本資料のうち，枠囲みの内容は，
営業秘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　工事計画審査資料	
資料番号	補足-310 改 13
提出年月日	平成 30 年 9 月 14 日

東海第二発電所

工事計画に係る説明資料

（その他発電用原子炉の附属施設のうち溢水防護に関する施設）

1．添付書類に係る補足説明資料

「浸水防護に関する説明書」に係る添付資料(共通資料は除く)の記載内容を補足するための設営資料リストを以下に示す。

工認添付資料	補足説明資料
Ⅴ-1-1-8 発電用原子炉施設の溢水防護に関する説明書	**1．溢水影響評価**
	1.1 機能喪失高さについて
	1.2 溢水防護対象設備の選定について
	1.3 溢水評価対象の重大事故等対処設備の選定について
	1.4 内部溢水評価の対象について（設計基準対象施設）
	1.5 内部溢水，火災防護及び外部事象における防護対象設備の比較について（重大事故等対処設備）
	2．没水影響評価について
	2.1 溢水源となる機器のリスト
	2.2 溢水経路のモデル図
	2.3 想定破損による没水影響評価について
	2.4 想定破損により生じる没水影響評価結果（設計基準対象施設）
	2.5 想定破損により生じる没水影響評価結果（重大事故等対処設備）
	2.6 消火活動に伴う溢水について
	2.7 消火水の放水により生じる没水影響評価結果（設計基準対象施設）
	2.8 消火水の放水により生じる没水影響評価結果（重大事故等対処設備）
	2.9 地震に起因する溢水源リスト
	2.10 地震に起因する没水影響評価（設計基準対象施設）
	2.11 地震に起因する没水影響評価（重大事故等対処設備）
	3．被水影響評価について
	3.1 被水影響評価結果
	4．蒸気影響評価について
	4.1 蒸気影響評価に用いる環境条件について

工認添付資料	補足説明資料
Ⅴ-1-1-8 発電用原子炉施設の溢水防護に関する説明書	4.2 蒸気影響評価結果（設計基準対象施設）
	4.3 蒸気影響評価結果（重大事故等対処設備）
	5. 想定破損による溢水影響評価について
	5.1 高エネルギー配管の応力評価
	5.2 高エネルギー配管のうち低エネルギー配管に分類できる系統について
	5.3 高エネルギー配管における貫通クラックについて
	5.4 減肉等による評価について
	5.5 想定破損評価に用いる溢水量の算定について
	5.6 防護カバーの管理について
	5.7 GOTHIC コードの妥当性について
	5.8 溢水及び蒸気漏えいに対する隔離システムについて
	5.9 破損配管からの蒸気噴流の影響について
	5.10 蒸気拡散解析の結果例
	5.11 蒸気曝露試験について
	5.12 蒸気漏えい量が少ない場合における影響評価
	5.13 原子炉建屋内における所内蒸気系統からの蒸気漏えい対策
	6. 消火水の放水による溢水の影響評価について
	6.1 消火水の放水による溢水に対する評価の概要について
	7. 地震起因による溢水影響評価について
	7.1 耐震Ｂ，Ｃクラス機器の耐震工事の内容（個別機器）
	7.2 溢水防護に関する施設の耐震評価設備・部位の代表性及び網羅性について
	7.3 使用済燃料プール等のスロッシングによる溢水量の算出

工認添付資料	補足説明資料
Ⅴ-1-1-8 発電用原子炉施設の溢水防護に関する説明書	**8. その他の溢水による溢水影響評価**
	8.1 タービン建屋における溢水影響評価
	8.2 海水ポンプ室循環水ポンプエリアにおける溢水影響評価
	8.3 屋外タンク等の溢水による影響評価
	8.4 地下水による影響評価
	8.5 その他漏えい事象に対する確認について
	9. 全般
	9.1 溢水防護区画ごとにおける機能喪失高さ
	9.2 ケーブルの被水影響評価について
	9.3 没水影響評価における床勾配について
	9.4 鉄筋コンクリート壁の水密性について
	9.5 浸水防護施設の止水性について
	9.6 放射性物質を含む液体の管理区域外漏えい防止対策について
	9.7 経年劣化事象と保全内容
	9.8 内部溢水影響評価における判定表
	9.9 流下開口を考慮した没水高さについて
	9.10 内部溢水影響評価における確認内容について
	9.11 内部溢水影響評価に用いる各項目の保守性と有効数字の処理について
	9.12 使用済燃料プール水のダクト流入防止対策について
	9.13 現場操作の実施可能性について
	9.14 ほう酸水漏えい等による影響について
	9.15 原子炉建屋原子炉棟6階に関する対策・運用について
	9.16 床ドレンファンネル排水における漏えい系統の検知時間及び溢水量評価について
	9.17 原子炉建屋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
	9.18 想定破損による溢水検知のための漏えい検知器設置の考え方について
	9.19 建屋内貫通部止水処置の実施箇所について
	9.20 使用済燃料プールの冷却・給水機能の維持について
	9.21 管理区域外伝播防止堰の評価方法について

2. 別紙

(1) 工認添付資料と設置許可まとめ資料との関係【溢水防護に関する施設】

(2) 資料Ⅴ-1-1-8 の各資料と工認補足説明資料との関係【溢水防護に関する施設】

工認添付資料と設置許可まとめ資料との関係【溢水防護に関する施設】

工認添付資料		許可まとめ資料			引用内容
Ⅴ-1-1-8	発電用原子炉施設の溢水防護に関する説明書	ＤＢ	第９条	溢水による損傷の防止等	資料そのものをおおむね引用

資料Ⅴ-1-1-8 の各資料と工認補足説明資料との関係【溢水防護に関する施設】(1／3)

工認添付資料		工認補足説明資料	
Ⅴ-1-1-8-1	溢水等による損傷防止の基本方針	―	―
Ⅴ-1-1-8-2	防護すべき設備の設定	1.1	機能喪失高さについて
		1.2	溢水防護対象設備の選定について
		1.3	溢水評価対象の重大事故等対処設備の選定について
		1.4	内部溢水評価の対象について（設計基準対象施設）
		1.5	内部溢水，火災防護及び外部事象における防護対象設備の比較について（重大事故等対処設備）
		9.2	ケーブルの被水影響評価について
Ⅴ-1-1-8-3	溢水評価条件の設定	2.1	溢水源となる機器のリスト
		2.2	溢水経路のモデル図
		2.3	想定破損による没水影響評価について
		2.6	消火活動に伴う溢水について
		2.9	地震に起因する溢水源リスト
		5.1	高エネルギー配管の応力評価
		5.2	高エネルギー配管のうち低エネルギー配管に分類できる系統について
		5.3	高エネルギー配管における貫通クラックについて
		5.4	減肉等による評価について
		5.5	想定破損評価に用いる溢水量の算定について
		7.1	耐震Ｂ，Ｃクラス機器の耐震工事の内容（個別機器）
		7.2	溢水防護に関する施設の耐震評価設備・部位の代表性及び網羅性について
		9.3	没水影響評価における床勾配について
		9.9	流下開口を考慮した没水高さについて
		9.16	床ドレンファンネル排水における漏えい系統の検知時間及び溢水量評価について
Ⅴ-1-1-8-4	溢水影響に関する評価	2.4	想定破損により生じる没水影響評価結果（設計基準対象施設）

資料Ⅴ-1-1-8 の各資料と工認補足説明資料との関係【溢水防護に関する施設】(2／3)

工認添付資料		工認補足説明資料	
Ⅴ-1-1-8-4	溢水影響に関する評価	2.5	想定破損により生じる没水影響評価結果（重大事故等対処設備）
		2.7	消火水の放水により生じる没水影響評価結果（設計基準対象施設）
		2.8	消火水の放水により生じる没水影響評価結果（重大事故等対処設備）
		2.10	地震に起因する没水影響評価（設計基準対象施設）
		2.11	地震に起因する没水影響評価（重大事故等対処設備）
		3.1	被水影響評価結果
		4.1	蒸気影響評価に用いる環境条件について
		4.2	蒸気影響評価結果（設計基準対象施設）
		4.3	蒸気影響評価結果（重大事故等対処設備）
		5.7	GOTHIC コードの妥当性について
		5.9	破損配管からの蒸気噴流の影響について
		5.10	蒸気拡散解析の結果例
		5.11	蒸気曝露試験について
		5.12	蒸気漏えい量が少ない場合における影響評価
		5.13	原子炉建屋内における所内蒸気系統からの蒸気漏えい対策
		7.3	使用済燃料プール等のスロッシングによる溢水量の算出
		8.1	タービン建屋における溢水影響評価
		8.2	海水ポンプ室循環水ポンプエリアにおける溢水影響評価
		8.3	屋外タンク等の溢水による影響評価
		8.4	地下水による影響評価
		8.5	その他漏えい事象に対する確認について

