件

(1) 構造

東海第二の計測用変圧器は，定格容量 100 kVA，一次電圧 480 V，二次電圧 240 V /120 V の単相二巻線の乾式変圧器である。

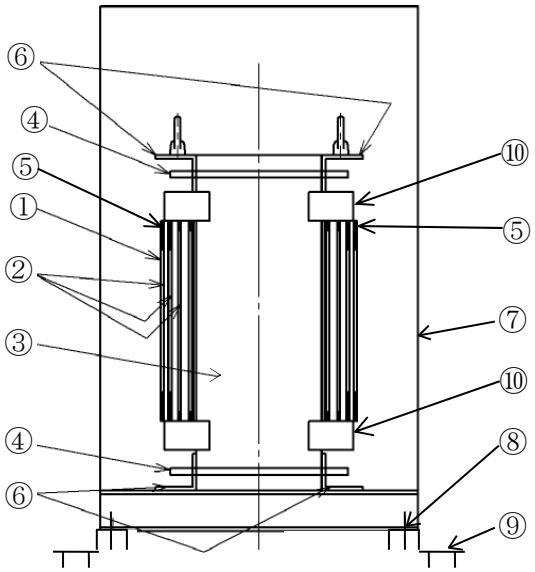
変圧器本体は電流回路となるコイルと磁気回路となる鉄心及びコイルの絶縁を保持する絶縁物から構成され，電磁誘導の原理に基づき電圧変成を行っている。コイルは細分された導体を必要回数巻いて構成されており，導体間は耐熱性のガラス繊維で絶縁され，また，コイルと鉄心間及びコイル間には磁器で構成されたダクトスペーサ及び絶縁紙を挿入して固定している。鉄心は二脚鉄心で主脚は各コイルの内側を貫通し，各コイルの上下部側で閉路となるように構成され，鉄心締付ボルトで保持・固定されている。

なお，巻線及び鉄心で発生する熱は，空気の自然対流により放熱される構造（自冷式）となっている。

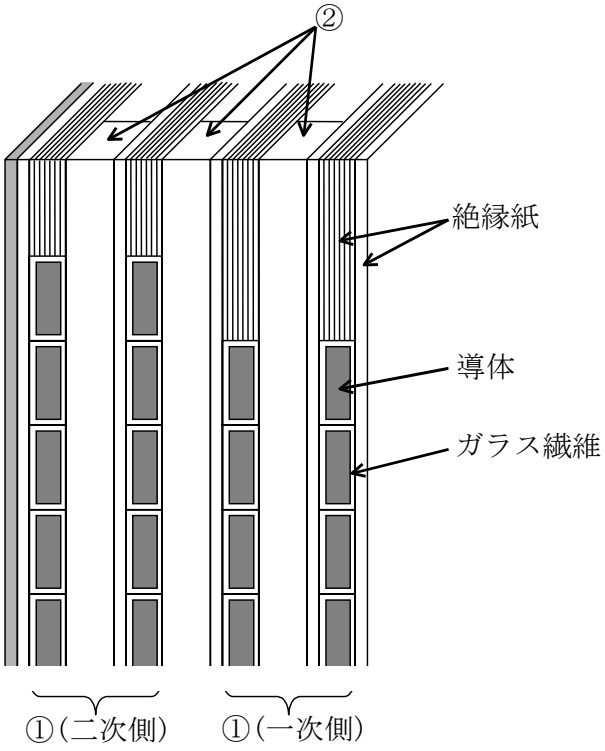
東海第二の計測用変圧器の構造図を図 2.1-1 に示す。

(2) 材料及び使用条件

東海第二の計測用変圧器主要部位の使用材料を表 2.1-1 に，使用条件を表 2.1-2 に示す。



計測用変圧器構造



変圧器コイル断面

No.	部位	No.	部位	No.	部位
①	変圧器コイル	⑤	接続導体	⑨	埋込金物
②	ダクトスペーサ	⑥	クランプ	⑩	支持碍子
③	鉄心	⑦	変圧器箱		
④	鉄心締付ボルト	⑧	取付ボルト		

図 2.1-1　計測用変圧器構造図

表 2.1-1　計測用変圧器主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
電圧変成機能の維持	電圧変成	変圧器コイル	銅，絶縁紙，ガラス繊維
		ダクトスペーサ	磁器
		鉄心	電磁鋼
		鉄心締付ボルト	炭素鋼
		接続導体	銅
機器の支持	支持	クランプ	炭素鋼
		変圧器箱	炭素鋼
		取付ボルト	炭素鋼
		埋込金物	炭素鋼
		支持碍子	磁器

表 2.1-2　計測用変圧器の使用条件

設置場所	屋内
周囲温度*	40 ℃（最高）
定格容量	100 kVA
一次電圧	AC 480 V
二次電圧	AC 240 V/120 V

＊：原子炉建屋付属棟における設計値

2.2 経年劣化事象の抽出

2.2.1 機器の機能達成に必要な項目

計測用変圧器の機能である電圧変換機能の達成に必要な項目は以下のとおり。

(1) 電圧変成機能の維持

(2) 機器の支持

2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

(1) 想定される経年劣化事象の抽出

計測用変圧器について，機能達成に必要な項目を考慮して主要な部位に展開した上で，個々の部位の材料，構造，使用条件（電圧，温度等）及び現在までの運転経験を考慮し，表 2.2-1 に示すとおり，想定される経年劣化事象を抽出した（表 2.2-1 で○又は△，▲）。

なお，消耗品及び定期取替品は評価対象外とする。

(2) 消耗品及び定期取替品の扱い

計測用変圧器には，消耗品及び定期取替品はない。

(3) 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

想定される経年劣化事象のうち下記①，②に該当しない事象を高経年化対策上着目すべき経年劣化事象と判断した。

なお，下記①，②に該当する事象については，2.2.3 項に示すとおり，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断した。

① 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって，想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象として表 2.2-1 で△）

② 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により，今後も経年劣化の進展が考えられない，又は進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外として表 2.2-1 で▲）

この結果，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象として以下の事象が抽出された（表 2.2-1 で○）。

a. 変圧器コイルの絶縁特性低下

2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

(1) 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって，想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象）

a. ダクトスペーサ及び支持碍子の絶縁特性低下

ダクトスペーサ及び支持碍子は，無機物であるため環境的要因により経年的に劣化が進行し，絶縁特性の低下が想定されるが，屋内空調環境に設置されていることから，環境的要因による絶縁特性低下の可能性は小さく，点検時に絶縁抵抗測定を行い，その結果により必要に応じ補修又は取替を実施することとしている。

したがって，ダクトスペーサ及び支持碍子の絶縁特性低下は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

b. 鉄心及び鉄心締付ボルトの腐食（全面腐食）

鉄心及び鉄心締付ボルトは，電磁鋼及び炭素鋼であるため腐食が想定されるが，表面は塗装が施されており，屋内空調環境に設置されていることから，腐食の可能性は小さく，点検時に目視確認を行い，その結果により必要に応じ補修又は取替を実施することとしている。

したがって，鉄心及び鉄心締付ボルトの腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

c. 接続導体の腐食（全面腐食）

接続導体は，銅であるため腐食が想定されるが，屋内空調環境に設置されていることから，腐食の可能性は小さく，点検時に目視確認を行い，その結果により必要に応じ補修又は取替を実施することとしている。

したがって，接続導体の腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

d. クランプ，変圧器箱及び取付ボルトの腐食（全面腐食）

クランプ，変圧器箱及び取付ボルトは，炭素鋼であるため腐食が想定されるが，表面は塗装等が施されており，屋内空調環境に設置されていることから，腐食の可能性は小さく，点検時に目視確認を行い，その結果により必要に応じ補修又は取替を実施することとしている。

したがって，クランプ，変圧器箱及び取付ボルトの腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

e. 埋込金物（大気接触部）の腐食（全面腐食）

埋込金物（大気接触部）は，炭素鋼であるため腐食が想定されるが，大気接触部は塗装が施されており，屋内空調環境に設置されていることから，腐食の可能性は小さく，点検時に目視確認を行い，その結果により必要に応じ補修又は取替を実施することとしている。

したがって，埋込金物（大気接触部）の腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

(2) 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により，今後も経年劣化の進展が考えられない，又は進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外）

a. 埋込金物（コンクリート埋設部）の腐食（全面腐食）

埋込金物（コンクリート埋設部）は，炭素鋼であるため腐食が想定される。

コンクリート埋設部ではコンクリートの大気接触部表面からの中性化の進行により腐食環境となるが，コンクリートが中性化に至り，埋込金物に有意な腐食が発生するまで長期間を要す。

したがって，埋込金物（コンクリート埋設部）の腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

表 2.2-1　計測用変圧器に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象								備考
					減肉		割れ		絶縁	導通	信号	その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	絶縁特性低下	導通不良	特性変化		
電圧変成機能の維持	電圧変成	変圧器コイル		銅，絶縁紙，ガラス繊維					○				*1:大気接触部 *2:コンクリート埋設部
		ダクトスペーサ		磁器					△				
		鉄心		電磁鋼		△							
		鉄心締付ボルト		炭素鋼		△							
		接続導体		銅		△							
機器の支持	支持	クランプ		炭素鋼		△							
		変圧器箱		炭素鋼		△							
		取付ボルト		炭素鋼		△							
		埋込金物		炭素鋼		△*1 ▲*2							
		支持碍子		磁器					△				

○：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象
△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）
▲：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象以外）

2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の評価

(1) 変圧器コイルの絶縁特性低下

a. 事象の説明

変圧器コイルの絶縁物は，有機物であるため熱による特性変化，絶縁物に付着する埃，絶縁物内空隙での放電等の熱的，電気的及び環境的要因により経年的に劣化が進行し，絶縁特性低下を起こす可能性がある。

ただし，変圧器は低電圧の機器であるため，電気的な劣化は起きないと考えられる。

b. 技術評価

① 健全性評価

変圧器コイルの絶縁特性低下要因としては，コイルの通電電流による熱的劣化，絶縁物表面に埃が付着・吸湿して沿面絶縁を低下させる環境的劣化があるが，これまでの点検実績から最も絶縁特性低下に影響を及ぼす要因は熱的劣化であることから，長期間の使用を考慮すると絶縁特性低下が起こる可能性は否定できない。

② 現状保全

変圧器コイルの絶縁特性低下に対しては，点検時に絶縁物の変色有無や塵埃付着の有無等の目視確認，清掃及び絶縁抵抗測定を行い，熱的劣化による有意な絶縁特性低下のないことを確認している。

また，これらの点検で有意な絶縁特性の低下が確認された場合は，補修又は取替えることとしている。

③ 総合評価

変圧器コイルの絶縁特性低下の可能性は否定できないが，現状保全にて絶縁特性の低下は把握可能である。

また，今後も点検時に目視確認，清掃及び絶縁抵抗測定を実施することで，異常の有無の確認は可能であり，現状の保全は点検手法として適切であると判断する。

c. 高経年化への対応

変圧器コイルの絶縁特性低下に対しては，高経年化対策の観点から現状の保全内容に追加すべき項目はない。今後も点検時に目視確認，清掃及び絶縁抵抗測定を実施することにより絶縁特性低下を監視していくとともに，必要に応じ補修又は取替を行うこととする。

3. 代表機器以外への展開

本章では，2 章で実施した代表機器の技術評価について，1 章で実施したグループ化で代表機器となっていない機器への展開について検討した。

［対象計測用変圧器］

① 原子炉保護系 MG セットバイパス変圧器

② 緊急用計測用変圧器

3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

a. 変圧器コイルの絶縁特性低下［共通］

代表機器と同様，変圧器コイルの絶縁特性低下は，点検時に目視確認，清掃及び絶縁抵抗測定を実施することで絶縁特性の低下は把握可能である。

今後も点検時に目視確認，清掃及び絶縁抵抗測定を実施することにより絶縁特性低下を監視していくとともに，必要に応じて補修又は取替を実施することで健全性は維持できると判断する。

緊急用計測用変圧器は，新たに設置されることから，今後，点検時に目視確認，清掃及び絶縁抵抗測定を行うとともに，必要に応じて補修又は取替を実施することで健全性は維持できると判断する。

したがって，高経年化対策の観点から現状の保全内容に追加すべき項目はない。

3.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

(1) 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって，想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象）

a. ダクトスペーサ及び支持碍子の絶縁特性低下［共通］

代表機器と同様，ダクトスペーサ及び支持碍子は，無機物であるため環境的要因により経年的に劣化が進行し，絶縁特性の低下が想定されるが，屋内空調環境に設置されていることから，環境的要因による絶縁特性低下の可能性は小さく，点検時に絶縁抵抗測定を行い，その結果により必要に応じ補修又は取替を実施することとしている。

緊急用計測用変圧器は，新たに設置されることから，今後，点検時に絶縁抵抗測定を行い，その結果により必要に応じ補修又は取替を実施することで健全性を維持できると考える。

したがって，ダクトスペーサ及び支持碍子の絶縁特性低下は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

b. 鉄心及び鉄心締付ボルトの腐食（全面腐食）［共通］

代表機器と同様，鉄心及び鉄心締付ボルトは，電磁鋼及び炭素鋼であるため腐食が想定されるが，表面は塗装が施されており，屋内空調環境に設置されていることから，腐食の可能性は小さく，点検時に目視確認を行い，その結果により必要に応じ補修又は取替を実施することとしている。

緊急用計測用変圧器は，新たに設置されることから，今後，点検時に目視確認を行い，その結果により必要に応じ補修又は取替を実施することで健全性を維持できると考える。

したがって，鉄心及び鉄心締付ボルトの腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

c. 接続導体の腐食（全面腐食）［共通］

代表機器と同様，接続導体は，銅であるため腐食が想定されるが，屋内空調環境に設置されていることから，腐食の可能性は小さく，点検時に目視確認を行い，その結果により必要に応じ補修又は取替を実施することとしている。

緊急用計測用変圧器は，新たに設置されることから，今後，点検時に目視確認を行い，その結果により必要に応じ補修又は取替を実施することで健全性を維持できると考える。

したがって，接続導体の腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

d. クランプ，変圧器箱及び取付ボルトの腐食（全面腐食）［共通］

代表機器と同様，クランプ，変圧器箱及び取付ボルトは，炭素鋼であるため腐食が想定されるが，表面は塗装等が施されており，屋内空調環境に設置されていることから，腐食の可能性は小さく，点検時に目視確認を行い，その結果により必要に応じ補修又は取替を実施することとしている。

緊急用計測用変圧器は，新たに設置されることから，今後，点検時に目視確認を行い，その結果により必要に応じ補修又は取替を実施することで健全性を維持できると考える。

したがって，クランプ，変圧器箱及び取付ボルトの腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

e. 埋込金物（大気接触部）の腐食（全面腐食）［共通］

代表機器と同様，埋込金物（大気接触部）は，炭素鋼であるため腐食が想定されるが，大気接触部は塗装が施されており，屋内空調環境に設置されていることから，腐食の可能性は小さく，点検時に目視確認を行い，その結果により必要に応じ補修又は取替を実施することとしている。

緊急用計測用変圧器は，新たに設置されることから，今後，点検時に目視確認を行い，その結果により必要に応じ補修又は取替を実施することで健全性を維持できると考える。

したがって，埋込金物（大気接触部）の腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

(2) 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により，今後も経年劣化の進展が考えられない，又は進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外）

a. 埋込金物（コンクリート埋設部）の腐食（全面腐食）［共通］

代表機器と同様，埋込金物（コンクリート埋設部）は，炭素鋼であるため腐食が想定される。

コンクリート埋設部ではコンクリートの大気接触部表面からの中性化の進行により腐食環境となるが，コンクリートが中性化に至り，埋込金物に有意な腐食が発生するまで長期間を要す。

緊急用計測用変圧器は，新たに設置されるが，代表機器と同様，コンクリートが中性化に至り，埋込金物に有意な腐食が発生するまで長期間を要す。

したがって，埋込金物（コンクリート埋設部）の腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

東海第二発電所
耐震安全性評価書

（運転を断続的に行うことを前提とした評価）

日本原子力発電株式会社

目次

1. 耐震安全性評価の目的..... 1
2. 耐震安全性評価の進め方..... 2
2.1 評価対象機器 2
2.2 評価手順 2
2.3 耐震安全性評価に関する共通事項..... 8
3. 個別機器の耐震安全性評価..... 3.1-1
3.1 ポンプ 3.1-1
3.2 熱交換器 3.2-1
3.3 ポンプモータ 3.3-1
3.4 容器 3.4-1
3.5 配管 3.5-1
3.6 弁 3.6-1
3.7 炉内構造物 3.7-1
3.8 ケーブル 3.8-1
3.9 タービン設備 3.9-1
3.10 コンクリート構造物及び鉄骨構造物..... 3.10-1
3.11 計測制御設備..... 3.11-1
3.12 空調設備 3.12-1
3.13 機械設備 3.13-1
3.14 電源設備 3.14-1
3.15 基礎ボルト 3.15-1

1. 耐震安全性評価の目的

「高経年化対策に関する各機器・構造物における技術評価」（以下，「技術評価」という）検討においては機器の材料，環境条件等を考慮し，発生し得る経年劣化事象に対して，これらが適切な保全対策を行うことにより管理し得るかについて検討したが，保全対策を講じることによっても管理ができないという経年劣化事象は抽出されていない。

したがって，耐震性を考慮した場合にも，耐震性に影響を与える経年劣化事象を保全対策により適切に管理することで，安全性の確保が可能であると考えられる。

しかしながら，高経年プラントの耐震性については，上記経年劣化事象の管理の観点からも，技術的評価を実施して安全性を確認しておく必要があると思われることから，高経年化対策の検討の一環としてこれを実施するものである。

2. 耐震安全性評価の進め方

2.1 評価対象機器

評価対象機器は，「技術評価」における評価対象機器と同じとする。

2.2 評価手順

(1) 代表機器の選定

「技術評価」における代表機器を本検討の代表機器として選定する。ただし，「技術評価」において機器のグループ化を行ったが，同一グループ内に「技術評価」の代表機器より耐震重要度の上位の機器が存在する場合には，これについても代表機器として評価することとする。

(2) 耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の抽出

a. 「技術評価」での検討結果の整理

耐震安全性評価にあたっては，「技術評価」における保全対策等に対する評価結果を取り入れることとする。

「技術評価」においては，想定される経年劣化事象のうち，以下の経年劣化事象に該当するものについて，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象としている。

① 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって，想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象で△）

② 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により，今後も経年劣化の進展が考えられない，又は進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外で▲）

耐震安全性評価においては，想定される全ての経年劣化事象のうち，②の経年劣化事象については，現在発生しておらず，今後発生の可能性がない，又は小さい経年劣化事象であることから，耐震安全性に有意な影響を与えるものではないと判断し，評価の対象外とする。

したがって，「技術評価」で検討された高経年化対策上着目すべき経年劣化事象及び高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象①の経年劣化事象を耐震安全性評価の対象とする。

b. 耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の抽出

耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の抽出は，以下の 3 ステップで実施する。（表 1-1 参照）

【ステップ 1】

a. 項の検討結果より，耐震安全性評価の対象となる経年劣化事象は，「技術評価」における想定される経年劣化事象のうち，下記に該当するものを抽出する。

a）高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

b）高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

（前項 a. で①に分類したもの）

【ステップ 2】

ステップ 1 で抽出した耐震安全性評価の対象となる経年劣化事象を以下の観点で整理し，ⅰの事象は除外，ⅱの事象についてはステップ 3 に進む。

ⅰ 現在発生しておらず，今後も発生の可能性がないもの，又は小さいもの

ⅱ 現在発生しているか，又は将来にわたって起こることが否定できないもの

【ステップ 3】

ステップ 2 で抽出された経年劣化事象について，これらの事象が顕在化した場合，代表機器の振動応答特性上又は構造・強度上，影響が「有意」であるか「軽微もしくは無視」できるかを検討し，耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の抽出を行う。

ステップ 1 で抽出した b）高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象に対する，耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の抽出については，まとめて表 2 に整理し，抽出された経年劣化事象について，個別機器の耐震安全性評価において評価結果を記載する。

表 1-1　耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の抽出までの手順

<table>
<tr><th colspan="3">「技術評価」で想定される経年劣化事象</th><th>ステップ 1</th><th colspan="3">ステップ 2</th><th colspan="2">ステップ 3</th><th>備考</th></tr>
<tr><td rowspan="3">高経年化対策上
着目すべき
経年劣化事象</td><td colspan="2" rowspan="3">下記 1）～2）を除く経年劣化事象</td><td rowspan="3">○</td><td>i</td><td>現在発生しておらず，今後も発生の可能性がないもの，又は小さいもの</td><td>×</td><td colspan="2">×</td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="2">ii</td><td rowspan="2">現在発生しているか，又は将来にわたって起こることが否定できないもの</td><td rowspan="2">○</td><td>振動応答特性上又は構造・強度上「軽微もしくは無視」できない事象</td><td>◎</td><td rowspan="2">耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象は個別機器ごとに抽出</td></tr>
<tr><td>振動応答特性上又は構造・強度上「軽微もしくは無視」できる事象</td><td>■</td></tr>
<tr><td rowspan="4">高経年化対策上
着目すべき
経年劣化事象
ではない事象</td><td>1）△</td><td rowspan="2">想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって，想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの
（日常劣化管理事象）</td><td rowspan="2">○</td><td>i</td><td>現在発生しておらず，今後も発生の可能性がないもの，又は小さいもの</td><td>－</td><td colspan="2">－</td><td></td></tr>
<tr><td>ii</td><td>現在発生しているか，又は将来にわたって起こることが否定できないもの</td><td>○</td><td>振動応答特性上又は構造・強度上「軽微もしくは無視」できない事象</td><td>◎</td><td rowspan="2">ステップ 3 に係る検討については，「表 2」にて耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象を抽出</td></tr>
<tr><td>2）▲</td><td>現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により，今後も経年劣化の進展が考えられない，又は進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象
（日常劣化管理事象以外）</td><td>－</td><td colspan="3">－</td><td colspan="2">－</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="3"></td><td>振動応答特性上又は構造・強度上「軽微もしくは無視」できる事象</td><td>■</td><td></td></tr>
</table>

○：評価対象として抽出
－：評価対象から除外
×：現在発生しておらず，今後も発生の可能性がないもの，又は小さいものとして評価対象から除外
■：振動応答特性上又は構造・強度上「軽微もしくは無視」できる事象として評価対象から除外
◎：耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象として抽出
△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）
▲：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象以外）

(3) 経年劣化事象に対する耐震安全性評価

前項で整理された耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象ごとに，耐震安全性に関する詳細評価を実施する。特に，同一事象が複数の機器（同一グループの機器に限らない）に発生する可能性がある場合は，必要に応じて当該事象に対する詳細評価を実施する機器を選定することとする。

耐震安全性評価は，日本電気協会「原子力発電所耐震設計技術指針（JEAG 4601-1984，JEAG 4601-1987，JEAG 4601-1991）」（以下，JEAG 4601「原子力発電所耐震設計技術指針」という）等に基づき行われ，評価の基本となる項目は，大別すると以下のとおり分類される。

① 設備の耐震重要度分類
② 設備に作用する地震力の算定
③ 想定される経年劣化事象のモデル化
④ 振動特性解析（地震応答解析）
⑤ 地震荷重と内圧等他の荷重との組み合わせ
⑥ 許容限界との比較

これらの項目のうち，経年劣化の影響を受けるものとしては，④及び⑥が考えられるが，各経年劣化事象に対してこの手法に従って耐震安全性を確認することとし，耐震安全性評価にあたっての評価用地震力は，各設備の耐震重要度に応じて以下のとおり選定する。また，常設重大事故等対処設備については，各設備の区分に応じた評価用地震力を選定する。

・耐震 S クラス
　－基準地震動 S_S[*1] により定まる地震力（以下，「S_S 地震力」という）
　－弾性設計用地震動 S_d[*2] により定まる地震力と S クラスの機器に適用される静的地震力のいずれか大きい方[*3]（以下，「弾性設計用地震力」という）
・耐震 B クラス
　－B クラスの機器に適用される静的地震力[*4,*5]
・耐震 C クラス
　－C クラスに適用される静的地震力[*5]

なお，基準地震動の最大加速度を表 1-2 に示す。

＊1 「実用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則（平成 25 年原子力規制委員会規則第 5 号）」に基づき策定した，応答スペクトルに基づく地震動評価による基準地震動（S_S-D1），断層モデルを用いた手法に基づく地震動評価による基準地震動（S_S-11～14，S_S-21，22）及び震源を特定せず策定する基準地震動（S_S-31）。

＊2 弾性設計用地震動 S_d の応答スペクトルは，基準地震動 S_s の応答スペクトルに，それぞれ係数 0.5 を乗じて設定している。

＊3 S_s 地震力及び弾性設計用地震力による評価のうち，許容値が同じものについては厳しい方の数値で代表する。

また，許容値が異なり S_s 地震力が弾性設計用地震力より大きく，S_s 地震力による評価応力が弾性設計用地震力の許容応力を下回る場合は，弾性設計用地震力による評価を実施したものとみなす。

＊4 支持構造物の振動と共振のおそれのあるものについては，弾性設計用地震動 S_d による地震力の 1/2 についても考慮する。

＊5 耐震Ｓクラスへ波及的影響を及ぼす可能性のある耐震Ｂクラス及び耐震Ｃクラスの評価用地震力は S_s 地震力を適用する。

表 1-2　考慮した地震と地震動

項目		内容
基準地震動 S_s 策定に考慮した地震	模擬地震波（S_s-D1）	応答スペクトル手法による基準地震動
	内陸地殻内地震（S_s-11～14）	Ｆ１断層，北方陸域の断層，塩ノ平地震断層の連動による地震
	プレート間地震（S_s-21～22）	2011 年東北地方太平洋沖型地震
	震源を特定せず策定する地震動（S_s-31）	2004 年北海道留萌支庁南部地震の検討結果に保守性を考慮した地震
地震動の最大加速度	S_s-D1	水平（NS・EW）870 cm/s^2 鉛直　560 cm/s^2
	S_s-11	水平（NS）717 cm/s^2　（EW）619 cm/s^2 鉛直　579 cm/s^2
	S_s-12	水平（NS）871 cm/s^2　（EW）626 cm/s^2 鉛直　602 cm/s^2
	S_s-13	水平（NS）903 cm/s^2　（EW）617 cm/s^2 鉛直　599 cm/s^2
	S_s-14	水平（NS）586 cm/s^2　（EW）482 cm/s^2 鉛直　451 cm/s^2
	S_s-21	水平（NS）901 cm/s^2　（EW）887 cm/s^2 鉛直　620 cm/s^2
	S_s-22	水平（NS）1009 cm/s^2　（EW）874 cm/s^2 鉛直　736 cm/s^2
	S_s-31	水平（NS・EW）610 cm/s^2 鉛直　280 cm/s^2

(4) 評価対象機器全体の展開

代表機器に想定される経年劣化事象の整理及び耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の整理の妥当性について確認したうえ，代表機器の評価結果を基に評価対象機器全体に対して同様の評価が可能であるかを検討する。

この結果，評価対象機器のうち同様と見なせないものについては，耐震安全性評価を実施する。

(5) 経年劣化事象に対する動的機能維持評価

地震時に動的機能の維持が要求される機器（JEAG 4601「原子力発電所耐震設計技術指針」により動的機能維持が要求される機器）については，工事計画において地震時の応答加速度が各機器の機能確認済加速度以下であることを確認している。

よって，経年劣化事象に対する動的機能維持評価については，

・経年劣化事象に対する技術評価
・技術評価において，高経年化対策上有意と判断される経年劣化事象に対する耐震安全性評価
（部位ごとの耐震安全性評価及び設備全体として振動応答特性に有意な影響を及ぼさないことの確認）

を踏まえ，経年劣化事象を考慮しても地震時に動的機能が要求される機器の地震時の応答加速度が各機器の機能確認済加速度以下であるかを検討する。

(6) 保全対策に反映すべき項目の抽出

以上の検討結果を基に，耐震安全性の観点から保全対策に反映すべき項目があるかを検討する。

2.3 耐震安全性評価に関する共通事項

(1) 耐震安全性を維持できることが既知である経年劣化事象

日本機械学会「発電用原子力設備規格 維持規格 JSME S NA1-2008」(以下,「維持規格」という) 及び原子力安全推進協会「BWR 炉内構造物点検評価ガイドライン」(以下,「ガイドライン」という) に基づき点検・評価している経年劣化事象のうち，粒界型応力腐食割れについては，耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象に該当するものである。

しかしながら，上記の経年劣化事象については，維持規格及びガイドラインにおいて機器の振動応答特性又は構造強度への影響を評価しており，現状保全を継続することにより耐震安全性は維持できると判断される。

ただし，炉心シュラウド（下部胴）のうち炉心シュラウドーシュラウドサポート周溶接線，シュラウドサポートのうちシュラウドサポート縦溶接線については，過去の点検において粒界型応力腐食割れが確認されており，当時の指示文書等に基づいて経済産業省に健全性評価結果の報告をした上で継続運転を行ったことを踏まえ，基準地震動 S_S による評価結果を記載する。

(2) 耐震安全性に影響を与えないことが自明な経年劣化事象

耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象のうち，絶縁低下，特性変化及び導通不良については，以下のとおり発生する部位によらず機器の振動応答特性又は構造・強度への影響が「軽微もしくは無視」できるものと判断されるため，本項の評価を当該事象の耐震安全性評価とし，個別機器における記載を省略する。

a. 絶縁特性低下（絶縁体の水トリー劣化による絶縁特性低下を含む）

機器の質量等，耐震性に影響を及ぼすパラメータの変化とは無関係であり，また，地震により絶縁特性低下の進行が助長されるものではないことから，耐震安全性への影響は無視できるものと判断する。

b. 特性変化

計測制御設備等の特性変化は長期間の使用に伴い入出力の特性が変化する事象であり，耐震性に影響を及ぼすパラメータの変化とは無関係である。

また，地震により特性変化の進行が助長されるものではないことから，耐震安全性への影響は無視できるものと判断する。

c. 導通不良

機器の質量等，耐震性に影響を及ぼすパラメータの変化とは無関係であり，また，地震により導通不良の進行が助長されるものではないことから，耐震安全性への影響は無視できるものと判断する。

(3) 基礎ボルトの耐震安全性評価

基礎ボルト（アンカボルトを含む）に関する耐震安全性評価は，個別機器での評価が必要な場合を除いて，第 3.15 項で評価を実施するものとし，個別機器の評価では記載を省略する。

(4) 新規制基準適合に係る審査の反映

新規制基準適合性に係る審査（原子炉設置変更許可（平成 30 年 9 月））及び工事計画認可（平成 30 年 10 月）の内容を，劣化状況評価における耐震安全性評価に適切に反映する。（表 1-3 参照）

表 1-3　新規制基準適合性に係る審査の反映

項目		内容
原子炉設置変更許可の反映	基準地震動	・基準地震動 S_S-D1, 11～14, 21, 22, 31 に対する評価を行う。
工事計画の反映	工事計画を前提とした耐震安全性評価	・現状の設備状態に基づき耐震安全性評価を行うことを基本とするが，工事計画に係る設備のうち工事が完了していない設備については，工事計画認可申請書どおりに工事が実施されることを前提とした耐震安全性評価を行う。
	水平２方向および鉛直方向地震力の組合せに関する影響評価	・工事計画における水平２方向および鉛直方向地震力の組合せによる影響評価の評価部位に対し，耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象は想定されなかったため，影響評価不要と判断した。
	制御棒挿入性評価における時刻歴解析手法の適用	・制御棒挿入性に影響を与える可能性のある経年劣化事象が抽出されなかったことから，経年劣化事象を考慮した地震時の燃料集合体の変位を評価した結果は，工事計画で確認した 16.8 mm となり，機能確認済相対変位である約 40 mm 以下となることを確認した。
	その他工事計画における評価手法等の適用	・工事計画にて適用されている評価手法等（評価モデル，最新知見として得られた減衰定数等）を適切に反映した評価を行う。
	耐震設計上の重要度等の扱い	・設計基準対象設備において S クラス施設のうち，津波防護施設，浸水防止設備及び津波監視設備については，基準地震動 S_S に対する評価を行う。 ・常設重大事故等対処設備のうち，常設耐震重要重大事故防止設備及び常設重大事故緩和設備については，基準地震動 S_S に対する評価を行う。

(5) 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象に対する耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の抽出

2.2(2)項における a.①の経年劣化事象に対する耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の抽出については,まとめて表2に整理し,抽出された経年劣化事象について,個別機器の耐震安全性評価において評価結果を記載する。

(6) 東北地方太平洋沖地震による地震動の影響評価

東北地方太平洋沖地震時の原子炉建屋の EL.-4.0 m（地下2階），EL.14.0 m（地上2階），EL.29.0 m（地上4階）及び EL.46.5 m（地上6階）に設置される地震計における観測記録と，観測記録を踏まえた原子炉建屋のシミュレーション解析結果を比較すると，EL.-4.0 m（地下2階）を除く標高（階高）の一部の周期帯で観測記録がシミュレーション解析結果を上回っているものの，設備影響評価を行い，影響のないことを確認した。

また，東北地方太平洋沖地震による疲労の影響を考慮し，低サイクル疲労による疲労累積係数，東北地方太平洋沖地震による疲労累積係数及び基準地震動 S_s，又は弾性設計用地震動 S_d による疲労累積係数の合計値が許容値を下回り，耐震安全性評価上問題のないことを確認した。

東北地方太平洋沖地震後の各設備の外観目視点検（ウォークダウン）にて，耐震安全性評価対象機器に対しては目視可能な範囲について地震による損傷のないことを確認している。

表 2(1/39)　高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象に対する耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の抽出結果

機器分類	型式	経年劣化事象	耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の抽出結果	
			事象区分	判断理由
ポンプ	ターボポンプ	主軸の摩耗	■	主軸については剛性が十分にあり，目視点検及び寸法測定により機器の健全性を維持していることから，現状保全によって管理される程度の範囲の進行では剛性はほとんど変化せず固有振動数への影響は軽微であり，耐震安全性に影響を与えるものではない。
ポンプ	ターボポンプ， 原子炉再循環ポンプ	羽根車とケーシングリング間の摩耗	■	目視点検及び寸法測定により機器の健全性を維持しており，現状保全によって管理される程度の範囲の進行では，固有振動数への影響は軽微であることから，耐震安全性に影響を与えるものではない。
ポンプ	ターボポンプ	軸受箱の外面，ベースの腐食（全面腐食）	■	塗膜等の管理により機器の健全性を維持しており，現状保全によって管理される程度の範囲の進行では固有振動数への影響は軽微であることから，耐震安全性に影響を与えるものではない。
ポンプ	ターボポンプ	主軸，中間軸継手，羽根車，ケーシングリング，軸受箱，デリベリ，コラムパイプ，ケーシング，取付ボルトの腐食（孔食・隙間腐食）	■	目視点検により機器の健全性を維持しており，現状保全によって管理される程度の範囲の進行では，固有振動数への影響は軽微であることから，耐震安全性に影響を与えるものではない。
ポンプ	ターボポンプ	水中軸受の摩耗	■	目視点検及び寸法測定により機器の健全性を維持しており，現状保全によって管理される程度の範囲の進行では固有振動数への影響は軽微であることから，耐震安全性に影響を与えるものではない。
ポンプ	ターボポンプ	シール水クーラの腐食（全面腐食），浸食	■	目視点検により機器の健全性を維持しており，現状保全によって管理される程度の範囲の進行では，固有振動数への影響は軽微であることから，耐震安全性に影響を与えるものではない。
ポンプ	ターボポンプ	羽根車，ケーシング，コラムパイプ及びデリベリの腐食（流れ加速型腐食）	■	目視点検により機器の健全性を維持しており，現状保全によって管理される程度の範囲の進行では，固有振動数への影響は軽微であることから，耐震安全性に影響を与えるものではない。
ポンプ	ターボポンプ	軸継手，取付ボルトの腐食（全面腐食）	■	目視点検により機器の健全性を維持しており，現状保全によって管理される程度の範囲の進行では，固有振動数への影響は軽微であることから，耐震安全性に影響を与えるものではない。

■：現在発生しているか又は将来にわたって起こることが否定できないが，機器の振動応答特性又は構造・強度への影響が「軽微もしくは無視」できるもの

表 2(2/39)　高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象に対する耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の抽出結果

機器分類	型式	経年劣化事象	耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の抽出結果	
			事象区分	判断理由
ポンプ	ターボポンプ	すべり軸受の摩耗及びはく離	■	摩耗については，目視点検及び寸法測定を，はく離については目視点検及び非破壊検査により機器の健全性を維持しており，現状保全によって管理される程度の範囲の進行では，固有振動数への影響は軽微であることから，耐震安全性に影響を与えるものではない。
ポンプ	ターボポンプ	主軸のフレッティング疲労割れ	■	目視点検，非破壊検査により機器の健全性を維持しており，現状保全によって管理される程度の範囲の進行では，固有振動数への影響は軽微であることから，耐震安全性に影響を与えるものではない。
ポンプ	ターボポンプ	ケーシング，コラムパイプ，デリベリの外面の腐食（全面腐食）	■	塗膜等の管理により機器の健全性を維持しており，現状保全によって管理される程度の範囲の進行では固有振動数への影響は軽微であることから，耐震安全性に影響を与えるものではない。
ポンプ	ターボポンプ	ケーシング，コラムパイプ，デリベリ，バレルの内面の腐食（全面腐食）	■	目視点検により機器の健全性を維持しており，現状保全によって管理される程度の範囲の進行では，固有振動数への影響は軽微であることから，耐震安全性に影響を与えるものではない。
ポンプ	ターボポンプ	ケーシング，ケーシングカバー，マウントの腐食（全面腐食）	■	塗膜等の管理により機器の健全性を維持しており，現状保全によって管理される程度の範囲の進行では固有振動数への影響は軽微であることから，耐震安全性に影響を与えるものではない。
ポンプ	ターボポンプ	シール水クーラ伝熱管の異物付着	■	海水が接液する伝熱管への異物付着による重量増加は，伝熱管本体の重量と比較して十分小さく，固有振動数への影響は軽微であることから，耐震安全性に影響を与えるものではない。
ポンプ	ターボポンプ	サイクロンセパレータの貫粒型応力腐食割れ	■	ステンレス鋼に対する代表ポイントにおける目視点検及び付着塩分量測定（保温材ありの場合は，保温材外面及び，保温材を取外した機器外面）を行っており，現状保全によって管理される程度の範囲の進行では固有振動数への影響は軽微であることから，耐震安全性に影響を与えるものではない。
ポンプ	往復ポンプ	プランジャの摩耗，はく離	■	目視点検，寸法測定，非破壊検査により機器の健全性を維持しており，現状保全によって管理される程度の範囲の進行では，固有振動数への影響は軽微であることから，耐震安全性に影響を与えるものではない。
ポンプ	往復ポンプ	プランジャの腐食（隙間腐食）	■	目視点検により機器の健全性を維持しており，現状保全によって管理される程度の範囲の進行では，固有振動数への影響は軽微であることから，耐震安全性に影響を与えるものではない。

■：現在発生しているか又は将来にわたって起こることが否定できないが，機器の振動応答特性又は構造・強度への影響が「軽微もしくは無視」できるもの

表 2(3/39)　高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象に対する耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の抽出結果

機器分類	型式	経年劣化事象	耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の抽出結果	
			事象区分	判断理由
ポンプ	往復ポンプ	クランクケース，潤滑油ユニット油ポンプ，潤滑油ユニット油配管，潤滑油ユニットストレーナ，ケーシングカバー（吐出側）の外面及びベースの腐食（全面腐食）	■	塗膜等の管理により機器の健全性を維持しており，現状保全によって管理される程度の範囲の進行では固有振動数への影響は軽微であることから，耐震安全性に影響を与えるものではない。
ポンプ	往復ポンプ	取付ボルトの腐食（全面腐食）	■	目視点検により機器の健全性を維持しており，現状保全によって管理される程度の範囲の進行では，固有振動数への影響は軽微であることから，耐震安全性に影響を与えるものではない。
ポンプ	原子炉再循環ポンプ	スタッドボルトの腐食	■	通常，窒素雰囲気環境下に設置されており腐食の発生の可能性は小さいこと及び分解点検時の手入れ・清掃により機器の健全性を維持しており，現状保全によって管理される程度の範囲の進行では，固有振動数への影響は軽微であることから，耐震安全性に影響を与えるものではない。
熱交換器	U 字管式	取付ボルト，支持脚，ラグ，架台，台車，ベースプレート，基礎ボルト（塗装部）の腐食（全面腐食）	■	塗膜等の管理により機器の健全性を維持しており，現状保全によって管理される程度の範囲の進行では固有振動数への影響は軽微であることから，耐震安全性に影響を与えるものではない。
熱交換器	U 字管式	基礎ボルト直上部の腐食（全面腐食）	■	目視点検により機器の健全性を維持しており，現状保全によって管理される程度の範囲の進行では，固有振動数への影響は軽微であることから，耐震安全性に影響を与えるものではない。
熱交換器	U 字管式	フランジボルトの腐食（全面腐食）	■	分解点検時の手入れ・清掃により機器の健全性を維持しており，現状保全によって管理される程度の範囲の進行では，固有振動数への影響は軽微であることから，耐震安全性に影響を与えるものではない。
熱交換器	U 字管式	水室（内面），管板（内面）の腐食（局部腐食）	■	目視点検により機器の健全性を維持しており，現状保全によって管理される程度の範囲の進行では，固有振動数への影響は軽微であることから，耐震安全性に影響を与えるものではない。

■：現在発生しているか又は将来にわたって起こることが否定できないが，機器の振動応答特性又は構造・強度への影響が「軽微もしくは無視」できるもの

表 2(4/39)　高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象に対する耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の抽出結果

機器分類	型式	経年劣化事象	耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の抽出結果	
			事象区分	判断理由
熱交換器	U 字管式	伝熱管の腐食（流れ加速型腐食）	◎	伝熱管に現状保全によって管理される程度の腐食を想定した場合，部材断面の減少による剛性低下は有意であるため，耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象として抽出する。
熱交換器	U 字管式	管支持板，胴（内面），ドレンタンク（内面），マンホール蓋（内面）の腐食（流れ加速型腐食）	■	ドレンタンクについては目視点検及び肉厚測定，管支持板，胴及びマンホール蓋については目視点検又は肉厚測定により機器の健全性を維持しており，現状保全によって管理される程度の範囲の進行では固有振動数への影響は軽微であると考えられることから，耐震安全性に影響を与えるものではない。
熱交換器	U 字管式	水室（内面），胴（内面），ドレンタンク（内面），マンホール蓋（内面），水室カバー（内面），上蓋（内面），仕切板，取付ボルト，支持脚スライド部，ラグスライド部の腐食（全面腐食）	■	目視点検又は肉厚測定により機器の健全性を維持しており，現状保全によって管理される程度の範囲の進行では固有振動数への影響は軽微であることから，耐震安全性に影響を与えるものではない。
熱交換器	U 字管式	伝熱管の摩耗及び高サイクル疲労割れ	■	伝熱管は支持板により適切なスパンで支持することで振動を抑制しており，現状保全によって管理される程度の範囲の進行では固有振動数への影響は軽微であることから，耐震安全性に影響を与えるものではない。
熱交換器	U 字管式	管支持板の腐食（流れ加速型腐食）	◎	管支持板に現状保全によって管理される程度の腐食を想定した場合，伝熱管の支持機能低下は有意であるため，耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象として抽出する。
熱交換器	U 字管式	水室（外面），管板（外面），胴（外面），水室カバー（外面），ドレンタンク（外面），マンホール蓋（外面），上蓋（外面）の腐食（全面腐食）	■	塗膜等の管理により機器の健全性を維持しており，現状保全によって管理される程度の範囲の進行では固有振動数への影響は軽微であることから，耐震安全性に影響を与えるものではない。
熱交換器	U 字管式	伝熱管の異物付着	■	伝熱管への異物付着による重量増加は，伝熱管本体の重量と比較して十分小さく，固有振動数への影響は軽微であることから，耐震安全性に影響を与えるものではない。

◎：耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象

■：現在発生しているか又は将来にわたって起こることが否定できないが，機器の振動応答特性又は構造・強度への影響が「軽微もしくは無視」できるもの

表 2(5/39)　高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象に対する耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の抽出結果

機器分類	型式	経年劣化事象	耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の抽出結果	
			事象区分	判断理由
熱交換器	U 字管式	胴（内面）の腐食（全面腐食）	◎	胴に現状保全によって管理される程度の腐食を想定した場合，部材断面の減少による剛性低下は有意であるため，耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象として抽出する。
熱交換器	プレート式熱交換器	伝熱板の異物付着	■	伝熱板の異物付着による重量増加は，伝熱板本体の重量と比較して十分小さく，固有振動数への影響は軽微であることから，耐震安全性に影響を与えるものではない。
熱交換器	プレート式熱交換器	側板，締付ボルト，ガイドバーサポート，取付ボルトの腐食（全面腐食）	■	塗膜等の管理により機器の健全性を維持しており，現状保全によって管理される程度の範囲の進行では固有振動数への影響は軽微であることから，耐震安全性に影響を与えるものではない。
ポンプモータ	高圧ポンプモータ 低圧ポンプモータ	主軸の摩耗	■	主軸については剛性が十分にあり，寸法測定により機器の健全性を維持しており，現状保全によって管理される程度の範囲の進行では剛性はほとんど変化せず固有振動数への影響は軽微であることから，耐震安全性に影響を与えるものではない。
ポンプモータ	高圧ポンプモータ 低圧ポンプモータ	固定子コア及び回転子コアの腐食（全面腐食）	■	目視点検により機器の健全性を維持しており，現状保全によって管理される程度の範囲の進行では固有振動数への影響は軽微であることから，耐震安全性に影響を与えるものではない。
ポンプモータ	高圧ポンプモータ	フレーム，エンドブラケット，端子箱，空気冷却器，通風箱，取付ボルトの腐食（全面腐食）	■	塗膜等の管理により機器の健全性を維持しており，現状保全によって管理される程度の範囲の進行では固有振動数への影響は軽微であることから，耐震安全性に影響を与えるものではない。
ポンプモータ	高圧ポンプモータ	軸受（すべり）の摩耗及びはく離	■	摩耗については，目視点検及び寸法測定を，はく離については目視点検及び非破壊検査により機器の健全性を維持しており，現状保全によって管理される程度の範囲の進行では，固有振動数への影響は軽微であることから，耐震安全性に影響を与えるものではない。

◎：耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象

■：現在発生しているか，又は将来にわたって起こることが否定できないが，機器の振動応答特性又は構造・強度への影響が「軽微もしくは無視」できるもの

表 2(6/39)　高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象に対する耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の抽出結果

機器分類	型式	経年劣化事象	耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の抽出結果	
			事象区分	判断理由
ポンプモータ	低圧ポンプモータ	フレーム，エンドブラケット，ファン，ファンカバー，ステータバンド，端子箱，取付ボルト，及び締め付けボルトの腐食（全面腐食）	■	塗膜等の管理により機器の健全性を維持しており，現状保全によって管理される程度の範囲の進行では固有振動数への影響は軽微であることから，耐震安全性に影響を与えるものではない。
容器	原子炉圧力容器	ステンレス鋼及び高ニッケル合金使用部位（母材，溶接部）の粒界型応力腐食割れ	■	再循環系の出・入口ノズルのセーフエンド溶接部及びジェットポンプ計測管貫通ノズル等は，維持規格等に基づき目視点検及び超音波探傷検査により機器の健全性を維持しており，現状保全によって管理される程度の範囲の進行では固有振動数への影響は軽微であることから，耐震安全性に影響を与えるものではない。 またブラケットについては，原子炉圧力容器の内部取付物であり，構造強度部材ではないこと及び炉心の支持機能（制御棒挿入性）を有するものではないことから，耐震安全性に影響を与えるものではない。
容器	原子炉格納容器	主フランジボルトの腐食（全面腐食）	■	目視点検により機器の健全性を維持しており，現状保全によって管理される程度の範囲の進行では固有振動数への影響は軽微であることから，耐震安全性に影響を与えるものではない。
容器	原子炉格納容器	ドライウェル（上鏡，円錐胴），サプレッション・チェンバ本体（気中部），上部及び下部シアラグ，サプレッション・チェンバ本体（水中部），底部コンクリートマット（ライナープレート），ダイヤフラムフロア（ガーダ），スタビライザ，真空破壊弁，ドライウェルスプレイヘッダ，サプレッション・チェンバスプレイヘッダ及びダウンカマパイプの腐食（全面腐食）	■	塗膜等の管理により機器の健全性を維持しており，現状保全によって管理される程度の範囲の進行では固有振動数への影響は軽微であることから，耐震安全性に影響を与えるものではない。

■：現在発生しているか又は将来にわたって起こることが否定できないが，機器の振動応答特性又は構造・強度への影響が「軽微もしくは無視」できるもの

表 2(7/39)　高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象に対する耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の抽出結果

機器分類	型式	経年劣化事象	耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の抽出結果	
			事象区分	判断理由
容器	原子炉格納容器	サンドクッション部（鋼板），リングガーダの腐食（全面腐食）	■	サンドクッション部（鋼板）及びリングガーダは，他プラントにおいて原子炉格納容器上部の漏えい水が流入し，サンドクッション部のドレン管が閉塞していたために当該部の胴板が腐食した事例があるが，当該漏えい箇所は溶接構造となっており腐食が発生する可能性は小さいことから，耐震安全性に影響を与えるものではない。
容器	原子炉格納容器	ダイアフラムフロアベローズの硬化	■	定期的な硬度測定及び目視点検により機器の健全性を維持しており，地震により硬化の進行が助長されるものではないことから，耐震安全性に影響を与えるものではない。
容器	機械ペネトレーション	耐圧構成品，取付ボルトの腐食（全面腐食）	■	塗膜等の管理又は開放点検時の手入れ・清掃により機器の健全性を維持しており，現状保全によって管理される程度の範囲の進行では固有振動数への影響は軽微であることから，耐震安全性に影響を与えるものではない。
容器	機械ペネトレーション その他容器	ベローズ，鏡板，胴板等の貫粒型応力腐食割れ	■	ステンレス鋼に対する代表ポイントにおける目視点検及び付着塩分量測定（保温材ありの場合は，保温材外面及び，保温材を取外した機器外面）を行っており，現状保全によって管理される程度の範囲の進行では固有振動数への影響は軽微であることから，耐震安全性に影響を与えるものではない。
容器	その他容器	鏡板，胴板等，支持鋼材，支持脚，取付ボルト，埋込金物（大気接触部）及びフランジボルトの腐食（全面腐食）	■	塗膜等の管理により機器の健全性を維持しており，現状保全によって管理される程度の範囲の進行では固有振動数への影響は軽微であることから，耐震安全性に影響を与えるものではない。
容器	その他容器	本体，フランジカバー及びエレメントの腐食（孔食・隙間腐食）	■	内部流体が海水であることから防食亜鉛板の管理により機器の健全性を維持しており，現状保全によって管理される程度の範囲の進行では固有振動数への影響は軽微であることから，耐震安全性に影響を与えるものではない。

■：現在発生しているか又は将来にわたって起こることが否定できないが，機器の振動応答特性又は構造・強度への影響が「軽微もしくは無視」できるもの

表 2(8/39)　高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象に対する耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の抽出結果

機器分類	型式	経年劣化事象	耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の抽出結果	
			事象区分	判断理由
配管	ステンレス鋼配管	配管の貫粒型応力腐食割れ	■	ステンレス鋼に対する代表ポイントにおける目視点検及び付着塩分量測定（保温材ありの場合は，保温材外面及び，保温材を取外した機器外面）を行っており，現状保全によって管理される程度の範囲の進行では固有振動数への影響は軽微であることから，耐震安全性に影響を与えるものではない。
配管	ステンレス鋼配管	オイルスナッバ，ハンガ，レストレイント，サポート取付ボルト・ナット，埋込金物（大気接触部）の腐食（全面腐食）	■	塗膜等の管理により機器の健全性を維持しており，現状保全によって管理される程度の範囲の進行では固有振動数への影響は軽微であることから，耐震安全性に影響を与えるものではない。
配管	ステンレス鋼配管 炭素鋼配管	フランジボルト・ナットの腐食（全面腐食）	■	目視点検又は分解時の手入れ・清掃により機器の健全性を維持しており，現状保全によって管理される程度の範囲の進行では固有振動数への影響は軽微であることから，耐震安全性に影響を与えるものではない。
配管	炭素鋼配管	配管の腐食（流れ加速型腐食）	◎	日本機械学会「発電用原子力設備規格　沸騰水型原子力発電所　配管減肉管理に関する技術規格（JSME S NH1-2006)」に基づく管理ランクが FAC-2 及び FAC-S の範囲に該当する原子炉系（純水部，蒸気部）等は，現状保全によって管理される程度の腐食を想定した場合，部材断面の減少による剛性低下は有意であるため，耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象として抽出する。なお，同規格の FAC-1 の範囲については，現状保全によって管理される程度の範囲の進行では固有振動数への影響は軽微であることから，耐震安全性に影響を与えるものではないが（事象区分：■），知見拡充の観点で必要な範囲について，耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象として抽出する。
配管	炭素鋼配管	配管及びクローザージョイントの腐食（全面腐食）	■	塗膜等の管理を行っており，また，内面ライニングについては目視点検により機器の健全性を維持していることから，現状保全によって管理される程度の範囲の進行では固有振動数への影響は軽微であり，耐震安全性に影響を与えるものではない。
配管	炭素鋼配管	二重管の外面腐食（全面腐食）	■	肉厚測定により機器の健全性を維持しており，現状保全によって管理される程度の範囲の進行では固有振動数への影響は軽微であることから，耐震安全性に影響を与えるものではない。

◎：耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象

■：現在発生しているか又は将来にわたって起こることが否定できないが，機器の振動応答特性又は構造・強度への影響が「軽微もしくは無視」できるもの

表 2(9/39)　高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象に対する耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の抽出結果

機器分類	型式	経年劣化事象	耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の抽出結果	
			事象区分	判断理由
配管	炭素鋼配管	二重管の内面腐食（全面腐食）	■	塗膜等の管理により機器の健全性を維持しており，現状保全によって管理される程度の範囲の進行では固有振動数への影響は軽微であることから，耐震安全性に影響を与えるものではない。
配管	炭素鋼配管	配管の外面腐食（隙間腐食）	■	配管肉厚管理マニュアルに基づく目視点検（保温材ありの場合はルート上のボトム部を代表部位とし保温材を取外した状態で目視点検を実施）により機器の健全性を維持しており，現状保全によって管理される程度の範囲の進行では固有振動数への影響は軽微であることから，耐震安全性に影響を与えるものではない。
配管	炭素鋼配管	ラグ，レストレイント，オイルスナッバ，メカニカルスナッバ，ばね防振器，ハンガ，サポート取付ボルト・ナット，埋込金物（大気接触部）の腐食（全面腐食）	■	塗膜等の管理により機器の健全性を維持しており，現状保全によって管理される程度の範囲の進行では固有振動数への影響は軽微であることから，耐震安全性に影響を与えるものではない。
配管	低合金鋼配管	オイルスナッバ，ハンガ，ラグ，レストレイント，サポート取付ボルト・ナット及び埋込金物（大気接触部）の腐食（全面腐食）	■	塗膜等の管理により機器の健全性を維持しており，現状保全によって管理される程度の範囲の進行では固有振動数への影響は軽微であることから，耐震安全性に影響を与えるものではない。
配管	低合金鋼配管	配管の腐食（液滴衝撃エロージョン）	■	エロージョンについては，局部的な範囲に限定されると考えられること及び配管肉厚管理マニュアルに基づき肉厚測定及び放射線透過検査により機器の健全性を維持していることから，現状保全によって管理される程度の腐食による固有振動数への影響は軽微であることから，耐震安全性に影響を与えるものではない。
弁	仕切弁	弁箱，弁ふたの外面の腐食（全面腐食）	■	塗膜等の管理により機器の健全性を維持しており，現状保全によって管理される程度の範囲の進行では固有振動数への影響は軽微であることから，耐震安全性に影響を与えるものではない。

■：現在発生しているか又は将来にわたって起こることが否定できないが，機器の振動応答特性又は構造・強度への影響が「軽微もしくは無視」できるもの

表 2(10/39)　高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象に対する耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の抽出結果

機器分類	型式	経年劣化事象	耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の抽出結果	
			事象区分	判断理由
弁	仕切弁，玉形弁，逆止弁，バタフライ弁，ボール弁，安全弁，主蒸気隔離弁，爆破弁，主蒸気逃がし安全弁，破壊板，制御弁	ジョイントボルト・ナットの腐食（全面腐食）	■	分解点検時の手入れ・清掃により機器の健全性を維持しており，現状保全によって管理される程度の範囲の進行では固有振動数への影響は軽微であることから，耐震安全性に影響を与えるものではない。
弁	仕切弁，玉形弁，ボール弁	ヨークの腐食（全面腐食）	■	塗膜等の管理により機器の健全性を維持しており，現状保全によって管理される程度の範囲の進行では固有振動数への影響は軽微であることから，耐震安全性に影響を与えるものではない。
弁	仕切弁	弁箱，弁ふた，弁体，弁座の腐食（流れ加速型腐食）	■	目視点検により機器の健全性を維持しており，現状保全によって管理される程度の範囲の進行では固有振動数への影響は軽微であることから，耐震安全性に影響を与えるものではない。
弁	仕切弁	弁箱（内面），弁ふた（内面），弁体，弁座の腐食（全面腐食）	■	目視点検により機器（ステンレス鋼弁及び内包流体が防錆剤入り純水を除く）の健全性を維持しており，現状保全によって管理される程度の範囲の進行では固有振動数への影響は軽微であることから，耐震安全性に影響を与えるものではない。
弁	仕切弁	弁体シートリング，弁座シートリング，弁棒の腐食（孔食・隙間腐食）	■	目視点検により機器の健全性を維持しており，現状保全によって管理される程度の範囲の進行では固有振動数への影響は軽微であることから，耐震安全性に影響を与えるものではない。
弁	仕切弁	弁棒の腐食（孔食・隙間腐食）	■	目視点検により機器の健全性を維持しており，腐食が発生しても，現状保全によって管理される程度の範囲の進行では固有振動数への影響は軽微であることから，耐震安全性に影響を与えるものではない。
弁	仕切弁	弁体，弁座の摩耗	■	目視点検により機器の健全性を維持しており，現状保全によって管理される程度の範囲の進行では固有振動数への影響は軽微であることから，耐震安全性に影響を与えるものではない。
弁	仕切弁	弁箱，弁ふたの貫粒型応力腐食割れ	■	ステンレス鋼に対する代表ポイントにおける目視点検及び付着塩分量測定（保温材ありの場合は，保温材外面及び，保温材を取外した機器外面）を行っており，現状保全によって管理される程度の範囲の進行では固有振動数への影響は軽微であることから，耐震安全性に影響を与えるものではない。

■：現在発生しているか又は将来にわたって起こることが否定できないが，機器の振動応答特性又は構造・強度への影響が「軽微もしくは無視」できるもの

表 2(11/39)　高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象に対する耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の抽出結果

機器分類	型式	経年劣化事象	耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の抽出結果	
			事象区分	判断理由
弁	玉形弁	弁箱（弁座一体型含む）の外面，弁ふた（ヨーク一体型含む）の外面，ヨークの腐食（全面腐食）	■	塗膜等の管理により機器の健全性を維持しており，現状保全によって管理される程度の範囲の進行では固有振動数への影響は軽微であることから，耐震安全性に影響を与えるものではない。
弁	玉形弁	弁箱（弁座一体型），弁ふた（ヨーク一体型含む），弁体の腐食（流れ加速型腐食）	■	目視点検により機器の健全性を維持しており，現状保全によって管理される程度の範囲の進行では固有振動数への影響は軽微であることから，耐震安全性に影響を与えるものではない。
弁	玉形弁	弁箱（弁座一体型含む）（内面），弁ふた（内面），弁体の腐食（全面腐食）	■	目視点検により機器（ステンレス鋼弁を除く）の健全性を維持しており，現状保全によって管理される程度の範囲の進行では固有振動数への影響は軽微であることから，耐震安全性に影響を与えるものではない。
弁	玉形弁	弁箱，弁ふた，弁体，弁座，弁棒の腐食（孔食・隙間腐食）	■	目視点検により機器の健全性を維持しており，現状保全によって管理される程度の範囲の進行では固有振動数への影響は軽微であることから，耐震安全性に影響を与えるものではない。
弁	玉形弁	弁箱（弁座一体型），弁ふた（ヨーク一体型含む）弁棒の腐食（全面腐食）	■	目視点検により機器の健全性を維持しており，現状保全によって管理される程度の範囲の進行では固有振動数への影響は軽微であることから，耐震安全性に影響を与えるものではない。
弁	玉形弁	弁箱（弁座一体型），弁体の摩耗	■	目視点検により機器の健全性を維持しており，現状保全によって管理される程度の範囲の進行では固有振動数への影響は軽微であることから，耐震安全性に影響を与えるものではない。
弁	玉形弁	弁箱（弁座一体型），弁ふたの貫粒型応力腐食割れ	■	ステンレス鋼に対する代表ポイントにおける目視点検及び付着塩分量測定（保温材ありの場合は，保温材外面及び，保温材を取外した機器外面）を行っており，現状保全によって管理される程度の範囲の進行では固有振動数への影響は軽微であることから，耐震安全性に影響を与えるものではない。
弁	玉形弁	弁体の腐食（エロージョン）	■	目視点検により機器の健全性を維持しており，現状保全によって管理される程度の範囲の進行では固有振動数への影響は軽微であることから，耐震安全性に影響を与えるものではない。
弁	逆止弁	弁箱，弁ふたの外面の腐食（全面腐食）	■	塗膜等の管理により機器の健全性を維持しており，現状保全によって管理される程度の範囲の進行では固有振動数への影響は軽微であることから，耐震安全性に影響を与えるものではない。

■：現在発生しているか又は将来にわたって起こることが否定できないが，機器の振動応答特性又は構造・強度への影響が「軽微もしくは無視」できるもの

表 2(12/39)　高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象に対する耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の抽出結果

機器分類	型式	経年劣化事象	耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の抽出結果	
			事象区分	判断理由
弁	逆止弁	弁箱，弁ふた，弁体，アーム，弁座の腐食（流れ加速型腐食）	■	目視点検により機器の健全性を維持しており，現状保全によって管理される程度の範囲の進行では固有振動数への影響は軽微であることから，耐震安全性に影響を与えるものではない。
弁	逆止弁	アーム，弁棒，弁体の摩耗	■	目視点検により機器の健全性を維持しており，現状保全によって管理される程度の範囲の進行では固有振動数への影響は軽微であることから，耐震安全性に影響を与えるものではない。
弁	逆止弁	弁箱（内面），弁ふた（内面），弁体，弁棒の腐食（全面腐食）	■	目視点検により機器（ステンレス鋼弁を除く）の健全性を維持しており，現状保全によって管理される程度の範囲の進行では固有振動数への影響は軽微であることから，耐震安全性に影響を与えるものではない。
弁	逆止弁	弁箱，弁ふたの貫粒型応力腐食割れ	■	ステンレス鋼に対する代表ポイントにおける目視点検及び付着塩分量測定（保温材ありの場合は，保温材外面及び，保温材を取外した機器外面）を行っており，現状保全によって管理される程度の範囲の進行では固有振動数への影響は軽微であることから，耐震安全性に影響を与えるものではない。
弁	逆止弁	弁箱，弁ふた，弁体の粒界型応力腐食割れ	■	目視点検により機器の健全性を維持しており，現状保全によって管理される程度の範囲の進行では固有振動数への影響は軽微であることから，耐震安全性に影響を与えるものではない。
弁	逆止弁	弁箱，弁ふた，弁体，弁座，アーム，弁棒の腐食（孔食・隙間腐食）	■	目視点検により機器の健全性を維持しており，現状保全によって管理される程度の範囲の進行では固有振動数への影響は軽微であることから，耐震安全性に影響を与えるものではない。
弁	バタフライ弁	弁箱（外面），底ふた（外面），ヨークの腐食（全面腐食）	■	塗膜等の管理により機器の健全性を維持しており，現状保全によって管理される程度の範囲の進行では固有振動数への影響は軽微であることから，耐震安全性に影響を与えるものではない。
弁	バタフライ弁	弁箱（内面），底ふた（内面），弁体の腐食（全面腐食）	■	目視点検により機器の健全性を維持しており，現状保全によって管理される程度の範囲の進行では固有振動数への影響は軽微であることから，耐震安全性に影響を与えるものではない。

■：現在発生しているか又は将来にわたって起こることが否定できないが，機器の振動応答特性又は構造・強度への影響が「軽微もしくは無視」できるもの

表 2(13/39)　高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象に対する耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の抽出結果

機器分類	型式	経年劣化事象	耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の抽出結果	
			事象区分	判断理由
弁	バタフライ弁	弁棒，ピン，ブッシュの摩耗	■	目視点検により機器の健全性を維持しており，現状保全によって管理される程度の範囲の進行では固有振動数への影響は軽微であることから，耐震安全性に影響を与えるものではない。
弁	バタフライ弁	弁棒の腐食（孔食・隙間腐食）	■	目視点検により機器の健全性を維持しており，現状保全によって管理される程度の範囲の進行では固有振動数への影響は軽微であることから，耐震安全性に影響を与えるものではない。
弁	安全弁	弁箱の外面の腐食（全面腐食）	■	塗膜等の管理により機器の健全性を維持しており，現状保全によって管理される程度の範囲の進行では固有振動数への影響は軽微であることから，耐震安全性に影響を与えるものではない。
弁	安全弁	弁箱の内面の腐食（全面腐食）	■	目視点検により機器（ステンレス鋼弁を除く）の健全性を維持しており，現状保全によって管理される程度の範囲の進行では固有振動数への影響は軽微であることから，耐震安全性に影響を与えるものではない。
弁	安全弁	ノズルシートの腐食（全面腐食）	■	目視点検により機器（ステンレス鋼弁を除く）の健全性を維持しており，現状保全によって管理される程度の範囲の進行では固有振動数への影響は軽微であることから，耐震安全性に影響を与えるものではない。
弁	安全弁	弁体，ノズルシートの腐食（孔食・隙間腐食）	■	目視点検により機器の健全性を維持しており，腐食が発生しても，現状保全によって管理される程度の腐食による固有振動数への影響は軽微であることから，耐震安全性に影響を与えるものではない。
弁	安全弁	弁箱，ジョイントボルト・ナットの貫粒型応力腐食割れ	■	ステンレス鋼に対する代表ポイントにおける目視点検及び付着塩分量測定（保温材ありの場合は，保温材外面及び，保温材を取外した機器外面）を行っており，現状保全によって管理される程度の範囲の進行では固有振動数への影響は軽微であることから，耐震安全性に影響を与えるものではない。
弁	ボール弁	弁箱，弁ふた，ヨークの貫粒型応力腐食割れ	■	ステンレス鋼に対する代表ポイントにおける目視点検及び付着塩分量測定（保温材ありの場合は，保温材外面及び，保温材を取外した機器外面）を行っており，現状保全によって管理される程度の範囲の進行では固有振動数への影響は軽微であることから，耐震安全性に影響を与えるものではない。

■：現在発生しているか又は将来にわたって起こることが否定できないが，機器の振動応答特性又は構造・強度への影響が「軽微もしくは無視」できるもの

表 2(14/39)　高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象に対する耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の抽出結果

機器分類	型式	経年劣化事象	耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の抽出結果	
			事象区分	判断理由
弁	原子炉再循環ポンプ流量制御弁	軸受の摩耗	■	目視点検及び寸法測定により機器の健全性を維持しており，また，軸受の摩耗抑制のため，絞り運転時間を管理していることから，現状保全によって管理される程度の範囲の進行では固有振動数への影響は軽微であり，耐震安全性に影響を与えるものではない。
弁	原子炉再循環ポンプ流量制御弁	ピストンの摩耗	■	目視点検により機器の健全性を維持しており，現状保全によって管理される程度の範囲の進行では固有振動数への影響は軽微であることから，耐震安全性に影響を与えるものではない。
弁	原子炉再循環ポンプ流量制御弁	油圧ポンプケーシング（外面），油圧ポンプフランジボルト，フィルタベース（外面），フィルタフランジボルト，フィルタケーシング（外面），配管埋込金物（外面），配管レストレイント，弁（外面）の腐食（全面腐食）	■	塗膜等の管理により機器の健全性を維持しており，現状保全によって管理される程度の範囲の進行では固有振動数への影響は軽微であることから，耐震安全性に影響を与えるものではない。
弁	原子炉再循環ポンプ流量制御弁	カップリングの摩耗	■	目視点検により機器の健全性を維持しており，現状保全によって管理される程度の範囲の進行では固有振動数への影響は軽微であることから，耐震安全性に影響を与えるものではない。
弁	原子炉再循環ポンプ流量制御弁	弁箱，ボールシャフト（弁体／弁棒一体型）の腐食（キャビテーション）	■	目視点検により機器の健全性を維持しており，現状保全によって管理される程度の範囲の進行では固有振動数への影響は軽微であることから，耐震安全性に影響を与えるものではない。
弁	主蒸気隔離弁	弁箱，弁ふたの外面の腐食（全面腐食）	■	塗膜等の管理により機器の健全性を維持しており，現状保全によって管理される程度の範囲の進行では固有振動数への影響は軽微であることから，耐震安全性に影響を与えるものではない。
弁	主蒸気隔離弁	弁箱（内面），弁ふた（内面），弁座の腐食（流れ加速型腐食）	■	目視点検により機器の健全性を維持しており，現状保全によって管理される程度の範囲の進行であれば固有振動数への影響は軽微であることから，耐震安全性に影響を与えるものではない。

■：現在発生しているか又は将来にわたって起こることが否定できないが，機器の振動応答特性又は構造・強度への影響が「軽微もしくは無視」できるもの

表 2(15/39)　高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象に対する耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の抽出結果

機器分類	型式	経年劣化事象	耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の抽出結果	
			事象区分	判断理由
弁	主蒸気隔離弁	弁棒（パイロットディスク一体型）の粒界型応力腐食割れ	■	目視点検により機器の健全性を維持しており，現状保全によって管理される程度の範囲の進行であれば固有振動数への影響は軽微であることから，耐震安全性に影響を与えるものではない。
弁	主蒸気隔離弁	ヨークロッドの腐食（全面腐食）	■	塗膜等の管理により機器の健全性を維持しており，現状保全によって管理される程度の範囲の進行では固有振動数への影響は軽微であることから，耐震安全性に影響を与えるものではない。
弁	主蒸気逃がし安全弁	弁箱（内面），弁体，ノズルシートの腐食（流れ加速型腐食）	■	目視点検により機器の健全性を維持しており，現状保全によって管理される程度の範囲の進行であれば固有振動数への影響は軽微であることから，耐震安全性に影響を与えるものではない。
弁	主蒸気逃がし安全弁	弁箱（外面），シリンダ（外面），レバーの腐食（全面腐食）	■	塗膜等の管理により機器の健全性を維持しており，現状保全によって管理される程度の範囲の進行では固有振動数への影響は軽微であることから，耐震安全性に影響を与えるものではない。
弁	爆破弁	弁箱の貫粒型応力腐食割れ	■	ステンレス鋼に対する代表ポイントにおける目視点検及び付着塩分量測定（保温材ありの場合は，保温材外面及び，保温材を取外した機器外面）を行っており，現状保全によって管理される程度の範囲の進行では固有振動数への影響は軽微であることから，耐震安全性に影響を与えるものではない。
弁	制御弁	弁箱及び弁ふたの外面の腐食（全面腐食）	■	塗膜等の管理により機器の健全性を維持しており，現状保全によって管理される程度の範囲の進行では固有振動数への影響は軽微であることから，耐震安全性に影響を与えるものではない。
弁	制御弁	ヨーク，スプリングケースの腐食（全面腐食）	■	塗膜等の管理により機器の健全性を維持しており，現状保全によって管理される程度の範囲の進行では固有振動数への影響は軽微であることから，耐震安全性に影響を与えるものではない。
弁	制御弁	弁箱及び弁ふたの腐食（流れ加速型腐食）	■	目視点検により機器の健全性を維持しており，現状保全によって管理される程度の範囲の進行であれば固有振動数への影響は軽微であることから，耐震安全性に影響を与えるものではない。

■：現在発生しているか又は将来にわたって起こることが否定できないが，機器の振動応答特性又は構造・強度への影響が「軽微もしくは無視」できるもの

表 2(16/39)　高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象に対する耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の抽出結果

機器分類	型式	経年劣化事象	耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の抽出結果	
			事象区分	判断理由
弁	制御弁	弁箱，弁ふた及びジョイントボルト・ナットの貫粒型応力腐食割れ	■	ステンレス鋼に対する代表ポイントにおける目視点検及び付着塩分量測定（保温材ありの場合は，保温材外面及び，保温材を取外した機器外面）を行っており，現状保全によって管理される程度の範囲の進行では固有振動数への影響は軽微であることから，耐震安全性に影響を与えるものではない。
弁	電動弁駆動部	フレーム，ハウジング及びエンドブラケット，取付ボルトの腐食（全面腐食）	■	塗膜等の管理により機器の健全性を維持しており，現状保全によって管理される程度の範囲の進行では固有振動数への影響は軽微であることから，耐震安全性に影響を与えるものではない。
弁	電動弁駆動部	固定子コア及び回転子コアの腐食（全面腐食）	■	目視点検により機器の健全性を維持しており，現状保全によって管理される程度の範囲の進行であれば固有振動数への影響は軽微であることから，耐震安全性に影響を与えるものではない。
弁	電動弁駆動部	主軸の摩耗	■	主軸については剛性が十分にあり，目視点検及び寸法測定により機器の健全性を維持しており，現状保全によって管理される程度の範囲の進行では剛性はほとんど変化せず固有振動数への影響は軽微であることから，耐震安全性に影響を与えるものではない。
弁	電動弁駆動部	電磁ブレーキのライニングのはく離	■	機器の質量，耐震性に影響を及ぼすパラメータの変化とは無関係であり，また，地震により劣化の進行が助長されるものではないことから，耐震安全性に影響を与えるものではない。
弁	電動弁駆動部	ステムナット及びギアの摩耗	■	動作試験により機器の健全性を維持しており，現状保全によって管理される程度の範囲の進行であれば固有振動数への影響は軽微であることから，耐震安全性に影響を与えるものではない。
弁	電動弁駆動部	整流子の摩耗	■	機器の質量，耐震性に影響を及ぼすパラメータの変化とは無関係であり，また，地震により劣化の進行が助長されるものではないことから，耐震安全性に影響を与えるものではない。

■：現在発生しているか又は将来にわたって起こることが否定できないが，機器の振動応答特性又は構造・強度への影響が「軽微もしくは無視」できるもの

表 2(17/39)　高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象に対する耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の抽出結果

機器分類	型式	経年劣化事象	耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の抽出結果	
			事象区分	判断理由
弁	空気作動弁用駆動部	ダイヤフラムケース，シリンダ，シリンダボディ，スプリングケース，ケースボルト・ナット，取付ボルト・ナットの腐食（全面腐食）	■	塗膜等の管理及び目視点検により機器の健全性を維持しており，現状保全によって管理される程度の範囲の進行では固有振動数への影響は軽微であることから，耐震安全性に影響を与えるものではない。
弁	空気作動弁用駆動部	ピストン，ラックの腐食（全面腐食）	■	目視点検により機器の健全性を維持しており，現状保全によって管理される程度の範囲の進行では固有振動数への影響は軽微であることから，耐震安全性に影響を与えるものではない。
炉内構造物	炉内構造物	ジェットポンプの摩耗	■	ジェットポンプのリストレーナブラケットの摩耗は，水中テレビカメラによる目視点検の結果から有意な摩耗の進行がないことを確認している。このため，耐震安全性に影響を与えるものではない。
炉内構造物	炉内構造物	締付力の低下	■	目視点検等により機器の健全性を維持しており，現状保全によって管理される程度の範囲の進行では固有振動数への影響は軽微であることから，耐震安全性に影響を与えるものではない。
炉内構造物	炉内構造物	炉心シュラウド(下部胴)，シュラウドサポートの粒界型応力腐食割れ	◎	炉心シュラウド及びシュラウドサポートについては応力腐食割れに対する予防保全対策を実施している。しかしながら,炉心シュラウド（下部胴）の周方向溶接線の一部，シュラウドサポートの周方向溶接線の一部並びにシュラウドサポートのシリンダ縦溶接線の一部に粒界型応力腐食割れが確認されている。継続使用に影響のない範囲であるが，ひび割れが確認されていることから，耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象として抽出する。

◎：耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象

■：現在発生しているか又は将来にわたって起こることが否定できないが，機器の振動応答特性又は構造・強度への影響が「軽微もしくは無視」できるもの

表 2(18/39)　高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象に対する耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の抽出結果

機器分類	型式	経年劣化事象	耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の抽出結果	
			事象区分	判断理由
炉内構造物	炉内構造物	炉心シュラウド（上部胴及び中間胴），上部格子板，炉心支持板，周辺燃料支持金具，制御棒案内管，炉心スプレイ配管・スパージャ，差圧検出・ほう酸水注入管，ジェットポンプ，中性子計測案内管，残留熱除去系（低圧注水系）配管の粒界型応力腐食割れ	■	炉心シュラウド等については，維持規格等に基づき計画的に水中カメラによる目視点検を実施し計画的に機器の健全性を確認していること，及び水素注入による腐食環境改善や一部残留応力低減対策による応力腐食割れ予防保全を実施しており，現状保全によって管理される程度の範囲の進行では固有振動数への影響は軽微であることから，耐震安全性に影響を与えるものではない。
ケーブル	ケーブルトレイ・電線管	ケーブルトレイ，ファイアストッパ，ユニバーサルチャンネル，パイプクランプ，パイプクランプボルト・ナット，サポート，ベースプレート及びサポート取付ボルト・ナット，電線管（本体）（大気接触部）の外面，埋込金物（大気接触部）の腐食（全面腐食）	■	巡視点検にて機器の健全性を確認しており，現状保全によって管理される程度の範囲の進行では固有振動数への影響は軽微であることから，耐震安全性に影響を与えるものではない。
ケーブル	ケーブル接続部	端子板，接続端子，オスコンタクト，メスコンタクト，レセプタクルシェル，シーリングワッシャ，プラグシェル，[redacted]の腐食	■	機器の点検に合わせて機器の健全性を確認しており，現状保全によって管理される程度の範囲の進行では固有振動数への影響は軽微であることから，耐震安全性に影響を与えるものではない。

■：現在発生しているか又は将来にわたって起こることが否定できないが，機器の振動応答特性又は構造・強度への影響が「軽微もしくは無視」できるもの

表 2(19/39)　高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象に対する耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の抽出結果

機器分類	型式	経年劣化事象	耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の抽出結果	
			事象区分	判断理由
タービン設備	高圧タービン，低圧タービン	ラビリンスパッキンの摩耗	■	車軸との隙間を寸法計測することにより機器の健全性を維持しており，現状保全によって管理される程度の範囲の進行では固有振動数への影響は軽微であることから，耐震安全性に影響を与えるものではない。
タービン設備	高圧タービン，低圧タービン，原子炉給水ポンプ駆動用蒸気タービン	ジャーナル軸受及びスラスト軸受の摩耗，はく離	■	目視点検及び隙間測定により機器の健全性を維持しており，ジャーナル軸受及びスラスト軸受のホワイトメタルの摩耗・はく離が発生しても，軸受の剛性はほとんど変化せず固有振動数への影響は軽微であることから，耐震安全性に影響を与えるものではない。
タービン設備	高圧タービン	車室（内面），パッキンケーシング，パッキンヘッド，翼，噴口の腐食（流れ加速型腐食）	■	目視点検により機器の健全性を維持しており，現状保全によって管理される程度の範囲の進行では固有振動数への影響は軽微であることから，耐震安全性に影響を与えるものではない。
タービン設備	高圧タービン	隔板締付ボルト，隔板，車軸の腐食（流れ加速型腐食）	■	目視点検により機器の健全性を維持しており，現状保全によって管理される程度の範囲の進行では固有振動数への影響は軽微であることから，耐震安全性に影響を与えるものではない。
タービン設備	高圧タービン， 低圧タービン	車室（外面）及び軸受台（外面）の腐食（全面腐食）	■	塗膜等の管理により機器の健全性を維持しており，現状保全によって管理される程度の範囲の進行では固有振動数への影響は軽微であることから，耐震安全性に影響を与えるものではない。
タービン設備	高圧タービン	車室の変形	■	車室水平合わせ面の目視点検及び隙間測定によって管理される程度の範囲の変形に対しては，合わせ面にひずみが生じたとしても上下車室はボルト締付により一体化しており，車室の剛性への影響は無視できることから，耐震安全性に影響を与えるものではない。
タービン設備	高圧タービン	翼，噴口，隔板締付ボルト，車軸の応力腐食割れ	■	目視点検，浸透探傷検査，磁粉探傷検査，超音波探傷検査により機器の健全性を維持しており，現状保全によって管理される程度の範囲の進行では固有振動数への影響は軽微であることから，耐震安全性に影響を与えるものではない。
タービン設備	低圧タービン	内部ケーシングボルト，パッキンケーシング，隔板締付ボルト，車軸の腐食（流れ加速型腐食）	■	目視点検により機器の健全性を維持しており，現状保全によって管理される程度の範囲の進行では固有振動数への影響は軽微であることから，耐震安全性に影響を与えるものではない。

■：現在発生しているか又は将来にわたって起こることが否定できないが，機器の振動応答特性又は構造・強度への影響が「軽微もしくは無視」できるもの

表 2(20/39)　高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象に対する耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の抽出結果

機器分類	型式	経年劣化事象	耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の抽出結果	
			事象区分	判断理由
タービン設備	高圧タービン， 低圧タービン	ケーシングボルト，カップリングボルトの腐食（全面腐食）	■	目視点検により機器の健全性を維持しており，現状保全によって管理される程度の範囲の進行では固有振動数への影響は軽微であることから，耐震安全性に影響を与えるものではない。
タービン設備	低圧タービン	外部車室（内面），内部車室，抽気短管，翼，噴口，隔板の腐食（流れ加速型腐食）	■	目視点検により機器の健全性を維持しており，現状保全によって管理される程度の範囲の進行では固有振動数への影響は軽微であることから，耐震安全性に影響を与えるものではない。
タービン設備	低圧タービン	翼，噴口，隔板締付ボルト，車軸の応力腐食割れ	■	翼，噴口，隔板締付ボルトについては，目視点検，浸透探傷検査を，車軸については目視点検，磁粉探傷検査，超音波探傷検査により機器の健全性を維持しており，現状保全によって管理される程度の範囲の進行では固有振動数への影響は軽微であることから，耐震安全性に影響を与えるものではない。
タービン設備	原子炉給水ポンプ駆動用蒸気タービン	ラビリンスパッキン，弁棒，ブッシュ，衛帯筐の摩耗	■	ラビリンスパッキンについては車軸との隙間を寸法計測することにより及び弁棒，ブッシュ，衛帯筐については目視点検により機器の健全性を維持しており，現状保全によって管理される程度の範囲の進行では固有振動数への影響は軽微であることから，耐震安全性に影響を与えるものではない。
タービン設備	原子炉給水ポンプ駆動用蒸気タービン	車室（内面），パッキンハウジング，翼，噴口，高圧ノズルボックス，車軸，弁箱（内面），弁ふた（内面），弁棒，ブッシュ，衛帯筐，リフトロッド，弁体（主弁・副弁），弁体，弁座の腐食（流れ加速型腐食）	■	目視点検により機器の健全性を維持しており，現状保全によって管理される程度の範囲の進行では固有振動数への影響は軽微であることから，耐震安全性に影響を与えるものではない。
タービン設備	原子炉給水ポンプ駆動用蒸気タービン	車室（外面），軸受台（外面），弁箱（外面），弁ふた（外面），ヨーク，支持鋼材の腐食（全面腐食）	■	塗膜等の管理により機器の健全性を維持しており，現状保全によって管理される程度の範囲の進行では固有振動数への影響は軽微であることから，耐震安全性に影響を与えるものではない。

■：現在発生しているか又は将来にわたって起こることが否定できないが，機器の振動応答特性又は構造・強度への影響が「軽微もしくは無視」できるもの

表 2(21/39)　高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象に対する耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の抽出結果

機器分類	型式	経年劣化事象	耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の抽出結果	
			事象区分	判断理由
タービン設備	原子炉給水ポンプ駆動用蒸気タービン	ケーシングボルト，弁ふたボルト，弁体ボルト，隔板固定キー・ボルト，隔板の腐食（全面腐食）	■	目視点検により機器の健全性を維持しており，現状保全によって管理される程度の範囲の進行では固有振動数への影響は軽微であることから，耐震安全性に影響を与えるものではない。
タービン設備	原子炉給水ポンプ駆動用蒸気タービン	弁体（主弁・副弁），弁体，弁座シート部，ラビリンスパッキンのエロージョン	■	目視点検により機器の健全性を維持しており，現状保全によって管理される程度の範囲の進行では固有振動数への影響は軽微であることから，耐震安全性に影響を与えるものではない。
タービン設備	原子炉給水ポンプ駆動用蒸気タービン	翼，隔板固定キー・ボルト，車軸，弁体ボルトの応力腐食割れ	■	目視点検，浸透探傷検査，超音波探傷検査により機器の健全性を維持しており，現状保全によって管理される程度の範囲の進行では固有振動数への影響は軽微であることから，耐震安全性に影響を与えるものではない。
タービン設備	主要弁	弁棒，衛帯筐，バランスチャンバー，ブッシュ，スタンドの摩耗	■	目視点検により機器の健全性を維持しており，現状保全によって管理される程度の範囲の進行では固有振動数への影響は軽微であることから，耐震安全性に影響を与えるものではない。
タービン設備	主要弁	弁体及び弁座シート部のエロージョン	■	目視点検により機器の健全性を維持しており，現状保全によって管理される程度の範囲の進行では固有振動数への影響は軽微であることから，耐震安全性に影響を与えるものではない。
タービン設備	主要弁	弁箱及び弁ふた（内面），弁体，弁座，弁棒，衛帯筐，ブッシュ，バランスチャンバー，スタンドの腐食（流れ加速型腐食）	■	目視点検により機器の健全性を維持しており，現状保全によって管理される程度の範囲の進行では固有振動数への影響は軽微であることから，耐震安全性に影響を与えるものではない。
タービン設備	主要弁	弁箱（内面），ガイドの腐食（全面腐食）	■	目視点検により機器の健全性を維持しており，現状保全によって管理される程度の範囲の進行では固有振動数への影響は軽微であることから，耐震安全性に影響を与えるものではない。
タービン設備	主要弁	弁箱及び弁ふた（外面），弁ふたボルト，ヨーク，支持鋼材，埋込金物の腐食（全面腐食）	■	塗膜等の管理により機器の健全性を維持しており，現状保全によって管理される程度の範囲の進行では固有振動数への影響は軽微であることから，耐震安全性に影響を与えるものではない。
タービン設備	主要弁	弁棒，弁体ボルトの応力腐食割れ	■	目視点検及び浸透探傷検査により機器の健全性を維持しており，現状保全によって管理される程度の範囲の進行では固有振動数への影響は軽微であることから，耐震安全性に影響を与えるものではない。

■：現在発生しているか又は将来にわたって起こることが否定できないが，機器の振動応答特性又は構造・強度への影響が「軽微もしくは無視」できるもの

表 2(22/39)　高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象に対する耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の抽出結果

機器分類	型式	経年劣化事象	耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の抽出結果	
			事象区分	判断理由
タービン設備	制御装置及び保安装置	ケーシング，胴，埋込金物の外面，取付ボルト，支持鋼材，サポート取付ボルト・ナットの腐食（全面腐食）	■	塗膜等の管理により機器の健全性を維持しており，現状保全によって管理される程度の範囲の進行では固有振動数への影響は軽微であることから，耐震安全性に影響を与えるものではない。
タービン設備	制御装置及び保安装置	主軸の摩耗	■	寸法測定により機器の健全性を維持しており，現状保全によって管理される程度の範囲の進行では固有振動数への影響は軽微であることから，耐震安全性に影響を与えるものではない。
タービン設備	非常用系タービン設備	主軸，従軸，弁棒の摩耗	■	目視点検等により機器の健全性を維持しており，現状保全によって管理される程度の範囲の進行では固有振動数への影響は軽微であることから，耐震安全性に影響を与えるものではない。
タービン設備	非常用系タービン設備	ジャーナル軸受及びすべり軸受の摩耗，はく離	■	目視点検及び隙間測定により機器の健全性を維持しており，ジャーナル軸受及びすべり軸受のホワイトメタルの摩耗・はく離が発生しても，固有振動数への影響は軽微であることから，耐震安全性に影響を与えるものではない。
タービン設備	非常用系タービン設備	ケーシングボルト，取付ボルト，フランジボルト，弁ふたボルトの腐食（全面腐食）	■	塗膜等の管理により機器の健全性を維持しており，現状保全によって管理される程度の範囲の進行では固有振動数への影響は軽微であることから，耐震安全性に影響を与えるものではない。
タービン設備	非常用系タービン設備	レバー，トリップウェイトの摩耗	■	目視点検により機器の健全性を維持しており，現状保全によって管理される程度の範囲の進行では固有振動数への影響は軽微であることから，耐震安全性に影響を与えるものではない。
タービン設備	非常用系タービン設備	ケーシング，弁箱，弁ふた，レバー，胴，タンク，配管，弁の外面，ベースプレート，支持鋼材の腐食（全面腐食）	■	塗膜等の管理により機器の健全性を維持しており，現状保全によって管理される程度の範囲の進行では固有振動数への影響は軽微であることから，耐震安全性に影響を与えるものではない。
タービン設備	非常用系タービン設備	胴，ケーシング，配管，弁の内面，羽根車の腐食（全面腐食）	■	目視点検により機器の健全性を維持しており，現状保全によって管理される程度の範囲の進行では固有振動数への影響は軽微であることから，耐震安全性に影響を与えるものではない。
コンクリート構造物及び鉄骨構造物	鉄骨構造物	鉄骨の強度低下	■	目視点検等により構造物の健全性を維持しており，現状保全によって管理される程度の範囲の進行では固有振動数への影響は軽微であることから，耐震安全性に影響を与えるものではない。

■：現在発生しているか又は将来にわたって起こることが否定できないが，機器の振動応答特性又は構造・強度への影響が「軽微もしくは無視」できるもの

表 2(23/39)　高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象に対する耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の抽出結果

機器分類	型式	経年劣化事象	耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の抽出結果	
			事象区分	判断理由
計測制御設備	計測装置	サンプルポンプモータのコア，フレーム，エンドブラケット，計装配管サポート部，計器架台，計器スタンション，サポート，筐体，検出器ガイド，検出器取付金具，スリーブ，取付座，上部閉止板，取付ボルト・ナット，計器架台取付ボルト，埋込金物（大気接触部）の腐食（全面腐食）	■	塗膜等の管理を行っており，また，目視点検により機器の健全性を維持していることから，現状保全によって管理される程度の範囲の進行では固有振動数への影響は軽微であり，耐震安全性に影響を与えるものではない。
計測制御設備	計測装置	水位検出器，検出器ガイド，サポート，ベースプレート，取付ボルト及び基礎ボルトの腐食（孔食・隙間腐食）	■	目視点検等により機器の健全性を維持しており，現状保全によって管理される程度の範囲の進行では固有振動数への影響は軽微であることから，耐震安全性に影響を与えるものではない。
計測制御設備	計測装置	計装配管，継手，計装弁及び過流量阻止弁の貫粒型応力腐食割れ	■	ステンレス鋼に対する代表ポイントにおける目視点検及び付着塩分量測定（保温材ありの場合は，保温材外面及び，保温材を取外した機器外面）を行っており，現状保全によって管理される程度の範囲の進行では固有振動数への影響は軽微であることから，耐震安全性に影響を与えるものではない。
計測制御設備	補助継電器盤，操作制御盤	筐体，取付ボルト及びチャンネルベースの腐食（全面腐食）	■	塗膜等の管理を行っており，また，目視点検により機器の健全性を維持していることから，現状保全によって管理される程度の範囲の進行では固有振動数への影響は軽微であり，耐震安全性に影響を与えるものではない。
空調設備	ファン	V プーリーの摩耗	■	目視点検等により機器の健全性を維持しており，現状保全によって管理される程度の範囲の進行では固有振動数への影響は軽微であることから，耐震安全性に影響を与えるものではない。

■：現在発生しているか又は将来にわたって起こることが否定できないが，機器の振動応答特性又は構造・強度への影響が「軽微もしくは無視」できるもの

表 2(24/39)　高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象に対する耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の抽出結果

機器分類	型式	経年劣化事象	耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の抽出結果	
			事象区分	判断理由
空調設備	ファン，空調機	主軸の摩耗	■	主軸については剛性が十分にあり，目視点検及び寸法測定により機器の健全性を維持していることから，現状保全によって管理される程度の範囲の進行では剛性はほとんど変化せず固有振動数への影響は軽微であり，耐震安全性に影響を与えるものではない。
空調設備	ファン	主軸，羽根車，軸継手の腐食（全面腐食）	■	目視点検等により機器の健全性を維持しており，現状保全によって管理される程度の範囲の進行では固有振動数への影響は軽微であることから，耐震安全性に影響を与えるものではない。
空調設備	ファン	ケーシング，ケーシングボルト，V プーリー，取付ボルト，ベースの腐食（全面腐食）	■	塗膜等の管理により機器の健全性を維持しており，現状保全によって管理される程度の範囲の進行では固有振動数への影響は軽微であることから，耐震安全性に影響を与えるものではない。
空調設備	空調機	ケーシング，ケーシングボルト，水室（外面），管板（外面），冷却コイルボルト，ベース及び取付ボルトの腐食（全面腐食）	■	塗膜等の管理及び目視点検により機器の健全性を維持していることから，現状保全によって管理される程度の範囲の進行では固有振動数への影響は軽微であり，耐震安全性に影響を与えるものではない。
空調設備	空調機	冷却コイルの異物付着	■	冷却コイルの異物付着による重量増加は，冷却コイル本体の重量と比較して十分小さく，固有振動数への影響は軽微であることから，耐震安全性に影響を与えるものではない。
空調設備	空調機	主軸，羽根車，軸継手の腐食（全面腐食）	■	目視点検により機器の健全性を維持しており，現状保全によって管理される程度の範囲の進行では固有振動数への影響は軽微であることから，耐震安全性に影響を与えるものではない。
空調設備	冷凍機	ピストン，D カバー，羽根車，ライナリングの摩耗	■	目視点検等により機器の健全性を維持しており，現状保全によって管理される程度の範囲の進行では固有振動数への影響は軽微であることから，耐震安全性に影響を与えるものではない。
空調設備	冷凍機	ケーシング，吐出容器，水室，胴，冷水配管，ベース，冷水配管サポートの腐食（全面腐食）	■	塗膜等の管理により機器の健全性を維持しており，現状保全によって管理される程度の範囲の進行では固有振動数への影響は軽微であることから，耐震安全性に影響を与えるものではない。

■：現在発生しているか又は将来にわたって起こることが否定できないが，機器の振動応答特性又は構造・強度への影響が「軽微もしくは無視」できるもの

表 2(25/39)　高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象に対する耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の抽出結果

機器分類	型式	経年劣化事象	耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の抽出結果	
			事象区分	判断理由
空調設備	冷凍機	モータ（低圧，開放型）の固定子コア及び回転子コアの腐食（全面腐食）	■	目視点検により機器の健全性を維持しており，現状保全によって管理される程度の範囲の進行では固有振動数への影響は軽微であることから，耐震安全性に影響を与えるものではない。
空調設備	冷凍機	ケーシング，モータ（低圧，開放型）のフレーム，エンドブラケット及び端子箱の腐食（全面腐食）	■	塗膜等の管理により機器の健全性を維持しており，現状保全によって管理される程度の範囲の進行では固有振動数への影響は軽微であることから，耐震安全性に影響を与えるものではない。
空調設備	冷凍機	モータ（低圧，開放型）の主軸の摩耗	■	主軸については剛性が十分にあり，目視点検及び寸法測定により機器の健全性を維持していることから，現状保全によって管理される程度の範囲の進行では剛性はほとんど変化せず固有振動数への影響は軽微であり，耐震安全性に影響を与えるものではない。
空調設備	フィルタユニット	ケーシング，デミスタ，エアヒータ，スペースヒータの貫粒型応力腐食割れ	■	ステンレス鋼に対する代表ポイントにおける目視点検及び付着塩分量測定（保温材ありの場合は，保温材外面及び，保温材を取外した機器外面）を行っており，現状保全によって管理される程度の範囲の進行では固有振動数への影響は軽微であることから，耐震安全性に影響を与えるものではない。
空調設備	フィルタユニット	ベーススライド部，取付ボルトの腐食（全面腐食）	■	目視点検により機器の健全性を維持しており，現状保全によって管理される程度の範囲の進行では固有振動数への影響は軽微であることから，耐震安全性に影響を与えるものではない。
空調設備	フィルタユニット	ベースの腐食	■	塗膜等の管理により機器の健全性を維持しており，現状保全によって管理される程度の範囲の進行では固有振動数への影響は軽微であることから，耐震安全性に影響を与えるものではない。
空調設備	フィルタユニット	エアヒータ及びスペースヒータの断線	■	機器の質量，耐震性に影響を及ぼすパラメータの変化とは無関係であり，また，地震により劣化の進行が助長されるものではないことから，耐震安全性に影響を与えるものではない。
空調設備	ダクト	ベローズ，ガスケットの劣化	■	機器の質量，耐震性に影響を及ぼすパラメータの変化とは無関係であり，また，地震により劣化の進行が助長されるものではないことから，耐震安全性に影響を与えるものではない。

■：現在発生しているか又は将来にわたって起こることが否定できないが，機器の振動応答特性又は構造・強度への影響が「軽微もしくは無視」できるもの

表 2(26/39)　高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象に対する耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の抽出結果

機器分類	型式	経年劣化事象	耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の抽出結果	
			事象区分	判断理由
空調設備	ダクト	ダクト本体，フランジ，ボルト・ナット，補強材，支持鋼材及び埋込金物（大気接触部）の腐食（全面腐食）	■	塗膜等の管理及び目視点検により機器の健全性を維持していることから，現状保全によって管理される程度の範囲の進行では固有振動数への影響は軽微であり，耐震安全性に影響を与えるものではない。
空調設備	弁及びダンパ	ブッシュの摩耗，固着	■	弁棒の開閉速度は遅く，開閉頻度も少ないことから，現状保全によって管理される程度の範囲の進行では固有振動数への影響は軽微であり，耐震安全性に影響を与えるものではない。
空調設備	弁及びダンパ	ケーシング，羽根，軸，ウェイト，弁箱，弁体，ハウジング，支持脚，取付ボルト，ボルト・ナット，空気作動部，作動部取付ボルト，連結棒，ハンドル軸の腐食（全面腐食）	■	塗膜等の管理により機器の健全性を維持しており，現状保全によって管理される程度の範囲の進行では固有振動数への影響は軽微であることから，耐震安全性に影響を与えるものではない。
空調設備	弁及びダンパ	軸の固着	■	機器の質量，耐震性に影響を及ぼすパラメータの変化とは無関係であり，また，地震により劣化の進行が助長されるものではないことから，耐震安全性に影響を与えるものではない。
機械設備	制御棒	制御材被覆管，シース，タイロッド，ソケット，ピン，上部ハンドルの粒界型応力腐食割れ	■	機能検査により，粒界型応力腐食割れによる制御棒の制御能力及び動作性に問題がないことを確認している。また，通常運転時の引抜状態の制御棒は原子炉圧力容器内下部プレナム部に設置された制御棒案内管内に収納され，地震時においても制御棒の挿入を阻害する応力が発生しない構造となっており，挿入状態でも制御棒上下に取り付けたローラを介して燃料集合体にガイドされ，有意な応力が発生しないことから，耐震安全性に影響を与えるものではない。
機械設備	制御棒駆動機構	ピストンチューブ，コレットピストン，インデックスチューブの隙間腐食	■	目視点検により機器の健全性を維持しており，現状保全によって管理される程度の範囲の進行では固有振動数への影響は軽微であることから，耐震安全性に影響を与えるものではない。

■：現在発生しているか又は将来にわたって起こることが否定できないが，機器の振動応答特性又は構造・強度への影響が「軽微もしくは無視」できるもの

表 2(27/39)　高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象に対する耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の抽出結果

機器分類	型式	経年劣化事象	耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の抽出結果	
			事象区分	判断理由
機械設備	制御棒駆動機構	ピストンチューブ，アウターチューブ，インデックスチューブ，コレットフィンガの粒界型応力腐食割れ	■	目視点検により機器の健全性を維持しており，現状保全によって管理される程度の範囲の進行では固有振動数への影響は軽微であることから，耐震安全性に影響を与えるものではない。
機械設備	水圧制御ユニット	スクラム弁，方向制御弁，ラプチャーディスク，配管及び弁の貫粒型応力腐食割れ	■	ステンレス鋼に対する代表ポイントにおける目視点検及び付着塩分量測定（保温材ありの場合は，保温材外面及び，保温材を取外した機器外面）を行っており，現状保全によって管理される程度の範囲の進行では固有振動数への影響は軽微であることから，耐震安全性に影響を与えるものではない。
機械設備	水圧制御ユニット	窒素容器（外面），サポート取付ボルト，支持脚，取付ボルト，埋込金物（大気接触部）の腐食（全面腐食）	■	塗膜等の管理により機器の健全性を維持しており，現状保全によって管理される程度の範囲の進行では固有振動数への影響は軽微であることから，耐震安全性に影響を与えるものではない。
機械設備	ディーゼル機関本体	空気冷却器伝熱管の異物付着	■	伝熱管の異物付着による重量増加は，伝熱管本体の重量と比較して十分小さく，固有振動数の変化への影響は軽微であることから，耐震安全性に影響を与えるものではない。
機械設備	ディーゼル機関本体	はずみ車，カップリングボルト，シリンダヘッドボルト，吸気管，排気管（外面），クランクケース，吸・排気管サポート，空気冷却器水室及び埋込金物（大気接触部）の腐食（全面腐食）	■	塗膜等の管理を行っており，機器の健全性を維持していることから，現状保全によって管理される程度の範囲の進行では固有振動数への影響は軽微であり，耐震安全性に影響を与えるものではない。

■：現在発生しているか又は将来にわたって起こることが否定できないが，機器の振動応答特性又は構造・強度への影響が「軽微もしくは無視」できるもの

表 2(28/39)　高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象に対する耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の抽出結果

機器分類	型式	経年劣化事象	耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の抽出結果	
			事象区分	判断理由
機械設備	ディーゼル機関本体	過給機ケーシング（冷却水側），シリンダヘッド（冷却水側），シリンダライナ（冷却水側），シリンダブロック（冷却水側）の腐食（全面腐食）	■	目視点検により機器の健全性を維持しており，現状保全によって管理される程度の範囲の進行では固有振動数への影響は軽微であることから，耐震安全性に影響を与えるものではない。
機械設備	ディーゼル機関本体	空気冷却器伝熱管の腐食（流れ加速型腐食）	◎	定期的な渦流探傷検査により伝熱管の健全性を確認しているが，現状保全によって管理される程度の腐食を想定した場合，断面減少による剛性低下は有意であるため，耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象として抽出する。
機械設備	ディーゼル機関付属設備	潤滑油系潤滑油冷却器，冷却水系清水冷却器伝熱管の腐食（流れ加速型腐食）	◎	定期的な渦流探傷検査により伝熱管の健全性を確認しているが，現状保全によって管理される程度の腐食を想定した場合，断面減少による剛性低下は有意であるため，耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象として抽出する。
機械設備	ディーゼル機関付属設備	潤滑油系及び燃料油系機器の外面，始動用空気系及び冷却水系機器の外面，サポート取付ボルト・ナット，ベース，機器取付ボルト，熱交換器フランジボルト等，支持脚，埋込金物（大気接触部），レストレイント，水室の腐食（全面腐食）	■	塗膜等の管理を行っており，機器の健全性を維持していることから，現状保全によって管理される程度の範囲の進行では固有振動数への影響は軽微であり，耐震安全性に影響を与えるものではない。
機械設備	ディーゼル機関付属設備	伝熱管の異物付着	■	伝熱管の異物付着による重量増加は，伝熱管本体の重量と比較して十分小さく，固有振動数の変化への影響は軽微であることから，耐震安全性に影響を与えるものではない。

◎：耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象

■：現在発生しているか又は将来にわたって起こることが否定できないが，機器の振動応答特性又は構造・強度への影響が「軽微もしくは無視」できるもの

表 2(29/39)　高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象に対する耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の抽出結果

機器分類	型式	経年劣化事象	耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の抽出結果	
			事象区分	判断理由
機械設備	可燃性ガス濃度制御系設備	ブロワキャン（外面），気水分離器（外面），フランジボルト，配管（外面），弁（外面），取付ボルト，ベース，筐体，埋込金物（大気接触部）の腐食	■	塗膜等の管理により機器の健全性を維持しており，現状保全によって管理される程度の範囲の進行では固有振動数への影響は軽微であることから，耐震安全性に影響を与えるものではない。
機械設備	可燃性ガス濃度制御系設備	加熱器エレメントの断線	■	機器の質量，耐震性に影響を及ぼすパラメータの変化とは無関係であり，また，地震により劣化の進行が助長されるものではないことから，耐震安全性に影響を与えるものではない。
機械設備	燃料取替機	ブレーキプレート，レール取付ボルト，車輪，レール，ガイドローラの腐食（全面腐食）	■	目視点検により機器の健全性を維持しており，現状保全によって管理される程度の範囲の進行では固有振動数への影響は軽微であることから，耐震安全性に影響を与えるものではない。
機械設備	燃料取替機	トロリフレーム，ブリッジフレーム及びレールの疲労割れ	■	目視点検及び作動確認により機器の健全性を維持しており，現状保全によって管理される程度の範囲の進行では固有振動数への影響は軽微であることから，耐震安全性に影響を与えるものではない。
機械設備	燃料取替機	ケーシング，軸継手，トロリフレーム，ブリッジフレーム，筐体，筐体取付ボルト，車軸，転倒防止装置の腐食（全面腐食）	■	塗膜等の管理を行っており，また，メッキ処理部については目視点検により機器の健全性を維持していることから，現状保全によって管理される程度の範囲の進行では固有振動数への影響は軽微であり，耐震安全性に影響を与えるものではない。
機械設備	燃料取替機	フック，マストチューブ，ガイドレール，ベアリング，車輪，レール，ガイドローラ，車軸の摩耗	■	目視点検及び作動確認により機器の健全性を維持しており，現状保全によって管理される程度の範囲の進行では固有振動数への影響は軽微であることから，耐震安全性に影響を与えるものではない。
機械設備	燃料取替機，燃料取扱クレーン	整流子の摩耗	■	機器の質量，耐震性に影響を及ぼすパラメータの変化とは無関係であり，また，地震により劣化の進行が助長されるものではないことから，耐震安全性に影響を与えるものではない。

■：現在発生しているか又は将来にわたって起こることが否定できないが，機器の振動応答特性又は構造・強度への影響が「軽微もしくは無視」できるもの

表 2(30/39)　高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象に対する耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の抽出結果

機器分類	型式	経年劣化事象	耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の抽出結果	
			事象区分	判断理由
機械設備	燃料取替機，燃料取扱クレーン	モータ及び速度検出器の主軸の摩耗	■	寸法測定を行い機器の健全性を維持しており，現状保全によって管理される程度の範囲の進行では固有振動数への影響は軽微であることから，耐震安全性に影響を与えるものではない。
機械設備	燃料取扱クレーン	配線用遮断器の固渋	■	機器の質量，耐震性に影響を及ぼすパラメータの変化とは無関係であり，また，地震により劣化の進行が助長されるものではないことから，耐震安全性に影響を与えるものではない。
機械設備	燃料取替機，燃料取扱クレーン	モータのフレーム，エンドブラケット，端子箱，取付ボルトの腐食（全面腐食）	■	塗膜等の管理により機器の健全性を維持しており，現状保全によって管理される程度の範囲の進行では固有振動数への影響は軽微であることから，耐震安全性に影響を与えるものではない。
機械設備	燃料取替機，燃料取扱クレーン	モータの固定子コア及び回転子コアの腐食（全面腐食）	■	目視点検により機器の健全性を維持しており，現状保全によって管理される程度の範囲の進行では固有振動数への影響は軽微であることから，耐震安全性に影響を与えるものではない。
機械設備	燃料取扱クレーン	フック及びピンの摩耗及びき裂	■	目視点検及び浸透探傷検査により機器の健全性を維持しており，現状保全によって管理される程度の範囲の進行では固有振動数への影響は軽微であることから，耐震安全性に影響を与えるものではない。
機械設備	燃料取扱クレーン	減速機ケーシング，軸継手，トロリ，サドル，ガーダ，レール取付ボルト及び浮上がり防止ラグ，筐体，筐体取付ボルトの腐食（全面腐食）	■	塗膜等の管理により機器の健全性を維持しており，現状保全によって管理される程度の範囲の進行では固有振動数への影響は軽微であることから，耐震安全性に影響を与えるものではない。
機械設備	燃料取扱クレーン	フック，ワイヤドラム，シーブ，ブレーキドラム，プレート，車輪及びレールの腐食	■	目視点検により機器の健全性を維持しており，現状保全によって管理される程度の範囲の進行では固有振動数への影響は軽微であることから，耐震安全性に影響を与えるものではない。
機械設備	燃料取扱クレーン	車輪及びレールの摩耗	■	目視点検により機器の健全性を維持しており，現状保全によって管理される程度の範囲の進行では固有振動数への影響は軽微であることから，耐震安全性に影響を与えるものではない。

■：現在発生しているか又は将来にわたって起こることが否定できないが，機器の振動応答特性又は構造・強度への影響が「軽微もしくは無視」できるもの

表 2(31/39)　高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象に対する耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の抽出結果

機器分類	型式	経年劣化事象	耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の抽出結果	
			事象区分	判断理由
機械設備	燃料取扱クレーン	トロリ，サドル，ガーダ及びレールの疲労割れ	■	目視点検及び作動確認により機器の健全性を維持しており，現状保全によって管理される程度の範囲の進行では固有振動数への影響は軽微であることから，耐震安全性に影響を与えるものではない。
機械設備	制御用圧縮空気系設備	スモールエンドメタル，プーリーの摩耗	■	目視点検により機器の健全性を維持しており，現状保全によって管理される程度の範囲の進行では固有振動数への影響は軽微であることから，耐震安全性に影響を与えるものではない。
機械設備	制御用圧縮空気系設備	圧縮機胴，クランクケース，アフタークーラ胴，支持板，管板，除湿塔胴，配管・弁，プーリー，フランジボルト，取付ボルト，配管サポート，サポート取付ボルト・ナット及び埋込金物の腐食（全面腐食）	■	塗膜等の管理により機器の健全性を維持しており，現状保全によって管理される程度の範囲の進行では固有振動数への影響は軽微であることから，耐震安全性に影響を与えるものではない。
機械設備	気体廃棄物処理系付属設備	フランジボルト，支持脚スライド部の腐食（全面腐食）	■	目視点検により機器の健全性を維持しており，現状保全によって管理される程度の範囲の進行では固有振動数への影響は軽微であることから，耐震安全性に影響を与えるものではない。
機械設備	気体廃棄物処理系付属設備	支持脚の腐食（全面腐食）	■	塗膜等の管理により機器の健全性を維持しており，現状保全によって管理される程度の範囲の進行では固有振動数への影響は軽微であることから，耐震安全性に影響を与えるものではない。
機械設備	気体廃棄物処理系付属設備	放気管，抽気室，排ガス入口管，管支持板及び胴の腐食（流れ加速型腐食）	■	目視点検又は肉厚測定により機器の健全性を維持しており現状保全によって管理される程度の範囲の進行では固有振動数への影響は軽微であることから，耐震安全性に影響を与えるものではない。
機械設備	気体廃棄物処理系付属設備	伝熱管の異物付着	■	伝熱管の異物付着による重量増加は，伝熱管本体の重量と比較して十分小さく，固有振動数への影響は軽微であることから，耐震安全性に影響を与えるものではない。
機械設備	新燃料貯蔵ラック	サポート部材の腐食	■	塗膜等の管理により機器の健全性を維持しており，現状保全によって管理される程度の範囲の進行では固有振動数への影響は軽微であることから，耐震安全性に影響を与えるものではない。

■：現在発生しているか又は将来にわたって起こることが否定できないが，機器の振動応答特性又は構造・強度への影響が「軽微もしくは無視」できるもの

表 2(32/39)　高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象に対する耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の抽出結果

機器分類	型式	経年劣化事象	耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の抽出結果	
			事象区分	判断理由
機械設備	補助ボイラ設備	胴，配管等の腐食（流れ加速型腐食）	■	目視点検又は肉厚測定により機器の健全性を維持しており，現状保全によって管理される程度の範囲の進行では固有振動数への影響は軽微であることから，耐震安全性に影響を与えるものではない。
機械設備	補助ボイラ設備	ケーシング等，ベース，埋込金物，配管サポートの腐食（全面腐食）	■	塗膜等の管理又は目視点検により機器の健全性を維持しており現状保全によって管理される程度の範囲の進行では固有振動数への影響は軽微であることから，耐震安全性に影響を与えるものではない。
機械設備	補助ボイラ設備	主軸，羽根車とケーシングリング間の摩耗	■	目視点検及び寸法測定により機器の健全性を維持しており，現状保全によって管理される程度の範囲の進行では固有振動数への影響は軽微であることから，耐震安全性に影響を与えるものではない。
機械設備	補助ボイラ設備	フランジボルト，汽水胴，水胴，火炉，管，安全弁，バーナの腐食（全面腐食）	■	目視点検により機器の健全性を維持しており，現状保全によって管理される程度の範囲の進行では固有振動数への影響は軽微であることから，耐震安全性に影響を与えるものではない。
機械設備	廃棄物処理設備	主軸，本体胴，軸，ケーシング，ホッパ，蓋，胴，上板，胴（上鏡，下鏡，下部胴），伝熱管，管板，水室，配管及び弁の腐食（孔食）	■	目視点検により機器（耐食性に優れたステンレス鋼機器を除く）の健全性を維持しており，現状保全によって管理される程度の範囲の進行では固有振動数への影響は軽微であることから，耐震安全性に影響を与えるものではない。
機械設備	廃棄物処理設備	支持脚，スカート，ベース，フランジボルト・ナット，ケーシングボルト・ナット，取付ボルト，水室，主軸，羽根車，上板，側板，下板，蓋，ドラムクロージャ，胴，本体胴，フレーム，ケーシング，外殻，破砕機ケーシング，配管，弁，埋込金物の腐食（全面腐食）	■	塗膜等の管理又は目視点検により機器の健全性を維持しており，現状保全によって管理される程度の範囲の進行では固有振動数への影響は軽微であることから，耐震安全性に影響を与えるものではない。

■：現在発生しているか又は将来にわたって起こることが否定できないが，機器の振動応答特性又は構造・強度への影響が「軽微もしくは無視」できるもの

表 2(33/39)　高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象に対する耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の抽出結果

機器分類	型式	経年劣化事象	耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の抽出結果	
			事象区分	判断理由
機械設備	廃棄物処理設備	主軸の摩耗	■	目視点検及び寸法測定により機器の健全性を維持しており，現状保全によって管理される程度の範囲の進行では固有振動数への影響は軽微であることから，耐震安全性に影響を与えるものではない。
機械設備	廃棄物処理設備	胴，伝熱管，管板，水室，上板，鏡板，外殻及びケーシングの応力腐食割れ	◎	目視点検，浸透探傷検査及び漏えい検査により健全性を確認しているが，将来にわたって発生することが否定できないことから，耐震安全性評価上着目すべき経年劣化事象として抽出する。
機械設備	廃棄物処理設備	水室の高サイクル疲労割れ	■	加熱器下部水室に接続される配管を適切なスパンで支持することで振動を抑制しており，また，目視点検及び浸透探傷検査により機器の健全性を維持しており，現状保全によって管理される程度の範囲の進行では固有振動数への影響は軽微であることから，耐震安全性に影響を与えるものではない。
機械設備	廃棄物処理設備	本体，配管及び弁（耐火物）の減肉	■	目視点検及び寸法測定により機器の健全性を維持しており，現状保全によって管理される程度の範囲の進行では固有振動数への影響は軽微であることから，耐震安全性に影響を与えるものではない。
機械設備	廃棄物処理設備	本体，配管及び弁（耐火物）の割れ	■	目視点検等により機器の健全性を維持しており，現状保全によって管理される程度の範囲の進行では固有振動数への影響は軽微であることから，耐震安全性に影響を与えるものではない。
機械設備	廃棄物処理設備	ダンパの固着	■	機器の質量，耐震性に影響を及ぼすパラメータの変化とは無関係であり，また，地震により劣化の進行が助長されるものではないことから，耐震安全性に影響を与えるものではない。
機械設備	廃棄物処理設備	伝熱管の摩耗及び高サイクル疲労割れ	■	伝熱管は支持板により適切なスパンで支持することで振動を抑制しており，現状保全によって管理される程度の範囲の進行では固有振動数への影響は軽微であることから，耐震安全性に影響を与えるものではない。
機械設備	廃棄物処理設備	排気筒筒身の腐食（全面腐食）	■	目視点検により機器の健全性を維持しており，現状保全によって管理される程度の範囲の進行では固有振動数への影響は軽微であることから，耐震安全性に影響を与えるものではない。

◎：耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象

■：現在発生しているか又は将来にわたって起こることが否定できないが，機器の振動応答特性又は構造・強度への影響が「軽微もしくは無視」できるもの

表 2(34/39)　高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象に対する耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の抽出結果

機器分類	型式	経年劣化事象	耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の抽出結果	
			事象区分	判断理由
機械設備	排気筒	オイルダンパの摩耗	■	目視点検により機器の健全性を維持しており，現状保全によって管理される程度の範囲の進行では固有振動数への影響は軽微であることから，耐震安全性に影響を与えるものではない。
機械設備	排気筒	主排気筒筒身，主排気筒管台，非常用ガス処理系排気筒筒身，フランジボルト・ナット，主排気筒鉄塔及び弾塑性ダンパの腐食	■	塗膜等の管理により機器の健全性を維持しており，現状保全によって管理される程度の範囲の進行では固有振動数への影響は軽微であることから，耐震安全性に影響を与えるものではない。
機械設備	排気筒	オイルダンパの腐食（全面腐食）	■	目視点検により機器の健全性を維持しており，現状保全によって管理される程度の範囲の進行では固有振動数への影響は軽微であることから，耐震安全性に影響を与えるものではない。
機械設備	使用済燃料乾式貯蔵容器	底板，二次蓋，外筒，中性子遮へいカバーの貫粒型応力腐食割れ	■	塗装により外気との接触を防止し，目視点検により塗膜の状態を確認し機器の健全性を維持しており，現状保全によって管理される程度の範囲の進行では固有振動数への影響は軽微であることから，耐震安全性に影響を与えるものではない。
機械設備	使用済燃料乾式貯蔵容器	二次蓋締付ボルト，外筒（外面），底板（外面），二次蓋（外面），中性子遮へいカバー（外面），リブ，支持台座，容器押え金具，トラニオン固定ボルトの腐食（全面腐食）	■	塗膜等の管理により機器の健全性を維持しており，現状保全によって管理される程度の範囲の進行では固有振動数への影響は軽微であることから，耐震安全性に影響を与えるものではない。
機械設備	使用済燃料乾式貯蔵容器	トラニオンの貫粒型応力腐食割れ	■	グリス塗布により外気との接触を防止し，目視点検により塗布状態を確認し機器の健全性を維持しており，現状保全によって管理される程度の範囲の進行では固有振動数への影響は軽微であることから，耐震安全性に影響を与えるものではない。
機械設備	水素再結合器	触媒カートリッジ（触媒）の水素反応機能低下	■	機器の質量，耐震性に影響を及ぼすパラメータの変化とは無関係であり，また，地震により劣化の進行が助長されるものではないことから，耐震安全性に影響を与えるものではない。

■：現在発生しているか又は将来にわたって起こることが否定できないが，機器の振動応答特性又は構造・強度への影響が「軽微もしくは無視」できるもの

表 2(35/39)　高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象に対する耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の抽出結果

機器分類	型式	経年劣化事象	耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の抽出結果	
			事象区分	判断理由
機械設備	水素再結合器	架台の腐食（全面腐食）	■	塗膜等の管理により機器の健全性を維持しており，現状保全によって管理される程度の範囲の進行では固有振動数への影響は軽微であることから，耐震安全性に影響を与えるものではない。
機械設備	基礎ボルト	基礎ボルトの腐食（全面腐食）	◎	基礎ボルトに現状保全によって管理される程度の腐食を想定した場合，部材断面の減少による剛性低下は有意であるため，耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象として抽出する。
機械設備	基礎ボルト	基礎ボルト(塗装部)の腐食(全面腐食)	■	塗膜等の管理により機器の健全性を維持しており，現状保全によって管理される程度の範囲の進行では固有振動数への影響は軽微であることから，耐震安全性に影響を与えるものではない。
電源設備	高圧閉鎖配電盤 動力用変圧器 低圧閉鎖配電盤 コントロールセンタ ディーゼル発電設備 MG セット 無停電電源装置 直流電源設備 計測用分電盤	筐体，取付ボルト，埋込金物(大気接触部）の腐食（全面腐食）	■	塗膜等の管理により機器の健全性を維持しており，現状保全によって管理される程度の範囲の進行では固有振動数への影響は軽微であることから，耐震安全性に影響を与えるものではない。
電源設備	高圧閉鎖配電盤	真空遮断器操作機構，配線用遮断器の固渋	■	機器の質量，耐震性に影響を及ぼすパラメータの変化とは無関係であり，また，地震により劣化の進行が助長されるものではないことから，耐震安全性に影響を与えるものではない。
電源設備	高圧閉鎖配電盤	真空遮断器真空バルブの真空度低下	■	機器の質量，耐震性に影響を及ぼすパラメータの変化とは無関係であり，また，地震により劣化の進行が助長されるものではないことから，耐震安全性に影響を与えるものではない。

◎：耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象

■：現在発生しているか又は将来にわたって起こることが否定できないが，機器の振動応答特性又は構造・強度への影響が「軽微もしくは無視」できるもの

表 2(36/39)　高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象に対する耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の抽出結果

機器分類	型式	経年劣化事象	耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の抽出結果	
			事象区分	判断理由
電源設備	高圧閉鎖配電盤	真空遮断器断路部，真空遮断器接触子，主回路断路部の摩耗	■	目視点検又はワイプ量の確認により機器の健全性を維持しており，現状保全によって管理される程度の範囲の進行では固有振動数への影響は軽微であることから，耐震安全性に影響を与えるものではない。
電源設備	動力用変圧器	鉄心及び鉄心締付ボルト，変圧器ベースの腐食（全面腐食）	■	塗膜等の管理により機器の健全性を維持しており，現状保全によって管理される程度の範囲の進行では固有振動数への影響は軽微であることから，耐震安全性に影響を与えるものではない。
電源設備	動力用変圧器	冷却ファンモータの主軸の摩耗	■	主軸については剛性が十分にあり，現状保全によって管理される程度の摩耗であれば剛性はほとんど変化せず固有振動数への影響は軽微であることから，耐震安全性に影響を与えるものではない。
電源設備	動力用変圧器	モータの固定子コア及び回転子コアの腐食（全面腐食）	■	動作確認により機器の健全性を維持しており，現状保全によって管理される程度の範囲の進行では固有振動数への影響は軽微であることから，耐震安全性に影響を与えるものではない。
電源設備	動力用変圧器 コントロールセンタ ディーゼル発電設備 MG セット 無停電電源装置 直流電源設備 計測用分電盤	配線用遮断器の固渋	■	機器の質量，耐震性に影響を及ぼすパラメータの変化とは無関係であり，また，地震により劣化の進行が助長されるものではないことから，耐震安全性に影響を与えるものではない。
電源設備	低圧閉鎖配電盤	気中遮断器操作機構，配線用遮断器，電動操作配線用遮断器の固渋	■	機器の質量，耐震性に影響を及ぼすパラメータの変化とは無関係であり，また，地震により劣化の進行が助長されるものではないことから，耐震安全性に影響を与えるものではない。
電源設備	低圧閉鎖配電盤	気中遮断器接触子，気中遮断器断路部及び主回路断路部の摩耗	■	目視点検等により機器の健全性を維持しており，現状保全によって管理される程度の範囲の進行では固有振動数への影響は軽微であることから，耐震安全性に影響を与えるものではない。

■：現在発生しているか又は将来にわたって起こることが否定できないが，機器の振動応答特性又は構造・強度への影響が「軽微もしくは無視」できるもの

表 2(37/39)　高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象に対する耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の抽出結果

機器分類	型式	経年劣化事象	耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の抽出結果	
			事象区分	判断理由
電源設備	低圧閉鎖配電盤	気中遮断器消弧室の汚損	■	機器の質量，耐震性に影響を及ぼすパラメータの変化とは無関係であり，また，地震により劣化の進行が助長されるものではないことから，耐震安全性に影響を与えるものではない。
電源設備	低圧閉鎖配電盤	主回路導体（非常用 P/C 除く）の腐食	■	塗膜等の管理により機器の健全性を維持しており，現状保全によって管理される程度の範囲の進行では固有振動数への影響は軽微であることから，耐震安全性に影響を与えるものではない。
電源設備	コントロールセンタ	断路部の摩耗	■	目視点検等により機器の健全性を維持しており，現状保全によって管理される程度の範囲の進行では固有振動数への影響は軽微であることから，耐震安全性に影響を与えるものではない。
電源設備	コントロールセンタ	水平母線，垂直母線の腐食	■	目視点検により機器の健全性を維持しており，現状保全によって管理される程度の範囲の進行では固有振動数への影響は軽微であることから，耐震安全性に影響を与えるものではない。
電源設備	コントロールセンタ	ユニットケース，サポートの腐食	■	塗膜等の管理により機器の健全性を維持しており，現状保全によって管理される程度の範囲の進行では固有振動数への影響は軽微であることから，耐震安全性に影響を与えるものではない。
電源設備	ディーゼル発電設備	主軸，コレクタリングの摩耗	■	目視点検，寸法測定又は摩耗量測定により機器の健全性を維持しており，現状保全によって管理される程度の範囲の進行では固有振動数への影響は軽微であることから，耐震安全性に影響を与えるものではない。
電源設備	ディーゼル発電設備	軸受（すべり）の摩耗及びはく離	■	摩耗については，目視点検及び寸法測定を，はく離については目視点検及び非破壊検査により機器の健全性を維持しており，現状保全によって管理される程度の範囲の進行では，固有振動数への影響は軽微であることから，耐震安全性に影響を与えるものではない。

■：現在発生しているか又は将来にわたって起こることが否定できないが，機器の振動応答特性又は構造・強度への影響が「軽微もしくは無視」できるもの

表 2(38/39)　高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象に対する耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の抽出結果

機器分類	型式	経年劣化事象	耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の抽出結果	
			事象区分	判断理由
電源設備	ディーゼル発電設備	フレーム，端子箱，エンドカバー，軸受台，固定子コア，回転子コアの腐食	■	目視点検により機器の健全性を維持しており，現状保全によって管理される程度の範囲の進行では固有振動数への影響は軽微であることから，耐震安全性に影響を与えるものではない。
電源設備	MG セット	発電機の主軸，フライホイール主軸の摩耗	■	寸法測定により機器の健全性を維持しており，現状保全によって管理される程度の範囲の進行では固有振動数への影響は軽微であることから，耐震安全性に影響を与えるものではない。
電源設備	MG セット	発電機電機子コア，界磁コア，励磁機界磁コア，電機子コア，フライホイール，カップリング，軸受ブラケットの腐食（全面腐食）	■	目視点検により機器の健全性を維持しており，現状保全によって管理される程度の範囲の進行では固有振動数への影響は軽微であることから，耐震安全性に影響を与えるものではない。
電源設備	MG セット	発電機フレーム，端子箱，エンドブラケット，ファン，共通架台，後打プレートの腐食（全面腐食）	■	目視点検により機器の健全性を維持しており，現状保全によって管理される程度の範囲の進行では固有振動数への影響は軽微であることから，耐震安全性に影響を与えるものではない。
電源設備	直流電源設備	電槽の割れ及び変形	■	目視点検等により機器の健全性を維持しており，現状保全によって管理される程度の範囲の進行では固有振動数への影響は軽微であることから，耐震安全性に影響を与えるものではない。
電源設備	直流電源設備	極板の腐食（全面腐食）	■	機器の質量，耐震性に影響を及ぼすパラメータの変化とは無関係であり，また，地震により劣化の進行が助長されるものではないことから，耐震安全性に影響を与えるものではない。
電源設備	直流電源設備	架台，チャンネルベース（大気接触部）の腐食（全面腐食）	■	塗膜等の管理により機器の健全性を維持しており，現状保全によって管理される程度の範囲の進行では固有振動数への影響は軽微であることから，耐震安全性に影響を与えるものではない。

■：現在発生しているか又は将来にわたって起こることが否定できないが，機器の振動応答特性又は構造・強度への影響が「軽微もしくは無視」できるもの

表 2(39/39)　高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象に対する耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の抽出結果

機器分類	型式	経年劣化事象	耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の抽出結果	
			事象区分	判断理由
電源設備	計測用分電盤	主回路導体の腐食（全面腐食）	■	目視点検等により機器の健全性を維持しており，現状保全によって管理される程度の範囲の進行では固有振動数への影響は軽微であることから，耐震安全性に影響を与えるものではない。
電源設備	計測用分電盤	チャンネルベースの腐食（全面腐食）	■	塗膜等の管理により機器の健全性を維持しており，現状保全によって管理される程度の範囲の進行では固有振動数への影響は軽微であることから，耐震安全性に影響を与えるものではない。
電源設備	計測用変圧器	鉄心及び鉄心締付ボルト，クランプ，変圧器箱，取付ボルト，埋込金物（大気接触部）の腐食（全面腐食）	■	塗膜等の管理により機器の健全性を維持しており，現状保全によって管理される程度の範囲の進行では固有振動数への影響は軽微であることから，耐震安全性に影響を与えるものではない。
電源設備	計測用変圧器	接続導体の腐食（全面腐食）	■	目視点検等により機器の健全性を維持しており，現状保全によって管理される程度の範囲の進行では固有振動数への影響は軽微であることから，耐震安全性に影響を与えるものではない。

■：現在発生しているか又は将来にわたって起こることが否定できないが，機器の振動応答特性又は構造・強度への影響が「軽微もしくは無視」できるもの

3. 個別機器の耐震安全性評価

3.1 ポンプ

本章は，東海第二発電所（以下，「東海第二」という）で使用している主要なポンプに係わる経年劣化事象について，耐震安全性評価をまとめたものである。

なお，東海第二の主要機器については，既に「技術評価」において経年劣化事象に対する健全性評価を行うとともに，現状保全の評価を実施しているため，本章においてはこれら検討結果を前提条件とし，評価を実施することとする。

3.1.1 評価対象機器

東海第二で使用している主要なポンプ（「技術評価」の評価対象機器）を評価対象機器とする。

なお，評価対象機器一覧を表 3.1-1 に示す。

表 3.1-1　評価対象機器一覧

型式	機器名称	耐震重要度
ターボポンプ	残留熱除去海水系ポンプ	S，重*1
	非常用ディーゼル発電機海水ポンプ	S，重*1
	高圧炉心スプレイディーゼル冷却系海水系ポンプ	S，重*1
	残留熱除去系ポンプ	S，重*1
	低圧炉心スプレイ系ポンプ	S，重*1
	高圧炉心スプレイ系ポンプ	S，重*1
	給水加熱器ドレンポンプ	B
	原子炉冷却材浄化系循環ポンプ	B
	原子炉冷却材浄化系保持ポンプ	B
	制御棒駆動水ポンプ	B
	タービン駆動原子炉給水ポンプ	B
	高圧復水ポンプ	B
	原子炉隔離時冷却系ポンプ	S，重*1
	電動機駆動原子炉給水ポンプ	B
	高圧炉心スプレイ系レグシールポンプ	B
	低圧炉心スプレイ系レグシールポンプ	B
	残留熱除去系レグシールポンプ	B
	原子炉隔離時冷却系レグシールポンプ	B
	緊急用海水ポンプ*2	重*1
	常設高圧代替注水ポンプ*2	重*1
	常設低圧代替注水ポンプ*2	重*1
	代替燃料プール冷却系ポンプ*2	重*1
	代替循環冷却系ポンプ*2	重*1
	格納容器圧力逃がし装置移送ポンプ*2	重*1
往復ポンプ	ほう酸水注入系ポンプ	S，重*1
原子炉再循環ポンプ	原子炉再循環ポンプ	S

*1：耐震重要度とは別に常設重大事故等対処設備の区分に応じた耐震設計が求められることを示す

*2：新規に設置される機器

3.1.2 代表機器の選定

「技術評価」の評価では評価対象ポンプをその型式等を基に分類しているが，本検討においてもこの分類に従って整理するものとし，それぞれの分類ごとに，「技術評価」における代表機器を本検討の代表機器とする。

ただし，グループ内で選定された「技術評価」の代表機器より，耐震重要度の上位の機器が存在する場合には，これについても代表機器として評価することとする。

各分類における，本検討での代表機器を表 3.1-2～4 に示す。

表 3.1-2(1/3)　ターボポンプの代表機器

分類基準			ポンプ名称	選定基準						「技術評価」代表機器	耐震安全性評価代表機器	備考
型式	内部流体	材料		仕様（容量×揚程）	重要度[*1]	使用条件						
						運転状態	最高使用圧力(MPa)[*2]	最高使用温度(℃)[*2]	耐震重要度			
立軸斜流	海水	ステンレス鋼	残留熱除去海水系ポンプ	885.7 m^3/h[*3] ×184.4 m[*3]	MS-1,重[*4]	一時	3.45	38	S，重[*5]	○	○	
			非常用ディーゼル発電機海水ポンプ	272.6 m^3/h[*3]×44 m[*3]	MS-1,重[*4]	一時	0.70	38	S，重[*5]			
			高圧炉心スプレイディーゼル冷却系海水系ポンプ	232.8 m^3/h[*3]×43 m[*3]	MS-1,重[*4]	一時	0.70	38	S，重[*5]			
			緊急用海水ポンプ[*6]	844 m^3/h×130 m	重[*4]	一時	2.45	38	重[*5]			
	純水	炭素鋼	残留熱除去系ポンプ	1,691.9 m^3/h×85.3 m	MS-1,重[*4]	一時	3.45	174	S，重[*5]	○	○	
			低圧炉心スプレイ系ポンプ	1,638.3 m^3/h ×169.5 m	MS-1,重[*4]	一時	4.14	100	S，重[*5]			
立軸遠心	純水	炭素鋼	高圧炉心スプレイ系ポンプ	1,576.5 m^3/h ×196.6 m	MS-1,重[*4]	一時	10.69	100	S，重[*5]	○	○	
		鋳鉄	給水加熱器ドレンポンプ	1,032.2 m^3/h×25 m	高[*7]	連続	0.70	149	B	○	○	

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

*2：ポンプ吐出配管の仕様を示す

*3：公称値を示す

*4：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す

*5：耐震重要度とは別に常設重大事故等対処設備の区分に応じた耐震設計が求められることを示す

*6：新規に設置される機器

*7：最高使用温度が 95 ℃を超え，又は最高使用圧力が 1,900 kPa を超える環境下にある原子炉格納容器外の重要度クラス 3 の機器

表 3.1-2(2/3) ターボポンプの代表機器

分類基準			ポンプ名称	仕様 (容量×揚程)	選定基準					「技術評価」代表機器	耐震安全性評価代表機器	備考
型式	内部流体	材料			重要度[*1]	使用条件			耐震重要度			
						運転状態	最高使用圧力(MPa)[*2]	最高使用温度(℃)[*2]				
横軸遠心	純水	ステンレス鋼	原子炉冷却材浄化系循環ポンプ	81.8 m^3/h×152.4 m	PS-2	連続	9.80	302	B	○	○	
			原子炉冷却材浄化系保持ポンプ	13 m^3/h×20 m	PS-2	連続	9.80	66	B			
			制御棒駆動水ポンプ	46.3 m^3/h×823 m	高[*3]	連続	12.06	66	B			
			常設高圧代替注水ポンプ[*4]	136.7 m^3/h[*7]×900 m[*7]	重[*5]	一時	10.70	120	重[*6]			
			格納容器圧力逃がし装置移送ポンプ[*4]	10 m^3/h×40 m	重[*5]	一時	2.5	200	重[*6]			
		低合金鋼	タービン駆動原子炉給水ポンプ	4,315 m^3/h×685.8 m	高[*3]	連続	15.51	233	B	○	○	
		炭素鋼	高圧復水ポンプ	3,792 m^3/h×365.8 m	高[*3]	連続	6.14	205	B			
			原子炉隔離時冷却系ポンプ	142 m^3/h×869 m	MS-1，重[*5]	一時	10.35	77	S，重[*6]	○	○	
			電動機駆動原子炉給水ポンプ	2,157.5 m^3/h×762 m	高[*3]	一時	15.51	233	B			

