

東海第二発電所 内部溢水による損傷の防止等

東海第二発電所の特徴と溢水評価に対する考慮事項

平成29年6月22日
日本原子力発電株式会社

1. 概要

東海第二発電所の特徴と溢水評価に対する考慮事項は以下の通り。

1. 1 溢水評価に関係する建設当初からの主な変更点として火災防護区画の設置があることから、これを踏まえて評価を実施する。
1. 2 原子炉格納容器型式が先行プラントと異なり、原子炉建屋最下層空間が比較的狭隘であることから、原子炉建屋最下層を溢水の最終滞留区画とするとともに、上層階に溢水を滞留させる。
この対応として、床ドレンファンネルを閉止する等の対策を行うことから、考慮事項として対策実施による影響について、評価を実施する。
1. 3 基準津波が原子炉建屋等重要施設の設置高さより高いことを踏まえ、津波浸水防止対策を充実させる。

2. 建設当初からの主な変更点の考慮

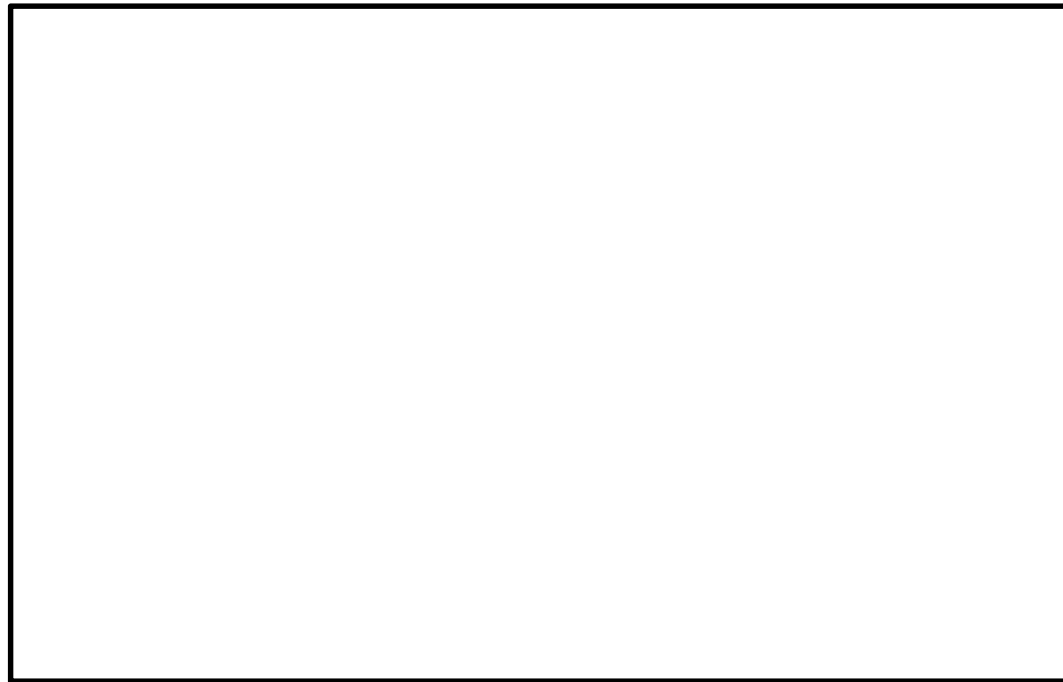
2.1 溢水評価に関する建設当初からの主な変更点

(1) 火災防護区画の設置

新規制基準に適合するために、火災防護区画を新たに設置することから、これを踏まえた蒸気影響評価、没水影響評価、被水影響評価を実施する。

(2) その他

運転開始後に実施した耐震補強工事等の各種改造工事等については、これを反映した上で、評価を実施する。

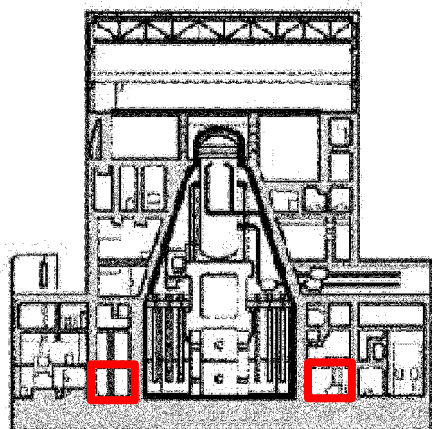


火災防護区画設置(例)

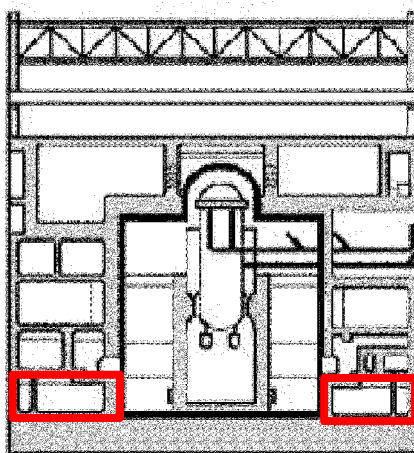
3. 原子炉建屋上層階を最終滞留区画とすることについて

3.1 原子炉格納容器型式の違い

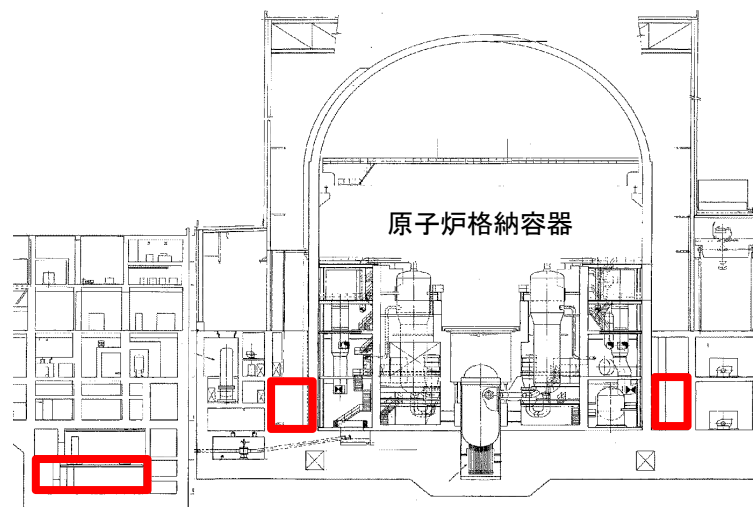
	東海第二	先行BWR (柏崎刈羽6,7号)	先行PWR (玄海3,4号)
原子炉格納容器型式	BWR5, MARK II	ABWR	PCCV
原子炉建屋等最下層空間	比較的狭隘	広い	広い




