

析区画の雰囲気温度が120℃以下であれば防護対象設備の設置されている区画は120℃以上になることはないため問題ない。

・ パターン3 設置区画の分割感度を確認し評価（0区画）

防護対象設備が設置されている区画が破損区画でない場合に、パスで接続された隣接する解析区画の雰囲気温度が120℃を超えている場合、解析区画をさらに分割すれば、防護対象設備の設置位置によっては、120℃を超える可能性があるため分割感度を確認し評価する。なお、本条件に相当する区画はなかったことを確認している。

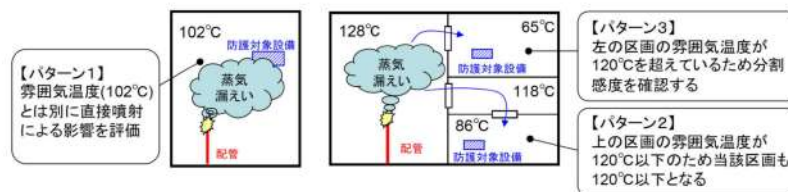


図2 パターン1～3の例

2. 集中定数系モデルの適用性について

GOTHIC には、解析区画内物理量を平均値で計算する集中定数系モデル、区画内の温度分布を算出する分布定数系モデルがある。今回の蒸気拡散解析では、下記理由により区画内の詳細な温度分布を求める必要性が無いことから、集中定数系モデルを採用した。

(理由)

- ・ 区画ごとに温度センサを設置しており、温度センサは温度上昇の早い天井付近に配置していることから、防護対象設備設置位置よりも早く温度上昇を検知できる。このため、仮に区画内に温度分布があった場合、蒸気漏えい検知及び隔離対策における温度検出性に対して保守側に作用する。
- ・ 本解析の目的は蒸気配管破損時に防護対象設備が機能喪失しないことを確認することであり、防護対象設備の確認済耐環境温度 120℃に対し、保守的な解析条件（補足説明資料 17）で実施した解析結果でも十分なマージンを有するように（最高温度が 100℃程度となるように）蒸気漏えい検知及び隔離対策をとっていることから、詳細な温度分布を知る必要性がない。

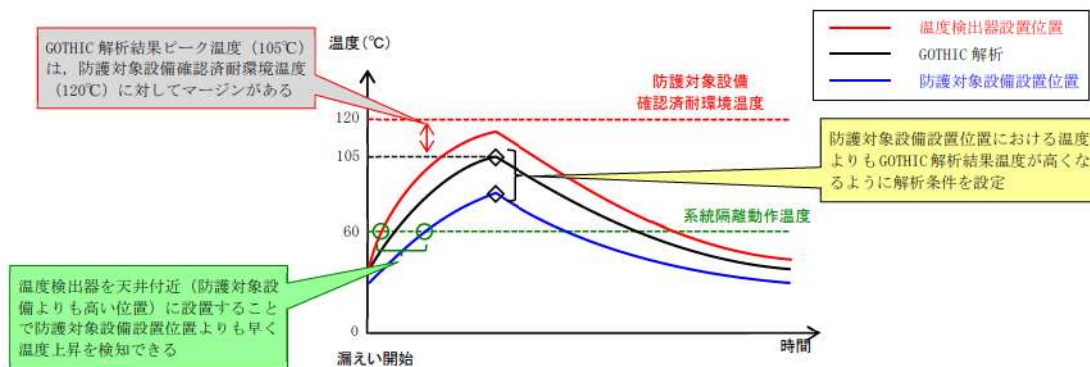


図3 集中定数系モデル適用性のイメージ

今回の蒸気拡散解析で集中定数系モデルを採用する理由は先述のとおりであるが、採用することに問題がないかについては、蒸気放出流量に注目してNUPEC試験、HDR試験の2つの試験結果から考察した。表1に各試験条件とGOthic解析条件を図4、5に各試験結果を示す。

・NUPEC試験 (M-3シリーズ)

S62～H4にかけて実施された可燃性ガス濃度分布、混合挙動試験であり、一連の試験の内、放水蒸気による格納容器内循環確認として格納容器内に水蒸気のみを流入させ、各区画内温度分布、圧力計測を実施した試験。今回の解析条件に比較的近い蒸気放出流量の試験条件で実施している。

・HDR試験 (Test V21.1)

GOthicコードによる蒸気拡散解析の妥当性確認のためにドイツの廃炉施設を用いて実施された試験であり、圧力容器から二相流(蒸気、水)を放出させ、各区画の温度や圧力計測を実施した試験。今回の解析条件より大きい蒸気放出流量の試験条件で実施している。

表1 GOthic解析条件, NUPEC試験条件, HDR試験条件の比較

	初期温度 (°C)	放出物	放出物諸元			自由体積 (m ³)
			流量 (kg/sec)	時間	温度 (°C)	
GOthic解析	40	蒸気	0.054～3.2	隔離まで	170	20～3,010 ^{※1}
NUPEC試験	室温	蒸気	0.33	30 min	128	1,300
HDR試験	25	蒸気, 水	4.0×10 ³ (at 5sec) ^{※2}	25 sec	318 ^{※3}	11,300

※1 泊発電所3号炉における破損区画の体積

※2 破断直後の5.4×10³ kg/secから徐々に減少し、25秒後に放出終了

※3 圧力容器内の加圧水時の温度であり、破断点から放出する瞬間に飽和温度となる

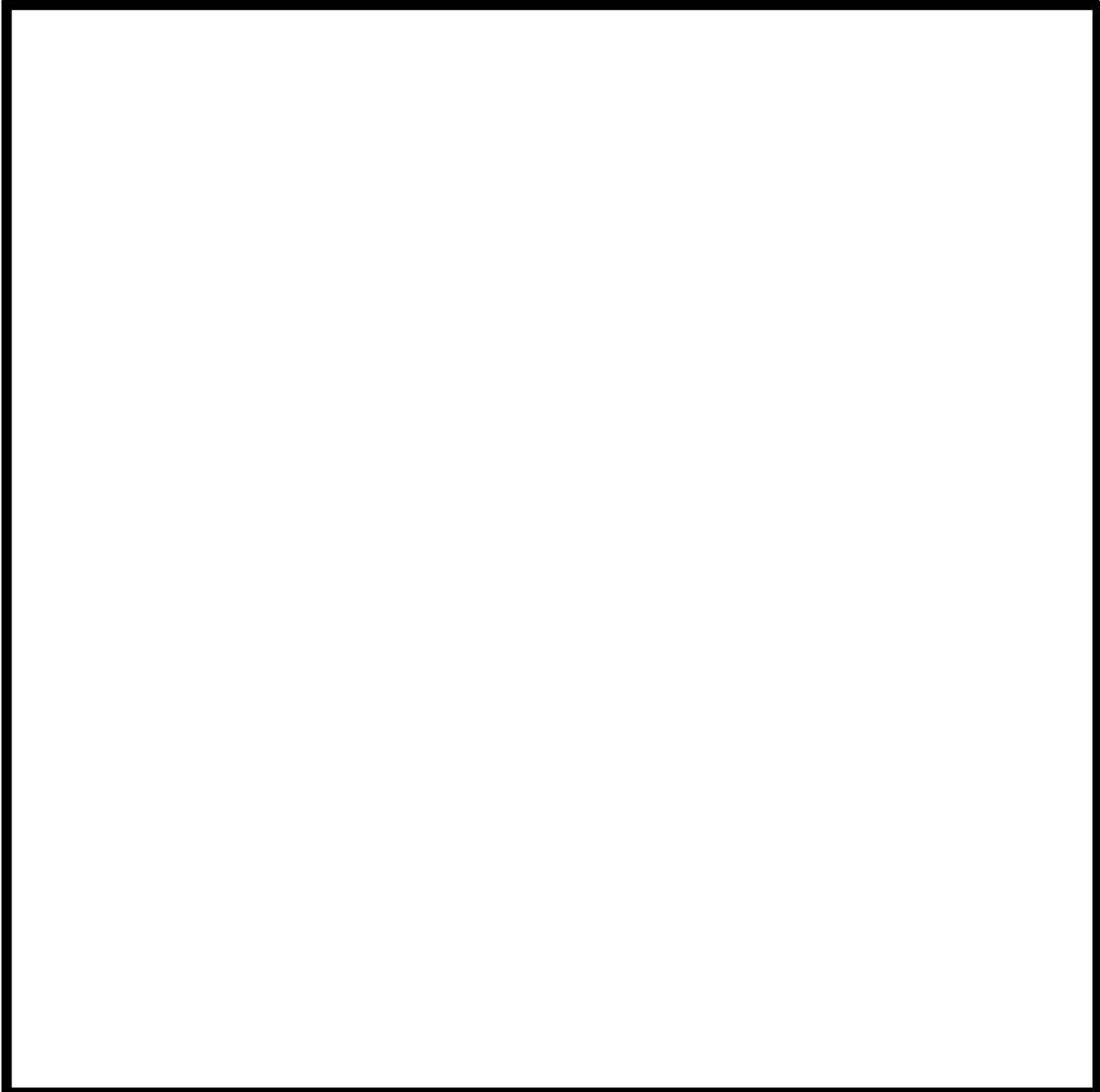



図 4 NUPEC 試験結果

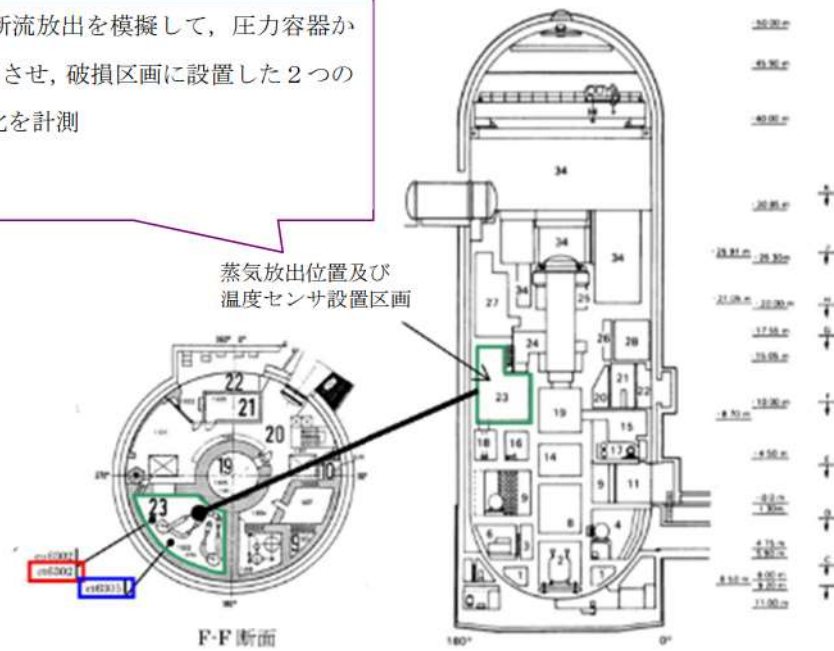
 枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。

(考察)

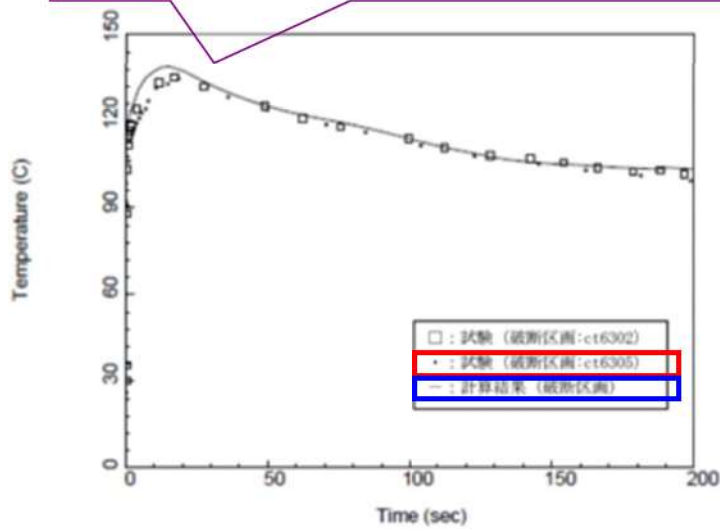
蒸気放出流量が比較的小さな場合は、蒸気漏えい初期に約 10℃程度の分布が見られるが、今回の蒸気拡散解析の目的は蒸気配管破損時に防護対象設備が機能喪失しないことを確認することであり、防護対象設備の確認済耐環境温度 120℃に対し、保守的な解析条件で実施した解析結果でも十分なマージンを有するように（最高温度が 100℃程度となるように）蒸気漏えい検知及び隔離対策をとっていることから防護対象設備にとって有意な差とはならない。

また、最も高い位置に設置している温度計の温度が早く上昇していることから、温度センサを天井付近に設置すれば蒸気漏えい開始直後に区画内に温度分布があったとしても防護対象設備設置位置よりも早く温度上昇を検知できる。

配管破断時の破断流放出を模擬して、压力容器から水、蒸気を放出させ、破損区画に設置した2つの温度計で温度変化を計測



2つの測定点における差はほとんど見られない



出典: EPRI Product 1013072, GOHIC Qualification Report, Figure 19-23

図5 HDR 試験結果

(考察)

蒸気放出流量が比較的大きな(放出開始後100℃を超えるような)場合は、区画内の温度分布がほとんど見られない。

以上により、今回の蒸気拡散解析では区画内の詳細な温度分布を求める必要性がなく、集中定数系モデルが適用できることを確認できた。

(参考) 集中定数系モデルと分布定数系モデル

表 2 集中定数系と分布定数系の比較

	集中定数系モデル	分布定数系モデル
区画 (ノード)	ノード内の物理量をノードの平均値で計算。	ノード内をサブノードに分割し、各サブノードで物理量の変化を計算。
モデリング	ノードパス	ノードパス+有限差分
次元	1次元	多次元
適用する 事象	<ul style="list-style-type: none"> 空間内が均質となる 流れが1次的とみなせる。 	<ul style="list-style-type: none"> 空間内が非均質となる 多次元流れを考慮する必要がある。
適用例	LOCA 時 C/V 健全性評価 C/V モデル	自然対流冷却評価の空間モデル

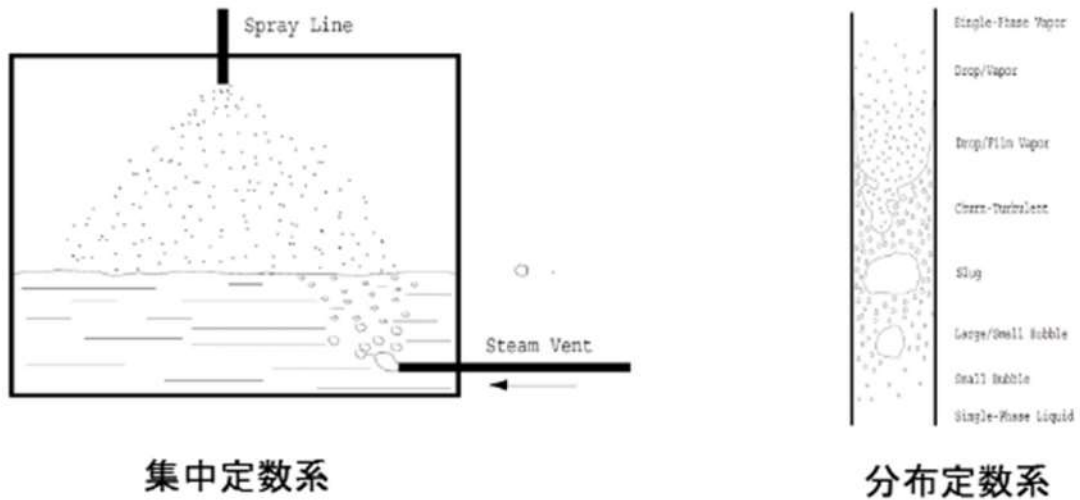


図 6 流況モデル

泊発電所 3号炉 防護対象設備設置区画ごとの評価パターン (1/5)

想定 破損 箇所	階高	評価 区画	防護対象設備		設置 区画 雰囲気 温度 (°C) ※1	破損 区画 ※2	隣接区画 雰囲気温度 (°C) ※3		パターン ※4
			名称	番号			区画	温度	
CVCS 抽出 ライン	A/B 17.8m	CF-12	3 A-ほう酸タンク水位 (I)	3LT-206	59	-	Cf-9	63	2
							Cf-13	58	
			Cf-14	58					
			Cf-15	58					
			Cf-16	57					
		3 B-ほう酸タンク水位 (II)	3LT-208	Cf-20	57				
	CF-14	3-ほう酸注入タンク入口弁A	3V-SI-032A	58	-	Cf-12	59	2	
		3-ほう酸注入タンク入口弁B	3V-SI-032B						
	CF-15	3 A-ほう酸ポンプ	3CSP2A	58	-	Cf-12	59	2	
		3 B-ほう酸ポンプ	3CSP2B						
	R/B 17.8m	CF-27	3-格納容器圧力 (I)	3PT-590	70	-	Cf-34	80	2
			3-格納容器圧力 (II)	3PT-591			Cf-28	69	
							Cf-25	62	
							Cf-37	40	
		CF-28	3 B-制御用空気ヘッダ圧力 (IV)	3PT-1810	73	-	Cf-29	75	2
			3 B-制御用空気 C/V 外側隔離弁	3V-IA-510B			Cf-27	62	
		CF-29	3-格納容器圧力 (III)	3PT-592	75	-	Cf-30	77	2
							Cf-22	75	
				Cf-28	73				
		CF-30	3 A-制御用空気ヘッダ圧力 (III)	3PT-1800	77	-	Cf-21	75	2
3-格納容器圧力 (IV)	3PT-593		Cf-22	75					
3 A-制御用空気 C/V 外側隔離弁	3V-IA-510A		Cf-29	75					
R/B 17.8m 中間床	CF-31	3-充てんライン C/V 外側止め弁	3V-CS-175	107	○	-	-	1	
		3-充てんライン C/V 外側隔離弁	3V-CS-177						
		3-1次冷却材ポンプ封水戻り ライン C/V 外側隔離弁	3V-CS-255						
	CF-32	3-ほう酸注入タンク出口 C/V 外側隔 離弁A	3V-SI-036A	105	-	Cf-31	107	2	
		3-ほう酸注入タンク出口 C/V 外側隔 離弁B	3V-SI-036B			Cf-33	97		
		3-補助高圧注入ライン C/V 外側 隔離弁	3V-SI-051			Cf-35	78		
		3 A-格納容器スプレイ冷却器出口 C/V 外側隔離弁	3V-CP-013A			-	-		
		3 B-格納容器スプレイ冷却器出口 C/V 外側隔離弁	3V-CP-013B			-	-		

※1 GOthic 解析による設置区画の最高温度

※2 “○”：設置区画が破損区画，“-”：設置区画は破損区画ではない

※3 GOthic 解析による隣接区画の最高温度（設置区画が破損区画の場合は-）

※4 図 2 の蒸気噴流等の影響評価フローに対応したパターン種別

泊発電所 3号炉 防護対象設備設置区画ごとの評価パターン (2/5)

想定 破損 箇所	階高	評価 区画	防護対象設備		設置 区画 雰囲気 温度 (°C) ※1	破損 区画 ※2	隣接区画 雰囲気温度 (°C) ※3		パターン ※4
			名称	番号			区画	温度	
CVCS 抽出 ライン	R/B 33.1m	Cf-35	3 A-アニュラス排気ダンパ	3D-VS-101A	78	-	Cf-32	105	2
			3 B-アニュラス排気ダンパ	3D-VS-101B			Cf-36	68	
			3 A-アニュラス空気浄化ファン	3VSF9A			-	-	
			3 B-アニュラス空気浄化ファン	3VSF9B			-	-	
	R/B 40.3m	Cf-36	3 A-アニュラス少量排気弁	3V-VS-103A	68	-	Cf-35	78	2
			3 A-アニュラス戻りダンパ	3PCD-2373			-	-	
3 B-アニュラス戻りダンパ			3PCD-2393	-			-		
ASS	A/B 2.3m 2.8m	Af-7	3 A-余熱除去冷却器 補機冷却水出口弁	3V-CC-117A	71	-	Af-4	113	2
			3 A-格納容器スプレイ冷却器 補機冷却水出口弁	3V-CC-177A			Af-10	51	
			3 B-余熱除去冷却器 補機冷却水出口弁	3V-CC-117B			Af-6	49	
		Af-10	3 B-格納容器スプレイ冷却器 補機冷却水出口弁	3V-CC-177B	51	-	Af-7	71	2
			3 A-余熱除去ポンプ出口流量 (I)	3FT-601			Af-13	46	
			3 B-余熱除去ポンプ出口流量 (II)	3FT-611			Af-9	45	
	Af-11	3 A-余熱除去ポンプ出口流量 (I)	3FT-601	55	-	Af-5	57	2	
		3 B-余熱除去ポンプ出口流量 (II)	3FT-611			Af-13	46		
	A/B 10.3m	Bf-9	3 A-充てんポンプ	3CSP1A	53	-	Bf-6	64	2
			3 B-充てんポンプ	3CSP1B	52	-	Bf-10	54	2
			3 C-充てんポンプ	3CSP1C	52	-	Bf-10	54	2
		Bf-13	3-よう素除去薬品タンク 注入Aライン止め弁	3V-CP-054A	81	○	-	-	1
	3-よう素除去薬品タンク 注入Bライン止め弁		3V-CP-054B						
	R/B 10.3m	Bf-16	3 A-使用済燃料ピット冷却器 補機冷却水入口弁	3V-CC-151A	57	-	Bf-7	62	2
3 B-使用済燃料ピット冷却器 補機冷却水入口弁			3V-CC-151B	Bf-26			55		
3 A-使用済燃料ピット冷却器 補機冷却水出口弁			3V-CC-159A	Bf-18			50		
3 B-使用済燃料ピット冷却器 補機冷却水出口弁			3V-CC-159B	Bf-28			46		
Bf-18		3 A-使用済燃料ピットポンプ	3SFP1A	51	-	Bf-17	40	2	
		3 B-使用済燃料ピットポンプ	3SFP1B			Bf-16	53		

※1 GOthic 解析による設置区画の最高温度

※2 “○”：設置区画が破損区画，“-”：設置区画は破損区画ではない

※3 GOthic 解析による隣接区画の最高温度（設置区画が破損区画の場合は-）

※4 図2の蒸気噴流等の影響評価フローに対応したパターン種別

泊発電所 3号炉 防護対象設備設置区画ごとの評価パターン (3/5)

想定 破損 箇所	階高	評価 区画	防護対象設備		設置 区画 雰囲気 温度 (℃) ※1	破損 区画 ※2	隣接区画 雰囲気温度 (℃) ※3		パターン ※4
			名称	番号			区画	温度	
ASS	A/B 10.3m 中間床	Bf-15	3-体積制御タンク出口第1止め弁	3LCV-121B	52	-	Bf-14	52	2
			3-緊急ほう酸注入弁	3V-CS-541					
			3-体積制御タンク出口第2止め弁	3LCV-121C					
			3-充てんポンプ入口 燃料取替用水ビット側入口弁A	3LCV-121D					
			3-充てんポンプ入口 燃料取替用水ビット側入口弁B	3LCV-121E					
	A/B 17.8m	Cf-9	3-BA, WD および LD エバボ補機 冷却水戻りライン第1止め弁	3V-CC-351	97	○	-	-	1
			3-BA, WD および LD エバボ補機 冷却水戻りライン第2止め弁	3V-CC-352					
	R/B 17.8m 中間床	Cf-34	3-余剰抽出冷却器等補機冷却水 入口 C/V 外側隔離弁	3V-CC-422	84	○	-	-	1
			3-余剰抽出冷却器等補機冷却水 出口 C/V 外側隔離弁	3V-CC-430					
			3-1次冷却材ポンプ 補機冷却水入口止め弁	3V-CC-501					
			3-1次冷却材ポンプ 補機冷却水入口 C/V 外側隔離弁	3V-CC-503					
			3-1次冷却材ポンプ 補機冷却水出口 C/V 外側隔離弁	3V-CC-528					
	A/B 24.8m	Ef-2	3A-蓄電池室排気ファン	3VSF31A	80	○	-	-	1
3B-蓄電池室排気ファン			3VSF31B						
3A-中央制御室給気ファン			3VSF21A						
3B-中央制御室給気ファン			3VSF21B						
3A-非管理区域空調機器室 室内空気温度(1)			3TS-2930						
3A-非管理区域空調機器室 室内空気温度(2)			3TS-2931						
3B-非管理区域空調機器室 室内空気温度(1)			3TS-2934						
3B-非管理区域空調機器室 室内空気温度(2)			3TS-2935						
3C-非管理区域空調機器室 室内空気温度(1)			3TS-2950						
3A-中央制御室給気ファン 出口ダンパ			3D-VS-603A						
3B-中央制御室給気ファン 出口ダンパ	3D-VS-603B								

※1 GOTHIC 解析による設置区画の最高温度

※2 “○”：設置区画が破損区画，“-”：設置区画は破損区画ではない

※3 GOTHIC 解析による隣接区画の最高温度（設置区画が破損区画の場合は-）

※4 図2の蒸気噴流等の影響評価フローに対応したパターン種別

泊発電所3号炉 防護対象設備設置区画ごとの評価パターン (4/5)

想定 破損 箇所	階高	評価 区画	防護対象設備		設置 区画 雰囲気 温度 (℃) ※1	破損 区画 ※2	隣接区画 雰囲気温度 (℃) ※3		パターン ※4
			名称	番号			区画	温度	
ASS	A/B 24.8m	Ef-3	3 A-中央制御室外気取入 風量調節ダンパ流量設定器	3HC-2823	90	○	-	-	1
			3 B-中央制御室外気取入 風量調節ダンパ流量設定器	3HC-2824					
			3 A-中央制御室循環 風量調節ダンパ流量設定器	3HC-2836					
			3 B-中央制御室循環 風量調節ダンパ流量設定器	3HC-2837					
			3 A-中央制御室事故時外気取入 風量調節ダンパ流量設定器	3HC-2850					
			3 B-中央制御室事故時外気取入 風量調節ダンパ流量設定器	3HC-2851					
			3 A-中央制御室非常用循環ファン 出口空気流量	3FS-2867					
			3 B-中央制御室非常用循環ファン 出口空気流量	3FS-2868					
			3 A-中央制御室給気ユニット 冷水温度制御弁	3TCV-2827					
			3 B-中央制御室給気ユニット 冷水温度制御弁	3TCV-2828					
			3 A-中央制御室非常用循環ファン 入口ダンパ	3D-VS-602A					
			3 B-中央制御室非常用循環ファン 入口ダンパ	3D-VS-602B					
			3 A-中央制御室循環ファン 入口ダンパ	3D-VS-604A					
			3 B-中央制御室循環ファン 入口ダンパ	3D-VS-604B					
			3 A-中央制御室外気取入 風量調節ダンパ	3HCD-2823					
			3 B-中央制御室外気取入 風量調節ダンパ	3HCD-2824					
			3 A-中央制御室循環風量調節ダンパ	3HCD-2836					
			3 B-中央制御室循環風量調節ダンパ	3HCD-2837					
			3 A-中央制御室事故時外気取入 風量調節ダンパ	3HCD-2850					
			3 B-中央制御室事故時外気取入 風量調節ダンパ	3HCD-2851					
3 A-中央制御室循環ファン	3VSF20A								
3 B-中央制御室循環ファン	3VSF20B								
3 A-中央制御室非常用循環ファン	3VSF22A								
3 B-中央制御室非常用循環ファン	3VSF22B								

※1 GOthic 解析による設置区画の最高温度

※2 “○”：設置区画が破損区画，“-”：設置区画は破損区画ではない

※3 GOthic 解析による隣接区画の最高温度（設置区画が破損区画の場合は-）

※4 図2の蒸気噴流等の影響評価フローに対応したパターン種別

泊発電所3号炉 防護対象設備設置区画ごとの評価パターン (5/5)

想定 破損 箇所	階高	評価 区画	防護対象設備		設置 区画 雰囲気 温度 (℃) ※1	破損 区画 ※2	隣接区画 雰囲気温度 (℃) ※3		パターン ※4						
			名称	番号			区画	温度							
ASS	A/B 24.8m	Ef-4	3 A-非管理区域空調機器室 電気ヒータ (3VSE2A) 出口空気温度 (2)	3TS-2933	77	○	-	-	1						
			3 B-非管理区域空調機器室 電気ヒータ (3VSE2B) 出口空気温度 (2)	3TS-2937											
			3 C-非管理区域空調機器室 室内空気温度 (2)	3TS-2951											
			3 C-非管理区域空調機器室 電気ヒータ (3VSE2C) 出口空気温度 (2)	3TS-2953											
			3 D-非管理区域空調機器室 室内空気温度 (1)	3TS-2954											
			3 D-非管理区域空調機器室 電気ヒータ (3VSE2D) 出口空気温度 (1)	3TS-2957											
			3 A-安全補機閉閉器室給気ファン	3VSF27A											
			3 B-安全補機閉閉器室給気ファン	3VSF27B											
			3 A-非管理区域 空調機器室電気ヒータ	3VSE2A											
			3 B-非管理区域 空調機器室電気ヒータ	3VSE2B											
			3 C-非管理区域 空調機器室電気ヒータ	3VSE2C											
			3 D-非管理区域 空調機器室電気ヒータ	3VSE2D											
			Ef-5	3 D-非管理区域空調機器室 室内空気温度 (2)						3TS-2955	68	○	-	-	1
				3 A-安全補機閉閉器室給気ユニット 冷水温度制御弁						3TCV-2774					
	3 B-安全補機閉閉器室給気ユニット 冷水温度制御弁	3TCV-2775													
	R/B 24.8m	Ff-6	3 A, B-C/V 再循環ユニット補機冷 却水入口 C/V 外側隔離弁	3V-CC-203A	72	○	-	-	1						
			3 A-C/V 再循環ユニット補機冷却水 出口 C/V 外側隔離弁	3V-CC-208A											
			3 B-C/V 再循環ユニット補機冷却水 出口 C/V 外側隔離弁	3V-CC-208B											
		Ff-8	3 A-燃料取替用水ポンプ	3RFP1A	81	○	-	-	1						
			3 B-燃料取替用水ポンプ	3RFP1B											
			3-燃料取替用水ピット水位	3LT-1400											
			3-燃料取替用水ピット水位	3LT-1401											
		Ff-11	3 C, D-C/V 再循環ユニット補機冷 却水入口 C/V 外側隔離弁	3V-CC-203B	49	-	Ff-10	69	2						
			3 C-C/V 再循環ユニット補機冷却水 出口 C/V 外側隔離弁	3V-CC-208C											
3 D-C/V 再循環ユニット補機冷却水 出口 C/V 外側隔離弁	3V-CC-208D														

※1 GOTHIC 解析による設置区画の最高温度

※2 “○”：設置区画が破損区画，“-”：設置区画は破損区画ではない

※3 GOTHIC 解析による隣接区画の最高温度（設置区画が破損区画の場合は-）

※4 図2の蒸気噴流等の影響評価フローに対応したパターン種別

蒸気漏えいの自動検知及び遠隔隔離について

1. 概要

蒸気漏えい時に防護対象設備への影響を緩和するため、漏えい検知用の温度検出器、補助蒸気を自動隔離するための蒸気しゃ断弁及びこれらを監視制御する盤を常用系計装盤室及び中央制御室に設けている（以下まとめて「蒸気漏えい検知システム」とする）。

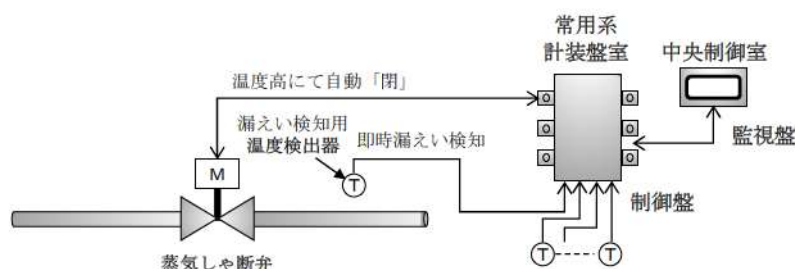


図1 蒸気漏えいの自動検知及び遠隔隔離概要図

2. 温度検出器の配置について

温度検出器は、以下の「区画配置」の考え方にに基づき配置している。

(1) 区画配置

蒸気漏えい影響範囲に設置されている防護対象設備の損傷を防止することを目的として、原則、蒸気拡散解析区画ごとに温度検出器を1個設置する。ただし、以下の区画は除く。

- ・ 高エネルギー配管、防護対象設備が共でない区画（パターン1）
- ・ 蒸気拡散解析結果、最高温度が60℃（防護対象設備の通常仕様温度程度）未満の区画（パターン2）
- ・ 蒸気拡散経路上の上流側解析区画に温度検出器を設置することで蒸気漏えいを検知可能な下流側の解析区画（パターン3）



図2 区画配置温度検出器設置概念図

3. 系統からの漏えい検知及び隔離について

蒸気漏えいの検知及び蒸気漏えい時の温度変化は系統ごとに異なるため温度変化に応じた検知及び隔離方法を選択することとしており、以下に系統ごとの設計条件を示す。

(1) 補助蒸気系について

蒸気漏えい時に直ちに防護区画内の環境温度が上昇し、最高到達温度が確認済耐環境温度を超えるおそれがあるため、環境温度の上昇を解析区画に設置された区画配置温度検出器による警報で検知し、自動隔離する設計とする。また、自動隔離は、防護区画内の最高到達温度が、確認済耐環境温度に対して余裕を有する温度となるよう設計する。なお、中央制御室からの遠隔手動隔離も可能な設計とする。

具体的には、補助蒸気系からの漏えい時の環境温度の変化は他の系統に比べ急（破損位置によっては、隔離をせずに環境温度が最高温度に到達すると防護対象設備の確認済耐環境温度を超える場合がある）であることから、防護区画内の温度が 50℃以上で中央制御室に温度高警報が発信し、さらに 60℃以上で温度異常高警報が発信するとともに蒸気しゃ断弁が自動閉止し蒸気漏えいを停止させる設計とする。当該設計とすることで、防護区画内の最高到達温度が 100℃程度に制限され、確認済耐環境温度 120℃に対する余裕を確保する。

また、隔離に必要な蒸気漏えい検知システム（温度検出器を除く）は蒸気影響範囲外の常用系計装盤室及び中央制御室並びにタービン建屋に設置しているため、蒸気漏えいによる隔離機能への影響はない。

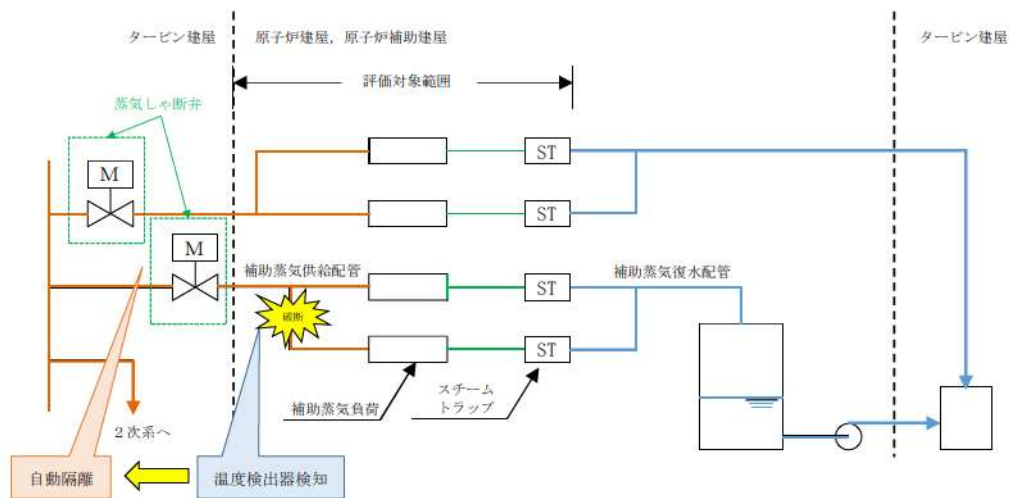


図3 補助蒸気系の隔離略図

(2) 化学体積制御系（抽出配管）について

蒸気漏えい時に防護区画内の環境温度が上昇するものの、最高到達温度が確認済耐環境温度以下となるため、温度検出器による警報（防護区画内が 50℃以上で温度高警報、60℃以上で温度異常高警報）、運転員が監視している系統パラメータや系統の警報で検知し、遠隔手動隔離する設計とする。

具体的には、**化学体積制御系（抽出配管）**からの漏えい時の環境温度の変化は補助蒸気系に比べ穏やか（隔離をせずに環境温度が最高温度に到達したとしても防護対象設備の確認済耐環境温度以下）であり、運転員が中央制御室に発信した警報を確認後、対応操作に十分余裕を持って中央制御室から隔離弁を遠隔閉止することで、蒸気漏えいを停止させることができる。

また、隔離に必要となる中央制御盤等は蒸気影響範囲外の常用系計装盤室及び中央制御室に設置しているため、蒸気漏えいによる隔離機能への影響はない。

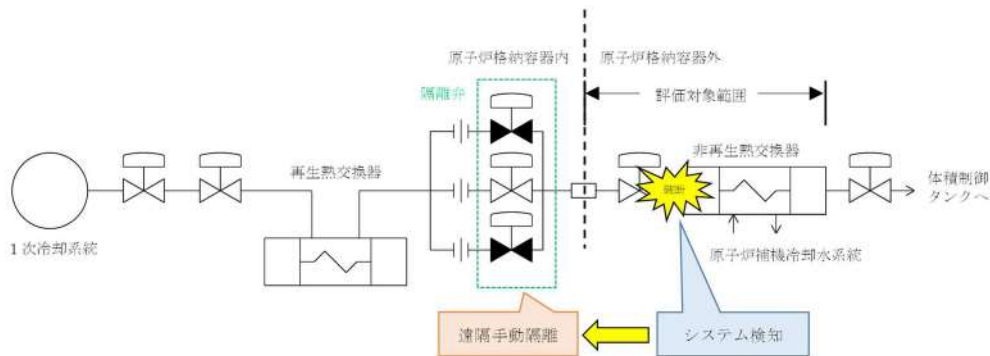


図4 **化学体積制御系（抽出配管）**の隔離略図

4. システムの信頼性について

(1) 安全機能の重要度及び信頼性について

蒸気漏えい検知システムは、その機能喪失が原子炉施設の運転に直接重大な影響を与えるものではないため、MS-3の「異常状態への対応上必要な構築物、系統及び設備」として位置付け、多重化、多様化等の特に高い信頼性は不要としている。

また、3. (1)のとおり、補助蒸気系の隔離については、本システムに期待しているが、補助蒸気系の安全機能の重要度はPS-3に分類され、その機能喪失が原子炉施設の運転に直接重大な影響を与えるものではない。

しかしながら、本システムの機能喪失と補助蒸気系の破損が重畳した場合には、漏えい蒸気の影響により、重要度の高い防護対象設備の機能が喪失する可能性があることから、本システムの機能喪失は最小限にとどめる必要がある。

(2) 信頼性に係る設備の特徴及び機能維持について

蒸気漏えい検知システムは、蒸気拡散解析の解析区画内に設置している温度検出器で検知し、常用系計装盤室に設置している漏えい検知制御盤の監視制御回路に検知信号が送られ、盤内のリレーを動作させることで蒸気しゃ断弁（電動弁）を閉止することができるシステムである。

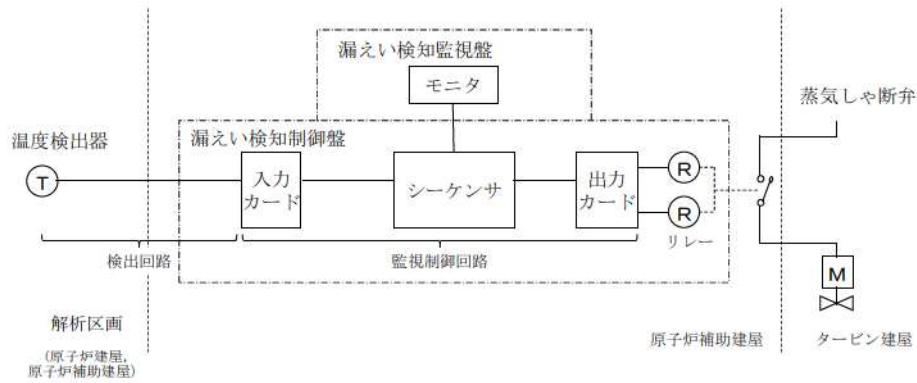


図5 蒸気漏えい検知システム概要図

本システムは、以下①～⑤のとおり確実に検知できるように、設備面、運用面を合わせて信頼性の高いものとしている。また、適切な保全計画を策定、実施することにより長期の機能維持を図る。

①温度検出器及び検出回路の信頼性

蒸気漏えい検知システムの温度検出器の設置目的は、配管破断時の環境温度が 120℃（電動弁、空気式作動弁等の防護対象設備の健全性確認温度）以下に緩和するよう隔離することである。

設置目的において、温度計の種類としては、測温抵抗体、熱電対、液体膨張式温度計及び光ファイバ式温度計があるが、本システムは遠隔監視が必要であること*をふまえ、測温抵抗体、熱電対及び光ファイバ式温度計を選定候補とする。

設計においては、本システムの設置目的を達成できるように、精度、応答性、温度範囲、衝撃、振動、寿命、保守性等をふまえた設計を行う。

具体例として、計測精度の観点では、蒸気漏えい検知システムとしての余裕が大きいため一般的な計装設計の観点から、計測精度を±2℃に収める設計とする。また、応答時間の観点では、解析の入力条件の観点から、測温抵抗体応答時間7秒（計測設備の応答時間10秒）以内に収める設計とする。さらに、設置環境の観点では、漏えい蒸気による影響が考えられるため、試験で検証された温度検出器と同等のものを適用する設計とする。

上記の設計要求事項に加え、適用実績が豊富な測温抵抗体を選定する。（詳細については表1参照。）

さらに温度計を選定した後、設計の妥当性の確認として、詳細設計と解析入力条件の対比及び解析結果と蒸気暴露試験結果の対比による評価を実施する。

なお、表2に測温抵抗体と熱電対の各特性（精度、応答性、計測温度範囲、耐衝撃、耐振動、寿命、保守性）の比較を示す。

※ 液体膨張式温度計では遠隔監視ができない。

表1 温度検出器の選定にかかる主な設計要求事項

	主な設計要求事項	温度検出器の選定
設置目的	<p>蒸気漏えい時の環境を 120℃（防護対象設備の健全性確認温度）以下まで緩和できるシステムを構築する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・自動／遠隔手動隔離機能を設置。 ・中央制御室に環境温度を表示／警報。（遠隔監視可能） ・必要に応じ防護カバーを設置。 	<p>温度検出器の選定に関する要求は無い。ただし、遠隔監視可能のものに限る。</p> <p>このため、<u>測温抵抗体、熱電対及び光ファイバ式温度計を選定の候補とする。</u></p>
設計	<p>1) 原則として、当該システムは、MS-3 に合致した設計とする。</p>	<p>1) <u>温度検出器の選定に係る項目ではない。</u></p>
	<p>2) 当該システムは、緩和目的を達成できる応答時間と精度を有し、温度検出器、制御装置、弁で構成される。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・計測精度は一般的な計装設計の観点から以下のとおり設計する。 計測精度：±2℃ ・応答時間は解析の入力条件の観点から、以下のとおり設計する。 応答時間：測温抵抗体 7 秒以内（計測設備 10 秒以内） ・計測温度範囲は、故障の判別ができるよう、実際に使用する温度より裕度をもった設計とする。下限は、通常環境温度に裕度をもたせ、0℃とし、上限は、補助蒸気系の実運用の最高使用温度（170℃）に、裕度をもたせ 185℃とする。（主目的は、50℃温度高警報、60℃温度異常高警報の発信である。）計測温度範囲：0～185℃ 	<p>2) 以下のとおり示す。（詳細は表 2 参照。）</p> <ul style="list-style-type: none"> ・計測精度は、初期 40℃で解析し、システムとして最大 100℃程度に緩和していることから、一般的な温度検出器の精度に対するシステム上の余裕は大きい。保守的に計測精度 ±2℃で設計することから、<u>すべての温度検出器が選定候補となる。</u> ・応答時間は、漏えい検知から隔離完了までの時間を、解析の入力条件としており、応答時間を踏まえて温度検出器を選定する必要がある。しかしながら、一般的な温度検出器の応答時間より余裕は大きい。ゆえに、<u>すべての温度検出器が選定候補となる。</u> ・計測温度範囲は、通常環境温度から、補助蒸気系の実運用の最高使用温度 170℃までを計測できればよい。ゆえに、<u>すべての温度検出器が選定候補となる。</u>