資料Ⅴ-1-1-8 の各資料と工認補足説明資料との関係【溢水防護に関する施設】(3／3)

工認添付資料		工認補足説明資料	
Ⅴ-1-1-8-4	溢水影響に関する評価	9.6	放射性物質を含む液体の管理区域外漏えい防止対策について
		9.8	内部溢水影響評価における判定表
Ⅴ-1-1-8-5	溢水防護施設の詳細設計	5.6	防護カバーの管理について
		5.8	溢水及び蒸気漏えいに対する隔離システムについて
		9.5	浸水防護施設の止水性について
		9.19	建屋内貫通部止水処置の実施箇所について
		9.21	管理区域外伝播防止堰の評価方法について

添付資料Ⅴ-1-1-8 に係る補足説明資料

【説明する添付資料】

Ⅴ-1-1-8　発電用原子炉施設の溢水防護に関する説明書

補足説明資料目次

1. 溢水影響評価
1.1 機能喪失高さについて 補-1.1-1
1.2 溢水防護対象設備の選定について..... 補-1.2-1
1.3 溢水評価対象の重大事故等対処設備の選定について..... 補-1.3-1
1.4 内部溢水影響評価の対象について（設計基準対象施設)..... 補-1.4-1
1.5 内部溢水，火災防護及び外部事象における防護対象設備の比較について
（重大事故等対処設備)..... 補-1.5-1
2. 没水影響評価について
2.1 溢水源となる機器のリスト..... 補-2.1-1
2.2 溢水経路のモデル図..... 補-2.2-1
2.3 想定破損による没水影響評価について..... 補-2.3-1
2.4 想定破損により生じる没水影響評価結果（設計基準対象施設)..... 補-2.4-1
2.5 想定破損により生じる没水影響評価結果（重大事故等対処設備)..... 補-2.5-1
2.6 消火活動に伴う溢水について..... 補-2.6-1
2.7 消火水の放水により生じる没水影響評価結果（設計基準対象施設).... 補-2.7-1
2.8 消火水の放水により生じる没水影響評価結果（重大事故等対処設備).. 補-2.8-1
2.9 地震に起因する溢水源リスト..... 補-2.9-1
2.10 地震に起因する没水影響評価（設計基準対象施設)..... 補-2.10-1
2.11 地震に起因する没水影響評価（重大事故等対処設備)..... 補-2.11-1
3. 被水影響評価について
3.1 被水影響評価結果..... 補-3.1-1
4. 蒸気影響評価について
4.1 蒸気影響評価に用いる環境条件について..... 補-4.1-1
4.2 蒸気影響評価結果（設計基準対象施設)..... 補-4.2-1
4.3 蒸気影響評価結果（重大事故等対処設備)..... 補-4.3-1
5. 想定破損による溢水影響評価について
5.1 高エネルギー配管の応力評価..... 補-5.1-1
5.2 高エネルギー配管のうち低エネルギー配管に分類できる系統について. 補-5.2-1
5.3 高エネルギー配管における貫通クラックについて..... 補-5.3-1
5.4 減肉等による評価について..... 補-5.4-1
5.5 想定破損評価に用いる溢水量の算定について..... 補-5.5-1
5.6 防護カバーの管理について..... 補-5.6-1
5.7 GOTHICコードの妥当性について..... 補-5.7-1
5.8 溢水及び蒸気漏えいに対する隔離システム..... 補-5.8-1
5.9 破損配管からの蒸気噴流の影響について..... 補-5.9-1
5.10 蒸気拡散解析の結果例..... 補-5.10-1

5.11　蒸気曝露試験について..... 補-5.11-1
5.12　蒸気漏えい量が少ない場合における影響評価..... 補-5.12-1
5.13　原子炉建屋内における所内蒸気系統からの蒸気漏えい対策..... 補-5.13-1
6.　消火水の放水による溢水の影響評価について
6.1　消火水の放水による溢水に対する評価の概要について..... 補-6.1-1
7.　地震起因による溢水影響評価について
7.1　耐震Ｂ，Ｃクラス機器の耐震工事の内容（個別機器）..... 補-7.1-1
7.2　溢水防護に関する施設の耐震評価設備・部位の代表性及び網羅性
について..... 補-7.2-1
7.3　使用済燃料プール等のスロッシングによる溢水量の算出..... 補-7.3-1
8.　その他の溢水による溢水影響評価
8.1　タービン建屋における溢水影響評価..... 補-8.1-1
8.2　海水ポンプ室循環水ポンプエリアにおける溢水影響評価..... 補-8.2-1
8.3　屋外タンク等の溢水による影響評価..... 補-8.3-1
8.4　地下水による影響評価..... 補-8.4-1
8.5　その他の漏えい事象に対する確認について..... 補-8.5-1
9.　全般
9.1　溢水防護区画ごとにおける機能喪失高さ..... 補-9.1-1
9.2　ケーブルの被水影響評価について..... 補-9.2-1
9.3　没水影響評価における床勾配について..... 補-9.3-1
9.4　鉄筋コンクリート壁の水密性について..... 補-9.4-1
9.5　浸水防護施設の止水性について..... 補-9.5-1
9.6　放射性物質を含む液体の管理区域外漏えい防止対策について..... 補-9.6-1
9.7　経年劣化事象と保全内容..... 補-9.7-1
9.8　内部溢水影響評価における判定表..... 補-9.8-1
9.9　流下開口を考慮した没水高さについて..... 補-9.9-1
9.10　内部溢水影響評価における確認内容について..... 補-9.10-1
9.11　内部溢水影響評価に用いる各項目の保守性と有効数字の処理
について..... 補-9.11-1
9.12　使用済燃料プール水のダクト流入防止対策について..... 補-9.12-1
9.13　現場操作の実施可能性について..... 補-9.13-1
9.14　ほう酸水漏えい等による影響について..... 補-9.14-1
9.15　原子炉建屋原子炉棟６階に関する対策・運用ついて..... 補-9.15-1
9.16　床ドレンファンネル排水における漏えい系統の検知時間及び溢水量評価
について..... 補-9.16-1
9.17　原子炉建屋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..... 補-9.17-1

9.18　想定破損による溢水検知のための漏えい検知器設置の考え方
　　について..... 補-9.18-1
9.19　建屋内貫通部止水処置の実施箇所について..... 補-9.19-1
9.20　使用済燃料プールの冷却・給水機能の維持について..... 補-9.20-1
9.21　管理区域外伝播防止堰の評価方法について..... 補-9.21-1

1.1　機能喪失高さについて

1.1.1　概要

本資料は，原子炉の高温停止，低温停止及びその維持に必要な設備，放射性物質の閉じ込め機能及びその維持に必要な設備並びに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するために必要な設備として抽出された溢水防護対象設備，また，溢水評価対象として抽出された重大事故等対処設備について，溢水影響により要求される機能を損なうおそれのある高さ（以下「機能喪失高さ」という。）を明確にする。また，抽出された防護対象設備及び重大事故等対処設備が設置される溢水防護区画を明確にする。

1.1.2　機能喪失高さの考え方

各機器の機能喪失高さの考え方を表 1.1-1 に示し，機能機能喪失高さのイメージ図を図 1.1-1 に示す。また，各機能喪失高さと溢水水位に関する裕度の考え方を図 1.1-2 に示す。

機能喪失高さは「評価高さ」を基本とするが，評価結果が厳しい場合には，現場での実測等により確認した「実力高さ」を用いる。なお，実力高さが評価高さよりも低い場合には，実力高さを用いる。

1.1.3　溢水防護対象設備及び重大事故等対処設備リストの整理

各機器の機能喪失高さの考え方を表 1.1-1 に示し，機能喪失高さのイメージ図を図 1.1-1 に示す。また，各機能喪失高さと溢水水位に関する裕度の考え方を図 1.1-2 に示す。

抽出された溢水防護対象設備及び重大事故等対処設備の設置高さ，機能喪失高さ並びに溢水防護区画について，表 1.1-2 及び表 1.1-3 に示す。

表 1.1-2 及び表 1.1-3 において，ボンベ類及び燃料油関連のタンク類については，静的機器であり没水により機能喪失しないことから，機能喪失高さは「－」と記載する。ボンベ類は蒸気の影響評価の対象とし，燃料油関連のタンク類はベント管を没水影響評価の対象として別に抽出する。使用済燃料プール上に設置される設備である「使用済燃料プール温度（検出器）（TE-G41-N015）」，「使用済燃料プール温度（ＳＡ）」及び「使用済燃料プール水位・温度（ＳＡ広域）」については，没水により機能喪失しない設計とすることから機能喪失高さは「－」と記載し，被水又は蒸気の影響評価の対象とする。

なお，使用済燃料プール上に設置される設備は，想定される溢水水位を上回る止水性を有するよう，電気部を内蔵する設備内部への浸水箇所の水密処理を行うことで，没水に対して機能喪失しない設計とする。対象設備の没水に対する耐性の確認は，実証試験

