東海第二発電所
ケーブルの技術評価書

（運転を断続的に行うことを前提とした評価）

日本原子力発電株式会社

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

なお，高温・高圧の環境下にあるクラス 3 のケーブルはない。

評価対象機器の一覧を表 1 に示す。

評価対象機器を絶縁体材料等でグループ化し，それぞれのグループから，用途，重要度，設置場所等の観点から代表機器を選定し技術評価を行った後，代表以外の機器について評価を展開している。

本評価書はケーブルの種別，ケーブルトレイ，電線管及びケーブル接続部毎に，以下の 5 章で構成されている。

1. 高圧ケーブル
2. 低圧ケーブル
3. 同軸ケーブル
4. ケーブルトレイ，電線管
5. ケーブル接続部

表 1　評価対象機器一覧

種別	絶縁体材料	名称	仕様	重要度[*1]
高圧 ケーブル	架橋ポリエチレン	高圧難燃 CV ケーブル	架橋ポリエチレン絶縁× 難燃性特殊耐熱ビニルシース	MS-1 重[*2]
低圧 ケーブル	架橋ポリエチレン	CV ケーブル	架橋ポリエチレン絶縁× ビニルシース	MS-1 重[*2]
	難燃架橋ポリエチレン	難燃 CV ケーブル	難燃架橋ポリエチレン絶縁× 難燃性特殊耐熱ビニルシース	MS-1 重[*2]
	シリコーンゴム	KGB ケーブル	シリコーンゴム絶縁× ガラスシース	MS-1
	難燃エチレンプロピレンゴム	難燃 PN ケーブル	難燃エチレンプロピレンゴム絶縁× 特殊クロロプレンゴムシース	MS-1 重[*2]
同軸 ケーブル	架橋ポリエチレン	難燃一重同軸 ケーブル	架橋ポリエチレン絶縁× 難燃架橋ポリエチレンシース	MS-1 重[*2]
		難燃二重同軸 ケーブル	架橋ポリエチレン絶縁× 難燃架橋ポリエチレンシース	MS-2 重[*2]
	架橋発泡ポリエチレン	難燃六重同軸 ケーブル	架橋発泡ポリエチレン絶縁× 難燃架橋ポリエチレンシース	MS-1 重[*2]
	架橋ポリオレフィン	難燃一重同軸 ケーブル	架橋ポリオレフィン絶縁× 難燃架橋ポリオレフィンシース	MS-1 重[*2]
	架橋発泡ポリオレフィン	難燃三重同軸 ケーブル	架橋発泡ポリオレフィン絶縁× 難燃架橋ポリオレフィンシース	MS-1 重[*2]
ケーブル トレイ， 電線管	－	ケーブルトレイ	炭素鋼	MS-1 重[*2]
	－	電線管	炭素鋼	MS-1 重[*2]
ケーブル 接続部	ジアリルフタレート樹脂	端子台接続	ジアリルフタレート樹脂	MS-1 重[*2]
	ポリカーボネイト		ポリカーボネイト	MS-1 重[*2]
	ポリフェニレンエーテル 樹脂		ポリフェニレンエーテル樹脂	MS-1 重[*2]
	ビニル	端子接続	ビニル	MS-1 重[*2]
	ジアリルフタレート樹脂	電動弁コネクタ 接続	ジアリルフタレート樹脂	MS-1 重[*2]
	ポリエーテルエーテル ケトン	同軸コネクタ 接続 (中性子束計測用)	ポリエーテルエーテルケトン	MS-1 重[*2]
	架橋ポリスチレン		架橋ポリスチレン	MS-1 重[*2]
		同軸コネクタ 接続 (放射線計測用)	架橋ポリスチレン	MS-2 重[*2]
	テフロン	同軸コネクタ 接続 (中性子束計測用) (放射線計測用)	テフロン	MS-1 重[*2]
	架橋ポリオレフィン	スプライス接続	架橋ポリオレフィン	MS-1 重[*2]

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

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

1. 高圧ケーブル

［対象高圧ケーブル］

① 高圧難燃 CV ケーブル

目次

1. 対象機器 1-1
2. 高圧ケーブルの技術評価..... 1-2
2.1 構造，材料及び使用条件..... 1-2
2.2 経年劣化事象の抽出..... 1-5
2.2.1 機器の機能達成に必要な項目..... 1-5
2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出..... 1-5
2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象..... 1-6
2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の評価..... 1-8

1. 対象機器

東海第二で使用している高圧ケーブルの主な仕様を表 1-1 に示す。

表 1-1　高圧ケーブルの主な仕様

名称	用途	重要度*1	仕様 (電圧)	設置場所	使用開始時期
高圧難燃 CV ケーブル	動力	MS-1 重*2	AC 7,000 V 以下	原子炉格納容器外	運転開始後*3

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

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

*3：新規制基準対応に伴い，長期停止期間中に高圧ケーブルは高圧難燃 CV ケーブルに更新

2. 高圧ケーブルの技術評価

2.1 構造，材料及び使用条件

(1) 構造

東海第二の高圧難燃 CV ケーブルは，大別すると導体，内部半導電層，絶縁体，外部半導電層，遮蔽銅テープ，押えテープ及びシースで構成され，このうちケーブルの絶縁機能は，絶縁体で保たれている。

遮蔽銅テープは，導体からの静電誘導による影響を低減するため，内部半導電層及び外部半導電層はケーブル内の空隙の発生を防止して電界強度のバラツキを抑えるため，押えテープはケーブルを整形するため，シースはケーブルを外的な力から保護するために設けられている。

東海第二の高圧難燃 CV ケーブルの構造図を図 2.1-1 に示す。

(2) 材料及び使用条件

東海第二の高圧難燃 CV ケーブル主要部位の使用材料を表 2.1-1 に，使用条件を表 2.1-2 に示す。

No.	部位
①	導体
②	内部半導電層
③	絶縁体
④	外部半導電層
⑤	遮蔽銅テープ
⑥	押えテープ
⑦	シース

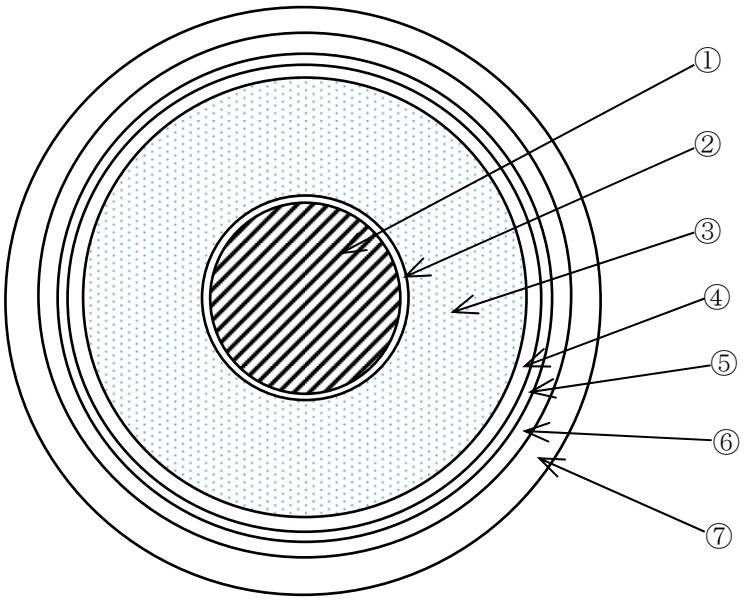


図 2.1-1　高圧難燃 CV ケーブル構造図

表 2.1-1　高圧難燃 CV ケーブル主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
電力伝達機能の確保（絶縁機能の確保）	エネルギー伝達	導体	銅
	絶縁	絶縁体	架橋ポリエチレン
	遮蔽	遮蔽銅テープ	軟銅テープ
	整形	内部半導電層	半導電性混和物
		外部半導電層	半導電性混和物
		押えテープ	難燃テープ
	保護	シース	難燃性特殊耐熱ビニル

表 2.1-2　高圧難燃 CV ケーブルの使用条件

	通常運転時	設計基準事故時	重大事故等時
設置場所	原子炉格納容器外		
周囲温度*	40.0 ℃（最高）	100 ℃（最高）	100 ℃（最高）
最高圧力*	大気圧	0.001744 MPa	0.0069 MPa
放射線*	0.00015 Gy/h（最大）	0.45 kGy（最大積算値）	100 kGy（最大積算値）

*:原子炉格納容器外で高圧難燃 CV ケーブルが布設されている区域における設計値

2.2 経年劣化事象の抽出

2.2.1 機器の機能達成に必要な項目

高圧ケーブルの機能である通電機能の達成に必要な項目は以下のとおり。

(1) 電力伝達機能の確保（絶縁機能の確保）

2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

(1) 想定される経年劣化事象の抽出

高圧ケーブルについて，機能達成に必要な項目を考慮して主要な部位に展開した上で，個々の部位の材料，構造，使用条件（設置場所，電圧）及び現在までの運転経験を考慮し，表 2.2-1 に示すとおり，想定される経年劣化事象を抽出した（表 2.2-1 で○又は△，▲）。

なお，消耗品及び定期取替品は評価対象外とする。

(2) 消耗品及び定期取替品の扱い

高圧ケーブルには，消耗品及び定期取替品はない。

(3) 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

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

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

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

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

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

a. 絶縁体の絶縁特性低下
b. 絶縁体の絶縁特性低下（水トリー劣化）

2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

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

日常劣化管理事象に該当する事象は抽出されなかった。

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

a. シースの硬化

高圧難燃 CV ケーブルのシースは，有機物であるため，熱及び放射線により硬化する可能性がある。

しかし，シースは主にケーブル布設時に生ずる外的な力からケーブルを保護するためのものであり，ケーブルに要求される絶縁機能への影響はない。

したがって，シースの硬化は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

表 2.2-1　高圧難燃 CV ケーブルに想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	経年劣化事象									備考
				材料	減肉		割れ		絶縁	導通	信号	その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	絶縁特性低下	導通不良	特性変化		
電力伝達機能の確保(絶縁機能の確保)	エネルギー伝達	導体		銅									*1:熱・放射線による絶縁特性低下 *2:水トリー劣化 *3:熱・放射線による硬化
	絶縁	絶縁体		架橋ポリエチレン					○*1,*2				
	遮蔽	遮蔽銅テープ		軟銅テープ									
	整形	内部半導電層		半導電性混和物									
		外部半導電層		半導電性混和物									
		押えテープ		難燃テープ									
	保護	シース		難燃性特殊耐熱ビニル								▲*3	

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

2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の評価

(1) 絶縁体の絶縁特性低下

a. 事象の説明

絶縁体は，有機物の架橋ポリエチレンであるため，熱及び放射線による物性変化，絶縁物の異物や空隙での放電による電気的劣化により，経年的に劣化が進行し，絶縁特性低下を起こす可能性がある。

絶縁特性低下を生ずる可能性のある部位を図 2.3-1 に示す。

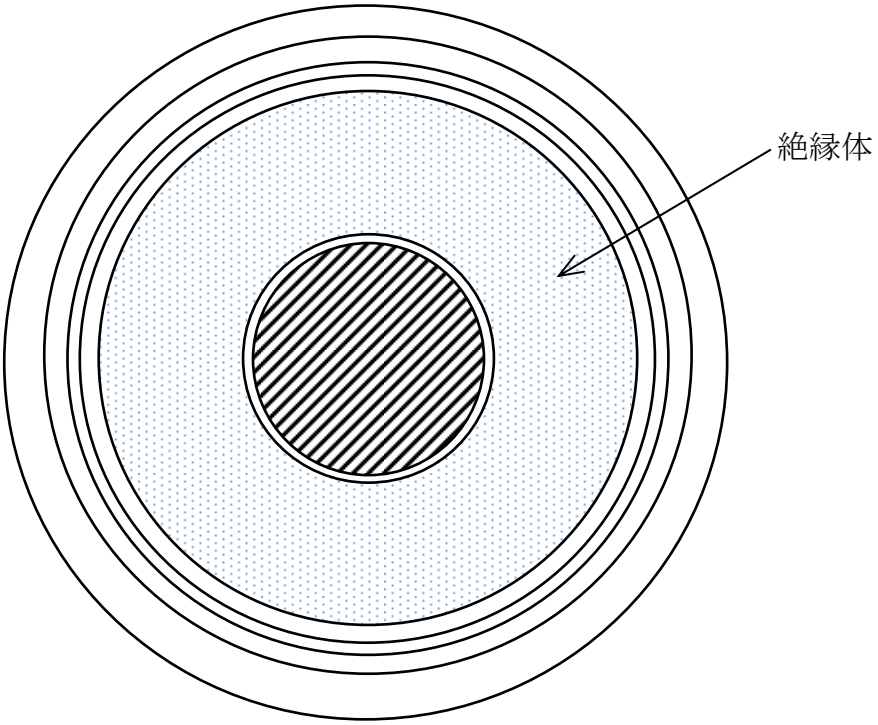


図 2.3-1　高圧難燃 CV ケーブルの絶縁部位

b. 技術評価

① 健全性評価

ケーブルの長期間の経年劣化を考慮した必要性能の評価方法は，IEEE Std.323-1974「IEEE Standard for Qualifying Class 1E Equipment for Nuclear Power Generating Stations」及びIEEE Std.383-1974「IEEE Standard for Type Test of Class 1E Electric Cables, Field Splices, and Connections for Nuclear Power Generating Stations」の規格を根幹に電気学会において我が国のケーブル耐環境試験方法推奨案『電気学会技術報告（Ⅱ部）第139号「原子力発電所用電線・ケーブルの環境試験方法ならびに耐延焼試験方法に関する推奨案』（以下，「電気学会推奨案」という）としてまとめられており，この電気学会推奨案と同じ手順で高圧難燃CVケーブルの長期健全性試験を実施し，この結果に基づき長期間のケーブル健全性を評価した。

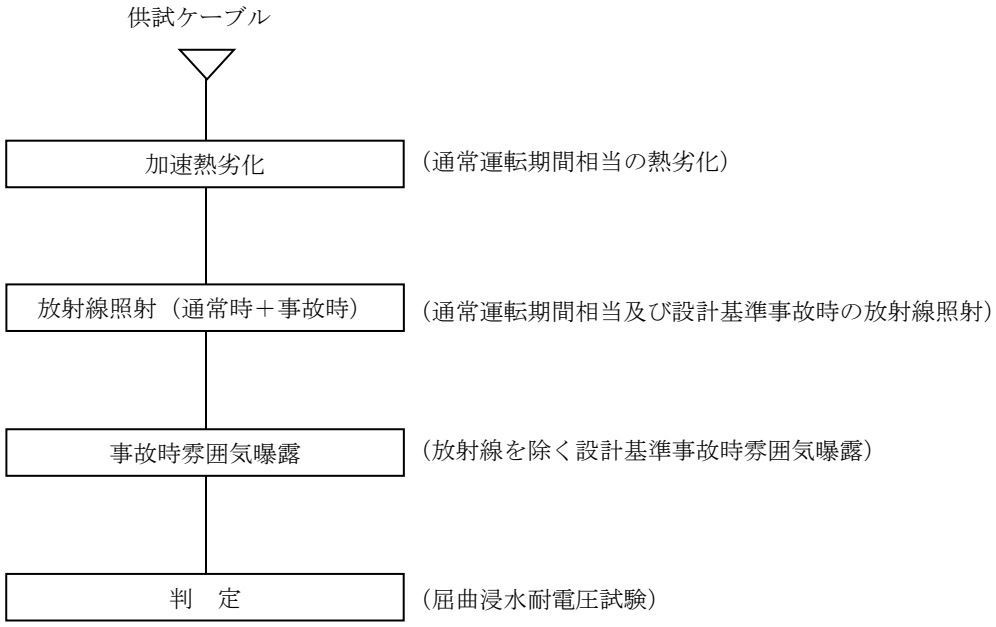


図2.3-2　高圧難燃CVケーブル長期健全性試験手順（電気学会推奨案）

高圧難燃 CV ケーブルについては，図 2.3-2 に示す長期健全性試験手順により評価した。

本試験条件は，表 2.3-1 に示すとおり，代表ケーブルの 60 年間の通常運転期間，設計基準事故時及び重大事故等時雰囲気を想定した熱及び放射線による使用条件を包絡している。

本試験結果は，表 2.3-2 に示すとおり，屈曲浸水耐電圧試験の判定基準を満足しており，高圧難燃 CV ケーブルの絶縁体は 60 年間の通常運転期間，設計基準事故時及び重大事故等時雰囲気において絶縁性能を維持できると評価する。

また，電動機用ケーブルについては点検時に『電気学会技術報告（Ⅱ部）第 182 号 絶縁劣化診断試験方法にある直流漏れ電流試験』(以下,「絶縁診断試験」という）等を実施しており，これまでの点検では有意な絶縁特性低下は認められていない。

表 2.3-1　高圧難燃 CV ケーブル長期健全性試験条件

	試験条件	説明
加速熱劣化	121 ℃×168 時間	原子炉建屋の周囲最高温度 40.0 ℃では，60 年間の通常運転期間を包絡する。
放射線照射	放射線照射線量：500 kGy	東海第二で想定される線量 約 0.53 kGy（60 年間の通常運転期間相当の線量 約 0.080 kGy に設計基準事故時の最大積算値 0.45 kGy を加えた線量）を包絡する。また，東海第二で想定される線量 約 101 kGy（60 年間の通常運転期間相当の線量 約 0.080 kGy に重大事故等時の最大積算値 100 kGy を加えた線量）を包絡する。
事故時雰囲気曝露	最高温度：171 ℃ 最高圧力：0.427 MPa 曝露時間：25 時間	東海第二で想定される設計基準事故時の最高温度 100 ℃，最高圧力 0.001744 MPa 及び重大事故等時の最高温度 100 ℃，最高圧力 0.0069 MPa を包絡する。

表 2.3-2 高圧難燃 CV ケーブル長期健全性試験結果

項目	試験手順	判定基準	結果
屈曲浸水耐電圧試験	① 直線状に試料を伸ばした後,試料外径(約 33.0 ㎜)の約 40 倍のマンドレルに巻きつける。 ② ①の両端部以外を常温の水中に浸し 1 時間以上放置する。 ③ ②の状態で,公称絶縁体厚さに対し交流電圧 3.2 kV/㎜を 5 分間印加する。	絶縁破壊しないこと	良

② 現状保全

絶縁体の絶縁特性低下に対して，電動機用ケーブルについては点検時に絶縁抵抗測定及び絶縁診断試験，その他負荷用ケーブルについては絶縁抵抗測定を行い許容範囲に収まっていることの確認を行うとともに，傾向管理を行っている。

また，系統機器の点検時に実施する動作試験においてもケーブルの健全性を確認している。

さらに，点検で有意な絶縁特性低下が認められた場合には，ケーブルの取替を行うこととしている。

③ 総合評価

健全性評価結果から判断して，絶縁体の有意な絶縁特性低下の可能性は低く，また，絶縁特性低下は点検時の絶縁抵抗測定，絶縁診断試験及び系統機器の動作試験で把握可能と考えられる。今後も点検時の絶縁抵抗測定，絶縁診断試験及び系統機器の動作試験を実施することにより，絶縁特性低下は把握可能であり，現状の保全は点検手法としては適切であると考える。

c．高経年化への対応

絶縁体の絶縁特性低下に対しては，高経年化対策の観点から現状の保全内容に対して追加すべき項目はないと考える。今後も点検時の絶縁抵抗測定，絶縁診断試験及び系統機器の動作試験を実施することにより，絶縁特性低下を監視していくとともに，必要に応じて取替を行うこととする。

(2) 絶縁体の絶縁特性低下（水トリー劣化）

a. 事象の説明

絶縁体の架橋ポリエチレンは，長時間にわたって水が存在する状態で高い電界にさらされると，水トリーと称される種々の樹枝状の微細な通路あるいは空隙が発生して絶縁特性低下に至る。

水トリー劣化を生ずる可能性のある部位を図 2.3-1 に示す。

b. 技術評価

① 健全性評価

絶縁体の架橋ポリエチレンは，雨水等によるケーブル浸水により水トリーが発生する可能性がある。このため，屋外布設ケーブルに発生する可能性があるが，屋内布設ケーブルに発生する可能性は極めて小さい。

屋外布設ケーブルは，トレンチ及びピット内部に架空化されたケーブルトレイ，電線管により布設されている。仮にトレンチ及びピット内に水が溜まった場合は排水ポンプ，排水口により排水され，ケーブルが長時間浸水する可能性は極めて小さいと考える。

さらに，点検時にケーブルの絶縁診断試験を実施しており，これまでの点検結果では有意な絶縁特性の低下は認められていない。

これらのことから，今後も水トリー劣化による絶縁特性低下の可能性は小さいと考える。

② 現状保全

絶縁体の架橋ポリエチレンの水トリー劣化に対して，点検時にケーブルの絶縁抵抗測定及び絶縁診断試験を行い許容範囲に収まっていることの確認，傾向管理を行うとともに，系統機器の点検時に実施する動作試験においてもケーブルの健全性を確認している。

また，トレンチ及びピット内部の点検を行い，浸水の有無を確認している。

さらに，点検で有意な絶縁特性低下が認められた場合には，ケーブルの取替を行うこととしている。

③ 総合評価

健全性評価結果から判断して，水トリー劣化による絶縁体の絶縁特性低下の可能性は小さく，また，絶縁特性低下は点検時の絶縁抵抗測定，絶縁診断試験及び系統機器の動作試験で把握可能と考えられる。今後も，点検時の絶縁抵抗測定，絶縁診断試験及び系統機器の動作試験を実施することにより，絶縁特性低下（水トリー劣化）は把握可能であり，現状の保全は点検手法としては適切であると考える。

c．高経年化への対応

絶縁特性低下（水トリー劣化）に対しては，高経年化対策の観点から現状の保全内容に対して追加すべき項目はないと考える。今後も，点検時の絶縁抵抗測定，絶縁診断及び系統機器の動作試験を実施することにより，絶縁特性低下を監視していくとともに，必要に応じて取替を行うこととする。

2. 低圧ケーブル

［対象低圧ケーブル］

① CV ケーブル

② 難燃 CV ケーブル

③ KGB ケーブル

④ 難燃 PN ケーブル

目次

1. 対象機器及び代表機器の選定..... 2-1
1.1 グループ化の考え方及び結果..... 2-1
1.2 代表機器の選定..... 2-1
2. 代表機器の技術評価..... 2-3
2.1 構造，材料及び使用条件..... 2-3
2.1.1 CV ケーブル..... 2-3
2.1.2 難燃 CV ケーブル..... 2-6
2.1.3 KGB ケーブル（原子炉格納容器内）..... 2-9
2.1.4 難燃 PN ケーブル..... 2-12
2.2 経年劣化事象の抽出..... 2-15
2.2.1 機能達成に必要な項目..... 2-15
2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出..... 2-15
2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象..... 2-16
2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の評価..... 2-21
3. 代表機器以外への展開..... 2-42
3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象..... 2-42
3.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象..... 2-42

1. 対象機器及び代表機器の選定

東海第二で使用している主要な低圧ケーブルの主な仕様を表 1-1 に示す。

これらの低圧ケーブルをグループ化し，それぞれのグループにより代表機器を選定した。

1.1 グループ化の考え方及び結果

絶縁体材料及びシース材料を分類基準として，低圧ケーブルを表 1-1 に示すとおりグループ化する。

1.2 代表機器の選定

表 1-1 に分類されるグループ毎に，重要度及び設置場所の観点から，代表機器を選定する。

(1) 絶縁体材料及びシース材料：架橋ポリエチレン及びビニル

このグループには，CV ケーブルのみが属するため，代表機器は CV ケーブルとする。

(2) 絶縁体材料及びシース材料：難燃架橋ポリエチレン及び難燃性特殊耐熱ビニル

このグループには，難燃 CV ケーブルのみが属するため，代表機器は難燃 CV ケーブルとする。

(3) 絶縁体材料及びシース材料：シリコーンゴム及びガラス

このグループには， KGB ケーブルのみが属するが，重要度は同等であることから，設置場所の環境が厳しい原子炉格納容器内の KGB ケーブルを代表機器とする。

(4) 絶縁体材料及びシース材料：難燃エチレンプロピレンゴム及び特殊クロロプレンゴム

このグループには，難燃 PN ケーブルのみが属するため，代表機器は難燃 PN ケーブルとする。

表 1-1　低圧ケーブルのグループ化及び代表機器の選定

分類基準		名称	用途	使用開始時期		選定基準			選定	選定理由
絶縁体材料	シース材料			建設時	運転開始後	重要度*1	設置場所			
							原子炉格納容器内	原子炉格納容器外		
架橋ポリエチレン	ビニル	CV ケーブル	動力 制御・計測	○		MS-1 重*2		○	◎	
難燃架橋ポリエチレン	難燃性特殊耐熱ビニル	難燃 CV ケーブル	動力 制御・計測		○	MS-1 重*2		○	◎	
シリコーンゴム	ガラス	KGB ケーブル	動力 制御	○		MS-1	○		◎	重要度 設置場所
				○				○		
難燃エチレンプロピレンゴム	特殊クロロプレンゴム	難燃 PN ケーブル	動力 制御・計測		○	MS-1 重*2	○		◎	

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

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

2. 代表機器の技術評価

本章では，1 章で代表機器とした以下のケーブルについて技術評価を実施する。

① CV ケーブル
② 難燃 CV ケーブル
③ KGB ケーブル（原子炉格納容器内）
④ 難燃 PN ケーブル

2.1 構造，材料及び使用条件

2.1.1 CV ケーブル

(1) 構造

東海第二の CV ケーブルは，大別すると導体，セパレータ層，絶縁体，介在物，押えテープ及びシースで構成され，このうちケーブルの絶縁機能は，絶縁体で保たれている。

セパレータ層，介在物及び押えテープはケーブルを整形するため，シースはケーブルを外的な力から保護するために設けられている。

東海第二の CV ケーブルの構造図を図 2.1-1 に示す。

(2) 材料及び使用条件

東海第二の CV ケーブル主要部位の使用材料を表 2.1-1 に，使用条件を表 2.1-2 に示す。

No.	部位
①	導体
②	セパレータ層
③	絶縁体
④	介在物
⑤	押えテープ
⑥	シース

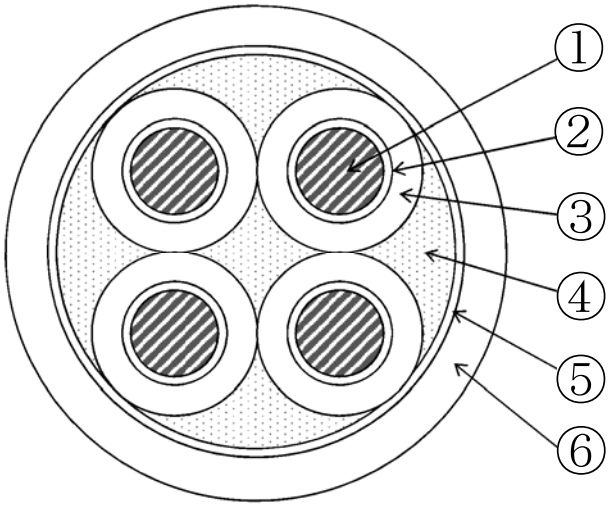


図 2.1-1　CV ケーブル構造図

表 2.1-1　CV ケーブル主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
電力・信号伝達機能の維持	エネルギー・信号伝達	導体	銅
	絶縁	絶縁体	架橋ポリエチレン
	整形	セパレータ層	プラスチックテープ
		介在物	ポリプロピレン
		押えテープ	ポリプロピレン
	保護	シース	ビニル

表 2.1-2　CV ケーブルの使用条件

	通常運転時	設計基準事故時	重大事故等時
設置場所	原子炉格納容器外		
周囲温度*	40.0 ℃（最高）	100 ℃（最高）	100 ℃（最高）
最高圧力*	大気圧	0.001744 MPa	0.0069 MPa
放射線*	0.00015 Gy/h（最大）	7.0 kGy （最大積算値）	100 kGy （最大積算値）

*:原子炉格納容器外で CV ケーブルが布設されている区域における設計値

2.1.2 難燃 CV ケーブル

(1) 構造

東海第二の難燃 CV ケーブルは，大別すると導体，セパレータ層，絶縁体，介在物，押えテープ及びシースで構成され，このうちケーブルの絶縁機能は，絶縁体で保たれている。

セパレータ層，介在物及び押えテープはケーブルを整形するため，シースはケーブルを外的な力から保護するために設けられている。

東海第二の難燃 CV ケーブルの構造図を図 2.1-2 に示す。

(2) 材料及び使用条件

東海第二の難燃 CV ケーブル主要部位の使用材料を表 2.1-3 に，使用条件を表 2.1-4 に示す。

No.	部位
①	導体
②	セパレータ層
③	絶縁体
④	介在物
⑤	押えテープ
⑥	シース

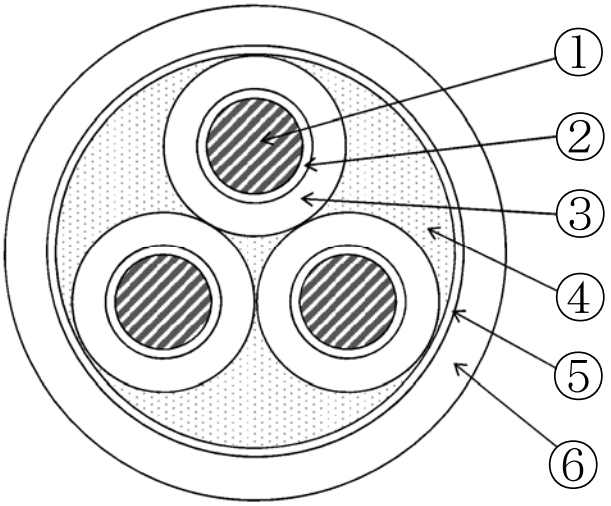


図 2.1-2　難燃 CV ケーブル構造図

表 2.1-3　難燃 CV ケーブル主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
電力・信号伝達機能の維持	エネルギー・信号伝達	導体	銅
	絶縁	絶縁体	難燃架橋ポリエチレン
	整形	セパレータ層	プラスチックテープ
		介在物	難燃ジュート
		押えテープ	難燃ゴム引き布テープ
	保護	シース	難燃性特殊耐熱ビニル

表 2.1-4　難燃 CV ケーブルの使用条件

	通常運転時	設計基準事故時	重大事故等時
設置場所	原子炉格納容器外		
周囲温度*	40.0 ℃（最高）	100 ℃（最高）	100 ℃（最高）
最高圧力*	大気圧	0.001744 MPa	0.0069 MPa
放射線*	0.00015 Gy/h（最大）	7.0 kGy （最大積算値）	100 kGy （最大積算値）

*:原子炉格納容器外で難燃 CV ケーブルが布設されている区域における設計値

2.1.3 KGB ケーブル（原子炉格納容器内）

(1) 構造

東海第二の KGB ケーブル（原子炉格納容器内）は，大別すると導体，絶縁体，編組，介在物及び押えテープで構成され，このうちケーブルの絶縁機能は，絶縁体で保たれている。

編組，介在物及び押えテープはケーブルを整形又はケーブルを外的な力から保護するために設けられている。

東海第二の KGB ケーブル（原子炉格納容器内）の構造図を図 2.1-3 に示す。

(2) 材料及び使用条件

東海第二の KGB ケーブル（原子炉格納容器内）主要部位の使用材料を表 2.1-5 に，使用条件を表 2.1-6 に示す。

No.	部位
①	導体
②	絶縁体
③	編組
④	介在物
⑤	押えテープ
⑥	編組

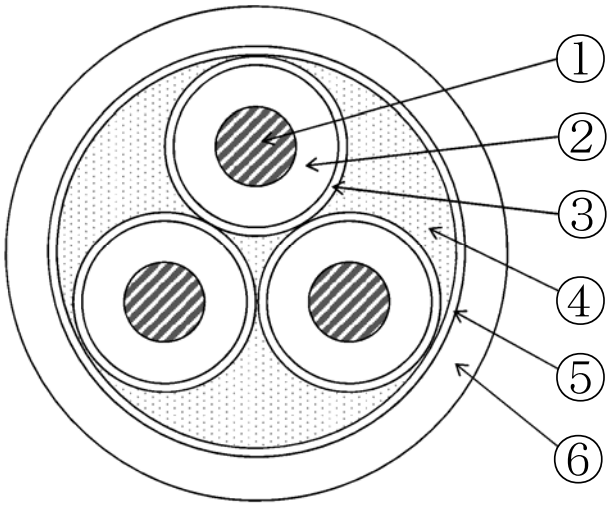


図 2.1-3　KGB ケーブル（原子炉格納容器内）構造図

表 2.1-5　KGB ケーブル（原子炉格納容器内）主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
信号伝達機能の維持	信号伝達	導体	すずメッキ軟銅
	絶縁	絶縁体	シリコーンゴム
	整形	編組	ガラス
		介在物	ガラス
		押えテープ	ガラス
	保護	編組	ガラス

表 2.1-6　KGB ケーブル（原子炉格納容器内）の使用条件

	通常運転時	設計基準事故時
設置場所	原子炉格納容器内	
周囲温度*	65.6 ℃（最高）	171 ℃（最高）
最高圧力*	0.0138 MPa	0.31 MPa
放射線*	0.5 Gy/h（最大）	2.6×10^{2} kGy（最大積算値）

*:原子炉格納容器内における設計値

2.1.4 難燃 PN ケーブル

(1) 構造

東海第二の難燃 PN ケーブルは，大別すると導体，絶縁体，介在物，押えテープ及びシースで構成され，このうちケーブルの絶縁機能は，絶縁体で保たれている。

介在物及び押えテープはケーブルを整形するため，シースはケーブルを外的な力から保護するために設けられている。

東海第二の難燃 PN ケーブルの構造図を図 2.1-4 に示す。

(2) 材料及び使用条件

東海第二の難燃 PN ケーブル主要部位の使用材料を表 2.1-7 に，使用条件を表 2.1-8 に示す。

No.	部位
①	導体
②	絶縁体
③	介在物
④	押えテープ
⑤	シース

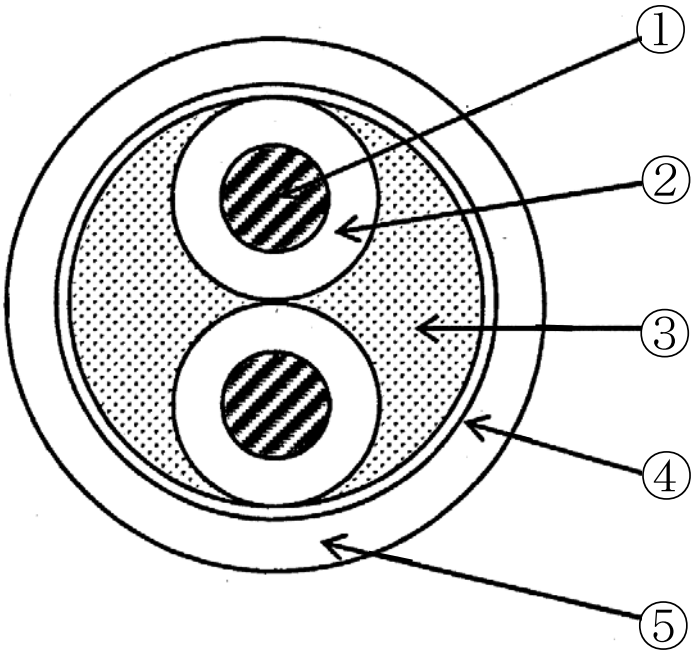


図 2.1-4　難燃 PN ケーブル構造図

表 2.1-7　難燃 PN ケーブル主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
電力・信号伝達機能の維持	エネルギー・信号伝達	導体	すずメッキ軟銅
	絶縁	絶縁体	難燃エチレンプロピレンゴム
	整形	介在物	難燃性介在物
		押えテープ	難燃テープ
	保護	シース	特殊クロロプレンゴム

表 2.1-8　難燃 PN ケーブルの使用条件

	通常運転時	設計基準事故時	重大事故等時
設置場所	原子炉格納容器内		
周囲温度*	65.6 ℃（最高）	171 ℃（最高）	235 ℃（最高）
最高圧力*	0.0138 MPa	0.31 MPa	0.62 MPa
放射線*	0.250 Gy/h（最大）	2.6×10^{2} kGy （最大積算値）	640 kGy （最大積算値）

*:原子炉格納容器内における設計値

2.2 経年劣化事象の抽出

2.2.1 機能達成に必要な項目

低圧ケーブルの機能である通電機能の達成に必要な項目は以下のとおり。

(1) 電力・信号伝達機能の維持

2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

(1) 想定される経年劣化事象の抽出

低圧ケーブルについて，機能達成に必要な項目を考慮して主要部位に展開した上で，個々の部位の材料，構造，使用条件（設置場所）及び現在までの運転経験を考慮し，表 2.2-1 に示すとおり，想定される経年劣化事象を抽出した（表 2.2-1 で○又は△，▲）。

なお，消耗品及び定期取替品は評価対象外とする。

(2) 消耗品及び定期取替品の扱い

低圧ケーブルには，消耗品及び定期取替品はない。

(3) 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

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

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

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

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

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

a. 絶縁体の絶縁特性低下［CV ケーブル］
b. 絶縁体の絶縁特性低下［難燃 CV ケーブル］
c. 絶縁体の絶縁特性低下［KGB ケーブル（原子炉格納容器内）］
d. 絶縁体の絶縁特性低下［難燃 PN ケーブル］

2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

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

日常劣化管理事象に該当する事象は抽出されなかった。

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

a. シースの硬化［CV ケーブル，難燃 CV ケーブル，難燃 PN ケーブル］

CV ケーブルのビニルシース，難燃 CV ケーブルの難燃性特殊耐熱ビニルシース及び難燃 PN ケーブルの特殊クロロプレンゴムシースは有機物であるため，熱及び放射線により硬化する可能性がある。

しかし，シースは主にケーブル布設時に生ずる外的な力からケーブルを保護するためのものであり，ケーブルに要求される絶縁機能への影響はない。

したがって，熱・放射線によるシースの硬化は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

表 2.2-1(1/4)　CV ケーブルに想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	経年劣化事象									備考
				材料	減肉		割れ		絶縁	導通	信号	その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	絶縁特性低下	導通不良	特性変化		
電力・信号伝達機能の維持	エネルギー・信号伝達	導体		銅									*1:熱・放射線による硬化
	絶縁	絶縁体		架橋ポリエチレン					○				
	整形	セパレータ層		プラスチックテープ									
		介在物		ポリプロピレン									
		押えテープ		ポリプロピレン									
	保護	シース		ビニル								▲*1	

○：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

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

表 2.2-1(2/4)　難燃 CV ケーブルに想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	経年劣化事象									備考
				材料	減肉		割れ		絶縁	導通	信号	その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	絶縁特性低下	導通不良	特性変化		
電力・信号伝達機能の維持	エネルギー・信号伝達	導体		銅									*1：熱・放射線による硬化
	絶縁	絶縁体		難燃架橋ポリエチレン					○				
	整形	セパレータ層		プラスチックテープ									
		介在物		難燃ジュート									
		押えテープ		難燃ゴム引き布テープ									
	保護	シース		難燃性特殊耐熱ビニル								▲*1	

○：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

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

表 2.2-1(3/4)　KGB ケーブル（原子炉格納容器内）に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	経年劣化事象									備考
				材料	減肉		割れ		絶縁	導通	信号	その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	絶縁特性低下	導通不良	特性変化		
信号伝達機能の維持	信号伝達	導体		すずメッキ軟銅									
	絶縁	絶縁体		シリコーンゴム					○				
	整形	編組		ガラス									
		介在物		ガラス									
		押えテープ		ガラス									
	保護	編組		ガラス									

○：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

表 2.2-1(4/4)　難燃 PN ケーブルに想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	経年劣化事象									備考
				材料	減肉		割れ		絶縁	導通	信号	その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	絶縁特性低下	導通不良	特性変化		
電力・信号伝達機能の維持	エネルギー・信号伝達	導体		すずメッキ軟銅									*1：熱・放射線による硬化
	絶縁	絶縁体		難燃エチレンプロピレンゴム					○				
	整形	介在物		難燃性介在物									
		押えテープ		難燃テープ									
	保護	シース		特殊クロロプレンゴム								▲*1	

○：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

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

2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の評価

(1) 絶縁体の絶縁特性低下［CV ケーブル］

a. 事象の説明

絶縁体は，有機物の架橋ポリエチレンであるため，熱及び放射線による物性変化により，経年的に劣化が進行し，絶縁特性低下を起こす可能性がある。

絶縁特性低下を起こす可能性のある部位を図 2.3-1 に示す。

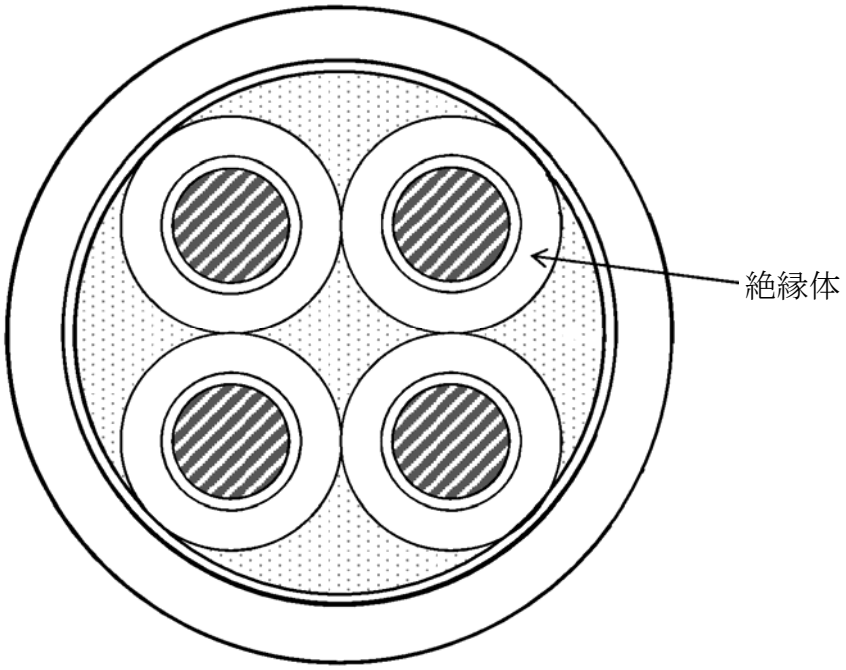


図 2.3-1　CV ケーブルの絶縁部位

b. 技術評価

① 健全性評価

ケーブルの長期間の経年劣化を考慮した必要性能の評価方法は，IEEE Std.323-1974「IEEE Standard for Qualifying Class 1E Equipment for Nuclear Power Generating Stations」（以下「IEEE Std.323-1974」という）及びIEEE Std.383-1974「IEEE Standard for Type Test of Class 1E Electric Cables, Field Splices, and Connections for Nuclear Power Generating Stations」（以下「IEEE Std.383-1974」という）の規格を根幹に，電気学会において我が国のケーブル耐環境試験方法推奨案『電気学会技術報告（Ⅱ部）第139号「原子力発電所用電線・ケーブルの環境試験方法ならびに耐延焼性試験方法に関する推奨案」』（以下，「電気学会推奨案」という）としてまとめられており，この電気学会推奨案と同じ手順により東海第二で使用しているケーブルと同仕様の他社製ケーブルにて長期健全性試験を実施し，この結果に基づき長期間の健全性を評価した。

また，設計基準事故時雰囲気内で機能要求があるケーブルについては，原子力安全基盤機構により原子力プラントでの使用条件に即したケーブルの経年劣化手法が検討され，その結果が「原子力発電所のケーブル経年劣化評価ガイド(JNES-RE-2013-2049)」（以下，「ACAガイド」という)に取りまとめられている。

このため，設計基準事故時雰囲気内で機能要求があるCVケーブルについては，実機同等品によるACAガイドに従った長期健全性についても評価した。

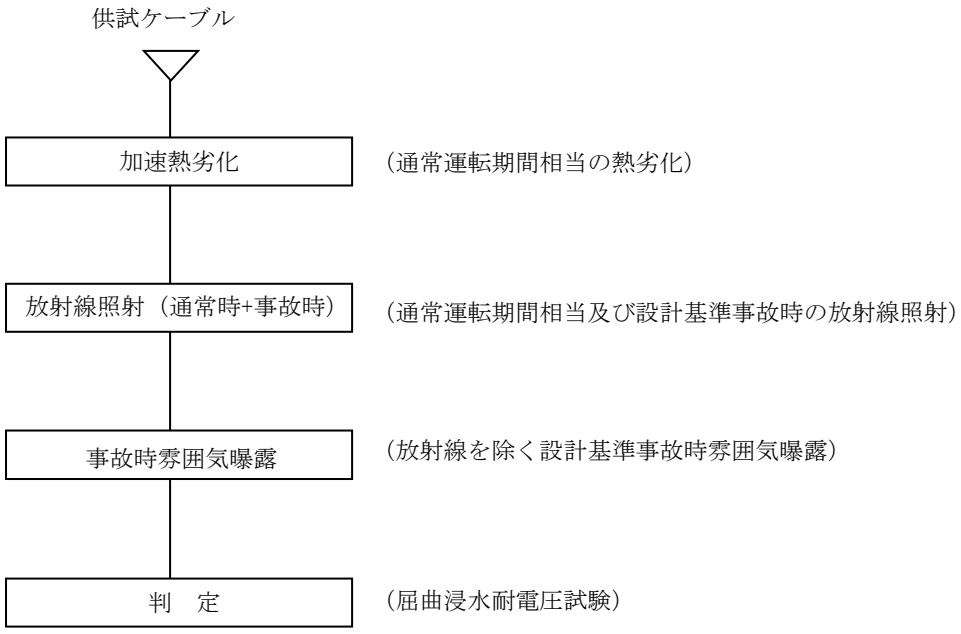


図2.3-2　CVケーブル長期健全性試験手順（電気学会推奨案）

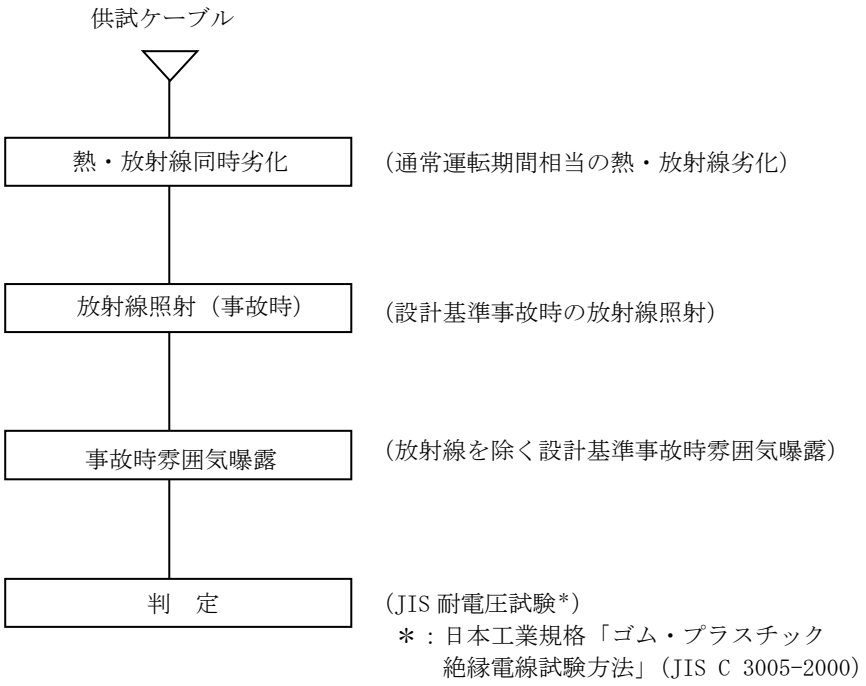


図 2.3-3　CV ケーブル長期健全性試験手順（ACA ガイド）

CV ケーブルについては，図 2.3-2 及び図 2.3-3 に示す長期健全性試験手順により評価した。

本試験条件は，表 2.3-1 及び表 2.3-3 に示すとおり，CV ケーブルの 60 年の通常運転期間，設計基準事故時及び重大事故等時雰囲気を想定した熱及び放射線による使用条件を包絡している。

本試験結果は，表 2.3-2 及び表 2.3-4 に示すとおり，屈曲浸水耐電圧試験及び JIS 耐電圧試験の判定基準を満足しており，CV ケーブルの絶縁体は 60 年の通常運転期間，設計基準事故時及び重大事故等時雰囲気において絶縁性能を維持できると評価する。

表 2.3-1　CV ケーブル長期健全性試験条件（電気学会推奨案）

	試験条件	説明
加速熱劣化	135℃×149 時間	原子炉格納容器外の周囲最高温度 40 ℃では，60 年間の通常運転期間を包絡する。
放射線照射 （通常時＋事故時）	放射線照射線量　：760 kGy	東海第二で想定される線量 約 7.1 kGy（60 年間の通常運転期間相当の線量 約80 Gyに設計基準事故時の最大積算値約 7.0 kGy を加えた線量）を包絡する。 また，東海第二で想定される線量 約 101 kGy（60 年間の通常運転期間相当の線量 約80 Gyに重大事故等時の最大積算値約100 kGyを加えた線量）を包絡する。
事故時雰囲気曝露	最高温度：171 ℃ 最高圧力：0.427 MPa 曝露時間：25 時間	東海第二における設計基準事故時の最高温度 100 ℃，最高圧力 0.001744 MPa 及び重大事故等時の最高温度 100 ℃，最高圧力 0.0069 MPa を包絡する。

表 2.3-2　CV ケーブル長期健全性試験結果（電気学会推奨案）

項目	試験手順	判定基準	結果
屈曲浸水耐電圧試験	① 直線状に試料を伸ばした後，試料外径（14.5 ㎜）の約 40 倍のマンドレルに巻きつける。 ② ①の両端部以外を常温の水中に浸し 1 時間以上放置する。 ③ ②の状態で，公称絶縁体厚さに対し交流電圧 3.2 kV/㎜を 5 分間印加する。	絶縁破壊しないこと。	良

表 2.3-3　CV ケーブル長期健全性試験条件（ACA ガイド）

	試験条件	説明
熱・放射線同時劣化	100 ℃－89.3 Gy/h－805 時間	「原子力プラントのケーブル経年変化評価技術調査研究に関する最終報告書（JNES-SS-0903）」（以下，「ACA 研究」という）の試験結果をもとに時間依存データの重ね合わせ手法を用いて東海第二の原子炉格納容器外の環境条件に展開し評価した結果，60 年間の通常運転期間を包絡する。
放射線照射 （事故時）	放射線照射線量　：260 kGy	東海第二で想定される設計基準事故時の最大積算値約 7.0 kGy を包絡する。
事故時雰囲気曝露	最高温度：171 ℃ 最高圧力：0.427 MPa 曝露時間：13 日間	東海第二における設計基準事故時の最高温度 100 ℃，最高圧力 0.001744 MPa を包絡する。

表 2.3-4　CV ケーブル長期健全性試験結果（ACA ガイド）

項目	試験手順	判定基準	結果
JIS 耐電圧試験	AC 1,500 V－1 分間	絶縁破壊しないこと。	良

② 現状保全

CV ケーブルの絶縁特性低下に対しては，系統機器の点検時に絶縁抵抗測定を実施している。

また，系統機器の点検時に実施する動作試験においてもケーブルの絶縁機能の健全性を確認している。

さらに，点検で有意な絶縁特性低下が認められた場合には，ケーブルの取替を行うこととしている。

③ 総合評価

健全性評価結果から判断して，絶縁体の有意な絶縁特性低下の可能性は小さく，また，絶縁特性低下は点検時の絶縁抵抗測定及び系統機器の動作試験で把握可能と考えられる。今後も，点検時の絶縁抵抗測定及び系統機器の動作試験を実施することにより，異常の有無は把握可能であり，点検手法としては適切であると考える。

c．高経年化への対応

絶縁体の絶縁特性低下に対しては，高経年化対策の観点から現状の保全内容に対して追加すべき項目はないと考える。今後も，点検時の絶縁抵抗測定及び系統機器の動作試験を実施することにより，絶縁特性低下を監視していくとともに，必要に応じて取替を行うこととする。

(2) 絶縁体の絶縁特性低下［難燃 CV ケーブル］

a. 事象の説明

絶縁体は，有機物の難燃架橋ポリエチレンであるため，熱及び放射線による物性変化により，経年的に劣化が進行し，絶縁特性低下を起こす可能性がある。

絶縁特性低下を起こす可能性のある部位を図 2.3-4 に示す。

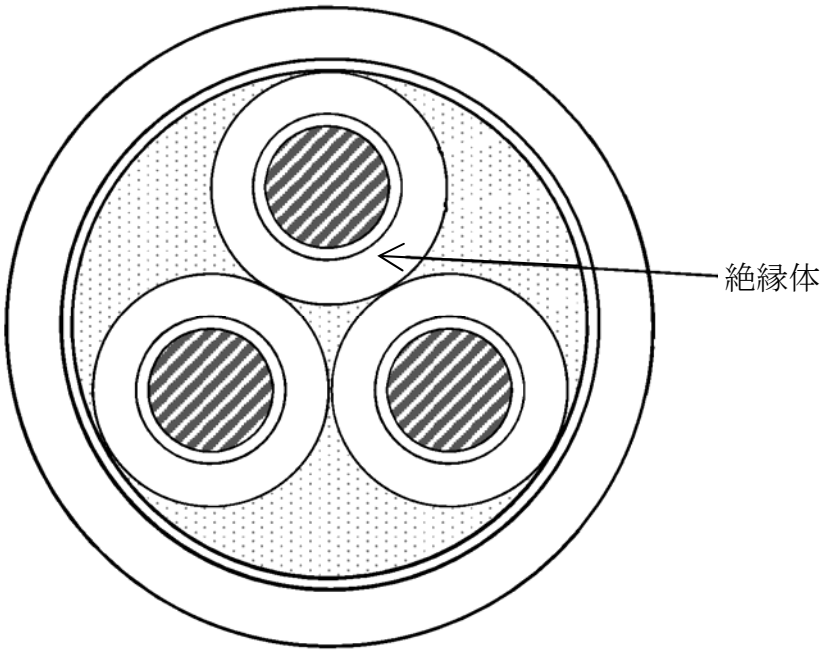


図 2.3-4　難燃 CV ケーブルの絶縁部位

b. 技術評価

① 健全性評価

ケーブルの長期間の経年劣化を考慮した必要性能の評価方法は，IEEE Std.323-1974 及び IEEE Std.383-1974 の規格を根幹に，電気学会推奨案としてまとめられており，この電気学会推奨案と同じ手順で実機同等品による長期健全性試験を実施し，この結果に基づき長期間のケーブル健全性を評価した。

また，設計基準事故時雰囲気内で機能要求があるケーブルについては，原子力安全基盤機構により原子力プラントでの使用条件に即したケーブルの経年劣化手法が検討され，その結果が ACA ガイドに取りまとめられている。

このため，設計基準事故時雰囲気内で機能要求がある難燃 CV ケーブルについては，実機同等品による ACA ガイドに従った長期健全性についても評価した。

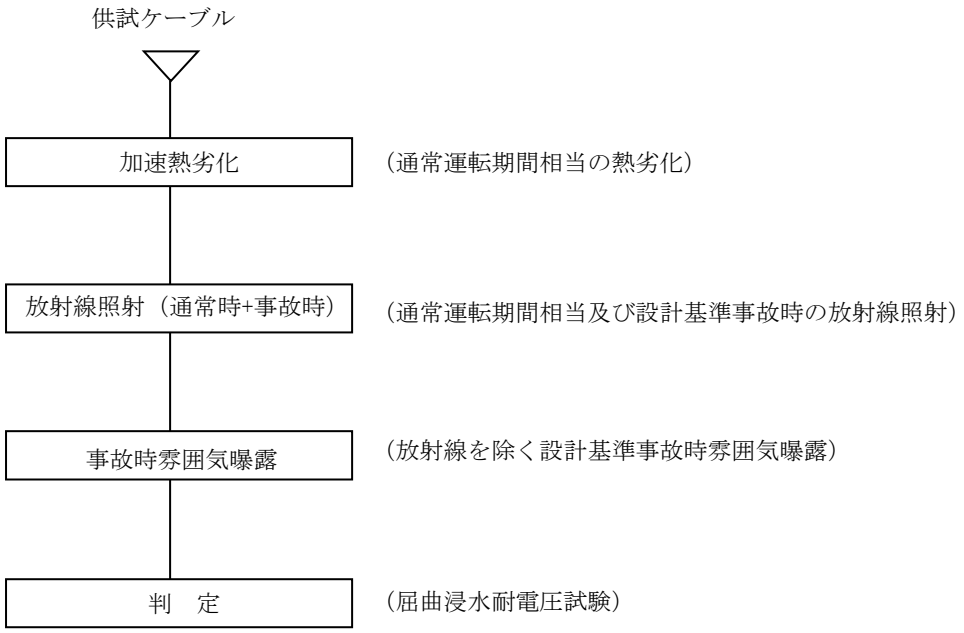


図 2.3-5　難燃 CV ケーブル長期健全性試験手順（電気学会推奨案）

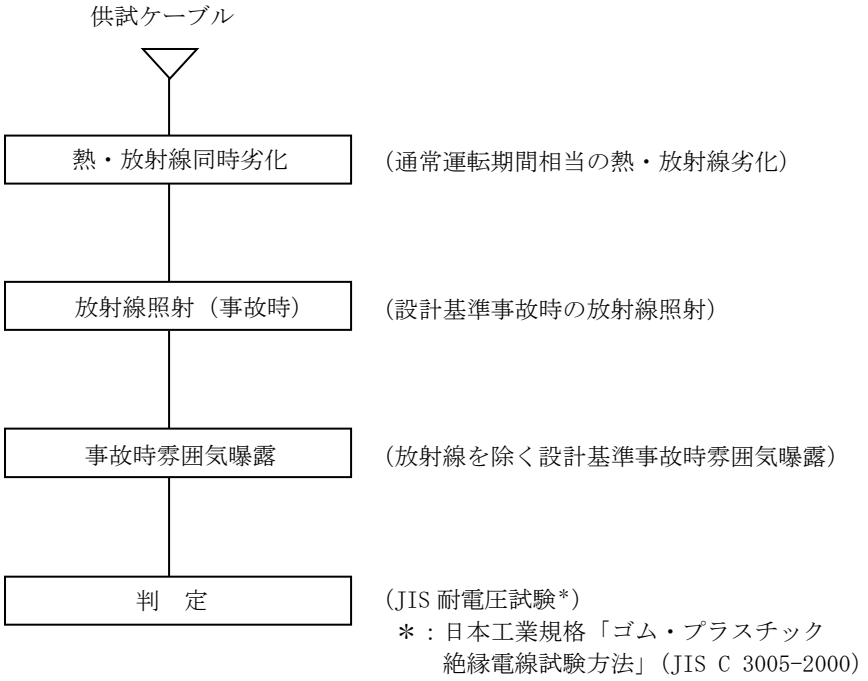


図 2.3-6　難燃 CV ケーブル長期健全性試験手順（ACA ガイド）

難燃 CV ケーブルについては，図 2.3-5 及び図 2.3-6 に示す長期健全性試験手順により評価した。

本試験条件は，表 2.3-5 及び表 2.3-7 に示すとおり，難燃 CV ケーブルの 60 年間の通常運転期間，設計基準事故時及び重大事故等時雰囲気を想定した熱及び放射線による使用条件を包絡している。

本試験結果は，表 2.3-6 及び表 2.3-8 に示すとおり，屈曲浸水耐電圧試験及び JIS 耐電圧試験の判定基準を満足しており，難燃 CV ケーブルの絶縁体は 60 年の通常運転期間，設計基準事故時及び重大事故等時雰囲気において絶縁性能を維持できると評価する。

表 2.3-5　難燃 CV ケーブル長期健全性試験条件（電気学会推奨案）

	試験条件	説明
加速熱劣化	121 ℃×168 時間	原子炉格納容器外の周囲最高温度 40 ℃では，60 年間の通常運転期間を包絡する。
放射線照射 （通常時＋事故時）	放射線照射線量：500 kGy	東海第二で想定される線量 約 7.1 kGy（60 年間の通常運転期間相当の線量 約80 Gyに設計基準事故時の最大積算値約 7.0 kGy を加えた線量）を包絡する。 また，東海第二で想定される線量約 101 kGy（60 年間の通常運転期間相当の線量 約80 Gyに重大事故等時の最大積算値 100 kGy を加えた線量）を包絡する。
事故時雰囲気曝露	最高温度：171 ℃ 最高圧力：0.427 MPa 曝露時間：25 時間	東海第二における設計基準事故時の最高温度 100 ℃，最高圧力 0.001744 MPa 及び重大事故等時の最高温度 100 ℃，最高圧力 0.0069 MPa を包絡する。

表 2.3-6　難燃 CV ケーブル長期健全性試験結果（電気学会推奨案）

項目	試験手順	判定基準	結果
屈曲浸水耐電圧試験	① 直線状に試料を伸ばした後，試料外径（14.0 ㎜）の約 40 倍のマンドレルに巻きつける。 ② ①の両端部以外を常温の水中に浸し 1 時間以上放置する。 ③ ②の状態で，公称絶縁体厚さに対し交流電圧 3.2 kV/㎜を 5 分間印加する。	絶縁破壊しないこと。	良

表 2.3-7　難燃 CV ケーブル長期健全性試験条件（ACA ガイド）

	試験条件	説明
熱・放射線同時劣化	100 ℃－99.3 Gy/h－2,500 時間	「ACA 研究」の試験結果をもとに時間依存データの重ね合わせ手法を用いて東海第二の原子炉格納容器外の環境条件に展開し評価した結果，60 年間の通常運転期間を包絡する。
放射線照射 （事故時）	放射線照射線量　：100 kGy	東海第二で想定される設計基準事故時の最大積算値 7.0 kGy を包絡する。
事故時雰囲気曝露	最高温度：171 ℃ 最高圧力：0.177 MPa 曝露時間：25 時間	東海第二における設計基準事故時の最高温度 100 ℃，最高圧力 0.001744 MPa を包絡する。

表 2.3-8　難燃 CV ケーブル長期健全性試験結果（ACA ガイド）

項目	試験手順	判定基準	結果
JIS 耐電圧試験	AC 1,500 V－1 分間	絶縁破壊しないこと。	良

② 現状保全

難燃 CV ケーブルの絶縁特性低下に対しては，系統機器の点検時に絶縁抵抗測定を実施している。

また，系統機器の点検時に実施する動作試験においてもケーブルの絶縁機能の健全性を確認している。

さらに，点検で有意な絶縁特性低下が認められた場合には，ケーブルの取替を行うこととしている。

③ 総合評価

健全性評価結果から判断して，絶縁体の有意な絶縁特性低下の可能性は小さく，また，絶縁特性低下は点検時の絶縁抵抗測定及び系統機器の動作試験で把握可能と考えられる。今後も，点検時の絶縁抵抗測定及び系統機器の動作試験を実施することにより，異常の有無は把握可能であり，点検手法としては適切であると考える。

c．高経年化への対応

絶縁体の絶縁特性低下に対しては，高経年化対策の観点から現状の保全内容に対して追加すべき項目はないと考える。今後も，点検時の絶縁抵抗測定及び系統機器の動作試験を実施することにより，絶縁特性低下を監視していくとともに，必要に応じて取替を行うこととする。

(3) 絶縁体の絶縁特性低下［KGB ケーブル（原子炉格納容器内)］

a. 事象の説明

絶縁体は，有機物のシリコーンゴムであるため，熱及び放射線による物性変化により，経年的に劣化が進行し，絶縁特性低下を起こす可能性がある。

絶縁特性低下を起こす可能性のある部位を図 2.3-7 に示す。

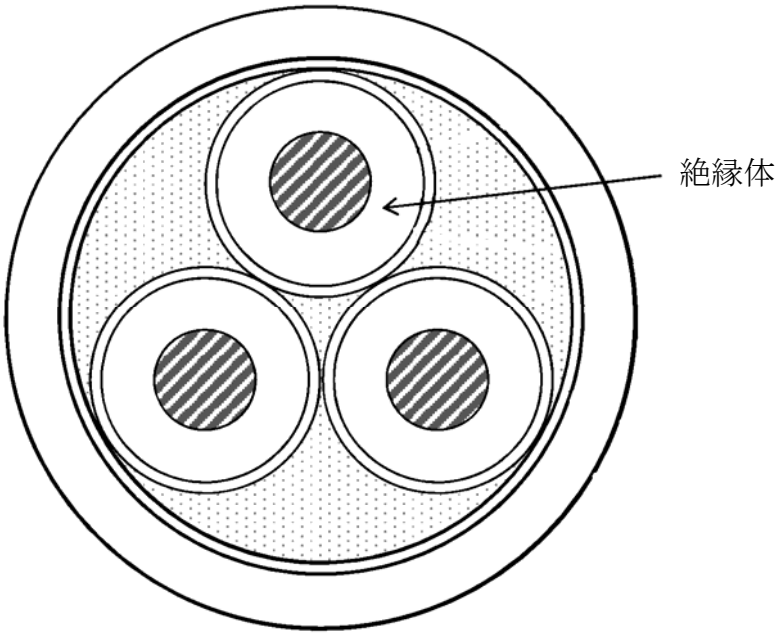


図 2.3-7　KGB ケーブル（原子炉格納容器内）の絶縁部位

b. 技術評価

① 健全性評価

ケーブルの長期間の経年劣化を考慮した必要性能の評価方法は，IEEE Std.323-1974 及び IEEE Std.383-1974 の規格を根幹に，電気学会推奨案としてまとめられており，この電気学会推奨案と同じ手順で実機同等品による長期健全性試験を実施し，この結果に基づき長期間のケーブル健全性を評価した。

また，設計基準事故時雰囲気内で機能要求があるケーブルについては，原子力安全基盤機構により原子力プラントでの使用条件に即したケーブルの経年劣化手法が検討され，その結果が ACA ガイドに取りまとめられている。

このため，設計基準事故時雰囲気内で機能要求がある KGB ケーブル（原子炉格納容器内）については，実機同等品による ACA ガイドに従った長期健全性についても評価した。

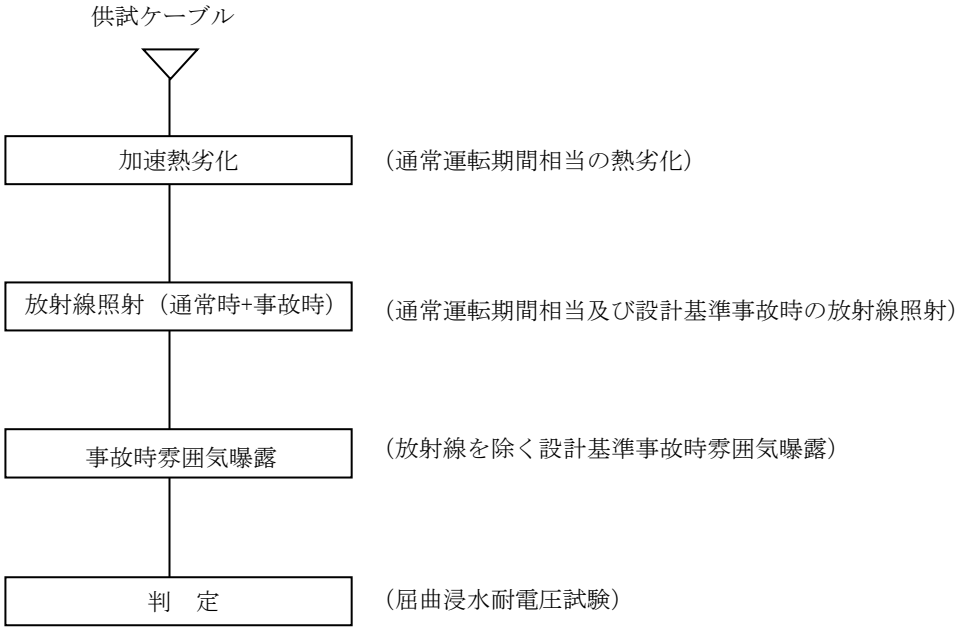


図 2.3-8　KGB ケーブル（原子炉格納容器内）長期健全性試験手順（電気学会推奨案）

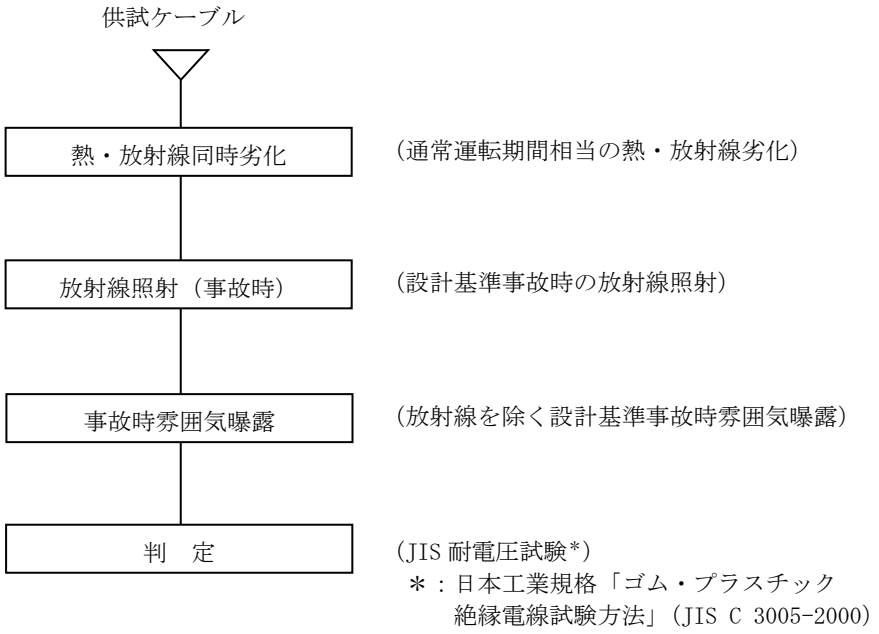


図 2.3-9　KGB ケーブル（原子炉格納容器内）長期健全性試験手順（ACA ガイド）

KGB ケーブル（原子炉格納容器内）については，図 2.3-8 及び図 2.3-9 に示す長期健全性試験手順により評価した。

本試験条件は，表 2.3-9 及び表 2.3-11 に示すとおり，KGB ケーブル（原子炉格納容器内）の 60 年間の通常運転期間及び設計基準事故時雰囲気を想定した熱及び放射線による使用条件を包絡している。

本試験結果は，表 2.3-10 及び表 2.3-12 に示すとおり屈曲浸水耐電圧試験及び JIS 耐電圧試験の判定基準を満足しており，KGB ケーブル（原子炉格納容器内）の絶縁体は 60 年間の通常運転期間及び設計基準事故時雰囲気において絶縁性能を維持できると評価する。

表 2.3-9　KGB ケーブル（原子炉格納容器内）長期健全性試験条件（電気学会推奨案）

	試験条件	説明
加速熱劣化	121 ℃×168 時間	原子炉格納容器内の周囲最高温度 65.6 ℃では，60 年間の通常運転期間を包絡する。
放射線照射 （通常時＋事故時）	放射線照射線量：760 kGy	東海第二で想定される線量 約 530 kGy（約 60 年間の通常運転期間相当の線量 約 270 kGy に設計基準事故時の最大積算値 2.6×10^{2} kGy を加えた線量）を包絡する。
事故時雰囲気曝露	最高温度：171 ℃ 最高圧力：0.427 MPa 曝露時間：13 日間	東海第二における設計基準事故時の最高温度 171 ℃，最高圧力 0.31 MPa を包絡する。

表 2.3-10　KGB ケーブル（原子炉格納容器内）長期健全性試験結果（電気学会推奨案）

項目	試験手順	判定基準	結果
屈曲浸水耐電圧試験	① 直線状に試料を伸ばした後，試料外径（14.0 ㎜）の約 40 倍のマンドレルに巻きつける。 ② ①の両端部以外を常温の水中に浸し 1 時間以上放置する。 ③ ②の状態で，公称絶縁体厚さに対し交流電圧 3.2 kV/㎜を 5 分間印加する。	絶縁破壊しないこと。	良

表 2.3-11　KGB ケーブル（原子炉格納容器内）長期健全性試験条件（ACA ガイド）

	試験条件	説明
熱・放射線同時劣化	100 ℃－99.7 Gy/h－6,241 時間	「ACA 研究」の試験結果をもとに時間依存データの重ね合わせ手法を用いて東海第二の原子炉格納容器内の環境条件に展開し評価した結果，60 年間の通常運転期間を包絡する。
放射線照射 （事故時）	放射線照射線量　：500 kGy	東海第二で想定される設計基準事故時の最大積算値 約 2.6×10^{2} kGy を包絡する。
事故時雰囲気曝露	最高温度：171 ℃ 最高圧力：0.427 MPa 曝露時間：13 日間	東海第二における設計基準事故時の最高温度 171 ℃，最高圧力 0.31 MPa を包絡する。

表 2.3-12　KGB ケーブル（原子炉格納容器内）長期健全性試験結果（ACA ガイド）

項目	試験手順	判定基準	結果
JIS 耐電圧試験	AC 1,500 V－1 分間	絶縁破壊しないこと。	良

② 現状保全

KGB ケーブル（原子炉格納容器内）の絶縁特性低下に対しては，系統機器の点検時に絶縁抵抗測定を実施している。

また，系統機器の点検時に実施する動作試験においてもケーブルの絶縁機能の健全性を確認している。

さらに，点検で有意な絶縁特性低下が認められた場合には，ケーブルの取替を行うこととしている。

③ 総合評価

健全性評価結果から判断して，絶縁体の有意な絶縁特性低下の可能性は小さく，また，絶縁特性低下は点検時の絶縁抵抗測定及び系統機器の動作試験で把握可能と考えられる。今後も，点検時の絶縁抵抗測定及び系統機器の動作試験を実施することにより，異常の有無は把握可能であり，点検手法としては適切であると考える。

c．高経年化への対応

絶縁体の絶縁特性低下に対しては，高経年化対策の観点から現状の保全内容に対して追加すべき項目はないと考える。今後も，点検時の絶縁抵抗測定及び系統機器の動作試験を実施することにより，絶縁特性低下を監視していくとともに，必要に応じて取替を行うこととする。

(4) 絶縁体の絶縁特性低下［難燃 PN ケーブル］

a. 事象の説明

絶縁体は，有機物の難燃エチレンプロピレンゴムであるため，熱及び放射線による物性変化により，経年的に劣化が進行し，絶縁特性低下を起こす可能性がある。

絶縁特性低下を起こす可能性のある部位を図 2.3-10 に示す。

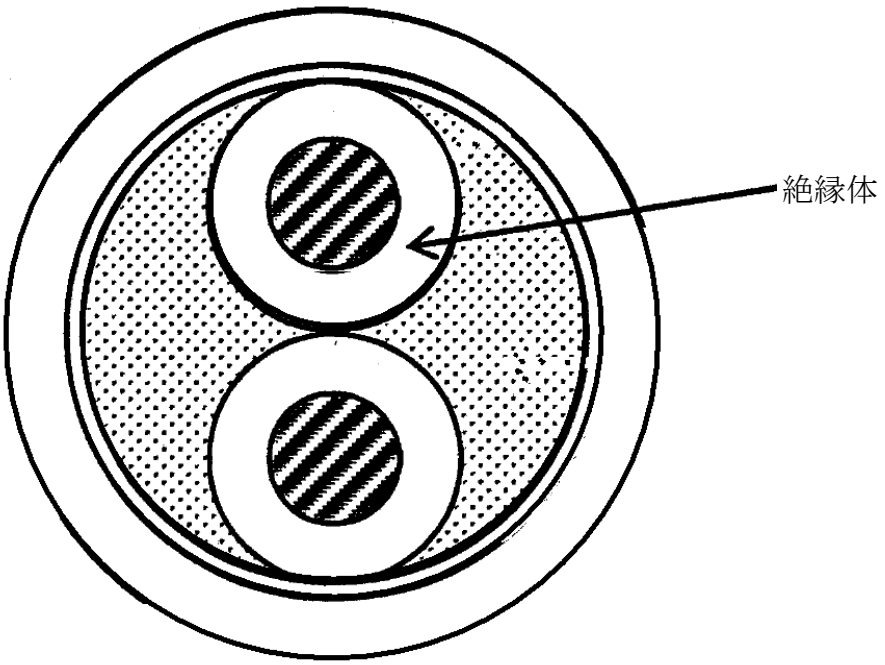


図 2.3-10　難燃 PN ケーブルの絶縁部位

b. 技術評価

① 健全性評価

ケーブルの長期間の経年劣化を考慮した必要性能の評価方法は，IEEE Std.323-1974 及び IEEE Std.383-1974 の規格を根幹に，電気学会推奨案としてまとめられており，この電気学会推奨案と同じ手順で実機同等品による長期健全性試験を実施し，この結果に基づき長期間のケーブル健全性を評価した。

また，設計基準事故時雰囲気内で機能要求があるケーブルについては，原子力安全基盤機構により原子力プラントでの使用条件に即したケーブルの経年劣化手法が検討され，その結果が ACA ガイドに取りまとめられている。

このため，設計基準事故時雰囲気内で機能要求がある難燃 PN ケーブルについては，実機同等品による ACA ガイドに従った長期健全性についても評価した。

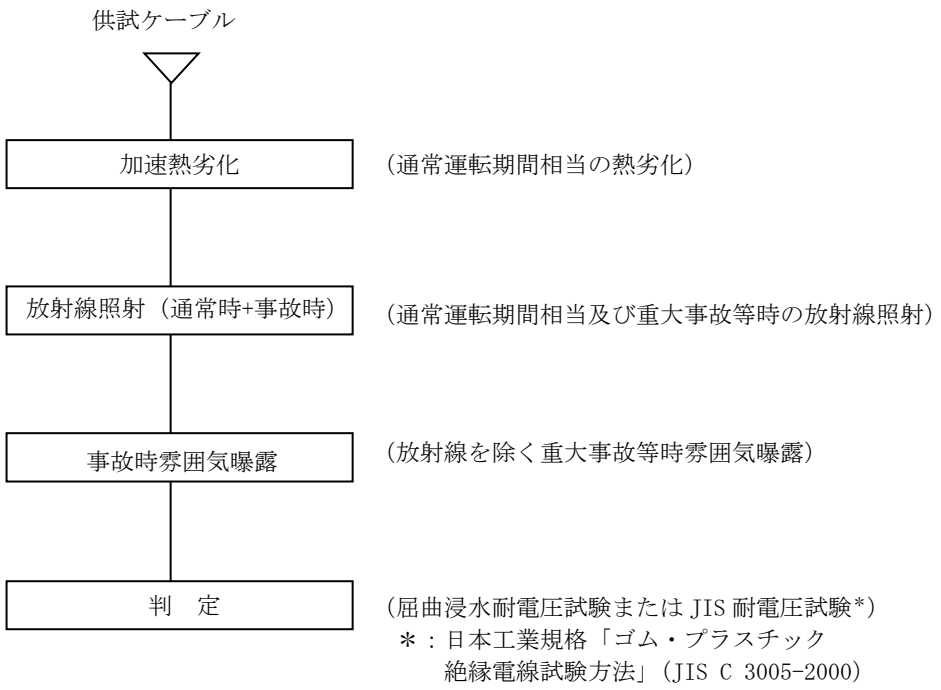


図 2.3-11　難燃 PN ケーブル長期健全性試験手順（電気学会推奨案）

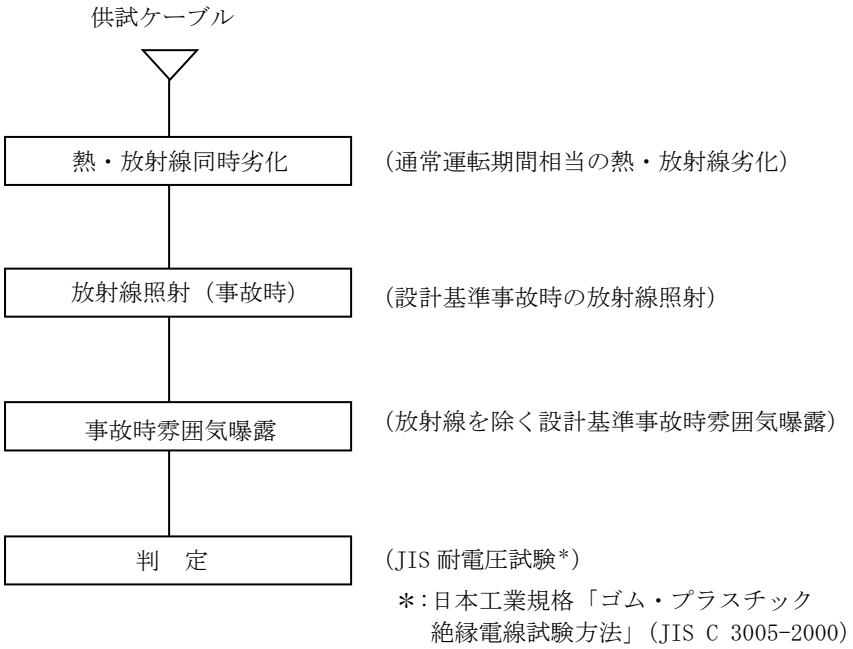


図 2.3-12　難燃 PN ケーブル長期健全性試験手順（ACA ガイド）

難燃 PN ケーブルについては，図 2.3-11 及び図 2.3-12 に示す長期健全性試験手順により評価した。

本試験条件は，表 2.3-13 に示すとおり，難燃 PN ケーブルの制御用は，電気学会推奨案に従った長期健全性試験で 15 年間，制御用以外の難燃 PN ケーブルは 30 年間の通常運転期間を想定した熱及び放射線による使用条件を包絡している。

また，表 2.3-15 に示すとおり，難燃 PN ケーブルは，ACA ガイドに従った長期健全性試験で 28 年間の通常運転期間を想定した熱及び放射線による使用条件を包絡している。

本試験結果は，表 2.3-14 及び表 2.3-16 に示すとおり屈曲浸水耐電圧試験または JIS 耐電圧試験の判定基準を満足しており，難燃 PN ケーブルの絶縁体は制御用で 15 年間，制御用以外の難燃 PN ケーブルは 28 年間の通常運転期間，設計基準事故時及び重大事故等時雰囲気において絶縁性能を維持できると評価する。

なお，「原子炉格納容器内の安全機能を有するケーブルの布設環境等の調査」に基づいて布設環境を調査した結果，原子炉格納容器内 EL.26.4 m レベルに布設されている難燃 PN ケーブルの一部に格納容器内設計最高温度の 65.6℃を上回る部分が確認されたため，難燃 PN ケーブルの長期健全性試験結果をもとに評価を行い，3 年から 14 年間絶縁を維持できることを確認した。

また，東北地方太平洋沖地震発生に伴う発電所停止操作の過程で，原子炉格納容器内設計最高温度の 65.6℃を上回る部分が確認されたため，難燃 PN ケーブルの長期健全性試験結果をもとに評価を行い，健全性に影響のないことを確認した。

したがって，難燃 PN ケーブルは，評価期間を迎える前にケーブルを引替えることで 60 年間の通常運転期間，設計基準事故時及び重大事故等時雰囲気において絶縁性能を維持できると評価する。

表 2.3-13　難燃 PN ケーブル長期健全性試験条件（電気学会推奨案）

	試験条件	説明
加速熱劣化	121℃×126 時間(制御用) 121℃×251 時間(制御用以外)	原子炉格納容器内の周囲最高温度 65.6 ℃では，制御用難燃 PN ケーブルは 15 年，制御用以外の難燃 PN ケーブルは 30 年の通常運転期間を包絡する。
放射線照射 （通常時＋事故時）	放射線照射線量：988 kGy （制御用） 放射線照射線量：1,175 kGy （制御用以外）	東海第二で想定される線量 約 673 kGy（15 年間の通常運転期間相当の線量 約 33 kGy に重大事故等時の最大積算値 640 kGy を加えた線量）を包絡する。 東海第二で想定される線量 約 706 kGy（30 年間の通常運転期間相当の線量 約 66 kGy に重大事故等時の最大積算値 640 kGy を加えた線量）を包絡する。
事故時雰囲気曝露	最高温度：235 ℃ 最高圧力：0.62 MPa 曝露時間：7 日間	東海第二における重大事故等時の最高温度 235 ℃，最高圧力 0.62 MPa を包絡する。

表 2.3-14　難燃 PN ケーブル長期健全性試験結果（電気学会推奨案）

項目	試験手順	判定基準	結果
屈曲浸水耐電圧試験	① 直線状に試料を伸ばした後，試料外径（10.5 ㎜）の約 40 倍のマンドレルに巻きつける。 ② ①の両端部以外を常温の水中に浸し 1 時間以上放置する。 ③ ②の状態で，公称絶縁体厚さに対し交流電圧 3.2 kV/㎜を 5 分間印加する。	絶縁破壊しないこと。	良
JIS 耐電圧試験	AC 2,000 V－1 分間		良

表 2.3-15　難燃 PN ケーブル長期健全性試験条件（ACA ガイド）

	試験条件	説明
熱・放射線同時劣化	100 ℃－94.7 Gy/h－6,990 時間	「ACA 研究」の試験結果をもとに時間依存データの重ね合わせ手法を用いて東海第二の原子炉格納容器内の環境条件に展開し評価した結果，28 年間の通常運転期間を包絡する。
放射線照射（事故時）	放射線照射線量　：500 kGy	東海第二で想定される設計基準事故時の最大積算値 2.6×10^{2} kGy を包絡する。
事故時雰囲気曝露	最高温度：171 ℃ 最高圧力：0.427 MPa 曝露時間：13 日間	東海第二における設計基準事故時の最高温度 171 ℃，最高圧力 0.31 MPa を包絡する。

表 2.3-16　難燃 PN ケーブル長期健全性試験結果（ACA ガイド）

項目	試験手順	判定基準	結果
JIS 耐電圧試験	AC 1,500 V－1 分間	絶縁破壊しないこと。	良

② 現状保全

難燃 PN ケーブルの絶縁特性低下に対しては，系統機器の点検時に絶縁抵抗測定を実施している。

また，系統機器の点検時に実施する動作試験においてもケーブルの絶縁機能の健全性を確認している。

さらに，点検で有意な絶縁特性低下が認められた場合には，ケーブルの取替を行うこととしている。

③ 総合評価

健全性評価結果から判断して，絶縁体の有意な絶縁特性低下の可能性は小さく，点検時の絶縁抵抗測定及び系統機器の動作試験で把握可能と考えられる。

また，原子炉格納容器内設計最高温度の 65.6℃を上回る箇所に布設された難燃 PN ケーブル及び東北地方太平洋沖地震発生に伴う発電所停止操作の過程で，原子炉格納容器内設計最高温度の 65.6℃を上回った難燃 PN ケーブルについては，長期健全性試験結果をもとに確認を行い健全性に影響のないことを確認した。今後も，点検時の絶縁抵抗測定及び系統機器の動作試験を実施することにより，異常の有無は把握可能であり，点検手法としては適切であると考える。

c．高経年化への対応

絶縁体の絶縁特性低下に対しては，今後も点検時の絶縁抵抗測定及び系統機器の動作試験を実施することにより，絶縁特性低下を監視していくとともに，必要に応じて取替を行うこととする。

また，原子炉格納容器内設計最高温度の 65.6℃を上回る箇所に布設された難燃 PN ケーブル及び東北地方太平洋沖地震発生に伴う発電所停止操作の過程で，原子炉格納容器内設計最高温度の 65.6℃を上回る箇所に布設された難燃 PN ケーブルについては，設計温度の超過を考慮した評価期間を設定する。

なお，難燃 PN ケーブルについては，追加保全項目として，健全性評価から得られた評価期間に至る前に取替を実施する。

これにより，運転を延長しようとする期間において，絶縁体の絶縁特性低下により機器の健全性に影響を与える可能性はないと判断する。

3. 代表機器以外への展開

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

① KGB ケーブル（原子炉格納容外）

3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

a. 絶縁体の絶縁特性低下

代表機器と同様，絶縁体は，有機物のシリコーンゴムであるため，熱及び放射線による物性変化により，経年的に劣化が進行し，絶縁特性低下を起こす可能性がある。

しかし，代表機器と同様に絶縁体の絶縁特性低下は，KGB ケーブル（原子炉格納容器内）長期健全性試験結果より，60 年間の通常運転期間及び設計基準事故時雰囲気において絶縁特性を維持できると評価する。

また，代表機器と同様に絶縁抵抗測定及び系統機器の動作試験を実施しており，今後もこの保全方法を継続し，絶縁特性低下を監視していくとともに，必要に応じて取替を行うこととする。

3.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

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

日常劣化管理事象に該当する事象は抽出されなかった。

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

日常劣化管理事象以外に該当する事象は抽出されなかった。

3. 同軸ケーブル

［対象同軸ケーブル］

① 難燃一重同軸ケーブル（絶縁体材料が架橋ポリエチレン）
② 難燃二重同軸ケーブル
③ 難燃六重同軸ケーブル
④ 難燃一重同軸ケーブル（絶縁体材料が架橋ポリオレフィン）
⑤ 難燃三重同軸ケーブル

目次

1. 対象機器及び代表機器の選定..... 3-1
1.1 グループ化の考え方及び結果..... 3-1
1.2 代表機器の選定..... 3-1
2. 代表機器の技術評価..... 3-3
2.1 構造，材料及び使用条件..... 3-4
2.1.1 難燃一重同軸ケーブル（絶縁体材料が架橋ポリエチレン）..... 3-4
2.1.2 難燃六重同軸ケーブル..... 3-6
2.1.3 難燃一重同軸ケーブル（絶縁体材料が架橋ポリオレフィン）..... 3-8
2.1.4 難燃三重同軸ケーブル..... 3-10
2.2 経年劣化事象の抽出..... 3-12
2.2.1 機器の機能達成に必要な項目..... 3-12
2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出..... 3-12
2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象..... 3-14
2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の評価..... 3-19
3. 代表機器以外への展開..... 3-39
3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象..... 3-39
3.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象..... 3-42

1. 対象機器及び代表機器の選定

東海第二で使用している主要な同軸ケーブルの主な仕様を表 1-1 に示す。

これらの同軸ケーブルを絶縁体材料の観点からグループ化し，それぞれのグループより代表機器を選定した。

1.1 グループ化の考え方及び結果

絶縁体材料及びシース材料を分類基準とし，同軸ケーブルを表 1-1 に示すとおりグループ化する。

1.2 代表機器の選定

表 1-1 に分類されるグループ毎に，重要度，設置場所及び使用開始時期の観点から代表機器を選定する。

(1) 絶縁体材料：架橋ポリエチレン

このグループには，難燃一重同軸ケーブル及び難燃二重同軸ケーブルが属するが，重要度が高く，設置場所の環境が厳しい原子炉格納容器内の難燃一重同軸ケーブルを代表機器とする。

(2) 絶縁体材料：架橋発泡ポリエチレン

このグループには，難燃六重同軸ケーブルのみが属するが，重要度は同等であることから，設置場所の環境が厳しい原子炉格納容器内の難燃六重同軸ケーブルを代表機器とする。

(3) 絶縁体材料：架橋ポリオレフィン

このグループには，難燃一重同軸ケーブルのみが属するため，難燃一重同軸ケーブルを代表機器とする。

(4) 絶縁体材料：架橋発泡ポリオレフィン

このグループには，難燃三重同軸ケーブルのみが属するため，難燃三重同軸ケーブルを代表機器とする。

表 1-1　同軸ケーブルのグループ化及び代表機器の選定

分類基準		名称	仕様	用途	選定基準					選定	選定理由
					重要度[*1]	設置場所		使用開始時期			
絶縁体材料	シース材料		電圧			原子炉格納容器内	原子炉格納容器外	建設時	運転開始後		
架橋ポリエチレン	難燃架橋ポリエチレン	難燃一重同軸ケーブル	DC 100V	計測	MS-1 重[*2]	○			○	◎	重要度 設置場所
							○		○		
	難燃架橋ポリエチレン	難燃二重同軸ケーブル	DC 240V	計測	MS-2 重[*2]		○		○		
架橋発泡ポリエチレン	難燃架橋ポリエチレン	難燃六重同軸ケーブル	DC 140V	計測	MS-1 重[*2]	○			○	◎	重要度 設置場所
							○		○		
架橋ポリオレフィン	難燃架橋ポリオレフィン	難燃一重同軸ケーブル	DC 100V	計測	MS-1 重[*2]		○	○		◎	
架橋発泡ポリオレフィン	難燃架橋ポリオレフィン	難燃三重同軸ケーブル	DC 140V	計測	MS-1 重[*2]		○		○	◎	

＊１：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

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

2. 代表機器の技術評価

本章では，1章で代表機器とした以下の同軸ケーブルについて技術評価を実施する。

① 難燃一重同軸ケーブル（絶縁体材料が架橋ポリエチレン）（原子炉格納容器内）

② 難燃六重同軸ケーブル（原子炉格納容器内）

③ 難燃一重同軸ケーブル（絶縁体材料が架橋ポリオレフィン）

④ 難燃三重同軸ケーブル

2.1 構造，材料及び使用条件

2.1.1 難燃一重同軸ケーブル（絶縁体材料が架橋ポリエチレン）（原子炉格納容器内）

(1) 構造

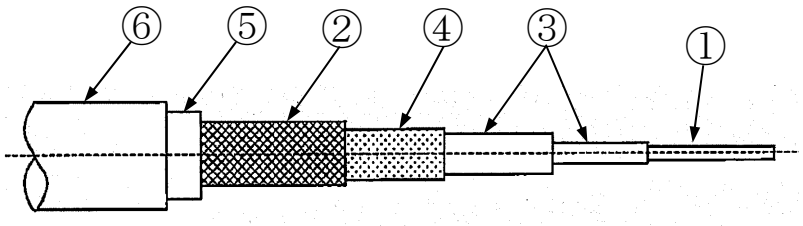
東海第二の難燃一重同軸ケーブル（絶縁体材料が架橋ポリエチレン）（原子炉格納容器内）は，大別すると内部導体，絶縁体，遮蔽体，外部導体，セパレータ及びシースで構成され，このうち，ケーブルの絶縁機能は，絶縁体で保たれている。

遮蔽体は導体の静電誘導を低減するため，セパレータはケーブルを整形するため，シースはケーブルを外的な力から保護するために設けられている。

東海第二の難燃一重同軸ケーブル（絶縁体材料が架橋ポリエチレン）（原子炉格納容器内）の構造図を図 2.1-1 に示す。

(2) 材料及び使用条件

東海第二の難燃一重同軸ケーブル（絶縁体材料が架橋ポリエチレン）（原子炉格納容器内）主要部位の使用材料を表 2.1-1 に，使用条件を表 2.1-2 に示す。



No.	部位
①	内部導体
②	外部導体
③	絶縁体
④	遮蔽体
⑤	セパレータ
⑥	シース

図 2.1-1　難燃一重同軸ケーブル（絶縁体材料が架橋ポリエチレン）（原子炉格納容器内）構造図

表 2.1-1　難燃一重同軸ケーブル（絶縁体材料が架橋ポリエチレン）
（原子炉格納容器内）主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
信号伝達機能の維持	信号伝達	内部導体	すずメッキ軟銅より線
		外部導体	すずメッキ軟銅線編組
	絶縁	絶縁体	架橋ポリエチレン
	遮蔽	遮蔽体	カーボンブラック
	整形	セパレータ	難燃テープ
	保護	シース	難燃架橋ポリエチレン

表 2.1-2　難燃一重同軸ケーブル（絶縁体材料が架橋ポリエチレン）
（原子炉格納容器内）の使用条件

	通常運転時	設計基準事故時	重大事故等時
設置場所	原子炉格納容器内		
周囲温度*1	65.6 ℃（最高）	171 ℃（最高）	115 ℃（最高）
最高圧力*1	0.0138 MPa	0.31 MPa	0.194 MPa
放射線	0.500 Gy/h*1 （最大）	2.6×10^{2} kGy*1 （最大積算値）	26 kGy*2 （最大積算値）

*1：原子炉格納容器内で難燃一重同軸ケーブル（絶縁体材料が架橋ポリエチレン）が布設されている区域における設計値

*2：重大事故等時において未臨界達成に要する時間に余裕を加えた時間（2 時間）の積算値

2.1.2 難燃六重同軸ケーブル（原子炉格納容器内）

(1) 構造

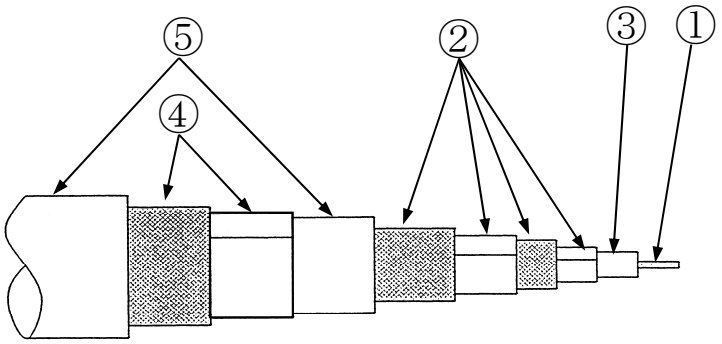
東海第二の難燃六重同軸ケーブル（原子炉格納容器内）は，大別すると内部導体，絶縁体，外部導体，遮蔽体及びシースで構成され，このうち，ケーブルの絶縁機能は，絶縁体で保たれている。

遮蔽体は導体の静電誘導を低減するため，シースはケーブルを外的な力から保護するために設けられている。

東海第二の難燃六重同軸ケーブル(原子炉格納容器内)の構造図を図2.1-2に示す。

(2) 材料及び使用条件

東海第二の難燃六重同軸ケーブル（原子炉格納容器内）主要部位の使用材料を表2.1-3に，使用条件を表2.1-4に示す。



No.	部位
①	内部導体
②	外部導体
③	絶縁体
④	遮蔽体
⑤	シース

図2.1-2　難燃六重同軸ケーブル（原子炉格納容器内）構造図

表 2.1-3　難燃六重同軸ケーブル（原子炉格納容器内）主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
信号伝達機能の維持	信号伝達	内部導体	すずメッキ軟銅より線
		外部導体	アルミ箔貼付プラスチックテープ すずメッキ軟銅線編組
	絶縁	絶縁体	架橋発泡ポリエチレン
	遮蔽	遮蔽体	アルミ箔貼付プラスチックテープ すずメッキ軟銅線編組
	保護	シース	難燃架橋ポリエチレン

表 2.1-4　難燃六重同軸ケーブル（原子炉格納容器内）の使用条件

	通常運転時	設計基準事故時	重大事故等時
設置場所	原子炉格納容器内		
周囲温度*1	65.6 ℃（最高）	171 ℃（最高）	115 ℃（最高）
最高圧力*1	0.0138 MPa	0.31 MPa	0.194 MPa
放射線	0.500 Gy/h*1 （最大）	2.6×10^{2} kGy*1 （最大積算値）	26 kGy*2 （最大積算値）

*1：原子炉格納容器内で難燃六重同軸ケーブルが布設されている区域における設計値

*2：重大事故等時において未臨界達成に要する時間に余裕を加えた時間（2 時間）の積算値

2.1.3 難燃一重同軸ケーブル（絶縁体材料が架橋ポリオレフィン）

(1) 構造

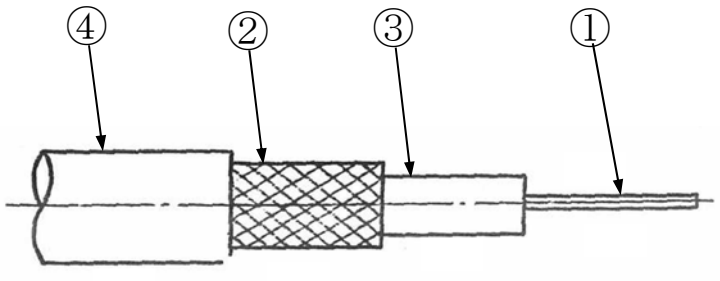
東海第二の難燃一重同軸ケーブル（絶縁体材料が架橋ポリオレフィン）は，大別すると内部導体，絶縁体，外部導体及びシースで構成され，このうち，ケーブルの絶縁機能は，絶縁体で保たれている。

シースはケーブルを外的な力から保護するために設けられている。

東海第二の難燃一重同軸ケーブル（絶縁体材料が架橋ポリオレフィン）の構造図を図 2.1-3 に示す。

(2) 材料及び使用条件

東海第二の難燃一重同軸ケーブル（絶縁体材料が架橋ポリオレフィン）主要部位の使用材料を表 2.1-5 に，使用条件を表 2.1-6 に示す。



No.	部位
①	内部導体
②	外部導体
③	絶縁体
④	シース

図 2.1-3　難燃一重同軸ケーブル（絶縁体材料が架橋ポリオレフィン）構造図

表 2.1-5　難燃一重同軸ケーブル（絶縁体材料が架橋ポリオレフィン）主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
信号伝達機能の維持	信号伝達	内部導体	すずメッキ軟銅より線
		外部導体	軟銅線編組
	絶縁	絶縁体	架橋ポリオレフィン
	保護	シース	難燃架橋ポリオレフィン

表 2.1-6　難燃一重同軸ケーブル（絶縁体材料が架橋ポリオレフィン）の使用条件

	通常運転時	設計基準事故時	重大事故等時
設置場所	原子炉格納容器外		
周囲温度*	40.0 ℃（最高）	100 ℃（最高）	100 ℃（最高）
最高圧力*	大気圧	0.001744 MPa	0.0069 MPa
放射線*	1×10^{-5} Gy/h（最大）	1.7 kGy（最大積算値）	100 kGy（最大積算値）

＊：原子炉格納容器外で難燃一重同軸ケーブル（絶縁体材料が架橋ポリオレフィン）が布設されている区域における設計値

2.1.4 難燃三重同軸ケーブル

(1) 構造

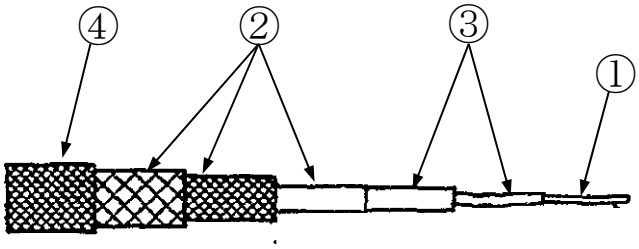
東海第二の難燃三重同軸ケーブルは，大別すると内部導体，絶縁体，外部導体及びシースで構成され，このうち，ケーブルの絶縁機能は，絶縁体で保たれている。

シースはケーブルを外的な力から保護するために設けられている。

東海第二の難燃三重同軸ケーブルの構造図を図 2.1-4 に示す。

(2) 材料及び使用条件

東海第二の難燃三重同軸ケーブル主要部位の使用材料を表 2.1-7 に，使用条件を表 2.1-8 に示す。



No.	部位
①	内部導体
②	外部導体
③	絶縁体
④	シース

図 2.1-4　難燃三重同軸ケーブル構造図

表 2.1-7　難燃三重同軸ケーブル主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
信号伝達機能の維持	信号伝達	内部導体	すずメッキ軟銅より線
		外部導体	すずメッキ軟銅線編組
	絶縁	絶縁体	架橋発泡ポリオレフィン
	保護	シース	難燃架橋ポリオレフィン

表 2.1-8　難燃三重同軸ケーブルの使用条件

	通常運転時	設計基準事故時	重大事故等時
設置場所	原子炉格納容器外		
周囲温度*	40.0 ℃（最高）	100 ℃（最高）	100 ℃（最高）
最高圧力*	大気圧	0.001744 MPa	0.0069 MPa
放射線*	1×10^{-5} Gy/h（最大）	1.7 kGy（最大積算値）	100 kGy（最大積算値）

＊：原子炉格納容器外で難燃三重同軸ケーブルが布設されている区域における設計値

2.2 経年劣化事象の抽出

2.2.1 機器の機能達成に必要な項目

同軸ケーブルの機能である通電機能の達成に必要な項目は以下のとおり。

(1) 信号伝達機能の維持

2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

(1) 想定される経年劣化事象の抽出

同軸ケーブルについて，機能達成に必要な項目を考慮して主要な部位に展開した上で，個々の部位の材料，構造，使用条件（設置場所，電圧）及び現在までの運転経験を考慮し，表 2.2-1 に示すとおり，想定される経年劣化事象を抽出した（表 2.2-1 で○又は△，▲）。

なお，消耗品及び定期取替品は以下のとおり評価対象外とする。

(2) 消耗品及び定期取替品の扱い

同軸ケーブルには，消耗品及び定期取替品はない。

(3) 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

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

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

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

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

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

a. 絶縁体の絶縁特性低下［難燃一重同軸ケーブル(絶縁体材料が架橋ポリエチレン)（原子炉格納容器内)］
b. 絶縁体の絶縁特性低下［難燃六重同軸ケーブル（原子炉格納容器内)］
c. 絶縁体の絶縁特性低下［難燃一重同軸ケーブル(絶縁体材料が架橋ポリオレフィン)］
d. 絶縁体の絶縁特性低下［難燃三重同軸ケーブル］

2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

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

日常劣化管理事象に該当する事象は抽出されなかった。

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

a. 熱・放射線によるシースの硬化［共通］

難燃一重同軸ケーブル（絶縁体材料が架橋ポリエチレン）（原子炉格納容器内）及び難燃六重同軸ケーブル（原子炉格納容器内）の難燃架橋ポリエチレンシース，難燃一重同軸ケーブル（絶縁体材料が架橋ポリオレフィン）及び難燃三重ケーブルの難燃架橋ポリオレフィンシースは有機物であるため，熱及び放射線により硬化する可能性がある。

しかし，シースは主にケーブル布設時に生ずる外的な力からケーブルを保護するためのものであり，ケーブルに要求される絶縁機能の確保に対するシースの役割は極めて低い。

したがって，熱・放射線によるシースの劣化は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

表 2.2-1(1/4)　難燃一重同軸ケーブル(絶縁体材料が架橋ポリエチレン)（原子炉格納容器内）に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象								備考
					減肉		割れ		絶縁	導通	信号	その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	絶縁特性低下	導通不良	特性変化		
信号伝達機能の維持	信号伝達	内部導体		すずメッキ軟銅より線									*:熱・放射線によるシースの硬化
		外部導体		すずメッキ軟銅線編組									
	絶縁	絶縁体		架橋ポリエチレン					○				
	遮蔽	遮蔽体		カーボンブラック									
	整形	セパレータ		難燃テープ									
	保護	シース		難燃架橋ポリエチレン								▲*	

○:高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

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

表 2.2-1(2/4)　難燃六重同軸ケーブル（原子炉格納容器内）に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象								備考
					減肉		割れ		絶縁	導通	信号	その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	絶縁特性低下	導通不良	特性変化		
信号伝達機能の維持	信号伝達	内部導体		すずメッキ軟銅より線									*:熱・放射線によるシースの硬化
		外部導体		アルミ箔貼付プラスチックテープ すずメッキ軟銅線編組									
	絶縁	絶縁体		架橋発泡ポリエチレン					○				
	遮蔽	遮蔽体		アルミ箔貼付プラスチックテープ すずメッキ軟銅線編組									
	保護	シース		難燃架橋ポリエチレン								▲*	

○:高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

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

表 2.2-1(3/4)　難燃一重同軸ケーブル(絶縁体材料が架橋ポリオレフィン)に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象								備考
					減肉		割れ		絶縁	導通	信号	その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	絶縁特性低下	導通不良	特性変化		
信号伝達機能の維持	信号伝達	内部導体		すずメッキ軟銅より線									*:熱・放射線によるシースの硬化
		外部導体		軟銅線編組									
	絶縁	絶縁体		架橋ポリオレフィン					○				
	保護	シース		難燃架橋ポリオレフィン								▲*	

○:高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

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

表 2.2-1(4/4)　難燃三重同軸ケーブルに想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象								備考
					減肉		割れ		絶縁	導通	信号	その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	絶縁特性低下	導通不良	特性変化		
信号伝達機能の維持	信号伝達	内部導体		すずメッキ軟銅より線									*:熱・放射線によるシースの硬化
		外部導体		すずメッキ軟銅線編組									
	絶縁	絶縁体		架橋発泡ポリオレフィン					○				
	保護	シース		難燃架橋ポリオレフィン								▲*	

○:高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

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

2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の評価

(1) 絶縁体の絶縁特性低下［難燃一重同軸ケーブル（絶縁体材料が架橋ポリエチレン）（原子炉格納容器内）］

a. 事象の説明

絶縁体は，有機物の架橋ポリエチレンであるため，熱及び放射線による物性変化により，経年的に劣化が進行し，絶縁特性低下を起こす可能性がある。

絶縁特性低下を生ずる可能性のある部位を図 2.3-1 に示す。

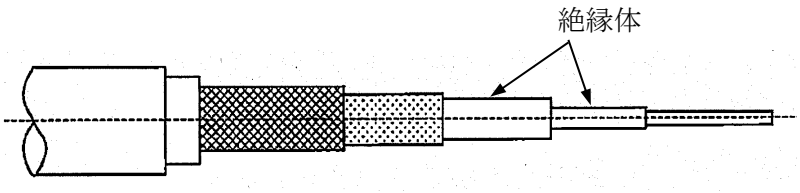


図 2.3-1　難燃一重同軸ケーブル（絶縁体材料が架橋ポリエチレン）の絶縁部位

b. 技術評価

① 健全性評価

ケーブルの長期間の経年劣化を考慮した必要性能の評価方法は，IEEE Std.323（1974）「IEEE Standard for Qualifying Class 1E Equipment for Nuclear Power Generating Stations」（以下，「IEEE Std.323（1974）」という）及び IEEE Std.383（1974）「IEEE Standard for Type Test of Class 1E Electric Cables, Field Splices, and Connections for Nuclear Power Generating Stations」（以下，「IEEE Std.383（1974）」という）の規格を根幹に，電気学会において我が国のケーブル耐環境試験方法推奨案（電気学会技術報告（Ⅱ部）第 139 号「原子力発電所用電線・ケーブルの環境試験方法ならびに耐延焼試験方法に関する推奨案」，以下「電気学会推奨案」という）としてまとめられており，この電気学会推奨案と同じ手順で実機同等品による長期健全性試験を実施し，この結果に基づき長期間の健全性を評価した。

また，設計基準事故時雰囲気内で機能要求があるケーブルについては，原子力安全基盤機構により原子力プラントでの使用条件に即したケーブルの経年劣化手法が検討され，その結果が「原子力発電所のケーブル経年劣化評価ガイド（JNES-2013-2049）」（以下，「ACA ガイド」という）に取りまとめられている。

このため，設計基準事故時雰囲気内で機能要求がある難燃一重同軸ケーブル（絶縁体材料が架橋ポリエチレン）（原子炉格納容器内）については，実機同等品による ACA ガイドに従った長期健全性についても評価した。

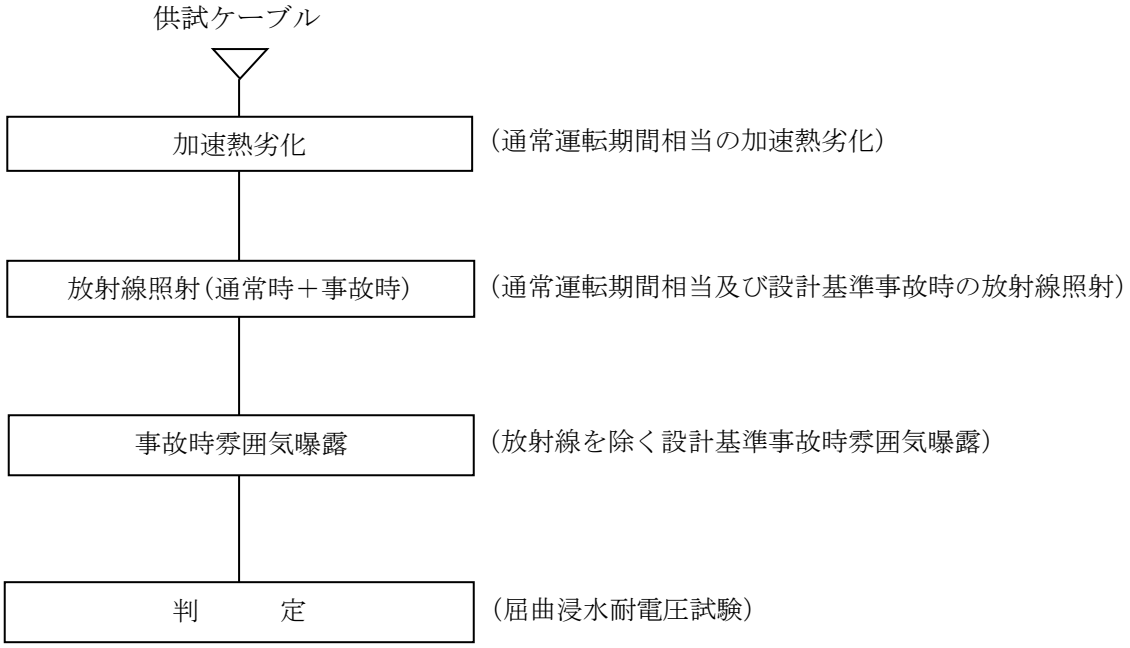


図 2.3-2　難燃一重同軸ケーブル長期健全性試験手順（電気学会推奨案）

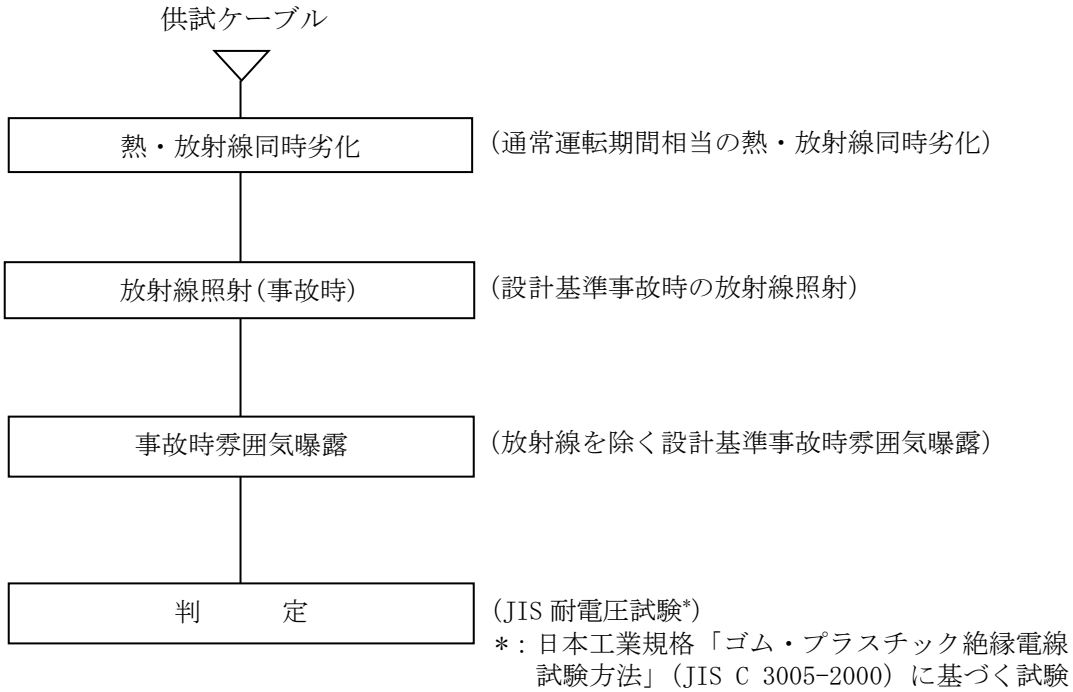


図 2.3-3　難燃一重同軸ケーブル長期健全性試験手順（ACA ガイド）

図 2.3-2 及び図 2.3-3 に示す長期健全性試験手順により評価した。

本試験条件は，表 2.3-1 及び表 2.3-3 に示すとおり，電気学会推奨案に従った長期健全性試験条件にて 60 年間，ACA ガイドに従った長期健全性試験条件にて 30 年間の運転期間を想定した熱及び放射線による使用条件を包絡し，表 2.3-2 及び表 2.3-4 に示すとおり，屈曲浸水耐電圧試験，JIS 耐電圧試験の判定基準を満足している。

難燃一重同軸ケーブル（絶縁体材料が架橋ポリエチレン）（原子炉格納容器内）は，平成 21 年（運転開始後 31 年）にケーブルの取替を実施しており，ACA ガイドに従った長期健全性の評価で確認がとれている 30 年間の通常運転期間を加えると，運転開始後 60 年間の通常運転期間及び設計基準事故時雰囲気並びに重大事故等時雰囲気において絶縁性能を維持できると評価できる。

表 2.3-1　難燃一重同軸ケーブル長期健全性試験条件（電気学会推奨案）

	試験条件	説明
加速熱劣化	121 ℃×270 時間	原子炉格納容器内の周囲最高温度（65.6 ℃）では，60 年間の通常運転期間を包絡する。
放射線照射 （通常時＋事故時）	放射線照射線量：1,010 kGy	東海第二で想定される照射線量 約 5.3×10^2 kGy（60 年間の通常運転期間 約 2.7×10^2 kGy に設計基準事故時線量 2.6×10^2 kGy を加えた線量）を包絡する。 また，東海第二で想定される照射線量 約 296 kGy（60 年間の通常運転期間 約 2.7×10^2 kGy に重大事故等時線量 26 kGy を加えた線量）を包絡する。
事故時雰囲気曝露	最高温度：171 ℃ 最高圧力：0.428 MPa 曝露時間：13 日間	東海第二における設計基準事故時の最高温度（171 ℃），最高圧力（0.31 MPa），及び重大事故等時の最高温度（115 ℃），最高圧力（0.194 MPa）を包絡する。

表 2.3-2　難燃一重同軸ケーブル長期健全性試験結果（電気学会推奨案）

項目	試験手順	判定基準	結果
屈曲浸水耐電圧試験	① 直線状に試料を伸ばした後，試料外径の約 40 倍のマンドレルに巻きつける。 ② ①の両端部以外を常温の水中に浸し 1 時間以上放置する。 ③ ②の状態で，公称絶縁体厚さに対し交流電圧 3.2kV/mm を 5 分間印加する。	絶縁破壊しないこと。	良

表 2.3-3　難燃一重同軸ケーブル長期健全性試験条件（ACA ガイド）

	試験条件	説明
熱・放射線 同時劣化	100℃－98.1Gy/h－7,024 時間	原子炉格納容器内の布設されている区域における設計値（最高温度 65.6 ℃，最大線量率 0.500 Gy/h）について等価簡易損傷手法により評価した結果，30 年間の通常運転期間を包絡する。
放射線照射 （事故時）	放射線照射線量 ：500kGy	東海第二で想定される事故時線量約 2.6×10^{2} kGy を包絡する。
事故時雰囲気曝露	最高温度：171℃ 最高圧力：0.427MPa 曝露時間：13 日間	東海第二における設計基準事故時の最高温度（171 ℃），最高圧力(0.31 MPa)を包絡する。

表 2.3-4　難燃一重同軸ケーブル長期健全性試験結果（ACA ガイド）

項目	試験手順	判定基準	結果
ＪＩＳ 耐電圧試験	AC 7,000V－1 分間	絶縁破壊しないこと。	良

② 現状保全

難燃一重同軸ケーブル（絶縁体材料が架橋ポリエチレン）（原子炉格納容器内）の絶縁特性低下に対しては，系統機器の点検時に絶縁抵抗測定を実施している。

また，系統機器の点検時に実施する動作試験においてもケーブルの絶縁機能の健全性を確認している。

さらに，点検で有意な絶縁特性低下が認められた場合には，ケーブルの取替を行うこととしている。

③ 総合評価

健全性評価結果から判断して，絶縁体の急激な絶縁特性低下の可能性は小さく，また，絶縁特性低下は系統機器点検時の絶縁抵抗測定及び系統機器の動作試験で把握可能と考える。

今後も，系統機器点検時の絶縁抵抗測定及び系統機器の動作試験を実施することにより，異常の有無は把握可能であり，現状の保全は点検手法としては適切であると考える。

c. 高経年化への対応

絶縁体の絶縁特性低下に対しては，高経年化対策の観点から現状の保全内容に対して追加すべき項目はないと考える。

今後も，系統機器点検時の絶縁抵抗測定及び系統機器の動作試験を実施することにより，絶縁特性低下を監視していくとともに，必要に応じて取替を行うこととする。

(2) 絶縁体の絶縁特性低下［難燃六重同軸ケーブル（原子炉格納容器内)］

a. 事象の説明

絶縁体は，有機物の架橋発泡ポリエチレンであるため，熱及び放射線による物性変化により，経年的に劣化が進行し，絶縁特性低下を起こす可能性がある。

絶縁特性低下を生ずる可能性のある部位を図 2.3-4 に示す。

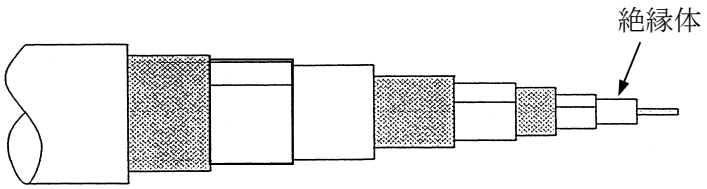


図 2.3-4　難燃六重同軸ケーブルの絶縁部位

b. 技術評価

① 健全性評価

ケーブルの長期間の経年劣化を考慮した必要性能の評価方法は，IEEE Std.323（1974）及び IEEE Std.383（1974）の規格を根幹に，電気学会推奨案としてまとめられており，この電気学会推奨案と同じ手順で実機同等品による長期健全性試験を実施し，この結果に基づき長期間の健全性を評価した。

また，設計基準事故時雰囲気内で機能要求があるケーブルについては，原子力安全基盤機構により原子力プラントでの使用条件に即したケーブルの経年劣化手法が検討され，その結果が ACA ガイドに取りまとめられている。

このため，設計基準事故時雰囲気内で機能要求がある難燃六重同軸ケーブルについては，実機相当品（架橋ポリエチレンの絶縁体を有する難燃一重同軸ケーブル）による ACA ガイドに従った長期健全性についても評価した。

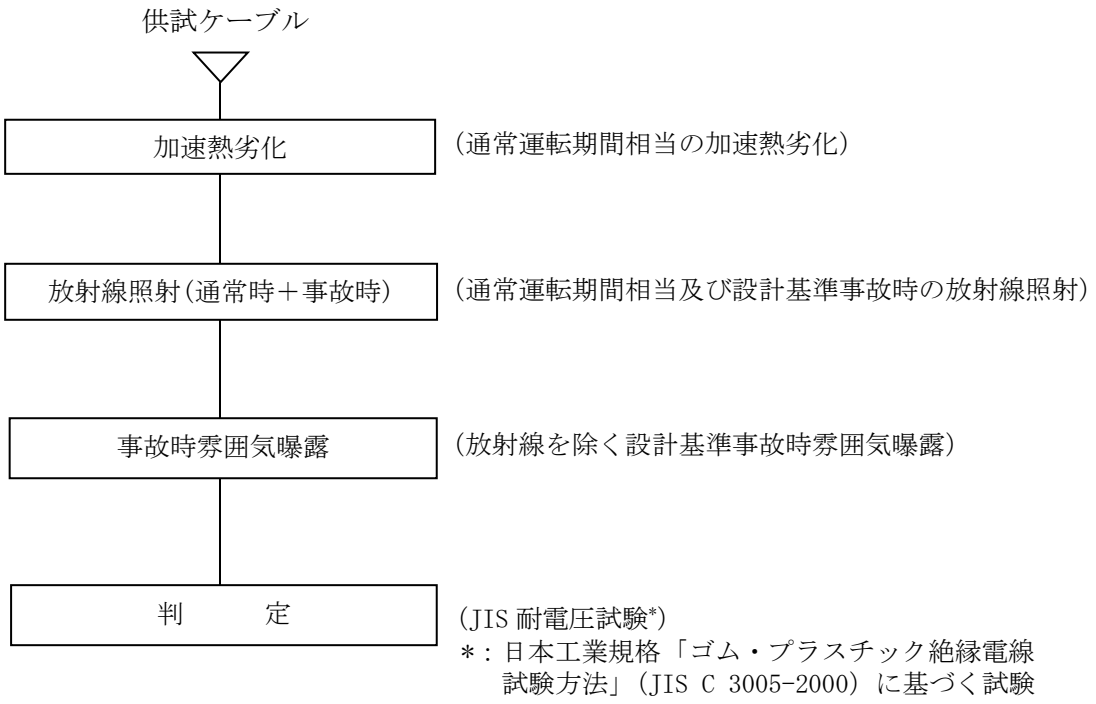


図 2.3-5　難燃六重同軸ケーブル長期健全性試験手順（電気学会推奨案）

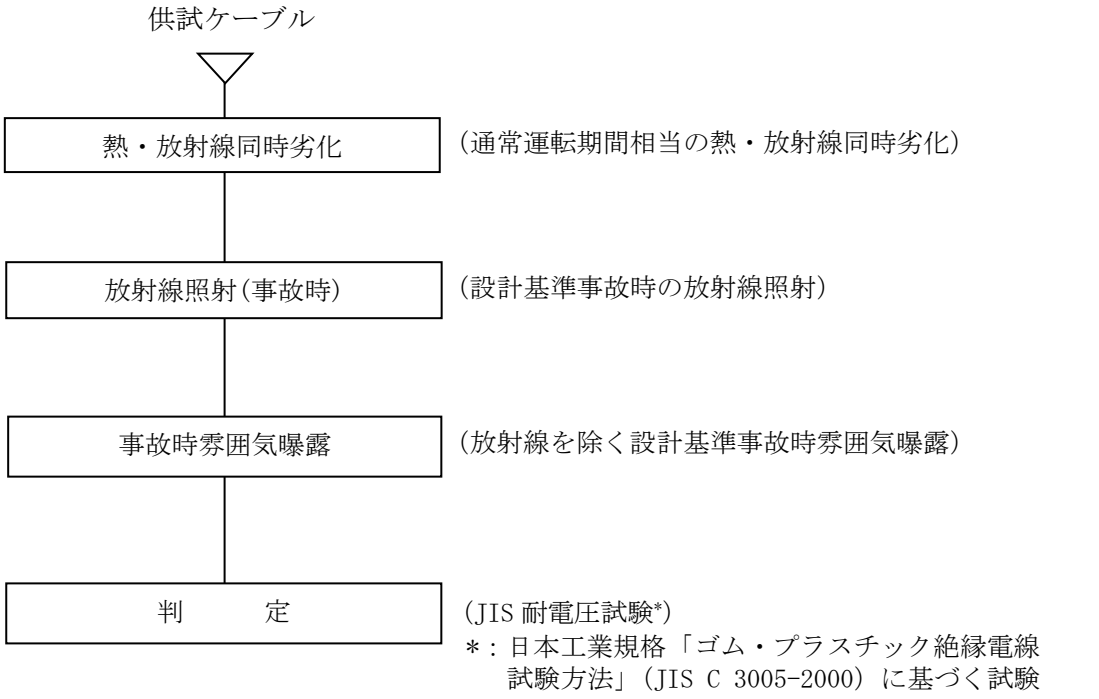


図 2.3-6　難燃一重同軸ケーブル長期健全性試験手順（ACA ガイド）

図 2.3-5 及び図 2.3-6 に示す長期健全性試験手順により評価した。

本試験条件は，表 2.3-5 及び表 2.3-7 に示すとおり，電気学会推奨案に従った長期健全性試験条件にて 41 年間，ACA ガイドに従った長期健全性試験条件にて 30 年間の運転期間を想定した熱及び放射線による使用条件を包絡し，表 2.3-6 及び表 2.3-8 に示すとおり，JIS 耐電圧試験の判定基準を満足している。

難燃六重同軸ケーブル（原子炉格納容器内）は，平成 11 年（運転開始後 21 年）にケーブルの取替を実施しており，ACA ガイドに従った長期健全性の評価で確認がとれている 30 年間の通常運転期間を加えると，運転開始後 51 年間の通常運転期間及び設計基準事故時雰囲気並びに重大事故等時雰囲気において絶縁性能を維持できると評価できる。

表 2.3-5　難燃六重同軸ケーブル長期健全性試験条件（電気学会推奨案）

	試験条件	説明
加速熱劣化	121℃×168 時間	原子炉格納容器内の周囲最高温度（65.6 ℃）では，41 年間の通常運転期間を包絡する。
放射線照射 （通常時＋事故時）	放射線照射線量：760 kGy	東海第二で想定される照射線量 約 5.3×10^{2} kGy（60 年間の通常運転期間 約 2.7×10^{2} kGy に設計基準事故時線量 2.6×10^{2} kGy を加えた線量）を包絡する。 また，東海第二で想定される照射線量 約 296 kGy（60 年間の通常運転期間 約 2.7×10^{2} kGy に重大事故等時線量 26 kGy を加えた線量）を包絡する。
事故時雰囲気曝露	最高温度：171 ℃ 最高圧力：0.686 MPa 曝露時間：13 日間	東海第二における設計基準事故時の最高温度（171 ℃），最高圧力（0.31 MPa），及び重大事故等時の最高温度（115 ℃），最高圧力（0.194 MPa）を包絡する。

表 2.3-6　難燃六重同軸ケーブル長期健全性試験結果（電気学会推奨案）

項目	試験手順	判定基準	結果
JIS 耐電圧試験	AC 5,000 V－1 分間	絶縁破壊しないこと。	良

表 2.3-7　難燃一重同軸ケーブル長期健全性試験条件（ACA ガイド）

	試験条件	説明
熱・放射線 同時劣化	100 ℃－98.1 Gy/h－7,024 時間	原子炉格納容器内の布設されている区域における設計値（最高温度 65.6 ℃，最大線量率 0.500 Gy/h）について等価簡易損傷手法により評価した結果，30 年間の通常運転期間を包絡する。
放射線照射 （事故時）	放射線照射線量　：500 kGy	東海第二で想定される事故時線量約 2.6×10^{2} kGy を包絡する。
事故時雰囲気曝露	最高温度：171 ℃ 最高圧力：0.427 kPa 曝露時間：13 日間	東海第二における設計基準事故時の最高温度（171 ℃），最高圧力(0.31 MPa)を包絡する。