	主な設計要求事項	温度検出器の選定
設計	<p>3) 当該システムは耐環境性（蒸気漏えい時の環境）を満足する設計とする。</p> <ul style="list-style-type: none"> 耐環境性の観点から、試験で（PAR・イグナイタ動作監視用の温度検出器として）検証された温度検出器と同等のものを適用する設計とする。 	<p>3) 以下のとおり示す。（詳細は表2参照。）</p> <ul style="list-style-type: none"> 耐環境性の観点として、光ファイバ式温度計の検証実績がないことから、<u>測温抵抗体及び熱電対が選定候補となる。</u> 耐衝撃・耐振動の観点では、測温抵抗体及び熱電対ともに単純構造の静的機器であり、検出部の故障は起こりにくい。ゆえに、<u>測温抵抗体及び熱電対が選定候補となる。</u> 寿命の観点では、測温抵抗体及び熱電対ともに感温部は金属や無機材料で構成されており基本的に劣化しにくい材料で構成されている。ゆえに、<u>測温抵抗体及び熱電対が選定候補となる。</u>
	<p>4) 温度検出器は、漏えいを早期に検知できる場所に設置する設計とする。</p> <ul style="list-style-type: none"> 原則、破断想定箇所の上部（天井付近）又はその近傍に設置する。 防護カバーを設置する場合は、その近傍に温度検出器を設置する。 	<p>4) 設置場所に関する要求であり、<u>温度検出器の選定に係る項目ではない。</u></p>
	<p>5) 温度検出器は、信頼性が高く、原子力プラントへの採用実績が多く、かつ保守実績のある設備で構成する設計とする。</p>	<p>5) 以下のとおり示す。（詳細は表2参照。）</p> <ul style="list-style-type: none"> 保守性の観点では、PWRプラントでの適用実績が多く、かつ保守実績のある<u>測温抵抗体が選定候補となる。</u> 施工性の観点では、今回の施工では、検知箇所と測定箇所が離れており、熱電対を選定した場合には基準接点補償が必要となるため、メンテナンス面を踏まえ、<u>測温抵抗体が選定候補となる。</u>
結論	—	<u>1～5)をふまえ、当該システムへの適用に際して優位である測温抵抗体を選定する。</u>

表2 測温抵抗体と熱電対の比較

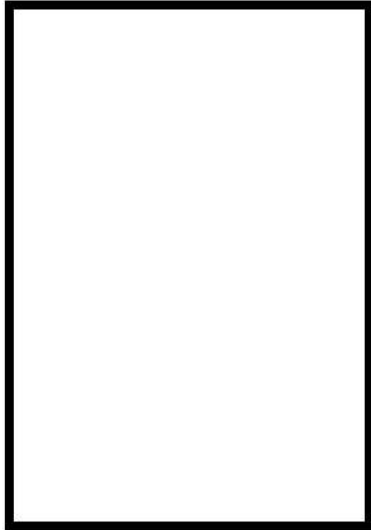
項目	測温抵抗体	熱電対
精度（許容差）※1	クラスA $\pm 0.15^{\circ}\text{C} + 0.002 t $	クラス1 $\pm 1.5^{\circ}\text{C}$
応答性※2	7秒以内	7秒以内
計測温度範囲※1	-100～450℃	～800℃程度
耐衝撃※2 耐振動※2	（構造からの考察） 構造としては熱電対よりも比較的細い Pt 線を用いており、一般的には熱電対に劣る。しかしながら、本システムにおいては、安定した場所で用いる計画であり、以下のとおり確認試験を実施し、健全性を確認しているため、有意な差は無い。 （試験内容） ・耐衝撃 250mm の高さから 10 回繰り返し落下させる ・耐振動： 10～150Hz, 10～20m/s ² , 掃引時間 2 分, 掃引回数 10 回	（構造からの考察） 構造としては異種金属接合であり、測温抵抗体よりも比較的太く、一般的に測温抵抗体より優れる。 （試験内容） 同左
寿命※2	感温部は金属や無機材料で構成されており基本的に劣化しにくい材料で構成されている。	同左
保守性	（点検項目） 絶縁抵抗測定, 抵抗値測定, 基準温度との比較等	（点検項目） 絶縁抵抗測定, 起電力測定, 基準温度との比較等
施工性	—	基準接点補償が必要である。

※1 測温抵抗体は、JIS C 1604-2013 に基づく。熱電対は、JIS C1605-2013 に基づく。

※2 メーカーへの確認結果に基づく。

測温抵抗体は、単純構造の静的機器であることから、高い信頼性を有する設備であり、万一故障した場合でも、容易に取替えが可能である。故障時は予備品取替え対応となるが、作業は設置場所によって足場を組む必要があるため、1日～数日の保守期間で対応する。

また故障発生から復旧完了までの間、蒸気漏えい検知にかかる中央制御室での監視ができなくなるため、故障している測温抵抗体がある蒸気影響範囲の現場監視を強化し、その旨を手順書に明記する。




温度検出器の仕様

- ・検出方式：測温抵抗体
- ・最高使用温度：185℃
- ・最高使用圧力：0.2MPa
- ・計測範囲：0～185℃

※故障の判別ができるよう、実際に使用する温度より裕度をもった設計とする。

下限は、通常環境温度に裕度を持たせ、0℃とし、上限は、補助蒸気系の実運用の最高使用温度（170℃）に裕度をもたせ185℃とする。（主目的は、50℃温度高警報、60℃温度異常高警報の発信である。）

図6 測温抵抗体外形図

 枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。

②監視制御回路の信頼性

監視制御回路は、主要な回路がデジタル設備で構成され、自己診断機能を有している。よって、監視制御回路が故障した場合でも、自己診断で故障を検知し、漏えい検知監視盤に警報を発信するため、早期の保守対応が可能であり、高い信頼性を有する設備である。

③リレー及び蒸気しゃ断弁の信頼性

本回路は、検出回路や監視制御回路のように状態を監視する機能は設けていないが、下記のとおり、基本的に設備固有の信頼性は高いものである。

- ・配線設備を含めて広く一般的に用いられている機器で構成されており、通常使用において故障することは少ない。

また、運用面においても、下記のとおり設備の信頼性を低下させる要因は少ないと考えられる。

- ・本回路は常時待機状態であるため、磨耗等の劣化要因はない。
- ・設備は常用系計装盤室及び中央制御室に設置されており、雨水、塵埃等の環境影響も小さい。

以上のことから、故障発生は少なく、高い信頼性を有していると考えられるため、定期的な作動試験で設備の健全性を確認することとし、不要な系統外乱を回避する観点から、試験は定期事業者検査中の補助蒸気停止時に実施する。

なお、さらなる信頼性向上の観点から、リレーは2重化しており、同回路の単一故障による機能喪失を防止している。

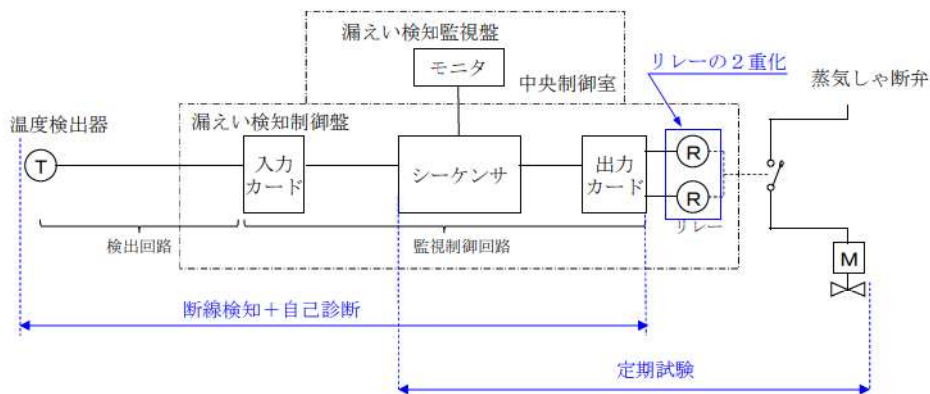


図7 蒸気漏えい検知システム信頼性確保の概要図

④計測設備の精度

蒸気漏えい検知システムとして温度検出器から漏えい検知制御盤までの精度は、初期温度40℃から、60℃で温度異常高警報発信、補助蒸気系を遠隔隔離（自動）し、最大100℃程度に緩和していることから、一般的な温度検出器の精度に対するシステム上の余裕は大きい。温度検出器精度、漏えい検知制御盤精度及び余裕を踏まえ、一般的な計装設計の観点から、本システムでは、計測精度を±2℃に収める設計としている。

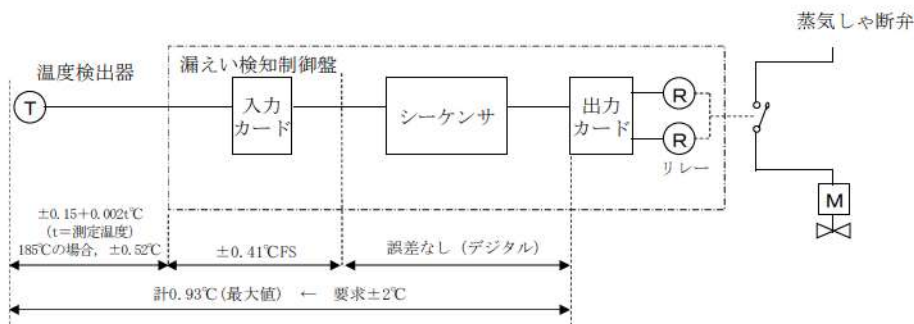


図8 温度検出器の計測誤差

⑤計測設備の応答遅れ及び解析での取り扱いについて

蒸気漏えい検知システムにおいては、温度検出から制御盤の演算、出力処理により、システム全体としての応答時間の遅れが発生する。蒸気漏えい検知システムとして漏えい検知から隔離完了までの時間を、解析の入力条件としている。応答時間は弁動作時間が支配的であり、温度検出器の応答時間よりシステム上の余裕は大きい。温度検出器精度、漏えい検知制御盤精度及び余裕を踏まえ、一般的な計装設計の観点から、本システムでは、応答時間を10秒以内に収める設計としており、蒸気拡散解析でも、「60℃検知→補助蒸気しゃ断弁閉指令出力」に10秒の遅れを設定している。

5. 温度検出器誤作動による影響について

温度検出器が誤検知し、蒸気しゃ断弁が動作した場合は、補助蒸気（1次系側）が全停となるが、補助蒸気（1次系側）の供給先には重要度の特に高い安全機能を有する系統、使用済燃料ピットの冷却及び給水機能を有する系統がないためプラントの安全運転、安全停止に影響を与えることはない。なお、ノイズ等によるシステムの誤作動を防止するため監視制御回路に1秒のオンディレイタイマーを設けている。

6. 蒸気漏えい検知システムの検証について

蒸気漏えい検知システムによる蒸気影響緩和対策の妥当性は、GOTHIC コードを用いた蒸気拡散解析によって確認している。以下に具体的に示す。

補助蒸気系の想定破損の形態は、溢水ガイドにしたがって、ターミナルエンド部は完全全周破断、1B を超える配管の一般部は 1/4Dt 貫通クラック、1B 以下の一般部は完全全周破断を想定している。この場合、配管から漏えいする蒸気は、比較的大きな漏えい量となり、GOTHIC コードで分割した解析区画内での空調の影響は受けずに一気に解析区画内で均一に拡散すると考えられる。よって、解析区画内の任意の箇所に温度検出器を設置すれば、解析区画の温度上昇を検知することができる。なお、温度検出器は、付近の他機器のメンテナンス時の作業性に干渉しない範囲で、可能な限り蒸気配管の近傍上部に配置設計し、蒸気漏えいをより早期に検知することを考慮している。

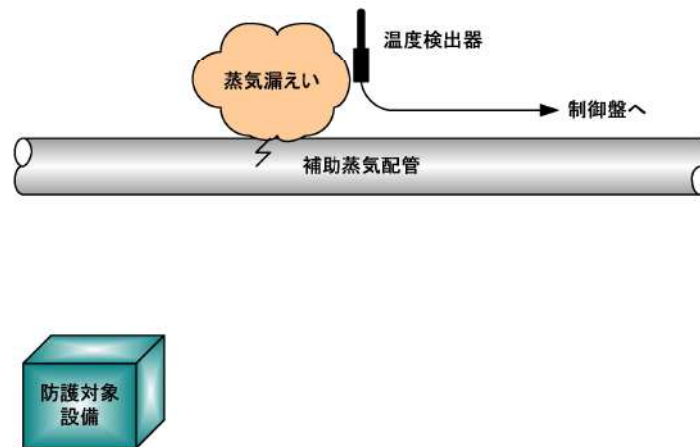


図9 区画配置温度検出器設置イメージ図

また、防護対象設備の健全性を確認する判定基準は温度であるため、解析結果において解析区画のピーク温度が高くなるように、蒸気漏えい検知システムを蒸気拡散解析内で考慮する際には、保守的に以下のようにしている。

- ・温度検出器等の計測設備の応答遅れを保守的に設定し、検知までの時間を長めに設定（図10）
- ・蒸気しゃ断弁の閉止時間を実動作時間（21秒）に対し長め（25秒）に設定
- ・蒸気しゃ断弁閉止動作中の蒸気放出流量は蒸気しゃ断弁全開状態と同じとして設定

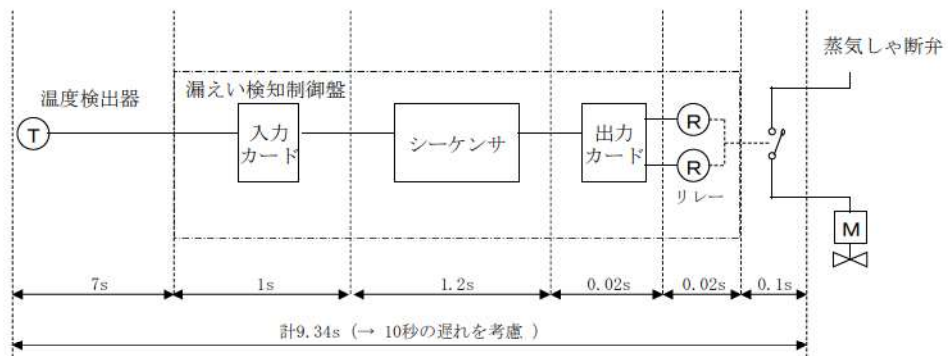


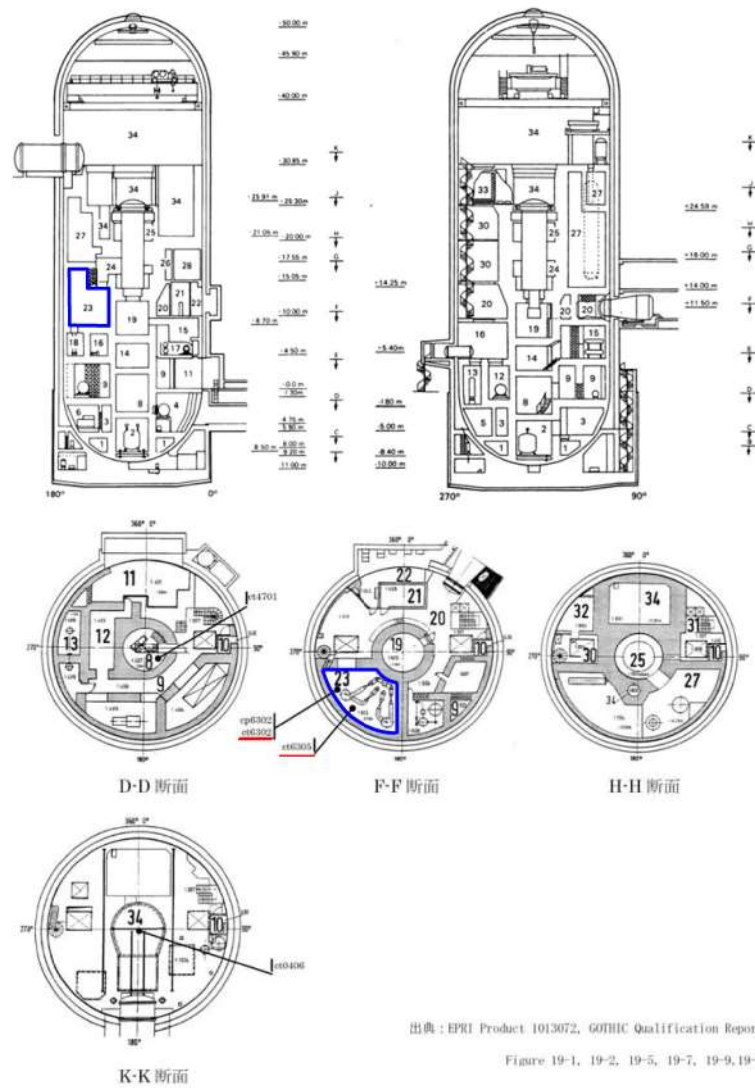
図 10 温度検知から蒸気しゃ断弁閉指令までの遅れ時間内訳

一方、配管から漏えいする蒸気が、空調の影響を受けるような比較的微少な場合は、防護対象設備に影響を及ぼすことはない。

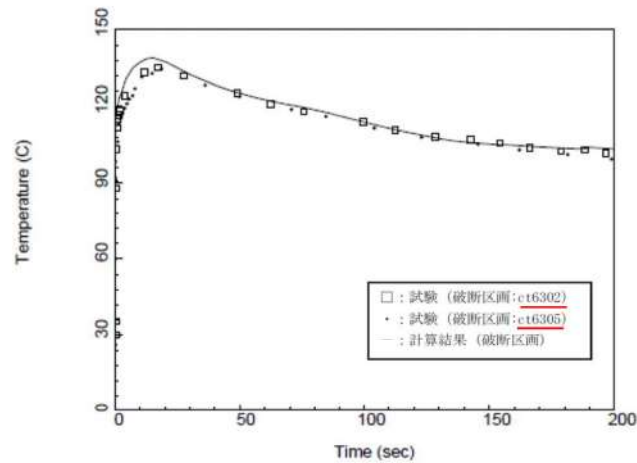
(参考)

○蒸気漏えい量が比較的大きい場合

GOTHIC コードの妥当性確認のためのドイツの廃炉施設を利用した HDR 試験の実験解析から、同一解析区画内での温度変化傾向はほぼ同じであることがわかる。(区画 23 参照)



参考図 1 HDR 試験設備の概要図



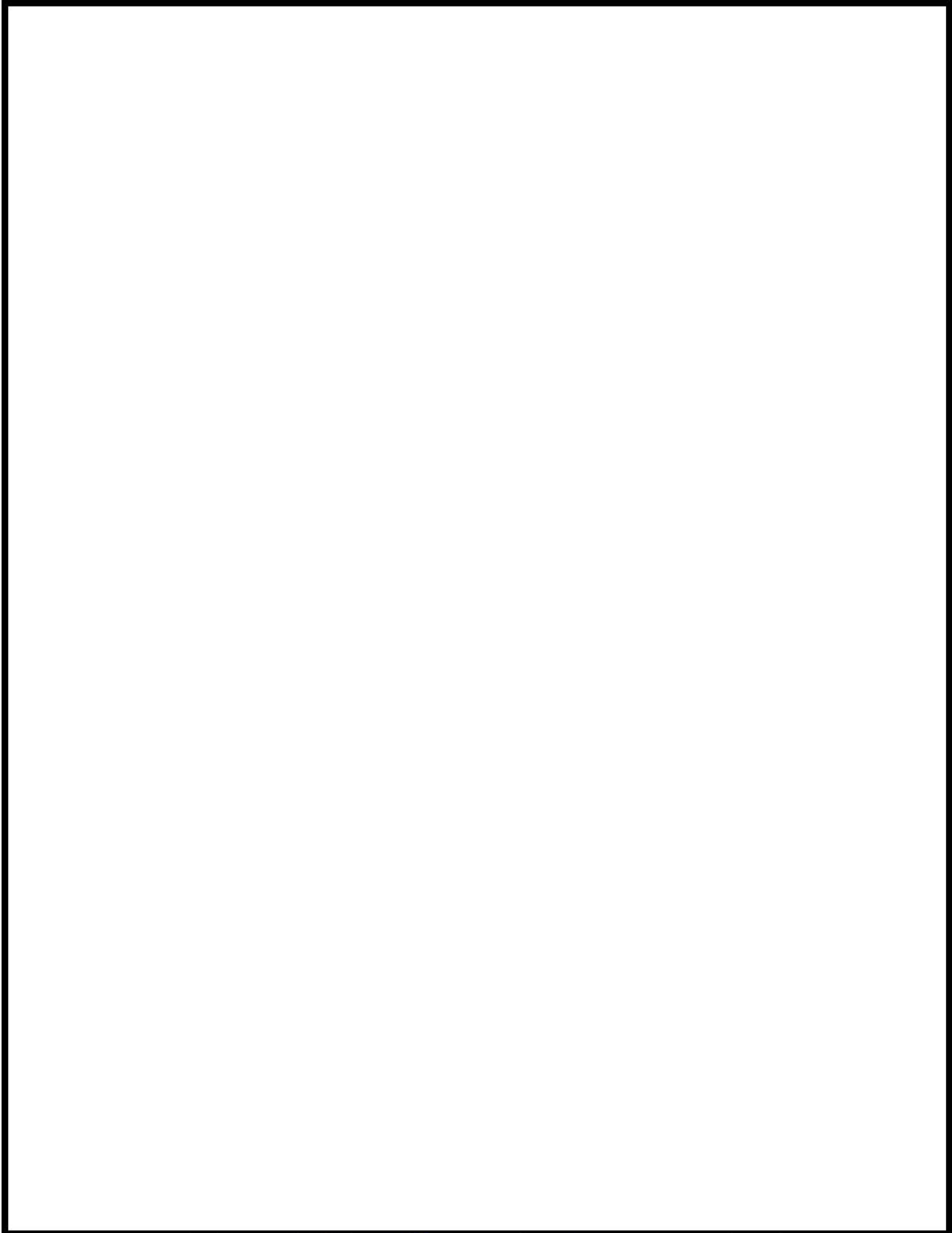
出典: EPRI Product 1013072, GOTHIC Qualification Report, Figure 19-23

参考図 2 区画 23 雰囲気温度

○蒸気漏えい量が比較的微小な場合

GOTHIC コードによる解析では、各解析区画間での空調の出入りを模擬している。蒸気漏えい量が比較的微小な場合、空調の流れが有意に働くため、解析区画内の環境温度は上がりず防護対象設備に影響のない温度となる。

例えば、泊発電所 3 号炉の補助蒸気系配管(1・1/2B)の 1/4Dt 貫通クラックの解析結果では、環境温度は 10°C 程度しか上がりず、その後ほぼ一定の温度となる。これは、漏えいした蒸気の流れが解析区画間の空調の出入りに支配されており、解析区画内での温度上昇が抑制されているためである。



参考図 3 補助蒸気系配管 (1・1/2B) 1/4Dt 貫通クラック解析結果
(泊発電所 3 号炉 原子炉補助建屋 T.P. 17.8m)

 枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。

防護対象設備の耐蒸気性能について

本資料は、防護対象設備の耐蒸気性能についてまとめたものである。

I. では耐蒸気性能試験の評価及び机上評価の概要について、II. では各試験対象設備の耐蒸気性能試験結果、III. では耐蒸気性能試験における健全性確認方法について、IV. ではモータの耐蒸気性能評価について、V. ではメタルクラッドスイッチギヤの蒸気影響について、VI. では電気ヒータの耐蒸気性能評価について記載する。

I. 耐蒸気性能試験の評価及び机上評価の概要について

電気計装品については、蒸気環境に対する耐力を確認する必要があることから、実際に蒸気に曝露する「耐蒸気性能試験」での評価及び一部の設備については机上での評価を実施した。

以下にその概要を示す。

1. 耐蒸気性能試験

(1) 試験対象設備

試験対象設備は、蒸気影響を受ける区画に設置された防護対象設備から網羅的に抽出した。

(2) 試験方法

防護対象設備が晒される環境条件を考慮し、図1に示す試験温度プロファイルで防護対象設備（供試体）を蒸気に曝露させ、機能維持することを確認した。

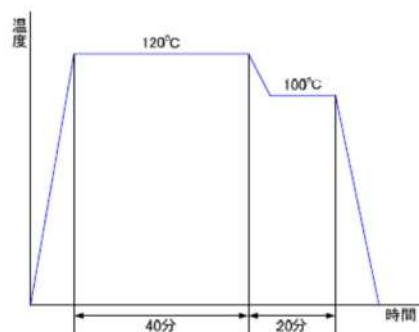


図1 試験温度プロファイル



図2 蒸気曝露試験装置

ープロファイルの考え方

防護対象設備の存在する区画の温度を温度検知，自動隔離等を考慮して解析し，その解析結果に一定程度の余裕を見込んだ 120℃で試験を実施した。蒸気の曝露継続時間については手動隔離も想定し 40 分とした。また，隔離後の温度低下についても考慮し，100℃ 20 分の条件を加えた。

(3) 試験結果

表 1 のとおり，すべての試験対象設備について，120℃の耐蒸気性能を有することを確認した。

表1 防護対象設備耐蒸気性能試験 結果一覧表

	防護対象設備	試験結果	備考
電動弁	モータ及び駆動部	○	
空気作動弁	リミットスイッチ	○	
	電磁弁	○	
	減圧弁	○	
	ダイヤフラム	○	
ダンパ	ダンパオペレータ	○	
	ポジションナ	○	
	ポジションスイッチ	○	
	電磁弁	○	
	減圧弁	○	
計器	伝送器	○	
	流量設定器	○	
	温度スイッチ	○	
現場盤	スイッチ，表示灯，端子台等	○	
モータケーブル 接続部	高圧ケーブル接続部	○	
	低圧ケーブル接続部	○	
中継端子箱	端子台	○	

2. 机上評価

防護対象設備のうちモータ及び電気ヒータについては，他の電気計装品と異なり，外形寸法の大きさから試験による確認が困難であるため，机上評価にて耐蒸気性能を確認した。

2. 1 モータを机上評価で問題ないとした理由

モータの構成部品のうち、蒸気による影響が考えられるのは、固定子コイル部（絶縁に有機材を使用）、及び軸受部（潤滑油、グリスを使用）である。

固定子コイル部においては、絶縁種別ごとに耐熱性能に関する知見があり、軸受部についても同様にグリスや潤滑油の耐熱性能に関する知見があることから、実機での蒸気性能試験を実施しなくとも健全性の評価は可能である。

なお、その他の部品については金属材料で構成される機械的な支持構造物等であり、120℃の蒸気環境下で健全性に影響することはないと考えられる。

(1) 評価方法

蒸気影響により機能喪失が想定されるモータの部位は、固定子コイル及び軸受であり、複数ある型式ごとに蒸気環境にさらされた場合の健全性について評価する。

i) 固定子コイル

環境温度に通電による温度上昇を加えた温度が、固定子コイルの許容温度以下であることを確認する。

ii) 軸受（軸受メタル又はベアリング）

環境温度に摩擦による温度上昇を加えた温度が、軸受メタル又はベアリングの許容温度以下であることを確認する。

iii) 軸受（グリス又は潤滑油）

環境温度に摩擦による温度上昇を加えた温度が、グリス又は潤滑油の許容温度以下であることを確認する。

(2) 評価結果

いずれの型式においても固定子コイル及び軸受の温度は許容温度以下であり、機能維持できることを確認した。

2. 2 電気ヒータを机上評価で問題ないとした理由

電気ヒータの構成部品のうち、蒸気による影響が考えられるのは、端子台及び送風機モータである。

端子台においては、蒸気性能試験を実施して健全性の評価は可能である。

送風機モータは、2. 1により詳細を確認することで健全性の評価が可能である。

なお、その他の部品については金属材料で構成される機械的な支持構造物等であり、120℃の蒸気環境下で健全性に影響することはないと考えられる。

(1) 評価方法

蒸気影響により機能喪失が想定される電気ヒータの部位は、端子台及び送風機モータであり、構成部品ごとに蒸気環境にさらされた場合の健全性について評価する。

i) 端子台

「Ⅱ. 各試験対象設備の耐蒸気性能試験結果」の中継端子箱の試験結果で問題ないことを確認する。

ii) 送風機モータ

「Ⅳ. モータの耐蒸気性能評価について」で評価する。

(2) 評価結果

電気ヒータは、溢水による蒸気環境下においても機能維持できることを確認した。

II. 各試験対象設備の耐蒸気性能試験結果

すべての試験対象設備について、120℃の耐蒸気性能を有することを確認した。以降に各試験対象設備の耐蒸気性能試験結果を示す。

(1) 電動弁

電動弁駆動装置を120℃の蒸気環境（120℃40分+100℃20分）に晒し、弁の開閉動作が問題なく行えることを確認する。

なお、H25.6月末の現状評価時点では、電動弁駆動装置の駆動モータはB種絶縁（耐熱温度130℃）であることから、健全性に問題はないと判断していた。今回は実際の蒸気環境を模擬した試験を実施した。

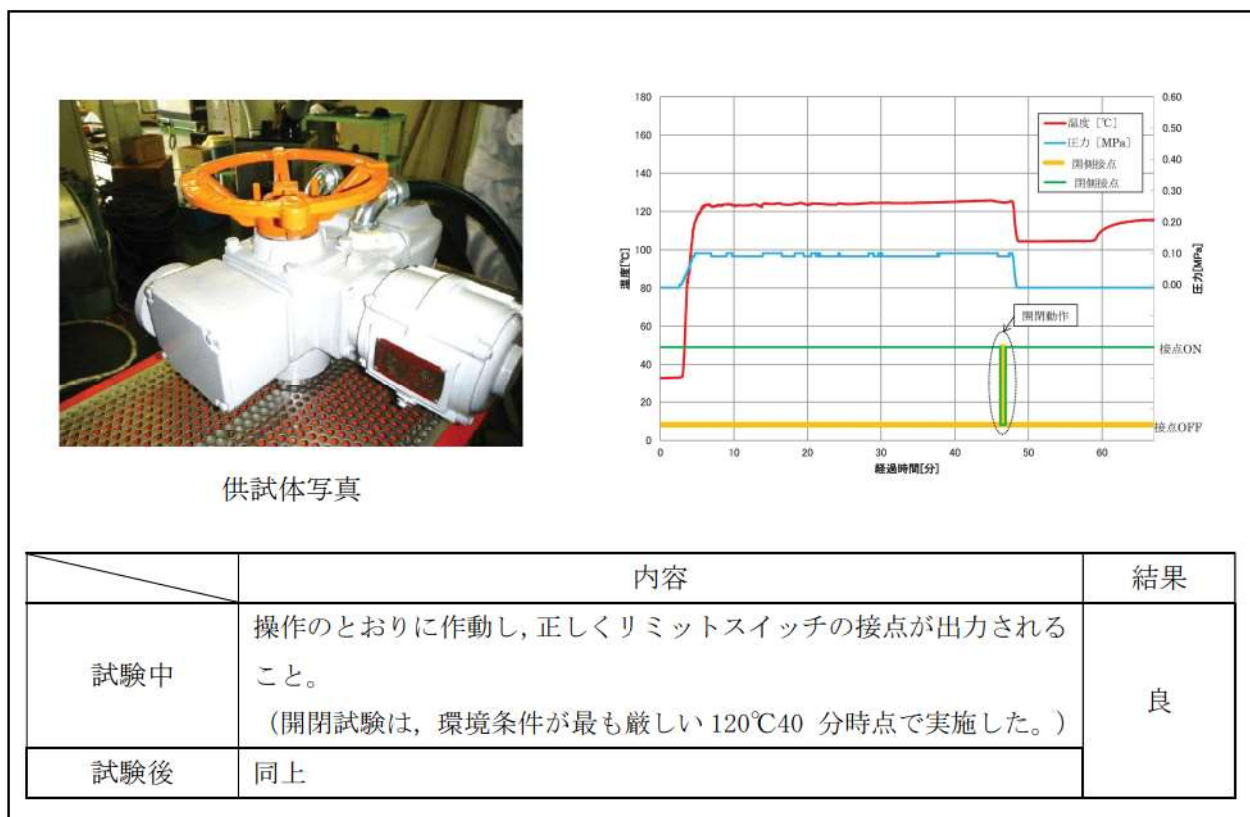
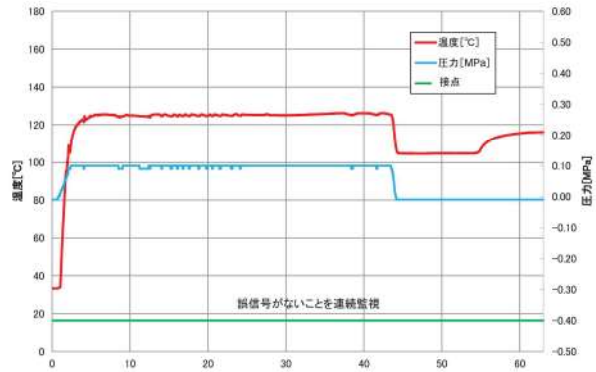


図1 耐蒸気性能試験結果（電動弁）

(2) 空気作動弁用リミットスイッチ

空気作動弁用リミットスイッチを 120℃の蒸気環境（120℃40分+100℃20分）に晒す。

試験中，リミットスイッチの接点信号を連続監視し，誤信号を発信しないことを確認する。



供試体写真

	内容	結果
試験中	リミットスイッチが誤信号を発信しないこと。	良
試験後	入出力特性試験で健全に動作すること。	

図2 耐蒸気性能試験結果（空気作動弁用リミットスイッチ）

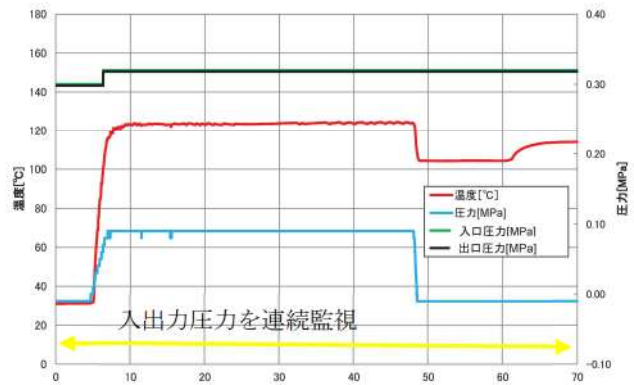
(3) 空気作動弁用電磁弁

空気作動弁用電磁弁を 120°Cの蒸気環境（120°C40 分+100°C20 分）に晒す。

試験中，電磁弁を励磁した状態で，入出力圧力に相違のないことを確認する。



供試体写真



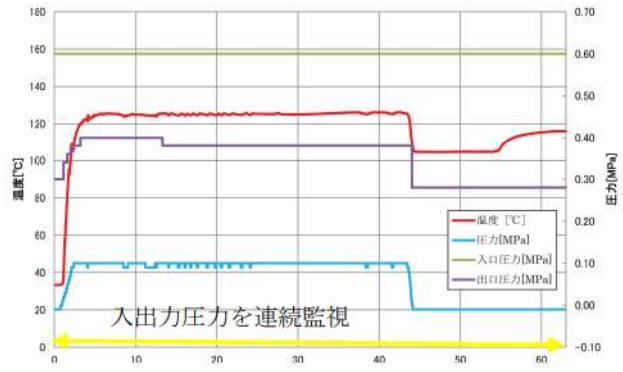
	内容	結果
試験中	電磁弁を励磁した状態で，入出力圧力に相違のないこと。	良
試験後	入出力特性試験で健全に動作すること。	

図 3 耐蒸気性能試験結果（空気作動弁用電磁弁）

(4) 空気作動弁用減圧弁

空気作動弁用減圧弁を 120°Cの蒸気環境（120°C40分+100°C20分）に晒す。

試験中，一定圧力を入力した状態で，減圧された圧力が出力されていることを確認する。



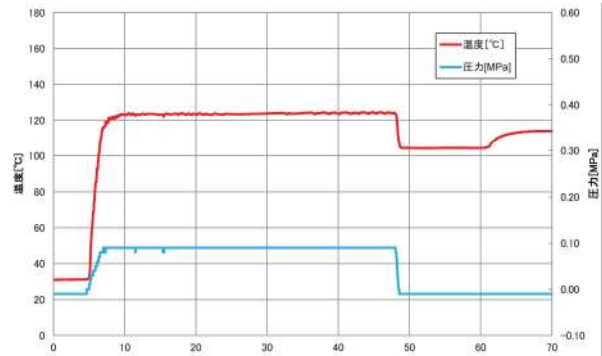
供試体写真

	内容	結果
試験中	減圧された圧力が出力されること。	良
試験後	入出力特性試験で健全に動作すること。	

図 4 耐蒸気性能試験結果（空気作動弁用減圧弁）

(5) 空気作動弁用ダイヤフラム

空気作動弁用ダイヤフラムを 120℃の蒸気環境（120℃40分+100℃20分）に晒す。
試験後、ダイヤフラムに有意な変形、割れ等がないことを確認する。



供試体写真

	内容	結果
試験後	ダイヤフラムに有意な変形、割れ等がないこと。	良

※ ダイヤフラムは高分子材料であり、試験後に有意な変形、割れ等がなかったことから、試験中も健全性に問題はなかったと考えられる。

図5 耐蒸気性能試験結果（空気作動弁用ダイヤフラム）

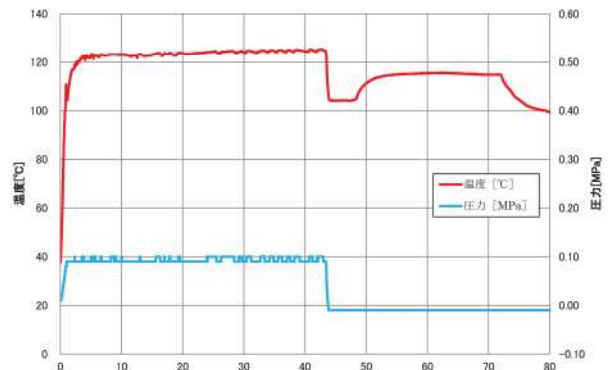
(6) ダンパ用ダンパオペレータ及びポジションナ

ダンパ用ダンパオペレータ及びポジションナを 120℃の蒸気環境（120℃40分+100℃20分）に晒す。

試験後、ポジションナに開度信号（0～100%に相当する空気圧）を入力し、ダンパオペレータが正常に動作することを確認する。



供試体写真



	内容	結果
試験後	ポジションナに開度信号を入力し、ダンパオペレータが正常に動作すること。	良

※ ダンパオペレータ及びポジションナは空気式計装品であり、シール部品が健全であれば機能に問題ないと考えられる。

試験後の動作に問題がなかったことから、シール部品であるOリング等に有意な変形、割れ等はなく、試験中も健全性に問題はなかったと考えられる。

図6 耐蒸気性能試験結果（ダンパ用ダンパオペレータ及びポジションナ）

(7) ダンパ用ポジションスイッチ

ダンパ用ポジションスイッチを 120℃の蒸気環境（120℃40分+100℃20分）に晒す。

試験中，開度信号が変化しないことを確認する。また，試験後にシャフトを回転させ，正常な開度信号が出力されることを確認する。

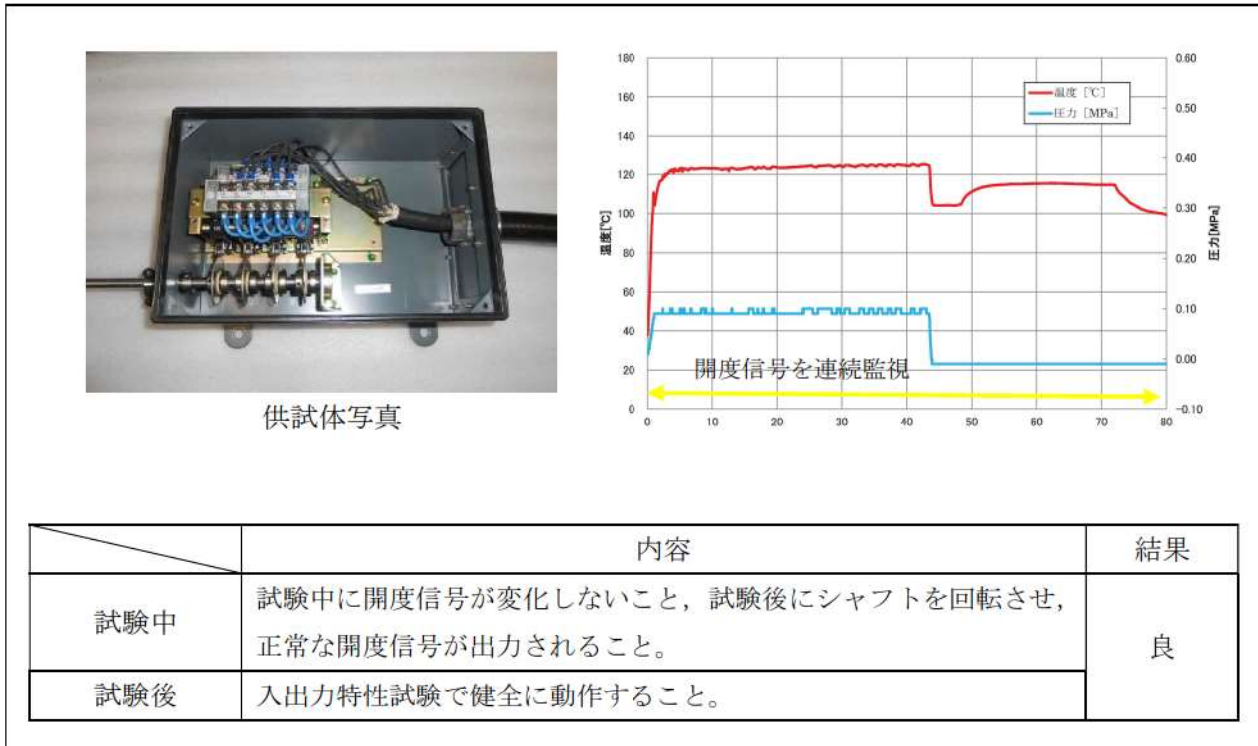
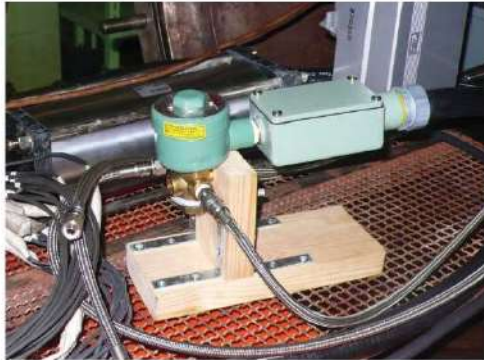