等により行う。

1.1.4　溢水影響評価における区画

溢水影響評価において，評価に必要となる区画を設定し，このうち防護すべき設備が設置される区画を溢水防護区画として設定する。

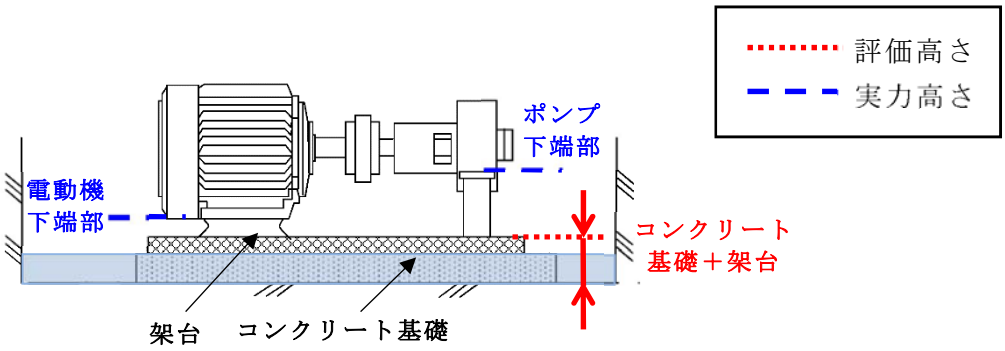
溢水の発生を想定する建屋について，溢水影響評価における区画番号を図 1.1-3 に示す。

表 1.1-1　溢水による各設備の機能喪失高さの考え方

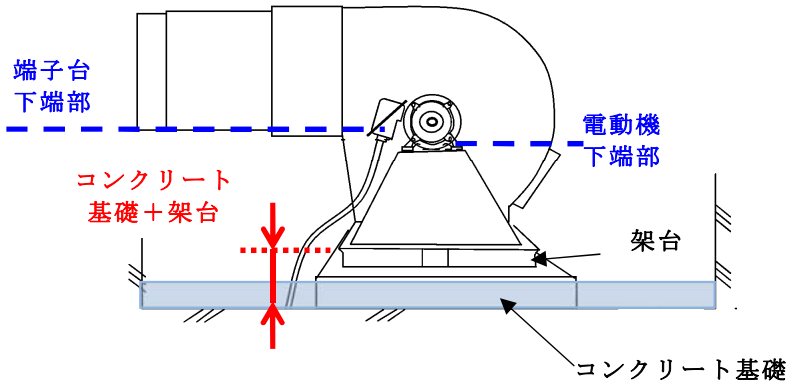
機器	機能喪失高さ	
	実力高さ	評価高さ
弁	①電動弁：弁駆動装置下部 ②空気作動弁，各付属品のうち，最低高さの付属品の下端部	・電動弁，空気作動弁とも弁配管の中心高さ
ダンパ及びダクト	・各付属品のうち，最低高さの付属品の下端部	・ダンパ，ダクトとも中心高さ（配管ダクトの場合） ・ダンパ，ダクトの下端高さ
ポンプ	①ポンプ又はモータのいずれか低い方の下端 ②モータは下端部	・ポンプ，モータの基礎＋架台高さのいずれか低い箇所
ファン	・モータ下端部又は吸込み口高さの低い方	・ファン又はモータの基礎＋架台高さのいずれか低い箇所の高さ
計器	・計器類は計器本体又は伝送器の下端部のいずれか低い方	・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
車両（移動式）	－	・車両のマフラー，バッテリーあるいはラジエータ等の電気品の下端部*

注記　＊：車体の沈み込みも考慮する。

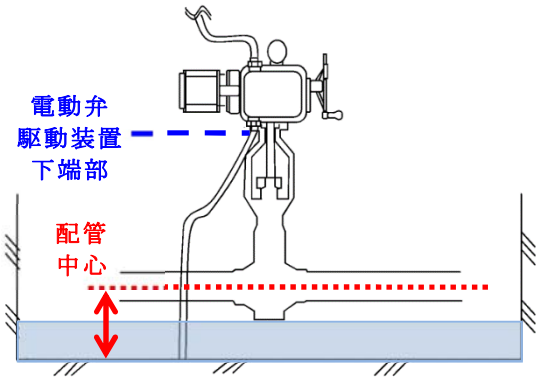
補　　足：評価においては，ゆらぎと水上高さを考慮して，機能喪失高さを一律 200 ㎜下げ没水評価を実施する。（図 1.1-2 参照）