東海第二



先行BWR



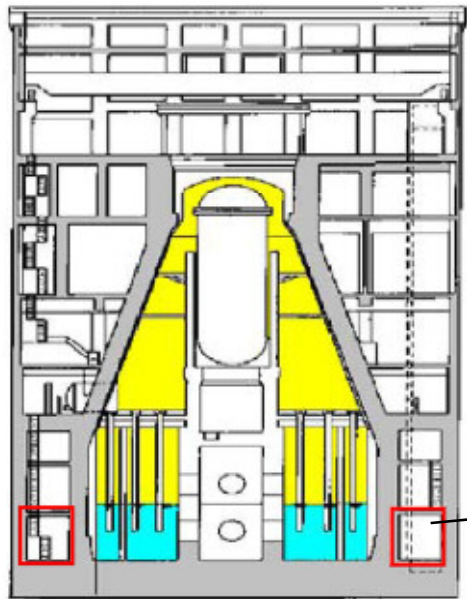
先行PWR

 : 原子炉建屋最下層空間

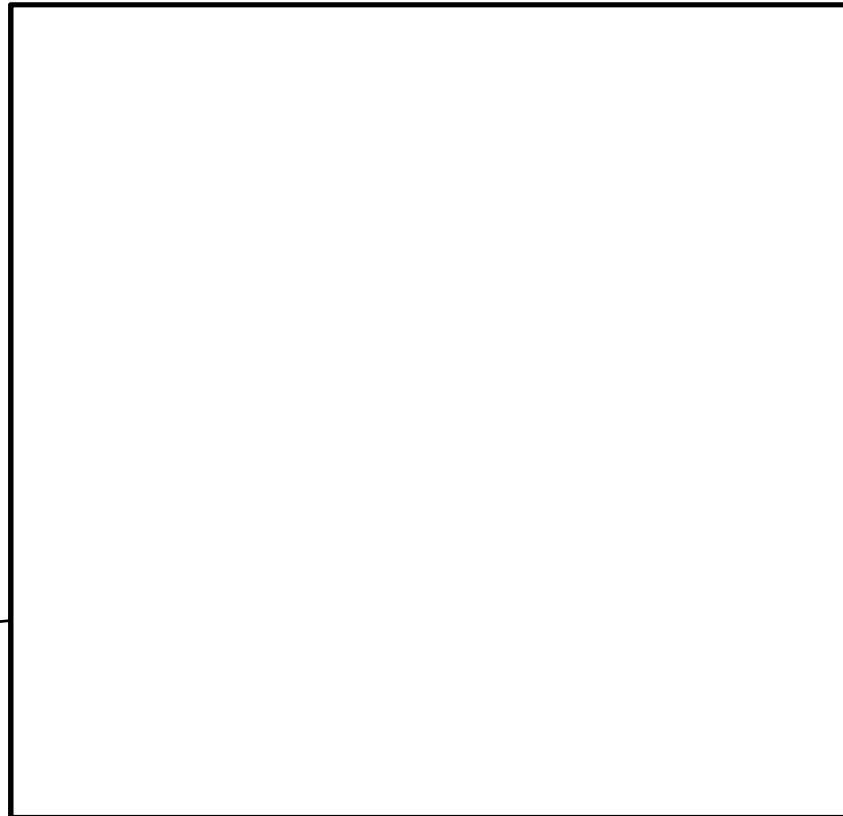
3. 原子炉建屋上層階を最終滞留区画とすることについて


3. 2 東海第二の原子炉建屋最下層

東海第二の原子炉建屋最下層は，先行BWRや先行PWRのような，重要機器のない溢水を滞留させる広い通路部がなく，比較的狭隘



東海第二 原子炉建屋断面図



 : 防護区画境界
(原子炉棟内)