図7 耐蒸気性能試験結果（ダンパ用ポジションスイッチ）

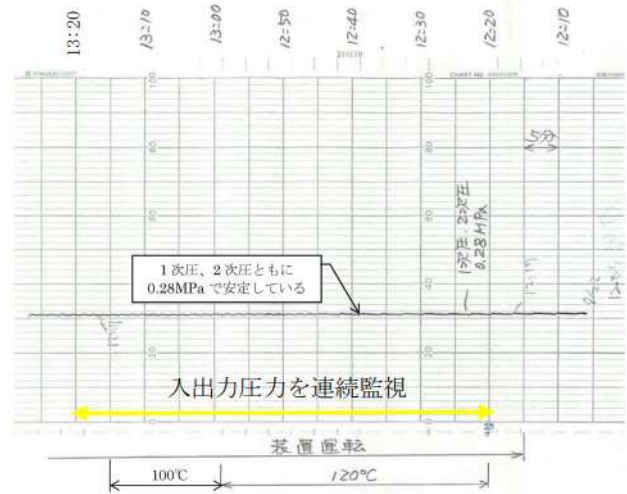
(8) ダンパ用電磁弁

ダンパ用電磁弁を 120℃の蒸気環境 (120℃40分+100℃20分) に晒す。

試験中、電磁弁を励磁した状態で、入出力圧力に相違のないことを確認する。



供試体写真



	内容	結果
試験中	電磁弁を励磁した状態で、入出力圧力に相違のないこと。	良
試験後	入出力特性試験で健全に動作すること。	

図8 耐蒸気性能試験結果 (ダンパ用電磁弁)

(9) ダンパ用減圧弁

ダンパ用減圧弁を 120℃の蒸気環境（120℃40分+100℃20分）に晒す。

試験中，一定圧力を入力した状態で，減圧された圧力が出力されていることを確認する。

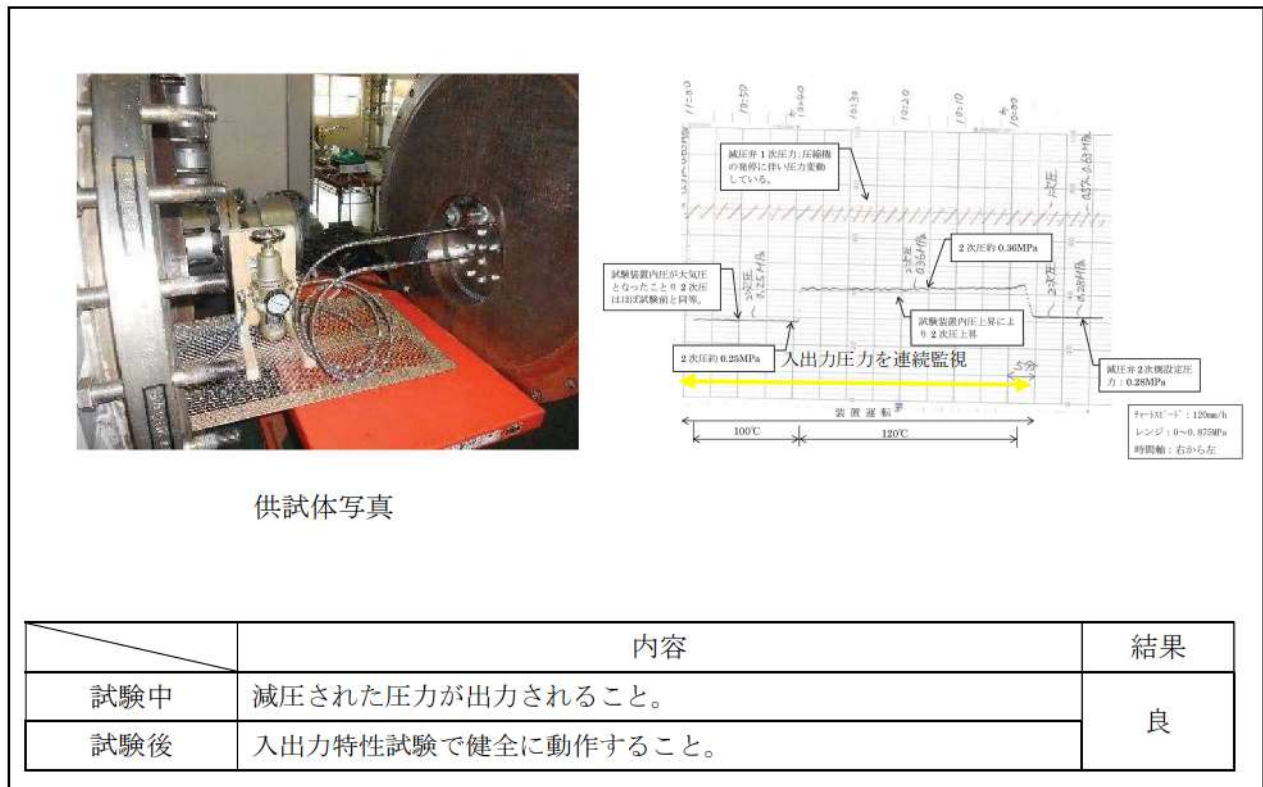


図9 耐蒸気性能試験結果（ダンパ用減圧弁）

(10) 伝送器

伝送器を 120°Cの蒸気環境（120°C40分+100°C20分）に晒す。

試験中，一定圧力を入力した状態で，伝送器出力が正常であることを確認する。



供試体写真



	内容	結果
試験中	伝送器出力が正常であること。	良
試験後	入出力特性試験で健全に動作すること。	

図 10 耐蒸気性能試験結果（伝送器）

(11) 流量設定器

流量設定器を 120°Cの蒸気環境（120°C40 分+100°C20 分）に晒す。

試験中，一定圧力を入力した状態で，減圧された設定圧力が出力されることを確認する。

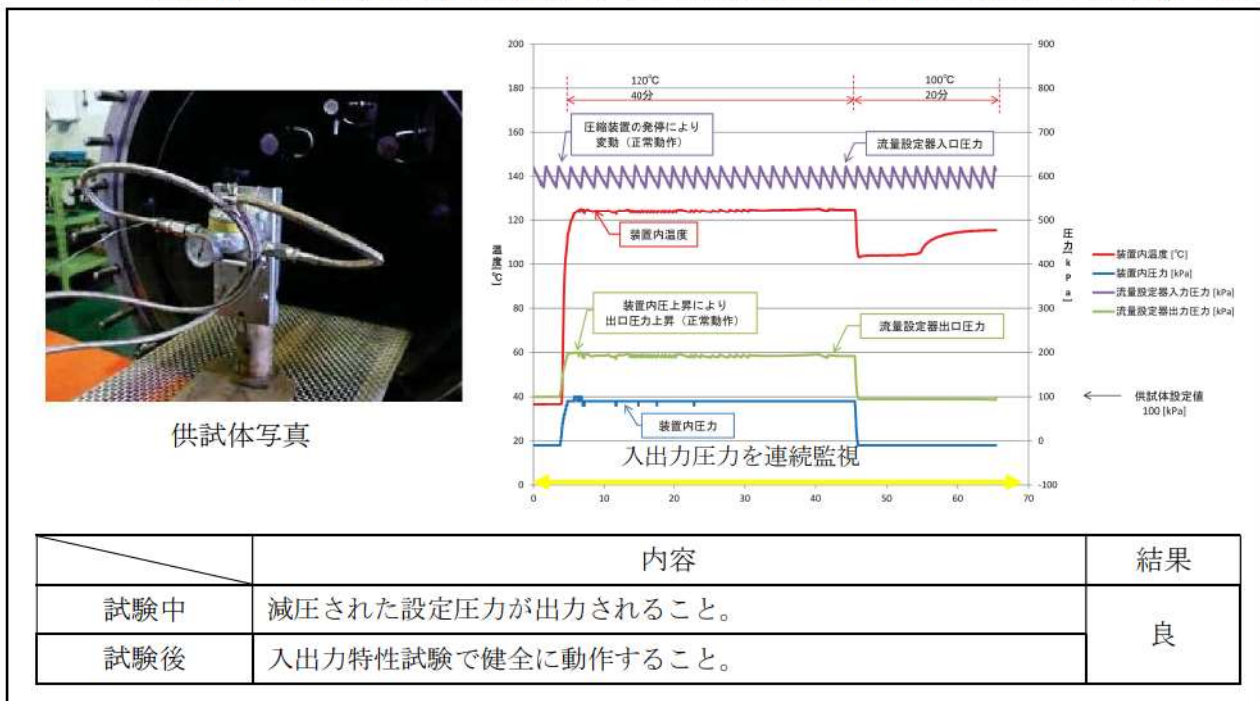


図 11 耐蒸気性能試験結果（流量設定器）

(12) 温度スイッチ

温度スイッチを 120℃の蒸気環境（120℃40分+100℃20分）に晒す。

試験中，設定温度（35℃以上で ON） のとおりに接点出力されることを確認する。

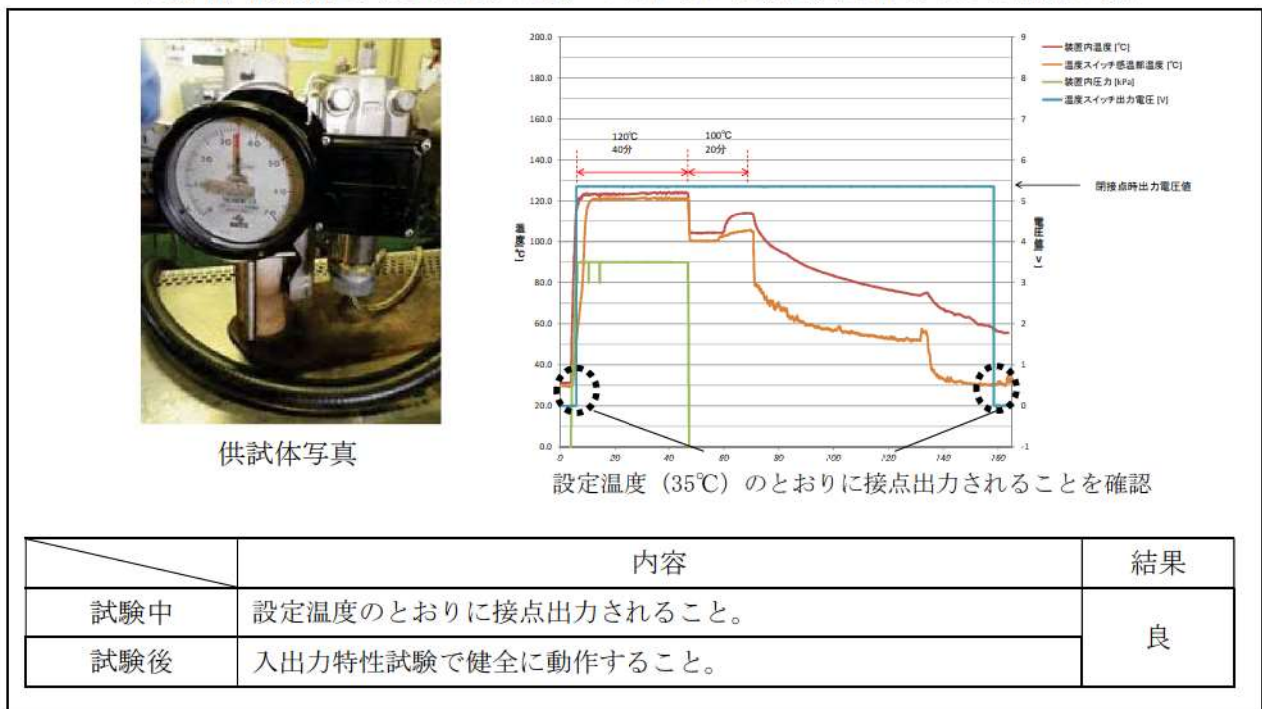


図 12 耐蒸気性能試験結果（温度スイッチ）

(13) 現場盤

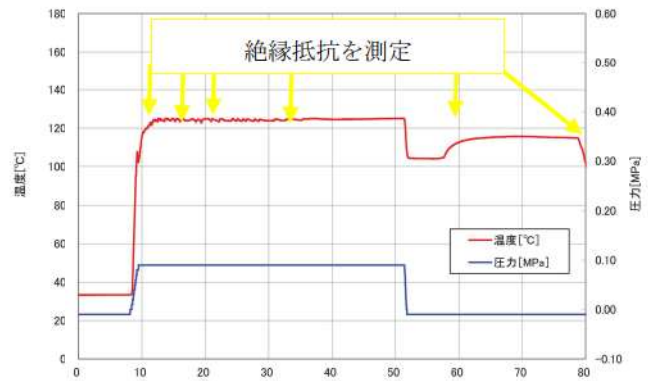
現場盤（操作スイッチ，操作ボタン，表示灯，端子台，盤内配線を含む）を 120℃の蒸気環境（120℃40分+100℃20分）に晒す。

通電した状態で試験を実施し，試験中に短絡，地絡等で機能喪失しないことを確認する。

なお，試験後は問題なくスイッチ操作を行えた。



供試体写真



	内容	結果
試験中	短絡，地絡等で機能喪失しないこと。	良
試験後	入出力特性試験で健全に動作すること。	

図 13 耐蒸気性能試験結果（現場盤）

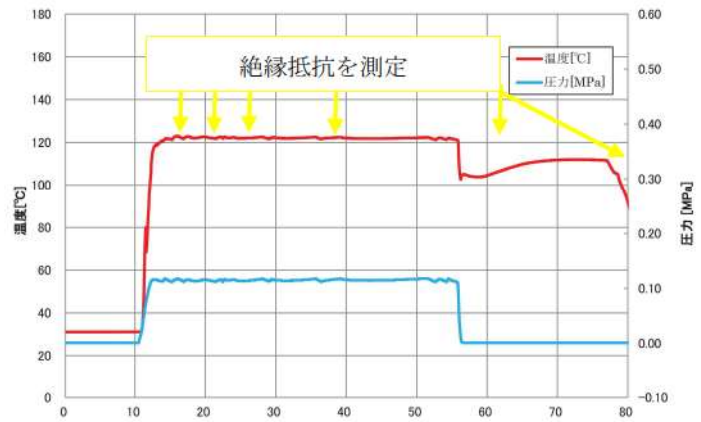
(14) 高圧ケーブル接続部

高圧ケーブル（接続部）を 120℃の蒸気環境（120℃40分+100℃20分）に晒す。

試験中，絶縁抵抗を測定し，短絡，地絡等がなく正常に通電できることを確認する。



供試体写真



	内容	結果
試験中	絶縁抵抗を計測し，健全であることを確認する。	良
試験後	同上	

図 14 耐蒸気性能試験結果（高圧ケーブル接続部）

(15) 低圧ケーブル接続部

低圧ケーブル（接続部）を 120℃の蒸気環境（120℃40分+100℃20分）に晒す。

試験中、絶縁抵抗を測定し、短絡、地絡等がなく正常に通電できることを確認する。

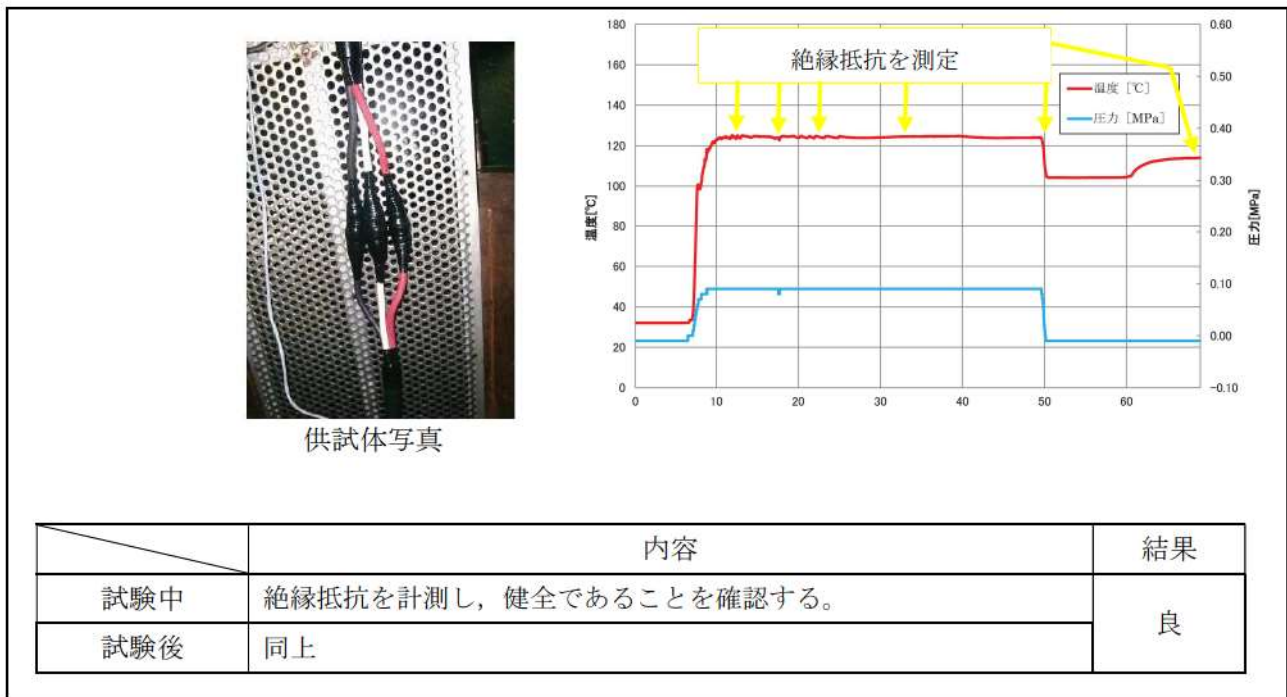


図 15 耐蒸気性能試験結果（低圧ケーブル接続部）

(16) 中継端子箱

中継端子箱を 120°Cの蒸気環境（120°C40 分+100°C20 分）に晒す。

通電した状態で試験を実施し，試験中，短絡，地絡等がなく正常に通電できることを確認する。

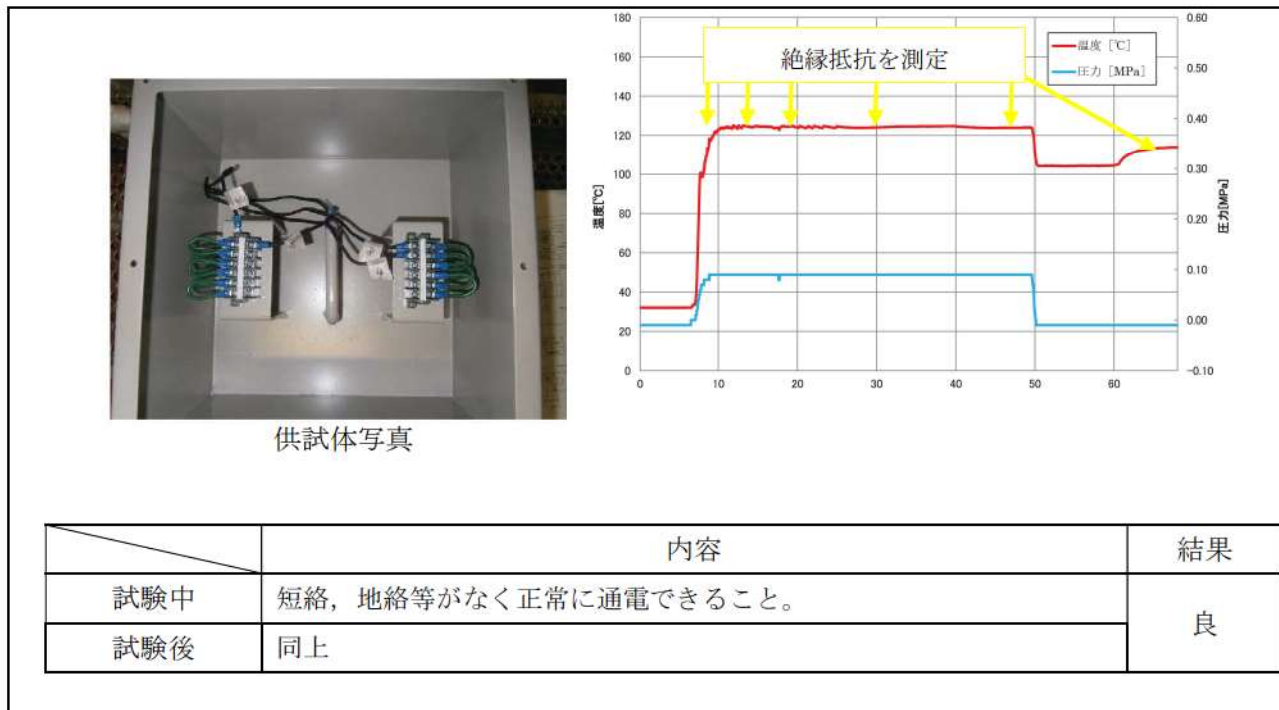


図 16 耐蒸気性能試験結果（中継端子箱）

III. 耐蒸気性能試験における健全性確認方法について

1. 健全性確認方法の考え方

- (1) 原則として、実機の状態を模擬するため、試験中（蒸気曝露中）に健全性を確認する。
- (2) 試験中（蒸気曝露中）に健全性を確認できないものは、代替方法により健全性を確認する。

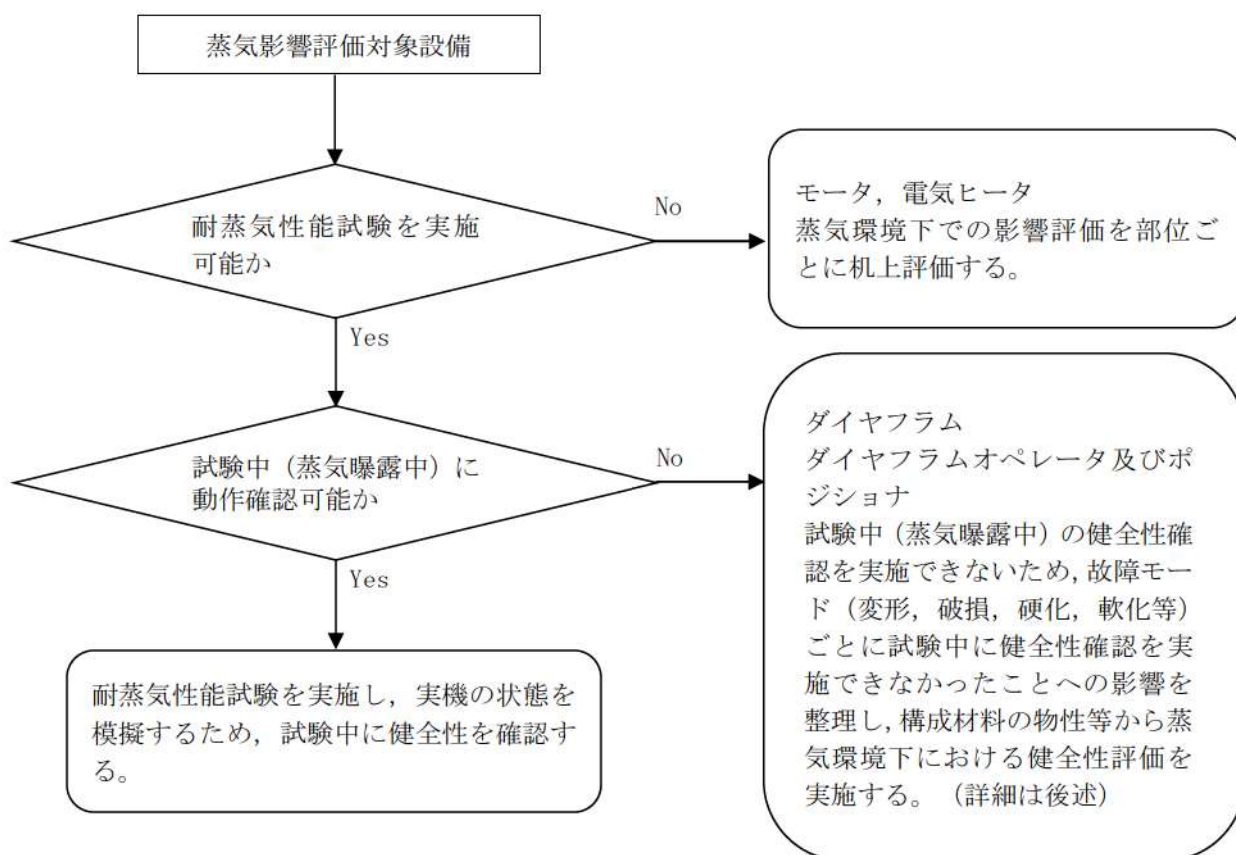


図1 耐蒸気性能試験における健全性確認フロー

2. 各設備の健全性確認方法とその妥当性

表 1 耐蒸気性能試験における健全性確認方法とその妥当性

試験対象設備	構成品	健全性確認方法	根拠（妥当性）
電動弁	モータ及び駆動部	操作のとおり動作し、正しくリミットスイッチの接点が出力されること。	モータ及び駆動部を、実機を模擬した蒸気環境下で動作させるとともに、異常が発生した場合は操作のとおり動作せず、弁の開閉状態を示すリミットスイッチの接点信号異常が発生することから、健全性確認方法としては妥当であると考えられる。
空気作動弁	リミットスイッチ	リミットスイッチが誤信号を発信しないこと。	リミットスイッチに短絡、地絡が発生した場合、接点信号に誤信号が発生することから、健全性確認方法としては妥当であると考えられる。
	電磁弁	電磁弁を励磁した状態で、入出力圧力に相違のないこと。	電磁弁に異常が発生した場合、出力圧力が変動することから、健全性確認方法としては妥当であると考えられる。
	減圧弁	減圧された圧力が出力されること。	減圧弁に異常が発生した場合、出力圧力が変動することから、健全性確認方法としては妥当であると考えられる。
	ダイヤフラム※1	ダイヤフラムに有意な変形、割れ等がないこと。	ダイヤフラムは高分子材料であり、試験後に有意な変形、割れ等がなければ、試験中（蒸気曝露中）も健全性に問題はないと考えられる。
ダンパ	ダンパオペレータ ※1	ポジションナに開度信号を入力し、ダンパオペレータが正常に動作すること。	ダンパオペレータ及びポジションナは空気式計装品であり、シール部品が健全であれば機能に問題ないと考えられる。このため、試験後の健全性に問題がなければ、シール部品であるピストンパッキン等に有意な変形、割れ等がなく、試験中（蒸気曝露中）においても健全性に問題はないと考えられる。
	ポジションナ ※1		
	ポジションスイッチ	開度信号に変化がないこと。	ポジションスイッチに短絡、地絡が発生した場合、開度信号に誤信号が発生することから、健全性確認方法としては妥当であると考えられる。
	電磁弁	電磁弁を励磁した状態で、入出力圧力に相違のないこと。	電磁弁に異常が発生した場合、出力圧力が変動することから、健全性確認方法としては妥当であると考えられる。
	減圧弁	減圧された圧力が出力されること。	減圧弁に異常が発生した場合、出力圧力が変動することから、健全性確認方法としては妥当であると考えられる。
計器	伝送器	伝送器出力が正常であること。	伝送器に異常が発生した場合、出力信号が変動することから、健全性確認方法としては妥当であると考えられる。
	流量設定器	減圧された圧力が出力されること。	流量設定器に異常が発生した場合、出力圧力が変動することから、健全性確認方法としては妥当であると考えられる。
	温度スイッチ	設定温度のとおり接点出力されること。	温度スイッチに短絡や地絡が発生した場合、接点信号に誤信号が発生することから、健全性確認方法としては妥当であると考えられる。
現場盤	スイッチ、表示灯、端子台等	短絡、地絡等で機能喪失しないこと	現場盤の蒸気影響として盤内部品の短絡、地絡が想定されるため、通電状態を確認することで、健全性確認方法としては妥当であると考えられる。
モータケーブル接続部	高圧ケーブル接続部	絶縁抵抗を計測し、健全であることを確認する。	ケーブル接続部の蒸気影響として短絡、地絡が想定されるため、絶縁抵抗を測定することで、健全性確認方法としては妥当であると考えられる。
	低圧ケーブル接続部	絶縁抵抗を計測し、健全であることを確認する。	ケーブル接続部の蒸気影響として短絡、地絡が想定されるため、絶縁抵抗を測定することで、健全性確認方法としては妥当であると考えられる。
中継端子箱	端子台	短絡、地絡等がなく正常に通電できること。	端子台の蒸気影響として短絡、地絡が想定されるため、通電状態を確認することで、健全性確認方法としては妥当であると考えられる。

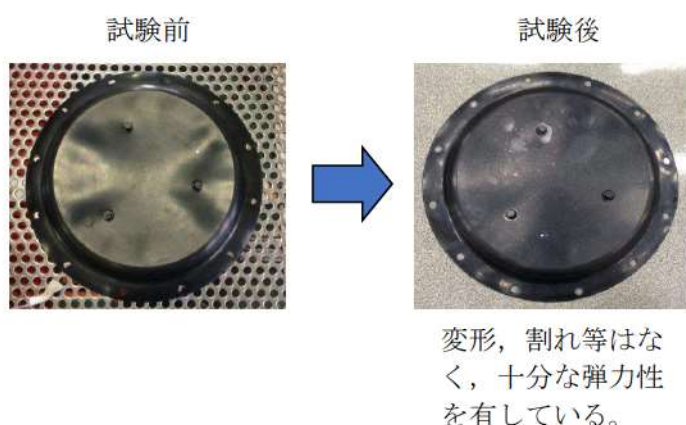
※1 試験後に健全性確認を実施

3. ダイアフラムの健全性について

空気作動弁のダイアフラムについては試験中（蒸気曝露中）に健全性を確認できず、試験後確認としたため、故障モード（変形、破損、硬化、軟化等）ごとに試験中に健全性確認をできなかったことへの影響を整理し、構成材料の物性等から蒸気環境下においても健全性に問題のないことを確認した。

表2 ダイアフラムの故障モードごとの評価

故障モード	試験後確認の可否		評価
変形	不可	試験中に発生した変形が、試験後に元の状態に戻る可能性がある。	ダイアフラムには変形を防ぐ基布が積層されているため、有意な変形は生じないと考えられる。
破損(割れ)	可	試験後にもその状態が残るため、確認可能である。	-
硬化	可	試験後にもその状態が残るため、確認可能である。	-
軟化	不可	試験中に発生した軟化が、試験後に元に戻る可能性がある。	ダイアフラムは高分子化合物である EPDM（EPゴム）及び NBR（ニトリルゴム）で構成されており、耐熱温度は、150℃と 130℃（日本規格協会）であるため、有意な軟化は生じないと考えられる。



耐熱温度
『ゴム材料選定のポイント』（日本規格協会）に記載された高温使用限界温度。この温度を超過しなければ、引張強さ、圧縮永久ひずみ等のゴムとしての特性に大きな変化はなく、必要な性能を有するものと考えられる。

図2 試験前後のダイアフラムの状態

4. ダンパオペレータ及びポジションナの健全性について

ダンパオペレータ及びポジションナについても、ダイヤフラムと同様の評価を実施し、想定される蒸気環境下においてもダンパオペレータ及びポジションナの健全性に問題はないことを確認した。

表3 ダンパオペレータ及びポジションナの故障モードごとの評価

故障モード	試験後確認の可否	評価
エア漏れ (シール 部品の 変形)	不可	試験中に発生したシール部品の変形が、試験後に元の状態に戻る可能性がある。
エア漏れ (シール 部品の 破損)	可	試験後にもその状態が残るため、特性試験により確認可能である。
エア漏れ (シール 部品の 硬化)	可	試験後にもその状態が残るため、特性試験により確認可能である。
エア漏れ (シール 部品の 軟化)	不可	試験中に発生したシール部品の軟化が、試験後に元の状態に戻る可能性がある。
特性変化 (背圧影響 含む)	不可	試験中に発生した特性変化が、試験後に健全な状態に戻る可能性がある。 ダンパは開度信号を受けて、常に適切な開度となるようフィードバック制御されているため、有意な特性変化は生じないと考えられる。 また、背圧（発生蒸気による環境圧力）の上昇は制御用空気圧力と比較して十分小さく、ダンパの動作への影響はないと、考えられる。

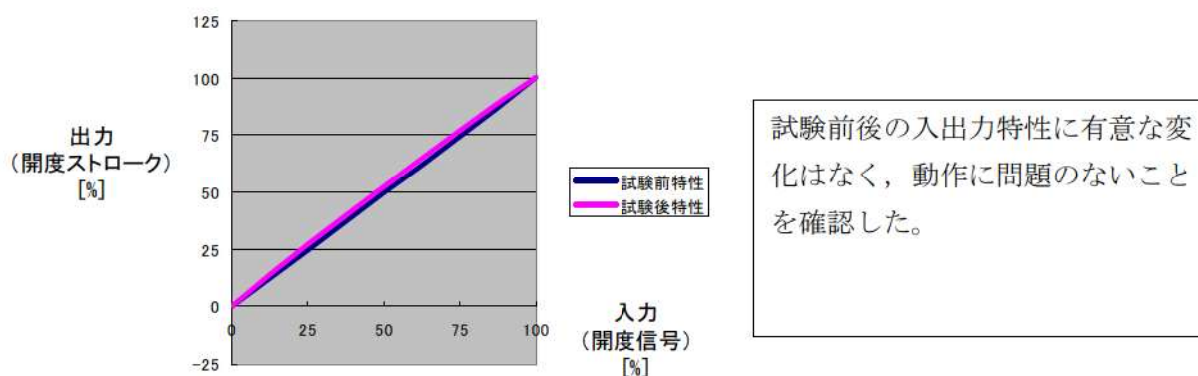


図3 ダンパオペレータ及びポジションナの試験特性

IV. モータの耐蒸気性能評価について

防護対象設備のうちモータについては、他の電気計装品と異なり、大きさや構成部品の種類の多さから試験による確認が困難であるため、構成部品ごとの評価により、想定される蒸気環境下における健全性を評価した。

1. 評価フロー

モータの耐蒸気性能評価は、図1に示すフローにしたがって評価した。

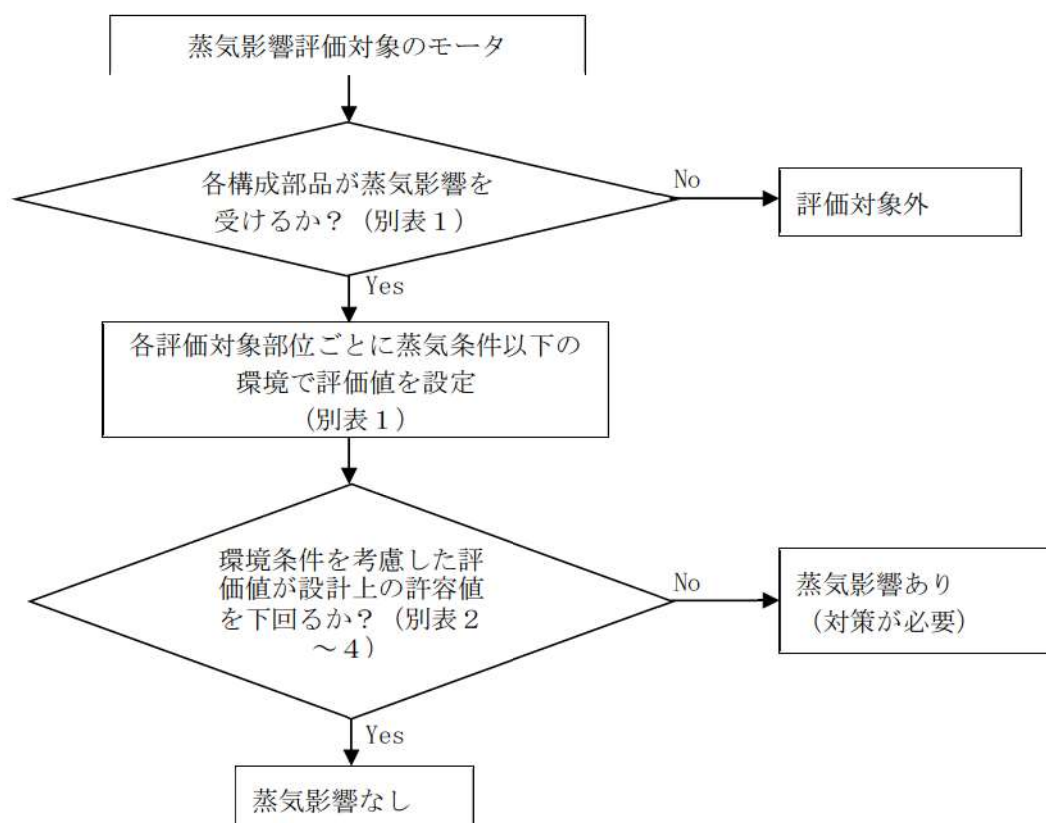


図1 モータの耐蒸気性能評価フロー

2. モータの評価対象部位

モータの機能維持に必要な構成部品並びにそれらの機能及び詳細評価の要否を別表1に示す。別表1のとおり、評価が必要となる構成部品は、固定子コイル及び軸受（潤滑油、グリスを含む）である。

3. 評価対象モータ

表1に、蒸気影響評価が必要なモータと環境解析における温度及び湿度の一覧を示す。

表 1 耐蒸気性能評価対象モータ

名称	温度 [°C]	湿度 [%]	備考
充てんポンプ	53	51	A, B, Cの最大を記載
使用済燃料ピットポンプ	51	45	A及びB同条件
安全補機開閉器室給気ファン	77	96	A及びB同条件
ほう酸ポンプ	58	57	A及びB同条件
蓄電池室排気ファン	80	85	A及びB同条件
中央制御室給気ファン	80	85	A及びB同条件
中央制御室循環ファン	90	90	A及びB同条件
燃料取替用水ポンプ	81	100	A及びB同条件
アニュラス空気浄化ファン	78	100	A及びB同条件
中央制御室非常用循環ファン	90	90	A及びB同条件
非管理区域空調機械室電気ヒータ送風機	77	96	A, B, C及びD同条件

4. 評価結果

(1) 固定子コイル

蒸気環境下における温度に、通電による温度上昇を加算した値が、設計上の許容温度以下であることを確認した。

各モータの評価結果は別表 2 のとおりである。

(2) 軸受

蒸気環境下における温度に、摩擦による温度上昇を加算した値が、設計上の許容温度以下であることを確認した。

各モータの評価結果は別表 3 のとおりである。

(3) 潤滑油, グリス

蒸気環境下における温度に、摩擦による温度上昇を加算した値が、設計上の許容温度以下であることを確認した。

各モータの評価結果は別表 4 のとおりである。

以上の評価により、評価対象のすべてのモータについて、溢水による蒸気環境下においても機能維持できることを確認した。

モータの評価対象部位

構成部品 大分類	構成部品 小分類	機能	蒸気条件下における機能維持	詳細評価 要否	
				温度	湿度
固定子	フレーム	電動機の外殻を構成し、構造上の強度を持つ。	鋼板製であり、蒸気環境下においても機能を維持する。	温度	否
	珪素鋼板	内周にスロットを設けてコイルを収納し、発生した磁束を通す。	鋼板製であり、蒸気環境下においても機能を維持する。	湿度	否
	固定子 コイル	電流を流すことで磁束を発生させる。対地間及び相間に必要な絶縁性能を持つ。	熱的影響により絶縁破壊の可能性があるため、詳細に評価する。 絶縁物は含浸処理されており、湿度影響はない。	温度	要
	軸	負荷側へトルクを伝達する。	鋼製であり、蒸気条件下においても機能を維持する。	湿度	否
回転子	珪素鋼板	外周にスロットを設けて回転子バレーを収納し、発生した磁束を通す。	鋼板製であり、蒸気条件下においても機能を維持する。	温度	否
	回転子 バレー	二次電流を流し、トルクを発生させる。	鋼板製であり、蒸気条件下においても機能を維持する。	湿度	否
	—	モータ回転子直結の風冷ファンにより、モータ本体へ送風する。	金属材料であり、蒸気条件下においても機能を維持する。	温度	否
軸受部	軸受	回転子の荷重を支持する。	熱的影響により荷重支持性能を損なう可能性があるため、詳細に評価する。 密封されており、湿度影響はない。	湿度	要
	潤滑油, グリス	軸受での摩擦損失を低減させる。	熱的影響により潤滑性能を損なう可能性があるため、詳細に評価する。 密封されており、湿度影響はない。	温度	要
				湿度	否

固定子コイルの評価結果

名称	絶縁種別	環境温度 (解析値) [°C]	通電による温度上昇 (評価に用いる値) [°C] ※1	評価温度 [°C]	許容温度 [°C] ※2	判定
	—	(A)	(B)	(C)=(A)+(B)	(D)	(C) ≤ (D) か?
充てんポンプモータ	F種	53	100	153	250	○
使用済燃料ピットポンプモータ	F種	51	100	151	250	○
安全補機開閉器室給気ファンモータ	F種	77	100	177	250	○
ほう酸ポンプモータ	F種	58	100	158	250	○
蓄電池室排気ファンモータ	F種	80	100	180	250	○
中央制御室給気ファンモータ	F種	80	100	180	250	○
中央制御室循環ファンモータ	F種	90	100	190	250	○
燃料取替用水ポンプモータ	F種	81	100	181	250	○
アニュラス空気浄化ファンモータ	F種	78	100	178	250	○
中央制御室非常用循環ファンモータ	F種	90	100	190	250	○
非管理区域空調機械室電気ヒータ送風機モータ	H種	77	30	107	180※3	○

※1 通電による温度上昇は設計上の温度上昇限度値。

※2 許容値はメーカーの試験により絶縁性能が確認されている短時間耐熱温度。

※3 JIS C 4003 にて規定された耐熱クラスによる温度。

軸受の評価結果

名称	軸受 種別	環境温度 (解析値) [°C]	摩擦による 温度上昇 (実測値) [°C]	評価温度 [°C]	許容温度 [°C] ※1	判定
		(A)	(B)	(C)=(A)+(B)	(D)	(C) ≤ (D) か?
充てんポンプモータ	転がり 軸受	53	40.3	93.3	150	○
使用済燃料ピットポンプ モータ	転がり 軸受	51	48	99	150	○
安全補機開閉器室給気 ファンモータ	転がり 軸受	77	49	126	150	○
ほう酸ポンプモータ	転がり 軸受	58	48	106	150	○
蓄電池室排気ファンモータ	転がり 軸受	80	46	126	150	○
中央制御室給気ファン モータ	転がり 軸受	80	40.5	120.5	150	○
中央制御室循環ファン モータ	転がり 軸受	90	43.5	133.5	150	○
燃料取替用水ポンプモータ	転がり 軸受	81	50.5	131.5	150	○
アニュラス空気浄化ファン モータ	転がり 軸受	78	44	122	150	○
中央制御室非常用循環 ファンモータ	転がり 軸受	90	46	136	150	○
非管理区域空調機械室電気 ヒータ送風機モータ	転がり 軸受	77	40 ^{※2}	117	150	○

※1 許容値は、基本定格荷重を支持して定格寿命まで使用できるメーカー設計値。

※2 保守的な設計値であり実測値は本値以下。

潤滑油、グリスの評価結果

名称	種別	環境温度 (解析値) [°C]	摩擦による 温度上昇 (実測値) [°C]	評価温度 [°C]	許容温度 [°C] ※1	判定
		(A)	(B)	(C)=(A)+(B)	(D)	(C) ≤ (D) か?
充電ポンプモータ	潤滑油	53	40.3	93.3	150	○
使用済燃料ピットポンプモータ	グリス	51	48	99	185	○
安全補機閉閉器室給気ファンモータ	グリス	77	49	126	185	○
ほう酸ポンプモータ	グリス	58	48	106	185	○
蓄電池室排気ファンモータ	グリス	80	46	126	185	○
中央制御室給気ファンモータ	グリス	80	40.5	120.5	185	○
中央制御室循環ファンモータ	グリス	90	43.5	133.5	185	○
燃料取替用水ポンプモータ	グリス	81	50.5	131.5	185	○
アニュラス空気浄化ファンモータ	グリス	78	44	122	185	○
中央制御室非常用循環ファンモータ	グリス	90	46	136	185	○
非管理区域空調機械室電気ヒータ送風機モータ	グリス	77	40 ^{※2}	117	150	○

