

資料番号：PD-9-14 改4

2018年2月26日
日本原子力発電株式会社

東海第二発電所

溢水による損傷の防止等

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。

第9条：溢水による損傷の防止等

<目 次>

1. 基本方針

1.1 要求事項の整理

1.2 追加要求事項に対する適合性

(1) 位置，構造及び設備

(2) 安全設計方針

(3) 適合性の説明

2. 溢水による損傷の防止等

別添資料

別添資料1 東海第二発電所 内部溢水の影響評価について

別添資料2 東海第二発電所 運用，手順説明資料 溢水による損傷の防止

別添資料3 東海第二発電所 内部溢水影響評価における確認プロセスに

ついて

< 概 要 >

1. において，設計基準対処設備の設置許可基準規則，技術基準規則の追加要求事項を明確化するとともに，それら要求事項に対する東海第二発電所における適合性を示す。

2. において，設計基準対処設備について，追加要求事項に適合するために必要となる機能を達成するための設備又は運用等について説明する。

1. 基本方針

1.1 要求事項の整理

溢水による損傷の防止等について、設置許可基準規則第 9 条及び技術基準規則第 12 条を表 1 に示す。また、表 1 において、新規制基準に伴う追加要求事項を明確化する。

表1 設置許可基準規則第九条及び技術基準規則第十二条 要求事項

設置許可基準規則 第9条（溢水による損傷の防止等）	技術基準規則 第12条（発電用原子炉施設内における溢水等による損傷の防止）	備考
安全施設は、発電用原子炉施設内における溢水が発生した場合においても安全機能を損なわないものでなければならない。	設計基準対象施設が発電用原子炉施設内における溢水の発生によりその安全性を損なうおそれがある場合は、防護措置その他の適切な措置を講じなければならない。	追加要求事項
2 設計基準対象施設は、発電用原子炉施設内の放射性物質を含む液体を内包する容器、配管その他の設備から放射性物質を含む液体があふれ出た場合において、当該液体が管理区域外へ漏えいしないものでなければならない。	2 設計基準対象施設が発電用原子炉施設内の放射性物質を含む液体を内包する容器、配管その他の設備から放射性物質を含む液体があふれ出るおそれがある場合は、当該液体が管理区域外へ漏えいすることを防止するために必要な措置を講じなければならない。	追加要求事項

1.2 追加要求事項に対する適合性

(1) 位置、構造及び設備

(3) その他の主要な構造

(i) 本発電用原子炉施設は、(1)耐震構造、(2)耐津波構造に加え、以下の基本的方針のもとに安全設計を行う。

a. 設計基準対処施設

(d) 溢水による損傷の防止

安全施設は、発電用原子炉施設内における溢水が発生した場合においても、安全機能を損なわない設計とする。

そのために、発電用原子炉施設内における溢水が発生した場合においても、発電用原子炉を高温停止でき、引き続き低温停止、及び放射性物質の閉じ込め機能を維持できる設計とする。また、停止状態にある場合は、引き続きその状態を維持できる設計とする。さらに、使用済燃料プールにおいては、使用済燃料プールの冷却機能及び使用済燃料プールへの給水機能を維持できる設計とする。

ここで、これらの機能を維持するために必要な設備（以下「溢水防護対象設備」という。）について、これら設備が、没水、被水及び蒸気の影響を受けて、その安全機能を損なわない設計（多重性又は多様性を有する設備が同時にその安全機能を損なわない設計）とする。また、溢水の影響により発電用原子炉に外乱が及び、かつ、安全保護系、原子炉停止系の作動を要求される場合には、その溢水の影響を考慮した上で、「発電用軽水型原子炉施設の安全評価に関する審査指針」に基づき必要な機器の単一故障を考慮し、発生が予想される運転時の異常な過渡変化又は設計基準

事故について安全解析を行い、炉心損傷に至ることなく当該事象を収束できる設計とする。

溢水評価では、溢水源として発生要因別に分類した以下の溢水を主として想定する。また、溢水評価に当たっては、溢水防護区画を設定し、溢水評価が保守的になるように溢水経路を設定する。

- ・ 溢水の影響を評価するために想定する機器の破損等により生じる溢水
- ・ 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
- ・ 地震に起因する機器の破損等により生じる溢水（使用済燃料プール等のスロッシングにより発生する溢水を含む。）

溢水評価に当たっては、溢水防護対象設備の機能喪失高さ（溢水の影響を受けて、溢水防護対象設備の安全機能を損なうおそれがある高さ）及び溢水防護区画を構成する壁、扉、堰、設備等の設置状況を踏まえ、評価条件を設定する。

溢水評価において、溢水影響を軽減するための壁、扉、堰等の浸水防護設備、床ドレンライン、防護カバー、ブローアウトパネル等の設備については、必要により保守点検や水密扉閉止等の運用を適切に実施することにより、溢水防護対象設備が安全機能を損なわない設計とする。

また、設計基準対象施設は、発電用原子炉施設内の放射性物質を含む液体を内包する容器、配管その他の設備から放射性物質を含む液体があふれ出た場合において、当該液体が管理区域外へ漏えいしない設計とする。

(2) 安全設計方針

1.6 溢水防護に関する基本方針

設置許可基準規則の要求事項を踏まえ、安全施設は、発電用原子炉施設内における溢水が発生した場合においても、安全機能を損なわない設計とする。

そのために、発電用原子炉施設内における溢水が発生した場合においても、原子炉を高温停止でき、引き続き低温停止、及び放射性物質の閉じ込め機能を維持できる設計とする。また、停止状態にある場合は、引き続きその状態を維持できる設計とする。さらに、使用済燃料プールにおいては、使用済燃料プールの冷却機能及び使用済燃料プールへの給水機能を維持できる設計とする。

これらの機能を維持するために必要な設備（以下「溢水防護対象設備」という。）について、設置許可基準規則第九条及び第十二条の要求事項を踏まえ「原子力発電所の内部溢水影響評価ガイド（平成26年8月6日原規技発 第1408064号原子力規制委員会決定）」（以下「溢水評価ガイド」という。）も参照し、以下のとおり選定する。

- ・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
- ・プール冷却及びプールへの給水の機能を適切に維持するために必要な設備

発電用原子炉施設内における溢水として、発電用原子炉施設内に設置された機器及び配管の破損（地震起因を含む。）、消火系統等の作動並びに使用済燃料プールのスロッシングにより発生した溢水を考慮し、溢水防護対象設備が没水、被水及び蒸気の影響を受けて、その安全機能を損なわない設計（多重性又は多様性を有する設備が同時にその安全機能を損なわない設計）とする。さらに、溢水の影響により原子炉に外乱が及び、かつ、安全保護系、

原子炉停止系の作動を要求される場合には、その溢水の影響を考慮した上で、「発電用軽水型原子炉施設の安全評価に関する審査指針」（以下「安全評価指針」という。）に基づき必要な機器の単一故障を考慮し、発生が予想される運転時の異常な過渡変化又は設計基準事故について安全解析を行い、炉心損傷に至ることなく当該事象を収束できる設計とする。

地震、津波、竜巻、降水等の自然現象による波及的影響により発生する溢水に関しては、溢水防護対象設備、溢水源となる屋外タンク等の配置も踏まえて、最も厳しい条件となる自然現象による溢水の影響を考慮し、溢水防護対象設備が安全機能を損なわない設計とする。

また、放射性物質を含む液体を内包する容器、配管その他の設備が破損することにより、当該容器、配管その他の設備から放射性物質を含む液体の漏えいを想定する場合には、溢水が管理区域外へ漏えいしないよう、建屋内の壁、扉、堰等により伝播経路を制限する設計とする。

1.6.1 設計上対処すべき施設を抽出するための方針

溢水によってその安全機能が損なわれないことを確認する必要がある施設を、発電用軽水型原子炉施設の安全機能の重要度分類に関する審査指針（以下「重要度分類審査指針」という。）における分類のクラス 1、クラス 2 及びクラス 3 に属する構築物、系統及び機器とする。

この中から、溢水防護上必要な機能を有する構築物、系統及び機器を選定する。具体的には、原子炉を高温停止でき、引き続き低温停止、及び放射性物質の閉じ込め機能を維持するために必要な設備、また、停止状態にある場合は引き続きその状態を維持するため、並びに、使用済燃料プールの冷却機能及び給水機能を維持するために必要となる、重要度分類審査指針における分類のクラス1、2 に属する構築物、系統及び機器に加え、安全評価上その

機能を期待するクラス3に属する構築物，系統及び機器を抽出する。

以上を踏まえ，溢水防護対象設備として，重要度の特に高い安全機能を有する構築物，系統及び機器，並びに，使用済燃料プールの冷却機能及び給水機能を維持するために必要な構築物，系統及び機器を抽出する。

なお，上記に含まれない構築物，系統及び機器は，溢水により損傷した場合であっても，代替手段があること等により安全機能は損なわれない。

以上の考えに基づき選定された溢水から防護すべき系統設備を第1.6.1-1表に示す。

なお，抽出された溢水防護対象設備のうち，以下の設備は溢水影響を受けても，必要とされる安全機能を損なわないことから，溢水による影響評価の対象として抽出しない。

(1) 溢水の影響を受けない静的機器

構造が単純で外部から動力の供給を必要としないことから，溢水の影響を受けて安全機能を損なわない容器，熱交換器，フィルタ，安全弁，逆止弁，手動弁，配管及び没水に対する耐性を有するケーブル。

(2) 原子炉格納容器内に設置されている機器

原子炉格納容器内で想定される溢水である原子炉冷却材喪失（以下「LOCA」という。）時の原子炉格納容器内の状態を考慮しても，没水，被水及び蒸気の影響を受けないことを試験も含めて確認している機器。

(3) 動作機能の喪失により安全機能に影響しない機器

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。フェイルセーフ設計となっている機器であり，溢水の影響により動作機能を損なった場合においても，安全機能に影響がない機器。（フェイルセーフ設計となっている機器であっても，電磁弁，空気作動弁については，溢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）

(4) 他の機器で代替できる機器

他の機器により要求機能が代替できる機器。ただし、代替する他の機器が同時に機能喪失しない場合に限る。

第 1.6.1-1 表 溢水から防護すべき系統設備 (1/3)

機能	系統・機器	重要度 分類
原子炉の緊急停止機能	制御棒及び制御棒駆動系	MS-1
未臨界維持機能	制御棒及び制御棒駆動系 ほう酸水注入系	MS-1
原子炉冷却材圧力バウンダリの過圧防止機能	逃がし安全弁 (安全弁としての開機能)	MS-1
原子炉停止後における除熱のための		
残留熱除去機能	残留熱除去系 (原子炉停止時冷却モード)	MS-1
注水機能	原子炉隔離時冷却系 高圧炉心スプレイ系	MS-1
圧力逃がし機能	逃がし安全弁 (手動逃がし機能) 自動減圧系 (手動逃がし機能)	MS-1
事故時の原子炉の状態に応じた炉心冷却のための		
原子炉内高圧時における注水機能	原子炉隔離時冷却系 高圧炉心スプレイ系 自動減圧系	MS-1
原子炉内低圧時における注水機能	低圧炉心スプレイ系 残留熱除去系 (低圧注水モード) 高圧炉心スプレイ系	MS-1
格納容器内又は放射性物質が格納容器内から漏れ出た場所の雰囲気中の放射性物質の濃度低減機能	非常用ガス処理系 非常用ガス再循環系	MS-1
格納容器の冷却機能	格納容器スプレイ冷却系	MS-1
格納容器内の可燃性ガス制御機能	可燃性ガス濃度制御系	MS-1
非常用交流電源から非常用の負荷に対し電力を供給する機能	所内非常用母線 (交流)	MS-1
非常用直流電源から非常用の負荷に対し電力を供給する機能	所内非常用母線 (直流)	MS-1
非常用の交流電源機能	非常用所内電源系 (非常用ディーゼル発電機含む)	MS-1
非常用の直流電源機能	直流電源系	MS-1
非常用の計測制御用直流電源機能	計器用電源系	MS-1
補機冷却機能	残留熱除去系海水系, 非常用ディーゼル発電機海水系及び高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機海水系	MS-1
冷却用海水供給機能		MS-1
原子炉制御室非常用換気空調機能	中央制御室換気系	MS-1

第 1.6.1-1 表 溢水から防護すべき系統設備 (2/3)

機能	系統・機器	重要度 分類
圧縮空気供給機能	逃がし安全弁 自動減圧機能及び主蒸気隔離弁のアク キュムレータ	MS-1
原子炉冷却材圧力バウンダリを構成する 配管の隔離機能	原子炉冷却材圧力バウンダリ隔離弁	MS-1
原子炉格納容器バウンダリを構成する配 管の隔離機能	原子炉格納容器バウンダリ隔離弁	MS-1
原子炉停止系に対する作動信号（常用系 として作動させるものを除く）の発生機 能	原子炉保護系（安全保護系）	MS-1
工学的安全施設に分類される機器若しく は系統に対する作動信号の発生機能	工学的安全施設作動系	MS-1
事故時の原子炉の停止状態の把握機能	計測制御装置 原子炉圧力及び原子炉水位	MS-2
事故時の炉心冷却状態の把握機能	計測制御装置及び放射線監視装置 原子炉格納容器圧力 格納容器エリア放射線量率及びサプレ ッション・プール水温	MS-2
事故時の放射能閉じ込め状態の把握機能	計測制御装置及び放射線監視装置 原子炉格納容器圧力 格納容器エリア放射線量率及び サプレッション・プール水温	MS-2
事故時のプラント操作のための情報の把 握機能	計測制御装置 原子炉圧力 原子炉水位 格納容器圧力 サプレッション・プール水温 原子炉格納容器水素濃度及び原子炉格 納容器酸素濃度	MS-2
	気体廃棄物処理系設備エリア排気放射 線モニタ 排気筒モニタ	MS-3

第 1.6.1-1 表 溢水から防護すべき系統設備 (3/3)

機能	系統・機器	重要度 分類
燃料プール冷却機能	燃料プール冷却浄化系 残留熱除去系	PS-3
燃料プールへの給水機能	残留熱除去系	MS-2

1.6.2 考慮すべき溢水事象

溢水源及び溢水量としては、発生要因別に分類した以下の溢水を想定して評価することとし、評価条件については溢水評価ガイドを参照する。

- a. 溢水の影響を評価するために想定する機器の破損等により生じる溢水（以下「想定破損による溢水」という。）
- b. 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（以下「消火水の放水による溢水」という。）
- c. 地震に起因する機器の破損等により生じる溢水（使用済燃料プールのスロッシングにより発生する溢水を含む。）（以下「地震起因による溢水」という。）
- d. 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。）

溢水源となり得る機器は、流体を内包する容器及び配管とし、a.又はc.の評価において破損を想定するものは、それぞれの評価での溢水源として設定する。

a.又はb.の溢水源の想定にあたっては、一系統における単一の機器の破損、又は単一箇所での異常状態の発生とし、他の系統及び機器は健全なものと仮定する。また、一系統にて多重性又は多様性を有する機器がある場合においても、そのうち単一の機器が破損すると仮定する。

1.6.3 溢水源及び溢水量の想定

1.6.3.1 想定破損による溢水

(1) 想定破損における溢水源の想定

想定破損による溢水については、単一の配管の破損による溢水を想定して、配管の破損箇所を溢水源として設定する。

また、破損を想定する配管は、内包する流体のエネルギーに応じて、以下で定義する高エネルギー配管又は低エネルギー配管に分類する。

- ・「高エネルギー配管」とは、呼び径25A（1B）を超える配管であって、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[gage]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」とは、呼び径25A（1B）を超える配管であって、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[gage]以下の配管。ただし、被水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。
- ・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。

配管の破損形状の想定に当たっては、高エネルギー配管は、原則「完全全周破断」、低エネルギー配管は、原則「配管内径の1/2の長さで配管肉厚の1/2の幅を有する貫通クラック（以下「貫通クラック」という。）」を想定する。ただし、応力評価を実施する配管については、発生応力 S_n と許容応力 S_a の比により、以下で示した応力評価の結果に基づく破損形状を想定する。また、応力評価の結果により破損形状の想定を行う場合は、評価結果に影響するような減

肉がないことを確認するために継続的な肉厚管理を実施する。

【高エネルギー配管（ターミナルエンド部を除く。）】

- ・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

$$S_n \leq 0.8 \times \text{許容応力}^{*1} \Rightarrow \text{破損想定不要}$$

※1 クラス1 配管は2.4Sm 以下，クラス2 配管は0.8Sa 以下

- ・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の配管

$$S_n \leq 0.4 \times \text{許容応力}^{*2} \Rightarrow \text{破損想定不要}$$

$$0.4 \times \text{許容応力}^{*2} < S_n \leq 0.8 \times \text{許容応力}^{*3} \Rightarrow \text{貫通クラック}$$

※2 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

※3 クラス1配管は2.4Sm 以下，クラス2，3又は被安全系配管は0.8Sa以下

【低エネルギー配管】

- ・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

$$S_n \leq 0.4Sa \Rightarrow \text{破損想定不要}$$

- ・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の配管

$$S_n \leq 0.4 \times \text{許容応力}^{*4} \Rightarrow \text{破損想定不要}$$

※4 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

ここで S_n ， S_m ，及び S_a は日本機械学会「発電用原子力設備規格設計・建設規格(JSME S NC1-2005)」による。

(2) 想定破損における溢水量の設定

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とし，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（運転員の状況確認及び隔離操作含む。）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する。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位規定に定める。

ここで、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。）を乗じて設定する。

1.6.3.2 消火水の放水による溢水

(1) 溢水源の想定

消火水の放水による溢水については、発電用原子炉施設内に設置される消火設備等からの放水を溢水源として設定する。

消火栓以外の設備としては、スプリンクラや格納容器スプレイ冷却系があるが、溢水防護対象設備が設置されている建屋には、スプリンクラは設置しない設計とし、溢水防護対象設備が安全機能を損なわない設計とすることから溢水源として想定しない。

また、原子炉格納容器内の溢水防護対象設備については、格納容器スプレイ冷却系の作動により発生する溢水により安全機能を損なわない設計とする。なお、格納容器スプレイ冷却系は、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誤作動による溢水は想定しない。

(2) 溢水量の設定

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する。

消火設備等のうち、消火栓からの放水量については、3時間の放水により想定される溢水量を設定する。

1.6.3.3 地震起因による溢水

(1) 発電所内に設置された機器の破損による漏水

① 地震起因による溢水源の想定

地震起因による溢水については、溢水源となり得る機器（流体を内包する機器）のうち、基準地震動 S_s による地震力により破損が生じる機器を溢水源として設定する。

耐震Sクラス機器については、基準地震動 S_s による地震力によって破損は生じないことから溢水源として想定しない。また、耐震B及びCクラス機器のうち耐震対策工事の実施又は設計上の裕度の考慮により、基準地震動 S_s による地震力に対して耐震性が確保されているものについては溢水源として想定しない。

② 地震起因による溢水量の設定

溢水量の算出に当たっては、漏水が生じるとした機器のうち溢水防護対象設備への溢水の影響が最も大きくなる位置で漏水が生じるものとして評価する。溢水源となる配管については破断形状を完全全周破断とし、溢水源となる容器については全保有水量を考慮した上で、溢水量を算出する。また、漏えい検知による漏えい停止を期待する場合は、漏えい停止までの隔離時間を考慮し、配管の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する。ここで、漏水量は、配管の破損箇所からの流出流量に隔離時間を乗じて設定する。なお、地震時には機器の破損が複数箇所で同時に発生する可能性を考慮し、漏えい検知による自動隔離機能を有する場合を除き、隔離

による漏えい停止は期待しない。

基準地震動 S_s による地震力に対して、耐震性が確保されない循環水配管については、伸縮継手の全円周状の破損を想定し、循環水ポンプを停止するまでの間に生じる溢水量を設定する。

(2) 使用済燃料プールのスロッシングによる溢水

① 使用済燃料プールのスロッシングによる溢水源の想定

使用済燃料プールのスロッシングによる溢水については、基準地震動 S_s による地震力により生じる使用済燃料プールのスロッシングによる漏えい水を溢水源として設定する。

② 使用済燃料プールのスロッシングによる溢水量の設定

使用済燃料プールのスロッシングによる溢水量の算出に当たっては、基準地震動 S_s による地震力により生じるスロッシング現象を三次元流動解析により評価し、使用済燃料プール外へ漏えいする水量を考慮する。

また、施設定期検査中の使用済燃料プール、原子炉ウェル及びドライヤセパレータプールのスロッシングについても評価を実施する。

耐震評価の具体的な考え方を以下に示す。

- ・構造強度評価に係る応答解析は、基準地震動 S_s を用いた動的解析によることとし、機器の応答性状を適切に表現できるモデルを設定する。

その上で、当該機器の据付床の水平方向及び鉛直方向それぞれの床応答を用いて応答解析を行い、それぞれの応答解析結果を適切に組み合わせる。

- ・応答解析に用いる減衰定数は、安全上適切と認められる規格及び基準、既往の振動実験、地震観測の調査結果等を考慮して適切な値を定める。

- ・応力評価に当たり、簡易的な手法を用いる場合は、詳細な評価手法に対して保守性を有するよう留意し、簡易的な手法での評価結果が厳しい箇所については詳細評価を実施することで健全性を確保する。
- ・基準地震動 S_s による地震力に対する発生応力の評価基準値は、安全上適切と認められる規格及び基準で規定されている値又は試験等で妥当性が確認されている値を用いる。
- ・バウンダリ機能確保の観点から、設備の実力を反映する場合には、規格基準以外の評価基準値の適用も検討する。

1.6.3.4 その他の溢水

その他要因（地下水の流入、地震以外の自然現象、機器の誤作動等）により生じる溢水については、地下水の流入、降水、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等を想定する。

1.6.4 溢水防護区画及び溢水経路を設定するための方針

(1) 溢水防護区画の設定

溢水防護に対する評価対象区画を溢水防護区画とし、溢水防護対象設備が設置されている全ての区画並びに中央制御室及び現場操作が必要な設備へのアクセス通路について設定する。溢水防護区画は壁、扉、堰、床段差等、又はそれらの組み合わせによって他の区画と分離される区画として設定し、溢水防護区画を構成する壁、扉、堰、床段差等については、現場の設備等の設置状況を踏まえ、溢水の伝播に対する評価条件を設定する。

(2) 溢水経路の設定

溢水影響評価において考慮する溢水経路は、溢水防護区画とその他の区画との間における伝播経路となる扉、壁貫通部、天井貫通部、床面貫通部、床ドレン等の接続状況及びこれらに対する溢水防護措置を踏まえ、溢水防護区画内の水位が最も高くなるよう保守的に設定する。

具体的には、溢水防護区画内で発生する溢水に対しては、床ドレン、貫通部、扉から他区画への流出は想定しない（床ファンネル、機器ハッチ、開口扉等、定量的に他区画への流出を確認できる場合は除く。）保守的な条件で溢水経路を設定し、溢水防護区画内の溢水水位を算出する。

溢水防護区画外で発生する溢水に対しては、床ドレン、開口部、貫通部、扉を通じた溢水防護区画内への流入が最も多くなるよう（流入防止対策が施されている場合は除く。）保守的な条件で溢水経路を設定し、溢水防護区画内の溢水水位を算出する。

なお、上層階から下層階への伝播に関しては、全量が伝播するものとする。溢水経路を構成する壁、扉、堰、床段差等は、基準地震動 S_s 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、必要な健全性を維持できるとともに、保守管理及び水密扉閉止等の運用を適切に実施することにより溢水の伝播を防止できるものとする。

また、貫通部に実施した流出及び流入防止対策も同様に、基準地震動 S_s 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、必要な健全性を維持できるとともに、保守管理を適切に実施することにより溢水の伝播を防止できるものとする。

なお、火災により貫通部の止水機能が損なわれる場合には、当該貫通部からの消火水の流入を考慮する。消火活動により区画の扉を開放する場合は、開放した扉からの消火水の伝播を考慮する。

また、以下の火災防護対応による措置も区画分離として考慮する。
安全区分Ⅰと安全区分Ⅱ，Ⅲの境界を3時間以上の耐火能力を有する耐火壁・隔壁等で分離する。

また、施設定期検査作業に伴う防護対象設備の待機除外や扉の開放等、プラントの保守管理上やむを得ぬ措置の実施により、影響評価上設定したプラント状態と一時的に異なる状態となった場合も想定する。

具体的には、プラント停止中のスロッシングの発生やハッチ開放時における溢水影響について評価を行い、ハッチ開放時の堰の設置や床ドレンファンネルの閉止により、溢水影響が他に及ばない運用を行う。

1.6.5 溢水防護対象設備を防護するための設計方針

想定破損による溢水，消火水の放水による溢水，地震起因による溢水及びその他の溢水に対して，溢水防護対象設備が以下に示す没水，被水及び蒸気の影響を受けても，原子炉を高温停止でき，引き続き低温停止，及び放射性物質の閉じ込め機能を維持できる設計とする。また，停止状態にある場合は，引き続きその状態を維持できる設計とするとともに，使用済燃料プールのスロッシングにおける水位低下を考慮しても，使用済燃料プールの冷却機能及び使用済燃料プールへの給水機能が維持できる設計とする。

また，溢水評価において，現場操作が必要な設備に対しては，必要に応じて区画の溢水水位，環境の温度及び放射線量を考慮しても，運転員による操作場所までのアクセスが可能な設計とする。ただし，滞留水位が200mmより高くなる区画で，アクセスが必要な場所については，想定される水位に応じて必要な高さの歩廊を設置し，アクセスに影響のないよう措置を講じることとする。なお，必要となる操作を中央制御室で行う場合は，操作を行う運転員は中央制御室に常駐していることからアクセス性を失わずに対応できる。

1.6.5.1 没水の影響に対する設計方針

(1) 没水の影響に対する評価方針

「1.6.2 考慮すべき溢水事象」にて設定した溢水源から発生する溢水量と「1.6.4 溢水防護区画及び溢水経路を設定するための方針」にて設定した溢水防護区画及び溢水経路から算出した溢水水位に対し，溢水防護対象設備が安全機能を損なうおそれがないことを評価する。

具体的には，以下に示す要求のいずれかを満足していれば溢水防護対象設備が安全機能を損なうおそれはない。

- a. 発生した溢水による水位が，溢水の影響を受けて溢水防護対象設備

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。このとき、溢水による水位の算出にあたっては、区画の床勾配，区画面積，系統保有水量，流入状態，溢水源からの距離，人員のアクセス等による一時的な水位変動を考慮し，保有水量や伝播経路の設定において十分な保守性を確保するとともに，人員のアクセスルートにおいて発生した溢水による水位に対して200mm以上の裕度が確保されていることとする。具体的には，床勾配の考慮を一律100mm，人のアクセス等により一時的な水位変動や流況も考慮し，一律100mmの裕度を確保する設計とする。区画の滞留面積の算出においては，除外面積を考慮した算出面積に対して，30%の裕度を確保する。さらに，溢水防護区画への資機材の持ち込み等による床面積への影響を考慮することとする。系統保有水量の算定にあたっては，算出量に10%の裕度を確保する。

機能喪失高さについては，溢水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する。機能喪失高さは実力高さ（各防護対象機器等の機能喪失部位の高さ）に余裕を考慮した評価高さを基本とするが，評価高さで没水する場合には，実力高さを用いて評価する。

溢水防護対象設備の実力高さと評価高さの例を第1.6.5.1-1表に示す。

- b. 溢水防護対象設備が多重性又は多様性を有しており，各々が同時に溢水の影響を受けないような別区画に設置され，同時に安全機能を損なうことのないこと。

その際，溢水の影響により原子炉に外乱が及び，かつ，安全保護系，原子炉停止系の作動を要求される場合には，その溢水の影響を

考慮した上で、安全評価指針に基づき必要な機器の単一故障を考慮し、発生が予想される運転時の異常な過渡変化又は設計基準事故について安全解析を行うこと。

第1.6.5.1-1表 溢水防護対象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 <u>弁配管の中心高さ</u>
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 <u>中心高さ</u> (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 <u>基礎+架台高さ</u> のいずれか低い箇所
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 <u>基礎+架台高さ</u> 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 <u>床面高さ</u>
電源・盤	・端子台等最下部	・ <u>床面高さ</u>

(2) 没水の影響に対する防護設計方針

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 S_s 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 S_s 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設置高さを嵩上げし、評価の各段階における保守性と併せて考慮した上で、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。

1.6.5.2 被水の影響に対する設計方針

(1) 被水の影響に対する評価方針

「1.6.2 考慮すべき溢水事象」にて設定した溢水源からの直線軌道及び放物線軌道の飛散による被水並びに天井面の開口部若しくは貫通部からの被水の影響を受ける範囲内にある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ないことを評価する。