東海第二 原子炉建屋最下層(地下2階)平面図

【対策】

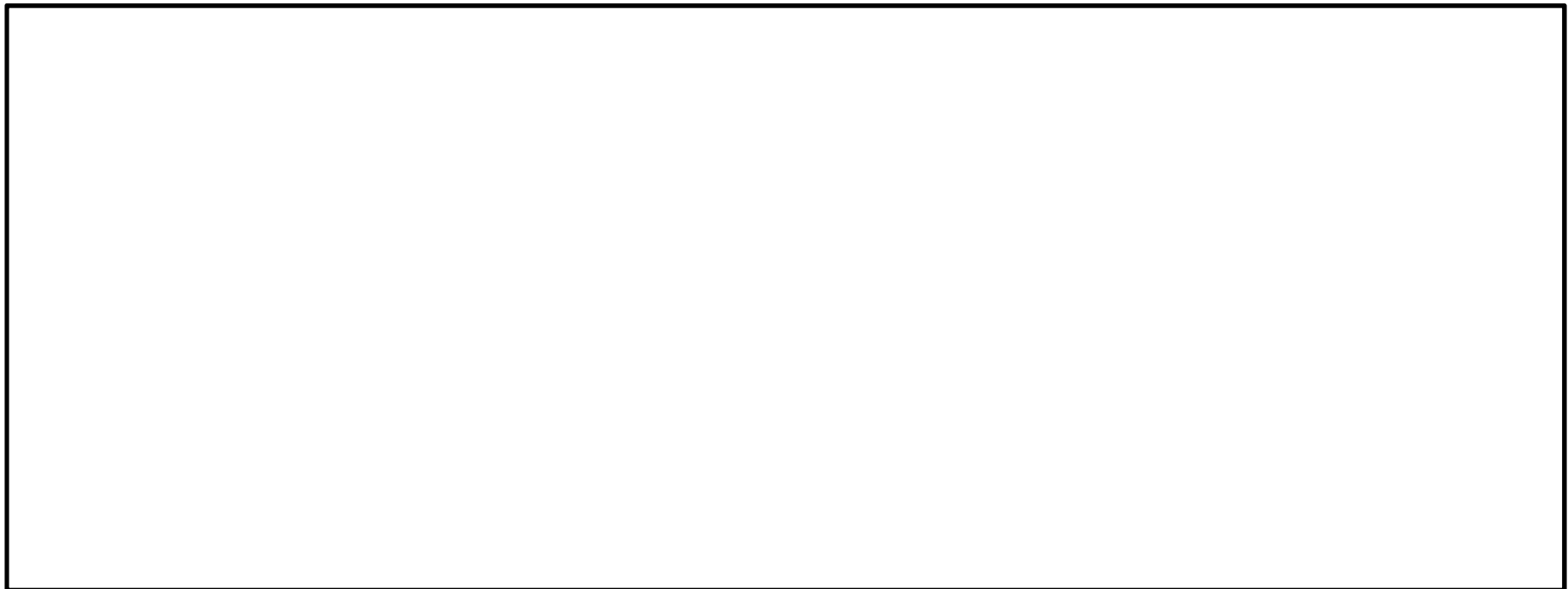
原子炉建屋最下層を溢水の最終滞留区画とするとともに，上層階に溢水を滞留させる。

3. 原子炉建屋上層階を最終滞留区画とすることについて

3. 3 原子炉建屋上層階に溢水を滞留させるための具体的対策

原子炉建屋上層階に溢水を滞留させるための具体的対策として、床貫通部等の止水措置、床ドレンファンネルの閉止を行う。

なお、既設のかさ上げした床ドレンファンネルのうち、溢水の滞留を阻害しないものは閉止しない。



原子炉建屋1FLの対策(例)

3. 原子炉建屋上層階を最終滞留区画とすることについて

3. 4 原子炉建屋上層階に溢水を滞留させる影響への考慮事項

(1) 溢水時の漏洩検知への影響

- ・床ドレンサンプへの流入による溢水検知ができないことへの影響を考慮する。

(2) 通常時のドレン水及び溢水時の滞留水の排水への影響

- ・通常時の空調系等からのドレン水の排水を考慮する。
- ・また、溢水時の滞留水の排水方法を定めておく。

(3) 滞留水によるアクセス性への影響

- ・滞留水による、重大事故等対応要員の通行や現場操作等への影響を考慮する。

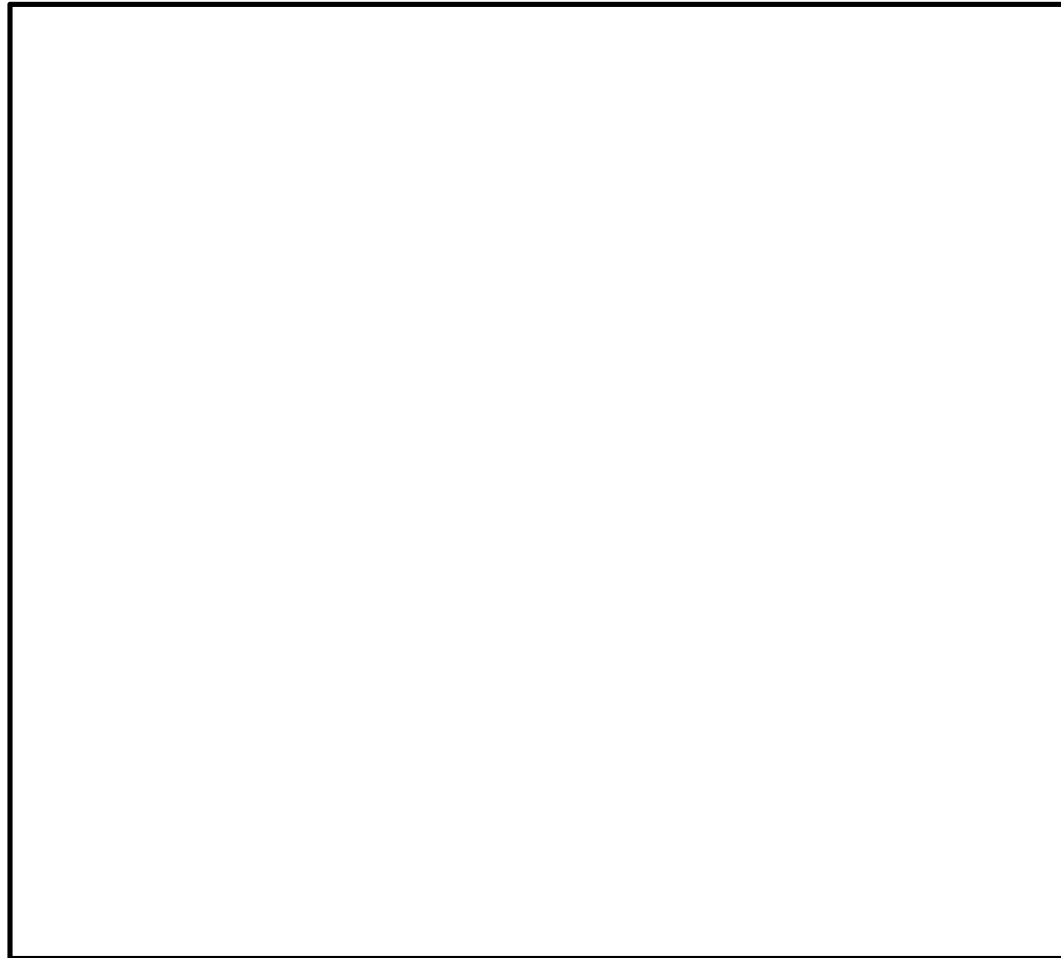
(4) 滞留水による防護対象機器への影響

- ・上層階の滞留水による防護対象設備の没水影響を考慮する。
- ・また、地震時には、万が一床面に生じたひび割れ等から最下層に滞留水が流れることを想定して、最下層の防護対象設備の没水影響を考慮する。