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

*2：ポンプ吐出配管の仕様を示す

*3：最高使用温度が 95 ℃を超え，又は最高使用圧力が 1,900 kPa を超える環境下にある原子炉格納容器外の重要度クラス 3 の機器

*4：新規に設置される機器

*5：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す

*6：耐震重要度とは別に常設重大事故等対処設備の区分に応じた耐震設計が求められることを示す

*7：公称値を示す

表 3.1-2(3/3)　ターボポンプの代表機器

分類基準			ポンプ名称	仕様 (容量×揚程)	選定基準					「技術評価」代表機器	耐震安全性評価代表機器	備考
型式	内部流体	材料			重要度[*1]	使用条件			耐震重要度			
						運転状態	最高使用圧力(MPa)[*2]	最高使用温度(℃)[*2]				
横軸遠心	純水	炭素鋼	高圧炉心スプレイ系レグシールポンプ	4.54 m^3/h×38.1 m	高[*3]	連続	1.04	100	B			
			低圧炉心スプレイ系レグシールポンプ	4.54 m^3/h×38.1 m	高[*3]	連続	1.04	100	B			
			残留熱除去系レグシールポンプ	4.54 m^3/h×48.8 m	高[*3]	連続	1.04	100	B			
			原子炉隔離時冷却系レグシールポンプ	4.54 m^3/h×48.8 m	高[*3]	連続	0.86	77	B			
			常設低圧代替注水ポンプ[*4]	200 m^3/h[*7]×200 m[*7]	重[*5]	一時	3.14	66	重[*6]			
			代替燃料プール冷却系ポンプ[*4]	124 m^3/h×40 m	重[*5]	一時	0.98	80	重[*6]			
			代替循環冷却系ポンプ[*4]	250 m^3/h×120 m	重[*5]	一時	3.45	80	重[*6]			

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

*2：ポンプ吐出配管の仕様を示す

*3：最高使用温度が 95 ℃を超え，又は最高使用圧力が 1,900 kPa を超える環境下にある原子炉格納容器外の重要度クラス 3 の機器

*4：新規に設置される機器

*5：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す

*6：耐震重要度とは別に常設重大事故等対処設備の区分に応じた耐震設計が求められることを示す

*7：公称値を示す

表 3.1-3　往復ポンプの代表機器

ポンプ名称	仕様 （容量×揚程）	選定基準					「技術評価」 代表機器	耐震安全性 評価 代表機器	備考
		重要度*1	使用条件			耐震 重要度			
			運転 状態	最高使用圧力 (MPa)*2	最高使用温度 (℃)*2				
ほう酸水注入系ポンプ	9.78 m^3/h×870 m	MS-1，重*3	一時	9.66	66	S，重*4	○	○	

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

*2：ポンプ吐出配管の仕様を示す

*3：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す

*4：耐震重要度とは別に常設重大事故等対処設備の区分に応じた耐震設計が求められることを示す

表 3.1-4　原子炉再循環ポンプの代表機器

ポンプ名称	仕様 （容量×揚程）	選定基準					「技術評価」 代表機器	耐震安全性 評価 代表機器	備考
		重要度*1	使用条件			耐震 重要度			
			運転 状態	最高使用圧力 (MPa)*2	最高使用温度 (℃)*2				
原子炉再循環ポンプ	8,100 m^3/h×245.4 m	PS-1	連続	11.38	302	S	○	○	

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

*2：ポンプ吐出配管の仕様を示す

3.1.3 耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象

(1) 「技術評価」での検討結果の整理

3.1.2 項で選定した代表ポンプについて,「技術評価」で検討された経年劣化事象に対し,「技術評価」での検討結果（詳細は「東海第二発電所　ポンプの技術評価書」参照）に基づき，耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象に対し保全対策を考慮し，以下のとおり整理した（表 3.1-5～7 参照)。

① 現在発生しておらず，今後も発生の可能性がないもの，又は小さいもの
（表中×）

② 現在発生しているか，又は将来にわたって起こることが否定できないもの
（表中○）

なお,①(表中×)に分類した経年劣化事象については耐震安全性評価対象外とし，その理由を表 3.1-5～7 中に記載した。

表 3.1-5　ターボポンプに想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部位	経年劣化事象	代表機器							「技術評価」評価結果概要*1
			①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	
－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	

－：経年劣化事象が考慮されないもの

*1：「×」としたものの理由を記載

① 残留熱除去海水系ポンプ

② 残留熱除去系ポンプ

③ 高圧炉心スプレイ系ポンプ

④ 給水加熱器ドレンポンプ

⑤ 原子炉冷却材浄化系循環ポンプ

⑥ タービン駆動原子炉給水ポンプ

⑦ 原子炉隔離時冷却系ポンプ

表 3.1-6　往復ポンプに想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部位	経年劣化事象	代表機器	「技術評価」評価結果概要*1
			ほう酸水注入系ポンプ	
－	－	－	－	

－：経年劣化事象が考慮されないもの

*1：「×」としたものの理由を記載

表 3.1-7　原子炉再循環ポンプに想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部位	経年劣化事象	代表機器	「技術評価」評価結果概要[*1]
			原子炉再循環ポンプ	
バウンダリの維持	ケーシング	疲労割れ	○	
		熱時効	○	

○：現在発生しているか，又は将来にわたって起こることが否定できないもの

*1：「×」としたものの理由を記載

(2) 耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の抽出

3.1.3 項(1)で整理された②の経年劣化事象については，これらの事象が顕在化した場合，代表機器の振動応答特性上又は構造・強度上，影響が「有意」であるか「軽微もしくは無視」できるかを以下で検討し，「軽微もしくは無視」できる事象については耐震安全性評価対象外とする（表 3.1-8～10 に耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象を示す)。

① ターボポンプにおける高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

ターボポンプにおける高経年化対策上着目すべき経年劣化事象を「技術評価」での検討結果に基づき整理した結果（表 3.1-5 参照)，現在発生しているか，又は将来にわたって起こることが否定できない事象は，抽出されなかった（表 3.1-8 参照)。

② 往復ポンプにおける高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

往復ポンプにおける高経年化対策上着目すべき経年劣化事象を「技術評価」での検討結果に基づき整理した結果（表 3.1-6 参照)，現在発生しているか，又は将来にわたって起こることが否定できない事象は，抽出されなかった（表 3.1-9 参照)。

③ 原子炉再循環ポンプにおける高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

原子炉再循環ポンプにおける高経年化対策上着目すべき経年劣化事象を「技術評価」での検討結果に基づき整理した結果（表 3.1-7 参照)，現在発生しているか，又は将来にわたって起こることが否定できない事象は，以下のとおりである。

・ケーシングの疲労割れ
・ケーシングの熱時効

本経年劣化事象は，機器の振動応答特性上又は構造・強度上，影響が「軽微もしくは無視」できるとは言えず，耐震安全性評価対象（表 3.1-10 で◎）とした。

表 3.1-8　ターボポンプの耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象

部位	経年劣化事象	代表機器						
		①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
－	－	－	－	－	－	－	－	－

－：経年劣化事象が想定されないもの及び今後も発生の可能性がないもの，又は小さいもの

① 残留熱除去海水系ポンプ

② 残留熱除去系ポンプ

③ 高圧炉心スプレイ系ポンプ

④ 給水加熱器ドレンポンプ

⑤ 原子炉冷却材浄化系循環ポンプ

⑥ タービン駆動原子炉給水ポンプ

⑦ 原子炉隔離時冷却系ポンプ

表 3.1-9　往復ポンプの耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象

部位	経年劣化事象	代表機器
		ほう酸水注入系ポンプ
－	－	－

－：経年劣化事象が想定されないもの及び今後も発生の可能性がないもの，又は小さいもの

表 3.1-10　原子炉再循環ポンプの耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象

部位	経年劣化事象	代表機器
		原子炉再循環ポンプ
ケーシング	疲労割れ	◎
	熱時効	◎

◎：以降で評価する

3.1.4 耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象に対する耐震安全性評価

3.1.3 項にて整理し抽出した経年劣化事象及び 2.2 項(2)b の表 2 で耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象に対して耐震安全性評価を実施する。

(1) ケーシングの疲労割れに対する耐震安全性評価［原子炉再循環ポンプ］

ケーシングの疲労割れに関しては，「技術評価」において運転開始後 60 年時点での疲労累積係数を評価し，健全性を確認している。ここでは，「技術評価」での疲労累積係数に基準地震動 S_S による疲労解析から求められる疲労累積係数を加味した疲労評価を行う。

評価の結果，疲労累積係数の和は，許容値 1 以下であり，ケーシングの疲労割れは耐震安全性に問題のないことを確認した（表 3.1-11 参照)。

表 3.1-11　ケーシング疲労解析結果

評価部位	区分	評価 地震力	運転実績回数 に基づく 疲労累積係数 (環境を考慮)	地震動による 疲労累積係数 (基準地震動 S_S*)	合計 (許容値：1 以下)
ポンプケーシングと 入口配管の溶接部	クラス 1	S_S	0.0000	0.0033	0.0033

＊：等価繰返し回数は，一律に設定する等価繰返し回数として設定した 160 回を用いた。弾性設計用地震動 S_d については，等価繰返し回数を 2 回分考慮しても基準地震動 S_S の等価繰返し回数である 160 回以下となるため，弾性設計用地震動 S_d による評価は省略した

(2) ケーシングの熱時効に対する耐震安全性評価［原子炉再循環ポンプ］

ケーシングの熱時効に関しては，「技術評価」の評価手法と同様に，保守的に初期欠陥を想定し，破壊力学的手法を用いて，ステンレス鋳鋼の熱時効後のき裂の安定性評価を実施した。

耐震安全性評価のための評価用荷重としては，通常運転状態で働く荷重に加え，地震発生時（地震力は S_s 地震力）の荷重を考慮し，ケーシングの健全性を評価した。

具体的には，評価対象部位の熱時効後の材料のき裂進展抵抗（J_{mat}）と構造系に作用する応力から算出されるき裂進展力（J_{app}）を求めてその比較を行った。

その結果，図 3.1-1 に示すように運転開始後 60 年時点までの疲労き裂進展長さを考慮した評価用き裂を想定しても，J_{mat} が J_{app} と交差し，J_{app} が J_{mat} を下回ることから，ケーシングは不安定破壊することはなく，耐震安全性に問題のないことを確認した。

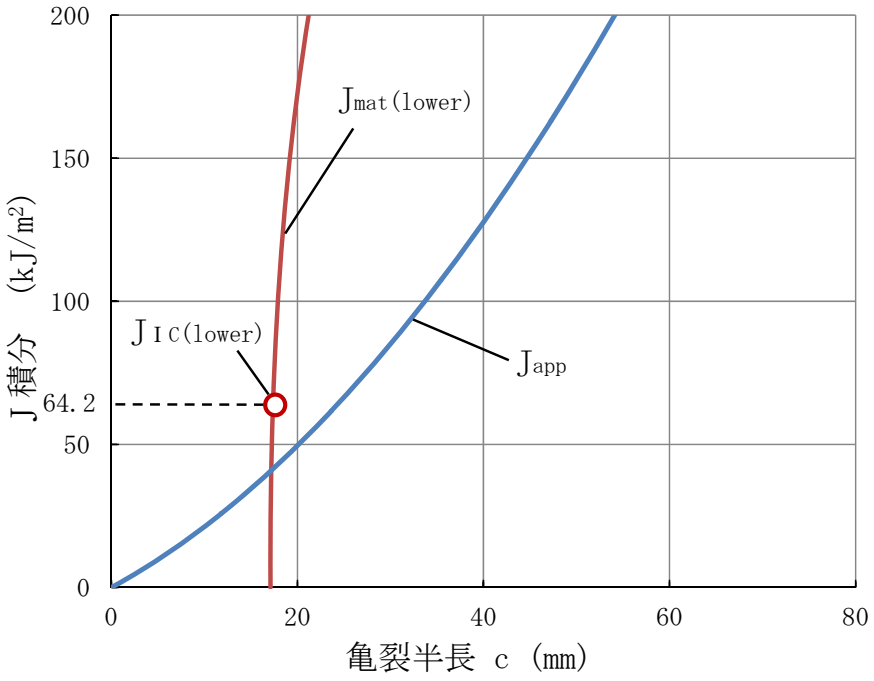


図 3.1-1　ケーシングのき裂安定性評価結果

3.1.5 評価対象機器全体への展開

以下の手順により，評価対象機器全体への耐震安全性評価の展開を実施することとする。

3.1.5.1 代表機器以外の評価対象機器における「技術評価」での検討結果の整理

3.1.3 項の代表機器及び 2.2 項(2)b の表 2 における耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の検討結果を用いて，代表機器以外の評価対象機器についても，「技術評価」での経年劣化事象の抽出及び保全対策の検討結果を用いて整理を行った。

(1) ケーシングの疲労割れ［原子炉再循環ポンプ］

ケーシングの疲労割れに関しては，評価対象機器全てを評価しているため，代表機器以外の機器はない。

(2) ケーシングの熱時効［原子炉再循環ポンプ］

ケーシングの熱時効に関しては，評価対象機器全てを評価しているため，代表機器以外の機器はない。

「技術評価」での経年劣化事象の抽出及び保全対策の検討結果を用いて，代表機器以外の評価対象機器についても整理を行った結果，代表機器における抽出結果以外の経年劣化事象は抽出されなかった。

3.1.5.2 耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の抽出

3.1.3 項にて整理し抽出した代表機器に想定される経年劣化事象及び 2.2 項(2)b の表 2 で耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象に対して，機器の振動応答特性上又は構造・強度上，影響が「軽微もしくは無視」できる事象を耐震安全性評価対象外としたものについては，評価対象機器全体において代表機器と同様の評価が可能であることを確認した。

3.1.5.3 耐震安全性評価

本項では，代表機器以外の機器に対する耐震安全性評価を実施する。

具体的には，3.1.5.2 項で代表機器に想定される経年劣化事象以外の事象が抽出されなかったことから，代表機器に想定される経年劣化事象と同じ事象に対する耐震安全性評価を実施した（代表機器以外の機器については表 3.1-2～4 参照)。

(1) 代表機器に想定される経年劣化事象と同じ事象に対する耐震安全性評価

代表機器以外の機器に関して，耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象はない。

3.1.6 経年劣化事象に対する動的機能維持評価

ポンプにおける高経年化に対する「技術評価」により，各部位に想定される経年劣化事象については，現状の保全対策により機器に与える影響が十分小さいことを確認した。

また，耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象に対する耐震安全性評価の実施により，ポンプにおける動的機能維持に必要となる部位での経年劣化事象は，機器の振動応答特性への影響が「軽微もしくは無視」できる事象であることを確認した。

さらに，耐震安全上考慮する必要のある基礎ボルトに対する耐震安全性評価の実施により，基礎ボルトにおける経年劣化事象は，ボルトが支持する機器の支持機能への影響がないことを確認している。

これより，経年劣化事象を考慮しても，地震時に動的機能の維持が要求される機器における地震時の応答加速度は各機器の機能確認済加速度を上回るものでないと考えられ，地震時の動的機能についても維持されると判断する。

3.1.7 保全対策に反映すべき項目の抽出

ポンプにおいては，「技術評価」にて検討された保全対策に，耐震安全上の観点から追加すべき項目はない。

3.2 熱交換器

本章は，東海第二で使用している主要な熱交換器に係わる経年劣化事象について，耐震安全性評価をまとめたものである。

なお，東海第二の主要機器については，既に「技術評価」において経年劣化事象に対する健全性評価を行うとともに，現状保全の評価を実施しているため，本章においてはこれら検討結果を前提条件とし，評価を実施することとする。

3.2.1 評価対象機器

東海第二で使用している主要な熱交換器（「技術評価」の評価対象機器）を評価対象機器とする。本評価にあたっては，評価対象機器についてグループ化や代表機器の選定を行わずに評価を実施する。

なお，評価対象機器一覧を表 3.2-1 に示す。

表 3.2-1　評価対象機器一覧

型式	機器名称	耐震重要度
U 字管式熱交換器	原子炉冷却材浄化系再生熱交換器	B
	原子炉冷却材浄化系非再生熱交換器	B
	グランド蒸気蒸発器	B
	給水加熱器	B
	残留熱除去系熱交換器	S，重*2
	排ガス予熱器	B
	排ガス復水器	B
	窒素ガス貯蔵設備蒸発器	C
プレート式熱交換器	代替燃料プール冷却系熱交換器*1	重*2

*1：新規に設置される機器

*2：耐震重要度とは別に常設重大事故等対処設備の区分に応じた耐震設計が求められることを示す

3.2.2 耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象

(1) 「技術評価」での検討結果の整理

「技術評価」で検討された経年劣化事象に対し,「技術評価」での検討結果（詳細は「東海第二発電所 熱交換器の技術評価書」参照）に基づき，耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象に対し保全対策を考慮し，以下のとおり整理した（表 3.2-2～3 参照)。

① 現在発生しておらず，今後も発生の可能性がないもの，又は小さいもの
（表中×）

② 現在発生しているか，又は将来にわたって起こることが否定できないもの
（表中○）

なお,①(表中×)に分類した経年劣化事象については耐震安全性評価対象外とし，その理由を表 3.2-2～3 中に記載した。

表 3.2-2　U 字管式熱交換器に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部位	経年劣化事象	代表機器								「技術評価」評価結果概要*1
			①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	
－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	

－：経年劣化事象が考慮されないもの

*1：「×」としたものの理由を記載

①原子炉冷却材浄化系再生熱交換器

②原子炉冷却材浄化系非再生熱交換器

③グランド蒸気蒸発器

④給水加熱器

⑤残留熱除去系熱交換器

⑥排ガス予熱器

⑦排ガス復水器

⑧窒素ガス供給設備蒸発器

表 3.2-3　プレート式熱交換器に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部位	経年劣化事象	代表機器	「技術評価」評価結果概要*1
			代替燃料プール冷却系熱交換器	
－	－	－	－	

－：経年劣化事象が考慮されないもの

*1：「×」としたものの理由を記載

(2) 耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の抽出

3.2.2 項(1)で整理された②の経年劣化事象については，これらの事象が顕在化した場合，代表機器の振動応答特性上又は構造・強度上，影響が「有意」であるか「軽微もしくは無視」できるかを以下で検討し，「軽微もしくは無視」できる事象については耐震安全性評価対象外とする（表 3.2-4～5 に耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象を示す)。

① U 字管式熱交換器における高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

U 字管式熱交換器における高経年化対策上着目すべき経年劣化事象を「技術評価」での検討結果に基づき整理した結果（表 3.2-2 参照)，現在発生しているか，又は将来にわたって起こることが否定できない事象は，抽出されなかった（表 3.2-4 参照)。

② プレート式熱交換器における高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

プレート式熱交換器における高経年化対策上着目すべき経年劣化事象を「技術評価」での検討結果に基づき整理した結果（表 3.2-3 参照)，現在発生しているか，又は将来にわたって起こることが否定できない事象は，抽出されなかった（表 3.2-5 参照)。

表 3.2-4　U 字管式熱交換器の耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象

部位	経年劣化事象	代表機器							
		①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧
－	－	－	－	－	－	－	－	－	－

－：経年劣化事象が想定されないもの及び今後も発生の可能性がないもの，又は小さいもの

① 原子炉冷却材浄化系再生熱交換器

② 原子炉冷却材浄化系非再生熱交換器

③ グランド蒸気蒸発器

④ 給水加熱器

⑤ 残留熱除去系熱交換器

⑥ 排ガス予熱器

⑦ 排ガス復水器

⑧ 窒素ガス供給設備蒸発器

表 3.2-5　プレート式熱交換器の耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象

部位	経年劣化事象	代表機器
		代替燃料プール冷却系熱交換器
－	－	－

－：経年劣化事象が想定されないもの及び今後も発生の可能性がないもの，又は小さいもの

3.2.3 耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象に対する耐震安全性評価

3.2.2項にて整理し抽出した経年劣化事象及び2.2項(2)bの表2で耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象に対して耐震安全性評価を実施する。

(1) 伝熱管の腐食（流れ加速型腐食）[残留熱除去系熱交換器]

流れ加速型腐食により伝熱管の肉厚が減少すると剛性が低下し，地震時により大きな応力が発生することが考えられる。伝熱管の減肉に対しては保全対策上，渦流探傷検査を実施し，管理基準まで減肉した場合に施栓を行うこととしている。

ここでは，残留熱除去系熱交換器伝熱管については，施栓基準である26 %厚さまで減肉した場合における地震時の耐震安全性評価を実施した。

評価の結果，いずれの伝熱管においても発生応力は許容応力を下回り，耐震安全性に問題のないことを確認した（表3.2-6参照)。

表3.2-6　伝熱管減肉に対する耐震安全性評価

評価対象	区分	耐震重要度	評価地震力	許容応力状態	応力種別	発生応力(MPa)		許容応力*1 (MPa)
						管板～管支持板	管支持板～管支持板	
残留熱除去系熱交換器	クラス2	S，重*2	S_S *3	$\mathrm{IV}_A S$	一次応力	71	78	328

*1：日本機械学会「発電用原子力設備規格　設計・建設規格 JSME S NC1-2005（2007年追補版を含む)」（以下,「設計建設規格」という）付録材料図表Part5 表9に当該材料の各温度による値が規定されていないため,付録材料図表Part5 表6に記載の最小引張強さの値を用い，耐震重要度及び許容応力状態を考慮して定まる値

*2：耐震重要度とは別に常設重大事故等対処設備の区分に応じた耐震設計が求められることを示す

*3：S_S地震力がS_d地震力及びSクラス機器に適用される静的地震力より大きく，S_S地震力による評価応力がS_d地震力及びSクラス機器に適用される静的地震力の許容応力を下回るため，S_d地震力及び静的地震力による評価を省略した

(2) 管支持板の腐食（流れ加速型腐食）［給水加熱器］

管支持板の腐食により，伝熱管の支持機能が喪失した場合，伝熱管の摩耗等が想定される。

ここでは，給水加熱器伝熱管支持機能喪失に対する施栓基準である第 1，第 2 給水加熱器：2.0 箇所，第 3，第 5 給水加熱器：2.5 箇所の支持板の伝熱管支持機能が喪失したと仮定して実施した。

評価の結果，いずれの伝熱管においても発生応力は許容応力を下回り，耐震安全性に問題のないことを確認した（表 3.2-7 参照)。

表 3.2-7　伝熱管支持機能喪失に対する耐震安全性評価

評価対象	区分	耐震重要度	評価地震力	許容応力状態	応力種別	発生応力(MPa)		許容応力*1 (MPa)
						管板～管支持板	管支持板～管支持板	
第 3 給水加熱器	クラス 3	B	S_d	B_AS	一次応力	87	90	132

*1：設計建設規格 付録材料図表 Part5 表 5 より定まる値に 1.2 を乗じた値

(3) 胴の腐食［残留熱除去系熱交換器］

胴が腐食によって減肉すると剛性が低下し，地震による応力の増加が考えられる。

ここでは，万が一胴部に有意な腐食があるものとし，60 年間分の腐食量 1.4 mm（全面腐食）を想定して耐震安全性評価を実施することとする。

評価の結果，発生応力は許容応力を下回り，耐震安全性に問題のないことを確認した（表 3.2-8 参照)。

表 3.2-8　胴の腐食に対する耐震安全性評価

機器名	区分	耐震重要度	評価地震力	許容応力状態	応力種別	発生応力 (MPa)	許容応力*1 (MPa)
残留熱除去系熱交換器	クラス 2	S，重*2	S_S	$\mathrm{IV_AS}$	一次一般膜応力	67	234
					一次応力	88	351
					一次＋二次応力	193	360
			S_d	$\mathrm{III_AS}$	一次一般膜応力	67	180
					一次応力	85	270
					一次＋二次応力	172	360

*1：設計建設規格 付録材料図表 Part5 表 8，9 より定まる値に対し耐震重要度及び許容応力状態を考慮した値

*2：耐震重要度とは別に常設重大事故等対処設備の区分に応じた耐震設計が求められることを示す

3.2.4 評価対象機器全体への展開

熱交換器に関しては，評価対象機器全てを評価しているため，代表機器以外の機器はない。

3.2.5 保全対策に反映すべき項目の抽出

熱交換器においては，「技術評価」にて検討された保全対策に，耐震安全上の観点から追加すべき項目はない。

3.3 ポンプモータ

本章は，東海第二で使用している主要なポンプモータに係わる経年劣化事象について，耐震安全性評価をまとめたものである。

なお，東海第二の主要機器については，既に「技術評価」において経年劣化事象に対する健全性評価を行うとともに，現状保全の評価を実施しているため，本章においてはこれら検討結果を前提条件とし，評価を実施することとする。

3.3.1 評価対象機器

東海第二で使用している主要なポンプモータ（「技術評価」の評価対象機器）を評価対象機器とする。

なお，評価対象機器一覧を表 3.3-1 に示す。

表 3.3-1　評価対象機器一覧

電圧区分	機器名称	耐震重要度
高圧ポンプモータ	残留熱除去海水系ポンプモータ	S，重*1
	高圧炉心スプレイ系ポンプモータ	S，重*1
	低圧炉心スプレイ系ポンプモータ	S，重*1
	残留熱除去系ポンプモータ	S，重*1
	緊急用海水ポンプモータ*2	重*1
低圧ポンプモータ	ほう酸水注入系ポンプモータ	S，重*1
	ほう酸水注入系潤滑油ポンプモータ	S
	原子炉冷却材浄化系循環ポンプモータ	B
	常設低圧代替注水系ポンプモータ*2	重*1
	代替燃料プール冷却系ポンプモータ*2	重*1
	代替循環冷却系ポンプモータ*2	重*1
	非常用ディーゼル発電機冷却系海水ポンプモータ	S，重*1
	原子炉冷却材浄化系ろ過脱塩器保持ポンプモータ	B
	格納容器圧力逃がし装置移送ポンプモータ*2	重*1

*1：耐震重要度とは別に常設重大事故等対処設備の区分に応じた耐震設計が求められることを示す

*2：新規に設置される機器

3.3.2 代表機器の選定

「技術評価」の評価では評価対象ポンプモータをその電圧区分等を基に分類しているが，本検討においてもこの分類にしたがって整理するものとし，それぞれの分類ごとに，「技術評価」における代表機器を本検討の代表機器とする。

ただし，グループ内で選定された「技術評価」の代表機器より，耐震重要度の上位の機器が存在する場合には，これについても代表機器として評価することとする。

各分類における，本検討での代表機器を表 3.3-2～3 に示す。

表 3.3-2　高圧ポンプモータの代表機器

分類基準		機器名称	仕様 (定格出力×回転速度)	選定基準						「技術評価」代表機器	耐震安全性評価代表機器	備考
型式	設置場所			重要度[*1]	使用条件				耐震重要度			
					定格電圧(V)	定格出力(kW)	運転状態	周囲温度(℃)				
全閉	屋外	残留熱除去海水系ポンプモータ	900 kW×1,480 rpm	MS-1,重[*2]	AC 6,600	900	一時	40[*3]	S,重[*4]	○	○	
開放	屋内	高圧炉心スプレイ系ポンプモータ	2,280 kW×1,480 rpm	MS-1,重[*2]	AC 6,600	2,280	一時	40.0[*5]	S,重[*4]	○	○	
		低圧炉心スプレイ系ポンプモータ	1,250 kW×985 rpm	MS-1,重[*2]	AC 6,600	1,250	一時	40.0[*6]	S,重[*4]			
		残留熱除去系ポンプモータ	680 kW×985 rpm	MS-1,重[*2]	AC 6,600	680	一時	40.0[*7]	S,重[*4]			
		緊急用海水ポンプモータ[*8]	510 kW×1,500 rpm[*9]	重[*2]	AC 6,600	510	一時	40[*10]	重[*4]			

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

*2：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す

*3：水戸地方気象台における既往最厳値に余裕をもたせた温度

*4：耐震重要度とは別に常設重大事故等対処設備の区分に応じた耐震設計が求められることを示す

*5：高圧炉心スプレイ系ポンプ室における設計値

*6：低圧炉心スプレイ系ポンプ室における設計値

*7：残留熱除去系ポンプ室における設計値

*8：新規に設置される機器

*9：同期回転速度を示す

*10：緊急用海水ポンプピットにおける設計値

表 3.3-3　低圧ポンプモータの代表機器

分類基準		機器名称	仕様 （定格出力×回転速度）	選定基準						「技術評価」代表機器	耐震安全性評価代表機器	備考
					使用条件							
型式	設置場所			重要度[*1]	定格電圧 (V)	定格出力 (kW)	運転状態	周囲温度 (℃)	耐震重要度			
全閉	屋内	ほう酸水注入系ポンプモータ	37 kW×965 rpm	MS-1,重[*2]	AC 440	37	一時	40.0[*3]	S,重[*4]	○	○	
		ほう酸水注入系潤滑油ポンプモータ	0.4 kW×1,420 rpm	MS-1	AC 200	0.4	一時	40.0[*3]	S			
		原子炉冷却材浄化系循環ポンプモータ	75 kW×2,930 rpm	PS-2	AC 440	75	連続	40.0[*3]	B			
		常設低圧代替注水系ポンプモータ[*5]	190 kW×1,500 rpm[*6]	重[*2]	AC 440	190	一時	40[*7]	重[*4]			
		代替燃料プール冷却系ポンプモータ[*5]	30 kW×3,000 rpm[*6]	重[*2]	AC 440	30	一時	40.0[*3]	重[*4]			
		代替循環冷却系ポンプモータ[*5]	132 kW×1,500 rpm[*6]	重[*2]	AC 440	132	一時	40.0[*3]	重[*4]			
	屋外	非常用ディーゼル発電機冷却系海水ポンプモータ	55 kW×1,455 rpm	MS-1,重[*2]	AC 440	55	一時	40[*8]	S,重[*4]	○	○	
水浸	屋内	原子炉冷却材浄化系ろ過脱塩器保持ポンプモータ	3.7 kW×3,000 rpm	PS-2	AC 440	3.7	一時	40.0[*3]	B	○	○	
		格納容器圧力逃がし装置移送ポンプモータ[*5]	7.5 kW×3,000 rpm[*6]	重[*2]	AC 440	7.5	一時	40[*9]	重[*4]			

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

*2：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す　　*3：原子炉建屋における設計値

*4：耐震重要度とは別に常設重大事故等対処設備の区分に応じた耐震設計が求められることを示す　　*5：新規に設置される機器

*6：同期回転速度を示す　　*7：常設低圧代替注水系ポンプ室における設計値

*8：水戸地方気象台における既往最厳値に余裕をもたせた温度　　*9：格納容器圧力逃がし装置格納槽における設計値

3.3.3 耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象

(1) 「技術評価」での検討結果の整理

3.3.2 項で選定した代表ポンプモータについて,「技術評価」で検討された経年劣化事象に対し,「技術評価」での検討結果（詳細は「東海第二発電所　ポンプモータの技術評価書」参照）に基づき，耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象に対し保全対策を考慮し，以下のとおり整理した（表 3.3-4～5 参照)。

① 現在発生しておらず，今後も発生の可能性がないもの，又は小さいもの
（表中×）

② 現在発生しているか，又は将来にわたって起こることが否定できないもの
（表中○）

なお,①(表中×)に分類した経年劣化事象については耐震安全性評価対象外とし，その理由を表 3.3-4～5 中に記載した。

表 3.3-4　高圧ポンプモータに想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部位	経年劣化事象	代表機器		「技術評価」評価結果概要*1
			残留熱除去海水系ポンプモータ	高圧炉心スプレイ系ポンプモータ	
－	－	－	－	－	

－：経年劣化事象が考慮されないもの

*1：「×」としたものの理由を記載

表 3.3-5　低圧ポンプモータに想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部位	経年劣化事象	代表機器			「技術評価」評価結果概要*1
			ほう酸水注入系ポンプモータ	非常用ディーゼル発電機冷却系海水ポンプモータ	原子炉冷却材浄化系ろ過脱塩器保持ポンプモータ	
－	－	－	－	－	－	

－：経年劣化事象が考慮されないもの

*1：「×」としたものの理由を記載

(2) 耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の抽出

3.3.3 項(1)で整理された②の経年劣化事象については，これらの事象が顕在化した場合，代表機器の振動応答特性上又は構造・強度上，影響が「有意」であるか「軽微もしくは無視」できるかを以下で検討し，「軽微もしくは無視」できる事象については耐震安全性評価対象外とする（表 3.3-6～7 に耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象を示す)。

① 高圧ポンプモータにおける高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

高圧ポンプモータにおける高経年化対策上着目すべき経年劣化事象を「技術評価」での検討結果に基づき整理した結果（表 3.3-4 参照)，現在発生しているか，又は将来にわたって起こることが否定できない事象は，抽出されなかった(表 3.3-6 参照)。

② 低圧ポンプモータにおける高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

低圧ポンプモータにおける高経年化対策上着目すべき経年劣化事象を「技術評価」での検討結果に基づき整理した結果（表 3.3-5 参照)，現在発生しているか，又は将来にわたって起こることが否定できない事象は，抽出されなかった(表 3.3-7 参照)。

表 3.3-6　高圧ポンプモータの耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象

部位	経年劣化事象	代表機器	
		残留熱除去海水系ポンプモータ	高圧炉心スプレイ系ポンプモータ
－	－	－	－

－：経年劣化事象が想定されないもの及び今後も発生の可能性がないもの，又は小さいもの

表 3.3-7　低圧ポンプモータの耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象

部位	経年劣化事象	代表機器		
		ほう酸水注入系ポンプモータ	非常用ディーゼル発電機 冷却系海水ポンプモータ	原子炉冷却材浄化系 ろ過脱塩器保持ポンプモータ
－	－	－	－	－

－：経年劣化事象が想定されないもの及び今後も発生の可能性がないもの，又は小さいもの

3.3.4 耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象に対する耐震安全性評価

3.3.3 項及び 2.2 項(2)b の表 2 における検討結果より，ポンプモータの代表機器において，耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象はない。

3.3.5 評価対象機器全体への展開

以下の手順により，評価対象機器全体への耐震安全性評価の展開を実施することとする。

3.3.5.1 代表機器以外の評価対象機器における「技術評価」での検討結果の整理

3.3.3 項の代表機器及び 2.2 項(2)b の表 2 における耐震安全性上考慮する必要のある経年劣化事象の検討を行った結果，経年劣化事象は抽出されなかった。

「技術評価」での経年劣化事象の抽出及び保全対策の検討結果を用いて，代表機器以外の評価対象機器についても整理を行った結果，代表機器における抽出結果以外の経年劣化事象は抽出されなかった。

3.3.5.2 耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の抽出

3.3.3 項にて整理し抽出した代表機器に想定される経年劣化事象及び 2.2 項(2)b の表 2 で耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象に対して，機器の振動応答特性上又は構造・強度上，影響が「軽微もしくは無視」できる事象を耐震安全性評価対象外としたものについては，評価対象機器全体において代表機器と同様の評価が可能であることを確認した。

3.3.5.3 耐震安全性評価

本項では，代表以外の機器に対する耐震安全性評価を実施する。

具体的には，3.3.5.2 項で代表機器に想定される経年劣化事象以外の事象が抽出されなかったことから，代表機器に想定される経年劣化事象と同じ事象に対する耐震安全性評価を実施した（代表機器以外の機器については表 3.3-2，3 参照)。

(1) 代表機器に想定される経年劣化事象と同じ事象に対する耐震安全性評価

代表機器以外の機器に関して，耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象はない。

3.3.6 経年劣化事象に対する動的機能維持評価

ポンプモータにおける高経年化に対する「技術評価」により，各部位に想定される経年劣化事象については，現状の保全対策により機器に与える影響が十分小さいことを確認した。

また，耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象に対する耐震安全性評価の実施により，ポンプモータにおける動的機能維持に必要となる部位での経年劣化事象は，機器の振動応答特性への影響が「軽微もしくは無視」できる事象であることを確認した。

これより，経年劣化事象を考慮しても，地震時に動的機能の維持が要求される機器における地震時の応答加速度は各機器の機能確認済加速度を上回るものではないと考えられ，地震時の動的機能についても維持されると判断する。

3.3.7 保全対策に反映すべき項目の抽出

ポンプモータにおいては，「技術評価」にて検討された保全対策に，耐震安全上の観点から追加すべき項目はない。

3.4 容器

本章は，東海第二で使用している主要な容器に係わる経年劣化事象について，耐震安全性評価をまとめたものである。

なお，東海第二の主要機器については，既に「技術評価」において経年劣化事象に対する健全性評価を行うとともに，現状保全の評価を実施しているため，本章においてはこれらの検討結果を前提条件とし，評価を実施することとする。

3.4.1 評価対象機器

東海第二で使用している主要な容器（「技術評価」の評価対象機器）を評価対象機器とする。

なお，評価対象機器一覧を表 3.4-1 に示す。

表 3.4-1(1/2)　評価対象機器一覧

分類		機器名称	耐震重要度
原子炉圧力容器		原子炉圧力容器	S，重*1
原子炉格納容器	原子炉格納容器本体	原子炉格納容器本体	S，重*1
	機械ペネトレーション	配管貫通部	S，重*1
		機器搬入口	S，重*1
		エアロック	S，重*1
		ハッチ及びマンホール	S，重*1
	電気ペネトレーション	モジュール型電気ペネトレーション	S，重*1
その他容器		湿分分離器	B
		スクラム排出水容器	B
		ほう酸水注入系貯蔵タンク	S，重*1
		使用済燃料貯蔵プール	S，重*1
		原子炉ウェル	S
		燃料プール冷却浄化系スキマサージタンク	重*1
		MSIV用アキュムレータ	S
		SRV（ADS）用アキュムレータ	S，重*1
		SRV用アキュムレータ	S
		SLC用アキュムレータ	S
		活性炭ベット	B
		排ガス後置除湿器	B
		排ガス再結合器	B

*1：耐震重要度とは別に常設重大事故等対処設備の区分に応じた耐震設計が求められることを示す

表 3.4-1(2/2)　評価対象機器一覧

分類	機器名称	耐震重要度
その他容器	格納容器圧力逃がし装置フィルタ装置*1	重*2
	原子炉冷却材浄化系フィルタ脱塩器	B
	制御棒駆動水系ポンプ出口ラインフィルタ	B
	原子炉冷却材浄化系ポンプシールパージフィルタ	B
	原子炉再循環ポンプシールパージフィルタ	B
	残留熱除去海水系ポンプ出口ストレーナ	S，重*2
	非常用及びHPCS系ディーゼル発電機海水ポンプ出口ストレーナ	S，重*2
	緊急用海水系ストレーナ*1	重*2

*1：新規に設置される機器

*2：耐震重要度とは別に常設重大事故等対処設備の区分に応じた耐震設計が求められることを示す

3.4.2 代表機器の選定

「技術評価」の評価では評価対象容器をその型式等をもとに分類しているが，本検討においてもこの分類に従って整理するものとし，それぞれの分類ごとに，「技術評価」における代表機器を本検討の代表機器とする。

ただし，グループ内で選定された「技術評価」の代表機器より，耐震重要度の上位の機器が存在する場合には，これについても代表機器として評価することとする。

各分類における，本検討での代表機器を表 3.4-2～6 に示す。

表 3.4-2　原子炉圧力容器の代表機器

機器名称	重要度	使用条件		耐震重要度	「技術評価」代表機器	耐震安全性評価代表機器
		最高使用圧力（MPa）	最高使用温度（℃）			
原子炉圧力容器	PS-1，重[*1]	8.62	302	S，重[*2]	○	○

*1：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す

*2：耐震重要度とは別に常設重大事故等対処設備の区分に応じた耐震設計が求められることを示す

表 3.4-3　原子炉格納容器の代表機器

機器名称	重要度	使用条件				耐震重要度	「技術評価」代表機器	耐震安全性評価代表機器
		最高使用圧力（kPa）		最高使用温度（℃）				
		ドライウェル	サプレッション・チェンバ	ドライウェル	サプレッション・チェンバ			
原子炉格納容器	MS-1，重[*1]	310（内圧） 14（外圧）	310（内圧） 14（外圧）	171	104.5	S，重[*2]	○	○

*1：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す

*2：耐震重要度とは別に常設重大事故等対処設備の区分に応じた耐震設計が求められることを示す

表 3.4-4(1/7)　機械ペネトレーションの代表機器

分類基準		ペネトレーション番号	使用用途	選定基準				「技術評価」代表機器	耐震安全性評価代表機器	備考
部位	型式			重要度[*1]	最高使用温度（℃）	配管口径（A）	耐震重要度			
配管貫通部	ベローズ式	X-18A～D	主蒸気系	MS-1，重[*2]	302	650	S，重[*3]	○	○	
		X-17A，B	給水系	MS-1，重[*2]	302	500	S，重[*3]			
		X-20	残留熱除去系（供給）	MS-1，重[*2]	302	500	S，重[*3]			
		X-6	高圧炉心スプレイ系	MS-1，重[*2]	302	300	S，重[*3]			
		X-8	低圧炉心スプレイ系	MS-1，重[*2]	302	300	S，重[*3]			
		X-12A～C	低圧注水系	MS-1，重[*2]	302	300	S，重[*3]			
		X-19A，B	残留熱除去系（戻り）	MS-1，重[*2]	302	300	S，重[*3]			
		X-21	原子炉隔離時冷却系（蒸気供給）	MS-1，重[*2]	302	250	S，重[*3]			
		X-2	原子炉圧力容器ヘッドスプレイ	MS-1，重[*2]	302	150	S，重[*3]			
		X-14	原子炉冷却材浄化系	MS-1，重[*2]	302	150	S，重[*3]			
		X-22	復水ドレン	MS-1，重[*2]	302	80	S，重[*3]			
	固定式-1	X-38	再循環系ポンプシールパージ，格納容器計装，主蒸気配管計装	MS-1，重[*2]	302	25	S，重[*3]			
		X-29D	再循環系サンプリング	MS-1，重[*2]	302	25	S，重[*3]			
		X-13	ほう酸水注入系	MS-1，重[*2]	302	40	S，重[*3]			

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

*2：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す

*3：耐震重要度とは別に常設重大事故等対処設備の区分に応じた耐震設計が求められることを示す

表 3.4-4(2/7)　機械ペネトレーションの代表機器

分類基準		ペネトレーション番号	使用用途	選定基準				「技術評価」代表機器	耐震安全性評価代表機器	備考
部位	型式			重要度[*1]	最高使用温度（℃）	配管口径（A）	耐震重要度			
配管貫通部	固定式-1	X-60	残留熱除去系熱交換器安全弁排気（閉止）	MS-1，重[*2]	171	450[*4]	S，重[*3]			
		X-62	残留熱除去系熱交換器安全弁排気（閉止）	MS-1，重[*2]	171	450[*4]	S，重[*3]			
		X-57	過酷事故時代替注水系，制御用空気系	MS-1，重[*2]	171	100	S，重[*3]			
		X-52A，B	可燃性ガス濃度制御系，予備	MS-1，重[*2]	171	150	S，重[*3]			
		X-76	可燃性ガス濃度制御系	MS-1，重[*2]	171	50	S，重[*3]			
		X-10A～D	制御棒駆動水圧系（引抜）	MS-1，重[*2]	66	20	S，重[*3]			
		X-9A～D	制御棒駆動水圧系（挿入）	MS-1，重[*2]	66	25	S，重[*3]			
		X-58	脱塩水供給	MS-1，重[*2]	66	50	S，重[*3]			
		X-55	制御用空気系，燃料プール水浄化系	MS-1，重[*2]	66	50	S，重[*3]			
		X-107B	ドライウェル除湿系	MS-1，重[*2]	66	150	S，重[*3]			
		X-56	ドライウェル除湿系，制御用空気系，予備	MS-1，重[*2]	66	150	S，重[*3]			
		X-71A，B	制御用空気系（真空破壊弁）	MS-1，重[*2]	66	25	S，重[*3]			
		X-69A，B	再循環系制御弁油圧駆動系	MS-1，重[*2]	80	25	S，重[*3]			
		X-29C	原子炉圧力容器フランジ漏えい検出	MS-1，重[*2]	302	25	S，重[*3]			

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

*2：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す

*3：耐震重要度とは別に常設重大事故等対処設備の区分に応じた耐震設計が求められることを示す

*4：スリーブ径を示す

表 3.4-4(3/7)　機械ペネトレーションの代表機器

分類基準		ペネトレーション番号	使用用途	選定基準				「技術評価」代表機器	耐震安全性評価代表機器	備考
部位	型式			重要度*1	最高使用温度（℃）	配管口径（A）	耐震重要度			
配管貫通部	固定式-1	X-30	主蒸気配管計装	MS-1，重*2	302	25	S，重*3			
		X-39	原子炉圧力容器計装，高圧炉心スプレイ系計装	MS-1，重*2	302	25	S，重*3			
		X-40	格納容器計装，格納容器ガスモニタリング，主蒸気配管計装，格納容器漏えい試験盤	MS-1，重*2	302	25	S，重*3			
		X-41A，B	原子炉隔離時冷却系蒸気側配管計装	MS-1，重*2	302	25	S，重*3			
		X-42	格納容器計装，主蒸気配管計装	MS-1，重*2	302	25	S，重*3			
		X-43	予備	MS-1，重*2	302	20	S，重*3			
		X-44A～D	ジェットポンプ計装	MS-1，重*2	302	25	S，重*3			
		X-54A～D	再循環系計装	MS-1，重*2	302	25	S，重*3			
		X-66A，B	残留熱除去系配管計装，低圧炉心スプレイ系配管計装，ボトムライナー漏えい検出	MS-1，重*2	302	25	S，重*3			
		X-87～90	蒸気流量計測	MS-1，重*2	302	25	S，重*3			

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

*2：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す

*3：耐震重要度とは別に常設重大事故等対処設備の区分に応じた耐震設計が求められることを示す

表 3.4-4(4/7)　機械ペネトレーションの代表機器

分類基準		ペネトレーション番号	使用用途	選定基準				「技術評価」代表機器	耐震安全性評価代表機器	備考
部位	型式			重要度[*1]	最高使用温度（℃）	配管口径（A）	耐震重要度			
配管貫通部	固定式-2	X-200A，B	主蒸気隔離弁漏えい抑制系	MS-1，重[*2]	302	100	S，重[*3]	○	○	
		X-3，79	不活性ガス系（排気）	MS-1，重[*2]	171	500	S，重[*3]			
		X-53，80	不活性ガス系（給気）	MS-1，重[*2]	171	500	S，重[*3]			
		X-203	可燃性ガス濃度制御系	MS-1，重[*2]	171	50	S，重[*3]			
		X-4	原子炉隔離時冷却系	MS-1，重[*2]	135	350	S，重[*3]			
		X-23	床ドレン系	MS-1，重[*2]	105	80	S，重[*3]			
		X-24	機器ドレン系	MS-1，重[*2]	105	80	S，重[*3]			
		X-32，35，36	残留熱除去系	MS-1，重[*2]	100	600	S，重[*3]			
		X-47，48	残留熱除去系	MS-1，重[*2]	100	400	S，重[*3]			
		X-31	高圧炉心スプレイ系	MS-1，重[*2]	100	600	S，重[*3]			
		X-34	低圧炉心スプレイ系	MS-1，重[*2]	100	600	S，重[*3]			
		X-49	高圧炉心スプレイ系	MS-1，重[*2]	100	300	S，重[*3]			
		X-63	低圧炉心スプレイ系	MS-1，重[*2]	100	300	S，重[*3]			
		X-77	原子炉隔離時冷却系	MS-1，重[*2]	88	50	S，重[*3]			
		X-78	予備	MS-1，重[*2]	－	80	S，重[*3]			

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

*2：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す

*3：耐震重要度とは別に常設重大事故等対処設備の区分に応じた耐震設計が求められることを示す

表 3.4-4(5/7)　機械ペネトレーションの代表機器

分類基準		ペネトレーション番号	使用用途	選定基準				「技術評価」代表機器	耐震安全性評価代表機器	備考
部位	型式			重要度[*1]	最高使用温度（℃）	配管口径（A）	耐震重要度			
配管貫通部	固定式-2	X-11A，B	残留熱除去系（格納容器スプレイ）	MS-1，重[*2]	77	400	S，重[*3]			
		X-25A，B	残留熱除去系（サプレッション・チェンバスプレイ）	MS-1，重[*2]	77	100	S，重[*3]			
		X-33	原子炉隔離時冷却系	MS-1，重[*2]	77	200	S，重[*3]			
		X-5，46	原子炉補機冷却系	MS-1，重[*2]	66	200	S，重[*3]			
		X-26	予備	MS-1，重[*2]	－	400[*4]	S，重[*3]			
		X-59	予備	MS-1，重[*2]	－	400[*4]	S，重[*3]			
		X-106A	予備	MS-1，重[*2]	－	300[*4]	S，重[*3]			
		X-7	予備	MS-1，重[*2]	－	300[*4]	S，重[*3]			
		X-67	予備	MS-1，重[*2]	－	300	S，重[*3]			
		X-29A，B	γラジエーションセンサ　CH-A（CH-B）	MS-1，重[*2]	171	250[*4]	S，重[*3]			
		X-201A，B X-202A，B	予備	MS-1，重[*2]	－	80[*4]	S，重[*3]			
		X-37A，B	予備	MS-1，重[*2]	－	50[*4]	S，重[*3]			

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

*2：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す

*3：耐震重要度とは別に常設重大事故等対処設備の区分に応じた耐震設計が求められることを示す

*4：スリーブ径を示す

表 3.4-4(6/7)　機械ペネトレーションの代表機器

分類基準		ペネトレーション番号	使用用途	選定基準				「技術評価」代表機器	耐震安全性評価代表機器	備考
部位	型式			重要度[*1]	最高使用温度（℃）	配管口径（A）	耐震重要度			
配管貫通部	固定式-2	X-64A～D	サプレッション・チェンバ計装	MS-1，重[*2]	104.5	50	S，重[*3]			
		X-83	サンプリング系	MS-1，重[*2]	104.5	20	S，重[*3]			
		X-65，68	予備	MS-1，重[*2]	—	50[*4]	S，重[*3]			
		X-70	サプレッション・チェンバ計装	MS-1，重[*2]	104.5	50	S，重[*3]			
		X-73～75	サンプリング系	MS-1，重[*2]	171	20	S，重[*3]			
		X-82	サンプリング系	MS-1，重[*2]	171	50	S，重[*3]			
		X-27A～F	移動式炉心内校正装置ドライブ	MS-1，重[*2]	66	10	S，重[*3]			
		X-81	予備	MS-1，重[*2]	—	40	S，重[*3]			
		X-84A～D X-85A，B X-86A～D	原子炉水位および圧力計測	MS-1，重[*2]	302	25	S，重[*3]			

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

*2：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す

*3：耐震重要度とは別に常設重大事故等対処設備の区分に応じた耐震設計が求められることを示す

*4：スリーブ径を示す

表 3.4-4(7/7)　機械ペネトレーションの代表機器

分類基準		ペネトレーション番号	使用用途	選定基準				「技術評価」代表機器	耐震安全性評価代表機器	備考
部位	型式			重要度[*1]	最高使用温度（℃）	胴内径（mm）	耐震重要度			
機器搬入口	－	X-15	格納容器機器搬入口ハッチ	MS-1，重[*2]	171	3,658	S，重[*3]	○	○	
		X-51	サプレッション・チェンバ機器搬入口	MS-1，重[*2]	104.5	1,982	S，重[*3]			
エアロック	－	X-16	パーソナルエアロック	MS-1，重[*2]	171	2,400	S，重[*3]	○	○	
ハッチ及びマンホール	－	X-28	CRD搬出入口ハッチ	MS-1，重[*2]	171	547.6	S，重[*3]	○	○	

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

*2：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す

*3：耐震重要度とは別に常設重大事故等対処設備の区分に応じた耐震設計が求められることを示す

表 3.4-5 電気ペネトレーションの代表機器

分類基準		ペネトレーション番号	使用用途	仕様呼び径(A)	選定基準			「技術評価」代表機器	耐震安全性評価代表機器	備考
型式	シール材料				電気ペネトレーションの重要度*1	接続機器の重要度*1	耐震重要度			
モジュール型	エポキシ樹脂	X-100A,B,C,D	核計装用	300	MS-1，重*2	MS-1，重*2	S,重*3	○	○	
		X-102A,B	制御用	300	MS-1，重*2	MS-1，重*2	S,重*3			
		X-106B		300	MS-1，重*2	MS-1，重*2	S,重*3			
		X-107A		300	MS-1，重*2	MS-1，重*2	S,重*3			
		X-103	計測用	300	MS-1，重*2	MS-1，重*2	S,重*3			
		X-105C		300	MS-1，重*2	MS-1，重*2	S,重*3			
		X-230		300	MS-1，重*2	MS-1，重*2	S,重*3			
		X-104A,B,C,D	制御棒位置指示用	300	MS-1，重*2	MS-3	S,重*3			
		X-105A,B,D	低圧動力用	300	MS-1，重*2	MS-1，重*2	S,重*3			
	エチレンプロピレンゴム	X-101A,B,C,D	高圧動力用	450	MS-1，重*2	PS-3	S,重*3	○	○	

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

*2：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す

*3：耐震重要度とは別に常設重大事故等対処設備の区分に応じた耐震設計が求められることを示す

表 3.4-6(1/2)　その他容器の代表機器

分類基準			機器名称	選定基準				耐震重要度	「技術評価」代表機器	耐震安全性評価代表機器	備考
種類	内部流体	胴部材料		重要度*1	使用条件						
					運転状態	最高使用圧力(MPa)	最高使用温度(℃)				
タンク	蒸気・純水	炭素鋼	湿分分離器	高*2	連続	1.81	210	B	○	○	
	純水	炭素鋼	スクラム排出水容器	高*2	一時	8.62	138	B	○	○	
	五ほう酸ナトリウム水	ステンレス鋼	ほう酸水注入系貯蔵タンク	MS-1,重*3	連続	静水頭	66	S,重*4	○	○	
ライニング槽	純水	コンクリート(ステンレス鋼内張)	使用済燃料貯蔵プール	PS-2,重*3	連続	静水頭	66	S,重*4	○	○	
			原子炉ウェル	PS-2	一時	静水頭	66	S			
			燃料プール冷却浄化系スキマサージタンク	重*3	連続	静水頭	66	重*4			
アキュムレータ	ガス	ステンレス鋼	MSIV用アキュムレータ	MS-1	連続	1.45	171	S			
			SRV (ADS) 用アキュムレータ	MS-1,重*3	連続	2.28	171	S,重*4	○	○	
			SRV用アキュムレータ	MS-1	連続	1.45	171	S			
	ガス・五ほう酸ナトリウム水	ステンレス鋼	SLC用アキュムレータ	MS-1	一時	9.66	66	S	○	○	

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

*2：最高使用温度が 95 ℃を超え，又は最高使用圧力が 1,900 kPa を超える環境下にある原子炉格納容器外の重要度クラス 3 の機器

*3：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す

*4：耐震重要度とは別に常設重大事故等対処設備の区分に応じた耐震設計が求められることを示す

表 3.4-6(2/2)　その他容器の代表機器

分類基準			機器名称	選定基準				耐震重要度	「技術評価」代表機器	耐震安全性評価代表機器	備考
種類	内部流体	胴部材料		重要度[*1]	使用条件						
					運転状態	最高使用圧力(MPa)	最高使用温度(℃)				
フィルタ等	ガス	炭素鋼	活性炭ベット	PS-2	連続	0.34	66	B	○	○	
			排ガス後置除湿器	高[*2]	連続	0.34	340	B			
		低合金鋼	排ガス再結合器	PS-2	連続	2.41	538	B	○	○	
	ガス，純水[*3]	ステンレス鋼	格納容器圧力逃がし装置フィルタ装置[*4]	重[*5]	一時	0.62	200	重[*6]	○	○	
	純水	炭素鋼[*7]	原子炉冷却材浄化系フィルタ脱塩器	PS-2	連続	9.79	66	B	○	○	
		炭素鋼	制御棒駆動水系ポンプ出口ラインフィルタ	高[*2]	連続	12.06	66	B			
		ステンレス鋼	原子炉冷却材浄化系ポンプシールパージフィルタ	高[*2]	連続	12.06	66	B			
			原子炉再循環ポンプシールパージフィルタ	高[*2]	連続	12.06	66	B	○	○	
	海水	ステンレス鋳鋼	残留熱除去海水系ポンプ出口ストレーナ	MS-1，重[*5]	一時	3.45	38	S,重[*6]	○	○	
			非常用及びHPCS系ディーゼル発電機海水ポンプ出口ストレーナ	MS-1，重[*5]	一時	0.70	38	S,重[*6]			
			緊急用海水系ストレーナ[*4]	重[*5]	一時	0.98,2.45	32,38	重[*6]			

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度を示す

*2：最高使用温度が 95 ℃を超え，又は最高使用圧力が 1,900 kPa を超える環境下にある原子炉格納容器外の重要度クラス 3 の機器

*3：スクラビング液

*4：新規に設置される機器

*5：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す

*6：耐震重要度とは別に常設重大事故等対処設備の区分に応じた耐震設計が求められることを示す

*7：内面ステンレス鋼クラッド

3.4.3 耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象

(1) 「技術評価」での検討結果の整理

3.4.2 項で選定した代表容器について,「技術評価」で検討された経年劣化事象に対し,「技術評価」での検討結果（詳細は「東海第二発電所 容器の技術評価書」参照）に基づき，耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象に対し保全対策を考慮し以下のとおり整理した（表 3.4-7～11 参照)。

① 現在発生しておらず，今後も発生の可能性がないもの，又は小さいもの
（表中×）

② 現在発生しているか，又は将来にわたって起こることが否定できないもの
（表中○）

なお,①(表中×)に分類した経年劣化事象については耐震安全性評価対象外とし，その理由を表 3.4-7～11 中に記載した。

表 3.4-7　原子炉圧力容器に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部位	経年劣化事象	代表機器	「技術評価」評価結果概要*1
			原子炉圧力容器	
バウンダリの維持	上鏡	疲労割れ	○	
	胴	疲労割れ	○	
		中性子照射脆化	○	
	下鏡	疲労割れ	○	
	主フランジ	疲労割れ	○	
	ノズル，セーフエンド，ティ，ペネトレーションシール，閉止フランジ，閉止キャップ	疲労割れ	○	
	ハウジング，スタブチューブ	疲労割れ	○	
	スタットボルト	疲労割れ	○	
機器の支持	支持スカート	疲労割れ	○	

○：現在発生しているか，又は将来にわたって起こることが否定できないもの

*1：「×」としたものの理由を記載

表 3.4-8　原子炉格納容器に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部位	経年劣化事象	代表機器	「技術評価」評価結果概要*1
			原子炉格納容器	
－	－	－	－	

－：経年劣化事象が考慮されないもの

*1：「×」としたものの理由を記載

表 3.4-9　機械ペネトレーションに想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部位	経年劣化事象	代表機器	「技術評価」評価結果概要*1
			配管貫通部	
バウンダリの維持	ベローズ	疲労割れ	○	

○：現在発生しているか又は将来にわたって起こることが否定できないもの

*1：「×」としたものの理由を記載

表 3.4-10　電気ペネトレーションに想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部位	経年劣化事象	代表機器		「技術評価」評価結果概要*1
			核計装用モジュール型電気ペネトレーション	高圧動力用モジュール型電気ペネトレーション	
通電・絶縁性能の確保及びバウンダリの維持	シール部	気密性の低下	○	○	
バウンダリの維持	0 リング		○	－	

○：現在発生しているか又は将来にわたって起こることが否定できないもの

－：経年劣化事象が考慮されないもの

*1：「×」としたものの理由を記載

表 3.4-11　その他容器に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部位	経年劣化事象	代表機器												「技術評価」評価結果概要[*1]
			①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪	⑫	
－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	

－：経年劣化事象が考慮されないもの

*1：「×」としたものの理由を記載

① 湿分分離器

② スクラム排出水容器

③ ほう酸水注入系貯蔵タンク

④ 使用済燃料貯蔵プール

⑤ SRV（ADS）用アキュムレータ

⑥ SLC 用アキュムレータ

⑦ 活性炭ベット

⑧ 排ガス再結合器

⑨ 格納容器圧力逃がし装置フィルタ装置

⑩ 原子炉冷却材浄化系フィルタ脱塩器

⑪ 原子炉再循環ポンプシールパージフィルタ

⑫ 残留熱除去海水系ポンプ出口ストレーナ

(2) 耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の抽出

3.4.3 項(1)で整理された②の経年劣化事象については，これらの事象が顕在化した場合，代表機器の振動応答特性上又は構造・強度上，影響が「有意」であるか「軽微もしくは無視」できるかを以下で検討し，「軽微もしくは無視」できる事象については耐震安全性評価対象外とする（表 3.4-12～16 に耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象を示す)。

① 原子炉圧力容器における高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

原子炉圧力容器における高経年化対策上着目すべき経年劣化事象を「技術評価」での検討結果に基づき整理した結果（表 3.4-7 参照)，現在発生しているか，又は将来にわたって起こることが否定できない事象は，以下のとおりである。

- 上鏡，胴，下鏡，主フランジ，ノズル，セーフエンド，ティ，ペネトレーションシール，閉止フランジ，閉止キャップ，ハウジング，スタブチューブ，スタッドボルト，支持スカートの疲労割れ
- 胴の中性子照射脆化

これら経年劣化事象は，機器の振動応答特性上又は構造・強度上，影響が「軽微もしくは無視」できるとは言えず，すべて耐震安全性評価対象とした（表 3.4-12 で◎)。

② 原子炉格納容器本体，機械ペネトレーション，電気ペネトレーションにおける高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

原子炉格納容器本体，機械ペネトレーション，電気ペネトレーションにおける高経年化対策上着目すべき経年劣化事象を「技術評価」での検討結果に基づき整理した結果（表 3.4-8～10 参照)， 現在発生しているか，又は将来にわたって起こることが否定できない事象は，以下のとおりである。

- 配管貫通部ベローズ（機械ペネトレーション）の疲労割れ［主蒸気系］
- シール部，0 リング（電気ペネトレーション）の気密性低下

これら経年劣化事象のうち，以下の事象については機器の振動応答特性上又は構造・強度上，影響が「軽微もしくは無視」できるとは言えず，耐震安全性評価対象とした （表 3.4-13～15 で◎)。

- 配管貫通部ベローズ（機械ペネトレーション）の疲労割れ［主蒸気系］

なお，以下の事象については，機器の振動応答特性上又は構造・強度上，影響が「軽微もしくは無視」できると判断し，耐震安全性評価対象外とした。

・ シール部，0 リング（電気ペネトレーション）の気密性の低下

シール部，0 リングは構造・強度部材ではないことから，耐震性への影響はない。

③ その他容器における高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

その他容器における高経年化対策上着目すべき経年劣化事象を「技術評価」での検討結果に基づき整理した結果（表 3.4-11 参照），現在発生しているか，又は将来にわたって起こることが否定できない事象は，抽出されなかった（表 3.4-16 参照）。

表 3.4-12 原子炉圧力容器の耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象

部位	経年劣化事象	代表機器
		原子炉圧力容器
上鏡	疲労割れ	◎
胴	疲労割れ	◎
	中性子照射脆化	◎
下鏡	疲労割れ	◎
主フランジ	疲労割れ	◎
ノズル，セーフエンド，ティ，ペネトレーションシール，閉止フランジ，閉止キャップ	疲労割れ	◎
ハウジング，スタブチューブ	疲労割れ	◎
スタットボルト	疲労割れ	◎
支持スカート	疲労割れ	◎

◎：以降で評価する

表 3.4-13　原子炉格納容器の耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象

部位	経年劣化事象	代表機器
		原子炉格納容器
－	－	－

－：経年劣化事象が想定されないもの及び今後も発生の可能性がないもの，又は小さいもの

表 3.4-14　機械ペネトレーションの耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象

部位	経年劣化事象	代表機器
		配管貫通部
ベローズ	疲労割れ	◎

◎：以降で評価する

表 3.4-15　電気ペネトレーションの耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象

部位	経年劣化事象	代表機器	
		核計装用モジュール型電気ペネトレーション	高圧動力用モジュール型電気ペネトレーション
シール部	気密性の低下	■	■
0 リング		■	－

■：現在発生しているか又は将来にわたって起こることが否定できないが，機器の振動応答特性又は構造・強度への影響が「軽微もしくは無視」できるもの

－：経年劣化事象が想定されないもの及び今後も発生の可能性がないもの，又は小さいもの

表 3.4-16　その他容器の耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象

部位	経年劣化事象	代表機器											
		①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪	⑫
－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－

－：経年劣化事象が想定されないもの及び今後も発生の可能性がないもの，又は小さいもの

① 湿分分離器

② スクラム排出水容器

③ ほう酸水注入系貯蔵タンク

④ 使用済燃料貯蔵プール

⑤ SRV（ADS）用アキュムレータ

⑥ SLC 用アキュムレータ

⑦ 活性炭ベット

⑧ 排ガス再結合器

⑨ 格納容器圧力逃がし装置フィルタ装置

⑩ 原子炉冷却材浄化系フィルタ脱塩器

⑪ 原子炉再循環ポンプシールパージフィルタ

⑫ 残留熱除去海水系ポンプ出口ストレーナ

3.4.4 耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象に対する耐震安全性評価

3.4.3 項で整理し抽出した経年劣化事象及び 2.2 項(2)b の表 2 で耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象に対して耐震安全性評価を実施する。

3.4.4.1 原子炉圧力容器の耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象に対する耐震安全性評価

(1) 上鏡，胴，下鏡，主フランジ，ノズル，セーフエンド，ティ，ペネトレーションシール，閉止フランジ，閉止キャップ，ハウジング，スタブチューブ，スタッドボルト，支持スカートの疲労割れ

ノズル等の疲労割れに関しては，「技術評価」において運転開始後 60 年時点での疲労累積係数を評価し，健全性を確認している。ここでは，「技術評価」で代表としている主フランジ，スタッドボルト，給水ノズル，下鏡，支持スカートについて，耐震安全性評価においても代表として「技術評価」での疲労累積係数に基準地震動 S_S による疲労解析から求められる疲労累積係数を加味した疲労評価を行う。

評価の結果，疲労累積係数の和は許容値 1 以下であり，耐震安全性に問題のないことを確認した（表 3.4-17 参照)。

表 3.4-17　ノズル等疲労解析結果

評価部位	区分	評価 地震力	運転開始後 60 年 時点での 疲労累積係数	地震動による 疲労累積係数 （基準地震動 S_S*2）	合計 （許容値：1 以下）
主フランジ	クラス 1	S_S	0.0177	0.0000	0.0177
スタッドボルト			0.2526	0.0000	0.2526
給水ノズル			0.6146*1	0.0002	0.6148
下鏡			0.4475*1	0.0002	0.4477
支持スカート			0.5691	0.0002	0.5693

*1：環境を考慮

*2：等価繰返し回数は，一律に設定する等価繰返し回数として設定した 160 回を用いた。弾性設計用地震動 S_d については，等価繰返し回数を 2 回分考慮しても基準地震動 S_S の等価繰返し回数である 160 回以下となるため，弾性設計用地震動 S_d による評価は省略した

(2) 胴の中性子照射脆化に対する耐震安全性評価

胴の中性子照射脆化については,「技術評価」において最低使用温度の評価及び上部棚吸収エネルギーの評価を実施し,健全性上問題のないことを確認している。また,靭性低下による脆性破壊を防止するための点検や運転温度の管理を行っており,現状保全の妥当性についても示されている。

ここでは,原子炉圧力容器円筒胴(炉心領域)に,中性子照射脆化(運転開始後60年時点)と地震を考慮した場合の応力拡大係数K_Iを求め破壊力学上の許容限界K_{IC}と比較し健全性を評価した。評価は日本電気協会「原子力発電所用機器に対する破壊靭性の確認試験方法　JEAC4206-2007」に基づくものとし,欠陥は,深さを原子炉圧力容器の板厚の1/4倍,長さを板厚の1.5倍とし,地震荷重の寄与が大きい周方向及び評価上厳しい軸方向の両方を想定した。

図3.4-1に運転時及び耐圧・漏えい検査時における原子炉圧力容器のK_{IC}下限包絡曲線とK_I曲線(運転開始後60年時点)(炉心領域円筒胴)を示す。

図3.4-1のケース1及び2に示すように,軸方向欠陥に地震が作用しても円筒胴の円周方向応力は有意な変化をしないため,K_Iは地震荷重の有無に係わらず変化しない。周方向欠陥に地震が作用した場合は,軸方向応力の増加に寄与するため,地震荷重を考慮しないケース3に比べて考慮したケース4の方が厳しくなる。

以上より,地震時に発生するK_Iを評価した結果K_{IC}を下回ることから,中性子照射脆化に対する耐震性を考慮した運転制限に対し,十分な安全性が確保されていると考える。

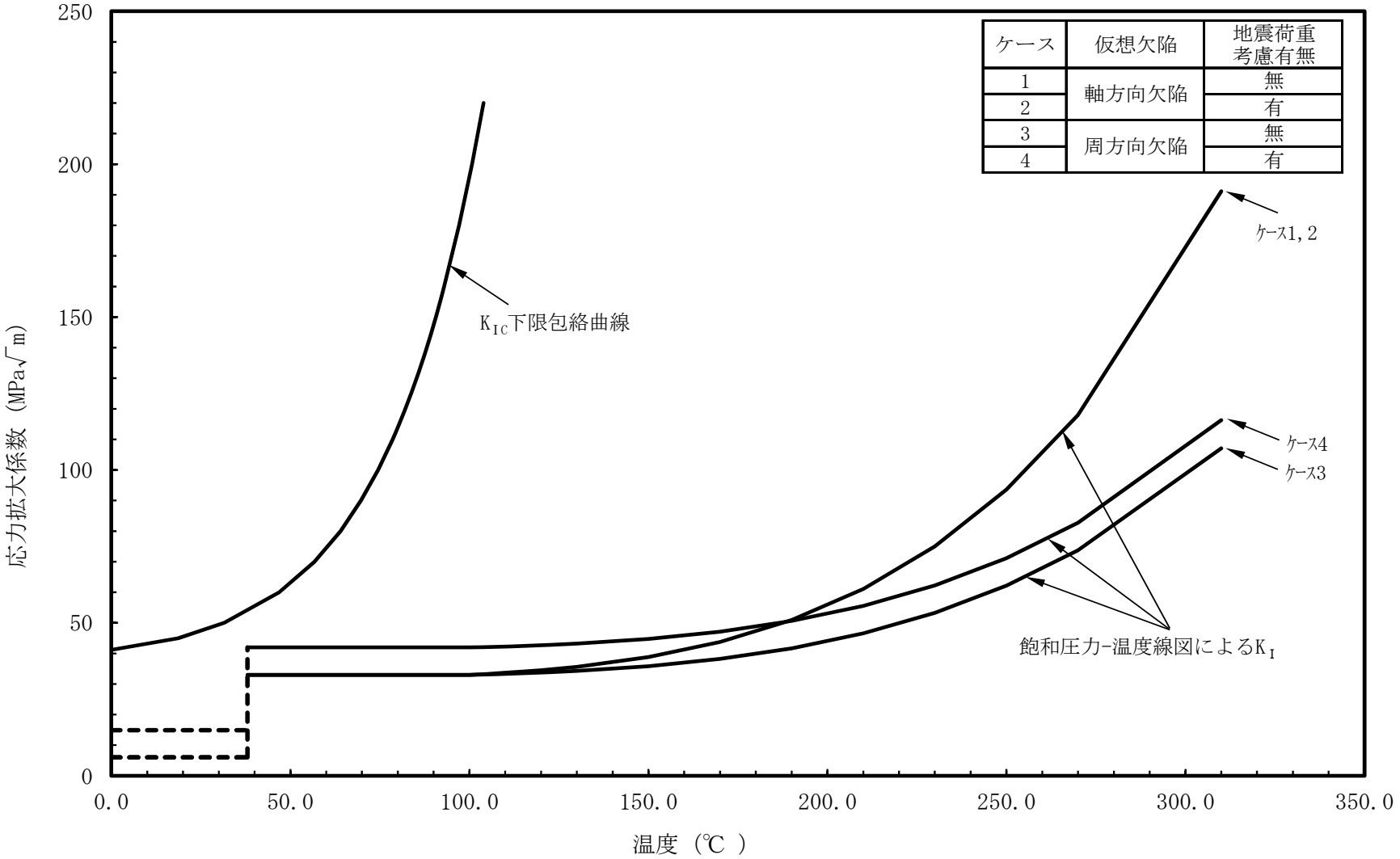


図 3.4-1（1/2）　原子炉圧力容器　K_{IC}下限包絡曲線と K_I 曲線（運転開始後 60 年時点）（炉心領域円筒胴，運転時）

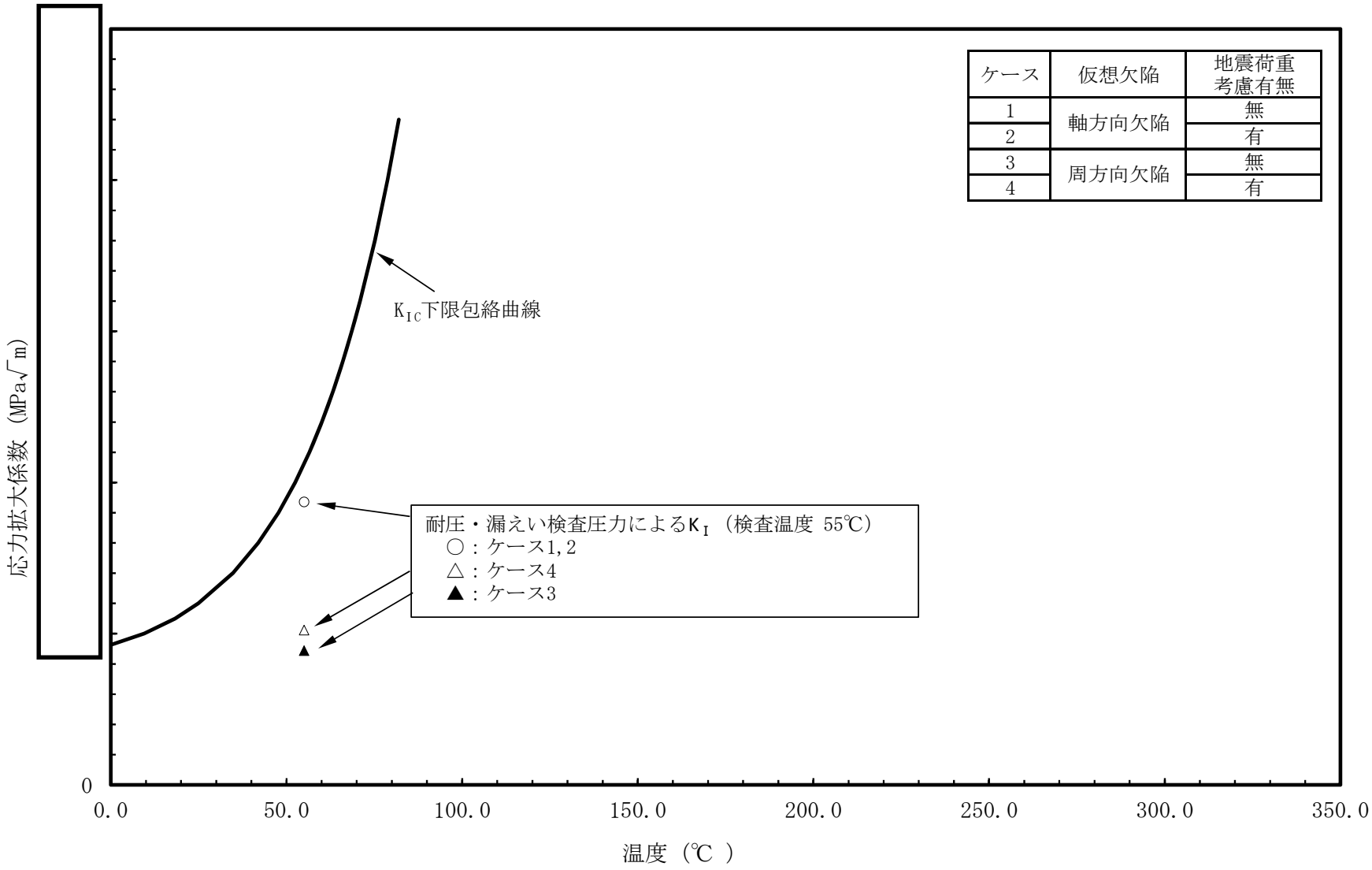


図 3.4-1 (2/2)　原子炉圧力容器　K_{IC}下限包絡曲線と K_I曲線（運転開始後 60 年時点）(炉心領域円筒胴，検査時)

3.4.4.2 原子炉格納容器の耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象に対する耐震安全性評価

(1) 配管貫通部ベローズ（機械ペネトレーション）の疲労割れ［主蒸気系配管］

配管貫通部ベローズの疲労割れについては，「技術評価」において運転開始後 60 年時点での疲労累積係数を評価し，健全性を確認している。

耐震安全性評価では，「技術評価」での疲労累積係数に，基準地震動 S_S による疲労解析から求められる疲労累積係数を加味した疲労評価を行う。

評価の結果，疲労累積係数の和は許容値 1 以下であり，耐震安全性に問題のないことを確認した（表 3.4-18 参照）。

表 3.4-18　配管貫通部ベローズの疲労評価

貫通部	評価部位	区分	運転開始後 60 年時点での疲労累積係数	地震動による疲労累積係数（基準地震動 S_S*）	合計（許容値：1 以下）
主蒸気系配管貫通部	ベローズ	クラス MC	0.0071	0.0001	0.0072

*：等価繰返し回数は，一律に設定する等価繰返し回数として設定した 160 回を用いた。弾性設計用地震動 S_d については，等価繰返し回数を 2 回分考慮しても基準地震動 S_S の等価繰返し回数である 160 回以下となるため，弾性設計用地震動 S_d による評価は省略した

3.4.5 評価対象機器全体への展開

以下の手順により，評価対象機器全体への耐震安全性評価の展開を実施することとする。

3.4.5.1 代表機器以外の評価対象機器における「技術評価」での検討結果の整理

3.4.3 項の代表機器及び 2.2 項(2)b の表 2 における耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の検討結果を用いて，代表機器以外の評価対象機器についても，「技術評価」での経年劣化事象の抽出及び保全対策の検討結果を用いて整理を行った。

(1) 上鏡，胴，下鏡，主フランジ，ノズル，セーフエンド，ティ，ペネトレーションシール，閉止フランジ，閉止キャップ，ハウジング，スタブチューブ，スタッドボルト，支持スカートの疲労割れ

原子炉圧力容器上鏡，胴，下鏡，主フランジ，ノズル，セーフエンド，ティ，ペネトレーションシール，閉止フランジ，閉止キャップ，ハウジング，スタブチューブ，スタッドボルト，支持スカートの疲労割れに関しては，各評価部位における死荷重等を考慮して評価部位を選定しているため，評価対象部位以外への展開は不要とした。

(2) 胴の中性子照射脆化

原子炉圧力容器胴の中性子照射脆化に関しては，代表機器以外の機器に対しては今後も発生の可能性がないか，又は小さいため代表機器以外への展開は不要とした。

(3) 配管貫通部ベローズ（機械ペネトレーション）の疲労割れ

上記経年劣化事象は，代表機器以外の機器においても代表機器と同様の整理が可能である。

また，代表機器以外に特有の高経年化対策上着目すべき経年劣化事象はない。

「技術評価」での経年劣化事象の抽出及び保全対策の検討結果を用いて，代表機器以外の評価対象機器についても整理を行った結果，代表機器における抽出結果以外の経年劣化事象は抽出されなかった。

3.4.5.2　耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の抽出

3.4.3項にて整理し抽出した代表機器に想定される経年劣化事象及び2.2項(2)bの表2で耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象に対して，機器の振動応答特性上又は構造・強度上，影響が「軽微もしくは無視」できる事象を耐震安全性評価対象外としたものについては，評価対象機器全体において代表機器と同様に評価した結果，以下の経年劣化事象は影響が「軽微もしくは無視」できないと判断し，次項にて耐震安全性評価を実施することとする。

・配管貫通部ベローズ（機械ペネトレーション）の疲労割れ

3.4.5.3　耐震安全性評価

本項では，代表以外の機器に対する耐震安全性評価の展開を実施する。

具体的には，3.4.5.2 項で代表機器に想定される経年劣化事象以外の事象は抽出されなかったことから，代表機器に想定される経年劣化事象と同じ事象に対する耐震安全性評価を実施した（代表機器以外の機器については表 3.4-2～6 参照)。

(1) 代表機器に想定される経年劣化事象と同じ事象に対する耐震安全性評価

a. 配管貫通部ベローズの疲労割れに対する耐震安全性評価

[給水系配管，残留熱除去系（供給)，高圧炉心スプレイ系，低圧炉心スプレイ系，低圧注水系，残留熱除去系（戻り)，原子炉隔離時冷却系（蒸気供給)，原子炉圧力容器ヘッドスプレイ，原子炉冷却材浄化系，復水ドレン]

「技術評価」においては配管貫通部にベローズが設置されている 11 ライン（表 3.4-4（型式：ベローズ式))のうち，プラント起動・停止等，運転状態の変化に伴う配管熱移動の影響が大きいと判断される給水系配管貫通部について，「技術評価」において運転開始後 60 年時点での疲労累積係数を評価し，健全性を確認している。

耐震安全性評価では，「技術評価」での疲労累積係数に，基準地震動 S_S による疲労解析から求められる疲労累積係数を加味した疲労評価を行う。

評価の結果，疲労累積係数の和は許容値の 1 以下となり，耐震安全性に問題のないことを確認した（表 3.4-19 参照)。

表 3.4-19　配管貫通部ベローズの疲労評価

貫通部	評価部位	区分	運転開始後 60 年時点での疲労累積係数	地震動による疲労累積係数（基準地震動 S_S*）	合計（許容値：1 以下）
給水系配管貫通部	ベローズ	クラス MC	0.0064	0.0001	0.0065

*：等価繰返し回数は，一律に設定する等価繰返し回数として設定した 160 回を用いた。弾性設計用地震動 S_d については，等価繰返し回数を 2 回分考慮しても基準地震動 S_S の等価繰返し回数である 160 回以下となるため，弾性設計用地震動 S_d による評価は省略した

3.4.6　保全対策に反映すべき項目の抽出

容器においては，「技術評価」にて検討された保全対策に，耐震安全上の観点から追加すべき項目はない。

3.5 配管

本章は，東海第二で使用している主要な配管に係わる経年劣化事象について，耐震安全性評価をまとめたものである。

なお，東海第二の主要な配管については，「技術評価」において経年劣化事象に対する健全性評価を行うとともに，現状保全の評価を実施しているため，本章においてはこれらの検討結果を前提条件とし，評価を実施することとする。

3.5.1 評価対象機器

東海第二で使用している主要な配管（「技術評価」の評価対象機器）を評価対象機器とする。

なお，評価対象機器一覧を表 3.5-1 に示す。

表 3.5-1(1/3)　評価対象機器一覧

分類	機器名称	耐震重要度
ステンレス鋼配管系	原子炉隔離時冷却系	S，重*1
	原子炉再循環系	S，重*1
	ほう酸水注入系	S，重*1
	不活性ガス系	S
	原子炉系	S
	原子炉冷却材浄化系	S
	残留熱除去系	S，重*1
	純水補給水系	S
	制御棒駆動系	S，重*1
	補助系	S，重*1
	燃料プール冷却浄化系	S，重*1
	事故時サンプリング設備	S
	高圧炉心スプレイ系	S
	低圧炉心スプレイ系	S
	原子炉保護系	S
	制御用圧縮空気系	S，重*1
	格納容器雰囲気監視系	S
	中性子計装系	S
	試料採取系	S
	発電機系	C

*1：耐震重要度とは別に常設重大事故等対処設備の区分に応じた耐震設計が求められることを示す

表 3.5-1(2/3)　評価対象機器一覧

分類	機器名称	耐震重要度
ステンレス鋼配管系	原子炉給水ポンプ駆動用蒸気タービン系	B
	所内蒸気系	B
	消火設備*2	C
	サプレッション・プール水 pH 制御装置*2	S
	重大事故等対処設備*2	重*1
炭素鋼配管系	原子炉隔離時冷却系	S，重*1
	原子炉系	S，重*1
	原子炉冷却材浄化系	S
	残留熱除去系	S，重*1
	制御棒駆動系	S
	補助系	S
	燃料プール冷却浄化系	S
	高圧炉心スプレイ系	S，重*1
	低圧炉心スプレイ系	S，重*1
	原子炉保護系	S
	タービングランド蒸気系	B
	復水系	B
	給水系	S
	給水加熱器ドレン系	B
	所内蒸気系	B
	原子炉補機冷却系	S
	ドライウェル冷却系	S
	タービン主蒸気系	S
	主蒸気隔離弁漏えい抑制系	S
	空気抽出系	B
	給水加熱器ベント系	B
	原子炉給水ポンプ駆動用蒸気タービン系	B
	非常用ガス再循環系	S，重*1

*1：耐震重要度とは別に常設重大事故等対処設備の区分に応じた耐震設計が求められることを示す

*2：新規に設置される機器

表 3.5-1(3/3)　評価対象機器一覧

分類	機器名称	耐震重要度
炭素鋼配管系	非常用ガス処理系	S，重[*1]
	可燃性ガス濃度制御系	S
	気体廃棄物処理系	B
	不活性ガス系	S，重[*1]
	消火設備	C
	希ガスチャコール系	B
	非常用ディーゼル発電機海水系	S，重[*1]
	高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機海水系	S，重[*1]
	残留熱除去海水系	S，重[*1]
	重大事故等対処設備[*2]	重[*1]
低合金鋼配管系	給水加熱器ドレン系	B
	タービングランド蒸気系	B
	所内蒸気系	B
	気体廃棄物処理系	B
	原子炉系	B
	抽気系	B
	タービン補助蒸気系	B
	給水加熱器ベント系	B
	原子炉給水ポンプ駆動用蒸気タービン系	B

*1：耐震重要度とは別に常設重大事故等対処設備の区分に応じた耐震設計が求められることを示す

*2：新規に設置される機器

3.5.2 代表機器の選定

「技術評価」の評価では評価対象配管をその材料を基に分類して評価しているが，本検討においてもこの分類に従って整理するものとし，それぞれの分類ごとに，「技術評価」における代表機器を本検討の代表機器とする。

ただし，グループ内で選定された「技術評価」の代表機器より，耐震重要度の上位の機器が存在する場合には，これについても代表機器として評価することとする。

各分類における，本検討での代表機器を表 3.5-2～4 に示す。

表 3.5-2(1/3) ステンレス鋼配管系の代表機器

分類基準		当該系統	選定基準						「技術評価」代表機器	耐震安全性評価代表機器	備考
材料	内部流体		主な仕様 口径／肉厚（mm）	重要度*1	使用条件			耐震重要度			
					運転状態	最高使用圧力（MPa）	最高使用温度（℃）				
ステンレス鋼	純水	原子炉隔離時冷却系	150A／11.0	PS-1／MS-1，重*2	一時	8.62	302	S，重*3			
		原子炉再循環系	630 mm／40.0	PS-1／MS-1，重*2	連続	11.38	302	S，重*3	○	○	
		ほう酸水注入系	40A／5.1	MS-1，重*2	一時	9.66	302	S，重*3			
		不活性ガス系	25A／3.9	MS-1	一時	0.31	171	S			
		原子炉系	20A／3.9	MS-1	連続	8.62	302	S			
		原子炉冷却材浄化系	150A／11.0	PS-1／MS-1	連続	8.62	302	S			
		残留熱除去系	300A／25.4	PS-1／MS-1，重*2	一時	10.69	302	S，重*3			
		純水補給水系	50A／3.9	MS-1	一時	1.32	66	S			
		制御棒駆動系	33.4 mm／4.5	MS-1，重*2	連続	12.06	66	S，重*3			
		補助系	80A／7.6	MS-1，重*2	連続	0.52	105	S，重*3			
		燃料プール冷却浄化系	250A／9.3	MS-2，重*2	連続	1.38	66	S，重*3			
		事故時サンプリング設備	20A／3.9	MS-1	一時	8.62	302	S			

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

*2：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す

*3：耐震重要度とは別に常設重大事故等対処設備の区分に応じた耐震設計が求められることを示す

表 3.5-2(2/3) ステンレス鋼配管系の代表機器

分類基準		当該系統	選定基準						「技術評価」代表機器	耐震安全性評価代表機器	備考
材料	内部流体		主な仕様 口径／肉厚（mm）	重要度[*1]	使用条件			耐震重要度			
					運転状態	最高使用圧力（MPa）	最高使用温度（℃）				
ステンレス鋼	純水	高圧炉心スプレイ系	20A／3.9	MS-1	一時	8.62	302	S			
		低圧炉心スプレイ系	20A／3.9	MS-1	一時	8.62	302	S			
		原子炉保護系	25A／4.5	MS-1	一時	8.62	138	S			
		重大事故等対処設備[*2]	50A／3.9	重[*3]	一時	2.5	200	重[*4]			
	その他ガス	原子炉再循環系	20A／3.9	MS-1	一時	0.31	171	S			
		不活性ガス系	50A／5.5	MS-1	一時	0.31	171	S			
		制御用圧縮空気系	50A／3.9	MS-1，重[*3]	連続	1.38	66	S，重[*4]	○	○	
		格納容器雰囲気監視系	25A／4.5	MS-1	一時	0.31	171	S			
		中性子計装系	10A／2.3	MS-1	一時	0.31	171	S			
		試料採取系	20A／3.9	MS-1	一時	0.31	171	S			

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

*2：新規に設置される機器

*3：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す

*4：耐震重要度とは別に常設重大事故等対処設備の区分に応じた耐震設計が求められることを示す

表 3.5-2(3/3) ステンレス鋼配管系の代表機器

分類基準		当該系統	選定基準						「技術評価」代表機器	耐震安全性評価代表機器	備考
材料	内部流体		主な仕様 口径／肉厚(mm)	重要度[*1]	使用条件			耐震重要度			
					運転状態	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (℃)				
ステンレス鋼	その他ガス	発電機系	15A／3.7	高[*2]	連続	14.7	40	C			
		消火設備[*3]	100A／8.6	高[*2]	一時	10.8	40	C			
		サプレッション・プール水 pH 制御装置[*3]	80A／5.5	MS-1	一時	0.31	171	S			
		重大事故等対処設備[*3]	600A／12.7	重[*4]	一時	0.62	200	重[*5]			
	五ほう酸ナトリウム水	ほう酸水注入系	40A／5.1	MS-1，重[*4]	一時	9.66	66	S，重[*5]	○	○	
	蒸気	原子炉隔離時冷却系	20A／3.9	MS-1	一時	8.62	302	S			
		原子炉保護系	20A／3.9	MS-1	連続	8.62	302	S	○	○	
		原子炉給水ポンプ駆動用蒸気タービン系	125A／6.6	高[*2]	連続	0.35	124	B			
		所内蒸気系	25A／4.5	高[*2]	連続	0.98	183	B			

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

*2：最高使用温度が 95 ℃を超え，又は最高使用圧力が 1,900 kPa を超える環境下にある原子炉格納容器外の重要度クラス 3 の機器

*3：新規に設置される機器

*4：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す

*5：耐震重要度とは別に常設重大事故等対処設備の区分に応じた耐震設計が求められることを示す

表 3.5-3(1/4)　炭素鋼配管系の代表機器

分類基準		当該系統	選定基準						「技術評価」代表機器	耐震安全性評価代表機器	備考
材料	内部流体		主な仕様 口径／肉厚(mm)	重要度*1	使用条件			耐震重要度			
					運転状態	最高使用圧力(MPa)	最高使用温度 (℃)				
炭素鋼	純水	原子炉隔離時冷却系	150A／14.3	PS-1／MS-1 重*2	一時	8.62	302	S，重*3			
		原子炉系	500A／26.2	PS-1／MS-1 重*2	連続	8.62	302	S，重*3	○	○	
		原子炉冷却材浄化系	65A／9.5	PS-1	連続	8.62	302	S			
		残留熱除去系	300A／17.4	PS-1／MS-1 重*2	一時	8.62	302	S，重*3			
		制御棒駆動系	200A／12.7	MS-1	一時	8.62	138	S			
		補助系	80A／5.5	MS-1	一時	0.86	100	S			
		燃料プール冷却浄化系	25A／4.5	MS-1	一時	0.35	66	S			
		高圧炉心スプレイ系	300A／17.4	PS-1／MS-1 重*2	一時	8.62	302	S，重*3			
		低圧炉心スプレイ系	300A／17.4	PS-1／MS-1 重*2	一時	8.62	302	S，重*3			
		原子炉保護系	25A／4.5	MS-1	一時	8.62	138	S			

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

*2：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す

*3：耐震重要度とは別に常設重大事故等対処設備の区分に応じた耐震設計が求められることを示す

表 3.5-3(2/4)　炭素鋼配管系の代表機器

分類基準		当該系統	選定基準						「技術評価」代表機器	耐震安全性評価代表機器	備考
材料	内部流体		主な仕様 口径／肉厚(mm)	重要度[*1]	使用条件			耐震重要度			
					運転状態	最高使用圧力(MPa)	最高使用温度（℃）				
炭素鋼	純水	タービングランド蒸気系	80A／5.5	高[*4]	連続	1.04	233	B			
		復水系	750A／28.6	高[*4]，高以外[*5]	連続	6.14	205	B			
		給水系	600A／46.0	高[*4]	連続	8.62	302	S			
		給水加熱器ドレン系	200A／8.2	高[*4]	連続	2.97	239	B			
		所内蒸気系	150A／7.1	高[*4]	連続	0.96	183	B			
		重大事故等対処設備[*6]	200A／8.2	重[*2]	一時	3.45	174	重[*3]			
	冷却水[*7]	原子炉補機冷却系	200A／8.2	MS-1	連続	0.86	66	S	○	○	
		ドライウェル冷却系	150A／7.1	MS-1	連続	0.86	66	S			
	蒸気	原子炉隔離時冷却系	250A／15.1	PS-1／MS-1 重[*2]	一時	8.62	302	S，重[*3]			
		原子炉系	650A／33.6	PS-1／MS-1 重[*2]	連続	8.62	302	S，重[*3]	○	○	

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

*2：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す

*3：耐震重要度とは別に常設重大事故等対処設備の区分に応じた耐震設計が求められることを示す

*4：最高使用温度が 95 ℃を超え，又は最高使用圧力が 1,900 kPa を超える環境下にある原子炉格納容器外の重要度クラス 3 の機器

*5：重要度が「高」の機器以外の範囲で保守管理に関する方針を策定する重要度クラス 3 の機器

*6：新規に設置される機器

*7：冷却水（防錆剤入り純水）

表 3.5-3(3/4)　炭素鋼配管系の代表機器

分類基準		当該系統	選定基準						「技術評価」代表機器	耐震安全性評価代表機器	備考
材料	内部流体		主な仕様 口径／肉厚(mm)	重要度[*1]	使用条件			耐震重要度			
					運転状態	最高使用圧力(MPa)	最高使用温度 (℃)				
炭素鋼	蒸気	タービン主蒸気系	750A／56.4	PS-2	連続	8.62	302	S			
		主蒸気隔離弁漏えい抑制系	50A／8.7	PS-1／MS-1	連続	8.62	302	S			
		タービングランド蒸気系	250A／18.2	高[*2]	連続	8.62	302	B			
		空気抽出系	250A／9.3	高[*2]	連続	2.41	205	B			
		給水加熱器ベント系	150A／7.1	高[*2]	連続	2.97	235	B			
		原子炉給水ポンプ駆動用蒸気タービン系	250A／18.2	高[*2]	連続	8.62	302	B			
		所内蒸気系	300A／10.3	高[*2]	連続	0.98	183	B			
		重大事故等対処設備[*3]	100A／8.6	重[*4]	一時	8.62	302	重[*5]			
	その他ガス	非常用ガス再循環系	600A／12.0	MS-1，重[*4]	一時	0.014	86	S，重[*5]			
		非常用ガス処理系	450A／14.3	MS-1，重[*4]	一時	0.014	86	S，重[*5]			
		可燃性ガス濃度制御系	150A／7.1	MS-1	一時	0.31	171	S			

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

*2：最高使用温度が 95 ℃を超え，又は最高使用圧力が 1,900 kPa を超える環境下にある原子炉格納容器外の重要度クラス 3 の機器

*3：新規に設置される機器

*4：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す

*5：耐震重要度とは別に常設重大事故等対処設備の区分に応じた耐震設計が求められることを示す

表 3.5-3(4/4)　炭素鋼配管系の代表機器

分類基準		当該系統	選定基準						「技術評価」代表機器	耐震安全性評価代表機器	備考
材料	内部流体		主な仕様 口径／肉厚(mm)	重要度*1	使用条件			耐震重要度			
					運転状態	最高使用圧力(MPa)	最高使用温度 (℃)				
炭素鋼	その他ガス	気体廃棄物処理系	300A／10.3	PS-2	連続	2.41	205	B			
		不活性ガス系	600A／9.5	MS-1，重*2	連続	0.31	171	S，重*3	○	○	
		消火設備	65A／7.0	高*4	一時	10.8	40	C			
		希ガスチャコール系	125A／6.6	高*4	連続	0.34	340	B			
		重大事故等対処設備*5	600A／12.7	重*2	一時	0.62	200	重*3			
	海水	非常用ディーゼル発電機海水系	250A／9.3	MS-1，重*2	一時	0.70	66	S，重*3			
		高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機海水系	250A／9.3	MS-1，重*2	一時	0.70	66	S，重*3			
		残留熱除去海水系	500A／12.7	MS-1，重*2	一時	3.45	66	S，重*3	○	○	
		重大事故等対処設備*5	150A／7.1	重*2	一時	0.98	66	重*3			

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

*2：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す

*3：耐震重要度とは別に常設重大事故等対処設備の区分に応じた耐震設計が求められることを示す

*4：最高使用温度が 95 ℃を超え，又は最高使用圧力が 1,900 kPa を超える環境下にある原子炉格納容器外の重要度クラス 3 の機器

*5：新規に設置される機器

表 3.5-4　低合金鋼配管系の代表機器

分類基準		当該系統	選定基準						「技術評価」代表機器	耐震安全性評価代表機器	備考
材料	内部流体		主な仕様 口径／肉厚(mm)	重要度*1	使用条件			耐震重要度			
					運転状態	最高使用圧力(MPa)	最高使用温度（℃）				
低合金鋼	純水	給水加熱器ドレン系	80A／7.6	高*2	連続	1.04	233	B	○	○	
		タービングランド蒸気系	50A／5.5	高*2	連続	0.42	155	B			
		所内蒸気系	50A／5.5	高*2	連続	0.98	183	B			
	その他ガス	気体廃棄物処理系	300A／14.3	PS-2	連続	2.41	538	B	○	○	
	蒸気	原子炉系	65A／9.5	PS-2	連続	8.62	302	B	○	○	
		抽気系	1200A／15.9	高*2	連続	1.81	210	B			
		タービン補助蒸気系	125A／8.5	高*2	連続	8.62	302	B			
		タービングランド蒸気系	150A／7.1	高*2	連続	8.62	302	B			
		給水加熱器ベント系	40A／5.1	高*2	連続	1.81	210	B			
		原子炉給水ポンプ駆動用蒸気タービン系	40A／7.1	高*2	連続	8.62	302	B			

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

*2：最高使用温度が 95 ℃を超え，又は最高使用圧力が 1,900 kPa を超える環境下にある原子炉格納容器外の重要度クラス 3 の機器

3.5.3 耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象

(1) 「技術評価」での検討結果の整理

3.5.2 項で選定した代表配管について,「技術評価」で検討された経年劣化事象に対し,「技術評価」での検討結果（詳細は「東海第二発電所　配管の技術評価書」参照）に基づき，耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象に対し保全対策を考慮し，以下のとおり整理した（表3.5-5～7 参照)。

① 現在発生しておらず，今後も発生の可能性がないもの，又は小さいもの
（表中×）

② 現在発生しているか，又は将来にわたって起こることが否定できないもの
（表中○）

なお,①(表中×)に分類した経年劣化事象については耐震安全性評価対象外とし，その理由を表 3.5-5～7 中に記載した。

表 3.5-5　ステンレス鋼配管系に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部位	経年劣化事象	代表機器				「技術評価」評価結果概要*1
			原子炉再循環系	制御用圧縮空気系	ほう酸水注入系（五ほう酸ナトリウム水部）	原子炉保護系	
バウンダリの維持	配管	疲労割れ	○	－	－	－	

○：現在発生しているか又は将来にわたって起こることが否定できないもの

－：経年劣化事象が考慮されないもの

*1：「×」としたものの理由を記載

表 3.5-6　炭素鋼配管系に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部位	経年劣化事象	代表機器					「技術評価」評価結果概要*1
			原子炉系（純水部）	原子炉補機冷却系	原子炉系（蒸気部）	不活性ガス系	残留熱除去海水系	
バウンダリの維持	配管	疲労割れ	○	－	○	－	－	

○：現在発生しているか又は将来にわたって起こることが否定できないもの

－：経年劣化事象が考慮されないもの

*1：「×」としたものの理由を記載

表 3.5-7　低合金鋼配管系に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部位	経年劣化事象	代表機器			「技術評価」評価結果概要[*1]
			給水加熱器ドレン系	気体廃棄物処理系	原子炉系	
－	－	－	－	－	－	

－：経年劣化事象が考慮されないもの

*1：「×」としたものの理由を記載

(2) 耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の抽出

3.5.3 項(1)で整理された②の経年劣化事象については，これらの事象が顕在化した場合，代表機器の振動応答特性上又は構造・強度上，影響が「有意」であるか「軽微もしくは無視」できるかを以下で検討し，「軽微もしくは無視」できる事象については耐震安全性評価対象外とする（表 3.5-8～10 に耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象を示す)。

① ステンレス鋼配管系における高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

ステンレス鋼配管系における高経年化対策上着目すべき経年劣化事象を「技術評価」での検討結果に基づき整理した結果（表 3.5-5 参照)，現在発生しているか，又は将来にわたって起こることが否定できない事象は，以下のとおりである。

・配管の疲労割れ［原子炉再循環系］

本経年劣化事象は，機器の振動応答特性上又は構造・強度上，影響が「軽微もしくは無視」できるとは言えず，耐震安全性評価対象（表 3.5-8 で◎）とした。

② 炭素鋼配管系における高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

炭素鋼配管系における高経年化対策上着目すべき経年劣化事象を「技術評価」での検討結果に基づき整理した結果（表 3.5-6 参照)，現在発生しているか，又は将来にわたって起こることが否定できない事象は，以下のとおりである。

・配管の疲労割れ［原子炉系（純水部，蒸気部)］

本経年劣化事象は，機器の振動応答特性上又は構造・強度上，影響が「軽微もしくは無視」できるとは言えず，耐震安全性評価対象（表 3.5-9 で◎）とした。

③ 低合金鋼配管系における高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

低合金鋼配管系における高経年化対策上着目すべき経年劣化事象を「技術評価」での検討結果を考慮して整理した結果（表 3.5-7 参照)，現在発生しているか，又は将来にわたって起こることが否定できない事象は，抽出されなかった（表 3.5-10 参照)。

表 3.5-8　ステンレス鋼配管系の耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象

部位	経年劣化事象	代表機器			
		原子炉再循環系	制御用圧縮空気系	ほう酸水注入系 (五ほう酸ナトリウム水部)	原子炉保護系
配管	疲労割れ	◎	－	－	－

◎：以降で評価する

－：経年劣化事象が想定されないもの及び今後も発生の可能性がないもの，又は小さいもの

表 3.5-9　炭素鋼配管系の耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象

部位	経年劣化事象	代表機器				
		原子炉系 (純水部)	原子炉補機冷却系	原子炉系 (蒸気部)	不活性ガス系	残留熱除去 海水系
配管	疲労割れ	◎	－	◎	－	－

◎：以降で評価する

－：経年劣化事象が想定されないもの及び今後も発生の可能性がないもの，又は小さいもの

表 3.5-10　低合金鋼配管系の耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象

部位	経年劣化事象	代表機器		
		給水加熱器ドレン系	気体廃棄物処理系	原子炉系
－	－	－	－	－

－：経年劣化事象が想定されないもの及び今後も発生の可能性がないもの，又は小さいもの

3.5.4 耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象に対する耐震安全性評価

3.5.3項にて整理し抽出した経年劣化事象及び2.2項(2)bの表2で耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象に対しての耐震安全性評価を実施する。

(1) 配管の疲労割れ［原子炉再循環系，原子炉系（純水部，蒸気部)］

ステンレス鋼配管系（原子炉再循環系)，炭素鋼配管系（原子炉系（純水部，蒸気部)）の配管の疲労割れに関しては，「技術評価」において運転開始後60年時点での疲労累積係数を評価し，健全性を確認している。ここでは，「技術評価」での疲労累積係数に基準地震動 S_S による疲労解析から求められる疲労累積係数を加味した疲労評価を行う。

評価の結果，疲労累積係数の和は，許容値1以下であり，配管の疲労割れは耐震安全性に問題のないことを確認した（表3.5-11参照)。

また，東北地方太平洋沖地震による疲労強度への影響評価として，基準地震動 S_S による疲労累積係数が最も高い原子炉系（蒸気部）に対して評価を行う。影響評価として，上記の評価結果に対して保守的に疲労解析から求めた東北地方太平洋沖地震の地震動による疲労累積係数を足し合わせた結果においても，許容値1を下回り，耐震安全性に問題のないことを確認した（表3.5-11参照)。

表3.5-11　配管の疲労解析結果

系統	区分	評価地震動	運転実績回数に基づく疲労累積係数	地震動による疲労累積係数（東北地方太平洋沖地震）	地震動による疲労累積係数（基準地震動 S_S）	合計（許容値：1以下）
原子炉再循環系	クラス1	S_S	0.1182[*1]	－	0.1455[*2]	0.2637
原子炉系（純水部）	クラス1	S_S	0.5799[*1]	－	0.0259[*2]	0.6058
原子炉系（蒸気部）	クラス1	S_S	0.0853	0.0043[*3]	0.6558[*2]	0.7454

*1：環境を考慮

*2：等価繰返し回数は，一律に設定する等価繰返し回数として設定した160回を用いた。弾性設計用地震動 S_d については，等価繰返し回数を2回分考慮しても基準地震動 S_S の等価繰返し回数である160回以下となるため，弾性設計用地震動 S_d による評価は省略した

*3：東北地方太平洋沖地震時の配管解析モデル及び観測波を用いて算出される等価繰返し回数を用いており，裕度を考慮した40回と設定した

(2) 配管の腐食（流れ加速型腐食）[原子炉系（純水部，蒸気部)]

炭素鋼配管系（原子炉系（純水部，蒸気部)）の配管の腐食（流れ加速型腐食）に対しては，超音波厚さ測定等による肉厚測定を実施し，その結果に基づき余寿命を管理し，配管の取替等の対策を検討することとしているが，耐震安全性評価では，配管の減肉が広範囲にわたって徐々に進行する流れ加速型腐食による減肉を想定し，JEAG4601「原子力発電所耐震設計技術指針」等に基づき以下のとおり実施した。

なお，評価にあたっては，日本機械学会「発電用原子力設備規格　沸騰水型原子力発電所　配管減肉管理に関する技術規格（JSME S NH1-2006)」(以下，JSME 減肉管理規格という）において，流れ加速型腐食発生の可能性が小さいとされている FAC-1 管理範囲以外の箇所を含むライン及び知見拡充の観点で FAC-1 管理範囲のうち原子炉系(蒸気部)主配管の耐震重要度 S クラスの範囲を評価対象ラインとして選定した。

a. 減肉想定範囲の周方向及び軸方向一様に必要最小肉厚まで減肉を想定した評価（第一段階評価）

① 各評価対象ラインの三次元梁モデルを作成

② エルボ部，分岐部，レジューサ部等の偏流発生部及びその下流部の以下に示す減肉想定範囲（JSME減肉管理規格に規定されている測定長さ）の周方向及び軸方向一様に必要最小肉厚まで減肉を想定し，三次元梁モデルに反映

・管の呼び径125A以下：300(mm)

・管の呼び径125Aを超えるもの：500(mm)

（ただし，原則としてオリフィス下流部の直管については3D，弁下流部の直管については1Dの範囲）

③ 評価対象ラインの耐震クラスに応じた地震力を用いて地震時の発生応力（一次応力）の評価を実施（評価に用いる減衰定数は，JEAG4601「原子力発電所耐震設計技術指針」等に基づき設定）

④ 耐震重要度Sクラスの配管については，一次＋二次応力の評価を実施し，許容応力を満足しない場合には疲労解析による評価を実施

⑤ 以上の評価から耐震安全性が確認できない評価対象ラインを第二段階評価の評価対象ラインとして抽出

b. 実機測定データに基づいて想定した肉厚による評価（第二段階評価）

① 第二段階評価対象ラインの系統全体における肉厚測定箇所から，評価対象ライン中の減肉想定範囲において流体条件が類似する箇所の実機測定データを整理して最大減肉率を選定

② 評価対象ラインの全ての減肉想定範囲に対し①で選定した最大減肉率を用いて，周方向及び軸方向一様に運転開始後60年時点まで減肉を想定し，三次元梁モデルに反映

③ 評価対象ラインの耐震クラスに応じた地震力を用いて地震時の発生応力（一次応力）の評価を実施

④ 耐震重要度Sクラスの配管については，一次＋二次応力の評価を実施し，許容応

力を満足しなかった場合には疲労解析による評価を実施

評価の結果，原子炉系（純水部）配管については，必要最小肉厚までの減肉を想定した評価において，発生応力が許容応力を下回り，耐震安全性に問題のないことを確認した。

原子炉系（蒸気部）配管のドレン配管（FAC-2管理範囲）については，必要最小肉厚までの減肉を想定した評価において，発生応力が許容応力を上回ったため，実機測定データを用いた運転開始後60年時点の肉厚を想定した評価を実施した結果，一次応力は許容応力を下回ったが，一次＋二次応力が許容応力を上回ったため，疲労解析による評価を実施したところ疲労累積係数は許容値以下であり，耐震安全性に問題のないことを確認した（表3.5-12(1/2)参照）。

原子炉系（蒸気部）配管の主配管（FAC-1管理範囲）については，流れ加速型腐食の管理ランクがFAC-2及びFAC-Sに該当しないことから，現時点での実機測定データを用いた運転開始後60年時点の肉厚を想定した評価を実施した結果，一次応力は許容応力を下回ったが，一次＋二次応力が許容応力を上回ったため，疲労解析による評価を実施したところ疲労累積係数は許容値以下であり，耐震安全性に問題のないことを確認した（表3.5-12(2/2)参照）。

表3.5-12(1/2)　炭素鋼配管系の腐食に対する耐震安全性評価結果

評価対象	区分	耐震重要度	評価地震力	許容応力状態	応力種別	発生応力[*1] (MPa)		許容応力[*4] (MPa)
						必要最小肉厚[*2]	60 年時点肉厚[*3]	
原子炉系（純水部）	クラス 1	S	S_S	$\mathrm{IV_AS}$	一次応力	103	－	364
					一次+二次応力	109	－	366
			S_d	$\mathrm{III_AS}$	一次応力	92	－	274
					一次+二次応力	67	－	366
	クラス 2	S	S_S	$\mathrm{IV_AS}$	一次応力	96	－	363
					一次+二次応力	140	－	364
			S_d	$\mathrm{III_AS}$	一次応力	82	－	182
					一次+二次応力	89	－	364
原子炉系（蒸気部）［ドレン配管］	クラス 1	S	S_S	$\mathrm{IV_AS}$	一次応力	1031	291	364
					一次+二次応力	2770	831 (疲労累積係数：0.3256[*6,*8])	366 (疲労累積係数許容値：1 以下[*5])
			S_d	$\mathrm{III_AS}$	一次応力	649	225	274
					一次+二次応力	1531	556 (疲労累積係数：0.3132[*7,*8])	366 (疲労累積係数許容値：1 以下[*5])
	クラス 2	S	S_S	$\mathrm{IV_AS}$	一次応力	765	150	363
					一次+二次応力	1191	195	364
			S_d	$\mathrm{III_AS}$	一次応力	493	113	182
					一次+二次応力	648	121	364

*1：系統内の評価対象ライン中で最大の発生応力を示す

*2：配管の内圧等により決定される最小の肉厚

*3：これまでの測定データに基づき想定した肉厚

*4：設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表 1 又は表 8，表 9 より求まる値

*5：JEAG4601 に基づき，地震動による疲労累積係数に通常運転時の疲労累積係数を加えて評価する。なお，地震動による疲労累積係数の算出に用いる等価繰返し回数は，一律に設定する等価繰返し回数を用いた地震動による疲労累積係数と通常運転時の疲労累積係数の合計が許容値 1 を超える場合は，個別に設定する等価繰返し回数を用いて地震動による疲労累積係数を算出し評価する

*6：基準地震動 S_S による疲労累積係数。等価繰返し回数は，個別に設定する等価繰返し回数を用いており，裕度を考慮した 70 回と設定した

*7：弾性設計用地震動 S_d による疲労累積係数。等価繰返し回数は，一律に設定する等価繰返し回数として設定した 320 回を用いた

*8：通常運転時の疲労累積係数は 0.4580 であるため，地震動による疲労累積係数を足し合わせても許容値 1 を下回る

表3.5-12(2/2)　炭素鋼配管系の腐食に対する耐震安全性評価結果

評価対象	区分	耐震重要度	評価地震力	許容応力状態	応力種別	発生応力[*1] (MPa) 60 年時点肉厚[*2]	許容応力[*3] (MPa)
原子炉系（蒸気部）［主配管］	クラス 1	S	S_S	$\mathrm{IV_AS}$	一次応力	317	345
					一次+二次応力	829（疲労累積係数：0.9249[*5, *6]）	345（疲労累積係数許容値：1 以下[*4]）
			S_d	$\mathrm{III_AS}$	一次応力	236	258
					一次+二次応力	489（疲労累積係数：S_S に包含される[*7]）	345（疲労累積係数許容値：1 以下[*4]）
	クラス 2	S	S_S	$\mathrm{IV_AS}$	一次応力	90	380
					一次+二次応力	51	418
			S_d	$\mathrm{III_AS}$	一次応力	82	209
					一次+二次応力	33	418

*1：系統内の評価対象ライン中で最大の発生応力を示す

*2：これまでの測定データに基づき想定した肉厚

*3：設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表 1 又は表 8，表 9 より求まる値

*4：JEAG4601 に基づき，地震動による疲労累積係数に通常運転時の疲労累積係数を加えて評価する

*5：基準地震動 S_S による疲労累積係数。等価繰返し回数は，一律に設定する等価繰返し回数として設定した 160 回を用いた

*6：通常運転時の疲労累積係数は 0.0339 であるため，基準地震動 S_S による疲労累積係数を足し合わせても許容値 1 を下回る

*7：弾性設計用地震動 S_d による疲労累積係数は，等価繰返し回数を 2 回分考慮しても基準地震動 S_S の等価繰返し回数である 160 回以下となるため，基準地震動 S_S による疲労累積係数に包含される

3.5.5 評価対象機器全体への展開

以下の手順により，評価対象機器全体への耐震安全性評価の展開を実施することとする。

3.5.5.1 代表機器以外の評価対象機器における「技術評価」での検討結果の整理

3.5.3 項の代表機器及び 2.2 項(2)b の表 2 における耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の検討結果を用いて，代表機器以外の評価対象機器についても，「技術評価」での経年劣化事象の抽出及び保全対策の検討結果を用いて整理を行った。

(1) 配管の疲労割れ［ステンレス鋼配管系：原子炉隔離時冷却系，原子炉冷却材浄化系，残留熱除去系，炭素鋼配管系：原子炉隔離時冷却系，原子炉冷却材浄化系，残留熱除去系，高圧炉心スプレイ系，低圧炉心スプレイ系］

代表機器と同じく「現在発生しているか，又は将来にわたって起こることが否定できないもの」として扱う。

(2) 配管の腐食（流れ加速型腐食）［炭素鋼配管系：復水系，給水系，給水加熱器ドレン系，タービン主蒸気系，タービングランド蒸気系，原子炉給水ポンプ駆動用蒸気タービン系，原子炉冷却材浄化系］

代表機器と同じく「現在発生しているか，又は将来にわたって起こることが否定できないもの」として扱う。

「技術評価」での経年劣化事象の抽出及び保全対策の検討結果を用いて，代表機器以外の評価対象機器についても整理を行った結果，代表機器における抽出結果以外の経年劣化事象は抽出されなかった。

3.5.5.2 耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の抽出

3.5.3 項にて整理し抽出した代表機器に想定される経年劣化事象及び 2.2 項(2)b の表 2 で耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象に対して，機器の振動応答特性上又は構造・強度上，影響が「軽微もしくは無視」できる事象を耐震安全性評価対象外としたものについては，前項の抽出結果を含めて，評価対象機器全体において代表機器と同様に評価した結果，以下の経年劣化事象は影響が「軽微もしくは無視」できないと判断し，次項にて耐震安全性評価を実施することとする。

・配管の疲労割れ［ステンレス鋼配管系：原子炉隔離時冷却系，原子炉冷却材浄化系，残留熱除去系，炭素鋼配管系：原子炉隔離時冷却系，原子炉冷却材浄化系，残留熱除去系，高圧炉心スプレイ系，低圧炉心スプレイ系］
・配管の腐食（流れ加速型腐食）［炭素鋼配管系：復水系，給水系，給水加熱器ドレン系，原子炉冷却材浄化系］

3.5.5.3 耐震安全性評価

本項では，代表以外の機器に対する耐震安全性評価を実施する。

具体的には，3.5.5.2 項で代表機器に想定される経年劣化事象以外の事象は抽出されなかったことから，代表機器に想定される経年劣化事象と同じ事象に対する耐震安全性評価を実施した（代表機器以外の機器については表 3.5-2～4 を参照のこと）。

(1) 代表機器に想定される経年劣化事象と同じ事象に対する耐震安全性評価

a. 配管の疲労割れ［ステンレス鋼配管系：原子炉隔離時冷却系，原子炉冷却材浄化系，残留熱除去系，炭素鋼配管系：原子炉隔離時冷却系，原子炉冷却材浄化系，残留熱除去系，高圧炉心スプレイ系，低圧炉心スプレイ系］

配管の疲労割れについては熱疲労強度上，厳しい代表機器の評価を行い，耐震安全性を確認した。代表以外の配管については，代表機器と同等またはそれ以下の過渡変化を受ける部位であることから，代表配管同様に疲労評価は許容値を下回ると考えられる。

地震による疲労強度への影響は，代表機器の評価結果と同様に小さいものと考えられ，地震を考慮しても，これら配管の耐震安全性に問題はないものと判断する。

b. 配管の腐食（流れ加速型腐食）［炭素鋼配管系：復水系，給水系，給水加熱器ドレン系，原子炉冷却材浄化系］

減肉を加味した耐震安全性評価では，JSME減肉管理規格において流れ加速型腐食が想定される復水系，給水系，給水加熱器ドレン系及び知見拡充の観点で原子炉冷却材への水素注入に伴う配管内表面の酸化被膜減少による配管減肉が想定される原子炉冷却材浄化系配管の耐震重要度Sクラスの範囲について，代表機器と同様の手順で評価した。

評価の結果，給水系のクラス2の範囲については，必要最小肉厚までの減肉を想定した評価において，発生応力が許容応力を下回り，耐震安全性に問題のないことを確認した。

また，復水系，給水系のクラス3の範囲及び給水加熱器ドレン系については，必要最小肉厚までの減肉を想定した評価において，発生応力が許容応力を満足しなかったため，実機測定データを用いて運転開始後60年時点の肉厚を想定した評価を実施した結果，発生応力が許容応力を下回り，耐震安全性に問題のないことを確認した（表3.5-13参照）。

原子炉冷却材浄化系配管については，流れ加速型腐食の管理ランクがFAC-2及びFAC-Sに該当しないことから，現時点での実機測定データを用いた運転開始後60年時点の肉厚を想定した評価を実施した結果，一次応力は許容応力を下回ったが，一次＋二次応力が許容応力を上回ったため，疲労解析による評価を実施したところ疲労累積係数は許容値以下であり，耐震安全性に問題のないことを確認した（表3.5-13参照）。

表3.5-13　炭素鋼配管系の腐食に対する耐震安全性評価結果

評価対象	区分	耐震重要度	評価地震力	許容応力状態	応力種別	発生応力[*1] (MPa)		許容応力[*4] (MPa)
						必要最小肉厚[*2]	60年時点肉厚[*3]	
復水系	火力[*5]	B	Bクラス地震力	B_AS	一次応力	6662[*6]	227	233
給水系	クラス2	S	S_S	IV_AS	一次応力	125	－	363
					一次+二次応力	241	－	364
			S_d	III_AS	一次応力	107	－	182
					一次+二次応力	130	－	364
		B	Bクラス地震力	B_AS	一次応力	104	－	229
	クラス3	B	Bクラス地震力	B_AS	一次応力	291	130	172[*7] 229[*7]
給水加熱器ドレン系	クラス3	B	Bクラス地震力	B_AS	一次応力	231	85	205
原子炉冷却材浄化系	クラス1	S	S_S	IV_AS	一次応力	－	333[*8,*9]	414
					一次+二次応力	－	1015[*8] (疲労累積係数：0.7408[*11,*12])	354 (疲労累積係数許容値：1以下[*10])
						－	828[*9] (疲労累積係数：0.6612[*11,*13])	414 (疲労累積係数許容値：1以下[*10])
			S_d	III_AS	一次応力	－	228[*8,*9]	310
					一次+二次応力	－	563[*8] (疲労累積係数：S_Sに包含される[*14])	354 (疲労累積係数許容値：1以下[*10])
						－	503[*9] (疲労累積係数：S_Sに包含される[*14])	414 (疲労累積係数許容値：1以下[*10])

*1：系統内の評価対象ライン中で最大の発生応力を示す

*2：配管の内圧等により決定される最小の肉厚

*3：これまでの測定データに基づき想定した肉厚

*4：設計・建設規格 付録材料図表Part5表1，又は表8，表9より求まる値

*5：火力技術基準に区分されるが，耐震評価上クラス3として評価した

*6：火力技術基準に基づいているため必要最小肉厚が小さく，また，当該部は管台形状であることから発生応力が高くなった

*7：上段は必要最小肉厚での発生応力（最大点）に対する許容応力，下段は60年時点肉厚での発生応力（最大点）に対する許容応力（材質の違いによる）

*8：評価対象ラインのうち，最大の発生応力を示す

*9：評価対象ラインのうち，炭素鋼配管部における最大の発生応力を示す

*10：JEAG4601に基づき，地震動による疲労累積係数に通常運転時の疲労累積係数を加えて評価する

*11：基準地震動S_Sによる疲労累積係数。等価繰返し回数は，一律に設定する等価繰返し回数として設定した160回を用いた

*12：通常運転時の疲労累積係数は0.0085であるため，地震動による疲労累積係数を足し合わせても許容値1を下回る

*13：通常運転時の疲労累積係数は0.0462であるため，地震動による疲労累積係数を足し合わせても許容値1を下回る

*14：弾性設計用地震動S_dについては，等価繰返し回数を2回分考慮しても基準地震動S_Sの等価繰返し回数である160回以下となるため，基準地震動S_Sによる疲労累積係数に包含される

代表機器と同様に，いずれの評価についても保守性を有しており，また，系統中の発生応力又は疲労累積係数は許容値を下回ることから，耐震安全性評価上問題ない。

3.5.6 保全対策に反映すべき項目の抽出

炭素鋼配管の腐食（流れ加速型腐食）に対して，原子炉系（蒸気部）配管，復水系配管，給水系配管，給水加熱器ドレン系配管及び原子炉冷却材浄化系配管については，現時点での実機測定データを用いた運転開始後60年時点の評価により耐震安全性に問題のないことを確認したことから，今後も減肉傾向の把握及びデータの蓄積を継続して行い，減肉進展の実測データを反映した耐震安全性評価を行う。

3.6 弁

本章は，東海第二で使用している主要な弁に係わる経年劣化事象について，耐震安全性評価をまとめたものである。

なお，東海第二の主要機器については，既に「技術評価」において経年劣化事象に対する健全性評価を行うとともに，現状保全の評価を実施しているため，本章においてはこれら検討結果を前提条件とし，評価を実施することとする。

3.6.1 評価対象機器

東海第二で使用している主要な弁（「技術評価」の評価対象機器）を評価対象機器とする。

なお，評価対象機器一覧を表 3.6-1 に示す。

表 3.6-1（1/10）　評価対象機器一覧

型式	分類基準		機器名称	耐震重要度
	弁箱材料	内部流体		
仕切弁	炭素鋼	純水	制御棒駆動系	B
			残留熱除去系	S, 重*1
			原子炉冷却材浄化系	S
			高圧炉心スプレイ系	S, 重*1
			低圧炉心スプレイ系	S, 重*1
			原子炉隔離時冷却系	S, 重*1
			原子炉系	S
			復水系	B
			給水系	B
			給水加熱器ドレン系	B
			補助系	S
			重大事故等対処設備*2	S, 重*1
		冷却水*3	原子炉補機冷却系	S
			ドライウェル冷却系	S
		蒸気	原子炉隔離時冷却系	S, 重*1
			原子炉系	S
			主蒸気隔離弁漏えい抑制系	S
			タービン主蒸気系	B
			タービン補助蒸気系	B
			タービングランド蒸気系	B
			気体廃棄物処理系	B
			所内蒸気系	B
			抽気系	B
			重大事故等対処設備*2	重*1

*1：耐震重要度とは別に常設重大事故等対処設備の区分に応じた耐震設計が求められることを示す

*2：新規に設置される機器

*3：冷却水（防錆剤入り純水）

表 3.6-1（2/10）　評価対象機器一覧

型式	分類基準		機器名称	耐震重要度
	弁箱材料	内部流体		
仕切弁	炭素鋼	ガス	原子炉隔離時冷却系	S, 重*1
			可燃性ガス濃度制御系	S
			気体廃棄物処理系	B
			重大事故等対処設備*2	重*1
		海水	残留熱除去海水系	S, 重*1
			非常用ディーゼル発電機海水系	S, 重*1
			高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機海水系	S, 重*1
			重大事故等対処設備*2	重*1
	鋳鉄	海水	残留熱除去海水系	S, 重*1
	ステンレス鋼	純水	制御棒駆動系	S
			ほう酸水注入系	S
			残留熱除去系	S, 重*1
			原子炉冷却材浄化系	S
			原子炉隔離時冷却系	S, 重*1
			原子炉再循環系	S
			補助系	S
		五ほう酸ナトリウム水	ほう酸水注入系	S, 重*1
	低合金鋼	蒸気	原子炉系	S

*1：耐震重要度とは別に常設重大事故等対処設備の区分に応じた耐震設計が求められることを示す

*2：新規に設置される機器

表 3.6-1（3/10）　評価対象機器一覧

型式	分類基準		機器名称	耐震重要度
	弁箱材料	内部流体		
玉形弁	炭素鋼	純水	制御棒駆動系	B
			残留熱除去系	S, 重*1
			高圧炉心スプレイ系	S
			低圧炉心スプレイ系	S
			原子炉隔離時冷却系	S
			原子炉冷却材浄化系	B
			燃料プール冷却浄化系	S
			給水系	B
			重大事故等対処設備*2	重*1
		蒸気	原子炉隔離時冷却系	S, 重*1
			原子炉系	S
			タービン補助蒸気系	B
		ガス	可燃性ガス濃度制御系	S
			不活性ガス系*2	S
			制御用圧縮空気系	S, 重*1
			試料採取系	S
			重大事故等対処設備*2	重*1
		海水	非常用ディーゼル発電機海水系	S, 重*1
			高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機海水系	S, 重*1
			重大事故等対処設備*2	重*1
	ステンレス鋼	純水	制御棒駆動系	B
			ほう酸水注入系	S, 重*1
			残留熱除去系	S, 重*1
			原子炉隔離時冷却系	S
			原子炉再循環系	B
			原子炉冷却材浄化系	S
			燃料プール冷却浄化系	S, 重*1
			格納容器雰囲気監視系	S

*1：耐震重要度とは別に常設重大事故等対処設備の区分に応じた耐震設計が求められることを示す

*2：新規に設置される機器

表 3.6-1（4/10）　評価対象機器一覧

型式	分類基準		機器名称	耐震重要度
	弁箱材料	内部流体		
玉形弁	ステンレス鋼	純水	不活性ガス系	S
			事故時サンプリング設備	S
			重大事故等対処設備*2	重*1
		ガス	不活性ガス系	S
			制御用圧縮空気系	C, 重*1
			重大事故等対処設備*2	S, 重*1
		海水	残留熱除去海水系	S, 重*1
		五ほう酸ナトリウム水	ほう酸水注入系	S, 重*1
	青銅鋳物	海水	残留熱除去海水系	S, 重*1
			高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機海水系	S, 重*1

*1：耐震重要度とは別に常設重大事故等対処設備の区分に応じた耐震設計が求められることを示す

*2：新規に設置される機器

表 3.6-1（5/10）　評価対象機器一覧

型式	分類基準		機器名称	耐震重要度
	弁箱材料	内部流体		
逆止弁	炭素鋼	純水	制御棒駆動系	B
			残留熱除去系	S, 重*1
			高圧炉心スプレイ系	S, 重*1
			低圧炉心スプレイ系	S, 重*1
			原子炉隔離時冷却系	S, 重*1
			原子炉系	S
			原子炉冷却材浄化系	B
			復水系	B
			給水系	B
			給水加熱器ドレン系	B
			重大事故等対処設備*2	重*1
		蒸気	原子炉隔離時冷却系	S, 重*1
			主蒸気隔離弁漏えい抑制系	S
			抽気系	B
			所内蒸気系	C
			重大事故等対処設備*2	重*1
		海水	非常用ディーゼル発電機海水系	S, 重*1
			高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機海水系	S, 重*1
			重大事故等対処設備*2	重*1
	ステンレス鋼	純水	制御棒駆動系	B
			ほう酸水注入系	S, 重*1
			残留熱除去系	S, 重*1
			原子炉隔離時冷却系	S, 重*1
			原子炉再循環系	S
			原子炉冷却材浄化系	B
			燃料プール冷却浄化系	S
			重大事故等対処設備*2	重*1

*1：耐震重要度とは別に常設重大事故等対処設備の区分に応じた耐震設計が求められることを示す

*2：新規に設置される機器

表 3.6-1（6/10）　評価対象機器一覧

型式	分類基準		機器名称	耐震重要度
	弁箱材料	内部流体		
逆止弁	ステンレス鋼	五ほう酸ナトリウム水	ほう酸水注入系	S, 重*1
		ガス	中性子計装系	S
			原子炉系	S, 重*1
			制御用圧縮空気系	重*1
			サプレッション・プール水 pH 制御装置*2	S
			重大事故等対処設備*2	重*1
		海水	残留熱除去海水系	S, 重*1
			浸水防護施設*2	S
バタフライ弁	炭素鋼	ガス	不活性ガス系	S, 重*1
			非常用ガス処理系	S, 重*1
			非常用ガス再循環系	S, 重*1
			重大事故等対処設備*2	重*1
		海水	非常用ディーゼル発電機海水系	重*1
			高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機海水系	重*1
			重大事故等対処設備*2	重*1
	ステンレス鋼	ガス	重大事故等対処設備*2	重*1
安全弁	炭素鋼	純水	残留熱除去系	S, 重*1
			高圧炉心スプレイ系	S, 重*1
			低圧炉心スプレイ系	S, 重*1
			原子炉隔離時冷却系	重*1
			原子炉冷却材浄化系	B
			可燃性ガス濃度制御系	S
			タービングランド蒸気系	B
			復水系	B
			給水系	B
			空気抽出系	B

*1：耐震重要度とは別に常設重大事故等対処設備の区分に応じた耐震設計が求められることを示す

*2：新規に設置される機器

表 3.6-1（7/10）　評価対象機器一覧

型式	分類基準		機器名称	耐震重要度
	弁箱材料	内部流体		
安全弁	炭素鋼	蒸気	タービン補助蒸気系	B
			タービングランド蒸気系	B
			給水加熱器ベント系	B
	ステンレス鋼	純水	残留熱除去系	S, 重*1
			原子炉隔離時冷却系	S
			原子炉再循環系	B
			原子炉冷却材浄化系	B
		蒸気	気体廃棄物処理系	B
		ガス	制御用圧縮空気系	重*1
		五ほう酸ナトリウム水	ほう酸水注入系	S, 重*1
	青銅鋳物	海水	残留熱除去海水系	S
ボール弁	ステンレス鋼	ガス	中性子計装系	S
			原子炉冷却材浄化系*2	B
		純水	原子炉冷却材浄化系	B
原子炉再循環ポンプ流量制御弁	ステンレス鋳鋼	純水	原子炉再循環系	S
主蒸気隔離弁	炭素鋼	蒸気	原子炉系	S
主蒸気逃がし安全弁	炭素鋼鋳鋼	蒸気	原子炉系	S, 重*1
爆破弁	ステンレス鋼	五ほう酸ナトリウム水	ほう酸水注入系	S, 重*1
破壊板	ステンレス鋼	蒸気	原子炉隔離時冷却系	S
			気体廃棄物処理系	B
		ガス	重大事故等対処設備*3	重*1

*1：耐震重要度とは別に常設重大事故等対処設備の区分に応じた耐震設計が求められることを示す

*2：原子炉冷却材浄化系に供給される制御用圧縮空気

*3：新規に設置される機器

表 3.6-1（8/10）　評価対象機器一覧

型式	分類基準		機器名称	耐震重要度
	弁箱材料	内部流体		
制御弁	炭素鋼	純水	原子炉冷却材浄化系	B
			復水系	B
			給水系	B
			中央制御室換気系	S
		蒸気	不活性ガス系	C
			タービングランド蒸気系	B
			復水移送系	B
			バッテリー室換気系	C
			気体廃棄物処理系	B
	ステンレス鋼	純水	原子炉冷却材浄化系	B
		ガス	制御用圧縮空気系	S, 重[*1]
			重大事故等対処設備[*2]	重[*1]
	低合金鋼	純水	原子炉隔離時冷却系	S
			給水系	B
			給水加熱器ドレン系	B
		蒸気	所内蒸気系	B

*1：耐震重要度とは別に常設重大事故等対処設備の区分に応じた耐震設計が求められることを示す

*2：新規に設置される系統

表 3.6-1（9/10）　評価対象機器一覧

型式 （電源・設置場所）	分類基準		機器名称	耐震 重要度
	弁箱材料	内部流体		
電動弁用駆動部 （交流，原子炉格納容器内）	－	－	原子炉系	S
			原子炉再循環系	S
			残留熱除去系	S，重*1
			原子炉隔離時冷却系	S，重*1
			原子炉冷却材浄化系	S
電動弁用駆動部 （交流，原子炉格納容器外）	－	－	原子炉系	S
			原子炉冷却材浄化系	S
			ほう酸水注入系	S，重*1
			残留熱除去系	S，重*1
			残留熱除去海水系	S，重*1
			高圧炉心スプレイ系	S，重*1
			低圧炉心スプレイ系	S，重*1
			可燃性ガス濃度制御系	S
			主蒸気隔離弁漏えい抑制系	S
			原子炉補機冷却系	S
			燃料プール冷却浄化系	重*1
			制御用圧縮空気系	S
			不活性ガス系	S，重*1
			格納容器雰囲気監視系	S
			事故時サンプリング設備	S
			中央制御室換気系	S，重*1
			ドライウェル冷却系	S
			空気抽出系	B
			気体廃棄物処理系	B
			重大事故等対処設備*2	S，重*1

*1：耐震重要度とは別に常設重大事故等対処設備の区分に応じた耐震設計が求められることを示す

*2：新規に設置される系統

表 3.6-1（10/10）　評価対象機器一覧

型式（電源／型式・設置場所）	分類基準		機器名称	耐震重要度
	弁箱材料	内部流体		
電動弁用駆動部（直流，原子炉格納容器外）	－	－	原子炉系	S
			残留熱除去系	S，重*1
			原子炉隔離時冷却系	S，重*1
			原子炉冷却材浄化系	S
			重大事故等対処設備*2	重*1
空気作動弁用駆動部（ダイヤフラム型，原子炉格納容器外）	－	－	中央制御室換気系	S
			原子炉隔離時冷却系	S
			原子炉冷却材浄化系	B
空気作動弁用駆動部（シリンダ型，原子炉格納容器内）	－	－	原子炉再循環系	S
空気作動弁用駆動部（シリンダ型，原子炉格納容器外）	－	－	不活性ガス系	S，重*1
			原子炉再循環系	S
			補助系	S
			原子炉系	S
			ほう酸水注入系	S，重*1
			漏えい検出系	S
			主蒸気隔離弁漏えい抑制系	S
			原子炉隔離時冷却系	S，重*1
			非常用ガス処理系	S，重*1
			非常用ガス再循環系	S，重*1
			原子炉再循環流量制御系	S
			原子炉冷却材浄化系	B
			格納容器雰囲気監視系	S
			気体廃棄物処理系	B

*1：耐震重要度とは別に常設重大事故等対処設備の区分に応じた耐震設計が求められることを示す

*2：新規に設置される系統

3.6.2 代表機器の選定

「技術評価」の評価では評価対象弁をその型式等を基に分類しているが，本検討においてもこの分類にしたがって整理するものとし，それぞれの分類ごとに，「技術評価」における代表機器を本検討の代表機器とする。

