

東海第二発電所 今までの審査会合説明資料(抜粋)

平成30年1月23日
日本原子力発電株式会社

本資料のうち、☐は商業機密又は核物質防護上の観点から公開できません。

東海第二発電所 内部溢水の影響評価について

平成29年8月10日
日本原子力発電株式会社

本資料のうち、☐の内容は商業機密又は防護上の観点から公開できません。

1. 概要
 2. 溢水防護対象設備の設定
 3. 溢水源の想定
 4. 溢水防護区画及び溢水経路の設定
 5. 建屋内の防護対象設備を防護するための設計方針
 6. 想定破損評価に用いる各項目の算出及び影響評価
 7. 消火水評価に用いる各項目の算出及び影響評価
 8. 地震時評価に用いる各項目の算出及び影響評価
 9. 使用済燃料プールのスロッシングに伴う溢水影響評価
 10. 海水ポンプエリアの溢水影響評価
 11. タービン建屋における溢水影響評価
 12. 防護対象設備が設置されているエリア外からの溢水影響評価
 12. 1 屋外タンクの溢水による影響評価 ※次回ご説明
 12. 2 廃棄物処理棟及び廃棄物処理建屋からの溢水影響評価
 12. 3 その他の地震起因による敷地内溢水影響評価 ※次回ご説明
 12. 4 地下水による影響評価
 13. 放射性物質を内包する液体の漏えいの防止
- 添付 火災防護区画設置を反映した蒸気影響評価について

1.1 基本方針の見直し

【変更前(前回審査会合2017年6月)】

- 原子炉建屋最下層空間が比較的狭隘であることから、溢水を上層階にも滞留させる。



余震による滞留水のスロッシング対策等の特別な対応が必要



【変更後】

- 溢水は、最下層に滞留させる。
- 最下層の滞留水位を削減させるために、更なる耐震補強を行う。

これにより、溢水滞留に係る方針は先行プラントと同様

【変更前】 溢水滞留は、最下層及び上層階 (東二特有)

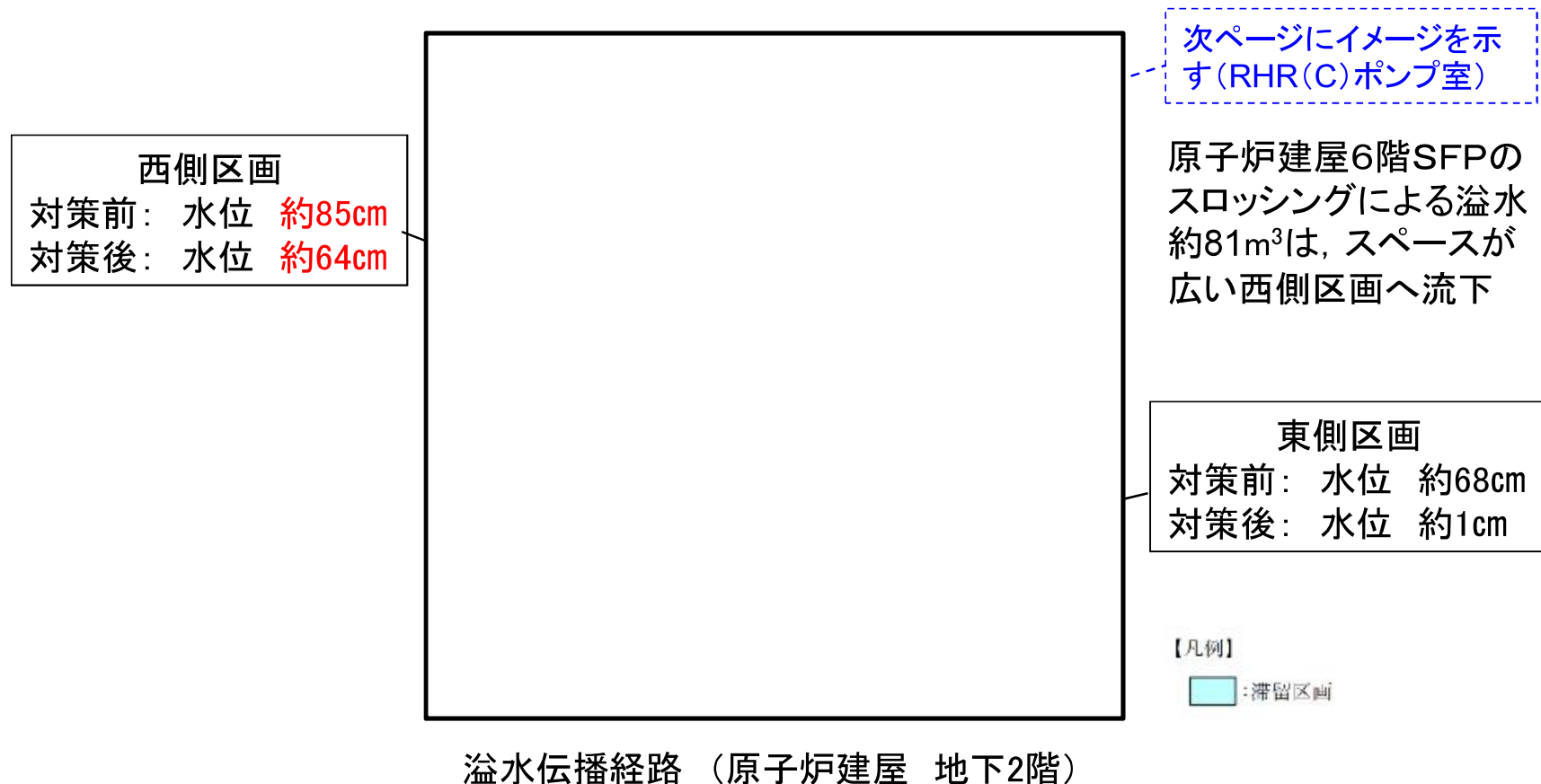
【変更後】 溢水滞留は、最下層のみ (先行プラント同様)

1. 概要(2/3)



1.2 耐震補強による溢水量の削減

- CUW系, CRD系の耐震補強により, 地震時の溢水量を約40%削減
(約205m³→約124m³)
- 最下層の最大水位が最大約85cmから約64cmに減少



1. 概要(3／3)

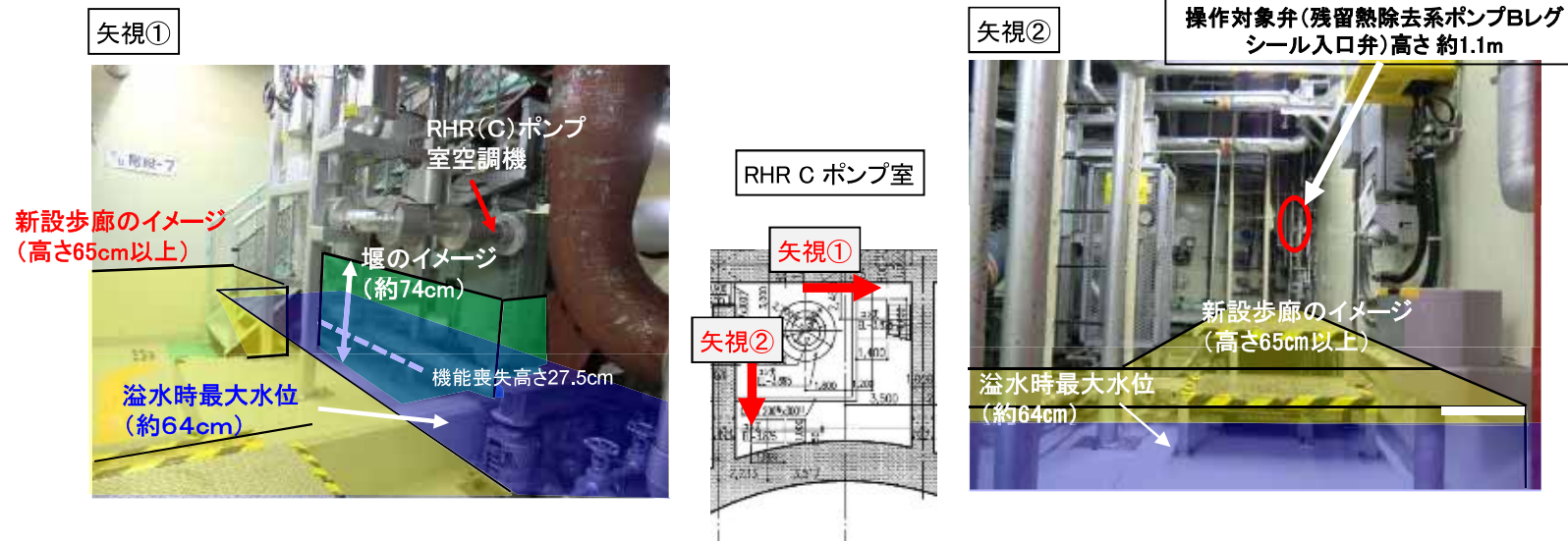
1.3 設備の健全性及び重大事故等対応要員のアクセス性

- 設備の健全性

原子炉棟の最下層に設置されている設備について、没水により機能喪失しないよう、堰の設置対策を実施

- 重大事故等対応要員のアクセス性

重大事故等対応要員のアクセス性に影響しないよう、歩廊等の設置対策を実施



2. 溢水防護対象設備の設定(1／2)



2.1 防護対象設備の抽出

設置許可基準規則第九条(溢水による損傷の防止等)及び第十二条(安全施設)並びに溢水評価ガイドの要求事項を踏まえ、防護対象設備を選定。

(1) 重要度の特に高い安全機能を有する系統がその安全機能を適切に維持するために必要な設備

発電用原子炉施設の安全評価に関する審査指針を参考に、運転時の異常な過渡変化及び設計基準事故のうち、溢水によって発生する可能性がある原子炉外乱及び溢水の原因となる可能性のある原子炉外乱を抽出し、その対処に必要な系統を抽出。

(2) 使用済燃料プールの冷却・給水機能を適切に維持するために必要な設備

使用済燃料プールを保安規定で定めた水温(65℃以下)に維持する必要があるため、使用済燃料プールの冷却系統の機能維持に必要な設備を防護対象設備として抽出。また、使用済燃料プールの放射線を遮へいするための水量を維持する必要があるため、使用済燃料プールの給水機能の維持に必要な設備を防護対象設備として抽出。

2. 洪水防護対象設備の設定(2/2)

(3) 防護対象設備のうち洪水影響評価対象の選定

(1)及び(2)で抽出した系統、設備について、図2. 1のフローに従い洪水影響評価対象設備を抽出。

洪水影響評価対象外とする考え方は表2. 1のとおり。

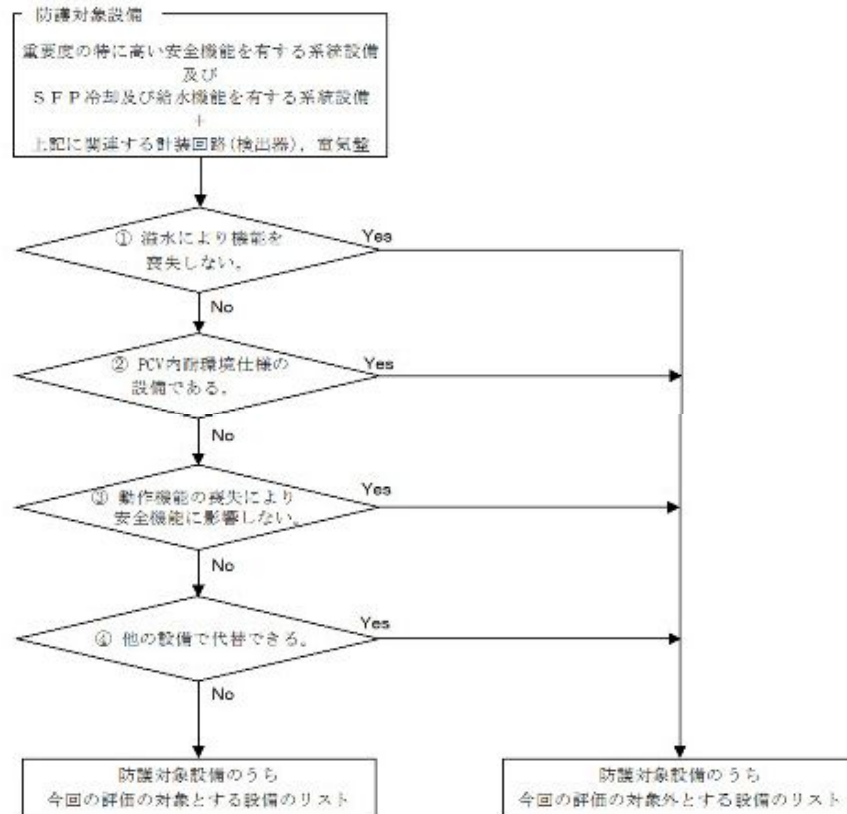


表2. 1 洪水影響評価の対象外とする理由

各ステップの項目	理由
① 洪水により機能を喪失しない。	容器、熱交換器、ろ過脱塩器、フィルタ、安全弁、逆止弁、配管等の静的機器は、構造が単純で外部からの動力の供給を必要としないことから、洪水により機能喪失はしない。
② PCV内耐環境仕様の設備である。	PCV内設備のうち、温度・圧力条件及び洪水影響を考慮した耐環境仕様の設備は、洪水により機能喪失しない。 なお、対象設備が耐環境仕様であることの確認は、メーカー試験等で行った事故時の環境条件を模擬した試験結果を確認することにより行う。
③ 動作機能の喪失により安全機能に影響しない。	機能要求のない電動弁及び状態が変わらず安全機能に影響しない電動弁等は、機能喪失しても安全機能に影響しない。
※	
④ 他の設備で代替できる。	他の設備により要求機能が代替できる設備は、機能喪失しても安全機能に影響しない。

※フェイルセーフ設計となっている機器であっても、電動弁、空気作動弁については、洪水による誤動作等防止の観点から安全側に防護対象設備に分類。

図2. 1 防護対象設備のうち洪水影響評価対象の選定フロー

3. 溢水源の想定(1／6)



溢水源は、発生要因別に分類した以下の溢水を想定。

- (1) 溢水の影響を評価するために想定する機器の破損等(以下「想定破損」という。)により生じる溢水。
- (2) 発電所内で生じる異常状態(火災を含む)の拡大防止のために設置される系統からの放水による溢水。
- (3) 地震に起因する機器の破損等により生じる溢水。
- (4) その他の要因(地下水の流入, 地震以外の自然現象, 機器の誤作動等)により生じる溢水。(以下「その他の溢水」という。)

3.1 想定破損により生じる溢水

配管は、内包する流体のエネルギーに応じて溢水評価ガイドに従い以下の2種類に分類

○高エネルギー配管:呼び径25A(1B)を超える配管でプラントの通常運転時に運転温度が95℃を超えるか又は運転圧力が1.9MPaを超える配管。ただし、被水及び蒸気の影響については配管径に関係なく評価する。

○低エネルギー配管:呼び径25A(1B)を超える配管でプラントの通常運転時に運転温度が95℃以下で、かつ運転圧力が1.9MPa以下の配管。ただし、被水及び蒸気の影響については配管径に関係なく評価する。なお、運転圧力が静水頭圧の配管は除く。

ただし、高エネルギー配管として運転している割合が当該系統の運転している時間の2%又はプラント運転期間の1%より小さければ、低エネルギー配管として扱う。

3. 溢水源の想定(2／6)

3.1.1 高エネルギー配管の評価

高エネルギー配管の破損の形状については、溢水評価ガイド附属書Aに基づきターミナルエンドは完全全周破断、ターミナルエンド以外(一般部)は、許容応力の0.8倍または0.4倍に応じた破損形状として評価。

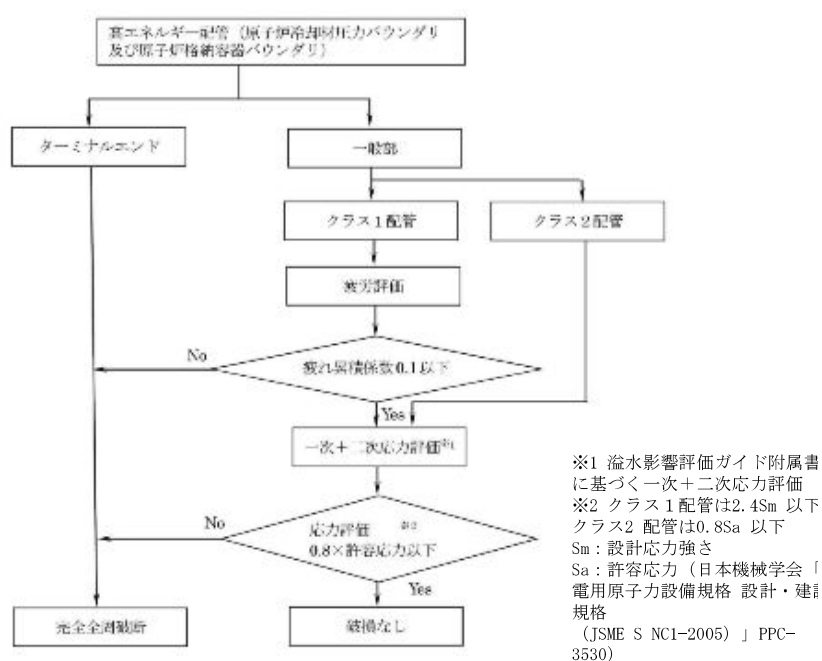


図3.1 高エネルギー配管の破損形状評価フロー
(原子炉冷却材圧力バウンダリ及び原子炉格納容器バウンダリ)

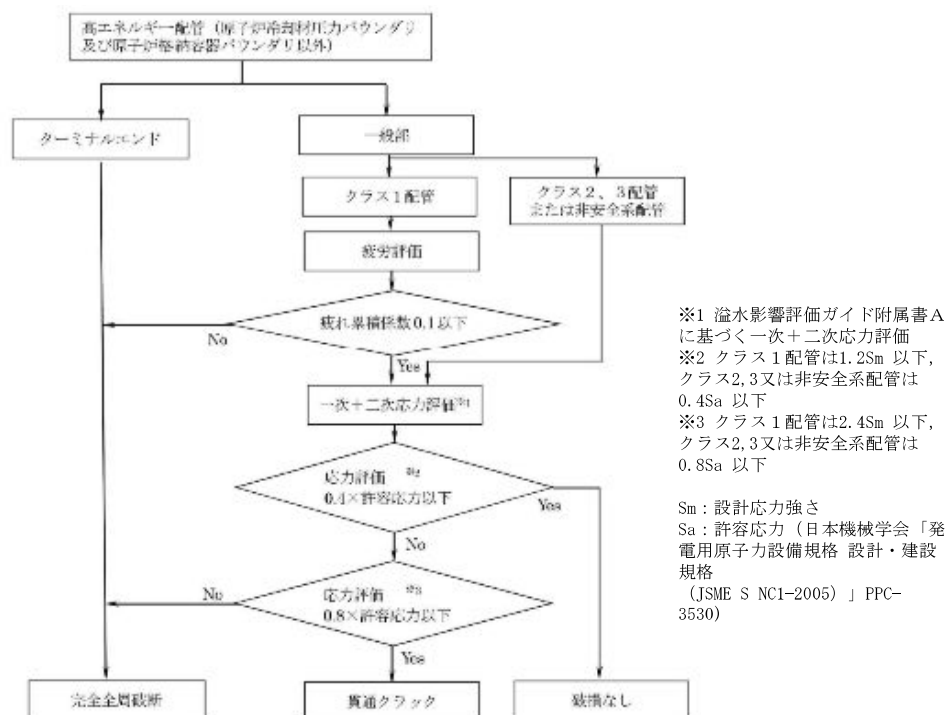


図3.2 高エネルギー配管の破損形状評価フロー
(原子炉冷却材圧力バウンダリ及び原子炉格納容器バウンダリ以外)

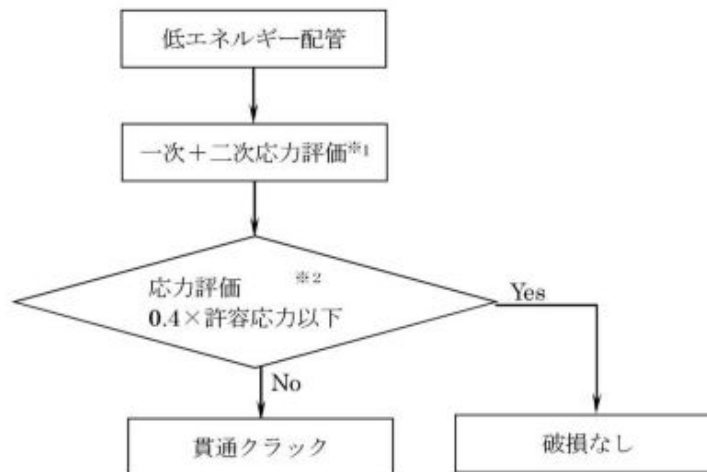
3. 溢水源の想定(3／6)



3.1.2 低エネルギー配管の評価

低エネルギー配管の破損の形状については、貫通クラックを想定。

一部の低エネルギー配管、溢水評価ガイド附属書Aに基づき許容応力の0.4倍を下回る場合は破損を想定しない。



※1 溢水ガイド附属書Aに基づく一次＋二次応力評価

※2 原子炉冷却材圧力バウンダリ及び原子炉格納容器バウンダリの配管は0.4Sa 以下

それ以外の配管のうち、クラス1配管は1.2Sm 以下、クラス2、3又は非安全系配管は

0.4Sa 以下

Sm：設計応力強さ

Sa：許容応力（日本機械学会「発電用原子力設備規格 設計・建設規格（JSME S NC1-2005）」PPC-3530）

図3. 3 低エネルギー配管の破損形状評価フロー

3.1.3 応力に基づく評価結果

溢水評価ガイド附属書Aの規定を満たす配管については、溢水影響評価における破損は想定しない。

3. 溢水源の想定(4／6)



想定破損により生じる溢水の設定条件は以下のとおり。

- ◇ 想定する破損箇所は溢水防護対象設備への溢水影響が最も大きくなる位置。
- ◇ 溢水量は、「異常の検知、事象の判断」及び「漏えい箇所の特定」並びに「現場又は中央制御室からの隔離により漏えい停止」するまでの時間を適切に考慮し、「想定する破損箇所から流出した漏水量と隔離後の溢水量として隔離範囲内の系統の保有水量」を合算して設定。なお、手動による漏えい停止の手順は、保安規定又はその下部規程に定める。
- ◇ 漏水量は、配管の破損形状を考慮した流出流量に漏水箇所の隔離までに必要な時間(以下「隔離時間」という。)を乗じて設定。

3.2 発電所内で生じる異常事態(火災を含む)の拡大防止のために設置される系統からの放水による溢水

発電所内で生じる異常事態(火災を含む)の拡大防止のために設置される系統からの放水による溢水の設定条件は以下のとおり。

- ◇ 自動作動するスプリンクラーは設置されていないことから、消火栓からの放水を考慮。ただし、ガス消火設備や消火器等を用いて消火活動を行うことを前提としている区画については、当該区画における放水を想定しない。
- ◇ 消火設備等からの単位時間当たりの放水量と放水時間から溢水量を設定。
- ◇ 格納容器スプレイについては、単一故障による誤作動が発生しないように設計上考慮されていることから(インターロック等の誤作動や運転員の人的過誤がそれぞれ単独で発生しても誤作動しない)スプレイ水の誤動作による溢水の影響は考慮しない。

3. 溢水源の想定(5／6)



3.3 地震に起因する機器の破損等により生じる溢水

- ◇ 水, 蒸気, 油等を内包する系統のうち, 基準地震動Ssによる地震力に対する耐震性が確認されていない耐震B, Cクラスに属する系統を溢水源として選定
- ◇ 地震による使用済燃料プール等のスロッシングについても溢水源として想定

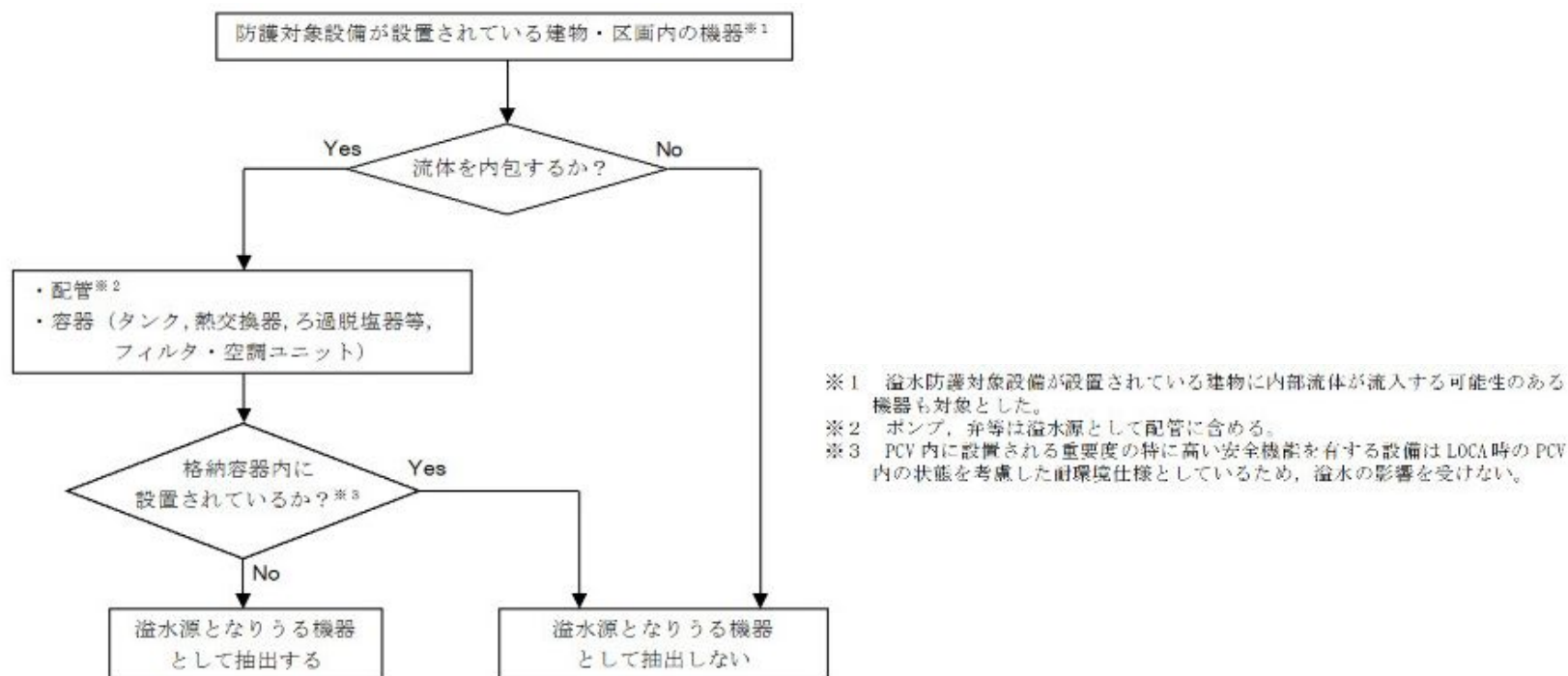


図3. 4 溢水源となりうる機器の抽出の考え方

3. 溢水源の想定(6／6)



3.4 その他の溢水

◇ その他の溢水については、以下を想定する。

- 地下水の流入，大雨，屋外タンクの竜巻による飛来物の衝突による破損に伴う漏えい等の地震以外の自然現象やその波及的影響に伴う溢水
- 機器の誤作動※や弁グランド部，配管フランジ部からの漏えい事象
- 人的過誤による漏えい

※機器の誤作動等からの漏えい事象については，区画毎に漏えいを想定する系統の配管口径と圧力，保有水量等によって設定した最大の漏えい量である想定破損の溢水量を上回ることではない。

4. 溢水防護区画及び溢水経路の設定(1／10)

4.1 溢水経路の設定

4.1.1 溢水経路設定の基本方針

- (1) 原子炉建屋各階は、6階を除き、基本的に東側エリア、西側エリアに位置的に分離し、溢水は上層階から下層階へそれぞれのエリアごとに流下させる。
- (2) 原子炉建屋6階の溢水は、最下階の地下2階東側エリアが比較的狭隘であることを考慮し、東側エリアに流下させない。
- (3) 溢水は、床ドレンファンネルからドレンラインを經由して地下2階の床ドレンサンプに収集することとし、床ドレンサンプに収集することができないものは各階に滞留しても影響がないようにする。
- (4) 上層階から下層階への流下経路を限定することにより、溢水影響範囲を可能な限り限定する。
- (5) 溢水水位はアクセス性に影響のない水位とする。

4.1.2 堰の設定に対する考え方

・溢水拡大防止堰

溢水伝播を制限するための堰であり、流下経路としての伝播を考慮しない。

・溢水拡大軽減堰

溢水影響範囲を軽減させるための堰であり、溢水を床ドレンファンネルに導くとともに、床ドレンファンネル閉塞時や大量の溢水時には流下経路として考慮する。

4.1.3 溢水経路の評価方針

- ・没水影響評価においては全量滞留した評価を行う。ただし、堰高さを超えた場合は堰高さまでの滞留とする。
- ・下層階には全量流下を想定する。

4. 溢水防護区画及び溢水経路の設定(2／10)

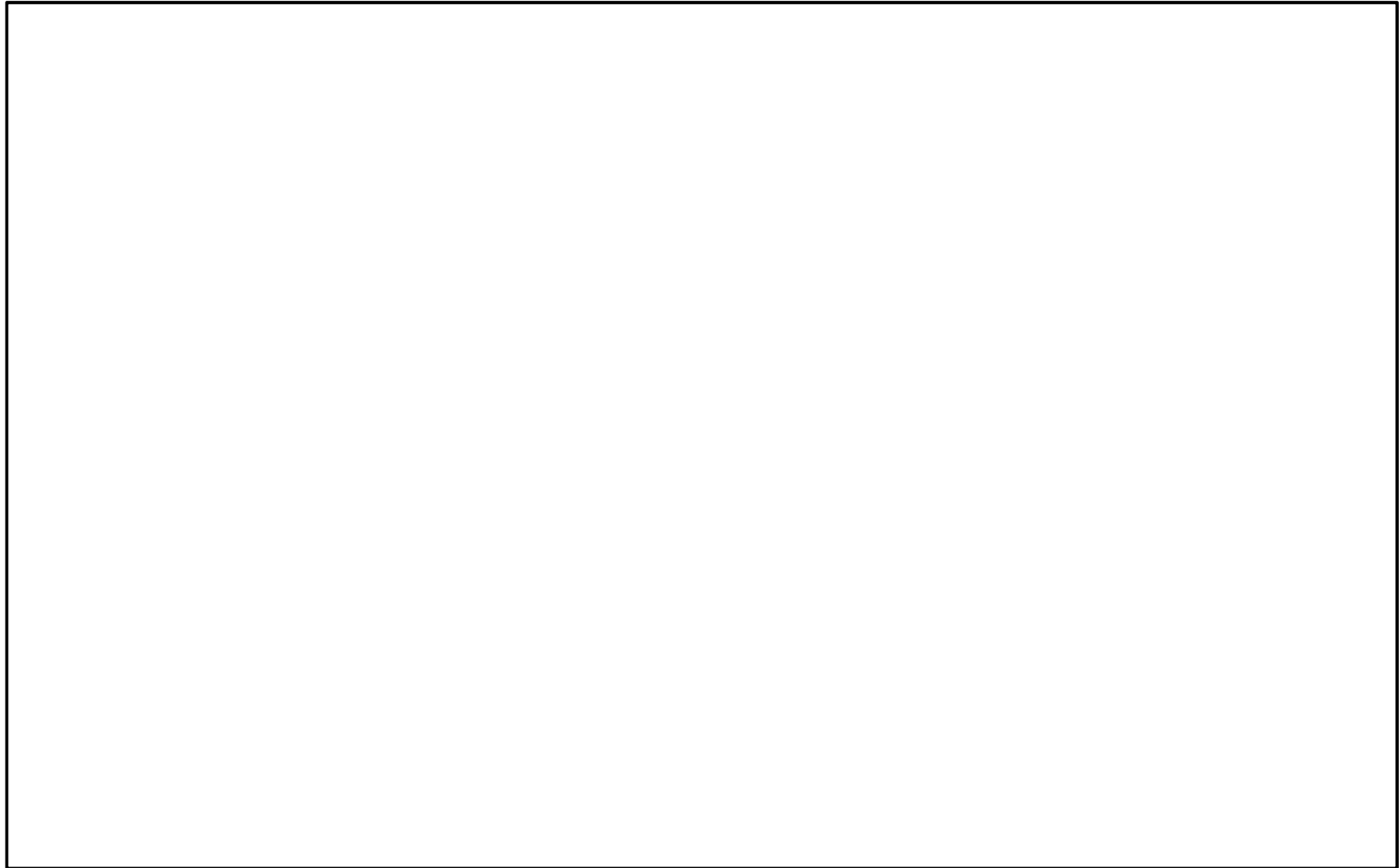


図4. 1 溢水伝播経路図(原子炉建屋6階)

4. 溢水防護区画及び溢水経路の設定(3／10)

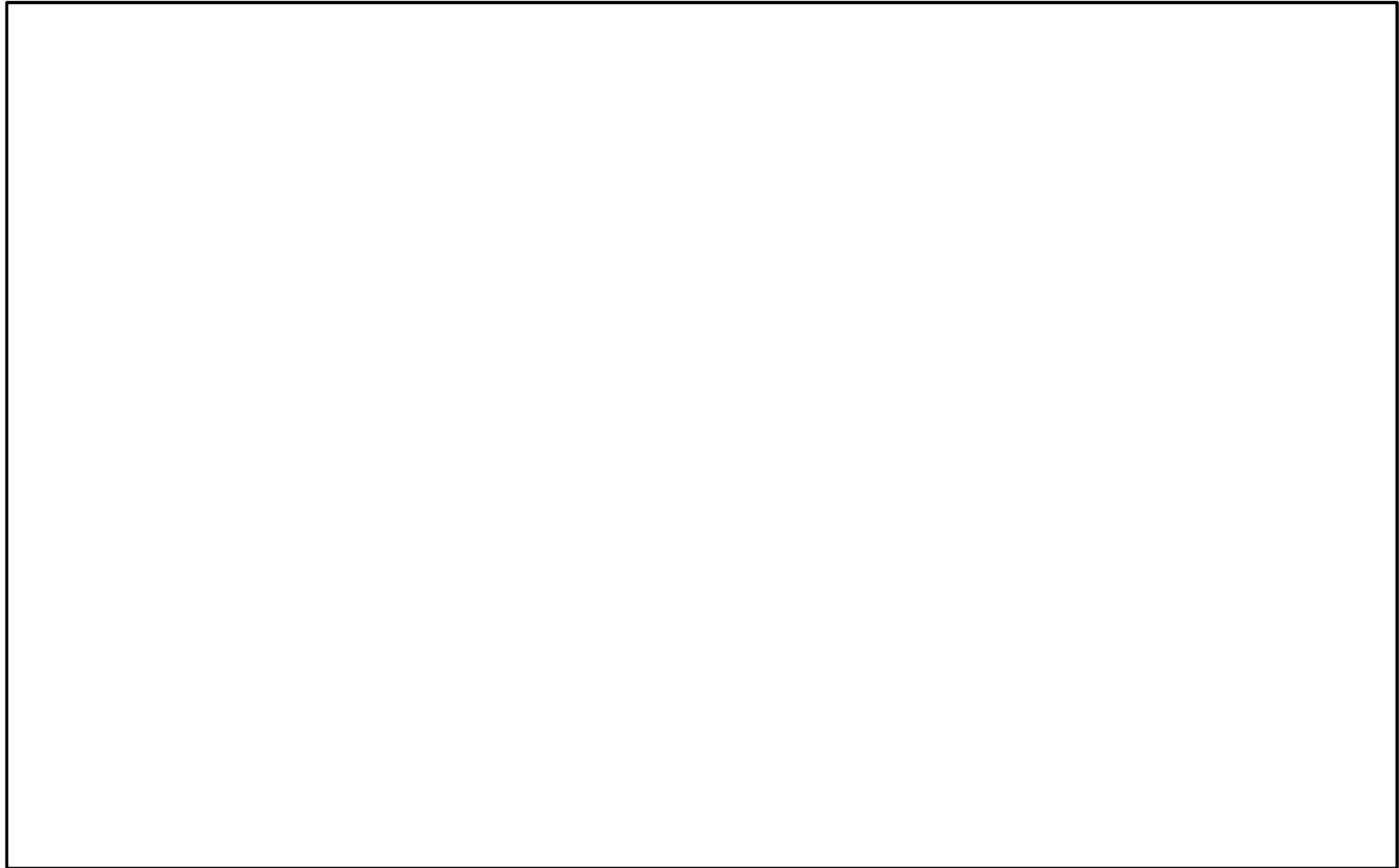


図4. 2 溢水伝播経路図(原子炉建屋5階)