3. 原子炉建屋上層階を最終滞留区画とすることについて

3.5 溢水時の漏洩検知への影響への対応

床ドレンファンネル閉止に伴う漏洩検知対応として、漏洩検知器を閉止部に設置



原子炉建屋 1FL 平面図

凡例



: 溢水の流れ



: 下階への流れ



: 溢水発生区画



: 防護対象区域境界線

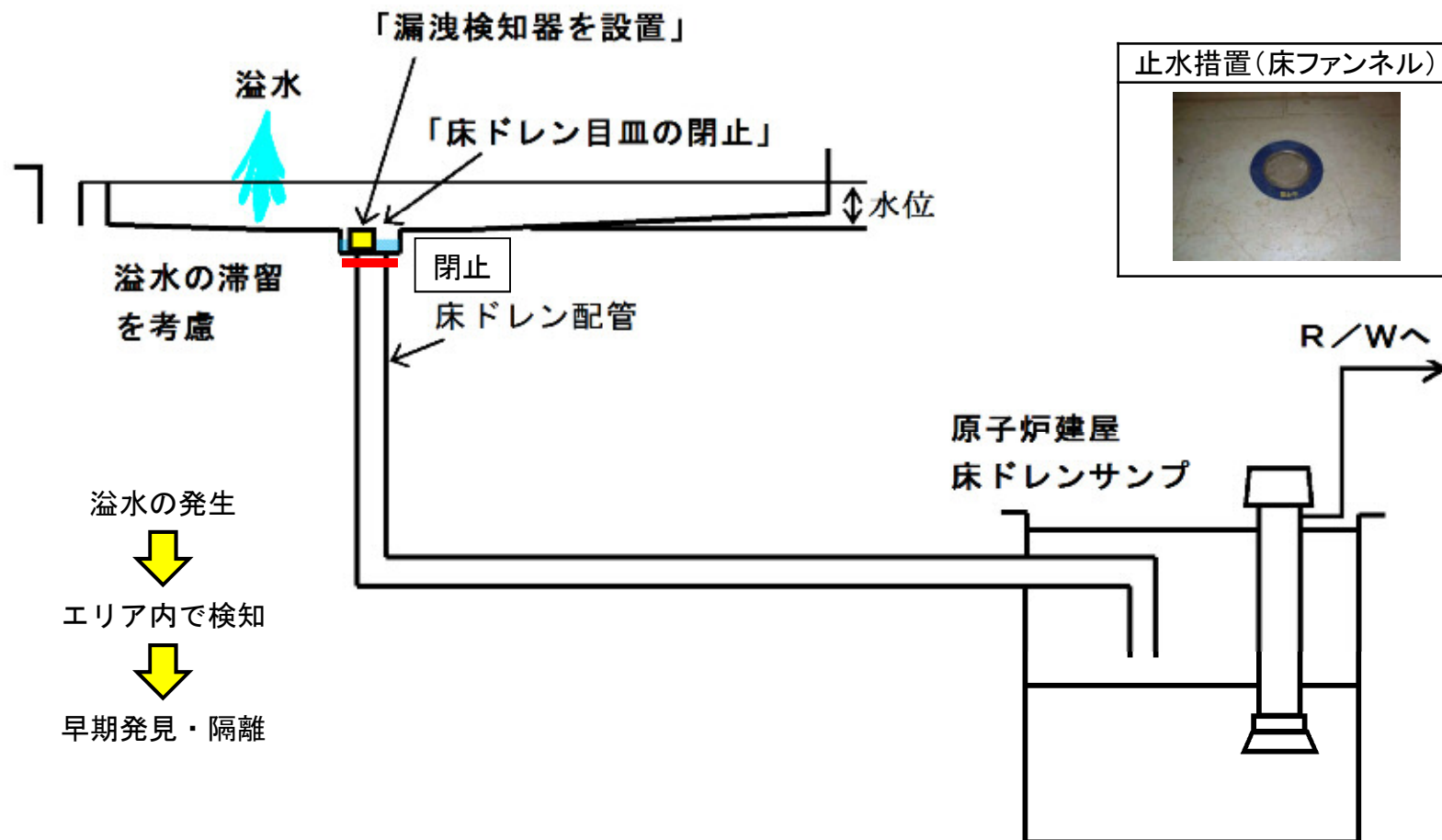


漏洩検知器設置箇所

3. 原子炉建屋上層階を最終滞留区画とすることについて

3.5 溢水時の漏洩検知への影響への対応(つづき)

床ドレンファンネル閉止に伴う漏えい検知対応として、漏洩検知器を閉止部に設置。これにより、溢水量が微小の場合でも、ファンネル部への流入時点で検知することができ、漏洩エリアの早期特定が可能。



3. 原子炉建屋上層階を最終滞留区画とすることについて

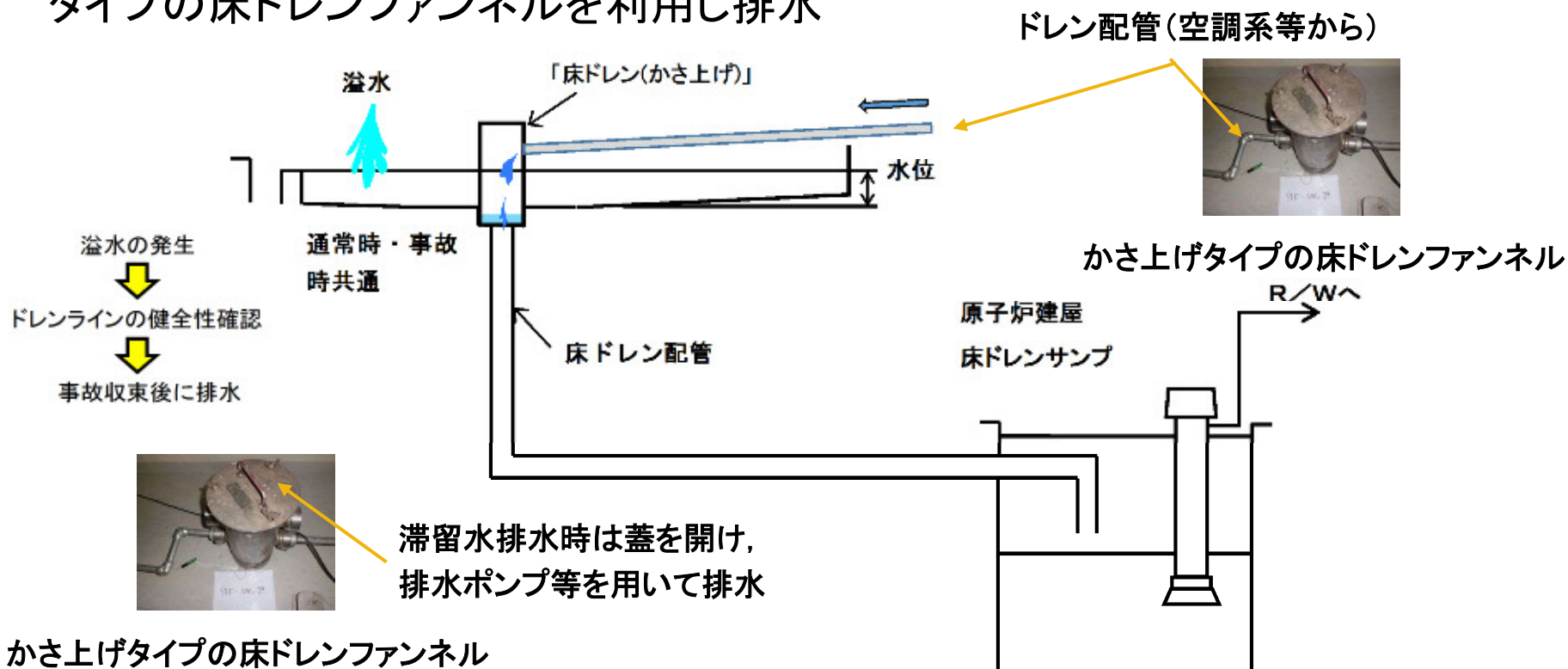
3. 6 通常時のドレン水及び溢水時の滞留水の排水への影響への対応

(1) 通常時のドレン水

通常時の空調系等からのドレン水は、かさ上げタイプの床ドレンファンネルから排水(当初設計どおり)