※1 許容温度の考えは以下のとおり。

潤滑油：短時間劣化を生じないことが試験で確認されている温度。

グリス：粘性を維持できる（グリスが流動状態とならない）温度。

※2 保守的な設計値であり実測値は本値以下。

V. メタルクラッドスイッチギヤの蒸気影響について

防護対象設備である電気品については、設備本体の健全性だけでなく、電源を供給する開閉器類（メタルクラッドスイッチギヤ等）及び電路であるケーブルも含めて健全性を確認している。具体的には以下のとおりである。

1. 開閉器類（メタルクラッドスイッチギヤ等）

設置場所は、安全補機開閉器室であり、蒸気配管のないことを確認している。また、安全補機開閉器室は他の区画と区画分離されていることから、他の区画において発生した蒸気による影響はない。

2. ケーブル

ケーブルについては、複数の区画を経由することから、蒸気影響を想定した評価を実施している。具体的には、120℃の蒸気影響環境下においても健全性が確保されることを、試験において確認している。

ケーブルの耐蒸気性能試験の概要を以降に示す。

(1) 試験内容

ケーブル及びケーブル接続部を 120℃の蒸気環境（120℃ 40 分+100℃ 20 分）に晒し、問題なく通電できることを確認する。



図1 供試体写真

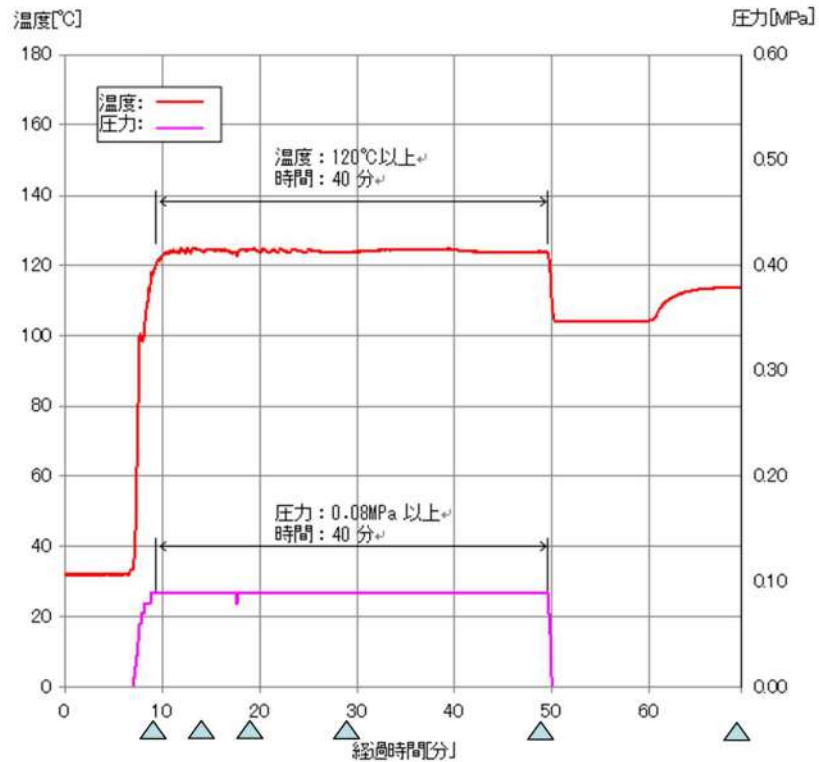


図2 試験プロファイル (▲は絶縁抵抗測定)

(2) 試験結果

試験中は連続通電し、短絡及び地絡のないことを確認した。

また、試験開始直後、5分後、10分後、20分後、40分後、60分後に絶縁抵抗測定を実施し、有意な絶縁低下がないことを確認した。

(測定値はすべて100MΩ以上であった。)

VI. 電気ヒータの耐蒸気性能評価について

防護対象設備のうち非管理区域空調機械室電気ヒータ（以下、「電気ヒータ」という）については、他の電気計装品と異なり、大きさや構成部品の種類の多さから試験による確認が困難であるため、構成部品ごとの評価により、想定される蒸気環境下における健全性を評価した。

1. 評価フロー

電気ヒータの耐蒸気性能評価は、図1に示すフローにしたがって評価した。

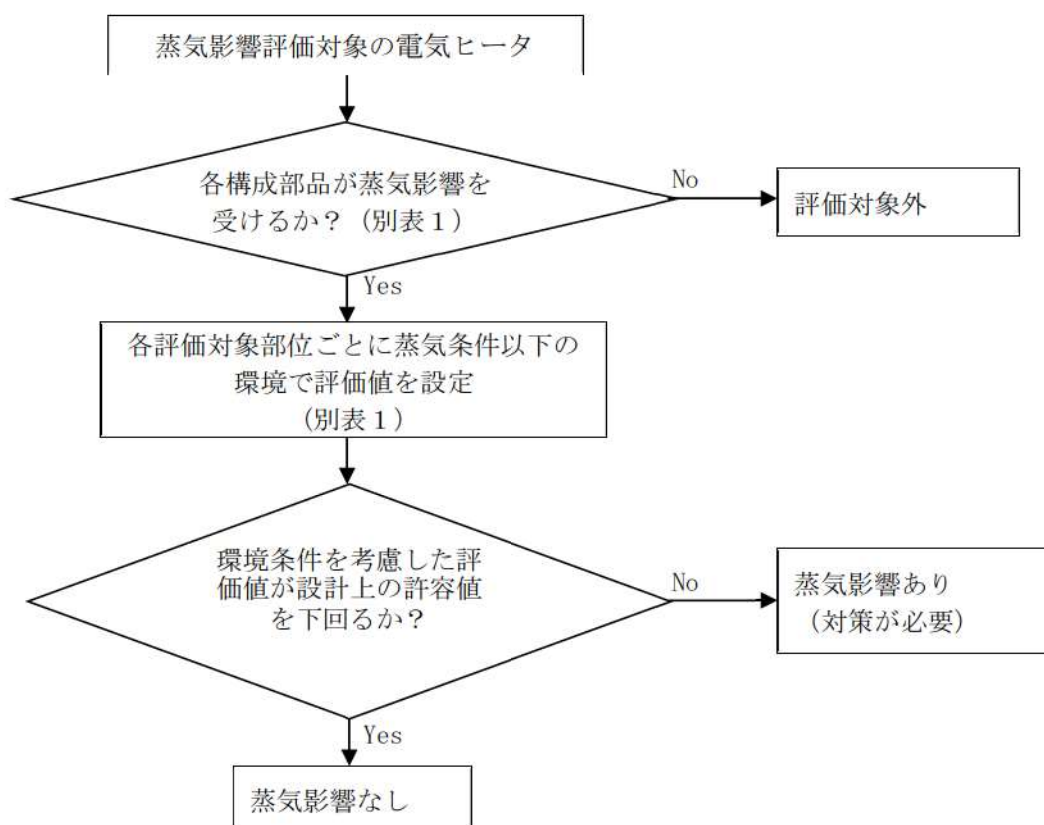


図1 電気ヒータの耐蒸気性能評価フロー

2. 電気ヒータの評価対象部位

電気ヒータの機能維持に必要な構成部品並びにそれらの機能及び詳細評価の要否を別表1に示す。別表1のとおり、評価が必要となる構成部品は、端子台及び送風機モータである。

3. 評価結果

(1) 端子台

「Ⅱ. 各試験対象設備の耐蒸気性能試験結果」の中継端子箱と同様な構成部品のため、本試験結果で問題ないことを確認した。

(2) 送風機モータ

「Ⅳ. モータの耐蒸気性能評価について」にて固定子コイル、軸受、グリスに対して評価を実施した結果、蒸気環境下における温度に、通電や摩擦による温度上昇を加算した値が、設計上の許容温度以下であることを確認した。上記の評価により、送風機モータの耐蒸気性能は確認できたものの、電気ヒータの構成部品のうち送風機モータのみ蒸気暴露試験による健全性を確認していないことを踏まえ、更なる信頼性確保の観点で送風機モータに対して蒸気の直接噴射による蒸気暴露試験を行うこととした。試験結果を参考資料に示す。

以上の評価により、評価対象の電気ヒータについて、溢水による蒸気環境下においても機能維持できることを確認した。

電気ヒータの評価対象部位

構成部品		機能	蒸気条件下における機能維持	詳細評価 要否	
大分類	小分類			温度	湿度
中継端子箱	端子台	通電する機能。	短絡，地絡が想定されるため，通電状態を確認する。	温度	要
				湿度	要
ケーシング	架台	電気ヒータの外殻を構成し，構造上の強度を持つ。	金属製（炭素鋼）であり，蒸気環境下においても機能を維持する。	温度	否
	ケース			湿度	否
ヒータ	—	通電により発熱する機能。	金属製（ステンレス）であり，蒸気環境下においても機能を維持する。	温度	否
				湿度	否
バイメタルサーモ※	—	温度による接点開閉動作を行い，過加熱を防止する。	・金属製（バイメタル）であり，蒸気環境下においても機能を維持する。 ・シリコンゴム製であり十分に耐熱性があるため，蒸気環境下においても機能を維持する。	温度	否
				湿度	否
絶縁ブッシュ	—	絶縁する機能。	シリコンゴム製であり十分に耐熱性があるため，蒸気環境下においても機能を維持する。	温度	否
				湿度	否
送風機モータ	—	「IV. モータの耐蒸気性能評価について」参照 (蒸気の直接噴射による蒸気暴露試験の結果は参考資料参照)			

※ 防護対象設備「3A～D-非管理区域空調機器室電気ヒータ出口空気温度（2）」と同一である。

送風機モータの蒸気の直接噴射による蒸気暴露試験について

防護対象設備のうち非管理区域空調機械室電気ヒータ（以下、「電気ヒータ」という）は、机上評価にて蒸気環境下においても機能維持できることを確認している。

電気ヒータの机上評価では、構成部品ごとに健全性を確認したが、構成部品のうち詳細評価が必要な送風機モータについては、他のモータ同様、机上評価において耐蒸気性能を有しており健全性に問題はないことを確認したものの、実際の蒸気に暴露する試験を行っていないため、蒸気の直接噴射による蒸気暴露試験を行って健全性確認を実施し、その後、電気ヒータを動作させて機能維持できることを確認した。

1. 蒸気の直接噴射による蒸気暴露試験

(1) 試験対象設備

試験対象設備は、3 A-非管理区域空調機械室電気ヒータとし、直接噴射箇所を電気ヒータに内蔵されている送風機モータとした。

(2) 試験方法

防護対象設備が晒される環境条件を考慮し、図1に示す試験温度プロファイルで電気ヒータの送風機モータに蒸気を当てたのちに健全性確認を実施した。その後、電気ヒータを動作させて機能維持できることを確認した。なお、試験温度プロファイルの考え方は「I. 耐蒸気性能試験の評価及び机上評価の概要について」の「1. 耐蒸気性能試験（2）試験方法」と同様である。

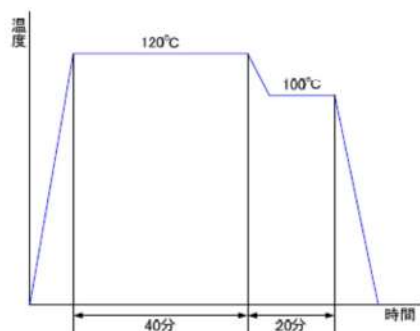


図1 試験温度プロファイル

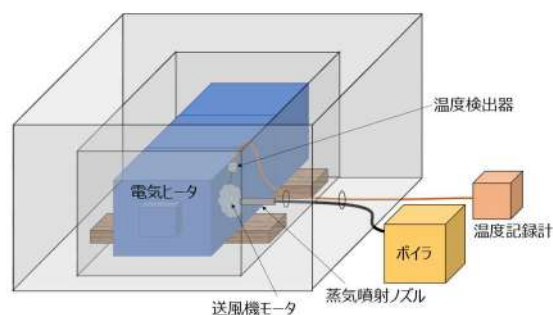


図2 蒸気の直接噴射による蒸気暴露試験イメージ図

蒸気の直接噴射による蒸気暴露試験装置を用いた試験方法は次のとおりである。

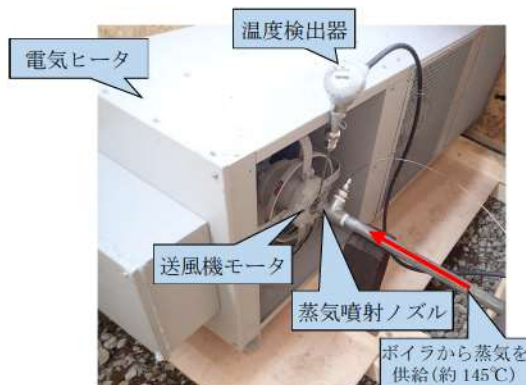
- ・電気ヒータの中で蒸気の影響を受けやすい構成部品（送風機モータ）を抽出
- ・蒸気暴露試験装置は、試験体全体を覆って蒸気暴露するように考慮

- ・ 蒸気の噴射位置は、高エネルギー配管破損想定箇所と電気ヒータ間で一番近接している距離よりも更に近づけた状態として保守性を考慮
- ・ 送風機モータの反負荷側に蒸気を直接噴射し、蒸気曝露後に絶縁抵抗の測定や電気ヒータそのものの実動作により健全性を確認

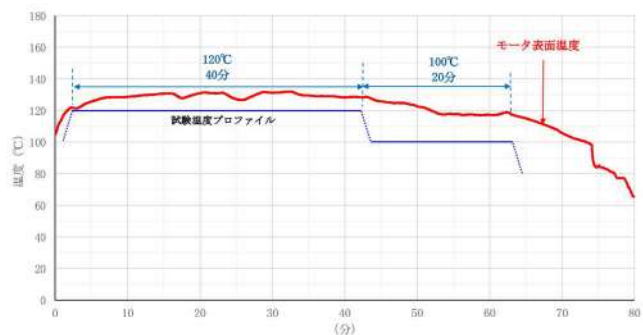
(3) 送風機モータの蒸気暴露試験

送風機モータに蒸気を直接噴射させ、送風機モータ表面温度が 120℃となる環境（120℃40 分＋100℃20 分）に晒す。

試験後、送風機モータの絶縁抵抗を測定し、短絡、地絡等がなく正常に通電できることを確認する。あわせて、その後に実際に電気ヒータを動作させて、正常に動作することを確認する。



電気ヒータ及び送風機モータ写真



	内容	結果
試験後*	絶縁抵抗を測定し、健全であることを確認する。	良
	電気ヒータを動作させ、正常に動作することを確認する。	

※ 電気ヒータは試験中の健全性を確認せず、試験後確認としている。これは、電気ヒータが通常 10℃で動作、20℃で動作オフとなるため、電気ヒータ近傍で蒸気噴出した場合、電気ヒータはオフとなり、室温を維持するための機能が必要ない状態になるためである。電気ヒータは周辺温度が低下し 10℃以下になった場合に室温を維持するための機能が必要となることから、試験後に通電して正常に動作すれば健全性に問題はない。

図3 蒸気の直接噴射による蒸気暴露試験結果

(4) 試験結果

送風機モータは 120℃の耐蒸気性能を有することを確認した。また、電気ヒータについては機能維持できることを確認した。

配管破損箇所と防護対象設備との位置関係による影響について

GOTHIC コードを用いた蒸気拡散解析では、破損箇所から蒸気は解析区画内に均一に広がり、同一解析区画内での任意の位置における温度は平均になるとしている。

一方、実際には配管破損位置からごく近傍は漏えい蒸気の直接噴射による防護対象設備への影響が考えられるため、本資料では、想定破損における蒸気影響評価にて評価対象としている高エネルギー配管（抽出配管，補助蒸気系配管）と防護対象設備との位置関係を確認した。

次に、漏えい蒸気の直接噴射による影響を評価するため、噴流工学における乱流／軸対称円形噴流のフローモデルを参考に、配管破損位置からの距離と衝突荷重及び蒸気温度の関係を算出した。

具体的には、図 1 のように蒸気が配管破損口から 10° の拡がり角度をもって円錐状に噴出するものとし、配管破損口からの距離における衝突荷重に対応する飽和温度を算出した。また、保守的に蒸気漏えい時の配管から放出されるエネルギーが周囲空気の界面でも減衰せずに伝播することとした。その結果を表 1 に示す。

なお、この手法は、蒸気が漏えい箇所から離れるにつれ冷えることによる凝縮，又はサブクール水が大気圧下へ漏えいする際の蒸発といった事象を含む場合に対しても問題なく使用できることから、単相，二相流に関係なく評価ができる。

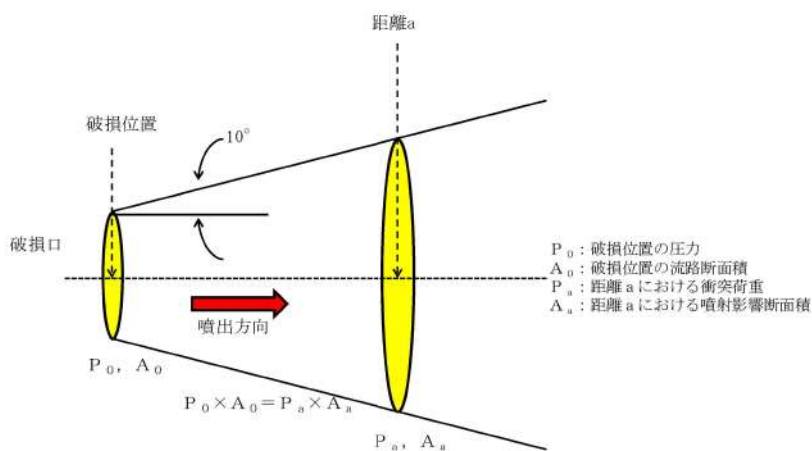


図 1 直接噴射による影響評価図

表 1 配管破損箇所からの距離と衝突荷重及び蒸気温度の関係

対象 配管	配管径	破損形態	離隔距離 0m		離隔距離 1m		離隔距離 2m		離隔距離 3m	
			荷重※ ¹ (MPa)	温度※ ¹ (°C)	荷重 (MPa)	温度※ ² (°C)	荷重 (MPa)	温度※ ² (°C)	荷重 (MPa)	温度※ ² (°C)
抽出 配管	3/4B	完全全周破断	2.40	146	0.009	103	0.002	101	0.001	101
	2B	完全全周破断	2.40	146	0.036	109	0.011	103	0.005	102
	3B	完全全周破断	2.40	146	0.084	118	0.025	107	0.012	104
補助 蒸気 系 配管	3/4B	完全全周破断	0.69	170	0.002	101	0.001	101	0.000	100
	1B	完全全周破断	0.69	170	0.004	102	0.001	101	0.000	100
	1・1/2B	完全全周破断	0.69	170	0.008	103	0.002	101	0.001	101
	1・1/2B	1/4Dt 貫通クラック	0.69	170	0.000	100	0.000	100	0.000	100
	2B	1/4Dt 貫通クラック	0.69	170	0.000	100	0.000	100	0.000	100
	2・1/2B	1/4Dt 貫通クラック	0.69	170	0.001	101	0.000	100	0.000	100
	3B	1/4Dt 貫通クラック	0.69	170	0.001	101	0.000	100	0.000	100
	4B	1/4Dt 貫通クラック	0.69	170	0.001	101	0.000	100	0.000	100
	6B	1/4Dt 貫通クラック	0.69	170	0.002	101	0.000	10X	0.000	100
8B	1/4Dt 貫通クラック	0.69	170	0.003	101	0.001	101	0.000	100	

※1 荷重と温度は、系統の内圧及び温度とした

※2 温度は荷重に対する飽和温度とした

※3 赤色枠 は、系統内で最も厳しくなる評価条件

評価では系統ごとに最も評価条件が厳しくなる表 1 の配管径及び破損形態の配管が破損する条件で代表させて評価を行った。

直接噴射による影響を考慮する必要があるのは、蒸気影響評価にて評価対象としている高エネルギー配管（抽出配管、補助蒸気系配管）と防護対象設備が同一区画に設置されているパターン 1※の 10 区画であり、評価した結果を表 2 に示す。

※ パターンは、補足説明資料 20「Ⅲ. 蒸気拡散解析における解析区画の分割による影響について」にまとめている。また、補足説明資料 20 別表 2 に、防護対象設備の評価パターンを示す。

表 2 直接噴射による影響の評価結果一覧表 (1/2)

対象配管	破損区画	防護対象設備名称	機器番号	離隔距離	荷重 (MPa)	温度 ^{*1} (°C)	確認済耐環境温度 (°C)
抽出配管	Cf-31	3-充てんライン C/V 外側止め弁	3V-CS-175	3.5m	0.009	102	120
		3-充てんライン C/V 外側隔離弁	3V-CS-177	1.9m	0.028	107	120
		3-1次冷却材ポンプ封水戻りライン C/V 外側隔離弁	3V-CS-255	5m 以上	0.005	101	120
補助蒸気系配管	Bf-13	3-よう素除去薬品タンク 注入Aライン止め弁	3V-CP-054A	5m 以上	0.000	100	120
		3-よう素除去薬品タンク 注入Bライン止め弁	3V-CP-054B	5m 以上	0.000	100	120
	Cf-9	3-BA, WD および LD エバポ補機冷却水戻りライン 第1止め弁	3V-CC-351	3.3m	0.001	100	120
		3-BA, WD および LD エバポ補機冷却水戻りライン 第2止め弁	3V-CC-352	3.3m	0.001	100	120
	Cf-34	3-余剰抽出冷却器等補機冷却水 入口 C/V 外側隔離弁	3V-CC-422	4.6m	0.000	100	120
		3-余剰抽出冷却器等補機冷却水 出口 C/V 外側隔離弁	3V-CC-430	5m 以上	0.000	100	120
		3-1次冷却材ポンプ 補機冷却水入口止め弁	3V-CC-501	4.5m	0.000	100	120
		3-1次冷却材ポンプ 補機冷却水入口 C/V 外側隔離弁	3V-CC-503	5m 以上	0.000	100	120
		3-1次冷却材ポンプ 補機冷却水出口 C/V 外側隔離弁	3V-CC-528	5m 以上	0.000	100	120
	Ef-2	3A-蓄電池室排気ファン	3VSF31A	1.4m	0.004	101	120
		3B-蓄電池室排気ファン	3VSF31B	1.4m	0.004	101	120
		3A-中央制御室給気ファン	3VSF21A	3.9m	0.001	100	120
		3B-中央制御室給気ファン	3VSF21B	2.3m	0.002	100	120
		3A-非管理区域空調機器室内空気温度 (1)	3TS-2930	0.4m	0.035	109	120
		3A-非管理区域空調機器室内空気温度 (2)	3TS-2931	0.8m	0.011	103	120
		3B-非管理区域空調機器室内空気温度 (1)	3TS-2934	1.2m	0.005	101	120
		3B-非管理区域空調機器室内空気温度 (2)	3TS-2935	1.6m	0.003	101	120
		3C-非管理区域空調機器室内空気温度 (1)	3TS-2950	5m 以上	0.000	100	120
		3A-中央制御室給気ファン出口ダンパ	3D-VS-603A	1.7m	0.003	101	120
	3B-中央制御室給気ファン出口ダンパ	3D-VS-603B	1.3m	0.005	101	120	
Ef-3	3A-中央制御室外気取入風量調節ダンパ 流量設定器	3HC-2823	5m 以上	0.000	100	120	
	3B-中央制御室外気取入風量調節ダンパ 流量設定器	3HC-2824	5m 以上	0.000	100	120	
	3A-中央制御室循環風量調節ダンパ 流量設定器	3HC-2836	5m 以上	0.000	100	120	
	3B-中央制御室循環風量調節ダンパ 流量設定器	3HC-2837	5m 以上	0.000	100	120	
	3A-中央制御室事故時外気取入風量調節ダンパ流量設定器	3HC-2850	5m 以上	0.000	100	120	
	3B-中央制御室事故時外気取入風量調節ダンパ流量設定器	3HC-2851	5m 以上	0.000	100	120	
	3A-中央制御室非常用循環ファン出口空気流量	3FS-2867	4.0m	0.001	100	120	
3B-中央制御室非常用循環ファン出口空気流量	3FS-2868	5m 以上	0.000	100	120		

表 2 直接噴射による影響の評価結果一覧表 (2/2)

対象配管	破損区画	防護対象設備名称	機器番号	離隔距離	荷重 (MPa)	温度 ^{※1} (°C)	確認済耐環境温度 (°C)
補助蒸気系配管	Ef-3	3 A - 中央制御室給気ユニット冷水温度制御弁	3TCV-2827	2.1m	0.002	101	120
		3 B - 中央制御室給気ユニット冷水温度制御弁	3TCV-2828	5m 以上	0.000	100	120
		3 A - 中央制御室非常用循環ファン入口ダンパ	3D-VS-602A	5m 以上	0.000	100	120
		3 B - 中央制御室非常用循環ファン入口ダンパ	3D-VS-602B	5m 以上	0.000	100	120
		3 A - 中央制御室循環ファン入口ダンパ	3D-VS-604A	2.2m	0.002	100	120
		3 B - 中央制御室循環ファン入口ダンパ	3D-VS-604B	3.9m	0.001	100	120
		3 A - 中央制御室外気取入風量調節ダンパ	3HCD-2823	1.5m	0.004	101	120
		3 B - 中央制御室外気取入風量調節ダンパ	3HCD-2824	5m 以上	0.000	100	120
		3 A - 中央制御室循環風量調節ダンパ	3HCD-2836	0.7m	0.014	104	120
		3 B - 中央制御室循環風量調節ダンパ	3HCD-2837	5m 以上	0.000	100	120
		3 A - 中央制御室事故時外気取入風量調節ダンパ	3HCD-2850	5m 以上	0.000	100	120
		3 B - 中央制御室事故時外気取入風量調節ダンパ	3HCD-2851	5m 以上	0.000	100	120
		3 A - 中央制御室循環ファン	3VSF20A	2.2m	0.002	100	120
		3 B - 中央制御室循環ファン	3VSF20B	5m 以上	0.000	100	120
		3 A - 中央制御室非常用循環ファン	3VSF22A	4.2m	0.001	100	120
		3 B - 中央制御室非常用循環ファン	3VSF22B	5m 以上	0.000	100	120
	Ef-4	3 A - 非管理区域空調機器室電気ヒータ (3VSE2A) 出口空気温度 (2)	3TS-2933	0.1m	0.200	134	120
		3 B - 非管理区域空調機器室電気ヒータ (3VSE2B) 出口空気温度 (2)	3TS-2937	3.6m	0.001	100	120
		3 C - 非管理区域空調機器室室内空気温度 (2)	3TS-2951	5m 以上	0.000	100	120
		3 C - 非管理区域空調機器室電気ヒータ (3VSE2C) 出口空気温度 (2)	3TS-2953	0.2m	0.094	119	120
		3 D - 非管理区域空調機器室室内空気温度 (1)	3TS-2954	5m 以上	0.000	100	120
		3 D - 非管理区域空調機器室電気ヒータ (3VSE2D) 出口空気温度 (2)	3TS-2957	3.5m	0.001	100	120
		3 A - 安全補機開閉器室給気ファン	3VSF27A	3.5m	0.001	100	120
		3 B - 安全補機開閉器室給気ファン	3VSF27B	2.9m	0.001	100	120
		3 A - 非管理区域空調機器室電気ヒータ	3VSE2A	0.1m	0.200	134	120
		3 B - 非管理区域空調機器室電気ヒータ	3VSE2B	3.6m	0.001	100	120
		3 C - 非管理区域空調機器室電気ヒータ	3VSE2C	0.2m	0.094	119	120
		3 D - 非管理区域空調機器室電気ヒータ	3VSE2D	3.5m	0.001	100	120
	Ef-5	3 D - 非管理区域空調機器室室内空気温度 (2)	3TS-2955	5m 以上	0.000	100	120
		3 A - 安全補機開閉器室給気ユニット冷水温度制御弁	3TCV-2774	2.0m	0.002	101	120
		3 B - 安全補機開閉器室給気ユニット冷水温度制御弁	3TCV-2775	4.7m	0.000	100	120
	Ff-6	3A, B-C/V 再循環ユニット補機冷却水入口 C/V 外側隔離弁	3V-CC-203A	5m 以上	0.000	100	120
		3 A - C/V 再循環ユニット補機冷却水出口 C/V 外側隔離弁	3V-CC-208A	3.2m	0.001	100	120
		3C, D-C/V 再循環ユニット補機冷却水出口 C/V 外側隔離弁	3V-CC-208B	4.0m	0.001	100	120
	Ff-8	3 A - 燃料取替用水ポンプ	3RFP1A	1.6m	0.003	101	120
		3 B - 燃料取替用水ポンプ	3RFP1B	0.9m	0.009	102	120
3 - 燃料取替用水ピット水位 (I)		3LT-1400	3.4m	0.001	100	120	
3 - 燃料取替用水ピット水位 (II)		3LT-1401	1.4m	0.004	101	120	

※1 温度は、荷重に対する飽和温度とした

防護対象設備は、耐蒸気性能試験により飽和蒸気 120℃、0.1MPa 下の蒸気環境に対する耐力を確認している。

3 A-非管理区域空調機器室電気ヒータ (図 1) 及び 3 A-非管理区域空調機器室電気ヒータ出口空気温度 (2) の評価温度 (134℃) は 120℃を上回っており、また、3 C-非管理区域空調機器室電気ヒータ及び 3 C-非管理区域空調機器室電気ヒータ出口空気温度 (2) の評価温度 (119℃) は 120℃に対し裕度がないため、離隔距離の精緻化及び近傍配管の配管径で詳細評価を行った。評価した結果を表 3 に示す。

表 3 3B 補助蒸気系配管の破損箇所からの距離と衝突荷重及び蒸気温度の評価結果
(破損形状：1/4Dt 貫通クラック)

対象配管	破損区画	防護対象設備名称	機器番号	離隔 ^{※1} 距離	荷重 (MPa)	温度 ^{※2} (°C)	確認済耐環境温度 (°C)
補助蒸気系配管	Ef-4	3 A-非管理区域空調機器室電気ヒータ (3VSE2A) 出口空気温度 (2)	3TS-2933	0.20m	0.014	104	120
		3 C-非管理区域空調機器室電気ヒータ (3VSE2C) 出口空気温度 (2)	3TS-2953	0.30m	0.007	102	120
		3 A-非管理区域空調機器室電気ヒータ	3VSE2A	0.20m	0.014	104	120
		3 C-非管理区域空調機器室電気ヒータ	3VSE2C	0.30m	0.007	102	120

※1 離隔距離は、配管表面 (保温材除く) から防護対象設備表面までの距離とした

※2 温度は、荷重に対する飽和温度とした

蒸気評価配管の近傍にある防護対象設備については、表 2, 3 で確認したとおり、耐蒸気性能試験により確認した温度、圧力を下回っていることから、漏えい蒸気の直接噴射による防護対象設備への影響はないことを確認した。

また、GOTHIC コードを用いた蒸気拡散解析で、比較的ピーク温度が高い区画で 100℃程度であることを確認しているが、本評価により、配管近傍について、より保守的に直接噴射による影響を考えた場合でも 120℃以内に収まっていることが確認できた。

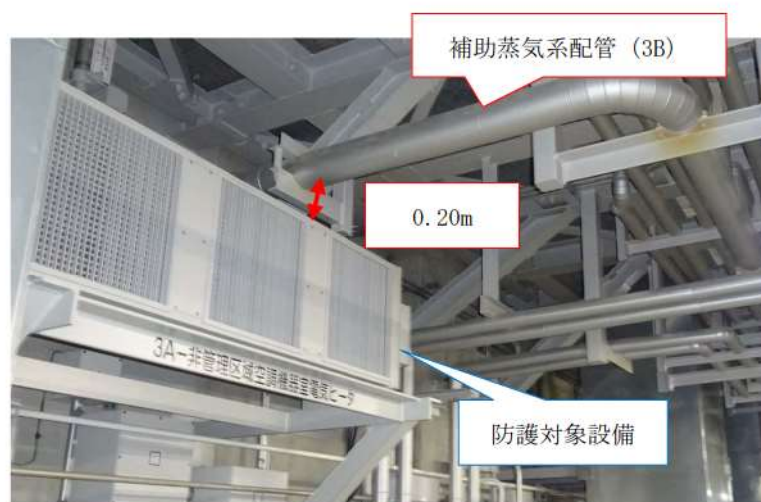


図 1 補助蒸気系配管と 3 A-非管理区域空調機器室電気ヒータとの位置関係

補助蒸気系の耐震強度評価及び貫通クラックの大きさについて

本資料は、補助蒸気系配管の耐震強度評価及び貫通クラックの大きさについてまとめたものである。

I. では補助蒸気系配管の耐震強度評価について、II. では補助蒸気系配管の貫通クラックの大きさについて記載する。

I. 補助蒸気系配管の耐震強度評価について

1. 概要

原子炉建屋、原子炉補助建屋に敷設されている補助蒸気系配管（高エネルギー配管）による溢水（蒸気）影響評価においては、溢水ガイド附属書Aのうち流体を内包する配管の破損による溢水の詳細評価手法に従い配管の応力評価を実施、その評価結果に基づき想定する破損形状を設定して評価している。

2. 破損形状の評価フロー

破損形状の評価フローについては、添付資料 13 図 1 と同じである。

II. 補助蒸気系配管の貫通クラックの大きさについて

蒸気影響評価において、完全全周破断を想定しない 25A(1B) を超える補助蒸気配管（ターミナルエンド部を除く）については、応力評価により破損形状を貫通クラックとし、クラックの大きさを $1/4Dt$ としている。

以下は、クラックの大きさを $1/4Dt$ とした根拠を記載したものである。

貫通クラックの大きさの決定に当たっては、溢水ガイドの 2.1.1 で配管内径の $1/2$ の長さで配管肉厚の $1/2$ の幅を有する貫通クラックを「（以下「貫通クラック」という）」と定義していることから、附属書Aの 2.2.1 に記載された高エネルギー配管の「貫通クラック」もその定義にしたがうことができると解釈した。

また、 $1/4Dt$ 貫通クラックの開口面積が保守的であるかについては、例えば、以下のような破壊力学的な亀裂進展解析に基づく亀裂の大きさと比較することが考えられる。

- ① 高エネルギー配管の代表として、1次冷却材圧力バウンダリ配管（SUS 配管）、主蒸気・主給水管（炭素鋼管）について考察する。
- ② 配管の内面に UT の検出限界に相当する周方向欠陥を仮定する。

- ③ 配管の通常運転時に作用する応力を欠陥に加え、亀裂進展解析を行うと、SUS 配管では配管肉厚の5倍の長さの、炭素鋼管では6.5倍の長さの周方向亀裂が貫通する。(より、スケジュールの小さな配管に関しては、より、亀裂長さは小さくなる方向となる)
- ④ 貫通亀裂の亀裂安定性解析を行い、亀裂に安定限界応力が加わった時の開口面積を求める。

表 1 ステンレス鋼管，炭素鋼管の例

ステンレス鋼管

呼び径 (B)	1 1/2	2	2 1/2	3	4	5	6	8	10	12	14	16
外径 (mm)	48.6	60.5	76.3	89.1	114.3	139.8	165.2	216.3	267.4	318.5	355.6	406.4
内径 D (mm)	34.4	43.1	57.3	66.9	87.3	108.0	128.8	170.3	210.2	251.9	284.2	325.4
厚さ t (mm)	7.1	8.7	9.5	11.1	13.5	15.9	18.2	23.0	28.6	33.3	35.7	40.5
想定亀裂角度 2θ (度)	136.4	127.4	115.4	108.2	96.9	87.2	81.0	77.4	78.0	75.7	72.0	71.3
安定限界応力 Pf/Sm	0.90	1.03	1.23	1.35	1.54	1.72	1.83	1.89	1.88	1.93	2.00	2.01
貫通クラックの開口面積 1/40t (mm ²)	62	94	137	136	295	430	587	980	1503	2098	2537	3295
安定限界応力による開口面積 (mm ²)	45	66	104	131	187	243	297	467	724	996	1135	1452

炭素鋼管

呼び径 (B)	16	28	28	30	32	34
外径 (mm)	406.4	711.2	711.2	762.0	812.8	863.6
内径 D (mm)	363.6	649.2	643.2	696.0	736.8	781.6
厚さ t (mm)	21.4	31.0	34.0	33.0	38.0	41.0
想定亀裂角度 2θ (度)	43.8	76.4	76.1	75.4	70.7	68.5
安定限界応力 Pf/Sm	2.06	1.60	1.60	1.61	1.69	1.73
貫通クラックの開口面積 1/40t (mm ²)	1946	5032	5468	5742	7000	8012
安定限界応力による開口面積 (mm ²)	300	1854	1808	2056	2082	2229

以上のような評価は、溢水ガイド附属書Aで参考になっている JSME SND1-2002 (配管破損防護設計規格) において検討されており、同規格ではこれにさらに安全側の余裕を加味した亀裂開口面積が記載されている。

同規格に記載された安定限界応力による開口面積と 1/40t 貫通クラックの大きさを比較すると、表 1 のように 1/40t 貫通クラックが大きい結果となる。このことから、貫通クラックの大きさは亀裂の開口面積としては保守的な大きさといえ、妥当であると考えている。

補助蒸気系隔離時のドレンの処置について

本資料は、蒸気漏えい検知システムによって自動隔離された補助蒸気系の配管内に残留するドレンの処置等について記載したものである。

1. 蒸気ドレンの処置

補助蒸気系の配管の想定破損で補助蒸気しゃ断弁が自動閉止すると、補助蒸気への蒸気供給が停止する。その後、停止までに供給されていた蒸気の一部は凝縮してドレンとなり、ほとんどはスチームコンバータ給水系に回収され、一部は配管に残留することになる。よって、補助蒸気系を復旧する場合は、蒸気と配管内の残留ドレンによって配管のハンマリングを起こさないように、運転手順書に定めたとおり、ドレンを完全に排出してからウォーミングを実施する。

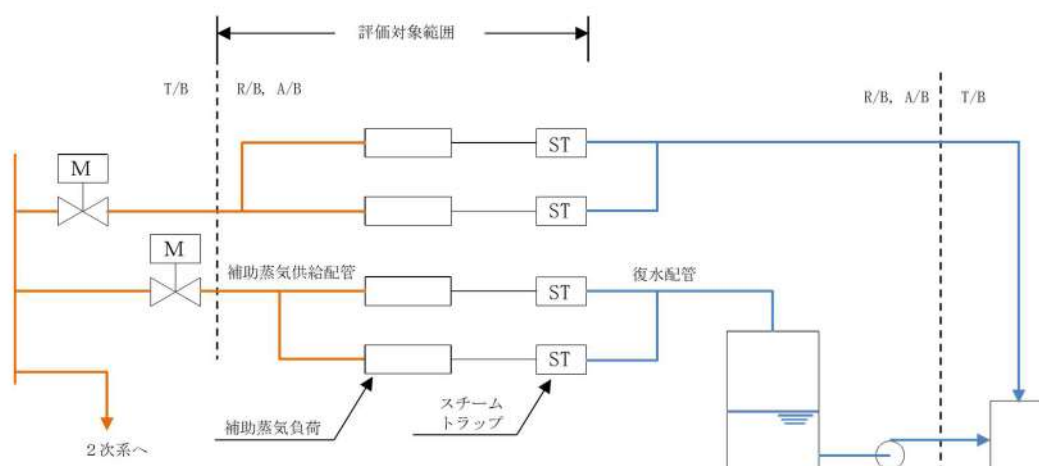


図1 補助蒸気系概要図

抽出配管の漏えい時の放射線影響について

抽出配管の漏えいは、1次冷却材が直接漏えいすることから、防護対象設備に対する放射線影響を以下のとおり評価した。

1. 評価方法

抽出配管が完全全周破断し、漏えいした1次冷却材中の放射性物質全量が気相部へと移行するものとした。また、放射性物質は、瞬時に抽出配管から原子炉建屋の同一階層上の対象区画に均一に拡散すると仮定した。

評価においては、対象区画体積を全球で模擬し、中心を評価点とした。また、評価期間は1ヶ月間とし、時間による減衰を考慮した。

2. 主要な評価条件

評価に用いた主要な条件を表1に示す。

表1 主要な評価条件

項目	パラメータ	備考
漏えい水の放射能濃度	1次冷却材中放射能濃度	平常時被ばくで用いる値
流出量	45m ³	当該配管の完全全周破断を想定した内部溢水評価流出量
線量評価時の自由体積	3,100m ³	原子炉建屋 T.P. 17.8m の管理区域内の一部体積（保守的な評価とするため他建屋及びフロア間の拡散は考慮しない）

3. 評価結果

評価の結果、1ヶ月の積算線量は約4Gyとなった。対象の防護対象設備（伝送器）の耐放射線性は100Gyであり、本評価は1ヶ月間漏えい対策を講じないと仮定する等、非常に保守的な評価であることから、機能維持に問題のないことを確認した。

当該の伝送器の耐放射線性100Gyは、照射試験により耐力を確認した値である。

耐震B、Cクラス機器の補強工事の実施内容について

溢水源となりうる機器のうち耐震評価対象となった機器において、発生値が評価基準値を上回った機器について、補強工事を実施し、基準地震動による地震力に対してバウンダリ機能を確保する。

具体的に補強工事対象となった機器を表1に示し、補強工事の概要を別紙1に示す。

以下の評価は、現状の基本設計段階にて想定しているものであり、今後詳細設計等を精査するに伴い、耐震評価等の変更が生じる可能性がある。表1のNo.8～16の工事概要については詳細設計段階で示す。