4. 溢水防護区画及び溢水経路の設定(4／10)



図4. 3 溢水伝播経路図(原子炉建屋4階)

4. 溢水防護区画及び溢水経路の設定(5／10)

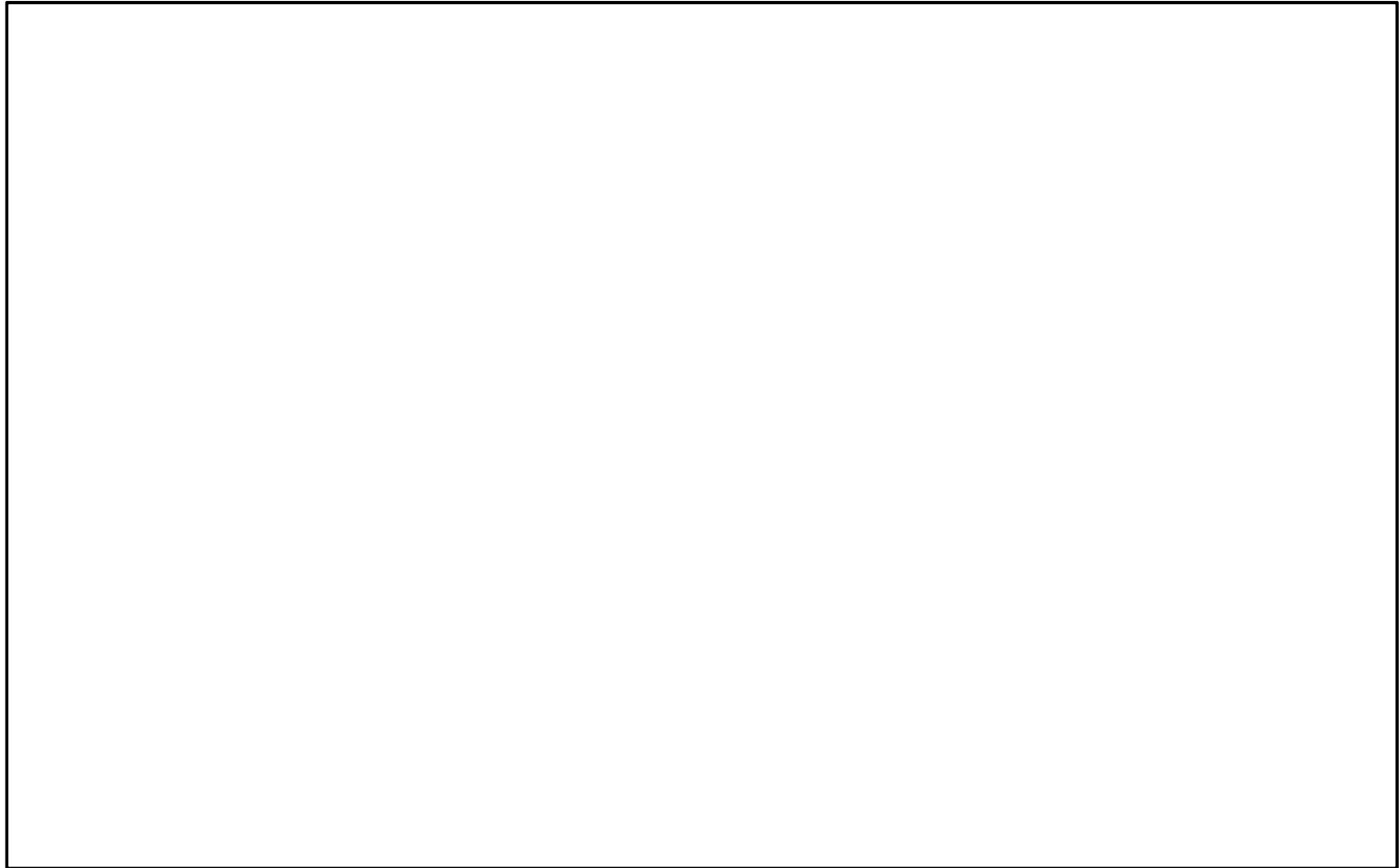


図4. 4 溢水伝播経路図(原子炉建屋3階)

4. 溢水防護区画及び溢水経路の設定(6／10)



図4. 5 溢水伝播経路図(原子炉建屋2階)

4. 溢水防護区画及び溢水経路の設定(7／10)

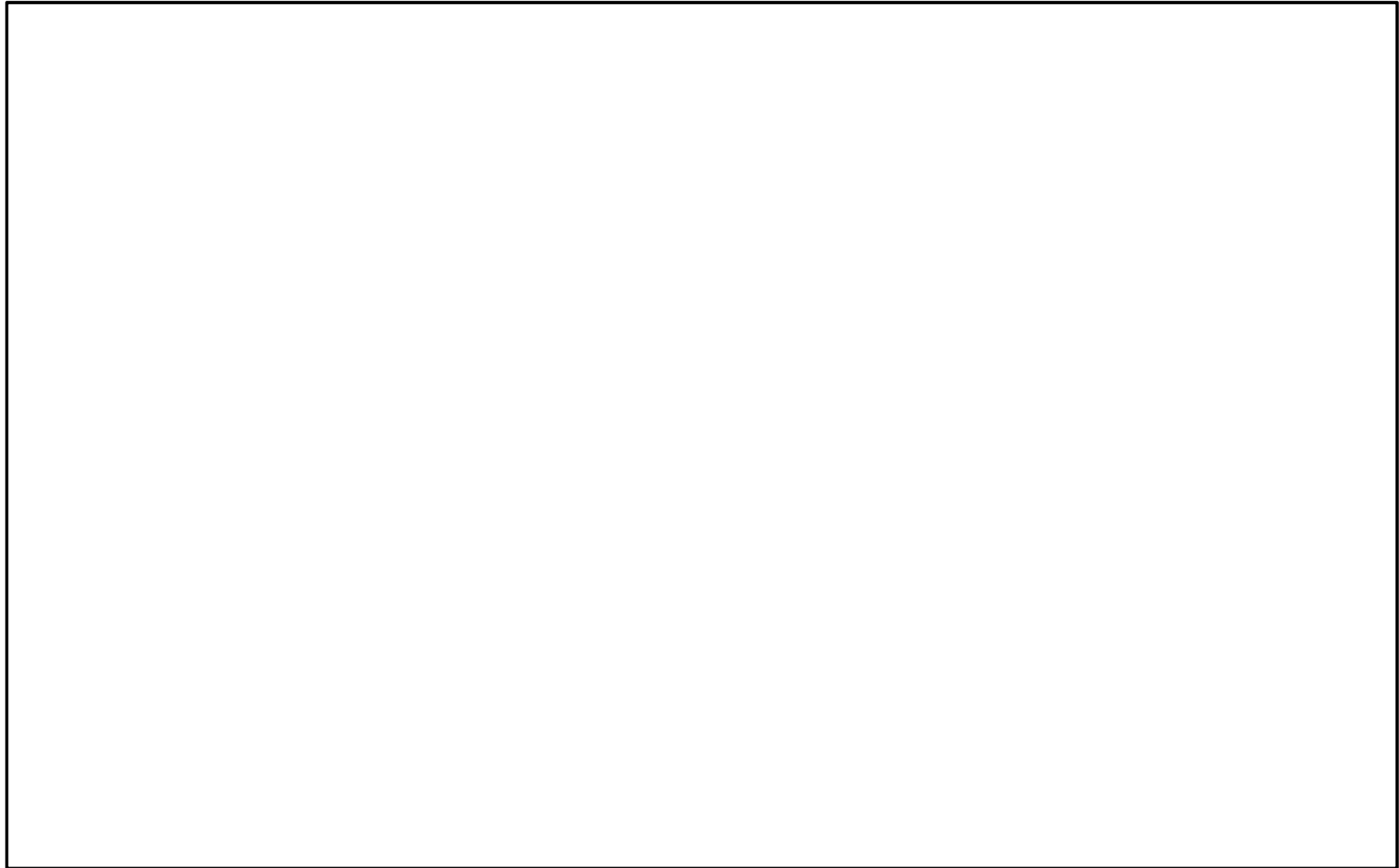


図4. 6 溢水伝播経路図(原子炉建屋1階)

4. 溢水防護区画及び溢水経路の設定(8／10)

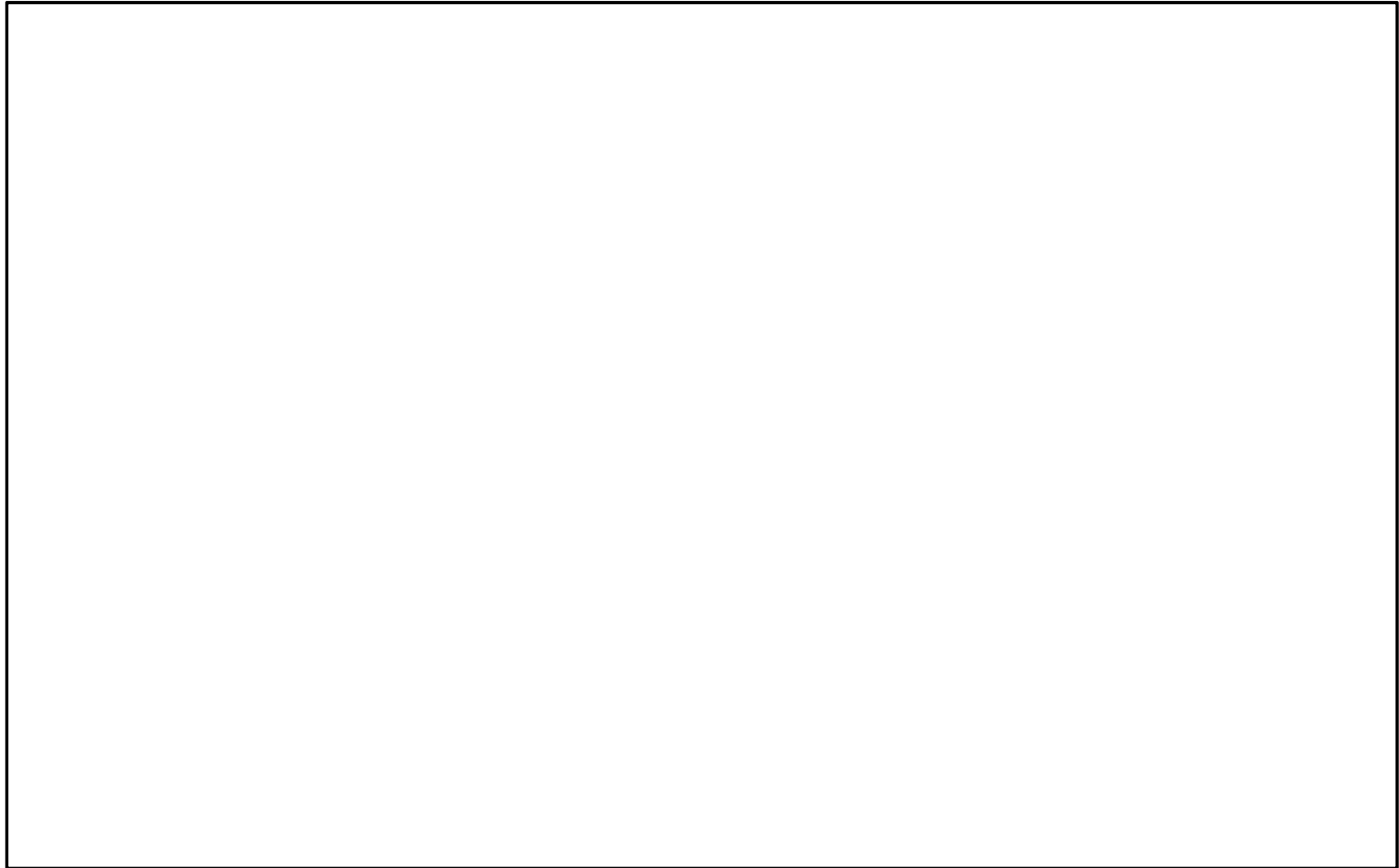


図4. 7 溢水伝播経路図(原子炉建屋地下1階)

4. 溢水防護区画及び溢水経路の設定(9／10)

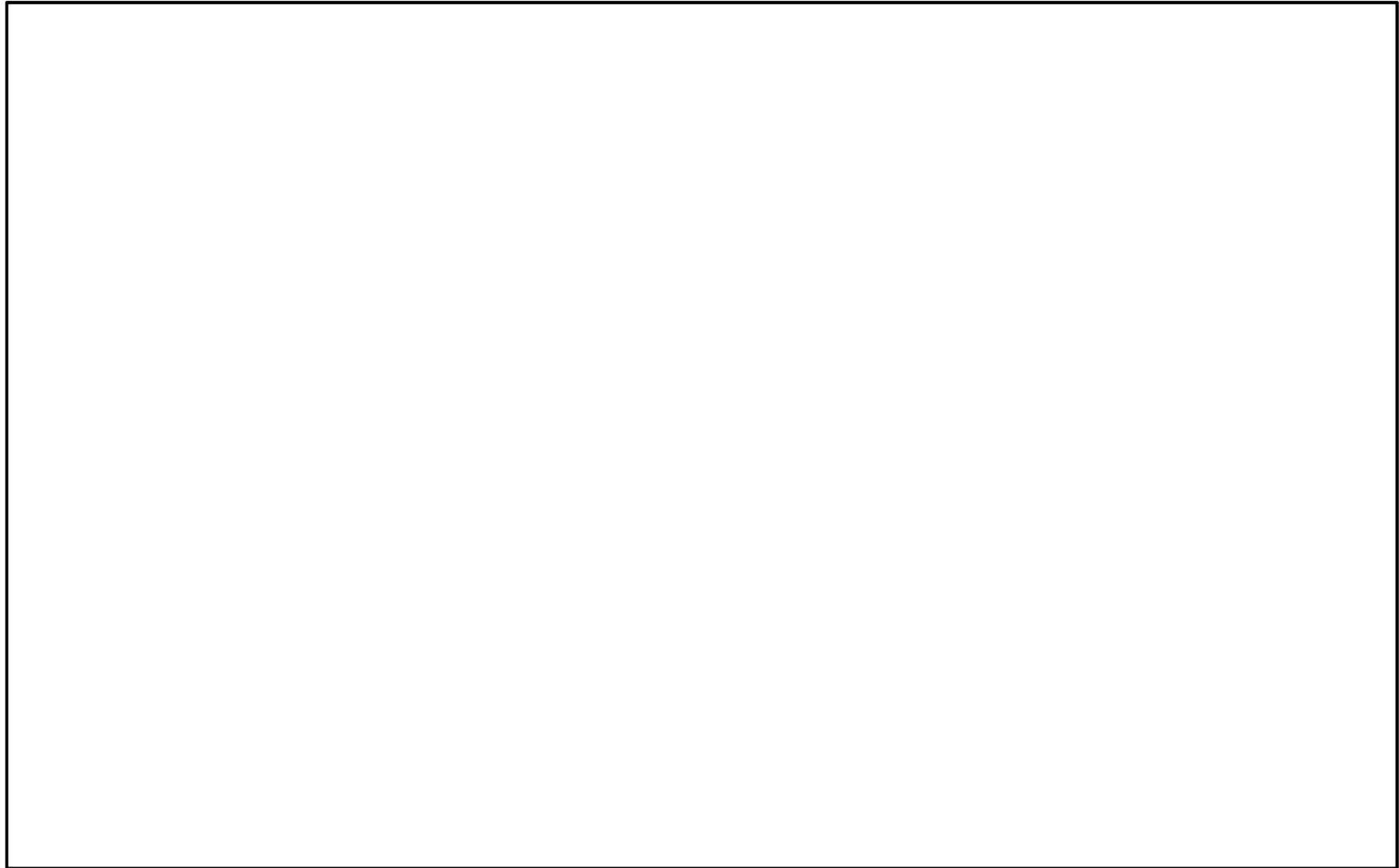


図4. 8 溢水伝播経路図(原子炉建屋地下2階)

4. 溢水防護区画及び溢水経路の設定(10/10)



原子炉建屋原子炉棟(床ドレン配管)

○ 原子炉建屋原子炉棟床ドレン配管については、以下のとおり溢水に対し問題がない設計・運用とする。

(1) 保守管理

床ドレン配管については、点検計画を定め、年1回の通水試験を行い健全性の確認を行うこととしている。

(2) 逆流防止弁

部屋化され防護対象設備が設置されている浸水防護区画の床ドレンファンネルについては、床ドレンファンネルに逆流防止弁を設ける。

(3) 原子炉棟6階床ドレンファンネル

- ・複数のファンネルと集合ラインの分散による多重性から、排水ラインの確保は可能。
- ・仮に全ての排水ラインが閉塞し排水が出来ない場合においても、没水評価により機能喪失する防護対象設備はない。
- ・6階面に設置される床漏えい検知器により、漏えいを早期に検知することが可能であり、漏えいを検知した場合はサンプ及び他の排水ラインの健全性を確認した後、速やかに仮設ポンプ等にて排水作業を行うことが可能。
- ・地震時の外力により排水ラインが損傷した場合においても、以下に示すとおり溢水の影響はない。
 - 5階天井部付近での漏水等においては、防護対象設備への保護カバーやコーキング等の被水対策を実施することで防護対象設備への影響はない。
 - 5階西側エリア全面に6階溢水量全量が伝播した場合であっても、没水影響評価により5階の防護対象設備は機能喪失しない。
 - 5階西側エリアの防護対象設備のうち、ほう酸注入系及び燃料プール冷却浄化系の上部に6階排水ラインが敷設されていることから、当該系統の機能を確保するため、当該エリアの上部に敷設される排水ラインを閉止する。

5. 建屋内の防護対象設備を防護するための設計方針(1／7)



5.1 没水の影響に対する評価及び防護設計方針

- ◇ 発生した溢水による水位が、溢水の影響を受けて防護対象設備の安全機能を損なうおそれがある高さ(以下「機能喪失高さ」という。)を上回らないこと。その際、溢水の流入状態、溢水源からの距離、人のアクセス等による一時的な水位変動を考慮し、発生した溢水に対して裕度が確保されていること。さらに、溢水防護区画への設備の追加、変更及び資機材の持込みによる床面積への影響を考慮すること。
- ◇ 機能喪失高さについては、防護対象設備の各付属品の設置状況も踏まえ、没水によって安全機能を損なうおそれのある最低の高さを設定。(表5. 1)(図5. 1)
- ◇ 溢水防護区画毎に当該エリアで機能喪失高さが最も低い設備を選定し、機能喪失高さと溢水水位を比較することにより当該エリアの影響評価を実施。
- ◇ 機能喪失高さは、「評価高さ」を基本とするが、没水と評価された機器については、現実的な設定としている「実力高さ」を用いて再評価。
- ◇ 発生した溢水による水位(H)は、以下の式に基づいて算出する。床勾配が溢水評価区画にある場合には、保守的に床勾配分の滞留量は考慮せず、溢水水位の算出は床勾配高さ(※)分嵩上げする。
※ 床勾配の下端から上端までの高さ(保守的に一律100mmと設定)
$$H=Q/A + h \quad (H: \text{水位(m)} \quad Q: \text{流入量(m}^3\text{)})$$

A: 滞留面積(m²)(除外面積を考慮した算出面積に対して30%裕度を確保)
h: 床勾配高さ(m)(溢水防護区画の床勾配を考慮)
- ◇ 防護対象設備が多重性又は多様性を有しており、各々が別区画に設置され同時に安全機能を損なうことのないこと。その際、溢水を起因とする運転時の異常な過渡変化及び設計基準事故に対処するために必要な機器の単一故障を考慮する。

5. 建屋内の防護対象設備を防護するための設計方針(2/7)

表5. 1 溢水による各設備の機能喪失高さの考え方

機器	機能喪失高さ	
	実力高さ	評価高さ
弁	①電動弁：弁駆動装置下部 ②空気作動弁、各付属品のうち、最低高さの付属品の下端部	・電動弁、空気作動弁とも弁配管の中心高さ
ダンパ及びダクト	・各付属品のうち、最低高さの付属品の下端部	・ダンパ、ダクトとも中心高さ(配管ダクトの場合) ・ダンパ、ダクトの下端高さ
ポンプ	①ポンプ又はモータのいずれか低い方の下端 ②モータは下端部	・ポンプ、モータの基礎+架台高さのいずれか低い箇所の高さ
ファン	・モータ下端部又は吸込み口高さの低い方	・ファン又はモータの基礎+架台高さのいずれか低い箇所の高さ
計器	・計器類は計器本体又は伝送器の下端部のいずれか低い方	・計器類は計器本体又は伝送器の下端部のいずれか低い方 ・計器ラックは床面高さ
電源・盤	・端子台等最下部	・床面高さ

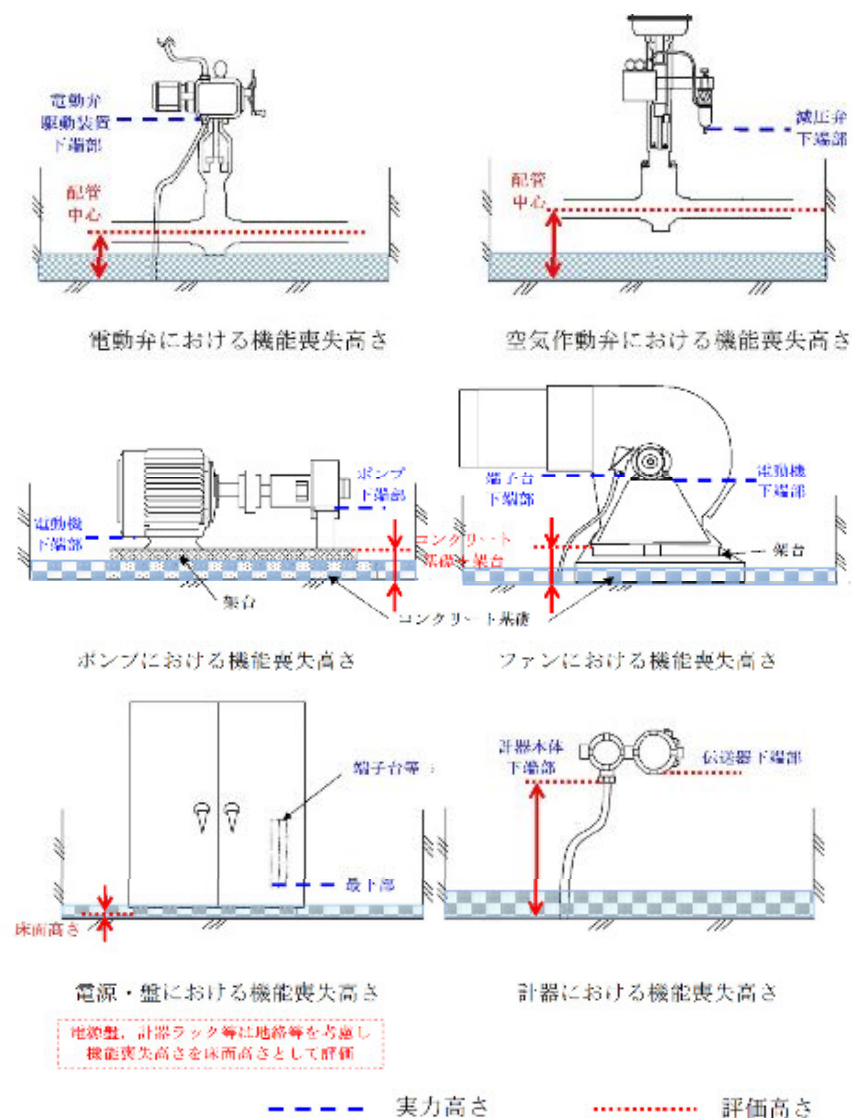


図5. 1 機能喪失高さに関する「評価高さ」と「実力高さ」の関係

5. 建屋内の防護対象設備を防護するための設計方針(3／7)



溢水防護対象設備が没水により安全機能を損なうおそれがある場合には、以下に示すいずれか若しくは組み合わせの対策を行うことにより、安全機能を損なわない設計とする。

(1) 溢水源又は溢水経路に対する対策

- a. 漏えい検知システム等により溢水の発生を早期に検知し、中央制御室からの遠隔操作(自動又は手動)又は現場操作により漏えい箇所を早期に隔離できる設計とする。
- b. 溢水防護区画外の溢水に対して、壁、扉、堰等による流入防止対策を図り溢水の流入を防止する設計とする。
流入防止対策として設置する壁、扉、堰等は、溢水により発生する水位や水圧に対して流入防止機能が維持できるとともに、基準地震動による地震力等の溢水の要因となる事象に伴い生じる荷重や環境に対して必要な当該機能が損なわれない設計とする。
- c. 想定破損による溢水に対しては、破損を想定する配管について、補強工事等の実施により発生応力を低減し、溢水源から除外することにより溢水量を低減する。
- d. 地震起因による溢水に対しては、破損を想定する機器について耐震対策工事を実施することにより基準地震動による地震力に対して耐震性を確保する設計とし、溢水源から除外することにより溢水量を低減する。
- e. その他の溢水のうち機器の誤作動や弁グランド部、配管フランジ部からの漏えい事象等に対しては、漏えい検知システムや床ドレンファンネルからの排水等により早期に検知し、溢水防護対象設備の安全機能が損なわれない設計とする。

(2) 溢水防護対象設備に対する対策

- a. 溢水防護対象設備の機能喪失高さが、発生した溢水による水位を十分な裕度を持って上回る設計とする。
- b. 溢水防護対象設備周囲に浸水防護堰を設置し、溢水防護対象設備が没水しない設計とする。設置する浸水防護堰については、溢水により発生する水位や水圧に対して流入防止機能が維持できる設計とするとともに、溢水の要因となる地震や火災等により生じる環境や荷重条件に対して当該機能が損なわれない設計とする。

5. 建屋内の防護対象設備を防護するための設計方針(4／7)



5.2 被水の影響に対する評価及び防護設計方針

5.2.1 被水の影響に対する防護設計方針

溢水防護対象設備が被水により安全機能を損なうおそれがある場合には、以下に示すいずれか若しくは組み合わせの対策を行うことにより、安全機能を損なわない設計とする。

(1) 溢水源又は溢水経路に対する対策

- a. 溢水防護区画外の溢水に対して、壁、扉、堰等による流入防止対策を図り溢水の流入を防止することにより被水の影響が発生しない設計とする。
流入防止対策として設置する壁、扉、堰等は、溢水により発生する水位や水圧に対して流入防止機能が維持できるとともに、基準地震動による地震力等の溢水の要因となる事象に伴い生じる荷重や環境に対して必要な当該機能が損なわれない設計とする。
- b. 想定破損による溢水に対しては、破損を想定する配管について、補強工事等の実施により発生応力を低減し、溢水源から除外することにより被水の影響が発生しない設計とする。
- c. 地震起因による溢水に対しては、破損を想定する機器について耐震対策工事を実施することにより基準地震動による地震力に対して耐震性を確保する設計とし、溢水源から除外することにより被水の影響が発生しない設計とする。
- d. 消火水の放水による溢水に対しては、溢水防護対象設備が設置されている溢水防護区画において固定式消火設備等の水消火を行わない消火手段を採用することにより、被水の影響が発生しない設計とする。
また、水消火を行う場合には、水消火による被水の影響を最小限に止めるため、溢水防護対象設備に対して不用意な放水を行わないことを消火活動における運用及び留意事項として「火災防護計画」に定める。

5. 建屋内の防護対象設備を防護するための設計方針(5／7)



(2) 溢水防護対象設備に対する対策

- a. 「JIS C 0920 電気機械器具の外郭による保護等級(IPコード)」における第二特性数字4以上相当の保護等級を有する機器への取替を行う。
- b. 溢水防護対象設備に対し、実機での被水条件を考慮しても安全機能を損なわないことを被水試験等により確認したシール材塗布等による被水防護措置を行う。

5. 建屋内の防護対象設備を防護するための設計方針(6／7)



5.3 蒸気の影響に対する評価及び防護設計方針

5.3.1 蒸気の影響に対する防護設計方針

溢水防護対象設備が蒸気放出の影響により安全機能を損なうおそれがある場合には、以下に示すいずれか若しくは組み合わせの対策を行うことにより、溢水防護対象設備が安全機能を損なわない設計とする。

(1) 溢水源又は溢水経路に対する対策

- a. 溢水防護区画外の蒸気放出に対して、壁、扉等による流入防止対策を図り蒸気の流入を防止する設計とする。
流入防止対策として設置する壁、扉等は、溢水により発生する蒸気に対して流入防止機能が維持できるとともに、基準地震動による地震力等の溢水の要因となる事象に伴い生じる荷重や環境に対して必要な当該機能が損なわれない設計とする。
- b. 溢水源となる系統を、溢水防護区画外で閉止することにより、溢水防護区画内において蒸気放出による影響が発生しない設計とする。
- c. 想定破損による溢水に対しては、破損を想定する配管について、補強工事等の実施により発生応力を低減し、溢水源から除外することにより蒸気放出による影響が発生しない設計とする。
- d. 地震起因による溢水に対しては、破損を想定する機器について耐震対策工事を実施することにより基準地震動による地震力に対して耐震性を確保する設計とし、溢水源から除外することにより蒸気放出による影響が発生しない設計とする。

5. 建屋内の防護対象設備を防護するための設計方針(7/7)



e. 蒸気の漏えいを検知し、中央制御室からの遠隔隔離(自動又は手動)を行うための自動検知・遠隔隔離システムを設置し、漏えい蒸気を早期隔離することで蒸気影響を緩和する設計とする。

また、自動検知・遠隔隔離システムだけでは溢水防護対象設備の健全性が確保されない場合には、破損想定箇所に防護カバーを設置することで漏えい蒸気量を抑制して、溢水防護区画内雰囲気温度への影響を軽減する設計とする。

さらに、信頼性向上の観点から、防護カバー近傍には小規模漏えい検知を目的とした特定配置温度検出器を設置し、蒸気の漏えいを早期検知する設計とする。

(2) 溢水防護対象設備に対する対策

- a. 蒸気放出の影響に対して耐性を有しない溢水防護対象設備については、蒸気曝露試験又は机上評価によって蒸気放出の影響に対して耐性を有することが確認された機器への取替を行う。
- b. 溢水防護対象設備に対し、実機での蒸気条件を考慮しても安全機能を損なわないことを蒸気曝露試験等により確認したシールやパッキン等による蒸気防護措置を行う。

6. 想定破損評価に用いる各項目の算出及び影響評価(1/9)



6.1 想定破損による没水影響評価

高エネルギー配管及び低エネルギー配管の分類に従い、算定した溢水量に対して、溢水防護対象設備の没水影響評価を実施

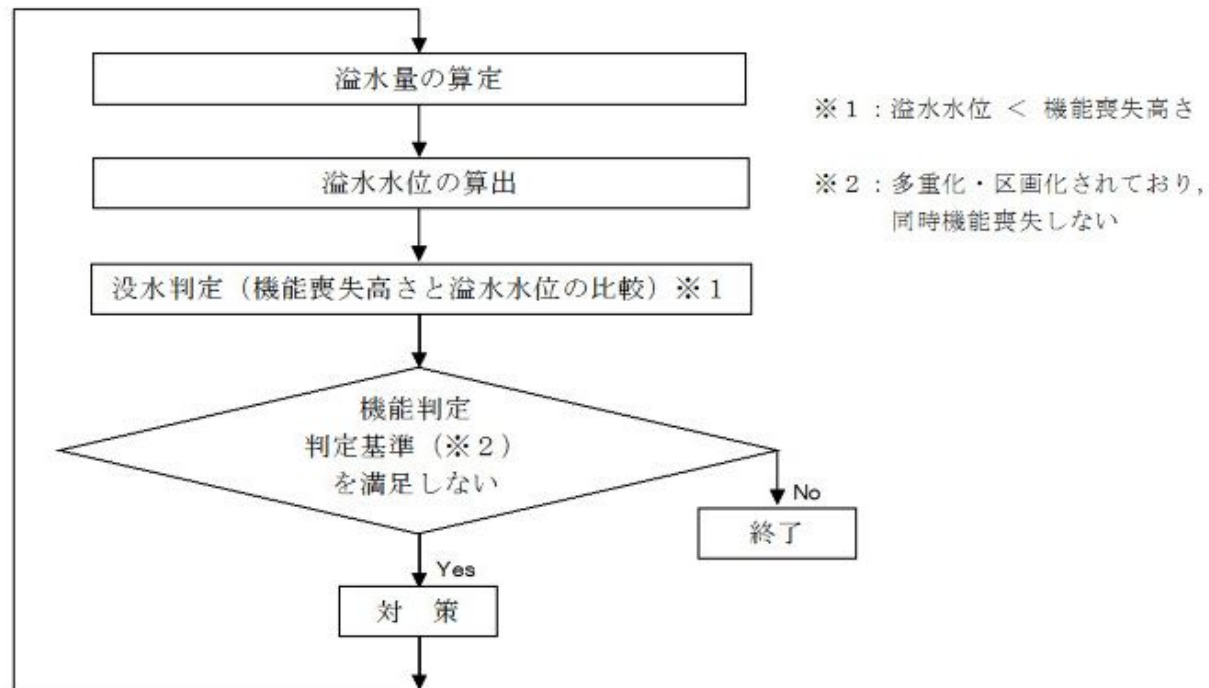


図6. 1 想定破損による没水評価フロー

6. 想定破損評価に用いる各項目の算出及び影響評価(2/9)



6.2 溢水量の算定

溢水量の算定結果(抜粋)を表6. 1に示す。

表6. 1 想定破損による溢水量の算定(抜粋)

系統名称	分類 ※1	隔離までの溢水量				保有水量			算出法 ※4.2	溢水量 (m ³)
		破断 形状 ※2	流出流量 (m ³ /h)	隔離時間 (分)	流出量 (m ³)	系統分 (m ³) M1	水源分 (m ³) M2	補給分 ※4.1 (m ³) M3		
制御棒駆動系	高	全	47	80	62	6	4,000※4	—	①	68
ほう酸水注入系	低	貫	21	80	27	2	20※6	—	②	22
残留熱除去系	低	貫	210	80	280	102	3,400※3	—	①	382
残留熱除去系海水系	低	貫	272	40	182	90	∞※6	—	①	272
高圧炉心スプレイ系	低	貫	525	40	350	28	4,000※4	—	①	378
低圧炉心スプレイ系	低	貫	213	80	283	17	3,400※3	—	①	300
原子炉隔離時冷却系	低	貫	208	80	277	11	4,000※4	—	①	288
原子炉再循環系	高	全	5	80	7	1	—	—	②	1
原子炉冷却材浄化系	高	全	82	0	0	54	—	—	①	54
燃料プール冷却浄化系	低	貫	64	80	85	83	—	—	②	83
原子炉補機冷却系	低	貫	172	80	230	258	—	40	②	298
格納容器雰囲気監視系 (残留熱除去系海水系)	低	貫	272	40	182	90	∞※6	—	①	272