表 2.3-8 難燃一重同軸ケーブル長期健全性試験結果（ACA ガイド）

項目	試験手順	判定基準	結果
JIS 耐電圧試験	AC 7,000 V－1 分間	絶縁破壊しないこと。	良

② 現状保全

難燃六重同軸ケーブル（原子炉格納容器内）の絶縁特性低下に対しては，系統機器の点検時に絶縁抵抗測定を実施している。

また，系統機器の点検時に実施する動作試験においてもケーブルの絶縁機能の健全性を確認している。

さらに，点検で有意な絶縁特性低下が認められた場合には，ケーブルの取替を行うこととしている。

③ 総合評価

健全性評価結果から判断して，絶縁体の急激な絶縁特性低下の可能性は小さく，また，絶縁特性低下は系統機器点検時の絶縁抵抗測定及び系統機器の動作試験で把握可能と考える。

今後も，系統機器点検時の絶縁抵抗測定及び系統機器の動作試験を実施することにより，異常の有無は把握可能であり，現状の保全は点検手法としては適切であると考える。

c．高経年化への対応

絶縁体の絶縁特性低下に対しては，今後も系統機器点検時の絶縁抵抗測定及び系統機器の動作試験を実施することにより，絶縁特性低下を監視していくとともに，必要に応じて取替を行うこととする。

なお，難燃六重同軸ケーブル（原子炉格納容器内）については，追加保全項目として，健全性評価から得られた評価期間に至る前に取替を実施する。

これにより，運転を延長しようとする期間において，絶縁体の絶縁特性低下により機器の健全性に影響を与える可能性はないと判断する。

(3) 絶縁体の絶縁特性低下［難燃一重同軸ケーブル（絶縁体材料が架橋ポリオレフィン）（原子炉格納容器外）］

a. 事象の説明

絶縁体は，有機物の架橋ポリオレフィンであるため，熱及び放射線による物性変化により，経年的に劣化が進行し，絶縁特性低下を起こす可能性がある。

絶縁特性低下を生ずる可能性のある部位を図 2.3-7 に示す。

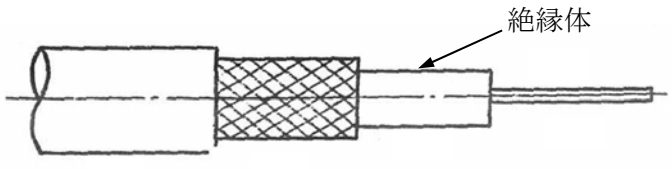


図 2.3-7　難燃一重同軸ケーブル（絶縁体材料が架橋ポリオレフィン）の絶縁部位

b. 技術評価

① 健全性評価

ケーブルの長期間の経年劣化を考慮した必要性能の評価方法は，IEEE Std.323（1974）及び IEEE Std.383（1974）の規格を根幹に，電気学会推奨案としてまとめられており，この電気学会推奨案に基づき実機同等品による長期健全性試験を実施し，この結果に基づき長期間の健全性を評価した。

また，設計基準事故時雰囲気内で機能要求があるケーブルについては，原子力安全基盤機構により原子力プラントでの使用条件に即したケーブルの経年劣化手法が検討され，その結果が ACA ガイドに取りまとめられている。

このため，設計基準事故時雰囲気内で機能要求がある難燃一重同軸ケーブル（絶縁体材料が架橋ポリオレフィン）については，実機同等品による ACA ガイドに従った長期健全性についても評価した。

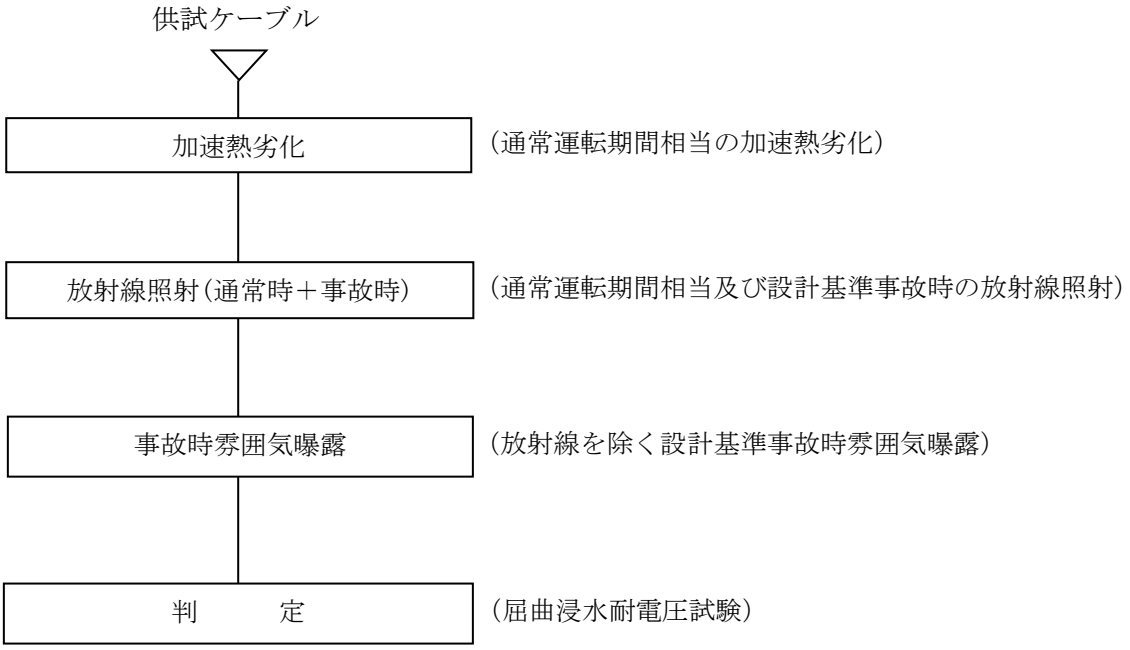


図 2.3-8　難燃一重同軸ケーブル長期健全性試験手順（電気学会推奨案）

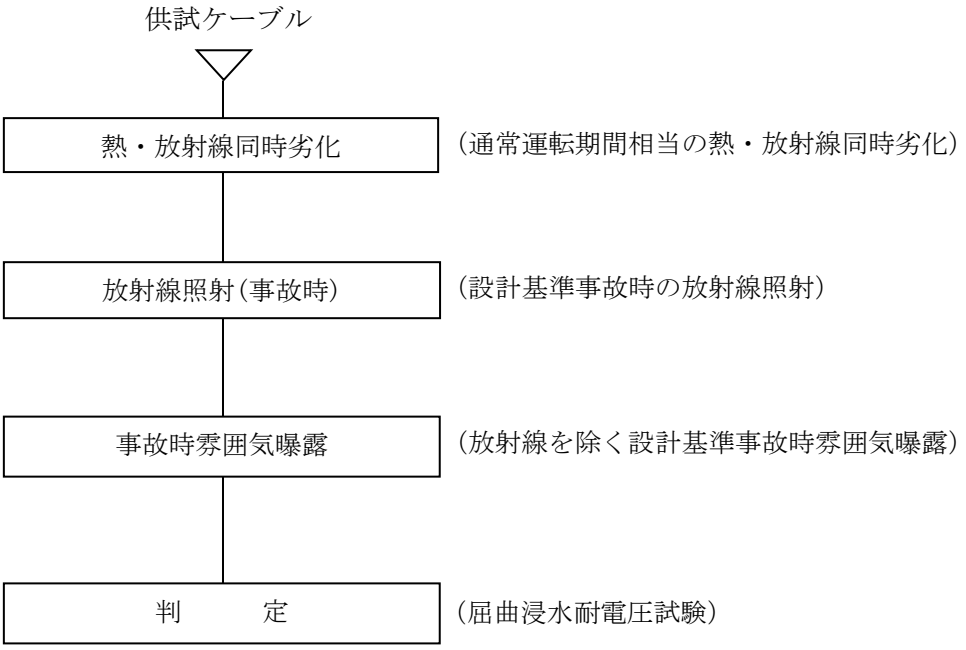


図 2.3-9　難燃一重同軸ケーブル長期健全性試験手順（ACA ガイド）

図 2.3-8 及び図 2.3-9 に示す長期健全性試験手順により評価した。

本試験条件は，表 2.3-9 及び表 2.3-11 に示すとおり，電気学会推奨案に従った長期健全性試験にて 60 年間以上，ACA ガイドに従った長期健全性試験条件にて 23 年間の運転期間を想定した熱及び放射線による使用条件を包絡し，表 2.3-10 及び表 2.3-12 に示すとおり，屈曲浸水耐電圧試験の判定基準を満足している。

難燃一重同軸ケーブル（絶縁体材料が架橋ポリオレフィン）（原子炉格納容器外）は，表 2.3-11 に示すとおり 37 年間実機環境下で使用した実機同等品による ACA ガイドに従った長期健全性試験で，23 年間の健全性が確認できていることから，運転開始後 60 年間の通常運転期間及び設計基準事故時雰囲気並びに重大事故等時雰囲気において絶縁性能を維持できると評価できる。

表 2.3-9　難燃一重同軸ケーブル長期健全性試験条件（電気学会推奨案）

	試験条件	説明
加速熱劣化	110 ℃×2,472 時間	原子炉格納容器外の周囲最高温度（40.0 ℃）では，60 年間の通常運転期間を包絡する。
放射線照射 （通常時＋事故時）	放射線照射線量：260 kGy	東海第二で想定される照射線量約 1.8 kGy（60 年間の通常運転期間約 5.3 Gy に設計基準事故時線量 1.7 kGy を加えた線量）を包絡する。 また，東海第二で想定される照射線量約 101 kGy(60 年間の通常運転期間約 5.3 Gy に重大事故等時線量約 100 kGy を加えた線量）を包絡する。
事故時雰囲気曝露	最高温度：171 ℃ 最高圧力：0.427 MPa 曝露時間：25 時間	東海第二における設計基準事故時の最高温度（100 ℃），最高圧力（0.001744 MPa），及び重大事故等時の最高温度（100 ℃），最高圧力（0.0069 MPa）を包絡する。

表 2.3-10　難燃一重同軸ケーブル長期健全性試験結果（電気学会推奨案）

項目	試験手順	判定基準	結果
屈曲浸水耐電圧試験	① 直線状に試料を伸ばした後，試料外径の約 40 倍のマンドレルに巻きつける。 ② ①の両端部以外を常温の水中に浸し 1 時間以上放置する。 ③ ②の状態で，公称絶縁体厚さに対し交流電圧 3.2kV/mm を 5 分間印加する。	絶縁破壊しないこと。	良

表 2.3-11　難燃一重同軸ケーブル長期健全性試験条件（ACA ガイド）

	試験条件	説明
熱・放射線 同時劣化	110 ℃×2,472 時間 放射線照射なし	原子炉格納容器外の周囲最高温度（40.0 ℃）では，23 年間の通常運転期間に相当する。 供試ケーブルは 37 年間実機環境下にて使用したものであり，長期健全性試験で確認がとれている 23 年間の通常運転期間を加えると，60 年間の通常運転期間に相当する。
放射線照射 （事故時）	放射線照射線量 ：260 kGy	東海第二で想定される事故時線量約 1.7 kGy を包絡する。
事故時雰囲気曝露	最高温度：171 ℃ 最高圧力：0.427 MPa 曝露時間：25 時間	東海第二における設計基準事故時の最高温度（100 ℃），最高圧力(0.001744 MPa)を包絡する。

表 2.3-12　難燃一重同軸ケーブル長期健全性試験結果（ACA ガイド）

項目	試験手順	判定基準	結果
屈曲浸水耐電圧試験	① 直線状に試料を伸ばした後，試料外径の約 40 倍のマンドレルに巻きつける。 ② ①の両端部以外を常温の水中に浸し 1 時間以上放置する。 ③ ②の状態で，公称絶縁体厚さに対し交流電圧 3.2kV/mm を 5 分間印加する。	絶縁破壊しないこと。	良

② 現状保全

難燃一重同軸ケーブル（絶縁体材料が架橋ポリオレフィン）（原子炉格納容器外）の絶縁特性低下に対しては，系統機器の点検時に絶縁抵抗測定を実施している。

また，系統機器の点検時に実施する動作試験においてもケーブルの絶縁機能の健全性を確認している。

さらに，点検で有意な絶縁特性低下が認められた場合には，ケーブルの取替を行うこととしている。

③ 総合評価

健全性評価結果から判断して，絶縁体の急激な絶縁特性低下の可能性は小さく，また，絶縁特性低下は系統機器点検時の絶縁抵抗測定及び系統機器の動作試験で把握可能と考える。

今後も，系統機器点検時の絶縁抵抗測定及び系統機器の動作試験を実施することにより，異常の有無は把握可能であり，現状の保全は点検手法としては適切であると考える。

c. 高経年化への対応

絶縁体の絶縁特性低下に対しては，高経年化対策の観点から現状の保全内容に対して追加すべき項目はないと考える。

今後も，系統機器点検時の絶縁抵抗測定及び系統機器の動作試験を実施することにより，絶縁特性低下を監視していくとともに，必要に応じて取替を行うこととする。

(4) 絶縁体の絶縁特性低下［難燃三重同軸ケーブル（原子炉格納容器外)］

a. 事象の説明

絶縁体は，有機物の架橋発泡ポリオレフィンであるため，熱及び放射線による物性変化により，経年的に劣化が進行し，絶縁特性低下を起こす可能性がある。

絶縁特性低下を生ずる可能性のある部位を図 2.3-10 に示す。

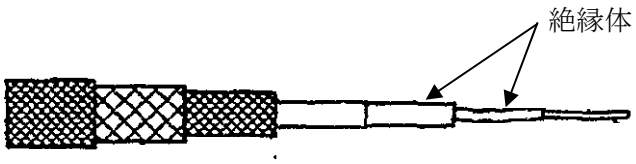


図 2.3-10　難燃三重同軸ケーブルの絶縁部位

b. 技術評価

① 健全性評価

ケーブルの長期間の経年劣化を考慮した必要性能の評価方法は，IEEE Std.323（1974）及び IEEE Std.383（1974）の規格を根幹に，電気学会推奨案としてまとめられており，この電気学会推奨案に基づき実機同等品による長期健全性試験を実施しており，この結果に基づき長期間の健全性を評価した。

また，設計基準事故時雰囲気内で機能要求があるケーブルについては，原子力安全基盤機構により原子力プラントでの使用条件に即したケーブルの経年劣化手法が検討され，その結果が ACA ガイドに取りまとめられている。

このため，設計基準事故時雰囲気内で機能要求がある難燃三重同軸ケーブルについては，実機相当品（架橋ポリオレフィンの絶縁体を有する難燃一重同軸ケーブル）による ACA ガイドに従った長期健全性についても評価した。

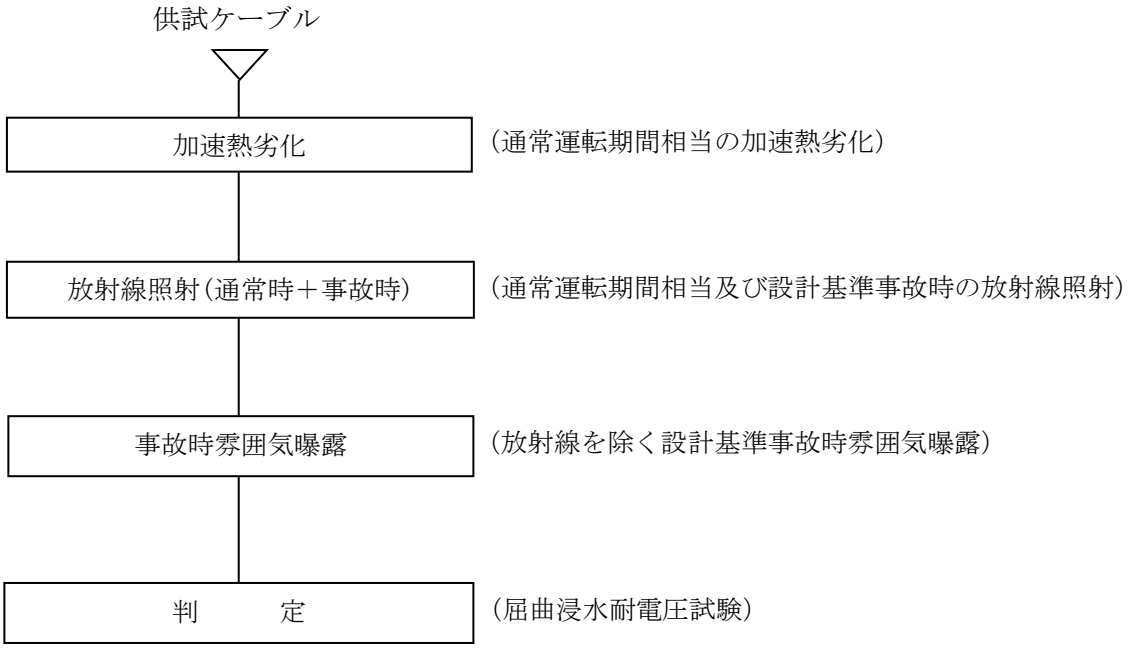


図 2.3-11　難燃三重同軸ケーブル長期健全性試験手順（電気学会推奨案）

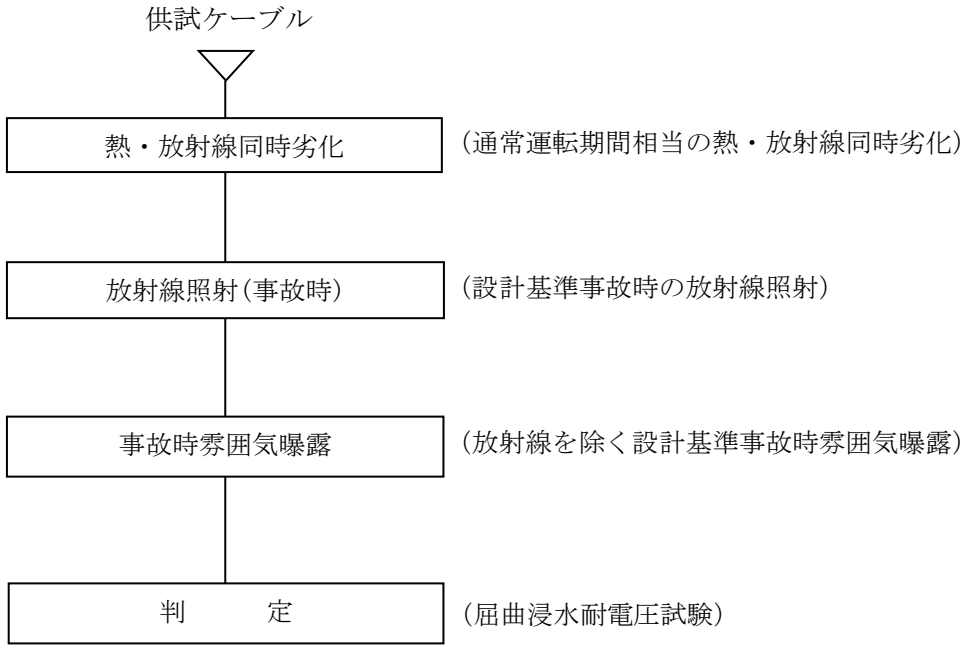


図 2.3-12　難燃一重同軸ケーブル長期健全性試験手順（ACA ガイド）

図 2.3-11 及び図 2.3-12 に示す長期健全性試験手順により評価した。

本試験条件は，表 2.3-13 及び表 2.3-15 に示すとおり，電気学会推奨案に従った長期健全性試験にて 60 年間以上，ACA ガイドに従った長期健全性試験条件にて 23 年間の運転期間を想定した熱及び放射線による使用条件を包絡し，表 2.3-14 及び表 2.3-16 に示すとおり，屈曲浸水耐電圧試験の判定基準を満足している。

難燃三重同軸ケーブル（原子炉格納容器外）は，表 2.3-15 に示すとおり 37 年間実機環境下で使用した実機相当品による ACA ガイドに従った長期健全性試験で，23 年間の健全性が確認できていることから，運転開始後 60 年間の通常運転期間及び設計基準事故時雰囲気並びに重大事故等時雰囲気において絶縁性能を維持できると評価できる。

表 2.3-13　難燃三重同軸ケーブル長期健全性試験条件（電気学会推奨案）

	試験条件	説明
加速熱劣化	100 ℃×120 時間	原子炉格納容器外の周囲最高温度（40.0 ℃）では，60 年間の通常運転期間を包絡する。
放射線照射 （通常時＋事故時）	放射線照射線量：2,000 kGy	東海第二で想定される照射線量約 1.8 kGy（60 年間の通常運転期間約 5.3 Gy に設計基準事故時線量 1.7 kGy を加えた線量）を包絡する。 また，東海第二で想定される照射線量約 101 kGy(60 年間の通常運転期間約 5.3 Gy に重大事故等時線量約 100 kGy を加えた線量）を包絡する。
事故時雰囲気曝露	最高温度：171 ℃ 最高圧力：0.717 MPa 曝露時間：108 日間	東海第二における設計基準事故時の最高温度（100 ℃），最高圧力（0.001744 MPa），及び重大事故等時の最高温度（100 ℃），最高圧力（0.0069 MPa）を包絡する。

表 2.3-14　難燃三重同軸ケーブル長期健全性試験結果（電気学会推奨案）

項目	試験手順	判定基準	結果
屈曲浸水耐電圧試験	① 直線状に試料を伸ばした後，試料外径の約 40 倍のマンドレルに巻きつける。 ② ①の両端部以外を常温の水中に浸し 1 時間以上放置する。 ③ ②の状態で，公称絶縁体厚さに対し交流電圧 3.2kV/mm を 5 分間印加する。	絶縁破壊しないこと。	良

表 2.3-15　難燃一重同軸ケーブル長期健全性試験条件（ACA ガイド）

	試験条件	説明
熱・放射線 同時劣化	110 ℃×2,472 時間 放射線照射なし	原子炉格納容器外の周囲最高温度（40.0 ℃）では，23 年間の通常運転期間に相当する。 供試ケーブルは 37 年間実機環境下にて使用したものであり，長期健全性試験で確認がとれている 23 年間の通常運転期間を加えると，60 年間の通常運転期間に相当する。
放射線照射 （事故時）	放射線照射線量 ：260 kGy	東海第二で想定される事故時線量約 1.7 kGy を包絡する。
事故時雰囲気曝露	最高温度：171℃ 最高圧力：0.427 MPa 曝露時間：25 時間	東海第二における設計基準事故時の最高温度（100 ℃），最高圧力(0.001744 MPa)を包絡する。

表 2.3-16　難燃一重同軸ケーブル長期健全性試験結果（ACA ガイド）

項目	試験手順	判定基準	結果
屈曲浸水耐電圧試験	① 直線状に試料を伸ばした後，試料外径の約 40 倍のマンドレルに巻きつける。 ② ①の両端部以外を常温の水中に浸し 1 時間以上放置する。 ③ ②の状態で，公称絶縁体厚さに対し交流電圧 3.2kV/mm を 5 分間印加する。	絶縁破壊しないこと。	良

② 現状保全

難燃三重同軸ケーブル（原子炉格納容器外）の絶縁特性低下に対しては，系統機器の点検時に絶縁抵抗測定を実施している。

また，系統機器の点検時に実施する動作試験においてもケーブルの絶縁機能の健全性を確認している。

さらに，点検で有意な絶縁特性低下が認められた場合には，ケーブルの取替を行うこととしている。

③ 総合評価

健全性評価結果から判断して，絶縁体の急激な絶縁特性低下の可能性は小さく，また，絶縁特性低下は系統機器点検時の絶縁抵抗測定及び系統機器の動作試験で把握可能と考える。

今後も，系統機器点検時の絶縁抵抗測定及び系統機器の動作試験を実施することにより，異常の有無は把握可能であり，現状の保全は点検手法としては適切であると考える。

c．高経年化への対応

絶縁体の絶縁特性低下に対しては，高経年化対策の観点から現状の保全内容に対して追加すべき項目はないと考える。

今後も，系統機器点検時の絶縁抵抗測定及び系統機器の動作試験を実施することにより，絶縁特性低下を監視していくとともに，必要に応じて取替を行うこととする。

3. 代表機器以外への展開

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

［対象同軸ケーブル］

① 難燃一重同軸ケーブル（絶縁体材料が架橋ポリエチレン）（原子炉格納容器外）

② 難燃六重同軸ケーブル（原子炉格納容器外）

③ 難燃二重同軸ケーブル

3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

a. 絶縁体の絶縁特性低下［難燃一重同軸ケーブル（絶縁体材料が架橋ポリエチレン）（原子炉格納容器外），難燃二重同軸ケーブル］

代表機器である難燃一重同軸ケーブル（絶縁体材料が架橋ポリエチレン）（原子炉格納容器内）と同様に絶縁体材料が架橋ポリエチレンであるため，熱及び放射線による物性変化により，経年的に劣化が進行し，絶縁特性低下を起こす可能性がある。

難燃一重同軸ケーブル（絶縁体材料が架橋ポリエチレン）（原子炉格納容器外）及び難燃二重同軸ケーブルは，原子炉格納容器外に設置され，設計基準事故時動作及び重大事故等時動作が要求される。

これより，代表機器である原子炉格納容器内の難燃一重同軸ケーブル（絶縁体材料が架橋ポリエチレン）（原子炉格納容器内）の健全性評価方法を用いて，表 3.1-1 に記載の使用条件における難燃一重同軸ケーブル（絶縁体材料が架橋ポリエチレン）（原子炉格納容器外）及び難燃二重同軸ケーブルの長期健全性を評価した。

その結果，難燃一重同軸ケーブル（絶縁体材料が架橋ポリエチレン）（原子炉格納容器外）及び難燃二重同軸ケーブルは，電気学会推奨案に従った長期健全性試験条件については 60 年間以上，ACA ガイドに従った長期健全性の評価については 60 年間の運転期間を想定した劣化条件を包絡し，事故時雰囲気曝露試験の判定基準を満足していることを確認した。

これらのことから，難燃一重同軸ケーブル（絶縁体材料が架橋ポリエチレン）（原子炉格納容器外）及び難燃二重同軸ケーブルは，60 年間の通常運転期間及び設計基準事故時雰囲気並びに重大事故等時雰囲気において絶縁性能を維持できると評価する。

また，代表機器と同様に絶縁抵抗測定及び系統機器の動作試験を実施しており，今後もこの保全方法を継続し，絶縁特性低下を監視していくとともに，必要に応じて取替を行うこととする。

表 3.1-1　難燃一重同軸ケーブル（絶縁体材料が架橋ポリエチレン）（原子炉格納容器外）及び難燃二重同軸ケーブルの使用条件

	通常運転時	設計基準事故時	重大事故等時
設置場所	原子炉格納容器外		
周囲温度*	40.0 ℃（最高）	100 ℃（最高）	100 ℃（最高）
最高圧力*	大気圧	0.001744 MPa	0.0069 MPa
放射線*	1×10^{-5} Gy/h*1 （最大）	1.7 kGy （最大積算値）	100 kGy （最大積算値）

*：原子炉格納容器外で難燃一重同軸ケーブル（絶縁体材料が架橋ポリエチレン）（原子炉格納容器外）及び難燃二重同軸ケーブルが布設されている区域における設計値

b. 絶縁体の絶縁特性低下［難燃六重同軸ケーブル（原子炉格納容器外)］

代表機器である難燃六重同軸ケーブル（原子炉格納容器内）と同様に絶縁体は架橋発泡ポリエチレンであるため，熱及び放射線による物性変化により，経年的に劣化が進行し，絶縁特性低下を起こす可能性がある。

難燃六重同軸ケーブル（原子炉格納容器外）は，原子炉格納容器外に設置され，設計基準事故時動作及び重大事故等時動作が要求される。

これより，代表機器が設置されている原子炉格納容器内の難燃六重同軸ケーブルの健全性評価方法を用いて，表 3.1-2 に記載の使用条件における難燃六重同軸ケーブル（原子炉格納容器外）の長期健全性を評価した。

その結果，難燃六重同軸ケーブル（原子炉格納容器外）は，電気学会推奨案に従った長期健全性試験条件については 60 年間以上，ACA ガイドに従った長期健全性試験条件については 60 年間以上の運転期間を想定した劣化条件を包絡し，事故時雰囲気曝露試験の判定基準を満足していることを確認した。

これらのことから，難燃六重同軸ケーブル（原子炉格納容器外）の絶縁体は，60 年間の通常運転期間及び設計基準事故時雰囲気並びに重大事故等時雰囲気において絶縁性能を維持できると評価する。

また，代表機器と同様に絶縁抵抗測定及び系統機器の動作試験を実施しており，今後もこの保全方法を継続し，絶縁特性低下を監視していくとともに，必要に応じて取替を行うこととする。

表 3.1-2　難燃六重同軸ケーブル（原子炉格納容器外）の使用条件

	通常運転時	設計基準事故時	重大事故等時
設置場所	原子炉格納容器外		
周囲温度*	40.0 ℃（最高）	100 ℃（最高）	100 ℃（最高）
最高圧力*	大気圧	0.001744 MPa	0.0069 MPa
放射線*	1×10^{-5} Gy/h （最大）	1.7 kGy （最大積算値）	100 kGy （最大積算値）

＊：原子炉格納容器外で難燃六重同軸ケーブル（原子炉格納容器外）が布設されている区域における設計値

3.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

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

日常劣化管理事象に該当する事象は抽出されなかった。

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

a. 熱・放射線によるシースの劣化［共通］

代表機器と同様，難燃一重同軸ケーブル（絶縁体材料が架橋ポリエチレン）（原子炉格納容器外），難燃二重同軸ケーブル及び難燃六重同軸ケーブル（原子炉格納容器外）の難燃架橋ポリエチレンシースは有機物であるため，熱及び放射線により硬化する可能性がある。

しかし，シースは主にケーブル布設時に生ずる外的な力からケーブルを保護するためのものであり，ケーブルに要求される絶縁機能の確保に対するシースの役割は極めて低い。

したがって，熱・放射線によるシースの劣化は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

4. ケーブルトレイ，電線管

［対象機器］

① ケーブルトレイ

② 電線管

目次

1. 対象機器 4-1
2. ケーブルトレイ，電線管の技術評価..... 4-2
2.1 構造，材料及び使用条件..... 4-2
2.1.1 ケーブルトレイ..... 4-2
2.1.2 電線管 4-5
2.2 経年劣化事象の抽出..... 4-8
2.2.1 機器の機能達成に必要な項目..... 4-8
2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出..... 4-8
2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象..... 4-9

1. 対象機器

東海第二で使用しているケーブルトレイ，電線管の主な機能を表 1-1 に示す。

表 1-1　ケーブルトレイ，電線管の主な機能

機器名称	機能
ケーブルトレイ	ケーブルを収納して支持する
電線管	ケーブルを収納して支持する

2. ケーブルトレイ，電線管の技術評価

2.1 構造，材料及び使用条件

2.1.1 ケーブルトレイ

(1) 構造

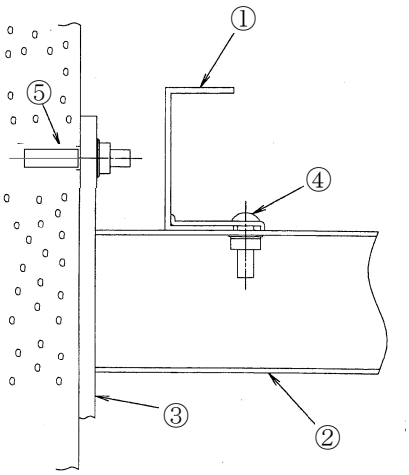
東海第二のケーブルトレイは，ベースプレート又は埋込金物にサポートを溶接により架台状に固定し，その上にケーブルトレイをボルトナットで固定する構造となっている。

なお，ケーブルトレイ上に非難燃ケーブルが布設されている場合には防火シートで覆うこととしている。

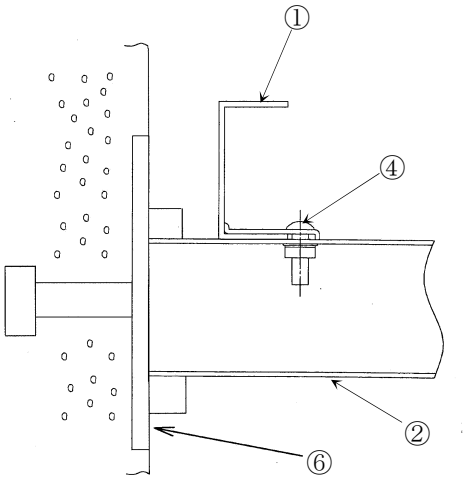
東海第二のケーブルトレイの代表的な構造図を図 2.1-1 に示す。

(2) 材料及び使用条件

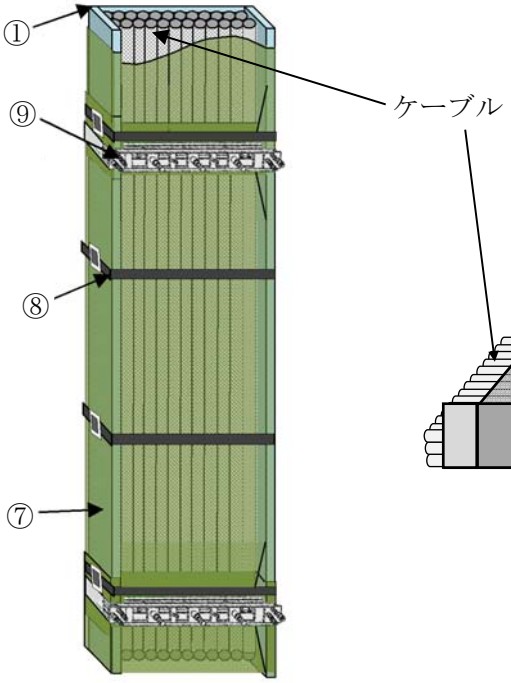
東海第二のケーブルトレイ主要部位の使用材料を表 2.1-1 に，使用条件を表 2.1-2 に示す。



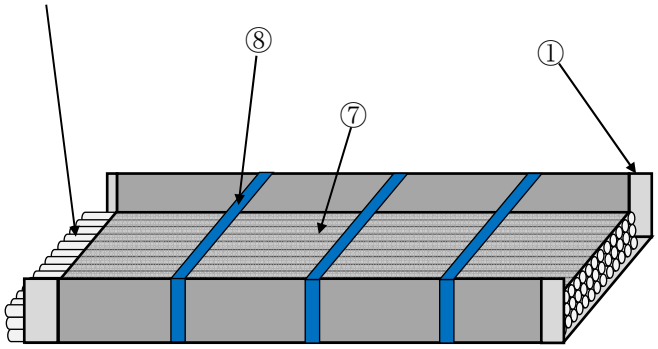
基礎ボルトの例



埋込金物の例



垂直トレイ（防火シート等含む）



水平トレイ（防火シート等含む）

No.	部位	No.	部位
①	ケーブルトレイ	⑥	埋込金物
②	サポート	⑦	防火シート
③	ベースプレート	⑧	結束ベルト
④	サポート取付ボルト・ナット	⑨	ファイアストッパ
⑤	基礎ボルト*1		

*1：後打ちケミカルアンカ，後打ちメカニカルアンカ

図 2.1-1　ケーブルトレイ構造図

表 2.1-1　ケーブルトレイ主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
機器の支持	支持	ケーブルトレイ	炭素鋼
		サポート	炭素鋼
		ベースプレート	炭素鋼
		サポート取付ボルト・ナット	炭素鋼
		基礎ボルト	炭素鋼，樹脂*1
		埋込金物	炭素鋼
防火機能の確保	複合体*2の形成	防火シート	アルミノ硼珪酸ガラス， アクリロニトリルブタジエンゴム
		結束ベルト	アルミノ硼珪酸ガラス， シリコーン樹脂
		ファイアストッパ	炭素鋼， セラミックファイバーブランケット

*1：後打ちケミカルアンカを示す

*2：非難燃ケーブル及びケーブルトレイを防火シートにより覆い，結束ベルト及びファイアストッパにて固定したもの

表 2.1-2　ケーブルトレイの使用条件

設置場所	原子炉格納容器内外，屋外
布設ケーブルの使用電圧	AC 7,000 V 以下

2.1.2 電線管

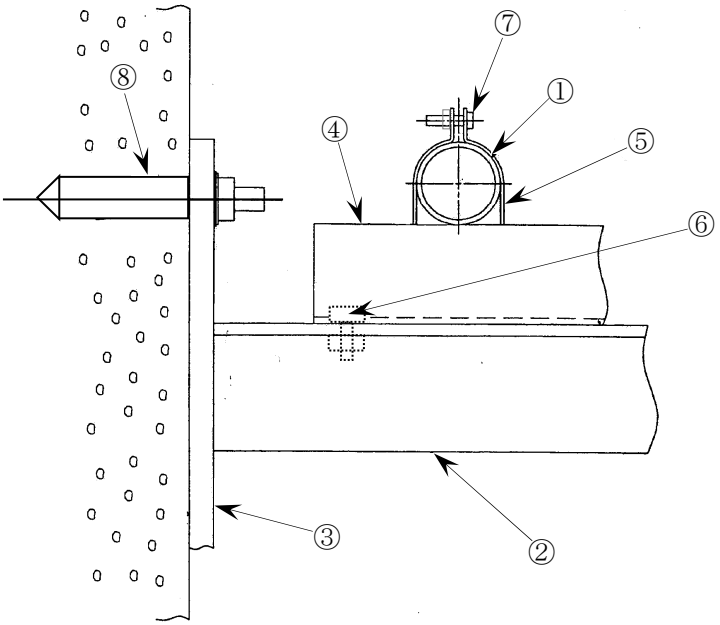
(1) 構造

電線管は，ベースプレート又は埋込金物にサポートを溶接により架台状に固定し，その上にユニバーサルチャンネルを取付け，電線管をパイプクランプで固定する構造となっている。

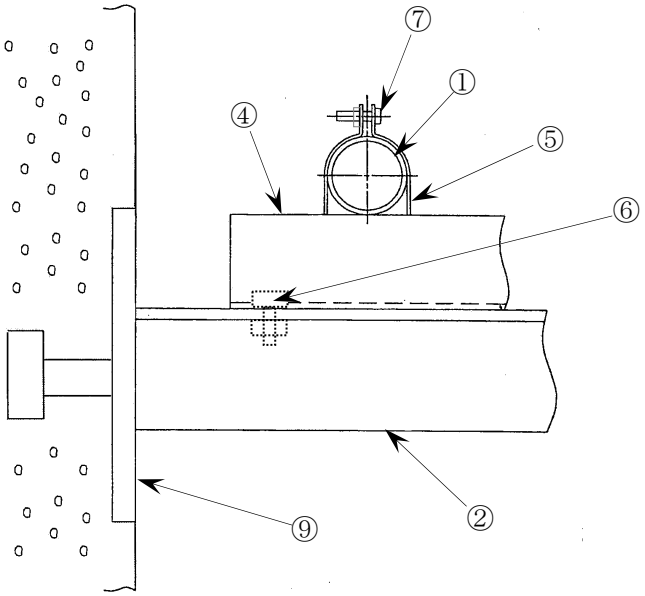
電線管の代表的な構造図を図 2.1-2 に示す。

(2) 材料及び使用条件

電線管主要部位の使用材料を表 2.1-3 に，使用条件を表 2.1-4 に示す。



基礎ボルトの例



埋込金物の例

No.	部位	No.	部位
①	電線管	⑥	サポート取付ボルト・ナット
②	サポート	⑦	パイプクランプボルト・ナット
③	ベースプレート	⑧	基礎ボルト*1
④	ユニバーサルチャンネル	⑨	埋込金物
⑤	パイプクランプ		

*1：後打ちケミカルアンカ，後打ちメカニカルアンカ

図 2.1-2　電線管構造図

表 2.1-3　電線管主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
機器の支持	支持	電線管	炭素鋼
		サポート	炭素鋼
		ベースプレート	炭素鋼
		ユニバーサルチャンネル	炭素鋼
		パイプクランプ	炭素鋼
		サポート取付ボルト・ナット	炭素鋼
		パイプクランプボルト・ナット	炭素鋼
		基礎ボルト	炭素鋼，樹脂*1
		埋込金物	炭素鋼

*1：後打ちケミカルアンカを示す

表 2.1-4　電線管の使用条件

設置場所	原子炉格納容器内外，屋外
布設ケーブルの使用電圧	AC 7,000 V 以下

2.2 経年劣化事象の抽出

2.2.1 機器の機能達成に必要な項目

ケーブルトレイ，電線管の機能であるケーブルの電路確保を維持し，非難燃ケーブルの火災発生を防止する機能の達成に必要な項目は以下のとおり。

(1) 機器の支持

(2) 防火機能の確保

2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

(1) 想定される経年劣化事象の抽出

ケーブルトレイ，電線管について，要求機能を考慮して主要部位に展開した上で，個々の部位の材料，構造，使用条件（設置場所，電圧）及び現在までの運転経験を考慮し，表 2.2-1 に示すとおり，想定される経年劣化事象を抽出した（表 2.2-1 で△又は▲）。

なお，消耗品及び定期取替品は評価対象外とする。

(2) 消耗品及び定期取替品の扱い

ケーブルトレイ，電線管には，消耗品及び定期取替品はない。

(3) 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

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

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

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

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

この結果，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象は抽出されなかった。

2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

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

a. ケーブルトレイ及びファイアストッパ［ケーブルトレイ］，ユニバーサルチャンネル，パイプクランプ及びパイプクランプボルト・ナット［電線管］，サポート，ベースプレート及びサポート取付ボルト・ナット［共通］の腐食（全面腐食）

ケーブルトレイ，ファイアストッパ，ユニバーサルチャンネル，パイプクランプ，パイプクランプボルト・ナット，サポート，ベースプレート及びサポート取付ボルト・ナットは，炭素鋼であるため腐食が想定されるが，表面は塗装又はメッキが施されており，腐食の可能性は小さく，点検時に目視確認を行い，その結果により必要に応じ補修を実施することとしている。

したがって，ケーブルトレイ，ファイアストッパ，ユニバーサルチャンネル，パイプクランプ，パイプクランプボルト・ナット，サポート，ベースプレート及びサポート取付ボルト・ナットの腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

b. 電線管（本体）（大気接触部）の外面腐食（全面腐食）［電線管］

電線管（本体）（大気接触部）は，炭素鋼であるため腐食が想定されるが，電線管外面は塗装又は溶融亜鉛メッキが施されており，腐食の可能性は小さく，点検時に目視確認を行い，その結果により必要に応じ補修を実施することとしている。

したがって，電線管（本体）（大気接触部）の外面腐食は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

c. 埋込金物（大気接触部）の腐食（全面腐食）［共通］

埋込金物（大気接触部）は，炭素鋼であるため腐食が想定されるが，大気接触部は塗装が施されており，腐食の可能性は小さく，点検時に目視確認を行い，その結果により必要に応じ補修又は取替を実施することとしている。

したがって，埋込金物（大気接触部）の腐食は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

d. 基礎ボルトの腐食（全面腐食）［共通］

基礎ボルトの腐食（全面腐食）については，「機械設備の技術評価書」にて評価を実施するものとし本評価書には含めない。

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

a. 電線管（本体）の内面腐食（全面腐食）［電線管］

電線管は，炭素鋼であるため腐食が想定されるが，電線管内面は溶融亜鉛メッキが施されており，腐食発生の可能性はない。電線管に内装されるものはケーブルのみであり，メッキ面への外力は加わらないため亜鉛メッキが剥がれることはなく，外面と比較して環境条件が緩やかであるため腐食の発生する可能性はない。

したがって，電線管の内面腐食は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

b. 基礎ボルトの樹脂（後打ちケミカルアンカ）の劣化［共通］

基礎ボルトの樹脂の劣化については，「機械設備の技術評価書」にて評価を実施するものとし本評価書には含めない。

c. 電線管（本体）（コンクリート埋設部）の外面［電線管］及び埋込金物（コンクリート埋設部）［共通］の腐食（全面腐食）

電線管（本体）（コンクリート埋設部）及び埋込金物（コンクリート埋設部）は，炭素鋼であるため腐食が想定される。

コンクリート埋設部ではコンクリートの大気接触部表面からの中性化の進行により腐食環境となるが，コンクリートが中性化に至り，埋込金物に有意な腐食が発生するまで長期間を要す。

したがって，電線管（本体）（コンクリート埋設部）及び埋込金物（コンクリート埋設部）の腐食は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

表 2.2-1(1/2)　ケーブルトレイに想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象								備考
				減肉		割れ		絶縁	導通	信号	その他	
				摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	絶縁特性低下	導通不良	特性変化		
機器の支持	ケーブルトレイ		炭素鋼		△							*1:後打ちケミカルアンカ *2:樹脂の劣化 *3:大気接触部 *4:コンクリート埋設部
	サポート		炭素鋼		△							
	ベースプレート		炭素鋼		△							
	サポート取付ボルト・ナット		炭素鋼		△							
	基礎ボルト		炭素鋼，樹脂[*1]		△						▲[*2]	
	埋込金物		炭素鋼		△[*3] ▲[*4]							
防火機能の確保	防火シート		アルミノ硼珪酸ガラス，アクリロニトリルブタジエンゴム									
	結束ベルト		アルミノ硼珪酸ガラス，シリコーン樹脂									
	ファイアストッパ		炭素鋼，セラミックファイバーブランケット		△							

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

表 2.2-1(2/2)　電線管に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象								備考
				減肉		割れ		絶縁	導通	信号	その他	
				摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	絶縁特性低下	導通不良	特性変化		
機器の支持	電線管		炭素鋼		△*1 ▲*2*3							*1:大気接触部の外面腐食 *2:内面腐食 *3:コンクリート埋設部の外面腐食 *4:後打ちケミカルアンカ *5:樹脂の劣化 *6:大気接触部 *7:コンクリート埋設部
	サポート		炭素鋼		△							
	ベースプレート		炭素鋼		△							
	ユニバーサルチャンネル		炭素鋼		△							
	パイプクランプ		炭素鋼		△							
	サポート取付ボルト・ナット		炭素鋼		△							
	パイプクランプボルト・ナット		炭素鋼		△							
	基礎ボルト		炭素鋼，樹脂*4		△						▲*5	
	埋込金物		炭素鋼		△*6 ▲*7							

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

5. ケーブル接続部

［対象ケーブル接続部］

① 端子台接続
② 端子接続
③ 電動弁コネクタ接続
④ 同軸コネクタ接続（中性子計測用）
⑤ 同軸コネクタ接続（放射線計測用）
⑥ スプライス接続

目次

1. 対象機器及び代表機器の選定 5-1
1.1 グループ化の考え方及び結果 5-1
1.2 代表機器の選定 5-1
2. 代表機器の技術評価 5-3
2.1 構造，材料及び使用条件 5-3
2.1.1 端子台接続（原子炉格納容器内） 5-3
2.1.2 電動弁コネクタ接続（原子炉格納容器内） 5-6
2.1.3 同軸コネクタ接続（中性子束計測用）（原子炉格納容器内） 5-9
2.1.4 スプライス接続（原子炉格納容器内） 5-12
2.2 経年劣化事象の抽出 5-14
2.2.1 機器の機能達成に必要な項目 5-14
2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出 5-14
2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象 5-16
2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の評価 5-22
3. 代表機器以外への展開 5-38
3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象 5-38
3.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象 5-52

1. 対象機器及び代表機器の選定

東海第二で使用している主要なケーブル接続部の主な仕様を表 1-1 に示す。

これらのケーブル接続部を種類の観点からグループ化し，それぞれのグループより以下のとおり代表機器を選定した。

1.1 グループ化の考え方及び結果

種類を分類基準とし，ケーブル接続部を表 1-1 に示すとおりグループ化する。

1.2 代表機器の選定

表 1-1 に分類されるグループ毎に，重要度及び設置場所等の観点から代表機器を選定する。

(1) 端子接続

このグループには，端子台接続及び端子接続が属するが，重要度は同等であることから，設置場所の環境が厳しい原子炉格納容器内の端子台接続を代表機器とする。

(2) 電動弁コネクタ接続

このグループには，電動弁コネクタ接続のみが属するが，重要度は同等であることから，設置場所の環境が厳しい原子炉格納容器内の電動弁コネクタ接続を代表機器とする。

(3) 同軸コネクタ接続

このグループには，同軸コネクタ接続（中性子束計測用）及び同軸コネクタ接続（放射線計測用）が属するが，重要度が高く，設置場所の環境が厳しい原子炉格納容器内に設置されているもののうち，構成部品点数が多い同軸コネクタ接続（中性子束計測用）を代表機器とする。

(4) 直ジョイント接続

このグループには，スプライス接続のみが属するが，重要度は同等であることから，設置場所の環境が厳しい原子炉格納容器内のスプライス接続を代表機器とする。

表 1-1　ケーブル接続部のグループ化及び代表機器の選定

分類基準 種類	名称	絶縁体材料	用途	選定基準 重要度*1	選定基準 設置場所 原子炉格納容器内	選定基準 設置場所 原子炉格納容器外	選定	選定理由
端子接続	端子台接続	ジアリルフタレート樹脂	動力，制御，計測	MS-1 重*2	○		◎	重要度 設置場所
		ポリカーボネイト				○		
		ポリフェニレンエーテル樹脂				○		
	端子接続	ビニル	動力	MS-1 重*2		○		
電動弁コネクタ接続	電動弁コネクタ接続	ジアリルフタレート樹脂	動力，制御	MS-1	○		◎	重要度 設置場所
				MS-1 重*2		○		
同軸コネクタ接続	同軸コネクタ接続（中性子束計測用）	ポリエーテルエーテルケトン	計測	MS-1 重*2	○（13）*3		◎	重要度 設置場所 構成部品点数
		架橋ポリスチレン			○（10）*3			
						○		
	同軸コネクタ接続（放射線計測用）			MS-2 重*2		○		
	同軸コネクタ接続（中性子束計測用）（放射線計測用）	テフロン		MS-1 重*2		○		
直ジョイント接続	スプライス接続	架橋ポリオレフィン	動力，制御，計測	MS-1 重*2	○		◎	重要度 設置場所
						○		

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す
*2：重要度クラスとは別に重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す
*3：（）内は構成部品点数を示す

2. 代表機器の技術評価

本章では，1章で代表機器とした以下のケーブル接続部について技術評価を実施する。

① 端子台接続（原子炉格納容器内）

② 電動弁コネクタ接続（原子炉格納容器内）

③ 同軸コネクタ接続（中性子束計測用）（原子炉格納容器内）

④ スプライス接続（原子炉格納容器内）

2.1 構造，材料及び使用条件

2.1.1 端子台接続（原子炉格納容器内）

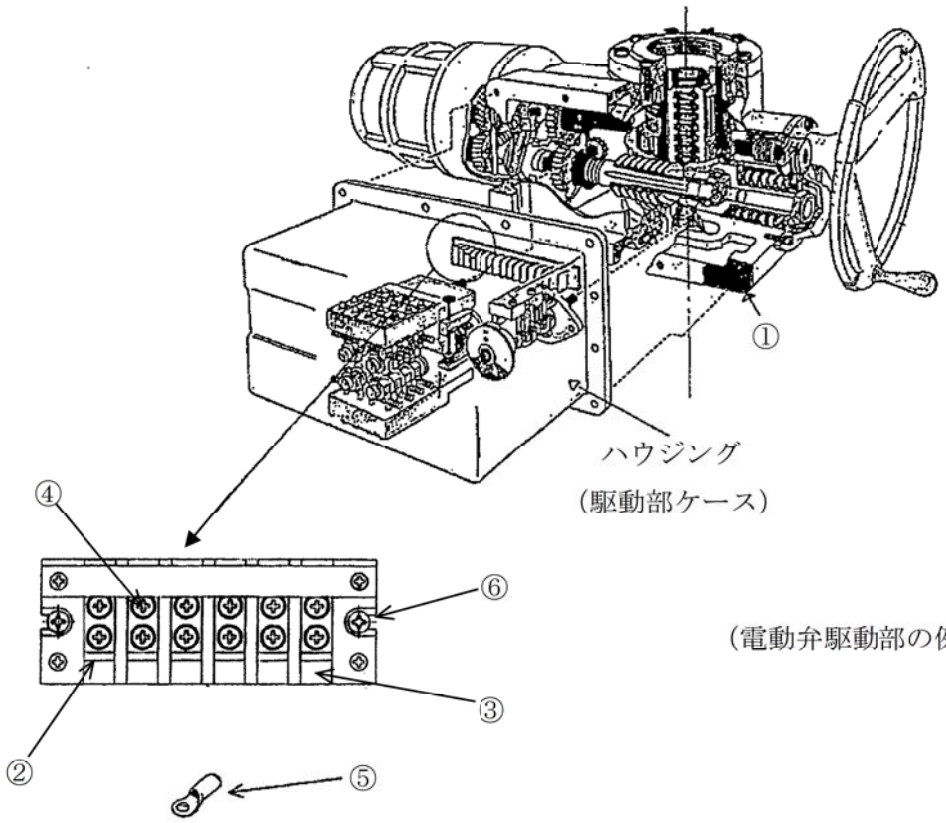
(1) 構造

東海第二の端子台接続（原子炉格納容器内）は，ケーブル接続部をもつ端子板と，それを保持する端子台絶縁部で構成され，このうち絶縁機能は，絶縁部にて保たれている。

東海第二の代表的な端子台接続（原子炉格納容器内）の構造図を図2.1-1に示す。

(2) 材料及び使用条件

東海第二の代表的な端子台接続(原子炉格納容器内)主要部位の使用材料を表2.1-1に，使用条件を表2.1-2に示す。



（電動弁駆動部の例）

No.	部位
①	ガスケット
②	端子板
③	端子台絶縁部
④	端子台ビス
⑤	接続端子
⑥	端子板ビス

図 2.1-1 端子台接続（原子炉格納容器内）の構造図

表 2.1-1 端子台接続（原子炉格納容器内）主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
電力・信号伝達機能の確保	エネルギー伝達信号伝達	ガスケット	（消耗品）
		端子板	銅合金（ニッケルメッキ）
		端子台絶縁部	ジアリルフタレート樹脂
		端子台ビス	ステンレス鋼
		接続端子	銅合金（すずメッキ）
		端子板ビス	ステンレス鋼

表 2.1-2 端子台接続（原子炉格納容器内）の使用条件

	通常運転時	設計基準事故時	重大事故等時
設置場所	原子炉格納容器内		
周囲温度	65.6 ℃（最高）*1	171 ℃（最高）*1	123 ℃（最高）*2
最高圧力*1	0.0138 MPa	0.31 MPa	0.31 MPa
放射線*1	0.040 Gy/h（最大）	2.6×10^{2} kGy（最大積算値）	640 kGy（最大積算値）

*1：原子炉格納容器内における設計値

*2：重大事故等時における原子炉格納容器内の環境条件解析値

2.1.2 電動弁コネクタ接続（原子炉格納容器内）

(1) 構造

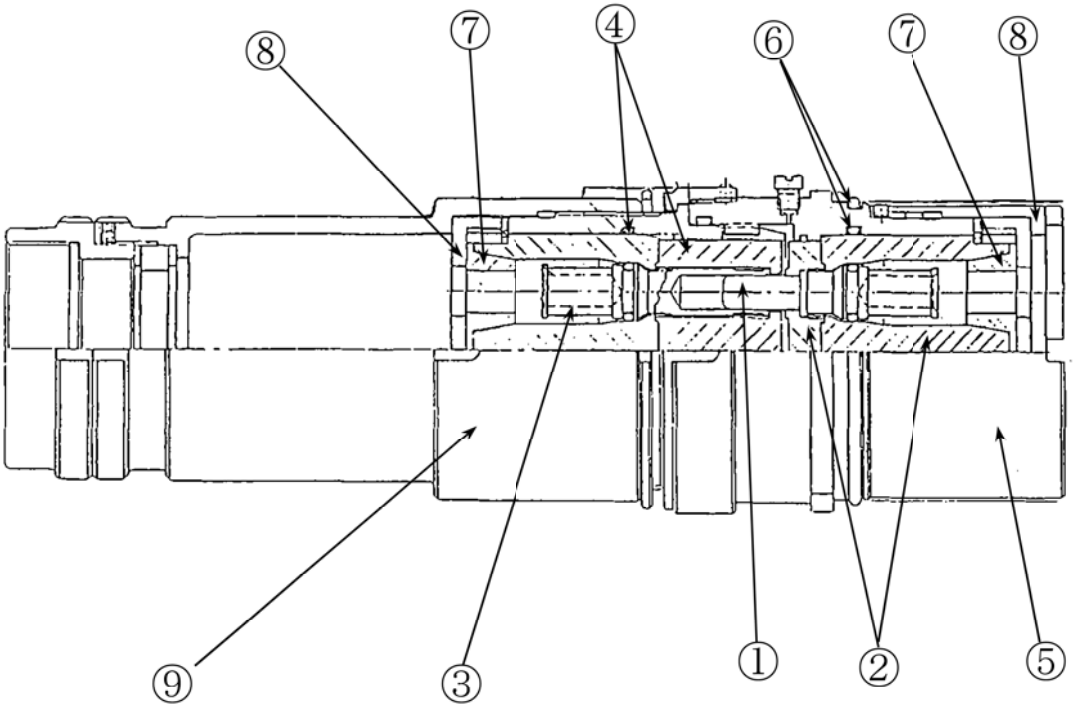
東海第二の電動弁コネクタ接続（原子炉格納容器内）は，大別すると，オスコンタクト，オス絶縁部，メスコンタクト，メス絶縁部，レセプタクルシェル，0 リング，シーリングブッシュ，シーリングワッシャ及びプラグシェルで構成され，シーリングブッシュにより絶縁部への湿分等の浸入を防止している。

電動弁コネクタ接続の絶縁機能は，オス絶縁部及びメス絶縁部で保っている。

東海第二の代表的な電動弁コネクタ接続（原子炉格納容器内）の構造図を図 2.1-2 に示す。

(2) 材料及び使用条件

東海第二の代表的な電動弁コネクタ接続（原子炉格納容器内）主要部位の使用材料を表 2.1-3 に，使用条件を表 2.1-4 に示す。



No.	部位
①	オスコンタクト
②	オス絶縁部
③	メスコンタクト
④	メス絶縁部
⑤	レセプタクルシェル
⑥	0リング
⑦	シーリングブッシュ
⑧	シーリングワッシャ
⑨	プラグシェル

図 2.1-2 電動弁コネクタ接続（原子炉格納容器内）の構造図

表 2.1-3 電動弁コネクタ接続（原子炉格納容器内）主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
電力・信号伝達機能の確保	エネルギー伝達信号伝達	オスコンタクト	銅合金（金メッキ）
		オス絶縁部	ジアリルフタレート樹脂
		メスコンタクト	銅合金（金メッキ）
		メス絶縁部	ジアリルフタレート樹脂
		レセプタクルシェル	銅合金（ニッケルメッキ）
		0 リング	（消耗品）
		シーリングブッシュ	エチレンプロピレンゴム
		シーリングワッシャ	銅合金（ニッケルメッキ）
		プラグシェル	銅合金（ニッケルメッキ）

表 2.1-4 電動弁コネクタ接続（原子炉格納容器内）の使用条件

	通常運転時	設計基準事故時
設置場所	原子炉格納容器内	
周囲温度*	65.6 ℃（最高）	171 ℃（最高）
最高圧力*	0.0138 MPa	0.31 MPa
放射線*	0.040 Gy/h（最大）	2.6×10^{2} kGy （最大積算値）

＊：原子炉格納容器内における設計値

2.1.3 同軸コネクタ接続（中性子束計測用）（原子炉格納容器内）

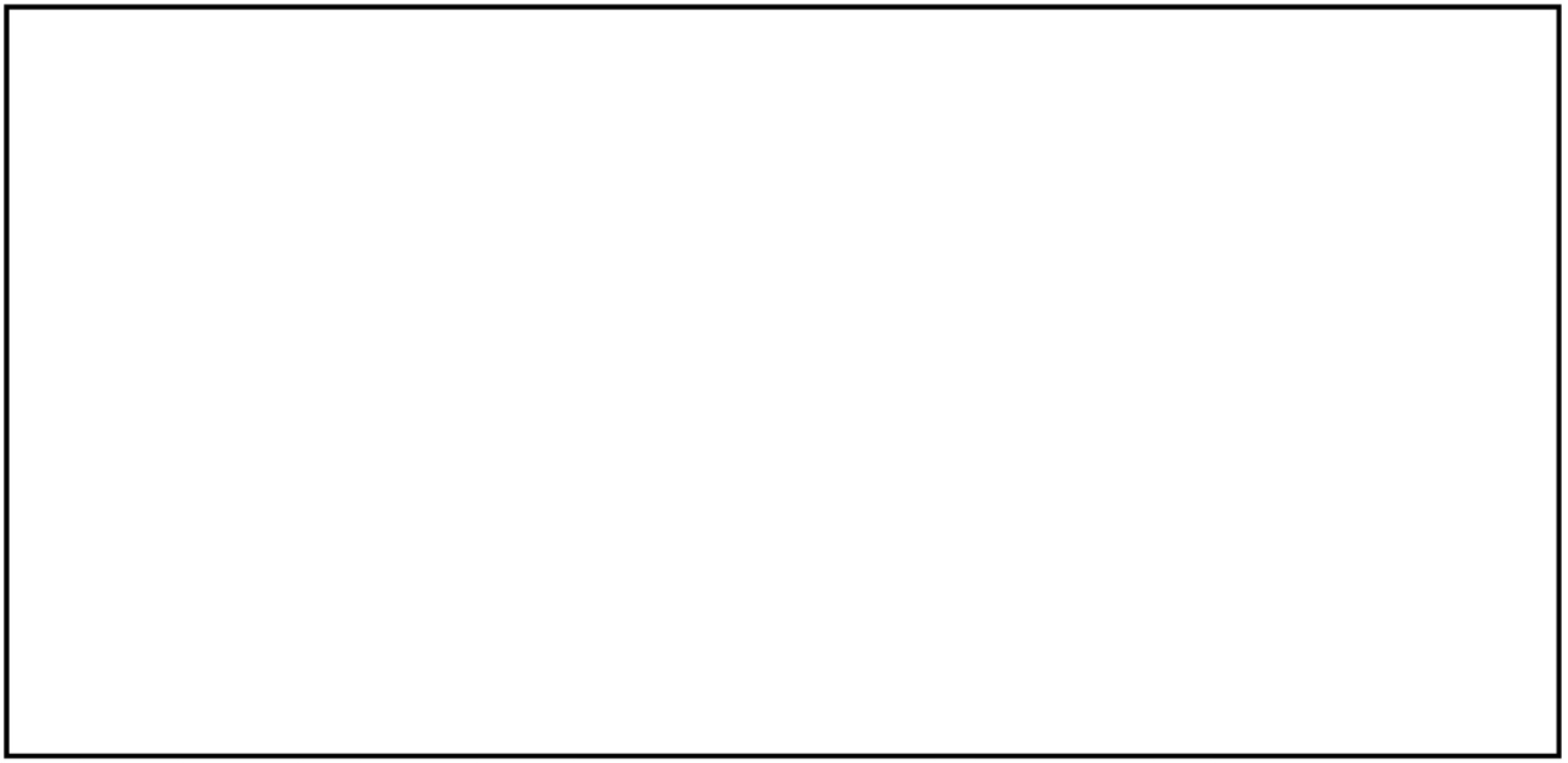
(1) 構造

東海第二の同軸コネクタ接続（中性子束計測用）（原子炉格納容器内）は，

東海第二の代表的な同軸コネクタ接続（中性子束計測用）（原子炉格納容器内）の構造図を図 2.1-3 に示す。

(2) 材料及び使用条件

東海第二の代表的な同軸コネクタ接続（中性子束計測用）（原子炉格納容器内）主要部位の使用材料を表 2.1-5 に，使用条件を表 2.1-6 に示す。



No.	部　位	No.	部　位	No.	部　位
①		⑥		⑪	
②		⑦		⑫	
③		⑧		⑬	
④		⑨			
⑤		⑩			

図 2.1-3 同軸コネクタ接続（中性子束計測用）（原子炉格納容器内）の構造図

表 2.1-5 同軸コネクタ接続（中性子束計測用）（原子炉格納容器内）主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
電力・信号伝達機能の確保	信号伝達		

表 2.1-6 同軸コネクタ接続（中性子束計測用）（原子炉格納容器内）の使用条件

	通常運転時	設計基準事故時	重大事故等時
設置場所	原子炉格納容器内		
周囲温度	60 ℃（最高）*1	171 ℃（最高）*2	115 ℃（最高）*2
最高圧力*2	0.0138 MPa	0.31 MPa	0.194MPa
放射線	0.072 Gy/h*2（最大）	26 kGy*3（最大積算値）	26 kGy*4（最大積算値）

*1：原子炉格納容器内での同軸コネクタ接続（中性子束計測用）（原子炉格納容器内）周囲最高温度（約 56℃）に余裕を加えた温度として設定した

*2：原子炉格納容器内における設計値

*3：設計基準事故時において未臨界達成に要する時間に余裕を加えた時間（2 時間）の積算値

*4：重大事故等時において未臨界達成に要する時間に余裕を加えた時間（2 時間）の積算値

2.1.4 スプライス接続（原子炉格納容器内）

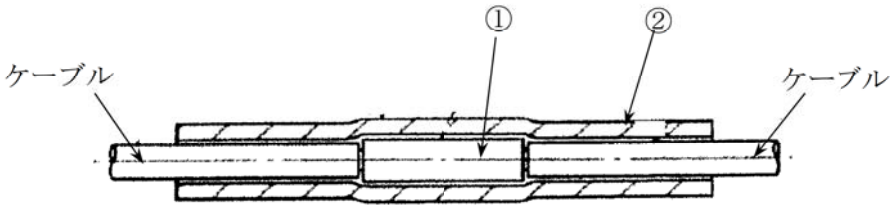
(1) 構造

東海第二のスプライス接続（原子炉格納容器内）は，ケーブル同士をスプライスで圧着接続し，その周囲を熱収縮チューブによりシール及び絶縁を行う構造となっている。

東海第二の代表的なスプライス接続（原子炉格納容器内）の構造図を図 2.1-4 に示す。

(2) 材料及び使用条件

東海第二の代表的なスプライス接続（原子炉格納容器内）主要部位の使用材料を表 2.1-7 に，使用条件を表 2.1-8 に示す。



No.	部位
①	スプライス
②	熱収縮チューブ

図 2.1-4 スプライス接続（原子炉格納容器内）の構造図

表 2.1-7 スプライス接続（原子炉格納容器内）主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
電力・信号伝達機能の確保	エネルギー伝達信号伝達	スプライス	銅合金（すずメッキ）
		熱収縮チューブ	架橋ポリオレフィン

表 2.1-8 スプライス接続（原子炉格納容器内）の使用条件

	通常運転時	設計基準事故時	重大事故等時
設置場所	原子炉格納容器内		
周囲温度*	65.6 ℃(最高)	171 ℃(最高)	235 ℃(最高)
最高圧力*	0.0138 MPa	0.31 MPa	0.62 MPa
放射線*	0.040 Gy/h (最大)	2.6×10^{2} kGy (最大積算値)	640 kGy (最大積算値)

＊：原子炉格納容器内における設計値

2.2 経年劣化事象の抽出

2.2.1 機器の機能達成に必要な項目

ケーブル接続部の機能である通電機能の達成に必要な項目は以下のとおり。

(1) 電力・信号伝達機能の維持

2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

(1) 想定される経年劣化事象の抽出

ケーブル接続部について，機能達成に必要な項目を考慮して主要な部位に展開した上で，個々の部位の材料，構造，使用条件（設置場所）及び現在までの運転経験を考慮し，表 2.2-1 に示すとおり，想定される経年劣化事象を抽出した（表 2.2-1 で○又は△，▲）。

なお，消耗品及び定期取替品は以下のとおり評価対象外とする。

(2) 消耗品及び定期取替品の扱い

ガスケット，0 リング[redacted]は消耗品であり，設計時に長期使用せず取替を前提としていることから高経年化対策を見極める上での評価対象外とする。

(3) 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

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

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

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

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

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

a. 絶縁部の絶縁特性低下［端子台接続（原子炉格納容器内）］

b. 絶縁部の絶縁特性低下［電動弁コネクタ接続（原子炉格納容器内）］

c. 絶縁部の絶縁特性低下［同軸コネクタ接続（中性子束計測用）（原子炉格納容器内）］

d. 絶縁部の絶縁特性低下［スプライス接続（原子炉格納容器内）］

2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

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

a. 端子板及び接続端子の腐食［端子台接続（原子炉格納容器内）］

端子台接続（原子炉格納容器内）の端子板及び接続端子は，銅合金であるため腐食が想定されるが，金属表面はメッキが施されている。

端子台はガスケットでシールされたハウジング（駆動部ケース）に収納されているため，湿分等の浸入による腐食進行の可能性は小さく，点検時に目視確認を行い，その結果により必要に応じ取替を実施することとしている。

したがって，端子板及び接続端子の腐食は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

b. オスコンタクト，メスコンタクト，レセプタクルシェル，シーリングワッシャ及びプラグシェルの腐食［電動弁コネクタ接続（原子炉格納容器内）］

電動弁コネクタ接続（原子炉格納容器内）のオスコンタクト，メスコンタクト，レセプタクルシェル，シーリングフッシャ及びプラグシェルは，銅合金であるため腐食が想定されるが，オスコンタクト及びメスコンタクトは０リング，シーリングブッシュ及びシーリングワッシャにより外気とシールされているため，湿分等の浸入による腐食進行の可能性は小さい。

また，外気に接触するレセプタクルシェル，プラグシェル及びシーリングワッシャの外表面にはメッキが施されており，腐食発生の可能性は小さく，点検時に目視確認を行い，その結果により必要に応じ取替を実施することとしている。

したがって，オスコンタクト，メスコンタクト，レセプタクルシェル，シーリングワッシャ及びプラグシェルの腐食は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

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

a. スプライスの腐食［スプライス接続（原子炉格納容器内）］

スプライス接続（原子炉格納容器内）のスプライスは銅合金であり腐食が想定されるが，スプライスはメッキが施されており，熱収縮チューブにて全体を密閉していることから，湿分等の浸入による腐食が発生する可能性はない。

したがって，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから，高経年化対策上着目すべき事象ではないと判断する。

表 2.2-1(1/4) 端子台接続（原子炉格納容器内）に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象								備考
					減肉		割れ		絶縁	導通	信号	その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	絶縁特性低下	導通不良	特性変化		
電力・信号伝達機能の確保	エネルギー伝達信号伝達	ガスケット	◎	－									
		端子板		銅合金（ニッケルメッキ）		△							
		端子台絶縁部		ジアリルフタレート樹脂					○				
		端子台ビス		ステンレス鋼									
		接続端子		銅合金（すずメッキ）		△							
		端子板ビス		ステンレス鋼									

○：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表 2.2-1(2/4) 電動弁コネクタ接続（原子炉格納容器内）に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象								備考
					減肉		割れ		絶縁	導通	信号	その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	絶縁特性低下	導通不良	特性変化		
電力・信号伝達機能の確保	エネルギー伝達信号伝達	オスコンタクト		銅合金（金メッキ）		△							
		オス絶縁部		ジアリルフタレート樹脂					○				
		メスコンタクト		銅合金（金メッキ）		△							
		メス絶縁部		ジアリルフタレート樹脂					○				
		レセプタクルシェル		銅合金（ニッケルメッキ）		△							
		0リング	◎	－									
		シーリングブッシュ		エチレンプロピレンゴム					○				
		シーリングワッシャ		銅合金（ニッケルメッキ）		△							
		プラグシェル		銅合金（ニッケルメッキ）		△							

○：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表 2.2-1(3/4) 同軸コネクタ接続（中性子束計測用）（原子炉格納容器内）に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象								備考
					減肉		割れ		絶縁	導通	信号	その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	絶縁特性低下	導通不良	特性変化		
電力・信号伝達機能の確保	信号伝達					△							
						△							
						△							
									○				
						△							
						△							
						△							

○：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表 2.2-1(4/4) スプライス接続（原子炉格納容器内）に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象								備考
					減肉		割れ		絶縁	導通	信号	その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	絶縁特性低下	導通不良	特性変化		
電力・信号伝達機能の確保	エネルギー伝達信号伝達	スプライス		銅合金（すずメッキ）		▲							
		熱収縮チューブ		架橋ポリオレフィン					○				

○：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

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

2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の評価

(1) 絶縁部の絶縁特性低下［端子台接続（原子炉格納容器内)］

a. 事象の説明

端子台接続（原子炉格納容器内）の絶縁部は，有機物のジアリルフタレート樹脂であるため，熱及び放射線による物性変化により，経年的に劣化が進行し，絶縁特性低下を起こす可能性がある。

絶縁特性低下を生ずる可能性のある部位を図 2.3-1 に示す。

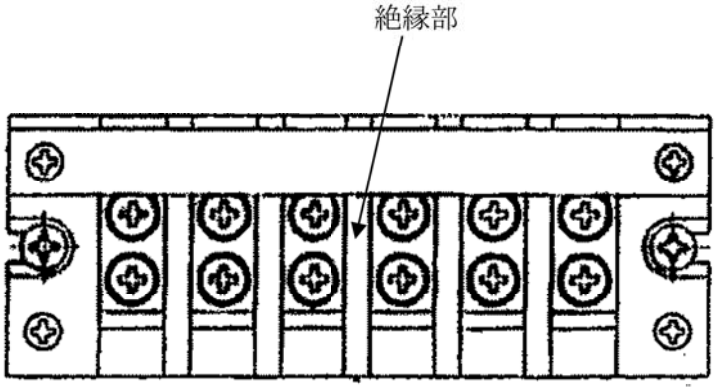


図 2.3-1 端子台接続（原子炉格納容器内）の絶縁部位

b. 技術評価

① 健全性評価

端子台接続（原子炉格納容器内）の長期間の経年劣化を考慮した必要性能の評価方法は，IEEE Std.323-2003「IEEE Standard for Qualifying Class 1E Equipment for Nuclear Power Generating Stations」（以下，「IEEE Std.323-2003」という），IEEE Std. 572-1985「IEEE Standard for Qualification of Class 1E Connection Assemblies for Nuclear Power Generating Stations」（以下，「IEEE Std.572-1985」という）及びIEEE Std.382-1996 「IEEE Standard for Qualification of Acutuators for Power-operated Valve Assemblies With Safety-Related Functions for Nuclear Power plants」（以下，「IEEE Std.382-1996」という）に準拠して，38年間使用した実機端子台を供試体に，長期健全性試験を実施し，この結果に基づき長期間の端子台接続（原子炉格納容器内）の健全性を評価した。

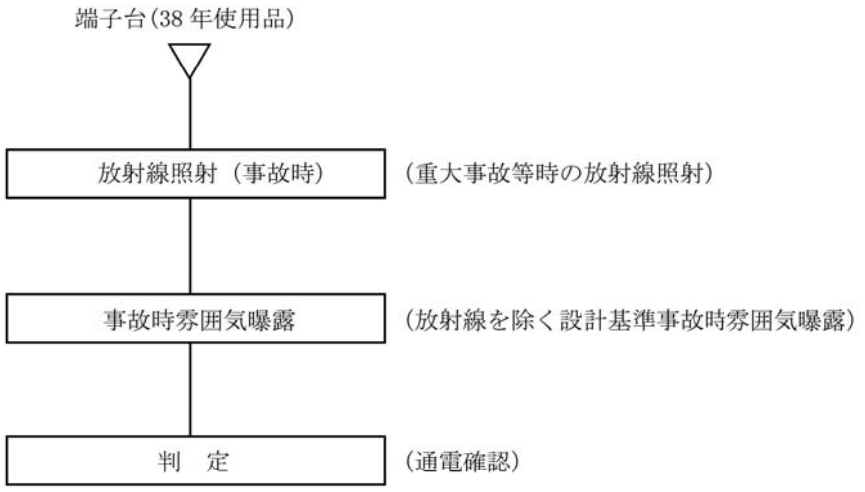


図2.3-2 端子台接続（原子炉格納容器内）長期健全性試験手順

図2.3-2に示す長期健全性試験手順により評価した。

本試験条件は，表2.3-1に示すとおり，38年間使用した実機端子台に設計基準事故及び重大事故等時雰囲気を想定した使用条件を包絡し，表2.3-2に示すとおり，判定基準を満足している。

したがって，端子台接続（原子炉格納容器内）は38年間の通常運転期間，設計基準事故時及び重大事故等時雰囲気において絶縁性能を維持できると評価する。

事故時動作要求のある端子台接続（原子炉格納容器内）は，今停止期間中に全数の取替を実施する計画としており，長期健全性試験で確認のとれている38年間を加えると，端子台接続（原子炉格納容器内）は運転開始後60年間の通常運転期間，設計基準事故時及び重大事故等時雰囲気において絶縁性能を維持できると評価する。

表 2.3-1 端子台接続（原子炉格納容器内）長期健全性試験条件

	試験条件	説明
放射線照射 (事故時)	放射線照射線量：800 kGy	東海第二で想定される設計基準事故時の最大積算値約 260 kGy を包絡する。また，東海第二で想定される重大事故等時の最大積算値約640 kGyを包絡する。
事故時 雰囲気曝露	最高温度：172 ℃ 最高圧力：0.427 MPa 曝露時間：約 13 日間	東海第二における設計基準事故時の最高温度 171 ℃ ，最高圧力 0.31 MPa 及び重大事故等時の最高温度 123 ℃，最高圧力 0.31 MPa を包絡する。

表 2.3-2 端子台接続（原子炉格納容器内）長期健全性試験結果

項目	試験手順	判定基準	判定
通電確認	蒸気曝露試験中に模擬負荷(電動駆動)を使用して開閉操作を行う。	開閉操作ができること。	良

② 現状保全

端子台接続（原子炉格納容器内）の絶縁特性低下に対しては，点検時に絶縁抵抗測定を実施し，有意な絶縁特性低下のないことを確認している。

また，点検時に実施する動作試験においても絶縁機能の健全性を確認している。

さらに，点検で有意な絶縁特性低下が認められた場合は，端子台の取替を行うこととしている。

③ 総合評価

端子台接続（原子炉格納容器内）の絶縁特性低下の可能性は否定できないが，現状保全にて絶縁特性の低下は把握可能である。

また，今後も点検時に絶縁抵抗測定及び機器の動作試験を実施することで，異常の有無は把握可能であり，現状の保全は点検手法としては適切であると判断する。

c．高経年化への対応

端子台接続（原子炉格納容器内）の絶縁特性低下に対しては，高経年化対策の観点から現状の保全内容に追加すべき項目はない。今後も，点検時に絶縁抵抗測定及び機器の動作試験を実施することにより絶縁特性低下を監視していくとともに，必要に応じ取替を行うこととする。

なお，事故時動作要求のある端子台接続（原子炉格納容器内）は，今停止期間中に全数の取替を行う計画としている。

(2) 絶縁部の絶縁特性低下［電動弁コネクタ接続（原子炉格納容器内）］

a. 事象の説明

電動弁コネクタ接続のオス絶縁部，メス絶縁部は，シーリングワッシャに支持されたシーリングブッシュにより密閉され，湿分等の浸入が阻止されている。

シーリングブッシュは有機物のエチレンプロピレンゴムであるため，熱及び放射線による物性変化により，経年的に劣化が進行し，絶縁部へ湿分等が浸入することで絶縁部の絶縁特性低下を起こす可能性がある。

絶縁特性低下を生ずる可能性のある部位及び密閉部位を図 2.3-3 に示す。

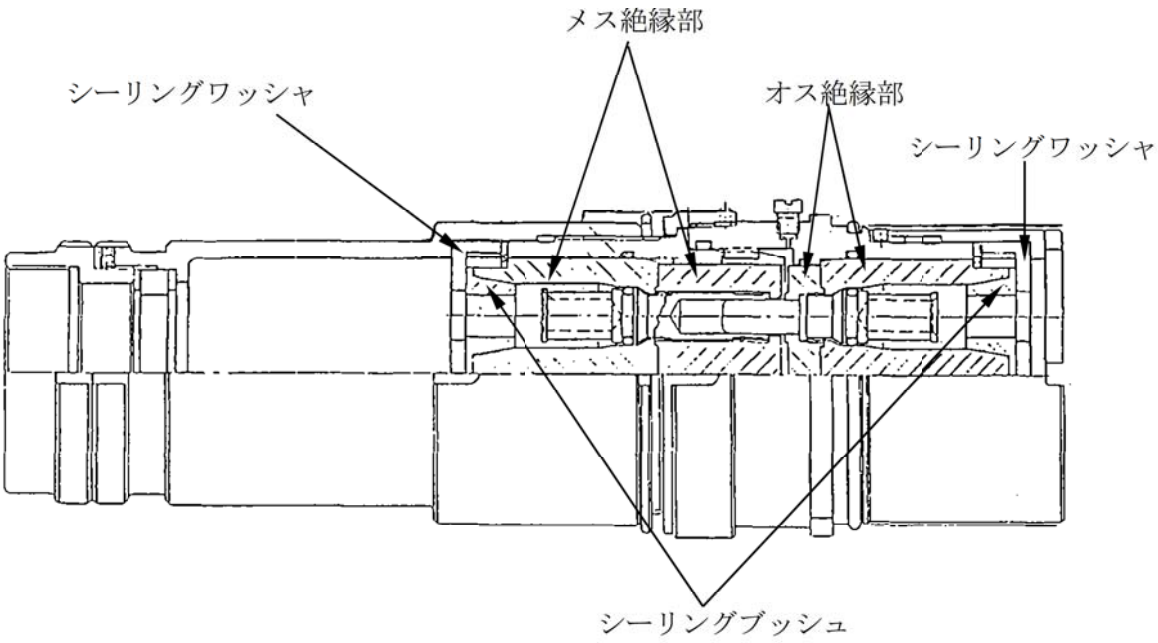


図 2.3-3 電動弁コネクタ接続（原子炉格納容器内）の絶縁部位

b. 技術評価

① 健全性評価

電動弁コネクタ接続（原子炉格納容器内）の長期間の経年劣化を考慮した必要性能の評価方法は，IEEE Std.382-1980「IEEE Standard for Qualification of Safety-Related Valve Acutuator」（以下，「IEEE Std.382-1980」という）に準拠して，実機相当品により長期健全性試験を実施しており，この結果に基づき長期間の電動弁コネクタ接続（原子炉格納容器内）の健全性を評価した。

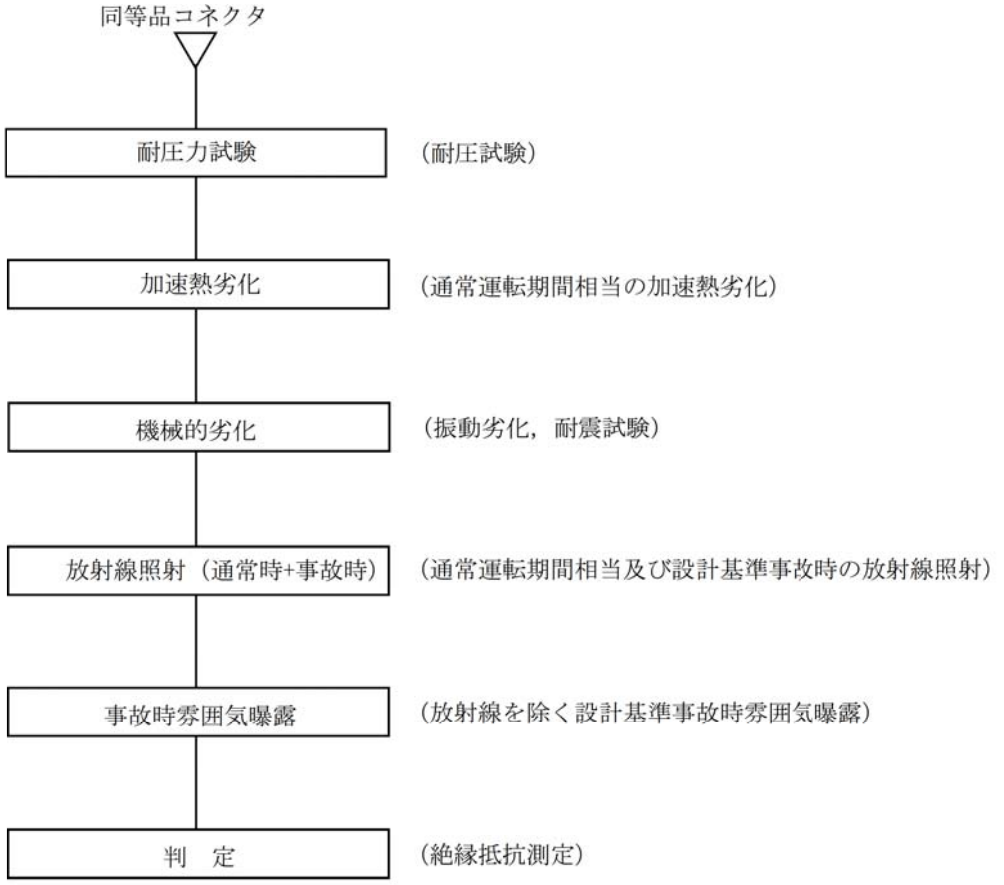


図 2.3-4 電動弁コネクタ接続（原子炉格納容器内）長期健全性試験手順

図 2.3-4 に示す長期健全性試験手順により評価した。

本試験条件は，表 2.3-3 に示すとおり，45 年間の通常運転期間及び設計基準事故を想定した使用条件を包絡し，表 2.3-4 に示すとおり，判定基準を満足している。

当該電動弁コネクタ接続（原子炉格納容器内）は運転開始 18 年目に設置しており，同等品による長期健全性試験で確認のとれている 45 年間を加えると，電動弁コネクタ接続（原子炉格納容器内）は運転開始後 60 年間の通常運転期間及び設計基準事故時雰囲気において絶縁性能を維持できると評価する。

表 2.3-3 電動弁コネクタ接続（原子炉格納容器内）長期健全性試験条件

	試験条件	説明
耐圧力試験	0.8 MPa,60 分間	IEEE Std.382-1980 に基づく。
加速熱劣化	138 ℃×300 時間	原子炉格納容器内の周囲最高温度 65.6℃では，45 年間の通常運転期間に相当する。
機械的劣化	振動劣化 3 軸方向に 0.75 G,5 Hz～200 Hz～5Hz を 2 オクターブ/分の掃引速度で 90 分間加振 耐震試験 (OBE 試験) 3 軸方向に 2 Hz～35Hz を 1 オクターブ/分の掃引速度で 1 往復加振 (シングルフリーケンシー試験) 3 軸方向に 2 Hz～32Hz の間で 1/3 オクターブ毎に各 15 秒間加振	IEEE Std.382-1980 に基づく。 IEEE Std.382-1980 に基づく。
放射線照射 (通常時+事故時)	放射線照射線量：2.04×10^{3} kGy	東海第二で想定される線量 約 281 kGy（60 年間の通常運転期間相当の線量約 21 kGy に設計基準事故時の最大積算値 2.6×10^{2} kGy を加えた線量）を包絡する。
事故時 雰囲気曝露	最高温度：179 ℃ 最高圧力：0.31 MPa 曝露時間：約 30 日間	東海第二における設計基準事故時の最高温度 171 ℃，最高圧力 0.31 MPa を包絡する。

表 2.3-4 電動弁コネクタ接続（原子炉格納容器内）長期健全性試験結果

項目	試験手順	判定基準*	結果
絶縁抵抗測定	環境試験終了後，蒸気及び圧力が除かれた状態にて，DC 500 V 絶縁抵抗計による絶縁抵抗測定を行う。	0.25 MΩ以上(制御) 0.6 MΩ以上(動力)	良

*:判定基準はメーカ基準値に基づく

② 現状保全

電動弁コネクタ接続（原子炉格納容器内）絶縁部の絶縁特性低下に対しては，点検時に絶縁抵抗測定を実施し，有意な絶縁特性低下のないことを確認している。

また，点検時に実施する動作試験においても絶縁機能の健全性を確認している。

さらに，点検で有意な絶縁特性低下が認められた場合は，電動弁コネクタの取替を行うこととしている。

③ 総合評価

電動弁コネクタ接続（原子炉格納容器内）絶縁部の絶縁特性低下の可能性は否定できないが，現状保全にて絶縁特性の低下は把握可能である。

また，今後も点検時に絶縁抵抗測定及び機器の動作試験を実施することで，異常の有無は把握可能であり，現状の保全は点検手法としては適切であると判断する。

c. 高経年化への対応

電動弁コネクタ接続（原子炉格納容器内）絶縁部の絶縁特性低下に対しては，高経年化対策の観点から現状の保全内容に追加すべき項目はない。今後も，点検時に絶縁抵抗測定及び機器の動作試験を実施することにより絶縁特性低下を監視していくとともに，必要に応じ取替を行うこととする。

(3) 絶縁部の絶縁特性低下［同軸コネクタ接続（中性子束計測用）（原子炉格納容器内）］

a. 事象の説明

同軸コネクタ接続（中性子束計測用）（原子炉格納容器内）の絶縁部は，

絶縁低下を生ずる可能性のある部位及び密閉部位を図 2.3-5 に示す。

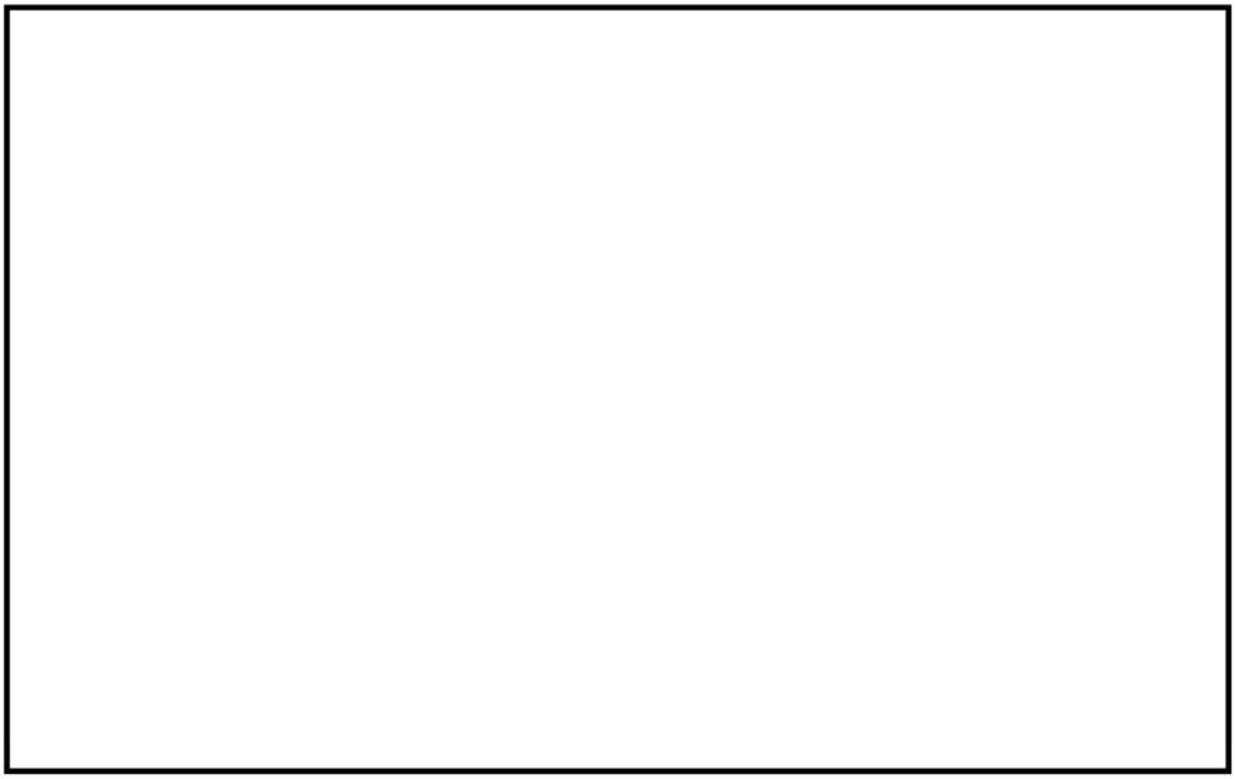


図 2.3-5 同軸コネクタ接続（中性子束計測用）（原子炉格納容器内）の絶縁部位及び密閉部位

b. 技術評価

① 健全性評価

同軸コネクタ接続（中性子束計測用）（原子炉格納容器内）の長期間の経年劣化を考慮した必要性能の評価方法は，IEEE Std.323-1974「IEEE Standard for Qualifying Class 1E Equipment for Nuclear Power Generating Stations」（以下，「IEEE Std.323-1974」という）に準拠して，実機同等品により長期健全性試験を実施しており，この結果に基づき長期間の同軸コネクタ接続（中性子束計測用）（原子炉格納容器内）の健全性を評価した。

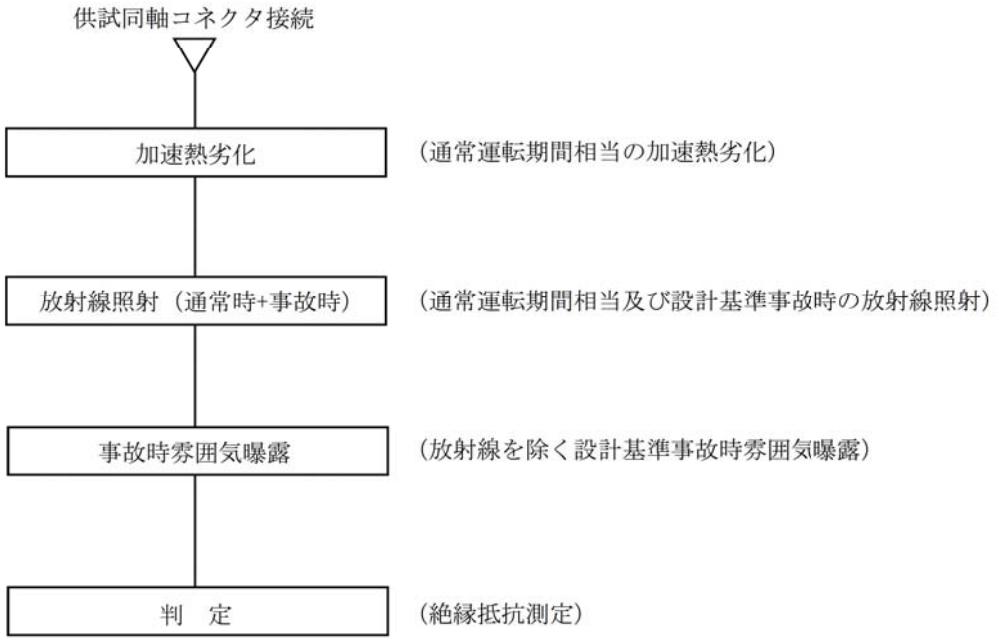


図 2.3-6 同軸コネクタ接続（中性子束計測用）（原子炉格納容器内）長期健全性試験手順

図 2.3-6 に示す長期健全性試験手順により試験を実施した。

本試験条件は，表 2.3-5 に示すとおり，同軸コネクタ接続（中性子束計測用）（原子炉格納容器内）の 60 年間の通常運転期間，設計基準事故時及び重大事故等時雰囲気を想定した使用条件を包絡し，表 2.3-6 に示すとおり，判定基準を満足している。

したがって，同軸コネクタ接続（中性子束計測用）（原子炉格納容器内）は運転開始後 60 年間の通常運転期間，設計基準事故時及び重大事故等時雰囲気において絶縁機能を維持できると評価する。

表 2.3-5 同軸コネクタ接続（中性子束計測用）（原子炉格納容器内）長期健全性試験条件

	試験条件	説明
加速熱劣化	148.8 ℃×241 時間	原子炉格納容器内の周囲最高温度 60 ℃では，60 年間以上の通常運転期間に相当する。
放射線照射（通常時+事故時）	放射線照射線量：290 kGy	東海第二で想定される照射線量約64 kGy（60年間の通常運転期間約38 kGyに設計基準事故時線量26 kGyを加えた線量）を包絡する。 また，東海第二で想定される照射線量約64 kGy（60年間の通常運転期間約38 kGyに重大事故等時線量26 kGyを加えた線量）を包絡する。
事故時雰囲気曝露	最高温度：171 ℃ 最高圧力：0.38 MPa 曝露時間：約 100 日間	東海第二で想定される設計基準事故時の最高温度 171 ℃，最高圧力 0.31 MPa を包絡する。 また，重大事故等時の最高温度 115 ℃，最高圧力 0.194 MPa を包絡する。

表 2.3-6 同軸コネクタ接続（中性子束計測用）（原子炉格納容器内）長期健全性試験結果

項目	試験手順	判定基準*	結果
絶縁抵抗測定	環境試験終了後，絶縁抵抗計による絶縁抵抗測定を行う。	1×10^{10} Ω 以上	良

*：判定基準はメーカ基準値に基づく

② 現状保全

同軸コネクタ接続（中性子束計測用）（原子炉格納容器内）の絶縁特性低下に対しては，点検時に絶縁抵抗測定を実施し，有意な絶縁特性低下のないことを確認している。

また，点検時に実施する動作試験においても絶縁機能の健全性を確認している。

さらに，点検で有意な絶縁特性低下が認められた場合は，同軸コネクタの取替を行うこととしている。

③ 総合評価

同軸コネクタ接続（中性子束計測用）（原子炉格納容器内）の絶縁特性低下の可能性は否定できないが，現状保全にて絶縁特性の低下は把握可能である。

また，今後も点検時に絶縁抵抗測定及び機器の動作試験を実施することで，異常の有無は把握可能であり，現状の保全は点検手法として適切であると判断する。

c. 高経年化への対応

同軸コネクタ接続（中性子束計測用）（原子炉格納容器内）の絶縁特性低下に対しては，高経年化対策の観点から現状の保全内容に追加すべき項目はないと考える。今後も，点検時に絶縁抵抗測定及び機器の動作試験を実施することにより絶縁特性低下を監視していくとともに，必要に応じ取替を行うこととする。

(4) 絶縁部の絶縁特性低下［スプライス接続（原子炉格納容器内）］

a. 事象の説明

スプライス接続（原子炉格納容器内）の絶縁部は，有機物の架橋ポリオレフィンであるため，熱及び放射線による物性変化により，経年的に劣化が進行し，絶縁特性低下を起こす可能性がある。

絶縁低下を生ずる可能性のある部位を図 2.3-7 に示す。

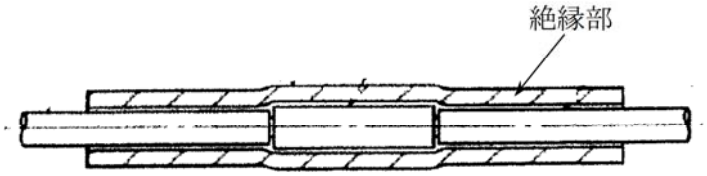


図 2.3-7 スプライス接続（原子炉格納容器内）の絶縁部位

b. 技術評価

① 健全性評価

スプライス接続（原子炉格納容器内）の長期間の経年劣化を考慮した必要性能の評価方法は，IEEE Std.323-1974 に準拠して，実機同等品により長期健全性試験を実施しており，この結果に基づき長期間のスプライス接続（原子炉格納容器内）の健全性を評価した。

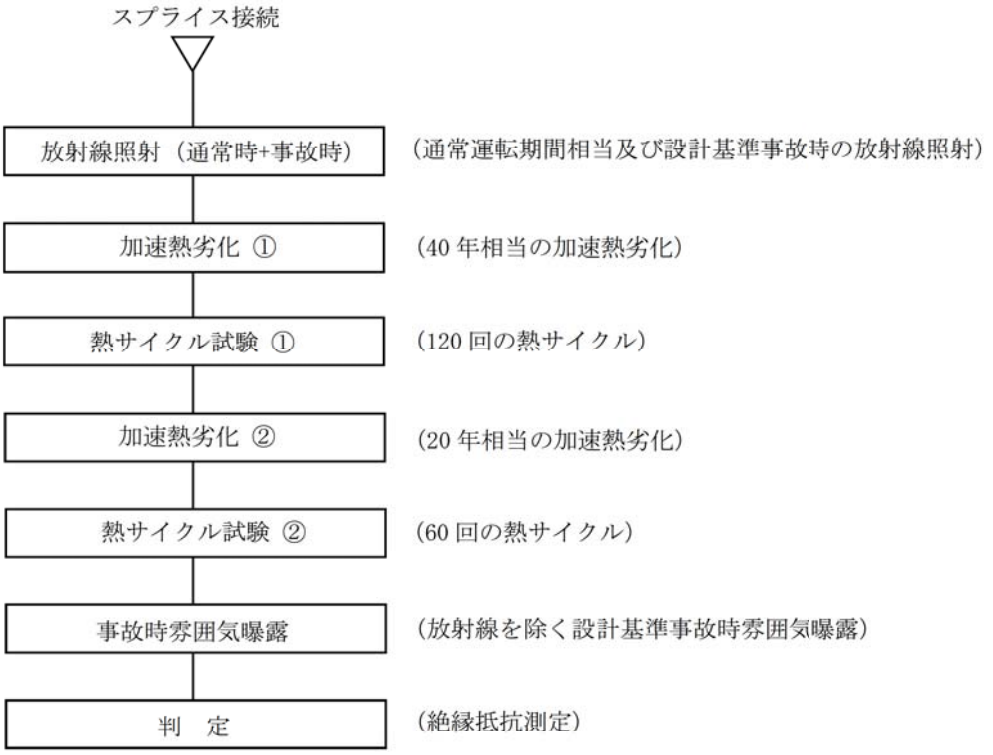


図 2.3-8 スプライス接続（原子炉格納容器内）長期健全性試験手順

図 2.3-8 に示す長期健全性試験手順により評価した。

本試験条件は，表 2.3-7 に示すとおり，スプライス接続（原子炉格納容器内）の 60 年間の通常運転期間，設計基準事故時及び重大事故等時雰囲気を想定した熱及び放射線による使用条件を包絡している。

本試験結果は，表 2.3-8 に示すとおり絶縁抵抗測定試験の判定基準を満足しており，スプライス接続（原子炉格納容器内）の絶縁部は 60 年間の通常運転期間，設計基準事故時及び重大事故等時雰囲気において絶縁性能を維持できると評価する。

なお，東海第二で想定される放射線量については，放射線照射試験条件に包絡されていないが，スプライス接続の絶縁材である架橋ポリオレフィンと同等の絶縁材である CV ケーブル（架橋ポリエチレン）の長期健全性試験にて，重大事故等時の放射線量を上回る値にて健全性が確認されていることから，スプライス接続においても健全性は維持できると評価する。

また，東海第二で想定される重大事故等時における最高圧力については，事故時雰囲気曝露試験条件に包絡されていないが，スプライス接続（原子炉格納容器内）を用いている箇所は電気ペネトレーションの電気ボックス内であり，直接蒸気圧力が加わる箇所ではないことから，スプライス接続（原子炉格納容器内）の健全性は維持できると評価する。

表 2.3-7 スプライス接続（原子炉格納容器内）長期健全性試験条件

	試験条件	説明
放射線照射 （通常時＋事故時）	放射線照射線量：522.8 kGy	東海第二で想定される線量 約 281 kGy（60 年間の通常運転期間相当の線量 約 21 kGy に設計基準事故時の最大積算値約 260 kGy を加えた線量）を包絡する。 なお，重大事故等時の最大積算値約 640 kGy を包絡していないが，スプライス接続の絶縁材である架橋ポリオレフィンと同等の絶縁材である CV ケーブル（架橋ポリエチレン）の長期健全性試験にて，重大事故等時の放射線量を上回る値にて健全性が確認されていることから，スプライス接続においても健全性は維持できると評価する。
加速熱劣化	① 115 ℃×283 日 ② 115 ℃×136.8 日	原子炉格納容器内の周囲最高温度 65.6 ℃[*1] では，60 年間の通常運転期間を包絡する。
熱サイクル試験	① 10 ℃⇔66 ℃/120 ｻｲｸﾙ ② 10 ℃⇔66 ℃/ 60 ｻｲｸﾙ	東海第二の 60 年間の起動停止回数を包絡する。
事故時雰囲気曝露	最高温度：171 ℃以上 最高圧力：0.427 MPa 曝露時間：13 日間	東海第二における設計基準事故時の最高温度 171 ℃[*1]，最高圧力 0.31 MPa 及び重大事故等時の最高温度約 135 ℃[*2] を包絡する。

*1：原子炉格納容器内における設計値

*2：重大事故等時におけるスプライス接続部（電気ペネトレーション電線部）の温度解析値

表 2.3-8 スプライス接続（原子炉格納容器内）長期健全性試験結果

項目	試験手順	判定基準*	結果
絶縁抵抗測定	耐電圧試験後に DC 500 V 絶縁抵抗計による絶縁抵抗を行う。	絶縁抵抗値 1×10^{4} Ω 以上	良

*：判定基準はメーカ基準値に基づく

② 現状保全

スプライス接続（原子炉格納容器内）の絶縁特性低下に対しては，点検時に絶縁抵抗測定を実施し，有意な絶縁特性低下のないことを確認している。

また，点検時に実施する動作試験においても絶縁機能の健全性を確認している。

さらに，点検で有意な絶縁特性低下が認められた場合は，スプライス接続（原子炉格納容器内）の取替を行うこととしている。

③ 総合評価

スプライス接続（原子炉格納容器内）の絶縁特性低下の可能性は否定できないが，現状保全にて絶縁特性の低下は把握可能である。

また，今後も点検時に絶縁抵抗測定及び機器の動作試験を実施することで，異常の有無は把握可能であり，現状の保全は点検手法として適切であると判断する。

c. 高経年化への対応

スプライス接続（原子炉格納容器内）の絶縁特性低下に対しては，高経年化対策の観点から現状の保全内容に追加すべき項目はない。今後も，点検時に絶縁抵抗測定及び機器の動作試験を実施することにより絶縁特性低下を監視していくとともに，必要に応じ取替を行うこととする。

3. 代表機器以外への展開

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

［対象ケーブル接続部］

① 端子台接続（原子炉格納容器外）
② 端子接続（原子炉格納容器外）
③ 電動弁コネクタ接続（原子炉格納容器外）
④ 同軸コネクタ接続（中性子束計測用）（放射線計測用）（原子炉格納容器外）
⑤ 同軸コネクタ接続（放射線計測用）（原子炉格納容器外）
⑥ 同軸コネクタ接続（中性子束計測用）（原子炉格納容器内）
⑦ 同軸コネクタ接続（中性子束計測用）（原子炉格納容器外）
⑧ スプライス接続（原子炉格納容器外）

3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

a. 絶縁部の絶縁特性低下［端子台接続（原子炉格納容器外）］

代表機器とは異なり，端子台接続（原子炉格納容器外）の絶縁部は，有機物のポリカーボネイト及びポリフェニレンエーテル樹脂であるため，熱及び放射線による物性変化により，経年的に劣化が進行し，絶縁特性低下を起こす可能性がある。

図 3.1-1 に示す手順にて実施した端子台接続（原子炉格納容器外）の長期健全性試験では，表 3.1-1 に示すとおり，12 年間使用した端子台に 48 年分の劣化付与を行い，60 年を想定した長期健全性試験を実施し，この結果に基づき健全性を評価した。

端子台接続（原子炉格納容器外）の通常運転時における放射線影響については，放射線量が低いことから，絶縁特性低下に与える影響は小さいと考える。

なお，重大事故等時における放射線の影響による絶縁部の絶縁特性低下に対しては，重大事故等時の線量がポリカーボネイト及びポリフェニレンエーテル樹脂と同等の有機材料の耐放射線性に対する損傷しきい値と比べて低いことから，放射線による劣化の影響は小さいと考える。

以上のことから，代表機器以外のポリカーボネイト及びポリフェニレンエーテル樹脂を用いた端子台は，60 年間の通常運転期間及び設計基準事故時雰囲気においても絶縁性能を維持できると評価する。

また，代表機器と同様に，点検時に絶縁抵抗測定及び機器の動作試験を実施しており，今後もこの保全方法を継続し，絶縁特性低下を監視していくとともに，必要に応じ取替を行うこととする。

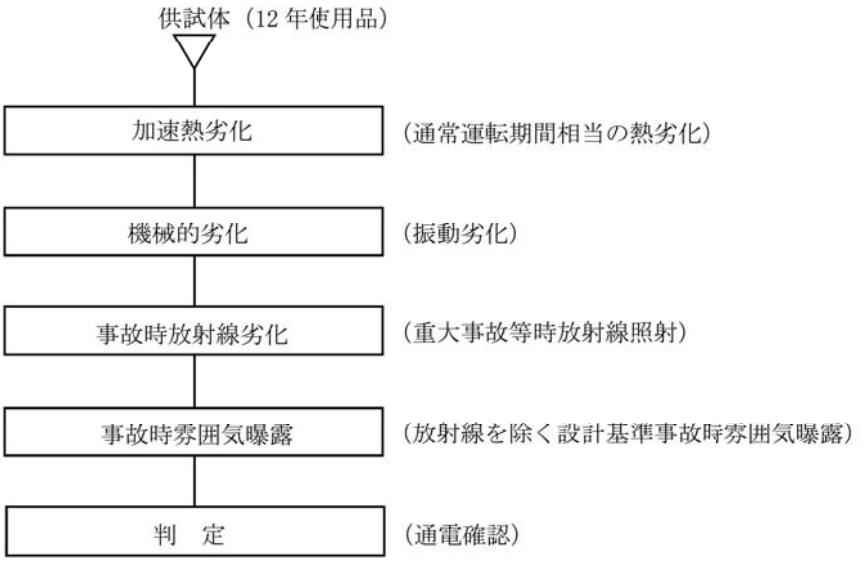


図 3.1-1 端子台接続（原子炉格納容器外）長期健全性試験手順

表 3.1-1 端子台接続（原子炉格納容器外）長期健全性試験条件

	試験条件	説明
加速熱劣化	105 ℃×279 日	原子炉格納容器外の周囲最高温度 40.0 ℃では，48 年間の通常運転期間に相当する。 使用期間 12 年の実機供試体に 48 年分の劣化付与を行っており，60 年の通常運転期間に相当する。
機械的劣化	振動劣化：0.75 G 5 Hz～100 Hz～5 Hz 2 ｵｸﾀｰﾌﾞ/分 3 軸方向，各 135 分	IEEE Std.382-1996 に基づく。
事故時 放射線照射	放射線照射線量：1.7 kGy	東海第二で想定される設計基準事故時の線量 1.7 kGy を包絡する。
事故時 雰囲気曝露	最高温度　105 ℃ 最高圧力　0.02 MPa 曝露時間　約 7 日間	東海第二における設計基準事故時の最高温度 100 ℃，最高圧力 0.0017･4 MPa 及び重大事故等時の最高温度 100 ℃，最高圧力 0.0069 MPa を包絡する。

表 3.1-2 端子台接続（原子炉格納容器外）長期健全性試験結果

項目	試験手順	判定基準	判定
通電確認	蒸気曝露試験中に模擬負荷(電動駆動)を使用して開閉操作を行う	開閉操作ができること	良

b. 絶縁部の絶縁特性低下［電動弁コネクタ接続（原子炉格納容器外)］

代表機器と同様，電動弁コネクタは，有機物のジアリルフタレート樹脂であるため，熱及び放射線による物性変化により，経年的に劣化が進行し，絶縁特性低下を起こす可能性があるが，代表機器同様に図 3.1-2に示す手順にて長期健全性試験を実施しており，表 3.1-3 に示すとおり 60 年間の通常運転期間，設計基準事故時及び重大事故等時雰囲気を想定した試験条件で行い，表 3.1-4 のとおり判定基準を満足している。

したがって，代表機器同様に，原子炉格納容器外に設置された電動弁コネクタ接続（原子炉格納容器外）は，60 年間の通常運転期間，設計基準事故時及び重大事故等時雰囲気において絶縁性能を維持できると評価する。

また，代表機器と同様に，点検時に絶縁抵抗測定及び機器の動作試験を行っており健全性を確認している。

今後も，この保全方法を継続することにより，絶縁特性低下を監視していくとともに，必要に応じて取替を行うこととする。

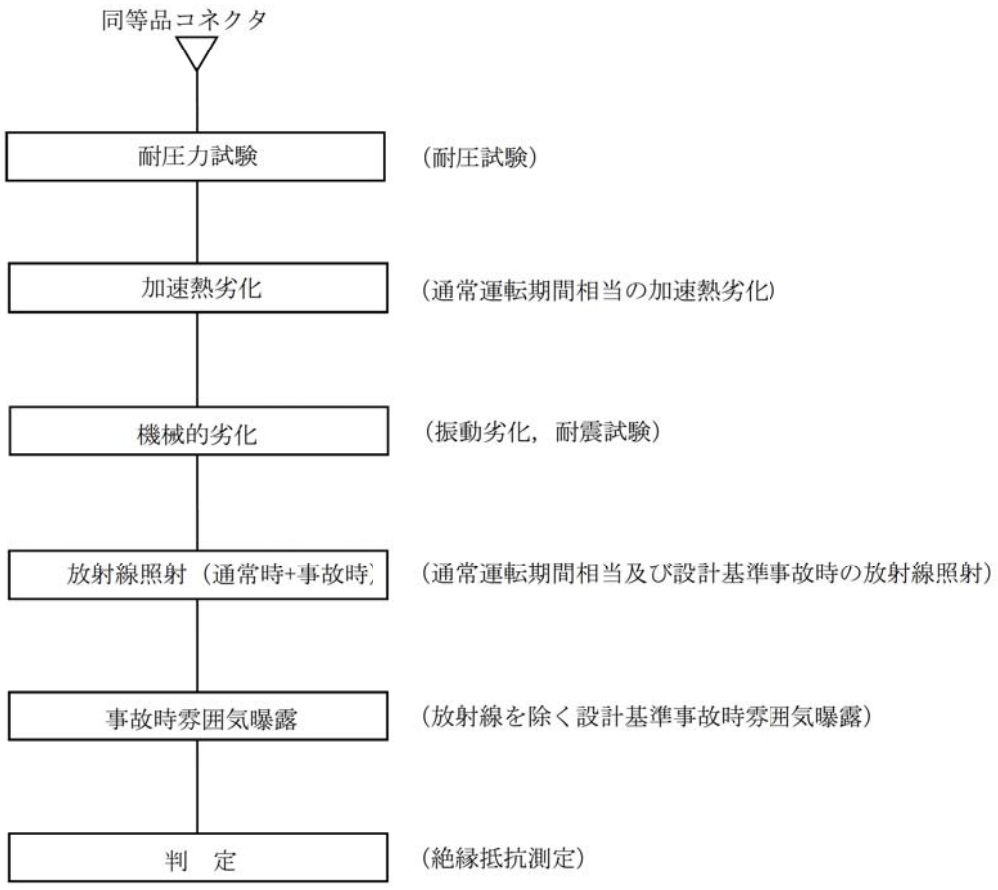


図 3.1-2 電動弁コネクタ（原子炉格納容器外）長期健全性試験手順

表 3.1-3 電動弁コネクタ（原子炉格納容器外）長期健全性試験条件

	試験条件	説明
耐圧力試験	0.1 MPa, 10 分間	IEEE Std.382-1980 に基づく。
加速熱劣化	138 ℃×300 時間	原子炉格納容器外の周囲最高温度 40.0 ℃では，60 年間の通常運転期間に相当する。
機械的劣化	振動劣化 3 軸方向に 0.75 G，5 Hz～200 Hz～5Hz を 2 オクターブ/分の掃引速度で 90 分間加振 耐震試験 (OBE 試験) 3 軸方向に 2 Hz～35Hz を 1 オクターブ/分の掃引速度で 1 往復加振 (シングルフリーケンシー試験) 3 軸方向に 2 Hz～32Hz の間で 1/3 オクターブ毎に各 15 秒間加振	IEEE Std.382-1980 に基づく。 IEEE Std.382-1980 に基づく。
放射線照射（通常時+事故時）	放射線照射線量：1.0×10^{3} kGy	東海第二で想定される線量 約 530 Gy（60 年間の通常運転期間相当の線量 約 80 Gy に設計基準事故時の最大積算値 450 Gy を加えた線量）を包絡する。 また，東海第二で想定される線量約57.6 kGy(60年間の通常運転期間相当の線量約80 Gyに重大事故等時の最大積算値約57.5 kGy を加えた線量）を包絡する。
事故時雰囲気曝露	最高温度：171 ℃ 最高圧力：0.1 MPa 曝露時間：約 31 日間	東海第二における設計基準事故時の最高温度 100 ℃，最高圧力 0.001744 MPa 及び重大事故等時の最高温度 100 ℃，最高圧力 0.0069 MPa を包絡する。

表 3.1-4 電動弁コネクタ（原子炉格納容器外）長期健全性試験結果

項目	試験手順	判定基準*	結果
絶縁抵抗測定	環境試験終了後，蒸気及び圧力が除かれた状態にて，DC 500 V 絶縁抵抗計による絶縁抵抗測定を行う。	0.25 MΩ以上(制御) 0.6 MΩ以上(動力)	良

*：判定基準はメーカ基準値に基づく

c．絶縁部の絶縁特性低下［同軸コネクタ接続（中性子束計測用）（放射線計測用）（原子炉格納容器外）］

代表機器とは異なり，起動領域中性子束計測装置前置増幅器（以下，SRNM 前置増幅器という。）に設置された同軸コネクタ接続（中性子束計測用）（原子炉格納容器外）の絶縁部は，有機物のテフロンであるため，熱及び放射線による物性変化により，経年的に劣化が進行し，絶縁低下を起こす可能性がある。

同軸コネクタ接続（中性子束計測用）（原子炉格納容器外）は， SRNM 前置増幅器に設置されていることから，SRNM 前置増幅器の長期健全性試験結果を用いて評価した。SRNM 前置増幅器は図 3.1-3 に示す手順にて長期健全性試験を実施しており，表 3.1-5 に示すとおり 60 年間以上の通常運転期間，設計基準事故時及び重大事故等時雰囲気を想定した試験条件で行い，表 3.1-6 のとおり判定基準を満足している。

したがって，同軸コネクタ接続（中性子束計測用）（原子炉格納容器外）は 60 年間の通常運転期間，設計基準事故時及び重大事故等時雰囲気において絶縁性能を維持できると評価する。

また，代表機器と同様に，点検時に絶縁抵抗測定及び機器の動作試験を行っており健全性を確認している。

今後も，この保全方法を継続することにより，絶縁特性低下を監視していくとともに，必要に応じて取替を行うこととする。

事故時雰囲気内で機能要求がない同軸コネクタ接続（放射線計測用）（原子炉格納容器外）は，上記と同様の保全方法を継続していく。

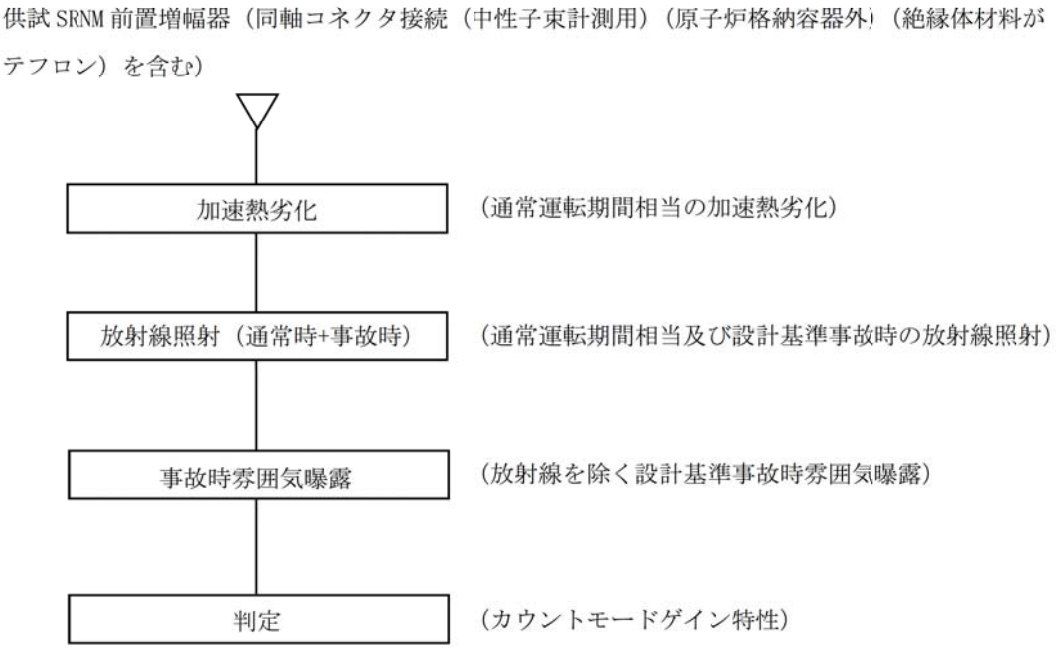


図 3.1-3 同軸コネクタ接続（中性子束計測用）（原子炉格納容器外）（絶縁体材料がテフロン）長期健全性試験手順

表 3.1-5 SRNM 前置増幅器（同軸コネクタ接続（中性子束計測用）（原子炉格納容器外）を含む）長期健全性試験条件

	試験条件	説明
加速熱劣化	100 ℃×1,104時間	原子炉格納容器外の周囲最高温度40.0 ℃では，60年間以上の通常運転期間に相当する。
放射線照射（通常時+事故時）	放射線照射線量：2,447.5Gy	東海第二の原子炉格納容器外で想定される線量 約1.8 kGy（60年間の通常運転期間相当の線量 約5.3 Gyに設計基準事故時の最大積算値1.7 kGyを加えた線量）を包絡する。 また，東海第二の原子炉格納容器外で想定される線量 約1.8 kGy（60年間の通常運転期間相当の線量 約5.3 Gyに重大事故等時の最大積算値1.7 kGyを加えた線量）を包絡する。
事故時雰囲気曝露	最高温度：110 ℃ 最高圧力：0.1151 MPa 曝露時間：約13日間	東海第二の原子炉格納容器外における設計基準事故時の最高温度100 ℃，最高圧力0.00174 MPaを包絡する。 また，重大事故等時の最高温度100 ℃，最高圧力0.0069 MPaを包絡する。

表 3.1-6 SRNM 前置増幅器（同軸コネクタ接続（中性子束計測用）（原子炉格納容器外）を含む）長期健全性試験結果

項目	試験手順	判定基準*	結果
カウントモード ゲイン特性	前置増幅器にパルス信号を与え，その時のゲイン特性を評価する。	ゲイン特性：800～1200	良

*：判定基準はメーカ基準値に基づく

d. 絶縁部の絶縁特性低下［同軸コネクタ接続（放射線計測用）（原子炉格納容器外）］

代表機器とは異なり，放射線計測器に設置される同軸コネクタ接続（放射線計測用）（原子炉格納容器外）の絶縁部は，有機物の架橋ポリスチレンであるため，熱及び放射線による物性変化により，経年的に劣化が進行し，絶縁低下を起こす可能性があるが，図 3.1-4 に示す手順にて長期健全性試験を実施しており，表 3.1-7 に示すとおり 6 年間の通常運転期間，設計基準事故時及び重大事故等時雰囲気を想定した試験条件で行い，表 3.1-8 のとおり判定基準を満足している。

この同軸コネクタ接続（放射線計測用）（原子炉格納容器外）は今停止期間中に設置されるものであり，設置後 6 年間の通常運転期間，設計基準事故時及び重大事故等時雰囲気において絶縁性能を維持できると評価する。

また，絶縁特性低下に対しては，従前設備と同様に点検時に絶縁抵抗測定及び機器の動作試験で把握可能であることから，従前設備と同様の保全項目を実施していくこととする。

今後も，この保全方法を継続することにより，絶縁特性低下を監視していくとともに，必要に応じて取替を行うこととする。

なお，追加保全項目として，長期健全性評価結果から得られた評価期間に至る前に取替を行うことを継続していくこととする。

これにより，運転を延長しようとする期間において，絶縁部の絶縁特性低下により機器の健全性に影響を与える可能性はないと評価する。

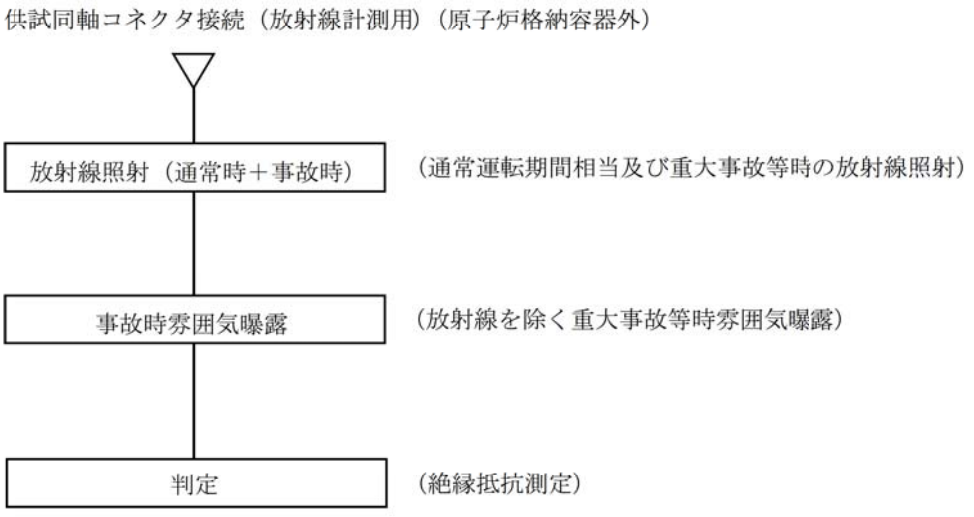


図 3.1-4 同軸コネクタ接続（放射線計測用）（原子炉格納容器外）長期健全性試験手順

表 3.1-7 同軸コネクタ接続（放射線計測用）（原子炉格納容器外）長期健全性試験条件

	試験条件	説明
放射線照射* （通常時＋事故時）	放射線照射線量：1,000 kGy	東海第二の原子炉格納容器内で想定される照射線量約530 kGy（60年間の通常運転期間約270 kGyに設計基準事故時線量260 kGyを加えた線量）を包絡する。また，東海第二の原子炉格納容器内で想定される照射線量約910 kGy（60年間の通常運転期間約270 kGyに重大事故等時線量640 kGyを加えた線量）を包絡する。
事故時雰囲気曝露*	試験温度：220 ℃×5分以上 200 ℃×12時間 試験圧力：0.015 MPa以上 曝露時間：12時間以上	試験温度は，原子炉格納容器内の周囲最高温度65.6 ℃では，6年間の通常運転期間に相当する。
	試験温度：200 ℃×168時間 試験圧力：0.015 MPa以上 曝露時間：168時間	東海第二の原子炉格納容器内における設計基準事故時の最高温度171 ℃，原子炉格納容器外における最高圧力0.00174 MPa及び重大事故等時の最高温度200 ℃，原子炉格納容器外における最高圧力0.0069 MPaを包絡する。

＊：本同軸コネクタ接続（放射線計測用）（原子炉格納容器外）は原子炉格納容器外に設置されているが，事故時雰囲気圧力条件を除き保守的に原子炉格納容器内条件を適用している

表 3.1-8 同軸コネクタ接続（放射線計測用）（原子炉格納容器外）長期健全性試験結果

項目	試験手順	判定基準*	結果
絶縁抵抗測定	環境試験終了後，蒸気及び圧力が除かれた状態にて，DC 500 V 絶縁抵抗計による絶縁抵抗測定を行う。	100 MΩ以上	良

＊：判定基準はメーカ基準値に基づく

e. 絶縁部の絶縁特性低下［同軸コネクタ接続（中性子束計測用）（原子炉格納容器内）］

代表機器とは異なり，電気ペネトレーション端子箱に設置された同軸コネクタ接続（中性子束計測用）（原子炉格納容器内）の絶縁部は，有機物の架橋ポリスチレンであるため，熱及び放射線による物性変化により，経年的に劣化が進行し，絶縁特性低下を起こす可能性があるが，図 3.1-5 に示す手順にて長期健全性試験を実施しており，表 3.1-9 に示すとおり 60 年間の通常運転期間，設計基準事故時及び重大事故等時雰囲気を想定した試験条件で行い，表 3.1-10 のとおり判定基準を満足している。

したがって，原子炉格納容器外に設置された同軸コネクタ接続（中性子束計測用）（原子炉格納容器内）は，60 年間の通常運転期間，設計基準事故時及び重大事故等時雰囲気において絶縁性能を維持できると評価する。

また，代表機器と同様に，点検時に絶縁抵抗測定及び機器の動作試験を行っており健全性を確認している。

今後も，この保全方法を継続することにより，絶縁特性低下を監視していくとともに，必要に応じて取替を行うこととする。

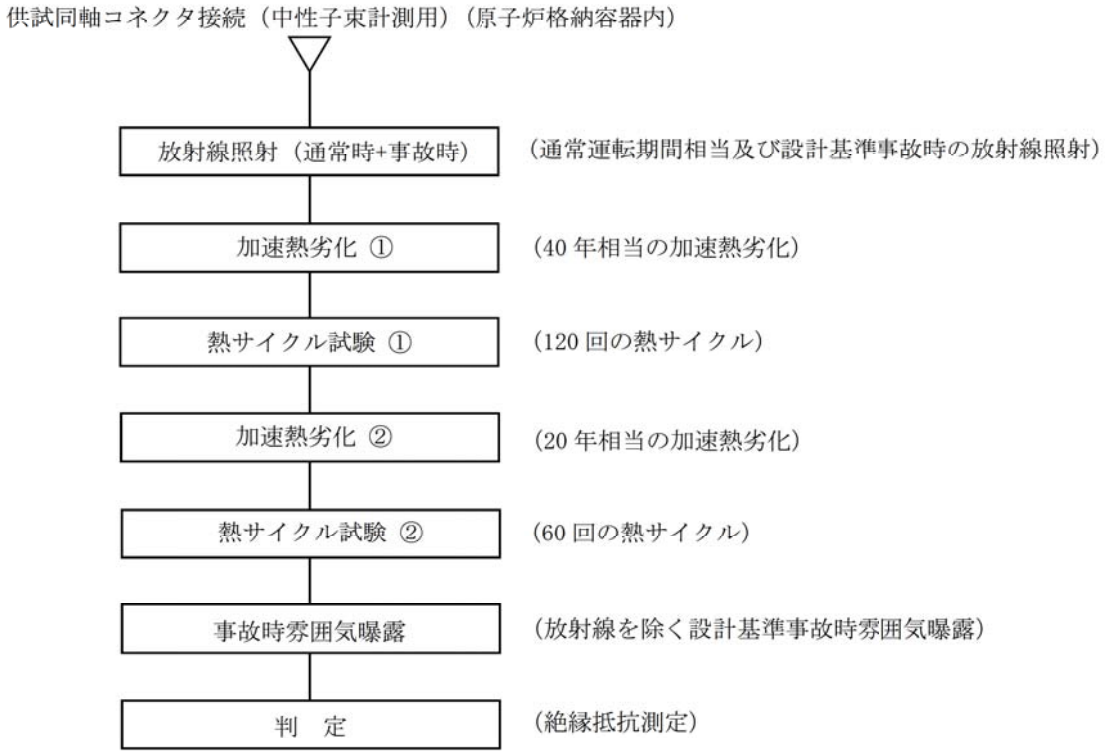


図 3.1-5 同軸コネクタ接続（中性子束計測用）（原子炉格納容器内）長期健全性試験手順

表 3.1-9 同軸コネクタ接続（中性子束計測用）（原子炉格納容器内）長期健全性試験条件

	試験条件	説明
放射線照射 （通常時+事故時）	放射線照射線量：522.8 kGy	東海第二の原子炉格納容器内で想定される線量 約47 kGy（60年間の通常運転期間相当の線量 約21 kGyに設計基準事故時の最大積算値26 kGyを加えた線量）を包絡する。 また，東海第二の原子炉格納容器内で想定される線量 約47 kGy（60年間の通常運転期間相当の線量 約21 kGyに重大事故等時の最大積算値26 kGyを加えた線量）を包絡する。
加速熱劣化	① 115 ℃×283 日 ② 115 ℃×136.8 日	原子炉格納容器内の周囲最高温度 65.6 ℃では，60 年間の通常運転期間を包絡する。
熱サイクル試験	① 10 ℃⇔66 ℃/120 ｻｲｸﾙ ② 10 ℃⇔66 ℃/ 60 ｻｲｸﾙ	東海第二の 60 年間の起動停止回数を包絡する。
事故時雰囲気曝露	最高温度：171 ℃以上 最高圧力：0.427 MPa 曝露時間：13 日間	東海第二の原子炉格納容器内における設計基準事故時の最高温度 171 ℃，最高圧力 0.31 MPa 及び重大事故等時の最高温度 115 ℃，最高圧力 0.194 MPa を包絡する。