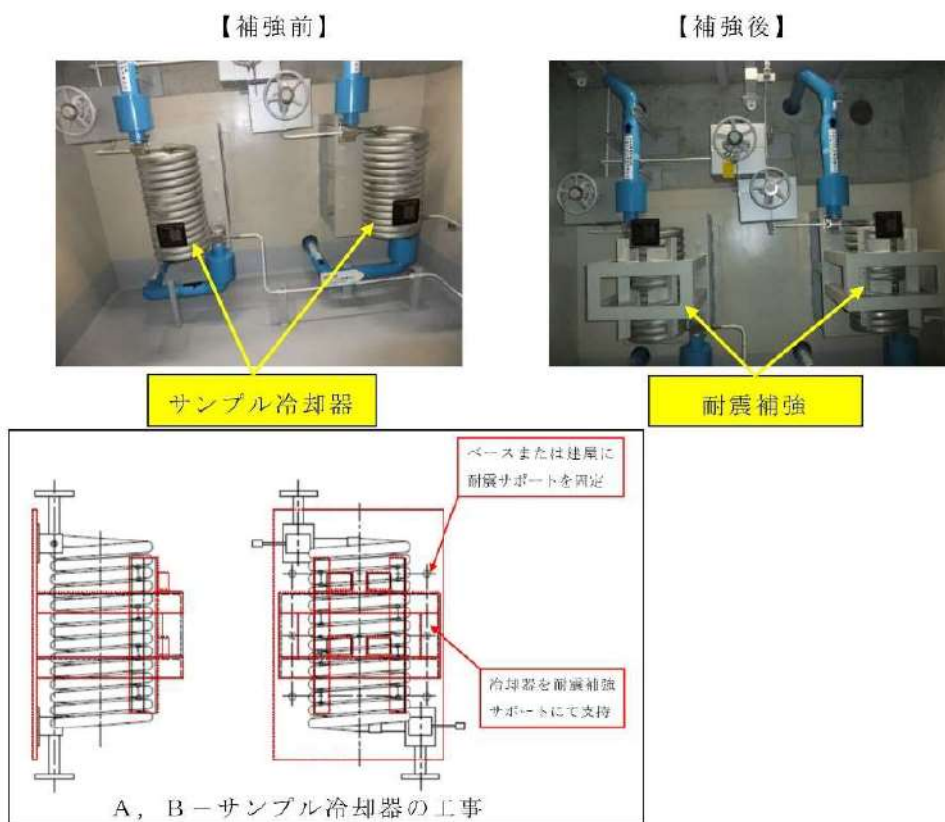
表1 補強工事対象機器

No	機器名	補強内容
1	A, B-サンプル冷却器	冷却器へのサポート追加
2	格納容器雰囲気ガスサンプル冷却器	冷却器へのサポート追加
3	A, B, C-ブローダウンサンプル冷却器	冷却器へのサポート追加
4	ほう酸補給タンク	容器への補強部材追加, 取付ボルト追加
5	燃料取替用水加熱器	支持脚への補強部材追加, 取付ボルト追加
6	洗浄排水タンク	容器への補強部材追加
7	ほう酸回収装置蒸発器	支持脚への補強部材追加
8	廃液蒸発装置	サポート追加, ラグの固定 ^{※1}
9	洗浄排水蒸発装置	サポート追加, ラグの固定 ^{※1}
10	冷却材混床式脱塩塔	サポート補強・追加 ^{※1}
11	冷却材陽イオン脱塩塔	サポート補強・追加 ^{※1}
12	冷却材脱塩塔入口フィルタ	サポート補強・追加 ^{※1}
13	冷却材フィルタ	サポート補強・追加 ^{※1}
14	廃液蒸留水脱塩塔	サポート補強・追加 ^{※1}
15	ほう酸回収装置	サポート補強・追加 ^{※1}
16	配管	サポート補強・追加 ^{※1}

※1 今後の検討により補強内容の変更もありうる。

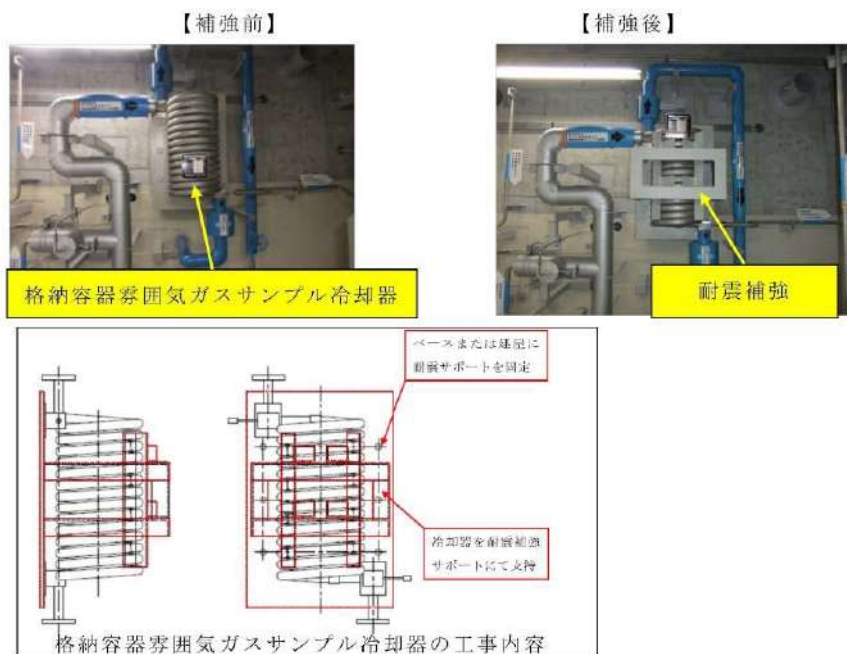
1. A, B-サンプル冷却器

(1) 工事概要



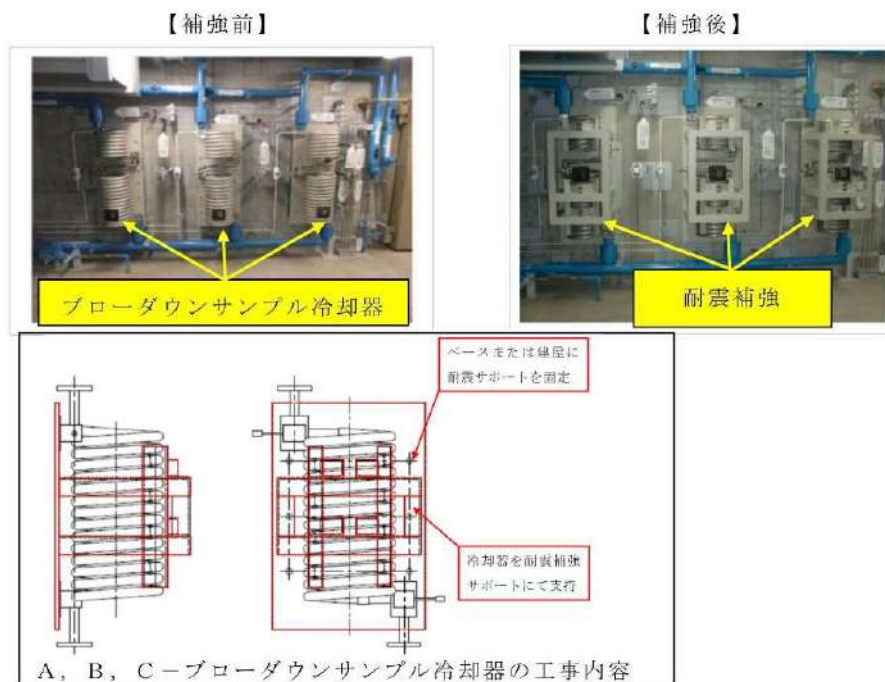
2. 格納容器雰囲気ガスサンプル冷却器

(1) 工事概要



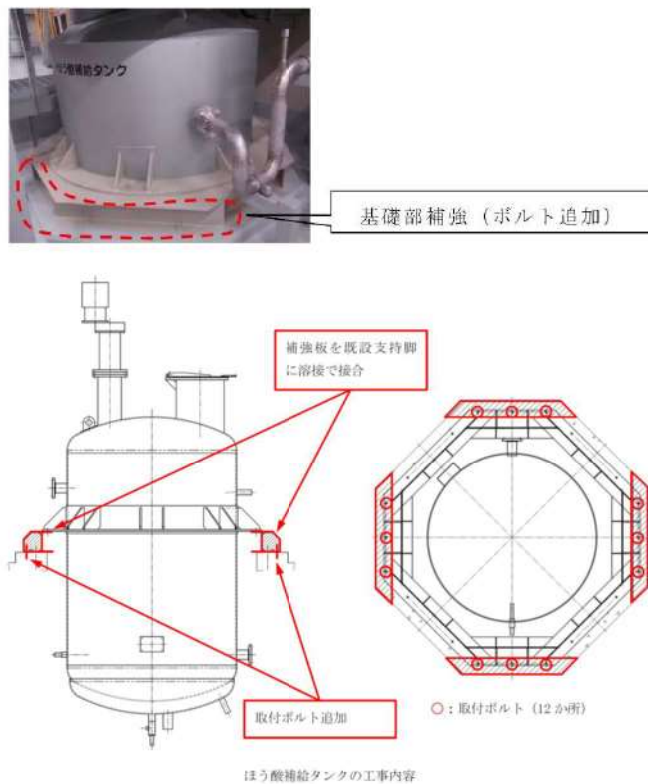
3. A, B, C-ブローダウンサンプル冷却器

(1) 工事概要



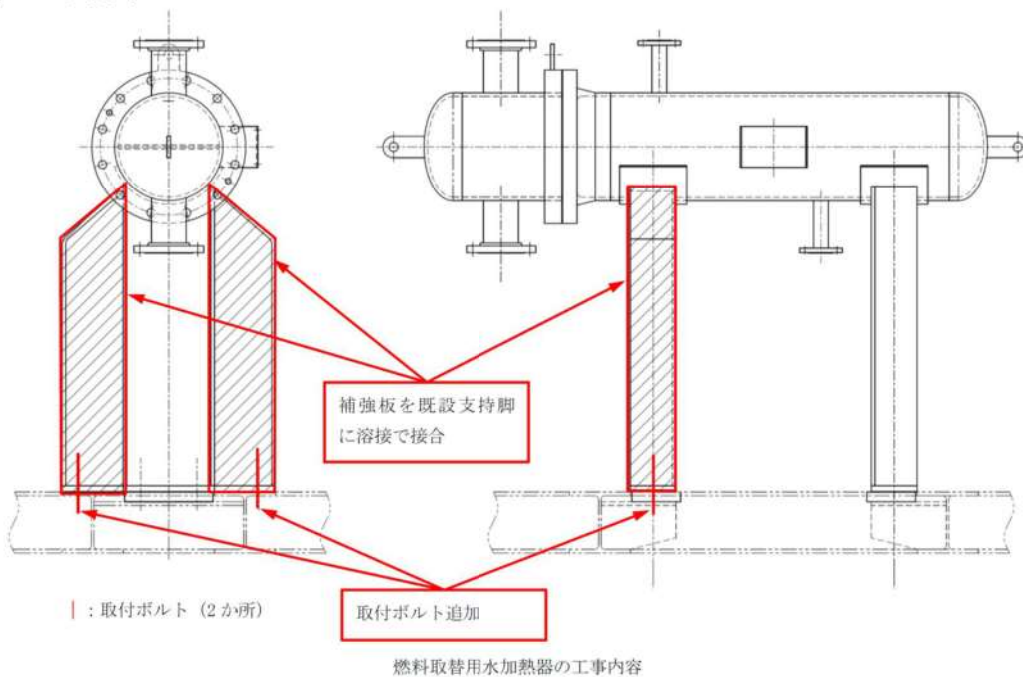
4. ほう酸補給タンク

(1) 工事概要



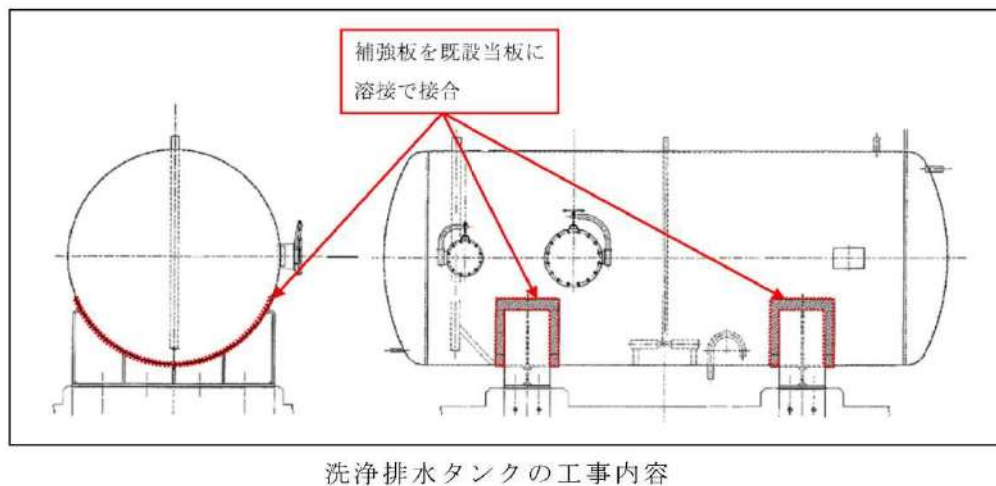
5. 燃料取替用水加熱器

(1) 工事概要



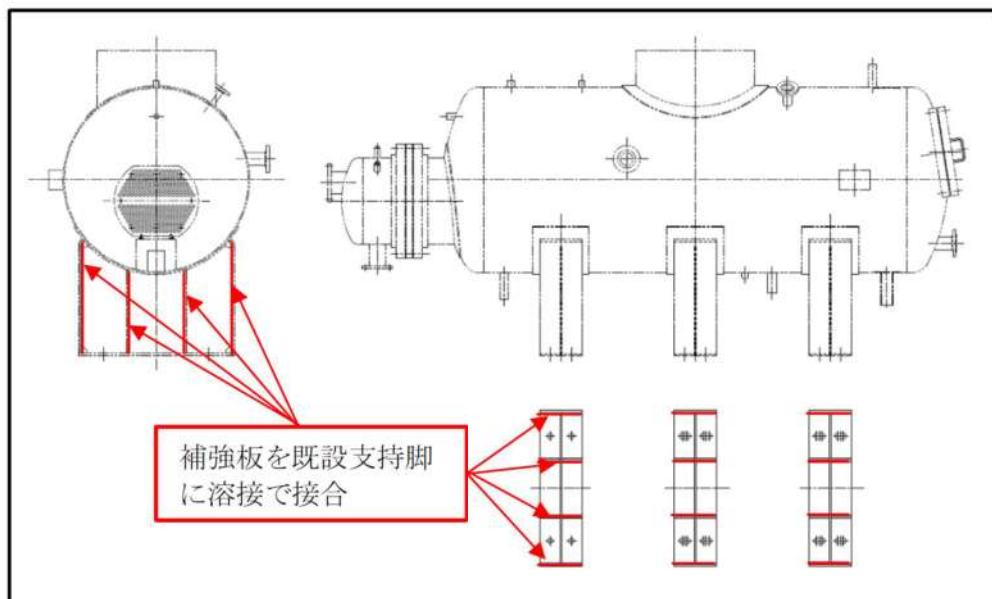
6. 洗浄排水タンク

(1) 工事概要



7. ほう酸回収装置蒸発器

(1) 工事概要



ほう酸回収装置蒸発器の工事内容

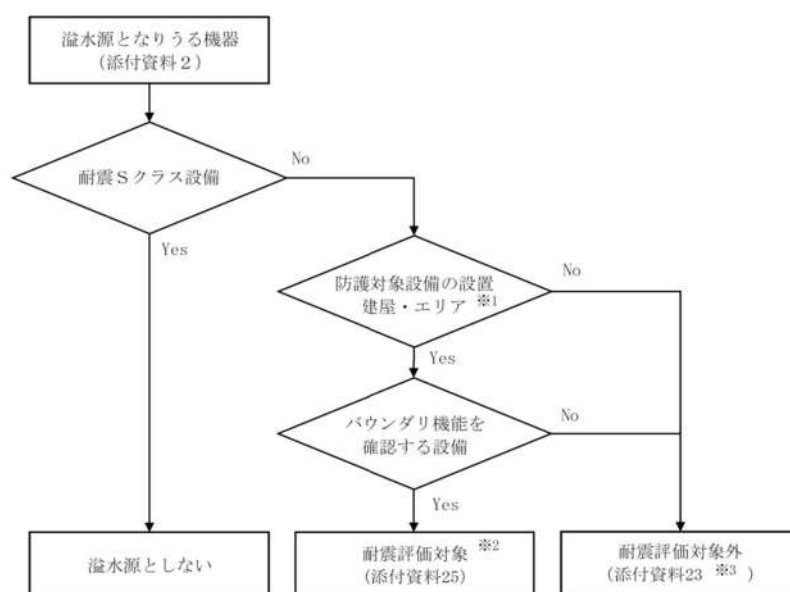
溢水影響評価における耐震B，Cクラス機器の抽出方法について

泊発電所3号炉の溢水影響評価においては、図1のとおり、防護対象設備が設置された建屋及びエリア（原子炉建屋，原子炉補助建屋，ディーゼル発電機建屋及び循環水ポンプ建屋）に設置され、バウンダリ機能を確認する耐震B，Cクラス機器について、基準地震動に対する地震力に対して耐震評価を実施し、発生値が評価基準値を上回る場合には、補強工事を行い、バウンダリ機能を確保することとしている。

これらの耐震B，Cクラス機器については、建設時より管理している設備図書（耐震重要度分類系統図）を用いて、機器の耐震重要度分類及び設置建屋（エリア）を確認し、耐震評価対象を抽出している。ここで、耐震重要度分類系統図には、系統仕様（耐震重要度分類，最高使用圧力，最高使用温度，流体種類等），建屋区分等が記載されている。

また、防護対象設備が設置されている建屋及びエリアについては、現地調査を実施し、抽出した耐震B，Cクラス機器が適切であることを確認している。

なお、耐震評価対象となる耐震B，Cクラス配管の抽出及び耐震評価範囲の例を図2に示す。

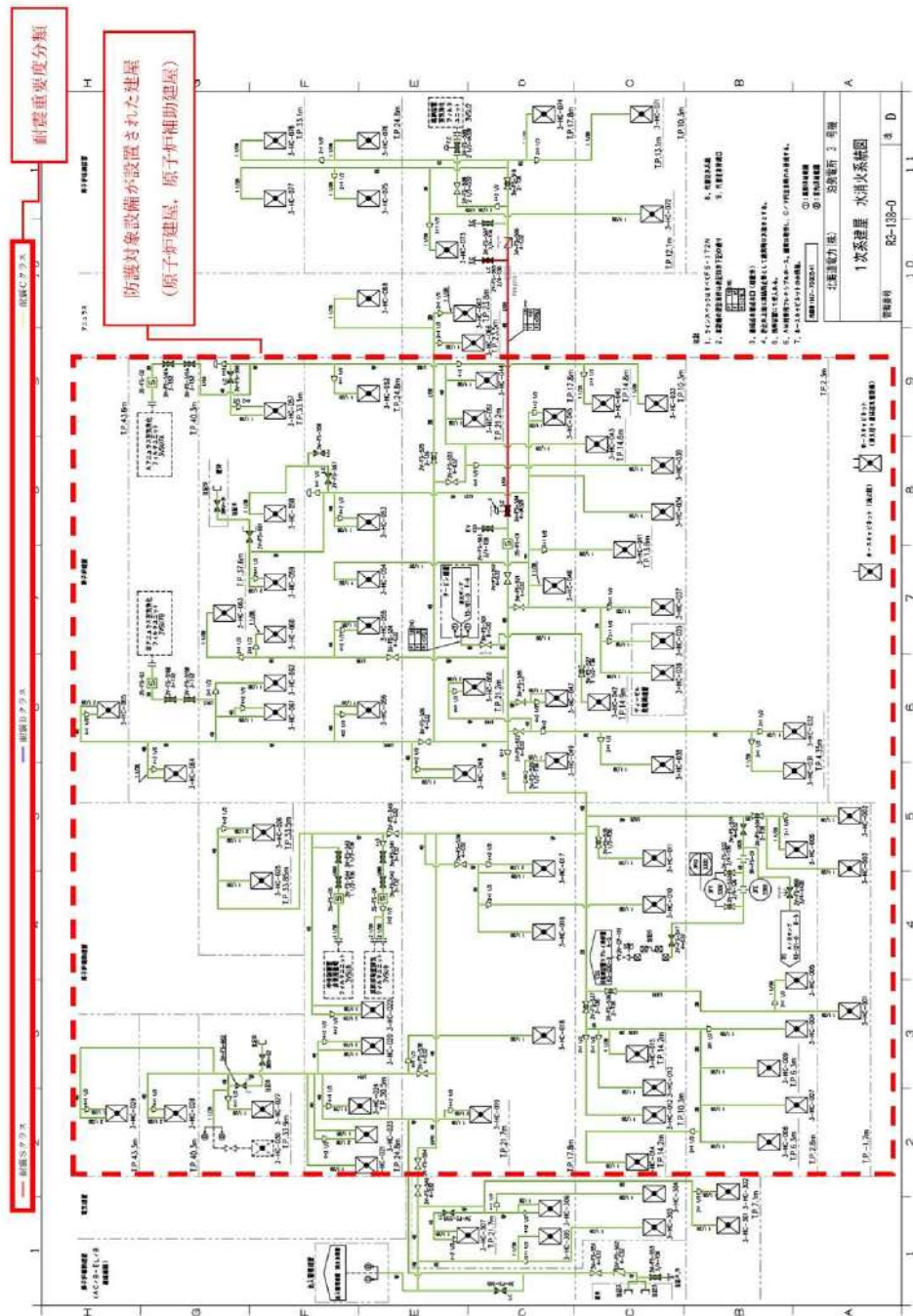


※1 原子炉建屋，原子炉補助建屋，ディーゼル発電機建屋，及び循環水ポンプ建屋

※2 耐震評価の結果，発生値が評価基準値を上回る場合は，補強工事を行い，基準地震動による地震力に対してバウンダリ機能を確保する

※3 地震に起因する溢水源リスト

図1 耐震評価対象の抽出フロー



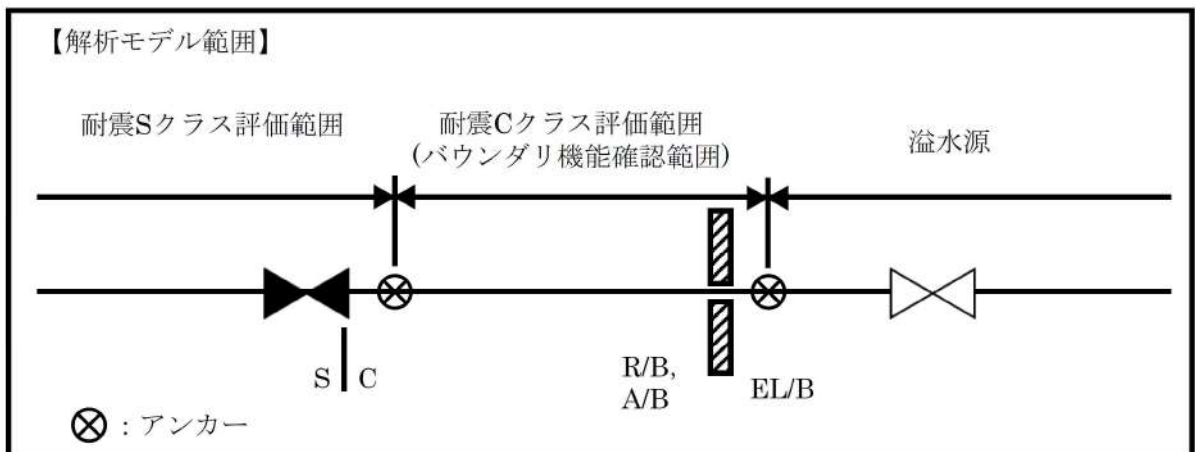
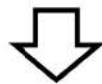
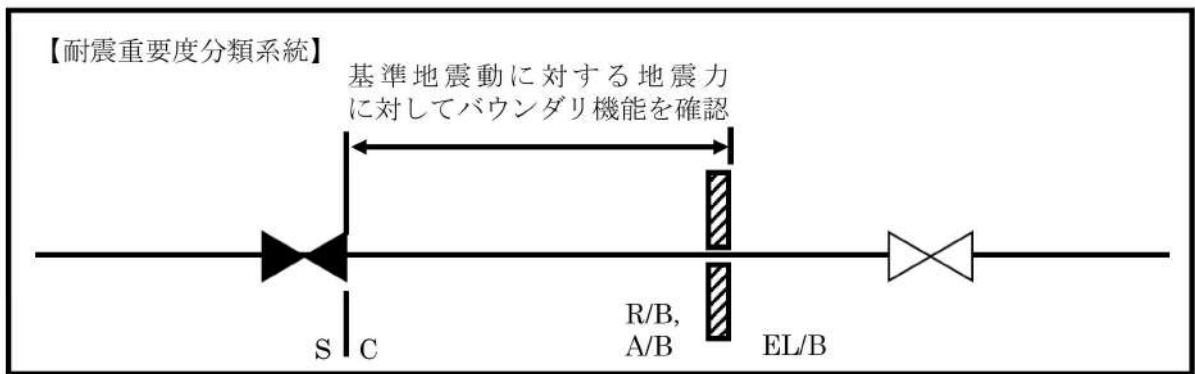
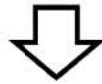
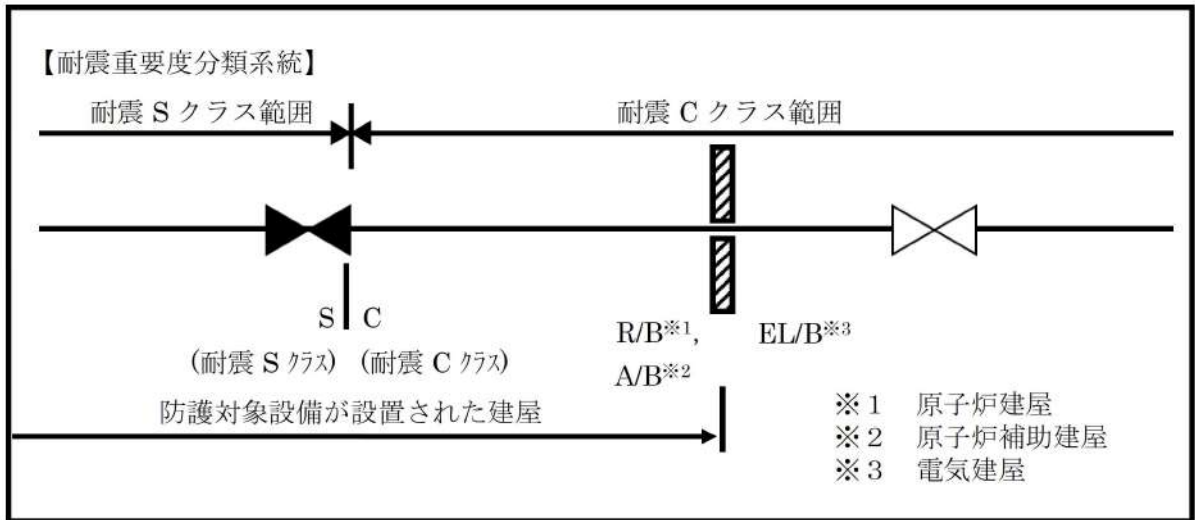


図 2 耐震 B, C クラス配管の抽出及び耐震評価範囲の考え方 (2/2)

内部溢水評価における耐震壁等の確認について

1. はじめに

地震時の内部溢水評価の対象である泊発電所3号炉原子炉建屋，原子炉補助建屋及びディーゼル発電機建屋において，地震時に想定される溢水の最終貯留区画の耐震壁等について，ひび割れの影響を整理した。

2. 評価上の耐震壁等の確認について

図1のフローにより，最終貯留区画の耐震壁等の種類に応じ，評価上期待する壁及び評価上期待しない壁の整理を行い，評価上期待する壁について，地震によるひび割れの影響を確認する。

なお，地震により耐震壁等に発生するひび割れのうち，曲げひび割れについては水平方向に発生するため地震後の残留ひび割れは自重により閉じることから，せん断ひび割れを対象とする。

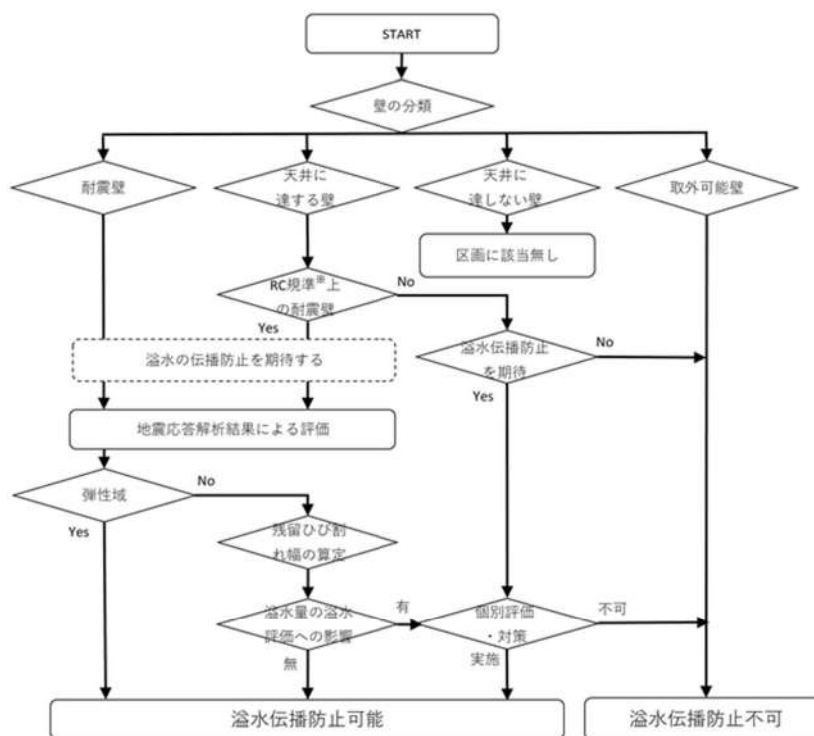


図1 最終貯留区画の耐震壁等の確認フロー

* :「鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説（日本建築学会）」(本資料においては，以下「RC規準」という)

3. RC 規準上の耐震壁について

最終貯留区画の壁のうち、天井に達する壁（中間の床で耐震壁と一体となった壁を含む）は、床及び天井と一体となった構造体であるため、地震により生じるせん断変形は耐震壁と同様となり、地震応答解析結果から得られる耐震壁のせん断変形による評価が可能であり、地震応答解析上の耐震壁として扱っていない壁について、RC 規準上の耐震壁と同等であることを表 1 のとおり確認した。これら壁の配置状況を別添資料 1「泊発電所 3 号炉 最終貯留区画の耐震壁等配置図」に示す。

表 1 構造規定への適合性確認結果 [RC 規準 19 条 7 項関係]

確認事項	要求事項	確認結果	判定
①壁厚	120mm 以上かつ 壁板内法高さの 1/30 以上	最小壁厚 300mm 壁板内法寸法の 1/26 以上	適合
②せん断補強筋比	直交する各方向 0.25%以上	0.25%以上	適合
③壁筋の複筋配置	壁厚さ 200mm 以上は 複筋配置	複筋配置	適合
④壁筋の径との間隔	D10 以上の異形鉄筋かつ 鉄筋間隔 300mm 以下	D16 以上の異形鉄筋かつ 最大鉄筋間隔 200mm	適合

4. 天井に達しない壁の確認について

最終貯留区画において、溢水の伝播防止を期待する天井に達しない壁はない。

5. 地震応答解析結果（基準地震動）による評価

(1) 耐震壁等のひび割れの可能性について

原子炉建屋の地震時に想定される溢水は T.P. 2.3m 及び T.P. 2.3m（中間床）に貯留される。

原子炉補助建屋の地震時の溢水は T.P. -1.7m に貯留される。最終貯留区画のある階について、基準地震動による壁の最大応答せん断ひずみ度を表 2 に示す。

壁のひび割れ発生の有無は、「原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG4601-1991 追補版」によるせん断変形（ τ - γ 関係）の第一折点が参考となり、地震応答解析におけるせん断変形（ τ - γ 関係）が、第一折点（弾性限界）に納まる場合、水密性に影響のあるせん断ひび割れが生じないと判断する。

なお、本評価結果は暫定条件を用いた評価結果であることから、正式条件を用いた評価結果は詳細設計段階で示す。

表 2 基準地震動による地震応答解析結果一覧

評価対象		第一折点の せん断ひずみ度 ($\times 10^{-3}$)		各層の最大応答 せん断ひずみ度 ($\times 10^{-3}$)	
建屋名	T.P.	EW	NS	EW	NS
原子炉建屋	17.8m~24.8m	0.212	0.212	弾性範囲内	
	10.3m~17.8m	0.230	0.230	弾性範囲内	
	2.3m~10.3m	建屋モデルにおいて基礎に位置しており、せん断ひずみは生じない。			
原子炉補助 建屋	17.8m~24.8m	0.195	0.195	弾性範囲内	
	10.3m~17.8m	0.218	0.218	0.282	0.252
	2.8m~10.3m	0.227	0.227	0.256	弾性範囲内
	-1.7m~2.8m	建屋モデルにおいて基礎に位置しており、せん断ひずみは生じない。			
ディーゼル 発電機建屋	6.2m~10.3m	0.117	0.117	弾性範囲内	

(2) 残留ひび割れ幅の算定

地震応答解析によるせん断ひずみ度より、「鉄筋コンクリート造耐震壁のせん断ひびわれ性状に関する検討（昭和 63 年コンクリート工学年次論文報告集）」に基づき、残留ひび割れ幅を算定し比較する。

算定された残留ひび割れ幅が、「原子力施設における建築物の維持管理指針・同解説（日本建築学会）（以降、「維持管理指針」という）」に示されるコンクリート構造物の使用性（水密）に影響を与える評価基準である「0.2mm」を超えないことを確認する。

a. 残留ひび割れ幅の算定

・ 残留ひび割れ幅の総計

図 2 より、せん断ひずみ度 (X) から、(Y) の値を読み取り

$$Y = (30 \sim 110) \times 10^{-6}$$

ここで、

Y : 残留ひび割れ幅の総計 / 測定区間長さ (図 2 の上限)

X : せん断ひずみ度

$$((0 \sim 0.282) \times 10^{-3})$$

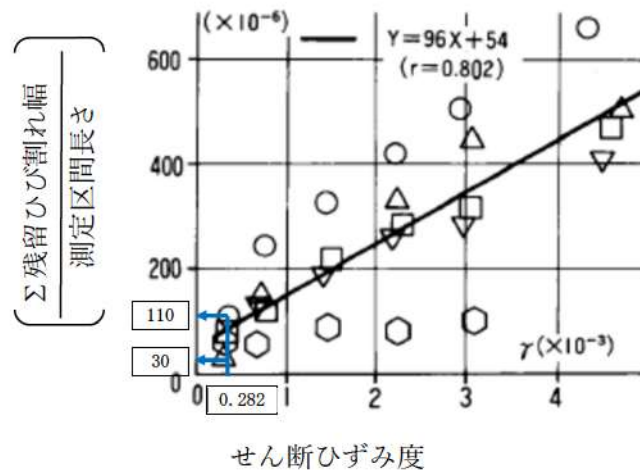


図 2 残留ひび割れ幅の総計 / 測定区間長さ

- 平均ひび割れ間隔の算定

$$A = B \times C$$

$$= 200 \times (6.8 \sim 4)$$

$$= 1360 \sim 800 \text{mm}$$

ここで、

A : 平均ひび割れ間隔 (mm)

B : 最大鉄筋間隔 (mm)

C : 平均ひび割れ間隔 / 鉄筋間隔

(図 3 の上限)

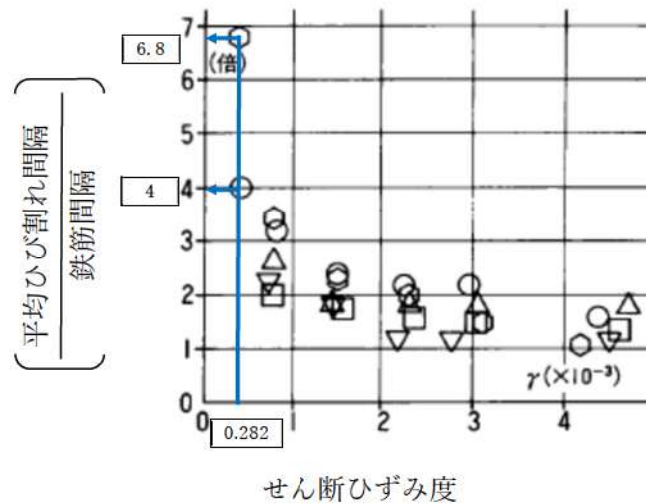


図 3 平均ひび割れ間隔 / 鉄筋間隔

- 残留ひび割れ幅の算定

$$t = Y \times A$$

$$= (30 \sim 110) \times 10^{-6} \times (1360 \sim 800)$$

$$= 0.024 \sim 0.150 \text{mm}$$

ここで、

t : 残留ひび割れ幅 (mm)

Y : 残留ひび割れ幅の総計 / 測定区間長さ

A : 平均ひび割れ間隔 (mm)

b. 弾性範囲を超える部位の検討

弾性範囲を超える各部位について残留ひび割れ幅を算定し、表3に示す。

表3 弾性範囲を超える部位の残留ひび割れ幅の算定結果

評価対象		各層の最大応答せん断ひずみ度 ($\times 10^{-3}$)		弾性範囲を超える残留ひび割れ幅の算定結果 (mm)		回帰式による残留ひび割れ幅 (mm)	
建屋名	T. P.	EW	NS	EW	NS	EW	NS
原子炉建屋	17.8m～ 24.8m	弾性範囲内		—	—	—	—
	10.3m～ 17.8m	弾性範囲内		—	—	—	—
	2.3m～ 10.3m	基礎に位置しており、せん断ひずみは生じない。		—	—	—	—
原子炉補助建屋	17.8m～ 24.8m	弾性範囲内		—	—	—	—
	10.3m～ 17.8m	0.282	0.252	0.024～ 0.150	0.024～ 0.150	0.112	0.107
	2.8m～ 10.3m	0.256	弾性範囲内	0.024～ 0.150	—	0.107	—
	-1.7m～ 2.8m	基礎に位置しており、せん断ひずみは生じない。		—	—	—	—
ディーゼル発電機建屋	6.2m～ 10.3m	弾性範囲内		—	—	—	—