※1 高：高エネルギー配管、低：低エネルギー配管 ※2 全：完全全周破断、貫：貫通クラック

※3 サプレッション・プール ※4 復水貯蔵タンク ※5 純水貯蔵タンク ※6 海水 ※7 ろ過水貯蔵タンク ※8 ほう酸水貯蔵タンク

※9 潤滑油サンプタンク ※10 清水貯蔵タンク ※11 軽油貯蔵タンク ※12 重油貯蔵タンク ※13 主復水器 ※14 給水タンク

※15 廃液収集タンク ※16 サージタンクA ※17 ブリコートタンク ※18 廃液サンプタンク ※19 廃液フィルタ逆洗水受タンク

※20 床ドレン収集タンク ※21 サージタンクB ※22 床ドレンサンプタンク ※23 床ドレンフィルタ逆洗水受タンク ※24 凝集沈殿装置供給タンク

※25 凝集装置薬注タンク ※26 廃液スラッジ貯蔵タンク ※27 床ドレンスラッジ貯蔵タンク ※28 使用済樹脂貯蔵タンク ※29 使用済粉末樹脂貯蔵タンク

※30 廃液中和タンク ※31 りん酸ソーダタンク ※32 廃液濃縮器蒸発缶・加熱器 ※33 廃液濃縮器補助循環タンク ※34 濃縮廃液貯蔵タンク

※35 中和硫酸タンク ※36 中和苛性タンク ※37 凝縮水収集タンク ※38 凝縮水サンプタンク ※39 洗濯廃液ドレンタンク ※40 凝集沈殿装置

※4.1 通常弁等で隔離されているが、補給容器内の水位低下により隔離時間まで自動にて補給される水量

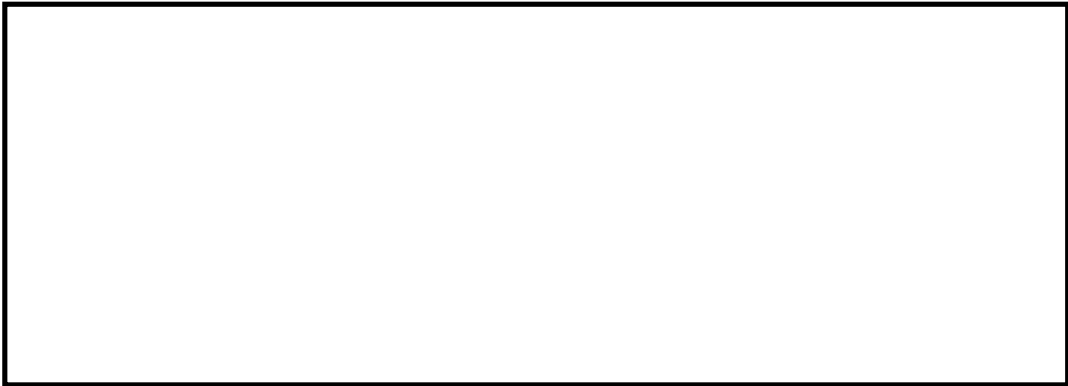
※4.2 ①：隔離までの流出量+M1 ≤ M1+M2+M3 → 溢水量=隔離までの流出量+M1

②：隔離までの流出量+M1 > M1+M2+M3 → 溢水量=M1+M2+M3

6. 想定破損評価に用いる各項目の算出及び影響評価(3/9)



段階ごとの溢水水位の評価結果例を図6. 2に示す。



内部溢水伝播範囲

一次伝播評価			
評価対象区画		RB-1-1	
溢水量 (m³)		382.00	
面積 (m²)		246.40	
溢水水位 (m)		0.15	
全溢水量を面積で割った水位 (1.56m)を算出。ただし、床開口が存在するため、溢水量は下層へ伝播する。			
接続区画への伝播有無判定			
接続区画	境界形状	伝播開始高さ (m)	伝播有無
RB-P1-1	出口	0.15	有
RB-1-2	堰・扉	0.25	無
RB-1-4	堰	0.25	無
RB-1-6	扉	0.00	有

区画番号	防護対象設備		溢水水位 (m)	裕度0.2m 考慮評価 用機器 高さ※1 (m)	没水 判定	備考	機能喪失系統
	設備名称	機器番号					
RB-1-1 (発生区画)	RHM (A)系サブプレッシャープールスブレイ弁	E12-F027A(M)	0.15	2.70	○		
	RHR (A)系テストライン弁	E12-F024A(M)		1.04	○		
	R/E LNST DIST PNL 1	—		0.00	○	止水対策実施	
	R/E LNST DIST PNL 2	—		0.00	○	止水対策実施	
	FCS (A)系出口管隔離弁	2-43V-3A(M)		1.43	○		
	FCS (A)系出口弁	2-43V-2A(M)		1.17	○		
	MSIVシステムリークドレン弁(A)	E32-FF009A(M)		1.66	○		
	SUP CHAMBER PRESS	PT-26-79.524		0.99	○		
	サブプレッシャーションチェンバー貫通破壊止め弁	2-26B-3(A)		0.40	○		
	サブプレッシャーションチェンバー貫通破壊止め弁	2-26B-4(A)		1.13	○		
	サブプレッシャーション・チェンバーパー弁	2-26B-5(M)		0.56	○		
	サブプレッシャーション・チェンバーパーガス供給弁	2-26B-6(M)		4.33	○		

※1：各機器の機能喪失高さから床勾配及び揺らぎを考慮した値 (0.2m) を差し引いた値

図6. 2 段階毎の溢水水位の評価結果(例としてケース1を抜粋)

6. 想定破損評価に用いる各項目の算出及び影響評価(4/9)

溢水伝播経路の概略図例を図6. 3に示す。

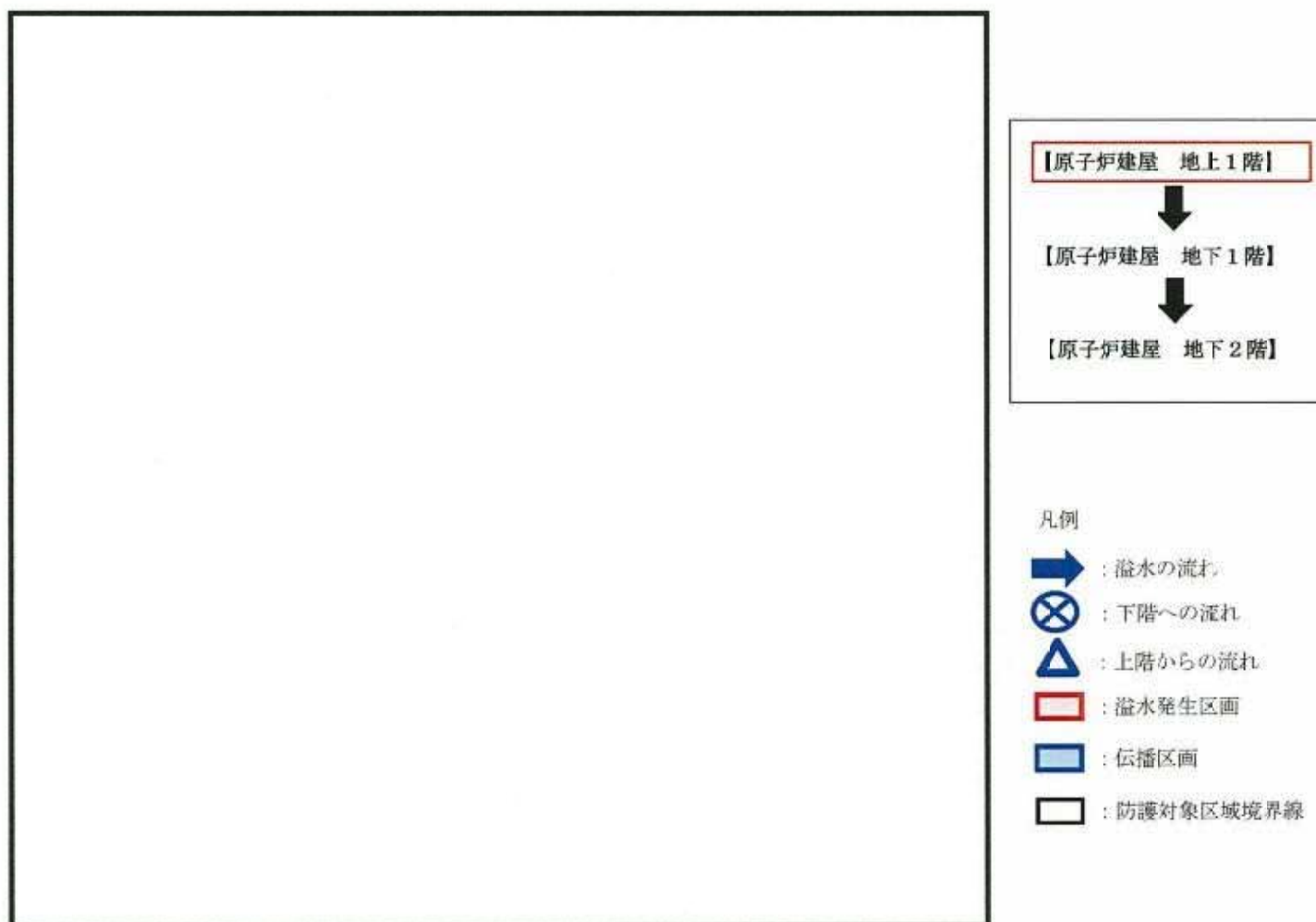


図6. 3 溢水伝播経路概略図(例としてケース1を抜粋)

6. 想定破損評価に用いる各項目の算出及び影響評価(5/9)



各機器毎の没水影響の評価結果例を表6. 2, 表6. 3に示す。

表6. 2 没水影響評価結果(例としてケース1を抜粋)

区画番号	防護対象設備		溢水 水位 (m)	余裕0.2m 考慮評価 用機器 高さ※1 (m)	没水 判定	備考	機能喪失系統
	設備名称	機器番号					
RB-1-1 (発生区画)	RHR (A)系サブプレッションプールスプレイ弁	F12-F027A(MO)	0.15	2.70	○		
	RHR (A)系ストライン弁	F12-F024A(MO)		1.04	○		
	R/B INST DIST PNL 1	—		0.00	○	止水対策実施	
	R/B INST DIST PNL 2	—		0.00	○	止水対策実施	
	FCS (A)系出口管隔離弁	2-43V-3A(MO)		1.43	○		
	FCS (A)系出口弁	2-43V-2A(MO)		1.17	○		
	MSIVシステムリークドレン弁(A)	E32-UF009A(MO)		1.66	○		
	SUPP CHAMBER PRESS	PT-26-79, 52A		0.99	○		
	サブプレッションチェンバー真空破壊止め弁	2-26B-3(AO)		0.40	○		
	サブプレッションチェンバー真空破壊止め弁	2-26B-4(AO)		1.13	○		
	サブプレッション・チェンバージョイント弁	2-26B-5(AO)		0.56	○		
	サブプレッション・チェンバーク2ガス供給弁	2-26B-6(AO)		1.33	○		
RB-1-6	—	—	0.15	—	○		
RB-B1-1	CAMS (A) サブプレッションプール計装ドレン出口隔離弁	D23-F004A(MO)	0.00	3.20	○		
	CAMS (A)冷却水出口弁 (RHR(A)系)	3-12F101A(MO)		0.20	○		
	CAMS (A)冷却水出口弁 (RHR(A)系)	3-12F102A(MO)		0.20	○		
	RCW 機器冷却器行き弁	7-9V31(MO)		0.30	○		
	RHR (A)系ミニフロー弁	F12-F064A(MO)		0.30	○		
	RHR DIV-1 計装ラック	H22-P018		0.42	○		
	MCC 2C-3	MCC 2C-3		0.00	○	止水対策実施	
	MCC 2C-5	MCC 2C-5		0.00	○	止水対策実施	
	直流125V MCC 2A-1	125V DC MCC 2A-1		0.00	○	止水対策実施	
	核分裂生成物モニタ系サンプリング弁	E31-F010B(AO)		0.30	○		
	核分裂生成物モニタ系サンプリング弁	E31-F011B(AO)		0.32	○		
	RCIC タービン排気弁	F51-F068(MO)		4.00	○		
	RCIC 真空ポンプ出口弁	F51-F069(MO)		3.92	○		
	RCIC DIV-1 計装ラック	H22-P017		0.38	○		
	LPCS 計装ジック	H22-P001		0.42	○		
	ドライウェル真空破壊弁テスト用電磁弁	2-26V81(電磁弁)		1.00	○		
	ドライウェル真空破壊弁テスト用電磁弁	2-26V82(電磁弁)		0.40	○		
	ドライウェル真空破壊弁テスト用電磁弁	2-26V83(電磁弁)		0.40	○		
	ドライウェル真空破壊弁テスト用電磁弁	2-26V84(電磁弁)		1.00	○		
	ドライウェル真空破壊弁テスト用電磁弁	2-26V85(電磁弁)		1.60	○		
	ドライウェル真空破壊弁テスト用電磁弁	2-26V86(電磁弁)		1.60	○		
	格納容器酸素分析系排気弁	25-51E1(電磁弁)		3.10	○		
	格納容器酸素分析系排気弁	25-51E2(電磁弁)		3.10	○		
RB-B2-13	LPCS ポンプ室空調機	HVAC-AH2-3	4.54	0.07	○	止水対策実施	LPCS
	SUPP CHAMBER LEVEL (A) (伝送器)	LT-26-79, 5A		1.20	×	機能喪失判定に影響なし	事故時計装(A)
RB-B2-12	LPCS ポンプ	LPCS-PMP-C001	4.54	2.48	×	機能喪失判定に影響なし	LPCS
	LPCS ポンプ入口弁	E21-F001(MO)		1.30	×	機能喪失判定に影響なし	LPCS
	LPCS ミニフロー弁	E21-F011(MO)		0.30	×	機能喪失判定に影響なし	LPCS
RB-B2-11	—	—	4.54	—	—		

※1：各機器の機能喪失高さから床勾配及び揺らぎを考慮した値(0.2m)を差し引いた値

6. 想定破損評価に用いる各項目の算出及び影響評価(6/9)



表6.3 想定破損による没水影響評価結果まとめ(例としてケース1を抜粋)

評価種別: 想定
 溢水発生区画: RB-1-1
 溢水源: RHR(A)
 溢水量: 382(m)

総合判定	○
評価方法	※1

備考: RHR(A)系の破損想定のためRHR(A)系及びPCS(A)系を機能喪失とし評価

評価対象	原子炉施設																	
安全機能	緊急停止機能		末端界維持機能				高温停止機能						原子炉隔離時注水機能		手動過負荷機能			
機能判定	○		○				○						○		○			
主たる系統	水圧制御ユニット (HCU)		水圧制御ユニット (HCU)		ほう酸水注入系 (SLC)		自動減圧系 (ADS)	残留熱除去系 (RHR)	低圧炉心スプレイ系 (LPCS)	自動減圧系 (ADS)	残留熱除去系 (RHR)	高圧炉心スプレイ系 (HPCS)	原子炉隔離時冷却系 (RCIC)	高圧炉心スプレイ系 (HPCS)	逃がし安全弁 (SRV)	自動減圧系 (ADS)		
系列 (安全区分)	— (Ⅰ系)	— (Ⅱ系)	— (Ⅰ系)	— (Ⅱ系)	A系 (Ⅰ系)	B系 (Ⅱ系)	A系 (Ⅰ系)	A系 (Ⅰ系)	— (Ⅰ系)	B系 (Ⅱ系)	B系 (Ⅱ系)	C系 (Ⅱ系)	— (Ⅲ系)	— (Ⅰ系)	— (Ⅲ系)	— (Ⅰ・Ⅱ系)	A系 (Ⅰ系)	B系 (Ⅱ系)
系列の判定	○	○	○	○	○	○	○	×	×	○	○	○	○	○	○	○	○	○
安全機能の維持	機能維持 HCU (Ⅰ) and HCU (Ⅱ)		機能維持 (HCU (Ⅰ) and HCU (Ⅱ)) or (SLC (A) and SLC (B))				機能維持 ADS (A) and (RHR (A) or LPCS)			機能維持 ADS (B) and (RHR (B) or RHR (C))			機能維持 HPCS	機能維持 RCIC or HPCS		機能維持 SRV (Ⅰ・Ⅱ) or ADS (A) or ADS (B)		
							機能維持 2系分以上											

評価対象	原子炉施設										使用済燃料プール				中央制御室	
安全機能	低温停止機能		閉じ込め機能				監視機能				冷却機能		給水機能		中央制御室換気機能	
機能判定	○		○				○				○		○		○	
主たる系統	残留熱除去系(RHR)		隔離弁機能(PCIS)		非常用ガス処理系 非常用ガス再循環系(FRVS・SGTS)		可燃性ガス濃度制御系(PCS)		事故時計装系		燃料プール冷却浄化系(FPC)		残留熱除去系(RHR)	燃料プール補給水系(CST)	残留熱除去系(RHR)	中央制御室換気空調系(MCR-HVAC)
系列(安全区分)	A系 (I系)	B系 (II系)	— (I系)	— (II系)	A系 (I系)	B系 (II系)	A系 (I系)	B系 (II系)	A系 (I系)	B系 (II系)	A系 (I系)	B系 (II系)	A系 (I系)	B系 (II系)	A系 (I系)	B系 (II系)
系列の判定	×	○	○	○	○	○	×	○	×	○	○	○	×	○	×	○
安全機能の維持	機能維持 RHR(A) or RHR(B)		機能維持 PCIS(I) or PCIS(II)		機能維持 FRVS・SGTS(A) or FRVS・SGTS(B)		機能維持 PCS(A) or PCS(B)		機能維持 A系 or B系		機能維持 FPC(A) or FPC(B) or RHR(A) or RHR(B)		機能維持 CST or RHR(A) or RHR(B)		機能維持 MCR-HVAC(A) or MCR-HVAC(B)	
					機能維持 PCIS and FRVS・SGTS and PCS											

※1 ①: 基本評価(溢水量; 当該系統の最大口径, 系統保有水量; 当該系統の全保有水量)

②: 詳細評価(溢水量; 区画内における当該系統の最大口径, 系統保有水量; 当該区画への流出範囲を考慮)

6. 想定破損評価に用いる各項目の算出及び影響評価(7/9)



○ 判定

- 各防護対象設備の機能喪失判定を踏まえ、プラント全体として安全機能が保たれているかについて判定を実施。
- 一部の防護対象設備の機能に影響を及ぼすものの、同一の安全機能を有する他の系列の機器(残留熱除去系(B)系等)の機能は維持。
- 従って、原子炉の停止機能、冷却機能及び放射性物質の閉じ込め機能が維持されるとともに、使用済燃料プールの冷却機能及び給水機能が維持されることから、判定基準を満足することを確認。

○ 想定破損による没水影響評価結果

- 単一機器の破損により生じる溢水箇所を起点とし、溢水経路を経由して最終的な滞留箇所に到達するまでを一つの評価ケースと定め、この一連の評価を、想定される全ての単一機器破損のケース毎に実施。
- 全ての評価ケースにおいて、必要となる対策(区画の水密化、貫通部の止水処置及び堰の改造等)を行うことにより、判定基準を満足することを確認。

6. 想定破損評価に用いる各項目の算出及び影響評価(8／9)



6.3 想定破損による被水影響評価

評価対象区画内に設置される配管の想定破損による被水を考慮し、溢水防護対象設備の被水影響評価を実施。

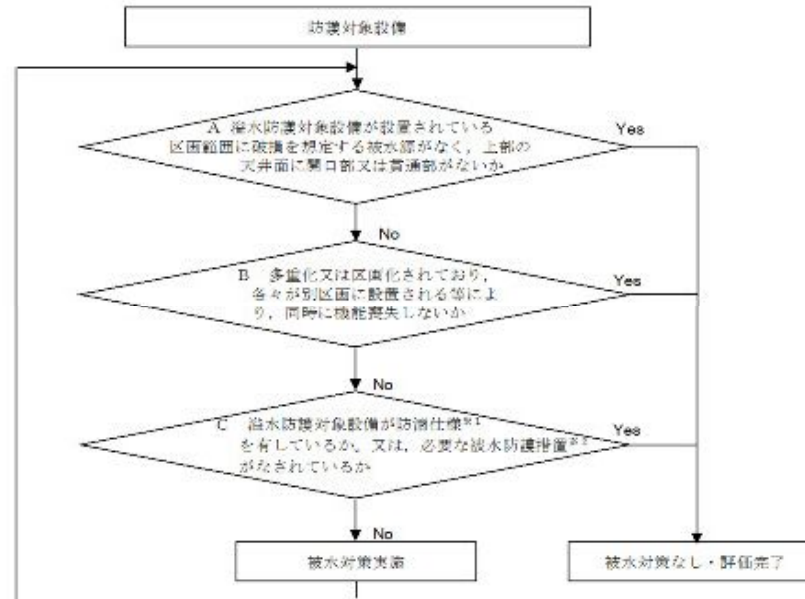


図6.4 被水影響評価フロー

(1) 評価方法

想定破損による直接の被水及び溢水経路からの被水に対し、溢水防護対象設備の被水影響評価を実施。

(2) 評価結果

想定した被水に対し、必要となる被水防護対策(保護カバーの設置、コーキング処理、配管への保温材施工等)を実施することにより、判定基準を満足するため、原子炉の停止機能、冷却機能及び放射性物質の閉じ込め機能が維持されること、使用済燃料プールの冷却機能及び給水機能が維持されることを確認。

6. 想定破損評価に用いる各項目の算出及び影響評価(9/9)



6.4 想定破損による蒸気影響評価

高エネルギー配管の破損による放出蒸気に対して、溢水防護対象設備の蒸気影響評価を実施。

(1) 評価方法

高エネルギー配管の破損により生じる蒸気発生源の有無、伝播経路、溢水防護対象設備の耐環境仕様等の観点から、溢水防護対象設備の蒸気影響評価を実施。

(2) 評価結果

想定した蒸気の影響に対し、必要となる対策(配管の撤去、耐震等補強工事、防護カバー設置、漏洩検知システム及び隔離弁の設置等)を実施することにより、判定基準を満足するため、原子炉の停止機能、冷却機能及び放射性物質の閉じ込め機能が維持されること、使用済燃料プールの冷却機能及び給水機能が維持されることを確認。

(添付参照)

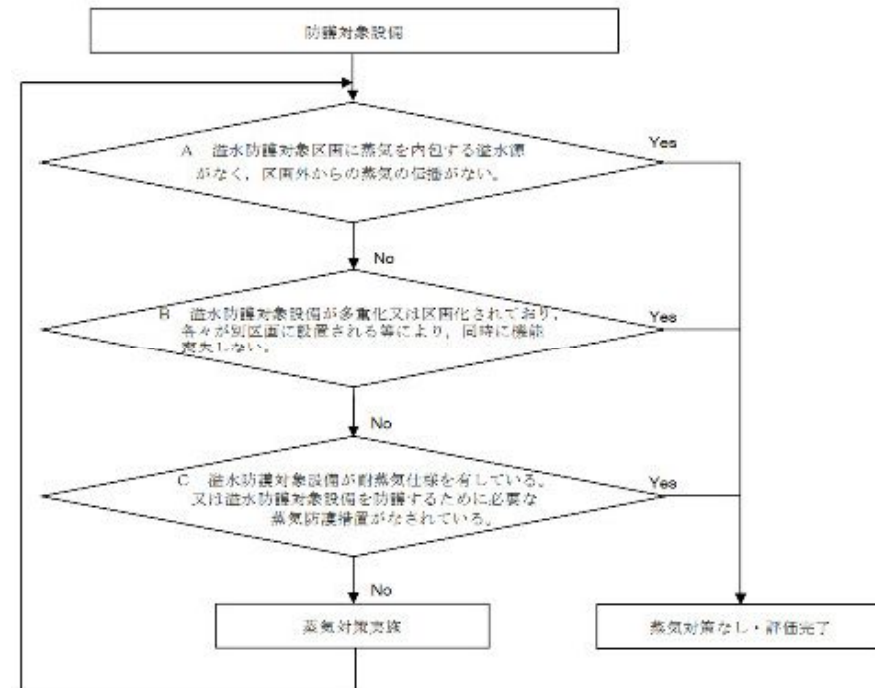


図6. 5 蒸気影響評価フロー

7. 消火水評価に用いる各項目の算出及び影響評価(1/2)



7.1 消火水による溢水量の算定

消火水の放水量は溢水評価ガイドに従い放水時間を設定して算出。

a. 放水時間の設定

- ・ 消火栓からの消火活動における放水時間は、3時間に設定。

b. 溢水量の設定

- ・ 屋内は、消防法施行令第十一条に規定される「屋内消火栓設備に関する基準」により、消火栓からの放水流量を130L/minとし、2か所から散水するとして溢水流量と設定。

$$\underline{130\text{L}/\text{min}/\text{個} \times 3\text{時間} \times 2\text{箇所} = 46.8\text{m}^3}$$

- ・ 屋外は、消防法施行令第十九条に規定される「屋外消火栓設備に関する基準」により、消火栓からの放水流量を350L/minとし、2か所から散水するとして溢水流量と設定。

$$\underline{350\text{L}/\text{min}/\text{個} \times 3\text{時間} \times 2\text{箇所} = 126.0\text{m}^3}$$

7.2 消火水による没水影響評価結果

消火水の放水による溢水に対し、必要な対策(区画分離, 堰の改造及び扉の改造等)を行うことにより判定基準を満足するため、原子炉の停止機能, 冷却機能及び放射性物質の閉じ込め機能が維持されること, 使用済燃料プールの冷却機能及び給水機能が維持されることを確認。

評価結果まとめの例を表7. 1に示す。

7. 消火水評価に用いる各項目の算出及び影響評価(2/2)



表7. 1 消火水による没水影響評価結果まとめ(抜粋)

評価種別: 消火
 溢水発生区画: RB-6-1
 溢水源: 消火水
 溢水量: 46.8 (ar)

総合判定	○
評価方法 ※1	①

備考

評価対象	原子炉施設																
安全機能	緊急停止機能		炉内系統機能				高温停止機能						原子炉隔離時注水機能		手動遮断機能		
機能判定	○		○				○						○		○		
主たる系統	水圧制御ユニット (BCU)		水圧制御ユニット (HCU)		ほう載水注入系 (SLC)		自動減圧系 (ADS)	残留熱除去系 (RHR)	延滞炉心スプレー系 (LPCS)	自動減圧系 (ADS)	残留熱除去系 (RHR)	延滞炉心スプレー系 (LPCS)	原子炉隔離時注水系 (RHC)	延滞炉心スプレー系 (RHC)	遮断し安全弁 (SBV)	自動減圧系 (ADS)	
系列 (安全区分)	Ⅰ (A系)	Ⅱ (B系)	Ⅰ (A系)	Ⅱ (B系)	A系 (Ⅰ系)	B系 (Ⅱ系)	A系 (Ⅰ系)	A系 (Ⅰ系)	Ⅰ (A系)	B系 (Ⅱ系)	B系 (Ⅱ系)	C系 (Ⅰ系)	Ⅰ (A系)	Ⅲ (C系)	Ⅰ・Ⅱ (A系)	A系 (Ⅰ系)	B系 (Ⅱ系)
系列の判定	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
安全機能の維持	機能維持 RCU (Ⅰ) and RCU (Ⅱ)		機能維持 BCU (Ⅰ) and HCU (Ⅱ) or SLC (A) and SLC (B)				機能維持 ADS (A) and RHR (A) or LPCS			機能維持 ADS (B) and RHR (B) or RHC (C)			機能維持 RHC or HPCS		機能維持 SBV (Ⅰ・Ⅱ) or ADS (A) or ADS (B)		
							機能維持 2 区分以上										

評価対象		原子炉施設						使用済燃料プール						中央制御室			
安全機能	低減停止機能	閉じ込め機能				監視機能		冷却機能			給水機能			中央制御室換気機能			
機能判定	○	○				○		○			○			○			
主たる系統	残留熱除去系 (RHR)	隔離中機能 (PCIS)		非常用ガス処理系 非常用ガス再循環系 (FRVS・SGTS)		可燃性ガス濃度制御系 (PCS)		事故時冷却系		燃料プール冷却浄化系 (FPC)	残留熱除去系 (RHR)	燃料プール補給水系 (CST)	残留熱除去系 (RHR)	中央制御室換気空調系 (MER-HVAC)			
系列 (安全区分)	A系 (Ⅰ系) B系 (Ⅱ系)	— (Ⅰ系) — (Ⅱ系)	A系 (Ⅰ系) B系 (Ⅱ系)	A系 (Ⅰ系) B系 (Ⅱ系)	A系 (Ⅰ系) B系 (Ⅱ系)	A系 (Ⅰ系) B系 (Ⅱ系)	A系 (Ⅰ系) B系 (Ⅱ系)	A系 B系	A系 B系	A系 (Ⅰ系) B系 (Ⅱ系)	A系 (Ⅰ系) B系 (Ⅱ系)	—	A系 (Ⅰ系) B系 (Ⅱ系)	A系 (Ⅰ系) B系 (Ⅱ系)	A系 (Ⅰ系) B系 (Ⅱ系)		
系列の判定	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○		
安全機能の維持	機能維持 RHR (A) or RHR (B)	機能維持 PCIS (Ⅰ) or PCIS (Ⅱ)		機能維持 FRVS-SGTS (A) or FRVS-SGTS (B)		機能維持 PCS (A) or PCS (B)		機能維持 A系 or B系		機能維持 FPC (A) or FPC (B) or RHR (A) or RHR (B)			機能維持 CST or RHR (A) or RHR (B)			機能維持 MER-HVAC (A) or MER-HVAC (B)	
		PCIS and FRVS・SGTS and PCS															

※1 ①: 基本評価(消火ルート最解放での評価)

②: 詳細評価(消火ルート最解放及び下階伝播での評価)

8. 地震時評価に用いる各項目の算出及び影響評価(1/6)



8.1 地震に起因する溢水源

- ・ 水, 蒸気, 油等を内包する系統のうち, 基準地震動 S_s による地震力に対する耐震性が確認されていない耐震B, Cクラスに属する系統を溢水源として選定
- ・ 地震による使用済燃料プール等のスロッシングについても溢水源として想定

8.2 耐震B, Cクラス機器の耐震性評価

当該据付床の床応答スペクトル等を用いた地震応答解析(スペクトルモーダル解析等)や, 定式化された評価式により各部の応力を算定。

以下の系統について耐震補強を行うことにより, 基準地震動 S_s による地震力に対して溢水源としない。

- ・原子炉補機冷却水系(RCW系) ・燃料プール冷却浄化系(FPC系) ・復水・純水移送系(MUW系)
- ・原子炉冷却材浄化系(CUW系) ・制御棒駆動系(CRD系) ・屋内消火系(FP系)

8. 地震時評価に用いる各項目の算出及び影響評価(2/6)

表8. 1 解析結果例(抜粋)

系統名	設備名称	評価部位	応力分類	計算値	評価基準値
				MPa or	MPa or
RCW	原子炉補機冷却系サージタンク	胴	圧合せ	143.96	468
		脚	圧合せ	78.51	247
		基礎ボルト	引張	126.68	131
	非再生熱交換器 (A)	胴	圧合せ	223	380
		脚	圧合せ	50	225
		基礎ボルト	引張	149	186
	非再生熱交換器 (B)	胴	圧合せ	223	380
		脚	圧合せ	50	225
		基礎ボルト	引張	149	186
	ドライウェル除泡機 (WC 2-5)	基礎ボルト	引張	97.51	154
	DHC冷水ポンプ (P 2-7)	基礎ボルト	引張	14.25	204
	R/B機器ドレンライン熱交換器 (A)	支持材	せん断	2.95	124

8. 地震時評価に用いる各項目の算出及び影響評価(3/6)



8.3 溢水量の算定

地震時の溢水量の算定にあたり、基準地震動Ssによる地震力が作用した際のプラント状態を、設計上以下のとおり想定。

・「地震加速度大」により原子炉スクラム ・外部電源喪失(常用電源の負荷喪失) ・耐震B, Cクラス設備の機能喪失

各区画における溢水量の算定手順は以下のとおり。

- (1) 区画内の溢水源として想定する機器(配管, 容器)の属する系統の保有水のうち、当該階を含む上層階分の保有水量を溢水量として算出※。
- (2) 区画内の各溢水源からの溢水量を合計し、当該区画における地震に起因する溢水量を算出。
- (3) 使用済燃料プールについては、基準地震動Ssによる使用済燃料プールのスロッシング解析を行い、溢水量を算定。

※ 地震による機器の破損が複数箇所と同時に発生する可能性を考慮し、隔離による漏えい停止には期待できないものとして、建屋内の各区画において機器が破損した場合の溢水量を算定

表8.1 使用済燃料プールのスロッシングによる溢水量

溢水源	溢水 (m ³)
使用済燃料プール	81.49

表8.2 地震に起因する各階層における溢水量

階層	溢水量(m ³)	
	階層溢水量	
	西側	東側
地上6階 (E. L. +48.50m)	89.51	0.00
地上5階 (E. L. +38.80m)	0.88	0.00
地上4階 (E. L. +29.00m)	0.00	0.00
地上3階 (E. L. +20.30m)	0.42	0.50
地上2階 (E. L. +14.00m)	32.32	0.00
地上1階 (E. L. +8.20m)	0.00	0.00
地下1階 (E. L. +2.00m)	0.00	0.00
地下2階 (E. L. -4.00m)	0.00	0.00
合計	123.26	0.50

8. 地震時評価に用いる各項目の算出及び影響評価(4/6)



8.4 地震時の洪水伝播評価結果

一部浸水防止堰の設置等の対策を実施することにより、判定基準を満足することを確認。

表8. 3 地震に起因する洪水による浸水影響評価結果(抜粋)(1/2)