表 3.1-10 同軸コネクタ接続（中性子束計測用）（原子炉格納容器内）長期健全性試験結果

項目	試験手順	判定基準*	結果
絶縁抵抗測定	耐電圧試験後に絶縁抵抗計による絶縁抵抗測定を行う。	導体－シールド間： 1×10^{8} Ω 以上	良
		シールド－対地間： 1×10^{4} Ω 以上	良

＊：判定基準はメーカ基準値に基づく

f. 絶縁部の絶縁特性低下［同軸コネクタ接続（中性子束計測用）（原子炉格納容器外）］

代表機器とは異なり，電気ペネトレーション端子箱に設置された同軸コネクタ接続（中性子束計測用）（原子炉格納容器外）の絶縁部は，有機物の架橋ポリスチレンであるため，熱及び放射線による物性変化により，経年的に劣化が進行し，絶縁特性低下を起こす可能性があるが，代表機器同様に図 3.1-6 に示す手順にて長期健全性試験を実施しており，表 3.1-11 に示すとおり 60 年間の通常運転期間，設計基準事故時及び重大事故等時雰囲気を想定した試験条件で行い，表 3.1-12 のとおり判定基準を満足している。

したがって，原子炉格納容器外に設置された同軸コネクタ接続（中性子束計測用）（原子炉格納容器外）は，60 年間の通常運転期間，設計基準事故時及び重大事故等時雰囲気において絶縁性能を維持できると評価する。

また，代表機器と同様に，点検時に絶縁抵抗測定及び機器の動作試験を行っており健全性を確認している。

今後も，この保全方法を継続することにより，絶縁特性低下を監視していくとともに，必要に応じて取替を行うこととする。

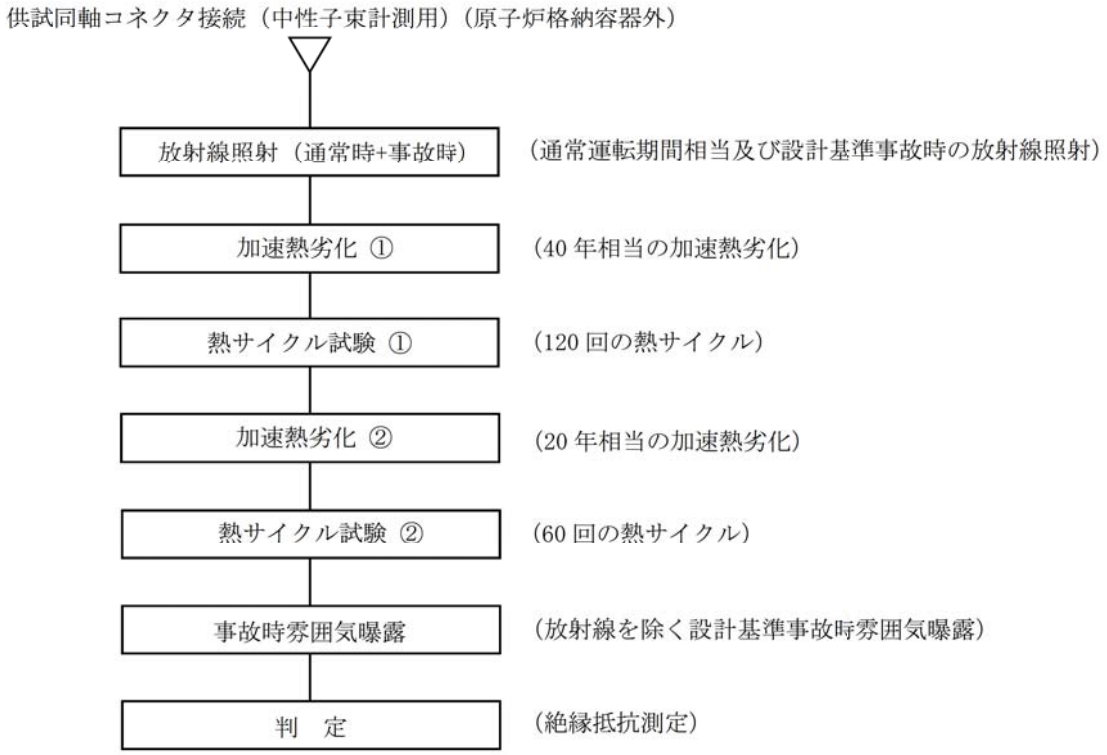


図 3.1-6 同軸コネクタ接続（中性子束計測用）（原子炉格納容器外）長期健全性試験手順

表 3.1-11 同軸コネクタ接続（中性子束計測用）（原子炉格納容器外）長期健全性試験条件

	試験条件	説明
放射線照射 （通常時+事故時）	放射線照射線量：522.8 kGy	東海第二の原子炉格納容器外で想定される線量 約1.8 kGy（60年間の通常運転期間相当の線量 約5.3 Gyに設計基準事故時の最大積算値1.7 kGyを加えた線量）を包絡する。 また，東海第二の原子炉格納容器外で想定される線量 約101 kGy（60年間の通常運転期間相当の線量 約5.3 Gyに重大事故等時の最大積算値100 kGyを加えた線量）を包絡する。
加速熱劣化	① 115 ℃×283 日 ② 115 ℃×136.8 日	原子炉格納容器外の周囲最高温度 40.0 ℃では，60 年間の通常運転期間を包絡する。
熱サイクル試験	① 10 ℃⇔66 ℃/120 ｻｲｸﾙ ② 10 ℃⇔66 ℃/ 60 ｻｲｸﾙ	東海第二の 60 年間の起動停止回数を包絡する。
事故時雰囲気曝露	最高温度：171 ℃以上 最高圧力：0.427 MPa 曝露時間：13 日間	東海第二の原子炉格納容器外における設計基準事故時の最高温度100 ℃，最高圧力0.00174 MPaを包絡する。 また，重大事故等時の最高温度100 ℃，最高圧力0.0069 MPaを包絡する。

表 3.1-12 同軸コネクタ接続（中性子束計測用）（原子炉格納容器外）長期健全性試験結果

項目	試験手順	判定基準*	結果
絶縁抵抗測定	耐電圧試験後に絶縁抵抗計による絶縁抵抗測定を行う。	導体－シールド間： 1×10^{8} Ω 以上	良
		シールド－対地間： 1×10^{4} Ω 以上	良

*：判定基準はメーカ基準値に基づく

g. 絶縁部の絶縁特性低下［スプライス接続（原子炉格納容器外)］

代表機器と同様，スプライス接続（原子炉格納容器外）の絶縁部は，有機物の架橋ポリオレフィンであるため，熱及び放射線による物性変化により，経年的に劣化が進行し，絶縁特性低下を起こす可能性があるが，代表機器同様に図 3.1-7 に示す手順にて長期健全性試験を実施しており，表 3.1-13 に示すとおり 60 年間の通常運転期間，設計基準事故時及び重大事故等時雰囲気を想定した試験条件で行い，表 3.1-14 のとおり判定基準を満足している。

したがって，代表機器同様に，原子炉格納容器外に設置されたスプライス接続（原子炉格納容器外）は，60 年間の通常運転期間，設計基準事故時及び重大事故等時雰囲気において絶縁性能を維持できると評価する。

また，代表機器と同様に，点検時に絶縁抵抗測定及び機器の動作試験を行っており健全性を確認している。

今後も，この保全方法を継続することにより，絶縁特性低下を監視していくとともに，必要に応じて取替を行うこととする。

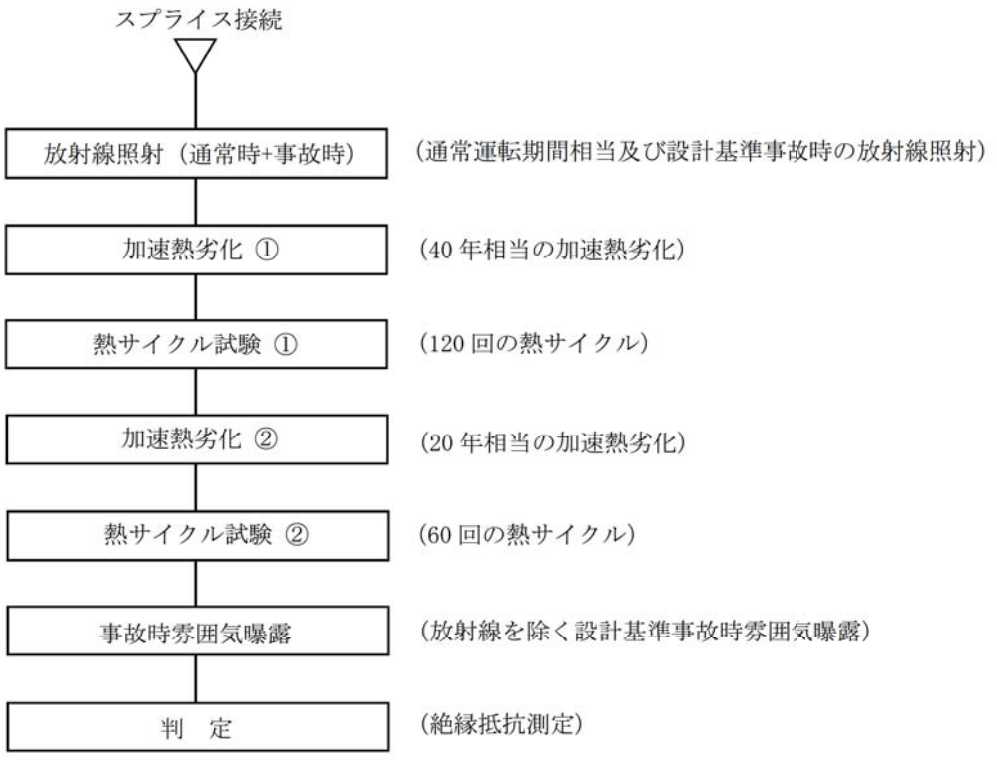


図 3.1-7 スプライス接続（原子炉格納容器外）長期健全性試験手順

表 3.1-13 スプライス接続（原子炉格納容器外）長期健全性試験条件

	試験条件	説明
放射線照射 （通常時＋事故時）	放射線照射線量：522.8 kGy	東海第二で想定される線量 約 1.8 kGy（60 年間の通常運転期間相当の線量 約 5.3 Gy に設計基準事故時の最大積算値約 1.7 kGy を加えた線量）を包絡する。 また，東海第二で想定される線量約101kGy（60年間の通常運転期間相当の線量約5.3 Gyに重大事故等時の最大積算値約100 kGy を加えた線量）を包絡する。
加速熱劣化	① 115 ℃×283 日 ② 115 ℃×136.8 日	原子炉格納容器外の周囲最高温度 40.0℃*では，60 年間の通常運転期間を包絡する。
熱サイクル試験	① 10 ℃⇔66 ℃/120 ｻｲｸﾙ ② 10 ℃⇔66 ℃/ 60 ｻｲｸﾙ	東海第二の 60 年間の起動停止回数を包絡する。
事故時雰囲気曝露	最高温度：171 ℃以上 最高圧力：0.427 MPa 曝露時間：13 日間	東海第二における設計基準事故時の最高温度 100 ℃*，最高圧力 0.001744 MPa*及び重大事故等時の最高温度約 100 ℃*，最高圧力 0.0069 MPa*を包絡する。

*:原子炉格納容器外における設計値

表 3.1-14 スプライス接続（原子炉格納容器外）長期健全性試験結果

項目	試験手順	判定基準*	結果
絶縁抵抗測定	耐電圧試験後に DC 500 V 絶縁抵抗計による絶縁抵抗を行う。	絶縁抵抗値 1×10^{4} Ω 以上	良

*:判定基準はメーカ基準値に基づく

3.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

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

a. 端子板，端子台ビス，接続端子及び端子板ビスの腐食［端子台接続（原子炉格納容器外)］

代表機器と同様，端子板，接続端子，端子台ビス及び端子板ビスは，銅合金及び鋼であるため腐食が想定されるが，金属表面はメッキが施されており，端子台はガスケットでシールされたハウジング（駆動部ケース）に収納されているため，湿分等の浸入による腐食進行の可能性は小さく，点検時に目視確認を行い，その結果により必要に応じ取替を実施することとしている。

したがって，端子板，接続端子，端子台ビス及び端子板ビスの腐食は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

b. 絶縁テープの絶縁特性低下［端子接続（原子炉格納容器外)］

代表機器とは異なり，絶縁テープは有機物のビニルであるため，熱及び放射線による物性変化により経年的に劣化が進行し，絶縁特性低下を起こす可能性がある。

絶縁テープは，系統機器の点検にあわせ取替を行い，長期間使用しないことから，有意な劣化が発生する可能性は小さい。

また，点検時に絶縁抵抗測定を行い，これまで有意な絶縁特性低下は認められておらず，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，絶縁テープの絶縁特性低下は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

c. オスコンタクト，メスコンタクト，レセプタクルシェル，シーリングワッシャ及びプラグシェルの腐食［電動弁コネクタ接続（原子炉格納容器外)］

代表機器と同様，オスコンタクト，メスコンタクト，レセプタクルシェル，シーリングワッシャ及びプラグシェルは，銅合金であるため腐食が想定されるが，オスコンタクト及びメスコンタクトは０リング，シーリングブッシュ及びシーリングワッシャにより外気とシールされているため，湿分等の浸入による腐食進行の可能性は小さい。

また，外気に接触するレセプタクルシェル，プラグシェル及びシーリングワッシャの外表面にはメッキが施されており，腐食発生の可能性は小さく，点検時に目視確認を行い，その結果により必要に応じ取替を実施することとしている。

したがって，オスコンタクト，メスコンタクト，レセプタクルシェル，シーリングワッシャ及びプラグシェルの腐食は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

d. ボディ，ナット及びコンタクト等構成部品の腐食［同軸コネクタ接続共通］

構成品であるボディ，ナット及びコンタクト等は銅が使用されていることから，湿分等により腐食が想定されるが，メッキが施されており腐食の可能性は小さく，点検時に目視確認を行い，その結果により必要に応じ取替を実施することとしている。

したがって，ボディ，ナット及びコンタクト等構成部品の腐食は高経年化対策上着目すべき事象ではないと判断する。

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

a. スプライスの腐食［スプライス接続（原子炉格納容器外）］

代表機器と同様，スプライス接続（原子炉格納容器外）は銅合金であり腐食が想定されるが，スプライスはメッキが施されており，熱収縮チューブにて全体を密閉していることから，湿分等の浸入による腐食が発生する可能性はない。

したがって，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから，高経年化対策上着目すべき事象ではないと判断する。

東海第二発電所
タービン設備の技術評価書

（運転を断続的に行うことを前提とした評価）

日本原子力発電株式会社

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

評価対象機器の一覧を表 1 に，機能を表 2 に示す。

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

本評価書は，評価対象のタービン設備を常用系タービン設備及び非常用系タービン設備に分けており，以下の 2 章で構成されている。

1. 常用系タービン設備
2. 非常用系タービン設備

なお，湿分分離器，湿分分離器ドレンタンクは「容器の技術評価書」，グランド蒸気蒸発器は「熱交換器の技術評価書」，主要配管（主蒸気リード管，クロスアラウンド管，クロスアラウンド管逃し弁出口管）は，「配管の技術評価書のタービン主蒸気系配管，抽気系配管」，蒸気式空気抽出器は「機械設備の技術評価書」にてそれぞれ評価するものとし，本評価書には含めていない。

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

表１　評価対象機器一覧

設備	機種	機器名称	仕様	重要度[*1]
常用系タービン設備	高圧タービン	高圧タービン	種類：非再熱式４車室６流排気形 出力：1,100,000 kW 回転速度：1,500 rpm	高[*2]
	低圧タービン	低圧タービン		高[*2]
	原子炉給水ポンプ駆動用蒸気タービン	原子炉給水ポンプ駆動用蒸気タービン	種類：単気胴衝動式復水タービン 出力：8,356 kW 回転速度：5,000 rpm	高[*2]
	主要弁	主塞止弁	型式：玉形弁 口径：650A	PS-2
		加減弁	型式：バランス形弁 口径：700A	高[*2]
		中間塞止加減弁	型式：複合弁 口径：1,050A	高[*2]
		タービンバイパス弁	型式：玉形弁 口径：450A	PS-2
		クロスアラウンド管逃し弁	型式：安全弁 口径：450A	高[*2]
	制御装置及び保安装置	主タービン電気油圧式制御装置	圧力：11.0 MPa	高[*2]
非常用系タービン設備	原子炉隔離時冷却系タービン及び付属装置	原子炉隔離時冷却系タービン及び付属装置	種類：衝動螺旋流背圧式タービン 出力：541 kW 回転速度：4,500 rpm	MS-1 重[*3]
	常設高圧代替注水系タービン及び付属装置	常設高圧代替注水系タービン及び付属装置[*4]	種類：背圧式蒸気タービン 出力：620 kW 回転速度：5,514 rpm	重[*3]

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

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

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

*4：新規に設置される機器

表２　評価対象機器の機能

機器名称	主な機能
主タービン （高圧タービン，低圧タービン）	発電を行うため，発電機を駆動する。
原子炉給水ポンプ駆動用 蒸気タービン	抽気蒸気によりタービンを回転し，原子炉給水ポンプを駆動させる。
主塞止弁	タービントリップ時に，高圧タービンへの蒸気供給を遮断する。
加減弁	高圧タービンへの蒸気流量を制御する。
中間塞止加減弁	低圧タービンへの蒸気流量を制御する。また，タービントリップ時に，低圧タービンへの蒸気供給を遮断する。
タービンバイパス弁	タービントリップ時に，主蒸気を直接主復水器に導く。 （容量約25 %）
クロスアラウンド管逃し弁	クロスアラウンド管の異常昇圧を防止する。
主タービン電気油圧式制御装置	主タービン制御のため，主要弁等へ制御油を供給する。
原子炉隔離時冷却系タービン 及び付属装置	原子炉水位が低下し原子炉が隔離された時に，原子炉で発生する蒸気を用いて原子炉隔離時冷却系タービンを回転させ，ポンプを駆動する。
常設高圧代替注水系タービン 及び付属装置	原子炉隔離時冷却系の機能が喪失した場合に，原子炉で発生する蒸気を用いて常設高圧代替注水系タービンを回転させ，ポンプを駆動する。

1. 常用系タービン設備

［対象機器］

1.1 高圧タービン

1.2 低圧タービン

1.3 原子炉給水ポンプ駆動用蒸気タービン

1.4 主要弁

1.5 制御装置及び保安装置

1.1 高圧タービン

［対象機器］

① 高圧タービン

目次

1. 対象機器 1.1-1
2. 高圧タービンの技術評価 1.1-2
2.1 構造，材料及び使用条件 1.1-2
2.2 経年劣化事象の抽出 1.1-5
2.2.1 機器の機能達成に必要な項目 1.1-5
2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出 1.1-5
2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象 1.1-6

1. 対象機器

東海第二で使用している高圧タービンの主な仕様を表 1-1 に示す。

表 1-1　高圧タービンの主な仕様

機器名称	仕様 （出力×回転速度）	重要度*1	使用条件		
			運転状態	運転圧力*2 （MPa）	運転温度*2 （℃）
高圧タービン	1,100,000 kW*3 ×1,500 rpm	高*4	連続	6.55	282

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

*2：主塞止弁入口の蒸気条件を示す

*3：低圧タービンとの合計出力を示す

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

2. 高圧タービンの技術評価

2.1 構造，材料及び使用条件

(1) 構造

東海第二の高圧タービンは8段複流式であり，蒸気はノズル室に接続されている4本の蒸気入口管より高圧タービンに流入し，各段を経て車室下半部にある排気口より排出される。

車室は炭素鋼鋳鋼であり，上，下半車室に分割され，ケーシングボルトにより締結されている。

ダイヤフラム（噴口，隔板）は，噴口がステンレス鋼，隔板が低合金鋼鋳鋼であり，車室内に嵌め込まれ，蒸気の通路部を形成している。

車室は軸受台下半部で支えられ，水平にスライドする構造となっている。

車軸は低合金鋼，翼はステンレス鋼であり，周方向は2個のジャーナル軸受，軸方向は1個のスラスト軸受により支えられている。

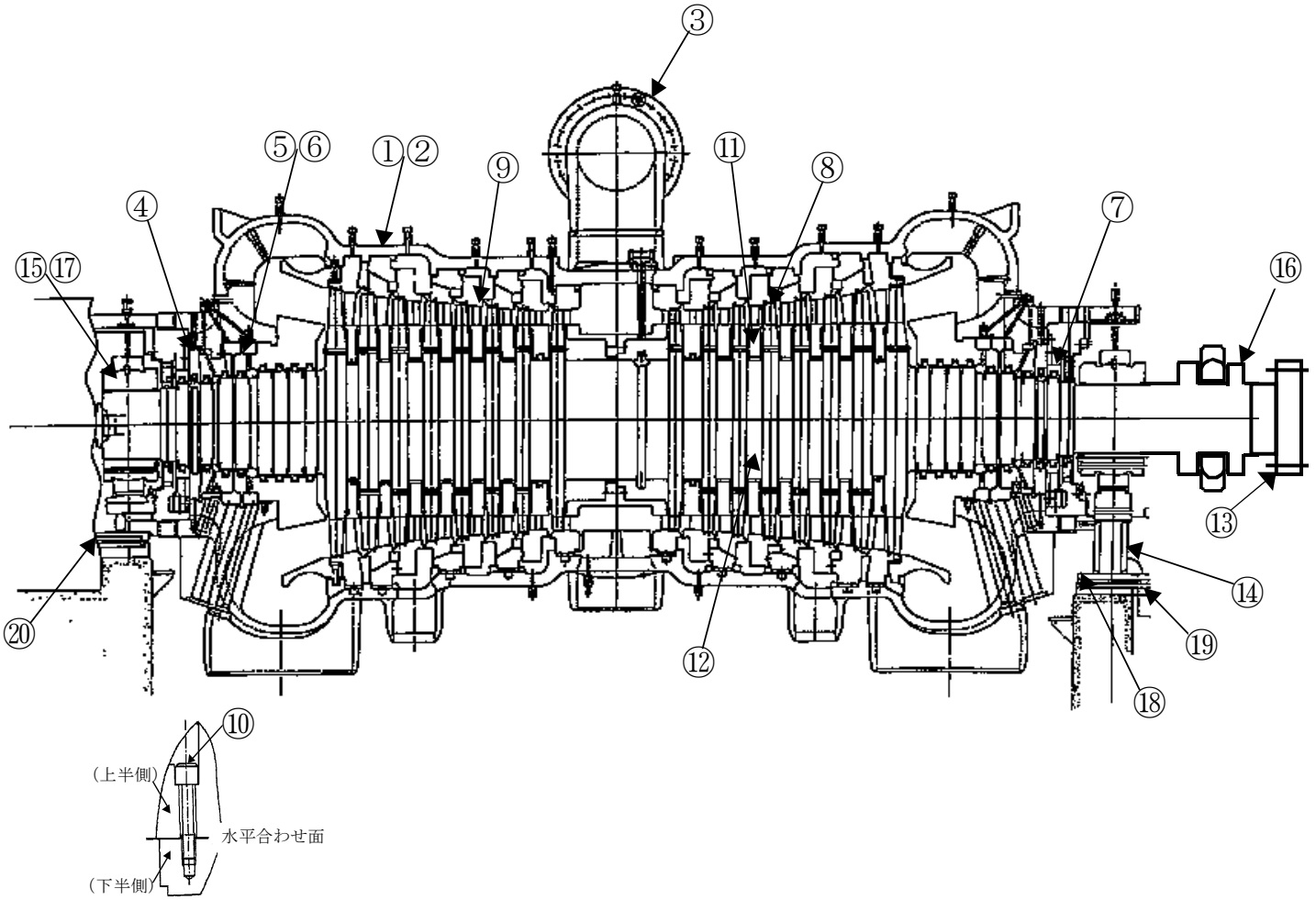
車室両端面の車軸貫通部には，スチームシールパッキン（パッキンケーシング，パッキンヘッド，ラビリンスパッキン）が設けられており，多数のシールストリップを装備したラビリンスパッキンにより蒸気漏えいを防止している。

車室，ダイヤフラム，スチームシールパッキン等はケーシングボルトを緩め，上半部を取り出すことにより点検手入れが可能である。

東海第二の高圧タービンの構造図を図2.1-1に示す。

(2) 材料及び使用条件

東海第二の高圧タービン主要部位の使用材料を表2.1-1に，使用条件を表2.1-2に示す。



＜隔板・隔板締付ボルト詳細図＞

図 2.1-1　高圧タービン構造図

No.	部位
①	車室
②	ケーシングボルト
③	ガスケット
④	パッキンケーシング
⑤	パッキンヘッド
⑥	ラビリンスパッキン
⑦	油切り
⑧	翼
⑨	噴口
⑩	隔板締付ボルト
⑪	隔板
⑫	車軸
⑬	カップリングボルト
⑭	軸受台
⑮	ジャーナル軸受
⑯	スラスト軸受
⑰	軸受ボルト
⑱	基礎ボルト
⑲	ベースプレート
⑳	キー

表 2.1-1　高圧タービン主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
バウンダリの維持	耐圧	車室	炭素鋼鋳鋼
		ケーシングボルト	低合金鋼
		ガスケット	（消耗品）
	軸シール	パッキンケーシング	炭素鋼
		パッキンヘッド	低合金鋼鋳鋼
		ラビリンスパッキン	ステンレス鋼
		油切り	炭素鋼
タービン性能の確保	エネルギー変換	翼	ステンレス鋼
		噴口	ステンレス鋼
		隔板締付ボルト	低合金鋼
		隔板	低合金鋼鋳鋼
	エネルギー伝達	車軸	低合金鋼
		カップリングボルト	低合金鋼
	軸支持	軸受台	炭素鋼
		ジャーナル軸受	炭素鋼，ホワイトメタル
		スラスト軸受	炭素鋼，ホワイトメタル
		軸受ボルト	低合金鋼
機器の支持	支持	基礎ボルト	炭素鋼
		ベースプレート	炭素鋼
		キー	炭素鋼

表 2.1-2　高圧タービンの使用条件

運転圧力	主塞止弁入口 6.55 MPa～中間塞止加減弁入口 1.28 MPa
運転温度	主塞止弁入口 282 ℃～中間塞止加減弁入口 195 ℃
回転速度	1,500 rpm
内部流体	蒸気

2.2 経年劣化事象の抽出

2.2.1 機器の機能達成に必要な項目

高圧タービンの機能である発電機駆動機能の達成に必要な項目は以下のとおり。

(1) バウンダリの維持

(2) タービン性能の確保

(3) 機器の支持

2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

(1) 想定される経年劣化事象の抽出

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

なお，消耗品及び定期取替品は以下のとおり評価対象外とする。

(2) 消耗品及び定期取替品の扱い

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

(3) 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

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

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

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

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

この結果，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象は抽出されなかった。

2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

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

a. 基礎ボルトの腐食（全面腐食）

基礎ボルトの健全性については，「機械設備の技術評価書」にて評価を実施するものとし，本評価書には含めない。

b. ラビリンスパッキンの摩耗

ラビリンスパッキンは，車軸との接触による摩耗が想定されるが，車軸との間に隙間を設け接触を防止している。また，分解点検時に車軸との隙間測定を実施しており，有意な摩耗がないことを確認している。

したがって，ラビリンスパッキンの摩耗は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

c. ジャーナル軸受及びスラスト軸受の摩耗，はく離

ジャーナル軸受及びスラスト軸受は，ホワイトメタルを軸受に溶着しており，摩耗及びはく離が想定される。

摩耗については，車軸と軸受間に潤滑油が供給され軸受の摩耗を抑制している。また，分解点検時に目視点検及び隙間測定を行い，隙間が基準値に達した場合は補修又は取替を実施することにより軸受の機能を維持している。

はく離については，分解点検時に目視点検及び浸透探傷検査を実施し，必要に応じて補修又は取替を実施することにより軸受の機能を維持している。

したがって，ジャーナル軸受及びスラスト軸受の摩耗，はく離は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

d. 車室（内面），パッキンケーシング，パッキンヘッド，翼，噴口の腐食（流れ加速型腐食）

車室は炭素鋼鋳鋼，パッキンケーシングは炭素鋼，パッキンヘッドは低合金鋼鋳鋼，翼，噴口はステンレス鋼であり，内部流体が湿分を含んだ高速蒸気であるため，腐食（流れ加速型腐食）により減肉する可能性がある。

車室の内面，パッキンケーシング，パッキンヘッド，翼，噴口については，タービン開放点検時に目視点検を実施し，必要に応じて補修又は取替を実施することにより機能を維持している。

したがって，車室（内面），パッキンケーシング，パッキンヘッド，翼，噴口の腐食（流れ加速型腐食）は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

e. 隔板締付ボルト，隔板，車軸の腐食（流れ加速型腐食）

隔板締付ボルト，車軸は低合金鋼，隔板は低合金鋼鋳鋼であり，蒸気環境下で使用されることから腐食が想定されるが，目視点検において，有意な腐食がないことを確認している。

したがって，隔板締付ボルト，隔板，車軸の腐食（流れ加速型腐食）は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

f. 車室（外面）及び軸受台（外面）の腐食（全面腐食）

車室は炭素鋼鋳鋼，軸受台は炭素鋼であり外面からの腐食が想定される。

しかしながら，大気接触部は塗装により腐食を防止しており，塗膜が健全であれば腐食の可能性は小さく，目視点検において塗膜の状態を確認しており，はく離等が認められた場合は，必要に応じて補修を実施することにより機能を維持している。

したがって，車室（外面）及び軸受台（外面）の腐食（全面腐食）は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

g. ケーシングボルト，カップリングボルトの腐食（全面腐食）

ケーシングボルト，カップリングボルトは低合金鋼であり腐食が想定されるが，目視点検において有意な腐食がないことを確認している。

したがって，ケーシングボルト，カップリングボルトの腐食（全面腐食）は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

h. 翼，噴口，隔板締付ボルト，車軸の応力腐食割れ

翼，噴口はステンレス鋼，隔板締付ボルト，車軸は低合金鋼であり，蒸気環境下で使用されていることから，応力腐食割れが発生する可能性がある。

また，2011 年に東海第二の低圧タービン(B)において，車軸の翼取付部位に応力腐食割れと考えられるき裂が認められた。

高圧タービンの翼，噴口，隔板締付ボルト，車軸の応力腐食割れについては，タービン開放点検時に目視点検，浸透探傷検査，磁粉探傷検査，超音波探傷検査を実施することにより，有意な欠陥がないことを確認している。

したがって，翼，噴口，隔板締付ボルト，車軸の応力腐食割れは，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

i. 車室の変形

車室は炭素鋼鋳鋼であり，製作時の熱処理段階において，変形防止について考慮されているが，その水平合わせ面については，変形が生じる可能性がある。

タービン開放点検時に車室水平合わせ面の目視点検及び隙間測定を実施しており，合わせ面に変形を起因としたエロージョンが確認された場合には，溶接補修を実施することにより機能を維持している。

したがって，車室の変形は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

j. 車軸の摩耗

車軸の軸受との摺動面は摩耗が想定されるが，潤滑油が供給され車軸と軸受間に油膜が形成されており，車軸の摩耗が発生する可能性は小さい。

なお，これまでの目視点検及び隙間測定結果において有意な摩耗は認められておらず，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

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

k. キーの摩耗

キーは，上半車室を支持し，水平方向の位置を決めるためのものであり，車室の熱移動によりキーと車室の接触面の摩耗が想定されるが，車室の移動回数は 2 回／サイクル（プラントの起動・停止回数）と少なく，移動速度も緩やかであることから，摩耗が進行する可能性は小さい。

なお，これまでのキーの目視点検及び厚さ測定による点検結果からも有意な摩耗は確認されておらず，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

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

l. 油切り，軸受台（内面），軸受ボルト，ベースプレートの腐食（全面腐食）

油切り，軸受台，ベースプレートは炭素鋼，軸受ボルトは低合金鋼であり腐食が想定される。

しかしながら，油切り，軸受台の内面，軸受ボルトはオイルミスト環境下にあること，また，軸受台とベースプレートのスライド部については潤滑剤が塗布されており，腐食が発生する可能性は小さい。

なお，これまで油切り，軸受台（内面），軸受ボルト，ベースプレートは目視点検において有意な腐食は確認されておらず，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，油切り，軸受台（内面），軸受ボルト，ベースプレートの腐食（全面腐食）は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

m. 車室の疲労割れ

車室には，プラント起動・停止時の熱応力により疲労が蓄積され，疲労割れを起こす可能性があるが，プラント起動・停止の回数は2回／サイクルと少なく，起動・停止時には急激な温度変化を生じないように運転しており，熱応力による疲労蓄積は小さいことから疲労割れが発生する可能性は小さい。

なお，これまでの目視点検，浸透探傷検査において有意な欠陥は確認されておらず，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

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

n. 翼の高サイクル疲労割れ

翼は，群翼振動数と回転周波数が共振することのないよう設計段階で考慮されている。高圧タービンのように翼長の非常に短い剛構造の翼については，車軸と翼の連成振動が発生する可能性は小さい。

なお，これまでの目視点検，浸透探傷検査で有意な欠陥は認められておらず，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

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

o. 噴口の高サイクル疲労割れ

国内他プラント（PWR）の低圧タービン最終段静翼（BWR では噴口に相当）溶接部及びその近傍において，高サイクル疲労によるき裂が生じた事例があったが，高圧タービン噴口の翼長は低圧タービンのものと比較して短いことから剛性が高く，高サイクル疲労割れの可能性は小さい。

なお，国内外のプラントで高圧タービン噴口の高サイクル疲労の事例はなく，これまでの目視点検，浸透探傷検査において有意な欠陥は認められておらず，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

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

p. 車軸の高サイクル疲労割れ

車軸はタービン運転時に定常応力と変動応力が発生することとなり，高平均応力下において繰返し応力を受けると，応力集中部において高サイクル疲労割れが想定されるが，設計段階において高サイクル疲労割れが発生しないように考慮されている。

なお，これまでの車軸の目視点検，浸透探傷検査，磁粉探傷検査，超音波探傷検査の結果からも有意な欠陥は認められておらず，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

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

q. 翼，車軸の腐食疲労割れ

翼，車軸の隙間部に腐食媒体の濃縮が発生し，これに繰返し応力が負荷される場合，腐食疲労割れが発生・進展することがあるが，当該機器はこうした腐食媒体が濃縮を起こすような乾湿交番域は存在しない。

なお，これまでの目視点検，浸透探傷検査，磁粉探傷検査，超音波探傷検査において有意な欠陥は確認されておらず，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，翼，車軸の腐食疲労割れは高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

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

a. 軸受台の摩耗

軸受台は，軸受台底面とベースプレートのスライド部に摩耗が想定されるが，当該部には，潤滑剤が塗布されており，軸受台の移動回数は 2 回／サイクル（プラントの起動・停止回数）と少なく，タービン起動時は温度を確認しながら昇温しているため，移動速度は緩やかであることから，摩耗が進行する可能性はない。

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

表 2.2-1　高圧タービンに想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考
					減肉		割れ		材質変化		その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
バウンダリの維持	耐圧	車室		炭素鋼鋳鋼		△*1*2△*3	△				△*4	*1：流れ加速型腐食 *2：内面 *3：外面 *4：変形 *5：高サイクル疲労割れ *6：はく離 *7：腐食疲労割れ
		ケーシングボルト		低合金鋼		△						
		ガスケット	◎	－								
	軸シール	パッキンケーシング		炭素鋼		△*1						
		パッキンヘッド		低合金鋼鋳鋼		△*1						
		ラビリンスパッキン		ステンレス鋼	△							
		油切り		炭素鋼		△						
タービン性能の確保	エネルギー変換	翼		ステンレス鋼		△*1	△*5*7	△				
		噴口		ステンレス鋼		△*1	△*5	△				
		隔板締付ボルト		低合金鋼		△*1		△				
		隔板		低合金鋼鋳鋼		△*1						
	エネルギー伝達	車軸		低合金鋼	△	△*1	△*5*7	△				
		カップリングボルト		低合金鋼		△						
	軸支持	軸受台		炭素鋼	▲	△*2△*3						
		ジャーナル軸受		炭素鋼，ホワイトメタル	△						△*6	
		スラスト軸受		炭素鋼，ホワイトメタル	△						△*6	
		軸受ボルト		低合金鋼		△						
機器の支持	支持	基礎ボルト		炭素鋼		△						
		ベースプレート		炭素鋼		△						
		キー		炭素鋼	△							

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

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

1.2 低圧タービン

［対象機器］

① 低圧タービン

目次

1. 対象機器 1.2-1
2. 低圧タービンの技術評価..... 1.2-2
2.1 構造，材料及び使用条件..... 1.2-2
2.2 経年劣化事象の抽出..... 1.2-5
2.2.1 機器の機能達成に必要な項目..... 1.2-5
2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出..... 1.2-5
2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象..... 1.2-6

1. 対象機器

東海第二で使用している低圧タービンの主な仕様を表 1-1 に示す。

表1-1　低圧タービンの主な仕様

機器名称	仕様 (出力×回転速度)	重要度*1	使用条件		
			運転状態	運転圧力*2 (MPa)	運転温度*2 (℃)
低圧タービン	1,100,000 kW*3 ×1,500 rpm	高*4	連続	1.28	195

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

*2：中間塞止加減弁入口の蒸気条件を示す

*3：高圧タービンとの合計出力を示す

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

2. 低圧タービンの技術評価

2.1 構造，材料及び使用条件

(1) 構造

東海第二の低圧タービンは9段の複流式タービンであり，蒸気は高圧タービン排気より湿分分離器を経て車室中央部に流入する。流入した蒸気は中央で2つに分かれ，各段を経て両端の排気口から下方にある復水器に至る。

車室は外部車室，内部車室にて構成され，炭素鋼，低合金鋼が使用されており，上下半車室に分割され，ケーシングボルトにより締結されている。

ダイヤフラム（噴口，隔板）は，噴口がステンレス鋼，隔板が低合金鋼鋳鋼及び低合金鋼であり，内部車室内に嵌め込まれ，蒸気の通路部を形成している。

車軸は低合金鋼，翼はステンレス鋼であり，2個のジャーナル軸受により支えられている。

車室両端面の車軸貫通部には，スチームシールパッキン（パッキンケーシング，ラビリンスパッキン）が設けられており，多数のシールストリップを装備したラビリンスパッキンにより蒸気漏えいを防止している。

車室，ダイヤフラム，スチームシールパッキンは，締付けボルトを緩め，それぞれの上半部を取り出すことにより点検手入れが可能である。

なお，車軸については，旧車軸の焼嵌めされた円板部とそれを固定しているキー部の応力腐食割れが懸念されたことから，以下に示すとおり，全ての低圧車軸について一体型車軸に取替を実施している。

・第10回定期検査（1989年度）：(A)(C)車軸

・第11回定期検査（1991年度）：(B)車軸

また，内部車室については，抽気管台等に流れ加速型腐食による減肉が認められたことから，以下に示すとおり，全ての内部車室について耐食性の高い低合金鋼のものに取替を実施している。

・第16回定期検査（1998年度）：(B)内部車室

・第17回定期検査（1999年度）：(A)(C)内部車室

また，隔板については，第16段，第17段に流れ加速型腐食による減肉が認められたことから，以下に示すとおり，当該隔板について耐食性の高い低合金鋼のものに取替えを実施している。

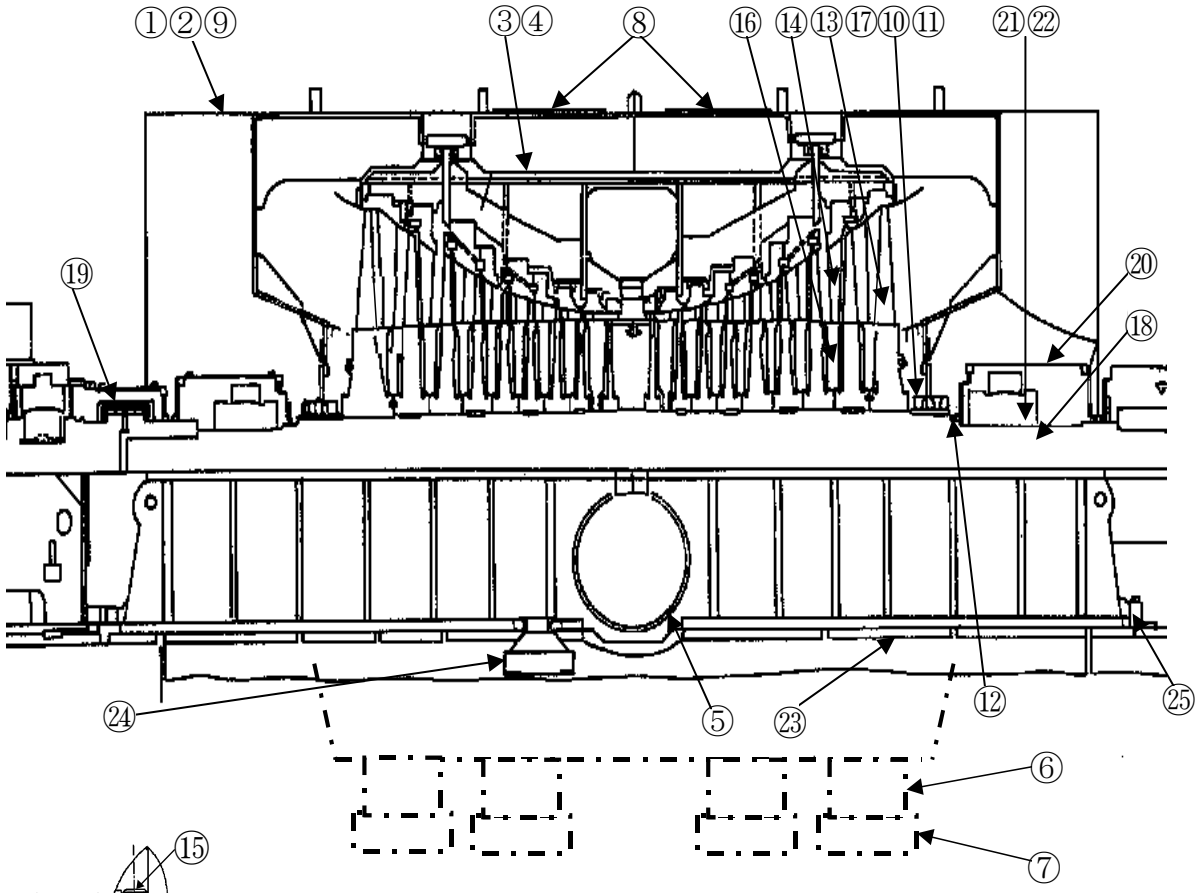
・第23回定期検査（2008年度）：(A)(C)隔板

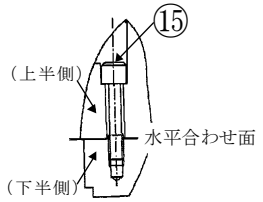
・第24回定期検査（2009年度）：(B)隔板

低圧タービンの構造図を図2.1-1に示す。

(2) 材料及び使用条件

東海第二の低圧タービン主要部位の使用材料を表2.1-1に，使用条件を表2.1-2に示す。





＜隔板・隔板締付ボルト詳細図＞

図2.1-1　低圧タービン構造図

No.	部位
①	外部車室
②	外部ケーシングボルト
③	内部車室
④	内部ケーシングボルト
⑤	クロスアラウンド管エキスパンションジョイント
⑥	抽気短管
⑦	抽気短管エキスパンションジョイント
⑧	大気放出板
⑨	ガスケット
⑩	パッキンケーシング
⑪	ラビリンスパッキン
⑫	油切り
⑬	翼
⑭	噴口
⑮	隔板締付ボルト
⑯	隔板
⑰	レーシングワイヤ
⑱	車軸
⑲	カップリングボルト
⑳	軸受台
㉑	ジャーナル軸受
㉒	軸受ボルト
㉓	ベースプレート
㉔	キー
㉕	基礎ボルト

表2.1-1　低圧タービン主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
バウンダリの維持	耐圧	外部車室	炭素鋼
		外部ケーシングボルト	低合金鋼
		内部車室	低合金鋼
		内部ケーシングボルト	低合金鋼
		クロスアラウンド管 エキスパンションジョイント	ステンレス鋼
		抽気短管	低合金鋼
		抽気短管 エキスパンションジョイント	ステンレス鋼
		大気放出板	（定期取替品）
		ガスケット	（消耗品）
	軸シール	パッキンケーシング	炭素鋼
		ラビリンスパッキン	低合金鋼
		油切り	炭素鋼
タービン性能の確保	エネルギー変換	翼	ステンレス鋼
		噴口	ステンレス鋼
		隔板締付ボルト	低合金鋼
		隔板	低合金鋼鋳鋼，低合金鋼
		レーシングワイヤ	ステンレス鋼
	エネルギー伝達	車軸	低合金鋼
		カップリングボルト	低合金鋼
	軸支持	軸受台	炭素鋼
		ジャーナル軸受	炭素鋼，ホワイトメタル
		軸受ボルト	低合金鋼
機器の支持	支持	ベースプレート	炭素鋼
		キー	炭素鋼
		基礎ボルト	炭素鋼

表 2.1-2　低圧タービンの使用条件

運転圧力	中間塞止加減弁入口 1.28 MPa～低圧タービン排気 5 kPa
運転温度	中間塞止加減弁入口 195 ℃～低圧タービン排気 35 ℃
回転速度	1,500 rpm
内部流体	蒸気

2.2 経年劣化事象の抽出

2.2.1 機器の機能達成に必要な項目

低圧タービンの機能である発電機駆動機能の達成に必要な項目は以下のとおり。

(1) バウンダリの維持

(2) タービン性能の確保

(3) 機器の支持

2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

(1) 想定される経年劣化事象の抽出

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

なお，消耗品及び定期取替品は以下のとおり評価対象外とする。

(2) 消耗品及び定期取替品の扱い

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

(3) 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

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

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

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

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

この結果，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象は抽出されなかった。

2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

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

a. 基礎ボルトの腐食（全面腐食）

基礎ボルトの健全性については，「機械設備の技術評価書」にて評価を実施するものとし，本評価書には含めない。

b. ラビリンスパッキンの摩耗

ラビリンスパッキンは，車軸との接触による摩耗が想定されるが，車軸との間に隙間を設け接触を防止している。また，分解点検時に車軸との隙間測定を実施しており，有意な摩耗がないことを確認している。

したがって，ラビリンスパッキンの摩耗は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

c. ジャーナル軸受の摩耗，はく離

ジャーナル軸受は，ホワイトメタルを軸受に鋳込み溶着しているので摩耗及びはく離が想定される。

摩耗については，車軸と軸受間に潤滑油が供給され軸受の摩耗を抑制している。

また，分解点検時に目視点検及び隙間測定を実施し，隙間が基準値に達した場合は補修又は取替を実施することにより，軸受の機能を維持している。

はく離については，分解点検時に目視点検及び浸透探傷検査を実施し，必要に応じて補修又は取替を実施することにより，軸受の機能を維持している。

したがって，ジャーナル軸受の摩耗，はく離は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

d. 外部車室（内面），内部車室，抽気短管，翼，噴口，隔板の腐食（流れ加速型腐食）

外部車室は炭素鋼，内部車室，抽気短管は低合金鋼，翼，噴口はステンレス鋼，隔板は低合金鋼鋳鋼及び低合金鋼であり，内部流体は高速蒸気であるため，流れ加速型腐食による減肉が想定される。

外部車室（内面），内部車室，抽気短管，翼，噴口，隔板については，タービン開放点検時に目視点検を実施している。また，減肉が進行した場合は補修を実施することにより機能を維持している。

したがって，外部車室（内面），内部車室，抽気短管，翼，噴口，隔板の腐食（流れ加速型腐食）による減肉は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

e. 内部ケーシングボルト，パッキンケーシング，隔板締付ボルト，車軸の腐食（流れ加速型腐食）

内部ケーシングボルト，隔板締付ボルト，車軸は低合金鋼，パッキンケーシングは炭素鋼であり，流れ加速型腐食による減肉が想定されるが，目視点検において有意な減肉がないことを確認している。

したがって，内部ケーシングボルト，パッキンケーシング，隔板締付ボルト，車軸の腐食（流れ加速型腐食）は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

f. 外部車室（外面），軸受台（外面）の腐食（全面腐食）

外部車室及び軸受台は炭素鋼であり外面からの腐食が想定される。

しかしながら，大気接触部は塗装により腐食を防止しており，塗膜が健全であれば腐食進行の可能性は小さい。

また，外部車室及び軸受台の外面は，目視点検において塗膜の状態を確認しており，はく離等が認められた場合は，必要に応じて補修を実施することにより機能を維持している。

したがって，今後も有意な腐食が発生する可能性は小さいことから，外部車室（外面），軸受台（外面）の腐食（全面腐食）は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

g. 外部ケーシングボルト，カップリングボルトの腐食（全面腐食）

外部ケーシングボルト，カップリングボルトは低合金鋼であり，腐食が想定されるが，目視点検において有意な腐食がないことを確認している。

したがって，外部ケーシングボルト，カップリングボルトの腐食（全面腐食）は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

h. 翼，噴口，隔板締付ボルト，車軸の応力腐食割れ

翼，噴口はステンレス鋼，隔板締付ボルト，車軸は低合金鋼であり，蒸気環境下で使用されていることから，応力腐食割れが想定される。

翼，噴口，隔板締付ボルトの応力腐食割れについては，分解時に目視点検及び浸透探傷検査を実施し，有意な欠陥がないことを確認している。

第 25 回定期検査時に低圧タービン(B)において，タービン側 13 段，14 段，発電機側 13 段の計 5 か所の車軸の翼取付部位（以下，「ダブテイル部」という）に欠陥が認められた。

車軸は低合金鋼であり，湿り蒸気環境下で使用されていることから，応力腐食割れと想定される。

車軸ダブテイル部の欠陥部分については，加工にて除去済であり，健全性に問題ないことを確認している。

また，車軸の応力腐食割れについては，目視点検，磁粉探傷検査，超音波探傷検査を実施することにより検知可能であり，健全性の確認は可能である。

したがって，翼，噴口，隔板締付ボルト，車軸の応力腐食割れは，高経年化対策上着目すべき劣化事象ではないと判断する。

i. 車軸の摩耗

車軸の軸受との摺動面は摩耗が想定されるが，潤滑油が供給され車軸と軸受間に油膜が形成されており，車軸の摩耗が発生する可能性は小さい。

なお，これまでの目視点検において有意な摩耗は認められておらず，今後もこれらの進展傾向が大きく変化する要因があるとは考え難い。

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

j. キーの摩耗

キーは，外部車室中心を車軸中心と合わせるための位置決めキーであり，車室の熱移動によりキーと車室の接触面の摩耗が想定されるが，外部車室内部は低圧タービンの排気であるため，熱移動が小さく，ほとんど移動しないことから，摩耗が発生する可能性は小さい。

なお，これまでのキーの目視点検及び厚さ測定による点検結果からも有意な摩耗は確認されておらず，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

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

k. 油切り，軸受台（内面），軸受ボルト，ベースプレートの腐食（全面腐食）

油切り，軸受台，ベースプレートは炭素鋼，軸受ボルトは低合金鋼であり，腐食が想定される。

しかしながら，油切り，軸受台（内面），軸受ボルトはオイルミスト環境下であること，また，軸受台とベースプレートのスライド部については，潤滑剤が塗布されていることから，腐食が発生する可能性は小さい。

なお，油切り，軸受台（内面），軸受ボルト，ベースプレートついては，これまでの目視点検において有意な腐食は認められておらず，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，油切り，軸受台（内面），軸受ボルト，ベースプレートの腐食（全面腐食）は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

l. 内部車室の疲労割れ

内部車室には，プラント起動・停止時の熱応力により疲労が蓄積され，疲労割れを起こす可能性があるが，プラント起動・停止の回数は 2 回／サイクルと少なく，起動・停止時には急激な温度変化を生じないように運転しており，熱応力による疲労蓄積は小さいことから疲労割れが発生する可能性は小さい。

なお，これまでの目視点検，浸透探傷検査において有意な欠陥は確認されておらず，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

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

m. 噴口の高サイクル疲労割れ

国内他プラント（PWR）の低圧タービン最終段静翼（BWR では噴口に相当）溶接部及びその近傍において，高サイクル疲労によるき裂が生じた事例があるが，国内 BWR プラントで噴口の高サイクル疲労の事例はない。

なお，これまでの目視点検及び浸透探傷検査結果において有意な欠陥は認められておらず，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

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

n. 翼，レーシングワイヤの高サイクル疲労割れ

東海第二の低圧タービンの翼は，数枚ごとに翼端でレーシングワイヤによって連結して群を構成している。過去，国内他プラント（PWR）において，群翼の固有振動数が回転周波数の整数倍に共振して翼が折損する事例が見られた。

また，海外プラントにおいて，車軸と翼の連成振動が，発電機の系統周波数に共振して，運開した直後に低圧タービン最終段翼が飛散した事例がある。

東海第二については，車軸と翼群の固有振動数が回転周波数に共振しないよう設計上考慮されている。また，車軸と翼の連成振動に関しては，運転開始後 40 年が経過している時点で共振が発生していないため，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

なお，これまでの目視点検及び浸透探傷検査結果からも翼に有意な欠陥は認められておらず，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，翼，レーシングワイヤの高サイクル疲労は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

o. 車軸の高サイクル疲労割れ

車軸はタービン運転時に定常応力と変動応力が発生する。高平均応力下において繰返し応力を受けると，応力集中部において高サイクル疲労割れが想定されるが，設計段階において高サイクル疲労割れが発生しないように考慮されている。

なお，これまでの車軸の目視点検，浸透探傷検査，磁粉探傷検査，超音波探傷検査の結果からも有意な欠陥は認められておらず，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

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

p. 翼，車軸の腐食疲労割れ

翼，車軸の隙間部に腐食媒体の濃縮から腐食が発生し，これに繰り返し応力が負荷される場合，疲労き裂が発生，進展することがあるが，当該機器については，こうした腐食媒体の濃縮を起こすような乾湿交番域が存在しない。

なお，これまでの目視点検からも有意な欠陥は確認されておらず，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，翼，車軸の腐食疲労割れは高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

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

a. 軸受台の摩耗

軸受台は，軸受台底面とベースプレートのスライド部に摩耗が想定されるが，当該部には，潤滑剤が塗布されており，軸受台の移動回数は2回／サイクル（プラントの起動・停止回数）と少なく，タービン起動時は温度を確認しながら昇温しているため，移動速度は緩やかであることから，摩耗が進行する可能性はない。

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

b. クロスアラウンド管エキスパンションジョイント，抽気短管エキスパンションジョイントの疲労割れ

エキスパンションジョイントは，プラント起動・停止時の車室伸びにより疲労が蓄積されるため，疲労割れが想定される。

しかしながら，エキスパンションジョイントは，プラント起動・停止時の車室伸びにより発生する応力が低くなるよう設計されている。

また，プラントは定格熱出力一定にて運転しており，プラント起動・停止回数は2回／1サイクルと少なく，さらに，タービン起動時には，暖機運転を実施しており，熱応力による材料の疲労蓄積は小さいことから，疲労割れが発生する可能性はない。

なお，抽気短管エキスパンションジョイントについては，保護管取付部の減肉対策として，これまでに全数の取替を実施している。

したがって，クロスアラウンド管エキスパンションジョイント，抽気短管エキスパンションジョイントの疲労割れは，高経年化対策上着目すべき劣化事象ではないと判断する。

c．クロスアラウンド管エキスパンションジョイント，抽気短管エキスパンションジョイントの応力腐食割れ

クロスアラウンド管エキスパンションジョイント，抽気短管エキスパンションジョイントはステンレス鋼であり，溶接部を有していることから，当該部に応力腐食割れが想定される。しかし，内部流体は蒸気であり，また，ベローズは薄肉のため溶接による残留応力は比較的小さいと考えられる。

さらに，抽気短管エキスパンションジョイントは鋭敏化特性に優れた低炭素材が使用されている。このため，応力腐食割れが発生する可能性はない。

したがって，クロスアラウンド管エキスパンションジョイント，抽気短管エキスパンションジョイントの応力腐食割れは，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

表 2.2-1　低圧タービンに想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考
					減肉		割れ		材質変化		その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
バウンダリの維持	耐圧	外部車室		炭素鋼		△*1*2△*3						*1：流れ加速型腐食 *2：内面 *3：外面 *4：高サイクル疲労割れ *5：腐食疲労割れ *6：はく離
		外部ケーシングボルト		低合金鋼		△						
		内部車室		低合金鋼		△*1	△					
		内部ケーシングボルト		低合金鋼		△*1						
		クロスアラウンド管エキスパンションジョイント		ステンレス鋼			▲	▲				
		抽気短管		低合金鋼		△*1						
		抽気短管エキスパンションジョイント		ステンレス鋼			▲	▲				
		大気放出板	◎	－								
		ガスケット	◎	－								
	軸シール	パッキンケーシング		炭素鋼		△*1						
		ラビリンスパッキン		低合金鋼	△							
		油切り		炭素鋼		△						
タービン性能の確保	エネルギー変換	翼		ステンレス鋼		△*1	△*4*5	△				
		噴口		ステンレス鋼		△*1	△*4	△				
		隔板締付ボルト		低合金鋼		△*1		△				
		隔板		低合金鋼鋳鋼，低合金鋼		△*1						
		レーシングワイヤ		ステンレス鋼			△*4					
	エネルギー伝達	車軸		低合金鋼	△	△*1	△*4*5	△				
		カップリングボルト		低合金鋼		△						
	軸支持	軸受台		炭素鋼	▲	△*2*3						
		ジャーナル軸受		炭素鋼，ホワイトメタル	△						△*6	
		軸受ボルト		低合金鋼		△						
機器の支持	支持	ベースプレート		炭素鋼		△						
		キー		炭素鋼	△							
		基礎ボルト		炭素鋼		△						

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

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

1.3 原子炉給水ポンプ駆動用蒸気タービン

［対象機器］

① 原子炉給水ポンプ駆動用蒸気タービン

目次

1. 対象機器 1.3-1
2. 原子炉給水ポンプ駆動用蒸気タービンの技術評価..... 1.3-2
2.1 構造，材料及び使用条件..... 1.3-2
2.2 経年劣化事象の抽出..... 1.3-11
2.2.1 機器の機能達成に必要な項目..... 1.3-11
2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出..... 1.3-11
2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象..... 1.3-12

1. 対象機器

東海第二で使用している原子炉給水ポンプ駆動用蒸気タービンの主な仕様を表1-1に示す。

表1-1　原子炉給水ポンプ駆動用蒸気タービンの主な仕様

機器名称	仕様（出力×回転速度）	重要度*1	使用条件		
			運転状態	運転圧力*2 (MPa)	運転温度*2 (℃)
原子炉給水ポンプ駆動用蒸気タービン	8,356 kW ×5,000 rpm	高*3	連続	高圧：6.55 低圧：1.31	高圧：282 低圧：195

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

*2：原子炉給水ポンプ駆動用蒸気タービン入口の蒸気条件を示す

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

2. 原子炉給水ポンプ駆動用蒸気タービンの技術評価

2.1 構造，材料及び使用条件

(1) 構造

a. タービン

東海第二の原子炉給水ポンプ駆動用蒸気タービンは7段の単気胴衝動式復水タービンであり，蒸気は高圧ノズルボックスよりタービンに流入し，各段を経て車室下半部にある排気口から排出され復水器に至る。

車室は高圧部が低合金鋼鋳鋼，低圧部が低合金鋼であり，上下半車室に分割され，ケーシングボルトにより締結されている。

ダイアフラム（隔板，噴口）は，車室内に嵌め込まれており蒸気の通路を形成している。隔板は，低圧初段～3段が低合金鋼鋳鋼，4段～7段が低合金鋼であり，また，噴口はステンレス鋼である。

車軸は低合金鋼，翼はステンレス鋼であり，周方向は2個のジャーナル軸受，軸方向は1個のスラスト軸受により支えられている。

車室両端面の車軸貫通部には，蒸気流出を防止するためにスチームシールパッキン（ラビリンスパッキン）が設けられており，多数のシールストリップを装備したラビリンスパッキンにより蒸気漏えいを防止している。

車室，ダイヤフラム，スチームシールパッキンはケーシングボルトを緩め，それぞれの上半部を取り出すことにより点検手入れが可能である。

なお，車室，隔板に流れ加速型腐食による減肉が認められたことから，第24回定期検査（2009年度）に耐食性の優れた材質のタービンに取替を実施している。

b. 弁

＜蒸気止め弁＞

東海第二の蒸気止め弁は玉形弁であり，原子炉給水ポンプ駆動用蒸気タービンA,B号機に高圧用，低圧用がそれぞれ1台設置されている。

蒸気止め弁は，タービントリップ時に蒸気を遮断するものである。

弁本体は，内部流体を内包するバウンダリを構成する耐圧部（弁箱，弁ふた，弁ふたボルト，弁軸封部），内部流体を仕切る隔離部（弁体，弁座）及び弁体を作動させる駆動力伝達部（弁棒，ピストン，油筒シリンダ，スプリング，ヨーク，ブッシュ，衛帯筐）からなる。

内部流体に接する弁箱，弁ふたは低合金鋼鋳鋼，弁体，弁座は低合金鋼であり，軸封部には内部流体の漏れを防止するため，グランドパッキンが使用されている。

弁体，弁座等は，弁ふたボルトを取外すことにより点検手入れが可能である。

＜蒸気加減弁＞

東海第二の蒸気加減弁は,玉形弁であり,原子炉給水ポンプ駆動用蒸気タービンA,B号機に高圧用，低圧用がそれぞれ1台設置されている。

高圧蒸気加減弁はタービン起動時から常用運転時まで使用し，蒸気流量を加減して原子炉への給水量を制御するものであり，低圧蒸気加減弁はタービン常用運転時に，蒸気流量を加減して原子炉への給水量を制御するものである。

弁本体は，内部流体を内包するバウンダリを構成する耐圧部（弁箱，弁ふた，弁ふたボルト，弁軸封部），内部流体を仕切る隔離部（弁体，弁座）及び弁体を作動させる駆動力伝達部（弁棒，ブッシュ，リフトロッド，ピストン，油筒シリンダ）からなる。

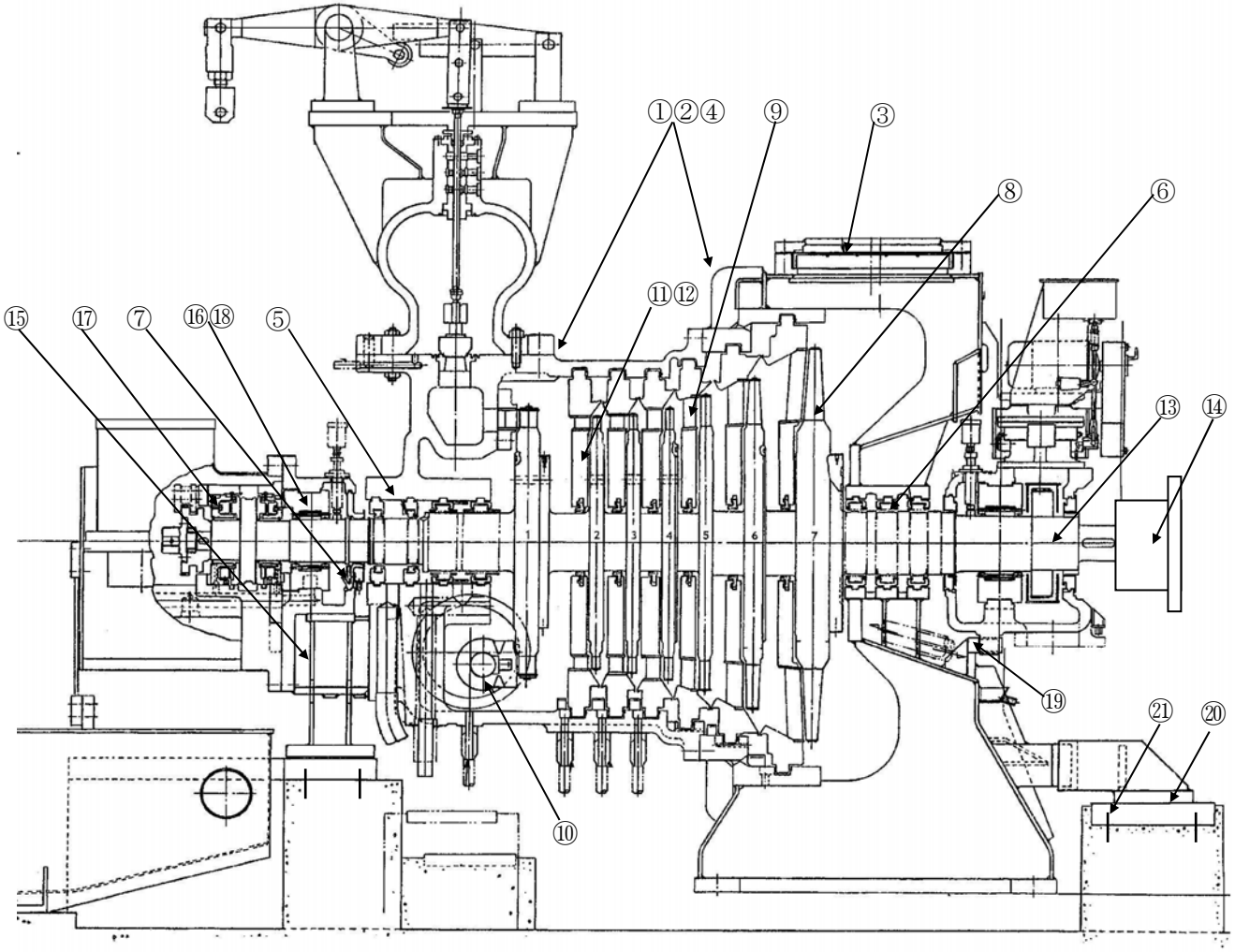
内部流体に接する弁箱，弁ふたは低合金鋼鋳鋼，弁体，弁座は低合金鋼であり，軸封部には内部流体の漏れを防止するため，グランドパッキンが使用されている。

弁体，弁座等は，弁ふたボルトを取り外すことにより点検手入れが可能である。

原子炉給水ポンプ駆動用蒸気タービンの構造図を図 2.1-1 に，弁の構造図を図2.1-2～4に示す。

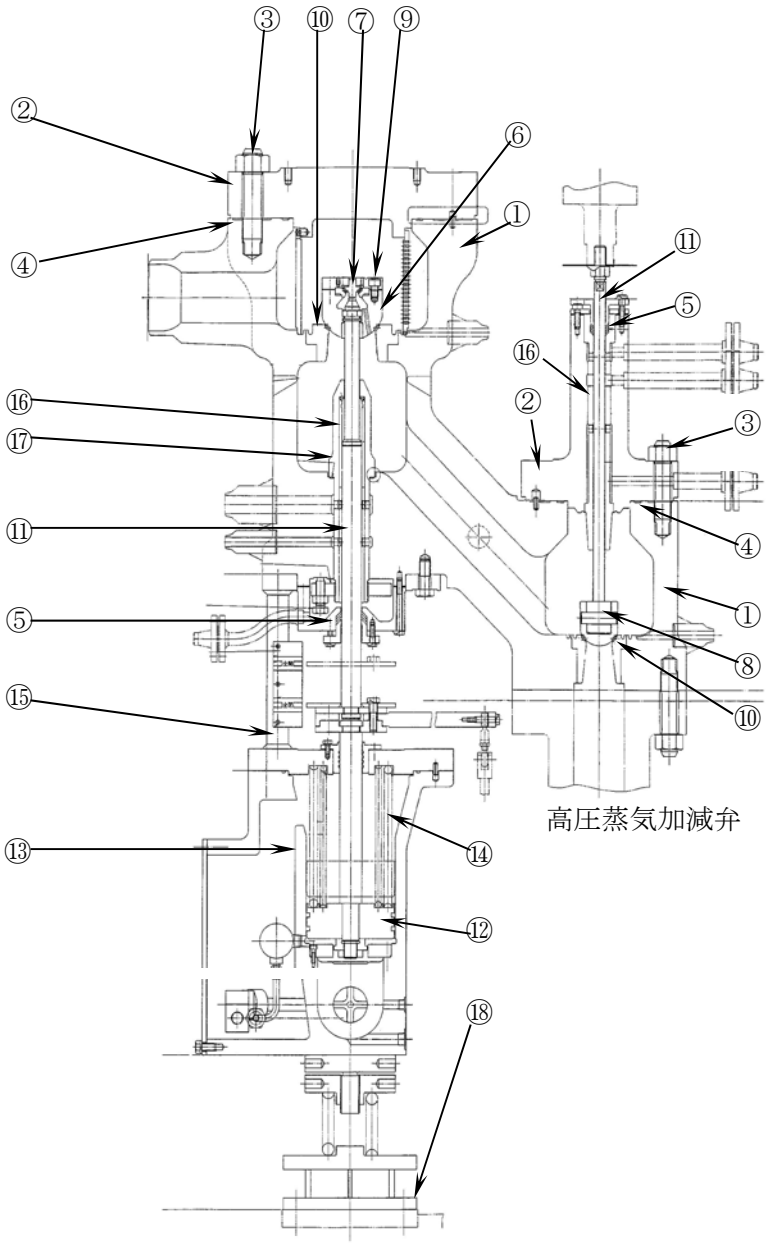
(2) 材料及び使用条件

東海第二の原子炉給水ポンプ駆動用蒸気タービン主要部位の使用材料を表2.1-1に,弁主要部位の使用材料を表2.1-2，3に，使用条件を表2.1-4に示す。



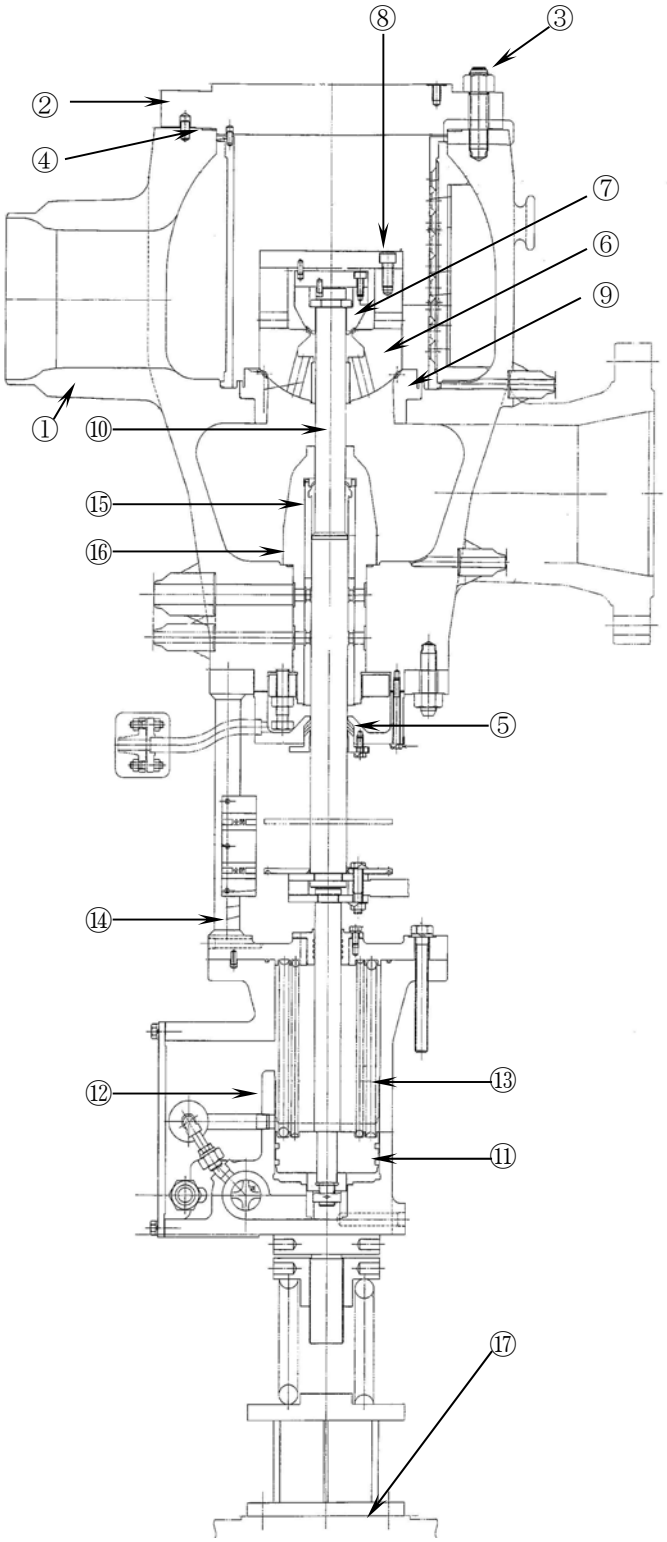
No.	部位
①	車室（高圧部，低圧部）
②	ケーシングボルト
③	大気放出板
④	パッキン
⑤	パッキンハウジング
⑥	ラビリンスパッキン
⑦	油切り
⑧	翼
⑨	噴口
⑩	高圧ノズルボックス
⑪	隔板固定キー・ボルト
⑫	隔板
⑬	車軸
⑭	ダイヤフラムカップリング
⑮	軸受台
⑯	ジャーナル軸受
⑰	スラスト軸受
⑱	軸受ボルト
⑲	キー
⑳	ベースプレート
㉑	基礎ボルト

図 2.1-1　原子炉給水ポンプ駆動用蒸気タービン構造図



No.	部位
①	弁箱
②	弁ふた
③	弁ふたボルト
④	パッキン
⑤	グランドパッキン
⑥	弁体（主弁）
⑦	弁体（副弁）
⑧	弁体（高圧蒸気加減弁）
⑨	弁体ボルト
⑩	弁座
⑪	弁棒
⑫	ピストン
⑬	油筒シリンダ
⑭	スプリング
⑮	ヨーク
⑯	ブッシュ
⑰	衛帯筐（高圧蒸気止め弁）
⑱	支持鋼材（高圧蒸気止め弁）

図 2.1-2　高圧蒸気止め弁,高圧蒸気加減弁構造図



No.	部位
①	弁箱
②	弁ふた
③	弁ふたボルト
④	パッキン
⑤	グランドパッキン
⑥	弁体(主弁)
⑦	弁体(副弁)
⑧	弁体ボルト
⑨	弁座
⑩	弁棒
⑪	ピストン
⑫	油筒シリンダ
⑬	スプリング
⑭	ヨーク
⑮	ブッシュ
⑯	衛帯筐
⑰	支持鋼材

図 2.1-3　低圧蒸気止め弁構造図

No.	部位	No.	部位
①	弁箱	⑦	弁座
②	弁ふた	⑧	弁棒
③	弁ふたボルト	⑨	ブッシュ
④	グランドパッキン	⑩	リフトロッド
⑤	弁体（主弁）	⑪	ピストン
⑥	弁体（副弁）	⑫	油筒シリンダ

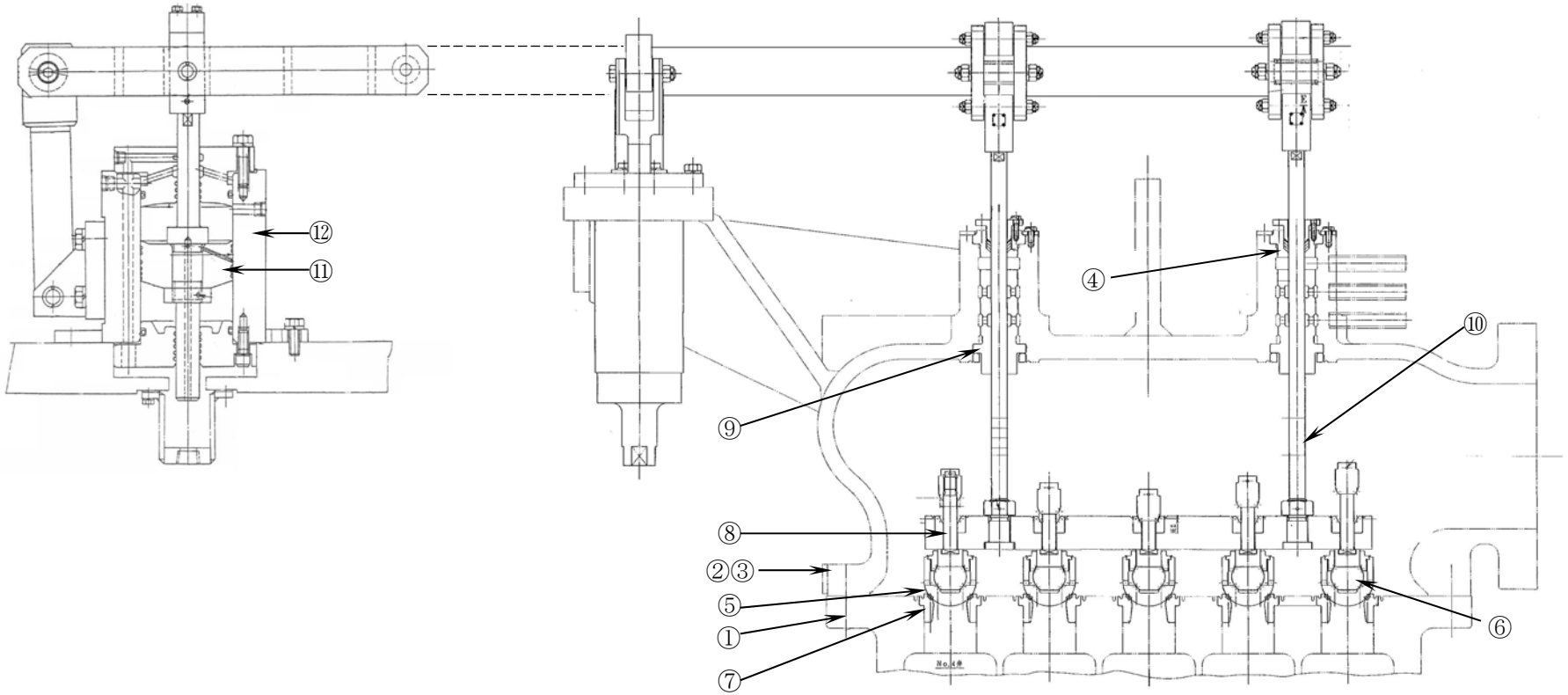


図 2.1-4　低圧蒸気加減弁構造図

表 2.1-1　原子炉給水ポンプ駆動用蒸気タービン主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
バウンダリの維持	耐圧	車室	高圧部：低合金鋼鋳鋼 低圧部：低合金鋼
		ケーシングボルト	低合金鋼，炭素鋼
		大気放出板	（定期取替品）
		パッキン	（消耗品）
	軸シール	パッキンハウジング	高圧部：低合金鋼鋳鋼 低圧部：低合金鋼
		ラビリンスパッキン	鉛入り Ni 黄銅
		油切り	アルミニウム合金鋳鋼， 銅合金鋼
タービン性能の確保	エネルギー変換	翼	ステンレス鋼
		噴口	ステンレス鋼
		高圧ノズルボックス	低合金鋼鋳鋼
		隔板固定キー・ボルト	低合金鋼
		隔板	低圧初段，2 段～3 段：低合金鋼鋳鋼 4 段～7 段：低合金鋼
	エネルギー伝達	車軸	低合金鋼
		ダイヤフラムカップリング	低合金鋼
	軸支持	軸受台	炭素鋼
		ジャーナル軸受	鋳鋼，炭素鋼，ホワイトメタル
		スラスト軸受	鋳鋼，炭素鋼，ホワイトメタル
		軸受ボルト	低合金鋼
機器の支持	支持	キー	炭素鋼
		ベースプレート	炭素鋼
		基礎ボルト	炭素鋼

表2.1-2　高圧蒸気止め弁及び低圧蒸気止め弁主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料	
			高圧蒸気止め弁	低圧蒸気止め弁
バウンダリの維持	耐圧	弁箱	低合金鋼鋳鋼	低合金鋼鋳鋼
		弁ふた	低合金鋼鋳鋼	低合金鋼鋳鋼
		弁ふたボルト	低合金鋼	低合金鋼
	シール	パッキン	（消耗品）	（消耗品）
		グランドパッキン	（消耗品）	（消耗品）
隔離機能の維持	隔離	弁体（主弁）	低合金鋼（ステライト肉盛）	低合金鋼（ステライト肉盛）
		弁体（副弁）	低合金鋼（ステライト肉盛）	低合金鋼（ステライト肉盛）
		弁体ボルト	低合金鋼	低合金鋼
		弁座	低合金鋼（ステライト肉盛）	低合金鋼（ステライト肉盛）
作動機能の維持	駆動力伝達	弁棒	低合金鋼	低合金鋼
		ピストン	炭素鋼	炭素鋼
		油筒シリンダ	炭素鋼鋳鋼	炭素鋼鋳鋼
		スプリング	ばね鋼	ばね鋼
		ヨーク	炭素鋼	炭素鋼
		ブッシュ	低合金鋼	低合金鋼
		衛帯筐	低合金鋼	低合金鋼
機器の支持	支持	支持鋼材	炭素鋼	炭素鋼

表2.1-3　高圧蒸気加減弁及び低圧蒸気加減弁主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料	
			高圧蒸気加減弁	低圧蒸気加減弁
バウンダリの維持	耐圧	弁箱	低合金鋼鋳鋼	低合金鋼鋳鋼
		弁ふた	低合金鋼鋳鋼	低合金鋼鋳鋼
		弁ふたボルト	低合金鋼	低合金鋼
	シール	パッキン	（消耗品）	－
		グランドパッキン	（消耗品）	（消耗品）
隔離機能の維持	隔離	弁体	低合金鋼（ステライト肉盛）	－
		弁体（主弁）	－	低合金鋼（ステライト肉盛）
		弁体（副弁）	－	低合金鋼（ステライト肉盛）
		弁座	低合金鋼（ステライト肉盛）	低合金鋼（ステライト肉盛）
作動機能の維持	駆動力伝達	弁棒	低合金鋼	低合金鋼
		ブッシュ	低合金鋼	低合金鋼
		リフトロッド	－	低合金鋼
		ピストン	鋳鉄	
		油筒シリンダ	炭素鋼	

表 2.1-4　原子炉給水ポンプ駆動用蒸気タービンの使用条件

運転圧力	高圧側：6.55 MPa，低圧側：1.31 MPa
運転温度	高圧側：282 ℃，低圧側：195 ℃
回転速度	5,000 rpm
内部流体	蒸気

2.2 経年劣化事象の抽出

2.2.1 機器の機能達成に必要な項目

原子炉給水ポンプ駆動用蒸気タービンの機能である原子炉給水機能の達成に必要な項目は以下のとおり。

(1) バウンダリの維持
(2) タービン性能の確保
(3) 機器の支持
(4) 作動機能の維持
(5) 隔離機能の維持

2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

(1) 想定される経年劣化事象の抽出

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

なお，消耗品及び定期取替品は以下のとおり評価対象外とする。

(2) 消耗品及び定期取替品の扱い

パッキン，グランドパッキンは消耗品，大気放出板は定期取替品であり，設計時に長期使用はせず取替を前提としていることから，高経年化対策を見極める上での評価対象外とする。

(3) 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

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

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

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

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

この結果，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象は抽出されなかった。

2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

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

a. 基礎ボルトの腐食（全面腐食）

基礎ボルトの健全性については，「機械設備の技術評価書」にて評価を実施するものとし，本評価書には含めない。

b. ラビリンスパッキンの摩耗［タービン］

ラビリンスパッキンは，車軸との間に隙間を設け，隙間管理を実施し，接触を防止している。また，分解点検時に車軸との隙間測定を実施しており，有意な摩耗がないことを確認している。

したがって，ラビリンスパッキンの摩耗は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

c. ジャーナル軸受及びスラスト軸受の摩耗，はく離［タービン］

ジャーナル軸受及びスラスト軸受は，ホワイトメタルを軸受パッドに溶着しているので摩耗及びはく離が想定される。

摩耗については，主軸と軸受間に潤滑油が供給され軸受の摩耗を抑制している。

また，分解点検時に目視点検及び隙間測定を行い，隙間が基準値に達した場合は取替又は補修を実施することにより，軸受の機能を維持している。

はく離については，分解点検時に目視点検及び浸透探傷検査を実施し，必要に応じて取替又は補修を実施することにより，軸受の機能を維持している。

したがって，ジャーナル軸受及びスラスト軸受の摩耗，はく離は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

d. 弁棒，ブッシュ，衛帯筐の摩耗［高圧蒸気止め弁，高圧蒸気加減弁，低圧蒸気止め弁，低圧蒸気加減弁］

蒸気止め弁及び蒸気加減弁の弁棒，ブッシュ，衛帯筐は低合金鋼であり摩耗の可能性はあるが，目視点検において有意な摩耗がないことを確認している。

したがって，弁棒，ブッシュ，衛帯筐の摩耗は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

e. 車室（内面），パッキンハウジング，翼，噴口，高圧ノズルボックス，車軸，弁箱（内面），弁ふた（内面），弁棒，ブッシュ，衛帯筐，リフトロッドの腐食（流れ加速型腐食）［タービン，高圧蒸気止め弁，高圧蒸気加減弁，低圧蒸気止め弁，低圧蒸気加減弁］

車室高圧部（タービン），パッキンハウジング高圧部（タービン），高圧ノズルボックス（タービン），弁箱（弁共通），弁ふた（弁共通）は低合金鋼鋳鋼，翼（タービン），噴口（タービン）はステンレス鋼，車軸（タービン），パッキンハウジング低圧部（タービン），弁棒（弁共通），ブッシュ（弁共通），衛帯筐（高圧蒸気止め弁，低圧蒸気止め弁），リフトロッド（低圧蒸気加減弁）は低合金鋼であり，内部流体は湿分を含んだ高速蒸気であるため，流れ加速型腐食により減肉の可能性がある。

しかし，目視点検において有意な減肉がないことを確認している。

したがって，車室（内面），パッキンハウジング，翼，噴口，高圧ノズルボックス，車軸，弁箱（内面），弁ふた（内面），弁棒，ブッシュ，衛帯筐，リフトロッドの腐食（流れ加速型腐食）は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

f. 車室（外面），軸受台（外面），弁箱（外面），弁ふた（外面），ヨーク，支持鋼材の腐食（全面腐食）［タービン，高圧蒸気止め弁，高圧蒸気加減弁，低圧蒸気止め弁，低圧蒸気加減弁］

軸受台（タービン），ヨーク，支持鋼材（高圧及び低圧蒸気止め弁）は炭素鋼，車室低圧部（タービン）は低合金鋼，車室高圧部（タービン），弁箱，弁ふた（弁共通）は低合金鋼鋳鋼であり腐食発生の可能性があるが，大気接触部は塗装により腐食を防止しており，塗膜が健全であれば腐食進行の可能性は小さい。

これまで車室（外面），軸受台（外面），弁箱（外面），弁ふた（外面），ヨーク，支持鋼材は，目視点検において塗膜状態を確認しており，はく離等が認められた場合は，必要に応じて補修を実施することにより機能を維持している。

したがって，車室（外面），軸受台（外面），弁箱（外面），弁ふた（外面），ヨーク，支持鋼材の腐食（全面腐食）は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

g. 隔板固定キー・ボルト，隔板の腐食（全面腐食）［タービン］

隔板固定キー・ボルトは低合金鋼，隔板は低合金鋼鋳鋼及び低合金鋼であり，蒸気環境下にあることから，腐食発生の可能性があるが，目視点検において有意な腐食がないことを確認している。

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

h. ケーシングボルト，弁ふたボルト，弁体ボルトの腐食（全面腐食）［タービン，高圧蒸気止め弁，低圧蒸気止め弁，高圧蒸気加減弁，低圧蒸気加減弁］

ケーシングボルト（タービン）は低合金鋼及び炭素鋼，弁ふたボルト（弁共通），弁体ボルト（高圧蒸気止め弁及び低圧蒸気止め弁）は低合金鋼であり，外気に接触していること，もしくは湿分を含んだ高速蒸気環境にあるため，腐食の可能性があるが，目視点検において有意な腐食がないことを確認している。

したがって，ケーシングボルト，弁ふたボルト，弁体ボルトの腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

i. ラビリンスパッキンのエロージョン［タービン］

ラビリンスパッキンは鉛入り Ni 黄銅であり，内部流体は湿分を含んだ高速蒸気であるため，エロージョンにより減肉する可能性がある。

しかし，分解点検時の目視点検において有意なエロージョンがないことを確認している。

したがって，ラビリンスパッキンのエロージョンは，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

j. 弁体（主弁・副弁），弁体，弁座の腐食（流れ加速型腐食）［高圧蒸気止め弁，高圧蒸気加減弁，低圧蒸気止め弁，低圧蒸気加減弁］

高圧蒸気止め弁，低圧蒸気止め弁，低圧蒸気加減弁の弁体（主弁・副弁）及び弁座，高圧蒸気加減弁の弁体及び弁座は低合金鋼であり内部流体は湿分を含んだ高速蒸気であるため，流れ加速型腐食により減肉する可能性があるが，分解点検時に目視点検及び浸透探傷検査を実施し，必要に応じて溶接補修等を実施することにより機能を維持している。

したがって，弁体（主弁・副弁），弁体，弁座の腐食（流れ加速型腐食）は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

k. 弁体（主弁・副弁），弁体，弁座シート部のエロージョン［高圧蒸気加減弁，低圧蒸気加減弁］

低圧蒸気加減弁の弁体（主弁・副弁）及び弁座，高圧蒸気加減弁の弁体及び弁座は低合金鋼であり，シート部にステライト肉盛が施されている。

高圧蒸気加減弁，低圧蒸気加減弁については，目視点検において有意なエロージョンがないことを確認している。

したがって，弁体（主弁・副弁），弁体，弁座シート部のエロージョンは高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

l. 翼，隔板固定キー・ボルト，車軸，弁体ボルトの応力腐食割れ［タービン，高圧蒸気止め弁，低圧蒸気止め弁］

タービンの翼はステンレス鋼，隔板固定キー・ボルト，車軸，高圧蒸気止め弁及び低圧蒸気止め弁の弁体ボルトは低合金鋼であり，湿り蒸気環境下で使用されていることから，応力腐食割れが発生する可能性がある。

翼，隔板固定キー・ボルト，車軸，弁体ボルトの応力腐食割れについては，目視点検，浸透探傷検査，超音波探傷検査において有意な欠陥がないことを確認している。

したがって，翼，隔板固定キー・ボルト，車軸，弁体ボルトの応力腐食割れは高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

m. 車軸の摩耗［タービン］

車軸の軸受との摺動面は摩耗が想定されるが，潤滑油が供給され車軸と軸受間に油膜が形成されており，車軸の摩耗が発生する可能性は小さい。

なお，これまでの目視点検及び隙間計測結果において有意な摩耗は認められておらず，今後もこれらの進展傾向が大きく変化する要因があるとは考え難い。

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

n. キーの摩耗［タービン］

当該キーは車室の中心を決める位置決めキーであり，車室の熱移動により車室との接触面の摩耗が想定されるが，車室の移動回数は 2 回／1 サイクル（プラントの起動・停止回数）と少なく，タービン起動時は車室温度を確認しながら昇温しているため，車室の移動は緩やかであることから，摩耗が進行する可能性は小さい。

なお，これまでの目視点検において有意な摩耗は認められておらず，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

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

o. 油切り，軸受台(内面)，軸受ボルト，ベースプレートの腐食（全面腐食）［タービン］

油切りは銅合金鋼，軸受台，ベースプレートは炭素鋼，軸受ボルトは低合金鋼であり腐食が想定されるが，油切り，軸受台(内面)，軸受ボルトはオイルミスト環境下であること，また，軸受台とベースプレートのスライド部については，潤滑剤が塗布されていることから腐食が発生する可能性は小さい。

なお，油切り，軸受ボルト，軸受台とベースプレートのスライド部については，これまでの目視点検において有意な腐食は認められておらず，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，油切り，軸受台(内面)，軸受ボルト，ベースプレートの腐食（全面腐食）は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

p. 弁体（主弁，副弁），弁座のシート部のエロージョン［高圧蒸気止め弁，低圧蒸気止め弁］

高圧蒸気止め弁，低圧蒸気止め弁の弁体（主弁，副弁），弁座は低合金鋼であり，シート部にステライト肉盛が施されている。

高圧蒸気止め弁，低圧蒸気止め弁は流量制御を行わず，通常は全閉又は全開で使用されるため弁体（主弁，副弁），弁座のシート部のエロージョンの可能性は小さい。

なお，弁体（主弁，副弁），弁座のシート部は，目視点検において有意なエロージョンは認められておらず，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，弁体（主弁，副弁），弁座のシート部のエロージョンは高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

q. 車室の疲労割れ［タービン］

車室は低合金鋼鋳鋼及び低合金鋼であり，疲労割れが想定されるが，起動・停止時には急激な温度変化を生じないように運転されており，疲労割れが発生する可能性は小さい。

なお，これまでの目視点検，浸透探傷検査において有意な欠陥は確認されておらず，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

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

r. 翼の高サイクル疲労割れ［タービン］

翼は，群翼振動数と回転周波数が共振することのないよう設計段階で考慮されている。海外プラントにおいて，車軸と翼の連成振動により低圧タービンの最終段長翼が飛散した事例はあるが，原子炉給水ポンプ駆動用蒸気タービンのように翼長の非常に短い剛構造の翼については，車軸と翼の連成振動が発生する可能性は小さい。

なお，分解点検時の目視点検，浸透探傷検査において有意な欠陥は認められておらず，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

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

s. 噴口の高サイクル疲労割れ［タービン］

国内他プラントの低圧タービン最終段静翼（BWR では噴口に相当）溶接部及びその近傍において，高サイクル疲労によるき裂が生じた事例があったが，原子炉給水ポンプ駆動用蒸気タービン噴口の翼長は低圧タービンのものと比較して非常に短いことから剛性が高く，高サイクル疲労割れの可能性は小さい。

なお，国内外のプラントで原子炉給水ポンプ駆動用蒸気タービン噴口の高サイクル疲労割れの事例はない。また，これまでの目視点検，浸透探傷検査において有意な欠陥は認められておらず，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

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

t. 車軸の高サイクル疲労割れ［タービン］

車軸はタービン運転時に定常応力と変動応力が発生する。高平均応力において繰り返し応力を受けると，応力集中部において高サイクル疲労割れが想定されるが，設計段階において疲労割れが発生しないように考慮している。

なお，これまでの車軸の目視点検，浸透探傷検査において有意な欠陥は認められておらず，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

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

u. 翼・車軸の腐食疲労割れ［タービン］

翼・車軸の隙間部に腐食媒体の濃縮が発生し，これに繰り返し応力が負荷される場合，腐食疲労割れが発生，進展することがあるが，当該機器はこうした腐食媒体が濃縮を起こすような乾湿交番域は存在しない。

なお，これまでの目視点検，浸透探傷検査において有意な欠陥は認められておらず，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，翼・車軸の腐食疲労割れは高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

v. 弁棒の疲労割れ［高圧蒸気止め弁，高圧蒸気加減弁，低圧蒸気止め弁，低圧蒸気加減弁］

弁棒段付部等は角部を滑らかにし，応力集中を起こさないような構造をしており，発生応力の低減を図っている。

なお，これまでの目視点検，浸透探傷検査において有意な欠陥は認められておらず，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

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

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

a. ピストン，油筒シリンダの摩耗［高圧蒸気止め弁，高圧蒸気加減弁，低圧蒸気止め弁，低圧蒸気加減弁］

ピストン及び油筒シリンダは，摺動部に摩耗が想定されるが，シリンダ内は潤滑油で満たされていることから，摺動部の摩耗の可能性はない。

したがって，ピストン，油筒シリンダの摩耗は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

b. スプリングのへたり［高圧蒸気止め弁，低圧蒸気止め弁］

スプリングは常時応力のかかった状態で使用されるため，へたりが想定される。

しかし，スプリング使用時のねじり応力は許容ねじり応力以下になるよう設定されており，また，スプリングの材料に対する推奨最高使用温度よりも実際の使用温度は低いことから，へたりの進行の可能性はない。

したがって，スプリングのへたりは高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

表 2.2-1(1/3)　原子炉給水ポンプ駆動用蒸気タービンに想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考
					減肉		割れ		材質変化		その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
バウンダリの維持	耐圧	車室		高圧部：低合金鋼鋳鋼 低圧部：低合金鋼		△*1*2 △*3	△					*1:流れ加速型腐食 *2:内面 *3:外面 *4:エロージョン *5:高サイクル疲労割れ *6:低圧初段～3段 *7:4段～7段 *8:腐食疲労割れ *9:はく離
		ケーシングボルト		低合金鋼，炭素鋼		△						
		大気放出板	◎	―								
		パッキン	◎	―								
	軸シール	パッキンハウジング		高圧部：低合金鋼鋳鋼 低圧部：低合金鋼		△*1						
		ラビリンスパッキン		鉛入り Ni 黄銅	△	△*4						
		油切り		アルミニウム合金鋳鋼，銅合金鋼		△						
タービン性能の確保	エネルギー変換	翼		ステンレス鋼		△*1	△*5*8	△				
		噴口		ステンレス鋼		△*1	△*5					
		高圧ノズルボックス		低合金鋼鋳鋼		△*1						
		隔板固定キー・ボルト		低合金鋼		△		△				
		隔板		低合金鋼鋳鋼*6 低合金鋼*7		△						
	エネルギー伝達	車軸		低合金鋼	△	△*1	△*5*8	△				
		ダイヤフラムカップリング		低合金鋼								
	軸支持	軸受台		炭素鋼		△*2*3						
		ジャーナル軸受，スラスト軸受		鋳鋼，炭素鋼，ホワイトメタル	△						△*9	
		軸受ボルト		低合金鋼		△						
機器の支持	支持	キー		炭素鋼	△							
		ベースプレート		炭素鋼		△						
		基礎ボルト		炭素鋼		△						

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表 2.2-1(2/3)　高圧，低圧蒸気止め弁に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考
					減肉		割れ		材料変化		その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
バウンダリの維持	耐圧	弁箱		低合金鋼鋳鋼		△*1*2 △*3						*1:流れ加速型腐食 *2:内面 *3:外面 *4:シート部はステライト肉盛 *5:シート部のエロージョン *6:スプリングのへたり
		弁ふた		低合金鋼鋳鋼		△*1*2 △*3						
		弁ふたボルト		低合金鋼		△						
	シール	パッキン	◎	―								
		グランドパッキン	◎	―								
隔離機能の維持	隔離	弁体（主弁，副弁）*4		低合金鋼		△*1*5						
		弁体ボルト		低合金鋼		△		△				
		弁座*4		低合金鋼		△*1*5						
作動機能の維持	駆動力伝達	弁棒		低合金鋼	△	△*1	△					
		ピストン		炭素鋼	▲							
		油筒シリンダ		炭素鋼鋳鋼	▲							
		スプリング		ばね鋼							▲*6	
		ヨーク		炭素鋼		△						
		ブッシュ		低合金鋼	△	△*1						
		衛帯筐		低合金鋼	△	△*1						
機器の支持	支持	支持鋼材		炭素鋼		△						

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

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

表 2.2-1(3/3)　高圧，低圧蒸気加減弁に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考
					減肉		割れ		材料変化		その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
バウンダリの維持	耐圧	弁箱		低合金鋼鋳鋼		△*1*2 △*3						*1:流れ加速型腐食 *2:内面 *3:外面 *4:シート部はステライト肉盛 *5:低圧蒸気加減弁 *6:高圧蒸気加減弁 *7:シート部のエロージョン
		弁ふた		低合金鋼鋳鋼		△*1*2 △*3						
		弁ふたボルト		低合金鋼		△						
	シール	パッキン	◎	－								
		グランドパッキン	◎	－								
隔離機能の維持	隔離	弁体（主弁，副弁）*4*5		低合金鋼		△*1△*7						
		弁体*6		低合金鋼		△*1△*7						
		弁座*4		低合金鋼		△*1△*7						
作動機能の維持	駆動力伝達	弁棒		低合金鋼	△	△*1	△					
		ブッシュ		低合金鋼	△	△*1						
		リフトロッド（低圧加減弁）		低合金鋼		△*1						
		ピストン		鋳鉄	▲							
		油筒シリンダ		炭素鋼	▲							

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

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

1.4 主要弁

［対象弁］

① 主塞止弁
② 加減弁
③ 中間塞止加減弁
④ タービンバイパス弁
⑤ クロスアラウンド管逃し弁

目次

1. 対象機器 1.4-1
2. 主要弁の技術評価 1.4-2
2.1 構造，材料及び使用条件 1.4-2
2.1.1 主塞止弁 1.4-2
2.1.2 加減弁 1.4-6
2.1.3 中間塞止加減弁 1.4-9
2.1.4 タービンバイパス弁 1.4-12
2.1.5 クロスアラウンド管逃し弁 1.4-15
2.2 経年劣化事象の抽出 1.4-18
2.2.1 機器の機能達成に必要な項目 1.4-18
2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出 1.4-18
2.2.3 高経年化評価上着目すべき経年劣化事象ではない事象 1.4-19

1. 対象機器

東海第二で使用している主要弁の主な仕様を表 1-1 に示す。

表 1-1　主要弁の主な仕様

機器名称	型式	口径 (A)	重要度*1	使用条件		
				運転状態	運転圧力 (MPa)	運転温度 (℃)
主塞止弁	玉形弁	650	PS-2	連続	6.55	282
加減弁	バランス形弁	700	高*2	連続	6.55	282
中間塞止加減弁	複合弁	1,050	高*2	連続	1.28	195
タービンバイパス弁	玉形弁	450	PS-2	一時	6.55	282
クロスアラウンド管逃し弁	安全弁	450	高*2	一時	1.28	195

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

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

2. 主要弁の技術評価

2.1 構造，材料及び使用条件

2.1.1 主塞止弁

(1) 構造

東海第二の主塞止弁は玉形弁であり，高圧タービン入口に 4 台設置されている。

本弁は,タービントリップ時に,高圧タービンへの蒸気供給を遮断するものである。

弁本体は，内部流体を内包するバウンダリを構成する耐圧部（弁箱，弁ふた，弁ふたボルト，弁軸封部），内部流体を仕切る隔離部（弁体，弁体ボルト，弁座）及び弁体を作動させる駆動部（弁棒，ピストン，油筒シリンダ，スプリング，ヨーク，衛帯筐），弁を支える支持部（支持鋼材，埋込金物）からなる。

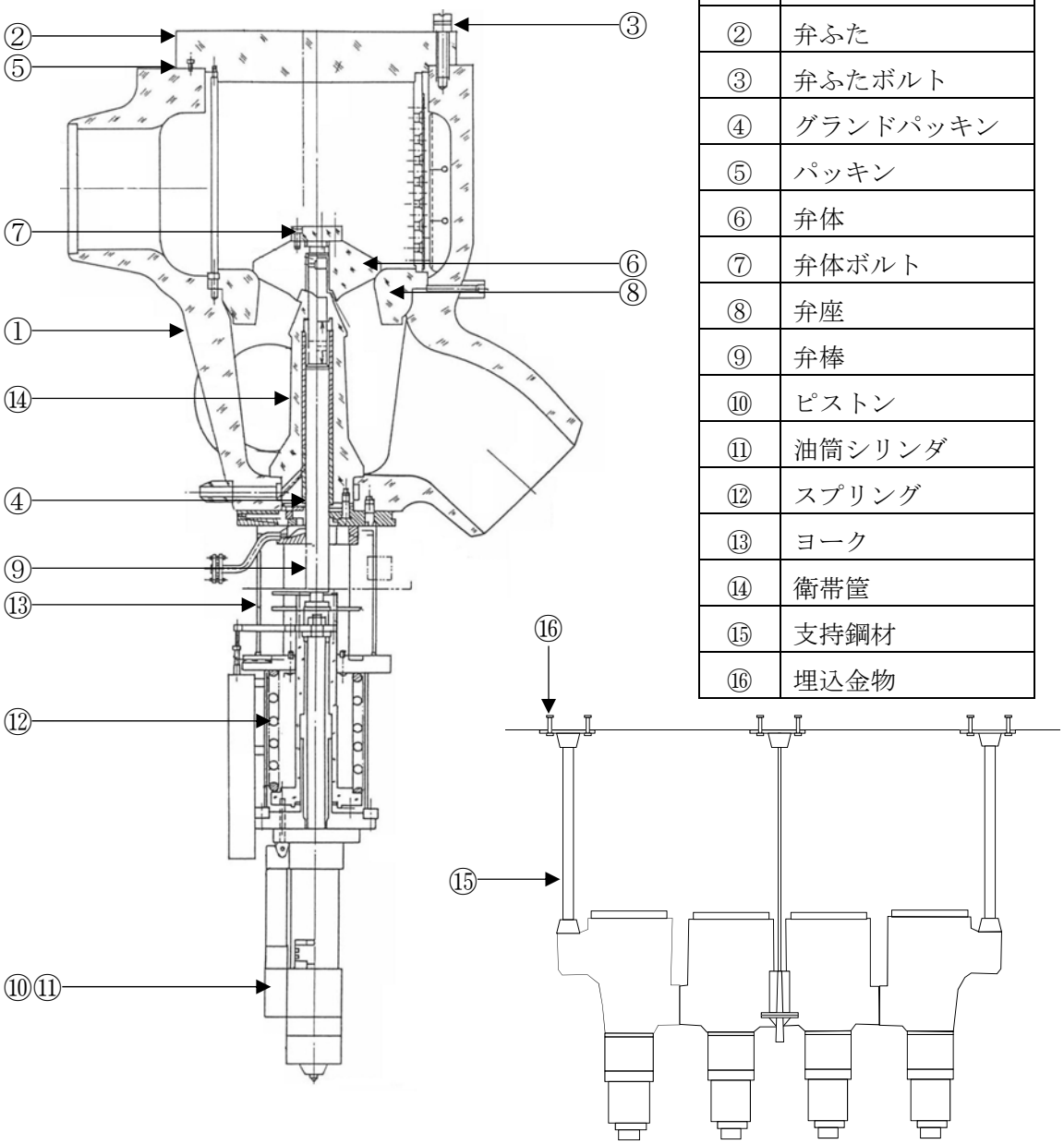
また，主塞止弁（No.2）については，タービンウォーミング用の副弁が設けられている。

内部流体に接する弁箱，衛帯筐は鋳鋼，弁ふた，弁体（主弁，副弁），弁座は低合金鋼，弁棒は炭素鋼であり，軸封部には内部流体の漏れを防止するため，グランドパッキンが使用されている。

主塞止弁の構造図を図 2.1-1,2 に示す。

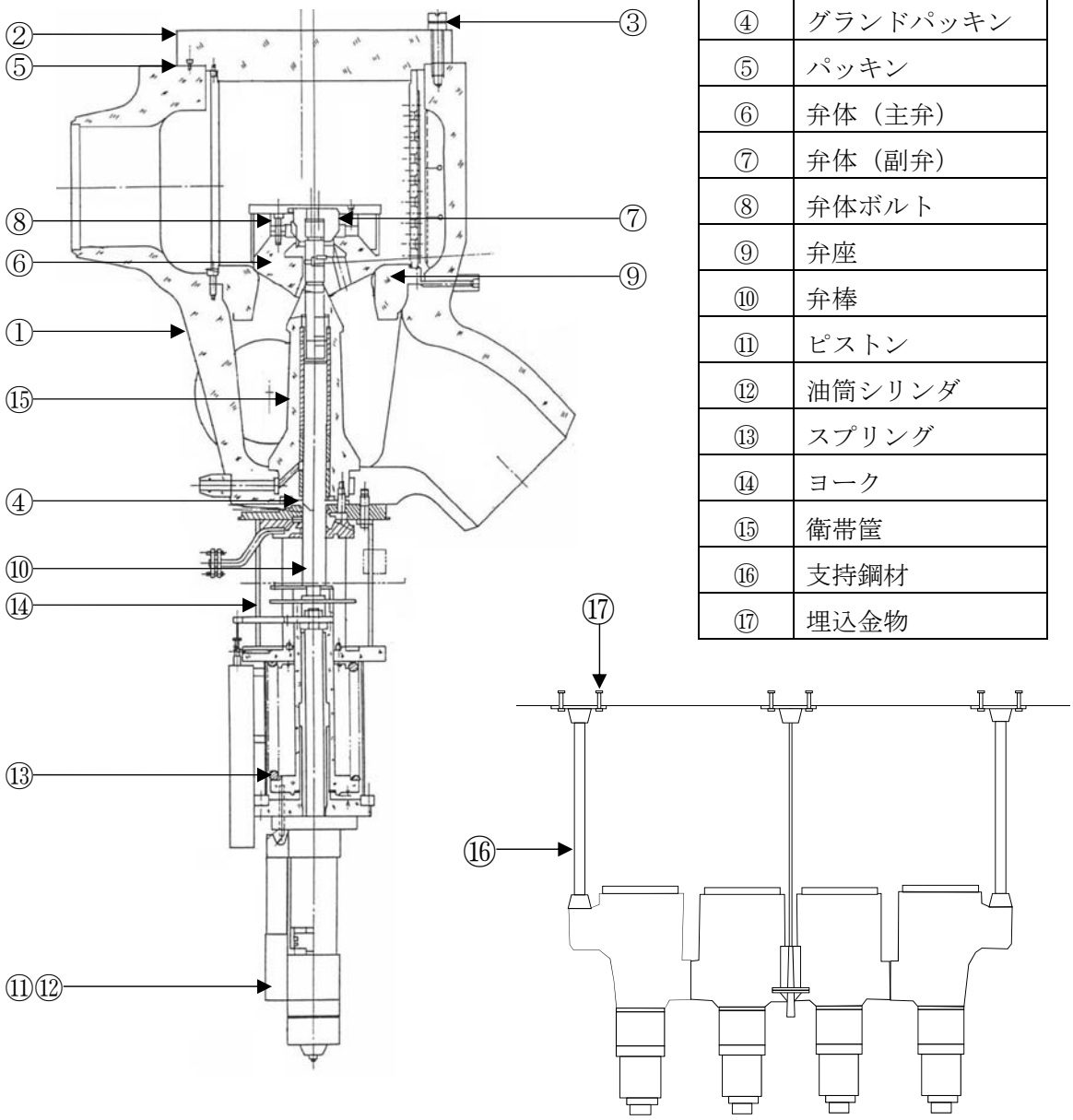
(2) 材料及び使用条件

東海第二の主塞止弁主要部位の使用材料を表2.1-1に,使用条件を表2.1-2に示す。



No.	部位
①	弁箱
②	弁ふた
③	弁ふたボルト
④	グランドパッキン
⑤	パッキン
⑥	弁体
⑦	弁体ボルト
⑧	弁座
⑨	弁棒
⑩	ピストン
⑪	油筒シリンダ
⑫	スプリング
⑬	ヨーク
⑭	衛帯筐
⑮	支持鋼材
⑯	埋込金物

図2.1-1　主塞止弁(No.1,3,4)構造図



No.	部位
①	弁箱
②	弁ふた
③	弁ふたボルト
④	グランドパッキン
⑤	パッキン
⑥	弁体（主弁）
⑦	弁体（副弁）
⑧	弁体ボルト
⑨	弁座
⑩	弁棒
⑪	ピストン
⑫	油筒シリンダ
⑬	スプリング
⑭	ヨーク
⑮	衛帯筐
⑯	支持鋼材
⑰	埋込金物

図2.1-2　主塞止弁(No.2)構造図

表 2.1-1　主塞止弁主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
バウンダリの維持	耐圧	弁箱	鋳鋼
		弁ふた	低合金鋼
		弁ふたボルト	低合金鋼
	シール	グランドパッキン	（消耗品）
		パッキン	（消耗品）
隔離機能の維持	隔離	弁体（主弁）	低合金鋼（ステライト肉盛）
		弁体（副弁）(No.2のみ)	低合金鋼（ステライト肉盛）
		弁体ボルト	低合金鋼
		弁座	低合金鋼（ステライト肉盛）
作動機能の維持	駆動力伝達	弁棒	炭素鋼
		ピストン	鋳鉄
		油筒シリンダ	炭素鋼
		スプリング	ばね鋼
		ヨーク	炭素鋼
		衛帯筐	鋳鋼
機器の支持	支持	支持鋼材	炭素鋼
		埋込金物	炭素鋼

表 2.1-2　主塞止弁の使用条件

運転圧力	6.55 MPa
運転温度	282 ℃
内部流体	蒸気

2.1.2 加減弁

(1) 構造

東海第二の加減弁はバランス形弁であり，主塞止弁の下流に 4 台設置されている。

本弁は，高圧タービンへの蒸気流量を制御するものである。

弁本体は，内部流体を内包するバウンダリを構成する耐圧部（弁箱，弁ふた，弁ふたボルト，弁軸封部），内部流体を仕切る隔離部（弁体，弁体ボルト，弁座）及び弁体を作動させる駆動部（弁棒，ピストン，油筒シリンダ，スプリング，ヨーク，ブッシュ，バランスチャンバー）からなる。

内部流体に接する弁箱は鋳鋼，弁ふた，弁体，弁座，バランスチャンバーは低合金鋼，弁棒（副弁）はステンレス鋼であり，軸封部には内部流体の漏れを防止するため，グランドパッキンが使用されている。

加減弁の構造図を図 2.1-3 に示す。

(2) 材料及び使用条件

東海第二の加減弁主要部位の使用材料を表 2.1-3 に，使用条件を表 2.1-4 に示す。

No.	部位
①	弁箱
②	弁ふた
③	弁ふたボルト
④	グランドパッキン
⑤	パッキン
⑥	弁体（主弁）
⑦	弁体ボルト
⑧	弁座
⑨	弁棒（副弁）
⑩	ピストン
⑪	油筒シリンダ
⑫	スプリング
⑬	ヨーク
⑭	ブッシュ
⑮	バランスチャンバー

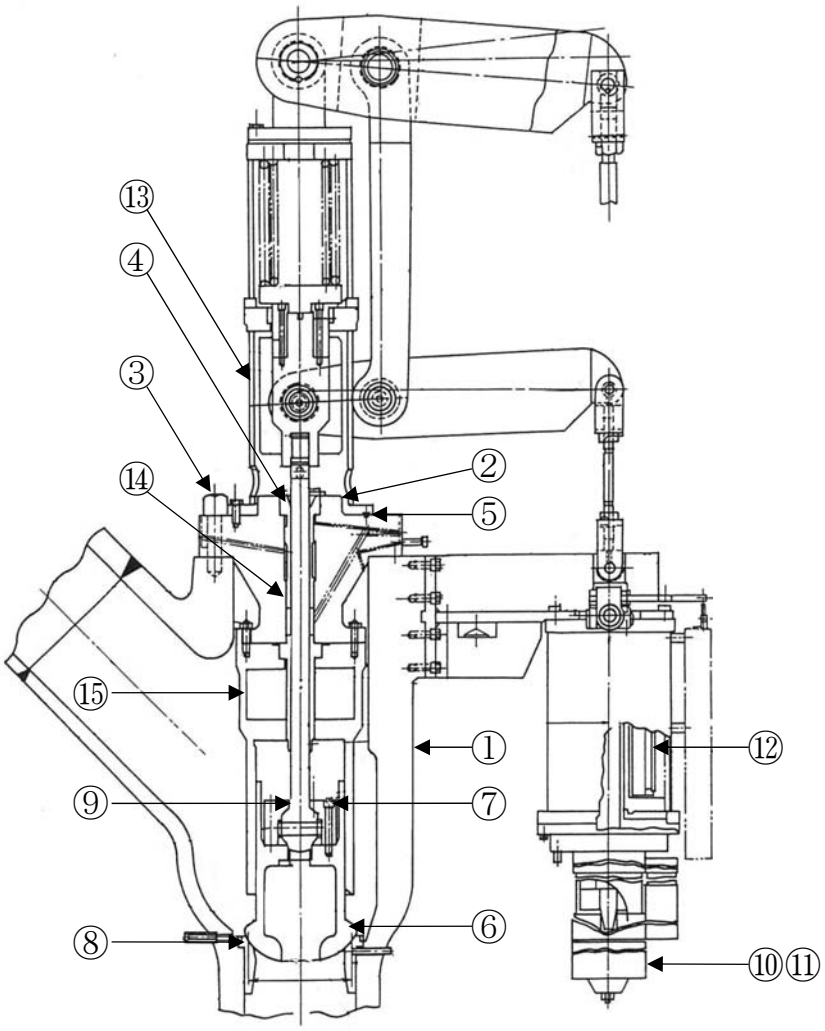


図2.1-3　加減弁構造図

表 2.1-3　加減弁主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
バウンダリの維持	耐圧	弁箱	鋳鋼
		弁ふた	低合金鋼
		弁ふたボルト	低合金鋼
	シール	グランドパッキン	（消耗品）
		パッキン	（消耗品）
隔離機能の維持	隔離	弁体（主弁）	低合金鋼（ステライト肉盛）
		弁体ボルト	低合金鋼
		弁座	低合金鋼（ステライト肉盛）
作動機能の維持	駆動力伝達	弁棒（副弁）	ステンレス鋼
		ピストン	鋳鉄
		油筒シリンダ	炭素鋼
		スプリング	ばね鋼
		ヨーク	炭素鋼
		ブッシュ	低合金鋼
		バランスチャンバー	低合金鋼

表 2.1-4　加減弁の使用条件

運転圧力	6.55 MPa
運転温度	282 ℃
内部流体	蒸気

2.1.3 中間塞止加減弁

(1) 構造

東海第二の中間塞止加減弁は，中間加減弁と中間止め弁が一体の弁箱に収められた構造の複合弁であり，低圧タービン入口に6台設置されている。

本弁は，低圧タービンへの蒸気流量の制御及びタービントリップ時に低圧タービンへの蒸気供給を遮断するものである。

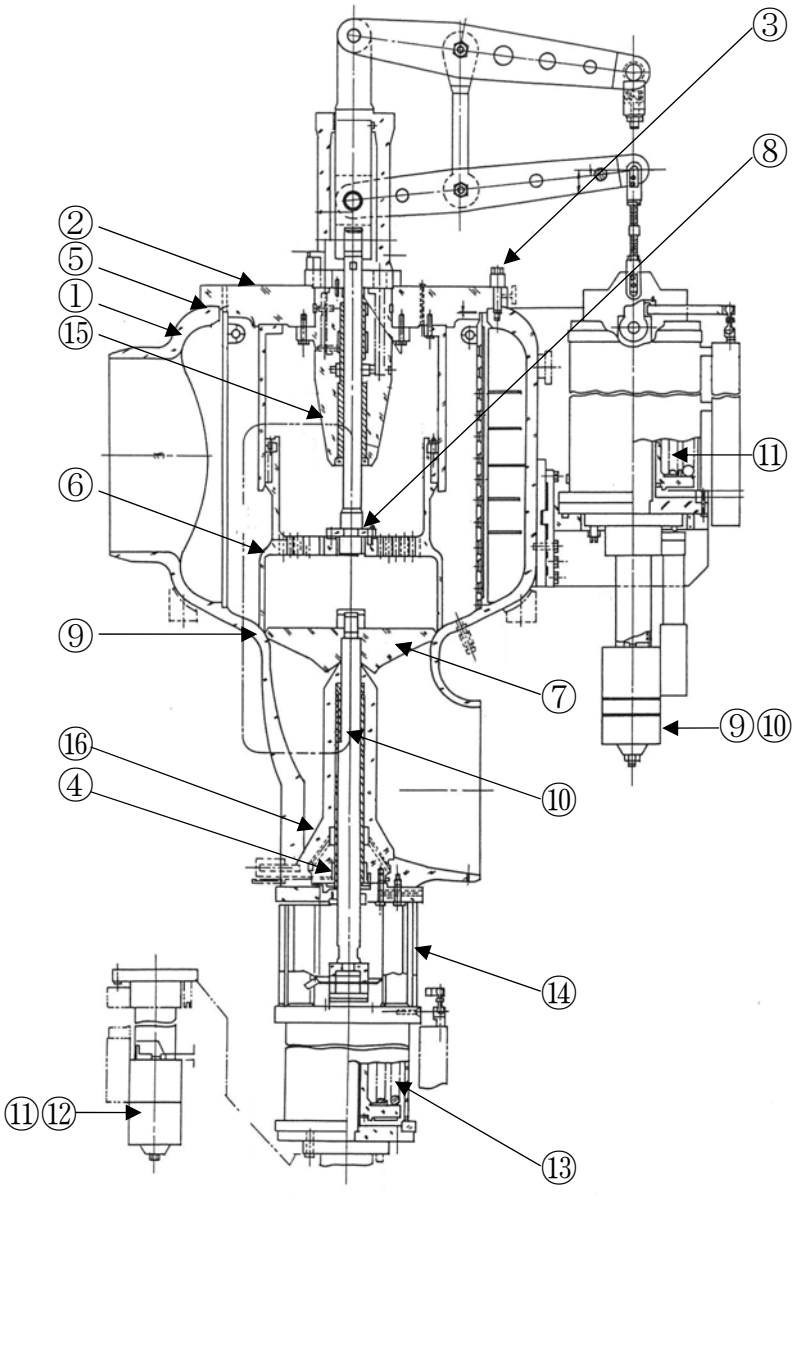
弁本体は，内部流体を内包するバウンダリを構成する耐圧部（弁箱，弁ふた，弁ふたボルト，弁軸封部），内部流体を仕切る隔離部（弁体，弁体ボルト，弁座）及び弁体を作動させる駆動部（弁棒，ピストン，油筒シリンダ，スプリング，ヨーク，衛帯筐，スタンド），弁を支える支持部（支持鋼材）からなる。

内部流体に接する弁箱，弁座，衛帯筐，スタンドは鋳鋼，弁ふたは炭素鋼，弁体は低合金鋼，弁棒はステンレス鋼であり，軸封部には内部流体の漏れを防止するためグランドパッキンが使用されている。

中間塞止加減弁の構造図を図2.1-4に示す。

(2) 材料及び使用条件

東海第二の中間塞止加弁主要部位の使用材料を表2.1-5に，使用条件を表2.1-6に示す。



No.	部位
①	弁箱
②	弁ふた
③	弁ふたボルト
④	グランドパッキン
⑤	パッキン
⑥	弁体（中間加減弁）
⑦	弁体（中間止め弁）
⑧	弁体ボルト
⑨	弁座
⑩	弁棒
⑪	ピストン
⑫	油筒シリンダ
⑬	スプリング
⑭	ヨーク
⑮	衛帯筐(中間加減弁)
⑯	スタンド（中間止め弁）
⑰	支持鋼材

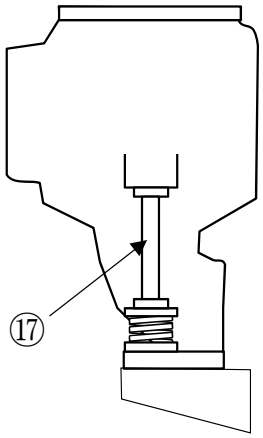


図2.1-4　中間塞止加減弁構造図

表2.1-5　中間塞止加減弁主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
バウンダリの維持	耐圧	弁箱	鋳鋼
		弁ふた	炭素鋼
		弁ふたボルト	低合金鋼
	シール	グランドパッキン	（消耗品）
		パッキン	（消耗品）
隔離機能の維持	隔離	弁体（中間加減弁）	低合金鋼
		弁体（中間止め弁）	低合金鋼（ステライト肉盛）
		弁体ボルト	ステンレス鋼
		弁座	鋳鋼（ステライト肉盛）
作動機能の維持	駆動力伝達	弁棒	ステンレス鋼
		ピストン	鋳鉄
		油筒シリンダ	炭素鋼
		スプリング	ばね鋼
		ヨーク	炭素鋼
		衛帯筐(中間加減弁)	鋳鋼
		スタンド(中間止め弁)	鋳鋼
機器の支持	支持	支持鋼材	炭素鋼

表2.1-6　中間塞止加減弁の使用条件

運転圧力	1.28 MPa
運転温度	195 ℃
内部流体	蒸気

2.1.4 タービンバイパス弁

(1) 構造

タービンバイパス弁は玉形弁であり，主蒸気管ヘッダに 5 台設置している。

本弁は，タービントリップ時に主蒸気を直接主復水器に流すものである。

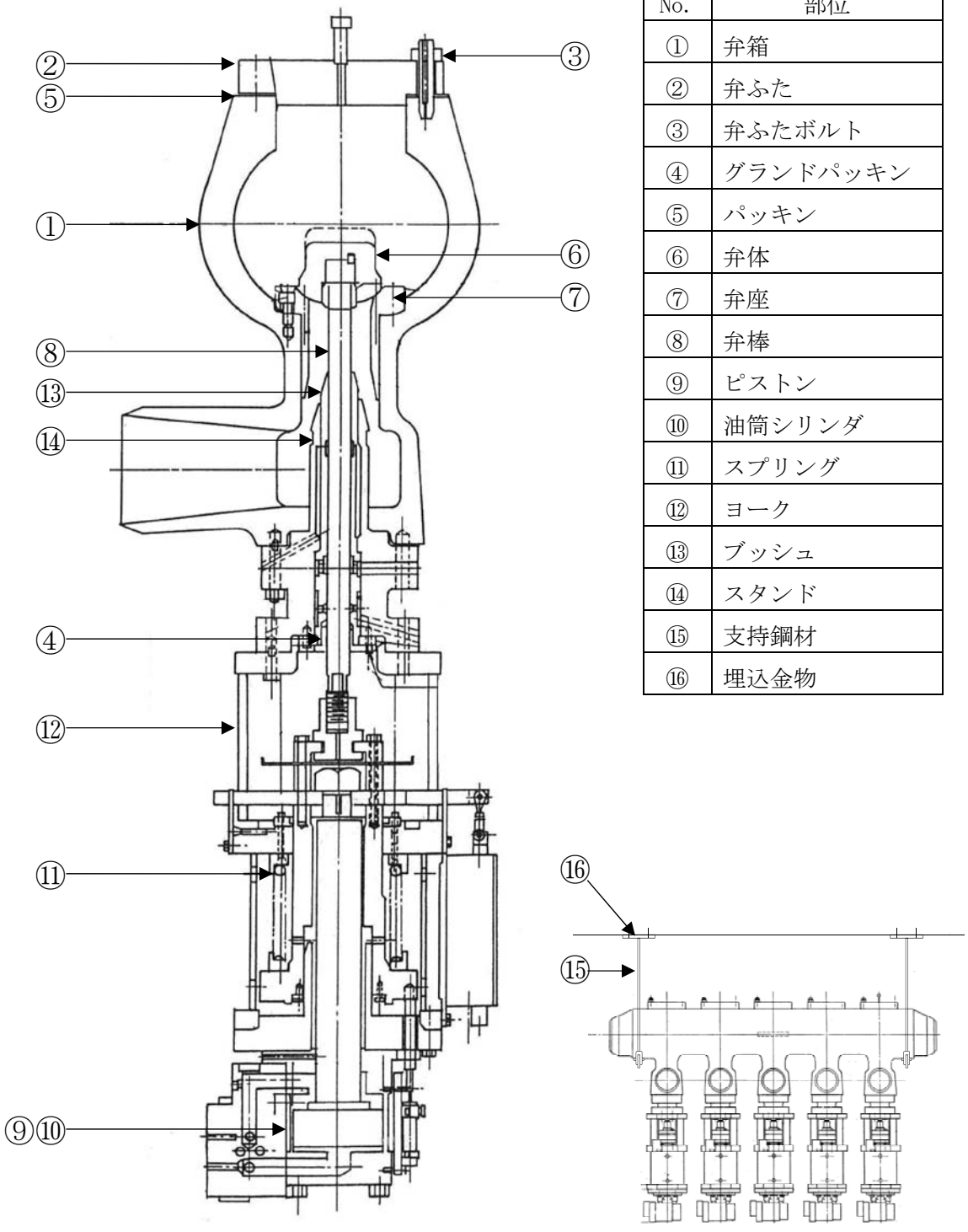
弁本体は，内部流体を内包するバウンダリを構成する耐圧部（弁箱，弁ふた，弁ふたボルト，弁軸封部），内部流体を仕切る隔離部（弁体，弁座）及び弁体を作動させる駆動部（弁棒，ピストン，油筒シリンダ，スプリング，ヨーク，ブッシュ，スタンド），弁を支える支持部（支持鋼材，埋込金物）からなる。

内部流体に接する弁箱，スタンドは鋳鋼，弁ふたは炭素鋼，弁体，弁座は低合金鋼，弁棒はステンレス鋼であり，軸封部には内部流体の漏れを防止するためグランドパッキンが使用されている。