(2) 溢水時の滞留水

溢水時の滞留水は、ドレンラインの健全性を確認後、排水ポンプ等にてかさ上げタイプの床ドレンファンネルを利用し排水

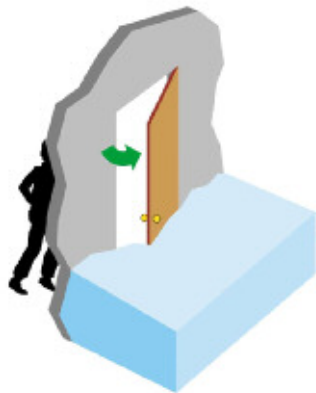


3. 原子炉建屋上層階を最終滞留区画とすることについて

3. 7 滞留水による重大事故等対応要員のアクセス性への影響への対応

扉開閉に対する影響及び歩行に対する影響を評価し、滞留水位を20cm以下と設定。
(堰高さを20cmに設定)

(1) 扉開閉が可能な水位の評価



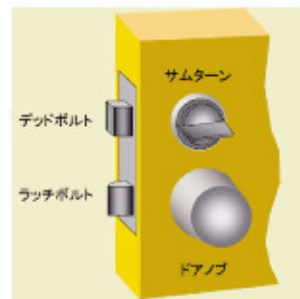
外開き扉の場合

扉を押し開ける力を成人の
下限 10kgf と設定し、
建物内部に浸水がない ($h_2=0$)
一般的な扉の幅 (80cm)
とすると外開きの扉が開かない
水位は 約22cm となる

滞留水位 約20cm



内開き扉の場合



内開きの扉についても、外側の水圧
によりドアノブを回す力やサムターン
を回す力が必要となるが、20cmであ
れば開放可能

(2) 歩行が可能な水位の評価

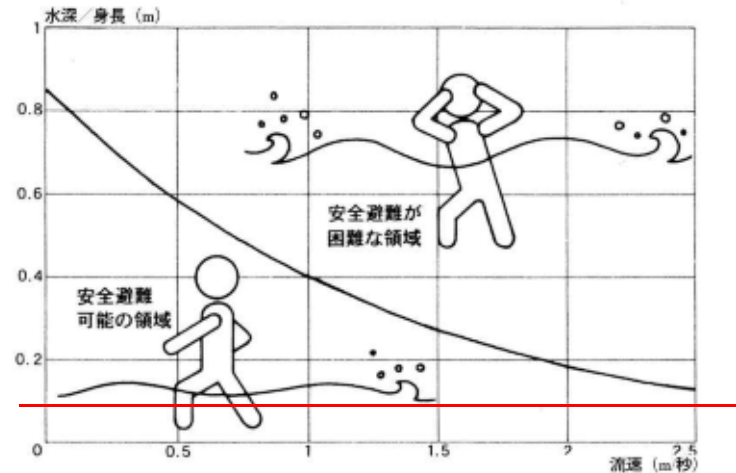
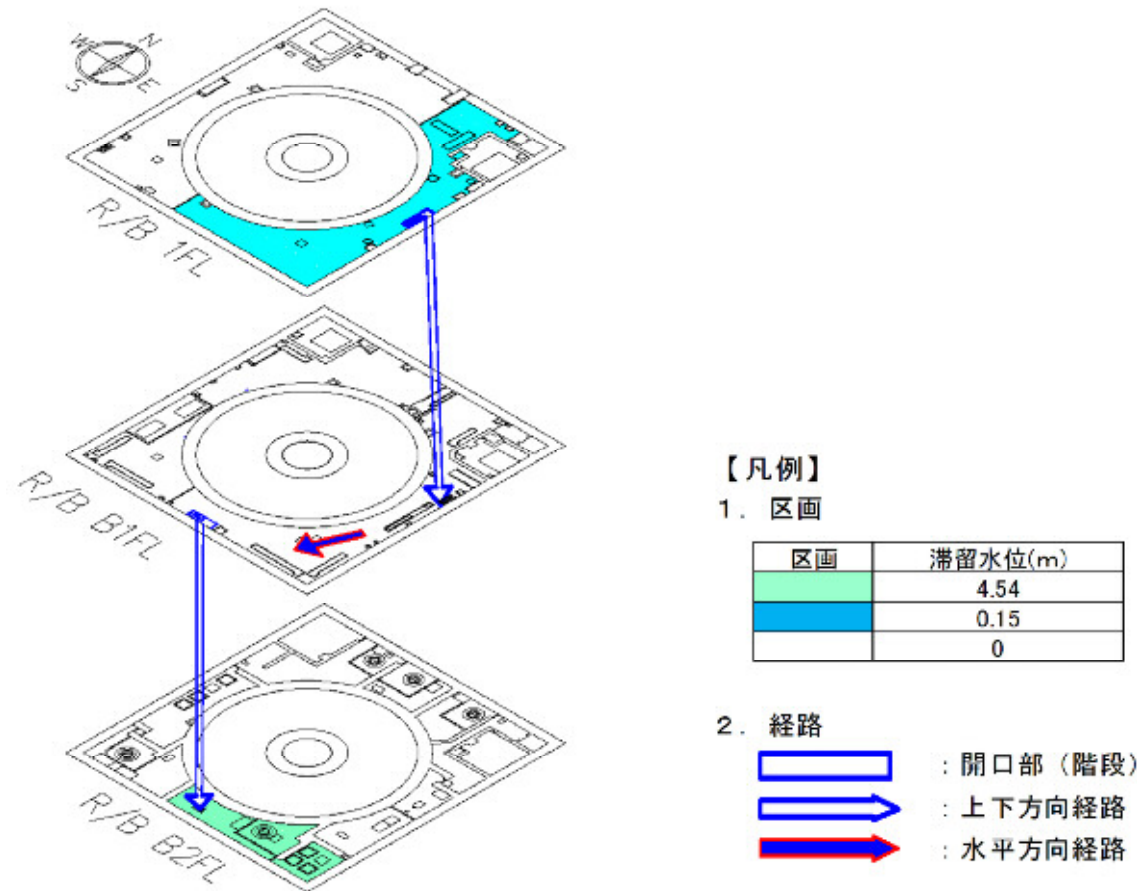