原子炉建屋（原子炉棟地下 2 階）													
浸水発生 区分等	最大水深等 (m)	想定水位 (m)		最大水位 (m)	防波堤等設備		機能喪失高さ (設備高さ)	評価基準等 (浸水0.2m 未満)	判定			対策	
					設備名称	設備番号			A	B	C		
RB-B2-2	123.26	RB-B2-2	51.55	61.64	PCV 重ドレンポンプモータ(給油機)	R21-D17-J010	0.13	0.56			(○)	止水対策実施	
					PCV 移動ドレンポンプモータ(給油機)	R21-D17-J011	0.11	0.51			(○)	止水対策実施	
					PCV 重ドレンポンプモータ(給油機)	R21-D17-J012	0.19	0.52	(○)	—	—	浸水高さ0.70mで評価	
					原子炉格納容器 主ドレンポンプモータ(給油機) 設置機器等	D17-F010	1.16	0.95	(○)				
RB-B2-3 RB-B2-11	123.26	RB-B2-3	61.80	0.64	原子炉格納容器 機器ドレンポンプモータ(給油機) 設置機器等	D17-F011	1.16	0.95	(○)				
					原子炉格納容器 重ドレンポンプモータ(給油機) 設置機器等	D17-F012	1.16	0.95	(○)				
					水平方向地震加速度検出器	C72-N010A	0.30	0.10	—	(○)	—		
					水平方向地震加速度検出器	C72-N010B	0.30	0.10	—	(○)	—		
					鉛直方向地震加速度検出器	C72-N011A	0.30	0.10	—	(○)	—		
					鉛直方向地震加速度検出器	C72-N011B	0.30	0.10	—	(○)	—		
					RHR ポンプ(B)停止時冷却ライン入口弁	E12-F004B(M0)	1.94	1.71	(○)				
					RHR ポンプ(B)入口弁	E12-F004B(M0)	1.59	1.30	(○)	—	—		
					RHR (B) ポンプ室空調機	HVA0-A12-5	0.27	0.07			(○)	止水対策実施	
					RHR ポンプ(B)	RHR-PWP-C002B	2.52	2.32	(○)				
RB-B2-4		RB-B2-4	38.90	0.64	—	—	—	—	—	—			
RB-B2-5 RB-B2-6		RB-B2-5	15.06	0.64	RHR ポンプ(C)	RHR-PWP-C002C	2.52	2.32	(○)	—	—		
					RHR ポンプ(C)入口弁	E12-F004C(M0)	1.59	1.30	(○)				
					RHR (C) ポンプ室空調機	HVA0-A12-6	0.27	0.07			(○)	止水対策実施	
					SUPP CHAMBER LEVEL(伝送器)	LT-26-79.5R	1.38	1.18	(○)	—	—		
RB-B2-8	0.00	RB-B2-8	36.60	0.00	水平方向地震加速度検出器	C72-N010C	0.30	0.10	(○)		—		
					水平方向地震加速度検出器	C72-N010B	0.30	0.10	(○)				
					鉛直方向地震加速度検出器	C72-N011C	0.30	0.10	(○)				
					鉛直方向地震加速度検出器	C72-N011B	0.30	0.10	(○)				
RB-B2-9 RB-B2-15	0.00	RB-B2-9	32.16	0.00									
	0.00	RB-B2-15	1.10	0.00									
RB-B2-11		RB-B2-11	18.06	0.01	—	—	—	—	—	—	—		
RB-B2-12 RB-B2-13	0.50	RB-B2-12	21.70	0.01	LPCS ポンプ	LPCS-PWP-C001	2.68	2.18	(○)				
					LPCS ポンプ入口弁	E21-F001(M0)	1.59	1.30	(○)	—	—		
					LPCS ミニポンプ	E21-F011(M0)	0.59	0.30	(○)				
					LPCS ポンプ室空調機	HVA0-A12-3	0.27	0.07	(○)				
		RB-B2-13	36.90	0.01	SUPP CHAMBER LEVEL (A) (伝送器)	LT-26-79.5A	1.40	1.20	(○)	—	—		

※1：各機器の機能喪失高さから床勾配及び揺らぎを考慮した値(0.2m)を差引いた値

判定

- A：最大水位≧機能喪失高さ(浸水0.2m考慮)
- B：多量化・区画化されており同時に機能喪失しない
- C：対策の実施

8. 地震時評価に用いる各項目の算出及び影響評価(5/6)



表8. 3 地震に起因する溢水による没水影響評価結果(抜粋)(2/2)

評価種別：地震
 溢水発生区画：全域
 溢水源：基盤地震動S₁による地震力に對
 して耐震性が確保されない系統

総合
 判定 ○

備考：RCW系（FPC系の冷却用）及びCST系の原子炉棟以外の部分は、地震により破損想定するためFPC(A)(B)系及びCST系を
 機能喪失とし評価

評価対象	原子炉施設																	
安全機能	緊急停止機能		末端系維持機能				高温停止機能						原子炉隔離時注水機能		手動遮断機能			
機能判定	○		○				○						○		○			
主たる系統	水圧制御ユニット (RCU)		水圧制御ユニット (RCU)		低圧減水注入系 (SLC)		自動減圧系 (ADS)	減圧熱除去系 (RHR)	熱圧力心スプレイ系 (LPCS)	自動減圧系 (ADS)	減圧熱除去系 (RHR)	高圧心スプレイ系 (HPCS)	原子炉隔離時冷却系 (RCC)	高圧心スプレイ系 (HPCS)	遮断安全弁 (SRV)	自動減圧系 (ADS)		
系列 (安全区分)	(Ⅰ系)	(Ⅱ系)	(Ⅰ系)	(Ⅱ系)	A系 (Ⅰ系)	B系 (Ⅱ系)	A系 (Ⅰ系)	A系 (Ⅰ系)	(Ⅰ系)	D系 (Ⅱ系)	B系 (Ⅱ系)	C系 (Ⅱ系)	(Ⅲ系)	(Ⅰ系)	(Ⅲ系)	(Ⅰ・Ⅱ系)	A系 (Ⅰ系)	D系 (Ⅱ系)
系列の判定	(○)	(○)	(○)	(○)	(○)	(○)	(○)	(○)	(○)	(○)	(○)	(○)	(○)	(○)	(○)	(○)	(○)	(○)
安全機能の維持	機能維持 RCU (Ⅰ) と RCU (Ⅱ)		機能維持 (RCU (Ⅰ) と RCU (Ⅱ)) or (SLC(A) と SLC(B))				機能維持 ADS (A) と (RHR (A) or LPCS)			機能維持 ADS (B) と (RHR (B) or RHR (C))			機能維持 HPCS	機能維持 RCC or HPCS		機能維持 SRV (Ⅰ・Ⅱ) or ADS (A) or ADS (B)		

評価対象	原子炉施設								使用済燃料プール								中央制御室			
安全機能	低圧停止機能		閉込込め機能				監視機能		冷却機能				給水機能				中央制御室換気機能			
機能判定	○		○				○		○				○				○			
主たる系統	減圧熱除去系 (RHR)		減圧熱除去系 (RHR)		非常用ガス処理系 非常用ガス再循環系 (RFGS・SGTS)		可燃性ガス濃度制御系 (FGS)		事故時貯蔵系		燃料プール冷却浄化系 (FPC)		減圧熱除去系 (RHR)		燃料プール補給水系 (CST)	減圧熱除去系 (RHR)	中央制御室換気空調系 (CCR-IFAC)			
系列 (安全区分)	A系 (I系)	B系 (II系)	— (I系)	— (II系)	A系 (I系)	B系 (II系)	A系 (I系)	B系 (II系)	A系 (I系)	B系 (II系)	A系	B系	A系 (I系)	B系 (II系)	—	A系 (I系)	B系 (II系)	A系 (I系)	B系 (II系)	
系列の判定	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	×	×	○	○	×	○	○	○	○	
安全機能の維持	機能維持 RHR (A) or RHR (B)		機能維持 RHR (I) or RHR (II)		機能維持 RFGS・SGTS (A) or RFGS・SGTS (B)		機能維持 FGS (A) or FGS (B)		機能維持 A系 or B系		機能維持 FPC (A) or FPC (B) or RHR (A) or RHR (B)				機能維持 CST or RHR (A) or RHR (B)				機能維持 CCR-IFAC (A) or CCR-IFAC (B)	

8. 地震時評価に用いる各項目の算出及び影響評価(6／6)



8.5 地震時の被水影響評価

水を内包する機器の破損に伴う被水については、各区画における各溢水源の同時破損を想定した場合においても、原子炉の停止機能、冷却機能及び放射性物質の閉じ込め機能、使用済燃料プールの冷却機能及び給水機能が維持されるよう被水対策を実施。

8.6 地震時の蒸気影響評価

高エネルギー流体を内包する機器のうち、基準地震動によって破損が生じる可能性のある機器について破損を想定し、その発生蒸気による影響を評価。ただし、複数系統・複数箇所同時破損を考慮する点が「6.4 想定破損による蒸気影響評価」と異なるのみで、蒸気の発生区域やその後の伝播は想定破損時の評価と同様であることから、地震時の蒸気影響評価は想定破損による蒸気影響評価に包含。

8.7 地震時の影響評価結果

地震時の没水、被水、蒸気の影響に対し、一部必要な対策を行うことで全ての評価ケースにおいて原子炉の停止機能、冷却機能及び放射性物質の閉じ込め機能が維持されること、使用済燃料プールの冷却機能及び給水機能が維持されることを確認した。

9. 使用済燃料プールのスロッシングに伴う溢水影響評価について(1/2)



9.1 使用済燃料プール溢水量の評価方法

基準地震動 S_s におけるスロッシングによる使用済燃料プール溢水時の水位を求め、プール冷却機能及び使用済燃料の遮蔽機能に必要な水位が確保されていることを、3次元流動解析により算定。

- 解析モデルは、使用済燃料貯蔵プール本体、キャスクピットを考慮するとともに原子炉建屋6階床面への溢水の流れをシュミレーションできるように空気部分もモデル化。
- 解析に用いる地震動は基準地震動 S_s の8波をそれぞれ用いて溢水量を算出し、床面への溢水量の最大値を評価に使用。
- プール廻りのダクト開口部については、流入防止の対策を講じることからモデル化しない。
- 原子炉建屋6階床面への溢水は無限遠へ流れるものとし、壁からの反射等によりプールに戻る水は考慮しない。
- プール内構造物は、スロッシング抑制効果があるので保守的にモデル化しない。

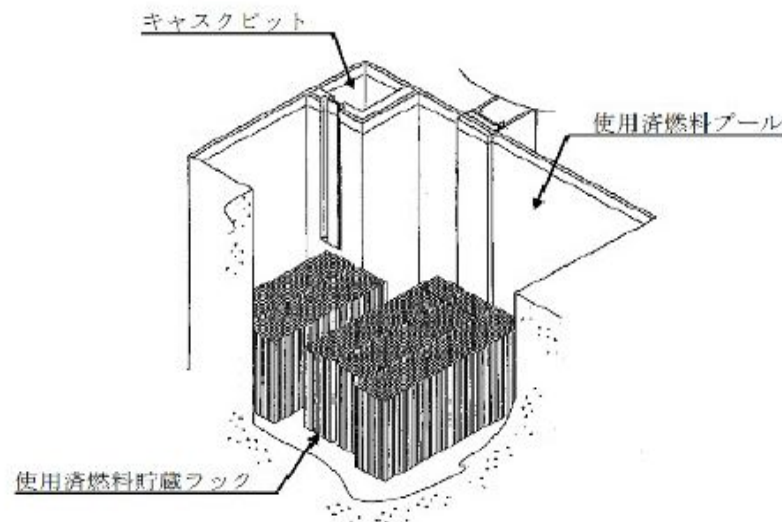


図9.1 使用済燃料プール概要図

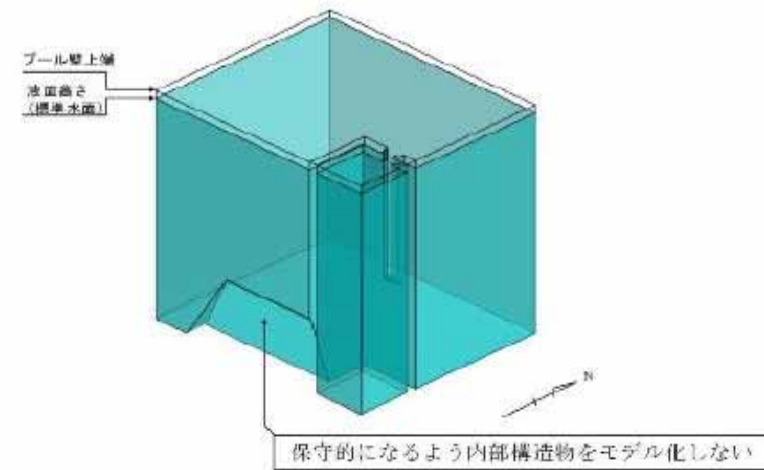


図9.2 使用済燃料プールのモデル概要図

9. 使用済燃料プールのスロッシングに伴う溢水影響評価について(2/2)



9.2 使用済燃料プールの冷却機能及び遮蔽機能維持の確認

使用済燃料プールからの溢水量がプール外に流出した際の使用済燃料プール水位を求め、使用済燃料の遮蔽に必要な水位が維持されることを確認。

また、地震後の使用済燃料プール水位は一時的にサージタンクへのオーバーフロー水位を下回るが、残留熱除去系による給水・冷却が可能であり、冷却機能維持への影響はないことを確認。

表9.1 使用済燃料プールの水位評価

地震後の使用済燃料 プール水位 (m)	循環に必要な 水位 (m)※1	遮蔽に必要な 水位 (m)※2
10.75 (EL. 45.495)	11.337 (EL. 46.082)	10.45 (EL. 45.195)

※1 サージタンクに流入するオーバーフローに必要な水位

※2 保安規定で定めた管理区域内における特別措置を講じる基準である
線量率($\leq 1.0\text{mSv/h}$)を満足する水位

10. 海水ポンプエリアの溢水影響評価(1/4)

10.1 想定破損による溢水影響評価

循環水ポンプエリアでの想定破損による溢水が、隣接する海水ポンプエリアの防護対象設備である残留熱除去系海水系ポンプ及び非常用ディーゼル発電機海水系ポンプ等の設置エリアに流出しないことを確認。

循環水ポンプエリアに敷設されている低エネルギー配管の想定破損による溢水流量及び溢水量を表10.1に示す。

手動隔離時間は、下記(i)～(iv)から算出。

- (i) 漏えいから警報発信までの時間 10分
- (ii) 中央制御室から現場への移動時間 20分
- (iii) 漏えい箇所特定に要する時間 30分
- (iv) 隔離操作時間(循環水系 10分【中央制御室での弁閉操作時間】)

(タービン補機冷却系、所内用水系 20分【現場操作時間】)

表10.1 溢水源となる系統と溢水流量・溢水量

系統	溢水流量(m ³ /h)	時間(分)	溢水量(m ³)
循環水系	594	70	763
タービン補機冷却系	34	80	50
所内用水系	—	80	25

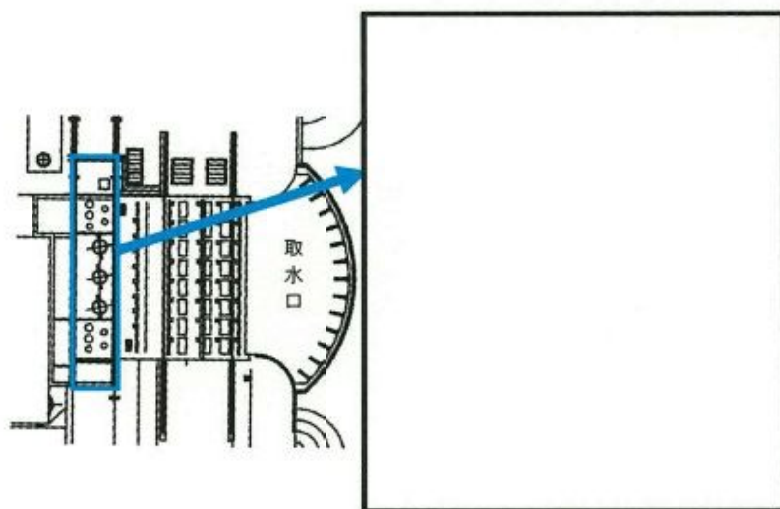


図10.1 海水ポンプエリア平面図

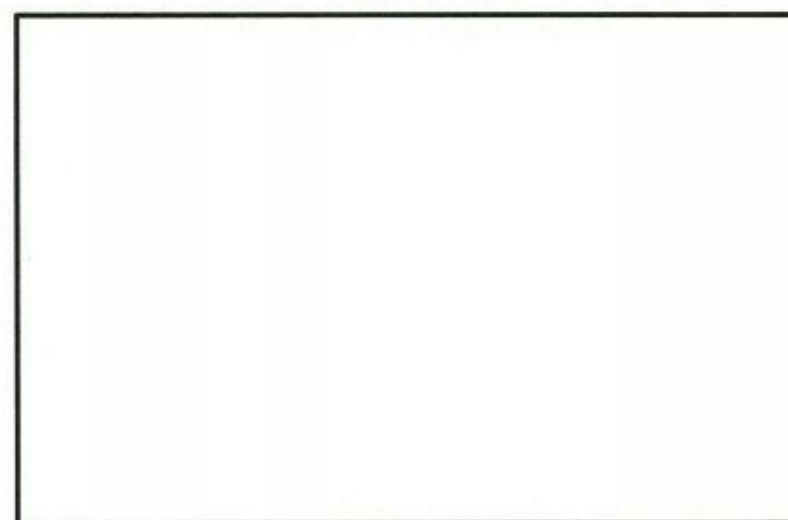
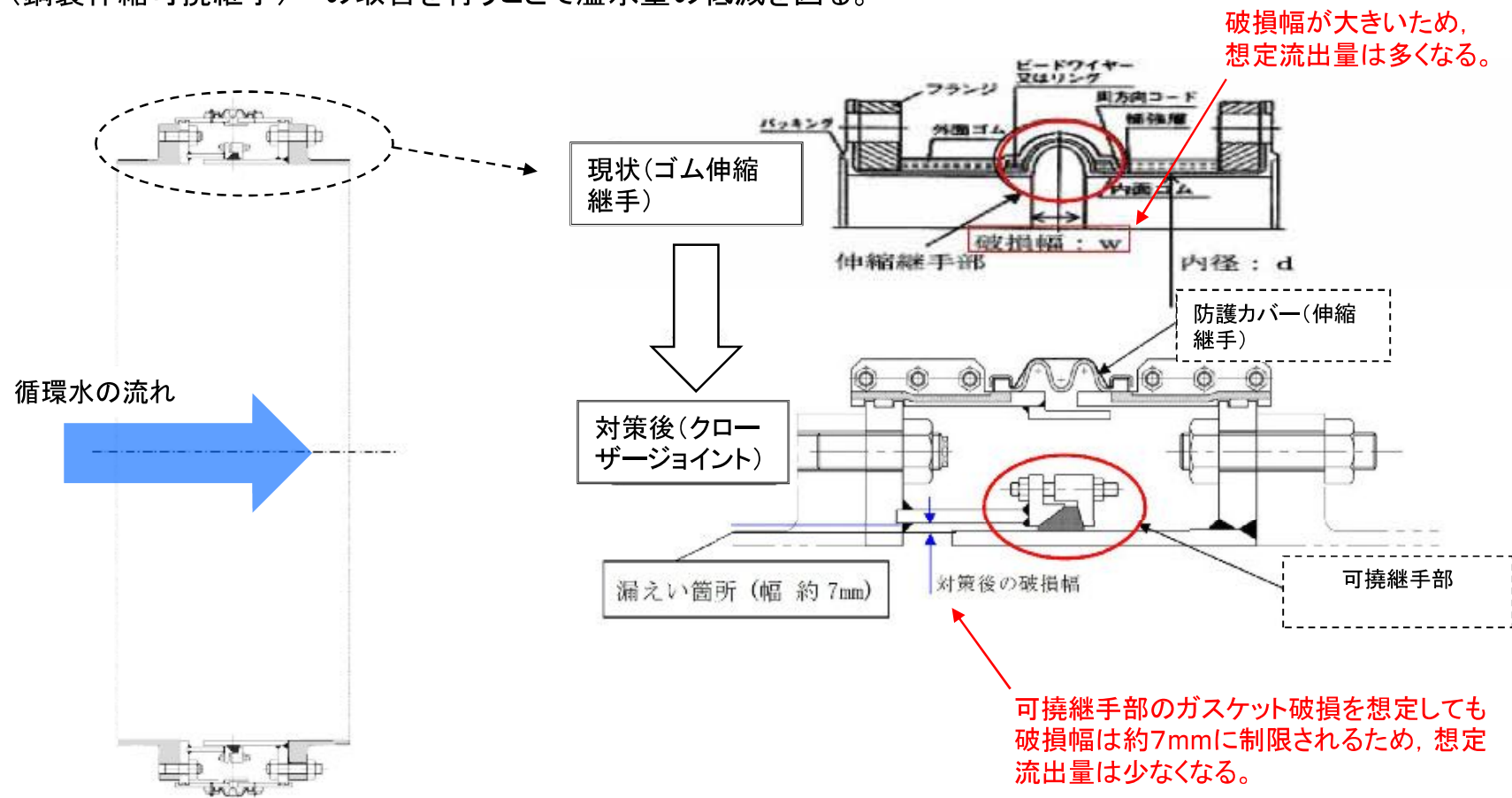


図10.2 海水ポンプエリア断面図

10. 海水ポンプエリアの溢水影響評価(2/4)

循環水系伸縮継手構造変更

○循環水管伸縮継手の想定破損については、海水ポンプエリア及びタービン建屋内での溢水量評価において、流出量の多さから他設備へ与える影響が大きいいため、現状のゴム伸縮継手から防護カバー及びクローザジョイント(鋼製伸縮可撓継手)への取替を行うことで溢水量の低減を図る。



図〇 循環水管断面図

10. 海水ポンプエリアの溢水影響評価(3/4)



10.2 地震起因による溢水影響評価(伸縮継手の破損考慮)

地震起因により溢水源となりうる機器のうち、破損の生じるおそれがある伸縮継手部を溢水源として評価。

循環水ポンプの通常運転圧力における伸縮継手の破損を考慮した場合、流出流量は、複数箇所の同時破断を考慮することから想定破損の流出流量より大きくなるため、地震による溢水量として評価。

この際の溢水量を想定し、循環水ポンプが設置される区画での伸縮継手破損による溢水量が、海水ポンプエリア躯体壁上部から流出する際の越流水深を図10. 3のモデルに従い算出。この結果を表10. 2に示す。

なお、伸縮継手は、現状の伸縮継手をクローザージョイントに変更することで、単位時間当たりの浸水量を約10分の1に低減を図る。(図10. 4)

(1) 影響評価結果

海水ポンプエリアを越えて外部に流出する際の水位(越流水深)は0.14mであり、既設分離壁の高さ0.79mを越えて、防護対象設備の設置されている区画に流入することはないと評価。この結果より、防護対象設備が機能喪失しないことを確認。

(2) 循環水ポンプ停止インターロックについて

地震時に想定する海水ポンプエリアでの溢水量を確実に低減することを目的として、溢水を検知し、循環水ポンプを停止するとともにポンプ出口弁を閉止するインターロックを設置する。これにより、循環水ポンプピット外への溢水の越流による拡大を防止。(図10. 5)

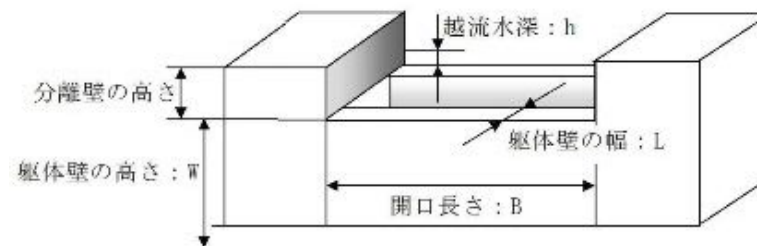


図10. 3 海水ポンプエリアモデル図

10. 海水ポンプエリアの溢水影響評価(4/4)

表10.2 越流水深計算結果(地震起因)

評価区画		海水ポンプエリア
#	海水ポンプエリア躯体壁の高さ(m)	5.8
B	流出を期待する開口長さ(m)	22.5
L	海水ポンプエリア躯体壁の幅(m)	1.2
Q	越流流量(m^3/h)	6,179
h	越流水深(m)	0.14

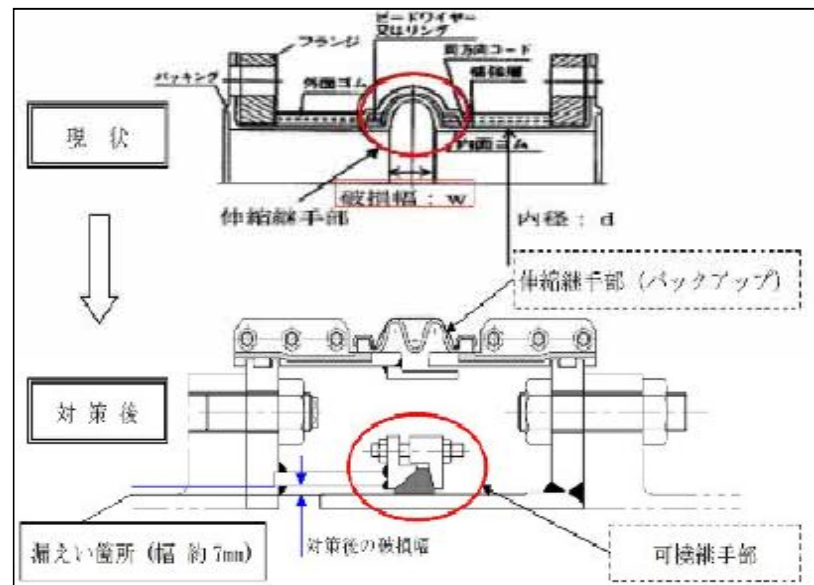


図10.4 循環水ポンプ出口伸縮継手対策概要

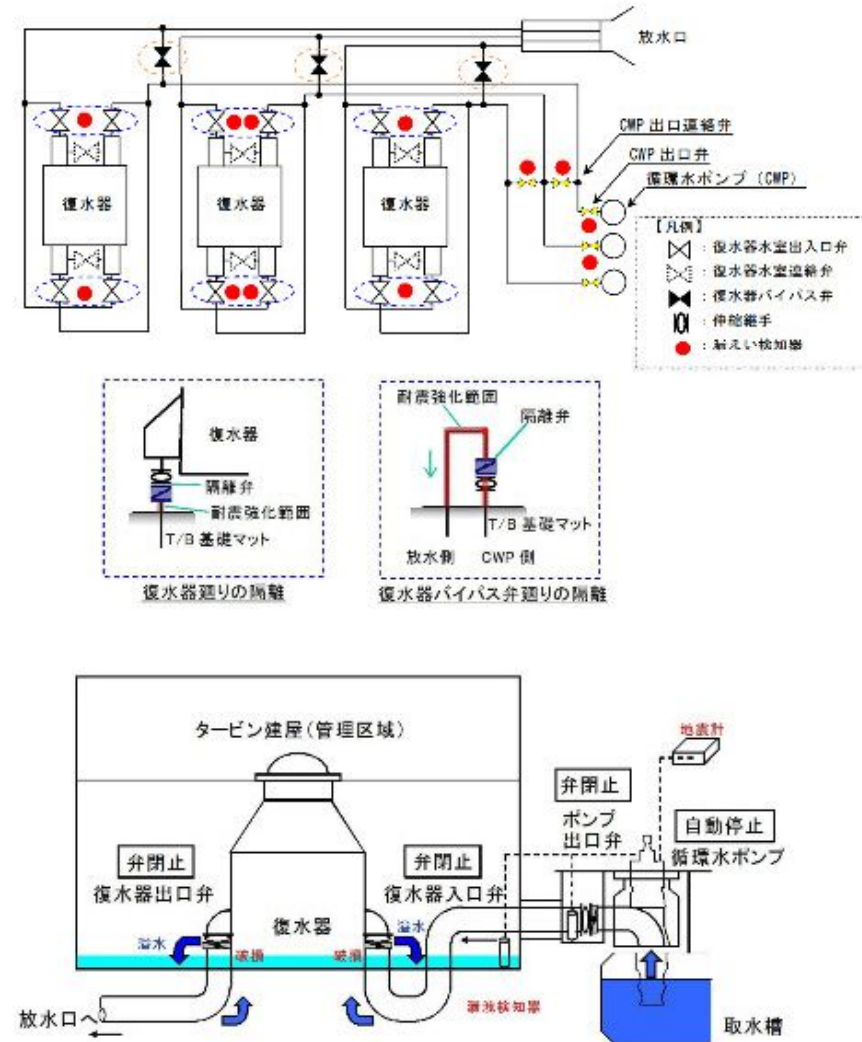


図10.5 循環水ポンプ停止インターロック概要

11. タービン建屋における溢水影響評価(1/4)



11.1 評価条件等

タービン建屋における溢水については、循環水管の伸縮継手破損及び地震に起因する耐震B, Cクラス機器の破損を想定。循環水ポンプを停止、復水器出入口弁を閉止するまでの間に生じる溢水量と耐震B, Cクラス機器の保有水による溢水量を合算した水量が、タービン建屋空間部に滞留するものとして没水評価を実施。

なお、想定破損による溢水量及び消火水の放水による溢水量は、地震による溢水量より少ないことから、地震による溢水の評価に包括される。

評価条件等

- (1) 地震により循環水系配管の伸縮継手部及び耐震B, Cクラス機器が破損し、溢水が発生。
- (2) 循環水系配管の伸縮継手部の全円周状の破損を想定。伸縮継手部からの溢水は、破損から循環ポンプ停止及び復水器水室出入口弁の閉止までの時間を考慮。
- (3) 循環水管破損箇所での溢水の流出圧力は、循環水ポンプ運転時の通常運転圧。配管の圧損については、海水が流入しやすくするため保守的に考慮しない。
- (4) 耐震B, Cクラス機器の破損による溢水は、瞬時に滞留し、循環水系配管の伸縮継手部からの溢水は循環水ポンプ停止まで継続。
- (5) 地震に伴い、津波が来襲することを考慮。

11. タービン建屋における溢水影響評価(2/4)



11.2 溢水影響評価結果

(1) 想定破損による没水影響評価結果

- タービン建屋の溢水を貯留できるE.L.8.20m(タービン建屋から原子炉建屋への流出高さ)以下の空間容積を表11.1に示す。タービン建屋の容積から機器等の容積相当分を差し引き算出。
- 漏えい検知レベルを、復水器設置床(E.L.-4.0m)の床上100mmとすることから、復水器水室出入口弁部からの漏洩を想定した場合は、約1分で検知が可能。
- 循環水系配管の伸縮継手部からの溢水量11,287m³は、タービン建屋の最下層(E.L.-4.00m ~ E.L.-1.60m)の貯留可能容積2,784 m³より大きいことから、地下1階範囲は溢水により没水するが、防護対象設備はないため問題ない。
- 溢水量がタービン建屋の溢水を貯留できる空間容積を上回らないことから、タービン建屋内の地下部に滞留が可能であり、原子炉建屋への溢水の流出はないことを確認。

表11.1 タービン建屋の溢水を貯留できる空間容積

タービン建屋階層	空間容積(m ³)
E.L.-4.00 ~ E.L.-1.60m	約 2,784
E.L.-1.60 ~ E.L. 5.50m	約 17,326
E.L. 5.50 ~ E.L. 8.20m	約 6,589
合計	約 26,699

(2) 地震起因による没水影響評価結果

循環水系配管の伸縮継手部からの溢水量と耐震B、Cクラス機器の保有水量を合計した溢水量は、タービン建屋の貯留可能容積より小さいことから、タービン建屋内の地下部に貯留可能で、原子炉建屋への流出がないことを確認。

$$20.910\text{m}^3 \text{ (地震起因による溢水量)} < 26,699\text{m}^3 \text{ (タービン建屋地下部の貯留可能容積)}$$

11. タービン建屋における溢水影響評価(3／4)



11.3 タービン建屋の水密性の考慮について

タービン建屋地下部の鉄筋コンクリート壁(以下、「RC壁」という。)について、基準地震動 S_g における最大せん断ひずみに基づき残留ひび割れ幅を算定し、水密性(ひび割れからの漏えい)の観点から評価。

残留ひび割れは、0.15mmであることから、「原子力施設における建築物の維持管理指針・同解説(日本建築学会)」における水密性の観点から補修の検討が必要となるひび割れ幅の評価基準値(0.2mm)を下回っている。

以上より、水密区画の残留ひび割れは直ちに影響を及ぼすものではない。

さらに、実機壁は十分な壁厚(最小100cm)を有することを踏まえると、本評価の結果より、十分水密性は確保できることから、ひび割れ幅が評価基準値(0.2mm)未満であれば、適切な防水塗料等による処置との組み合わせ及び水密性を考慮した保守管理にて水密機能は維持できる。

11. タービン建屋における溢水影響評価(4／4)



建屋等構築物の保守管理

○建屋等構築物の保守管理については、維持管理指針に従った社内規程に基づき、適切に管理を行っている。

○特に、水密を要求される箇所については、以下の管理を実施している。

- ・目視によりひび割れ分布、位置、貫通の有無を定められた分類に従って確認
- ・有意なひび割れ等を確認した場合には、ひび割れ幅に従い使用性(水密)を評価し、健全度の判定を実施
- ・この判定を行い、建屋等の重要度に応じた適切な時期での保修計画を策定し、修繕を実施する

今後、溢水の最終滞留区画を含む建屋範囲については、水密を必要とする重要度を考慮した対応として、点検結果が維持管理指針におけるA1(健全)を満足しない判定となる場合は、速やかに補修等の対応をとる管理とする。

表11.2 ひび割れに対する評価区分と評価基準

影響する性能	評価区分と評価基準		
	A1(健全)	A2(経過観察)	A3(要検討)
構造安全性	構造安全性に影響を与えるひび割れがない	—	構造安全性に影響を与えるひび割れがある
使用性	ひび割れ幅が 0.3mm未満(屋外) 0.4mm未満(屋内)	ひび割れ幅が 0.3mm以上0.8mm未満(屋外) 0.4mm以上1.0mm未満(屋内)	ひび割れ幅が 0.8mm以上(屋外) 1.0mm以上(屋内)
	塗膜にひび割れがない ^{*1}	—	塗膜にひび割れがある ^{*1}
	ひび割れ幅が 0.05mm以下 ^{*2}	ひび割れ幅が 0.05mmを超え0.2mm未満 ^{*2}	ひび割れ幅が 0.2mm以上 ^{*2}
遮へい性	使用性の評価区分に準ずる		

*1: 塗膜で使用性(水密)を評価する場合

*2: コンクリートで使用性(水密)を評価する場合

(評価区分)

A1(健全)	点検結果が評価基準を満足する場合
A2(経過観察)	劣化が顕在化しているが、点検結果が評価基準を満足する場合
A3(要検討)	点検結果が評価基準を満足しない場合

← 今後、0.05mmを超えた時点でA3として対応

出典:「原子力施設における建築物の維持管理指針・同解説(日本建築学会)」

12. 防護対象設備が設置されているエリア外からの溢水影響評価(1／3)



12.2 廃棄物処理棟及び廃棄物処理建屋からの溢水影響評価

溢水源となりうる機器が存在する廃棄物処理棟及び廃棄物処理建屋において、想定する機器の破損等により発生する溢水について、溢水防護対象設備を設置している原子炉建屋原子炉棟及びタービン建屋への溢水影響について評価を行った。

なお、廃棄物処理棟及び廃棄物処理建屋における単一機器の破損により生じる溢水量及び消火水の放水により生じる溢水量は、地震に起因する機器の破損に伴う溢水量に包含されることから、ここでは、地震に起因する機器の破損に伴う溢水量について評価。

(1) 溢水源及び溢水量

廃棄物処理棟及び廃棄物処理建屋において地震に起因する機器の破損に伴う溢水量として、耐震B、Cクラス機器の系統保有水量を算出した。地震時に想定する溢水量は、それぞれ、廃棄物処理棟約2,700m³、廃棄物処理建屋約4,300m³。

(2) 溢水影響評価結果

滞留可能な空間容積は、それぞれ、廃棄物処理棟6,319m³、廃棄物処理建屋6,970m³であるため、発生する溢水量と比較して十分余裕があることから、滞留が可能であり、原子炉建屋原子炉棟及びタービン建屋へ連絡通路等を通じて溢水することはなく、防護対象設備への影響はない。

表12.1 廃棄物処理棟及び廃棄物処理建屋における溢水影響評価

エリア	溢水量 (m ³)	滞留可能容積 (m ³)	判定	滞留箇所
廃棄物処理棟	約 2,700	6,319	○	B1FL 全域
廃棄物処理建屋	約 4,300	6,970	○	B3FL 全域

12. 防護対象設備が設置されているエリア外からの溢水影響評価(2/3)



12.4 地下水による影響評価

東海第二発電所では、溢水防護対象設備を内包する原子炉建屋、タービン建屋等の周辺地下部に排水設備(サブドレン)を設置しており、同設備により各建屋周辺に流入する地下水の排出を行っている。地震によりすべての排水ポンプが同時に機能喪失することを想定し、その際の排水不能となった地下水が溢水防護対象設備に与える影響について評価。