タービンバイパス弁の構造図を図 2.1-5 に示す。

(2) 材料及び使用条件

タービンバイパス弁主要部位の使用材料を表2.1-7に，使用条件を表2.1-8に示す。



No.	部位
①	弁箱
②	弁ふた
③	弁ふたボルト
④	グランドパッキン
⑤	パッキン
⑥	弁体
⑦	弁座
⑧	弁棒
⑨	ピストン
⑩	油筒シリンダ
⑪	スプリング
⑫	ヨーク
⑬	ブッシュ
⑭	スタンド
⑮	支持鋼材
⑯	埋込金物

図2.1-5　タービンバイパス弁構造図

表2.1-7　タービンバイパス弁主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
バウンダリの維持	耐圧	弁箱	鋳鋼
		弁ふた	炭素鋼
		弁ふたボルト	低合金鋼
	シール	グランドパッキン	（消耗品）
		パッキン	（消耗品）
隔離機能の維持	隔離	弁体	低合金鋼（ステライト肉盛）
		弁座	低合金鋼（ステライト肉盛）
作動機能の維持	駆動力伝達	弁棒	ステンレス鋼
		ピストン	鋳鉄
		油筒シリンダ	炭素鋼
		スプリング	ばね鋼
		ヨーク	炭素鋼
		ブッシュ	低合金鋼
		スタンド	鋳鋼
機器の支持	支持	支持鋼材	炭素鋼
		埋込金物	炭素鋼

表2.1-8　タービンバイパス弁の使用条件

運転圧力	6.55 MPa
運転温度	282 ℃
内部流体	蒸気

2.1.5 クロスアラウンド管逃し弁

(1) 構造

クロスアラウンド管逃し弁は，バネ式安全弁であり，クロスアラウンド管に 6 台設置されている。

本弁は，クロスアラウンド管の異常昇圧を防止するものである。

弁本体は，内部流体を内包するバウンダリを構成する耐圧部（弁箱，弁ふたボルト，弁軸封部），流体を仕切る隔離部（弁体，弁座）及び弁体を作動させる駆動部（弁棒，スプリング，ガイド，ブッシュ）からなる。

内部流体に接する弁箱は鋳鋼で，弁体，弁座はステンレス鋼である。

クロスアラウンド管逃し弁の構造図を図 2.1-6 に示す。

(2) 材料及び使用条件

クロスアラウンド管逃し弁主要部位の使用材料を表 2.1-9 に，使用条件を表 2.1-10 に示す。

No.	部位
①	弁箱
②	弁ふたボルト
③	パッキン
④	ベローズ
⑤	弁体
⑥	弁座
⑦	弁棒
⑧	スプリング
⑨	ガイド
⑩	ブッシュ

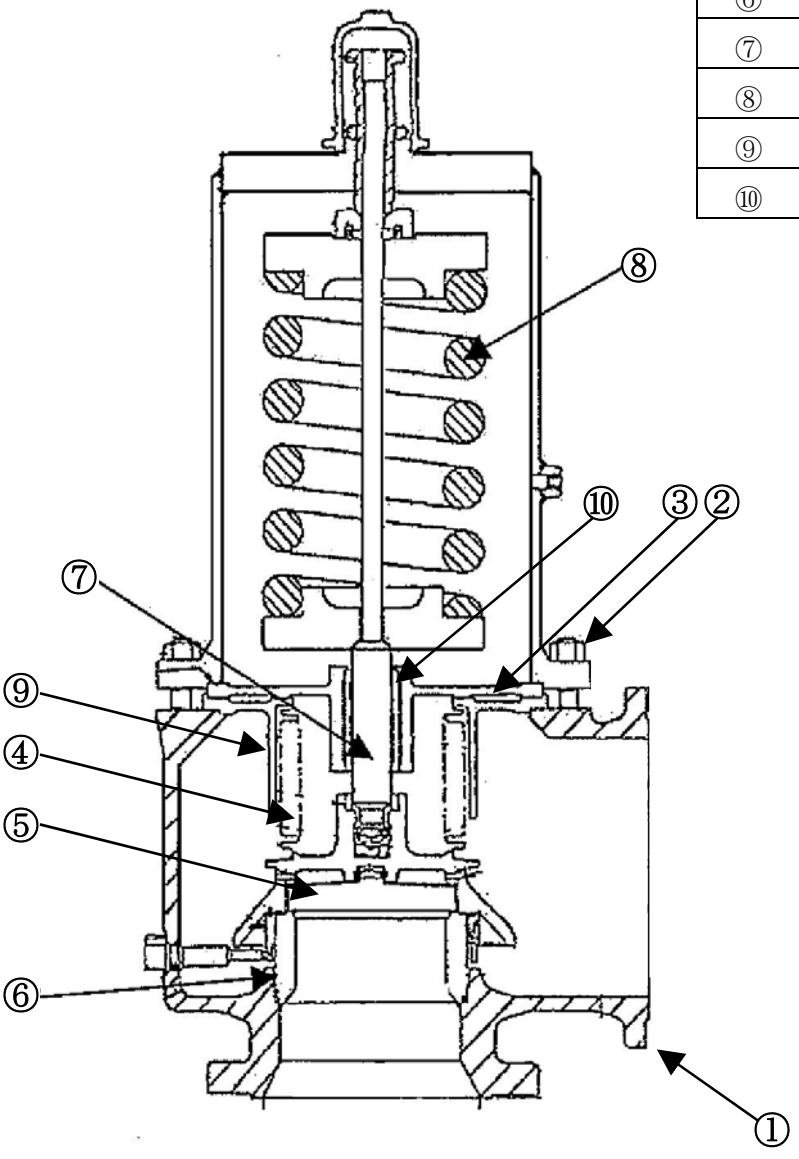


図2.1-6　クロスアラウンド管逃し弁構造図

表2.1-9　クロスアラウンド管逃し弁主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
バウンダリの維持	耐圧	弁箱	鋳鋼
		弁ふたボルト	低合金鋼
	シール	パッキン	（消耗品）
		ベローズ	ニッケル基合金
隔離機能の維持	隔離	弁体	ステンレス鋼（ステライト肉盛）
		弁座	ステンレス鋼（ステライト肉盛）
作動機能の維持	駆動力伝達	弁棒	ステンレス鋼
		スプリング	ばね鋼
		ガイド	炭素鋼
		ブッシュ	銅合金

表2.1-10　クロスアラウンド管逃し弁の使用条件

運転圧力	1.28 MPa
運転温度	195 ℃
内部流体	蒸気

2.2 経年劣化事象の抽出

2.2.1 機器の機能達成に必要な項目

主要弁の機能維持に必要な項目は以下のとおり。

(1) バウンダリの維持

(2) 隔離機能の維持

(3) 作動機能の維持

2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

(1) 想定される経年劣化事象の抽出

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

なお，消耗品及び定期取替品は以下のとおり評価対象外とする。

(2) 消耗品及び定期取替品の扱い

パッキン，グランドパッキンは消耗品であり，設計時に長期使用はせず取替を前提としていることから，高経年化対策を見極める上での評価対象外とする。なお，定期取替品はない。

(3) 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

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

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

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

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

この結果，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象は抽出されなかった。

2.2.3 高経年化評価上着目すべき経年劣化事象ではない事象

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

a. 弁棒，衛帯筐，バランスチャンバー，ブッシュ，スタンドの摩耗［主塞止弁，加減弁，中間塞止加減弁，タービンバイパス弁，クロスアラウンド管逃し弁］

弁棒（共通），衛帯筐（主塞止弁，中間塞止加減弁），バランスチャンバー（加減弁），ブッシュ（加減弁，タービンバイパス弁，クロスアラウンド管逃し弁），スタンド（中間塞止加減弁，タービンバイパス弁）のそれぞれの摺動部は，摩耗が発生する可能性があるが，目視点検において，有意な摩耗がないことを確認している。

また，ブッシュ（加減弁，タービンバイパス弁，クロスアラウンド管逃し弁）バランスチャンバー（加減弁）は，弁棒との隙間測定を実施し，適切な隙間管理をしている。

したがって，弁棒，衛帯筐，バランスチャンバー，ブッシュ，スタンドの摩耗は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

b. 弁箱及び弁ふた（内面），弁体，弁座，弁棒，衛帯筐，ブッシュ，バランスチャンバー，スタンドの腐食（流れ加速型腐食）［主塞止弁，加減弁，中間塞止加減弁，タービンバイパス弁，クロスアラウンド管逃し弁］

弁箱（主塞止弁，加減弁，中間塞止加減弁，タービンバイパス弁），弁座（中間塞止加減弁）は鋳鋼，弁ふた（主塞止弁，加減弁），弁体（主塞止弁，加減弁，中間塞止加減弁，タービンバイパス弁），弁座（主塞止弁，加減弁，タービンバイパス弁），ブッシュ（加減弁，タービンバイパス弁），バランスチャンバー（加減弁）は低合金鋼，スタンド（中間塞止加減弁，タービンバイパス弁），衛帯筐（主塞止弁，中間塞止加減弁）は鋳鋼，弁ふた（中間塞止加減弁，タービンバイパス弁），弁棒（主塞止弁）は炭素鋼，弁棒（加減弁，中間塞止加減弁，タービンバイパス弁），弁体（クロスアラウンド管逃し弁），弁座（クロスアラウンド管逃し弁）はステンレス鋼であり，蒸気環境下にあるため，腐食（流れ加速型腐食）により減肉する可能性があるが，目視点検において，有意な腐食がないことを確認している。

したがって，弁箱及び弁ふた（内面），弁体，弁座，弁棒，衛帯筐，ブッシュ，バランスチャンバー，スタンドの腐食（流れ加速型腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

c. 弁体及び弁座のシート部のエロージョン［加減弁，中間塞止加減弁，タービンバイパス弁］

加減弁，中間塞止加減弁，タービンバイパス弁の弁体及び弁座のシート部については，蒸気環境下にあるため，腐食（エロージョン）により減肉する可能性があるが，目視点検において有意なエロージョンがないことを確認している。

したがって，弁体及び弁座のシート部のエロージョンは高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

d. 弁箱（内面），ガイドの腐食（全面腐食）［クロスアラウンド管逃し弁］

弁箱は鋳鋼，ガイドは炭素鋼であり，内部流体が蒸気であるため，腐食が発生する可能性があるが，目視点検において有意な腐食がないことを確認している。

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

e. 弁箱及び弁ふた（外面），ヨーク，支持鋼材，埋込金物（大気接触部）の腐食（全面腐食）［共通］

弁箱（共通）は鋳鋼，弁ふた，ヨーク（主塞止弁，加減弁，中間塞止加減弁，タービンバイパス弁），支持鋼材（主塞止弁，中間塞止加減弁，タービンバイパス弁），埋込金物（主塞止弁，タービンバイパス弁）は低合金鋼又は炭素鋼であり，腐食発生の可能性があるが，大気接触部は塗装が施されており，腐食の可能性は小さい。

また，点検及び巡視時の目視により，塗膜の状態を確認し，はく離等が認められた場合は必要に応じて補修を実施することにより機能を維持している。

したがって，弁箱及び弁ふた（外面），ヨーク，支持鋼材，埋込金物（大気接触部）の腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

f. 弁ふたボルトの腐食（全面腐食）［共通］

弁ふたボルトは低合金鋼であり，外気に接触していることから腐食発生の可能性があるが，大気接触部は塗装が施されており，腐食の可能性は小さい。

また，点検及び巡視時の目視により，塗膜の状態を確認し，はく離等が認められた場合は必要に応じて補修を実施することにより機能を維持している。

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

g. 弁体ボルトの応力腐食割れ［主塞止弁，加減弁，中間塞止加減弁］

主塞止弁，加減弁の弁体ボルトは低合金鋼，中間塞止加減弁の弁体ボルトはステンレス鋼であり，蒸気環境下にあるため応力腐食割れが発生する可能性がある。

しかし，分解点検時の目視点検又は浸透探傷検査から，有意な欠陥がないことを確認している。

したがって，弁体ボルトの応力腐食割れは高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

h. 弁棒の応力腐食割れ［加減弁，中間塞止加減弁，タービンバイパス弁］

加減弁，中間塞止加減弁，タービンバイパス弁の弁棒はステンレス鋼であり，蒸気環境下にあるため応力腐食割れが発生する可能性がある。

しかし，分解点検時の目視点検及び浸透探傷検査において有意な欠陥がないことを確認している。

したがって，弁棒の応力腐食割れは高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

i. ピストン，油筒シリンダの摩耗［主塞止弁，加減弁，中間塞止加減弁，タービンバイパス弁］

ピストン及び油筒シリンダは，摺動部に摩耗が想定されるが，シリンダ内は制御油で満たされていることから，摺動部の摩耗の可能性は小さい。

なお，分解点検時に目視点検及び浸透探傷検査を実施することで健全性を維持することとしている。

今後も，使用環境が変わらないことから，これらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，ピストン，油筒シリンダの摩耗は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

j. 弁体及び弁座のシート部のエロージョン［主塞止弁，クロスアラウンド管逃し弁］

主塞止弁，クロスアラウンド管逃し弁は，流量制御を行わず，通常は全開又は全閉で使用されるため，弁体及び弁座シート部のエロージョンの可能性は小さい。

なお，これまでの目視点検及び浸透探傷検査において有意なエロージョンは認められておらず，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，弁体及び弁座のシート部のエロージョンは高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

k. 弁棒の疲労割れ［共通］

弁棒段付部等は角部を滑らかにし，応力集中を起こさないような構造をしており，発生応力の低減を図っている。

なお，これまでの目視点検において有意な欠陥は認められておらず，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

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

l. ベローズの疲労割れ［クロスアラウンド管逃し弁］

クロスアラウンド管逃し弁は作動頻度が少なく，ベローズに疲労割れが発生する可能性は小さい。

なお，これまでの目視点検において有意な欠陥は認められておらず，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

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

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

a. 埋込金物（コンクリート埋設部）の腐食（全面腐食）［主塞止弁，タービンバイパス弁］

埋込金物（コンクリート埋設部）は炭素鋼であるため腐食が想定されるが，コンクリート埋設部ではコンクリートの大気接触部表面からの中性化の進行により腐食環境となるため，コンクリートが中性化に至り埋込金物に有意な腐食が発生するまで長期間を要す。

したがって，埋込金物（コンクリート埋設部）の腐食（全面腐食）は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象でないと判断する。

b. スプリングのへたり［共通］

スプリングは常時応力のかかった状態で使用されるため，へたりが想定されるが，スプリング使用時のねじり応力が，許容ねじり応力以下になるように設定されており，さらにスプリングの材料に対する推奨最高使用温度よりも実際の使用温度は低いことから，へたりの進行の可能性はない。

したがって，スプリングのへたりは高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

表 2.2-1（1/5）　主塞止弁に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考
					減肉		割れ		材質変化		その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
バウンダリの維持	耐圧	弁箱		鋳鋼		△*1*2△*3						*1：流れ加速型腐食 *2：内面 *3：外面 *4：シート部はステライト肉盛 *5：シート部のエロージョン *6：スプリングのへたり *7：コンクリート埋設部
		弁ふた		低合金鋼		△*1*2△*3						
		弁ふたボルト		低合金鋼		△						
	シール	グランドパッキン	◎	－								
		パッキン	◎	－								
隔離機能の維持	隔離	弁体（主弁）		低合金鋼*4		△*1*5						
		弁体（副弁）		低合金鋼*4		△*1*5						
		弁体ボルト		低合金鋼				△				
		弁座		低合金鋼*4		△*1*5						
作動機能の維持	駆動力伝達	弁棒		炭素鋼	△	△*1	△					
		ピストン		鋳鉄	△							
		油筒シリンダ		炭素鋼	△							
		スプリング		ばね鋼							▲*6	
		ヨーク		炭素鋼		△						
		衛帯筐		鋳鋼	△	△*1						
機器の支持	支持	支持鋼材		炭素鋼		△						
		埋込金物		炭素鋼		△▲*7						

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

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

表 2.2-1（2/5）　加減弁に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考
					減肉		割れ		材質変化		その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
バウンダリの維持	耐圧	弁箱		鋳鋼		△*1*2△*3						*1：流れ加速型腐食 *2：内面 *3：外面 *4：シート部はステライト肉盛 *5：シート部のエロージョン *6：スプリングのへたり
		弁ふた		低合金鋼		△*1*2△*3						
		弁ふたボルト		低合金鋼		△						
	シール	グランドパッキン	◎	－								
		パッキン	◎	－								
隔離機能の維持	隔離	弁体（主弁）		低合金鋼*4		△*1*5						
		弁体ボルト		低合金鋼				△				
		弁座		低合金鋼*4		△*1*5						
作動機能の維持	駆動力伝達	弁棒（副弁）		ステンレス鋼	△	△*1	△	△				
		ピストン		鋳鉄	△							
		油筒シリンダ		炭素鋼	△							
		スプリング		ばね鋼							▲*6	
		ヨーク		炭素鋼		△						
		ブッシュ		低合金鋼	△	△*1						
		バランスチャンバー		低合金鋼	△	△*1						

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

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

表 2.2-1（3/5）　中間塞止加減弁に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考
					減肉		割れ		材質変化		その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
バウンダリの維持	耐圧	弁箱		鋳鋼		△*1*2△*3						*1：流れ加速型腐食 *2：内面 *3：外面 *4：シート部のエロージョン *5：シート部はステライト肉盛 *6：スプリングのへたり
		弁ふた		炭素鋼		△*1*2△*3						
		弁ふたボルト		低合金鋼		△						
	シール	グランドパッキン	◎	―								
		パッキン	◎	―								
隔離機能の維持	隔離	弁体（中間加減弁）		低合金鋼		△*1*4						
		弁体（中間止め弁）		低合金鋼*5		△*1*4						
		弁体ボルト		ステンレス鋼				△				
		弁座		鋳鋼*5		△*1*4						
作動機能の維持	駆動力伝達	弁棒		ステンレス鋼	△	△*1	△	△				
		ピストン		鋳鉄	△							
		油筒シリンダ		炭素鋼	△							
		スプリング		ばね鋼							▲*6	
		ヨーク		炭素鋼		△						
		衛帯筐		鋳鋼	△	△*1						
		スタンド		鋳鋼	△	△*1						
機器の支持	支持	支持鋼材		炭素鋼		△						

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

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

表 2.2-1（4/5）　タービンバイパス弁に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考
					減肉		割れ		材質変化		その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
バウンダリの維持	耐圧	弁箱		鋳鋼		△*1*2 △*3						*1：流れ加速型腐食 *2：内面 *3：外面 *4：シート部はステライト肉盛 *5：シート部のエロージョン *6：スプリングのへたり *7：コンクリート埋設部
		弁ふた		炭素鋼		△*1*2 △*3						
		弁ふたボルト		低合金鋼		△						
	シール	グランドパッキン	◎	－								
		パッキン	◎	－								
隔離機能の維持	隔離	弁体		低合金鋼*4		△*1*5						
		弁座		低合金鋼*4		△*1*5						
作動機能の維持	駆動力伝達	弁棒		ステンレス鋼	△	△*1	△	△				
		ピストン		鋳鉄	△							
		油筒シリンダ		炭素鋼	△							
		スプリング		ばね鋼							▲*6	
		ヨーク		炭素鋼		△						
		ブッシュ		低合金鋼	△	△*1						
		スタンド		鋳鋼	△	△*1						
機器の支持	支持	支持鋼材		炭素鋼		△						
		埋込金物		炭素鋼		△▲*7						

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

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

表 2.2-1（5/5）　クロスアラウンド管逃し弁に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考
					減肉		割れ		材質変化		その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
バウンダリの維持	耐圧	弁箱		鋳鋼		△*1*2						*1：内面 *2：外面 *3：シート部はステライト肉盛 *4：流れ加速型腐食 *5：シート部のエロージョン *6：スプリングのへたり
		弁ふたボルト		低合金鋼		△						
	シール	パッキン	◎	－								
		ベローズ		ニッケル基合金			△					
隔離機能の維持	隔離	弁体		ステンレス鋼*3		△*4*5						
		弁座		ステンレス鋼*3		△*4*5						
作動機能の維持	駆動力伝達	弁棒		ステンレス鋼	△		△					
		スプリング		ばね鋼							▲*6	
		ガイド		炭素鋼		△						
		ブッシュ		銅合金	△							

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

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

1.5 制御装置及び保安装置

［対象機器］

① 主タービン電気油圧式制御装置

目次

1. 対象機器 1.5-1
2. 制御装置及び保安装置の技術評価 1.5-2
2.1 構造，材料及び使用条件 1.5-2
2.1.1 主タービン電気油圧式制御装置 1.5-2
2.2 経年劣化事象の抽出 1.5-9
2.2.1 機器の機能達成に必要な項目 1.5-9
2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出 1.5-9
2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象 1.5-11
2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の評価 1.5-16

1. 対象機器

東海第二で使用している制御装置及び保安装置の主な仕様を表 1-1 に示す。

表 1-1　制御装置及び保安装置の主な仕様

機器名称	仕様	重要度*1	使用条件	
			運転圧力 (MPa)	運転温度 (℃)
主タービン電気油圧式制御装置	電気油圧式	高*2	11.0	46

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

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

2. 制御装置及び保安装置の技術評価

2.1 構造，材料及び使用条件

2.1.1 主タービン電気油圧式制御装置

(1) 構造

東海第二の主タービン電気油圧式制御装置は，制御油系統に所定の圧力を供給するためのタービン高圧制御油ポンプ，制御油を各電油変換器に供給する配管，弁，油圧を確保するためのアキュムレータ，タービントリップ時に油圧をダンプする電磁弁等から構成されている。

東海第二の主タービン電気油圧式制御装置の系統図を図 2.1-1～2，各機器構造図を図 2.1-3～7 に示す。

(2) 材料及び使用条件

東海第二の主タービン電気油圧式制御装置主要部位の使用材料を表 2.1-1 に，使用条件を表 2.1-2 に示す。

No.	部位
①	タービン高圧制御油ポンプ
②	タービン高圧制御油ポンプ吐出側フィルタ
③	配管
④	弁
⑤	ユニット廻りアキュムレータ
⑥	タービン高圧制御油ポンプモータ

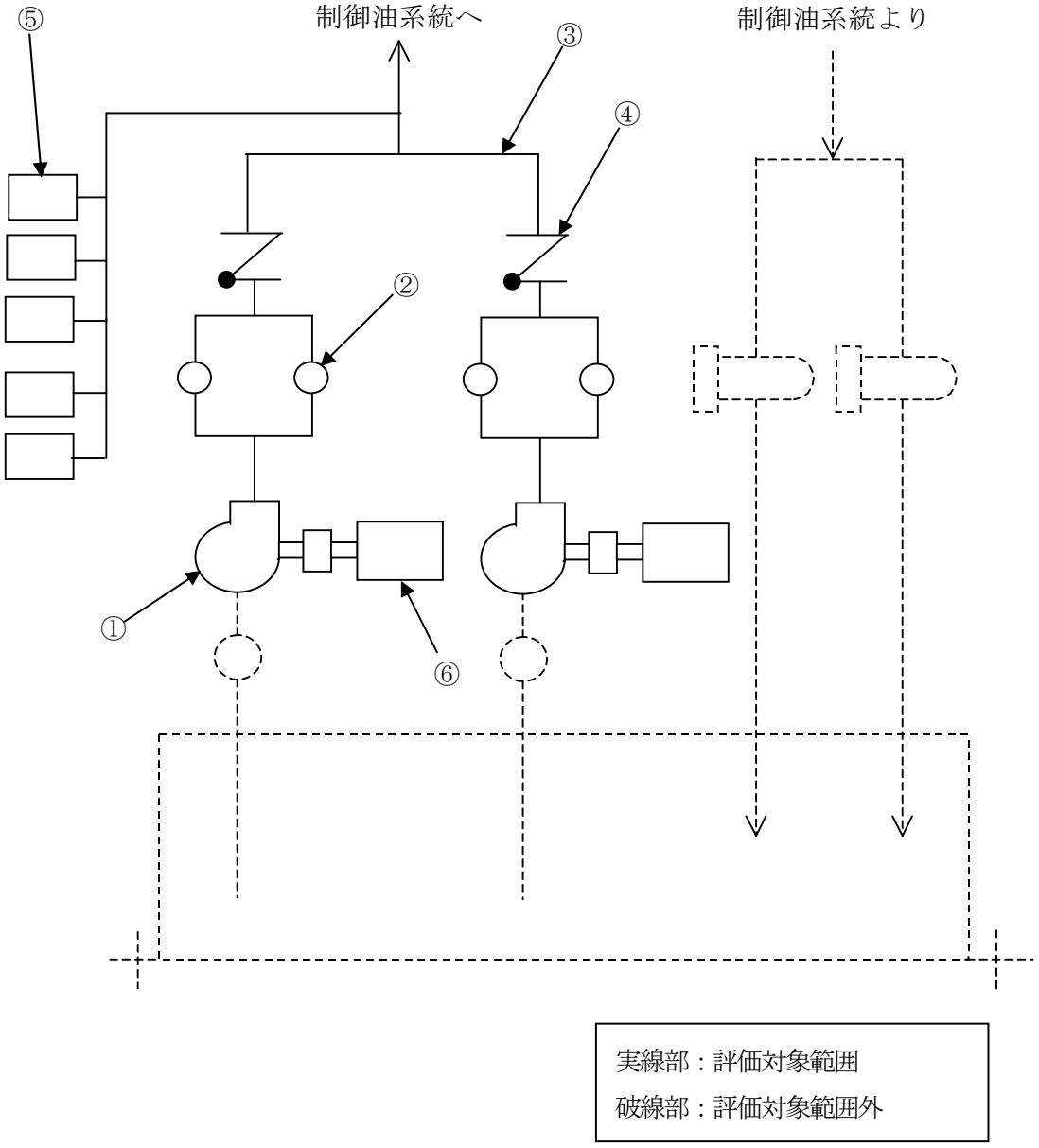
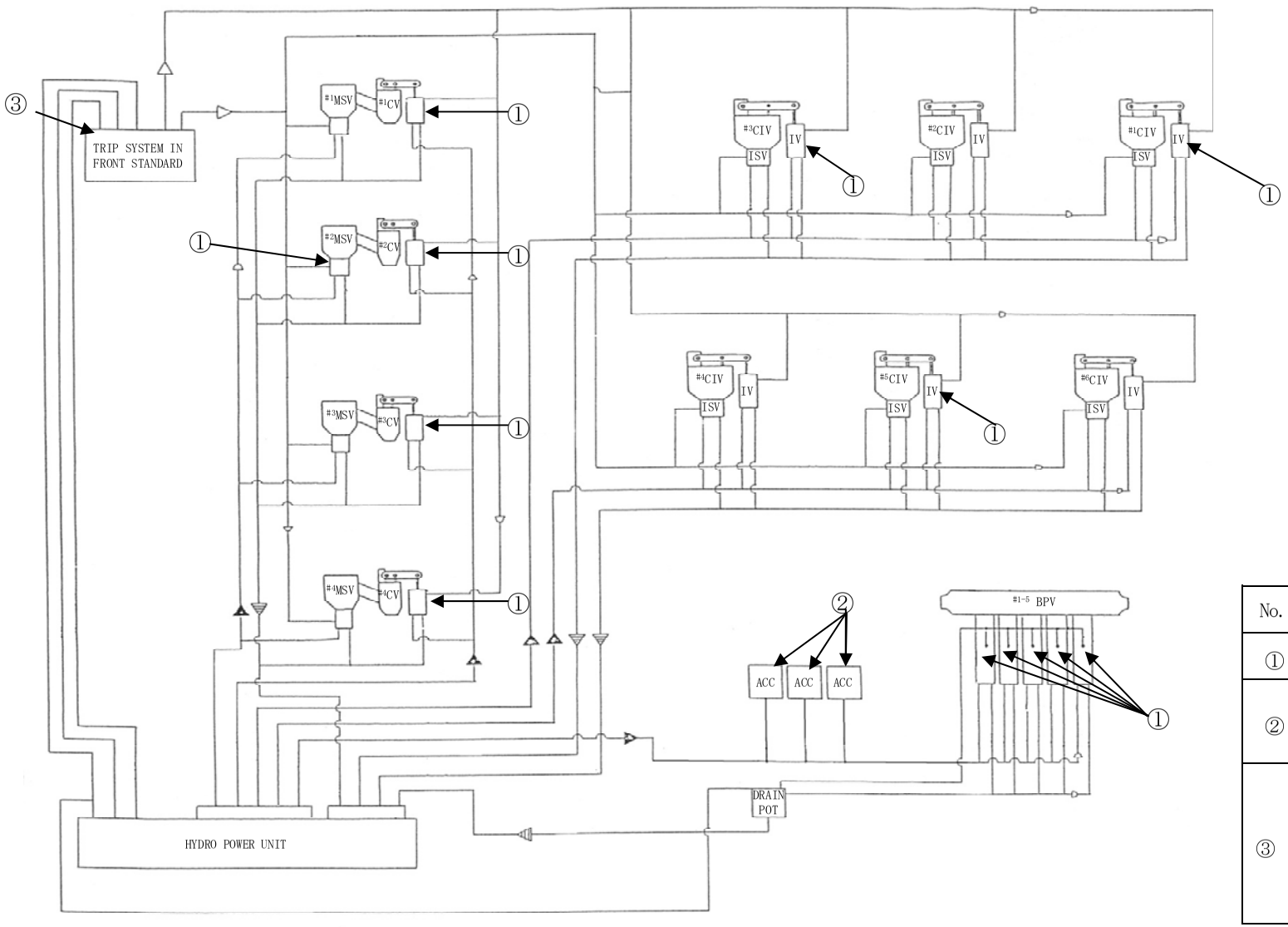


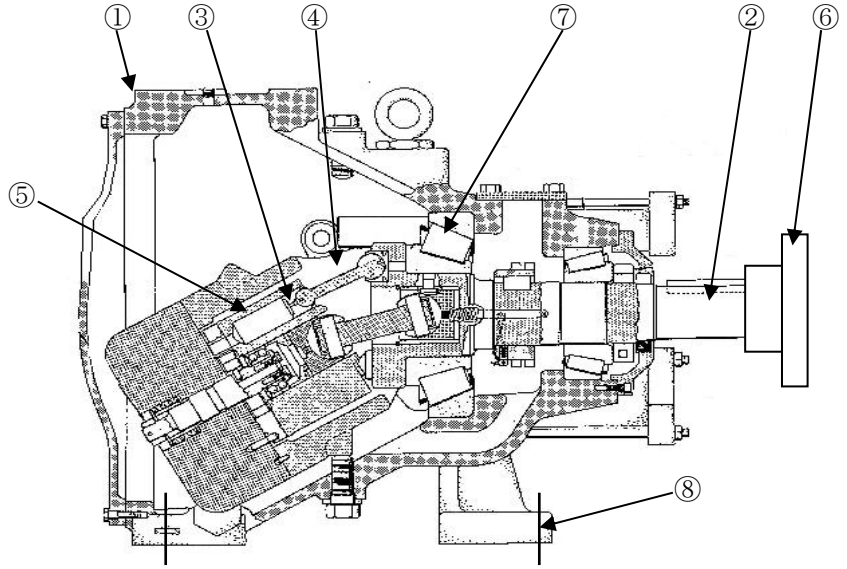
図2.1-1　主タービン電気油圧式制御装置系統図（ユニット廻り）



No.	部位
①	電油変換器
②	タービンバイパス弁 アキュムレータ
③	メカニカルトリップ電磁弁，ロックアウト弁，マスタートリップ電磁弁，リレーダンプ弁，リレートリップ弁

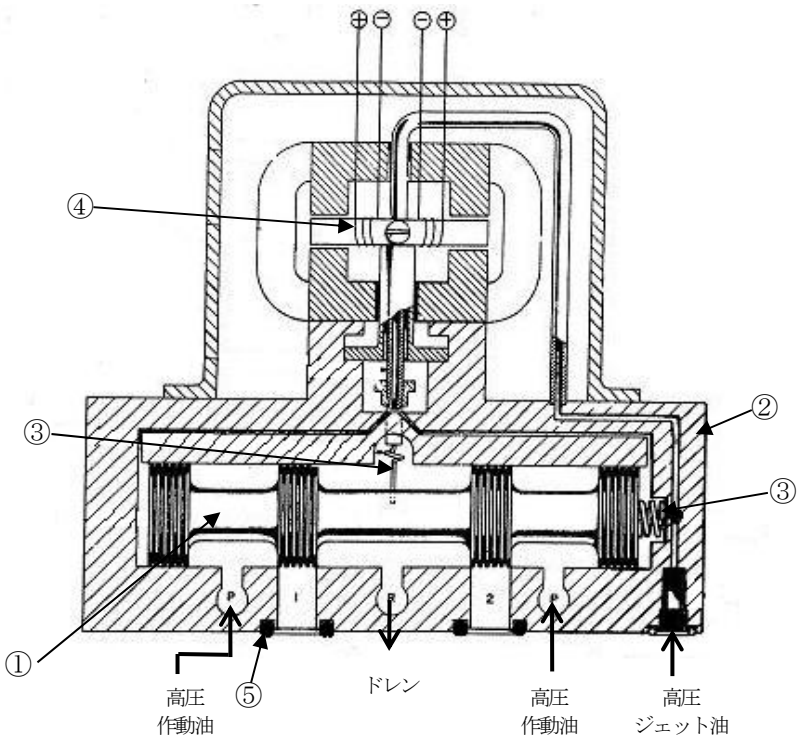
注）系統からの戻りは評価対象外

図2.1-2　主タービン電気油圧式制御装置系統図（油供給先廻り）



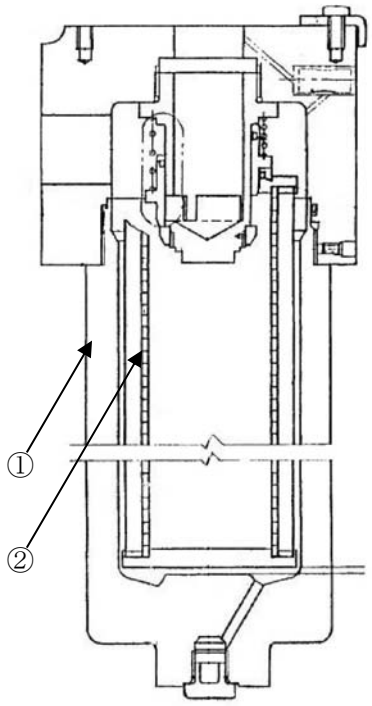
No.	部位
①	ケーシング
②	主軸
③	ピストン
④	ピストンロッド
⑤	シリンダ
⑥	軸継手
⑦	軸受（ころがり）
⑧	取付ボルト

図 2.1-3　タービン高圧制御油ポンプ構造図



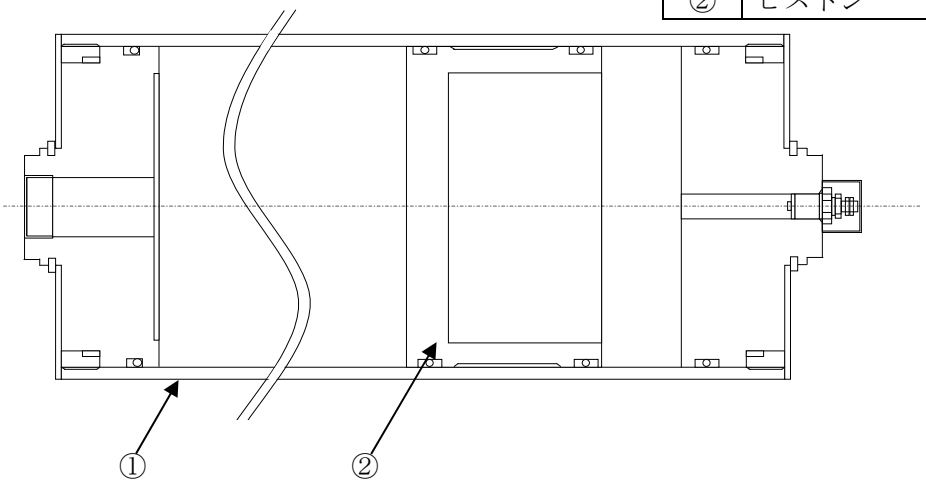
No.	部位
①	ピストン
②	ケーシング
③	スプリング
④	コイル
⑤	0 リング

図 2.1-4　電油変換器構造図



No.	部位
①	ケーシング
②	フィルタ

図2.1-5　タービン高圧制御油ポンプ吐出側フィルタ



No.	部位
①	胴
②	ピストン

図2.1-6　ユニット廻りアキュムレータ,
タービンバイパス弁アキュムレータ構造図

No.	部位
①	支持鋼材
②	サポート取付ボルト･ナット
③	ゴムブッシュ
④	埋込金物

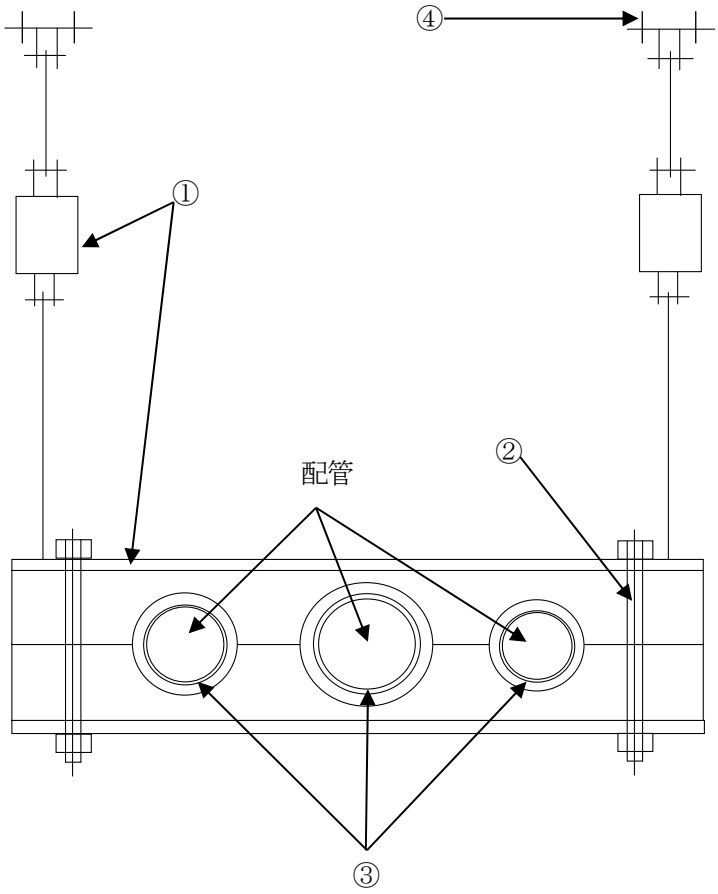


図 2.1-7　油配管サポート構造図

表 2.1-1　主タービン電気油圧式制御装置主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位		材料
装置機能の維持	油の移送	タービン高圧制御油ポンプ	ケーシング	鋳鉄
			主軸	低合金鋼
			ピストン	低合金鋼
			ピストンロッド	低合金鋼
			シリンダ	銅合金
			軸継手	炭素鋼
			軸受（ころがり）	（消耗品）
			モータ（低圧，全閉型）	主軸，取付ボルト：炭素鋼 固定子コイル及び口出線・接続部品：銅，絶縁物 回転子及び固定子コア：電磁鋼板 回転子棒，回転子エンドリング：アルミニウム フレーム，端子箱，エンドブラケット，ファン・ファンカバー：圧延鋼板 軸受（ころがり）：（消耗品）
		配管		ステンレス鋼
		弁		ステンレス鋳鋼
		電油変換器	ピストン	ステンレス鋼
			ケーシング	アルミニウム合金
			スプリング	ばね鋼
			コイル	銅，絶縁物
			0 リング	（消耗品）
	油性状の維持	タービン高圧制御油ポンプ吐出側フィルタ	ケーシング	炭素鋼鋳鋼
			フィルタ	アルミニウム合金
	油圧の確保	ユニット廻りアキュムレータ，タービンバイパス弁アキュムレータ	胴	炭素鋼
			ピストン	アルミニウム合金
保護機能の維持	排油の確保	メカニカルトリップ電磁弁，ロックアウト弁，マスタートリップ電磁弁，リレーダンプ弁，リレートリップ弁		（定期取替品）
機器の支持	支持	タービン高圧制御油ポンプ取付ボルト		炭素鋼
		油配管サポート	支持鋼材	炭素鋼
			サポート取付ボルト・ナット	炭素鋼
			ゴムブッシュ	（消耗品）
			埋込金物	炭素鋼

表 2.1-2　主タービン電気油圧式制御装置の使用条件

運転圧力	11.0 MPa
運転温度	46 ℃
内部流体	制御油

2.2 経年劣化事象の抽出

2.2.1 機器の機能達成に必要な項目

主タービン電気油圧式制御装置の機能を維持するために必要な項目は以下のとおり。

(1) 装置機能の維持

(2) 保護機能の維持

(3) 機器の支持

2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

(1) 想定される経年劣化事象の抽出

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

なお，消耗品及び定期取替品は以下のとおり評価対象外とする。

(2) 消耗品及び定期取替品の扱い

0 リング，タービン高圧制御油ポンプ軸受，タービン高圧制御油ポンプモータ軸受及びゴムブッシュは消耗品，メカニカルトリップ電磁弁，ロックアウト弁，マストートリップ電磁弁，リレーダンプ弁及びリレートリップ弁は定期取替品であり，設計時に長期使用はせず取替を前提としていることから高経年化対策を見極める上での評価対象外とする。

(3) 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

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

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

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

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

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

a. モータ（低圧，全閉型）の固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁特性低下

2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

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

a. 主軸の摩耗［タービン高圧制御油ポンプ］

タービン高圧制御油ポンプの軸受と主軸は，摺動部の摩耗が想定される。

しかし，寸法測定の結果から有意な摩耗がないことを確認している。

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

b. ケーシング，胴，埋込金物（大気接触部）の外面の腐食（全面腐食）［タービン高圧制御油ポンプ，タービン高圧制御油ポンプ吐出側フィルタ，アキュムレータ，油配管］

タービン高圧制御油ポンプのケーシングは鋳鉄，タービン高圧制御油ポンプ吐出側フィルタのケーシングは炭素鋼鋳鋼，アキュムレータの胴，油配管の埋込金物は炭素鋼であり，腐食が想定されるが，大気接触部は塗装が施されており，腐食の可能性は小さい。

また，点検及び巡視時の目視により，塗膜の状態を確認し，はく離等が認められた場合は必要に応じて補修を実施することにより機能を維持している。

したがって，ケーシング，胴，埋込金物（大気接触部）の外面の腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

c. 取付ボルト，支持鋼材，サポート取付ボルト・ナットの腐食（全面腐食）［タービン高圧制御油ポンプ，油配管］

タービン高圧制御油ポンプの取付ボルト，油配管の支持鋼材及びサポート取付ボルト・ナットは炭素鋼であり腐食が想定されるが，大気接触部は塗装が施されており，腐食の可能性は小さい。

また，点検及び巡視時の目視により，塗膜の状態を確認し，はく離等が認められた場合は必要に応じて補修を実施することにより機能を維持している。

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

d. 電油変換器のコイルの性能低下，絶縁特性低下

電油変換器のコイルに用いられている絶縁物は，有機物であるため機械的，熱的，電気的，環境的要因により経年劣化が進行した場合，性能低下，絶縁特性低下を引き起こす可能性がある。

電油変換器は，制御油の内部漏えい量を測定する内部漏えい量計測及びヒステリシスの計測等により，健全性の維持は可能である。また，点検及び性能検査で異常が認められた場合には，電油変換器一式又は部品の交換を実施することにより機能を維持している。

したがって，電油変換器のコイルの性能低下，絶縁特性低下は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

e. ピストン，シリンダの摩耗［タービン高圧制御油ポンプ］

ピストンは低合金鋼，シリンダは銅合金であり，摺動部に摩耗が想定されるが，ピストン，シリンダは常時制御油によって潤滑されており，摺動部の摩耗の可能性は小さい。

なお，これまでの目視点検においても有意な摩耗は認められておらず，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，ピストン，シリンダの摩耗は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

f. ケーシング，フィルタの内面の腐食（全面腐食）［タービン高圧制御油ポンプ，タービン高圧制御油ポンプ吐出側フィルタ］

タービン高圧制御油ポンプのケーシングは鋳鉄，タービン高圧制御油ポンプ吐出側フィルタのケーシングは炭素鋼鋳鋼であり全面腐食が想定されるが，内部流体が制御油であることから腐食発生の可能性は小さい。

また，タービン高圧制御油ポンプ吐出側フィルタのフィルタは耐食性に優れたアルミニウム合金であり，腐食の発生する可能性は小さい。

なお，これまでの目視点検において有意な腐食は認められておらず，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

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

g. 主軸の高サイクル疲労割れ［タービン高圧制御油ポンプ］

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

なお，これまでの目視点検においても有意な欠陥は認められておらず，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

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

h. モータ（低圧，全閉型）主軸の摩耗[タービン高圧制御油ポンプモータ]

i. モータ（低圧，全閉型）のフレーム，エンドブラケット，ファン・ファンカバー及び端子箱の腐食[タービン高圧制御油ポンプモータ]

j. モータ（低圧，全閉型）の固定子コア及び回転子コアの腐食[タービン高圧制御油ポンプモータ]

k. モータ（低圧，全閉型）の取付ボルトの腐食[タービン高圧制御油ポンプモータ]

l. モータ（低圧，全閉型）主軸の高サイクル疲労割れ[タービン高圧制御油ポンプモータ]

以上，h.～l.の評価については，「ポンプモータの技術評価書」のうち，低圧ポンプモータと同一であることから，当該評価書を参照のこと。

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

a. 胴，ピストンの内面の腐食（全面腐食）［アキュムレータ］

アキュムレータの胴は炭素鋼であり全面腐食が想定されるが，内部流体が制御油であることから腐食発生の可能性はない。

また，アキュムレータのピストンは耐食性に優れたアルミニウム合金であり，腐食の発生する可能性はない。

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

b. 埋込金物（コンクリート埋設部）の腐食（全面腐食）［油配管］

埋込金物（コンクリート埋設部）は炭素鋼であるため腐食が想定されるが，コンクリート埋設部ではコンクリートの大気接触部表面からの中性化の進行により腐食環境となるが，コンクリートが中性化に至り，埋込金物に有意な腐食が発生するまで長期間を要す。

したがって，埋込金物（コンクリート埋設部）の腐食（全面腐食）は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象でないと判断する。

c. 配管の高サイクル疲労割れ［油配管］

他プラントの主タービン電気油圧式制御装置系配管において，高サイクル疲労割れが見られたが，これは，プラント起動時等にしか作動しない弁が開状態の際に生じる流体振動と当該配管の固有振動数が一致したことによるものであった。東海第二では，当該事象の水平展開として起動時に当該配管の振動測定を行い，当該配管が共振しないことを確認しており，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

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

d. モータ（低圧，全閉型）の回転子棒及び回転子エンドリングの疲労割れ［タービン高圧制御油ポンプモータ］

以上，d.の評価については，「ポンプモータの技術評価書」のうち，低圧ポンプモータと同一であることから，当該評価書を参照のこと。

e. スプリングのへたり［電油変換器］

スプリングは常時応力がかかった状態で使用されるため，へたりが考えられる。

しかし，スプリング使用時のねじり応力は許容ねじり応力以下になるよう設定されており，さらに，スプリングの材料に対する推奨最高使用温度よりも実際の使用温度は低いことから，へたりの進行の可能性はない。

したがって，スプリングのへたりは，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

表 2.2-1　主タービン電気油圧式制御装置に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位		消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考
						減肉		割れ		材質変化		その他	
						摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
装置機能の維持	油の移送	タービン高圧制御油ポンプ	ケーシング		鋳鉄		△*1*2						*1：外面 *2：内面 *3：高サイクル疲労割れ *4：主軸 *5：フレーム，エンドブラケット，ファン・ファンカバー及び端子箱 *6：固定子コア及び回転子コア *7：取付ボルト *8：回転子棒及び回転子エンドリング *9：固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁特性低下 *10：スプリングのへたり *11：性能低下，絶縁特性低下 *12：コンクリート埋設部
			主軸		低合金鋼	△		△*3					
			ピストン		低合金鋼	△							
			ピストンロッド		低合金鋼								
			シリンダ		銅合金	△							
			軸継手		炭素鋼								
			軸受（ころがり）	◎	－								
			モータ（低圧，全閉型）	◎(軸受（ころがり）)	銅，絶縁物他	△*4	△*5*6*7	△*3*4▲*8				○*9	
		配管			ステンレス鋼			▲*3					
		弁			ステンレス鋳鋼								
		電油変換器	ピストン		ステンレス鋼								
			ケーシング		アルミニウム合金								
			スプリング		ばね鋼							▲*10	
			コイル		銅，絶縁物							△*11	
			0 リング	◎	－								
	油性状の維持	タービン高圧制御油ポンプ吐出側フィルタ	ケーシング		炭素鋼鋳鋼		△*1*2						
			フィルタ		アルミニウム合金		△						
	油圧の確保	ユニット廻りアキュムレータ，タービンバイパス弁アキュムレータ	胴		炭素鋼		△*1▲*2						
			ピストン		アルミニウム合金		▲						
保護機能の維持	排油の確保	メカニカルトリップ電磁弁，ロックアウト弁，マスタートリップ電磁弁，リレーダンプ弁，リレートリップ弁		◎	－								
機器の支持	支持	タービン高圧制御油ポンプ取付ボルト			炭素鋼		△						
		油配管サポート	支持鋼材		炭素鋼		△						
			サポート取付ボルト・ナット		炭素鋼		△						
			ゴムブッシュ	◎	－								
			埋込金物		炭素鋼		△*1▲*12						

○：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

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

2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の評価

(1) モータ（低圧，全閉型）の固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁特性低下[タービン高圧制御油ポンプモータ]

モータ（低圧，全閉型）の固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁特性低下に対する「事象の説明」，「技術評価」及び「高経年化への対応」は，「ポンプモータの技術評価書」のうち，低圧ポンプモータと同一であることから，当該評価書を参照のこと。

2. 非常用系タービン設備

［対象機器］

① 原子炉隔離時冷却系タービン及び付属装置

② 常設高圧代替注水系タービン及び付属装置

目次

1. 対象機器及び代表機器の選定 2-1
1.1 グループ化の考え方及び結果 2-1
1.2 代表機器の選定 2-1
2. 代表機器の技術評価 2-3
2.1 構造，材料及び使用条件 2-3
2.1.1 原子炉隔離時冷却系タービン及び付属装置 2-3
2.2 経年劣化事象の抽出 2-12
2.2.1 機器の機能達成に必要な項目 2-12
2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出 2-12
2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象 2-14
2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の評価 2-27
3. 代表機器以外への展開 2-28
3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象 2-28
3.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象 2-28

1. 対象機器及び代表機器の選定

東海第二で使用している主要な非常用系タービン設備の主な仕様を表1-1に示す。

これらのタービンを型式及び設置場所の観点からグループ化し，それぞれのグループより以下のとおり代表機器を選定した。

1.1 グループ化の考え方及び結果

型式及び設置場所を分類基準とし，表1-1に示すとおりグループ化する。

1.2 代表機器の選定

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

(1) 非常用系タービン設備

このグループには原子炉隔離時冷却系タービン及び付属装置，常設高圧代替注水系タービン及び付属装置が属するが，重要度の観点から重要度が最も高い原子炉隔離時冷却系タービン及び付属装置を代表機器とする。

表 1-1　非常用系タービン設備のグループ化と代表機器の選定

分類基準		機器名称	仕様[*1] (出力×回転速度)	選定基準				選定	選定理由
				重要度[*2]	使用条件				
型式	設置 場所				運転 状態	最高使用 圧力[*1] (MPa)	最高使用 温度[*1] (℃)		
背圧式	屋内	原子炉隔離時冷却系タービン及び付属装置	541 kW × 4,500 rpm	MS-1 重[*3]	一時	8.62	302	◎	重要度
		常設高圧代替注水系タービン及び付属装置[*4]	620 kW × 5,514 rpm	重[*3]	一時	8.62	302		

◎：代表機器

*1：最大出力，最大回転速度，最高使用圧力，最高使用温度を示す

*2：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

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

*4：新規に設置される機器

2. 代表機器の技術評価

本章では,1 章で代表機器とした以下の非常用タービン設備について技術評価を実施する。

①原子炉隔離時冷却系タービン及び付属装置

2.1 構造，材料及び使用条件

2.1.1 原子炉隔離時冷却系タービン及び付属装置

(1) 構造

東海第二の原子炉隔離時冷却系タービンは，定格運転時最大出力 541 kW，最大回転速度 4,500 rpm の衝動螺旋流背圧式タービンであり，1 台設置されている。

駆動蒸気は，主蒸気管より導かれ，蒸気加減弁を通してタービンに流入し，ケーシングを経て，サプレッション・プールに排出される。

ケーシングは炭素鋼鋳鋼であり，主軸及び翼は低合金鋼である。

主軸及び翼は，ケーシングボルトを緩め，ケーシングを取り外すことにより，外に取り出し点検手入れが可能である。

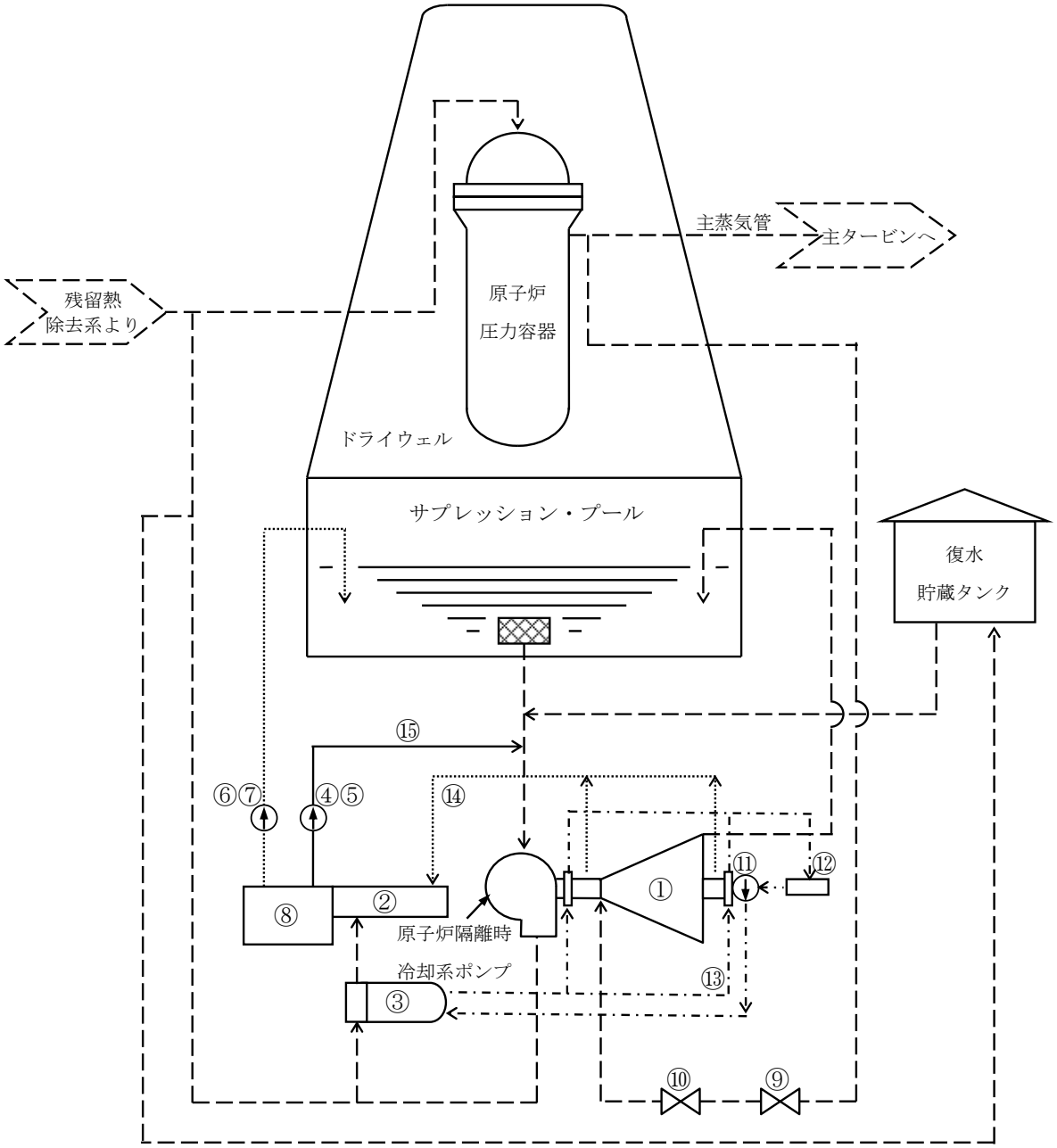
また，タービン周方向は 2 個のジャーナル軸受，タービン軸方向は 1 個のスラスト軸受により支えられている。

なお，原子炉隔離時冷却系タービンの付属設備として，蒸気止め弁，蒸気加減弁，調速・制御装置，非常調速装置，潤滑油装置（主油ポンプ，油冷却器，油タンク）及びグランド蒸気復水装置（バロメトリックコンデンサ，復水ポンプ，真空ポンプ，真空タンク）を設置している。

東海第二の原子炉隔離時冷却系タービン及び付属装置の系統図を図 2.1-1 に，構造図を図 2.1-2 に示す。

(2) 材料及び使用条件

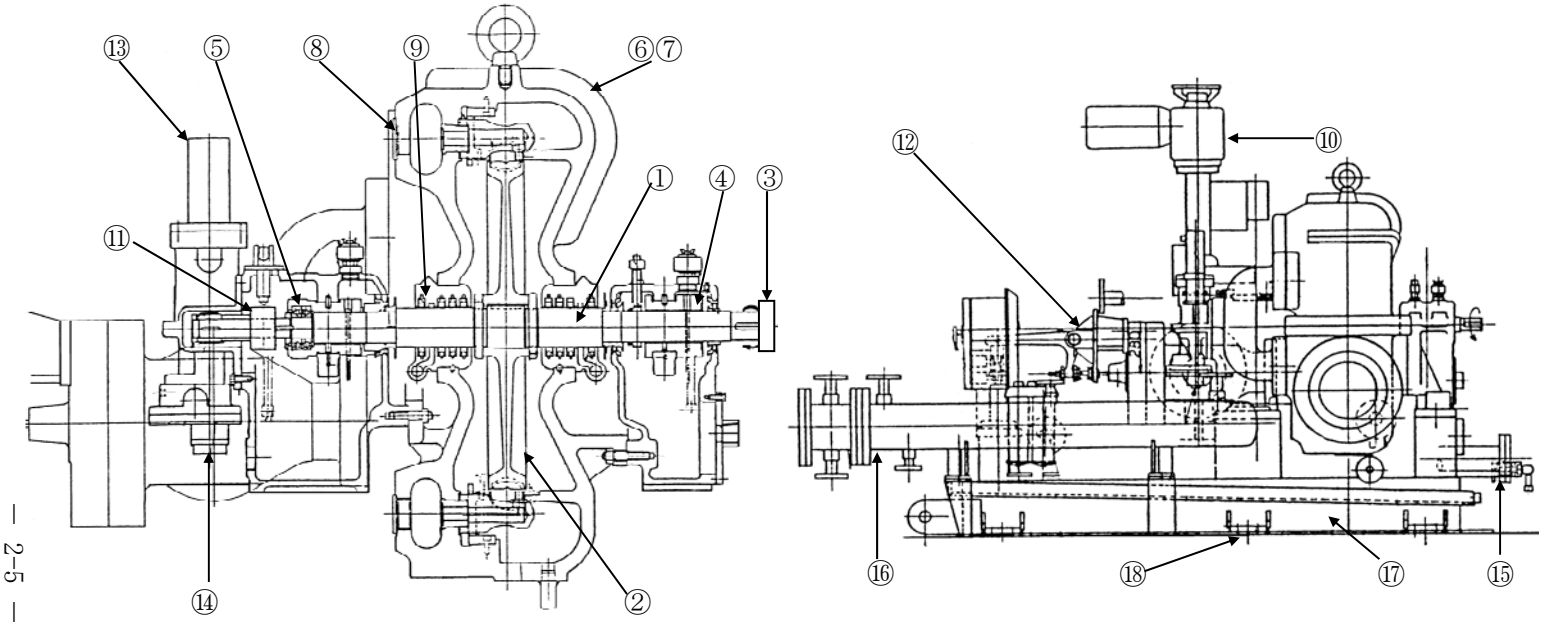
東海第二の原子炉隔離時冷却系タービン及び付属装置主要部位の使用材料を表 2.1-1 に，使用条件を表 2.1-2 に示す。



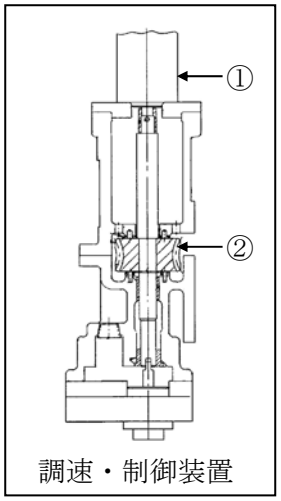
No.	部位
①	タービン
②	バロメトリックコンデンサ
③	油冷却器
④	復水ポンプ
⑤	復水ポンプモータ
⑥	真空ポンプ
⑦	真空ポンプモータ
⑧	真空タンク
⑨	蒸気止め弁
⑩	蒸気加減弁
⑪	主油ポンプ
⑫	油タンク
⑬	油配管
⑭	グランド蒸気系配管
⑮	復水系配管・弁

他報告書にて評価
油配管
グランド蒸気配管
復水配管

図 2.1-1　原子炉隔離時冷却系タービン及び付属装置系統図



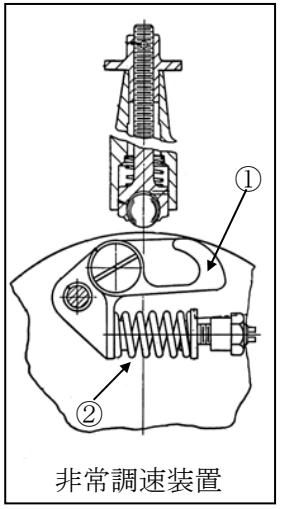
No.	部位
①	主軸
②	翼
③	軸継手
④	ジャーナル軸受
⑤	スラスト軸受（ころがり）
⑥	ケーシング
⑦	ケーシングボルト
⑧	ガスケット
⑨	カーボンリング
⑩	蒸気止め弁
⑪	非常調速装置
⑫	蒸気加減弁
⑬	調速・制御装置
⑭	主油ポンプ
⑮	油タンク
⑯	油冷却器
⑰	ベースプレート
⑱	基礎ボルト



調速・制御装置

No.	部位
①	EGR*1
②	歯車

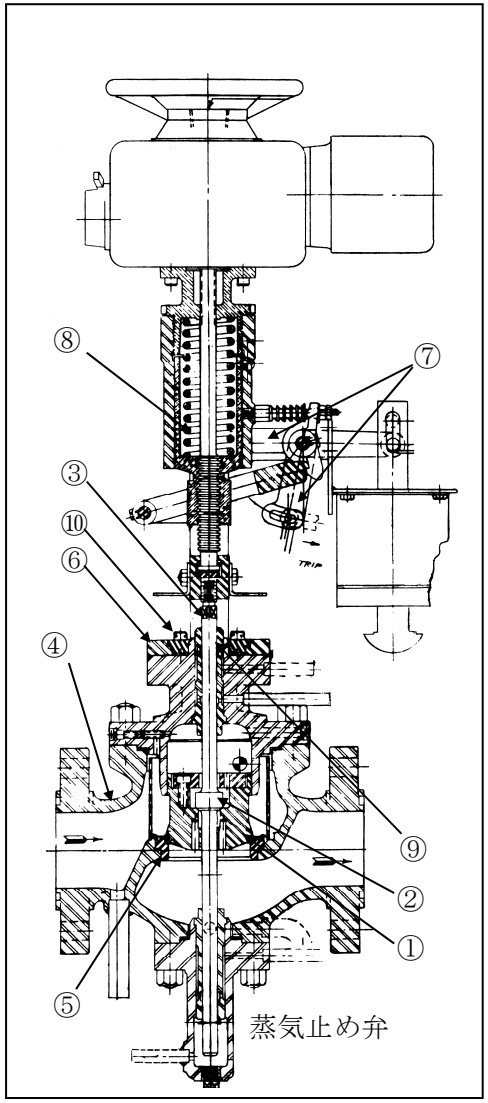
*1：EGR(Electric Governor with Remote Servo Actuator)

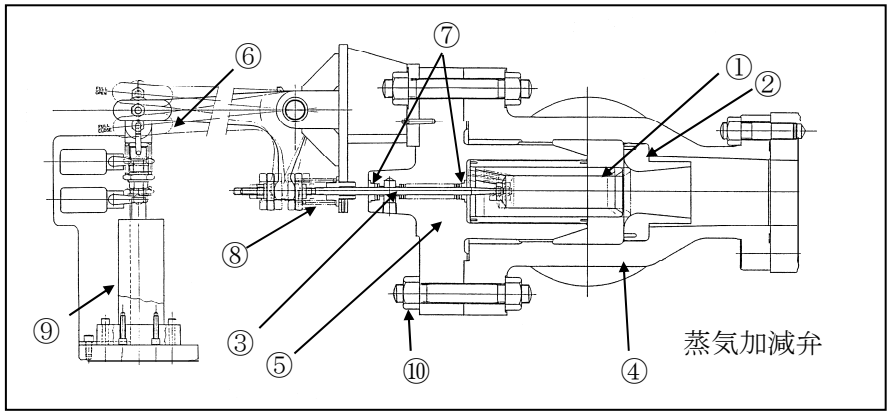


非常調速装置

No.	部位
①	トリップウェイト
②	スプリング

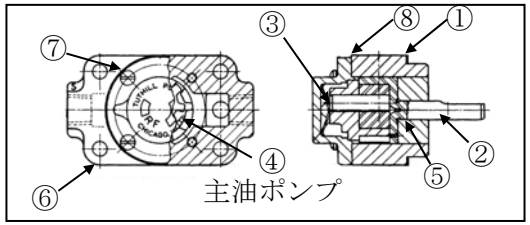
図 2.1-2(1/3)　原子炉隔離時冷却系タービン及び付属装置構造図



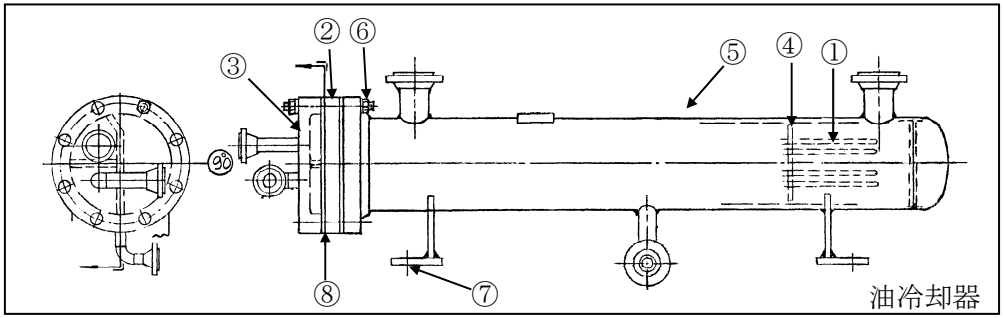


No.	部位
①	弁体
②	弁座
③	弁棒
④	弁箱
⑤	弁ふた
⑥	レバー
⑦	ブッシュ
⑧	スプリング
⑨	リモートサーボ
⑩	弁ふたボルト

No.	部位
①	弁体（主弁）
②	弁体（副弁）
③	弁棒
④	弁箱
⑤	弁座
⑥	弁ふた
⑦	レバー
⑧	スプリング
⑨	ブッシュ
⑩	弁ふたボルト



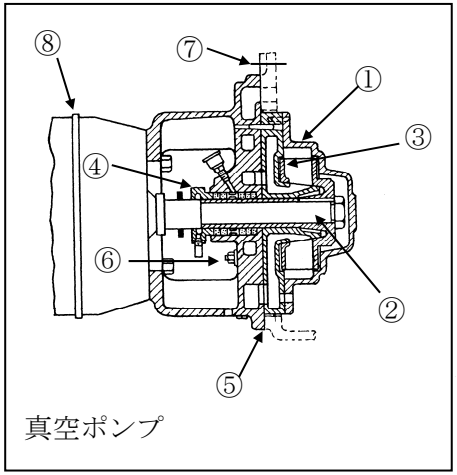
No.	部位
①	ケーシング
②	主軸
③	従軸
④	歯車
⑤	軸受（すべり）
⑥	ケーシングボルト
⑦	取付ボルト
⑧	ガスケット

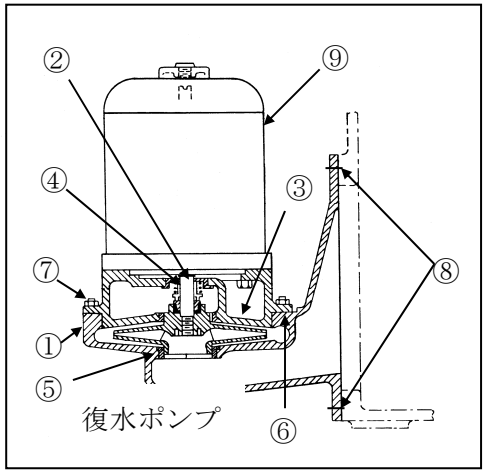


No.	部位
①	伝熱管
②	管板
③	水室
④	管支持板
⑤	胴
⑥	フランジボルト
⑦	取付ボルト
⑧	ガスケット

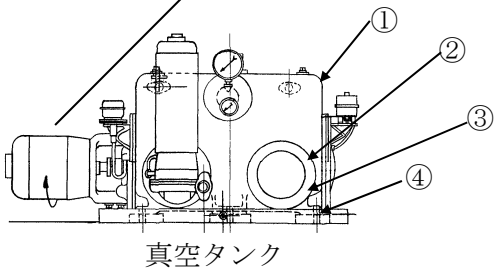
図 2.1-2(2/3)　原子炉隔離時冷却系タービン及び付属装置構造図

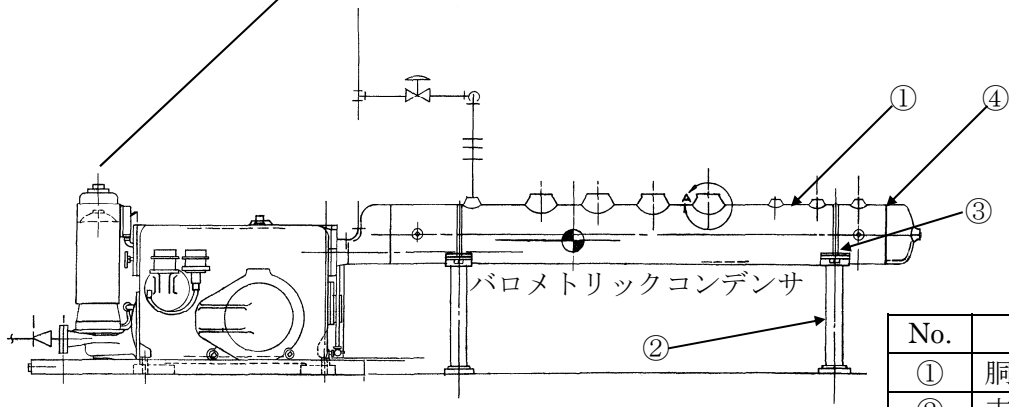
No.	部位
①	ケーシング
②	主軸
③	羽根車
④	シャフトシール
⑤	ガスケット
⑥	ケーシングボルト
⑦	取付ボルト
⑧	モータ（低圧，全閉型）





No.	部位
①	ケーシング
②	主軸
③	羽根車
④	メカニカルシール
⑤	シーリングリング
⑥	ガスケット
⑦	ケーシングボルト
⑧	取付ボルト
⑨	モータ（低圧，全閉型）





No.	部位
①	胴
②	フランジボルト
③	ガスケット
④	取付ボルト

No.	部位
①	胴
②	支持鋼材
③	取付ボルト
④	ガスケット

図 2.1-2(3/3)　原子炉隔離時冷却系タービン及び付属装置構造図

表 2.1-1（1/4）　原子炉隔離時冷却系タービン及び付属装置主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位		材料
タービン性能の確保	エネルギー変換	タービン	主軸	低合金鋼
			翼	低合金鋼
			軸継手	低合金鋼
	軸支持		ジャーナル軸受	鋳鉄，ホワイトメタル
			スラスト軸受（ころがり）	（消耗品）
バウンダリの維持	耐圧		ケーシング	炭素鋼鋳鋼
			ケーシングボルト	低合金鋼
	シール		ガスケット	（消耗品）
			カーボンリング	（消耗品）
隔離機能の維持	隔離	蒸気止め弁	弁体（主弁）	ステンレス鋼
			弁体（副弁）	低合金鋼
			弁棒	低合金鋼
			弁箱	炭素鋼鋳鋼
			弁座	ステンレス鋼
			弁ふた	炭素鋼鋳鋼
			レバー	炭素鋼鋳鋼
			スプリング	ばね鋼
			ブッシュ	（定期取替品）
			弁ふたボルト	低合金鋼
		非常調速装置	トリップウェイト	黄銅
			スプリング	ばね鋼

表 2.1-1 (2/4)　原子炉隔離時冷却系タービン及び付属装置主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位		材料
作動機能の維持	制御	蒸気加減弁	弁体	ステンレス鋼
			弁棒	ステンレス鋼
			弁箱	炭素鋼鋳鋼
			弁座	ステンレス鋼
			弁ふた	炭素鋼鋳鋼
			レバー	鋳鉄
			ブッシュ	(定期取替品)
			スプリング	ピアノ線
			弁ふたボルト	低合金鋼
		調速・制御装置	EGR*1	―
			リモートサーボ	―
			歯車	低合金鋼
	衛帯蒸気系機能の維持	バロメトリックコンデンサ	胴	炭素鋼
			取付ボルト	炭素鋼
			ガスケット	(消耗品)

*1：EGR (Electric Governor with Remote Servo Actuator)

表 2.1-1（3/4）　原子炉隔離時冷却系タービン及び付属装置主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位		材料
作動機能の維持	衛帯蒸気系機能の維持	真空タンク	胴	鋳鉄
			フランジボルト	炭素鋼
			ガスケット	（消耗品）
			取付ボルト	炭素鋼
		真空ポンプ	ケーシング	青銅
			主軸	炭素鋼
			羽根車	青銅
			シャフトシール	（消耗品）
			ガスケット	（消耗品）
			ケーシングボルト	炭素鋼
			取付ボルト	炭素鋼
			モータ （低圧，全閉型）	主軸，取付ボルト：炭素鋼 固定子コイル，口出線・接続部品 ：銅，絶縁物 回転子コア，固定子コア：電磁鋼板 回転子棒，回転子エンドリング ：アルミニウム フレーム，端子箱，エンドブラケット， ファン・ファンカバー：圧延鋼板 軸受（ころがり）：（消耗品）
		復水ポンプ	ケーシング	鋳鉄
			主軸	ステンレス鋼
			羽根車	青銅
			メカニカルシール	（消耗品）
			シーリングリング	（消耗品）
			ガスケット	（消耗品）
			ケーシングボルト	炭素鋼
			取付ボルト	炭素鋼
			モータ （低圧，全閉型）	主軸，取付ボルト：炭素鋼 固定子コイル，口出線・接続部品 ：銅，絶縁物 回転子コア，固定子コア：電磁鋼板 回転子棒，回転子エンドリング ：アルミニウム フレーム，端子箱，エンドブラケット， ファン・ファンカバー：圧延鋼板 軸受（ころがり）：（消耗品）
		復水系配管・弁		炭素鋼
		グランド蒸気系配管		炭素鋼

表 2.1-1（4/4）　原子炉隔離時冷却系タービン及び付属装置主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位		材料
作動機能の維持	潤滑油機能の確保	主油ポンプ	ケーシング	鋳鉄
			主軸	炭素鋼
			従軸	低合金鋼，炭素鋼
			歯車	低合金鋼
			軸受（すべり）	炭素鋼，ホワイトメタル
			ケーシングボルト	炭素鋼
			取付ボルト	低合金鋼
			ガスケット	（消耗品）
		油冷却器	伝熱管	ステンレス鋼
			管板	ステンレス鋼
			水室	ステンレス鋼
			管支持板	ステンレス鋼
			胴	炭素鋼
			フランジボルト	低合金鋼
			取付ボルト	低合金鋼
			ガスケット	（消耗品）
		油タンク		炭素鋼
		油配管		炭素鋼
機器の支持	支持	ベースプレート		炭素鋼
		支持鋼材		炭素鋼
		基礎ボルト		炭素鋼

表 2.1-2　原子炉隔離時冷却系タービン及び付属装置の使用条件

タービン	運転圧力	8.62 MPa
	運転温度	302 ℃
	回転速度	2,200～4,500 rpm
	内部流体	蒸気

2.2 経年劣化事象の抽出

2.2.1 機器の機能達成に必要な項目

原子炉隔離時冷却系タービン及び付属装置の機能達成に必要な項目は以下のとおり。

(1) タービン性能の確保

(2) バウンダリの維持

(3) 隔離機能の維持

(4) 作動機能の維持

(5) 機器の支持

2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

(1) 想定される経年劣化事象の抽出

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

なお，消耗品及び定期取替品は以下のとおり評価対象外とする。

(2) 消耗品及び定期取替品の扱い

スラスト軸受（ころがり），ガスケット，カーボンリング，シャフトシール，軸受（ころがり），メカニカルシール，シーリングリングは消耗品，ブッシュは定期取替品であり，設計時に長期使用せず取替を前提としていることから高経年化対策を見極める上での評価対象外とする。

(3) 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

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

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

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

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

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

a. モータ（低圧，全閉型）の固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁特性低下
［真空ポンプ，復水ポンプ］

2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

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

a. 基礎ボルトの腐食（全面腐食）［原子炉隔離時冷却系タービン］

基礎ボルトの健全性については，「機械設備の技術評価書」にて評価を実施するものとし，本評価書には含めない。

b. 主軸，従軸の摩耗［原子炉隔離時冷却系タービン，真空ポンプ，復水ポンプ，主油ポンプ］

ジャーナル軸受を使用している原子炉隔離時冷却系タービンの主軸，すべり軸受を使用している主油ポンプの主軸，従軸については，摺動面の摩耗が考えられるが，潤滑油が供給され主軸と軸受間に油膜が形成されており，摩耗の可能性は小さい。

また，点検時の寸法検査及び目視点検において有意な摩耗がないことを確認している。

ころがり軸受を使用している原子炉隔離時冷却系タービン，真空ポンプ，復水ポンプの主軸については，主軸と軸受の接触面の摩耗が考えられるが，目視点検において有意な摩耗がないことを確認している。

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

c. ジャーナル軸受及びすべり軸受の摩耗，はく離［原子炉隔離時冷却系タービン，主油ポンプ］

原子炉隔離時冷却系タービンのジャーナル軸受，主油ポンプのすべり軸受は，ホワイトメタルを軸受に溶着しているので摩耗及びはく離が想定される。

摩耗については，軸と軸受間に油膜が形成されており，摩耗の可能性は小さい。また，分解点検時の目視点検において有意な摩耗がないことを確認している。

はく離については，分解点検時に目視点検もしくは浸透探傷検査を実施しており，有意なはく離がないことを確認している。

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

d. 弁棒の摩耗［蒸気止め弁，蒸気加減弁］

蒸気止め弁及び蒸気加減弁の弁棒は，ブッシュ等との摺動部に摩耗が想定されるが，目視点検において有意な摩耗がないことを確認している。

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

e. レバー，トリップウェイトの摩耗［蒸気止め弁，蒸気加減弁，非常調速装置］

蒸気止め弁及び蒸気加減弁のレバー，非常調速装置のトリップウェイトは摺動部に摩耗が想定されるが，目視点検において有意な摩耗がないことを確認している。

したがって，レバー，トリップウェイトの摩耗は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

f. ケーシング，弁箱，弁ふた，レバー，胴，タンク，配管，弁の外面の腐食（全面腐食）［原子炉隔離時冷却系タービン，蒸気止め弁，蒸気加減弁，バロメトリックコンデンサ，真空タンク，真空ポンプ，復水ポンプ，主油ポンプ，油冷却器，油タンク，復水系配管・弁，グランド蒸気系配管，油配管］

原子炉隔離時冷却系タービン（ケーシング），蒸気止め弁（弁箱，弁ふた，レバー），蒸気加減弁（弁箱，弁ふた）は炭素鋼鋳鋼，蒸気加減弁（レバー），真空タンク（胴），復水ポンプ（ケーシング），主油ポンプ（ケーシング）は鋳鉄，真空ポンプ（ケーシング）は青銅，バロメトリックコンデンサ（胴），油冷却器（胴），油タンク，復水系配管・弁，グランド蒸気系配管，油配管は炭素鋼であり，腐食の発生が考えられるが，外気接触部は塗装を施しており，塗膜の状態を目視点検で確認し，必要に応じて補修塗装を実施していることから，腐食発生の可能性は小さい。

また，目視確認において有意な腐食がないことを確認している。

したがって，ケーシング，弁箱，弁ふた，レバー，胴，タンク，配管，弁の外面の腐食（全面腐食）は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

g. 胴，ケーシング，配管，弁の内面の腐食（全面腐食）［バロメトリックコンデンサ，真空タンク，真空ポンプ，復水ポンプ，復水系配管・弁，グランド蒸気系配管］

真空タンクの胴，復水ポンプのケーシングは鋳鉄，真空ポンプのケーシングは青銅であり，内部流体は純水又は蒸気であることから腐食の発生が考えられるが，目視点検において有意な腐食がないことを確認している。

また，バロメトリックコンデンサの胴，復水系配管・弁，グランド蒸気系配管の材料は炭素鋼で，内部流体は純水又は蒸気であることから腐食の発生が考えられるが，使用環境が同様の真空タンク，真空ポンプ，復水ポンプの点検結果から有意な腐食発生の可能性は小さい。

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

h. 羽根車の腐食（全面腐食）［真空ポンプ，復水ポンプ］

真空ポンプ及び復水ポンプの羽根車は青銅であり，内部流体は純水又は蒸気であることから，腐食の発生が考えられるが，目視点検において有意な腐食がないことを確認している。

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

i. ベースプレート，支持鋼材の腐食（全面腐食）［原子炉隔離時冷却系タービン，バロメトリックコンデンサ］

原子炉隔離時冷却系タービンのベースプレート及びバロメトリックコンデンサの支持鋼材は炭素鋼であり，腐食の発生が考えられるが，外気接触部は塗装を施しており，塗膜の状態を目視点検で確認し，必要に応じて補修塗装を実施していることから，腐食発生の可能性は小さい。

また，目視確認において有意な腐食がないことを確認している。

したがって，ベースプレート及び支持鋼材の腐食（全面腐食）は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

j. ケーシングボルト，取付ボルト，フランジボルト，弁ふたボルトの腐食（全面腐食）［共通］

ケーシングボルト，取付ボルト，フランジボルト，弁ふたボルトの材料は炭素鋼，低合金鋼であり，腐食が想定されるが，ボルトの外気接触部は塗装を施しており，必要に応じて補修塗装を実施していることから腐食の可能性は小さい。

また，ボルトは分解点検時に健全性を確認しており，点検時に必要に応じて交換することにより機能を維持している。

したがって，ケーシングボルト，取付ボルト，フランジボルト，弁ふたボルトの腐食（全面腐食）は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

k. EGR，リモートサーボの性能低下［調速・制御装置］

調速・制御装置は一定のポンプ吐出圧力となるように蒸気加減弁に流入する蒸気量を調整している。調速・制御装置は運転中，回転速度を常時制御しているため，駆動部に摺動等による摩耗及び潤滑油の変質，異物の付着による性能劣化が進行し，性能低下が発生する可能性がある。

調速・制御装置（EGR，リモートサーボ）については定期的に，分解点検，潤滑油の交換・フラッシング，応答性試験，試運転調整を実施しており，有意な異常が確認された時は補修・取替を実施することで，機能を維持している。

したがって，EGR，リモートサーボの性能低下は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

l. 軸継手の摩耗［原子炉隔離時冷却系タービン］

原子炉隔離時冷却系タービンの軸継手は運転時に動力を伝える部品であるため，長期使用において摩耗が考えられるが，グリースにより潤滑されており，摩耗の可能性は小さい。

なお，分解点検時の目視点検において有意な摩耗は確認されておらず，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

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

m. 歯車の摩耗［主油ポンプ，調速・制御装置］

主油ポンプ及び調速・制御装置の歯車の噛み合い部は摩耗が考えられるが，ポンプ内部流体は油であり，また，調速・制御装置の歯車には油が供給されており，歯面が常時潤滑されているため，摩耗の可能性は小さい。

なお，これまでの目視点検において有意な摩耗は確認されておらず，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

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

n. 主軸，翼，ケーシングの腐食（流れ加速型腐食）［原子炉隔離時冷却系タービン］

原子炉隔離時冷却系タービンの主軸，翼の材料は低合金鋼，ケーシングは炭素鋼鋳鋼であり，蒸気雰囲気下において腐食（流れ加速型腐食）発生の可能性が考えられるが，本装置は，定期的な機能確認試験時（1 ヶ月に 1 回）のみの運転（約 30 分程度）であり，腐食（流れ加速型腐食）進行の可能性は小さい。

なお，これまでの目視点検において有意な腐食（流れ加速型腐食）は確認されておらず，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，主軸，翼，ケーシングの腐食（流れ加速型腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

o. 弁の腐食（流れ加速型腐食）［蒸気止め弁，蒸気加減弁］

蒸気止め弁（弁体（主弁），弁座），蒸気加減弁（弁体，弁棒，弁座）はステンレス鋼，蒸気止め弁（弁箱），蒸気加減弁（弁箱，弁ふた）は炭素鋼鋳鋼，蒸気止め弁（弁体（副弁），弁棒）は低合金鋼であり，蒸気雰囲気下において腐食（流れ加速型腐食）発生の可能性が考えられるが，原子炉隔離時冷却系タービンと同様，定期的な機能確認試験時のみの運転であり，腐食（流れ加速型腐食）進行の可能性は小さい。

なお，これまでの目視点検において各部位に有意な腐食（流れ加速型腐食）は確認されておらず，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，弁の腐食（流れ加速型腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

p. 羽根車の腐食（キャビテーション）［復水ポンプ］

ポンプ内部の羽根車でキャビテーションが発生すると，羽根車表面にエロージョンが生じ，ポンプ性能に影響を及ぼす可能性があるが，ポンプはキャビテーションを起こさない条件（有効吸込ヘッド＞必要有効吸込ヘッド）を満たすよう設計段階で既に考慮されており，この大小関係は経年的に変化するものではない。

なお，これまでの目視点検において有意な腐食（キャビテーション）は確認されておらず，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

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

q. ケーシング，胴，タンク，配管の内面の腐食（全面腐食）［主油ポンプ，油冷却器，油タンク，油配管］

主油ポンプのケーシングは鋳鉄，油冷却器の胴，油タンク及び油配管の材料は炭素鋼であり腐食の発生が考えられるが，内部流体は油であり腐食発生の可能性は小さい。

なお，主油ポンプ，油冷却器，油タンクは，これまでの目視点検において有意な腐食は確認されておらず，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

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

r. 主軸，従軸の腐食（全面腐食）［主油ポンプ］

主油ポンプの主軸及び従軸は炭素鋼であり腐食の発生が考えられるが，内部流体は油であり腐食発生の可能性は小さい。

なお，主油ポンプは，これまでの目視点検において有意な腐食は確認されておらず，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

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

s. 主軸の高サイクル疲労割れ［原子炉隔離時冷却系タービン］

原子炉隔離時冷却系タービンの主軸には定常応力と変動応力が発生する。高平均応力下において繰返し応力を受けると，応力集中部等において高サイクル疲労割れが想定されるが，主軸は設計段階において疲労割れが発生しないよう考慮された設計となっており，高サイクル疲労割れが発生する可能性は小さい。

なお，これまでの目視点検及び浸透探傷検査において，有意な欠陥は確認されておらず，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

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

t．主軸の高サイクル疲労割れ［真空ポンプ，復水ポンプ，主油ポンプ］

真空ポンプ，復水ポンプ，主油ポンプの主軸は繰返し応力を受けると，応力集中部等において高サイクル疲労割れが想定されるが，ポンプ主軸は設計段階において疲労割れが発生しないよう考慮された設計となっており，高サイクル疲労割れが発生する可能性は小さい。

なお，これまでの目視点検及び浸透探傷検査において，有意な欠陥は確認されておらず，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

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

u．ケーシングの疲労割れ［原子炉隔離時冷却系タービン］

原子炉隔離時冷却系タービンのケーシングは，炭素鋼鋳鋼であり定期的な機能確認試験時の熱応力による材料への疲労の蓄積から疲労割れが想定される。

しかし，定期的な機能確認試験時は，急激な過渡変化を生じないように運転しており，また，低負荷から定格負荷まで徐々に負荷上昇する運用であることから熱応力による疲労蓄積は小さく，疲労割れが発生する可能性は小さい。

なお，これまでの目視点検及び浸透探傷検査において有意な欠陥は確認されておらず，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

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

v．弁棒の疲労割れ［蒸気止め弁，蒸気加減弁］

弁棒段付部等は角部を滑らかにし，応力集中がかからないような構造としており，発生応力の低減を図っている。

また，弁全開時であってもバックシートで受けるような構造ではないことから，有意な応力は発生しないと考える。

なお，これまでの目視点検及び浸透探傷検査において，段付部等応力集中の想定される部位に有意な欠陥は確認されておらず，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

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

w. モータ（低圧，全閉型）主軸の摩耗［真空ポンプ，復水ポンプ］

x. モータ（低圧，全閉型）のフレーム，エンドブラケット，ファン・ファンカバー及び端子箱の腐食［真空ポンプ，復水ポンプ］

y. モータ（低圧，全閉型）の固定子コア及び回転子コアの腐食［真空ポンプ，復水ポンプ］

z. モータ（低圧，全閉型）の取付ボルトの腐食［真空ポンプ，復水ポンプ］

aa. モータ（低圧，全閉型）主軸の高サイクル疲労割れ［真空ポンプ，復水ポンプ］

以上，w.～aa.の評価については，「ポンプモータの技術評価書」の低圧ポンプモータと同一であることから，当該の評価書参照のこと。

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

a. 伝熱管，管板の応力腐食割れ［油冷却器］

油冷却器の伝熱管，管板は，ステンレス鋼であり応力腐食割れが想定されるが，実際の運転温度は 100 ℃以下であり，応力腐食割れが発生する可能性はない。

したがって，伝熱管，管板の応力腐食割れは，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

b. モータ（低圧，全閉型）の回転子棒及び回転子エンドリングの疲労割れ［真空ポンプ，復水ポンプ］

以上，b.の評価については，「ポンプモータの技術評価書」の低圧ポンプモータと同一であることから，当該の評価書参照のこと。

c. スプリングのへたり［蒸気止め弁，非常調速装置，蒸気加減弁］

スプリングは常時応力がかかった状態で使用されるため，へたりが考えられる。

しかし，スプリング使用時のねじり応力は許容ねじり応力以下になるよう設定されており，また，スプリングの材料に対する推奨最高使用温度よりも実際の使用温度は低いことから，へたりの進行の可能性はない。

したがって，スプリングのへたりは，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

表 2.2-1(1/5)　原子炉隔離時冷却系タービン及び付属装置に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位		消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考
						減肉		割れ		材質変化		その他	
						摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
タービン性能の確保	エネルギー変換	タービン	主軸		低合金鋼	△	△*1	△*2					*1:流れ加速型腐食 *2:高サイクル疲労割れ *3:はく離 *4:内面 *5:外面 *6:へたり
			翼		低合金鋼		△*1						
			軸継手		低合金鋼	△							
	軸支持		ジャーナル軸受		鋳鉄,ホワイトメタル	△						△*3	
			スラスト軸受（ころがり）	◎	－								
バウンダリの維持	耐圧		ケーシング		炭素鋼鋳鋼		△*1*4△*5	△					
			ケーシングボルト		低合金鋼		△						
	シール		ガスケット	◎	－								
			カーボンリング	◎	－								
隔離機能の維持	隔離	蒸気止め弁	弁体（主弁）		ステンレス鋼		△*1						
			弁体（副弁）		低合金鋼		△*1						
			弁棒		低合金鋼	△	△*1	△					
			弁箱		炭素鋼鋳鋼		△*1*4△*5						
			弁座		ステンレス鋼		△*1						
			弁ふた		炭素鋼鋳鋼		△*5						
			レバー		炭素鋼鋳鋼	△	△*5						
			スプリング		ばね鋼							▲*6	
			ブッシュ	◎	－								
			弁ふたボルト		低合金鋼		△						

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

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

表 2.2-1(2/5)　原子炉隔離時冷却系タービン及び付属装置に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位		消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考
						減肉		割れ		材質変化		その他	
						摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
隔離機能の維持	隔離	非常調速装置	トリップウェイト		黄銅	△							*1:へたり *2:流れ加速型腐食 *3:内面 *4:外面 *5:性能低下
			スプリング		ばね鋼							▲*1	
作動機能の維持	制御	蒸気加減弁	弁体		ステンレス鋼		△*2						
			弁棒		ステンレス鋼	△	△*2	△					
			弁箱		炭素鋼鋳鋼		△*2*3△*4						
			弁座		ステンレス鋼		△*2						
			弁ふた		炭素鋼鋳鋼		△*2*3△*4						
			レバー		鋳鉄	△	△*4						
			ブッシュ	◎	－								
			スプリング		ピアノ線							▲*1	
			弁ふたボルト		低合金鋼		△						
		調速・制御装置	EGR		－							△*5	
			リモートサーボ		－							△*5	
			歯車		低合金鋼	△							

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

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

表 2.2-1(3/5)　原子炉隔離時冷却系タービン及び付属装置に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位		消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考
						減肉		割れ		材質変化		その他	
						摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
作動機能の維持	衛帯蒸気系機能の維持	バロメトリックコンデンサ	胴		炭素鋼		△*1*2						*1:内面 *2:外面 *3:高サイクル疲労割れ *4:主軸 *5:フレーム，エンドブラケット，ファン・ファンカバー及び端子箱 *6:固定子コア及び回転子コア *7:取付ボルト *8:回転子棒及び回転子エンドリング *9:固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁特性低下
			取付ボルト		炭素鋼		△						
			ガスケット	◎	－								
		真空タンク	胴		鋳鉄		△*1*2						
			フランジボルト		炭素鋼		△						
			ガスケット	◎	－								
			取付ボルト		炭素鋼		△						
		真空ポンプ	ケーシング		青銅		△*1*2						
			主軸		炭素鋼	△		△*3					
			羽根車		青銅		△						
			シャフトシール	◎	－								
			ガスケット	◎	－								
			ケーシングボルト		炭素鋼		△						
			取付ボルト		炭素鋼		△						
			モータ（低圧，全閉型）	◎(軸受(ころがり))	－	△*4	△*5*6*7	△*3*4▲*8				○*9	

○：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

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

表 2.2-1(4/5)　原子炉隔離時冷却系タービン及び付属装置に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位		消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考
						減肉		割れ		材質変化		その他	
						摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
作動機能の維持	衛帯蒸気系機能の維持	復水ポンプ	ケーシング		鋳鉄		△*1*2						*1:内面 *2:外面 *3:高サイクル疲労割れ *4:キャビテーション *5:主軸 *6:フレーム，エンドブラケット，ファン・ファンカバー及び端子箱 *7:固定子コア及び回転子コア *8:取付ボルト *9:回転子棒及び回転子エンドリング *10:固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁特性低下 *11:はく離
			主軸		ステンレス鋼	△		△*3					
			羽根車		青銅		△△*4						
			メカニカルシール	◎	－								
			シーリングリング	◎	－								
			ガスケット	◎	－								
			ケーシングボルト		炭素鋼		△						
			取付ボルト		炭素鋼		△						
			モータ（低圧，全閉型）	◎（軸受（ころがり））	－	△*5	△*6*7*8	△*3*5▲*9				○*10	
		復水系配管・弁			炭素鋼		△*1*2						
		グランド蒸気系配管			炭素鋼		△*1*2						
	潤滑油機能の確保	主油ポンプ	ケーシング		鋳鉄		△*1*2						
			主軸		炭素鋼	△	△	△*3					
			従軸		低合金鋼，炭素鋼	△	△						
			歯車		低合金鋼	△							
			軸受（すべり）		炭素鋼，ホワイトメタル	△						△*11	
			ケーシングボルト		炭素鋼		△						
			取付ボルト		低合金鋼		△						
			ガスケット	◎	－								

○：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

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

表 2.2-1(5/5)　原子炉隔離時冷却系タービン及び付属装置に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位		消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考
						減肉		割れ		材質変化		その他	
						摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
作動機能の維持	衛帯蒸気系機能の維持	油冷却器	伝熱管		ステンレス鋼				▲				*1:内面 *2:外面
			管板		ステンレス鋼				▲				
			水室		ステンレス鋼								
			管支持板		ステンレス鋼								
			胴		炭素鋼		△*1*2						
			フランジボルト		低合金鋼		△						
			取付ボルト		低合金鋼		△						
			ガスケット	◎	－								
		油タンク			炭素鋼		△*1*2						
		油配管			炭素鋼		△*1*2						
機器の支持	支持	ベースプレート			炭素鋼		△						
		支持鋼材			炭素鋼		△						
		基礎ボルト			炭素鋼		△						

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

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

2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の評価

(1) モータ（低圧，全閉型）の固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁特性低下［真空ポンプ，復水ポンプ］

モータ（低圧，全閉型）の固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁特性低下に対する「事象の説明」，「技術評価」及び「高経年化への対応」は，「ポンプモータの技術評価書」のうち，低圧ポンプモータと同一であることから，当該評価書を参照のこと。

3. 代表機器以外への展開

本章では，2 章で実施した代表機器の技術評価について，1 章で実施したグループ化で代表機器となっていない機器である常設高圧代替注水系タービン及び付属装置について検討した。

① 常設高圧代替注水系タービン及び付属装置

なお，基礎ボルトについては，常設高圧代替注水系ポンプと常設高圧代替注水系タービンの取付ベースが共通であることから，「ポンプ技術評価書」にて評価を実施するものとし本評価書には含めない。

3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

a. モータ（低圧，全閉型）の固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁特性低下［真空ポンプ，復水ポンプ］

モータ（低圧，全閉型）の固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁特性低下に関しては，真空ポンプ，復水ポンプは代表機器にのみ設置されており，代表機器以外への展開は不要である。

3.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

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

a. 主軸，ジャーナル軸受の摩耗［常設高圧代替注水系タービン］

主軸はステンレス鋼であり，ジャーナル軸受はステンレス鋼及びカーボンのすべり軸受を使用することとしており，主軸及びジャーナル軸受の摺動面の摩耗が想定されるが，潤滑水が供給されることにより，主軸と軸受間に水膜が形成されるため，摩耗の可能性は小さい。

また，常設高圧代替注水系タービン及び付属装置は新たに設置されることから，今後，寸法検査及び目視点検を実施し，摩耗の有無を確認することで健全性を維持できると考える。

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

b. シリンダ，ピストンの摩耗[蒸気止め弁，調速・制御装置]

蒸気止め弁のピストン，調速・制御装置のシリンダ及びピストンは摺動面の摩耗が想定されるが，常設高圧代替注水系タービン及び付属装置は新たに設置されることから，今後，目視点検を実施し，摩耗の有無を確認することで健全性を維持できると考える。

したがって，シリンダ，ピストンの摩耗は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

c．弁棒の摩耗［蒸気止め弁，蒸気加減弁］

蒸気止め弁及び蒸気加減弁の弁棒は摩耗が想定されるが，常設高圧代替注水系タービン及び付属装置は新たに設置されることから，今後，弁ふた側のブッシュと適切な隙間管理を行い，分解点検時に目視点検を実施し，摩耗の有無を確認することで健全性を維持できると考える。

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

d.トリップボルトの摩耗［非常調速装置］

非常調速装置のトリップボルトは摩耗が想定されるが，常設高圧代替注水系タービン及び付属装置は新たに設置されることから，今後，分解点検時に目視点検を実施し，摩耗の有無を確認することで健全性を維持できると考える。

したがって，トリップボルトの摩耗は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

e．ケーシングの腐食（全面腐食）［常設高圧代替注水系タービン］

常設高圧代替注水系タービンのケーシングはステンレス鋳鋼及び低合金鋼であり，腐食が想定されるが，常設高圧代替注水系タービン及び付属装置は新たに設置されることから，今後，分解点検時に目視点検を実施し，腐食の有無を確認することで健全性を維持できると考える。

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

f．弁箱，ベースプレートの腐食（全面腐食）［蒸気止め弁，蒸気加減弁，常設高圧代替注水系タービン］

蒸気止め弁及び蒸気加減弁の弁箱は低合金鋼，ベースプレートは炭素鋼であり，腐食が想定されるが，常設高圧代替注水系タービン及び付属装置は新たに設置されることから，外気接触部は塗装を施すこととしており，今後，塗膜の状態を目視点検で確認し，必要に応じて補修塗装を実施することで健全性を維持できると考える。

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

g．ケーシングボルトの腐食（全面腐食）［常設高圧代替注水系タービン］

常設高圧代替注水系タービンのケーシングボルトは低合金鋼であり，腐食が想定されるが，常設高圧代替注水系タービン及び付属装置は新たに設置されることから，ボルトの外気接触部は塗装を施すこととしており，今後，塗膜の状態を目視点検で確認し，必要に応じて補修塗装を実施することで健全性を維持できると考える。

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

h. ケーシングボルトの応力腐食割れ[常設高圧代替注水系タービン]

常設高圧代替注水系タービンのケーシングボルトはステンレス鋼であり，蒸気環境下で使用するため，応力腐食割れが発生する可能性があるが，常設高圧代替注水系タービン及び付属装置は新たに設置されることから，今後，ボルトは，目視点検及び浸透探傷検査を実施し，欠陥の有無を確認することで健全性を維持できると考える。

したがって，ケーシングボルトの応力腐食割れは，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

i. 主軸，翼，ケーシングの腐食（流れ加速型腐食）［常設高圧代替注水系タービン］

常設高圧代替注水系タービンの主軸，翼の材料はステンレス鋼，ケーシングはステンレス鋳鋼及び低合金鋼であり，蒸気雰囲気下において腐食（流れ加速型腐食）が想定されるが，本装置は，定期的な機能確認試験時のみの運転であり，腐食（流れ加速型腐食）進行の可能性は小さい。

なお，常設高圧代替注水系タービン及び付属装置は新たに設置されることから，主軸，翼，ケーシングの腐食（流れ加速型腐食）については，今後，分解点検時に目視点検を実施し，腐食（流れ加速型腐食）の有無を確認することで健全性を維持できると考える。

したがって，主軸，翼，ケーシングの腐食（流れ加速型腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

j. 弁の腐食（流れ加速型腐食）［蒸気止め弁，蒸気加減弁］

蒸気止め弁（弁体），蒸気加減弁（弁体，弁棒）はステンレス鋼，蒸気止め弁（弁箱，弁ふた，弁座），蒸気加減弁（弁箱，弁ふた，弁座）は低合金鋼であり，蒸気雰囲気下において腐食（流れ加速型腐食）が想定されるが，タービンと同様，定期試験時のみの運転であり，腐食（流れ加速型腐食）進行の可能性は小さい。

なお，常設高圧代替注水系タービン及び付属装置は新たに設置されることから，弁の腐食（流れ加速型腐食）については，今後，分解点検時に目視点検を実施し，腐食（流れ加速型腐食）の有無を確認することで健全性を維持できると考える。

したがって，弁の腐食（流れ加速型腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

k. 主軸の高サイクル疲労割れ［常設高圧代替注水系タービン］

主軸は繰返し応力を受けると，応力集中部等において高サイクル疲労割れが想定されるが，設計段階において疲労割れが発生しないよう考慮された設計とすることとしており，高サイクル疲労割れが発生する可能性は小さい。

なお，常設高圧代替注水系タービン及び付属装置は新たに設置されることから，主軸の高サイクル疲労割れについては，今後，分解点検時に目視点検及び浸透探傷検査を実施し，欠陥の有無を確認することで健全性を維持できると考える。

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

l. ケーシングの疲労割れ［常設高圧代替注水系タービン］

常設高圧代替注水系タービンのケーシングは，ステンレス鋳鋼であり定期的な機能確認試験時の熱応力による材料への疲労の蓄積から疲労割れが想定される。

しかし，定期的な機能確認試験時は，急激な温度変化を生じないように運転することとしており，熱応力による疲労蓄積は小さいことから疲労割れが発生する可能性は小さい。

なお，常設高圧代替注水系タービン及び付属装置は新たに設置されることから，ケーシングの疲労割れについては，今後，分解点検時に目視点検及び浸透探傷検査を実施し，欠陥の有無を確認することで健全性を維持できると考える。

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

m. 弁棒の疲労割れ［蒸気加減弁］

弁棒段付部等は角部を滑らかにし，応力集中がかからないような構造とすることとしており，発生応力の低減を図る。

また，弁全開時であってもバックシートで受けるような構造ではないことから，有意な応力は発生しないと考える。

なお，常設高圧代替注水系タービン及び付属装置は新たに設置されることから，弁棒の疲労割れについては，今後，分解点検時に目視点検及び浸透探傷検査を実施し，欠陥の有無を確認することで健全性を維持できると考える。

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

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

a. スプリングのへたり［非常調速装置，調速・制御装置］

スプリングは常時応力がかかった状態で使用されるため，へたりが想定される。

しかし，スプリング使用時のねじり応力は許容ねじり応力以下になるよう設定することとしており，また，スプリングの材料に対する推奨最高使用温度よりも実際の使用温度は低いことから，へたりの進行の可能性はない。

したがって，スプリングのへたりは，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

東海第二発電所
コンクリート構造物及び鉄骨構造物の技術評価書

（運転を断続的に行うことを前提とした評価）

日本原子力発電株式会社

本評価書は，東海第二発電所（以下，「東海第二」という）で使用している安全上重要な構造物（重要度分類審査指針におけるクラス 1，クラス 2 に該当する構造物又は該当する機器・構造物を支持する構造物）及び高温・高圧の環境下にあるクラス 3 に該当する機器を支持する構造物並びに常設重大事故等対処設備に該当する構造物又は該当する機器・構造物を支持する構造物並びに浸水防護施設及び火災防護設備に属する構造物の高経年化に係わる技術評価についてまとめたものである。

評価対象構造物の一覧を表 1 に示す。

表 1　評価対象構造物一覧

名称	重要度*1
① 原子炉建屋（非常用ディーゼル発電機海水系配管トレンチ，廃棄物処理棟及び廃棄物処理建屋含む）（鉄筋コンクリート造，一部鉄骨造）	MS-1，重*2，設*3
② タービン建屋（鉄筋コンクリート造，一部鉄骨造）	MS-1
③ 取水口構造物（鉄筋コンクリート造）	MS-1，重*2
④ 排気筒基礎（鉄筋コンクリート造）	MS-1，重*2
⑤ 使用済燃料乾式貯蔵建屋（鉄筋コンクリート造，一部鉄骨造及び鉄骨鉄筋コンクリート造）	PS-2
⑥ 防潮堤（鉄筋コンクリート造，鉄骨造）*4	設*3
⑦ 防潮扉（鉄骨造）*4	設*3
⑧ 放水路ゲート（鉄骨造）*4	MS-1，設*3
⑨ 構内排水路逆流防止設備（鉄骨造）*4	設*3
⑩ 貯留堰（鉄骨造）*4	設*3，重*2
⑪ 浸水防止蓋（鉄骨造）*4	設*3
⑫ 常設低圧代替注水系格納槽（鉄筋コンクリート造）*4	重*2
⑬ 常設代替高圧電源装置置場（軽油貯蔵タンク基礎及びカルバート含む）（鉄筋コンクリート造）*4	MS-1，重*2
⑭ SA 用海水ピット（取水塔含む）（鉄筋コンクリート造）*4	重*2
⑮ 格納容器圧力逃がし装置格納槽（カルバート含む）（鉄筋コンクリート造）*4	重*2
⑯ 緊急用海水ポンプピット（鉄筋コンクリート造）*4	重*2
⑰ 緊急時対策所建屋（発電機燃料油貯蔵タンク基礎含む）（鉄筋コンクリート造）*4	重*2
⑱ 水密扉（鉄骨造）*4	設*3
⑲ 西側淡水貯水設備（鉄筋コンクリート造）*4	重*2
⑳ 堰及び止水板（鉄筋コンクリート造，鉄骨造）*4	設*3

*1：最上位の重要度クラスを示す
*2：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物を示す
*3：設計基準対象施設として評価対象とした機器及び構造物を示す
*4：新規に設置される機器及び構造物を示す

1. コンクリート構造物及び鉄骨構造物

［対象構造物］

① 原子炉建屋（非常用ディーゼル発電機海水系配管トレンチ，廃棄物処理棟及び廃棄物処理建屋含む）（鉄筋コンクリート造，一部鉄骨造）
② タービン建屋（鉄筋コンクリート造，一部鉄骨造）
③ 取水口構造物（鉄筋コンクリート造）
④ 排気筒基礎（鉄筋コンクリート造）
⑤ 使用済燃料乾式貯蔵建屋（鉄筋コンクリート造，一部鉄骨造及び鉄骨鉄筋コンクリート造）
⑥ 防潮堤（鉄筋コンクリート造，鉄骨造）
⑦ 防潮扉（鉄骨造）
⑧ 放水路ゲート（鉄骨造）
⑨ 構内排水路逆流防止設備（鉄骨造）
⑩ 貯留堰（鉄骨造）
⑪ 浸水防止蓋（鉄骨造）
⑫ 常設低圧代替注水系格納槽（鉄筋コンクリート造）
⑬ 常設代替高圧電源装置置場（軽油貯蔵タンク基礎及びカルバート含む）（鉄筋コンクリート造）
⑭ SA 用海水ピット（取水塔含む）（鉄筋コンクリート造）
⑮ 格納容器圧力逃がし装置格納槽（カルバート含む）（鉄筋コンクリート造）
⑯ 緊急用海水ポンプピット（鉄筋コンクリート造）
⑰ 緊急時対策所建屋（発電機燃料油貯蔵タンク基礎含む）（鉄筋コンクリート造）
⑱ 水密扉（鉄骨造）
⑲ 西側淡水貯水設備（鉄筋コンクリート造）
⑳ 堰及び止水板（鉄筋コンクリート造，鉄骨造）

目次

1. 対象構造物及び代表構造物の選定 1
2. 代表構造物の技術評価 7
2.1 構造，材料及び使用条件 7
2.2 経年劣化事象の抽出 11
2.2.1 構造物の機能達成に必要な項目 11
2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出 12
2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象 13
2.2.4 評価対象部位及び評価点の抽出 16
2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の評価 20
2.3.1 コンクリートの強度低下 20
2.3.2 コンクリートの遮へい能力低下 34
3. 評価対象部位以外への展開 36

1. 対象構造物及び代表構造物の選定

東海第二で使用しているコンクリート構造物及び鉄骨構造物のうち，対象構造物の選定を表 1-1 に示す。

対象構造物は，材料特性を分類基準として，コンクリート構造物と鉄骨構造物の２つのグループに分類される。表 1-2 に示すとおり，グループ毎に使用条件等の観点から代表構造物を選定した。

表 1-1　対象構造物の選定（1/3）

安全重要度分類審査指針等に定める要求機能	重要度	主要設備	対象構造物
原子炉冷却材圧力バウンダリ機能	PS-1	原子炉圧力容器 原子炉冷却材圧力バウンダリ配管 原子炉再循環ポンプ	原子炉建屋 原子炉建屋 原子炉建屋
過剰反応度の印加防止機能	PS-1	制御棒及び制御棒駆動系	原子炉建屋
炉心形状の維持機能	PS-1	炉心支持構造物 燃料集合体	原子炉建屋 原子炉建屋
原子炉の緊急停止機能	MS-1	制御棒及び制御棒駆動系（スクラム機能）	原子炉建屋
未臨界維持機能	MS-1	原子炉停止系（制御棒，ほう酸水注水系）	原子炉建屋
原子炉冷却材圧力バウンダリの過圧防止機能	MS-1	主蒸気逃がし安全弁（安全弁としての開機能）	原子炉建屋
原子炉停止後の除熱機能	MS-1	残留熱除去系 原子炉隔離時冷却系 主蒸気逃がし安全弁 自動減圧系	原子炉建屋 原子炉建屋 原子炉建屋 原子炉建屋
炉心冷却機能	MS-1	残留熱除去系（低圧注水モード） 低圧炉心スプレイ系 高圧炉心スプレイ系 自動減圧系	原子炉建屋 原子炉建屋 原子炉建屋 原子炉建屋
放射性物質の閉じ込め機能 放射線の遮へい及び放出低減機能	MS-1	原子炉格納容器 原子炉格納容器隔離弁及び格納容器バウンダリ配管 残留熱除去系（原子炉格納容器スプレイ冷却モード） 原子炉建屋（原子炉棟） 非常用ガス再循環系 非常用ガス処理系 可燃性ガス濃度制御系	原子炉建屋 原子炉建屋 原子炉建屋 原子炉建屋（大物搬入口，エアロック及びブローアウトパネル含む） 原子炉建屋 原子炉建屋，排気筒基礎 原子炉建屋
工学的安全施設及び原子炉停止系への作動信号の発生機能	MS-1	安全保護系	原子炉建屋

表 1-1　対象構造物の選定（2/3）

安全重要度分類審査指針等に定める要求機能	重要度	主要設備	対象構造物
安全上特に重要な関連機能	MS-1	非常用所内電源系 非常用所内電源系（軽油貯蔵タンク関連） 中央制御室及びその遮へい 残留熱除去海水系 非常用ディーゼル発電機海水系 直流電源系 計測制御電源系 放水路ゲート駆動装置	原子炉建屋，タービン建屋 常設代替高圧電源装置置場（軽油貯蔵タンク基礎及びカルバート含む） 原子炉建屋 原子炉建屋（非常用ディーゼル発電機海水系配管トレンチ含む），取水口構造物 原子炉建屋（非常用ディーゼル発電機海水系配管トレンチ含む），取水口構造物 原子炉建屋 原子炉建屋 放水路ゲート
原子炉冷却材を内蔵する機能	PS-2	主蒸気系 原子炉冷却材浄化系	原子炉建屋，タービン建屋 原子炉建屋
原子炉冷却材圧力バウンダリに直接接続されていないものであって，放射性物質を貯蔵する機能	PS-2	放射性気体廃棄物処理系（吸着塔） 使用済燃料貯蔵プール 使用済燃料乾式貯蔵設備 新燃料貯蔵庫	原子炉建屋 原子炉建屋 使用済燃料乾式貯蔵建屋 原子炉建屋
燃料を安全に取り扱う機能	PS-2	燃料取替機 原子炉建屋天井クレーン 使用済燃料乾式貯蔵建屋天井クレーン	原子炉建屋 原子炉建屋 使用済燃料乾式貯蔵建屋
安全弁及び逃がし弁の吹き止まり機能	PS-2	主蒸気逃がし安全弁	原子炉建屋
燃料プール水の補給機能	MS-2	非常用補給水系	原子炉建屋，タービン建屋
放射性物質放出の防止機能	MS-2	気体廃棄物処理系の隔離弁 主排気筒	タービン建屋 排気筒基礎
事故時のプラント状態の把握機能	MS-2	事故時監視計器	原子炉建屋
原子炉冷却材の循環機能	高*1	制御棒駆動水ポンプ	原子炉建屋
放射性物質の貯蔵機能	高*1	放射性廃棄物処理系	原子炉建屋（廃棄物処理棟及び廃棄物処理建屋含む）

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

表 1-1　対象構造物の選定（3/3）

安全重要度分類審査指針等に定める要求機能	重要度	主要設備	対象構造物
電源供給機能（非常用を除く）	高*1	湿分分離器 高圧タービン 低圧タービン	タービン建屋 タービン建屋 タービン建屋
プラント運転補助機能	高*1	所内ボイラ設備 所内蒸気系 計装用圧縮空気系設備	タービン建屋 タービン建屋 タービン建屋
原子炉圧力の上昇の緩和機能	高*1	タービンバイパス弁	タービン建屋
原子炉冷却材の補給機能	高*1	制御棒駆動系	原子炉建屋
浸水防護施設	設*2	原子炉建屋外壁 防潮堤 防潮扉 放水路ゲート 構内排水路逆流防止設備 貯留堰 浸水防止蓋 水密扉 堰及び止水板	原子炉建屋 防潮堤 防潮扉 放水路ゲート 構内排水路逆流防止設備 貯留堰 浸水防止蓋 水密扉 堰及び止水板
常設重大事故等対処設備	重*3	常設低圧代替注水系ポンプ 常設代替高圧電源装置 SA 用海水ピット（取水塔含む） 緊急用海水ポンプ 格納容器圧力逃がし装置 緊急時対策所建屋（発電機燃料油貯蔵タンク含む） 常設高圧代替注水ポンプ 緊急用直流 125V 蓄電池 取水口構造物 非常用ガス処理系排気筒 貯留堰 西側淡水貯水設備	常設低圧代替注水系格納槽 常設代替高圧電源装置置場 SA 用海水ピット（取水塔含む） 緊急用海水ポンプピット 格納容器圧力逃がし装置格納槽（カルバート含む） 緊急時対策所建屋（発電機燃料油貯蔵タンク基礎含む） 原子炉建屋（ブローアウトパネル閉止装置含む） 原子炉建屋（廃棄物処理棟含む） 取水口構造物 排気筒基礎 貯留堰 西側淡水貯水設備

*1：最高使用温度が 95 ℃を超え，又は最高使用圧力が 1,900 kPa を超える環境下にある原子炉格納容器外の重要度クラス 3 の機器
*2：設計基準対象施設として評価対象とした機器及び構造物を示す
*3：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物を示す

表 1-2　代表構造物の選定（1/2）

	対象構造物（コンクリート構造物）	重要度*1	使用条件等										選定理由
			運転条件，環境条件等									特別点検結果	
			運転開始後経過年数	高温部の有無	放射線の有無	振動の有無	設置環境		供給塩化物量	耐火要求の有無	選定	選定	
							屋内	屋外					
①	原子炉建屋（非常用ディーゼル発電機海水系配管トレンチ，廃棄物処理棟及び廃棄物処理建屋含む）	MS-1，重*2，設*3	39	○（ペデスタル）	○（ペデスタル，一次遮へい壁）	○（非常用ディーゼル発電機基礎）	一部仕上げ無し	仕上げ有り	◇	－	◎		高温部及び放射線の影響，屋内で仕上げ無し
②	タービン建屋	MS-1	39	◇	◇	○（タービン発電機架台）	一部仕上げ無し	仕上げ有り	◇	－	◎	◎	振動の影響，屋内で仕上げ無し，特別点検結果（中性化深さ）
③	取水口構造物	MS-1，重*2	39	－	－	－		仕上げ無し	○（海水と接触）	－	◎	◎	屋外で仕上げ無し，供給塩化物量の影響，特別点検結果（塩分浸透及び中性化深さ）
④	排気筒基礎*4	MS-1，重*2	39	－	－	－		仕上げ有り	◇				
⑤	使用済燃料乾式貯蔵建屋	PS-2	16	◇	◇	－	一部仕上げ無し	仕上げ有り	◇	－			
⑥	防潮堤	設*3	0	－	－	－		仕上げ無し	◇				
⑦	常設低圧代替注水系格納槽	重*2	0	－	－	－	仕上げ無し	埋設*5	－	－			
⑧	常設代替高圧電源装置置場（軽油貯蔵タンク基礎及びカルバート含む）	MS-1，重*2	0	－	－	－	一部仕上げ無し	埋設*5	－	－			
⑨	SA 用海水ピット（取水塔含む）	重*2	0	－	－	－		埋設*5	○（海水と接触）				
⑩	緊急用海水ポンプピット	重*2	0	－	－	－	仕上げ無し	埋設*5	○（海水と接触）	－			
⑪	格納容器圧力逃がし装置格納槽（カルバート含む）	重*2	0	－	－	－	一部仕上げ無し	埋設*5	－	－			
⑫	緊急時対策所建屋（発電機燃料油貯蔵タンク基礎含む）	重*2	0	－	－	－	仕上げ有り	仕上げ有り	－	－			
⑬	西側淡水貯水設備	重*2	0	－	－	－	仕上げ有り	埋設*5	－				
⑭	堰	設*3	0	－	－	－	仕上げ有り		－				

*1：設備を支持するものであり，最上位の重要度クラスを示す
*2：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物を示す
*3：設計基準対象施設として評価対象とした機器及び構造物を示す
*4：新規制基準への適合のため部分改修予定であるが，保守的に既存部として評価する
*5：環境条件の区分として，土中は一般の環境に区分されることから，他の屋外で仕上げが無い構造物で代表させる

【凡例】
○：影響大
◇：影響小
－：影響極小，又は無し

表 1-2　代表構造物の選定（2/2）

対象構造物（鉄骨構造物）		重要度*1	運転開始後経過年数	使用条件等				選定理由
				設置環境		使用材料	選定	
				屋内	屋外			
①	原子炉建屋（廃棄物処理棟及び廃棄物処理建屋含む）（鉄骨部）	MS-1，重*2	39	仕上げ有り		炭素鋼	◎	運転開始後経過年数
②	タービン建屋（鉄骨部）	MS-1	39	仕上げ有り		炭素鋼	◎	運転開始後経過年数
③	使用済燃料乾式貯蔵建屋（鉄骨部）	PS-2	16	仕上げ有り		炭素鋼		
④	防潮堤	設*3	0		仕上げ有り	炭素鋼		
⑤	防潮扉	設*3	0		仕上げ有り	炭素鋼		
⑥	放水路ゲート	MS-1，設*3	0		仕上げ有り	炭素鋼		
⑦	構内排水路逆流防止設備	設*3	0		仕上げ有り	ステンレス鋼		
⑧	貯留堰	設*3，重*2	0		仕上げ無し	炭素鋼		
⑨	浸水防止蓋	設*3	0		仕上げ有り	炭素鋼，ステンレス鋼		
⑩	水密扉	設*3	0*4		仕上げ有り	炭素鋼，ステンレス鋼		
⑪	堰及び止水板	設*3	0	仕上げ有り		炭素鋼		

*1：設備を支持するものであり，最上位の重要度クラスを示す
*2：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物を示す
*3：設計基準対象施設として評価対象とした機器及び構造物を示す
*4：一部設置されているが，使用前検査の合格をもって供用開始とする

2. 代表構造物の技術評価

本章では，1章で代表構造物とした構造物について技術評価を実施する。

2.1 構造，材料及び使用条件

鉄筋コンクリート構造は，必要な強度を確保するために，圧縮力には強いが引張力に弱いコンクリート（セメントに骨材（砂，砂利等），水及び混和材料を調合したもの）を，引張力に強い鉄筋で補強した構造であり，コンクリートの強アルカリ性が鉄筋の腐食を防止することができる。

コンクリートの設計基準強度は，原子炉建屋（非常用ディーゼル発電機海水系配管トレンチ，廃棄物処理棟及び廃棄物処理建屋含む）及びタービン建屋が22.1 N/mm^2（225 kgf/cm^2），取水口構造物は20.6 N/mm^2（210 kgf/cm^2）である。

鉄骨構造は，構造用形鋼を溶接又はボルトにて接合した構造である。鉄骨構造物の柱脚部はコンクリート基礎にアンカーボルトで定着しているか，又は埋め込んでいる。鉄骨部は，施工時に適切な防錆塗装等が施されている。

東海第二のプラント配置図を図2.1-1に，代表構造物の平面図及び断面図を図2.1-2に示す。

また，コンクリート構造物及び鉄骨構造物主要部位の使用材料を表2.1-1に示す。使用条件については，表1-2に示したとおりである。

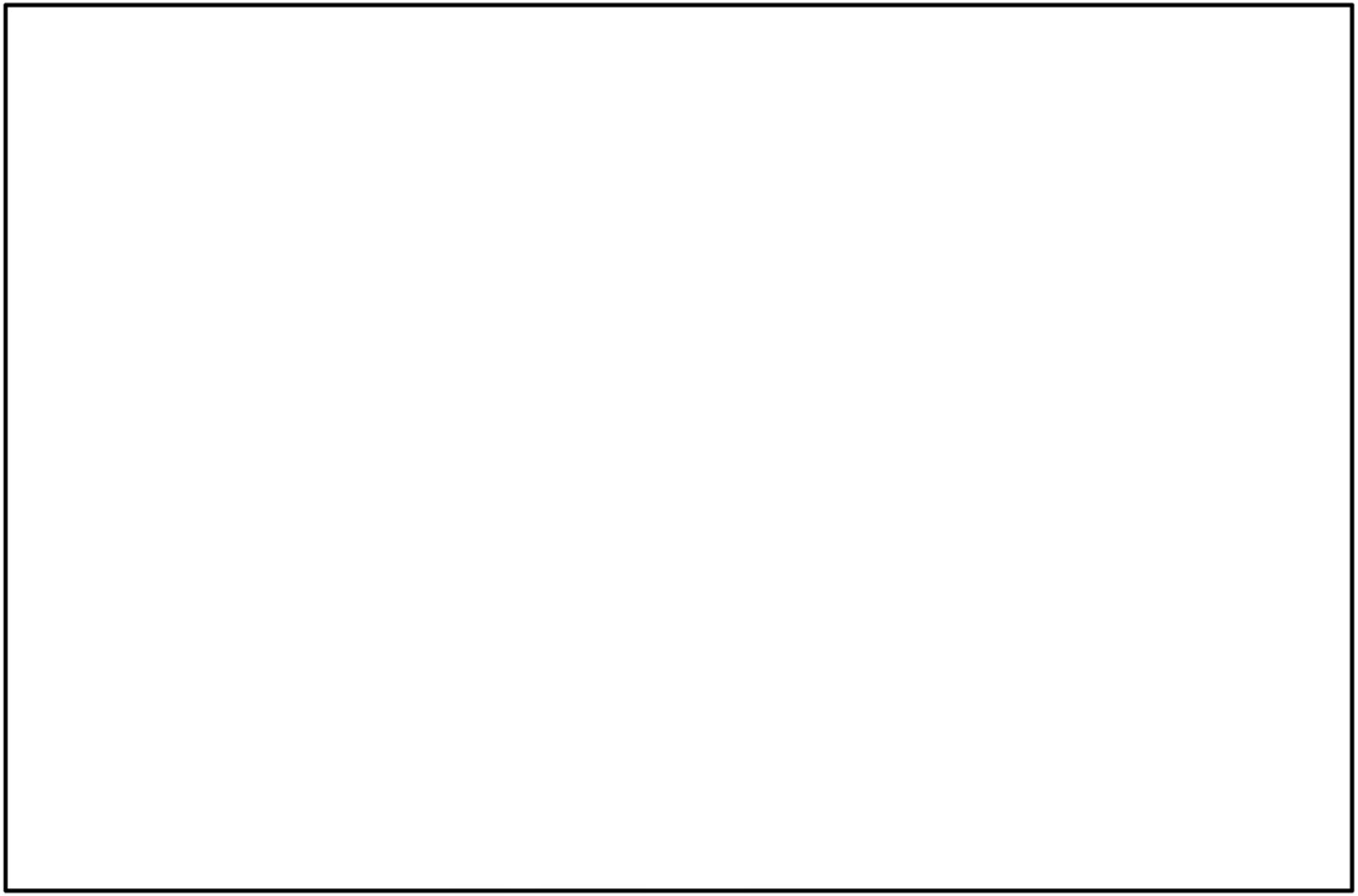


図 2.1-1　東海第二　プラント配置図

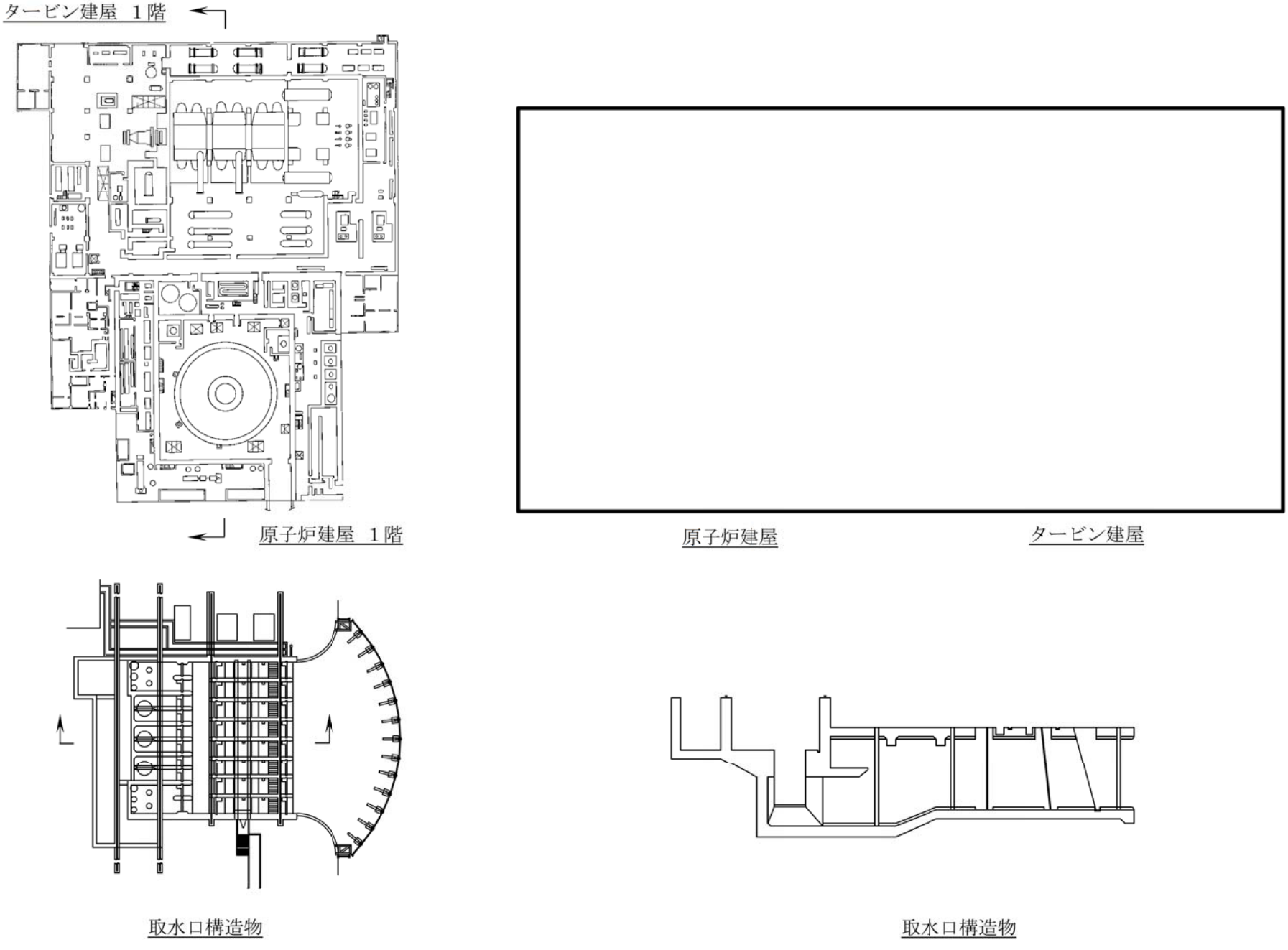


図 2.1-2　代表構造物の平面図及び断面図

表 2.1-1　コンクリート構造物及び鉄骨構造物主要部位の使用材料

部位			材料
コンクリート構造物	骨材	粗骨材	茨城県那珂川産　川砂利 茨城県常陸太田市町屋産　砕石
		細骨材	茨城県那珂郡東海村産　敷地内掘削砂
	セメント		フライアッシュセメントB種 普通ポルトランドセメント
	混和材料		AE減水剤又は減水剤
	鉄筋		異形棒鋼
	塗装材		（外部）弾性吹付塗装材 （内部）エポキシ樹脂塗装材
鉄骨構造物	鉄骨		炭素鋼
	塗装材		合成樹脂塗装材