具体的には、以下に示す要求のいずれかを満足していれば溢水防護対象設備が安全機能を損なうおそれはない。

- a. 溢水防護対象設備があらゆる方向からの水の飛まつによっても有害な影響を生じないように、以下に示すいずれかの保護構造を有していること。
 - (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こと。
 - (b) 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保護カバーやパッキン等による被水防護措置がなされていること。

- b. 溢水防護対象設備が多重性又は多様性を有しており、各々が同時に溢水の影響を受けないような別区画に設置され、同時に安全機能を損なうことのないこと。

その際、溢水の影響により原子炉に外乱が及び、かつ、安全保護系、原子炉停止系の作動を要求される場合には、その溢水の影響を考慮した上で、安全評価指針に基づき必要な単一故障を考慮し、発生が予想される運転時の異常な過渡変化又は設計基準事故について安全解析を行うこと。

(2) 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 S_s 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 S_s 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。

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保護カバーやパッキン等による被水防護措置を行う。

1.6.5.3 蒸気放出の影響に対する設計方針

(1) 蒸気放出の影響に対する評価方針

「1.6.2 考慮すべき溢水事象」にて設定した溢水源からの漏えい蒸気の直接噴出及び拡散による影響を受ける範囲内にある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ないことを評価する。

具体的には、以下に示す要求のいずれかを満足していれば溢水防護対象設備が安全機能を損なうおそれはない。

- a. 溢水防護対象設備が溢水源からの漏えい蒸気を考慮した耐蒸気仕様を有すること。
- b. 溢水防護対象設備が多重性又は多様性を有しており、各々が同時に溢水の影響を受けないような別区画に設置され、同時に安全機能を損なうことのないこと。

その際、溢水の影響により原子炉に外乱が及び、かつ、安全保護系、原子炉停止系の作動を要求される場合には、その溢水の影響を考慮した上で、安全評価指針に基づき必要な機器の単一故障を考慮し、発生が予想される運転時の異常な過渡変化又は設計基準事故について安全解析を行うこと。

(2) 蒸気放出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 S_s 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、破損形状を特定することにより蒸気放出による影響を軽減する設計とする。

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 S_s 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。

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。

f. 主蒸気管破断事故時等には、建屋内外の差圧によるブローアウトパネルの開放により、溢水防護区画内において蒸気影響を軽減する設計とする。

蒸気影響評価における想定破損評価条件を第1.6.5.3-1表に示す。

第 1.6.5.3-1表 蒸気影響における配管の想定破損評価条件

系 統		破損想定	隔離
原子炉隔離時冷却系蒸気系, 補助蒸気系	一般部 (1Bを超える)	貫通クラック	自動/手動
	ターミナルエンド部	完全全周破断	手動
	一般部 (1B以下)		

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。

1.6.5.4 その他の要因による溢水に対する設計方針

地下水の流入、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に伴う溢水が、溢水防護区画に流入するおそれがある場合には、壁、扉、堰等により溢水防護区画を内包するエリア内及び建屋内への流入を防止する設計とし、溢水防護対象設備が安全機能を損なわない設計とする。

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に対して、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、溢水防護対象設備が安全機能を損なわない設計とする。

1.6.5.5 使用済燃料プールのスロッシング後の機能維持に関する設計方針

基準地震動 S_s による地震力によって生じるスロッシング現象を三次元流動解析により評価し、使用済燃料プール外へ漏えいする水量を考慮する。その際、使用済燃料プールの初期条件は保守的となるように設定する。算出した溢水量からスロッシング後の使用済燃料プールの水位低下を考慮しても、使用済燃料プールの冷却機能及び使用済燃料プールへの給水機能が確保されるため、それらを用いることにより適切な水温（水温65℃以下）及び遮へい水位を維持できる設計とする。

1.6.6 海水ポンプエリアの溢水評価に関する設計方針

海水ポンプエリア内にある防護対象設備が海水ポンプエリア内及びエリア外で発生する溢水の影響を受けて、安全機能を損なわない設計とする。

具体的には、波及的影響防止及び津波の浸水を防止する目的での低耐震設備の耐震補強対策に加え、海水ポンプエリア外で発生する地震に起因する循環水管の伸縮継手の全円周状の破損や屋外タンク破損による溢水が、海水ポンプエリアへ流入しないようにするために、壁、閉止板等による溢水伝播防止対策を図る設計とする。また、循環水管の伸縮継手については、可撓継手への交換を実施し、溢水量を削減する。

海水ポンプエリア内で発生する想定破損による低エネルギー配管の貫通クラックによる溢水、消火水の放水による溢水及び降水による溢水についても、壁、閉止板等による溢水伝播防止対策を図る設計とする。さらに、海水ポンプエリア内の多重性を有する防護対象設備を別区画に設置することにより、没水により同時に機能を損なうことのない設計とする。海水ポンプエリア内の防護対象設備が安全機能を損なうことのない設計とする。また、防護対象設備の機能喪失高さは、発生した溢水水位に対して裕度を確保する設計とす

る。

1.6.7 溢水防護区画を内包するエリア外及び建屋外からの流入防止に関する設計方針

溢水防護区画を内包するエリア外及び建屋外で発生を想定する溢水が、溢水防護区画に流入するおそれがある場合には、壁、扉、堰等により溢水防護区画を内包するエリア内及び建屋内への流入を防止する設計とし、溢水防護対象設備が安全機能を損なわない設計とする。

また、地下水に対しては、地震時の排水ポンプの停止により建屋周囲の水位が周辺の地下水位まで上昇することを想定し、建屋外周部における壁、扉、堰等により溢水防護区画を内包する建屋内への流入を防止する設計とし、溢水防護対象設備が安全機能を損なわない設計とする。

1.6.8 放射性物質を含んだ液体の管理区域外への漏えいを防止するための設計方針

管理区域内で発生した溢水の管理区域外への伝播経路となる箇所については、壁、扉、堰等による漏えい防止対策を行うことにより、機器の破損等により生じた放射性物質を内包する液体が管理されない状態で管理区域外に漏えいすることを防止する設計とする。

1.6.9 溢水によって発生する外乱に対する評価方針

溢水の影響により原子炉に外乱が及び、かつ、安全保護系、原子炉停止系の作動を要求される場合には、その溢水の影響を考慮した上で、「発電用軽水型原子炉施設の安全評価に関する審査指針」に基づき必要な単一故障を考慮し、発生が予想される運転時の異常な過渡変化又は設計基準事故について安全解析を行い、炉心損傷に至ることなく当該事象を収束できる設計とし、

これらの機能を維持するために必要な設備（溢水防護対象設備）が、没水、被水及び蒸気の影響を受けて、その安全機能を損なわない設計（多重性又は多様性を有する設備が同時にその安全機能を損なわない設計）とする。

1.6.10 手順等

溢水評価に関して、以下の内容を含む手順を定め、適切な管理を行う。

- (1) 配管の想定破損評価において、応力評価の結果により破損形状の想定を行う場合は、評価結果に影響するような減肉がないことを継続的な肉厚管理で確認する。
- (2) 配管の想定破損による溢水が発生する場合及び基準地震動 S_s による地震力により耐震 B, C クラスの機器が破損し溢水が発生する場合においては、隔離手順を定める。
- (3) 運転実績（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%より小さい）により低エネルギー配管としてしている設備については、運転時間管理を行う。
- (4) 内部溢水評価で用いる屋外タンクの水量を管理する。
- (5) 溢水防護区画において、各種対策設備の追加、資機材の持込み等により評価条件としている床面積に見直しがある場合は、予め定めた手順により溢水評価への影響確認を行う。
- (6) 排水を期待する箇所からの排水を阻害する要因に対し、それを防止するための運用を実施する。
- (7) スロッシング対応として、施設定期検査前にプール廻り堰の切欠きに閉塞等のないことの確認及び異物混入防止対策を実施する。
- (8) 施設定期検査中のスロッシング対策として、溢水拡大防止堰の上に止水板を設置し、かつ、原子炉棟 6 階西側床ドレンファンネルを閉止する運

用※とする。

- (9) 施設定期検査作業に伴う防護対象設備の不待機や扉の開放等，影響評価上設定したプラント状態の一時的な変更時においても，その状態を踏まえた必要な安全機能が損なわれない運用とする。
- (10) 水密扉については，開放後の確実な閉止操作，閉止状態の確認及び閉止されていない状態が確認された場合の閉止操作の手順等を定める。
- (11) 溢水発生後の滞留区画等での排水作業手順を定める。
- (12) 溢水防護対象設備に対する消火水の影響を最小限に止めるため，消火活動における運用及び留意事項と，それらに関する教育について「火災防護計画」に定める。
- (13) 使用済燃料プール冷却浄化系や原子炉補機冷却系が機能喪失した場合における，残留熱除去系による使用済燃料プールの給水・冷却手順を定める。

※ 運用を行う詳細な期間及び作業の内容は以下とする。

プラント停止直後より格納容器上蓋開放までに止水板及びファンネル閉止装置の取付けを行い，原子炉復旧のための原子炉ウェル及びD S Pの水抜き終了後，格納容器上蓋復旧時に，取外しを行う。

(3) 適合性の説明

第九条 溢水による損傷の防止等

- 1 安全施設は、発電用原子炉施設内における溢水が発生した場合においても安全機能を損なわないものでなければならない。
- 2 設計基準対象施設は、発電用原子炉施設内の放射性物質を含む液体を内包する容器、配管その他の設備から放射性物質を含む液体があふれ出た場合において、当該液体が管理区域外へ漏えいしないものでなければならない。

適合のための設計方針

第1項について

安全施設は、発電用原子炉施設内における溢水が発生した場合においても、安全機能を損なわない設計とする。

そのために、発電用原子炉施設内における溢水が発生した場合においても、原子炉を高温停止でき、引き続き低温停止、及び放射性物質の閉じ込め機能を維持できる設計とする。また、停止状態にある場合は、引き続きその状態を維持できる設計とする。さらに使用済燃料プールにおいては、使用済燃料プールの冷却機能及び使用済燃料プールへの給水機能を維持できる設計とする。

なお、発電用原子炉施設内における溢水として、発電用原子炉施設内に設置された機器及び配管の破損（地震起因を含む。）、消火系統等の作動又は使用済燃料プール等のスロッシングにより発生した溢水を考慮する。

第2項について

設計基準対象施設は、原子炉施設内の放射性物質を含む液体を内包する容

器、配管その他の設備から放射性物質を含む液体があふれ出た場合において、当該液体が管理区域外へ漏えいしない設計とする。

1. 概要

東海第二発電所については、発電所建設の設計段階において溢水影響を考慮した機器配置、配管設計を実施しており、具体的には、独立した区画への分散配置や堰の設置、基礎高さの考慮等を実施するとともに、各建屋最下層に設置されたサンプに集積し排水が可能な設計としている。

本資料は、「実用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則（以下「設置許可基準規則」という。）第九条（溢水による損傷の防止等）」の要求事項を踏まえ、安全施設は、発電用原子炉施設内における溢水が発生した場合においても、安全機能を損なわない設計となっていることを確認するものである。

1.1 溢水防護に関する基本方針

安全施設は、発電用原子炉施設内における溢水が発生した場合においても、安全機能を損なわない設計とする。具体的には、原子炉施設内に設置された機器及び配管の破損（地震起因を含む）、消火系統等の作動、使用済燃料プール等のスロッシングその他の事象及び自然現象やその波及的影響等により発生する溢水に対して、原子炉を高温停止し、引き続き低温停止及び放射性物質の閉じ込め機能を維持できる設計とする。また、原子炉が停止状態にある場合は引き続きその状態を維持できる設計とする。さらに、使用済燃料プールの冷却及び給水機能を維持できる設計とする。

ここで、これらの機能を維持するために必要な設備を、以下「防護対象設備」という。

設置許可基準規則第九条及び第十二条並びに「原子力発電所の内部溢水影響評価ガイド（平成26年8月6日原規技発第1408064号原子力規制委員会決定）」（以下「溢水評価ガイド」という。）の要求事項を踏まえ、以下の

設備を防護対象設備として選定する。

- ・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
- ・燃料プール冷却及び燃料プールへの給水の機能を適切に維持するために必要な設備

発電用原子炉施設内における溢水として，発電用原子炉施設内に設置された機器及び配管の破損（地震起因を含む），消火系統等の作動，使用済燃料プール等のスロッシングその他の事象により発生した溢水を考慮し，防護対象設備が没水，被水及び蒸気の影響を受けて，その安全機能を損なわない設計（多重性又は多様性を有する設備が同時にその安全機能を損なわない設計）とする。

自然現象により発生する溢水及びその波及的影響により発生する溢水に関しては，防護対象設備の配置を踏まえて，最も厳しい条件となる影響を考慮し，防護対象設備が安全機能を損なわない設計とする。

○ 自然現象による溢水影響の考慮

地震及び津波以外にも，洪水，竜巻，風（台風），降水，高潮といった自然現象により，防護対象設備が機能喪失することはなく，溢水評価に影響ないことを以下のとおり確認している。

現象	理由
地震	・地震起因により屋外タンクが破損することにより発生する溢水を想定しても、防護対象設備設置建屋及び海水ポンプエリアの防護対象設備が機能喪失しないことを確認。
津波	・地震起因による破損及び津波により発生する溢水を想定しても、防護対象設備設置建屋及び海水ポンプエリアの防護対象設備が機能喪失しないことを確認。
洪水	・敷地の地形及び表流水の状況から判断して、洪水による影響はないことを確認。
竜巻	・設計竜巻による最大風速 100m/s の風荷重及び飛来物によって、タンク損傷の可能性があるが、タンク破損による溢水水位が、地震時に発生を想定する溢水水位に包含され、防護対象設備設置建屋及び海水ポンプエリアの防護対象設備が機能喪失しないことを確認。
風 (台風)	・敷地付近で観測された最大瞬間風速は 44.2m/s であり、最大風速 100m/s の竜巻の影響に包絡されることを確認。
降水	・敷地付近における 10 年確率で想定される雨量強度による浸水に対し、構内排水路で集水し海域へ排水される設計であることから、影響は地震時に想定する溢水に包含されることを確認。
高潮	・最高潮位は基準津波高さ以下であり、津波時評価に包含されることを確認。

また、放射性物質を含む液体を内包する容器又は配管が破損することにより、当該容器又は配管から放射性物質を含む液体の漏えいを想定する場合には、溢水が管理区域外へ漏えいしないよう、建屋内の壁、扉、堰等により伝播経路を制限する設計とする。

溢水防護を考慮した設計にあたり、具体的な設計方針を以下のとおりとする。また、この基本方針を第 1.1-1 図に示す。

- (1) 原子炉施設内で溢水が生じた場合においても、原子炉を高温停止し、引き続き低温停止及び放射性物質の閉じ込め機能を維持するために必要となる設備、原子炉が停止状態にある場合は引き続きその状態を維持するため

に必要となる設備，使用済燃料プールの冷却及び給水機能を維持するための設備について，以下の設計上の配慮を行う。

- a. 内部溢水の発生を防止するため，原子炉施設内の系統及び機器は，その内部流体の種類や温度，圧力等に従い，適切な構造，強度を有するよう設計する。
- b. 内部溢水発生時の早期検知，溢水発生確認後の適切な隔離措置等が可能な設計とする。
- c. 防護対象設備の設置されている建屋内及び建屋外で発生する溢水に対して，溢水の伝播を考慮し，溢水の拡大防止，他設備や区画等への影響防止を考慮して原子炉施設内の機器の適切な構造，強度及び止水性能を有するよう設計する。

止水処置の選定においては，シール材の選定等における火災防護上の対策も考慮し，可能な限り火災荷重への影響を低減することを考慮する。

- d. 原子炉施設内での溢水事象（地震起因を含む）を想定し，原子炉施設内での溢水の伝播経路及び滞留を考慮して，機器の多重性，多様性，各系統相互の隔離距離の確保，障壁等の設置により，同時に複数区分の安全機能が損なわれない設計とする。さらに，溢水の影響により原子炉に外乱が及び，かつ，安全保護系，原子炉停止系の作動を要求される場合には，その溢水の影響を考慮した上で，「発電用軽水型原子炉施設の安全評価に関する審査指針」（以下「安全評価指針」という。）に基づき発生が予想される運転時の異常な過渡変化又は設計基準事故について安全解析を行い，当該事象を収束できる設計とする。

なお，安全解析にあたっては，運転時の異常な過渡変化又は設計基準事故を収束させるために必要な設備の単一故障を考慮する。

- (2) 原子炉施設内で溢水が発生した場合において、放射性物質によって汚染された液体が管理区域内に留まるよう、以下の設計上の配慮を行う。
- a. 高放射性液体を扱う大容量ポンプの設置区域や、廃液処理設備の設置区域に対して、放射性液体の他区画への流出、拡大を防止する設計とする。
 - b. 原子炉施設内での溢水事象（地震起因を含む）を想定し、管理区域との境界の障壁等により、管理区域外への漏えいを防止する措置を講じる。

1.2 東海第二発電所の内部溢水影響評価に係る特徴について

評価の具体的な内容に入る前に、東海第二発電所の内部溢水評価に係る特徴について以下に示す。

- (1) 基準津波が原子炉建屋及びタービン建屋の設置高さより高いことから、防護建屋や区画に対する津波浸水防止の対応を充実させる。具体的には、各防護区画における建屋外壁等の貫通部に止水措置を行い、区画の水密化を実施している。合わせて、津波の区画内への浸水を防止する措置を実施する。

- 溢水評価ガイドでは、発電所で発生した溢水に対して防護すべき設備に関して以下の記載がある。

(2.2.2 溢水から防護すべき対象設備)

2.1 項の溢水源及び溢水量の想定にあたっては発生要因別に分類したが、溢水から防護すべき対象設備は、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を防護対象設備とする。

(3.2.2 溢水から防護すべき対象設備)

3.1 項の溢水源及び溢水量の想定にあたっては発生要因別に分類したが、溢水から防護すべき対象設備は、溢水の発生場所毎に「プール冷却」及び「プールへの給水」の機能を適切に維持するために必要な設備を防護対象設備とする。

また、溢水評価ガイドには原子炉施設の溢水評価に関して以下の記載があり、想定破損により生じる溢水及び消火水の放水による溢水の想定にあたっては一系統における単一の機器の破損を想定している。

(2.1 溢水源及び溢水量の想定)

溢水源としては、発生要因別に分類した以下の溢水を想定する。

- (1) 溢水の影響を評価するために想定する機器の破損等により生じる溢水
- (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

ここで、上記(1)、(2)の溢水源の想定にあたっては、一系統における単一の機器の破損とし、他の系統及び機器は健全なものと仮定する。また、一系統にて多重性又は多様性を有する機器がある場合においても、そのうち単一の機器が破損すると仮定する。

4. 溢水防護区画及び溢水経路の設定

4.1 溢水防護区画の設定

防護対象設備が設置されており浸水防護を行う建屋，区域等を耐津波設計において，浸水防護区画として設定し，基準津波の流入防止や地下水等の浸水防止対策を実施する。浸水防護区画の配置図を第 4.1-1 図に示す。

また，浸水防護区画は，以下の観点から溢水防護区画として区分する。

- ・防護対象設備が設置されている全ての区画並びに中央制御室及び現場操作が必要な設備へのアクセス通路。
- ・溢水防護対象設備が設置されている区画で，障壁，堰，又はそれらの組合せによって他の区画と分離され，溢水防護の観点から 1 つの単位と考えられる区画。

4.2 溢水経路の設定

溢水防護対象設備が設置されている建屋において，床開口部（機器ハッチ，階段等）及び溢水影響評価において期待することのできる設備（水密扉や堰等）の抽出を行い，溢水経路を設定する。

東海第二発電所における浸水防護区画の配置，他建屋等との接続関係及び主な開口部等の配置を第 4.2-1 図に示す。

溢水影響評価において考慮する溢水経路は，溢水防護区画とその他の区画（防護対象設備が存在しない区画または通路）との間における伝播経路となる扉，壁貫通部，天井開口部及び貫通部，床面開口部及び貫通部，床ドレン等の接続状況及びこれらに対する溢水防護措置の有無を踏まえ，溢水経路モデルとして第 4.2-2 図を設定した。また，溢水防護区画図を第 4.2-3 図に示す。ここでは，火災防護対応による以下の措置も考慮する。

- ・安全区分Ⅰと安全区分Ⅱ，Ⅲの境界を 3 時間以上の耐火能力を有する耐

火壁・隔壁等で分離する。

なお、扉の水密化，壁貫通部への止水処置，天井や床面開口部及び貫通部への止水処置等の溢水防護対策については，添付資料-4 を参照。

また，施設定期検査作業に伴う防護対象設備の待機除外や扉の開放等，プラントの保守管理上やむを得ぬ措置の実施により，影響評価上設定したプラント状態と一時的に異なる状態となった場合についても想定する。

プラント停止中のスロッシングの発生やハッチ開放時における溢水影響については，詳細を補足説明資料-30 に示す。なお，プラント停止時におけるハッチ運用面での対応及び止水板の設置，床ファンネルの閉止については，保安規定に定めるとともに，関連規程文書に詳細を明記する（別添 2 参照）。

4.2.1 溢水経路設定の基本方針

- ・原子炉棟各階は，6 階を除き東側エリア，西側エリアに分離し，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。
- ・原子炉棟 6 階の溢水は，通常時においては最下階の地下 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。
- ・原子炉ウェル及びドライヤセパレータプールのスロッシングによる溢水のおそれがある期間は，原子炉棟 6 階の溢水を下層階へ流下させない。
- ・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。
- ・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。
- ・溢水水位はアクセス性に影響のない水位とする。

4.2.2 基本方針を踏まえた対応方針

(1) 原子炉棟 6 階

【通常運転時】

- ・ 溢水を東側に流下させないために、東側エリアに通じる開口部に堰を設けるとともに、東側エリアに通じる床ドレンファンネルを閉止する。
- ・ 溢水は、西側エリアに通じる床ドレンファンネルから流下させる。

【原子炉ウェル及びドライヤセパレータプールのスロッシングによる溢水のおそれがある期間】

- ・ 下階へ排水及び流下させない。

【その他設備】

- ・ プール外周部の堰に切欠きを設置し、原子炉ウェル及びドライヤセパレータプールのスロッシングによる溢水を滞留させない

(2) 原子炉棟 5 階～1 階

- ・ 溢水影響範囲を軽減させるために、開口部周りには堰を設け、溢水を床ドレンラインで排水させる。
- ・ 堰高さは溢水水位がアクセス性に影響しないよう設定する。
- ・ 上層階から下層階への流下経路を限定させるために、流下経路とする開口部を選定し、その周りの堰は、その他の開口部の堰より低くする。

(3) 原子炉建屋地下 1 階

- ・ 地下 2 階への流下経路は床ドレン Samp エリアにつながる階段及び床ドレンラインとすることにより溢水経路を限定し、溢水をドレン Samp に導く。
- ・ 下層への流下経路がない区画に開口部を設ける。なお、当該区画の下層階の安全区分は同じ II 区分である。

(4) 原子炉棟地下 2 階

- ・現場操作が必要な設備へのアクセス性を確保するため、歩廊を設ける。

(5) 堰の設定に対する考え方

溢水経路の設定にあたり、以下の堰を設置する。

・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。

上記を踏まえた、溢水伝播経路図を第 4.2-4 図に示す。さらに、施設定期検査中に想定される機器の点検時における、ハッチ等の開放を想定した溢水伝播経路図を、溢水伝播経路図 (9/16) 以降に示す。

4.2.3 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場合を想定する。但し、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。

4.2.4 溢水防護区画内外における溢水経路

(1) 溢水防護区画内漏えいにおける溢水経路

溢水防護区画内漏えいに関する溢水経路の評価を行う場合、溢水防護対象設備の存在する溢水防護区画の水位が最も高くなるように当該の区画から他の区画への流出がないように溢水経路を設定することを基本と

する。

溢水評価を行う場合の各構成要素の溢水に対する考え方を以下に示す。

a. 床ドレン

評価対象区画に床ドレン配管が設置され、他の区画とつながっている場合であっても、目皿が1つの場合は、他の区画への流出は想定しない。

ただし、同一区画に目皿が複数ある場合は、流出量の最も大きい床ドレン配管1本を除き、それ以外からの流出を期待する。この場合には、ドレン配管における単位時間あたりの流出量を算定し、溢水水位を評価する。

b. 床面開口部及び貫通部

評価対象区画床面に開口部又は貫通部が設置されている場合であっても、床開口部又は貫通部から他の区画への流出は、考慮しない。

ただし、以下に掲げる場合は、評価対象区画から他の区画への流出を期待する。

流出を期待する場合は、床開口部及び床貫通部における単位時間あたりの流出量を算定し、溢水水位を評価する。補足説明資料-10に示す。

- ① 評価対象区画の床面開口部にあつては、明らかに流出が期待できることを定量的に確認できる場合
- ② 評価対象区画の床貫通部にあつては、貫通する配管、ダクト、ケーブルトレイ又は電線管と貫通部との間に隙間があつて、明らかに流出が期待できることを定量的に確認できる場合

c. 壁貫通部

評価対象区画の境界壁に貫通部が設置され、隣の区画との貫通部が溢水による水位より低い位置にある場合であっても、その貫通部からの流出は考慮しない。

ただし、当該壁貫通部を貫通する配管、ダクト、ケーブルトレイ又は電線管と貫通部との間に隙間があつて、明らかに流出が期待できることを定量的に確認できる場合は、他の区画への流出を考慮する。

流出を期待する場合は、壁貫通部における単位時間あたりの流出量を算定し、溢水水位を評価する。

d. 扉

評価対象区画に扉が設置されている場合であっても、当該扉から他の区画等への流出は考慮しない。

e. 堰及び壁

他の区画への流出は考慮しない。

f. 排水設備

評価対象区画に排水設備が設置されている場合であっても、当該区画の流出は考慮しない。

ただし、溢水防止対策として排水設備を設置することが設計上考慮されており、明らかに排水が期待できることを定量的に確認できる場合には、当該区画からの排水を考慮する。

(2) 溢水防護区画外漏えいにおける溢水経路

溢水防護区画外漏えいでの溢水経路の評価を行う場合、溢水防護対象設備の存在する溢水防護区画の水位が最も高く（当該溢水区画に流入する水量は多く、排水する流量は少なくなるように設定）なるように溢水経路を設定する。

評価を行う場合の各構成要素の溢水に対する考え方を以下に示す。

a. 床ドレン

評価対象区画の床ドレン配管が他の区画とつながっている場合であっても他の区画の溢水水位が評価対象区画より高い場合は、水位差によって

発生する流入量を考慮する。

ただし、評価対象区画内に設置されているドレン配管に逆流防止措置が施されている場合は、その効果を考慮する。

b. 天井面開口部及び貫通部

評価対象区画の天井面に開口部又は貫通部がある場合は、上部の区画で発生した溢水量全量の流入を考慮する。

ただし、天井面開口部自体が鋼製又はコンクリート製の蓋で覆われたハッチに防水処理が施されている場合又は天井面貫通部に止水処置等の流出防止対策が施されている場合は、評価対象区画への流入は考慮しない。

なお、評価対象区画上部にある他の区画に蓄積された溢水が、当該区画に残留する場合は、その残留水の流出は考慮しない。

c. 壁貫通部

評価対象区画の境界壁に貫通部が設置されている場合であって、隣の区画の溢水による水位が貫通部より高い位置にある場合は、隣室との水位差によって発生する流入量を考慮する。

ただし、評価対象区画の境界壁の貫通部に止水処置等の流出防止対策が施されている場合は、評価対象区画への流入は考慮しない。

d. 扉

評価対象区画に扉が設置されている場合は、隣室との水位差によって発生する流入量を考慮する。

ただし、当該扉が溢水時に想定する水位による水圧に対する水密性が確保できる扉である場合は、流入を考慮しない。

e. 堰

溢水が発生している区画に堰が設置されている場合であって、他に流

出経路が存在しない場合は、当該区画で発生した溢水は堰の高さまで滞留とする。

f. 壁

溢水が長時間滞留する区画境界の壁に、基準地震動 S_s による地震力によりひび割れが生じるおそれがある場合は、ひび割れからの漏水量を算出し、溢水評価に影響を与えないことを確認する。基準地震動 S_s による地震力に対し健全性を確認できる壁については、その効果を考慮する。

g. 排水設備

評価対象区画に排水設備が設置されている場合であっても、当該区画の排水は考慮しない。ただし、溢水防護対策として排水設備を設置することが設計上考慮されており、明らかに排水が期待できることを定量的に確認できる場合には、当該区画からの排水を考慮する。