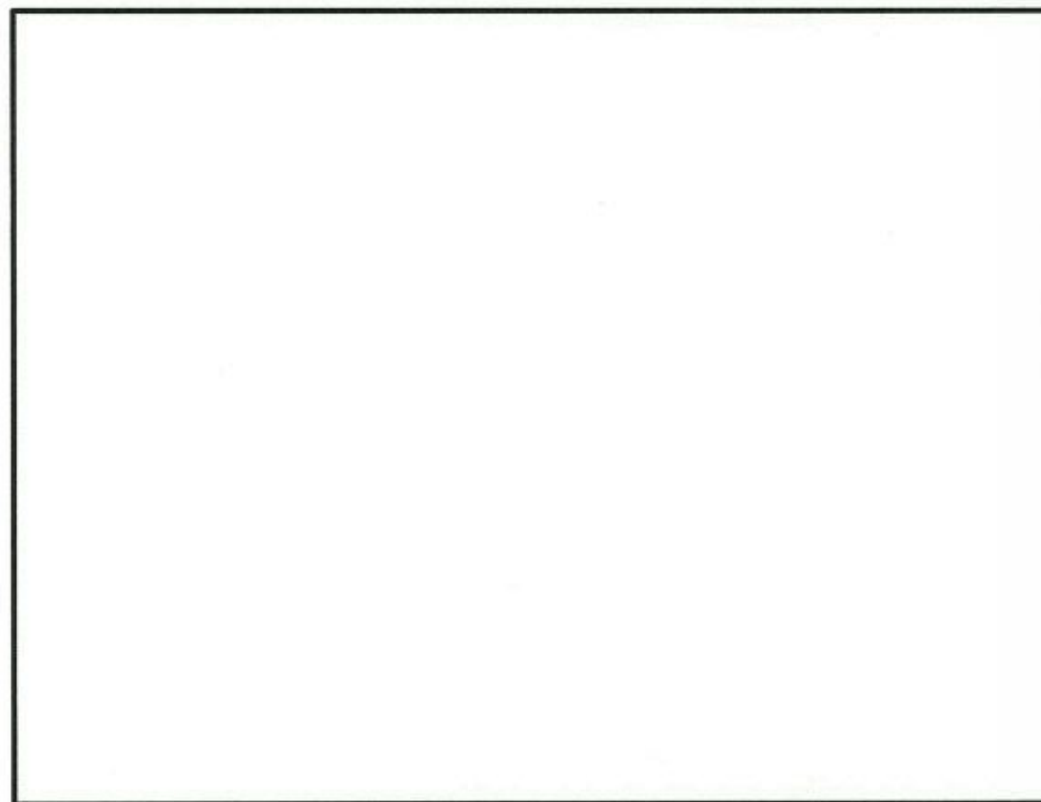


図12.1 サブドレン概要図

12. 防護対象設備が設置されているエリア外からの溢水影響評価(3／3)



(1) サブドレンの排水方法について

サブドレンは、ピット及び排水ポンプより構成され、ピット間は配管で相互に接続されているため、一箇所の排水ポンプが故障した場合でも、他のピット及び排水ポンプにより排水することができる。また、地震によりポンプ電源が喪失した場合は、一時的な水位上昇の恐れがあるが、仮設分電盤及び仮設ポンプを常備していることから排水は可能。

(2) 建屋周辺に流入する地下水量評価

過去(平成25年度)のサブドレンによる排水実績調査によると、年間を通じて季節による変動はあるが、1日当たり最大で約200m³程度の流入が想定。仮に7日間排水作業が実施できないとして、建屋周辺で約1,500m³程度の流入を考慮した場合でも有意な水位上昇とはならない。

また、保守的に止水壁がないと想定した場合でも、建屋周囲の地下水位は周辺の地下水位と平衡した水位(原子炉建屋設置位置で、約T.P.+1.5m)で上昇が止まるものと考えられる。これを保守的に地表面(T.P.+8.0m)までの上昇とした場合は、建屋最下層(T.P.-4.0m)での水位は、約12m相当。

(3) 影響評価

建屋地下部の配管等の貫通部における止水措置としては、敷地への津波浸水等も考慮した仕様とすることから、30m耐水压相当の仕様とするため、地下水の上昇時においても影響はない。

地下水の溢水防護区画への浸水経路としては、建屋外壁地下部における配管等の貫通部の隙間及び建屋間の接合部が考えられるが、これらについては、配管貫通部の隙間に止水措置を行うことにより、地下水が防護区画内に浸水することはない。

以上より、地震によりサブドレンが機能喪失した際に生じる建屋周辺に流入する地下水は、溢水防護対象設備に影響を与えないものと評価。

13. 放射性物質を内包する液体の漏えいの防止(1／1)



前述の各建屋における溢水評価のとおり、管理区域内で発生した溢水は、建屋内及び建屋の地下階等に貯留されることから、貯留される範囲及び溢水の伝播経路となる範囲について、溢水防護措置(堰の設置、水密扉の設置、配管等貫通部への止水処置等)を構ずることにより、機器の破損等により生じた放射性物質を含んだ液体が、管理区域外に伝播しないことを確認。

火災防護区画設置により、各区画の空間容積が減少することから、これを反映して蒸気影響評価を実施し、火災防護区画設置前の環境条件が適用できることを確認した。

区画分離後の空間容積減少による温度上昇対策について検討する。

既許可の区画にて実施した3次元流体解析結果を基に、環境温度を評価する。

解析ケース及び入力データは以下とした。

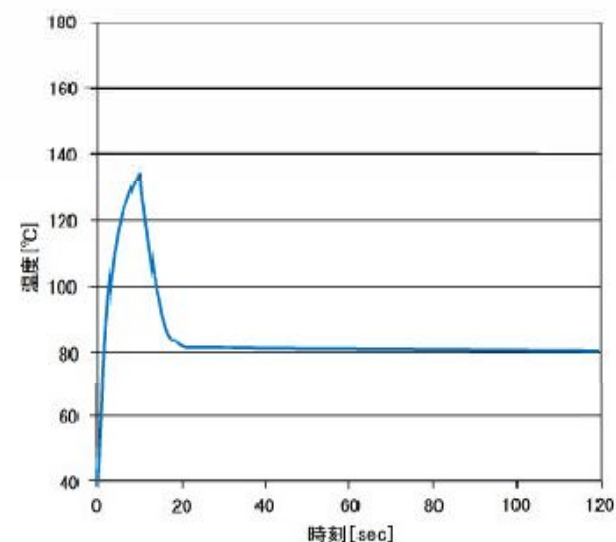
- ・建屋モデル：原子炉建屋原子炉棟(火災防護区画設置前)
- ・破損形状：原子炉隔離時冷却系蒸気配管の完全全周破断
- ・漏えい停止：漏えい時の差圧検出によるインターロック動作

【入力データ】

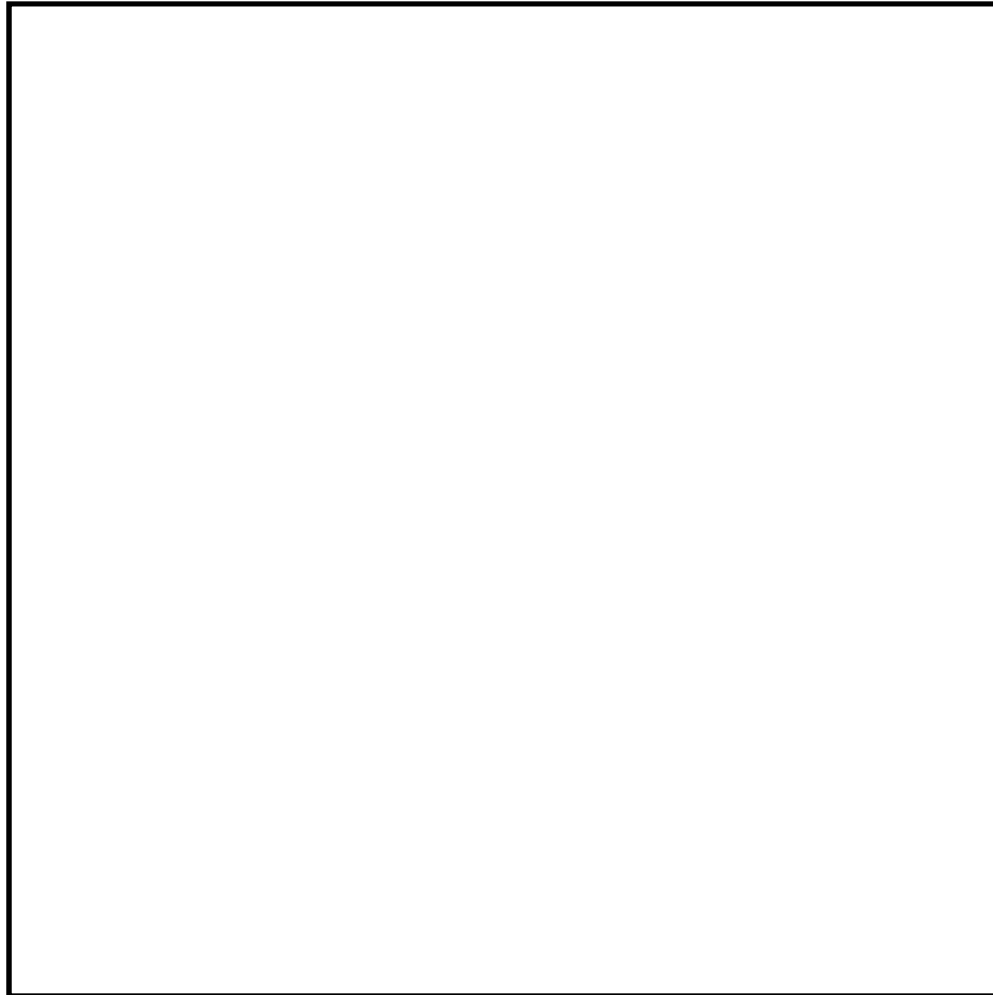
- ・区画体積及びパス開口面積(火災防護区画設置前)
- ・空調条件(運転)
- ・区画初期条件(温度, 湿度)
- ・ヒートシンクとなる構造物(コンクリート壁等)への熱伝達による温度低下は保守的に無いものとする。

評価区画のうち防護対象設備への温度条件が厳しい区画※の温度変化結果を第1図に示す。破断想定箇所と評価区画の配置を第2図、第3図に示す。

※：原子炉棟内に布設される高エネルギー配管において、拘束点(ターミナルエンド部)を破損箇所とした3次元流体解析結果の内、設計温度が最も高い原子炉隔離時冷却系配管が布設される区画



第1図 区画の温度変化



第2図 評価概要図 原子炉建屋 地上2階 (E.L.+14.0m)

この結果を用い、区画分離による空間容積の減少と応力評価による破断形状をもとにした流出蒸気量から区画内温度を評価する。

以下の各係数を用いて、対策後の蒸気漏えいによる温度上昇を算定する。

・空間容積の区分前後の容積比 α :

火災防護における区画分離壁設置を反映し、容積を0.5とする。

$$\alpha = (\text{区画分離後の容積}) / (\text{区画分離前の容積}) = 1/2 = 0.5$$

・破断面積比 β

溢水防護対策を行うため、貫通クラックにて評価

原子炉隔離時冷却系蒸気配管の仕様より、完全全周破断と貫通クラック破断面積の比とする。

$$\Rightarrow 0.021 (\text{約} 1/49 \text{倍})$$

・対策前の温度上昇勾配 γ

第1図の解析結果立ち上り部(0s～10s)より最大勾配 17.3[°C/s]

・漏えい防止対策後の温度上昇勾配 γ'

$$\gamma' = 17.3 / 0.5 \times 0.021 = \text{約} 0.73 \text{ (約} 1/24 \text{倍)}$$

初期温度40°C、破断検知後の隔離時間を10秒とすると、最大温度は以下となる。

$$10 \times 0.73 + 40 = 7.3 + 40 = \underline{47.3 [^{\circ}\text{C}]}$$

これは、火災防護区画設置前の環境条件66°Cを満足するものとなる。

原子炉隔離時冷却系蒸気配管及び補助蒸気系配管については、重大事故等対処設備の設置工事及び耐震補強工事を実施し、応力評価結果が溢水評価ガイド附属書Aにおける貫通クラックを適用できる条件を満足するよう対策を実施する。

東海第二発電所

内部溢水の影響評価について (審査会合コメント回答)

平成29年9月14日
日本原子力発電株式会社

本資料のうち、☐の内容は商業機密又は防護上の観点から公開できません。

1. 指摘事項

屋外タンク等の溢水影響評価に関して、保有水量が大きい淡水貯水池を溢水源としてその周囲の局所的な浸水水位評価の要否も検討の上、防護対象施設への影響を評価すること。

2. 回答

- ◆ 淡水貯水池については、スロッシング時においても溢水を発生させない設計とすることから、溢水源として考慮せずに評価を実施し、影響のないことを確認

- 屋外タンク等による溢水影響評価（溢水量が敷地内全体に均一に広がるとした評価）

〔評価条件〕

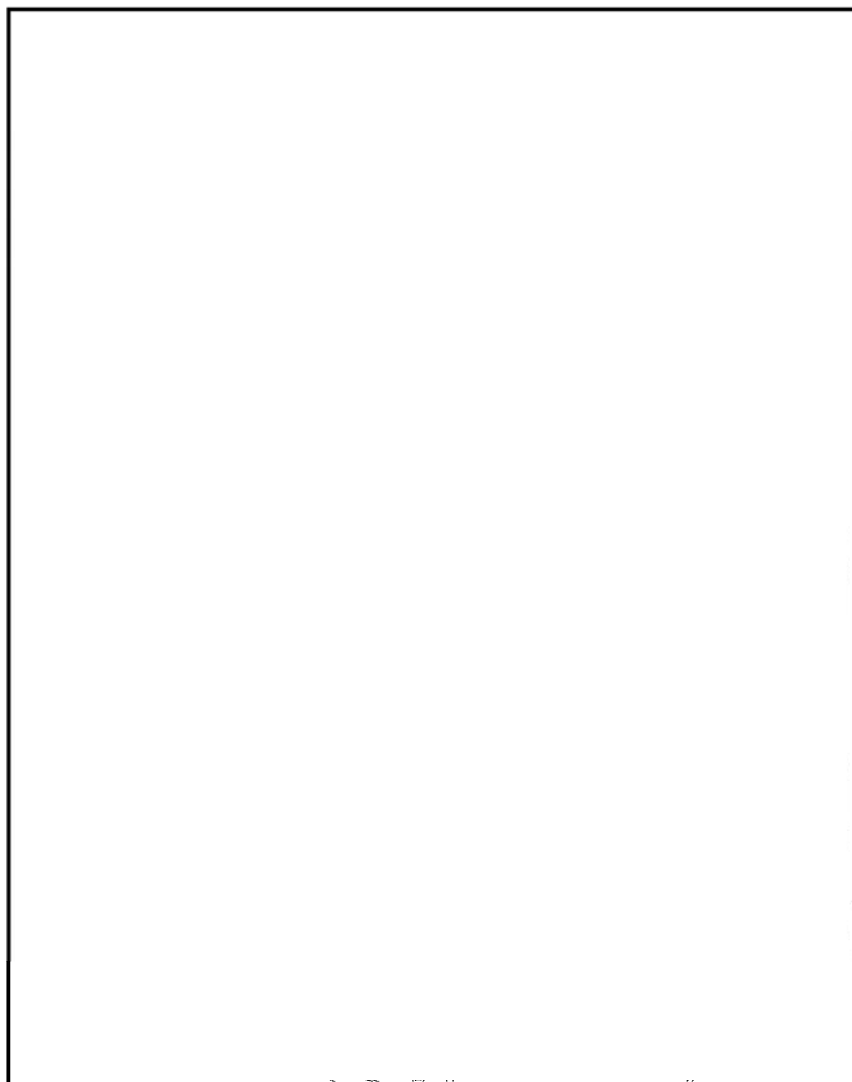
- 敷地内に広がった溢水は、構内排水路からの流出や、地中への浸透は評価上考慮しない。
- タンクから漏えいした溢水は敷地全体に均一に広がるものとする。
- 溢水量の算出では、基準地震動 S_g による地震力によって破損が生じるおそれのある屋外タンク等からは、全量が流出する。
- 淡水貯水池については、溢水源としては考慮しない。

【評価結果】 防護対象建屋周囲の浸水水位は、最大約0.1mであり、各建屋の設計床高さを越えず影響のないことを確認

- 屋外タンク破損時の局所的な水位上昇についても評価（敷地内浸水伝播モデルによる詳細解析）

【評価結果】

- 原子炉建屋（機器搬入口前）では、周囲の一時的な水位上昇があるが、建屋入口には止水対策をしており防護対象区画への浸水影響は無い。
- 使用済燃料乾式貯蔵建屋についても周囲の一時的な水位上昇があり建屋内に浸水するが、防護対象設備（使用済燃料乾式貯蔵容器）は溢水による機能喪失はないため影響なし。



第1図 東海第二発電所敷地のレベル図

第1表 屋外タンク等による溢水影響評価結果

E.L.+8.0mエリア

E.L.+8.0m エリア	許容浸水深 (m)	溢水量 (m^3)	敷地面積 (m^2)	敷地浸水深 (m)	評価
原子炉建屋	0.2	7,408	151,000	0.1	○
タービン建屋	0.2				○
使用済燃料乾式 貯蔵建屋	0.3				○

第2表 屋外タンク等による溢水影響評価結果

E.L.+3.3mエリア

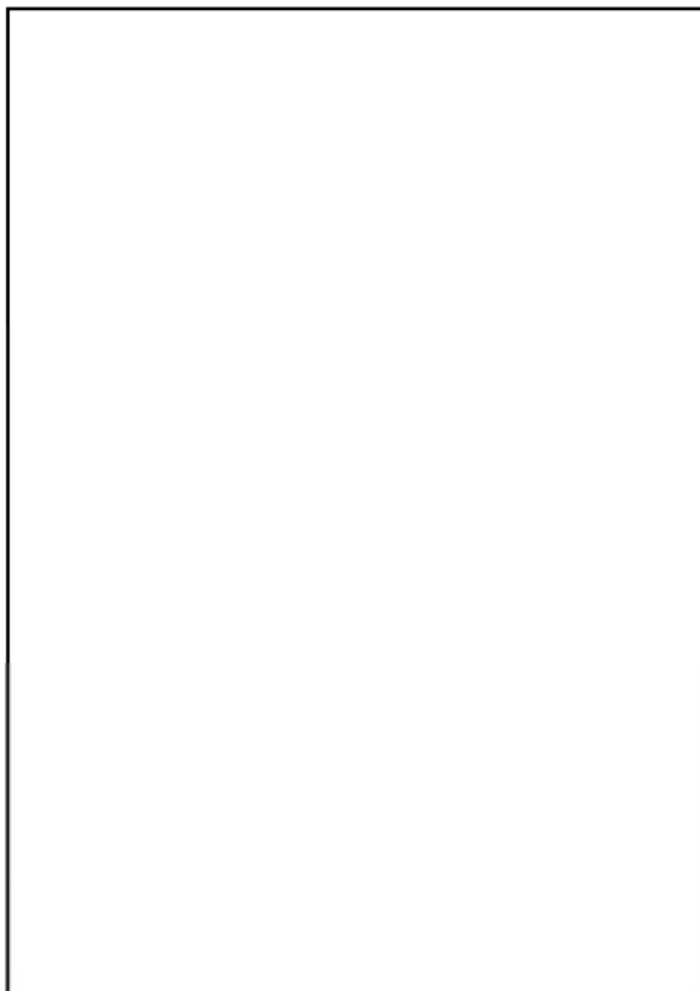
E.L.+3.3m エリア	許容 浸水深 (m)	溢水量 (m^3)	海水ポンプ室周り の滞留可能容積 (m^3)	敷地 浸水深 (m)	評価
海水ポンプ室	4.0	7,408	9,000	2.4	○

評価結果より、敷地浸水深は許容浸水深より下回る結果となった。

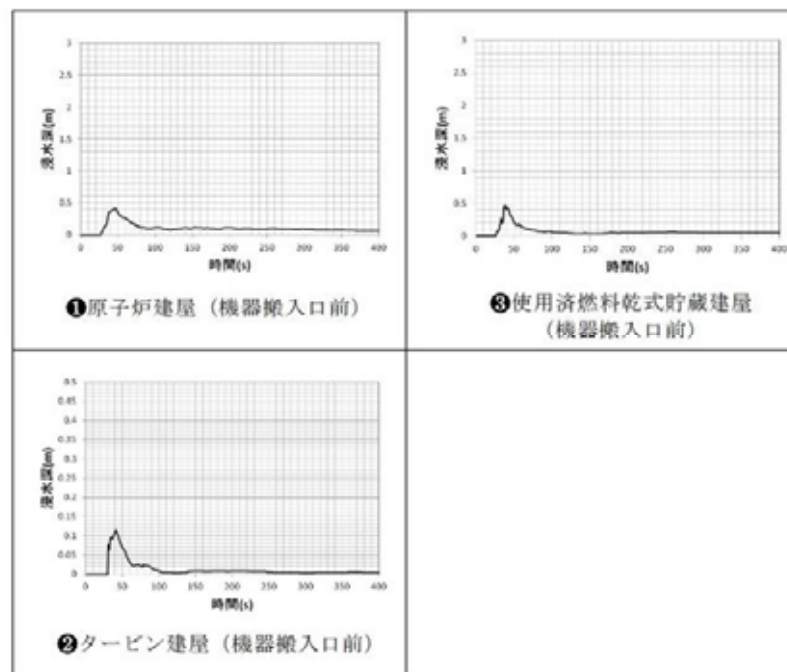
いずれの評価においても、屋外タンク等の溢水による溢水防護対象設備への影響を及ぼすことはない。

○屋外タンク破損時の局所的な水位上昇についても評価を実施

・狭隘部等への浸水影響の確認のため、溢水源を合算し、指向性を持って流出させ評価



第2図 水位測定箇所



第3図 水位測定箇所における浸水深

各所を解析した結果、原子炉建屋及び使用済燃料乾式貯蔵建屋において、床レベルを一時的に超えるが、以下より防護対象設備への影響はない。

- ・原子炉建屋：建屋は止水対策が実施されており浸水の影響はない。
- ・使用済燃料乾式貯蔵建屋：防護対象設備（使用済燃料乾式貯蔵容器）は溢水による機能喪失はないため影響はない。

補足説明資料-20参照 4

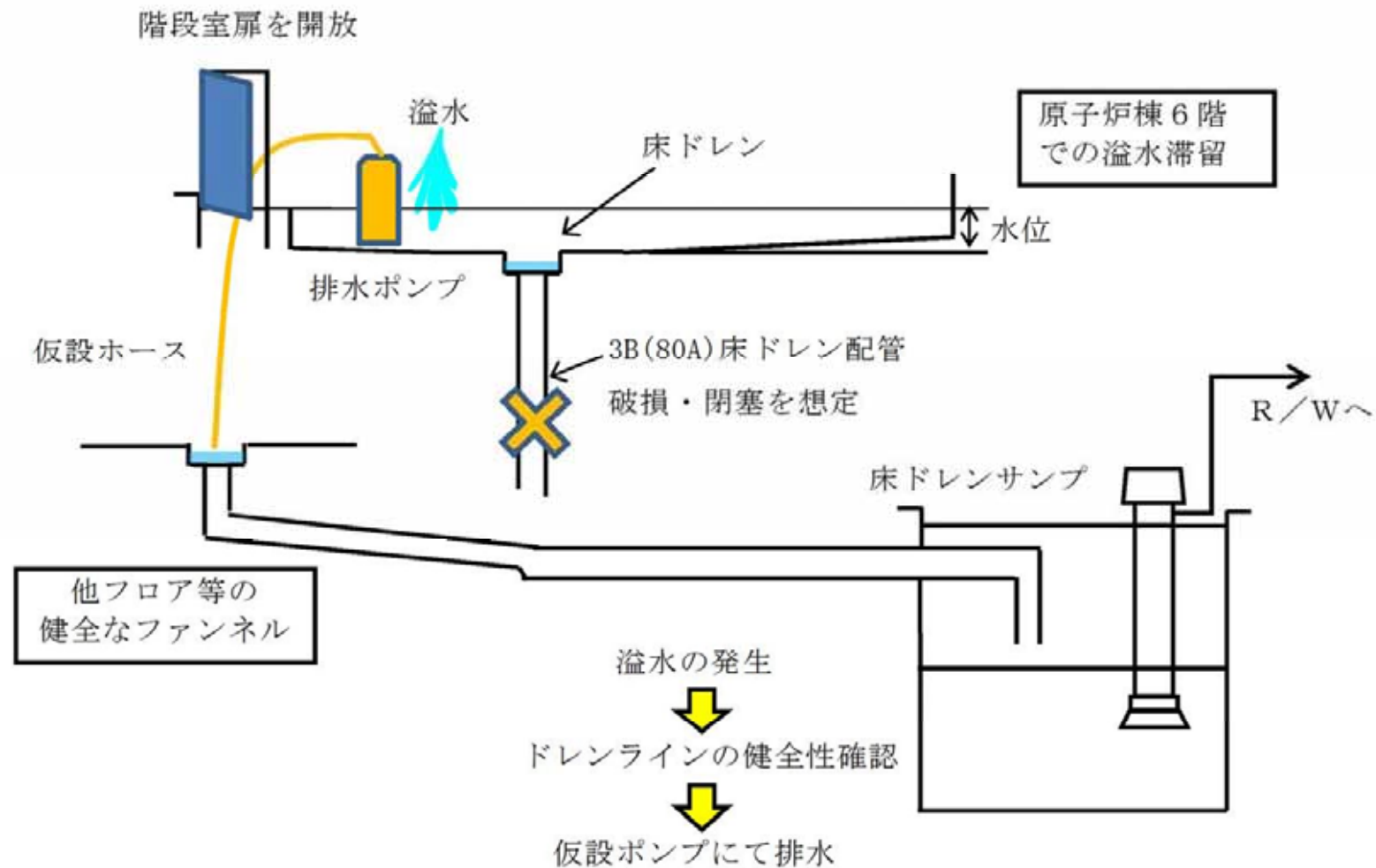
1. 指摘事項

R/B 6階に滞留した状況における6階へのアクセス性、排水作業の成立性について資料に反映すること。

2. 回答

- ◆ 原子炉棟6階において、地震随伴による溢水時には、地震により床ドレンラインからの排水が阻害された場合を考慮して、アクセス性及び排水作業の成立性を確認
- 溢水滞留時のアクセス性について
 - 地震発生時における原子炉棟6階の溢水水位は、全ての排水ラインが閉塞し排水不可と仮定しても評価上約12cmであり、作業等のアクセス性については影響はない。
 なお、想定破損時における原子炉棟6階の溢水水位は、評価上約40cmであるが、床ドレンラインの機能が使用できるため排水可能である。万一、排水機能が期待できなくてもアクセスは東側階段より可能であり、作業時のアクセス性は問題ない。
- 床ドレンファンネル閉塞時における排水処理について
 - 下階層における床ドレンラインの健全性を確認した後、仮設の排水ポンプ等にて健全な既設ファンネル等に排水を実施（第1図参照）

補足説明資料-50参照



第1図 地震時の床ドレンファンネル破損・閉塞時における排水処理について

1. 指摘事項

区分分離について内部火災の対応を適切に反映すること。

2. 回答

◆ 内部火災の系統分離対策による溢水影響評価への確認

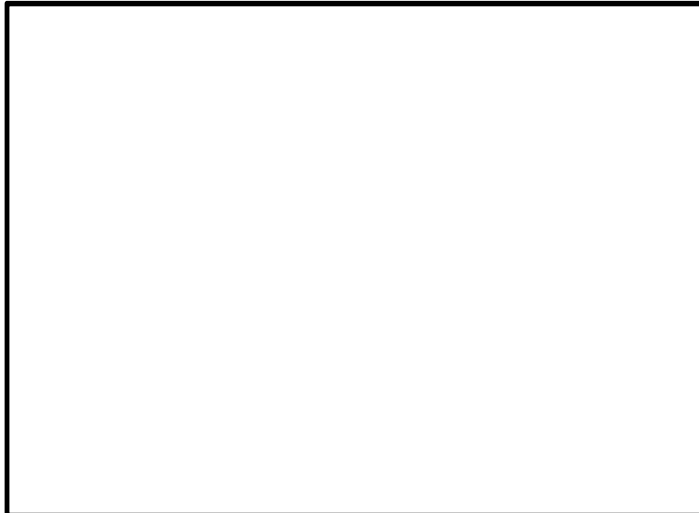
分離設備	火災防護による対策	溢水影響評価
ほう酸水注入系	耐火隔壁により系統分離	溢水防護区画を分離しないため、溢水影響評価に影響はない。
非常用ガス処理系及び非常用ガス再循環系	耐火隔壁により系統分離	溢水防護区画を分離しないため、溢水影響評価に影響はない。
可燃性ガス濃度制御系	設置エリアを東西に区域分離	区域分離壁は、溢水影響評価において考慮されているため、影響はない。
中央制御室換気空調系	耐火隔壁により系統分離	溢水防護区画を分離しないため、溢水影響評価に影響はない。
その他個別機器	耐火隔壁にて囲い系統分離	溢水防護区画を新たに設けるものではないため、溢水影響評価に影響はない。

【確認結果】

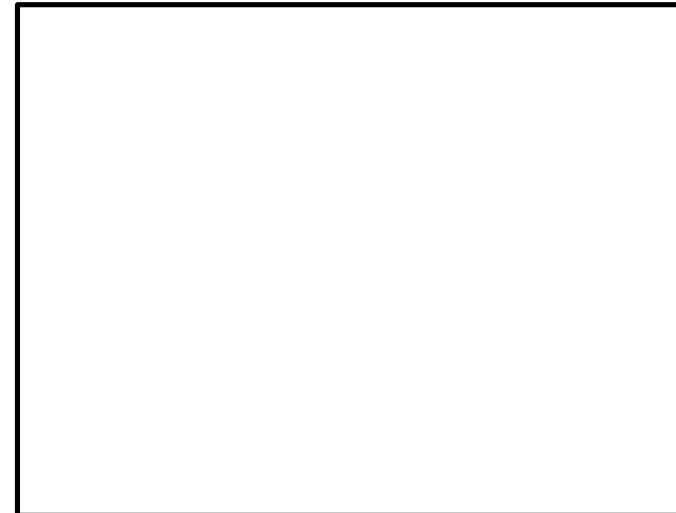
いずれの火災防護の対策においても、溢水影響評価に影響はない。

補足説明資料－1参照

○火災防護における、異区分の機器への分離対応



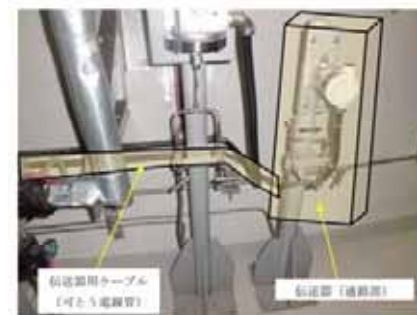
第1図 ほう酸注入系, 非常用ガス処理系及び
非常用ガス再循環系の火災対策及び溢水対策



第2図 可燃性ガス濃度制御系機器の
火災対策及び溢水対策



第3図 中央制御室換気空調系機器の火災対策及び溢水対策



蒸餾容器圧力伝送器 (PT-206-79.51A)

第4図 個別機器の系統分離

1. 指摘事項

堰高さ設定の考え方を本体資料に明記すること。

2. 回答

- ◆ 溢水影響評価における堰の取扱い及び堰の高さ設置の考え方について以下のとおり整理している。

第1表 堰高さの設定の考え方

設置箇所	堰の種類		堰の高さ	設定の考え方	没水影響評価	
					水位評価時の堰の考慮	溢水伝播時の堰の考慮
開口部及び階段部	溢水拡大防止堰	溢水伝播を制限するための堰	40cm	想定破損による溢水水位に基づき設定（原子炉建屋6階）	○	○ （流下経路としない）
			30cm	溢水拡大軽減堰の高さに床勾配及び揺らぎを考慮した値(20cm)を加え設定	○	○ （流下経路としない）
	溢水拡大軽減堰 （自主設備）	溢水影響範囲を軽減させるための堰	10cm	アクセス性に影響しないよう滞留水位の最大値(20cm)より低い高さを設定	○	— （流下経路とする）

○：堰があるものとして取扱う

—：堰がないものとして取扱う

添付資料-4参照 9

1. 指摘事項

蒸気影響評価において、解析条件への区分分離による影響(空調等)について整理すること。(各項目毎に影響があるのか)

2. 回答

- ◆ 蒸気影響評価については、前回、火災区域分離前の解析結果を基に簡易評価を行った結果を示していたが、今回、火災区域の分離を反映した解析結果が得られたため、その結果を以下に示す。

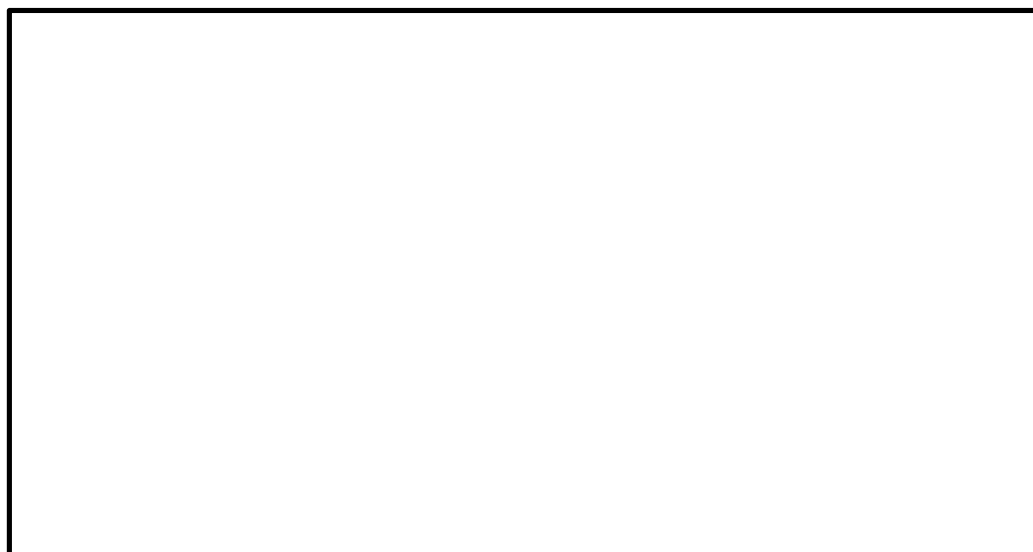
第1表 配管からの流出条件

系統	配管径	破損形態	流出圧力※1	流出温度※1	流体の状態 (蒸気)	隔離時間	設置場所
			(MPa)	(°C)			
RC/C	10B	1/4DL貫通クラック	7.04	287	単相流	10秒	3F東 ～1F東

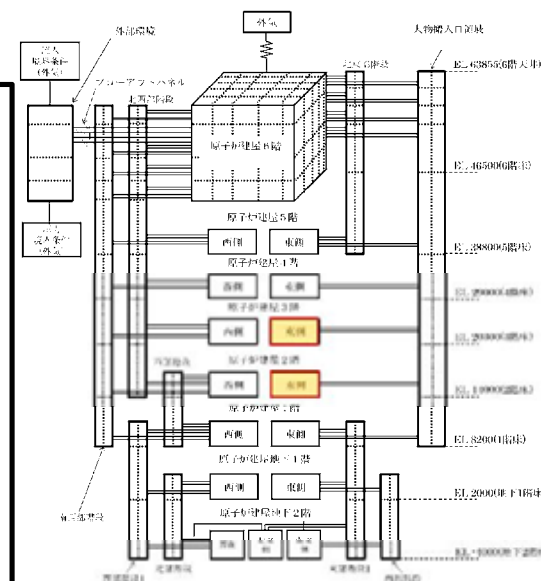
※1 圧力と温度は、系統の運転圧力と運転温度

〔評価条件〕

- ・破断想定箇所：原子炉建屋原子炉棟2階、3階
蒸気漏えい時の影響の大きい配管部分を選定
- ・解析モデル：原子炉建屋原子炉棟(火災防護の区域分離壁設置による区域)
- ・破損形状：原子炉隔離時冷却系蒸気配管の貫通クラック
- ・漏えい停止：漏えい時の差圧検出によるインターロック動作
- ・ヒートシンクになる構造物への熱伝達は保守的に考慮せず