ポンプにおける機能喪失高さ（例）

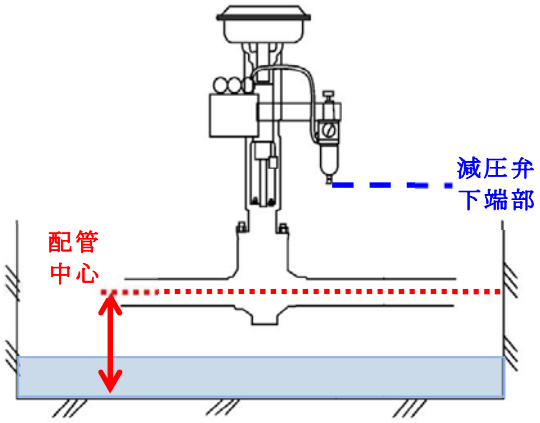


ファンにおける機能喪失高さ（例）

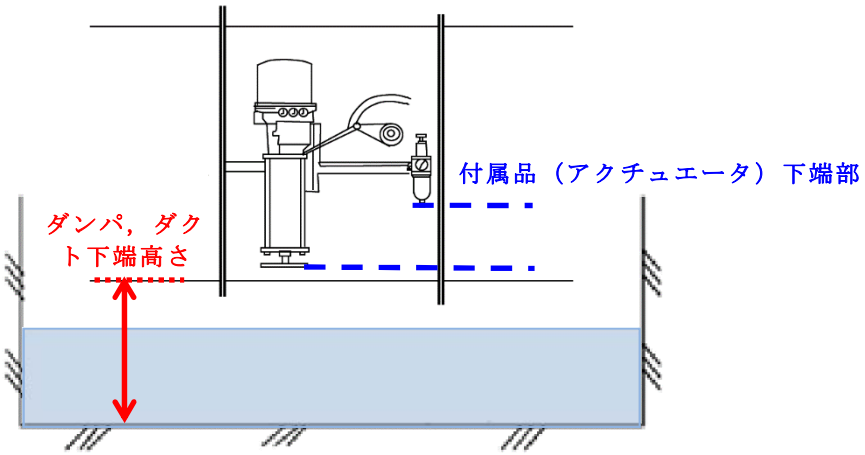


電動弁における機能喪失高さ（例）

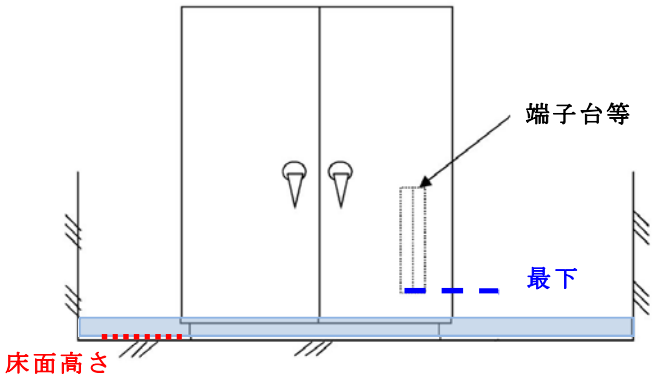
図 1.1-1　機能喪失高さに関する「評価高さ」と「実力高さ」の関係（1／3）



空気作動弁（配管ダクトの場合のダンパ）における機能喪失高さ（例）

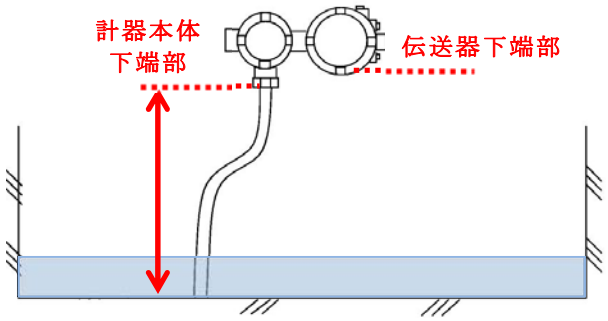


ダンパ及びダクトにおける機能喪失高さ（例）

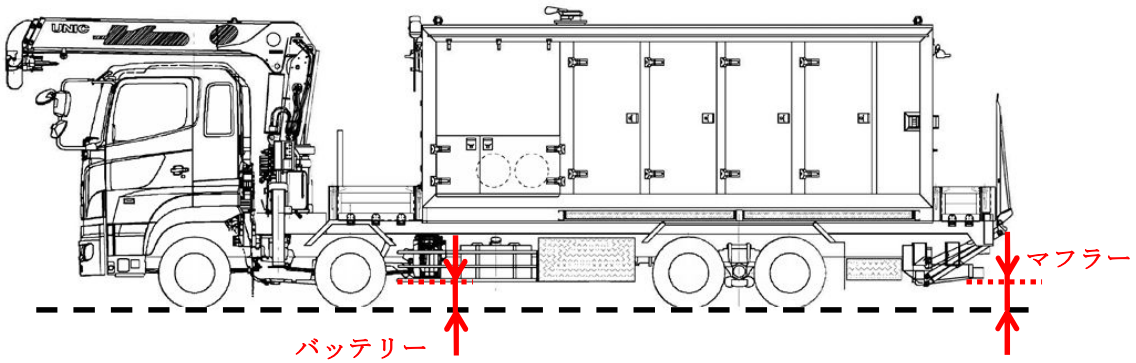


電源・盤における機能喪失高さ（例）

図 1.1-1　機能喪失高さに関する「評価高さ」と「実力高さ」の関係（2／3）



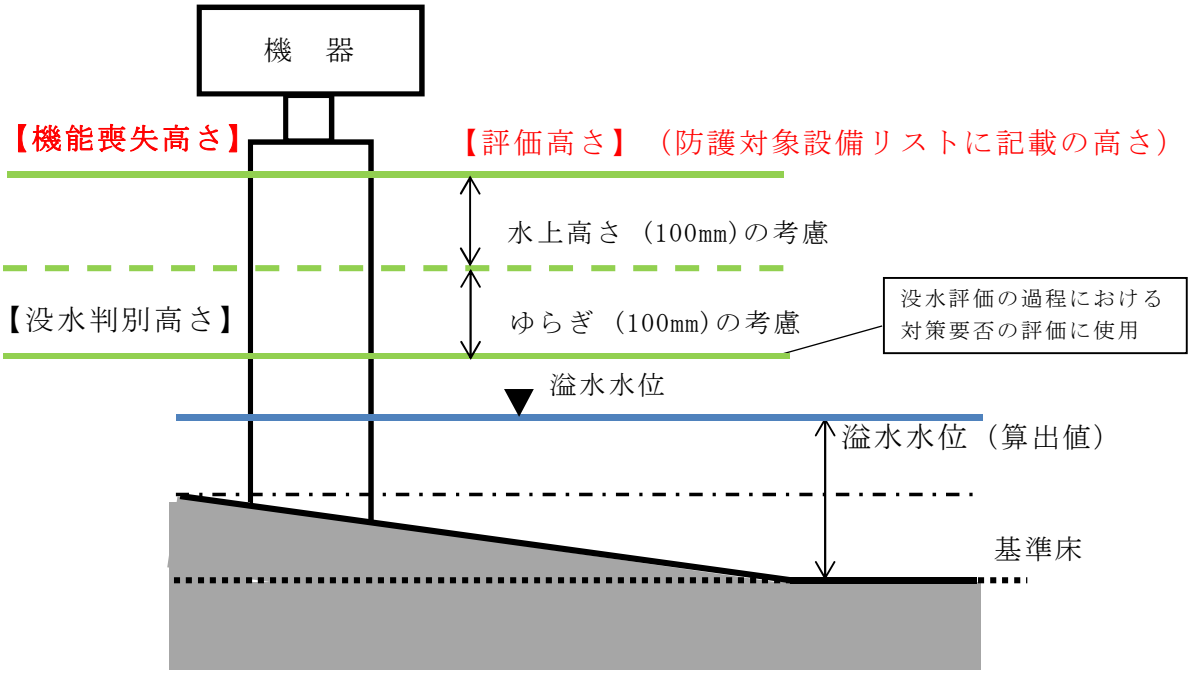
計器における機能喪失高さ（例）



車両における機能喪失高さ（例）

図 1.1-1　機能喪失高さに関する「評価高さ」と「実力高さ」の関係（3／3）

【 評価高さを機能喪失高さとする場合 】



【 実力高さを機能喪失高さとする場合 】

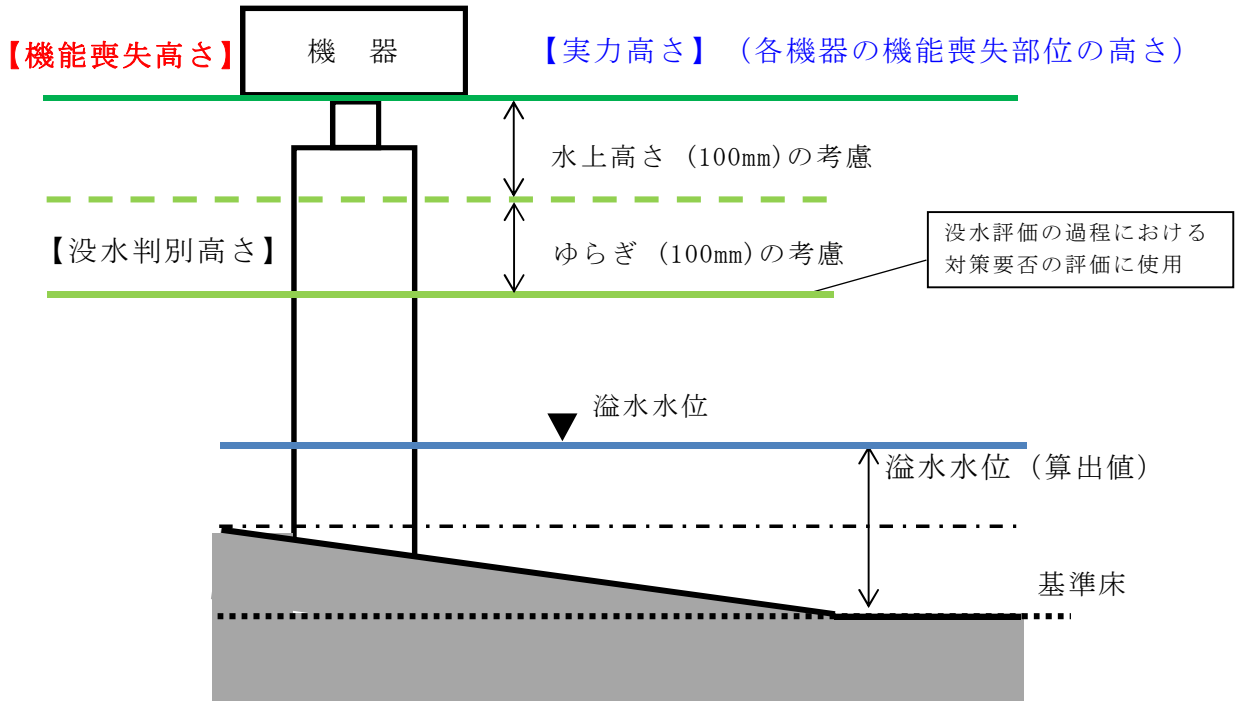


図 1.1-2　内部溢水評価に用いる高さの関連図

1.2　溢水防護対象設備の選定について

1.2.1　概要

本資料は，技術基準規則第12条，第54条及びその解釈並びに評価ガイドを踏まえて，発電用原子炉施設内で発生を想定する溢水の影響から防護すべき設備の設定の考え方を説明するものである。

溢水から防護すべき設備として，「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」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，系統及び機器のうち，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維持するために必要な設備，並びに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するために必要な設備を溢水防護対象設備として設定する。

1.2.2　溢水防護対象設備の選定方針

溢水防護対象設備の具体的な抽出の考え方を以下に示す。

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，運転状態にある場合に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するため，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，及び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，防護すべき設備のうち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。

1.2.3　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

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として，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に必要な設備を溢水防護対象設備と

して抽出する。重要度の特に高い安全機能を有する系統・設備を表1.2-1に示す。

また「発電用軽水型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を抽出し，その対処に必要な系統を抽出する。溢水評価上想定する起因事象として抽出する運転時の異常な過渡変化及び設計基準事故を表1.2-2及び表1.2-3，溢水評価上想定する事象とその対処系統を表1.2-4に示す。なお，抽出に当たっては溢水事象となり得る事故事象も評価対象とする。

1.2.4　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られた水温（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抽出する。

また，使用済燃料プールの放射線を遮蔽するための水量を確保する必要があるため，使用済燃料プールへの給水系統の機能維持に必要な設備を表1.2-5のとおり抽出する。

具体的には，燃料プール冷却浄化系及び残留熱除去系を抽出する。

1.2.5　防護対象設備のうち溢水影響評価対象の選定について

溢水影響評価対象の選定フローを図1.2-1に，溢水影響評価の対象外とする理由について表1.2-6に示す。

図1.2-1に示した防護対象設備の選定フローにより選定された防護対象設備について，系統，設備名，設置建屋，機能喪失高さ及び設置高さを防護対象設備リストとして，1.1項 表1.1-2に示す。