ただし，グループ内で選定された「技術評価」の代表機器より，耐震重要度の上位の機器が存在する場合には，これについても代表機器として評価することとする。

各分類における，本検討での代表機器を表 3.6-2～15 に示す。

表 3.6-2（1/5）　仕切弁の代表機器

分類基準		当該系統	選定基準						「技術評価」代表機器	耐震安全性評価代表機器	備考（弁名称）
弁箱材料	内部流体		口径(A)	重要度[*1]	使用条件			耐震重要度			
					運転状態	最高使用圧力(MPa)	最高使用温度(℃)				
炭素鋼	純水	制御棒駆動系	20～50	高[*2]	連続	12.06	66	B			
		残留熱除去系	50～600	MS-1/PS-1 重[*3]	一時	0.86～8.62	100～302	S,重[*4]			
		原子炉冷却材浄化系	100～150	PS-2	連続	8.62～9.80	66～302	S			
		高圧炉心スプレイ系	100～600	MS-1/PS-1 重[*3]	一時	0.70～10.69	100～302	S,重[*4]			
		低圧炉心スプレイ系	40～600	MS-1/PS-1 重[*3]	一時	0.70～8.62	100～302	S,重[*4]			
		原子炉隔離時冷却系	100～200	MS-1,重[*3]	一時	0.86～10.35	77～100	S,重[*4]			
		原子炉系	500～600	PS-1	連続	8.62～12.93	302	S	○	○	原子炉給水止め弁
		復水系	450～650	高[*2]	連続	6.14	205	B			
		給水系	80～600	高[*2]	連続	6.14～15.51	205～233	B			
		給水加熱器ドレン系	50～500	高[*2]	連続	0.35～1.81	149～233	B			
		補助系	80	MS-1	連続	1.04	65	S			

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

*2：最高使用温度が 95 ℃を超え，又は最高使用圧力が 1,900 kPa を超える環境下にある原子炉格納容器外の重要度クラス 3 の機器

*3：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す

*4：耐震重要度とは別に常設重大事故等対処設備の区分に応じた耐震設計が求められることを示す

表 3.6-2 (2/5)　仕切弁の代表機器

分類基準		当該系統	選定基準						「技術評価」代表機器	耐震安全性評価代表機器	備考（弁名称）
弁箱材料	内部流体		口径(A)	重要度[*1]	使用条件			耐震重要度			
					運転状態	最高使用圧力(MPa)	最高使用温度(℃)				
炭素鋼	純水	重大事故等対処設備[*2]	80～300	MS-1,重[*3]	一時	静水頭～10.70	66～174	S,重[*4]			
	冷却水[*5]	原子炉補機冷却系	200	MS-1	連続	0.86	66	S	○	○	ドライウェル内機器原子炉補機冷却水戻り弁
		ドライウェル冷却系	150	MS-1	連続	0.86	66	S			
	蒸気	原子炉隔離時冷却系	40～350	MS-1/PS-1 重[*3]	一時	1.04～8.62	135～302	S,重[*4]	○	○	原子炉隔離時冷却系内側隔離弁
		原子炉系	80	MS-1/PS-1	一時	8.62	302	S			
		主蒸気隔離弁漏えい抑制系	25～100	MS-1	一時	8.62	302	S			
		タービン主蒸気系	150	高[*6]	連続	8.62	302	B			
		タービン補助蒸気系	100	高[*6]	連続	2.46	225	B			
		タービングランド蒸気系	40～250	高[*6]	連続	0.35～8.62	124～302	B			

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

*2：新規に設置される機器

*3：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す

*4：耐震重要度とは別に常設重大事故等対処設備の区分に応じた耐震設計が求められることを示す

*5：冷却水（防錆剤入り純水）

*6：最高使用温度が 95 ℃を超え，又は最高使用圧力が 1,900 kPa を超える環境下にある原子炉格納容器外の重要度クラス 3 の機器

表 3.6-2 (3/5)　仕切弁の代表機器

分類基準		当該系統	選定基準						「技術評価」代表機器	耐震安全性評価代表機器	備考（弁名称）
弁箱材料	内部流体		口径(A)	重要度[*1]	使用条件			耐震重要度			
					運転状態	最高使用圧力(MPa)	最高使用温度(℃)				
炭素鋼	蒸気	気体廃棄物処理系	150～250	MS-2	連続	2.41	205	B			
		所内蒸気系	50～150	高[*2]	連続	0.35～8.62	124～302	B			
		抽気系	250～400	高[*2]	連続	1.04～1.82	210～233	B			
		重大事故等対処設備[*3]	100～350	重[*4]	一時	1.04～8.62	135～302	重[*5]			
	ガス	原子炉隔離時冷却系	50	MS-1,重[*4]	一時	0.52	88	S,重[*5]			
		可燃性ガス濃度制御系	100～150	MS-1	一時	0.31	171	S	○	○	可燃性ガス濃度制御系出口弁
		気体廃棄物処理系	200～300	PS-2	連続	0.34～2.42	66～538	B			
		重大事故等対処設備[*3]	50～150	重[*4]	一時	0.3～0.86	66～105	重[*5]			
	海水	残留熱除去海水系	300～500	MS-1,重[*4]	一時	0.70～3.45	38～66	S,重[*5]			
		非常用ディーゼル発電機海水系	250	MS-1,重[*4]	一時	0.70	38～66	S,重[*5]	○	○	非常用ディーゼル発電機海水系出口隔離弁

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

*2：最高使用温度が 95 ℃を超え，又は最高使用圧力が 1,900 kPa を超える環境下にある原子炉格納容器外の重要度クラス 3 の機器

*3：新規に設置される機器及び構造物であることを示す

*4：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す

*5：耐震重要度とは別に常設重大事故等対処設備の区分に応じた耐震設計が求められることを示す

表 3.6-2 (4/5)　仕切弁の代表機器

分類基準		当該系統	選定基準						「技術評価」代表機器	耐震安全性評価代表機器	備考（弁名称）
弁箱材料	内部流体		口径(A)	重要度[*1]	使用条件			耐震重要度			
					運転状態	最高使用圧力(MPa)	最高使用温度(℃)				
炭素鋼	海水	高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機海水系	250	MS-1,重[*2]	一時	0.70	38～66	S,重[*3]			
		重大事故等対処設備[*4]	300～350	重[*2]	一時	2.45	38	重[*3]			
鋳鉄	海水	残留熱除去海水系	100～500	MS-1,重[*2]	一時	3.45	38～66	S,重[*3]	○	○	残留熱除去系熱交換器海水出口弁
ステンレス鋼	純水	制御棒駆動系	20～50	MS-1	連続	12.06	66～138	S			
		ほう酸水注入系	40	高[*5]	一時	9.66	66	S			
		残留熱除去系	20～500	MS-1/PS-1 重[*2]	一時	8.62～10.69	302	S,重[*3]			
		原子炉冷却材浄化系	65～150	MS-1/PS-1	連続	8.62～9.80	302	S			
		原子炉隔離時冷却系	150	MS-1/PS-1 重[*2]	一時	10.70	302	S,重[*3]			
		原子炉再循環系	20～600	MS-1/PS-1	連続	8.62～12.06	66～302	S	○	○	原子炉再循環ポンプ出口弁

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

*2：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す

*3：耐震重要度とは別に常設重大事故等対処設備の区分に応じた耐震設計が求められることを示す

*4：新規に設置される機器

*5：最高使用温度が 95 ℃を超え，又は最高使用圧力が 1,900 kPa を超える環境下にある原子炉格納容器外の重要度クラス 3 の機器

表 3.6-2 (5/5)　仕切弁の代表機器

分類基準		当該系統	選定基準						「技術評価」代表機器	耐震安全性評価代表機器	備考（弁名称）
弁箱材料	内部流体		口径(A)	重要度[*1]	使用条件			耐震重要度			
					運転状態	最高使用圧力(MPa)	最高使用温度(℃)				
ステンレス鋼	純水	補助系	80	MS-1	連続	0.28	80	S			
ステンレス鋼	五ほう酸ナトリウム水	ほう酸水注入系	40～80	MS-1,重[*2]	一時	1.04～9.66	66	S,重[*3]	○	○	ほう酸水注入系ポンプ出口弁
低合金鋼	蒸気	原子炉系	650	PS-2	連続	8.62	302	S	○	○	主蒸気隔離弁第3弁

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

*2：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す

*3：耐震重要度とは別に常設重大事故等対処設備の区分に応じた耐震設計が求められることを示す

表 3.6-3 (1/4)　玉形弁の代表機器

分類基準		当該系統	選定基準						「技術評価」代表機器	耐震安全性評価代表機器	備考（弁名称）
弁箱材料	内部流体		口径(A)	重要度[*1]	使用条件			耐震重要度			
					運転状態	最高使用圧力(MPa)	最高使用温度(℃)				
炭素鋼	純水	制御棒駆動系	25～50	高[*2]	連続	12.06	66	B			
		残留熱除去系	25～450	MS-1,重[*3]	一時	3.45	100～174	S,重[*4]	○	○	残留熱除去系熱交換器バイパス弁
		高圧炉心スプレイ系	20～300	MS-1	一時	0.70～10.69	100	S			
		低圧炉心スプレイ系	20～300	MS-1	一時	0.70～4.14	100	S			
		原子炉隔離時冷却系	20～100	MS-1	一時	8.62～10.35	77～302	S			
		原子炉冷却材浄化系	50～150	PS-2	連続	9.80	66～302	B			
		燃料プール冷却浄化系	250	MS-2	連続	3.45	174	S			
		給水系	40～50	高[*2]	連続	6.13～6.77	205	B			
		重大事故等対処設備[*5]	50～200	重[*3]	一時	0.62～3.45	66～200	重[*4]			
	蒸気	原子炉隔離時冷却系	25～100	MS-1,重[*3]	一時	1.04～8.62	135～302	S,重[*4]	○	○	原子炉隔離時冷却系蒸気供給弁
		原子炉系	40～50	MS-1	一時	8.62	302	S			
		タービン補助蒸気系	80	高[*2]	連続	8.62	302	B			

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

*2：最高使用温度が 95 ℃を超え，又は最高使用圧力が 1,900 kPa を超える環境下にある原子炉格納容器外の重要度クラス 3 の機器

*3：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す

*4：耐震重要度とは別に常設重大事故等対処設備の区分に応じた耐震設計が求められることを示す

*5：新規に設置される機器及び構造物であることを示す

表 3.6-3 (2/4)　玉形弁の代表機器

分類基準		当該系統	選定基準						「技術評価」代表機器	耐震安全性評価代表機器	備考（弁名称）
弁箱材料	内部流体		口径(A)	重要度*1	使用条件			耐震重要度			
					運転状態	最高使用圧力(MPa)	最高使用温度(℃)				
炭素鋼	ガス	可燃性ガス濃度制御系	20	MS-1	一時	0.31	171	S			格納容器 N2 ガス供給弁
		不活性ガス系*2	50～80	MS-1	一時	0.31	171	S	○	○	
		制御用圧縮空気系	50	MS-1,重*3	一時	1.38	66	S,重*4			
		試料採取系	50	MS-1	一時	0.31	171	S			
		重大事故等対処設備*2	50	重*3	一時	0.62	200	重*4			
	海水	非常用ディーゼル発電機海水系	150	MS-1,重*3	一時	0.70	38	S,重*4	○	○	非常用ディーゼル発電機エンジンエアクーラ海水入口弁
		高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機海水系	100～150	MS-1,重*3	一時	0.70	38	S,重*4			
		重大事故等対処設備*2	150～300	重*3	一時	2.45	38	重*4			
ステンレス鋼	純水	制御棒駆動系	25～50	高*5	連続	12.06	66	B			
		ほう酸水注入系	40	MS-1,重*3	一時	9.66	302	S,重*4			

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

*2：新規に設置される機器

*3：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す

*4：耐震重要度とは別に常設重大事故等対処設備の区分に応じた耐震設計が求められることを示す

*5：最高使用温度が 95 ℃を超え，又は最高使用圧力が 1,900 kPa を超える環境下にある原子炉格納容器外の重要度クラス 3 の機器

表 3.6-3 (3/4)　玉形弁の代表機器

分類基準		当該系統	選定基準						「技術評価」代表機器	耐震安全性評価代表機器	備考（弁名称）
弁箱材料	内部流体		口径(A)	重要度[*1]	使用条件			耐震重要度			
					運転状態	最高使用圧力(MPa)	最高使用温度(℃)				
ステンレス鋼	純水	残留熱除去系	25～300	PS-1/MS-1 重[*2]	一時	8.62～10.69	302	S,重[*3]			原子炉冷却浄化吸込弁
		原子炉隔離時冷却系	20	MS-1	一時	8.62	302	S			
		原子炉再循環系	20	高[*4]	連続	12.06	66	B			
		原子炉冷却材浄化系	15～150	PS-1	連続	8.62～12.06	66～302	S	○	○	
		燃料プール冷却浄化系	150	MS-2,重[*2]	連続	1.38	66	S,重[*3]			
		格納容器雰囲気監視系	20	MS-1	一時	0.31	104	S			
		不活性ガス系	25	MS-1	一時	0.31	171	S			
		事故時サンプリング設備	20	MS-1	一時	0.31～8.62	104～302	S			
		重大事故等対処設備[*5]	25～100	重[*2]	一時	0.62～2.5	66～200	重[*3]			
	ガス	不活性ガス系	20～25	MS-1	一時	0.31	171	S	○	○	サプレッション・チェンバ隔離電磁弁 2-26V-95 前弁（AC 系）
		制御用圧縮空気系	15～25	高[*4],重[*2]	一時	1.03～14.70	46～66	C,重[*3]			
		重大事故等対処設備[*5]	20～50	MS-1,重[*2]	一時	0.86～25	40～171	S,重[*3]			

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

*2：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す

*3：耐震重要度とは別に常設重大事故等対処設備の区分に応じた耐震設計が求められることを示す

*4：最高使用温度が 95 ℃を超え，又は最高使用圧力が 1,900 kPa を超える環境下にある原子炉格納容器外の重要度クラス 3 の機器

*5：新規に設置される機器

表 3.6-3 (4/4)　玉形弁の代表機器

分類基準		当該系統	選定基準						「技術評価」代表機器	耐震安全性評価代表機器	備考（弁名称）
弁箱材料	内部流体		口径(A)	重要度[*1]	使用条件			耐震重要度			
					運転状態	最高使用圧力(MPa)	最高使用温度(℃)				
ステンレス鋼	海水	残留熱除去海水系	40～350	MS-1,重[*2]	一時	3.45	38～66	S,重[*3]	○	○	残留熱除去系熱交換器海水出口流量調整弁
	五ほう酸ナトリウム水	ほう酸水注入系	40～80	MS-1,重[*2]	一時	1.04～9.66	66	S,重[*3]	○	○	ほう酸水注入系貯蔵タンク出口弁
青銅鋳物	海水	残留熱除去海水系	20～65	MS-1,重[*2]	一時	3.45	38～66	S,重[*3]	○	○	低圧炉心スプレイ系ポンプ室空調海水出口弁
		高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機海水系	50～65	MS-1,重[*2]	一時	0.70	38～66	S,重[*3]			

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

*2：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す

*3：耐震重要度とは別に常設重大事故等対処設備の区分に応じた耐震設計が求められることを示す

表 3.6-4（1/4）　逆止弁の代表機器

分類基準		当該系統	選定基準						「技術評価」代表機器	耐震安全性評価代表機器	備考（弁名称）
弁箱材料	内部流体		口径(A)	重要度[*1]	使用条件			耐震重要度			
					運転状態	最高使用圧力(MPa)	最高使用温度(℃)				
炭素鋼	純水	制御棒駆動系	50	高[*2]	連続	12.06	66	B			
		残留熱除去系	25～450	PS-1/MS-1 重[*3]	一時	0.86～8.62	100～302	S,重[*4]			
		高圧炉心スプレイ系	25～600	PS-1/MS-1 重[*3]	一時	0.70～10.69	100～302	S,重[*4]			
		低圧炉心スプレイ系	25～400	PS-1/MS-1 重[*3]	一時	4.14～8.62	100～302	S,重[*4]			
		原子炉隔離時冷却系	25～200	PS-1/MS-1 重[*3]	一時	0.86～10.35	77～302	S,重[*4]			
		原子炉系	500	PS-1/MS-1	連続	8.62	302	S	○	○	原子炉給水逆止弁
		原子炉冷却材浄化系	100～150	PS-2	連続	9.80	302	B			
		復水系	500	高[*2]	連続	6.14	205	B			
		給水系	400～600	高[*2]	連続	15.51	233	B			
		給水加熱器ドレン系	80～400	高[*2]	連続	0.69～1.04	149～233	B			
		重大事故等対処設備[*5]	80～250	重[*3]	一時	1.37～10.70	66～174	重[*4]			

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

*2：最高使用温度が 95 ℃を超え，又は最高使用圧力が 1,900 kPa を超える環境下にある原子炉格納容器外の重要度クラス 3 の機器

*3：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す

*4：耐震重要度とは別に常設重大事故等対処設備の区分に応じた耐震設計が求められることを示す

*5：新規に設置される機器

表 3.6-4 (2/4)　逆止弁の代表機器

分類基準		当該系統	選定基準						「技術評価」代表機器	耐震安全性評価代表機器	備考（弁名称）
弁箱材料	内部流体		口径(A)	重要度*1	使用条件			耐震重要度			
					運転状態	最高使用圧力(MPa)	最高使用温度(℃)				
炭素鋼	蒸気	原子炉隔離時冷却系	80～350	高*2,重*3	一時	1.04	135	S,重*4			
		主蒸気隔離弁漏えい抑制系	100	MS-1	一時	8.62	302	S	○	○	MSIV-LCS 共通ベント逆止弁
		抽気系	350	高*2	連続	1.81	210	B			
		所内蒸気系	150	高*2	連続	0.96	183	C			
		重大事故等対処設備*5	350	重*3	一時	1.04	135	重*4			
	海水	非常用ディーゼル発電機海水系	250	MS-1,重*3	一時	0.70	38～66	S,重*4	○	○	非常用ディーゼル発電機海水系出口逆止弁
		高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機海水系	250	MS-1,重*3	一時	0.70	38～66	S,重*4			
		重大事故等対処設備*5	150～350	重*3	一時	0.98～3.45	38～66	重*4			

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

*2：最高使用温度が 95 ℃を超え，又は最高使用圧力が 1,900 kPa を超える環境下にある原子炉格納容器外の重要度クラス 3 の機器

*3：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す

*4：耐震重要度とは別に常設重大事故等対処設備の区分に応じた耐震設計が求められることを示す

*5：新規に設置される機器

表 3.6-4 (3/4)　逆止弁の代表機器

分類基準		当該系統	選定基準						「技術評価」代表機器	耐震安全性評価代表機器	備考（弁名称）
弁箱材料	内部流体		口径(A)	重要度[*1]	使用条件			耐震重要度			
					運転状態	最高使用圧力(MPa)	最高使用温度(℃)				
ステンレス鋼	純水	制御棒駆動系	25	高[*2]	連続	12.06	66	B			
		ほう酸水注入系	40	MS-1,重[*3]	一時	9.66	302	S,重[*4]			
		残留熱除去系	150～300	PS-1/MS-1 重[*3]	一時	8.62～10.69	302	S,重[*4]			
		原子炉隔離時冷却系	150	PS-1/MS-1 重[*3]	一時	8.62	302	S,重[*4]			
		原子炉再循環系	20	MS-1	連続	12.06	302	S	○	○	原子炉再循環ポンプシールパージ内側逆止弁
		原子炉冷却材浄化系	20～150	PS-2	連続	9.80	66～302	B			
		燃料プール冷却浄化系	65	MS-2	連続	1.38	66	S			
		重大事故等対処設備[*5]	25～50	重[*3]	一時	0.62～2.5	200	重[*4]			

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

*2：最高使用温度が 95 ℃を超え，又は最高使用圧力が 1,900 kPa を超える環境下にある原子炉格納容器外の重要度クラス 3 の機器

*3：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す

*4：耐震重要度とは別に常設重大事故等対処設備の区分に応じた耐震設計が求められることを示す

*5：新規に設置される機器

表 3.6-4 (4/4)　逆止弁の代表機器

分類基準		当該系統	選定基準						「技術評価」代表機器	耐震安全性評価代表機器	備考（弁名称）
弁箱材料	内部流体		口径(A)	重要度[*1]	使用条件			耐震重要度			
					運転状態	最高使用圧力(MPa)	最高使用温度(℃)				
ステンレス鋼	五ほう酸ナトリウム水	ほう酸水注入系	40	MS-1,重[*2]	一時	9.66	66	S,重[*3]	○	○	SLC ポンプ出口逆止弁
	ガス	中性子計装系	20	MS-1	一時	0.31	171	S			逃がし安全弁（ADS）N2 供給管逆止弁
		原子炉系	15	MS-1,重[*2]	連続	0.86～1.38	66	S,重[*3]	○	○	
		制御用圧縮空気系	50	重[*2]	一時	1.38	66	重[*3]			
		サプレッション・プール水 pH 制御装置[*4]	80	MS-1	一時	0.31	171	S			
		重大事故等対処設備[*4]	50	重[*2]	一時	0.3～0.86	66～200	重[*3]			
	海水	残留熱除去海水系	350	MS-1,重[*2]	一時	3.45	38	S,重[*3]	○	○	残留熱除去海水系ポンプ逆止弁
		浸水防護施設[*4]	80～100	設[*5]	一時	0.20	38	S			

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

*2：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す

*3：耐震重要度とは別に常設重大事故等対処設備の区分に応じた耐震設計が求められることを示す

*4：新規に設置される機器

*5：設計基準対象施設として評価対象とした機器及び構造物であることを示す

表 3.6-5　バタフライ弁の代表機器

分類基準		当該系統	選定基準						「技術評価」代表機器	耐震安全性評価代表機器	備考（弁名称）
弁箱材料	内部流体		口径(A)	重要度*1	使用条件			耐震重要度			
					運転状態	最高使用圧力(MPa)	最高使用温度(℃)				
炭素鋼	ガス	不活性ガス系	300～600	MS-1,重*2	一時	0.31～1.04	105～171	S,重*3	○	○	格納容器パージ弁
		非常用ガス処理系	450	MS-1,重*2	一時	0.01	86	S,重*3			
		非常用ガス再循環系	400～600	MS-1,重*2	一時	0.01	86	S,重*3			
		重大事故等対処設備*4	450	重*2	一時	0.62	200	重*3			
	海水	非常用ディーゼル発電機海水系	250	重*2	一時	0.70	66	重*3	○	○	DGSW 非常用放出ライン隔離弁
		高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機海水系	250	重*2	一時	0.70	66	重*3			
		重大事故等対処設備*4	150	重*2	一時	0.98	38～66	重*3			
ステンレス鋼	ガス	重大事故等対処設備*4	600	重*2	一時	0.62	200	重*3	○	○	格納容器圧力逃がし装置出口側隔離弁

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

*2：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す

*3：耐震重要度とは別に常設重大事故等対処設備の区分に応じた耐震設計が求められることを示す

*4：新規に設置される機器

表 3.6-6（1/2）　安全弁の代表機器

分類基準		当該系統	選定基準						「技術評価」代表機器	耐震安全性評価代表機器	備考（弁名称）
弁箱材料	内部流体		口径(A)	重要度*1	使用条件			耐震重要度			
					運転状態	最高使用圧力(MPa)	最高使用温度(℃)				
炭素鋼	純水	残留熱除去系	15～40	MS-1,重*2	一時	0.86～8.62	100～302	S,重*3			
		高圧炉心スプレイ系	15～40	MS-1,重*2	一時	0.70～10.69	100～302	S,重*3	○	○	高圧炉心スプレイ系注入弁 F004 安全弁
		低圧炉心スプレイ系	15～40	MS-1,重*2	一時	0.70～8.62	100～302	S,重*3			
		原子炉隔離時冷却系	40	重*2	一時	0.86	77	重*3			
		原子炉冷却材浄化系	25～40	高*4	連続	0.86～9.80	188～302	B			
		可燃性ガス濃度制御系	40	MS-1	一時	0.31	171	S			
		タービングランド蒸気系	50	高*4	連続	1.04	183	B			
		復水系	20～25	高*4	連続	6.14	205	B			
		給水系	20	高*4	連続	12.93	233	B			
		空気抽出系	90	高*4	連続	0.35	164	B			
	蒸気	タービン補助蒸気系	50	高*4	連続	1.04	183	B			
		タービングランド蒸気系	200	高*4	連続	1.04	124～233	B			
		給水加熱器ベント系	80～100	高*4	連続	0.36～2.98	149～235	B	○	○	ヒータ 1 安全弁

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

*2：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す

*3：耐震重要度とは別に常設重大事故等対処設備の区分に応じた耐震設計が求められることを示す

*4：最高使用温度が 95 ℃を超え，又は最高使用圧力が 1,900 kPa を超える環境下にある原子炉格納容器外の重要度クラス 3 の機器

表 3.6-6 (2/2)　安全弁の代表機器

分類基準		当該系統	選定基準						「技術評価」代表機器	耐震安全性評価代表機器	備考（弁名称）
弁箱材料	内部流体		口径(A)	重要度*1	使用条件			耐震重要度			
					運転状態	最高使用圧力(MPa)	最高使用温度(℃)				
ステンレス鋼	純水	残留熱除去系	15～25	MS-1,重*2	一時	8.62	302	S,重*3	○	○	残留熱除去系停止時冷却入口ライン安全弁
		原子炉隔離時冷却系	15	高*4	一時	10.35	302	S			
		原子炉再循環系	20	高*4	連続	12.06	66	B			
		原子炉冷却材浄化系	25	高*4	連続	12.06	66	B			
	蒸気	気体廃棄物処理系	20～40	高*4	連続	0.86～2.41	205～538	B	○	○	排ガス復水器安全弁
	ガス	制御用圧縮空気系	25	重*2	一時	1.38	66	重*3	○	○	計装用 N2 ガス逃し安全弁
	五ほう酸ナトリウム水	ほう酸水注入系	25	MS-1,重*2	一時	9.66	66	S,重*3	○	○	SLC ポンプ逃し弁
青銅鋳物	海水	残留熱除去海水系	40	MS-1	一時	3.45	249	S	○	○	RHR 熱交換器管側安全弁

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

*2：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す

*3：耐震重要度とは別に常設重大事故等対処設備の区分に応じた耐震設計が求められることを示す

*4：最高使用温度が 95 ℃を超え，又は最高使用圧力が 1,900 kPa を超える環境下にある原子炉格納容器外の重要度クラス 3 の機器

表 3.6-7　ボール弁の代表機器

分類基準		当該系統	選定基準						「技術評価」代表機器	耐震安全性評価代表機器	備考（弁名称）
弁箱材料	内部流体		口径(A)	重要度*1	使用条件			耐震重要度			
					運転状態	最高使用圧力(MPa)	最高使用温度(℃)				
ステンレス鋼	ガス	中性子計装系	9*2	MS-1	一時	0.31	171	S	○	○	移動式炉心内計装ボール弁
		原子炉冷却材浄化系*3	80	PS-2	連続	9.80	66	B			
	純水	原子炉冷却材浄化系	50～150	PS-2	連続	9.80	66	B	○	○	原子炉冷却材浄化系 F/D 入口弁

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

*2：単位は mm とする

*3：原子炉冷却材浄化系に供給される制御用圧縮空気

表 3.6-8　原子炉再循環ポンプ流量制御弁の代表機器

分類基準		当該系統	口径 (A)	重要度*1	使用条件			耐震重要度	「技術評価」代表機器	耐震安全性評価代表機器	備考（弁名称）
弁箱材料	内部流体				運転状態	最高使用圧力(MPa)	最高使用温度(℃)				
ステンレス鋳鋼	純水	原子炉再循環系	600	PS-1	連続	11.38	302	S	○	○	原子炉再循環ポンプ流量制御弁*2

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

*2：弁本体及び油圧供給装置を含む

表 3.6-9　主蒸気隔離弁の代表機器

分類基準		当該系統	口径 (A)	重要度*1	使用条件			耐震重要度	「技術評価」代表機器	耐震安全性評価代表機器	備考（弁名称）
弁箱材料	内部流体				運転状態	最高使用圧力(MPa)	最高使用温度(℃)				
炭素鋼	蒸気	原子炉系	650	MS-1/PS-1	連続	8.62	302	S	○	○	主蒸気隔離弁 第 1 弁*2，第 2 弁*2

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

*2：弁本体及び駆動部を含む

表 3.6-10　主蒸気逃がし安全弁の代表機器

分類基準		当該系統	口径(A)	重要度*1	使用条件			耐震重要度	「技術評価」代表機器	耐震安全性評価代表機器	備考（弁名称）
弁箱材料	内部流体				運転状態	最高使用圧力(MPa)	最高使用温度(℃)				
炭素鋼鋳鋼	蒸気	原子炉系	150	MS-1/PS-1 重*2	一時	8.62	302	S,重*3	○	○	主蒸気逃がし安全弁*4

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

*2：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す

*3：耐震重要度とは別に常設重大事故等対処設備の区分に応じた耐震設計が求められることを示す

*4：弁本体及び駆動部を含む

表 3.6-11　爆破弁の代表機器

分類基準		当該系統	口径(A)	重要度*1	使用条件			耐震重要度	「技術評価」代表機器	耐震安全性評価代表機器	備考（弁名称）
弁箱材料	内部流体				運転状態	最高使用圧力(MPa)	最高使用温度(℃)				
ステンレス鋼	五ほう酸ナトリウム水	ほう酸水注入系	40	MS-1,重*2	一時	9.66	302	S,重*3	○	○	ほう酸水注入系爆破弁

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

*2：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す

*3：耐震重要度とは別に常設重大事故等対処設備の区分に応じた耐震設計が求められることを示す

表 3.6-12　破壊板の代表機器

分類基準		当該系統	選定基準						「技術評価」代表機器	耐震安全性評価代表機器	備考（機器名称）
材料	内部流体		口径(A)	重要度*1	使用条件			耐震重要度			
					運転状態	設定圧力(MPa)	最高使用温度(℃)				
ステンレス鋼	蒸気	原子炉隔離時冷却系	350	高*2	一時	1.04	135	S		○	原子炉隔離時冷却系ラプチャーディスク
		気体廃棄物処理系	300	PS-2	連続	2.41	205	B	○	○	SJAE ラプチャーディスク
	ガス	重大事故等対処設備*3	600	重*4	一時	0.08	200	重*5	○	○	格納容器圧力逃がし装置圧力開放板

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

*2：最高使用温度が 95 ℃を超え，又は最高使用圧力が 1,900 kPa を超える環境下にある原子炉格納容器外の重要度クラス 3 の機器

*3：新規に設置される機器

*4：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す

*5：耐震重要度とは別に常設重大事故等対処設備の区分に応じた耐震設計が求められることを示す

表 3.6-13 (1/2)　制御弁の代表機器の選定

分類基準		当該系統	選定基準						「技術評価」代表機器	耐震安全性評価代表機器	備考（弁名称）
弁箱材料	内部流体		口径(A)	重要度*1	使用条件			耐震重要度			
					運転状態	最高使用圧力(MPa)	最高使用温度(℃)				
炭素鋼	純水	原子炉冷却材浄化系	150	PS-2	連続	9.80	66	B			
		復水系	100	高*2	連続	0.35	205	B			
		給水系	25～300	高*2	連続	6.14～15.51	66～233	B			
		中央制御室換気系	80	MS-1	連続	0.54	66	S	○	○	中央制御室換気系 AH2-9 出口温度制御弁
	蒸気	不活性ガス系	40	高*2	一時	0.96	164	C			
		タービングランド蒸気系	100～200	高*2	連続	0.96～8.62	183～302	B	○	○	タービングランド蒸気系 グランド蒸気蒸発器加熱蒸気減圧弁
		復水移送系	65	高*2	一時	0.96	183	B			
		バッテリー室換気系	20	高*2	連続	0.96	183	C			
		気体廃棄物処理系	25	高*2	連続	0.96	183	B			

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

*2：最高使用温度が 95 ℃を超え，又は最高使用圧力が 1,900 kPa を超える環境下にある原子炉格納容器外の重要度クラス 3 の機器

表 3.6-13 (2/2)　制御弁の代表機器の選定

分類基準		当該系統	選定基準						「技術評価」代表機器	耐震安全性評価代表機器	備考（弁名称）
弁箱材料	内部流体		口径(A)	重要度*1	使用条件			耐震重要度			
					運転状態	最高使用圧力(MPa)	最高使用温度(℃)				
ステンレス鋼	純水	原子炉冷却材浄化系	80	PS-2	連続	9.80	66	B	○	○	原子炉冷却材浄化系 F/D 出口流量調整弁
	ガス	制御用圧縮空気系	25	高*2, 重*3	一時	14.7	66	S, 重*4	○	○	制御用圧縮空気系ドライウェル N2 供給ライン圧力調整弁
		重大事故等対処設備*5	20～25	重*3	一時	1.80～25	40～66	重*4			
低合金鋼	純水	原子炉隔離時冷却系	25	MS-1	一時	10.35	77	S	○	○	原子炉隔離時冷却系潤滑油クーラー冷却水圧力調整弁
		給水系	150	高*2	連続	15.51	233	B			
		給水加熱器ドレン系	80～400	高*2	連続	0.35～2.97	149～235	B			
	蒸気	所内蒸気系	80	高*2	連続	8.62	302	B	○	○	所内蒸気系 SJAE 入口圧力制御弁

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

*2：最高使用温度が 95 ℃を超え，又は最高使用圧力が 1,900 kPa を超える環境下にある原子炉格納容器外の重要度クラス 3 の機器

*3：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す

*4：耐震重要度とは別に常設重大事故等対処設備の区分に応じた耐震設計が求められることを示す

*5：新規に設置される機器

表 3.6-14（1/3）　電動弁用駆動部の代表機器

分類基準		当該系統	選定基準				「技術評価」代表機器	耐震安全性評価代表機器	備考（弁名称）
電源	設置場所		重要度[*1]	定格出力 (kW)	使用条件 周囲温度 (℃)	耐震重要度			
交流	原子炉格納容器内	原子炉系	MS-1/PS-1	1.1	65.6	S			残留熱除去系シャットダウンライン隔離弁（内側）駆動部
		原子炉再循環系	PS-1	4.7，5.2	65.6	S			
		残留熱除去系	MS-1/PS-1 重[*2]	0.12～16.4	65.6	S,重[*3]	○	○	
		原子炉隔離時冷却系	MS-1/PS-1 重[*2]	7.8	65.6	S,重[*3]			
		原子炉冷却材浄化系	MS-1/PS-1	0.72～2.7	65.6	S			
	原子炉格納容器外	原子炉系	MS-1	0.28～11	60.0	S			残留熱除去系注入弁駆動部
		原子炉冷却材浄化系	PS-2	0.28～1.8	40.0	S			
		ほう酸水注入系	MS-1,重[*2]	0.28	40.0	S,重[*3]			
		残留熱除去系	MS-1/PS-1 重[*2]	0.094～16	40.0，60.0	S,重[*3]	○	○	
		残留熱除去海水系	MS-1,重[*2]	0.12～11	40.0	S,重[*3]			

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

*2：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す

*3：耐震重要度とは別に常設重大事故等対処設備の区分に応じた耐震設計が求められることを示す

表 3.6-14 (2/3)　電動弁用駆動部の代表機器

分類基準		当該系統	選定基準				「技術評価」代表機器	耐震安全性評価代表機器	備考（弁名称）
電源	設置場所		重要度*1	定格出力 (kW)	使用条件 周囲温度 (℃)	耐震重要度			
交流	原子炉格納容器外	高圧炉心スプレイ系	MS-1/PS-1 重*2	1.8～16	40.0	S,重*3			
		低圧炉心スプレイ系	MS-1/PS-1 重*2	1.1～16	40.0	S,重*3			
		可燃性ガス濃度制御系	MS-1	0.094～0.5	40.0	S			
		主蒸気隔離弁漏えい抑制系	MS-1/PS-1	0.37, 0.72	60.0	S			
		原子炉補機冷却系	MS-1	0.72, 1.1	40.0	S			
		燃料プール冷却浄化系	重*2	1.1, 2	40.0	重*3			
		制御用圧縮空気系	MS-1	0.28	40.0	S			
		不活性ガス系	MS-1,重*2	0.72	40.0	S,重*3			
		格納容器雰囲気監視系	MS-1	0.12	40.0	S			
		事故時サンプリング設備	MS-1	0.12	40.0	S			
		中央制御室換気系	MS-1,重*2	1.3, 5.2	40.0	S,重*3			
		ドライウェル冷却系	MS-1	0.37	40.0	S			

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

*2：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す

*3：耐震重要度とは別に常設重大事故等対処設備の区分に応じた耐震設計が求められることを示す

表 3.6-14（3/3）　電動弁用駆動部の代表機器

分類基準		当該系統	選定基準				「技術評価」代表機器	耐震安全性評価代表機器	備考（弁名称）
電源	設置場所		重要度[*1]	定格出力（kW）	使用条件 周囲温度（℃）	耐震重要度			
交流	原子炉格納容器外	空気抽出系	MS-2	1.1	40.0	B			
		気体廃棄物処理系	MS-2	0.72	40.0	B			
		重大事故等対処設備[*2]	MS-1，重[*3]	0.12～3.7	40.0	S，重[*4]			
直流	原子炉格納容器外	原子炉系	MS-1/PS-1	0.9	60.0	S			
		残留熱除去系	MS-1/PS-1 重[*3]	2.97，9.77	40.0	S，重[*4]	○	○	残留熱除去系シャットダウンライン隔離弁（外側）駆動部
		原子炉隔離時冷却系	MS-1/PS-1 重[*3]	0.1～7.33	40.0	S，重[*4]			
		原子炉冷却材浄化系	MS-1/PS-1	1.92	40.0	S			
		重大事故等対処設備[*2]	重[*3]	0.12～1.1	40.0	重[*4]			

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

*2：新規に設置される系統

*3：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す

*4：耐震重要度とは別に常設重大事故等対処設備の区分に応じた耐震設計が求められることを示す

表 3.6-15 (1/2)　空気作動弁用駆動部の代表機器

分類基準		当該系統	選定基準					「技術評価」代表機器	耐震安全性評価代表機器	備考（弁名称）
型式	設置場所		重要度*1	口径(A)	使用条件		耐震重要度			
					運転状態	周囲温度(℃)				
ダイヤフラム型	原子炉格納容器外	中央制御室換気系	MS-1	80	連続	50	S	○	○	中央制御室換気系 AH2-9 出口温度制御弁駆動部
		原子炉隔離時冷却系	MS-1	25	一時	40.0	S			
		原子炉冷却材浄化系	PS-2	80	連続	40.0	B			
シリンダ型	原子炉格納容器内	原子炉再循環系	MS-1	20	連続	65.6	S	○	○	原子炉再循環系 PLR 炉水サンプリング弁(内側隔離弁) 駆動部
	原子炉格納容器外	不活性ガス系	MS-1,重*2	50～600	一時	40.0	S,重*3	○	○	不活性ガス系格納容器パージ弁駆動部
		原子炉再循環系	MS-1	20	連続	40.0	S			
		補助系	MS-1	80	連続	40.0	S			
		原子炉系	MS-1,PS-1	40～500	連続	40.0	S			
		ほう酸水注入系	MS-1,重*2	20	一時	40.0	S,重*3			
		漏えい検出系	MS-1	15	連続	40.0	S			

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

*2：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す

*3：耐震重要度とは別に常設重大事故等対処設備の区分に応じた耐震設計が求められることを示す

表 3.6-15 (2/2)　空気作動弁用駆動部の代表機器

分類基準		当該系統	選定基準					「技術評価」代表機器	耐震安全性評価代表機器	備考（弁名称）
型式	設置場所		重要度*1	口径(A)	使用条件		耐震重要度			
					運転状態	周囲温度(℃)				
シリンダ型	原子炉格納容器外	主蒸気隔離弁漏えい抑制系	MS-1	100	一時	40.0	S			
		原子炉隔離時冷却系	MS-1,重*2	20	一時	40.0	S,重*3			
		非常用ガス処理系	MS-1,重*2	450	一時	40.0	S,重*3			
		非常用ガス再循環系	MS-1,重*2	600	一時	40.0	S,重*3			
		原子炉再循環流量制御系	MS-1	25	連続	40.0	S			
		原子炉冷却材浄化系	PS-2	50～150	連続	40.0	B			
		格納容器雰囲気監視系	MS-2	9.52*4～10	一時	40.0	S			
		気体廃棄物処理系	PS-2	200～300	連続	50	B			

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

*2：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す

*3：耐震重要度とは別に常設重大事故等対処設備の区分に応じた耐震設計が求められることを示す

*4：単位は外径 mm とする

3.6.3 耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象

(1) 「技術評価」での検討結果の整理

3.6.2 項で選定した代表弁について，「技術評価」で検討された経年劣化事象に対し，「技術評価」での検討結果（詳細は「東海第二発電所　弁の技術評価書」参照）に基づき，耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象に対し保全対策を考慮し，以下のとおり整理した（表 3.6-16～29 参照）。

① 現在発生しておらず，今後も発生の可能性がないもの，又は小さいもの（表中×）

② 現在発生しているか，又は将来にわたって起こることが否定できないもの（表中○）

なお，①（表中×）に分類した経年劣化事象については耐震安全性評価対象外とし，その理由を表 3.6-16～29 中に記載した。

表 3.6-16　仕切弁に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部位	経年劣化事象	代表機器									「技術評価」評価結果概要[*1]
			①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	
バウンダリの維持	弁箱	疲労割れ	○	－	－	－	－	－	○	－	－	
		熱時効	－	－	－	－	－	－	○	－	－	

○：現在発生しているか，又は，将来にわたって起こることが否定できないもの

－：経年劣化事象が考慮されないもの

*1：「×」としたものの理由を記載

① 原子炉給水止め弁

② ドライウェル内機器原子炉補機冷却水戻り弁

③ 原子炉隔離時冷却系内側隔離弁

④ 可燃性ガス濃度制御系出口弁

⑤ 非常用ディーゼル発電機海水系出口隔離弁

⑥ 残留熱除去系熱交換器海水出口弁

⑦ 原子炉再循環ポンプ出口弁

⑧ ほう酸水注入系ポンプ出口弁

⑨ 主蒸気隔離弁第 3 弁

表 3.6-17　玉形弁に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部位	経年劣化事象	代表機器									「技術評価」評価結果概要[*1]
			①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	
－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	

－：経年劣化事象が考慮されないもの

*1：「×」としたものの理由を記載

① 残留熱除去系熱交換器バイパス弁

② 原子炉隔離時冷却系蒸気供給弁

③ 格納容器 N2 ガス供給弁

④ 非常用ディーゼル発電機エンジンエアクーラ海水入口弁

⑤ 原子炉冷却浄化吸込弁

⑥ サプレッション・チェンバ隔離電磁弁 2-26V-95 前弁（AC 系）

⑦ 残留熱除去系熱交換器海水出口流量調整弁

⑧ ほう酸水注入系貯蔵タンク出口弁

⑨ 低圧炉心スプレイ系ポンプ室空調海水出口弁

表 3.6-18　逆止弁に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部位	経年劣化事象	代表機器							「技術評価」評価結果概要*1
			①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	
バウンダリの維持	弁箱	疲労割れ	○	－	－	－	－	－	－	

○：現在発生しているか，又は，将来にわたって起こることが否定できないもの

－：経年劣化事象が考慮されないもの

*1：「×」としたものの理由を記載

① 原子炉給水逆止弁

② MSIV-LCS 共通ベント逆止弁

③ 非常用ディーゼル発電機海水系出口逆止弁

④ 原子炉再循環ポンプシールパージ内側逆止弁

⑤ SLC ポンプ出口逆止弁

⑥ 逃がし安全弁（ADS）N2 供給管逆止弁

⑦ 残留熱除去海水系ポンプ逆止弁

表 3.6-19　バタフライ弁に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部位	経年劣化事象	代表機器			「技術評価」評価結果概要*1
			①	②	③	
－	－	－	－	－	－	

－：経年劣化事象が考慮されないもの

*1：「×」としたものの理由を記載

① 格納容器パージ弁

② DGSW 非常用放出ライン隔離弁

③ 格納容器圧力逃がし装置出口側隔離弁

表 3.6-20　安全弁に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部位	経年劣化事象	代表機器							「技術評価」評価結果概要*1
			①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	
－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	

－：経年劣化事象が考慮されないもの

*1：「×」としたものの理由を記載

① 高圧炉心スプレイ系注入弁 F004 安全弁

② ヒータ 1 安全弁

③ 残留熱除去系停止時冷却入口ライン安全弁

④ 排ガス復水器安全弁

⑤ 計装用 N2 ガス逃し安全弁

⑥ SLC ポンプ逃し弁

⑦ RHR 熱交換器管側安全弁

表 3.6-21　ボール弁に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部位	経年劣化事象	代表機器		「技術評価」評価結果概要[*1]
			移動式炉心内計装ボール弁	原子炉冷却材浄化系 F/D 入口弁	
－	－	－	－	－	

－：経年劣化事象が考慮されないもの

*1：「×」としたものの理由を記載

表 3.6-22　原子炉再循環ポンプ流量制御弁に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部位	経年劣化事象	代表機器	「技術評価」評価結果概要[*1]
			原子炉再循環ポンプ流量制御弁	
バウンダリの維持	弁箱	疲労割れ	○	
		熱時効	○	

○：現在発生しているか，又は，将来にわたって起こることが否定できないもの

*1：「×」としたものの理由を記載

表 3.6-23　主蒸気隔離弁に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部位	経年劣化事象	代表機器	「技術評価」評価結果概要*1
			主蒸気隔離弁 第1弁，第2弁	
バウンダリの維持	弁箱	疲労割れ	○	

○：現在発生しているか，又は，将来にわたって起こることが否定できないもの

*1：「×」としたものの理由を記載

表 3.6-24　主蒸気逃がし安全弁に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部位	経年劣化事象	代表機器	「技術評価」評価結果概要*1
			主蒸気逃がし安全弁	
－	－	－	－	

－：経年劣化事象が想定されないもの

*1：「×」としたものの理由を記載

表 3.6-25　爆破弁に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部位	経年劣化事象	代表機器	「技術評価」評価結果概要*1
			ほう酸水注入系爆破弁	
－	－	－	－	

－：経年劣化事象が考慮されないもの

*1：「×」としたものの理由を記載

表 3.6-26　破壊板に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部位	経年劣化事象	代表機器			「技術評価」評価結果概要*1
			原子炉隔離時冷却系ラプチャーディスク	SJAE ラプチャーディスク	格納容器圧力逃がし装置圧力開放板	
－	－	－	－	－	－	

－：経年劣化事象が考慮されないもの

*1：「×」としたものの理由を記載

表 3.6-27　制御弁に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部位	経年劣化事象	代表機器						「技術評価」評価結果概要*1
			①	②	③	④	⑤	⑥	
－	－	－	－	－	－	－	－	－	

－：経年劣化事象が考慮されないもの

*1：「×」としたものの理由を記載

① 中央制御室換気系 AH2-9 出口温度制御弁

② タービングランド蒸気系グランド蒸気蒸発器加熱蒸気減圧弁

③ 原子炉冷却材浄化系 F/D 出口流量調整弁

④ 制御用圧縮空気系ドライウェル N2 供給ライン圧力調整弁

⑤ 原子炉隔離時冷却系潤滑油クーラー冷却水圧力調整弁

⑥ 所内蒸気系 SJAE 入口圧力制御弁

表 3.6-28　電動弁用駆動部に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部位	経年劣化事象	代表機器			「技術評価」評価結果概要*1
			残留熱除去系シャットダウンライン隔離弁（内側）駆動部	残留熱除去系注入弁駆動部	残留熱除去系シャットダウンライン隔離弁（外側）駆動部	
－	－	－	－	－	－	

－：経年劣化事象が考慮されないもの

*1：「×」としたものの理由を記載

表 3.6-29　空気作動弁用駆動部に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部位	経年劣化事象	代表機器			「技術評価」評価結果概要*1
			中央制御室換気系 AH2-9 出口温度制御弁駆動部	原子炉再循環系 PLR 炉水サンプリング弁（内側隔離弁）駆動部	不活性ガス系 格納容器パージ弁駆動部	
－	－	－	－	－	－	

－：経年劣化事象が考慮されないもの

*1：「×」としたものの理由を記載

(2) 耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の抽出

3.6.3 項(1)で整理された②の経年劣化事象については，これらの事象が顕在化した場合，代表機器の振動応答特性上又は構造・強度上，影響が「有意」であるか「軽微もしくは無視」できるかを以下で検討し，「軽微もしくは無視」できる事象については耐震安全性評価対象外とする（表 3.6-30～43 に耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象を示す)。

① 仕切弁における高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

仕切弁における高経年化対策上着目すべき経年劣化事象を「技術評価」での検討結果に基づき整理した結果（表 3.6-16 参照)，現在発生しているか，又は将来にわたって起こることが否定できない事象は，以下のとおりである。

- 弁箱の疲労割れ［原子炉給水止め弁，原子炉再循環ポンプ出口弁］
- 弁箱の熱時効［原子炉再循環ポンプ出口弁］

これら経年劣化事象のうち，以下の事象については機器の振動応答特性上又は構造・強度上，影響が「軽微もしくは無視」できるとは言えず，耐震安全性評価対象（表 3.6-30 で◎）とした。

- 弁箱の疲労割れ［原子炉給水止め弁，原子炉再循環ポンプ出口弁］
- 弁箱の熱時効［原子炉再循環ポンプ出口弁］

② 玉形弁における高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

玉形弁における高経年化対策上着目すべき経年劣化事象を「技術評価」での検討結果に基づき整理した結果（表 3.6-17 参照)，現在発生しているか，又は将来にわたって起こることが否定できない事象は，抽出されなかった（表 3.6-31 参照)。

③ 逆止弁における高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

逆止弁における高経年化対策上着目すべき経年劣化事象を「技術評価」での検討結果に基づき整理した結果（表 3.6-18 参照），現在発生しているか，又は将来にわたって起こることが否定できない事象は，以下のとおりである。

・ 弁箱の疲労割れ［原子炉給水逆止弁］

本経年劣化事象は，機器の振動応答特性上又は構造・強度上，影響が「軽微もしくは無視」できるとは言えず，耐震安全性評価対象（表 3.6-32 で◎）とした。

④ バタフライ弁における高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

バタフライ弁における高経年化対策上着目すべき経年劣化事象を「技術評価」での検討結果に基づき整理した結果（表 3.6-19 参照），現在発生しているか，又は将来にわたって起こることが否定できない事象は，抽出されなかった （表 3.6-33 参照）。

⑤ 安全弁における高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

安全弁における高経年化対策上着目すべき経年劣化事象を「技術評価」での検討結果に基づき整理した結果（表 3.6-20 参照），現在発生しているか，又は将来にわたって起こることが否定できない事象は，抽出されなかった（表 3.6-34 参照）。

⑥ ボール弁における高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

ボール弁における高経年化対策上着目すべき経年劣化事象を「技術評価」での検討結果に基づき整理した結果（表 3.6-21 参照），現在発生しているか，又は将来にわたって起こることが否定できない事象は，抽出されなかった（表 3.6-35 参照）。

⑦ 原子炉再循環ポンプ流量制御弁における高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

原子炉再循環ポンプ流量制御弁における高経年化対策上着目すべき経年劣化事象を「技術評価」での検討結果に基づき整理した結果（表 3.6-22 参照），現在発生しているか，又は将来にわたって起こることが否定できない事象は，以下のとおりである。

・弁箱の疲労割れ
・弁箱の熱時効

これら経年劣化事象のうち，以下の事象については機器の振動応答特性上又は構造・強度上，影響が「軽微もしくは無視」できるとは言えず，耐震安全性評価対象（表 3.6-36 で◎）とした。

・弁箱の疲労割れ
・弁箱の熱時効

⑧ 主蒸気隔離弁における高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

主蒸気隔離弁における高経年化対策上着目すべき経年劣化事象を「技術評価」での検討結果に基づき整理した結果（表 3.6-23 参照），現在発生しているか，又は将来にわたって起こることが否定できない事象は，以下のとおりである。

・弁箱の疲労割れ

本経年劣化事象については機器の振動応答特性上又は構造・強度上，影響が「軽微もしくは無視」できるとは言えず，耐震安全性評価対象（表 3.6-37 で◎）とした。

⑨ 主蒸気逃がし安全弁における高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

主蒸気逃がし安全弁における高経年化対策上着目すべき経年劣化事象を「技術評価」での検討結果に基づき整理した結果（表 3.6-24 参照），現在発生しているか，又は将来にわたって起こることが否定できない事象は，抽出されなかった（表 3.6-38 参照）。

⑩ 爆破弁における高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

爆破弁における高経年化対策上着目すべき経年劣化事象を「技術評価」での検討結果に基づき整理した結果（表 3.6-25 参照），現在発生しているか，又は将来にわたって起こることが否定できない事象は，抽出されなかった（表 3.6-39 参照）。

⑪ 破壊板における高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

破壊板における高経年化対策上着目すべき経年劣化事象を「技術評価」での検討結果に基づき整理した結果（表 3.6-26 参照），現在発生しているか，又は将来にわたって起こることが否定できない事象は，抽出されなかった（表 3.6-40 参照）。

⑫ 制御弁における高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

制御弁における高経年化対策上着目すべき経年劣化事象を「技術評価」での検討結果に基づき整理した結果（表 3.6-27 参照），現在発生しているか，又は将来にわたって起こることが否定できない事象は，抽出されなかった（表 3.6-41 参照）。

⑬ 電動弁用駆動部における高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

電動弁用駆動部における高経年化対策上着目すべき経年劣化事象を「技術評価」での検討結果に基づき整理した結果（表 3.6-28 参照），現在発生しているか，又は将来にわたって起こることが否定できない事象は，抽出されなかった（表 3.6-42 参照）。

⑭ 空気作動弁用駆動部における高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

空気作動弁用駆動部における高経年化対策上着目すべき経年劣化事象を「技術評価」での検討結果に基づき整理した結果（表 3.6-29 参照），現在発生しているか，又は将来にわたって起こることが否定できない事象は，抽出されなかった（表 3.6-43 参照）。

表 3.6-30　仕切弁の耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象

部位	経年劣化事象	代表機器								
		①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨
弁箱	疲労割れ	◎	－	－	－	－	－	◎	－	－
	熱時効	－	－	－	－	－	－	◎	－	－

◎：以降で評価する

－：経年劣化事象が想定されないもの及び今後も発生の可能性がないもの，又は小さいもの

① 原子炉給水止め弁

② ドライウェル内機器原子炉補機冷却水戻り弁

③ 原子炉隔離時冷却系内側隔離弁

④ 可燃性ガス濃度制御系出口弁

⑤ 非常用ディーゼル発電機海水系出口隔離弁

⑥ 残留熱除去系熱交換器海水出口弁

⑦ 原子炉再循環ポンプ出口弁

⑧ ほう酸水注入系ポンプ出口弁

⑨ 主蒸気隔離弁第 3 弁

表 3.6-31　玉形弁の耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象

部位	経年劣化事象	代表機器								
		①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨
－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－

－：経年劣化事象が想定されないもの及び今後も発生の可能性がないもの，又は小さいもの

① 残留熱除去系熱交換器バイパス弁

② 原子炉隔離時冷却系蒸気供給弁

③ 格納容器 N2 ガス供給弁

④ 非常用ディーゼル発電機エンジンエアクーラ海水入口弁

⑤ 原子炉冷却浄化吸込弁

⑥ サプレッション・チェンバ隔離電磁弁 2-26V-95 前弁（AC 系）

⑦ 残留熱除去系熱交換器出口流量調整弁

⑧ ほう酸水注入系貯蔵タンク出口弁

⑨ 低圧炉心スプレイ系ポンプ室空調海水出口弁

表 3.6-32　逆止弁の耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象

部位	経年劣化事象	代表機器						
		原子炉給水逆止弁	MSIV-LCS 共通ベント逆止弁	非常用ディーゼル発電機海水系出口逆止弁	原子炉再循環ポンプシールパージ内側逆止弁	SLC ポンプ出口逆止弁	逃がし安全弁（ADS）N2 供給管逆止弁	残留熱除去海水系ポンプ逆止弁
弁箱	疲労割れ	◎	－	－	－	－	－	－

◎：以降で評価する

－：経年劣化事象が想定されないもの及び今後も発生の可能性がないもの，又は小さいもの

表 3.6-33　バタフライ弁の耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象

部位	経年劣化事象	代表機器		
		格納容器パージ弁	DGSW 非常用放出ライン隔離弁	格納容器圧力逃がし装置出口側隔離弁
－	－	－	－	－

－：経年劣化事象が想定されないもの及び今後も発生の可能性がないもの，又は小さいもの

表 3.6-34　安全弁の耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象

部位	経年劣化事象	代表機器						
		①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
－	－	－	－	－	－	－	－	－

－：経年劣化事象が想定されないもの及び今後も発生の可能性がないもの，又は小さいもの

① 高圧炉心スプレイ系注入弁 F004 安全弁

② ヒータ 1 安全弁

③ 残留熱除去系停止時冷却入口ライン安全弁

④ 排ガス復水器安全弁

⑤ 計装用 N2 ガス逃し安全弁

⑥ SLC ポンプ逃し弁

⑦ RHR 熱交換器管側安全弁

表 3.6-35　ボール弁の耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象

部位	経年劣化事象	代表機器	
		移動式炉心内計装ボール弁	原子炉冷却材浄化系 F/D 入口弁
－	－	－	－

－：経年劣化事象が想定されないもの及び今後も発生の可能性がないもの，又は小さいもの

表 3.6-36　原子炉再循環ポンプ流量制御弁の耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象

部位	経年劣化事象	代表機器
		原子炉再循環ポンプ流量制御弁
弁箱	疲労割れ	◎
	熱時効	◎

◎：以降で評価する

表 3.6-37　主蒸気隔離弁の耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象

部位	経年劣化事象	代表機器
		主蒸気隔離弁 第 1 弁，第 2 弁
弁箱	疲労割れ	◎

◎：以降で評価する

表 3.6-38　主蒸気逃がし安全弁の耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象

部位	経年劣化事象	代表機器
		主蒸気逃がし安全弁
－	－	－

－：経年劣化事象が想定されないもの及び今後も発生の可能性がないもの，又は小さいもの

表 3.6-39　爆破弁の耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象

部位	経年劣化事象	代表機器
		ほう酸水注入系爆破弁
－	－	－

－：経年劣化事象が想定されないもの及び今後も発生の可能性がないもの，又は小さいもの

表 3.6-40　破壊板の耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象

部位	経年劣化事象	代表機器		
		原子炉隔離時冷却系ラプチャーディスク	SJAE ラプチャーディスク	格納容器圧力逃がし装置圧力開放板
－	－	－	－	－

－：経年劣化事象が想定されないもの及び今後も発生の可能性がないもの，又は小さいもの

表 3.6-41　制御弁の耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象

部位	経年劣化事象	代表機器					
		中央制御室換気系 AH2-9 出口温度制御弁	タービングランド蒸気系グランド蒸気蒸発器加熱蒸気減圧弁	原子炉冷却材浄化系 F/D 出口流量調整弁	制御用圧縮空気系ドライウェル N2 供給ライン圧力調整弁	原子炉隔離時冷却系潤滑油クーラー冷却水圧力調整弁	所内蒸気系 SJAE 入口圧力制御弁
－	－	－	－	－	－	－	－

－：経年劣化事象が想定されないもの及び今後も発生の可能性がないもの，又は小さいもの

表 3.6-42　電動弁用駆動部の耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象

部位	経年劣化事象	代表機器		
		残留熱除去系シャットダウンライン隔離弁（内側）駆動部	残留熱除去系注入弁駆動部	残留熱除去系シャットダウンライン隔離弁（外側）駆動部
－	－	－	－	－

－：経年劣化事象が想定されないもの及び今後も発生の可能性がないもの，又は小さいもの

表 3.6-43　空気作動弁用駆動部の耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象

部位	経年劣化事象	代表機器		
		中央制御室換気系 AH2-9 出口温度制御弁駆動部	原子炉再循環系 PLR 炉水サンプリング弁（内側隔離弁）駆動部	不活性ガス系格納容器パージ弁駆動部
－	－	－	－	－

－：経年劣化事象が想定されないもの及び今後も発生の可能性がないもの，又は小さいもの

3.6.4 耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象に対する耐震安全性評価

3.6.3 項で整理した経年劣化事象及び 2.2 項(2)b の表 2 における検討結果より，弁の代表機器において，耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象に対して耐震安全性評価を実施する。

(1) 弁箱の疲労割れに対する耐震安全性評価［原子炉給水止め弁，原子炉再循環ポンプ出口弁，原子炉給水逆止弁，原子炉再循環ポンプ流量制御弁，主蒸気隔離弁］

弁箱の疲労割れに関しては，「技術評価」において運転開始後 60 年時点での疲労累積係数を評価し，健全性を確認している。ここでは，「技術評価」での疲労累積係数に基準地震動 Ss による疲労解析から求められる疲労累積係数を加味した疲労評価を行う。

評価の結果，疲労累積係数の和は，許容値 1 以下であり，弁箱の疲労割れは耐震安全性に問題のないことを確認した（表 3.6-44 参照)。

表 3.6-44　弁箱の疲労解析結果

評価部位	区分	評価 地震力	運転実績回数に 基づく 疲労累積係数	地震動による 疲労累積係数 （基準地震動 S_S*1）	合計 （許容値：1 以下）
原子炉給水止め弁	クラス 1	S_S	0.5373*2	0.0000	0.5373
原子炉再循環ポンプ出口弁	クラス 1	S_S	0.0338*2	0.0001	0.0339
原子炉給水逆止弁	クラス 1	S_S	0.8848*2	0.0000	0.8848
原子炉再循環ポンプ流量制御弁	クラス 1	S_S	0.0738*2	0.0001	0.0739
主蒸気隔離弁	クラス 1	S_S	0.2278	0.0000	0.2278

*1：等価繰返し回数は，一律に設定する等価繰返し回数として設定した 160 回を用いた。弾性設計用地震動 S_d については，等価繰返し回数を 2 回分考慮しても基準地震動 S_S の等価繰返し回数である 160 回以下となるため，弾性設計用地震動 S_d による評価は省略した

*2：環境を考慮

(2) 弁箱の熱時効に対する耐震安全性評価［原子炉再循環ポンプ出口弁，原子炉再循環ポンプ流量制御弁］

弁箱の熱時効に関しては，「技術評価」の評価手法と同様に，原子炉再循環ポンプ出口弁及び原子炉再循環ポンプ流量制御弁より，フェライト量が多く，発生応力が大きい原子炉再循環ポンプ入口弁の健全性評価を実施した。

評価においては，保守的に初期欠陥を想定し，破壊力学的手法を用いて，ステンレス鋳鋼の熱時効後のき裂の安定性評価を実施した。

耐震安全性評価のための評価用荷重としては，通常運転状態で働く荷重に加え，地震発生時（地震力は Ss 地震力）の荷重を考慮し，弁箱の健全性を評価した。

具体的には，評価対象部位の熱時効後の材料のき裂進展抵抗（J_{mat}）と構造系に作用する応力から算出されるき裂進展力（J_{app}）を求めてその比較を行った。

その結果，図 3.6-1 に示すように運転開始後 60 年時点までの疲労き裂進展長さを考慮した評価用き裂を想定しても，J_{mat} が J_{app} と交差し，J_{app} が J_{mat} を下回ることから，弁箱は不安定破壊することはなく，耐震安全性に問題のないことを確認した。

したがって，より条件の厳しい原子炉再循環ポンプ入口弁の弁箱で不安定破壊を起こさないことが確認されていることから，原子炉再循環ポンプ出口弁，原子炉再循環ポンプ流量制御弁の弁箱についても熱時効による不安定破壊は起こらないと判断する。

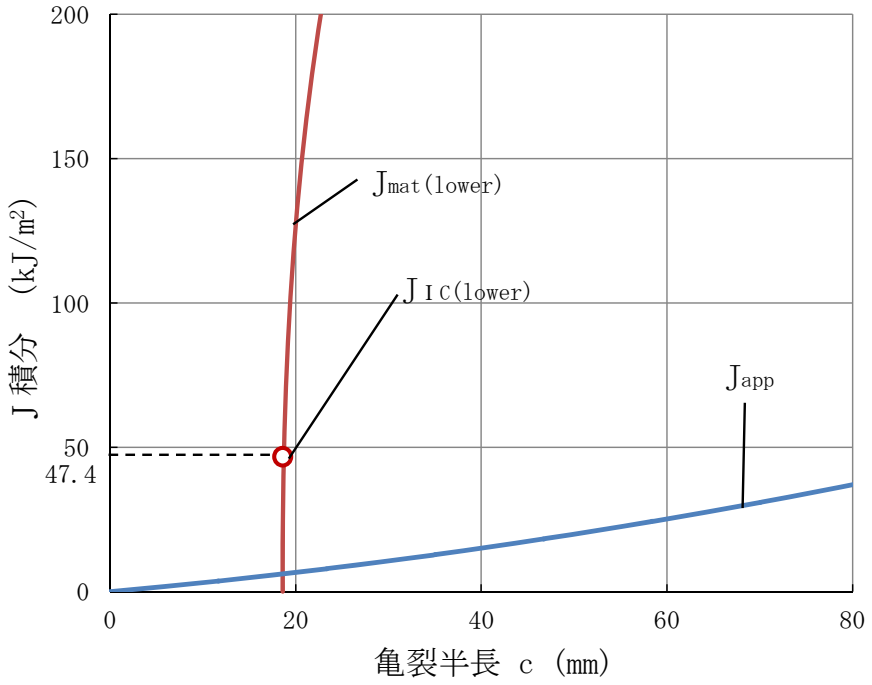


図 3.6-1　原子炉再循環ポンプ入口弁の弁箱のき裂安定性評価結果

3.6.5 評価対象機器全体への展開

以下の手順により，評価対象機器全体への耐震安全性評価の展開を実施することとする。

3.6.5.1　代表機器以外の評価対象機器における「技術評価」での検討結果の整理

3.6.3 項の代表機器及び 2.2 項(2)b の表 2 における耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の検討結果を用いて，代表機器以外の評価対象機器についても，「技術評価」での経年劣化事象の抽出及び保全対策の検討結果を用いて整理を行った。

・弁箱の疲労割れ［残留熱除去系，原子炉冷却材浄化系，高圧炉心スプレイ系，低圧炉心スプレイ系，原子炉隔離時冷却系，原子炉系，原子炉再循環系の仕切弁，逆止弁］

・弁箱の熱時効［純水系ステンレス鋼仕切弁：残留熱除去系，原子炉冷却材浄化系，原子炉隔離時冷却系，原子炉再循環系仕切弁］

上記経年劣化事象は，代表機器以外の機器においても代表機器と同様の整理が可能である。

また，代表機器以外に特有の高経年化対策上着目すべき経年劣化事象はない。

「技術評価」での経年劣化事象の抽出及び保全対策の検討結果を用いて，代表機器以外の評価対象機器についても整理を行った結果，代表機器における抽出結果以外の経年劣化事象は抽出されなかった。

3.6.5.2 耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の抽出

3.6.3 項にて整理し抽出した代表機器に想定される経年劣化事象及び 2.2 項(2)b の表 2 で耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象に対して，機器の振動応答特性上又は構造・強度上，影響が「軽微もしくは無視」できる事象を耐震安全性評価対象外としたものについては，前項の抽出結果を含めて，評価対象機器全体において代表機器と同様に評価した結果，以下の経年劣化事象については影響が「軽微もしくは無視」できないと判断し，次項にて耐震安全性評価を実施することとする。

・弁箱の疲労割れ［残留熱除去系，原子炉冷却材浄化系，高圧炉心スプレイ系，低圧炉心スプレイ系，原子炉隔離時冷却系，原子炉系，原子炉再循環系の仕切弁，逆止弁］

・弁箱の熱時効［純水系ステンレス鋼仕切弁：残留熱除去系，原子炉冷却材浄化系，原子炉隔離時冷却系，原子炉再循環系仕切弁］

3.6.5.3 耐震安全性評価

本項では，代表以外の機器に対する耐震安全性評価を実施する。

具体的には，3.6.5.2 項で代表機器に想定される経年劣化事象以外の事象は抽出されなかったことから，代表機器に想定される経年劣化事象と同じ事象に対する耐震安全性評価を実施した。（代表機器以外の機器については表 3.6-2～表 3.6-15 参照）

(1) 代表機器に想定される経年劣化事象と同じ事象に対する耐震安全性評価

a. 弁箱の疲労割れに対する耐震安全性評価［残留熱除去系，原子炉冷却材浄化系，高圧炉心スプレイ系，低圧炉心スプレイ系，原子炉隔離時冷却系，原子炉系，原子炉再循環系の仕切弁，逆止弁］

弁箱の疲労割れにおいては熱疲労評価上，厳しい代表機器の評価を行い，耐震安全性を確認した。代表以外の弁については，代表機器と同等またはそれ以下の過渡変化を受けることから代表弁同様に疲労評価は許容値を下回ると考える。

地震による疲労強度への影響は，代表機器の評価結果と同様に小さいものと考えられ，地震を考慮しても，これら弁の耐震安全性に問題はないものと判断する。

b. 弁箱の熱時効に対する耐震安全性評価［純水系ステンレス鋼仕切弁：残留熱除去系，原子炉冷却材浄化系，原子炉隔離時冷却系，原子炉再循環系の仕切弁］

弁箱の熱時効においては熱時効への影響が大きいと考えられる条件（発生応力及びフェライト量）が厳しい機器である原子炉再循環ポンプ入口弁の評価を行い，耐震安全性を確認した。当該弁以外の弁箱については，熱時効への影響が大きいと考えられる条件が当該弁以下であることから当該弁と同様に熱時効による不安定破壊は起こらず，耐震安全性に問題はないものと判断する。

3.6.6 経年劣化事象に対する動的機能維持評価

弁における高経年化に対する「技術評価」により，各部位に想定される経年劣化事象については，現状の保全対策により機器に与える影響が十分小さいことを確認した。

また，耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象に対する耐震安全性評価の実施により，弁における動的機能維持に必要となる部位での経年劣化事象は，機器の振動応答特性への影響が「軽微もしくは無視」できる事象であることを確認した。

さらに，表 3.6-45 に示すとおり，弁に接続する配管の経年劣化事象による弁の振動応答特性への影響を考慮しても，弁の地震時の応答加速度が機能確認済加速度以下であることから，弁の動的機能が維持されることを確認した。

これより，経年劣化事象を考慮しても，地震時に動的機能の維持が要求される機器における地震時の応答加速度は各機器の機能確認済加速度を上回るものでないと考えられ，地震時の動的機能についても維持されると判断する。

表 3.6-45 経年劣化事象を考慮した動的機能維持評価結果

地震力		振動数 (Hz)	逆止弁		主蒸気隔離弁		主蒸気逃がし安全弁		仕切弁	
			原子炉給水逆止弁		主蒸気隔離弁		主蒸気逃がし安全弁		原子炉冷却材浄化系内側隔離弁	
			応答加速度 ($\times$9.8m/s^2)	機能確認済加速度 ($\times$9.8m/s^2)	応答加速度 ($\times$9.8m/s^2)	機能確認済加速度 ($\times$9.8m/s^2)	応答加速度 ($\times$9.8m/s^2)	機能確認済加速度 ($\times$9.8m/s^2)	応答加速度 ($\times$9.8m/s^2)	機能確認済加速度 ($\times$9.8m/s^2)
S_S	水平	50	4.90*1	6.0	7.65*1	10.0	6.53*1	9.6	4.70	6.0
	鉛直		3.27*1	6.0	5.51*1	6.2	2.04*1	6.1	1.33	6.0

*1：最大値を示す

3.6.7 保全対策に反映すべき項目の抽出

弁においては,「技術評価」にて検討された保全対策に，耐震安全上の観点から追加すべき項目はない。

3.7 炉内構造物

本章は，東海第二で使用している主要な炉内構造物に係わる経年劣化事象について，耐震安全性評価をまとめたものである。

なお，東海第二の主要機器については，既に「技術評価」において経年劣化事象に対する健全性評価を行うとともに，現状保全の評価を実施しているため，本章においてはこれら検討結果を前提条件とし，評価を実施することとする。

3.7.1 評価対象機器

東海第二で使用している炉内構造物（「技術評価」の評価対象機器）を評価対象機器とする。本評価にあたっては，評価対象機器についてグループ化や代表機器の選定を行わずに評価を実施する。評価対象機器一覧を表 3.7-1 に示す。

なお，制御棒は 3.13 章「機械設備」にて評価を実施するものとし，本章には含まれない。

表 3.7-1　評価対象機器一覧

機器名称	耐震重要度
炉心シュラウド	S，重*1
シュラウドサポート	S，重*1
上部格子板	S，重*1
炉心支持板	S，重*1
燃料支持金具（中央，周辺）	S，重*1
制御棒案内管	S，重*1
炉心スプレイ配管・スパージャ	S，重*1
差圧検出・ほう酸水注入管	S，重*1
ジェットポンプ	S，重*1
中性子計測案内管	S
残留熱除去系（低圧注水系）配管	S，重*1

*1：耐震重要度とは別に常設重大事故等対処設備の区分に応じた耐震設計が求められることを示す

3.7.2 耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象

(1) 「技術評価」での検討結果の整理

「技術評価」で検討された経年劣化事象に対し，「技術評価」での評価結果（詳細は「東海第二発電所　炉内構造物の技術評価書」参照）に基づき，耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象に対し保全対策を考慮し，以下のとおり整理した（表 3.7-2～12 参照)。

① 現在発生しておらず，今後も発生の可能性がないもの，又は小さいもの
（表中×）

② 現在発生しているか，又は将来にわたって起こることが否定できないもの
（表中○）

なお，①（表中×）に分類した経年劣化事象については耐震安全性評価対象外とし，その理由を表 3.7-2～12 中に記載した。

表 3.7-2　炉心シュラウドに想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部位	経年劣化事象		「技術評価」評価結果概要[*1]
		疲労割れ	照射誘起型応力腐食割れ	
炉心の支持	上部胴	○	－	
	中間胴	○	○[*2]	
	下部胴	○	－	

○：現在発生しているか，又は将来にわたって起こることが否定できないもの

－：経年劣化事象が考慮されないもの

*1：「×」としたものの理由を記載

*2：中性子照射による靭性低下も考慮している

表 3.7-3　シュラウドサポートに想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部位	経年劣化事象	「技術評価」評価結果概要[*1]
		疲労割れ	
炉心の支持	シリンダ	○	
	プレート	○	
	レグ	○	
炉心冷却材流路の確保	マンホール蓋	○	
	取付ボルト	○	

○：現在発生しているか，又は将来にわたって起こることが否定できないもの

*1：「×」としたものの理由を記載

表 3.7-4　上部格子板に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部位	経年劣化事象	「技術評価」評価結果概要[*1]
		照射誘起型応力腐食割れ	
炉心の支持	上部フランジ	－	
	グリッドプレート	×	しきい照射量を超えるものの，溶接による残留引張応力はなく，運転中の差圧，熱，自重等に起因する引張応力成分が低いことから，照射誘起型応力腐食割れが発生する可能性はない。
	リム胴	－	
	下部フランジ	－	
機器の支持	レストレイント	－	

×：現在発生しておらず，今後も発生の可能性がないもの，または小さいもの

－：経年劣化事象が考慮されないもの

*1：「×」としたものの理由を記載

表 3.7-5　炉心支持板に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部位	経年劣化事象	「技術評価」評価結果概要[*1]
		照射誘起型応力腐食割れ	
炉心の支持	支持板	×	維持規格に示されるしきい照射量を超えないことから，照射誘起型応力腐食割れ発生の可能性はない。
	リム胴	－	
	補強ビーム	－	
機器の支持	スタッド	－	

×：現在発生しておらず，今後も発生の可能性がないもの，または小さいもの

－：経年劣化事象が考慮されないもの

*1：「×」としたものの理由を記載

表 3.7-6　燃料支持金具に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部位	経年劣化事象	「技術評価」評価結果概要[*1]
		照射誘起型応力腐食割れ	
炉心の支持	中央燃料支持金具	－	
	周辺燃料支持金具	×	維持規格に示されるしきい照射量を超えないことから，照射誘起型応力腐食割れ発生の可能性はない。

×：現在発生しておらず，今後も発生の可能性がないもの，または小さいもの

－：経年劣化事象が考慮されないもの

*1：「×」としたものの理由を記載

表 3.7-7　制御棒案内管に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部位	経年劣化事象	「技術評価」評価結果概要[*1]
		照射誘起型応力腐食割れ	
炉心の支持	スリーブ	×	維持規格に示されるしきい照射量を超えないことから，照射誘起型応力腐食割れ発生の可能性はない。
	ボディ	－	
	ベース	－	

×：現在発生しておらず，今後も発生の可能性がないもの，または小さいもの

－：経年劣化事象が考慮されないもの

*1：「×」としたものの理由を記載

表 3.7-8　炉心スプレイ配管・スパージャに想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部位	経年劣化事象	「技術評価」評価結果概要[*1]
－	－	－	

－：経年劣化事象が考慮されないもの

*1：「×」としたものの理由を記載

表 3.7-9　差圧検出・ほう酸水注入管に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部位	経年劣化事象	「技術評価」評価結果概要*1
－	－	－	

－：経年劣化事象が考慮されないもの

*1：「×」としたものの理由を記載

表 3.7-10　ジェットポンプに想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部位	経年劣化事象	「技術評価」評価結果概要*1
－	－	－	

－：経年劣化事象が考慮されないもの

*1：「×」としたものの理由を記載

表 3.7-11　中性子計測案内管に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部位	経年劣化事象	「技術評価」評価結果概要*1
－	－	－	

－：経年劣化事象が考慮されないもの

*1：「×」としたものの理由を記載

表 3.7-12　残留熱除去系（低圧注水系）配管に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部位	経年劣化事象	「技術評価」評価結果概要[*1]
－	－	－	

－：経年劣化事象が考慮されないもの

*1：「×」としたものの理由を記載

(2) 耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の抽出

3.7.2 項(1)で整理された②の経年劣化事象については，これらの事象が顕在化した場合，代表機器の振動応答特性上又は構造・強度上，影響が「有意」であるか「軽微もしくは無視」できるかを以下で検討し，「軽微もしくは無視」できる事象については耐震安全性評価対象外とする（表 3.7-13～23 に耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象を示す)。

① 炉心シュラウドにおける高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

炉心シュラウドにおける高経年化対策上着目すべき経年劣化事象を「技術評価」での検討結果に基づき整理した結果（表 3.7-2 参照)，現在発生しているか，又は将来にわたって起こることが否定できない事象は，以下のとおりである。

・ 疲労割れ
・ 照射誘起型応力腐食割れ（中性子照射による靭性低下も考慮している）

本事象については機器の振動応答特性上又は構造・強度上，影響が「軽微もしくは無視」できるとは言えず，耐震安全性評価対象（表 3.7-13 で◎）とした。

② シュラウドサポートにおける高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

シュラウドサポートにおける高経年化対策上着目すべき経年劣化事象を「技術評価」での検討結果に基づき整理した結果（表 3.7-3 参照)，現在発生しているか，又は将来にわたって起こることが否定できない事象は，以下のとおりである。

・ 疲労割れ

本事象については機器の振動応答特性上又は構造・強度上，影響が「軽微もしくは無視」できるとは言えず，耐震安全性評価対象（表 3.7-14 で◎）とした。

③ 上部格子板における高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

上部格子板における高経年化対策上着目すべき経年劣化事象を「技術評価」での検討結果に基づき整理した結果（表 3.7-4 参照)，現在発生しているか又は将来にわたって起こることが否定できない事象は，抽出されなかった（表 3.7-15 参照)。

④ 炉心支持板における高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

炉心支持板における高経年化対策上着目すべき経年劣化事象を「技術評価」での検討結果に基づき整理した結果（表 3.7-5 参照)，現在発生しているか，又は将来にわたって起こることが否定できない事象は，抽出されなかった（表 3.7-16 参照)。

⑤ 燃料支持金具における高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

燃料支持金具における高経年化対策上着目すべき経年劣化事象を「技術評価」での検討結果に基づき整理した結果（表 3.7-6 参照），現在発生しているか，又は将来にわたって起こることが否定できない事象は，抽出されなかった（表 3.7-17 参照）。

⑥ 制御棒案内管における高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

制御棒案内管における高経年化対策上着目すべき経年劣化事象を「技術評価」での検討結果に基づき整理した結果（表 3.7-7 参照），現在発生しているか，又は将来にわたって起こることが否定できない事象は，抽出されなかった（表 3.7-18 参照）。

⑦ 炉心スプレイ配管・スパージャにおける高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

炉心スプレイ配管・スパージャにおける高経年化対策上着目すべき経年劣化事象を「技術評価」での検討結果に基づき整理した結果（表 3.7-8 参照），現在発生しているか，又は将来にわたって起こることが否定できない事象は，抽出されなかった（表 3.7-19 参照）。

⑧ 差圧検出・ほう酸水注入管における高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

差圧検出・ほう酸水注入管における高経年化対策上着目すべき経年劣化事象を「技術評価」での検討結果に基づき整理した結果（表 3.7-9 参照），現在発生しているか，又は将来にわたって起こることが否定できない事象は，抽出されなかった（表 3.7-20 参照）。

⑨ ジェットポンプにおける高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

ジェットポンプにおける高経年化対策上着目すべき経年劣化事象を「技術評価」での検討結果に基づき整理した結果（表 3.7-10 参照），現在発生しているか，又は将来にわたって起こることが否定できない事象は，抽出されなかった（表 3.7-21 参照）。

⑩ 中性子計測案内管における高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

中性子計測案内管における高経年化対策上着目すべき経年劣化事象を「技術評価」での検討結果に基づき整理した結果（表 3.7-11 参照），現在発生しているか，又は将来にわたって起こることが否定できない事象は，抽出されなかった（表 3.7-22 参照）。

⑪ 残留熱除去系（低圧注水系）配管における高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

残留熱除去系（低圧注水系）配管における高経年化対策上着目すべき経年劣化事象を「技術評価」での検討結果に基づき整理した結果（表 3.7-12 参照），現在発生しているか，又は将来にわたって起こることが否定できない事象は，抽出されなかった（表 3.7-23 参照）。

表 3.7-13　炉心シュラウドの耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象

部位	経年劣化事象	
	疲労割れ	照射誘起型応力腐食割れ
上部胴	◎	－
中間胴	◎	◎*1
下部胴	◎	－

◎：以降で評価する

－：経年劣化事象が想定されないもの及び今後も発生の可能性がないもの，又は小さいもの

*1：中性子照射による靭性低下も考慮している

表 3.7-14　シュラウドサポートの耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象

部位	経年劣化事象
	疲労割れ
シリンダ	◎
プレート	◎
レグ	◎
マンホール蓋	◎
取付ボルト	◎

◎：以降で評価する

表 3.7-15　上部格子板の耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象

部位	経年劣化事象
－	－

－：経年劣化事象が想定されないもの及び今後も発生の可能性がないもの，又は小さいもの

表 3.7-16　炉心支持板の耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象

部位	経年劣化事象
－	－

－：経年劣化事象が想定されないもの及び今後も発生の可能性がないもの，又は小さいもの

表 3.7-17　燃料支持金具の耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象

部位	経年劣化事象
－	－

－：経年劣化事象が想定されないもの及び今後も発生の可能性がないもの，又は小さいもの

表 3.7-18　制御棒案内管の耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象

部位	経年劣化事象
－	－

－：経年劣化事象が想定されないもの及び今後も発生の可能性がないもの，又は小さいもの

表 3.7-19　炉心スプレイ配管・スパージャの耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象

部位	経年劣化事象
－	－

－：経年劣化事象が想定されないもの及び今後も発生の可能性がないもの，又は小さいもの

表 3.7-20　差圧検出・ほう酸水注入管の耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象

部位	経年劣化事象
－	－

－：経年劣化事象が想定されないもの及び今後も発生の可能性がないもの，又は小さいもの

表 3.7-21　ジェットポンプの耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象

部位	経年劣化事象
－	－

－：経年劣化事象が想定されないもの及び今後も発生の可能性がないもの，又は小さいもの

表 3.7-22　中性子計測案内管の耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象

部位	経年劣化事象
－	－

－：経年劣化事象が想定されないもの及び今後も発生の可能性がないもの，又は小さいもの

表 3.7-23　残留熱除去系（低圧注水系）配管の耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象

部位	経年劣化事象
－	－

－：経年劣化事象が想定されないもの及び今後も発生の可能性がないもの，又は小さいもの

3.7.3　耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象に対する耐震安全性評価

3.7.2 項で整理した経年劣化事象及び 2.2 項(2)b の表 2 で耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象に対して耐震安全性評価を実施する。

なお，必要があれば経年劣化事象ごとに詳細評価実施機器を選定して検討することとする。

(1) 疲労割れに対する耐震安全性評価［炉心シュラウド，シュラウドサポート］

炉心シュラウド，シュラウドサポートの疲労割れに関しては，「技術評価」において運転開始後 60 年時点での疲労累積係数を評価し，健全性を確認している。ここでは，「技術評価」での疲労累積係数に，基準地震動 S_S による疲労解析から求められる疲労累積係数を加味した疲労評価を行う。

評価の結果，疲労累積係数の和は，許容値 1 以下となり，炉心シュラウド及びシュラウドサポートの疲労割れは耐震安全性に問題のないことを確認した。(表 3.7-24 参照)。

表 3.7-24　炉心シュラウド，シュラウドサポート疲労解析結果

評価対象	区分	評価 地震力	運転実績回数に基づく 疲労累積係数 (環境を考慮)	地震動による 疲労累積係数 (基準地震動 S_S^*)	合計 (許容値：1 以下)
炉心 シュラウド	炉心支持 構造物	S_S	0.0351	0.0007	0.0358
シュラウド サポート	炉心支持 構造物	S_S	0.0647	0.0000	0.0647

＊:等価繰返し回数は，一律に設定する等価繰返し回数として設定した 160 回を用いた。弾性設計用地震動 S_d については，等価繰返し回数を 2 回分考慮しても基準地震動 S_S の等価繰返し回数である 160 回以下となるため，弾性設計用地震動 S_d による評価は省略した

(2) 照射誘起型応力腐食割れに対する耐震安全性評価[炉心シュラウド]

照射誘起型応力腐食割れが想定されるが，現状保全として，日本機械学会「発電用原子力設備規格　維持規格 JSME S NA1-2008」（以下，「維持規格」という）等に基づく計画的な目視点検を実施することで原子炉の安全性（耐震性含む）は維持されると考えられる。耐震安全性評価では，「技術評価」の評価手法と同様に，中性子照射量が大きい炉心シュラウド中間胴内面溶接部について，周方向溶接部の内面にき裂が最大まで進展したと仮定した全周き裂を想定し，維持規格に基づき線形破壊力学評価法により地震に対する評価を実施した。評価では，差圧，自重，地震荷重及び溶接残留応力を考慮して応力拡大係数を算出し，破壊靭性値については，最新知見を含む破壊靭性値試験データの下限を包絡する破壊靭性評価式（電力共通研究「平成 28 年度 実機炉内構造物における照射影響評価手法の高度化研究」）を用いて，運転開始後 60 年時点の中性子照射量による靭性低下を考慮した破壊靭性値を設定し評価した。

評価の結果，応力拡大係数は，運転開始後 60 年時点の破壊靭性値を下回ることから，不安定破壊することはなく，耐震安全性評価上問題ない（表 3.7-25 参照)。

表 3.7-25　炉心シュラウドの照射誘起型応力腐食割れ評価

評価対象	評価 地震力	想定き裂応力 拡大係数(MPa$\sqrt{m}$)	破壊靭性値 (MPa$\sqrt{m}$)
炉心シュラウド （中間胴内面溶接部）	S_S*	73.8	75

*：静的地震力及び基準地震動 S_S の最大値

(3) 粒界型応力腐食割れに対する耐震安全性評価[炉心シュラウド（下部胴），シュラウドサポート]

炉心シュラウド（下部胴），シュラウドサポートは，現状保全として「維持規格」等に基づく範囲と頻度により点検を実施することとしている。この点検範囲・頻度の決定に当っては，地震荷重を考慮していることから，耐震安全性評価は現状保全に包含されており，耐震安全性評価上問題がない。

なお，炉心シュラウド（下部胴）については，第 24 回定期検査（2009 年度）並びに第 25 回施設定期検査（2011 年度）の目視点検及び超音波探傷検査において炉心シュラウドーシュラウドサポート周溶接線（H7 内面）にそれぞれ粒界型応力腐食割れと推定されるひび割れが確認された。

また，シュラウドサポートについては，第 21 回定期検査（2005 年度）の目視点検においてシュラウドサポート縦溶接線（V8 外面），第 24 回定期検査（2009 年度）並びに第 25 回施設定期検査（2011 年度）の目視点検及び超音波探傷検査においてシュラウドサポート縦溶接線（V8 内外面）及び炉心シュラウドーシュラウドサポート周溶接線（H7 内面）にそれぞれ粒界型応力腐食割れと推定されるひび割れが確認された。

2010 年 3 月に経済産業省へ報告した「東海第二発電所におけるシュラウドサポート溶接部のひび割れに関する評価書」（以下，「構造健全性評価」という）において，S_2 地震荷重及び当時の基準地震動 S_S を考慮し，ひびの進展評価及び破壊評価を実施しており，技術基準に適合しなくなると見込まれる時期は所定の期間（2010 年 3 月から 30 年間）を超える 45 年と評価されている。

さらに，第 25 回施設定期検査での継続検査で確認されたひび割れは構造健全性評価で想定した範囲内であることを確認したことから，従前の構造健全性評価で考慮したものと同一の想定欠陥に，死荷重，差圧及び基準地震動 S_S による地震荷重（鉛直力，水平力並びにモーメントを考慮する）を用いて運転開始後 60 年時点の崩壊荷重を 2 倍勾配法により評価した結果，シュラウドサポートの安全率を考慮した設計荷重は地震時の崩壊荷重を下回ることを確認した。

したがって，炉心シュラウド（下部胴），シュラウドサポートの粒界型応力腐食割れは，耐震安全性評価上問題ない。

3.7.4 評価対象機器全体への展開

炉内構造物に関しては，評価対象機器全てを評価しているため，代表機器以外の機器はない。

3.7.5 保全対策に反映すべき項目の抽出

炉内構造物に関しては，「技術評価」にて検討された保全対策に，耐震安全上の観点から追加すべき項目はない。

3.8 ケーブル

本章は，東海第二で使用している主要な機器に係わる経年劣化事象について，耐震安全性評価をまとめたものである。

なお，東海第二の主要機器については，既に「技術評価」において経年劣化事象に対する健全性評価を行うとともに，現状保全の評価を実施しているため，本章においてはこれらの検討結果を前提条件とし，評価を実施することとする。

3.8.1 評価対象機器

東海第二で使用している主要な機器（「技術評価」の評価対象機器）を評価対象機器とする。

なお，評価対象機器一覧を表 3.8-1 に示す。

表 3.8-1　評価対象機器一覧

分類	機器名称	耐震重要度
高圧ケーブル	高圧難燃 CV ケーブル	S，重*1
低圧ケーブル	CV ケーブル	S，重*1
	難燃 CV ケーブル	S，重*1
	KGB ケーブル	S
	難燃 PN ケーブル	S，重*1
同軸ケーブル	難燃一重同軸ケーブル（絶縁体材料が架橋ポリエチレン）	S，重*1
	難燃二重同軸ケーブル	S，重*1
	難燃六重同軸ケーブル	S，重*1
	難燃一重同軸ケーブル（絶縁体材料が架橋ポリオレフィン）	S，重*1
	難燃三重同軸ケーブル	S，重*1
ケーブルトレイ，電線管	ケーブルトレイ	S，重*1
	電線管	S，重*1
ケーブル接続部	端子台接続	S，重*1
	端子接続	S，重*1
	電動弁コネクタ接続	S，重*1
	同軸コネクタ接続	S，重*1
	スプライス接続	S，重*1

*1：耐震重要度とは別に常設重大事故等対処設備の区分に応じた耐震設計が求められることを示す

3.8.2 代表機器の選定

「技術評価」の評価では評価対象ケーブルをその絶縁体材料，シース材料及び種類を基に分類しているが，本検討においてもこの分類に従って整理するものとし，それぞれの分類ごとに，「技術評価」における代表機器を本検討の代表機器とする。

ただし，グループ内で選定された「技術評価」の代表機器より，耐震重要度の上位の機器が存在する場合には，これについても代表機器として評価することとする。

各分類における，本検討での代表機器を表 3.8-2～5 に示す。

表 3.8-2　高圧ケーブルの代表機器

名称	用途	重要度*1	仕様 (電圧)	設置場所	使用開始時期	耐震 重要度	「技術評価」 代表機器	耐震 安全性 評価 代表 機器	備考
高圧難燃 CV ケーブル	動力	MS-1，重*2	AC 7,000 V 以下	原子炉格納容器外	運転開始後*3	S，重*4	○	○	

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

*2：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す

*3：新規制基準対応に伴い，長期停止期間中に高圧ケーブルは高圧難燃 CV ケーブルに更新

*4：耐震重要度とは別に常設重大事故等対処設備の区分に応じた耐震設計が求められることを示す

表 3.8-3　低圧ケーブルの代表機器

分類基準		名称	用途	使用開始時期		選定基準				「技術評価」代表機器	耐震安全性評価代表機器	備考
絶縁体材料	シース材料			建設時	運転開始後	重要度*1	設置場所		耐震重要度			
							原子炉格納容器内	原子炉格納容器外				
架橋ポリエチレン	ビニル	CV ケーブル	動力制御・計測	○		MS-1，重*2		○	S，重*3	○	○	
難燃架橋ポリエチレン	難燃性特殊耐熱ビニル	難燃 CV ケーブル	動力制御・計測		○	MS-1，重*2		○	S，重*3	○	○	
シリコーンゴム	ガラス	KGB ケーブル	動力制御	○		MS-1	○		S	○	○	
				○				○				
難燃エチレンプロピレンゴム	特殊クロロプレンゴム	難燃 PN ケーブル	動力制御・計測		○	MS-1，重*2	○		S，重*3	○	○	

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

*2：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す

*3：耐震重要度とは別に常設重大事故等対処設備の区分に応じた耐震設計が求められることを示す

表 3.8-4　同軸ケーブルの代表機器

分類基準		名称	仕様	用途	選定基準						「技術評価」代表機器	耐震安全性評価代表機器	備考
					重要度[*1]	設置場所		使用開始時期		耐震重要度			
絶縁体材料	シース材料		電圧			原子炉格納容器内	原子炉格納容器外	建設時	運転開始後				
架橋ポリエチレン	難燃架橋ポリエチレン	難燃一重同軸ケーブル	DC 100V	計測	MS-1 重[*2]	○			○	S，重[*3]	○	○	
							○		○				
	難燃架橋ポリエチレン	難燃二重同軸ケーブル	DC 240V	計測	MS-2 重[*2]		○		○	S，重[*3]			
架橋発泡ポリエチレン	難燃架橋ポリエチレン	難燃六重同軸ケーブル	DC 140V	計測	MS-1 重[*2]	○			○	S，重[*3]	○	○	
							○		○				
架橋ポリオレフィン	難燃架橋ポリオレフィン	難燃一重同軸ケーブル	DC 100V	計測	MS-1 重[*2]		○	○		S，重[*3]	○	○	
架橋発泡ポリオレフィン	難燃架橋ポリオレフィン	難燃三重同軸ケーブル	DC 140V	計測	MS-1 重[*2]		○		○	S，重[*3]	○	○	

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

*2：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す

*3：耐震重要度とは別に常設重大事故等対処設備の区分に応じた耐震設計が求められることを示す

表 3.8-5　ケーブル接続部の代表機器

分類基準 種類	名称	絶縁体材料	用途	選定基準 重要度*1	選定基準 設置場所 原子炉格納容器内	選定基準 設置場所 原子炉格納容器外	選定基準 耐震重要度	「技術評価」代表機器	耐震安全性評価代表機器	備考
端子接続	端子台接続	ジアリルフタレート樹脂	動力，制御，計測	MS-1，重*2	○		S，重*3	○	○	
		ポリカーボネイト				○				
		ポリフェニレンエーテル樹脂				○				
	端子接続	ビニル	動力	MS-1，重*2		○	S，重*3			
電動弁コネクタ接続	電動弁コネクタ接続	ジアリルフタレート樹脂	動力，制御	MS-1	○		S	○	○	
				MS-1，重*2		○	S，重*3			
同軸コネクタ接続	同軸コネクタ接続（中性子束計測用）	ポリエーテルエーテルケトン	計測	MS-1，重*2	○(13)*4		S，重*3	○	○	
		架橋ポリスチレン			○(10)*4					
						○				
	同軸コネクタ接続（放射線計測用）			MS-2，重*2		○	S，重*3			
	同軸コネクタ接続（中性子束計測用）（放射線計測用）	テフロン		MS-1，重*2		○	S，重*3			
直ジョイント接続	スプライス接続	架橋ポリオレフィン	動力，制御，計測	MS-1，重*2	○		S，重*3	○	○	
						○				

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

*2：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す

*3：耐震重要度とは別に常設重大事故等対処設備の区分に応じた耐震設計が求められることを示す

*4：( )内は構成部品点数を示す

3.8.3 耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象

(1) 「技術評価」での検討結果の整理

3.8.2 項で選定した代表ケーブルについて,「技術評価」で検討された経年劣化事象に対し,「技術評価」での検討結果(詳細は「東海第二発電所　ケーブルの技術評価書」参照）に基づき，耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象に対し保全対策を考慮し,以下のとおり整理した（表 3.8-6～10 参照)。

① 現在発生しておらず，今後も発生の可能性がないもの，又は小さいもの
（表中×）

② 現在発生しているか，又は将来にわたって起こることが否定できないもの
（表中○）

なお,①(表中×)に分類した経年劣化事象については耐震安全性評価対象外とし，その理由を表 3.8-6～10 中に記載した。

表 3.8-6　高圧ケーブルに想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部位	経年劣化事象	代表機器	「技術評価」評価結果概要*1
			高圧難燃 CV ケーブル	
－	－	－	－	

－：経年劣化事象が考慮されないもの

*1：「×」としたものの理由を記載

表 3.8-7　低圧ケーブルに想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部位	経年劣化事象	代表機器				「技術評価」評価結果概要*1
			CV ケーブル	難燃 CV ケーブル	KGB ケーブル(原子炉格納容器内)	難燃 PN ケーブル	
－	－	－	－	－	－	－	

－：経年劣化事象が考慮されないもの

*1：「×」としたものの理由を記載

表 3.8-8　同軸ケーブルに想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部位	経年劣化事象	代表機器				「技術評価」評価結果概要*1
			難燃一重同軸ケーブル（絶縁体材料が架橋ポリエチレン）(原子炉格納容器内)	難燃六重同軸ケーブル（原子炉格納容器内）	難燃一重同軸ケーブル（絶縁体材料が架橋ポリオレフィン）	難燃三重同軸ケーブル	
－	－	－	－	－	－	－	

－：経年劣化事象が考慮されないもの

*1：「×」としたものの理由を記載

表 3.8-9　ケーブルトレイ，電線管に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部位	経年劣化事象	代表機器		「技術評価」評価結果概要*1
			ケーブルトレイ	電線管	
－	－	－	－	－	

－：経年劣化事象が考慮されないもの

*1：「×」としたものの理由を記載

表 3.8-10　ケーブル接続部に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部位	経年劣化事象	代表機器				「技術評価」評価結果概要[*1]
			端子台接続（原子炉格納容器内）	電動弁コネクタ接続（原子炉格納容器内）	同軸コネクタ接続（中性子束計測用）（原子炉格納容器内）	スプライス接続（原子炉格納容器内）	
－	－	－	－	－	－	－	

－：経年劣化事象が考慮されないもの

*1：「×」としたものの理由を記載

(2) 耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の抽出

3.8.3 項(1)で整理された②の経年劣化事象については，これらの事象が顕在化した場合，代表機器の振動応答特性上又は構造・強度上，影響が「有意」であるか「軽微もしくは無視」できるかを以下で検討し，「軽微もしくは無視」できる事象については耐震安全性評価対象外とする（表 3.8-11～15 に耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象を示す)。

① 高圧ケーブルにおける高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

高圧ケーブルにおける高経年化対策上着目すべき経年劣化事象を「技術評価」での検討結果に基づき整理した結果（表 3.8-6 参照)，現在発生しているか，又は将来にわたって起こることが否定できない事象は，抽出されなかった（表 3.8-11 参照)。

② 低圧ケーブルにおける高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

低圧ケーブルにおける高経年化対策上着目すべき経年劣化事象を「技術評価」での検討結果に基づき整理した結果（表 3.8-7 参照)，現在発生しているか，又は将来にわたって起こることが否定できない事象は，抽出されなかった（表 3.8-12 参照)。

③ 同軸ケーブルにおける高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

同軸ケーブルにおける高経年化対策上着目すべき経年劣化事象を「技術評価」での検討結果に基づき整理した結果（表 3.8-8 参照)，現在発生しているか，又は将来にわたって起こることが否定できない事象は，抽出されなかった（表 3.8-13 参照)。

④ ケーブルトレイ，電線管における高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

ケーブルトレイ，電線管における高経年化対策上着目すべき経年劣化事象を「技術評価」での検討結果に基づき整理した結果（表 3.8-9 参照)，現在発生しているか，又は将来にわたって起こることが否定できない事象は，抽出されなかった（表 3.8-14 参照)。

⑤ ケーブル接続部における高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

ケーブル接続部における高経年化対策上着目すべき経年劣化事象を「技術評価」での検討結果に基づき整理した結果（表 3.8-10 参照)，現在発生しているか，又は将来にわたって起こることが否定できない事象は，抽出されなかった（表 3.8-15 参照)。

表 3.8-11　高圧ケーブルの耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象

部位	経年劣化事象	代表機器
		高圧難燃 CV ケーブル
－	－	－

－：経年劣化事象が想定されないもの及び今後も発生の可能性がないもの，又は小さいもの

表 3.8-12　低圧ケーブルの耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象

部位	経年劣化事象	代表機器			
		CV ケーブル	難燃 CV ケーブル	KGB ケーブル （原子炉格納容器内）	難燃 PN ケーブル
－	－	－	－	－	－

－：経年劣化事象が想定されないもの及び今後も発生の可能性がないもの，又は小さいもの

表 3.8-13　同軸ケーブルの耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象

部位	経年劣化事象	代表機器			
		難燃一重同軸ケーブル（絶縁体材料が架橋ポリエチレン）（原子炉格納容器内）	難燃六重同軸ケーブル （原子炉格納容器内）	難燃一重同軸ケーブル(絶縁体材料が架橋ポリオレフィン）	難燃三重同軸ケーブル
－	－	－	－	－	－

－：経年劣化事象が想定されないもの及び今後も発生の可能性がないもの，又は小さいもの

表 3.8-14　ケーブルトレイ，電線管の耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象

部位	経年劣化事象	代表機器	
		ケーブルトレイ	電線管
－	－	－	－

－：経年劣化事象が想定されないもの及び今後も発生の可能性がないもの，又は小さいもの

表 3.8-15　ケーブル接続部の耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象

部位	経年劣化事象	代表機器			
		端子台接続 （原子炉格納容器内）	電動弁コネクタ接続 （原子炉格納容器内）	同軸コネクタ接続 （中性子束計測用） （原子炉格納容器内）	スプライス接続 （原子炉格納容器内）
－	－	－	－	－	－

－：経年劣化事象が想定されないもの及び今後も発生の可能性がないもの，又は小さいもの

3.8.4 耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象に対する耐震安全性評価

3.8.3 項及び 2.2 項(2)b の表 2 における検討結果より，ケーブルの代表機器において，耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象はない。

3.8.5 評価対象機器全体への展開

以下の手順により，評価対象機器全体への耐震安全性評価の展開を実施することとする。

3.8.5.1 代表機器以外の評価対象機器における「技術評価」での検討結果の整理

3.8.3 項の代表機器及び 2.2 項(2)b の表 2 における耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の検討を行った結果，経年劣化事象は抽出されなかった。

「技術評価」での経年劣化事象の抽出及び保全対策の検討結果を用いて，代表機器以外の評価対象機器についても整理を行った結果，代表機器における抽出結果以外の経年劣化事象は抽出されなかった。

3.8.5.2 耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の抽出

3.8.3 項にて整理し抽出した代表機器に想定される経年劣化事象及び 2.2 項(2)b の表 2 で耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象に対して，機器の振動応答特性上又は構造・強度上，影響が「軽微もしくは無視」できる事象を耐震安全性評価対象外としたものについては，評価対象機器全体において代表機器と同様の評価が可能であることを確認した。

3.8.5.3 耐震安全性評価

本項では，代表以外の機器に対する耐震安全性評価を実施する。

具体的には，3.8.5.2 項で代表機器に想定される経年劣化事象以外の事象が抽出されなかったことから，代表機器に想定される経年劣化事象と同じ事象に対する耐震安全性評価を実施した（代表機器以外の機器については，表 3.8-2～5 参照)。

(1) 代表機器に想定される経年劣化事象と同じ事象に対する耐震安全性評価

代表機器以外の機器に関して，耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象はない。

3.8.6 保全対策に反映すべき項目の抽出

ケーブルにおいては，「技術評価」にて検討された保全対策に，耐震安全上の観点から追加すべき項目はない。

3.9 タービン設備

本章は，東海第二で使用している主要なタービン設備に係わる経年劣化事象について，耐震安全性評価をまとめたものである。

なお，東海第二の主要機器については，既に「技術評価」において経年劣化事象に対する健全性評価を行うとともに，現状保全の評価を実施しているため，本章においてはこれら検討結果を前提条件とし，評価を実施することとする。

3.9.1 評価対象機器

東海第二で使用している主要なタービン設備（「技術評価」の評価対象機器）を評価対象機器とする。

なお，評価対象機器一覧を表 3.9-1 に示す。

表 3.9-1 評価対象機器一覧

設備	機種	機器名称	耐震重要度
常用系タービン設備	主タービン	高圧タービン	B
		低圧タービン	B
	原子炉給水ポンプ駆動用蒸気タービン	原子炉給水ポンプ駆動用蒸気タービン	B
	主要弁	主塞止弁	B
		加減弁	B
		中間塞止加減弁	B
		タービンバイパス弁	B
		クロスアラウンド管逃し弁	B
	制御装置及び保安装置	主タービン電気油圧式制御装置	B
非常用系タービン設備	非常用系タービン設備	原子炉隔離時冷却系タービン及び付属装置	S，重*1
		常設高圧代替注水系タービン及び付属装置*2	重*1

*1：耐震重要度とは別に常設重大事故等対処設備の区分に応じた耐震設計が求められることを示す

*2：新規に設置される機器

3.9.2　代表機器の選定

「技術評価」の評価では評価対象タービン設備をその型式等を基に分類しているが，本検討においてもこの分類に従って整理するものとし，それぞれの分類ごとに，「技術評価」における代表機器を本検討の代表機器とする。

ただし，グループ内で選定された「技術評価」の代表機器より，耐震重要度の上位の機器が存在する場合には，これについても代表機器として評価することとする。

各分類における，本検討の代表機器を表 3.9-2～6 に示す。

表 3.9-2　主タービンの代表機器

機器名称	仕様 (出力×回転速度)	重要度[*1]	使用条件			耐震 重要度	「技術評価」 対象機器	耐震安全性 評価 代表機器	備考
			運転状態	運転圧力 (MPa)	運転温度 (℃)				
高圧タービン	1,100,000 kW[*3]×1,500 rpm	高[*2]	連続	6.55[*4]	282[*4]	B	○	○	
低圧タービン	1,100,000 kW[*5]×1,500 rpm	高[*2]	連続	1.28[*6]	195[*6]	B	○	○	

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

*2：最高使用温度が 95 ℃を超え，又は最高使用圧力が 1,900 kPa を超える環境下にある原子炉格納容器外の重要度クラス 3 の機器

*3：低圧タービンとの合計出力を示す

*4：主塞止弁入口の蒸気条件を示す

*5：高圧タービンとの合計出力を示す

*6：中間塞止加減弁入口の蒸気条件を示す

表 3.9-3　原子炉給水ポンプ駆動用蒸気タービンの代表機器

機器名称	仕様 (出力×回転速度)	重要度[*1]	使用条件			耐震 重要度	「技術評価」 対象機器	耐震安全性 評価 代表機器	備考
			運転状態	運転圧力[*2] (MPa)	運転温度[*2] (℃)				
原子炉給水ポンプ駆動用蒸気タービン	8,356 kW×5,000 rpm	高[*3]	連続	高圧：6.55 低圧：1.31	高圧：282 低圧：195	B	○	○	

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

*2：原子炉給水ポンプ駆動用蒸気タービン入口の蒸気条件を示す

*3：最高使用温度が95 ℃を超え，又は最高使用圧力が1,900 kPaを超える環境下にある原子炉格納容器外の重要度クラス3の機器

表3.9-4　主要弁の代表機器

機器名称	型式	口径 (A)	重要度*1	使用条件			耐震 重要度	「技術評価」 対象機器	耐震安全性 評価 代表機器	備考
				運転状態	運転圧力 (MPa)	運転温度 (℃)				
主塞止弁	玉形弁	650	PS-2	連続	6.55	282	B	○	○	
加減弁	バランス形弁	700	高*2	連続	6.55	282	B	○	○	
中間塞止加減弁	複合弁	1,050	高*2	連続	1.28	195	B	○	○	
タービンバイパス弁	玉形弁	450	PS-2	一時	6.55	282	B	○	○	
クロスアラウンド管逃し弁	安全弁	450	高*2	一時	1.28	195	B	○	○	

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

*2：最高使用温度が 95 ℃を超え，又は最高使用圧力が 1,900 kPa を超える環境下にある原子炉格納容器外の重要度クラス 3 の機器

表 3.9-5　制御装置及び保安装置の代表機器

機器名称	仕様	重要度*1	使用条件		耐震 重要度	「技術評価」 対象機器	耐震安全性 評価 代表機器	備考
			運転圧力 (MPa)	運転温度 (℃)				
主タービン電気油圧式制御装置	電気油圧式	高*2	11.0	46	B	○	○	

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

*2：最高使用温度が 95 ℃を超え，又は最高使用圧力が 1,900 kPa を超える環境下にある原子炉格納容器外の重要度クラス 3 の機器

表 3.9-6　非常用系タービン設備の代表機器

機器名称	仕様[*2] (出力×回転速度)	重要度[*1]	使用条件			耐震 重要度	「技術評価」 対象機器	耐震安全性 評価 代表機器	備考
			運転状態	最高使用 圧力(MPa)[*2]	最高使用 温度(℃)[*2]				
原子炉隔離時冷却系タービン及び付属装置	541 kW ×4,500 rpm	MS-1，重[*3]	一時	8.62	302	S，重[*4]	○	○	
常設高圧代替注水系タービン及び付属装置[*5]	620 kW ×5,514 rpm	重[*3]	一時	8.62	302	重[*4]			

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

*2：最大出力，最大回転速度，最高使用圧力及び最高使用温度を示す

*3：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す

*4：耐震重要度とは別に常設重大事故等対処設備の区分に応じた耐震設計が求められることを示す

*5：新規に設置される機器

3.9.3 耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象

(1) 「技術評価」での検討結果の整理

3.9.2 項で選定した代表タービン設備について,「技術評価」で検討された経年劣化事象に対し,「技術評価」での検討結果（詳細は「東海第二発電所　タービン設備の技術評価書」参照）に基づき，耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象に対し保全対策を考慮し，以下のとおり整理した（表 3.9-7～表 3.9-11 参照)。

① 現在発生しておらず，今後も発生の可能性がないもの，又は小さいもの
（表中×）

② 現在発生しているか，又は将来にわたって起こることが否定できないもの
（表中○）

なお,①(表中×)に分類した経年劣化事象については耐震安全性評価対象外とし，その理由を，表 3.9-7～11 中に記載した。

表 3.9-7　主タービンに想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部位	経年劣化事象	代表機器		「技術評価」評価結果概要*1
			高圧タービン	低圧タービン	
－	－	－	－	－	

－：経年劣化事象が考慮されないもの

*1：「×」としたものの理由を記載

表 3.9-8　原子炉給水ポンプ駆動用蒸気タービンに想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部位	経年劣化事象	代表機器	「技術評価」評価結果概要*1
			原子炉給水ポンプ駆動用蒸気タービン	
－	－	－	－	

－：経年劣化事象が考慮されないもの

*1：「×」としたものの理由を記載

表 3.9-9　主要弁に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部位	経年劣化事象	代表機器					「技術評価」評価結果概要*1
			主塞止弁	加減弁	中間塞止加減弁	タービンバイパス弁	クロスアラウンド管逃し弁	
－	－	－	－	－	－	－	－	

－：経年劣化事象が考慮されないもの

*1：「×」としたものの理由を記載

表 3.9-10　制御装置及び保安装置に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部位	経年劣化事象	代表機器	「技術評価」評価結果概要[*1]
			主タービン電気油圧式制御装置	
－	－	－	－	

－：経年劣化事象が考慮されないもの

*1：「×」としたものの理由を記載

表 3.9-11　非常用系タービン設備に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部位	経年劣化事象	代表機器	「技術評価」評価結果概要[*1]
			原子炉隔離時冷却系タービン	
－	－	－	－	

－：経年劣化事象が考慮されないもの

*1：「×」としたものの理由を記載

(2) 耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の抽出

3.9.3 項(1)で整理された②の経年劣化事象については，これらの事象が顕在化した場合，代表機器の振動応答特性上又は構造・強度上，影響が「有意」であるか「軽微もしくは無視」できるかを以下で検討し，「軽微もしくは無視」できる事象については耐震安全性評価対象外とする（表 3.9-12～16 に耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象を示す)。

① 主タービンにおける高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

主タービンにおける高経年化対策上着目すべき経年劣化事象を「技術評価」での検討結果に基づき整理した結果（表 3.9-7 参照)，現在発生しているか，又は将来にわたって起こることが否定できない事象は，抽出されなかった（表 3.9-12 参照)。

② 原子炉給水ポンプ駆動用蒸気タービンにおける高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

原子炉給水ポンプ駆動用蒸気タービンにおける高経年化対策上着目すべき経年劣化事象を「技術評価」での検討結果に基づき整理した結果（表 3.9-8 参照)，現在発生しているか，又は将来にわたって起こることが否定できない事象は，抽出されなかった（表 3.9-13 参照)。

③ 主要弁における高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

主要弁における高経年化対策上着目すべき経年劣化事象を「技術評価」での検討結果に基づき整理した結果（表 3.9-9 参照)，現在発生しているか，又は将来にわたって起こることが否定できない事象は，抽出されなかった（表 3.9-14 参照)。

④ 制御装置及び保安装置における高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

制御装置及び保安装置における高経年化対策上着目すべき経年劣化事象を「技術評価」での検討結果に基づき整理した結果(表 3.9-10 参照)，現在発生しているか，又は将来にわたって起こることが否定できない事象は，抽出されなかった（表 3.9-15 参照)。

⑤ 非常用系タービン設備における高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

非常用系タービン設備における高経年化対策上着目すべき経年劣化事象を「技術評価」での検討結果に基づき整理した結果(表 3.9-11 参照)，現在発生しているか，又は将来にわたって起こることが否定できない事象は，抽出されなかった（表 3.9-16 参照)。

表 3.9-12　主タービンの耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象

部位	経年劣化事象	代表機器	
		高圧タービン	低圧タービン
－	－	－	－

－：経年劣化事象が想定されないもの及び今後も発生の可能性がないもの，又は小さいもの

表 3.9-13　原子炉給水ポンプ駆動用蒸気タービンの耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象

部位	経年劣化事象	代表機器
		原子炉給水ポンプ駆動用蒸気タービン
－	－	－

－：経年劣化事象が想定されないもの及び今後も発生の可能性がないもの，又は小さいもの

表 3.9-14　主要弁の耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象

部位	経年劣化事象	代表機器				
		主塞止弁	加減弁	中間塞止加減弁	タービンバイパス弁	クロスアラウンド管逃し弁
－	－	－	－	－	－	－

－：経年劣化事象が想定されないもの及び今後も発生の可能性がないもの，又は小さいもの

表 3.9-15　制御装置及び保安装置の耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象

部位	経年劣化事象	代表機器
		主タービン電気油圧式制御装置
－	－	－

－：経年劣化事象が想定されないもの及び今後も発生の可能性がないもの，又は小さいもの

表 3.9-16　非常用系タービン設備の耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象

部位	経年劣化事象	代表機器
		原子炉隔離時冷却系タービン
－	－	－

－：経年劣化事象が想定されないもの及び今後も発生の可能性がないもの，又は小さいもの

3.9.4　耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象に対する耐震安全性評価

3.9.3 項及び 2.2 項(2)b の表 2 における検討結果より，タービン設備の代表機器において，耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象はない。

3.9.5　評価対象機器全体への展開

以下の手順により，評価対象機器全体への耐震安全性評価の展開を実施することとする。

3.9.5.1 代表機器以外の評価対象機器における「技術評価」での検討結果の整理

3.9.3 項の代表機器及び 2.2 項(2)b の表 2 における耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の検討を行った結果，経年劣化事象は抽出されなかった。

「技術評価」での経年劣化事象の抽出及び保全対策の検討結果を用いて，代表機器以外の評価対象機器についても整理を行った結果，代表機器における抽出結果以外の経年劣化事象は抽出されなかった。

3.9.5.2 耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の抽出

3.9.3 項にて整理し抽出した代表機器に想定される経年劣化事象及び 2.2 項(2)b の表 2 で耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象に対して，機器の振動応答特性上又は構造・強度上，影響が「軽微もしくは無視」できる事象を耐震安全性評価対象外としたものについては，評価対象機器全体において代表機器と同様の評価が可能であることを確認した。

3.9.5.3 耐震安全性評価

本項では，代表以外の機器に対する耐震安全性評価を実施する。

具体的には，3.9.5.2 項で代表機器に想定される経年劣化事象以外の事象が抽出されなかったことから，代表機器に想定される経年劣化事象と同じ事象に対する耐震安全性評価を実施した（代表機器以外の機器については，表 3.9-2～6 参照)。

(1) 代表機器に想定される経年劣化事象と同じ事象に対する耐震安全性評価

代表機器以外の機器に関して，耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象はない。

3.9.6　経年劣化事象に対する動的機能維持評価

タービン設備における高経年化に対する「技術評価」により，各部位に想定される経年劣化事象については，現状の保全対策により機器に与える影響が十分小さいことを確認した。

また，耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象に対する耐震安全性評価の実施により，タービン設備における動的機能維持に必要となる部位での経年劣化事象は，機器の振動応答特性への影響が「軽微もしくは無視」できる事象であることを確認した。

さらに，耐震安全上考慮する必要のある基礎ボルトに対する耐震安全性評価の実施により，基礎ボルトにおける経年劣化事象は，ボルトが支持する機器の支持機能への影響がないことを確認している。

これより，経年劣化事象を考慮しても，地震時に動的機能の維持が要求される機器における地震時の応答加速度は各機器の機能確認済加速度を上回るものでないと考えられ，地震時の動的機能についても維持されると判断する。

3.9.7　保全対策に反映すべき項目の抽出

タービン設備においては，「技術評価」にて検討された保全対策に，耐震安全上の観点から追加すべき項目はない。

3.10 コンクリート構造物及び鉄骨構造物

本章は，東海第二で使用している主要なコンクリート構造物及び鉄骨構造物に係わる経年劣化事象について，耐震安全性評価をまとめたものである。

なお，東海第二の主要機器については，既に「技術評価」において経年劣化事象に対する健全性評価を行うとともに，現状保全の評価を実施しているため，本章においてはこれら検討結果を前提条件とし，評価を実施することとする。

3.10.1 評価対象構造物

東海第二で設置している主要なコンクリート構造物及び鉄骨構造物（「技術評価」の評価対象構造物）を評価対象とする。

なお，評価対象構造物は以下のとおりである。

① 原子炉建屋（非常用ディーゼル発電機海水系配管トレンチ，廃棄物処理棟及び廃棄物処理建屋含む）（鉄筋コンクリート造，一部鉄骨造）
② タービン建屋（鉄筋コンクリート造，一部鉄骨造）
③ 取水口構造物（鉄筋コンクリート造）
④ 排気筒基礎（鉄筋コンクリート造）
⑤ 使用済燃料乾式貯蔵建屋（鉄筋コンクリート造，一部鉄骨造及び鉄骨鉄筋コンクリート造）
⑥ 防潮堤（鉄筋コンクリート造，鉄骨造）
⑦ 防潮扉（鉄骨造）
⑧ 放水路ゲート（鉄骨造）
⑨ 構内排水路逆流防止設備（鉄骨造）
⑩ 貯留堰（鉄骨造）
⑪ 浸水防止蓋（鉄骨造）
⑫ 常設低圧代替注水系格納槽（鉄筋コンクリート造）
⑬ 常設代替高圧電源装置置場（軽油貯蔵タンク基礎及びカルバート含む）（鉄筋コンクリート造）
⑭ SA 用海水ピット（取水塔含む）（鉄筋コンクリート造）
⑮ 緊急用海水ポンプピット（鉄筋コンクリート造）
⑯ 格納容器圧力逃がし装置格納槽（カルバート含む）（鉄筋コンクリート造）
⑰ 緊急時対策所建屋（発電機燃料油貯蔵タンク基礎含む）（鉄筋コンクリート造）
⑱ 水密扉（鉄骨造）
⑲ 西側淡水貯水設備（鉄筋コンクリート造）
⑳ 堰及び止水板（鉄筋コンクリート造，鉄骨造）

3.10.2 代表構造物の選定

「技術評価」の評価では評価対象コンクリート構造物及び鉄骨構造物について材料特性を基に 2 つのグループに分類しているが，本検討においてもこの分類にしたがって整理するものとし，それぞれの分類毎に，「技術評価」における代表構造物を本検討の代表構造物とする。

ただし，グループ内で選定された「技術評価」の代表構造物より，耐震重要度の上位の構造物が存在する場合には，これについても代表構造物として評価することとする。

各分類における本検討での代表構造物を表 3.10-1 に示す。

表 3.10-1（1/3）　コンクリート構造物及び鉄骨構造物の代表機器

対象構造物（コンクリート構造物）		重要度*1	使用条件等								耐震重要度	「技術評価」代表機器	耐震安全性評価代表機器	備考
			運転条件，環境条件等											
			運転開始後経過年数	高温部の有無	放射線の有無	振動の有無	設置環境		供給塩化物量	耐火要求の有無				
							屋内	屋外						
①	原子炉建屋（非常用ディーゼル発電機海水系配管トレンチ，廃棄物処理棟及び廃棄物処理建屋含む）	MS-1，重*2，設*3	39	○（ペデスタル）	○（ペデスタル，一次遮へい壁）	○（非常用ディーゼル発電機基礎）	一部仕上げ無し	仕上げ有り	◇	－	S*4，重*5	○	○	
②	タービン建屋	MS-1	39	◇	◇	○（タービン発電機架台）	一部仕上げ無し	仕上げ有り	◇	－	B	○	○	
③	取水口構造物	MS-1，重*2	39	－	－	－		仕上げ無し	○（海水と接触）	－	C，重*5	○	○	
④	排気筒基礎*6	MS-1，重*2	39	－	－	－		仕上げ有り	◇		C，重*5			
⑤	使用済燃料乾式貯蔵建屋	PS-2	16	◇	◇	－	一部仕上げ無し	仕上げ有り	◇	－	C			
⑥	防潮堤	設*3	0	－	－	－		仕上げ無し	◇		S			
⑦	常設低圧代替注水系格納槽	重*2	0	－	－	－	仕上げ無し	埋設*7	－	－	重*5			

【凡例】
○：影響大
◇：影響小
－：影響極小，又は無し

*1：設備を支持するものであり，最上位の重要度クラスを示す

*2：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す

*3：設計基準対処施設として評価対象とした機器及び構造物を示す

*4：最上位の耐震重要度を示す

*5：耐震重要度とは別に常設重大事故等対処設備の区分に応じた耐震設計が求められることを示す

*6：新規制基準への適合のため部分改修予定であるが，保守的に既存部として評価する

*7：環境条件の区分として，土中は一般の環境に区分されることから，他の屋外で仕上げが無い構造物で代表させる

表 3.10-1（2/3）　コンクリート構造物及び鉄骨構造物の代表機器

対象構造物（コンクリート構造物）		重要度*1	使用条件等								耐震重要度	「技術評価」代表機器	耐震安全性評価代表機器	備考
			運転条件，環境条件等											
			運転開始後経過年数	高温部の有無	放射線の有無	振動の有無	設置環境		供給塩化物量	耐火要求の有無				
							屋内	屋外						
⑧	常設代替高圧電源装置置場（軽油貯蔵タンク基礎及びカルバート含む）	MS-1，重*2	0	－	－	－	一部仕上げ無し	埋設*3	－	－	S，重*4			
⑨	SA 用海水ピット（取水塔含む）	重*2	0	－	－	－		埋設*3	○（海水と接触）		重*4			
⑩	緊急用海水ポンプピット	重*2	0	－	－	－	仕上げ無し	埋設*3	○（海水と接触）	－	重*4			
⑪	格納容器圧力逃がし装置格納槽(カルバート含む)	重*2	0	－	－	－	一部仕上げ無し	埋設*3	－	－	重*4			
⑫	緊急時対策所建屋（発電機燃料油貯蔵タンク基礎含む）	重*2	0	－	－	－	仕上げ有り	仕上げ有り	－	－	重*4			
⑬	西側淡水貯水設備	重*2	0	－	－	－	仕上げ有り	埋設*3	－		重*4			
⑭	堰	設*5	0	－	－	－	仕上げ有り		－		B			

*1：設備を支持するものであり，最上位の重要度クラスを示す

*2：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す

*3：環境条件の区分として，土中は一般の環境に区分されることから，他の屋外で仕上げが無い構造物で代表させる

*4：耐震重要度とは別に常設重大事故等対処設備の区分に応じた耐震設計が求められることを示す

*5：設計基準対象施設として評価対象とした機器及び構造物を示す

【凡例】
○：影響大
◇：影響小
－：影響極小，又は無し

表 3.10-1（3/3）　コンクリート構造物及び鉄骨構造物の代表機器

対象構造物（鉄骨構造物）		重要度*1	運転開始後経過年数	使用条件等			耐震重要度	「技術評価」代表機器	耐震安全性評価代表機器	備考
				設置環境		使用材料				
				屋内	屋外					
①	原子炉建屋（廃棄物処理棟及び廃棄物処理建屋含む）（鉄骨部）	MS-1，重*2	39	仕上げ有り		炭素鋼	S*3，重*4	○	○	
②	タービン建屋（鉄骨部）	MS-1	39	仕上げ有り		炭素鋼	B	○	○	
③	使用済燃料乾式貯蔵建屋（鉄骨部）	PS-2	16	仕上げ有り		炭素鋼	C			
④	防潮堤	設*5	0		仕上げ有り	炭素鋼	S			
⑤	防潮扉	設*5	0		仕上げ有り	炭素鋼	S			
⑥	放水路ゲート	MS-1，設*5	0		仕上げ有り	炭素鋼	S			
⑦	構内排水路逆流防止設備	設*5	0		仕上げ有り	ステンレス鋼	S			
⑧	貯留堰	設*5，重*2	0		仕上げ無し	炭素鋼	S，重*4			
⑨	浸水防止蓋	設*5	0		仕上げ有り	炭素鋼，ステンレス鋼	S			
⑩	水密扉	設*5	0*6		仕上げ有り	炭素鋼，ステンレス鋼	S			
⑪	堰及び止水板	設*5	0	仕上げ有り		炭素鋼	C			

*1：設備を支持するものであり，最上位の重要度クラスを示す

*2：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す

*3：最上位の耐震重要度を示す

*4：耐震重要度とは別に常設重大事故等対処設備の区分に応じた耐震設計が求められることを示す

*5：設計基準対処施設として評価対象とした機器及び構造物を示す

*6：一部設置されているが，使用前検査の合格をもって供用開始とする

3.10.3 耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象

(1) 「技術評価」における検討結果の整理

3.10.2 項で選定した代表構造物について，「技術評価」で検討された経年劣化事象に対し，「技術評価」での検討結果（詳細は「東海第二発電所　コンクリート構造物及び鉄骨構造物の技術評価書」参照）に基づき，耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象に対し保全対策を考慮し，以下のとおり整理した（表 3.10-2 参照）。

① 現在発生しておらず，今後も発生の可能性がないもの，又は小さいもの
（表中×）

② 現在発生しているか，又は将来にわたって起こることが否定できないもの
（表中○）

なお，①（表中×）に分類した経年劣化事象については耐震安全性評価対象外とし，その理由を表 3.10-2 中に記載した。

表 3.10-2　コンクリート構造物及び鉄骨構造物に想定される経年劣化事象

構造物	機能達成に必要な項目	経年劣化事象	経年劣化要因	評価対象部位	経年劣化事象分類	「技術評価」評価結果概要*1
コンクリート構造物	強度の維持	強度低下	熱	原子炉建屋(原子炉圧力容器ペデスタル)	×	通常運転時に最も高温状態となる部位として原子炉圧力容器支持脚部と原子炉圧力容器ペデスタルコンクリートとの接触面が考えられるが，運転中の周辺温度は，温度制限値以下である。ただし，震災時に一次遮へい壁のコンクリート温度が制限値を超えた可能性があり，影響を評価した結果，震災時の最高温度での，加熱冷却後における圧縮強度が設計基準強度を上回っていることを確認した。よって，構造体の耐力は設計荷重を上回ると判断した。
			放射線照射	原子炉建屋(原子炉圧力容器ペデスタル，一次遮へい壁)	×	・運転開始後 60 年時点で推定される原子炉圧力容器ペデスタルの中性子照射量は，コンクリート強度に影響を及ぼす照射量以下である。 ・運転開始後 60 年時点で推定される一次遮へい壁のガンマ線照射量は，コンクリート強度に影響を及ぼす照射量以下である。
			中性化	タービン建屋外壁(屋内面)，取水口構造物（気中帯）	×	運転開始後 60 年時点で推定される中性化深さは，鉄筋が腐食し始める時の中性化深さ以下である。
			塩分浸透	取水口構造物（気中帯，干満帯，海中帯）	×	運転開始後 60 年時点で推定される鉄筋腐食減量は，かぶりコンクリートにひび割れが生じるとされる鉄筋腐食減量以下である。
			機械振動	タービン建屋(タービン発電機架台)	×	大きな機械振動を受けるタービン発電機架台のこれまでの目視確認において，コンクリートの表面において強度に支障をきたす可能性のある欠陥がないことを確認している。
	遮へい能力の維持	遮へい能力低下	熱	原子炉建屋(ガンマ線遮へい壁)	×	通常運転時に最も高温状態となる部位としてガンマ線遮へいコンクリート炉心側が考えられるが，運転中の温度は，温度制限値以下である。ただし，震災時にガンマ線遮へい壁及び一次遮へい壁のコンクリート温度が制限値を超えた可能性があり，影響を評価した結果，水分逸散は生じておらず，原子炉設置（変更）許可における遮蔽能力を下回っていないと判断した。

×：現在発生しておらず，今後も発生の可能性がないもの，又は小さいもの

*1：「×」としたものの理由を記載

(2) 耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の抽出

3.10.3 項(1)で整理された②の経年劣化事象については，これらの事象が顕在化した場合，代表機器の振動応答特性上又は構造・強度上，影響が「有意」であるか「軽微もしくは無視」できるかを以下で検討し，「軽微もしくは無視」できる事象については耐震安全性評価対象外とする（表 3.10-2 に耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象を示す)。

コンクリート構造物及び鉄骨構造物における高経年化対策上着目すべき経年劣化事象を，「技術評価」での検討結果に基づき整理した結果（表 3.10-2 参照)，現在発生しているか，又は，将来にわたって起こることが否定できない事象は，抽出されなかった（表 3.10-3 参照)。

表 3.10-3　コンクリート構造物の耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象

構造物	経年劣化事象	評価対象部位					
		原子炉建屋（原子炉圧力容器ペデスタル）	原子炉建屋（一次遮へい壁）	タービン建屋外壁（屋内面）	取水口構造物	タービン建屋（タービン発電機架台）	原子炉建屋（ガンマ線遮へい壁）
－	－	－	－	－	－	－	－

－：経年劣化事象が想定されないもの及び今後も発生の可能性がないもの，又は小さいもの

3.10.4 耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象に対する耐震安全性評価

3.10.3 項及び 2.2 項(2)b の表 2 における検討結果により，コンクリート構造物及び鉄骨構造物の評価対象部位において，耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象はない。

3.10.5 評価対象構造物全体への展開

以下の手順により，評価対象構造物全体への耐震安全性評価の展開を実施することとする。

3.10.5.1 代表構造物以外の評価対象構造物における「技術評価」での検討結果の整理

3.10.3 項の代表構造物及び 2.2 項(2)b の表 2 における耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の検討を行った結果，経年劣化事象は抽出されなかった。

「技術評価」での経年劣化事象の抽出及び保全対策の検討結果を用いて，代表構造物以外の評価対象構造物についても整理を行った結果，代表構造物における抽出結果以外の経年劣化事象は抽出されなかった。

3.10.5.2 耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の抽出

3.10.3 項にて整理し抽出した代表構造物に想定される経年劣化事象及び 2.2 項(2)b の表 2 で耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象に対して，構造物の振動応答特性上又は構造・強度上，影響が「軽微もしくは無視」できる事象を耐震安全性評価対象外としたものについては，評価対象構造物全体において代表構造物と同様の評価が可能であることを確認した。

3.10.5.3 耐震安全性評価

本項では，代表構造物以外の構造物に対する耐震安全性評価を実施する。

具体的には，3.10.5.2 項で代表構造物に想定される経年劣化事象以外の事象が抽出されなかったことから，代表構造物に想定される経年劣化事象と同じ事象に対する耐震安全性評価を実施した（代表構造物以外の構造物については表 3.10-1 参照）。

(1) 代表機器に想定される経年劣化事象と同じ事象に対する耐震安全性評価

代表機器以外の機器に関して，耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象はない。

3.10.6 保全対策に反映すべき項目の抽出

コンクリート構造物及び鉄骨構造物においては，「技術評価」にて検討された保全対策に，耐震安全上の観点から追加すべき項目はない。

3.11 計測制御設備

本章は，東海第二で使用している主要な計測制御設備に係わる経年劣化事象について，耐震安全性評価をまとめたものである。

なお，東海第二の主要機器については，既に「技術評価」において経年劣化事象に対する健全性評価を行うとともに，現状保全の評価を実施しているため，本章においてはこれら検討結果を前提条件とし，評価を実施することとする。

3.11.1 評価対象機器

東海第二で使用している主要な計測制御設備（「技術評価」の評価対象機器）を評価対象機器とする。

なお，評価対象機器一覧を表 3.11-1 に示す。

表 3.11-1(1/5)　評価対象機器一覧

分類	機器名称	耐震重要度
計測装置	RHR ポンプ吐出圧力計測装置 LPCS ポンプ吐出圧力計測装置	S，重*1
	原子炉圧力計測装置 格納容器圧力計測装置 主蒸気管圧力計測装置 主復水器真空度計測装置	S
	原子炉圧力計測装置	S，重*1
	格納容器圧力計測装置	S
	原子炉圧力計測装置 格納容器圧力計測装置 常設高圧代替注水系ポンプ吐出圧力計測装置*2 代替循環冷却系ポンプ吐出圧力計測装置*2	重*1
	D/G 機関冷却水入口圧力計測装置 D/G 機関潤滑油入口圧力計測装置	S
	CV 急速閉検出用圧力計測装置	S
	主蒸気管トンネル温度計測装置	S
	FCS 入口ガス温度計測装置	S
	原子炉圧力容器温度計測装置	重*1
	格納容器内温度計測装置*2	重*1
	使用済燃料プール温度計測装置	重*1
	代替循環冷却系ポンプ入口温度計測装置*2	重*1

*1：耐震重要度とは別に常設重大事故等対処設備の区分に応じた耐震設計が求められることを示す

*2：新規に設置される機器

表 3.11-1(2/5)　評価対象機器一覧

分類	機器名称	耐震重要度
計測装置	サプレッション・プール水温度計測装置	S
	サプレッション・プール水温度計測装置*1	重*2
	使用済燃料プール温度計測装置*1	重*2
	格納容器下部水温計測装置*1	重*2
	RCIC 系統流量計測装置	S,重*2
	主蒸気管流量計測装置 FCS 入口ガス流量計測装置	S
	RHR 系統流量計測装置 LPCS 系統流量計測装置 HPCS 系統流量計測装置	S,重*2
	低圧代替注水系原子炉注水流量計測装置*1 低圧代替注水系格納容器スプレイ流量計測装置*1 低圧代替注水系格納容器下部注水流量計測装置*1	重*2
	原子炉水位計測装置	S,重*2
	原子炉水位計測装置 サプレッション・プール水位計測装置	S
	原子炉水位計測装置	S,重*2
	原子炉水位計測装置 サプレッション・プール水位計測装置	S
	代替淡水貯槽水位計測装置*1	重*2
	スクラム排出容器水位計測装置	S
	D/G デイタンク液位計測装置	S
	使用済燃料プール水位計測装置*1	重*2
	格納容器下部水位計測装置*1	重*2
	取水ピット水位計測装置*1	S
	西側淡水貯水設備水位*1	重*2
	潮位計測装置*1	S
	SRNM	S,重*2
	LPRM	S,重*2
	主蒸気管放射線計測装置	S
	格納容器雰囲気放射線計測装置	S,重*2
	使用済燃料プールエリア放射線計測装置*1	重*2