第1図 評価概要図

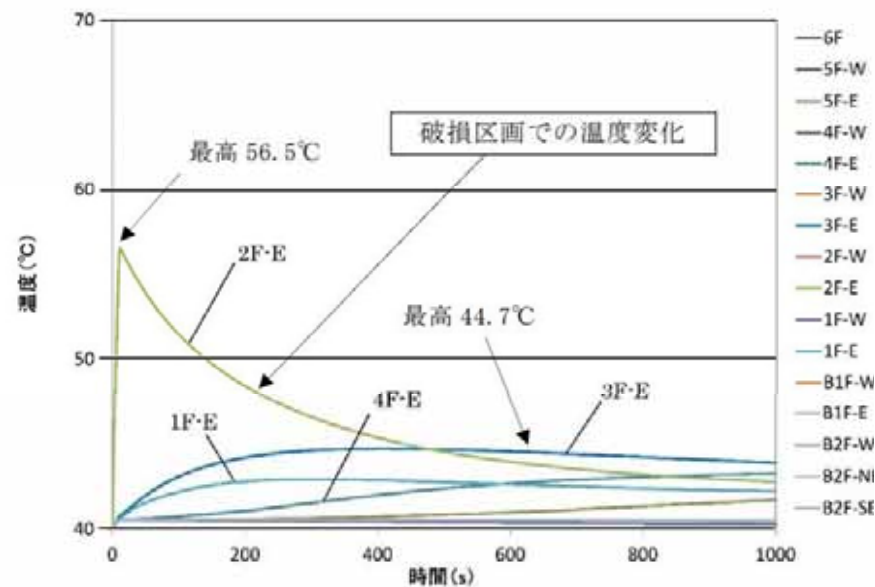


：配管破損想定箇所

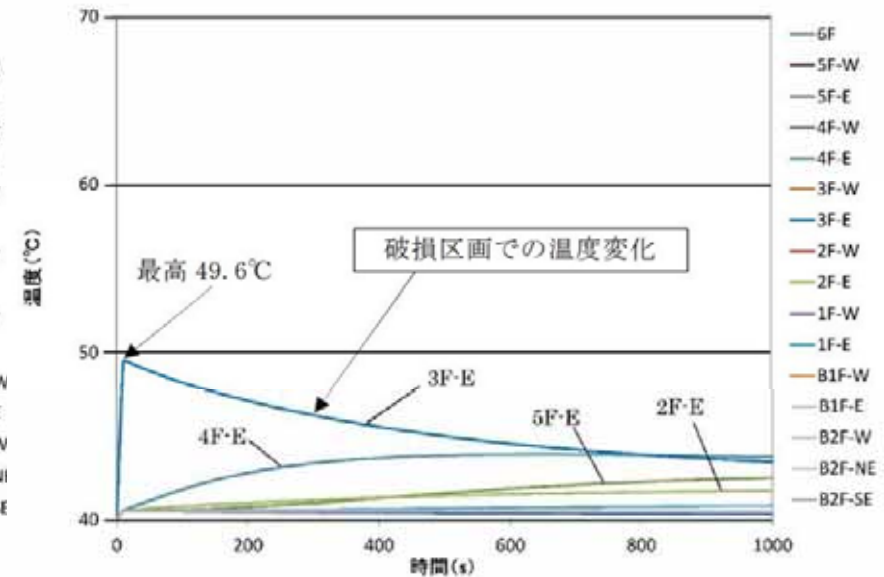
第2図 解析モデル図

補足資料-45参照 10

解析の結果、最高温度が原子炉建屋内機器環境条件 66°C を下回ることから問題ないことを確認した。



第3図 区画の温度変化
(破損区画: R/B地上2階)



第4図 区画の温度変化
(破損区画: R/B地上3階)

1. 指摘事項

火災での対策(ラッピング等)により壁面のひび確認が可能か示すこと。

2. 回答

- ◆ 個別機器のラッピング等により壁面の目視範囲が阻害される場合には、取り外しが可能な構造とすることから確認は可能
 - ケーブル等のラッピングについては、壁との隙間を設けることから、目視は可能
 - 滞留区画範囲には、ラッピング等により目視不可となる範囲が無いことを確認

添付資料-10参照

1. 指摘事項

RCIC蒸気配管の強度評価, 補強工事の成立性を示すこと。

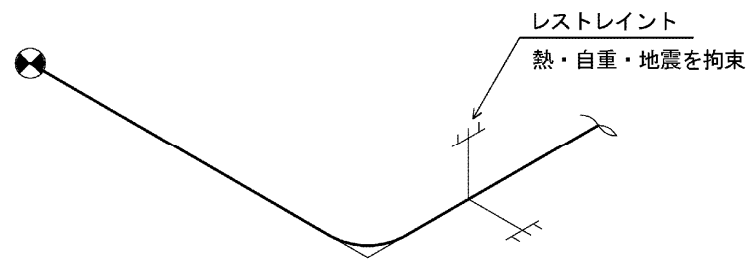
2. 回答

- ◆ 高エネルギー配管である原子炉隔離時冷却系(RCIC)蒸気配管については, 想定破損の破損形態を貫通クラックとするために溢水評価ガイドに従い,
一次応力+二次応力 $\leq 0.8 \times$ 溢水評価ガイドに基づく許容応力
となるように設計を行う。
この設計にあたっては, 既設サポートの位置, 仕様変更等により, 熱伸びによる拘束が緩和されるよう対策する。

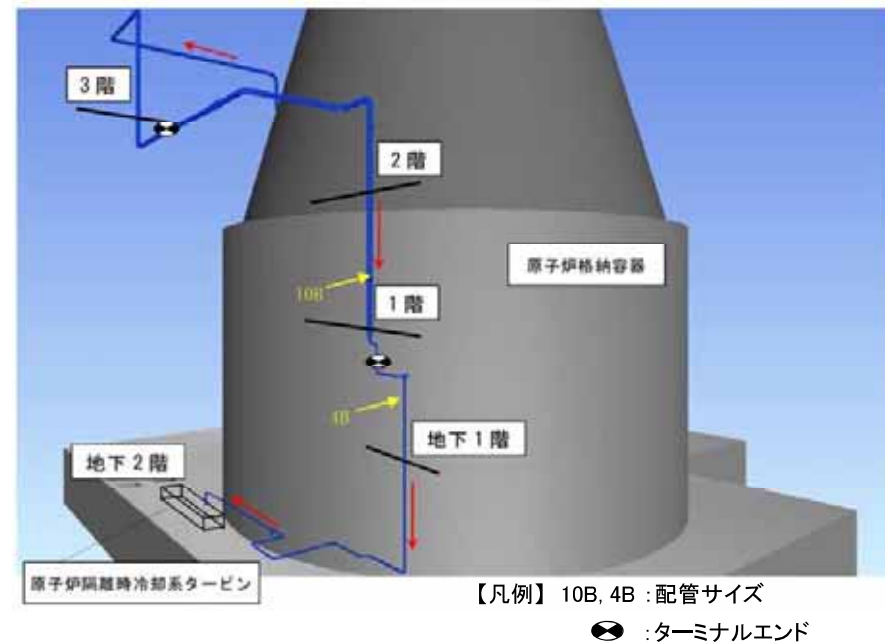
〔対策内容〕

- ・サポート位置の変更, 追加
- ・サポート仕様の変更(レストレイントからスナツバ, ハンガへの改造)

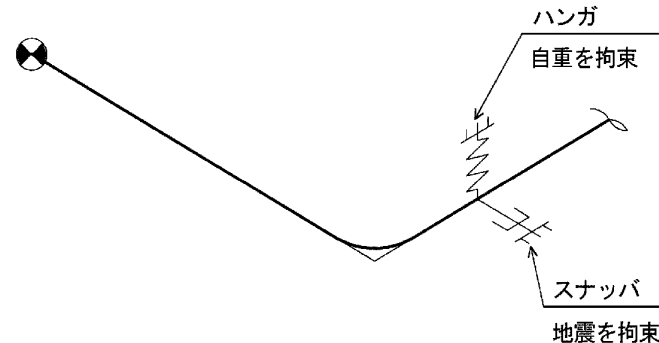
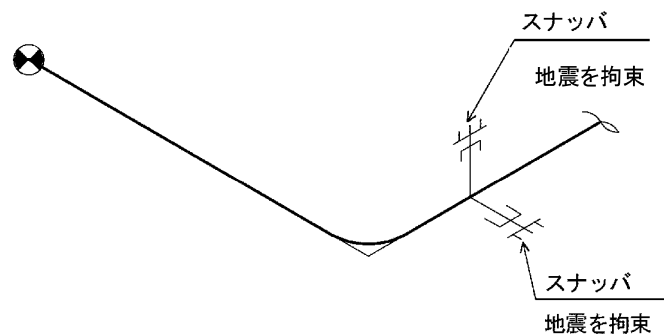
補足説明資料-53参照



第1図 対策前のサポート設置例



第3図 原子炉隔離時冷却系蒸気配管ルート図



第2図 対策後のサポート設置例

1. 指摘事項

下層階の滞留に伴う重要機器の復旧見込みと考え方を整理すること。

2. 回答

- ◆ 下層階の滞留に伴う重要機器の復旧見込みについて、機器の復旧のための、現場へのアクセスと排水作業が可能なることを整理した。

【現場へのアクセス】

- ・最終滞留区画である原子炉棟地下2階は、溢水が滞留することを考慮
- ・滞留水位が20cmより高くなる区画で、アクセスが必要な場所については、必要な高さの歩廊を設置し、影響のないよう措置を講じる。
- ・原子炉棟の最下層(地下2階)が水没した場合、地下1階の各階段室から滞留の状況を確認しつつ、アクセスが可能
- ・水密区画であるRHRポンプ(A)室、RCIC室、HPCSポンプ室内が水没する場合は、各区画上部の機器ハッチを開放することで、上部からのアクセスが可能

【排水作業ステップ】

①原子炉棟内への移送

滞留水が発生し排水処理が必要な場合は、他区画のサンプ及び廃棄物処理設備の健全性又は復旧を確認後に、仮設の排水ポンプ等にて移送を行う。

②原子炉棟外への移送

原子炉棟内のサンプ設備が使用不可の場合は、滞留水を原子炉棟より直接、廃棄物処理棟内のサンプ又は健全なタンクに、仮設の排水ポンプ等にて移送する。

③屋外への移送

廃棄物処理棟内のサンプ設備やタンク類が使用不可の場合は、滞留水を原子炉建屋の外に設置された復水貯蔵タンク等に、仮設の排水ポンプ等にて移送する。

参考資料

◆ 蒸気影響評価において、当初の評価と今回の評価の違いを示す。

【当初評価】

- ・建設時の区画条件で解析を実施した結果を利用
- ・火災区域分離後の評価として「容積比」、破断形態の違い（全周破断→貫通クラック）を「面積比」で補正

【今回評価】

- ・火災区域分離後の区画条件で解析
- ・破断形態は、一般部の貫通クラック破損として解析

第1表 解析条件の違いについて

	【当初評価】		【今回評価】
	過去の解析結果	簡易評価	
解析モデル	火災の区域分離壁設置前のモデル	区域分離壁設置後の空間容積を 1/2 とし、容積比を算定	火災の区域分離壁設置後のモデル
破損部位と破損形態	ターミナルエンド部の全周破断	貫通クラック破損とし、破損箇所の破断面積比を算定	貫通クラック破損
その他条件	空調運転と空調停止の2 ケース実施	同左	同左
代表例の破損位置	原子炉隔離時冷却系蒸気配管（2 階ターミナルエンド部）	同左	原子炉隔離時冷却系蒸気配管（2, 3 階の一般部）

その他初期条件等の解析条件については、同じ条件にて評価を実施

東海第二発電所

緊急時対策所について

平成29年9月5日
日本原子力発電株式会社

本資料のうち、 は商業機密又は核物質防護上の観点から公開できません。

本資料の構成

- I．緊急時対策所について(被ばく評価除く)
- II．緊急時対策所の居住性に係る被ばく評価について
- III．緊急時対策所の居住性に関する手順等

I . 緊急時対策所について(被ばく評価除く)

目 次

1.新規制基準への適合方針	4
2.緊急時対策所について	10
(1)設置場所及び建物	11
(2)必要な要員の収容	12
(3)電源設備	13
(4)遮蔽設備及び換気設備等設計	14
(5)チェンジングエリア	21
(6)必要な情報を把握できる設備	22
(7)通信連絡設備	23

1.新規制基準への適合方針(1/6)

「実用発電用原子炉及びその付属設備の位置、構造及び設備の基準に関する規則」
第三十四条(緊急時対策所)への適合性

新規制基準の項目	適合状況	頁
工場等には、一次冷却系統に係る発電用原子炉施設の損壊その他の異常が発生した場合に適切な措置をとるため、緊急時対策所を原子炉制御室以外の場所に設けなければならない。	一次冷却系統に係る発電用原子炉施設の損壊その他の異常が発生した場合に適切な措置をとるため、緊急時対策所を中央制御室のある建屋以外の独立した場所に設置する。	11頁

1.新規制基準への適合状況(2/6)

「実用発電用原子炉及びその付属設備の位置、構造及び設備の基準に関する規則」
第六十一条(緊急時対策所)への適合性

新規制基準の項目	適合状況	頁
第三十四条の規定により設置される緊急時対策所は、重大事故等が発生した場合においても当該重大事故等に対処するための適切な措置が講じられるよう、次に掲げるものでなければならない。 一 重大事故等に対処するために必要な指示を行う要員がとどまることができるよう、適切な措置を講じたものであること。 【解釈】 1 第1項及び第2項の要件を満たす緊急時対策所とは、以下に掲げる措置又はこれらと同等以上の効果を有する措置を行うための設備を備えたものをいう。	重大事故等が発生した場合においても、緊急時対策所により、当該重大事故等に対処するための適切な措置を講じることができる。 重大事故等に対処するために必要な指示を行う要員がとどまることができるよう、以下の設計とする。	
a) 基準地震動による地震力に対し、免震機能等により、緊急時対策所の機能を喪失しないようにするとともに、基準津波の影響を受けないこと。	緊急時対策所は耐震構造とし、基準地震動による地震力に対し、機能(遮蔽性、機密性等)を喪失しない設計とする。 緊急時対策所の機能維持にかかる電源設備、換気設備、必要な情報を把握できる設備、通信連絡設備等については、転倒防止措置等を施すことで、基準地震動に対し機能を喪失しない設計とする。	11頁

1.新規制基準への適合状況(3/6)

「実用発電用原子炉及びその付属設備の位置、構造及び設備の基準に関する規則」
第六十一条(緊急時対策所)への適合性

新規制基準の項目	適合状況	頁
	また、緊急時対策所は基準津波(T.P.+17.1m)及び基準津波を超え敷地に遡上する津波による浸水の影響を受けない、防潮堤内側の発電所高台用地(T.P.+約23m)に設置する。	11頁
b) 緊急時対策所と原子炉制御室は共通要因により同時に機能喪失しないこと。	緊急時対策所は、中央制御室のある建屋以外の独立した場所に設置し、十分な離隔(約320m)を設けること、換気設備及び電源設備を独立させ、中央制御室との共通要因により同時に機能喪失しない設計とする。	11頁
c) 緊急時対策所は、代替交流電源からの給電を可能とすること。 また、当該代替電源設備を含めて緊急時対策所の電源設備は、多重性又は多様性を有すること。	緊急時対策所は、通常時、発電所内の電気設備より受電する設計とする。所内電気設備からの受電喪失時は、緊急時対策所専用の発電機より受電可能な設計とし、また、専用の発電機は多重性を有した設計とする。	13頁

1.新規制基準への適合状況(4/6)

「実用発電用原子炉及びその付属設備の位置、構造及び設備の基準に関する規則」
第六十一条(緊急時対策所)への適合性

新規制基準の項目	適合状況	頁
d) 緊急時対策所の居住性が確保されるように、適切な遮蔽設計及び換気設計を行うこと。	緊急時対策所の重大事故等の対策要員の居住性が確保されるように、建屋に適切な遮蔽設計及び換気設計等を行う。 緊急時対策所災害対策本部は重大事故等において必要な対策活動が行え、またプルーム通過中においても必要な要員を収容可能な設計とする。 (1)遮蔽設計 重大事故等において、対策要員が事故後7日間とどまっても換気設備等の機能とあいまって、実効線量が100mSvを超えないよう天井、壁及び床には十分な厚さの遮蔽(コンクリート)設計とする。 (2)換気設計等 重大事故等の発生により、大気中に大規模な放射性物質が放出された場合においても、対策要員の居住性を確保するために、空気浄化をする設備を配備する。また、希ガスの放出を考慮し、プルーム通過中は空気ポンベにより緊急時対策所内を加圧する設備を配備し、希ガス等の流入を防止する。	14頁 14頁～ 20頁

1.新規制基準への適合状況(5/6)

「実用発電用原子炉及びその付属設備の位置、構造及び設備の基準に関する規則」 第六十一条(緊急時対策所)への適合性

新規制基準の項目	適合状況	頁
e) 緊急時対策所の居住性については次の要件を満たすものであること。 ① 想定する放射性物質の放出量等は東京電力株式会社福島第一原子力発電所事故と同等とすること。 ② プルーム通過時等に特別な防護措置を講じる場合を除き、対策要員は緊急時対策所内でのマスクの着用なしとして評価すること。 ③ 交代要員体制、安定ヨウ素剤の服用、仮設設備等を考慮してもよい。ただし、その場合は、実施のための体制を整備すること。 ④ 判断基準は、対策要員の実効線量が7日間で100mSvを超えないこと。	遮蔽設計及び換気設計等により緊急時対策所の居住性については、「実用発電用原子炉に係る重大事故等の制御室及び緊急時対策所の居住性に係る被ばく評価に関する審査ガイド」に基づき評価を行った結果、マスク着用等の付加条件なしで実効線量は約37mSvであり、判断基準である「対策要員の実効線量が7日間で100mSvを超えないこと」を確認している。	24頁～ 27頁
f) 緊急時対策所の外側が放射性物質により汚染したような状況下において、緊急時対策所への汚染の持ち込みを防止するため、モニタリング及び作業服の着替え等を行うための区画を設けること。	重大事故等時に緊急時対策所の外側が放射性物質により汚染したような状況下において、緊急時対策所への汚染の持ち込みを防止するため、モニタリング及び作業服の着替え等を行うための区画を、緊急時対策所出入口付近に設置する設計とする。	21頁

1.新規制基準への適合状況(6/6)

「実用発電用原子炉及びその付属設備の位置、構造及び設備の基準に関する規則」
第六十一条(緊急時対策所)への適合性

新規制基準の項目	適合状況	頁
二 重大事故等に対処するために必要な指示ができるよう、重大事故等に対処するために必要な情報を把握できる設備を設けたものであること。	緊急時対策所には、重大事故等において、原子炉の状態並びに環境放射線量等を把握するために安全パラメータ表示システム(SPDS)を設置する設計とする。	22頁
三 発電用原子炉施設の内外の通信連絡をする必要のある場所と通信連絡を行うために必要な設備を設けること。	緊急時対策所には、重大事故等に対処するため、発電所内の中央制御室、屋内外の関係要員に対して必要な指示が出来る通信連絡設備を設置する。また、発電所外の必要のある箇所と必要な連絡を行うための通信連絡設備を設置する。	23頁
2 緊急時対策所は、重大事故に対処するために必要な数の要員を収容することができるものでなければならない。 【解釈】 2 第2項に規定する「重大事故等に対処するために必要な数の要員」とは、第1項第1号に規定する「重大事故等に対処するために必要な指示を行う要員」に加え、少なくとも原子炉格納容器の破損等による工場等外への放射性物質の拡散を抑制するための対策に対処するために必要な数の要員を含むものとする。	緊急時対策所は、重大事故等に対処するために必要な指示を行う要員に加え、原子炉格納容器の破損等による発電所外への放射性物質の拡散を抑制するための対策に対処するために必要な数の要員を含め約100名を収容できる設計とする。	12頁

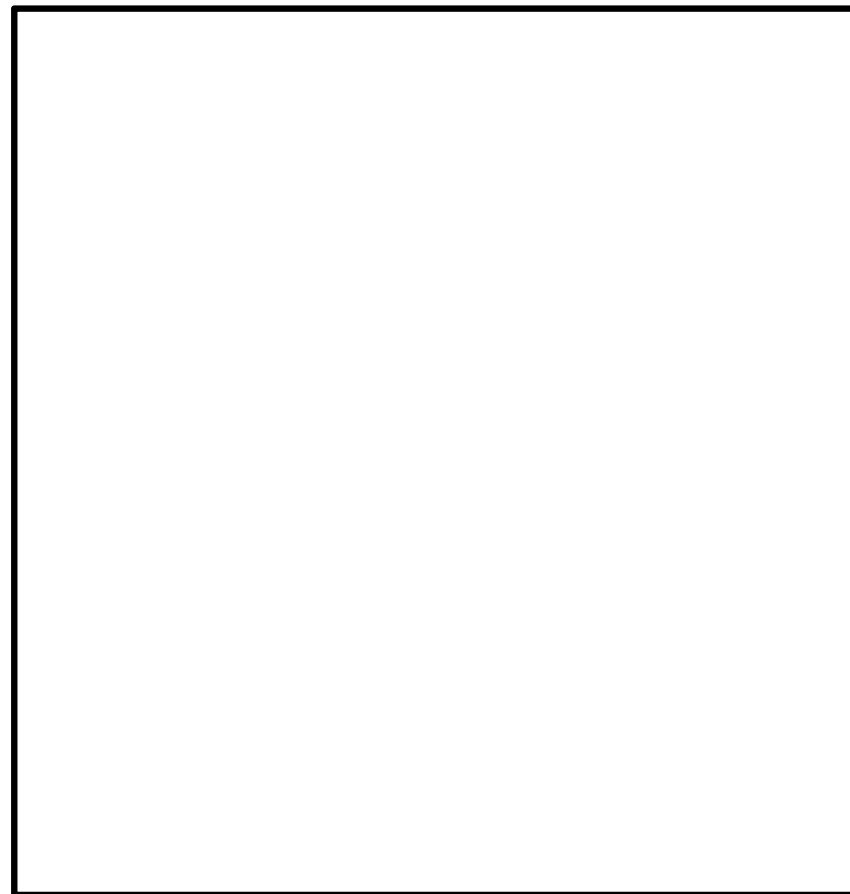
2.緊急時対策所について

緊急時対策所は、一次冷却系統に係る発電用原子炉施設の損壊その他の異常が発生した場合及び重大事故等が発生した場合において、中央制御室以外の場所から適切な指示又は連絡を行うために設置する。

緊急時対策所の基本仕様等について

項 目		基 本 仕 様
1	建屋構造	・鉄筋コンクリート造(耐震構造)
2	階層	・4階建
3	建屋延床面積／災害対策本部床面積	・建屋:約4,000m ² ／災害対策本部:約350m ² ・宿泊・休憩室:約70m ²
4	耐震強度	・基準地震動で機能維持
5	耐津波	・防潮堤内側、発電所構内高台(T.P.+約23m)に設置
6	中央制御室との共通要因による同時機能喪失防止	・中央制御室との十分な離隔(約320m) ・中央制御室と独立した機能 (電源設備及び換気設備は独立した専用設備)
7	電源設備	・通常電源設備:常用所内電気設備、非常用所内電気設備(通信連絡設備等の負荷のみ) ・代替電源設備:緊急時対策所用発電機(2台)
8	遮蔽、放射線管理	・建屋外壁等十分な壁厚を確保した遮蔽設計 ・よう素除去フィルタ付非常用換気設備の設置 ・ブルーム通過時の加圧設備の設置 ・加圧判断のためのエリアモニタの配備 ・居住性確認のための酸素濃度計及び二酸化炭素濃度計の配備 ・チェン징エリアの設置
9	原子炉施設の情報	・対策に必要な情報を表示するデータ表示装置の設置
10	通信連絡	・発電所内・外の必要のある箇所と必要な連絡を行うための通信連絡設備の設置
11	食料、飲料水等	・7日間必要とされる食料、飲料水等を配備

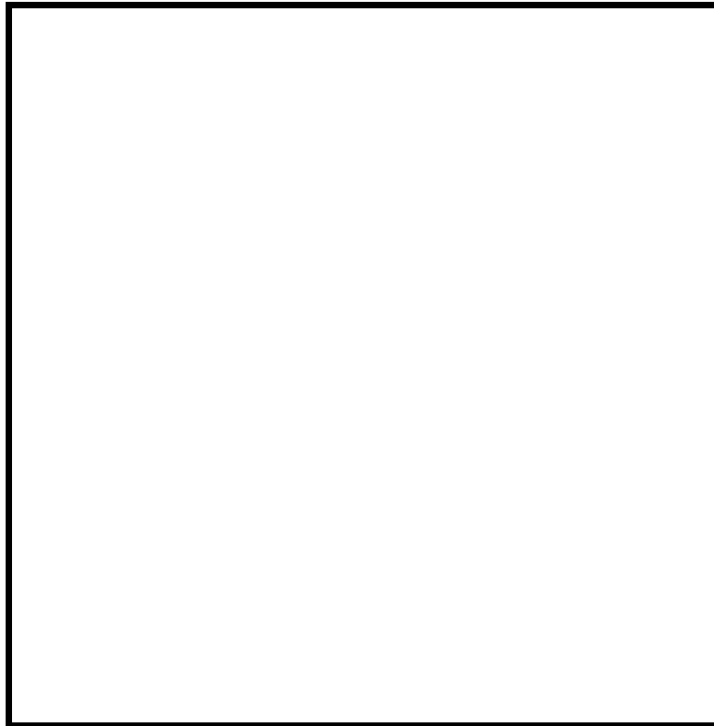
緊急時対策所の各階配置図



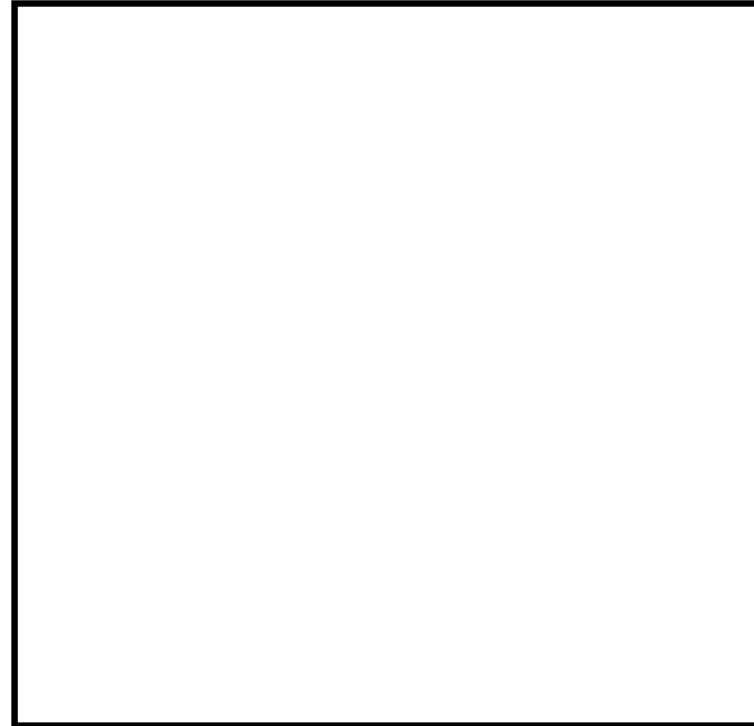
(1) 設置場所及び建物

新規制基準の項目 第六十一条(緊急時対策所)	適合状況
【解釈】第1項a) 基準地震動による地震力に対し、免震機能等により、緊急時対策所の機能を喪失しないようにするとともに、基準津波の影響を受けないこと。	緊急時対策所は耐震構造とし、基準地震動による地震力に対し、機能(遮蔽性、機密性等)を喪失しない設計とする。 緊急時対策所の機能維持にかかる電源設備、換気設備、必要な情報を把握できる設備、通信連絡設備等については、転倒防止措置等を施すことで、基準地震動に対し機能を喪失しない設計とする。 また、緊急時対策所は基準津波(T.P.+17.1m)及び基準津波を超え敷地に遡上する津波による浸水の影響を受けない、防潮堤内側の発電所高台用地(T.P.+約23m)に設置する。
【解釈】第1項b) 緊急時対策所と原子炉制御室は共通要因により同時に機能喪失しないこと。	緊急時対策所は、中央制御室のある建屋以外の独立した場所に設置し、十分な離隔(約320m)を設けること、換気設備及び電源設備を独立させ、中央制御室との共通要因により同時に機能喪失しない設計とする。

緊急時対策所 配置図



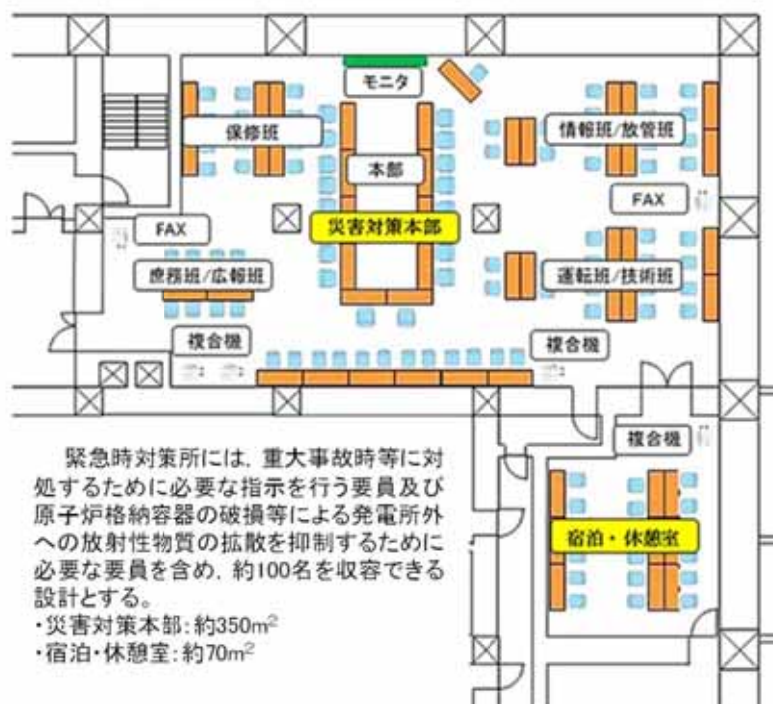
建屋の概要(断面図)



(2) 必要な要員の収容

新規制基準の項目 第六十一条(緊急時対策所)	適合状況
第2項 緊急時対策所は、重大事故に対処するために必要な数の要員を収容することができるものでなければならない。 【解釈】第2項 第2項に規定する「重大事故等に対処するために必要な数の要員」とは、第1項第1号に規定する「重大事故等に対処するために必要な指示を行う要員」に加え、少なくとも原子炉格納容器の破損等による工場等外への放射性物質の拡散を抑制するための対策に対処するために必要な数の要員を含むものとする。	緊急時対策所は、<u>重大事故等に対処するために必要な指示を行う要員</u>に加え、原子炉格納容器の破損等による発電所外への放射性物質の拡散を抑制するための対策に対処するために必要な数の要員を含め約100名を収容できる設計とする。

災害対策本部のレイアウト(建屋2階)



重大事故時等に対処するために必要な指示を行う要員数

要員	考え方	人数	合計
発電所災害対策本部長他	重大事故等に対処するための指揮を行うために必要な本部要員は本部長、本部長代理、原子炉主任技術者がとどまる。	5名	46名
各班本部員、班長	各班については、本部長からの指揮を受け、重大事故等に対処するため、各本部員及び各班長がとどまる。	18名	
交代要員	上記、本部長、本部長代理、原子炉主任技術者の交代要員5名、及び各班の本部員、班長の交代要員18名を確保する。	23名	

原子炉格納容器の破損等による発電所外への放射性物質の拡散を抑制するために必要な要員数

要員	考え方	人数	合計
運転員(当直員)	プルーム通過時には、3名※が待避室、4名が緊急時対策所に退避する。	7名	24名
庶務班要員	放射性物質拡散抑制対応	4名	
	燃料確保	2名	
保修班要員	水源確保	2名	
	電源確保	2名	
運転班要員	格納容器ベント対応	3名※	
放射線管理班要員	モニタリング	4名	

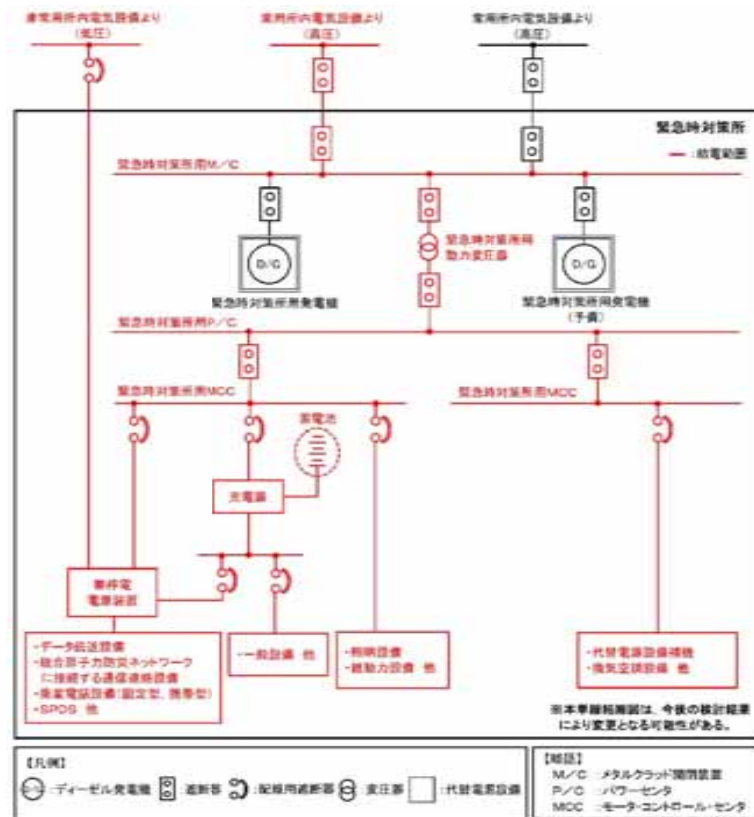
※ 緊急時対策所外に待避する要員

(3) 電源設備

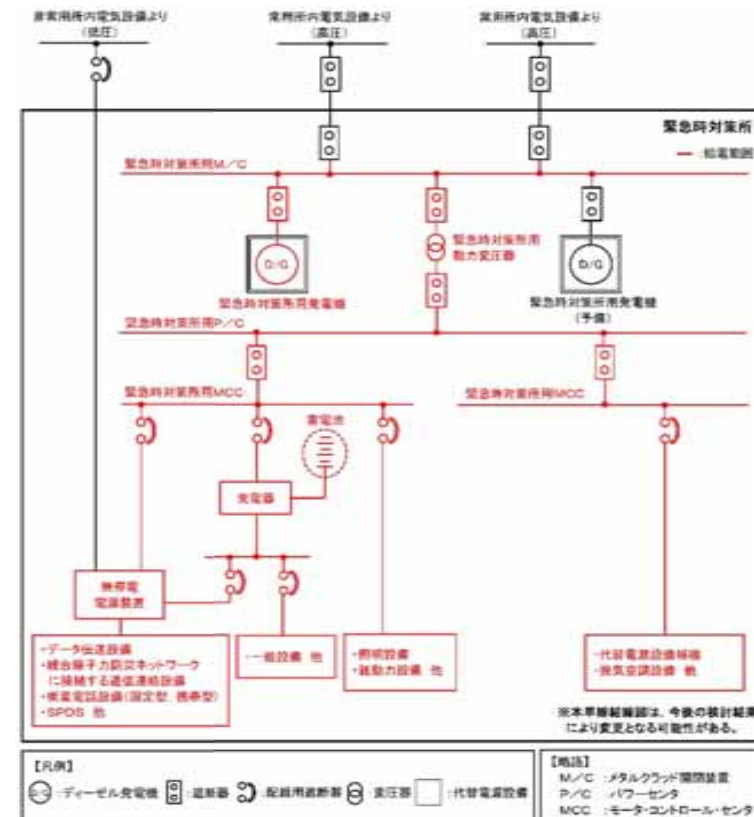
新規基準の項目 第六十一条(緊急時対策所)	適合状況
【解釈】第1項C) 緊急時対策所は、代替交流電源からの給電を可能とすること。 また、当該代替電源設備を含めて緊急時対策所の電源設備は、多重性又は多様性を有すること。	緊急時対策所は、通常時、発電所内の電気設備より受電する設計とする。所内電気設備からの受電喪失時は、緊急時対策所専用の発電機より受電可能な設計とし、また、専用の発電機は多重性を有した設計とする。