同様に表1.2-6の選定により詳細な評価の対象から除外された設備について，系統，設置場所，設備名及び除外理由をリストとしてまとめ，表1.2-7に示す。

表 1.2-1　重要度の特に高い安全機能と系統・機器（1／2）

その機能を有する複数の系統があり，それぞれの系統について多重性又は多様性を要求する安全機能	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		
崩壊熱除去機能	残留熱除去系（原子炉停止時冷却系）	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（低圧注水系） 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	残留熱除去系（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	非常用所内電源系（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	非常用所内電源系（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	計測制御用電源設備	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

表 1.2-1　重要度の特に高い安全機能と系統・機器（2／2）

その機能を有する複数の系統があり，それぞれの系統について多重性又は多様性を要求する安全機能	系統・機能	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（スクラム機能）	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 ・非常用炉心冷却系作動の安全保護回路 ・原子炉格納容器隔離の安全保護回路 ・原子炉建屋ガス処置系作動の安全保護回路 ・主蒸気隔離の安全保護回路	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 ・中性子束（起動領域計装）	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 原子炉圧力及び原子炉水位 原子炉格納容器圧力	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・プール水温度	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（広帯域，燃料域） 原子炉格納容器圧力 サプレッション・プール水温度 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
	主排気筒放射線モニタ 気体廃棄物処理系設備エリア排気放射線モニタ	MS-3

表1.2-2　溢水評価上想定する起因事象の抽出

（運転時の異常な過渡変化）

起因事象	考慮要否 要：○ 否：－	スクリーンアウトする理由
原子炉起動時における制御棒の異常な引き抜き	○	
出力運転中の制御棒の異常な引き抜き	○	
原子炉冷却材流量の部分喪失	－	再循環ポンプ 1 台がトリップし，原子炉出力は低下し整定する。このように，本事象では対処設備は不要であるため，溢水評価上考慮不要。
原子炉冷却材系の停止ループの誤起動	－	停止ループの低温の冷却材が炉心に注入され，炉心に正の反応度が添加された後の反応度フィードバック効果により原子炉出力は低下し整定する。 このように，本事象では対処設備は不要であるため，溢水評価上考慮不要。
外部電源喪失	○	
給水加熱喪失	○	
原子炉冷却材流量制御系の誤動作	○	
負荷の喪失	○	
主蒸気隔離弁の誤閉止	○	
給水制御系の故障	○	
原子炉圧力制御系の故障	○	
給水流量の全喪失	○	

表1.2-3　溢水評価上想定する起因事象の抽出

（設計基準事故）

起因事象	考慮要否 要：○ 否：－	スクリーンアウトする理由
原子炉冷却材喪失（LOCA）	○*	
原子炉冷却材流量の喪失	○	
原子炉冷却材ポンプの軸固着	－	溢水の発生によって原子炉冷却材ポンプの回転軸は固着しない。
制御棒落下	－	溢水の発生によって制御棒落下は発生しない。
放射性気体廃棄物処理施設の破損	－	本事象の発生によって原子炉に外乱は発生しない。
主蒸気管破断	○*	
燃料集合体の落下	－	溢水の影響により燃料集合体は落下しない。
可燃性ガスの発生	○	原子炉冷却材喪失に包含される。
動荷重の発生	○	原子炉冷却材喪失に包含される。

注記　＊：溢水の原因となり得る事象であるため，対策として考慮する。なお，原子炉格納容器外での溢水が想定される「主給水管破断」及び「主蒸気管破断」については，「想定破損による没水影響評価」において想定破損による没水評価を実施し，結果として防護対象設備が機能喪失しないことを確認している。

表1.2-4　溢水評価上想定する事象とその対処系統

	溢水評価上 想定する事象	左記事象に対する 対処機能	対処系統*
運転時の異常な過渡変化	「原子炉起動時における制御棒の異常な引き抜き」 「出力運転中の制御棒の異常な引き抜き」 「外部電源喪失」 「給水加熱喪失」 「給水制御系の故障」 「給水流量の全喪失」 「負荷の喪失」 「主蒸気隔離弁の誤閉止」 「原子炉圧力制御系の故障」 「原子炉冷却材流量制御系の誤動作」	・原子炉の緊急停止 ・工学的安全施設及び原炉停止系への作動信号の発生 ・原子炉圧力の上昇の緩和 ・出力上昇の抑制	・制御棒及び制御棒駆動系（スクラム機能） ・安全保護系 ・逃がし安全弁（逃がし弁機能）
設計基準事故	「原子炉冷却材喪失」 「原子炉冷却材流量の喪失」 「主蒸気管破断」	上記機能に加え ・原子炉冷却材圧力バウンダリの過圧防止 ・原子炉停止後の除熱 ・炉心冷却 ・放射性物質の閉じ込め ・安全上特に重要な関連機能	上記機能に加え ・逃がし安全弁（安全弁としての開機能） ・残留熱除去系 ・原子炉隔離時冷却系 ・低圧注水系 ・低圧炉心スプレイ系 ・高圧炉心スプレイ系 ・自動減圧系 ・格納容器 ・格納容器隔離弁 ・格納容器冷却系 ・非常用電源系 ・非常用ガス処理系 ・非常用ガス再循環系 ・可燃性ガス濃度制御系

注記　＊：上記系統に係る間接系についても防護対象設備として抽出する。

表 1.2-5　燃料プール冷却及びプールへの給水機能を有する系統・機器

その機能を有する系統の多重性又は多様性を要求する安全機能	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

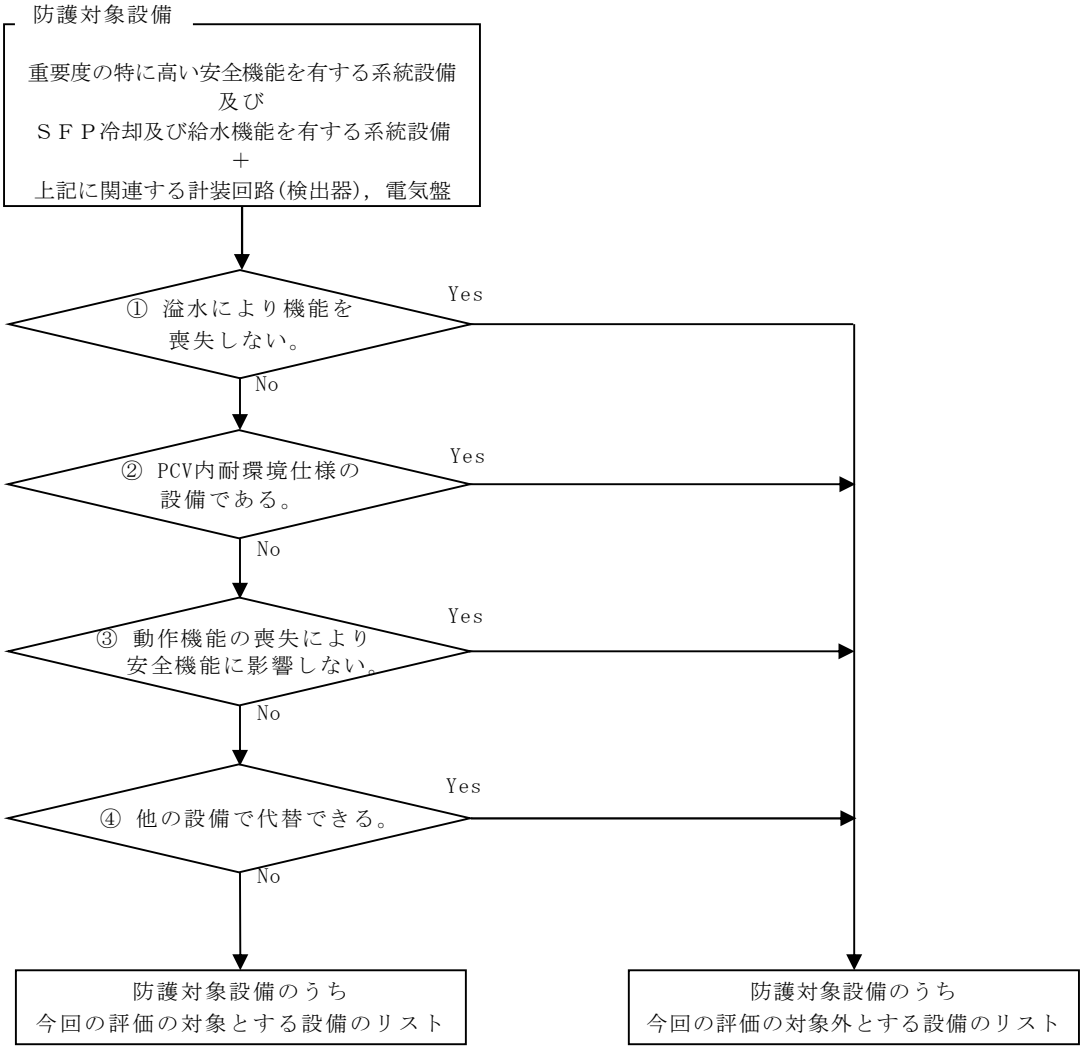


図 1.2-1　防護対象設備のうち溢水影響評価対象の選定フロー

表 1.2-6　溢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 溢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，溢水により機能喪失はしない。 燃料油関連のタンク類については，没水，被水及び蒸気による影響で要求される機能を損なうことはないが，ベント管からの浸水により要求される機能を損なうおそれがあるため，ベント管を評価の対象として別に抽出する。
② PCV 内耐環境仕様の設備である。	PCV 内設備のうち，温度・圧力条件及び溢水影響を考慮した耐環境仕様の設備は，溢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。