*1：新規に設置される機器

*2：耐震重要度とは別に常設重大事故等対処設備の区分に応じた耐震設計が求められることを示す

表 3.11-1(3/5)　評価対象機器一覧

分類	機器名称	耐震重要度
計測装置	原子炉建屋換気系放射線計測装置	S
	地震加速度計測装置	S
	格納容器内水素濃度計測装置	S
	格納容器内水素濃度計測装置*1 原子炉建屋水素濃度計測装置*1	重*2
	原子炉建屋水素濃度計測装置*1	重*2
	格納容器内酸素濃度計測装置	S
	格納容器内酸素濃度計測装置*1	重*2
	MSV 位置計測装置	S
	RCIC タービン回転速度計測装置	S
補助継電器盤	原子炉保護系(A)継電器盤	S
	原子炉保護系(B)継電器盤	S
	残留熱除去系(B)，(C)補助継電器盤	S,重*2
	原子炉隔離時冷却系継電器盤	S,重*2
	原子炉格納容器内側隔離系継電器盤	S,重*2
	原子炉格納容器外側隔離系継電器盤	S,重*2
	高圧炉心スプレイ系継電器盤	S,重*2
	自動減圧系(A)継電器盤	S,重*2
	自動減圧系(B)継電器盤	S,重*2
	低圧炉心スプレイ系，残留熱除去系(A)補助継電器盤	S,重*2
	タービン補機補助継電器盤	S,重*2
	プロセス計装盤 1	S,重*2
	プロセス計装盤 2	S,重*2

*1：新規に設置される機器

*2：耐震重要度とは別に常設重大事故等対処設備の区分に応じた耐震設計が求められることを示す

表 3.11-1(4/5)　評価対象機器一覧

分類	機器名称	耐震重要度
操作制御盤	原子炉制御操作盤	S，重*1
	原子炉補機操作盤	S，重*1
	緊急時炉心冷却系操作盤	S，重*1
	所内電気操作盤	S，重*1
	可燃性ガス濃度制御盤(A)	S
	可燃性ガス濃度制御盤(B)	S
	プロセス放射線モニタ，起動領域モニタ(A)操作盤	S，重*1
	プロセス放射線モニタ，起動領域モニタ(B)操作盤	S，重*1
	出力領域モニタ計装盤	S，重*1
	窒素置換－空調換気制御盤	S，重*1
	非常用ガス処理系，非常用ガス再循環系(A)操作盤	S，重*1
	非常用ガス処理系，非常用ガス再循環系(B)操作盤	S，重*1
	原子炉保護系1Aトリップユニット盤	S
	原子炉保護系1Bトリップユニット盤	S
	原子炉保護系2Aトリップユニット盤	S
	原子炉保護系2Bトリップユニット盤	S
	緊急時炉心冷却系DIV-Ⅰ-1トリップユニット盤	S
	緊急時炉心冷却系DIV-Ⅱ-1トリップユニット盤	S
	高圧炉心スプレイ系トリップユニット盤	S
	格納容器雰囲気監視系（A）操作盤	S，重*1
	格納容器雰囲気監視系（B）操作盤	S，重*1
	サプレッション・プール温度記録計盤（A）	S
	サプレッション・プール温度記録計盤（B）	S
	RCICタービン制御盤	S，重*1
	原子炉遠隔停止操作盤	S，重*1
	SA監視操作設備*2	重*1
	高圧代替注水系制御盤*2	重*1
	常設代替高圧電源装置遠隔操作盤*2	重*1

*1：耐震重要度とは別に常設重大事故等対処設備の区分に応じた耐震設計が求められることを示す

*2：新規に設置される機器

表 3.11-1(5/5)　評価対象機器一覧

分類	機器名称	耐震重要度
操作制御盤	潮位監視盤*1	S
	津波・構内監視設備*1	S
	使用済燃料プール監視設備*1	重*2
	緊急時対策所用非常用換気空調設備操作盤*1	重*2
	緊急時対策所用災害対策本部操作盤*1	重*2
	安全パラメータ表示システム(SPDS)及びデータ伝送設備*1	重*2
	衛星電話設備*1	重*2
	統合原子力防災ネットワークに接続する通信連絡設備*1	重*2

*1：新規に設置される機器

*2：耐震重要度とは別に常設重大事故等対処設備の区分に応じた耐震設計が求められることを示す

3.11.2 代表機器の選定

「技術評価」の評価では評価対象計測制御設備をその型式等を基に分類しているが，本検討においてもこの分類にしたがって整理するものとし，それぞれの分類ごとに，「技術評価」における代表機器を本検討の代表機器とする。

ただし，グループ内で選定された「技術評価」の代表機器より，耐震重要度の上位の機器が存在する場合には，これについても代表機器として評価することとする。

各分類における，本検討の代表機器を表 3.11-2～4 に示す。

表 3.11-2(1/9)　計測装置の代表機器

分類基準		機器名称	主な仕様 (信号用途)	選定基準				「技術評価」代表機器	耐震安全性評価代表機器	備考
					使用条件					
計測対象	検出部型式			重要度*1	設置場所	周囲温度（℃）	耐震重要度			
圧力	ダイヤフラム式	RHRポンプ吐出圧力計測装置 LPCSポンプ吐出圧力計測装置	ADS作動 監視	MS-1,重*2	原子炉建屋	40.0（最高）	S，重*3	○	○	
					中央制御室	32.2（最高）				
		原子炉圧力計測装置 格納容器圧力計測装置 主蒸気管圧力計測装置 主復水器真空度計測装置	スクラム MSIV隔離 PCIS作動 LPCS起動 RHR起動 HPCS起動 D/G起動 ADS作動	MS-1	原子炉建屋／タービン建屋	40.0（最高）	S			
					中央制御室	32.2（最高）				
		原子炉圧力計測装置	監視	MS-2,重*2	原子炉建屋	40.0（最高）	S，重*3			
					中央制御室	32.2（最高）				
		格納容器圧力計測装置	監視	MS-2	原子炉建屋	40.0（最高）	S			
					中央制御室	32.2（最高）				
		原子炉圧力計測装置 格納容器圧力計測装置 常設高圧代替注水系ポンプ吐出圧力計測装置*4 代替循環冷却系ポンプ吐出圧力計測装置*4	監視	重*2	原子炉建屋	40.0（最高）	重*3			
					中央制御室	32.2（最高）				

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位のクラスを示す

*2：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す

*3：耐震重要度とは別に常設重大事故等対処設備の区分に応じた耐震設計が求められることを示す

*4：新規に設置される機器

表3.11-2(2/9)　計測装置の代表機器

分類基準		機器名称	主な仕様（信号用途）	選定基準			耐震重要度	「技術評価」代表機器	耐震安全性評価代表機器	備考
計測対象	検出部型式			重要度[*1]	使用条件					
					設置場所	周囲温度（℃）				
圧力	ベローズ式	D/G機関冷却水入口圧力計測装置 D/G機関潤滑油入口圧力計測装置	D/Gトリップ	MS-1	D/G室	40（最高）	S	○	○	
	シールドピストン式	CV急速閉検出用圧力計測装置	スクラム	MS-1	ヒータールーム	48.9（最高）	S	○	○	
					中央制御室	32.2（最高）				
温度	熱電対式	主蒸気管トンネル温度計測装置	MSIV隔離 PCIS作動	MS-1	主蒸気管トンネル室	60.0（最高）	S	○	○	
					中央制御室	32.2（最高）				
		FCS入口ガス温度計測装置	FCS制御	MS-1	原子炉建屋	40.0（最高）	S			
					中央制御室	32.2（最高）				
		原子炉圧力容器温度計測装置	監視	重[*3]	原子炉格納容器内	73.9（最高）	重[*4]			
					中央制御室	32.2（最高）				
		格納容器内温度計測装置[*2]	監視	重[*3]	原子炉格納容器内	65.6（最高）	重[*4]			
					中央制御室	32.2（最高）				

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位のクラスを示す

*2：新規に設置される機器

*3：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す

*4：耐震重要度とは別に常設重大事故等対処設備の区分に応じた耐震設計が求められることを示す

表3.11-2(3/9)　計測装置の代表機器

分類基準		機器名称	主な仕様（信号用途）	選定基準				「技術評価」代表機器	耐震安全性評価代表機器	備考
計測対象	検出部型式			重要度*1	使用条件		耐震重要度			
					設置場所	周囲温度（℃）				
温度	熱電対式	使用済燃料プール温度計測装置	監視	重*2	原子炉建屋	65（最高）	重*3			
					中央制御室	32.2（最高）				
		代替循環冷却系ポンプ入口温度計測装置*4	監視	重*2	原子炉建屋	40.0（最高）	重*3			
					中央制御室	32.2（最高）				
	測温抵抗体式	サプレッション・プール水温度計測装置	監視	MS-2	サプレッション・プール内	32（最高）	S	○	○	
					中央制御室	32.2（最高）				
		サプレッション・プール水温度計測装置*4	監視	重*2	サプレッション・プール内	32（最高）	重*3			
					中央制御室	32.2（最高）				
		使用済燃料プール温度計測装置*4	監視	重*2	原子炉建屋	65（最高）	重*3			
					中央制御室	32.2（最高）				

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位のクラスを示す

*2：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す

*3：耐震重要度とは別に常設重大事故等対処設備の区分に応じた耐震設計が求められることを示す

*4：新規に設置される機器

表3.11-2(4/9)　計測装置の代表機器

分類基準		機器名称	主な仕様（信号用途）	選定基準				「技術評価」代表機器	耐震安全性評価代表機器	備考
				重要度*1	使用条件		耐震重要度			
計測対象	検出部型式				設置場所	周囲温度（℃）				
温度	測温抵抗体式	格納容器下部水温計測装置*2	監視	重*3	ペデスタル	57（最高）	重*4			
					中央制御室	32.2（最高）				
流量	ダイヤフラム式	RCIC系統流量計測装置	RCIC制御 監視	MS-1,重*3	RCICポンプ室	65.6（最高）	S，重*4	○	○	
					中央制御室	32.2（最高）				
		主蒸気管流量計測装置 FCS入口ガス流量計測装置	MSIV隔離 PCIS作動 FCS制御	MS-1	原子炉建屋	40.0（最高）	S			
					中央制御室	32.2（最高）				
		RHR系統流量計測装置 LPCS系統流量計測装置 HPCS系統流量計測装置	監視	MS-2,重*3	原子炉建屋	40.0（最高）	S，重*4			
					中央制御室	32.2（最高）				
		低圧代替注水系原子炉注水流量計測装置*2 低圧代替注水系格納容器スプレイ流量計測装置*2 低圧代替注水系格納容器下部注水流量計測装置*2	監視	重*3	原子炉建屋	40.0（最高）	重*4			
					中央制御室	32.2（最高）				
水位	ダイヤフラム式	原子炉水位計測装置	RCIC起動 LPCS起動 RHR起動 ADS作動 監視	MS-1,重*3	原子炉建屋	40.0（最高）	S，重*4	○	○	
					中央制御室	32.2（最高）				

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位のクラスを示す

*2：新規に設置される機器

*3：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す

*4：耐震重要度とは別に常設重大事故等対処設備の区分に応じた耐震設計が求められることを示す

表3.11-2(5/9)　計測装置の代表機器

分類基準		機器名称	主な仕様 (信号用途)	選定基準				「技術評価」代表機器	耐震安全性評価代表機器	備考
				重要度[*1]	使用条件		耐震重要度			
計測対象	検出部型式				設置場所	周囲温度（℃）				
水位	ダイヤフラム式	原子炉水位計測装置 サプレッション・プール水位計測装置	スクラム PCIS作動 FRVS/SGTS起動 MSIV隔離 RCIC起動 HPCS起動 LPCS起動 RHR起動 D/G起動 ADS作動 HPCS水源切替	MS-1	原子炉建屋	40.0（最高）	S			
					中央制御室	32.2（最高）				
		原子炉水位計測装置	監視	MS-2,重[*3]	原子炉建屋	40.0（最高）	S,重[*4]			
					中央制御室	32.2（最高）				
		原子炉水位計測装置 サプレッション・プール水位計測装置	監視	MS-2	原子炉建屋	40.0（最高）	S			
					中央制御室	32.2（最高）				
		代替淡水貯槽水位計測装置[*2]	監視	重[*3]	常設低圧代替注水系格納槽	40（最高）	重[*4]			
					中央制御室	32.2（最高）				

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位のクラスを示す

*2：新規に設置される機器

*3：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す

*4：耐震重要度とは別に常設重大事故等対処設備の区分に応じた耐震設計が求められることを示す

表3.11-2(6/9)　計測装置の代表機器

分類基準		機器名称	主な仕様（信号用途）	選定基準				「技術評価」代表機器	耐震安全性評価代表機器	備考
計測対象	検出部型式			重要度*1	使用条件		耐震重要度			
					設置場所	周囲温度（℃）				
水位	フロート式	スクラム排出容器水位計測装置	スクラム	MS-1	原子炉建屋	40.0（最高）	S	○	○	
					中央制御室	32.2（最高）				
		D/Gデイタンク液位計測装置	液位制御	MS-2	D/G室	40（最高）	S			
	ガイドパルス式	使用済燃料プール水位計測装置*2	監視	重*3	原子炉建屋	65（最高）	重*4	○	○	
					中央制御室	32.2（最高）				
	電極式	格納容器下部水位計測装置*2	監視	重*3	ペデスタル	57（最高）	重*4	○	○	
					中央制御室	32.2（最高）				
	電波式	取水ピット水位計測装置*2	監視	設*5	屋外	40（最高）	S	○	○	
					中央制御室	32.2（最高）				
		西側淡水貯水設備水位計測装置*2	監視	重*3	常設代替高圧電源装置置場	40（最高）	重*4			
					中央制御室	32.2（最高）				
	圧力式	潮位計測装置*2	監視	設*5	屋外	40（最高）	S	○	○	
					中央制御室	32.2（最高）				

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位のクラスを示す

*2：新規に設置される機器

*3：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す

*4：耐震重要度とは別に常設重大事故等対処設備の区分に応じた耐震設計が求められることを示す

*5：設計基準対象施設として評価対象とした機器及び構造物であることを示す

表3.11-2(7/9)　計測装置の代表機器

分類基準		機器名称	主な仕様（信号用途）	選定基準				「技術評価」代表機器	耐震安全性評価代表機器	備考
計測対象	検出部型式			重要度*1	使用条件		耐震重要度			
					設置場所	周囲温度（℃）				
中性子束	核分裂電離箱式	SRNM	スクラム 監視	MS-1，重*3	原子炉内	302（最高）	S，重*4	○	○	
					原子炉建屋	40.0（最高）				
					中央制御室	32.2（最高）				
		LPRM	スクラム 監視	MS-1，重*3	原子炉内	302（最高）	S，重*4			
					中央制御室	32.2（最高）				
放射線	イオンチェンバ式	主蒸気管放射線計測装置	スクラム MSIV隔離 PCIS作動	MS-1	主蒸気管トンネル室	60.0（最高）	S	○	○	
					中央制御室	32.2（最高）				
		格納容器雰囲気放射線計測装置	監視	MS-2，重*3	原子炉建屋／サンドクッションエリア	65.6（最高）	S，重*4			
					中央制御室	32.2（最高）				
		使用済燃料プールエリア放射線計測装置*2	監視	重*3	原子炉建屋	40.0（最高）	重*4			
					中央制御室	32.2（最高）				

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位のクラスを示す

*2：新規に設置される機器

*3：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す

*4：耐震重要度とは別に常設重大事故等対処設備の区分に応じた耐震設計が求められることを示す

表3.11-2(8/9)　計測装置の代表機器

分類基準		機器名称	主な仕様 (信号用途)	選定基準				「技術評価」代表機器	耐震安全性評価代表機器	備考
計測対象	検出部型式			重要度*1	使用条件		耐震重要度			
					設置場所	周囲温度 (℃)				
放射線	半導体式	原子炉建屋換気系放射線計測装置	FRVS/SGTS起動 PCIS作動 中央制御室 換気系隔離	MS-1	原子炉建屋	40.0（最高）	S	○	○	
					中央制御室	32.2（最高）				
振動	倒立振子式	地震加速度計測装置	スクラム	MS-1	原子炉建屋	40.0（最高）	S	○	○	
					中央制御室	32.2（最高）				
濃度	熱伝導式	格納容器内水素濃度計測装置	監視	MS-2	原子炉建屋	40.0（最高）	S	○	○	
					中央制御室	32.2（最高）				
		格納容器内水素濃度計測装置*2 原子炉建屋水素濃度計測装置*2	監視	重*3	原子炉建屋	40.0（最高）	重*4			
					電気室	40（最高）				
					中央制御室	32.2（最高）				
	触媒式	原子炉建屋水素濃度計測装置*2	監視	重*3	原子炉建屋	40.0（最高）	重*4	○	○	
					電気室	40（最高）				
					中央制御室	32.2（最高）				

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位のクラスを示す

*2：新規に設置される機器

*3：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す

*4：耐震重要度とは別に常設重大事故等対処設備の区分に応じた耐震設計が求められることを示す

表3.11-2(9/9)　計測装置の代表機器

分類基準		機器名称	主な仕様（信号用途）	選定基準				「技術評価」代表機器	耐震安全性評価代表機器	備考
計測対象	検出部型式			重要度[*1]	使用条件		耐震重要度			
					設置場所	周囲温度（℃）				
濃度	磁気式	格納容器内酸素濃度計測装置	監視	MS-2	原子炉建屋	40.0（最高）	S	○	○	
					中央制御室	32.2（最高）				
		格納容器内酸素濃度計測装置[*2]	監視	重[*3]	原子炉建屋	40.0（最高）	重[*4]			
					電気室	40（最高）				
					中央制御室	32.2（最高）				
位置	リミットスイッチ式	MSV位置計測装置	スクラム	MS-1	ヒーターールーム	48.9（最高）	S	○	○	
					中央制御室	32.2（最高）				
回転速度	電磁ピックアップ式	RCICタービン回転速度計測装置	RCICトリップ監視	MS-1	RCICポンプ室	65.6（最高）	S	○	○	
					空調機械室	50（最高）				
					中央制御室	32.2（最高）				

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位のクラスを示す

*2：新規に設置される機器

*3：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す

*4：耐震重要度とは別に常設重大事故等対処設備の区分に応じた耐震設計が求められることを示す

表 3.11-3　補助継電器盤の代表機器

分類基準		機器名称	仕様 (W×H×D) (mm)	選定基準			耐震 重要度	「技術評価」 代表機器	耐震 安全性 評価 代表 機器	備考
				重要度[*1]	使用条件					
型式	設置 場所				設置場所	周囲温度(℃)				
補助継電器盤	屋内	原子炉保護系(A)継電器盤	2,400×2,286×914	MS-1	中央制御室	32.2	S	○	○	
		原子炉保護系(B)継電器盤	2,400×2,286×914	MS-1	中央制御室	32.2	S			
		残留熱除去系(B),(C)補助継電器盤	1,219×2,286×914	MS-1,重[*2]	中央制御室	32.2	S,重[*3]			
		原子炉隔離時冷却系継電器盤	610×2,286×914	MS-1,重[*2]	中央制御室	32.2	S,重[*3]			
		原子炉格納容器内側隔離系継電器盤	610×2,286×914	MS-1,重[*2]	中央制御室	32.2	S,重[*3]			
		原子炉格納容器外側隔離系継電器盤	610×2,286×914	MS-1,重[*2]	中央制御室	32.2	S,重[*3]			
		高圧炉心スプレイ系継電器盤	1,219×2,286×914	MS-1,重[*2]	中央制御室	32.2	S,重[*3]			
		自動減圧系(A)継電器盤	1,524×2,286×914	MS-1,重[*2]	中央制御室	32.2	S,重[*3]			
		自動減圧系(B)継電器盤	914×2,286×914	MS-1,重[*2]	中央制御室	32.2	S,重[*3]			
		低圧炉心スプレイ系，残留熱除去系(A)補助継電器盤	1,219×2,286×914	MS-1,重[*2]	中央制御室	32.2	S,重[*3]			
		タービン補機補助継電器盤	3,810×2,286×914	MS-1,重[*2]	中央制御室	32.2	S,重[*3]			
		プロセス計装盤 1	1,200×2,286×914	MS-2,重[*2]	中央制御室	32.2	S,重[*3]			
		プロセス計装盤 2	762×2,286×914	MS-2,重[*2]	中央制御室	32.2	S,重[*3]			

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位のクラスを示す

*2：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す

*3：耐震重要度とは別に常設重大事故等対処設備の区分に応じた耐震設計が求められることを示す

表 3.11-4(1/3)　操作制御盤の代表機器

分類基準		機器名称	仕様 (W×H×D) (mm)	選定基準			耐震 重要度	「技術評価」 代表機器	耐震 安全性 評価 代表 機器	備考
型式	設置場所			重要度*1	使用条件					
					設置場所	周囲温度（℃）				
操作制御盤	屋内	原子炉制御操作盤	4,402×2,286×1,661	MS-1,重*2	中央制御室	32.2	S,重*3	○	○	
		原子炉補機操作盤	2,811×2,286×1,661	MS-1,重*2	中央制御室	32.2	S,重*3			
		緊急時炉心冷却系操作盤	6,096×2,286×1,661	MS-1,重*2	中央制御室	32.2	S,重*3			
		所内電気操作盤	3,200×2,286×1,661	MS-2,重*2	中央制御室	32.2	S,重*3			
		可燃性ガス濃度制御盤(A)	762×2,286×914	MS-1	中央制御室	32.2	S			
		可燃性ガス濃度制御盤(B)	762×2,286×914	MS-1	中央制御室	32.2	S			
		プロセス放射線モニタ，起動領域モニタ(A)操作盤	1,219×2,286×914	MS-1,重*2	中央制御室	32.2	S,重*3			
		プロセス放射線モニタ，起動領域モニタ(B)操作盤	1,219×2,286×914	MS-1,重*2	中央制御室	32.2	S,重*3			
		出力領域モニタ計装盤	4,572×2,286×914	MS-1,重*2	中央制御室	32.2	S,重*3			
		窒素置換－空調換気制御盤	1,829×2,286×914	MS-1,重*2	中央制御室	32.2	S,重*3			
		非常用ガス処理系，非常用ガス再循環系(A)操作盤	2,440×2,286×914	MS-1,重*2	中央制御室	32.2	S,重*3			
		非常用ガス処理系，非常用ガス再循環系(B)操作盤	2,440×2,286×914	MS-1,重*2	中央制御室	32.2	S,重*3			

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位のクラスを示す

*2：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す

*3：耐震重要度とは別に常設重大事故等対処設備の区分に応じた耐震設計が求められることを示す

表 3.11-4(2/3)　操作制御盤の代表機器

分類基準		機器名称	仕様 (W×H×D) (mm)	選定基準			耐震 重要度	「技術 評価」 代表 機器	耐震 安全性 評価 代表 機器	備考
型式	設置 場所			重要度[*1]	使用条件					
					設置場所	周囲温度（℃）				
操作制御盤	屋内	原子炉保護系1Aトリップユニット盤	762×2,286×914	MS-1	中央制御室	32.2	S			
		原子炉保護系1Bトリップユニット盤	762×2,286×914	MS-1	中央制御室	32.2	S			
		原子炉保護系2Aトリップユニット盤	762×2,286×914	MS-1	中央制御室	32.2	S			
		原子炉保護系2Bトリップユニット盤	762×2,286×914	MS-1	中央制御室	32.2	S			
		緊急時炉心冷却系DIV-Ⅰ-1トリップユニット盤	762×2,286×914	MS-1	中央制御室	32.2	S			
		緊急時炉心冷却系DIV-Ⅱ-1トリップユニット盤	762×2,286×914	MS-1	中央制御室	32.2	S			
		高圧炉心スプレイ系トリップユニット盤	762×2,286×914	MS-1	中央制御室	32.2	S			
		格納容器雰囲気監視系(A)操作盤	760×2,286×914	MS-1,重[*2]	中央制御室	32.2	S,重[*3]			
		格納容器雰囲気監視系(B)操作盤	760×2,286×914	MS-1,重[*2]	中央制御室	32.2	S,重[*3]			
		サプレッション・プール温度記録計盤(A)	762×2,286×914	MS-2	中央制御室	32.2	S			
		サプレッション・プール温度記録計盤(B)	762×2,286×914	MS-2	中央制御室	32.2	S			
		RCICタービン制御盤	1,000×2,300×800	MS-1,重[*2]	空調機械室	50	S,重[*3]			
		原子炉遠隔停止操作盤	2,438×2,286×914	MS-2,重[*2]	電気室	40	S,重[*3]			
		SA監視操作設備[*4]	－	重[*2]	中央制御室	32.2	重[*3]			

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位のクラスを示す

*2：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す

*3：耐震重要度とは別に常設重大事故等対処設備の区分に応じた耐震設計が求められることを示す

*4：新規に設置される機器

表 3.11-4(3/3)　操作制御盤の代表機器

分類基準		機器名称	仕様 (W×H×D) (mm)	選定基準			耐震 重要度	「技術 評価」 代表 機器	耐震 安全性 評価 代表 機器	備考
型式	設置 場所			重要度*1	使用条件					
					設置場所	周囲温度 (℃)				
操作制御盤	屋内	高圧代替注水系制御盤*2	1,050×2,275×600	重*3	中央制御室	32.2	重*4			
		常設代替高圧電源装置遠隔操作盤*2	800×2,200×670	重*3	中央制御室	32.2	重*4			
		潮位監視盤*2	750×1,725×500	設*5	中央制御室	32.2	S			
		津波・構内監視設備*2	－	設*5	中央制御室 ／緊急時対策所	32.2／40	S			
		使用済燃料プール監視設備*2	－	重*3	中央制御室 ／緊急時対策所	32.2／40	重*4			
		緊急時対策所用非常用換気空調設備操作盤*2	1,000×2,300×1,000*6	重*3	緊急時対策所	40	重*4			
		緊急時対策所用災害対策本部操作盤*2	1,500×2,300×1,500	重*3	緊急時対策所	40	重*4			
		安全パラメータ表示システム(SPDS)及びデータ伝送設備*2	－	重*3	中央制御室 ／緊急時対策所	32.2／40	重*4			
		衛星電話設備*2	－	重*3	中央制御室 ／緊急時対策所	32.2／40	重*4			
		統合原子力防災ネットワークに接続する通信連絡設備*2	－	重*3	緊急時対策所	40	重*4			

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位のクラスを示す
*2：新規に設置される機器
*3：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す
*4：耐震重要度とは別に常設重大事故等対処設備の区分に応じた耐震設計が求められることを示す
*5：設計基準対象施設として評価対象とした機器及び構造物であることを示す
*6：1面あたりの仕様を示す

3.11.3 耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象

(1) 「技術評価」での検討結果の整理

3.11.2 項で選定した代表計測制御設備について，「技術評価」で検討された経年劣化事象に対し，「技術評価」での検討結果（詳細は「東海第二発電所　計測制御設備の技術評価書」参照）に基づき，耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象に対し保全対策を考慮し，以下のとおり整理した（表 3.11-5～7 参照)。

① 現在発生しておらず，今後も発生の可能性がないもの，又は小さいもの
（表中×）

② 現在発生しているか，又は将来にわたって起こることが否定できないもの
（表中○）

なお，①（表中×）に分類した経年劣化事象については耐震安全性評価対象外とし，その理由を表 3.11-5～7 中に記載した。

表 3.11-5(1/2)　計測装置に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部位	経年劣化事象	代表機器												「技術評価」評価結果概要*1
			①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪	⑫	
－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	

－：経年劣化事象が考慮されないもの

*1：「×」としたものの理由を記載

① RHR ポンプ吐出圧力計測装置

② D/G 機関冷却水入口圧力計測装置

③ CV 急速閉検出用圧力計測装置

④ 主蒸気管トンネル温度計測装置

⑤ サプレッション・プール水温度計測装置

⑥ RCIC 系統流量計測装置

⑦ 原子炉水位計測装置

⑧ スクラム排出容器水位計測装置

⑨ 使用済燃料プール水位計測装置

⑩ 格納容器下部水位計測装置

⑪ 取水ピット水位計測装置

⑫ 潮位計測装置

表 3.11-5(2/2)　計測装置に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部位	経年劣化事象	代表機器									「技術評価」評価結果概要*1
			⑬	⑭	⑮	⑯	⑰	⑱	⑲	⑳	㉑	
－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	

－：経年劣化事象が考慮されないもの

*1：「×」としたものの理由を記載

⑬ SRNM

⑭ 主蒸気管放射線計測装置

⑮ 原子炉建屋換気系放射線計測装置

⑯ 地震加速度計測装置

⑰ 格納容器内水素濃度計測装置

⑱ 原子炉建屋水素濃度計測装置

⑲ 格納容器内酸素濃度計測装置

⑳ MSV 位置計測装置

㉑ RCIC タービン回転速度計測装置

表 3.11-6　補助継電器盤に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部位	経年劣化事象	代表機器	「技術評価」評価結果概要*1
			原子炉保護系(A)継電器盤	
－	－	－	－	

－：経年劣化事象が考慮されないもの

*1：「×」としたものの理由を記載

表 3.11-7　操作制御盤に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部位	経年劣化事象	代表機器	「技術評価」評価結果概要[*1]
			原子炉制御操作盤	
－	－	－	－	

－：経年劣化事象が考慮されないもの

*1：「×」としたものの理由を記載

(2) 耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の抽出

3.11.3 項(1)で整理された②の経年劣化事象については，これらの事象が顕在化した場合，代表機器の振動応答特性上又は構造・強度上，影響が「有意」であるか「軽微もしくは無視」できるかを以下で検討し，「軽微もしくは無視」できる事象については耐震安全性評価対象外とする（表 3.11-8～10 に耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象を示す)。

① 計測装置における高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

計測装置における高経年化対策上着目すべき経年劣化事象を「技術評価」での検討結果に基づき整理した結果（表 3.11-5(1/2～2/2)参照)，現在発生しているか，又は将来にわたって起こることが否定できない事象は，抽出されなかった（表 3.11-8 参照)。

② 補助継電器盤における高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

補助継電器盤における高経年化対策上着目すべき経年劣化事象を「技術評価」での検討結果に基づき整理した結果（表 3.11-6 参照)，現在発生しているか，又は将来にわたって起こることが否定できない事象は，抽出されなかった（表 3.11-9 参照)。

③ 操作制御盤における高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

操作制御盤における高経年化対策上着目すべき経年劣化事象を「技術評価」での検討結果に基づき整理した結果（表 3.11-7 参照)，現在発生しているか，又は将来にわたって起こることが否定できない事象は,抽出されなかった(表 3.11-10 参照)。

表 3.11-8(1/2)　計測装置の耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象

部位	経年劣化事象	代表機器											
		①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪	⑫
－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－

－：経年劣化事象が想定されないもの及び今後も発生の可能性がないもの，又は小さいもの

① RHR ポンプ吐出圧力計測装置

② D/G 機関冷却水入口圧力計測装置

③ CV 急速閉検出用圧力計測装置

④ 主蒸気管トンネル温度計測装置

⑤ サプレッション・プール水温度計測装置

⑥ RCIC 系統流量計測装置

⑦ 原子炉水位計測装置

⑧ スクラム排出容器水位計測装置

⑨ 使用済燃料プール水位計測装置

⑩ 格納容器下部水位計測装置

⑪ 取水ピット水位計測装置

⑫ 潮位計測装置

表 3.11-8(2/2)　計測装置の耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象

部位	経年劣化事象	代表機器								
		⑬	⑭	⑮	⑯	⑰	⑱	⑲	⑳	㉑
－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－

－：経年劣化事象が想定されないもの及び今後も発生の可能性がないもの，又は小さいもの

⑬ SRNM

⑭ 主蒸気管放射線計測装置

⑮ 原子炉建屋換気系放射線計測装置

⑯ 地震加速度計測装置

⑰ 格納容器内水素濃度計測装置

⑱ 原子炉建屋水素濃度計測装置

⑲ 格納容器内酸素濃度計測装置

⑳ MSV 位置計測装置

㉑ RCIC タービン回転速度計測装置

表 3.11-9　補助継電器盤の耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象

部位	経年劣化事象	代表機器
		原子炉保護系(A)継電器盤
－	－	－

－：経年劣化事象が想定されないもの及び今後も発生の可能性がないもの，又は小さいもの

表 3.11-10　操作制御盤の耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象

部位	経年劣化事象	代表機器
		原子炉制御操作盤
—	—	—

—：経年劣化事象が想定されないもの及び今後も発生の可能性がないもの，又は小さいもの

3.11.4 耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象に対する耐震安全性評価

3.11.3 項及び 2.2 項(2)b の表 2 における検討結果より，計測制御設備の代表機器において，耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象はない。

3.11.5 評価対象機器全体への展開

以下の手順により，評価対象機器全体への耐震安全性評価の展開を実施することとする。

3.11.5.1 代表機器以外の評価対象機器における「技術評価」での検討結果の整理

3.11.3 項の代表機器及び 2.2 項(2)b の表 2 における耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の検討を行った結果，経年劣化事象は抽出されなかった。

「技術評価」での経年劣化事象の抽出及び保全対策の検討結果を用いて，代表機器以外の評価対象機器についても整理を行った結果，代表機器における抽出結果以外の経年劣化事象は抽出されなかった。

3.11.5.2 耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の抽出

3.11.3 項にて整理し抽出した代表機器に想定される経年劣化事象及び 2.2 項(2)b の表 2 で耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象に対して，機器の振動応答特性上又は構造・強度上，影響が「軽微もしくは無視」できる事象を耐震安全性評価対象外としたものについては，評価対象機器全体において代表機器と同様の評価が可能であることを確認した。

3.11.5.3 耐震安全性評価

本項では，代表以外の機器に対する耐震安全性評価を実施する。

具体的には，3.11.5.2 項で代表機器に想定される経年劣化事象以外の事象が抽出されなかったことから，代表機器に想定される経年劣化事象と同じ事象に対する耐震安全性評価を実施した（代表機器以外の機器については表 3.11-2～4 参照）。

(1) 代表機器に想定される経年劣化事象と同じ事象に対する耐震安全性評価

代表機器以外の機器に関して，耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象はない。

3.11.6 経年劣化事象に対する動的機能維持評価

計測制御設備における高経年化に対する「技術評価」により，各部位に想定される経年劣化事象については，現状の保全対策により機器に与える影響が十分小さいことを確認した。

また，耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象に対する耐震安全性評価の実施により，計測制御設備における動的機能維持に必要となる部位での経年劣化事象は，機器の振動応答特性への影響が「軽微もしくは無視」できる事象であることを確認した。

さらに，耐震安全上考慮する必要のある基礎ボルトに対する耐震安全性評価の実施により，基礎ボルトにおける経年劣化事象は，ボルトが支持する機器の支持機能への影響がないことを確認している。

これより，経年劣化事象を考慮しても，地震時に動的機能の維持が要求される機器における地震時の応答加速度は各機器の機能確認済加速度を上回るものではないと考えられ，地震時の動的機能についても維持されると判断する。

3.11.7 保全対策に反映すべき項目の抽出

計測制御設備においては，「技術評価」にて検討された保全対策に，耐震安全上の観点から追加すべき項目はない。

3.12 空調設備

本章は，東海第二で使用している主要な空調設備に係わる経年劣化事象について，耐震安全性評価をまとめたものである。

なお，東海第二の主要機器については，既に「技術評価」において経年劣化事象に対する健全性評価を行うとともに，現状保全の評価を実施しているため，本章においてはこれらの検討結果を前提条件とし，評価を実施することとする。

3.12.1 評価対象機器

東海第二で使用している主要な空調設備（「技術評価」の評価対象機器）を評価対象機器とする。なお，評価対象機器一覧を表 3.12-1 に示す。

表 3.12-1（1/2） 評価対象機器一覧

機種	機器名称	耐震重要度
ファン	非常用ガス処理系排風機*2	S，重*1
	非常用ガス再循環系排風機	S，重*1
	中央制御室ブースターファン*2	S，重*1
	緊急時対策所非常用送風機*2	重*1
	中央制御室排気ファン	S
	ディーゼル室換気系ルーフベントファン	S
空調機	高圧炉心スプレイ系ポンプ室空調機	S
	低圧炉心スプレイ系ポンプ室空調機	S
	残留熱除去系ポンプ室空調機	S
	中央制御室エアハンドリングユニットファン*2	S，重*1
冷凍機	中央制御室チラーユニット	S
フィルタユニット	非常用ガス再循環系フィルタトレイン	S，重*1
	非常用ガス処理系フィルタトレイン	S，重*1
	中央制御室換気系フィルタユニット	S，重*1
	緊急時対策所非常用フィルタ装置*2	重*1
ダクト	中央制御室換気系ダクト（角ダクト）	S，重*1
	ディーゼル室換気系ダクト（角ダクト）	S
	中央制御室換気系ダクト（丸ダクト）	S
	原子炉建屋換気系ダクト（丸ダクト）	S

*1：耐震重要度とは別に常設重大事故等対処設備の区分に応じた耐震設計が求められることを示す

*2：新規に設置される機器

表 3.12-1 (2/2)　評価対象機器一覧

機種	機器名称	耐震重要度
ダンパ及び弁	中央制御室換気系空気作動式ダンパ	S
		S，重[*1]
	ディーゼル室換気系空気作動式ダンパ	S
	非常用ガス処理系グラビティダンパ	S，重[*1]
	非常用ガス再循環系グラビティダンパ	S，重[*1]
	中央制御室換気系グラビティダンパ	S，重[*1]
		S，重[*1]
	ディーゼル室換気系グラビティダンパ	S
	緊急時対策所換気系グラビティダンパ[*2]	重[*1]
	中央制御室換気系手動式ダンパ	S
		S，重[*1]
	原子炉建屋換気系隔離弁	S
	中央制御室換気系隔離弁	S，重[*1]
		S[*2]

*1：耐震重要度とは別に常設重大事故等対処設備の区分に応じた耐震設計が求められることを示す

*2：新規に設置される機器

3.12.2 代表機器の選定

「技術評価」の評価では評価対象空調設備をその型式等をもとに分類しているが，本検討においてもこの分類に従って整理するものとし，それぞれの分類ごとに，「技術評価」における代表機器を本検討の代表機器とする。

ただし，グループ内で選定された「技術評価」の代表機器より，耐震重要度の上位の機器が存在する場合には，これについても代表機器として評価することとする。

各分類における，本検討での代表機器を表 3.12-2～7 に示す。

表 3.12-2 ファンの代表機器

分類基準		機器名称	選定基準				「技術評価」代表機器	耐震安全性評価代表機器	備考
型式	駆動方式		仕様	重要度*1	使用条件	耐震重要度			
			流量×静圧 ($m^3/h \times Pa$)		運転状態				
遠心式	直結型	非常用ガス処理系排風機*2	3,570×1,500	MS-1，重*3	一時	S，重*4			
		非常用ガス再循環系排風機	17,000×5,227	MS-1，重*3	一時	S，重*4	○	○	
	直動型	中央制御室ブースターファン*2	5,100×2,110	MS-1，重*3	一時	S，重*4	○	○	
		緊急時対策所非常用送風機*2	5,000×5,600	重*3	一時	重*4			
軸流式	ベルト駆動	中央制御室排気ファン	3,400×196	MS-1	連続	S	○	○	
	直動型	ディーゼル室換気系ルーフベントファン	71,400×216	MS-1	一時	S	○	○	

*1：当該機器に要求される重要度のうち，最上位の重要度クラスを示す

*2：新規に設置される機器

*3：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す

*4：耐震重要度とは別に常設重大事故等対処設備の区分に応じた耐震設計が求められることを示す

表 3.12-3 空調機の代表機器

分類基準	機器名称	選定基準				「技術評価」代表機器	耐震安全性評価代表機器	備考
内部流体*1		仕様	重要度*2	使用条件	耐震重要度			
		流量×静圧 ($m^3/h \times Pa$)		運転状態				
海水	高圧炉心スプレイ系ポンプ室空調機	11,800×490	MS-1	一時(1 回/月)	S			
	低圧炉心スプレイ系ポンプ室空調機	11,800×490	MS-1	一時(1 回/月)	S			
	残留熱除去系ポンプ室空調機	6,800×340	MS-1	一時*3	S	○	○	
純水	中央制御室エアハンドリングユニットファン*4	42,500×1,560	MS-1，重*5	連続	S，重*6	○	○	

*1：冷却コイル内部流体を示す

*2：当該機器に要求される重要度のうち，最上位の重要度クラスを示す

*3：1 回／月（残留熱除去系 B,C ポンプ室）及び 2 回／月（残留熱除去系 A ポンプ室）

*4：新規に設置される機器

*5：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す

*6：耐震重要度とは別に常設重大事故等対処設備の区分に応じた耐震設計が求められることを示す

表 3.12-4　冷凍機の代表機器

型式	機器名称	選定基準				「技術評価」代表機器	耐震安全性評価代表機器	備考
		仕様	重要度	使用条件	耐震重要度			
		冷却能力 (W)		運転状態				
スクリュー式	中央制御室チラーユニット	210,000	MS-1	連続	S	○	○	

表 3.12-5　フィルタユニットの代表機器

分類基準	機器名称	選定基準				「技術評価」代表機器	耐震安全性評価代表機器	備考
材料*1		仕様	重要度*2	使用条件	耐震重要度			
		流量(m^3/h)		運転状態				
ステンレス鋼	非常用ガス再循環系フィルタトレイン	17,000	MS-1，重*3	一時	S，重*4	○	○	
	非常用ガス処理系フィルタトレイン	3,570	MS-1，重*3	一時	S，重*4			
	中央制御室換気系フィルタユニット	5,100	MS-1，重*3	一時	S，重*4			
	緊急時対策所非常用フィルタ装置*5	5,000	重*3	一時	重*4			

*1：ケーシングの材料を示す

*2：当該機器に要求される重要度のうち，最上位の重要度クラスを示す

*3：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す

*4：耐震重要度とは別に常設重大事故等対処設備の区分に応じた耐震設計が求められることを示す

*5：新規に設置される機器

表 3.12-6　ダクトの代表機器

分類基準		機器名称	選定基準				「技術評価」代表機器	耐震安全性評価代表機器	備考
			仕様	重要度*2	使用条件	耐震重要度			
型式	材料		流量*1(m^3/h)		運転状態				
角ダクト	亜鉛メッキ鋼板	中央制御室換気系ダクト	42,500	MS-1，重*3	連続	S，重*4	○	○	
		ディーゼル室換気系ダクト	71,400	MS-1	一時	S			
丸ダクト	炭素鋼	中央制御室換気系ダクト	42,500	MS-1	連続	S			
		原子炉建屋換気系ダクト	231,200	MS-1	連続	S	○	○	

*1：流量が異なる機器がある場合は，流量の最大のものを示す

*2：当該機器に要求される重要度のうち，最上位の重要度クラスを示す

*3：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す

*4：耐震重要度とは別に常設重大事故等対処設備の区分に応じた耐震設計が求められることを示す

表 3.12-7(1/2)　ダンパ及び弁の代表機器

分類基準		機器名称	選定基準				「技術評価」代表機器	耐震安全性評価代表機器	代表ダンパ及び弁	備考
			仕様	重要度*2	使用条件	耐震重要度				
型式	駆動方式		流量*1(m³/h)		運転状態					
ダンパ	空気作動式	中央制御室換気系空気作動式ダンパ	42,500	MS-1	連続	S	○	○	中央制御室換気系ファン AH2-9 入口ダンパ	
			5,100	MS-1,重*3	一時	S,重*4				
		ディーゼル室換気系空気作動式ダンパ	95,000	MS-1	一時	S				
	重力式	非常用ガス処理系グラビティダンパ	3,570	MS-1,重*3	一時	S,重*4			中央制御室換気系ファン AH2-9 出口グラビティダンパ	
		非常用ガス再循環系グラビティダンパ	17,000	MS-1,重*3	一時	S,重*4				
		中央制御室換気系グラビティダンパ	42,500	MS-1,重*3	連続	S,重*4	○	○		
			5,100	MS-1,重*3	一時	S,重*4				
		ディーゼル室換気系グラビティダンパ	71,400	MS-1	一時	S				
		緊急時対策所換気系グラビティダンパ*5	5,000	重*3	一時	重*4				
	手動式	中央制御室換気系手動式ダンパ	3,400	MS-1	一時	S			中央制御室換気系再循環フィルタ装置ラインダンパ	
			5,100	MS-1,重*3	一時	S,重*4	○	○		

*1：流量が異なる機器がある場合は流量の最大のものを示す

*2：当該機器に要求される重要度のうち，最上位の重要度クラスを示す

*3：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す

*4：耐震重要度とは別に常設重大事故等対処設備の区分に応じた耐震設計が求められることを示す

*5：新規に設置される設備

表 3.12-7(2/2)　ダンパ及び弁の代表機器

分類基準		機器名称	選定基準				「技術評価」代表機器	耐震安全性評価代表機器	代表ダンパ及び弁	備考
			仕様	重要度*2	使用条件	耐震重要度				
型式	駆動方式		流量*1(m^3/h)		運転状態					
バタフライ弁	空気作動式	原子炉建屋換気系隔離弁	231,200	MS-1	連続	S	○	○	原子炉建屋換気系 C/S 隔離弁	
	電動式	中央制御室換気系隔離弁	3,400	MS-1,重*3	連続	S,重*4	○	○	中央制御室換気系隔離弁	
			34,800*5	MS-1	一時	S				

*1：流量が異なる機器がある場合は流量の最大のものを示す

*2：当該機器に要求される重要度のうち，最上位の重要度クラスを示す

*3：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す

*4：耐震重要度とは別に常設重大事故等対処設備の区分に応じた耐震設計が求められることを示す

*5：新規に設置される設備

3.12.3　耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象

(1) 「技術評価」での検討結果の整理

3.12.2 項で選定した代表空調設備について，「技術評価」で検討された経年劣化事象に対し，「技術評価」での検討結果（詳細は「東海第二発電所　空調設備の技術評価書」参照）に基づき，耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象に対し保全対策を考慮し，以下のとおり整理した（表 3.12-8～13 参照)。

① 現在発生しておらず，今後も発生の可能性がないもの，又は小さいもの
（表中×）

② 現在発生しているか，又は将来にわたって起こることが否定できないもの
（表中○）

なお，①（表中×）に分類した経年劣化事象については耐震安全性評価対象外とし，その理由を表 3.12-8～13 中に記載した。

表 3.12-8　ファンに想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部位	経年劣化事象	代表機器				「技術評価」評価結果概要[*1]
			非常用ガス再循環系排風機	中央制御室ブースターファン	中央制御室排気ファン	ディーゼル室換気系ルーフベントファン	
－	－	－	－	－	－	－	

－：経年劣化事象が考慮されないもの

*1：「×」としたものの理由を記載

表 3.12-9　空調機に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部位	経年劣化事象	代表機器		「技術評価」評価結果概要[*1]
			残留熱除去系ポンプ室空調機	中央制御室エアハンドリングユニットファン	
－	－	－	－	－	

－：経年劣化事象が考慮されないもの

*1：「×」としたものの理由を記載

表 3.12-10　冷凍機に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部位	経年劣化事象	代表機器	「技術評価」評価結果概要*1
			中央制御室チラーユニット	
－	－	－	－	

－：経年劣化事象が考慮されないもの

*1：「×」としたものの理由を記載

表 3.12-11　フィルタユニットに想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部位	経年劣化事象	代表機器	「技術評価」評価結果概要*1
			非常用ガス再循環系フィルタトレイン	
－	－	－	－	

－：経年劣化事象が考慮されないもの

*1：「×」としたものの理由を記載

表 3.12-12　ダクトに想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部位	経年劣化事象	代表機器		「技術評価」評価結果概要*1
			中央制御室換気系ダクト	原子炉建屋換気系ダクト	
－	－	－	－	－	

－：経年劣化事象が想定されないもの

*1：「×」としたものの理由を記載

表 3.12-13　ダンパ及び弁に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部位	経年劣化事象	代表機器					「技術評価」評価結果概要[*1]
			①	②	③	④	⑤	
－	－	－	－	－	－	－	－	

－：経年劣化事象が想定されないもの

*1：「×」としたものの理由を記載

① 中央制御室換気系ファン AH2-9 入口ダンパ

② 中央制御室換気系ファン AH2-9 出口グラビティダンパ

③ 中央制御室換気系再循環フィルタ装置ラインダンパ

④ 原子炉建屋換気系 C/S 隔離弁

⑤ 中央制御室換気系隔離弁

(2) 耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の抽出

3.12.3 項(1)で整理された②の経年劣化事象については，これらの事象が顕在化した場合，代表機器の振動応答特性上又は構造・強度上，影響が「有意」であるか「軽微もしくは無視」できるかを以下で検討し，「軽微もしくは無視」できる事象については耐震安全性評価対象外とする（表 3.12-14～19 に耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象を示す)。

① ファンにおける高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

ファンにおける高経年化対策上着目すべき経年劣化事象を「技術評価」での検討結果に基づき整理した結果（表 3.12-8 参照)，現在発生しているか，又は将来にわたって起こることが否定できない事象は，抽出されなかった（表 3.12-14 参照)。

② 空調機における高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

空調機における高経年化対策上着目すべき経年劣化事象を「技術評価」での検討結果に基づき整理した結果（表 3.12-9 参照)，現在発生しているか，又は将来にわたって起こることが否定できない事象は，抽出されなかった（表 3.12-15 参照)。

③ 冷凍機における高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

冷凍機における高経年化対策上着目すべき経年劣化事象を「技術評価」での検討結果に基づき整理した結果（表 3.12-10 参照)，現在発生しているか，又は将来にわたって起こることが否定できない事象は，抽出されなかった（表 3.12-16 参照)。

④ フィルタユニットにおける高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

フィルタユニットにおける高経年化対策上着目すべき経年劣化事象を「技術評価」での検討結果に基づき整理した結果(表 3.12-11 参照),現在発生しているか，又は将来にわたって起こることが否定できない事象は，抽出されなかった（表 3.12-17 参照)。

⑤ ダクトにおける高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

ダクトにおける高経年化対策上着目すべき経年劣化事象を「技術評価」での検討結果に基づき整理した結果（表 3.12-12 参照)，現在発生しているか，又は将来にわたって起こることが否定できない事象は，抽出されなかった（表 3.12-18 参照)。

⑥ ダンパ及び弁における高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

ダンパ及び弁における高経年化対策上着目すべき経年劣化事象を「技術評価」での検討結果に基づき整理した結果（表 3.12-13 参照），現在発生しているか，又は将来にわたって起こることが否定できない事象は，抽出されなかった（表 3.12-19 参照）。

表 3.12-14　ファンの耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象

部位	経年劣化事象	代表機器			
		非常用ガス 再循環系排風機	中央制御室 ブースターファン	中央制御室 排気ファン	ディーゼル室換気系 ルーフベントファン
－	－	－	－	－	－

－：経年劣化事象が想定されないもの及び今後も発生の可能性がないもの，又は小さいもの

表 3.12-15　空調機の耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象

部位	経年劣化事象	代表機器	
		残留熱除去系ポンプ室空調機	中央制御室エアハンドリングユニットファン
－	－	－	－

－：経年劣化事象が想定されないもの及び今後も発生の可能性がないもの，又は小さいもの

表 3.12-16　冷凍機の耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象

部位	経年劣化事象	代表機器
		中央制御室チラーユニット
－	－	－

－：経年劣化事象が想定されないもの及び今後も発生の可能性がないもの，又は小さいもの

表 3.12-17　フィルタユニットの耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象

部位	経年劣化事象	代表機器
		非常用ガス再循環系フィルタトレイン
－	－	－

－：経年劣化事象が想定されないもの及び今後も発生の可能性がないもの，又は小さいもの

表 3.12-18　ダクトの耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象

部位	経年劣化事象	代表機器	
		中央制御室換気系ダクト	原子炉建屋換気系ダクト
－	－	－	－

－：経年劣化事象が想定されないもの及び今後も発生の可能性がないもの，又は小さいもの

表 3.12-19　ダンパ及び弁の耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象

部位	経年劣化事象	代表機器				
		中央制御室換気系ファン AH2-9 入口ダンパ	中央制御室換気系ファン AH2-9 出口グラビティダンパ	中央制御室換気系再循環フィルタ装置ライン ダンパ	原子炉建屋換気系 C/S 隔離弁	中央制御室換気系隔離弁
－	－	－	－	－	－	－

－：経年劣化事象が想定されないもの及び今後も発生の可能性がないもの，又は小さいもの

3.12.4　耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象に対する耐震安全性評価

3.12.3 項及び 2.2 項(2)b の表 2 における検討結果より，空調設備の代表機器において，耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象はない。

3.12.5　評価対象機器全体への展開

以下の手順により，評価対象機器全体への耐震安全性評価の展開を実施することとする。

3.12.5.1 代表機器以外の評価対象機器における「技術評価」での検討結果の整理

3.12.3 項の代表機器及び 2.2 項(2)b の表 2 における耐震安全性上考慮する必要のある経年劣化事象の検討を行った結果，経年劣化事象は抽出されなかった。

「技術評価」での経年劣化事象の抽出及び保全対策の検討結果を用いて，代表機器以外の評価対象機器についても整理を行った結果，代表機器における抽出結果以外の経年劣化事象は抽出されなかった。

3.12.5.2 耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の抽出

3.12.3 項にて整理し抽出した代表機器に想定される経年劣化事象及び 2.2 項(2)b の表 2 で耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象に対して，機器の振動応答特性上又は構造・強度上，影響が「軽微もしくは無視」できる事象を耐震安全性評価対象外としたものについては，評価対象機器全体において代表機器と同様の評価が可能であることを確認した。

3.12.5.3 耐震安全性評価

本項では，代表以外の機器に対する耐震安全性評価を実施する。

具体的には，3.12.5.2 項で代表機器に想定される経年劣化事象以外の事象が抽出されなかったことから，代表機器に想定される経年劣化事象と同じ事象に対する耐震安全性評価を実施した（代表機器以外の機器については表 3.12-2～7 参照)。

(1) 代表機器に想定される経年劣化事象と同じ事象に対する耐震安全性評価

代表機器以外の機器に関して，耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象はない。

3.12.6　経年劣化事象に対する動的機能維持評価

空調設備における高経年化に対する「技術評価」により，各部位に想定される経年劣化事象については，現状の保全対策により機器に与える影響が十分小さいことを確認した。

また，耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象に対する耐震安全性評価の実施により，空調設備における全ての部位での経年劣化事象は，機器の振動応答特性への影響が「軽微もしくは無視」できる事象であることを確認した。

さらに，耐震安全上考慮する必要のある基礎ボルトに対する耐震安全性評価の実施により，基礎ボルトにおける経年劣化事象は，ボルトが支持する機器の支持機能への影響がないことを確認している。

これより，経年劣化事象を考慮しても，地震時に動的機能の維持が要求される機器における地震時の応答加速度は各機器の機能確認済加速度を上回るものでないと考えられ，地震時の動的機能についても維持されると判断される。

3.12.7　保全対策に反映すべき項目の抽出

空調設備においては，「技術評価」にて検討された保全対策に，耐震安全上の観点から追加すべき項目はない。

3.13 機械設備

本章は，東海第二で使用している主要な機械設備に係わる経年劣化事象について，耐震安全性評価をまとめたものである。

なお，東海第二の主要機器については，既に「技術評価」において経年劣化事象に対する健全性評価を行うとともに，現状保全の評価を実施しているため，本章においてはこれら検討結果を前提条件とし，評価を実施することとする。

3.13.1 評価対象機器

東海第二で使用している主要な機械設備（「技術評価」の評価対象機器）を評価対象機器とする。

なお，評価対象機器一覧を表 3.13-1 に示す。

表 3.13-1（1/2）　評価対象機器一覧

設備名称	機器名称	耐震重要度
制御棒	ボロン・カーバイド型制御棒	S，重*1
制御棒駆動機構	制御棒駆動機構	S，重*1
水圧制御ユニット	水圧制御ユニット	S，重*1
ディーゼル機関本体	非常用ディーゼル機関（2C，2D 号機）	S，重*1
	高圧炉心スプレイ系ディーゼル機関	S，重*1
	緊急時対策所用発電機ディーゼル機関*2	重*1
	常設代替高圧電源装置（ディーゼル機関）	重*1
ディーゼル機関付属設備	非常用ディーゼル機関（2C，2D 号機）付属設備	S，重*1
	高圧炉心スプレイ系ディーゼル機関付属設備	S，重*1
	緊急時対策所用発電機ディーゼル機関付属設備*2	重*1
	常設代替高圧電源装置（ディーゼル機関）付属設備*2	重*1
	補機駆動用燃料設備*2	重*1
可燃性ガス濃度制御系再結合装置	可燃性ガス濃度制御系再結合装置	S
燃料取替機	燃料取替機	B
燃料取扱クレーン	原子炉建屋 6 階天井走行クレーン	B
	DC 建屋天井クレーン	B
制御用圧縮空気系設備	制御用圧縮空気系設備	C
気体廃棄物処理系付属設備	蒸気式空気抽出器	B
新燃料貯蔵ラック	新燃料貯蔵ラック	B

*1：耐震重要度とは別に常設重大事故等対処設備の区分に応じた耐震設計が求められることを示す

*2：新規に設置される機器

表 3.13-1（2/2）　評価対象機器一覧

設備名称	機器名称	耐震重要度
補助ボイラ設備	補助ボイラ設備	C
廃棄物処理設備	濃縮廃液・廃液中和スラッジ系設備	B
	機器ドレン系設備	B
	減容固化系設備	B
	雑固体減容処理設備高周波溶融炉設備	B
	雑固体焼却系設備	B
	セメント混練固化系設備	C
	使用済樹脂貯蔵系設備	B
排気筒	主排気筒	C
	非常用ガス処理系排気筒	S，重*2
使用済燃料乾式貯蔵容器	使用済燃料乾式貯蔵容器	S
水素再結合器	静的触媒式水素再結合器*1	重*2

*1：新規に設置される機器

*2：耐震重要度とは別に常設重大事故等対処設備の区分に応じた耐震設計が求められることを示す

3.13.2 代表機器の選定

本検討においては，技術評価において代表機器の選定を行っているディーゼル機関及びディーゼル機関付属設備を除き，設備の特殊性を考慮しグループ化や代表機器の選定を行わずに評価を実施する。

(1) ディーゼル機関の代表機器の選定

「技術評価」の評価では，評価対象ディーゼル機関を仕様（機関出力×回転速度）等を基に分類しているが，本検討においてもこの分類にしたがって整理するものとし，「技術評価」における代表機器を本検討の代表機器とする。

但し，選定された「技術評価」の代表機器より，耐震重要度の上位の機種が存在する場合には，これについても代表機器として評価することとする。

ディーゼル機関の本検討の代表機器を表 3.13.2-1 に示す。

表 3.13.2-1　ディーゼル機関の代表機器

機器名称	選定基準				「技術評価」代表機器	耐震安全性評価代表機器
	重要度[*1]	使用条件		耐震重要度		
		運転状態	仕様（機関出力×回転速度）			
非常用ディーゼル機関（2C，2D 号機）	MS-1，重[*2]	一時[*3]	5,502 kW×429 rpm	S，重[*4]	○	○
高圧炉心スプレイ系ディーゼル機関	MS-1，重[*2]	一時[*3]	3,052 kW×429 rpm	S，重[*4]		
緊急時対策所用発電機ディーゼル機関[*5]	重[*2]	一時[*3]	1,450 kW×1,500 rpm	重[*4]		
常設代替高圧電源装置（ディーゼル機関）	重[*2]	一時[*3]	1,450 kW×1,500 rpm	重[*4]		

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

*2：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器および構造物であることを示す

*3：通常は待機，定期的（運転回数：約 20 回/年，運転時間：約 40 時間/年）に定例試験を実施

*4：耐震重要度とは別に常設重大事故等対処設備の区分に応じた耐震設計が求められることを示す

*5：新規に設置される機器

(2) ディーゼル機関付属設備の代表機器の選定

「技術評価」の評価では，評価対象ディーゼル機関付属設備を使用条件等を基に分類しているが，本検討においてもこの分類にしたがって整理するものとし，「技術評価」における代表機器を本検討の代表機器とする。

但し，選定された「技術評価」の代表機器より，耐震重要度の上位の機種が存在する場合には，これについても代表機器として評価することとする。

ディーゼル機関付属設備の本検討の代表機器を表 3.13.2-2 に示す。

表 3.13.2-2　ディーゼル機関付属設備の代表機器

機器名称		選定基準				「技術評価」代表機器	耐震安全性評価代表機器
		重要度[*1]	使用条件		耐震重要度		
			最高使用圧力（MPa）	最高使用温度（℃）			
非常用ディーゼル機関（2C，2D 号機）付属設備	始動空気系	MS-1，重[*2]	3.2	45	S，重[*3]	○	○
	潤滑油系	MS-1，重[*2]	0.78	70	S，重[*3]		
	冷却水系	MS-1，重[*2]	純水 0.25	純水 80	S，重[*3]		
			海水 0.70	海水 50			
	燃料油系[*4]	MS-1，重[*2]	1.0	55	S，重[*3]		
高圧炉心スプレイ系ディーゼル機関付属設備	始動空気系	MS-1，重[*2]	3.2	45	S，重[*3]		
	潤滑油系	MS-1，重[*2]	0.78	70	S，重[*3]		
	冷却水系	MS-1，重[*2]	純水 0.25	純水 80	S，重[*3]		
			海水 0.70	海水 50			
	燃料油系[*4]	MS-1，重[*2]	1.0	55	S，重[*3]		
緊急時対策所用発電機ディーゼル機関付属設備[*4]	燃料油系	重[*2]	0.5	45	重[*3]		
常設代替高圧電源装置（ディーゼル機関）付属設備[*4]	燃料油系	重[*2]	1.0	55	重[*3]		
補機駆動用燃料設備[*4*5]	燃料油系	重[*2]	静水頭[*6]	60[*6]	重[*3]		

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

*2：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器および構造物であることを示す

*3：耐震重要度とは別に常設重大事故等対処設備の区分に応じた耐震設計が求められることを示す

*4：新規に設置される機器を含む

*5：可搬型重大事故等対処設備（ディーゼル機関を含む）に可搬型の機器を用いて軽油を供給する設備

*6：可搬型設備用軽油タンクの仕様を示す

3.13.3 各設備の耐震安全性評価

3.13.3.1 制御棒

(1) 耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象

a. 「技術評価」での検討結果の整理

「技術評価」で検討された経年劣化事象に対し，「技術評価」での評価結果（詳細は「東海第二発電所　機械設備の技術評価書」参照）に基づき，耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象に対し保全対策を考慮し以下のとおり整理した（表 3.13.3-1 参照）。

① 現在発生しておらず，今後も発生の可能性がないもの，又は小さいもの（表中×）

② 現在発生しているか，又は将来にわたって起こることが否定できないもの（表中○）

なお，①（表中×）に分類した経年劣化事象については耐震安全性評価対象外とし，その理由を，表 3.13.3-1 中に記載した。

表 3.13.3-1　制御棒に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部位	経年劣化事象	「技術評価」評価結果概要*1
		照射誘起型応力腐食割れ	
原子炉の緊急停止	制御材	－	
	制御材被覆管	○	
	シース	○	
	タイロッド	○	
	ソケット	－	
	ローラ	－	
	ピン*2	○	
過剰反応度の印加防止	落下速度リミッタ	－	
ハンドリング	上部ハンドル	○	

○：現在発生しているか又は将来にわたって起こることが否定できないもの

－：経年劣化事象が想定されないもの

*1：「×」としたものの理由を記載

*2：ステンレス鋼のみ

b. 耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の抽出

3.13.3.1 項(1) a で整理された②の経年劣化事象については，これらの事象が顕在化した場合，機器の振動応答特性上又は構造・強度上，影響が「有意」であるか「軽微もしくは無視」できるかを以下で検討し，「軽微もしくは無視」できる事象については耐震安全性評価対象外とする（表 3.13.3-2 に耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象を示す）。

制御棒における高経年化対策上着目すべき経年劣化事象を，「技術評価」での検討結果に基づき整理した結果（表 3.13.3-1 参照），現在発生しているか，又は将来にわたって起こることが否定できない事象は，以下のとおりである。

・ 照射誘起型応力腐食割れ（制御材被覆管，シース，タイロッド，ピン，上部ハンドル）

本事象については，機器の振動応答特性又は構造・強度への影響が「軽微もしくは無視」できるものと判断した（表 3.13.3-2 で■）。

(a) 照射誘起型応力腐食割れ

通常運転時の引抜状態の制御棒は原子炉圧力容器内下部プレナム部に設置された制御棒案内管内に収納されており，地震時においても制御棒の挿入を阻害する応力が発生しない構造となっている。

また，挿入状態にある制御棒については，制御棒上下に取り付けたローラが燃料集合体チャンネルボックスにあたりながら，燃料集合体の動きに呼応して振動するため，有意な応力は発生しないと考えられる。制御棒に最大の荷重が負荷されるスクラム時の鉛直方向の荷重については，スクラム荷重は地震荷重に比べて非常に大きく地震荷重の寄与は極めて小さい。

また，水平荷重についても，制御棒上下に取り付けたローラが燃料集合体チャンネルボックスにあたりながら，燃料集合体の動きに呼応して挿入されることから，地震の影響は小さく，制御棒自体の健全性に影響を与えるものではない。

なお，これまでに上部ハンドルのローラ近傍に応力腐食割れが確認されているが，地震を考慮しても制御棒の構造健全性に影響を与えないと評価されている。

したがって，耐震性に及ぼす影響は軽微と判断し耐震安全性評価対象外とした。

この結果，耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象は抽出されなかった。

(2) 制御棒挿入性に係る耐震安全性評価

制御棒挿入性に影響を与える可能性のある経年劣化事象の抽出を行った結果，抽出されなかったことから，経年劣化事象を考慮した地震時の燃料集合体の変位を評価した結果は，工事計画で確認した 16.8 mm となり，機能確認済相対変位である約 40 mm 以下となることを確認した。

表 3.13.3-2　制御棒の耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象

部位	経年劣化事象
	照射誘起型応力腐食割れ
制御材	－
制御材被覆管	■
シース	■
タイロッド	■
ソケット	－
ローラ	－
ピン*1	■
落下速度リミッタ	－
上部ハンドル	■

■：現在発生しているか，又は将来にわたって起こることが否定できないが，機器の振動応答特性又は構造・強度への影響が「軽微もしくは無視」できるもの

－：経年劣化事象が想定されないもの及び今後も発生の可能性がないもの，又は小さいもの

*1：ステンレス鋼のみ

3.13.3.2　制御棒駆動機構

(1) 耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象

a. 「技術評価」での検討結果の整理

「技術評価」で検討された経年劣化事象に対し，「技術評価」での評価結果（詳細は「東海第二発電所 機械設備の技術評価書」参照）に基づき，耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象に対し保全対策を考慮し，以下のとおり整理した（表 3.13.3-3 参照）。

① 現在発生しておらず，今後も発生の可能性がないもの，又は小さいもの（表中×）

② 現在発生しているか，又は将来にわたって起こることが否定できないもの（表中○）

なお，①（表中×）に分類した経年劣化事象については耐震安全性評価対象外とし，その理由を，表 3.13.3-3 中に記載した。

表 3.13.3-3　制御棒駆動機構に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部位	経年劣化事象	「技術評価」評価結果概要*1
－	－	－	

－：経年劣化事象が想定されないもの

*1：「×」としたものの理由を記載

b. 耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の抽出

3.13.3.2 項(1)a で整理された②の経年劣化事象については，これらの事象が顕在化した場合，機器の振動応答特性上又は構造・強度上，影響が「有意」であるか「軽微もしくは無視」できるかを以下で検討し，「軽微もしくは無視」できる事象については耐震安全性評価対象外とする（表 3.13.3-4 に耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象を示す)。

制御棒駆動機構における高経年化対策上着目すべき経年劣化事象を「技術評価」での検討結果に基づき整理した結果（表 3.13.3-3 参照)，現在発生しているか，又は将来にわたって起こることが否定できない事象は，抽出されなかった（表 3.13.3-4 参照)。

表 3.13.3-4　制御棒駆動機構の耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象

部位	経年劣化事象
－	－

－：経年劣化事象が想定されないもの及び今後も発生の可能性がないもの又は小さいもの

3.13.3.3 水圧制御ユニット

(1) 耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象

a. 「技術評価」での検討結果の整理

「技術評価」で検討された経年劣化事象に対し,「技術評価」での検討結果（詳細は「東海第二発電所　機械設備の技術評価書」参照）に基づき，耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象に対し保全対策を考慮し，以下のとおり整理した（表 3.13.3-5 参照)。

① 現在発生しておらず，今後も発生の可能性がないもの，又は小さいもの（表中×）

② 現在発生しているか，又は将来にわたって起こることが否定できないもの（表中○）

なお，①（表中×）に分類した経年劣化事象については耐震安全性評価対象外とし，その理由を，表 3.13.3-5 中に記載した。

表 3.13.3-5　水圧制御ユニットに想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部位	経年劣化事象	「技術評価」評価結果概要*1
－	－	－	

－：経年劣化事象が想定されないもの

*1：「×」としたものの理由を記載

b. 耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の抽出

3.13.3.3 項(1)a で整理された②の経年劣化事象については，これらの事象が顕在化した場合，機器の振動応答特性上又は構造・強度上，影響が「有意」であるか「軽微もしくは無視」できるかを以下で検討し，「軽微もしくは無視」できる事象については耐震安全性評価対象外とする（表 3.13.3-6 に耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象を示す)。

水圧制御ユニットにおける高経年化対策上着目すべき経年劣化事象を「技術評価」での検討結果に基づき整理した結果（表 3.13.3-5 参照)，現在発生しているか，又は将来にわたって起こることが否定できない事象は，抽出されなかった（表 3.13.3-6 参照)。

表 3.13.3-6　水圧制御ユニットの耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象

部位	経年劣化事象
－	－

－：経年劣化事象が想定されないもの及び今後も発生の可能性がないもの，又は小さいもの

3.13.3.4 ディーゼル機関

3.13.3.4.1 ディーゼル機関本体

(1) 耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象

a. 「技術評価」での検討結果の整理

「技術評価」で検討された経年劣化事象に対し，「技術評価」での検討結果（詳細は「東海第二発電所 機械設備の技術評価書」参照）に基づき，耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象に対し保全対策を考慮し，以下のとおり整理した（表 3.13.3-7 参照）。

① 現在発生しておらず，今後も発生の可能性がないもの，又は小さいもの（表中×）

② 現在発生しているか，又は将来にわたって起こることが否定できないもの（表中○）

なお，①（表中×）に分類した経年劣化事象については耐震安全性評価対象外とし，その理由を，表 3.13.3-7 中に記載した。

表 3.13.3-7　ディーゼル機関本体に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部位	経年劣化事象	「技術評価」評価結果概要*1
－	－	－	

－：経年劣化事象が想定されないもの

*1：「×」としたものの理由を記載

b. 耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の抽出

3.13.3.4.1 項(1) a で整理された②の経年劣化事象については，これらの事象が顕在化した場合，機器の振動応答特性上又は構造・強度上，影響が「有意」であるか「軽微もしくは無視」できるかを以下で検討し，「軽微もしくは無視」できる事象については耐震安全性評価対象外とする（表 3.13.3-8 に耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象を示す)。

ディーゼル機関本体における高経年化対策上着目すべき経年劣化事象を「技術評価」での検討結果に基づき整理した結果（表 3.13.3-7 参照)，現在発生しているか，又は将来にわたって起こることが否定できない事象は，抽出されなかった（表 3.13.3-8 参照)。

表 3.13.3-8　ディーゼル機関本体の耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象

部位	経年劣化事象
－	－

－：経年劣化事象が想定されないもの及び今後も発生の可能性がないもの，又は小さいもの

3.13.3.4.2 ディーゼル機関付属設備

(1) 耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象

a. 「技術評価」での検討結果の整理

「技術評価」で検討された経年劣化事象に対し，「技術評価」での検討結果（詳細は「東海第二発電所 機械設備の技術報告書」参照）に基づき，耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象に対し保全対策を考慮し，以下のとおり整理した（表 3.13.3-9 参照）。

① 現在発生しておらず，今後も発生の可能性がないもの，又は小さいもの（表中×）

② 現在発生しているか，又は将来にわたって起こることが否定できないもの（表中○）

また，①（表中×）に分類した経年劣化事象については耐震安全性評価対象外とし，その理由を，表 3.13.3-9 中に記載した。

表 3.13.3-9　ディーゼル機関付属設備に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部位	経年劣化事象	「技術評価」評価結果概要*1
－	－	－	

－：経年劣化事象が想定されないもの

*1：「×」としたものの理由を記載

b. 耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の抽出

3.13.3.4.2 項(1)a で整理された②の経年劣化事象については，これらの事象が顕在化した場合，機器の振動応答特性上又は構造・強度上，影響が「有意」であるか「軽微もしくは無視」できるかを以下で検討し，「軽微もしくは無視」できる事象については耐震安全性評価対象外とする（表 3.13.3-10 に耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象を示す）。

ディーゼル機関付属設備における高経年化対策上着目すべき経年劣化事象を「技術評価」での検討結果に基づき整理した結果（表 3.13.3-9 参照），現在発生しているか，又は将来にわたって起こることが否定できない事象は，抽出されなかった（表 3.13.3-10 参照）。

表 3.13.3-10　ディーゼル機関付属設備の耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象

部位	経年劣化事象
－	－

－：経年劣化事象が想定されないもの及び今後も発生の可能性がないもの，又は小さいもの

3.13.3.5　可燃性ガス濃度制御系再結合装置

(1) 耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象

a. 「技術評価」での検討結果の整理

「技術評価」で検討された経年劣化事象に対し,「技術評価」での検討結果（詳細は「東海第二発電所 機械設備の技術評価書」参照）に基づき，耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象に対し保全対策を考慮し，以下のとおり整理した（表 3.13.3-11 参照)。

① 現在発生しておらず，今後も発生の可能性がないもの，又は小さいもの（表中×）

② 現在発生しているか，又は将来にわたって起こることが否定できないもの（表中○）

なお，①（表中×）に分類した経年劣化事象については耐震安全性評価対象外とし，その理由を，表 3.13.3-11 中に記載した。

表 3.13.3-11　可燃性ガス濃度制御系再結合装置に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部位	経年劣化事象	「技術評価」評価結果概要*1
－	－	－	

－：経年劣化事象が想定されないもの

*1：「×」としたものの理由を記載

b. 耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の抽出

3.13.3.5 項(1)a で整理された②の経年劣化事象については，これらの事象が顕在化した場合，機器の振動応答特性上又は構造・強度上，影響が「有意」であるか「軽微もしくは無視」できるかを以下で検討し，「軽微もしくは無視」できる事象については耐震安全性評価対象外とする（表 3.13.3-12 に耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象を示す）。

可燃性ガス濃度制御系再結合装置における高経年化対策上着目すべき経年劣化事象を「技術評価」での検討結果に基づき整理した結果（表 3.13.3-11 参照），現在発生しているか，又は将来にわたって起こることが否定できない事象は，抽出されなかった（表 3.13.3-12 参照）。

表 3.13.3-12　可燃性ガス濃度制御系再結合装置の耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象

部位	経年劣化事象
－	－

－：経年劣化事象が想定されないもの及び今後も発生の可能性がないもの，又は小さいもの

3.13.3.6 燃料取替機

(1) 耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象

a. 「技術評価」での検討結果の整理

「技術評価」で検討された経年劣化事象に対し,「技術評価」での検討結果（詳細は「東海第二発電所 機械設備の技術評価書」参照）に基づき，耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象に対し保全対策を考慮し，以下のとおり整理した（表 3.13.3-13 参照)。

① 現在発生しておらず，今後も発生の可能性がないもの，又は小さいもの（表中×）

② 現在発生しているか，又は将来にわたって起こることが否定できないもの（表中○）

なお，①（表中×）に分類した経年劣化事象については耐震安全性評価対象外とし，その理由を表 3.13.3-13 中に記載した。

表 3.13.3-13　燃料取替機に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部位	経年劣化事象	「技術評価」評価結果概要*1
－	－	－	

－：経年劣化事象が想定されないもの

*1：「×」としたものの理由を記載

b. 耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の抽出

3.13.3.6 項(1)a で整理された②の経年劣化事象については，これらの事象が顕在化した場合，機器の振動応答特性上又は構造・強度上，影響が「有意」であるか「軽微もしくは無視」できるかを以下で検討し，「軽微もしくは無視」できる事象については耐震安全性評価対象外とする（表 3.13.3-14 に耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象を示す）。

燃料取替機における高経年化対策上着目すべき経年劣化事象を「技術評価」での検討結果に基づき整理した結果（表 3.13.3-13 参照），現在発生しているか，又は将来にわたって起こることが否定できない事象は，抽出されなかった（表 3.13.3-14 参照）。

表 3.13.3-14　燃料取替機の耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象

部位	経年劣化事象
－	－

－：経年劣化事象が想定されないもの及び今後も発生の可能性がないもの，又は小さいもの

3.13.3.7 燃料取扱クレーン

(1) 耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象

a. 「技術評価」での検討結果の整理

「技術評価」で検討された経年劣化事象に対し,「技術評価」での検討結果（詳細は「東海第二発電所　機械設備の技術評価書」参照）に基づき，耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象に対し保全対策を考慮し，以下のとおり整理した（表 3.13.3-15 参照)。

① 現在発生しておらず，今後も発生の可能性がないもの，又は小さいもの（表中×）

② 現在発生しているか又は将来にわたって起こることが否定できないもの（表中○）

なお，①（表中×）に分類した経年劣化事象については耐震安全性評価対象外とし，その理由を表 3.13.3-15 中に記載した。

表 3.13.3-15　燃料取扱クレーンに想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部位	経年劣化事象	「技術評価」評価結果概要*1
－	－	－	

－：経年劣化事象が想定されないもの

*1：「×」としたものの理由を記載

b. 耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の抽出

3.13.3.7 項(1)a で整理された②の経年劣化事象については，これらの事象が顕在化した場合，機器の振動応答特性上又は構造・強度上，影響が「有意」であるか「軽微もしくは無視」できるかを以下で検討し，「軽微もしくは無視」できる事象については耐震安全性評価対象外とする（表 3.13.3-16 に耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象を示す）。

燃料取扱クレーンにおける高経年化対策上着目すべき経年劣化事象を「技術評価」での検討結果に基づき整理した結果（表 3.13.3-15 参照），現在発生しているか，又は将来にわたって起こることが否定できない事象は，抽出されなかった（表 3.13.3-16 参照）。

表 3.13.3-16　燃料取扱クレーンの耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象

部位	経年劣化事象
－	－

－：経年劣化事象が想定されないもの及び今後も発生の可能性がないもの，又は小さいもの

3.13.3.8 制御用圧縮空気系設備

(1) 耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象

a. 「技術評価」での検討結果の整理

「技術評価」で検討された経年劣化事象に対し,「技術評価」での検討結果（詳細は「東海第二発電所 機械設備の技術評価書」参照）に基づき，耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象に対し保全対策を考慮し，以下のとおり整理した（表 3.13.3-17 参照)。

① 現在発生しておらず，今後も発生の可能性がないもの，又は小さいもの（表中×）

② 現在発生しているか，又は将来にわたって起こることが否定できないもの（表中○）

なお，①（表中×）に分類した経年劣化事象については耐震安全性評価対象外とし，その理由を，表 3.13.3-17 中に記載した。

表 3.13.3-17　制御用圧縮空気系設備に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部位	経年劣化事象	「技術評価」評価結果概要*1
－	－	－	

－：経年劣化事象が想定されないもの

*1：「×」としたものの理由を記載

b. 耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の抽出

3.13.3.8 項(1) a で整理された②の経年劣化事象については，これらの事象が顕在化した場合，機器の振動応答特性上又は構造・強度上，影響が「有意」であるか「軽微もしくは無視」できるかを以下で検討し，「軽微もしくは無視」できる事象については耐震安全性評価対象外とする（表 3.13.3-18 に耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象を示す）。

制御用圧縮空気系設備における高経年化対策上着目すべき経年劣化事象を「技術評価」での検討結果に基づき整理した結果（表 3.13.3-17 参照），現在発生しているか，又は将来にわたって起こることが否定できない事象は，抽出されなかった（表 3.13.3-18 参照）。

表 3.13.3-18　制御用圧縮空気系設備の耐震安全上考慮する必要がある経年劣化事象

部位	経年劣化事象
－	－

－：経年劣化事象が想定されないもの及び今後も発生の可能性がないもの，又は小さいもの

3.13.3.9 気体廃棄物処理系付属設備

(1) 耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象

a. 「技術評価」での検討結果の整理

「技術評価」で検討された経年劣化事象に対し,「技術評価」での検討結果（詳細は「東海第二発電所 機械設備の技術評価書」参照）に基づき，耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象に対し保全対策を考慮し，以下のとおり整理した（表 3.13.3-19 参照)。

① 現在発生しておらず，今後発生の可能性がないもの，又は小さいもの（表中×）

② 現在発生しているか，又は将来にわたって起こることが否定できないもの（表中○）

なお，①（表中×）に分類した経年劣化事象については耐震安全性評価対象外とし，その理由を，表 3.13.3-19 中に記載した。

表 3.13.3-19　気体廃棄物処理系付属設備に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部位	経年劣化事象	「技術評価」評価結果概要*1
－	－	－	

－：経年劣化事象が想定されないもの

*1：「×」としたものの理由を記載

b. 耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の抽出

3.13.3.9 項(1)a で整理された②の経年劣化事象については，これらの事象が顕在化した場合，機器の振動応答特性上又は構造・強度上，影響が「有意」であるか「軽微もしくは無視」できるかを以下で検討し，「軽微もしくは無視」できる事象については耐震安全性評価対象外とする（表 3.13.3-20 に耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象を示す）。

気体廃棄物処理系付属設備における高経年化対策上着目すべき経年劣化事象を「技術評価」での検討結果に基づき整理した結果（表 3.13.3-19 参照），現在発生しているか，又は将来にわたって起こることが否定できない事象は，抽出されなかった（表 3.13.3-20 参照）。

表 3.13.3-20　気体廃棄物処理系付属設備の耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象

部位	経年劣化事象
－	－

－：経年劣化事象が想定されないもの及び今後も発生の可能性がないもの，又は小さいもの

3.13.3.10 新燃料貯蔵ラック

(1) 耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象

a. 「技術評価」での検討結果の整理

「技術評価」で検討された経年劣化事象に対し,「技術評価」での検討結果（詳細は「東海第二発電所 機械設備の技術評価書」参照）に基づき，耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象に対し保全対策を考慮し，以下のとおり整理した（表 3.13.3-21 参照)。

① 現在発生しておらず，今後発生の可能性がないもの，又は小さいもの（表中×）

② 現在発生しているか，又は将来にわたって起こることが否定できないもの（表中○）

なお，①（表中×）に分類した経年劣化事象については耐震安全性評価対象外とし，その理由を，表 3.13.3-21 中に記載した。

表 3.13.3-21 新燃料貯蔵ラックに想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部位	経年劣化事象	「技術評価」評価結果概要*1
－	－	－	

－：経年劣化事象が想定されないもの

*1：「×」としたものの理由を記載

b. 耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の抽出

3.13.3.10 項(1)a で整理された②の経年劣化事象については，これらの事象が顕在化した場合，機器の振動応答特性上又は構造・強度上，影響が「有意」であるか「軽微もしくは無視」できるかを以下で検討し，「軽微もしくは無視」できる事象については耐震安全性評価対象外とする（表 3.13.3-22 に耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象を示す）。

新燃料貯蔵ラックにおける高経年化対策上着目すべき経年劣化事象を「技術評価」での検討結果に基づき整理した結果（表 3.13.3-21 参照），現在発生しているか，又は将来にわたって起こることが否定できない事象は，抽出されなかった（表 3.13.3-22 参照）。

表 3.13.3-22　新燃料貯蔵ラックの耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象

部位	経年劣化事象
－	－

－：経年劣化事象が想定されないもの及び今後も発生の可能性がないもの，又は小さいもの

3.13.3.11 補助ボイラ設備

(1) 耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象

a. 「技術評価」での検討結果の整理

「技術評価」で検討された経年劣化事象に対し,「技術評価」での検討結果（詳細は「東海第二発電所 機械設備の技術評価書」参照）に基づき，耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象に対し保全対策を考慮し，以下のとおり整理した（表 3.13.3-23 参照)。

① 現在発生しておらず，今後も発生の可能性がないもの，又は小さいもの（表中×）

② 現在発生しているか，又は将来にわたって起こることが否定できないもの（表中○）

なお，①（表中×）に分類した経年劣化事象については耐震安全性評価対象外とし，その理由を，表 3.13.3-23 中に記載した。

表 3.13.3-23　補助ボイラ設備に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部位	経年劣化事象	「技術評価」評価結果概要*1
－	－	－	

－：経年劣化事象が想定されないもの

*1：「×」としたものの理由を記載

b. 耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の抽出

3.13.3.11 項(1)a で整理された②の経年劣化事象については，これらの事象が顕在化した場合，機器の振動応答特性上又は構造・強度上，影響が「有意」であるか「軽微もしくは無視」できるかを以下で検討し，「軽微もしくは無視」できる事象については耐震安全性評価対象外とする（表 3.13.3-24 に耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象を示す)。

補助ボイラ設備における高経年化対策上着目すべき経年劣化事象を「技術評価」での検討結果に基づき整理した結果（表 3.13.3-23 参照)，現在発生しているか，又は将来にわたって起こることが否定できない事象は，抽出されなかった（表 3.13.3-24 参照)。

表 3.13.3-24　補助ボイラ設備の耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象

部位	経年劣化事象
－	－

－：経年劣化事象が想定されないもの及び今後も発生の可能性がないもの，又は小さいもの

3.13.3.12 廃棄物処理設備

(1) 耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象

a. 技術評価での検討結果の整理

「技術評価」で検討された経年劣化事象に対し,「技術評価」での検討結果（詳細は「東海第二発電所 機械設備の技術評価書」参照）に基づき，耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象に対し，保全対策を考慮し以下のとおり整理した（表 3.13.3-25 参照)。

① 現在発生しておらず，今後も発生の可能性がないもの，又は小さいもの（表中×）

② 現在発生しているか，又は将来にわたって起こることが否定できないもの（表中○）

なお，①（表中×）に分類した経年劣化事象については耐震安全性評価対象外とし，その理由を，表 3.13.3-25 中に記載した。

表 3.13.3-25　廃棄物処理設備に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部位	経年劣化事象	「技術評価」評価結果概要*1
－	－	－	

－：経年劣化事象が想定されないもの

*1：「×」としたものの理由を記載

b. 耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の抽出

3.13.3.12 項(1)a で整理された②の経年劣化事象については，これらの事象が顕在化した場合，代表機器の振動応答特性上又は構造・強度上，影響が「有意」であるか「軽微もしくは無視」できるかを以下で検討し，「軽微もしくは無視」できる事象については耐震安全性評価対象外とする（表 3.13.3-26 に耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象を示す)。

廃棄物処理設備における高経年化対策上着目すべき経年劣化事象を「技術評価」での検討結果に基づき整理した結果（表 3.13.3-25 参照)，現在発生しているか，又は将来にわたって起こることが否定できない事象は，抽出されなかった（表 3.13.3-26 参照)。

表 3.13.3-26　廃棄物処理設備の耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象

部位	経年劣化事象
－	－

－：経年劣化事象が想定されないもの及び今後も発生の可能性がないもの，又は小さいもの

3.13.3.13 排気筒

(1) 耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象

a. 「技術評価」での検討結果の整理

「技術評価」で検討された経年劣化事象に対し,「技術評価」での検討結果（詳細は「東海第二発電所 機械設備の技術評価書」参照）に基づき，耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象に対し保全対策を考慮し，以下のとおり整理した（表 3.13.3-27 参照)。

① 現在発生しておらず，今後も発生の可能性がないもの又は小さいもの（表中×）

② 現在発生しているか又は将来にわたって起こることが否定できないもの（表中○）

なお，①（表中×）に分類した経年劣化事象については耐震安全性評価対象外とし，その理由を，表 3.13.3-27 中に記載した。

表 3.13.3-27　排気筒に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部位	経年劣化事象	「技術評価」評価結果概要*1
－	－	－	

－：経年劣化事象が想定されないもの

*1：「×」としたものの理由を記載

b. 耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の抽出

3.13.3.13 項(1)a で整理された②の経年劣化事象については，これらの事象が顕在化した場合，代表機器の振動応答特性上又は構造・強度上，影響が「有意」であるか「軽微もしくは無視」できるかを以下で検討し，「軽微もしくは無視」できる事象については耐震安全性評価対象外とする（表 3.13.3-28 に耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象を示す)。

排気筒における高経年化対策上着目すべき経年劣化事象を，「技術評価」での検討結果に基づき整理した結果（表 3.13.3-27 参照)，現在発生しているか，又は将来にわたって起こることが否定できない事象は，抽出されなかった（表 3.13.3-28 参照)。

表 3.13.3-28　排気筒の耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象

部位	経年劣化事象
－	－

－：経年劣化事象が想定されないもの及び今後も発生の可能性がないもの，又は小さいもの

3.13.3.14 使用済燃料乾式貯蔵容器

(1) 耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象

a. 「技術評価」での検討結果の整理

「技術評価」で検討された経年劣化事象に対し,「技術評価」での検討結果（詳細は「東海第二発電所　機械設備の技術評価書」参照）に基づき，耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象に対し保全対策を考慮し，以下のとおり整理した（表 3.13.3-29 参照)。

① 現在発生しておらず，今後も発生の可能性がないもの又は小さいもの（表中×）

② 現在発生しているか，又は将来にわたって起こることが否定できないもの（表中○）

なお，①（表中×）に分類した経年劣化事象については耐震安全性評価対象外とし，その理由を表 3.13.3-29 に記載した。

表 3.13.3-29　使用済燃料乾式貯蔵容器に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部位	経年劣化事象	「技術評価」評価結果概要*1
－	－	－	

－：経年劣化事象が想定されないもの

*1：「×」としたものの理由を記載

b. 耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の抽出

3.13.3.14 項(1) a で整理された②の経年劣化事象については，これらの事象が顕在化した場合，機器の振動応答特性上又は構造・強度上，影響が「有意」であるか「軽微もしくは無視」できるかを以下で検討し，「軽微もしくは無視」できる事象については耐震安全性評価対象外とする（表 3.13.3-30 に耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象を示す）。

使用済燃料乾式貯蔵容器における高経年化対策上着目すべき経年劣化事象を「技術評価」での検討結果に基づき整理した結果（表 3.13.3-29 参照），現在発生しているか，又は将来にわたって起こることが否定できない事象は，抽出されなかった（表 3.13.3-30 参照）。

表 3.13.3-30　使用済燃料乾式貯蔵容器の耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象

部位	経年劣化事象
－	－

－：経年劣化事象が想定されないもの及び今後も発生の可能性がないもの，又は小さいもの

3.13.3.15 水素再結合器

(1) 耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象

a. 「技術評価」での検討結果の整理

「技術評価」で検討された経年劣化事象に対し,「技術評価」での検討結果（詳細は「東海第二発電所　機械設備の技術評価書」参照）に基づき，耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象に対し保全対策を考慮し，以下のとおり整理した（表 3.13.3-31 参照)。

① 現在発生しておらず，今後も発生の可能性がないもの，又は小さいもの（表中×）

② 現在発生しているか，又は将来にわたって起こることが否定できないもの（表中○）

なお，①（表中×）に分類した経年劣化事象については耐震安全性評価対象外とし，その理由を表 3.13.3-31 に記載した。

表 3.13.3-31　水素再結合器に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部位	経年劣化事象	「技術評価」評価結果概要*1
－	－	－	

－：経年劣化事象が想定されないもの

*1：「×」としたものの理由を記載

b. 耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の抽出

3.13.3.15 項(1)a で整理された②の経年劣化事象については，これらの事象が顕在化した場合，機器の振動応答特性上又は構造・強度上，影響が「有意」であるか「軽微もしくは無視」できるかを以下で検討し，「軽微もしくは無視」できる事象については耐震安全性評価対象外とする（表 3.13.3-32 に耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象を示す)。

水素再結合器における高経年化対策上着目すべき経年劣化事象を「技術評価」での検討結果に基づき整理した結果（表 3.13.3-31 参照)，現在発生しているか，又は将来にわたって起こることが否定できない事象は，抽出されなかった（表 3.13.3-32 参照)。

表 3.13.3-32　水素再結合器の耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象

部位	経年劣化事象
－	－

－：経年劣化事象が想定されないもの及び今後も発生の可能性がないもの，又は小さいもの

3.13.4 耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象に対する耐震安全性評価

3.13.3 項で整理し抽出した経年劣化事象及び 2.2 項(2)b の表 2 で耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象に対して耐震安全性評価を実施する。

(1) 伝熱管の腐食（流れ加速型腐食）[非常用ディーゼル機関（2C,2D 号機）空気冷却器，非常用ディーゼル機関（2C,2D 号機）付属設備潤滑油系潤滑油冷却器及び冷却水系清水冷却器]

流れ加速型腐食により伝熱管の肉厚が減少すると剛性が低下し，地震時により大きな応力が発生することが考えられる。伝熱管の減肉に対しては保全対策上，渦流探傷検査を実施し，管理基準まで減肉した場合に施栓を行うこととしている。

ここでは，非常用ディーゼル機関（2C,2D 号機）空気冷却器，非常用ディーゼル機関（2C,2D 号機）付属設備潤滑油系潤滑油冷却器及び冷却水系清水冷却器伝熱管の施栓基準である 50%厚さまで減肉した場合における地震時の耐震安全性評価を実施した。

評価の結果，いずれの伝熱管においても発生応力は許容応力を下回り，耐震安全性に問題のないことを確認した（表 3.13.4-1 参照）。

表 3.13.4-1　伝熱管の腐食（流れ加速型腐食）に対する耐震安全性評価結果

評価対象	区分	耐震重要度	評価地震力	許容応力状態	応力種別	発生応力(MPa)		許容応力[*4] (MPa)
						管板～管支持板	管支持板～管支持板	
非常用ディーゼル機関（2C,2D 号機）空気冷却器	－[*1]	S,重[*2]	S_S [*3]	IV_AS	一次応力	16	－	328
非常用ディーゼル機関（2C,2D 号機）付属設備潤滑油系潤滑油冷却器	－[*1]	S,重[*2]	S_S [*3]	IV_AS	一次応力	16	16	337
非常用ディーゼル機関（2C,2D 号機）付属設備冷却水系清水冷却器	－[*1]	S,重[*2]	S_S [*3]	IV_AS	一次応力	45	105	337

*1：設計建設規格にて定められる区分としては基準外であるが，耐震評価上クラス 2 として扱った

*2：耐震重要度とは別に常設重大事故等対処設備の区分に応じた耐震設計が求められることを示す

*3：S_S 地震力が S_d 地震力及び S クラス機器に適用される静的地震力より大きく，S_S 地震力による評価応力が S_d 地震力及び S クラス機器に適用される静的地震力の許容応力を下回るため，S_d 地震力及び静的地震力による評価を省略した

*4：設計建設規格 付録材料図表 Part5 表 9 に当該材料の各温度による値が規定されていないため，付録材料図表 Part5 表 6 に記載の最小引張強さの値を用い，耐震重要度及び許容応力状態を考慮して定まる値

(2) 胴の応力腐食割れ［濃縮廃液・廃液中和スラッジ系設備廃液濃縮器蒸発缶］

耐震安全性評価では，濃縮廃液・廃液中和スラッジ系設備廃液濃縮器蒸発缶胴板に応力腐食割れを想定し地震時の発生応力（地震時はＢクラス地震動）を算出し評価した。

胴の応力腐食割れについては，現状保全として開放時の目視点検，浸透探傷検査，漏えい検査を実施することで機能を維持しており，これまでの目視点検，浸透探傷検査において有意なき裂がないことを確認しているが，評価にあたっては，保守的に胴板の半周に貫通き裂を想定して評価を実施した。

評価の結果，発生応力はき裂安定限界応力を下回り，耐震安全性評価上問題ないことを確認した（表 3.13.4-2 参照）。

表 3.13.4-2 胴の応力腐食割れに対する耐震安全性評価結果

評価対象	地震時発生応力(MPa)	き裂安定限界応力(MPa)
濃縮廃液・廃液中和スラッジ系設備 廃液濃縮器蒸発缶	31	65

3.13.5 評価対象機器全体への展開

以下の手順により，評価対象機器全体への耐震安全性評価の展開を実施することとする。

3.13.5.1 代表機器以外の評価対象機器における「技術評価」での検討結果の整理

3.13.3 項の代表機器及び 2.2 項(2)b の表 2 における耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の検討結果を用いて，代表機器以外の評価対象機器についても，「技術評価」での経年劣化事象の抽出及び保全対策の検討結果を用いて整理を実施した。

(1) 伝熱管の腐食（流れ加速型腐食）［高圧炉心スプレイ系ディーゼル機関空気冷却器，高圧炉心スプレイ系ディーゼル機関付属設備潤滑油系潤滑油冷却器及び冷却水系清水冷却器］

代表機器と同じく「現在発生しているか，又は将来にわたって起こることが否定できないもの」として扱う。

(2) 胴，伝熱管，管板，水室，上板，鏡板，外殻及びケーシングの応力腐食割れ［廃液濃縮器復水器，機器ドレン系設備クラッドスラリ濃縮器加熱器，クラッドスラリ濃縮器，クラッドスラリ濃縮器復水器，クラッドスラリ濃縮器デミスタ，減容固化系設備溶解タンク，ミストセパレータ，デミスタ，乾燥機復水器，雑固体減容処理設備高周波溶融炉，溶融炉排ガスフィルタ，溶融炉排ガス脱硝塔，雑固体焼却系設備焼却灰取出ボックス，排ガスフィルタ］

代表機器と同じく「現在発生しているか，又は将来にわたって起こることが否定できないもの」として扱う。

「技術評価」での経年劣化事象の抽出及び保全対策の検討結果を用いて，代表機器以外の評価対象機器についても整理を行った結果，代表機器における抽出結果以外の経年劣化事象は抽出されなかった。

3.13.5.2 耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の抽出

3.13.3 項にて整理し抽出した代表機器に想定される経年劣化事象及び 2.2 項(2)b の表 2 で耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象に対して，機器の振動応答特性上又は構造・強度上，影響が「軽微もしくは無視」できる事象を耐震安全性評価対象外としたものについては，前項の抽出結果を含めて，評価対象機器全体において代表機器と同様に評価した結果，以下の経年劣化事象は影響が「軽微もしくは無視」できないと判断し，次項にて耐震安全性評価を実施することとする。

・ 伝熱管の腐食（流れ加速型腐食）［高圧炉心スプレイ系ディーゼル機関空気冷却器，高圧炉心スプレイ系ディーゼル機関付属設備潤滑油系潤滑油冷却器及び冷却水系清水冷却器］

・ 胴，伝熱管，管板，水室，上板，鏡板，外殻及びケーシングの応力腐食割れ［廃液濃縮器復水器，機器ドレン系設備クラッドスラリ濃縮器加熱器，クラッドスラリ濃縮器，クラッドスラリ濃縮器復水器，クラッドスラリ濃縮器デミスタ，減容固化系設備溶解タンク，ミストセパレータ，デミスタ，乾燥機復水器，雑固体減容処理設備高周波溶融炉，溶融炉排ガスフィルタ，溶融炉排ガス脱硝塔，雑固体焼却系設備焼却灰取出ボックス，排ガスフィルタ］

3.13.5.3 耐震安全性評価

本項では，代表以外の機器に対する耐震安全性評価を実施する。

具体的には，3.13.5.2 項で代表機器に想定される経年劣化事象以外の事象は抽出されなかったことから，代表機器に想定される経年劣化事象と同じ事象に対する耐震安全性評価を実施した（代表機器以外の機器については表 3.13.2-1～2 を参照のこと）。

(1) 代表機器に想定される経年劣化事象と同じ事象に対する耐震安全性評価

a. 伝熱管の腐食（流れ加速型腐食）[高圧炉心スプレイ系ディーゼル機関空気冷却器，高圧炉心スプレイ系ディーゼル機関付属設備潤滑油系潤滑油冷却器及び冷却水系清水冷却器]

減肉を加味した耐震安全性評価では，流れ加速型腐食が想定される高圧炉心スプレイ系ディーゼル機関空気冷却器，高圧炉心スプレイ系ディーゼル機関付属設備潤滑油系潤滑油冷却器及び冷却水系清水冷却器について，代表機器と同様に伝熱管の施栓基準である 50%厚さまで減肉した場合における地震時の耐震安全性評価を実施した。

評価の結果，高圧炉心スプレイ系ディーゼル機関空気冷却器，高圧炉心スプレイ系ディーゼル機関付属設備潤滑油系潤滑油冷却器及び冷却水系清水冷却器に50%厚さまでの減肉を想定した評価において，発生応力が許容応力を下回り，耐震安全性に影響のないことを確認した（表 3.13.5 参照)。

表 3.13.5　伝熱管の腐食（流れ加速型腐食）に対する耐震安全性評価結果

評価対象	区分	耐震重要度	評価地震力	許容応力状態	応力種別	発生応力(MPa)		許容応力*4 (MPa)
						管板～管支持板	管支持板～管支持板	
高圧炉心スプレイ系ディーゼル機関空気冷却器	－*1	S, 重*2	S_S *3	$\mathrm{IV_AS}$	一次応力	16	－	328
高圧炉心スプレイ系ディーゼル機関付属設備潤滑油系潤滑油冷却器	－*1	S, 重*2	S_S *3	$\mathrm{IV_AS}$	一次応力	19	19	337
高圧炉心スプレイ系ディーゼル付属設備冷却水系清水冷却器	－*1	S, 重*2	S_S *3	$\mathrm{IV_AS}$	一次応力	36	45	337

*1：設計建設規格にて定められる区分としては基準外であるが，耐震評価上クラス 2 として扱った

*2：耐震重要度とは別に常設重大事故等対処設備の区分に応じた耐震設計が求められることを示す

*3：S_S 地震力が S_d 地震力及び S クラス機器に適用される静的地震力より大きく，S_S 地震力による評価応力が S_d 地震力及びSクラス機器に適用される静的地震力の許容応力を下回るため，S_d 地震力及び静的地震力による評価を省略した

*4：設計建設規格 付録材料図表 Part5 表 9 に当該材料の各温度による値が規定されていないため，付録材料図表 Part5 表 6 に記載の最小引張強さの値を用い，耐震重要度及び許容応力状態を考慮して定まる値

b. 胴，伝熱管，管板，水室，上板，鏡板，外殻及びケーシングの応力腐食割れ［廃液濃縮器復水器，機器ドレン系設備クラッドスラリ濃縮器加熱器，クラッドスラリ濃縮器，クラッドスラリ濃縮器復水器，クラッドスラリ濃縮器デミスタ，減容固化系設備溶解タンク，ミストセパレータ，デミスタ，乾燥機復水器，雑固体減容処理設備高周波溶融炉，溶融炉排ガスフィルタ，溶融炉排ガス脱硝塔，雑固体焼却系設備焼却灰取出ボックス，排ガスフィルタ］

胴，伝熱管，管板，水室，上板，鏡板，外殻及びケーシングの応力腐食割れにおいては，建設時から設置・使用されている濃縮廃液・廃液中和スラッジ系設備のうち，最高使用圧力の高い廃液濃縮器蒸発缶を代表として評価を行い，耐震安全性を確認した。代表以外の機器については，代表機器と同様またはそれ以下の最高使用圧力であることから，地震時の胴板等の発生応力はき裂安定限界応力を下回り，耐震安全性に影響のないことを確認した。

3.13.6 経年劣化事象に対する動的機能維持評価

機械設備における高経年化に対する「技術評価」により，各部位に想定される経年劣化事象については，現状の保全対策により機器に与える影響が十分小さいことを確認した。

また，耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象に対する耐震安全性評価の実施により，機械設備における動的機能維持に必要となる部位での経年劣化事象は，機器の振動応答特性への影響が「軽微もしくは無視」できる事象であることを確認した。

さらに，耐震安全上考慮する必要のある基礎ボルトに対する耐震安全性評価の実施により，基礎ボルトにおける経年劣化事象は，ボルトが支持する機器の支持機能への影響がないことを確認している。

これより，経年劣化事象を考慮しても，地震時に動的機能の維持が要求される機器における地震時の応答加速度は各機器の機能確認済加速度を上回るものでないと考えられ，地震時の動的機能についても維持されると判断される。

3.13.7 保全対策に反映すべき項目の抽出

機械設備においては，「技術評価」にて検討された保全対策に，耐震安全上の観点から追加すべき項目はない。

3.14 電源設備

本章は，東海第二で使用している主要な電源設備に係わる経年劣化事象について，耐震安全性評価をまとめたものである。

なお，東海第二の主要機器については，既に「技術評価」において経年劣化事象に対する健全性評価を行うとともに，現状保全の評価を実施しているため，本章においてはこれら検討結果を前提条件とし，評価を実施することとする。

3.14.1 評価対象機器

東海第二で使用している主要な電源設備（「技術評価」の評価対象機器）を評価対象機器とする。

なお，評価対象機器一覧を表 3.14-1 に示す。

表 3.14-1(1/2)　評価対象機器一覧

種類	機器名称	耐震重要度
高圧閉鎖配電盤	非常用 M/C	S，重*1
	原子炉再循環ポンプ遮断器	C，重*1
	原子炉再循環ポンプ低速度用電源装置遮断器	C，重*1
	常設代替高圧電源装置遮断器盤	重*1
	緊急用 M/C*2	重*1
	緊急時対策所用 M/C*2	重*1
動力用変圧器	非常用動力用変圧器　(2C,2D)	S，重*1
	非常用動力用変圧器　(HPCS)	S，重*1
	緊急用動力変圧器*2	重*1
	緊急時対策所用動力変圧器*2	重*1
低圧閉鎖配電盤	非常用 P/C	S，重*1
	緊急用 P/C*2	重*1
	緊急時対策所用 P/C*2	重*1
	125 V 直流 P/C	S，重*1
	緊急時対策所用直流 125 V 主母線盤*2	重*1
	計測用 P/C	S
コントロールセンタ	480 V 非常用 MCC	S，重*1
	緊急用 MCC*2	重*1
	緊急時対策所用 MCC*2	重*1
	125 V 直流 MCC	S，重*1
	緊急用直流 125 V MCC*2	重*1
ディーゼル発電設備	非常用ディーゼル発電設備	S，重*1
	高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電設備	S，重*1
	常設代替高圧電源装置	重*1
	緊急時対策所用発電設備*2	重*1

*1：耐震重要度とは別に常設重大事故等対処設備の区分に応じた耐震設計が求められることを示す

*2：新規に設置される機器

表 3.14-1(2/2)　評価対象機器一覧

種類	機器名称	耐震重要度
MG セット	原子炉保護系 MG セット	S
無停電電源装置	バイタル電源用無停電電源装置	S
	緊急用無停電電源装置*2	重*1
	非常用無停電電源装置*2	S，重*1
	緊急時対策所用無停電電源装置*2	重*1
直流電源設備	125 V 蓄電池 2A,2B	S，重*1
	125 V 蓄電池 HPCS	S，重*1
	緊急用 125 V 蓄電池*2	重*1
	緊急時対策所用蓄電池*2	重*1
	±24 V 蓄電池 2A,2B	S，重*1
	緊急時対策所用 24 V 系蓄電池*2	重*1
	125 V 充電器盤 2A	S，重*1
	125 V 充電器盤 2B	S，重*1
	125 V 充電器盤 予備	重*1
	125 V 充電器盤 HPCS	S，重*1
	緊急用 125 V 充電器盤*2	重*1
	緊急時対策所用充電器盤*2	重*1
	±24 V 充電器盤 2A,2B	S，重*1
	緊急時対策所用直流 24 V 充電器盤*2	重*1
計測用分電盤	交流計測用分電盤 A 系，B 系	S
	交流計測用分電盤 HPCS 系	S，重*1
	直流分電盤	S，重*1
	バイタル分電盤	S
	中性子モニタ用分電盤	S，重*1
	緊急用計装交流主母線盤*2	重*1
	緊急用直流分電盤*2	重*1
	緊急用無停電計装分電盤*2	重*1
	非常用無停電計装分電盤*2	S，重*1
	緊急時対策所用分電盤*2	重*1
	緊急時対策所用直流分電盤*2	重*1
	可搬型代替低圧電源車接続盤*2	重*1
	可搬型代替直流電源設備用電源切替盤*2	重*1
計測用変圧器	計測用変圧器	S
	原子炉保護系 MG セットバイパス変圧器	S
	緊急用計測用変圧器*2	重*1

*1：耐震重要度とは別に常設重大事故等対処設備の区分に応じた耐震設計が求められることを示す

*2：新規に設置される機器

3.14.2 代表機器の選定

「技術評価」の評価では評価対象電源設備をその電圧区分等を基に分類しているが，本検討においてもこの分類に従って整理するものとし，それぞれの分類ごとに，「技術評価」における代表機器を本検討の代表機器とする。

ただし，グループ内で選定された「技術評価」の代表機器より，耐震重要度の上位の機器が存在する場合には，これについても代表機器として評価することとする。

各分類における，本検討での代表機器を表 3.14.2-1～10 に示す。

表 3.14.2-1　高圧閉鎖配電盤の代表機器

分類基準			機器名称	仕様		選定基準			耐震重要度	「技術評価」代表機器	耐震安全性評価代表機器	備考
電圧区分	型式（内蔵遮断器）	設置場所		盤（定格電圧）	遮断器（定格電圧×定格遮断電流）	重要度*1	使用条件					
							定格電圧	定格電流				
高圧	真空遮断器	屋内	非常用 M/C	AC 7,200 V	AC 7,200 V×63 kA	MS-1,重*2	AC 6,900 V	2,000 A 1,200 A	S，重*3	○	○	
			原子炉再循環ポンプ遮断器	AC 6,900 V	AC 7,200 V×63 kA	MS-3／PS-3 重*2	AC 6,900 V	1,200 A	C，重*3			
			原子炉再循環ポンプ低速度用電源装置遮断器	AC 7,200 V	AC 7,200 V×40 kA	PS-3 重*2	AC 6,900 V	1,200 A	C，重*3			
			常設代替高圧電源装置遮断器盤	AC 7,200 V	AC 7,200 V×8 kA	重*2	AC 6,600 V	400 A	重*3			
			緊急用 M/C*4	AC 7,200 V	AC 7,200 V×63 kA	重*2	AC 6,900 V	1,200 A	重*3			
			緊急時対策所用 M/C*4	AC 7,200 V	AC 7,200 V×63 kA	重*2	AC 6,900 V	1,200 A	重*3			

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

*2：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す

*3：耐震重要度とは別に常設重大事故等対処設備の区分に応じた耐震設計が求められることを示す

*4：新規に設置される機器

表 3.14.2-2　動力用変圧器の代表機器

分類基準			機器名称	仕様（定格容量）	選定基準					「技術評価」代表機器	耐震安全性評価代表機器	備考
電圧区分	型式	設置場所			重要度[*1]	使用条件			耐震重要度			
						一次電圧	二次電圧	定格容量				
高圧	乾式変圧器	屋内	非常用動力用変圧器（2C，2D）	3,333 kVA	MS-1,重[*2]	AC 6,900 V	AC 480 V	3,333 kVA	S,重[*3]	○	○	
			非常用動力用変圧器（HPCS）	600 kVA	MS-1,重[*2]	AC 6,900 V	AC 480 V	600 kVA	S,重[*3]			
			緊急用動力変圧器[*4]	2,000 kVA	重[*2]	AC 6,900 V	AC 480 V	2,000 kVA	重[*3]			
			緊急時対策所用動力変圧器[*4]	1,400 kVA	重[*2]	AC 6,900 V	AC 480 V	1,400 kVA	重[*3]			

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

*2：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す

*3：耐震重要度とは別に常設重大事故等対処設備の区分に応じた耐震設計が求められることを示す

*4：新規に設置される機器

表 3.14.2-3　低圧閉鎖配電盤の代表機器

分類基準			機器名称	仕様			選定基準				「技術評価」代表機器	耐震安全性評価代表機器	備考
電圧区分	型式（内蔵遮断器）	設置場所		盤（定格電圧）	遮断器		重要度[*1]	使用条件		耐震重要度			
					操作方式	定格（電圧×遮断電流）		定格電圧	遮断器フレーム電流				
低圧	気中遮断器	屋内	非常用 P/C	AC 480 V	電磁 電磁 電動ばね	AC 600 V×40 kA AC 600 V×70 kA AC 600 V×50 kA	MS-1 重[*2]	AC 480 V	4,000 A 2,000 A 1,200 A	S,重[*3]	○	○	
			緊急用 P/C[*4]	AC 480 V	電動ばね	AC 600 V×50 kA	重[*2]	AC 480 V	3,000 A 1,200 A	重[*3]			
			緊急時対策所用 P/C[*4]	AC 480 V	電動ばね	AC 600 V×80 kA AC 600 V×63 kA	重[*2]	AC 480 V	1,800 A 1,200 A	重[*3]			
			125 V 直流 P/C	DC 125 V	電磁	DC 250 V×50 kA	MS-1 重[*2]	DC 125 V	1,600 A	S,重[*3]			
			緊急時対策所用直流 125 V 主母線盤[*4]	DC 125 V	電動ばね	DC 250 V×40 kA	重[*2]	DC 125 V	1,200 A	重[*3]			
	配線用遮断器		計測用 P/C	AC 120 /240 V	電動 手動 手動	AC 600 V×ノートリップ AC 600 V×35 kA AC 600 V×30 kA	MS-1	AC 120 /240 V	600 A 225 A 100 A	S	○	○	

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

*2：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す

*3：耐震重要度とは別に常設重大事故等対処設備の区分に応じた耐震設計が求められることを示す

*4：新規に設置される機器

表 3.14.2-4　コントロールセンタの代表機器

分類基準			機器名称	仕様		選定基準				「技術評価」代表機器	耐震安全性評価代表機器	備考
電圧区分	型式（内蔵遮断器）	設置場所		盤（最高使用電圧）	配線用遮断器 遮断容量（定格電圧×定格遮断電流）	重要度[*1]	使用条件 定格電圧	使用条件 母線容量	耐震重要度			
低圧	配線用遮断器	屋内	480 V 非常用 MCC	AC 600 V	AC 600 V× 10 kA AC 600 V× 14 kA AC 600 V× 15 kA AC 600 V× 18 kA AC 600 V× 25 kA AC 220 V× 85 kA AC 220 V×100 kA	MS-1 重[*2]	AC 480 V AC 480 V/210 V AC 480 V/210 V -105 V	800 A 600 A	S，重[*3]	○	○	
			緊急用 MCC[*4]	AC 600 V	AC 600 V×50 kA	重[*2]	AC 480 V	800 A	重[*3]			
			緊急時対策所用 MCC[*4]	AC 600 V	AC 690 V× 6 kA AC 690 V×7.5 kA AC 690 V× 20 kA AC 240 V× 85 kA	重[*2]	AC 480 V/210 V	1,200 A 800 A	重[*3]			
			125 V 直流 MCC	DC 250 V	DC 250 V×20 kA DC 250 V×40 kA	MS-1 重[*2]	DC 125 V	600 A	S，重[*3]			
			緊急用直流 125 V MCC[*4]	DC 125 V	DC 125 V×40 kA	重[*2]	DC 125 V	400 A	重[*3]			

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

*2：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す

*3：耐震重要度とは別に常設重大事故等対処設備の区分に応じた耐震設計が求められることを示す

*4：新規に設置される機器

表 3.14.2-5　ディーゼル発電設備の代表機器

分類基準			機器名称	仕様 （定格電圧×定格容量）	選定基準				「技術評価」代表機器	耐震安全性評価代表機器	備考
電圧区分	型式	設置場所			重要度[*1]	使用条件		耐震重要度			
						定格電圧	定格容量				
高圧	ディーゼル発電機	屋内	非常用ディーゼル発電設備	AC 6,900 V×6,500 kVA	MS-1,重[*2]	AC 6,900 V	6,500 kVA	S，重[*3]	○	○	
			高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電設備	AC 6,900 V×3,500 kVA	MS-1,重[*2]	AC 6,900 V	3,500 kVA	S，重[*3]			
			常設代替高圧電源装置	AC 6,600 V×1,725 kVA	重[*2]	AC 6,600 V	1,725 kVA	重[*3]			
			緊急時対策所用発電設備[*4]	AC 6,600 V×1,725 kVA	重[*2]	AC 6,600 V	1,725 kVA	重[*3]			

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

*2：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す

*3：耐震重要度とは別に常設重大事故等対処設備の区分に応じた耐震設計が求められることを示す

*4：新規に設置される機器

表 3.14.2-6　MG セットの代表機器

機器名称	仕様		重要度*1	耐震重要度	「技術評価」代表機器	耐震安全性評価代表機器	備考
	駆動モータ	発電機					
原子炉保護系 MG セット	定格電圧：AC 440 V 定格出力：44.76 kW 定格回転速度：1,500 rpm	定格電圧：AC 120 V 定格容量：18.75 kVA 定格回転速度：1500 rpm 定格周波数：50 Hz	MS-1	S	○	○	

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

表 3.14.2-7　無停電電源装置の代表機器

分類基準			機器名称	仕様（定格電圧×定格容量）	選定基準				「技術評価」代表機器	耐震安全性評価代表機器	備考
電圧区分	型式	設置場所			重要度*1	使用条件		耐震重要度			
						定格電圧	定格容量				
低圧	静止型	屋内	バイタル電源用無停電電源装置	AC 240/120 V×50 kVA	MS-1	AC 240/120 V	50 kVA	S	○	○	
			緊急用無停電電源装置*2	AC 120 V×35 kVA	重*3	AC 120 V	35 kVA	重*4			
			非常用無停電電源装置*2	AC 120 V×35 kVA	MS-1，重*3	AC 120 V	35 kVA	S，重*4			
			緊急時対策所用無停電電源装置*2	AC 105 V×50 kVA	重*3	AC 105 V	50 kVA	重*4			

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

*2：新規に設置される機器

*3：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す

*4：耐震重要度とは別に常設重大事故等対処設備の区分に応じた耐震設計が求められることを示す

表 3.14.2-8(1/2)　直流電源設備の代表機器

分類基準			機器名称	仕様 (定格容量)	選定基準				「技術評価」代表機器	耐震安全性評価代表機器	備考
					重要度[*1]	使用条件		耐震重要度			
電圧区分	型式	設置場所				定格電圧	定格容量				
低圧	制御弁式鉛蓄電池	屋内	125 V 蓄電池 2A, 2B	6,000 Ah/10 時間率	MS-1, 重[*2]	DC 125 V	6,000 Ah	S, 重[*3]	○	○	
			125 V 蓄電池 HPCS	500 Ah/10 時間率	MS-1, 重[*2]	DC 125 V	500 Ah	S, 重[*3]			
			緊急用 125 V 蓄電池[*4]	6,000 Ah/10 時間率	重[*2]	DC 125 V	6,000 Ah	重[*3]			
			緊急時対策所用蓄電池[*4]	1,000 Ah/10 時間率	重[*2]	DC 125 V	1,000 Ah	重[*3]			
			±24 V 蓄電池 2A, 2B	150 Ah/10 時間率	MS-1, 重[*2]	DC ±24 V	150 Ah	S, 重[*3]			
			緊急時対策所用 24 V 系蓄電池[*4]	1,000 Ah/10 時間率	重[*2]	DC 24 V	1,000 Ah	重[*3]			

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

*2：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す

*3：耐震重要度とは別に常設重大事故等対処設備の区分に応じた耐震設計が求められることを示す

*4：新規に設置される機器

表 3.14.2-8(2/2)　直流電源設備の代表機器

分類基準			機器名称	仕様 （定格電圧×定格電流）	選定基準				「技術評価」代表機器	耐震安全性評価代表機器	備考
電圧区分	型式	設置場所			重要度[*1]	使用条件		耐震重要度			
						定格電圧	定格電流				
低圧	サイリスタ整流回路充電器盤	屋内	125 V 充電器盤 2A	DC 125 V×420 A	MS-1，重[*2]	DC 125 V	420 A	S，重[*3]	○	○	
			125 V 充電器盤 2B	DC 125 V×320 A	MS-1，重[*2]	DC 125 V	320 A	S，重[*3]			
			125 V 充電器盤 予備	DC 125 V×420 A	重[*2]	DC 125 V	420 A	重[*3]			
			125 V 充電器盤 HPCS	DC 125 V×100 A	MS-1，重[*2]	DC 125 V	100 A	S，重[*3]			
			緊急用 125 V 充電器盤[*4]	DC 125 V×700 A	重[*2]	DC 125 V	700 A	重[*3]			
			緊急時対策所用充電器盤[*4]	DC 125 V×600 A	重[*2]	DC 125 V	600 A	重[*3]			
			±24 V 充電器盤 2A，2B	DC ±24 V×30 A	MS-1，重[*2]	DC±24 V	30 A	S，重[*3]			
			緊急時対策所用直流 24 V 充電器盤[*4]	DC 24 V×100 A	重[*2]	DC 24 V	100 A	重[*3]			

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

*2：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す

*3：耐震重要度とは別に常設重大事故等対処設備の区分に応じた耐震設計が求められることを示す

*4：新規に設置される機器

表 3.14.2-9　計測用分電盤の代表機器

分類基準			機器名称	仕様（定格電圧）	選定基準				「技術評価」代表機器	耐震安全性評価代表機器	備考
電圧区分	型式	設置場所			重要度[*1]	使用条件 定格電圧	盤面数	耐震重要度			
低圧	配線用遮断器	屋内	交流計測用分電盤 A 系，B 系	AC 120/240 V	MS-1	AC 120/240 V	4	S	○	○	
			交流計測用分電盤 HPCS 系	AC 120 V	MS-1，重[*2]	AC 120 V	1	S，重[*3]			
			直流分電盤	DC 125 V	MS-1，重[*2]	DC 125 V	7	S，重[*3]			
			バイタル分電盤	AC 120/240 V	MS-1	AC 120/240 V	2	S			
			中性子モニタ用分電盤	DC 24 V	MS-1，重[*2]	DC 24 V	2	S，重[*3]			
			緊急用計装交流主母線盤[*4]	AC 120/240 V	重[*2]	AC 120/240 V	1	重[*3]			
			緊急用直流分電盤[*4]	DC 125 V	重[*2]	DC 125 V	2	重[*3]			
			緊急用無停電計装分電盤[*4]	AC 120 V	重[*2]	AC 120 V	1	重[*3]			
			非常用無停電計装分電盤[*4]	AC 120 V	MS-1，重[*2]	AC 120 V	2	S，重[*3]			
			緊急時対策所用分電盤[*4]	AC 105 V	重[*2]	AC 105 V	3	重[*3]			
			緊急時対策所用直流分電盤[*4]	DC 125 V	重[*2]	DC 125 V	1	重[*3]			
			可搬型代替低圧電源車接続盤[*4]	AC 210/480V DC 125 V	重[*2]	AC 210/480V DC 125 V	2	重[*3]			
			可搬型代替直流電源設備用電源切替盤[*4]	DC 125 V	重[*2]	DC 125 V	1	重[*3]			

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

*2：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す

*3：耐震重要度とは別に常設重大事故等対処設備の区分に応じた耐震設計が求められることを示す

*4：新規に設置される機器

表 3.14.2-10　計測用変圧器の代表機器

分類基準			機器名称	仕様（定格容量）	選定基準					「技術評価」代表機器	耐震安全性評価代表機器	備考
電圧区分	型式	設置場所			重要度[*1]	使用条件			耐震重要度			
						一次電圧	二次電圧	定格容量				
低圧	乾式変圧器	屋内	計測用変圧器	100 kVA	MS-1	AC 480 V	AC 240 V/120 V	100 kVA	S	○	○	
			原子炉保護系 MG セット バイパス変圧器	25 kVA	MS-2	AC 480 V	AC 120 V	25 kVA	S			
			緊急用計測用変圧器[*2]	50 kVA	重[*3]	AC 480 V	AC 240 V/120 V	50 kVA	重[*4]			

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

*2：新規に設置される機器

*3：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す

*4：耐震重要度とは別に常設重大事故等対処設備の区分に応じた耐震設計が求められることを示す

3.14.3 各機器の耐震安全性評価

3.14.3.1 高圧閉鎖配電盤

(1) 耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象

a. 「技術評価」での検討結果の整理

3.14.2 項で選定した代表高圧閉鎖配電盤について,「技術評価」で検討された経年劣化事象に対し,「技術評価」での検討結果（詳細は「東海第二発電所 電源設備の技術評価書」参照）に基づき，耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象に対し保全対策を考慮し，以下のとおり整理した（表 3.14.3.1-1 参照)。

① 現在発生しておらず，今後も発生の可能性がないもの，又は小さいもの（表中×）

② 現在発生しているか，又は将来にわたって起こることが否定できないもの（表中○）

なお，①（表中×）に分類した経年劣化事象については耐震安全性評価対象外とし，その理由を表 3.14.3.1-1 中に記載した。

表 3.14.3.1-1　高圧閉鎖配電盤に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部位	経年劣化事象	代表機器	「技術評価」評価結果概要*1
			非常用 M/C	
－	－	－	－	

－：経年劣化事象が想定されないもの

*1：「×」としたものの理由を記載

b. 耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の抽出

3.14.3.1 項(1)a で整理された②の経年劣化事象については，これらの事象が顕在化した場合，代表機器の振動応答特性上又は構造・強度上，影響が「有意」であるか「軽微もしくは無視」できるかを以下で検討し，「軽微もしくは無視」できる事象については耐震安全性評価対象外とする（表 3.14.3.1-2 に耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象を示す)。

高圧閉鎖配電盤における高経年化対策上着目すべき経年劣化事象を「技術評価」での検討結果に基づき整理した結果(表3.14.3.1-1参照),現在発生しているか，又は将来にわたって起こることが否定できない事象は，抽出されなかった（表3.14.3.1-2 参照)。

表 3.14.3.1-2　高圧閉鎖配電盤の耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象

部位	経年劣化事象	代表機器
		非常用 M/C
－	－	－

－：経年劣化事象が想定されないもの及び今後も発生の可能性がないもの，又は小さいもの

3.14.3.2 動力用変圧器

(1) 耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象

a. 「技術評価」での検討結果の整理

3.14.2 項で選定した代表動力用変圧器について,「技術評価」で検討された経年劣化事象に対し,「技術評価」での検討結果（詳細は「東海第二発電所 電源設備の技術評価書」参照）に基づき，耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象に対し保全対策を考慮し，以下のとおり整理した（表 3.14.3.2-1 参照)。

① 現在発生しておらず，今後も発生の可能性がないもの，又は小さいもの
（表中×）

② 現在発生しているか，又は将来にわたって起こることが否定できないもの
（表中○）

なお，①（表中×）に分類した経年劣化事象については耐震安全性評価対象外とし，その理由を表 3.14.3.2-1 中に記載した。

表 3.14.3.2-1　動力用変圧器に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部位	経年劣化事象	代表機器 非常用動力用変圧器（2C，2D）	「技術評価」評価結果概要*1
－	－	－	－	

－：経年劣化事象が想定されないもの

*1：「×」としたものの理由を記載

b. 耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の抽出

3.14.3.2 項(1) a で整理された②の経年劣化事象については，これらの事象が顕在化した場合，代表機器の振動応答特性上又は構造・強度上，影響が「有意」であるか「軽微もしくは無視」できるかを以下で検討し，「軽微もしくは無視」できる事象については耐震安全性評価対象外とする（表 3.14.3.2-2 に耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象を示す)。

動力用変圧器において高経年化対策上着目すべき経年劣化事象を，「技術評価」での検討結果に基づき整理した結果(表3.14.3.2-1参照)，現在発生しているか，又は将来にわたって起こることが否定できない事象は，抽出されなかった（表3.14.3.2-2 参照)。

表 3.14.3.2-2　動力用変圧器の耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象

部位	経年劣化事象	代表機器
		非常用動力用変圧器（2C，2D）
－	－	－

－：経年劣化事象が想定されないもの及び今後も発生の可能性がないもの，又は小さいもの

3.14.3.3 低圧閉鎖配電盤

(1) 耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象

a. 「技術評価」での検討結果の整理

3.14.2 項で選定した代表低圧閉鎖配電盤について,「技術評価」で検討された経年劣化事象に対し,「技術評価」での検討結果（詳細は「東海第二発電所 電源設備の技術評価書」参照）に基づき，耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象に対し保全対策を考慮し，以下のとおり整理した（表 3.14.3.3-1 参照)。

① 現在発生しておらず，今後も発生の可能性がないもの，又は小さいもの（表中×）

② 現在発生しているか，又は将来にわたって起こることが否定できないもの（表中○）

なお，①（表中×）に分類した経年劣化事象については耐震安全性評価対象外とし，その理由を表 3.14.3.3-1 中に記載した。

表 3.14.3.3-1　低圧閉鎖配電盤に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部位	経年劣化事象	代表機器		「技術評価」評価結果概要*1
			非常用 P/C	計測用 P/C	
－	－	－	－	－	

－：経年劣化事象が想定されないもの

*1：「×」としたものの理由を記載

b. 耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の抽出

3.14.3.3 項(1) a で整理された②の経年劣化事象については，これらの事象が顕在化した場合，代表機器の振動応答特性上又は構造・強度上，影響が「有意」であるか「軽微もしくは無視」できるかを以下で検討し，「軽微もしくは無視」できる事象については耐震安全性評価対象外とする（表 3.14.3.3-2 に耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象を示す)。

低圧閉鎖配電盤において高経年化対策上着目すべき経年劣化事象を，「技術評価」での検討結果に基づき整理した結果（表 3.14.3.3-1 参照)，現在発生しているか，又は将来にわたって起こることが否定できない事象は，抽出されなかった（表 3.14.3.3-2 参照)。

表 3.14.3.3-2　低圧閉鎖配電盤の耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象

部位	経年劣化事象	代表機器	
		非常用 P/C	計測用 P/C
－	－	－	－

－：経年劣化事象が想定されないもの及び今後も発生の可能性がないもの，又は小さいもの

3.14.3.4 コントロールセンタ

(1) 耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象

a. 「技術評価」での検討結果の整理

3.14.2 項で選定した代表コントロールセンタについて,「技術評価」で検討された経年劣化事象に対し,「技術評価」での検討結果（詳細は「東海第二発電所 電源設備の技術評価書」参照）に基づき，耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象に対し保全対策を考慮し，以下のとおり整理した（表 3.14.3.4-1 参照)。

① 現在発生しておらず，今後も発生の可能性がないもの，又は小さいもの
（表中×）

② 現在発生しているか，又は将来にわたって起こることが否定できないもの
（表中○）

なお，①（表中×）に分類した経年劣化事象については耐震安全性評価対象外とし，その理由を表 3.14.3.4-1 に記載した。

表 3.14.3.4-1　コントロールセンタに想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部位	経年劣化事象	代表機器	「技術評価」評価結果概要[*1]
			480 V 非常用 MCC	
－	－	－	－	

－：経年劣化事象が想定されないもの

*1：「×」としたものの理由を記載

b. 耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の抽出

3.14.3.4 項(1) a で整理された②の経年劣化事象については，これらの事象が顕在化した場合，代表機器の振動応答特性上又は構造・強度上，影響が「有意」であるか「軽微もしくは無視」できるかを以下で検討し，「軽微もしくは無視」できる事象については耐震安全性評価対象外とする（表 3.14.3.4-2 に耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象を示す)。

コントロールセンタにおいて高経年化対策上着目すべき経年劣化事象を「技術評価」での検討結果に基づき整理した結果（表 3.14.3.4-1 参照)，現在発生しているか，又は将来にわたって起こることが否定できない事象は，抽出されなかった（表 3.14.3.4-2 参照)。

表 3.14.3.4-2　コントロールセンタの耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象

部位	経年劣化事象	代表機器
		480 V 非常用 MCC
－	－	－

－：経年劣化事象が想定されないもの及び今後も発生の可能性がないもの，又は小さいもの

3.14.3.5 ディーゼル発電設備

(1) 耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象

a. 「技術評価」での検討結果の整理

3.14.2 項で選定した代表ディーゼル発電設備について,「技術評価」で検討された経年劣化事象に対し,「技術評価」での検討結果（詳細は「東海第二発電所 電源設備の技術評価書」参照）に基づき，耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象に対し保全対策を考慮し，以下のとおり整理した（表 3.14.3.5-1 参照)。

① 現在発生しておらず，今後も発生の可能性がないもの，又は小さいもの（表中×）

② 現在発生しているか，又は将来にわたって起こることが否定できないもの（表中○）

なお，①（表中×）に分類した経年劣化事象については耐震安全性評価対象外とし，その理由を表 3.14.3.5-1 中に記載した。

表 3.14.3.5-1　ディーゼル発電設備に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部位	経年劣化事象	代表機器	「技術評価」評価結果概要[*1]
			非常用ディーゼル発電設備	
－	－	－	－	

－：経年劣化事象が想定されないもの

*1：「×」としたものの理由を記載

b. 耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の抽出

3.14.3.5 項(1) a で整理された②の経年劣化事象については，これらの事象が顕在化した場合，代表機器の振動応答特性上又は構造・強度上，影響が「有意」であるか「軽微もしくは無視」できるかを以下で検討し，「軽微もしくは無視」できる事象については耐震安全性評価対象外とする（表 3.14.3.5-2 に耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象を示す)。

ディーゼル発電設備における高経年化対策上着目すべき経年劣化事象を「技術評価」での検討結果に基づき整理した結果（表 3.14.3.5-1 参照)，現在発生しているか，又は将来にわたって起こることが否定できない事象は，抽出されなかった（表 3.14.3.5-2 参照)。

表 3.14.3.5-2　ディーゼル発電設備の耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象

部位	経年劣化事象	代表機器
		非常用ディーゼル発電設備
－	－	－

－：経年劣化事象が想定されないもの及び今後も発生の可能性がないもの，又は小さいもの

3.14.3.6 MG セット

(1) 耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象

a. 「技術評価」での検討結果の整理

3.14.2 項で選定した代表 MG セットについて，「技術評価」で検討された経年劣化事象に対し，「技術評価」での検討結果（詳細は「東海第二発電所 電源設備の技術評価書」参照）に基づき，耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象に対し保全対策を考慮し，以下のとおり整理した（表 3.14.3.6-1 参照）。

① 現在発生しておらず，今後も発生の可能性がないもの，又は小さいもの
（表中×）

② 現在発生しているか，又は将来にわたって起こることが否定できないもの
（表中○）

なお，①（表中×）に分類した経年劣化事象については耐震安全性評価対象外とし，その理由を表 3.14.3.6-1 中に記載した。

表 3.14.3.6-1　MG セットに想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部位	経年劣化事象	代表機器	「技術評価」評価結果概要[*1]
			原子炉保護系 MG セット	
－	－	－	－	

－：経年劣化事象が想定されないもの

*1：「×」としたものの理由を記載

b. 耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の抽出

3.14.3.6 項(1) a で整理された②の経年劣化事象については，これらの事象が顕在化した場合，代表機器の振動応答特性上又は構造・強度上，影響が「有意」であるか「軽微もしくは無視」できるかを以下で検討し，「軽微もしくは無視」できる事象については耐震安全性評価対象外とする（表 3.14.3.6-2 に耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象を示す)。

MG セットにおける高経年化対策上着目すべき経年劣化事象を「技術評価」での検討結果に基づき整理した結果（表 3.14.3.6-1 参照)，現在発生しているか，又は将来にわたって起こることが否定できない事象は，抽出されなかった（表 3.14.3.6-2 参照)。

表 3.14.3.6-2　MG セットの耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象

部位	経年劣化事象	代表機器
		原子炉保護系 MG セット
－	－	－

－：経年劣化事象が想定されないもの及び今後も発生の可能性がないもの，又は小さいもの

3.14.3.7 無停電電源装置

(1) 耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象

a. 「技術評価」での検討結果の整理

3.14.2 項で選定した代表無停電電源装置について,「技術評価」で検討された経年劣化事象に対し,「技術評価」での検討結果（詳細は「東海第二発電所 電源設備の技術評価書」参照）に基づき，耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象に対し保全対策を考慮し，以下のとおり整理した（表 3.14.3.7-1 参照)。

① 現在発生しておらず，今後も発生の可能性がないもの，又は小さいもの
（表中×）

② 現在発生しているか，又は将来にわたって起こることが否定できないもの
（表中○）

なお，①（表中×）に分類した経年劣化事象については耐震安全性評価対象外とし，その理由を表 3.14.3.7-1 中に記載した。

表 3.14.3.7-1　無停電電源装置に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部位	経年劣化事象	代表機器	「技術評価」評価結果概要[*1]
			バイタル電源用無停電電源装置	
－	－	－	－	