図 G-7 洪水避難時に水中歩行できる領域

3. 原子炉建屋上層階を最終滞留区画とすることについて

3. 7 滞留水による重大事故等対応要員のアクセス性への影響への対応(つづき)

各階層の滞留水位20cm以下の設定により、区画の堰高さを超えた溢水は階段等の開口部から下層へ流下させる。溢水の滞留及び流下の状況の例を以下に示す。



溢水の滞留及び流下の状況(例)

3. 原子炉建屋上層階を最終滞留区画とすることについて

3. 8 滞留水による防護対象機器への影響への対応

(1) 上層階の滞留水による没水評価

現場での通行による水位の揺動等を考慮し、各機器の機能喪失高さから床勾配及び揺らぎを考慮した値(0.2m)を差し引いた値を評価用機器高さとして、判定を行う。

区画番号	防護対象設備		溢水水位 (m)	裕度0.2m 考慮評価 用機器 高さ ^{※1} (m)	没水 判定	備考	機能喪失系統
	設備名称	機器番号					
RB-1-1 (発生区画)	RHR (A)系サブプレッションプールのスプレイ弁	E12-F027A(MO)	0.15	2.70	○		
	RHR (A)系テストライン弁	E12-F024A(MO)		1.04	○		
	R/B INST DIST PNL 1	-		0.00	×	止水対策実施	-
	R/B INST DIST PNL 2	-		0.00	×	止水対策実施	-
	FCS (A)系出口管隔離弁	2-43V-3A(MO)		1.43	○		
	FCS (A)系出口弁	2-43V-2A(MO)		1.17	○		
	MSTVシステムリークドレン弁(A)	E32-FF009A(MO)		1.66	○		
	SUPP CHAMBER PRESS	PT 26 79.52A		0.99	○		
	サブプレッションチェンバー真空破壊止め弁	2-26B-3(AO)		0.40	○		
	サブプレッションチェンバー真空破壊止め弁	2 26B 4(AO)		1.13	○		
	サブプレッション・チェンバージョイント	2 26B 5(AO)		0.56	○		
	サブプレッション・チェンバース2ガス供給弁	2 26B 6(AO)		1.33	○		

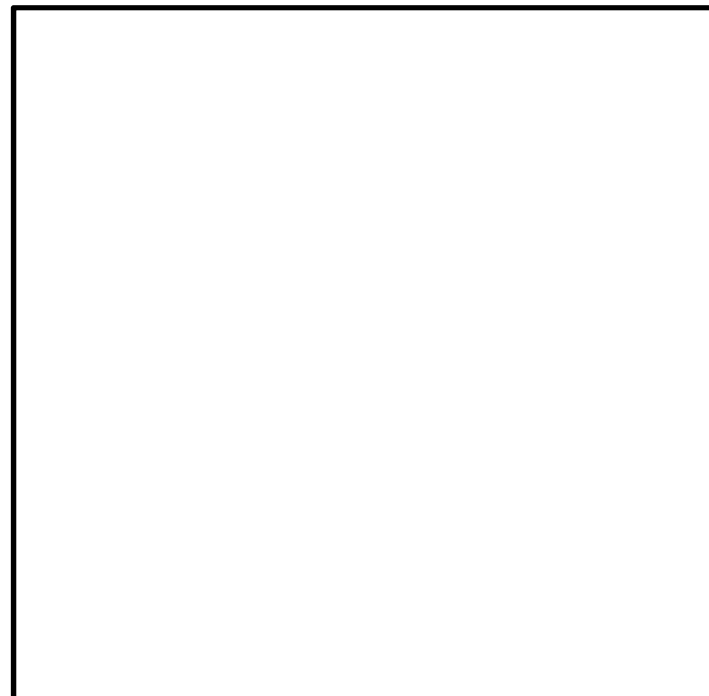
※1：各機器の機能喪失高さから床勾配及び揺らぎを考慮した値(0.2m)を差し引いた値

3. 原子炉建屋上層階を最終滞留区画とすることについて

3. 8 滞留水による防護対象機器への影響への対応(つづき)

(2) 地震時に万が一床面に生じたひび割れ等から最下層に滞留水が流下した場合の評価

- ・地震時については、万が一床面にひびわれ等が発生し、使用済燃料プールのスロッシングや地震での配管破損を想定した全溢水量が、原子炉建屋の最下層まで流下したと想定
- ・滞留水が最下層へ流れた場合においても、防護対象設備へ影響がないことを確認
- ・また、溢水伝播経路となる各上層階において、各防護対象設備には個々に被水対策を実施することから、天井部等から被水が生じた場合においても機能喪失することはない。



【凡例】

-  : 溢水経路
-  : 上階より伝播
-  : 水密扉
-  : 滞留区画

地震時の溢水伝播経路図

3. 原子炉建屋上層階を最終滞留区画とすることについて

3. 8 滞留水による防護対象機器への影響への対応(つづき)

地震に起因する没水影響評価結果 原子炉建屋(原子炉棟地下2階)