注記　＊：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。

1.3　溢水評価対象の重大事故等対処設備の選定について

重大事故等対処設備のうち，溢水の影響を受けて要求される機能を損なうおそれのない設備については，評価対象外とする。

重大事故等対処設備の溢水評価の考え方及び理由について，図 1.3-1 及び表 1.3-1 に示す。

溢水影響評価対象外とした設備リストを表 1.3-2 に示す。

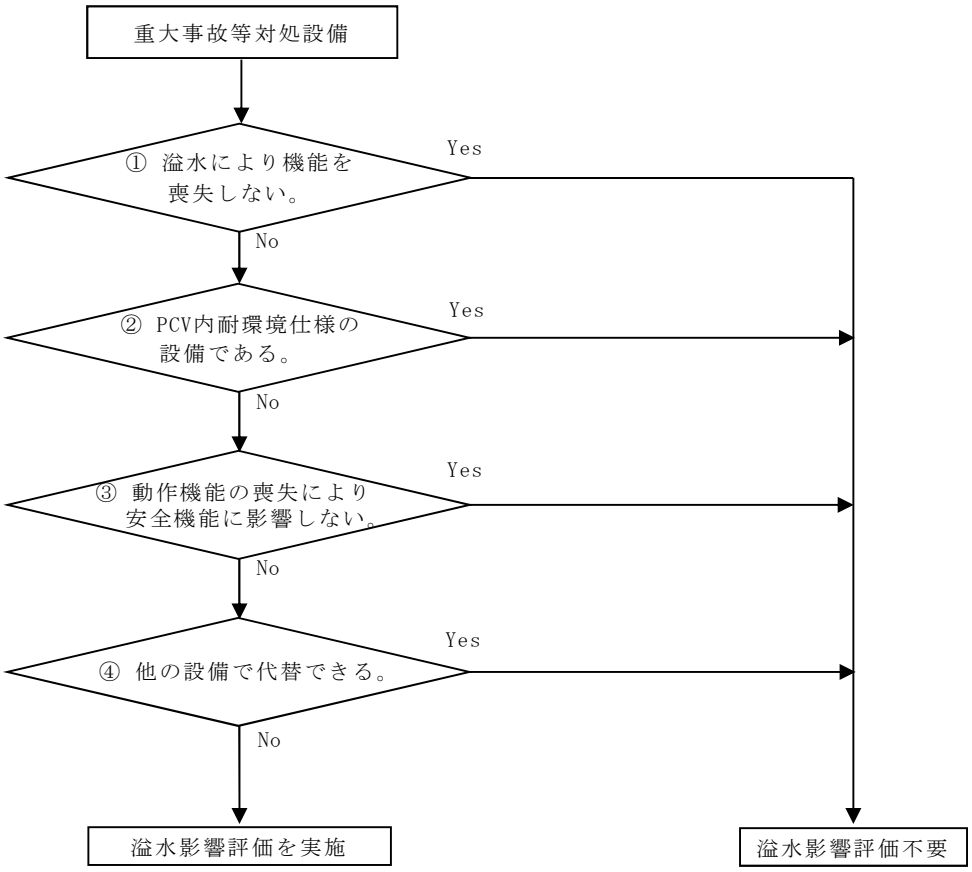


図 1.3-1　重大事故等対処設備の溢水評価の考え方

表 1.3－1　溢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溢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，溢水により機能喪失はしない。耐 LOCA 設計を行う機器も溢水により機能喪失はしない。また，計防護すべき設備に係るケーブルは没水に対する耐性を有しており，要求される機能を損なわない。 ボンベについては，没水及び被水による影響で要求される機能を損なうことはないが，蒸気影響により要求される機能を損なうおそれがあるため，蒸気影響に対する評価を行う。 燃料油関連のタンク類については，没水，被水及び蒸気による影響で要求される機能を損なうことはないが，ベント管からの浸水により要求される機能を損なうおそれがあるため，ベント管を評価の対象として別に抽出する。
②PCV 内耐環境仕様の設備である。	PCV 内設備のうち，温度・圧力条件及び溢水影響を考慮した耐環境仕様の設備は，溢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。

8.2　海水ポンプ室循環水ポンプエリアにおける溢水影響評価

8.2.1　概要

海水ポンプ室循環水ポンプエリアにおける溢水について，地震起因による循環水管の伸縮継手の全円周状の破損を想定し，循環水ポンプの停止及び復水器水室出入口弁の閉止による隔離が完了するまでの間に生じる溢水量と保有水による溢水量を合算した溢水量が，海水ポンプ室循環水ポンプエリアに滞留するものとして溢水水位を算出する。地震起因による循環水管の伸縮継手の破損時には，循環水系隔離システムによる自動隔離機能及び伸縮継手部の可撓継手に期待した評価を実施する。

また，想定破損時には循環水系隔離システムによる自動隔離機能に期待できないため，運転員による隔離操作及び伸縮継手部の可撓継手に期待した場合の評価を実施する。

破損を想定する伸縮継手の配置図を図 8.2-1 に示す。

なお，消火水の放水による溢水量は，想定破損による溢水及び地震起因による溢水と比べ十分に小さいことから，本資料にて説明する地震起因による溢水及び想定破損溢水による溢水の評価に包含される。

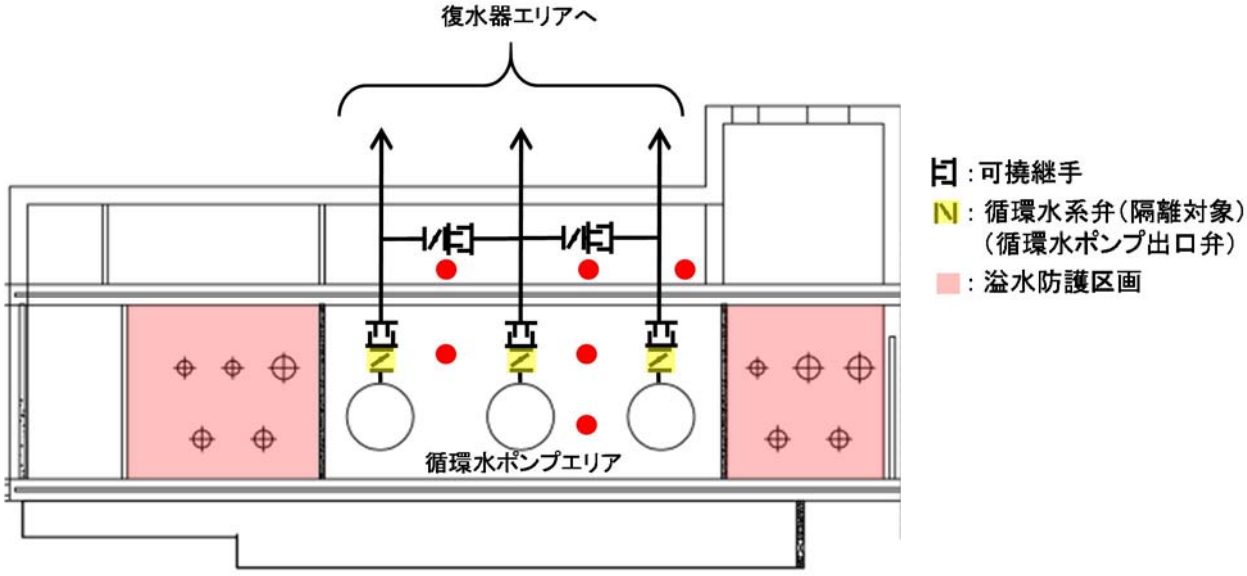


図 8.2-1　海水ポンプ室循環水ポンプエリア内の循環水管伸縮継手の配置図

8.2.2　地震起因による溢水評価

(1)　評価条件

a.　地震により循環水管の伸縮継手全数が全円周状に破損し，溢水が発生することを想定する。

b.　循環水管の破損箇所の流出圧力は，循環水ポンプ運転時の通常運転圧とする。なお，配管の圧損については，保守的に考慮しない。

c.　循環水管の破損箇所からの溢水の隔離時間については，破損箇所からの溢水の検知により循環水ポンプの自動停止及び循環水ポンプ出口弁の自動閉を行う循環水系隔離システムの作動に期待する。