－：経年劣化事象が想定されないもの

*1：「×」としたものの理由を記載

b. 耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の抽出

3.14.3.7 項(1) a で整理された②の経年劣化事象については，これらの事象が顕在化した場合，代表機器の振動応答特性上又は構造・強度上，影響が「有意」であるか「軽微もしくは無視」できるかを以下で検討し，「軽微もしくは無視」できる事象については耐震安全性評価対象外とする（表 3.14.3.7-2 に耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象を示す)。

無停電電源装置における高経年化対策上着目すべき経年劣化事象を「技術評価」での検討結果に基づき整理した結果(表3.14.3.7-1参照),現在発生しているか，又は将来にわたって起こることが否定できない事象は，抽出されなかった（表3.14.3.7-2 参照)。

表 3.14.3.7-2　無停電電源装置の耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象

部位	経年劣化事象	代表機器
		バイタル電源用無停電電源装置
－	－	－

－：経年劣化事象が想定されないもの及び今後も発生の可能性がないもの，又は小さいもの

3.14.3.8 直流電源設備

(1) 耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象

a. 「技術評価」での検討結果の整理

3.14.2 項で選定した代表直流電源設備について,「技術評価」で検討された経年劣化事象に対し,「技術評価」での検討結果（詳細は「東海第二発電所 電源設備の技術評価書」参照）に基づき，耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象に対し保全対策を考慮し，以下のとおり整理した（表 3.14.3.8-1 参照)。

① 現在発生しておらず，今後も発生の可能性がないもの，又は小さいもの
（表中×）

② 現在発生しているか，又は将来にわたって起こることが否定できないもの
（表中○）

なお，①（表中×）に分類した経年劣化事象については耐震安全性評価対象外とし，その理由を表 3.14.3.8-1 中に記載した。

表 3.14.3.8-1　直流電源設備に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部位	経年劣化事象	代表機器		「技術評価」評価結果概要*1
			125 V 蓄電池 2A, 2B	125 V 充電器盤 2A	
－	－	－	－	－	

－：経年劣化事象が想定されないもの

*1：「×」としたものの理由を記載

b. 耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の抽出

3.14.3.8 項(1) a で整理された②の経年劣化事象については，これらの事象が顕在化した場合，代表機器の振動応答特性上又は構造・強度上，影響が「有意」であるか「軽微もしくは無視」できるかを以下で検討し，「軽微もしくは無視」できる事象については耐震安全性評価対象外とする（表 3.14.3.8-2 に耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象を示す)。

直流電源設備における高経年化対策上着目すべき経年劣化事象を「技術評価」での検討結果に基づき整理した結果(表3.14.3.8-1参照),現在発生しているか，又は将来にわたって起こることが否定できない事象は，抽出されなかった（表3.14.3.8-2 参照)。

表 3.14.3.8-2　直流電源設備の耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象

部位	経年劣化事象	代表機器	
		125 V 蓄電池 2A，2B	125 V 充電器盤 2A
－	－	－	－

－：経年劣化事象が想定されないもの及び今後も発生の可能性がないもの，又は小さいもの

3.14.3.9 計測用分電盤

(1) 耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象

a. 「技術評価」での検討結果の整理

3.14.2 項で選定した代表計測用分電盤について,「技術評価」で検討された経年劣化事象に対し,「技術評価」での検討結果（詳細は「東海第二発電所 電源設備の技術評価書」参照）に基づき，耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象に対し保全対策を考慮し，以下のとおり整理した（表 3.14.3.9-1 参照)。

① 現在発生しておらず，今後も発生の可能性がないもの，又は小さいもの
（表中×）

② 現在発生しているか，又は将来にわたって起こることが否定できないもの
（表中○）

なお，①（表中×）に分類した経年劣化事象については耐震安全性評価対象外とし，その理由を表 3.14.3.9-1 中に記載した。

表 3.14.3.9-1　計測用分電盤に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部位	経年劣化事象	代表機器 交流計測用分電盤 A 系，B 系	「技術評価」評価結果概要*1
－	－	－	－	

－：経年劣化事象が想定されないもの

*1：「×」としたものの理由を記載

b. 耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の抽出

3.14.3.9 項(1) a で整理された②の経年劣化事象については，これらの事象が顕在化した場合，代表機器の振動応答特性上又は構造・強度上，影響が「有意」であるか「軽微もしくは無視」できるかを以下で検討し，「軽微もしくは無視」できる事象については耐震安全性評価対象外とする（表 3.14.3.9-2 に耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象を示す)。

計測用分電盤において高経年化対策上着目すべき経年劣化事象を「技術評価」での検討結果に基づき整理した結果(表3.14.3.9-1参照),現在発生しているか，又は将来にわたって起こることが否定できない事象は，抽出されなかった（表3.14.3.9-2 参照)。

表 3.14.3.9-2　計測用分電盤の耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象

部位	経年劣化事象	代表機器
		交流計測用分電盤 A 系，B 系
－	－	－

－：経年劣化事象が想定されないもの及び今後も発生の可能性がないもの，又は小さいもの

3.14.3.10 計測用変圧器

(1) 耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象

a. 「技術評価」での検討結果の整理

3.14.2 項で選定した代表計測用変圧器について,「技術評価」で検討された経年劣化事象に対し,「技術評価」での検討結果（詳細は「東海第二発電所 電源設備の技術評価書」参照）に基づき，耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象に対し保全対策を考慮し，以下のとおり整理した（表 3.14.3.10-1 参照)。

① 現在発生しておらず，今後も発生の可能性がないもの，又は小さいもの
（表中×）

② 現在発生しているか，又は将来にわたって起こることが否定できないもの
（表中○）

なお，①（表中×）に分類した経年劣化事象については耐震安全性評価対象外とし，その理由を表 3.14.3.10-1 中に記載した。

表 3.14.3.10-1　計測用変圧器に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部位	経年劣化事象	代表機器 計測用変圧器	「技術評価」評価結果概要*1
－	－	－	－	

－：経年劣化事象が想定されないもの

*1：「×」としたものの理由を記載

b. 耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の抽出

3.14.3.10 項(1) a で整理された②の経年劣化事象については，これらの事象が顕在化した場合，代表機器の振動応答特性上又は構造・強度上，影響が「有意」であるか「軽微もしくは無視」できるかを以下で検討し，「軽微もしくは無視」できる事象については耐震安全性評価対象外とする（表 3.14.3.10-2 に耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象を示す)。

計測用変圧器における高経年化対策上着目すべき経年劣化事象を「技術評価」での検討結果に基づき整理した結果（表 3.14.3.10-1 参照)，現在発生しているか，又は将来にわたって起こることが否定できない事象は，抽出されなかった（表 3.14.3.10-2 参照)。

表 3.14.3.10-2　計測用変圧器の耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象

部位	経年劣化事象	代表機器
		計測用変圧器
－	－	－

－：経年劣化事象が想定されないもの及び今後も発生の可能性がないもの，又は小さいもの

3.14.4 耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象に対する耐震安全性評価

3.14.3 項及び 2.2 項(2)b の表 2 における検討結果より，電源設備の代表機器において，耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象はない。

3.14.5 評価対象機器全体への展開

以下の手順により，評価対象機器全体への耐震安全性評価の展開を実施することとする。

3.14.5.1 代表機器以外の評価対象機器における「技術評価」での検討結果の整理

3.14.3 項の代表機器及び 2.2 項(2)b の表 2 における耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の検討を行った結果，経年劣化事象は抽出されなかった。

「技術評価」での経年劣化事象の抽出及び保全対策の検討結果を用いて，代表機器以外の評価対象機器についても整理を行った結果，代表機器における抽出結果以外の経年劣化事象は抽出されなかった。

3.14.5.2 耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の抽出

3.14.3 項にて整理し抽出した代表機器に想定される経年劣化事象及び 2.2 項(2)b の表 2 で耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象に対して，機器の振動応答特性上又は構造・強度上，影響が「軽微もしくは無視」できる事象を耐震安全性評価対象外としたものについては，評価対象機器全体において代表機器と同様の評価が可能であることを確認した。

3.14.5.3 耐震安全性評価

本項では，代表以外の機器に対する耐震安全性評価を実施する。

具体的には，3.14.5.2 項で代表機器に想定される経年劣化事象と同じ事象に対する耐震安全性評価を実施した(代表機器以外の機器については，表 3.14.2-1～10 参照)。

(1) 代表機器に想定される経年劣化事象と同じ事象に対する耐震安全性評価

代表機器以外の機器に関して，耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象はない。

3.14.6 経年劣化事象に対する動的機能維持評価

電源設備における高経年化に対する「技術評価」により，各部位に想定される経年劣化事象については，現状の保全対策により機器に与える影響が十分小さいことを確認した。

また，耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象に対する耐震安全性評価の実施により，電源設備における動的機能維持に必要となる部位での経年劣化事象は，機器の振動応答特性への影響が「軽微もしくは無視」できる事象であることを確認した。

さらに，耐震安全上考慮する必要のある基礎ボルトに対する耐震安全性評価の実施により，基礎ボルトにおける経年劣化事象は，ボルトが支持する機器の支持機能への影響がないことを確認している。

これより，経年劣化事象を考慮しても，地震時に動的機能の維持が要求される機器における地震時の応答加速度は各機器の機能確認済加速度を上回るものではないと考えられ，地震時の動的機能についても維持されると判断される。

3.14.7 保全対策に反映すべき項目の抽出

電源設備においては，「技術評価」にて検討された保全対策に，耐震安全上の観点から追加すべき項目はない。

3.15 基礎ボルト

本章は，東海第二で使用されている主要な基礎ボルトに係わる経年劣化事象について，耐震安全性評価をまとめたものである。

なお，東海第二の主要基礎ボルトについては，「技術評価」において経年劣化事象に対する健全性評価を行うとともに，現状保全の評価を実施しているため，本章においてはこれら検討結果を前提条件として，評価を実施することとする。

3.15.1 評価対象機器

東海第二で使用されている主要な基礎ボルト（「技術評価」の評価対象機器）を評価対象機器とする。

なお，評価対象機器一覧を表 3.15-1 に示す。

表 3.15-1（1/12）　評価対象機器一覧

機種	機器名称	型式	耐震重要度
ポンプ	ターボポンプ		
	・残留熱除去海水系ポンプ	機器付基礎ボルト	S，重*1
	・非常用ディーゼル発電機海水ポンプ		S，重*1
	・高圧炉心スプレイディーゼル冷却系海水系ポンプ		S，重*1
	・残留熱除去系ポンプ		S，重*1
	・低圧炉心スプレイ系ポンプ		S，重*1
	・高圧炉心スプレイ系ポンプ		S，重*1
	・給水加熱器ドレンポンプ		B
	・原子炉冷却材浄化系循環ポンプ		B
	・原子炉冷却材浄化系保持ポンプ		B
	・制御棒駆動水ポンプ		B
	・タービン駆動原子炉給水ポンプ		B
	・高圧復水ポンプ		B
	・原子炉隔離時冷却系ポンプ		S，重*1
	・電動機駆動原子炉給水ポンプ		B
	・高圧炉心スプレイ系レグシールポンプ		B
	・低圧炉心スプレイ系レグシールポンプ		B
	・残留熱除去系レグシールポンプ		B
	・原子炉隔離時冷却系レグシールポンプ		B
	・常設高圧代替注水ポンプ*2		重*1
	往復ポンプ		
	・ほう酸水注入系ポンプ	機器付基礎ボルト	S，重*1
熱交換器	U字管式熱交換器		
	・給水加熱器（第1～第5）	機器付基礎ボルト	B
	・残留熱除去系熱交換器		S，重*1
	・排ガス予熱器		B
	・排ガス復水器		B
	・窒素ガス貯蔵設備蒸発器		C

*1：耐震重要度とは別に常設重大事故等対処設備の区分に応じた耐震設計が求められることを示す

*2：新規に設置される機器

表 3.15-1 (2/12)　評価対象機器一覧

機種	機器名称	型式	耐震重要度
容器	その他容器		
	・ほう酸水注入系貯蔵タンク	機器付基礎ボルト	S，重*1
	・活性炭ベット		B
	・排ガス後置除湿器		B
	・排ガス再結合器		B
	・原子炉冷却材浄化系フィルタ脱塩器		B
	・残留熱除去海水系ポンプ出口ストレーナ		S，重*1
	・非常用及びHPCS系ディーゼル発電機海水ポンプ出口ストレーナ		S，重*1
配管	ステンレス鋼配管系		
	・原子炉隔離時冷却系	後打ちケミカルアンカ・後打ちメカニカルアンカ	S，重*1
	・原子炉再循環系		S，重*1
	・ほう酸水注入系		S，重*1
	・不活性ガス系		S
	・原子炉系		S
	・原子炉冷却材浄化系		S
	・残留熱除去系		S，重*1
	・制御棒駆動系		S，重*1
	・補助系		S，重*1
	・燃料プール冷却浄化系		S，重*1
	・事故時サンプリング設備		S
	・高圧炉心スプレイ系		S
	・低圧炉心スプレイ系		S
	・原子炉保護系		S
	・制御用圧縮空気系		S，重*1
	・格納容器内雰囲気監視系		S
	・中性子計装系		S
	・試料採取系		S
	・発電機系		C

*1：耐震重要度とは別に常設重大事故等対処設備の区分に応じた耐震設計が求められることを示す

表 3.15-1 (3/12)　評価対象機器一覧

機種	機器名称	型式	耐震重要度
配管	ステンレス鋼配管系		
	・消火設備*2	後打ちケミカルアンカ・後打ちメカニカルアンカ	C
	・サプレッション・プール水pH制御装置*2		S
	・重大事故等対処設備*2		重*1
	炭素鋼配管系		
	・原子炉隔離時冷却系	後打ちケミカルアンカ・後打ちメカニカルアンカ	S，重*1
	・原子炉系		S，重*1
	・原子炉冷却材浄化系		S
	・残留熱除去系		S，重*1
	・制御棒駆動系		S
	・補助系		S
	・高圧炉心スプレイ系		S，重*1
	・低圧炉心スプレイ系		S，重*1
	・タービングランド蒸気系		B
	・復水系		B
	・給水系		S
	・給水加熱器ドレン系		B
	・所内蒸気系		B
	・タービン主蒸気系		S
	・主蒸気隔離弁漏えい抑制系		S
	・空気抽出系		B
	・給水加熱器ベント系		B
	・原子炉給水ポンプ駆動用蒸気タービン系		B
	・非常用ガス再循環系		S，重*1
	・非常用ガス処理系		S，重*1
	・可燃性ガス濃度制御系		S
	・気体廃棄物処理系		B
	・不活性ガス系		S，重*1
	・消火設備		C

*1：耐震重要度とは別に常設重大事故等対処設備の区分に応じた耐震設計が求められることを示す

*2：新規に設置される機器

表 3.15-1（4/12）　評価対象機器一覧

機種	機器名称	型式	耐震重要度
配管	炭素鋼配管系		
	・希ガスチャコール系	後打ちケミカルアンカ・後打ちメカニカルアンカ	B
	・非常用ディーゼル発電機海水系		S，重*1
	・高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機海水系		S，重*1
	・残留熱除去海水系		S，重*1
	・重大事故等対処設備*2		重*1
	低合金鋼配管系		
	・給水加熱器ドレン系	後打ちケミカルアンカ・後打ちメカニカルアンカ	B
	・タービングランド蒸気系		B
	・所内蒸気系		B
	・気体廃棄物処理系		B
	・原子炉系		B
	・抽気系		B
	・タービン補助蒸気系		B
	・給水加熱器ベント系		B
	・原子炉給水ポンプ駆動用蒸気タービン系		B
ケーブル	ケーブルトレイ，電線管		
	・ケーブルトレイ	後打ちケミカルアンカ・後打ちメカニカルアンカ	S，重*1
	・電線管		S，重*1
タービン設備	常用系タービン設備		
	・高圧タービン	機器付基礎ボルト	B
	・低圧タービン		B
	・原子炉給水ポンプ駆動用蒸気タービン		B
	非常用系タービン設備		
	・原子炉隔離時冷却系タービン	機器付基礎ボルト	S，重*1
計測制御設備	圧力計測装置		
	・RHRポンプ吐出圧力計測装置	後打ちケミカルアンカ・後打ちメカニカルアンカ	S，重*1
	・LPCSポンプ吐出圧力計測装置		S，重*1
	・原子炉圧力計測装置		S，重*1

*1：耐震重要度とは別に常設重大事故等対処設備の区分に応じた耐震設計が求められることを示す

*2：新規に設置される機器

表 3.15-1 (5/12)　評価対象機器一覧

機種	機器名称	型式	耐震重要度
計測制御設備	圧力計測装置		
	・格納容器圧力計測装置	後打ちケミカルアンカ・後打ちメカニカルアンカ	S，重*1
	・主蒸気管圧力計測装置		S
	・主復水器真空度計測装置		S
	・常設高圧代替注水系ポンプ系吐出圧力計測装置*2		重*1
	・代替循環冷却系ポンプ吐出圧力計測装置*2		重*1
	・D/G機関冷却水入口圧力計測装置		S
	・D/G機関潤滑油入口圧力計測装置		S
	・CV急速閉検出用圧力計測装置		S
	温度計測装置		
	・主蒸気管トンネル温度計測装置	後打ちケミカルアンカ	S
	・使用済燃料プール温度計測装置		重*1
	流量計測装置		
	・RCIC系統流量計測装置	後打ちケミカルアンカ・後打ちメカニカルアンカ	S，重*1
	・主蒸気管流量計測装置		S
	・RHR系統流量計測装置		S，重*1
	・LPCS系統流量計測装置		S，重*1
	・HPCS系統流量計測装置		S，重*1
	・低圧代替注水系原子炉注水流量計測装置*2		重*1
	・低圧代替注水系格納容器スプレイ流量計測装置*2		重*1
	・低圧代替注水系格納容器下部注水流量計測装置*2		重*1
	水位計測装置		
	・原子炉水位計測装置	後打ちケミカルアンカ・後打ちメカニカルアンカ	S，重*1
	・サプレッション・プール水位計測装置		S
	・代替淡水貯槽水位計測装置*2		重*1
	・スクラム排出容器水位計測装置		S
	・西側淡水貯水設備水位計測装置*2		重*1
	・潮位計測装置*2		S

*1：耐震重要度とは別に常設重大事故等対処設備の区分に応じた耐震設計が求められることを示す

*2：新規に設置される機器を含む

表 3.15-1 (6/12)　評価対象機器一覧

機種	機器名称	型式	耐震 重要度
計測制御 設備	放射線計測装置		
	・格納容器雰囲気放射線計測装置	後打ちケミカルアンカ	S，重*1
	・使用済燃料プールエリア放射線計測装置*2		重*1
	・原子炉建屋換気系放射線計測装置		S
	振動計測装置		
	・地震加速度計測装置	機器付基礎ボルト	S
	濃度計測装置		
	・格納容器内水素濃度計測装置*2	後打ちケミカルアンカ・ 後打ちメカニカルアンカ	S，重*1
	・原子炉建屋水素濃度計測装置*2		重*1
	・格納容器内酸素濃度計測装置*2		S，重*1
	操作制御盤		
	・原子炉保護系1Aトリップユニット盤	後打ちケミカルアンカ	S
	・原子炉保護系1Bトリップユニット盤		S
	・原子炉保護系2Aトリップユニット盤		S
	・原子炉保護系2Bトリップユニット盤		S
	・緊急時炉心冷却系DIV-I-1トリップユニット盤		S
	・RCICタービン制御盤		S，重*1
	・SA監視操作設備*2		重*1
	・高圧代替注水系制御盤*2		重*1
	・常設代替高圧電源装置遠隔操作盤*2		重*1
	・潮位監視盤*2		S
	・津波・構内監視設備*2		S
	・使用済燃料プール監視設備*2		重*1
	・安全パラメータ表示システム（SPDS）及びデータ伝送設備*2		重*1

*1：耐震重要度とは別に常設重大事故等対処設備の区分に応じた耐震設計が求められることを示す

*2：新規に設置される機器を含む

表 3.15-1（7/12）　評価対象機器一覧

機種	機器名称		型式	耐震重要度
空調設備	ファン			
	・非常用ガス再循環系排風機		機器付基礎ボルト	S，重[*1]
	空調機			
	・高圧炉心スプレイ系ポンプ室空調機		後打ちケミカルアンカ	S
	・低圧炉心スプレイ系ポンプ室空調機			S
	・残留熱除去系ポンプ室空調機			S
	冷凍機			
	・中央制御室チラーユニット		後打ちケミカルアンカ	S
	フィルタユニット			
	・非常用ガス再循環系フィルタトレイン		機器付基礎ボルト	S，重[*1]
	・非常用ガス処理系フィルタトレイン			S，重[*1]
	・中央制御室換気系フィルタユニット			S，重[*1]
	ダクト			
	・中央制御室換気系ダクト		後打ちケミカルアンカ	S，重[*1]
	・ディーゼル室換気系ダクト			S
機械設備	ディーゼル機関本体（非常用ディーゼル機関（2C,2D 号機））			
	・非常用ディーゼル機関（2C,2D号機）		機器付基礎ボルト	S，重[*1]
	・吸気管及び排気管		後打ちケミカルアンカ	S，重[*1]
	ディーゼル機関本体（高圧炉心スプレイ系ディーゼル機関）			
	・高圧炉心スプレイ系ディーゼル機関		機器付基礎ボルト	S，重[*1]
	・吸気管及び排気管		後打ちケミカルアンカ	S，重[*1]
	ディーゼル機関本体（緊急時対策所用発電機ディーゼル機関）			
	・吸気管及び排気管[*2]		後打ちケミカルアンカ	重[*1]
	ディーゼル機関付属設備（非常用ディーゼル機関（2C,2D 号機）付属設備）			
	・始動空気系空気圧縮機		機器付基礎ボルト	C
	・始動空気系空気だめ	自動起動用		S，重[*1]
		手動起動用		C

*1：耐震重要度とは別に常設重大事故等対処設備の区分に応じた耐震設計が求められることを示す

*2：新規に設置される機器を含む

表 3.15-1 (8/12)　評価対象機器一覧

機種	機器名称		型式	耐震重要度
機械設備	ディーゼル機関付属設備（非常用ディーゼル機関（2C,2D 号機）付属設備）			
	・潤滑油系潤滑油冷却器		機器付基礎ボルト	S，重*1
	・潤滑油系潤滑油サンプタンク			S，重*1
	・潤滑油系潤滑油フィルタ			S，重*1
	・冷却水系清水冷却器			S，重*1
	・燃料油系燃料油デイタンク			S，重*1
	・燃料油系燃料油フィルタ			S，重*1
	・始動空気系配管サポート		後打ちケミカルアンカ・後打ちメカニカルアンカ	S，重*1
	・潤滑油系配管サポート			S，重*1
	・冷却水系配管サポート			S，重*1
	・燃料油系配管サポート*2			S，重*1
	ディーゼル機関付属設備（高圧炉心スプレイ系ディーゼル機関付属設備）			
	・始動空気系空気圧縮機		機器付基礎ボルト	C
	・始動空気系空気だめ	自動起動用		S，重*1
		手動起動用		C
	・潤滑油系潤滑油冷却器			S，重*1
	・潤滑油系潤滑油サンプタンク			S，重*1
	・潤滑油系潤滑油フィルタ			S，重*1
	・冷却水系清水冷却器			S，重*1
	・燃料油系燃料油デイタンク			S，重*1
	・燃料油系燃料油フィルタ			S，重*1
	・始動空気系配管サポート		後打ちケミカルアンカ・後打ちメカニカルアンカ	S，重*1
	・潤滑油系配管サポート			S，重*1
	・冷却水系配管サポート			S，重*1
	・燃料油系配管サポート*2			S，重*1
	ディーゼル機関付属設備（緊急時対策所用発電機ディーゼル機関付属設備）			
	・燃料油系配管サポート*2		後打ちケミカルアンカ・後打ちメカニカルアンカ	重*1
	ディーゼル機関付属設備（常設代替高圧電源装置（ディーゼル機関）付属設備）			
	・燃料油系配管サポート*2		後打ちケミカルアンカ・後打ちメカニカルアンカ	重*1

*1：耐震重要度とは別に常設重大事故等対処設備の区分に応じた耐震設計が求められることを示す

*2：新規に設置される機器を含む

表 3.15-1 (9/12)　評価対象機器一覧

機種	機器名称	型式	耐震 重要度
機械設備	可燃性ガス濃度制御系再結合装置		
	・可燃性ガス濃度制御系再結合装置	機器付基礎ボルト	S
	制御用圧縮空気設備		
	・空気圧縮機	機器付基礎ボルト	C
	・除湿塔		C
	・アフタークーラ	後打ちケミカルアンカ・ 後打ちメカニカルアンカ	C
	・制御用圧縮空気系配管サポート		C
	気体廃棄物処理系付属設備		
	・インターコンデンサ	機器付基礎ボルト	B
	補助ボイラ設備		
	・補助ボイラ本体	機器付基礎ボルト	C
	・蒸気だめ		C
	・給水ポンプ		C
	・脱気器給水ポンプ		C
	・脱気器		C
	・ホットウェルタンク		C
	・ブロータンク		C
	・給水タンク		C
	・補助ボイラ配管サポート	後打ちケミカルアンカ・ 後打ちメカニカルアンカ	C
	廃棄物処理設備		
	・濃縮廃液・廃液中和スラッジ系設備廃液中和タンク	機器付基礎ボルト	B
	・濃縮廃液・廃液中和スラッジ系設備濃縮廃液貯蔵タンク		B
	・濃縮廃液・廃液中和スラッジ系設備濃縮廃液ポンプ		B
	・濃縮廃液・廃液中和スラッジ系設備廃液濃縮器蒸発缶		B
	・濃縮廃液・廃液中和スラッジ系設備廃液濃縮器加熱器		B
	・濃縮廃液・廃液中和スラッジ系設備廃液濃縮器復水器		B
	・濃縮廃液・廃液中和スラッジ系設備廃液濃縮器循環ポンプ		B
	・濃縮廃液・廃液中和スラッジ系設備配管サポート	後打ちケミカルアンカ・ 後打ちメカニカルアンカ	B

表 3.15-1（10/12）　評価対象機器一覧

機種	機器名称	型式	耐震 重要度
機械設備	廃棄物処理設備		
	・機器ドレン系設備クラッドスラリ濃縮器加熱器	機器付基礎ボルト	B
	・機器ドレン系設備クラッドスラリ濃縮器		B
	・機器ドレン系設備クラッドスラリ濃縮器復水器		B
	・機器ドレン系設備クラッドスラリ濃縮器デミスタ		B
	・機器ドレン系設備クラッドスラリ濃縮器循環ポンプ		B
	・機器ドレン系設備配管サポート	後打ちケミカルアンカ・ 後打ちメカニカルアンカ	B
	・減容固化系設備溶解タンク	機器付基礎ボルト	B
	・減容固化系設備ミストセパレータ		B
	・減容固化系設備ペレットホッパ		C
	・減容固化系設備乾燥機復水器		B
	・減容固化系設備乾燥機排気ブロワ		C
	・減容固化系設備溶解ポンプ		B
	・減容固化系設備配管サポート	後打ちケミカルアンカ・ 後打ちメカニカルアンカ	B
	・雑固体減容処理設備高周波溶融炉設備高周波溶融炉	機器付基礎ボルト	B
	・雑固体減容処理設備高周波溶融炉設備2次燃焼器燃焼室		B
	・雑固体減容処理設備高周波溶融炉設備2次燃焼器		B
	・雑固体減容処理設備高周波溶融炉設備排ガス冷却器		B
	・雑固体減容処理設備高周波溶融炉設備セラミックフィルタ		B
	・雑固体減容処理設備高周波溶融炉設備排ガスフィルタ		B
	・雑固体減容処理設備高周波溶融炉設備排ガス脱硝塔		C
	・雑固体減容処理設備高周波溶融炉設備排ガスブロワ		B
	・雑固体減容処理設備高周波溶融炉設備配管サポート	後打ちケミカルアンカ・ 後打ちメカニカルアンカ	B
	・雑固体焼却系設備焼却炉	機器付基礎ボルト	B
	・雑固体焼却系設備1次セラミックフィルタ		B
	・雑固体焼却系設備2次セラミックフィルタ		B

表 3.15-1（11/12）　評価対象機器一覧

機種	機器名称	型式	耐震 重要度
機械設備	廃棄物処理設備		
	・雑固体焼却系設備排ガス冷却器	機器付基礎ボルト	B
	・雑固体焼却系設備排ガスフィルタ		B
	・雑固体焼却系設備排ガスブロワ		B
	・雑固体焼却系設備廃棄物処理建屋排気筒		C
	・雑固体焼却系設備配管サポート	後打ちケミカルアンカ・ 後打ちメカニカルアンカ	B
	排気筒		
	・主排気筒	機器付基礎ボルト	C
	使用済燃料乾式貯蔵容器		
	・使用済燃料乾式貯蔵容器	機器付基礎ボルト	S
	水素再結合装置		
	・静的触媒式水素再結合器*2	後打ちケミカルアンカ	重*1
電源設備	コントロールセンタ		
	・480 V 非常用MCC	後打ちメカニカルアンカ	S，重*1
	・125 V 直流MCC		S，重*1
	・緊急用MCC*2	後打ちケミカルアンカ	重*1
	・緊急用直流125 V MCC*2		重*1
	ディーゼル発電設備		
	・非常用ディーゼル発電設備	機器付基礎ボルト	S，重*1
	・高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電設備		S，重*1
	MG セット		
	・原子炉保護系MGセット	機器付基礎ボルト	S
	・原子炉保護系MGセット制御盤	後打ちケミカルアンカ	S
	無停電電源装置		
	・緊急用無停電電源装置*2	後打ちケミカルアンカ	重*1
	・非常用無停電電源装置*2		S，重*1

*1：耐震重要度とは別に常設重大事故等対処設備の区分に応じた耐震設計が求められることを示す

*2：新規に設置される機器

表 3.15-1（12/12）　評価対象機器一覧

機種	機器名称	型式	耐震 重要度
電源設備	直流電源設備		
	・125 V 蓄電池 2A，2B	後打ちケミカルアンカ	S，重*1
	・125 V 蓄電池 HPCS		S，重*1
	・緊急用125 V蓄電池*2		重*1
	・緊急時対策所用蓄電池*2		重*1
	・±24 V蓄電池 2A，2B		S，重*1
	・緊急用125 V充電器盤*2		重*1
	計測用分電盤		
	・緊急用計装交流主母線盤*2	後打ちケミカルアンカ	重*1
	・緊急用直流分電盤*2		重*1
	・緊急用無停電計装分電盤*2		重*1
	・非常用無停電計装分電盤*2		S，重*1
	・可搬型代替低圧電源車接続盤*2		重*1
	・可搬型代替直流電源設備用電源切替盤*2		重*1

*1：耐震重要度とは別に常設重大事故等対処設備の区分に応じた耐震設計が求められることを示す

*2：新規に設置される機器

3.15.2 代表機器の選定

「技術評価」の評価では評価対象基礎ボルトをその型式等をもとに分類して評価しているが，本検討においてもこの分類にしたがって整理するものとし，それぞれの分類ごとに，「技術評価」における代表機器を本検討の代表機器とする。

ただし，本検討ではグループ化及び代表機器の選定を行わず評価するものとする。

3.15.3 耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象

(1) 「技術評価」での検討結果の整理

基礎ボルトについて，「技術評価」で検討された経年劣化事象に対し，「技術評価」での検討結果（詳細は「東海第二発電所 機械設備の技術評価書」参照）に基づき，耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象に対し保全対策を考慮し，以下のとおり整理した（表 3.15-2 参照)。

① 現在発生しておらず，今後も発生の可能性がないもの，又は小さいもの
（表中×）

② 現在発生しているか，又は将来にわたって起こることが否定できないもの
（表中○）

なお，①（表中×）に分類した経年劣化事象については耐震安全性評価対象外とし，その理由を表 3.15-2 に記載した。

表 3.15-2　基礎ボルトに想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部位	経年劣化事象	型式			「技術評価」評価結果概要*1
			機器付基礎ボルト	後打ちメカニカルアンカ	後打ちケミカルアンカ	
－	－	－	－	－	－	

－：経年劣化事象が想定されないもの

*1：「×」としたものの理由を記載

(2) 耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の抽出

3.15.3 項(1)で整理された②の経年劣化事象については，これらの事象が顕在化した場合，振動応答特性上又は構造・強度上，影響が「有意」であるか「軽微もしくは無視」できるかを以下で検討し，「軽微もしくは無視」できる事象については耐震安全性評価対象外とする(表 3.15-3 に耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象を示す)。

① 基礎ボルトにおける高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

基礎ボルトにおける高経年化対策上着目すべき経年劣化事象を「技術評価」での検討結果に基づき整理した結果（表 3.15-2 参照)，現在発生しているか，又は将来にわたって起こることが否定できない事象は，抽出されなかった。(表 3.15-3 参照)

表 3.15-3　基礎ボルトの耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象

部位	経年劣化事象	対象機器		
		機器付基礎ボルト	後打ちメカニカルアンカ	後打ちケミカルアンカ
－	－	－	－	－

－：経年劣化事象が想定されないもの及び今後も発生の可能性がないもの，又は小さいもの

3.15.4　耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象に対する耐震安全性評価

3.15.3 項にて整理し抽出した経年劣化事象及び 2.2 項（2）b の表 2 で耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象に対して耐震安全性評価を実施する。

・ 基礎ボルトの腐食（全面腐食）[機器付基礎ボルト直上部，後打ちメカニカルアンカ直上部及びコンクリート埋設部並びに後打ちケミカルアンカ直上部]

3.15.4.1 機器付基礎ボルトの腐食に対する耐震安全性評価

基礎ボルトの腐食における機器付基礎ボルトの耐震安全性評価については，詳細な耐震安全性評価を実施する。

ここで，技術評価結果から想定されるボルトの腐食（保守的に設定した運転開始後 60 年間の腐食量である 0.3 ㎜を想定）を考慮し，ボルトの発生応力と許容応力の関係を調べた結果，ボルトの発生応力はいずれも許容応力を下回っていることを確認した。（表 3.15-4～11）

なお，耐震 S クラス機器において，S_s 地震力が S_d 地震力及び S クラスの機器に適用される静的地震力より大きく，S_s 地震力による評価応力が III_AS の許容応力を下回る機器については，S_d 地震力及び静的地震力による評価を省略した。

3.15.4.1.1 「ポンプ」基礎ボルトの耐震安全性評価

耐震安全性評価では，基礎ボルトに 0.3 mm の腐食を想定し，機器の地震時の振動により基礎ボルトに発生する応力を算出した。

評価の結果，発生応力は許容応力を下回り，耐震安全性に問題がないことを確認した（表 3.15-4 参照）。

表 3.15-4（1/2） 「ポンプ」基礎ボルトの耐震安全性評価結果

機器名称	耐震重要度	荷重種別	発生応力 (MPa)	許容応力*1 (MPa)	備考
ターボポンプ					
残留熱除去海水系ポンプ	S，重*2	引張	71	195	
		せん断	24	150	
非常用ディーゼル発電機海水ポンプ	S，重*2	引張	26	180	
		せん断	11	139	
高圧炉心スプレイディーゼル冷却系海水系ポンプ	S，重*2	引張	26	180	
		せん断	11	139	
残留熱除去系ポンプ	S，重*2	引張	9	154	
		せん断	10	119	
低圧炉心スプレイ系ポンプ	S，重*2	引張	13	154	
		せん断	12	119	
高圧炉心スプレイ系ポンプ	S，重*2	引張	8	154	
		せん断	12	119	
給水加熱器ドレンポンプ	B	引張	発生せず	158	
		せん断	7	122	
原子炉冷却材浄化系循環ポンプ	B	引張	1	180	
		せん断	5	139	
原子炉冷却材浄化系保持ポンプ	B	引張	4	195	
		せん断	3	150	
制御棒駆動水ポンプ	B	引張	3	176	
		せん断	6	135	

*1：設計建設規格 付録材料図表 Part5 表 8，表 9 より求まる値であり，S_S 地震力が S_d 地震力及び S クラスの機器に適用される静的地震力より大きく，S_S 地震力による評価応力が $\mathrm{III}_A S$ の許容応力を下回る機器については，S クラス機器は $\mathrm{III}_A S$ の許容応力を示す

*2：耐震重要度とは別に常設重大事故等対処設備の区分に応じた耐震設計が求められることを示す

表 3.15-4 (2/2)　「ポンプ」基礎ボルトの耐震安全性評価結果

機器名称	耐震重要度	荷重種別	発生応力 (MPa)	許容応力*1 (MPa)	備考
ターボポンプ					
タービン駆動原子炉給水ポンプ	B	引張	4	501	
		せん断	7	385	
高圧復水ポンプ	B	引張	発生せず	180	
		せん断	11	139	
原子炉隔離時冷却系ポンプ	S，重*2	引張	28	455	
		せん断	16	350	
電動機駆動原子炉給水ポンプ	B	引張	1	195	
		せん断	7	150	
高圧炉心スプレイ系レグシールポンプ	B	引張	3	169	*3
		せん断	3	130	*3
低圧炉心スプレイ系レグシールポンプ	B	引張	3	169	*3
		せん断	3	130	*3
残留熱除去系レグシールポンプ	B	引張	4	169	*3
		せん断	3	130	*3
原子炉隔離時冷却系レグシールポンプ	B	引張	4	169	*3
		せん断	3	130	*3
常設高圧代替注水ポンプ	重*2	引張	16	421	
		せん断	5	324	
往復ポンプ					
ほう酸水注入系ポンプ	S，重*2	引張	39	173	
		せん断	17	133	

*1：設計建設規格 付録材料図表 Part5 表 8，表 9 より求まる値であり，S_s 地震力が S_d 地震力及び S クラスの機器に適用される静的地震力より大きく，S_s 地震力による評価応力が III_AS の許容応力を下回る機器については，S クラス機器は III_AS の許容応力を示す

*2：耐震重要度とは別に常設重大事故等対処設備の区分に応じた耐震設計が求められることを示す

*3：S クラス機器への波及的影響を考慮して，S クラスに準じた評価を実施した

3.15.4.1.2　「熱交換器」基礎ボルトの耐震安全性評価

耐震安全性評価では，基礎ボルトに 0.3 mm の腐食を想定し，機器の地震時の振動により基礎ボルトに発生する応力を算出した。

評価の結果，発生応力は許容応力を下回り，耐震安全性に問題がないことを確認した（表 3.15-5 参照)。

表 3.15-5　「熱交換器」基礎ボルトの耐震安全性評価の結果

機器名称	耐震 重要度	荷重種別	発生応力 (MPa)	許容応力*1 (MPa)	備考
U 字管式熱交換器					
第1給水加熱器	B	引張	11	196	
		せん断	11	151	
第2給水加熱器	B	引張	18	196	
		せん断	12	151	
第3給水加熱器	B	引張	24	196	
		せん断	12	151	
第4給水加熱器	B	引張	16	196	
		せん断	11	151	
第5給水加熱器	B	引張	16	196	
		せん断	12	151	
残留熱除去系熱交換器	S，重*2	引張	344	475	
		せん断	85	366	
排ガス予熱器	B	引張	8	173	
		せん断	18	133	
排ガス復水器	B	引張	7	173	
		せん断	28	133	
窒素ガス貯蔵設備蒸発器	C	引張	3	195	
		せん断	12	150	

*1：設計建設規格 付録材料図表 Part5 表 8，表 9 より求まる値であり，S_s 地震力が S_d 地震力及び S クラスの機器に適用される静的地震力より大きく，S_s 地震力による評価応力が $\mathrm{III}_A S$ の許容応力を下回る機器については，S クラス機器は $\mathrm{III}_A S$ の許容応力を示す

*2：耐震重要度とは別に常設重大事故等対処設備の区分に応じた耐震設計が求められることを示す

3.15.4.1.3　「容器」基礎ボルトの耐震安全性評価

耐震安全性評価では，基礎ボルトに 0.3 mm の腐食を想定し，機器の地震時の振動により基礎ボルトに発生する応力を算出した。

評価の結果，発生応力は許容応力を下回り，耐震安全性に問題がないことを確認した（表 3.15-6 参照）。

表 3.15-6　「容器」基礎ボルトの耐震安全性評価の結果

機器名称	耐震 重要度		荷重種別	発生応力 (MPa)	許容応力[*1] (MPa)	備考
その他容器						
ほう酸水注入系貯蔵タンク	S，重[*2]		引張	54	475	
			せん断	25	366	
活性炭ベット	B		引張	128	173	
			せん断	15	133	
排ガス後置除湿器	B		引張	87	173	
			せん断	7	133	
排ガス再結合器	B		引張	46	173	
			せん断	12	133	
原子炉冷却材浄化系フィルタ脱塩器	B		引張	7	195	
			せん断	1	150	
残留熱除去海水系ポンプ出口ストレーナ	S，重[*2]	S_S	引張	174	207	
			せん断	49	159	
		S_d	引張	75	173	
			せん断	29	133	
非常用及びHPCS系ディーゼル発電機海水ポンプ出口ストレーナ	S，重[*2]		引張	81	173	
			せん断	24	133	

*1：設計建設規格 付録材料図表 Part5 表 8，表 9 より求まる値であり，S_S 地震力が S_d 地震力及び S クラスの機器に適用される静的地震力より大きく，S_S 地震力による評価応力が $\mathrm{III}_A S$ の許容応力を下回る機器については，S クラス機器は $\mathrm{III}_A S$ の許容応力を示す

*2：耐震重要度とは別に常設重大事故等対処設備の区分に応じた耐震設計が求められることを示す

3.15.4.1.4　「配管」基礎ボルトの耐震安全性評価

配管のコンクリート定着部において，耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象として抽出されているのは，後打ちメカニカルアンカ及び後打ちケミカルアンカの腐食であるが，これらについては 3.15.4 項に示したとおり，耐震安全性に問題がないことを確認している。

3.15.4.1.5　「ケーブル」基礎ボルトの耐震安全性評価

ケーブル（ケーブルトレイ，電線管）のコンクリート定着部において，耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象として抽出されているのは，後打ちメカニカルアンカ及び後打ちケミカルアンカの腐食であるが，これらについては 3.15.4 項に示したとおり，耐震安全性に問題がないことを確認している。

3.15.4.1.6　「タービン設備」基礎ボルトの耐震安全性評価

耐震安全性評価では，基礎ボルトに 0.3 mm の腐食を想定し，機器の地震時の振動により基礎ボルトに発生する応力を算出した。

評価の結果，発生応力は許容応力を下回り，耐震安全性に問題がないことを確認した（表 3.15-7 参照）。

表 3.15-7　「タービン設備」基礎ボルトの耐震安全性評価の結果

機器名称	耐震 重要度	荷重種別	発生応力 (MPa)	許容応力[*1] (MPa)	備考
常用系タービン設備					
高圧タービン	B	引張	発生せず	226	
		せん断	74	189	
低圧タービン	B	引張	発生せず	210	
		せん断	32	161	
原子炉給水ポンプ駆動用蒸気タービン	B	引張	33	246	
		せん断	21	189	
非常用系タービン設備					
原子炉隔離時冷却系タービン	S，重[*2]	引張	23	240	
		せん断	11	184	

*1：設計建設規格 付録材料図表 Part5 表 8，表 9 より求まる値であり，S_s 地震力が S_d 地震力及び S クラスの機器に適用される静的地震力より大きく，S_s 地震力による評価応力が III_AS の許容応力を下回る機器については，S クラス機器は III_AS の許容応力を示す

*2：耐震重要度とは別に常設重大事故等対処設備の区分に応じた耐震設計が求められることを示す

3.15.4.1.7 「計測制御設備」基礎ボルトの耐震安全性評価

耐震安全性評価では，基礎ボルトに 0.3 mm の腐食を想定し，機器の地震時の振動により基礎ボルトに発生する応力を算出した。

評価の結果，発生応力は許容応力を下回り，耐震安全性に問題がないことを確認した（表 3.15-8 参照）。

「計測制御設備」のコンクリート定着部において，耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象として抽出されているのは，後打ちメカニカルアンカ及び後打ちケミカルアンカの腐食であるが，これらについては 3.15.4 項に示したとおり，耐震安全性に問題がないことを確認している。

表 3.15-8 「計測制御設備」基礎ボルトの耐震安全性評価の結果

機器名称	耐震 重要度	荷重種別	発生応力 (MPa)	許容応力*1 (MPa)	備考
計測装置（振動計測装置）					
地震加速度計測装置	S	引張	3	110	
		せん断	3	84	

*1：設計建設規格 付録材料図表 Part5 表 8，表 9 より求まる値であり，S_s 地震力が S_d 地震力及び S クラスの機器に適用される静的地震力より大きく，S_s 地震力による評価応力が III_AS の許容応力を下回る機器については，S クラス機器は III_AS の許容応力を示す

3.15.4.1.8 「空調設備」基礎ボルトの耐震安全性評価

耐震安全性評価では，基礎ボルトに 0.3 mm の腐食を想定し，機器の地震時の振動により基礎ボルトに発生する応力を算出した。

評価の結果，発生応力は許容応力を下回り，耐震安全性に問題がないことを確認した（表 3.15-9 参照）。

「空調設備」のコンクリート定着部において，耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象として抽出されているのは，後打ちメカニカルアンカ及び後打ちケミカルアンカの腐食であるが，これらについては 3.15.4 項に示したとおり，耐震安全性に問題がないことを確認している。

表 3.15-9 「空調設備」基礎ボルトの耐震安全性評価の結果

機器名称	耐震 重要度	荷重種別	発生応力 (MPa)	許容応力[*1] (MPa)	備考
ファン					
非常用ガス再循環系排風機	S，重[*2]	引張	116	169	
		せん断	23	130	
フィルタユニット					
非常用ガス再循環系フィルタトレイン	S，重[*2]	引張	145	169	
		せん断	41	130	
非常用ガス処理系フィルタトレイン	S，重[*2]	引張	109	169	
		せん断	38	130	
中央制御室換気系フィルタユニット	S，重[*2]	引張	46	158	
		せん断	12	122	

*1：設計建設規格 付録材料図表 Part5 表 8，表 9 より求まる値であり，S_s 地震力が S_d 地震力及び S クラスの機器に適用される静的地震力より大きく，S_s 地震力による評価応力が III_AS の許容応力を下回る機器については，S クラス機器は III_AS の許容応力を示す

*2：耐震重要度とは別に常設重大事故等対処設備の区分に応じた耐震設計が求められることを示す

3.15.4.1.9 「機械設備」基礎ボルトの耐震安全性評価

耐震安全性評価では，基礎ボルトに 0.3 mm の腐食を想定し，機器の地震時の振動により基礎ボルトに発生する応力を算出した。

評価の結果，発生応力は許容応力を下回り，耐震安全性に問題がないことを確認した（表 3.15-10 参照)。

「機械設備」のコンクリート定着部において，耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象として抽出されているのは，後打ちメカニカルアンカ及び後打ちケミカルアンカの腐食であるが，これらについては 3.15.4.2 に示したとおり，耐震安全性に問題がないことを確認している。

表 3.15-10（1/6）　「機械設備」基礎ボルトの耐震安全性評価結果

機器名称	耐震重要度	荷重種別	発生応力 (MPa)	許容応力*1 (MPa)	備考
ディーゼル機関本体					
非常用ディーゼル機関（2C，2D号機）	S，重*2	引張	46	158	
		せん断	26	122	
高圧炉心スプレイ系ディーゼル機関	S，重*2	引張	46	158	
		せん断	26	122	
ディーゼル機関付属設備（非常用ディーゼル機関（2C，2D号機）付属設備）					
始動空気系空気圧縮機	C	引張	発生せず	173	
		せん断	1	133	
始動空気系空気だめ（自動起動用）	S，重*2	引張	19	173	
		せん断	10	133	
始動空気系空気だめ（手動起動用）	C	引張	発生せず	173	
		せん断	3	133	
潤滑油系潤滑油冷却器	S，重*2	引張	44	173	
		せん断	41	133	
潤滑油系潤滑油サンプタンク	S，重*2	引張	28	173	
		せん断	31	133	
潤滑油系潤滑油フィルタ	S，重*2	引張	10	180	
		せん断	3	139	

*1：設計建設規格 付録材料図表 Part5 表 8，表 9 より求まる値であり，S_s 地震力が S_d 地震力及びＳクラスの機器に適用される静的地震力より大きく，S_s 地震力による評価応力が $Ⅲ_AS$ の許容応力を下回る機器については，Ｓクラス機器は $Ⅲ_AS$ の許容応力を示す

*2：耐震重要度とは別に常設重大事故等対処設備の区分に応じた耐震設計が求められることを示す

表 3.15-10（2/6）　「機械設備」基礎ボルトの耐震安全性評価結果

機器名称	耐震重要度	荷重種別	発生応力 (MPa)	許容応力*1 (MPa)	備考
ディーゼル機関付属設備（非常用ディーゼル機関（2C，2D 号機）付属設備）					
冷却水系清水冷却器	S，重*2	引張	38	173	
		せん断	33	133	
燃料油系燃料油デイタンク	S，重*2	引張	72	173	
		せん断	40	133	
燃料油系燃料油フィルタ	S，重*2	引張	10	180	
		せん断	3	139	
ディーゼル機関付属設備（高圧炉心スプレイ系ディーゼル機関付属設備）					
始動空気系空気圧縮機	C	引張	発生せず	173	
		せん断	1	133	
始動空気系空気だめ（自動起動用）	S，重*2	引張	19	173	
		せん断	10	133	
始動空気系空気だめ（手動起動用）	C	引張	発生せず	173	
		せん断	3	133	
潤滑油系潤滑油冷却器	S，重*2	引張	31	173	
		せん断	27	133	
潤滑油系潤滑油サンプタンク	S，重*2	引張	28	173	
		せん断	31	133	
潤滑油系潤滑油フィルタ	S，重*2	引張	10	180	
		せん断	3	139	
冷却水系清水冷却器	S，重*2	引張	25	173	
		せん断	22	133	
燃料油系燃料油デイタンク	S，重*2	引張	62	173	
		せん断	35	133	
燃料油系燃料油フィルタ	S，重*2	引張	10	180	
		せん断	3	139	

*1：設計建設規格 付録材料図表 Part5 表 8，表 9 より求まる値であり，S_s 地震力が S_d 地震力及び S クラスの機器に適用される静的地震力より大きく，S_s 地震力による評価応力が $\mathrm{III}_A S$ の許容応力を下回る機器については，S クラス機器は $\mathrm{III}_A S$ の許容応力を示す

*2：耐震重要度とは別に常設重大事故等対処設備の区分に応じた耐震設計が求められることを示す

表 3.15-10（3/6）　「機械設備」基礎ボルトの耐震安全性評価結果

機器名称	耐震重要度	荷重種別	発生応力 (MPa)	許容応力*1 (MPa)	備考
可燃性ガス濃度制御系再結合装置					
可燃性ガス濃度制御系再結合装置	S	引張	33	139	
		せん断	41	112	
制御用圧縮空気設備					
空気圧縮機	C	引張	6	110	
		せん断	3	84	
除湿塔	C	引張	発生せず	110	
		せん断	3	84	
気体廃棄物処理系付属設備					
インターコンデンサ	B	引張	6	230	
		せん断	25	177	
補助ボイラ設備					
補助ボイラ本体	C	引張	発生せず	176	
		せん断	43	135	
蒸気だめ	C	引張	3	176	
		せん断	9	135	
給水ポンプ	C	引張	発生せず	176	
		せん断	1	135	
脱気器給水ポンプ	C	引張	発生せず	176	
		せん断	2	135	
脱気器	C	引張	15	176	
		せん断	4	135	
ホットウェルタンク	C	引張	発生せず	176	
		せん断	1	135	
ブロータンク	C	引張	発生せず	176	
		せん断	3	135	
給水タンク	C	引張	発生せず	176	
		せん断	14	135	

*1：設計建設規格 付録材料図表 Part5 表 8，表 9 より求まる値であり，S_S 地震力が S_d 地震力及び S クラスの機器に適用される静的地震力より大きく，S_S 地震力による評価応力が III_AS の許容応力を下回る機器については，S クラス機器は III_AS の許容応力を示す

表 3.15-10（4/6）　「機械設備」基礎ボルトの耐震安全性評価結果

機器名称	耐震重要度	荷重種別	発生応力 (MPa)	許容応力*1 (MPa)	備考
廃棄物処理設備					
濃縮廃液・廃液中和スラッジ系設備廃液中和タンク	B	引張	発生せず	176	
		せん断	17	135	
濃縮廃液・廃液中和スラッジ系設備濃縮廃液貯蔵タンク	B	引張	発生せず	176	
		せん断	34	135	
濃縮廃液・廃液中和スラッジ系設備濃縮廃液ポンプ	B	引張	発生せず	183	
		せん断	2	141	
濃縮廃液・廃液中和スラッジ系設備廃液濃縮器蒸発缶	B	引張	94	139	
		せん断	54	124	
濃縮廃液・廃液中和スラッジ系設備廃液濃縮器加熱器	B	引張	158	451	
		せん断	16	347	
濃縮廃液・廃液中和スラッジ系設備廃液濃縮器復水器	B	引張	61	176	
		せん断	16	135	
濃縮廃液・廃液中和スラッジ系設備廃液濃縮器循環ポンプ	B	引張	発生せず	176	
		せん断	6	135	
機器ドレン系設備クラッドスラリ濃縮器加熱器	B	引張	27	176	
		せん断	発生せず	135	
機器ドレン系設備クラッドスラリ濃縮器	B	引張	47	176	
		せん断	発生せず	135	
機器ドレン系設備クラッドスラリ濃縮器復水器	B	引張	3	161	
		せん断	5	124	
機器ドレン系設備クラッドスラリ濃縮器デミスタ	B	引張	3	176	
		せん断	発生せず	135	
機器ドレン系設備クラッドスラリ濃縮器循環ポンプ	B	引張	発生せず	176	
		せん断	2	135	
減容固化系設備溶解タンク	B	引張	1	173	
		せん断	6	133	
減容固化系設備ミストセパレータ	B	引張	16	195	
		せん断	19	150	

*1：設計建設規格 付録材料図表 Part5 表 8，表 9 より求まる値

表 3.15-10（5/6）　「機械設備」基礎ボルトの耐震安全性評価結果

機器名称	耐震重要度	荷重種別	発生応力 (MPa)	許容応力*1 (MPa)	備考
廃棄物処理設備					
減容固化系設備ペレットホッパ	C	引張	15	158	
		せん断	8	121	
減容固化系設備乾燥機復水器	B	引張	6	195	
		せん断	8	150	
減容固化系設備乾燥機排気ブロワ	C	引張	4	180	
		せん断	5	139	
減容固化系設備溶解ポンプ	B	引張	発生せず	180	
		せん断	3	139	
雑固体減容処理設備高周波溶融炉設備高周波溶融炉	B	引張	51	176	
		せん断	18	135	
雑固体減容処理設備高周波溶融炉設備2次燃焼器燃焼室	B	引張	発生せず	176	
		せん断	7	135	
雑固体減容処理設備高周波溶融炉設備2次燃焼器	B	引張	1	176	
		せん断	12	135	
雑固体減容処理設備高周波溶融炉設備排ガス冷却器	B	引張	1	176	
		せん断	15	135	
雑固体減容処理設備高周波溶融炉設備セラミックフィルタ	B	引張	37	176	
		せん断	発生せず	135	
雑固体減容処理設備高周波溶融炉設備排ガスフィルタ	B	引張	4	176	
		せん断	19	135	
雑固体減容処理設備高周波溶融炉設備排ガス脱硝塔	C	引張	153	176	
		せん断	25	135	
雑固体減容処理設備高周波溶融炉設備排ガスブロワ	B	引張	10	176	
		せん断	10	135	
雑固体焼却系設備焼却炉	B	引張	発生せず	84	
		せん断	102	135	
雑固体焼却系設備1次セラミックフィルタ	B	引張	89	176	
		せん断	発生せず	135	
雑固体焼却系設備2次セラミックフィルタ	B	引張	89	176	
		せん断	発生せず	135	

*1：設計建設規格 付録材料図表 Part5 表 8，表 9 より求まる値

表 3.15-10（6/6）　「機械設備」基礎ボルトの耐震安全性評価結果

機器名称	耐震重要度	荷重種別	発生応力 (MPa)	許容応力[*1] (MPa)	備考
廃棄物処理設備					
雑固体焼却系設備排ガス冷却器	B	引張	31	183	
		せん断	13	141	
雑固体焼却系設備排ガスフィルタ	B	引張	16	176	
		せん断	11	135	
雑固体焼却系設備排ガスブロワ	B	引張	101	152	
		せん断	59	135	
雑固体焼却系設備廃棄物処理建屋排気筒	C	引張	3	198	
		せん断	2	152	
排気筒					
主排気筒	C	引張	257	324	*2
		せん断	12	187	*2
使用済燃料乾式貯蔵容器					
使用済燃料乾式貯蔵容器	S	引張	203	261	
		せん断	232	340	

*1：設計建設規格 付録材料図表 Part5 表 8，表 9 より求まる値であり，S_s 地震力が S_d 地震力及び S クラスの機器に適用される静的地震力より大きく，S_s 地震力による評価応力が $\mathrm{III}_A S$ の許容応力を下回る機器については，S クラス機器は $\mathrm{III}_A S$ の許容応力を示す

*2：非常用ガス処理系排気筒の間接支持構造物であることから，S クラスに準じた評価を実施した

3.15.4.1.10 「電源設備」基礎ボルトの耐震安全性評価

耐震安全性評価では，基礎ボルトに 0.3 mm の腐食を想定し，機器の地震時の振動により基礎ボルトに発生する応力を算出した。

評価の結果，発生応力は許容応力を下回り，耐震安全性に問題がないことを確認した（表 3.15-11 参照)。

「電源設備」のコンクリート定着部において，耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象として抽出されているのは，後打ちメカニカルアンカ及び後打ちケミカルアンカの腐食であるが，これらについては 3.15.4 項に示したとおり，耐震安全性に問題がないことを確認している。

表 3.15-11 「電源設備」基礎ボルトの耐震安全性評価結果

機器名称	耐震 重要度	荷重種別	発生応力 (MPa)	許容応力*1 (MPa)	備考
ディーゼル発電設備					
非常用ディーゼル発電設備	S，重*2	引張	93	152	
		せん断	20	117	
高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電設備	S，重*2	引張	111	152	
		せん断	24	117	
MG セット					
原子炉保護系MGセット	S	引張	14	173	
		せん断	13	133	

*1：設計建設規格 付録材料図表 Part5 表 8，表 9 より求まる値であり，S_s 地震力が S_d 地震力及び S クラスの機器に適用される静的地震力より大きく，S_s 地震力による評価応力が $\mathrm{III}_A S$ の許容応力を下回る機器については，S クラス機器は $\mathrm{III}_A S$ の許容応力を示す

*2：耐震重要度とは別に常設重大事故等対処設備の区分に応じた耐震設計が求められることを示す

3.15.4.2 後打ちメカニカルアンカ及び後打ちケミカルアンカの腐食に対する耐震安全性評価

後打ちメカニカルアンカ及び後打ちケミカルアンカの許容荷重は，ボルト部の破損，コンクリートのコーン上破壊，引抜（付着力喪失）を考慮して定められるが，「技術評価」においてはボルトのコンクリート直上部及びメカニカルアンカ埋設部に腐食が想定されると評価しており，このとき，影響を受けるのはボルト部の破損である。

ここで，技術評価結果から想定されるボルトの腐食（保守的に設定した運転開始後60年間の腐食量である0.3 mmを想定）を考慮し，減肉時の設計許容荷重のボルト発生応力と許容応力の関係を調べた結果，ボルトの発生応力はいずれも許容応力を下回っていることが確認できた（表3.15-12～13参照）。

したがって，後打ちメカニカルアンカ及び後打ちケミカルアンカについては機種に係わらず，コンクリート直上部及びメカニカルアンカ埋設部の腐食によっても耐震安全性は確保できると考えられる。

表 3.15-12　後打ちメカニカルアンカの設計許容荷重負荷時のボルト発生・許容応力

		M6	M8	M10	M12	M16	M20
アンカの設計許容荷重（kN）	引張	0.98	1.56	2.15	3.13	3.72	6.66
	せん断	1.17	1.96	3.53	5.49	9.41	14.90
設計許容荷重負荷時のボルト発生応力（MPa）	引張	35	32	28	28	19	22
	せん断	42	40	45	49	47	48
設計許容荷重負荷，減肉時のボルト発生応力（MPa）	引張	43	37	32	31	21	23
	せん断	52	46	51	54	51	51
ボルトの許容応力（MPa）*1	引張	168	168	168	168	168	168
	せん断	129	129	129	129	129	129
応力比*2	引張	0.26	0.23	0.20	0.19	0.13	0.14
	せん断	0.41	0.36	0.40	0.42	0.40	0.40

*1：設計建設規格 付録材料図表 Part5 表 8，表 9 より求まる値

*2：応力比は，減肉時の発生応力／許容応力を示す

表 3.15-13　後打ちケミカルアンカの設計許容荷重負荷時のボルト発生・許容応力

		M12	M16	M20	M22	M25
アンカの設計許容荷重（kN）	引張	12.10	20.20	38.30	47.40	55.20
	せん断	9.60	17.90	26.80	33.20	38.70
設計許容荷重負荷時のボルト発生応力（MPa）	引張	108	101	122	125	113
	せん断	85	90	86	88	79
設計許容荷重負荷，減肉時のボルト発生応力（MPa）	引張	119	109	130	132	119
	せん断	95	97	91	93	83
ボルトの許容応力（MPa）*1	引張	168	168	168	168	168
	せん断	129	129	129	129	129
応力比*2	引張	0.71	0.65	0.78	0.79	0.71
	せん断	0.74	0.76	0.71	0.73	0.65

*1：設計建設規格 付録材料図表 Part5 表 8，表 9 より求まる値

*2：応力比は，減肉時の発生応力／許容応力を示す

3.15.5　評価対象機器全体への展開

基礎ボルトにおいては，代表機器は選定せず全ての基礎ボルトについて評価を実施しているため，他機器への評価の展開は不要である。

3.15.6　保全対策に反映すべき項目の抽出

基礎ボルトにおいては，「技術評価」にて検討された保全対策に，耐震安全上の観点から追加すべき項目はない。

東海第二発電所
耐津波安全性評価書

（運転を断続的に行うことを前提とした評価）

日本原子力発電株式会社

目次

1. 耐津波安全性評価の目的..... 1
2. 耐津波安全性評価の進め方..... 2
2.1 評価対象機器 2
2.2 評価手順 2
2.3 耐津波安全性評価に関する共通事項..... 6
3. 耐津波安全性評価..... 7
3.1 評価対象機器 7
3.2 耐津波安全上考慮する必要のある経年劣化事象..... 7
3.3 経年劣化事象を考慮した耐津波安全性評価..... 15
3.4 保全対策に反映すべき項目の抽出..... 15

1. 耐津波安全性評価の目的

「技術評価」検討においては機器・構造物の材質，環境条件等を考慮し，発生し得る経年劣化事象に対してこれらが適切な保全対策を行うことにより管理し得るかについて検討したが，保全対策を講じることによっても管理ができないという経年劣化事象は抽出されていない。

したがって，津波による影響を考慮した場合にも，耐津波安全上考慮する必要のある経年劣化事象を保全対策により適切に管理することで，安全の確保が可能であると考えられるが，高経年化対策の検討の一環として，高経年プラントの耐津波安全性について技術的評価を実施し，安全性を確認するものである。

2. 耐津波安全性評価の進め方

2.1 評価対象機器

「技術評価」における評価対象機器・構造物のうち浸水防護施設を耐津波安全性評価の対象とする。

東海第二で対象となる設備を表 2.1-1 に示す。

表 2.1-1　耐津波安全性評価対象設備

設備			浸水防護施設の区分	対象
弁	逆止弁	浸水防護施設	浸水防止設備	○
コンクリート構造物及び鉄骨構造物	コンクリート構造物	防潮堤	津波防護施設	○
		原子炉建屋	津波防護施設	○
	鉄骨構造物	防潮堤	津波防護施設	○
		防潮扉	津波防護施設	○
		放水路ゲート	津波防護施設	○
		構内排水路逆流防止設備	津波防護施設	○
		貯留堰	津波防護施設	○
		浸水防止蓋	浸水防止設備	○
		水密扉	浸水防止設備	○
計測制御設備	操作制御盤	潮位監視盤	津波監視設備	—*1
		津波・構内監視設備	津波監視設備	—*1
	計測装置	取水ピット水位計測装置	津波監視設備	○
		潮位計測装置	津波監視設備	○

*1：基準津波の影響を受ける位置に設置されていないため，耐津波安全性評価対象外とする

2.2 評価手順

(1) 耐津波安全上考慮する必要のある経年劣化事象の抽出

a. 「技術評価」での検討結果の整理

耐津波安全性評価にあたっては，「技術評価」における保全対策等に対する評価結果を取り入れることとする。

「技術評価」においては，想定される経年劣化事象のうち，以下の経年劣化事象に該当するものについて，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象としている。

① 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって，想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象で△）

② 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により，今後も経年劣化の進展が考えられない，又は進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外で▲）

耐津波安全性評価においては，想定される全ての経年劣化事象のうち，②については，現在発生しておらず，今後発生の可能性がない，又は小さい経年劣化事象であることから，耐津波安全性に有意な影響を与えるものではないと判断し，評価の対象外とする。

したがって，「技術評価」で検討された高経年化対策上着目すべき経年劣化事象及び高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象①の経年劣化事象を耐津波安全性評価の対象とする。

b. 耐津波安全上考慮する必要のある経年劣化事象の抽出

耐津波安全上考慮する必要のある経年劣化事象の抽出は，以下の 3 ステップで実施する。抽出までの手順を表 2.2-1 に示す。

【ステップ 1】

a. 項の検討結果より，耐津波安全性評価の対象となる経年劣化事象は，「技術評価」における想定される経年劣化事象のうち，下記に該当するものを抽出する。

a）高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

b）高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

（前項 a. で①に分類したもの）

【ステップ 2】

ステップ 1 で抽出した耐津波安全性評価の対象となる経年劣化事象のうち，a)の高経年化対策上着目すべき経年劣化事象を以下の観点で整理し，ⅰの事象は除外，ⅱの事象についてはステップ 3 に進む。

ⅰ 現在発生しておらず，今後も発生の可能性がないもの，又は小さいもの

ⅱ 現在発生しているか，又は将来にわたって起こることが否定できないもの

【ステップ 3】

ステップ 2 で抽出された経年劣化事象について，これらの事象が顕在化した場合，構造・強度上及び止水性上，影響が「有意」であるか「軽微もしくは無視」できるかを検討し，耐津波安全上考慮する必要のある経年劣化事象の抽出を行う。

ステップ 1 で抽出した b）高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象に対する，耐津波安全上考慮する必要のある経年劣化事象の抽出については，まとめて表 2.2-2 に整理し，抽出された経年劣化事象について，耐津波安全性評価において評価結果を記載する。

表 2.2-1　耐津波安全上考慮する必要のある経年劣化事象の抽出までの手順

<table>
<tr><th colspan="3">「技術評価」で想定される経年劣化事象</th><th>ステップ 1</th><th colspan="4">ステップ 2</th><th colspan="2">ステップ 3</th></tr>
<tr><td rowspan="3">高経年化対策上着目すべき経年劣化事象</td><td colspan="2" rowspan="3">下記 1)～2)を除く
経年劣化事象</td><td rowspan="3">○</td><td>i</td><td>現在発生しておらず，今後も発生の可能性がないもの，又は小さいもの</td><td>×</td><td colspan="2">×</td></tr>
<tr><td rowspan="2">ii</td><td rowspan="2">現在発生しているか，又は将来にわたって起こることが否定できないもの</td><td rowspan="2">○</td><td>構造・強度上及び止水性上「有意」である事象</td><td>◎</td></tr>
<tr><td>構造・強度上及び止水性上「軽微もしくは無視」できる事象</td><td>■</td></tr>
<tr><td rowspan="4">高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象</td><td rowspan="2">1)△</td><td rowspan="2">想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって，想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの
（日常劣化管理事象）</td><td rowspan="2">○</td><td>i</td><td>現在発生しておらず，今後も発生の可能性がないもの，又は小さいもの</td><td>－</td><td colspan="2">－</td></tr>
<tr><td rowspan="2">ii</td><td rowspan="2">現在発生しているか，又は将来にわたって起こることが否定できないもの</td><td rowspan="2">○</td><td>構造・強度上及び止水性上「有意」である事象</td><td>◎</td></tr>
<tr><td>構造・強度上及び止水性上「軽微もしくは無視」できる事象</td><td>■</td></tr>
<tr><td>2)▲</td><td>現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により，今後も経年劣化の進展が考えられない，又は進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象
（日常劣化管理事象以外）</td><td>－</td><td colspan="3">－</td><td colspan="2">－</td></tr>
</table>

○：評価対象として抽出

－：評価対象から除外

×：現在発生しておらず，今後も発生の可能性がないもの，又は小さいものとして評価対象から除外

■：構造・強度上及び止水性上「軽微もしくは無視」できる事象として評価対象から除外

◎：耐津波安全上考慮する必要のある経年劣化事象として抽出

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

▲：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象以外）

表 2.2-2　高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象に対する耐津波安全上考慮する必要のある経年劣化事象の抽出結果

機器分類	型式	経年劣化事象	耐津波安全上考慮する必要のある経年劣化事象の抽出結果	
			事象区分	判断理由
弁	浸水防護施設	弁箱，弁体ガイド，基礎ボルトの腐食（孔食・隙間腐食）	■	当該機器は新たに設置されるが，弁箱，弁体ガイド，基礎ボルトについては，今後目視点検を行い腐食（孔食・隙間腐食）の有無を確認することで健全性を維持できると考える。 また，仮に腐食（孔食・隙間腐食）が発生しても，今後の現状保全によって管理される程度の範囲の進行では，断面減少による応力増加への影響は軽微であることから，耐津波安全性に影響を与えるものではない。
鉄骨構造物	防潮堤，防潮扉，放水路ゲート，構内排水路逆流防止設備，貯留堰，浸水防止蓋，水密扉	鉄骨の腐食による強度低下	■	水密扉については，目視点検を行い腐食の有無を確認することで健全性を維持している。その他の構造物は新たに設置されるが，鉄骨部については，今後目視点検を行い腐食の有無を確認することで健全性を維持できると考える。 また，仮に腐食が発生しても，今後の現状保全によって管理される程度の範囲の進行では，断面減少による応力増加への影響は軽微であることから，耐津波安全性に影響を与えるものではない。
計測制御設備	取水ピット水位計測装置	スリーブ，取付座，上部閉止板及び取付ボルト・ナットの腐食（全面腐食）	■	当該機器は新たに設置されるが，塗膜等の管理を行い機器の健全性を維持することから，今後の現状保全によって管理される程度の範囲の進行では断面減少による応力増加への影響は軽微であり，耐津波安全性に影響を与えるものではない。
計測制御設備	潮位計測装置	水位検出器，検出器ガイド，サポート，ベースプレート，取付ボルト及び基礎ボルトの腐食（孔食・隙間腐食）	■	当該機器は新たに設置されるが，水位検出器については，今後目視点検を行い腐食（孔食・隙間腐食）の有無を確認することで健全性を維持できると考える。 また，仮に腐食（孔食・隙間腐食）が発生しても，今後の現状保全によって管理される程度の範囲の進行では，断面減少による応力増加への影響は軽微であることから，耐津波安全性に影響を与えるものではない。

■：現在発生しているか又は将来にわたって起こることが否定できないが，機器・構造物の構造・強度上及び止水性上，影響が「軽微もしくは無視」できるもの

(2) 経年劣化事象に対する耐津波安全性評価

前項で整理された耐津波安全上考慮する必要のある経年劣化事象毎に，表 2.2-3 に示す基準津波を考慮した耐津波安全性に関する評価を実施する。

表 2.2-3　基準津波による最大水位変動量

最大水位変動量 （初期潮位：T.P.* ±0.00 m）	
上昇側（m）	下降側（m）
取水ピット T.P. +19.2	取水ピット T.P. -5.1

*：東京湾中等潮位（平均潮位）を示す

(3) 保全対策に反映すべき項目の抽出

以上の検討結果を基に，耐津波安全性の観点から保全対策に反映すべき項目があるかを検討する。

2.3 耐津波安全性評価に関する共通事項

(1) 耐津波安全性に影響を与えないことが自明な経年劣化事象

耐津波安全上考慮する必要のある経年劣化事象のうち，電気・計装品の絶縁低下（絶縁体の水トリー劣化による絶縁低下を含む），特性変化及び導通不良については，耐津波安全性に影響を及ぼすパラメータの変化とは無関係であり，機器・構造物の構造・強度上及び止水性上，影響が「軽微もしくは無視」できるものと判断されるため，本項の評価を当該事象の耐津波安全性評価とし，個別機器における記載を省略する。

(2) 浸水防護施設の止水性

取水構造物（浸水防止蓋）の止水性は，水密ゴム等により確保されている。水密ゴム等は，点検時に取り替える定期取替品であることから，高経年化対策を見極める上での評価対象外とする。

3. 耐津波安全性評価

3.1 評価対象機器

(1) 弁

(逆止弁)

① 浸水防護施設

(2) コンクリート構造物及び鉄骨構造物

(コンクリート構造物)

① 防潮堤

② 原子炉建屋

(鉄骨構造物)

③ 防潮堤

④ 防潮扉

⑤ 放水路ゲート

⑥ 構内排水路逆流防止設備

⑦ 貯留堰

⑧ 浸水防止蓋

⑨ 水密扉

(3) 計測制御設備

(計測装置)

① 取水ピット水位計測装置

② 潮位計測装置

3.2 耐津波安全上考慮する必要のある経年劣化事象

(1) 「技術評価」での検討結果の整理

3.1項で選定した浸水防護施設について,「技術評価」での経年劣化事象に対する検討結果に基づき，保全対策を踏まえた耐津波安全上考慮する必要のある経年劣化事象を以下のとおり整理した（表3.2-1)。

① 現在発生しておらず，今後も発生の可能性がないもの，又は小さいもの
(表中×)

② 現在発生しているか，又は将来にわたって起こることが否定できないもの
(表中○)

表 3.2-1（1/3）　弁に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部位	経年劣化事象	対象機器 逆止弁 浸水防護施設	「技術評価」評価結果概要[*1]
－	－	－	－	

－：経年劣化事象が考慮されないもの

*1：「×」としたものの理由を記載

表 3.2-1（2/3）　コンクリート構造物及び鉄骨構造物に想定される経年劣化事象

経年劣化事象		対象構造物									「技術評価」 評価結果概要[*1]
		コンクリート構造物[*2]		鉄骨構造物[*3]							
		防潮堤	原子炉建屋	防潮堤	防潮扉	放水路ゲート	構内排水路逆流防止設備	貯留堰	浸水防止蓋	水密扉	
コンクリートの強度低下	熱による強度低下	－	－	－	－	－	－	－	－	－	
	放射線照射による強度低下	－	－	－	－	－	－	－	－	－	
	中性化による強度低下	×	×	－	－	－	－	－	－	－	運転開始 60 年時点で想定される中性化深さは，鉄筋が腐食し始めるときの中性化深さと比較して十分小さいと想定される。
	塩分浸透による強度低下	×	×	－	－	－	－	－	－	－	運転開始 60 年時点で想定される鉄筋腐食減量は，かぶりコンクリートにひび割れが生じるとされる鉄筋腐食減量と比較して十分小さいと想定される。
	機械振動による強度低下	－	－	－	－	－	－	－	－	－	
コンクリートの遮へい能力低下	熱による遮へい能力低下	－	－	－	－	－	－	－	－	－	

×：現在発生しておらず，今後も発生の可能性がないもの，又は小さいもの
－：評価対象とする構造物ではないもの
*1：「×」としたものの理由を記載
*2：コンクリート構造物の対象構造物は，使用条件等が包含される代表構造物（取水構造物）において評価した結果を用いる
*3：鉄骨構造物の対象構造物は，使用条件等が包含される代表構造物（原子炉建屋の鉄骨部及びタービン建屋の鉄骨部）において評価した結果を用いる

表 3.2-1（3/3）　計測制御設備に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部位	経年劣化事象	対象機器		「技術評価」評価結果概要[*1]
			計測装置		
			取水ピット水位計測装置	潮位計測装置	
－	－	－	－	－	

－：評価対象とする構造物ではないもの

*1：「×」としたものの理由を記載

(2) 耐津波安全上考慮する必要のある経年劣化事象の抽出

(1) で整理された②の経年劣化事象については，これらの事象が顕在化した場合，対象となる機器・構造物の構造・強度上及び止水性上，影響が「有意」であるか「軽微もしくは無視」できるかを以下で検討し，「軽微もしくは無視」できる事象については耐津波安全性評価対象外とすることとした（表 3.2-2 に耐津波安全上考慮する必要のある経年劣化事象一覧表を示す)。

a. 浸水防護施設において高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

浸水防護施設において高経年化対策上着目すべき経年劣化事象を，「技術評価」での検討結果に基づき整理した結果（表 3.2-1)，現在発生しているか，又は将来にわたって起こることが否定できない事象は，抽出されなかった。(表 3.2-2)

表 3.2-2（1/3）　弁の耐津波安全上考慮する必要のある経年劣化事象一覧

部位	経年劣化事象	対象機器
		逆止弁
		浸水防護施設
－	－	－

－：経年劣化事象が想定されないもの及び今後も発生の可能性がないもの，又は小さいもの

表 3.2-2（2/3）　コンクリート構造物及び鉄骨構造物の耐津波安全上考慮する必要のある経年劣化事象一覧

経年劣化事象		対象構造物								
		コンクリート構造物		鉄骨構造物						
		防潮堤	原子炉建屋	防潮堤	防潮扉	放水路ゲート	構内排水路逆流防止設備	貯留堰	浸水防止蓋	水密扉
コンクリートの強度低下	熱による強度低下	－	－	－	－	－	－	－	－	－
	放射線照射による強度低下	－	－	－	－	－	－	－	－	－
	中性化による強度低下	－	－	－	－	－	－	－	－	－
	塩分浸透による強度低下	－	－	－	－	－	－	－	－	－
	機械振動による強度低下	－	－	－	－	－	－	－	－	－
コンクリートの遮へい能力低下	熱による遮へい能力低下	－	－	－	－	－	－	－	－	－

－：経年劣化事象が想定されないもの及び今後も発生の可能性がないもの，又は小さいもの

表 3.2-2（3/3）　計測制御設備の耐津波安全上考慮する必要のある経年劣化事象一覧

部位	経年劣化事象	対象機器	
		計測装置	
		取水ピット水位計測装置	潮位計測装置
－	－	－	－

－：経年劣化事象が想定されないもの及び今後も発生の可能性がないもの，又は小さいもの

3.3 経年劣化事象を考慮した耐津波安全性評価

前項にて耐津波安全上考慮する必要のある経年劣化事象は抽出されなかったため，実施すべき耐津波安全性評価はない。

3.4 保全対策に反映すべき項目の抽出

浸水防護施設においては，「技術評価」にて検討された保全対策に，耐津波安全性の観点から追加すべき項目はない。

東海第二発電所
劣化状況評価書

（冷温停止状態が維持されることを前提とした評価）

日本原子力発電株式会社

目次

1. 評価の考え方 1
2. 評価方法 1
2.1 代表機器の選定 1
2.2 冷温停止を踏まえた再評価を行う経年劣化事象の抽出 1
2.3 代表機器以外への展開 2
2.4 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象に対する検討 2
3. 個別機器の評価 3.1-1
3.1 ポンプ 3.1-1
3.2 熱交換器 3.2-1
3.3 ポンプモータ 3.3-1
3.4 容器 3.4-1
3.5 配管 3.5-1
3.6 弁 3.6-1
3.7 炉内構造物 3.7-1
3.8 ケーブル 3.8-1
3.9 タービン設備 3.9-1
3.10 コンクリート構造物及び鉄骨構造物 3.10-1
3.11 計測制御設備 3.11-1
3.12 空調設備 3.12-1
3.13 機械設備 3.13-1
3.14 電源設備 3.14-1
3.15 耐震安全性評価 3.15-1
3.16 耐津波安全性評価 3.16-1

本評価書は，東海第二発電所の機器及び構造物のうち，冷温停止状態維持に必要な安全重要度分類審査指針*1における重要度クラス1，2の機能を有する機器及び構造物，高温・高圧環境下にある重要度クラス3の機能を有する機器及び構造物*2，常設重大事故等対処設備並びに浸水防護施設（以下，冷温停止状態維持に必要な機器という）の劣化状況評価についてまとめたものである。

*1：「発電用軽水型原子炉施設の安全機能の重要度分類に関する審査指針」（平成2年8月30日 原子力安全委員会決定）

*2：最高使用温度が95 ℃を超え，又は最高使用圧力が1,900 kPaを超える環境下にある原子炉格納容器外の重要度クラス3の機器及びそれらを支持する構造物をいう

1. 評価の考え方

「東海第二発電所　劣化状況評価書」に基づき，冷温停止状態が維持されることを前提とした劣化状況評価を行う。

2. 評価方法

「東海第二発電所　劣化状況評価書（運転を断続的に行うことを前提とした評価）」の技術評価対象機器に対して，冷温停止状態維持に必要な機器の選定を行うとともに，断続的運転を前提とした場合に想定される高経年化対策上着目すべき経年劣化事象に対して冷温停止状態の維持を前提とした場合における劣化の発生・進展に関する整理を実施し，その結果を基に冷温停止を踏まえた再評価を行うこととする。

なお，具体的な評価の手順は以下の通りとする。

2.1 代表機器の選定

「東海第二発電所　劣化状況評価書（運転を断続的に行うことを前提とした評価）」における代表機器を本検討の代表機器として選定する。

2.2 冷温停止を踏まえた再評価を行う経年劣化事象の抽出

断続的運転を前提とした場合に想定される高経年化対策上着目すべき経年劣化事象に対して冷温停止状態の維持を前提とした場合における劣化の発生・進展に関する整理を実施し，冷温停止状態の維持を前提とした場合において，発生・進展が断続的運転を前提とした場合より厳しくなることが想定される経年劣化事象を抽出する。

その結果，より厳しくなることが想定される経年劣化事象が抽出された場合には，冷温停止を踏まえた再評価を実施するとともに，保全対策に反映すべき項目があるかもあわせて検討する。

なお，断続的運転を前提とした場合に想定される高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象については，2.4 で示す通り冷温停止状態の維持を前提とした場合においても高経年化対策上着目すべき経年劣化事象とならないことを確認する。

2.3 代表機器以外への展開

代表機器の評価結果を踏まえ，冷温停止状態の維持を前提とした場合において，発生・進展が断続的運転を前提とした場合より厳しくなることが想定される経年劣化事象を抽出する。

その結果，より厳しくなることが想定される経年劣化事象が抽出された場合には，冷温停止を踏まえた再評価を実施する。

なお，保全対策に反映すべき項目があるかもあわせて検討する。

2.4 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象に対する検討

高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象について，断続的運転を想定した場合より，劣化の進展が厳しくなると想定される事象を以下に示すが，それぞれ高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断した。

(1) 摩耗

a. 主軸の摩耗［残留熱除去系ポンプ及びポンプモータ，残留熱除去海水系ポンプ及びポンプモータ］

b. 羽根車とケーシングリング間の摩耗［残留熱除去系ポンプ，残留熱除去海水系ポンプ］

c. 水中軸受の摩耗［残留熱除去系ポンプ］

以上，a.～c.の経年劣化事象は，冷温停止状態の維持を前提とした場合，原子炉冷却運転により運転時間が長くなるため，摩耗の発生・進展は断続的運転と比較すると厳しくなると考えられる。

しかしながら，断続的運転を前提に，長期停止を考慮した特別な保全計画を策定し，分解点検時に目視点検及び寸法測定を実施し，有意な摩耗が確認された場合は取替を行うことにより機能を維持できることから，冷温停止状態の維持における点検手法として適切である。

したがって，当該経年劣化事象は，断続的運転を前提とした評価と同様，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断した。

(2) 摩耗及び高サイクル疲労割れ

a. 伝熱管の摩耗及び高サイクル疲労割れ［残留熱除去系熱交換器］

冷温停止状態の維持を前提とした場合，原子炉冷却運転により通水時間が長くなるため，伝熱管の摩耗及び高サイクル疲労割れの発生・進展は断続的運転と比較すると厳しくなると考えられる。

しかしながら,断続的運転を前提に長期停止を考慮した特別な保全計画を策定し，伝熱管については，渦流探傷検査及び漏えい確認による点検結果から有意な摩耗及び高サイクル疲労割れによる欠陥の有無を確認し，判定基準を超える摩耗等が確認された場合には施栓することにより機能を維持できることから，冷温停止状態の維持における点検手法として適切である。

したがって，当該経年劣化事象は，断続的運転を前提とした評価と同様，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断した。

(3) 腐食（エロージョン）

a. 弁体，弁座の腐食（エロージョン）［残留熱除去系熱交換器海水出口流量調整弁］

冷温停止状態の維持を前提とした場合，原子炉冷却運転に伴って通水時間が長くなるため，弁体，弁座の腐食（エロージョン）の発生・進展は断続的運転と比較すると厳しくなると考えられる。

しかしながら,断続的運転を前提に長期停止を考慮した特別な保全計画を策定し，分解点検時の目視点検において，有意な腐食が確認された場合は補修又は取替を行うことにより機能を維持できることから，冷温停止状態の維持における点検手法として適切である。

したがって，当該経年劣化事象は，断続的運転を前提とした評価と同様，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断した。

(4) 腐食（全面腐食）

a. 原子炉格納容器内の炭素鋼又は低合金鋼使用部位の腐食（全面腐食）

冷温停止状態の維持を前提とした場合，原子炉格納容器内が窒素ガス雰囲気から空気雰囲気となるため，炭素鋼又は低合金鋼使用部位の腐食の発生・進展は，断続的運転と比較すると厳しくなると考えられる。

しかしながら，長期停止中において原子炉格納容器内の代表箇所の目視点検を実施したところ有意な腐食は認められなかったことから，原子炉格納容器内が空気雰囲気となることによる腐食への影響は小さいものと考えられ，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，当該経年劣化事象は，断続的運転を前提とした評価と同様，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断した。

3. 個別機器の評価

3.1 ポンプ

3.1.1 ターボポンプ

(1) 代表機器の選定

東海第二で使用しているターボポンプの主な仕様を表 3.1.1-1 に示す。

冷温停止状態維持に必要な機器のうち，「東海第二発電所　劣化状況評価書（断続的運転）」において代表機器とした以下の機器を，冷温停止状態の維持を前提とした評価においても同様に代表機器とした。

① 残留熱除去海水系ポンプ
② 残留熱除去系ポンプ
③ 高圧炉心スプレイ系ポンプ
④ 原子炉冷却材浄化系循環ポンプ
⑤ 原子炉隔離時冷却系ポンプ

表 3.1.1-1(1/2)　ターボポンプの主な仕様

分類基準			ポンプ名称	仕様 (容量×揚程)	選定基準				冷温停止状態維持に必要な機器(運転状態)	選定	選定理由
型式	内部流体	材料[*7]			重要度[*1]	使用条件					
						運転状態	最高使用圧力(MPa)[*2]	最高使用温度(℃)[*2]			
立軸斜流	海水	ステンレス鋼	残留熱除去海水系ポンプ	885.7 m^3/h[*3]×184.4 m[*3]	MS-1，重[*5]	一時	3.45	38	○（一時）	◎	重要度 運転状態 最高使用温度 最高使用圧力
			非常用ディーゼル発電機海水ポンプ	272.6 m^3/h[*3]×44 m[*3]	MS-1，重[*5]	一時	0.70	38	○（一時）		
			高圧炉心スプレイディーゼル冷却系海水系ポンプ	232.8 m^3/h[*3]×43 m[*3]	MS-1，重[*5]	一時	0.70	38	○（一時）		
			緊急用海水ポンプ[*6]	844 m^3/h×130 m	重[*5]	一時	2.45	38	－		
	純水	炭素鋼	残留熱除去系ポンプ	1,691.9 m^3/h×85.3 m	MS-1，重[*5]	一時	3.45	174	○（一時）	◎	重要度 運転状態 最高使用温度
			低圧炉心スプレイ系ポンプ	1,638.3 m^3/h×169.5 m	MS-1，重[*5]	一時	4.14	100	○（一時）		
立軸遠心	純水	炭素鋼	高圧炉心スプレイ系ポンプ	1,576.5 m^3/h×196.6 m	MS-1，重[*5]	一時	10.69	100	○（一時）	◎	
		鋳鉄	給水加熱器ドレンポンプ	1,032.2 m^3/h×25 m	高[*4]	連続	0.70	149	－	◎	
横軸遠心	純水	ステンレス鋼	原子炉冷却材浄化系循環ポンプ	81.8 m^3/h×152.4 m	PS-2	連続	9.80	302	○（一時）	◎	重要度， 運転状態 最高使用温度
			原子炉冷却材浄化系保持ポンプ	13 m^3/h×20 m	PS-2	連続	9.80	66	○（一時）		
			制御棒駆動水ポンプ	46.3 m^3/h×823 m	高[*4]	連続	12.06	66	○（一時）		
			常設高圧代替注水ポンプ[*6]	136.7 m^3/h[*3]×900 m[*3]	重[*5]	一時	10.70	120	－		
			格納容器圧力逃がし装置移送ポンプ[*6]	10 m^3/h×40 m	重[*5]	一時	2.5	200	－		

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す
*2：ポンプ吐出配管の仕様を示す
*3：公称値を示す
*4：最高使用温度が 95 ℃を超え，又は最高使用圧力が 1,900 kPa を超える環境下にある原子炉格納容器外の重要度クラス 3 の機器
*5：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す
*6：新規に設置される機器及び構造物であることを示す
*7：ケーシングの材料を示す

表 3.1.1-1(2/2)　ターボポンプの主な仕様

分類基準			ポンプ名称	仕様 (容量×揚程)	選定基準				冷温停止状態維持に必要な機器(運転状態)	選定	選定理由
					重要度[*1]	使用条件					
型式	内部流体	材料[*7]				運転状態	最高使用圧力(MPa)[*2]	最高使用温度(℃)[*2]			
横軸遠心	純水	低合金鋼	タービン駆動原子炉給水ポンプ	4,315 m^3/h×685.8 m	高[*4]	連続	15.51	233	－	◎	
		炭素鋼	高圧復水ポンプ	3,792 m^3/h×365.8 m	高[*4]	連続	6.14	205	－		重要度
			原子炉隔離時冷却系ポンプ	142 m^3/h×869 m	MS-1，重[*5]	一時	10.35	77	－	◎	
			電動機駆動原子炉給水ポンプ	2,157.5 m^3/h×762 m	高[*4]	一時	15.51	233	－		
			高圧炉心スプレイ系レグシールポンプ	4.54 m^3/h×38.1 m	高[*4]	連続	1.04	100	○（連続）		
			低圧炉心スプレイ系レグシールポンプ	4.54 m^3/h×38.1 m	高[*4]	連続	1.04	100	○（連続）		
			残留熱除去系レグシールポンプ	4.54 m^3/h×48.8 m	高[*4]	連続	1.04	100	○（連続）		
			原子炉隔離時冷却系レグシールポンプ	4.54 m^3/h×48.8 m	高[*4]	連続	0.86	77	－		
			常設低圧代替注水ポンプ[*6]	200 m^3/h[*3]×200 m[*3]	重[*5]	一時	3.14	66	－		
			代替燃料プール冷却系ポンプ[*6]	124 m^3/h×40 m	重[*5]	一時	0.98	80	－		
			代替循環冷却系ポンプ[*6]	250 m^3/h×120 m	重[*5]	一時	3.45	80	－		

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

*2：ポンプ吐出配管の仕様を示す

*3：公称値を示す

*4：最高使用温度が 95 ℃を超え，又は最高使用圧力が 1,900 kPa を超える環境下にある原子炉格納容器外の重要度クラス 3 の機器

*5：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す

*6：新規に設置される機器及び構造物であることを示す

*7：ケーシングの材料を示す

(2) 冷温停止を踏まえた再評価を行う経年劣化事象の抽出

「東海第二発電所　劣化状況評価書（断続的運転）」では代表機器に想定される高経年化対策上着目すべき経年劣化事象は抽出されなかった。

(3) 代表機器以外への展開

「東海第二発電所　劣化状況評価書（断続的運転)」では代表機器以外に想定される高経年化対策上着目すべき経年劣化事象は抽出されなかった。

3.1.2 往復ポンプ

(1) 代表機器の選定

東海第二で使用している往復ポンプの主な仕様を表 3.1.2-1 に示す。

冷温停止状態維持に必要な機器のうち，「東海第二発電所　劣化状況評価書（断続的運転）」において代表機器とした以下の機器を，冷温停止状態の維持を前提とした評価においても同様に代表機器とした。

① ほう酸水注入系ポンプ

表 3.1.2-1　往復ポンプの主な仕様

ポンプ名称	仕様 （容量×揚程）	重要度*1	使用条件			冷温停止状態維持に必要な機器（運転状態）
			運転状態	最高使用圧力 (MPa)*2	最高使用温度 (℃)*2	
ほう酸水注入系ポンプ	9.78 m^3/h ×870 m	MS-1 重*3	一時	9.66	66	○ （一時）

*1：当該機器に要求される重要度クラスの内，最上位の重要度クラスを示す

*2：ポンプ吐出配管の仕様を示す

*3：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す

(2) 冷温停止を踏まえた再評価を行う経年劣化事象の抽出

「東海第二発電所　劣化状況評価書（断続的運転）」では代表機器に想定される高経年化対策上着目すべき経年劣化事象は抽出されなかった。

3.1.3 原子炉再循環ポンプ

(1) 対象機器

東海第二で使用している原子炉再循環ポンプの主な仕様を表 3.1.3-1 に示す。

冷温停止状態維持に必要な機器のうち，「東海第二発電所　劣化状況評価書（断続的運転）」において対象機器とした以下の機器を，冷温停止状態の維持を前提とした評価においても同様に対象機器とした。

① 原子炉再循環ポンプ

表 3.1.3-1　原子炉再循環ポンプの主な仕様

ポンプ名称	仕様（容量×揚程）	重要度*1	使用条件			冷温停止状態維持に必要な機器（運転状態）
			運転状態	最高使用圧力 (MPa)*2	最高使用温度 (℃)*2	
原子炉再循環ポンプ	8,100 m^3/h× 245.4 m	PS-1	連続	11.38	302	○（停止）

*1：当該機器に要求される重要度クラスの内，最上位の重要度クラスを示す

*2：ポンプ吐出配管の仕様を示す

(2) 冷温停止を踏まえた再評価を行う経年劣化事象の抽出

「東海第二発電所　劣化状況評価書（断続的運転）」では原子炉再循環ポンプに想定される高経年化対策上着目すべき経年劣化事象として以下の事象を抽出した。

a. ケーシングの疲労割れ
b. ケーシングの熱時効

この中から，冷温停止状態の維持を前提とした場合における，劣化の発生・進展に関する整理を実施し，その結果を表3.1.3-2に示す。

表3.1.3-2に示す整理の結果，冷温停止状態の維持を前提とした場合において，発生・進展が断続的運転を前提とした場合と比べて厳しくなることが想定される経年劣化事象は抽出されなかった。

表3.1.3-2　冷温停止状態維持を前提とした評価対象機器・経年劣化事象の整理

機器名称	冷温停止状態での経年劣化事象の整理		再評価要否判断	備考
	a.	b.		
原子炉再循環ポンプ	△	△	否	

○：冷温停止状態の維持を前提とした場合において，発生・進展が断続的運転を前提とした場合より厳しくなることが想定される経年劣化事象
△：断続的運転を前提とした場合と比較して，発生・進展が同程度か以後の発生・進展がない経年劣化事象
－：経年劣化事象が想定されない

3.2 熱交換器

3.2.1 U 字管式熱交換器

(1) 代表機器の選定

東海第二で使用しているU字管式熱交換器（曲管式熱交換器を含む）のうち，対象となるU字管式熱交換器の主な仕様を表3.2.1-1に示す。

冷温停止状態維持評価に必要な機器のうち，「東海第二発電所　劣化状況評価書（断続的運転)」において代表機器とした以下の機器を，冷温停止状態の維持を前提とした評価においても同様に代表機器とした。

① 原子炉冷却材浄化系再生熱交換器
② 原子炉冷却材浄化系非再生熱交換器
③ 残留熱除去系熱交換器

表 3.2.1-1　U 字管式熱交換器の主な仕様

分類基準					機器名称	容量（熱交換量）	選定基準						冷温停止状態維持に必要な機器（運転状態）	選定
型式	内部流体		材料				重要度[*1]	使用条件						
	管側	胴側	伝熱管	胴				運転状態	最高使用温度（℃）		最高使用圧力（MPa）			
									管側	胴側	管側	胴側		
U 字管式	純水	純水	ステンレス鋼	ステンレス鋼	原子炉冷却材浄化系再生熱交換器	25.7 MW	PS-2	連続	302	302	9.80	9.80	○（連続）	◎
	純水	冷却水[*2]	ステンレス鋼	炭素鋼	原子炉冷却材浄化系非再生熱交換器	8.84 MW	PS-2	連続	302	188	9.79	0.86	○（連続）	◎
	蒸気	純水	ステンレス鋼	炭素鋼	グランド蒸気蒸発器	13.1 t/h[*3]	高[*4]	連続	233	233	1.04	1.04	－	◎
	純水	蒸気	ステンレス鋼	低合金鋼炭素鋼	給水加熱器	117 MW～43.0 MW	高[*4]	連続	233～205	235～149	12.93～6.14	2.97～0.35	－	◎
	海水	純水	銅合金	炭素鋼	残留熱除去系熱交換器	53.0 MW	MS-1重[*5]	一時	249	249	3.45	3.45	○（連続）	◎
	排ガス	蒸気	ステンレス鋼	ステンレス鋼	排ガス予熱器	0.122 MW	PS-2	連続	205	205	2.42	1.03	－	◎
	冷却水[*2]	排ガス	ステンレス鋼	低合金鋼	排ガス復水器	4.86 MW	PS-2	連続	538	538	0.86	2.41	－	◎
	窒素	純水	ステンレス鋼	炭素鋼	窒素ガス貯蔵設備蒸発器	6,800 Nm^3/h[*3]	高[*4]	一時	100	100	1.81	大気圧	－	◎

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す
*2：冷却水（防錆剤入り純水）
*3：蒸発能力を示す
*4：最高使用温度が 95 ℃を超え，又は最高使用圧力が 1,900 kPa を超える環境下にある原子炉格納容器外の重要度クラス 3 の機器
*5：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す

(2) 冷温停止を踏まえた再評価を行う経年劣化事象の抽出

「東海第二発電所　劣化状況評価書（断続的運転）」ではＵ字管式熱交換器に想定される高経年化対策上着目すべき経年劣化事象は抽出されなかった。

3.2.2 プレート式熱交換器

(1) 対象機器

東海第二で使用しているプレート式熱交換器の主な仕様を表3.2.2-1に示すが，冷温停止状態維持評価に必要な機器はない。

表3.2.2-1　プレート式熱交換器の主な仕様

機器名称	容量 (熱交換量)	重要度	使用条件					冷温停止状態維持に必要な機器
			運転状態	最高使用温度(℃)		最高使用圧力(MPa)		
				1次側	2次側	1次側	2次側	
代替燃料プール冷却系熱交換器*1	2.31 MW	重*2	一時	80	66	0.98	0.98	－

*1：新規に設置される機器

*2：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す

3.3 ポンプモータ

3.3.1 高圧ポンプモータ

(1)代表機器の選定

東海第二で使用している高圧ポンプモータの主な仕様を表 3.3.1-1 に示す。

冷温停止状態維持に必要な機器のうち，「東海第二発電所　劣化状況評価書（断続的運転）」において代表機器とした以下の機器を，冷温停止状態の維持を前提とした評価においても同様に代表機器とした。

① 残留熱除去海水系ポンプモータ

② 高圧炉心スプレイ系ポンプモータ

表 3.3.1-1　高圧ポンプモータの主な仕様

分類基準		機器名称	仕様 (定格出力×回転速度)	選定基準					冷温停止状態維持に必要な機器(運転状態)	選定	選定理由
					使用条件						
型式	設置場所			重要度[*1]	定格電圧(V)	定格出力(kW)	運転状態	周囲温度(℃)			
全閉	屋外	残留熱除去海水系ポンプモータ	900 kW×1,480 rpm	MS-1 重[*2]	AC 6,600	900	一時	40[*3]	○ (連続)	◎	
開放	屋内	高圧炉心スプレイ系ポンプモータ	2,280 kW×1,480 rpm	MS-1 重[*2]	AC 6,600	2,280	一時	40.0[*4]	○ (一時)	◎	重要度 定格電圧 定格出力
		低圧炉心スプレイ系ポンプモータ	1,250 kW×985 rpm	MS-1 重[*2]	AC 6,600	1,250	一時	40.0[*5]	○ (一時)		
		残留熱除去系ポンプモータ	680 kW×985 rpm	MS-1 重[*2]	AC 6,600	680	一時	40.0[*6]	○ (連続)		
		緊急用海水ポンプモータ[*7]	510 kW×1,500 rpm[*8]	重[*2]	AC 6,600	510	一時	40[*9]	－		

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

*2：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す

*3：水戸地方気象台における既往最厳値に余裕をもたせた温度　*4：高圧炉心スプレイ系ポンプ室における設計値

*5：低圧炉心スプレイ系ポンプ室における設計値　*6：残留熱除去系ポンプ室における設計値

*7：新規に設置される機器　*8：同期回転速度を示す　*9：緊急用海水ポンプピットにおける設計値

(2) 冷温停止を踏まえた再評価を行う経年劣化事象の抽出

「東海第二発電所　劣化状況評価書（断続的運転）」では代表機器に想定される高経年化対策上着目すべき経年劣化事象として以下の事象を抽出した。

a. 固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁特性低下［共通］

この中から，冷温停止状態の維持を前提とした場合における，劣化の発生・進展に関する整理を実施し，その結果を表 3.3.1-2 に示す。

表 3.3.1-2 に示す整理の結果，冷温停止状態の維持を前提とした場合において，発生・進展が断続的運転を前提とした場合と比べて厳しくなることが想定される経年劣化事象が抽出された。

表3.3.1-2　冷温停止状態維持を前提とした評価対象機器・経年劣化事象の整理

機器名称	冷温停止状態での経年劣化事象の整理	再評価要否判断	備考
	a.		
残留熱除去海水系ポンプモータ	○	要	
高圧炉心スプレイ系ポンプモータ	△	否	

○：冷温停止状態の維持を前提とした場合において，発生・進展が断続的運転を前提とした場合より厳しくなることが想定される経年劣化事象

△：断続的運転を前提とした場合と比較して，発生・進展が同程度か以後の発生・進展がない経年劣化事象

－：経年劣化事象が想定されない

(3) 冷温停止を踏まえた再評価を行う経年劣化事象の評価

a. 固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁特性低下［残留熱除去海水系ポンプモータ］

残留熱除去海水系ポンプモータは，断続的運転を前提とした場合と比べ年間の運転時間が長くなるが，高圧ポンプモータの点検については断続運転時を前提に，点検周期は長期停止を考慮した特別な保全計画をもとに運用していることから，冷温停止維持状態における点検手法としても適切である。

したがって，固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁特性低下については，点検時に絶縁抵抗測定，絶縁診断試験，目視確認及び清掃を実施していく。

(4) 代表機器以外への展開

「東海第二発電所　劣化状況評価書（断続的運転）」では代表機器以外に想定される高経年化対策上着目すべき経年劣化事象のうち，冷温停止機器に想定される以下の事象については，断続的運転を前提とした場合と比較して，発生・進展が同程度か，以後の発生・進展がない経年劣化事象と判断した。

a. 固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁特性低下［低圧炉心スプレイ系ポンプモータ］

また，冷温停止機器に想定される以下の事象については，冷温停止状態の維持を前提とした場合において発生・進展が断続的運転を前提とした場合と比べて厳しくなることが想定される経年劣化事象であることから，冷温停止を踏まえた再評価を行った。

b. 固定子コイル及び口出線･接続部品の絶縁特性低下［残留熱除去系ポンプモータ］

断続運転を前提とした場合と比べ年間の運転時間が長くなるが，高圧ポンプモータの点検については断続運転時を前提に，点検周期は長期停止を考慮した特別な保全計画をもとに運用していることから，冷温停止維持状態における点検手法としても適切である。

したがって，固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁特性低下については，点検時に絶縁抵抗測定，絶縁診断試験，目視確認及び清掃を実施していく。

3.3.2 低圧ポンプモータ

(1)代表機器の選定

東海第二で使用している低圧ポンプモータの主な仕様を表 3.3.2-1 に示す。

冷温停止状態維持に必要な機器のうち，「東海第二発電所　劣化状況評価書（断続的運転）」において代表機器とした以下の機器を，冷温停止状態の維持を前提とした評価においても同様に代表機器とした。

① ほう酸水注入系ポンプモータ

② 非常用ディーゼル発電機冷却系海水ポンプモータ

表 3.3.2-1　低圧ポンプモータの主な仕様

分類基準		機器名称	仕様 (定格出力 ×回転速度)	選定基準					冷温停止状態維持に必要な機器(運転状態)	選定	選定理由
				重要度[*1]	使用条件						
型式	設置場所				定格電圧(V)	定格出力(kW)	運転状態	周囲温度(℃)			
全閉	屋内	ほう酸水注入系ポンプモータ	37 kW×965 rpm	MS-1 重[*2]	AC 440	37	一時	40.0[*3]	○ (一時)	◎	重要度 定格電圧
		ほう酸水注入系潤滑油ポンプモータ	0.4 kW×1,420 rpm	MS-1	AC 200	0.4	一時	40.0[*3]	○ (一時)		
		原子炉冷却材浄化系循環ポンプモータ	75 kW×2,930 rpm	PS-2	AC 440	75	連続	40.0[*3]	○ (一時)		
		常設低圧代替注水系ポンプモータ[*4]	190 kW×1,500 rpm[*5]	重[*2]	AC 440	190	一時	40[*6]	－		
		代替燃料プール冷却系ポンプモータ[*4]	30 kW×3,000 rpm[*5]	重[*2]	AC 440	30	一時	40.0[*3]	－		
		代替循環冷却系ポンプモータ[*4]	132 kW×1,500 rpm[*5]	重[*2]	AC 440	132	一時	40.0[*3]	－		
	屋外	非常用ディーゼル発電機冷却系海水ポンプモータ	55 kW×1,455 rpm	MS-1 重[*2]	AC 440	55	一時	40[*7]	○ (一時)	◎	
水浸	屋内	原子炉冷却材浄化系ろ過脱塩器保持ポンプモータ	3.7 kW×3,000 rpm	PS-2	AC 440	3.7	一時	40.0[*3]	－	◎	重要度
		格納容器圧力逃がし装置移送ポンプモータ[*4]	7.5 kW×3,000 rpm[*5]	重[*2]	AC 440	7.5	一時	40[*8]	－		

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

*2：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す　*3：原子炉建屋における設計値

*4：新規に設置される機器　*5：同期回転速度を示す　*6：常設低圧代替注水系ポンプ室における設計値

*7：水戸地方気象台における既往最厳値に余裕をもたせた温度　*8：格納容器圧力逃がし装置格納槽における設計値

(2) 冷温停止を踏まえた再評価を行う経年劣化事象の抽出

「東海第二発電所　劣化状況評価書（断続的運転）」では代表機器に想定される高経年化対策上着目すべき経年劣化事象として以下の事象を抽出した。

a. 固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁特性低下［共通］

この中から，冷温停止状態の維持を前提とした場合における，劣化の発生・進展に関する整理を実施し，その結果を表 3.3.2-2 に示す。

表 3.3.2-2 に示す整理の結果，冷温停止状態の維持を前提とした場合において，発生・進展が断続的運転を前提とした場合と比べて厳しくなることが想定される経年劣化事象は抽出されなかった。

表3.3.2-2　冷温停止状態維持を前提とした評価対象機器・経年劣化事象の整理

機器名称	冷温停止状態での経年劣化事象の整理	再評価要否判断	備考
	a.		
ほう酸水注入系ポンプモータ	△	否	
非常用ディーゼル発電機冷却系海水ポンプモータ	△	否	

○：冷温停止状態の維持を前提とした場合において，発生・進展が断続的運転を前提とした場合より厳しくなることが想定される経年劣化事象

△：断続的運転を前提とした場合と比較して，発生・進展が同程度か以後の発生・進展がない経年劣化事象

－：経年劣化事象が想定されない

(3) 代表機器以外への展開

「東海第二発電所　劣化状況評価書（断続的運転）」では代表機器以外に想定される高経年化対策上着目すべき経年劣化事象のうち，冷温停止機器に想定される以下の事象については，断続的運転を前提とした場合と比較して，発生・進展が同程度か，以後の発生・進展がない経年劣化事象と判断した。

a. 固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁特性低下［共通］

3.4 容器

3.4.1 原子炉圧力容器

(1) 対象機器

東海第二で使用している原子炉圧力容器の主な仕様を表 3.4.1-1 に示す。

冷温停止状態維持に必要な機器のうち，「東海第二発電所　劣化状況評価書（断続的運転）」において対象機器とした以下の機器を，冷温停止状態の維持を前提とした評価においても同様に対象機器とした。

① 原子炉圧力容器

表 3.4.1-1　原子炉圧力容器の主な仕様

機器名称	重要度	使用条件		冷温停止状態維持に必要な機器
		最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (℃)	
原子炉圧力容器	PS-1，重*1	8.62	302	○

*1：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す

(2) 冷温停止を踏まえた再評価を行う経年劣化事象の抽出

「東海第二発電所　劣化状況評価書（断続的運転）」では原子炉圧力容器に想定される高経年化対策上着目すべき経年劣化事象として以下の事象を抽出した。

a. 胴の中性子照射脆化
b. ノズル等の疲労割れ（上鏡，胴，下鏡，主フランジ，ノズル，セーフエンド，ハウジング，スタブチューブ，スタッドボルト，支持スカート）

この中から，冷温停止状態の維持を前提とした場合における，劣化の発生・進展に関する整理を実施し，その結果を表3.4.1-2に示す。

表3.4.1-2に示す整理の結果，冷温停止状態の維持を前提とした場合において，発生・進展が断続的運転を前提とした場合と比べて厳しくなることが想定される経年劣化事象は抽出されなかった。

表 3.4.1-2　冷温停止状態の維持を前提とした評価対象機器・経年劣化事象の整理

機器名称	冷温停止状態での経年劣化事象の整理		再評価要否判断	備考
	a.	b.		
原子炉圧力容器	△	△	否	

○：冷温停止状態の維持を前提とした場合において，発生・進展が断続的運転を前提とした場合より厳しくなることが想定される経年劣化事象
△：断続的運転を前提とした場合と比較して，発生・進展が同程度か以後の発生・進展がない経年劣化事象
－：経年劣化事象が想定されない

3.4.2 原子炉格納容器

3.4.2.1 原子炉格納容器本体

(1) 対象機器

東海第二で使用している原子炉格納容器の主な仕様を表 3.4.2.1-1 に示す。

冷温停止状態維持に必要な機器のうち,「東海第二発電所　劣化状況評価書（断続的運転）」において対象機器とした以下の機器を，冷温停止状態の維持を前提とした評価においても同様に対象機器とした。

① 原子炉格納容器

表 3.4.2.1-1　原子炉格納容器の主な仕様

機器名称	重要度	使用条件				冷温停止状態維持に必要な機器
		最高使用圧力(kPa)		設計温度(℃)		
		ドライウェル	サプレッション・チェンバ	ドライウェル	サプレッション・チェンバ	
原子炉格納容器	MS-1 重*1	310 (内圧) 14 (外圧)	310 (内圧) 14 (外圧)	171	104.5	○

*1：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す

(2) 冷温停止を踏まえた再評価を行う経年劣化事象の抽出

「東海第二発電所　劣化状況評価書（断続的運転）」では原子炉格納容器に想定される高経年化対策上着目すべき経年劣化事象は抽出されなかった。

3.4.2.2 機械ペネトレーション

(1) 代表機器の選定

東海第二で使用している機械ペネトレーションの主な仕様を表 3.4.2.2-1 に示す。

冷温停止状態維持に必要な機器のうち,「東海第二発電所　劣化状況評価書（断続的運転）」において代表機器とした以下の機器を，冷温停止状態の維持を前提とした評価においても同様に代表機器とした。

① 主蒸気系配管貫通部（ベローズ式）
② 主蒸気隔離弁漏えい抑制系配管貫通部（固定式-2）
③ 格納容器機器搬入口ハッチ
④ パーソナルエアロック
⑤ CRD 搬出入口ハッチ

表 3.4.2.2-1（1/6） 機械ペネトレーションの主な仕様

分類基準		ペネトレーション番号	使用用途	選定基準			冷温停止状態維持に必要な機器	選定	選定理由
部位	型式			重要度[*1]	最高使用温度（℃）	配管口径（A）			
配管貫通部	ベローズ式	X-18A～D	主蒸気系	MS-1，重[*2]	302	650	○	◎	重要度 最高使用温度 口径
		X-17A,B	給水系	MS-1，重[*2]	302	500			
		X-20	残留熱除去系（供給）	MS-1，重[*2]	302	500			
		X-6	高圧炉心スプレイ系	MS-1，重[*2]	302	300			
		X-8	低圧炉心スプレイ系	MS-1，重[*2]	302	300			
		X-12A～C	低圧注水系	MS-1，重[*2]	302	300			
		X-19A,B	残留熱除去系（戻り）	MS-1，重[*2]	302	300			
		X-21	原子炉隔離時冷却系（蒸気供給）	MS-1，重[*2]	302	250			
		X-2	原子炉圧力容器ヘッドスプレイ	MS-1，重[*2]	302	150			
		X-14	原子炉冷却材浄化系	MS-1，重[*2]	302	150			
		X-22	復水ドレン	MS-1，重[*2]	302	80			
配管貫通部	固定式-1	X-38	再循環系ポンプシールパージ，格納容器計装，主蒸気配管計装	MS-1，重[*2]	302	25	○		
		X-29D	再循環系サンプリング	MS-1，重[*2]	302	25			
		X-13	ほう酸水注入系	MS-1，重[*2]	302	40			
		X-60	残留熱除去系熱交換器安全弁排気（閉止）	MS-1，重[*2]	171	450[*3]			

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

*2：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す

*3：スリーブ径を示す

表 3.4.2.2-1 (2/6)　機械ペネトレーションの主な仕様

分類基準		ペネトレーション番号	使用用途	選定基準			冷温停止状態維持に必要な機器	選定	選定理由
部位	型式			重要度*1	最高使用温度（℃）	配管口径（A）			
配管貫通部	固定式-1	X-62	残留熱除去系熱交換器安全弁排気（閉止）	MS-1，重*2	171	450*3	○		
		X-57	過酷事故時代替注水系，制御用空気系	MS-1，重*2	171	100			
		X-52A，B	可燃性ガス濃度制御系，予備	MS-1，重*2	171	150			
		X-76	可燃性ガス濃度制御系	MS-1，重*2	171	50			
		X-10A～D	制御棒駆動水圧系（引抜）	MS-1，重*2	66	20			
		X-9A～D	制御棒駆動水圧系（挿入）	MS-1，重*2	66	25			
		X-58	脱塩水供給	MS-1，重*2	66	50			
		X-55	制御用空気系，燃料プール水浄化系	MS-1，重*2	66	50			
		X-107B	ドライウェル除湿系	MS-1，重*2	66	150			
		X-56	ドライウェル除湿系，制御用空気系，予備	MS-1，重*2	66	150			
		X-71A，B	制御用空気系（真空破壊弁）	MS-1，重*2	66	25			
		X-69A，B	再循環系制御弁油圧駆動系	MS-1，重*2	80	25			
		X-29C	原子炉圧力容器フランジ漏えい検出	MS-1，重*2	302	25			
		X-30	主蒸気配管計装	MS-1，重*2	302	25			
		X-39	原子炉圧力容器計装，高圧炉心スプレイ系計装	MS-1，重*2	302	25			

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

*2：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す

*3：スリーブ径を示す

表 3.4.2.2-1 (3/6)　機械ペネトレーションの主な仕様

分類基準		ペネトレーション番号	使用用途	選定基準			冷温停止状態維持に必要な機器	選定	選定理由
部位	型式			重要度[*1]	最高使用温度（℃）	配管口径(A)			
配管貫通部	固定式-1	X-40	格納容器計装,格納容器ガスモニタリング，主蒸気配管計装,格納容器漏えい試験盤	MS-1，重[*2]	302	25	○		
		X-41A,B	原子炉隔離時冷却系蒸気側配管計装	MS-1，重[*2]	302	25			
		X-42	格納容器計装,主蒸気配管計装	MS-1，重[*2]	302	25			
		X-43	予備	MS-1，重[*2]	302	20			
		X-44A～D	ジェットポンプ計装	MS-1，重[*2]	302	25			
		X-54A～D	再循環系計装	MS-1，重[*2]	302	25			
		X-66A,B	残留熱除去系配管計装，低圧炉心スプレイ系配管計装，ボトムライナー漏えい検出	MS-1，重[*2]	302	25			
		X-87～90	蒸気流量計測	MS-1，重[*2]	302	25			
配管貫通部	固定式-2	X-200A,B	主蒸気隔離弁漏えい抑制系	MS-1，重[*2]	302	100	○	◎	重要度 最高使用温度 口径
		X-3,79	不活性ガス系（排気）	MS-1，重[*2]	171	500			
		X-53,80	不活性ガス系（給気）	MS-1，重[*2]	171	500			
		X-203	可燃性ガス濃度制御系	MS-1，重[*2]	171	50			
		X-4	原子炉隔離時冷却系	MS-1，重[*2]	135	350			
		X-23	床ドレン系	MS-1，重[*2]	105	80			
		X-24	機器ドレン系	MS-1，重[*2]	105	80			

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

*2：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す

表 3.4.2.2-1（4/6） 機械ペネトレーションの主な仕様

分類基準		ペネトレーション番号	使用用途	選定基準			冷温停止状態維持に必要な機器	選定	選定理由
部位	型式			重要度[*1]	最高使用温度（℃）	配管口径（A）			
配管貫通部	固定式-2	X-32,35,36	残留熱除去系	MS-1，重[*2]	100	600			
		X-47,48	残留熱除去系	MS-1，重[*2]	100	400			
		X-31	高圧炉心スプレイ系	MS-1，重[*2]	100	600			
		X-34	低圧炉心スプレイ系	MS-1，重[*2]	100	600			
		X-49	高圧炉心スプレイ系	MS-1，重[*2]	100	300			
		X-63	低圧炉心スプレイ系	MS-1，重[*2]	100	300			
		X-77	原子炉隔離時冷却系	MS-1，重[*2]	88	50			
		X-78	予備	MS-1，重[*2]	－	80	○		
		X-11A,B	残留熱除去系（格納容器スプレイ）	MS-1，重[*2]	77	400			
		X-25A,B	残留熱除去系（サプレッション・チェンバスプレイ）	MS-1，重[*2]	77	100			
		X-33	原子炉隔離時冷却系	MS-1，重[*2]	77	200			
		X-5,46	原子炉補機冷却系	MS-1，重[*2]	66	200			
		X-26	予備	MS-1，重[*2]	－	400[*3]			
		X-59	予備	MS-1，重[*2]	－	400[*3]			
		X-106A	予備	MS-1，重[*2]	－	300[*3]			

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

*2：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す

*3：スリーブ径を示す

表 3.4.2.2-1 (5/6)　機械ペネトレーションの主な仕様

分類基準		ペネトレーション番号	使用用途	選定基準			冷温停止状態維持に必要な機器	選定	選定理由
部位	型式			重要度[*1]	最高使用温度（℃）	配管口径(A)			
配管貫通部	固定式-2	X-7	予備	MS-1，重[*2]	－	300[*3]	○		
		X-67	予備	MS-1，重[*2]	－	300			
		X-29A,B	γラジエーションセンサ　CH-A（CH-B）	MS-1，重[*2]	171	250[*3]			
		X-201A,B X-202A,B	予備	MS-1，重[*2]	－	80[*3]			
		X-37A,B	予備	MS-1，重[*2]	－	50[*3]			
		X-64A～D	サプレッション・チェンバ計装	MS-1，重[*2]	104.5	50			
		X-83	サンプリング系	MS-1，重[*2]	104.5	20			
		X-65,68	予備	MS-1，重[*2]	－	50[*3]			
		X-70	サプレッション・チェンバ計装	MS-1，重[*2]	104.5	50			
		X-73～75	サンプリング系	MS-1，重[*2]	171	20			
		X-82	サンプリング系	MS-1，重[*2]	171	50			
		X-27A～F	移動式炉心内校正装置ドライブ	MS-1，重[*2]	66	10			
		X-81	予備	MS-1，重[*2]	－	40			
		X-84A～D, X-85A,B, X-86A～D	原子炉水位および圧力計測	MS-1，重[*2]	302	25			

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

*2：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す

*3：スリーブ径を示す

表 3.4.2.2-1 (6/6)　機械ペネトレーションの主な仕様

分類基準		ペネトレーション番号	使用用途	選定基準			冷温停止状態維持に必要な機器	選定	選定理由
部位	型式			重要度*1	最高使用温度(℃)	胴内径(mm)			
機器搬入口	—	X-15	格納容器機器搬入口ハッチ	MS-1，重*2	171	3,658	○	◎	重要度 最高使用温度
		X-51	サプレッション・チェンバ機器搬入口	MS-1，重*2	104.5	1,982			
エアロック	—	X-16	パーソナルエアロック	MS-1，重*2	171	2,400		◎	
ハッチ及びマンホール	—	X-28	CRD搬出入口ハッチ	MS-1，重*2	171	547.6		◎	

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

*2：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す

(2) 冷温停止を踏まえた再評価を行う経年劣化事象の抽出

「東海第二発電所　劣化状況評価書（断続的運転）」では機械ペネトレーションに想定される高経年化対策上着目すべき経年劣化事象として以下の事象を抽出した。

a. ベローズの疲労割れ［主蒸気系配管貫通部（ベローズ式）］

この中から，冷温停止状態の維持を前提とした場合における，劣化の発生・進展に関する整理を実施し，その結果を表3.4.2.2-2に示す。

表3.4.2.2-2に示す整理の結果，冷温停止状態の維持を前提とした場合において，発生・進展が断続的運転を前提とした場合と比べて厳しくなることが想定される経年劣化事象は抽出されなかった。

表3.4.2.2-2　冷温停止状態維持を前提とした評価対象機器・経年劣化事象の整理

機器名称	冷温停止状態での経年劣化事象の整理	再評価要否判断	備考
	a.		
主蒸気系配管貫通部（ベローズ式）	△	否	

○：冷温停止状態の維持を前提とした場合において，発生・進展が断続的運転を前提とした場合より厳しくなることが想定される経年劣化事象

△：断続的運転を前提とした場合と比較して，発生・進展が同程度か以後の発生・進展がない経年劣化事象

－：経年劣化事象が想定されない

(3) 代表機器以外への展開

「東海第二発電所　劣化状況評価書（断続的運転）」では代表機器以外に想定される高経年化対策上着目すべき経年劣化事象のうち，冷温停止機器に想定される以下の事象については，断続的運転を前提とした場合と比較して，発生・進展が同程度か，以後の発生・進展がない経年劣化事象と判断した。

a. ベローズの疲労割れ［主蒸気系以外の配管貫通部（ベローズ式）］

3.4.2.3 電気ペネトレーション

(1) 代表機器の選定

東海第二で使用している電気ペネトレーションの主な仕様を表 3.4.2.3-1 に示す。

冷温停止状態維持に必要な機器のうち,「東海第二発電所　劣化状況評価書（断続的運転)」において代表機器とした以下の機器を，冷温停止状態の維持を前提とした評価においても同様に代表機器とした。

① 核計装用モジュール型電気ペネトレーション

② 高圧動力用モジュール型電気ペネトレーション

表 3.4.2.3-1　電気ペネトレーションの主な仕様

分類基準		ペネトレーション番号	使用用途	仕様 呼び径 (A)	選定基準		冷温停止状態維持に必要な機器	選定	選定理由
型式	シール材料				電気ペネトレーションの重要度*1	接続機器の重要度*1			
モジュール型	エポキシ樹脂	X-100A,B,C,D	核計装用	300	MS-1，重*2	MS-1，重*2	○	◎	電気ペネトレーションの重要度 接続機器の重要度
		X-102A,B	制御用	300	MS-1，重*2	MS-1，重*2			
		X-106B		300	MS-1，重*2	MS-1，重*2			
		X-107A		300	MS-1，重*2	MS-1，重*2			
		X-103	計測用	300	MS-1，重*2	MS-1，重*2			
		X-105C		300	MS-1，重*2	MS-1，重*2			
		X-230		300	MS-1，重*2	MS-1，重*2			
		X-104A,B,C,D	制御棒位置指示用	300	MS-1，重*2	MS-3			
		X-105A,B,D	低圧動力用	300	MS-1，重*2	MS-1，重*2			
	エチレンプロピレンゴム	X-101A,B,C,D	高圧動力用	450	MS-1，重*2	PS-3	○	◎	

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

*2：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す

(2) 冷温停止を踏まえた再評価を行う経年劣化事象の抽出

「東海第二発電所　劣化状況評価書（断続的運転）」では代表機器に想定される高経年化対策上着目すべき経年劣化事象として以下の事象を抽出した。

a. シール部及び電線の絶縁特性低下［核計装用モジュール型電気ペネトレーション］
b. シール部の劣化による気密性の低下［核計装用モジュール型電気ペネトレーション］
c. 0 リングの劣化による気密性の低下［核計装用モジュール型電気ペネトレーション］
d. シール部の劣化による気密性の低下［高圧動力用モジュール型電気ペネトレーション］

この中から，冷温停止状態の維持を前提とした場合における，劣化の発生・進展に関する整理を実施し，その結果を表 3.4.2.3-2 に示す。

表 3.4.2.3-2 に示す整理の結果，冷温停止状態の維持を前提とした場合において，発生・進展が断続的運転を前提とした場合と比べて厳しくなることが想定される経年劣化事象は抽出されなかった。

表3.4.2.3-2　冷温停止状態維持を前提とした評価対象機器・経年劣化事象の整理

機器名称	冷温停止状態での経年劣化事象の整理				再評価要否判断	備考
	a.	b.	c.	d.		
核計装用モジュール型電気ペネトレーション	△	△	△	－	否	
高圧動力用モジュール型電気ペネトレーション	－	－	－	△	否	

○：冷温停止状態の維持を前提とした場合において，発生・進展が断続的運転を前提とした場合より厳しくなることが想定される経年劣化事象
△：断続的運転を前提とした場合と比較して，発生・進展が同程度か以後の発生・進展がない経年劣化事象
－：経年劣化事象が想定されない

(3) 代表機器以外への展開

「東海第二発電所　劣化状況評価書（断続的運転)」では代表機器以外に想定される高経年化対策上着目すべき経年劣化事象のうち，冷温停止機器に想定される以下の事象については，断続的運転を前提とした場合と比較して，発生・進展が同程度か，以後の発生・進展がない経年劣化事象と判断した。

a. シール部及び電線の絶縁特性低下［共通］
b. シール部の劣化による気密性の低下［共通］
c. 0 リングの劣化による気密性の低下［共通］

3.4.3 その他容器

(1) 代表機器の選定

東海第二で使用している主要な容器（原子炉圧力容器及び原子炉格納容器を除く）の主な仕様を表 3.4.3-1 に示す。

冷温停止状態維持に必要な機器のうち，「東海第二発電所　劣化状況評価書（断続的運転）」において代表機器とした以下の機器を，冷温停止状態の維持を前提とした評価においても同様に代表機器とした。

① スクラム排出水容器
② ほう酸水注入系貯蔵タンク
③ 使用済燃料貯蔵プール
④ SLC 用アキュムレータ
⑤ 原子炉冷却材浄化系フィルタ脱塩器
⑥ 原子炉再循環ポンプシールパージフィルタ
⑦ 残留熱除去海水系ポンプ出口ストレーナ

表3.4.3-1(1/2) その他容器の主な仕様

分類基準			機器名称	選定基準				冷温停止状態維持に必要な機器	選定	選定理由
種類	内部流体	胴部材料		重要度[*1]	使用条件					
					運転状態	最高使用圧力(MPa)	最高使用温度(℃)			
タンク	蒸気・純水	炭素鋼	湿分分離器	高[*2]	連続	1.81	210	－	◎	
	純水	炭素鋼	スクラム排出水容器	高[*2]	一時	8.62	138	○	◎	
	五ほう酸ナトリウム水	ステンレス鋼	ほう酸水注入系貯蔵タンク	MS-1,重[*3]	連続	静水頭	66	○	◎	
ライニング槽	純水	コンクリート（ステンレス鋼内張り）	使用済燃料貯蔵プール	PS-2,重[*3]	連続	静水頭	66	○	◎	運転状態
			原子炉ウェル	PS-2	一時	静水頭	66	○		
			燃料プール冷却浄化系スキマサージタンク	重[*3]	連続	静水頭	66	○		
アキュムレータ	ガス	ステンレス鋼	MSIV用アキュムレータ	MS-1	連続	1.45	171	－		最高使用圧力
			SRV（ADS）用アキュムレータ	MS-1，重[*3]	連続	2.28	171	－	◎	
			SRV用アキュムレータ	MS-1	連続	1.45	171	－		
	ガス・五ほう酸ナトリウム水	ステンレス鋼	SLC用アキュムレータ	MS-1	一時	9.66	66	○	◎	
フィルタ等	ガス	炭素鋼	活性炭ベット	PS-2	連続	0.34	66	－	◎	重要度
			排ガス後置除湿器	高[*2]	連続	0.34	340	－		

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

*2：最高使用温度が 95 ℃を超え，又は最高使用圧力が 1,900 kPa を超える環境下にある原子炉格納容器外の重要度クラス 3 の機器

*3：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す

表 3.4.3-1(2/2) その他容器の主な仕様

分類基準			機器名称	選定基準				冷温停止状態維持に必要な機器	選定	選定理由
種類	内部流体	胴部材料		重要度[*1]	使用条件					
					運転状態	最高使用圧力(MPa)	最高使用温度(℃)			
フィルタ等	ガス	低合金鋼	排ガス再結合器	PS-2	連続	2.41	538	－	◎	
	ガス・純水[*2]	ステンレス鋼	格納容器圧力逃がし装置フィルタ装置[*3]	重[*4]	一時	0.62	200	－	◎	
	純水	炭素鋼[*5]	原子炉冷却材浄化系フィルタ脱塩器	PS-2	連続	9.79	66	○	◎	重要度
		炭素鋼	制御棒駆動水系ポンプ出口ラインフィルタ	高[*6]	連続	12.06	66	○		
		ステンレス鋼	原子炉冷却材浄化系ポンプシールパージフィルタ	高[*6]	連続	12.06	66	○		下流側機器の重要度
			原子炉再循環ポンプシールパージフィルタ	高[*6]	連続	12.06	66	○	◎	
	海水	ステンレス鋳鋼	残留熱除去海水系ポンプ出口ストレーナ	MS-1，重[*4]	一時	3.45	38	○	◎	最高使用圧力
			非常用及びHPCS系ディーゼル発電機海水ポンプ出口ストレーナ	MS-1，重[*4]	一時	0.70	38	○		
			緊急用海水系ストレーナ[*3]	重[*4]	一時	0.98,2.45	32,38	－		

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

*2：スクラビング液

*3：新規に設置される機器

*4：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す

*5：内面ステンレス鋼クラッド

*6：最高使用温度が 95 ℃を超え，又は最高使用圧力が 1,900 kPa を超える環境下にある原子炉格納容器外の重要度クラス 3 の機器

(2) 冷温停止を踏まえた再評価を行う経年劣化事象の抽出

「東海第二発電所　劣化状況評価書（断続的運転）」では代表機器に想定される高経年化対策上着目すべき経年劣化事象は抽出されなかった。

(3) 代表機器以外への展開

「東海第二発電所　劣化状況評価書（断続的運転)」では代表機器以外に想定される高経年化対策上着目すべき経年劣化事象は抽出されなかった。

3.5 配管

3.5.1 ステンレス鋼配管系

(1) 代表機器の選定

東海第二で使用しているステンレス鋼配管系の主な仕様を表 3.5.1-1 に示す。

冷温停止状態維持に必要な機器のうち，「東海第二発電所　劣化状況評価書（断続的運転）」において代表機器とした以下の機器を，冷温停止状態の維持を前提とした評価においても同様に代表機器とした。

① 原子炉再循環系
② 制御用圧縮空気系
③ ほう酸水注入系（五ほう酸ナトリウム水部）
④ 原子炉保護系

表 3.5.1-1（1/2）　ステンレス鋼配管系の主な仕様

分類基準		当該系統	選定基準					冷温停止状態維持に必要な機器（運転状態）	選定	選定理由
材料	内部流体		主な仕様 口径／肉厚(mm)	重要度*1	使用条件 運転状態	最高使用圧力(MPa)	最高使用温度（℃）			
ステンレス鋼	純水	原子炉隔離時冷却系	150A／11.0	PS-1／MS-1，重*2	一時	8.62	302	○（一時）		重要度 運転状態 最高使用温度 最高使用圧力
		原子炉再循環系	630 mm／40.0	PS-1／MS-1，重*2	連続	11.38	302	○（連続）	◎	
		ほう酸水注入系	40A／5.1	MS-1，重*2	一時	9.66	302	○（一時）		
		不活性ガス系	25A／3.9	MS-1	一時	0.31	171	○（一時）		
		原子炉系	20A／3.9	MS-1	連続	8.62	302	○（連続）		
		原子炉冷却材浄化系	150A／11.0	PS-1／MS-1	連続	8.62	302	○（連続）		
		残留熱除去系	300A／25.4	PS-1／MS-1，重*2	一時	10.69	302	○（連続）		
		純水補給水系	50A／3.9	MS-1	一時	1.32	66	○（一時）		
		制御棒駆動系	33.4 mm／4.5	MS-1，重*2	連続	12.06	66	○（連続）		
		補助系	80A／7.6	MS-1，重*2	連続	0.52	105	○（連続）		
		燃料プール冷却浄化系	250A／9.3	MS-2，重*2	連続	1.38	66	○（連続）		
		事故時サンプリング設備	20A／3.9	MS-1	一時	8.62	302	○（一時）		
		高圧炉心スプレイ系	20A／3.9	MS-1	一時	8.62	302	○（一時）		
		低圧炉心スプレイ系	20A／3.9	MS-1	一時	8.62	302	○（一時）		
		原子炉保護系	25A／4.5	MS-1	一時	8.62	138	○（一時）		
		重大事故等対処設備*3	50A／3.9	重*2	一時	2.5	200	－		

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

*2：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す

*3：新規に設置される機器

表 3.5.1-1 (2/2)　ステンレス鋼配管系の主な仕様

分類基準		当該系統	選定基準					冷温停止状態維持に必要な機器(運転状態)	選定	選定理由
材料	内部流体		主な仕様 口径／肉厚(mm)	重要度*1	使用条件					
					運転状態	最高使用圧力(MPa)	最高使用温度 (℃)			
ステンレス鋼	その他ガス	原子炉再循環系	20A／3.9	MS-1	一時	0.31	171	○ (一時)		重要度運転状態
		不活性ガス系	50A／5.5	MS-1	一時	0.31	171	○ (一時)		
		制御用圧縮空気系	50A／3.9	MS-1, 重*3	連続	1.38	66	○ (連続)	◎	
		格納容器雰囲気監視系	25A／4.5	MS-1	一時	0.31	171	○ (一時)		
		中性子計装系	10A／2.3	MS-1	一時	0.31	171	○ (一時)		
		試料採取系	20A／3.9	MS-1	一時	0.31	171	○ (一時)		
		発電機系	15A／3.7	高*2	連続	14.7	40	－		
		消火設備*4	100A／8.6	高*2	一時	10.8	40	○ (一時)		
		サプレッション・プール水 pH 制御装置*4	80A／5.5	MS-1	一時	0.31	171	○ (一時)		
		重大事故等対処設備*4	600A／12.7	重*3	一時	0.62	200	－		
	五ほう酸ナトリウム水	ほう酸水注入系	40A／5.1	MS-1, 重*3	一時	9.66	66	○ (一時)	◎	
	蒸気	原子炉隔離時冷却系	20A／3.9	MS-1	一時	8.62	302	－		重要度運転状態
		原子炉保護系	20A／3.9	MS-1	連続	8.62	302	○ (一時)	◎	
		原子炉給水ポンプ駆動用蒸気タービン系	125A／6.6	高*2	連続	0.35	124	－		
		所内蒸気系	25A／4.5	高*2	連続	0.98	183	－		