没水発生区画番号	流入没水量 (m ³)	滞留面積 (m ²)		最大水位 (m)	防護対象設備		評価用高さ (程度0.2m 考慮) ^{※1} (m)	没水 判定	備考
					設備名称	機器番号			
RB-B2-2		RB-B2-2	51.30	0.85	PCV 床ドレンサンプモニタ(検出器)	RE-D17-J010	0.55	×	
					PCV 機器ドレンサンプモニタ(検出器)	RE-D17-J011	0.21	×	
					PCV 皿ドレンサンプモニタ(検出器)	RE-D17-J012	0.50	×	
					原子炉格納容器 床ドレンサンプ放射線モニタ 前置増幅器箱	D17-P010	0.96	○	
					原子炉格納容器 機器ドレンサンプ放射線モニタ 前置増幅器箱	D17-P011	0.96	○	
RB-B2-3 RB-B2-14	164.48	RB-B2-3	61.80	0.85	原子炉格納容器 皿ドレンサンプ放射線モニタ 前置増幅器箱	D17-P012	0.96	○	
					水平方向地震加速度検出器	C72-S010A	0.10	×	
					水平方向地震加速度検出器	C72-S010B	0.10	×	
					鉛直方向地震加速度検出器	C72-S011A	0.10	×	
					鉛直方向地震加速度検出器	C72-S011B	0.10	×	
					RBR ボンプ(B) 停止時冷却ライン入口弁	E12-F006B(O)	1.74	○	
					RBR ボンプ(B) 入口弁	E12-F004B(O)	1.30	○	
					RBR (B) ボンプ室空調機	HVAC-AE2-5	0.07	×	実力高さ0.39mで評価(※2)
					RBR ボンプ(B)	RBR-PMP-C002B	2.32	○	
					RB-B2-4		RB-B2-14	8.90	0.85
		RB-B2-4	38.90	0.85	—				
		RB-B2-5	15.00	0.85	RBR ボンプ(C)	RBR-PMP-C002C	2.32	○	
RB-B2-5 RB-B2-6		RB-B2-6	17.70	0.85	RBR ボンプ(C) 入口弁	E12-F004C(O)	1.30	○	
					RBR (C) ボンプ室空調機	HVAC-AE2-6	0.07	×	実力高さ0.38mで評価(※2)
RB-B2-8	0.00	RB-B2-8	36.60	0.00	SCPP CHAMBER LEVEL(伝送器)	LT-26-79.5R	1.18	○	
					水平方向地震加速度検出器	C72-S010C	0.10	○	
					水平方向地震加速度検出器	C72-S010D	0.10	○	
					鉛直方向地震加速度検出器	C72-S011C	0.10	○	
					鉛直方向地震加速度検出器	C72-S011D	0.10	○	
RB-B2-9 RB-B2-16	2.14	RB-B2-9	32.10	0.07	—				
	0.00	RB-B2-16	1.40	0.00	—				
RB-B2-11		RB-B2-11	18.00	0.68	—				
RB-B2-12 RB-B2-13	51.96	RB-B2-12	21.70	0.68	LPCS ボンプ	LPCS-PMP-C001	2.48	○	
					LPCS ボンプ入口弁	E21-F001(O)	1.30	○	
		LPCS ミニブロー弁	E21-F011(O)	0.30	○	実力高さ0.92mで評価			
		LPCS ボンプ室空調機	HVAC-AE2-3	0.07	×	実力高さ0.375mで評価(※2)			
		RB-B2-13	36.90	0.68	SCPP CHAMBER LEVEL (A)(伝送器)	LT-26-79.5A	1.20	○	

※1：各機器の機能喪失高さから床勾配及び傾らぎを考慮した値(0.2m)を差し引いた値
 ※2：空調機の機能が喪失してもボンプ起動可

4. 津波浸水防止対策の充実について

4. 1 原子炉建屋等重要施設の設置高さ及び基準津波高さ

原子炉建屋等重要施設の 設置高さ	T.P.+8m
基準津波高さ	T.P.+17.1m (防潮堤前面位置)

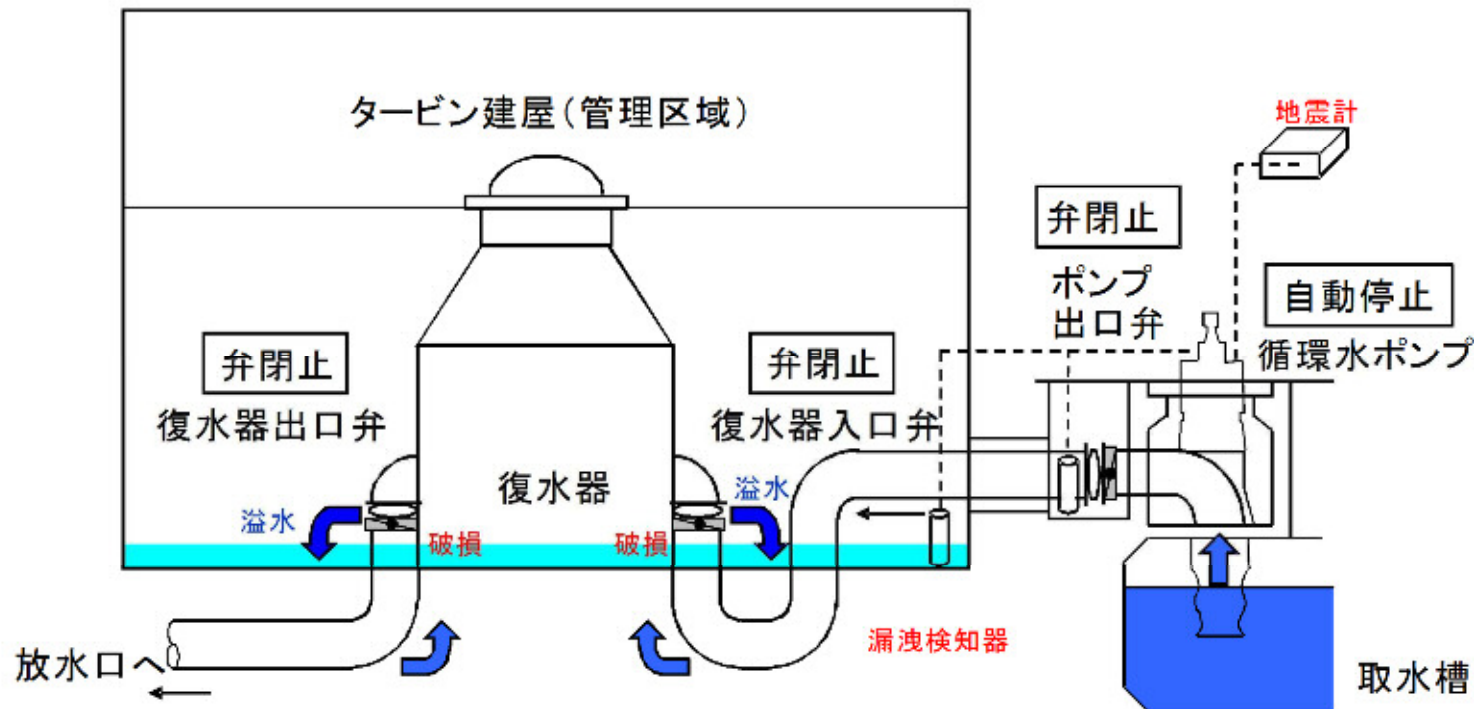
4. 2 浸水防止対策

- ・原子炉建屋等重要施設の設置高さに対する基準津波高さが高いことから、防潮堤設置の他に、敷地内の防護建屋・区画への浸水防止対策が必要
- ・海水ポンプ区画とタービン建屋区画に津波を浸水させない措置として、以下に示す循環水管伸縮継手破損部からの溢水対策を実施する。
 - ①地震時の循環水ポンプ停止とポンプ出口弁及び復水器出入口弁閉のインターロック設置
 - ②循環水ポンプ出口のゴム伸縮継手をクローザージョイントに交換