d.　伸縮継手部の可撓継手による溢水流量の低減効果に期待する。

e.　循環水系隔離システムによる循環水ポンプ出口弁の閉動作中における流出圧力の低下は考慮しない。

f.　地震発生後の事象進展を，以下のとおりとして評価する。

・地震により循環水管の伸縮継手の全数破損が発生し，海水ポンプ室循環水ポンプエリア内に浸水が生じる。

・循環水管の伸縮継手による浸水は，地震発生から循環水ポンプ停止及び循環水ポンプ出口弁閉止まで継続する。（時間設定については後述する。）

・それ以降は，循環水ポンプ出口弁が閉止しているため浸水は停止する。

(2)　溢水量の評価

a.　循環水管の破損箇所からの溢水量

海水ポンプ室循環水ポンプエリアにおける循環水配管伸縮継手の全円周状破損箇所からの溢水量は，破損箇所からの溢水流量に溢水発生から検知までに要する時間及び検知後から隔離に要する時間（以下「評価時間」という。）を乗じた溢水量に隔離後の系統保有水量を加え算出する。この際，破断面積を可撓継手のすき間寸法から算出した溢水流量を設定する。また，循環水系隔離システムによる溢水の自動検知・自動隔離に期待し，循環水系隔離システムの隔離条件より評価時間を保守的に設定する。

循環水管の破損箇所からの流出流量を表 8.2-1 に，可撓継手の概要図を図 8.2-2 に示す。

表 8.2-1　地震起因による循環水管の伸縮継手部の溢水流量

部位	部位数	ソケットパイプ 内径 D_1（mm）*	スピゴットパイプ 内径 D_2（mm）*	溢水流量 Q （m^3/h）
循環水ポンプ出口部				
循環水管連絡管部				
合計				

注記　＊：図 8.2-2 参照。

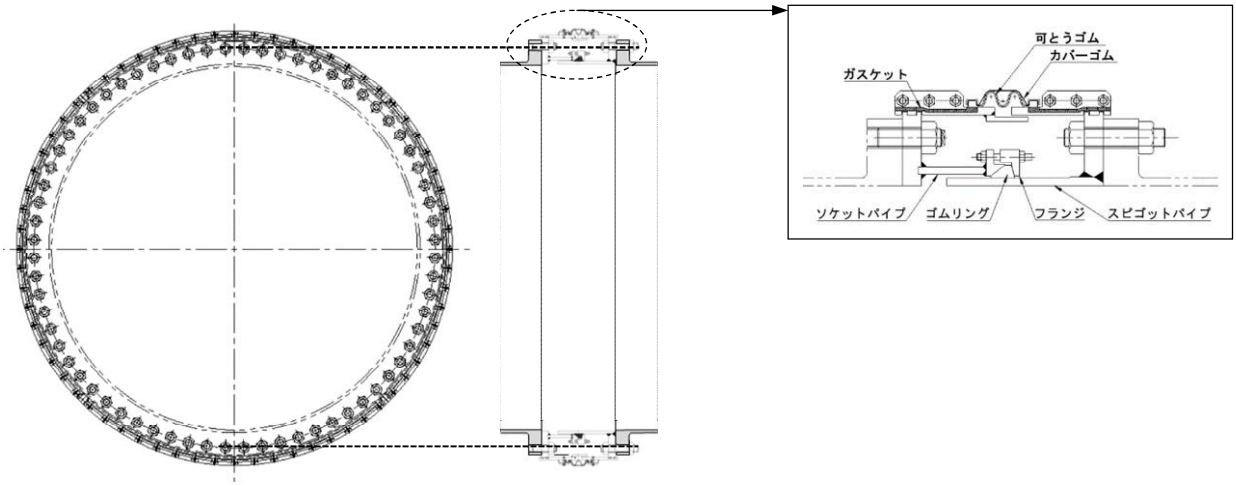
ここで，溢水流量（m^3/h）　：　$Q=A\times C\times\sqrt{\ }(2\times g\times H)\times 3600$

破断面積（m^2）　：　$A=(\pi\times D_1{}^2)/4-(\pi\times D_2{}^2)/4$

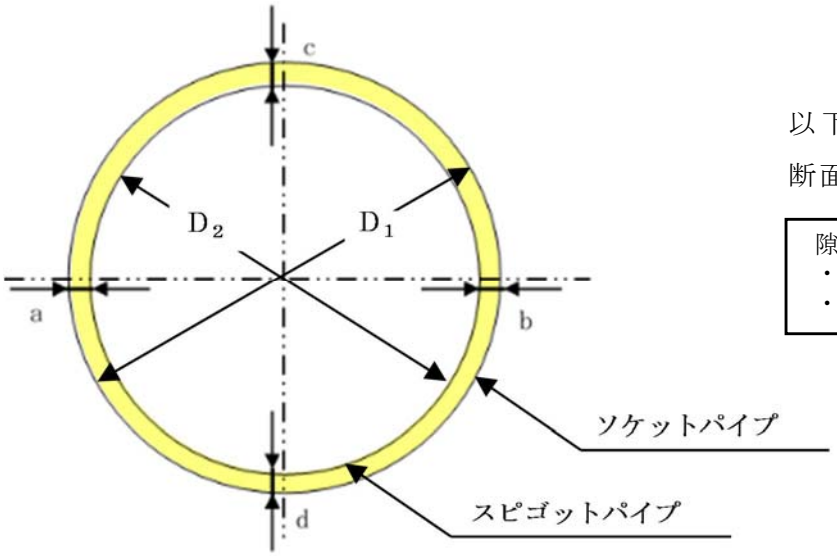
損失係数

水頭（m）

【可撓継手断面図】



【可撓継手イメージ図】



以下の隙間管理を行うことで破断面積を制限する構造とする。

隙間
・a＋b ≦ 14mm かつ
・c＋d ≦ 14mm

：破断面積算出箇所

図8.2-2　循環水管 可撓継手の概要

地震後から隔離完了までに要する時間は，循環水系隔離システムの作動を踏まえ，以下のとおり設定した。

・循環水系隔離システムは，水位異常高警報（海水ポンプ室循環水ポンプエリアの床上 100 mm）及び基準地震動Ｓ$_s$によるスクラム信号により，循環水系弁及び循環水ポンプを自動隔離し，溢水量の低減を図る。

・溢水検知時の溢水水位は，漏えい検知器の計測誤差（約±10 mm）を踏まえ床上 110 mm にて水位異常高警報が発信されることを想定し，この溢水水位を床面積（約 123 m^2）に乗じ，溢水発生から溢水検知までの溢水量を算出する。また，漏えい検知から隔離に要する時間は，警報発信から隔離指令までの応答遅れ 30 秒，循環水系弁の動作時間約 73 秒を踏まえ，十分な保守性を考慮し，4 分として設定する。

上記の溢水流量及び隔離時間を踏まえた溢水量を表 8.2-2 に示す。

表8.2-2　循環水配破損箇所からの溢水量

伸縮継手の全円周状の破損箇所からの溢水流量 a		
評価時間	漏えい検知から隔離に要する時間 b	
溢水発生から検知までの溢水量 c		
溢水発生から隔離までの溢水量（a×b＋c）		
系統保有水量		

注記　＊1：循環水ポンプ出口部：3箇所及び循環水管連絡管部：2箇所の合計

＊2：漏えい検知位置である水位0.11 mにおける溢水

b.　評価結果

海水ポンプ室循環水ポンプエリアから海水ポンプ室の溢水防護区画へ連絡する経路の高さ EL.7.8 m であり，また境界壁には貫通部が存在する。

海水ポンプ室循環水ポンプエリアにおける循環水管伸縮継手部からの溢水に関して，溢水発生から隔離までの間に発生する溢水による溢水水位は約 EL.3.5 m であり，隔離完了後に配管保有水量が破断箇所より流出するが，伸縮継手部（上端約 EL.5.6 m）が没水した時点（約 263 m^3 が流出した時点）で，循環水管内の保有水との水位差より保有水の流出は停止する。このため，海水ポンプ室循環水ポンプエリアにおける溢水水位は EL.5.6 m となる。海水ポンプ室循環水ポンプエリアにおける浸水イメージ図を図 8.2-3 に示す。

海水ポンプ室循環水ポンプエリア内で発生を想定する溢水による循環水ポンプエリア内の浸水水位（約 EL.5.6 m）は溢水防護区画との境界壁高さ（EL.7.8 m）を下回ること及び境界壁には EL.7.8 m の高さまで，添付書類「Ⅴ-1-1-8-5　溢水防護施設の詳細設計」に示す貫通部止水処置を実施しているため，海水ポンプ室循環水ポンプエリア内で発生した溢水が海水ポンプ室の溢水防護区画へ流入することはなく，防護すべき設備が要求される機能を損なうおそれはない。評価結果を表 8.2-3 に示す。