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

*2：最高使用温度が 95 ℃を超え，又は最高使用圧力が 1,900 kPa を超える環境下にある原子炉格納容器外の重要度クラス 3 の機器

*3：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す

*4：新規に設置される機器

(2) 冷温停止を踏まえた再評価を行う経年劣化事象の抽出

「東海第二発電所　劣化状況評価書（断続的運転）」ではステンレス鋼配管に想定される高経年化対策上着目すべき経年劣化事象として以下の事象を抽出した。

a. 配管の疲労割れ

この中から，冷温停止状態の維持を前提とした場合における，劣化の発生・進展に関する整理を実施し，その結果を表3.5.1-2に示す。

表3.5.1-2に示す整理の結果，冷温停止状態の維持を前提とした場合において，発生・進展が断続的運転を前提とした場合と比べて厳しくなることが想定される経年劣化事象は抽出されなかった。

表3.5.1-2　冷温停止状態維持を前提とした評価対象機器・経年劣化事象の整理

機器名称	冷温停止状態での経年劣化事象の整理	再評価要否判断	備考
	a.		
原子炉再循環系	△	否	
制御用圧縮空気系	－	否	
ほう酸水注入系（五ほう酸ナトリウム水部）	－	否	
原子炉保護系	－	否	

○：冷温停止状態の維持を前提とした場合において，発生・進展が断続的運転を前提とした場合より厳しくなることが想定される経年劣化事象

△：断続的運転を前提とした場合と比較して，発生・進展が同程度か以後の発生・進展がない経年劣化事象

－：経年劣化事象が想定されない

(3) 代表機器以外への展開

「東海第二発電所　劣化状況評価書（断続的運転)」で代表機器以外に想定される高経年化対策上着目すべき経年劣化事象のうち，冷温停止機器に想定される以下の事象については，断続的運転を前提とした場合と比較して，発生・進展が同程度か以後の発生・進展がない経年劣化事象と判断した。

a. 配管の疲労割れ

［原子炉隔離時冷却系，原子炉冷却材浄化系，残留熱除去系］

3.5.2 炭素鋼配管系

(1) 代表機器の選定

東海第二で使用している炭素鋼配管系の主な仕様を表 3.5.2-1 に示す。

冷温停止状態維持に必要な機器のうち，「東海第二発電所　劣化状況評価書（断続的運転）」において代表機器とした以下の機器を，冷温停止状態の維持を前提とした評価においても同様に代表機器とした。

① 原子炉系（純水部）
② 原子炉補機冷却系
③ 原子炉系（蒸気部）
④ 不活性ガス系
⑤ 残留熱除去海水系

表 3.5.2-1 (1/3)　炭素鋼配管系の主な仕様

分類基準		当該系統	選定基準					冷温停止状態維持に必要な機器（運転状態）	選定	選定理由
材料	内部流体		主な仕様 口径／肉厚(mm)	重要度[*1]	使用条件					
					運転状態	最高使用圧力(MPa)	最高使用温度（℃）			
炭素鋼	純水	原子炉隔離時冷却系	150A／14.3	PS-1／MS-1，重[*4]	一時	8.62	302	○（一時）		重要度 運転状態 最高使用温度 最高使用圧力 口径
		原子炉系	500A／26.2	PS-1／MS-1，重[*4]	連続	8.62	302	○（連続）	◎	
		原子炉冷却材浄化系	65A／9.5	PS-1	連続	8.62	302	○（連続）		
		残留熱除去系	300A／17.4	PS-1／MS-1，重[*4]	一時	8.62	302	○（連続）		
		制御棒駆動系	200A／12.7	MS-1	一時	8.62	138	○（一時）		
		補助系	80A／5.5	MS-1	一時	0.86	100	○（一時）		
		燃料プール冷却浄化系	25A／4.5	MS-1	一時	0.35	66	○（一時）		
		高圧炉心スプレイ系	300A／17.4	PS-1／MS-1，重[*4]	一時	8.62	302	○（一時）		
		低圧炉心スプレイ系	300A／17.4	PS-1／MS-1，重[*4]	一時	8.62	302	○（一時）		
		原子炉保護系	25A／4.5	MS-1	一時	8.62	138	○（一時）		
		タービングランド蒸気系	80A／5.5	高[*2]	連続	1.04	233	－		
		復水系	750A／28.6	高[*2]，高以外[*3]	連続	6.14	205	－		
		給水系	600A／46.0	高[*2]	連続	8.62	302	－		
		給水加熱器ドレン系	200A／8.2	高[*2]	連続	2.97	239	－		
		所内蒸気系	150A／7.1	高[*2]	連続	0.96	183	－		
		重大事故等対処設備[*5]	200A／8.2	重[*4]	一時	3.45	174	－		

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

*2：最高使用温度が 95 ℃を超え，又は最高使用圧力が 1,900 kPa を超える環境下にある原子炉格納容器外の重要度クラス 3 の機器

*3：重要度が「高」の機器以外の範囲で保守管理に関する方針を策定する重要度クラス 3 の機器

*4：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す

*5：新規に設置される機器

表 3.5.2-1 (2/3)　炭素鋼配管系の主な仕様

分類基準		当該系統	選定基準					冷温停止状態維持に必要な機器（運転状態）	選定	選定理由
材料	内部流体		主な仕様 口径／肉厚(mm)	重要度[*2]	使用条件					
					運転状態	最高使用圧力(MPa)	最高使用温度（℃）			
炭素鋼	冷却水[*1]	原子炉補機冷却系	200A／8.2	MS-1	連続	0.86	66	○（連続）	◎	重要度 運転状態 最高使用温度 最高使用圧力 口径
		ドライウェル冷却系	150A／7.1	MS-1	連続	0.86	66	○（連続）		
	蒸気	原子炉隔離時冷却系	250A／15.1	PS-1／MS-1，重[*4]	一時	8.62	302	○（一時）		重要度 運転状態 最高使用温度 最高使用圧力 口径
		原子炉系	650A／33.6	PS-1／MS-1，重[*4]	連続	8.62	302	○（連続）	◎	
		タービン主蒸気系	750A／56.4	PS-2	連続	8.62	302	－		
		主蒸気隔離弁漏えい抑制系	50A／8.7	PS-1／MS-1	連続	8.62	302	○（一時）		
		タービングランド蒸気系	250A／18.2	高[*3]	連続	8.62	302	－		
		空気抽出系	250A／9.3	高[*3]	連続	2.41	205	－		
		給水加熱器ベント系	150A／7.1	高[*3]	連続	2.97	235	－		
		原子炉給水ポンプ駆動用蒸気タービン系	250A／18.2	高[*3]	連続	8.62	302	－		
		所内蒸気系	300A／10.3	高[*3]	連続	0.98	183	－		
		重大事故等対処設備[*5]	100A／8.6	重[*4]	一時	8.62	302	－		

*1：冷却水（防錆剤入り純水）
*2：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す
*3：最高使用温度が 95 ℃を超え，又は最高使用圧力が 1,900 kPa を超える環境下にある原子炉格納容器外の重要度クラス 3 の機器
*4：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す
*5：新規に設置される機器

表 3.5.2-1 (3/3)　炭素鋼配管系の主な仕様

分類基準		当該系統	選定基準					冷温停止状態維持に必要な機器（運転状態）	選定	選定理由
			主な仕様 口径／肉厚(mm)	重要度*1	使用条件					
材料	内部流体				運転状態	最高使用圧力(MPa)	最高使用温度（℃）			
炭素鋼	その他ガス	非常用ガス再循環系	600A／12.0	MS-1，重*3	一時	0.014	86	○（一時）		
		非常用ガス処理系	450A／14.3	MS-1，重*3	一時	0.014	86	○（一時）		
		可燃性ガス濃度制御系	150A／7.1	MS-1	一時	0.31	171	○（一時）		
		気体廃棄物処理系	300A／10.3	PS-2	連続	2.41	205	－		
		不活性ガス系	600A／9.5	MS-1，重*3	連続	0.31	171	○（一時）	◎	重要度 運転状態
		消火設備	65A／7.0	高*2	一時	10.8	40	○（一時）		
		希ガスチャコール系	125A／6.6	高*2	連続	0.34	340	－		
		重大事故等対処設備*4	600A／12.7	重*3	一時	0.62	200	－		
	海水	非常用ディーゼル発電機海水系	250A／9.3	MS-1，重*3	一時	0.70	66	○（一時）		
		高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機海水系	250A／9.3	MS-1，重*3	一時	0.70	66	○（一時）		重要度 運転状態
		残留熱除去海水系	500A／12.7	MS-1，重*3	一時	3.45	66	○（連続）	◎	最高使用温度
		重大事故等対処設備*4	150A／7.1	重*3	一時	0.98	66	－		最高使用圧力

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

*2：最高使用温度が 95 ℃を超え，又は最高使用圧力が 1,900 kPa を超える環境下にある原子炉格納容器外の重要度クラス 3 の機器

*3：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す

*4：新規に設置される機器

(2) 冷温停止を踏まえた再評価を行う経年劣化事象の抽出

「東海第二発電所　劣化状況評価書（断続的運転）」では炭素鋼配管に想定される高経年化対策上着目すべき経年劣化事象として以下の事象を抽出した。

a. 配管の疲労割れ

この中から，冷温停止状態の維持を前提とした場合における，劣化の発生・進展に関する整理を実施し，その結果を表3.5.2-2に示す。

表3.5.2-2に示す整理の結果，冷温停止状態の維持を前提とした場合において，発生・進展が断続的運転を前提とした場合と比べて厳しくなることが想定される経年劣化事象は抽出されなかった。

表3.5.2-2　冷温停止状態維持を前提とした評価対象機器・経年劣化事象の整理

機器名称	冷温停止状態での経年劣化事象の整理	再評価要否判断	備考
	a.		
原子炉系（純水部）	△	否	
原子炉補機冷却系	－	否	
原子炉系（蒸気部）	△	否	
不活性ガス系	－	否	
残留熱除去海水系	－	否	

○：冷温停止状態の維持を前提とした場合において，発生・進展が断続的運転を前提とした場合より厳しくなることが想定される経年劣化事象

△：断続的運転を前提とした場合と比較して，発生・進展が同程度か以後の発生・進展がない経年劣化事象

－：経年劣化事象が想定されない

(3)　代表機器以外への展開

「東海第二発電所　劣化状況評価書（断続的運転）」で代表機器以外に想定される高経年化対策上着目すべき経年劣化事象のうち，冷温停止機器に想定される以下の事象については，断続的運転を前提とした場合と比較して，発生・進展が同程度か以後の発生・進展がない経年劣化事象と判断した。

a. 配管の疲労割れ

［原子炉隔離時冷却系，原子炉冷却材浄化系，残留熱除去系，高圧炉心スプレイ系，低圧炉心スプレイ系］

3.5.3 低合金鋼配管系

(1) 代表機器の選定

東海第二で使用している低合金鋼配管系の主な仕様を表 3.5.3-1 に示すが，冷温停止状態維持評価に必要な機器はない。

表 3.5.3-1　低合金鋼配管系の主な仕様

分類基準		当該系統	選定基準					冷温停止状態維持に必要な機器
材料	内部流体		主な仕様 口径／肉厚(mm)	重要度*1	使用条件			
					運転状態	最高使用圧力(MPa)	最高使用温度 (℃)	
低合金鋼	純水	給水加熱器ドレン系	80A／7.6	高*2	連続	1.04	233	—
		タービングランド蒸気系	50A／5.5	高*2	連続	0.42	155	—
		所内蒸気系	50A／5.5	高*2	連続	0.98	183	—
	その他ガス	気体廃棄物処理系	300A／14.3	PS-2	連続	2.41	538	—
	蒸気	原子炉系	65A／9.5	PS-2	連続	8.62	302	—
		抽気系	1200A／15.9	高*2	連続	1.81	210	—
		タービン補助蒸気系	125A／8.5	高*2	連続	8.62	302	—
		タービングランド蒸気系	150A／7.1	高*2	連続	8.62	302	—
		給水加熱器ベント系	40A／5.1	高*2	連続	1.81	210	—
		原子炉給水ポンプ駆動用蒸気タービン系	40A／7.1	高*2	連続	8.62	302	—

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

*2：最高使用温度が 95 ℃を超え，又は最高使用圧力が 1,900 kPa を超える環境下にある原子炉格納容器外の重要度クラス 3 の機器

3.6 弁

3.6.1 仕切弁

(1) 代表機器の選定

東海第二で使用している仕切弁の主な仕様を表 3.6.1-1 に示す。

冷温停止状態維持に必要な機器のうち，「東海第二発電所　劣化状況評価書（断続的運転）」において代表機器とした以下の機器を，冷温停止状態の維持を前提とした評価においても同様に代表機器とした。

① 原子炉給水止め弁
② ドライウェル内機器原子炉補機冷却水戻り弁
③ 原子炉隔離時冷却系内側隔離弁
④ 可燃性ガス濃度制御系出口弁
⑤ 非常用ディーゼル発電機海水系出口隔離弁
⑥ 残留熱除去系熱交換器海水出口弁
⑦ 原子炉再循環ポンプ出口弁
⑧ ほう酸水注入系ポンプ出口弁

表 3.6.1-1（1/2）　仕切弁の主な仕様

分類基準		当該系統	選定基準					冷温停止状態維持に必要な機器	選定	代表機器／選定理由
弁箱材料	内部流体		口径(A)	重要度*2	使用条件					
					運転状態	最高使用圧力(MPa)	最高使用温度（℃）			
炭素鋼	純水	制御棒駆動系	20～50	高*3	連続	12.06	66	○		原子炉給水止め弁／重要度,運転状態
		残留熱除去系	50～600	MS-1/PS-1，重*4	一時	0.86～8.62	100～302	○		
		原子炉冷却材浄化系	100～150	PS-2	連続	8.62～9.80	66～302	○		
		高圧炉心スプレイ系	100～600	MS-1/PS-1，重*4	一時	0.70～10.69	100～302	○		
		低圧炉心スプレイ系	40～600	MS-1/PS-1，重*4	一時	0.70～8.62	100～302	○		
		原子炉隔離時冷却系	100～200	MS-1，重*4	一時	0.86～10.35	77～100	○		
		原子炉系	500～600	PS-1	連続	8.62～12.93	302	○	◎	
		復水系	450～650	高*3	連続	6.14	205	－		
		給水系	80～600	高*3	連続	6.14～15.51	205～233	－		
		給水加熱器ドレン系	50～500	高*3	連続	0.35～1.81	149～233	－		
		補助系	80	MS-1	連続	1.04	65	－		
		重大事故等対処設備*5	80～300	MS-1，重*4	一時	静水頭～10.70	66～174	－		
	冷却水*1	原子炉補機冷却系	200	MS-1	連続	0.86	66	○	◎	ドライウェル内機器原子炉補機冷却水戻り弁／重要度,運転状態，最高使用温度，最高使用圧力，口径
		ドライウェル冷却系	150	MS-1	連続	0.86	66	－		
	蒸気	原子炉隔離時冷却系	40～350	MS-1/PS-1，重*4	一時	1.04～8.62	135～302	○	◎	原子炉隔離時冷却系内側隔離弁／重要度,運転状態,最高使用温度,最高使用圧力,口径
		原子炉系	80	MS-1/PS-1	一時	8.62	302	○		
		主蒸気隔離弁漏えい抑制系	25～100	MS-1	一時	8.62	302	○		
		タービン主蒸気系	150	高*3	連続	8.62	302	－		
		タービン補助蒸気系	100	高*3	連続	2.46	225	－		
		タービングランド蒸気系	40～250	高*3	連続	0.35～8.62	124～302	－		
		気体廃棄物処理系	150～250	MS-2	連続	2.41	205	－		
		所内蒸気系	50～150	高*3	連続	0.35～8.62	124～302	－		
		抽気系	250～400	高*3	連続	1.04～1.82	210～233	－		
		重大事故等対処設備*5	100～350	重*4	一時	1.04～8.62	135～302	－		

*1：冷却水（防錆剤入り純水）
*2：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す
*3：最高使用温度が 95 ℃を超え，又は最高使用圧力が 1,900 kPa を超える環境下にある原子炉格納容器外の重要度クラス 3 の機器
*4：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す
*5：新規に設置される機器及び構造物であることを示す

表 3.6.1-1 (2/2)　仕切弁の主な仕様

分類基準		当該系統	選定基準					冷温停止状態維持に必要な機器	選定	代表機器／選定理由
弁箱材料	内部流体		口径(A)	重要度[*1]	使用条件					
					運転状態	最高使用圧力(MPa)	最高使用温度 (℃)			
炭素鋼	ガス	原子炉隔離時冷却系	50	MS-1，重[*3]	一時	0.52	88	－		可燃性ガス濃度制御系出口弁／重要度，運転状態，最高使用温度，最高使用圧力，口径
		可燃性ガス濃度制御系	100～150	MS-1	一時	0.31	171	○	◎	
		気体廃棄物処理系	200～300	PS-2	連続	0.34～2.42	66～538	－		
		重大事故等対処設備[*5]	50～150	重[*3]	一時	0.3～0.86	66～105	－		
	海水	残留熱除去海水系	300～500	MS-1，重[*3]	一時	0.70～3.45	38～66	○		非常用ディーゼル発電機海水系出口隔離弁／重要度，運転状態，最高使用温度，最高使用圧力，口径，容量[*4]
		非常用ディーゼル発電機海水系	250	MS-1，重[*3]	一時	0.70	38～66	○	◎	
		高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機海水系	250	MS-1，重[*3]	一時	0.70	38～66	○		
		重大事故等対処設備[*5]	300～350	重[*3]	一時	2.45	38	－		
鋳鉄	海水	残留熱除去海水系	100～500	MS-1，重[*3]	一時	3.45	38～66	○	◎	残留熱除去系熱交換器海水出口弁／重要度，運転状態，最高使用温度
ステンレス鋼	純水	制御棒駆動系	20～50	MS-1	連続	12.06	66～138	○		原子炉再循環ポンプ出口弁／重要度，運転状態，最高使用温度，最高使用圧力
		ほう酸水注入系	40	高[*2]	一時	9.66	66	○		
		残留熱除去系	20～500	MS-1/PS-1，重[*3]	一時	8.62～10.69	302	○		
		原子炉冷却材浄化系	65～150	MS-1/PS-1	連続	8.62～9.80	302	○		
		原子炉隔離時冷却系	150	MS-1/PS-1，重[*3]	一時	10.70	302	○		
		原子炉再循環系	20～600	MS-1/PS-1	連続	8.62～12.06	66～302	○	◎	
		補助系	80	MS-1	連続	0.28	80	○		
	五ほう酸ナトリウム水	ほう酸水注入系	40～80	MS-1，重[*3]	一時	1.04～9.66	66	○	◎	ほう酸水注入系ポンプ出口弁／重要度，運転状態，最高使用温度，最高使用圧力
低合金鋼	蒸気	原子炉系	650	PS-2	連続	8.62	302	－	◎	主蒸気隔離弁第3弁

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す
*2：最高使用温度が 95 ℃を超え，又は最高使用圧力が 1,900 kPa を超える環境下にある原子炉格納容器外の重要度クラス 3 の機器
*3：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す
*4：選定基準が全て同等であることから，ポンプ容量の大きい系統を選定
　　非常用ディーゼル発電機海水ポンプ：272.6 m^3/h，高圧炉心スプレイディーゼル冷却系海水系ポンプ：232.8 m^3/h
*5：新規に設置される機器及び構造物であることを示す

(2) 冷温停止を踏まえた再評価を行う経年劣化事象の抽出

「東海第二発電所　劣化状況評価書（断続的運転)」では，代表機器に想定される高経年化対策上着目すべき経年劣化事象として以下の事象を抽出した。

a. 弁箱の疲労割れ［原子炉給水止め弁，原子炉再循環ポンプ出口弁］
b. 弁箱の熱時効［原子炉再循環ポンプ出口弁］

この中から，冷温停止状態の維持を前提とした場合における，劣化の発生・進展に関する整理を実施し，その結果を表 3.6.1-2 に示す。

表 3.6.1-2 に示す整理の結果，冷温停止状態の維持を前提とした場合において，発生・進展が断続的運転を前提とした場合と比べて厳しくなることが想定される経年劣化事象は抽出されなかった。

表3.6.1-2　冷温停止状態維持を前提とした評価対象機器・経年劣化事象の整理

機器名称	冷温停止状態での経年劣化事象の整理		再評価要否判断	備考
	a.	b.		
原子炉給水止め弁	△	－	否	
原子炉再循環ポンプ出口弁	△	△	否	

○：冷温停止状態の維持を前提とした場合において，発生・進展が断続的運転を前提とした場合より厳しくなることが想定される経年劣化事象
△：断続的運転を前提とした場合と比較して，発生・進展が同程度か以後の発生・進展がない経年劣化事象
－：経年劣化事象が想定されない

(3) 代表機器以外への展開

「東海第二発電所　劣化状況評価書（断続的運転)」では，代表機器以外に想定される高経年化対策上着目すべき経年劣化事象のうち，冷温停止機器に想定される以下の事象については，断続的運転を前提とした場合と比較して，発生・進展が同程度か，以後の発生・進展がない経年劣化事象と判断した。

a. 弁箱の疲労割れ［残留熱除去系，原子炉冷却材浄化系，高圧炉心スプレイ系，低圧炉心スプレイ系，原子炉隔離時冷却系，原子炉系，原子炉再循環系］
b. 弁箱の熱時効［純水系ステンレス鋳鋼仕切弁：残留熱除去系，原子炉冷却材浄化系，原子炉隔離時冷却系，原子炉再循環系］

3.6.2 玉形弁

(1) 代表機器の選定

東海第二で使用している玉形弁の主な仕様を表 3.6.2-1 に示す。

冷温停止状態維持に必要な機器のうち，「東海第二発電所　劣化状況評価書（断続的運転）」において代表機器とした以下の機器を，冷温停止状態の維持を前提とした評価においても同様に代表機器とした。

① 残留熱除去系熱交換器バイパス弁
② 原子炉隔離時冷却系蒸気供給弁
③ 格納容器 N2 ガス供給弁
④ 非常用ディーゼル発電機エンジンエアクーラ海水入口弁
⑤ 原子炉冷却浄化吸込弁
⑥ サプレッション・チェンバ隔離電磁弁 2-26V-95 前弁（AC 系）
⑦ 残留熱除去系熱交換器海水出口流量調整弁
⑧ ほう酸水注入系貯蔵タンク出口弁
⑨ 低圧炉心スプレイ系ポンプ室空調海水出口弁

表 3.6.2-1 (1/2)　玉形弁の主な仕様

分類基準		当該系統	選定基準					冷温停止状態維持に必要な機器	選定	代表機器／選定理由
弁箱材料	内部流体		口径(A)	重要度[*1]	使用条件					
					運転状態	最高使用圧力(MPa)	最高使用温度（℃）			
炭素鋼	純水	制御棒駆動系	25～50	高[*2]	連続	12.06	66	○		残留熱除去系熱交換器バイパス弁／重要度，運転状態，最高使用温度，最高使用圧力，口径
		残留熱除去系	25～450	MS-1，重[*3]	一時	3.45	100～174	○	◎	
		高圧炉心スプレイ系	20～300	MS-1	一時	0.70～10.69	100	○		
		低圧炉心スプレイ系	20～300	MS-1	一時	0.70～4.14	100	○		
		原子炉隔離時冷却系	20～100	MS-1	一時	8.62～10.35	77～302	○		
		原子炉冷却材浄化系	50～150	PS-2	連続	9.80	66～302	○		
		燃料プール冷却浄化系	250	MS-2	連続	3.45	174	○		
		給水系	40～50	高[*2]	連続	6.13～6.77	205	－		
		重大事故等対処設備[*5]	50～200	重[*3]	一時	0.62～3.45	66～200	－		
	蒸気	原子炉隔離時冷却系	25～100	MS-1，重[*3]	一時	1.04～8.62	135～302	○	◎	原子炉隔離時冷却系蒸気供給弁／重要度，運転状態，最高使用温度，最高使用圧力，口径
		原子炉系	40～50	MS-1	一時	8.62	302	○		
		タービン補助蒸気系	80	高[*2]	連続	8.62	302	○		
	ガス	可燃性ガス濃度制御系	20	MS-1	一時	0.31	171	○		格納容器 N2 ガス供給弁／重要度，運転状態，最高使用温度，最高使用圧力，口径
		不活性ガス系[*5]	50～80	MS-1	一時	0.31	171	○	◎	
		制御用圧縮空気系	50	MS-1，重[*3]	一時	1.38	66	○		
		試料採取系	50	MS-1	一時	0.31	171	－		
		重大事故等対処設備[*5]	50	重[*3]	一時	0.62	200	－		
	海水	非常用ディーゼル発電機海水系	150	MS-1，重[*3]	一時	0.70	38	○	◎	非常用ディーゼル発電機エンジンエアクーラ海水入口弁／重要度，運転状態，最高使用温度，最高使用圧力，口径，容量[*4]
		高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機海水系	100～150	MS-1，重[*3]	一時	0.70	38	○		
		重大事故等対処設備[*5]	150～300	重[*3]	一時	2.45	38	－		

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

*2：最高使用温度が 95 ℃を超え，又は最高使用圧力が 1,900 kPa を超える環境下にある原子炉格納容器外の重要度クラス 3 の機器

*3：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す

*4：選定基準が全て同一であることから，ポンプ容量の大きい系統を選定

非常用ディーゼル発電機海水ポンプ：272.6 m^3/h，高圧炉心スプレイディーゼル冷却系海水系ポンプ：232.8 m^3/h

*5：新規に設置される機器及び構造物であることを示す

表 3.6.2-1 (2/2)　玉形弁の主な仕様

分類基準		当該系統	選定基準					冷温停止状態維持に必要な機器	選定	代表機器／選定理由
弁箱材料	内部流体		口径(A)	重要度[*1]	使用条件					
					運転状態	最高使用圧力(MPa)	最高使用温度（℃）			
ステンレス鋼	純水	制御棒駆動系	25～50	高[*2]	連続	12.06	66	○		原子炉冷却浄化吸込弁／重要度，運転状態，最高使用温度，最高使用圧力，口径
		ほう酸水注入系	40	MS-1，重[*3]	一時	9.66	302	○		
		残留熱除去系	25～300	PS-1/MS-1，重[*3]	一時	8.62～10.69	302	○		
		原子炉隔離時冷却系	20	MS-1	一時	8.62	302	○		
		原子炉再循環系	20	高[*2]	連続	12.06	66	○		
		原子炉冷却材浄化系	15～150	PS-1	連続	8.62～12.06	66～302	○	◎	
		燃料プール冷却浄化系	150	MS-2，重[*3]	連続	1.38	66	○		
		格納容器雰囲気監視系	20	MS-1	一時	0.31	104	○		
		不活性ガス系	25	MS-1	一時	0.31	171	○		
		事故時サンプリング設備	20	MS-1	一時	0.31～8.62	104～302	－		
		重大事故等対処設備[*4]	25～100	重[*3]	一時	0.62～2.5	66～200	－		
	ガス	不活性ガス系	20～25	MS-1	一時	0.31	171	○	◎	サプレッション・チェンバ隔離電磁弁 2-26V-95 前弁（AC 系）／重要度，運転状態，最高使用温度，最高使用圧力，口径
		制御用圧縮空気系	15～25	高[*2]，重[*3]	一時	1.03～14.70	46～66	○		
		重大事故等対処設備[*4]	20～50	MS-1，重[*3]	一時	0.86～25	40～171	○		
	海水	残留熱除去海水系	40～350	MS-1，重[*3]	一時	3.45	38～66	○	◎	残留熱除去系熱交換器海水出口流量調整弁／重要度，運転状態，最高使用温度，最高使用圧力，口径
	五ほう酸ナトリウム水	ほう酸水注入系	40～80	MS-1，重[*3]	一時	1.04～9.66	66	○	◎	ほう酸水注入系貯蔵タンク出口弁／重要度
青銅鋳物	海水	残留熱除去海水系	20～65	MS-1，重[*3]	一時	3.45	38～66	○	◎	低圧炉心スプレイ系ポンプ室空調海水出口弁／重要度，運転状態，最高使用温度，最高使用圧力，口径
		高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機海水系	50～65	MS-1，重[*3]	一時	0.70	38～66	○		

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す
*2：最高使用温度が 95 ℃を超え，又は最高使用圧力が 1,900 kPa を超える環境下にある原子炉格納容器外の重要度クラス 3 の機器
*3：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す
*4：新規に設置される機器及び構造物であることを示す

(2) 冷温停止を踏まえた再評価を行う経年劣化事象の抽出

「東海第二発電所　劣化状況評価書（断続的運転)」では，代表機器に想定される高経年化対策上着目すべき経年劣化事象は抽出されなかった。

(3) 代表機器以外への展開

「東海第二発電所　劣化状況評価書（断続的運転)」では，代表機器以外に想定される高経年化対策上着目すべき経年劣化事象は抽出されなかった。

3.6.3 逆止弁

(1) 代表機器の選定

東海第二で使用している逆止弁の主な仕様を表 3.6.3-1 に示す。

冷温停止状態維持に必要な機器のうち，「東海第二発電所　劣化状況評価書（断続的運転）」において代表機器とした以下の機器を，冷温停止状態の維持を前提とした評価においても同様に代表機器とした。

① 原子炉給水逆止弁
② MSIV-LCS 共通ベント逆止弁
③ 非常用ディーゼル発電機海水系出口逆止弁
④ 原子炉再循環ポンプシールパージ内側逆止弁
⑤ SLC ポンプ出口逆止弁
⑥ 逃がし安全弁（ADS）N2 供給管逆止弁
⑦ 残留熱除去海水系ポンプ逆止弁

表 3.6.3-1 (1/2)　逆止弁の主な仕様

分類基準		当該系統	選定基準					冷温停止状態維持に必要な機器	選定	代表機器／選定理由
弁箱材料	内部流体		口径(A)	重要度*1	使用条件					
					運転状態	最高使用圧力(MPa)	最高使用温度 (℃)			
炭素鋼	純水	制御棒駆動系	50	高*2	連続	12.06	66	○		原子炉給水逆止弁／重要度，運転状態
		残留熱除去系	25～450	PS-1/MS-1，重*3	一時	0.86～8.62	100～302	○		
		高圧炉心スプレイ系	25～600	PS-1/MS-1，重*3	一時	0.70～10.69	100～302	○		
		低圧炉心スプレイ系	25～400	PS-1/MS-1，重*3	一時	4.14～8.62	100～302	○		
		原子炉隔離時冷却系	25～200	PS-1/MS-1，重*3	一時	0.86～10.35	77～302	○		
		原子炉系	500	PS-1/MS-1	連続	8.62	302	○	◎	
		原子炉冷却材浄化系	100～150	PS-2	連続	9.80	302	○		
		復水系	500	高*2	連続	6.14	205	－		
		給水系	400～600	高*2	連続	15.51	233	－		
		給水加熱器ドレン系	80～400	高*2	連続	0.69～1.04	149～233	－		
		重大事故等対処設備*5	80～250	重*3	一時	1.37～10.70	66～174	－		
	蒸気	原子炉隔離時冷却系	80～350	高*2，重*3	一時	1.04	135	○		MSIV-LCS 共通ベント逆止弁／重要度
		主蒸気隔離弁漏えい抑制系	100	MS-1	一時	8.62	302	○	◎	
		抽気系	350	高*2	連続	1.81	210	－		
		所内蒸気系	150	高*2	連続	0.96	183	－		
		重大事故等対処設備*5	350	重*3	一時	1.04	135	－		
	海水	非常用ディーゼル発電機海水系	250	MS-1，重*3	一時	0.70	38～66	○	◎	非常用ディーゼル発電機海水系出口逆止弁／重要度，運転状態，最高使用温度，最高使用圧力，口径，容量*4
		高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機海水系	250	MS-1，重*3	一時	0.70	38～66	○		
		重大事故等対処設備*5	150～350	重*3	一時	0.98～3.45	38～66	－		

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す
*2：最高使用温度が 95 ℃を超え，又は最高使用圧力が 1,900 kPa を超える環境下にある原子炉格納容器外の重要度クラス 3 の機器
*3：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す
*4：選定基準が同一であることから，ポンプ容量の大きい系統を選定
　　非常用ディーゼル発電機海水ポンプ：272.6 m^3/h，高圧炉心スプレイディーゼル冷却系海水系ポンプ：232.8 m^3/h
*5：新規に設置される機器及び構造物であることを示す

表 3.6.3-1 (2/2)　逆止弁の主な仕様

分類基準		当該系統	選定基準					冷温停止状態維持に必要な機器	選定	代表機器／選定理由
弁箱材料	内部流体		口径(A)	重要度*1	使用条件					
					運転状態	最高使用圧力(MPa)	最高使用温度（℃）			
ステンレス鋼	純水	制御棒駆動系	25	高*2	連続	12.06	66	○		原子炉再循環ポンプシールパージ内側逆止弁／重要度，運転状態，最高使用温度，最高使用圧力
		ほう酸水注入系	40	MS-1，重*3	一時	9.66	302	○		
		残留熱除去系	150～300	PS-1/MS-1，重*3	一時	8.62～10.69	302	○		
		原子炉隔離時冷却系	150	PS-1/MS-1，重*3	一時	8.62	302	○		
		原子炉再循環系	20	MS-1	連続	12.06	302	○	◎	
		原子炉冷却材浄化系	20～150	PS-2	連続	9.80	66～302	○		
		燃料プール冷却浄化系	65	MS-2	連続	1.38	66	○		
		重大事故等対処設備*4	25～50	重*3	一時	0.62～2.5	200	－		
	五ほう酸ナトリウム水	ほう酸水注入系	40	MS-1，重*3	一時	9.66	66	○	◎	SLC ポンプ出口逆止弁
	ガス	中性子計装系	20	MS-1	一時	0.31	171	○		逃がし安全弁（ADS）N2 供給管逆止弁／重要度，運転状態，最高使用温度，最高使用圧力
		原子炉系	15	MS-1，重*3	連続	0.86～1.38	66	○	◎	
		制御用圧縮空気系	50	重*3	一時	1.38	66	－		
		サプレッション・プール水 pH 制御装置*4	80	MS-1	一時	0.31	171	－		
		重大事故等対処設備*4	50	重*3	一時	0.3～0.86	66～200	－		
	海水	残留熱除去海水系	350	MS-1，重*3	一時	3.45	38	○	◎	残留熱除去海水系ポンプ逆止弁／重要度
		浸水防護施設*4	80～100	設*5	一時	0.20	38	－		

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す
*2：最高使用温度が 95 ℃を超え，又は最高使用圧力が 1,900 kPa を超える環境下にある原子炉格納容器外の重要度クラス 3 の機器
*3：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す
*4：新規に設置される機器及び構造物であることを示す
*5：設計基準対象施設として評価対象とした機器及び構造物であることを示す

(2) 冷温停止を踏まえた再評価を行う経年劣化事象の抽出

「東海第二発電所　劣化状況評価書（断続的運転)」では，代表機器に想定される高経年化対策上着目すべき経年劣化事象として以下の事象を抽出した。

a. 弁箱の疲労割れ［原子炉給水逆止弁］

この中から，冷温停止状態の維持を前提とした場合における，劣化の発生・進展に関する整理を実施し，その結果を表 3.6.3-2 に示す。

表 3.6.3-2 に示す整理の結果，冷温停止状態の維持を前提とした場合において，発生・進展が断続的運転を前提とした場合と比べて厳しくなることが想定される経年劣化事象は抽出されなかった。

表3.6.3-2　冷温停止状態維持を前提とした評価対象機器・経年劣化事象の整理

機器名称	冷温停止状態での 経年劣化事象の整理	再評価 要否判断	備考
原子炉給水逆止弁	△	否	

○：冷温停止状態の維持を前提とした場合において，発生・進展が断続的運転を前提とした場合より厳しくなることが想定される経年劣化事象

△：断続的運転を前提とした場合と比較して，発生・進展が同程度か以後の発生・進展がない経年劣化事象

－：経年劣化事象が想定されない

(3) 代表機器以外への展開

「東海第二発電所　劣化状況評価書（断続的運転)」では，代表機器以外に想定される高経年化対策上着目すべき経年劣化事象のうち，冷温停止機器に想定される以下の事象については，断続的運転を前提とした場合と比較して，発生・進展が同程度か，以後の発生・進展がない経年劣化事象と判断した。

a. 弁箱の疲労割れ［熱過渡条件下の逆止弁共通］

3.6.4 バタフライ弁

(1) 代表機器の選定

東海第二で使用しているバタフライ弁の主な仕様を表 3.6.4-1 に示す。

冷温停止状態維持に必要な機器のうち，「東海第二発電所　劣化状況評価書（断続的運転）」において代表機器とした以下の機器を，冷温停止状態の維持を前提とした評価においても同様に代表機器とした。

① 格納容器パージ弁

② DGSW 非常用放出ライン隔離弁

表 3.6.4-1　バタフライ弁の主な仕様

分類基準		当該系統	選定基準					冷温停止状態維持に必要な機器	選定	代表機器／選定理由
弁箱材料	内部流体		口径(A)	重要度[*1]	使用条件					
					運転状態	最高使用圧力(MPa)	最高使用温度（℃）			
炭素鋼	ガス	不活性ガス系	300～600	MS-1,重[*2]	一時	0.31～1.04	105～171	○	◎	格納容器パージ弁／重要度，運転状態，最高使用温度，最高使用圧力，口径
		非常用ガス処理系	450	MS-1,重[*2]	一時	0.01	86	○		
		非常用ガス再循環系	400～600	MS-1,重[*2]	一時	0.01	86	○		
		重大事故等対処設備[*4]	450	重[*2]	一時	0.62	200	－		
	海水	非常用ディーゼル発電機海水系	250	重[*2]	一時	0.70	66	○	◎	DGSW 非常用放出ライン隔離弁／重要度，運転状態（使用期間），最高使用温度，最高使用圧力，口径，容量[*3]
		高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機海水系	250	重[*2]	一時	0.70	66	○		
		重大事故等対処設備[*4]	150	重[*2]	一時	0.98	38～66	－		
ステンレス鋼	ガス	重大事故等対処設備[*4]	600	重[*2]	一時	0.62	200	－	◎	格納容器圧力逃がし装置出口側隔離弁

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

*2：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す

*3：選定基準が同一であることから，ポンプ容量の大きい系統を選定

非常用ディーゼル発電機海水ポンプ：272.6 m^3/h，高圧炉心スプレイディーゼル冷却系海水系ポンプ：232.8 m^3/h

*4：新規に設置される機器及び構造物であることを示す

(2) 冷温停止を踏まえた再評価を行う経年劣化事象の抽出

「東海第二発電所　劣化状況評価書（断続的運転）」では，代表機器に想定される高経年化対策上着目すべき経年劣化事象は抽出されなかった。

(3) 代表機器以外への展開

「東海第二発電所　劣化状況評価書（断続的運転）」では，代表機器以外に想定される高経年化対策上着目すべき経年劣化事象は抽出されなかった。

3.6.5 安全弁

(1) 代表機器の選定

東海第二で使用している安全弁の主な仕様を表 3.6.5-1 に示す。

冷温停止状態維持に必要な機器のうち，「東海第二発電所　劣化状況評価書（断続的運転）」において代表機器とした以下の機器を，冷温停止状態の維持を前提とした評価においても同様に代表機器とした。

① 高圧炉心スプレイ系注入弁 F004 安全弁
② 残留熱除去系停止時冷却入口ライン安全弁
③ 計装用 N2 ガス逃し安全弁
④ SLC ポンプ逃し弁
⑤ RHR 熱交換器管側安全弁

表 3.6.5-1　安全弁の主な仕様

分類基準		当該系統	選定基準					冷温停止状態維持に必要な機器	選定	代表機器／選定理由
弁箱材料	内部流体		口径（A）	重要度*1	使用条件					
					運転状態	最高使用圧力（MPa）	最高使用温度（℃）			
炭素鋼	純水	残留熱除去系	15～40	MS-1，重*2	一時	0.86～8.62	100～302	○		高圧炉心スプレイ系注入弁 F004 安全弁／重要度，運転状態，最高使用温度，最高使用圧力
		高圧炉心スプレイ系	15～40	MS-1，重*2	一時	0.70～10.69	100～302	－	◎	
		低圧炉心スプレイ系	15～40	MS-1，重*2	一時	0.70～8.62	100～302	－		
		原子炉隔離時冷却系	40	重*2	一時	0.86	77	○		
		原子炉冷却材浄化系	25～40	高*3	連続	0.86～9.80	188～302	○		
		可燃性ガス濃度制御系	40	MS-1	一時	0.31	171	○		
		タービングランド蒸気系	50	高*3	連続	1.04	183	○		
		復水系	20～25	高*3	連続	6.14	205	○		
		給水系	20	高*3	連続	12.93	233	－		
		空気抽出系	90	高*3	連続	0.35	164	－		
	蒸気	タービン補助蒸気系	50	高*3	連続	1.04	183	－		ヒータ 1 安全弁／重要度，運転状態，最高使用温度
		タービングランド蒸気系	200	高*3	連続	1.04	124～233	－		
		給水加熱器ベント系	80～100	高*3	連続	0.36～2.98	149～235	－	◎	
ステンレス鋼	純水	残留熱除去系	15～25	MS-1，重*2	一時	8.62	302	○	◎	残留熱除去系停止時冷却入口ライン安全弁／重要度，運転状態，最高使用温度，最高使用圧力，口径
		原子炉隔離時冷却系	15	高*3	一時	10.35	302	○		
		原子炉再循環系	20	高*3	連続	12.06	66	○		
		原子炉冷却材浄化系	25	高*3	連続	12.06	66	○		
	蒸気	気体廃棄物処理系	20～40	高*3	連続	0.86～2.41	205～538	－	◎	排ガス復水器安全弁／重要度，運転状態，最高使用温度
	ガス	制御用圧縮空気系	25	重*2	一時	1.38	66	○	◎	計装用 N2 ガス逃し安全弁
	五ほう酸ナトリウム水	ほう酸水注入系	25	MS-1，重*2	一時	9.66	66	○	◎	SLC ポンプ逃し弁
青銅鋳物	海水	残留熱除去海水系	40	MS-1	一時	3.45	249	○	◎	RHR 熱交換器管側安全弁

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す
*2：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す
*3：最高使用温度が 95 ℃を超え，または最高使用圧力が 1,900 kPa を超える環境下にある原子炉格納容器外の重要度クラス 3 の機器

(2) 冷温停止を踏まえた再評価を行う経年劣化事象の抽出

「東海第二発電所　劣化状況評価書（断続的運転）」では，代表機器に想定される高経年化対策上着目すべき経年劣化事象は抽出されなかった。

(3) 代表機器以外への展開

「東海第二発電所　劣化状況評価書（断続的運転）」では，代表機器以外に想定される高経年化対策上着目すべき経年劣化事象は抽出されなかった。

3.6.6 ボール弁

(1) 代表機器の選定

東海第二で使用しているボール弁の主な仕様を表 3.6.6-1 に示す。

冷温停止状態維持に必要な機器のうち，「東海第二発電所　劣化状況評価書（断続的運転）」において代表機器とした以下の機器を，冷温停止状態の維持を前提とした評価においても同様に代表機器とした。

① 移動式炉心内計装ボール弁

② 原子炉冷却材浄化系 F／D 入口弁

表 3.6.6-1　ボール弁の主な仕様

分類基準		当該系統	選定基準					冷温停止状態維持に必要な機器	選定	代表機器／選定理由
			口径 (A)	重要度*1	使用条件					
弁箱材料	内部流体				運転状態	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (℃)			
ステンレス鋼	ガス	中性子計装系	9*2	MS-1	一時	0.31	171	○	◎	移動式炉心内計装ボール弁／重要度
		原子炉冷却材浄化系*3	80	PS-2	連続	9.80	66	○		
	純水	原子炉冷却材浄化系	50～150	PS-2	連続	9.80	66	○	◎	原子炉冷却材浄化系F/D入口弁／重要度，運転状態*4

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

*2：単位はmmとする

*3：原子炉冷却材浄化系に供給される制御用圧縮空気

*4：プロセス系統にあり使用環境が厳しい弁

(2) 冷温停止を踏まえた再評価を行う経年劣化事象の抽出

「東海第二発電所　劣化状況評価書（断続的運転）」では，代表機器に想定される高経年化対策上着目すべき経年劣化事象は抽出されなかった。

(3) 代表機器以外への展開

「東海第二発電所　劣化状況評価書（断続的運転）」では，代表機器以外に想定される高経年化対策上着目すべき経年劣化事象は抽出されなかった。

3.6.7 原子炉再循環ポンプ流量制御弁

(1) 対象機器

東海第二で使用している原子炉再循環ポンプ流量制御弁の主な仕様を表3.6.7-1に示す。

冷温停止状態維持に必要な機器のうち，「東海第二発電所　劣化状況評価書（断続的運転）」において対象機器とした以下の機器を，冷温停止状態の維持を前提とした評価においても同様に対象機器とした。

①原子炉再循環ポンプ流量制御弁

表 3.6.7-1　原子炉再循環ポンプ流量制御弁の主な仕様

分類基準		当該系統	口径(A)	重要度[*1]	使用条件			機器名称	冷温停止状態維持に必要な機器
弁箱材料	内部流体				運転状態	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (℃)		
ステンレス鋳鋼	純水	原子炉再循環系	600	PS-1	連続	11.38	302	原子炉再循環ポンプ流量制御弁[*2]	○

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

*2：弁本体及び油圧供給装置を含む

(2) 冷温停止を踏まえた再評価を行う経年劣化事象の抽出

「東海第二発電所　劣化状況評価書（断続的運転）」では，原子炉再循環ポンプ流量制御弁に想定される高経年化対策上着目すべき経年劣化事象として以下の事象を抽出した。

a. 弁箱の疲労割れ
b. 弁箱の熱時効

この中から，冷温停止状態の維持を前提とした場合における，劣化の発生・進展に関する整理を実施し，その結果を表3.6.7-2に示す。

表3.6.7-2に示す整理の結果，冷温停止状態の維持を前提とした場合において，発生・進展が断続的運転を前提とした場合と比べて厳しくなることが想定される経年劣化事象は抽出されなかった。

表3.6.7-2　冷温停止状態維持を前提とした評価対象機器・経年劣化事象の整理

機器名称	冷温停止状態での経年劣化事象の整理		再評価要否判断	備考
	a.	b.		
原子炉再循環ポンプ流量制御弁	△	△	否	

○：冷温停止状態の維持を前提とした場合において，発生・進展が断続的運転を前提とした場合より厳しくなることが想定される経年劣化事象
△：断続的運転を前提とした場合と比較して，発生・進展が同程度か以後の発生・進展がない経年劣化事象
－：経年劣化事象が想定されない

3.6.8 主蒸気隔離弁

(1) 対象機器

東海第二で使用している主蒸気隔離弁の主な仕様を表 3.6.8-1 に示す。

冷温停止状態維持に必要な機器のうち，「東海第二発電所　劣化状況評価書（断続的運転）」において対象機器とした以下の機器を，冷温停止状態の維持を前提とした評価においても同様に対象機器とした。

①主蒸気隔離弁

表 3.6.8-1　主蒸気隔離弁の主な仕様

分類基準		当該系統	口径(A)	重要度*1	使用条件			機器名称	冷温停止状態維持に必要な機器
弁箱材料	内部流体				運転状態	最高使用圧力(MPa)	最高使用温度(℃)		
炭素鋼	蒸気	原子炉系	650	MS-1 /PS-1	連続	8.62	302	主蒸気隔離弁 第1弁*2	○
								主蒸気隔離弁 第2弁*2	

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

*2：弁本体及び駆動部を含む

(2) 冷温停止を踏まえた再評価を行う経年劣化事象の抽出

「東海第二発電所　劣化状況評価書（断続的運転）」では，主蒸気隔離弁に想定される高経年化対策上着目すべき経年劣化事象として以下の事象を抽出した。

a. 弁箱の疲労割れ

この中から，冷温停止状態の維持を前提とした場合における，劣化の発生・進展に関する整理を実施し，その結果を表3.6.8-2に示す。

表3.6.8-2に示す整理の結果，冷温停止状態の維持を前提とした場合において，発生・進展が断続的運転を前提とした場合と比べて厳しくなることが想定される経年劣化事象は抽出されなかった。

表3.6.8-2　冷温停止状態維持を前提とした評価対象機器・経年劣化事象の整理

機器名称	冷温停止状態での経年劣化事象の整理	再評価要否判断	備考
	a.		
主蒸気隔離弁	△	否	

○：冷温停止状態の維持を前提とした場合において，発生・進展が断続的運転を前提とした場合より厳しくなることが想定される経年劣化事象

△：断続的運転を前提とした場合と比較して，発生・進展が同程度か以後の発生・進展がない経年劣化事象

－：経年劣化事象が想定されない

3.6.9 主蒸気逃がし安全弁

(1) 対象機器

東海第二で使用している主蒸気逃がし安全弁の主な仕様を表 3.6.9-1 に示す。

冷温停止状態維持に必要な機器のうち，「東海第二発電所　劣化状況評価書（断続的運転）」において対象機器とした以下の機器を，冷温停止状態の維持を前提とした評価においても同様に対象機器とした。

①主蒸気逃がし安全弁

表 3.6.9-1　主蒸気逃がし安全弁の主な仕様

分類基準		当該系統	口径(A)	重要度*1	使用条件			機器名称	冷温停止状態維持に必要な機器
弁箱材料	内部流体				運転状態	最高使用圧力(MPa)	最高使用温度（℃）		
炭素鋼 鋳鋼	蒸気	原子炉系	150	MS-1/ PS-1 重*2	一時	8.62	302	主蒸気逃がし安全弁*3	○

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

*2：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す

*3：弁本体及び駆動部を含む

(2) 冷温停止を踏まえた再評価を行う経年劣化事象の抽出

「東海第二発電所　劣化状況評価書（断続的運転）」では，主蒸気逃がし安全弁に想定される高経年化対策上着目すべき経年劣化事象は抽出されなかった。

3.6.10 爆破弁

(1) 対象機器

東海第二で使用している爆破弁の主な仕様を表 3.6.10-1 に示す。

冷温停止状態維持に必要な機器のうち，「東海第二発電所　劣化状況評価書（断続的運転）」において対象機器とした以下の機器を，冷温停止状態の維持を前提とした評価においても同様に対象機器とした。

① ほう酸水注入系爆破弁

表 3.6.10-1　爆破弁の主な仕様

分類基準		当該系統	口径(A)	重要度[*1]	使用条件			機器名称	冷温停止状態維持に必要な機器
弁箱材料	内部流体				運転状態	最高使用圧力（MPa）	最高使用温度（℃）		
ステンレス鋼	五ほう酸ナトリウム水	ほう酸水注入系	40	MS-1 重[*2]	一時	9.66	302	ほう酸水注入系爆破弁	○

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

*2：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す

(2) 冷温停止を踏まえた再評価を行う経年劣化事象の抽出

「東海第二発電所　劣化状況評価書（断続的運転）」では，対象機器に想定される高経年化対策上着目すべき経年劣化事象は抽出されなかった。

3.6.11 破壊板

(1) 代表機器の選定

東海第二で使用している破壊板（以下,「ラプチャーディスク」という）の主な仕様を表 3.6.11-1 に示すが，冷温停止状態維持に必要な機器はない。

表 3.6.11-1　ラプチャーディスクの主な仕様

分類基準		当該系統	選定基準					冷温停止状態維持に必要な機器
			口径 (A)	重要度*1	使用条件			
弁箱材料	内部流体				運転状態	設計圧力 (MPa)	最高使用温度 (℃)	
ステンレス鋼	蒸気	原子炉隔離時冷却系	350	高*2	一時	1.04	135	―
		気体廃棄物処理系	300	PS-2	連続	2.41	205	―
	ガス	重大事故等対処設備*4	600	重*3	一時	0.08	200	―

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

*2：最高使用温度が 95 ℃を超え，又は最高使用圧力が 1,900 kPa を超える環境下にある原子炉格納容器外の重要度クラス 3 の機器

*3：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す

*4：新規に設置される機器及び構造物であることを示す

3.6.12 制御弁

(1) 代表機器の選定

東海第二で使用している制御弁の主な仕様を表 3.6.12-1 に示す。

冷温停止状態維持に必要な機器のうち,「東海第二発電所　劣化状況評価書（断続的運転)」において代表機器とした以下の機器を，冷温停止状態の維持を前提とした評価においても同様に代表機器とした。

① 中央制御室換気系 AH2-9 出口温度制御弁
② タービングランド蒸気系グランド蒸気蒸発器加熱蒸気減圧弁
③ 原子炉冷却材浄化系 F/D 出口流量調整弁
④ 制御用圧縮空気系ドライウェル N2 供給ライン圧力調整弁
⑤ 原子炉隔離時冷却系潤滑油クーラー冷却水圧力調整弁

表 3.6.12-1　制御弁の主な仕様

分類基準		当該系統	選定基準					冷温停止状態維持に必要な機器	選定	代表機器／選定理由
			口径(A)	重要度[*1]	使用条件					
弁箱材料	内部流体				運転状態	最高使用圧力(MPa)	最高使用温度(℃)			
炭素鋼	純水	原子炉冷却材浄化系	150	PS-2	連続	9.80	66	○		中央制御室換気系 AH2-9 出口温度制御弁／重要度
		復水系	100	高[*2]	連続	0.35	205	－		
		給水系	25～300	高[*2]	連続	6.14～15.51	66～233	－		
		中央制御室換気系	80	MS-1	連続	0.54	66	○	◎	
	蒸気	不活性ガス系	40	高[*2]	一時	0.96	164	○		タービングランド蒸気系グランド蒸気蒸発器加熱蒸気減圧弁／重要度，運転状態，最高使用温度
		タービングランド蒸気系	100～200	高[*2]	連続	0.96～8.62	183～302	－	◎	
		復水移送系	65	高[*2]	一時	0.96	183	○		
		バッテリー室換気系	20	高[*2]	連続	0.96	183	○		
		気体廃棄物処理系	25	高[*2]	連続	0.96	183	－		
ステンレス鋼	純水	原子炉冷却材浄化系	80	PS-2	連続	9.80	66	○	◎	原子炉冷却材浄化系 F/D 出口流量調整弁
	ガス	制御用圧縮空気系	25	高[*2]，重[*3]	一時	14.7	66	○	◎	制御用圧縮空気系ドライウェル N2 供給ライン圧力調整弁／重要度
		重大事故等対処設備[*4]	20～25	重[*3]	一時	1.80～25	40～66	－		
低合金鋼	純水	原子炉隔離時冷却系	25	MS-1	一時	10.35	77	○	◎	原子炉隔離時冷却系潤滑油クーラー冷却水圧力調整弁／重要度
		給水系	150	高[*2]	連続	15.51	233	－		
		給水加熱器ドレン系	80～400	高[*2]	連続	0.35～2.97	149～235	－		
	蒸気	所内蒸気系	80	高[*2]	連続	8.62	302	－	◎	所内蒸気系 SJAE 入口圧力制御弁

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す
*2：最高使用温度が 95 ℃を超え，又は最高使用圧力が 1,900 kPa を超える環境下にある原子炉格納容器外の重要度クラス 3 の機器
*3：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す
*4：新規に設置される機器及び構造物であることを示す

(2) 冷温停止を踏まえた再評価を行う経年劣化事象の抽出

「東海第二発電所　劣化状況評価書（断続的運転)」では，代表機器に想定される高経年化対策上着目すべき経年劣化事象は抽出されなかった。

(3) 代表機器以外への展開

「東海第二発電所　劣化状況評価書（断続的運転）」では，代表機器以外に想定される高経年化対策上着目すべき経年劣化事象は抽出されなかった。

3.6.13 電動弁用駆動部

(1) 代表機器の選定

東海第二で使用している電動弁用駆動部の主な仕様を表 3.6.13-1 に示す。

冷温停止状態維持に必要な機器のうち,「東海第二発電所　劣化状況評価書（断続的運転)」において代表機器とした以下の機器を，冷温停止状態の維持を前提とした評価においても同様に代表機器とした。

① 残留熱除去系シャットダウンライン隔離弁（内側）駆動部
② 残留熱除去系注入弁駆動部
③ 残留熱除去系シャットダウンライン隔離弁（外側）駆動部

表 3.6.13-1(1/2)　電動弁用駆動部の主な仕様

分類基準		当該系統	選定基準			冷温停止状態維持に必要な機器(運転状態)	選定	代表機器／選定理由
			重要度[*1]	定格出力 (kW)	使用条件 周囲温度 (℃)			
電源	設置場所							
交流	原子炉格納容器内	原子炉系	MS-1／PS-1	1.1	65.6	○（連続）		残留熱除去系シャットダウンライン隔離弁(内側)駆動部／重要度，定格出力
		原子炉再循環系	PS-1	4.7，5.2	65.6	○（連続）		
		残留熱除去系	MS-1／PS-1，重[*2]	0.12～16.4	65.6	○（連続）	◎	
		原子炉隔離時冷却系	MS-1／PS-1，重[*2]	7.8	65.6	○（連続）		
		原子炉冷却材浄化系	MS-1／PS-1	0.72～2.7	65.6	○（連続）		
	原子炉格納容器外	原子炉系	MS-1	0.28～11	60.0	○（連続）		残留熱除去系注入弁駆動部／重要度，定格出力，周囲温度
		原子炉冷却材浄化系	PS-2	0.28～1.8	40.0	○（連続）		
		ほう酸水注入系	MS-1，重[*2]	0.28	40.0	○（一時）		
		残留熱除去系	MS-1／PS-1，重[*2]	0.094～16	40.0,60.0	○（連続）	◎	
		残留熱除去海水系	MS-1，重[*2]	0.12～11	40.0	○（連続）		
		高圧炉心スプレイ系	MS-1／PS-1，重[*2]	1.8～16	40.0	○（一時）		
		低圧炉心スプレイ系	MS-1／PS-1，重[*2]	1.1～16	40.0	○（一時）		
		可燃性ガス濃度制御系	MS-1	0.094～0.5	40.0	○（一時）		
		主蒸気隔離弁漏えい抑制系	MS-1／PS-1	0.37，0.72	60.0	○（連続）		
		原子炉補機冷却系	MS-1	0.72，1.1	40.0	○（連続）		
		燃料プール冷却浄化系	重[*2]	1.1，2	40.0	－		
		制御用圧縮空気系	MS-1	0.28	40.0	○（連続）		
		不活性ガス系	MS-1，重[*2]	0.72	40.0	－		
		格納容器雰囲気監視系	MS-1	0.12	40.0	－		
		事故時サンプリング設備	MS-1	0.12	40.0	－		
		中央制御室換気系	MS-1，重[*2]	1.3，5.2	40.0	○（連続）		
		ドライウェル冷却系	MS-1	0.37	40.0	－		
		空気抽出系	MS-2	1.1	40.0	－		
		気体廃棄物処理系	MS-2	0.72	40.0	－		
		重大事故等対処設備[*3]	MS-1，重[*2]	0.12～3.7	40.0	－		

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す
*2：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す
*3：新規に設置される系統

表 3.6.13-1(2/2)　電動弁用駆動部の主な仕様

分類基準		当該系統	選定基準			冷温停止状態維持に必要な機器(運転状態)	選定	代表機器／選定理由
			重要度*1	定格出力 (kW)	使用条件 周囲温度 (℃)			
電源	設置場所							
直流	原子炉格納容器外	原子炉系	MS-1／PS-1	0.9	60.0	○（連続）		残留熱除去系シャットダウンライン隔離弁(外側)駆動部／重要度，定格出力
		残留熱除去系	MS-1／PS-1，重*2	2.97，9.77	40.0	○（連続）	◎	
		原子炉隔離時冷却系	MS-1／PS-1，重*2	0.1～7.33	40.0	○（連続）		
		原子炉冷却材浄化系	MS-1／PS-1	1.92	40.0	○（連続）		
		重大事故等対処設備*3	重*2	0.12～1.1	40.0	－		

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す
*2：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す
*3：新規に設置される系統

(2) 冷温停止を踏まえた再評価を行う経年劣化事象の抽出

「東海第二発電所　劣化状況評価書（断続的運転)」では，代表機器に想定される高経年化対策上着目すべき経年劣化事象として以下の事象を抽出した。

a. 固定子コイル，口出線・接続部品及び電磁ブレーキコイルの絶縁特性低下［残留熱除去系シャットダウンライン隔離弁（内側）駆動部］
b. 固定子コイル，口出線・接続部品及び電磁ブレーキコイルの絶縁特性低下［残留熱除去系注入弁駆動部］
c. 固定子コイル，回転子コイル，口出線・接続部品及び電磁ブレーキコイルの絶縁特性低下［残留熱除去系シャットダウンライン隔離弁（外側）駆動部］

この中から，冷温停止状態の維持を前提とした場合における，劣化の発生・進展に関する整理を実施し，その結果を表 3.6.13-2 に示す。

表 3.6.13-2 に示す整理の結果，冷温停止状態の維持を前提とした場合において，発生・進展が断続的運転を前提とした場合と比べて厳しくなることが想定される経年劣化事象は抽出されなかった。

表3.6.13-2　冷温停止状態維持を前提とした評価対象機器・経年劣化事象の整理

機器名称	冷温停止状態での経年劣化事象の整理			再評価要否判断	備考
	a.	b.	c.		
残留熱除去系シャットダウンライン隔離弁（内側）駆動部	△	－	－	否	
残留熱除去系注入弁駆動部	－	△	－	否	
残留熱除去系シャットダウンライン隔離弁（外側）駆動部	－	－	△	否	

○：冷温停止状態の維持を前提とした場合において，発生・進展が断続的運転を前提とした場合より厳しくなることが想定される経年劣化事象
△：断続的運転を前提とした場合と比較して，発生・進展が同程度か以後の発生・進展がない経年劣化事象
－：経年劣化事象が想定されない

(3) 代表機器以外への展開

「東海第二発電所　劣化状況評価書（断続的運転)」では，代表機器以外に想定される高経年化対策上着目すべき経年劣化事象のうち，冷温停止機器に想定される以下の事象については，断続的運転を前提とした場合と比較して，発生・進展が同程度か，以後の発生・進展がない経年劣化事象と判断した。

a. 固定子コイル，口出線・接続部品及び電磁ブレーキコイルの絶縁特性低下［原子炉格納容器内の電動（交流）弁用駆動部］
b. 固定子コイル，口出線・接続部品及び電磁ブレーキコイルの絶縁特性低下［原子炉格納容器外（主蒸気トンネル室）の電動（交流）弁用駆動部］
c. 固定子コイル，回転子コイル，口出線・接続部品及び電磁ブレーキコイルの絶縁特性低下［原子炉格納容器外の電動（交流又は直流）弁用駆動部］

3.6.14 空気作動弁用駆動部

(1) 代表機器の選定

東海第二で使用している空気作動弁用駆動部の主な仕様を表 3.6.14-1 に示す。

冷温停止状態維持に必要な機器のうち,「東海第二発電所　劣化状況評価書（断続的運転)」において代表機器とした以下の機器を，冷温停止状態の維持を前提とした評価においても同様に代表機器とした。

① 中央制御室換気系 AH2-9 出口温度制御弁駆動部

② 原子炉再循環系 PLR 炉水サンプリング弁（内側隔離弁）駆動部

③ 不活性ガス系格納容器パージ弁駆動部

表 3.6.14-1　空気作動弁用駆動部の主な仕様

分類基準		当該系統	選定基準				冷温停止状態維持に必要な機器	選定	代表機器／選定理由
			重要度*1	口径（A）	使用条件				
型式	設置場所				運転状態	周囲温度（℃）			
ダイヤフラム型	原子炉格納容器外	中央制御室換気系	MS-1	80	連続	50	○	◎	中央制御室換気系 AH2-9 出口温度制御弁駆動部／重要度，周囲温度
		原子炉隔離時冷却系	MS-1	25	一時	40.0	○		
		原子炉冷却材浄化系	PS-2	80	連続	40.0	○		
シリンダ型	原子炉格納容器内	原子炉再循環系	MS-1	20	連続	65.6	○	◎	原子炉再循環系 PLR 炉水サンプリング弁（内側隔離弁）駆動部
	原子炉格納容器外	不活性ガス系	MS-1,重*2	50～600	一時	40.0	○	◎	不活性ガス系格納容器パージ弁駆動部／重要度，周囲温度，口径
		原子炉再循環系	MS-1	20	連続	40.0	○		
		補助系	MS-1	80	連続	40.0	○		
		原子炉系	MS-1/PS-1	40～500	連続	40.0	○		
		ほう酸水注入系	MS-1,重*2	20	一時	40.0	○		
		漏えい検出系	MS-1	15	連続	40.0	○		
		主蒸気隔離弁漏えい抑制系	MS-1	100	一時	40.0	－		
		原子炉隔離時冷却系	MS-1,重*2	20	一時	40.0	○		
		非常用ガス処理系	MS-1,重*2	450	一時	40.0	○		
		非常用ガス再循環系	MS-1,重*2	600	一時	40.0	○		
		原子炉再循環流量制御系	MS-1	25	連続	40.0	－		
		原子炉冷却材浄化系	PS-2	50～150	連続	40.0	○		
		格納容器雰囲気監視系	MS-2	9.52*3～10	一時	40.0	○		
		気体廃棄物処理系	PS-2	200～300	連続	50	－		

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

*2：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す

*3：単位は外径㎜とする

(2) 冷温停止を踏まえた再評価を行う経年劣化事象の抽出

「東海第二発電所　劣化状況評価書（断続的運転）」では代表機器に想定される高経年化対策上着目すべき経年劣化事象は抽出されなかった。

(3) 代表機器以外への展開

「東海第二発電所　劣化状況評価書（断続的運転）」では，代表機器以外に想定される高経年化対策上着目すべき経年劣化事象は抽出されなかった。

3.7 炉内構造物

(1) 対象機器

東海第二で使用されている炉内構造物の主な仕様を表 3.7-1 に示す。

冷温停止状態維持評価に必要な機器のうち，「東海第二発電所　劣化状況評価書（断続的運転）」において対象機器とした以下の機器を，冷温停止状態の維持を前提とした評価においても同様に対象機器とした。

① 炉内構造物

表 3.7-1　炉内構造物の主な仕様

機器名称	重要度*1	使用条件		冷温停止状態維持に必要な機器
		最高使用圧力*2 (MPa)	最高使用温度 (℃)	
炉心シュラウド	PS-1，重*3	8.62	302	○
シュラウドサポート	PS-1，重*3			
上部格子板	PS-1，重*3			
炉心支持板	PS-1，重*3			
燃料支持金具（中央，周辺）	PS-1，重*3			
制御棒案内管	PS-1，重*3			
炉心スプレイ配管・スパージャ	MS-1，重*3			
差圧検出・ほう酸水注入管	MS-1，重*3			
ジェットポンプ	MS-1，重*3			
中性子計測案内管	MS-1			
残留熱除去系（低圧注水系）配管	MS-1，重*3			

*1：当該機器に要求される重要度のクラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

*2：環境の最高使用圧力を示す

*3：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す

(2) 冷温停止を踏まえた再評価を行う経年劣化事象の抽出

「東海第二発電所　劣化状況評価書（断続的運転）」では炉内構造物に想定される高経年化対策上着目すべき経年劣化事象として以下の事象を抽出した。

a. 疲労割れ［炉心シュラウド，シュラウドサポート］

b. 照射誘起型応力腐食割れ［炉心シュラウド，上部格子板，炉心支持板，周辺燃料支持金具，制御棒案内管］

この中から，冷温停止状態の維持を前提とした場合における，劣化の発生・進展に関する整理を実施し，その結果を表 3.7-2 に示す。

表 3.7-2 に示す整理の結果，冷温停止状態の維持を前提とした場合において，発生・進展が断続的運転を前提とした場合と比べて厳しくなることが想定される経年劣化事象は抽出されなかった。

表 3.7-2　冷温停止状態の維持を前提とした評価対象機器・経年劣化事象の整理

機器名称	冷温停止状態での経年劣化事象の整理		再評価要否判断	備考
	a.	b.		
炉心シュラウド	△	△	否	
シュラウドサポート	△	－	否	
上部格子板	－	△	否	
炉心支持板	－	△	否	
燃料支持金具（中央，周辺）	－	△（周辺）	否	
制御棒案内管	－	△	否	

○：冷温停止状態の維持を前提とした場合において、発生・進展が断続的運転を前提とした場合より厳しくなることが想定される経年劣化事象

△：断続的運転を前提とした場合と比較して、発生・進展が同程度か以後の発生・進展がない経年劣化事象

－：経年劣化事象が想定されない

3.8 ケーブル

3.8.1 高圧ケーブル

(1) 対象機器

東海第二で使用している高圧ケーブルの主な仕様を表 3.8.1-1 に示す。

冷温停止状態維持に必要な機器のうち，「東海第二発電所 劣化状況評価書（断続的運転)」において代表機器とした以下の機器を，冷温停止状態の維持を前提とした評価においても同様に代表機器とした。

① 高圧難燃 CV ケーブル

表 3.8.1-1　高圧ケーブルの主な仕様

機器名称	用途	重要度*1	仕様 (電圧)	設置場所	使用開始時期	冷温停止 状態維持に 必要な機器
高圧難燃 CV ケーブル	動力	MS-1 重*2	AC 7,000 V 以下	原子炉 格納容器外	運転開始後*3	○

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

*2：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す

*3：新規制基準対応に伴い，長期停止期間中に高圧ケーブルは高圧難燃 CV ケーブルに更新

(2) 冷温停止を踏まえた再評価を行う経年劣化事象の抽出

「東海第二発電所　劣化状況評価書（断続的運転）」では高圧ケーブルに想定される高経年化対策上着目すべき経年劣化事象として以下の事象を抽出した。

a. 絶縁体の絶縁特性低下
b. 絶縁体の絶縁特性低下（水トリー劣化）

この中から，冷温停止状態の維持を前提とした場合における，劣化の発生・進展に関する整理を実施し，その結果を表 3.8.1-2 に示す。

表 3.8.1-2 に示す整理の結果，冷温停止状態の維持を前提とした場合において，発生・進展が断続的運転を前提とした場合と比べて厳しくなることが想定される経年劣化事象は抽出されなかった。

表3.8.1-2　冷温停止状態維持を前提とした評価対象機器・経年劣化事象の整理

機器名称	冷温停止状態での経年劣化事象の整理		再評価要否判断	備考
	a.	b.		
高圧難燃 CV ケーブル	△	△	否	

○：冷温停止状態の維持を前提とした場合において，発生・進展が断続的運転を前提とした場合より厳しくなることが想定される経年劣化事象
△：断続的運転を前提とした場合と比較して，発生・進展が同程度か以後の発生・進展がない経年劣化事象
－：経年劣化事象が想定されない

3.8.2 低圧ケーブル

(1) 代表機器の選定

東海第二で使用している低圧ケーブルの主な仕様を表 3.8.2-1 に示す。

冷温停止状態維持に必要な機器のうち，「東海第二発電所 劣化状況評価書（断続的運転)」において代表機器とした以下の機器を，冷温停止状態の維持を前提とした評価においても同様に代表機器とした。

① CV ケーブル
② 難燃 CV ケーブル
③ KGB ケーブル（原子炉格納容器内）
④ 難燃 PN ケーブル

表 3.8.2-1　低圧ケーブルの主な仕様

分類基準		機器名称	用途	使用開始時期		選定基準			冷温停止状態維持に必要な機器	選定	選定理由
絶縁体材料	シース材料			建設時	運転開始後	重要度*1	設置場所				
							原子炉格納容器内	原子炉格納容器外			
架橋ポリエチレン	ビニル	CV ケーブル	動力 制御・計測	○		MS-1 重*2		○	○	◎	
難燃架橋ポリエチレン	難燃性特殊耐熱ビニル	難燃 CV ケーブル	動力 制御・計測		○	MS-1 重*2		○	○	◎	
シリコーンゴム	ガラス	KGB ケーブル	動力 制御	○		MS-1	○		○	◎	重要度 設置場所
				○				○	○		
難燃エチレンプロピレンゴム	特殊クロロプレンゴム	難燃 PN ケーブル	動力 制御・計測		○	MS-1 重*2	○		○	◎	

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

*2：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す

(2) 冷温停止を踏まえた再評価を行う経年劣化事象の抽出

「東海第二発電所　劣化状況評価書（断続的運転)」では代表機器に想定される高経年化対策上着目すべき経年劣化事象として以下の事象を抽出した。

a. 絶縁体の絶縁特性低下［CV ケーブル］
b. 絶縁体の絶縁特性低下［難燃 CV ケーブル］
c. 絶縁体の絶縁特性低下［KGB ケーブル（原子炉格納容器内)］
d. 絶縁体の絶縁特性低下［難燃 PN ケーブル］

この中から，冷温停止状態の維持を前提とした場合における，劣化の発生・進展に関する整理を実施し，その結果を表 3.8.2-2 に示す。

表 3.8.2-2 に示す整理の結果，冷温停止状態の維持を前提とした場合において，発生・進展が断続的運転を前提とした場合と比べて厳しくなることが想定される経年劣化事象は抽出されなかった。

表3.8.2-2　冷温停止状態維持を前提とした評価対象機器・経年劣化事象の整理

機器名称	冷温停止状態での経年劣化事象の整理				再評価要否判断	備考
	a.	b.	c.	d.		
CVケーブル	△	－	－	－	否	
難燃CVケーブル	－	△	－	－	否	
KGBケーブル（原子炉格納容器内）	－	－	△	－	否	
難燃PNケーブル	－	－	－	△	否	

○：冷温停止状態の維持を前提とした場合において，発生・進展が断続的運転を前提とした場合より厳しくなることが想定される経年劣化事象
△：断続的運転を前提とした場合と比較して，発生・進展が同程度か以後の発生・進展がない経年劣化事象
－：経年劣化事象が想定されない

(3) 代表機器以外への展開

「東海第二発電所　劣化状況評価書（断続的運転)」では代表機器以外に想定される高経年化対策上着目すべき経年劣化事象のうち，冷温停止機器に想定される以下の事象については，断続的運転を前提とした場合と比較して，発生・進展が同程度か，以後の発生・進展がない経年劣化事象と判断した。

a. 絶縁体の絶縁特性低下［KGB ケーブル（原子炉格納容器外)］

3.8.3 同軸ケーブル

(1) 代表機器の選定

東海第二で使用している同軸ケーブルの主な仕様を表 3.8.3-1 に示す。

冷温停止状態維持に必要な機器のうち,「東海第二発電所　劣化状況評価書（断続的運転)」において代表機器とした以下の機器を，冷温停止状態の維持を前提とした評価においても同様に代表機器とした。

① 難燃一重同軸ケーブル（絶縁体材料が架橋ポリエチレン）（原子炉格納容器内）
② 難燃六重同軸ケーブル（原子炉格納容器内）
③ 難燃一重同軸ケーブル（絶縁体材料が架橋ポリオレフィン）
④ 難燃三重同軸ケーブル

表 3.8.3-1　同軸ケーブルの主な仕様

分類基準		機器名称	仕様	用途	選定基準					冷温停止状態維持に必要な機器	選定	選定理由
					重要度*1	設置場所		使用開始時期				
絶縁体材料	シース材料		電圧			原子炉格納容器内	原子炉格納容器外	建設時	運転開始後			
架橋ポリエチレン	難燃架橋ポリエチレン	難燃一重同軸ケーブル	DC 100V	計測	MS-1 重*2	○			○	○	◎	重要度 設置場所
							○		○	○		
	難燃架橋ポリエチレン	難燃二重同軸ケーブル	DC 240V	計測	MS-2 重*2		○		○	○		
架橋発泡ポリエチレン	難燃架橋ポリエチレン	難燃六重同軸ケーブル	DC 140V	計測	MS-1 重*2	○			○	○	◎	重要度 設置場所
							○		○	○		
架橋ポリオレフィン	難燃架橋ポリオレフィン	難燃一重同軸ケーブル	DC 100V	計測	MS-1 重*2		○	○		○	◎	
架橋発泡ポリオレフィン	難燃架橋ポリオレフィン	難燃三重同軸ケーブル	DC 140V	計測	MS-1 重*2		○		○	○	◎	

*1:当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位のクラスを示す

*2:重要度クラスとは別に重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す

(2) 冷温停止を踏まえた再評価を行う経年劣化事象の抽出

「東海第二発電所　劣化状況評価書（断続的運転)」では代表機器に想定される高経年化対策上着目すべき経年劣化事象として以下の事象を抽出した。

a. 絶縁体の絶縁特性低下［難燃一重同軸ケーブル（絶縁体材料が架橋ポリエチレン）（原子炉格納容器内)］
b. 絶縁体の絶縁特性低下［難燃六重同軸ケーブル（原子炉格納容器内)］
c. 絶縁体の絶縁特性低下［難燃一重同軸ケーブル（絶縁体材料が架橋ポリオレフィン)］
d. 絶縁体の絶縁特性低下［難燃三重同軸ケーブル］

この中から，冷温停止状態の維持を前提とした場合における，劣化の発生・進展に関する整理を実施し，その結果を表 3.8.3-2 に示す。

表 3.8.3-2 に示す整理の結果，冷温停止状態の維持を前提とした場合において，発生・進展が断続的運転を前提とした場合と比べて厳しくなることが想定される経年劣化事象は抽出されなかった。

表3.8.3-2　冷温停止状態維持を前提とした評価対象機器・経年劣化事象の整理

機器名称	冷温停止状態での経年劣化事象の整理				再評価要否判断	備考
	a.	b.	c.	d.		
難燃一重同軸ケーブル（絶縁体材料が架橋ポリエチレン）（原子炉格納容器内）	△	—	—	—	否	
難燃六重同軸ケーブル（原子炉格納容器内）	—	△	—	—	否	
難燃一重同軸ケーブル（絶縁体材料が架橋ポリオレフィン）	—	—	△	—	否	
難燃三重同軸ケーブル	—	—	—	△	否	

○：冷温停止状態の維持を前提とした場合において，発生・進展が断続的運転を前提とした場合より厳しくなることが想定される経年劣化事象
△：断続的運転を前提とした場合と比較して，発生・進展が同程度か以後の発生・進展がない経年劣化事象
－：経年劣化事象が想定されない

(3) 代表機器以外への展開

「東海第二発電所　劣化状況評価書（断続的運転)」では代表機器以外に想定される高経年化対策上着目すべき経年劣化事象のうち，冷温停止機器に想定される以下の事象については，断続的運転を前提とした場合と比較して，発生・進展が同程度か，以後の発生・進展がない経年劣化事象と判断した。

a. 絶縁体の絶縁特性低下［難燃一重同軸ケーブル（絶縁体材料が架橋ポリエチレン）（原子炉格納容器外)］
b. 絶縁体の絶縁特性低下［難燃六重同軸ケーブル（原子炉格納容器外)］
c. 絶縁体の絶縁特性低下［難燃二重同軸ケーブル（原子炉格納容器外)］

3.8.4 ケーブルトレイ，電線管

(1) 対象機器

東海第二で使用しているケーブルトレイ，電線管の主な機能を表 3.8.4-1 に示す。

冷温停止状態維持に必要な機器のうち，「東海第二発電所 劣化状況評価書（断続的運転)」において対象機器とした以下の機器を，冷温停止状態の維持を前提とした評価においても同様に対象機器とした。

① ケーブルトレイ

② 電線管

表 3.8.4-1　ケーブルトレイ，電線管の主な機能

機器名称	機能	冷温停止状態維持に必要な機器
ケーブルトレイ	ケーブルを収納して支持する	○
電線管	ケーブルを収納して支持する	○

(2) 冷温停止を踏まえた再評価を行う経年劣化事象の抽出

「東海第二発電所　劣化状況評価書（断続的運転)」ではケーブルトレイ，電線管に想定される高経年化対策上着目すべき経年劣化事象は抽出されなかった。

3.8.5 ケーブル接続部

(1) 代表機器の選定

東海第二で使用しているケーブル接続部の主な仕様を表 3.8.5-1 に示す。

冷温停止状態維持に必要な機器のうち,「東海第二発電所　劣化状況評価書（断続的運転)」において代表機器とした以下の機器を，冷温停止状態の維持を前提とした評価においても同様に代表機器とした。

① 端子台接続（原子炉格納容器内）
② 電動弁コネクタ接続（原子炉格納容器内）
③ 同軸コネクタ接続（中性子束計測用）（原子炉格納容器内）
④ スプライス接続（原子炉格納容器内）

表 3.8.5-1　ケーブル接続部の主な仕様

分類基準 種類	機器名称	絶縁体材料	用途	選定基準 重要度*1	選定基準 設置場所 原子炉格納容器内	選定基準 設置場所 原子炉格納容器外	冷温停止状態維持に必要な機器	選定	選定理由
端子接続	端子台接続	ジアリルフタレート樹脂	動力，制御，計測	MS-1 重*2	○		○	◎	重要度 設置場所
		ポリカーボネイト				○	○		
		ポリフェニレンエーテル樹脂				○	○		
	端子接続	ビニル	動力	MS-1 重*2		○	○		
電動弁コネクタ接続	電動弁コネクタ接続	ジアリルフタレート樹脂	動力，制御	MS-1	○		○	◎	重要度 設置場所
				MS-1 重*2		○	○		
同軸コネクタ接続	同軸コネクタ接続（中性子束計測用）	ポリエーテルエーテルケトン	計測	MS-1 重*2	○（13）*3		○	◎	重要度 設置場所 構成部品点数
		架橋ポリスチレン			○（10）*3		○		
						○	○		
	同軸コネクタ接続（放射線計測用）			MS-2 重*2		○	○		
	同軸コネクタ接続（中性子束計測用）（放射線計測用）	テフロン		MS-1 重*2		○	○		
直ジョイント接続	スプライス接続	架橋ポリオレフィン	動力，制御，計測	MS-1 重*2	○		○	◎	重要度 設置場所
						○	○		

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す
*2：重要度クラスとは別に重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す
*3：（ ）内は構成部品点数を示す

(2) 冷温停止を踏まえた再評価を行う経年劣化事象の抽出

「東海第二発電所　劣化状況評価書（断続的運転）」では代表機器に想定される高経年化対策上着目すべき経年劣化事象として以下の事象を抽出した。

a. 絶縁部の絶縁特性低下［端子台接続（原子炉格納容器内）］
b. 絶縁部の絶縁特性低下［電動弁コネクタ接続（原子炉格納容器内）］
c. 絶縁部の絶縁特性低下［同軸コネクタ接続（中性子束計測用）（原子炉格納容器内）］
d. 絶縁部の絶縁特性低下［スプライス接続（原子炉格納容器内）］

この中から，冷温停止状態の維持を前提とした場合における，劣化の発生・進展に関する整理を実施し，その結果を表 3.8.5-2 に示す。

表 3.8.5-2 に示す整理の結果，冷温停止状態の維持を前提とした場合において，発生・進展が断続的運転を前提とした場合と比べて厳しくなることが想定される経年劣化事象は抽出されなかった。

表3.8.5-2　冷温停止状態維持を前提とした評価対象機器・経年劣化事象の整理

機器名称	冷温停止状態での経年劣化事象の整理				再評価要否判断	備考
	a.	b.	c.	d.		
端子台接続（原子炉格納容器内）	△	－	－	－	否	
電動弁コネクタ接続（原子炉格納容器内）	－	△	－	－	否	
同軸コネクタ接続（中性子束計測用）（原子炉格納容器内）	－	－	△	－	否	
スプライス接続（原子炉格納容器内）	－	－	－	△	否	

○：冷温停止状態の維持を前提とした場合において，発生・進展が断続的運転を前提とした場合より厳しくなることが想定される経年劣化事象
△：断続的運転を前提とした場合と比較して，発生・進展が同程度か以後の発生・進展がない経年劣化事象
－：経年劣化事象が想定されない

(3) 代表機器以外への展開

「東海第二発電所　劣化状況評価書（断続的運転)」では代表機器以外に想定される高経年化対策上着目すべき経年劣化事象のうち，冷温停止機器に想定される以下の事象については，断続的運転を前提とした場合と比較して，発生・進展が同程度か，以後の発生・進展がない経年劣化事象と判断した。

a. 絶縁部の絶縁特性低下［端子台接続（原子炉格納容器外)］
b. 絶縁部の絶縁特性低下［電動弁コネクタ接続（原子炉格納容器外)］
c. 絶縁部の絶縁特性低下［同軸コネクタ接続（中性子束計測用）（放射線計測用）（原子炉格納容器外)］
d. 絶縁部の絶縁特性低下［同軸コネクタ接続(放射線計測用)(原子炉格納容器外)］
e. 絶縁部の絶縁特性低下［同軸コネクタ接続（中性子束計測用）（原子炉格納容器内)］
f. 絶縁部の絶縁特性低下［同軸コネクタ接続（中性子束計測用）（原子炉格納容器外)］
g. 絶縁部の絶縁特性低下［スプライス接続（原子炉格納容器外)］

3.9 タービン設備

3.9.1 常用系タービン設備

3.9.1.1 高圧タービン

(1) 対象機器

東海第二で使用している高圧タービンの主な仕様を表 3.9.1.1-1 に示すが，冷温停止状態維持評価に必要な機器はない。

表 3.9.1.1-1　高圧タービンの主な仕様

機器名称	仕様 (出力×回転速度)	重要度*1	使用条件			冷温停止状態維持に必要な機器
			運転状態	運転圧力*2 (MPa)	運転温度*2 (℃)	
高圧タービン	1,100,000 kW*3 ×1,500 rpm	高*4	連続	6.55	282	－

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

*2：主塞止弁入口の蒸気条件を示す

*3：低圧タービンとの合計出力を示す

*4：最高使用温度が 95 ℃を超え，又は最高使用圧力が 1,900 kPa を超える環境下にある原子炉格納容器外の重要度クラス 3 の機器

3.9.1.2 低圧タービン

(1) 対象機器

東海第二で使用している低圧タービンの主な仕様を表 3.9.1.2-1 に示すが，冷温停止状態維持評価に必要な機器はない。

表3.9.1.2-1　低圧タービンの主な仕様

機器名称	仕様 (出力×回転速度)	重要度*1	使用条件			冷温停止状態維持に必要な機器
			運転状態	運転圧力*2 (MPa)	運転温度*2 (℃)	
低圧タービン	1,100,000 kW*3 ×1,500 rpm	高*4	連続	1.28	195	－

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

*2：中間塞止加減弁入口の蒸気条件を示す

*3：高圧タービンとの合計出力を示す

*4：最高使用温度が95 ℃を超え，又は最高使用圧力が1,900 kPaを超える環境下にある原子炉格納容器外の重要度クラス3の機器

3.9.1.3 原子炉給水ポンプ駆動用蒸気タービン

(1) 対象機器

東海第二で使用している原子炉給水ポンプ駆動用蒸気タービンの主な仕様を表3.9.1.3-1に示すが，冷温停止状態維持評価に必要な機器はない。

表3.9.1.3-1　原子炉給水ポンプ駆動用蒸気タービンの主な仕様

機器名称	仕様（出力×回転速度）	重要度*1	使用条件			冷温停止状態維持に必要な機器
			運転状態	運転圧力*2 (MPa)	運転温度*2 (℃)	
原子炉給水ポンプ駆動用蒸気タービン	8,356 kW ×5,000 rpm	高*3	連続	高圧：6.55 低圧：1.31	高圧：282 低圧：195	－

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

*2：原子炉給水ポンプ駆動用蒸気タービン入口の蒸気条件を示す

*3：最高使用温度が95 ℃を超え，又は最高使用圧力が1,900 kPaを超える環境下にある原子炉格納容器外の重要度クラス3の機器

3.9.1.4 主要弁

(1) 対象機器

東海第二で使用している主要弁の主な仕様を表 3.9.1.4-1 に示すが，冷温停止状態維持評価に必要な機器はない。

表3.9.1.4-1　主要弁の主な仕様

機器名称	型式	口径 (A)	重要度*1	使用条件			冷温停止状態維持に必要な機器
				運転状態	運転圧力 (MPa)	運転温度 (℃)	
主塞止弁	玉形弁	650	PS-2	連続	6.55	282	－
加減弁	バランス形弁	700	高*2	連続	6.55	282	－
中間塞止加減弁	複合弁	1,050	高*2	連続	1.28	195	－
タービンバイパス弁	玉形弁	450	PS-2	一時	6.55	282	－
クロスアラウンド管逃し弁	安全弁	450	高*2	一時	1.28	195	－

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

*2：最高使用温度が 95 ℃を超え，又は最高使用圧力が 1,900 kPa を超える環境下にある原子炉格納容器外の重要度クラス 3 の機器

3.9.1.5 制御装置及び保安装置

(1) 対象機器

東海第二で使用している制御装置及び保安装置の主な仕様を表 3.9.1.5-1 に示すが，冷温停止状態維持評価に必要な機器はない。

表3.9.1.5-1　制御装置及び保安装置の主な仕様

機器名称	仕様	重要度*1	使用条件		冷温停止状態維持に必要な機器
			運転圧力 (MPa)	運転温度 (℃)	
主タービン電気油圧式制御装置	電気油圧式	高*2	11.0	46	－

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

*2：最高使用温度が 95 ℃を超え，又は最高使用圧力が 1,900 kPa を超える環境下にある原子炉格納容器外の重要度クラス 3 の機器

3.9.2 非常用系タービン設備

(1) 対象機器

東海第二で使用している非常用系タービン設備の主な仕様を表 3.9.2-1 に示すが，冷温停止状態維持評価に必要な機器はない。

表3.9.2-1　非常用系タービン設備の主な仕様

分類基準		機器名称	仕様*1 (出力× 回転速度)	選定基準				冷温停止状態維持に必要な機器
				重要度*2	使用条件			
型式	設置場所				運転状態	最高使用圧力*1 (MPa)	最高使用温度*1 (℃)	
背圧式	屋内	原子炉隔離時冷却系タービン及び付属装置	541 kW × 4,500 rpm	MS-1 重*3	一時	8.62	302	－
		常設高圧代替注水系タービン及び付属装置*4	620 kW × 5,514 rpm	重*3	一時	8.62	302	－

*1：最大出力，最大回転速度，最高使用圧力，最高使用温度を示す

*2：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

*3：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す

*4：新規に設置される機器

3.10 コンクリート構造物及び鉄骨構造物

(1) 対象構造物

東海第二で使用しているコンクリート構造物及び鉄骨構造物の主な仕様を表 3.10-1 に示す。

冷温停止状態維持に必要な構造物のうち，「東海第二発電所　劣化状況評価書（断続的運転）」において代表構造物として選定した以下の構造物を，冷温停止状態の維持を前提とした評価においても同様に対象構造物とした。

① 原子炉建屋（非常用ディーゼル発電機海水系配管トレンチ，廃棄物処理棟及び廃棄物処理建屋含む）（鉄骨部含む）
② タービン建屋（鉄骨部含む）
③ 取水口構造物

表 3-10-1　コンクリート構造物及び鉄骨構造物の主な仕様（1/2）

対象構造物（コンクリート構造物）		重要度[*1]	使用条件等										選定理由
			運転条件，環境条件等									特別点検結果	
			運転開始後経過年数	高温部の有無	放射線の有無	振動の有無	設置環境		供給塩化物量	耐火要求の有無	選定	選定	
							屋内	屋外					
①	原子炉建屋（非常用ディーゼル発電機海水系配管トレンチ，廃棄物処理棟及び廃棄物処理建屋含む）	MS-1，重[*2]，設[*3]	39	○（ペデスタル）	○（ペデスタル，一次遮へい壁）	○（非常用ディーゼル発電機基礎）	一部仕上げ無し	仕上げ有り	◇	－	◎		高温部及び放射線の影響，屋内で仕上げ無し
②	タービン建屋	MS-1	39	◇	◇	○（タービン発電機架台）	一部仕上げ無し	仕上げ有り	◇	－	◎	◎	振動の影響，屋内で仕上げ無し，特別点検結果（中性化深さ）
③	取水口構造物	MS-1，重[*2]	39	－	－	－		仕上げ無し	○（海水と接触）	－	◎	◎	屋外で仕上げ無し，供給塩化物量の影響，特別点検結果（塩分浸透及び中性化深さ）
④	排気筒基礎[*4]	MS-1，重[*2]	39	－	－	－		仕上げ有り	◇				
⑤	使用済燃料乾式貯蔵建屋	PS-2	16	◇	◇	－	一部仕上げ無し	仕上げ有り	◇	－			
⑥	防潮堤	設[*3]	0	－	－	－		仕上げ無し	◇				
⑦	常設低圧代替注水系格納槽	重[*2]	0	－	－	－	仕上げ無し	埋設[*5]	－	－			
⑧	常設代替高圧電源装置置場（軽油貯蔵タンク基礎及びカルバート含む）	MS-1，重[*2]	0	－	－	－	一部仕上げ無し	埋設[*5]	－	－			
⑨	SA 用海水ピット（取水塔含む）	重[*2]	0	－	－	－		埋設[*5]	○（海水と接触）				
⑩	緊急用海水ポンプピット	重[*2]	0	－	－	－	仕上げ無し	埋設[*5]	○（海水と接触）	－			
⑪	格納容器圧力逃がし装置格納槽（カルバート含む）	重[*2]	0	－	－	－	一部仕上げ無し	埋設[*5]	－	－			
⑫	緊急時対策所建屋（発電機燃料油貯蔵タンク基礎含む）	重[*2]	0	－	－	－	仕上げ有り	仕上げ有り	－	－			
⑬	西側淡水貯水設備	重[*2]	0	－	－	－	仕上げ有り	埋設[*5]	－				
⑭	堰	設[*3]	0	－	－	－	仕上げ有り		－				

*1：設備を支持するものであり，最上位の重要度クラスを示す
*2：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物を示す
*3：設計基準対象施設として評価対象とした機器及び構造物を示す
*4：新規制基準への適合のため部分改修予定であるが，保守的に既存部として評価する
*5：環境条件の区分として，土中は一般の環境に区分されることから，他の屋外で仕上げが無い構造物で代表させる

【凡例】
○：影響大
◇：影響小
－：影響極小，又は無し

表 3-10-1　コンクリート構造物及び鉄骨構造物の主な仕様（2/2）

対象構造物（鉄骨構造物）		重要度*1	運転開始後経過年数	使用条件等				選定理由
				設置環境		使用材料	選定	
				屋内	屋外			
①	原子炉建屋（廃棄物処理棟及び廃棄物処理建屋含む）（鉄骨部）	MS-1，重*2	39	仕上げ有り		炭素鋼	◎	運転開始後経過年数
②	タービン建屋（鉄骨部）	MS-1	39	仕上げ有り		炭素鋼	◎	運転開始後経過年数
③	使用済燃料乾式貯蔵建屋（鉄骨部）	PS-2	16	仕上げ有り		炭素鋼		
④	防潮堤	設*3	0		仕上げ有り	炭素鋼		
⑤	防潮扉	設*3	0		仕上げ有り	炭素鋼		
⑥	放水路ゲート	MS-1，設*3	0		仕上げ有り	炭素鋼		
⑦	構内排水路逆流防止設備	設*3	0		仕上げ有り	ステンレス鋼		
⑧	貯留堰	設*3，重*2	0		仕上げ無し	炭素鋼		
⑨	浸水防止蓋	設*3	0		仕上げ有り	炭素鋼，ステンレス鋼		
⑩	水密扉	設*3	0*4		仕上げ有り	炭素鋼，ステンレス鋼		
⑪	堰及び止水板	設*3	0	仕上げ有り		炭素鋼		

*1：設備を支持するものであり，最上位の重要度クラスを示す
*2：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物を示す
*3：設計基準対象施設として評価対象とした機器及び構造物を示す
*4：一部設置されているが，使用前検査の合格をもって供用開始とする

(2) 冷温停止を踏まえた再評価を行う経年劣化事象の抽出

「東海第二発電所　劣化状況評価書（断続的運転）」では対象構造物に想定される高経年化対策上着目すべき経年劣化事象として以下の事象を抽出した。

a. 熱による強度低下［原子炉建屋（原子炉圧力容器ペデスタル）］
b. 放射線照射による強度低下［原子炉建屋（原子炉圧力容器ペデスタル，一次遮へい壁）］
c. 中性化による強度低下［タービン建屋，取水口構造物］
d. 塩分浸透による強度低下［取水口構造物］
e. 機械振動による強度低下［原子炉建屋（非常用ディーゼル発電機基礎）］
f. 熱による遮蔽能力低下［原子炉建屋（ガンマ線遮へい壁）］

この中から，冷温停止状態の維持を前提とした場合における，劣化の発生・進展に関する整理を実施し，その結果を表 3.10-2 に示す。

表 3.10-2 に示す整理の結果，冷温停止状態の維持を前提とした場合において，発生・進展が断続的運転を前提とした場合と比べて厳しくなることが想定される経年劣化事象は抽出されなかった。

表 3.10-2　冷温停止状態維持を前提とした評価対象構造物・経年劣化事象の整理
（コンクリート構造物及び鉄骨構造物）

機器名称	冷温停止状態での経年劣化事象の整理						再評価要否判断	備考
	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)		
原子炉建屋（非常用ディーゼル発電機海水配管トレンチ，廃棄物処理棟及び廃棄物処理建屋含む）	△	△	△	△	△	△	否	
タービン建屋	—	—	△	△	—	—	否	
取水口構造物	—	—	△	△	—	—	否	

○：冷温停止状態の維持を前提とした場合において，発生・進展が継続的運転を前提とした場合より厳しくなることが想定される経年劣化事象
△：断続的運転を前提とした場合と比較して，発生・進展が同程度か以後の発生・進展がない経年劣化事象
—：代表構造物で評価

(3) 代表機器以外への展開

コンクリート構造物及び鉄骨構造物とも，各グループ内の構造物が同一の材料を使用しており，また使用環境等の条件が厳しい代表構造物で健全性を評価しているため，グループ内全構造物への展開は不要である。

3.11 計測制御設備

3.11.1 計測装置

(1) 代表機器の選定

東海第二で使用している計測装置の主な仕様を表 3.11.1-1 に示す。

冷温停止状態維持に必要な機器のうち，「東海第二発電所　劣化状況評価書（断続的運転）」において代表機器とした以下の機器を，冷温停止状態の維持を前提とした評価においても同様に代表機器とした。

① RHRポンプ吐出圧力計測装置
② D/G機関冷却水入口圧力計測装置
③ 主蒸気管トンネル温度計測装置
④ サプレッション・プール水温度計測装置
⑤ RCIC系統流量計測装置
⑥ 原子炉水位計測装置
⑦ スクラム排出容器水位計測装置
⑧ SRNM
⑨ 原子炉建屋換気系放射線計測装置
⑩ 地震加速度計測装置
⑪ 格納容器内水素濃度計測装置
⑫ 格納容器内酸素濃度計測装置

表 3.11.1-1（1/9）　計測装置の主な仕様

分類基準		主な計測装置名称	主な仕様（信号用途）	選定基準			冷温停止状態維持に必要な機器（運転状態）	選定	選定理由
計測対象	検出部型式			重要度[*1]	使用条件				
					設置場所	周囲温度（℃）			
圧力	ダイヤフラム式	RHR ポンプ吐出圧力 LPCS ポンプ吐出圧力	ADS 作動[*4] 監視	MS-1 重[*2]	原子炉建屋	40.0（最高）	○ （一時）	◎	重要度， 重[*2]， 使用条件
					中央制御室	32.2（最高）			
		原子炉圧力 格納容器圧力 主蒸気管圧力 主復水器真空度	スクラム MSIV 隔離 PCIS 作動 LPCS 起動 RHR 起動 HPCS 起動 D/G 起動 ADS 作動	MS-1	原子炉建屋／タービン建屋	40.0（最高）	－		
					中央制御室	32.2（最高）			
		原子炉圧力	監視	MS-2 重[*2]	原子炉建屋	40.0（最高）	－		
					中央制御室	32.2（最高）			
		格納容器圧力	監視	MS-2	原子炉建屋	40.0（最高）	－		
					中央制御室	32.2（最高）			
		原子炉圧力 格納容器圧力 常設高圧代替注水系ポンプ吐出圧力[*3] 代替循環冷却系ポンプ吐出圧力[*3]	監視	重[*2]	原子炉建屋	40.0（最高）	－		
					中央制御室	32.2（最高）			

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す
*2：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す
*3：新規に設置される機器
*4：冷温停止時に機能要求が無いことを示す

表3.11.1-1（2/9）　計測装置の主な仕様

分類基準		主な計測装置名称	主な仕様（信号用途）	選定基準			冷温停止状態維持に必要な機器（運転状態）	選定	選定理由
計測対象	検出部型式			重要度*1	使用条件				
					設置場所	周囲温度（℃）			
圧力	ベローズ式	D/G 機関冷却水入口圧力 D/G 機関潤滑油入口圧力	D/G トリップ	MS-1	D/G 室	40（最高）	○ （一時）	◎	重要度，使用条件
	シールド ピストン式	CV 急速閉検出用圧力	スクラム	MS-1	ヒーター ルーム	48.9（最高）	－	◎	
					中央制御室	32.2（最高）			

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

表 3.11.1-1 (3/9)　計測装置の主な仕様

分類基準		主な計測装置名称	主な仕様 (信号用途)	選定基準			冷温停止状態維持に必要な機器 (運転状態)	選定	選定理由
計測対象	検出部型式			重要度*1	使用条件				
					設置場所	周囲温度 (℃)			
温度	熱電対式	主蒸気管トンネル温度	MSIV 隔離 PCIS 作動	MS-1	主蒸気管トンネル室	60.0 (最高)	－	◎	重要度，使用条件
					中央制御室	32.2 (最高)			
		FCS 入口ガス温度	FCS 制御	MS-1	原子炉建屋	40.0 (最高)	○ (一時)		
					中央制御室	32.2 (最高)			
		原子炉圧力容器温度	監視	重*2	原子炉格納容器内	73.9 (最高)	－		
					中央制御室	32.2 (最高)			
		格納容器内温度*3	監視	重*2	原子炉格納容器内	65.6 (最高)	－		
					中央制御室	32.2 (最高)			
		使用済燃料プール温度	監視	重*2	原子炉建屋	65 (最高)	－		
					中央制御室	32.2 (最高)			
		代替循環冷却系ポンプ入口温度*3	監視	重*2	原子炉建屋	40.0 (最高)	－		
					中央制御室	32.2 (最高)			
	測温抵抗体式	サプレッション・プール水温度	監視	MS-2	サプレッション・プール内	32 (最高)	○ (一時)	◎	重要度
					中央制御室	32.2 (最高)			
		サプレッション・プール水温度*3	監視	重*2	サプレッション・プール内	32 (最高)	－		
					中央制御室	32.2 (最高)			
		使用済燃料プール温度*3	監視	重*2	原子炉建屋	65 (最高)	－		
					中央制御室	32.2 (最高)			
		格納容器下部水温*3	監視	重*2	ペデスタル	57 (最高)	－		
					中央制御室	32.2 (最高)			

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す
*2：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す
*3：新規に設置される機器

表3.11.1-1（4/9）　計測装置の主な仕様

分類基準		主な計測装置名称	主な仕様（信号用途）	選定基準			冷温停止状態維持に必要な機器（運転状態）	選定	選定理由
計測対象	検出部型式			重要度[*1]	使用条件				
					設置場所	周囲温度（℃）			
流量	ダイヤフラム式	RCIC 系統流量	RCIC 制御 監視	MS-1 重[*2]	RCIC ポンプ室	65.6（最高）	－	◎	重要度， 重[*2]
					中央制御室	32.2（最高）			
		主蒸気管流量 FCS 入口ガス流量	MSIV 隔離[*5] PCIS 作動[*5] FCS 制御	MS-1	原子炉建屋	40.0（最高）	○[*4] （一時）		
					中央制御室	32.2（最高）			
		RHR 系統流量 LPCS 系統流量 HPCS 系統流量	監視	MS-2 重[*2]	原子炉建屋	40.0（最高）	○ （一時）		
					中央制御室	32.2（最高）			
		低圧代替注水系原子炉注水流量[*3] 低圧代替注水系格納容器スプレイ流量[*3] 低圧代替注水系格納容器下部注水流量[*3]	監視	重[*2]	原子炉建屋	40.0（最高）	－		
					中央制御室	32.2（最高）			

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す
*2：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す
*3：新規に設置される機器
*4：主蒸気管流量計測装置を除く
*5：冷温停止時に機能要求が無いことを示す

表3.11.1-1（5/9）　計測装置の主な仕様

分類基準		主な計測装置名称	主な仕様（信号用途）	選定基準			冷温停止状態維持に必要な機器（運転状態）	選定	選定理由
計測対象	検出部型式			重要度[*1]	使用条件				
					設置場所	周囲温度（℃）			
水位	ダイヤフラム式	原子炉水位	RCIC 起動[*4] LPCS 起動 RHR 起動 ADS 作動[*4] 監視	MS-1 重[*2]	原子炉建屋	40.0（最高）	○ （一時）	◎	重要度，重[*2]
					中央制御室	32.2（最高）			
		原子炉水位 サプレッション・プール水位	スクラム[*4] PCIS 作動[*4] FRVS/SGTS 起動 MSIV 隔離[*4] RCIC 起動[*4] HPCS 起動 LPCS 起動 RHR 起動 D/G 起動 ADS 作動[*4] HPCS 水源切替	MS-1	原子炉建屋	40.0（最高）	○ （一時）		
					中央制御室	32.2（最高）			
		原子炉水位	監視	MS-2 重[*2]	原子炉建屋	40.0（最高）	○ （一時）		
					中央制御室	32.2（最高）			
		原子炉水位 サプレッション・プール水位	監視	MS-2	原子炉建屋	40.0（最高）	○ （一時）		
					中央制御室	32.2（最高）			
		代替淡水貯槽水位[*3]	監視	重[*2]	常設低圧代替注水系格納槽	40（最高）	－		
					中央制御室	32.2（最高）			

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す
*2：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す
*3：新規に設置される機器
*4：冷温停止時に機能要求が無いことを示す

表3.11.1-1（6/9）　計測装置の主な仕様

分類基準		主な計測装置名称	主な仕様（信号用途）	選定基準			冷温停止状態維持に必要な機器（運転状態）	選定	選定理由
計測対象	検出部型式			重要度*1	使用条件				
					設置場所	周囲温度（℃）			
水位	フロート式	スクラム排出容器水位	スクラム	MS-1	原子炉建屋	40.0（最高）	○（一時）	◎	重要度
					中央制御室	32.2（最高）			
		D/G デイタンク液位	液位制御	MS-2	D/G 室	40（最高）	○（連続）		
	ガイドパルス式	使用済燃料プール水位*4	監視	重*2	原子炉建屋	65（最高）	－	◎	
					中央制御室	32.2（最高）			
	電極式	格納容器下部水位*4	監視	重*2	ペデスタル	57（最高）	－	◎	
					中央制御室	32.2（最高）			
	電波式	取水ピット水位*4	監視	設*3	屋外	40（最高）	－	◎	使用条件
					中央制御室	32.2（最高）			
		西側淡水貯水設備水位*4	監視	重*2	常設代替高圧電源装置置場	40（最高）	－		
					中央制御室	32.2（最高）			
	圧力式	潮位*4	監視	設*3	屋外	40（最高）	－	◎	
					中央制御室	32.2（最高）			

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す
*2：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す
*3：設計基準対象施設として評価対象とした機器及び構造物であることを示す
*4：新規に設置される機器

表3.11.1-1（7/9）　計測装置の主な仕様

分類基準		主な計測装置名称	主な仕様（信号用途）	選定基準			冷温停止状態維持に必要な機器（運転状態）	選定	選定理由
計測対象	検出部型式			重要度*1	使用条件				
					設置場所	周囲温度（℃）			
中性子束	核分裂電離箱式	SRNM	スクラム 監視	MS-1 重*2	原子炉内	302（最高）	○ （一時）	◎	重要度，使用条件
					原子炉建屋	40.0（最高）			
					中央制御室	32.2（最高）			
		LPRM	スクラム 監視	MS-1 重*2	原子炉内	302（最高）	－		
					中央制御室	32.2（最高）			
放射線	イオンチェンバ式	主蒸気管放射線	スクラム MSIV 隔離 PCIS 作動	MS-1	主蒸気管トンネル室	60.0（最高）	－	◎	重要度
					中央制御室	32.2（最高）			
		格納容器雰囲気放射線	監視	MS-2 重*2	原子炉建屋／サンドクッションエリア	65.6（最高）	－		
					中央制御室	32.2（最高）			
		使用済燃料プールエリア放射線*3	監視	重*2	原子炉建屋	40.0（最高）	－		
					中央制御室	32.2（最高）			
	半導体式	原子炉建屋換気系放射線	FRVS/SGTS 起動 PCIS 作動*4 中央制御室 換気系隔離	MS-1	原子炉建屋	40.0（最高）	○ （一時）	◎	
					中央制御室	32.2（最高）			

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す
*2：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す
*3：新規に設置される機器
*4：冷温停止時に機能要求が無いことを示す

表3.11.1-1（8/9）　計測装置の主な仕様

分類基準		主な計測装置名称	主な仕様（信号用途）	選定基準			冷温停止状態維持に必要な機器（運転状態）	選定	選定理由
計測対象	検出部型式			重要度*1	使用条件				
					設置場所	周囲温度（℃）			
振動	倒立振子式	地震加速度	スクラム	MS-1	原子炉建屋	40.0（最高）	○（一時）	◎	
					中央制御室	32.2（最高）			
濃度	熱伝導式	格納容器内水素濃度	監視	MS-2	原子炉建屋	40.0（最高）	○（一時）	◎	重要度
					中央制御室	32.2（最高）			
		格納容器内水素濃度*3 原子炉建屋水素濃度*3	監視	重*2	原子炉建屋	40.0（最高）	－		
					電気室	40（最高）			
					中央制御室	32.2（最高）			
	触媒式	原子炉建屋水素濃度*3	監視	重*2	原子炉建屋	40.0（最高）	－	◎	
					電気室	40（最高）			
					中央制御室	32.2（最高）			
	磁気式	格納容器内酸素濃度	監視	MS-2	原子炉建屋	40.0（最高）	○（一時）	◎	重要度
					中央制御室	32.2（最高）			
		格納容器内酸素濃度*3	監視	重*2	原子炉建屋	40.0（最高）	－		
					電気室	40（最高）			
					中央制御室	32.2（最高）			

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す
*2：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す
*3：新規に設置される機器

表3.11.1-1（9/9）　計測装置の主な仕様

分類基準		主な計測装置名称	主な仕様（信号用途）	選定基準			冷温停止状態維持に必要な機器（運転状態）	選定	選定理由
計測対象	検出部型式			重要度*1	使用条件				
					設置場所	周囲温度（℃）			
位置	リミットスイッチ式	MSV 位置	スクラム	MS-1	ヒーター ルーム	48.9（最高）	－	◎	
					中央制御室	32.2（最高）			
回転速度	電磁ピックアップ式	RCIC タービン回転速度	RCIC トリップ 監視	MS-1	RCIC ポンプ室	65.6（最高）	－	◎	
					空調機械室	50（最高）			
					中央制御室	32.2（最高）			

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

(2) 冷温停止を踏まえた再評価を行う経年劣化事象の抽出

「東海第二発電所　劣化状況評価書（断続的運転）」では代表機器に想定される高経年化対策上着目すべき経年劣化事象として以下の事象を抽出した。

a. サンプルポンプモータの絶縁特性低下［格納容器内水素濃度計測装置，格納容器内酸素濃度計測装置］

この中から，冷温停止状態の維持を前提とした場合における，劣化の発生・進展に関する整理を実施し，その結果を表 3.11.1-2 に示す。

表 3.11.1-2 に示す整理の結果，冷温停止状態の維持を前提とした場合において，発生・進展が断続的運転を前提とした場合と比べて厳しくなることが想定される経年劣化事象は抽出されなかった。

表3.11.1-2　冷温停止状態維持を前提とした評価対象機器・経年劣化事象の整理

機器名称	冷温停止状態での経年劣化事象の整理	再評価要否判断	備考
	a.		
格納容器内水素濃度計測装置 サンプルポンプモータ	△	否	
格納容器内酸素濃度計測装置 サンプルポンプモータ	△	否	

○：冷温停止状態の維持を前提とした場合において，発生・進展が断続的運転を前提とした場合より厳しくなることが想定される経年劣化事象

△：断続的運転を前提とした場合と比較して，発生・進展が同程度か以後の発生・進展がない経年劣化事象

－：経年劣化事象が想定されない

(3) 代表機器以外への展開

「東海第二発電所　劣化状況評価書（断続的運転）」では代表機器以外に想定される高経年化対策上着目すべき経年劣化事象は抽出されなかった。

3.11.2 補助継電器盤

(1) 代表機器の選定

東海第二で使用している補助継電器盤の主な仕様を表 3.11.2-1 に示す。

冷温停止状態維持に必要な機器のうち，「東海第二発電所　劣化状況評価書（断続的運転）」において代表機器とした以下の機器を，冷温停止状態の維持を前提とした評価においても同様に代表機器とした。

① 原子炉保護系(A)継電器盤

表 3.11.2-1　補助継電器盤の主な仕様

分類基準		機器名称（面数）	仕様 (W×H×D) (mm)	選定基準			冷温停止状態維持に必要な機器（運転状態）	選定	選定理由
				重要度*1	使用条件				
型式	設置場所				設置場所	周囲温度 (℃)			
補助継電器盤	屋内	原子炉保護系(A)継電器盤（3）	2,400×2,286×914	MS-1	中央制御室	32.2	○(一時)	◎	重要度 原子炉保護上の重要性
		原子炉保護系(B)継電器盤（3）	2,400×2,286×914	MS-1	中央制御室	32.2	○(一時)		
		残留熱除去系(B),(C)補助継電器盤（1）	1,219×2,286×914	MS-1，重*2	中央制御室	32.2	○(一時)		
		原子炉隔離時冷却系継電器盤（1）	610×2,286×914	MS-1，重*2	中央制御室	32.2	－		
		原子炉格納容器内側隔離系継電器盤（1）	610×2,286×914	MS-1，重*2	中央制御室	32.2	○(一時)		
		原子炉格納容器外側隔離系継電器盤（1）	610×2,286×914	MS-1，重*2	中央制御室	32.2	○(一時)		
		高圧炉心スプレイ系継電器盤（1）	1,219×2,286×914	MS-1，重*2	中央制御室	32.2	○(一時)		
		自動減圧系(A)継電器盤（1）	1,524×2,286×914	MS-1，重*2	中央制御室	32.2	－		
		自動減圧系(B)継電器盤（1）	914×2,286×914	MS-1，重*2	中央制御室	32.2	－		
		低圧炉心スプレイ系,残留熱除去系(A)補助継電器盤（1）	1,219×2,286×914	MS-1，重*2	中央制御室	32.2	○(一時)		
		タービン補機補助継電器盤（1）	3,810×2,286×914	MS-1，重*2	中央制御室	32.2	○(一時)		
		プロセス計装盤1(1)	1,200×2,286×914	MS-2，重*2	中央制御室	32.2	○(一時)		
		プロセス計装盤2(1)	762×2,286×914	MS-2，重*2	中央制御室	32.2	○(一時)		

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す
*2：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す

(2) 冷温停止を踏まえた再評価を行う経年劣化事象の抽出

「東海第二発電所　劣化状況評価書（断続的運転）」では代表機器に想定される高経年化対策上着目すべき経年劣化事象は抽出されなかった。

(3) 代表機器以外への展開

「東海第二発電所　劣化状況評価書（断続的運転）」では代表機器以外に想定される高経年化対策上着目すべき経年劣化事象は抽出されなかった。

3.11.3 操作制御盤

(1) 代表機器の選定

東海第二で使用している操作制御盤の主な仕様を表 3.11.3-1 に示す。

冷温停止状態維持に必要な機器のうち，「東海第二発電所　劣化状況評価書（断続的運転）」において代表機器とした以下の機器を，冷温停止状態の維持を前提とした評価においても同様に代表機器とした。

① 原子炉制御操作盤

表 3.11.3-1(1/2)　操作制御盤の主な仕様

分類基準		機器名称（面数）	仕様 (W×H×D) (mm)	選定基準			冷温停止状態維持に必要な機器（運転状態）	選定	選定理由
型式	設置場所			重要度[*1]	使用条件				
					設置場所	周囲温度(℃)			
操作制御盤	屋内	原子炉制御操作盤（1）	4,402×2,286×1,661	MS-1，重[*2]	中央制御室	32.2	○(連続)	◎	重要度 原子炉保護上の重要性
		原子炉補機操作盤（1）	2,811×2,286×1,661	MS-1，重[*2]	中央制御室	32.2	○(連続)		
		緊急時炉心冷却系操作盤（1）	6,096×2,286×1,661	MS-1，重[*2]	中央制御室	32.2	○(連続)		
		所内電気操作盤（1）	3,200×2,286×1,661	MS-2，重[*2]	中央制御室	32.2	○(連続)		
		可燃性ガス濃度制御盤(A)（1）	762×2,286×914	MS-1	中央制御室	32.2	○(一時)		
		可燃性ガス濃度制御盤(B)（1）	762×2,286×914	MS-1	中央制御室	32.2	○(一時)		
		プロセス放射線モニタ,起動領域モニタ(A)操作盤（1）	1,219×2,286×914	MS-1，重[*2]	中央制御室	32.2	○(一時)		
		プロセス放射線モニタ,起動領域モニタ(B)操作盤（1）	1,219×2,286×914	MS-1，重[*2]	中央制御室	32.2	○(一時)		
		出力領域モニタ計装盤（6）	4,572×2,286×914	MS-1，重[*2]	中央制御室	32.2	－		
		窒素置換－空調換気制御盤（1）	1,829×2,286×914	MS-1，重[*2]	中央制御室	32.2	○(連続)		
		非常用ガス処理系，非常用ガス再循環系(A)操作盤（1）	2,440×2,286×914	MS-1，重[*2]	中央制御室	32.2	○(一時)		
		非常用ガス処理系，非常用ガス再循環系(B)操作盤（1）	2,440×2,286×914	MS-1，重[*2]	中央制御室	32.2	○(一時)		
		原子炉保護系1Aトリップユニット盤（1）	762×2,286×914	MS-1	中央制御室	32.2	○(一時)		
		原子炉保護系1Bトリップユニット盤（1）	762×2,286×914	MS-1	中央制御室	32.2	○(一時)		
		原子炉保護系2Aトリップユニット盤（1）	762×2,286×914	MS-1	中央制御室	32.2	○(一時)		
		原子炉保護系2Bトリップユニット盤（1）	762×2,286×914	MS-1	中央制御室	32.2	○(一時)		
		緊急時炉心冷却系DIV-Ⅰ-1トリップユニット盤（1）	762×2,286×914	MS-1	中央制御室	32.2	○(一時)		
		緊急時炉心冷却系DIV-Ⅱ-1トリップユニット盤（1）	762×2,286×914	MS-1	中央制御室	32.2	○(一時)		
		高圧炉心スプレイ系トリップユニット盤（1）	762×2,286×914	MS-1	中央制御室	32.2	○(一時)		
		格納容器雰囲気監視系(A)操作盤（1）	760×2,286×914	MS-1，重[*2]	中央制御室	32.2	○(一時)		
		格納容器雰囲気監視系(B)操作盤（1）	760×2,286×914	MS-1，重[*2]	中央制御室	32.2	○(一時)		
		サプレッション・プール温度記録計盤(A)（1）	762×2,286×914	MS-2	中央制御室	32.2	○(一時)		
		サプレッション・プール温度記録計盤(B)（1）	762×2,286×914	MS-2	中央制御室	32.2	○(一時)		
		RCICタービン制御盤(1)	1,000×2,300×800	MS-1，重[*2]	空調機械室	50	－		
		原子炉遠隔停止操作盤（1）	2,438×2,286×914	MS-2，重[*2]	電気室	40	－		

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す
*2：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す

表 3.11.3-1(2/2)　操作制御盤の主な仕様

分類基準		機器名称（面数）	仕様 (W×H×D) (mm)	選定基準			冷温停止状態維持に必要な機器（運転状態）	選定	選定理由
型式	設置場所			重要度[*1]	使用条件				
					設置場所	周囲温度(℃)			
操作制御盤	屋内	SA 監視操作設備[*4]	－	重[*2]	中央制御室	32.2	－		
		高圧代替注水系制御盤（1）[*4]	1,050×2,275×600	重[*2]	中央制御室	32.2	－		
		常設代替高圧電源装置遠隔操作盤（1）[*4]	800×2,200×670	重[*2]	中央制御室	32.2	－		
		潮位監視盤（1）[*4]	750×1,725×500	設[*3]	中央制御室	32.2	－		
		津波・構内監視設備[*4]	－	設[*3]	中央制御室/緊急時対策所	32.2/40	－		
		使用済燃料プール監視設備[*4]	－	重[*2]	中央制御室/緊急時対策所	32.2/40	－		
		緊急時対策所用非常用換気空調設備操作盤（4）[*4]	1,000×2,300×1,000[*5]	重[*2]	緊急時対策所	40	－		
		緊急時対策所用災害対策本部操作盤（1）[*4]	1,500×2,300×1,500	重[*2]	緊急時対策所	40	－		
		安全パラメータ表示システム（SPDS）及びデータ伝送設備[*4]	－	重[*2]	中央制御室/緊急時対策所	32.2/40	－		
		衛星電話設備[*4]	－	重[*2]	中央制御室/緊急時対策所	32.2/40	－		
		統合原子力防災ネットワークに接続する通信連絡設備[*4]	－	重[*2]	緊急時対策所	40	－		

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す
*2：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す
*3：設計基準対象施設として評価対象とした機器及び構造物であることを示す
*4：新規に設置される機器
*5：1 面あたりの仕様を示す

(2) 冷温停止を踏まえた再評価を行う経年劣化事象の抽出

「東海第二発電所　劣化状況評価書（断続的運転）」では代表機器に想定される高経年化対策上着目すべき経年劣化事象は抽出されなかった。

(3) 代表機器以外への展開

「東海第二発電所　劣化状況評価書（断続的運転）」では代表機器以外に想定される高経年化対策上着目すべき経年劣化事象は抽出されなかった。

3.12 空調設備

3.12.1 ファン

(1)代表機器の選定

東海第二で使用しているファンの主な仕様を表 3.12.1-1 に示す。

冷温停止状態維持評価に必要な機器のうち,「東海第二発電所　劣化状況評価書(断続的運転)」において代表機器とした以下の機器を，冷温停止状態の維持を前提とした評価においても同様に代表機器とした。

① 非常用ガス再循環系排風機
② 中央制御室ブースターファン
③ 中央制御室排気ファン
④ ディーゼル室換気系ルーフベントファン

表 3.12.1-1　ファンの主な仕様

分類基準		機器名称	選定基準			冷温停止状態維持に必要な機器（運転状態）	選定	選定理由
型式	駆動方式		仕様	重要度[*1]	使用条件			
			流量×静圧（m^3/h×Pa）		運転状態			
遠心式	直結型	非常用ガス処理系排風機[*2]	3,570×1,500	MS-1 重[*3]	一時	○（一時）		重要度 運転状態 流量
		非常用ガス再循環系排風機	17,000×5,227	MS-1 重[*3]	一時	○（一時）	◎	
	直動型	中央制御室ブースターファン[*2]	5,100×2,110	MS-1 重[*3]	一時	○（一時）	◎	重要度
		緊急時対策所非常用送風機[*2]	5,000×5,600	重[*3]	一時	—		
軸流式	ベルト駆動	中央制御室排気ファン	3,400×196	MS-1	連続	○（連続）	◎	
	直動型	ディーゼル室換気系ルーフベントファン	71,400×216	MS-1	一時	○（一時）	◎	

◎：代表機器

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

*2：新規に設置される機器

*3：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す

(2) 冷温停止を踏まえた再評価を行う経年劣化事象の抽出

「東海第二発電所　劣化状況評価書（断続的運転）」では代表機器に想定される高経年化対策上着目すべき経年劣化事象として以下の事象を抽出した。

a. モータ（低圧，全閉型）の固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁特性低下［共通］

この中から，冷温停止状態の維持を前提とした場合における，劣化の発生・進展に関する整理を実施し，その結果を表 3.12.1-2 に示す。

表 3.12.1-2 に示す整理の結果，冷温停止状態の維持を前提とした場合において，発生・進展が断続的運転を前提とした場合と比べて厳しくなることが想定される経年劣化事象は抽出されなかった。

表3.12.1-2　冷温停止状態維持を前提とした評価対象機器・経年劣化事象の整理

機器名称	冷温停止状態での経年劣化事象の整理	再評価要否判断	備考
	a.		
非常用ガス再循環系排風機	△	否	
中央制御室ブースターファン	△	否	
中央制御室排気ファン	△	否	
ディーゼル室換気系ルーフベントファン	△	否	

○：冷温停止状態の維持を前提とした場合において，発生・進展が断続的運転を前提とした場合より厳しくなることが想定される経年劣化事象

△：断続的運転を前提とした場合と比較して，発生・進展が同程度か以後の発生・進展がない経年劣化事象

－：経年劣化事象が想定されない

(3) 代表機器以外への展開

「東海第二発電所　劣化状況評価書（断続的運転）」では代表機器以外に想定される高経年化対策上着目すべき経年劣化事象のうち，冷温停止機器に想定される以下の事象については，断続的運転を前提とした場合と比較して，発生・進展が同程度か，以後の発生・進展がない経年劣化事象と判断した。

a. モータ（低圧，全閉型）の固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁特性低下［共通］

3.12.2 空調機

(1)代表機器の選定

東海第二で使用している空調機の主な仕様を表 3.12.2-1 に示す。

冷温停止状態維持評価に必要な機器のうち,「東海第二発電所　劣化状況評価書(断続的運転)」において代表機器とした以下の機器を，冷温停止状態の維持を前提とした評価においても同様に代表機器とした。

① 残留熱除去系ポンプ室空調機

② 中央制御室エアハンドリングユニットファン

表 3.12.2-1　空調機の主な仕様

分類基準	機器名称	選定基準			冷温停止状態維持に必要な機器（運転状態）	選定	選定理由
内部流体[*1]		仕様	重要度[*2]	使用条件			
		流量×静圧 ($m^3/h \times Pa$)		運転状態			
海水	高圧炉心スプレイ系ポンプ室空調機	11,800×490	MS-1	一時（1 回/月）	○（一時）		重要度運転状態
	低圧炉心スプレイ系ポンプ室空調機	11,800×490	MS-1	一時（1 回/月）	○（一時）		
	残留熱除去系ポンプ室空調機	6,800×340	MS-1	一時[*3]	○（一時）	◎	
純水	中央制御室エアハンドリングユニットファン[*4]	42,500×1,560	MS-1 重[*5]	連続	○（連続）	◎	

◎：代表機器

*1：冷却コイル内部流体を示す

*2：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

*3：1 回/月（残留熱除去系 B,C ポンプ室）及び 2 回/月（残留熱除去系 A ポンプ室）

*4：新規に設置される機器

*5：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す

(2) 冷温停止を踏まえた再評価を行う経年劣化事象の抽出

「東海第二発電所　劣化状況評価書（断続的運転）」では代表機器に想定される高経年化対策上着目すべき経年劣化事象として以下の事象を抽出した。

a. モータ（低圧，全閉型）の固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁特性低下［共通］

この中から，冷温停止状態の維持を前提とした場合における，劣化の発生・進展に関する整理を実施し，その結果を表 3.12.2-2 に示す。

表 3.12.2-2 に示す整理の結果，冷温停止状態の維持を前提とした場合において，発生・進展が断続的運転を前提とした場合と比べて厳しくなることが想定される経年劣化事象は抽出されなかった。

表3.12.2-2　冷温停止状態維持を前提とした評価対象機器・経年劣化事象の整理

機器名称	冷温停止状態での経年劣化事象の整理	再評価要否判断	備考
	a.		
残留熱除去系ポンプ室空調機	△	否	
中央制御室エアハンドリングユニットファン	△	否	

○：冷温停止状態の維持を前提とした場合において，発生・進展が断続的運転を前提とした場合より厳しくなることが想定される経年劣化事象

△：断続的運転を前提とした場合と比較して，発生・進展が同程度か以後の発生・進展がない経年劣化事象

－：経年劣化事象が想定されない

(3) 代表機器以外への展開

「東海第二発電所　劣化状況評価書（断続的運転）」では代表機器以外に想定される高経年化対策上着目すべき経年劣化事象のうち，冷温停止機器に想定される以下の事象については，断続的運転を前提とした場合と比較して，発生・進展が同程度か，以後の発生・進展がない経年劣化事象と判断した。

a. モータ（低圧，全閉型）の固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁特性低下［共通］

3.12.3 冷凍機

(1) 対象機器

東海第二で使用している冷凍機の主な仕様を表 3.12.3-1 に示す。

冷温停止状態維持評価に必要な機器のうち，「東海第二発電所　劣化状況評価書（断続的運転）」において対象機器とした以下の機器を，冷温停止状態の維持を前提とした評価においても同様に対象機器とした。

表 3.12.3-1 冷凍機の主な仕様

型式	機器名称	仕様 冷却能力 (W)	重要度	使用条件 運転状態	冷温停止状態維持に必要な機器（運転状態）
スクリュー式	中央制御室 チラーユニット	210,000	MS-1	連続	○（連続）

(2) 冷温停止を踏まえた再評価を行う経年劣化事象の抽出

「東海第二発電所　劣化状況評価書（断続的運転）」では対象機器に想定される高経年化対策上着目すべき経年劣化事象として以下の事象を抽出した。

a. モータ（低圧，開放型）の固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁特性低下［冷水ポンプ］

b. モータ（低圧，全閉型）の固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁特性低下［圧縮機］

この中から，冷温停止状態の維持を前提とした場合における，劣化の発生・進展に関する整理を実施し，その結果を表 3.12.3-2 に示す。

表 3.12.3-2 に示す整理の結果，冷温停止状態の維持を前提とした場合において，発生・進展が断続的運転を前提とした場合と比べて厳しくなることが想定される経年劣化事象は抽出されなかった。

表3.12.3-2　冷温停止状態維持を前提とした評価対象機器・経年劣化事象の整理

機器名称	冷温停止状態での経年劣化事象の整理		再評価要否判断	備考
	a.	b.		
中央制御室チラーユニット	△	△	否	

○：冷温停止状態の維持を前提とした場合において，発生・進展が断続的運転を前提とした場合より厳しくなることが想定される経年劣化事象

△：断続的運転を前提とした場合と比較して，発生・進展が同程度か以後の発生・進展がない経年劣化事象

－：経年劣化事象が想定されない

3.12.4 フィルタユニット

(1)代表機器の選定

東海第二で使用しているフィルタユニットの主な仕様を表 3.12.4-1 に示す。

冷温停止状態維持評価に必要な機器のうち,「東海第二発電所　劣化状況評価書(断続的運転)」において代表機器とした以下の機器を，冷温停止状態の維持を前提とした評価においても同様に代表機器とした。

① 非常用ガス再循環系フィルタトレイン

表 3.12.4-1 フィルタユニットの主な仕様

分類基準	機器名称	選定基準			冷温停止状態維持に必要な機器（運転状態）	選定	選定理由
材料*1		仕様	重要度*2	使用条件			
		流量(m^3/h)		運転状態			
ステンレス鋼	非常用ガス再循環系フィルタトレイン	17,000	MS-1 重*3	一時	○（一時）	◎	重要度 運転状態 流量
	非常用ガス処理系フィルタトレイン	3,570	MS-1 重*3	一時	○（一時）		
	中央制御室換気系フィルタユニット	5,100	MS-1 重*3	一時	○（一時）		
	緊急時対策所非常用フィルタ装置*4	5,000	重*3	一時	—		

*1：ケーシングの材料を示す

*2：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

*3：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す

*4：新規に設置される機器

(2) 冷温停止を踏まえた再評価を行う経年劣化事象の抽出

「東海第二発電所　劣化状況評価書（断続的運転）」では代表機器に想定される高経年化対策上着目すべき経年劣化事象は抽出されなかった。

3.12.5 ダクト

(1)代表機器の選定

東海第二で使用しているダクトの主な仕様を表 3.12.5-1 に示す。

冷温停止状態維持評価に必要な機器のうち,「東海第二発電所　劣化状況評価書(断続的運転)」において代表機器とした以下の機器を，冷温停止状態の維持を前提とした評価においても同様に代表機器とした。

① 中央制御室換気系ダクト（角ダクト）

② 原子炉建屋換気系ダクト（丸ダクト）

表 3.12.5-1　ダクトの主な仕様

分類基準		機器名称	選定基準			冷温停止状態維持に必要な機器（運転状態）	選定	選定理由
型式	材料		仕様 流量*1(m^3/h)	重要度*2	使用条件 運転状態			
角ダクト	亜鉛メッキ鋼板	中央制御室換気系ダクト	42,500	MS-1 重*3	連続	○（連続）	◎	重要度 運転状態
		ディーゼル室換気系ダクト	71,400	MS-1	一時	○（一時）		
丸ダクト	炭素鋼	中央制御室換気系ダクト	42,500	MS-1	連続	○（連続）		重要度 運転状態 流量
		原子炉建屋換気系ダクト	231,200	MS-1	連続	○（連続）	◎	

◎：代表機器

*1：仕様が異なる機器がある場合は，仕様の最大のものを示す

*2：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

*3：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す

(2) 冷温停止を踏まえた再評価を行う経年劣化事象の抽出

「東海第二発電所　劣化状況評価書（断続的運転）」では代表機器に想定される高経年化対策上着目すべき経年劣化事象は抽出されなかった。

(3) 代表機器以外への展開

「東海第二発電所　劣化状況評価書（断続的運転）」では代表機器以外に想定される高経年化対策上着目すべき経年劣化事象は抽出されなかった。

3.12.6 ダンパ及び弁

(1)代表機器の選定

東海第二で使用しているダンパ及び弁の主な仕様を表 3.12.6-1 に示す。

冷温停止状態維持評価に必要な機器のうち,「東海第二発電所　劣化状況評価書(断続的運転)」において代表機器とした以下の機器を，冷温停止状態の維持を前提とした評価においても同様に代表機器とした。

① 中央制御室換気系ファン AH2-9 入口ダンパ
② 中央制御室換気系ファン AH2-9 出口グラビティダンパ
③ 中央制御室換気系再循環フィルタ装置ラインダンパ
④ 原子炉建屋換気系 C/S 隔離弁
⑤ 中央制御室換気系隔離弁

表 3.12.6-1(1/2)　ダンパ及び弁の主な仕様

分類基準		機器名称	選定基準			冷温停止状態維持に必要な機器(運転状態)	選定	代表ダンパ及び弁	選定理由
型式	駆動方式		仕様 流量*1(m^3/h)	重要度*2	使用条件 運転状態				
ダンパ	空気作動式	中央制御室換気系空気作動式ダンパ	42,500	MS-1	連続	○（連続）	◎	中央制御室換気系ファンAH2-9入口ダンパ	重要度 運転状態
			5,100	MS-1，重*3	一時	○（一時）			
		ディーゼル室換気系空気作動式ダンパ	95,000	MS-1	一時	○（一時）			
	重力式	非常用ガス処理系グラビティダンパ	3,570	MS-1，重*3	一時	○（一時）		中央制御室換気系ファンAH2-9出口グラビティダンパ	重要度 運転状態
		非常用ガス再循環系グラビティダンパ	17,000	MS-1，重*3	一時	○（一時）			
		中央制御室換気系グラビティダンパ	42,500	MS-1，重*3	連続	○（連続）	◎		
			5,100	MS-1，重*3	一時	○（一時）			
		ディーゼル室換気系グラビティダンパ	71,400	MS-1	一時	○（一時）			
		緊急時対策所換気系グラビティダンパ*4	5,000	重*3	一時	—			
	手動式	中央制御室換気系手動式ダンパ	3,400	MS-1	一時	○（一時）		中央制御室換気系再循環フィルタ装置ラインダンパ	重要度 運転状態 流量
			5,100	MS-1，重*3	一時	○（一時）	◎		

◎：代表機器

*1：流量が異なる機器がある場合は，流量の最大のものを示す

*2：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

*3：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す

*4：新規に設置される機器

表 3.12.6-1(2/2)　ダンパ及び弁の主な仕様

分類基準		機器名称	選定基準			冷温停止状態維持に必要な機器(運転状態)	選定	代表ダンパ及び弁	選定理由
型式	駆動方式		仕様 流量*1(m^3/h)	重要度*2	使用条件 運転状態				
バタフライ弁	空気作動式	原子炉建屋換気系隔離弁	231,200	MS-1	連続	○（連続）	◎	原子炉建屋換気系C/S隔離弁	
	電動式	中央制御室換気系隔離弁	3,400	MS-1，重*3	連続	○（連続）	◎	中央制御室換気系隔離弁	重要度
			34,800*4	MS-1	一時	○（一時）			運転状態

◎：代表機器

*1：流量が異なる機器がある場合は，流量の最大のものを示す

*2：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

*3：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す

*4：新規に設置される機器

(2) 冷温停止を踏まえた再評価を行う経年劣化事象の抽出

「東海第二発電所　劣化状況評価書（断続的運転）」では代表機器に想定される高経年化対策上着目すべき経年劣化事象は抽出されなかった。

(3) 代表機器以外への展開

「東海第二発電所　劣化状況評価書（断続的運転）」では代表機器以外に想定される高経年化対策上着目すべき経年劣化事象は抽出されなかった。

3.13 機械設備

3.13.1 制御棒

(1) 対象機器

東海第二で使用している制御棒の主な仕様を表 3.13.1-1 に示す。

冷温停止状態維持評価に必要な機器のうち,「東海第二発電所　劣化状況評価書(断続的運転)」において対象機器とした以下の機器を，冷温停止状態の維持を前提とした評価においても同様に対象機器とした。