c. 評価結果

弾性範囲を超える各部位で算定した最大残留ひび割れ幅は、「維持管理指針」に示される評価基準である「0.2mm」を超えないことを確認した。

6. まとめ

地震時に想定される溢水の最終貯留区画の耐震壁等について，残留ひび割れからの漏水による内部溢水評価への影響がないことを確認した。

泊発電所 3号炉 最終貯留区画の耐震壁等配置図

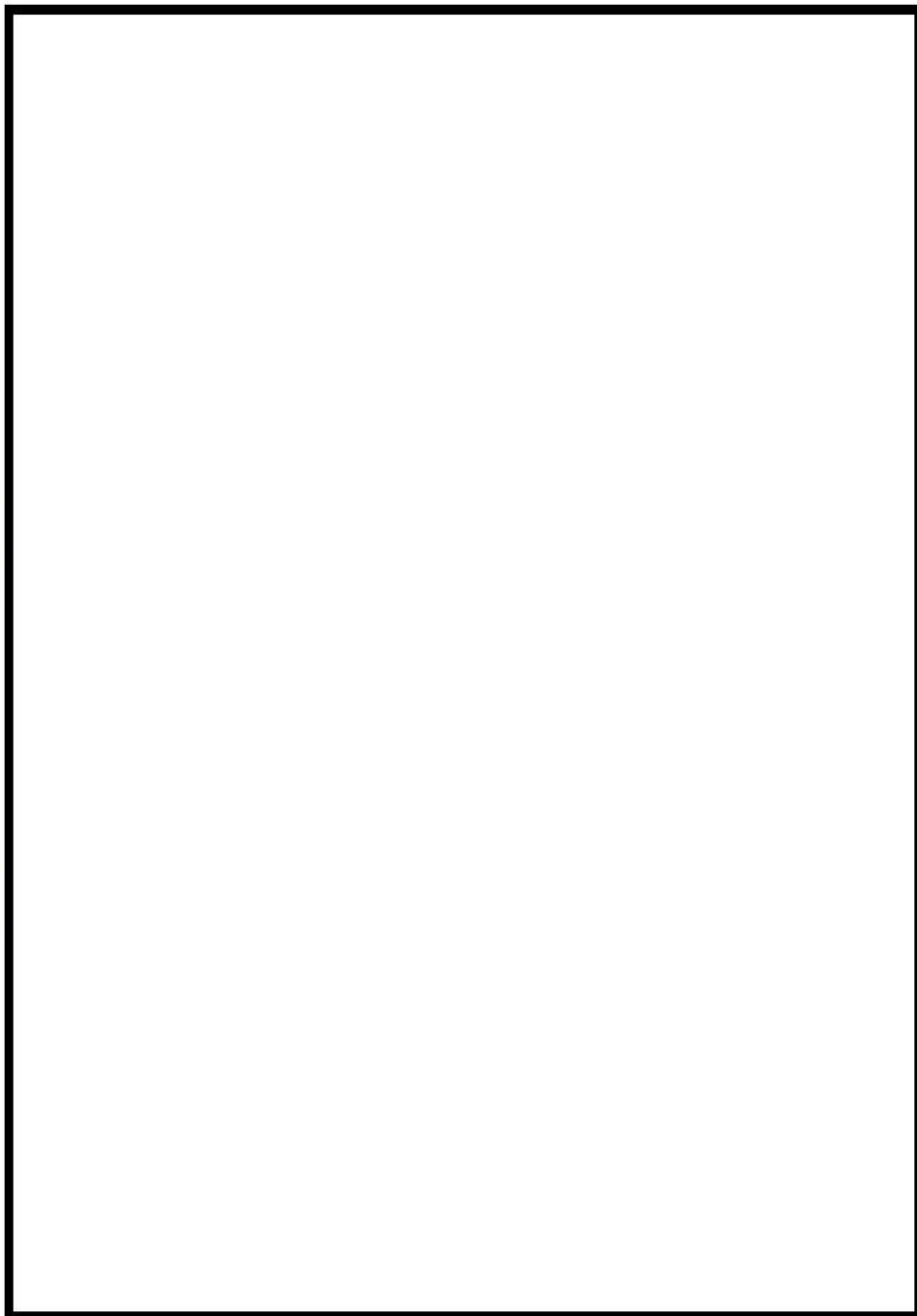


図 4 T.P.17.8m 最終貯留区画 耐震壁等配置

□ 枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。

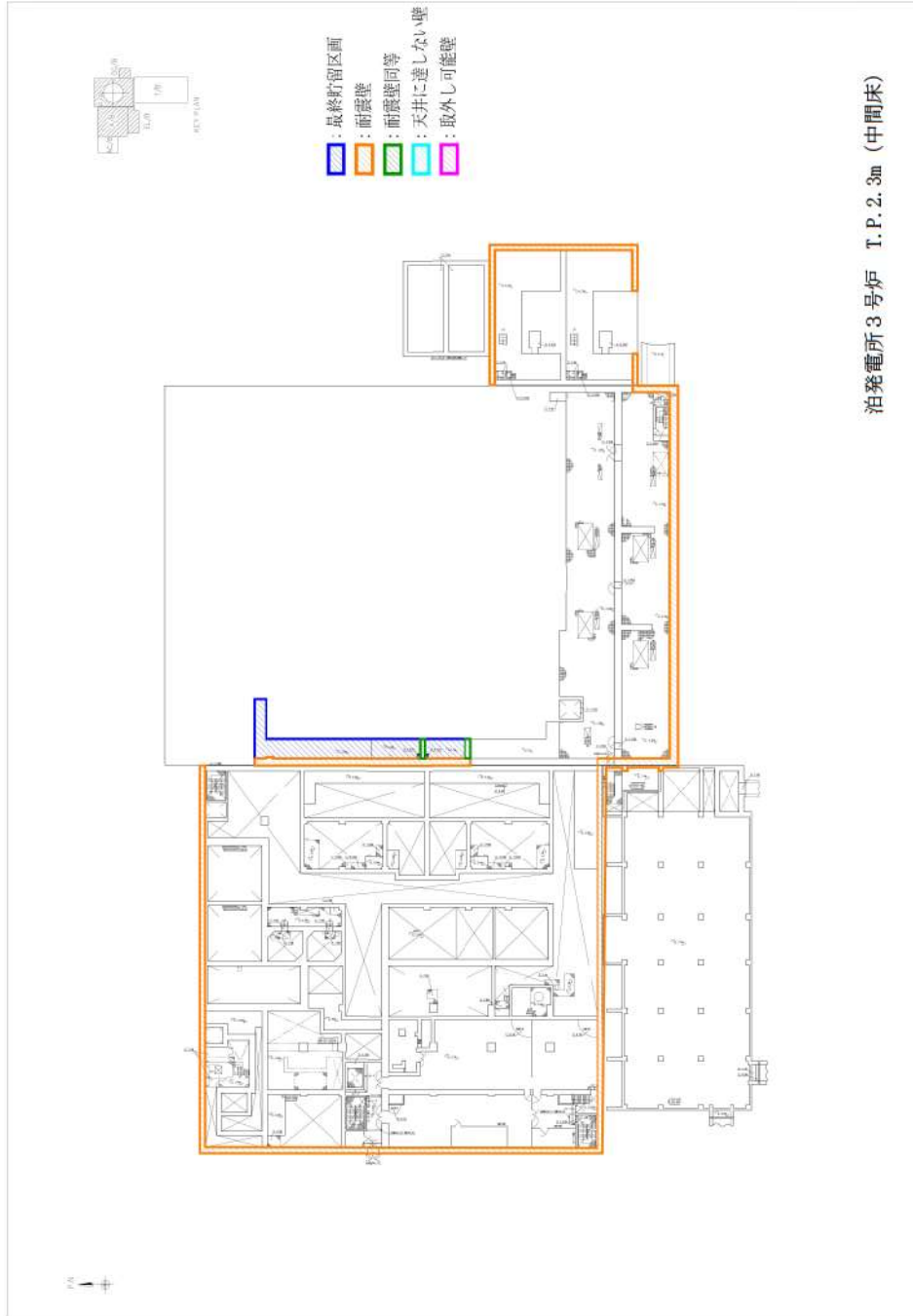


図5 T.P.2.3m (中間床) 最終貯留区画 耐震壁等配置

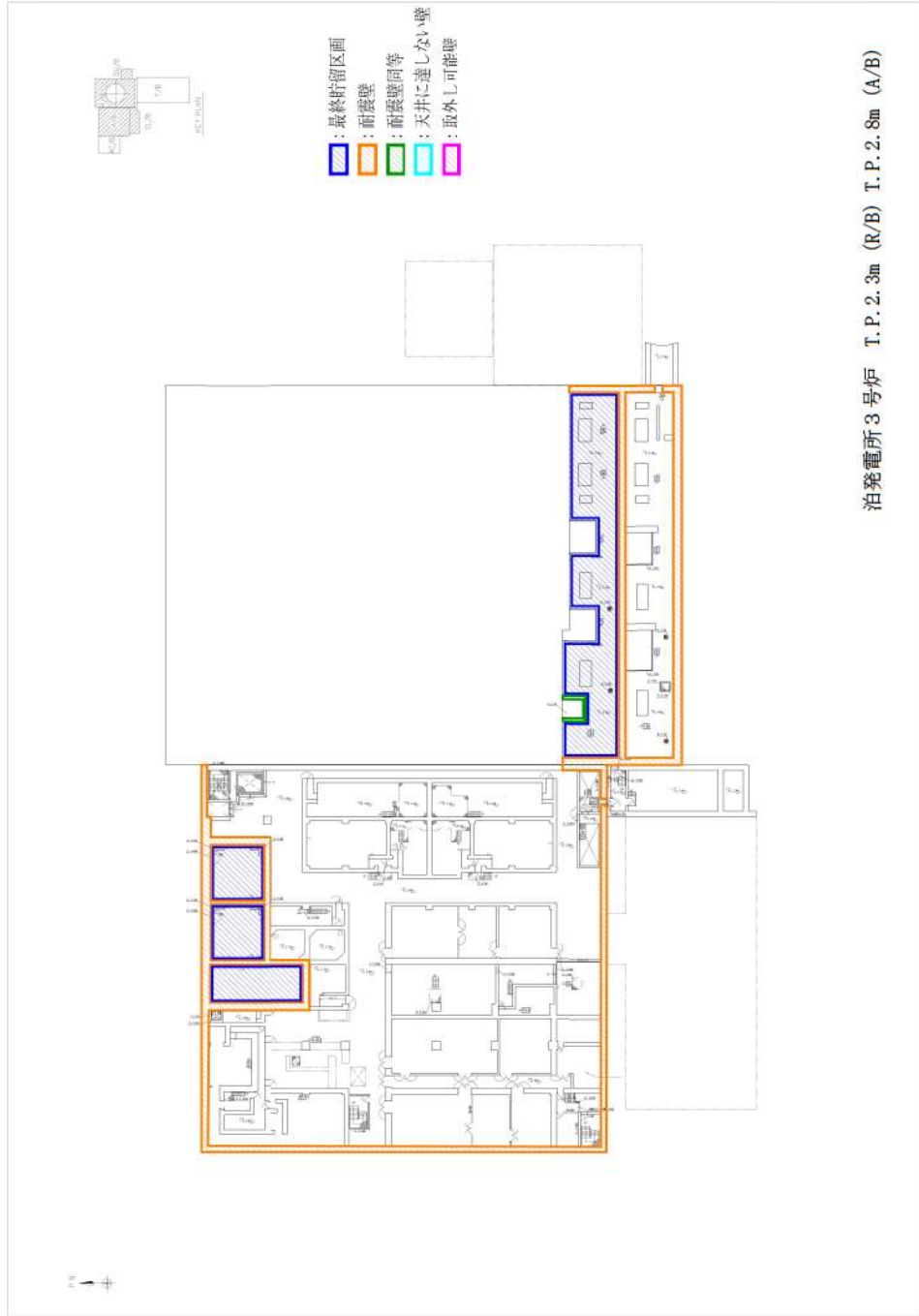


図6 T.P.2.3m (R/B) T.P.2.8m (A/B) 最終貯留区画 耐震壁等配置

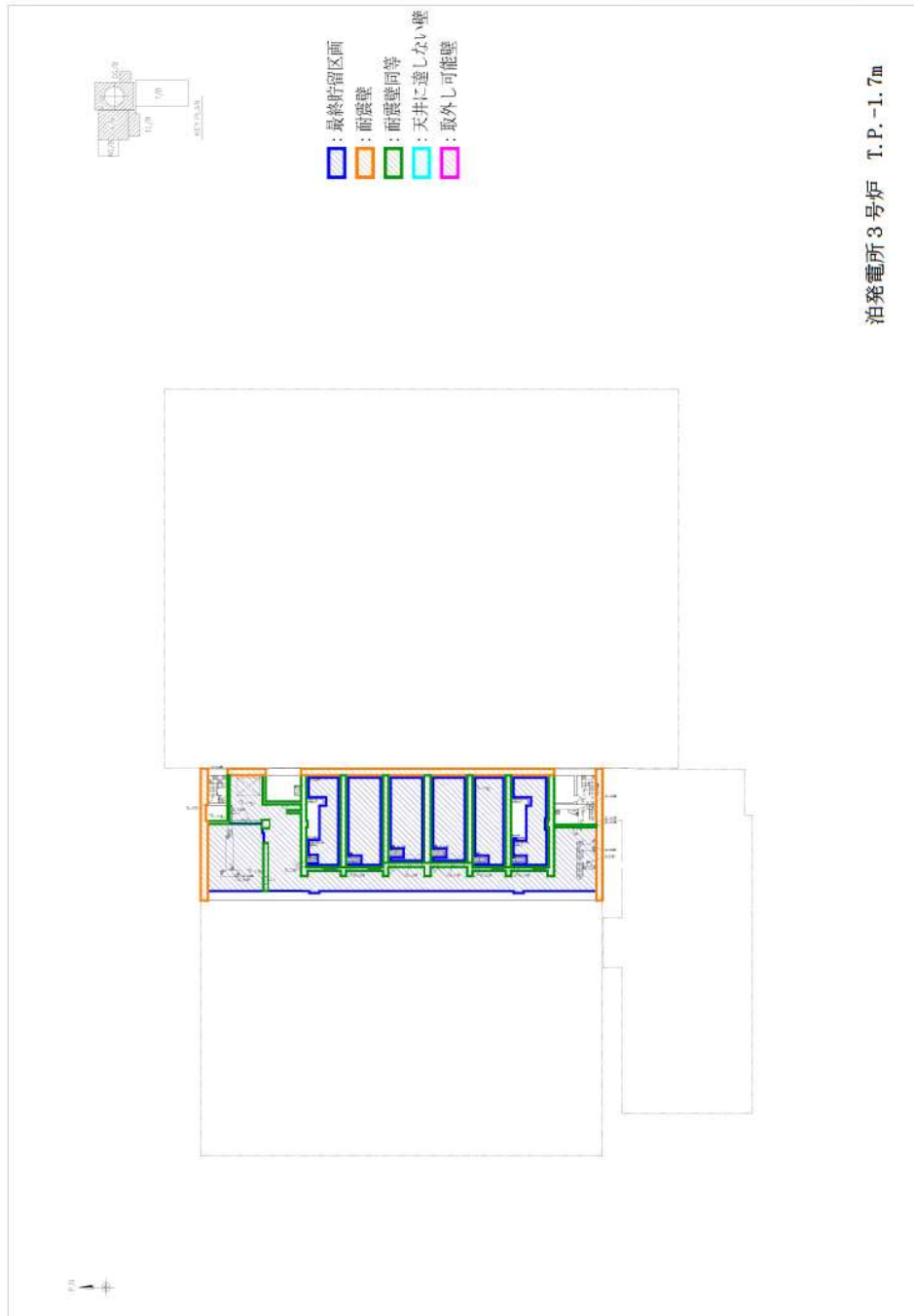


図7 T.P.-1.7m 最終貯留区画 耐震壁等配置

残留ひび割れ幅算定式の適用性について

1. はじめに

地震時の耐震壁等に生じる残留ひび割れ幅算定式の適用性について説明する。

2. 算定式の適用性

地震時に建屋の鉄筋コンクリート壁に生じる残留ひび割れ幅については、地震応答解析におけるせん断ひずみ度から、(財)原子力工学試験センターで実施された原子炉建屋の耐震壁の試験結果を取りまとめた文献に基づき算定している。

当文献では、骨材径、配筋方法等をパラメータとして実施された複数の試験を基にせん断ひび割れ性状を検討している。文献における試験体と、耐震壁（耐震壁同等の壁を含む）の諸元比較を表 4 に示す。

試験体と実機を比較した結果は以下のとおり。

- ①壁厚については、実機の最小壁厚は 30cm であり、試験体（S-1 を除く）と同程度である。
- ②骨材径については、実機は 20mm であり、試験体 S-2, S-3 と同程度である。
- ③配筋方法に関しては実機と異なるが、試験における平均ひび割れ間隔は、部分的なばらつきはあるものの、配筋方法によらずほぼ同等である。

以上のことから、当文献の試験結果を適用することに支障はないと判断し、図 8 及び図 9 に示すとおり試験全体のばらつきを考慮し、残留ひび割れ幅を大きく算定する値を用いて評価を実施している。

表 4 試験体と実機壁の諸元比較

		諸元					備考*
		壁長さ (cm)	壁高さ (cm)	①壁厚 (cm)	②骨材径 (mm)	③配筋方法 段数－径－間隔	
試験体	S-1	150	120	8	10	2-D16@50	○
	S-2	450	360	24	25	2-D19@150	△
	S-3	450	360	24	25	4-D10@74	□
	S-4	450	360	24	10	2-D19@150	▽
	S-5	450	360	24	10	4-D10@74	◇
実機壁		—	—	30～ 134	20	2-D16@200～ 2-D38@200	

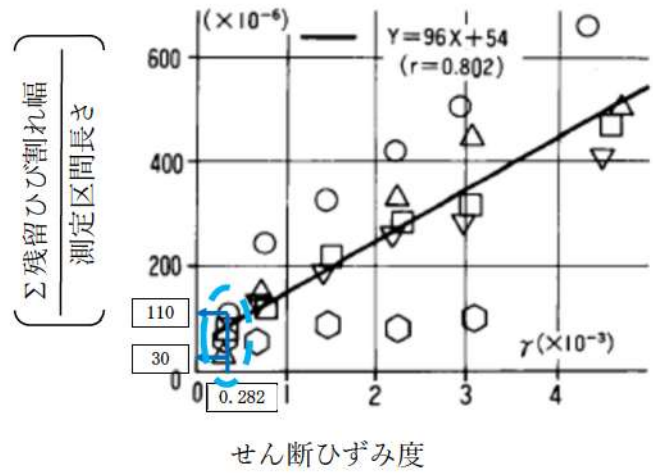


図 8 残留ひび割れ幅の総計／測定区間長さ

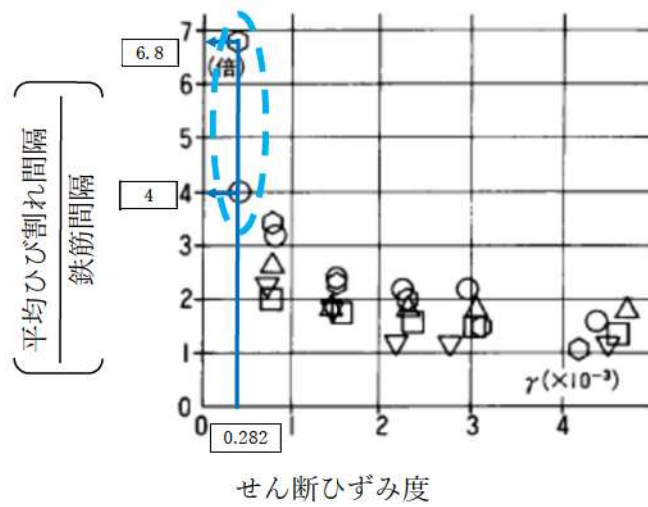


図 9 平均ひび割れ間隔／鉄筋間隔

維持管理指針における評価基準「0.2mm 未満」について

1. はじめに

内部溢水評価における，浸水範囲の境界壁である耐震壁等のひび割れ幅の評価基準について整理した。

2. 設定した評価基準「0.2mm 未満」について

内部溢水評価におけるひび割れ幅の評価基準「0.2mm 未満」は，維持管理指針において，既往の指針類*1を参考に「コンクリート構造物の使用性（水密）*2」の観点から設定している。（表 5 及び表 6 参照）

*1:「コンクリートのひび割れ調査，補修・補強指針-2003-（社団法人 日本コンクリート工学協会）」

*2:主に液体状の放射性物質の漏えい拡大を防止するために設置されている堰及び堰で囲まれる壁・床に求められている漏えい防止機能に関連する性能（維持管理指針より）

表 5 維持管理指針におけるひび割れ幅の評価基準

（「維持管理指針 解説表 7 - 1 ひび割れに対する評価区分と評価基準」より，一部加筆）

影響する性能	評価区分と評価基準		
	A 1 (健全)	A 2 (経過観察)	A 3 (要検討)
構造安全性	構造安全性に影響を与えるひび割れがない	—	構造安全性に影響を与えるひび割れがある
使用性	ひび割れ幅が 0.3mm 未満(屋外) 0.4mm 未満(屋内)	ひび割れ幅が 0.3mm 以上 0.8mm 未満(屋外) 0.4mm 以上 1.0mm 未満(屋内)	ひび割れ幅が 0.8mm 以上(屋外) 1.0mm 以上(屋内)
	水密	塗膜にひび割れがない*3 ひび割れ幅が 0.05mm 以下**	— ひび割れ幅が 0.05mm を超え <u>0.2mm 未満**</u>
遮蔽性	使用性の評価区分に準ずる		

* 3 : 塗膜で使用性（水密）を評価する場合

* 4 : コンクリートで使用性（水密）を評価する場合

表6 評価区分

(「維持管理指針7. 2. b (1) 健全性評価の区分」より)

A1 (健全)	点検結果が評価基準を満足する場合
A2 (経過観察)	劣化が顕在化しているが点検結果は <u>評価基準を満足している</u> 場合
A3 (要検討)	すでに点検結果が評価基準を満足していない場合

3. 維持管理指針におけるひび割れ幅の評価基準の適応性について

「コンクリートのひび割れ調査, 補修・補強指針-2003- (社団法人日本コンクリート工学協会)」においては, 既往の研究による水密性からの許容ひび割れ幅として表7が示されている。

壁厚による影響を考慮した坂本らの研究によると, 漏水が生じるひび割れ幅は, 壁厚18cmまでは0.1mm以上, 壁厚26cmでは0.2mm以上とされている。

ひび割れからの漏水影響を考慮する必要のある最終貯留区画の最低壁厚30cmを考慮すると, 評価基準「0.2mm未満」は適用可能と考える。

以上より, 内部溢水評価における, 浸水範囲の境界壁である耐震壁等のひび割れ幅の評価基準として, 維持管理指針に示される評価基準「0.2mm未満」と設定することは問題ないと考えられる。

表7 既往の研究による水密性からの許容ひび割れ幅

(「コンクリートのひび割れ調査, 補修・補強指針-2003-解説表-4.4」より, 一部加筆)

研究者名	許容ひび割れ幅 (mm)	要旨
狩野春一ほか ²⁰⁾	0.05	数年にわたる調査研究によると, 12cm厚のスラブで, ひび割れの見つけ幅が0.04mmではほとんど降雨による漏水は認められなかった。0.06mm前後が危険度約20%程度の漏水限界幅と思われる。ただし水圧の大きいところでは当然さらに小さい幅でも危険である。
仕入器和 ²¹⁾	0.05	厚さ10cmのコンクリート供試体について, 水圧0.001N/mm ² (風速50m/s時の風圧に相当する)で連続1時間の透水実験を行い, ひび割れ幅が約0.05mm以下ではほとんど透水は認められないことを示した。また, 実在RC造建物におけるひび割れ幅と漏水の有無についての調査を行い, 実用防水上支障がないと考えられるひび割れ幅は0.05mmとした。
浜田 稔 ²²⁾	0.03	ひび割れ幅と雨もりの有無とを実際のアパートについて調査した結果, 最初は0.06mmが雨もりを認める限界の幅であるとされたが, 最近では, 0.03mmでも雨もりを認める場合があるようになった。
向井 毅 ²³⁾	0.05	5×10×30cmモルタル, 水頭10cmでの試験結果では, ひび割れ幅が0.06mm以下では, たとえ0.03mmでも試験体表面のひび割れ部から透水を示し「湿り」がみられたが漏水は0.07mmでもほとんど認められなかった。しかし, それ以上のひび割れ幅の場合は明らかに漏水現象がみられた。
神田幸弘・石川広三 ²⁴⁾	(0.05以下)	壁体が飽水状態にあるとき, 無風もしくは微風時に漏水を生ずる最小のひび割れ幅は0.05~0.08mm付近にある。
森倉祐光 ²⁵⁾	(0.12以下)	φ15×4cmのモルタル, 水頭30cm(0.003N/mm ²)での試験結果では, ひび割れ幅0.12mm(これ以下の試験はしていない)では透水はゼロに近い。
松下清夫ほか ²⁶⁾	(0.08以下)	幅が片面0.08mm, 片面0.3mmの水平ひび割れを有する厚15cmのモルタル供試体で, 継ぎ目から長時間放水したとき, 1分でしみ発生, 5分で泡発生, 10分で流れ始め, その速では, 8分でしみ発生, 15分で流れ始め。
石川広三 ²⁷⁾	(0.15以下)	気乾状態のコンクリート供試体, 厚8cm, 圧力差0.0002N/mm ² , 実験時間: 原則として3時間では, ひび割れ幅が0.15mm以下では, ひび割れ貫通部にじみが生ずる程度で, 漏水にはいたらない。
坂本朋夫・石橋敏・高美雄 ²⁸⁾	壁厚によって異なる	漏水にはひび割れ幅, 壁厚が影響し, 模型実験において漏水するひび割れ幅は, 壁厚18cmでは0.1mm以上, 壁厚26cmでは0.2mm以上であり, 壁厚が厚くなるほうが漏水に対して有利である。

4. 耐震壁等のひび割れからの漏水影響について

参考として、溢水が長期間滞留する最終貯留区画の耐震壁等のひび割れ幅からの漏水影響の確認方法を以下に示す。

①ひび割れからの漏水量の算定

「コンクリートのひび割れ調査，補修・補強指針-2009-付：ひび割れの調査と補修・補強事例（社団法人 日本コンクリート工学協会）」に示される下式に基づき算定する。

(漏水量算定式)

$$Q = C_w \cdot L \cdot w^3 \cdot \Delta p / (12 \nu \cdot t)$$

ここに，

Q : 漏水量 (mm³/s)

C_w : 低減係数

L : ひび割れ長さ (mm)

w : ひび割れ幅 (mm)

ν : 水の粘性係数 [1.14×10⁻⁹ N・s/mm² とする]

Δp : 作用圧力 (N/mm²)

t : 部材の厚さ (ひび割れ深さ) (mm)

(算定条件)

C_w : 最終貯留区画の壁厚さを考慮し、「沈埋トンネル側壁のひび割れからの漏水と自癒効果の確認実験（コンクリート工学年次論文報告集 Vol. 17, No. 1 1995）」に基づき設定する。

L : 地震時のせん断ひび割れを対象としていることから，壁面全面に45度で×型に入ると仮定。(ひび割れ間隔は200mm×4=800mmとする。)

w : 対象壁に生じると推定される残留ひび割れ幅の値を0.150mmとする。

Δp : 溢水高さ及び比重を考慮した静水圧分布。

②溢水影響評価への影響確認

①により算定した漏水量が、当該エリアの溢水評価に影響がないことを確認する。

- ・地震に起因する RC 壁の残留ひび割れは、水密性の観点からの評価基準値を下回っている。
- ・残留ひび割れからの漏水を想定した場合においても、単位時間当たりの漏水量は「150 リットル/h」であり、溢水評価における裕度※に対し相当に小さい値であるため溢水評価に影響を与えることはない。
- ・万一漏水が発生した場合は、手動ポンプによって漏水の移送・回収、また、補修材による止水補修を実施する。

以上により、水密区画の残留ひび割れから想定される漏水は溢水影響評価に影響を及ぼさないと判断した。

※最終貯留区画が設置されているフロアについて、残留ひび割れからの漏水量による溢水影響評価を実施した結果、裕度が最も小さい原子炉補助建屋 T.P. -1.7m に設置されている 3 A - 高圧注入ポンプの機能喪失高さまでの溢水量裕度は約 115.0m³ であり、溢水回収対策を実施しない場合においても、溢水による機能喪失に至るまで約 766 時間（約 31 日）の時間的余裕があることを確認した。

躯体のひび割れ及びエポキシ樹脂塗装の保守管理について

1. はじめに

通常時における原子炉建屋等の躯体等のひび割れの保守管理については、「泊土課則 第 8 号 泊発電所 コンクリート構造物・鉄骨構造物施設管理細則」に基づき適切に管理を行っている。ひび割れの保守管理について整理した。

2. 点検項目

ひび割れの具体的な状況把握のため、ひび割れの推定成因、ひび割れの位置(床からの高さ)、ひび割れの幅、ひび割れの長さ、ひび割れの方向(角度)を点検調査し、ひび割れ幅やエポキシ樹脂塗装面の点検結果から健全性を判定している。この判定結果に基づき、補修計画を策定し、修繕を実施する管理としている。

また、地震発生後には、地震の規模に応じたパトロールを実施することとしており、建物・構築物等の健全性を確認することが定められている。

3. 最終貯留区画の保守管理について

今後、溢水の最終貯留区画を含む建屋範囲については、耐漏えい性を必要とする重要度を考慮した対応として、点検結果が、維持管理指針における A 1 (健全) を満足しない判定となる場合は、速やかに補修等の対応をとる管理とする。

標準支持間隔法に基づく配管の耐震評価

1. 基本方針

溢水影響評価において溢水源の対象配管は耐震B，Cクラスであるが，基準地震動による地震力が作用した場合でも耐震性を有することを，標準支持間隔法等を用いて確認する。標準支持間隔法は，標準支持間隔以下で配管サポートを敷設すれば，標準支持間隔で算出した一次応力以下に抑えることができるものである。

標準支持間隔の算出は以下の規準及び規格に基づき実施する。

- ・日本電気協会「原子力発電所耐震設計技術指針」(JEAG4601-1987)
 - ・日本電気協会「原子力発電所耐震設計技術指針 重要度分類・許容応力編」(JEAG4601・補-1984)
 - ・日本電気協会「原子力発電所耐震設計技術指針」(JEAG4601-1991 追補版)
 - ・日本機械学会「発電用原子力設備規格 設計・建設規格」(JSME S NC1-2005/2007)
- 評価に用いる基準地震動に基づく床応答曲線は，耐震設計で用いるものと同じである。

2. 支持間隔算出の方法

2. 1 概要

標準支持間隔は，各床区分における配管系の内圧，質量部及び地震応力に基づき，一次応力評価基準値内となる最大の支持間隔を算出する。

なお，地震応力の算出に当たっては，耐震設計で用いる基準地震動による床応答曲線と同じものを用いる。

2. 2 支持間隔

2. 2. 1 解析モデル

各種配管を図1のように支持間隔Lで3点支持した等分布質量の連続はりにモデル化する。この場合，支持点の拘束方向は軸直角方向のみとし，軸方向及び回転に対しては自由とする。

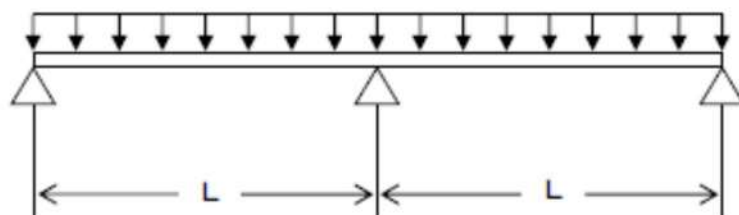


図1 標準支持間隔法の解析モデル

2. 2. 2 解析条件及び解析方法

- ①各種配管について、設計用地震力による応力を算定するとともに、内圧及び自重の影響を考慮して一次応力の最大支持間隔を求める。
- ②配管の自重は、配管自体の重量と内部流体の重量とを合計した値とする。さらに、保温材ありの配管についてはその重量を考慮する。

3. 設計用地震力

解析に使用する設計用地震力の種類及び設計用減衰定数は表 1 のとおりである。また、標準支持間隔の計算に用いる配管系の設計用減衰定数については、「5. 参考文献」に示す既往研究等において試験等により妥当性が確認され、標準支持間隔法での適用について工事計画認可実績のある区分Ⅲの値（保温材無：2.0%，保温材有：3.0%）を適用する。

なお、区分Ⅲの減衰定数の適用にあたっては、評価対象配管が、解析ブロック端※から解析ブロック端までの間に、水平配管の自重を架構で受けるUボルト支持具を4個以上有することを確認する。

- ※ 6軸拘束のアンカ（機器管台との接続、建屋貫通部、アンカサポート等）又はx, y, zの各方向をそれぞれ2回ずつ拘束するサポート群（アンカ点とみなす）をいう。
また、減衰定数の設定において、保温材の効果は考慮する。

表 1 設計用地震力の種類

建屋	床応答曲線高さ T.P. (m)	減衰定数 (%)
周辺補機棟 (RE/B)	17.8, 24.8, 33.1	0.5, 1.5, 2.0, 3.0
燃料取扱棟 (FH/B)	41.0, 47.6, 55.0	0.5, 1.5, 2.0, 3.0
原子炉補助建屋 (A/B)	10.3, 17.8, 24.8, 33.1, 38.1, 40.3, 42.2, 43.3, 47.6	0.5, 1.5, 2.0, 3.0
ディーゼル発電機建屋 (DG/B)	10.3, 18.8	0.5, 1.5, 2.0, 3.0
外部遮へい建屋 (O/S)	17.0, 17.8, 24.8, 33.1, 41.0, 47.6, 51.9, 56.2, 60.5, 69.15, 76.48, 81.38, 83.10	0.5, 1.5, 2.0, 3.0
循環水ポンプ建屋 (CWP/B)	10.05	0.5, 1.5, 2.0, 3.0

4. 具体的な評価手順

一次応力のうち標準支持間隔法を用いた具体的な評価手順を図2に示す。

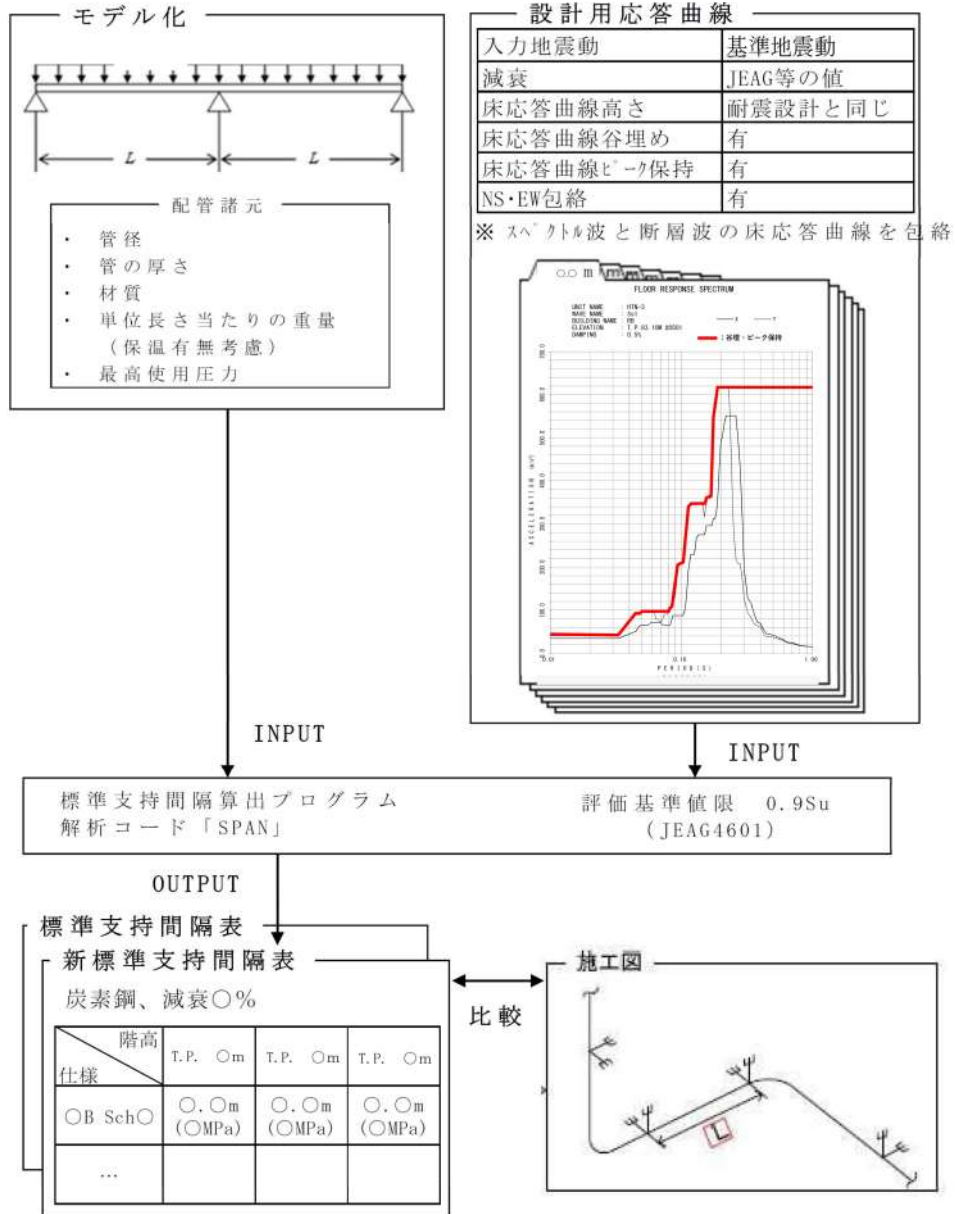


図2 標準支持間隔法を用いた評価手順の例

5. 参考文献

「電源開発株式会社大間原子力発電所第1号機の工事計画認可申請に係る意見聴取会(機器・配管系)(第2回)意見反映版 資料4 機器・配管系の設計用減衰定数について(改2)」

ほう酸水等薬品の漏えいによる影響について

溢水影響評価の中で、防護対象機器及びアクセス性に影響を与える可能性がある薬品として、抽出された薬品の影響について下記に示す。

1. ほう酸水の漏えいによる影響

想定破損による溢水においては、化学体積制御系からほう酸水の漏えいを想定しており、以下の理由によりほう酸水漏えいによる防護対象設備及びアクセス性への影響はない。

(1) 安全機能を有するケーブルは基本的に電線管（フレキシブルチューブ含む）内に布設されているが、ケーブル自体の没水が想定される場合でもほう酸水等の薬品に対して耐性があることから、機器が機能喪失することはない。なお、ケーブルについては、端子部の没水により機器が機能喪失することから、機器の機能喪失高さにおいて、ケーブルの端子部の高さを考慮している。

各ケーブルに対するほう酸水の耐性を表 1 に示す。

(2) 化学体積制御系は中央制御室からの遠隔操作により隔離するため、漏えい停止操作のための現場へのアクセスは不要である。

(3) 化学体積制御系は基準地震動に対する耐震性を確保しているため、地震時溢水は考慮不要である。

表 1 ほう酸水に対する耐性一覧

種別	絶縁体名	シース名	ほう酸水に対する耐性	備考
高压電力 ケーブル	架橋 ポリエチレン※1	難燃低塩酸 特殊耐熱ビニル※1	○	※1 文献「プラスチックによる防食技術」により確認 ※2 文献「非金属材料データブック」により確認 ※3 文献「ふっ素樹脂ハンドブック」により確認 
低压電力 ケーブル	難燃 EP ゴム※2	難燃クロロスルホン 化ポリエチレン※2	○	
	難燃 EP ゴム※2	難燃低塩酸 特殊耐熱ビニル※1	○	
制御ケーブル	難燃 EP ゴム※2	難燃クロロスルホン 化ポリエチレン※2	○	
	特殊耐熱ビニル ※1	難燃低塩酸 特殊耐熱ビニル※1	○	
	FEP※3	TFEP※3	○	
制御 (光) ケーブル	ビニル※1 (内部シース)	難燃低塩酸ビニル※1	○	
計装ケーブル	難燃 EP ゴム※2	難燃クロロスルホン 化ポリエチレン※2	○	
	ビニル※1	難燃低塩酸ビニル※1	○	
核計装用 ケーブル	架橋 ポリエチレン※1	難燃架橋 ポリエチレン※1	○	
	架橋 ポリエチレン※1	ETFE※3	○	

FEP : 四フッ化エチレン・六フッ化プロピレン共重合樹脂

TFEP : 四フッ化エチレン・プロピレン共重合樹脂

ETFE : 四フッ化エチレン・エチレン共重合樹脂

【参考】



フレキシブルチューブ

2. 化学薬品漏えいによる影響

(1) 分析用の薬品による影響

分析用の薬品は、溢水防護区画外の放射化学室（原子炉補助建屋）及び現場化学分析室（タービン建屋）に、専用の容器で保管している。保有量は少量であるため、薬品の保管容器が破損した場合でも室外へ流出する可能性は小さい。また、仮に分析用の薬品が室外に流出した場合でも、建物内の他の溢水防護区画とは壁により区画化されており、分析室近くの階段室及び機器ハッチ周辺にはスロープが設置されていることから、下階の防護対象設備に影響を及ぼすおそれはない。

(2) その他化学薬品による影響

溢水源の中で、特定化学物質、毒物及び劇物等を取り扱っている設備は表2のとおりである。なお、屋外には薬品タンクは設置されていない。

表2 薬品タンク類溢水源リスト

設置建屋	フロア	溢水源	添加薬品	容量（濃度）
原子炉補助 建屋	T. P. 24. 8m	洗浄排水蒸発装置 リン酸ソーダ注入装置	リン酸水素二ナト リウム	0. 5m ³
	T. P. 24. 8m	廃液貯蔵ピットか性 ソーダ計量タンク	水酸化ナトリウム	0. 5m ³ ※1
	T. P. 17. 8m	1次系薬品タンク	水酸化ナトリウム 水加ヒドラジン 過酸化水素	0. 1m ³ ※1
	T. P. 17. 8m	セメント固化装置 (中和剤計量管)	水酸化ナトリウム	0. 1m ³ ※1
	T. P. 10. 3m	亜鉛注入装置	酢酸亜鉛	0. 2m ³
	T. P. 5. 8m	酸液ドレンタンクか 性ソーダ計量タンク	水酸化ナトリウム	0. 1m ³ ※1
原子炉建屋	T. P. 2. 3m	薬液混合タンク	水加ヒドラジン	0. 5m ³ ※2

※1 添加薬品を常時保管するものではなく、薬品添加時以外はタンク内が空の状態である。

※2 添加薬品を常時保管するものではなく、薬品添加時以外はタンク内が系統水（空調用冷水）にて満たされている。

薬品タンクから漏えいした場合でも、薬品タンクの容量はわずかであり濃度は十分に低いことから、防護対象設備及びアクセス性への影響はない。また、防護具を配備し、必要に応じ活用する。

なお、タービン建屋にも薬品タンクが存在するが、防護対象設備が設置されていないことから、これらが影響を及ぼすことはない。

また、現在想定している溢水源中の薬品の他に、個別の容器等の形で保管されている薬品が存在するが、アクセスルートに影響のある場所に保管されておらず、またプラスチック容器に保管されており、万が一、漏えいが発生した場合においても、ごく少量であることからアクセス性への影響はない。

使用済燃料ピット等のスロッシング評価における保守性について

1. 溢水評価における保守性

泊発電所3号炉の使用済燃料ピットスロッシング評価で用いた汎用熱流体解析コード「FLOW-3D」は、自由表面の大変形を伴う複雑な3次元流体现象を精度良く計算することができるものであり、本解析コードについては、小型の矩形容器を用いた加振試験結果による検証を行った結果、溢水量は試験結果とほぼ一致しており、妥当と判断している。^{※1}

また、スロッシング評価における解析モデルは、スロッシング挙動を抑制する方向に働くピットの内部構造物やフェンスをモデル化しないこと、解析条件としては、燃料取扱棟の使用済燃料ピット、燃料取替チャンネル、キャスクピット、燃料検査ピットのすべてに水張りされた状態で、初期水位を使用済燃料ピット水位高警報設定値(H.W.L)とした3次元流動解析により溢水量を算出し、さらにそれらの溢水量が使用済燃料ピットのみから流出したものとして評価結果が保守的な評価となるようにしている。

さらに、溢水影響評価に適用する溢水量の取扱いとして、スロッシング評価結果を10%割増しすることによって、トータル的にも十分に保守性を持たせるように配慮している。スロッシング評価における各項目での保守性を表1に示す。

※1 補足説明資料 33 「スロッシング評価に用いた汎用熱流体解析コードの概要」

表1 スロッシング評価における各項目での保守性

項目	内容	
解析モデル	使用済燃料ピット、燃料取替キャナル、キャスクピット、燃料検査ピットの内部構造物：使用済燃料ラック等	使用済燃料ピット、燃料取替キャナル、キャスクピット、燃料検査ピット内の内部構造物については、スロッシング挙動を抑制する方向に働くが、内部構造物をモデル化しないことにより保守的な評価とする。
	フェンス (図1参照)	使用済燃料ピット、燃料取替キャナル、キャスクピット、燃料検査ピット周りに設置されたフェンスについては、スロッシングによる溢水を抑制する効果があるが、モデル化しないことにより保守的な評価とする。
解析条件	<ul style="list-style-type: none"> ・ 建屋外への流出境界はトラックアクセスのシャッター位置とする。 ・ 建屋内の室内外への出入口も流出境界とする。 ・ その他のモデル化範囲外周は壁境界を設定し、溢水の跳ね返りを考慮する。 ・ 鉛直方向の上部は大気開放条件とする。 ・ 蓋で閉口している床面開口部（新燃料貯蔵庫、機器搬入口）からの流出は考慮しない。 (ただし、防護対象設備の没水評価では、スロッシングによる溢水の全量が床面開口部から流出する想定としている) ・ 使用済燃料ピット、燃料取替キャナル、キャスクピット、燃料検査ピットのすべてが水張りされた状態で、初期水位を使用済燃料ピット水位高警報設定値 (H. W. L) とした。 	
溢水量	<ul style="list-style-type: none"> ・ スロッシング評価結果を10%割増しすることで、溢水影響評価に適用する溢水量を保守的に設定する。 	

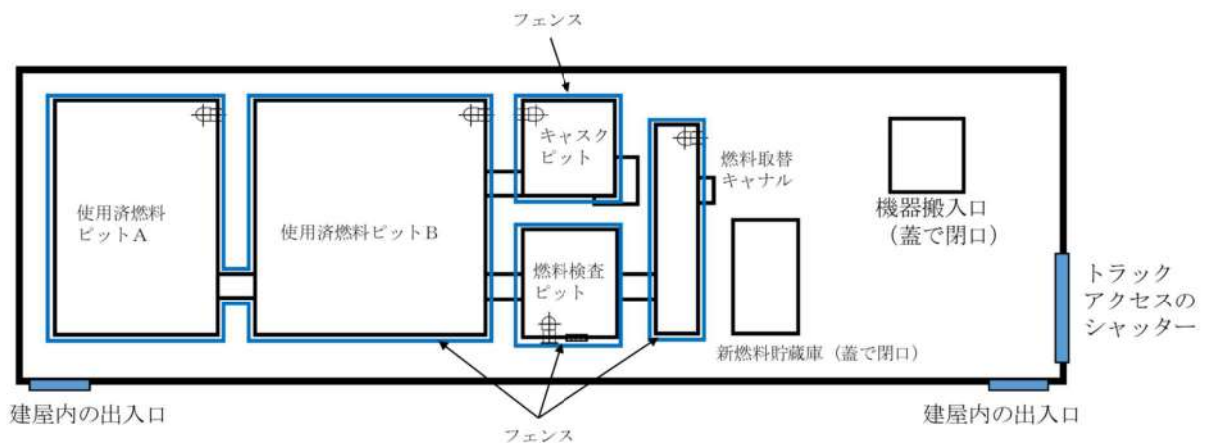


図1 ピット平面概略図

追而【地震津波側審査の反映】

- ・使用済燃料ピットのスロッシング評価については、現時点で確定している基準地震動のうち、使用済燃料ピットのスロッシングによる溢水量が最大となる Ss3-2（金ヶ崎地震動）を用いた評価結果を示す。
- ・基準振動確定後に評価を実施し、今後追加となる基準地震動によるスロッシング量が Ss3-2 によるスロッシング量を上回る場合には、記載の見直しを行う。

2. スロッシング評価における地震力の組合せ

スロッシング評価における評価用地震動は、応答スペクトルに基づく地震動評価結果による基準地震動（以下「応答スペクトルベース」という）、断層モデルを用いた手法による地震動評価結果による基準地震動及び震源を特定せず策定する基準地震動（以下「断層モデルベース等」という）とし、原子炉建屋の水平方向（NS，EW）及び鉛直方向（UD）に対する地震応答解析結果から得られた地震力（加速度時刻歴）を組み合わせ、3次元スロッシング解析を実施し、溢水影響評価に適用している。

断層モデルベース等の地震動（Ss3-2等）は、特定の方向性を有する地震動であることから、水平2方向及び鉛直方向の地震力を組み合わせ、3方向同時入力によりスロッシング解析を実施している。スロッシング評価の結果、溢水量が最大となるのは、Ss3-2の35 m³となる。

応答スペクトルベースの地震動（Ss-1）は、特定の方向性を持たない応答スペクトル手法に基づき策定された地震動であるため、簡便な取扱いとして、EW+UD方向（溢水量9.04 m³）とNS+UD方向（溢水量13.35 m³）の溢水量を足し合せ、保守的に25 m³とした。

以上より、溢水量が最大となるのはSs3-2の35m³となり、これを溢水影響評価に採用する。

なお、本評価は、現状の基本設計段階にて想定しているものであり、今後詳細設計等を精査するに伴い、耐震評価等の変更が生じる可能性がある。

（1）没水影響評価

影響確認結果として、地震動 Ss3-2 による水平2方向及び鉛直方向の地震力を組み合わせたケースの溢水量が原子炉補助建屋 T.P. -1.7m に流出した場合、没水影響評価で用いる評価高さは、表2に示すとおりとなり、防護対象設備に与える影響はない。