緊急時対策所は、通常時の電源を常用所内電気設備から受電する設計とし、常用所内電気設備からの受電が喪失した場合に、緊急時対策所の代替電源設備が自動起動し給電が可能な設計とする。また、通信連絡設備等の負荷は通常時の電源を非常用所内電気設備から受電する設計とする。

緊急時対策所の代替電源設備として、緊急時対策所用発電機2台を設置することにより多重性を確保し、所内電源設備から独立した専用の代替電源設備を有する設計とする。



緊急時対策所 通常時の給電図



緊急時対策所 代替電源設備からの給電図

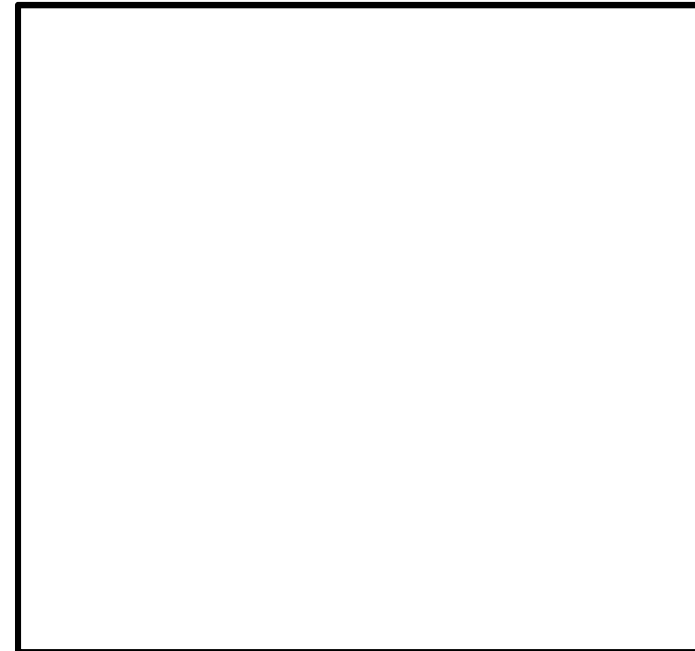
(4) 遮蔽設備及び換気設備等設計(1/7)

新規基準の項目 第六十一条(緊急時対策所)	適合状況
【解釈】第1項d) 緊急時対策所の居住性が確保されるように、適切な遮蔽設計及び換気設計を行うこと。	緊急時対策所の重大事故等の対策要員の居住性が確保されるように、建屋に適切な遮蔽設計及び換気設計等を行う。 緊急時対策所災害対策本部は重大事故等において必要な対策活動が行え、またブルーム通過中においても必要な要員を収容可能な設計とする。 (1)遮蔽設計 重大事故等において、対策要員が事故後7日間とどまっても換気設備等の機能とあいまって、実効線量が100mSvを超えないよう天井、壁及び床には十分な厚さの遮蔽(コンクリート)設計とする。 (2)換気設計等 重大事故等の発生により、大気中に大規模な放射性物質が放出された場合においても、対策要員の居住性を確保するために、空気浄化をする設備を配備する。また、希ガスの放出を考慮し、ブルーム通過中は空気ポンベにより緊急時対策所内を加圧する設備を配備し、希ガス等の流入を防止する。

遮蔽設計及び換気設備等の設計

名 称	設備構成・目的等
【遮蔽設計】	- 重大事故等において、対策要員が事故後7日間とどまっても、換気設備等の機能とあいまって、<u>実行線量が100mSvを超えないよう、建屋外壁、天井、壁及び床は十分な厚さの遮蔽(鉄筋コンクリート)を設ける。</u> - また、外部扉又は配管その他の貫通部については、<u>迷路構造等により、外部の放射線源を取り込まないように考慮した設計とする。</u>
【非常用換気設備】 ・緊急時対策所非常用送風機 ・緊急時対策所非常用フィルタ装置	- 重大事故等の発生により、大気中に大量の放射性物質が放出された場合においても、<u>空気を浄化する設備を配備し、緊急時対策所にとどまる対策要員の居住性を確保する。</u> - 必要なファン容量及びフィルタ容量を有するものを予備を含めて2系統設置する。
【加圧設備】 ・緊急時対策所	ブルーム通過時の対策要員への被ばく防止対策として、<u>災害対策本部を加圧することにより放射性物資の流入を防止する。</u>(空気ポンベ本数320本(予備80本)を配備)
【放射線管理用資機材等】 【酸素濃度計及び二酸化炭素濃度計】	- 緊急時対策所エリアモニタ(可搬型)を配備し換気設備の運転変更や加圧設備への切り替えの判断に使用する。 <u>酸素濃度計及び二酸化炭素濃度計を配備し、緊急時対策所にとどまる対策要員の活動に支障がない範囲にあることを監視・把握する。</u>

緊急時対策所 遮蔽設計(断面図)



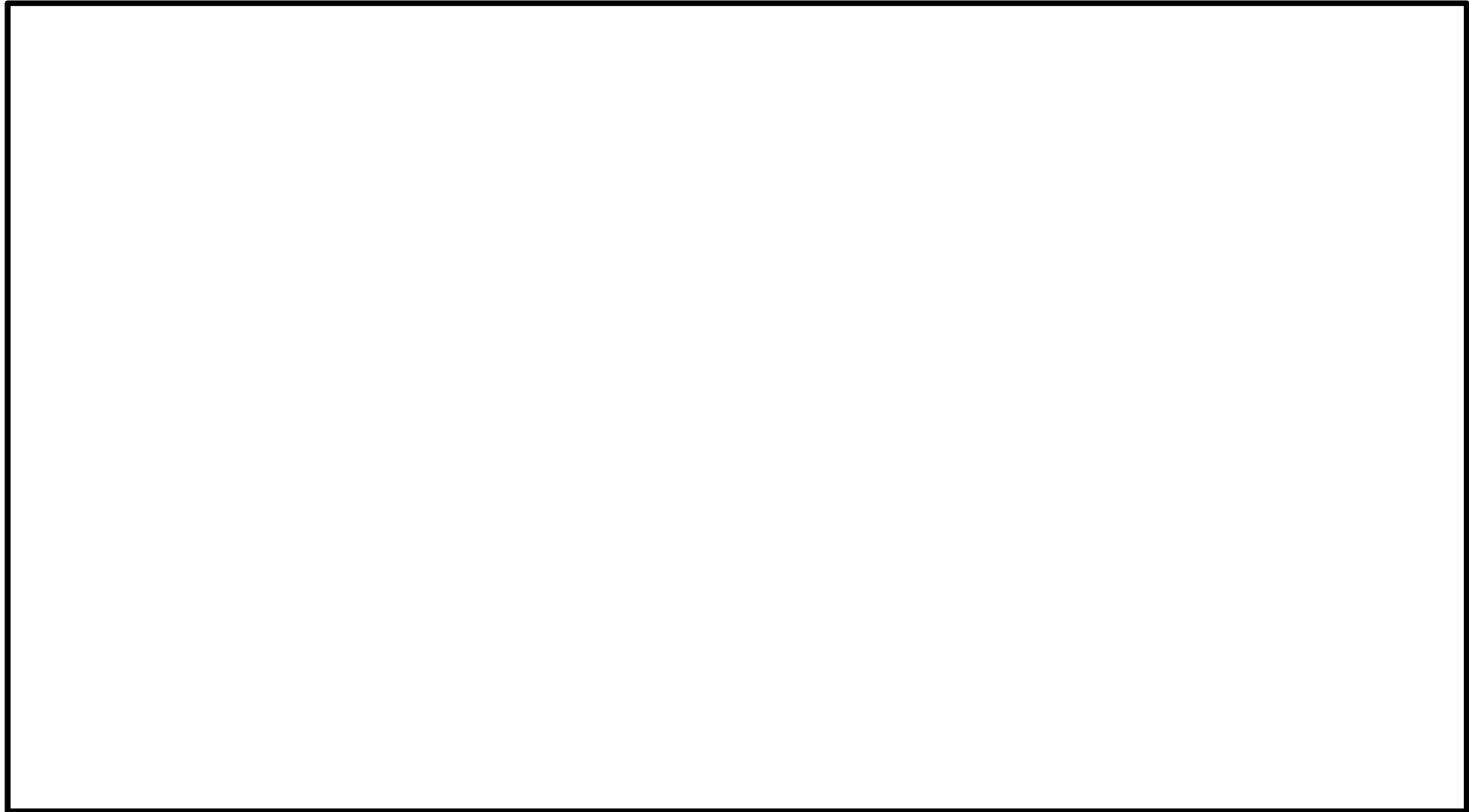
(4) 遮蔽設備及び換気設備等設計(2/7)

○換気設備等の設置・運用について

重大事故等の発生により、大気中に大量の放射性物質が放出された場合においても、緊急時対策所にとどまる要員の居住性を確保するため、非常用換気設備として「緊急時対策所非常用送風機」、「緊急時対策所非常用フィルタ装置」を緊急時対策所に設置する。

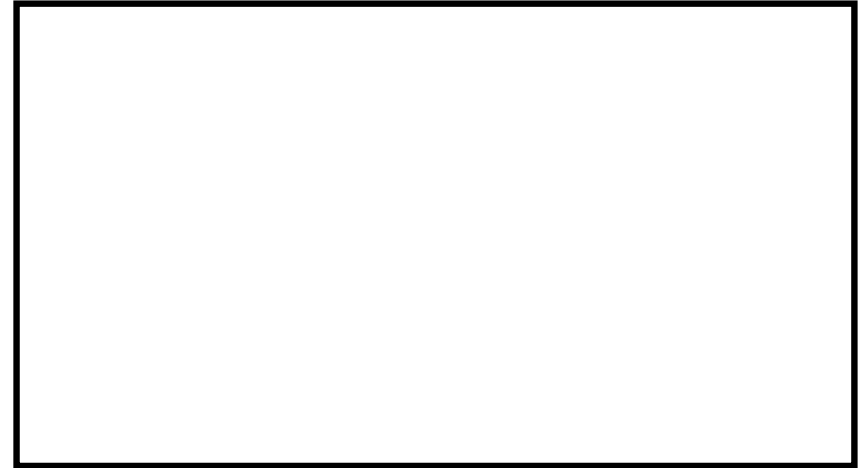
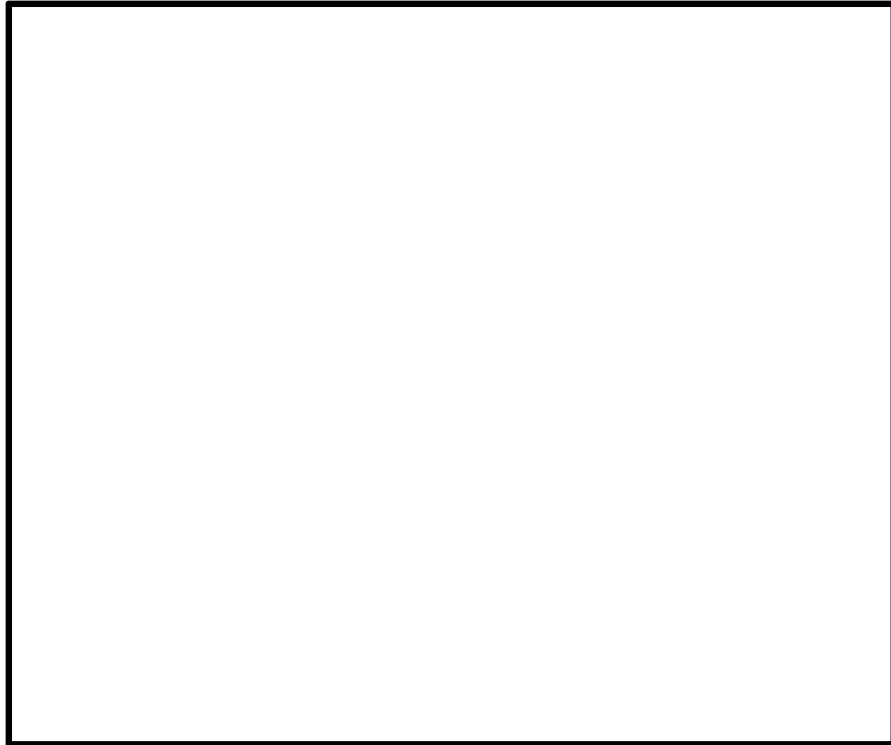
また、ブルーム通過時の緊急時対策所の対策要員への被ばく防止対策として、「緊急時対策所加圧設備」により災害対策本部を加圧することにより、災害対策本部内への放射性物資の流入を防止する。

非常用換気設備及び加圧設備の運用イメージ



(4) 遮蔽設備及び換気設備等設計(3/7)(換気設備等運用モード)

① 通常運転モード

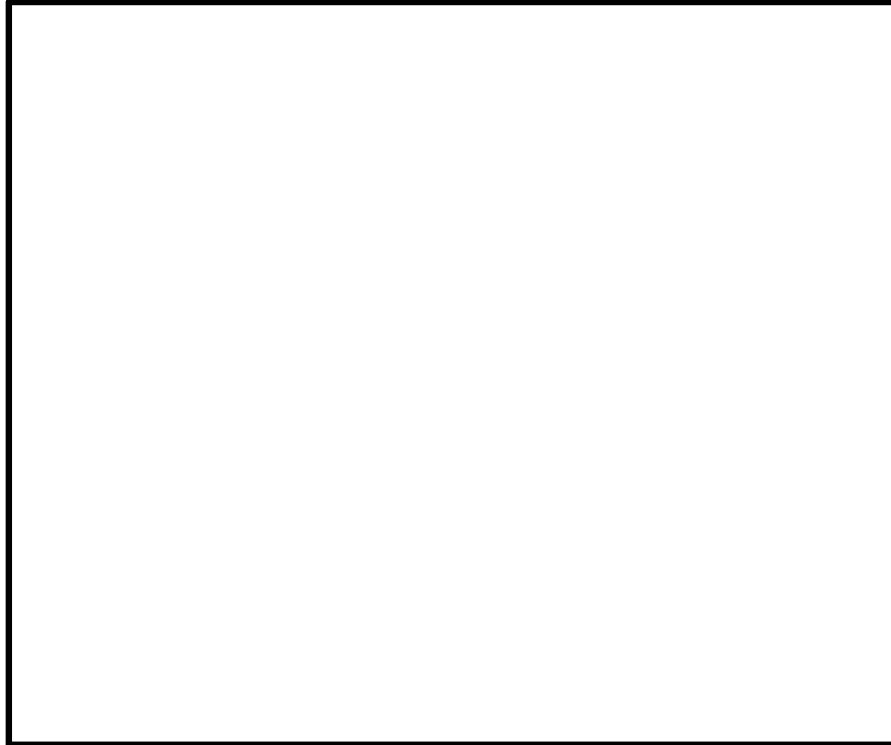


緊急時対策所 区画概略図

- ・外気を取入れながら、再循環空気と併せ給気処理装置を通し、各区画に送気するとともに、排風機により大気中(建屋外)へ放出する。

(4) 遮蔽設備及び換気設備等設計(4/7)(換気設備等運用モード)

② 緊対建屋加圧モード

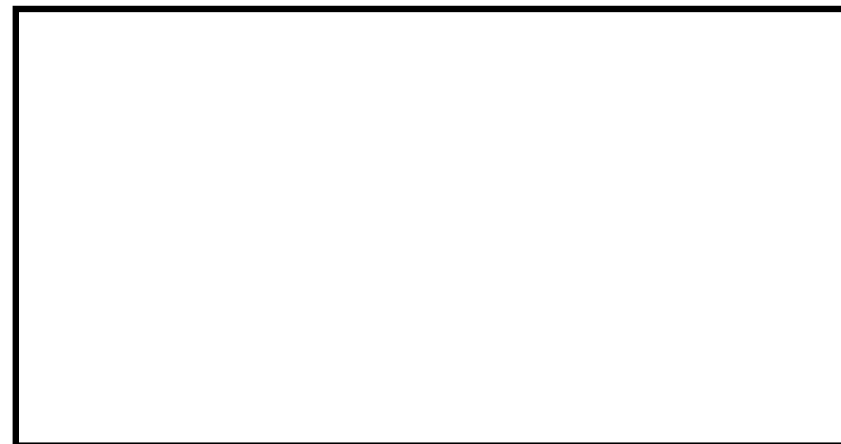
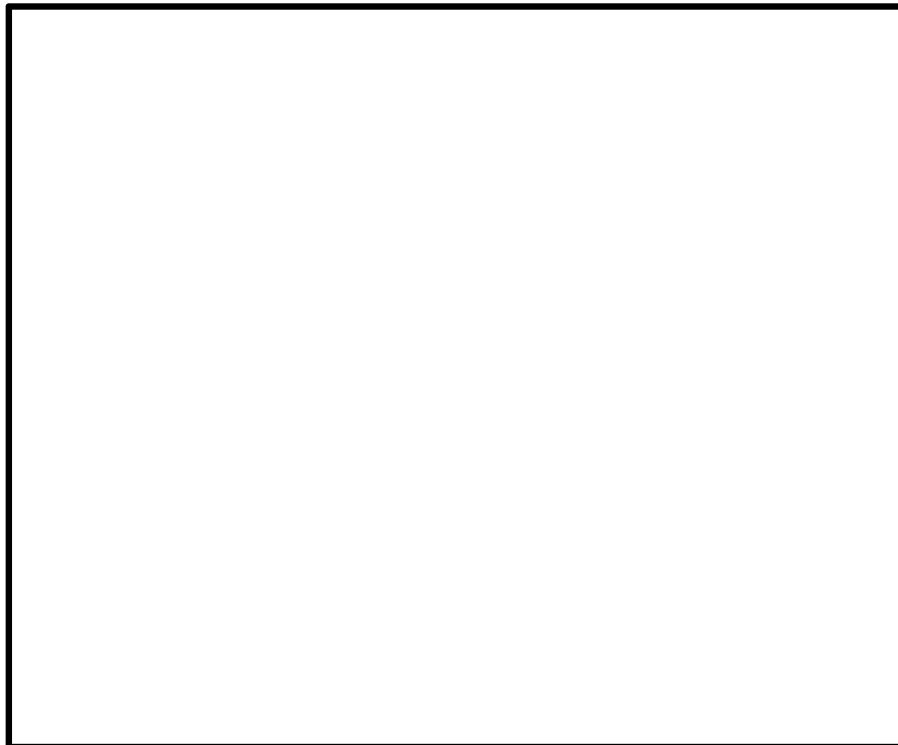


緊急時対策所 区画概略図

- ・外気を非常用フィルタ装置により浄化し、災害対策本部、建屋空調機械室へ送気、再循環空気と併せ各区画へ送気する。排気は、排風機を停止し差圧制御ラインから大気中(建屋外)に放出する。
- ・チェン징エリア等、人や資機材に付着した汚染物質が入ってくる可能性がある区画及び蓄電池室(水素発生区画)については、建屋内への再循環空気に混入しないように、差圧制御ラインから大気中(建屋外)に放出する。

(4) 遮蔽設備及び換気設備等設計(5/7)(換気設備等運用モード)

③ 災害対策本部加圧モード

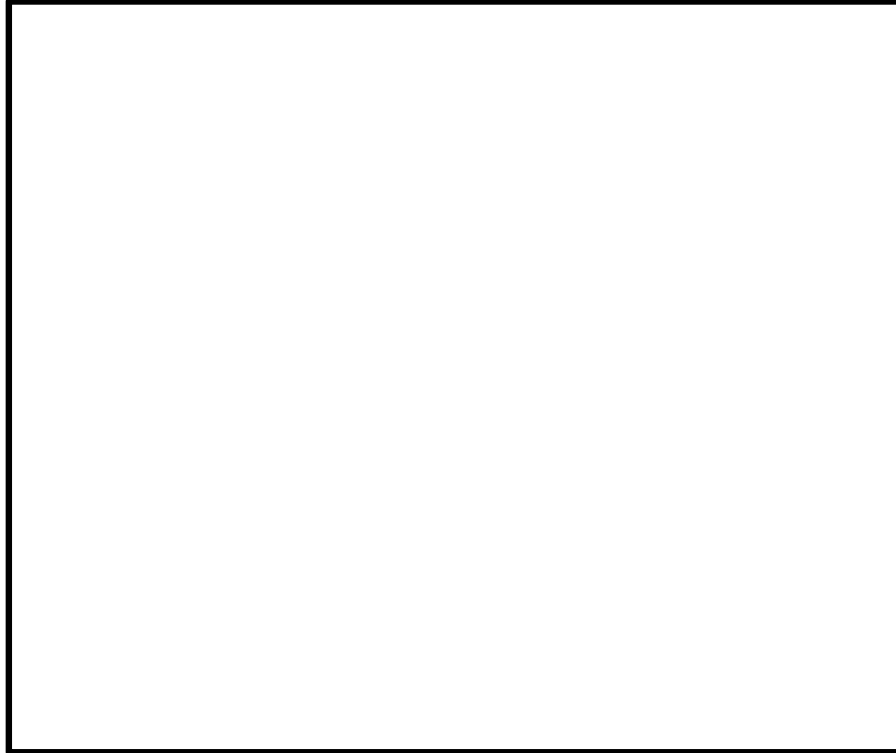


緊急時対策所 区画概略図

- ・ 災害対策本部室及び宿泊・休憩室等を加圧設備(空気ポンベ)にて室内を加圧し、排気側の圧力調整弁により室内圧力が制御される。
- ・ ポンベ加圧以外の区画は、建屋正圧維持に必要な風量及び蓄電池室(水素発生区画)の排気を確保する最小風量で送気する。
- ・ チェンジングエリア等、人や資機材に付着した汚染物質が入ってくる可能性がある区画については、プルーム通過時は、他の区画を含め人の立ち入りが無いことから、循環ラインに切替え、プルーム通過中の建屋内外気取入量を低減させる。
- ・ 蓄電池室(水素発生区画)については、建屋内への再循環空気に混入しないように差圧制御ラインから大気中(建屋外)に放出する。

(4) 遮蔽設備及び換気設備等設計(6/7)(換気設備等運用モード)

④ 緊対建屋浄化モード



緊急時対策所 区画概略図

- ・災害対策本部室及び宿泊・休憩室等を加圧設備(空気ポンプ)にて、加圧を継続した状態で非常用フィルタ装置を通した外気の入入れ量を増加させ、建屋内に滞留している希ガスを排出する。

(4) 遮蔽設備及び換気設備等設計(7/7)

○放射線管理資機材等

緊急時対策所内には、外部からの支援なしに7日間の活動を可能とするための各種資機材等を配備する。

緊急時対策所に配備する主な資機材等

区 分	品 名	数 量	単 位	備 考
放射線 管理用 資機材	タイベック	1,155	着	110名×7日×1.5
	アノラック	462	着	44名 ^{※1} ×7日×1.5
	全面マスク	330	個	110名×2日 ^{※2} ×1.5
	チャコールフィルタ	2,310	個	110名×7日×2×1.5
	個人線量計	330	台	110名×2台×1.5
	GM汚染サーベイメータ	5	台	2台+3台(予備)
	電離箱サーベイメータ	5	台	4台+1台(予備)
	緊急時対策所エリアモニタ	2	台	1台+1台(予備)
	可搬型モニタリング・ポスト ^{※3}	2	台	1台+1台(予備)
	ダストサンプラ	2	台	1台+1台(予備)
資料	発電所周辺地図	1	式	
	発電所周辺人口関連データ	1	式	
	主要系統模式図	1	式	
	系統図及びプラント配置図	1	式	
計器	酸素濃度計	2	台	予備含む
	二酸化炭素濃度計	2	台	予備含む
食料等	食料	2,310	食	110名×3食×7日
	飲料水(1.5ℓ/本)	1,540	本	110名×2本×7日

※1：現場の災害対策要員から自衛消防隊員を除いた数

※2：3日目以降は除染で対応する。

※3：「監視測定設備」と兼用

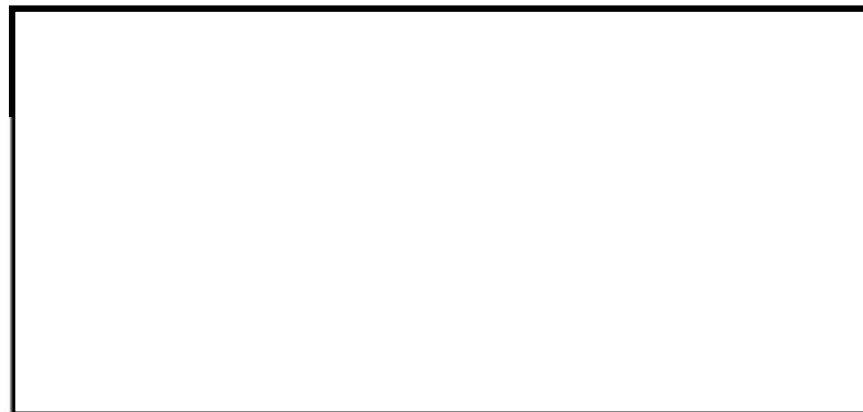
緊急時対策所エリアモニタの仕様

名称	検出器の種類	計測範囲	配備場所	台数
 緊急時対策所 エリアモニタ	半導体検出器	0.001～ 99.99mSv/h	緊急時対策所	1 (予備1)

酸素濃度計及び二酸化炭素濃度計の仕様

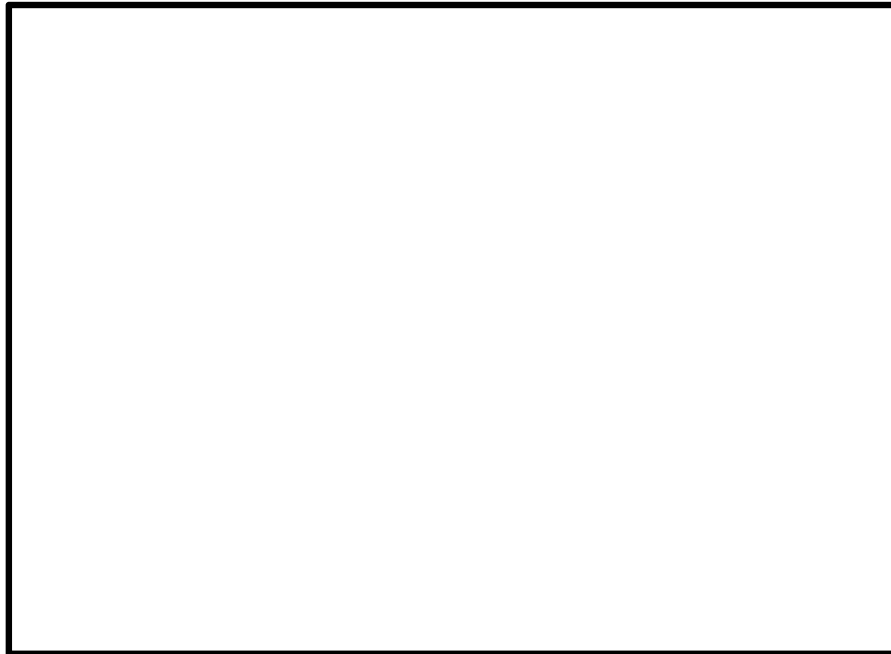
機器名称及び外観	仕様等	
 酸素濃度計	検知原理	ガルバニ電池式
	検知範囲	0.0～40.0vol%
	表示精度	±0.1vol%
	電源	電 源：乾電池(単四×2本) 測定可能時間：約3000時間 (バッテリー切れの場合、予備を可動させ、乾電池交換を実施する。)
 二酸化炭素濃度計	台数	1台(故障時及び保守点検による待機除外時のバックアップ用として予備1個を保有する。)
	検知原理	NDIR(非分散型赤外線)
	検知範囲	0.0～5.0vol%
	表示精度	±3.0%F.S
	電源	電 源：乾電池(単三×4本) 測定可能時間：約12時間 (バッテリー切れの場合、予備を可動させ、乾電池交換を実施する。)
	台数	1台(故障時及び保守点検による待機除外時のバックアップ用として予備1個を保有する。)

配備する資機材等の保管場所



(5) チェンジングエリア

新規制基準の項目 第六十一条(緊急時対策所)	適合状況
【解釈】第1項f) 緊急時対策所の外側が放射性物質により汚染したような状況下において、緊急時対策所への汚染の持ち込みを防止するため、モニタリング及び作業服の着替え等を行うための区画を設けること。	• 緊急時対策所への汚染の持ち込みを防止するため、身体の汚染検査(モニタリング)を行うためのサーベイエリア、脱衣(作業服の着替え)を行うための脱衣エリア及び身体に付着した放射性物質の除染を行うための除染エリアを設ける設計とする。 • 汚染拡大防止対策として、緊急時対策所非常用換気設備により、緊急時対策所内の空気を浄化し、緊急時対策所内の放射性物質を低減する設計とする。



チェンジングエリアのレイアウト(建屋1階)
(汚染拡大防止)

【主な汚染拡大防止対策】

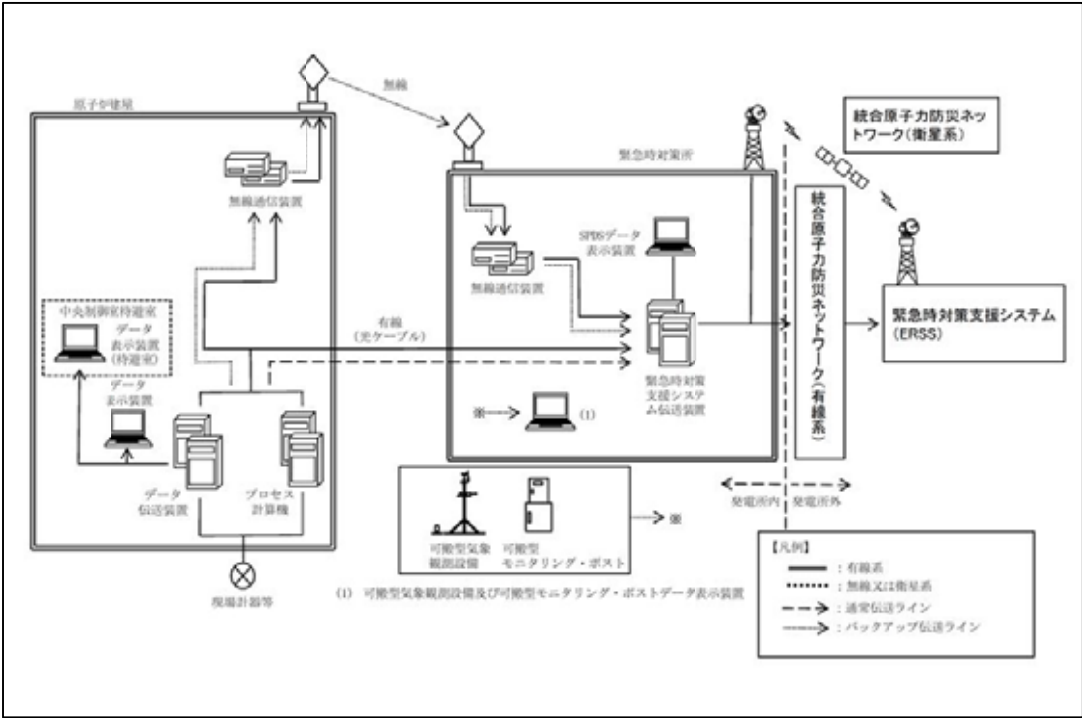
- 緊急時対策所非常用換気設備により、緊急時対策所内の空気を浄化することで、緊急時対策所内の放射性物質を低減する。
- チェンジングエリアの壁及び床面をシートで養生することにより、汚染が付着した場合の除染を簡易にする。
- 可搬型空気浄化装置により、チェンジングエリア内の空気を浄化することで、チェンジングエリア内の放射性物質を低減する。

(6)必要な情報を把握できる設備

新規制基準の項目 第六十一条(緊急時対策所)	適合状況
第1項 二 重大事故等に対処するために必要な指示ができるよう、重大事故等に対処するために必要な情報を把握できる設備を設けたものであること。	緊急時対策所には、重大事故等において、原子炉の状態並びに環境放射線量等を把握するために安全パラメータ表示システム(SPDS)を設置する設計とする。

重大事故等に対処するために、緊急時対策所へデータを伝送する安全データ表示システム(SPDS)を設置する設計とする。緊急時対策所にデータを伝送するSPDSとして、データ伝送装置、緊急時対策支援システム伝送装置及びSPDSデータ表示装置を設置する設計とする。