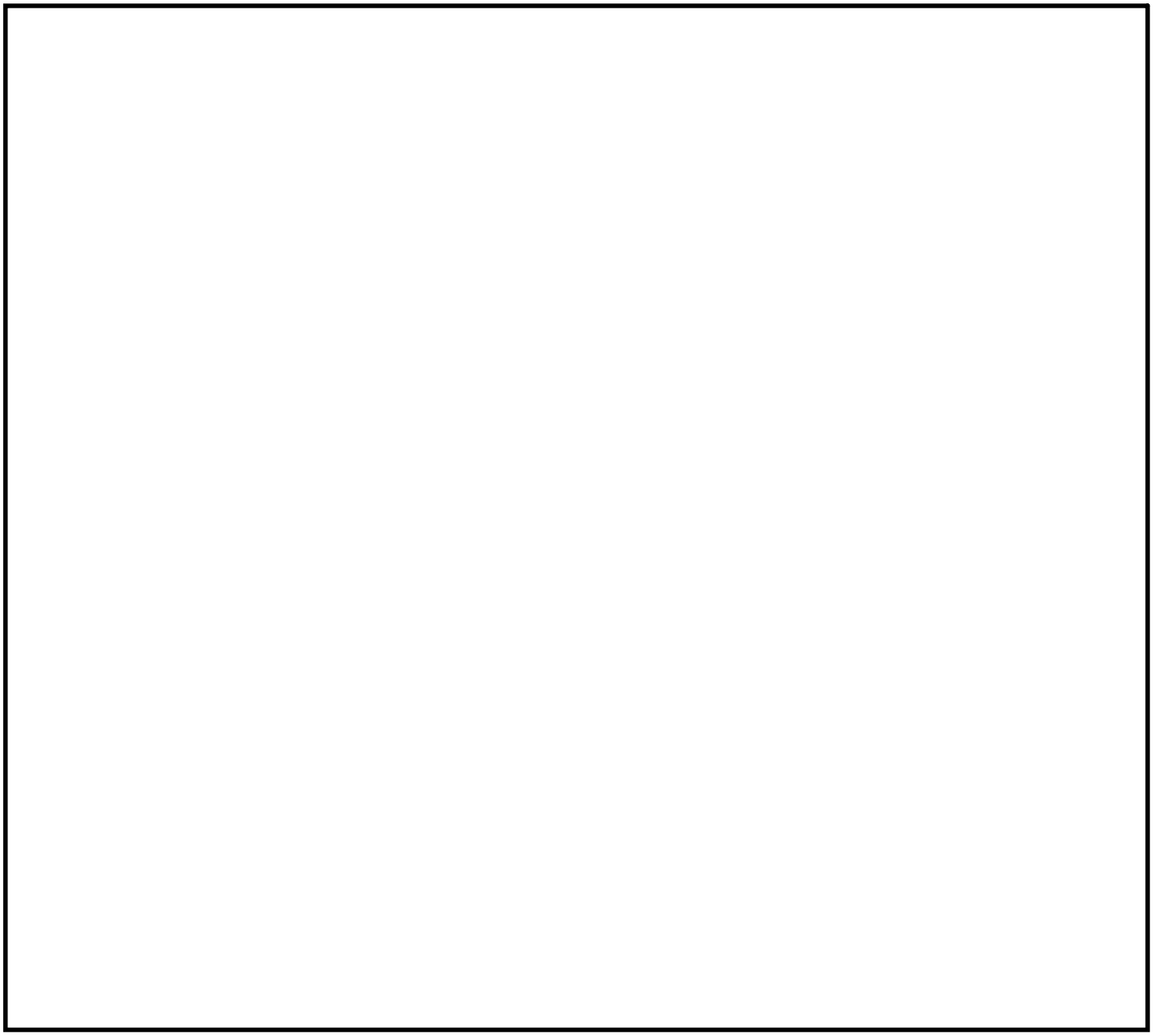


図 8.2-3　浸水イメージ図

表 8.2-3　溢水防護区画への溢水溢水流入影響評価

循環水管からの溢水量		滞留する溢水量	許容量	判定
溢水発生から隔離完了まで	系統保有水量			
				○*2

注記　＊1：系統保有水量は，水位差により流出することはないため，滞留しない。

＊2：貫通部止水処置による溢水伝播防止処置を実施済み。

＊3：配管保有水量の流出が停止した時点の溢水量。

8.2.3　想定破損による溢水評価

(1)　評価条件

a.　循環水管の貫通クラックを想定する。なお，伸縮継手を可撓継手構造としており，タービン建屋における伸縮継手のように配管と同様の破損モードを有さないため，想定破損による溢水評価の破損箇所としては想定しない。

b.　循環水管の破損箇所の流出圧力は，循環水ポンプ運転時の通常運転圧とする。なお，配管の圧損については，保守的に考慮しない。

c.　循環水管の破損箇所からの溢水の隔離時間については，破損箇所からの溢水の検知による運転員による隔離操作（循環水ポンプ停止及び循環水ポンプ出口弁閉止）に要する時間とする。なお，地震によるスクラム信号が発信されないため，循環水系隔離システムには期待しない。

d.　事象進展を，以下のとおりとして評価する。

・循環水管が破損し，海水ポンプ室循環水ポンプエリア内に浸水が生じる。

・循環水管の破損箇所からの浸水は，運転員の隔離操作完了までの地震発生 70 分後（時間設定の根拠については後述する。）まで生じる。

・それ以降は，循環水ポンプ出口弁が閉止しているため浸水はない。

(2)　溢水量の評価

a.　循環水管の破損箇所からの溢水量

海水ポンプ室循環水ポンプエリアにおける循環水配管の破損箇所からの溢水量は，破損箇所からの溢水流量に運転員による隔離完了までに要する時間を乗じた溢水量に隔離後の系統保有水量を加え算出する。この際，運転員による隔離に要するより評価時間を保守的に設定する。

循環水管の破損箇所からの流出流量を表 8.2-4 に示す。この際，破損箇所は配管口径が最大となる循環水ポンプ出口配管とする。

表 8.2-4　想定破損による循環水系配管の破損箇所からの溢水流量

内径 D [m]	板厚 w [m]	破損面積 A [m^2]	溢水流量 Q [m^3/h]

注記　＊：図 8.2-2 参照。

ここで，溢水流量（m^3/h）　：　$Q=A\times C\times\sqrt{(2\times g\times H)}\times 3600$

破断面積（m^2）　：　$A=D\times w\times 0.25$

損失係数　：

水頭（m）　：

溢水発生から運転員による隔離完了までに要する時間を表 8.2-5 に示す。

表 8.2-5　想定破損による循環水系配管の破損箇所からの溢水時間

項目	時間（分）
漏えい検知器による漏えい検知までの時間	10
現場への移動時間	20
漏えい箇所特定に要する時間	30
循環水ポンプ停止及び循環水ポンプ出口弁の閉止時間	10
合計	70

上記の溢水流量及び隔離時間を踏まえた溢水量を表 8.2-6 に示す。

表 8.2-6　想定破損による循環水系配管の破損箇所からの溢水量

項目	溢水量（m^3）
破損から循環水ポンプ停止及び循環水ポンプ出口弁閉止までの溢水量	
循環水系の保有水量	
合計	

b.　評価結果

海水ポンプ室循環水ポンプエリアから海水ポンプ室の溢水防護区画へ連絡する経路の高さ EL.7.8 m であり，また境界壁には貫通部が存在する。

海水ポンプ室循環水ポンプエリアにおける循環水管伸縮継手部からの溢水に関して，溢水発生から隔離までの間に発生する溢水による溢水水位は約 EL.6.5 m であり，伸縮継手部（上端約 EL.5.6 m）がすべて没水することになるため，循環水管内の保有水との水位差より保有水は流出しない。

海水ポンプ室循環水ポンプエリア内で発生を想定する溢水によるタービン建屋の浸水水位（約 EL.6.5 m）は連絡する経路高さを下回ること及び境界壁には EL.7.8 m の高さまで，添付書類「Ⅴ-1-1-8-5　溢水防護施設の詳細設計」に示す貫通部止水処置を実施しているため，海水ポンプ室循環水ポンプエリア内で発生した溢水が海水ポンプ室の溢水防護区画へ流入することはなく，防護すべき設備が要求される機能を損なうおそれはない。評価結果を表 8.2-7 に示す。

表 8.2-7　溢水防護区画への溢水溢水流入影響評価

循環水管からの溢水量		滞留する溢水量	許容量	判定
溢水発生から隔離完了まで	系統保有水量			
				○*2

注記　＊1：系統保有水量は，水位差により流出することはないため，滞留しない。

＊2：貫通部止水処置による溢水伝播防止処置を実施済み。