(3) 蒸気に対する溢水経路について

蒸気は液体の場合と伝播の仕方が異なることから、気密要求のある床、壁及び天井等を境界として区域を分割し、それら区域間の伝播経路を設定する。火災防護対応による3時間以上の耐火能力を有する耐火壁・隔壁等による区分分離は考慮する。

10. 海水ポンプエリアの溢水影響評価

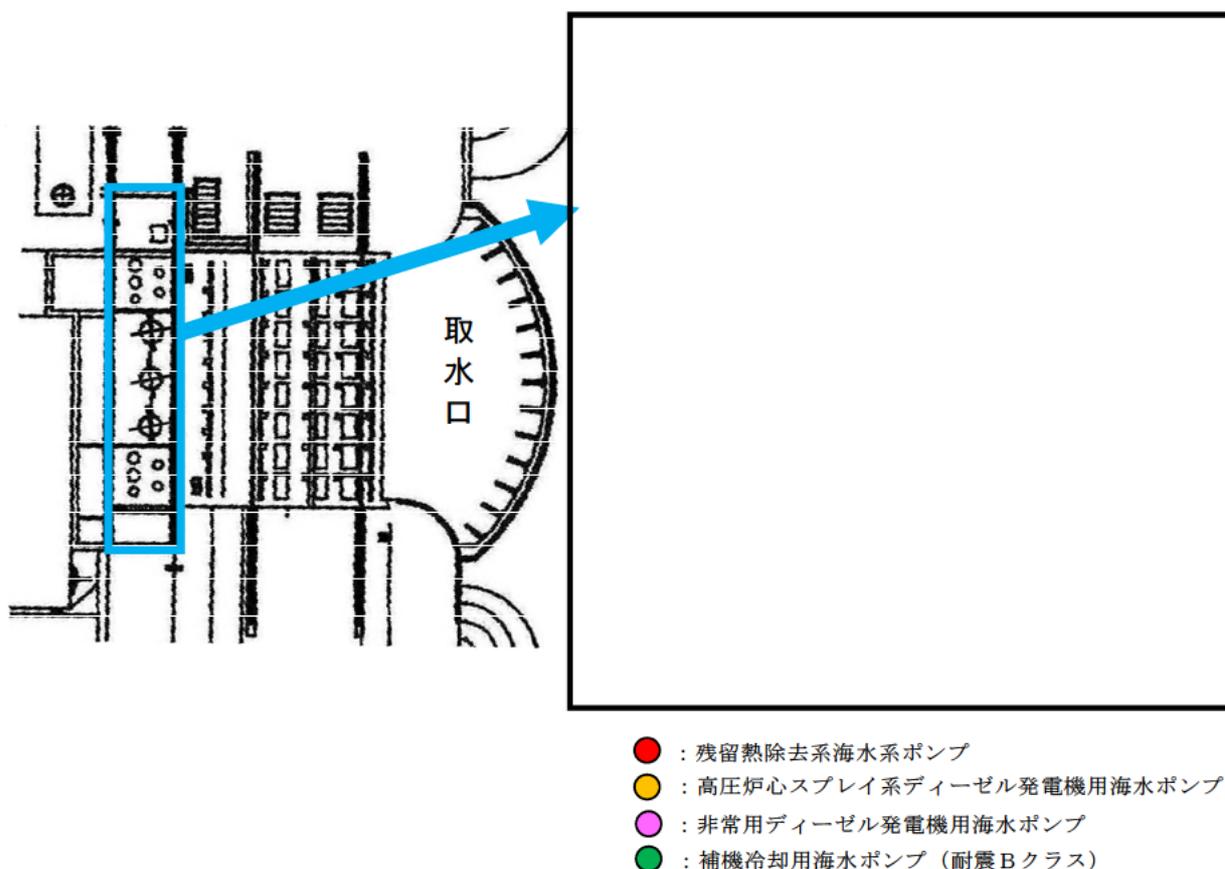
溢水防護対象設備のうち海水ポンプ等については、屋外取水口エリアに設置されていることから、他の溢水防護対象設備とは別に溢水源や溢水防護区画を設定し、溢水影響評価を行う。

海水ポンプエリアは、海水ポンプエリア防護壁の設置やエリア外からの浸水を防止する対策として、逆流防止弁の設置、貫通部止水処理等を実施する。

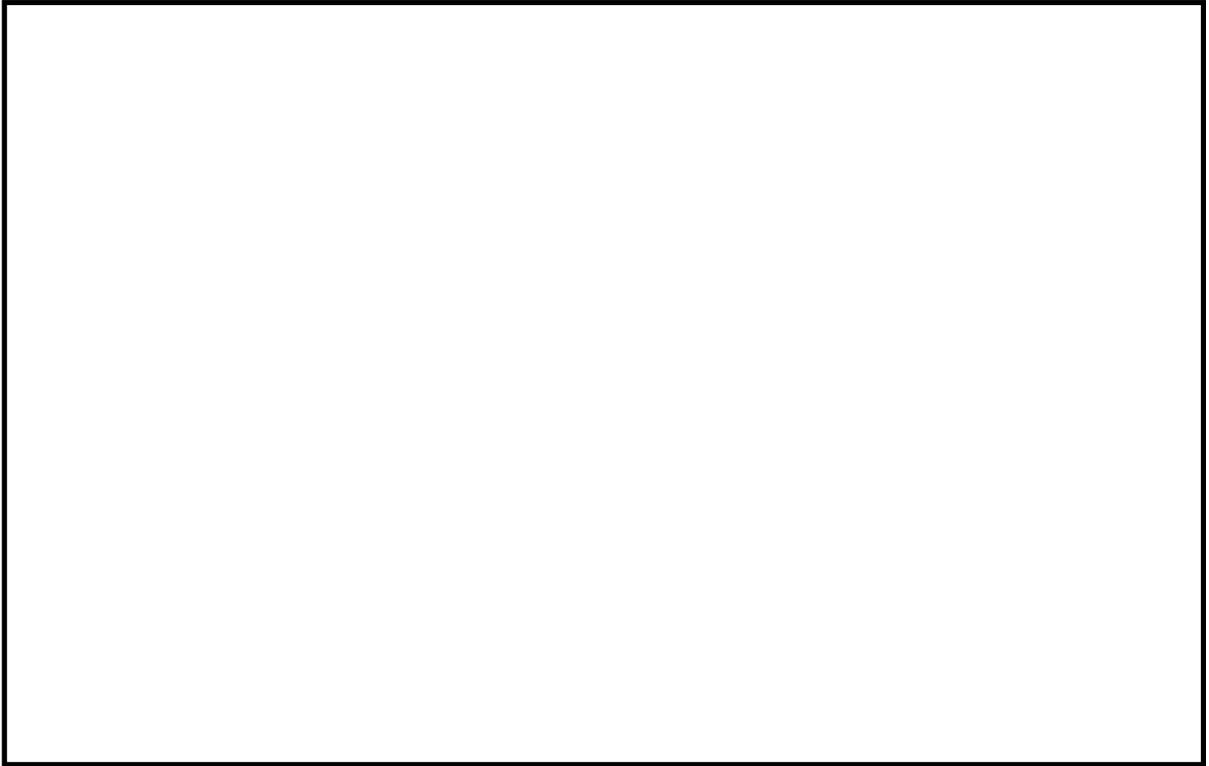
海水ポンプエリアについて、想定破損及び地震起因による溢水を評価した。

海水ポンプエリアの平面図を第 10-1 図、断面図を第 10-2 図に示す。

溢水量低減対策を図る循環水管伸縮継手の対応について補足説明資料-19 に、海水ポンプエリアの浸水防護区画及び溢水防護区画の詳細と浸水対策として機能を期待する施設・設備を補足説明資料-36 に示す。



第 10-1 図 海水ポンプエリア平面図



第 10-2 図 海水ポンプエリア断面図

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する。

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としては、循環水系の他に、タービン補機冷却系配管、所内用水系配管がある。各配管の想定破損による溢水流量及び溢水量を第 10.1-1 表に示す。

想定破損時の手動隔離時間の算出については、漏えい検知、現場移動、漏えい箇所の特定及び隔離操作等により下記(i)～(iv)を組合せて算定した。

- (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（中央制御室での弁閉操作時間 10分）
（現場操作の場合 20分）

第 10.1-1 表 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

溢水源となる系統のうち、溢水量が最大となるのは循環水系である。

10.2 消火活動による放水における溢水影響評価

海水ポンプエリアにおける消火活動に使用される設備には、屋外消火栓がある。消火栓の放水量を 350L/min×2 箇所（=約 42m³/h）とし、放水時間を連続 3 時間として消火活動による放水に伴う溢水量とした。

第 10.2-1 表に示す通り、消火水の放水による海水ポンプエリアの消火活動に使用される溢水量は、想定破損の評価で想定する溢水量より小さくなるため、消火水の放水による溢水評価は想定破損の評価に包含される。

第 10.2-1 表 消火活動による溢水量

系統	溢水量(m ³)
屋外消火系	126

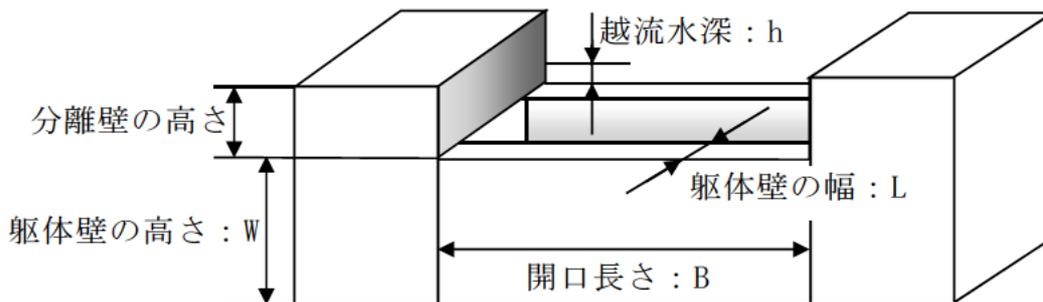
10.3 地震起因による溢水影響評価（伸縮継手の破損考慮）

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する。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、評価において最大となる溢水量を地震による溢水量とする。

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第 10.3-1 図のモデルに従い算出した。この結果を第 10.3-1 表に示す。

ここで、海水ポンプエリアに設置された機冷却用海水ポンプ等の低耐震クラス機器については、波及的影響防止及び津波の浸水防止を目的として、補強対策を実施することから溢水源とはしない。



第 10.3-1 図 海水ポンプエリアモデル図

$$Q = C \times B \times h^{(3/2)}$$

ここで、 $0.1 < h/L \leq 0.4$: $C = 1.552 + 0.083 (h/L)$

Q : 越流流量 (m^3/s)

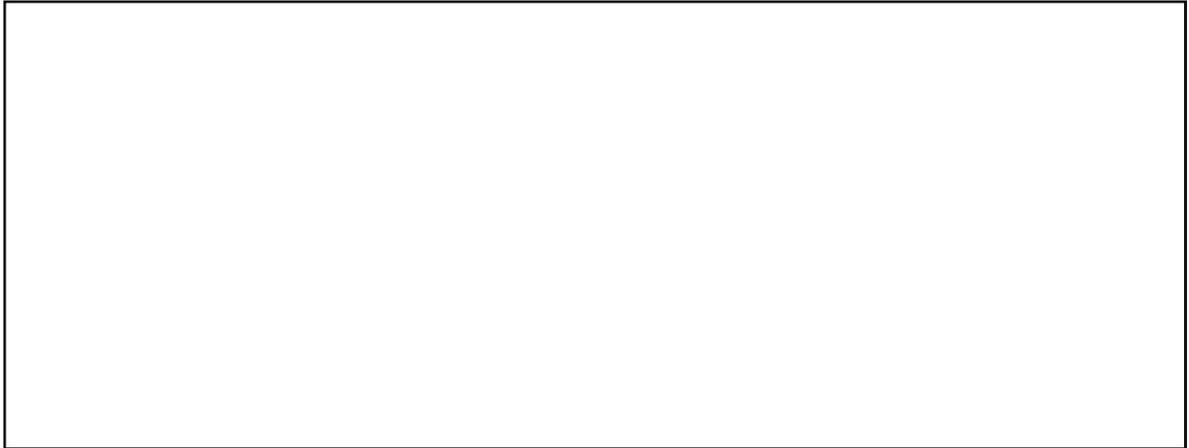
B : 流出を期待する開口長さ (m)

h : 越流水深 (m)

C : 流量係数 (-)

L : 海水ポンプエリア躯体壁の幅 (m)

W : 海水ポンプエリア躯体壁の高さ (m)



第 10.3-1 表 越流水深計算結果（地震起因）

評価区画		海水ポンプエリア
W	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

(1) 影響評価結果

循環水管伸縮継手部の想定破損による溢水が、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した。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した。

(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することが可能となる。

10.4 海水ポンプエリアの溢水影響評価結果

海水ポンプエリア内で発生する想定破損による低エネルギー配管の貫通クラックによる溢水については、溢水の発生するエリアに設置されたポンプ等は機能喪失するが、壁、閉止板等による溢水伝播防止対策を図るため、他の区画に溢水を拡大させないことで、他区画に設置された防護対象設備を防護する。さらに、海水ポンプエリア内の多重性を有する防護対象設備を別区画に設置することにより、没水により同時に機能を損なうことはない。消火水の放水による溢水についても同様。

地震時に想定する溢水については、循環水ポンプエリアでの伸縮継手の破損による溢水で、安全機能が損なわれないことを確認した。また、海水ポンプエリアでの波及的影響防止及び津波の浸水防止を目的として、耐震クラスの低い機器を破損させない対策を実施することから、溢水により機能を損なうことはない。

以上より、海水ポンプエリア内にある防護対象設備が、海水ポンプエリア内で発生する溢水の影響を受けて、安全機能を損なわないことを確認した。

新規制基準への適合状況

設置許可基準規則 第九条（溢水による損傷の防止等）

新規制基準の項目	適合状況	備考
1	<p>安全施設は、発電用原子炉施設内における溢水が発生した場合においても安全機能を損なわないものでなければならない。</p> <p>発電用原子炉施設内において、想定破損による溢水、消火水の放水による溢水及び地震起因による溢水（使用済燃料プールのスロッシングを含む）が発生した場合においても、重要度の特に高い安全機能を有する設備並びに使用済燃料プールの冷却及び使用済燃料プールへの給水機能を有する設備といった安全施設が、その安全機能を損なわない設計とすることで、原子炉の高温停止、原子炉の低温停止、放射性物質の閉じ込め機能の維持、原子炉の停止状態の維持、使用済燃料プール冷却機能の維持及び使用済燃料プールへの給水機能の維持が可能な設計としている。</p>	
2	<p>設計基準対象施設は、発電用原子炉施設内の放射性物質を含む液体を内包する容器、配管その他の設備から放射性物質を含む液体があふれ出た場合において、当該液体が管理区域外へ漏えいしないものでなければならない。</p> <p>設計基準対象施設は、発電用原子炉施設内の放射性物質を含む液体を内包する容器、配管その他の設備から放射性物質を含む液体があふれ出た場合において、当該液体が管理区域外へ漏えいしない設計としている。</p>	

設置許可基準規則 第九条（溢水による損傷の防止等）

新規制基準の項目	適合状況	備考
<p>【解釈】</p> <p>1 第1項は、設計基準において想定する溢水に対して、安全施設が安全機能を損なわないために必要な安全施設以外の施設又は設備等（重大事故等対処設備を含む。）への措置を含む。</p> <p>2 第1項に規定する「発電用原子炉施設内における溢水」とは、発電用原子炉施設内に設置された機器及び配管の破損（地震起因を含む。）、消火系統等の作動、使用済燃料貯蔵槽等のスロッシングその他の事象により発生する溢水をいう。</p> <p>3 第1項に規定する「安全機能を損なわないもの」とは、発電用原子炉施設内部で発生が想定される溢水に対し、原子炉を高温停止でき、引き続き低温停止、及び放射性物質の閉じ込め機能を維持できること、また、停止状態にある場合は、引き続きその状態を維持できることをいう。さらに、使用済燃料貯蔵槽においては、プール冷却機能及びプールへの給水機能を維持できることをいう。</p>	<p>設計基準において想定する溢水に対して、安全施設が安全機能を損なわないために必要な安全施設以外の施設又は設備等からの影響がないことを確認した。</p> <p>「発電用原子炉施設内における溢水」は、以下のとおりとした。</p> <ul style="list-style-type: none"> ○溢水の影響を評価するために想定する機器の破損等により生じる溢水 ○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 ○地震に起因する機器の破損等により生じる溢水 ○使用済燃料プール等のスロッシングにより生じる溢水 ○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 <p>発電用原子炉施設内で溢水が発生した場合において、重要度の特に高い安全機能を有する設備並びに使用済燃料プールの冷却及び使用済燃料プールへの給水機能を適切に維持するために必要な設備がその機能を失わない設計としている。</p> <ul style="list-style-type: none"> ○原子炉停止、高温停止及び低温停止（停止状態の維持含む）に必要な系統設備。また、運転時の異常な過渡変化及び設計基準事故を対象として、溢水により発生し得る原子炉外乱及び溢水の原因となり得る原子炉外乱も評価対象とする。 ○使用済燃料プールの冷却及びプールへの給水に必要な系統設備 	

新規制基準の項目	適合状況	備考
<p>【解釈】</p> <p>4 第2項に規定する「容器、配管その他の設備」には、次に掲げる設備を含む。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ ポンプ、弁 ・ 使用済燃料貯蔵プール（BWR）、使用済燃料貯蔵ピット（PWR） ・ サイトバンカ貯蔵プール ・ 原子炉ウェル、機器貯蔵プール（BWR） ・ 原子炉キャビティ（チャンネルを含む。）（PWR） 	<p>設計基準対象施設は、発電用原子炉施設内の放射性物質を含む液体を内包する容器、配管その他の設備から放射性物質を含む液体があふれ出た場合において、当該液体が管理区域外へ漏えいしない設計としていることを確認した。</p> <p>「容器、配管その他の設備」の範囲は、以下のとおり。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ ポンプ、弁 ・ 使用済燃料貯蔵プール ・ サイトバンカプール ・ 原子炉ウェル、ドライヤセパレータプール 	

技術基準規則 第十二条（発電用原子炉施設内における溢水等による損傷の防止）

新規制基準の項目	適合状況	備考
<p>1 設計基準対象施設が発電用原子炉施設内における溢水の発生によりその安全性を損なうおそれがある場合は、防護措置その他の適切な措置を講じなければならない。</p>	<p>以下の手順により、発電用原子炉施設内における溢水が発生した場合においても安全機能を損なうおそれがないことを確認した。</p> <ul style="list-style-type: none"> ○重要度の特に高い安全機能を有する系統並びに使用済燃料プールの冷却及びプールの給水機能を有する系統を抽出し、それらの系統から防護すべき対象設備を抽出した。 ○発電用原子炉施設内に設置された機器及び配管の破損、消火系統等の作動、使用済燃料プール等のスロッシングその他の事象により発生する溢水を評価した。 ○発生する溢水により防護すべき対象設備の機能が喪失しないことを確認した。 	
<p>2 設計基準対象施設が発電用原子炉施設内の放射性物質を含む液体を内包する容器、配管その他の設備から放射性物質を含む液体があふれ出るおそれがある場合は、当該液体が管理区域外へ漏えいすることを防止するために必要な措置を講じなければならない。</p>	<p>1項により算出した溢水の溢水経路を選定し、発生した溢水が管理区域外へ漏えいするおそれがないことを確認した。</p>	

技術基準規則 第十二条（発電用原子炉施設内における溢水等による損傷の防止）

新規制基準の項目	適合状況	備考
<p>1,</p> <p>2</p> <p>【解釈】</p> <p>1 第1項に規定する「発電用原子炉施設内における溢水の発生」とは、発電用原子炉施設内に設置された機器及び配管の破損（地震起因を含む）、消火系統等の作動、使用済燃料貯蔵プール（BWR）、使用済燃料ピット（PWR）等のスロッシングその他の事象により発生する溢水をいう。</p> <p>2 第1項に規定する「防護措置その他の適切な措置」とは、発電用原子炉施設内部で発生が想定される溢水に対し、運転状態にある場合は原子炉を高温停止及び、引き続き低温停止することができ、並びに放射性物質の閉じ込め機能を維持できる措置をすること、また、停止状態にある場合は、引き続きその状態を維持できる措置をいう。さらに、使用済燃料貯蔵プール（BWR）又は使用済燃料ピット（PWR）においては、プール冷却機能及びプールへの給水機能を維持できる措置をいう。</p>	<p>「発電用原子炉施設内における溢水」は以下のとおりとした。</p> <ul style="list-style-type: none"> ○溢水の影響を評価するために想定する機器の破損等により生じる溢水 ○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 ○地震に起因する機器の破損等により生じる溢水 ○使用済燃料プール等のスロッシングにより生じる溢水 ○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 <p>発電用原子炉施設内で溢水が発生した場合において、重要度の特に高い安全機能を有する設備並びに使用済燃料プールの冷却及び使用済燃料プールへの給水機能を適切に維持するために必要な設備がその機能を失わない設計としている。</p> <ul style="list-style-type: none"> ○原子炉停止、高温停止及び低温停止に（停止状態の維持含む）に必要な系統設備。また、運転時の異常な過渡変化及び設計基準事故を対象として、溢水により発生し得る原子炉外乱及び溢水の原因となり得る原子炉外乱も評価対象とする。 ○使用済燃料プールの冷却及びプールの給水に必要な系統設備 	

新規制基準の項目	適合状況	備考
<p>3 【解釈】</p> <p>3 第2項に規定する「容器、配管その他の設備」には、次に掲げる設備を含む。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ ポンプ、弁 ・ 使用済燃料貯蔵プール（BWR）、使用済燃料貯蔵ピット（PWR） ・ サイトバンカ貯蔵プール ・ 原子炉ウェル、機器貯蔵プール（BWR） ・ 原子炉キャビティ（チャンネルを含む。）（PWR） 	<p>「容器、配管その他の設備」の範囲は、以下のとおり。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ ポンプ、弁 ・ 使用済燃料貯蔵プール ・ サイトバンカプール ・ 原子炉ウェル、ドライヤセパレータプール 	

原子力発電所の内部溢水影響評価ガイドへの適合状況

原子力発電所の内部溢水影響評価ガイドへの適合確認

「原子力発電所の内部溢水影響評価ガイド」	東海第二発電所での評価結果	備考
<p>1. 総則</p> <p>原子力発電所における安全上重要な設備は、多重性、多様性を確保するとともに、適切な裕度をもって設計され、適切に維持管理されるなど損傷防止上の配慮がなされている。</p> <p>また、安全上重要な設備は、一般的に床から比較的高い位置に設置されていること、万一漏えいが発生した場合でも建屋最下層に設置されたサンプに集められ、ポンプにより排水するなど、溢水事象に対する配慮がなされた設計としている。</p> <p>本評価ガイドは、原子力発電所内で発生する溢水に対し、原子炉施設の安全性を損なうことのないことを評価するものである。</p> <p>ここで、考慮する溢水源は、原子炉格納容器内、及び原子炉格納容器外での溢水（施設内の配管、機器の破断、火災時の消火散水等）と建屋外での溢水（屋外タンク、貯水池）を対象にする。</p> <p>1.1 一般</p> <p>原子力規制委員会が定める「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」第12条において、発電用原子炉施設内における溢水等による損傷の防止として、設計基準対象施設が、発電用原子炉施設内における溢水の発生によりその安全性を損なうおそれがある場合は、防護措置その他の適切な措置を講じなければならないとしている。本評価ガイドは、当該規定に定める内部溢水防護に関連して、原子力発電所（以下、「発電所」という。）に設置される原子炉施設が、内部溢水に対して、重要度の特に高い安全機能を有する系統の安全機能、並びに使用済燃料貯蔵プール（使用済燃料ピット）の冷却、給水機能が喪失することのないよう、適切な防護措置が施されているか評価するための手順の一例を示すものである。また、本評価ガイドは、内部溢水影響評価の妥当性を審査官が判断する際に、参考とするものである。</p> <p>本評価ガイドで対象とする溢水源は、発電所内に設置される機器の破損及び消火系統等の作動により発生するものとする。</p> <p>ここでいう「発電所内に設置される機器」とは、発電所内に設置される発電設備及びその関連設備のことをいい、この中には、建屋内に収納される原子炉・タービン及びその附属設備、並びに建屋外に設置される屋外タンク・海水ポンプ及びその周辺設備がある。</p> <p>また、妨害破壊行為等の想定できない意図的な活動による放水や漏水による溢水については評価の対象外とする。</p> <p>1.2 適用範囲</p> <p>本評価ガイドは、実用発電用軽水型原子炉施設に適用する。</p> <p>1.3 関連法規</p> <p>略</p> <p>1.4 用語の定義</p> <p>略</p>	<p>1. 総則</p> <p>東海第二発電所については、設計段階において溢水影響を考慮した機器配置、配管設計を実施しており、具体的には、独立した区画への分散配置や堰の設置、基礎高さへの考慮等を実施するとともに、各建屋最下層に設置されたサンプに集積し排水が可能な設計としている。</p> <p>今回、溢水評価ガイドに従い発電用原子炉施設内に設置された機器及び配管の破損（地震起因を含む）、消火系統の作動、使用済燃料プールのスロッシングにより発生する溢水により、設計基準対象施設が安全性を損なうおそれがないよう、防護措置その他の適切な措置が講じられていることを確認している。</p> <p>1.1 一般</p> <p>(1) 重要度の特に高い安全機能を有する系統</p> <p>プラント出力運転時の原子炉停止フローに基づき、原子炉停止後の原子炉の除熱及び低温停止を達成するために必要な関連系統等も合わせて抽出することで、原子炉を「止める」「冷やす」、「閉じ込める」の機能を果たす系統を抽出した。</p> <p>(2) 使用済燃料プールの冷却、給水機能</p> <p>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防護対象系統を抽出した。</p> <p>(3) 建屋外からの溢水</p> <p>防護対象設備が設置されている建屋の外から屋内への溢水影響として、タービン建屋に設置されている循環水管（伸縮継手）及び耐震B、Cクラス設備からの溢水、屋外タンク及び貯水池等を対象として抽出した。</p>	