2.2 経年劣化事象の抽出

2.2.1 構造物の機能達成に必要な項目

代表構造物のうちコンクリート構造物に要求される機能は，支持機能，遮へい機能及び耐火機能であり，鉄骨構造物に要求される機能は支持機能である。これらの機能の達成に必要な項目は以下のとおりである。

(1) コンクリート強度の維持

(2) コンクリート遮へい能力の維持

(3) コンクリート耐火能力の維持

(4) 鉄骨強度の維持

2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

(1) 想定される経年劣化事象の抽出

「2.2.1 構造物の機能達成に必要な項目」であげた機能に影響を及ぼすことが否定できない経年劣化事象として，コンクリートの強度低下，遮へい能力低下及び耐火能力低下並びに鉄骨の強度低下が考えられ，これらを高経年化対策上着目すべき経年劣化事象として選定した。

また，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象を引き起こす可能性のある要因の中から，対象構造物の構造，材料，環境及び現在までの運転経験を考慮し，表 2.2-1 に示すとおり，想定される経年劣化事象を抽出した（表 2.2-1 で○又は△，▲）。

なお，消耗品及び定期取替品は次項のとおり評価対象外とする。

(2) 消耗品及び定期取替品の扱い

浸水防止蓋のパッキン等については定期取替品であり，設計時に長期使用せず取替を前提としていることから高経年化対策を見極める上での評価対象外とする。

(3) 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

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

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

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

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

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

a. コンクリートの強度低下（熱，放射線照射，中性化，塩分浸透，機械振動）
b. コンクリートの遮へい能力低下（熱）

2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

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

a. コンクリートの強度低下

① アルカリ骨材反応

アルカリ骨材反応は，コンクリート中に存在するアルカリ溶液と，骨材中に含まれる反応性のシリカ鉱物の化学反応である。このとき生成されたアルカリ・シリカゲルが周囲の水を吸収し膨張すると，コンクリート表面にひび割れが生じ，コンクリート構造物としての健全性が損なわれる可能性がある。

コンクリート構造物は定期的に目視点検を実施しているが，アルカリ骨材反応に起因するひび割れは確認されていない。

骨材については，1974 年に那珂川産の粗骨材と東海産の細骨材についてモルタルバー法（ASTM C 227 に準拠）及び化学法（ASTM C 289 に準拠）等により反応性試験を実施し，反応性骨材ではないことを確認している。

コンクリートについては，2007 年に日本コンクリート工学協会「アルカリ骨材反応を生じたコンクリート構造物のコア試料による膨張率の測定方法（案）」による試験を実施した結果，無害であると判定された。

これに加え，特別点検における実体顕微鏡観察の結果，コンクリート構造物の健全性に影響を与えるような反応性がないことを確認した。

さらに，今後も使用環境が急激に変化することはないことから，アルカリ骨材反応の進展傾向は極めて小さいと考えられる。

したがって，アルカリ骨材反応については，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

b. 鉄骨の強度低下

① 腐食

一般的に，鋼材は大気中の酸素及び水分と化学反応を起こして腐食する。腐食は，海塩粒子等により促進され，進行すると鋼材の断面欠損に至り，鉄骨構造物としての健全性が損なわれる可能性がある。

しかしながら，定期的に目視点検を行い，鋼材の腐食に影響する塗膜の劣化等が認められた場合には，補修塗装を施すことによって健全性を確保している。

したがって，今後も現状保全を継続することで，鉄骨構造物の強度低下が急激に発生する可能性はないことから，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

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

a. コンクリートの強度低下

① 凍結融解

コンクリート中の水分が凍結し，それが気温の上昇や日射を受けること等により融解する凍結融解を繰り返すことでコンクリートにひび割れが生じ，コンクリート構造物としての健全性が損なわれる可能性がある。

日本建築学会「建築工事標準仕様書・同解説 JASS5 鉄筋コンクリート工事」（2015）に示されている解説図 26.1（凍害危険度の分布図）によると，東海第二の周辺地域は凍結融解の危険性がない地域に該当している。

日本建築学会「高耐久性鉄筋コンクリート造設計施工指針（案）・同解説」（1991）によると，凍害危険度が 2 以上の地域は凍結融解を含む凍害を考慮する必要があるが，東海第二は凍害危険度が 0 の地域であり，凍害の恐れがない。

したがって，凍結融解は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

b. コンクリートの耐火能力低下

① 火災時等の熱

コンクリート構造物は，断面厚により耐火能力を確保できるが，部分的な断面厚の減少に伴い耐火能力が損なわれる可能性がある。

しかしながら，通常の使用環境において，コンクリート構造物の断面厚が減少することはなく，耐火能力は維持されると考える。

したがって，熱によるコンクリートの耐火能力は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

c. 鉄骨の強度低下

① 風等による疲労

繰返し荷重が継続的に鉄骨構造物にかかることにより，疲労による損傷が蓄積され，鉄骨の強度低下につながる可能性がある。

煙突などの形状の構造物は，比較的アスペクト比（高さの幅に対する比）が大きく，風の直交方向に振動が発生する恐れがある（日本建築学会「原子力施設における建築物の維持管理指針・同解説」(2015)）。日本建築学会「建築物荷重指針・同解説」(2015) において，アスペクト比が 4 以上の構造物は風による振動の検討が必要とされているが，鉄骨構造物にアスペクト比 4 以上の構造部材はない。

したがって，風等による疲労に起因する強度低下は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

なお，主排気筒及び非常用ガス処理系排気筒は，アスペクト比が 4 以上に該当するため，「機械設備の技術評価書」のうち，排気筒にて評価を実施する。

2.2.4 評価対象部位及び評価点の抽出

評価対象部位及び評価点は，評価すべき経年劣化要因毎に材料及び事象の進展に影響を与える環境を考慮して抽出する。

評価対象部位を表 2.2-1 及び図 2.2-1 に示す。

a. コンクリートの強度低下

① 熱

評価対象部位は，通常運転時に雰囲気温度が高く，高温の原子炉圧力容器近傍に位置する原子炉圧力容器ペデスタルコンクリートとする。

原子炉圧力容器下部には保温材が設置されており，原子炉圧力容器ペデスタルコンクリート上部と圧力容器支持脚部の接触面を除いて，原子炉圧力容器の熱が伝わりにくい構造となっている。

評価点は，最も高温になると考えられる原子炉圧力容器ペデスタルコンクリート上部と圧力容器支持脚部との接触面とする。

② 放射線照射

評価対象部位は，原子炉圧力容器近傍に位置し，運転時に中性子照射量が大きい原子炉圧力容器ペデスタルコンクリート及びガンマ線照射量が大きい一次遮へい壁とする。

評価点は，最も中性子照射量が大きい原子炉圧力容器ペデスタルコンクリート上部及び最もガンマ線照射量が大きい一次遮へい壁の炉心側とする。

③ 中性化

中性化の進展に影響を及ぼす要因としては，環境要素（二酸化炭素濃度，温度及び相対湿度）と仕上げ材（塗装等）の有無が考えられる。

一般的に，二酸化炭素濃度や温度が高いほど中性化深さは深くなると言われているが，相対湿度については日本建築学会「高耐久性鉄筋コンクリート造設計施工指針（案）・同解説」（1991）で，「相対湿度が 40～50 %RH 程度のときに最大となり，それより湿っても，乾燥しても中性化速度は遅くなる」とされている。また，仕上げ材の有無については，仕上げ材のない部位の方が厳しい条件となる。

評価対象部位は，屋外と屋内では，鉄筋位置に対する中性化深さと鉄筋腐食の開始の関係が異なることから，各々に対して評価対象部位を抽出することとし，2016 年 2 月から 1 年間の東海第二における二酸化炭素濃度，温度及び相対湿度の測定結果等に基づく中性化に及ぼす影響度，仕上げが施されている状況及び特別点検の結果を踏まえ，屋内の評価対象としてタービン建屋外壁，屋外の評価対象として取水口構造物とする。

評価点は，最も中性化の進展に影響を及ぼす要因の大きいタービン建屋外壁（屋内面），取水口構造物（気中帯）とする。

④ 塩分浸透

塩分浸透の進展に影響を及ぼす要因としては，飛来塩分及び海水とその飛沫の影響による環境要素と仕上げ材（塗装等）の有無が考えられる。

評価対象部位は，飛来塩分及び海水とその飛沫の影響により厳しい塩分浸透環境下にある状況，特別点検の結果を踏まえて取水口構造物を評価対象とする。

評価点は，塩分浸透環境を考慮し，取水口構造物の気中帯，干満帯及び海中帯とする。

⑤ 機械振動

評価対象部位は，プラント運転中，最も大きな機械振動を受けるタービン発電機架台コンクリートとする。

評価点は，機械振動荷重を直接受ける機器支持部（基礎ボルト周辺のコンクリート）付近とする。

b. コンクリートの遮へい能力低下

① 熱

評価対象部位は，原子炉圧力容器近傍に位置し，周辺環境からの伝達熱及び運転時に照射量の最も大きいガンマ線遮へい壁とする。

評価点は，ガンマ線遮へい壁の炉心側とする。

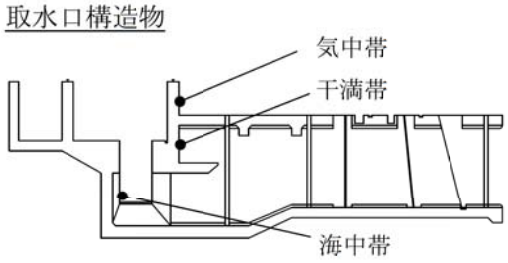
表 2.2-1　評価対象部位

構造種別		コンクリート構造物									鉄骨構造物		備考
経年劣化事象		強度低下							遮へい能力低下	耐火能力低下	強度低下		
要因		熱	放射線照射	中性化	塩分浸透	アルカリ骨材反応	凍結融解	機械振動	熱		腐食	風等による疲労	
代表構造物	原子炉建屋（非常用ディーゼル発電機海水系配管トレンチ，廃棄物処理棟及び廃棄物処理建屋含む）	*1 ○	*1,2 ○	○	○	△	▲	○	*3 ○	▲	△	▲	*1：原子炉圧力容器ペデスタル *2：一次遮へい壁 *3：ガンマ線遮へい壁 *4：外壁（屋内面） *5：タービン発電機架台 *6：気中帯 *7：気中帯，干満帯，海中帯
	タービン建屋			*4 ○	○	△	▲	*5 ○		▲	△	▲	
	取水口構造物			*6 ○	*7 ○	△	▲			▲			

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



A-A 断面図



B-B 断面図

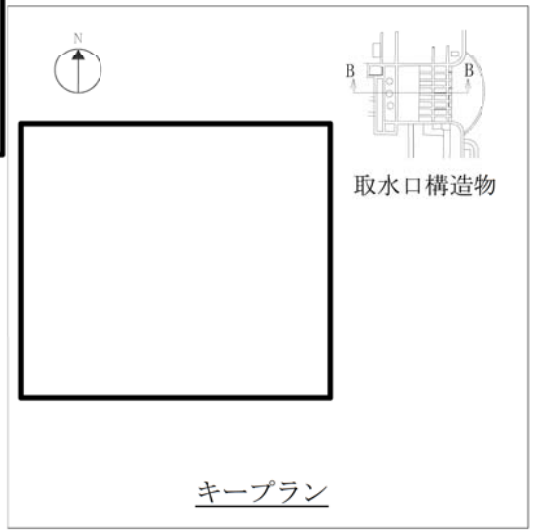


図 2.2-1　評価対象部位

2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の評価

2.3.1 コンクリートの強度低下

(1) 熱による強度低下

a. 事象の説明

コンクリートが熱を受けると，温度条件によってはコンクリート中の水分の逸散を伴う乾燥に起因する微細なひび割れ，あるいは水分の移動に起因する空隙の拡大等により，強度が低下する可能性がある。

また，震災時の原子炉格納容器内温度上昇により劣化状況評価に影響を及ぼす可能性がある。

b. 技術評価

① 健全性評価

一般にコンクリートの温度が 70 ℃程度では，コンクリートの基本性能に大きな影響を及ぼすような自由水の逸散は生じず，100 ℃以下では圧縮強度の低下は小さい。コンクリート温度が 190 ℃付近では結晶水が解放され始め，さらに高温になると脱水現象が著しくなるため，コンクリートの特性に影響が出始めるとされている(日本機械学会「発電用原子力設備規格 コンクリート製原子炉格納容器規格」(2014 年版))。

また，日本建築学会「原子炉建屋構造設計指針・同解説」(1988) において，コンクリートの温度制限値は設計基準強度確保の観点から，局部では 90 ℃，一般部では 65 ℃と定められており，原子炉建屋においては，通常運転時に最も高温状態となる部位として原子炉圧力容器支持脚部と原子炉圧力容器ペデスタルコンクリートとの接触面が考えられるが，運転中の実測による周辺温度は，最高温度が約 55 ℃以下である。

また，ガンマ線による熱発生温度分布については，工事計画認可申請書にて点減衰核積分コードである SPAN コードを用いて計算している。

炉心中心でのガンマ線遮へい壁におけるガンマ線による熱発生温度分布で得られた値を，炉心中心から離れている評価対象部位である原子炉圧力容器ペデスタルに保守的に考慮した場合でも，コンクリート温度制限値を下回っていることを確認している。

さらに，長期加熱やサイクル加熱によってコンクリート強度が低下しないことは，長尾らの実験によっても確かめられており，図 2.3-1 に示すとおり長期加熱時のコンクリート圧縮強度については，65～110 ℃で 3.5 年間加熱した場合でも強度低下は見られないことが報告されている。

また，図 2.3-2 に示すようにサイクル加熱後のコンクリート圧縮強度は，20～110 ℃で 120 回サイクル加熱した場合にも長期加熱後と同じく強度に大きな変化は認められない。これらは加熱期間が 3.5 年のコンクリート供試体を用いた実験であるが，1 年加熱と概ね同様な結果を示しており，高温加熱による圧

縮強度の変化は加熱開始後比較的初期に収束すると推察されている。

なお，特別点検における破壊試験の結果，原子炉圧力容器ペデスタルから採取したコアサンプルの平均圧縮強度は，設計基準強度を上回っている（表 2.3-1）。

以上より，熱による強度低下に対しては，長期健全性評価上問題とならない。

表 2.3-1　原子炉圧力容器ペデスタルにおけるコンクリートの破壊試験結果

評価対象部位	実施時期 （運転開始後経過年数）	設計基準強度	平均圧縮強度
原子炉建屋 （原子炉圧力容器 ペデスタル）	2016 年 （38 年）	22.1 N/mm^2 （225 kgf/cm^2）	39.3 N/mm^2 （401 kgf/cm^2）

② 震災影響評価

震災時に原子炉格納容器頂部周辺温度は最高で約 144 ℃まで上昇したため，一次遮へい壁のコンクリート温度が制限値を超えた可能性があり，影響を評価した結果，震災時の最高温度での，加熱冷却後における圧縮強度が設計基準強度を上回っていることを確認した。よって，当該部位を構成する部材又は構造体の耐力は設計荷重を上回ると判断した。

以上より，熱による強度低下に係る劣化状況評価に対して震災による影響はない。

③ 現状保全

原子炉圧力容器ペデスタルコンクリートについては，鉄板で覆われているため目視点検等は実施していない。しかし，原子炉圧力容器ペデスタルに近く，他の部位より熱の影響を受けていると思われる一次遮へい壁において，構造物の健全性維持の観点から，定期的にコンクリート表面の目視点検を実施している。

目視点検の結果，ひび割れ等の補修が必要となる損傷が確認された場合，即時補修が必要なものを除き，その経過を継続的に監視しつつ，点検実施後数年以内を目途に補修を計画，実施している。

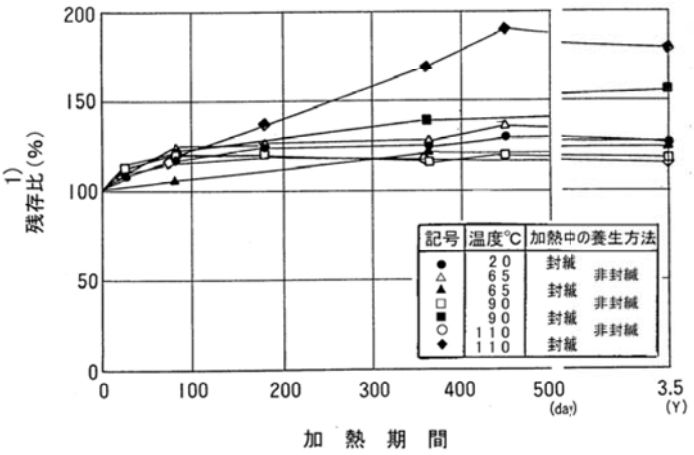
④ 総合評価

健全性評価結果から判断して，今後，強度低下が急激に発生する可能性は小さい。

また，定期的な目視点検により補修対象となったひび割れ等の補修を計画，実施しており，現状の保全方法は，コンクリート構造物の健全性を維持する上で適切である。

c. 高経年化への対応

熱によるコンクリート構造物の強度低下に対しては，高経年化対策の観点から現状の保全内容に対し追加すべき項目はなく，今後も現状保全を継続していく。



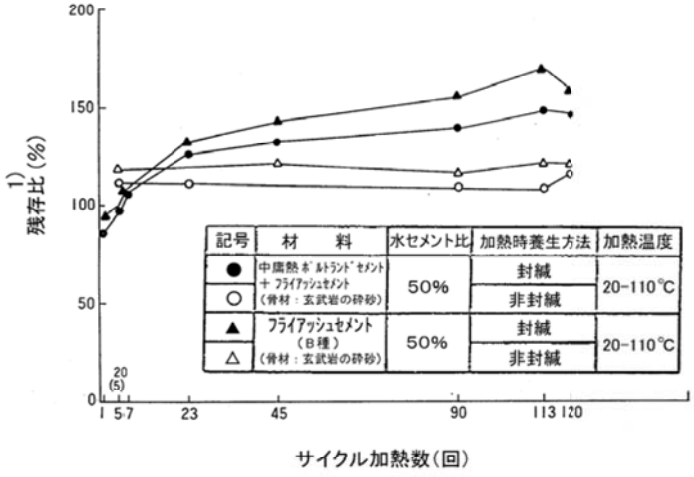
材料：中庸熱ポルトランドセメント
　　＋フライアッシュセメント
水セメント比：50 %
骨材：玄武岩の砕石
加熱前養生方法：20 ℃封緘養生
加熱開始時期：材齢91 日

結果：65～110 ℃ の温度で3.5 年間加熱しても強度の低下はみられない。なお，記号の一部誤記は修正した。

1)残存比：加熱開始直前の圧縮強度に対する加熱後の圧縮強度の比

（出典）長尾他，第48回セメント技術大会講演集　　1994
「熱影響場におけるコンクリートの劣化に関する研究」

図 2.3-1　長期加熱後のコンクリート圧縮強度の変化



加熱前養生方法：20 ℃封緘養生
加熱開始時期　：材齢91 日
サイクル加熱条件：
　1 サイクル 4 日間（96 時間）
（20→110 ℃加熱：3 時間）
（110 ℃定温保持　：45 時間）
（110→20 ℃冷却：3 時間）
（20 ℃定温保持　：45 時間）

結果：20～110 ℃の加熱・冷却を120 回繰返しても強度の大きな変化はみられない。

1)残存比：加熱開始直前の圧縮強度に対する加熱後の圧縮強度の比

（出典）長尾他，第48回セメント技術大会講演集　　1994
「熱影響場におけるコンクリートの劣化に関する研究」

図 2.3-2　サイクル加熱後のコンクリート圧縮強度の変化（20～110 ℃）

(2) 放射線照射による強度低下

a. 事象の説明

コンクリートが中性子照射やガンマ線照射を受けると，照射量によっては，コンクリートの強度が低下する可能性がある。

b. 技術評価

① 健全性評価

中性子照射と強度の関係に関するHilsdorf等の文献によると，少なくとも1×10^{20} n/cm^{2}程度の中性子照射量では有意な強度低下は見られない（図2.3-3）。

運転開始後60年時点で予想される中性子照射量（E>0.1 MeV）は，放射線照射量解析の結果，原子炉圧力容器ペデスタル上部において4.10×10^{15} n/cm^{2}であり，1×10^{20} n/cm^{2}を超えることはないと推定され，中性子照射によるコンクリートの強度低下への影響はないものと判断する。

また，日本原子力研究所（現：日本原子力研究開発機構）動力試験炉の生体遮へいコンクリートから採取したコンクリートの試験結果によると，中性子照射量は，上記より少ない1×10^{13}～10^{17} n/cm^2（E>0.11 MeV）ではあるが，圧縮強度の低下は見られない（図2.3-4）。

一方，ガンマ線照射量と強度との関係についてもHilsdorf等の文献によると，ガンマ線照射量が2.0×10^{10} rad以下では有意な強度低下は見られない（図2.3-5）。

運転開始後60年時点で予想されるガンマ線照射量は，放射線照射量解析の結果，一次遮へい壁炉心側において7.80×10^{6} radであり，2.0×10^{10} radを超えることはないと推定されるため，ガンマ線照射によるコンクリートの強度低下への影響はないものと判断する。

なお，特別点検における破壊試験の結果，原子炉圧力容器ペデスタル及び一次遮へい壁から採取したコアサンプルの平均圧縮強度は，設計基準強度を上回っている（表2.3-2）。

以上より，放射線照射による強度低下に対しては，長期健全性評価上問題とならない。

表2.3-2　原子炉圧力容器ペデスタル及び一次遮へいにおけるコンクリートの破壊試験結果

評価対象部位	実施時期 （運転開始後経過年数）	設計基準強度	平均圧縮強度
原子炉建屋 （原子炉圧力容器 ペデスタル）	2016年 （38年）	22.1 N/mm^2 （225 kgf/cm^2）	39.3 N/mm^2 （401 kgf/cm^2）
原子炉建屋 （一次遮へい壁）	2015年 （37年）	22.1 N/mm^2 （225 kgf/cm^2）	50.5 N/mm^2 （515 kgf/cm^2）

② 現状保全

原子炉圧力容器ペデスタルコンクリートについては，鉄板で覆われているため目視点検等は実施していない。しかし，原子炉圧力容器ペデスタルに近く，他の部位より放射線照射の影響を受けていると思われる一次遮へい壁において，構造物の健全性維持の観点から，定期的にコンクリート表面の目視点検を実施している。

目視点検の結果，ひび割れ等の補修が必要となる損傷が確認された場合，即時補修が必要なものを除き，その経過を継続的に監視しつつ，点検実施後数年以内を目途に補修を計画，実施している。

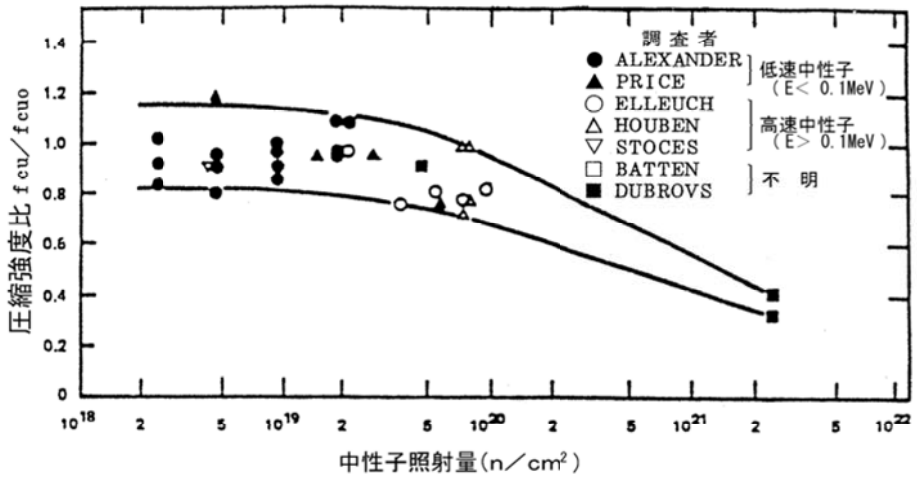
③ 総合評価

健全性評価結果から判断して，今後，強度低下が急激に発生する可能性は小さい。

また，定期的な目視点検により補修対象となったひび割れ等の補修を計画，実施しており，現状の保全方法は，コンクリート構造物の健全性を維持する上で適切である。

c. 高経年化への対応

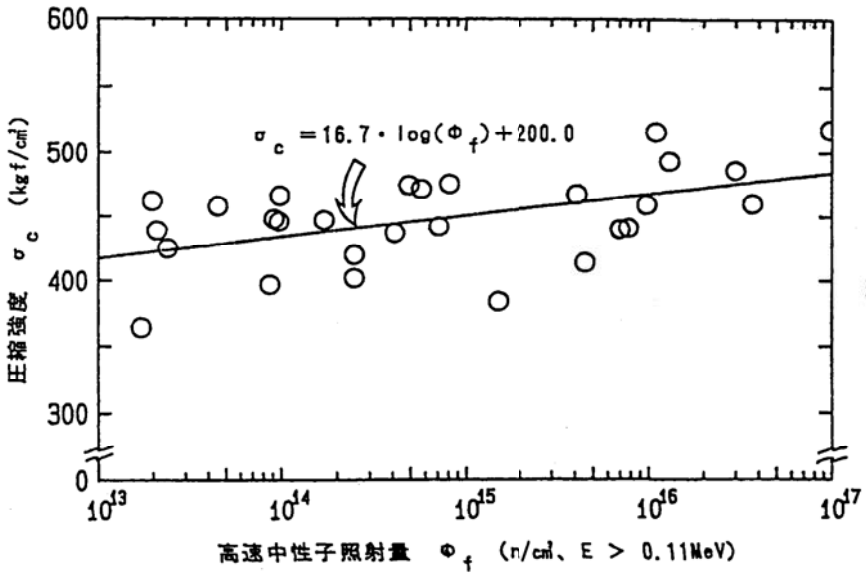
放射線照射によるコンクリート構造物の強度低下に対しては，高経年化対策の観点から現状の保全内容に対し追加すべき項目はなく，今後も現状保全を継続していく。



結果:1×10^{20} n/cm²程度の中性子照射量では，圧縮強度の低下は見られない。

(出典) Hilsdorf, Kropp, and Koch, "The Effects of Nuclear Radiation on the Mechanical Properties of Concrete." American Concrete Institute Publication, SP － 55, Paper 10.(1977)

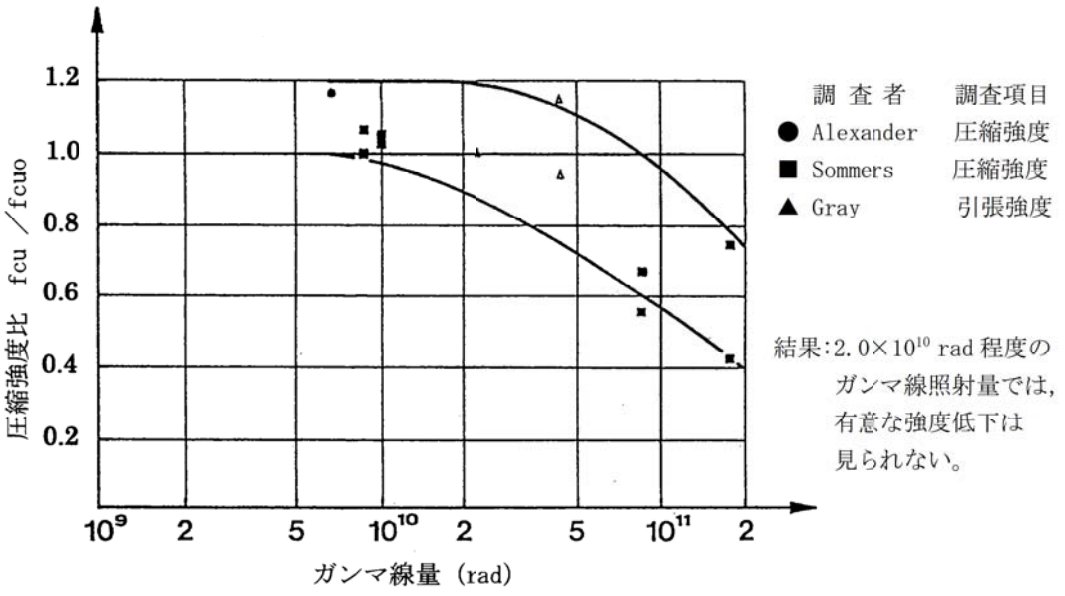
図 2.3-3　中性子照射したコンクリートの圧縮強度（fcu）と照射しないコンクリートの圧縮強度（fcuo）の比



結果:1×10^{17} n/cm²程度の中性子照射量では，圧縮強度の低下は見られない。

(出典) 出井他, JAERI-M 90-205
「JPDR 生体遮へいコンクリートの材料強度特性」(1996)

図 2.3-4　高速中性子量とコンクリート圧縮強度との関係



（出典） Hilsdorf, Kropp, and Koch, “The Effects of Nuclear Radiation on the Mechanical Properties of Concrete.” American Concrete Institute Publication, SP － 55, Paper 10. (1977)

図 2.3-5　ガンマ線照射したコンクリートの圧縮強度（fcu）と照射しないコンクリートの圧縮強度（fcuo）の比

(3) 中性化による強度低下

a. 事象の説明

コンクリートは，空気中の二酸化炭素の作用を受けると，表面から徐々にそのアルカリ性を失い中性化する。

中性化がコンクリートの内部に進行し，鉄筋を保護する能力が失われると，鉄筋はコンクリート中の水分及び酸素の作用により腐食し始め，腐食に伴う体積膨張によりコンクリートにひび割れやはく離が生じ，コンクリート構造物としての健全性が損なわれる可能性がある。

b. 技術評価

① 健全性評価

評価対象の設計最小かぶり厚さは，タービン建屋外壁（屋内面）が 4.0 cm，取水口構造物（気中帯）が 6.4 cm である。

鉄筋が腐食し始める時の中性化深さは，一般に屋外の雨掛かりの部分では鉄筋のかぶり厚さまで達したとき，屋内の部分では鉄筋のかぶり厚さから 2 cm 奥まで達したときとされている（日本建築学会「鉄筋コンクリート造建築物の耐久設計施工指針・同解説」(2016)）。

また，中性化深さを推定する速度式としては，岸谷式（日本建築学会「高耐久性鉄筋コンクリート造設計施工指針（案）・同解説」(1991)），森永式（森永「鉄筋の腐食速度に基づいた鉄筋コンクリート建築物の寿命予測に関する研究－東京大学学位論文」(1986)）及び中性化深さの実測値に基づく$\sqrt{t}$ 式（土木学会「コンクリート標準示方書　維持管理編」(2013)）がある。

岸谷式，森永式及び特別点検における中性化深さの実測値に基づく$\sqrt{t}$ 式を用いて中性化深さを評価した結果を表 2.3-3 に示す。運転開始後 60 年経過時点におけるタービン建屋外壁（屋内面），取水口構造物（気中帯）の中性化深さは，鉄筋が腐食し始める時の中性化深さを下回っている。岸谷式で評価する際，二酸化炭素の実測値を考慮した劣化外力係数を採用した。

また，表 2.3-3 には，参考に中性化深さを測定した時点における推定値として運転開始後 60 年経過時点と同様に評価した結果も合わせて示す。

さらに，定期的に目視点検を実施しているが，鉄筋腐食に起因する有害なひび割れ等は発見されていない。

なお，特別点検における破壊試験の結果，タービン建屋外壁（屋内面）及び取水口構造物（気中帯）から採取したコアサンプルの平均圧縮強度は，設計基準強度を上回っている（表 2.3-4）。

以上から，中性化による強度低下に対しては，長期健全性評価上問題とならない。

表 2.3-3　コンクリートの中性化深さ　（単位：cm）

評価点		調査時点の中性化深さ			運転開始後60年時点の中性化深さ*2（推定式）	鉄筋が腐食し始める時点の中性化深さ*3
		経過年数	実測値（調査時期）	推定値*1（推定式）		
屋内	タービン建屋外壁（屋内面）	38年	4.0（2017年）	2.9（岸谷式）	5.0（$\sqrt{t}$式）	6.0
屋外	取水口構造物（気中帯）	36年	1.0（2014年）	1.2（岸谷式）	1.6（岸谷式）	6.4

*1：岸谷式及び森永式による推定値のうち最大値を記載
*2：岸谷式，森永式及び特別点検における中性化深さの実測値に基づく$\sqrt{t}$式による推定値のうち最大値を記載
*3：かぶり厚さから評価した値

表 2.3-4　タービン建屋外壁及び取水口構造物におけるコンクリートの破壊試験結果

評価対象部位	調査時期（運転開始後経過年数）	設計基準強度	平均圧縮強度
タービン建屋外壁（屋内面）	2017年（38年）	22.1 N/mm^2（225 kgf/cm^2）	48.2 N/mm^2（492 kgf/cm^2）
取水口構造物（気中帯）	2014年（36年）	20.6 N/mm^2（210 kgf/cm^2）	35.7 N/mm^2（364 kgf/cm^2）

② 現状保全

コンクリート構造物の健全性維持の観点から，定期的にコンクリート表面の目視点検を実施している。

目視点検の結果，ひび割れ等の補修が必要となる損傷が確認された場合，即時補修が必要なものを除き，その経過を継続的に監視しつつ，点検実施後数年以内を目途に補修を計画，実施している。合わせて，定期的に中性化深さを確認している。

③ 総合評価

健全性評価結果から判断して，今後，強度低下が急激に発生する可能性は小さい。

また，定期的な目視点検により補修対象となったひび割れ等の補修を計画，実施しており，現状の保全方法は，コンクリート構造物の健全性を維持する上で適切である。

c. 高経年化への対応

中性化によるコンクリート構造物の強度低下に対しては，高経年化対策の観点から現状の保全内容に対し追加すべき項目はなく，今後も現状保全を継続していく。

(4) 塩分浸透による強度低下

a. 事象の説明

コンクリート中に塩化物イオンが浸透し，鉄筋位置まで達すると，鉄筋の腐食が徐々に進行し，鉄筋の膨張によりコンクリートにひび割れやはく離が生じ，コンクリート構造物としての健全性が損なわれる可能性がある。

b. 技術評価

① 健全性評価

塩分によるコンクリート中の鉄筋への影響を評価する方法としては，鉄筋の腐食速度に着目し，鉄筋の腐食減量が，かぶりコンクリートにひび割れが発生する時点の鉄筋の腐食減量に達するまでの期間の予測式として，森永式（森永「鉄筋の腐食速度に基づいた鉄筋コンクリート建築物の寿命予測に関する研究－東京大学学位論文」(1986)）が提案されている。

特別点検における塩化物イオン量の測定結果をもとに，鉄筋位置での将来的な塩化物イオン濃度を拡散方程式により予測し，森永式を適用して鉄筋の腐食減量を計算した結果を表 2.3-5 に示す。

表 2.3-5　鉄筋の腐食減量

評価点		調査時期	鉄筋位置での塩化物イオン濃度（%）	鉄筋の腐食減量（$\times 10^{-4}$ g/cm^2）		
				調査時点	運転開始後60年時点	かぶりコンクリートにひび割れが発生する時点
取水口構造物	気中帯	2015年	0.04 [0.89]*	1.7	3.4	62.3
	干満帯	2014年	0.05 [1.09]*	10.3	18.1	67.7
	海中帯	2014年	0.05 [1.03]*	0.4	1.1	62.3

*：[　]内は塩化物イオン量（kg/m^3）

上記の結果より，運転開始後60年経過時点の鉄筋の腐食減量は，かぶりコンクリートにひび割れが発生する時点の鉄筋の腐食減量を下回っている。さらに，定期的に目視確認を実施しているが，鉄筋腐食に起因する有害なひび割れ等は発見されていない。

なお，特別点検における破壊試験の結果，取水口構造物の気中帯，干満帯及び海中帯から採取したコアサンプルの平均圧縮強度は，設計基準強度を上回っている（表 2.3-6）。

以上から，塩分浸透による強度低下に対しては，長期健全性評価上問題とならない。

表 2.3-6　塩分浸透の評価点の近傍におけるコンクリートの破壊試験結果

評価対象部位	実施時期 (運転開始後経過年数)	設計基準強度	平均圧縮強度
取水口構造物 (気中帯)	2014 年 (36 年)	20.6 N/mm^2 (210 kgf/cm^2)	35.7 N/mm^2 (364 kgf/cm^2)
取水口構造物 (干満帯)	2014 年 (36 年)	20.6 N/mm^2 (210 kgf/cm^2)	34.6 N/mm^2 (353 kgf/cm^2)
取水口構造物 (海中帯)	2014 年 (36 年)	20.6 N/mm^2 (210 kgf/cm^2)	29.1 N/mm^2 (297 kgf/cm^2)

② 現状保全

コンクリート構造物の健全性維持の観点から，定期的にコンクリート表面の目視点検を実施している。

目視点検の結果，ひび割れ等の補修が必要となる損傷が確認された場合，即時補修が必要なものを除き，その経過を継続的に監視しつつ，点検実施後数年以内を目途に補修を計画，実施している。合わせて，定期的に塩分浸透を確認している。

③ 総合評価

健全性評価結果から判断して，今後，強度低下が急激に発生する可能性は小さい。

また，定期的な目視点検により補修対象となったひび割れ等の補修を計画，実施しており，現状の保全方法は，コンクリート構造物の健全性を維持する上で適切である。

c. 高経年化への対応

塩分浸透によるコンクリート構造物の強度低下に対しては，高経年化対策の観点から現状の保全内容に対し追加すべき項目はなく，今後も現状保全を継続していく。

(5) 機械振動による強度低下

a. 事象の説明

コンクリート構造物は，長期間にわたって機械振動による繰返し荷重を受けるとひび割れが発生し，コンクリート構造物としての健全性が損なわれる可能性がある。

b. 技術評価

① 健全性評価

タービン発電機架台については，異常振動の有無を日常的なパトロールで確認している。コンクリートについては，定期的に目視点検を実施し，コンクリート表面において強度に支障をきたす可能性のある欠陥がないことを確認している。

また，仮に機械振動により機器のコンクリート基礎への定着部の支持力が失われるような場合，機器の異常振動が発生するものと考えられるが，機械振動は日常的に監視されており，異常の兆候は検知可能である。

なお，特別点検における破壊試験の結果，タービン建屋（タービン発電機架台）から採取したコアサンプルの平均圧縮強度は，設計基準強度を上回っている（表 2.3-7）。

以上より，機械振動による強度低下に対しては，長期健全性評価上問題とならない。

表 2.3-7　機械振動の評価対象におけるコンクリートの破壊試験結果

評価対象部位	実施時期 （運転開始後経過年数）	設計基準強度	平均圧縮強度
タービン建屋 （タービン発電機架台）	2014 年 （36 年）	22.1 N/mm^2 （225 kgf/cm^2）	37.0 N/mm^2 （377 kgf/cm^2）

② 現状保全

コンクリート構造物の健全性維持の観点から，定期的にコンクリート表面の目視点検を実施している。

目視点検の結果，ひび割れ等の補修が必要となる損傷が確認された場合，即時補修が必要なものを除き，その経過を継続的に監視しつつ，点検実施後数年以内を目途に補修を計画，実施している。

③ 総合評価

健全性評価結果から判断して，今後，強度低下が急激に発生する可能性は小さい。

また，定期的な目視点検により補修対象となったひび割れ等の補修を計画，実施しており，現状の保全方法は，コンクリート構造物の健全性を維持する上で適切である。

c. 高経年化への対応

機械振動によるコンクリート構造物の強度低下に対しては，高経年化対策の観点から現状の保全内容に対し追加すべき項目はなく，今後も現状保全を継続していく。

2.3.2 コンクリートの遮へい能力低下

(1) 熱による遮へい能力低下

a. 事象の説明

コンクリートが周辺環境からの伝達熱及び放射線照射に起因するコンクリート内部の温度上昇により，コンクリート中の水分が逸散し，放射線に対する遮へい能力が低下する可能性がある。

また，震災時の原子炉格納容器内温度上昇により劣化状況評価に影響を及ぼす可能性がある。

b. 技術評価

① 健全性評価

放射線防護の観点から，コンクリート遮へい体の設計に適月されている「コンクリート遮へい体設計基準」(R.G.Jaeger et al.「Engineering Compendium on Radiation Shielding (ECRS) VOL.2」) には，周辺及び内部最高温度の制限値が示されており，コンクリートに対しては中性子遮へいで88 ℃以下，ガンマ線遮へいで177 ℃以下となっている。

これに対し，運転中の実測によるガンマ線遮へい壁炉心側の周辺温度を確認した結果，約55 ℃以下である。

また，ガンマ線による熱発生温度分布については，工事計画認可申請書にて点減衰核積分コードであるSPANコードを用いて計算している。

炉心中心でのガンマ線遮へい壁におけるガンマ線による熱発生温度分布で得られた値を考慮した場合でも，コンクリート温度制限値を下回っていることから，運転開始後60年時点においても遮へい能力への影響はないと判断する。

また，仮に熱によるコンクリート構造物の遮へい能力低下が生じた場合，放射線量が上昇するものと考えられるが，放射線量は日常的に監視しており，異常の兆候は検知可能である。

なお，ガンマ線遮へいコンクリートについては，鉄板で覆われているため，ガンマ線遮へいに近く，他の部位より熱の影響を受けていると思われる一次遮へい壁において，特別点検にて乾燥単位容積質量を確認した結果，設計値を上回っていることを確認した。

以上より，熱による遮へい能力低下に対しては，長期健全性評価上問題とならない。

② 震災影響評価

原子炉格納容器頂部周辺温度は最高で約 144 ℃まで上昇したため，ガンマ線遮へい壁及び一次遮へい壁のコンクリート温度が制限値を超えた可能性があり，影響を評価した結果，水分逸散は生じておらず，原子炉設置（変更）許可における遮へい能力を下回っていないと判断した。

以上より，熱による遮へい能力低下に係る劣化状況評価に対して震災による影響はない。

③ 現状保全

ガンマ線遮へいコンクリートについては鉄板で覆われているため，目視点検等は実施していない。しかし，ガンマ線遮へいに近く，他の部位より熱の影響を受けていると思われる一次遮へい壁において，構造物の健全性維持の観点から定期的にコンクリート表面の目視点検を実施している。

また，放射線量を日常的に監視している。

④ 総合評価

健全性評価結果から判断して，熱によるコンクリート構造物の遮へい能力低下については，現状において問題はなく，今後も遮へい能力低下が急激に発生する可能性は小さい。

また，仮に熱によるコンクリート構造物の遮へい能力低下が生じた場合，放射線量が上昇するものと考えられるが，放射線量は日常的に監視しており，異常の兆候は検知可能である。

c. 高経年化への対応

熱によるコンクリート構造物の遮へい能力低下に対しては，高経年化対策の観点から現状の保全内容に対し追加すべき項目はなく，今後も現状保全を継続していく。

3. 評価対象部位以外への展開

コンクリート構造物及び鉄骨構造物の技術評価は，「2.2 経年劣化事象の抽出」及び「2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の評価」に示すとおり，評価対象部位について，各経年劣化事象に影響を及ぼす要因毎に，使用条件を考慮して実施している。コンクリート構造物及び鉄骨構造物の場合，評価対象部位以外の使用条件等は，評価対象部位に包含されているため，技術評価結果も評価対象部位の結果に包含される。

したがって，評価対象以外の部位についても高経年化対策の観点から追加すべき保全項目はなく，今後も現状の保全方法により健全性を確認していく。

なお，放水路ゲート及びブローアウトパネル閉止装置については，駆動するための装置が併せて設置されるため，1章で実施したグループ化で代表機器となっていない機器への展開として検討した。

3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

a. モータ（低圧，全閉型）の固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁特性低下［放水路ゲート駆動用及びブローアウトパネル閉止装置駆動用］

代表構造物とは異なり，モータの固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁特性低下が想定される。本経年劣化事象に対する「事象の説明」，「技術評価」及び「高経年化への対応」は，「ポンプモータの技術評価書」のうち，低圧ポンプモータと同一であることから，当該評価書を参照のこと。

3.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

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

a. 扉けん引装置支持金具，けん引装置ドラム及び埋込金物（大気接触部）の腐食（全面腐食）［放水路ゲート駆動用及びブローアウトパネル閉止装置駆動用］

代表構造物とは異なり，扉けん引装置支持金具，けん引装置ドラム及び埋込金物は炭素鋼であり，腐食の発生が想定される。当該装置は新たに設置されることから，大気接触部には塗装を施すことで，腐食が発生する可能性を低減できるものと考える。

また，今後巡視点検等で目視により塗膜の状態を確認し，はく離等が認められた場合は必要に応じて補修塗装を実施することで各部の健全性を維持できると考える。

したがって，扉けん引装置支持金具，けん引装置ドラム及び埋込金物（大気接触部）の腐食（全面腐食）は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

b. モータ（低圧，全閉型）の固定子コア及び回転子コアの腐食（全面腐食）［放水路ゲート駆動用及びブローアウトパネル閉止装置駆動用］

c. モータ（低圧，全閉型）のフレーム，エンドブラケット及び端子箱の腐食（全面腐食）［放水路ゲート駆動用及びブローアウトパネル閉止装置駆動用］

d. モータ（低圧，全閉型）の取付ボルトの腐食（全面腐食）［放水路ゲート駆動用及びブローアウトパネル閉止装置駆動用］

以上，代表構造物とは異なり b. ～ d. の経年劣化事象が想定されるが，評価については「ポンプモータの技術評価書」のうち，低圧ポンプモータと同一であることから，当該評価書を参照のこと。

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

a. 埋込金物（コンクリート埋設部）の腐食（全面腐食）

代表構造物とは異なり，埋込金物は炭素鋼であり，腐食の発生が想定されるが，コンクリート埋設部については，コンクリートの大気接触部表面からの中性化の進行により腐食環境となるため，コンクリートが中性化に至り，埋込金物に有意な腐食が発生するまで長時間を要す。

今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難いことから，埋込金物（コンクリート埋設部）の腐食（全面腐食）は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

東海第二発電所
計測制御設備の技術評価書

（運転を断続的に行うことを前提とした評価）

日本原子力発電株式会社

本評価書は，東海第二発電所（以下，「東海第二」という）で使用されている安全上重要な計測制御設備（重要度分類審査指針におけるクラス 1 及びクラス 2 に該当する計測制御設備）及び重大事故等対処設備に属する計測制御設備について，運転を断続的に行うことを前提に高経年化に係わる技術評価についてまとめたものである。

なお，高温・高圧の環境下にあるクラス 3 の計測制御設備はない。

評価対象機器の一覧を表 1 に，機能を表 2 に示す。

評価対象機器を計測対象，型式及び設置場所等でグループ化し，それぞれのグループから重要度及び使用条件等の観点から代表機器を選定し技術評価を行った後，代表以外の機器について評価を展開している。

本評価書は，計測制御設備を以下の 3 章で構成している。

また，計測制御設備の評価グループ分類（概念図）を図 1 に示す。

1. 計測装置
2. 補助継電器盤
3. 操作制御盤

表１　評価対象機器一覧（代表機器）

分類			機器名称	主な仕様 （信号用途） （盤寸法）	重要度[*1]
計測装置	圧力	ダイヤフラム式	RHR ポンプ吐出圧力計測装置	ADS 作動，監視	MS-1 重[*2]
		ベローズ式	D/G 機関冷却水入口圧力計測装置	D/G トリップ	MS-1
		シールドピストン式	CV 急速閉検出用圧力計測装置	スクラム	MS-1
	温度	熱電対式	主蒸気管トンネル温度計測装置	MSIV 隔離，PCIS 作動	MS-1
		測温抵抗体式	サプレッション・プール水温度計測装置	監視	MS-2
	流量	ダイヤフラム式	RCIC 系統流量計測装置	RCIC 制御，監視	MS-1 重[*2]
	水位	ダイヤフラム式	原子炉水位計測装置	RCIC 起動，LPCS 起動，RHR 起動，ADS 作動，監視	MS-1 重[*2]
		フロート式	スクラム排出容器水位計測装置	スクラム	MS-1
		ガイドパルス式	使用済燃料プール水位計測装置[*4]	監視	重[*2]
		電極式	格納容器下部水位計測装置[*4]	監視	重[*2]
		電波式	取水ピット水位計測装置[*4]	監視	設[*3]
		圧力式	潮位計測装置[*4]	監視	設[*3]
	中性子束	核分裂電離箱式	SRNM	スクラム，監視	MS-1 重[*2]
	放射線	イオンチェンバ式	主蒸気管放射線計測装置	スクラム，MSIV 隔離，PCIS 作動	MS-1
		半導体式	原子炉建屋換気系放射線計測装置	FRVS/SGTS 起動，PCIS 作動，中央制御室換気系隔離	MS-1
	振動	倒立振子式	地震加速度計測装置	スクラム	MS-1
	濃度	熱伝導式	格納容器内水素濃度計測装置	監視	MS-2
		触媒式	原子炉建屋水素濃度計測装置[*4]	監視	重[*2]
		磁気式	格納容器内酸素濃度計測装置	監視	MS-2
	位置	リミットスイッチ式	MSV 位置計測装置	スクラム	MS-1
	回転速度	電磁ピックアップ式	RCIC タービン回転速度計測装置	RCIC トリップ，監視	MS-1
補助継電器盤		屋内	原子炉保護系(A)継電器盤	2,400 mm(W)×2,286 mm(H)×914 mm(D)	MS-1
操作制御盤		屋内	原子炉制御操作盤	4,402 mm(W)×2,286 mm(H)×1,661 mm(D)	MS-1 重[*2]

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

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

*3：設計基準対象施設として評価対象とした機器及び構造物であることを示す

*4：新規に設置される機器

表２　評価対象機器機能一覧

設備区分	機能概要
計測装置	プロセス値（圧力・流量・水位等）を検出器で電気信号に変換し，信号変換処理部にて信号変換処理・演算処理を行い，指示計・記録計・指示調節計・補助継電器に伝達する。指示計・記録計は，操作制御盤に取付けられており，信号変換処理部から伝達されてきた電気信号を工学値に変換し，指示又は記録する。指示調節計は，操作制御盤に取付けられており，入力値と設定値との差に応じた電気信号を出力する。補助継電器は，操作制御盤に取付けられており，信号変換処理部から伝達されてきた電気信号を補助継電器盤に取付けられている補助継電器，電磁接触器に伝達する。
補助継電器盤	計測装置からの信号を受け，補助継電器，電磁接触器により原子炉の保護／制御ロジックを構成し，原子炉スクラム信号等のインターロック信号を出力する。
操作制御盤	計測装置の一部である指示計・記録計・指示調節計・補助継電器により，状態監視，操作及び電気信号の伝達を行うとともに，操作スイッチ，押釦スイッチによる補機操作及び故障表示器，表示灯，液晶ディスプレイによる状態監視を行う。

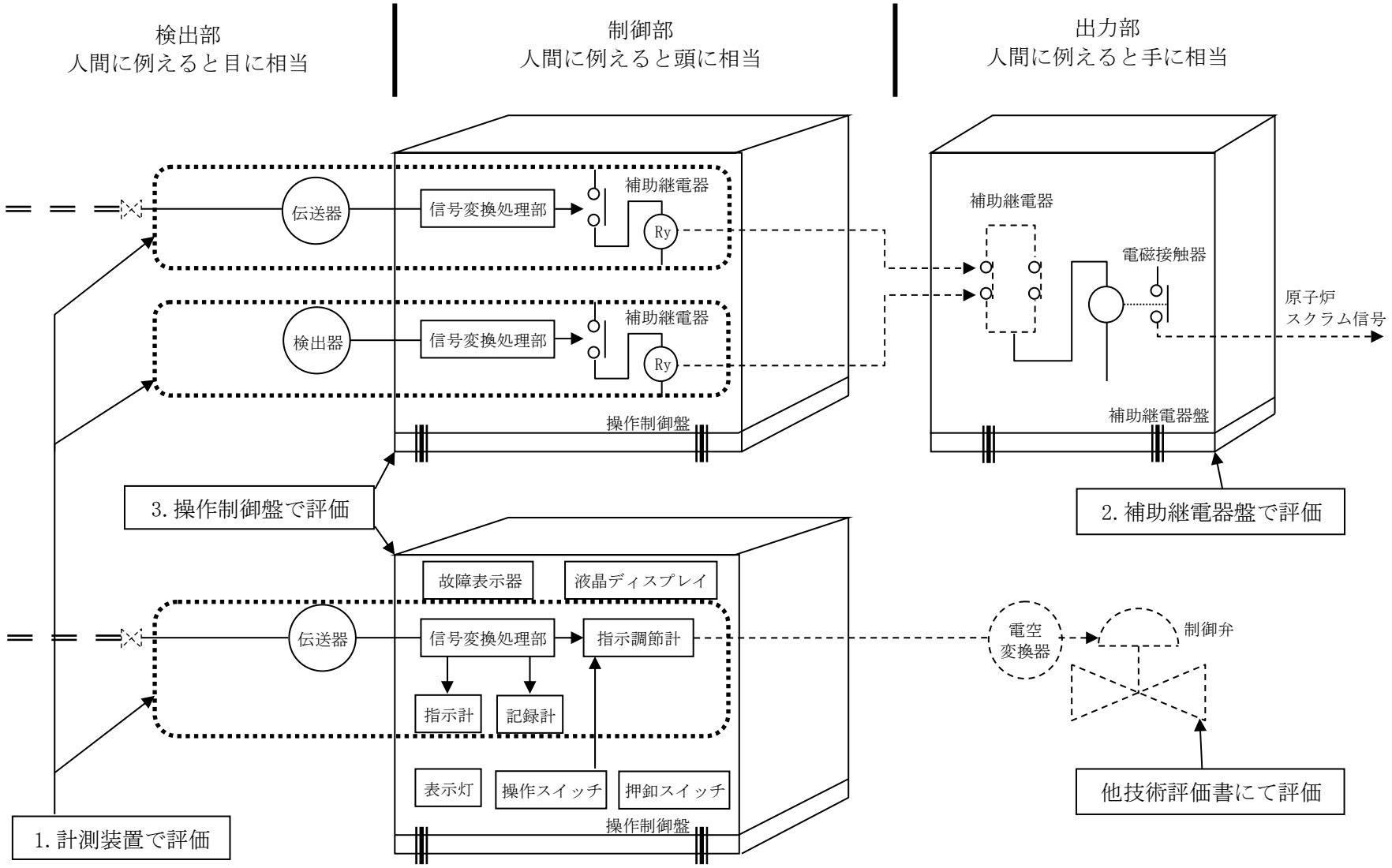


図１　計測制御設備の評価グループ分類（概念図）

1. 計測装置

［対象計測装置］

① 圧力計測装置（ダイヤフラム式）
② 圧力計測装置（ベローズ式）
③ 圧力計測装置（シールドピストン式）
④ 温度計測装置（熱電対式）
⑤ 温度計測装置（測温抵抗体式）
⑥ 流量計測装置（ダイヤフラム式）
⑦ 水位計測装置（ダイヤフラム式）
⑧ 水位計測装置（フロート式）
⑨ 水位計測装置（ガイドパルス式）
⑩ 水位計測装置（電極式）
⑪ 水位計測装置（電波式）
⑫ 水位計測装置（圧力式）
⑬ 中性子束計測装置（核分裂電離箱式）
⑭ 放射線計測装置（イオンチェンバ式）
⑮ 放射線計測装置（半導体式）
⑯ 振動計測装置（倒立振子式）
⑰ 濃度計測装置（熱伝導式）
⑱ 濃度計測装置（触媒式）
⑲ 濃度計測装置（磁気式）
⑳ 位置計測装置（リミットスイッチ式）
㉑ 回転速度計測装置（電磁ピックアップ式）

目次

1. 対象機器及び代表機器の選定..... 1-1
1.1 グループ化の考え方及び結果..... 1-1
1.2 代表機器の選定..... 1-1
2. 代表機器の技術評価..... 1-13
2.1 構造，材料及び使用条件..... 1-14
2.1.1 RHR ポンプ吐出圧力計測装置..... 1-14
2.1.2 D/G 機関冷却水入口圧力計測装置..... 1-18
2.1.3 CV 急速閉検出用圧力計測装置..... 1-22
2.1.4 主蒸気管トンネル温度計測装置..... 1-26
2.1.5 サプレッション・プール水温度計測装置..... 1-30
2.1.6 RCIC 系統流量計測装置..... 1-34
2.1.7 原子炉水位計測装置..... 1-38
2.1.8 スクラム排出容器水位計測装置..... 1-42
2.1.9 使用済燃料プール水位計測装置..... 1-46
2.1.10 格納容器下部水位計測装置..... 1-49
2.1.11 取水ピット水位計測装置..... 1-52
2.1.12 潮位計測装置..... 1-55
2.1.13 SRNM..... 1-58
2.1.14 主蒸気管放射線計測装置..... 1-61
2.1.15 原子炉建屋換気系放射線計測装置..... 1-64
2.1.16 地震加速度計測装置..... 1-67
2.1.17 格納容器内水素濃度計測装置..... 1-70
2.1.18 原子炉建屋水素濃度計測装置..... 1-74
2.1.19 格納容器内酸素濃度計測装置..... 1-77
2.1.20 MSV 位置計測装置..... 1-81
2.1.21 RCIC タービン回転速度計測装置..... 1-84
2.2 経年劣化事象の抽出..... 1-87
2.2.1 機器の機能達成に必要な項目..... 1-87
2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出..... 1-87
2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象..... 1-89
2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の評価..... 1-121
3. 代表機器以外への展開..... 1-122
3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象..... 1-123
3.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象..... 1-123

1. 対象機器及び代表機器の選定

東海第二で使用している計測装置のうち，対象となる計測装置の主な仕様を表 1-1 に示す。

これらの計測装置を計測対象及び検出部型式の観点からグループ化し，それぞれのグループより以下のとおり代表機器を選定した。

1.1 グループ化の考え方及び結果

計測対象及び検出部型式を分類基準とし，計測装置を表 1-1 に示すとおりグループ化する。

1.2 代表機器の選定

表 1-1 に分類されるグループ毎に，原則として重要度及び使用条件の観点から代表機器を選定する。

(1) 圧力計測装置（ダイヤフラム式）

圧力計測装置（ダイヤフラム式）のうち，重要度が高く，常設重大事故等対処設備に属する計測装置は，RHR ポンプ吐出圧力計測装置及び LPCS ポンプ吐出圧力計測装置があるが，重要度及び使用条件が同等なため，RHR ポンプ吐出圧力計測装置を代表機器とする。

(2) 圧力計測装置（ベローズ式）

圧力計測装置（ベローズ式）には，D/G 機関冷却水入口圧力計測装置及び D/G 機関潤滑油入口圧力計測装置が属するが，重要度及び使用条件が同等なため，D/G 機関冷却水入口圧力計測装置を代表機器とする。

(3) 圧力計測装置（シールドピストン式）

圧力計測装置（シールドピストン式）には，CV 急速閉検出用圧力計測装置のみが属するため，CV 急速閉検出用圧力計測装置を代表機器とする。

(4) 温度計測装置（熱電対式）

温度計測装置（熱電対式）のうち，重要度が高く，使用条件が厳しい主蒸気管トンネル温度計測装置を代表機器とする。

(5) 温度計測装置（測温抵抗体式）

温度計測装置（測温抵抗体式）のうち，重要度が高いサプレッション・プール水温度計測装置を代表機器とする。

(6) 流量計測装置（ダイヤフラム式）

流量計測装置（ダイヤフラム式）のうち，重要度が高く，常設重大事故等対処設備に属するRCIC系統流量計測装置を代表機器とする。

(7) 水位計測装置（ダイヤフラム式）

水位計測装置（ダイヤフラム式）のうち，重要度が高く，常設重大事故等対処設備に属する原子炉水位計測装置を代表機器とする。

(8) 水位計測装置（フロート式）

水位計測装置（フロート式）のうち，重要度が高いスクラム排出容器水位計測装置を代表機器とする。

(9) 水位計測装置（ガイドパルス式）

水位計測装置（ガイドパルス式）には，使用済燃料プール水位計測装置のみが属するため，使用済燃料プール水位計測装置を代表機器とする。

(10) 水位計測装置（電極式）

水位計測装置（電極式）には，格納容器下部水位計測装置のみが属するため，格納容器下部水位計測装置を代表機器とする。

(11) 水位計測装置（電波式）

水位計測装置（電波式）のうち，屋外に設置され使用条件が厳しい取水ピット水位計測装置を代表機器とする。

(12) 水位計測装置（圧力式）

水位計測装置（圧力式）には，潮位計測装置のみが属するため，潮位計測装置を代表機器とする。

(13) 中性子束計測装置（核分裂電離箱式）

中性子束計測装置（核分裂電離箱式）のうち，重要度が高く，使用条件が厳しいSRNMを代表機器とする。

(14) 放射線計測装置（イオンチェンバ式）

放射線計測装置（イオンチェンバ式）のうち，重要度が高い主蒸気管放射線計測装置を代表機器とする。

(15) 放射線計測装置（半導体式）

放射線計測装置（半導体式）には，原子炉建屋換気系放射線計測装置のみが属するため，原子炉建屋換気系放射線計測装置を代表機器とする。

(16) 振動計測装置（倒立振子式）

振動計測装置（倒立振子式）には，地震加速度計測装置のみが属するため，地震加速度計測装置を代表機器とする。

(17) 濃度計測装置（熱伝導式）

濃度計測装置（熱伝導式）のうち，重要度が高い格納容器内水素濃度計測装置を代表機器とする。

(18) 濃度計測装置（触媒式）

濃度計測装置（触媒式）には，原子炉建屋水素濃度計測装置のみが属するため，原子炉建屋水素濃度計測装置を代表機器とする。

(19) 濃度計測装置（磁気式）

濃度計測装置（磁気式）のうち，重要度が高い格納容器内酸素濃度計測装置を代表機器とする。

(20) 位置計測装置（リミットスイッチ式）

位置計測装置（リミットスイッチ式）には，MSV 位置計測装置のみが属するため，MSV 位置計測装置を代表機器とする。

(21) 回転速度計測装置（電磁ピックアップ式）

回転速度計測装置（電磁ピックアップ式）には，RCIC タービン回転速度計測装置のみが属するため，RCIC タービン回転速度計測装置を代表機器とする。

表 1-1（1/9）　計測装置のグループ化及び代表機器の選定

分類基準		主な計測装置名称	主な仕様 (信号用途)	選定基準			選定	選定理由
計測対象	検出部型式			重要度*1	使用条件			
					設置場所	周囲温度（℃）		
圧力	ダイヤフラム式	RHR ポンプ吐出圧力 LPCS ポンプ吐出圧力	ADS 作動 監視	MS-1 重*2	原子炉建屋	40.0（最高）	◎	重要度，重*2， 使用条件
					中央制御室	32.2（最高）		
		原子炉圧力 格納容器圧力 主蒸気管圧力 主復水器真空度	スクラム MSIV 隔離 PCIS 作動 LPCS 起動 RHR 起動 HPCS 起動 D/G 起動 ADS 作動	MS-1	原子炉建屋／ タービン建屋	40.0（最高）		
					中央制御室	32.2（最高）		
		原子炉圧力	監視	MS-2 重*2	原子炉建屋	40.0（最高）		
					中央制御室	32.2（最高）		
		格納容器圧力	監視	MS-2	原子炉建屋	40.0（最高）		
					中央制御室	32.2（最高）		
		原子炉圧力 格納容器圧力 常設高圧代替注水系ポンプ吐出圧力*3 代替循環冷却系ポンプ吐出圧力*3	監視	重*2	原子炉建屋	40.0（最高）		
					中央制御室	32.2（最高）		

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す
*2：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す
*3：新規に設置される機器

表 1-1（2/9）　計測装置のグループ化及び代表機器の選定

分類基準		主な計測装置名称	主な仕様 (信号用途)	選定基準			選定	選定理由
計測対象	検出部型式			重要度*1	使用条件			
					設置場所	周囲温度（℃）		
圧力	ベローズ式	D/G 機関冷却水入口圧力 D/G 機関潤滑油入口圧力	D/G トリップ	MS-1	D/G 室	40（最高）	◎	重要度，使用条件
	シールド ピストン式	CV 急速閉検出用圧力	スクラム	MS-1	ヒーター ルーム	48.9（最高）	◎	
					中央制御室	32.2（最高）		

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

表 1-1（3/9）　計測装置のグループ化及び代表機器の選定

分類基準		主な計測装置名称	主な仕様 (信号用途)	選定基準			選定	選定理由
計測対象	検出部型式			重要度*1	使用条件			
					設置場所	周囲温度（℃）		
温度	熱電対式	主蒸気管トンネル温度	MSIV 隔離 PCIS 作動	MS-1	主蒸気管 トンネル室	60.0（最高）	◎	重要度，使用条件
					中央制御室	32.2（最高）		
		FCS 入口ガス温度	FCS 制御	MS-1	原子炉建屋	40.0（最高）		
					中央制御室	32.2（最高）		
		原子炉圧力容器温度	監視	重*2	原子炉格納 容器内	73.9（最高）		
					中央制御室	32.2（最高）		
		格納容器内温度*3	監視	重*2	原子炉格納 容器内	65.6（最高）		
					中央制御室	32.2（最高）		
		使用済燃料プール温度	監視	重*2	原子炉建屋	65（最高）		
					中央制御室	32.2（最高）		
		代替循環冷却系ポンプ 入口温度*3	監視	重*2	原子炉建屋	40.0（最高）		
					中央制御室	32.2（最高）		
	測温抵抗体式	サプレッション・プール 水温度	監視	MS-2	サプレッション ・プール内	32（最高）	◎	重要度
					中央制御室	32.2（最高）		
		サプレッション・プール 水温度*3	監視	重*2	サプレッション ・プール内	32（最高）		
					中央制御室	32.2（最高）		
		使用済燃料プール温度*3	監視	重*2	原子炉建屋	65（最高）		
					中央制御室	32.2（最高）		
		格納容器下部水温*3	監視	重*2	ペデスタル	57（最高）		
					中央制御室	32.2（最高）		

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す
*2：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す
*3：新規に設置される機器

表 1-1（4/9）　計測装置のグループ化及び代表機器の選定

分類基準		主な計測装置名称	主な仕様 （信号用途）	選定基準			選定	選定理由
計測対象	検出部型式			重要度*1	使用条件			
					設置場所	周囲温度（℃）		
流量	ダイヤフラム式	RCIC 系統流量	RCIC 制御 監視	MS-1 重*2	RCIC ポンプ室	65.6（最高）	◎	重要度，重*2
					中央制御室	32.2（最高）		
		主蒸気管流量 FCS 入口ガス流量	MSIV 隔離 PCIS 作動 FCS 制御	MS-1	原子炉建屋	40.0（最高）		
					中央制御室	32.2（最高）		
		RHR 系統流量 LPCS 系統流量 HPCS 系統流量	監視	MS-2 重*2	原子炉建屋	40.0（最高）		
					中央制御室	32.2（最高）		
		低圧代替注水系原子炉注水流量*3 低圧代替注水系格納容器スプレイ流量*3 低圧代替注水系格納容器下部注水流量*3	監視	重*2	原子炉建屋	40.0（最高）		
					中央制御室	32.2（最高）		

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す
*2：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す
*3：新規に設置される機器

表 1-1（5/9）　計測装置のグループ化及び代表機器の選定

分類基準		主な計測装置名称	主な仕様 (信号用途)	選定基準			選定	選定理由
計測対象	検出部型式			重要度[*1]	使用条件			
					設置場所	周囲温度（℃）		
水位	ダイヤフラム式	原子炉水位	RCIC 起動 LPCS 起動 RHR 起動 ADS 作動 監視	MS-1 重[*2]	原子炉建屋	40.0（最高）	◎	重要度，重[*2]
					中央制御室	32.2（最高）		
		原子炉水位 サプレッション・プール水位	スクラム PCIS 作動 FRVS/SGTS 起動 MSIV 隔離 RCIC 起動 HPCS 起動 LPCS 起動 RHR 起動 D/G 起動 ADS 作動 HPCS 水源切替	MS-1	原子炉建屋	40.0（最高）		
					中央制御室	32.2（最高）		
		原子炉水位	監視	MS-2 重[*2]	原子炉建屋	40.0（最高）		
					中央制御室	32.2（最高）		
		原子炉水位 サプレッション・プール水位	監視	MS-2	原子炉建屋	40.0（最高）		
					中央制御室	32.2（最高）		
		代替淡水貯槽水位[*3]	監視	重[*2]	常設低圧代替注水系格納槽	40（最高）		
					中央制御室	32.2（最高）		

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す
*2：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す
*3：新規に設置される機器

表 1-1（6/9）　計測装置のグループ化及び代表機器の選定

分類基準		主な計測装置名称	主な仕様（信号用途）	選定基準			選定	選定理由
計測対象	検出部型式			重要度*1	使用条件			
					設置場所	周囲温度（℃）		
水位	フロート式	スクラム排出容器水位	スクラム	MS-1	原子炉建屋	40.0（最高）	◎	重要度
					中央制御室	32.2（最高）		
		D/G デイタンク液位	液位制御	MS-2	D/G 室	40（最高）		
	ガイドパルス式	使用済燃料プール水位*4	監視	重*2	原子炉建屋	65（最高）	◎	
					中央制御室	32.2（最高）		
	電極式	格納容器下部水位*4	監視	重*2	ペデスタル	57（最高）	◎	
					中央制御室	32.2（最高）		
	電波式	取水ピット水位*4	監視	設*3	屋外	40（最高）	◎	使用条件
					中央制御室	32.2（最高）		
		西側淡水貯水設備水位*4	監視	重*2	常設代替高圧電源装置置場	40（最高）		
					中央制御室	32.2（最高）		
	圧力式	潮位*4	監視	設*3	屋外	40（最高）	◎	
					中央制御室	32.2（最高）		

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す
*2：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す
*3：設計基準対象施設として評価対象とした機器及び構造物であることを示す
*4：新規に設置される機器

表 1-1（7/9）　計測装置のグループ化及び代表機器の選定

分類基準		主な計測装置名称	主な仕様 (信号用途)	選定基準			選定	選定理由
計測対象	検出部型式			重要度*1	使用条件			
					設置場所	周囲温度（℃）		
中性子束	核分裂電離箱式	SRNM	スクラム 監視	MS-1 重*2	原子炉内	302（最高）	◎	重要度， 使用条件
					原子炉建屋	40.0（最高）		
					中央制御室	32.2（最高）		
		LPRM	スクラム 監視	MS-1 重*2	原子炉内	302（最高）		
					中央制御室	32.2（最高）		
放射線	イオンチェンバ式	主蒸気管放射線	スクラム MSIV 隔離 PCIS 作動	MS-1	主蒸気管 トンネル室	60.0（最高）	◎	重要度
					中央制御室	32.2（最高）		
		格納容器雰囲気放射線	監視	MS-2 重*2	原子炉建屋／ サンドクッションエリア	65.6（最高）		
					中央制御室	32.2（最高）		
		使用済燃料プールエリア放射線*3	監視	重*2	原子炉建屋	40.0（最高）		
					中央制御室	32.2（最高）		
	半導体式	原子炉建屋換気系放射線	FRVS/SGTS 起動 PCIS 作動 中央制御室 換気系隔離	MS-1	原子炉建屋	40.0（最高）	◎	
					中央制御室	32.2（最高）		

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す
*2：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す
*3：新規に設置される機器

表 1-1（8/9）　計測装置のグループ化及び代表機器の選定

分類基準		主な計測装置名称	主な仕様（信号用途）	選定基準			選定	選定理由
計測対象	検出部型式			重要度*1	使用条件			
					設置場所	周囲温度（℃）		
振動	倒立振子式	地震加速度	スクラム	MS-1	原子炉建屋	40.0（最高）	◎	
					中央制御室	32.2（最高）		
濃度	熱伝導式	格納容器内水素濃度	監視	MS-2	原子炉建屋	40.0（最高）	◎	重要度
					中央制御室	32.2（最高）		
		格納容器内水素濃度*3 原子炉建屋水素濃度*3	監視	重*2	原子炉建屋	40.0（最高）		
					電気室	40（最高）		
					中央制御室	32.2（最高）		
	触媒式	原子炉建屋水素濃度*3	監視	重*2	原子炉建屋	40.0（最高）	◎	
					電気室	40（最高）		
					中央制御室	32.2（最高）		
	磁気式	格納容器内酸素濃度	監視	MS-2	原子炉建屋	40.0（最高）	◎	重要度
					中央制御室	32.2（最高）		
		格納容器内酸素濃度*3	監視	重*2	原子炉建屋	40.0（最高）		
					電気室	40（最高）		
					中央制御室	32.2（最高）		

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す
*2：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す
*3：新規に設置される機器

表 1-1（9/9）　計測装置のグループ化及び代表機器の選定

分類基準		主な計測装置名称	主な仕様 (信号用途)	選定基準			選定	選定理由
計測対象	検出部型式			重要度*1	使用条件			
					設置場所	周囲温度（℃）		
位置	リミットスイッチ式	MSV 位置	スクラム	MS-1	ヒーター ルーム	48.9（最高）	◎	
					中央制御室	32.2（最高）		
回転速度	電磁ピックアップ式	RCIC タービン回転速度	RCIC トリップ 監視	MS-1	RCIC ポンプ室	65.6（最高）	◎	
					空調機械室	50（最高）		
					中央制御室	32.2（最高）		

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

2. 代表機器の技術評価

本章では，1 章で代表機器とした以下の計測装置について技術評価を実施する。

① RHR ポンプ吐出圧力計測装置
② D/G 機関冷却水入口圧力計測装置
③ CV 急速閉検出用圧力計測装置
④ 主蒸気管トンネル温度計測装置
⑤ サプレッション・プール水温度計測装置
⑥ RCIC 系統流量計測装置
⑦ 原子炉水位計測装置
⑧ スクラム排出容器水位計測装置
⑨ 使用済燃料プール水位計測装置
⑩ 格納容器下部水位計測装置
⑪ 取水ピット水位計測装置
⑫ 潮位計測装置
⑬ SRNM
⑭ 主蒸気管放射線計測装置
⑮ 原子炉建屋換気系放射線計測装置
⑯ 地震加速度計測装置
⑰ 格納容器内水素濃度計測装置
⑱ 原子炉建屋水素濃度計測装置
⑲ 格納容器内酸素濃度計測装置
⑳ MSV 位置計測装置
㉑ RCIC タービン回転速度計測装置

2.1 構造，材料及び使用条件

2.1.1 RHR ポンプ吐出圧力計測装置

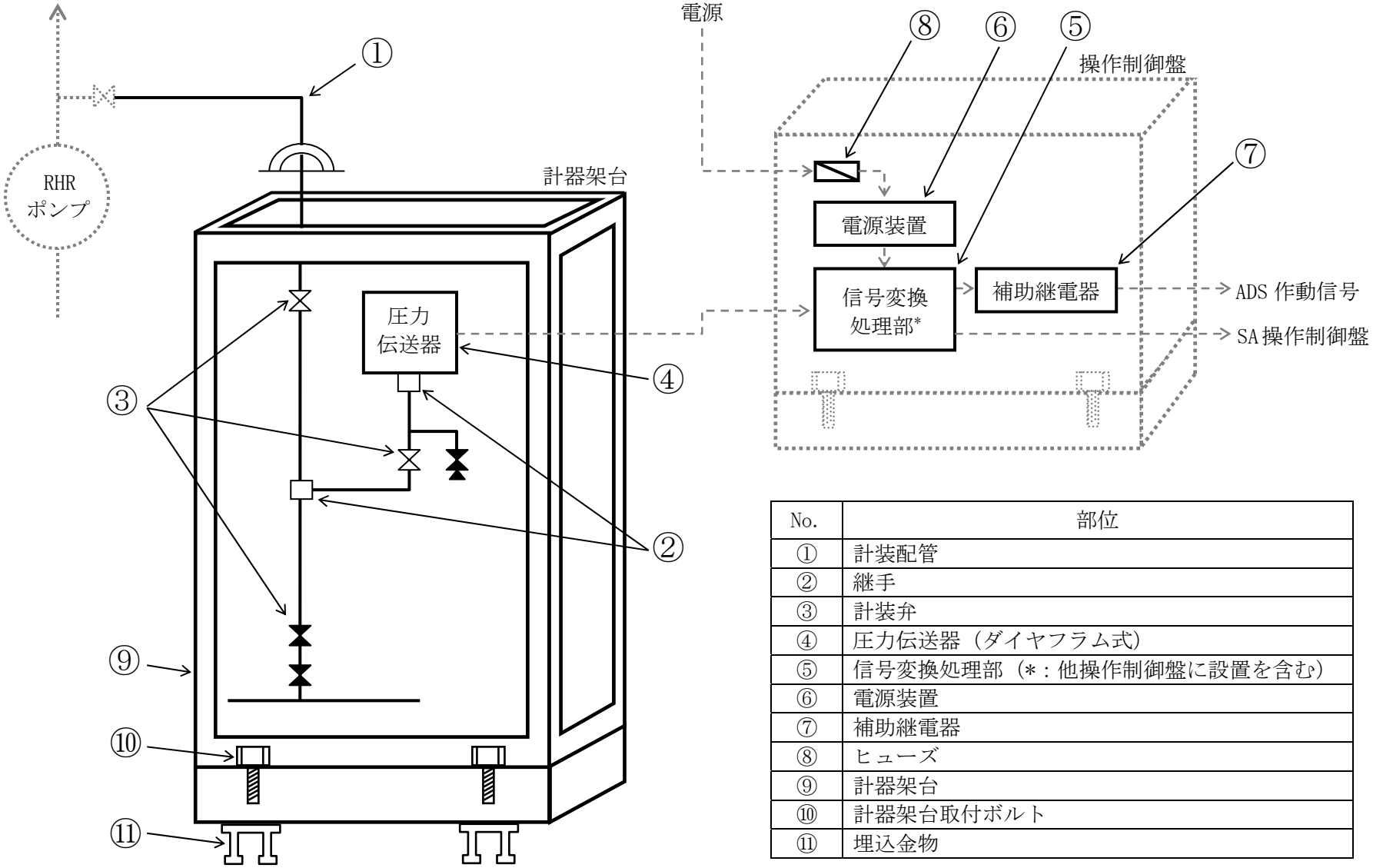
(1) 構造

東海第二の RHR ポンプ吐出圧力計測装置は，RHR ポンプの吐出圧力を伝達する計装配管，継手，計装弁，圧力を検出して電気信号に変換する圧力伝送器，信号変換処理を行う信号変換処理部，電気回路に電源を供給するための電源装置，その他電気回路構成品である補助継電器，ヒューズ，計装配管を固定するサポート，機器を支持するための計器架台，計器架台取付ボルト，基礎ボルト及び埋込金物等で構成されている。

東海第二の RHR ポンプ吐出圧力計測装置構成図を図 2.1-1 に，計装配管サポート構成図を図 2.1-2 に示す。

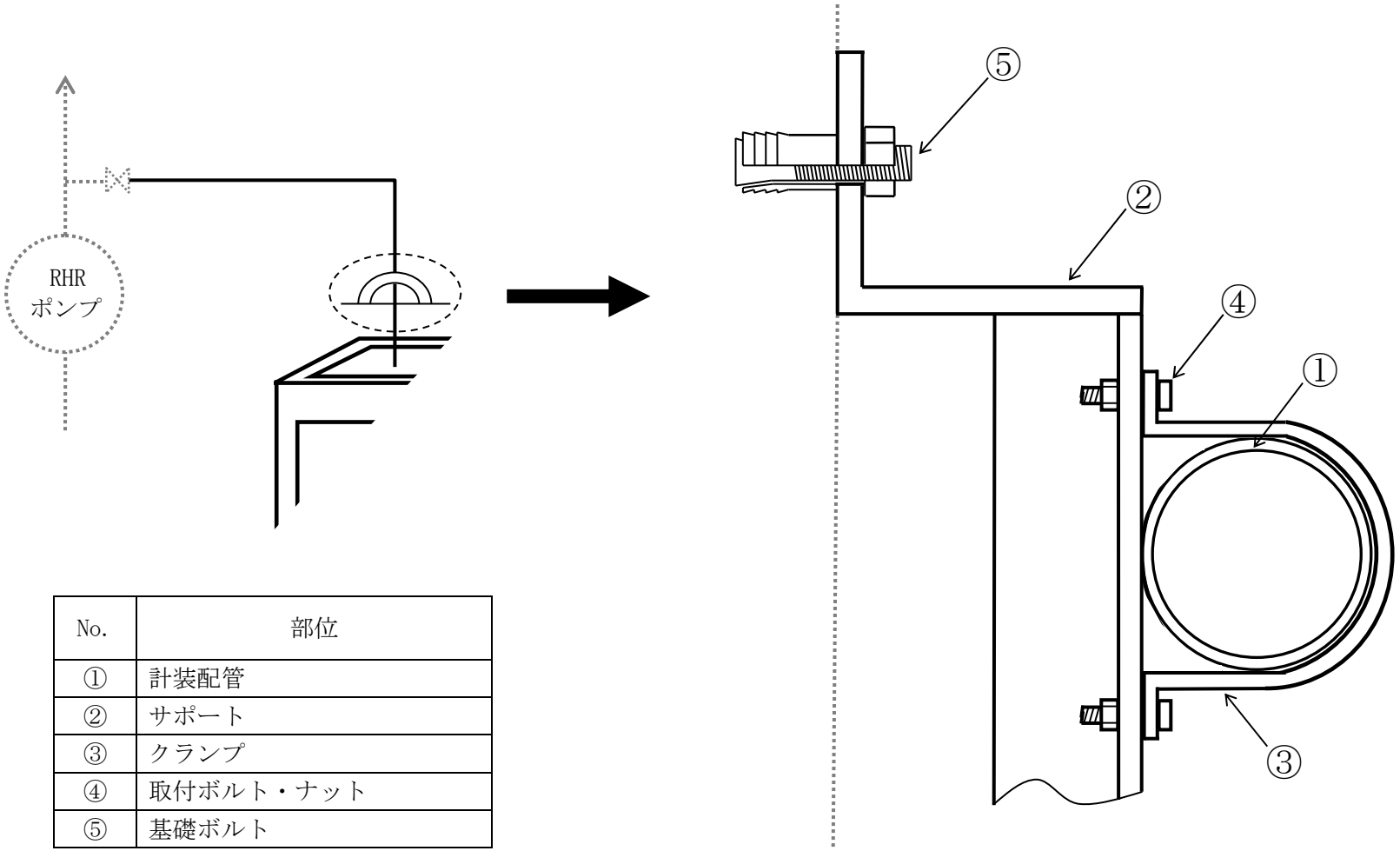
(2) 材料及び使用条件

東海第二の RHR ポンプ吐出圧力計測装置主要部位の使用材料を表 2.1-1 に，使用条件を表 2.1-2 に示す。



No.	部位
①	計装配管
②	継手
③	計装弁
④	圧力伝送器（ダイヤフラム式）
⑤	信号変換処理部（*：他操作制御盤に設置を含む）
⑥	電源装置
⑦	補助継電器
⑧	ヒューズ
⑨	計器架台
⑩	計器架台取付ボルト
⑪	埋込金物

図 2.1-1　RHR ポンプ吐出圧力計測装置構成図



No.	部位
①	計装配管
②	サポート
③	クランプ
④	取付ボルト・ナット
⑤	基礎ボルト

図 2.1-2　RHR ポンプ吐出圧力計測装置計装配管サポート構成図

表 2.1-1　RHR ポンプ吐出圧力計測装置主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
信号伝達	プロセス値／電気信号変換	計装配管	ステンレス鋼
		継手	ステンレス鋼
		計装弁	ステンレス鋼
		圧力伝送器（ダイヤフラム式）	（定期取替品，消耗品*）
		信号変換処理部	半導体，可変抵抗器，電解コンデンサ他
		電源装置	（定期取替品）
		補助継電器	（定期取替品）
		ヒューズ	（消耗品）
機器の支持	計装配管サポート	サポート	炭素鋼
		クランプ	炭素鋼
		取付ボルト・ナット	炭素鋼
	支持	計器架台	炭素鋼
		計器架台取付ボルト	炭素鋼
		基礎ボルト	炭素鋼
		埋込金物	炭素鋼

*：0 リング（気密材）

表 2.1-2　RHR ポンプ吐出圧力計測装置の使用条件

設置場所	原子炉建屋			中央制御室
—	通常運転時	設計基準事故時	重大事故等時	—
周囲温度	40.0 ℃(最高)*1	100 ℃(最高)*1	65.6 ℃(最高)*1	32.2 ℃(最高)*2
最高圧力	大気圧*1	1.744 kPa*1	6.9 kPa*1	大気圧*2
放射線	1×10^{-5} Gy/h (最大)*1	1.7×10^{3} Gy (最大積算値)*1	1.2×10^{4} Gy (最大積算値)*1	—

*1：原子炉建屋の設計値

*2：中央制御室の設計値

2.1.2 D/G 機関冷却水入口圧力計測装置

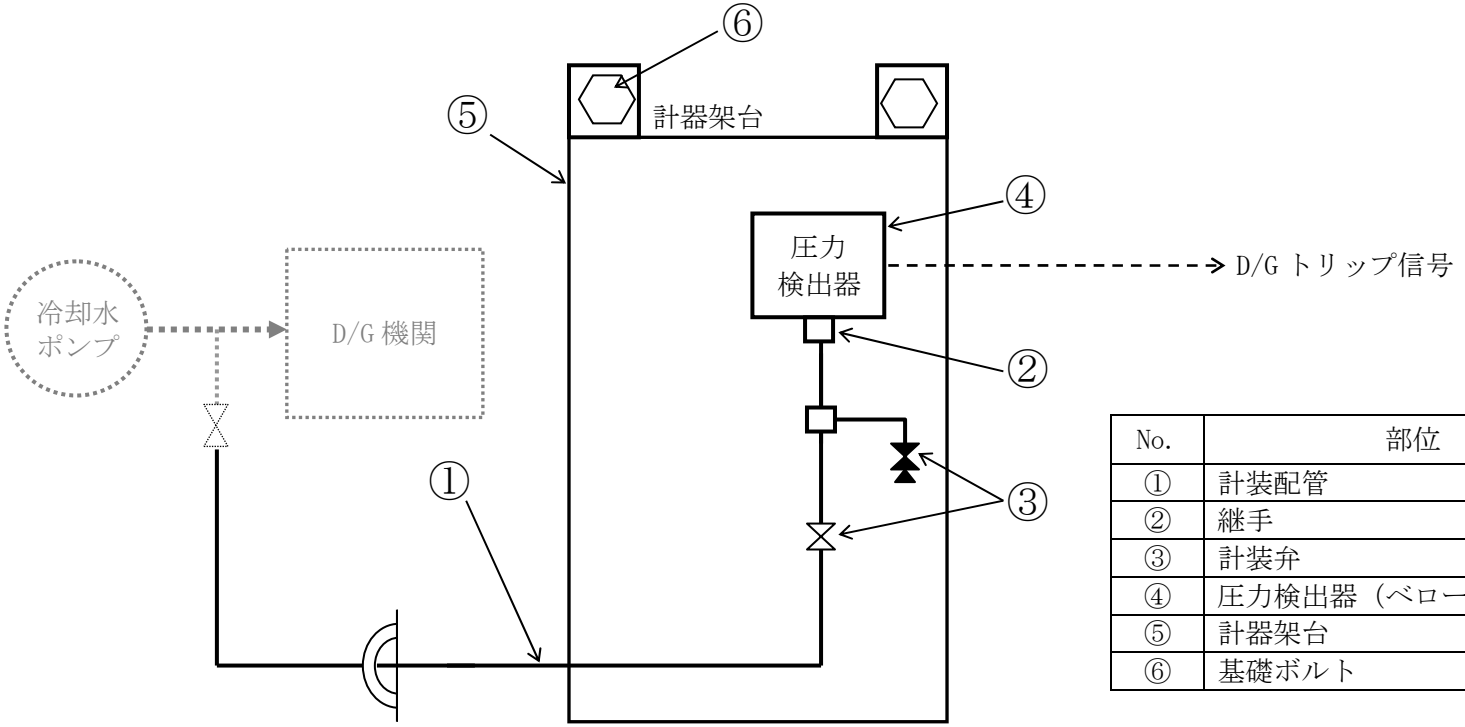
(1) 構造

東海第二の D/G 機関冷却水入口圧力計測装置は，D/G 機関冷却水入口の圧力を伝達する計装配管，継手，計装弁，圧力を検出してオン・オフ信号に変換する圧力検出器，計装配管を固定するサポート，機器を支持するための計器架台，基礎ボルト及び埋込金物等で構成されている。

東海第二の D/G 機関冷却水入口圧力計測装置構成図を図 2.1-3 に，計装配管サポート構成図を図 2.1-4 に示す。

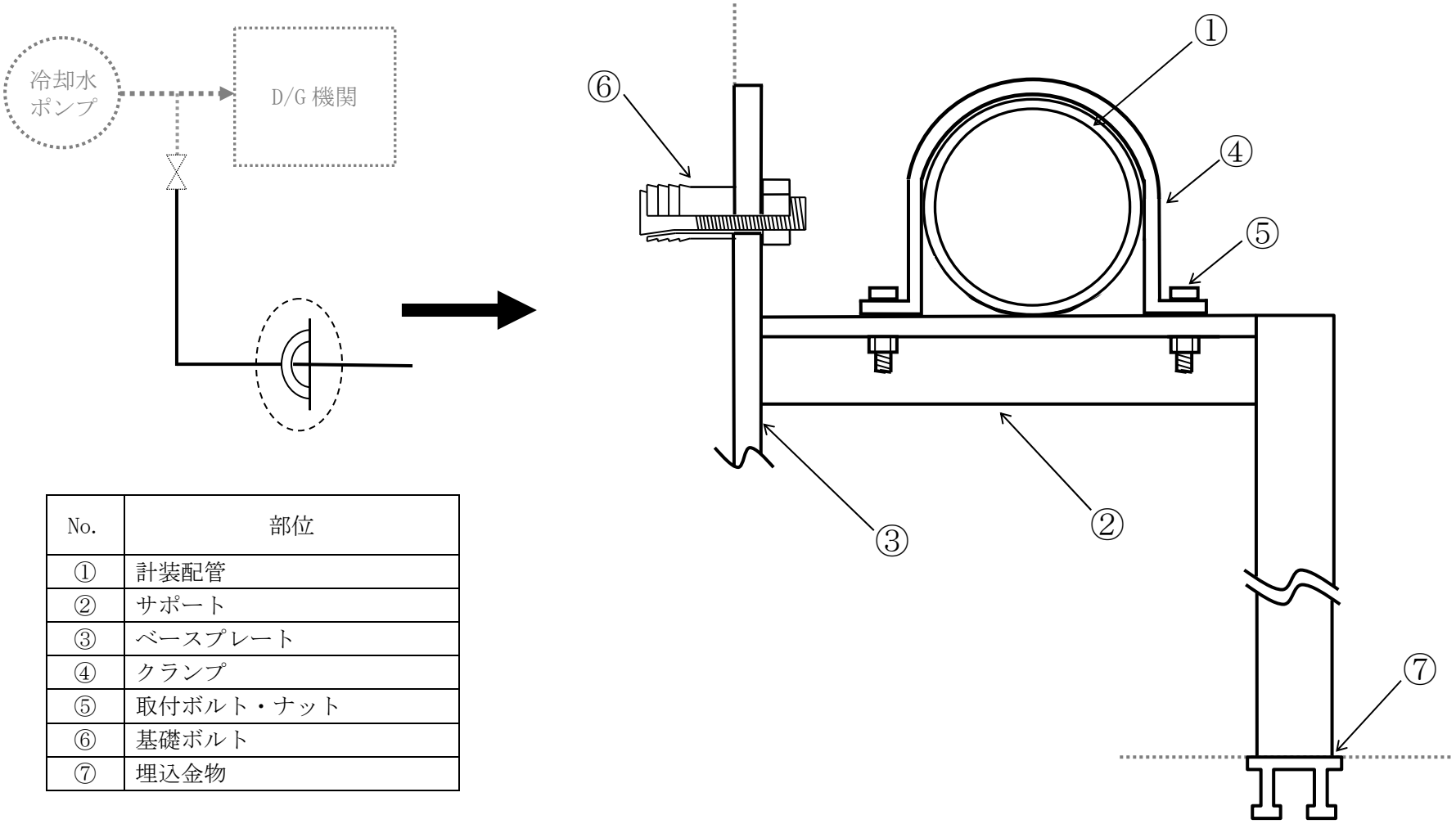
(2) 材料及び使用条件

東海第二の D/G 機関冷却水入口圧力計測装置主要部位の使用材料を表 2.1-3 に，使用条件を表 2.1-4 に示す。



No.	部位
①	計装配管
②	継手
③	計装弁
④	圧力検出器（ベローズ式）
⑤	計器架台
⑥	基礎ボルト

図 2.1-3　D/G 機関冷却水入口圧力計測装置構成図



No.	部位
①	計装配管
②	サポート
③	ベースプレート
④	クランプ
⑤	取付ボルト・ナット
⑥	基礎ボルト
⑦	埋込金物

図 2.1-4　D/G 機関冷却水入口圧力計測装置計装配管サポート構成図

表 2.1-3　D/G 機関冷却水入口圧力計測装置主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
信号伝達	プロセス値／電気信号変換	計装配管	ステンレス鋼
		継手	ステンレス鋼
		計装弁	ステンレス鋼
		圧力検出器（ベローズ式）	ステンレス鋼他
機器の支持	計装配管サポート	サポート	炭素鋼
		ベースプレート	炭素鋼
		クランプ	ステンレス鋼，炭素鋼
		取付ボルト・ナット	炭素鋼
	支持	計器架台	炭素鋼
		基礎ボルト	炭素鋼，樹脂*
		埋込金物	炭素鋼

*：後打ちケミカルアンカ

表 2.1-4　D/G 機関冷却水入口圧力計測装置の使用条件

設置場所	D/G 室
周囲温度	40 ℃(最高)*

*：D/G 室の設計値

2.1.3 CV 急速閉検出用圧力計測装置

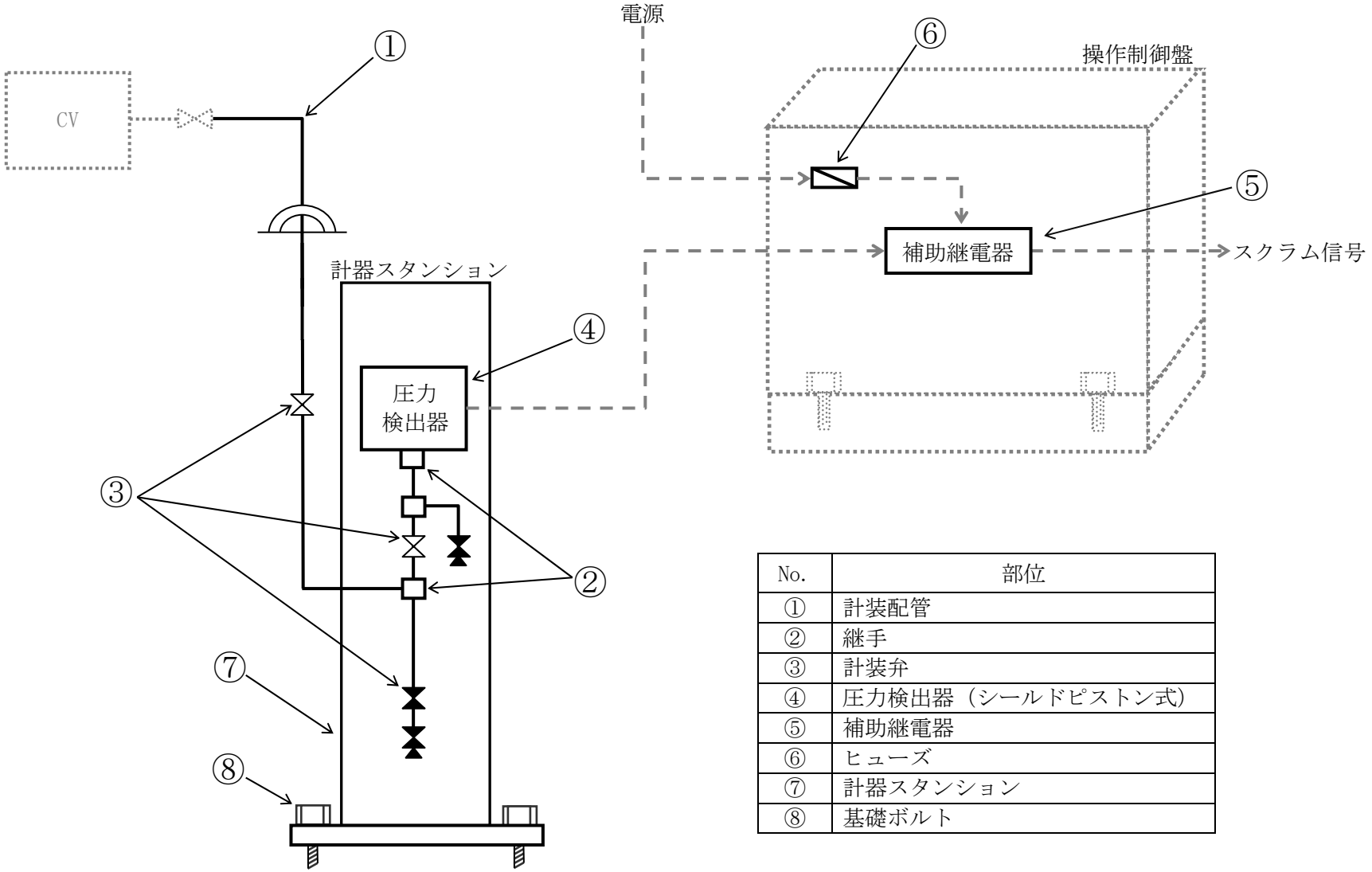
(1) 構造

東海第二の CV 急速閉検出用圧力計測装置は，CV 開閉制御を行っている油圧を伝達する計装配管，継手，計装弁，圧力を検出してオン・オフ信号に変換する圧力検出器，その他電気回路構成品である補助継電器，ヒューズ，計装配管を固定するサポート，機器を支持するための計器スタンション，基礎ボルト等で構成されている。

東海第二の CV 急速閉検出用圧力計測装置構成図を図 2.1-5 に，計装配管サポート構成図を図 2.1-6 に示す。

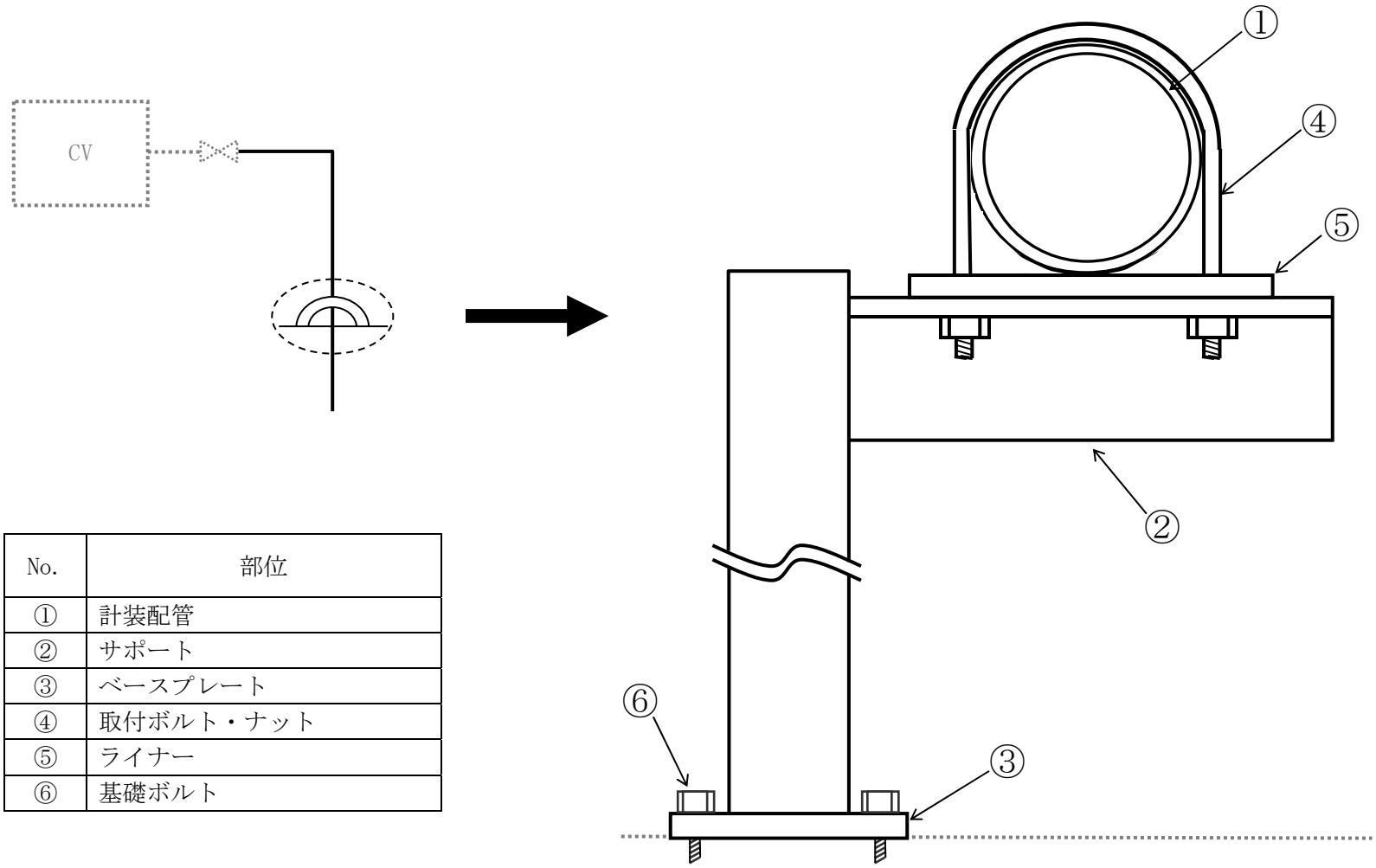
(2) 材料及び使用条件

東海第二の CV 急速閉検出用圧力計測装置主要部位の使用材料を表 2.1-5 に，使用条件を表 2.1-6 に示す。



No.	部位
①	計装配管
②	継手
③	計装弁
④	圧力検出器（シールドピストン式）
⑤	補助継電器
⑥	ヒューズ
⑦	計器スタンション
⑧	基礎ボルト

図 2.1-5　CV 急速閉検出用圧力計測装置構成図



No.	部位
①	計装配管
②	サポート
③	ベースプレート
④	取付ボルト・ナット
⑤	ライナー
⑥	基礎ボルト

図 2.1-6　CV 急速閉検出用圧力計測装置計装配管サポート構成図

表 2.1-5　CV 急速閉検出用圧力計測装置主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
信号伝達	プロセス値／電気信号変換	計装配管	ステンレス鋼
		継手	ステンレス鋼
		計装弁	ステンレス鋼
		圧力検出器（シールドピストン式）	ステンレス鋼他
		補助継電器	（定期取替品）
		ヒューズ	（消耗品）
機器の支持	計装配管サポート	サポート	炭素鋼
		ベースプレート	炭素鋼
		取付ボルト・ナット	ステンレス鋼，炭素鋼
		ライナー	ステンレス鋼
	支持	計器スタンション	炭素鋼
		基礎ボルト	炭素鋼，樹脂*

*：後打ちケミカルアンカ

表 2.1-6　CV 急速閉検出用圧力計測装置の使用条件

設置場所	ヒータールーム	中央制御室
周囲温度	48.9 ℃(最高)*1	32.2 ℃(最高)*2

*1：ヒータールームの設計値

*2：中央制御室の設計値

2.1.4 主蒸気管トンネル温度計測装置

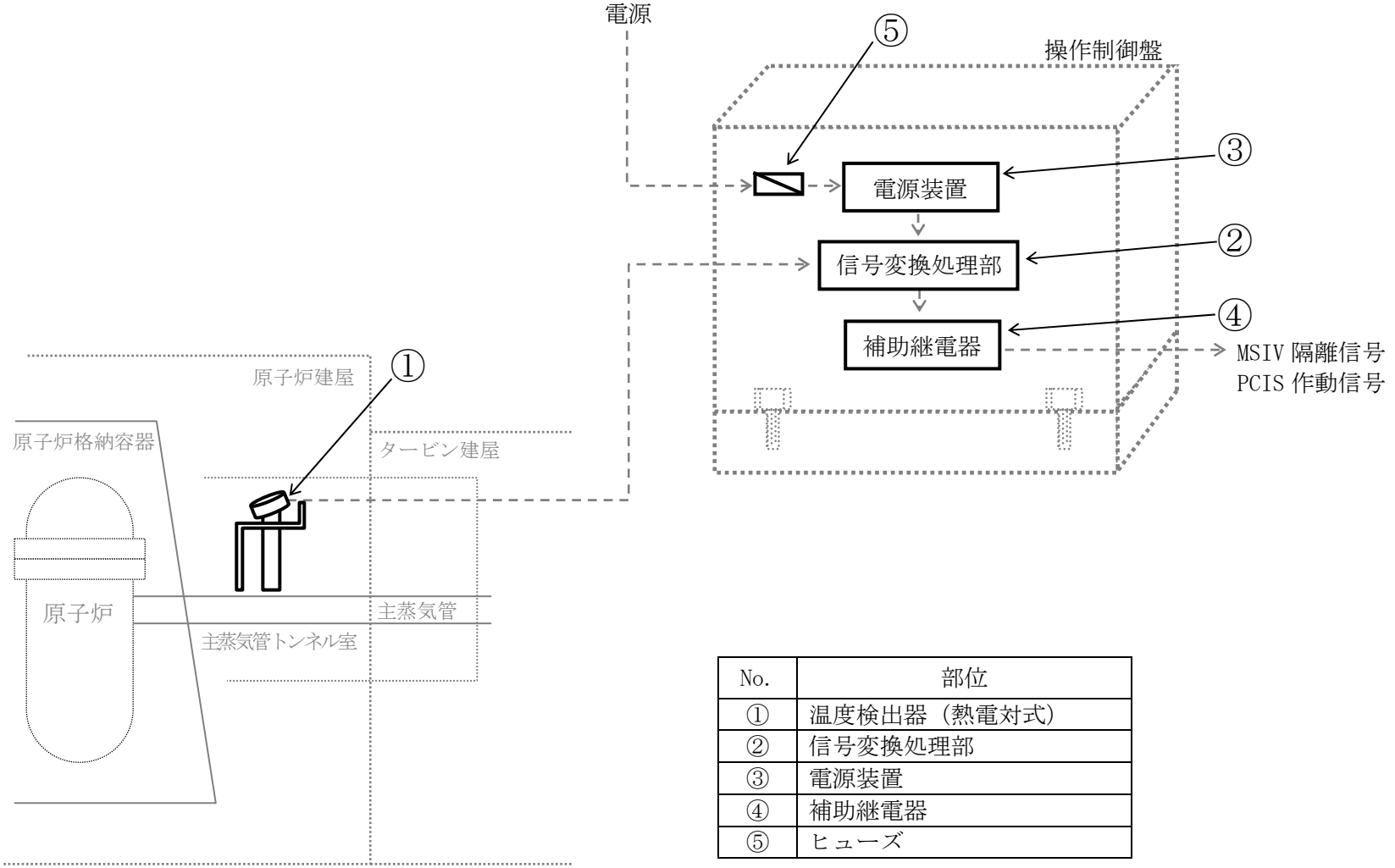
(1) 構造

東海第二の主蒸気管トンネル温度計測装置は，温度に対応した電気信号を出力する温度検出器，信号変換処理を行う信号変換処理部，電気回路に電源を供給するための電源装置，その他電気回路構成品である補助継電器，ヒューズ，温度検出器を固定するサポート，機器を支持するための基礎ボルト等で構成されている。

東海第二の主蒸気管トンネル温度計測装置構成図を図 2.1-7 に，温度検出器サポート構成図を図 2.1-8 に示す。

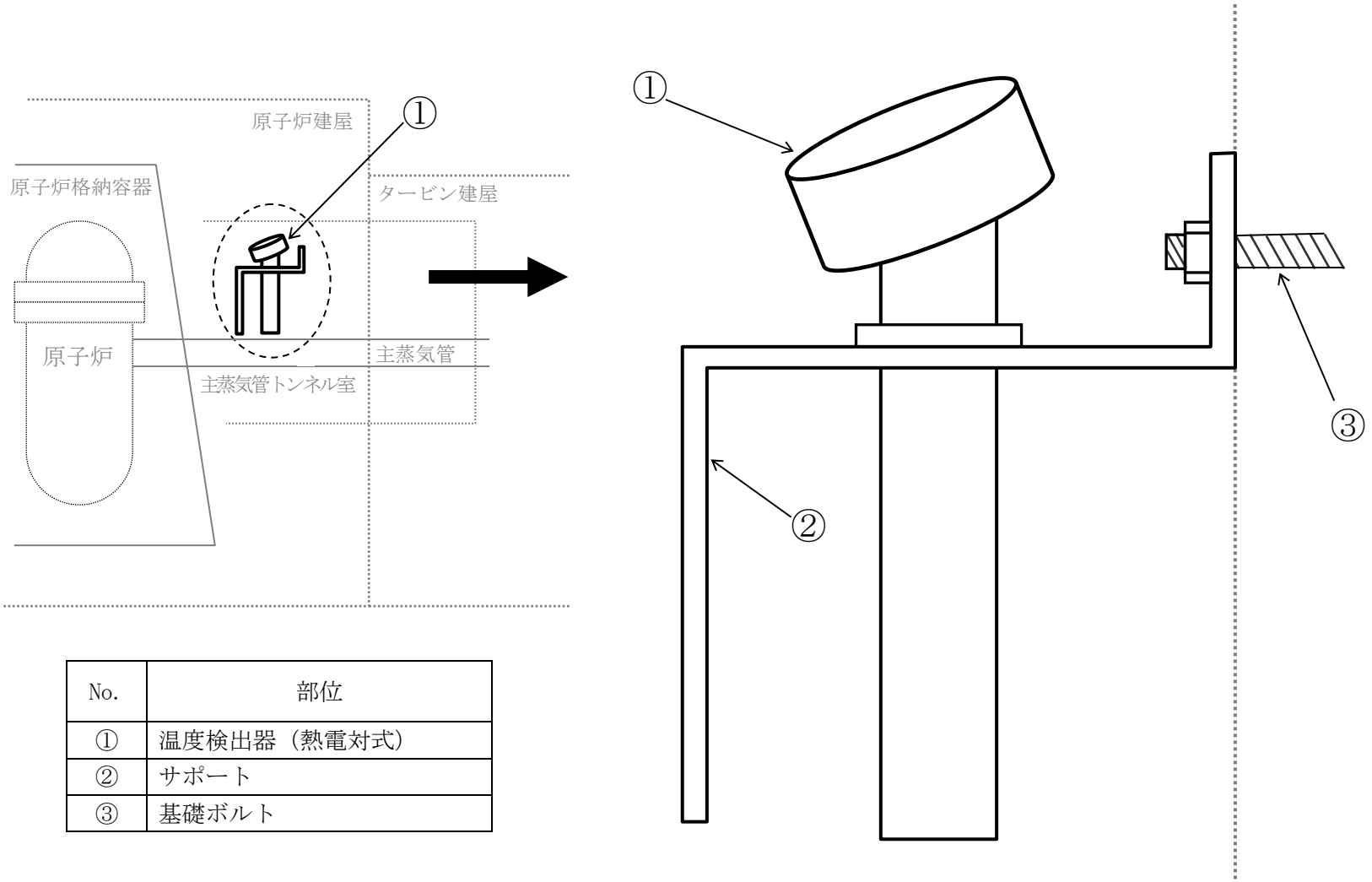
(2) 材料及び使用条件

東海第二の主蒸気管トンネル温度計測装置主要部位の使用材料を表 2.1-7 に，使用条件を表 2.1-8 に示す。



No.	部位
①	温度検出器（熱電対式）
②	信号変換処理部
③	電源装置
④	補助継電器
⑤	ヒューズ

図 2.1-7　主蒸気管トンネル温度計測装置構成図



No.	部位
①	温度検出器（熱電対式）
②	サポート
③	基礎ボルト

図 2.1-8　主蒸気管トンネル温度計測装置温度検出器サポート構成図

表 2.1-7　主蒸気管トンネル温度計測装置主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
信号伝達	プロセス値／電気信号変換	温度検出器（熱電対式）	（定期取替品，消耗品*1）
		信号変換処理部	半導体，可変抵抗器，電解コンデンサ他
		電源装置	（定期取替品）
		補助継電器	（定期取替品）
		ヒューズ	（消耗品）
機器の支持	温度検出器サポート	サポート	炭素鋼
	支持	基礎ボルト	炭素鋼，樹脂*2

*1：ガスケット（気密材）
*2：後打ちケミカルアンカ

表 2.1-8　主蒸気管トンネル温度計測装置の使用条件

設置場所	主蒸気管トンネル室		中央制御室
—	通常運転時	設計基準事故時	—
周囲温度	60.0 ℃(最高)*1	171 ℃(最高)*1	32.2 ℃(最高)*2
最高圧力	大気圧*1	1.744 kPa*1	大気圧*2
放射線	5×10^{-2} Gy/h (最大)*1	4.5×10^{2} Gy (最大積算値)*1	—

*1：主蒸気管トンネル室の設計値
*2：中央制御室の設計値

2.1.5 サプレッション・プール水温度計測装置

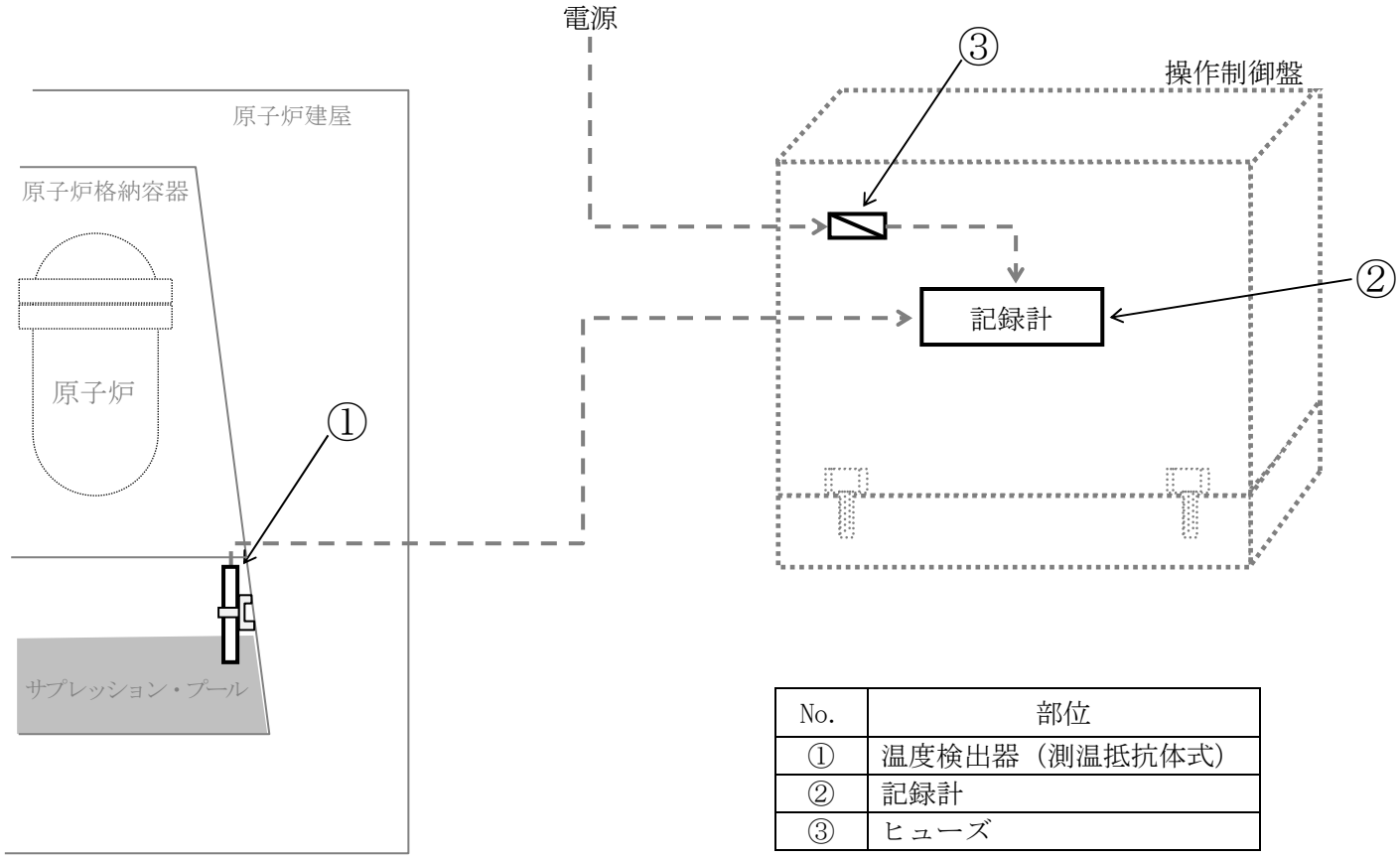
(1) 構造

東海第二のサプレッション・プール水温度計測装置は，温度に対応した電気信号を出力する温度検出器，記録計，その他電気回路構成品であるヒューズ，温度検出器を固定するサポート等で構成されている。

東海第二のサプレッション・プール水温度計測装置構成図を図 2.1-9 に，温度検出器サポート構成図を図 2.1-10 に示す。

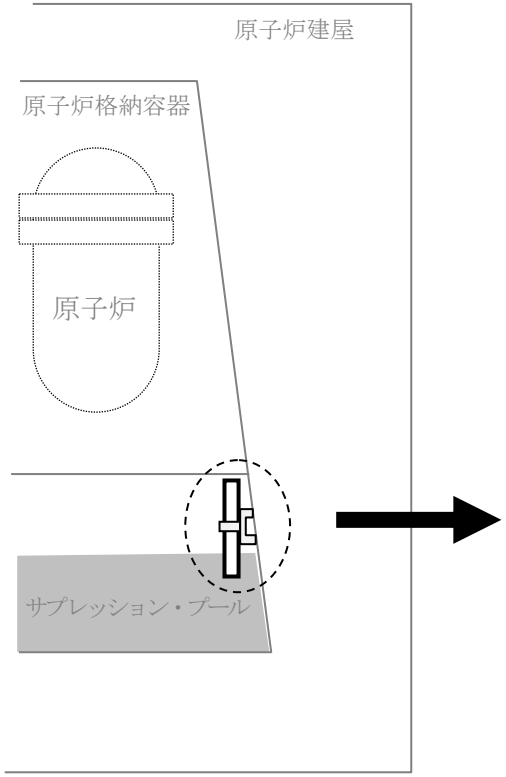
(2) 材料及び使用条件

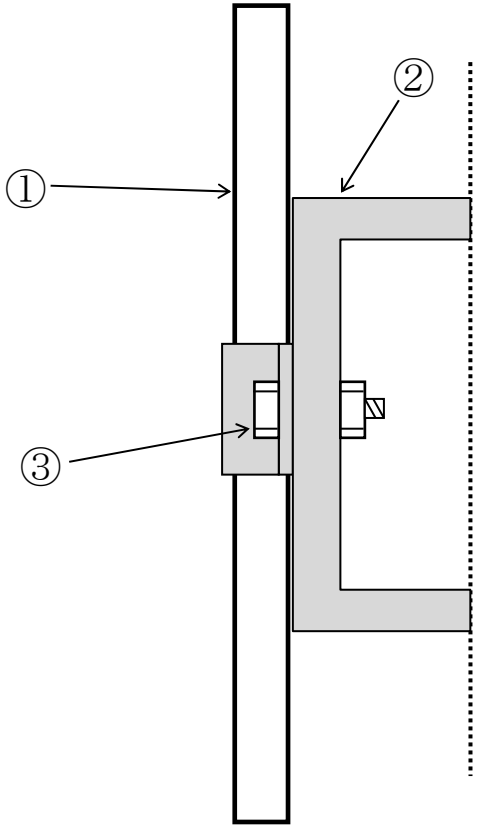
東海第二のサプレッション・プール水温度計測装置主要部位の使用材料を表 2.1-9 に，使用条件を表 2.1-10 に示す。



No.	部位
①	温度検出器（測温抵抗体式）
②	記録計
③	ヒューズ

図 2.1-9　サプレッション・プール水温度計測装置構成図





No.	部位
①	温度検出器（測温抵抗体式）
②	サポート
③	取付ボルト・ナット

図 2.1-10　サプレッション・プール水温度計測装置温度検出器サポート構成図

表 2.1-9　サプレッション・プール水温度計測装置主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
信号伝達	プロセス値／電気信号変換	温度検出器（測温抵抗体式）	（定期取替品）
		記録計	（定期取替品）
		ヒューズ	（消耗品）
機器の支持	温度検出器サポート	サポート	ステンレス鋼
		取付ボルト・ナット	ステンレス鋼

表 2.1-10　サプレッション・プール水温度計測装置の使用条件

設置場所	サプレッション・プール			中央制御室
―	通常運転時	設計基準事故時	重大事故等時	―
周囲温度	32 ℃(最高)*1	104.5 ℃(最高)*2	235 ℃(最高)*2	32.2 ℃(最高)*3
最高圧力	0.0138 MPa*2	0.31 MPa*2	0.62 MPa*2	大気圧*3
放射線	1×10^{-3} Gy/h (最大)*2	2.6×10^{5} Gy (最大積算値)*2	6.40×10^{5} Gy (最大積算値)*2	―

*1：通常運転中におけるサプレッション・プール水の管理値
*2：サプレッション・チェンバの設計値
*3：中央制御室の設計値

2.1.6 RCIC 系統流量計測装置

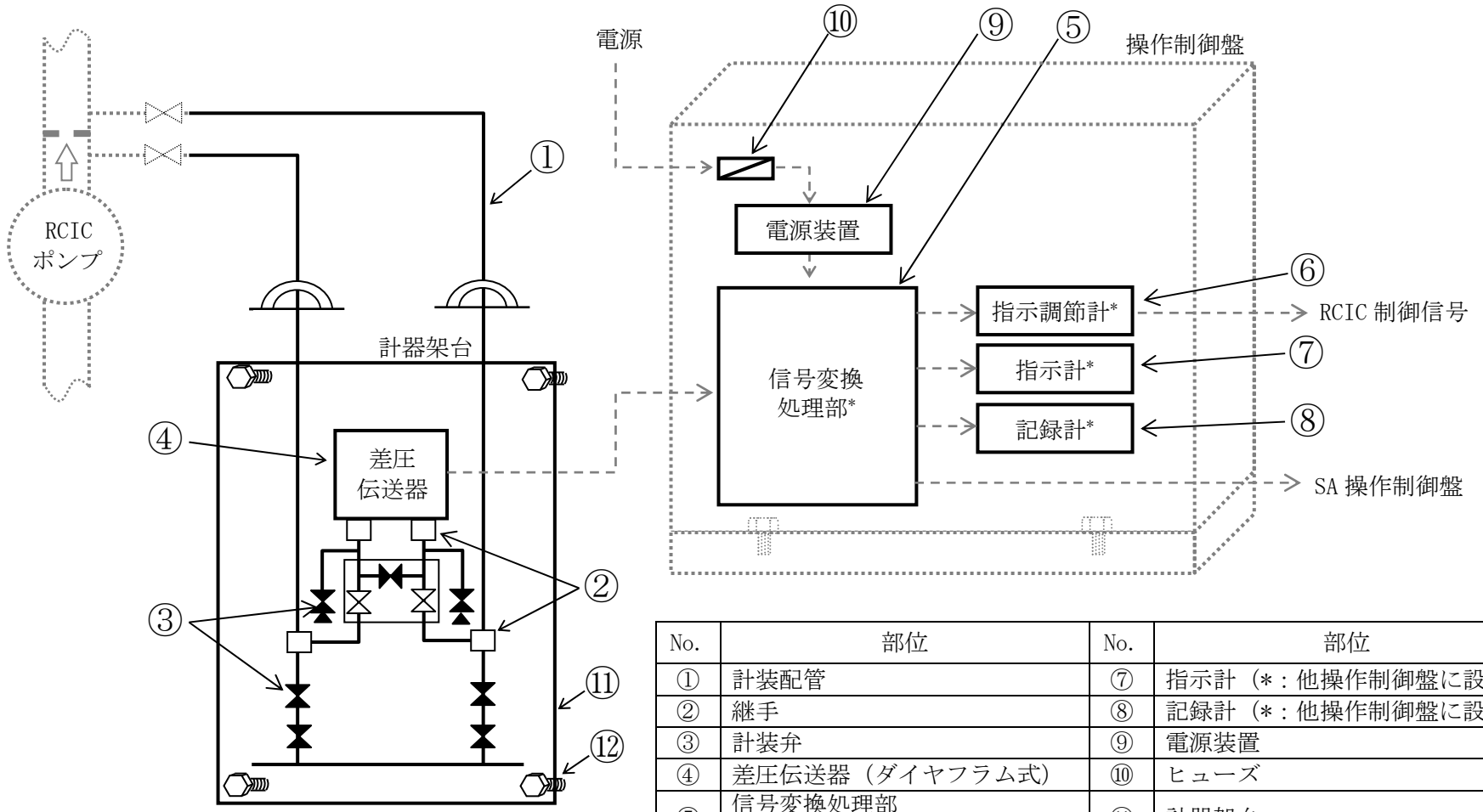
(1) 構造

東海第二の RCIC 系統流量計測装置は，RCIC の系統流量を伝達する計装配管，継手，計装弁，流量を検出して電気信号に変換する差圧伝送器，信号変換処理を行う信号変換処理部，指示調節計，指示計，記録計，電気回路に電源を供給するための電源装置，その他電気回路構成品であるヒューズ，計装配管を固定する配管サポート，機器を支持するための計器架台，基礎ボルト等で構成されている。

東海第二の RCIC 系統流量計測装置構成図を図 2.1-11 に，計装配管サポート構成図を図 2.1-12 に示す。

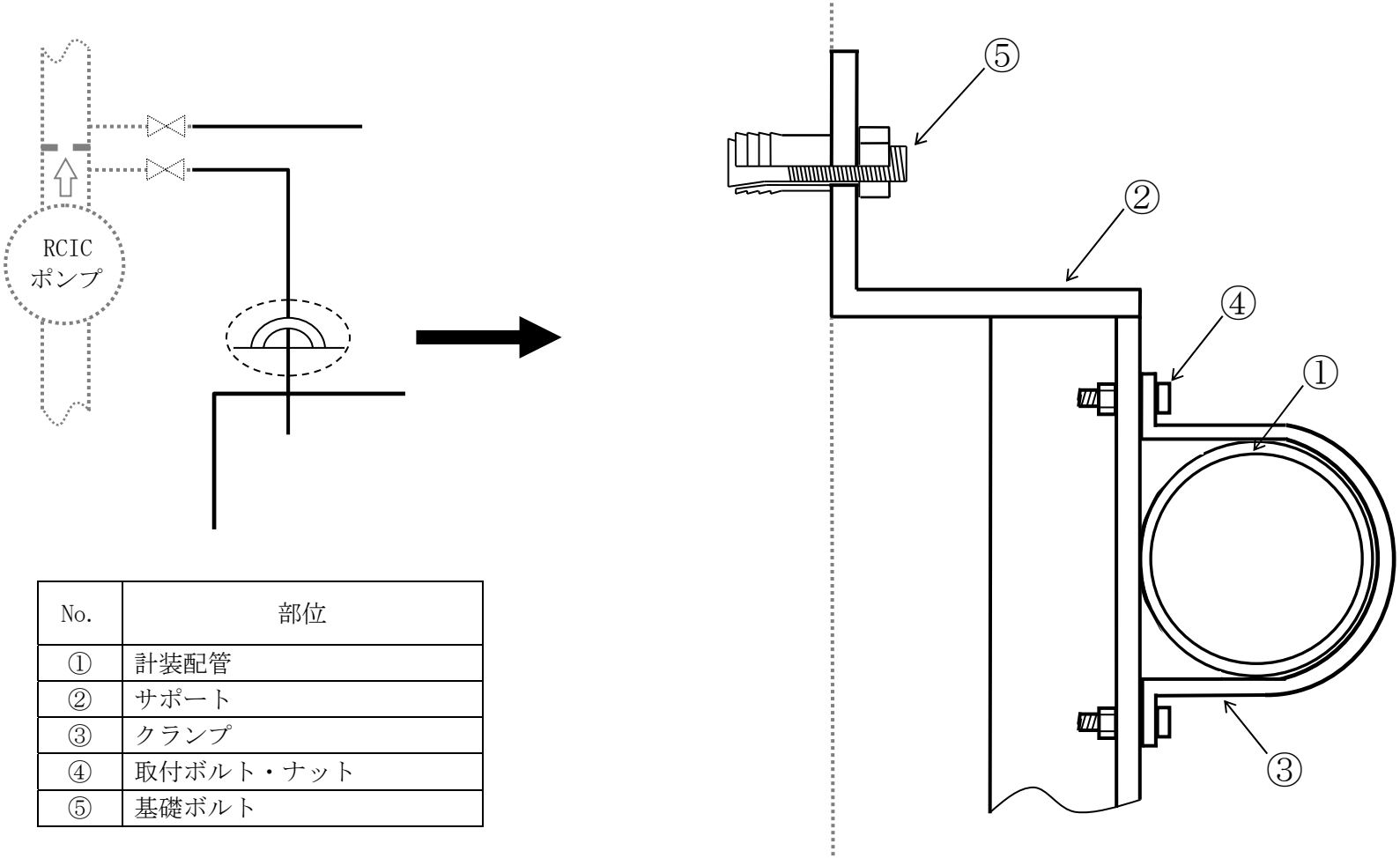
(2) 材料及び使用条件

東海第二の RCIC 系統流量計測装置主要部位の使用材料を表 2.1-11 に，使用条件を表 2.1-12 に示す。



No.	部位	No.	部位
①	計装配管	⑦	指示計（*：他操作制御盤に設置）
②	継手	⑧	記録計（*：他操作制御盤に設置）
③	計装弁	⑨	電源装置
④	差圧伝送器（ダイヤフラム式）	⑩	ヒューズ
⑤	信号変換処理部 （*：他操作制御盤に設置含む）	⑪	計器架台
⑥	指示調節計 （*：他操作制御盤に設置）	⑫	基礎ボルト