表2 没水影響評価への影響確認結果

評価ケース	計算値	没水影響評価で用いている評価高さ	評価結果
地震動 Ss3-2 による水平2方向及び鉛直方向の地震力を組み合わせたケース (溢水量 35m ³)	0.205m	0.320m	○
(参考) 原子炉補助建屋 T.P. -1.7m において、最も裕度が低い防護対象機器は3A-高圧注入ポンプである。			

※地震時における溢水水位は、添付資料24「地震起因による没水影響評価結果」参照。

(2) 使用済燃料ピットのスロッシングに対する冷却機能・給水機能・遮蔽機能維持の確認

a. スロッシングによる使用済燃料ピット水位低下及び必要水位

使用済燃料ピットからのスロッシングによる溢水がピット外に流出した際の使用済燃料ピット水位及びピット冷却並びに遮蔽に必要な水位を表3に示す。

表3 スロッシング発生後の使用済燃料ピット水位及び必要水位

初期ピット水位 (m) ※1	T.P. 32.58
スロッシング発生後のピット水位※2 (m)	T.P. 32.36
ピット冷却に必要な水位※3 (m)	T.P. 31.62
遮蔽に必要な水位※4 (m)	T.P. 29.74

※1 使用済燃料ピットの低水位警報設定値 (L.W.L)

※2 初期ピット水位からの水位低下量 (0.22m) は溢水量 (35m³) を使用済燃料ピットの面積で除し、小数第3位を切り上げて算出した。

※3 保安規定で定められている、水温 (65℃以下) が保たれるために必要な水位として、使用済燃料ピットポンプ吸込側のピット接続配管の上端レベルを設定した。

※4 使用済燃料を考慮した、使用済燃料ピット水面の設計基準線量率 (≤0.01mSv/h) を満足する水位。

b. ピット冷却に必要な水位の確保について

地震起因による溢水影響評価において、使用済燃料ピット水浄化冷却系及び燃料取替用水系による使用済燃料ピットへの冷却機能・給水機能が維持されることを確認しており、また、表3より、地震後の使用済燃料ピット水位がピット冷却に必要な水位を下回らないことを確認した。

c. 遮蔽に必要な水位の確保について

表3より、使用済燃料ピットの遮蔽に必要な水位が確保されていることを確認した。

スロッシング評価に用いた汎用熱流体解析コードの概要

1. 概要

FLOW-3D は汎用熱流体解析コードで、VOF (Volume of Fluid) 法を用いて溢水を伴う大波高現象の解析を実施することが可能である。VOF 法は「原子力発電所耐震設計技術規程 JEAC4601-2008」において、スロッシング解析における精度の高い手法であり、複雑な容器形状や流体の非線形現象を考慮する場合に有効であることが記載されている。

2. 数値解析

(1) VOF (Volume of Fluid) 法について

VOF は、下式に示すように計算メッシュにおける流体の割合を示すスカラー量である。スロッシング解析では水を 100%含むメッシュを VOF=1.0、水が存在せず 100%空気のメッシュを VOF=0.0 としている。図 1 に VOF の計算格子 (セル) 例を示す。

$$\alpha_1 = \frac{V_1}{V} \quad \dots \textcircled{1}$$

ここで、 α_1 は VOF 値、 V_1 は流体 (水) 体積、 V は計算メッシュ体積を表す。

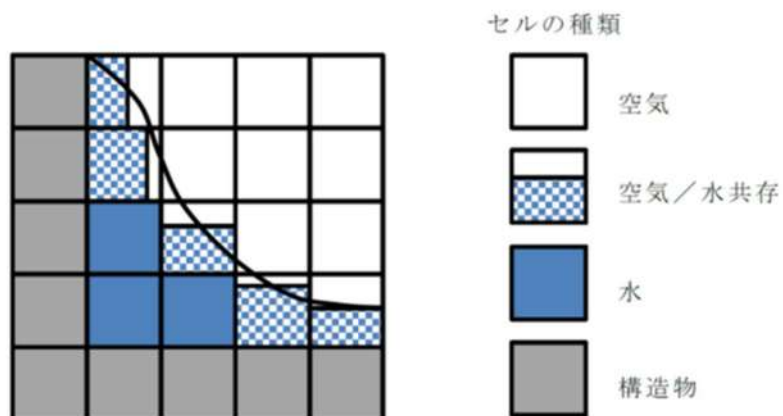


図 1 計算格子 (セル) 例

○計算格子（セル）間の液体移動（上図は2次元であるが，解析は3次元セル）

1. 各セルの液体充填率 VOF(0 から 1 の間の値をとる) 及び周囲のセルの状況により，上図に示すように，空気，空気／水共存，水，構造物セルに分類
2. 各計算セルの VOF 値を運動方程式等で計算された流速場にしながらって移流させる時間を進めて計算を繰り返す
3. 時間を進めて計算を繰り返す

3. 解析コードの検証

小型の矩形容器を用いた加振試験結果による解析コードの検証を行った。この結果，溢水量は試験結果とほぼ一致しており，本解析コードは妥当と判断している。

（詳細は別紙参照）

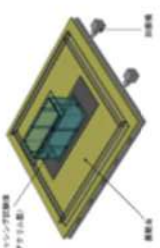
汎用熱流体解析コード「FLOW-3D」検証の概要

FLOW-3D 概要

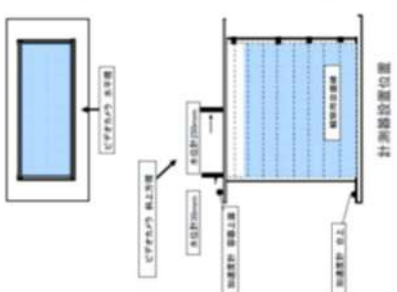
流動解析コード「FLOW-3D」は、VOF (Volume Of Fluid) 法を用いた自由液面の範囲に於ける汎用コードである。VOF (Volume Of Fluid) 法は、自由表面がらまれて分割したり、その境界が融合するような程度に複雑な流れ場の解析を精度よく、安定して行うことができる。また、強い数値強力が保証された流れに対しては適用可能となっている。

検証概要

計算コードの妥当性検証を目的として、矩形水槽を用いた振動が加振により、正弦波加振による振動を伴うスロッシング試験を行い、液高、流出量及びスロッシング挙動について試験と解析を比較した。



スロッシング試験体 (アクリル製矩形水槽及び加振台)



針測器設置位置

針測器項目及び計測方法

- ・液高水位計
- ・液高計により容器液面及び中央部の 2 箇所の水位変動を抽出
- ・加速度計
- ・加速度計により加振変動を抽出
- ・流出量
- ・流出量
- ・試験後の水位より流出量を算出
- ・液面状況
- ・ビデオカメラにより液面状況を観測

検証結果

試験と解析の比較結果を以下に示す。検証の結果、液高、流出量及びスロッシング挙動についてほぼ一致しており、液体を内包する容器からのスロッシングによる加水計算の妥当性を確認できた。

○液高及び液水量比較

試験体液面・中央部の液高、及び液水量について試験と解析の比較グラフを図1～図2及び表1に示す。

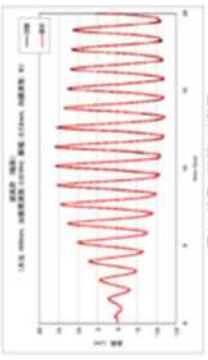


図1 液高 (液面) 比較図




図2 液高 (中央部) 比較図

項目	試験	解析
試験	11.602	
解析		11.532

○スロッシング挙動比較

スロッシング挙動について試験と解析の主な比較状況を下面に示す。

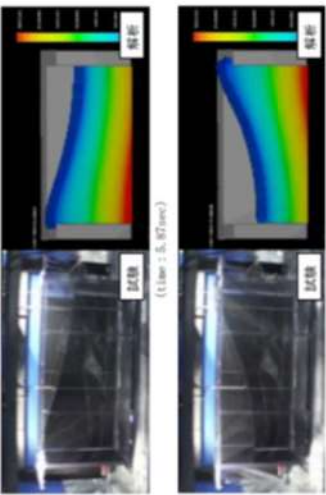


図3 (time : 5.97sec)

図4 (time : 11.41sec)

循環水ポンプ建屋における溢水影響評価について

1. はじめに

循環水ポンプ建屋の防護対象設備は原子炉補機冷却海水ポンプであり、機能喪失高さは、ポンプモータ下端とする。

循環水ポンプ建屋の溢水影響評価については、溢水防護区画である原子炉補機冷却海水ポンプエリア（以下「海水ポンプエリア」という）と溢水防護区画外である循環水ポンプエリア及び原子炉補機冷却海水ポンプ出口ストレナ室（以下「海水ストレナ室」という）に分けて溢水影響評価を実施し、排水ルートが機能しないと仮定して評価する。循環水ポンプ建屋の概要を図1に示す。


なお、海水ポンプエリアには浸水防止設備が設置されていることから、基準津波による海水ポンプエリアへの津波の流入はない。

溢水影響評価として、循環水ポンプ建屋にある低エネルギー配管の想定破損による溢水、消火栓からの放水による溢水及び地震時のCクラス配管からの溢水を想定し、防護対象設備の機能喪失高さまで到達しないことを確認する。（図1(2/2)）

なお、海水ポンプエリアに対してハロン消火設備を設置しており、消火栓からの放水による消火活動を実施しないが、上階での消火栓からの放水が伝播することから、消火栓からの放水による溢水を想定し評価する。



図1 循環水ポンプ建屋の概要 (1/2)

 枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。

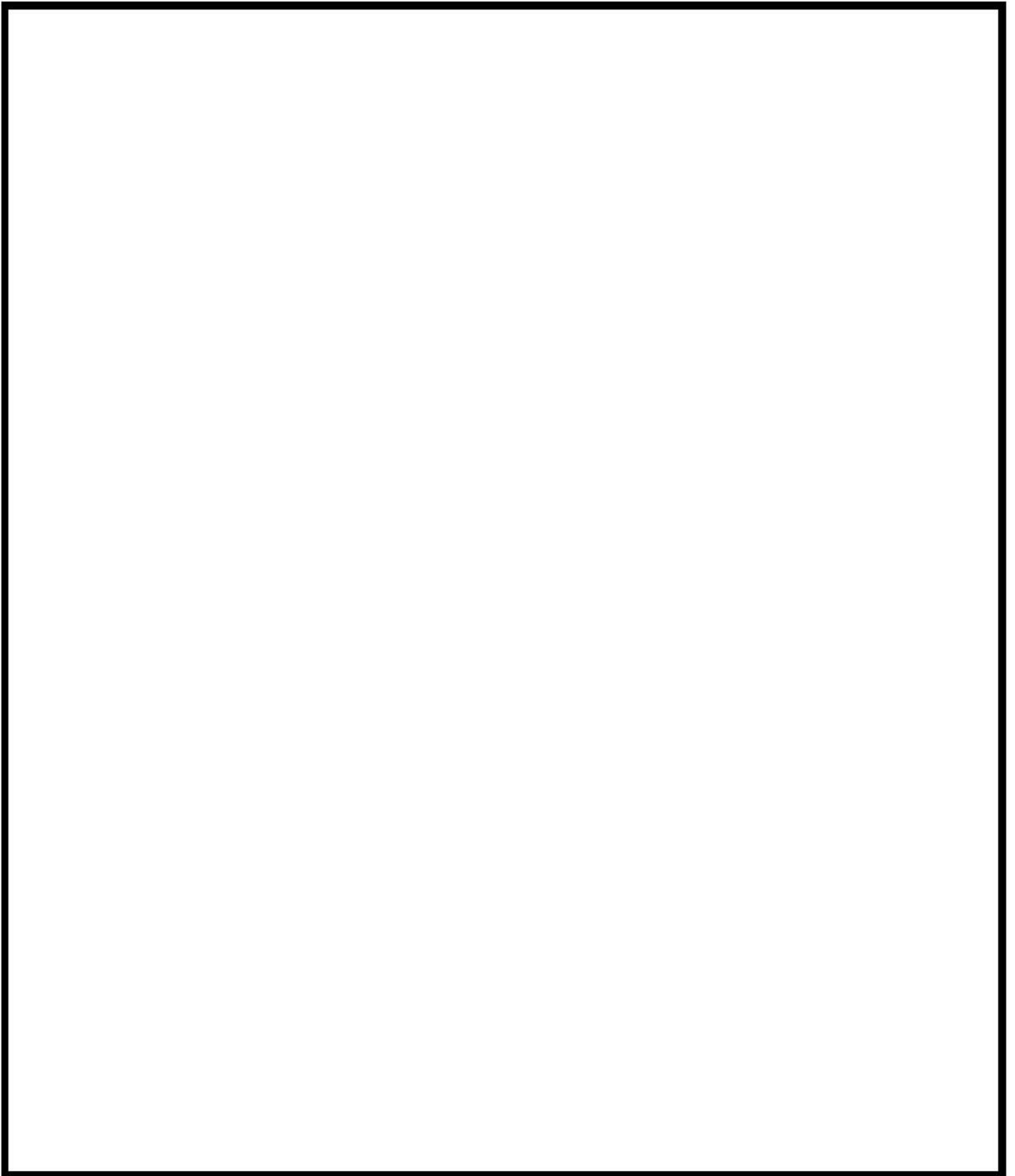



図1 循環水ポンプ建屋の概要 (2/2)

 枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。

2. 海水ポンプエリアの溢水影響評価について

2. 1 海水ポンプエリアの地震による溢水量

海水ポンプエリアの耐震Cクラス機器は、基準地震動による地震力に対して耐震性が確保されていることから、地震による溢水は発生しない。（添付資料 23「地震に起因する溢水源リスト」参照）

追而【地震津波側審査の反映】
（下表の破線囲部分は、基準地震動確定後の評価結果により、記載を反映する。）

また、海水ポンプエリアの入力津波高さ T.P. []m に対し海水ポンプエリア床面は T.P. 2.5m であるが、海水ポンプエリアの床面貫通部には浸水防止設備を設置しているため、津波による流入はない。

2. 2 海水ポンプエリアの想定破損による溢水量

海水ポンプエリアにおける低エネルギー配管は、応力評価により、想定破損除外を適用していることから、想定破損による溢水は発生しない。（添付資料 14「低エネルギー配管の想定破損除外について」参照）

2. 3 海水ポンプエリアの放水による溢水量

上階での消火栓からの放水により、海水ポンプエリアへ伝播することから、消火栓からの放水による溢水を想定し、消火栓からの溢水量を下記のとおり算出した。

$$\bullet 390\text{L}/\text{min} \times 2 \text{箇所} \times 0.5 \text{時間} = 24 \text{ m}^3$$

2. 4 海水ポンプエリアの没水影響評価

海水ポンプエリアにおいて、溢水量が最大となる放水による溢水量（24m³）が流出したと仮定し、溢水水位を算出した。

海水ポンプエリアの床面積：65.3m² ※

※ 滞留面積が小さいB-原子炉補機冷却海水ポンプ室の床面積

以上より、海水ポンプエリアの水位は約 0.37m（24m³/65.3m²）であり、想定される溢水水位 T.P. 2.87m（T.P. 2.50m+0.37m）に対して、防護対象設備である海水ポンプの機能喪失高さは T.P. 4.0m であることから、溢水の影響はない。

表1 没水影響評価結果

	溢水水位	機能喪失高さ	評価
海水ポンプ (モータ下端)	T. P. 2. 87m	T. P. 4. 0m	○

3. 循環水ポンプエリア及び海水ストレーナ室の溢水影響評価について

防護対象区画外からの溢水として、循環水ポンプエリア及び海水ストレーナ室で発生する溢水が、海水ポンプエリアに流入しないことを確認する。循環水ポンプエリアからはT. P. 10. 3mのオペレーションフロアを介して海水ポンプエリアに流入する溢水経路があり、海水ストレーナ室からはT. P. 2. 5mの接続通路を介して海水ポンプエリアに流入する溢水経路がある。循環水ポンプ建屋の概念図を図2に示す。

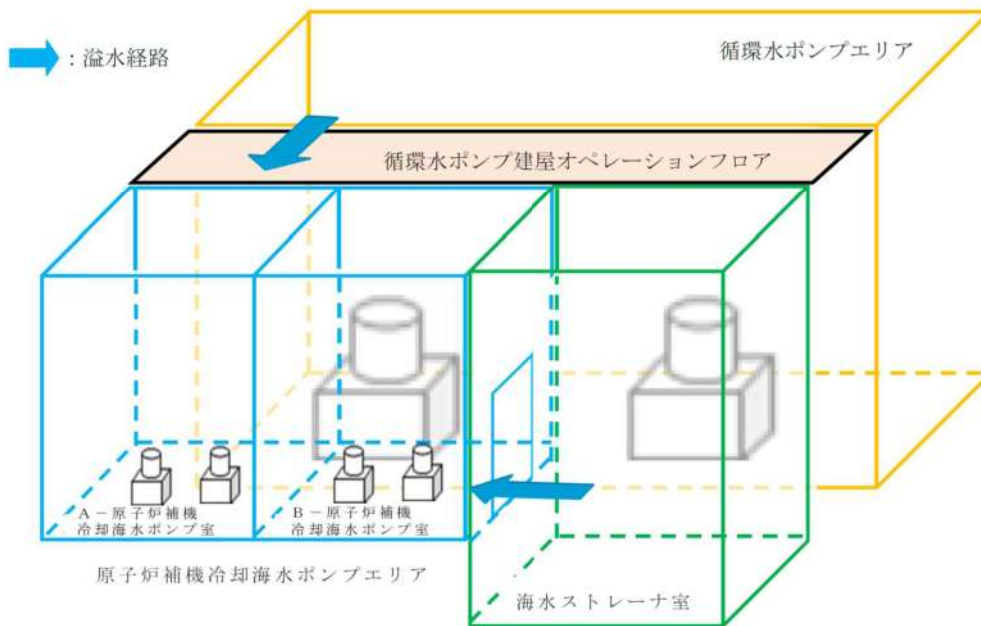


図2 循環水ポンプ建屋立体図 (概念図)

3. 1 空間容積の算出

(1) 循環水ポンプエリア

循環水ポンプエリアの空間容積は、図3に示す開口で繋がっている5区画の容積を合計し、機器類の欠損体積^{*}を除いた5,400m³を、循環水ポンプエリアの空間容積としている。

循環水ポンプエリアと原子炉補機冷却海水ポンプ室は扉や開口で接続されておらず、循環水ポンプエリア内で生じた溢水は、循環水ポンプエリアの空間容積である5,400m³までは同エリア内に滞留する。

※欠損体積：循環水管（234m³）、循環水ポンプ（129m³）、循環水ポンプモータ（144m³）等を合算

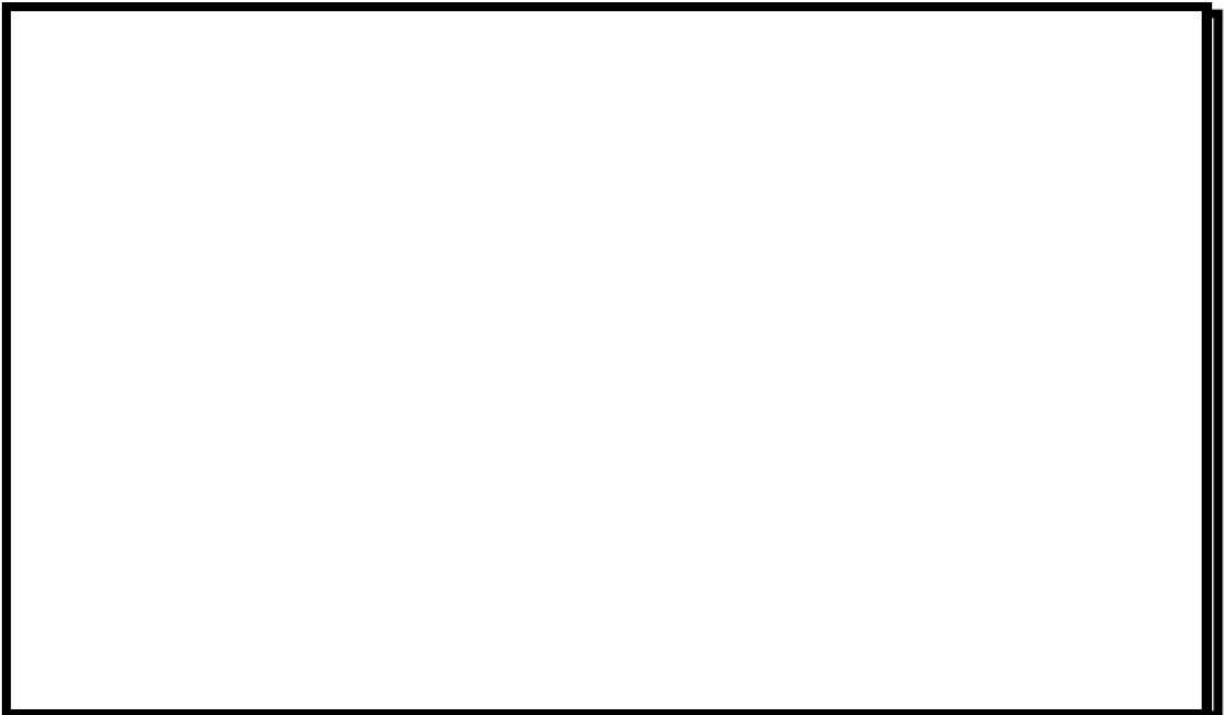


図3 循環水ポンプエリア平面図

枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。

(2) 海水ストレーナ室

海水ストレーナ室及び原子炉補機冷却海水管ダクトは開口で繋がっていることから、図4、5に示す2区画の容積を合計し、機器類の欠損体積^{*}を除いた1,200m³を、海水ストレーナ室の空間容積としている。

海水ストレーナ室とB-原子炉補機冷却海水ポンプ室は繋がっているが、海水ストレーナ室の床面レベルがB-原子炉補機冷却海水ポンプ室と比べて低いため、海水ストレーナ室内で生じた溢水は、1,200m³までは同エリア内に滞留してB-原子炉補機冷却海水ポンプ室に流入しない。

※ 欠損体積として海水管（88m³）等を合算

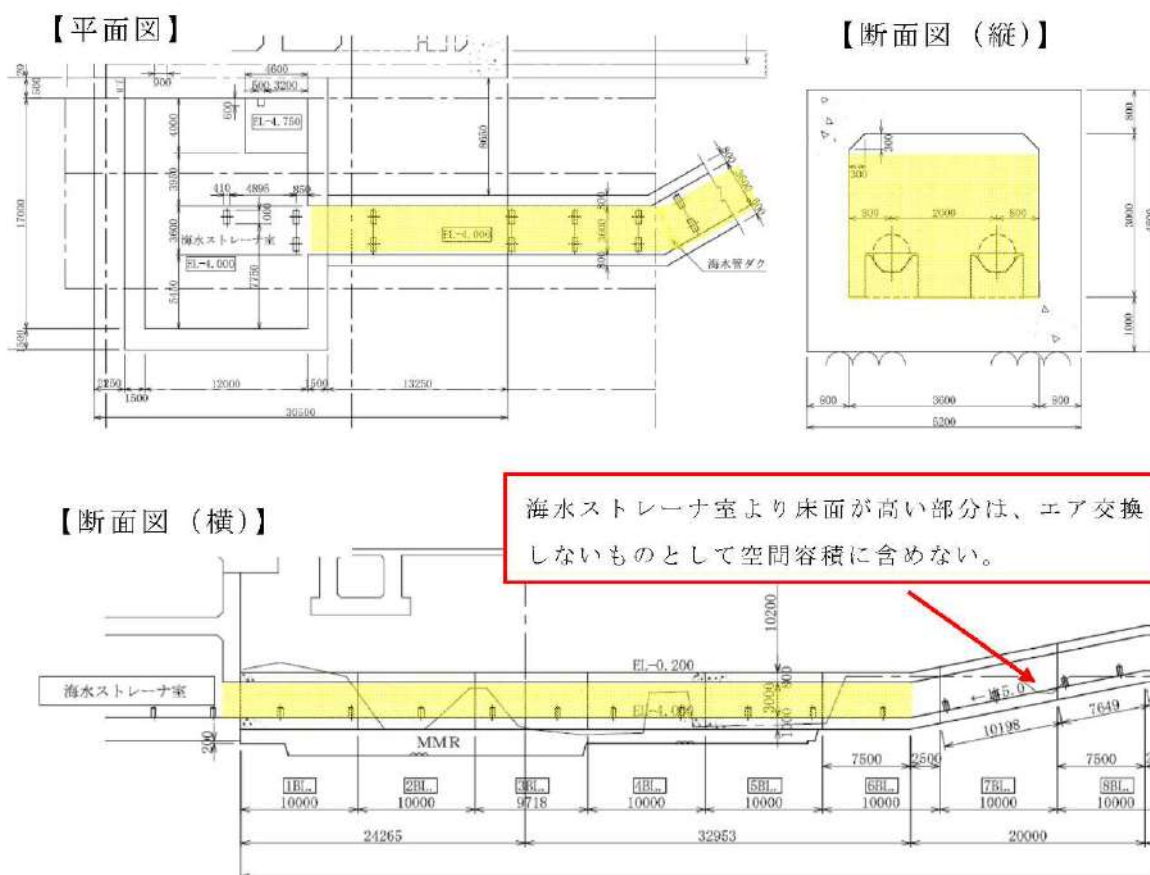
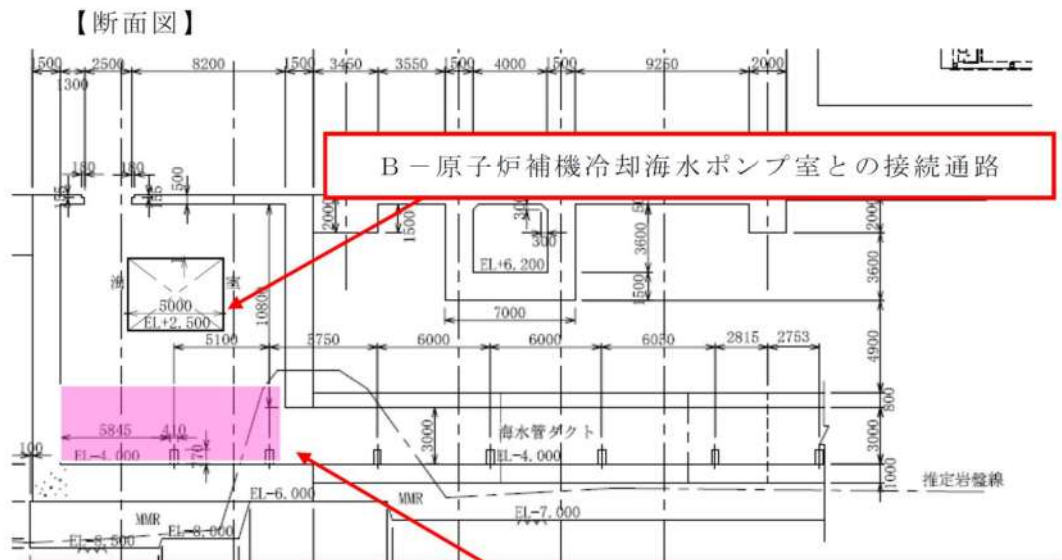
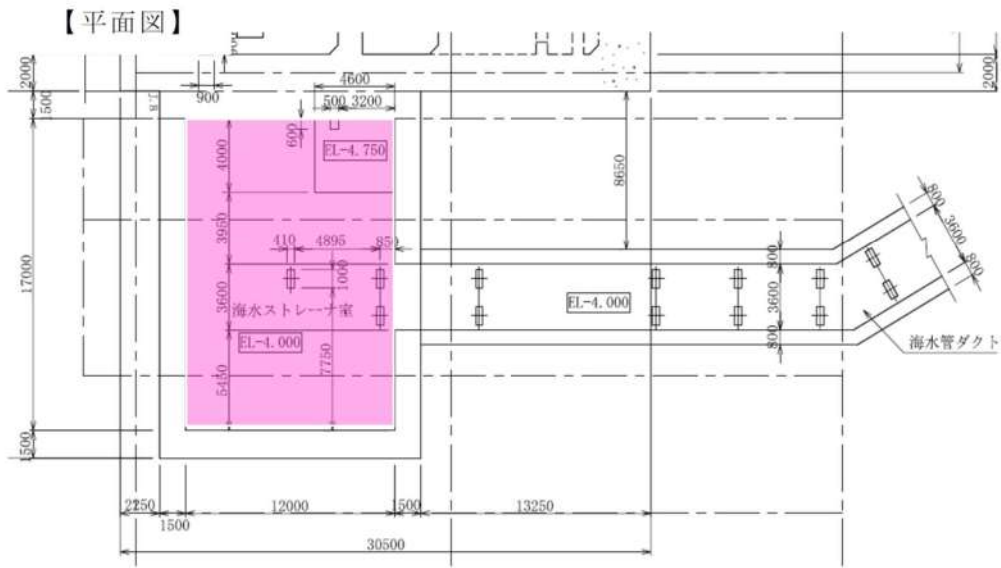


図4 原子炉補機冷却海水管ダクト平面図及び断面図



海水ストレーナ室内の最下層の天井高さ T.P - 0.3 m を区画高さとした。海水ストレーナ室と B - 原子炉補機冷却海水ポンプ室は、T.P 2.5 m で繋がっており、保守的な設定である。

図 5 海水ストレーナ室断面図

3. 2 循環水ポンプエリア及び海水ストレーナ室の地震による溢水量

循環水ポンプエリア及び海水ストレーナ室の耐震Cクラス機器は、基準地震動による地震力に対して耐震性が確保されていることから、地震による溢水は発生しない。(添付資料 23「地震に起因する溢水源リスト」参照)

また、循環水ポンプエリアの床面貫通部には津波に対する浸水防止設備を設置し、海水ストレーナ室には津波が流入する経路がないことから、津波による流入はない。

3. 3 循環水ポンプエリア及び海水ストレーナ室の想定破損による溢水量

循環水ポンプエリア及び海水ストレーナ室における低エネルギー配管の想定破損による溢水量を表 2 及び表 3 に示す。

溢水量は、貫通クラックによる溢水を想定し、隔離による漏えい停止に必要な時間から溢水量を算出した。(補足説明資料 12「想定破損評価における隔離時間の妥当性について」参照)

応力評価により、想定破損除外を適用している系統については、溢水量を 0 m³とした。(添付資料 14「低エネルギー配管の想定破損除外について」参照)

表 2 循環水ポンプエリアの配管からの溢水流量

系統	口径 (B)	系統圧力 [MPa] 又は 水頭[m]	溢水 流量 (m ³ /h)	隔離 時間 (min)	溢水量 (m ³)	備考
所内用水系	—	—	—	—	0	応力評価実施
海水淡水化設備	—	—	—	—	0	応力評価実施
軸受冷却系	—	—	—	—	0	応力評価実施
循環水管伸縮継手	※	11.6 [m]	1,200	80	3,020	溢水量に系統保有水量 1,420m ³ を含む

※内径 3800mm, 厚さ 28mm

表 3 海水ストレーナ室の配管からの溢水流量

系統	口径 (B)	系統圧力 [MPa]	溢水 流量 (m ³ /h)	隔離 時間 (min)	溢水量 (m ³)	備考
海水電解装置海水供給・注入系	—	—	—	—	0	応力評価実施

3. 4 循環水ポンプエリア及び海水ストレーナ室の放水による溢水量

消火栓からの放水による溢水量は以下の通り算出した。放水時間については、日本電気協会電気指針「原子力発電所の火災防護指針(JEAG4607-2010)」解説-4-5(1)に従い、等価火災時間を放水時間として設定した。(添付資料24「消火水の放水における放水量について」参照)

(循環水ポンプエリア)

$$\cdot 390\text{L}/\text{min} \times 2 \text{箇所} \times 120\text{min} = 94\text{m}^3$$

(海水ストレーナ室)

$$\cdot 390\text{L}/\text{min} \times 2 \text{箇所} \times 30\text{min} = 24\text{m}^3$$

3. 5 循環水ポンプエリア及び海水ストレーナ室の没水影響評価

(1) 循環水ポンプエリアの没水影響評価

循環水ポンプエリアにおいて、溢水量が最大となる想定破損による溢水量は $3,020\text{m}^3$ であり、循環水ポンプエリアのT.P. 10.3mまでの空間容積 $5,400\text{m}^3$ よりも小さく、循環水ポンプエリアにおける溢水水位はT.P. 8.0mとなり、循環水ポンプエリアで発生する溢水は同エリア内に貯留可能である。

(2) 海水ストレーナ室の没水影響評価

海水ストレーナ室において、溢水量が最大となる放水による溢水量は 24m^3 であり、海水ストレーナ室のT.P. -0.3mまでの空間容積 $1,200\text{m}^3$ よりも小さく、海水ストレーナ室における溢水水位はT.P. -3.3mとなり、海水ストレーナ室で発生する溢水は同エリア内に貯留可能である。

3. 6 溢水防護区画外からの溢水影響結果

循環水ポンプエリア及び海水ストレーナ室で発生する溢水が海水ポンプエリアに流入しないことを確認した。

タービン建屋からの溢水影響評価に用いる溢水量について

1. 想定破損による溢水量

タービン建屋において一系統における単一の機器の破損を想定する場合、復水系又は給水系の配管に破損を想定した際の溢水量が最も大きな値となり、復水系及び給水系の保有水全量が流出した場合の溢水量は、2,570 m³である。

2. 消火水の放水による溢水量

消火水の放水による溢水量は、3時間の放水により想定される溢水量として、一律54m³を考慮する。

3. 地震起因による溢水量

地震起因による溢水評価では、耐震性が確認されていない耐震Cクラス設備の複数同時破損を考慮する他、保守的に循環水ポンプの運転継続を仮定した評価を実施している。

(1) 地震起因による機器の破損に伴う溢水量

溢水源は循環水管の伸縮継手部及び2次系機器とする。

耐震Cクラスの機器である循環水ポンプ及び出口弁は、地震により破損が想定されるが、ここでは、保守的に地震後も循環水ポンプが動作し続けているものとしてポンプ停止までの時間、循環水管の伸縮継手部からの溢水を考慮する。

また、地震による津波の来襲を考慮し、地震発生後の事象進展を考慮した循環水管の伸縮継手部からの津波の流入について考慮する。事象進展は以下のとおり。

- ・地震により循環水管の破損及び2次系機器が破損し、タービン建屋内に溢水が生じる。
- ・2次系機器の破損による溢水は瞬時に滞留し、循環水管の破損による溢水は、ポンプ停止まで生じる。
- ・以降については、津波来襲時も含めて取水側水位及び放水ピット内水位とタービン建屋内水位を比較し、取水側水位及び放水ピット内水位が高い場合は、サイフォン効果により流入する。

なお、タービン建屋内に流入した溢水や津波については、取水側水位及び放水ピット内水位が低い場合は、循環水管の流入経路を逆流してタービン建屋外へ流出するが、保守的に一度流入したものは流出しないものとする。

地震発生から循環水ポンプ停止までの溢水量を考慮する。

循環水管の伸縮継手部からの破損については、伸縮継手部の全円周状の破損を考慮する。算出した溢水流量は以下のとおり。

表1 循環水管の伸縮継手部の溢水流量

内径 (mm) D	継手幅 (mm) w	溢水流量 (m ³ /h) Q
2,700	70	37,000



循環水管伸縮継手

$$Q = A \times C \sqrt{(2 \times g \times H)} \times 3,600$$

Q : 流量 (m³/h)

A : 断面積 (= $(\pi \times D \times w)$ m²)

C : 損失係数 (0.82^{*1})

H : 水頭 (=22.7m^{*2})

※1 系統の圧力損失としては、破損部における急縮小 ($\xi = 0.5$)、急拡大 ($\xi = 1.0$) の損失のみを考慮した損失係数を用いる。損失係数Cは次式で表されるため、圧力損失が小さく、損失係数が大きくなるため、溢水量が多くなると評価している。

$$C = \sqrt{(1 / \sum \xi)} = \sqrt{(1 / (0.5 + 1))} = 0.82$$

※2 $H = (\text{循環水ポンプ定格揚程}) - ((\text{破損伸縮継手設置レベル}) - (\text{外洋水位 HWL}))$

- ・循環水ポンプ定格揚程：15.6m
- ・破損伸縮継手設置レベル：復水器入口弁前伸縮継手と想定 (T. P. -6.45m)
- ・外洋水位：T. P. 0.56m

循環水ポンプ停止までの時間については、地震発生からポンプ停止までの時間を考慮する。想定した時間は以下のとおり。循環水ポンプ停止に要する時間とは、ポンプ停止操作を開始してから出口弁が閉止するまでに要する時間である。なお、中央制御室における遠隔停止機能が喪失した場合も考慮し、現地停止操作等の時間を②、③に含めている。

表2 循環水ポンプ停止までの時間

① 時間余裕	10分
② 現場への移動	15分
③ 漏えい箇所の特定	5分
④ 隔離操作 (循環水ポンプ停止)	16分
合計	46分

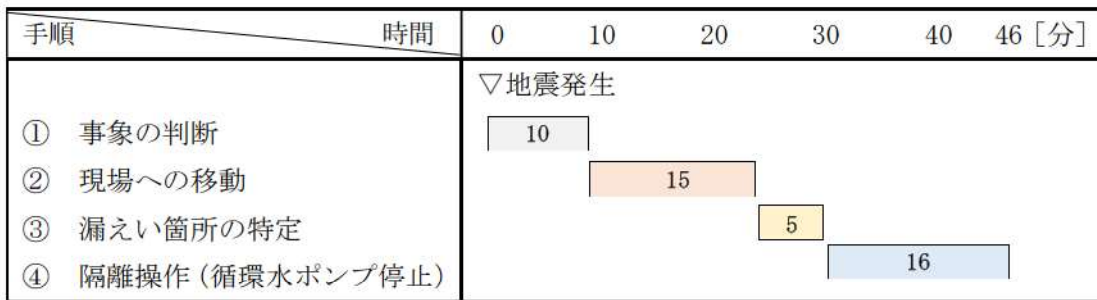


図1 循環水ポンプ停止までの時間

算出した溢水流量及び想定したポンプ停止までの時間から溢水量を算出した結果は以下のとおり。

表3 循環水管の伸縮継手部からの溢水量

溢水流量 (m ³ /h)	溢水継続時間 (分)	溢水量 (m ³)
37,000	46	約 28,370

2次系機器の保有水量を算出した主な機器は以下のとおり。

容器：復水器，主油タンク，低圧給水加熱器，高圧給水加熱器，脱気器タンク，タービン建屋周辺タンク等

配管：給水管，復水管，海水管，飲料水配管，消火水配管等

表4 2次系機器の保有水量

保有水量		保有水量合計 (m ³)
配管 (m ³)	容器 (m ³)	
約 490	約 12,130	約 12,620

以上より，地震発生から循環水ポンプ停止までの溢水量は以下のとおり。

$$28,370 + 12,620 = 40,990 \text{ m}^3$$

(循環水管の伸縮継手部の溢水量) (2次系機器の保有水量) (溢水量の合計)

また，タービン建屋の溢水量 40,990m³ に対する溢水水位は約 T.P. 5.7m となる。

循環水ポンプ停止から津波来襲前までの溢水量を考慮する。外洋水位 (T.P. 0.56m) とタービン建屋内の溢水水位 (T.P. 5.7m) を比較した結果，タービン建屋内の溢水水位の方が高いことから，この期間の外部からの海水流入はない。

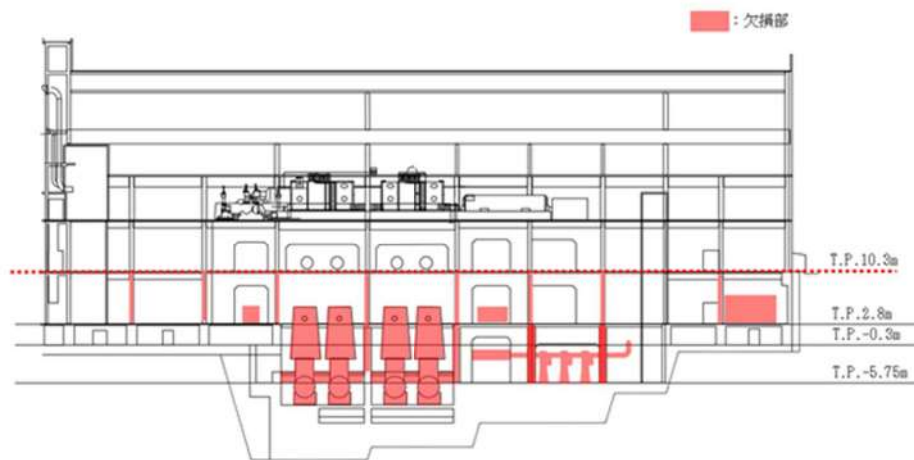


図2 タービン建屋断面図

追而【地震津波側審査の反映】

以下の破線囲部分は基準津波確定後の評価結果を反映する。

2次系機器の破損による溢水量及び循環水管の伸縮継手部からの溢水量を加算した場合においても、タービン建屋内の溢水を保有可能な空間容積より小さいことから、タービン建屋内に貯水可能である。タービン建屋内における溢水水位はT.P. 8.3mとなり、原子炉建屋との境界に対しては溢水防護措置（配管等の貫通部への止水処置等）を講ずることから、隣接する原子炉建屋に伝播しないことを確認した（図3～図7）。

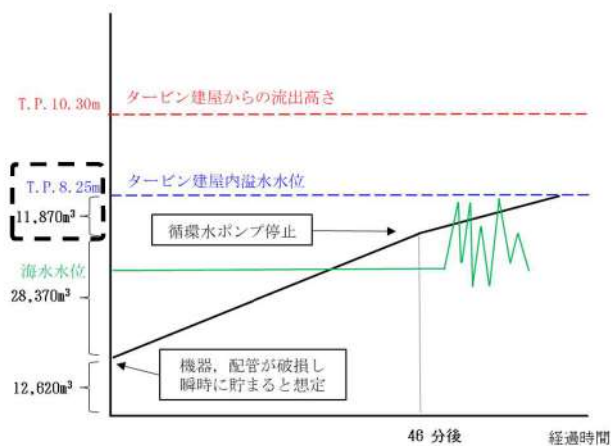
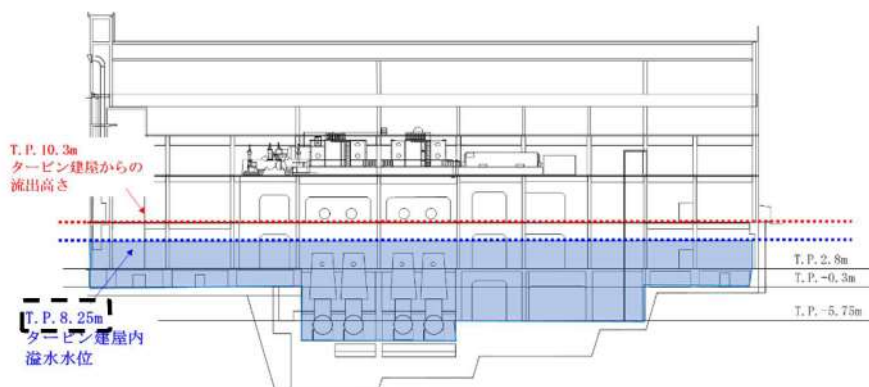