「原子力発電所の内部溢水影響評価ガイド」	東海第二発電所での評価結果	備考
<p>2. 原子炉施設の溢水評価</p> <p>2.1 溢水源及び溢水量の想定</p> <p>溢水源としては、発生要因別に分類した以下の溢水を想定する。</p> <p>(1) 溢水の影響を評価するために想定する機器の破損等により生じる溢水</p> <p>(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</p> <p>(3) 地震に起因する機器の破損等により生じる溢水</p> <p>ここで、上記（１），（２）の溢水源の想定にあたっては、一系統における単一の機器の破損とし、他の系統及び機器は健全なものと仮定する。また、一系統にて多重性又は多様性を有する機器がある場合においても、そのうち単一の機器が破損すると仮定する。</p> <p>ユニット間で共用する建屋及び一体構造の建屋に設置される機器にあつては、共用、非共用機器に係わらずその建屋内で単一の溢水源を想定し、建屋全体の溢水経路を考慮する。</p> <p>なお、上記（３）の地震に起因する溢水量の想定において、基準津波によって、取水路、排水路等の経路から安全機能を有する設備周辺への浸水が生じる場合、又は地震時の排水ポンプの停止によって原子炉施設内への地下水の浸入が生じる場合には、その浸水量を加味すること。</p> <p>2.1.1 溢水の影響を評価するために想定する機器の破損等により生じる溢水</p> <p>破損を想定する機器は、配管（容器の一部であつて、配管形状のものを含む。）とする。配管の破損は、内包する流体のエネルギーに応じて①高エネルギー配管及び②低エネルギー配管の２種類に分類し、破損を想定する。分類にあたっては、付録Aによること。（解説－2. 1. 1－1）</p> <p>破損を想定する位置は、安全機能への影響が最も大きくなる位置で漏水が生じるものとする。ただし、配管の高さや引き回し等の関係から保有水量の流出範囲が明確に示せる場合は、その範囲の保有水量を放出するものとして溢水量を算出できる。（流体を内包する配管の破損による溢水の詳細評価については附属書Aを参照のこと。）</p> <p>溢水量は、以下を考慮して破損を想定する系統が漏えいするものとして求める。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・高エネルギー配管については、完全全周破断 ・低エネルギー配管については、配管内径の1/2 の長さで配管肉厚の1/2 の幅を有する貫通クラック（以下、「貫通クラック」という。）（解説－2. 1. 1－2） <p>なお、循環水管の破損は、過去の事例等を考慮して伸縮継手部に設定すること。（解説－2. 1. 1－3）</p> <p>ただし、漏えいを検出する機能が設置され、自動又は手動操作によって、漏えいを停止させることができる場合は、この機能を考慮することができる。</p> <p>また、漏えい停止機能を期待する場合は、停止までの適切な時間を考慮して溢水量を求めることができる。（付録B参照）</p> <p>漏えい停止を運転員等の手動操作に期待する場合はあつては、保安規定又はその下位規定にその手順が明確にされていること。</p>	<p>2. 原子炉施設の溢水評価</p> <p>2.1 溢水源及び溢水量の想定</p> <p>溢水源としては、溢水評価ガイドに従い（１）～（３）の発生要因別に分類した溢水を想定している。</p> <p>（１），（２）の溢水源の想定については、一系統における単一の機器の破損とし、他系統及び機器は健全なものと仮定している。また、一系統にて多重化又は多様化された機器がある場合においても、そのうち単一の機器が破損すると仮定している。</p> <p>（３）の地震に起因する溢水量の想定においては、耐震B、Cクラスのうち基準地震動S_sによる地震力に対して耐震性が確保されない配管や容器からの溢水を評価し、防護対象設備の機能が喪失しないことを確認する。</p> <p>なお、津波については、タービン建屋に浸水させないことから、防護対象設備を設置している原子炉建屋に浸水しないことを確認している。</p> <p>地下水の浸入に対しても、排水ポンプによる排水が可能であることを確認している。</p> <p>2.1.1 溢水の影響を評価するために想定する機器の破損等により生じる溢水</p> <p>破損を想定する機器は、配管とし、配管の破損は、内包する液体のエネルギーに応じて、高エネルギー配管と低エネルギー配管に分類して破損を想定している。</p> <p>高エネルギー配管のターミナルエンド部については、完全全周破断を想定した溢水影響評価を実施する。環境への影響が大きいと考えられる蒸気漏えいに関して以下の対策を実施することとしており、また、必要に応じて各対策を組み合わせることで対策の最適化を図ったうえで、蒸気の影響評価を実施する。</p> <ul style="list-style-type: none"> (1) 漏えい検知・隔離 (2) 防護カバーの設置 <p>ターミナルエンド部以外については応力評価を実施し、評価結果に基づき貫通クラックを想定する等の影響評価を実施する。</p> <p>低エネルギー配管については、網羅的に発生応力評価を行い配管の健全性を確認する。漏えい蒸気による環境影響評価を実施し、防護対象設備が機能を喪失しないことを確認する。</p> <p>低エネルギー配管に分類される循環水管の破損は伸縮継手部の貫通クラックを考慮する。評価は全円周状破断を想定する地震による溢水評価側で実施する。（循環水系の弁は急閉止しないように設計上考慮されており、低エネルギー配管に分類される。）</p>	

「原子力発電所の内部溢水影響評価ガイド」	東海第二発電所での評価結果	備考
<p>解説-2. 1. 1-1 流体を内包する容器の破損による漏水について 容器の破損による溢水については、接続される配管の破損による溢水の評価に代表する。</p> <p>解説-2. 1. 1-2 低エネルギー配管に想定する貫通クラック 本評価ガイドでは、低エネルギー配管について貫通クラックを想定することを原則としている。これは、低エネルギー配管については、配管に破損が生じたとしても、低温低圧で使用されるため配管応力は小さく、また、負荷変動の少ない運転形態のため応力の変動も少なく疲労によるき裂の進展は小さいことから、$(1/2)D \times (1/2)t$ クラックを想定すれば保守的な評価となるという考え方に基づいている。この考え方は、米国NRCのBTP3-4を参考としている。</p> <p>また、低エネルギー配管に想定する貫通クラックの計算に用いる配管径は、内径としている。</p> <p>これは、技術基準第40条（廃棄物貯蔵設備等）の解釈4において廃棄物貯蔵設備に設置する堰の高さを求める計算において内径寸法を基準としていること、また、米国の配管破損の想定においても内径を使用して貫通クラックの計算を行っていることから、これらとの整合を図ったものである。</p> <p>解説-2. 1. 1-3 「過去の事例等」 米国においては、循環水系の弁急閉によるウォーターハンマー事象により伸縮継手部から大漏えいが発生した事例があるが、国内において大漏えいは発生していない。</p> <p>このため、循環水管の伸縮継手部の破損想定にあたっては、循環水系バタフライ弁急閉防止対策等の適切な対策が採られていれば、破損形状は低エネルギー配管と同様貫通クラックを想定することができる。</p> <p>2.1.2 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設備からの放水による溢水 (1) 火災時に考慮する消火水系統からの放水による溢水 a. 火災検知により自動作動するスプリンクラーからの放水 溢水防護区画に自動作動するスプリンクラーが設置される場合は、その作動（誤作動を含む）による放水を想定する。</p> <p>また、溢水防護区画にスプリンクラーが設置されていない場合であっても、溢水防護区画外のスプリンクラーの作動によって、溢水防護区画に消火水が流入する可能性がある場合は、その作動による溢水を考慮する。溢水量は、スプリンクラーの作動時間を考慮して算出する。なお、スプリンクラーの作動による溢水は、複数区画での同時放水が想定される場合には、そのすべての区画での放水を想定する。</p>	<p>2.1.2 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設備からの放水による溢水 (1) 火災時に考慮する消火水系統からの放水による溢水 a. 火災検知により作動するスプリンクラーからの放水 東海第二発電所においては、防護対象設備が設置されている建屋にスプリンクラーは設置されていないことから対象外である。</p>	

「原子力発電所の内部溢水影響評価ガイド」	東海第二発電所での評価結果	備考
<p>b. 建屋内の消火活動のために設置される消火栓からの放水 溢水防護区画での火災発生時に、消火栓による消火活動が想定される場合については、消火活動にともなう放水を想定する。 また、溢水防護区画で消火活動が想定されていない場合であっても、溢水防護区画外の消火活動によって影響を受ける場合は、その放水による溢水を考慮する。 溢水量は、消火栓による消火活動が連続して実施されることを見込み算出する。 (解説-2. 1. 2-1) ただし、火災源が小さい場合は、火災荷重に基づく等価時間により算出することができる。(解説-2. 1. 2-1) なお、当該区画にスプリンクラーが設置され、スプリンクラー装置の作動による溢水がある場合は、スプリンクラーからの放水量を溢水量とする。それ以外の場所においては、消火栓からの放水量を溢水量とする。</p> <p>解説-2. 1. 2-1 「消火栓からの溢水量」算出の例 消火栓からの溢水量の算出にあたっては、原子力発電所の火災防護指針 (JEAG4607-2010) の解説-4-9「耐火壁」には2時間の耐火性能と記載されているが、「実用発電用原子炉及びその附属施設の火災防護に係る審査基準」に規定する3時間の耐火性能を基本とすることとし、消火装置が作動する時間を保守的に3時間と想定して溢水量を算出する。火災源が小さい場合は、日本電気協会電気技術指針「原子力発電所の火災防護指針 (JEAG4607-2010)」解説-4-9(1)の規定による「火災荷重」及び「等価時間」で算出することができる。また、水を使用しない消火手段を組み合わせている場合には、それを考慮して消火栓からの溢水量を算定して良い。</p> <p>(2) 高エネルギー配管破損とスプリンクラーからの放水が同時に発生する溢水 溢水防護区画に自動作動するスプリンクラーと高エネルギー配管が存在する場合については、火災を検知して作動するスプリンクラーからの放水と高エネルギー配管破損による溢水を合わせて想定する。なお、火災の検知システム及びスプリンクラーの作動方式から、高エネルギー配管の破損によってもスプリンクラーが作動しないことの根拠と妥当性が示される場合は、高エネルギー配管破断とスプリンクラーからの放水による溢水を合わせて想定しないとしても良い。 スプリンクラーの作動による溢水量は、項目(1)に従い算出する。また、高エネルギー配管からの溢水量は、項目2. 1. 1に従い算出する。</p> <p>(3) 原子炉格納容器スプレシステムからの放水による溢水 原子炉格納容器スプレシステムが機器の動作等(誤作動も含む)により放出されるスプレ水を想定する。 溢水量は、全ての原子炉格納容器スプレポンプが作動し定格のスプレ流量が放出され、運転員がポンプ停止操作を完了するまでの時間に放出される量とする。 ただし、誤作動に対しては、原子炉格納容器スプレシステムにおいて誤作動が発生しないようにインターロック等の対策が講じられていれば、スプレ水による溢水を考慮しないことができる。</p>	<p>b. 建屋内の消火活動のために設置される消火栓からの放水 建屋内での消火栓による消火活動を想定し、消火活動が連続して実施される時間を見込んで放水量を算定している。具体的には3時間の消火活動を見込んで溢水量を算定している。 火災源が小さいエリアの場合は、日本電気協会電気技術指針「原子力発電所の火災防護指針 (JEAG4607-2010)」解説-4-5(1)の規定による「火災荷重」及び「等価時間」での溢水量を想定できるが、評価を保守的にするために考慮していない。 消火活動においては、扉を開放して実施することから扉からの流出も考慮して評価している。</p> <p>(2) 高エネルギー配管破損とスプリンクラーからの放水が同時に発生する溢水 東海第二発電所においては、防護対象設備が設置されている建屋にスプリンクラーが存在しないことから対象外である。</p> <p>(3) 原子炉格納容器スプレシステムからの放水による溢水 スプレシステムは単一故障による誤作動が発生しないよう設計上考慮されている。また、原子炉格納容器内の防護対象設備は耐環境仕様となっていることから、溢水による影響をうけることはない。</p>	

「原子力発電所の内部溢水影響評価ガイド」	東海第二発電所での評価結果	備考
<p>2.1.3 地震に起因する機器の破損等により生じる溢水</p> <p>(1) 発電所内に設置された機器の破損による漏水 流体を内包する機器（配管，容器）のうち，基準地震動による地震力によって破損が生じるとされる機器について，破損を想定する。 基準地震動によって破損し漏水が生じる機器とは，基準地震動及び耐震設計方針に係る審査ガイドにおいて，耐震設計上の重要度分類 B，C クラスに分類される機器（以下，「B，C クラス機器」という。）とする。 ただし，B，C クラス機器であっても，基準地震動による地震力に対して耐震性が確保されるものについては，漏水を考慮しないことができる。（解説—2. 1. 3—1） 漏水が生じるとした機器のうち，防護対象設備への溢水の影響が最も大きくなる位置で漏水が生じるものとする。 溢水量は，以下を考慮して求める。</p> <p>① 配管の場合は，完全全周破断とし，系統の全保有水量が漏えいするものとする。なお，配管の高さや引き回し等の関係から保有水量の流出範囲が明確に示せる場合は，その範囲の保有水量を放出するものとして溢水量を算出できる。 ただし，循環水管に破損を想定する場合は，循環水管の構造強度を考慮して，伸縮継手部が全円周状に破損するとして溢水量を求めることができる。</p> <p>② 容器の場合は，容器内保有水の全量流出を想定する。</p> <p>③ 漏えいを検出する機能が設置され，自動又は手動操作によって，漏えいを停止させることができる場合は，この機能を考慮することができる。 漏えい停止機能に期待する場合は，停止までの適切な時間を考慮して溢水量を求めることができる（付録 B 参照）。ただし，地震時において漏えいを自動で停止させる場合には，自動で作動する機器，信号などが地震時においても機能喪失しないことが示されていなければならない。また，手動で停止させる場合には，停止までの操作時間が地震時においても妥当であることが示されていなければならない。 漏えい停止を運転員等の手動操作に期待する場合にあたっては，保安規定又はその下位規定にその手順が明確にされていなければならない。</p> <p>解説—2. 1. 3—1 「B，C クラス機器であっても，基準地震動による地震力に対して耐震性が確保されるもの」について 基準地震動による地震力に対して耐震性が確保されるものとは，製作上の裕度等を考慮することにより，基準地震動による地震力に対して耐震性を有すると評価できるものをいう。</p>	<p>2.1.3 地震に起因する機器の破損等により生じる溢水</p> <p>(1) 発電所内に設置された機器の破損による漏水 耐震 B，C クラス機器のうち基準地震動 S_s に対する耐震性を有することを確認するのは溢水源として想定しないこととする。 具体的には，耐震 B，C クラス機器（配管，容器）のうち，機器の破損による溢水防止の観点から基準地震動 S_s による地震力に対して評価を実施し，耐震性が確保されるものは溢水源から除外する。</p> <p>溢水量は，以下を考慮して求める。</p> <p>① 配管は，原則，配管の高さや引き回し等を考慮せず，系統の全保有水量が漏えいするものとする。ただし，循環水管に破損を想定する場合は，循環水管の構造強度を考慮して伸縮継手部が全円周状に破損するとして溢水量を求める。</p> <p>② 容器の場合は，容器内保有水の全量流出を想定する。</p>	

「原子力発電所の内部溢水影響評価ガイド」	東海第二発電所での評価結果	備考
<p>(2) 使用済燃料貯蔵プールのスロッシングによる溢水 使用済燃料貯蔵プール水が基準地震動による地震力によって生じるスロッシングによってプール外へ漏水する可能性がある場合は、溢水源として想定する。</p> <p>2.2 溢水影響評価</p> <p>2.2.1 安全設備に対する溢水影響評価 溢水に対する原子炉施設の安全確保の考え方は、以下のとおりとする。</p> <p>溢水の影響評価にあたっては、発電所内で発生した溢水に対して、重要度の特に高い安全機能を有する系統が、その安全機能を失わないこと（多重性又は多様性を有する系統が同時にその機能を失わないこと）を確認する。 溢水により原子炉に外乱が及び、かつ、安全保護系、原子炉停止系の作動を要求される場合には、その影響（溢水）を考慮し、安全評価指針に基づき安全解析を行う必要がある。</p> <p>また、中央制御室及び現場操作が必要な設備については、溢水の影響により接近の可能性が失われないことも評価対象とする。</p> <p>2.2.2 溢水から防護すべき対象設備 2.1 項の溢水源及び溢水量の想定にあたっては発生要因別に分類したが、溢水から防護すべき対象設備は、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を防護対象設備とする。</p> <p>2.2.3 溢水防護区画の設定 溢水防護に対する評価対象区画は、2.2.2 項に該当する溢水防護対象設備が設置されている全ての区画、中央制御室及び現場操作が必要な設備へのアクセス通路について設定すること。 全ての防護対象設備が対象となっていることを確認するために、2.2.2 項に該当する防護対象設備の系統図及び配置図を照合しなければならない。</p> <p>また、アクセス通路については、図面等により図示されていることを確認する。 なお、同じ部屋であっても、溢水による影響を考慮した堰等で区切られている場合には、区切られた区画を溢水防護区画として取り扱うことができる。</p>	<p>(2) 使用済燃料プールのスロッシングによる溢水 基準地震動 S_s による使用済燃料プールのスロッシング評価を行い、プールからの溢水量を評価している。</p> <p>2.2 溢水影響評価</p> <p>2.2.1 安全設備に対する溢水影響評価 溢水の影響評価にあたっては、算定した溢水量により重要度の特に高い安全機能を有する系統が、その安全機能を失わないこと（多重化又は多様化された系統が同時にその機能を失わないこと）を確認している。</p> <p>中央制御室及び現場操作が必要な設備については、溢水の影響により接近の可能性が失われないことを確認している。</p> <p>2.2.2 溢水から防護すべき対象設備 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を抽出し防護対象設備としている。</p> <p>2.2.3 溢水防護区画の設定 溢水防護に対する評価対象区画を設定し、防護対象設備の系統図及び配置図の照合により、全ての防護対象設備が対象となっていることを確認している。</p>	

「原子力発電所の内部溢水影響評価ガイド」	東海第二発電所での評価結果	備考
<p>2.2.4 溢水影響評価</p> <p>溢水影響評価においては、評価対象区画で想定される溢水事象に対し、その防護対象設備が没水、被水又は蒸気の影響を受けずその機能が確保されるか否かを評価する（図－1）。</p> <p>評価対象区画は、漏えい想定箇所を起点とした溢水経路上に存在する全ての溢水防護区画を対象とする。</p> <p>(1) 溢水経路の設定</p> <p>溢水経路の設定にあたっては、溢水防護区画内漏えいと溢水防護区画外漏えいの2通りの溢水経路を想定する。</p> <p>a. 溢水防護区画内漏えいでの溢水経路</p> <p>溢水防護区画内漏えいでの溢水経路の評価を行う場合、防護対象機器の存在する溢水防護区画の水位が最も高くなるように当該溢水区画から他区画への流出がないように溢水経路を設定する。</p> <p>評価を行う場合の各構成要素の溢水に対する考え方を以下に示す。</p> <p>(a) 床ドレン</p> <p>評価対象区画に床ドレン配管が設置され他の区画とつながっている場合であっても、目皿が1つの場合は、他の区画への流出は想定しないものとする。</p> <p>ただし、同一区画に目皿が複数ある場合は、流出量の最も大きい床ドレン配管1本からの流出は期待できないものとする。この場合には、床ドレン配管における単位時間あたりの流出量を算出し、溢水水位を評価すること。</p> <p>(b) 床面開口部及び床貫通部</p> <p>評価対象区画床面に床開口部又は貫通部が設置されている場合であっても、床面開口部又は床貫通部から他の区画への流出は、考慮しないものとする。</p> <p>ただし、以下に掲げる場合は、評価対象区画から他の区画への流出を期待することができる。</p> <p>流出を期待する場合は、床開口部及び床貫通部における単位時間あたりの流出量を算出し、溢水水位を評価すること。</p> <p>①評価対象区画の床貫通部にあっては、貫通する配管、ダクト、ケーブルトレイ又は電線管と貫通部との間に隙間があって、明らかに流出が期待できることを定量的に確認できる場合</p> <p>②評価対象区画の床面開口部にあっては、明らかに流出が期待できることを定量的に確認できる場合</p>	<p>2.2.4 溢水影響評価</p> <p>溢水影響評価においては、防護対象設備が没水、被水又は蒸気の影響に対しその機能が確保されていることを確認している。</p> <p>評価対象区画は、漏えい想定箇所を起点とした溢水経路上に存在する全ての溢水防護区画を対象としている。</p> <p>(1) 溢水経路の設定</p> <p>溢水経路の設定にあたっては、溢水防護区画内漏えいと溢水防護区画外漏えいでの2通りの溢水経路を想定している。</p> <p>なお、廃棄物処理建屋から防護対象設備が設置されている建屋への流入経路については、廃棄物処理建屋の滞留可能な水量から伝播を想定する必要はないことを確認している。</p> <p>a. 溢水防護区画内漏えいでの溢水経路</p> <p>溢水防護区画内漏えいでの溢水経路の評価を行う場合、防護区画内の水位が最も高くなるように当該溢水区画から他区画への流出がないように溢水経路を設定している。</p> <p>(a) 床ドレン</p> <p>評価対象区画に床ドレン配管が設置され他の区画とつながっている場合であっても、他の区画への流出は原則想定していない。</p> <p>(b) 床面開口部及び床貫通部</p> <p>評価対象区画床面に床開口部又は貫通部が設置されている場合であっても、床面開口部又は床貫通部から他の区画への流出は、考慮しないものとしている。</p>	

「原子力発電所の内部溢水影響評価ガイド」	東海第二発電所での評価結果	備考
<p>(c) 壁貫通部 評価対象区画の境界壁に貫通部が設置され、隣との区画の貫通部が溢水による水位より低い位置にある場合であっても、その貫通部からの流出は考慮しないものとする。 ただし、当該壁貫通部を貫通する配管、ダクト、ケーブルトレイ又は電線管と貫通部との間に隙間があって、明らかに流出が期待できることを定量的に確認できる場合は、他の区画への流出を考慮することができる。 流出を期待する場合は、壁貫通部における単位時間あたりの流出量を算出し、溢水水位を評価すること。</p> <p>(d) 扉 評価対象区画に扉が設置されている場合であっても、当該扉から隣室への流出は考慮しないものとする。</p> <p>(e) 排水設備 評価対象区画に排水設備が設置されている場合であっても、当該区画の排水は考慮しないものとする。ただし、溢水防止対策として排水設備を設置することが設計上考慮されており、工事計画の認可を受ける等明らかに排水が期待できることを定量的に確認できる場合には、当該区画からの排水を考慮することができる。</p> <p>b. 溢水防護区画外漏えいでの溢水経路 溢水防護区画外漏えいでの溢水経路の評価を行う場合、防護対象機器の存在する溢水防護区画の水位が最も高く（当該溢水区画に流出する水量は多く、排出する流量は少なくなるように設定）なるように溢水経路を設定する。 評価を行う場合の各構成要素の溢水に対する考え方を以下に示す。</p> <p>(a) 床ドレン 評価対象区画の床ドレン配管が他の区画とつながっている場合であって、他の区画の溢水水位が評価対象区画より高い場合は、水位差によって発生する流入量を考慮する。 ただし、評価対象区画内に設置されている床ドレン配管に逆流防止弁が設置されている場合は、その効果を考慮することができる。</p> <p>(b) 天井面開口部及び貫通部 評価対象区画の天井面に開口部又は貫通部がある場合は、上部の区画で発生した溢水量の全量が流入するものとする。 ただし、天井面開口部が鋼製又はコンクリート製の蓋で覆われたハッチに防水処理が施されている場合又は天井面貫通部に密封処理等の流出防止対策が施されている場合は、評価対象区画への流入は考慮しないことができる。 なお、評価対象区画上部にある他の区画に蓄積された溢水が、当該区画に残留すると評価できる場合は、その残留水の流出は考慮しなくてもよい。</p>	<p>(c) 壁貫通部 評価対象区画の境界壁の貫通部が溢水による水位より低い位置にある場合でも、その貫通部からの流出は考慮しない。</p> <p>(d) 扉 評価対象区画に扉が設置されている場合であっても、当該扉から隣室への流出は考慮しない。</p> <p>(e) 排水設備 評価対象区画からの排水を考慮している排水設備はない。</p> <p>b. 溢水防護区画外漏えいでの溢水経路 溢水防護区画外漏えいでの溢水経路の評価を行う場合、防護対象機器の存在する溢水防護区画の水位が最も高くなるように溢水経路を設定している。</p> <p>(a) 床ドレン 評価対象区画の床ドレン配管が他の区画とつながっている場合は水位差による流入量を考慮している。 ただし、評価対象区画内に設置されているドレン配管に逆流防止弁が設置されている場合又は閉止措置がされている場合はその効果を考慮している。</p> <p>(b) 天井面開口部及び貫通部 評価対象区画の天井面に開口部又は貫通部がある場合は、上部の区画で発生した溢水量の全量が流入するものとしている。</p>	

「原子力発電所の内部溢水影響評価ガイド」	東海第二発電所での評価結果	備考
<p>(c) 壁貫通部 評価対象区画の境界壁に貫通部が設置されている場合であって、隣の区画の溢水による水位が貫通部より高い位置にある場合は、隣室との水位差によって発生する流入量を考慮する。 ただし、評価対象区画の境界壁に貫通部に密封処理等の流出防止対策が施されている場合は、評価対象区画への流入は考慮しないことができる。</p> <p>(d) 扉 評価対象区画に扉が設置されている場合は、隣室との水位差によって発生する流入量を考慮する。 当該扉が水密扉である場合は、流入を考慮しないことができる。ただし、水密扉は、溢水時に想定される水位により発生する水圧に対し水密性が確保でき、その水圧に耐えられる強度を有している場合に限る。</p> <p>(e) 堰 溢水が発生している区画に堰が設置されている場合であって、他に流出経路が存在しない場合は、当該区画で発生した溢水は堰の高さまで蓄積されるものとする。</p> <p>(f) 排水設備 評価対象区画に排水設備が設置されている場合であっても、当該区画の排水は考慮しないものとする。ただし、溢水防止対策として排水設備を設置することが設計上考慮されており、工事計画の認可を受ける等明らかに排水が期待できることを定量的に確認できる場合には、当該区画からの排水を考慮することができる。</p> <p>(2) 溢水防護区画の評価に用いる各項目の算出 溢水防護区画の評価で没水、被水評価の対象区画の分類例を図-2に示す。また、溢水防護区画の評価で蒸気評価の対象区画の分類例を図-3に示す。 各項目の算出方法を以下に示す。 a. 没水評価に用いる水位の算出方法 影響評価に用いる水位の算出は、漏えい発生階とその経路上の評価対象区画の全てに対して行う。 水位：Hは、下式に基づいて算出する。 $H = Q / A$ ただし、各項目は以下とする。 Q：流入量(m³) 「2. 1 溢水源及び溢水量の想定」で想定した溢水量に基づき、「2. 2. 4 (1) 溢水経路の設定」の溢水経路の評価に基づき評価対象区画への流入量を算出する。</p>	<p>(c) 壁貫通部 評価対象区画の境界壁に貫通部が設置されている場合であって、隣の区画の溢水による水位が貫通部より高い位置にある場合は、隣室との水位差によって発生する流入を考慮することとしている。 なお、評価対象区画の境界壁の貫通部に密封処理等の流出防止対策が施されている場合は、評価対象区画への流入は考慮していない。</p> <p>(d) 扉 評価対象区画に扉が設置されている場合は、隣室との水位差によって発生する流入量を考慮している。 水密扉については、水圧による水密性の確保ができ、その水圧に耐えられる強度を有しており、流入を考慮していない。</p> <p>(e) 堰 溢水が発生している区画に堰が設置されている場合、他に流出経路が存在しない場合でも保守的に堰は考慮せず、溢水が伝播するものとして評価している。 なお、流路制限措置として設置している堰については、当該区画で発生した溢水が堰高さまで蓄積されるものとしている。</p> <p>(f) 排水設備 評価対象区画からの排水を考慮している排水設備はない。</p> <p>(2) 溢水防護区画の評価に用いる各項目の算出 a. 没水評価に用いる水位の算出方法 影響評価に用いる水位の算出は、漏えい発生階とその経路上の評価対象区画の全てに対して行っている。 水位：Hは、下式に基づいて算出する。 $H = Q / A$ Q：流入量(m³)</p>	

「原子力発電所の内部溢水影響評価ガイド」	東海第二発電所での評価結果	備考
<p>A：滞留面積(m²) 評価対象区画内と溢水経路に存在する区画の総面積を滞留面積として評価する。 なお、滞留面積は、壁及び床の盛り上がり（コンクリート基礎等）範囲を除く有効面積を滞留面積とする。</p> <p>b. 被水評価に用いる飛散距離の算出方法 被水評価に用いる飛散距離の算出は、防護対象設備が存在する区画を対象に行う。 飛散距離：Xは次式に基づいて算出する。（図-4）</p> $X = \frac{\tan \phi + \sqrt{\tan^2 \phi + (2gH) / (V^2 \cos^2 \phi)}}{g / (V^2 \cos^2 \phi)}$ $V = \sqrt{2gP / \gamma} \quad (\text{トリチュリの定理})$ <p>ただし、各項目は以下とする。 V＝噴出速度(m/s) φ＝噴出角度（破損位置や天井への衝突等も考慮し、飛散距離Xが最大となるφを採用する） H＝破損位置の床上高さ(m) g＝重力加速度(m/s²) P＝管内圧力(Pa) γ＝水の比重量(kg/m³)</p> <p>なお、上記の式は空気抵抗を考慮していない安全側の評価式であるため、必要に応じて空気抵抗を考慮することができる。この場合、考慮した空気抵抗の値については、使用した値の妥当性を示すこと。</p> <p>c. 蒸気評価に用いる拡散範囲の算出方法 蒸気評価に用いる拡散範囲は、適切な評価方法を用いて妥当な評価範囲を設定する。 評価手法を用いて拡散範囲の算出を行わない場合には、保守側に連通した複数の区画全体に蒸気が拡散するものとする。 ただし、評価方法として、汎用3次元流体ソフトウェア等を用いて拡散範囲を算出する場合には、使用した解析コードの蒸気拡散計算への適用性と評価条件を示すこと。</p>	<p>A：滞留面積(m²) 滞留面積は、コンクリート基礎等の範囲を除く有効面積を滞留面積として評価している。</p> <p>b. 被水による影響評価 防護対象設備から溢水源となる配管が直視できる場合には、防護対象設備が分離配置されているか、被水に対する保護構造を有しているか等の観点から対策が必要な機器を選択し、必要により防水板等による被水防護措置を実施する。</p> <p>c. 蒸気評価に用いる拡散範囲の算出方法 高エネルギー配管のターミナルエンド部については、完全全周破断を想定した溢水影響評価を実施する。環境への影響が大きいと考えられる蒸気漏えいに関して以下の対策を実施することとしており、また、必要に応じて各対策を組み合わせることで対策の最適化を図ったうえで、蒸気の拡散範囲を算出する。 (1) 漏えい検知・隔離 (2) 防護カバーの設置 ターミナルエンド部以外については、溢水評価ガイドに則り応力評価を実施し、評価結果に基づき貫通クラックを想定する等の影響評価を実施する。</p>	