必要な情報を把握できる設備の概要



SPDSデータ表示装置で確認できる主なパラメータ

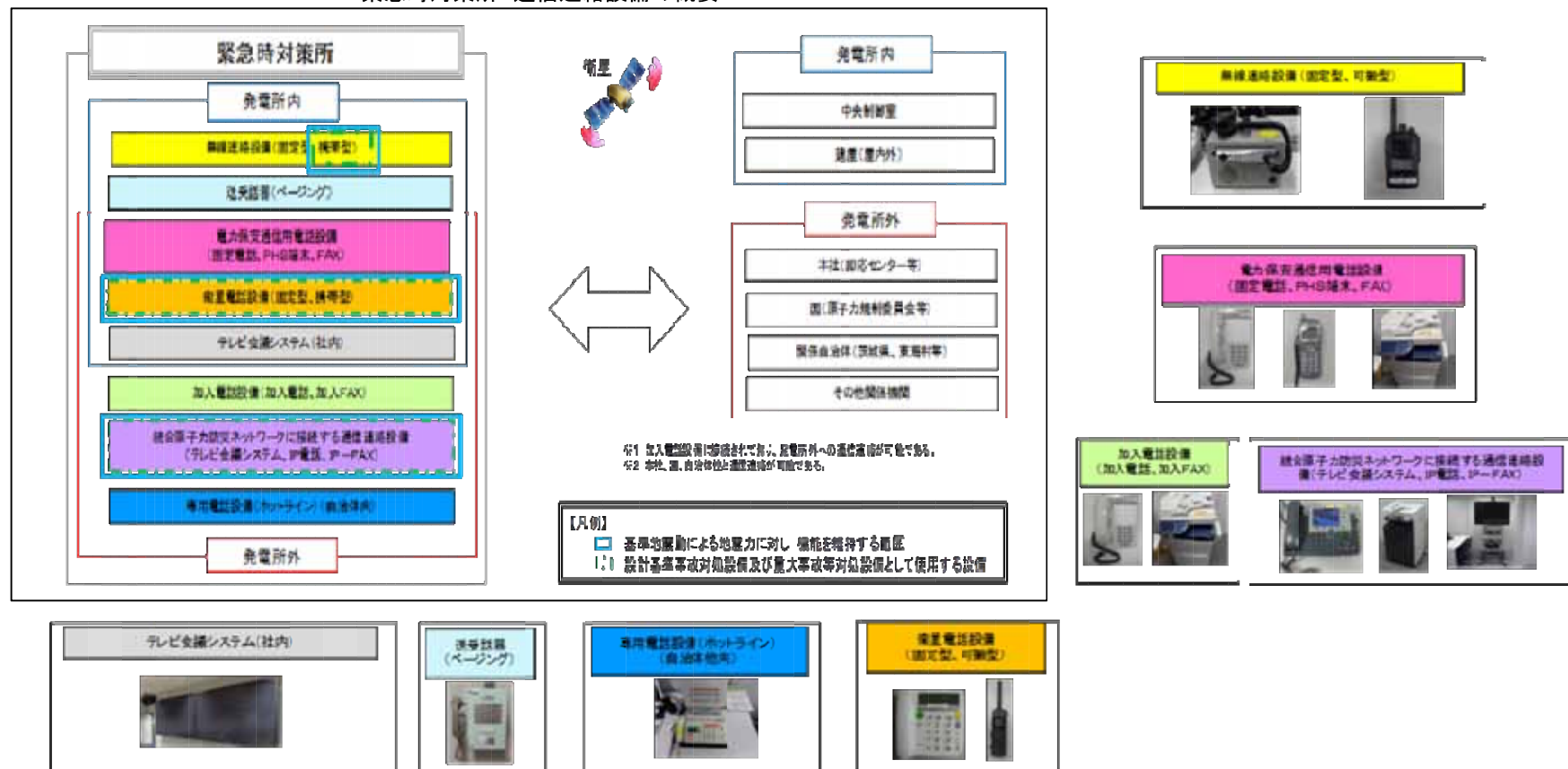
目的	対象パラメータ
炉心反応度の状態確認	出力領域計装 起動領域計装
炉心冷却の状態確認	原子炉水位 原子炉圧力 原子炉冷却材温度 高圧炉心スプレイ系系統流量 低圧代替注水系原子炉注水流量 原子炉隔離時冷却系系統流量 高圧代替注水系系統流量 残留熱除去系系統流量 原子炉圧力容器温度 非常用ディーゼル発電機の給電状態 非常用高圧母線電圧
格納容器内の状態確認	格納容器内圧力 格納容器内温度 格納容器内水素濃度、酸素濃度 格納容器内雰囲気放射線レベル サプレッション・プール水位 格納容器下部水位 格納容器スプレイ弁開閉状態 残留熱除去系系統流量
放射能隔離の状態確認	原子炉格納容器隔離の状態 主排気筒放射線レベル
使用済燃料プールの状態確認	使用済燃料プール水位・温度 (SA 広域)
水素爆発による格納容器の破損防止確認	フィルタ装置入口圧力 フィルタ装置水位 フィルタ装置入口水素濃度 フィルタ装置出口放射線モニタ フィルタ装置金属フィルタ差圧
水素爆発による原子炉建屋の損傷防止確認	原子炉建屋内水素ガス濃度

(7) 通信連絡設備

新規制基準の項目 第六十一条(緊急時対策所)	適合状況
第1項 三 発電用原子炉施設の内外の通信連絡をする必要のある場所と通信連絡を行うために必要な設備を設けること。	緊急時対策所には、重大事故等に対処するため、発電所内の中央制御室、屋内外の関係要員に対して必要な指示が出来る通信連絡設備を設置する。また、発電所外の必要のある箇所と必要な連絡を行うための通信連絡設備を設置する。

発電所内の関係要員への指示を行うことができる通信連絡設備(発電所内用)を緊急時対策所に設置する設計とする。また、発電所外の関係箇所との連絡を行うことができる通信連絡設備(発電所外)を緊急時対策所に設置し、多様性を確保した設計とする。

緊急時対策所 通信連絡設備の概要



Ⅱ．緊急時対策所の居住性に係る被ばく評価について

設計基準事故を超える事故時の緊急時対策所の居住性評価にあたっては、「実用発電用原子炉に係る重大事故時の制御室及び緊急時対策所の居住性に係る被ばく評価に関する審査ガイド」に基づき、評価を行った。

（実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則の解釈第76条抜粋）

緊急時対策所の居住性については、次の要件を満たすものであること。

- ① 想定する放射性物質の放出量等は東京電力株式会社福島第一原子力発電所事故と同等とすること。
- ② プルーム通過時等に特別な防護措置を講じる場合を除き、対策要員は緊急時対策所内でのマスクの着用なしとして評価すること。
- ③ 交代要員体制、安定ヨウ素剤の服用、仮設設備等を考慮してもよい。ただし、その場合は、実施のための体制を整備すること。
- ④ 判断基準は、対策要員の実効線量が7日間で100mSvを超えないこと。

被ばく評価の結果、対策要員の実効線量が約37mSvであり、判断基準である「対策要員の実効線量が7日間で100mSvを超えないこと」を確認している。

緊急時対策所の居住性に係る被ばく評価の主要条件

緊急時対策所の居住性に係る被ばく評価の主要条件

主 要 条 件

項 目		災害対策本部				備 考
放出量評価	発災プラント	東海第二発電所				「実用発電用原子炉に係る重大事故時の制御室及び緊急時対策所の居住性に係る被ばく評価に関する審査ガイド」に基づき設定
	ソースターム	福島第一原子力発電所事故と同等				
大気拡散条件	放出継続時間	10時間				「実用発電用原子炉に係る重大事故時の制御室及び緊急時対策所の居住性に係る被ばく評価に関する審査ガイド」及び「実用原子炉施設の安全解析に関する気象指針」に基づき設定
	放出源高さ	地上放出				
	気象	2005年4月から2006年3月				
	建屋巻き込み方位	WSW, W方位(巻き込み考慮)				
	累積出現頻度	小さい方から97%相当				
防護装置	時間[h]	0～24	24～34	34～35	35～168	—
	換気空調系設備による外気取り込み[m ³ /h]					
	空気ボンベ	—	加圧(11時間)		—	
	マスク	着用なし				
	要員交代, よう素剤	考慮しない				
結果	合計線量(7日間)	約37mSv				基準100mSv／7日間

緊急時対策所の居住性に係る被ばく評価結果

被ばく評価結果及び災害対策本部の対策要員の被ばく経路イメージ

被ばく経路	実効線量 (mSv)
①原子炉建屋の放射性物質からのガンマ線(直接ガンマ線及びスカイシャインガンマ線)による災害対策本部での被ばく	約 6.3×10^{-2}
②放射性雲中の放射性物質からのガンマ線(クラウドシャイン)による災害対策本部での外部被ばく	約 4.4×10^{-2}
③外気から取り込まれた放射性物質による災害対策本部での被ばく	約 3.5×10^1
(内訳)内部被ばく 外部被ばく	(約 1.1×10^1) (約 2.3×10^1)
④大気中に放出され地表面に沈着した放射性物質からのガンマ線(グラウンドシャイン)による災害対策本部での外部被ばく	約 2.3×10^0
合計(①+②+③+④)	約37



(補足)緊急時対策所の居住性に用いる換気系運転モード一覧

事象発生後の非常用換気設備及び加圧設備の運転モード一覧

期間	事象発生～24h	24h～34h (ブルーム放出中)	34h～35h	35h以降
運転モード	緊対建屋加圧モード	災害対策本部加圧モード	緊対建屋浄化モード	緊対建屋加圧モード
イメージ図 ※1				
備考	【災害対策本部, 浄化エリア】 ・非常用送風機を起動し, 微粒子フィルタ, よう素フィルタで浄化した空気を緊急時対策所内に取り込む非常時運転を実施 ・建屋内は正圧維持	【災害対策本部】 ・空気ポンプによる加圧運転を実施し, 災害対策本部内への放射性物質の流入を防止する。 【浄化エリア】 ・非常用換気設備の少量外気取り込みにより放射性物質の流入を低減 ・建屋内は正圧維持	【災害対策本部】 ・空気ポンプによる加圧運転を継続 【浄化エリア】 ・非常用換気設備の外気取り込みにより建屋内の放射性物質を排出 ・建屋内は正圧維持	【災害対策本部】 ・空気ポンプによる加圧運転を停止 【浄化エリア】 ・非常用換気設備の外気取り込みにより建屋内の放射性物質の排出 ・建屋内は正圧維持
考慮する被ばく経路 ※2	①原子炉建屋内の放射性物質からのガンマ線	①原子炉建屋内の放射性物質からのガンマ線 ②放射性雲中の放射性物質からのガンマ線による外部被ばく ③外気から取り込まれた放射性物質による被ばく(外部被ばく) ④地表面に沈着した放射性物質からのガンマ線による外部被ばく	①原子炉建屋内の放射性物質からのガンマ線 ③外気から取り込まれた放射性物質による被ばく(外部被ばく) ④地表面に沈着した放射性物質からのガンマ線による外部被ばく	①原子炉建屋内の放射性物質からのガンマ線 ③外気から取り込まれた放射性物質による被ばく(外部被ばく及び内部被ばく) ④地表面に沈着した放射性物質からのガンマ線による外部被ばく

※1 イメージ図中網掛け部は, 線源範囲

※2 項目中の番号(①～④)は, 対策要員の被ばく経路イメージ図に示す。

Ⅲ. 緊急時対策所の居住性に関する手順等

1.18 緊急時対策所の居住性に関する手順等(1/5)

【要求事項】

発電用原子炉設置者において、緊急時対策所に関し、重大事故等が発生した場合においても、重大事故等に対処するために必要な指示を行う要員が緊急時対策所にとどまり、重大事故等に対処するために必要な指示を行うとともに、発電用原子炉施設の内外の通信連絡をする必要のある場所と通信連絡し、重大事故等に対処するために必要な数の要員を収容する等の現地対策本部としての機能を維持するために必要な手順等が適切に整備されているか、又は整備される方針が適切に示されていること。

【解釈】

- 1 「現地対策本部としての機能を維持するために必要な手順等」とは、以下に掲げる措置又はこれらと同等以上の効果を有する措置を行うための手順等をいう。
 - a) 重大事故が発生した場合においても、放射線防護措置等により、重大事故等に対処するために必要な指示を行う要員がとどまるために必要な手順等を整備すること。

整備している手順等

手順		重大事故等対処設備	着手の概要
災害対策本部立ち上げの手順	緊急時対策所非常用換気空調設備運転手順	緊急時対策所非常用送風機 緊急時対策所非常用フィルタ装置	緊急時対策所非常用送風機及び緊急時対策所非常用フィルタ装置から構成される緊急時対策所非常用換気設備を起動し、放射性物質の取り込みを低減する
	緊急時対策所加圧設備による空気供給準備手順	緊急時対策所加圧設備	プルーム放出時に緊急時対策所内に加圧設備から空気を供給するための準備を行う
	緊急時対策所内の酸素濃度及び二酸化炭素濃度の測定手順	酸素濃度計 二酸化炭素濃度計	酸素欠乏症防止のため、緊急時対策所内の酸素濃度及び二酸化炭素濃度の測定を行う
緊急時対策所 エリアモニタ等の 設置手順	緊急時対策所エリアモニタ設置手順	緊急時対策所エリアモニタ	緊急時対策所内への放射性物質等の取り込み量を微量のうちに検知するため、緊急時対策所内へ緊急時対策所エリアモニタを設置する
	可搬型モニタリング・ポストを設置する手順	可搬型モニタリング・ポストの設置手順は1.17 監視測定に関する手順として整備する。	

1.18 緊急時対策所の居住性に関する手順等(2/5)

整備している手順等

項目		重大事故等対処設備	着手の概要
放射線防護等に関する手順	緊急時対策所加圧設備への切替準備手順	緊急時対策所加圧設備 緊急時対策所用差圧計	ブルーム放出のおそれがある場合、ブルーム放出に備え、パラメータの監視強化及び空気ポンペによる加圧操作の要員配置を行う。
	緊急時対策所加圧設備への切替手順	緊急時対策所加圧設備 緊急時対策所用差圧計	格納容器から希ガス等の放射性物質が放出され、ブルームが緊急時対策所に接近した場合、緊急時対策所非常用換気設備からの給気を停止し、緊急時対策所加圧設備により緊急時対策所の災害対策本部室内(休憩室等含む)を加圧する。
	緊急時対策所加圧設備の停止手順	緊急時対策所加圧設備 緊急時対策所用差圧計 緊急時対策所非常用送風機 緊急時対策所非常用フィルタ装置	緊急時対策所周辺から希ガス等の放射性物質の影響が減少した場合に災害対策本部以外の建屋内のパージを目的に、外気取り込み量を増加させた浄化運転に切り替え、建屋内の浄化後に緊急時対策所加圧設備による災害対策本部の加圧を停止し、緊急時対策所非常換気設備へ切り替る。
	緊急時対策所加圧設備運転中の酸素濃度及び二酸化炭素濃度の測定手順	酸素濃度計 二酸化炭素濃度計	緊急時対策所加圧設備運転中に緊急時対策所の居住性が確保されていることを確認するため、緊急時対策所内の酸素濃度及び二酸化炭素濃度の測定を行う。
必要な指示及び通信連絡に関する手順等	SPDSによるプラントパラメータの監視手順	安全パラメータ表示システム(SPDS) データ伝送設備	重大事故等が発生した場合、緊急時対策所の緊急時対策支援システム伝送装置及びSPDSデータ表示装置により重大事故等に対処するために必要なプラントパラメータを監視する。
	通信連絡に関する手順	衛星電話設備(固定型) 衛星電話設備(携帯型) 無線連絡設備(携帯型) 統合原子力防災ネットワークに接続する通信連絡設備(テレビ会議システム、IP電話、IP-FAX)	通信連絡設備の使用手順は1.19 通信連絡に関する手順として整備する。

1.18 緊急時対策所の居住性に関する手順等(3/5)

【解釈】

b) 緊急時対策所が、代替交流電源設備からの給電を可能とすること。

整備している手順等

項目		重大事故等対処設備	着手の概要
代替電源設備からの給電手順	緊急時対策所用発電機による給電	緊急時対策所用発電機 緊急時対策所用発電機燃料油貯蔵タンク 緊急時対策所用発電機給油ポンプ 緊急時対策所用M/C	自動起動するため手順を要しない
	緊急時対策所用発電機(予備)による給電		緊急時対策所用発電機が故障等により使用不能の場合は、緊急時対策所の電源を確保するため、緊急時対策所用発電機(予備)を起動することにより給電する。

【解釈】

c) 対策要員の装備(線量計及びマスク等)が配備され、放射線管理が十分できること。

整備している手順等

項目		重大事故等対処設備	着手の概要
放射線管理に関する手順等	放射線管理用資機材及びチェンジングエリア用資機材の維持管理	—	通常時から維持管理することを記載
	チェンジングエリアの設置及び運用手順	—	原子力災害対策特別措置法第10条の特定事象が発生したと判断した場合

1.18 緊急時対策所の居住性に関する手順等(4/5)

【解釈】

- d) 資機材及び対策の検討に必要な資料を整備すること。
- e) 少なくとも外部からの支援なしに1週間、活動するための飲料水及び食料等を備蓄すること。

整備している手順等

項目	重大事故等対処設備	着手の判断基準
対策の検討に必要な資料の整備	—	通常時から維持管理することを記載
飲料水、食料等の維持管理	—	

- 2 「重大事故等に対処するために必要な数の要員」とは、「重大事故等に対処するために必要な指示を行う要員」に加え、少なくとも原子炉格納容器の破損等による工場等外への放射性物質の拡散を抑制するための対策に対処するために必要な数の要員を含むものとする。

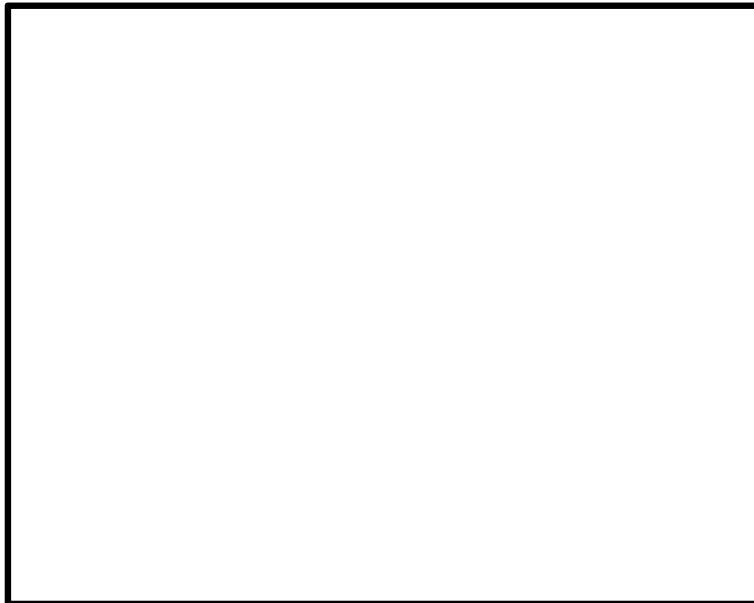
プルーム通過中においても、緊急時対策所にとどまる要員は、休憩、仮眠をとるための交代要員を考慮して、重大事故等に対処するために必要な指示を行う要員46名と、格納容器の破損等による発電所外への放射性物質の拡散を抑制するために必要な現場作業等を行う要員18名の合計64名と想定している。

1.18 緊急時対策所の居住性に関する手順等(5/5)

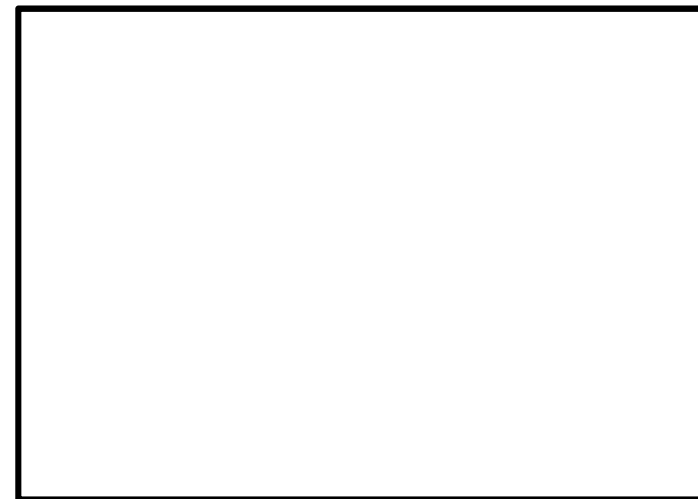
換気設備等に係る操作等の判断基準

手順	換気設備の運転状態	着手の判断基準
緊急時対策所非常用換気設備運転手順	「通常運転モード」 ⇒「緊対建屋加圧モード」	原子力災害対策特別措置法第10条の特定事象が発生
緊急時対策所加圧設備への切替手順	「緊対建屋加圧モード」 ⇒「災害対策本部加圧モード」	以下のいずれかに該当した場合 ・可搬型モニタリング・ポスト(加圧判断用)の指示値が $\geq 20\text{mSv/h}$ ・緊急時対策所エリアモニタの指示値が $\geq 0.5\text{mSv/h}$ ・サプレッション・プール水位指示値が通常水位+6.4m ・格納容器内の酸素濃度が4.3%
緊急時対策所加圧設備の停止手順	「災害対策本部加圧モード」 ⇒「緊対建屋浄化モード」	可搬型モニタリング及び緊急時対策所エリアモニタにて放射線量を継続的に監視し、その指示値がブルーム接近時の指示値に比べ急激に低下し、安定
	「緊対建屋浄化モード」 ⇒「緊対建屋加圧モード」	建屋浄化モード運転を1時間継続

災害対策本部加圧モードにおける換気設備 概略系統図



災害対策本部加圧設備 概略系統図



東海第二発電所
隣接事業所の敷地に係る対応について
(審査会合における指摘事項への回答他)

平成29年10月17日
日本原子力発電株式会社

本資料のうち、☐の内容は商業機密又は防護上の観点から公開できません。

東海第二発電所の新規制基準適合性審査に係る、隣接事業所の敷地に関する管理や運用に係る案件について下表のとおり整理する。No.1, 4及び5は、対応内容について相手先の合意が得られており、No.3は相手先に依頼中である。またNo.2は、隣接事業所敷地における管理を不要とした。

今後、相手先と合意内容に係る文書の取り交わしを行う。

表 東海第二発電所 隣接事業所の敷地に関する審査案件

No.	項 目	内 容	対応状況	該当資料	分類
1	外部火災(第6条)	隣接事業所の敷地に跨った防火帯の管理及び植生の管理	・<u>隣接事業所の敷地と防火帯が重ならないよう見直し済み</u> ・<u>当社による植生管理に合意済み</u>	資料1-1-3 (2017/9/7指摘)	審査会合での指摘事項に 対する回答
2	竜巻(第6条)	隣接事業所の敷地にある車両等の飛来物の管理	設計方針を見直し、隣接事業所敷地からの飛来物の衝突に対して対象施設の機能を維持することから、 <u>隣接事業所敷地の管理は不要</u>	資料1-1-6 (2017/8/24指摘)	
3	耐津波(第5条)	隣接事業所の漂流物の定期的な調査、仮設物等の情報入手	仮設物等の情報を適時入手できる仕組みの構築を依頼中	資料1-3-1 (2017/9/26指摘)	
4	要員参集 (技術的能力1.0)	隣接事業所内を経由した災害対策要員の参集及び通行阻害時の障害物の撤去	参集時に隣接事業所を経由する運用について合意済み	本資料	追加の説明事項
5	可搬型SA設備保管場所、緊急時対策所設置場所等 (第43条,第61条他)	隣接事業所敷地を当社の土地として権利を得て、各施設等を設置・利用	設備設置に先立ち <u>当社敷地として権利を得ることに合意済み</u>	本資料	

4. 隣接事業所内を経由した災害対策要員の参集

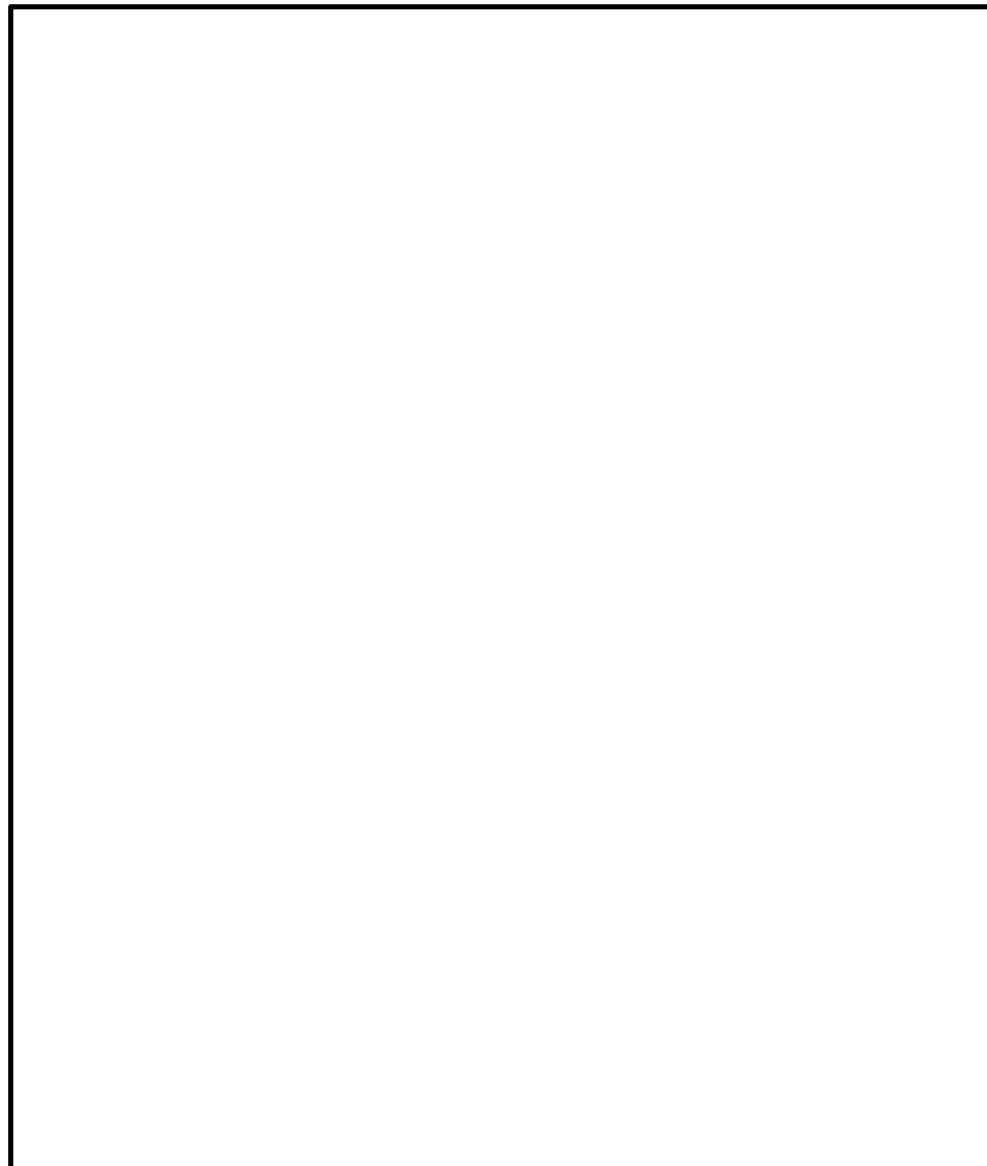


図1 東海第二発電所構内への参集ルート

(1) 隣接事業所内を通過する参集ルート

- 重大事故等発生時に、敷地外から東海第二発電所に参集するルートのうち、隣接事業所の敷地を通過するものは以下のとおり。

- ①南西側ルート
- ②西側ルート
- ③南側ルート

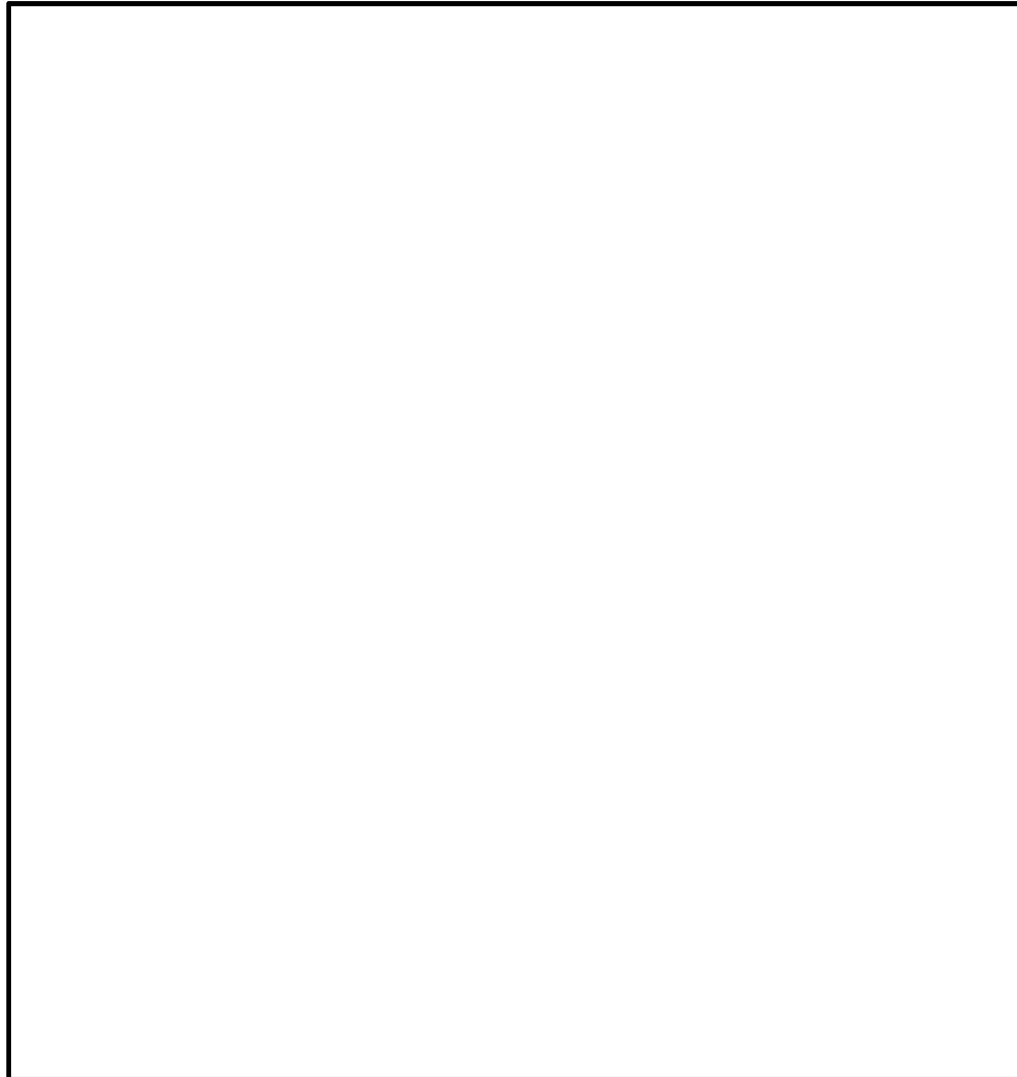
(2) 隣接事業所との合意事項

- 隣接事業所とは以下の内容について合意している。
 - ①平時より、当社及び隣接事業所は連絡窓口を設置する。
 - ②重大事故等発生時及びその発生の恐れがある場合には、連絡窓口間にて、参集ルートの状況について、適宜、情報提供を行う。
 - ③重大事故等発生時には、予め伝達したうえで、災害対策要員は隣接事業所の敷地内を通行することができる。
 - ④上記③において、隣接事業所の敷地内の参集ルート上に、災害対策要員の通行に支障をきたす障害物等が確認された場合には、協議のうえ、当社が障害物等の撤去を行うことができる。

5. 可搬型重大事故等対処設備等の設置について



- ◆可搬型重大事故等対処設備などの敷地は、設置変更許可申請において東海第二発電所の敷地として記載、設備設置に先立ち当社土地として権利を得ることについて隣接事業所と合意している。



○対象地

- ・左記に示すとおり（約107,000m²）

○設置設備

- ・可搬型重大事故等対処設備
- ・緊急時対策所
- ・可搬型設備用軽油タンク
- ・緊急時対策所用発電機燃料油貯蔵タンク
- ・消火栓及び消火配管
- ・火災感知設備及びケーブル
- ・構内道路
- ・排水路及び排水枳
- ・防火帯及び防火エリア

東海第二発電所

外部からの衝撃による損傷の防止（竜巻）

審査会合コメント回答

平成29年10月17日
日本原子力発電株式会社

本資料のうち、☐は商業機密又は核物質防護上の観点から公開できません。

審査会合における指摘事項に対する回答

【No.508-3】

1. 指摘事項

車両の退避時間等について、今後実証試験を実施すること。

2. 回答

退避エリア①への退避について、現時点で実施可能な右図ゲート3までの実測(17/9/21)の結果を踏まえ、当初想定に余裕が含まれていたことを確認するとともに、裕度をより多く確保すべく、ゲート通過時の運用を見直した。
 今後は関連設備の整備完了後に、全体の成立性を確認する。

最長ルートでの退避に要する所要時間() : 実測値)

要素	当初 想定	実測(9/21)を踏 まえた現想定	備考
搭乗～発進	約1分	(同左)※1	予め、竜巻準備体制を確立 (運転手は車両近傍に待機)
出発～ ゲート1到着	8.2分 (10km/h)	5.0分 (16km/h)	車両6台による一斉走行
ゲート1通過	0.25分	0分	緊急時として、ゲートでの停止は 「なし」とする※1
ゲート1出発～ ゲート3到着	1.7分 (10km/h)	1.5分(11km/h)	
ゲート3通過	0.25分	0分	ゲート1同様、停止「なし」
ゲート3出発～ 退避エリア①	3.8分 (10km/h)	(同左)※2 施設整備後 に実施	
駐車、 運転手退避	約5分		
その他裕度	約9.7分	約13.7分	その他不測の状況に対する裕度
総計	約30分	約30分	竜巻襲来までの設定裕度

※1: 竜巻通過後、もしくは準備態勢の解除後に、通常時と同様の退避時手続きを実施する。

※2: 試験未実施につき、想定値同等と仮定



審査会合における指摘事項に対する回答 【No.498-2】【No.508-4】（1/2）

1. 指摘事項

原電の管理下でない隣接事業所からの飛来物の除外について、原電の責任においてどの様に管理していくのか、前提条件として確約結果を示すこと。また、確約できない場合は、飛来物があるものとして評価すること。【No.498-2】

隣接事業者からの飛来物管理について、他事業者への退避開始通知の方法、及び管理が困難と仮定した場合の対応方針も検討に含めること。【No.508-4】

2. 回答

設計飛来物（鋼製材）の貫通力又は運動エネルギーを超える飛来物源の管理について、隣接事業所に存在すると考えられる飛来物源に対する方針を以下のとおり見直した。

見直し後の方針を踏まえ、隣接事業所からの飛来物の管理は不要とする。

	従来の方針	今回見直した方針	見直しの理由
当社敷地内の 飛来物源	飛来物発生防止対策 （固縛等）を実施	同左	—
隣接事業所の 飛来物源		当該飛来物源の衝撃荷重を考慮した設計荷重に対し、衝突が考えられる施設の機能を維持	隣接事業所敷地からの飛来物衝突に対し、評価対象施設の機能が維持されることを確認できたことにより、隣接事業所敷地内における飛来物管理を不要としたため

審査会合における指摘事項に対する回答 【No.498-2】【No.508-4】（2/2）

隣接事業所からの飛来物の影響が考えられる評価対象施設について評価した結果、下表のとおり、飛来物が衝突した場合でも、これら施設に要求される機能の喪失には至らないことを確認した。

評価対象 施設	飛来物源の 所在場所	想定される 飛来物	飛来物の影響を 確認する機能	評価
使用済燃料 乾式貯蔵建屋	南方の 隣接事業所敷地	車両 その他物品	①崩壊防止（波及的影響） ②遮蔽機能の維持	①風荷重と衝撃荷重を合わせても倒壊しない ②以下の方針及び評価から、遮蔽機能の維持 可能と判断 ・クラス3施設の方針に従い、補修を実施 ・衝突部の遮蔽機能喪失を想定しても、線量 の増加は要求水準以内となる 【別添資料1 6条(竜巻)-1-添付8-別紙6 参照】
タービン建屋	北方の 隣接事業所敷地	箱状の柔飛来物 （コンテナ等）	①崩壊防止（波及的影響） ②貫通防止※ ¹ （同上）	①風荷重と衝撃荷重を合わせても倒壊しない ②飛来物は外壁を貫通しない 【別添資料1 6条(竜巻)-1-添付8-別紙7 参照】
緊急時対策所 （SA設備※ ² ）	西方の 隣接事業所敷地	車両 箱状の柔飛来物 （コンテナ等）	①遮蔽機能の維持※ ³	①飛来物の貫入を考慮しても、必要遮蔽厚さ は維持される 【別添資料1 6条(竜巻)-1-添付8-別紙8 参照】

※¹: 衝突部位（外壁）近傍に防護対象が無いことから、裏面剥離評価は不要とする

※²: DB施設としてはクラス3であり、損傷が認められた場合は補修する

※³: 43条において環境条件としている竜巻の風荷重の評価に加え、遮蔽機能喪失時の影響の大きさを考慮し、飛来物の影響について確認する