4. 津波浸水防止対策の充実について

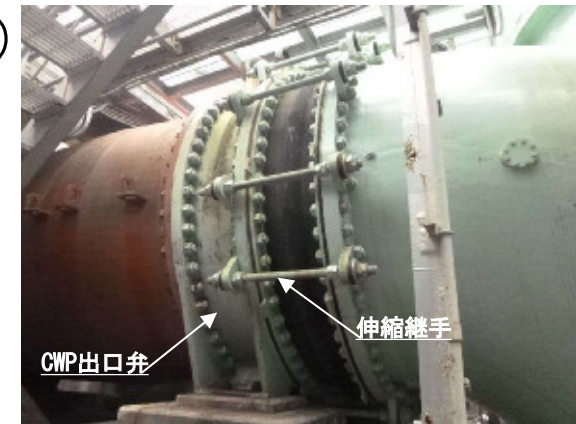
4. 3 循環水管伸縮継手破損部からの溢水対策

地震時の循環水管伸縮継手からの溢水を検知し、循環水ポンプを停止するとともにポンプ及び復水器出入口弁を閉止するインターロックを設置(BWR共通)

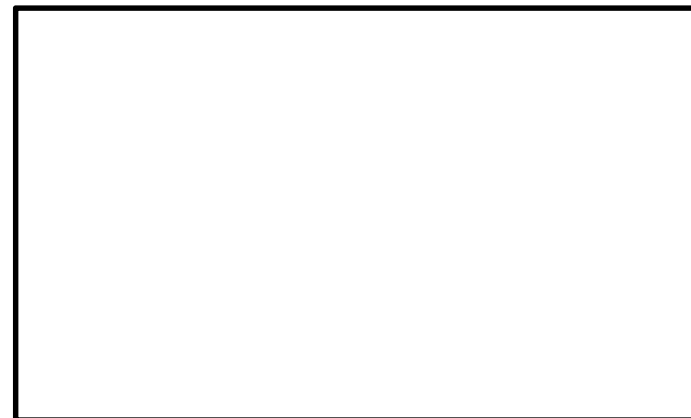
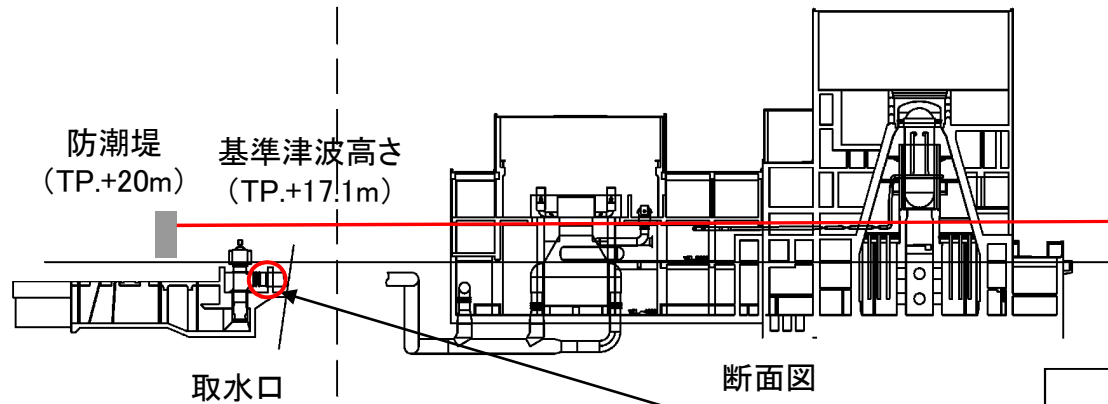


4. 津波浸水防止対策の充実について

4. 3 循環水管伸縮継手破損部からの溢水対策(つづき)
 伸縮継手をクローザージョイントに交換し, 単位時間
 当たりの浸水量を約10分の1に低減

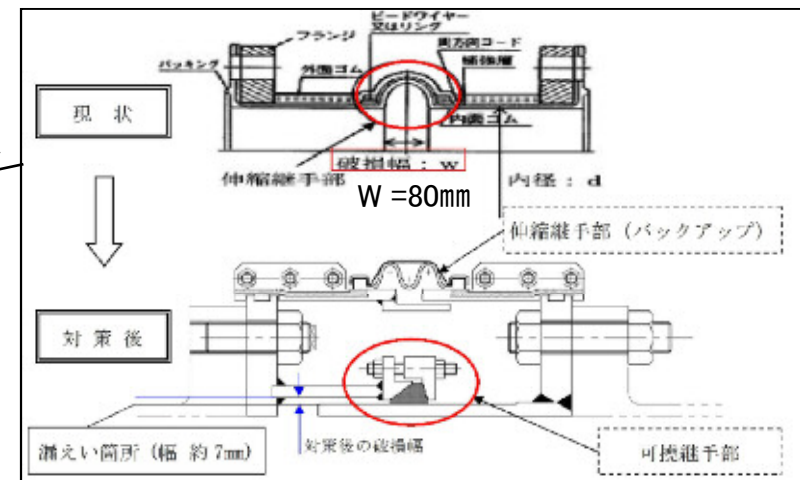


循環水ポンプ出口管及び
 伸縮継手(現状)



海水ポンプエリア断面図

継手の破損幅を
 80mmから
 7mmに削減し,
 浸水量を約1/10
 に低減させる



循環水ポンプ出口伸縮継手対策概要
 (東海第二の特徴的対策)

東海第二発電所の内部溢水影響評価について、先行プラントの審査状況、基準地震動の見直し、設備設計の進捗等を踏まえ、前回審査会合(2014年12月)時点から評価条件等を変更した。

項目	変更前	変更後
原子炉建屋内の区画分離	建設時の区画	原子炉建屋内への火災防護分離壁の設置を考慮して内部溢水評価を実施
地震随伴での溢水量算定	耐震B, Cクラス機器の全破損を想定	基準地震動見直しを反映し、耐震評価及び補強箇所の選定を行い、破損箇所を限定これにより地震影響評価において溢水量を抑制
使用済燃料プールのスロッシング評価	プール廻りダクトに浸水を想定 プール内構造物を想定してスロッシング評価	ダクト閉鎖により、ダクトへの浸水なし 保守的にプール内構造物をモデル化せずスロッシングを評価
屋外タンクの溢水評価	申請時の溢水想定量で評価	設計進捗、設備変更、運用見直しを反映し、評価