「原子力発電所の内部溢水影響評価ガイド」	東海第二発電所での評価結果	備考
<p>(3) 影響評価</p> <p>原子力発電所内で発生する溢水に対して、防護すべき対象機器が、以下に示す没水、被水及び蒸気の要求を満足しているか確認する。</p> <p>a. 没水による影響評価</p> <p>想定される溢水源に基づいて評価した評価対象区画における最高水位が、2. 2. 2項で選定された防護対象設備の設置位置を超えないことを確認する。</p> <p>また、中央制御室及び現場操作が必要な設備へのアクセス通路にあっては、歩行に影響のない水位（階段堰高さ）であること及び必要に応じて環境の温度、放射線量を考慮しても接近の可能性が失われないことを確認する。</p> <p>上記、設置位置及びアクセス通路の水位が判断基準を超える場合又は環境の温度、放射線により現場操作が必要な設備へ接近できないと判断される場合は、防護対象設備の機能は期待できないものとする。</p> <p>b. 被水による影響評価</p> <p>評価対象区画に設置されている防護対象設備の被水による影響については、以下の項目について確認する。</p> <p>防護対象設備から溢水源となる配管が直視できる場合には、図-5に示す被水の影響評価の考え方に従い確認する。</p> <p>また、溢水源となる配管については、配管径に関係なく、被水による影響評価を実施する。（解説2. 2. 4-2）</p> <ol style="list-style-type: none"> ① 評価対象区画に流体を内包する機器が設置されている場合は、防護対象設備に対し被水防護措置がなされていることを確認する。 ② 評価対象区画に流体を内包する機器が設置されていない場合は、天井面に開口部又は貫通部が存在しないことを確認する。 ③ 評価対象区画に流体を内包する機器が設置されておらず、かつ、天井面に開口部又は貫通部が存在する場合は、当該開口部及び貫通部に密封処理等の流出防止対策がなされていることを確認する。 ④ 評価対象区画に流体を内包する機器が設置されておらず、天井面に開口部又は貫通部が存在し、かつ、当該開口部及び貫通部に密封処理等の流出防止対策がなされていない場合にあつては、防護対象設備に対し被水防護措置がなされていることを確認する。 ⑤ ①～④を満足しない場合は、防護対象設備が、防滴仕様であることを確認する。 ⑥ 中央制御室及び現場操作が必要な設備へのアクセス通路にあっては、必要に応じて環境の温度、放射線量を考慮しても接近の可能性が失われないことを確認する。上記、①～⑥を満足しない場合には、防護対象設備の機能は期待できないものとする。 <p>①項の「被水防護措置」とは、障壁による分離、距離による分離及び防水板等による被水防護等をいい、被水防護措置がなされている場合の例を図-6に示す。</p>	<p>(3) 影響評価</p> <p>原子力発電所内で発生する溢水に対して、防護すべき対象機器が没水、被水及び蒸気の要求を満足しているか確認している。</p> <p>a. 没水による影響評価</p> <p>溢水源に基づいて評価した評価対象区画における最高水位が、防護対象設備の機能喪失高さを超えないことを確認している。</p> <p>また、中央制御室及び現場操作が必要な設備については、溢水の影響により接近の可能性が失われないことを確認している。</p> <p>b. 被水による影響評価</p> <p>溢水源となる配管に対し、防護対象設備が分離配置されているか、被水に対する保護構造を有しているか等の観点から対策が必要な機器を選択し、必要により被水防護措置を実施する。</p>	

「原子力発電所の内部溢水影響評価ガイド」	東海第二発電所での評価結果	備考
<p>解説－2. 2. 4－2 「被水による影響評価」 被水による影響評価の対象となる溢水源の考え方は、没水による影響評価における溢水源と同じである。「溢水源となる配管については、配管径に関係なく、被水による影響評価を実施する。」としたのは、25A以下の配管においても、破断時の溢水量は、それを超える口径の配管破断時より少ないが、溢水の飛散による防護対象設備への影響を考慮する必要があるからである。</p> <p>c. 蒸気による影響評価 評価対象区画に設置されている防護対象設備の蒸気による影響については、以下の項目について確認する。 防護対象設備から溢水源となる同じ区画にある場合には、図－7に示す蒸気の影響評価の考え方に従い確認する。 また、溢水源となる高エネルギー配管については、配管径に関係なく、蒸気による影響評価を実施する。（解説2. 2. 4－3）</p> <ol style="list-style-type: none"> ① 評価対象区画に蒸気を内包する機器が設置されている場合は、防護対象設備に対し蒸気防護措置がなされていることを確認する。 ② 評価対象区画に蒸気を内包する機器が設置されていない場合は、天井面に開口部又は貫通部が存在しないことを確認する。 ③ 評価対象区画に蒸気を内包する機器が設置されておらず、かつ、天井面に開口部又は貫通部が存在する場合は、当該開口部及び貫通部に密封処理等の流出防止対策がなされていることを確認する。 ④ 評価対象区画に蒸気を内包する機器が設置されておらず、天井面に開口部又は貫通部が存在し、かつ、当該開口部及び貫通部に密封処理等の流出防止対策がなされていない場合にあっては、防護対象設備に対し蒸気防護措置がなされていることを確認する。 ⑤ ①～④を満足しない場合は、防護対象設備が、耐蒸気仕様（想定される温度等を考慮した仕様）であることを確認する。 ⑥ 中央制御室及び現場操作が必要な設備へのアクセス通路にあっては、必要に応じて環境の温度、放射線量を考慮しても接近の可能性が失われないことを確認する。上記、①～⑥を満足しない場合には、防護対象設備の機能は期待できないものとする。④の「蒸気防護措置」とは、気流による分離、ケーブル端子箱の密封処理による分離等による蒸気防護処置等をいう。 <p>解説－2. 2. 4－3 「蒸気による影響評価」 蒸気による影響評価の対象となる溢水源の考え方は、没水による影響評価における溢水源と同じである。「溢水源となる高エネルギー配管については、配管径に関係なく、蒸気による影響評価を実施する。」としたのは、25A以下の配管においても、破断時の溢水量は、それを超える口径の配管破断時より少ないが、蒸気の拡散による防護対象設備への影響を考慮する必要があるからである。</p>	<p>c. 蒸気による影響評価 高エネルギー配管のターミナルエンド部については、完全全周破断を想定した溢水影響評価を実施する。環境への影響が大きいと考えられる蒸気漏えいに関して以下の対策を実施することとしており、また、必要に応じて各対策を組み合わせることで対策の最適化を図ったうえで、蒸気の影響評価を実施する。</p> <ol style="list-style-type: none"> (1) 漏えい検知・隔離 (2) 防護カバーの設置 <p>ターミナルエンド部以外については、溢水評価ガイドに則り応力評価を実施し、評価結果に基づき貫通クラックを想定する等の影響評価を実施する。</p>	

「原子力発電所の内部溢水影響評価ガイド」	東海第二発電所での評価結果	備考
<p>(4) 溢水による影響評価の判定 (3) の影響評価の結果から内部溢水に対して、重要度の特に高い安全機能を有する系統が、その安全機能を失わないこと（信頼性要求に基づき独立性が確保され、多重性又は多様性を有する系統が同時にその機能を失わないこと）。 内部溢水により原子炉に外乱が及び、かつ、安全保護系、原子炉停止系の作動を要求される場合には、その影響（溢水）を考慮し、安全評価指針に基づき安全解析を行う必要がある。</p> <p>3. 使用済燃料貯蔵プール（使用済燃料ピット）の溢水評価 3.1 溢水源及び溢水量の想定 溢水源としては、2. 1 項の原子炉施設の溢水源及び溢水量の想定と同じ溢水源と溢水量を想定する。</p> <p>3.1.1 溢水の影響を評価するために想定する機器の破損等により生じる溢水 配管の破損は、2. 1. 1 項の原子炉施設と同じように内包する流体のエネルギーに応じて①高エネルギー配管及び②低エネルギー配管の2種類に分類し、破損を想定する。 ・高エネルギー配管については、完全全周破断 ・低エネルギー配管については、配管内径の1/2の長さと同配管肉厚の1/2の幅を有する貫通クラック（以下、「貫通クラック」という。）</p> <p>3.1.2 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設備からの放水による溢水 (1) 火災時に考慮する消火水系統からの放水による溢水 火災時に考慮する消火水系統からの放水による溢水は、2. 1. 2 項の原子炉施設と同じように以下の2項目を想定する。 a. 火災検知により自動作動するスプリンクラーからの放水 b. 建屋内の消火活動のために設置される消火栓からの放水</p>	<p>(4) 溢水による影響評価の判定 内部溢水に対して、防護対象設備が、その安全機能を失わないこと（多重化又は多様化された系統が同時にその機能を失わないこと）を確認している。</p> <p>3. 使用済燃料プールの溢水評価 3.1 溢水源及び溢水量の想定 溢水源としては、2. 1 項の原子炉施設の溢水源及び溢水量の想定と同じ溢水源と溢水量を想定している。</p> <p>3.1.1 溢水の影響を評価するために想定する機器の破損等により生じる溢水 破損を想定する機器は、配管とし、配管の破損は、内包する液体のエネルギーに応じて、高エネルギー配管と低エネルギー配管に分類して破損を想定している。 高エネルギー配管のターミナルエンド部については、完全全周破断を想定した溢水影響評価を実施する。環境への影響が大きいと考えられる蒸気漏えいに関して以下の対策を実施することとしており、また、必要に応じて各対策を組み合わせることで対策の最適化を図ったうえで、蒸気の影響評価を実施する。 (1) 漏えい検知・隔離 (2) 防護カバーの設置 ターミナルエンド部以外については応力評価を実施し、評価結果に基づき貫通クラックを想定する等の影響評価を実施する。 低エネルギー配管については、網羅的に発生応力評価を行い配管の健全性を確認する。 漏えい蒸気による環境影響評価を実施し、防護対象設備が機能を喪失しないことを確認する。</p> <p>3.1.2 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設備からの放水による溢水 (1) 火災時に考慮する消火水系統からの放水による溢水 a. 火災検知により作動するスプリンクラーからの放水 東海第二発電所においては、防護対象設備が設置されている建屋にスプリンクラーは設置されていないことから対象外である。 b. 建屋内の消火活動のために設置される消火栓からの放水 建屋内での消火栓による消火活動を想定し、消火活動が連続して実施される時間を見込んで放水量を算定している。具体的には3時間の消火活動を見込んで溢水量を算定している。 火災源が小さいエリアの場合は、日本電気協会電気技術指針「原子力発電所の火災防護指針（JEAG4607-2010）」解説-4-5(1)の規定による「火災荷重」及び「等価時間」での溢水量を想定できるが、評価を保守的にするために考慮していない。 消火活動においては、扉を開放して実施することから扉からの流出も考慮して評価している。</p>	

「原子力発電所の内部溢水影響評価ガイド」	東海第二発電所での評価結果	備考
<p>3.1.3 地震に起因する機器の破損等により生じる溢水 (1) 発電所内に設置された機器の破損による漏水 流体を内包する機器（配管、容器）のうち、基準地震動による地震力によって、破損が生じるとされる機器について、2.1.3(1)項の原子炉施設と同じように破損による溢水を想定する。 (2) 使用済燃料貯蔵プールのスロッシングによる溢水 使用済燃料貯蔵プール水が、地震に伴うスロッシングによってプール外へ漏水する可能性のある場合は、2.1.3(2)項の原子炉施設と同じように溢水源として想定する。</p> <p>3.2 溢水影響評価</p> <p>3.2.1 使用済燃料貯蔵プール（使用済燃料ピット）に対する溢水影響評価 溢水に対する使用済燃料貯蔵プール（使用済燃料ピット）の安全確保の考え方は、以下のとおりとする。 溢水の影響評価にあたっては、発電所内で発生した溢水に対して、使用済燃料貯蔵プール（使用済燃料ピット）設備が、「プール冷却」及び「プールへの給水」ができることを確認する。 プール冷却にあたっては、想定される溢水により通常運転中の使用済燃料貯蔵プール（使用済燃料ピット）冷却系に外乱が生じ、冷却を維持する必要がある場合、使用済燃料貯蔵プール（使用済燃料ピット）を保安規定で定めた水温（65℃以下）以下に維持できること。 プールへの給水にあたっては、想定される溢水により通常運転中の使用済燃料貯蔵プール（使用済燃料ピット）補給水系に外乱が生じ、給水を維持する必要がある場合、使用済燃料貯蔵プール（使用済燃料ピット）を燃料の放射線を遮へいするために必要な量の水を維持できること。</p> <p>3.2.2 溢水から防護すべき対象設備 3.1項の溢水源及び溢水量の想定にあたっては発生要因別に分類したが、溢水から防護すべき対象設備は、溢水の発生場所毎に「プール冷却」及び「プールへの給水」の機能を適切に維持するために必要な設備を防護対象設備とする。</p> <p>3.2.3 溢水防護区画の設定 溢水防護に対する評価対象区画は、3.2.2項に該当する溢水防護対象設備が設置されている全ての区画、中央制御室及び現場操作が必要な設備へのアクセス通路について設定すること。 全ての防護対象設備が対象となっていることを確認するために、3.2.2項に該当する防護対象設備の系統図及び配置図とを照合しなければならない。 また、アクセス通路については、図面等により図示されていることを確認する。 なお、同じ部屋であっても、溢水による影響を考慮した堰等で区切られている場合には、区切られた区画を溢水防護区画として取り扱うことができる。</p>	<p>3.1.3 地震に起因する機器の破損等により生じる溢水 (1) 発電所内に設置された機器の破損による漏水 流体を内包する機器（配管、容器）のうち、基準地震動S_sによる地震力によって、破損が生じるとされる機器について、2.1.3(1)項の原子炉施設と同様に、基準地震動S_sに対する地震力に対して評価を実施し、耐震性が確保されるものは溢水源から除外する。 (2) 使用済燃料プールのスロッシングによる溢水 基準地震動S_sによる使用済燃料プールのスロッシング評価を行い、プールからの溢水量を評価している。</p> <p>3.2 溢水影響評価</p> <p>3.2.1 使用済燃料プールに対する溢水影響評価 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、プール冷却及び使用済燃料の遮蔽に必要な水位が確保されていることを確認している。</p> <p>3.2.2 溢水から防護すべき対象設備 「プール冷却」及び「プールへの給水」の機能を適切に維持するために必要な設備を抽出し、防護対象設備としている。</p> <p>3.2.3 溢水防護区画の設定 溢水防護に対する評価対象区画を設定し、防護対象設備の系統図及び配置図の照合により、全ての防護対象設備が対象となっていることを確認している。 また、中央制御室及び現場操作が必要な設備については、溢水の影響により接近の可能性が失われないことを確認している。</p>	

「原子力発電所の内部溢水影響評価ガイド」	東海第二発電所での評価結果	備考
<p>3.2.4 溢水影響評価 溢水影響評価においては、評価対象区画で想定される溢水事象に対し、その防護対象設備が没水、被水又は蒸気の影響を受けず、その機能が確保されるか否かを評価する。(図-8) 評価対象区画は、漏えい想定箇所を起点とした溢水経路上に存在する全ての溢水防護区画を対象とする。 溢水影響評価方法は、原子炉施設と同様の方法を用いる。</p> <p>(1) 溢水経路の設定 溢水経路の設定にあたっては、以下の経路を考慮して設定する。溢水経路の設定方法は、2.2.4(1)の原子炉施設の溢水経路の設定と同じ方法を用いる。 a. 溢水防護区画内漏えいでの溢水経路 b. 溢水防護区画外漏えいでの溢水経路</p> <p>(2) 溢水防護区画の評価に用いる各項目の算出 溢水防護区画の評価に用いる以下の各項目の算出は、2.2.4(2)の原子炉施設の算出方法と同じ算出方法を用いる。 a. 没水評価に用いる水位の算出方法 b. 被水評価に用いる飛散距離の算出方法 c. 蒸気評価に用いる拡散範囲の算出方法</p> <p>(3) 影響評価 原子力発電所内で発生する溢水に対して、防護すべき対象機器が、以下に示す没水、被水及び蒸気の要求を満足しているか確認する。確認方法は、2.2.4(3)の原子炉施設の影響評価と同じ。 a. 没水による影響評価 b. 被水による影響評価 c. 蒸気による影響評価</p> <p>(4) 溢水による影響評価の判定 (3)の影響評価の結果から内部溢水に対して、使用済燃料貯蔵プールの冷却及び給水機能が失われないこと。</p> <p>4. 附則 略</p>	<p>3.2.4 溢水影響評価 溢水影響評価においては、防護対象設備が没水、被水又は蒸気の影響を受けずその機能が確保されていることを確認している。 評価対象区画は、漏えい想定箇所を起点とした溢水経路上に存在する全ての溢水防護区画を対象としている。</p> <p>(1) 溢水経路の設定 溢水経路の設定にあたっては、2.2.4(1)の原子炉施設の溢水経路の設定と同じ方法を用いている。</p> <p>(2) 溢水防護区画の評価に用いる各項目の算出 溢水防護区画の評価に用いる各項目の算出は、2.2.4(2)の原子炉施設の算出方法と同じ算出方法を用いている。</p> <p>(3) 影響評価 防護すべき対象機器が没水、被水及び蒸気の要求を満足しているかの確認は、2.2.4(3)の原子炉施設の影響評価と同じ方法を用いている。</p> <p>(4) 溢水による影響評価の判定 想定される内部溢水に対して、溢水水位と、防護対象設備の機能喪失高さを比較することで、防護対象設備が機能喪失に至らないことを確認した。</p>	

施設定期検査中における溢水影響について

施設定期検査作業に伴う原子炉ウェルやドライヤセパレータプールの水張り状態におけるスロッシングの発生，防護対象設備の待機除外やハッチ等，プラントの保守管理上やむを得ぬ措置の実施により，影響評価上設定したプラント状態と一時的に異なる状態となった場合については，その状態を踏まえた必要な安全機能が損なわれない運用及び対策をおこなう。

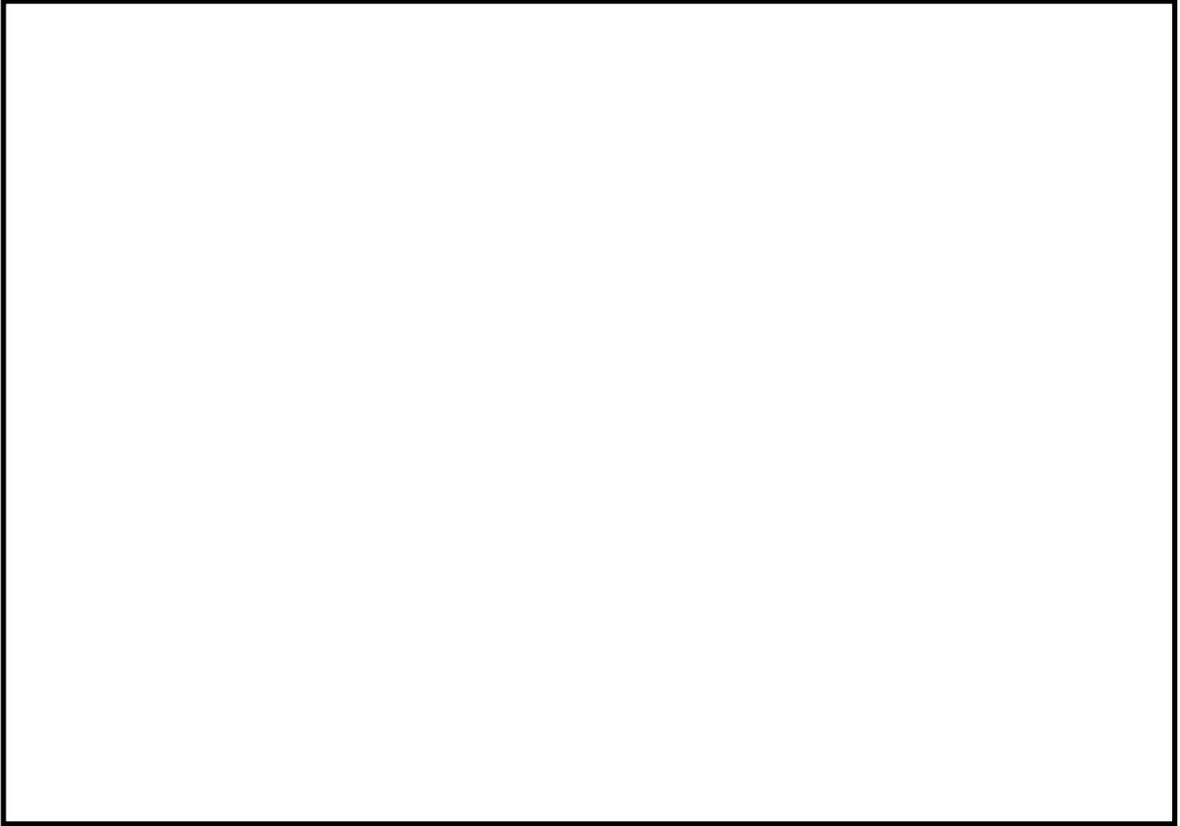
ここでは，影響評価上設定した溢水量及び溢水経路の状態の一時的な変更の一例として，施設定期検査時のスロッシングの発生と作業等でのハッチ開放を想定し，これによる溢水評価への影響について示す。

1. ドライヤセパレータプール等のスロッシングに伴う溢水影響評価について

使用済燃料プールの通常時におけるスロッシングについては，必要な防護対象設備が溢水評価において機能喪失しないことを確認している。

ここでは，施設定期検査期間中に想定される，使用済燃料プール，原子炉ウェル，ドライヤセパレータプールの基準地震動 S_s におけるスロッシングによる溢水量を算定し，防護対策の検討を行う。また，この対策が上記の評価に影響がないことを確認する。

原子炉棟6階床のドライヤセパレータプール等の配置を第1図に示す。



第1図 ドライヤセパレータープール等の配置図

1.1 スロッシングによる溢水量の評価方法

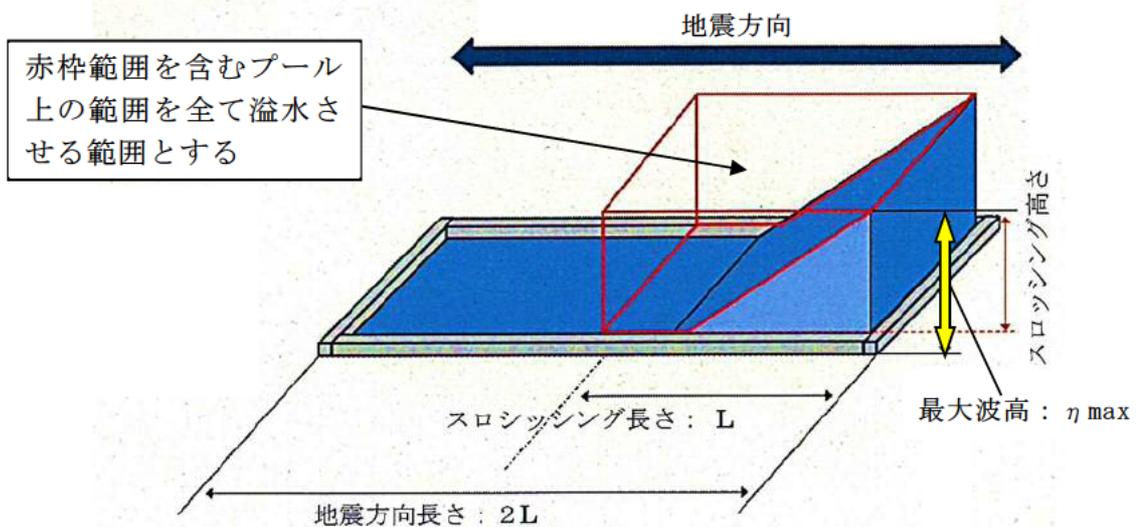
原子炉棟の原子炉ウェル及びドライヤセパレータプールを評価対象とし、速度ポテンシャル理論による簡易評価により溢水量を算定する。また、スロッシングによる溢水量を保守的に評価するために、簡易評価で求めた「最大波高」が床面を上回る高さに、水面面積の 1/2 を乗じることとする。

表 3.7 速度ポテンシャル理論に基づく計算手順

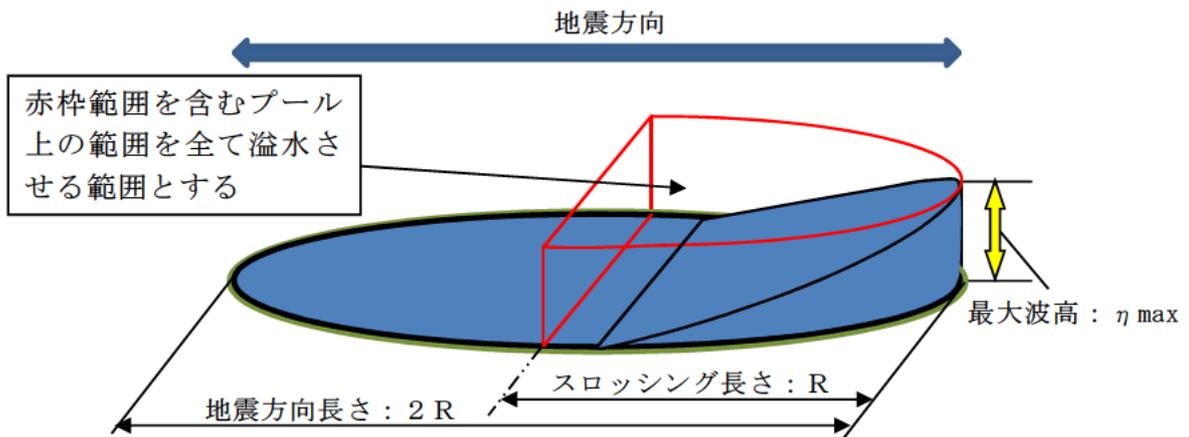
項目	円筒形容器	矩形容器
f_1	$\frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{1.841}{R} g \tanh(1.841 \frac{H}{R})}$	$\frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{1.571}{L} g \tanh(1.571 \frac{H}{L})}$
η_{max}	$0.837 \frac{R}{g} \alpha_1$	$0.811 \frac{L}{g} \alpha_1$

表 3.7 の出典：耐震設計の標準化に関する調査報告書 別冊 2（機器系）（昭和 60 年 3 月（財）原子力工学試験センター）

- L：矩形容器の振動方向長さの 1 / 2
- R：円筒形容器の振動方向長さの 1 / 2
- H：プールの底面から水面の高さ
- g：重力加速度
- α_1 ：加速度スペクトル応答値



第 2 図 スロッシング時の溢水量の設定（矩形）



第3図 スロッシング時の溢水量の設定（円筒形）

簡易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した。

1.2 スロッシングによる溢水量の評価結果

ドライヤセパレータプール等を含めた施設定期検査期間中の基準地震動 S_s におけるスロッシングによる溢水量を第 1 表に示す。ここで、使用済燃料プールの溢水量は 3 次元流体解析の詳細値を考慮するが、その他原子炉ウェルとドライヤセパレータプールのスロッシング量については、簡易解析による結果を示す。簡易解析の結果は詳細解析結果に比べ、約 2 倍の値となっており十分な保守性を有している。

第 1 表 スロッシング評価結果

評価対象	地震波の種類	溢水量 (m^3)
使用済燃料プール	S_s-13	81.49 ^{※1} (156 ^{※2})
原子炉ウェル	S_s-13	210 ^{※2}
ドライヤセパレータ プール	S_s-13	211 ^{※2}
合計		約 503