図 2.1-11　RCIC 系統流量計測装置構成図



No.	部位
①	計装配管
②	サポート
③	クランプ
④	取付ボルト・ナット
⑤	基礎ボルト

図 2.1-12　RCIC 系統流量計測装置計装配管サポート構成図

表 2.1-11　RCIC 系統流量計測装置主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
信号伝達	プロセス値／電気信号変換	計装配管	ステンレス鋼
		継手	ステンレス鋼
		計装弁	ステンレス鋼
		差圧伝送器（ダイヤフラム式）	（定期取替品，消耗品*）
		信号変換処理部	半導体，可変抵抗器，電解コンデンサ他
		指示調節計	半導体，可変抵抗器，電解コンデンサ他
		指示計	半導体，可変抵抗器，電解コンデンサ他
		記録計	（定期取替品）
		電源装置	（定期取替品）
		ヒューズ	（消耗品）
機器の支持	計装配管サポート	サポート	炭素鋼
		クランプ	炭素鋼
		取付ボルト・ナット	炭素鋼
	支持	計器架台	炭素鋼
		基礎ボルト	炭素鋼

＊：0 リング（気密材）

表 2.1-12　RCIC 系統流量計測装置の使用条件

設置場所	RCIC ポンプ室			中央制御室
—	通常運転時	設計基準事故時	重大事故等時	—
周囲温度	定期試験時 65.6 ℃(最高)*1 平常時 40.0 ℃(最高)*1	100 ℃(最高)*1	65.6 ℃(最高)*1	32.2 ℃(最高)*2
最高圧力	大気圧*1	1.744 kPa*1	1.744 kPa*1	大気圧*2
放射線	定期試験時 2.00×10^{-3} Gy/h (最大)*1 平常時 1.5×10^{-4} Gy/h (最大)*1	19 Gy (最大積算値)*1	1.7×10^{3} Gy (最大積算値)*1	—

*1：RCICポンプ室の設計値
*2：中央制御室の設計値

2.1.7 原子炉水位計測装置

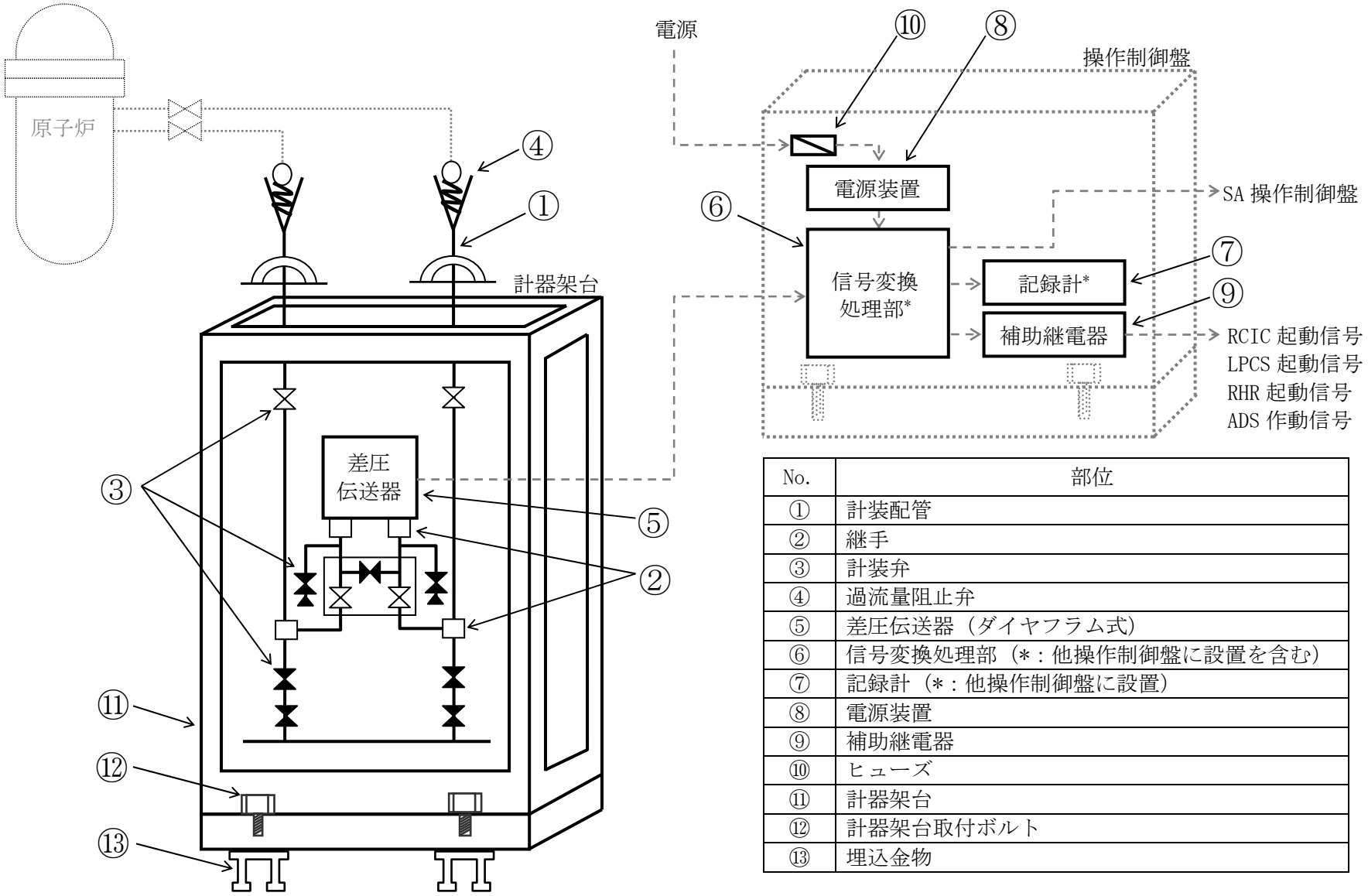
(1) 構造

東海第二の原子炉水位計測装置は，原子炉の水位を伝達する計装配管，継手，計装弁，計装配管内流体の過大流量を検出した際閉止させる過流量阻止弁，水位を検出して電気信号に変換する差圧伝送器，信号変換処理を行う信号変換処理部，記録計，電気回路に電源を供給するための電源装置，その他電気回路構成品である補助継電器，ヒューズ，計装配管を固定する配管サポート，機器を支持するための計器架台，計器架台取付ボルト，基礎ボルト及び埋込金物等で構成されている。

東海第二の原子炉水位計測装置構成図を図 2.1-13 に，計装配管サポート構成図を図 2.1-14 に示す。

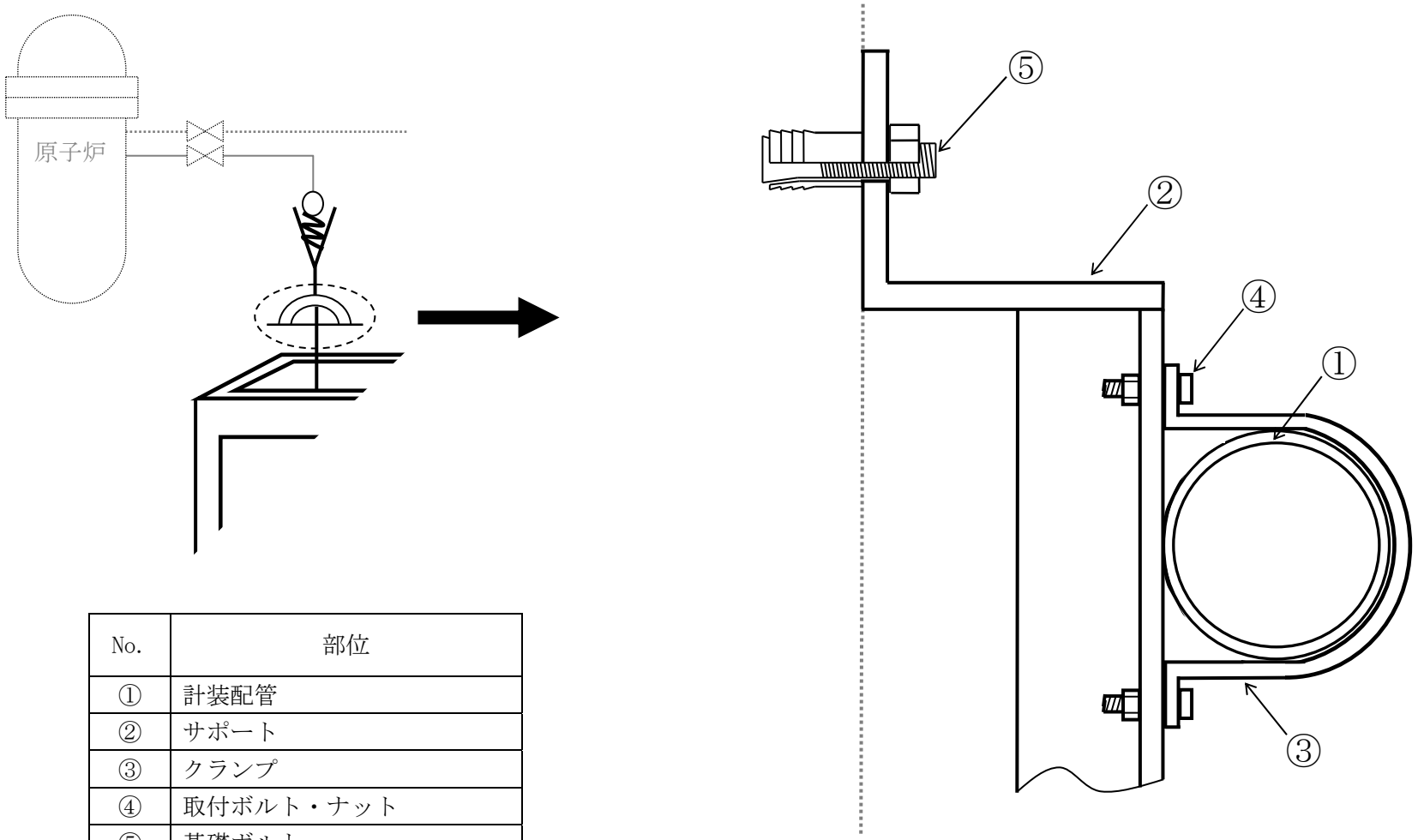
(2) 材料及び使用条件

東海第二の原子炉水位計測装置主要部位の使用材料を表 2.1-13 に，使用条件を表 2.1-14 に示す。



No.	部位
①	計装配管
②	継手
③	計装弁
④	過流量阻止弁
⑤	差圧伝送器（ダイヤフラム式）
⑥	信号変換処理部（*：他操作制御盤に設置を含む）
⑦	記録計（*：他操作制御盤に設置）
⑧	電源装置
⑨	補助継電器
⑩	ヒューズ
⑪	計器架台
⑫	計器架台取付ボルト
⑬	埋込金物

図 2.1-13　原子炉水位計測装置構成図



No.	部位
①	計装配管
②	サポート
③	クランプ
④	取付ボルト・ナット
⑤	基礎ボルト

図 2.1-14　原子炉水位計測装置計装配管サポート構成図

表 2.1-13　原子炉水位計測装置主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
信号伝達	プロセス値／電気信号変換	計装配管	ステンレス鋼
		継手	ステンレス鋼
		計装弁	ステンレス鋼
		過流量阻止弁	ステンレス鋼
		差圧伝送器（ダイヤフラム式）	（定期取替品，消耗品*）
		信号変換処理部	半導体，可変抵抗器，電解コンデンサ他
		記録計	（定期取替品）
		電源装置	（定期取替品）
		補助継電器	（定期取替品）
		ヒューズ	（消耗品）
機器の支持	計装配管サポート	サポート	炭素鋼
		クランプ	炭素鋼
		取付ボルト・ナット	炭素鋼
	支持	計器架台	炭素鋼
		計器架台取付ボルト	炭素鋼
		基礎ボルト	炭素鋼
		埋込金物	炭素鋼

＊：0 リング（気密材）

表 2.1-14　原子炉水位計測装置の使用条件

設置場所	原子炉建屋			中央制御室
—	通常運転時	設計基準事故時	重大事故等時	—
周囲温度	40.0 ℃(最高)*1	100 ℃(最高)*1	100 ℃(最高)*1	32.2 ℃(最高)*2
最高圧力	大気圧*1	1.744 kPa*1	6.9 kPa*1	大気圧*2
放射線	1×10^{-5} Gy/h (最大)*1	1.7×10^{3} Gy (最大積算値)*1	1.2×10^{4} Gy (最大積算値)*1	—

*1：原子炉建屋の設計値
*2：中央制御室の設計値

2.1.8 スクラム排出容器水位計測装置

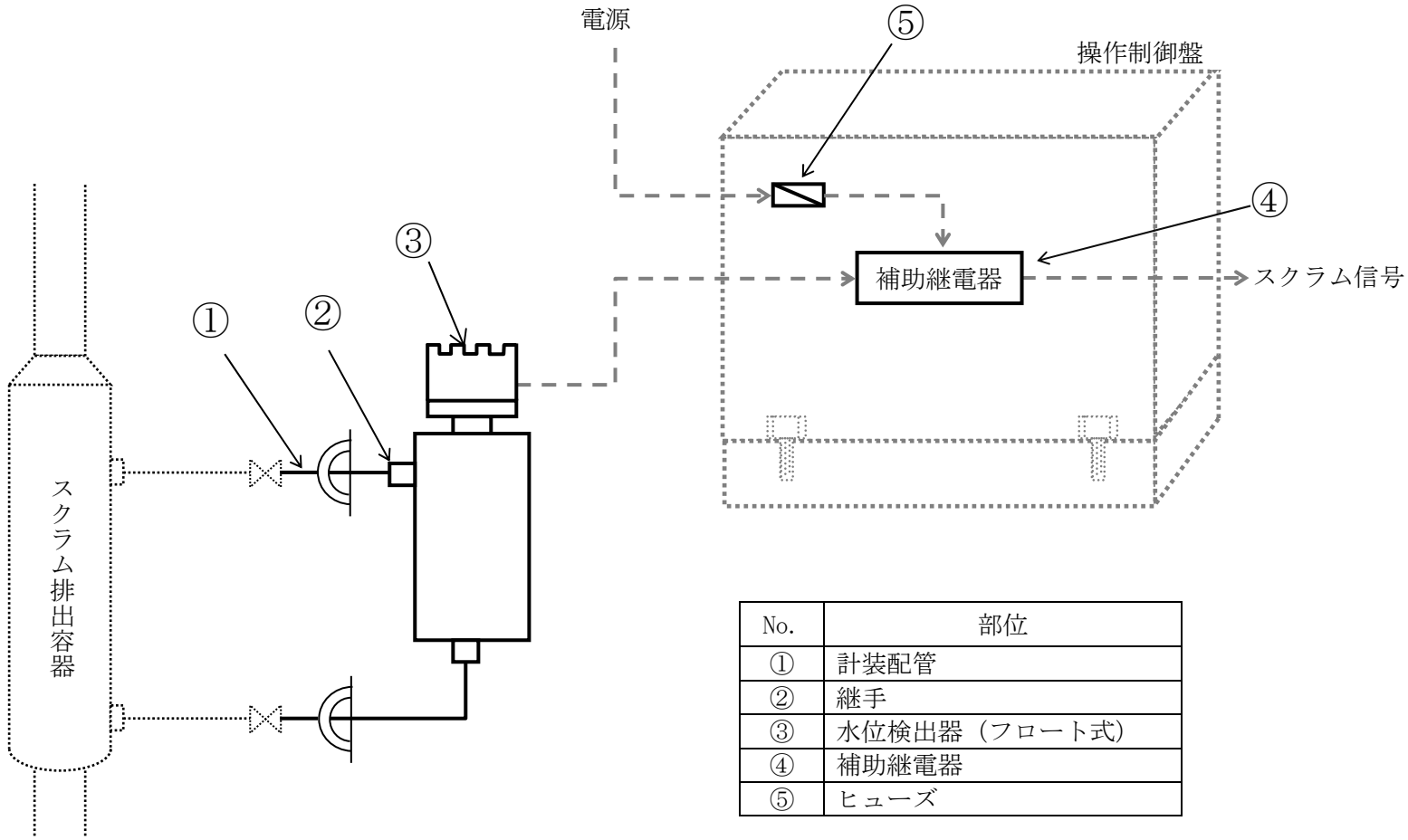
(1) 構造

東海第二のスクラム排出容器水位計測装置は，スクラム排出容器の水位を伝達する計装配管，継手，水位を検出してオン・オフ信号に変換する水位検出器，その他電気回路構成品である補助継電器，ヒューズ，計装配管を固定する配管サポート，機器を支持するための基礎ボルト等で構成されている。

東海第二のスクラム排出容器水位計測装置構成図を図 2.1-15 に，計装配管サポート構成図を図 2.1-16 に示す。

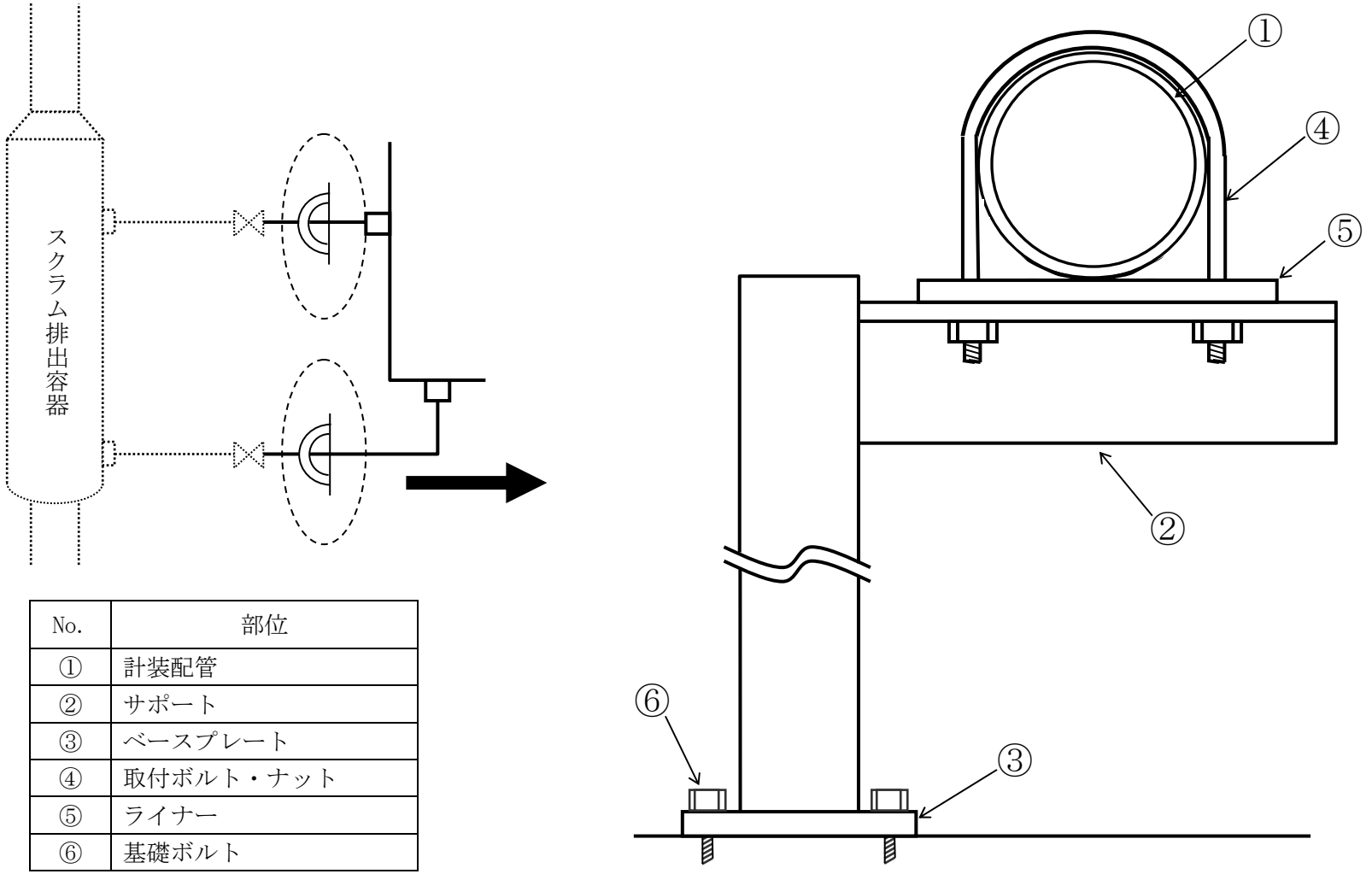
(2) 材料及び使用条件

東海第二のスクラム排出容器水位計測装置主要部位の使用材料を表 2.1-15 に，使用条件を表 2.1-16 に示す。



No.	部位
①	計装配管
②	継手
③	水位検出器（フロート式）
④	補助継電器
⑤	ヒューズ

図 2.1-15　スクラム排出容器水位計測装置構成図



No.	部位
①	計装配管
②	サポート
③	ベースプレート
④	取付ボルト・ナット
⑤	ライナー
⑥	基礎ボルト

図 2.1-16　スクラム排出容器水位計測装置計装配管サポート構成図

表 2.1-15　スクラム排出容器水位計測装置主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
信号伝達	プロセス値／電気信号変換	計装配管	ステンレス鋼
		継手	ステンレス鋼
		水位検出器（フロート式）	ステンレス鋼他
		補助継電器	（定期取替品）
		ヒューズ	（消耗品）
機器の支持	計装配管サポート	サポート	炭素鋼
		ベースプレート	炭素鋼
		取付ボルト・ナット	ステンレス鋼
		ライナー	ステンレス鋼
	支持	基礎ボルト	炭素鋼，樹脂*

*：後打ちケミカルアンカ

表 2.1-16　スクラム排出容器水位計測装置の使用条件

設置場所	原子炉建屋	中央制御室
周囲温度	40.0 ℃(最高)*1	32.2 ℃(最高)*2

*1：原子炉建屋の設計値
*2：中央制御室の設計値

2.1.9 使用済燃料プール水位計測装置

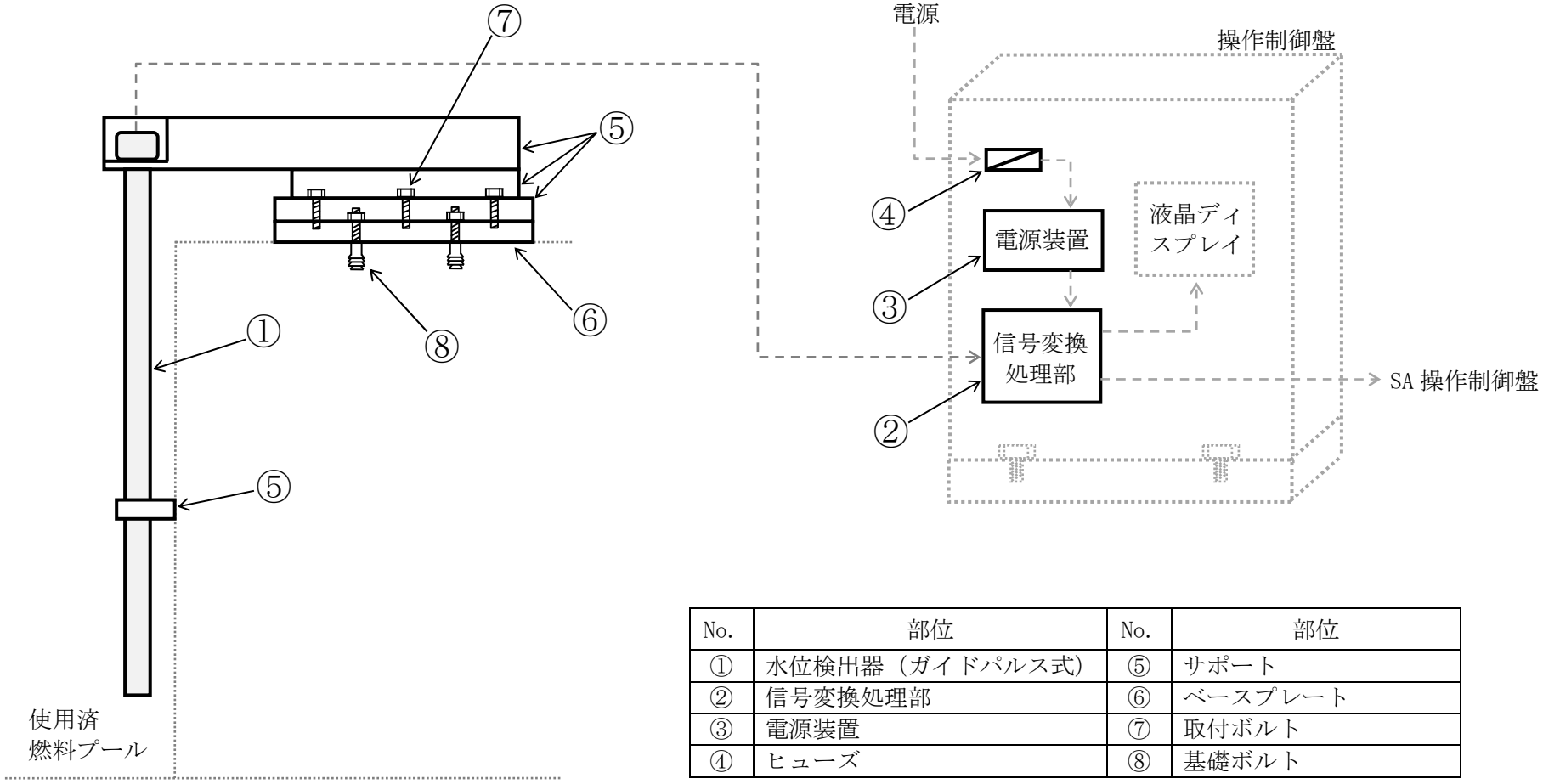
(1) 構造

東海第二の使用済燃料プール水位計測装置は，使用済燃料プールの水位を検出して電気信号に変換する水位検出器，信号変換処理を行う信号変換処理部，電気回路に電源を供給するための電源装置，その他電気回路構成品であるヒューズ，機器を支持するためのサポート，ベースプレート，取付ボルト及び基礎ボルト等で構成される。

東海第二の使用済燃料プール水位計測装置構成図を図 2.1-17 に示す。

(2) 材料及び使用条件

東海第二の使用済燃料プール水位計測装置主要部位の使用材料を表 2.1-17 に，使用条件を表 2.1-18 に示す。



No.	部位	No.	部位
①	水位検出器（ガイドパルス式）	⑤	サポート
②	信号変換処理部	⑥	ベースプレート
③	電源装置	⑦	取付ボルト
④	ヒューズ	⑧	基礎ボルト

図 2.1-17　使用済燃料プール水位計測装置構成図

表 2.1-17　使用済燃料プール水位計測装置主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
信号伝達	プロセス値／電気信号変換	水位検出器（ガイドパルス式）	ステンレス鋼
		信号変換処理部	（定期取替品）
		電源装置	（定期取替品）
		ヒューズ	（消耗品）
機器の支持	水位検出器サポート	サポート	ステンレス鋼
		ベースプレート	ステンレス鋼
	支持	取付ボルト	ステンレス鋼
		基礎ボルト	ステンレス鋼

表 2.1-18　使用済燃料プール水位計測装置の使用条件

設置場所	原子炉建屋			中央制御室
—	通常運転時	設計基準事故時	重大事故等時	—
周囲温度	65 ℃(最高)*1	65 ℃(最高)*1	100 ℃*2	32.2 ℃(最高)*3
最高圧力	大気圧*2	1.744 kPa*2	6.9 kPa*2	大気圧*3
放射線	1×10^{-5} Gy/h (最大)*2	1.7×10^{3} Gy (最大積算値)*2	1.7×10^{3} Gy (最大積算値)*2	—

*1：通常運転中における使用済燃料プール水の管理値
*2：原子炉建屋の設計値
*3：中央制御室の設計値

2.1.10 格納容器下部水位計測装置

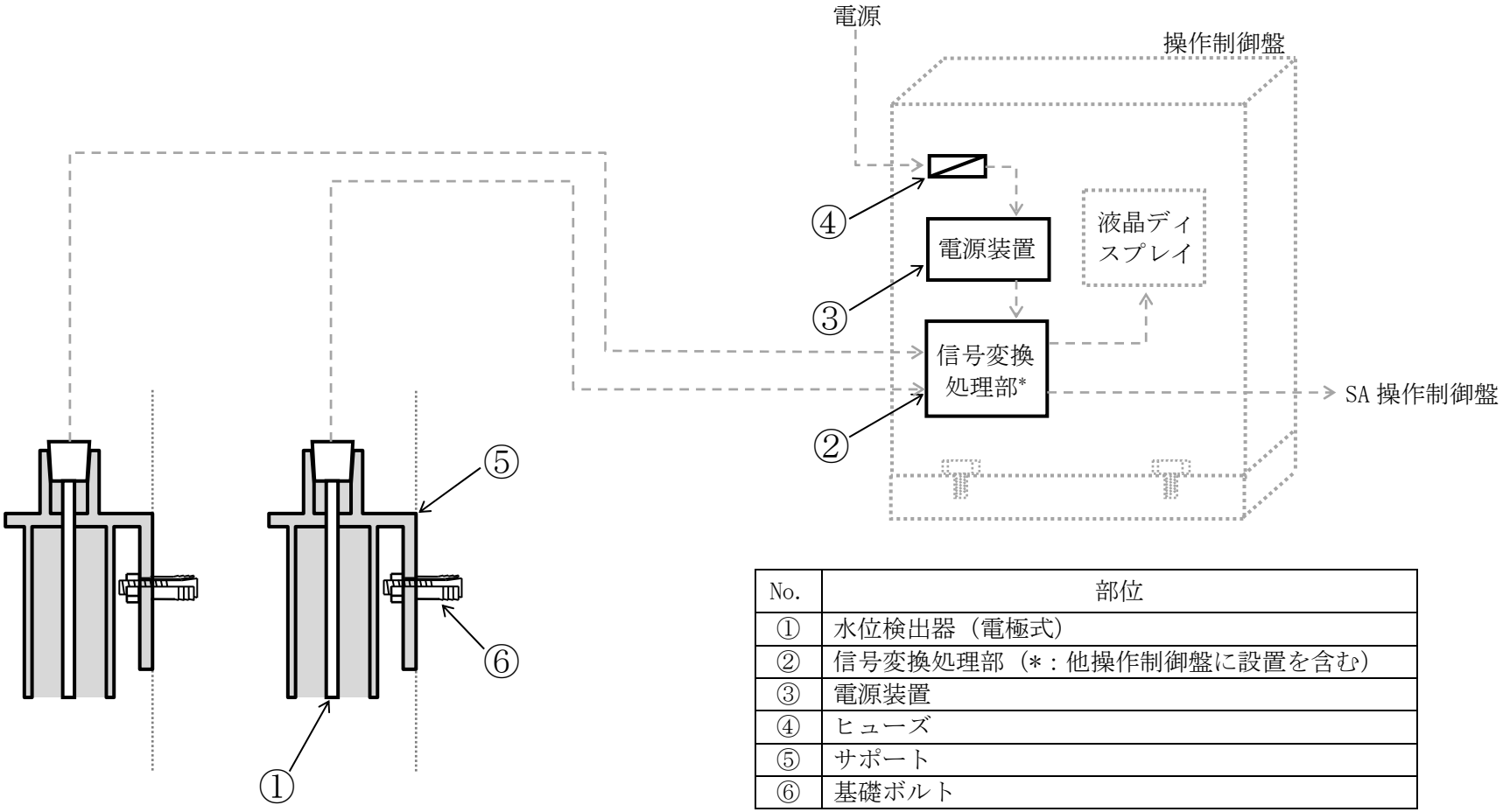
(1) 構造

東海第二の格納容器下部水位計測装置は，ペデスタルの水位を検出して電気信号に変換する水位検出器，信号変換処理を行う信号変換処理部，電気回路に電源を供給するための電源装置，その他電気回路構成品であるヒューズ，機器を支持するためのサポート及び基礎ボルト等で構成される。

東海第二の格納容器下部水位計測装置構成図を図 2.1-18 に示す。

(2) 材料及び使用条件

東海第二の格納容器下部水位計測装置主要部位の使用材料を表 2.1-19 に，使用条件を表 2.1-20 に示す。



No.	部位
①	水位検出器（電極式）
②	信号変換処理部（*：他操作制御盤に設置を含む）
③	電源装置
④	ヒューズ
⑤	サポート
⑥	基礎ボルト

図 2.1-18　格納容器下部水位計測装置構成図

表 2.1-19　格納容器下部水位計測装置主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
信号伝達	プロセス値／電気信号変換	水位検出器（電極式）	ステンレス鋼，アルミナ，酸化マグネシウム他
		信号変換処理部	半導体，可変抵抗器，電解コンデンサ他
		電源装置	（定期取替品）
		ヒューズ	（消耗品）
機器の支持	水位検出器サポート	サポート	ステンレス鋼
	支持	基礎ボルト	ステンレス鋼

表 2.1-20　格納容器下部水位計測装置の使用条件

設置場所	ペデスタル			中央制御室
—	通常運転時	設計基準事故時	重大事故等時	—
周囲温度	57 ℃(最高)*1	171 ℃(最高)*2	235 ℃(最高)*2	32.2 ℃(最高)*3
最高圧力	0.0138 MPa*2	0.31 MPa*2	0.62 MPa*2	大気圧*3
放射線	7.2×10^{-2} Gy/h (最大)*2	2.6×10^{5} Gy (最大積算値)*2	6.40×10^{5} Gy (最大積算値)*2	—

*1：ペデスタルの実測値
*2：ペデスタルの設計値
*3：中央制御室の設計値

2.1.11 取水ピット水位計測装置

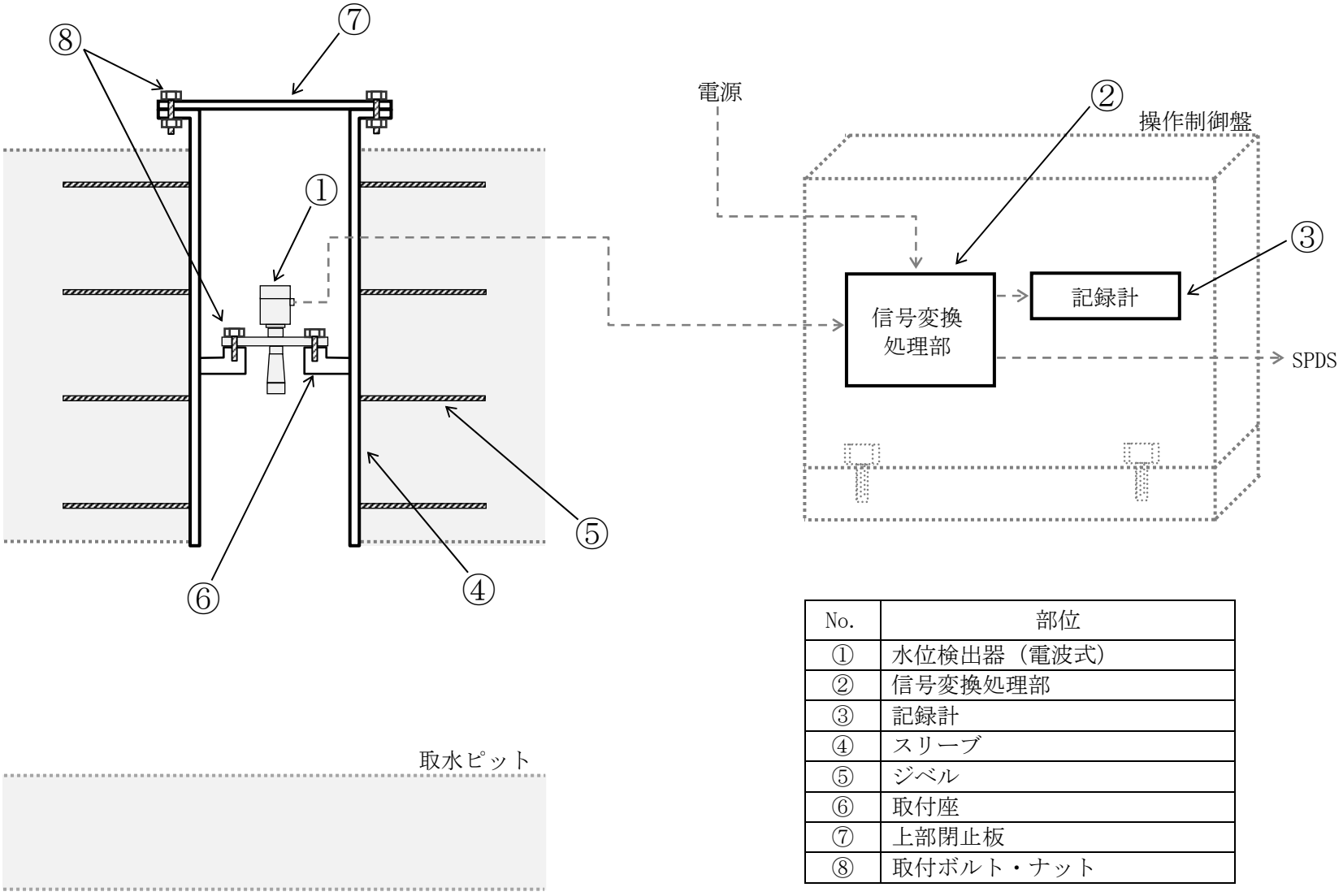
(1) 構造

東海第二の取水ピット水位計測装置は，取水ピットの水位を検出して電気信号に変換する水位検出器，信号変換処理を行う信号変換処理部，記録計，機器を支持するためのスリーブ，ジベル，取付座，上部閉止板及び取付ボルト・ナット等で構成される。

東海第二の取水ピット水位計測装置構成図を図 2.1-19 に示す。

(2) 材料及び使用条件

東海第二の取水ピット水位計測装置主要部位の使用材料を表 2.1-21 に，使用条件を表 2.1-22 に示す。



No.	部位
①	水位検出器（電波式）
②	信号変換処理部
③	記録計
④	スリーブ
⑤	ジベル
⑥	取付座
⑦	上部閉止板
⑧	取付ボルト・ナット

図 2.1-19　取水ピット水位計測装置構成図

表 2.1-21　取水ピット水位計測装置主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
信号伝達	プロセス値／電気信号変換	水位検出器（電波式）	ステンレス鋼他
		信号変換処理部	半導体，可変抵抗器，電解コンデンサ他
		記録計	（定期取替品）
機器の支持	支持	スリーブ	炭素鋼
		ジベル	異形棒鋼
		取付座	炭素鋼
		上部閉止板	炭素鋼
		取付ボルト・ナット	炭素鋼

表 2.1-22　取水ピット水位計測装置の使用条件

設置場所	屋外	中央制御室
周囲温度	40 ℃(最高)*1	32.2 ℃(最高)*2

*1：水戸地方気象台における既往最厳値に余裕を持たせた温度
*2：中央制御室の設計値

2.1.12 潮位計測装置

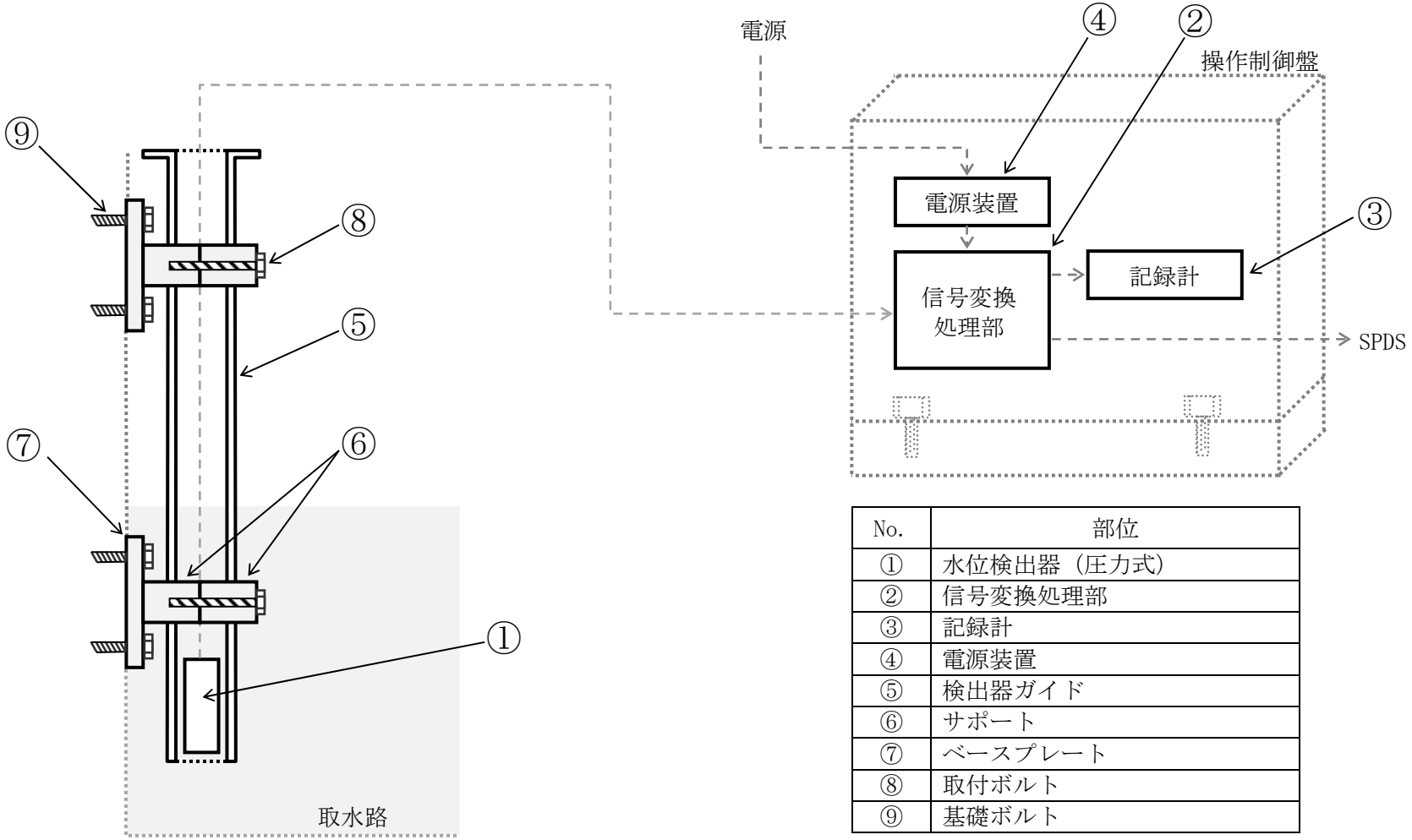
(1) 構造

東海第二の潮位計測装置は，潮位を検出して電気信号に変換する水位検出器，信号変換処理を行う信号変換処理部，記録計，電気回路に電源を供給するための電源装置，機器を支持するための検出器ガイド，サポート，ベースプレート，取付ボルト及び基礎ボルト等で構成される。

東海第二の潮位計測装置構成図を図 2.1-20 に示す。

(2) 材料及び使用条件

東海第二の潮位計測装置主要部位の使用材料を表 2.1-23 に，使用条件を表 2.1-24 に示す。



No.	部位
①	水位検出器（圧力式）
②	信号変換処理部
③	記録計
④	電源装置
⑤	検出器ガイド
⑥	サポート
⑦	ベースプレート
⑧	取付ボルト
⑨	基礎ボルト

図 2.1-20　潮位計測装置構成図

表 2.1-23　潮位計測装置主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
信号伝達	プロセス値／電気信号変換	水位検出器（圧力式）	ステンレス鋼他
		信号変換処理部	半導体，可変抵抗器，電解コンデンサ他
		記録計	（定期取替品）
		電源装置	（定期取替品）
機器の支持	支持	検出器ガイド	ステンレス鋼
		サポート	ステンレス鋼
		ベースプレート	ステンレス鋼
		取付ボルト	ステンレス鋼
		基礎ボルト	ステンレス鋼，樹脂*

*：後打ちケミカルアンカ

表 2.1-24　潮位計測装置の使用条件

設置場所	屋外	中央制御室
周囲温度	40 ℃(最高)*1	32.2 ℃(最高)*2

*1：水戸地方気象台における既往最厳値に余裕を持たせた温度
*2：中央制御室の設計値

2.1.13 SRNM

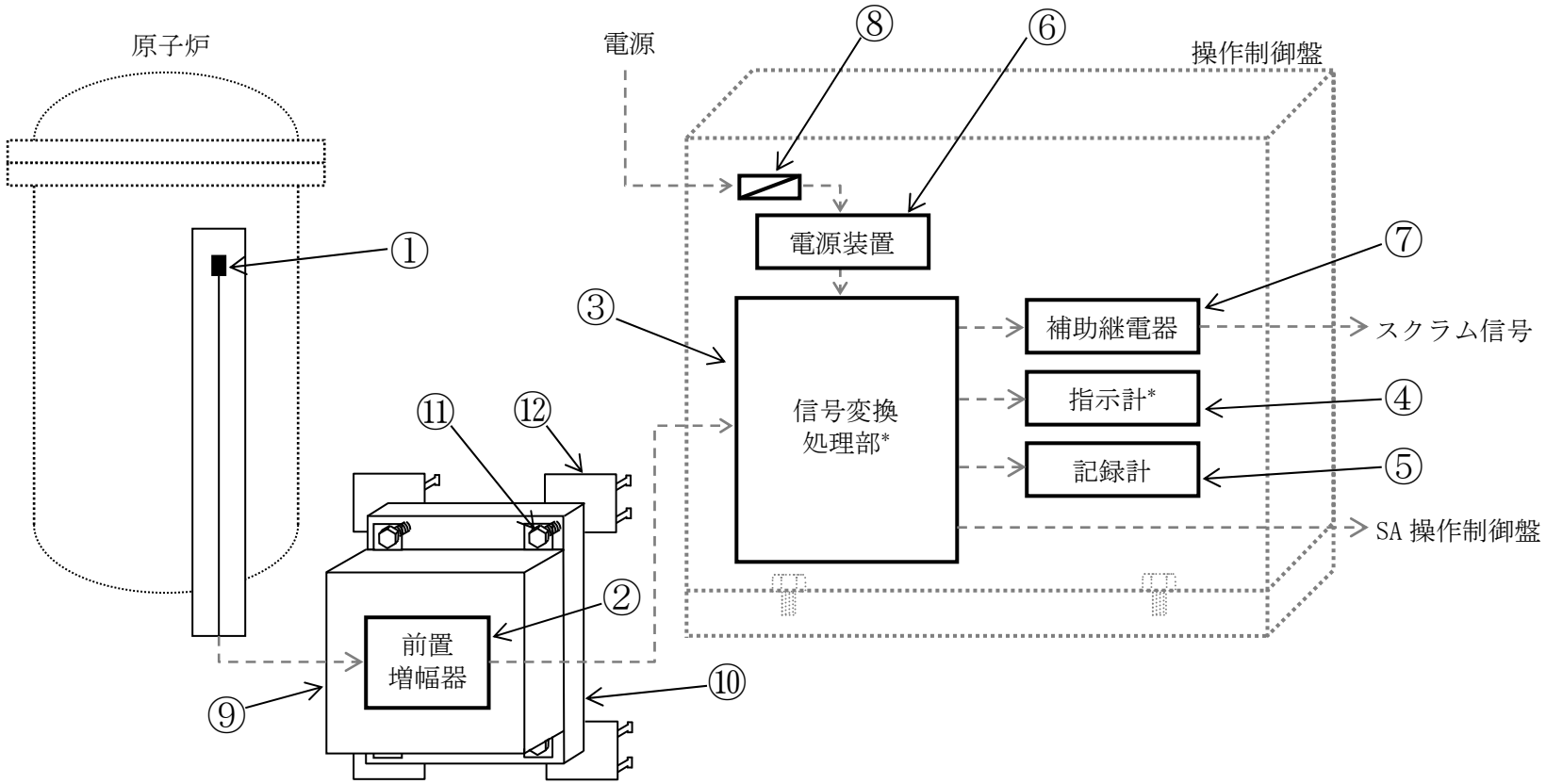
(1) 構造

東海第二の SRNM は，中性子束に対応した電気信号を出力する SRNM 検出器，検出器からの信号増幅を行う前置増幅器，信号変換処理を行う信号変換処理部（ディスプレイ含む），指示計，記録計，電気回路に電源を供給するための電源装置，その他電気回路構成品である補助継電器，ヒューズ，機器を支持するための筐体，サポート，取付ボルト・ナット及び埋込金物等で構成されている。

東海第二の SRNM 構成図を図 2.1-21 に示す。

(2) 材料及び使用条件

東海第二の SRNM 主要部位の使用材料を表 2.1-25 に，使用条件を表 2.1-26 に示す。



No.	部位	No.	部位	No.	部位
①	SRNM 検出器（核分裂電離箱式）	⑤	記録計	⑨	筐体
②	前置増幅器	⑥	電源装置	⑩	サポート
③	信号変換処理部（*：他操作制御盤に設置を含む）	⑦	補助継電器	⑪	取付ボルト・ナット
④	指示計（*：他操作制御盤に設置）	⑧	ヒューズ	⑫	埋込金物

図 2.1-21　SRNM 構成図

表 2.1-25　SRNM 主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
信号伝達	プロセス値／電気信号変換	SRNM 検出器（核分裂電離箱式）	アルミナ，インコネル，ステンレス鋼他
		前置増幅器	（定期取替品）
		信号変換処理部	（定期取替品）
		指示計	銅他
		記録計	（定期取替品）
		電源装置	（定期取替品）
		補助継電器	（定期取替品）
		ヒューズ	（消耗品）
機器の支持	支持	筐体	炭素鋼
		サポート	炭素鋼
		取付ボルト・ナット	炭素鋼
		埋込金物	炭素鋼

表 2.1-26　SRNM の使用条件

設置場所	原子炉内	原子炉建屋			中央制御室
—	—	通常運転時	設計基準事故時	重大事故等時	—
周囲温度	302 ℃ (最高)*1	40.0 ℃ (最高)*2	100 ℃ (最高)*2	100 ℃ (最高)*2	32.2 ℃ (最高)*3
最高圧力	—	大気圧*2	1.744 kPa*2	6.9 kPa*2	大気圧*3
放射線	—	1×10^{-5} Gy/h (最大)*2	1.7×10^{3} Gy (最大積算値)*2	1.7×10^{3} Gy (最大積算値)*2	—

*1：原子炉圧力容器の最高使用温度
*2：原子炉建屋の設計値
*3：中央制御室の設計値

2.1.14 主蒸気管放射線計測装置

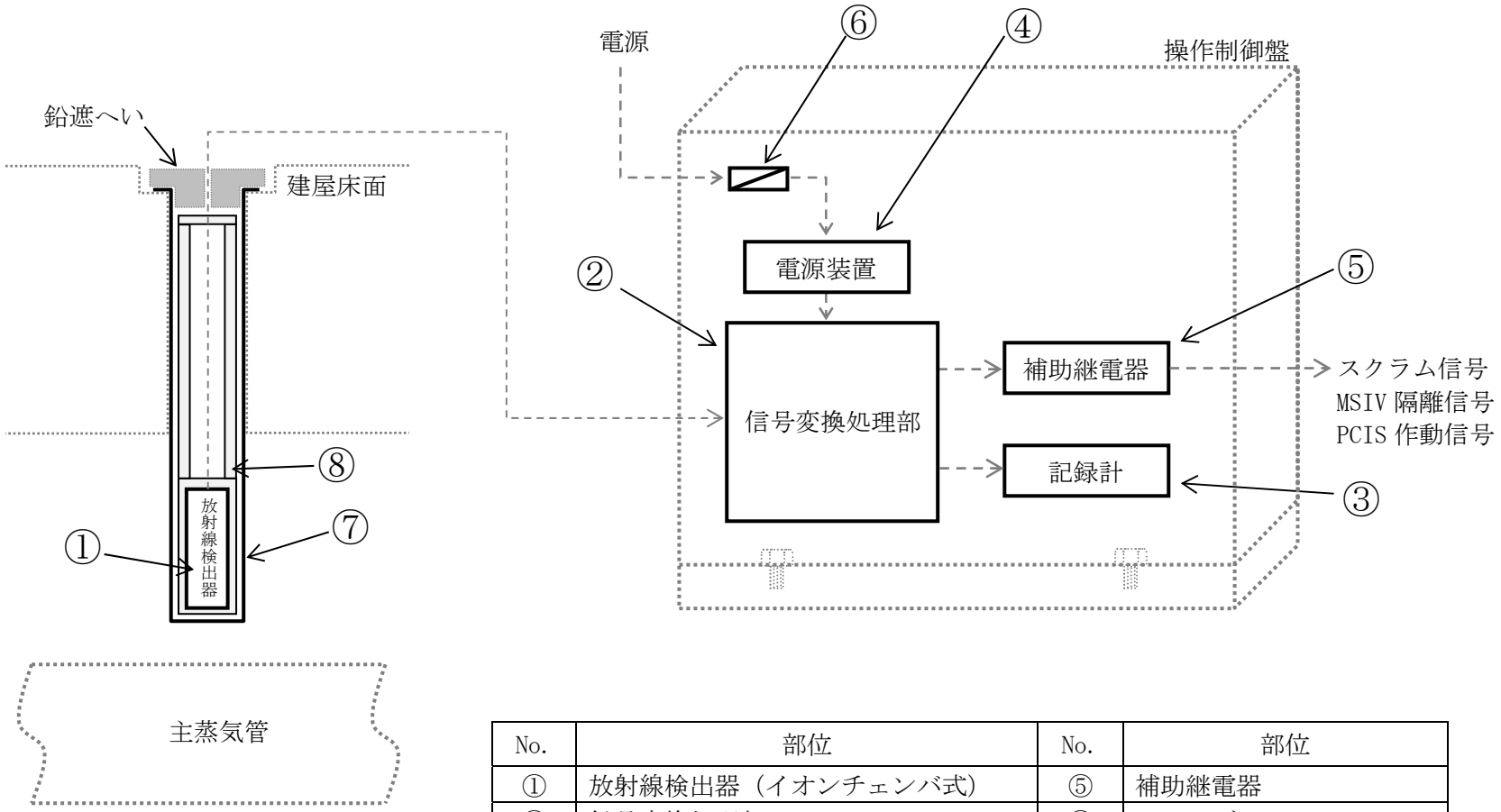
(1) 構造

東海第二の主蒸気管放射線計測装置は，主蒸気管からの放射線を検出する放射線検出器，信号変換処理を行う信号変換処理部（ディスプレイ含む），記録計，電気回路に電源を供給するための電源装置，その他電気回路構成品である補助継電器，ヒューズ，機器を支持するための検出器ガイド及び検出器取付金具等で構成されている。

東海第二の主蒸気管放射線計測装置構成図を図 2.1-22 に示す。

(2) 材料及び使用条件

東海第二の主蒸気管放射線計測装置主要部位の使用材料を表 2.1-27 に，使用条件を表 2.1-28 に示す。



No.	部位	No.	部位
①	放射線検出器（イオンチェンバ式）	⑤	補助継電器
②	信号変換処理部	⑥	ヒューズ
③	記録計	⑦	検出器ガイド
④	電源装置	⑧	検出器取付金具

図 2.1-22　主蒸気管放射線計測装置構成図

表 2.1-27　主蒸気管放射線計測装置主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
信号伝達	プロセス値／電気信号変換	放射線検出器（イオンチェンバ式）	電離箱他
		信号変換処理部	（定期取替品）
		記録計	（定期取替品）
		電源装置	（定期取替品）
		補助継電器	（定期取替品）
		ヒューズ	（消耗品）
機器の支持	支持	検出器ガイド	炭素鋼
		検出器取付金具	炭素鋼

表 2.1-28　主蒸気管放射線計測装置の使用条件

設置場所	主蒸気管トンネル室	中央制御室
周囲温度	60.0 ℃(最高)*1	32.2 ℃(最高)*2

*1：主蒸気管トンネル室の設計値

*2：中央制御室の設計値

2.1.15 原子炉建屋換気系放射線計測装置

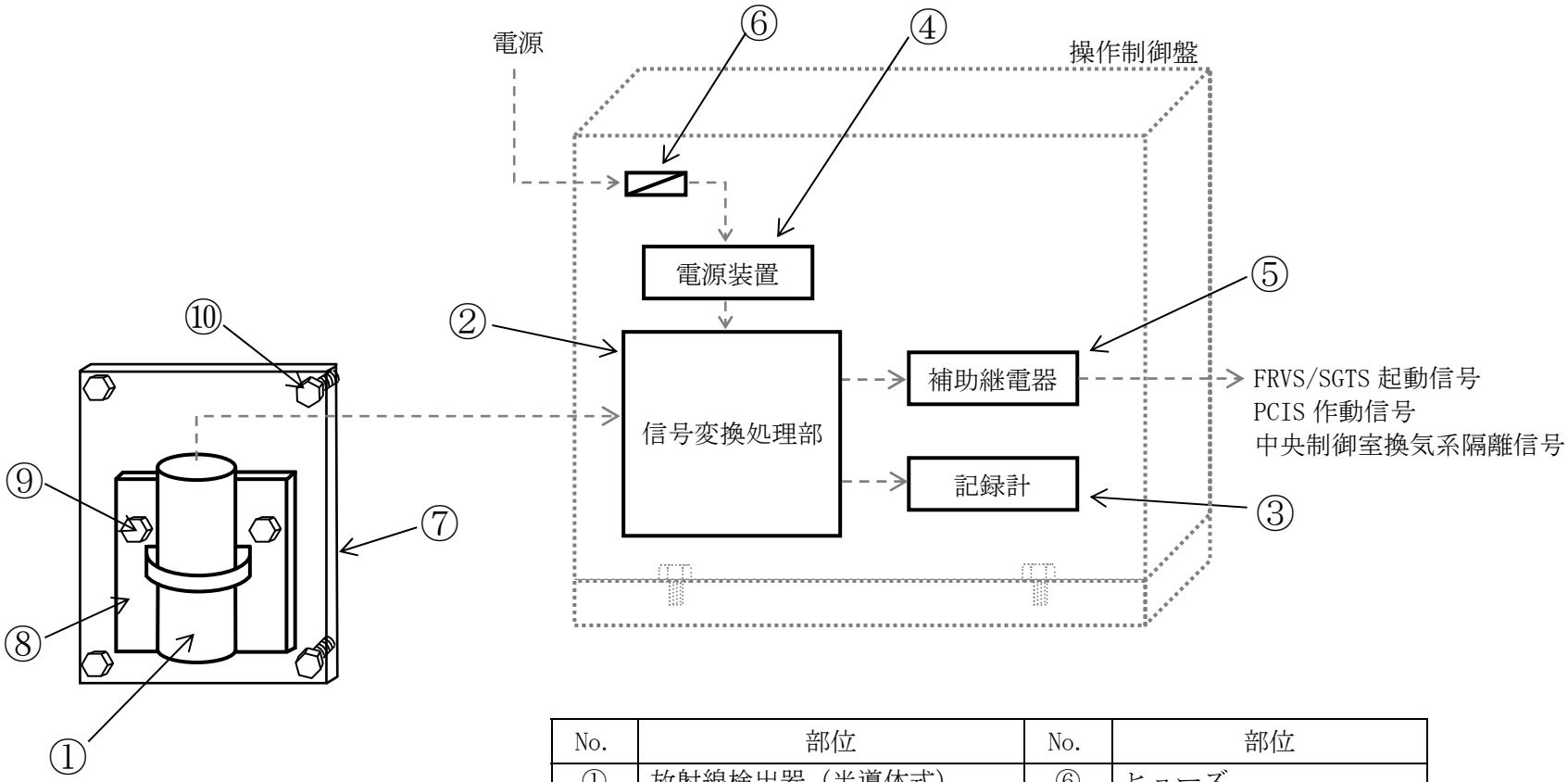
(1) 構造

東海第二の原子炉建屋換気系放射線計測装置は，原子炉建屋換気系の放射線を検出する放射線検出器，信号変換処理を行う信号変換処理部（ディスプレイ含む），記録計，電気回路に電源を供給するための電源装置，その他電気回路構成品である補助継電器，ヒューズ，機器を支持するための計器架台，検出器取付金具，取付ボルト・ナット及び基礎ボルト等で構成されている。

東海第二の原子炉建屋換気系放射線計測装置構成図を図 2.1-23 に示す。

(2) 材料及び使用条件

東海第二の原子炉建屋換気系放射線計測装置主要部位の使用材料を表 2.1-29 に，使用条件を表 2.1-30 に示す。



No.	部位	No.	部位
①	放射線検出器（半導体式）	⑥	ヒューズ
②	信号変換処理部	⑦	計器架台
③	記録計	⑧	検出器取付金具
④	電源装置	⑨	取付ボルト・ナット
⑤	補助継電器	⑩	基礎ボルト

図 2.1-23　原子炉建屋換気系放射線計測装置構成図

表 2.1-29　原子炉建屋換気系放射線計測装置主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
信号伝達	プロセス値／電気信号変換	放射線検出器（半導体式）	半導体他
		信号変換処理部	（定期取替品）
		記録計	（定期取替品）
		電源装置	（定期取替品）
		補助継電器	（定期取替品）
		ヒューズ	（消耗品）
機器の支持	支持	計器架台	炭素鋼
		検出器取付金具	アルミニウム合金
		取付ボルト・ナット	炭素鋼
		基礎ボルト	炭素鋼，樹脂*

*：後打ちケミカルアンカ

表 2.1-30　原子炉建屋換気系放射線計測装置の使用条件

設置場所	原子炉建屋	中央制御室
周囲温度	40.0 ℃(最高)*1	32.2 ℃(最高)*2

*1：原子炉建屋の設計値
*2：中央制御室の設計値

2.1.16 地震加速度計測装置

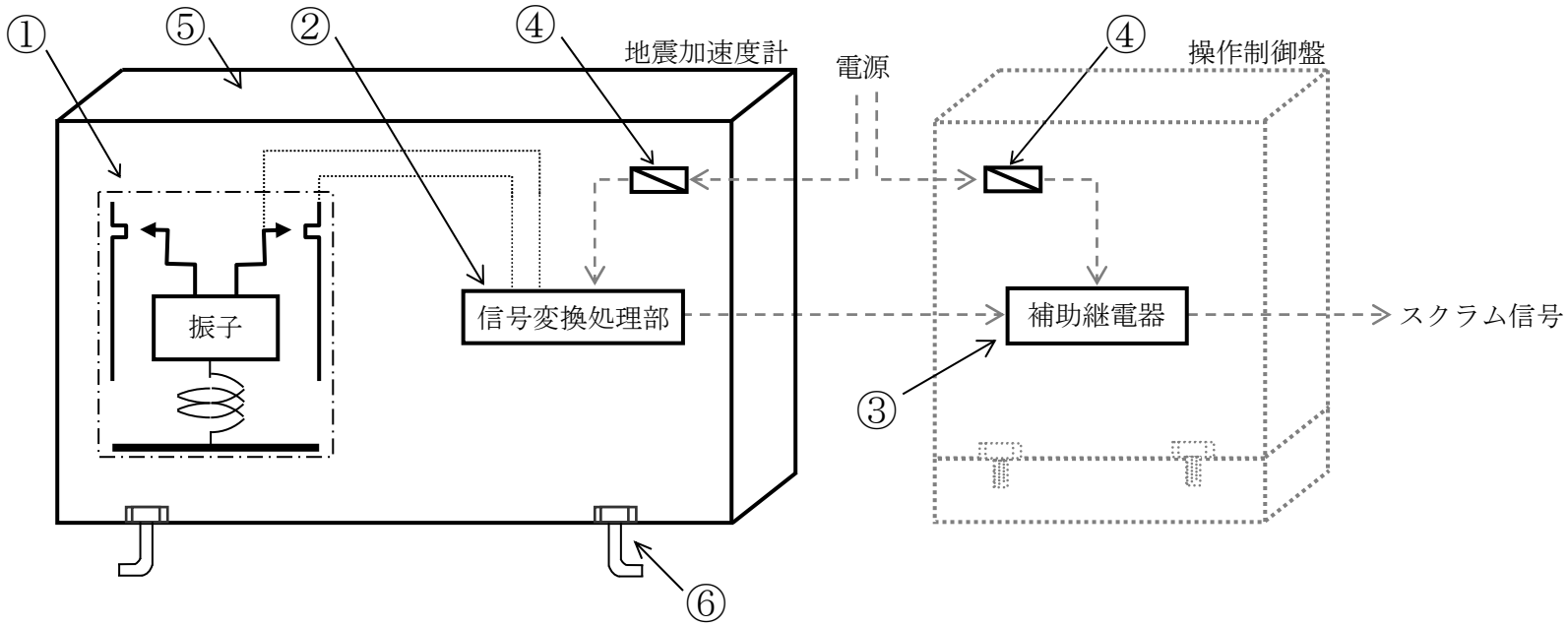
(1) 構造

東海第二の地震加速度計測装置は，地震発生時の加速度検出を行うための地震加速度検出器，信号変換処理を行う信号変換処理部，その他電気回路構成品である補助継電器，ヒューズ，機器を支持するための筐体及び基礎ボルト等で構成されている。

東海第二の地震加速度計測装置構成図を図 2.1-24 に示す。

(2) 材料及び使用条件

東海第二の地震加速度計測装置主要部位の使用材料を表 2.1-31 に，使用条件を表 2.1-32 に示す。



No.	部位
①	地震加速度検出器（倒立振子式）
②	信号変換処理部
③	補助継電器
④	ヒューズ
⑤	筐体
⑥	基礎ボルト

図 2.1-24　地震加速度計測装置構成図

表 2.1-31　地震加速度計測装置主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
信号伝達	プロセス値／電気信号変換	地震加速度検出器（倒立振子式）	炭素鋼，銅他
		信号変換処理部	抵抗器他
		補助継電器	（定期取替品）
		ヒューズ	（消耗品）
機器の支持	支持	筐体	炭素鋼
		基礎ボルト	炭素鋼

表 2.1-32　地震加速度計測装置の使用条件

設置場所	原子炉建屋	中央制御室
周囲温度	40.0 ℃(最高)*1	32.2 ℃(最高)*2

*1：原子炉建屋の設計値
*2：中央制御室の設計値

2.1.17 格納容器内水素濃度計測装置

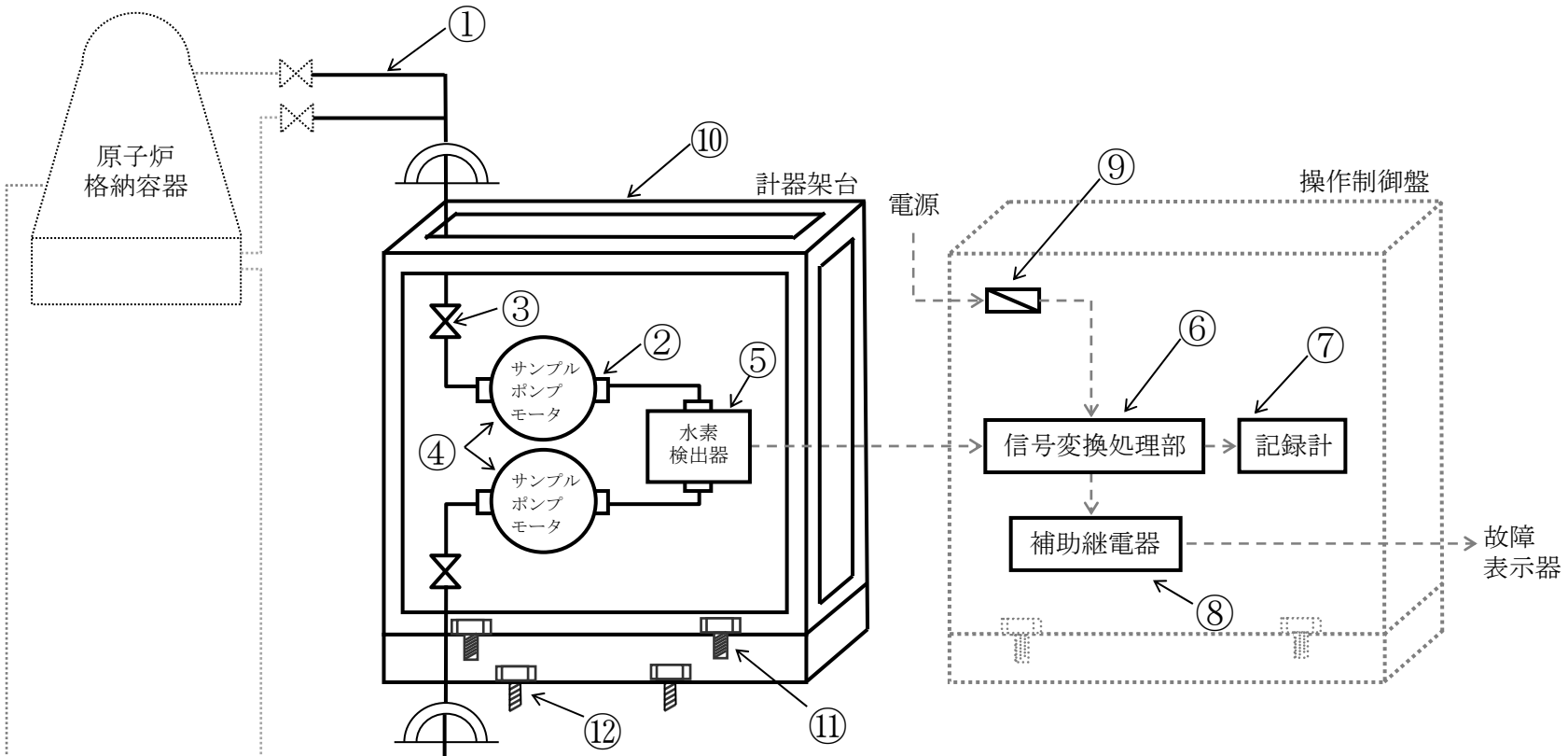
(1) 構造

東海第二の格納容器内水素濃度計測装置は，原子炉格納容器内からの水素を採取する計装配管，継手，計装弁，試料採取用サンプルポンプモータ，水素を検出して電気信号に変換する水素検出器，信号変換処理を行う信号変換処理部，記録計，その他電気回路構成品である補助継電器，ヒューズ，計装配管を固定する配管サポート，機器を支持するための計器架台，計器架台取付ボルト及び基礎ボルト等で構成されている。

東海第二の格納容器内水素濃度計測装置構成図を図 2.1-25 に，計装配管サポート構成図を図 2.1-26 に示す。

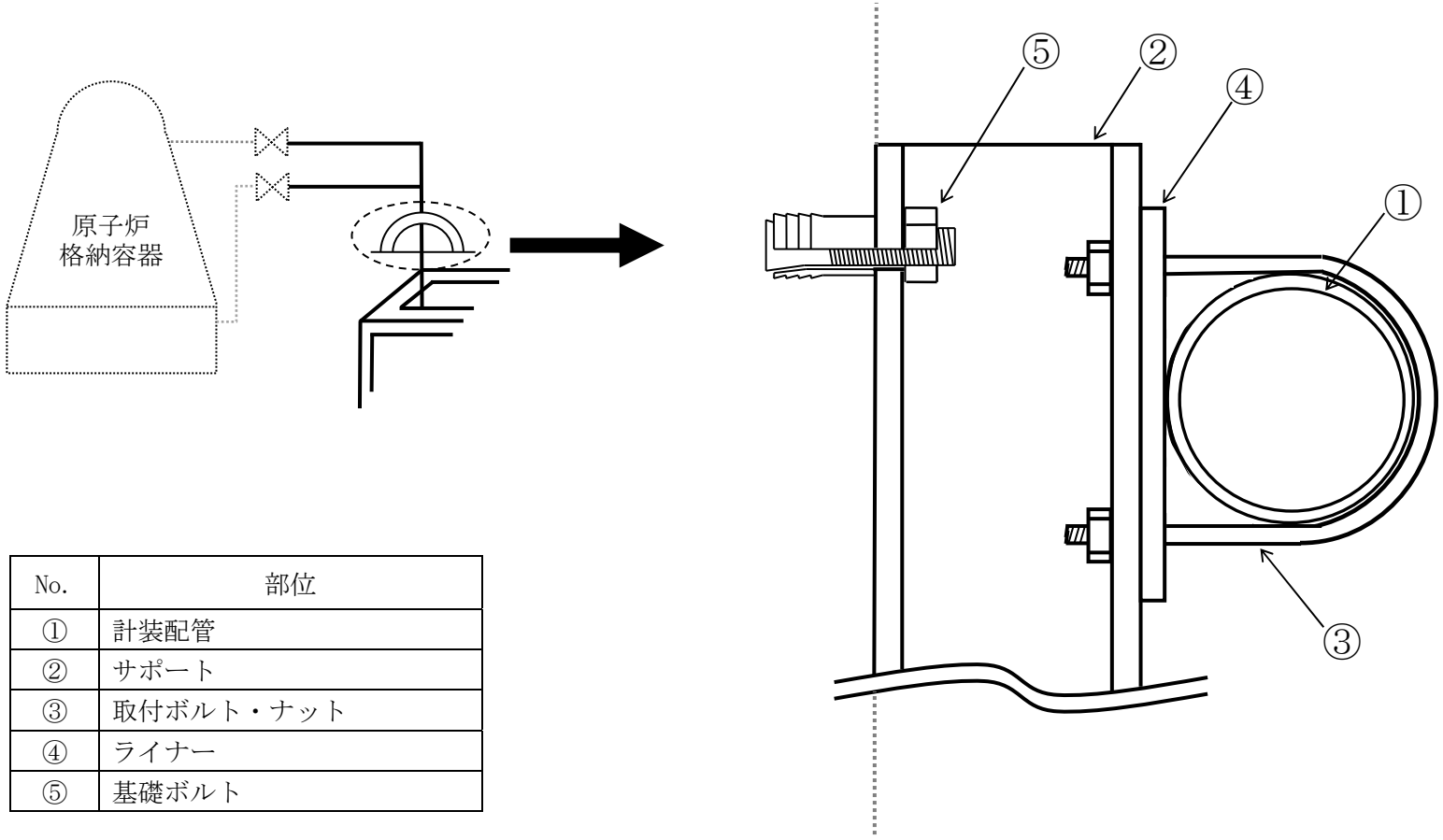
(2) 材料及び使用条件

東海第二の格納容器内水素濃度計測装置主要部位の使用材料を表 2.1-33 に，使用条件を表 2.1-34 に示す。



No.	部位	No.	部位
①	計装配管	⑦	記録計
②	継手	⑧	補助継電器
③	計装弁	⑨	ヒューズ
④	サンプルポンプモータ	⑩	計器架台
⑤	水素検出器（熱伝導式）	⑪	計器架台取付ボルト
⑥	信号変換処理部	⑫	基礎ボルト

図 2.1-25　格納容器内水素濃度計測装置構成図



No.	部位
①	計装配管
②	サポート
③	取付ボルト・ナット
④	ライナー
⑤	基礎ボルト

図 2.1-26　格納容器内水素濃度計測装置計装配管サポート構成図

表 2.1-33　格納容器内水素濃度計測装置主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
信号伝達	プロセス値／電気信号変換	計装配管	ステンレス鋼
		継手	ステンレス鋼
		計装弁	ステンレス鋼
		サンプルポンプモータ	銅他
		水素検出器（熱伝導式）	（定期取替品）
		信号変換処理部	半導体，可変抵抗器，電解コンデンサ他
		記録計	（定期取替品）
		補助継電器	（定期取替品）
		ヒューズ	（消耗品）
機器の支持	計装配管サポート	サポート	炭素鋼
		取付ボルト・ナット	ステンレス鋼，炭素鋼
		ライナー	ステンレス鋼
	支持	計器架台	炭素鋼
		計器架台取付ボルト	炭素鋼
		基礎ボルト	炭素鋼，樹脂*

*：後打ちケミカルアンカ

表 2.1-34　格納容器内水素濃度計測装置の使用条件

設置場所	原子炉建屋	中央制御室
周囲温度	40.0 ℃(最高)*1	32.2 ℃(最高)*2

*1：原子炉建屋の設計値
*2：中央制御室の設計値

2.1.18 原子炉建屋水素濃度計測装置

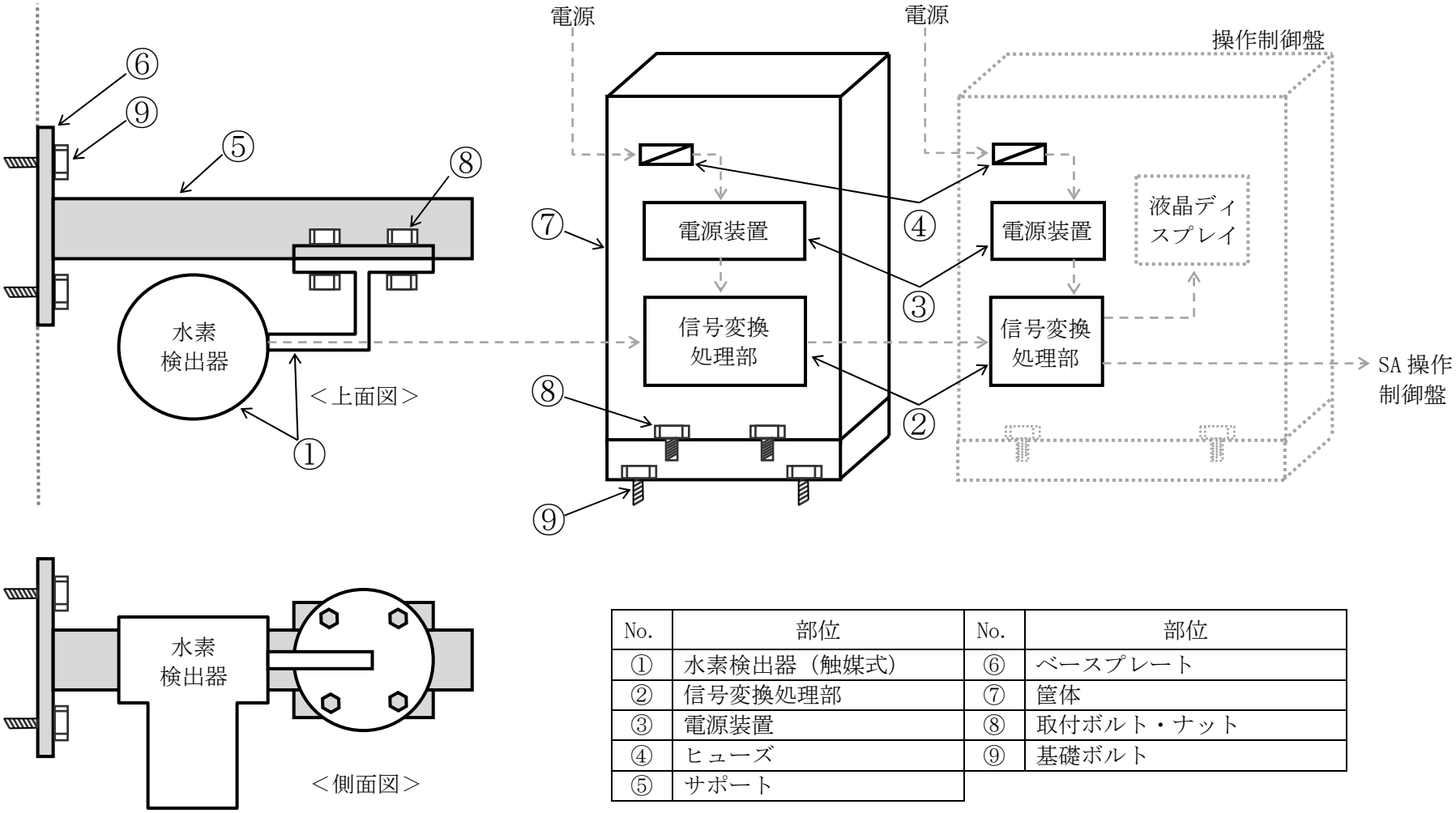
(1) 構造

東海第二の原子炉建屋水素濃度計測装置は，原子炉建屋の水素を検出して電気信号に変換する水素検出器，信号変換処理を行う信号変換処理部，電気回路に電源を供給するための電源装置，その他電気回路構成品であるヒューズ，機器を支持するためのサポート，ベースプレート，筐体，取付ボルト・ナット及び基礎ボルト等で構成される。

東海第二の原子炉建屋水素濃度計測装置構成図を図 2.1-27 に示す。

(2) 材料及び使用条件

東海第二の原子炉建屋水素濃度計測装置主要部位の使用材料を表 2.1-35 に，使用条件を表 2.1-36 に示す。



No.	部位	No.	部位
①	水素検出器（触媒式）	⑥	ベースプレート
②	信号変換処理部	⑦	筐体
③	電源装置	⑧	取付ボルト・ナット
④	ヒューズ	⑨	基礎ボルト
⑤	サポート		

図 2.1-27　原子炉建屋水素濃度計測装置構成図

表 2.1-35　原子炉建屋水素濃度計測装置主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
信号伝達	プロセス値／電気信号変換	水素検出器（触媒式）	ステンレス鋼，白金抵抗器（触媒処理）他
		信号変換処理部	半導体，電解コンデンサ，抵抗器，可変抵抗器他
		電源装置	（定期取替品）
		ヒューズ	（消耗品）
機器の支持	水素検出器サポート	サポート	ステンレス鋼
		ベースプレート	ステンレス鋼
		取付ボルト・ナット	ステンレス鋼
	支持	筐体	炭素鋼
		取付ボルト・ナット	炭素鋼
		基礎ボルト	炭素鋼，樹脂*

*：後打ちケミカルアンカ

表 2.1-36　原子炉建屋水素濃度計測装置の使用条件

設置場所	原子炉建屋			電気室	中央制御室
—	通常運転時	設計基準事故時	重大事故等時	—	—
周囲温度	40.0 ℃ (最高)*1	65.6 ℃ (最高)*1	100 ℃ (最高)*1	40 ℃ (最高)*2	32.2 ℃ (最高)*3
最高圧力	大気圧*1	1.744 kPa*1	6.9 kPa*1	大気圧*2	大気圧*3
放射線	1×10^{-5} Gy/h(最大)*1	1.7×10^{3} Gy (最大積算値)*1	1.7×10^{3} Gy (最大積算値)*1	—	—

*1：原子炉建屋の設計値
*2：電気室の設計値
*3：中央制御室の設計値

2.1.19 格納容器内酸素濃度計測装置

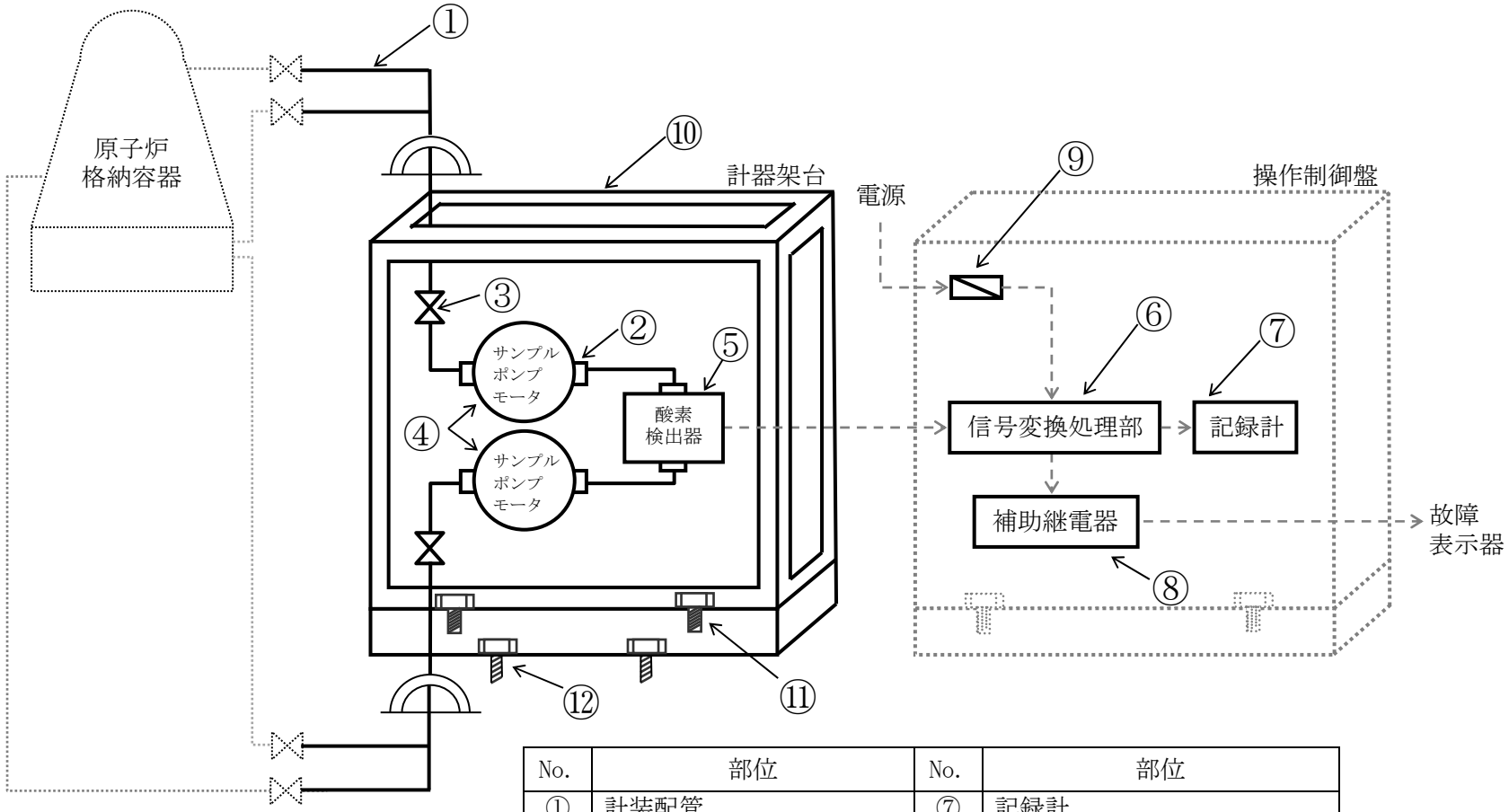
(1) 構造

東海第二の格納容器内酸素濃度計測装置は，原子炉格納容器内からの酸素を採取する計装配管，継手，計装弁，試料採取用サンプルポンプモータ，酸素を検出して電気信号に変換する酸素検出器，信号変換処理を行う信号変換処理部，記録計，その他電気回路構成品である補助継電器，ヒューズ，計装配管を固定する配管サポート，機器を支持するための計器架台，計器架台取付ボルト及び基礎ボルト等で構成されている。

東海第二の格納容器内酸素濃度計測装置構成図を図 2.1-28 に，計装配管サポート構成図を図 2.1-29 に示す。

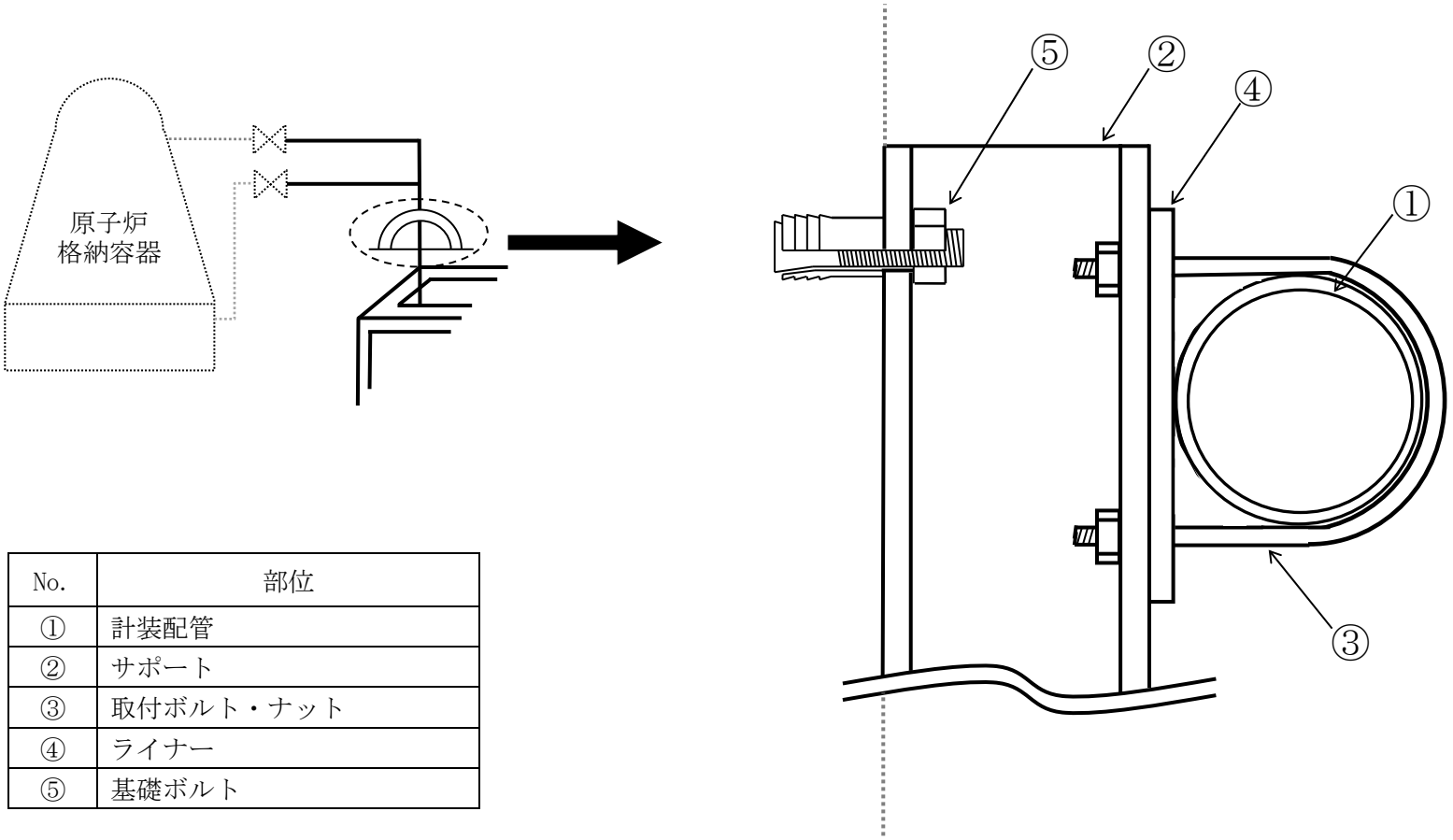
(2) 材料及び使用条件

東海第二の格納容器内酸素濃度計測装置主要部位の使用材料を表 2.1-37 に，使用条件を表 2.1-38 に示す。



No.	部位	No.	部位
①	計装配管	⑦	記録計
②	継手	⑧	補助継電器
③	計装弁	⑨	ヒューズ
④	サンプルポンプモータ	⑩	計器架台
⑤	酸素検出器（磁気式）	⑪	計器架台取付ボルト
⑥	信号変換処理部	⑫	基礎ボルト

図 2.1-28　格納容器内酸素濃度計測装置構成図



No.	部位
①	計装配管
②	サポート
③	取付ボルト・ナット
④	ライナー
⑤	基礎ボルト

図 2.1-29　格納容器内酸素濃度計測装置計装配管サポート構成図

表 2.1-37　格納容器内酸素濃度計測装置主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
信号伝達	プロセス値／電気信号変換	計装配管	ステンレス鋼
		継手	ステンレス鋼
		計装弁	ステンレス鋼
		サンプルポンプモータ	銅他
		酸素検出器（磁気式）	（定期取替品）
		信号変換処理部	半導体，可変抵抗器，電解コンデンサ他
		記録計	（定期取替品）
		補助継電器	（定期取替品）
		ヒューズ	（消耗品）
機器の支持	計装配管サポート	サポート	炭素鋼
		取付ボルト・ナット	ステンレス鋼，炭素鋼
		ライナー	ステンレス鋼
	支持	計器架台	炭素鋼
		計器架台取付ボルト	炭素鋼
		基礎ボルト	炭素鋼，樹脂*

*：後打ちケミカルアンカ

表 2.1-38　格納容器内酸素濃度計測装置の使用条件

設置場所	原子炉建屋	中央制御室
周囲温度	40.0 ℃(最高)*1	32.2 ℃(最高)*2

*1：原子炉建屋の設計値
*2：中央制御室の設計値

2.1.20 MSV 位置計測装置

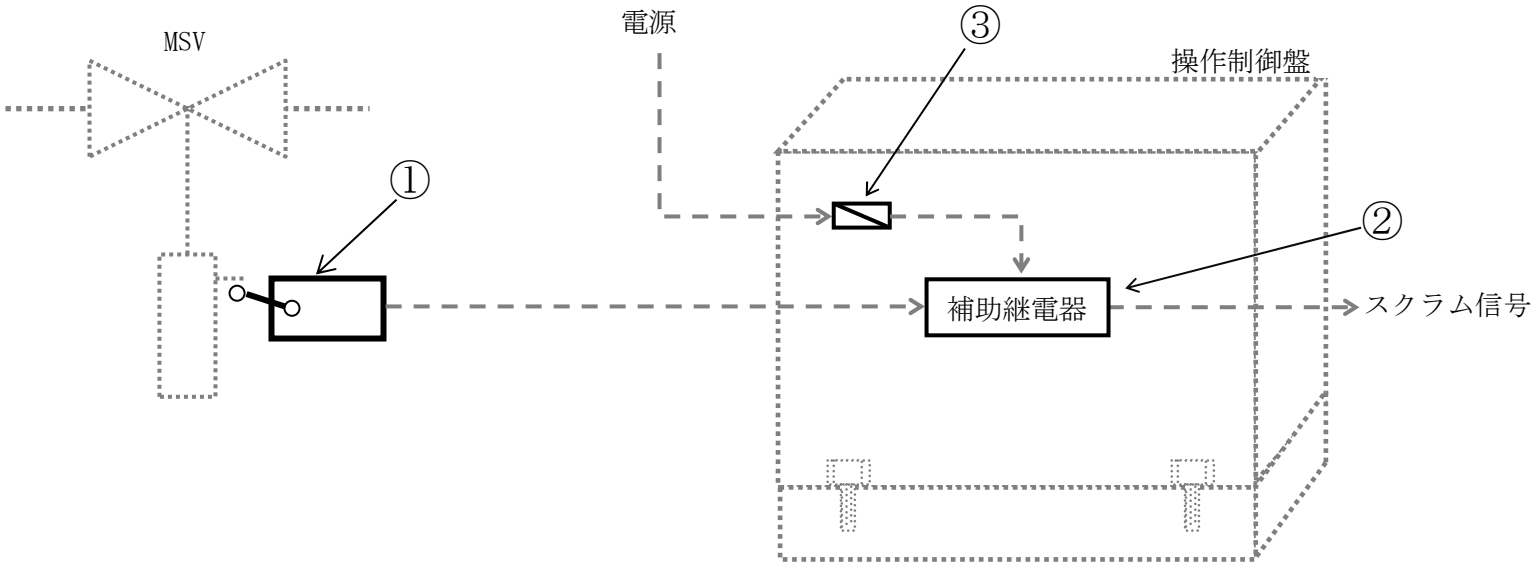
(1) 構造

東海第二の MSV 位置計測装置は，MSV の位置を検出する位置検出器，その他電気回路構成品である補助継電器，ヒューズ等で構成されている。

東海第二の MSV 位置計測装置構成図を図 2.1-30 に示す。

(2) 材料及び使用条件

東海第二の MSV 位置計測装置主要部位の使用材料を表 2.1-39 に，使用条件を表 2.1-40 に示す。



No.	部位
①	位置検出器（リミットスイッチ式）
②	補助継電器
③	ヒューズ

図 2.1-30　MSV 位置計測装置構成図

表 2.1-39　MSV 位置計測装置主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
信号伝達	プロセス値／電気信号変換	位置検出器（リミットスイッチ式）	（定期取替品）
		補助継電器	（定期取替品）
		ヒューズ	（消耗品）

表 2.1-40　MSV 位置計測装置の使用条件

設置場所	ヒータールーム	中央制御室
周囲温度	48.9 ℃(最高)*1	32.2 ℃(最高)*2

*1：ヒータールームの設計値

*2：中央制御室の設計値

2.1.21 RCIC タービン回転速度計測装置

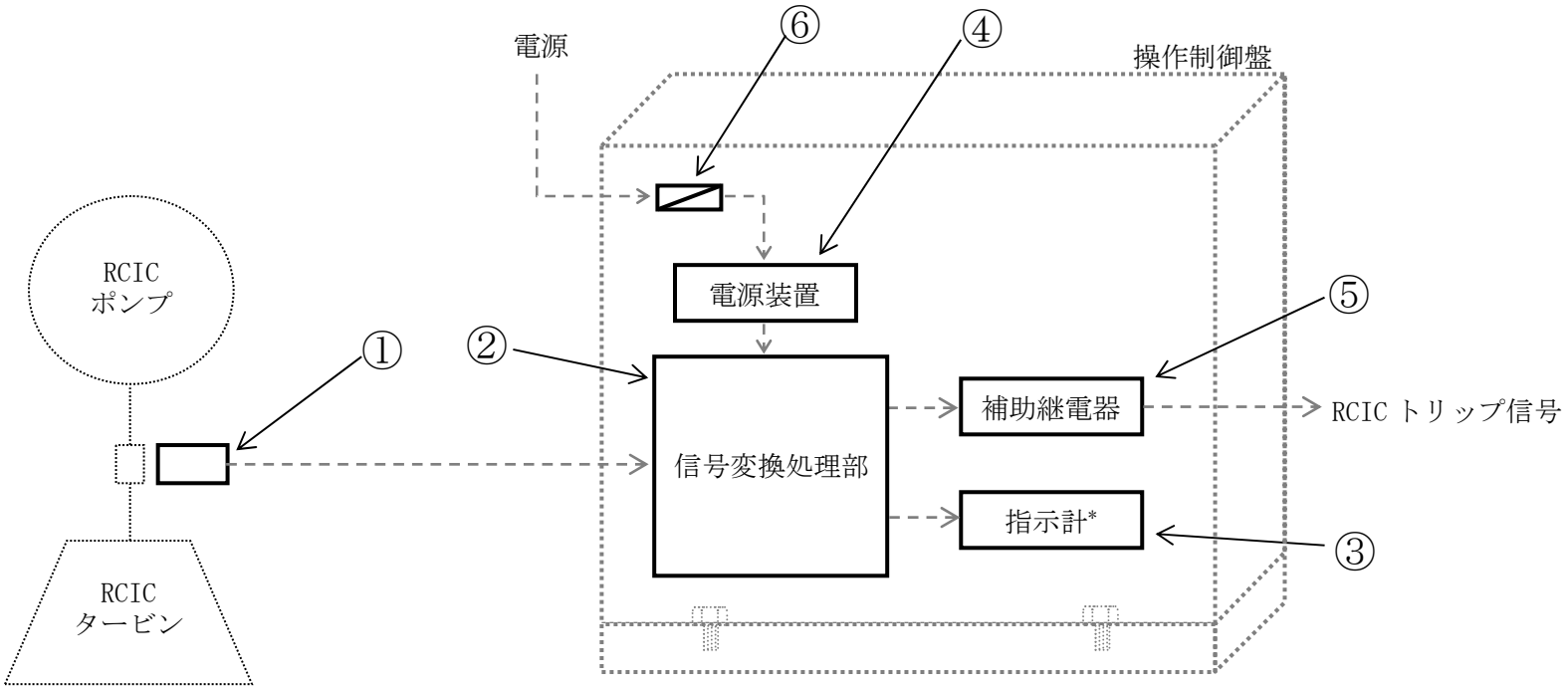
(1) 構造

東海第二の RCIC タービン回転速度計測装置は，RCIC タービンの回転速度を検出する回転速度検出器，信号変換処理を行う信号変換処理部，指示計，電気回路に電源を供給するための電源装置，その他電気回路構成品である補助継電器，ヒューズ等で構成されている。

東海第二の RCIC タービン回転速度計測装置構成図を図 2.1-31 に示す。

(2) 材料及び使用条件

東海第二の RCIC タービン回転速度計測装置主要部位の使用材料を表 2.1-41 に，使用条件を表 2.1-42 に示す。



No.	部位
①	回転速度検出器（電磁ピックアップ式）
②	信号変換処理部
③	指示計（*：他操作制御盤に設置）
④	電源装置
⑤	補助継電器
⑥	ヒューズ

図 2.1-31　RCIC タービン回転速度計測装置構成図

表 2.1-41　RCIC タービン回転速度計測装置主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
信号伝達	プロセス値／電気信号変換	回転速度検出器（電磁ピックアップ式）	（定期取替品）
		信号変換処理部	半導体，可変抵抗器，電解コンデンサ他
		指示計	銅他
		電源装置	（定期取替品）
		補助継電器	（定期取替品）
		ヒューズ	（消耗品）

表 2.1-42　RCIC タービン回転速度計測装置の使用条件

設置場所	RCIC ポンプ室		空調機械室	中央制御室
—	通常運転時	設計基準事故時	—	—
周囲温度	定期試験時 65.6 ℃(最高)*1 平常時 40.0 ℃(最高)*1	100 ℃(最高)*1	50 ℃(最高)*2	32.2 ℃(最高)*3
最高圧力	大気圧*1	1.744 kPa*1	大気圧*2	大気圧*3
放射線	定期試験時 2.00×10^{-3} Gy/h(最大)*1 平常時 1.5×10^{-4} Gy/h(最大)*1	19 Gy (最大積算値)*1	—	—

*1：RCIC ポンプ室の設計値
*2：空調機械室の設計値
*3：中央制御室の設計値

2.2 経年劣化事象の抽出

2.2.1 機器の機能達成に必要な項目

計測装置の機能である計測機能の達成に必要な項目は以下のとおり。

(1) 信号伝達

(2) 機器の支持

2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

(1) 想定される経年劣化事象の抽出

計測装置について，機能達成に必要な項目を考慮して主要な部位に展開した上で，個々の部位の材料，構造，使用条件（周囲温度）及び現在までの運転経験を考慮し，表 2.2-1 に示すとおり，想定される経年劣化事象を抽出した（表 2.2-1 で○又は△，▲）。

なお，消耗品及び定期取替品は以下のとおり評価対象外とする。

(2) 消耗品及び定期取替品の扱い

ヒューズ，ガスケット，0 リングは消耗品で，圧力伝送器，差圧伝送器，温度検出器，前置増幅器，信号変換処理部[SRNM，主蒸気管放射線，原子炉建屋換気系放射線，使用済燃料プール水位]，水素検出器[格納容器内水素濃度]，酸素検出器，位置検出器，回転速度検出器，記録計，電源装置，補助継電器は定期取替品であり，設計時に長期使用せず取替えを前提としていることから高経年化対策を見極める上での評価対象外とする。

(3) 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

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

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

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

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

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

a. サンプルポンプモータの絶縁特性低下［格納容器内水素濃度計測装置，格納容器内酸素濃度計測装置］

2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

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

a. 圧力検出器，放射線検出器及び地震加速度検出器の特性変化［D/G 機関冷却水入口圧力計測装置，CV 急速閉検出用圧力計測装置，主蒸気管放射線計測装置，原子炉建屋換気系放射線計測装置，地震加速度計測装置］

圧力検出器，放射線検出器及び地震加速度検出器は，長期間の使用に伴い検出部の変形や電気回路部の可変抵抗器の導通不良等に起因して，特性が変化する可能性がある。

しかし，点検時に特性試験（入出力試験，ループ試験等）を実施し，特性が精度内であることを確認している。

また，点検時に異常が確認された場合には，取替え等を行うこととしている。

したがって，今後もこれらの進展傾向が大きく変化する要因があるとは考え難いことから，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

b. 水位検出器の特性変化［スクラム排出容器水位計測装置，使用済燃料プール水位計測装置，格納容器下部水位計測装置，取水ピット水位計測装置，潮位計測装置］

水位検出器は，検出部の汚損等により特性が変化する可能性がある。

しかし，点検時に特性試験を実施し，特性が精度内であることを確認している。

また，点検時に異常が確認された場合には，検出部の清掃・手入れ等を行うこととしている。

新規に設置される使用済燃料プール水位計測装置，格納容器下部水位計測装置，取水ピット水位計測装置及び潮位計測装置の水位検出器は，今後上記同様の保全を実施することで機能を維持できると考える。

したがって，今後もこれらの進展傾向が大きく変化する要因があるとは考え難いことから，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

c. SRNM 検出器の特性変化［SRNM］

SRNM 検出器は，核分裂電離箱であるため，中性子照射によるウラン減少により感度が低下し，特性が変化する可能性がある。

しかし，点検時に特性試験にて特性を確認・評価し，管理値を超える前までに適切に取替えを行うこととしている。

したがって，今後もこれらの進展傾向が大きく変化する要因があるとは考え難いことから，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

d. 水素検出器の特性変化［原子炉建屋水素濃度計測装置］

新規に設置される原子炉建屋水素濃度計測装置の水素検出器は，長期間の使用に伴い電気回路部の抵抗値変化等に起因して，特性が変化する可能性がある。

しかし，点検時に特性試験を実施し，特性が精度内であることを確認することとする。

また，点検時に異常が確認された場合には，取替え等を行うこととする。

したがって，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

なお，当該水素検出器は，重大事故等時機能要求があるため，重大事故等時雰囲気を考慮した長期健全性試験を実施している。長期健全性試験の試験手順を図2.2.3-1に，試験条件及び試験結果を表2.2.3-1及び表2.2.3-2に示す。

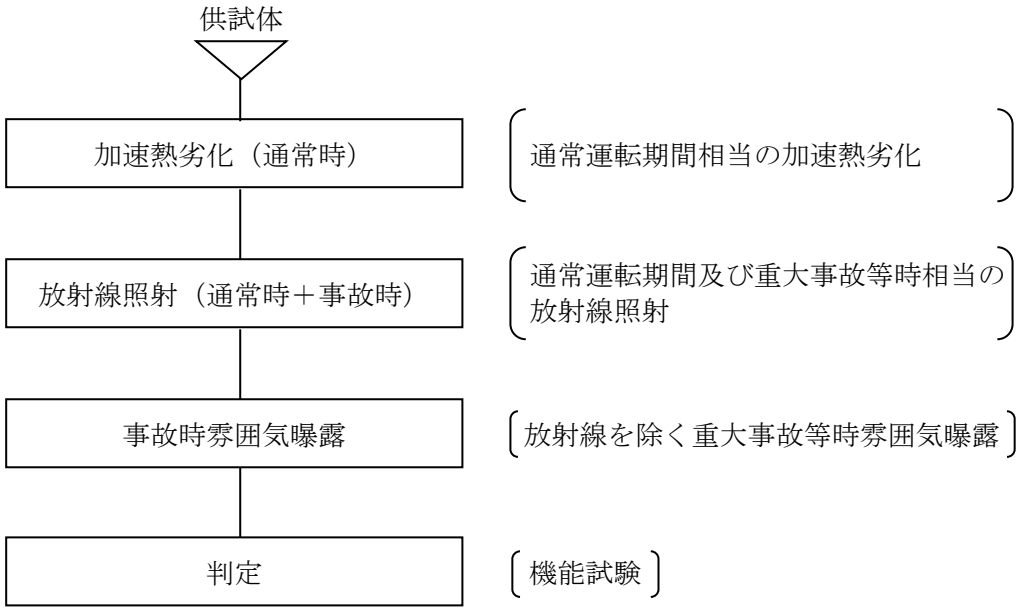


図2.2.3-1　水素検出器の長期健全性試験手順

表 2.2.3-1　水素検出器の長期健全性試験条件

	試験条件	説明
加速熱劣化 （通常時）	120 ℃×336 時間	120 ℃×336 時間は，原子炉建屋 6 階における通常運転時 40.0 ℃×60 年間分の劣化を包絡する。
放射線照射 （通常時＋事故時）	5×10^{4} Gy	5×10^{4} Gy は，原子炉建屋 6 階で想定される積算線量約 1.8×10^{3} Gy（60 年間の通常運転時積算線量 5.3 Gy に重大事故等時積算線量 1.7×10^{3} Gy を加えた線量）を包絡する。
重大事故等時雰囲気曝露 （放射線を除く）	135 ℃×1 時間 90 ℃×1 時間 80 ℃×3 時間 70 ℃×5 時間 50 ℃×14 時間	135 ℃×1 時間は，原子炉建屋 6 階における重大事故等時の環境条件 100 ℃×2 時間，65.6 ℃×166 時間を包絡する。

表 2.2.3-2　水素検出器の長期健全性試験結果

項目	判定基準	結果
重大事故等時雰囲気曝露後の機能試験	試験後の動作不良が無いこと	良

試験の結果，判定基準を満足しており，60 年間の通常運転及び重大事故等時雰囲気においても特性を維持できると評価できる。

e. 信号変換処理部及び指示調節計の特性変化［RHR ポンプ吐出圧力計測装置，主蒸気管トンネル温度計測装置，RCIC 系統流量計測装置，原子炉水位計測装置，格納容器下部水位計測装置，取水ピット水位計測装置，潮位計測装置，地震加速度計測装置，格納容器内水素濃度計測装置，原子炉建屋水素濃度計測装置，格納容器内酸素濃度測定装置，RCIC タービン回転速度計測装置］

信号変換処理部及び指示調節計は，マイグレーションや電解コンデンサの静電容量低下（ドライアップ）に起因して，基板内 IC での回路間短絡・断線による使用部品の劣化や電気回路の不良により特性が変化する可能性がある。

しかし，マイグレーションについては，設計，製造プロセスが改善されていることや屋内空調環境に設置されていることから，その発生の可能性は十分小さいと考えられる。

また，点検時に特性試験（入出力試験，ループ試験等）を実施し，特性が精度内であることを確認し，異常が確認された場合には，取替え等を行うこととしている。

新規に設置される格納容器下部水位計測装置，取水ピット水位計測装置，潮位計測装置及び原子炉建屋水素濃度計測装置の信号変換処理部は，今後上記同様の保全を実施することで機能を維持できると考える。

したがって，今後もこれらの進展傾向が大きく変化する要因があるとは考え難いことから，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

f. 指示計の特性変化［RCIC 系統流量計測装置，SRNM，RCIC タービン回転速度計測装置］

指示計は，長期間の使用により，特性が変化する可能性がある。

しかし，設計段階において，長期間使用による劣化を考慮していることから，特性が急激に変化する可能性は小さい。

また，点検時に特性試験・調整を実施し，特性が精度内であることを確認しており，異常が確認された場合には取替えを行うこととしている。

したがって，今後もこれらの進展傾向が大きく変化する要因があるとは考え難いことから，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

g. 圧力検出器，水位検出器及び地震加速度検出器の導通不良［D/G 機関冷却水入口圧力計測装置，CV 急速閉検出用圧力計測装置，スクラム排出容器水位計測装置，地震加速度計測装置］

圧力検出器，水位検出器及び地震加速度検出器は，接点に付着する浮遊塵埃と接点表面に形成される酸化被膜により導通不良の可能性がある。

しかし，使用している検出器は密閉構造のケースに収納され，屋内空調環境に設置されていることから，塵埃の付着量，酸化被膜量とも極めてわずかな量であり，導通不良の可能性は小さいと考えられる。

また，点検時に動作試験を実施し問題のないことを確認しており，異常が確認された場合には，取替え等を行うこととしている。

したがって，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難いことから，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

h. 水位検出器の絶縁特性低下［格納容器下部水位計測装置］

新規に設置される格納容器下部水位計測装置の水位検出器の絶縁物は，酸化マグネシウムを使用しており，熱により芯線のニッケル成分が拡散し，酸化マグネシウムの純度が低下することや湿分の浸入により絶縁特性低下を起こす可能性がある。

しかし，水位検出器は発熱体ではなく，通常使用する環境条件では拡散が急激に進行することはない。

また，水位検出器は酸化マグネシウムの吸湿防止のため，セラミック端子，接続スリーブ等の接続部をシールしており，外部の湿気がシース内部に浸入しない構造としていることから，絶縁低下の可能性は小さい。

さらに，点検時に水位検出器の絶縁抵抗を測定し，異常が確認された場合には，取替え等を行うこととする。

したがって，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

i. サンプルポンプモータのコア，フレーム及びエンドブラケットの腐食（全面腐食）［格納容器内水素濃度計測装置，格納容器内酸素濃度計測装置］

コアは，電磁鋼であり腐食の発生が想定されるが，防食効果のある絶縁ワニス処理が施されており，腐食が発生する可能性は小さいと考えられる。

また，フレーム及びエンドブラケットは，圧延鋼板又は鋳鉄であり腐食の発生が想定されるが，表面は塗装が施されており，塗膜が健全であれば腐食進行の可能性は小さいと考えられる。

さらに，点検時に塗装の状態を目視で確認し，剥離等が認められた場合は，必要に応じて補修を行うこととしている。

したがって，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難いことから，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

j. 計装配管サポート部の腐食（全面腐食）[RHR ポンプ吐出圧力計測装置，D/G 機関冷却水入口圧力計測装置,CV 急速閉検出用圧力計測装置,RCIC 系統流量計測装置，原子炉水位計測装置，スクラム排出容器水位計測装置，格納容器内水素濃度計測装置，格納容器内酸素濃度計測装置]

サポート，クランプ，ベースプレート及び取付ボルト・ナットは炭素鋼であり腐食の発生が想定される。

しかし，表面は塗装又はメッキ処理が施されており，屋内空調環境に設置されていることから，腐食が発生する可能性は小さいと考えられる。

また，点検時に塗装又はメッキの状態を目視で確認し，剥離等が認められた場合は，必要に応じて補修を行うこととしている。

したがって，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難いことから，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

k. 計器架台，計器スタンション及びサポートの腐食（全面腐食）[RHR ポンプ吐出圧力計測装置，D/G 機関冷却水入口圧力計測装置，CV 急速閉検出用圧力計測装置，主蒸気管トンネル温度計測装置，RCIC 系統流量計測装置，原子炉水位計測装置，SRNM，原子炉建屋換気系放射線計測装置，格納容器内水素濃度計測装置，格納容器内酸素濃度計測装置]

計器架台，計器スタンション及びサポートは炭素鋼であり腐食の発生が想定される。

しかし，表面は塗装が施されており，屋内空調環境に設置されていることから，腐食が発生する可能性は小さいと考えられる。

また，点検時に塗装の状態を目視で確認し，剥離等が認められた場合は，必要に応じて補修を行うこととしている。

したがって，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難いことから，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

l. スリーブ，取付座，上部閉止板及び取付ボルト・ナットの腐食（全面腐食）[取水ピット水位計測装置]

新規に設置される取水ピット水位計測装置のスリーブ，取付座，上部閉止板及び取付ボルト・ナットは炭素鋼であり腐食の発生が想定される。

しかし，大気接触部は塗装を施すことから，塗膜が健全であれば腐食が発生する可能性は小さいと考えられる。

また，点検時に塗装の状態を目視で確認し，剥離が認められた場合は，必要に応じて補修を行うこととする。

したがって，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

m. 筐体の腐食（全面腐食）［SRNM，原子炉建屋水素濃度計測装置，地震加速度計測装置］

筐体は炭素鋼であり腐食の発生が想定される。

しかし，表面は塗装又はメッキ処理が施されており，屋内空調環境に設置されていることから，腐食が発生する可能性は小さいと考えられる。

また，点検時に塗装又はメッキの状態を目視で確認し，剥離等が認められた場合は，必要に応じて補修を行うこととしている。

新規に設置される原子炉建屋水素濃度計測装置の筐体は，今後上記同様の保全を実施することで機能を維持できると考える。

したがって，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難いことから，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

n. 検出器ガイド及び検出器取付金具の腐食（全面腐食）［主蒸気管放射線計測装置］

検出器ガイド及び検出器取付金具は炭素鋼であり腐食の発生が想定される。

しかし，検出器ガイドの露出部及び検出器取付金具の外表面は塗装が施されており，屋内空調環境に設置されていることから，腐食が発生する可能性は小さいと考えられる。

また，点検時に塗装の状態を目視で確認し，剥離等が認められた場合は，必要に応じて補修を行うこととしている。

したがって，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難いことから，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

o. 検出器取付金具の腐食（全面腐食）［原子炉建屋換気系放射線計測装置］

検出器取付金具はアルミニウム合金であり腐食の発生が想定される。

しかし，検出器取付金具の外表面はアルマイト処理が施されており，屋内空調環境に設置されていることから，腐食が発生する可能性は小さいと考えられる。

また，点検時に外観を目視で確認し，異常が認められた場合は，必要に応じて補修を行うこととしている。

したがって，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難いことから，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

p. 計器架台取付ボルト及び取付ボルト・ナットの腐食（全面腐食）[RHR ポンプ吐出圧力計測装置，原子炉水位計測装置，SRNM，原子炉建屋換気系放射線計測装置，原子炉建屋水素濃度計測装置]

計器架台取付ボルト及び取付ボルト・ナットは炭素鋼であり腐食の発生が想定される。

しかし，表面は塗装又はメッキ処理が施されており，屋内空調環境に設置されていることから，腐食が発生する可能性は小さいと考えられる。

また，点検時に塗装又はメッキの状態を目視で確認し，剥離等が認められた場合は，必要に応じて補修を行うこととしている。

新規に設置される原子炉建屋水素濃度計測装置の取付ボルト・ナットは，今後上記同様の保全を実施することで機能を維持できると考える。

したがって，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難いことから，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

q. 基礎ボルトの腐食（全面腐食）[RHR ポンプ吐出圧力計測装置，D/G 機関冷却水入口圧力計測装置，CV 急速閉検出用圧力計測装置，主蒸気管トンネル温度計測装置，RCIC 系統流量計測装置，原子炉水位計測装置，スクラム排出容器水位計測装置，原子炉建屋換気系放射線計測装置，地震加速度計測装置，原子炉建屋水素濃度計測装置]

基礎ボルトの健全性評価については，「機械設備の技術評価書」にて評価を実施するものとし本評価書には含めない。

r. 埋込金物（大気接触部）の腐食（全面腐食）[D/G 機関冷却水入口圧力計測装置，SRNM]

埋込金物（大気接触部）は炭素鋼であり腐食が想定される。

しかし，大気接触部は塗装が施されており，腐食の可能性は小さい。

また，点検時に塗装の状態を目視で確認し，剥離等が認められた場合は，必要に応じて補修を行うこととしている。

したがって，埋込金物（大気接触部）の腐食（全面腐食）は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

s. 水位検出器，検出器ガイド，サポート，ベースプレート，取付ボルト及び基礎ボルトの腐食（孔食，隙間腐食）［潮位計測装置］

新規に設置される潮位計測装置の水位検出器，検出器ガイド，サポート，ベースプレート，取付ボルト及び基礎ボルトはステンレス鋼であり計測対象が海水のため，接液部に腐食（孔食，隙間腐食）の発生が想定される。

しかし，点検時に外観を目視で確認し，腐食（孔食，隙間腐食）が認められた場合は，必要に応じて補修又は取替えを行うこととする。

したがって，高経年化上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

t. 計装配管，継手，計装弁及び過流量阻止弁の貫粒型応力腐食割れ［共通］

計装配管，継手，計装弁及び過流量阻止弁はステンレス鋼であり，大気中の海塩粒子に含まれる塩化物イオンにより，外面からの貫粒型応力腐食割れが想定される。

しかし，計装配管の代表箇所について，定期的に目視点検及び付着塩分量測定を実施し，目視点検で異常を認めた場合や付着塩分量が基準値（70 mgCl/m^2）を超えた場合は，清掃及び浸透探傷検査を行うこととしている。

また，東海第二では，工事における副資材の管理で計装配管等への塩分付着を防止している。

したがって，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難いことから，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

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

a. 計装配管，継手，計装弁及び過流量阻止弁の粒界型応力腐食割れ［共通］

計装配管，継手，計装弁及び過流量阻止弁はステンレス鋼であり，粒界型応力腐食割れが想定される。

しかしながら，内部流体の温度は 100 ℃未満であり，粒界型応力腐食割れが生じる可能性はない。

したがって，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難いことから，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

b. SRNM 検出器構造材の機械的損傷［SRNM］

SRNM 検出器は，原子炉内で高速中性子照射の影響を受け，照射誘起型応力腐食割れや照射脆化など，構造材に機械的な損傷を与える可能性がある。

しかし，SRNM 検出器は，特性変化に伴い構造材の設計寿命である 20 年間の供用期間を超える前に取替えられることから，構造材に機械的損傷が発生する可能性はない。

したがって，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難いことから，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

c. 基礎ボルトの樹脂の劣化（後打ちケミカルアンカ）［D/G 機関冷却水入口圧力計測装置，CV 急速閉検出用圧力計測装置，主蒸気管トンネル温度計測装置，スクラム排出容器水位計測装置，潮位計測装置，原子炉建屋換気系放射線計測装置，格納容器内水素濃度計測装置，原子炉建屋水素濃度計測装置，格納容器内酸素濃度計測装置］

後打ちケミカルアンカの健全性評価については，「機械設備の技術評価書」にて評価を実施するものとし本評価書には含めない。

d. 埋込金物（コンクリート埋設部）の腐食（全面腐食）［RHR ポンプ吐出圧力計測装置，D/G 機関冷却水入口圧力計測装置，原子炉水位計測装置，SRNM］

埋込金物（コンクリート埋設部）は炭素鋼であり腐食が想定される。

しかし，コンクリート埋設部ではコンクリートの大気接触部表面からの中性化の進行により腐食環境となるが，コンクリートが中性化に至り，埋込金物に有意な腐食が発生するまで長期間を要す。

したがって，埋込金物（コンクリート埋設部）の腐食（全面腐食）は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

e. ジベル（コンクリート埋設部）の腐食（全面腐食）［取水ピット水位計測装置］

新規に設置される取水ピット水位計測装置のジベル（コンクリート埋設部）は異形棒鋼であり腐食が想定される。

しかし，コンクリート埋設部ではコンクリートの大気接触部表面からの中性化の進行により腐食環境となるが，コンクリートが中性化に至り，ジベルに有意な腐食が発生するまで長期間を要す。

したがって，ジベル（コンクリート埋設部）の腐食（全面腐食）は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

f．計器架台取付ボルト（コンクリート埋設部）及び基礎ボルト（コンクリート埋設部）の腐食（全面腐食）［格納容器内水素濃度計測装置，格納容器内酸素濃度計測装置］

計器架台取付ボルト（コンクリート埋設部）及び基礎ボルト（コンクリート埋設部）は炭素鋼であり腐食が想定される。

しかし，コンクリート埋設部ではコンクリートの大気接触部表面からの中性化の進行により腐食環境となるが，コンクリートが中性化に至り，計器架台取付ボルト及び基礎ボルトに有意な腐食が発生するまで長期間を要す。

したがって，計器架台取付ボルト（コンクリート埋設部）及び基礎ボルト（コンクリート埋設部）の腐食（全面腐食）は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

表 2.2-1(1/21)　RHR ポンプ吐出圧力計測装置に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象								備考
					減肉		割れ		絶縁	導通	信号	その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	絶縁特性低下	導通不良	特性変化		
信号伝達	プロセス値／電気信号変換	計装配管		ステンレス鋼				△*1 ▲*2					*1:貫粒型応力腐食割れ *2:粒界型応力腐食割れ *3:コンクリート埋設部
		継手		ステンレス鋼				△*1 ▲*2					
		計装弁		ステンレス鋼				△*1 ▲*2					
		圧力伝送器（ダイヤフラム式）	◎	－									
		信号変換処理部		半導体，可変抵抗器，電解コンデンサ他							△		
		電源装置	◎	－									
		補助継電器	◎	－									
		ヒューズ	◎	－									
機器の支持	計装配管サポート	サポート		炭素鋼		△							
		クランプ		炭素鋼		△							
		取付ボルト・ナット		炭素鋼		△							
	支持	計器架台		炭素鋼		△							
		計器架台取付ボルト		炭素鋼		△							
		基礎ボルト		炭素鋼		△							
		埋込金物		炭素鋼		▲*3							

△:高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

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

表 2.2-1(2/21)　D/G 機関冷却水入口圧力計測装置に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象								備考
					減肉		割れ		絶縁	導通	信号		
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	絶縁特性低下	導通不良	特性変化	その他	
信号伝達	プロセス値／電気信号変換	計装配管		ステンレス鋼				△*1 ▲*2					*1:貫粒型応力腐食割れ *2:粒界型応力腐食割れ *3:樹脂の劣化 *4:大気接触部 *5:コンクリート埋設部
		継手		ステンレス鋼				△*1 ▲*2					
		計装弁		ステンレス鋼				△*1 ▲*2					
		圧力検出器 (ベローズ式)		ステンレス鋼他						△	△		
機器の支持	計装配管サポート	サポート		炭素鋼		△							
		ベースプレート		炭素鋼		△							
		クランプ		ステンレス鋼, 炭素鋼		△							
		取付ボルト・ナット		炭素鋼		△							
	支持	計器架台		炭素鋼		△							
		基礎ボルト		炭素鋼，樹脂		△						▲*3	
		埋込金物		炭素鋼		△*4 ▲*5							

△:高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

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

表 2.2-1(3/21)　CV 急速閉検出用圧力計測装置に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象								備考
					減肉		割れ		絶縁	導通	信号		
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	絶縁特性低下	導通不良	特性変化	その他	
信号伝達	プロセス値／電気信号変換	計装配管		ステンレス鋼				△*1 ▲*2					*1:貫粒型応力腐食割れ *2:粒界型応力腐食割れ *3:樹脂の劣化
		継手		ステンレス鋼				△*1 ▲*2					
		計装弁		ステンレス鋼				△*1 ▲*2					
		圧力検出器（シールドピストン式）		ステンレス鋼他						△	△		
		補助継電器	◎	－									
		ヒューズ	◎	－									
機器の支持	計装配管サポート	サポート		炭素鋼		△							
		ベースプレート		炭素鋼		△							
		取付ボルト・ナット		ステンレス鋼, 炭素鋼		△							
		ライナー		ステンレス鋼									
	支持	計器スタンション		炭素鋼		△							
		基礎ボルト		炭素鋼，樹脂		△						▲*3	

△:高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

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

表 2.2-1(4/21)　主蒸気管トンネル温度計測装置に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象								備考
					減肉		割れ		絶縁	導通	信号	その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	絶縁特性低下	導通不良	特性変化		
信号伝達	プロセス値／電気信号変換	温度検出器（熱電対式）	◎	－									*:樹脂の劣化
		信号変換処理部		半導体，可変抵抗器，電解コンデンサ他							△		
		電源装置	◎	－									
		補助継電器	◎	－									
		ヒューズ	◎	－									
機器の支持	温度検出器サポート	サポート		炭素鋼		△							
	支持	基礎ボルト		炭素鋼，樹脂		△						▲*	

△:高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

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

表 2.2-1(5/21)　サプレッション・プール水温度計測装置に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象								備考
					減肉		割れ		絶縁	導通	信号	その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	絶縁特性低下	導通不良	特性変化		
信号伝達	プロセス値／電気信号変換	温度検出器（測温抵抗体式）	◎	－									
		記録計	◎	－									
		ヒューズ	◎	－									
機器の支持	温度検出器サポート	サポート		ステンレス鋼									
		取付ボルト・ナット		ステンレス鋼									

表 2.2-1(6/21)　RCIC 系統流量計測装置に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象								備考
					減肉		割れ		絶縁	導通	信号	その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	絶縁特性低下	導通不良	特性変化		
信号伝達	プロセス値／電気信号変換	計装配管		ステンレス鋼				△*1 ▲*2					*1:貫粒型応力腐食割れ *2:粒界型応力腐食割れ
		継手		ステンレス鋼				△*1 ▲*2					
		計装弁		ステンレス鋼				△*1 ▲*2					
		差圧伝送器（ダイヤフラム式）	◎	－									
		信号変換処理部		半導体，可変抵抗器，電解コンデンサ他							△		
		指示調節計		半導体，可変抵抗器，電解コンデンサ他							△		
		指示計		半導体，可変抵抗器，電解コンデンサ他							△		
		記録計	◎	－									
		電源装置	◎	－									
		ヒューズ	◎	－									
機器の支持	計装配管サポート	サポート		炭素鋼		△							
		クランプ		炭素鋼		△							
		取付ボルト・ナット		炭素鋼		△							
	支持	計器架台		炭素鋼		△							
		基礎ボルト		炭素鋼		△							

△:高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

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

表 2.2-1(7/21)　原子炉水位計測装置に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象								備考
					減肉		割れ		絶縁	導通	信号	その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	絶縁特性低下	導通不良	特性変化		
信号伝達	プロセス値／電気信号変換	計装配管		ステンレス鋼				△*1 ▲*2					*1:貫粒型応力腐食割れ *2:粒界型応力腐食割れ *3:コンクリート埋設部
		継手		ステンレス鋼				△*1 ▲*2					
		計装弁		ステンレス鋼				△*1 ▲*2					
		過流量阻止弁		ステンレス鋼				△*1 ▲*2					
		差圧伝送器（ダイヤフラム式）	◎	－									
		信号変換処理部		半導体，可変抵抗器，電解コンデンサ他							△		
		記録計	◎	－									
		電源装置	◎	－									
		補助継電器	◎	－									
		ヒューズ	◎	－									
機器の支持	計装配管サポート	サポート		炭素鋼		△							
		クランプ		炭素鋼		△							
		取付ボルト・ナット		炭素鋼		△							
	支持	計器架台		炭素鋼		△							
		計器架台取付ボルト		炭素鋼		△							
		基礎ボルト		炭素鋼		△							
		埋込金物		炭素鋼		▲*3							