①ボロン・カーバイド型制御棒

表 3.13.1-1　制御棒の主な仕様

機器名称	重要度*1	使用条件		冷温停止状態維持に必要な機器
		最高使用圧力*2 (MPa)	最高使用温度 (℃)	
ボロン・カーバイド型制御棒	MS-1，重*3	8.62	302	○

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

*2：環境の最高使用圧力を示す

*3：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す

(2) 冷温停止を踏まえた再評価を行う経年劣化事象の抽出

「東海第二発電所　劣化状況評価書（断続的運転）」では制御棒に想定される高経年化対策上着目すべき経年劣化事象として以下の事象を抽出した。

a. 制御材被覆管，シース，タイロッド，ピン，上部ハンドルの照射誘起型応力腐食割れ

この中から，冷温停止状態の維持を前提とした場合における，劣化の発生・進展に関する整理を実施し，その結果を表3.13.1-2に示す。

表3.13.1-2に示す整理の結果，冷温停止状態の維持を前提とした場合において，発生・進展が断続的運転を前提とした場合と比べて厳しくなることが想定される経年劣化事象は抽出されなかった。

表3.13.1-2　冷温停止状態維持を前提とした評価対象機器・経年劣化事象の整理

機器名称	冷温停止状態での経年劣化事象の整理	再評価要否判断	備考
	a.		
ボロン・カーバイド型制御棒	△	否	

○：冷温停止状態の維持を前提とした場合において，発生・進展が断続的運転を前提とした場合より厳しくなることが想定される経年劣化事象

△：断続的運転を前提とした場合と比較して，発生・進展が同程度か以後の発生・進展がない経年劣化事象

－：経年劣化事象が想定されない

3.13.2 制御棒駆動機構

(1) 対象機器

東海第二で使用している制御棒駆動機構の主な仕様を表 3.13.2-1 に示す。

冷温停止状態維持評価に必要な機器のうち,「東海第二発電所　劣化状況評価書(断続的運転)」において対象機器とした以下の機器を，冷温停止状態の維持を前提とした評価においても同様に対象機器とした。

①制御棒駆動機構

表 3.13.2-1　制御棒駆動機構の主な仕様

機器名称	重要度*1	使用条件			冷温停止状態維持に必要な機器（運転状態）
		運転状態	最高使用圧力*2 (MPa)	最高使用温度 (℃)	
制御棒駆動機構	MS-1，重*3	連続	8.62	302	○ (連続)

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

*2：環境の最高使用圧力を示す

*3：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す

(2) 冷温停止を踏まえた再評価を行う経年劣化事象の抽出

「東海第二発電所　劣化状況評価書（断続的運転）」では制御棒駆動機構に想定される高経年化対策上着目すべき経年劣化事象は抽出されなかった。

3.13.3 水圧制御ユニット

(1) 対象機器

東海第二で使用している水圧制御ユニットの主な仕様を表 3.13.3-1 に示す。

冷温停止状態維持評価に必要な機器のうち,「東海第二発電所　劣化状況評価書(断続的運転)」において対象機器とした以下の機器を，冷温停止状態の維持を前提とした評価においても同様に対象機器とした。

①水圧制御ユニット

表 3.13.3-1　水圧制御ユニットの主な仕様

機器名称	重要度*1	使用条件			冷温停止状態維持に必要な機器(運転状態)
		運転状態	最高使用圧力(MPa)	最高使用温度(℃)	
水圧制御ユニット	MS-1，重*2	一時	12.06	66	○(一時)

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

*2：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す

(2) 冷温停止を踏まえた再評価を行う経年劣化事象の抽出

「東海第二発電所　劣化状況評価書（断続的運転）」では水圧制御ユニットに想定される高経年化対策上着目すべき経年劣化事象は抽出されなかった。

3.13.4 ディーゼル機関

3.13.4.1 ディーゼル機関本体

(1) 対象機器

東海第二で使用しているディーゼル機関本体の主な仕様を表 3.13.4.1-1 に示す。

冷温停止状態維持評価に必要な機器のうち，「東海第二発電所　劣化状況評価書（断続的運転）」において対象機器とした以下の機器を，冷温停止状態の維持を前提とした評価においても同様に対象機器とした。

①非常用ディーゼル機関（2C，2D 号機）
②高圧炉心スプレイ系ディーゼル機関
③常設代替高圧電源装置（ディーゼル機関）

表 3.13.4.1-1　ディーゼル機関本体の主な仕様

機器名称	選定基準			冷温停止状態維持に必要な機器（運転状態）	選定	選定理由
	重要度*1	使用条件				
		運転状態	仕様（機関出力×回転速度）			
非常用ディーゼル機関（2C，2D 号機）	MS-1，重*3	一時*2	5,502 kW×429 rpm	○（一時）	◎	重要度，運転状態及び仕様（機関出力）
高圧炉心スプレイ系ディーゼル機関	MS-1，重*3	一時*2	3,052 kW×429 rpm	○（一時）		
緊急時対策所用発電機ディーゼル機関*4	重*3	一時*2	1,450 kW×1,500 rpm	－		
常設代替高圧電源装置（ディーゼル機関）	重*3	一時*2	1,450 kW×1,500 rpm	○（一時）		

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す
*2：通常は待機，定期的（運転回数：約 20 回/年，運転時間：約 40 時間/年）に定例試験を実施
*3：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す
*4：新規に設置される機器

(2) 冷温停止を踏まえた再評価を行う経年劣化事象の抽出

「東海第二発電所　劣化状況評価書（断続的運転）」では代表機器に想定される高経年化対策上着目すべき経年劣化事象は抽出されなかった。

(3) 代表機器以外への展開

「東海第二発電所　劣化状況評価書（断続的運転）」では代表機器以外に想定される高経年化対策上着目すべき経年劣化事象は抽出されなかった。

3.13.4.2 ディーゼル機関付属設備

(1) 対象機器

東海第二で使用しているディーゼル機関付属設備の主な仕様を表 3.13.4.2-1 に示す。

冷温停止状態維持評価に必要な機器のうち，「東海第二発電所　劣化状況評価書（断続的運転）」において対象機器とした以下の機器を，冷温停止状態の維持を前提とした評価においても同様に対象機器とした。

①非常用ディーゼル機関（2C,2D 号機）付属設備
②高圧炉心スプレイ系ディーゼル機関付属設備
③常設代替高圧電源装置（ディーゼル機関）付属設備

表 3.13.4.2-1　ディーゼル機関付属設備の主な仕様

機器名称		重要度[*1]	使用条件		冷温停止状態維持に必要な機器（運転状態）	選定	選定理由
			最高使用圧力（MPa）	最高使用温度（℃）			
非常用ディーゼル機関（2C，2D号機）付属設備	始動空気系	MS-1，重[*2]	3.2	45	○（一時）	◎	ディーゼル機関本体の選定機器に合わせる
	潤滑油系	MS-1，重[*2]	0.78	70			
	冷却水系	MS-1，重[*2]	純水 0.25	純水 80			
			海水 0.70	海水 50			
	燃料油系[*3]	MS-1，重[*2]	1.0	55			
高圧炉心スプレイ系ディーゼル機関付属設備	始動空気系	MS-1，重[*2]	3.2	45	○（一時）		
	潤滑油系	MS-1，重[*2]	0.78	70			
	冷却水系	MS-1，重[*2]	純水 0.25	純水 80			
			海水 0.70	海水 50			
	燃料油系[*3]	MS-1，重[*2]	1.0	55			
緊急時対策所用発電機ディーゼル機関付属設備[*3]	燃料油系	重[*2]	0.5	45	－		
常設代替高圧電源装置（ディーゼル機関）付属設備[*3]	燃料油系	重[*2]	1.0	55	○（一時）		
補機駆動用燃料設備[*3*4]	燃料油系	重[*2]	静水頭[*5]	60[*5]	－		

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

*2：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す

*3：新規に設置される機器を含む

*4：可搬型重大事故等対処設備（ディーゼル機関を含む）に可搬型の機器を用いて軽油を供給する設備

*5：可搬型設備用軽油タンクの仕様を示す

(2) 冷温停止を踏まえた再評価を行う経年劣化事象の抽出

「東海第二発電所　劣化状況評価書（断続的運転）」ではディーゼル機関付属設備に想定される高経年化対策上着目すべき経年劣化事象として以下の事象を抽出した。

a. ポンプモータ（低圧，全閉型）の固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁特性低下［燃料油系燃料移送ポンプモータ］

この中から，冷温停止状態の維持を前提とした場合における，劣化の発生・進展に関する整理を実施し，その結果を表3.13.4.2-2に示す。

表3.13.4.2-2に示す整理の結果，冷温停止状態の維持を前提とした場合において，発生・進展が断続的運転を前提とした場合と比べて厳しくなることが想定される経年劣化事象は抽出されなかった。

表3.13.4.2-2　冷温停止状態維持を前提とした評価対象機器・経年劣化事象の整理

機器名称	冷温停止状態での経年劣化事象の整理	再評価要否判断	備考
	a.		
非常用ディーゼル機関（2C，2D号機）付属設備	△	否	

○：冷温停止状態の維持を前提とした場合において，発生・進展が断続的運転を前提とした場合より厳しくなることが想定される経年劣化事象

△：断続的運転を前提とした場合と比較して，発生・進展が同程度か以後の発生・進展がない経年劣化事象

－：経年劣化事象が想定されない

(3) 代表機器以外への展開

「東海第二発電所 劣化状況評価書（断続的運転)」で代表機器以外に想定される高経年化対策上着目すべき経年劣化事象のうち，冷温停止機器に想定される以下の事象については，断続的運転を前提とした場合と比較して，発生・進展が同程度か，以後の発生・進展がない経年劣化事象と判断した。

a. ポンプモータ（低圧，全閉型）の固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁特性低下［燃料油系燃料移送ポンプモータ］［高圧炉心スプレイ系ディーゼル機関付属設備，常設代替高圧電源装置（ディーゼル機関）付属設備］，［燃料油系給油ポンプモータ］［緊急時対策所用発電機ディーゼル機関付属設備］

3.13.5 可燃性ガス濃度制御系再結合装置

(1) 対象機器

東海第二で使用している可燃性ガス濃度制御系再結合装置の主な仕様を表 3.13.5-1 に示す。

冷温停止状態維持評価に必要な機器のうち,「東海第二発電所　劣化状況評価書(断続的運転)」において対象機器とした以下の機器を，冷温停止状態の維持を前提とした評価においても同様に対象機器とした。

①可燃性ガス濃度制御系再結合装置

表 3.13.5-1　可燃性ガス濃度制御系再結合装置の主な仕様

機器名称	仕様 (容量)	重要度*1	部位	使用条件			冷温停止状態維持に必要な機器 (運転状態)
				運転状態	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (℃)	
可燃性ガス濃度制御系再結合装置	340 m³[N]/h	MS-1	ブロワ，ブロワキャン	一時	0.31	171	○ (一時)
			加熱管			777	
			再結合器			777	
			冷却器			777	
			気水分離器			171	
			配管及び弁			777	

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

(2) 冷温停止を踏まえた再評価を行う経年劣化事象の抽出

「東海第二発電所　劣化状況評価書（断続的運転）」では可燃性ガス濃度制御系再結合装置に想定される高経年化対策上着目すべき経年劣化事象として以下の事象を抽出した。

a. 加熱器エレメントの絶縁特性低下

b. 固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁特性低下［ブロワ用モータ（低圧，全閉型）］

c. 固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁特性低下［電動弁駆動部（屋内，交流）］

この中から，冷温停止状態の維持を前提とした場合における，劣化の発生・進展に関する整理を実施し，その結果を表3.13.5-2に示す。

表3.13.5-2に示す整理の結果，冷温停止状態の維持を前提とした場合において，発生・進展が断続的運転を前提とした場合と比べて厳しくなることが想定される経年劣化事象は抽出されなかった。

表3.13.5-2　冷温停止状態維持を前提とした評価対象機器・経年劣化事象の整理

機器名称	冷温停止状態での経年劣化事象の整理			再評価要否判断	備考
	a.	b.	c.		
可燃性ガス濃度制御系再結合装置	△	△	△	否	

○：冷温停止状態の維持を前提とした場合において，発生・進展が断続的運転を前提とした場合より厳しくなることが想定される経年劣化事象

△：断続的運転を前提とした場合と比較して，発生・進展が同程度か以後の発生・進展がない経年劣化事象

－：経年劣化事象が想定されない

3.13.6 燃料取替機

(1) 対象機器

東海第二で使用している燃料取替機の主な仕様を表 3.13.6-1 に示す。

冷温停止状態維持評価に必要な機器のうち,「東海第二発電所　劣化状況評価書(断続的運転)」において対象機器とした以下の機器を，冷温停止状態の維持を前提とした評価においても同様に対象機器とした。

①燃料取替機

表 3.13.6-1　燃料取替機の主な仕様

機器名称	仕様 (容量)	重要度*1	使用条件		冷温停止状態維持に必要な機器 (運転状態)
			運転状態	使用温度（周囲温度）	
燃料取替機	450 kg	PS-2	一時	使用済燃料貯蔵プール内 10～52 ℃（50 ℃以下）	○ (一時)

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

(2) 冷温停止を踏まえた再評価を行う経年劣化事象の抽出

「東海第二発電所　劣化状況評価書（断続的運転）」では燃料取替機に想定される高経年化対策上着目すべき経年劣化事象として以下の事象を抽出した。

a. ロードセル（主ホイスト）の特性変化

b. 電磁コイル［ブレーキ（主ホイスト用，マスト旋回用，ブリッジ走行用，トロリ横行用)]，回転子コイル，固定子コイル及び口出線・接続部品［モータ（主ホイスト用，ブリッジ走行用，トロリ横行用）（低圧，直流，全閉型)］の絶縁特性低下

c. 固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁特性低下［モータ（マスト旋回用）（低圧，交流，全閉型)］

この中から，冷温停止状態の維持を前提とした場合における，劣化の発生・進展に関する整理を実施し，その結果を表3.13.6-2に示す。

表3.13.6-2に示す整理の結果，冷温停止状態の維持を前提とした場合において，発生・進展が断続的運転を前提とした場合と比べて厳しくなることが想定される経年劣化事象は抽出されなかった。

表3.13.6-2　冷温停止状態維持を前提とした評価対象機器・経年劣化事象の整理

機器名称	冷温停止状態での経年劣化事象の整理			再評価要否判断	備考
	a.	b.	c.		
燃料取替機	△	△	△	否	

○：冷温停止状態の維持を前提とした場合において，発生・進展が断続的運転を前提とした場合より厳しくなることが想定される経年劣化事象

△：断続的運転を前提とした場合と比較して，発生・進展が同程度か以後の発生・進展がない経年劣化事象

－：経年劣化事象が想定されない

3.13.7 燃料取扱クレーン

(1) 対象機器

東海第二で使用している燃料取扱クレーンの主な仕様を表 3.13.7-1 に示す。

冷温停止状態維持評価に必要な機器のうち,「東海第二発電所　劣化状況評価書(断続的運転)」において対象機器とした以下の機器を，冷温停止状態の維持を前提とした評価においても同様に対象機器とした。

①原子炉建屋6階天井走行クレーン

②DC建屋*天井クレーン

＊：使用済燃料乾式貯蔵建屋

表 3.13.7-1　燃料取扱クレーンの主な仕様

機器名称	仕様（容量）	重要度*1	使用条件		冷温停止状態維持に必要な機器(運転状態)
			運転状態	使用温度(℃)	
原子炉建屋 6 階天井走行クレーン	主巻 125 ton 補巻 5 ton，1 ton	PS-2	一時	常温	○ (一時)
DC 建屋天井クレーン	130 ton	PS-2	一時	常温	○ (一時)

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

(2) 冷温停止を踏まえた再評価を行う経年劣化事象の抽出

「東海第二発電所　劣化状況評価書（断続的運転）」では燃料取扱クレーンに想定される高経年化対策上着目すべき経年劣化事象として以下の事象を抽出した。

a. モータ［原子炉建屋6階天井走行クレーン］［DC建屋天井クレーン］及び速度検出器［DC建屋天井クレーン］の回転子コイル，固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁特性低下

b. ブレーキ電磁コイル絶縁特性低下［(主巻125 ton，補巻5 ton，補巻1 ton) 原子炉建屋6階天井走行クレーン］［DC建屋天井クレーン］

c. 計器用変圧器の絶縁特性低下［原子炉建屋6階天井走行クレーン］［DC建屋天井クレーン］

この中から，冷温停止状態の維持を前提とした場合における，劣化の発生・進展に関する整理を実施し，その結果を表3.13.7-2に示す。

表3.13.7-2に示す整理の結果，冷温停止状態の維持を前提とした場合において，発生・進展が断続的運転を前提とした場合と比べて厳しくなることが想定される経年劣化事象は抽出されなかった。

表3.13.7-2　冷温停止状態維持を前提とした評価対象機器・経年劣化事象の整理

機器名称	冷温停止状態での経年劣化事象の整理			再評価要否判断	備考
	a.	b.	c.		
原子炉建屋6階天井走行クレーン	△	△	△	否	
DC建屋天井クレーン	△	△	△	否	

○：冷温停止状態の維持を前提とした場合において，発生・進展が断続的運転を前提とした場合より厳しくなることが想定される経年劣化事象

△：断続的運転を前提とした場合と比較して，発生・進展が同程度か以後の発生・進展がない経年劣化事象

－：経年劣化事象が想定されない

3.13.8 制御用圧縮空気系設備

(1) 対象機器

東海第二で使用している制御用圧縮空気系設備の主な仕様を表 3.13.8-1 に示す。

冷温停止状態維持評価に必要な機器のうち，「東海第二発電所　劣化状況評価書(断続的運転)」において対象機器とした以下の機器を，冷温停止状態の維持を前提とした評価においても同様に対象機器とした。

①制御用圧縮空気系設備

表 3.13.8-1　制御用圧縮空気系設備の主な仕様

機器名称	仕様 (容量)	重要度*1	使用条件			冷温停止状態維持に必要な機器 (運転状態)
			運転状態	最高使用圧力*3 (MPa)	最高使用温度*3 (℃)	
制御用圧縮空気系設備	978 m^3/h	高*2	連続	0.86	250	○ (連続)

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

*2：最高使用温度が 95 ℃を超え，又は最高使用圧力が 1,900 kPa を超える環境下にある原子炉格納容器外の重要度クラス 3 の機器

*3：圧縮機出口又はアフタークーラ入口の圧力及び温度を示す

(2) 冷温停止を踏まえた再評価を行う経年劣化事象の抽出

「東海第二発電所　劣化状況評価書（断続的運転）」では制御用圧縮空気系設備に想定される高経年化対策上着目すべき経年劣化事象として以下の事象を抽出した。

a. モータ（低圧，全閉型）の固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁特性低下［空気圧縮機］

この中から，冷温停止状態の維持を前提とした場合における，劣化の発生・進展に関する整理を実施し，その結果を表3.13.8-2に示す。

表3.13.8-2に示す整理の結果，冷温停止状態の維持を前提とした場合において，発生・進展が断続的運転を前提とした場合と比べて厳しくなることが想定される経年劣化事象は抽出されなかった。

表3.13.8-2　冷温停止状態維持を前提とした評価対象機器・経年劣化事象の整理

機器名称	冷温停止状態での経年劣化事象の整理	再評価要否判断	備考
	a.		
制御用圧縮空気系設備	△	否	

○：冷温停止状態の維持を前提とした場合において，発生・進展が断続的運転を前提とした場合より厳しくなることが想定される経年劣化事象

△：断続的運転を前提とした場合と比較して，発生・進展が同程度か以後の発生・進展がない経年劣化事象

－：経年劣化事象が想定されない

3.13.9 気体廃棄物処理系付属設備

(1) 対象機器

東海第二で使用している蒸気式空気抽出器の主な仕様を表3.13.9-1に示すが，冷温停止状態維持評価に必要な機器はない。

表 3.13.9-1　蒸気式空気抽出器の主な仕様

機器名称	仕様 (容量)	重要度*1	使用条件			冷温停止状態維持に必要な機器
			運転状態	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (℃)	
蒸気式空気抽出器	357.5 kg/h*3	高*2	連続	蒸気室：2.45 水室側：1.38 胴体側：0.35	蒸気室：225 水室側：63 胴体側：164	－

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

*2：最高使用温度が 95 ℃を超え，又は最高使用圧力が 1,900 kPa を超える環境下にある原子炉格納容器外の重要度クラス 3 の機器

*3：合計抽気量を示す

3.13.10 新燃料貯蔵ラック

(1) 対象機器

東海第二で使用している新燃料貯蔵ラックの主な仕様を表 3.13.10-1 に示す。

冷温停止状態維持評価に必要な機器のうち,「東海第二発電所　劣化状況評価書(断続的運転)」において対象機器とした以下の機器を，冷温停止状態の維持を前提とした評価においても同様に対象機器とした。

①新燃料貯蔵ラック

表 3.13.10-1　新燃料貯蔵ラックの主な仕様

機器名称	種類	重要度*1	使用条件		冷温停止状態維持に必要な機器
			最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (℃)	
新燃料貯蔵ラック	縦形貯蔵方式	PS-2	大気圧	常温	○

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

(2) 冷温停止を踏まえた再評価を行う経年劣化事象の抽出

「東海第二発電所　劣化状況評価書（断続的運転）」では新燃料貯蔵ラックに想定される高経年化対策上着目すべき経年劣化事象は抽出されなかった。

3.13.11 補助ボイラ設備

(1) 対象機器

東海第二で使用している補助ボイラ設備の主な仕様を表3.13.11-1に示すが，冷温停止状態維持評価に必要な機器はない。

表 3.13.11-1　補助ボイラ設備の主な仕様

機器名称	仕様（蒸発量）	重要度*1	使用条件				冷温停止状態維持に必要な機器
			運転状態	機器名	最高使用圧力（MPa）	最高使用温度（℃）	
補助ボイラ設備	16 ton/h	高*2	連続	ボイラ本体	0.98	火炉側：286*3 蒸気側：183.2 給水側：100	－
				安全弁（ボイラ本体）	0.98	183.2	
				蒸気だめ			
				蒸気系配管，蒸気系弁			
				給水ポンプ	1.37	100	
				脱気器給水ポンプ	0.77		
				脱気器	0.098		
				ホットウェルタンク	大気圧		
				エゼクタ	0.78	183.2	
				ブロータンク	0.069	115	
				給水タンク	静水頭	100	
				給水系配管，給水系弁	1.37		

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

*2：最高使用温度が 95 ℃を超え，又は最高使用圧力が 1,900 kPa を超える環境下にある原子炉格納容器外の重要度クラス 3 の機器

*3：排ガス出口温度を示す

3.13.12 廃棄物処理設備

(1) 対象機器

東海第二で使用している廃棄物処理設備の主な仕様を表 3.13.12-1 に示す。

冷温停止状態維持評価に必要な機器のうち,「東海第二発電所　劣化状況評価書(断続的運転)」において対象機器とした以下の機器を，冷温停止状態の維持を前提とした評価においても同様に対象機器とした。

①濃縮廃液・廃液中和スラッジ系設備
②機器ドレン系設備
③減容固化系設備
④雑固体減容処理設備高周波溶融炉設備
⑤雑固体焼却系設備

表 3.13.12-1　廃棄物処理設備の主な仕様

設備名称	仕様	重要度[*1]	運転状態	使用条件		冷温停止状態維持に必要な機器
				最高使用圧力[*3] (MPa)	最高使用温度[*3] (℃)	
濃縮廃液・廃液中和スラッジ系設備	1,500 m^3/h [*4]	高[*2]	運転設備	1.98	149	○
	7.4 m^3/h [*5]	高[*2]	停止保管設備	1.04	105	－
機器ドレン系設備	331 kWh [*6]	高[*2]	運転設備	1.04	159	○
減容固化系設備	200 kg/h [*7]	高[*2]	運転設備	1.04	190	○
雑固体減容処理設備高周波溶融炉設備	250 kg/h/個[*8]	高[*2]	運転設備	0.044	1,550	○
雑固体焼却系設備	870 kW [*9]	高[*2]	運転設備	大気圧	1,100	○
セメント混練固化系設備	300 ℃[*10]	高[*2]	運転設備	大気圧	350	－
使用済樹脂貯蔵系設備	4.77 m^3/h [*11]	高[*2]	停止保管設備	1.96	65	－

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

*2：最高使用温度が 95 ℃を超え，又は最高使用圧力が 1,900 kPa を超える環境下にある原子炉格納容器外の重要度クラス 3 の機器

*3：設備内での最高使用温度及び最高使用圧力を示す

*4：廃液濃縮器加熱器の処理流量を示す

*5：廃液濃縮器補助循環ポンプの容量を示す

*6：クラッドスラリ濃縮器加熱器の容量を示す

*7：乾燥機の容量を示す

*8：高周波溶融炉の処理能力を示す

*9：焼却炉の焼却容量を示す

*10：蒸発固化体乾燥機の処理能力を示す

*11：使用済粉末樹脂ポンプの容量を示す

(2) 冷温停止を踏まえた再評価を行う経年劣化事象の抽出

「東海第二発電所　劣化状況評価書（断続的運転）」では廃棄物処理設備に想定される高経年化対策上着目すべき経年劣化事象は抽出されなかった。

3.13.13 排気筒

(1) 対象機器

東海第二で使用している排気筒の主な仕様を表 3.13.13-1 に示す。

冷温停止状態維持評価に必要な機器のうち,「東海第二発電所　劣化状況評価書(断続的運転)」において対象機器とした以下の機器を，冷温停止状態の維持を前提とした評価においても同様に対象機器とした。

①排気筒

表 3.13.13-1　排気筒の主な仕様

機器名称	種類	重要度*1	使用条件		冷温停止状態維持に必要な機器
			設計吹出流速 (m/s)	主要寸法 (筒身高さ×内径) (m)	
主排気筒	鉄塔支持型鋼製 (制震装置付)	MS-1	約 20	140×4.5	○
非常用ガス処理系排気筒	主排気筒支持型鋼製	MS-1，重*2	約 8	140×0.4286	○

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

*2：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す

(2) 冷温停止を踏まえた再評価を行う経年劣化事象の抽出

「東海第二発電所　劣化状況評価書（断続的運転）」では排気筒に想定される高経年化対策上着目すべき経年劣化事象は抽出されなかった。

3.13.14 使用済燃料乾式貯蔵容器

(1) 対象機器

東海第二で使用している使用済燃料乾式貯蔵容器の主な仕様を表 3.13.14-1 に示す。

冷温停止状態維持評価に必要な機器のうち,「東海第二発電所　劣化状況評価書(断続的運転)」において対象機器とした以下の機器を，冷温停止状態の維持を前提とした評価においても同様に対象機器とした。

①使用済燃料乾式貯蔵容器

表 3.13.14-1　使用済燃料乾式貯蔵容器の主な仕様

機器名称	種類	重要度*1	号機*2	使用条件		冷温停止状態維持に必要な機器
				最高使用圧力(MPa)	最高使用温度(℃)	
使用済燃料乾式貯蔵容器	密封監視機能付縦置円筒型	PS-2	1～15, 23*3, 24*3	1.0	160 (キャスク容器) 210 (バスケット)	○
			16, 17		170 (キャスク容器) 260 (バスケット)	
			18～21*3		160 (キャスク容器) 230 (バスケット)	

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

*2：22 号機は欠番

*3：新規に設置される機器

(2) 冷温停止を踏まえた再評価を行う経年劣化事象の抽出

「東海第二発電所　劣化状況評価書（断続的運転）」では使用済燃料乾式貯蔵容器に想定される高経年化対策上着目すべき経年劣化事象は抽出されなかった。

3.13.15 水素再結合器

(1) 対象機器

東海第二で使用される水素再結合器の主な仕様を表 3.13.15-1 に示すが，冷温停止状態維持評価に必要な機器はない。

表 3.13.15-1　水素再結合器の主な仕様

機器名称	仕様	重要度	使用条件		冷温停止状態維持に必要な機器
			最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (℃)	
静的触媒式水素再結合器*1	再結合効率：0.50 kg/h/個（水素濃度4.0 vol%，大気圧，100 ℃）	重*2	－	300	－

*1：新規に設置される機器

*2：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す

3.13.16 基礎ボルト

(1) 対象機器

東海第二で使用している基礎ボルトの主な仕様を表 3.13.16-1 に示す。

冷温停止状態維持評価に必要な機器のうち,「東海第二発電所　劣化状況評価書(断続的運転)」において対象機器とした以下の機器を，冷温停止状態の維持を前提とした評価においても同様に対象機器とした。

①機器付基礎ボルト
②後打ちメカニカルアンカ
③後打ちケミカルアンカ

表 3.13.16-1　基礎ボルトの主な仕様

機器名称	仕様	冷温停止状態維持に必要な機器
機器付基礎ボルト	管内部にボルトを通し，隙間部にモルタル等を充填したものや，J 型等の形状のボルトをあらかじめコンクリート基礎に埋設してあるもの。	○
後打ちメカニカルアンカ	施工後の基礎に打設するもので，基礎に穿孔し，シールド打設後，テーパボルトを締め込むもの。	○
後打ちケミカルアンカ	施工後の基礎に打設するもので，基礎に穿孔し，アンカボルト打設することで樹脂を攪拌し固め，ボルトを固定したもの。	○

(2) 冷温停止を踏まえた再評価を行う経年劣化事象の抽出

「東海第二発電所　劣化状況評価書（断続的運転）」では基礎ボルトに想定される高経年化対策上着目すべき経年劣化事象は抽出されなかった。

3.14 電源設備

3.14.1 高圧閉鎖配電盤

(1) 代表機器の選定

東海第二で使用している高圧閉鎖配電盤の主な仕様を表 3.14.1-1 に示す。

冷温停止状態維持に必要な機器のうち，「東海第二発電所　劣化状況評価書（断続的運転）」において代表機器とした以下の機器を，冷温停止状態の維持を前提とした評価においても同様に代表機器とした。

① 非常用 M/C

表 3.14.1-1　高圧閉鎖配電盤の主な仕様

分類基準			機器名称	仕様		選定基準			冷温停止状態維持に必要な機器（運転状態）	選定	選定理由
電圧区分	型式（内蔵遮断器）	設置場所		盤（定格電圧）	遮断器（定格電圧×定格遮断電流）	重要度[*1]	使用条件				
							定格電圧	定格電流			
高圧	真空遮断器	屋内	非常用 M/C	AC 7,200 V	AC 7,200 V×63 kA	MS-1 重[*2]	AC 6,900 V	2,000 A 1,200 A	○ （連続）	◎	重要度
			原子炉再循環ポンプ遮断器	AC 6,900 V	AC 7,200 V×63 kA	MS-3 PS-3 重[*2]	AC 6,900 V	1,200 A	－		
			原子炉再循環ポンプ低速度用電源装置遮断器	AC 7,200 V	AC 7,200 V×40 kA	PS-3 重[*2]	AC 6,900 V	1,200 A	－		
			常設代替高圧電源装置遮断器盤	AC 7,200 V	AC 7,200 V×8 kA	重[*2]	AC 6,600 V	400 A	－		
			緊急用 M/C[*3]	AC 7,200 V	AC 7,200 V×63 kA	重[*2]	AC 6,900 V	1,200 A	－		
			緊急時対策所用 M/C[*3]	AC 7,200 V	AC 7,200 V×63 kA	重[*2]	AC 6,900 V	1,200 A	－		

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

*2：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す

*3：新規に設置される機器

(2) 冷温停止を踏まえた再評価を行う経年劣化事象の抽出

「東海第二発電所　劣化状況評価書（断続的運転）」では代表機器に想定される高経年化対策上着目すべき経年劣化事象として以下の事象を抽出した。

a. 主回路導体支持碍子，主回路断路部及び真空遮断器の断路部・絶縁フレーム・絶縁支柱の絶縁特性低下
b. 計器用変圧器コイルの絶縁特性低下

この中から，冷温停止状態の維持を前提とした場合における，劣化の発生・進展に関する整理を実施し，その結果を表 3.14.1-2 に示す。

表 3.14.1-2 に示す整理の結果，冷温停止状態の維持を前提とした場合において，発生・進展が断続的運転を前提とした場合と比べて厳しくなることが想定される経年劣化事象は抽出されなかった。

表3.14.1-2　冷温停止状態維持を前提とした評価対象機器・経年劣化事象の整理

機器名称	冷温停止状態での経年劣化事象の整理		再評価要否判断	備考
	a.	b.		
非常用M/C	△	△	否	

○：冷温停止状態の維持を前提とした場合において，発生・進展が断続的運転を前提とした場合より厳しくなることが想定される経年劣化事象
△：断続的運転を前提とした場合と比較して，発生・進展が同程度か以後の発生・進展がない経年劣化事象
－：経年劣化事象が想定されない

3.14.2 動力用変圧器

(1) 代表機器の選定

東海第二で使用している動力用変圧器の主な仕様を表 3.14.2-1 に示す。

冷温停止状態維持に必要な機器のうち，「東海第二発電所　劣化状況評価書（断続的運転）」において代表機器とした以下の機器を，冷温停止状態の維持を前提とした評価においても同様に代表機器とした。

① 非常用動力用変圧器（2C，2D）

表 3.14.2-1　動力用変圧器の主な仕様

分類基準			機器名称	仕様（定格容量）	選定基準				冷温停止状態維持に必要な機器（運転状態）	選定	選定理由
電圧区分	型式	設置場所			重要度[*1]	使用条件					
						一次電圧	二次電圧	定格容量			
高圧	乾式変圧器	屋内	非常用動力用変圧器（2C，2D）	3,333 kVA	MS-1 重[*2]	AC 6,900 V	AC 480 V	3,333 kVA	○ （連続）	◎	重要度 一次電圧 二次電圧 定格容量
			非常用動力用変圧器（HPCS）	600 kVA	MS-1 重[*2]	AC 6,900 V	AC 480 V	600 kVA	○ （連続）		
			緊急用動力変圧器[*3]	2,000 kVA	重[*2]	AC 6,900 V	AC 480 V	2,000 kVA	－		
			緊急時対策所用動力変圧器[*3]	1,400 kVA	重[*2]	AC 6,900 V	AC 480 V	1,400 kVA	－		

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

*2：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す

*3：新規に設置される機器

(2) 冷温停止を踏まえた再評価を行う経年劣化事象の抽出

「東海第二発電所　劣化状況評価書（断続的運転）」では代表機器に想定される高経年化対策上着目すべき経年劣化事象として以下の事象を抽出した。

a. 変圧器コイルの絶縁特性低下

b. 冷却ファンモータの固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁特性低下

この中から，冷温停止状態の維持を前提とした場合における，劣化の発生・進展に関する整理を実施し，その結果を表 3.14.2-2 に示す。

表 3.14.2-2 に示す整理の結果，冷温停止状態の維持を前提とした場合において，発生・進展が断続的運転を前提とした場合と比べて厳しくなることが想定される経年劣化事象は抽出されなかった。

表3.14.2-2　冷温停止状態維持を前提とした評価対象機器・経年劣化事象の整理

機器名称	冷温停止状態での経年劣化事象の整理		再評価要否判断	備考
	a.	b.		
非常用動力用変圧器（2C，2D）	△	△	否	

○：冷温停止状態の維持を前提とした場合において，発生・進展が断続的運転を前提とした場合より厳しくなることが想定される経年劣化事象

△：断続的運転を前提とした場合と比較して，発生・進展が同程度か以後の発生・進展がない経年劣化事象

－：経年劣化事象が想定されない

(3) 代表機器以外への展開

「東海第二発電所　劣化状況評価書（断続的運転）」では代表機器以外に想定される高経年化対策上着目すべき経年劣化事象のうち，冷温停止機器に想定される以下の事象については，断続的運転を前提とした場合と比較して，発生・進展が同程度か，以後の発生・進展がない経年劣化事象と判断した。

a. 変圧器コイルの絶縁特性低下

3.14.3 低圧閉鎖配電盤

(1) 代表機器の選定

東海第二で使用している低圧閉鎖配電盤の主な仕様を表 3.14.3-1 に示す。

冷温停止状態維持に必要な機器のうち，「東海第二発電所　劣化状況評価書（断続的運転）」において代表機器とした以下の機器を，冷温停止状態の維持を前提とした評価においても同様に代表機器とした。

① 非常用 P/C

② 計測用 P/C

表 3.14.3-1　低圧閉鎖配電盤の主な仕様

分類基準			機器名称	仕様			選定基準			冷温停止状態維持に必要な機器（運転状態）	選定	選定理由
電圧区分	型式（内蔵遮断器）	設置場所		盤（定格電圧）	遮断器		重要度[*1]	使用条件				
					操作方式	定格（電圧×遮断電流）		定格電圧	遮断器フレーム電流			
低圧	気中遮断器	屋内	非常用 P/C	AC 480 V	電磁 電磁 電動ばね	AC 600 V×40 kA AC 600 V×70 kA AC 600 V×50 kA	MS-1 重[*2]	AC 480 V	4,000 A 2,000 A 1,200 A	○ （連続）	◎	重要度 定格電圧
			緊急用 P/C[*3]	AC 480 V	電動ばね	AC 600 V×50 kA	重[*2]	AC 480 V	3,000 A 1,200 A	－		
			緊急時対策所用 P/C[*3]	AC 480 V	電動ばね	AC 600 V×80 kA AC 600 V×63 kA	重[*2]	AC 480 V	1,800 A 1,200 A	－		
			125 V 直流 P/C	DC 125 V	電磁	DC 250 V×50 kA	MS-1 重[*2]	DC 125 V	1,600 A	○ （連続）		
			緊急時対策所用直流 125 V 主母線盤[*3]	DC 125 V	電動ばね	DC 250 V×40 kA	重[*2]	DC 125 V	1,200 A	－		
	配線用遮断器		計測用 P/C	AC 120/240 V	電動 手動 手動	AC 600 V×ノートリップ AC 600 V×35 kA AC 600 V×30 kA	MS-1	AC 120/240 V	600 A 225 A 100 A	○ （連続）	◎	

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

*2：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す

*3：新規に設置される機器

(2) 冷温停止を踏まえた再評価を行う経年劣化事象の抽出

「東海第二発電所　劣化状況評価書（断続的運転）」では代表機器に想定される高経年化対策上着目すべき経年劣化事象として以下の事象を抽出した。

a. 気中遮断器絶縁支持板，主回路導体絶縁支持板及び主回路断路部［非常用 P/C］，支持碍子［計測用 P/C］の絶縁特性低下
b. 計器用変圧器コイルの絶縁特性低下［非常用 P/C］

この中から，冷温停止状態の維持を前提とした場合における，劣化の発生・進展に関する整理を実施し，その結果を表 3.14.3-2 に示す。

表 3.14.3-2 に示す整理の結果，冷温停止状態の維持を前提とした場合において，発生・進展が断続的運転を前提とした場合と比べて厳しくなることが想定される経年劣化事象は抽出されなかった。

表3.14.3-2　冷温停止状態維持を前提とした評価対象機器・経年劣化事象の整理

機器名称	冷温停止状態での経年劣化事象の整理		再評価要否判断	備考
	a.	b.		
非常用 P/C	△	△	否	
計測用 P/C	△	－	否	

○：冷温停止状態の維持を前提とした場合において，発生・進展が断続的運転を前提とした場合より厳しくなることが想定される経年劣化事象
△：断続的運転を前提とした場合と比較して，発生・進展が同程度か以後の発生・進展がない経年劣化事象
－：経年劣化事象が想定されない

(3) 代表機器以外への展開

「東海第二発電所　劣化状況評価書（断続的運転）」では代表機器以外に想定される高経年化対策上着目すべき経年劣化事象のうち，冷温停止機器に想定される以下の事象については，断続的運転を前提とした場合と比較して，発生・進展が同程度か，以後の発生・進展がない経年劣化事象と判断した。

a. 気中遮断器絶縁支持板，主回路導体絶縁支持板及び主回路断路部の絶縁特性低下

3.14.4 コントロールセンタ

(1) 代表機器の選定

東海第二で使用しているコントロールセンタの主な仕様を表 3.14.4-1 に示す。

冷温停止状態維持に必要な機器のうち，「東海第二発電所　劣化状況評価書（断続的運転）」において代表機器とした以下の機器を，冷温停止状態の維持を前提とした評価においても同様に代表機器とした。

① 480 V 非常用 MCC

表 3.14.4-1　コントロールセンタの主な仕様

分類基準			機器名称	仕様		選定基準			冷温停止状態維持に必要な機器（運転状態）	選定	選定理由
電圧区分	型式（内蔵遮断器）	設置場所		盤（最高使用電圧）	配線用遮断器	重要度[*1]	使用条件				
					遮断容量（定格電圧×定格遮断電流）		定格電圧	母線容量			
低圧	配線用遮断器	屋内	480 V 非常用 MCC	AC 600 V	AC 600 V×10 kA AC 600 V×14 kA AC 600 V×15 kA AC 600 V×18 kA AC 600 V×25 kA AC 220 V×85 kA AC 220 V×100 kA	MS-1 重[*2]	AC 480 V AC 480 V/210 V AC 480 V/210 V -105 V	800 A 600 A	○ （連続）	◎	重要度 定格電圧
			緊急用 MCC[*3]	AC 600 V	AC 600 V×50 kA	重[*2]	AC 480 V	800 A	－		
			緊急時対策所用 MCC[*3]	AC 600 V	AC 690 V×6 kA AC 690 V×7.5 kA AC 690 V×20 kA AC 240 V×85 kA	重[*2]	AC 480 V/210 V	1,200 A 800 A	－		
			125 V 直流 MCC	DC 250 V	DC 250 V×20 kA DC 250 V×40 kA	MS-1 重[*2]	DC 125 V	600 A	○ （連続）		
			緊急用直流 125 V MCC[*3]	DC 125 V	DC 125 V×40 kA	重[*2]	DC 125 V	400 A	－		

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

*2：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す

*3：新規に設置される機器

(2) 冷温停止を踏まえた再評価を行う経年劣化事象の抽出

「東海第二発電所　劣化状況評価書（断続的運転）」では代表機器に想定される高経年化対策上着目すべき経年劣化事象として以下の事象を抽出した。

a. 変圧器コイル，制御用変圧器コイル及び計器用変圧器コイルの絶縁特性低下
b. 水平母線・垂直母線サポート及び断路部取付台の絶縁特性低下

この中から，冷温停止状態の維持を前提とした場合における，劣化の発生・進展に関する整理を実施し，その結果を表 3.14.4-2 に示す。

表 3.14.4-2 に示す整理の結果，冷温停止状態の維持を前提とした場合において，発生・進展が断続的運転を前提とした場合と比べて厳しくなることが想定される経年劣化事象は抽出されなかった。

表3.14.4-2　冷温停止状態維持を前提とした評価対象機器・経年劣化事象の整理

機器名称	冷温停止状態での経年劣化事象の整理		再評価要否判断	備考
	a.	b.		
480 V 非常用 MCC	△	△	否	

○：冷温停止状態の維持を前提とした場合において，発生・進展が断続的運転を前提とした場合より厳しくなることが想定される経年劣化事象
△：断続的運転を前提とした場合と比較して，発生・進展が同程度か以後の発生・進展がない経年劣化事象
－：経年劣化事象が想定されない

(3) 代表機器以外への展開

「東海第二発電所　劣化状況評価書（断続的運転）」では代表機器以外に想定される高経年化対策上着目すべき経年劣化事象のうち，冷温停止機器に想定される以下の事象については，断続的運転を前提とした場合と比較して，発生・進展が同程度か，以後の発生・進展がない経年劣化事象と判断した。

a. 水平母線・垂直母線サポートの絶縁特性低下

3.14.5 ディーゼル発電設備

(1) 代表機器の選定

東海第二で使用しているディーゼル発電設備の主な仕様を表 3.14.5-1 に示す。

冷温停止状態維持に必要な機器のうち，「東海第二発電所 劣化状況評価書（断続的運転）」において代表機器とした以下の機器を，冷温停止状態の維持を前提とした評価においても同様に代表機器とした。

① 非常用ディーゼル発電設備

表 3.14.5-1　ディーゼル発電設備の主な仕様

分類基準			機器名称	仕様 （定格電圧×定格容量）	選定基準			冷温停止状態維持に必要な機器（運転状態）	選定	選定理由
電圧区分	型式	設置場所			重要度[*1]	使用条件				
						定格電圧	定格容量			
高圧	ディーゼル発電機	屋内	非常用ディーゼル発電設備	AC 6,900 V×6,500 kVA	MS-1 重[*2]	AC 6,900 V	6,500 kVA	○ （一時）	◎	重要度 定格電圧 定格容量
			高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電設備	AC 6,900 V×3,500 kVA	MS-1 重[*2]	AC 6,900 V	3,500 kVA	○ （一時）		
			常設代替高圧電源装置	AC 6,600 V×1,725 kVA	重[*2]	AC 6,600 V	1,725 kVA	○ （一時）		
			緊急時対策所用発電設備[*3]	AC 6,600 V×1,725 kVA	重[*2]	AC 6,600 V	1,725 kVA	－		

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

*2：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す

*3：新規に設置される機器

(2) 冷温停止を踏まえた再評価を行う経年劣化事象の抽出

「東海第二発電所　劣化状況評価書（断続的運転）」では代表機器に想定される高経年化対策上着目すべき経年劣化事象として以下の事象を抽出した。

a. 固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁特性低下
b. 計器用変圧器コイルの絶縁特性低下
c. 回転子コイルの絶縁特性低下
d. 可飽和変流器コイル，整流器用変圧器コイル及びリアクトルコイルの絶縁特性低下

この中から，冷温停止状態の維持を前提とした場合における，劣化の発生・進展に関する整理を実施し，その結果を表 3.14.5-2 に示す。

表 3.14.5-2 に示す整理の結果，冷温停止状態の維持を前提とした場合において，発生・進展が断続的運転を前提とした場合と比べて厳しくなることが想定される経年劣化事象は抽出されなかった。

表3.14.5-2　冷温停止状態維持を前提とした評価対象機器・経年劣化事象の整理

機器名称	冷温停止状態での経年劣化事象の整理				再評価要否判断	備考
	a.	b.	c.	d.		
非常用ディーゼル発電設備	△	△	△	△	否	

○：冷温停止状態の維持を前提とした場合において，発生・進展が断続的運転を前提とした場合より厳しくなることが想定される経年劣化事象
△：断続的運転を前提とした場合と比較して，発生・進展が同程度か以後の発生・進展がない経年劣化事象
－：経年劣化事象が想定されない

(3) 代表機器以外への展開

「東海第二発電所　劣化状況評価書（断続的運転）」では代表機器以外に想定される高経年化対策上着目すべき経年劣化事象のうち，冷温停止機器に想定される以下の事象については，断続的運転を前提とした場合と比較して，発生・進展が同程度か，以後の発生・進展がない経年劣化事象と判断した。

a. 固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁特性低下［共通］
b. 計器用変圧器コイルの絶縁特性低下［共通］
c. 回転子コイルの絶縁特性低下［高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電設備］
d. 可飽和変流器コイル，整流器用変圧器コイル及びリアクトルコイルの絶縁特性低下［高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電設備］

3.14.6 MG セット

(1) 対象機器

東海第二で使用している MG セットの主な仕様を表 3.14.6-1 に示す。

冷温停止状態維持に必要な機器のうち，「東海第二発電所　劣化状況評価書（断続的運転）」において対象機器とした以下の機器を，冷温停止状態の維持を前提とした評価においても同様に対象機器とした。

① 原子炉保護系 MG セット

表 3.14.6-1　MG セットの主な仕様

機器名称	仕様	重要度*	冷温停止状態維持に必要な機器（運転状態）
原子炉保護系 MG セット	駆動モータ 定格電圧：AC 440 V 定格出力：44.76 kW 定格回転速度：1,500 rpm 発電機 定格電圧：AC 120 V 定格容量：18.75 kVA 定格回転速度：1,500 rpm 定格周波数：50 Hz	MS-1	○ （連続）

＊：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

(2) 冷温停止を踏まえた再評価を行う経年劣化事象の抽出

「東海第二発電所　劣化状況評価書（断続的運転）」ではMGセットに想定される高経年化対策上着目すべき経年劣化事象として以下の事象を抽出した。

a. 駆動モータの固定子コイル，口出線・接続部品の絶縁特性低下
b. 発電機電機子コイル，発電機界磁コイル，励磁機電機子コイル，励磁機界磁コイル及び発電機，励磁機の口出線・接続部品の絶縁特性低下
c. 計器用変圧器コイルの絶縁特性低下

この中から，冷温停止状態の維持を前提とした場合における，劣化の発生・進展に関する整理を実施し，その結果を表3.14.6-2に示す。

表 3.14.6-2 に示す整理の結果，冷温停止状態の維持を前提とした場合において，発生・進展が断続的運転を前提とした場合と比べて厳しくなることが想定される経年劣化事象は抽出されなかった。

表3.14.6-2　冷温停止状態維持を前提とした評価対象機器・経年劣化事象の整理

機器名称	冷温停止状態での経年劣化事象の整理			再評価要否判断	備考
	a.	b.	c.		
原子炉保護系MGセット	△	△	△	否	

○：冷温停止状態の維持を前提とした場合において，発生・進展が断続的運転を前提とした場合より厳しくなることが想定される経年劣化事象
△：断続的運転を前提とした場合と比較して，発生・進展が同程度か以後の発生・進展がない経年劣化事象
－：経年劣化事象が想定されない

3.14.7 無停電電源装置

(1) 代表機器の選定

東海第二で使用している無停電電源装置の主な仕様を表 3.14.7-1 に示す。

冷温停止状態維持に必要な機器のうち，「東海第二発電所　劣化状況評価書（断続的運転）」において代表機器とした以下の機器を，冷温停止状態の維持を前提とした評価においても同様に代表機器とした。

① バイタル電源用無停電電源装置

表 3.14.7-1　無停電電源装置の主な仕様

分類基準			機器名称	仕様 (定格電圧×定格容量)	選定基準			冷温停止状態維持に必要な機器 (運転状態)	選定	選定理由
電圧区分	型式	設置場所			重要度*1	使用条件				
						定格電圧	定格容量			
低圧	静止型	屋内	バイタル電源用無停電電源装置	AC 240/120 V×50 kVA	MS-1	AC 240/120 V	50 kVA	○ (連続)	◎	重要度 定格電圧
			緊急用無停電電源装置*2	AC 120 V×35 kVA	重*3	AC 120 V	35 kVA	－		
			非常用無停電電源装置*2	AC 120 V×35 kVA	MS-1 重*3	AC 120 V	35 kVA	○ (一時)		
			緊急時対策所用無停電電源装置*2	AC 105 V×50 kVA	重*3	AC 105 V	50 kVA	－		

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

*2：新規に設置される機器

*3：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す

(2) 冷温停止を踏まえた再評価を行う経年劣化事象の抽出

「東海第二発電所　劣化状況評価書（断続的運転）」では代表機器に想定される高経年化対策上着目すべき経年劣化事象として以下の事象を抽出した。

a. 変圧器コイルの絶縁特性低下

この中から，冷温停止状態の維持を前提とした場合における，劣化の発生・進展に関する整理を実施し，その結果を表 3.14.7-2 に示す。

表 3.14.7-2 に示す整理の結果，冷温停止状態の維持を前提とした場合において，発生・進展が断続的運転を前提とした場合と比べて厳しくなることが想定される経年劣化事象は抽出されなかった。

表3.14.7-2　冷温停止状態維持を前提とした評価対象機器・経年劣化事象の整理

機器名称	冷温停止状態での経年劣化事象の整理	再評価要否判断	備考
	a.		
バイタル電源用無停電電源装置	△	否	

○：冷温停止状態の維持を前提とした場合において，発生・進展が断続的運転を前提とした場合より厳しくなることが想定される経年劣化事象

△：断続的運転を前提とした場合と比較して，発生・進展が同程度か以後の発生・進展がない経年劣化事象

－：経年劣化事象が想定されない

(3) 代表機器以外への展開

「東海第二発電所　劣化状況評価書（断続的運転）」では代表機器以外に想定される高経年化対策上着目すべき経年劣化事象のうち，冷温停止機器に想定される以下の事象については，断続的運転を前提とした場合と比較して，発生・進展が同程度か，以後の発生・進展がない経年劣化事象と判断した。

a. 変圧器コイルの絶縁特性低下

3.14.8 直流電源設備

(1) 代表機器の選定

東海第二で使用している直流電源設備の主な仕様を表 3.14.8-1 に示す。

冷温停止状態維持に必要な機器のうち，「東海第二発電所　劣化状況評価書（断続的運転）」において代表機器とした以下の機器を，冷温停止状態の維持を前提とした評価においても同様に代表機器とした。

① 125 V 蓄電池 2A，2B

② 125 V 充電器盤 2A

表 3.14.8-1　直流電源設備の主な仕様

分類基準			機器名称	仕様 （蓄 電 池：定格容量 充電器盤：定格電圧×定格電流）	選定基準				冷温停止状態維持に必要な機器（運転状態）	選定	選定理由
					重要度*1	使用条件					
電圧区分	型式	設置場所				定格電圧	定格電流	定格容量			
低圧	制御弁式鉛蓄電池	屋内	125 V 蓄電池 2A，2B	6,000 Ah/10 時間率	MS-1，重*2	DC 125 V	—	6,000 Ah	○（連続）	◎	重要度 定格電圧 定格容量
			125 V 蓄電池 HPCS	500 Ah/10 時間率	MS-1，重*2	DC 125 V	—	500 Ah	○（連続）		
			緊急用 125 V 蓄電池*3	6,000 Ah/10 時間率	重*2	DC 125 V	—	6,000 Ah	—		
			緊急時対策所用蓄電池*3	1,000 Ah/10 時間率	重*2	DC 125 V	—	1,000 Ah	—		
			±24 V 蓄電池 2A，2B	150 Ah/10 時間率	MS-1，重*2	DC ±24 V	—	150 Ah	○（連続）		
			緊急時対策所用 24 V 系蓄電池*3	1,000 Ah/10 時間率	重*2	DC 24 V	—	1,000 Ah	—		
	サイリスタ整流回路充電器盤		125 V 充電器盤 2A	DC 125 V×420 A	MS-1，重*2	DC 125 V	420 A	—	○（連続）	◎	重要度 定格電圧 定格電流
			125 V 充電器盤 2B	DC 125 V×320 A	MS-1，重*2	DC 125 V	320 A	—	○（連続）		
			125 V 充電器盤 予備	DC 125 V×420 A	重*2	DC 125 V	420 A	—	○（一時）		
			125 V 充電器盤 HPCS	DC 125 V×100 A	MS-1，重*2	DC 125 V	100 A	—	○（連続）		
			緊急用 125 V 充電器盤*3	DC 125 V×700 A	重*2	DC 125 V	700 A	—	—		
			緊急時対策所用充電器盤*3	DC 125 V×600 A	重*2	DC 125 V	600 A	—	—		
			±24 V 充電器盤 2A，2B	DC ±24 V×30 A	MS-1，重*2	DC ±24 V	30 A	—	○（連続）		
			緊急時対策所用直流 24 V 充電器盤*3	DC 24 V×100 A	重*2	DC 24 V	100 A	—	—		

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

*2：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す

*3：新規に設置される機器

(2) 冷温停止を踏まえた再評価を行う経年劣化事象の抽出

「東海第二発電所　劣化状況評価書（断続的運転）」では代表機器に想定される高経年化対策上着目すべき経年劣化事象として以下の事象を抽出した。

a. 変圧器コイルの絶縁特性低下［125 V 充電器盤 2A］

この中から，冷温停止状態の維持を前提とした場合における，劣化の発生・進展に関する整理を実施し，その結果を表 3.14.8-2 に示す。

表 3.14.8-2 に示す整理の結果，冷温停止状態の維持を前提とした場合において，発生・進展が断続的運転を前提とした場合と比べて厳しくなることが想定される経年劣化事象は抽出されなかった。

表3.14.8-2　冷温停止状態維持を前提とした評価対象機器・経年劣化事象の整理

機器名称	冷温停止状態での経年劣化事象の整理	再評価要否判断	備考
	a.		
125 V 充電器盤 2A	△	否	

○：冷温停止状態の維持を前提とした場合において，発生・進展が断続的運転を前提とした場合より厳しくなることが想定される経年劣化事象

△：断続的運転を前提とした場合と比較して，発生・進展が同程度か以後の発生・進展がない経年劣化事象

－：経年劣化事象が想定されない

(3) 代表機器以外への展開

「東海第二発電所　劣化状況評価書（断続的運転）」では代表機器以外に想定される高経年化対策上着目すべき経年劣化事象のうち，冷温停止機器に想定される以下の事象については，断続的運転を前提とした場合と比較して，発生・進展が同程度か，以後の発生・進展がない経年劣化事象と判断した。

a. 変圧器コイルの絶縁特性低下［125 V 充電器盤 2B，125 V 充電器盤 予備，125 V 充電器盤 HPCS，±24 V 充電器盤 2A，2B］

3.14.9 計測用分電盤

(1) 代表機器の選定

東海第二で使用している計測用分電盤の主な仕様を表 3.14.9-1 に示す。

冷温停止状態維持に必要な機器のうち，「東海第二発電所　劣化状況評価書（断続的運転）」において代表機器とした以下の機器を，冷温停止状態の維持を前提とした評価においても同様に代表機器とした。

① 交流計測用分電盤 A 系，B 系

表 3.14.9-1　計測用分電盤の主な仕様

分類基準			機器名称	仕様 (定格電圧)	選定基準			冷温停止状態維持に必要な機器(運転状態)	選定	選定理由
電圧区分	型式	設置場所			重要度[*1]	使用条件 定格電圧	盤面数			
低圧	配線用遮断器	屋内	交流計測用分電盤 A 系，B 系	AC 120/240 V	MS-1	AC 120/240 V	4	○ (連続)	◎	重要度 定格電圧 盤面数
			交流計測用分電盤 HPCS 系	AC 120 V	MS-1 重[*2]	AC 120 V	1	○ (連続)		
			直流分電盤	DC 125 V	MS-1 重[*2]	DC 125 V	7	○ (連続)		
			バイタル分電盤	AC 120/240 V	MS-1	AC 120/240 V	2	○ (連続)		
			中性子モニタ用分電盤	DC 24 V	MS-1 重[*2]	DC 24 V	2	○ (連続)		
			緊急用計装交流主母線盤[*3]	AC 120/240 V	重[*2]	AC 120/240 V	1	－		
			緊急用直流分電盤[*3]	DC 125 V	重[*2]	DC 125 V	2	－		
			緊急用無停電計装分電盤[*3]	AC 120 V	重[*2]	AC 120 V	1	－		
			非常用無停電計装分電盤[*3]	AC 120 V	MS-1 重[*2]	AC 120 V	2	○ (連続)		
			緊急時対策所用分電盤[*3]	AC 105 V	重[*2]	AC 105 V	3	－		
			緊急時対策所用直流分電盤[*3]	DC 125 V	重[*2]	DC 125 V	1	－		
			可搬型代替低圧電源車接続盤[*3]	AC 210/480V DC 125 V	重[*2]	AC 210/480V DC 125 V	2	－		
			可搬型代替直流電源設備用電源切替盤[*3]	DC 125 V	重[*2]	DC 125 V	1	－		

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

*2：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す

*3：新規に設置される機器

(2) 冷温停止を踏まえた再評価を行う経年劣化事象の抽出

「東海第二発電所　劣化状況評価書（断続的運転）」では代表機器に想定される高経年化対策上着目すべき経年劣化事象として以下の事象を抽出した。

a. 主回路導体支持板の絶縁特性低下

この中から，冷温停止状態の維持を前提とした場合における，劣化の発生・進展に関する整理を実施し，その結果を表 3.14.9-2 に示す。

表 3.14.9-2 に示す整理の結果，冷温停止状態の維持を前提とした場合において，発生・進展が断続的運転を前提とした場合と比べて厳しくなることが想定される経年劣化事象は抽出されなかった。

表3.14.9-2　冷温停止状態維持を前提とした評価対象機器・経年劣化事象の整理

機器名称	冷温停止状態での経年劣化事象の整理	再評価要否判断	備考
	a.		
交流計測用分電盤 A 系，B 系	△	否	

○：冷温停止状態の維持を前提とした場合において，発生・進展が断続的運転を前提とした場合より厳しくなることが想定される経年劣化事象

△：断続的運転を前提とした場合と比較して，発生・進展が同程度か以後の発生・進展がない経年劣化事象

－：経年劣化事象が想定されない

(3) 代表機器以外への展開

「東海第二発電所　劣化状況評価書（断続的運転）」では代表機器以外に想定される高経年化対策上着目すべき経年劣化事象のうち，冷温停止機器に想定される以下の事象については，断続的運転を前提とした場合と比較して，発生・進展が同程度か，以後の発生・進展がない経年劣化事象と判断した。

a. 主回路導体支持板の絶縁特性低下［共通］

3.14.10 計測用変圧器

(1) 代表機器の選定

東海第二で使用している計測用変圧器の主な仕様を表 3.14.10-1 に示す。

冷温停止状態維持に必要な機器のうち，「東海第二発電所　劣化状況評価書（断続的運転）」において代表機器とした以下の機器を，冷温停止状態の維持を前提とした評価においても同様に代表機器とした。

① 計測用変圧器

表 3.14.10-1　計測用変圧器の主な仕様

分類基準			機器名称	仕様（定格容量）	選定基準				冷温停止状態維持に必要な機器（運転状態）	選定	選定理由
電圧区分	型式	設置場所			重要度*1	使用条件					
						一次電圧	二次電圧	定格容量			
低圧	乾式変圧器	屋内	計測用変圧器	100 kVA	MS-1	AC 480 V	AC 240 V/120 V	100 kVA	○（連続）	◎	重要度
			原子炉保護系MGセットバイパス変圧器	25 kVA	MS-2	AC 480 V	AC 120 V	25 kVA	○（一時）		
			緊急用計測用変圧器*2	50 kVA	重*3	AC 480 V	AC 240 V/120 V	50 kVA	－		

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

*2：新規に設置される機器

*3：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す

(2) 冷温停止を踏まえた再評価を行う経年劣化事象の抽出

「東海第二発電所　劣化状況評価書（断続的運転）」では代表機器に想定される高経年化対策上着目すべき経年劣化事象として以下の事象を抽出した。

a. 変圧器コイルの絶縁特性低下

この中から，冷温停止状態の維持を前提とした場合における，劣化の発生・進展に関する整理を実施し，その結果を表 3.14.10-2 に示す。

表 3.14.10-2 に示す整理の結果，冷温停止状態の維持を前提とした場合において，発生・進展が断続的運転を前提とした場合と比べて厳しくなることが想定される経年劣化事象は抽出されなかった。

表3.14.10-2　冷温停止状態維持を前提とした評価対象機器・経年劣化事象の整理

機器名称	冷温停止状態での経年劣化事象の整理	再評価要否判断	備考
	a.		
計測用変圧器	△	否	

○：冷温停止状態の維持を前提とした場合において，発生・進展が断続的運転を前提とした場合より厳しくなることが想定される経年劣化事象

△：断続的運転を前提とした場合と比較して，発生・進展が同程度か以後の発生・進展がない経年劣化事象

－：経年劣化事象が想定されない

(3) 代表機器以外への展開

「東海第二発電所　劣化状況評価書（断続的運転）」では代表機器以外に想定される高経年化対策上着目すべき経年劣化事象のうち，冷温停止機器に想定される以下の事象については，断続的運転を前提とした場合と比較して，発生・進展が同程度か，以後の発生・進展がない経年劣化事象と判断した。

a. 変圧器コイルの絶縁特性低下

3.15 耐震安全性評価

冷温停止状態が維持されることを前提とした耐震安全性評価における経年劣化評価期間は以下の通りとする。（表 3.15-1 参照）

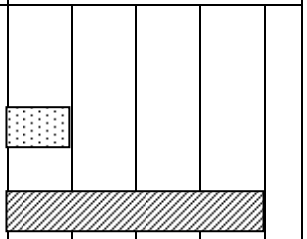
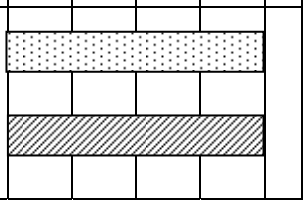
(1) 冷温停止状態において発生・進展しない事象（低サイクル疲労割れ 等）

想定が必要な期間は至近のプラント停止（2011 年 3 月）までとなるが，保守的に運転開始後 60 年までを評価期間とする。

(2) 冷温停止状態において発生・進展の可能性がある事象（全面腐食 等）

想定が必要な期間は運転開始後 60 年までとなるため，評価期間を運転開始後 60 年までとする。

表 3.15-1　耐震安全性評価における経年劣化評価期間

	主な経年劣化事象	主な機器	想定が必要な期間	経年劣化想定期間	2011 年 3 月 ▽ 運転開始後 60 年 ▽
冷温停止状態で発生・進展無し	低サイクル疲労割れ 中性子照射脆化 流れ加速型腐食（冷温停止状態で流れのない機器） 照射誘起型応力腐食割れ 熱時効 粒界型応力腐食割れ	原子炉再循環ポンプ 原子炉圧力容器 原子炉格納容器（機械ペネトレーション） 配管（原子炉再循環系，原子炉系） 弁（原子炉給水止め弁，原子炉再循環ポンプ出口弁，原子炉給水逆止弁，主蒸気隔離弁） 炉内構造物 制御棒	2011 年 3 月まで	運転開始後 60 年まで	
冷温停止状態で発生・進展する可能性有り	流れ加速型腐食（冷温停止状態で流れのある機器） 全面腐食	残留熱除去系熱交換器 基礎ボルト	運転開始後 60 年まで	運転開始後 60 年まで	

：想定が必要な期間

：経年劣化評価期間

3.15.1 耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の抽出

(1) 冷温停止状態の維持を前提とした場合に発生・進展する経年劣化事象の抽出

冷温停止状態が維持されることを前提とした場合に要求される経年劣化想定期間と比較し，実際の評価（断続的運転を前提とした評価）において想定した評価期間が保守側であることから，冷温停止状態の維持を前提とした場合において発生・進展が断続的運転を前提とした場合より厳しくなることが想定される経年劣化事象についてのみ，耐震評価の必要性を検討する。

3.1 から 3.14 までの冷温停止状態の維持を前提とした評価の結果から，冷温停止状態の維持を前提とした場合において発生・進展が断続的運転を前提とした場合より厳しくなることが想定される経年劣化事象は以下の通りである。

① 摩耗

a. 主軸の摩耗［残留熱除去系ポンプ及びポンプモータ，残留熱除去海水系ポンプ及びポンプモータ］

b. 羽根車とケーシングリング間の摩耗［残留熱除去系ポンプ，残留熱除去海水系ポンプ］

c. 水中軸受の摩耗［残留熱除去系ポンプ］

② 摩耗及び高サイクル疲労割れ

a. 伝熱管の摩耗及び高サイクル疲労割れ［残留熱除去系熱交換器］

③ 腐食（エロージョン）

a. 弁体，弁座の腐食（エロージョン）［残留熱除去系熱交換器海水出口流量調整弁］

④ 腐食（全面腐食）

a. 原子炉格納容器内の炭素鋼又は低合金鋼使用部位の腐食（全面腐食）

⑤ 固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁特性低下［残留熱除去系ポンプモータ，残留熱除去海水系ポンプモータ］

(2) 発生・進展する経年劣化事象に対する耐震安全性評価の要否検討

前項で抽出した経年劣化事象のうち，以下の事象については耐震安全性に影響を与えないことが自明な経年劣化事象であるか，または機器の振動応答特性上または構造・強度上，影響が「軽微もしくは無視」できると判断し，耐震安全性評価対象外とした。

① 摩耗

断続的運転を前提に，長期停止を考慮した特別な保全計画を策定し，分解点検時に目視点検及び寸法測定を実施し，有意な摩耗等が確認された場合は取替を行うこととしており，現状保全によって管理される程度の範囲の摩耗では，固有振動数への影響は小さいと判断した。したがって耐震性への影響はない。

② 摩耗及び高サイクル疲労割れ

断続的運転を前提に，長期停止を考慮した特別な保全計画を策定し，開放点検時に渦流探傷検査及び漏えい検査を実施し，有意な摩耗等が確認された場合は施栓を行うこととしており，現状保全によって管理される程度の範囲の摩耗では，固有振動数への影響は小さいと判断した。したがって耐震性への影響はない。

③ 腐食（エロージョン）

断続的運転を前提に，長期停止を考慮した特別な保全計画を策定し，分解点検時の目視点検において，有意な腐食が確認された場合は補修又は取替を行うこととしており，現状保全によって管理される程度の範囲の腐食では，固有振動数への影響は小さいと判断した。したがって耐震性への影響はない。

④ 腐食（全面腐食）

長期停止中において原子炉格納容器内の代表箇所の目視点検を実施したところ有意な腐食は認められなかったことから，外面雰囲気の変化による腐食への影響は小さいものと判断した。したがって耐震性への影響はない。

⑤ 固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁特性低下［残留熱除去系ポンプモータ，残留熱除去海水系ポンプモータ］

機器の質量等，耐震性に影響を及ぼすパラメータの変化とは無関係であり，また，地震により絶縁低下の進行が助長されるものではないことから，耐震安全性への影響は無視できるものと判断する。

したがって，冷温停止状態の維持を前提とした場合において耐震安全性評価の必要な経年劣化事象は抽出されなかった。

3.15.2 耐震安全性評価結果

3.15.1 にて耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象は抽出されなかったことから，冷温停止状態が維持されることを前提とした耐震安全性評価は，運転を断続的に行うことを前提とした耐震安全性評価に包絡される。

また，運転を断続的に行うことを前提とした場合において，耐震安全評価上問題ないことが確認されている。

したがって，冷温停止状態が維持されることを前提とした場合においても，耐震安全性評価上問題ない。

3.15.3 保全対策に反映すべき項目の抽出

3.15.2 の評価結果より，冷温停止状態が維持されることを前提とした耐震安全性評価の結果は，運転を断続的に行うことを前提とした 耐震安全性評価の結果に包絡されることから，運転を断続的に行うことを前提とした場合における保全対策に追加すべき項目はない。

3.16 耐津波安全性評価

耐津波安全性評価の目的，進め方については，運転を断続的に行うことを前提とした評価に記載の通りであり，「技術評価」の評価対象機器のうち津波の影響を受ける浸水防護施設に想定される「高経年化対策上着目すべき経年劣化事象」及び「高経年化対策上着目すべきではない経年劣化事象」について，「発生の可能性」及び「構造・強度又は止水性」の観点から耐津波安全上考慮する必要のある経年劣化事象を抽出し，耐津波安全性評価を実施する。

なお，絶縁低下等の「耐津波安全性評価に影響を与えないことが自明な経年劣化事象」については，耐津波安全性評価対象外としている。

また，冷温停止状態が維持されることを前提とした評価における劣化評価期間は，3.15の耐震安全性評価に示すとおりとする。

3.16.1 耐津波安全上考慮する必要のある経年劣化事象の抽出

冷温停止状態が維持されることを前提とした場合において，発生・進展が運転を断続的に行うことを前提とした場合より厳しくなることが想定される経年劣化事象に対して，耐津波安全上考慮する必要のある経年劣化事象の抽出を行うこととする。

3.1 から 3.14 の冷温停止状態の維持を前提とした評価の結果から，冷温停止状態の維持を前提とした場合において，発生・進展が断続的運転を前提とした場合より厳しくなることが想定される経年劣化事象は以下の通りであり，その他の経年劣化事象については，運転を断続的に行うことを前提とした場合より厳しくなることが想定されるものはなかった。

(1) 摩耗
- ① 主軸の摩耗［残留熱除去系ポンプ及びポンプモータ，残留熱除去海水系ポンプ及びポンプモータ］
- ② 羽根車とケーシングリング間の摩耗［残留熱除去系ポンプ，残留熱除去海水系ポンプ］
- ③ 水中軸受の摩耗［残留熱除去系ポンプ］

(2) 摩耗及び高サイクル疲労割れ
- ① 伝熱管の摩耗及び高サイクル疲労割れ［残留熱除去系熱交換器］

(3) 腐食（エロージョン）
- ① 弁体，弁座の腐食（エロージョン）［残留熱除去系熱交換器海水出口流量調整弁］

(4) 腐食（全面腐食）
- ① 原子炉格納容器内の炭素鋼又は低合金鋼使用部位の腐食（全面腐食）

これらの経年劣化事象については，津波の影響を受ける浸水防護施設に想定される事象ではないことから，耐津波安全性評価対象外とした。

3.16.2 耐津波安全性評価結果

3.16.1 にて耐津波安全上考慮する必要のある経年劣化事象は抽出されなかったことから，冷温停止状態が維持されることを前提とした耐津波安全性評価は，運転を断続的に行うことを前提とした耐津波安全性評価に包絡される。

また，運転を断続的に行うことを前提とした場合において，耐津波安全性評価上問題ないことが確認されている。

よって，冷温停止状態が維持されることを前提とした場合においても，耐津波安全性評価上問題ない。

3.16.3 保全対策に反映すべき項目の抽出

3.16.2 の評価結果より，冷温停止状態が維持されることを前提とした耐津波安全性評価の結果は，運転を断続的に行うことを前提とした耐津波安全性評価の結果に包絡されることから，運転を断続的に行うことを前提とした場合における保全対策に追加すべき項目はない。

東海第二発電所
劣化状況評価で追加する評価に係る技術評価書

日本原子力発電株式会社

1. はじめに

運転開始後40年目に実施する劣化状況評価は，30年目の高経年化技術評価をその後の約10年間の供用実績，保全実績及び安全基盤研究等技術的知見をもって検証し，課題を抽出して，それらの課題に対応したものであるとともに，30年目の長期保守管理方針の実績についても，その有効性を評価し，その結果を反映したものとする。

経年劣化傾向については，当社の供用実績及び他社トラブルの調査によれば，40年目以降に大きく変化することを示す知見は得られていない。

一方，高経年化対策がプラントの安全確保をより確実にするための追加的，補完的なものとして位置づけられることを鑑みて，供用期間の増加が経年劣化事象の発生頻度や劣化進展速度に影響していないか等を，過去約10年間の供用実績及びトラブル情報に基づいて分析した上で，劣化状況評価を実施した。評価書は，上記供用実績及びトラブル情報を反映したものとなっているが，本評価書にて30年目の高経年化技術評価と劣化状況評価の相違についての比較を実施することで個別機器・設備についての評価を補足した。

2. 劣化状況評価について追加検討が必要な事項

追加検討を要する事項について，以下の通り評価を行う。また，供用期間の増加が経年劣化事象に与える影響に鑑み，経年劣化事象毎の分析，評価を実施する。

劣化状況評価で追加する評価の概要を添付表1に示す。

①経年劣化傾向の評価

30年目の高経年化技術評価で予測した経年劣化の発生，進展傾向と，その後の約10年間の実機データの傾向を反映した40年目評価で予測する経年劣化の進展傾向を比較し，予測結果に乖離が認められる場合には，安全基盤研究の成果等を必要に応じ考慮し，40年目の劣化状況評価に反映する。

②保全実績の評価

30年目の高経年化技術評価の結果，現状保全の継続により健全性を維持できると評価したものについて，その後約10年間の保全実績に基づき，その有効性を評価し課題を抽出する。課題がある場合には，今後の保全について検討し，劣化状況評価に反映する。

ここでは，30年目の高経年化技術評価の結果，経年劣化に関する保全が有効でなかったため生じたと考えられるトラブル事象について，保全のあり方を検討し，40年目の劣化状況評価に反映する。

③長期保守管理方針の有効性評価

30年目で策定した長期保守管理方針について，その後の約10年間に具体的に実施した保全実績に基づき，その有効性を評価する。

具体的には，長期保守管理方針が当初意図した結果が得られた場合においては，有効であると評価し，当初意図した結果が得られなかった等の課題がある場合には，その検討を行い，40年目の長期保守管理方針に反映する。

3. 40年目評価で追加検討を要する事項の評価結果

40年目評価で追加検討を要する事項とした以下の評価結果を次頁以降に示す。

①経年劣化傾向の評価
②保全実績の評価
③長期保守管理方針の有効性評価

添付表１　劣化状況評価で追加する評価概要

経年劣化事象	評価対象部位	①経年劣化傾向の評価	②保全実績の評価	③長期保守管理方針の有効性評価
低サイクル疲労	原子炉圧力容器等の疲労評価部位	30年目と40年目の評価における60年時点の主な過渡回数予測を比較する。環境疲労評価手法等を変更したことから，60年時点の疲労累積係数を比較する。	過去約10年間の保全実績について，現状保全に追加が必要な場合，個別評価書に記載する。 また，30年目の高経年化技術評価の結果，経年劣化に関する保全が有効でなかったため生じたと考えられるトラブル事象について，その評価を実施する。	30年目の評価での予測が妥当かどうか検証する。
中性子照射脆化	原子炉圧力容器（胴）	・監視試験片の取り出しを実施したことから，過去約10年間の監視試験データを反映した脆化予測と30年目の脆化予測を比較する。 ・JEAC4201-2004からJEAC4201-2007/2013追補版に変更したことから60年時点の脆化予測を比較する。		30年目の長期保守管理方針の有効性を検証する。
照射誘起型応力腐食割れ	炉内構造物（炉心シュラウド等）	30年目と40年目の評価における60年時点での累積照射量等を比較する。		30年目の長期保守管理方針の有効性を検証する。
2相ステンレス鋼の熱時効	原子炉再循環ポンプ等	熱時効劣化予測評価及び想定欠陥による破壊評価を実施する。		（該当なし）
電気・計装品の絶縁低下	事故時雰囲気内での機能要求のあるケーブル等	30年目時点と40年目時点の評価結果を比較する。(原子力発電所のケーブル経年劣化評価ガイドを反映した評価，実機プラントの環境(温度・放射線)調査結果及び製造メーカの違いを反映)		30年目の長期保守管理方針の有効性を検証する。
コンクリートの強度低下及び遮蔽能力低下	原子炉建屋等	30年目時点と40年目時点の評価結果を比較する。（コンクリートの強度低下及び遮蔽能力低下の要因となる要素毎の有意な変動の有無について確認する）		（該当なし）

①経年劣化傾向の評価

30年目の高経年化技術評価で予測した経年劣化の発生，進展傾向と，過去約10年間の実機データの傾向が乖離していないか評価し，乖離が認められる場合には，安全基盤研究の成果等を必要に応じ考慮し，劣化状況評価に反映した。

具体的には，「主要6事象[注)]」並びにそれ以外の日常劣化管理事象も評価の対象とした。

注:原子力規制委員会の「実用発電用原子炉施設における高経年化対策実施ガイド」に示された「低サイクル疲労」，「中性子照射脆化」，「照射誘起型応力腐食割れ」，「2相ステンレス鋼の熱時効」，「電気・計装品の絶縁低下」及び「コンクリートの強度低下及び遮蔽能力低下」

1. 低サイクル疲労

低サイクル疲労の評価について，30年目の高経年化技術評価と劣化状況評価について，疲労累積係数の比較を実施した。主要な疲労累積係数の比較を表1-1に，評価用過渡回数の比較を表1-2に示す。

主な相違としては，過去約10年間（東北地方太平洋沖地震に伴う長期停止を含む）の供用実績を反映した過渡回数の変更に伴う相違と，使用環境を考慮した疲労評価に使用する規格を社団法人　日本機械学会「発電用原子力設備規格環境疲労評価手法（2006年版）JSME S NF1-2006」から同「発電用原子力設備規格日本機械学会環境疲労評価手法（2009年版）JSME S NF1-2009」に変更したことによる相違が挙げられる。

原子炉圧力容器等の60年時点での疲労累積係数は，30年目評価よりも40年目評価の方が小さくなっている部位も存在するが，これは供用実績を考慮した60年時点の推定過渡回数が30年目評価時より少なくなったためである。

なお，全ての機器の低サイクル疲労の評価では，過去約10年間の供用実績他を反映した過渡回数に変更するとともに，環境疲労評価手法を変更している。

評価結果はいずれも許容値1以下であること，及び定期的に超音波探傷検査等を実施し，異常のないことを確認できていることから，低サイクル疲労に対する30年目の評価及びそれ以降の保全は有効であったと評価できる。

表 1-1（1/3）東海第二発電所 主要な低サイクル疲労による疲労累積係数の予測評価の比較

機器・設備		部位	60年時点の予測値 （（ ）内は環境疲労を考慮した値）		相違の主な理由 （各部位共通の相違：過去約10年間供用実績を反映した60年時点の推定過渡回数の変更を除く）
			30年目評価	40年目評価	
ポンプ		ケーシングと配管の溶接部	0.0000 (0.0001)	0.0000 (0.0000)	発電用原子炉設備規格 環境疲労評価手法の変更（JSME S NF1-2006→2009）
原子炉圧力容器		主フランジ	0.0188	0.0177	
		スタッドボルト	0.2349	0.2526	
		給水ノズル	0.1528 (0.4817)	0.1270*1 (0.6146) *2	発電用原子炉設備規格 環境疲労評価手法の変更（JSME S NF1-2006→2009） *1：荷重条件の見直しによる評価点が変更。 *2：評価点は変更ないが，環境疲労評価手法変更により，環境効果補正係数が，30年目の約1.1倍になっている。
		下鏡	0.0298 (－)	0.0416 (0.4475)	
		支持スカート	0.5710	0.5691	
容器	機械ペネトレーション	主蒸気配管貫通部	0.0071	0.0071	
		給水系配管貫通部	0.0050	0.0064	原子炉格納容器内圧力のパラメーターを「設計圧力：279 kPa」から「最高使用圧力：310 kPa」に変更
配管	ステンレス鋼配管	原子炉再循環系	0.0155 (0.1168)	0.0067*3 (0.1182)	発電用原子炉設備規格 環境疲労評価手法の変更（JSME S NF1-2006→2009） *3：解析用モデルは，サポート補強対策（設計）を考慮したモデルで評価を実施。
	炭素鋼配管	原子炉系(純水部)	0.1099 (0.6030)	0.1423*3 (0.5799)	発電用原子炉設備規格 環境疲労評価手法の変更（JSME S NF1-2006→2009） *3：解析用モデルは，サポート補強対策（設計）を考慮したモデルで評価を実施。
		原子炉系(蒸気部)	0.0691	0.0853*3	*3：解析用モデルは，サポート補強対策（設計）を考慮したモデルで評価を実施。

表 1-1 (2/3) 東海第二発電所 主要な低サイクル疲労による疲労累積係数の予測評価の比較

機器・設備		部位	60年時点の予測値 (( )内は環境疲労を考慮した値)		相違の主な理由 (各部位共通の相違：過去約10年間供用実績を反映した60年時点の推定過渡回数の変更を除く)
			30年目評価	40年目評価	
弁	仕切弁	原子炉再循環 ポンプ出口弁　弁箱	0.0069[*2] (0.0862)[*2]	0.0015[*1*2] (0.0338)[*2*3]	発電用原子炉設備規格 環境疲労評価手法の変更（JSME S NF1-2006→2009） *1：第24回定期検査にて弁一式新製交換。 *2：40年目評価では，疲労累積係数の算出手法を，社団法人 日本機械学会　発電用原子力設備規格　設計・建設規格（JSME S NC1-2005（2007年追補版を含む））　弁の疲労評価VVB-3370に基づき算出しているが，30年目評価では保守的な評価として上記VVB-3370の中で「起動・停止」と「起動・停止以外」に区分せず算出している。 *3：環境疲労評価手法変更により，環境効果補正係数が，30年目の約1.8倍になっている。
		原子炉給水 止め弁　弁箱	0.1074[*4] (0.3239) [*4]	0.0587[*4] (0.5373) [*4*5]	発電用原子炉設備規格 環境疲労評価手法の変更（JSME S NF1-2006→2009） *4：40年目評価では，疲労累積係数の算出手法を，社団法人 日本機械学会　発電用原子力設備規格　設計・建設規格（JSME S NC1-2005（2007年追補版を含む））　弁の疲労評価VVB-3370に基づき算出しているが，30年目評価では保守的な評価として上記VVB-3370の中で「起動・停止」と「起動・停止以外」に区分せず算出している。 *5：環境疲労評価手法変更により，環境効果補正係数が，30年目の約3倍になっている。
	逆止弁	原子炉給水 逆止弁　弁箱	0.0816 (0.2605)	0.0862 (0.8848)[*6]	発電用原子炉設備規格 環境疲労評価手法の変更（JSME S NF1-2006→2009） *6：環境疲労評価手法変更により，環境効果補正係数が，30年目の約3倍になっている。

表 1-1（3/3）東海第二発電所 主要な低サイクル疲労による疲労累積係数の予測評価の比較

機器・設備	部位	60年時点の予測値 (( )内は環境疲労を考慮した値)		相違の主な理由 （各部位共通の相違：過去約10年間供用実績を反映した60年時点の推定過渡回数の変更を除く）
		30年目評価	40年目評価	
弁	主蒸気隔離弁弁箱	0.2344	0.2278	
	原子炉再循環ポンプ流量制御弁弁箱	—	0.0033 (0.0738)	30年目は，疲労評価未実施。
炉内構造物	炉心シュラウド	0.0005 (0.0019) *1	0.0014 (0.0351)*1,*2	環境疲労評価手法 発電用原子炉設備規格 環境疲労評価手法の変更（JSME S NF1-2006→2009） *1：30年目評価は詳細評価手法，40年目評価は係数倍法を選定した。 *2：環境疲労評価手法変更により，環境効果補正係数が，30年目の約6倍になっている。
	シュラウドサポート	0.0217 (0.0370)	0.0230 (0.0647)*3	発電用原子炉設備規格 環境疲労評価手法の変更（JSME S NF1-2006→2009） *3：環境疲労評価手法変更により，環境効果補正係数が，30年目の約1.7倍になっている。

表 1-2　東海第二発電所　疲労評価用過渡条件の比較

No.	事　象	60年時点の推定回数		
		30年目評価	40年目評価※	
			評価期間①	評価期間②
1	ボルト締付	50	49	48
2	耐圧試験	143	135	132
3	起動（昇温）	116	113	110
4	起動（タービン起動）	116	113	110
5	夜間低出力運転（出力75%）	115	123	120
6	週末低出力運転（出力50%）	185	167	165
7	制御棒パターン変更	187	180	176
8	給水加熱機能喪失（発電機トリップ）	0	1	1
9	給水加熱機能喪失 （給水加熱器部分バイパス）	0	1	1
10	スクラム（タービントリップ）	23	23	22
11	スクラム（原子炉給水ポンプ停止）	5	6	6
12	スクラム（その他）	25	24	24
13	停止	115	114	111
14	ボルト取外し	49	50	49

※運転開始後 60 年時点の推定過渡回数は，冷温停止状態が維持される期間として 2 つの期間のいづれかを評価条件とし設定・算定している。期間ごとにおける主要疲労評価対象機器を，以下に示す。

① 2011 年 3 月～2019 年 8 月：原子炉圧力容器（ノズル他），炉内構造物

② 2011 年 3 月～2020 年 8 月：原子炉圧力容器（主フランジ，スタッドボルト），配管，弁他

2. 中性子照射脆化

a)関連温度

東海第二発電所の30年目高経年化技術評価実施後，2014年に第4回目の照射試験片の取り出しを実施し，照射脆化の監視試験を実施した。なお，脆化予測法をJEAC4201-2004から変更し，JEAC4201-2007[2013年追補版]の関連温度移行量（ΔRT_{NDT}）の予測法に基づく評価結果を記載している。その結果を表2-1に示す。

評価結果は脆化予測式による予測を逸脱しておらず，特異な脆化は認められない。

b)上部棚吸収エネルギー

上部棚吸収エネルギーについて，表2-1に示す。減少率予測方法をJEAC4201-2004から変更し，JEAC4201-2007[2013年追補版]の上部棚吸収エネルギー減少率（ΔUSE）の予測式に基づく評価結果を記載している。

評価結果は，いずれの部位も許容値である68 Ｊを満足していること並びに有意な低下は認められていないことから，特異な脆化は認められない。

また，定期的に超音波探傷検査を実施し，有意な欠陥のないことを確認できている。

さらに，運転期間延長認可申請に際して実施した特別点検において，原子炉圧力容器炉心領域部の母材及び溶接部に対して超音波探傷検査を実施した結果，中性子照射脆化による脆性破壊の起点となるような有意な欠陥は認められなかった。

以上のことから，原子炉圧力容器の照射脆化については，30年目の評価及びそれ以降の保全は有効であったと評価できる。

表 2-1　東海第二発電所　原子炉圧力容器　関連温度と上部棚吸収エネルギーの比較

機器・設備	項目	部位	60年時点の予測値		相違の主な理由
			30年目評価	40年目評価	
			JEAC4201-2004	JEAC4201-2007 [2013年追補版]	
原子炉 圧力容器	関連温度 (℃)	胴部(母材)	-12	11	・第4回監視試験結果を反映 ・JEAC4201-2004からJEAC4201-2007 [2013年追補版]に変更
		胴部(溶接金属)	-23	6	
	上部棚吸収 エネルギー (J)	胴部(母材)	110	111	
		胴部(溶接金属)	150	151	
		胴部(熱影響部)	111	112	

3. 照射誘起型応力腐食割れ

BWR環境下のステンレス鋼については，中性子照射を受けると材料自身の応力腐食割れの感受性が高まるとともに，材料周辺の腐食環境が水の放射線分解により厳しくなることが知られている。照射誘起型応力腐食割れは，この状況に引張応力場が重畳されると粒界型応力腐食割れを生じる現象である。

BWR環境下のステンレス鋼については，国内外における各種試験データより，比較的高い累積照射量（SUS304において5×10^{20} n/cm^2[E ＞ 1 MeV]）以上の中性子照射を受けた場合に応力腐食割れが発生している。このため，これを照射誘起型応力腐食割れの発現しきい値としている。

炉心シュラウド，上部格子板，炉心支持板，周辺燃料支持金具，制御棒案内管は，炉心を取り囲む機器であり高い中性子照射を受けるため，照射誘起型応力腐食割れの感受性が増加する可能性がある。運転開始後60年時点の予想照射量の最大値は上部格子板の約 2.9×10^{21} n/cm^{2}であり，照射誘起型応力腐食割れの発生する可能性は否定できない。

以上の知見を踏まえ，炉内構造物のステンレス鋼を使用している機器のうち，構造上最も累積中性子照射量の厳しくなる上部格子板を代表部位とし，実機の中性子照射量について，その結果を30年目評価結果と比較して表3-1に示す。

上部格子板については，グリッドプレートにおいてしきい照射量を超えるものの，溶接部はなく，運転中の差圧，熱，自重等に起因する引張応力成分は低く，照射誘起型応力腐食割れの主要因となる可能性はないと評価する。

また，炉心シュラウド，上部格子板，炉心支持板，周辺燃料支持金具，制御棒案内管については，維持規格及びガイドラインに基づき計画的に水中テレビカメラによる目視点検並びに長期保守管理方針に基づきMVT-1による目視点検を実施しており，これまでの目視点検において，有意な欠陥は確認されていない。

したがって，30年目の評価及びそれ以降の保全は有効であったと考える。

表 3-1　東海第二発電所　炉内構造物の主要なステンレス鋼の照射誘起型応力腐食割れ評価結果の比較

部位	評価時期(年)	実機条件			可能性評価	相違の主な理由
		中性子照射量*1 [n/cm^2:E＞1MeV]	材料	発現しきい値 [n/cm^2:E＞1MeV]		
上部格子板	30	2.9×10^{22}	SUS 304	5.0×10^{20}	グリッドプレートにおいてしきい照射量を超えるものの，溶接部はなく，運転中の差圧，熱，自重等に起因する引張応力成分は低く，照射誘起型応力腐食割れの主要因となる可能性はないと評価する。	・運転実績及び計画の反映。 ・炉心内発生線源強度に関し「均一分布」から「相対出力分布値」を考慮し精緻化*2した方法により算出した。
	40	2.9×10^{21}				

*1:中性子照射量レベルは運転開始後60年時点での各部位の推定最大中性子照射量レベルを示す。

*2:30年目の評価の際は，炉心内の中性子発生分布は一定としていたが，40年目の評価では，中性子の発生分布は炉心内の出力分布に比例するとして評価を実施した。出力分布を考慮すると，中性子発生分布は炉心の中央部は高いが，周辺部は低くなる。

4. 2相ステンレス鋼の熱時効

2相ステンレス鋼の熱時効の評価において，30 年目の評価では,2相ステンレス鋼を使用している原子炉再循環ポンプケーシングや羽根車及び原子炉再循環ポンプ入口弁の弁箱，弁ふた等は通常運転時の使用温度が約280 ℃程度であり，熱時効が問題となる高温の約290 ℃にはならないため，健全性評価上問題となるものではないと判断していたが，40 年目の評価では定量的な評価を実施した。

2相ステンレス鋼の熱時効に対する定量的な評価として，熱時効による靭性低下及び機器の健全性に影響を及ぼすフェライト量及び発生応力の多寡の観点から，原子炉再循環ポンプのケーシング，原子炉再循環ポンプ入口弁の弁箱を代表評価対象部位として，運転開始後60年時点までの疲労き裂に通常運転状態で働く荷重に加えて地震発生時の荷重を考慮したき裂の安定性評価を実施した結果，当該機器は不安定破壊することはなく，健全性評価上問題とならないこと，及び目視点検又は超音波探傷検査を実施し，異常の無いことを確認していることから，30年目の評価及びそれ以降の保全が有効であったと考える。

5. 電気・計装品の絶縁低下

電気・計装品の絶縁特性低下のうち，ケーブルの絶縁特性低下に対する30年目と40年目の評価を比較した結果を表5-1に示す。

ケーブルの40年目の評価では，「原子力発電所電線ケーブルの環境試験方法ならびに耐延焼性試験方法に関する推奨案（電気学会技術報告 第Ⅱ-139号 1982年11月）」をもとに設計基準事故時及び重大事故等時の評価を踏まえた健全性確認を行うとともに「原子力発電所のケーブル経年劣化評価ガイド（JNES-RE-2013-2049）」に基づく設計基準事故時の評価もあわせて行い，「低圧KGBケーブル」は，60年の通常運転期間及び設計基準事故時雰囲気において，「高圧難燃CVケーブル」，「低圧CVケーブル」，「低圧難燃CVケーブル」は，60年の通常運転期間，設計基準事故時雰囲気及び重大事故等時雰囲気において絶縁性能を維持できることを確認した。

なお，「低圧難燃PNケーブル」は，28年の通常運転期間（一部線種は15年）及び事故時雰囲気において絶縁性能を維持できることを確認しており，評価期間を迎える前にケーブルを引替えることで60年の通常運転期間，設計基準事故時雰囲気及び重大事故等時雰囲気において絶縁性能を維持できると評価する。

ケーブル以外の事故時雰囲気内で機能要求がある電気・計装品について，以下に概要を示す。

a)電気ペネトレーション

30年目の評価で電気ペネトレーション（モジュール型）については，当該品（海外製）による評価となっていなかったため，当該品による健全性評価試験を実施したが，良好な結果が得られなかったことから，60年間の健全性が確認されている現行品（国内製）に取替えることとした。

当該品（海外製）については，健全性が確認された現行品（国内製）へ取替えることで，60 年の通常運転期間，設計基準事故時雰囲気及び重大事故等時雰囲気において絶縁を維持できると評価する。

b)電動弁用駆動部

30 年目の評価では，原子炉格納容器内及び原子炉格納容器外電動弁用駆動部の実機同等品による長期健全性試験結果から，40 年通常運転期間及び設計基準事故時雰囲気において絶縁性能を維持できると評価した。40 年目の評価では，原子炉格納容器内及び原子炉格納容器外電動弁用駆動部の実機同等品による 60 年の運転を想定した長期健全性試験を実施し，原子炉格納容器内及び原子炉格納容器外（原子炉建屋）の電動弁駆動部は，60 年の通常運転期間，設計基準事故時雰囲気及び重大事故等時雰囲気において，原子炉格納容器外（主蒸気トンネル室）の電動弁駆動部は，50 年の通常運転期間，設計基準事故時雰囲気及び重大事故等時雰囲気において絶縁性能を維持できることを確認した。

c)プロセス設備

30年目の評価では，点検結果を確認する評価方法であったが，今回の40年目評価では型式試験で健全性が確認された期間内に取替える定期取替品とした。

回転数検出器（電磁ピックアップ式）の30年目の評価は，設置環境条件（温度，放射線）をもとに回転数検出器の耐熱性，耐放射線性について文献データ等を用いて健全性を評価した結果，60年間の運転期間及び事故時雰囲気において健全性を維持できることを確認した。40年目の評価では，東海第二で使用している回転数検出器の40年間の運転期間及び事故時雰囲気を想定した健全性試験結果を確認した。当該検出器は，運転開始後14年に設置しており，設置後40年を迎える前に取替えることにより，60年間の通常運転期間及び設計基準事故時雰囲気において健全性を維持できることを確認した。

d)ケーブル接続部

①端子台接続

30 年目の評価では，実機相当品による長期健全性試験結果から，40 年の通常運転期間及び設計基準事故時雰囲気において絶縁性能を維持できると評価した。40 年目の評価では，原子炉格納容器内設置の端子台は，38 年間使用した実機端子台を供試体に設計基準事故時条件による蒸気曝露試験を行い，38 年の通常運転期間，設計基準事故時雰囲気及び重大事故等時雰囲気において絶縁を維持できることを確認した。

なお，原子炉格納容器内設置の端子台については，今停止期間中に取替を行うことで，60 年の通常運転期間，設計基準事故時雰囲気及び重大事故等時雰囲気において絶縁を維持できると評価する。

原子炉建屋内設置の端子台は，12 年間使用した実機端子台を供試体に 48 年相当の劣化付与を行い，設計基準事故時条件による蒸気曝露試験を行った結果，60 年の通常運転期間，設計基準事故時雰囲気及び重大事故等時雰囲気において絶縁を維持できることを確認した。

②同軸コネクタ

30年目の評価では，実機相当品による健全性試験を実施し，この結果及びUL規格による熱劣化評価に基づき健全性を評価した結果，60年の運転期間及び事故時雰囲気において絶縁性能を維持できることを確認した。40年目の評価では，実機同等品による長期健全性評価結果から，60年の通常運転期間，設計基準事故時雰囲気及び重大事故等時雰囲気において絶縁を維持できることを確認した。なお，今停止期間中に設置される同軸コネクタ（放射線計測用，格納容器外）は，追加保全項目として，長期健全性評価結果から得られた評価期間に至る前に取替を行うことで，60年の通常運転期間，設計基準事故時雰囲気及び重大事故等時雰囲気において絶縁を維持できると評価する。

③スプライス接続

スプライス接続は，実機同等品による長期健全性試験結果から，60 年の通常運転期間，設計基準事故時雰囲気及び重大事故等時雰囲気において絶縁を維持できることを確認した。

表5-1(1/5)　ケーブル健全性評価結果の比較

設備	機器名称	30年目評価結果	40年目評価結果	相違の主な理由
高圧ケーブル	CVケーブル	・東海第二発電所で使用されている同仕様のケーブルにて，電気学会推奨案**に基づく健全性評価により，60年間の絶縁性能を維持できると評価。(設計基準事故を想定)	—	・新規制基準対応の防火対策により，東海第二発電所に敷設している高圧ケーブルは難燃CVケーブルへ全数引替えるため，40年時の評価は不要となった。
	難燃CVケーブル	・東海第二発電所で使用されているケーブルと同じ絶縁体を有するケーブルにて，電気学会推奨案**に基づく健全性評価により，60年間の絶縁性能を維持できると評価。(設計基準事故を想定)	・東海第二発電所で使用されているケーブルの同等品を用いて，電気学会推奨案**に基づく健全性の確認を行い，60年間の絶縁性能を維持できると評価。(設計基準事故と重大事故等を想定)	・設計基準事故時の評価に加え，重大事故等時の条件による評価を追加。
低圧ケーブル	CNケーブル	・東海第二発電所で使用されている異なる製造メーカのCVケーブルにて，電気学会推奨案**に基づく健全性の確認を行い，約50年間の絶縁性能を維持できると評価。(設計基準事故を想定)	—	・原子炉格納容器内で使用されているCNケーブルについては，難燃PNケーブルへ全数引替えるため，40年時の評価は不要となった。
	CVケーブル	・東海第二発電所で使用されている異なる製造メーカのCVケーブルにて，電気学会推奨案**に基づく健全性の確認を行い，60年間の絶縁性能を維持できると評価。(設計基準事故を想定)	・東海第二発電所で使用されている異なる製造メーカのCVケーブルにて，電気学会推奨案**に基づく健全性の確認を行い，60年間の絶縁性能を維持できると評価。(設計基準事故と重大事故等を想定) ・東海第二発電所で使用されているケーブルの同等品を用いて，ACAガイド*に取りまとめられている経年劣化手法にて，健全性の確認を行い，60年間の絶縁性能を維持できると評価。(設計基準事故を想定)	・30年目の評価に用いた電気学会推奨案**による評価に加え，ACAガイド*に基づいた評価を追加。 ・設計基準事故時の評価に加え，重大事故等時の条件による評価を追加。

＊　ACAガイド:原子力発電所のケーブル経年劣化評価ガイド（JNES-RE-2013-2049）

** 電気学会推奨案:電気学会技術報告（Ⅱ部）「原子力発電所電線ケーブルの環境試験方法ならびに耐延焼性試験方法に関する推奨案」

表5-1(2/5)　ケーブル健全性評価結果の比較

設備	機器名称	30年目評価結果	40年目評価結果	相違の主な理由
低圧ケーブル	難燃CVケーブル	・東海第二発電所で使用されている同仕様のケーブルにて，電気学会推奨案**に基づく健全性の確認を行い，60年間の絶縁性能を維持できると評価。(設計基準事故を想定)	・東海第二発電所で使用されているケーブルの同等品を用いて，電気学会推奨案**に基づく健全性の確認を行い，60年間の絶縁性能を維持できると評価。(設計基準事故と重大事故等を想定) ・東海第二発電所で使用されているケーブルの同等品を用いて，ACAガイド*に取りまとめられている経年劣化手法にて，健全性の確認を行い，60年間の絶縁性能を維持できると評価。(設計基準事故を想定)	・30年目の評価に用いた電気学会推奨案**による評価に加え，ACAガイド*に基づいた評価を追加。 ・設計基準事故時の評価に加え，重大事故等時の条件による評価を追加。
	KGBケーブル	・東海第二発電所で使用されているケーブルと異なる製造メーカのKGBケーブルにて，電気学会推奨案**に基づく健全性の確認を行い，60年間の絶縁性能を維持できると評価。(設計基準事故を想定)	・東海第二発電所で使用されているケーブルの同等品を用いて，電気学会推奨案**に基づく健全性の確認を行い，60年間の絶縁性能を維持できると評価。(設計基準事故を想定) ・東海第二発電所で使用されているケーブルの同等品を用いて，ACAガイド*に取りまとめられている経年劣化手法にて，健全性の確認を行い，60年間の絶縁性能を維持できると評価。(設計基準事故を想定)	・30年目の評価に用いた電気学会推奨案**による評価に加え，ACAガイド*に基づいた評価を追加。
	難燃PNケーブル	・東海第二発電所で使用されている同仕様のケーブルにて，電気学会推奨案**に基づく健全性の確認により，60年間の絶縁性能を維持できると評価。(設計基準事故を想定)	・東海第二発電所で使用されているケーブルの同等品を用いて，電気学会推奨案**をもとに健全性の確認を行い，30年間（制御用は15年間），原子炉格納容器内に敷設されている一部ケーブルについては，実機環境温度毎に評価した期間内にケーブルの取替を実施することで，絶縁性能を維持できると評価。(重大事故等を想定) ・東海第二発電所で使用されているケーブルの同等品を用いて，ACAガイド*に取りまとめられている経年劣化手法にて，健全性の確認を行い，28年間の絶縁性能を維持できると評価。(設計基準事故を想定)	・30年目の評価に用いた電気学会推奨案**による評価に加え，ACAガイド*に基づいた評価を追加。 ・設計基準事故時の評価に加え，重大事故等時の条件による評価を追加。

＊　ACAガイド:原子力発電所のケーブル経年劣化評価ガイド（JNES-RE-2013-2049）

＊＊ 電気学会推奨案:電気学会技術報告（Ⅱ部）「原子力発電所電線ケーブルの環境試験方法ならびに耐延焼性試験方法に関する推奨案」

表5-1(3/5)　ケーブル健全性評価結果の比較

設備	機器名称	30年目評価結果	40年目評価結果	相違の主な理由
同軸ケーブル	難燃一重同軸ケーブル(絶縁体が架橋ポリエチレン)	・東海第二発電所で使用されているケーブルと絶縁体仕様が類似するケーブルにて，電気学会推奨案**に基づく健全性の確認により，60年間の絶縁性能を維持できると評価。(設計基準事故を想定)	・東海第二発電所で使用されているケーブルの同等品を用いて，電気学会推奨案**に基づく健全性の確認を行い，60年間の絶縁性能を維持できると評価。（設計基準事故と重大事故等を想定) ・東海第二発電所で使用されているケーブルの同等品を用いて，ACAガイド*に取りまとめられている経年劣化手法にて，30年間の健全性の確認を行った。なお，当該ケーブルは2009年（運転開始後31年）に取替を実施しており，これを考慮すると運転開始から60年間の絶縁性能を維持できると評価。(設計基準事故を想定)	・30年目の評価に用いた電気学会推奨案**による評価に加え，ACAガイド*に基づいた評価を追加。 ・設計基準事故時の評価に加え，重大事故等時の条件による評価を追加。
	難燃一重同軸ケーブル(絶縁体が耐放射線性架橋ポリオレフィン)	・東海第二発電所で使用されているケーブルと絶縁体仕様が類似するケーブルにて，電気学会推奨案**に基づく健全性の確認により，60年間の絶縁性能を維持できると評価。(設計基準事故を想定)	—	・30年目の評価後に難燃一重同軸ケーブル(絶縁体が耐放射線性架橋ポリオレフィン)から難燃一重同軸ケーブル(絶縁体が架橋ポリエチレン)に取替を実施したため，40年目の評価は不要となった。

＊　ACAガイド:原子力発電所のケーブル経年劣化評価ガイド（JNES-RE-2013-2049）

＊＊ 電気学会推奨案:電気学会技術報告（Ⅱ部）「原子力発電所電線ケーブルの環境試験方法ならびに耐延焼性試験方法に関する推奨案」

表5-1(4/5)　ケーブル健全性評価結果の比較

設備	機器名称	30年目評価結果	40年目評価結果	相違の主な理由
同軸ケーブル	難燃一重同軸ケーブル（絶縁体が架橋ポリオレフィン）	・東海第二発電所で使用されているケーブルと絶縁体仕様が類似するケーブルにて，電気学会推奨案**に基づく健全性の確認により，60年間の絶縁性能を維持できると評価。（設計基準事故を想定）	・東海第二発電所で使用されているケーブルの同等品を用いて，電気学会推奨案**に基づく健全性の確認を行い，60年間の絶縁性能を維持できると評価。（設計基準事故と重大事故等を想定） ・東海第二発電所で37年間使用した当該ケーブルを供試体として，ACAガイド*に取りまとめられている経年劣化手法にて，23年間の健全性の確認を行った。これを考慮すると運転開始から60年間の絶縁性能を維持できると評価。（設計基準事故を想定）	・30年目の評価に用いた電気学会推奨案**による評価に加え，ACAガイド*に基づいた評価を追加。 ・設計基準事故時の評価に加え，重大事故等時の条件による評価を追加。
	難燃三重同軸ケーブル	・東海第二発電所で使用されている同仕様のケーブルにて，電気学会推奨案**に基づく健全性の確認により，60年間の絶縁性能を維持できると評価。（設計基準事故を想定）	・東海第二発電所で使用されているケーブルの同等品を用いて，電気学会推奨案**に基づく健全性の確認を行い，60年間の絶縁性能を維持できると評価。（設計基準事故と重大事故等を想定） ・東海第二発電所で37年間使用した絶縁体仕様が類似するケーブルを供試体として，ACAガイド*に取りまとめられている経年劣化手法にて，23年間の健全性の確認を行った。これを考慮すると運転開始から60年間の絶縁性能を維持できると評価。（設計基準事故を想定）	・30年目の評価に用いた電気学会推奨案**による評価に加え，ACAガイド*に基づいた評価を追加。 ・設計基準事故時の評価に加え，重大事故等時の条件による評価を追加。

＊　ACAガイド:原子力発電所のケーブル経年劣化評価ガイド（JNES-RE-2013-2049）

** 電気学会推奨案:電気学会技術報告（Ⅱ部）「原子力発電所電線ケーブルの環境試験方法ならびに耐延焼性試験方法に関する推奨案」

表5-1(5/5)　ケーブル健全性評価結果の比較

設備	機器名称	30年目評価結果	40年目評価結果	相違の主な理由
同軸ケーブル	難燃二重同軸ケーブル	—	・東海第二発電所で設置を予定しているケーブルにて，電気学会推奨案**に基づく健全性の確認を行い，60年間の絶縁性能を維持できると評価。（設計基準事故と重大事故等を想定） ・東海第二発電所で設置を予定しているケーブルと同じ絶縁体を有するケーブルにて，ACAガイド*に取りまとめられている経年劣化手法にて，健全性の確認を行い，60年間の絶縁性能を維持できると評価。（設計基準事故を想定）	・30年目の評価に用いた電気学会推奨案**による評価に加え，ACAガイド*に基づいた評価を追加。 ・設計基準事故時の評価に加え，重大事故等時の条件による評価を追加。 ・重大事故等対処設備に属する機器として設置予定のため，40年目評価を追加。
	難燃六重同軸ケーブル	・東海第二発電所で使用されている同仕様のケーブルにて，電気学会推奨案**に基づく健全性の確認により，約31年間の絶縁性能を維持できると評価でき，難燃六重同軸ケーブルは，運転開始後21年に取替を実施しており，これを考慮すると運転開始から約52年間の絶縁性能を維持できると評価。（設計基準事故を想定）	・東海第二発電所で使用されているケーブルの同等品を用いて，電気学会推奨案**に基づく41年間の健全性の確認を行った。なお，当該ケーブルは1999年（運転開始後21年）に取替を実施しており，これを考慮すると運転開始から60年間の絶縁性能を維持できると評価。（設計基準事故と重大事故等を想定） ・東海第二発電所で使用されているケーブルと絶縁体仕様が類似するケーブルにて，ACAガイド*に取りまとめられている経年劣化手法にて，30年間の健全性の確認を行った。なお，当該ケーブルは1999年（運転開始後21年）に取替を実施しており，これを考慮すると運転開始から51年間の絶縁性能を維持できると評価。（設計基準事故を想定）	・30年目の評価に用いた電気学会推奨案**による評価に加え，ACAガイド*に基づいた評価を追加。 ・設計基準事故時の評価に加え，重大事故等時の条件による評価を追加。

＊　ACAガイド:原子力発電所のケーブル経年劣化評価ガイド（JNES-RE-2013-2049）

** 電気学会推奨案:電気学会技術報告（Ⅱ部）「原子力発電所電線ケーブルの環境試験方法ならびに耐延焼性試験方法に関する推奨案」

6. コンクリートの強度低下及び遮蔽能力低下

コンクリートの強度低下及び遮蔽能力低下に対する30年目と40年目の評価を比較した結果を表6-1に示す。

劣化事象を生じる可能性がある要因について，30年目と40年目の評価を比較した結果，いずれも劣化事象が生じない，又は生じているが軽微(運転開始60年時点での評価値がしきい値以下)であり，評価結果に相違はなかったこと，並びに定期的に目視確認及び非破壊試験等を実施し異常がないことを確認していることから，30年目の評価及びそれ以降の保全が有効であったと考える。

放射線照射による強度低下については，40年目の評価において，稼働率の見直しによる照射量の再計算を実施したが，健全性に問題ないことを確認している。

中性化による強度低下については，40年目の評価において，環境条件，特別点検にて確認した結果を踏まえ再選定した評価点の60年経過時点の評価を行い，健全性に問題ないことを確認している。

塩分浸透による強度低下については，40年目の評価において，環境条件，特別点検にて確認した結果を踏まえ評価点を再選定し，塩化物イオン濃度を用いて60年経過時点での鉄筋の腐食減量の評価を行い，健全性に問題ないことを確認している。

表6-1(1/2)　コンクリートの強度低下及び遮蔽能力低下の評価結果の比較

分類	要因	30年目評価	40年目評価	相違の主な理由
コンクリートの強度低下	熱	・原子炉圧力容器支持脚部と原子炉ペデスタルコンクリートとの接触面の最高温度は，約52.8 ℃であり，温度制限値を下回っており影響はない。	・原子炉圧力容器支持脚部と原子炉ペデスタルコンクリートとの接触面周辺の実測による最高温度は約55 ℃以下である。また，ガンマ線による熱発生温度分布を考慮した結果，約64 ℃以下であり，温度制限値を下回っており影響はない。ただし，震災時に一次遮へい壁のコンクリート温度が制限値を超えた可能性があり，影響を評価した結果，震災時の最高温度での，加熱冷却後における圧縮強度が設計基準強度を上回っていることを確認した。よって，構造体の耐力は設計荷重を上回ると判断した。	・通常運転時の測定結果に相違なし。 ・ガンマ線による熱発生温度分布を考慮した。 ・40年目評価にて，震災影響評価を実施した。
	放射線照射	・運転開始後60年時点の中性子照射量は，5.05×10^{15} n/cm^{2}であり，基準値を下回っており影響はない。 ・運転開始後60年時点のガンマ線照射量は，6.98×10^{6} radであり，基準値を下回っており影響はない。	・運転開始後60年時点の中性子照射量は，4.10×10^{15} n/cm^{2}であり，基準値を下回っており影響はない。 ・運転開始後60年時点のガンマ線照射量は，7.80×10^{4} Gy（7.80×10^{6} rad）であり，基準値を下回っており影響はない。	・稼働率の見直しによる照射量の再計算を実施した。 ・30年目の評価点は，建設時工認の評価点を用いていたが，40年目の評価点はガンマ線最大照射量となる点を評価点に変更した。
	中性化	・運転開始後60年時点の中性化深さ(下記)は，設計最小かぶり厚さ(下記の[　]内)と比較して余裕がある。 ＜廃棄物処理棟(屋内最大値)＞ 3.7 cm以下　[5 cm] ＜タービン建屋外壁(屋外最大値)＞ 2.2 cm以下　[3 cm]	・運転開始後60年時点の中性化深さ(下記)は，鉄筋が腐食し始める時点の中性化深さ(下記の[　]内)と比較して余裕がある。 ＜タービン建屋(屋内最大値)＞ 5.0 cm以下　[6.0 cm] ＜取水構造物（気中帯）(屋外最大値)＞ 1.6 cm以下　[6.4 cm]	・評価点は環境条件，特別点検にて確認した結果を踏まえ，再選定した。

表 6-1(2/2)　コンクリートの強度低下及び遮蔽能力低下の評価結果の比較

分類	要因	30年目評価	40年目評価	相違の主な理由
コンクリートの強度低下	塩分浸透	・運転開始後60年時点の鉄筋腐食減量(下記)は，かぶりコンクリートにひび割れが発生する時点の鉄筋腐食減量(下記の[　]内)を下回っている。 ＜取水構造物（気中帯）＞ 6.3×10^{-4} g/cm^2 [66.2×10^{-4} g/cm^2] ＜取水構造物（干満帯）＞ 17.7×10^{-4} g/cm^2 [67.7×10^{-4} g/cm^2] ＜取水構造物（海中帯）＞ 1.3×10^{-4} g/cm^2 [64.5×10^{-4} g/cm^2]	・運転開始後60年時点の鉄筋腐食減量(下記)は，かぶりコンクリートにひび割れが発生する時点の鉄筋腐食減量(下記の[　]内)を下回っている。 ＜取水構造物（気中帯）＞ 3.4×10^{-4} g/cm^2 [62.3×10^{-4} g/cm^2] ＜取水構造物（干満帯）＞ 18.1×10^{-4} g/cm^2 [67.7×10^{-4} g/cm^2] ＜取水構造物（海中帯）＞ 1.1×10^{-4} g/cm^2 [62.3×10^{-4} g/cm^2]	・評価点は環境条件，特別点検にて確認した結果を踏まえ，再選定した。
	機械振動	・大きな振動を受けるタービン発電機架台のこれまでの目視点検において，機械の異常振動や定着部周辺コンクリートの表面の有害なひび割れ等はない。	・大きな振動を受けるタービン発電機架台のこれまでの目視確認において，コンクリート表面において強度に支障をきたす可能性のある欠陥がないことを確認している。	・相違なし。
コンクリートの遮蔽能力低下	熱	・ガンマ線遮へいコンクリート炉心領域部のコンクリートの最高温度は，55.4 ℃であり，温度制限値を下回っており影響はない。	・ガンマ線遮へいコンクリート炉心側のコンクリートの実測による最高温度は約55 ℃以下である。また，ガンマ線による熱発生温度分布を考慮した結果，約64 ℃以下であり，温度制限値を下回っており影響はない。ただし，震災時にコンクリート温度が制限値を超えた可能性があり，影響を評価した結果，水分逸散は生じておらず，原子炉設置（変更）許可における遮蔽能力を下回っていないと判断した。	・通常運転時の測定結果に相違なし。 ・ガンマ線による熱発生温度分布を考慮した。 ・40年目評価にて，震災影響評価を実施した。

7. 主要6事象以外の日常劣化管理事象

原子力発電所に対する保全では，機器・構造物の経年劣化が徐々に進行して最終的に故障に至ることのないよう，定期的な検査や点検等により経年劣化の兆候を早期に検知し，必要な処置を行い，事故・故障を未然に防止している。

東海第二発電所は，運転監視，巡視点検，定期的な検査及び点検により設備の健全性を確認し，経年劣化等の兆候が認められた場合には詳細な調査及び評価を行い，補修，取替等の保全を実施している。特に長期の使用によって発生する経年劣化事象については，点検により経年的な変化の傾向を把握し，故障に至る前に計画的な保全を実施している。

また，「核原料物質，核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律」に基づき原子力規制委員会が行う施設定期検査を受検するとともに，定期事業者検査についても，その実施に係わる組織等の妥当性が定期安全管理審査において審査されている。

さらに，保安規定において，定期事業者検査等の対象機器に対する作業項目のうち，定期点検工事又は定期修繕工事にて実施する分解点検，開放点検等の機能回復を図るものについて，点検・補修等の結果の確認・評価について規定している。

(1)運転監視，巡視点検

運転状態を各種指示計，記録計，計算機出力等により常時運転員が監視するとともに，原子力発電所の多種多様な設備について運転員が計画的に巡視点検を行い，機器等の健全性確認，経年劣化等の兆候の早期発見に努めている。

(2)定期的な検査

プラントの運転中を主体に待機設備の作動確認等の定期的な検査を行い，設備の健全性確認及び経年劣化等の兆候の早期発見に努め，事故・故障の未然防止を図っている。定期的な検査のうち，工学的安全施設等の安全上重要な設備の定期的な検査の内容を保安規定に定め，これに基づく運用を行っている。

(3)点検

「核原料物質，核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律」に基づき原子力規制委員会が行う施設定期検査に合わせ，定期的にプラントを停止し，プラント全般にわたる設備の点検を，東海第二発電所 保全計画等に基づき実施して，設備の機能維持及び経年劣化等の兆候の早期発見に努め，事故・故障の未然防止を図るとともに，環境，防災の維持を図っている。また，プラントを停止せずに点検を実施できる設備については，同様の点検をプラント運転中に実施している。点検の結果は記録としてまとめ，設備の経年的な傾向を管理し，以後の点検計画に反映している。

主要6事象以外で，日常の点検により傾向管理している部位・事象について劣化状況評価結果を基に評価を行った結果，30年目の高経年化技術評価で確認された劣化傾向から大きく乖離するものは確認されなかった。したがって，30年目の高経年化技術評価で想定した劣化傾向が妥当なものであり，今後も日常点検による傾向管理を継続し，PDCA管理することで，健全性を維持することが可能であると考える。

日常の点検により傾向管理している代表的な事象(腐食)の事例として，配管の腐食について以下に示す。

配管の腐食については，保安院指示文書(平成20・12・22 原院第4号 NISA-163c-08-5)や「日本機械学会　沸騰水型原子力発電所配管減肉管理に関する技術規格(JSME S NH1-2006)」に定められた内容に従い，「配管肉厚管理マニュアル」を策定し，管理してきた。また30年目の高経年化技術評価に基づき，長期保守管理方針を策定し「炭素鋼配管系の外面腐食」に着目し，保温材に覆われた範囲について点検要領を定め，外表面の目視点検を実施することとしていた。2010年1月に残留熱除去系配管のライニング修繕工事の中で外面の目視点検を実施していたところ，当該配管の必要最小厚さを満足せず，技術基準に適合していないことが確認された。当該減肉部は，アンカーサポートに囲まれた部位に加え，配管貫通部の封止処理に用いたモルタルがはみ出し，長期間にわたり堆積し配管外面との間に隙間を形成するとともに，雨水の浸入が重畳し，湿潤環境が継続し，減肉に至った。

ハード面の対策として，雨水浸入箇所の封止とアンカーサポートの構造見直しによる外面点検の点検不可範囲の改善を実施するとともに，配管外面の点検要領を「配管肉厚管理マニュアル」の改訂を実施し，これに基づき配管肉厚の管理を実施していることを確認した。

また，劣化状況評価書において，配管の腐食以外で，日常的な保守管理での実測値により傾向管理している部位・事象の例としては以下のようなものがある。

(1)摩耗

① 残留熱除去系ポンプ電動機の主軸の摩耗

② 原子炉補機冷却系ポンプのケーシングリングの摩耗

(2)腐食

① 補助ボイラ汽水胴・水管の腐食

(3)絶縁特性低下

① 残留熱除去系ポンプ電動機の固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁特性低下

②保全実績の評価

30年目の高経年化技術評価の結果，現状保全の継続により健全性を維持できると評価したものについて，過去約10年間の保全実績に基づき，その有効性を評価し課題を抽出する。課題がある場合には，今後の保全について検討し，劣化状況評価に反映する。

ここでは，30年目の高経年化技術評価の結果，経年劣化に関する保全が有効でなかったため生じたと考えられるトラブル事象を抽出し，その評価を実施した。

保全が有効でなかったため生じたと考えられるトラブル事象とは，30年目の高経年化技術評価で発生を想定できなかった部位における経年劣化事象及び30年目の高経年化技術評価が不足していた経年劣化事象に起因すると考えられる東海第二発電所で発生した以下に示すトラブル，保全品質情報をいう。

・原子炉隔離時冷却系タービン排気ライン逆止弁損傷に伴う運転上の制限逸脱について
・屋外硫酸貯蔵タンク堰内での漏えい事象について
・主油タンク油面変動等に伴う機器点検のための原子炉手動停止について
・蒸気乾燥器に確認されたひび割れについて
・シュラウドサポート溶接継手のひび状の指示模様について
・残留熱除去系海水系配管の減肉について
・高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機の運転上の制限からの逸脱について
・蒸気乾燥器のひび調査結果について

なお，30年目の高経年化技術評価以降に東海第二発電所で発生した事故・トラブル等は，法令に基づく報告対象情報が8件，保全品質情報に係わるものが39件であった。そのうち，経年劣化事象に起因する事故・トラブル等は8件であった。

この8件の事故・トラブル等について検討した結果を参考資料として添付する。

上記8件については，30年目の高経年化技術評価で発生を想定できなかったもの及び30年目の高経年化技術評価が不足していたもの等であり，これらを含めて，30年目評価時の考え方，評価方法等の考察を実施し，劣化状況評価に適切に反映を行った。

1. 原子炉隔離時冷却系タービン排気ライン逆止弁損傷に伴う運転上の制限逸脱について

(1)事象の概要

第23回定期検査時の調整運転中のところ，原子炉隔離時冷却系（以下「RCIC」という）の定期試験を実施後，原子炉格納容器の圧力が低下傾向にあることを確認した。原因調査を実施した結果，格納容器に封入している窒素ガスがRCICタービン排気ラインから漏えいしている可能性が高いと判断した。排気ラインの隔離弁を閉止したところ，圧力低下は止まった。

漏えいは，RCICタービン排気ラインに設置されている逆止弁のシートリークによるものと考え，分解点検を実施したところ，アームから弁体が脱落していることを確認した。

脱落の原因は，RCICタービン低速回転時に，タービン排気蒸気の凝縮により背圧が変動し，弁体が頻繁に開閉動作を行い,アームがストッパーと衝突を繰り返し，弁体とアームとを連結している弁体ネジ部に疲労割れが生じた。

ストッパーとの衝突による衝撃を緩和する目的で，衝撃緩和機構付きの弁に交換するとともに，蒸気凝縮性能が優れたスパージャに交換した。

(2)30年目高経年化技術評価の考察

RCICタービン低速時に弁体が開閉動作を行い，アームとストッパーが衝突を繰り返すが，弁体ネジ部（弁体とアームを連結）に疲労限を超える応力が発生した。疲労割れに至る事象を想定しておらず，当該弁の点検計画に反映されなかったため，疲労き裂の発生を発見することができなかった。

(3) 劣化状況評価への反映事項

現在は，長期的な対策として衝撃緩和機構付の弁に交換されているが，以下の内容を劣化状況評価書へ記載する。

弁体ネジ部（弁体とアームを連結）の疲労割れを経年劣化事象（着目すべき経年劣化事象ではない事象）として新たに抽出する。

以下に，当該事象が発生した原子炉隔離時冷却系タービン排気ライン逆止弁の評価内容を示す。

タービン排気側に設置されている逆止弁は，タービン背圧の変動により開閉動作を繰り返し，弁体とアームを連結するねじ部に疲労割れを起こす可能性がある。当該逆止弁は，2008年の定期試験時において，弁体（ねじ部）の疲労割れによる弁体の脱落事象が発生した。対策として，衝撃緩和機構付の弁に交換するとともに，分解点検時の目視点検に加え弁体（ねじ部）の浸透探傷検査を実施しており，必要に応じて補修又は取替を行うことにより，機能を維持することとしている。

したがって，弁体（ねじ部）の疲労割れは高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

2. 屋外硫酸貯蔵タンク堰内での漏えい事象について

(1)事象の概要

定格熱出力一定運転中のところ，屋外硫酸貯蔵タンクサンプリング配管の保温材から糸状に堰内に硫酸が漏れているのを発見した。

当該サンプリングラインには電熱ヒータが設置されており，その加熱部位にピンホールが生じていた。ピンホール発生原因はヒータ加熱（設定温度65 ℃）により滞留液体の温度がその他の部位より常時高い温度に保持されたことにより，濃硫酸の硫酸鉄に対する溶解度が上昇することで電池効果により減肉が進行したものと推察する。

漏えい箇所の上流には隔離する弁等がないことから，タンクローリー車を用いてタンク内の硫酸を抜き取った上で，漏えい発生部位を配管上流で切断，タンクと同種材質である炭素鋼（S25C）の座を溶接，施栓を実施した。

(2)30年目高経年化技術評価の考察

当該配管は，安全機能を有していないため，高経年化評価の対象とはならない。

当該サンプリングラインは，これまでに使用実績がないことから，切断部位を溶接により施栓補修を実施しており，さらに電熱ヒータも使用しないことを再発防止対策としており，今後同様な化学腐食（濃硫酸を高温環境下で使用する際の電池効果による減肉）の発生の可能性はないと考える。

(3)劣化状況評価への反映事項

濃硫酸を扱っている設備についてヒータ等で常時加温しているものはないことを確認しており，評価に反映するべき事象ではない。

3. 主油タンク油面変動等に伴う機器点検のための原子炉手動停止について

(1) 事象の概要

定格熱出力一定運転中のところ，主タービン油系とタービン駆動原子炉給水ポンプ潤滑油並びに制御油系で共有している主タービン潤滑油タンク（以下「主油タンク」という）の油面異常を示す警報が発報し，その後，主油タンクの油面が徐々に低下し油面調整操作の頻度が増加し油面維持が困難となったこと，これ以上悪化すると関連機器への影響が懸念されたことから，原子炉を停止した。

主タービン油系の点検の結果，主油冷却器（B）伝熱管に摩耗が認められた。

主油冷却器の伝熱管から漏えいを生じた原因は，潤滑油が伝熱管のU字部分に流れ込む構造のために，潤滑油の流動によってU字管に僅かな振動が発生，長期間の使用によって摩耗・減肉が進行して，最終的に貫通孔が生じたものと考えられる。

漏えいが発生し抜管した当該伝熱管1本，渦流探傷検査結果の検証用のために抜管した伝熱管2本，外面傷が渦流探傷検査により検出された伝熱管3本について，施栓を実施した。

(2) 30年目高経年化技術評価の考察

主油冷却器の伝熱管について，流体による振動によりバッフルを貫通する部位に摩耗が発生する事象を想定していなかった。

(3) 劣化状況評価への反映事項

主油冷却器の伝熱管の摩耗については，着目すべき経年劣化事象ではない事象とし，技術評価を実施した。主油冷却器の伝熱管のバッフル貫通部についても摩耗に着目した外観点検（最外周部伝熱管）及び伝熱管の渦流探傷検査を定期的に実施する。

以下に，当該事象が発生した主油冷却器の評価内容を示す。

伝熱管は管支持板により適切なスパンで支持することで振動を抑制しているが，内部流体の流れによりわずかな伝熱管の振動が発生し，伝熱管と管支持板が接触することにより，伝熱管拘束点において伝熱管外表面に摩耗が発生する可能性がある。さらに，伝熱管拘束点において伝熱管外面から疲労割れが発生する可能性がある。

油冷却器は，2009年の定格熱出力一定運転中に，伝熱管の摩耗による伝熱管漏えい事象が発生した。対策として，当該伝熱管に施栓を実施するとともに，分解点検時に管支持板貫通部における伝熱管の摩耗に着目した目視点検に加え，伝熱管の渦流探傷検査を実施しており，必要に応じて補修又は取替を行うことにより，機能を維持することとしている。

したがって，伝熱管の高サイクル疲労割れ及び摩耗は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

4. 蒸気乾燥器に確認されたひび割れについて

(1) 事象の概要

第24回定期検査で実施した蒸気乾燥器の外観点検において，プレナムパーテーションとフードの溶接部に3箇所，リフティングアイの回り止め溶接部に1箇所のひび割れが確認された。

当該部のひび割れは，ひび割れの形状や応力集中しやすさから流動振動等による疲労割れである可能性が高い。

確認されたひび割れは，蒸気乾燥器の機能，構造に影響を直ちに与えるものではないが，今後の運転に万全を期すため，補修方法として，ひび割れを除去し，応力集中を低減する対策を実施した。

(2)30年目高経年化技術評価の考察

30年目評価時点では，プレナムパーテーションとフードの溶接部及びリフティングアイの回り止め溶接部のひび割れ（高サイクル疲労）については，想定される経年劣化事象としては抽出していなかった。

(3)劣化状況評価への反映事項

プレナムパーテーションとフードの溶接部及びリフティングアイの回り止め溶接部のひび割れ（高サイクル疲労）について，現状保全にて検知できていることから，着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）として抽出し，技術評価を実施した。

今回の補修箇所以外のフード部にもひび割れ（高サイクル疲労）の発生の可能性は否定できないことから，水中カメラによる点検を継続する。

以下に，当該事象が発生した蒸気乾燥器の評価内容を示す。

炉内構造物は炉心流による流体振動を受けるため，高サイクル疲労割れの発生が想定されるが，炉内の流体振動による高サイクル疲労については，代表機器と同様に設計段階において考慮されているため，高サイクル疲労割れが発生する可能性は小さい。

蒸気乾燥器については，第24回定期検査（2009年度）において，プレナムパーテーションの溶接部（3箇所）及びリフティングアイの廻り止め溶接部（1箇所）に高サイクル疲労と推定されるひびが認められ，補修溶接等を実施し，発生応力の低減を図っている。

蒸気乾燥器については，維持規格等に基づき計画的に水中テレビカメラによる点検を実施することとしており，これまでの上記以外の有意な欠陥は認められていない。

したがって，高サイクル疲労割れは,高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

5. シュラウドサポート溶接継手のひび状の指示模様について

(1) 事象の概要

第24回定期検査中の炉内構造物検査（定期事業者検査）において，シュラウドサポート溶接継手に合計40箇所の欠陥指示を確認した。

この結果を用いて維持規格等に基づき，構造健全性評価を実施した結果，十分な裕度を有していることから，確認されたひび割れ及び仮定した周方向のひび割れが構造健全性に影響を及ぼすものではないことを確認した。

今回新たに確認された欠陥指示については，材料，応力，環境の状況から，応力腐食割れ（以下「SCC」という）と推定している。

1）材料：SCC感受性のあるインコネル182が使用されている。
2）応力：溶接残留応力及び運転応力により，高い引張応力が生じていたと推定される。
3）環境：水素注入が行われていない期間のプラント運転中の炉水溶存酸素濃度は約200ppb程度であった。

至近の定期検査において点検を行う。その後は，隔回毎の定期検査時の継続検査とする。

なお，継続検査ではひび割れについて，今回実施した健全性評価への影響を確認し，必要に応じて再評価を行うこととしている。

(2) 30年目高経年化技術評価の考察

炉心シュラウド等は粒界型応力腐食割れを想定される経年劣化事象として抽出されており，適切に評価されている。

炉心シュラウド等のうち，シュラウドサポートのシリンダ縦溶接部については，21回定期検査にて粒界型応力腐食割れと思われるひびが見つかっており，計画的な目視点検を実施することとしており，長期保守管理方針及び保全計画に定め，計画に基づき点検を実施してきている。

シュラウドサポートのシリンダ縦溶接部を除き，粒界型応力腐食割れと推定される欠陥は確認されていないと評価しているが，現状保全に基づき，シリンダ縦溶接部以外にも類似のひび割れを検知し，構造健全性評価による解析の結果十分な裕度を有していることを確認した。

解析により確認されたひび割れ及び仮定した周方向のひび割れが構造健全性に影響を及ぼすものではないことから,現状保全は適切であったと考える。

(3) 劣化状況評価への反映事項

30年目評価と同様，炉心シュラウド等に粒界型応力腐食割れを想定し，現状保全にて検知できていることから，着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）として抽出し，技術評価を行う。

以下に，当該事象が発生した炉心シュラウドの評価内容を示す。

シュラウドサポートは，ステンレス鋼及高ニッケル合金であり高温の純水環境中にあることから，国内外の損傷事例から粒界型応力腐食割れが想定される。

炉心シュラウドーシュラウドサポートの周方向溶接部（H7）及びシュラウドサポートのシリンダ縦溶接部（V8）については，高温純水中の高ニッケル合金であり，粒界型応力腐食割れと思われるひび割れが確認されているが，維持規格等を用いて評価し運転開始後60年時点で技術基準に適合しており，今後もひび割れに対する継続検査として，計画的に目視点検を実施することとしている。

さらに，ステンレス鋼又は高ニッケル合金の粒界型応力腐食割れは，材料の感受性，腐食環境及び引張応力の3つの因子が同時に存在する条件下で発生するが，東海第二発電所の炉内構造物については，水素注入による腐食環境改善や残留応力低減対策等を実施している。

今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難いことから，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

6. 残留熱除去系海水系配管の減肉について

(1) 事象の概要

第24回定期検査中のところ，残留熱除去系海水系（以下「RHRS」という）ライニング配管修繕工事において工場搬出中の配管外面の一部に錆を伴った局所的な窪みがあることから，超音波厚さ計を用いた肉厚測定を実施した。

その結果，技術基準における必要な厚さ（以下「必要最小厚さ」という）を下回る部分が1箇所あることを確認した。

調査の結果，屋外ハッチ開口部から，雨水がアンカーサポートを伝わって配管外面に滴下し，さらに建屋壁貫通部の封止処理に用いていたモルタルがはみ出していたため，錆び止め塗装のみの配管外面との隙間を形成し，雨水が浸み込み長期間湿潤環境となり，配管外面が著しく腐食し必要最小厚さを下回ったと推定される。

当該配管の必要最小厚さを下回っていた箇所については，減肉部分の配管を撤去し復旧した。

また，充填したモルタルを壁面と平坦に仕上げるとともに当該配管のアンカーサポート内の配管外表面状況について目視点検が可能となるような構造とした。

今後は，配管外面点検の際は，周辺状況（干渉物の発錆状況や天井の雨水浸入跡等）を踏まえ，目視が困難な部位に腐食の進行を想定し，干渉物を一部取り外し，配管の健全性を確認する。

(2) 30年目高経年化技術評価の考察

30年目の評価時点において， 配管の外面腐食（全面腐食）について，着目すべき経年劣化事象として抽出しており，評価されていたが，屋外配管（トレンチ内含む）の目視が困難な部位における外面腐食に着目した保守管理に不足があった。

(3) 劣化状況評価への反映事項

配管の外面腐食（全面腐食）について，着目すべき経年劣化事象ではない事象として抽出し，適切に反映する。

配管の外面減肉については，本不具合及び平成20年10月24日付けNISA文書「原子力発電所の定期事業者検査に関する解釈（内規）の制定について」を受け，社内規程「配管肉厚管理マニュアル」を改訂し，管理対象・点検計画を定め，点検を実施している。

以下に当該事象が発生した残留熱除去系海水系配管の減肉の評価内容を示す。

屋外に設置されている残留熱除去海水系配管の建屋貫通部のサポート取付箇所において，雨水がサポート架構上を経て，建屋貫通部のモルタルと配管表面との隙間にたまり，長期間湿潤環境になったことで，腐食（隙間腐食）が発生した。