※1：3次元解析によるスロッシング量

※2：簡易評価による保守的なスロッシング量

1.3 通常時の溢水評価及び対策への影響確認

スロッシング発生時の溢水量が原子炉棟6階床面に流出した際の水位を求め、通常時の溢水評価及び対策への影響を確認した。

溢水水位の評価結果を第2表に示す。なお、使用済燃料プール、原子炉ウェル及びドライヤセパレータプールの床面積は保守的に水位評価に考慮していない。

第2表 スロッシングによる溢水水位

評価対象	溢水量(m ³)	水位(m)
通常時評価	81.49 (89.64 [※])	0.11 (0.12 [※])
停止時評価	503	0.67

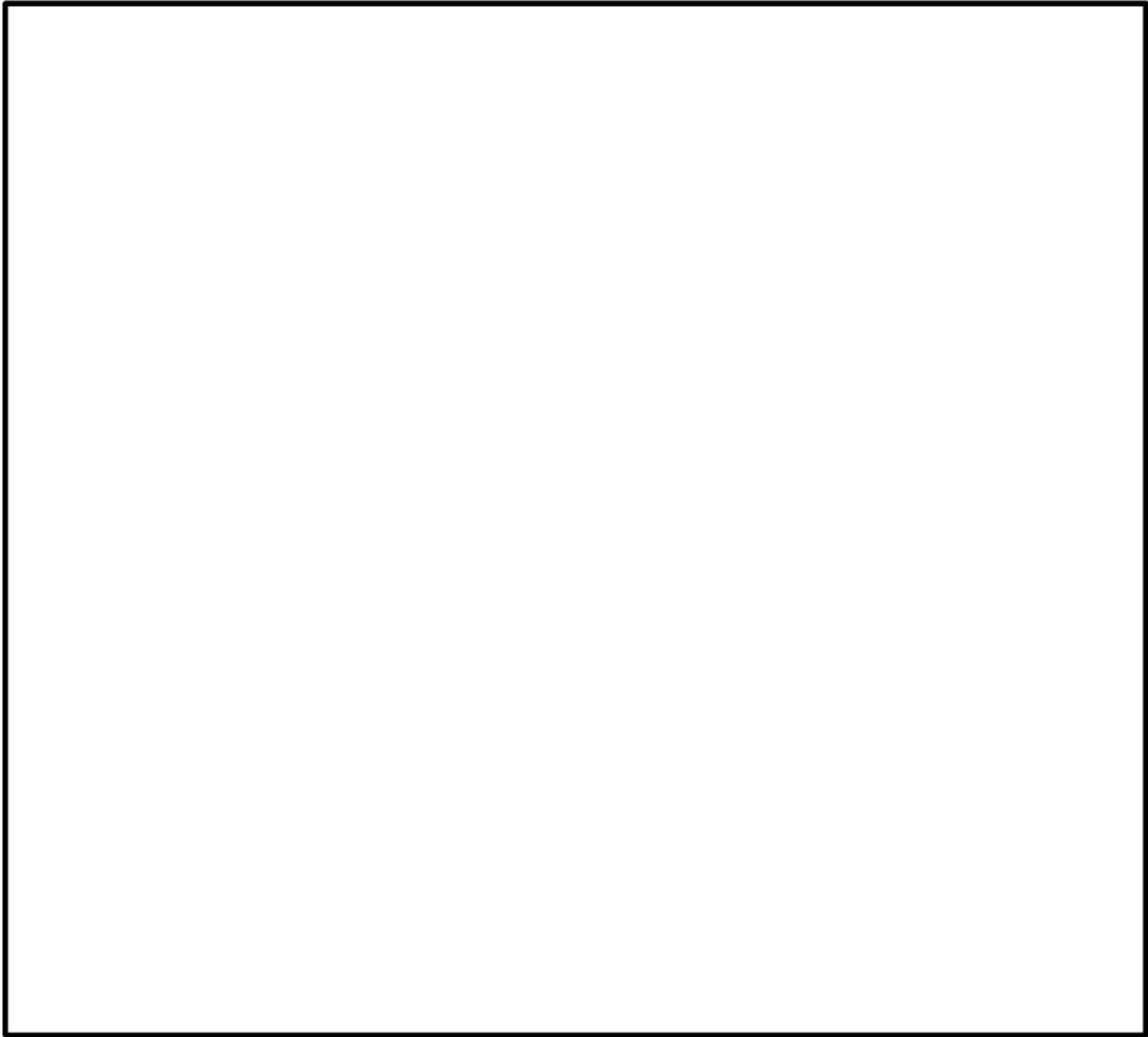
※ 溢水量を1.1倍して水位を評価

スロッシング発生量が通常時の原子炉棟6階で想定する流出量を上回ることから、施設定期検査期間中において、通常時の評価に影響しないよう発生する溢水を下層階に流下させない対策を実施する。具体的には、東側の溢水拡大防止堰の上に0.3mの止水板を設置し、かつ、西側床ドレンファンネルを閉止する運用を行う。

この対策により、施設定期検査期間中に原子炉棟6階にて発生した溢水を下層階へ流下拡大させないことから、他エリアにおけるスロッシング等の溢水影響を防止することが可能となる。

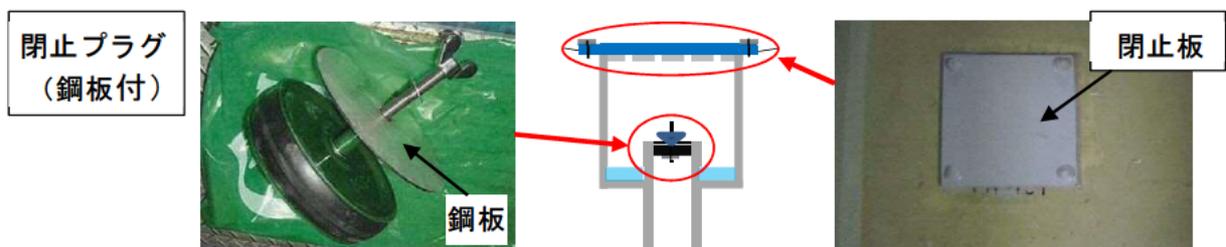
原子炉棟6階は、施設定期検査期間中において、通常運転時に比べ作業等による溢水のリスクが高くなることから、上記の床ドレンファンネル閉止等による対応は、溢水影響の拡大防止の観点からも有効な対応となる。

床ドレンファンネルの閉止については、停止中のみの運用とし、プラント停止直後より格納容器上蓋開放までに、第4図に示す西側範囲を閉止キャップ若しくは閉止板にて止水し、ウェル水張り中はこれを維持する。

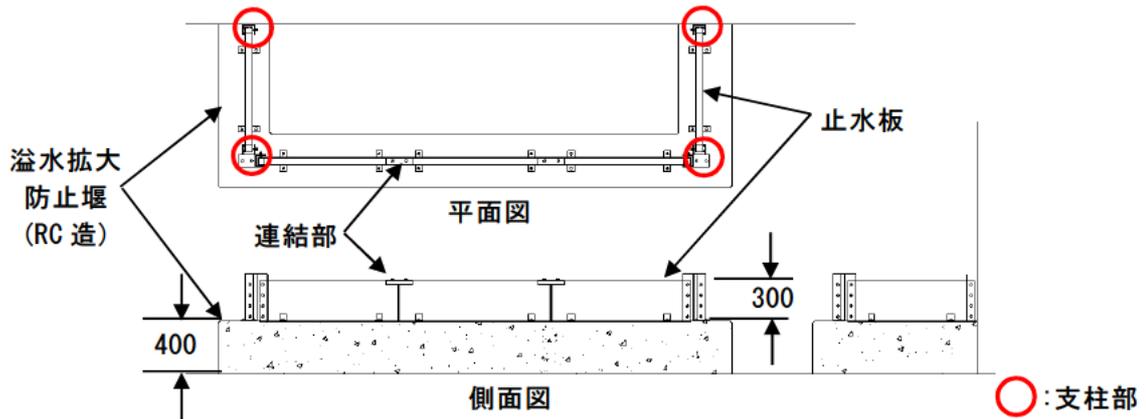


第4図 施設定期検査期間中のスロッシング対策（追加対策）

溢水伝播経路図（原子炉棟6階）



第5図 床ドレンファンネルの閉止例



第6図 溢水拡大防止堰への止水板設置概要図

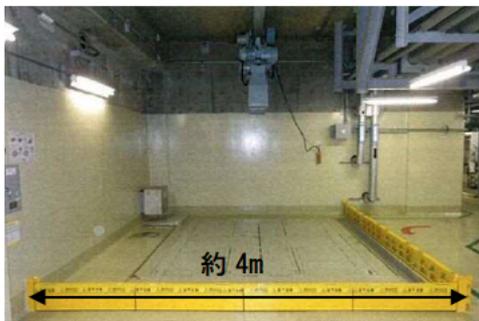
止水板については、通常運転中の燃料キャスク等搬出入時に高さが干渉するため施設定期検査期間中のみの設置とする。止水板の設置時及び取り外し後の復旧状態における止水機能の担保については、取付位置とシール部のパッキンの締め代を寸法にて管理し、止水性能を維持することを、モックアップ試験にて示す。



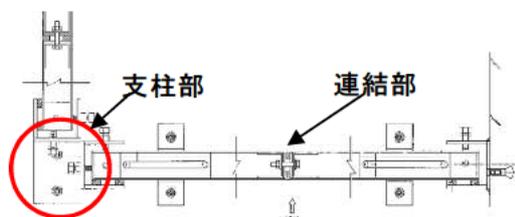
設置前状況



支柱レールの取付状況



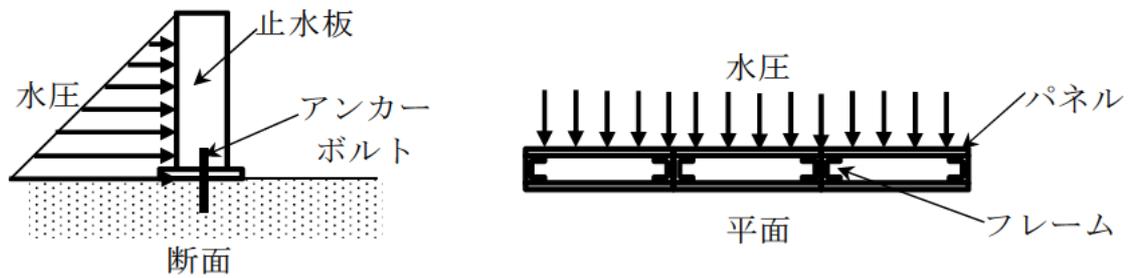
堰設置状況
約4m



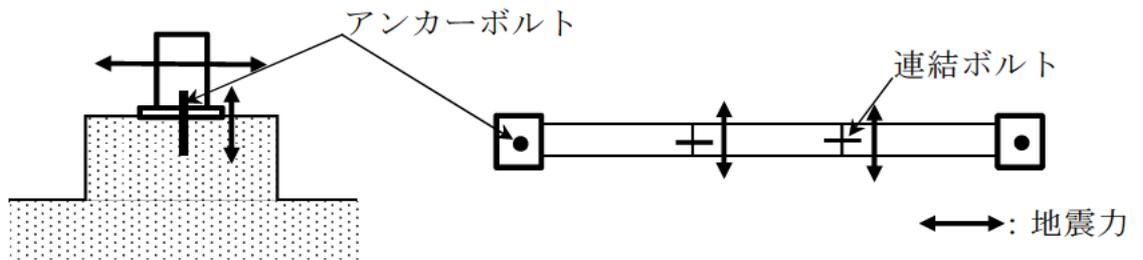
止水板の連結部の形状は、キャスク等のサイズ（φ約2.5m）を考慮し、支柱等を用いない構造とする。

第7図 止水板の設置例

また、止水板の強度については、溢水高さに応じた静水頭圧による構造部材の評価を実施する。耐震性については、**基準地震動 S_s** における最大応答加速度から設計震度を設定し、各支持部材の評価を行う。各評価の概要を第 8 図に示す。



第 8 図 (1/2) 強度評価概要図



第 8 図 (2/2) 耐震評価概要図

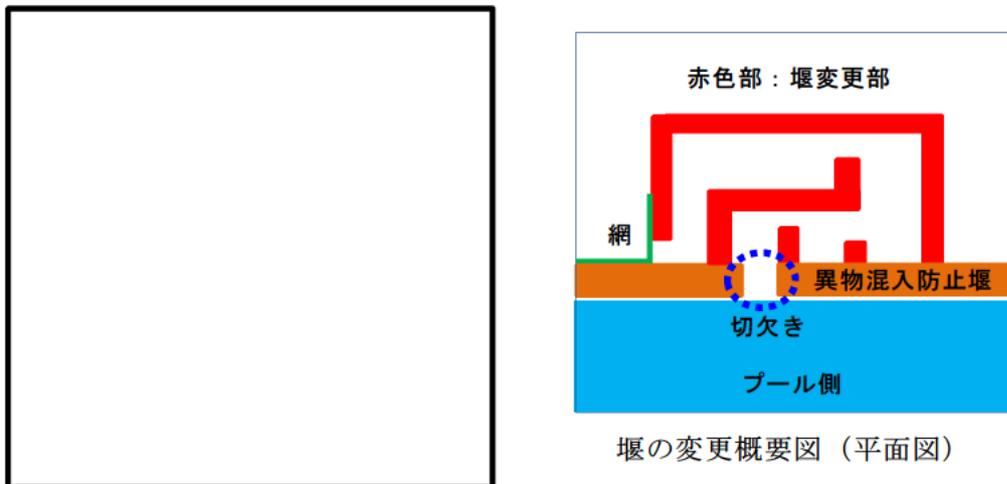
1.4 スロッシング水の滞留対策について

前記の床ドレンファンネル閉止等の運用に加え，スロッシングによる溢水が原子炉棟6階床面に滞留しないよう，溢水を使用済燃料プール等に戻す対策を実施する。

(1) 溢水の床面滞留時の排水対策

使用済燃料プール及びドライヤセパレータプール外周部には異物混入防止を目的とした堰（高さ約0.1m）が設置されており，床面の水位がこの堰を超える場合は，現実的には堰を越流し，プール側に戻ることが想定されるが，さらに確実に床面に溜まる水がプール側に流入するよう，堰の一部を切欠く対策を実施する（第9図）。

この対策実施により，原子炉棟6階の床面に溢水するスロッシング水は，使用済燃料プールやドライヤセパレータプール側に流入することになり，床面滞留時の影響を軽減することができる。



第9図 プール堰の変更概要

堰の改造については，従来の異物混入防止を考慮するだけでなく，スロッシング水の越流による物品の流入や作業における仮置物品などの流入を防止するために迷路構造とする。また，流入部には異物混入防止の網を設置するものとする。

堰の切欠きの設置により滞留水が排水される時間は、滞留水位及び水量をそれぞれ既設堰高さより 0.1m、約 76m³とし、堰の切欠き幅を 1箇所 0.1m として算出した場合、約 5～10 分程度と想定され、短時間であることから滞留による他への影響等は考慮していない。

(2) スロッシング等の溢水発生を想定した物品の管理について

通常時及び施設定期検査期間中については、原子炉棟 6 階エリアは、「異物混入防止管理マニュアル」に従い、主に特定異物混入防止管理区域として管理される。具体的には、区域が設定され、持込み工具や資機材と消耗品等物品の搬出入管理、機材の固縛や固定等の実施及び監視人の配置や表示による管理が行われる。さらに、作業等の関係者については、関連する教育を定期的実施することを定めている。

これに加え、スロッシング等の溢水を考慮した物品の固定や保管管理について「異物混入防止管理」に追加する。対象物品リストを第 4 表に示す。

この管理の実施及びプール廻りに設置された堰や手摺の効果により、スロッシング等の発生を想定した場合でも、プール等に流入する物品は微小な物に制限され、燃料等に影響を及ぼさないものとなる。

(3) 排水ライン閉塞時における排水処理について

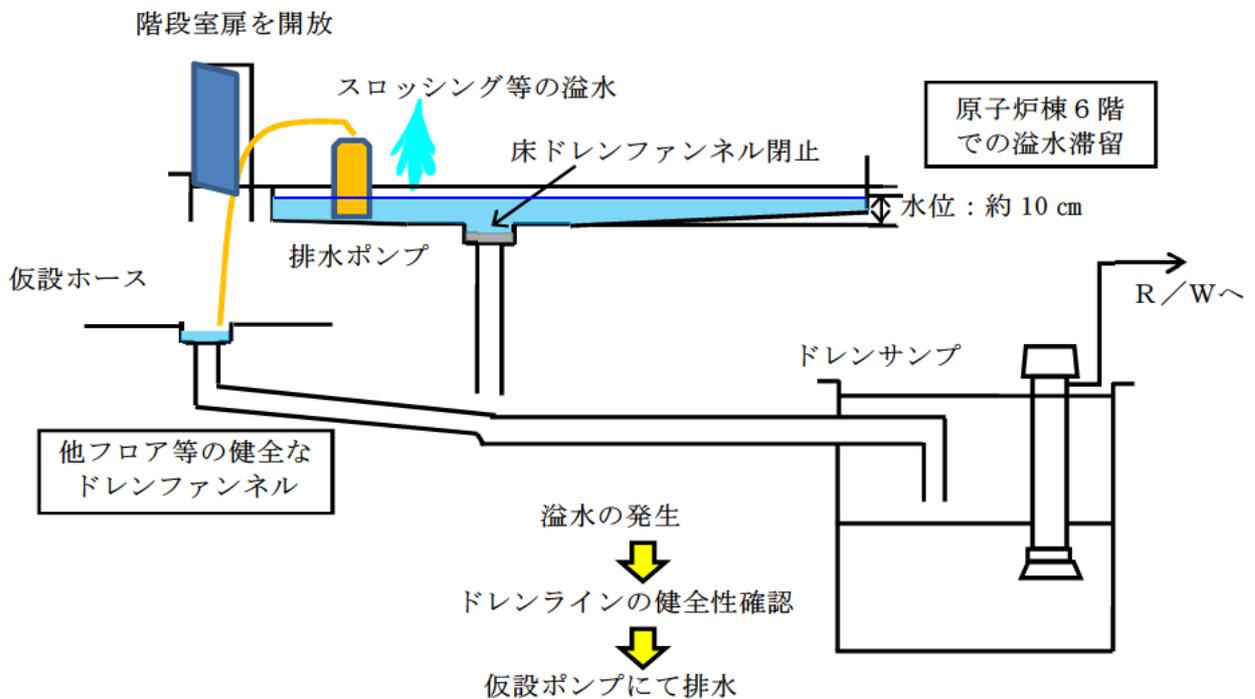
仮に堰の切欠き部に閉塞が発生した場合を想定し、滞留水が発生する場合は、排水ポンプ等にて他フロアの既設ファンネルを利用し排水を実施する。具体的には、ドレンラインや排水受入れ先の廃棄物処理系設備の復旧、若しくは健全性の確認後、各階段室を通して下層階に仮設ホースを設置し、健全が確認されたファンネルに排水を行う。必要な排水作業について第 10 図に示す。

溢水したスロッシング水を再びプール側に戻す場合、水質悪化等による燃料等への影響が考えられるが、各浄化系統を復旧することで、設備等への大きな影響はないと考える。なお、異物の有無を確認するため燃料や炉内の点検を実施する。

(4) 溢水滞留時のアクセス性について

停止時に発生する溢水における原子炉棟 6 階の滞留を想定すると、プール廻りの堰高さより水位は約 10 cm であり、作業等のアクセス性については影響のない水位である。

全ての排水ラインが閉塞したと仮定し、排水が出来ないとした場合でも、排水作業のためのアクセスは階段部より可能であり、6 階フロアに入る扉の開閉についても、滞留水位による影響がないよう、必要な高さ確保した堰を設置することから問題がない評価となる。



第 10 図 停止時の床ドレンファンネル閉止・堰の排水切欠き閉塞時における排水処理について

施設定期検査期間中の原子炉ウェルとドライヤセパレータプールは、通常運転期間中と違い、遮蔽プラグやハッチが開放される状態となることから、現実的には溢水評価において水位を評価する床面のような滞留エリアとはならない状況となる。このため、停止期間中におけるスロッシングのような大量の溢水を想定した場合は、評価においても、プール外周部の堰を超える範囲については、プール側に溢水が戻る想定とする。

これに対し、通常運転期間については、遮蔽プラグやハッチが設置されているため、この範囲を流下範囲として設定していない。そのため、可能な限り汚染水を床ドレンファンネルにより処理し、床面に拡大させないことを考慮していることから、床ドレンファンネル閉止の運用は行わない。

2. ハッチ開放による溢水評価への影響の確認

原子炉棟の溢水影響評価において、通常閉止されているハッチについて、施設定期検査時等で開放されることを考慮した場合、溢水評価に及ぼす影響について確認した。対象としたハッチ配置を第12図に示す。

- ① 6階東側、西側エリアハッチ開放により、東西区域エリアへ溢水伝播が発生する可能性がある。
- ② ハッチ開放部近傍の浸水防護設備に被水の可能性がある。
- ③ ハッチ開放により計画外の溢水経路が発生する可能性がある。
- ④ ハッチ開放により開放区域のエリア面積に影響を及ぼす可能性がある。

2.1 確認結果

予想される影響を確認した結果、以下のとおり運用を行うことにより没水影響評価において問題ないことを確認した。

- ① 6階面での溢水は、東側西側エリアハッチ開放をおこなった場合、東西区域への溢水が発生し東西の防護対象設備へ影響を及ぼす恐れがあるため、当該ハッチについては、開放時に止水堰等の浸水防護対策を行う。
- ② 開放ハッチ下部近傍に防護対象設備が設置されているハッチについては、開口部からの溢水流下による被水の恐れがあるため、ハッチ開放時には、該当開口部に止水堰及び被水防護対策を行う。
- ③ ハッチ開放による開口面積の増加やコンクリートプラグ仮置きによる区画面積が減少するが、水位上昇は6階面で2cm程度であり、溢水防護対象設備が機能喪失しないことから、溢水影響評価に影響はない。
- ④ 設備点検に伴うハッチ開放においては、同じ機能をもつ異区分の安全機器のハッチを同時に開放しない運用制限を行う。

第3表 機器ハッチ開放による水位への影響

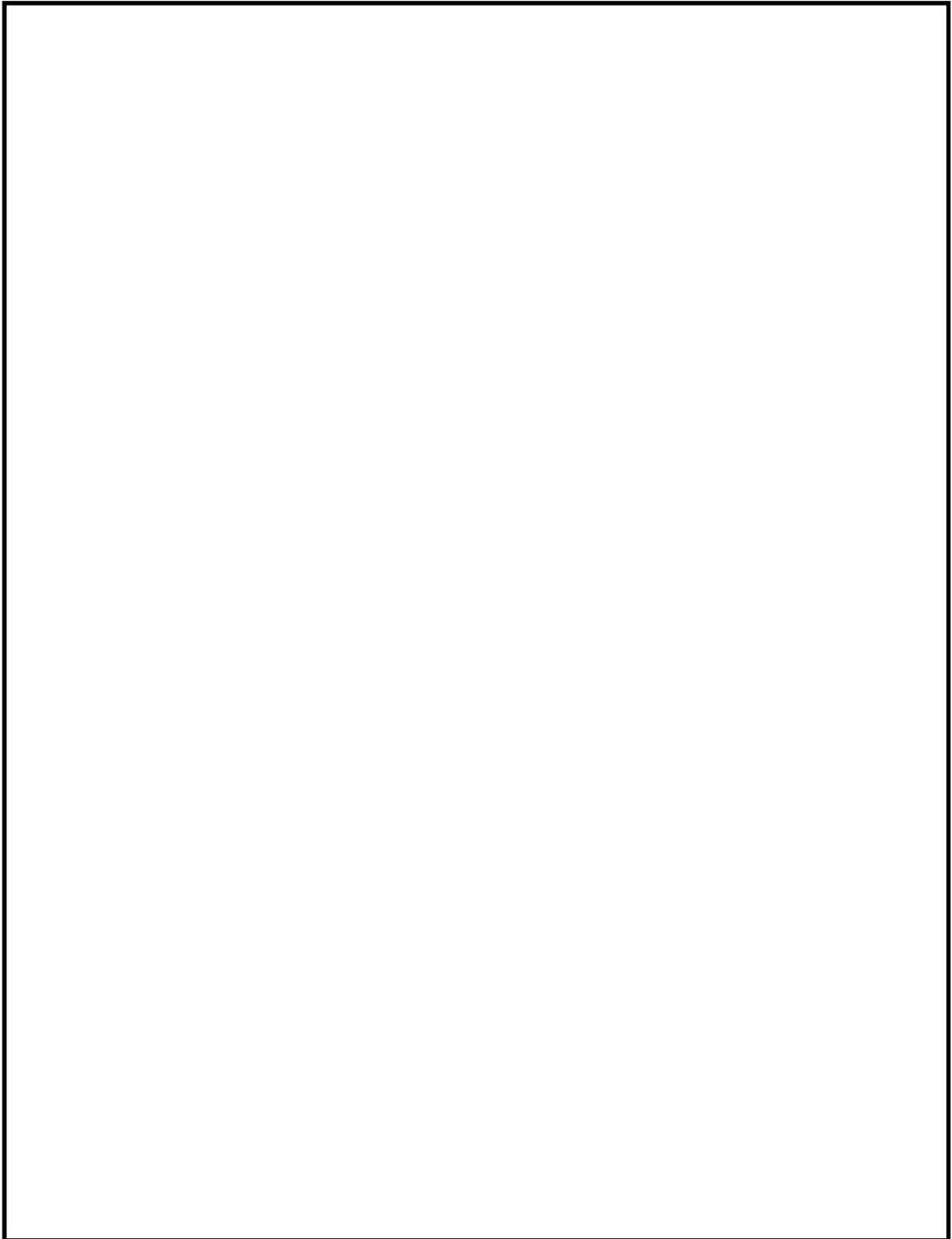
	床面積 (m ²)	溢水水位 (m)	備考
通常時	759.7	0.12	地震時評価
ハッチ開放時	742.4	0.13	ハッチ開口:17.3m ² 考慮

以上の確認結果及びこれらを実施することにより、必要な安全機能が損なわれないよう対応することとする。なお、運用面での対策については保安規定に定めるとともに、関連規程文書に詳細を記載する。

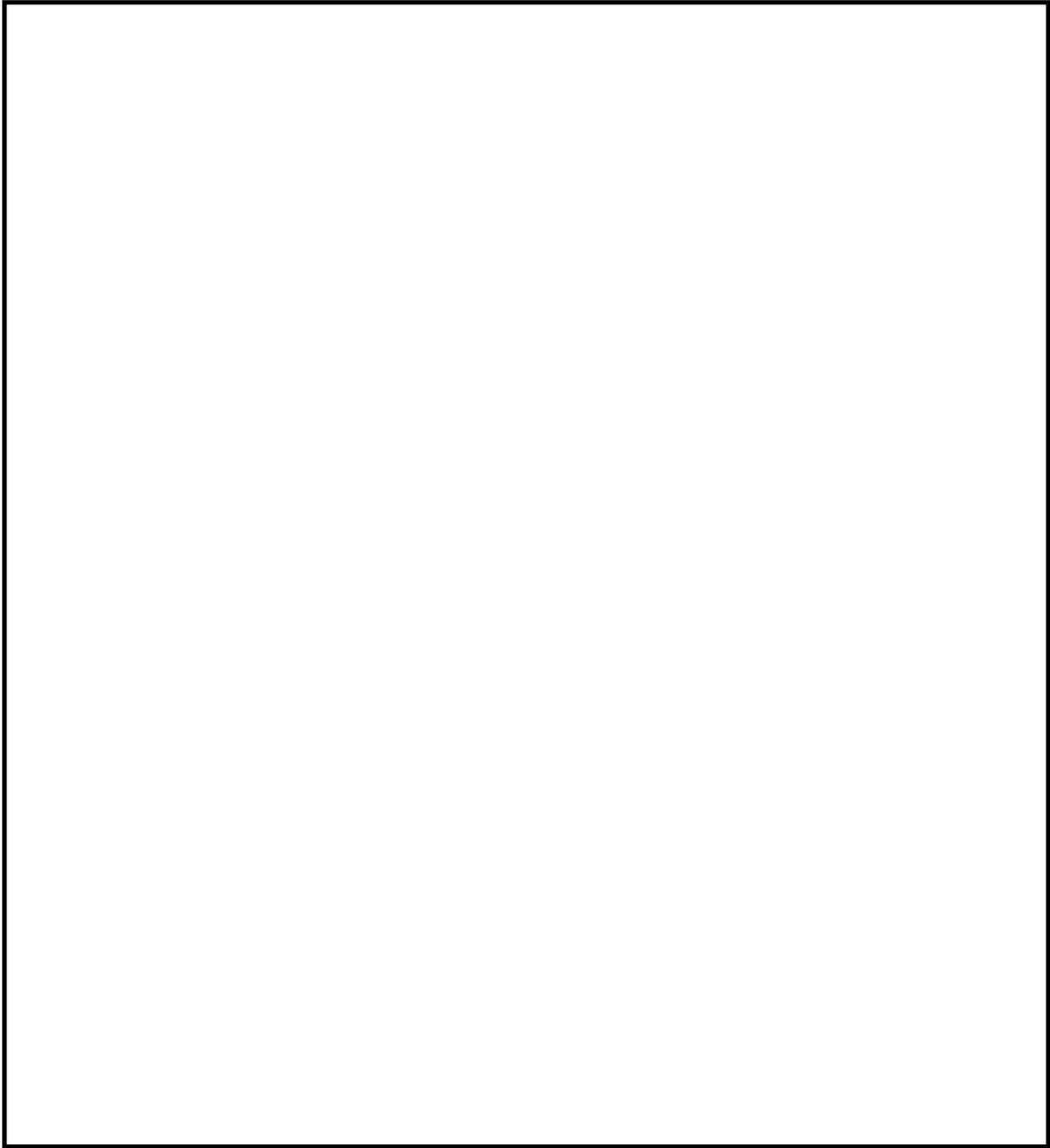
第4表 施設定期検査時の異物混入防止対策物品リスト

番号	抽出項目	詳細
1	原子炉建屋原子炉棟	照明
2	PCV (取扱具含む)	PCVヘッド PCVヘッド吊り具
3	RPV (取扱具含む)	RPVヘッド (+スタッドボルトテンショナ) RPVヘッドフランジガasket ミラーインシュレーション スタッドボルト保管架台 スタッドボルト着脱装置 ミラーインシュレーションベロー
4	内挿物 (取扱具含む)	ドライヤ セパレータ シュラウドヘッドボルト シュラウドヘッドボルトレンチ D/S吊り具 MS ラインブラダ MSLP 用電源箱 MSLP 用空気圧縮機 MSLP 用電動チェーンブロック マルチストロングバック 燃料集合体 チャンネル着脱機 D/S水中移動装置
5	プールゲート類	燃料プールゲート(大) 燃料プールゲート(小) キャスクピットゲート
6	キャスク (取扱具含む)	核燃料輸送容器 核燃料輸送容器吊り具 使用済燃料乾式貯蔵容器 使用済燃料乾式貯蔵容器吊り具 固体廃棄物移送容器 固体廃棄物移送容器用垂直吊具 (R/B用)
7	電源盤類	SHIPPING用操作盤部 SHIPPING動力盤 開閉器 キャスクピット排水用電源盤 手摺り (除染機用レール含む) 可動ステージ開放用ホイスト架台
8	フェンス・ラダー類	原子炉ウェル用梯子 DSP 昇降梯子 パーティション
9	装置類	除染装置 (収納コンテナ含む) DSPパッキン用減圧器 酸化膜厚測定装置 水中テレビ制御装置 燃料付着物採取用装置 (本体, ボール, ヘッド) 水位調整装置 リークテスト測定装置
10	作業用機材類	SFPゲート用架台 工具箱 大型セイバースー 遮へい体 防災シート類 足場材 水中簡易清掃装置保管箱 局所排風器 ウェル用資機材 ローリングタワー フィルタ収納容器 LPRM収納箱 テント