△:高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

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

表 2.2-1(8/21)　スクラム排出容器水位計測装置に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象								備考
					減肉		割れ		絶縁	導通	信号	その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	絶縁特性低下	導通不良	特性変化		
信号伝達	プロセス値／電気信号変換	計装配管		ステンレス鋼				△*1 ▲*2					*1:貫粒型応力腐食割れ *2:粒界型応力腐食割れ *3:樹脂の劣化
		継手		ステンレス鋼				△*1 ▲*2					
		水位検出器（フロート式）		ステンレス鋼他						△	△		
		補助継電器	◎	－									
		ヒューズ	◎	－									
機器の支持	計装配管サポート	サポート		炭素鋼		△							
		ベースプレート		炭素鋼		△							
		取付ボルト・ナット		ステンレス鋼									
		ライナー		ステンレス鋼									
	支持	基礎ボルト		炭素鋼，樹脂		△						▲*3	

△:高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

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

表 2.2-1(9/21)　使用済燃料プール水位計測装置に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象								備考
					減肉		割れ		絶縁	導通	信号	その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	絶縁特性低下	導通不良	特性変化		
信号伝達	プロセス値／電気信号変換	水位検出器（ガイドパルス式）		ステンレス鋼							△		
		信号変換処理部	◎	－									
		電源装置	◎	－									
		ヒューズ	◎	－									
機器の支持	水位検出器サポート	サポート		ステンレス鋼									
		ベースプレート		ステンレス鋼									
	支持	取付ボルト		ステンレス鋼									
		基礎ボルト		ステンレス鋼									

△:高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表 2.2-1(10/21)　格納容器下部水位計測装置に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象								備考
					減肉		割れ		絶縁	導通	信号	その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	絶縁特性低下	導通不良	特性変化		
信号伝達	プロセス値／電気信号変換	水位検出器（電極式）		ステンレス鋼，アルミナ，酸化マグネシウム他					△		△		
		信号変換処理部		半導体，可変抵抗器，電解コンデンサ他							△		
		電源装置	◎	－									
		ヒューズ	◎	－									
機器の支持	水位検出器サポート	サポート		ステンレス鋼									
	支持	基礎ボルト		ステンレス鋼									

△:高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表 2.2-1(11/21)　取水ピット水位計測装置に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象								備考
					減肉		割れ		絶縁	導通	信号	その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	絶縁特性低下	導通不良	特性変化		
信号伝達	プロセス値／電気信号変換	水位検出器（電波式）		ステンレス鋼他							△		*:コンクリート埋設部
		信号変換処理部		半導体，可変抵抗器，電解コンデンサ他							△		
		記録計	◎	－									
機器の支持	支持	スリーブ		炭素鋼		△							
		ジベル		異形棒鋼		▲*							
		取付座		炭素鋼		△							
		上部閉止板		炭素鋼		△							
		取付ボルト・ナット		炭素鋼		△							

△:高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

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

表 2.2-1(12/21)　潮位計測装置に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象								備考
					減肉		割れ		絶縁	導通	信号		
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	絶縁特性低下	導通不良	特性変化	その他	
信号伝達	プロセス値／電気信号変換	水位検出器（圧力式）		ステンレス鋼他		△*1					△		*1：孔食，隙間腐食 *2：樹脂の劣化
		信号変換処理部		半導体，可変抵抗器，電解コンデンサ他							△		
		記録計	◎	－									
		電源装置	◎	－									
機器の支持	支持	検出器ガイド		ステンレス鋼		△*1							
		サポート		ステンレス鋼		△*1							
		ベースプレート		ステンレス鋼		△*1							
		取付ボルト		ステンレス鋼		△*1							
		基礎ボルト		ステンレス鋼，樹脂		△*1						▲*2	

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

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

表 2.2-1(13/21)　SRNM に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象								備考
					減肉		割れ		絶縁	導通	信号	その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	絶縁特性低下	導通不良	特性変化		
信号伝達	プロセス値／電気信号変換	SRNM 検出器（核分裂電離箱式）		アルミナ，インコネル，ステンレス鋼他							△	▲*1	*1:機械的損傷 *2:大気接触部 *3:コンクリート埋設部
		前置増幅器	◎	－									
		信号変換処理部	◎	－									
		指示計		銅他							△		
		記録計	◎	－									
		電源装置	◎	－									
		補助継電器	◎	－									
		ヒューズ	◎	－									
機器の支持	支持	筐体		炭素鋼		△							
		サポート		炭素鋼		△							
		取付ボルト・ナット		炭素鋼		△							
		埋込金物		炭素鋼		△*2 ▲*3							

△:高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

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

表 2.2-1(14/21)　主蒸気管放射線計測装置に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象								備考
					減肉		割れ		絶縁	導通	信号	その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	絶縁特性低下	導通不良	特性変化		
信号伝達	プロセス値／電気信号変換	放射線検出器（イオンチェンバ式）		電離箱他							△		
		信号変換処理部	◎	－									
		記録計	◎	－									
		電源装置	◎	－									
		補助継電器	◎	－									
		ヒューズ	◎	－									
機器の支持	支持	検出器ガイド		炭素鋼		△							
		検出器取付金具		炭素鋼		△							

△:高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表 2.2-1(15/21)　原子炉建屋換気系放射線計測装置に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象								備考
					減肉		割れ		絶縁	導通	信号		
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	絶縁特性低下	導通不良	特性変化	その他	
信号伝達	プロセス値／電気信号変換	放射線検出器（半導体式）		半導体他							△		*:樹脂の劣化
		信号変換処理部	◎	－									
		記録計	◎	－									
		電源装置	◎	－									
		補助継電器	◎	－									
		ヒューズ	◎	－									
機器の支持	支持	計器架台		炭素鋼		△							
		検出器取付金具		アルミニウム合金		△							
		取付ボルト・ナット		炭素鋼		△							
		基礎ボルト		炭素鋼，樹脂		△						▲*	

△:高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

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

表 2.2-1(16/21)　地震加速度計測装置に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象								備考
					減肉		割れ		絶縁	導通	信号	その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	絶縁特性低下	導通不良	特性変化		
信号伝達	プロセス値／電気信号変換	地震加速度検出器（倒立振子式）		炭素鋼，銅他						△	△		
		信号変換処理部		抵抗器他							△		
		補助継電器	◎	－									
		ヒューズ	◎	－									
機器の支持	支持	筐体		炭素鋼		△							
		基礎ボルト		炭素鋼		△							

△:高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表 2.2-1(17/21)　格納容器内水素濃度計測装置に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象								備考
					減肉		割れ		絶縁	導通	信号		
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	絶縁特性低下	導通不良	特性変化	その他	
信号伝達	プロセス値／電気信号変換	計装配管		ステンレス鋼				△*1 ▲*2					*1:貫粒型応力腐食割れ *2:粒界型応力腐食割れ *3:コア，フレーム，エンドブラケット *4:コンクリート埋設部 *5:樹脂の劣化
		継手		ステンレス鋼				△*1 ▲*2					
		計装弁		ステンレス鋼				△*1 ▲*2					
		サンプルポンプモータ		銅他		△*3			○				
		水素検出器（熱伝導式）	◎	－									
		信号変換処理部		半導体，可変抵抗器，電解コンデンサ他							△		
		記録計	◎	－									
		補助継電器	◎	－									
		ヒューズ	◎	－									
機器の支持	計装配管サポート	サポート		炭素鋼		△							
		取付ボルト・ナット		ステンレス鋼，炭素鋼		△							
		ライナー		ステンレス鋼									
	支持	計器架台		炭素鋼		△							
		計器架台取付ボルト		炭素鋼		▲*4							
		基礎ボルト		炭素鋼，樹脂		▲*4						▲*5	

○:高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

△:高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

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

表 2.2-1(18/21)　原子炉建屋水素濃度計測装置に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象								備考
					減肉		割れ		絶縁	導通	信号		
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	絶縁特性低下	導通不良	特性変化	その他	
信号伝達	プロセス値／電気信号変換	水素検出器（触媒式）		ステンレス鋼，白金抵抗器(触媒処理)他							△		*：樹脂の劣化
		信号変換処理部		半導体，電解コンデンサ，抵抗器，可変抵抗器他							△		
		電源装置	◎	－									
		ヒューズ	◎	－									
機器の支持	水素検出器サポート	サポート		ステンレス鋼									
		ベースプレート		ステンレス鋼									
		取付ボルト・ナット		ステンレス鋼									
	支持	筐体		炭素鋼		△							
		取付ボルト・ナット		炭素鋼		△							
		基礎ボルト		炭素鋼，樹脂		△						▲*	

△:高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

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

表 2.2-1(19/21)　格納容器内酸素濃度計測装置に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象								備考
					減肉		割れ		絶縁	導通	信号		
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	絶縁特性低下	導通不良	特性変化	その他	
信号伝達	プロセス値／電気信号変換	計装配管		ステンレス鋼				△*1 ▲*2					*1:貫粒型応力腐食割れ *2:粒界型応力腐食割れ *3:コア，フレーム，エンドブラケット *4:コンクリート埋設部 *5:樹脂の劣化
		継手		ステンレス鋼				△*1 ▲*2					
		計装弁		ステンレス鋼				△*1 ▲*2					
		サンプルポンプモータ		銅他		△*3			○				
		酸素検出器（磁気式）	◎	－									
		信号変換処理部		半導体，可変抵抗器，電解コンデンサ他							△		
		記録計	◎	－									
		補助継電器	◎	－									
		ヒューズ	◎	－									
機器の支持	計装配管サポート	サポート		炭素鋼		△							
		取付ボルト・ナット		ステンレス鋼，炭素鋼		△							
		ライナー		ステンレス鋼									
	支持	計器架台		炭素鋼		△							
		計器架台取付ボルト		炭素鋼		▲*4							
		基礎ボルト		炭素鋼，樹脂		▲*4						▲*5	

○:高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

△:高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

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

表 2.2-1(20/21)　MSV 位置計測装置に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象								備考
					減肉		割れ		絶縁	導通	信号	その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	絶縁特性低下	導通不良	特性変化		
信号伝達	プロセス値／電気信号変換	位置検出器（リミットスイッチ式）	◎	－									
		補助継電器	◎	－									
		ヒューズ	◎	－									

表 2.2-1(21/21)　RCIC タービン回転速度計測装置に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象								備考
					減肉		割れ		絶縁	導通	信号	その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	絶縁特性低下	導通不良	特性変化		
信号伝達	プロセス値／電気信号変換	回転速度検出器（電磁ピックアップ式）	◎	－									
		信号変換処理部		半導体，可変抵抗器，電解コンデンサ他							△		
		指示計		銅他							△		
		電源装置	◎	－									
		補助継電器	◎	－									
		ヒューズ	◎	－									

△:高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の評価

(1) サンプルポンプモータの絶縁特性低下［格納容器内水素濃度計測装置，格納容器内酸素濃度計測装置］

a. 事象の説明

固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁特性低下に対する事象の説明は，低圧ポンプモータと同一であることから，「ポンプモータの技術評価書」低圧ポンプモータの事象の説明を参照のこと。

b. 技術評価

固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁特性低下に対する技術評価は，低圧ポンプモータと同一であることから，「ポンプモータの技術評価書」低圧ポンプモータの固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁特性低下に対する技術評価を参照のこと。

ただし，現状保全は絶縁抵抗測定のみであり，密閉構造であることから埃等の異物付着の可能性が小さいため目視点検，清掃は行っていない。

なお，有意な絶縁特性低下が認められた場合は，モータの取替えを行うこととしている。

c. 高経年化への対応

固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁特性低下に対しては，高経年化対策の観点から現状の保全内容に対して追加すべき項目はないと考える。

今後も絶縁抵抗測定を実施することにより，絶縁特性低下を監視していくとともに，必要に応じて取替え等の適切な対応をとることとする。

3. 代表機器以外への展開

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

① 圧力計測装置
② 温度計測装置
③ 流量計測装置
④ 水位計測装置
⑤ 中性子束計測装置
⑥ 放射線計測装置
⑦ 濃度計測装置

3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

a. サンプルポンプモータの絶縁特性低下[濃度計測装置]

代表機器同様，新規に設置される濃度計測装置のサンプルポンプモータは，固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁特性低下が想定されるが，点検時に絶縁抵抗測定を実施し，有意な絶縁特性低下が認められた場合は，モータの取替えを行うことで，健全性は維持できると判断する。

したがって，高経年化対策の観点から現状の保全内容に追加すべき項目はない。

3.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

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

a. 圧力検出器の特性変化[圧力計測装置]

代表機器同様，圧力検出器は，長期間の使用に伴い検出部の変形や電気回路部の可変抵抗器の導通不良に起因して，特性が変化する可能性がある。

しかし，点検時に特性試験（入出力試験，ループ試験等）を実施し，特性が精度内であることを確認している。

また，点検時に異常が確認された場合には，取替え等を行うこととしている。

したがって，今後もこれらの進展傾向が大きく変化する要因があるとは考え難いことから，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

b. 水位検出器の特性変化[水位計測装置]

代表機器同様，水位検出器は，検出部の汚損により特性が変化する可能性がある。

しかし，点検時に特性試験を実施し，特性が精度内であることを確認している。

また，点検時に異常が確認された場合には，検出部の清掃・手入れ等を行うこととしている。

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

したがって，今後もこれらの進展傾向が大きく変化する要因があるとは考え難いことから，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

c. 放射線検出器の特性変化[放射線計測装置]

代表機器同様，放射線検出器は，長期間の使用に伴い電気回路部の不良に起因して，特性が変化する可能性がある。

しかし，点検時に特性試験（入出力試験，ループ試験等）を実施し，特性が精度内であることを確認している。

また，点検時に異常が確認された場合には，取替え等を行うこととしている。

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

したがって，今後もこれらの進展傾向が大きく変化する要因があるとは考え難いことから，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

なお，格納容器雰囲気放射線計測装置等の放射線検出器は，重大事故等時機能要求があるため，重大事故等時雰囲気を考慮した長期健全性試験を実施している。長期健全性試験の試験手順を図 3.2-1 に，試験条件及び試験結果を表 3.2-1 及び表 3.2-2 に示す。

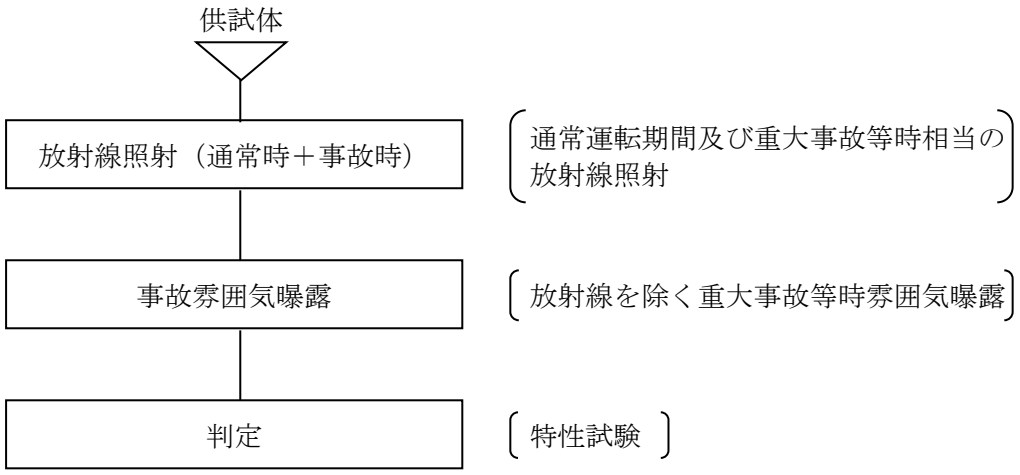


図 3.2-1　放射線検出器の長期健全性試験手順

表 3.2-1　放射線検出器の長期健全性試験条件

	試験条件	説明
放射線照射（通常時＋事故時）	積算線量 1.0×10^{6} Gy	東海第二で想定される積算線量 6.61×10^{5} Gy（60 年間の通常運転時積算線量 2.1×10^{4} Gy に重大事故等時積算線量 6.40×10^{5} Gy を加えた線量）を包絡する。
重大事故等時雰囲気曝露（放射線を除く）	温度　220 ℃／5 分 → 200 ℃／185 時間	東海第二で想定される重大事故等時原子炉建屋及びサンドクッションエリア内環境条件を包絡する。 温度　200 ℃／事象発生～7 日間

表 3.2-2　放射線検出器の長期健全性試験結果

項目	試験手順	判定基準（機器仕様）	結果
重大事故等時雰囲気曝露後の特性試験	絶縁抵抗測定 機能試験（直線性） 機能試験（飽和特性）	100 MΩ以上 基準感度±20 %以内 電流比 0.9 より大きい	良

試験の結果，判定基準を満足しており，60 年間の通常運転及び重大事故等時雰囲気においても特性を維持できると評価できる。

d. LPRM 検出器の特性変化[中性子束計測装置]

代表機器同様，LPRM 検出器は，核分裂電離箱であるため，中性子照射によるウラン減少により感度が低下し，特性が変化する可能性がある。

しかし，点検時に特性試験にて特性を確認・評価し，管理値を超える前までに適切に取替えを行うこととしている。

したがって，今後もこれらの進展傾向が大きく変化する要因があるとは考え難いことから，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

e. 信号変換処理部及び指示調節計の特性変化［圧力計測装置，温度計測装置，流量計測装置，水位計測装置，中性子束計測装置，濃度計測装置］

代表機器同様，信号変換処理部及び指示調節計は，マイグレーションや電解コンデンサの静電容量低下（ドライアップ）に起因して，基板内 IC での回路間短絡・断線による使用部品の劣化や電気回路の不良により特性が変化する可能性がある。

しかし，マイグレーションについては，設計，製造プロセスが改善されていることや屋内空調環境に設置されていることから，その発生の可能性は十分小さいと考えられる。

また，点検時に特性試験（入出力試験，ループ試験等）を実施し，特性が精度内であることを確認し，異常が確認された場合には，取替え等を行うこととしている。

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

したがって，今後もこれらの進展傾向が大きく変化する要因があるとは考え難いことから，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

f. 指示計の特性変化［圧力計測装置，流量計測装置，水位計測装置］

代表機器同様，指示計は，長期間の使用により，特性が変化する可能性がある。

しかし，設計段階において，長期間使用による劣化を考慮していることから，特性が急激に変化する可能性は小さい。

また，点検時に特性試験・調整を実施し，特性が精度内であることを確認しており，異常が確認された場合には取替えを行うこととしている。

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

したがって，今後もこれらの進展傾向が大きく変化する要因があるとは考え難いことから，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

g. 圧力検出器及び水位検出器の導通不良[圧力計測装置，水位計測装置]

代表機器同様，圧力検出器及び水位検出器は，接点に付着する浮遊塵埃と接点表面に形成される酸化被膜により導通不良の可能性がある。

しかし，使用している検出器は密閉構造のケースに収納され，屋内空調環境に設置されていることから，塵埃の付着量，酸化被膜量とも極めてわずかな量であり，導通不良の可能性は小さいと考えられる。

また，点検時に動作試験を実施し問題のないことを確認しており，異常が確認された場合には，取替え等を行うこととしている。

したがって，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難いことから，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

h. サンプルポンプモータのコア，フレーム及びエンドブラケットの腐食(全面腐食)［濃度計測装置］

代表機器同様，新規に設置されるサンプルポンプモータのコアは，電磁鋼であり腐食の発生が想定されるが，防食効果のある絶縁ワニス処理が施されており，腐食が発生する可能性は小さいと考えられる。

また，フレーム及びエンドブラケットは，腐食の発生が想定されるが，表面は塗装が施されており，塗膜が健全であれば腐食進行の可能性は小さいと考えられる。

さらに，点検時に塗装の状態を目視で確認し，剥離が認められた場合は，必要に応じて補修を行うことで機能を維持できると考える。

したがって，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

i. 計装配管サポート部の腐食（全面腐食）［共通］

代表機器同様，サポート，クランプ，ベースプレート及び取付ボルト・ナットは炭素鋼であり腐食の発生が想定される。

しかし，表面は塗装又はメッキ処理が施されており，屋内空調環境に設置されていることから，腐食が発生する可能性は小さいと考えられる。

また，点検時に塗装又はメッキの状態を目視で確認し，剥離等が認められた場合は，必要に応じて補修を行うこととしている。

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

したがって，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難いことから，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

j. 計器架台，計器スタンション及びサポートの腐食（全面腐食）［共通］

代表機器同様，計器架台，計器スタンション及びサポートは炭素鋼であり腐食の発生が想定される。

しかし，表面は塗装が施されており，屋内空調環境に設置されていることから，腐食が発生する可能性は小さいと考えられる。

また，点検時に塗装の状態を目視で確認し，剥離等が認められた場合は，必要に応じて補修を行うこととしている。

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

したがって，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難いことから，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

k. 筐体の腐食（全面腐食）［共通］

代表機器同様，筐体は炭素鋼であり腐食の発生が想定される。

しかし，表面は塗装又はメッキ処理が施されており，屋内空調環境に設置されていることから，腐食が発生する可能性は小さいと考えられる。

また，点検時に塗装又はメッキの状態を目視で確認し，剥離等が認められた場合は，必要に応じて補修を行うこととしている。

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

したがって，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難いことから，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象と判断する。

l. 計器架台取付ボルト及び取付ボルト・ナットの腐食（全面腐食）［共通］

代表機器同様，計器架台取付ボルト及び取付ボルト・ナットは炭素鋼であり腐食の発生が想定される。

しかし，表面は塗装又はメッキ処理が施されており，屋内空調環境に設置されていることから，腐食が発生する可能性は小さいと考えられる。

また，点検時に塗装又はメッキの状態を目視で確認し，剥離等が認められた場合は，必要に応じて補修を行うこととしている。

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

したがって，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難いことから，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

m. 基礎ボルトの腐食(全面腐食)[LPCS ポンプ吐出圧力計測装置,原子炉圧力計測装置,格納容器圧力計測装置,主蒸気管圧力計測装置,主復水器真空度計測装置,常設高圧代替注水系ポンプ吐出圧力計測装置,代替循環冷却系ポンプ吐出圧力計測装置,D/G 機関潤滑油入口圧力計測装置,主蒸気管流量計測装置,RHR 系統流量計測装置,LPCS 系統流量計測装置,HPCS 系統流量計測装置,低圧代替注水系原子炉注水流量計測装置,低圧代替注水系格納容器スプレイ流量計測装置,低圧代替注水系格納容器下部注水流量計測装置,原子炉水位計測装置,サプレッション・プール水位計測装置,代替淡水貯槽水位計測装置,格納容器雰囲気放射線計測装置,使用済燃料プールエリア放射線計測装置,格納容器内水素濃度計測装置,原子炉建屋水素濃度計測装置,格納容器内酸素濃度計測装置]

代表機器同様,基礎ボルトの健全性評価については,「機械設備の技術評価書」にて評価を実施するものとし本評価書には含めない。

n. 埋込金物(大気接触部)の腐食(全面腐食)[共通]

代表機器同様,埋込金物(大気接触部)は炭素鋼であり腐食が想定される。

しかし,大気接触部は塗装が施されており,腐食の可能性は小さい。

また,点検時に塗装の状態を目視で確認し,剥離等が認められた場合は,必要に応じて補修を行うこととしている。

したがって,埋込金物(大気接触部)の腐食(全面腐食)は,高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

o. 計装配管,継手,計装弁及び過流量阻止弁の貫粒型応力腐食割れ[共通]

代表機器同様,計装配管,継手,計装弁及び過流量阻止弁はステンレス鋼であり,大気中の海塩粒子に含まれる塩化物イオンにより,外面からの貫粒型応力腐食割れが想定される。

しかし,計装配管の代表箇所について,定期的に目視点検及び付着塩分量測定を実施し,目視点検で異常を認めた場合や付着塩分量が基準値(70 mgCl/m^2)を超えた場合は,清掃及び浸透探傷検査を行うこととしている。

また,東海第二では,工事における副資材の管理で計装配管等への塩分付着を防止している。

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

したがって,今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難いことから,高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

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

a. 計装配管，継手，計装弁及び過流量阻止弁の粒界型応力腐食割れ［共通］

代表機器同様，計装配管，継手，計装弁及び過流量阻止弁はステンレス鋼であり，粒界型応力腐食割れが想定される。

しかしながら，内部流体の温度は 100 ℃未満であり，粒界型応力腐食割れが生じる可能性はない。

したがって，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難いことから，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

b. LPRM 検出器構造材の機械的損傷［中性子束計測装置］

代表機器同様，LPRM 検出器は，原子炉内で高速中性子照射の影響を受け，照射誘起型応力腐食割れや照射脆化など，構造材に機械的な損傷を与える可能性がある。

しかし，LPRM 検出器は，特性変化に伴い構造材の設計寿命である 20 年間の供用期間を超える前に取替えられることから，構造材に機械的損傷が発生する可能性はない。

したがって，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難いことから，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

c. 基礎ボルトの樹脂の劣化（後打ちケミカルアンカ）［主蒸気管圧力計測装置，格納容器圧力計測装置，原子炉圧力計測装置，代替循環冷却系ポンプ吐出圧力計測装置，D/G 機関潤滑油入口圧力計測装置，使用済燃料プール温度計測装置，低圧代替注水系原子炉注水流量計測装置，低圧代替注水系格納容器スプレイ流量計測装置，低圧代替注水系格納容器下部注水流量計測装置，サプレッション・プール水位計測装置，代替淡水貯槽水位計測装置，西側淡水貯水設備水位計測装置，格納容器雰囲気放射線計測装置，使用済燃料プールエリア放射線計測装置，格納容器内水素濃度計測装置，原子炉建屋水素濃度計測装置，格納容器内酸素濃度計測措置］

代表機器同様，後打ちケミカルアンカの健全性評価については，「機械設備の技術評価書」にて評価を実施するものとし本評価書には含めない。

d. 埋込金物（コンクリート埋設部）の腐食（全面腐食）［共通］

代表機器同様，埋込金物（コンクリート埋設部）は炭素鋼であり腐食が想定される。

しかし，コンクリート埋設部ではコンクリートの大気接触部表面からの中性化の進行により腐食環境となるが，コンクリートが中性化に至り，埋込金物に有意な腐食が発生するまで長期間を要す。

したがって，埋込金物（コンクリート埋設部）の腐食は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

e. 計器架台取付ボルト（コンクリート埋設部）及び基礎ボルト（コンクリート埋設部）の腐食（全面腐食）［共通］

代表機器同様，計器架台取付ボルト（コンクリート埋設部）及び基礎ボルト（コンクリート埋設部）は炭素鋼であり腐食が想定される。

しかし，コンクリート埋設部ではコンクリートの大気接触部表面からの中性化の進行により腐食環境となるが，コンクリートが中性化に至り，計器架台取付ボルト（コンクリート埋設部）及び基礎ボルト（コンクリート埋設部）に有意な腐食が発生するまで長期間を要す。

したがって，計器架台取付ボルト（コンクリート埋設部）及び基礎ボルト（コンクリート埋設部）の腐食は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

2. 補助継電器盤

［対象補助継電器盤］

① 原子炉保護系(A)継電器盤
② 原子炉保護系(B)継電器盤
③ 残留熱除去系(B),(C)補助継電器盤
④ 原子炉隔離時冷却系継電器盤
⑤ 原子炉格納容器内側隔離系継電器盤
⑥ 原子炉格納容器外側隔離系継電器盤
⑦ 高圧炉心スプレイ系継電器盤
⑧ 自動減圧系(A)継電器盤
⑨ 自動減圧系(B)継電器盤
⑩ 低圧炉心スプレイ系,残留熱除去系(A)補助継電器盤
⑪ タービン補機補助継電器盤
⑫ プロセス計装盤1
⑬ プロセス計装盤2

目次

1. 対象機器及び代表機器の選定..... 2-1
1.1 グループ化の考え方及び結果..... 2-1
1.2 代表機器の選定..... 2-1
2. 代表機器の技術評価..... 2-3
2.1 構造，材料及び使用条件..... 2-3
2.1.1 原子炉保護系(A)継電器盤..... 2-3
2.2 経年劣化事象の抽出..... 2-6
2.2.1 機器の機能達成に必要な項目..... 2-6
2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出..... 2-6
2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象..... 2-7
3. 代表機器以外への展開..... 2-9
3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象..... 2-10
3.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象..... 2-10

1. 対象機器及び代表機器の選定

東海第二で使用している補助継電器盤のうち，対象となる補助継電器盤の主な仕様を表1-1に示す。これらの補助継電器盤を型式及び設置場所の観点からグループ化し，このグループより以下のとおり代表機器を選定した。

1.1 グループ化の考え方及び結果

型式及び設置場所を分類基準とし,補助継電器盤を表1-1に示すとおりグループ化する。

1.2 代表機器の選定

このグループには，原子炉保護系(A)継電器盤，原子炉保護系(B)継電器盤，残留熱除去系(B),(C)補助継電器盤，原子炉隔離時冷却系継電器盤，原子炉格納容器内側隔離系継電器盤，原子炉格納容器外側隔離系継電器盤，高圧炉心スプレイ系継電器盤，自動減圧系(A)継電器盤，自動減圧系(B)継電器盤，低圧炉心スプレイ系,残留熱除去系(A)補助継電器盤，タービン補機補助継電器盤，プロセス計装盤1及びプロセス計装盤2が属するが，重要度及び原子炉保護上の重要性から原子炉保護系(A)継電器盤を代表機器とする。

表 1-1　補助継電器盤のグループ化及び代表機器の選定

分類基準		機器名称（面数）	仕様 (W×H×D) (mm)	選定基準			選定	選定理由
				重要度*1	使用条件			
型式	設置場所				設置場所	周囲温度 (℃)		
補助継電器盤	屋内	原子炉保護系(A)継電器盤（3）	2,400×2,286×914	MS-1	中央制御室	32.2	◎	重要度 原子炉保護上の重要性
		原子炉保護系(B)継電器盤（3）	2,400×2,286×914	MS-1	中央制御室	32.2		
		残留熱除去系(B),(C)補助継電器盤（1）	1,219×2,286×914	MS-1，重*2	中央制御室	32.2		
		原子炉隔離時冷却系継電器盤（1）	610×2,286×914	MS-1，重*2	中央制御室	32.2		
		原子炉格納容器内側隔離系継電器盤（1）	610×2,286×914	MS-1，重*2	中央制御室	32.2		
		原子炉格納容器外側隔離系継電器盤（1）	610×2,286×914	MS-1，重*2	中央制御室	32.2		
		高圧炉心スプレイ系継電器盤（1）	1,219×2,286×914	MS-1，重*2	中央制御室	32.2		
		自動減圧系(A)継電器盤（1）	1,524×2,286×914	MS-1，重*2	中央制御室	32.2		
		自動減圧系(B)継電器盤（1）	914×2,286×914	MS-1，重*2	中央制御室	32.2		
		低圧炉心スプレイ系,残留熱除去系(A) 補助継電器盤（1）	1,219×2,286×914	MS-1，重*2	中央制御室	32.2		
		タービン補機補助継電器盤（1）	3,810×2,286×914	MS-1，重*2	中央制御室	32.2		
		プロセス計装盤 1(1)	1,200×2,286×914	MS-2，重*2	中央制御室	32.2		
		プロセス計装盤 2(1)	762×2,286×914	MS-2，重*2	中央制御室	32.2		

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

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

2. 代表機器の技術評価

本章では1章で代表機器とした以下の補助継電器盤について技術評価を実施する。

① 原子炉保護系(A)継電器盤

2.1 構造，材料及び使用条件

2.1.1 原子炉保護系(A)継電器盤

(1) 構造

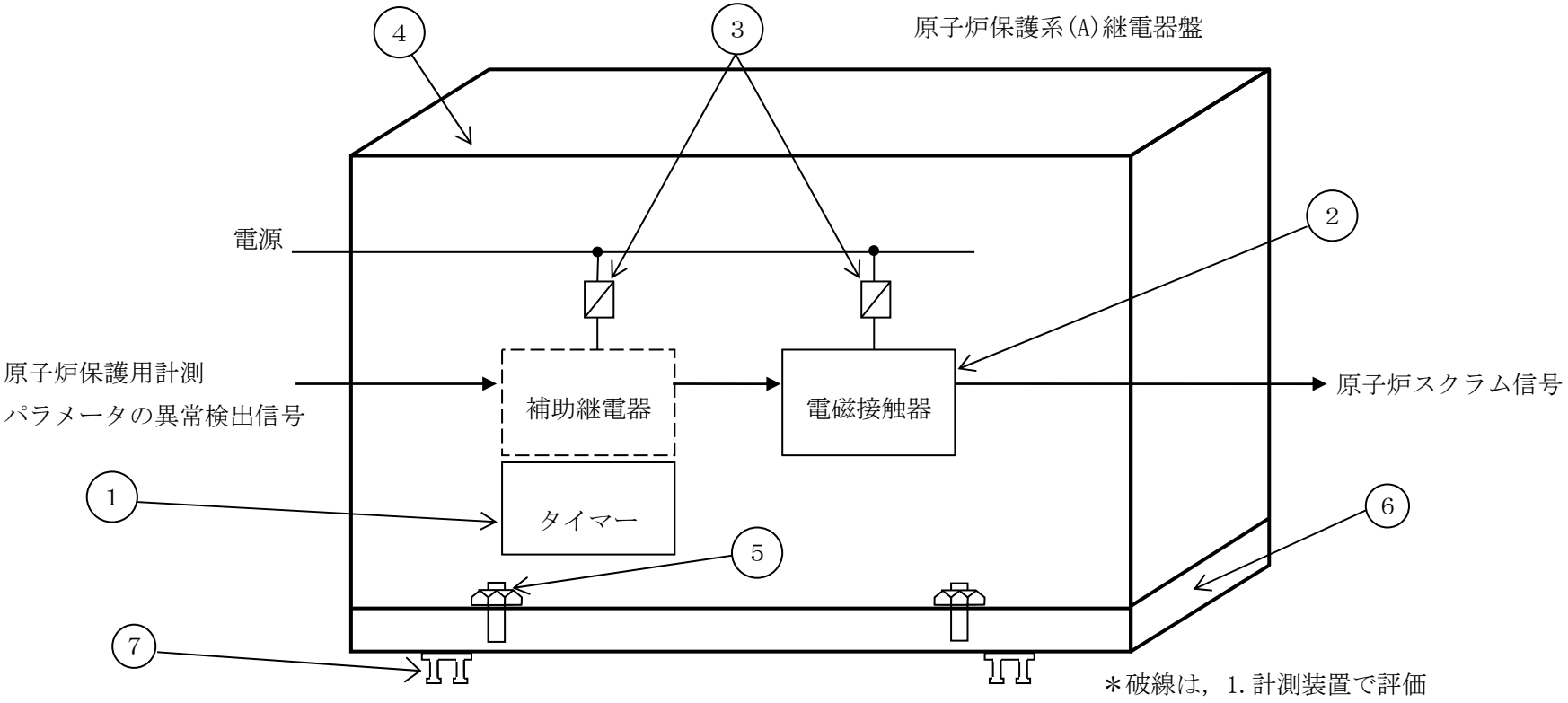
東海第二の原子炉保護系(A)継電器盤は，寸法 2,400㎜(W)×2,286㎜(H)×914㎜(D)の自立型の補助継電器盤が3面構成で設置されている。

原子炉の保護機能として，原子炉保護用計測パラメータの異常検出信号を入力とし，原子炉スクラム信号を出力するリレーロジックを構成する補助継電器，タイマー，電磁接触器，その他電気回路構成品であるヒューズ，機器を支持するための筐体，チャンネルベース，取付ボルト及び埋込金物で構成されている。

東海第二の原子炉保護系(A)継電器盤の構成図を図2.1-1に示す。

(2) 材料及び使用条件

東海第二の原子炉保護系(A)継電器盤主要部位の使用材料を表2.1-1に，使用条件を表2.1-2に示す。



No.	部位	No.	部位
①	タイマー	⑤	取付ボルト
②	電磁接触器	⑥	チャンネルベース
③	ヒューズ	⑦	埋込金物
④	筐体		

図 2.1-1　原子炉保護系(A)継電器盤構成図

表 2.1-1　原子炉保護系(A)継電器盤主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
機器異常信号処理	保護回路	タイマー	（定期取替品）
		電磁接触器	（定期取替品）
		ヒューズ	（消耗品）
機器の支持	支持	筐体	炭素鋼
		取付ボルト	炭素鋼
		チャンネルベース	炭素鋼
		埋込金物	炭素鋼

表 2.1-2　原子炉保護系(A)継電器盤の使用条件

設置場所	中央制御室
周囲温度	32.2 ℃

2.2 経年劣化事象の抽出

2.2.1 機器の機能達成に必要な項目

補助継電器盤の機能である保護機能の達成に必要な項目としては，以下のとおり。

(1) 機器異常信号処理

(2) 機器の支持

2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

(1) 想定される経年劣化事象の抽出

補助継電器盤について，機能達成に必要な項目を考慮して主要な部位に展開した上で，個々の部位の材料，構造，使用条件（周囲温度）及び現在までの運転経験を考慮し，表 2.2-1 に示すとおり，想定される経年劣化事象を抽出した（表 2.2-1 で○又は△，▲）。

なお，消耗品及び定期取替品は以下のとおり評価対象外とする。

(2) 消耗品及び定期取替品の扱い

ヒューズは消耗品であり，電磁接触器及びタイマーは定期取替品であるため，設計時に長期使用せず取替を前提としていることから高経年化対策を見極める上での評価対象外とする。

(3) 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

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

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

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

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

この結果，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象は抽出されなかった。

2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

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

a. 筐体，取付ボルト及びチャンネルベースの腐食（全面腐食）

筐体，取付ボルト及びチャンネルベースは炭素鋼であり，腐食が想定される。

しかしながら，筐体及びチャンネルベースは塗装，取付ボルトは亜鉛メッキにより腐食を防止しており，塗膜又はメッキ面が健全であれば腐食進行の可能性は小さい。

また，点検時に目視により塗膜又はメッキ面の状態を確認し，はく離等が認められた場合は必要に応じて補修を実施することとしている。

したがって，筐体，取付ボルト及びチャンネルベースの腐食は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

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

a. 埋込金物（コンクリート埋設部）の腐食（全面腐食）

埋込金物（コンクリート埋設部）は炭素鋼であり腐食が想定される。

しかし，コンクリート埋設部ではコンクリートの大気接触部表面からの中性化の進行により腐食環境となるが，コンクリートが中性化に至り，埋込金物に有意な腐食が発生するまで長期間を要す。

したがって，埋込金物（コンクリート埋設部）の腐食（全面腐食）は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

表 2.2-1　原子炉保護系(A)継電器盤に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象								備考
					減肉		割れ		絶縁	導通	信号	その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	絶縁特性低下	導通不良	特性変化		
機器異常信号処理	保護回路	タイマー	◎	－									*:コンクリート埋設部
		電磁接触器	◎	－									
		ヒューズ	◎	－									
機器の支持	支持	筐体		炭素鋼		△							
		取付ボルト		炭素鋼		△							
		チャンネルベース		炭素鋼		△							
		埋込金物		炭素鋼		▲*							

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

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

3. 代表機器以外への展開

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

［対象補助継電器盤］

① 原子炉保護系(B)継電器盤
② 残留熱除去系(B),(C)補助継電器盤
③ 原子炉隔離時冷却系継電器盤
④ 原子炉格納容器内側隔離系継電器盤
⑤ 原子炉格納容器外側隔離系継電器盤
⑥ 高圧炉心スプレイ系継電器盤
⑦ 自動減圧系(A)継電器盤
⑧ 自動減圧系(B)継電器盤
⑨ 低圧炉心スプレイ系,残留熱除去系(A)補助継電器盤
⑩ タービン補機補助継電器盤
⑪ プロセス計装盤 1
⑫ プロセス計装盤 2

3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

代表機器同様，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象は抽出されなかった。

3.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

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

a. 筐体，取付ボルト及びチャンネルベースの腐食（全面腐食）［共通］

筐体，取付ボルト及びチャンネルベースは炭素鋼であり，腐食が想定される。

しかしながら，筐体及びチャンネルベースは塗装，取付ボルトは亜鉛メッキにより腐食を防止しており，塗膜又はメッキ面が健全であれば腐食進行の可能性は小さい。

また，点検時に目視により塗膜又はメッキ面の状態を確認し，はく離等が認められた場合は必要に応じて補修を実施することとしている。

したがって，筐体，取付ボルト及びチャンネルベースの腐食は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

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

a. 埋込金物（コンクリート埋設部）の腐食（全面腐食）［共通］

埋込金物（コンクリート埋設部）は炭素鋼であり腐食が想定される。

しかし，コンクリート埋設部ではコンクリートの大気接触部表面からの中性化の進行により腐食環境となるが，コンクリートが中性化に至り，埋込金物に有意な腐食が発生するまで長期間を要す。

したがって，埋込金物（コンクリート埋設部）の腐食（全面腐食）は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

3. 操作制御盤

［対象操作制御盤］

① 原子炉制御操作盤
② 原子炉補機操作盤
③ 緊急時炉心冷却系操作盤
④ 所内電気操作盤
⑤ 可燃性ガス濃度制御盤(A)
⑥ 可燃性ガス濃度制御盤(B)
⑦ プロセス放射線モニタ,起動領域モニタ(A)操作盤
⑧ プロセス放射線モニタ,起動領域モニタ(B)操作盤
⑨ 出力領域モニタ計装盤
⑩ 窒素置換－空調換気制御盤
⑪ 非常用ガス処理系,非常用ガス再循環系(A)操作盤
⑫ 非常用ガス処理系,非常用ガス再循環系(B)操作盤
⑬ 原子炉保護系1Aトリップユニット盤
⑭ 原子炉保護系1Bトリップユニット盤
⑮ 原子炉保護系2Aトリップユニット盤
⑯ 原子炉保護系2Bトリップユニット盤
⑰ 緊急時炉心冷却系DIV-Ⅰ-1トリップユニット盤
⑱ 緊急時炉心冷却系DIV-Ⅱ-1トリップユニット盤
⑲ 高圧炉心スプレイ系トリップユニット盤
⑳ 格納容器雰囲気監視系(A)操作盤
㉑ 格納容器雰囲気監視系(B)操作盤
㉒ サプレッション・プール温度記録計盤(A)
㉓ サプレッション・プール温度記録計盤(B)
㉔ RCICタービン制御盤
㉕ 原子炉遠隔停止操作盤
㉖ SA監視操作設備
㉗ 高圧代替注水系制御盤
㉘ 常設代替高圧電源装置遠隔操作盤
㉙ 潮位監視盤
㉚ 津波・構内監視設備
㉛ 使用済燃料プール監視設備
㉜ 緊急時対策所用非常用換気空調設備操作盤
㉝ 緊急時対策所用災害対策本部操作盤
㉞ 安全パラメータ表示システム(SPDS)及びデータ伝送設備
㉟ 衛星電話設備
㊱ 統合原子力防災ネットワークに接続する通信連絡設備

目次

1. 対象機器及び代表機器の選定..... 3-1
1.1 グループ化の考え方及び結果..... 3-1
1.2 代表機器の選定..... 3-1
2. 代表機器の技術評価..... 3-4
2.1 構造，材料及び使用条件..... 3-4
2.1.1 原子炉制御操作盤..... 3-4
2.2 経年劣化事象の抽出..... 3-7
2.2.1 機器の機能達成に必要な項目..... 3-7
2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出..... 3-7
2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象..... 3-8
3. 代表機器以外への展開..... 3-10
3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象..... 3-11
3.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象..... 3-11

1. 対象機器及び代表機器の選定

東海第二で使用している操作制御盤のうち，対象となる操作制御盤の主な仕様を表1-1に示す。これらの操作制御盤を型式及び設置場所の観点からグループ化し，このグループより以下のとおり代表機器を選定した。

1.1 グループ化の考え方及び結果

型式及び設置場所を分類基準とし，操作制御盤を表1-1に示すとおりグループ化する。

1.2 代表機器の選定

このグループには，原子炉制御操作盤，原子炉補機操作盤，緊急時炉心冷却系操作盤，所内電気操作盤，可燃性ガス濃度制御盤(A)，可燃性ガス濃度制御盤(B)，プロセス放射線モニタ,起動領域モニタ(A)操作盤，プロセス放射線モニタ,起動領域モニタ(B)操作盤，出力領域モニタ計装盤，窒素置換－空調換気制御盤，非常用ガス処理系,非常用ガス再循環系(A)操作盤，非常用ガス処理系,非常用ガス再循環系(B)操作盤，原子炉保護系1Aトリップユニット盤,原子炉保護系1Bトリップユニット盤,原子炉保護系2Aトリップユニット盤，原子炉保護系2Bトリップユニット盤，緊急時炉心冷却系DIV-Ⅰ-1トリップユニット盤，緊急時炉心冷却系DIV-Ⅱ-1トリップユニット盤，高圧炉心スプレイ系トリップユニット盤，格納容器雰囲気監視系(A)操作盤，格納容器雰囲気監視系(B)操作盤，サプレッション・プール温度記録計盤(A)，サプレッション・プール温度記録計盤(B)，RCICタービン制御盤，原子炉遠隔停止操作盤，SA監視操作設備，高圧代替注水系制御盤，常設代替高圧電源装置遠隔操作盤，潮位監視盤，津波・構内監視設備，使用済燃料プール監視設備，緊急時対策所用非常用換気空調設備操作盤，緊急時対策所用災害対策本部操作盤，安全パラメータ表示システム(SPDS)及びデータ伝送設備，衛星電話設備及び統合原子力防災ネットワークに接続する通信連絡設備が属するが，重要度及び原子炉保護上の重要性から原子炉制御操作盤を代表機器とする。

表 1-1(1/2)　操作制御盤のグループ化及び代表機器の選定

分類基準		機器名称（面数）	仕様 (W×H×D) (mm)	選定基準			選定	選定理由
型式	設置場所			重要度*1	使用条件			
					設置場所	周囲温度(℃)		
操作制御盤	屋内	原子炉制御操作盤（1）	4,402×2,286×1,661	MS-1，重*2	中央制御室	32.2	◎	重要度 原子炉保護上の重要性
		原子炉補機操作盤（1）	2,811×2,286×1,661	MS-1，重*2	中央制御室	32.2		
		緊急時炉心冷却系操作盤（1）	6,096×2,286×1,661	MS-1，重*2	中央制御室	32.2		
		所内電気操作盤（1）	3,200×2,286×1,661	MS-2，重*2	中央制御室	32.2		
		可燃性ガス濃度制御盤(A)（1）	762×2,286×914	MS-1	中央制御室	32.2		
		可燃性ガス濃度制御盤(B)（1）	762×2,286×914	MS-1	中央制御室	32.2		
		プロセス放射線モニタ,起動領域モニタ(A)操作盤（1）	1,219×2,286×914	MS-1，重*2	中央制御室	32.2		
		プロセス放射線モニタ,起動領域モニタ(B)操作盤（1）	1,219×2,286×914	MS-1，重*2	中央制御室	32.2		
		出力領域モニタ計装盤（6）	4,572×2,286×914	MS-1，重*2	中央制御室	32.2		
		窒素置換－空調換気制御盤（1）	1,829×2,286×914	MS-1，重*2	中央制御室	32.2		
		非常用ガス処理系，非常用ガス再循環系(A)操作盤（1）	2,440×2,286×914	MS-1，重*2	中央制御室	32.2		
		非常用ガス処理系，非常用ガス再循環系(B)操作盤（1）	2,440×2,286×914	MS-1，重*2	中央制御室	32.2		
		原子炉保護系1Aトリップユニット盤（1）	762×2,286×914	MS-1	中央制御室	32.2		
		原子炉保護系1Bトリップユニット盤（1）	762×2,286×914	MS-1	中央制御室	32.2		
		原子炉保護系2Aトリップユニット盤（1）	762×2,286×914	MS-1	中央制御室	32.2		
		原子炉保護系2Bトリップユニット盤（1）	762×2,286×914	MS-1	中央制御室	32.2		
		緊急時炉心冷却系DIV-Ⅰ-1トリップユニット盤（1）	762×2,286×914	MS-1	中央制御室	32.2		
		緊急時炉心冷却系DIV-Ⅱ-1トリップユニット盤（1）	762×2,286×914	MS-1	中央制御室	32.2		
		高圧炉心スプレイ系トリップユニット盤（1）	762×2,286×914	MS-1	中央制御室	32.2		
		格納容器雰囲気監視系(A)操作盤（1）	760×2,286×914	MS-1，重*2	中央制御室	32.2		
		格納容器雰囲気監視系(B)操作盤（1）	760×2,286×914	MS-1，重*2	中央制御室	32.2		
		サプレッション・プール温度記録計盤(A)（1）	762×2,286×914	MS-2	中央制御室	32.2		
		サプレッション・プール温度記録計盤(B)（1）	762×2,286×914	MS-2	中央制御室	32.2		
		RCICタービン制御盤(1)	1,000×2,300×800	MS-1，重*2	空調機械室	50		
		原子炉遠隔停止操作盤（1）	2,438×2,286×914	MS-2，重*2	電気室	40		

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

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

表 1-1(2/2)　操作制御盤のグループ化及び代表機器の選定

分類基準		機器名称（面数）	仕様 (W×H×D) (mm)	選定基準			選定	選定理由
				重要度[*1]	使用条件			
型式	設置場所				設置場所	周囲温度(℃)		
操作制御盤	屋内	SA 監視操作設備[*4]	－	重[*2]	中央制御室	32.2		
		高圧代替注水系制御盤（1）[*4]	1,050×2,275×600	重[*2]	中央制御室	32.2		
		常設代替高圧電源装置遠隔操作盤（1）[*4]	800×2,200×670	重[*2]	中央制御室	32.2		
		潮位監視盤（1）[*4]	750×1,725×500	設[*3]	中央制御室	32.2		
		津波・構内監視設備[*4]	－	設[*3]	中央制御室/緊急時対策所	32.2/40		
		使用済燃料プール監視設備[*4]	－	重[*2]	中央制御室/緊急時対策所	32.2/40		
		緊急時対策所用非常用換気空調設備操作盤（4）[*4]	1,000×2,300×1,000[*5]	重[*2]	緊急時対策所	40		
		緊急時対策所用災害対策本部操作盤（1）[*4]	1,500×2,300×1,500	重[*2]	緊急時対策所	40		
		安全パラメータ表示システム(SPDS)及びデータ伝送設備[*4]	－	重[*2]	中央制御室/緊急時対策所	32.2/40		
		衛星電話設備[*4]	－	重[*2]	中央制御室/緊急時対策所	32.2/40		
		統合原子力防災ネットワークに接続する通信連絡設備[*4]	－	重[*2]	緊急時対策所	40		

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す
*2：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器及び構造物であることを示す
*3：設計基準対象施設として評価対象とした機器及び構造物であることを示す
*4：新規に設置される機器
*5：1面あたりの仕様を示す

2. 代表機器の技術評価

本章では1章で代表機器とした以下の操作制御盤について技術評価を実施する。

① 原子炉制御操作盤

2.1 構造，材料及び使用条件

2.1.1 原子炉制御操作盤

(1) 構造

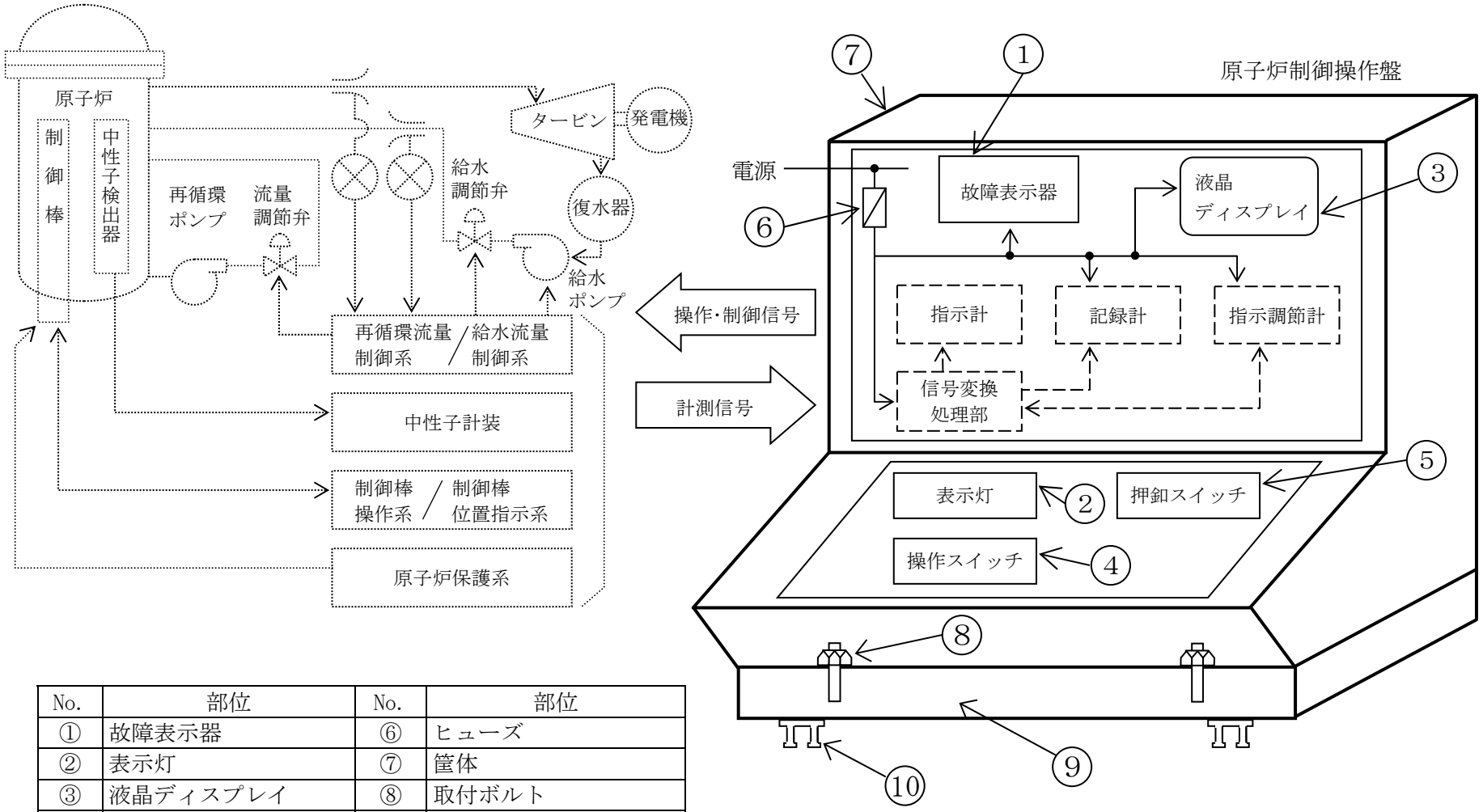
東海第二の原子炉制御操作盤は，寸法4,402 ㎜(W)×2,286 ㎜(H)×1,661 ㎜(D)の自立型の操作制御盤が1面構成で設置されている。

原子炉系の操作，監視及び制御機能として，原子炉の状態を監視する故障表示器，指示計，記録計，表示灯，液晶ディスプレイ，信号変換処理を行う信号変換処理部，機器の操作及び制御を行う操作スイッチ，押釦スイッチ，指示調節計，その他電気回路構成品であるヒューズ，機器の支持機能として筐体，チャンネルベース，取付ボルト及び埋込金物で構成されている。

東海第二の原子炉制御操作盤の構成図を図2.1-1に示す。

(2) 材料及び使用条件

東海第二の原子炉制御操作盤主要部位の使用材料を表 2.1-1 に，使用条件を表2.1-2に示す。



No.	部位	No.	部位
①	故障表示器	⑥	ヒューズ
②	表示灯	⑦	筐体
③	液晶ディスプレイ	⑧	取付ボルト
④	操作スイッチ	⑨	チャンネルベース
⑤	押釦スイッチ	⑩	埋込金物

図 2.1-1　原子炉制御操作盤構成図

表 2.1-1　原子炉制御操作盤主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
機器の操作監視 制御特性の維持	操作，監視，制御	故障表示器	（消耗品）
		表示灯	（消耗品）
		液晶ディスプレイ	（消耗品）
		操作スイッチ	（定期取替品）
		押釦スイッチ	（定期取替品）
		ヒューズ	（消耗品）
機器の支持	支持	筐体	炭素鋼
		取付ボルト	炭素鋼
		チャンネルベース	炭素鋼
		埋込金物	炭素鋼

表 2.1-2　原子炉制御操作盤の使用条件

設置場所	中央制御室
周囲温度	32.2 ℃

2.2 経年劣化事象の抽出

2.2.1 機器の機能達成に必要な項目

操作制御盤の機能であるプラント操作制御機能の達成に必要な項目は以下のとおり。

(1) 機器の操作監視

(2) 制御特性の維持

(3) 機器の支持

2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

(1) 想定される経年劣化事象の抽出

操作制御盤について，機能達成に必要な項目を考慮して主要な部位に展開した上で，個々の部位の材料，構造，使用条件（周囲温度）及び現在までの運転経験を考慮し，表 2.2-1 に示すとおり，想定される経年劣化事象を抽出した（表 2.2-1 で○又は△，▲）。

なお，消耗品及び定期取替品は以下のとおり評価対象外とする。

(2) 消耗品及び定期取替品の扱い

故障表示器，表示灯，液晶ディスプレイ及びヒューズは消耗品であり，操作スイッチ，押釦スイッチは定期取替品であるため，設計時に長期使用せず取替を前提としていることから高経年化対策を見極める上での評価対象外とする。

(3) 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

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

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

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

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

この結果，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象は抽出されなかった。

2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

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

a. 筐体，取付ボルト及びチャンネルベースの腐食（全面腐食）

筐体，取付ボルト及びチャンネルベースは炭素鋼であり，腐食が想定される。

しかしながら，筐体及びチャンネルベースは塗装，取付ボルトは亜鉛メッキにより腐食を防止しており，塗膜又はメッキ面が健全であれば腐食進行の可能性は小さい。

また，点検時に目視により塗膜又はメッキ面の状態を確認し，はく離等が認められた場合は必要に応じて補修を実施することとしている。

したがって，筐体，取付ボルト及びチャンネルベースの腐食は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

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

a. 埋込金物（コンクリート埋設部）の腐食（全面腐食）

埋込金物（コンクリート埋設部）は炭素鋼であり腐食が想定される。

しかし，コンクリート埋設部ではコンクリートの大気接触部表面からの中性化の進行により腐食環境となるが，コンクリートが中性化に至り，埋込金物に有意な腐食が発生するまで長期間を要す。

したがって，埋込金物（コンクリート埋設部）の腐食（全面腐食）は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

表 2.2-1　原子炉制御操作盤に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象								備考
					減肉		割れ		絶縁	導通	信号	その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	絶縁特性低下	導通不良	特性変化		
機器の操作監視制御特性の維持	操作，監視，制御	故障表示器	◎	－									*:コンクリート埋設部
		表示灯	◎	－									
		液晶ディスプレイ	◎	－									
		操作スイッチ	◎	－									
		押釦スイッチ	◎	－									
		ヒューズ	◎	－									
機器の支持	支持	筐体		炭素鋼		△							
		取付ボルト		炭素鋼		△							
		チャンネルベース		炭素鋼		△							
		埋込金物		炭素鋼		▲*							

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

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

3. 代表機器以外への展開

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

［対象操作制御盤］

① 原子炉補機操作盤
② 緊急時炉心冷却系操作盤
③ 所内電気操作盤
④ 可燃性ガス濃度制御盤(A)
⑤ 可燃性ガス濃度制御盤(B)
⑥ プロセス放射線モニタ,起動領域モニタ(A)操作盤
⑦ プロセス放射線モニタ,起動領域モニタ(B)操作盤
⑧ 出力領域モニタ計装盤
⑨ 窒素置換－空調換気制御盤
⑩ 非常用ガス処理系,非常用ガス再循環系(A)操作盤
⑪ 非常用ガス処理系,非常用ガス再循環系(B)操作盤
⑫ 原子炉保護系1Aトリップユニット盤
⑬ 原子炉保護系1Bトリップユニット盤
⑭ 原子炉保護系2Aトリップユニット盤
⑮ 原子炉保護系2Bトリップユニット盤
⑯ 緊急時炉心冷却系DIV-Ⅰ-1トリップユニット盤
⑰ 緊急時炉心冷却系DIV-Ⅱ-1トリップユニット盤
⑱ 高圧炉心スプレイ系トリップユニット盤
⑲ 格納容器雰囲気監視系(A)操作盤
⑳ 格納容器雰囲気監視系(B)操作盤
㉑ サプレッション・プール温度記録計盤(A)
㉒ サプレッション・プール温度記録計盤(B)
㉓ RCICタービン制御盤
㉔ 原子炉遠隔停止操作盤
㉕ SA監視操作設備
㉖ 高圧代替注水系制御盤
㉗ 常設代替高圧電源装置遠隔操作盤
㉘ 潮位監視盤
㉙ 津波・構内監視設備
㉚ 使用済燃料プール監視設備
㉛ 緊急時対策所用非常用換気空調設備操作盤
㉜ 緊急時対策所用災害対策本部操作盤
㉝ 安全パラメータ表示システム(SPDS)
及びデータ伝送設備
㉞ 衛星電話設備
㉟ 統合原子力防災ネットワークに
接続する通信連絡設備

3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

代表機器同様，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象は抽出されなかった。

3.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

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

a. 半導体基板の特性変化

［津波・構内監視設備，使用済燃料プール監視設備，安全パラメータ表示システム(SPDS)及びデータ伝送設備，衛星電話設備，統合原子力防災ネットワークに接続する通信連絡設備］

半導体基板は長期間の使用に伴い，入出力特性の変化が想定される。

しかしながら，半導体基板を構成している電気回路部は定格値（電圧・電流）に対して回路上は十分低い範囲で使用する設計としており，また屋内に設置されていることから環境変化の程度は小さく，短期間での入出力特性が変化する可能性は小さい。

新規に設置される常設重大事故等対処設備等に属する機器については，定期的に調整試験及び動作確認を行い，異常が認められた場合は必要に応じて補修を行うこととしており，これらの保全を実施することで機能を維持できると考える。

したがって，半導体基板の特性変化は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

b. 筐体，取付ボルト及びチャンネルベースの腐食（全面腐食）［共通］

筐体，取付ボルト及びチャンネルベースは炭素鋼であり，腐食が想定される。

しかしながら，筐体及びチャンネルベースは塗装，取付ボルトは亜鉛メッキにより腐食を防止しており，塗膜又はメッキ面が健全であれば腐食進行の可能性は小さい。

また，点検時に目視により塗膜又はメッキ面の状態を確認し，はく離等が認められた場合は必要に応じて補修を実施することとしている。

したがって，筐体，取付ボルト及びチャンネルベースの腐食は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

c. 基礎ボルトの腐食（全面腐食）

［原子炉保護系1Aトリップユニット盤，原子炉保護系1Bトリップユニット盤，原子炉保護系2Aトリップユニット盤，原子炉保護系2Bトリップユニット盤，緊急時炉心冷却系DIV-Ⅰ-1トリップユニット盤，RCICタービン制御盤，SA監視操作設備，高圧代替注水系制御盤，常設代替高圧電源装置遠隔操作盤，潮位監視盤，使用済燃料プール監視設備，安全パラメータ表示システム(SPDS)及びデータ伝送設備］

基礎ボルトの腐食（全面腐食）については，「機械設備の技術評価書」にて評価を実施するものとし本評価書には含めない。

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

a. 埋込金物（コンクリート埋設部）の腐食（全面腐食）

［原子炉補機操作盤，緊急時炉心冷却系操作盤，所内電気操作盤，可燃性ガス濃度制御盤(A)，可燃性ガス濃度制御盤(B)，プロセス放射線モニタ,起動領域モニタ(A)操作盤，プロセス放射線モニタ,起動領域モニタ(B)操作盤，出力領域モニタ計装盤，窒素置換－空調換気制御盤，非常用ガス処理系，非常用ガス再循環系(A)操作盤，非常用ガス処理系，非常用ガス再循環系(B)操作盤，緊急時炉心冷却系 DIV-Ⅱ-1 トリップユニット盤，高圧炉心スプレイ系トリップユニット盤，格納容器雰囲気監視系(A)操作盤，格納容器雰囲気監視系(B)操作盤，サプレッション・プール温度記録計盤(A)，サプレッション・プール温度記録計盤(B)，原子炉遠隔停止操作盤，緊急時対策所用非常用換気空調設備操作盤，緊急時対策所用災害対策本部操作盤］

埋込金物（コンクリート埋設部）は炭素鋼であり腐食が想定される。

しかし，コンクリート埋設部ではコンクリートの大気接触部表面からの中性化の進行により腐食環境となるが，コンクリートが中性化に至り，埋込金物に有意な腐食が発生するまで長期間を要す。

したがって，埋込金物（コンクリート埋設部）の腐食（全面腐食）は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

b. 基礎ボルトの樹脂の劣化（後打ちケミカルアンカ）

［原子炉保護系 1A トリップユニット盤，原子炉保護系 1B トリップユニット盤，原子炉保護系 2A トリップユニット盤，原子炉保護系 2B トリップユニット盤，緊急時炉心冷却系 DIV-Ⅰ-1 トリップユニット盤，RCIC タービン制御盤，SA 監視操作設備，高圧代替注水系制御盤，潮位監視盤，津波・構内監視設備，使用済燃料プール監視設備，安全パラメータ表示システム(SPDS)及びデータ伝送設備］

後打ちケミカルアンカの健全性評価については，「機械設備の技術評価書」にて評価を実施するものとし本評価書には含めない。

東海第二発電所
空調設備の技術評価書

（運転を断続的に行うことを前提とした評価）

日本原子力発電株式会社

本評価書は，東海第二発電所（以下，「東海第二」という）で使用している安全上重要な空調設備（重要度分類審査指針におけるクラス 1 の空調設備）及び常設重大事故等対処設備に属する空調設備について，運転を断続的に行うことを前提に高経年化に係わる技術評価についてまとめたものである。

なお，クラス 2 及び高温・高圧の環境下にあるクラス 3 の空調設備はない。

評価対象機器の一覧を表 1 に，機能を表 2 に示す。

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

1．ファン
2．空調機
3．冷凍機
4．フィルタユニット
5．ダクト
6．ダンパ及び弁

なお，非常用ガス処理系，非常用ガス再循環系，緊急時対策所換気系（重大事故等対処設備）の配管は「配管の技術評価書」，非常用ガス処理系，非常用ガス再循環系，緊急時対策所換気系（重大事故等対処設備）の弁，中央制御室換気系隔離弁，緊急時対策所換気系（重大事故等対処設備）の電動弁用駆動部は「弁の技術評価書」にてそれぞれ評価を実施するものとし，本評価書には含めない。

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

表 1(1/2)　評価対象機器一覧

機種	機器名称	仕様（流量×静圧）	重要度[*1]
ファン	非常用ガス処理系排風機[*5]	3,570　m^3/h　×1,500　Pa	MS-1 重[*4]
	非常用ガス再循環系排風機	17,000　m^3/h　×5,227　Pa	MS-1 重[*4]
	中央制御室ブースターファン[*5]	5,100　m^3/h　×2,110　Pa	MS-1 重[*4]
	緊急時対策所非常用送風機[*5]	5,000　m^3/h　×5,600　Pa	重[*4]
	中央制御室排気ファン	3,400　m^3/h　×196　Pa	MS-1
	ディーゼル室換気系ルーフベントファン	71,400　m^3/h　×216　Pa	MS-1
空調機	高圧炉心スプレイ系ポンプ室空調機	11,800　m^3/h　×490　Pa	MS-1
	低圧炉心スプレイ系ポンプ室空調機	11,800　m^3/h　×490　Pa	MS-1
	残留熱除去系ポンプ室空調機	6,800　m^3/h　×340　Pa	MS-1
	中央制御室エアハンドリングユニットファン[*5]	42,500　m^3/h　×1,560　Pa	MS-1 重[*4]
冷凍機	中央制御室チラーユニット	210,000　W[*2]	MS-1
フィルタユニット	非常用ガス再循環系フィルタトレイン	17,000　m^3/h[*3]	MS-1 重[*4]
	非常用ガス処理系フィルタトレイン	3,570　m^3/h[*3]	MS-1 重[*4]
	中央制御室換気系フィルタユニット	5,100　m^3/h[*3]	MS-1 重[*4]
	緊急時対策所非常用フィルタ装置[*5]	5,000　m^3/h[*3]	重[*4]
ダクト	中央制御室換気系ダクト（角ダクト）	42,500　m^3/h[*3]	MS-1 重[*4]
	ディーゼル室換気系ダクト（角ダクト）	71,400　m^3/h[*3]	MS-1
	中央制御室換気系ダクト（丸ダクト）	42,500　m^3/h[*3]	MS-1
	原子炉建屋換気系ダクト（丸ダクト）	231,200　m^3/h[*3]	MS-1

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

*2：冷却能力を示す

*3：流量を示す

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

*5：新規に設置される機器

表 1(2/2)　評価対象機器一覧

機種	機器名称	仕様（流量）	重要度[*1]
ダンパ及び弁	中央制御室換気系空気作動式ダンパ	42,500　m^3/h	MS-1
		5,100　m^3/h	MS-1 重[*2]
	ディーゼル室換気系空気作動式ダンパ	95,000　m^3/h	MS-1
	非常用ガス処理系グラビティダンパ	3,570　m^3/h	MS-1 重[*2]
	非常用ガス再循環系グラビティダンパ	17,000　m^3/h	MS-1 重[*2]
	中央制御室換気系グラビティダンパ	42,500　m^3/h	MS-1 重[*2]
		5,100　m^3/h	MS-1 重[*2]
	ディーゼル室換気系グラビティダンパ	71,400　m^3/h	MS-1
	緊急時対策所換気系グラビティダンパ[*3]	5,000　m^3/h	重[*2]
	中央制御室換気系手動式ダンパ	3,400　m^3/h	MS-1
		5,100　m^3/h	MS-1 重[*2]
	原子炉建屋換気系隔離弁	231,200　m^3/h	MS-1
	中央制御室換気系隔離弁	3,400　m^3/h	MS-1，重[*2]
		34,800　m^3/h[*3]	MS-1

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

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

*3：新規に設置される機器

表2(1/2)　評価対象機器の機能

機器名称	主な機能
非常用ガス処理系排風機	原子炉建屋内の放射能レベルが高くなった場合に起動し，原子炉建屋の負圧を維持するとともに，原子炉建屋内のガスをフィルタユニットに通過させ，放射性物質を吸着除去した後，排気筒へ排風する。
非常用ガス再循環系排風機	原子炉建屋内の放射能レベルが高くなった場合に起動し，原子炉建屋内のガスに含まれる放射性物質を効率的に吸着除去するため，原子炉建屋内とフィルタユニット間で再循環させる。
中央制御室ブースターファン	非常時に起動し，中央制御室内の空気を再循環ラインで循環し，中央制御室内の空気の放射性物質を除去する。
緊急時対策所非常用送風機	重大事故等の発生時に起動し，緊急時対策所内の空気をフィルタユニットに通過させ，放射性物質を吸着除去し，緊急時対策所に留まる要員の居住性を確保する。
中央制御室排気ファン	中央制御室内の空気を換気する。
ディーゼル室換気系ルーフベントファン	ディーゼル室内の空気を換気する。
高圧炉心スプレイ系ポンプ室空調機	高圧炉心スプレイ系ポンプの運転に伴い起動し，室内の冷却を行い，室内環境を維持する。
低圧炉心スプレイ系ポンプ室空調機	低圧炉心スプレイ系ポンプの運転に伴い起動し，室内の冷却を行い，室内環境を維持する。
残留熱除去系ポンプ室空調機	残留熱除去系ポンプの運転に伴い起動し，室内の冷却を行い，室内環境を維持する。
中央制御室エアハンドリングユニットファン	中央制御室内を換気し，環境を調整する。
中央制御室チラーユニット	冷水を中央制御室エアハンドリングユニットファン冷却コイルに送り，中央制御室を冷却する。
非常用ガス再循環系フィルタトレイン	原子炉建屋内の放射能レベルが高くなった場合，原子炉建屋内ガスの放射性物質を効率的に吸着除去する。
非常用ガス処理系フィルタトレイン	原子炉建屋内の放射能レベルが高くなった場合，原子炉建屋内ガスの放射性物質を吸着除去する。
中央制御室換気系フィルタユニット	中央制御室空調設備の非常時の再循環ラインに取付けられ，中央制御室内空気の放射性物質を除去する。
緊急時対策所非常用フィルタ装置	緊急時対策所の空気中の放射性物質を吸着除去する。
中央制御室換気系ダクト（角ダクト）	中央制御室換気系の空気流路を形成する。
ディーゼル室換気系ダクト(角ダクト)	ディーゼル室換気系の空気流路を形成する。
中央制御室換気系ダクト（丸ダクト）	中央制御室換気系の空気流路を形成する。
原子炉建屋換気系ダクト（丸ダクト）	原子炉建屋換気系の空気流路を形成する。

表2(2/2)　評価対象機器の機能

機器名称	主な機能
中央制御室換気系空気作動式ダンパ	中央制御室換気系の空気作動式ダンパで,中央制御室換気系ファン入口に取付けられており,空気流路を確保する。
ディーゼル室換気系空気作動式ダンパ	ディーゼル室換気系の空気作動式ダンパで,ディーゼル室換気系の外気取入口に取付けられており,空気流路を確保する。
非常用ガス処理系グラビティダンパ	非常用ガス処理系の重力式ダンパで,非常用ガス処理系排風機出口に取付けられており，逆流を防止する。
非常用ガス再循環系グラビティダンパ	非常用ガス再循環系の重力式ダンパで,非常用ガス再循環系排風機出口に取付けられており，逆流を防止する。
中央制御室換気系グラビティダンパ	中央制御室換気系の重力式ダンパで,中央制御室換気系ファン出口に取付けられており，逆流を防止する。
ディーゼル室換気系グラビティダンパ	ディーゼル室換気系の重力式ダンパで,ディーゼル室換気系ルーフベントファン出口に取付けられており,逆流を防止する。
緊急時対策所換気系グラビティダンパ	緊急時対策所換気系の重力式ダンパで,緊急時対策所非常用送風機出口に取付けられており，逆流を防止する。
中央制御室換気系手動式ダンパ	中央制御室換気系の手動式ダンパで,中央制御室換気系再循環フィルタ装置ラインに取付けられており,空気流路を確保する。
原子炉建屋換気系隔離弁	原子炉建屋内の放射能レベルが高くなった場合,原子炉建屋を隔離する。
中央制御室換気系隔離弁	非常時に中央制御室を隔離する。

1. ファン

［対象ファン］

① 非常用ガス処理系排風機
② 非常用ガス再循環系排風機
③ 中央制御室ブースターファン
④ 緊急時対策所非常用送風機
⑤ 中央制御室排気ファン
⑥ ディーゼル室換気系ルーフベントファン

目次

1. 対象機器及び代表機器の選定 1-1
1.1 グループ化の考え方及び結果 1-1
1.2 代表機器の選定 1-1
2. 代表機器の技術評価 1-3
2.1 構造，材料及び使用条件 1-3
2.1.1 非常用ガス再循環系排風機 1-3
2.1.2 中央制御室ブースターファン 1-6
2.1.3 中央制御室排気ファン 1-9
2.1.4 ディーゼル室換気系ルーフベントファン 1-12
2.2 経年劣化事象の抽出 1-15
2.2.1 機器の機能達成に必要な項目 1-15
2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出 1-15
2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象 1-16
2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の評価 1-24
3. 代表機器以外への展開 1-25
3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象 1-25
3.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象 1-25

1. 対象機器及び代表機器の選定

東海第二で使用している主要なファンの主な仕様を表 1-1 に示す。

これらのファンを型式，駆動方式の観点からグループ化し，それぞれのグループより以下のとおり代表機器を選定した。

1.1 グループ化の考え方及び結果

型式及び駆動方式を分類基準とし，表 1-1 に示すとおりグループ化する。

1.2 代表機器の選定

表 1-1 に分類されるグループ毎に，重要度，運転状態，流量，静圧の観点から代表機器を選定する。

(1) 遠心式直結型ファン

このグループには，非常用ガス処理系排風機，非常用ガス再循環系排風機が属するが，重要度，運転状態は同等であることから，流量の大きい非常用ガス再循環系排風機を代表機器とする。

(2) 遠心式直動型ファン

このグループには，中央制御室ブースターファン，緊急時対策所非常用送風機が属するが，重要度の高い中央制御室ブースターファンを代表機器とする。

(3) 軸流式ベルト駆動ファン

このグループには，中央制御室排気ファンのみが属するため，これを代表機器とする。

(4) 軸流式直動型ファン

このグループには，ディーゼル室換気系ルーフベントファンのみが属するため，これを代表機器とする。

表 1-1　ファンのグループ化及び代表機器の選定

分類基準		機器名称	選定基準			選定	選定理由
型式	駆動方式		仕様 流量×静圧 ($m^3/h \times Pa$)	重要度*1	使用条件 運転状態		
遠心式	直結型	非常用ガス処理系排風機*2	3,570×1,500	MS-1 重*3	一時		重要度 運転状態 流量
		非常用ガス再循環系排風機	17,000×5,227	MS-1 重*3	一時	◎	
	直動型	中央制御室ブースターファン*2	5,100×2,110	MS-1 重*3	一時	◎	重要度
		緊急時対策所非常用送風機*2	5,000×5,600	重*3	一時		
軸流式	ベルト駆動	中央制御室排気ファン	3,400×196	MS-1	連続	◎	
	直動型	ディーゼル室換気系ルーフベントファン	71,400×216	MS-1	一時	◎	

◎：代表機器

*1：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

*2：新規に設置される機器

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

2. 代表機器の技術評価

本章では，1 章で代表機器とした以下の 4 基のファンについて技術評価を実施する。

① 非常用ガス再循環系排風機
② 中央制御室ブースターファン
③ 中央制御室排気ファン
④ ディーゼル室換気系ルーフベントファン

2.1 構造，材料及び使用条件

2.1.1 非常用ガス再循環系排風機

(1) 構造

東海第二の非常用ガス再循環系排風機は，流量 17,000 m^3/h，静圧 5,227 Pa の遠心式ファンであり，2 基設置されている。

非常用ガス再循環系排風機は，冷却材喪失事故等の事故時に原子炉建屋内の空気をフィルタユニットを介して循環させるものであり，空気を排風する主軸，羽根車及びモータ，機器を支持するための基礎ボルト等からなる。

また，羽根車及び主軸は，ケーシングボルトを緩め，ケーシングを開放することにより，点検手入れが可能である。

東海第二の非常用ガス再循環系排風機の構造図を図 2.1-1 に示す。

(2) 材料及び使用条件

東海第二の非常用ガス再循環系排風機主要部位の使用材料を表 2.1-1 に，使用条件を表 2.1-2 に示す。

No.	部位
①	主軸
②	モータ（低圧，全閉型）
③	軸継手
④	羽根車
⑤	軸受（ころがり）
⑥	ケーシング
⑦	ケーシングボルト
⑧	ベース
⑨	取付ボルト
⑩	基礎ボルト

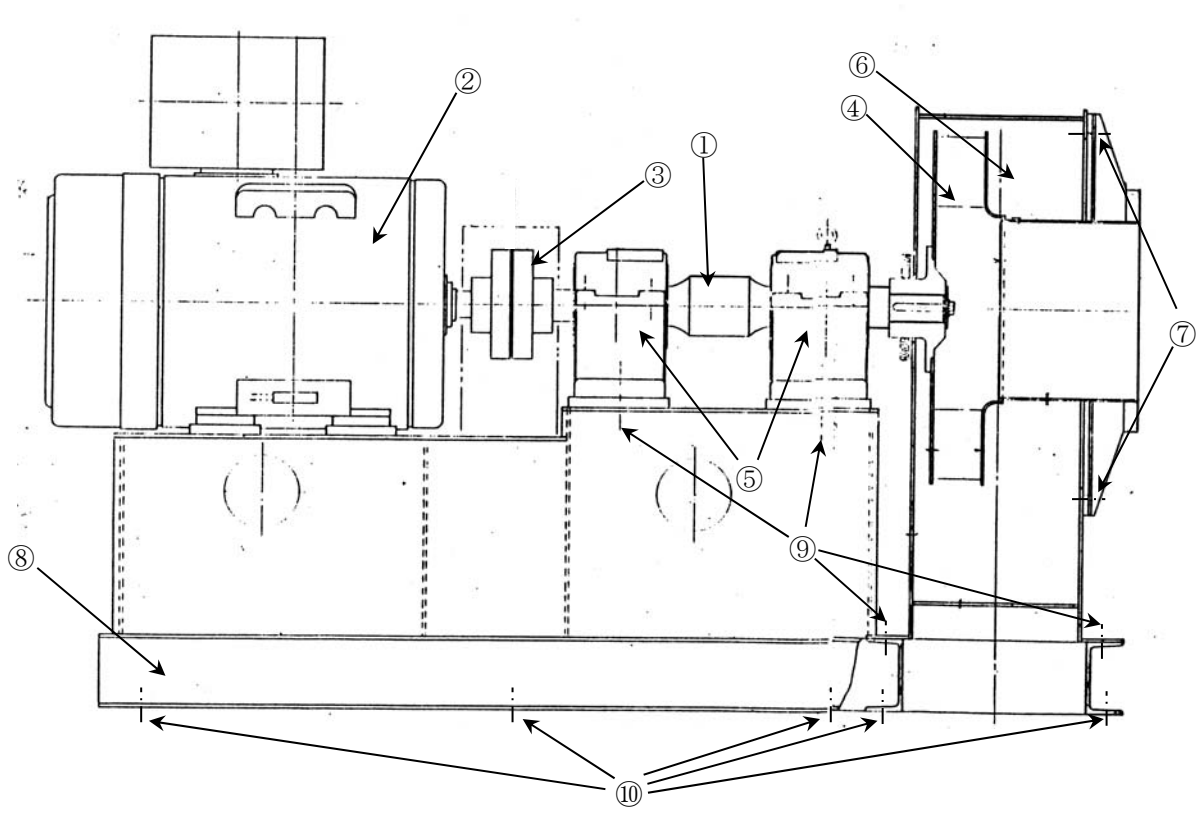


図 2.1-1　非常用ガス再循環系排風機構造図

表 2.1-1　非常用ガス再循環系排風機主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
流量の確保	エネルギー伝達	主軸	炭素鋼
		モータ（低圧，全閉型）	主軸：炭素鋼 固定子コイル及び口出線・接続部品：銅，絶縁物 固定子コア及び回転子コア:電磁鋼 回転子棒，回転子エンドリング：アルミニウム フレーム，エンドブラケット，ファン，ファンカバー，端子箱：圧延鋼板 軸受（ころがり）：（消耗品） 取付ボルト：炭素鋼
		軸継手	鋳鉄
	エネルギー変換	羽根車	炭素鋼
	軸支持	軸受（ころがり）	（消耗品）
バウンダリの維持	流路の形成	ケーシング	炭素鋼
		ケーシングボルト	炭素鋼
機器の支持	支持	ベース	炭素鋼
		取付ボルト	炭素鋼
		基礎ボルト	炭素鋼

表 2.1-2　非常用ガス再循環系排風機の使用条件

流量	17,000 m^3/h
回転速度	3,000 rpm
周囲温度	40 ℃
内部流体	空気
設置場所	屋内

2.1.2 中央制御室ブースターファン

(1) 構造

東海第二の中央制御室ブースターファンは，流量 5,100 m^3/h，静圧 2,110 Pa の遠心式ファンであり，2 基設置される。

中央制御室ブースターファンは，重大事故等の発生時に起動し，中央制御室内の空気をフィルタユニットを介して循環させるものであり，空気を排風する羽根車及びモータ，機器を支持するための基礎ボルト等からなる。

東海第二の中央制御室ブースターファンの構造図を図 2.1-2 に示す。

(2) 材料及び使用条件

東海第二の中央制御室ブースターファン主要部位の使用材料を表 2.1-3 に，使用条件を表 2.1-4 に示す。

No.	部位
①	モータ（低圧，全閉型）
②	羽根車
③	ケーシング
④	ベース
⑤	基礎ボルト

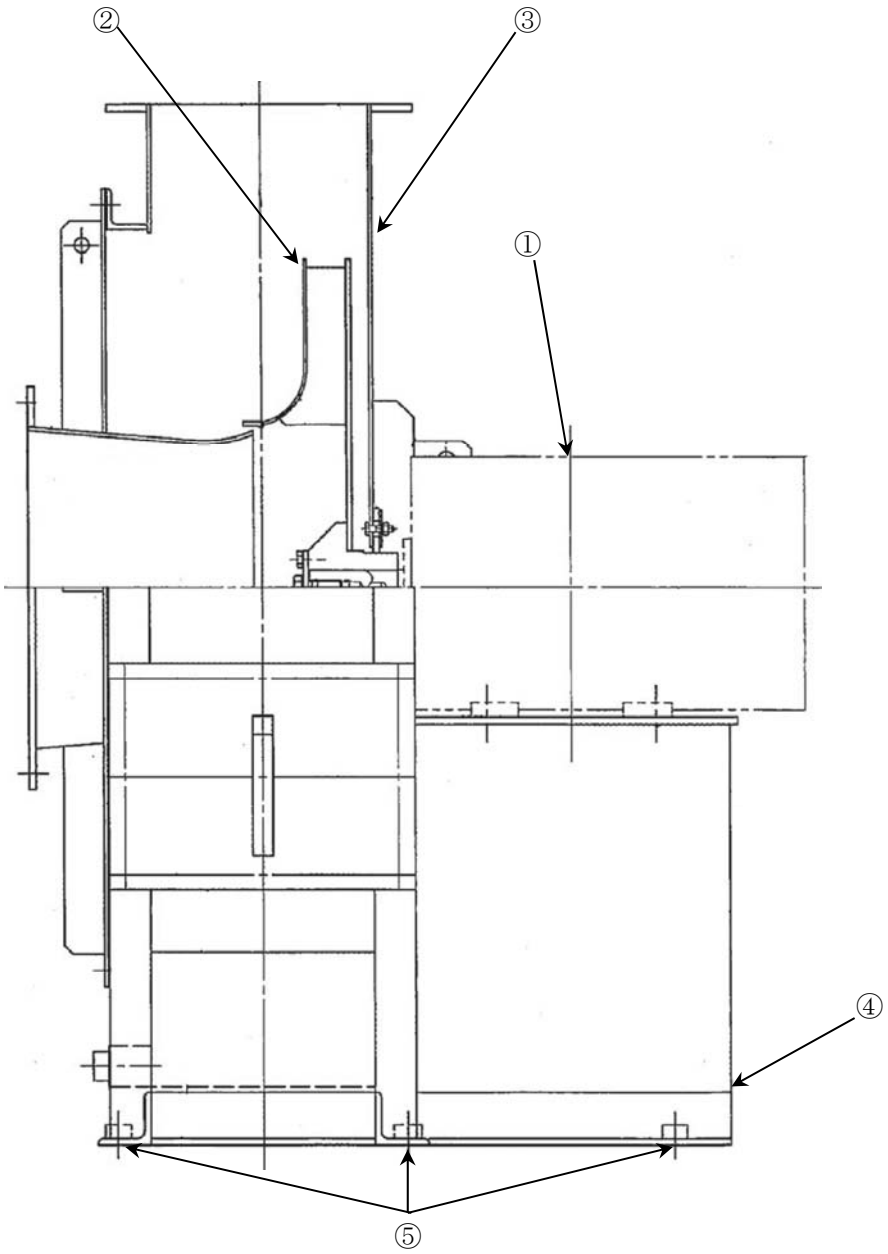


図 2.1-2　中央制御室ブースターファン構造図

表 2.1-3　中央制御室ブースターファン主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
流量の確保	エネルギー伝達	モータ（低圧，全閉型）	主軸：炭素鋼 固定子コイル及び口出線・接続部品：銅，絶縁物 固定子コア及び回転子コア：電磁鋼 回転子棒，回転子エンドリング：アルミニウム フレーム，エンドブラケット，ファン，ファンカバー，端子箱：圧延鋼板 軸受（ころがり）：（消耗品） 取付ボルト：炭素鋼
	エネルギー変換	羽根車	炭素鋼
バウンダリの維持	流路の形成	ケーシング	炭素鋼
機器の支持	支持	ベース	炭素鋼
		基礎ボルト	ステンレス鋼

表 2.1-4　中央制御室ブースターファンの使用条件

流量	5,100 m^3/h
回転速度	1,500 rpm
周囲温度	40 ℃
内部流体	空気
設置場所	屋内

2.1.3 中央制御室排気ファン

(1) 構造

東海第二の中央制御室排気ファンは，流量 3,400 m^3/h，静圧 196 Pa の軸流式ファンであり，1 基設置されている。

中央制御室排気ファンは，中央制御室内を換気するためのものであり，空気を排風する羽根車及びモータ，機器を支持するための取付けボルト等からなる。

また，羽根車は，ケーシングボルトを緩め，ケーシング等を取外すことにより，点検手入れが可能である。

東海第二の中央制御室排気ファンの構造図を図 2.1-3 に示す。

(2) 材料及び使用条件

東海第二の中央制御室排気ファン主要部位の使用材料を表 2.1-5 に，使用条件を表 2.1-6 に示す。

No.	部位
①	主軸
②	モータ（低圧，全閉型）
③	V プーリー
④	V ベルト
⑤	羽根車
⑥	軸受（ころがり）
⑦	ケーシング
⑧	ケーシングボルト
⑨	取付ボルト

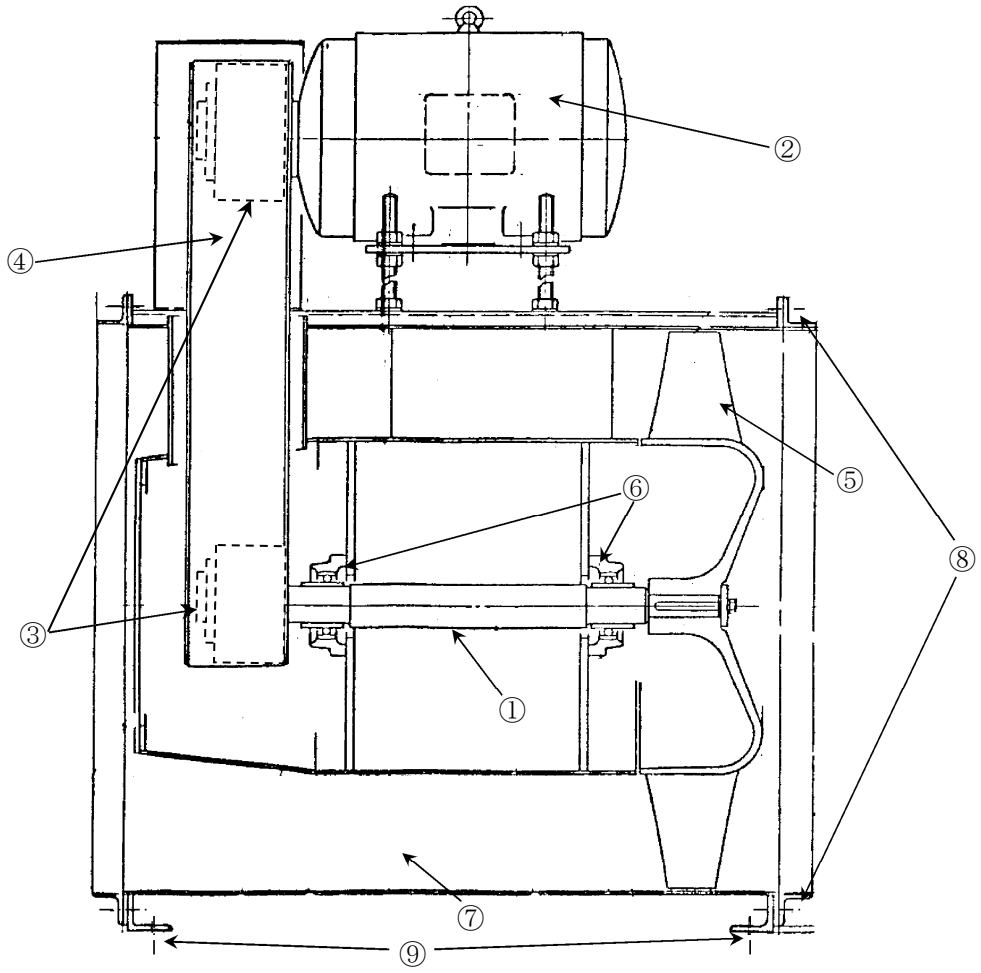


図 2.1-3　中央制御室排気ファン構造図

表 2.1-5　中央制御室排気ファン主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
流量の確保	エネルギー伝達	主軸	炭素鋼
		モータ（低圧，全閉型）	主軸：炭素鋼 固定子コイル及び口出線・接続部品：銅，絶縁物 固定子コア及び回転子コア：電磁鋼 回転子棒，回転子エンドリング：アルミニウム フレーム，エンドブラケット，ファン，ファンカバー，端子箱：圧延鋼板 軸受（ころがり）：（消耗品） 取付ボルト：炭素鋼
		V プーリー	鋳鉄
		V ベルト	（消耗品）
	エネルギー変換	羽根車	アルミニウム合金鋳物
	軸支持	軸受（ころがり）	（消耗品）
バウンダリの維持	流路の形成	ケーシング	炭素鋼
		ケーシングボルト	炭素鋼
機器の支持	支持	取付ボルト	炭素鋼

表 2.1-6　中央制御室排気ファンの使用条件

流量	3,400 m^3/h
回転速度	1,910 rpm
周囲温度	40 ℃
内部流体	空気
設置場所	屋内

2.1.4 ディーゼル室換気系ルーフベントファン

(1) 構造

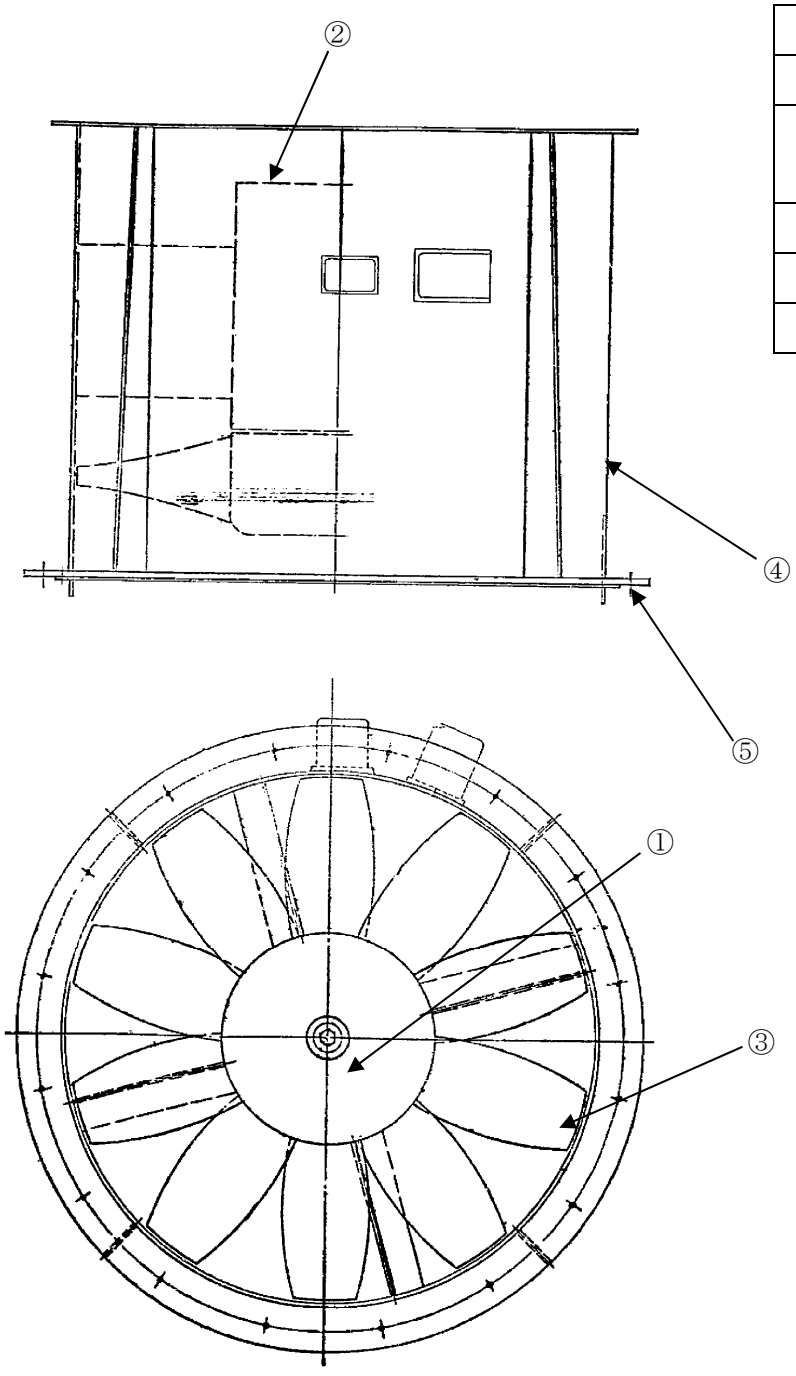
東海第二のディーゼル室換気系ルーフベントファンは，流量 71,400 m^3/h，静圧 216 Pa の軸流式ファンであり，非常用ディーゼル発電機室（2C D/G 室，2D D/G 室，HPCS D/G 室）にそれぞれ 2 基ずつ，計 6 基が設置されている。

ディーゼル室換気系ルーフベントファンは，非常用ディーゼル発電機運転時に室内の冷却を行うものであり，空気を排出する羽根車及びモータ，機器を支持するための取付けボルト等からなる。

東海第二のディーゼル室換気系ルーフベントファンの構造図を図 2.1-4 に示す。

(2) 材料及び使用条件

東海第二のディーゼル室換気系ルーフベントファン主要部位の使用材料を表 2.1-7 に，使用条件を表 2.1-8 に示す。



No.	部位
①	主軸
②	モータ（低圧，全閉型）
③	羽根車
④	ケーシング
⑤	取付ボルト

図 2.1-4　ディーゼル室換気系ルーフベントファン構造図

表 2.1-7　ディーゼル室換気系ルーフベントファン主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
流量の確保	エネルギー伝達	主軸	炭素鋼
		モータ（低圧，全閉型）	主軸：炭素鋼 固定子コイル及び口出線・接続部品：銅，絶縁物 固定子コア及び回転子コア：電磁鋼 回転子棒，回転子エンドリング：アルミニウム フレーム，エンドブラケット，ファン，ファンカバー，端子箱：圧延鋼板 軸受（ころがり）：（消耗品） 取付ボルト：炭素鋼
	エネルギー変換	羽根車	アルミニウム合金鋳物
バウンダリの維持	流路の形成	ケーシング	炭素鋼
機器の支持	支持	取付ボルト	炭素鋼

表 2.1-8　ディーゼル室換気系ルーフベントファンの使用条件

流量	71,400 m^3/h
回転速度	1,000 rpm
周囲温度	45 ℃
内部流体	空気
設置場所	屋外

2.2 経年劣化事象の抽出

2.2.1 機器の機能達成に必要な項目

ファンの機能である送風機能の達成に必要な項目は以下のとおり。

(1) 流量の確保

(2) バウンダリの維持

(3) 機器の支持

2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

(1) 想定される経年劣化事象の抽出

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

なお，消耗品及び定期取替品は，以下のとおり評価対象外とする。

(2) 消耗品及び定期取替品の扱い

V ベルト，軸受(ころがり)は消耗品であり，設計時に長期使用せず取替を前提としていることから，高経年化対策を見極める上での評価対象外とする。

(3) 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

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

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

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

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

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

a. モータ（低圧，全閉型）の固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁特性低下［共通］

2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

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

a. 基礎ボルトの腐食（全面腐食）［非常用ガス再循環系排風機］

基礎ボルトの腐食（全面腐食）については，「機械設備の技術評価書」にて評価を実施するものとし，本評価書には含めていない。

b. 主軸の摩耗［非常用ガス再循環系排風機，中央制御室排気ファン，ディーゼル室換気系ルーフベントファン］

ころがり軸受を使用しているファンでは，軸受と主軸の接触面に僅かな摩耗が生じる可能性があるが，分解点検時の目視点検及び寸法測定において有意な摩耗がないことを確認している。

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

c. Vプーリーの摩耗［中央制御室排気ファン］

Vプーリーは鋳鉄であり,Vベルトとの接触部が回転により摩耗する可能性があるが，Vベルトは張力管理されており，急激に摩耗が進展する可能性は小さい。

また，分解点検時に目視点検を実施しており，摩耗状況に応じてVプーリーの取替を行うことにより機能を維持している。

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

d. 主軸の腐食（全面腐食）［非常用ガス再循環系排風機，中央制御室排気ファン，ディーゼル室換気系ルーフベントファン］

主軸は炭素鋼であり，腐食が想定されるが，分解点検時の目視点検において有意な腐食がないことを確認している。

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

e. Vプーリーの腐食（全面腐食）［中央制御室排気ファン］

Vプーリーは鋳鉄であり，腐食が想定されるが，大気接触部は塗装が施されていることから，塗膜が健全であれば腐食が発生する可能性は小さく，目視点検時に必要に応じて補修塗装することにより機能を維持している。

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

f. 軸継手の腐食（全面腐食）［非常用ガス再循環系排風機］

軸継手は鋳鉄であり，腐食が想定されるが，分解点検時の目視点検において有意な腐食がないことを確認している。

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

g. 羽根車の腐食（全面腐食）［非常用ガス再循環系排風機，中央制御室ブースターファン］

羽根車は炭素鋼であり腐食が想定されるが，分解点検時の目視点検において有意な腐食がないことを確認している。

中央制御室ブースターファンは，新たに設置されることから，今後，点検時に羽根車の目視点検を行い，腐食の有無を確認することにより機能を維持できると考える。

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

h. ケーシング，ケーシングボルト，取付ボルトの腐食（全面腐食）［共通］

ケーシング，ケーシングボルト，取付ボルトは炭素鋼であり腐食が想定されるが，大気接触部は塗装が施されていることから，塗膜が健全であれば腐食が発生する可能性は小さく，目視点検時に必要に応じて補修塗装することにより機能を維持している。

中央制御室ブースターファンは，新たに設置されることから，今後，点検時に目視点検を行い，必要に応じて補修塗装することにより機能を維持できると考える。

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

i. ベースの腐食（全面腐食）［非常用ガス再循環系排風機，中央制御室ブースターファン］

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

中央制御室ブースターファンは，新たに設置されることから，今後，点検時にベースの目視点検を行い，必要に応じて補修塗装することにより機能を維持できると考える。

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

j. 主軸の高サイクル疲労割れ［非常用ガス再循環系排風機，中央制御室排気ファン，ディーゼル室換気系ルーフベントファン］

主軸には，ファン運転時に定常応力と変動応力が発生するため，繰返し応力を受けると疲労が蓄積する可能性があるが，設計段階において高サイクル疲労を起こさないよう考慮されている。

なお，分解点検に目視点検及び浸透探傷検査を実施しており，これまでの目視点検及び浸透探傷検査においても欠陥は認められていない。

今後も使用環境に変化がなく，これらの傾向に変化する要因があるとは考え難い。

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

k. 羽根車の腐食（全面腐食）［中央制御室排気ファン，ディーゼル室換気系ルーフベントファン］

羽根車は耐食性に優れたアルミニウム合金鋳物であり，腐食の可能性は小さい。

なお，分解点検時の目視点検により腐食の有無を確認しており，これまでの目視点検結果からも有意な腐食は認められていない。

今後も使用環境に変化がなく，これらの傾向に変化する要因があるとは考え難い。

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

l. モータ（低圧，全閉型）の主軸の摩耗［共通］

m. モータ（低圧，全閉型）のフレーム，エンドブラケット，ファン，ファンカバー及び端子箱の腐食（全面腐食）［共通］

n. モータ（低圧，全閉型）の固定子コア及び回転子コアの腐食（全面腐食）［共通］

o. モータ（低圧，全閉型）の取付ボルトの腐食（全面腐食）［共通］

p. モータ（低圧，全閉型）の主軸の高サイクル疲労割れ［共通］

以上，l.～p.の評価については「ポンプモータの技術評価書」のうち，低圧ポンプモータと同一であることから，当該評価書を参照のこと。

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

a. モータ（低圧，全閉型）の回転子棒及び回転子エンドリングの疲労割れ［共通］

以上，a.の評価については「ポンプモータの技術評価書」のうち，低圧ポンプモータと同一であることから，当該評価書を参照のこと。

表 2.2-1(1/4)　非常用ガス再循環系排風機に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考
					減肉		割れ		材質変化		その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
流量の確保	エネルギー伝達	主軸		炭素鋼	△	△	△*1					*1：高サイクル疲労割れ *2：主軸 *3：フレーム，エンドブラケット，ファン，ファンカバー及び端子箱 *4：固定子コア及び回転子コア *5：取付ボルト *6：主軸の高サイクル疲労割れ *7：回転子棒及び回転子エンドリング *8：固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁特性低下
		モータ（低圧，全閉型）	◎（軸受（ころがり））	銅，絶縁物他	△*2	△*3*4*5	△*6▲*7				○*8	
		軸継手		鋳鉄		△						
	エネルギー変換	羽根車		炭素鋼		△						
	軸支持	軸受（ころがり）	◎	－								
バウンダリの維持	流路の形成	ケーシング		炭素鋼		△						
		ケーシングボルト		炭素鋼		△						
機器の支持	支持	ベース		炭素鋼		△						
		取付ボルト		炭素鋼		△						
		基礎ボルト		炭素鋼		△						

○：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

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

表 2.2-1(2/4)　中央制御室ブースターファンに想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考
					減肉		割れ		材質変化		その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
流量の確保	エネルギー伝達	モータ（低圧，全閉型）	◎(軸受（ころがり）)	銅，絶縁物他	△*1	△*2*3*4	△*5▲*6				○*7	*1：主軸 *2：フレーム，エンドブラケット，ファン，ファンカバー及び端子箱 *3：固定子コア及び回転子コア *4：取付ボルト *5：主軸の高サイクル疲労割れ *6：回転子棒及び回転子エンドリング *7：固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁特性低下
	エネルギー変換	羽根車		炭素鋼		△						
バウンダリの維持	流路の形成	ケーシング		炭素鋼		△						
機器の支持	支持	ベース		炭素鋼		△						
		基礎ボルト		ステンレス鋼								

○：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

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

表 2.2-1(3/4)　中央制御室排気ファンに想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考
					減肉		割れ		材質変化		その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
流量の確保	エネルギー伝達	主軸		炭素鋼	△	△	△*1					*1：高サイクル疲労割れ *2：主軸 *3：フレーム，エンドブラケット，ファン，ファンカバー及び端子箱 *4：固定子コア及び回転子コア *5：取付ボルト *6：主軸の高サイクル疲労割れ *7：回転子棒及び回転子エンドリング *8：固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁特性低下
		モータ（低圧，全閉型）	◎（軸受（ころがり））	銅，絶縁物他	△*2	△*3*4*5	△*6▲*7				○*8	
		Vプーリー		鋳鉄	△	△						
		Vベルト	◎	－								
	エネルギー変換	羽根車		アルミニウム合金鋳物		△						
	軸支持	軸受（ころがり）	◎	－								
バウンダリの維持	流路の形成	ケーシング		炭素鋼		△						
		ケーシングボルト		炭素鋼		△						
機器の支持	支持	取付ボルト		炭素鋼		△						

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

表 2.2-1(4/4)　ディーゼル室換気系ルーフベントファンに想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考
					減肉		割れ		材質変化		その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
流量の確保	エネルギー伝達	主軸		炭素鋼	△	△	△*1					*1：高サイクル疲労割れ *2：主軸 *3：フレーム，エンドブラケット，ファン，ファンカバー及び端子箱 *4：固定子コア及び回転子コア *5：取付ボルト *6：主軸の高サイクル疲労割れ *7：回転子棒及び回転子エンドリング *8：固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁特性低下
		モータ（低圧，全閉型）	◎(軸受（ころがり）)	銅，絶縁物他	△*2	△*3*4*5	△*6▲*7				○*8	
	エネルギー変換	羽根車		アルミニウム合金鋳物		△						
バウンダリの維持	流路の形成	ケーシング		炭素鋼		△						
機器の支持	支持	取付ボルト		炭素鋼		△						

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

2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の評価

(1) モータ（低圧，全閉型）の固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁特性低下［共通］

モータ（低圧，全閉型）の固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁特性低下に対する「事象の説明」，「技術評価」及び「高経年化への対応」は，「ポンプモータの技術評価書」のうち，低圧ポンプモータと同一であることから，当該評価書を参照のこと。

3. 代表機器以外への展開

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

① 非常用ガス処理系排風機
② 緊急時対策所非常用送風機

3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

a. モータ（低圧，全閉型）の固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁特性低下[共通]

代表機器と同様，モータ（低圧，全閉型）の固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁特性低下に対する「事象の説明」，「技術評価」及び「高経年化への対応」は，「ポンプモータの技術評価書」のうち，低圧ポンプモータと同一であることから，当該評価書を参照のこと。

3.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

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

a. 主軸の摩耗[非常用ガス処理系排風機]

代表機器と同様，ころがり軸受を使用しているファンでは，軸受と主軸の接触面に僅かな摩耗が生じる可能性があるが，非常用ガス処理系排風機は，新たに設置されることから，今後，点検時に主軸の目視点検及び寸法測定を行い，必要に応じて補修を実施することにより機能を維持できると考える。

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

b. 主軸の腐食（全面腐食）[非常用ガス処理系排風機]

代表機器と同様，主軸は炭素鋼であり腐食が想定されるが，非常用ガス処理系排風機は，新たに設置されることから，今後，点検時に主軸の目視点検を行い，必要に応じて補修を実施することにより機能を維持できると考える。

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

c．羽根車の腐食（全面腐食）［共通］

代表機器と同様，羽根車は炭素鋼であり腐食が想定されるが，非常用ガス処理系排風機，緊急時対策所非常用送風機は，新たに設置されることから，今後，点検時に羽根車の目視点検を行い，必要に応じて補修を実施することにより機能を維持できると考える。

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

d．ケーシング，ケーシングボルト，取付ボルトの腐食（全面腐食）［共通］

代表機器と同様，ケーシング，ケーシングボルト，取付ボルトは炭素鋼であり腐食が想定されるが，大気接触部に塗装が施されており，塗膜が健全であれば腐食が発生する可能性は小さい。

非常用ガス処理系排風機，緊急時対策所非常用送風機は，新たに設置されることから，今後，点検時に目視点検を行い，必要に応じて補修塗装することにより機能を維持できると考える。

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

e．ベースの腐食（全面腐食）［共通］

代表機器と同様，ベースは炭素鋼であり腐食が想定されるが，大気接触部に塗装が施されており，塗膜が健全であれば腐食が発生する可能性は小さい。

非常用ガス処理系排風機，緊急時対策所非常用送風機は，新たに設置されることから，今後，点検時にベースの目視点検を行い，必要に応じて補修塗装することにより機能を維持できると考える。

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

f．主軸の高サイクル疲労割れ［非常用ガス処理系排風機］

代表機器と同様，主軸には，ファン運転時に定常応力と変動応力が発生するため，繰返し応力を受けると疲労が蓄積する可能性があるが，設計段階において高サイクル疲労を起こさないよう考慮されている。

なお，非常用ガス処理系排風機は，新たに設置されることから，今後，点検時に主軸の目視点検及び浸透探傷検査を行い，欠陥の有無を確認することにより機能を維持できると考える。

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

g. モータ（低圧，全閉型）の主軸の摩耗[共通]

h. モータ（低圧，全閉型）のフレーム，エンドブラケット，ファン，ファンカバー及び端子箱の腐食（全面腐食）[共通]

i. モータ（低圧，全閉型）の固定子コア及び回転子コアの腐食（全面腐食）[共通]

j. モータ（低圧，全閉型）の取付ボルトの腐食（全面腐食）[共通]

k. モータ（低圧，全閉型）の主軸の高サイクル疲労割れ[共通]

以上，g.～k.の評価については「ポンプモータの技術評価書」のうち，低圧ポンプモータと同一であることから，当該評価書を参照のこと。

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

a. モータ（低圧，全閉型）の回転子棒及び回転子エンドリングの疲労割れ[共通]

以上，a.の評価については「ポンプモータの技術評価書」のうち，低圧ポンプモータと同一であることから，当該評価書を参照のこと。

2. 空調機

［対象空調機］

① 高圧炉心スプレイ系ポンプ室空調機
② 低圧炉心スプレイ系ポンプ室空調機
③ 残留熱除去系ポンプ室空調機
④ 中央制御室エアハンドリングユニットファン

目次

1. 対象機器及び代表機器の選定 2-1
1.1 グループ化の考え方及び結果 2-1
1.2 代表機器の選定 2-1
2. 代表機器の技術評価 2-3
2.1 構造，材料及び使用条件 2-3
2.1.1 残留熱除去系ポンプ室空調機 2-3
2.1.2 中央制御室エアハンドリングユニットファン 2-6
2.2 経年劣化事象の抽出 2-9
2.2.1 機器の機能達成に必要な項目 2-9
2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出 2-9
2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象 2-11
2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の評価 2-17
3. 代表機器以外への展開 2-18
3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象 2-18
3.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象 2-18

1. 対象機器及び代表機器の選定

東海第二で使用している主要な空調機の主な仕様を表 1-1 に示す。

これらの空調機を流体（冷却コイル内部流体）の観点からグループ化し，それぞれのグループより以下のとおり代表機器を選定した。

1.1 グループ化の考え方及び結果

空調機冷却コイルの内部流体を分類基準とし，表 1-1 に示すとおりグループ化する。

1.2 代表機器の選定

表 1-1 に分類されるグループ毎に，重要度，運転状態，流量，静圧の観点から代表機器を選定する。

(1) 海水冷却コイル空調機

このグループには，高圧炉心スプレイ系ポンプ室空調機，低圧炉心スプレイ系ポンプ室空調機及び残留熱除去系ポンプ室空調機が属するが，重要度は同じであることから，運転状態の厳しい残留熱除去系ポンプ室空調機を代表機器とする。

(2) 純水冷却コイル空調機

このグループには，中央制御室エアハンドリングユニットファンのみが属するため，同空調機を代表機器とする。

表 1-1　空調機のグループ化及び代表機器の選定

分類基準	機器名称	選定基準			選定	選定理由
内部流体[*1]		仕様	重要度[*2]	使用条件		
		流量×静圧 (m^3/h×Pa)		運転状態		
海水	高圧炉心スプレイ系ポンプ室空調機	11,800×490	MS-1	一時 (1 回/月)		重要度 運転状態
	低圧炉心スプレイ系ポンプ室空調機	11,800×490	MS-1	一時 (1 回/月)		
	残留熱除去系ポンプ室空調機	6,800×340	MS-1	一時[*3]	◎	
純水	中央制御室エアハンドリングユニットファン[*4]	42,500×1,560	MS-1 重[*5]	連続	◎	

◎：代表機器

*1：冷却コイル内部流体を示す

*2：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

*3：1 回/月（残留熱除去系 B,C ポンプ室）及び 2 回/月（残留熱除去系 A ポンプ室）

*4：新規に設置される機器

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

2. 代表機器の技術評価

本章では1章で代表機器とした以下の空調機について技術評価を実施する。

① 残留熱除去系ポンプ室空調機

② 中央制御室エアハンドリングユニットファン

2.1 構造，材料及び使用条件

2.1.1 残留熱除去系ポンプ室空調機

(1) 構造

東海第二の残留熱除去系ポンプ室空調機は，残留熱除去系ポンプ室の冷却を行うもので，流量6,800 m^3/h，回転速度1,500 rpmの空調機であり，3基設置されている。

残留熱除去系ポンプ室空調機は，空気を送風するモータ，羽根車，空気を冷却する冷却コイル及び機器を支持するための基礎ボルト等から構成されている。冷却コイルの内部流体は海水であり，水室，管板内部には，冷却コイルの腐食を防止するための防食板が設置されている。

また，当該空調機は，冷却コイルのろう付け部に腐食が確認されたことから，2001年度～2003年度に健全性向上のため，ろう付けを使用しない水室型の冷却コイルをもつ空調機へ一式交換を行っている。

なお，羽根車はケーシングボルトを取外すことで点検手入れが可能である。冷却コイル，水室，管板は冷却コイルボルトを取外すことで点検手入れが可能である。

東海第二の残留熱除去系ポンプ室空調機の構造図を図2.1-1に示す。

(2) 材料及び使用条件

東海第二の残留熱除去系ポンプ室空調機主要部位の使用材料を表2.1-1に，使用条件を表2.1-2に示す。

No.	部位
①	モータ（低圧，全閉型）
②	羽根車
③	ケーシング
④	ケーシングボルト
⑤	冷却コイル
⑥	水室
⑦	管板
⑧	冷却コイルボルト
⑨	防食板
⑩	ベース
⑪	取付ボルト
⑫	基礎ボルト

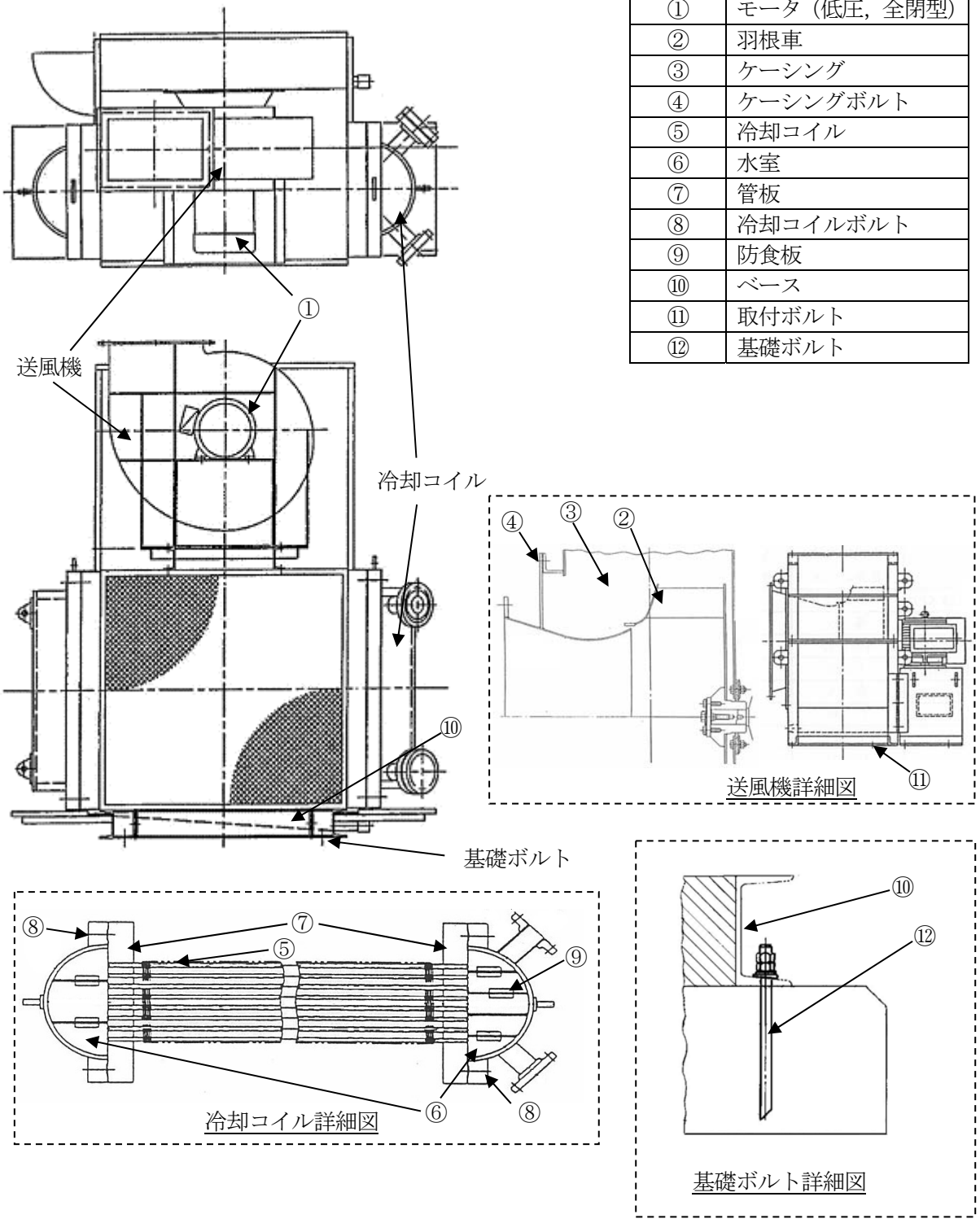


図 2.1-1　残留熱除去系ポンプ室空調機構造図

表 2.1-1　残留熱除去系ポンプ室空調機主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
流量の確保	エネルギー伝達	モータ（低圧，全閉型）	主軸：炭素鋼 固定子コイル及び口出線・接続部品：銅，絶縁物 固定子コア及び回転子コア：電磁鋼 回転子棒，回転子エンドリング：アルミニウム フレーム，エンドブラケット，ファン，ファンカバー，端子箱：圧延鋼板 軸受（ころがり）：（消耗品）
	エネルギー変換	羽根車	炭素鋼
バウンダリの維持	流路の形成	ケーシング	炭素鋼
		ケーシングボルト	炭素鋼
冷却機能の確保	空気冷却	冷却コイル	銅合金
		水室	銅合金
		管板	銅合金
		冷却コイルボルト	低合金鋼及び炭素鋼
		防食板	（消耗品）
機器の支持	支持	ベース	炭素鋼
		取付ボルト	炭素鋼
		基礎ボルト	炭素鋼，樹脂

表 2.1-2　残留熱除去系ポンプ室空調機の使用条件

流量	6,800 m^3/h
周囲温度	40 ℃
回転速度	1,500 rpm
内部流体	空気（送風機）， 海水（冷却コイル）
設置場所	屋内

2.1.2 中央制御室エアハンドリングユニットファン

(1) 構造

東海第二の中央制御室エアハンドリングユニットファンは，中央制御室の冷却を行うもので，流量 42,500 m^3/h，回転速度 1,500 rpm の空調機であり，2 基設置されている。

中央制御室エアハンドリングユニットファンは，空気を送風するモータ，羽根車，空気を冷却する冷却コイル及び機器を支持するための基礎ボルト等から構成され，冷却コイルの内部流体は純水である。

東海第二の中央制御室エアハンドリングユニットファンの構造図を図 2.1-2 に示す。

(2) 材料及び使用条件

東海第二の中央制御室エアハンドリングユニットファン主要部位の使用材料を表 2.1-3 に，使用条件を表 2.1-4 に示す。

No.	部位
①	主軸
②	モータ（低圧，全閉型）
③	軸継手
④	羽根車
⑤	軸受（ころがり）
⑥	ケーシング（ユニット）
⑦	ケーシング（送風機）
⑧	フィルタ
⑨	冷却コイル
⑩	基礎ボルト

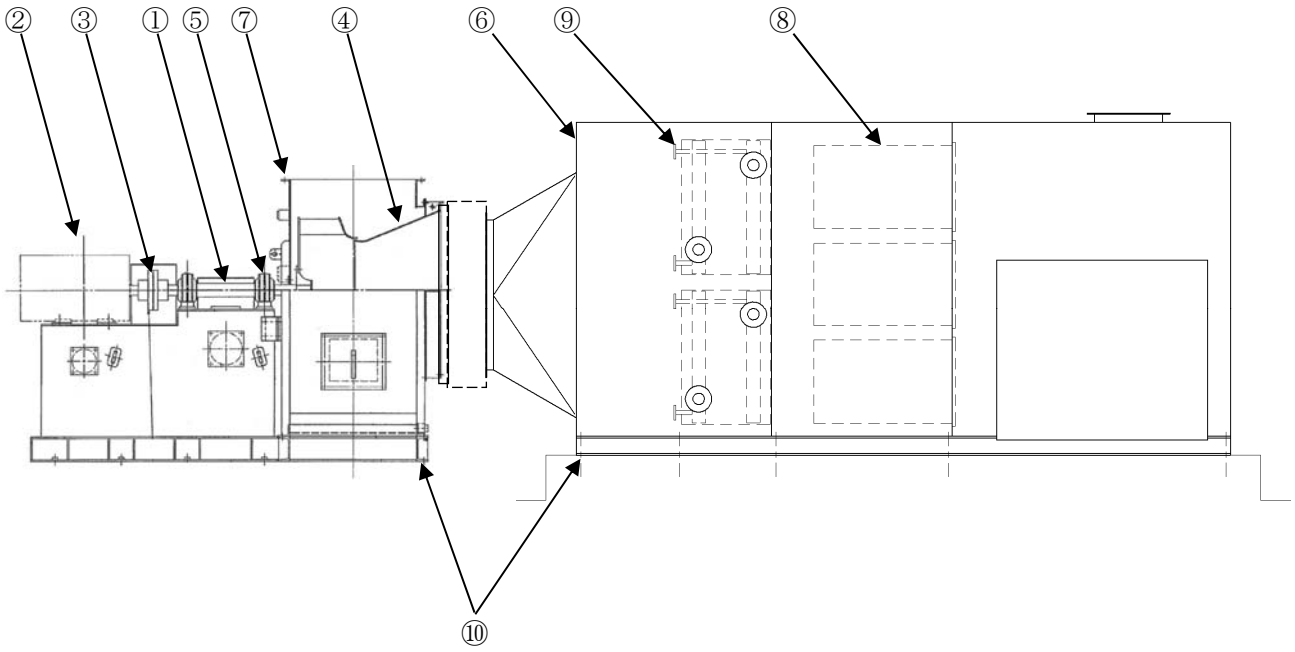


図 2.1-2　中央制御室エアハンドリングユニットファン構造図

表 2.1-3　中央制御室エアハンドリングユニットファン主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
流量の確保	エネルギー伝達	主軸	炭素鋼
		モータ（低圧，全閉型）	主軸：炭素鋼 固定子コイル及び口出線・接続部品：銅，絶縁物 固定子コア及び回転子コア：電磁鋼 回転子棒，回転子エンドリング：アルミニウム フレーム，エンドブラケット，ファン，ファンカバー，端子箱：圧延鋼板 軸受（ころがり）：（消耗品）
		軸継手	炭素鋼
	エネルギー変換	羽根車	炭素鋼
	軸支持	軸受（ころがり）	（消耗品）
バウンダリの維持	流路の形成	ケーシング（ユニット）	炭素鋼（亜鉛メッキ）
		ケーシング（送風機）	炭素鋼
空気浄化機能の確保	粉塵捕集	フィルタ	（消耗品）
冷却機能の確保	空気冷却	冷却コイル	銅
機器の支持	支持	基礎ボルト	ステンレス鋼

表 2.1-4　中央制御室エアハンドリングユニットファンの使用条件

流量	42,500 m^3/h
周囲温度	40 ℃
回転速度	1,500 rpm
内部流体	空気（送風機） 純水（冷却コイル）
設置場所	屋内

2.2 経年劣化事象の抽出

2.2.1 機器の機能達成に必要な項目

空調機の機能である送風機能，空気調和機能及び冷却機能の達成に必要な項目は以下のとおり。

(1) 流量の確保

(2) バウンダリの維持

(3) 空気浄化機能の確保（中央制御室エアハンドリングユニットファンのみ）

(4) 冷却機能の確保

(5) 機器の支持

2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

(1) 想定される経年劣化事象の抽出

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

なお，消耗品及び定期取替品は，以下のとおり評価対象外とする。

(2) 消耗品及び定期取替品の扱い

軸受（ころがり），フィルタ，防食板は消耗品であり，設計時に長期使用せず取替を前提としていることから，高経年化対策を見極める上での評価対象外とする。

(3) 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

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

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

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

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

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

a. モータ（低圧，全閉型）の固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁特性低下［共通］

2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

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

a. 基礎ボルトの腐食（全面腐食）［残留熱除去系ポンプ室空調機］

基礎ボルトの腐食（全面腐食）については，「機械設備の技術評価書」にて評価を実施するものとし，本評価書には含めていない。

b. ケーシングの腐食（全面腐食）［共通］

ケーシングは炭素鋼であり腐食が想定されるが，大気接触部は亜鉛メッキ又は塗装が施されていることから，塗膜が健全であれば腐食が発生する可能性は小さく，目視点検時に必要に応じて補修塗装することにより機能を維持している。

中央制御室エアハンドリングユニットファンは，新たに設置されることから，今後，点検時にケーシングの目視点検を行い，必要に応じて補修塗装することにより機能を維持できると考える。

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

c. 軸継手の腐食（全面腐食）［中央制御室エアハンドリングユニットファン］

軸継手は炭素鋼であり，腐食が想定されるが，中央制御室エアハンドリングユニットファンは，新たに設置されることから，今後，点検時に軸継手の目視点検を行い，必要に応じて補修することにより機能を維持できると考える。

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

d. 羽根車の腐食（全面腐食）［共通］

羽根車は炭素鋼であり腐食が想定されるが，分解点検時の目視点検において有意な腐食がないことを確認している。

なお，中央制御室エアハンドリングユニットファンは，新たに設置されることから，今後，点検時に羽根車の目視点検を行い，必要に応じて補修を実施することにより機能を維持できると考える。

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

e. ケーシングボルト，水室（外面），管板（外面），冷却コイルボルト，ベース，取付ボルトの腐食（全面腐食）［残留熱除去系ポンプ室空調機］

ケーシングボルト，水室（外面），管板（外面），冷却コイルボルト，ベース，取付ボルトは炭素鋼，低合金鋼又は銅合金であり腐食が想定されるが，大気接触部は塗装が施されていることから，塗膜が健全であれば腐食が発生する可能性は小さく，目視点検時に必要に応じて補修塗装することにより機能を維持している。

したがって，ケーシングボルト，水室（外面），管板（外面），冷却コイルボルト，ベース，取付ボルトの腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

f. 冷却コイルの異物付着［残留熱除去系ポンプ室空調機］

残留熱除去系ポンプ室空調機の冷却コイル内部流体は海水であることから，冷却コイルに異物が付着し，伝熱性能に影響を及ぼす可能性があるが，開放点検時に冷却コイル内の清掃を実施することにより，機能を維持している。