このため，雨水が浸入しない対策を講じると共に，建屋貫通部，サポート取付部等の直接目視が困難な箇所に対する点検方法を社内規程「配管肉厚管理マニュアル」に反映し，これに基づき点検を実施しており，必要に応じ補修を行うことで，健全性を維持している。

したがって，配管の外面腐食（隙間腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

7. 高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機の運転上の制限からの逸脱について

(1) 事象の概要

定格熱出力一定運転中，定期試験である高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機（以下「HPCS-DG」という）負荷運転のデータ採取を実施していたところ，定期試験記録であるシリンダ排気温度の一つが約250 ℃から約290 ℃間で指示値がランダムに変化していることを確認した。

その後，HPCS-DGの健全性確認運転を開始し，中央制御室制御盤の自動電圧調整装置用電圧設定器操作スイッチ（以下「当該AVR操作スイッチ」という）が「増（RAISE）」方向に操作できないことを発電長が確認し，発電機を解列，機関を停止した。

当該AVR操作スイッチを点検したところ，スイッチに固渋が確認されたことから，現場制御盤設置の保守用のAVR操作スイッチ（予備）を当該AVR操作スイッチと交換し，再度HPCS-DGの健全性確認運転を実施した結果，動作可能な状態であることを確認した。

シリンダ排気温度指示の変化は，当該ケーブルの外部被覆がない（被覆を剥いた）箇所が中継箱のフレキシブル電線管接続部に接触していたため，運転中の振動によりケーブル絶縁体が損傷したものと推定される。

よって，中継端子箱の形状を変更することで，ケーブルの外部被覆の処理（被覆を剥いた状態）をした箇所が中継端子箱内に位置するようにしフレキシブル電線管と干渉しないようにした。さらにフレキシブル電線管近辺のケーブルの外部被覆にはガラステープによる補強養生を行った。

さらに，DG機関からの振動の影響を低減するため，振動を受けにくい箇所へ中継端子箱を移設した。

AVR操作スイッチの固渋については，経年劣化により，スイッチの接点ブロック内の摺動抵抗が増加し固渋したと推定される。

よって，固渋が確認された当該AVR操作スイッチを，通常運転中に使用しない現場制御盤設置の保守用の操作スイッチと交換し，操作性の確認並びに電気的動作状況を確認した結果，正常な状態に復帰したことを確認した。その後，第25回施設定期検査時に新品の操作スイッチと交換した。

(2) 30年目高経年化技術評価の考察

ケーブルは，30年目の評価時点において，絶縁体の絶縁特性低下が想定される経年劣化事象として抽出し，熱及び放射線による絶縁体の物性変化を絶縁特性低下の要因としてとらえ適切に評価している。

本事象の原因は，ケーブルの外部被覆がない（被覆を剥いた）箇所が中継箱のフレキシブル電線管接続部に接触していた。さらに運転中の振動によりケーブル絶縁体が損傷し絶縁体の絶縁特性が低下したもので，ケーブル敷設時の絶縁体の損傷防止に対する施工上の配慮が不足していた。

施工不良に起因した絶縁体の絶縁特性低下は，高経年化技術評価での経年劣化事象として取り扱うのは適切ではないと考える。再発防止としては，中継端子箱の形状変更によるケーブルの外部被覆の処理した箇所が中継端子箱内に位置するようにし，フレキシブル電線管との干渉防止並びにDG機関の振動の影響を受けにくい場所へ移設を行っていることを確認した。

操作スイッチについては，30年目の評価時点において，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象として導通不良を想定しており，操作スイッチの固渋については想定していない。

(3) 劣化状況評価への反映事項

前者のケーブルの絶縁低下事象については，ケーブル敷設時の問題であり，高経年化対策への反映事項はない。

また，中央制御室，現場盤等に設置されている操作スイッチについては，定期取替品として保全計画に反映しており，高経年化対策への反映事項はない。

8. 蒸気乾燥器のひび調査結果について

(1) 事象の概要

第25回施設定期検査中，蒸気乾燥器の外観点検を原子炉建屋6階の蒸気乾燥器・気水分離器保管プール（以下「D/Sプール」という）にて実施してきたところ，蒸気乾燥器を吊上げるために4本取付けられている部品のうち，1本の近傍にある底板に，ひび及び指示模様を確認した。残りの3本近傍について外観点検を実施した結果，ひび及び指示模様を確認した。

調査の結果，溶接による材料の鋭敏化及び引張残留応力，あるいは，グラインダ仕上げにより生じた硬化層と引張残留応力の条件において，平坦部に溜まった水による高温水環境が重畳したことによる，応力腐食割れ（以下「SCC」という）と考えられる。

類似箇所の事例調査及び補修要否の検討

・類似箇所の事例調査を行った結果，類似箇所（平坦で水が溜まる部位の溶接部）の事例としては，国内外のプラントでサポートリングにおけるSCC発生の事例がある。国内で報告されている事例2件については，いずれもサポートリング上面の溶接部付近に生じているものであり，切削加工により生じた加工層と溶接による残留応力の影響でSCCが生じたものと推定されている。

・補修要否の検討を行った結果，底板端部のひび割れは今後の進展量を考慮しても蒸気乾燥器の構造健全性並びに，機能・性能へ影響を及ぼすものではないことから，当該部の補修は必要ないものと考える。

(2) 30年目高経年化技術評価の考察

30年目の評価時点において， 蒸気乾燥器の粒界型応力腐食割れについて，着目すべき経年劣化事象として抽出しており，適切に評価されている。

対象機器である蒸気乾燥器においては，これまで計画的な目視点検を実施することとしており，適切であった。

30年目の評価時においては，蒸気乾燥器に応力腐食割れは，発生していなかったが，それ以降の第24回定期検査時の目視点検で蒸気乾燥器にSCCが確認された。

また，国内外においても類似事象があることを確認した。

(3) 劣化状況評価への反映事項

蒸気乾燥器の粒界型応力腐食割れについて，現状保全にて検知できていることから，着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）として抽出し，技術評価を行う。

以下に当該事象が発生した蒸気乾燥器の粒界型応力腐食割れの評価内容を示す。

シュラウドヘッド及び気水分離器，蒸気乾燥器，給水スパージャは，ステンレス鋼及び高ニッケル合金であり高温の純水及び蒸気の環境中にあること，国内外の損傷事例からも粒界型応力腐食割れが想定される。

蒸気乾燥器については，維持規格等に基づき計画的に水中カメラによる目視点検を実施しており，第25回施設定期検査（2011年度）において，リフティングロッド4本に応力腐食割れと推定されるひび及び指示模様（ひびとは特定できていないもの）が認められたため，進展性評価並びに構造健全性評価を行い，蒸気乾燥器の機能に影響のないことを確認している。今後もひび割れに対する継続検査として，計画的に目視点検を実施することとしている。

さらに，ステンレス鋼又は高ニッケル合金の粒界型応力腐食割れは，材料の感受性，腐食環境及び引張応力の3つの因子が同時に存在する条件下で発生するが，東海第二発電所の炉内構造物については，水素注入による腐食環境改善を実施している。

今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難いことから，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

③長期保守管理方針の有効性評価

30年目の長期保守管理方針について，過去約10年間に具体的に実施した保全実績に基づき，その有効性を評価した。

具体的には，長期保守管理方針が当初意図した結果が得られたか評価したところ，「低圧ケーブル及び同軸ケーブル」，「ケーブル接続部」，「計測装置」，「電気ペネトレーション」については，長期健全性評価試験において当初意図した評価期間を得ることが出来なかったため，健全性評価試験で得られた評価期間に至る前に取替を実施することとし，「低圧ケーブル及び同軸ケーブル」，「ケーブル接続部」については，40年目の長期保守管理方針に反映した。

なお，上記以外の長期保守管理方針については，意図したとおりの結果が得られており，長期保守管理方針は有効であったことを確認した。

1. 原子炉再循環系ポンプ等*の疲労割れ

＜30 年目の評価結果＞

疲労評価を行い，疲労累積係数が 1 以下。定期的な目視検査や漏えい試験等を実施している。疲労割れ発生の可能性はない。疲労割れは目視検査等で検知可能である。疲労評価は実過渡回数に依存する。

＜長期保守管理方針＞

原子炉再循環系ポンプ等*の疲労割れについては，実過渡回数に基づく疲労評価を実施する。

＊：原子炉再循環系ポンプ(ケーシング)
原子炉圧力容器（給水ノズル，主フランジ，スタッドボルト，下鏡，支持スカート）
原子炉格納容器（機械ペネトレーションベローズ）
炉内構造物（シュラウド，シュラウドサポート）
主蒸気系・給水系炭素鋼配管
原子炉再循環系ステンレス鋼配管
原子炉再循環ポンプ出口弁（弁箱）
原子炉給水系入口弁（弁箱）
原子炉給水系入口逆止弁（弁箱）

＜実施状況＞

実過渡回数に基づく運転開始後 60 年時点での過渡回数を用いて，日本機械学会「発電用原子力設備規格　設計・建設規格 JSME S NC1-2005（2007 年追補版を含む)」や日本機械学会「発電用原子力設備規格　環境疲労評価手法 JSME S NF1-2009」に基づく疲労評価等を実施し，健全性を確認した。

＜有効性評価＞

上記の通り，計画的な評価による確認を実施することにより健全性が確認できていることから，長期保守管理方針は有効であったと考える。

2. 原子炉圧力容器の照射脆化

＜30 年目の評価結果＞

監視試験の結果から最低使用温度を評価し，漏えい検査時の最低使用温度を管理している。また上部棚吸収エネルギーの評価を行い，68 J を上回っていることを確認している。

なお，60 年の運転期間を考えると，使用済試験片の再生技術や脆化予測精度の向上が信頼性向上の観点から重要となることから，事業者としてもそれらの開発に取り組むとともに国や民間の技術開発及び規格基準化並びに他プラントの動向を見極めつつ実機への早期適用を検討していく。

＜長期保守管理方針＞

原子炉圧力容器の照射脆化については，「原子炉構造材の監視試験方法」（JEAC4201-2007）の脆化予測式による評価を実施する。

また，その結果を踏まえ，確立した使用済試験片の再生技術の適用による追加試験の実施の要否を判断し，要の場合はそれを反映した取り出し計画を策定する。

低圧注水ノズルについては，再度照射量を評価し，健全性評価の要否を判断し，要の場合は再評価を実施する。

なお，再評価にあたっては，Cu の含有量の実測を行う。

＜実施状況＞

2014 年度に取り出した監視試験片の試験結果を踏まえ，「原子炉構造材の監視試験方法」（JEAC4201-2007[2013 年追補版]）の脆化予測式により，40 年時点，60 年時点の中性子照射量を用いて評価を実施した。その結果，最低使用温度，上部棚吸収エネルギーとも管理値に対して問題のないことを確認した。

また，使用済試験片の再生技術の適用による追加試験の実施時期を評価し，取り出し計画を策定した。

低圧注水ノズルについて再度中性子照射量を評価した結果，運転開始後 60 年時点において，0.87×10^{17} n/cm^2（＞1MeV）程度と評価されたが，保守的な評価として中性子照射脆化に対する健全性評価は，低圧注水ノズルを代表として再評価を実施した。

なお，Cu の含有量については，第 24 回定期検査（2009 年度）及び第 25 回施設定期検査（2011 年度）に 2 回にわたり実測をしていることから，健全性評価にあたっては実測値を適用し評価した。その結果，監視試験結果に対して最低使用温度が高くなったが，管理可能な値であり問題のないことを確認した。

＜有効性評価＞

上記の通り，監視試験片の試験結果及び低圧注水ノズルの再評価を適切に取り入れて評価を実施することにより，原子炉圧力容器の健全性が確認できていることから，長期保守管理方針は有効であったと考える。

3. 炉内構造物*の中性子照射による靭性低下

＜30 年目の評価結果＞

炉内構造物で使用しているオーステナイト系ステンレス鋼は靭性が高く，脆性破壊が発生しにくい材料であるが，中性子照射により靭性低下の発生する可能性は否定できない。ただし，炉内構造物に有意な欠陥が存在していなければ，中性子照射により靭性値が低下しても不安定破壊を起こす可能性は小さいと判断する。

計画的な目視点検を実施していくことにより健全性の確認は可能であると判断する。

＜長期保守管理方針＞

炉内構造物*の中性子照射による靭性低下については，火力原子力発電技術協会「BWR 炉内構造物点検評価ガイドライン」，日本機械学会「発電用原子力設備規格　維持規格　JSME S NA1-2004」又は原子力安全・保安院指示文書「発電用原子力設備における破壊を引き起こすき裂その他の欠陥の解釈について（内規）」（平成 20 年 7 月 11 日付け平成 20・07・04 原院第 1 号）に基づく点検を実施する。また，点検結果及びオーステナイトステンレス鋼の中性子照射による靭性低下に関する安全基盤研究の成果が得られた場合には，保全への反映の要否を判断し，要の場合は実施計画を策定する。

＊：炉内構造物（炉心シュラウド，上部格子板，炉心支持板，周辺燃料支持金具，制御棒案内管）

＜実施状況＞

第 25 回施設定期検査（2012 年度及び 2015 年度）に日本機械学会「発電用原子力設備規格 維持規格 JSME S NA1-2008（2008 年版）」及び「実用発電用原子炉及びその附属施設における破壊を引き起こす亀裂その他の欠陥の解釈の制定について（平成 26 年 8 月 6 日 原規技発第 1408063 号 原子力規制委員会決定）」に基づき炉内構造物供用期間中検査及び炉内構造物検査としてシュラウド，上部格子板，炉心支持板，周辺燃料支持金具，制御棒案内管を対象に点検を実施し問題のないことを確認した（上部格子板，周辺燃料支持金具，制御棒案内管については日本原子力技術協会「BWR 炉内構造物点検評価ガイドライン」に基づく点検を包含している）。

また，炉心シュラウド，炉心支持板については第 25 回施設定期検査（2012 年度）に日本原子力技術協会「BWR 炉内構造物点検評価ガイドライン」に基づき炉内構造物供用期間中検査及び炉内構造物検査として点検を実施し問題のないことを確認した。

安全基盤研究の成果に基づき，保全への適用の要否について検討した結果，今後の保全計画に反映すべきものがないことを確認した。

＜有効性評価＞

上記の通り，炉内構造物の目視点検を実施することにより，健全性が確認できていることから，長期保守管理方針は有効であったと考える。

4. 原子炉圧力容器等*の粒界型応力腐食割れ

＜30 年目の評価結果＞

ウォータージェットピーニングや耐粒界型応力腐食割れ性に優れた溶接方法を用いる等，溶接残留応力を改善している部位については，粒界型応力腐食割れ（以下，「SCC」という）発生の可能性は小さいと考えられる。この他のステンレス鋼製の部位については，高温の純水中又は飽和蒸気環境中にあるため，SCC 発生の可能性を否定することはできない。

また，水素注入を実施し SCC の 1 要因である腐食環境の改善を図っている。計画的な点検を実施することにより健全性の確認は可能である。

＜長期保守管理方針＞

原子炉圧力容器等*の粒界型応力腐食割れについては，火力原子力発電技術協会「BWR炉内構造物点検評価ガイドライン」，日本機械学会「発電用原子力設備規格　維持規格　JSME S NA1-2004」又は原子力安全・保安院指示文書「発電用原子力設備における破壊を引き起こすき裂その他の欠陥の解釈について（内規）」（平成20年7月11日付け平成20・07・04原院第1号 ）に基づく点検を実施する。また，点検結果及び粒界型応力腐食割れに関する安全基盤研究の成果が得られた場合には，保全への反映の要否を判断し，要の場合は実施計画を策定する。

＊：原子炉圧力容器（ノズル，セーフエンド，制御棒駆動機構ハウジング，中性子束計測ハウジング，スタブチューブ，ブラケット）（以下，「原子炉圧力容器」という）
原子炉再循環系ステンレス鋼配管
炉内構造物（炉心シュラウド，シュラウドサポート，上部格子板，炉心支持板，周辺燃料支持金具，制御棒案内管，炉心スプレイ配管・スパージャ，給水スパージャ，差圧検出・ほう酸水注入管，ジェットポンプ，中性子束計測案内管，残留熱除去系（低圧注水系）配管，シュラウドヘッド及び気水分離器，蒸気乾燥器，ヘッドスプレイノズル）（以下，「炉内構造物」という）

＜実施状況＞

原子炉圧力容器等*の粒界型応力腐食割れについては，火力原子力発電技術協会「BWR 炉内構造物点検評価ガイドライン」，日本機械学会 JSME S NA1-2008「発電用原子力設備規格　維持規格」又は「発電用原子力設備における破壊を引き起こすき裂その他の欠陥の解釈について（内規）NISA-325c-09-1，NISA-163c-09-2（平成 21 年 2 月 27 日付け平成 21・02・18 原院第 2 号）」又は「実用発電用原子炉及びその附属施設における破壊を引き起こす亀裂その他の欠陥の解釈の制定について（平成 26 年 8 月 6 日 原規技発第 1408063 号 原子力規制委員会決定）」に基づき点検を実施した。

炉内構造物については，第 24 回定期検査（2009 年度）において，炉内構造物検査を実施し，また，第 25 回施設定期検査（2011 年度，2015 年度）においては，炉内構造物供用期間中検査及び炉内構造物検査を実施し，問題のないことを確認している。なお，シュラウドサポートについては，ひび割れが確認されたが，健全性評価を実施し問題のないことを確認している。これらについては，日本原子力技術協会「BWR 炉内構造物点検評価ガイドライン」に基づく点検を包含している。

原子炉圧力容器については，第 24 回定期検査（2009 年度）において，クラス 1 機器供用期間中検査及び炉内構造物供用期間中検査を実施し，問題のないことを確認している。

原子炉再循環系配管（原子炉冷却材浄化系配管）については，第 24 回定期検査（2009 年度）において，クラス 1 機器供用期間中検査を実施し，問題のないことを確認している。

安全基盤研究の成果に基づき，保全への適用の要否について検討した結果，今後の保全計画に反映すべきものがないことを確認した。

＜有効性評価＞

上記の通り，計画的な点検を実施することにより，健全性が確認できていることから，長期保守管理方針は有効であったと考える。

5. 排ガス復水器の応力腐食割れ

＜30 年目の評価結果＞

胴，ドレンタンクは低合金鋼製であり，また，胴内部では，乾燥湿潤を繰り返すことにより，塩素が濃縮する可能性があるため，応力腐食割れ発生の可能性がある。

＜長期保守管理方針＞

排ガス復水器胴及びドレンタンクの応力腐食割れについては，内部の目視点検又は超音波探傷検査による点検を実施する。

＜実施状況＞

第 25 回施設定期検査（2013 年度）にて排ガス復水器胴及びドレンタンクの応力腐食割れについて，排ガス復水器胴を代表部位として超音波探傷検査による点検を実施し，有意な欠陥がないことを確認した。

＜有効性評価＞

上記の通り，計画的な点検を実施することにより健全性が確認できていることから，長期保守管理方針は有効であったと考える。

6. 炉内構造物の照射誘起型応力腐食割れ

＜30 年目の評価結果＞

計画的な目視点検により健全性の確認は可能。中性子照射の蓄積により，照射誘起型応力腐食割れの感受性が増加する可能性があることから，最も照射量が高い構造物である上部格子板を代表に MVT-1 による目視点検を行うこととする。

＜長期保守管理方針＞

炉内構造物*の照射誘起型応力腐食割れについては，火力原子力発電技術協会「BWR炉内構造物点検評価ガイドライン」，日本機械学会「発電用原子力設備規格　維持規格　JSME S NA1-2004」又は原子力安全・保安院指示文書「発電用原子力設備における破壊を引き起こすき裂その他の欠陥の解釈について（内規）」（平成20年7月11日付け平成20・07・04原院第1号）に基づく点検を実施する。また，点検結果及び照射誘起型応力腐食割れ発生に関する安全基盤研究の成果が得られた場合には，保全への反映の要否を判断し，要の場合は実施計画を策定する。

＊：炉内構造物（炉心シュラウド，上部格子板，炉心支持板，周辺燃料支持金具，制御棒案内管）

炉内構造物の上部格子板の照射誘起型応力腐食割れについては，MVT-1による目視点検を実施する。

＜実施状況＞

第 25 回施設定期検査（2014 年度）に最も中性子照射量が高い炉内構造物である上部格子板を代表に MVT-1 による目視点検を実施し問題のないことを確認した。今後は，保守管理の実施に関する計画に基づく点検計画にしたがって定期的に MVT-1 による目視点検を実施し，健全性を確認することとしている。なお，第 25 回施設定期検査（2015 年度）に日本機械学会 JSME S NA1-2008「発電用原子力設備規格 維持規格(2008 年版)」及び「実用発電用原子炉及びその附属施設における破壊を引き起こす亀裂その他の欠陥の解釈の制定について（平成 26 年 8 月 6 日 原規技発第 1408063 号 原子力規制委員会決定）」に基づき炉内構造物供用期間中検査として炉心シュラウド，上部格子板，炉心支持板，周辺燃料支持金具，制御棒案内管を対象に点検を実施し問題のないことを確認した（上部格子板，周辺燃料支持金具，制御棒案内管については日本原子力技術協会「BWR 炉内構造物点検評価ガイドライン」に基づく点検を包含している）。

また，炉心シュラウド，炉心支持板については第 25 回施設定期検査（2012,2014 年度）に日本原子力技術協会「BWR 炉内構造物点検評価ガイドライン」に基づき炉内構造物供用期間中検査及び炉内構造物検査として点検を実施し問題のないことを確認した。

安全基盤研究の成果に基づき，保全への適用の要否について検討した結果，今後の保全計画に反映すべきものがないことを確認した。

＜有効性評価＞

上記の通り，炉内構造物の目視点検を実施することにより，健全性が確認できていることから，長期保守管理方針は有効であったと考える。

7. 原子炉給水ポンプ駆動用タービンの翼・車軸接合部の応力腐食割れ

＜30 年目の評価結果＞

翼，車軸は低合金鋼であり，湿り蒸気環境下で使用されており，翼，車軸接合部（高応力で隙間を有する部位）は応力腐食割れが発生する可能性が否定できないため，翼，車軸接合部の超音波探傷検査により健全性を確認する必要がある。

＜長期保守管理方針＞

原子炉給水ポンプ駆動用タービンの翼・車軸接合部の応力腐食割れについては，超音波探傷検査による点検を実施する。

＜実施状況＞

第 25 回施設定期検査（2012 年度）にて原子炉給水ポンプ駆動用タービンの翼・車軸接合部の応力腐食割れについて，超音波探傷検査による点検を実施し，有意な欠陥がないことを確認した。

＜有効性評価＞

上記の通り，計画的な点検を実施することにより健全性が確認できていることから，長期保守管理方針は有効であったと考える。

8. ジェットポンプ計測管締付部の締付力低下

＜30 年目の評価結果＞

ジェットポンプ計測配管の一部で使用している継手は，一方向性の形状記憶合金であり，取付け後緩みが生じる可能性は極めて小さいと判断する。なお，この継手は「ICM ハウジング取替工法の実機適用化研究（電力共通研究）」及び「溶接部等熱影響部信頼性実証試験等（原子力プラント保全技術信頼性実証試験（機器保全実証試験））」（(財）原子力発電技術機構）にて健全性が確認されている材質と同じものを使用している。

原子力発電技術機構で実施された実証試験は，60 年運転が仮定された試験ではないことから，ジェットポンプ計測配管で使用している継手については，計画的な目視点検により，締付力が低下していないことを確認していく必要があると判断する。

＜長期保守管理方針＞

ジェットポンプ計測管締付部の締付力低下については，目視点検を実施する。

＜実施状況＞

第 24 回定期検査（2009 年度）に日本機械学会 JSME S NA1-2008「発電用原子力設備規格維持規格（2008 年版）」及び「発電用原子力設備における破壊を引き起こすき裂その他の欠陥の解釈について（内規）NISA-325c-09-1，NISA-163c-09-2（平成 21 年 2 月 27 日付け　平成 21･02･18 原院第 2 号）」に基づき炉内構造物供用期間中検査として JP11,12 を定点に目視点検を実施し問題のないことを確認した。

＜有効性評価＞

上記の通り，計画的な点検を実施することにより健全性が確認できていることから，長期保守管理方針は有効であったと考える。

9. 原子炉格納容器のドライウェルスプレイヘッダ及びサプレッションチェンバスプレイヘッダの腐食

＜30 年目の評価結果＞

外面については塗装されており，目視で有意な腐食がないことを確認している。内面については腐食の可能性は否定できないため，内面の目視点検が必要と判断する。

＜長期保守管理方針＞

原子炉格納容器のドライウェルスプレイヘッダ及びサプレッションチェンバスプレイヘッダの腐食については，内面の目視点検を実施する。

＜実施状況＞

第 24 回定期検査（2009 年度）にドライウェルスプレイヘッダ内面及びサプレッションチェンバスプレイヘッダ内面の目視点検を実施し機能・性能に影響を及ぼす有意な変形，割れ，腐食等がないことを確認した。

＜有効性評価＞

上記の通り，計画的な点検を実施することにより健全性が確認できていることから，長期保守管理方針は有効であったと考える。

10. 原子炉補機冷却水系炭素鋼配管等*の外面腐食

＜30 年目の評価結果＞

原子炉補機冷却系炭素鋼配管，ディーゼル発電機海水系炭素鋼配管の外面には，塗装が施されている。塗装が健全であれば腐食は防止できるが，塗装がはく離すると，腐食が発生する可能性がある。

炭素鋼配管の外面腐食については，機器の点検時，巡視点検時に塗装の状態を目視にて確認し，必要に応じて補修塗装を実施することで，健全性の維持は可能であると考える。

ただし，保温材に覆われた範囲については，塗装の健全性確認のため，今後点検要領を定め，計画的に点検を実施する必要があると考える。

＜長期保守管理方針＞

原子炉補機冷却水系炭素鋼配管等*の外面腐食については，保温材に覆われた範囲について点検要領を定め，外表面の目視点検を実施する。

＊：原子炉補機冷却水系炭素鋼配管
　　ディーゼル発電機海水系炭素鋼配管

＜実施状況＞

社内規程「配管肉厚管理マニュアル」に点検要領を定めた上で，第 25 回施設定期検査（2012 年度及び 2015 年度）に保温材に覆われた範囲について，代表部位の配管外面について塗装の劣化（剥離，膨れ，変色）がないことを以て配管外面に腐食がないことを確認した。

＜有効性評価＞

上記の通り，計画的な点検を実施することにより健全性が確認できていることから，長期保守管理方針は有効であったと考える。

11. 埋設炭素鋼配管の外面腐食

＜30 年目の評価結果＞

埋設炭素鋼配管の外面には塗装が施されている。塗装が健全であれば腐食は防止できるが，塗装がはく離すると，腐食が発生する可能性がある。

塗装が健全であれば腐食が発生する可能性は小さいが，埋設されているため，計画的な点検を実施する必要があると考える。

＜長期保守管理方針＞

埋設炭素鋼配管の外面腐食については，点検要領を定め，代表部位の目視点検を実施する。

＜実施状況＞

社内規程「配管肉厚管理マニュアル」に点検要領を定めた上で，第 25 回施設定期検査（2015 年度）にて，埋設炭素鋼配管（OG 系）の外表面の目視点検を実施し，有意な腐食がないことを確認した。

なお，同じく埋設炭素鋼配管である二重管について内面からの肉厚測定を実施し，有意な腐食がないことを確認した。

＜有効性評価＞

上記の通り，計画的な点検を実施することにより健全性が確認できていることから，長期保守管理方針は有効であったと考える。

12. グランド蒸気蒸発器ドレンタンク等*の腐食

＜30 年目の評価結果＞

グランド蒸気蒸発器ドレンタンク等は炭素鋼で内部流体は純水ないし蒸気であり腐食の可能性は否定できないことから，肉厚測定を計画することにより，腐食による減肉の現状把握が必要と考える。

＜長期保守管理方針＞

グランド蒸気蒸発器ドレンタンク等*の腐食については，肉厚測定を実施する。

*：グランド蒸気蒸発器ドレンタンク
可燃性ガス濃度制御系設備（気水分離器，配管）
蒸気式空気抽出器（胴，管支持板）

＜実施状況＞

第24回定期検査（2009年）に，グランド蒸気蒸発器ドレンタンク，可燃性ガス濃度制御系設備（気水分離器，配管），蒸気式空気抽出器（胴を代表部とした）の代表部位の超音波探傷試験（肉厚測定）を実施し，有意な腐食がないことを確認した。

＜有効性評価＞

上記の通り，計画的な点検を実施することにより健全性が確認できていることから，長期保守管理方針は有効であったと考える。

13. 支持脚スライド部*の腐食

＜30 年目の評価結果＞

スライド部は，長期使用により腐食し固着する可能性は否定できないが，目視によりスライド部の健全性の確認は可能である。

スライド部の腐食は，目視にて検知可能であるが，現状の保全は熱交換器全体の外観を目視にて確認しているため，今後はよりスライド部に着目した点検を行うことが適切であると判断する。

＜長期保守管理方針＞

支持脚スライド部*の腐食については，目視点検を実施する。

＊： 原子炉冷却材浄化系再生熱交換器
原子炉冷却材浄化系非再生熱交換器
第6給水加熱器
残留熱除去系熱交換器
排ガス予熱器
排ガス復水器
蒸気式空気抽出器

＜実施状況＞

原子炉冷却材浄化系再生熱交換器及び原子炉冷却材浄化系非再生熱交換器は，2009 年度に支持脚スライド部の目視点検を実施し，機能・性能に影響を及ぼす有意な腐食がないことを確認した。

残留熱除去系熱交換器は，2011 年度に A 号機，2013 年度に B 号機の支持脚スライド部の目視点検を実施し，機能・性能に影響を及ぼす有意な腐食がないことを確認した。

第 6 給水加熱器は，第 25 回施設定期検査（2013 年度）に支持脚スライド部の目視点検を実施し，機能・性能に影響を及ぼす有意な腐食がないことを確認した。

排ガス予熱器及び排ガス復水器は，2013 年度に支持脚スライド部の目視点検を実施し，機能・性能に影響を及ぼす有意な腐食がないことを確認した。

蒸気式空気抽出器は，2009 年度に支持脚スライド部の目視点検を実施し，機能・性能に影響を及ぼす有意な腐食がないことを確認した。

＜有効性評価＞

上記の通り，計画的な点検を実施することにより健全性が確認できていることから，長期保守管理方針は有効であったと考える。

14. 主蒸気ノズル等*の腐食

＜30 年目の評価結果＞

健全性評価結果から，主蒸気ノズル等の腐食が問題となる可能性は十分小さいと判断するが，点検実績がないため目視点検を実施していくこととする。

＜長期保守管理方針＞

主蒸気ノズル等*の腐食については，目視点検を実施する。

＊：主蒸気ノズル
給水ノズル
炉心スプレイノズル
低圧注入ノズル
上鏡スプレイノズル
ベントノズル
制御棒駆動水ノズル
ドレンノズル
上鏡内面

＜実施状況＞

第 24 回定期検査（2009 年度）に火力原子力発電技術協会 BWR 炉内構造物点検評価ガイドラインに基づき炉内構造物検査として主蒸気ノズル，給水ノズル，炉心スプレイノズル，低圧注入ノズル，上鏡スプレイノズル，ベントノズル，制御棒駆動水ノズル，上鏡内面を対象に点検を実施し有意な腐食がないことを確認した。

第 25 回施設定期検査（2011 年度）に日本原子力技術協会 JANTI-VIP-06「炉内構造物等点検評価ガイドラインについて(第 3 版)」に基づき炉内構造物検査としてドレンノズルを対象に点検を実施し有意な腐食がないことを確認した。

＜有効性評価＞

上記の通り，計画的な点検を実施することにより健全性が確認できていることから，長期保守管理方針は有効であったと考える。

15. ディーゼル発電機海水系のレストレイント，埋込金物の腐食

＜30 年目の評価結果＞

レストレイント，埋込金物の外面には，塗装が施されている。塗装が健全であれば腐食は防止できるが，塗装がはく離すると，腐食が発生する可能性がある。

塗装が健全であれば腐食が発生する可能性は小さいが，雨水の影響を受けやすい箇所については，計画的な補修塗装を実施する。

＜長期保守管理方針＞

ディーゼル発電機海水系のレストレイント，埋込金物の腐食については，補修塗装を実施する。

＜実施状況＞

第 24 回定期検査（2009 年度）に，ディーゼル発電機海水系（2C，HPCS）及び第 25 回施設定期検査（2014 年度）に，ディーゼル発電機海水系（2C，2D，HPCS）のレストレイント，埋込金物の補修塗装を実施した。

また，第 25 回施設定期検査（2016 年度）に外観点検を実施し，問題がないことを確認した。

＜有効性評価＞

上記の通り，計画的な点検を実施することにより健全性が確認できていることから，長期保守管理方針は有効であったと考える。

16. 排気筒*の腐食

＜30 年目の評価結果＞

主排気筒筒身，サンプリング配管，フランジボルト・ナット，管台，非常用ガス処理系排気筒筒身，主排気筒鉄搭には塗装が施されている。塗装が健全であれば腐食は防止できるが，塗装が経年劣化によりはく離すると，腐食が発生する可能性は否定できない。

補修塗装を実施していくことで，有意な腐食の進行は防止できると考えるが，浜岡原子力発電所 1・2 号機共用排気筒で発生した，サンプリング配管の腐食事象に鑑み，今後は詳細な部位毎に点検要領を定め，計画的に点検を実施していく必要があると考える。

＜長期保守管理方針＞

排気筒*の腐食については，詳細な部位毎に点検要領を定め，点検を実施する。

*：主排気筒筒身
サンプリング配管
フランジボルト・ナット
管台
非常用ガス処理系排気筒筒身
主排気筒鉄搭

＜実施状況＞

点検計画に実施部位（主排気筒筒身，サンプリング配管，フランジボルト・ナット，管台，非常用ガス処理系排気筒筒身，主排気筒鉄搭）と実施内容（目視点検）を定め，2013 年度に計画的な点検を実施し，問題のないことを確認した。

また，排気筒補強工事により，新たに設置されたオイルダンパ及び弾塑性ダンパについて適切に点検計画に反映され，計画的な点検が行われることを確認した。

＜有効性評価＞

上記の通り，計画的な点検を実施することにより健全性が確認できていることから，長期保守管理方針は有効であったと考える。

17. 炭素鋼配管の内面の流れ加速型腐食，ステンレス鋼配管，炭素鋼配管及び低合金鋼配管の内面の液滴衝撃エロージョン

＜30 年目の評価結果＞

流れの乱れが起きる箇所に流れ加速型腐食による減肉が発生しやすい。

蒸気とともに加速されるなどして高速になった液滴が配管の壁面などに衝突する部位，配管内での減圧沸騰により発生した蒸気の体積膨張により加速された液滴が配管の壁面などに衝突する部位では，液滴衝撃エロージョンによる減肉が発生しやすい。

「配管肉厚管理マニュアル」に基づき肉厚管理を実施し，配管肉厚管理として新たな知見が得られた場合は，その後の計画に適切に反映することとしており，現状の配管肉厚管理は適切であると考える。今後も管理ランク毎のデータを蓄積し，配管肉厚管理に反映していくことが重要であると考える。

＜長期保守管理方針＞

炭素鋼配管の内面の流れ加速型腐食，ステンレス鋼配管，炭素鋼配管及び低合金鋼配管の内面の液滴衝撃エロージョンについては，日本機械学会「発電用原子力設備規格　沸騰水型原子力発電所　配管減肉管理に関する技術規格　JSME S NH1-2006」を踏まえつつ，安全基盤研究の成果が得られた場合には，保全への反映の要否を判断し，要の場合は「配管肉厚管理マニュアル」を改定する。

また，肉厚測定による実測データに基づき耐震安全性評価を実施した炭素鋼配管（給水系，主蒸気系，給水加熱器ドレン系）は，今後の減肉進展の実測データを反映した耐震安全性の再評価を実施する。

なお，配管の減肉を想定した耐震安全性評価手法に関する安全基盤研究の成果が得られた場合には，保全への反映の要否を判断し，要の場合は実施計画を策定する。

＜実施状況＞

社内規程「配管肉厚管理マニュアル」は，日本機械学会「発電用原子力設備規格　沸騰水型原子力発電所　配管減肉管理に関する技術規格　JSME S NH1-2006」に定められた内容に従い，対象系統及び部位や実施時期等の考え方を反映している。

第 24 回定期検査（2009 年），第 25 回施設定期検査（2011 年～）に実施した肉厚測定より得られた実測データ及び基準地震動 Ss 等により定まる地震力を用いて炭素鋼配管の耐震安全性評価を実施し，60 年時点における耐震安全性を確認した。

なお，安全基盤研究の成果に基づき，保全への適用の要否について検討した結果，今後の保全計画に反映すべきものがないことを確認した。

＜有効性評価＞

上記の通り，計画的な肉厚測定に基づき耐震安全性評価を実施することにより健全性が確認できていることから，長期保守管理方針は有効であったと考える。

18. 後打ちケミカルアンカの樹脂の劣化

＜30 年目の評価結果＞

ケミカルアンカの使用環境，文献データ等より劣化の可能性は小さく，設計許容荷重に対して十分な耐力を有している。

ケミカルアンカの樹脂が劣化する可能性は小さいが，サンプリングによるデータの取得等により健全性評価の妥当性を確認することは有効であると判断する。

＜長期保守管理方針＞

後打ちケミカルアンカの樹脂の劣化については，類似環境下にある機器の取替が行われる場合に，調査を実施する。

＜実施状況＞

2013 年度に約 37 年使用した屋外機器の取替に合わせ，基礎ボルトの調査を実施したところ，軽微な発錆は認められたものの，手入れをした結果，有意な腐食は認められなかった。

2017 年度に運開後，約 39 年経過した MS トンネル室空調装置（撤去済み）後打ちケミカルアンカについて，機器撤去後は未使用状態であったため，腐食・付着力の観点から，引き抜き試験を実施し，樹脂の劣化状況を確認した。後打ちケミカルアンカの直上部は軽微な腐食は認められたものの，手入れをした結果，有意な腐食は認められなかった。また樹脂（埋設）部は，有意な腐食はなく，引き抜き試験の結果からも許容引張応力を上回る荷重でコーン状破壊に至っていることから，樹脂の健全性を確認することが出来た。

＜有効性評価＞

上記の通り，後打ちケミカルアンカの樹脂の劣化に関する調査を実施することにより健全性が確認できていることから，長期保守管理方針は有効であったと考える。

19. 機器付基礎ボルト等*の腐食

＜30 年目の評価結果＞

基礎ボルトは，ベースプレートを介し，コンクリート基礎に取付けられており，風雨に直接さらされている環境，若しくは塗装がされていない部位で腐食が発生する可能性がある。

しかし，東海発電所の腐食量調査から推定し，60 年時点での機器支持機能を喪失させる腐食の可能性は小さいと考える。

有意な腐食の進行はないと考えるが，サンプリングによるデータの取得等により健全性評価の妥当性を確認することは有効であると判断する。

＜長期保守管理方針＞

機器付基礎ボルト等*の腐食については，機器取替の場合，調査を実施する。

*:① 機器付基礎ボルト（基礎ボルト直上部）
② 後打ちメカニカルアンカ（後打ちメカニカルアンカ直上部及びコンクリート埋込部）
③ 後打ちケミカルアンカ（後打ちケミカルアンカ直上部）
④ 主要変圧器（タンク，底板ビーム），所内変圧器（タンク，底板ビーム）
起動変圧器（タンク，底板ビーム），予備変圧器（タンク，底板ビーム）

＜実施状況＞

基礎ボルト（機器付基礎ボルト，後打ちメカニカルアンカ，後打ちケミカルアンカ）については，第 24 回定期検査（2009 年度）に屋内設置のケミカルアンカの直上部の目視点検，第 25 回施設定期検査（2013 年度）に屋外設置の基礎ボルトの直上部の目視点検を実施し，有意な腐食のないことを確認している。なお，メカニカルアンカのコンクリート埋設部については，機器の取替が行われなかったため，調査は実施していない。

2012 年度に約 33 年間使用した主要変圧器の取替を行っており，取替に合わせて既設変圧器のタンク，底板ビームの腐食状況について確認を実施した。

底板ビームの腐食量を測定した結果，許容腐食量内にあることを確認した。

また，タンク底板については，目視による腐食状況の確認を行った結果，タンク底板に部分的に錆は見受けられたが，塗装の大部分は残存しており，健全な状態であることを確認した。

なお，所内，起動，予備の各変圧器の基礎ボルト等は，今後計画されている取替時に合わせて確認を行う。

＜有効性評価＞

上記の通り，機器の取替え等に合わせた調査で機器付基礎ボルト等の健全性が確認できていることから，長期保守管理方針は有効であったと考える。

20. 低圧 CN ケーブル等*の絶縁体の絶縁特性低下

＜30 年目の評価結果＞

低圧 CN ケーブル等*の IEEE Std.323-1974 及び IEEE Std.383-1974 の規格を根幹に電気学会にてまとめられた「原子力発電所電線ケーブルの環境試験方法ならびに耐延焼試験方法に関する推奨案」と同じ手順で実施した。

低圧 CN ケーブル等*は，東海第二発電所で使用されているケーブルと異なる製造メーカの試験結果をもとに評価した結果，60 年間の運転期間及び事故時雰囲気において絶縁性能を維持できると判断した。

健全性評価結果より，絶縁体の急激な絶縁特性低下の可能性は低い。

また，絶縁特性低下は点検時の絶縁抵抗測定等で把握可能と考える。

低圧 CN ケーブル等*の健全性評価にあたっては，他メーカが製造したケーブルのデータによる評価であることから，実機相当品による 60 年想定の耐環境試験を実施し，長期的な健全性を確認する必要がある。

＜長期保守管理方針＞

低圧 CN ケーブル等*の絶縁体の絶縁特性低下については，実機相当品の 60 年間の運転期間における劣化を想定した長期健全性試験を実施し，健全性の評価を行う。

評価にあたっては，原子力安全基盤機構による安全研究「原子力プラントのケーブル経年変化評価技術調査研究」の成果に基づき，長期健全性評価への反映の要否を判断し，要の場合は健全性評価へ反映する。

*:① 低圧CNケーブル
低圧CVケーブル
低圧KGBケーブル
② 難燃一重同軸ケーブル

＜実施状況＞

① 低圧 CN ケーブル，低圧 CV ケーブル及び低圧 KGB ケーブル

低圧 CN ケーブル，低圧 CV ケーブル及び低圧 KGB ケーブルは，『電気学会技術報告（Ⅱ部）第 139 号「原子力発電所電線ケーブルの環境試験方法ならびに耐延焼性試験方法に関する推奨案」』（以下「電気学会推奨案」という）並びに原子力安全基盤機構による安全研究「原子力プラントのケーブル経年変化評価技術調査研究」（以下「ACA 研究」という）の成果を踏まえて取りまとめられた「原子力発電所のケーブル経年劣化評価ガイド」（以下「ACA ガイド」という）に基づき健全性を評価した結果，東海第二発電所における敷設環境において「低圧 CN ケーブルは約 4 年」，「低圧 CV ケーブルは 60 年以上」，「低圧 KGB ケーブルは 60 年以上」の健全性を維持できることを確認した。

「低圧 CN ケーブル」は，今停止期間中に防火対策として「難燃 PN ケーブル」へ更新することとしている。

② 難燃一重同軸ケーブル

難燃一重同軸ケーブル（架橋ポリエチレン）は，ACA ガイドに取りまとめられている経年劣化手法にて評価を行い，設計基準事故を想定した東海第二発電所における敷設環境において 60 年間の健全性を維持できることを確認した。

難燃一重同軸ケーブル（耐放射線性架橋ポリオレフィン）は，東海第二発電所において 31 年間使用したケーブルを供試体に設計基準事故時雰囲気を想定した健全性評価試験を実施し，東海第二発電所における敷設環境において 31 年の健全性を維持できることを確認した。

なお，当該ケーブルは 2009 年（運転開始後 31 年）に難燃一重同軸ケーブル（架橋ポリエチレン）に取替を実施しており，ACA ガイドに基づき，東海第二発電所における敷設環境において 30 年の健全性を維持できることを確認した。

よって，東海第二発電所における敷設環境において当該ケーブルは 60 年の健全性を維持できることを確認した。

難燃一重同軸ケーブル（難燃性架橋ポリオレフィン）は，東海第二発電所において 37 年間使用したケーブルを供試体に用いて，ACA ガイドに基づき 23 年分の劣化付与並びに設計基準事故時雰囲気を想定した健全性評価試験を実施し，東海第二発電所における敷設環境において 60 年の健全性を維持できることを確認した。

＜有効性評価＞

電気学会推奨案及び ACA ガイドに基づき，健全性評価を行い，東海第二発電所の敷設環境における評価期間内にケーブルの取替を行うことで，60 年の運転を想定した期間，健全性は維持できることから，長期保守管理方針は有効であったと考える。

21. 難燃六重同軸ケーブルの絶縁特性低下

＜30 年目の評価結果＞

絶縁体（耐放射線性架橋発泡ポリエチレン）の絶縁特性低下については，約 31 年間の運転期間における熱，放射線及び事故時雰囲気による劣化を想定した長期健全性試験を実施し，健全性を確認した。

試験結果は判定基準を満足しており,約31年間の絶縁性能を維持できると評価できる。

なお，当該ケーブルは 1999 年（運転開始後 21 年）に取替を実施しており，これを考慮すると運転開始から約 52 年間の絶縁性能を維持できると評価できる。

健全性評価結果より絶縁体の急激な絶縁特性低下の可能性は低い。また，絶縁特性低下は点検時の絶縁抵抗測定等で把握可能と考える。

但し，60 年想定の耐環境試験を実施し，長期的な健全性を確認する必要がある。

＜長期保守管理方針＞

難燃六重同軸ケーブルの絶縁特性低下については，60年間の運転期間における劣化を想定した長期健全性試験を実施し，健全性の評価を行う。

評価にあたっては，原子力安全基盤機構による安全研究「原子力プラントのケーブル経年変化評価技術調査研究」の成果に基づき，長期健全性評価への反映の要否を判断し，要の場合は健全性評価へ反映する。

＜実施状況＞

原子力安全基盤機構による ACA ガイドに基づき,30 年間の運転期間及び事故時雰囲気を想定した健全性評価を行い，東海第二発電所における敷設環境において健全性を維持できることを確認した。なお，難燃六重同軸ケーブルは 1999 年（運転開始後 21 年）に取替を実施しており，これを考慮すると運転開始から約 51 年間の絶縁性能を維持できることを確認した。

＜有効性評価＞

原子力安全基盤機構による ACA ガイドに基づき健全性評価を行い，ケーブル敷設後 30 年を迎える前にケーブルを取替えることで 60 年の運転を想定した期間，健全性は維持できることから，長期保守管理方針は有効であったと考える。

22. 難燃三重同軸ケーブルの絶縁特性低下

＜30 年目の評価結果＞

絶縁体（耐放射線性架橋発泡ポリオレフィン）の絶縁特性低下については，60 年間の運転期間における熱，放射線及び事故時雰囲気による劣化を想定した長期健全性試験を実施し，健全性を確認した。

試験結果は判定基準を満足しており，60 年間の絶縁性能を維持できると評価できる。

健全性評価結果より絶縁体の急激な絶縁特性低下の可能性は低い。

また，絶縁特性低下は系統機器の動作試験で把握可能と考える。

なお，より確実にケーブルの絶縁機能を把握するため絶縁抵抗測定を追加する。

＜長期保守管理方針＞

難燃三重同軸ケーブルの絶縁特性低下については，

① 系統機器の点検に合わせ絶縁抵抗測定を実施する。

② また，原子力安全基盤機構による安全研究「原子力プラントのケーブル経年変化評価技術調査研究」の成果に基づき，長期健全性評価への反映の要否を判断し，要の場合は健全性評価を実施する。

＜実施状況＞

第 24 回定期検査（2008 年度），第 25 回施設定期検査（2011 年度）にて，難燃三重同軸ケーブルの絶縁抵抗測定を実施した。

難燃三重同軸ケーブルは，東海第二発電所で 37 年間使用した絶縁体仕様が類似するケーブルを供試体として，ACA ガイドに取りまとめられている経年劣化手法にて，23 年間の健全性の確認を行った。これを考慮すると運転開始から 60 年間の絶縁性能を維持できることを確認した。

＜有効性評価＞

原子力安全基盤機構による ACA ガイドに基づき，健全性評価を行い，東海第二発電所における敷設環境において 60 年の運転を想定した期間，健全性は維持できることから，長期保守管理方針は有効であったと考える

23. 端子台等*の絶縁特性低下

＜30 年目の評価結果＞

端子台の長期健全性評価は，実機相当品による健全性評価を実施し，この結果及び UL 規格による熱劣化評価に基づき長期間の端子台の健全性を評価した結果，40 年間の運転期間及び事故時雰囲気において絶縁性能を維持できると判断した。

同軸コネクタ（絶縁物：テフロン）は，実機相当品による健全性試験を実施し，この結果及び UL 規格による熱劣化評価に基づき長期間の同軸コネクタの健全性を評価した結果，60 年間の運転期間及び事故時雰囲気において絶縁性能を維持できると判断した。

回転数検出器（電磁ピックアップ式）は，設置環境条件（温度，放射線）をもとに回転検出器の耐熱性，耐放射線性について文献データ等を用いて健全性を評価した結果，60 年間の運転期間及び事故時雰囲気において絶縁性能を維持できると判断した。

事故時環境内で機能要求がある端子台等*について，60 年間の供用期間の経年劣化を考慮した事故時耐環境性能に関する評価を行うこととし，その評価手順については，現在，日本電気協会で検討中の「軽水炉原子力発電所の安全系電気・計装品耐環境性能に関する指針(仮称)」を活用していくことを検討する。

＜長期保守管理方針＞

端子台等*の絶縁特性低下については，事故時環境内で機能要求がある場合，60年間の運転期間及び事故時雰囲気による劣化を想定した健全性の評価を実施する。

評価にあたっては，日本電気協会「原子力発電所の安全系電気・計装品の耐環境性能の検証に関する指針（仮称）」が制定された時点で長期健全性評価への反映の要否を判断し，要の場合は健全性評価へ反映する。

*:① 端子台（絶縁物）
② 同軸コネクタ（絶縁物：テフロン）
③ 計測装置のうち回転数検出器（電磁ピックアップ式）

＜実施状況＞

① 端子台

IEEE Std.382-1996「IEEE Standard for Qualification of Actuators for Power-Operated Valve Assemblies With Safety-Related Functions for Nuclear Power Plants」に規定された長期健全性評価試験条件をもとに原子炉格納容器外用端子台は，原子炉建屋において12年間使用した端子台を供試体に48年相当の劣化付与を行い，設計基準事故時雰囲気を想定した蒸気曝露試験を行うことで60年の健全性が維持できることを確認した。

原子炉格納容器内用端子台は，原子炉格納容器内において38年間設置使用した端子台を供試体に設計基準事故時雰囲気を想定した蒸気曝露試験を行うことで，38年間の健全性が維持できることを確認した。

なお，原子炉格納容器内用端子台については，今停止期間中に取替えを行うことで，60年の運転を想定した期間，健全性を維持できる。

② 同軸コネクタ

日本電気協会「原子力発電所の安全系電気・計装品の耐環境性能の検証に関する指針」に規定された長期健全性評価試験条件をもとに東海第二発電所において使用している新品同軸コネクタに37年分の劣化付与を行い，事故時雰囲気を想定した健全性評価試験を実施し，健全性が維持できることを確認した。

当該コネクタは，2001年（運転開始後23年）に取替を実施しており，これを考慮すると運転開始から60年間の健全性を維持できることを確認した。

③ 計測装置のうち回転数検出器（電磁ピックアップ式）

日本電気協会「原子力発電所の安全系電気・計装品の耐環境性能の検証に関する指針」に規定された長期健全性評価試験条件をもとに原子力安全基盤機構による「電気・計装設備の健全性評価技術調査研究（JNES-RE-2012-0016 平成24年11月）」の成果を反映し，東海第二発電所において使用している回転数検出器の60年間の運転期間及び事故時雰囲気を想定した健全性評価試験を実施していたところ，検出器出力信号に特性不良が発生し，良好な結果を得ることができなかった。

したがって，回転数検出器については，60年の健全性は維持できないと判断した。

＜有効性評価＞

日本電気協会「原子力発電所の安全系電気・計装品の耐環境性能の検証に関する指針」等に規定された長期健全性評価試験条件に基づき，健全性評価を行い同軸コネクタ及び原子炉格納容器外用端子台については，60 年の運転を想定した期間，健全性は維持できることから，長期保守管理方針は有効であったと考える。

なお，原子炉格納容器内用端子台は，長期健全性評価試験の結果を基に，38 年間の健全性は確認されていることから，点検計画（定期取替品に設定）に反映することし，本停止期間中に取替えることで 60 年の健全性は維持できることが確認されたことから，長期保守管理方針の当初意図した結果(長期健全性の確保)が得られたことから有効であったと考える。

また，回転数検出器は，60 年間の運転期間における健全性評価試験を行い，健全性が確認できなかったことから，プラントメーカーが IEEE Std.323-1974「IEEE Standard for Qualifying Class 1E Equipment for Nuclear Power Generating Stations」に準拠して行った，回転数検出器の長期健全性評価試験の結果をもとに，当該検出器の 40 年間の運転期間における健全性を確認した。当該検出器は運転開始後 14 年に設置以降 25 年間使用しており，点検計画（定期取替品に設定）に反映することとし，設置後 40 年を迎える前に取替えることにより，運転開始から 60 年間の健全性を維持することができ，長期保守管理方針の当初意図した結果(長期健全性の確保)が得られたことから有効であったと考える。

24. 圧力伝送器／差圧伝送器（ダイヤフラム式）等*の特性変化

＜30 年目の評価結果＞

圧力伝送器等の特性変化については，特性試験による健全性確認結果及び事故時雰囲気で動作要求される圧力伝送器等を対象とした 10 年間の経年劣化及び事故時雰囲気を想定した長期健全性試験結果等より，特性変化する可能性は低い。

現状，特性試験を実施しており，特性変化の把握は可能である。

健全性評価結果より，著しく特性変化する可能性は低い。

また，特性変化は点検時の特性試験で把握可能と考える。

＜長期保守管理方針＞

計測装置のうち圧力伝送器／差圧伝送器（ダイヤフラム式）等*の特性変化については，事故時環境内で機能要求がある場合，60年間の運転期間及び事故時雰囲気による劣化を想定した健全性の評価を実施する。

評価にあたっては，日本電気協会「原子力発電所の安全系電気・計装品の耐環境性能の検証に関する指針（仮称）」が制定された時点で長期健全性評価への反映の要否を判断し，要の場合は健全性評価へ反映する。

*:① 計測装置のうち圧力伝送器／差圧伝送器（ダイヤフラム式）

② 計測装置のうちSRNM前置増幅器

③ 計測装置のうち放射線検出器（イオンチェンバ式）

＜実施状況＞

① 圧力伝送器／差圧伝送器（ダイヤフラム式）

日本電気協会「原子力発電所の安全系電気・計装品の耐環境性能の検証に関する指針」に規定された長期健全性評価試験条件をもとに東海第二発電所において使用している伝送器の 20 年間の運転期間及び設計基準事故時雰囲気を想定した健全性評価試験並びに 9 年間の運転期間及び重大事故等時雰囲気を想定した健全性評価試験を実施し，健全性が維持できることを確認した。

② SRNM 前置増幅器

日本電気協会「原子力発電所の安全系電気・計装品の耐環境性能の検証に関する指針」に規定された長期健全性評価試験条件をもとに東海第二発電所において使用している SRNM 前置増幅器の 14 年間の運転期間及び事故時雰囲気を想定した健全性評価試験を実施し，健全性が維持できることを確認した。

③ 放射線検出器（イオンチェンバ式）

日本電気協会「原子力発電所の安全系電気・計装品の耐環境性能の検証に関する指針」に規定された長期健全性評価試験条件をもとに東海第二発電所において使用している放射線検出器の 60 年間の運転期間及び事故時雰囲気を想定した健全性評価試験を実施し，健全性が維持できることを確認した。

＜有効性評価＞

① 圧力伝送器／差圧伝送器（ダイヤフラム式）

日本電気協会「原子力発電所の安全系電気・計装品の耐環境性能の検証に関する指針」に規定された長期健全性評価試験条件をもとに健全性評価を行い，圧力伝送器／差圧伝送器（ダイヤフラム式）のうち設計基準事故時雰囲気で機能要求のある機器は設置後 20 年を迎える前に，重大事故等時雰囲気で機能要求のある機器は設置後 9 年を迎える前に取替えることで健全性は維持できることから，長期保守管理方針は有効であったと考える。

② SRNM 前置増幅器

日本電気協会「原子力発電所の安全系電気・計装品の耐環境性能の検証に関する指針」に規定された長期健全性評価試験条件をもとに健全性評価を行い，SRNM 前置増幅器は，設置後 14 年を迎える前に取替えることで健全性は維持できることから，長期保守管理方針は有効であったと考える。

③ 放射線検出器（イオンチェンバ式）

日本電気協会「原子力発電所の安全系電気・計装品の耐環境性能の検証に関する指針」に規定された長期健全性評価試験条件をもとに健全性評価を行い，60 年の運転を想定した期間，健全性は維持できることから，長期保守管理方針は有効であったと考える。

25. 温度検出器（熱電対式，測温抵抗体式）の絶縁特性低下

＜30 年目の評価結果＞

温度検出器の絶縁特性低下については，事故時雰囲気において動作が要求される温度検出器を対象としたエポキシ樹脂の封止性確認試験及び放射線評価試験の結果，主蒸気管トンネル温度検出器は 26 年間の通常運転及び事故時雰囲気において絶縁性能を維持できると評価できる。

なお，当該温度検出器は 1993 年（運転開始後 15 年）に取替を実施しており，これを考慮すると運転開始から 41 年間の絶縁性能を維持できると評価できる。

また，圧力抑制室水温度検出器は 60 年間の通常運転及び事故時雰囲気において絶縁性能を維持できると評価できる。

健全性評価結果より，著しく絶縁特性低下する可能性は低い。また，絶縁特性低下は点検時の温度測定値確認，抵抗測定で把握可能と考える。

＜長期保守管理方針＞

計測装置のうち温度検出器（熱電対式，測温抵抗体式）の絶縁特性低下については，事故時環境内で機能要求がある場合，25年毎に実施する取替計画を策定する。

また，日本電気協会「原子力発電所の安全系電気・計装品の耐環境性能の検証に関する指針（仮称）」が制定された時点で長期健全性評価への反映の要否を判断し，要の場合は健全性評価を実施する。

＜実施状況＞

事故時環境内で機能要求がある温度検出器（熱電対式，測温抵抗体式）について，取替計画を点検計画に反映した。

また，日本電気協会「原子力発電所の安全系電気・計装品の耐環境性能の検証に関する指針」に規定された長期健全性評価試験条件をもとに原子力安全基盤機構による「電気・計装設備の健全性評価技術調査研究（JNES-RE-2012-0016 平成 24 年 11 月）」の成果を反映し，東海第二発電所において使用している熱電対式温度検出器は 25 年間の運転期間及び事故時雰囲気を想定した健全性評価試験を実施し，健全性が維持できることを確認した。

一方，測温抵抗体式温度検出器は 30 年間の運転期間及び事故時雰囲気を想定した健全性評価試験を実施していたところ，シール部に不良が発生し，良好な結果を得ることができなかった。

したがって，測温抵抗体式温度検出器については，60 年の健全性は維持できないと判断した。

＜有効性評価＞

日本電気協会「原子力発電所の安全系電気・計装品の耐環境性能の検証に関する指針」に規定された長期健全性評価試験条件をもとに健全性評価を行い，熱電対式温度検出器は，設置後 25 年を迎える前に取替えることで健全性は維持できることから，長期保守管理方針は有効であったと考える。

また，測温抵抗体式温度検出器は，既設測温抵抗体式温度検出器の試験を行い，健全性が確認できなかったことから，シール部の改良により 15 年間の健全性が確認されている測温抵抗体式温度検出器へ更新するとともに，設置後 15 年を迎える前に取替えることを点検計画（定期取替品の周期見直し）に反映することで健全性を維持することができ，長期保守管理方針の当初意図した結果(長期健全性の確保)が得られたことから有効であったと考える。

26. 原子炉格納容器内の電動（交流）弁用駆動部*及び原子炉格納容器外の電動（交流・直流）弁用駆動部*の絶縁特性低下

＜30 年目の評価結果＞

原子炉格納容器内の電動弁駆動部絶縁物の 40 年間の運転期間を想定した熱，放射線，機械的及び事故時雰囲気による試験結果から 40 年間の通常運転及び事故時雰囲気において絶縁特性を維持できることを確認した。絶縁体の急激な絶縁特性低下の可能性は小さい。

また，絶縁特性低下は点検時の絶縁抵抗測定等で把握可能と考えられる。

但し，60 年想定の耐環境試験を実施し，長期的な健全性を確認する必要がある。

＜長期保守管理方針＞

原子炉格納容器内の電動（交流）弁用駆動部*及び原子炉格納容器外の電動（交流・直流）弁用駆動部*の絶縁特性低下については，事故時環境内で機能要求がある場合，60年間の運転期間及び事故時雰囲気による劣化を想定した健全性の評価を実施する。

評価にあたっては，日本電気協会「原子力発電所の安全系電気・計装品の耐環境性能の検証に関する指針（仮称）」が制定された時点で長期健全性評価への反映の要否を判断し，要の場合は健全性評価へ反映する。

＊：弁用駆動部（固定子コイル，口出線・接続部品）

＜実施状況＞

日本電気協会「原子力発電所の安全系電気・計装品の耐環境性能の検証に関する指針」及び IEEE Std.382-1996「IEEE Standard for Qualification of Actuators for Power-Operated Valve Assemblies With Safety-Related Functions for Nuclear Power plants」に規定された長期健全性評価試験条件をもとに原子炉格納容器外で 38 年間設置使用された弁用駆動部に 22 年相当の劣化付与を行い，設計基準事故時雰囲気を想定した蒸気曝露試験を行うことで 60 年の健全性が維持できることを確認した。

また，原子炉格納容器内に設置された弁用駆動部の評価にあたっては，新製の弁用駆動部に 60 年相当の劣化付与を行い，設計基準事故時雰囲気を想定した蒸気曝露試験を行うことで 60 年の健全性が維持できることを確認した。

＜有効性評価＞

日本電気協会「原子力発電所の安全系電気・計装品の耐環境性能の検証に関する指針」及び IEEE Std.382-1996 に規定された長期健全性評価試験条件に基づき，健全性評価を行い 60 年の運転を想定した期間，健全性は維持できることから，長期保守管理方針は有効であったと考える。

27. 電気ペネトレーション（モジュール型）の絶縁特性低下及び気密性低下

＜30 年目の評価結果＞

電気ペネトレーションの長期間の経年変化を考慮した必要性能の評価方法は，IEEE Std.317-1976「IEEE Standard for Electric Penetration Assemblies in Containment Structures for Nuclear Power Generating Stations」の規格をもとに材料がほぼ同等である国産電気ペネトレーションにて評価を行い,60 年間の通常運転における使用条件及び事故時雰囲気において絶縁特性及び気密性能を維持できると評価する。

健全性評価結果より，絶縁特性の低下及び気密性の低下の可能性は低い。

また，絶縁特性の低下は，機器点検時に実施する絶縁抵抗の測定及び機器の動作試験により，気密性の低下は，点検時の原子炉格納容器漏えい率検査により把握可能と考える。

但し，電気ペネトレーションの評価にあたっては，国産電気ペネトレーションのデータによる評価であることから当該品による 60 年想定の耐環境試験を実施し，長期的な健全性を確認する必要がある。

＜長期保守管理方針＞

電気ペネトレーション（モジュール型）の絶縁特性低下及び気密性低下については，60 年間の運転期間及び事故時雰囲気による劣化を想定した健全性の評価を実施する。評価にあたっては，日本電気協会「原子力発電所の安全系電気・計装品の耐環境性能の検証に関する指針（仮称）」が制定された時点で長期健全性評価への反映の要否を判断し，要の場合は健全性評価へ反映する。

＜実施状況＞

日本電気協会「原子力発電所の安全系電気・計装品の耐環境性能の検証に関する指針」及び IEEE Std.317-1976「IEEE Standard for Electric Penetration Assemblies in Containment Structures for Nuclear Power Generating Stations」に規定された長期健全性試験条件をもとに原子力安全基盤機構による「電気・計装設備の健全性評価技術調査研究（JNES-RE-2012-0016 平成 24 年 11 月）」の成果を反映し，東海第二発電所において 33 年間設置使用された海外製低圧電気ペネトレーションに 27 年相当の劣化付与を行い 60 年の運転期間を想定した試験を実施していたところ，シール部に不良が発生し，良好な結果を得ることができなかった。

また，海外製高圧電気ペネトレーションのシール部に使用している材料は，低圧電気ペネトレーションのシール部に使用されている材料と同じであることから，同様にシール材の耐性は低下している可能性が高いと考えられる。

したがって，海外製低圧，高圧電気ペネトレーションについては，60 年の健全性は維持できないと判断した。

＜有効性評価＞

日本電気協会「原子力発電所の安全系電気・計装品の耐環境性能の検証に関する指針」及び IEEE Std.317-1976 に基づき，海外製低圧電気ペネトレーションの試験を行い，健全性の確認が出来なかったことから，今停止期間中に 60 年の健全性が確認されている国内製低圧，高圧電気ペネトレーションへ更新を行う。

海外製電気ペネトレーションについては，通常運転期間相当，設計基準事故時及び重大事故等時条件において健全性が確認された国内製電気ペネトレーションへ取替えることで，60 年の運転を想定した期間，健全性は維持できることから，長期保守管理方針は有効であったと判断する。

参考資料

30年目高経年化技術評価以降に発生した
経年劣化事象に起因する事故・トラブル等の検討結果

30年目評価以降に発生した事故・トラブル等の一覧表

No.	情報区分	件名	原因分析結果	経年劣化に関する保全が有効でなかったため生じたと考えられるもの※
1	保全品質	高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機　定期試験中における運転上の制限からの逸脱について	②	－
2	保全品質	協力会社における入所時の保安教育に係る不適合について	②	－
3	トラブル	原子炉隔離時冷却系タービン排気ライン逆止弁損傷に伴う運転上の制限逸脱について	①	○
4	保全品質	残留熱除去系(A)定期試験に伴う低圧注水系の運転上の制限の逸脱について	⑤	－
5	保全品質	原子炉隔離時冷却系の運転上の制限逸脱について	①	－
6	保全品質	管理区域における一時立入者の個人線量計の未着用について	②	－
7	保全品質	東海第二発電所洗濯廃液に係る保安規定違反の原因及び再発防止対策の報告について	②	－
8	保全品質	雑固体減容処理設備冷却室内における溶融金属等の飛散に伴う発煙について	④	－
9	保全品質	屋外硫酸貯蔵タンク堰内での漏えい事象について	⑦	○
10	保全品質	産業廃棄物処理施設における当社名等が表示されたドラム缶発見について	⑧	－
11	保全品質	管理区域における作業員の個人線量計（EPD）の着用不備について	②	－
12	保全品質	可燃性ガス濃度制御系（B）の運転上の制限からの逸脱について	⑧	－
13	保全品質	物品搬入時における管理区域内への不適切な立ち入り事象について	②	－
14	トラブル	主油タンク油面変動等に伴う機器点検のための原子炉手動停止について	①	○
15	保全品質	起動領域モニタチャンネル「D」指示不良による運転上の制限の逸脱及び解除について	⑧	－
16	保全品質	残留熱除去系（A）の運転上の制限の逸脱について	⑤	－
17	保全品質	低圧炉心スプレイ系定期試験前に確認すべき事項の未実施について	②	－
18	保全品質	蒸気乾燥器に確認されたひび割れについて	⑦	○
19	保全品質	シュラウドサポート溶接継手のひび状の指示模様について	⑦	○
20	保全品質	所内電源操作中における電源盤損傷の発生について	④	－
21	保全品質	東海第二発電所 制御棒駆動機構分解点検工事におけるごく微量の放射性物質の内部取り込みについて	②	－
22	保全品質	洗濯廃液放出に係る保安規定違反事象について	②	－
23	トラブル	残留熱除去系海水系配管の減肉について	⑦	○
24	保全品質	給水加熱器保管庫への個人線量計未着用での立ち入りについて	②	－
25	保全品質	非常用ガス処理系（A）の予防保全を目的とした保全作業の実施について	④	－
26	保全品質	非常用ガス処理系（B）の予防保全を目的とした保全作業の実施について	④	－

No.	情報区分	件名	原因分析結果	経年劣化に関する保全が有効でなかったため生じたと考えられるもの※
27	トラブル	残留熱除去系海水系（B）系機器点検のための原子炉手動停止について	③	－
28	保全品質	高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機の運転上の制限からの逸脱について	⑦	○
29	保全品質	【東日本大震災】　東海第二発電所　使用済燃料プール水飛散	⑥	－
30	トラブル	【東日本大震災関連】非常用ディーゼル発電機2C用海水ポンプの自動停止について	⑥	－
31	トラブル	【東日本大震災関連】125V蓄電池2B室における溢水について	⑧	－
32	保全品質	廃棄物処理建屋3階における火災について	⑤	－
33	保全品質	東海第二発電所における計画線量超過について	②	－
34	保全品質	非常用ディーゼル発電機2Cの運転上の制限からの逸脱について	①	－
35	保全品質	主蒸気逃し安全弁（D）内部部品の脱落について	①	－
36	保全品質	原子炉圧力容器下部制御棒駆動機構フランジからの漏水について	②	－
37	保全品質	取水口エリア北側ポンプ槽での火災について	①	－
38	保全品質	残留熱除去系（C）低圧注水系注入弁差圧検出配管溶接部近傍での水の滴下について	⑧	－
39	保全品質	原子炉建屋屋上における原子炉建屋ベントライン設置工事中の誤開孔事象について	①	－
40	保全品質	蒸気乾燥器のひび調査結果について	⑦	○
41	トラブル	東海第二発電所　管理区域外での洗浄廃液の漏えいについて	③	－
42	保全品質	東海第二発電所における燃料集合体チャンネルボックス上部（クリップ）の一部欠損について	④	－
43	保全品質	可搬型設備保管場所（非管理区域）における油の漏えい	⑧	－
44	保全品質	制御棒ハンドル部ガイドローラの状況について	④	－
45	保全品質	廃棄物処理建屋　送風機室（B）内での溶接作業時における火災の発生について	①	－
46	トラブル	廃棄物処理棟中地下1階タンクベント処理装置室内における液体の漏えいに伴う 立入制限区域の設定について	③	－
47	保全品質	使用済燃料貯蔵プール水導電率の上昇について	③	－

※：30年目評価で発生を想定できなかった部位における経年劣化事象又は30年目評価が不足していた経年劣化事象に起因すると考えられるトラブル情報,保全品質情報をいう。

原因分析結果の凡例
①：施工・保守不良に起因する事例
②：ヒューマンエラーに起因する事例
③：設計上の問題に起因する事例
④：製作上の問題に起因する事例
⑤：偶発的故障に起因する事例
⑥：自然現象に起因する事例
⑦：経年劣化事象に起因する事例
⑧：その他の事例

30年目高経年技術評価以降に発生した経年劣化事象に起因する事故・トラブル等の検討結果

□保全品質情報／■トラブル

No.	事象件名	事象の概要	30年目 PLM 評価	30年目 PLM 評価の考察	劣化状況評価への反映事項	劣化状況評価	備考
1	原子炉隔離時冷却系タービン排気ライン逆止弁損傷に伴う運転上の制限逸脱について （発電所） 東海第二 発電所 （発生日） 2008.8.7 （評価書区分） 審査対象機器	【状況】 東海第二発電所は定格熱出力一定運転にて第23回定期検査時の調整運転中のところ，原子炉隔離時冷却系（以下「RCIC」という）の定期試験を実施後，原子炉格納容器の圧力が低下傾向にあることを確認した。原因調査を実施した結果，格納容器に封入している窒素ガスがRCICタービン排気ラインから漏えいしている可能性が高いと判断した。排気ライン隔離弁(E51-F068)を閉止したところ，圧力低下は止まった。 漏えいは，RCICタービン排気ラインに設置されている逆止弁（E51-F040）のシートリークによるものと考え，弁座の当たり改善を試みたが，当該弁のシートリーク状況に変化は見られなかった。 このため当該弁の分解点検を実施したところ，弁の作動させるための機構部であるアームから弁体が脱落していることを確認した。 【推定原因】 脱落の原因は弁体とアームとを連結している弁体ネジ部が破断したため。詳細は以下のとおり。 (1)弁体への繰り返し荷重の発生 RCICタービン低速回転時に，サプレッションプールに排出されたタービン排気が蒸気凝縮され背圧が変動することで，弁体が開閉動作を行う。この動作によりアームがストッパーと衝突を繰り返すことで弁体ネジ部に疲労限を超える応力が発生した。 (2)き裂の発生・進展 開閉動作は，約2秒の周期で繰り返されることが確認されており，発電所運転開始から積算すると，約110,000回に達することとなる。この開閉動作による繰り返し応力によって，応力が集中する弁体ネジ部で疲労き裂が発生・進展した。 (3)最終破断 き裂の進展により健全な残存部が縮小し，RCIC定期試験時に，アームがストッパーに衝突した際に発生する力により，弁体ネジ部で延性破壊した。	評価書：弁［逆止弁］ （想定されず）	RCICタービン低速時に弁体が開閉動作を行い，アームとストッパーが衝突を繰り返すが，弁体ネジ部（弁体とアームを連結）に疲労限を超える応力が発生した。 疲労割れに至る事象を想定しておらず，当該弁の点検計画に反映されなかったため，疲労き裂の発生を発見することができなかった。	現在は，長期的な対策として衝撃緩和機構付の弁に交換されているが，以下の内容を劣化状況評価書へ記載する。 弁体ネジ部（弁体とアームを連結）の疲労割れを経年劣化事象（着目すべき経年劣化事象ではない事象）として新たに抽出する。	【評価対象】 弁体（ねじ部）の疲労割れ［原子炉隔離時冷却系タービン排気ライン逆止弁］ 【評価内容】 タービン排気側に設置されている逆止弁は，タービン背圧の変動により開閉動作を繰り返し，弁体とアームを連結するねじ部に疲労割れを起こす可能性がある。当該逆止弁は，2008年の定期試験時において，弁体（ねじ部）の疲労割れによる弁体の脱落事象が発生した。 対策として，衝撃緩和機構付の弁に交換するとともに，分解点検時の目視点検に加え弁体（ねじ部）の浸透探傷検査を実施しており，必要に応じて補修又は取替を行うことにより，機能を維持することとしている。 したがって，弁体（ねじ部）の疲労割れは高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。 （参考：詳細検討内容） ・技術評価 ①健全性評価 タービン排気側に設置されている逆止弁は，タービン背圧の変動により開閉動作を繰り返し，弁体とアームを連結するねじ部に疲労割れを起こす可能性がある。 ②現状保全 定期的に弁体（ねじ部）の浸透探傷検査を実施し，有意な欠陥がないことを確認している。 ③総合評価 健全性評価結果から判断して，弁体（ねじ部）の疲労割れについては，定期的に弁体（ねじ部）の目視点検及び浸透探傷検査を実施し，必要に応じて補修又は取替を行うことにより，疲労割れが問題になる可能性は小さいと考える。 弁体（ねじ部）の疲労割れは，目視点検及び浸透探傷検査により検知可能であり，点検手法として適切である。	

No.	事象件名	事象の概要	30年目PLM評価	30年目PLM評価の考察	劣化状況評価への反映事項	劣化状況評価	備考
		【対策】 (1)当該弁の復旧 1)弁体については，既設同等の強度が確認された現在のメーカ標準品である鍛造品の新品に交換する。あわせてナット，座金，割りピン等についても既設同等の新品に交換する。 2)アームについては工場にて，外観，員数，寸法，破壊（浸透探傷試験,磁粉探非傷試験）の各検査を実施した。 さらに，現地にて受け入れ点検として外観，員数の各検査を実施した。 なお，当該弁の復旧後，これまでの運転状態と同じ条件での運転が継続することになるため，当該弁の疲労環境も変わることなく継続することとなる。 しかし，当該弁の疲労評価上有意となる弁の開閉回数（約15,000回）を越えるには，約8時間半の低速回転領域での運転時間を経過しなければ，疲労損傷に至る可能性は少ない。1年間の低速回転領域での運転時間は，過去の運転経験から保守的に見て　1時間程度（繰り返し回数にして約2,000回）であり，次回定期検査まで疲労き裂が発生する可能性は少ない。 (2)当該弁の恒久対策 1)次回定期検査で，弁体のストッパーへの衝突による衝撃を緩和する目的で，衝撃緩和機構付きの弁に交換する。 また，メーカ推奨や先行プラントの保全実績を勘案し点検周期を定め，その最初の分解点検時に，弁体ネジ部の非破壊検査を行い，健全性を確認する。その結果や運転状況を踏まえて，以降の点検周期及び点検内容を見直していく。 2)次回定期検査で，RCICタービン低速回転時にサプレッションプール内で生じる蒸気凝縮状態の変動を抑制し，当該弁の開閉回数を減らすため，蒸気凝縮性能に優れたスパージャに交換する。				・高経年化への対応 弁体（ねじ部）の疲労割れに対しては定期的に弁体（ねじ部）の目視点検及び浸透探傷検査を実施し，必要に応じて補修又は取替を実施していく。	

■保全品質情報／□トラブル

No.	事象件名	事象の概要	30年目PLM評価	30年目PLM評価の考察	劣化状況評価への反映事項	劣化状況評価	備考
2	屋外硫酸貯蔵タンク堰内での漏えい事象について （発電所） 東海第二発電所 （発生日） 2008.11.9 （評価書区分） 対象外機器	【状況】 定格熱出力一定運転中のところ，屋外硫酸貯蔵タンク底部付近より堰内に液体が漏れているのを発見した。詳細を確認したところ，屋外硫酸貯蔵タンク底部サンプリング配管の保温材から糸状に硫酸が漏えいし，漏えいした硫酸（表面積で約4m×約2m，漏れた推定量約8㍑）は全て堰内に留まり，構外流出のおそれがないことが確認できた。 【推定原因】 当該サンプリングラインには電熱ヒータが設置されており，その加熱部位にピンホールが生じていた。電熱ヒータは常時「入」運用されていたことから，ピンホール発生原因はヒータ加熱（設定温度65℃）により滞留液体の温度がその他の部位より常時高い温度に保持されたことにより濃硫酸の硫酸鉄に対する溶解度が上昇することで電池効果により減肉が進行したものと推察する。 【対策】 (1)処理状況 漏えい箇所の上流には隔離する弁等がないことから，タンクローリー車を用いてタンク内の硫酸を抜き取った上で，漏えい発生部位を配管上流で切断，タンクと同種材質である炭素鋼（S25C）の座を溶接，施栓を実施した。 (2)文献による調査 当該設備と同様な，濃硫酸（硫酸濃度90%以上）を貯蔵する設備（貯槽及び配管）は，一般的に炭素鋼が使用されている。 濃硫酸は自身が還元されSO_2になる酸化力を持っているために，鉄を酸化して表面皮膜（硫酸鉄）を生成する。この硫酸鉄は，常温の濃硫酸に対し不溶性であることから，結果として鉄は濃硫酸中で殆ど腐食（減肉）が進行しない。濃硫酸の貯蔵設備に炭素鋼が採用されるのはこのためである。	評価書：配管［炭素鋼配管］ 評価対象外	当該配管は，安全機能を有していないため，高経年化評価の対象とはならない。 当該サンプリングラインは，これまでに使用実績がないことから，切断部位を溶接により施栓補修を実施しており，さらに電熱ヒータも使用しないことを再発防止対策としており，今後同様な化学腐食（濃硫酸を高温環境下で使用する際の電池効果による減肉）の発生の可能性はないと考える。 濃硫酸を扱っている設備についてヒータ等で常時加温しているものはないことを確認しており，評価に反映するべき事象ではない。	なし	なし	

No.	事象件名	事象の概要	30年目PLM評価	30年目PLM評価の考察	劣化状況評価への反映事項	事象件名	事象の概要
		しかし，文献による調査の結果，濃硫酸中の鉄の減肉速度は，流体である濃硫酸の濃度，温度，流速により変化することが判明した。当社は濃度の管理された濃硫酸を購入していることから（冬季：95%，夏季：98%）濃硫酸の濃度はほぼ一定である。当該硫酸タンクは復水脱塩装置樹脂の通薬再生時に必要量のみ系統へ移送されるだけであり殆どの期間，濃硫酸は停滞していることから，流速の影響もない。又，過去に一度もサンプリングを行っていないことから，サンプリング配管も流速の影響を受けていないと考えられる。 これに対し，温度が上昇すると濃硫酸の硫酸鉄に対する溶解度が上昇することにより，硫酸鉄が濃硫酸に溶け出すことから，ゆるやかに減肉が進行する。 硫酸濃度95 %～98 %の範囲において，常温（約25 ℃）と比較し，約60 ℃では，10倍程度腐食速度が増加することが確認された。					

□保全品質情報／■トラブル

No.	事象件名	事象の概要	30年目PLM評価	30年目PLM評価の考察	劣化状況評価への反映事項	劣化状況評価	備考
3	主油タンク油面変動等に伴う機器点検のための原子炉手動停止について （発電所） 東海第二発電所 （発生日） 2009.7.17 （評価書区分） 審査対象外機器	【状況】 定格熱出力一定運転中のところ，7月16日21時45分，主タービン油系とTDRFP潤滑油並びに制御油系で共有している主タービン潤滑油タンク（以下，「主油タンク」という）の油面異常を示す警報（中央制御室警報「TURBINE MAIN OIL TANK LEVELHI/LO」）が発報したため，主油タンク現場を確認したところ，フロート式油面計の指示が低下していたことから，油漏えいが発生していないことを各現場にて確認するとともに，主タービン油関連機器に関連するパラメータ（主タービン及びTDRFP（B）の運転パラメータ）に異常のないことを確認した上で，主油タンクの油面調整操作を開始するとともに，主油タンク油面が安定するまでは，主タービン油系統に係る作業は，油面の安定に支障をきたすことから実施すべきでないと判断し，仮設の静電浄油機による浄化を見合わせた。 その後も，主油タンクの油面変動が継続するとともに，7月17日15時頃に仮設の静電浄油機による浄化を実施するための準備作業で主油タンク上部のマンホールを開放したところ，可視範囲内の油面上が泡で覆われていることを確認した。 さらに，7月17日夕刻より主タービンの運転パラメータに異常がないものの，主油タンクの油面が徐々に低下し油面調整操作の頻度が増加し油面維持が困難となったこと，これ以上悪化すると関連機器への影響が懸念されたことから，原子炉を停止することを7月17日19時00分に決定した。 また，停止決定後に機器に故障の発生していることも否定できないとして，主タービン油系の点検を行うこととした。 その後，7月18日0時より出力降下を開始し，同日7時00分に発電機を解列，14時09分に原子炉を停止した。	評価書：タービン設備［常用系タービン設備　潤滑油装置のうち，油冷却器］ 【油冷却器については重要度分類上PS-3であり，審査対象外機器として評価している。】 2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象 c.伝熱管の高サイクル疲労割れ及び摩耗［油冷却器］ 伝熱管は支持板により適切なスパンで支持されており，伝熱管の外表面の流体による振動は十分抑制されている。さらに，胴側流体は油環境下であるため，管支持板のエロージョンによる管穴拡大等による振動発生の可能性は小さいと考える。 また，これまでの目視点検及び漏えい試験結果からも割れは確認されておらず，今後も使用環境に変化がない。したがって，伝熱管の高サイクル疲労割れ及び摩耗は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。	(1)30年目評価時の取扱い 主油冷却器の伝熱管について，流体による振動によりバッフルを貫通する部位に摩耗が発生する事象を想定していなかった。 (2)現状保全の考察 バッフルを貫通する部位の摩耗に着目した点検（渦流探傷検査，芯ずれ等の点検）が実施されていなかった。伝熱管の疲労割れについて目視点検や漏えい試験により，伝熱管のバウンダリ機能の健全性を確認していた。 (3)問題点 30年目評価時点では，伝熱管の高サイクル疲労割れ及び摩耗について，設計上伝熱管の振動発生の可能性は低いとしており，バッフル貫通部について摩耗に着目した外観点検（最外周伝熱管）及び伝熱管の渦流探傷検査を定期的に実施していなかった。	(1)40年目評価の取扱い 冷却器の伝熱管について摩耗を着目すべき経年劣化事象ではない事象とし，技術評価を実施。 (2)現状保全 油冷却器についてバッフル貫通部についても摩耗に着目した外観点検（最外周部伝熱管）及び伝熱管の渦流探傷検査を定期的に実施する (3)その他 運転管理において定期的な機器の切替えを運転計画に定めている。	【評価対象】 伝熱管の摩耗及び高サイクル疲労割れ ［油冷却器］ 【評価内容】 伝熱管は管支持板により適切なスパンで支持することで振動を抑制しているが，内部流体の流れによりわずかな伝熱管の振動が発生し，伝熱管と管支持板が接触することにより，伝熱管拘束点において伝熱管外表面に摩耗が発生する可能性がある。さらに，伝熱管拘束点において伝熱管外面から疲労割れが発生する可能性がある。油冷却器は，2009年の定格熱出力一定運転中に，伝熱管の摩耗による伝熱管漏えい事象が発生した。 対策として，当該伝熱管に施栓を実施するとともに，分解点検時に管支持板貫通部における伝熱管の摩耗に着目した目視点検に加え，伝熱管の渦流探傷検査を実施しており，必要に応じて補修又は取替を行うことにより，機能を維持することとしている。 したがって，伝熱管の高サイクル疲労割れ及び摩耗は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。 （参考：詳細検討内容） ・技術評価 ①健全性評価 伝熱管は管支持板により適切なスパンで支持することで振動を抑制しているが，内部流体の流れによりわずかな伝熱管の振動が発生し，伝熱管と管支持板が接触することにより，伝熱管拘束点において伝熱管外表面の摩耗が発生する可能性がある。 ②現状保全 定期的に伝熱管の目視点検及び渦流探傷検査を実施し，有意な摩耗がないことを確認している。 ③総合評価 健全性評価から判断して，伝熱管の摩耗及び高サイクル疲労割れについては，定期的に管支持板貫通部における伝熱管の摩耗に着目	事象の概要（状況，推定原因，対策）については「主油冷却器（B）伝熱管漏えい」についてのみ記述している。

No.	事象件名	事象の概要	30年目PLM評価	30年目PLM評価の考察	劣化状況評価への反映事項	劣化状況評価	備考
		【推定原因】 1.原因 今回主タービン油系で確認された，TCWサージタンクレベルの低下を起こした主油冷却器（B）伝熱管漏えいの原因は下記の通りと考えられる。 ・TCWサージタンクレベルの低下を起こした主油冷却器の伝熱管から漏えいを生じた原因は，潤滑油が伝熱管のU字部分に流れ込む構造のために，潤滑油の流動によってU字管に僅かな振動が発生，長期間の使用によって摩耗・減肉が進行して，最終的に貫通孔が生じたものと考えられる。 ・主油冷却器の運転・点検計画の不備主油冷却器について，計画的な切替え等の運用が定まっていなかった。また，タービン油系統に使用されている各冷却器の伝熱管について，バッフルを貫通する部位の摩耗に着目した点検（渦流探傷検査，芯ずれ等の点検）が実施されていなかった。 【対策】 1.短期的対策（起動前に実施済み） (1)主油冷却器の伝熱管修理 漏えいが発生し抜管した当該伝熱管1本，渦流探傷検査結果の検証用のために抜管した伝熱管2本，外面傷が渦流探傷検査により検出された伝熱管3本について，施栓を実施する。なお，主油冷却器の伝熱管は1基あたり全数で762本あるが，伝熱面積の設計上10%の裕度があることから，冷却性能には問題ない。 (2)主油冷却器の運転計画の改善 運転中に切り替えのできない主油冷却器及びTDRFP油冷却器については，運転サイクル毎にA,Bを交互に使用するよう運転計画を定め，「直定例業務・定期機器切替実施取扱書（QMS規程）」に明記する。				した目視点検に加え，伝熱管の渦流探傷検査を実施することで，摩耗及び高サイクル疲労割れが問題になる可能性は小さいと考える。 ・高経年化への対応 伝熱管の摩耗及び高サイクル疲労割れに対しては，定期的に伝熱管の目視点検及び渦流探傷検査を実施し，必要に応じて補修又は取替を実施していく。	

No.	事象件名	事象の概要	30年目PLM評価	30年目PLM評価の考察	劣化状況評価への反映事項	劣化状況評価	備考
		2.中長期的対策 ・点検計画の見直し 各油冷却器について，保守管理の点検計画に，バッフル貫通部についても摩耗に着目した外観点検（最外周伝熱管）と伝熱管の渦流探傷検査を定期的に実施し，必要な処置を行う。 また，次回定期検査以降に主油冷却器の計画的な取替を実施する。					

■保全品質情報／□トラブル

No.	事象件名	事象の概要	30 年目 PLM 評価	30 年目 PLM 評価の考察	劣化状況評価への反映事項	劣化状況評価	備考
4	蒸気乾燥器に確認されたひび割れについて （発電所） 東海第二 発電所 （発生日） 2009.9.14 （評価書区分） 審査対象外 機器	【状況】 第24回定期検査で実施した蒸気乾燥器の外観点検において，プレナムパーテーションとフードの溶接部に3箇所，及びリフティングアイの回り止め溶接部に1箇所のひび割れが確認された。 【推定原因】 (1)プレナムパーテーションとフードの溶接部のひび割れ確認されたひび割れは，以下の理由により流動振動等による疲労割れである可能性が高い。 ・ひび割れは溶接金属内に確認されている。当該材料であるオーステナイト系ステンレス鋼溶接金属（Y308L相当）において過去に応力腐食割れ（SCC）の事例はない。 また，当該ひび割れは枝分かれが無く，直線状を呈していることからSCCとは考えにくい。 ・プレナムパーテーションとフードは片面すみ肉溶接で接合されており，溶接止端部は形状不連続のため応力が集中しやすい形状である上，溶接構造による応力集中の状態は，ばらつきが大きい。 ・起動試験時に，タービン主蒸気止弁の急閉を伴う試験を5回程度実施しており，その際，当該部に250MPa程度の応力が発生したと評価される。これは，設計降伏応力130MPaを大きく超えていることから，当該溶接部に初期兆候（塑性変形又は微細な割れ）が生じたと考えられる。 ・通常運転時の流動振動により，当該部に170～220MPa程度の応力が発生すると評価される。これは，実力的な疲労限と同程度であることから，溶接構造による応力集中の状態のばらつきで，発生応力が高い部位に疲労割れが発生した可能性があると考えられる。 ・海外の損傷事例において，類似箇所に流動振動等による疲労割れが確認されている。 (2)リフティングアイの回り止め溶接部のひび割れ 確認されたひび割れは，以下の理由により流動振動等による疲労割れである可能性が高い。 ・ひび割れは溶接金属内に確認されている。当該材料であるオーステナイト系ステンレス鋼溶接金属（Y308L相当）において過去にSCCの事例はない。また，当該ひび割れは枝分かれが無く，直線状の形状をしていることからSCCとは考えにくい。 ・リフティングアイのひび割れの起点部	評価書：炉内構造物 【蒸気乾燥器については重要度分類上PS-3であり，審査対象外機器として評価している。】 2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象 b. 高サイクル疲労割れ（シュラウドヘッド及び気水分離器，蒸気乾燥器） 炉内構造物は炉心流による流体振動を受けるため，高サイクル疲労割れの発生が想定されるが，炉内の流体振動による高サイクル疲労については，代表機器と同様に設計段階において考慮されているため，高サイクル疲労割れが発生する可能性は小さい。 また，蒸気乾燥器のドレンチャンネルについては，第7回定期検査（1985年度）において，溶接部にひびが認められ，補修溶接と肉盛溶接による補強を実施している。 また，第15回定期検査（1996年度）においては，他プラント不具合事象に対する水平展開として，溶接構造をすみ肉溶接から開先付きすみ肉溶接に変更し，発生応力の低減を図っている。至近の点検実績としては，第22回定期検査（2006年度）に目視点検を行い，問題のないことを確認している。 なお，シュラウドヘッド及び気水分離器，蒸気乾燥器については計画的に水中テレビカメラによる点検を実施することとしており，シュラウドヘッド及び気水分離器，蒸気乾燥器については，これまでの外観目視点検では有意な欠陥は認められていない。 したがって，高サイクル疲労割れは高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。	(1)30年目評価時の取扱い 30年目評価時点では，プレナムパーテーションとフードの溶接部及びリフティングアイの回り止め溶接部のひび割れ（高サイクル疲労）については，想定される経年劣化事象としては抽出していなかった。 (2)現状保全の考察 水中カメラによる点検を計画的に行うことと評価しており，適切であった。 (3)問題点 流体振動によるひび割れ（高サイクル疲労）については，設計段階において考慮されており，発生する可能性は小さいと評価しているが，プレナムパーテーションとフードの溶接部のひび割れ（高サイクル疲労）は，流路構成機能を維持する部位に発生しているため，想定される経年劣化事象として抽出が必要な部位であった。 (4)その他 リフティングアイの回り止め溶接部のひび割れ（高サイクル疲労）は機能要求部位以外に発生しており，想定が不要であり，評価に影響はなかったと判断する。	(1)40年目評価の取扱い フード（溶接部）にひび割れ（高サイクル疲労）について，現状保全にて検知できていることから，着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）として抽出し，技術評価を行う。 (2)現状保全 確認されたひび割れは，蒸気乾燥器の機能，構造に影響を直ちに与えるものではないが，今後の運転に万全を期すため，補修方法として，ひび割れを除去し，応力集中を低減する対策を実施した。 今回の補修箇所以外のフード部にもひび割れ（高サイクル疲労）の発生の可能性は否定できないことから，水中カメラによる点検を継続する。 「蒸気乾燥器（部位：フード）の高サイクル疲労割れ」は，想定される経年劣化事象として抽出する。	【評価対象】 高サイクル疲労割れ[蒸気乾燥器] 【評価内容】 炉内構造物は炉心流による流体振動を受けるため，高サイクル疲労割れの発生が想定されるが，炉内の流体振動による高サイクル疲労については，代表機器と同様に設計段階において考慮されているため，高サイクル疲労割れが発生する可能性は小さい。 蒸気乾燥器については，第24回定期検査（2009年度）において，プレナムパーテーションの溶接部（3箇所）及びリフティングアイの廻り止め溶接部（1箇所）に高サイクル疲労と推定されるひびが認められ，補修溶接等を実施し，発生応力の低減を図っている。 蒸気乾燥器については，維持規格等に基づき計画的に水中テレビカメラによる点検を実施することとしており，これまでの上記以外の有意な欠陥は認められていない。 したがって，高サイクル疲労割れは，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。 （参考：詳細検討内容） ・技術評価 ①健全性評価 炉内構造物は炉心流による流体振動を受けるため，高サイクル疲労割れの発生が想定される。 ②現状保全 確認されたひび割れは，蒸気乾燥器の機能，構造に影響を直ちに与えるものではないが，今後の運転に万全を期すため，補修方法として，ひび割れを除去し，応力集中を低減する対策を実施した。 今回の補修箇所以外のフード部にもひび割れ（高サイクル疲労）の発生の可能性は否定できないことから，水中カメラによる点検を継続する。 ③総合評価 健全性評価から判断して，蒸気乾燥器の高サイクル疲労割れについては，定期的に目視点検を実施し，有意な欠陥が確認された場合は補修溶接等を実施することで高サイクル疲労が問題になる可能性は小さいと考える。 ・高経年化への対応	

No.	事象件名	事象の概要	30 年目 PLM 評価	30 年目 PLM 評価の考察	劣化状況評価への反映事項	劣化状況評価	備考
		は溶接止端部であり，形状不連続のため応力が集中しやすい形状をしている。 ・海外の損傷事例において，類似箇所に流動振動等による疲労割れが確認されている。 【対策】 補修方法 確認されたひび割れは，蒸気乾燥器の機能，構造に影響を直ちに与えるものではないが，今後の運転に万全を期すため，補修を実施する。補修としては，ひび割れを除去し，応力集中を低減する対策を行う。 (1)プレナムパーテーションとフードの溶接部の補修 ・プレナムパーテーションとフードの溶接部のひび割れは，直ちにプレナムパーテーションの機能，構造に影響を及ぼすものではないものの，今後のひび割れの進展の可能性は否定できないことから，補修を実施する。 ・ひび割れが確認されたプレナムパーテーションとフードの溶接部3箇所について，ひび割れを除去する。 ・プレナムパーテーション上部を半円状に切り出して，プレナムパーテーションの形状を変更するとともに，溶接止端部を回し溶接とする。これにより，溶接止端部の応力集中を低減する。 ・本工法は，当該部の応力対策として海外で標準的に採用されているものであり，プレナムパーテーションの強度は維持されるとともに，流路構成機能も維持される。 ・なお，ひび割れが発生していないプレナムパーテーション5箇所についても，ひび割れ部位に準じた応力集中の低減対策を実施する。 (2)リフティングアイの回り止め溶接部の補修 ・ひび割れが確認されたリフティングアイの回り止め溶接部は，補修を要しないものであるが，プレナムパーテーションの補修を行うことから，併せて補修を実施する。 ・ひび割れが確認されたリフティングアイ回り止め溶接部1箇所については，ひび割れがある溶接金属を除去する。 ・脚長を増加した回り止め溶接を行うとともに，回り止め溶接を2箇所追加する。これにより各回り止め溶接にかかる応力が軽減される。 ・なお，残り3本のリフティングアイについて，回り止め溶接を2箇所追加する。				シュラウドヘッド及び気水分離器，蒸気乾燥器の高サイクル疲労割れに関しては，定期的に目視点検を実施し，有意な欠陥が確認された場合は補修溶接等を実施していく。	

■保全品質情報／□トラブル

No.	事象件名	事象の概要	30年目PLM評価	30年目PLM評価の考察	劣化状況評価への反映事項	劣化状況評価	備考
5	シュラウドサポート溶接継手のひび状の指示模様について （発電所） 東海第二 発電所 （発生日） 2009.9.26	【状況】 (1)第24回定期検査中の炉内構造物検査※1（定期事業者検査）において，シュラウドサポートシリンダ縦溶接線V8の目視検査（以下，VT）を実施し，第21回定期検査で確認されている外面の3個（東海第二発電所NUCIA登録情報「シュラウドサポート縦溶接線上のひびについて」（2005年05月24日発生事象）参照）以外に内面7箇所のひび状の指示模様を確認した。このうち5箇所はV8に位置し，2箇所はシュラウドサポートシリンダと炉心シュラウドの溶接継手である水平溶接線H7の溶接金属位置であった。 H7の溶接金属に2箇所確認されたことから，H7内面全周のVTを実施した結果，10箇所のひび状の指示模様を新たに確認した。 V8内面に確認された5箇所，外面のひび割れ3箇所及びH７内面VTで確認された12箇所のひび状の指示模様（以下「欠陥指示」という）については，構造健全性評価ため超音波探傷試験（以下，UT）を行った。この際，H7にVTで検出されていない10箇所の欠陥指示を確認した（UTの範囲は全周の約21%）。 このため，VTで欠陥指示が確認されていない範囲に探傷範囲を広げて（60°及び240°周辺，H7全周の約26%）UTを実施した。その結果，11箇所の欠陥指示を認した。 以上の点検の結果，H7全周のVTにおいて12箇所，H7（全周の約47%）のUTをあわせると33箇所の欠陥指示を確認し，V8のひび割れと合わせると合計40箇所※2の欠陥指示を確認した。 今後，この結果を用いて維持規格等に基づき，構造健全性評価を行っていく。 その後，解析の結果十分な裕度を有していることから，確認されたひび割れ及び仮定した周方向のひび割れが構造健全性に影響を及ぼすものではないことを確認した。 評価モデルで仮定したH7上側溶接熱影響部の周方向のひび割れの深さ寸法をパラメータとして変化させると，構造健全性を維持できなくなる時期が求められるため，この時期を算出したところ45年間となり，所定の期間※4（今後30年）に比べ十分に安全側であることを確認した。 ※1:平成17年に実施した第21回定期検査にて確認されたV8溶接継手のひび割れに対する継続検査として実施しているもの。 ※2:日本機械学会 発電用原子力設備規格 維持規格（2008年版）JSME SNA1-	評価書：炉内構造物 2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の評価 (2)粒界型応力腐食割れ［シュラウド，シュラウド溶接部，シュラウドサポート，シュラウドサポート溶接部，上部格子板，炉心支持板，周辺燃料支持金具，制御棒案内管，炉心スプレイ配管（原子炉圧力容器内部）・スパージャ，給水スパージャ，差圧検出・ほう酸水注入管，ジェットポンプ，中性子計測案内管，残留熱除去系（低圧注水系）配管（原子炉圧力容器内部）］（以下「シュラウド等」という） b. 技術評価 ①健全性評価 シュラウド等については，ステンレス鋼及び高ニッケル合金であり高温の純水又は飽和蒸気環境中にあるため，応力腐食割れ発生の可能性がある。 シュラウドサポートのシリンダ縦溶接部については，高温純水中の高ニッケル合金であり，第21回定期検査（2005年度）の目視点検において，粒界型応力腐食割れと思われるひびが見つかっているが，総合資源エネルギー調査会 原子力安全・保安部会 原子力発電設備の健全性評価等に関する小委員会で認められた「一次一般膜応力による許容応力限界から求める必要残存面積による評価」の方法を用いて評価したところ，技術基準に適合しなくなると見込まれる時期は運転年で20.6年後と評価されたことから，今後ひび割れに対する継続検査として，計画的に目視点検を実施することとしている。 東海第二発電所の炉内構造物については，部位毎に応力腐食割れ対策を策定・実施してきている。 また，その対策実績を下記に示す。 炉内構造物の応力腐食割れ対策として，1997年度より水素注入（原子炉圧力容器内に水素を注入し，水への再結合により炉水溶存酸素濃度を低減すること）を実施し，応力腐食割れの一要因である腐食環境の改善を図っている。水素注入による応力腐食割れ発生防止の効果については，シュラウド外周部が比較的高く，原子炉底部（シュラウドサポート）は中程度であり，シュラウドより上部では効果が小さい。水素注入を実施することにより，通常水質と比べて応力腐食割れ発生に対する抑制の効果があると考えられる。なお，水素注入の効果が見込めなかったり，応力腐食割れの可能性が高い部位については，以下のような追加予防保全を実施してきている。炉内構造物の中でも，中性子照射の多く，かつ，溶接による引張り残留応力により	(1)30年目評価時の取扱い 30年目の評価時点において，炉心シュラウド等は粒界型応力腐食割れを想定される経年劣化事象として抽出されており，適切に評価されている。 (2)現状保全 炉心シュラウド等のうち，シュラウドサポートのシリンダ縦溶接部については，21回定期検査にて粒界型応力腐食割れと思われるひびが見つかっており，計画的な視点検を実施することとしており，長期保守管理方針及び保全計画に定め，計画に基づき点検を実施してきている。 (3)問題点 シュラウドサポートのシリンダ縦溶接部を除き，粒界型応力腐食割れと推定される欠陥は確認されていないと評価しているが，現状保全に基づき，シリンダ縦溶接部以外にも類似のひび割れを検知し，構造健全性評価による解析の結果十分な裕度を有していることを確認した。 解析により確認されたひび割れ及び仮定した周方向のひび割れが構造健全性に影響を及ぼすものではないことから，現状保全は適切であったと考える。	(1)40年目評価の取扱い 30年目評価と同様，炉心シュラウド等に粒界型応力腐食割れを想定し，現状保全にて検知できていることから，着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）として抽出し，技術評価を行う。 (2)現状保全 確認されたひび割れは，蒸気乾燥器の機能，構造に影響を直ちに与えるものではないが，今後の運転に万全を期すため，補修方法として，ひび割れを除去し，応力集中を低減する対策を実施した。 至近の定期検査において点検を行う。（第25回施設定期検査で実施）その後は，隔回毎の定期検査時の継続検査を実施する。 継続検査ではV8（ほう酸注入配管サポート上部含む）及びH7のひび割れについて，既ひび割れを基に実施した健全性評価への影響を確認し，必要に応じて再評価を行うことを，保全計画に反映していることを確認した。	【評価対象】 粒界型応力腐食割れ［シュラウドサポート］ 【評価内容】 シュラウドサポートは，高ニッケル合金であり高温の純水環境中にあるため，国内外の損傷事例から粒界型応力腐食割れが想定される。 炉心シュラウドーシュラウドサポートの周方向溶接部（H7）及びシュラウドサポートのシリンダ縦溶接部（V8）については，高温純水中の高ニッケル合金であり，粒界型応力腐食割れと推定されるひび割れが確認されている。 このひびについて，S2地震荷重及び当時の基準地震動Ssを考慮し，「維持規格」及び「き裂の解釈」に準じて応力腐食割れの進展評価を，構造健全性評価に際しては，「維持規格」に基づき破壊評価を実施したところ，技術基準に適合しなくなると見込まれる時期は所定の期間（2010年3月から30年間）を超える45年と評価されている。 上記の評価において用いた当時の基準地震動Ssの地震荷重と現状の耐震Sクラス機器に適用される基準地震動Ssの地震荷重を比較した結果，技術基準に適合しなくなると見込まれる時期は2010年3月（運転開始後約31.5年）から運転年数43年となり，運転開始後60年を超えると評価された。 シュラウドサポートについては，維持規格等に基づき計画的に水中テレビカメラによる目視点検及び超音波探傷検査を実施しており，上記の評価で用いた評価用寸法を上回るひびの進展は確認されておらず，また，現在ひびの確認されている溶接部以外においては，粒界型応力腐食割れと推定される欠陥は確認されていない。 さらに，高ニッケル合金の粒界型応力腐食割れは，材料の感受性，腐食環境及び引張応力の3つの因子が同時に存在する条件下で発生するが，東海第二の炉内構造物については，水素注入による腐食環境改善や残留応力低減対策等を実施している。 したがって，シュラウドサポートの粒界型応力腐食割れは，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。	

No.	事象件名	事象の概要	30年目PLM評価	30年目PLM評価の考察	劣化状況評価への反映事項	劣化状況評価	備考
		2008 ※3:V8外面（180°）に確認された1箇所とH7内面（179.9°）に確認された１箇所のひび割れは，貫通しており合計で１箇所とした。 ※4:「所定の期間」とは，高経年化技術評価等報告書において，運転開始後60年を想定していることを踏まえ，今後の運転期間がほぼ同等となる「今後30年」とした。 【推定原因】 今回新たに確認された欠陥指示については，以下の状況から，応力腐食割れ（以下，SCC）と推定している。 1)材料：SCC感受性のあるインコネル182が使用されている。 2)応力：溶接残留応力及び運転応力により，高い引張応力が生じていたと推定される。 3) 環境：水素注入が行われていない期間のプラント運転中の炉水溶存酸素濃度は約200ppb程度であった。 【対策】 至近の定期検査において点検を行う。 その後は，隔回毎の定期検査時の継続検査とする。 なお，継続検査ではV8（ほう酸注入配管サポート上部含む）及びH7のひび割れについて，今回実施した健全性評価への影響を確認し，必要に応じて再評価を行う。 1)V8（ほう酸注入配管サポート上部含む）及びH7のひび割れの発生・進展が予測した範囲にとどまっていること 2)H7溶接金属に周方向のひび割れが発生していないこと 3)H7上側溶接熱影響部に周方向のひび割れが確認された場合には，ひび割れの深さが評価で仮定した深さを超えていないこと（深さ6㎜） 4)H7の軸方向のひび割れが，360個を超えないこと	応力腐食割れの可能性が高いシュラウド溶接部のうち，狭隘な部位の溶接線には，ウォータージェットピーニング施工により残留応力の改善を図り，シュラウド胴部内面の施工性の良い溶接線には，水素注入に対して触媒効果のある貴金属をコーティングし，局部的に腐食環境の改善効果を向上させている。 中性子計測案内管55本の内1本については，中性子計測ハウジングと原子炉圧力容器との溶接部の割れ事象を受け第18回定期検査時（2001年度）に実施した中性子計測ハウジングの取替の際に，中性子計測ハウジングとの溶接部内面にTIGクラッドにより耐食性に優れたクラッド層を形成するとともに，高温純水に接する外表面については溶接残留応力を改善している。 シュラウドサポートマンホール蓋については，溶接取付構造からボルト締め構造へ変更し，応力腐食割れの一要因である引張り残留応力を除去している。 ②現状保全 シュラウド等については，計画的に水中テレビカメラによる目視点検を実施することとしており，これまでシュラウドサポートのシリンダ縦溶接部を除き，粒界型応力腐食割れと推定される欠陥は確認されていない。 ③総合評価 東海第二発電所の炉内構造物は，上記健全性評価で記載のとおり，予防保全等の実績を有している。 シュラウド等については，計画的な目視点検を実施していくことにより健全性の確認は可能と判断する。 c．高経年化への対応 シュラウド等の粒界型応力腐食割れに対しては，維持規格，ガイドライン等に基づく計画的な目視点検を実施するとともに，国によるプロジェクトや電力共通研究等の研究で粒界型応力腐食割れ発生に関する新しい知見，あるいは現在得られているき裂進展データと異なった知見等が得られた場合は追加点検や点検周期の見直し等を実施する。 シュラウドサポートシリンダ縦溶接部のひびについては，今後も継続検査を実施していく。			（参考：詳細検討内容） ・技術評価 ①健全性評価 炉心シュラウドーシュラウドサポートの周方向溶接部（H7）及びシュラウドサポートのシリンダ縦溶接部（V8）については，高温純水中の高ニッケル合金であり，粒界型応力腐食割れと推定されるひび割れが確認されている。 このひびについて，S2地震荷重及び当時の基準地震動Ssを考慮し，「維持規格」及び「き裂の解釈」に準じて応力腐食割れの進展評価を，構造健全性評価に際しては，「維持規格」に基づき破壊評価を実施したところ，技術基準に適合しなくなると見込まれる時期は所定の期間（2010年3月から30年間）を超える45年と評価されている。 上記の評価において用いた当時の基準地震動Ssの地震荷重と現状の耐震Sクラス機器に適用される基準地震動Ssの地震荷重を比較した結果，技術基準に適合しなくなると見込まれる時期は2010年3月（運転開始後約31.5年）から運転年数43年となり，運転開始後60年を超えると評価された。 ②現状保全 維持規格等に基づき計画的に水中テレビカメラによる目視点検及び超音波探傷検査を実施しており，上記の評価で用いた評価用寸法を上回るひびの進展は確認されておらず，また，現在ひびの確認されている溶接部以外においては，粒界型応力腐食割れと推定される欠陥は確認されていない。 さらに長期保守管理方針及び保全計画に定めた計画に基づき点検を実施してきている。 ③総合評価 今後も運転状態や環境条件が変化する要因があることは考えにくいことから，急激にひび割れが進展する可能性は小さく，現状保全を実施していくことで健全性が確保できると考える。 ・高経年化への対応 シュラウドサポートの粒界型応力腐食割れについては，計画的に目視点検を実施していく。	

□保全品質情報／■トラブル

No.	事象件名	事象の概要	30 年目 PLM 評価	30 年目 PLM 評価の考察	劣化状況評価への反映事項	劣化状況評価	備考
6	残留熱除去系海水系配管の減肉について （発電所） 東海第二 発電所 （発生日） 2010.1.13	【状況】 残留熱除去系海水系（以下「RHRS」という。）ライニング配管修繕工事において工場搬出中の配管外面の一部に錆を伴った局所的な窪みがあることから，超音波厚さ計を用いた肉厚測定を実施した。その結果，技術基準における必要な厚さ※2（以下「必要最小厚さ」という）である7.08mmを下回る部分が１箇所（肉厚6.7mm）あることを確認した。 当該配管は，「安全上重要な機器等を定める告示」（経済産業省告示327号）により「（十）安全上特に重要な関連機能」の「4. 残留熱除去設備」中の「残留熱除去設備への冷却海水の管」に該当することから，本事象は「実用炉則第１９条の１７三号」に該当するものと判断した。 ＜当該配管の仕様＞ ・材質：SM50B（炭素鋼），外径：508.0mm 公称肉厚：12.7mm 【推定原因】 (1)屋外ハッチ開口部から，雨水がアンカーサポートを伝わって配管外面に滴下した。さらに建屋壁貫通部のモルタルがはみ出していたため，錆び止め塗装のみの配管外面との隙間に雨水が浸み込み長期間湿潤環境となり，配管外面が著しく腐食し必要最小厚さを下回った。 (2)当該配管が設置されているトレンチ内及び二重管内は，巡視点検が行われておらず，周辺状況（干渉物の発錆状況や天井の雨水浸入跡等）の変化を確認できなかった。 (3)これまでのライニング配管修繕工事での塗装状態の確認では，当該配管の建屋貫通部等の目視が困難な部位の環境を目視可能範囲と同一に考えたため，当該配管の目視可能範囲とは異なり，雨水が浸み込み長期間湿潤環境にあることを考慮した点検が行われていなかった。同様に，当該配管のライニング配管修繕工事の準備におけるトレンチ内の現場調査においても目視可能範囲に腐食を確認したが，点検が行われなかった。 【対策】 (1)配管の補修 当該配管の必要最小厚さを下回っていた箇所については，減肉部分の配管を撤去し復旧する。当該配管復旧時には，アンカーサポートに囲まれる部分についても	評価書：配管[炭素鋼配管] 3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象 (4)配管の外面腐食（全面腐食）[原子炉補機冷却系，ディーゼル発電機海水系] a. 事象の説明 屋外に設置されているディーゼル発電機海水系配管については，外面の腐食防止のため塗装が施されているが，長期間外気にさらされ，塗装がはく離した場合には腐食が発生する可能性がある。また，屋内・外に関わらず保温に覆われた配管（原子炉補機冷却系配管及びディーゼル発電機海水系配管の一部）については，結露が発生した場合に塗装がはく離する可能性があり，腐食が想定される。 b. 技術評価 ①健全性評価 原子炉補機冷却系配管，ディーゼル発電機海水系配管の外面には，塗装が施されている。塗装が健全であれば腐食は防止できるが，塗装がはく離すると，腐食が発生する可能性がある。 ②現状保全 配管の外面については，機器の点検時，巡視点検時に塗装の状態を目視にて確認している。なお，ディーゼル発電機海水系配管については計画的に配管取替を実施しているところであり，第 27 回定期検査（2013 年度）に終了する予定である。 ③総合評価 配管の外面腐食については，機器の点検時，巡視点検時に塗装の状態を目視にて確認し，必要に応じて補修塗装を実施することで，健全性の維持は可能であると考える。ただし，保温材に覆われた範囲については，塗装の健全性確認のため，今後点検要領を定め，計画的に点検を実施する必要があると考える。 c. 高経年化への対応 配管の外面腐食に対しては，今後も機器の点検時，巡視点検時に塗装の状態を目視にて確認し，必要に応じて補修塗装を実施する。また，高経年化対策の観点から保温材に覆われた範囲について，今後点検要領を定め，計画的に点検を実施する。	(1)30 年目評価時の取扱い 30 年目の評価時点において，配管の外面腐食（全面腐食）について，着目すべき経年劣化事象として抽出しており，適切に評価されている。 (2)現状保全の考察 配管の外面減肉については，機器の点検時，巡視点検時に塗装の劣化を把握でき，健全性の維持は可能としている。 点検は，配管のライニング修繕を計画的に実施しており，修繕前に配管外面の塗膜の状態を目視にて確認している。 (3)問題点 屋外配管（トレンチ内含む）の目視が困難な部位における外面腐食に着目した保守管理に不足があった。 1)目視が困難な部位の配管外面腐食に対する管理強化が必要。 a. 配管外面点検の際は，周辺状況（干渉物の発錆状況や天井の雨水浸入跡等）を踏まえ，目視が困難な部位に腐食の進行を想定し，干渉物を一部取り外し，配管の健全性を確認する必要がある。 b. 巡視点検が行われていない箇所についても，a. と同様に配管の健全性を確認することで，腐食環境を考慮した頻度で配管外面点検を行う必要がある。 2)腐食環境の改善 トレンチ内及び二重管内の配管の周辺状況に変化が確認された場合は，雨水浸	(1)40 年目評価時の取扱い 40 年目の評価時点において， 配管の外面腐食（全面腐食）について，着目すべき経年劣化事象ではない事象として抽出し，適切に反映する。 (2)現状保全 配管の外面減肉については，本不具合及び平成 20 年 10 月 24 日付け NISA 文書「原子力発電所の定期事業者検査に関する解釈（内規）の制定について」を受け，配管減肉管理マニュアルを改訂し，管理対象・点検計画を定め，点検を実施している。	【評価対象】 配管の外面腐食（隙間腐食）[残留熱除去海水系] 【評価内容】 屋外に設置されている残留熱除去海水系配管の建屋貫通部のサポート取付箇所において，雨水がサポート架構上を経て，建屋貫通部のモルタルと配管表面との隙間にたまり，長期間湿潤環境になったことで，腐食（隙間腐食）が発生した。このため，雨水が浸入しない対策を講じると共に，建屋貫通部，サポート取付部等の直接目視が困難な箇所に対する点検方法を社内規程「配管肉厚管理マニュアル」に反映し，これに基づき点検を実施しており，必要に応じ補修を行うことで，健全性を維持している。 したがって，配管の外面腐食（隙間腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。 （参考：詳細検討内容） ・技術評価 ①健全性評価 残留熱除去海水系配管の外面には，塗装が施されている。塗装が健全であれば腐食は防止できるが，塗装がはく離すると，腐食が発生する可能性がある。 ②現状保全 配管の外面腐食については，本不具合及び平成 20 年 10 月 24 日付け NISA 文書「原子力発電所の定期事業者検査に関する解釈（内規）の制定について」を受け，配管減肉管理マニュアルを改訂し，管理対象・点検計画を定め，点検を実施している。 ③総合評価 健全性評価から判断して，配管の外面腐食については，サポート取付部等の直接目視が困難な箇所に対する点検方法を社内規程「配管肉厚管理マニュアル」に反映し，これに基づき点検を実施し，必要に応じ補修を実施することで配管の外面腐食（隙間腐食）が問題になる可能性は小さいと考える。	

No.	事象件名	事象の概要	30年目PLM評価	30年目PLM評価の考察	劣化状況評価への反映事項	劣化状況評価	備考
		仕上げ塗装を行う。 また，充填したモルタルを壁面と平坦に仕上げるとともに当該配管のアンカーサポート内の配管外表面状況について目視点検が可能となるような構造とする。他の屋外配管（トレンチ内含む）についても今後点検等により干渉物を外した場合には同様の処置を行う。 なお，ハッチからの雨水浸入が発生した場合でも当該配管に雨水がかからないように，ハッチ下部に雨樋を設置する。 (2)保守管理の改善 屋外配管（トレンチ内含む）の目視が困難な部位における外面腐食に着目した保守管理を以下の様に行う。 1)目視が困難な部位の配管外面腐食に対する管理強化 a.配管外面点検の際は，周辺状況（干渉物の発錆状況や天井の雨水浸入跡等）を踏まえ，目視が困難な部位に腐食の進行を想定し，干渉物を一部取り外し，配管の健全性を確認する。 b.巡視点検が行われていない箇所についても，a.と同様に配管の健全性を確認することで，腐食環境を考慮した頻度で配管外面点検を行う。 2)腐食環境の改善 トレンチ内及び二重管内の配管の周辺状況に変化が確認された場合は，雨水浸入防止等の腐食環境の改善を図る。 2.水平展開 屋外（トレンチ内含む）に設置されている安全上重要な配管の外面について，今定期検査中に目視点検を実施する。周辺状況（干渉物の発錆状況や天井の雨水浸入跡等）を踏まえ，目視が困難な部位に腐食の進行を想定し，干渉物を一部取り外すなどした上で健全性を確認した。 また，安全上重要な機器が設置された屋外トレンチについて，今定期検査中に雨水浸入の状況を確認し，雨水浸入の跡が認められた場合には雨樋を設置する。 その後は，外面腐食が懸念される環境にある屋外配管全般について，見直した保守管理に基づき配管外面減肉管理を実施していく。	[代表機器以外の評価] e.配管の外面腐食（全面腐食）[ドライウェル除湿系，原子炉建屋ガス処理系，残留熱除去海水系] 代表機器と同様，屋外に設置されている炭素鋼配管及び保温材に覆われ結露の発生が想定される炭素鋼配管については，外面の塗装がはく離した場合に腐食が発生する可能性があるが，機器の点検時，巡視点検時に塗装の劣化は把握でき，腐食等が認められた場合には補修を実施していくことで健全性の維持は可能であると判断する。ただし，高経年化対策の観点から保温材に覆われた範囲について，今後点検要領を定め，計画的に点検を実施する。	入防止等の腐食環境の改善を図る必要がある。		・高経年化への対応 配管の外面腐食（隙間腐食）に対しては，直接目視が困難な箇所に対する点検に着目した目視点検を実施し，必要に応じて補修を実施していく。	

■保全品質情報／□トラブル

No.	事象件名	事象の概要	30年目PLM評価	30年目PLM評価の考察	劣化状況評価への反映事項	劣化状況評価	備考
7	高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機の運転上の制限からの逸脱について （発電所） 東海第二 発電所 （発生日） 2010.9.22	【状況】 定期試験中，高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機（以下「HPCS-DG」という） 負荷運転のデータ採取を実施していたところ，定期試験記録であるシリンダ排気温度の一つが約250℃から約290℃間で指示値がランダムに変化していることを確認した。 発電長はHPCS-DGの社内基準値を満足していない可能性があり，温度計やシリンダ排気弁等の確認をする必要があると判断し，運転上の制限からの逸脱を宣言した。 排気温度計の点検が完了したため，HPCS－DGの健全性確認運転を開始し，発電機を併入，負荷上昇操作中の，中央制御室制御盤の自動電圧調整装置用電圧設定器操作スイッチ（以下「当該AVR操作スイッチ」という）が「増（RAISE）」方向に操作出来ないことを発電長が確認し，発電機を解列，機関を停止した。 【推定原因1】 1.シリンダ排気温度指示の変化 (1)当該ケーブルの外部被覆がない（被覆を剥いた）箇所が中継箱のフレキシブル電線管接続部に接触していたため，運転中の振動によりケーブル絶縁体が損傷した。 (2)中継箱がDG本体に設置されていたため，振動の影響を受けやすかった。 【対策2】 1.シリンダ排気温度計指示の変化 (1)中継端子箱の形状を変更により，ケーブル外部被覆の処理箇所が中継端子箱内に位置（電線管との接触防止）に変更した。 (2)DG機関からの振動の影響を低減するため，中継端子箱を移設した。	評価書：低圧ケーブル 3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象 (1)絶縁体の絶縁特性低下［CVケーブル］ a. 事象の説明 絶縁体は，有機物の架橋ポリエチレンであるため，熱及び放射線による物性変化により，経年的に劣化が進行し，絶縁特性低下を起こす可能性がある。 しかし，CVケーブルの長期健全性試験結果から60年間の運転期間及び事故時雰囲気における絶縁特性が維持できると考えられる。 また，点検時の絶縁抵抗測定及び系統機器の動作試験を実施することで絶縁特性低下を監視していくとともに，必要に応じ取替を行うこととする。 さらに，代表機器と同様に点検時の絶縁抵抗測定及び系統機器の動作試験を実施することで絶縁特性低下を監視していくとともに，必要に応じ取替を行うこととする。	(1)30年目評価時の取扱い 30年目の評価時点において，絶縁体の絶縁特性低下を想定される経年劣化事象として抽出し，熱及び放射線による絶縁体の物性変化を絶縁特性低下の要因としてとらえ適切に評価している。 本事象の原因は，ケーブルの外部被覆がない（被覆を剥いた）箇所が中継箱のフレキシブル電線管接続部に接触していた。さらに運転中の振動によりケーブル絶縁体が損傷し絶縁体の絶縁特性が低下したもので，ケーブル敷設時の絶縁体の損傷防止に対する施工上の配慮が不足していた。 施工不良に起因した絶縁体の絶縁特性低下は，高経年化技術評価での経年劣化事象として取り扱うのは適切ではないと考える。 再発防止としては，中継端子箱の形状変更によるケーブルの外部被覆の処理した箇所が中継端子箱内に位置するようにし，フレキシブル電線管との干渉防止並びにDG機関の振動の影響を受けにくい場所へ移設を行っていることを確認した。	本事象はケーブル敷設時の問題であり，高経年化対策への反映事項はない。	劣化状況評価への反映事項なし。	

No.	事象件名	事象の概要	30 年目 PLM 評価	30 年目 PLM 評価の考察	劣化状況評価への反映事項	劣化状況評価	備考
		【推定原因2】 AVR操作スイッチの固渋 経年劣化により，スイッチの接点ブロック内の摺動抵抗が増加し固渋したと推定される。 【対策2】 他設備から操作スイッチを流用した。第25回施設定期検査時に新品の操作スイッチと交換した。	評価書：操作制御盤 3.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象 b. 操作スイッチ及び押釦スイッチの導通不良 操作スイッチ及び押釦スイッチは，接点に付着する浮遊塵埃と接点表面に形成される酸化皮膜により導通不良の可能性がある。しかし，操作制御盤は空調設備のある屋内に設置されていることから，塵埃の付着量，酸化皮膜量とも極わずかな量であり，導通不良の可能性は低いと考えられる。 また，点検時に動作試験を実施し問題のないことを確認しており，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難いことから，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。	(1)30年目評価時の取扱い 操作スイッチの固渋は，経年劣化事象として抽出していないが，左記の評価に記載のとおり，点検時に動作試験を実施し問題のないことを確認しており，問題ないと判断する。	(1)40年目評価時の取扱い 中央制御室，現場盤等の操作制御盤に設置されている操作スイッチについては，定期取替品として保全計画に反映しており，高経年化対策への反映事項はない。	評価書：操作制御盤 2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象 (2)消耗品及び定期取替品の扱い 故障表示器，表示灯，液晶ディスプレイ及びヒューズは消耗品であり，操作スイッチ，押釦スイッチは定期取替品であるため，設計時に長期使用せず取替を前提としていることから高経年化対策を見極める上での評価対象外とする。	

■保全品質情報／□トラブル

No.	事象件名	事象の概要	30年目PLM評価	30年目PLM評価の考察	劣化状況評価への反映事項	劣化状況評価	備考
8	蒸気乾燥器のひび調査結果について （発電所） 東海第二発電所 （発生日） 2012.7.4	【状況】 蒸気乾燥器（以下「ドライヤ」という）の外観点検（以下「VT」という）を，原子炉建屋6階の蒸気乾燥器・気水分離器保管プール（以下「D/Sプール」という）にて実施してきたところ，ドライヤ吊上作業用部品（以下「リフティングロッド」という）のうち，1本の近傍にある底板に，ひび及び指示模様を確認した。 残りのリフティングロッド近傍についてVTを実施した結果，ひび及び指示模様が確認された。 【推定原因：割れ】 1)目視点検の結果，ひび割れは複数あり，それぞれが曲がっていること及び一部のひび割れには分岐も確認された。 底板の材料はSUS304であり炭素含有量が0.05%と高く，溶接により材料が鋭敏化する可能性がある。 2)溶接残留応力評価を行った結果，材料（SUS304）の降伏応力を超える引張応力がある箇所がみられた。また，ひび割れの方向と一致しないものや，材料の降伏応力以下の残留応力しかない位置にひび割れが生じているものがあり，これらはグラインダ仕上げによる硬化層と引張残留応力を生じていたものと考えられる。 3)当該部は平坦であり運転中に蒸気凝縮水の溜まりを生じ，高温水環境を形成する可能性がある。溶接による材料の鋭敏化及び引張残留応力，あるいは，グラインダ仕上げにより生じた硬化層と引張残留応力の条件において，平坦部に溜まった水による高温水環境が重畳したことによる，応力腐食割れ（以下「SCC」という）と考えられる。 【対策】 1.構造健全性評価 (1)き裂進展評価及び強度評価を実施し，下の通り問題のないことを確認した。 ①残留応力評価による応力分布に基づき，底板のSCCの進展量を評価したところ，最短で約20.8年で板厚（12.7mm）を貫通する結果となった。 ②目視検査で確認されたき裂の形状とき裂進展評価の結果に基づき，想定される	評価書：炉内構造物 【蒸気乾燥器については重要度分類上PS-3であり，審査対象外機器として評価している。】 2.3高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の評価 (1)粒界型応力腐食割れ（シュラウドヘッド及び気水分離器，蒸気乾燥器） a.事象の説明 応力腐食割れは，腐食環境において，溶接の熱影響等を受けて感受性を有する材料（ステンレス鋼又は高ニッケル合金）が，引張応力の作用で割れを発生する現象である。応力腐食割れは，引張応力材料の感受性，腐食環境の３つの因子が同時に存在する条件下で発生することが知られている。 国内プラントの炉内構造物においては炉心シュラウド溶接部近傍，ジェットポンプライザ管エルボ溶接部近傍，ジェットポンプビーム，炉心スプレイスパージャの溶接部近傍及びシュラウドサポートにおいて応力腐食割れと考えられるひびが発生した事例がある。 また，国内外プラントにおいて，シュラウドヘッドボルトのクレビス部に応力腐食割れが発生した事例がある。 b．技術評価 ①健全性評価 シュラウドヘッド及び気水分離器，蒸気乾燥器については，ステンレス鋼であり高温の純水又は飽和蒸気環境中にあるため，応力腐食割れ発生の可能性を否定することはできない。 なお，東海第二発電所では1997年度より水素注入（原子炉圧力容器内に水素を注入し，水への再結合により炉水溶存酸素濃度を低減すること）を実施し，応力腐食割れの一要因である腐食環境の改善を図っている。水素注入による応力腐食割れ発生防止の効果については，シュラウドより上部では他の部位に比較し効果が小さいと考えられるが，水素注入を実施することにより，通常水質と比べて応力腐食割れ発生に対する抑制の効果があると考えられる。 ②現状保全 シュラウドヘッド及び気水分離器，蒸気乾燥器は定期的な点検を実施しており，これまでの点検実績では応力腐食割れ等は見つかっていない。	(1)30年目評価時の取扱い 30年目の評価時点において，蒸気乾燥器の粒界型応力腐食割れについて，着目すべき経年劣化事象として抽出しており，適切に評価されている。 (2)現状保全の考察 対象機器であるシュラウドヘッド及び気水分離器，蒸気乾燥器においては，これまで計画的な目視点検を実施することとしており，適切であった。 (3)問題点 30年目の評価においては，シュラウドヘッド及び気水分離器，蒸気乾燥器に応力腐食割れ等は，発生していなかったが，それ以降の第24回定期検査時の目視点検で蒸気乾燥器に応力腐食割れが確認された。国内外においても類似事象があることを確認した。	(1)40年目評価時の取扱い 蒸気乾燥器の粒界型応力腐食割れについて，現状保全にて検知できていることから，着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）として抽出し，技術評価を行う。 (2)現状保全 確認されたひびは，き裂進展評価及び強度評価を実施し，問題のないことを確認している。また，底板端部のひび割れは今後の進展量を考慮してもドライヤの構造健全性並びに，機能・性能へ影響を及ぼすものではない。 したがって，現状において当該部の補修の必要はないことから，今後も計画的に目視点検を継続する。	【評価対象】 粒界型応力腐食割れ［シュラウドヘッド及び気水分離器，蒸気乾燥器，給水スパージャ］ 【評価内容】 シュラウドヘッド及び気水分離器，蒸気乾燥器，給水スパージャは，ステンレス鋼及び高ニッケル合金であり高温の純水及び蒸気の環境中にあることから，国内外の損傷事例から粒界型応力腐食割れが想定される。 蒸気乾燥器については，維持規格等に基づき計画的に水中カメラによる目視点検を実施しており，第25回施設定期検査（2011年度）において，リフティングロッド4本に応力腐食割れと推定されるひび及び指示模様（ひびとは特定できていないもの）が認められたため，進展性評価並びに構造健全性評価を行い，蒸気乾燥器の機能に影響のないことを確認している。今後もひび割れに対する継続検査として，計画的に目視点検を実施することとしている。 さらに，ステンレス鋼又は高ニッケル合金の粒界型応力腐食割れは，材料の感受性，腐食環境及び引張応力の３つの因子が同時に存在する条件下で発生するが，東海第二発電所の炉内構造物については，水素注入による腐食環境改善を実施している。 今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難いことから，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。 （参考：詳細検討内容） ・技術評価 ①健全性評価 シュラウドヘッド及び気水分離器，蒸気乾燥器，給水スパージャは，ステンレス鋼及び高ニッケル合金であり高温の純水及び蒸気の環境中にあることから，国内外の損傷事例から粒界型応力腐食割れが想定される。 ②現状保全 確認されたひびは，き裂進展評価及び強度評価を実施し，問題のないことを確認している。 また，底板端部のひび割れは今後の進展量を考慮してもドライヤの構造健全性並びに，機能・性能へ影響を及ぼすものではない。	

No.	事象件名	事象の概要	30年目PLM評価	30年目PLM評価の考察	劣化状況評価への反映事項	劣化状況評価	備考
		最も長い貫通き裂を模擬し，有限要素解析により強度評価を実施した結果，各方向の応力はいずれも，想定き裂の有無及びき裂の方向にかかわらず，ドライヤバンク全体の応力分布に有意な差は見られなかった。 (2)機能・性能への影響の有無を検討し，以下の通り問題のないことを確認した。 確認されたひびについては，以下により，蒸気乾燥器の機能に影響はないことを確認した。 底板の主な機能としては，蒸気乾燥ユニットを支持する及び蒸気乾燥器下部内側に入った湿分の高い蒸気を蒸気乾燥ユニットに導くことが要求される。 底板にひびが確認された範囲は，上下面とも底板を支えるサポートリング及びリフティングブロックとの耐食性の高い溶接金属で囲まれた範囲である。 したがって，ひびが進展したとしてもこの範囲内にとどまると考えられる。したがって，蒸気乾燥ユニットを支持する機能に影響はない。 また，ひびが底板を貫通すると仮定しても，ひびが確認された範囲は上下面ともに耐食性の高い溶接金属で囲まれており，進展はこの範囲内にとどまると考えられることから，蒸気が乾燥器ユニットを通らず内外差圧によりひびを解して外に流れ（バイパスフロー），湿分の高い蒸気のままタービン側にいくことはない。 底板のサポートリングは，上面側と下面側が溶接されており，ひび割れが下面側の溶接の内側（サポートリング中心側）まで進展して板厚を貫通しなければ，蒸気が漏れることはない。今回確認されたひび割れは，サポートリング外周側であり，蒸気流を阻害することはない。 また，き裂進展解析では一部の今回確認されたひび割れが仮に進展し板厚を貫通すると評価された場合でも，ひび割れはエンドプレートの溶接と直行する方向であり，ひび割れは応力腐食割れであることから溶接金属で止まるものと考えられることから，下面側の溶接より内側には至らず，ドライヤの流路は健全な状態で保たれ，今後もドライヤの機能・性能に影響を及ぼすことはないと考えられ	なお，シュラウドヘッド及び気水分離器，蒸気乾燥器については計画的に目視点検を実施することとしている。 ③総合評価 健全性評価及び現状保全より，シュラウドヘッド及び気水分離器，蒸気乾燥器については，応力腐食割れの発生は否定できないものの，今後も計画的な目視点検を実施していくことにより健全性の確認は可能と判断する。			したがって，現状において当該部の補修の必要はないことから，今後も計画的に目視点検を継続する。 ③総合評価 健全性評価から判断して，蒸気乾燥器の粒界型応力腐食割れについては，継続的に目視点検を実施し，その結果を基に進展性評価並びに構造健全性評価を実施することで健全性が確保できると考える。 ・高経年化への対応 蒸気乾燥器の粒界型応力腐食割れについては，継続的に目視点検を実施し，その結果を基に進展性評価並びに構造健全性評価を実施していく。	

No.	事象件名	事象の概要	30年目PLM評価	30年目PLM評価の考察	劣化状況評価への反映事項	劣化状況評価	備考
		る。 2. 類似箇所の事例調査及び点検・補修要否の検討 (1)類似箇所の事例調査を行った結果，以下の通りであった。 ドライヤの底板部の損傷事例を調査した結果，国内プラントでの事例はなかったが，類似箇所（平坦で水が溜まる部位の溶接部）の事例としては，国内外のプラントでサポートリングにおけるSCC発生の事例がある。 国内で報告されている事例2件については，いずれもサポートリング上面の溶接部付近に生じているものであり，切削加工により生じた加工層と溶接による残留応力の影響でSCCが生じたものと推定されている。 3.今後の保守について 今後は，目視試験により底板端部のひび割れの進展状況及び類似箇所を定期的に確認する。なお，試験方法はMVT-1とし，頻度は，維持規格IA-2340を準用して，3，7，10年を経過後の最初の定期検査とする。					