番号	抽出項目	詳細		
10	作業用機材類	酸化膜厚測定装置架台		
		工具箱（引出タイプ）鋼製		
		ドロップライト収納箱		
		グラブ収納箱		
		水中テレビカメラ支持ポール（アルベルグ製）		
		チャンネル固縛仮置き架台（16kg/枚）		
		NFV用吊り具ワイヤ		
		除染ビット用クーラー		
		スポットクーラー		
		注水ユニット		
		キャスク底部固定金具		
		足場収納箱（アトックス）		
		テンショナ用テストブロック		
11	試験・検査用機材類	スタッドボルト試験片		
		FHM用テストウェイト		
		シッパーキャップ架台（16キャップ含む）		
		SHIPPING装置架台		
12	コンクリートプラグ・ハッチ類	可動ステージ		
		キャスク除染ビットカバー		
		DSプールカバー		
		原子炉ウェルシールドプラグ		
		スキマサージタンク用コンクリートプラグ		
		SFPスロットプラグ		
		SFPスロットプラグ吊り具		
		DSPスロットプラグ		
		DSスロットプラグ吊り具		
		新燃料貯蔵庫コンクリートプラグ		
		FPC F/Dコンクリートプラグ		
		CUW F/Dコンクリートプラグ		
		13	その他	定検資機材
手すり収納箱				
ステップ				
カメラケース				
カメラ用架台				
ペリスコープ用架台				
キャビネット（コンテナ類含む）				
使用済用垂直吊具アーム収納箱（NFT）4本				
安全帯用ポール及び連結板				
内蓋吊金具収納箱				
垂直吊具エア操作ユニット(1)				
リークテスト測定装置ホース収納箱				
蓋仮置き台				
フランジプロテクター				
蓋吊具（DC用，NFT用）				
ポンベ台車				
収納缶（冷却用）				
ハンドリフター（2t）				
加圧タンク				
ヘリオット				
位置決めラグ				
RPVヘッド架台				
真空乾燥装置				
新燃料容器				
コンテナ用枕木				
備考 取付状態が床置のものは、固縛等を行いスロッシング対策を行う。				



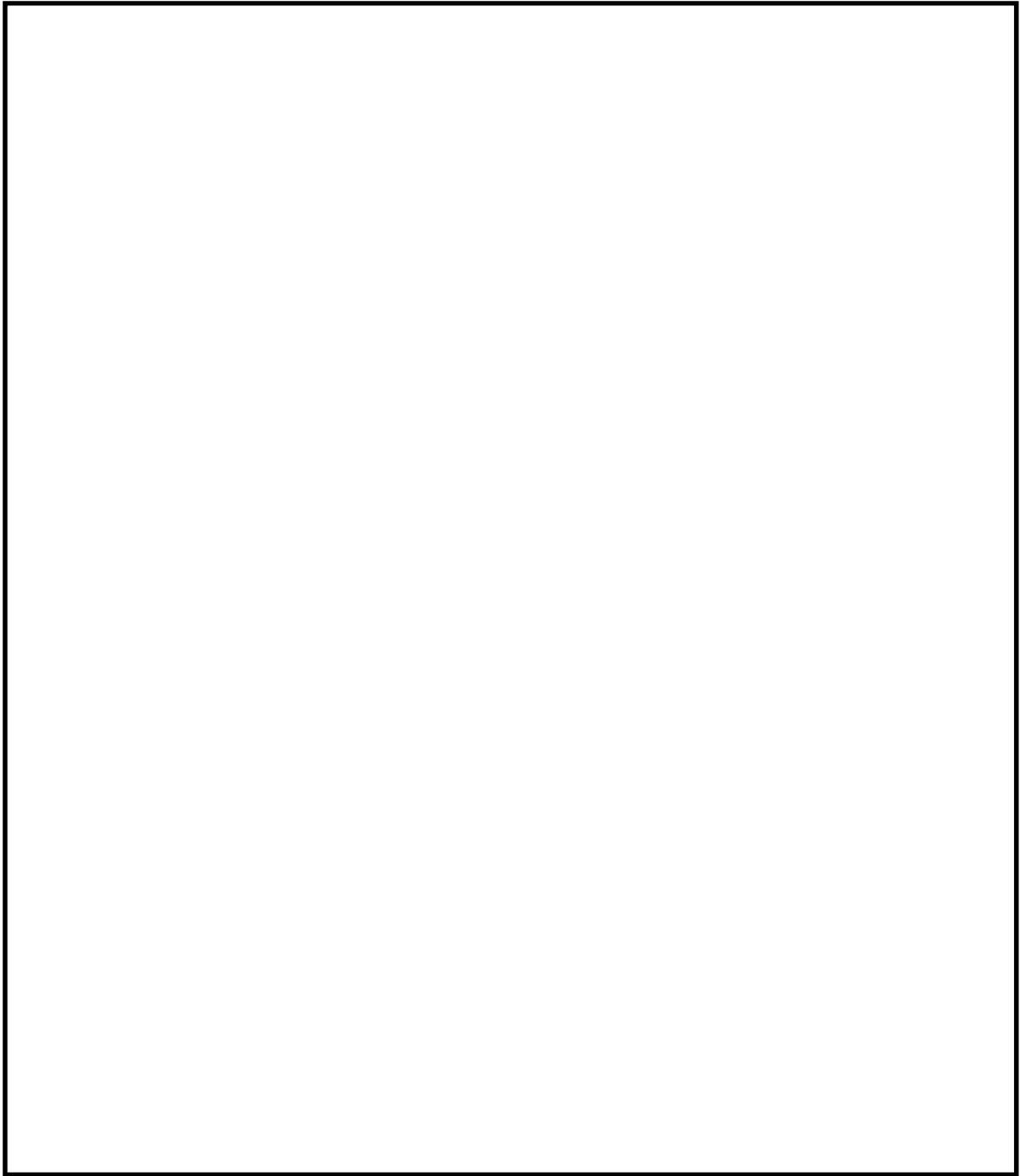
第 12 図 原子炉建屋ハッチ配置図(1/8)



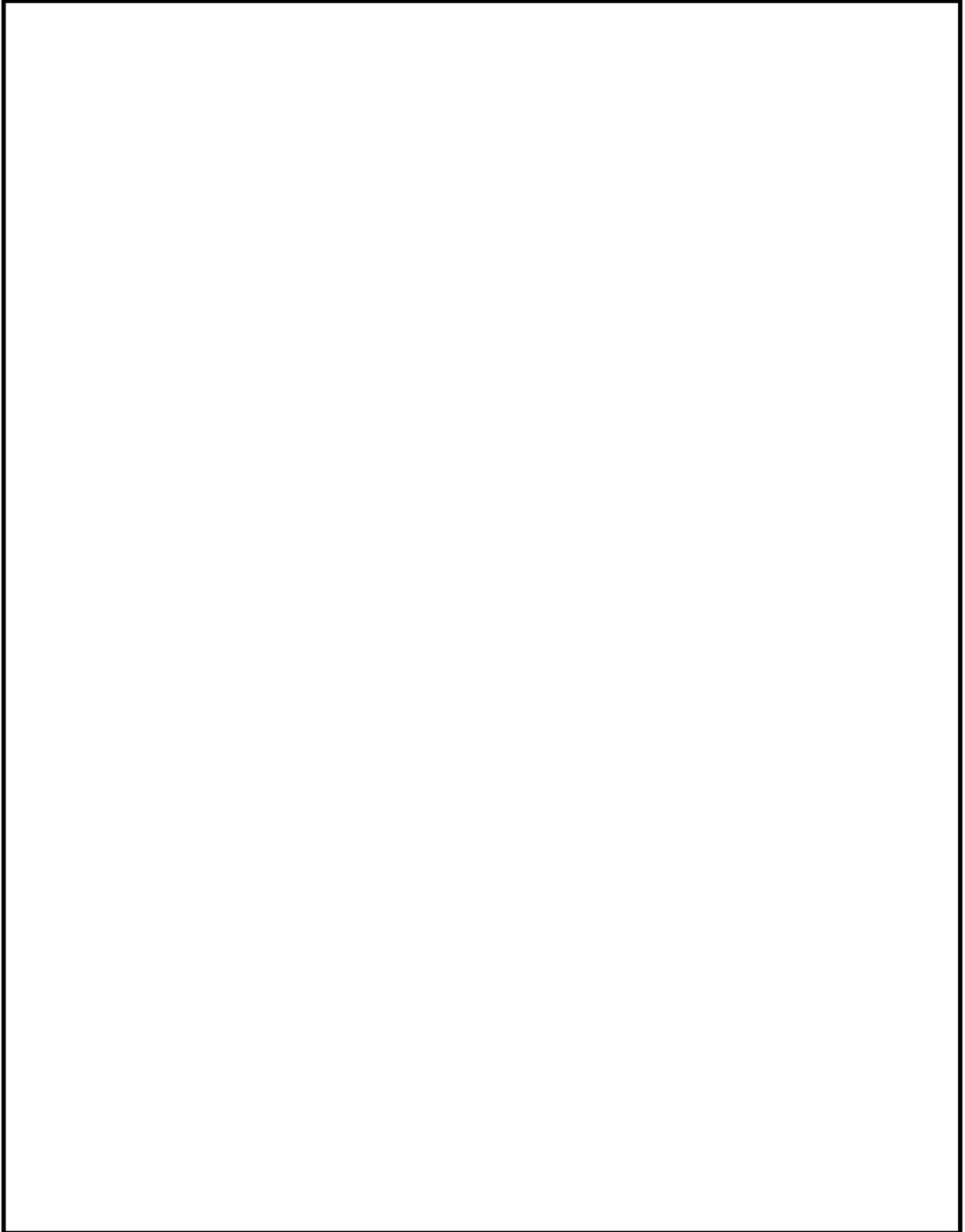
第 12 図 原子炉建屋ハッチ配置図(2/8)



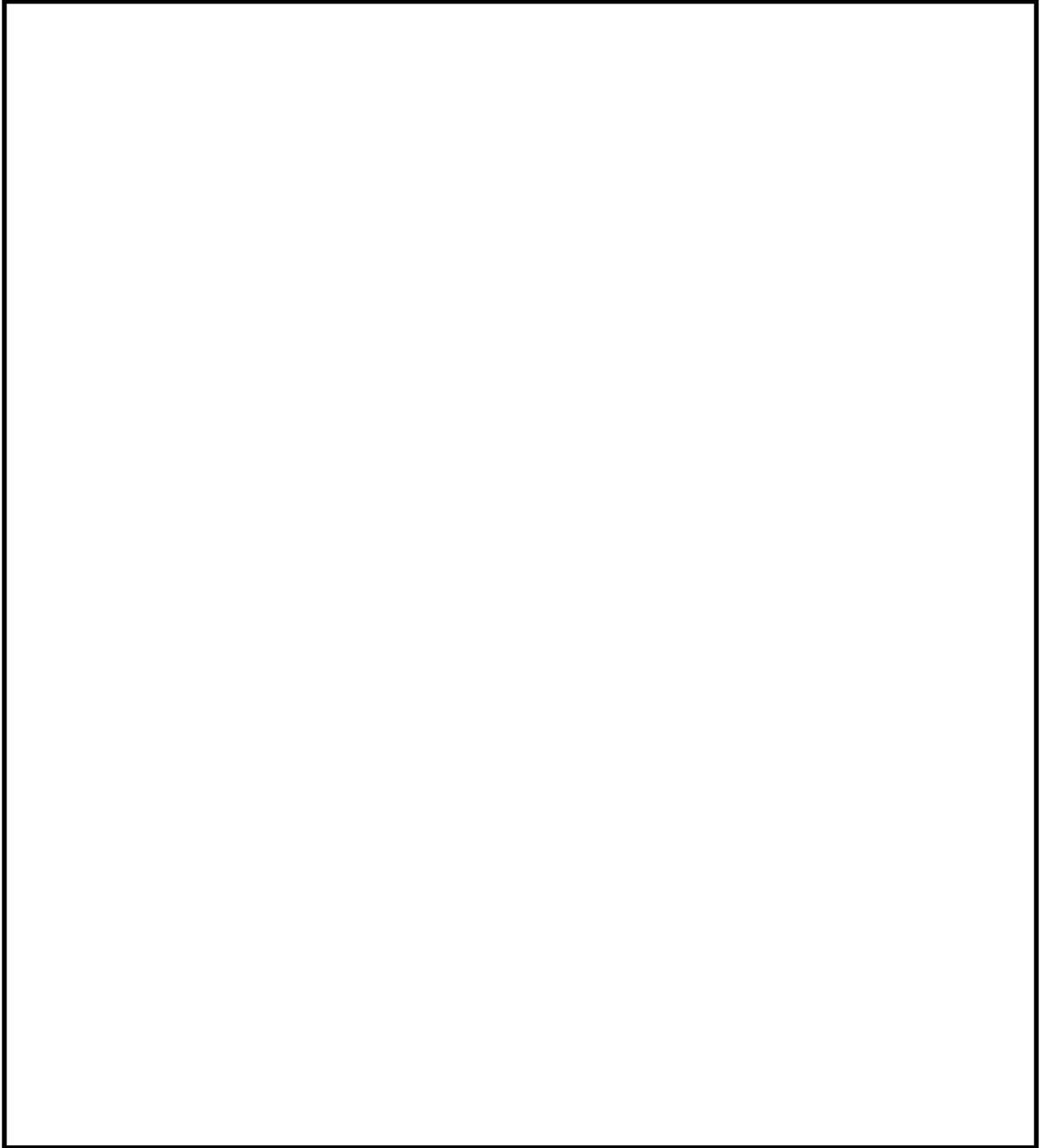
第 12 図 原子炉建屋ハッチ配置図(3/8)



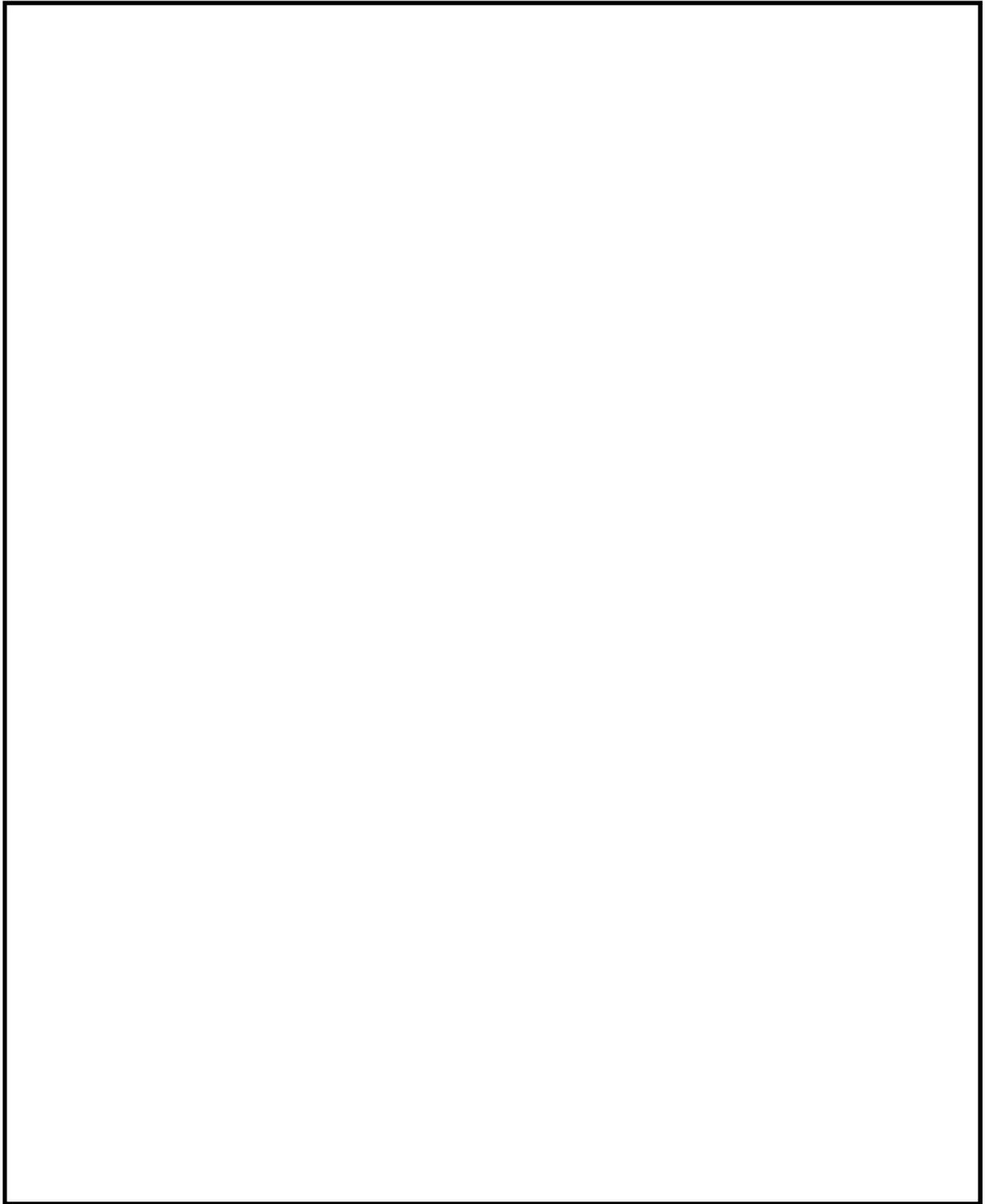
第 12 図 原子炉建屋ハッチ配置図(4/8)



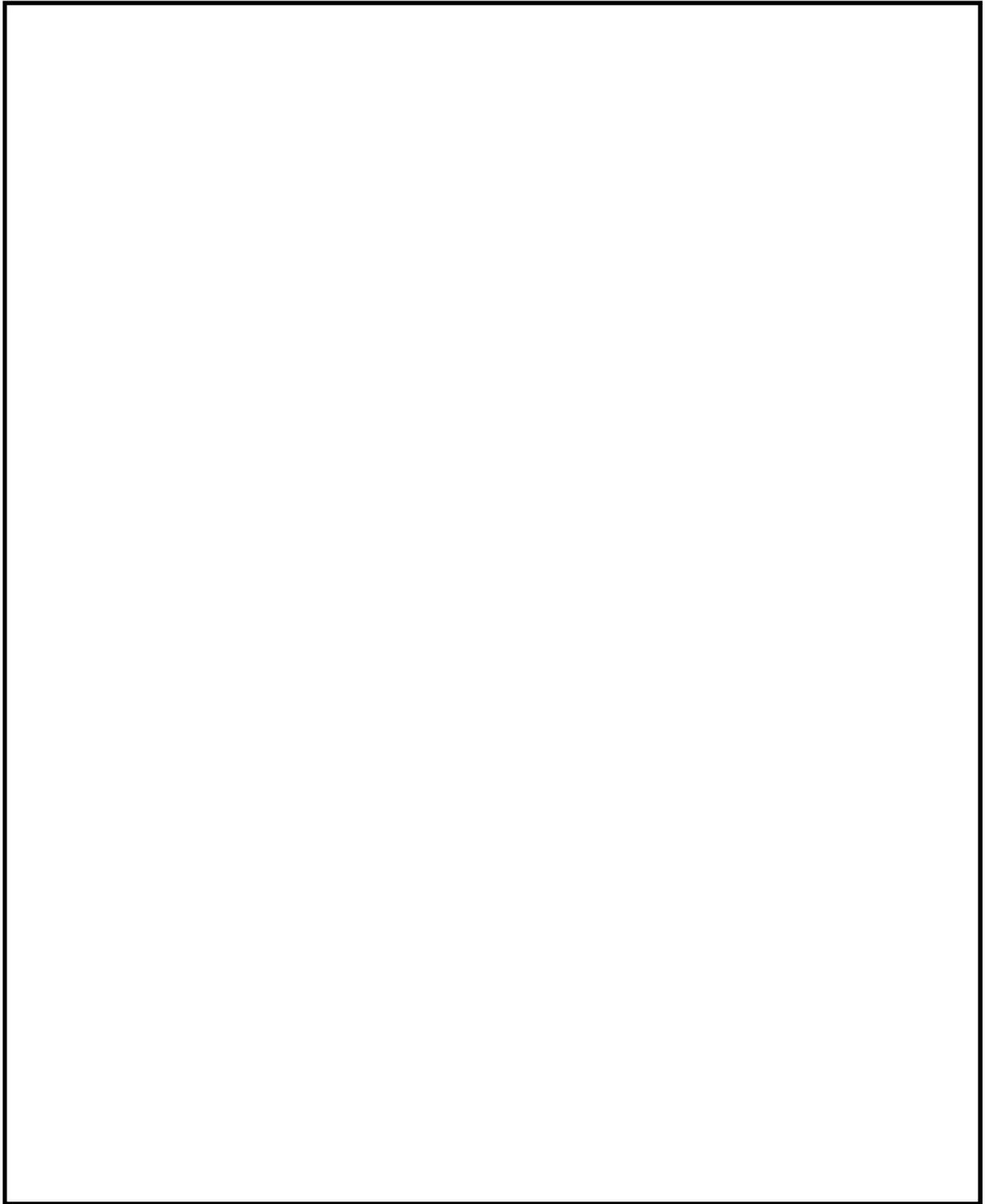
第 12 図 原子炉建屋ハッチ配置図(5/8)



第 12 図 原子炉建屋ハッチ配置図(6/8)



第 12 図 原子炉建屋ハッチ配置図(7/8)



第 12 図 原子炉建屋ハッチ配置図(8/8)

原子炉棟床ドレンファンネルによる排水の考慮について

溢水影響評価における対策のうち、原子炉棟6階の西側エリアについては、床ドレンによる排水を考慮している。地震発生時における事故収束のためには、排水作業に期待せずとも安全上重要な機器への影響はないとしているが、排水が阻害される場合の措置について以下に対応を示す。

1. 床ドレン配管の管理について

(1) 保守管理

排水を考慮する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^{*}。これにより、溢水時の排水はファンネルからの処理が可能である。

(2) 逆流防止装置の設置及び管理

堰や壁等で区画され溢水発生時に開口部等からの排水を期待しない浸水防護区画の床ドレンファンネルについては、排水ラインの詰まり等から他区画のドレン水の逆流により浸水するおそれがあるため、床ドレンファンネルに逆流防止装置を設ける。当該装置については、点検計画を定め保守管理を行うものとする。

※ ドレン配管の定期的な健全性確認

東海第二発電所 タンクベント処理装置室内の各ドレンファンネル配管に鉄さび等による閉塞部位や狭隘化した部位を確認したことから、管理区域内で放射能を含んだ液体を排水する各ドレンファンネル配管については、定期的に健全性を確認するため、通水確認することを点検計画に反映した。また、その排水状況により修繕を行うこととする。

2. 地震時の原子炉棟 6 階西側床ドレンファンネルによる排水

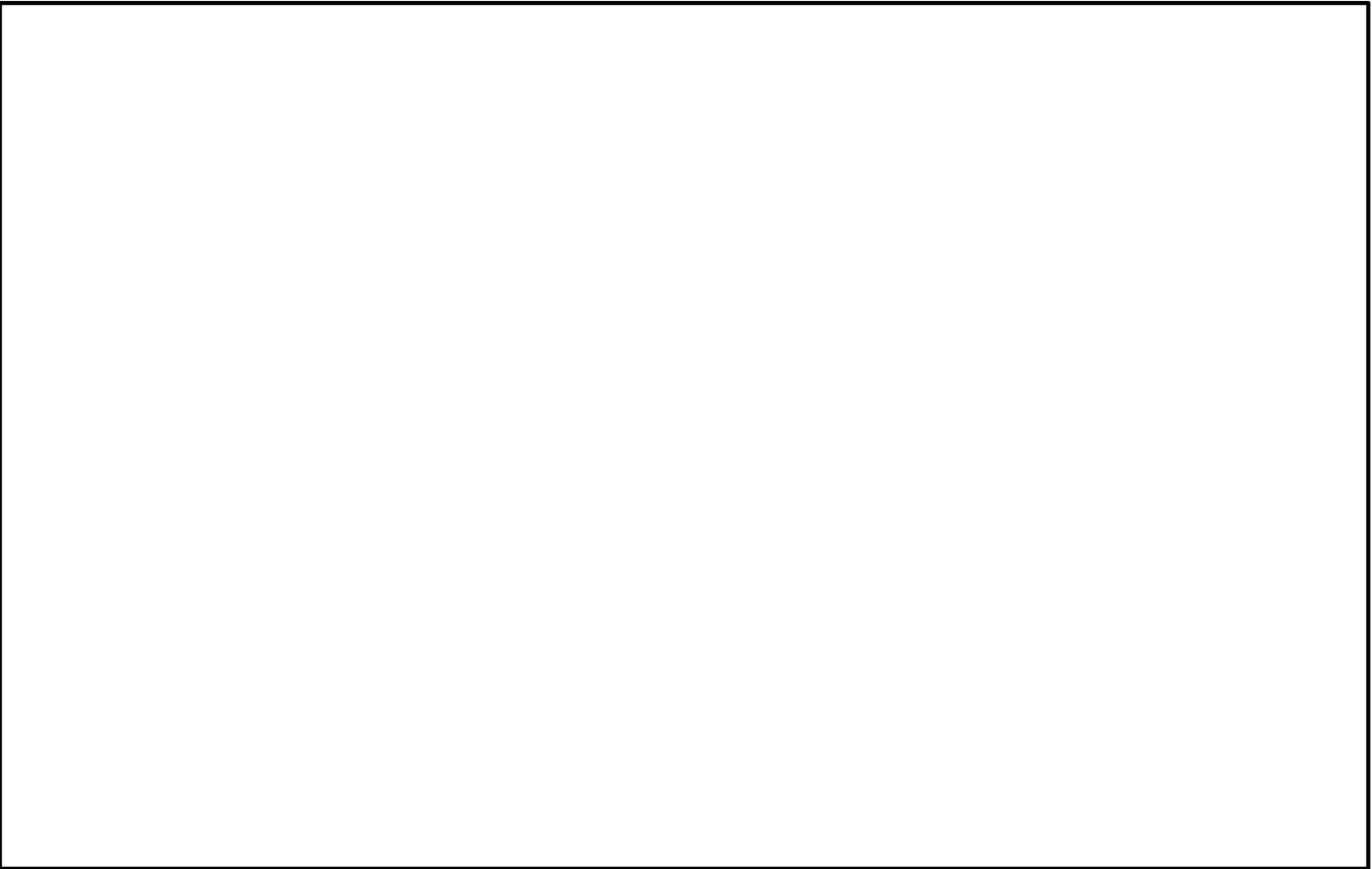
原子炉棟 6 階の西側エリア床ドレンについては、第 1 図のとおり、複数のファンネルと集合管により構成されており、一部の閉塞を考慮したとしても、排水経路の確保は可能であるが、溢水発生時に地震等により床ドレンファンネルが損傷した場合の影響については対応を想定している。その対処方法について以下に示す。