また，外面についても，流体は空気であり，異物付着の可能性は少ない。

したがって，冷却コイルの異物付着は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

g. 主軸の腐食（全面腐食）［中央制御室エアハンドリングユニットファン］

主軸は炭素鋼であり，腐食が想定されるが，中央制御室エアハンドリングユニットファンは，新たに設置されることから，今後，点検時に主軸の目視点検を行い，必要に応じて補修を実施することにより機能を維持できると考える。

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

h. 主軸の摩耗［中央制御室エアハンドリングユニットファン］

ころがり軸受を使用している送風機の主軸においては，軸受と主軸の接触面に僅かな摩耗が生じる可能性があるが，中央制御室エアハンドリングユニットファンは，新たに設置されることから，今後，点検時に主軸の目視点検及び寸法測定を行い，必要に応じて補修を実施することにより機能を維持できると考える。

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

i. 水室（内面），管板（内面），冷却コイルの腐食（全面腐食）［残留熱除去系ポンプ室空調機］

水室（内面），管板（内面），冷却コイルは海水に接液することから腐食発生が想定されるが，海水に対する耐食性を有する銅合金であり，かつ防食板を設置していることから，腐食が急速に進行する可能性は小さい。

なお，開放点検時に目視点検を実施しており，これまでに有意な腐食は認められていない。

今後も使用環境に変化がなく，これらの傾向に変化する要因があるとは考え難い。

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

j. 主軸の高サイクル疲労割れ［中央制御室エアハンドリングユニットファン］

主軸には，送風機運転時に定常応力と変動応力が発生するため，繰返し応力を受けると疲労が蓄積する可能性がある。

しかし，設計段階において高サイクル疲労を起こさないよう考慮されている。

中央制御室エアハンドリングユニットファンは，新たに設置されることから，今後，点検時に主軸の目視点検を行い，必要に応じて補修を実施することにより機能を維持できると考える。

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

k. モータ（低圧，全閉型）の主軸の摩耗［共通］

l. モータ（低圧，全閉型）のフレーム，エンドブラケット，ファン，ファンカバー及び端子箱の腐食（全面腐食）［共通］

m. モータ（低圧，全閉型）の固定子コア及び回転子コアの腐食（全面腐食）［共通］

n. モータ（低圧，全閉型）の取付ボルトの腐食（全面腐食）［共通］

o. モータ（低圧，全閉型）の主軸の高サイクル疲労割れ［共通］

以上，k.～o.の評価については「ポンプモータの技術評価書」のうち，低圧ポンプモータと同一であることから，当該評価書を参照のこと。

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

a. 基礎ボルトの樹脂の劣化（後打ちケミカルアンカ）［残留熱除去系ポンプ室空調機］

基礎ボルトの健全性については，「機械設備の技術評価書」にて評価を実施するものとし，本評価書には含めていない。

b. 冷却コイルの腐食（全面腐食）［中央制御室エアハンドリングユニットファン］

新たに設置される中央制御室エアハンドリングユニットファンの冷却コイルは耐食性を有する銅であり，コイル内面は内部流体が水質管理された純水であることから，腐食進行の可能性はない。

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

c. 冷却コイルの異物付着［中央制御室エアハンドリングユニットファン］

新たに設置される中央制御室エアハンドリングユニットファンの冷却コイルの内部流体は，水質管理された純水であり，異物付着の可能性はない。

したがって，冷却コイルの異物付着は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

d. モータ（低圧，全閉型）の回転子棒及び回転子エンドリングの疲労割れ［共通］

以上，d.の評価については「ポンプモータの技術評価書」のうち，低圧ポンプモータと同一であることから，当該評価書を参照のこと。

表 2.2-1（1/2）残留熱除去系ポンプ室空調機に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考
					減肉		割れ		材質変化		その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
流量の確保	エネルギー伝達	モータ（低圧，全閉型）	◎(軸受(ころがり))	銅，絶縁物他	△*1	△*2*3*4	△*5▲*6				○*7	*1：主軸 *2：フレーム，エンドブラケット，ファン，ファンカバー及び端子箱 *3：固定子コア及び回転子コア *4：取付ボルト *5：主軸の高サイクル疲労割れ *6：回転子棒及び回転子エンドリング *7：固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁特性低下 *8：異物付着 *9：外面 *10：内面 *11：樹脂の劣化
	エネルギー変換	羽根車		炭素鋼		△						
バウンダリの維持	流路の形成	ケーシング		炭素鋼		△						
		ケーシングボルト		炭素鋼		△						
冷却機能の確保	空気冷却	冷却コイル		銅合金		△					△*8	
		水室		銅合金		△*9*10						
		管板		銅合金		△*9*10						
		冷却コイルボルト		低合金鋼及び炭素鋼		△						
		防食板	◎	－								
機器の支持	支持	ベース		炭素鋼		△						
		取付ボルト		炭素鋼		△						
		基礎ボルト		炭素鋼，樹脂		△				▲*11		

○：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象でない事象（日常劣化管理事象）

▲：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象でない事象（日常劣化管理事象以外）

表 2.2-1（2/2）中央制御室エアハンドリングユニットファンに想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考
					減肉		割れ		材質変化		その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
流量の確保	エネルギー伝達	主軸		炭素鋼	△	△	△*1					*1：高サイクル疲労割れ *2：主軸 *3：フレーム，エンドブラケット，ファン，ファンカバー及び端子箱 *4：固定子コア及び回転子コア *5：取付ボルト *6：主軸の高サイクル疲労割れ *7：回転子棒及び回転子エンドリング *8：固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁特性低下 *9：異物付着
		モータ（低圧，全閉型）	◎(軸受（ころがり）)	銅，絶縁物他	△*2	△*3*4*5	△*6▲*7				○*8	
		軸継手		炭素鋼		△						
	エネルギー変換	羽根車		炭素鋼		△						
	軸支持	軸受（ころがり）	◎	－								
バウンダリの維持	流路の形成	ケーシング（ユニット）		炭素鋼（亜鉛メッキ）		△						
		ケーシング（送風機）		炭素鋼		△						
空気浄化機能の確保	粉塵捕集	フィルタ	◎	－								
冷却機能の確保	空気冷却	冷却コイル		銅		▲					▲*9	
機器の支持	支持	基礎ボルト		ステンレス鋼								

○：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象でない事象（日常劣化管理事象）

▲：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象でない事象（日常劣化管理事象以外）

2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の評価

(1) モータ（低圧，全閉型）の固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁特性低下［共通］

モータ（低圧，全閉型）の固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁特性低下に対する「事象の説明」，「技術評価」及び「高経年化への対応」は，「ポンプモータの技術評価書」のうち，低圧ポンプモータと同一であることから，当該評価書を参照のこと。

3. 代表機器以外への展開

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

① 高圧炉心スプレイ系ポンプ室空調機

② 低圧炉心スプレイ系ポンプ室空調機

3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

a. モータ（低圧，全閉型）の固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁特性低下［共通］

代表機器と同様，モータ（低圧，全閉型）の固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁特性低下に対する「事象の説明」，「技術評価」及び「高経年化への対応」は，「ポンプモータの技術評価書」のうち，低圧ポンプモータと同一であることから，当該評価書を参照のこと。

3.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

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

a. 基礎ボルトの腐食（全面腐食）［高圧炉心スプレイ系ポンプ室空調機，低圧炉心スプレイ系ポンプ室空調機］

基礎ボルトの腐食（全面腐食）については，「機械設備の技術評価書」にて評価を実施するものとし，本評価書には含めていない。

b. ケーシングの腐食（全面腐食）［共通］

代表機器と同様，ケーシングは炭素鋼であり腐食が想定されるが，大気接触部は塗装が施されていることから，塗膜が健全であれば腐食が発生する可能性は小さく，目視点検時に必要に応じて補修塗装することにより機能を維持している。

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

c. 羽根車の腐食（全面腐食）［共通］

代表機器と同様，羽根車は炭素鋼であり腐食が想定されるが，大気接触部は塗装が施されていることから，塗膜が健全であれば腐食が発生する可能性は小さく，目視点検時に必要に応じて補修塗装することにより機能を維持している。

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

d. ケーシングボルト，水室（外面），管板（外面），冷却コイルボルト，ベース，取付ボルトの腐食（全面腐食）［共通］

代表機器と同様，ケーシングボルト，水室（外面），管板（外面），冷却コイルボルト，ベース，取付ボルトは炭素鋼，低合金鋼又は銅合金であり腐食が想定されるが，大気接触部は塗装が施されていることから，塗膜が健全であれば腐食が発生する可能性は小さく，目視点検時に必要に応じて補修塗装することにより機能を維持している。

したがって，ケーシングボルト，水室（外面），管板（外面），冷却コイルボルト，ベース，取付ボルトの腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

e. 冷却コイルの異物付着［共通］

代表機器と同様，冷却コイル内部流体は海水であることから，冷却コイルに異物が付着し伝熱性能に影響を及ぼす可能性があるが，開放点検時に冷却コイル内の清掃を実施することにより，機能を維持している。

また，冷却コイルの外面についても，流体は空気であり，異物付着の可能性は少ない。

したがって，冷却コイルの異物付着は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

f. 水室（内面），管板（内面），冷却コイルの腐食（全面腐食）［共通］

代表機器と同様，水室（内面），管板（内面），冷却コイルは海水に接液することから腐食発生が想定されるが，海水に対する耐食性を有する銅合金であり，かつ防食板を設置していることから，腐食が急速に進行する可能性は小さい。

なお，開放点検時に目視点検を実施しており，これまでに有意な腐食は認められていない。

今後も使用環境に変化がなく，これらの傾向に変化する要因があるとは考え難い。

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

g. モータ（低圧，全閉型）の主軸の摩耗［共通］

h. モータ（低圧，全閉型）のフレーム，エンドブラケット，ファン，ファンカバー及び端子箱の腐食（全面腐食）［共通］

i. モータ（低圧，全閉型）の固定子コア及び回転子コアの腐食（全面腐食）［共通］

j. モータ（低圧，全閉型）の取付ボルトの腐食（全面腐食）［共通］

k. モータ（低圧，全閉型）の主軸の高サイクル疲労割れ［共通］

以上，g.～k.の評価については「ポンプモータの技術評価書」のうち，低圧ポンプモータと同一であることから，当該評価書を参照のこと。

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

a. 基礎ボルトの樹脂の劣化（後打ちケミカルアンカ）［高圧炉心スプレイ系ポンプ室空調機，低圧炉心スプレイ系ポンプ室空調機］

基礎ボルトの健全性については，「機械設備の技術評価書」にて評価を実施するものとし，本評価書には含めていない。

b. モータ（低圧，全閉型）の回転子棒及び回転子エンドリングの疲労割れ［共通］

以上，b.の評価については「ポンプモータの技術評価書」のうち，低圧ポンプモータと同一であることから，当該評価書を参照のこと。

3. 冷凍機

［対象冷凍機］

① 中央制御室チラーユニット

目次

1. 対象機器 3-1
2. 冷凍機の技術評価..... 3-2
2.1 構造，材料及び使用条件..... 3-2
2.2 経年劣化事象の抽出..... 3-9
2.2.1 機器の機能達成に必要な項目..... 3-9
2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出..... 3-9
2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象..... 3-11
2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の評価..... 3-20

1. 対象機器

東海第二で使用している主要な冷凍機の主な仕様を表 1-1 に示す。

表 1-1　冷凍機の主な仕様

型式	機器名称	仕様 冷却能力（W）	重要度	使用条件 運転状態
スクリュー式	中央制御室 チラーユニット	210,000	MS-1	連続

2. 冷凍機の技術評価

2.1 構造，材料及び使用条件

(1) 構造

東海第二の中央制御室チラーユニットは，外気を冷却源とする冷却能力 210,000 W のスクリュー式冷凍機であり，2 基設置されている。

チラーユニットは，圧縮機，凝縮器，蒸発器，配管・弁及び冷水ポンプ等で構成される。

また，圧縮機はケーシングを開放することにより，点検手入れが可能である。

なお，1995 年度から 1996 年度に中央制御室換気系の機能維持を目的に，冷凍機（冷水ポンプを除く）の取替を実施している。

東海第二の中央制御室チラーユニットの系統図を図 2.1-1 に，構造図を図 2.1-2 に，圧縮機の構造図を図 2.1-3 に，冷水ポンプの構造図を図 2.1-4 に示す。

(2) 材料及び使用条件

東海第二の中央制御室チラーユニット主要部位の使用材料を表 2.1-1 に，使用条件を表 2.1-2 に示す。

No.	部位
①	圧縮機
②	膨張弁
③	制御用電磁弁
④	凝縮器
⑤	蒸発器
⑥	冷水ポンプ及びモータ

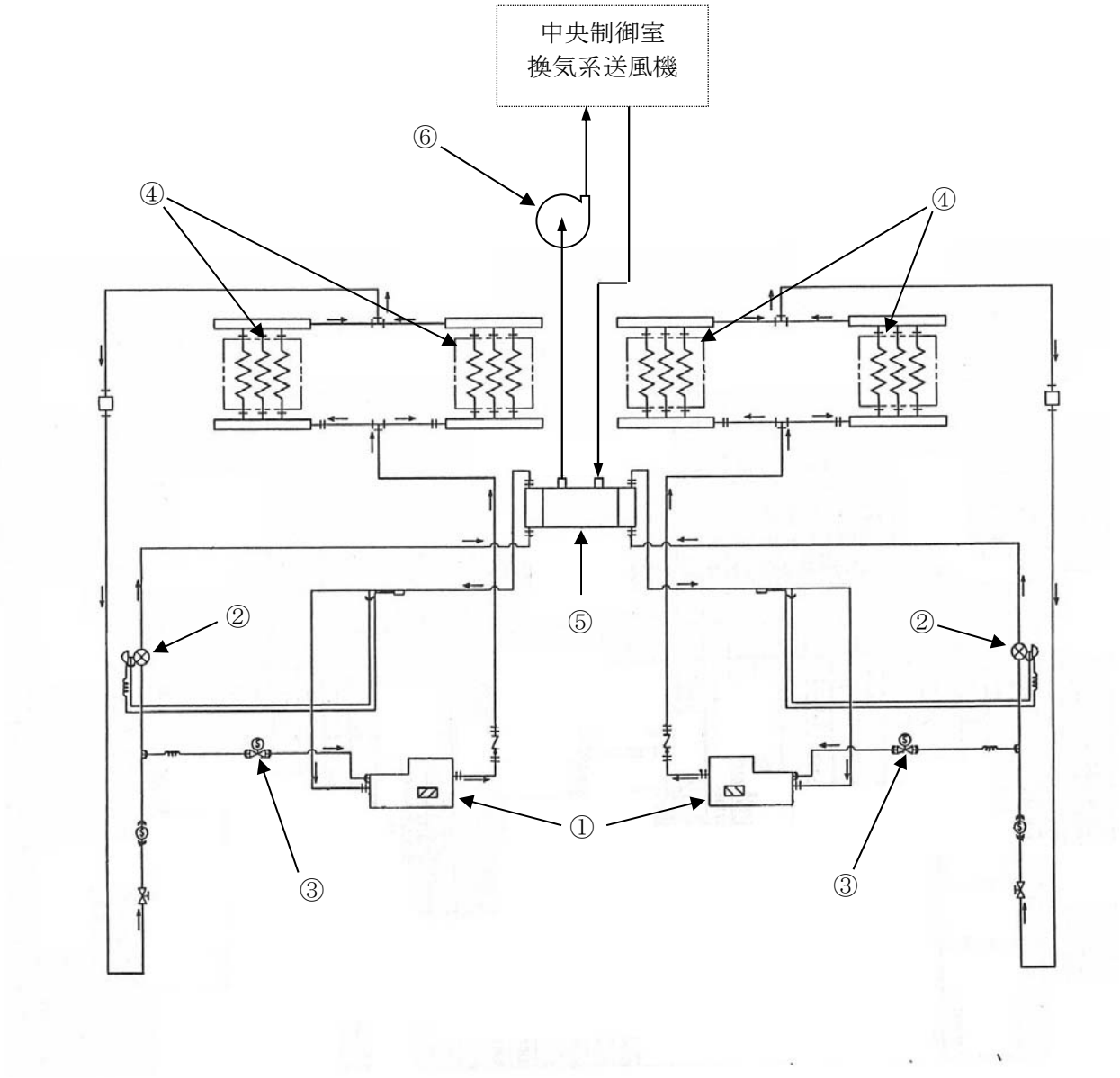
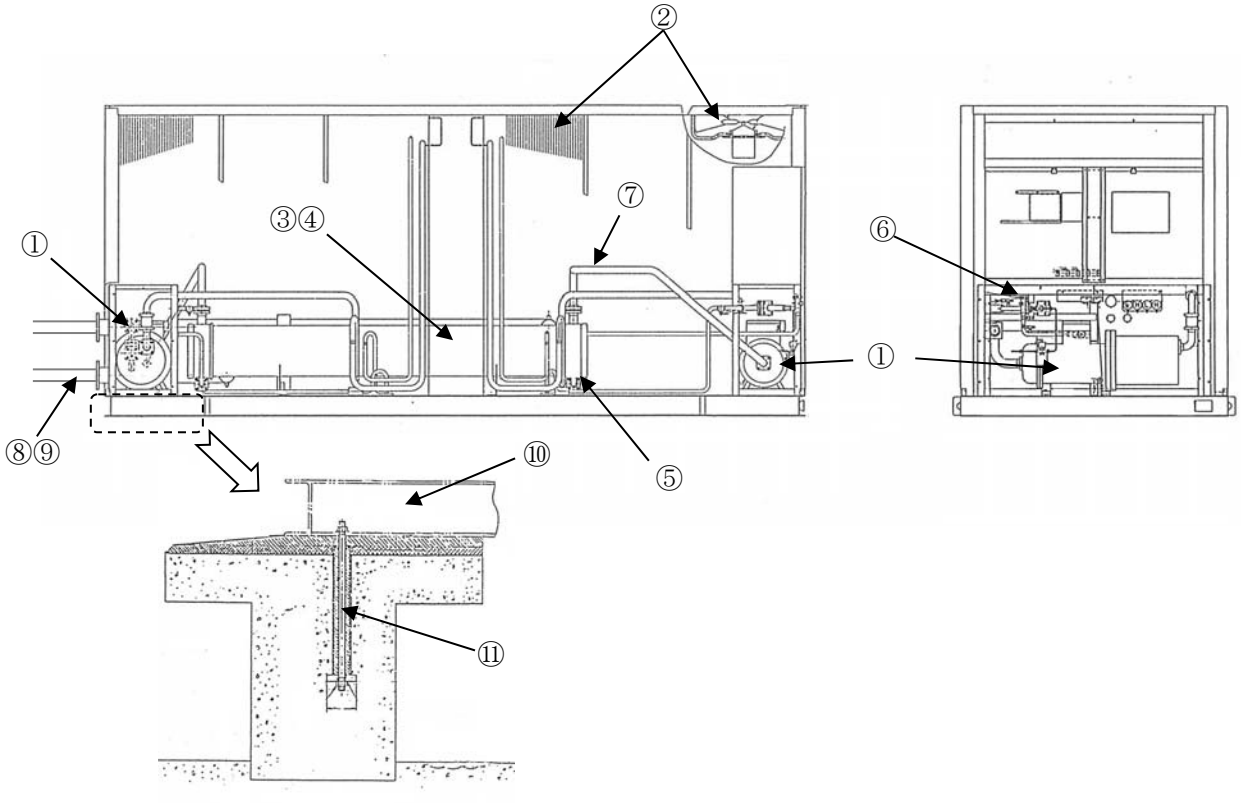


図 2.1-1　中央制御室チラーユニット系統図

No.	部位
①	圧縮機
②	凝縮器
③	蒸発器伝熱管
④	蒸発器胴
⑤	蒸発器水室
⑥	膨張弁
⑦	冷媒配管
⑧	冷水配管
⑨	冷水配管サポート
⑩	ベース
⑪	基礎ボルト



基礎ボルト詳細図

図 2.1-2 中央制御室チラーユニット構造図

No.	部位
①	ケーシング
②	ロータ
③	軸受（ころがり）
④	圧縮機モータ
⑤	スライドバルブ
⑥	ロッド
⑦	ピストン
⑧	ピストンリング
⑨	D カバー
⑩	E カバー
⑪	吐出容器

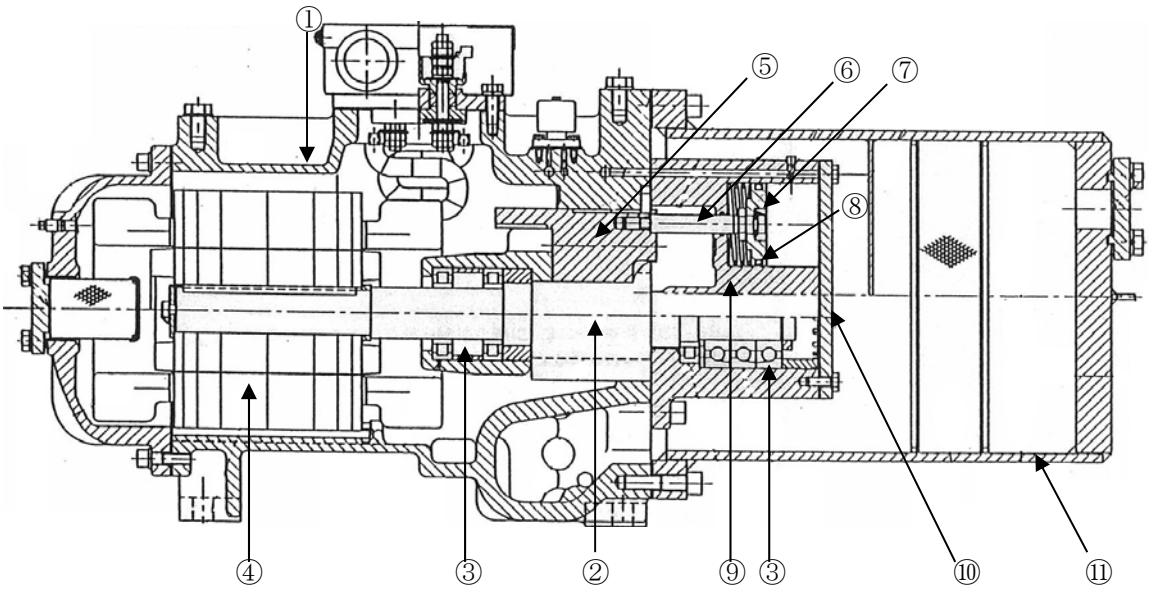


図 2.1-3　中央制御室チラーユニット　圧縮機構造図

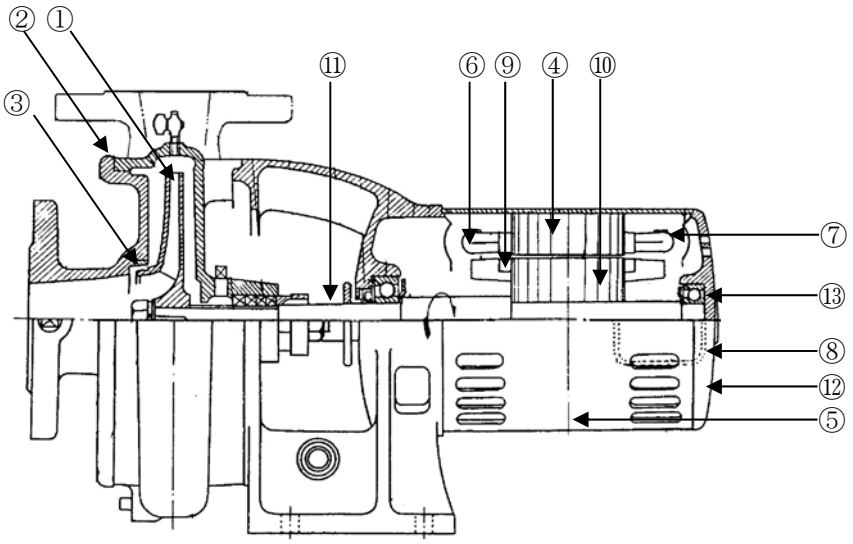


図 2.1-4　中央制御室チラーユニット　冷水ポンプ構造図

No.	部位	No.	部位	No.	部位
①	羽根車	⑥	固定子コイル	⑪	主軸
②	ケーシング	⑦	口出線・接続部品	⑫	エンドブラケット
③	ライナリング	⑧	端子箱	⑬	軸受（ころがり）
④	固定子コア	⑨	回転子棒 回転子エンドリング		
⑤	フレーム	⑩	回転子コア		

表 2.1-1(1/2)　中央制御室チラーユニット主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位		材料
冷却機能の確保	エネルギー変換	圧縮機	ケーシング	鋳鉄
			ロータ	（消耗品）
			軸受（ころがり）	（消耗品）
			圧縮機モータ（低圧，全閉型）	固定子コイル及び口出線・接続部品：銅，絶縁物 固定子コア及び回転子コア：電磁鋼 回転子棒・回転子エンドリング：アルミニウム 端子箱：圧延鋼板 リアカバー：鋳鉄
			スライドバルブ	鋳鉄
			ロッド	炭素鋼
			ピストン	炭素鋼
			ピストンリング	（消耗品）
			D カバー	鋳鉄
			E カバー	炭素鋼
			吐出容器	炭素鋼
	熱交換伝熱	凝縮器		（定期取替品）
		蒸発器	伝熱管	銅
			胴	炭素鋼
			水室	炭素鋼
		膨張弁		（定期取替品）
		制御用電磁弁		（定期取替品）
		冷媒配管		銅
		冷水配管		炭素鋼

表 2.1-1(2/2)　中央制御室チラーユニット主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位		材料
冷却機能の確保	冷水送水	冷水ポンプ	羽根車	鋳鉄
			ケーシング	鋳鉄
			ライナリング	青銅鋳物
		冷水ポンプモータ（低圧，開放型）	固定子コア	けい素鋼
			フレーム	圧延鋼板
			固定子コイル	銅，絶縁物
			口出線・接続部品	銅，絶縁物
			端子箱	圧延鋼板
			回転子棒・回転子エンドリング	アルミニウム
			回転子コア	けい素鋼
			主軸	炭素鋼
			エンドブラケット	鋳鉄
			軸受（ころがり）	（消耗品）
機器の支持	支持	冷水配管サポート		炭素鋼
		ベース		炭素鋼
		基礎ボルト		炭素鋼，樹脂

表 2.1-2　中央制御室チラーユニットの使用条件

冷却能力	210,000 W
内部流体	冷媒（R-22） 冷水（純水）
周囲温度	35 ℃
設置場所	屋外

2.2 経年劣化事象の抽出

2.2.1 機器の機能達成に必要な項目

冷凍機の機能（冷却機能）の達成に必要な項目は以下のとおり。

(1) 冷却機能の確保

(2) 機器の支持

2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

(1) 想定される経年劣化事象の抽出

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

なお，消耗品及び定期取替品は以下のとおり評価対象外とする。

(2) 消耗品及び定期取替品の扱い

ロータ，軸受（ころがり），ピストンリングは消耗品，凝縮器，膨張弁，制御用電磁弁は定期取替品であり，設計時に長期使用せず取替を前提としていることから，高経年化対策を見極める上での評価対象外とする。

(3) 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

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

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

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

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

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

a. モータ（低圧，開放型）の固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁特性低下［冷水ポンプ］

b. モータ（低圧，全閉型）の固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁特性低下［圧縮機］

2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

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

a. 基礎ボルトの腐食（全面腐食）

基礎ボルトの腐食（全面腐食）については，「機械設備の技術評価書」にて評価を実施するものとし，本評価書には含めていない。

b. ケーシング，吐出容器，水室，胴の腐食（全面腐食）［圧縮機，蒸発器］

圧縮機のケーシングは鋳鉄，圧縮機の吐出容器，蒸発器の水室，胴は炭素鋼であり腐食が想定されるが，内部流体はフロン冷媒であり，大気接触部は塗装を施しているため腐食が発生する可能性は小さく，目視点検時に必要に応じて補修塗装することにより機能を維持している。

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

c. 冷水配管の腐食（全面腐食）

冷水配管は炭素鋼であり，腐食が想定されるが，大気接触部は塗装を施しており，内部流体が水質管理された純水であるため，腐食が発生する可能性は小さく，配管取合部の目視点検時に必要に応じ補修塗装等を実施することにより機能を維持している。

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

d. ベース，冷水配管サポートの腐食（全面腐食）

ベース，冷水配管サポートは炭素鋼であり，腐食の発生が想定されるが，大気接触部は塗装を施しており，腐食が発生する可能性は小さく，目視点検時に必要に応じ補修塗装等を実施することにより機能を維持している。

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

e. ピストン，D カバーの摩耗［圧縮機］

圧縮機のピストン及びD カバーの摺動部にはピストンリング（消耗品）を取り付けており，これの取替を前提として設計しているため，各部の摩耗は低減されている。

また，分解点検時の目視点検において有意な摩耗がないことを確認している。

したがって，ピストン，D カバーの摩耗は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

f. 羽根車，ライナリングの摩耗［冷水ポンプ］

冷水ポンプの羽根車とライナリングの摺動摩耗等により，羽根車とライナリングの隙間が増加し，内部漏えい量の増大による性能低下の可能性があるが，分解点検時の目視点検において有意な摩耗がないことを確認している。

したがって，羽根車，ライナリングの摩耗は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

g. ケーシングの腐食（全面腐食）［冷水ポンプ］

冷水ポンプのケーシングは，鋳鉄を使用しているため腐食が想定されるが，外面は塗装を施しており，内部流体が水質管理された純水であるため腐食の可能性は小さい。

また，分解点検時の目視点検において有意な腐食がないことを確認している。

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

h. モータ（低圧，開放型）の固定子コア及び回転子コアの腐食（全面腐食）［冷水ポンプ］

冷水ポンプモータ（低圧，開放型）の固定子コア及び回転子コアは，けい素鋼であるため腐食が想定されるが，固定子コア及び回転子コアには，絶縁ワニス処理が施されており，腐食進行の可能性は小さく，目視点検時に必要に応じ補修塗装等を実施することにより機能を維持している。

したがって，モータ（低圧，開放型）の固定子コア及び回転子コアの腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

i. モータ（低圧，開放型）のフレーム，エンドブラケット及び端子箱の腐食（全面腐食）［冷水ポンプ］

冷水ポンプモータ（低圧，開放型）のフレーム，エンドブラケット及び端子箱は，圧延鋼板，鋳鉄であるため腐食が想定されるが，フレーム等の表面には塗装が施されており，塗膜が健全であれば腐食進行の可能性は小さく，目視点検時に必要に応じ補修塗装等を実施することにより機能を維持している。

したがって，モータ（低圧，開放型）のフレーム，エンドブラケット及び端子箱の腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

j. モータ（低圧，開放型）の主軸の摩耗［冷水ポンプ］

冷水ポンプモータ（低圧，開放型）の主軸は，軸受との接触面の摩耗が想定されるが，点検時に主軸の寸法測定を行い，その結果により必要に応じ補修を実施することにより機能を維持している。

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

k. スライドバルブ，ロッド，ピストン，D カバー，E カバーの腐食（全面腐食）［圧縮機］

圧縮機のスライドバルブ，D カバーは鋳鉄，ロッド，ピストン，E カバーは炭素鋼であり腐食が想定されるが，周囲流体はフロン冷媒であるため，腐食の発生する可能性は小さい。

なお，分解点検時に目視点検を実施しており，これまでの点検結果から有意な腐食は確認されていない。

今後も使用環境に変化がなく，これらの傾向に変化する要因があるとは考え難い。

したがって，スライドバルブ，ロッド，ピストン，D カバー，E カバーの腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

l. 冷媒配管の腐食（全面腐食）

冷媒配管は，耐食性の良い銅を使用しており，内部流体は腐食性のほとんどないフロン冷媒であるため，腐食の発生する可能性は小さい。

なお，分解点検時に外面の目視点検を実施しており，これまで有意な腐食は認められておらず，今後もこれらの傾向に変化する要因があるとは考え難い。

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

m. 羽根車の腐食（キャビテーション）［冷水ポンプ］

冷水ポンプ内部でキャビテーションが発生すると羽根車表面にエロージョンが生じ，ポンプ性能に影響を及ぼす可能性があるが，ポンプはキャビテーションを起こさない条件（有効吸込ヘッド＞必要有効吸込ヘッド）を満たすよう設計段階で既に考慮されており，この大小関係は経年的に変化するものではない。

なお，これまでの点検結果からも有意な腐食は確認されておらず，今後もこれらの傾向に変化する要因があるとは考え難い。

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

n. ライナリングの腐食（全面腐食）［冷水ポンプ］

冷水ポンプのライナリングは耐食性の良い青銅鋳物を使用しており，ポンプ内部流体は水質管理された純水であるため，腐食の発生する可能性は小さい。

なお，これまでの点検結果からも有意な腐食は確認されておらず，今後もこれらの傾向に変化する要因があるとは考え難い。

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

o. モータ（低圧，開放型）の主軸の高サイクル疲労割れ［冷水ポンプ］

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

なお，点検時に目視確認を行い，これまで有意な欠陥は確認されておらず，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

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

p. モータ（低圧，全閉型）のリアカバー及び端子箱の腐食（全面腐食）［圧縮機］

q. モータ（低圧，全閉型）の固定子コア及び回転子コアの腐食（全面腐食）［圧縮機］

以上，p.～q.の評価については「ポンプモータの技術評価書」のうち，低圧ポンプモータと同一であることから，当該評価書を参照のこと。

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

a. 基礎ボルトの樹脂の劣化（後打ちケミカルアンカ）

基礎ボルトの健全性については，「機械設備の技術評価書」にて評価を実施するものとし，本評価書には含めていない。

b. 伝熱管の腐食（全面腐食）［蒸発器］

蒸発器の伝熱管は，耐食性の良い銅を使用しており，かつ管外面は水質管理された純水であるため，腐食の発生する可能性はない。

また，管内面についても腐食性のないフロン冷媒であるため腐食の発生する可能性はなく，今後もこれらの傾向に変化する要因があるとは考え難い。

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

c. モータ（低圧，開放型）の回転子棒及び回転子エンドリングの疲労割れ[冷水ポンプ]

冷水ポンプモータ（低圧，開放型）の回転子棒及び回転子エンドリングには，モータ起動時に発生する電磁力等により繰返し応力を受けると疲労割れの発生が想定される。

しかし，図 2.2-1 に示すとおり，回転子棒及び回転子エンドリングはアルミダイキャストで一体形成され，スロット内にアルミニウムが充満した状態で回転子棒が形成されているため，回転子棒とスロットの間に隙間や緩みは生じないため，繰り返し応力による疲労割れが発生する可能性はない。

したがって，モータ（低圧，開放型）の回転子棒及び回転子エンドリングの疲労割れは高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

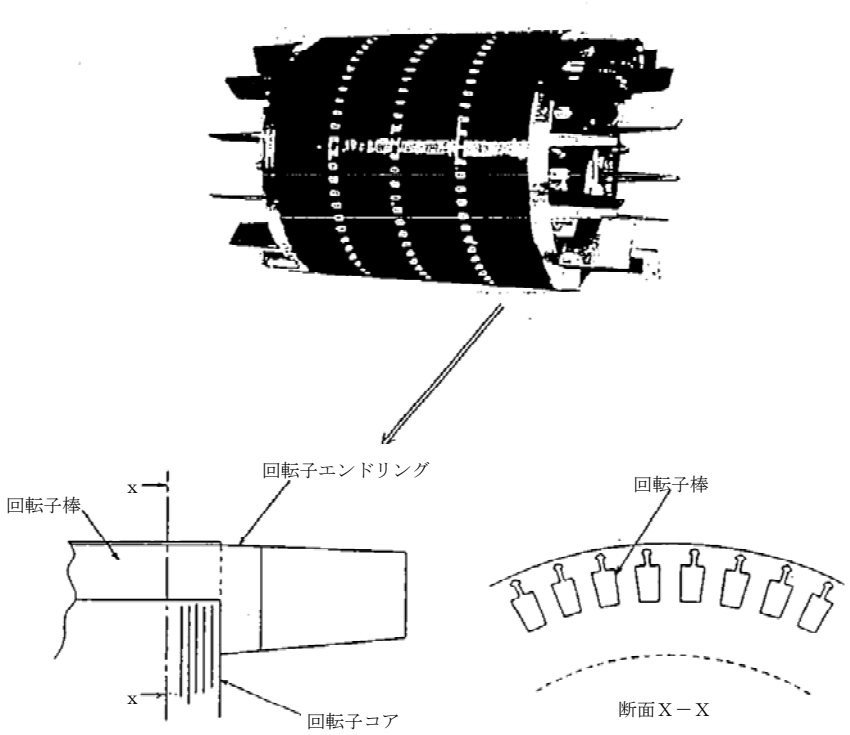


図 2.2-1　アルミダイキャスト回転子構造図

d. モータ（低圧，全閉型）の回転子棒及び回転子エンドリングの疲労割れ[圧縮機]

圧縮機モータ（低圧，全閉型）の回転子棒及び回転子エンドリングの疲労割れについては「ポンプモータの技術評価書」のうち，低圧ポンプモータと同一であることから，当該評価書を参照のこと。

表 2.2-1（1/3） 中央制御室チラーユニットに想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位		消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考
						減肉		割れ		材質変化		その他	
						摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
冷却機能の確保	エネルギー変換	圧縮機	ケーシング		鋳鉄		△						*1:端子箱，リアカバー *2:固定子コア及び回転子コア *3:回転子棒及び回転子エンドリング *4:固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁特性低下
			ロータ	◎	－								
			軸受（ころがり）	◎	－								
			圧縮機モータ（低圧，全閉型）		アルミ，銅，絶縁物他		△*1*2	▲*3				○*4	
			スライドバルブ		鋳鉄		△						
			ロッド		炭素鋼		△						
			ピストン		炭素鋼	△	△						
			ピストンリング	◎	－								
			D カバー		鋳鉄	△	△						
			E カバー		炭素鋼		△						
			吐出容器		炭素鋼		△						

○：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

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

表 2.2-1（2/3）　中央制御室チラーユニットに想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位		消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考
						減肉		割れ		材質変化		その他	
						摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
冷却機能の確保	熱交換伝熱	凝縮器		◎	－								*1：キャビテーション
		蒸発器	伝熱管		銅		▲						
			胴		炭素鋼		△						
			水室		炭素鋼		△						
		膨張弁		◎	－								
		制御用電磁弁		◎	－								
		冷媒配管			銅		△						
		冷水配管			炭素鋼		△						
	冷水送水	冷水ポンプ	羽根車		鋳鉄	△	△*1						
			ケーシング		鋳鉄		△						
			ライナリング		青銅鋳物	△	△						

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

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

表 2.2-1（3/3）　中央制御室チラーユニットに想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位		消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考
						減肉		割れ		材質変化		その他	
						摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
冷却機能の確保	冷水送水	冷水ポンプモータ（低圧，開放型）	固定子コア		けい素鋼		△						*1：絶縁特性の低下 *2：高サイクル疲労割れ *3：樹脂の劣化
			フレーム		圧延鋼板		△						
			固定子コイル		銅，絶縁物							○*1	
			口出線・接続部品		銅，絶縁物							○*1	
			端子箱		圧延鋼板		△						
			回転子棒・回転子エンドリング		アルミニウム			▲					
			回転子コア		けい素鋼		△						
			主軸		炭素鋼	△		△*2					
			エンドブラケット		鋳鉄		△						
			軸受（ころがり）	◎	－								
機器の支持	支持	冷水配管サポート			炭素鋼		△						
		ベース			炭素鋼		△						
		基礎ボルト			炭素鋼，樹脂		△				▲*3		

○：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

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

2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の評価

(1) モータ（低圧，開放型）の固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁特性低下［冷水ポンプ］

a. 事象の説明

冷水ポンプモータ（低圧，開放型）の固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁物は，有機物であるため，振動等による機械的劣化，熱分解による熱的劣化，絶縁物内空隙での放電等による電気的劣化，埃等の異物付着による環境的劣化により経年的に劣化が進行し，絶縁物の外表面，内部から絶縁特性低下を起こす可能性がある。

絶縁特性低下を生ずる可能性のある部位を図 2.3-1 に示す。

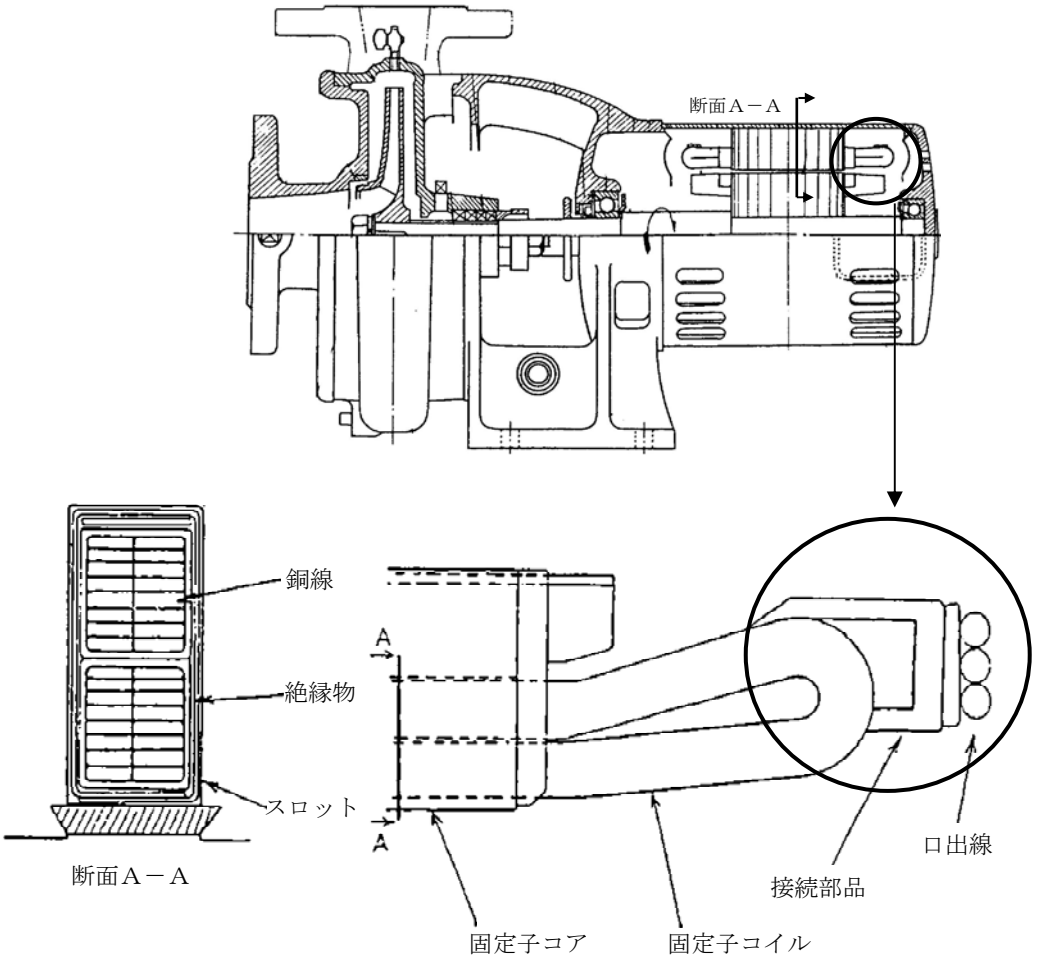


図 2.3-1　固定子コイルの絶縁部位

b. 技術評価

① 健全性評価

固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁特性低下要因としては，機械的，熱的，電気的及び環境的要因により経年的に劣化が進行し，絶縁特性低下を起こす可能性があるが，これまでの点検実績から最も絶縁特性低下に影響及ぼす要因は熱的劣化であることから，長期間の使用を考慮すると固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁特性低下の可能性は否定できない。

② 現状保全

固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁特性低下に対しては，点検時に目視確認，清掃及び絶縁抵抗測定を行い，熱的劣化による有意な絶縁特性低下のないことを確認している。

また，これらの点検で有意な絶縁特性低下による異常が確認された場合は，洗浄・乾燥及び絶縁補修（絶縁物にワニスを注入）又は，固定子コイル及び口出線・接続部品又はモータを取替えることとしている。

③ 総合評価

健全性評価及び現状保全の結果から判断して，固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁特性低下の可能性は小さく，また，現状保全にて絶縁特性の低下は把握可能と考えられる。今後も，目視確認，清掃及び絶縁抵抗測定を実施することで，異常の有無の確認は可能であり，現状の保全は点検手法として適切であると判断する。

c. 高経年化への対応

固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁特性低下に対しては，高経年化対策の観点から現状の保全内容に追加すべき項目はない。

今後も点検時に目視確認，清掃及び絶縁抵抗測定を実施することにより，絶縁特性低下を監視していくとともに，必要に応じて，洗浄，乾燥及び絶縁補修（絶縁物にワニスを注入）又はコイル及び口出線・接続部品の取替を実施する。

(2) モータ（低圧，全閉型）の固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁特性低下［圧縮機］

圧縮機モータ（低圧，全閉型）の固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁特性低下に対する「事象の説明」，「技術評価」及び「高経年化への対応」は，「ポンプモータの技術評価書」のうち，低圧ポンプモータと同一であることから，当該評価書を参照のこと。

4. フィルタユニット

［対象フィルタユニット］

① 非常用ガス再循環系フィルタトレイン
② 非常用ガス処理系フィルタトレイン
③ 中央制御室換気系フィルタユニット
④ 緊急時対策所非常用フィルタ装置

目次

1. 対象機器及び代表機器の選定..... 4-1
1.1 グループ化の考え方及び結果..... 4-1
1.2 代表機器の選定..... 4-1
2. 代表機器の技術評価..... 4-3
2.1 構造，材料及び使用条件..... 4-3
2.1.1 非常用ガス再循環系フィルタトレイン..... 4-3
2.2 経年劣化事象の抽出..... 4-6
2.2.1 機器の機能達成に必要な項目..... 4-6
2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出..... 4-6
2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象..... 4-7
3. 代表機器以外への展開..... 4-11
3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象..... 4-11
3.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象..... 4-11

1. 対象機器及び代表機器の選定

東海第二で使用している主要なフィルタユニットの主な仕様を表 1-1 に示す。

これらのフィルタユニットを材料の観点からグループ化し，このグループより以下のとおり代表機器を選定した。

1.1 グループ化の考え方及び結果

材料を分類基準とし，フィルタユニットを表 1-1 に示すとおりグループ化する。

1.2 代表機器の選定

表 1-1 に分類されるグループ毎に，重要度，運転状態，流量の観点から代表機器を選定する。

(1) ステンレス鋼製フィルタユニット

このグループには，非常用ガス再循環系フィルタトレイン，非常用ガス処理系フィルタトレイン，中央制御室換気系フィルタユニット及び緊急時対策所非常用フィルタ装置が属するが，重要度，運転状態は同じであることから，流量の大きい，非常用ガス再循環系フィルタトレインを代表機器とする。

表 1-1 フィルタユニットのグループ化及び代表機器の選定

分類基準	機器名称	選定基準			選定	選定理由
材料[*1]		仕様	重要度[*2]	使用条件		
		流量(m^3/h)		運転状態		
ステンレス鋼	非常用ガス再循環系フィルタトレイン	17,000	MS-1 重[*3]	一時	◎	重要度 運転状態 流量
	非常用ガス処理系フィルタトレイン	3,570	MS-1 重[*3]	一時		
	中央制御室換気系フィルタユニット	5,100	MS-1 重[*3]	一時		
	緊急時対策所非常用フィルタ装置[*4]	5,000	重[*3]	一時		

*1：ケーシングの材料を示す

*2：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

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

*4：新規に設置される機器

2. 代表機器の技術評価

本章では，1 章で代表機器とした以下のフィルタユニットについて技術評価を実施する。

① 非常用ガス再循環系フィルタトレイン

2.1 構造，材料及び使用条件

2.1.1 非常用ガス再循環系フィルタトレイン

(1) 構造

東海第二の非常用ガス再循環系フィルタトレインは，ステンレス鋼製の箱型構造で，原子炉建屋に 2 基設置されている。

フィルタトレインは，ケーシング，デミスタ，エアヒータ，プレフィルタ，粒子用高効率フィルタ，活性炭フィルタ，スペースヒータ，ベース及び基礎ボルト等からなる。

また，フィルタトレインは，点検口からケーシング内に入ることにより，点検手入れが可能である。

東海第二の非常用ガス再循環系フィルタトレインの構造図を図 2.1-1 に示す。

(2) 材料及び使用条件

東海第二の非常用ガス再循環系フィルタトレイン主要部位の使用材料を表 2.1-1 に，使用条件を表 2.1-2 に示す。

No.	部位
①	ケーシング
②	デミスタ
③	エアヒータ
④	プレフィルタ
⑤	粒子用高効率フィルタ
⑥	活性炭フィルタ
⑦	スペースヒータ
⑧	ベース
⑨	取付ボルト
⑩	基礎ボルト

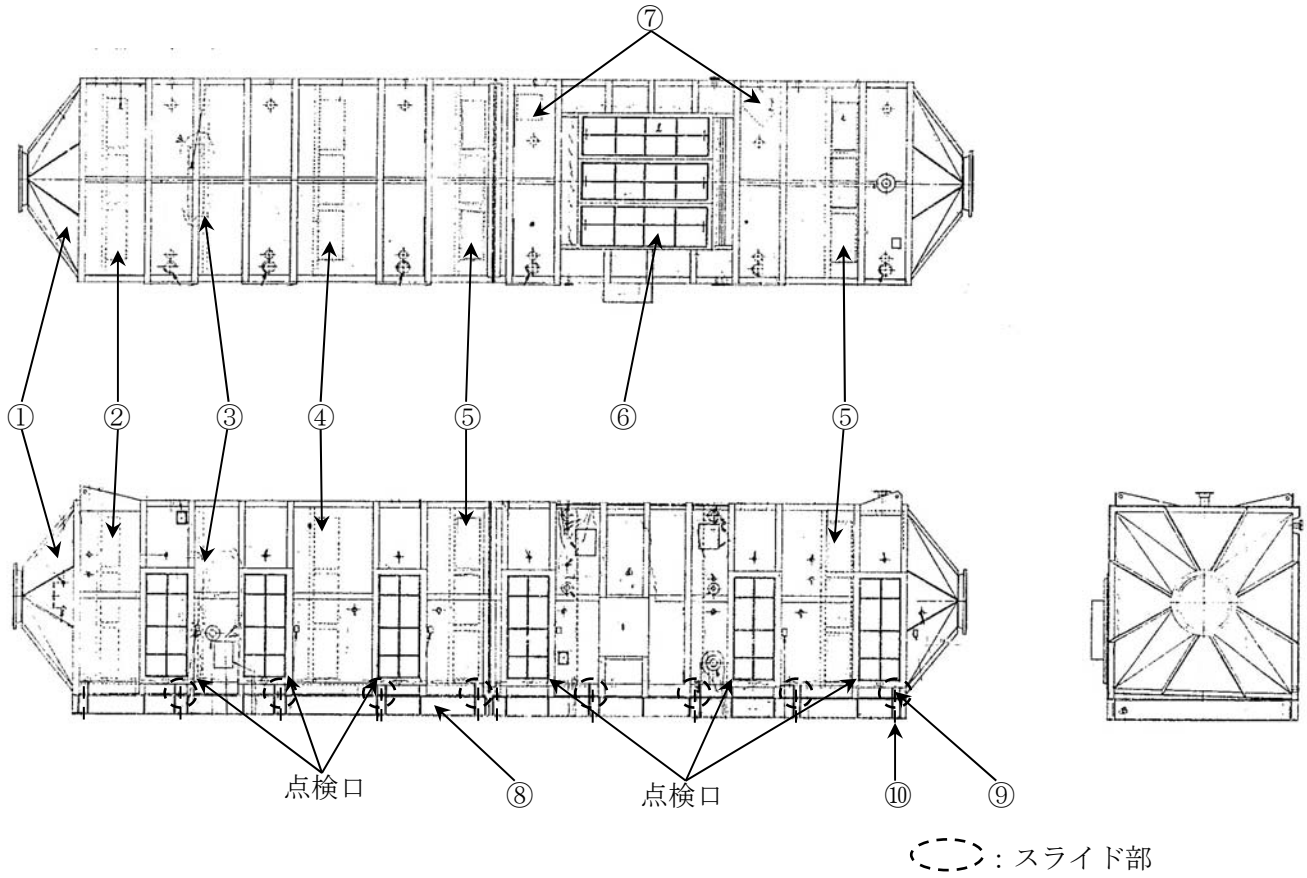


図 2.1-1 非常用ガス再循環系フィルタトレイン構造図

表 2.1-1　非常用ガス再循環系フィルタトレイン主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
バウンダリの維持	耐圧	ケーシング	ステンレス鋼
空気浄化機能の確保	空気浄化	デミスタ	ステンレス鋼，グラスファイバ
		エアヒータ	ステンレス鋼，ニクロム線，絶縁物
		プレフィルタ	（消耗品）
		粒子用高効率フィルタ	（消耗品）
		活性炭フィルタ	（消耗品）
		スペースヒータ	ステンレス鋼，ニクロム線，絶縁物
機器の支持	支持	ベース	炭素鋼
		取付ボルト	炭素鋼
		基礎ボルト	炭素鋼

表 2.1-2　非常用ガス再循環系フィルタトレインの使用条件

内部流体	空気
周囲温度／設計温度	40 ℃／86 ℃
設置場所	屋内

2.2 経年劣化事象の抽出

2.2.1 機器の機能達成に必要な項目

フィルタユニットの機能である空気浄化機能達成に必要な項目は以下のとおり。

(1) バウンダリの維持

(2) 空気浄化機能の確保

(3) 機器の支持

2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

(1) 想定される経年劣化事象の抽出

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

なお，消耗品及び定期取替品は以下のとおり評価対象外とする。

(2) 消耗品及び定期取替品の扱い

プレフィルタ，粒子用高効率フィルタ，活性炭フィルタは消耗品であり，設計時に長期使用せず取替を前提としていることから高経年化対策を見極める上での評価対象外とする。

(3) 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

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

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

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

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

この結果，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象は抽出されなかった。

2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

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

a. 基礎ボルトの腐食（全面腐食）

基礎ボルトの健全性については，「機械設備の技術評価書」にて評価を実施するものとし，本評価書には含めない。

b. ケーシング，デミスタ，エアヒータ，スペースヒータの貫粒型応力腐食割れ

ケーシング，デミスタ，エアヒータ，スペースヒータは，ステンレス鋼であり，貫粒型応力腐食割れが発生する可能性がある。

しかし，付着塩分量を維持管理基準（基準値：70 mgCl/m^2）以下に管理するため，代表ポイントにおける付着塩分量測定を実施し，その結果により必要に応じ，外面清掃及び浸透探傷検査を実施することとしている。

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

したがって，ケーシング，デミスタ，エアヒータ，スペースヒータの貫粒型応力腐食割れは高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

c. エアヒータ及びスペースヒータの絶縁特性低下

エアヒータ及びスペースヒータはシーズヒータであり，絶縁物（酸化マグネシウム）をパイプに収納しシール処理しており，パイプの腐食による外気湿分の浸入により絶縁低下する可能性がある。

しかし，絶縁物は耐食性の高いステンレス製パイプ中に納められ，かつ外気をシールしていることから，パイプ腐食に伴う外気中湿分の絶縁物への浸入による絶縁特性低下の可能性は低い。

また，点検時には絶縁抵抗測定を行い，有意な絶縁特性低下のないことを確認している。

したがって，エアヒータ及びスペースヒータの絶縁特性低下は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

d. エアヒータ及びスペースヒータの断線

エアヒータ及びスペースヒータはシーズヒータであり，加熱線にはニクロム線が使用されている。ニクロム線はパイプに収納しシール処理しており，パイプの腐食による外気湿分の浸入により，ニクロム線が腐食・断線する可能性がある。

しかし，ニクロム線はステンレス製パイプ中に絶縁物（酸化マグネシウム）と共に納められ，かつ外気をシールしていることから，パイプ腐食に伴う外気中湿分の浸入による酸化腐食の可能性は低い。

また,点検時には絶縁抵抗測定を行い,有意な断線のないことを確認している。

したがって，エアヒータ及びスペースヒータの断線は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

e. ベースの腐食（全面腐食）

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

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

f. ベーススライド部の腐食（全面腐食）

ベーススライド部は炭素鋼であり，腐食が発生する可能性がある。

しかし，目視点検において有意な腐食のないことを確認している。

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

g. 取付ボルトの腐食（全面腐食）

取付ボルトは炭素鋼であり，腐食が発生する可能性がある。

しかし，目視点検により腐食の有無を確認し，必要に応じ手入れ等を実施することにより機能を維持している。

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

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

日常劣化管理事象以外に該当する事象は抽出されなかった。

表 2.2-1 非常用ガス再循環系フィルタトレインに想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考
					減肉		割れ		材質変化		その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
バウンダリの維持	耐圧	ケーシング		ステンレス鋼				△*1				*1：貫粒型応力腐食割れ *2：シーズヒータ部 *3：ヒータの絶縁特性低下 *4：ヒータの断線 *5：ベース本体 *6：スライド部
空気浄化機能の確保	空気浄化	デミスタ		ステンレス鋼，グラスファイバ				△*1				
		エアヒータ		ステンレス鋼*2，ニクロム線，絶縁物				△*1			△*3*4	
		プレフィルタ	◎	－								
		粒子用高効率フィルタ	◎	－								
		活性炭フィルタ	◎	－								
		スペースヒータ		ステンレス鋼*2，ニクロム線，絶縁物				△*1			△*3*4	
機器の支持	支持	ベース		炭素鋼		△*5*6						
		取付ボルト		炭素鋼		△						
		基礎ボルト		炭素鋼		△						

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

3. 代表機器以外への展開

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

① 非常用ガス処理系フィルタトレイン
② 中央制御室換気系フィルタユニット
③ 緊急時対策所非常用フィルタ装置

3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

代表機器と同様，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象は抽出されなかった。

3.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

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

a. 基礎ボルトの腐食（全面腐食）[非常用ガス処理系フィルタトレイン，中央制御室換気系フィルタユニット]

基礎ボルトの健全性については，「機械設備の技術評価書」にて評価を実施するものとし，本評価書には含めない。

b. ケーシング，エアヒータ，スペースヒータの貫粒型応力腐食割れ[共通]

ケーシング（共通），エアヒータ及びスペースヒータ（非常用ガス処理系フィルタトレイン，緊急時対策所非常用フィルタ装置のみ）は，ステンレス鋼であり，貫粒型応力腐食割れが発生する可能性がある。

しかし，付着塩分量を維持管理基準（基準値：70 mgCl/m^2）以下に管理するため代表ポイントにおける付着塩分量測定を実施し，その結果により必要に応じ，外面清掃及び浸透探傷検査を実施することとしている。

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

緊急時対策所非常用フィルタ装置は新たに設置されることから，今後，点検時に代表ポイントにおける付着塩分量測定を実施し，その結果により必要に応じ，外面清掃及び浸透探傷検査を実施することで健全性を維持できると考える。

したがって，ケーシング，エアヒータ，スペースヒータの貫粒型応力腐食割れは高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

c. エアヒータ及びスペースヒータの絶縁特性低下［非常用ガス処理系フィルタトレイン，緊急時対策所非常用フィルタ装置］

代表機器と同様，エアヒータ及びスペースヒータはシーズヒータであり，絶縁物（酸化マグネシウム）をパイプに収納しシール処理しており，パイプの腐食による外気湿分の浸入により絶縁低下する可能性がある。

しかし，絶縁物は耐食性の高いステンレス製パイプ中に納められ，かつ外気をシールしていることから，パイプ腐食に伴う外気中湿分の絶縁物への浸入による絶縁特性低下の可能性は低い。

また，点検時には絶縁抵抗測定を行い，有意な絶縁特性低下のないことを確認している。

緊急時対策所非常用フィルタ装置は新たに設置されることから，今後，点検時に絶縁抵抗測定を行い，絶縁特性低下の有無を確認することで健全性を維持できると考える。

したがって，エアヒータ及びスペースヒータの絶縁特性低下は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

d. エアヒータ及びスペースヒータの断線［非常用ガス処理系フィルタトレイン，緊急時対策所非常用フィルタ装置］

代表機器と同様，エアヒータ及びスペースヒータはシーズヒータであり，加熱線にはニクロム線が使用されている。ニクロム線はパイプに収納しシール処理しており，パイプの腐食による外気湿分の浸入により，ニクロム線が腐食・断線する可能性がある。

しかし，ニクロム線はステンレス製パイプ中に絶縁物（酸化マグネシウム）と共に納められ，かつ外気をシールしていることから，パイプ腐食に伴う外気中湿分の浸入による酸化腐食の可能性は低い。

また，点検時には絶縁抵抗測定を行い，有意な断線のないことを確認している。

緊急時対策所非常用フィルタ装置は新たに設置されることから，今後，点検時に絶縁抵抗測定を行い，絶縁特性低下の有無を確認することで健全性を維持できると考える。

したがって，エアヒータ及びスペースヒータの断線は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

e. ベースの腐食（全面腐食）［共通］

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

緊急時対策所非常用フィルタ装置は新たに設置されることから，今後，塗膜の状態を目視点検で確認し，必要に応じて補修塗装を実施することで健全性を維持できると考える。

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

f. ベーススライド部の腐食（全面腐食）［非常用ガス処理系フィルタトレイン，緊急時対策所非常用フィルタ装置］

代表機器と同様，ベーススライド部は炭素鋼であり，腐食が発生する可能性があるが，目視点検において有意な腐食のないことを確認している。

緊急時対策所非常用フィルタ装置は新たに設置されることから，今後，目視点検を実施し，必要に応じて補修を実施することで健全性を維持できると考える。

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

g. 取付ボルトの腐食（全面腐食）［非常用ガス処理系フィルタトレイン］

代表機器と同様，取付ボルトは炭素鋼であり，腐食が発生する可能性がある。

しかし，目視点検により腐食の有無を確認し，必要に応じ，手入れ等を実施することにより機能を維持している。

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

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

日常劣化管理事象以外に該当する事象は抽出されなかった。

5. ダクト

［対象ダクト］

① 中央制御室換気系ダクト（角ダクト）
② ディーゼル室換気系ダクト（角ダクト）
③ 中央制御室換気系ダクト（丸ダクト）
④ 原子炉建屋換気系ダクト（丸ダクト）

目次

1. 対象機器及び代表機器の選定..... 5-1
1.1 グループ化の考え方及び結果..... 5-1
1.2 代表機器の選定..... 5-1
2. 代表機器の技術評価..... 5-3
2.1 構造，材料及び使用条件..... 5-3
2.1.1 中央制御室換気系ダクト（角ダクト）..... 5-3
2.1.2 原子炉建屋換気系ダクト（丸ダクト）..... 5-6
2.2 経年劣化事象の抽出..... 5-9
2.2.1 機器の機能達成に必要な項目..... 5-9
2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出..... 5-9
2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象..... 5-10
3. 代表機器以外への展開..... 5-15
3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象..... 5-15
3.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象..... 5-15

1. 対象機器及び代表機器の選定

東海第二で使用している主要なダクトの主な仕様を表 1-1 に示す。

これらのダクトを型式及び材料の観点からグループ化し，それぞれのグループより以下のとおり代表機器を選定した。

1.1 グループ化の考え方及び結果

型式及び材料を分類基準とし，ダクトを表 1-1 に示すとおりグループ化する。

1.2 代表機器の選定

表 1-1 に分類されるグループ毎に，重要度，運転状態，流量の観点から代表機器を選定する。

(1) 角ダクト

このグループには，中央制御室換気系ダクト，ディーゼル室換気系ダクトが属するが，重要度は同等であることから，運転状態の厳しい中央制御室換気系ダクトを代表機器とする。

(2) 丸ダクト

このグループには，中央制御室換気系ダクト，原子炉建屋換気系ダクトが属するが，重要度，運転状態が同等であることから，流量の大きい原子炉建屋換気系ダクトを代表機器とする。

表 1-1　ダクトのグループ化及び代表機器の選定

分類基準		機器名称	選定基準			選定	選定理由
型式	材料		仕様 流量*1(m^3/h)	重要度*2	使用条件 運転状態		
角ダクト	亜鉛メッキ鋼板	中央制御室換気系ダクト	42,500	MS-1 重*3	連続	◎	重要度 運転状態
		ディーゼル室換気系ダクト	71,400	MS-1	一時		
丸ダクト	炭素鋼	中央制御室換気系ダクト	42,500	MS-1	連続		重要度 運転状態 流量
		原子炉建屋換気系ダクト	231,200	MS-1	連続	◎	

◎：代表機器

*1：仕様が異なる機器がある場合は，仕様の最大のものを示す

*2：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

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

2. 代表機器の技術評価

本章では，1 章で代表機器とした以下のダクトについて技術評価を実施する。

① 中央制御室換気系ダクト（角ダクト）

② 原子炉建屋換気系ダクト（丸ダクト）

2.1 構造，材料及び使用条件

2.1.1 中央制御室換気系ダクト（角ダクト）

(1) 構造

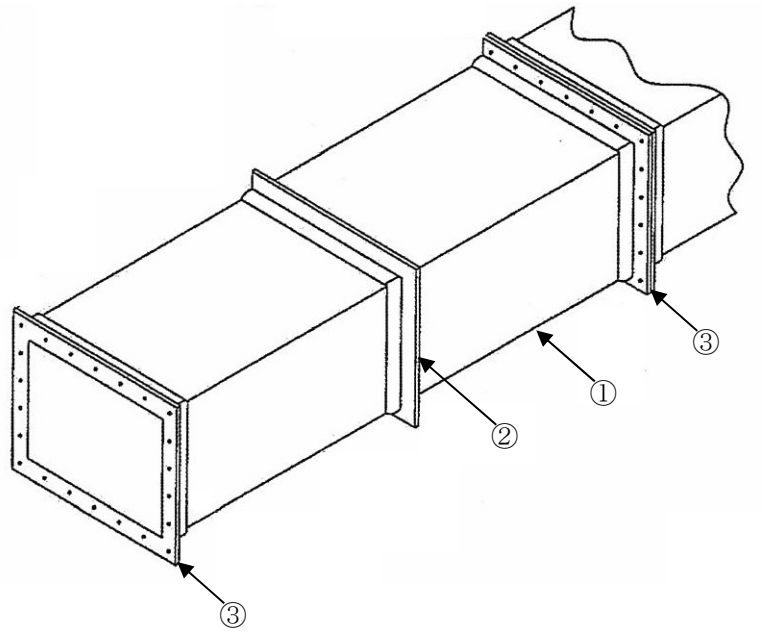
東海第二の中央制御室換気系ダクト（角ダクト）は，亜鉛メッキ鋼板である。

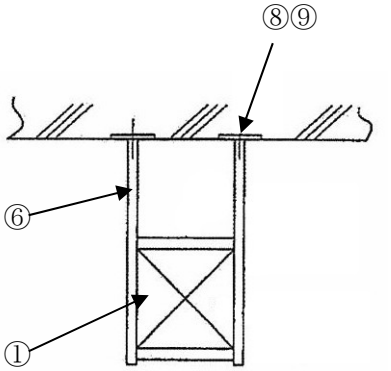
ダクトは，ダクト本体，補強材，フランジ，ガスケット，ベローズ，ボルト・ナット，支持鋼材，基礎ボルトおよび埋込金物からなる。

東海第二の中央制御室換気系ダクト（角ダクト）の構造図を図 2.1-1 に示す。

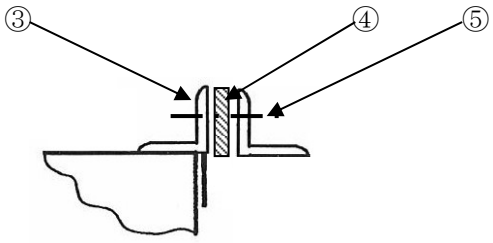
(2) 材料及び使用条件

東海第二の中央制御室換気系ダクト(角ダクト)主要部位の使用材料を表 2.1-1 に，使用条件を表 2.1-2 に示す。

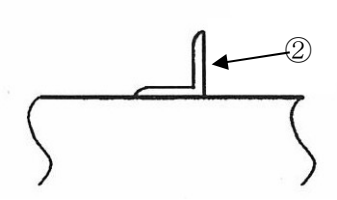




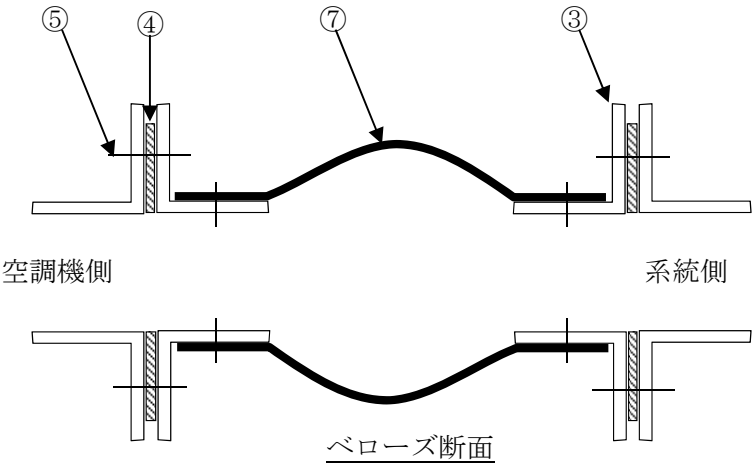
支持鋼材詳細



フランジ部詳細



補強材詳細



ベローズ断面

No.	部位
①	ダクト本体
②	補強材
③	フランジ
④	ガスケット
⑤	ボルト・ナット
⑥	支持鋼材
⑦	ベローズ
⑧	基礎ボルト
⑨	埋込金物

図 2.1-1　中央制御室換気系ダクト（角ダクト）構造図

表 2.1-1　中央制御室換気系ダクト（角ダクト）主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
バウンダリの維持	流路の確保	ダクト本体	亜鉛メッキ鋼板
		補強材	炭素鋼
		フランジ	炭素鋼
		ガスケット	石綿，ゴム
		ボルト・ナット	炭素鋼
		ベローズ	ゴム
機器の支持	支持	支持鋼材	炭素鋼
		基礎ボルト	炭素鋼，樹脂
		埋込金物	炭素鋼

表 2.1-2 中央制御室換気系ダクト（角ダクト）の使用条件

周囲温度	40 ℃
内部流体	空気
設置場所	屋内

2.1.2 原子炉建屋換気系ダクト（丸ダクト）

(1) 構造

東海第二の原子炉建屋換気系ダクト（丸ダクト）は，炭素鋼である。

ダクトは，ダクト本体，フランジ，ガスケット，ボルト・ナットからなる。

東海第二の原子炉建屋換気系ダクト（丸ダクト）の構造図を図 2.1-2 に示す。

(2) 材料及び使用条件

東海第二の原子炉建屋換気系ダクト(丸ダクト)主要部位の使用材料を表 2.1-3 に，使用条件を表 2.1-4 に示す。

No.	部位
①	ダクト本体
②	フランジ
③	ガスケット
④	ボルト・ナット

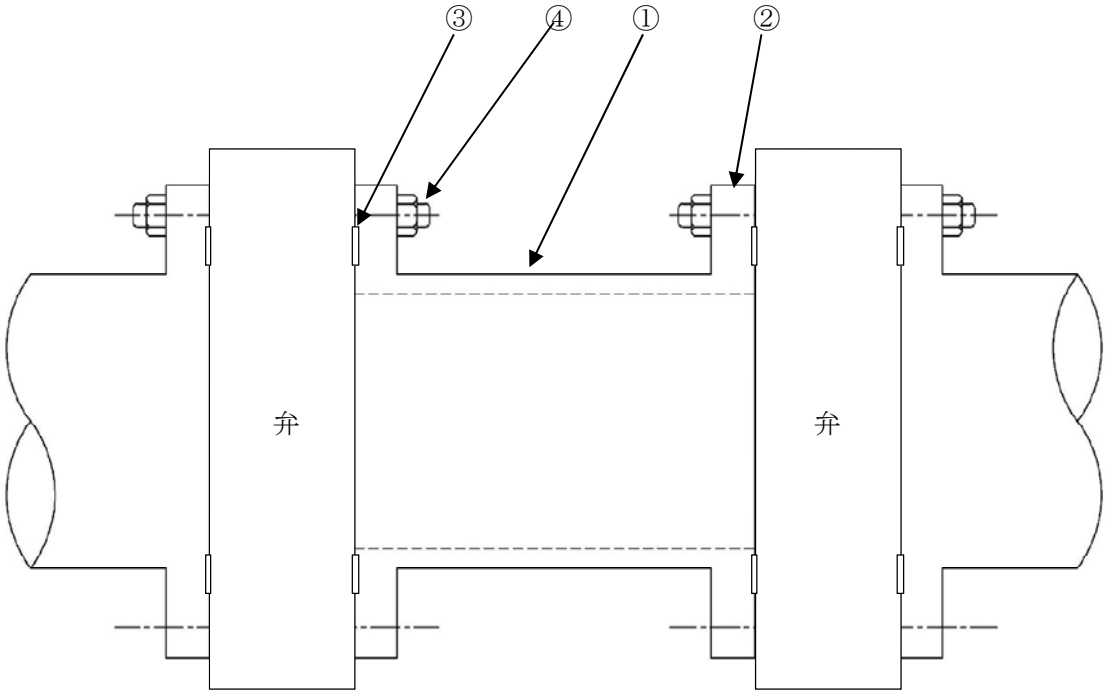


図 2.1-2　原子炉建屋換気系ダクト（丸ダクト）構造図

表 2.1-3　原子炉建屋換気系ダクト（丸ダクト）主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
バウンダリの維持	流路の確保	ダクト本体	炭素鋼
		フランジ	炭素鋼
		ガスケット	石綿
		ボルト・ナット	炭素鋼

表 2.1-4　原子炉建屋換気系ダクト（丸ダクト）の使用条件

周囲温度	40 ℃
内部流体	空気
設置場所	屋内

2.2 経年劣化事象の抽出

2.2.1 機器の機能達成に必要な項目

ダクトの機能である流体の流路の確保の達成に必要な項目は以下のとおり。

(1) バウンダリの維持

(2) 機器の支持

2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

(1) 想定される経年劣化事象の抽出

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

なお，消耗品及び定期取替品は以下のとおり評価対象外とする。

(2) 消耗品及び定期取替品の扱い

ダクトについては，消耗品及び定期取替品はない。

(3) 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

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

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

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

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

この結果，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象は抽出されなかった。

2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

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

a. 基礎ボルトの腐食（全面腐食）［中央制御室換気系ダクト（角ダクト）］

基礎ボルトの腐食（全面腐食）については，「機械設備の技術評価書」にて評価を実施するものとし，本評価書には含めない。

b. ダクト本体の腐食（全面腐食）［共通］

ダクト本体は，亜鉛メッキ鋼板又は炭素鋼であり，亜鉛メッキ鋼板は耐食性に優れ，炭素鋼には塗装を施していることから，急激に腐食が進行する可能性は小さいが，外気接触部のダクト本体に腐食が発生する可能性がある。

また，当社及び国内他プラントの中央制御室換気系ダクトにおいて，水分及び海塩粒子を含んだ外気の影響により，外気取入れラインのダクトに内面からの腐食が発生している。

当社及び国内他プラントの中央制御室換気系ダクトの腐食事象の水平展開として，ダクトに関する保全の見直しを行い，内面・外面の外観点検を点検計画に反映し点検を実施している。点検の結果，機能・性能に影響を及ぼす腐食がないことを確認した。

よって，ダクト本体は，定期的に外面及び内面（可視範囲）の目視点検を実施することにより，腐食による変色状況を確認することで腐食の検知が可能であり，必要に応じて補修を実施することで健全性を維持できると考える。

また，ダクト内面点検の実施範囲の一部に可視範囲外が存在するため，外気取入れラインのダクトの適切な箇所に点検口を追設し，ダクト内面の腐食を検知可能な構造とする。

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

c. フランジ，ボルト・ナットの腐食（全面腐食）［共通］

フランジ，ボルト・ナットは炭素鋼であり，腐食が発生する可能性がある。

しかし，ボルト・ナットはクロームメッキを施しており，フランジは塗装が施されていることから，塗膜が健全であれば腐食が発生する可能性は小さく，目視点検時に必要に応じて補修塗装することにより機能を維持している。

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

d. 補強材及び支持鋼材の腐食（全面腐食）［中央制御室換気系ダクト（角ダクト）］

補強材及び支持鋼材は炭素鋼であり腐食が発生する可能性がある。

しかし，補強材，支持鋼材は塗装が施されていることから，塗膜が健全であれば腐食が発生する可能性は小さく，目視点検時に必要に応じて補修塗装することにより機能を維持している。

したがって，補強材及び支持鋼材の腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

e. 埋込金物（大気接触部）の腐食（全面腐食）［中央制御室換気系ダクト（角ダクト）］

埋込金物（大気接触部）は炭素鋼であるため腐食が想定されるが，大気接触部は塗装が施されていることから，塗膜が健全であれば腐食が発生する可能性は小さく，目視点検時に必要に応じて補修塗装することにより機能を維持している。

したがって，埋込金物（大気接触部）の腐食（全面腐食）は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象でないと判断する。

f. ガスケットの劣化［共通］

ガスケットは，経年劣化が進展する可能性があるが，これまでの機器点検等において異常は認められていない。

また，定期的なダクトの点検に合わせガスケットの点検を実施することとしており，劣化の進展が確認された場合にはガスケットの交換を実施することが可能である。

したがって，ガスケットの劣化は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

g. ベローズの劣化［中央制御室換気系ダクト（角ダクト）］

ベローズの材質はゴムであり，経年劣化が進展する可能性があるが，屋内環境にあることから紫外線等による劣化はなく，劣化進展が極めて小さいと考えられる。

また，定期的なダクトの点検に合わせベローズについても点検を実施することとしており，劣化の進展が確認された場合にはベローズの交換を実施することが可能である。

したがって，ベローズの劣化は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

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

a. 埋込金物（コンクリート埋設部）の腐食(全面腐食)[中央制御室換気系ダクト（角ダクト）]

埋込金物（コンクリート埋設部）は炭素鋼であるため腐食が想定されるが，コンクリート埋設部ではコンクリートの大気接触部表面からの中性化の進行により腐食環境となる。

しかし，コンクリートが中性化に至り埋込金物に有意な腐食が発生するまでは長時間を要する。今後も使用環境に変化がなく，これらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，埋込金物（コンクリート埋設部）の腐食（全面腐食）は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象でないと判断する。

b. 基礎ボルトの樹脂の劣化（後打ちケミカルアンカ）[中央制御室換気系ダクト（角ダクト）]

基礎ボルトの樹脂の劣化については,「機械設備の技術評価書」にて評価を実施するものとし，本評価書には含めない。

表 2.2-1(1/2) 中央制御室換気系ダクト（角ダクト）に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考
					減肉		割れ		材質変化		その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
バウンダリの維持	流路の確保	ダクト本体		亜鉛メッキ鋼板		△						*1：樹脂の劣化（後打ちケミカルアンカ） *2：コンクリート埋設部
		補強材		炭素鋼		△						
		フランジ		炭素鋼		△						
		ガスケット		石綿，ゴム						△		
		ボルト・ナット		炭素鋼		△						
		ベローズ		ゴム						△		
機器の支持	支持	支持鋼材		炭素鋼		△						
		基礎ボルト		炭素鋼，樹脂		△				▲*1		
		埋込金物		炭素鋼		△▲*2						

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

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

表 2.2-1(2/2) 原子炉建屋換気系ダクト（丸ダクト）に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考
					減肉		割れ		材質変化		その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
バウンダリの維持	流路の確保	ダクト本体		炭素鋼		△						
		フランジ		炭素鋼		△						
		ガスケット		石綿						△		
		ボルト・ナット		炭素鋼		△						

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

3. 代表機器以外への展開

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

① ディーゼル室換気系ダクト（角ダクト）

② 中央制御室換気系ダクト（丸ダクト）

3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

代表機器と同様，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象は抽出されなかった。

3.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

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

a. 基礎ボルトの腐食（全面腐食）［ディーゼル室換気系ダクト（角ダクト)］

基礎ボルトの腐食（全面腐食）については，「機械設備の技術評価書」にて評価を実施するものとし，本評価書には含めない。

b. ダクト本体の腐食（全面腐食）［共通］

代表機器と同様，ダクト本体は亜鉛メッキ鋼板又は炭素鋼であり，亜鉛メッキ鋼板は耐食性に優れ，炭素鋼には塗装を施していることから，急激に腐食が進行する可能性は小さいが，外気と接触するダクト本体に腐食が発生する可能性がある。

また，当社及び国内他プラントの中央制御室換気系ダクトにおいて，水分及び海塩粒子を含んだ外気の影響により，外気取入れラインのダクトに内面からの腐食が発生している。

しかし，ダクト本体は，定期的に目視点検を実施し，腐食による変色状況を確認することで腐食の検知が可能であり，必要に応じて補修を実施することで健全性を維持できると考える。

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

c. フランジ，ボルト・ナットの腐食（全面腐食）［共通］

代表機器と同様，フランジ，ボルト・ナットは炭素鋼であり，腐食が発生する可能性がある。

しかし，ボルト・ナットはクロームメッキを施しており，フランジは塗装が施されていることから，塗膜が健全であれば腐食が発生する可能性は小さく，目視点検時に必要に応じて補修塗装することにより機能を維持している。

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

d. 補強材及び支持鋼材の腐食（全面腐食）［ディーゼル室換気系ダクト（角ダクト］

代表機器と同様，補強材及び支持鋼材は炭素鋼であり腐食が発生する可能性がある。

しかし，補強材，支持鋼材は塗装が施されていることから，塗膜が健全であれば腐食が発生する可能性は小さく，目視点検時に必要に応じて補修塗装することにより機能を維持している。

したがって，補強材及び支持鋼材の腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

e. 埋込金物（大気接触部）の腐食（全面腐食）［ディーゼル室換気系ダクト（角ダクト］

代表機器と同様，埋込金物（大気接触部）は炭素鋼であるため腐食が想定されるが，大気接触部は塗装が施されていることから，塗膜が健全であれば腐食が発生する可能性は小さく，目視点検時に必要に応じて補修塗装することにより機能を維持している。

したがって，埋込金物（大気接触部）の腐食（全面腐食）は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象でないと判断する。

f. ガスケットの劣化［共通］

代表機器と同様，ガスケットは経年劣化が進展する可能性があるが，これまでの機器点検等において異常は認められていない。

また，定期的なダクトの点検に合わせガスケットの点検を実施することとしており，劣化の進展が確認された場合にはガスケットの交換を実施することが可能である。

したがって，ガスケットの劣化は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

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

a. 埋込金物（コンクリート埋設部）の腐食（全面腐食）［ディーゼル室換気系ダクト（角ダクト）］

代表機器と同様，埋込金物（コンクリート埋設部）は炭素鋼であるため腐食が想定されるが，コンクリート埋設部ではコンクリートの大気接触部表面からの中性化の進行により腐食環境となる。

しかし，コンクリートが中性化に至り埋込金物に有意な腐食が発生するまでは長時間を要する。

今後も使用環境に変化がなく，これらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって，埋込金物（コンクリート埋設部）の腐食（全面腐食）は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象でないと判断する。

b. 基礎ボルトの樹脂の劣化（後打ちケミカルアンカ）［ディーゼル室換気系ダクト（角ダクト）］

基礎ボルトの樹脂の劣化については，「機械設備の技術評価書」にて評価を実施するものとし，本評価書には含めない。

6. ダンパ及び弁

［対象ダンパ及び弁］

① 中央制御室換気系空気作動式ダンパ
② ディーゼル室換気系空気作動式ダンパ
③ 非常用ガス処理系グラビティダンパ
④ 非常用ガス再循環系グラビティダンパ
⑤ 中央制御室換気系グラビティダンパ
⑥ ディーゼル室換気系グラビティダンパ
⑦ 緊急時対策所換気系グラビティダンパ
⑧ 中央制御室換気系手動式ダンパ
⑨ 原子炉建屋換気系隔離弁
⑩ 中央制御室換気系隔離弁

目次

1. 対象機器及び代表機器の選定..... 6-1
1.1 グループ化の考え方及び結果..... 6-1
1.2 代表機器の選定..... 6-1
2. 代表機器の技術評価..... 6-4
2.1 構造，材料及び使用条件..... 6-4
2.1.1 中央制御室換気系ファン AH2-9 入口ダンパ..... 6-4
2.1.2 中央制御室換気系ファン AH2-9 出口グラビティダンパ..... 6-7
2.1.3 中央制御室換気系再循環フィルタ装置ラインダンパ..... 6-10
2.1.4 原子炉建屋換気系 C/S 隔離弁..... 6-13
2.1.5 中央制御室換気系隔離弁..... 6-16
2.2 経年劣化事象の抽出..... 6-19
2.2.1 機器の機能達成に必要な項目..... 6-19
2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出..... 6-19
2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象..... 6-21
3. 代表機器以外への展開..... 6-29
3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象..... 6-29
3.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象..... 6-29

1. 対象機器及び代表機器の選定

東海第二で使用している主要なダンパ及び弁の主な仕様を表 1-1 に示す。

これらのダンパ及び弁を型式及び駆動方式の観点からグループ化し，それぞれのグループより以下のとおり代表機器を選定した。

1.1 グループ化の考え方及び結果

型式及び駆動方式を分類基準とし，ダンパ及び弁を表 1-1 に示す通りグループ化する。

1.2 代表機器の選定

表 1-1 に分類されるグループ毎に，重要度，運転状態，流量の観点から代表機器を選定する。

(1) 空気作動式ダンパ

このグループには，中央制御室換気系空気作動式ダンパ，ディーゼル室換気系空気作動式ダンパが属するが，重要度は同じであることから，運転状態の厳しい中央制御室換気系ファン AH2-9 入口ダンパを代表機器とする。

(2) 重力式ダンパ

このグループには，非常用ガス処理系グラビティダンパ，非常用ガス再循環系グラビティダンパ，中央制御室換気系グラビティダンパ，ディーゼル室換気系グラビティダンパ，緊急時対策所換気系グラビティダンパが属するが，重要度が高く，運転状態の厳しい中央制御室換気系ファン AH2-9 出口グラビティダンパを代表機器とする。

(3) 手動式ダンパ

このグループには，中央制御室換気系手動式ダンパが属するが，重要度が高く，運転状態が同じであり，流量の大きい中央制御室換気系再循環フィルタ装置ラインダンパを代表機器とする。

(4) 空気作動式バタフライ弁

このグループには，原子炉建屋換気系隔離弁のみが属するため，原子炉建屋換気系 C/S 隔離弁を代表機器とする。

(5) 電動式バタフライ弁

このグループには，中央制御室換気系隔離弁のみが属するが，重要度が同じであり，運転状態の厳しい中央制御室換気系隔離弁を代表機器とする。

表 1-1(1/2)　ダンパ及び弁のグループ化及び代表機器の選定

分類基準		機器名称	選定基準			選定	代表ダンパ及び弁	選定理由
			仕様	重要度[*2]	使用条件			
型式	駆動方式		流量[*1](m^3/h)		運転状態			
ダンパ	空気作動式	中央制御室換気系空気作動式ダンパ	42,500	MS-1	連続	◎	中央制御室換気系ファン AH2-9 入口ダンパ	重要度 運転状態
			5,100	MS-1，重[*3]	一時			
		ディーゼル室換気系空気作動式ダンパ	95,000	MS-1	一時			
	重力式	非常用ガス処理系グラビティダンパ	3,570	MS-1，重[*3]	一時		中央制御室換気系ファン AH2-9 出口グラビティダンパ	重要度 運転状態
		非常用ガス再循環系グラビティダンパ	17,000	MS-1，重[*3]	一時			
		中央制御室換気系グラビティダンパ	42,500	MS-1，重[*3]	連続	◎		
			5,100	MS-1，重[*3]	一時			
		ディーゼル室換気系グラビティダンパ	71,400	MS-1	一時			
		緊急時対策所換気系グラビティダンパ[*4]	5,000	重[*3]	一時			
	手動式	中央制御室換気系手動式ダンパ	3,400	MS-1	一時		中央制御室換気系再循環フィルタ装置ラインダンパ	重要度 運転状態 流量
			5,100	MS-1，重[*3]	一時	◎		

◎：代表機器

*1：流量が異なる機器がある場合は，流量の最大のものを示す

*2：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

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

*4：新規に設置される機器

表 1-1(2/2)　ダンパ及び弁のグループ化及び代表機器の選定

分類基準		機器名称	選定基準			選定	代表ダンパ及び弁	選定理由
			仕様	重要度[*2]	使用条件			
型式	駆動方式		流量[*1](m^3/h)		運転状態			
バタフライ弁	空気作動式	原子炉建屋換気系隔離弁	231,200	MS-1	連続	◎	原子炉建屋換気系 C/S 隔離弁	
	電動式	中央制御室換気系隔離弁	3,400	MS-1，重[*3]	連続	◎	中央制御室換気系隔離弁	重要度運転状態
			34,800[*4]	MS-1	一時			

◎：代表機器

*1：流量が異なる機器がある場合は，流量の最大のものを示す

*2：当該機器に要求される重要度クラスのうち，最上位の重要度クラスを示す

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

*4：新規に設置される機器

2. 代表機器の技術評価

本章では，1 章で代表機器とした以下のダンパ及び弁について，技術評価を実施する。

① 中央制御室換気系ファン AH2-9 入口ダンパ
② 中央制御室換気系ファン AH2-9 出口グラビティダンパ
③ 中央制御室換気系再循環フィルタ装置ラインダンパ
④ 原子炉建屋換気系 C/S 隔離弁
⑤ 中央制御室換気系隔離弁

2.1 構造，材料及び使用条件

2.1.1 中央制御室換気系ファン AH2-9 入口ダンパ

(1) 構造

東海第二の中央制御室換気系ファン AH2-9 入口ダンパは空気作動式ダンパで，2 基設置されている。

中央制御室換気系ファン AH2-9 入口ダンパは，ケーシング，ボルト・ナット，羽根，軸，軸受（ころがり），空気作動部，作動部取付ボルト，リンケージ等からなり，付属品として作動空気用の制御用電磁弁がある。空気作動部は，ピストン・シリンダ型で復帰用スプリングを有する。

東海第二の中央制御室換気系ファン AH2-9 入口ダンパの構造図を図 2.1-1 に示す。

(2) 材料及び使用条件

東海第二の中央制御室換気系ファン AH2-9 入口ダンパ主要部位の使用材料を表 2.1-1 に，使用条件を表 2.1-2 に示す。

No.	部位
①	ケーシング
②	ボルト・ナット
③	羽根
④	軸
⑤	軸受（ころがり）
⑥	空気作動部
⑦	作動部取付ボルト
⑧	リンケージ
⑨	制御用電磁弁

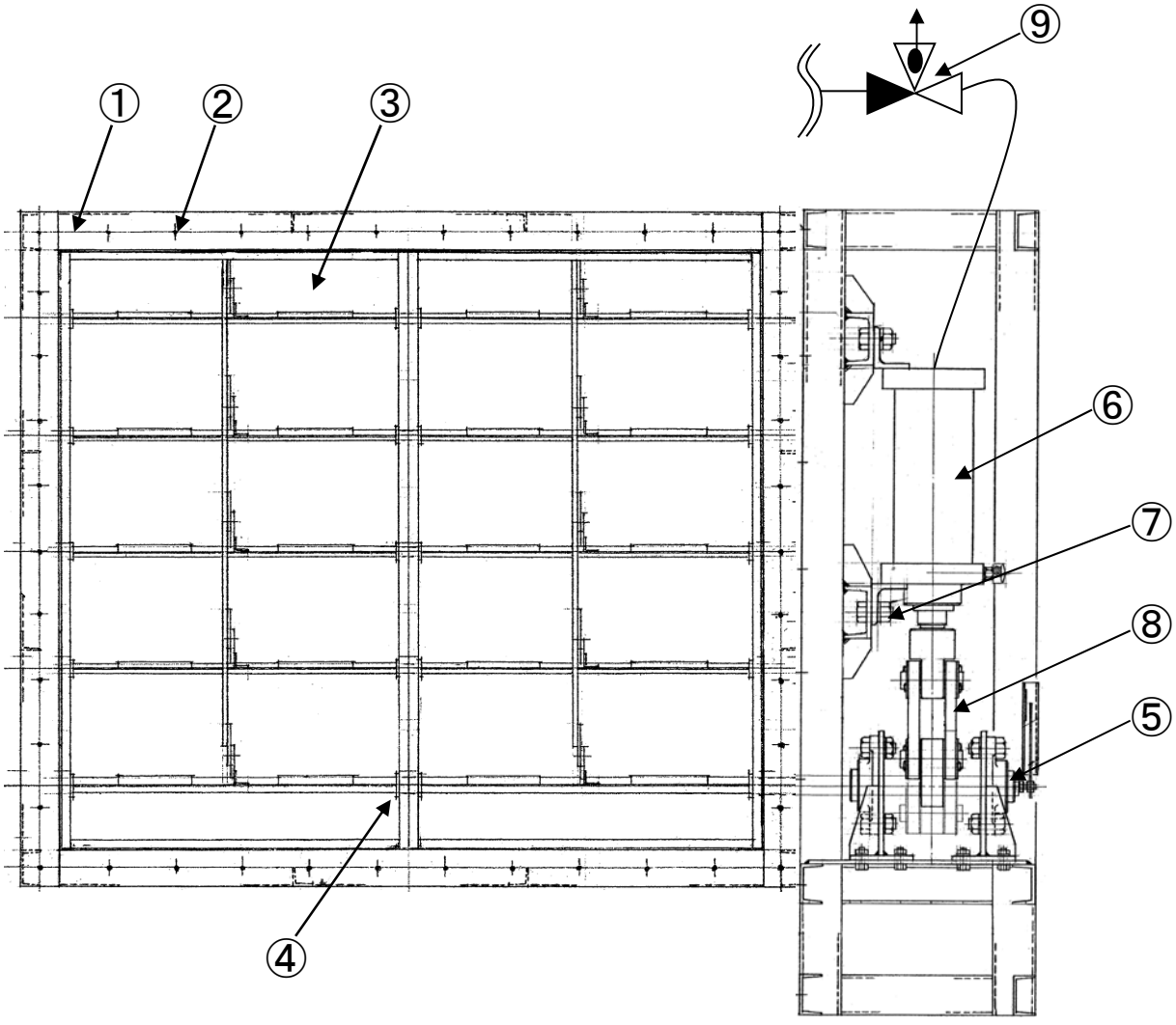


図 2.1-1　中央制御室換気系ファン AH2-9 入口ダンパ構造図

表 2.1-1　中央制御室換気系ファン AH2-9 入口ダンパ主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
バウンダリの維持	耐圧	ケーシング	炭素鋼
		ボルト・ナット	炭素鋼
隔離機能の維持	隔離	羽根	炭素鋼
作動機能の維持	エネルギー伝達	軸	炭素鋼
		軸受（ころがり）	（消耗品）
	エネルギー変換	空気作動部	（定期取替品）
		作動部取付ボルト	炭素鋼
		リンケージ	ステンレス鋼
		制御用電磁弁	（定期取替品）

表 2.1-2　中央制御室換気系ファン AH2-9 入口ダンパの使用条件

流量	42,500 m^3/h
周囲温度	40 ℃
内部流体	空気
設置場所	屋内

2.1.2 中央制御室換気系ファンAH2-9出口グラビティダンパ

(1) 構造

東海第二の中央制御室換気系ファンAH2-9出口グラビティダンパは重力式ダンパで，2基設置している。

中央制御室換気系ファンAH2-9出口グラビティダンパは，ケーシング，ボルト・ナット，羽根，軸，軸受（ころがり），ウェイトからなる。

中央制御室換気系ファンAH2-9出口グラビティダンパの構造図を図2.1-2に示す。

(2) 材料及び使用条件

東海第二の中央制御室換気系ファンAH2-9出口グラビティダンパ主要部位の使用材料を表2.1-3に，使用条件を表2.1-4に示す。

No.	部位
①	ケーシング
②	ボルト・ナット
③	羽根
④	軸
⑤	軸受（ころがり）
⑥	ウェイト

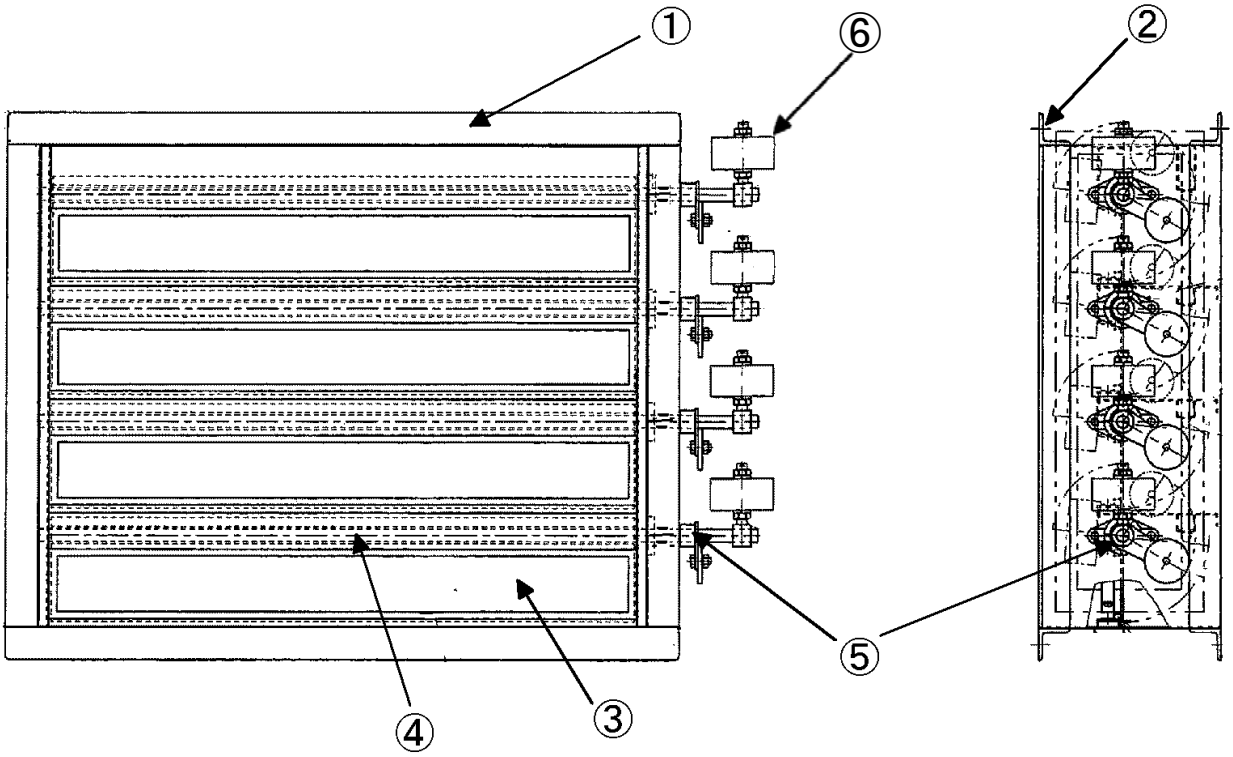


図 2.1-2　中央制御室換気系ファン AH2-9 出口グラビティダンパ構造図

表 2.1-3　中央制御室換気系ファン AH2-9 出口グラビティダンパ主要部位の使用材料

機能達成に 必要な項目	サブ システム	部位	材料
バウンダリの維持	耐圧	ケーシング	炭素鋼
		ボルト・ナット	炭素鋼
隔離機能の維持	隔離	羽根	炭素鋼
作動機能の維持	エネルギー伝達	軸	炭素鋼
		軸受（ころがり）	（消耗品）
		ウェイト	炭素鋼

表 2.1-4　中央制御室換気系ファン AH2-9 出口グラビティダンパの使用条件

流量	42,500 m^3/h
周囲温度	40 ℃
内部流体	空気
設置場所	屋内

2.1.3 中央制御室換気系再循環フィルタ装置ラインダンパ

(1) 構造

東海第二の中央制御室換気系再循環フィルタ装置ラインダンパは手動式ダンパで，1基設置している。

中央制御室換気系再循環フィルタ装置ラインダンパは，ケーシング，ボルト・ナット，羽根，軸，軸受（ころがり），連結棒，開閉器，ハンドル軸からなる。

中央制御室換気系再循環フィルタ装置ラインダンパの構造図を図2.1-3に示す。

(2) 材料及び使用条件

東海第二の中央制御室換気系再循環フィルタ装置ラインダンパ主要部位の使用材料を表2.1-5に，使用条件を表2.1-6に示す。

No.	部位
①	ケーシング
②	ボルト・ナット
③	羽根
④	軸
⑤	軸受（ころがり）
⑥	連結棒
⑦	開閉器
⑧	ハンドル軸

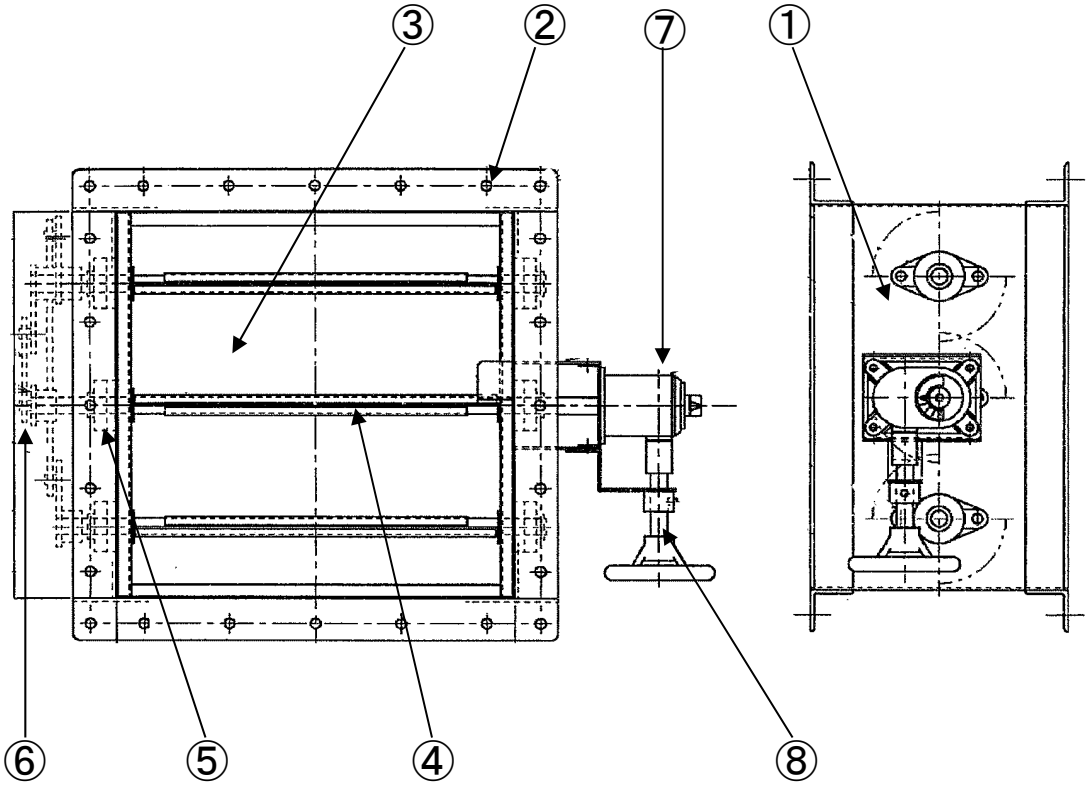


図 2.1-3　中央制御室換気系再循環フィルタ装置ラインダンパ構造図

表 2.1-5　中央制御室換気系再循環フィルタ装置ラインダンパ主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
バウンダリの維持	耐圧	ケーシング	炭素鋼
		ボルト・ナット	炭素鋼
隔離機能の維持	隔離	羽根	炭素鋼
作動機能の維持	エネルギー伝達	軸	炭素鋼
		軸受（ころがり）	（消耗品）
		連結棒	炭素鋼
		開閉器	アルミニウム合金
		ハンドル軸	炭素鋼

表 2.1-6　中央制御室換気系再循環フィルタ装置ラインダンパの使用条件

流量	5,100 m^3/h
周囲温度	40 ℃
内部流体	空気
設置場所	屋内

2.1.4 原子炉建屋換気系 C/S 隔離弁

(1) 構造

東海第二の原子炉建屋換気系 C/S 隔離弁は，空気作動式バタフライ弁で，給気側に 4 基，排気側に 4 基設置されている。

原子炉建屋換気系 C/S 隔離弁は，弁箱，ボルト・ナット，弁体，弁体シート，弁棒，軸受（ころがり），空気作動部，ハウジング，作動部取付ボルト等からなり，付属品として作動空気用の制御用電磁弁，四方弁がある。空気作動部は複動ピストン・シリンダ型でスプリングを有しない。軸封部には空気の漏れを防止するためにグランドパッキンを使用している。

原子炉建屋換気系 C/S 隔離弁の構造図を図 2.1-4 に示す。

(2) 材料及び使用条件

東海第二の原子炉建屋換気系 C/S 隔離弁主要部位の使用材料を表 2.1-7 に，使用条件を表 2.1-8 に示す。

No.	部位
①	弁箱
②	ボルト・ナット
③	グランドパッキン
④	弁体
⑤	弁体シート
⑥	弁棒
⑦	軸受（ころがり）
⑧	空気作動部
⑨	ハウジング
⑩	作動部取付ボルト
⑪	リミットスイッチ
⑫	制御用電磁弁
⑬	四方弁
⑭	支持脚
⑮	取付ボルト

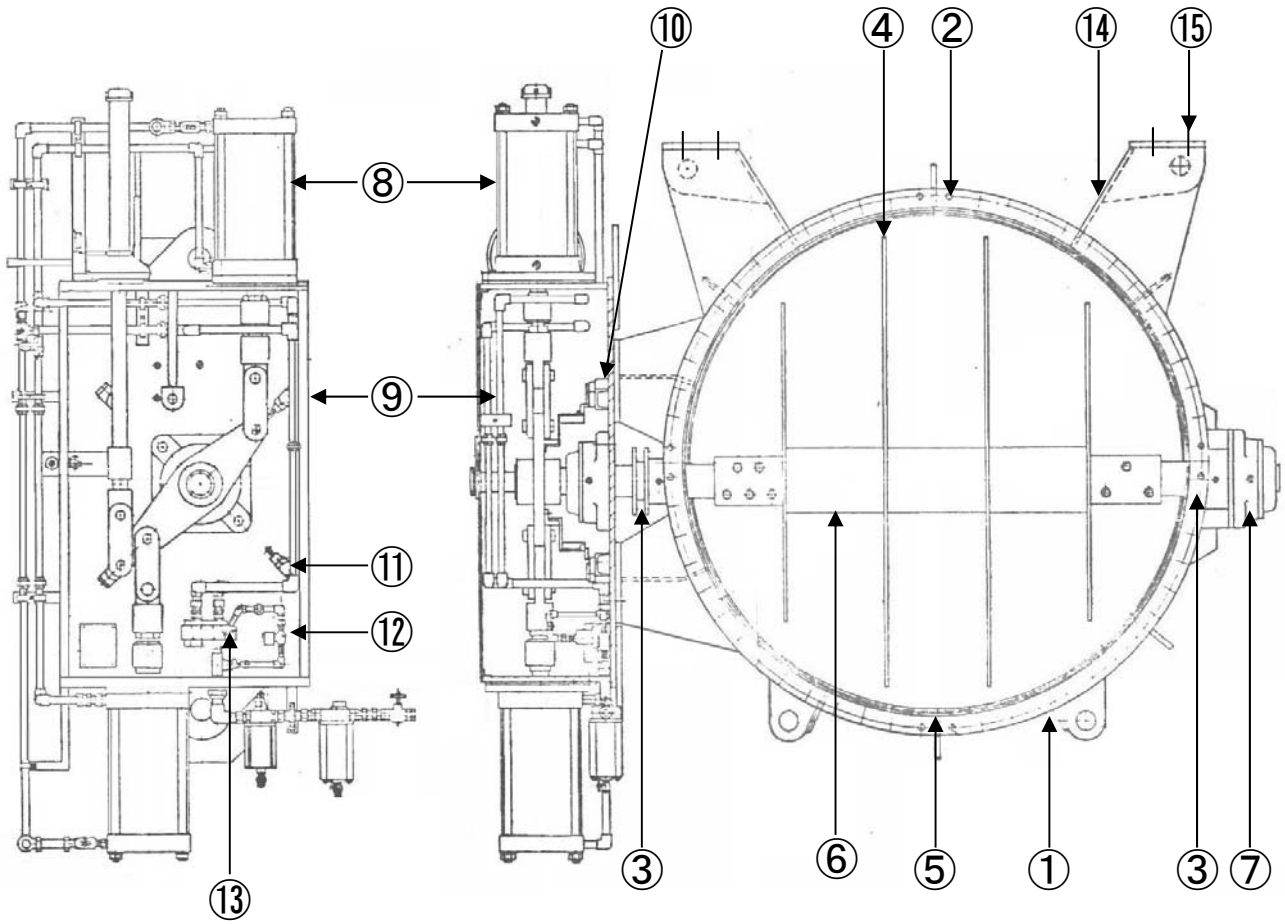


図 2.1-4　原子炉建屋換気系 C/S 隔離弁構造図

表 2.1-7　原子炉建屋換気系 C/S 隔離弁主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
バウンダリの維持	耐圧	弁箱	炭素鋼
		ボルト・ナット	炭素鋼
	シール	グランドパッキン	（消耗品）
隔離機能の維持	隔離	弁体	炭素鋼
		弁体シート	（消耗品）
作動機能の維持	エネルギー伝達	弁棒	ステンレス鋼
		軸受（ころがり）	（消耗品）
	エネルギー変換	空気作動部	炭素鋼，鋳鉄
		ハウジング	炭素鋼
		作動部取付ボルト	炭素鋼
		リミットスイッチ	（定期取替品）
		制御用電磁弁	（定期取替品）
		四方弁	（定期取替品）
機器の支持	支持	支持脚	炭素鋼
		取付ボルト	炭素鋼

表 2.1-8　原子炉建屋換気系 C/S 隔離弁の使用条件

流量	231,200 m^3/h
周囲温度	40 ℃
内部流体	空気
設置場所	屋内

2.1.5 中央制御室換気系隔離弁

(1) 構造

東海第二の中央制御室換気系隔離弁は，電動式バタフライ弁で，給気側に 4 基，排気側に 2 基設置されている。

中央制御室換気系隔離弁は，弁箱，ボルト・ナット，弁体，弁体シート，弁棒からなる。軸封部には空気の漏れを防止するために O リングを使用している。

中央制御室換気系隔離弁の構造図を図 2.1-5 に示す。

(2) 材料及び使用条件

東海第二の中央制御室換気系隔離弁主要部位の使用材料を表 2.1-9 に，使用条件を表 2.1-10 に示す。

No.	部位
①	弁箱
②	ボルト・ナット
③	0 リング
④	弁体
⑤	弁体シート
⑥	弁棒
⑦	ブッシュ
⑧	支持脚
⑨	取付ボルト

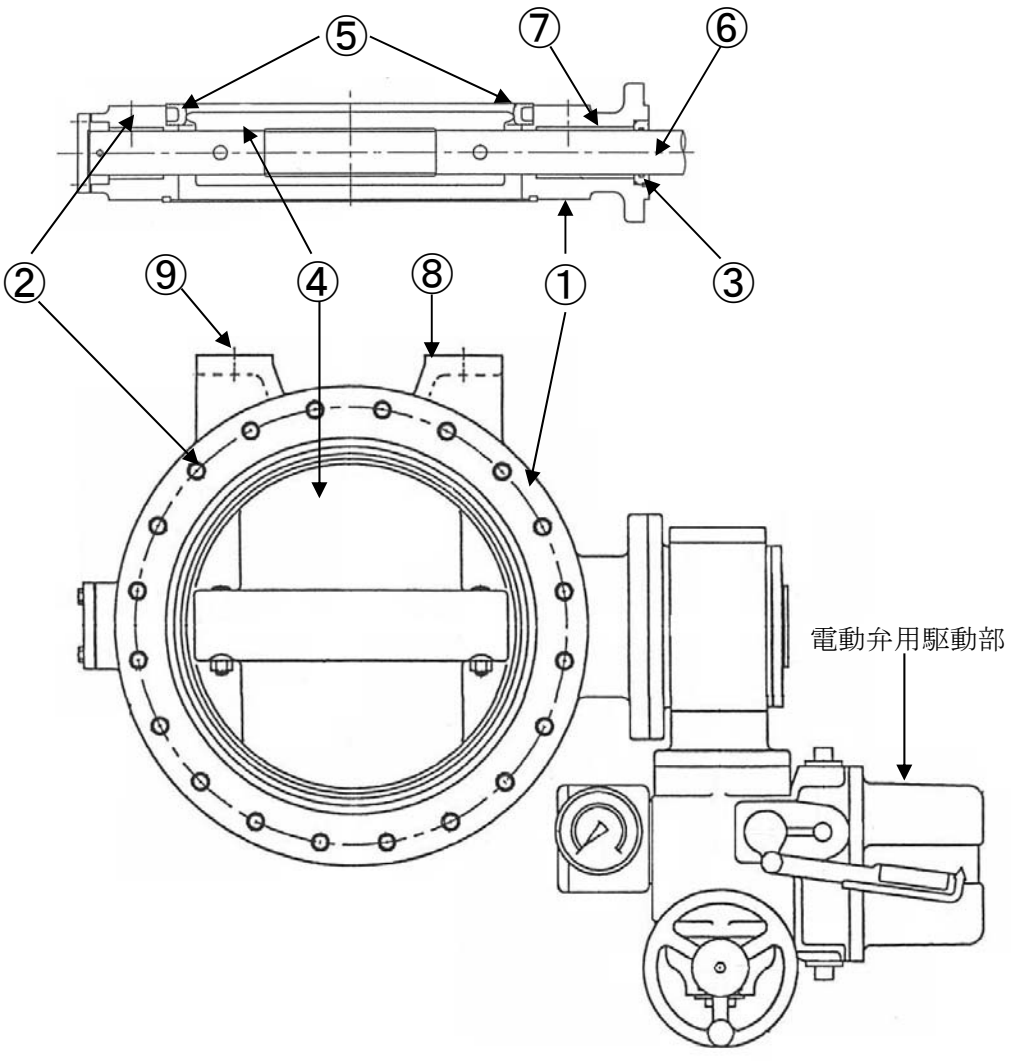


図 2.1-5　中央制御室換気系隔離弁構造図

表 2.1-9　中央制御室換気系隔離弁主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	材料
バウンダリの維持	耐圧	弁箱	炭素鋼鋳鋼
		ボルト・ナット	炭素鋼
	シール	0 リング	（消耗品）
隔離機能の維持	隔離	弁体	ステンレス鋳鋼
		弁体シート	（消耗品）
作動機能の維持	エネルギー伝達	弁棒	ステンレス鋼
		ブッシュ	銅合金
機器の支持	支持	支持脚	炭素鋼鋳鋼
		取付ボルト	炭素鋼

表 2.1-10　中央制御室換気系隔離弁の使用条件

流量	3,400 m^3/h
周囲温度	40 ℃
内部流体	空気
設置場所	屋内

2.2 経年劣化事象の抽出

2.2.1 機器の機能達成に必要な項目

ダンパ及び弁の機能（流体調節機能，隔離機能）の達成に必要な項目は以下のとおり。

(1) バウンダリの維持

(2) 隔離機能の維持

(3) 作動機能の維持

(4) 機器の支持

2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

(1) 想定される経年劣化事象の抽出

ダンパ及び弁について，機能達成に必要な項目を考慮して主要な部位に展開した上で，個々の部位の材料，構造，使用条件（流量，温度等）及び現在までの運転経験を考慮し，表 2.2-1 で示すとおり想定される経年劣化事象を抽出した（表 2.2-1 で○または△，▲）。

なお，消耗品及び定期取替品は，以下のとおり評価対象外とする。

(2) 消耗品及び定期取替品の扱い

グランドパッキン，0 リング，弁体シート及び軸受（ころがり）は消耗品，リミットスイッチ，空気作動部，制御用電磁弁，四方弁は定期取替品であり，設計時に長期使用せず取替を前提としていることから，高経年化対策を見極める上での評価対象外とする。

(3) 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

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

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

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

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

この結果，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象は抽出されなかった。

2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

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

a. ブッシュの摩耗，固着［中央制御室換気系隔離弁］

ブッシュは弁棒との摺動部位であり経年使用による摩耗が発生し，摩耗粉，異物等の噛み込みにより固着の可能性がある。

しかし，弁棒の開閉速度は遅く，回転角度は 90 度程度に限定され，開閉頻度も少ないことから，摩耗，固着の発生する可能性は小さい。

また，定期検査毎に弁の作動試験を実施しており，ブッシュの摩耗，固着に起因する異常が確認された場合，必要に応じてブッシュの交換を行うことにより機能を維持している。

したがって，ブッシュの摩耗，固着は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

b. ケーシング，羽根，軸，ウェイトの腐食（全面腐食）［中央制御室換気系ファン AH2-9 入口ダンパ，中央制御室換気系ファン AH2-9 出口グラビティダンパ，中央制御室換気系再循環フィルタ装置ラインダンパ］

ケーシング，羽根，軸，ウェイト（中央制御室換気系ファン AH2-9 出口グラビティダンパのみ）は炭素鋼であり，腐食が想定されるが，大気接触部は塗装が施されていることから，塗膜が健全であれば腐食が発生する可能性は小さく，目視点検時に必要に応じて補修塗装することにより機能を維持している。

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

c. 弁箱，弁体，ハウジング，支持脚，取付ボルトの腐食（全面腐食）［原子炉建屋換気系 C/S 隔離弁，中央制御室換気系隔離弁］

弁箱，弁体（原子炉建屋換気系 C/S 隔離弁のみ），ハウジング（原子炉建屋換気系 C/S 隔離弁のみ），支持脚，取付ボルトは炭素鋼又は炭素鋼鋳鋼であり，腐食が想定されるが，大気接触部は塗装が施されていることから，塗膜が健全であれば腐食が発生する可能性は小さく，目視点検時に必要に応じて補修塗装することにより機能を維持している。

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

d. ボルト・ナットの腐食（全面腐食）［共通］

ボルト・ナットは炭素鋼であり，腐食が想定されるが，大気接触部は塗装が施されていることから，塗膜が健全であれば腐食が発生する可能性は小さく，目視点検時に必要に応じて補修塗装することにより機能を維持している。

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

e. 空気作動部の腐食（全面腐食）［原子炉建屋換気系 C/S 隔離弁］

空気作動部は炭素鋼及び鋳鉄であるが，内面は常に除湿された清浄な空気であり，大気接触部は塗装が施されていることから，塗膜が健全であれば腐食が発生する可能性は小さく，目視点検時に必要に応じて補修塗装することにより機能を維持している。

さらに，動作確認により空気作動部の健全性の確認を行っており，これまで異常は認められていない。

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

f. 作動部取付ボルトの腐食（全面腐食）［中央制御室換気系ファン AH2-9 入口ダンパ，原子炉建屋換気系 C/S 隔離弁］

作動部取付ボルトは炭素鋼であり，腐食が想定されるが，大気接触部は塗装が施されていることから，塗膜が健全であれば腐食が発生する可能性は小さく，目視点検時に必要に応じて補修塗装することにより機能を維持している。

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

g. 連結棒，ハンドル軸の腐食（全面腐食）［中央制御室換気系再循環フィルタ装置ラインダンパ］

連結棒，ハンドル軸は炭素鋼であり，腐食が想定されるが，大気接触部は塗装が施されていることから，塗膜が健全であれば腐食が発生する可能性は小さく，目視点検時に必要に応じて補修塗装することにより機能を維持している。

したがって，連結棒，ハンドル軸の腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

h. 軸の固着［中央制御室換気系ファン AH2-9 入口ダンパ，中央制御室換気系ファン AH2-9 出口グラビティダンパ，中央制御室換気系再循環フィルタ装置ラインダンパ］

ダンパの軸は，軸受の潤滑油の枯渇，劣化により固着する可能性があるが，目視点検及び動作確認により，有意な固着のないことを確認している。

また，動作確認時に必要に応じて軸受に潤滑油を給油することとしている。

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

i. 弁棒の摩耗［原子炉建屋換気系 C/S 隔離弁，中央制御室換気系隔離弁］

弁体の開閉速度は遅く，回転角度は 90 度程度に限定され，開閉頻度も少ないことから，摩耗の発生する可能性は小さい。

なお，分解点検時に目視点検等を実施しているが，これまで有意な摩耗は認められていない。

今後も使用環境に変化がないことから，これらの傾向に変化する要因があるとは考え難い。

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

j. 開閉器の腐食（全面腐食）［中央制御室換気系再循環フィルタ装置ラインダンパ］

開閉器は耐食性に優れたアルミニウム合金であり，腐食の発生する可能性は小さい。

なお，これまでの目視点検結果からも有意な腐食は認められていない。

今後も使用環境に変化がないことから，これらの傾向に変化する要因があるとは考え難い。

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

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

日常劣化管理事象以外に該当する事象は抽出されなかった。

表 2.2-1(1/5)　中央制御室換気系ファン AH2-9 入口ダンパに想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考
					減肉		割れ		材質変化		その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
バウンダリの維持	耐圧	ケーシング		炭素鋼		△						*1:固着
		ボルト・ナット		炭素鋼		△						
隔離機能の維持	隔離	羽根		炭素鋼		△						
作動機能の維持	エネルギー伝達	軸		炭素鋼		△					△[*1]	
		軸受（ころがり）	◎	―								
	エネルギー変換	空気作動部	◎	―								
		作動部取付ボルト		炭素鋼		△						
		リンケージ		ステンレス鋼								
		制御用電磁弁	◎	―								

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表 2.2-1(2/5)　中央制御室換気系ファン AH2-9 出口グラビティダンパに想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考
					減肉		割れ		材質変化		その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
バウンダリの維持	耐圧	ケーシング		炭素鋼		△						*1:固着
		ボルト・ナット		炭素鋼		△						
隔離機能の維持	隔離	羽根		炭素鋼		△						
作動機能の維持	エネルギー伝達	軸		炭素鋼		△					△*1	
		軸受（ころがり）	◎	―								
		ウェイト		炭素鋼		△						

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表 2.2-1(3/5)　中央制御室換気系再循環フィルタ装置ラインダンパに想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考
					減肉		割れ		材質変化		その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
バウンダリの維持	耐圧	ケーシング		炭素鋼		△						*1:固着
		ボルト・ナット		炭素鋼		△						
隔離機能の維持	隔離	羽根		炭素鋼		△						
作動機能の維持	エネルギー伝達	軸		炭素鋼		△					△*1	
		軸受（ころがり）	◎	―								
		連結棒		炭素鋼		△						
		開閉器		アルミニウム合金		△						
		ハンドル軸		炭素鋼		△						

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表 2.2-1(4/5)　原子炉建屋換気系 C/S 隔離弁に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考
					減肉		割れ		材質変化		その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
バウンダリの維持	耐圧	弁箱		炭素鋼		△						
		ボルト・ナット		炭素鋼		△						
	シール	グランドパッキン	◎	－								
隔離機能の維持	隔離	弁体		炭素鋼		△						
		弁体シート	◎	－								
作動機能の維持	エネルギー伝達	弁棒		ステンレス鋼	△							
		軸受（ころがり）	◎	－								
	エネルギー変換	空気作動部		炭素鋼，鋳鉄		△						
		ハウジング		炭素鋼		△						
		作動部取付ボルト		炭素鋼		△						
		リミットスイッチ	◎	－								
		制御用電磁弁	◎	－								
		四方弁	◎	－								
機器の支持	支持	支持脚		炭素鋼		△						
		取付ボルト		炭素鋼		△						

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表 2.2-1(5/5)　中央制御室換気系隔離弁に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考
					減肉		割れ		材質変化		その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
バウンダリの維持	耐圧	弁箱		炭素鋼鋳鋼		△						*1：固着
		ボルト・ナット		炭素鋼		△						
	シール	0リング	◎	－								
隔離機能の維持	隔離	弁体		ステンレス鋳鋼								
		弁体シート	◎	－								
作動機能の維持	エネルギー伝達	弁棒		ステンレス鋼	△							
		ブッシュ		銅合金	△						△*1	
機器の支持	支持	支持脚		炭素鋼鋳鋼		△						
		取付ボルト		炭素鋼		△						

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

3. 代表機器以外への展開

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

① 中央制御室換気系空気作動式ダンパ
② ディーゼル室換気系空気作動式ダンパ
③ 非常用ガス処理系グラビティダンパ
④ 非常用ガス再循環系グラビティダンパ
⑤ 中央制御室換気系グラビティダンパ
⑥ ディーゼル室換気系グラビティダンパ
⑦ 緊急時対策所換気系グラビティダンパ
⑧ 中央制御室換気系手動式ダンパ
⑨ 中央制御室換気系隔離弁

3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

代表機器以外に，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象は抽出されなかった。

3.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

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

a. ブッシュの摩耗，固着［中央制御室換気系隔離弁］

代表機器と同様，ブッシュは弁棒との摺動部位であり経年使用による摩耗が発生し，摩耗粉，異物等の噛み込みにより固着の可能性がある。

しかし，弁棒の開閉速度は遅く，回転角度は 90 度程度に限定され，開閉頻度も少ないことから，摩耗，固着の発生する可能性は小さい。

中央制御室換気系隔離弁は新たに設置されることから，今後，弁の作動試験を実施し，ブッシュの摩耗，固着に起因する異常が確認された場合，必要に応じてブッシュの交換を行うことにより機能を維持できると考える。

したがって，ブッシュの摩耗，固着は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

b. ケーシング，羽根，軸，ウェイトの腐食（全面腐食）［中央制御室換気系空気作動式ダンパ，ディーゼル室換気系空気作動式ダンパ，非常用ガス処理系グラビティダンパ，非常用ガス再循環系グラビティダンパ，中央制御室換気系グラビティダンパ，ディーゼル室換気系グラビティダンパ，緊急時対策所換気系グラビティダンパ，中央制御室換気系手動式ダンパ］

代表機器と同様，ケーシング，羽根，軸，ウェイト（グラビティダンパのみ）は炭素鋼であり，腐食が想定されるが，大気接触部は塗装が施されていることから，塗膜が健全であれば腐食が発生する可能性は小さく，目視点検時に必要に応じて補修塗装することにより機能を維持している。

緊急時対策所換気系グラビティダンパは新たに設置されることから，今後，点検時に目視点検を行い，必要に応じて補修塗装することにより機能を維持できると考える。

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

c. 弁箱，支持脚，取付ボルトの腐食（全面腐食）［中央制御室換気系隔離弁］

代表機器と同様，弁箱，支持脚，取付ボルトは炭素鋼及び炭素鋼鋳鋼であり，腐食が想定されるが，大気接触部は塗装が施されていることから，塗膜が健全であれば腐食が発生する可能性は小さく，目視点検時に必要に応じて補修塗装することにより機能を維持している。

中央制御室換気系隔離弁は新たに設置されることから，今後，点検時に目視点検を行い，必要に応じて補修塗装することにより機能を維持できると考える。

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

d. ボルト・ナットの腐食（全面腐食）［共通］

代表機器と同様，ボルト・ナットは炭素鋼であり，腐食が想定されるが，大気接触部は塗装が施されていることから，塗膜が健全であれば腐食が発生する可能性は小さく，目視点検時に必要に応じて補修塗装することにより機能を維持している。

緊急時対策所換気系グラビティダンパ，中央制御室換気系隔離弁は新たに設置されることから，今後，点検時に目視点検を行い，必要に応じて補修塗装することにより機能を維持できると考える。

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

e. 作動部取付ボルトの腐食（全面腐食）［中央制御室換気系空気作動式ダンパ，ディーゼル室換気系空気作動式ダンパ］

代表機器と同様，作動部取付ボルトは炭素鋼であり，腐食が想定されるが，大気接触部は塗装が施されていることから，塗膜が健全であれば腐食が発生する可能性は小さく，目視点検時に必要に応じて補修塗装することにより機能を維持している。

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

f. 連結棒，ハンドル軸の腐食（全面腐食）［中央制御室換気系手動式ダンパ］

代表機器と同様，連結棒，ハンドル軸は炭素鋼であり，腐食が想定されるが，大気接触部は塗装が施されていることから，塗膜が健全であれば腐食が発生する可能性は小さく，目視点検時に必要に応じて補修塗装することにより機能を維持している。

したがって，連結棒，ハンドル軸の腐食（全面腐食）は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

g. 軸の固着［中央制御室換気系空気作動式ダンパ，ディーゼル室換気系空気作動式ダンパ，非常用ガス処理系グラビティダンパ，非常用ガス再循環系グラビティダンパ，中央制御室換気系グラビティダンパ，ディーゼル室換気系グラビティダンパ，緊急時対策所換気系グラビティダンパ，中央制御室換気系手動式ダンパ］

代表機器と同様，ダンパの軸は，軸受の潤滑油の枯渇，劣化により固着する可能性があるが，目視点検及び動作確認により，有意な固着のないことを確認している。

また，動作確認時に必要に応じて軸受に潤滑油を給油することとしている。

緊急時対策所換気系グラビティダンパは新たに設置されることから，今後，分解点検時に目視点検及び動作確認を行い，その結果により必要に応じて潤滑油の給油もしくは補修を実施することにより機能を維持できると考える。

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

h. 弁棒の摩耗［中央制御室換気系隔離弁］

代表機器と同様，弁体の開閉速度は遅く，回転角度は 90 度程度に限定され，開閉頻度も少ないことから，摩耗の発生する可能性は小さい。

なお，分解点検時に目視点検を実施しているが，これまで有意な摩耗は認められていない。

今後も使用環境に変化がないことから，これらの傾向に変化する要因があるとは考え難い。

中央制御室換気系隔離弁は新たに設置されることから，今後，分解点検時に目視点検を行い，その結果により必要に応じて補修を実施することにより機能を維持できると考える。

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

i. 開閉器の腐食（全面腐食）［中央制御室換気系手動式ダンパ］

代表機器と同様，開閉器は耐食性に優れたアルミニウム合金であり，腐食の発生する可能性は小さい。

なお，目視点検結果からも有意な腐食は認められていない。

今後も使用環境に変化がないことから，これらの傾向に変化する要因があるとは考え難い。

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

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

日常劣化管理事象以外に該当する事象は抽出されなかった。