また、事故収束後に必要な排水作業については、保安規定に定めるとともに、詳細を関連規程類に定める。また、通常時の排水管理については、配慮が必要な項目であることから、運用管理における留意事項として、規程類に定める。

【排水ライン閉塞時の対応】

(1) 配管等閉塞時の影響

全ての排水ラインが閉塞すると仮定した場合でも、没水評価において機能喪失する防護対象設備はないことから影響はない。また、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ものとする。



第 1 図 6 階西側エリア床ドレン設置概要図

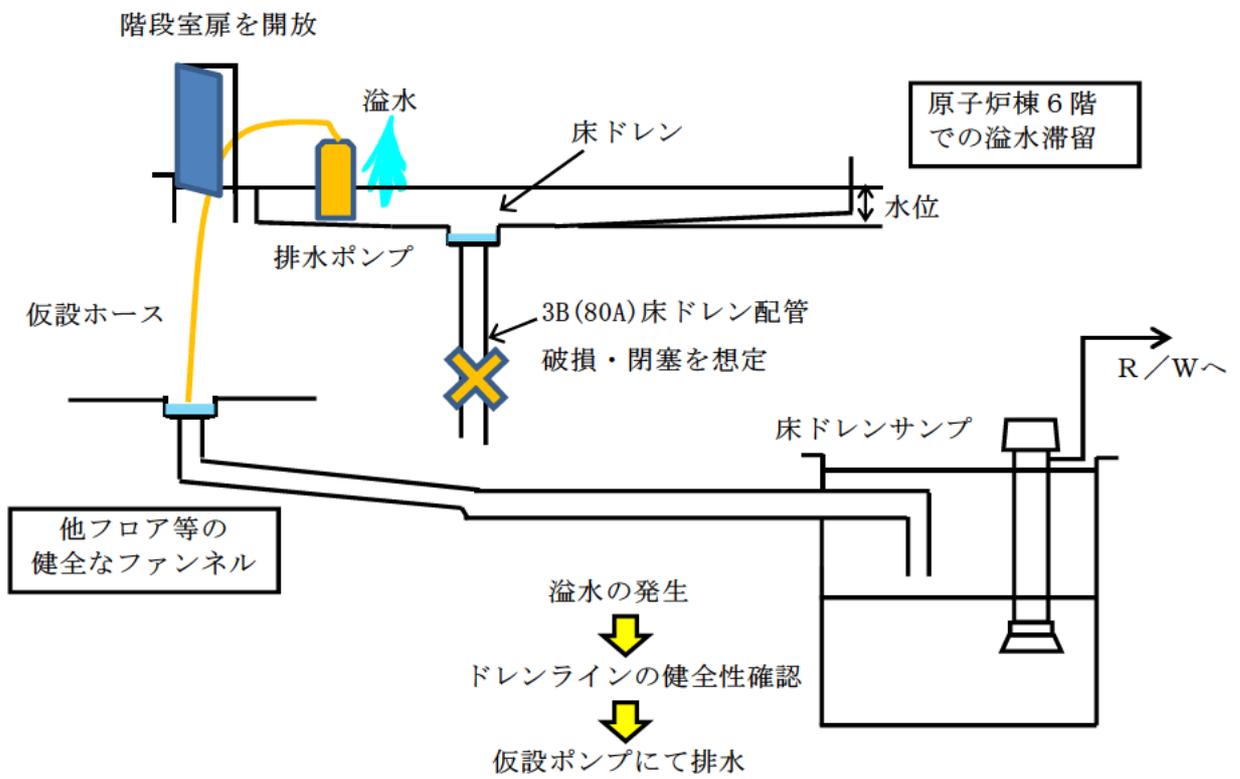
(2) 床ドレンファンネル閉塞時における排水処理について

溢水発生後に、滞留水が発生し排水が必要な場合は、ドレンラインの健全性を確認後、排水ポンプ等にて既設ファンネルを利用し排水を実施する。通常時における溢水による滞留水発生の際にも、同様の作業を実施する。具体的には、ドレンラインや排水受入れ先の廃棄物処理系設備の復旧、若しくは健全性の確認後、各階段室を通して下層階に仮設ホースを設置し、健全が確認されたファンネルに排水を行う。事故収束後に必要な排水作業及び通常時の排水管理について第2図に示す。

(3) 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、評価上約12cmであり、全ての排水ラインが閉塞したと仮定し排水が出来ないとした場合でも、作業等のアクセス性については影響のない水位である。

地震以外の要因による溢水発生時には、排水ラインは機能するとしているが、仮に想定破損による溢水量を考慮した場合においても、排水作業のためのアクセスは東側階段より可能である。6階フロアに入る扉の開閉についても、滞留水位による影響がないよう、必要な高さを確保した堰を設置することから問題ない評価となる。



第 2 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

【排水ライン損傷時の対応】

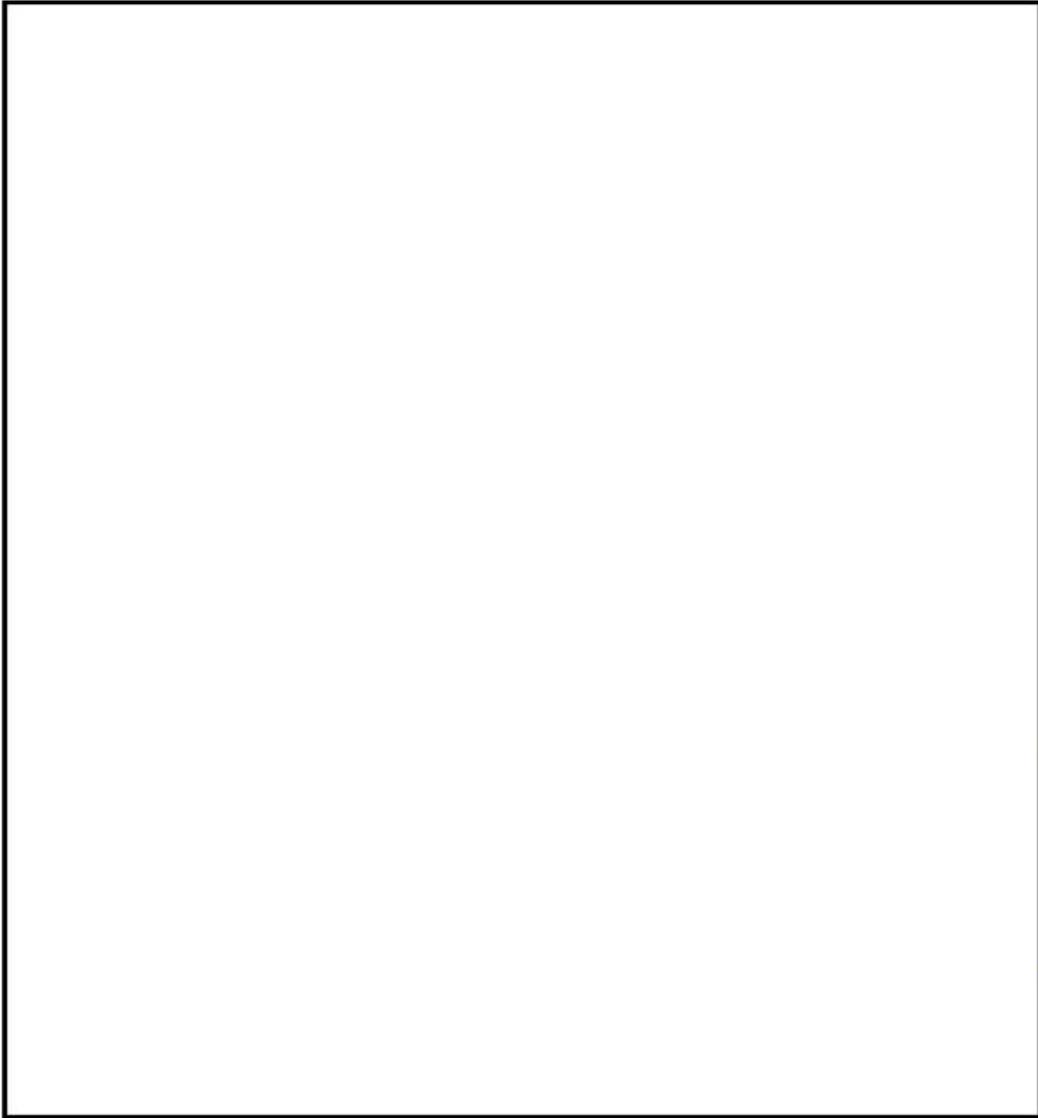
(1) 配管等破損時の影響

地震発生時における原子炉棟 6 階の溢水水位は、評価上約 12cm であるが、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、第 3 図のとおり、ほう酸注入系機器が溢水防護区画 RB-5-3 に、燃料プール冷却浄化系の機器が RB-5-6 に設置されている。各区画に 6 階で発生した溢水が全量伝播した場合、天井までの壁で区画化された溢水防護区画 RB-5-3 の燃料プール冷却浄化系機器の機能が喪失するおそれがあるため、当該エリアの上部に敷設されるファンネル排水ラインを閉止する。また、ほう酸注入系の機器については、周囲を堰で囲われた開放区画に設置されており、6 階からのファンネル排水ラインや集合管となる排水縦管が破損した場合でも、没水による影響はない評価となる。これに加え、被水対策を実施するとともに、直上のファンネル部を念のため閉止する。

以上の対策により、ほう酸注入系及び燃料プール冷却浄化系がファンネル排水ラインの損傷により機能喪失することはない。



第3図 防護対象設備配置図

原子炉棟最終滞留区画における溢水発生後の復旧について

想定破損等発生時については、溢水が原子炉棟最下層に大量に滞留することとなり、多数の機器が水没する想定となる。この場合、安全上重要な機器や系統機能は、区画分離により維持されるが、没水側区画については、速やかに復旧を行う必要があることから、この対応について以下に示す。

【想定する状況】

- ・ 原子炉棟最下層における溢水の滞留
- ・ 水没エリアのサンプポンプは機能喪失

【現場へのアクセス】

原子炉棟の最終滞留区画である最下層については、溢水が滞留することを考慮する。滞留水位が 20 cm より高くなる区画で、アクセスが必要な場所については、想定される水位に応じて必要な高さの歩廊を設置し、アクセスに影響のないよう措置を講じることとしている。

また、原子炉棟の 6 階については、滞留水位は評価上 12 cm となるが、北東側階段に設置する 40 cm の堰を越えてアクセスは可能である。

原子炉棟内のその他区画においては、滞留水位を 10 cm 以下とすることから、溢水時のアクセスは可能である。

原子炉棟の最下層が水没した状況においても、地下 1 階の各階段室から滞留の状況を確認しつつ、アクセスが可能である。また、水密区画である R H R ポンプ (A) 室、R C I C 室、H P C S 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である。

【作業ステップ】

没水エリアの排水作業については、溢水の滞留状況と排水関連設備の運転状況等により排水先を適切に選定する。作業手順としては、以下のステップを想定している。

① 原子炉棟内への移送

溢水発生後、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。

【作業期間】

想定破損を考慮するケースでは、原子炉棟の最下層で、最終的な滞留水位数 m を超える区画があるが、速やかに排水作業の着手が可能であれば、仮設

ポンプの使用を想定した場合でも、2～3日程度で排水作業の完了が可能である。

【機器の点検作業】

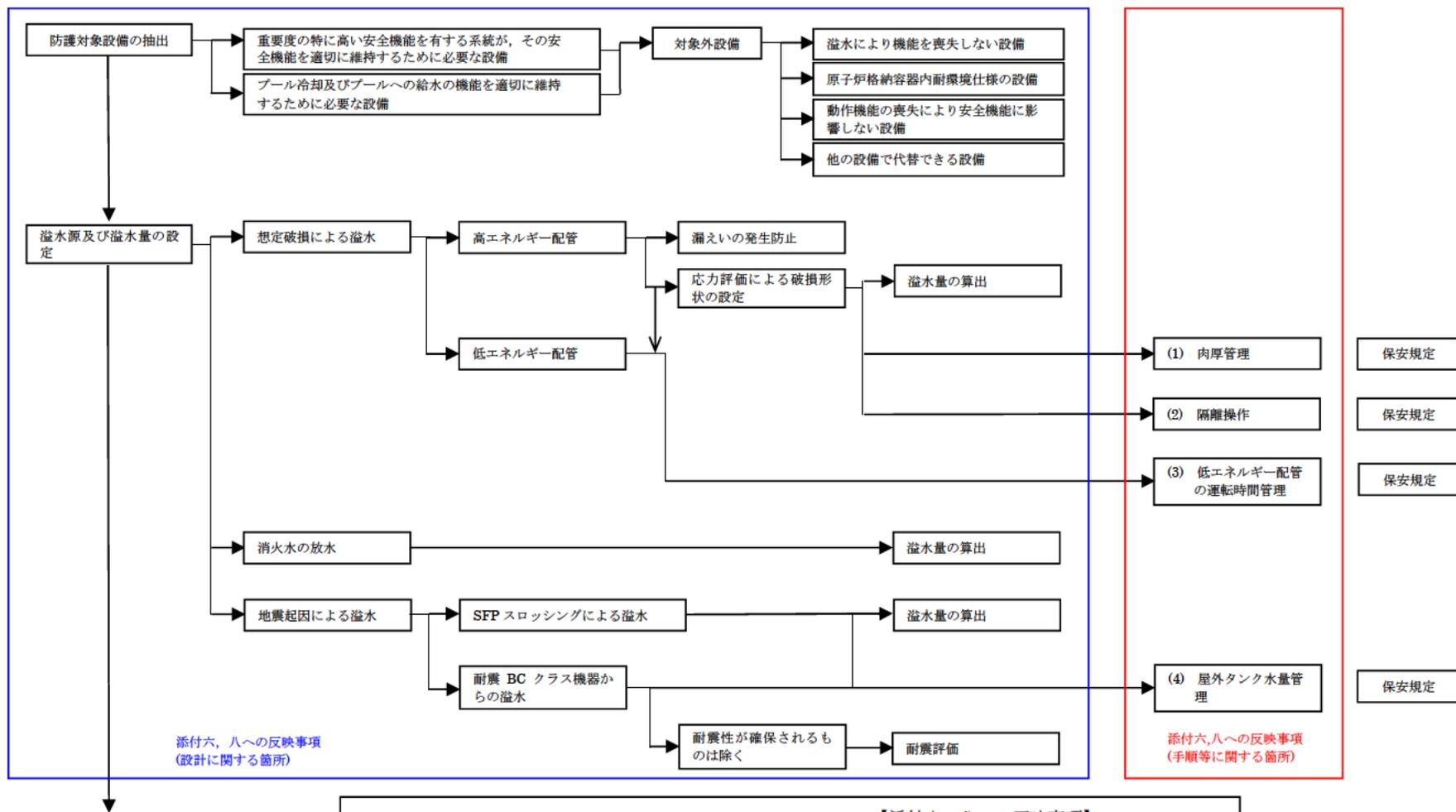
排水作業完了後に、没水した機器の点検を速やかに行う。機器の点検等には時間を要すると想定されるが、プラントの安全機能としては、区画分離により維持された状態を継続することが可能である。

特にプラント停止後については、冷温停止機能、燃料プールの冷却及び補給機能の維持が重要になるため、この機能に係る系統の運転継続が重要となる。機器の点検においては、この運転状態が長期に継続することから、機器の復旧についても、これら運転状態の維持を最優先とした作業工程にて復旧作業を進める。

東海第二発電所

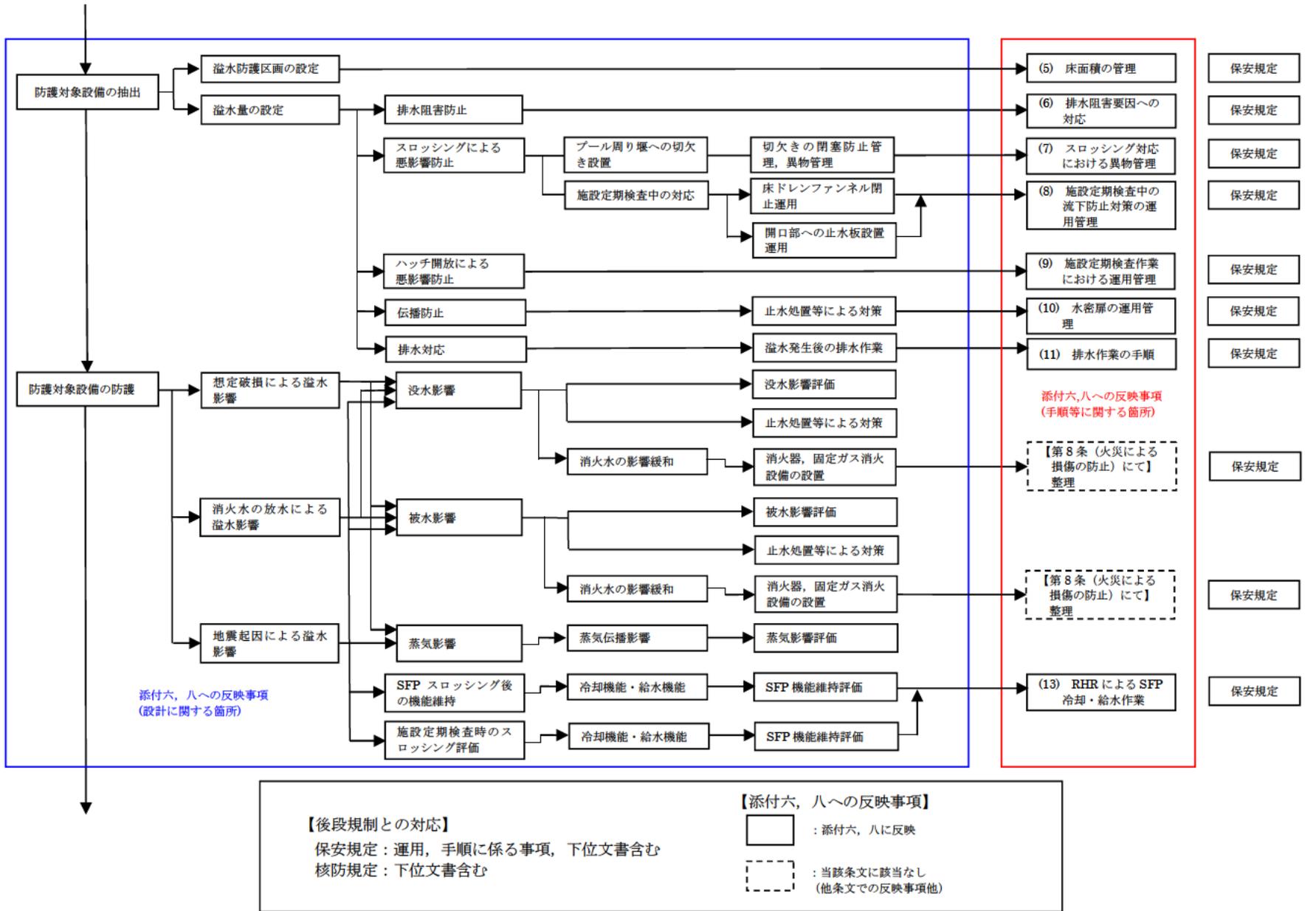
運用，手順説明資料
溢水による損傷の防止

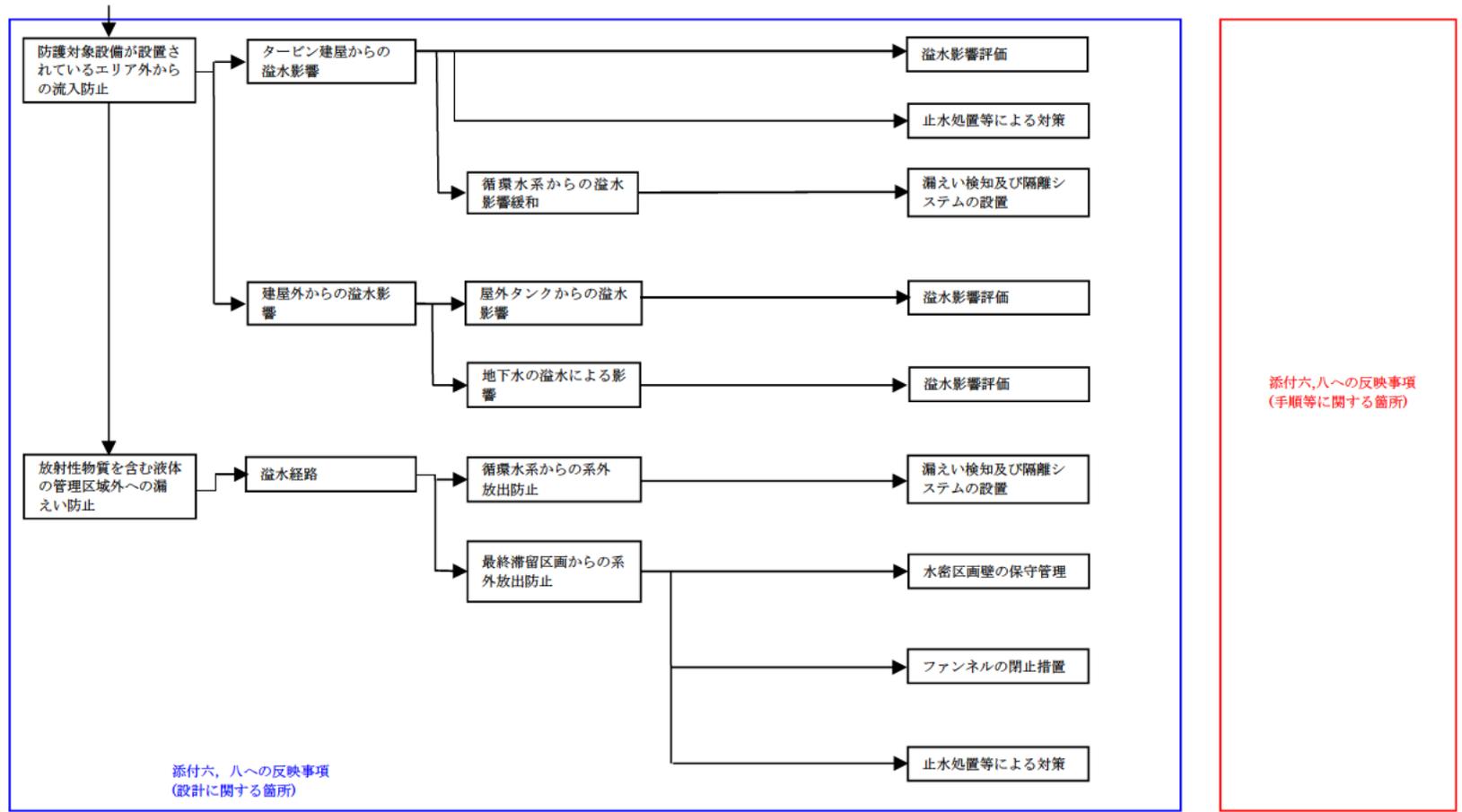
第九条 安全施設は、発電用原子炉施設内における溢水が発生した場合においても安全機能を損なわないものでなければならない。



【後段規制との対応】
 保安規定：運用、手順に係る事項，下位文書含む
 核防規定：下位文書含む

【添付六，八への反映事項】
 □：添付六，八に反映
 □：当該条文に該当なし（他条文での反映事項他）





【後段規制との対応】
 保安規定：運用、手順に係る事項，下位文書含む
 核防規定：下位文書含む

【添付六，八への反映事項】
 [Solid Box] : 添付六，八に反映
 [Dashed Box] : 当該条文に該当なし (他条文での反映事項他)

別添2 第1表 運用, 手順に関わる対策等 (設計基準) (1/2)

設置許可基準 対象条文	対象項目	区分	運用対策等
第九条 溢水による 損傷の防止	(1) 肉厚管理	運用・手順	—
		体制	(保守室員による肉厚管理)
		保守・点検	配管の破損評価において, 応力評価の結果により破損の想定を行う場合は, 評価結果に影響するような減肉がないことを継続的な肉厚管理で確
		教育・訓練	—
	(2) 隔離操作	運用・手順	溢水発生時における, 隔離手順を定める
		体制	(運転員による隔離操作)
		保守・点検	—
		教育・訓練	溢水発生時の対応訓練を実施する
	(3) 低エネルギー配 管の運転時間管 理	運用・手順	残留熱除去系(海水系含む), 高圧炉心注水系, 原子炉隔離時冷却系, ほう酸水注入系の低エネルギー配管としての運転時間を管理する
		体制	(運転員による運転時間管理)
		保守・点検	—
		教育・訓練	—
	(4) 屋外タンク水量 管理	運用・手順	内部溢水評価で用いる屋外タンクの水量を管理する
		体制	(運転員, 保守室員による運用管理)
		保守・点検	—
		教育・訓練	—
	(5) 床面積の管理	運用・手順	溢水防護区画の溢水水位に影響を及ぼす資機材の持ち込み等に対して溢水評価への影響確認を実施する
		体制	(運転員, 保全員による床面積管理)
		保守・点検	—
		教育・訓練	—
	(6) 排水阻害要因へ の対応	運用・手順	ハッチ等, 排水を期待する箇所からの排水を阻害する要因に対し, 適切な運用を実施する
		体制	(運転員, 保守室員による運用管理)
		保守・点検	—
		教育・訓練	—
	(7) スロッシングによ る悪影響防止	運用・手順	スロッシング対応として, 施設定期検査前にプール廻り堰の切欠きに閉塞等のないことの確認及び異物混入防止対策を実施する
		体制	—
		保守・点検	—
教育・訓練		(作業等の関係者について, 関連する教育を定期的実施)	
(8) 施設定期検査中 におけるスロッシ ング対策	運用・手順	施設定期検査中のスロッシング対策として, 溢水拡大防止堰の上に止水板を設置し, かつ, 原子炉棟6階西側床ドレンファンネルを閉止する運用※とする	
	体制	—	
	保守・点検	—	
	教育・訓練	—	
(9) 施設定期検査作 業時における運 用管理	運用・手順	施設定期検査作業に伴う防護対象設備の不待機や扉の開放等, 影響評価上設定したプラント状態の一時的な変更時においても, その状態を	
	体制	(運転員, 保守室員による運用管理)	
	保守・点検	—	
	教育・訓練	—	

※ 運用を行う詳細な期間及び作業の内容は以下とする。

プラント停止直後より格納容器上蓋開放までに止水板及びファンネル閉止装置の取付けを行い, 原子炉復旧のための原子炉ウェル及びD S Pの水抜き終了後, 格納容器上蓋復旧時に, 取外しを行う。

別添2 第1表 運用, 手順に関わる対策等 (設計基準) (2/2)

設置許可基準 対象条文	対象項目	区分	運用対策等
	(10) 水密扉の運用管理	運用・手順	水密扉の確実な閉止操作, 閉止状態の確認, 及び閉止されていない状態が確認された場合の閉止操作手順等を定める
		体制	(運転員, 保守室員による運用管理)
		保守・点検	—
	(11) 排水手順	教育・訓練	—
		運用・手順	溢水発生後の滞留区画等での排水作業手順を定める。
		体制	—
		保守・点検	—
	(13) RHRIによるSFP 冷却・給水対応	教育・訓練	溢水発生時の対応訓練を実施する
		運用・手順	燃料プール冷却浄化系が機能喪失した場合の, 残留熱除去系による使用済燃料プールの冷却・給水操作手順を定める
		体制	(運転員による系統操作)
		保守・点検	—
			教育・訓練