図3 タービン建屋内の溢水水位イメージ

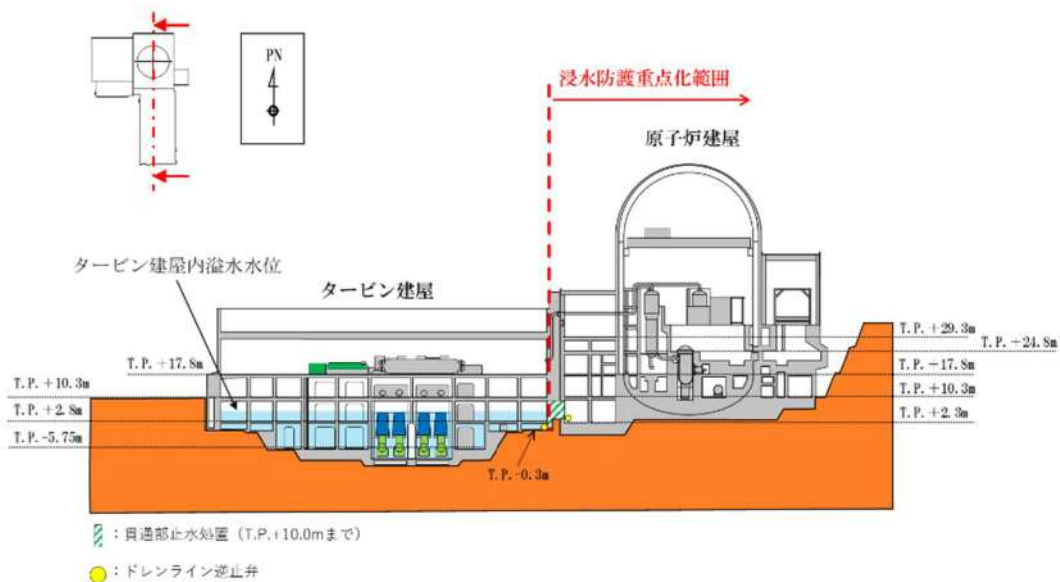


図4 タービン建屋内溢水水位（浸水防護範囲との境界）



図5 津波による取水側の水位波形



図6 津波による放水ピットの水位波形

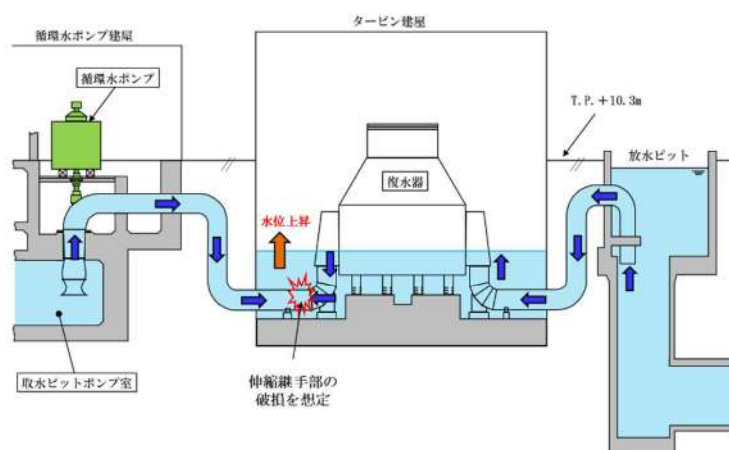


図7 津波来襲時のタービン建屋内水位と取水側水位及び放水ピット水位の概略図

屋外タンクからの溢水影響評価について

地震起因による屋外タンク等の破損により生じる溢水が、防護対象設備の設置されている原子炉建屋、原子炉補助建屋、ディーゼル発電機建屋及び循環水ポンプ建屋に及ぼす影響を確認した。

原子炉補機冷却海水等の系統排水については、敷地に流出させない方針とすることから溢水源として想定しない。

1. 溢水評価対象となる屋外タンク

泊発電所にある屋外タンクのうち、基準地震動による地震力に対して耐震性が確保されないタンクについて評価を行った。評価の対象となる屋外タンクを表1に示す。

表1 溢水影響評価の対象となる屋外タンク

No.	タンク名称	基数	容量 (m ³)	評価に用いる容量 (m ³)
1	A-2次系純水タンク	1	1,600	1,600
2	B-2次系純水タンク	1	1,600	1,600
3	3A-ろ過水タンク	1	1,600	1,600
4	3B-ろ過水タンク	1	1,600	1,600
5	A-ろ過水タンク	1	1,600	1,600
6	B-ろ過水タンク	1	1,600	1,600
7	1号及び2号炉 補助ボイラー燃料タンク	1	600	450*
8	3号炉 補助ボイラー燃料タンク	1	735	410*
9	1号炉 タービン油計量タンク	1	70	70
10	3号炉 タービン油計量タンク	1	110	0*
	合計			10,530

※評価に用いる容量は、発電所の所則類に反映し、運用容量を超過しないように管理する。

なお、本事項は後段規則での対応が必要となる事項である。(別添2参照)

2. 屋外タンク溢水評価モデルの設定

(1) 水源の配置

泊発電所の溢水影響評価対象となる屋外タンク配置図を図1に示す。

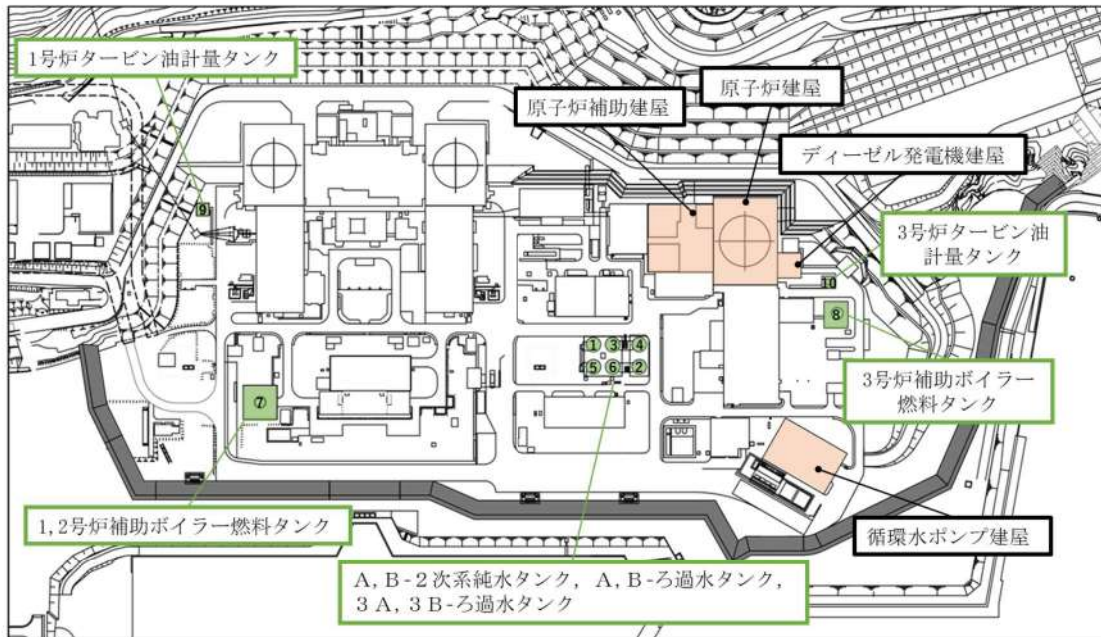


図1 溢水影響評価の対象となる屋外タンク配置図

(2) 評価条件

タンクの損傷形態及び流出水の伝播に係る条件について以下のとおり設定した。

- a. 基準地震動に対する耐震性が確保されている2次系純水タンク及びろ過水タンクについては、タンクと接続されているすべての配管について全周破断を想定した。
- b. 破断位置については、保守的にタンク付け根部とした。
- c. タンクからの流出については、タンク水頭に応じて流出流量が低下するものとして評価を実施した。
- d. 容量が1,000m³以下のタンクについては、地震による損傷をタンク側板が瞬時に消失するとして模擬した。
- e. 構内排水設備からの流出や、地盤への浸透は考慮しない。

(3) 解析モデル

解析に使用した敷地モデルを図2に示す。敷地モデルには保守性を考慮し、防潮堤の厚さを敷地側に2倍拡幅させ、実際よりも滞留面積が小さくなるよう設定した。

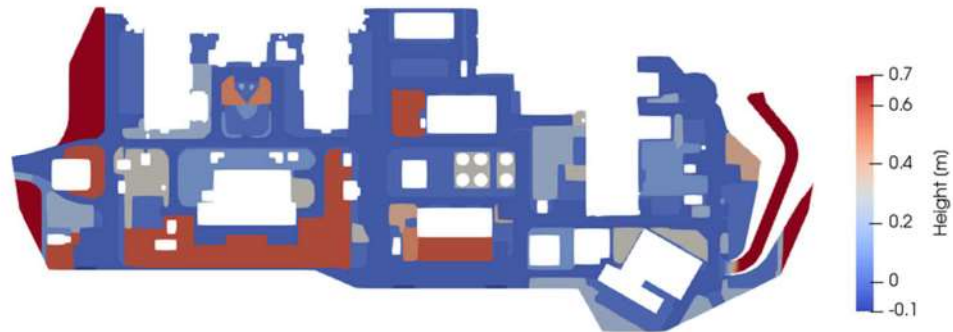


図 2 敷地モデル

3. 評価結果

屋外タンク破損時の局所的な水位上昇について評価した結果，防護対象設備が設置されている建屋の開口高さを超えないことを確認した。

表 2 に結果を示す。また，溢水伝播挙動を図 4 に，測定箇所及び浸水深を図 5-1 及び図 5-2 に示す。

なお，原子炉建屋及び原子炉補助建屋には，屋外に接する開口は無いことから，それぞれ隣接するタービン建屋及び出入管理建屋の開口高さが最大浸水深を上回ることを確認した。

ディーゼル発電機燃料油貯油槽タンク室については，ディーゼル発電機燃料油貯油槽タンク室内に設置されている非常用ディーゼル発電機燃料油貯油槽及び燃料油配管は静的機器であることから，溢水影響がないと評価した。

表 2 屋外タンクによる溢水影響評価結果

建屋	建屋開口高さ (m)	溢水量 (m ³)	最大浸水深 ^{※2} (m)	評価
原子炉建屋 (タービン建屋入口)	0.30 ^{※1}	10,530	0.27	○
ディーゼル発電機建屋	0.30 ^{※1}		0.17	
原子炉補助建屋 (出入管理建屋入口)	0.30 ^{※1}		0.19	
循環水ポンプ建屋	0.30 ^{※1}		0.17	

※1 建屋入口高さから敷地レベル T. P. 10.0m を引いた値

※2 敷地レベル T.P. 10.0m からの浸水深

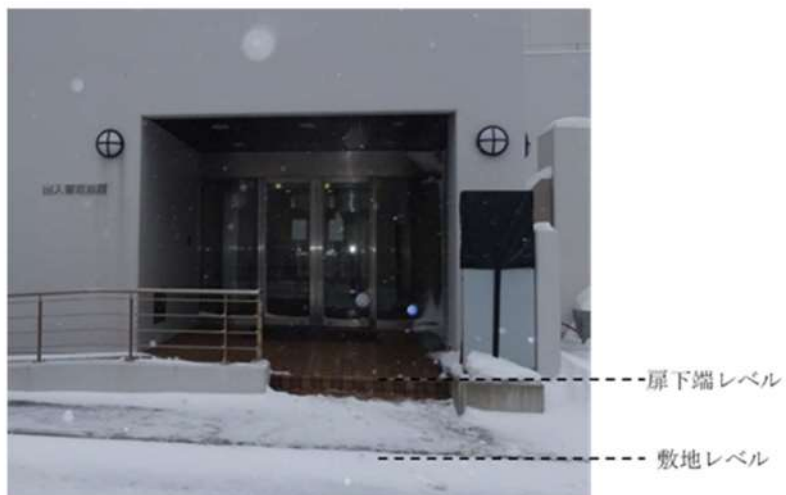


図 3 建屋外壁扉 (代表例)

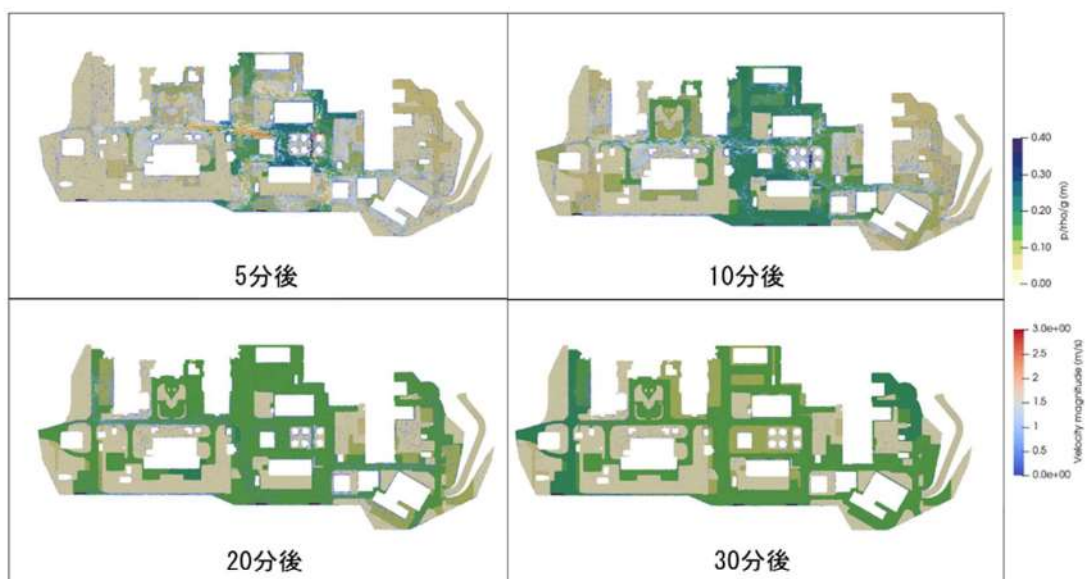
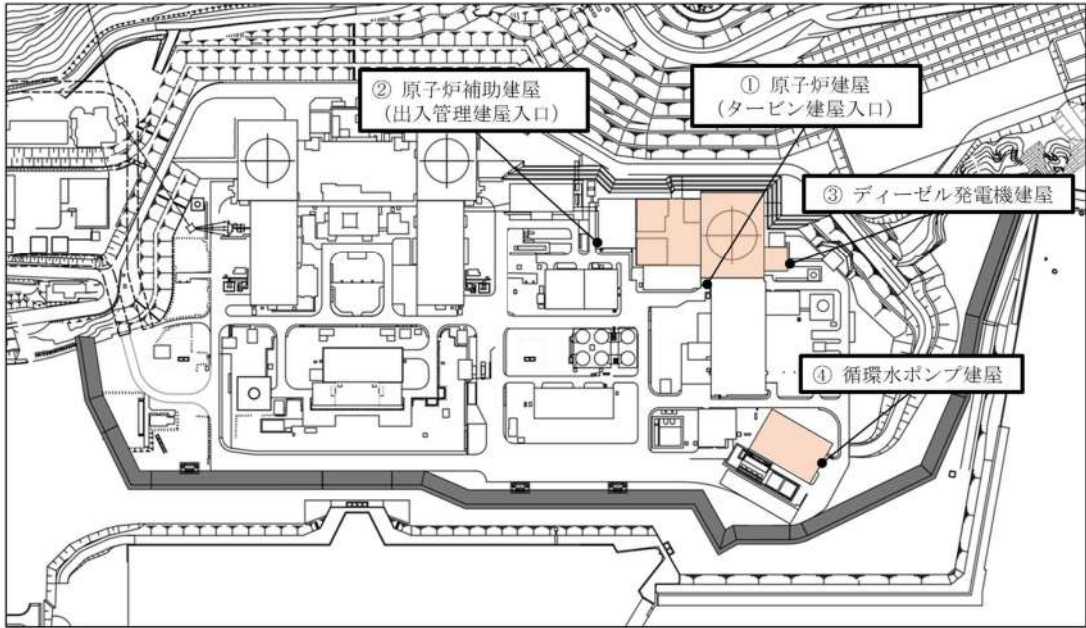


図 4 溢水伝播挙動



- ① 原子炉建屋（タービン建屋入口）
- ② 原子炉補助建屋（出入管理建屋入口）
- ③ ディーゼル発電機建屋
- ④ 循環水ポンプ建屋

図 5-1 水位測定箇所

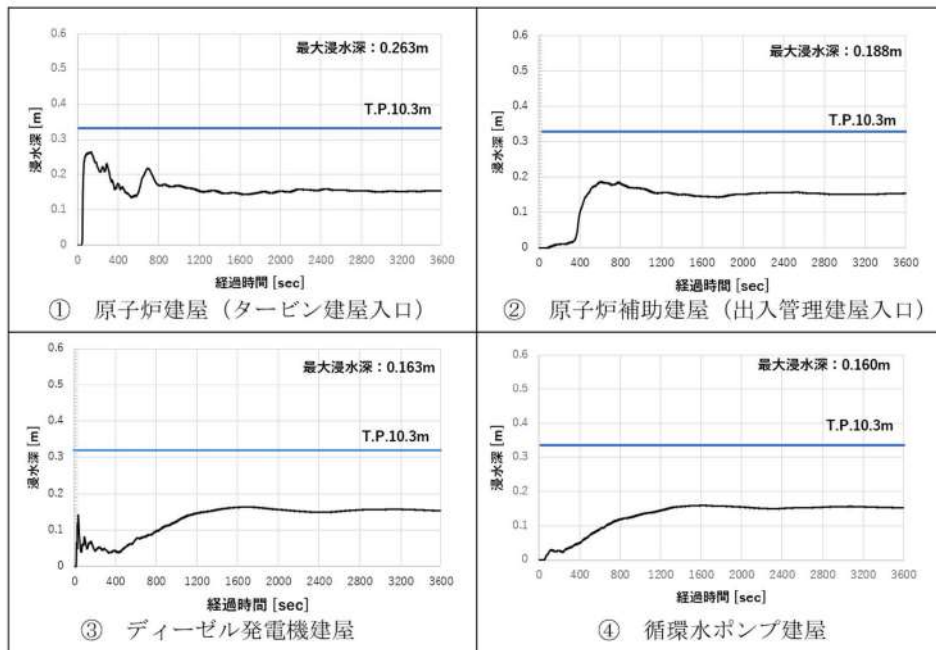


図 5-2 水位測定箇所における浸水深

屋外タンク溢水伝播挙動評価に用いた解析コードの妥当性検証

1. 概要

使用プログラム Fluent (Ver. 18.2.0) の動作検証を実施するため、2次元ダムブレイク問題の模擬解析を行い、水面位置の時間変化を実験結果と比較する。

2. 対象問題

図 1 に示すアスペクト比 1 : 2 の水柱（水色の領域）を初期条件として、時間の経過とともに図 1 中破線のように水柱が崩れる問題に対して非定常解析を行う。 $L=0.5$ [m] とする。物性値は表 1 の値を用いる。

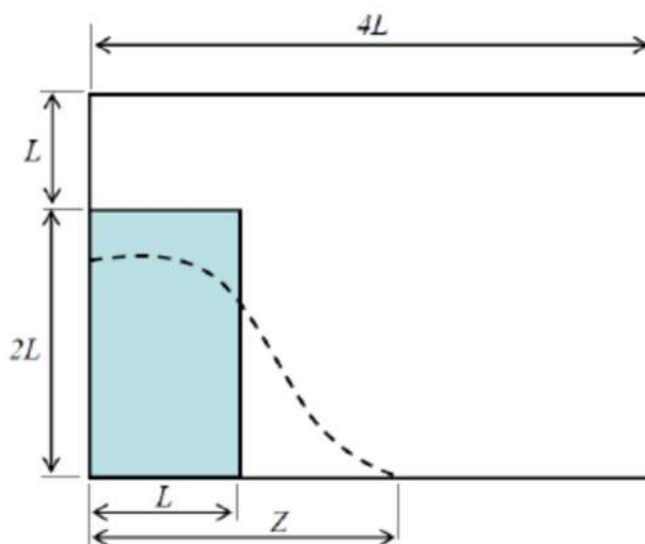


図 1 解析対象

表 1 物性値

水	
密度 [kg/m ³]	$\rho_1=1000$
粘性係数 [Pa · s]	$\mu_1=1.0 \times 10^{-3}$
空気	
密度 [kg/m ³]	$\rho_1=1.0$
粘性係数 [Pa · s]	$\mu_1=1.8 \times 10^{-5}$

3. 解析モデルと解析条件

3. 1 メッシュ分割

図1にメッシュ分割図を示す。全域においてメッシュサイズを鉛直/水平方向とも0.025[m] (0.05L) とする。

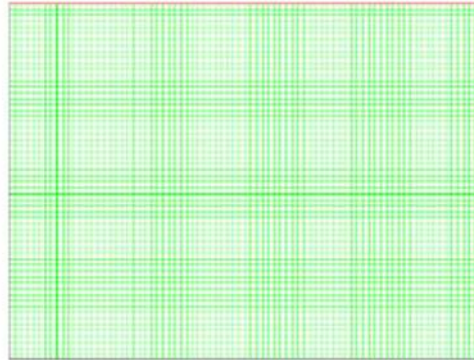


図2 メッシュ分割図

3. 2 流体のモデル化

水及び空気の2相流，かつ2相とも非圧縮性粘性流体としてモデル化する。2相の取扱いについては，VOF法 (Volume Of Fluid 法) [1]を採用する。

3. 3 初期条件

水柱の初期状態を模擬するために，図3に示すような体積分率の初期条件を与える。流速及び圧力は，すべて0とする。なお，赤色は水を，青色は空気を，コンターレンジ途中の色（黄緑色等）は水と空気の混合状態を意味する。

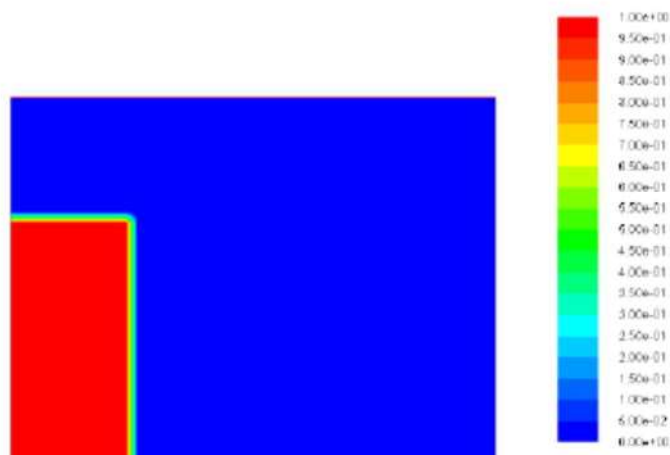


図3 体積分率分布 (初期条件)

3. 4 境界条件

メッシュモデル下面及び側面には、滑りなしの境界条件を与えた。また上面は圧力境界条件とする。

3. 5 重力の取扱い

鉛直下向きに $1G$ ($=9.8\text{m/s}^2$) 相当の体積力を与える。

3. 6 時間積分

非定常計算における時間刻みは、 0.01 秒とし、 100 時間ステップ ($=1.0$ 秒間) の解析を行う。

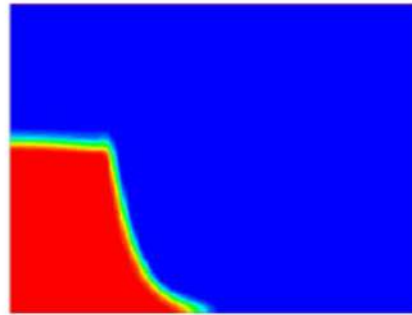
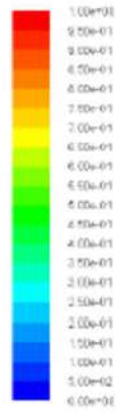
3. 7 数値解法

PISO 法^[2]を採用し、 1 時間ステップ当たり 20 スイープの繰返し計算を行った。

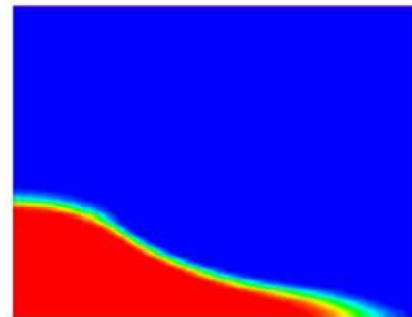
4. 解析結果及びまとめ

図 4 に、体積分率分布を示す。ここで、図中の t : 経過時刻 [s], g : 重力加速度を示す。時間の経過に伴って水柱が崩壊し、モデル右側に衝突した水流が壁面を伝って上昇している様子が分かる。

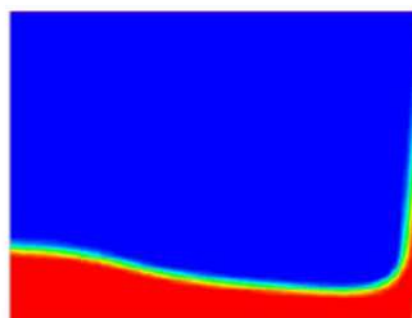
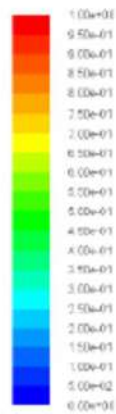
実験結果^[3]及び他の数値解法^[4]との比較を、図 5 及び図 6 に示す。図 5 は水の先端 (右端) の位置の時間変化を、図 6 はモデル左端における水面の高さの時間変化を無次元化して整理したグラフである。これらの図において、本解析結果は他の解法・コードで計算した結果とよく一致している。図 5 の水の先端位置の時間変化において、解析結果が実験結果と比べて先行する傾向があるが、これは実験においては水ダムのスリットの開放が有限時間で行われることや、3次元性の影響があると思われる。



(a) $t=0.2$ 秒後 ($t\sqrt{g/L} = 0.886$)



(b) $t=0.4$ 秒後 ($t\sqrt{g/L} = 1.772$)



(c) $t=0.6$ 秒後 ($t\sqrt{g/L} = 2.658$)

図 4 水面 (体積分率分布) の変化

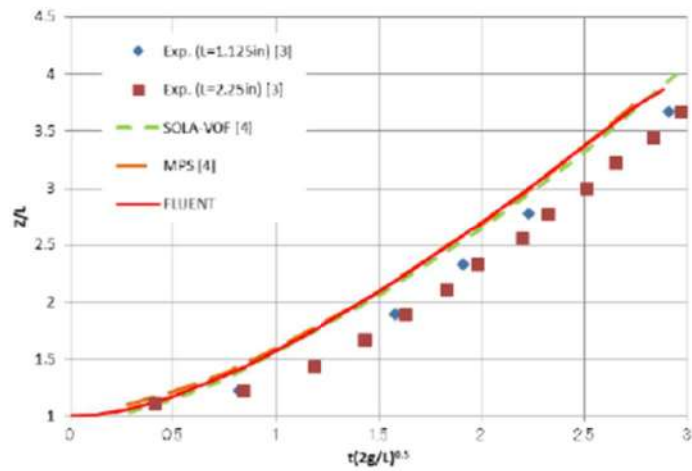


図 5 先端位置 Z の時間変化

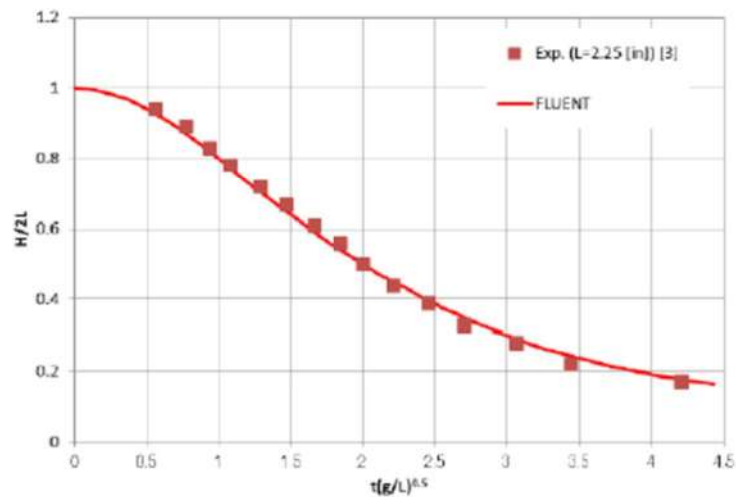


図 6 水柱高さ H の時間変化

参考文献

- [1] Hirt, C.W. and Nicholls, B. D. ,:Volume of fluid(VOF) method for dynamics of free boundaries, J. Comput. Phys. , Vol 39, pp. 201-221, 1981
- [2] Ferziger, J.H. and Peric, M. :Computational Method for Fluid Dynamics 3rd Edition, Springer, 2002.
- [3] Martin, J. C. and Moyce, W. J. :Part IV. An Experimental Study of the Collapse of Liquid Columns on a Rigid Horizontal Plane, Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series A, Mathematical and Physical Science, Vol. 244, No. 882, pp. 312-324, 1952
- [4] 越塚誠一, 山川宏, 矢川元基 : 数値流体力学 (インテリジェント・エンジニアリング・シリーズ), 培風館, 1997

原子炉補機冷却海水系戻り配管からの溢水影響評価

1. はじめに

泊発電所の屋外における溢水影響評価では、地震起因による屋外タンクの破損により生じる溢水が、防護対象設備が設置される建屋に及ぼす影響を確認している。原子炉補機冷却海水放水路については、敷地に流出させない方針とすることから溢水源として想定していないが、原子炉補機冷却海水系戻り配管からの排水が敷地に溢水した場合の影響について評価を実施する。

1号、2号炉及び3号炉の原子炉補機冷却海水系戻り配管からの溢水箇所及び構内排水設備の配置を図1に示す。

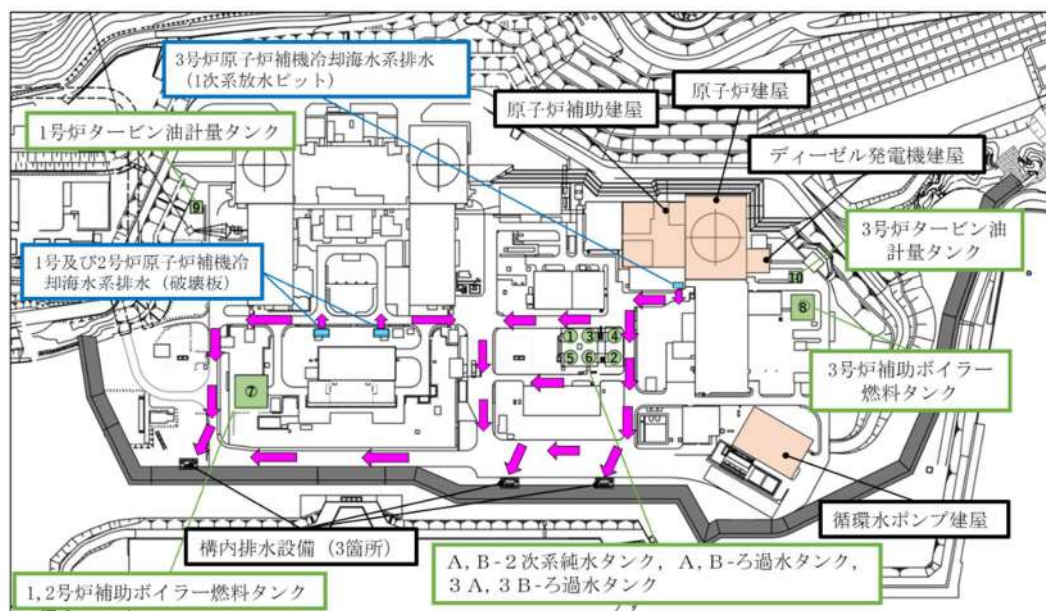


図1 原子炉補機冷却海水系戻り配管からの溢水箇所及び構内排水設備の配置

2. 屋外における地震起因による溢水源

地震による溢水源は、屋外タンクからの溢水、原子炉補機冷却海水系戻り配管からの溢水を考慮する。

(1) 屋外タンクからの溢水量

発電所敷地内の溢水源となりうる屋外タンクを表1に示す。また、容量が1,000m³を超える大型タンクからの溢水継続時間を表2に示す。

表 1 溢水影響評価の対象となる屋外タンク

No.	タンク名称	基数	容量 (m ³)	評価に用いる容量 (m ³)
1	A-2次系純水タンク	1	1,600	1,600
2	B-2次系純水タンク	1	1,600	1,600
3	3A-ろ過水タンク	1	1,600	1,600
4	3B-ろ過水タンク	1	1,600	1,600
5	A-ろ過水タンク	1	1,600	1,600
6	B-ろ過水タンク	1	1,600	1,600
7	1号及び2号炉 補助ボイラー燃料タンク	1	600	450*
8	3号炉 補助ボイラー燃料タンク	1	735	410*
9	1号炉 タービン油計量タンク	1	70	70
10	3号炉 タービン油計量タンク	1	110	0*
合計				10,530

※評価に用いる容量は、発電所の所則類に反映し、運用容量を超過しないように管理する。
 なお、本事項は後段規則での対応が必要となる事項である。(別添2参照)

表 2 大型タンクからの溢水継続時間

タンク名称	初期水位 (m)	接続配管断面積 (m ²)	溢水継続時間 (分)
A-2次系純水タンク	11.56	0.13	26
B-2次系純水タンク	11.56	0.13	26
3A-ろ過水タンク	11.56	0.29	12
3B-ろ過水タンク	11.56	0.29	12
A-ろ過水タンク	11.56	0.23	15
B-ろ過水タンク	11.56	0.23	15

(2) 原子炉補機冷却海水系戻り配管からの地震による溢水量

地震発生後も原子炉補機冷却海水ポンプは運転が継続されるため、原子炉補機冷却海水系戻り配管からの溢水は継続する。

原子炉補機冷却海水系戻り配管からの溢水影響評価では、溢水水位が最大となる屋外タンクからの溢水継続時間における原子炉補機冷却海水系戻り配管からの溢水量を算出する。算出結果を表3に示す。

表 3 原子炉補機冷却海水系戻り配管の溢水量

流量 (m ³ /h)	溢水継続時間 (分)	溢水量 (m ³)
11,000 ^{※1}	30 ^{※2}	5,500

※1 $3,400\text{m}^3/\text{h} + 7,600\text{m}^3/\text{h} = 11,000\text{m}^3/\text{h}$

- ・ 3号炉原子炉補機冷却海水ポンプ
 $1,700\text{m}^3/\text{h} \times 2 \text{台} = 3,400\text{m}^3/\text{h}$
- ・ 1号及び2号炉原子炉補機冷却海水ポンプ
 $1,900\text{m}^3/\text{h} \times 2 \text{台} \times 2 \text{ユニット} = 7,600\text{m}^3/\text{h}$

※2 溢水継続時間が最大となるA、B-2次系純水タンクの25.44分に保守性を考慮

(3) 構内排水設備からの排水量

原子炉補機冷却海水系戻り配管からの溢水については、構内排水設備により排水する。構内排水設備は発電所の運用上早期に排水をする必要があることから、約30分以内に排水する設計とする。

構内排水設備は、14,000 m³の溢水量を30分以内に排水する機能を有する構内排水設備を設置する。

なお、設置する構内排水設備は溢水ガイドに基づき、1箇所からの排水は期待できないものとする。

排水開始時期については、早期に滞留エリアの溢水を排水する必要があるため、地震発生後早期に排水可能な設計とする。

構内排水設備の排水能力については4項「構内排水設備の排水能力について」に示す。

3. 原子炉補機冷却海水系戻り配管からの溢水影響評価結果

原子炉補機冷却海水系戻り配管からの溢水影響評価については、屋外タンクからの溢水及び原子炉補機冷却海水系戻り配管からの溢水を想定し、溢水水位を算出した。

構内排水設備からの排水量については、溢水ガイドに基づき1箇所からの排水は期待できないものとし、30分間で14,000m³の排水量を考慮した。(4項参照)

溢水水位の算出結果を表4に示す。

表 4 原子炉補機冷却海水系戻り配管からの溢水影響評価

建屋	建屋開口高さ (m)	溢水量 (m ³)	排水量 (m ³)	敷地面積 (m ²)	敷地浸水深 (m)	評価
原子炉建屋 (タービン建屋入口)	0.30 ^{※1}	16,100 ^{※2, 3}	14,000 ^{※4}	約46,400 ^{※5}	0.05 ^{※6}	○
ディーゼル発電機建屋	0.30 ^{※1}					
原子炉補助建屋 (出入管理建屋入口)	0.30 ^{※1}					
循環水ポンプ建屋	0.30 ^{※1}					

※1 建屋入口高さから敷地レベル T.P. 10.0m を引いた値

※2 溢水量：16,100 m³

$$10,530 \text{ m}^3 + 5,500 \text{ m}^3 + 70 \text{ m}^3 = 16,100 \text{ m}^3$$

- ・屋外タンクからの溢水量：10,530m³(表 1)
- ・原子炉補機冷却海水系配管からの溢水量：5,500m³(表 3)
- ・地下水排水系及び液体廃棄物処理系からの溢水量：70m³

※3 地下水排水系及び液体廃棄物処理系は常時排水は無いが、保守的にポンプの定格容量による溢水量を想定した。(湧水ピットポンプ：25m³/h, 廃液蒸留水ポンプ 30m³/h)

※4 構内排水設備の排水能力：14,000m³/h×2基×30/60分

※5 T.P. 10.0m 盤の道路の面積：46,400 m²

※6 敷地レベル T.P. 10.0m からの浸水深

屋外における溢水水位は T.P. 10.05m であり、防護対象設備が設置される原子炉建屋、原子炉補助建屋、ディーゼル発電機建屋及び循環水ポンプ建屋の開口高さ (T.P. 10.3m) に至らず、影響がないことを確認した。

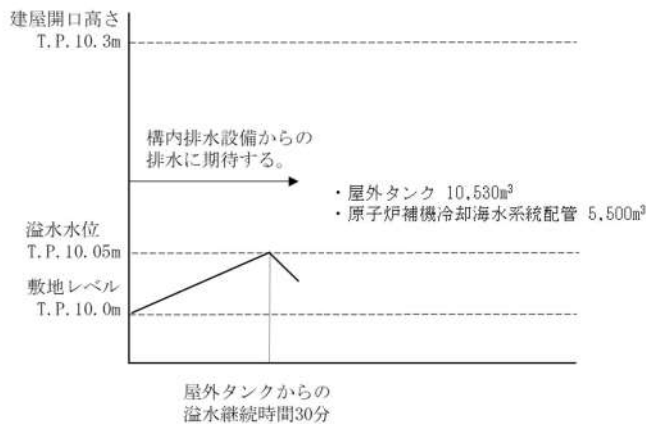


図 2 地震発生後の溢水水位イメージ

4. 構内排水設備の排水能力について

原子炉補機冷却海水系戻り配管からの溢水の排水について、溢水ガイドに従い算出される屋外の溢水及び降雨との重畳も含めて評価を行う。

(1) 想定される溢水量

- ① 地震起因による溢水量：16,100m³

(表4 原子炉補機冷却海水系戻り配管からの溢水影響評価による)

- ② 降雨との重畳

地震起因による溢水量に、発電所敷地における降雨についても評価する。

発電所周辺地域における日最大1時間降水量の既往最大値(57.5mm/h)を用い評価する。溢水量を表5に示す。

表5 日最大1時間降水量による溢水量(1時間最大値)

1時間の降水量 (mm)	集水面積 ^{※1} (m ²)	溢水量 (m ³)
57.5	約 353,600	約 20,400

※1 T.P.31m 盤以上の雨水集水面積も含む

(2) 別ハザードからの要求

設置許可基準規則第6条(自然事象)において、構内排水設備の排水可能流量は設計基準降水量(57.5mm/h)による降雨時の雨水流入量を上回り、排水可能であると評価しているため、地震と降雨が重畳した場合の影響についても評価する。30分間で発生する地震及び降雨重畳時の溢水量を表6に示す。

表6 地震及び降雨重畳時の溢水量(30分間)

地震起因による溢水量 (m ³)	降雨による溢水量 (m ³)	合計 (m ³)
16,100	10,200	26,300

(3) 構内排水設備の排水能力について

別ハザードからの要求が満足できる構内排水設備の排水能力は、1基あたり14,000m³/h以上である。

排水開始時期については、早期に滞留エリアの溢水を排水する必要があるため、地震発生後早期に排水可能な設計とする。

(4) 降雨重畳時の溢水影響評価

溢水水位が最大となる屋外タンクからの溢水継続時間（30分）の溢水水位が、降雨との重畳を考慮した場合でも、防護対象設備が設置される建屋の開口高さを超えないことを評価した。

溢水水位の算出結果を表7に示す。溢水水位はT.P. 10.27mであり、防護対象設備が設置される原子炉建屋，原子炉補助建屋，ディーゼル発電機建屋及び循環水ポンプ建屋の開口高さ（T.P. 10.3m）に至らず、影響がないことを確認した。

表7 降雨重畳時の溢水影響評価

建屋	建屋開口高さ (m)	溢水量 (m ³)	排水量 (m ³)	敷地面積 (m ²)	敷地浸水深 (m)	評価
原子炉建屋 (タービン建屋入口)	0.30 ^{※1}	26,300	14,000 ^{※2}	約46,400 ^{※3}	0.27 ^{※4}	○
ディーゼル発電機建屋	0.30 ^{※1}					
原子炉補助建屋 (出入管理建屋入口)	0.30 ^{※1}					
循環水ポンプ建屋	0.30 ^{※1}					

※1 建屋入口高さから敷地レベル T.P. 10.0m を引いた値

※2 構内排水設備の排水能力 14,000m³/h × 2基 × 30/60分

※3 T.P. 10.0m 盤の道路の面積：46,400 m²

※4 敷地レベル T.P. 10.0m からの浸水深

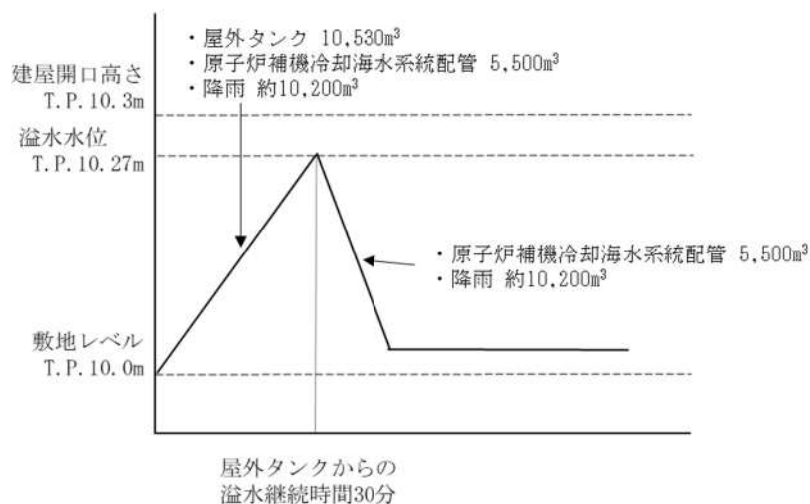


図3 溢水水位イメージ

その他の漏えい事象に対する確認について

その他の漏えい事象に対して、想定される事象を整理するとともに、漏えいの早期検知及び排水により、漏えい水が安全機能に影響を及ぼさない設計となっていることを確認する。

1. その他漏えい事象の整理

溢水防護区画内にて発生が想定されるその他漏えい事象について表1に整理する。

表1 その他の漏えい事象

分類	想定事象	漏えい量
(1) 機器ドレン	<ul style="list-style-type: none"> ・ポンプシールドレン ・空調ドレン（結露水含む） ・サンプルシンクドレン 等 	小
(2) 機器の作動（誤作動含む）	<ul style="list-style-type: none"> ・安全弁動作 ・開放端に繋がる弁の誤開，開固着 等 	小～中
(3) 機器損傷（配管以外）	<ul style="list-style-type: none"> ・開放端に繋がる弁のシートリーク ・弁グランドリーク ・ポンプシールリーク ・フランジリーク 等 	小
(4) 人的過誤	<ul style="list-style-type: none"> ・弁誤操作 ・隔離未完機器の誤開放 ・開放点検中設備への誤通水 ・アイスプラグ施工不良 等 	小～大
(5) 配管フランジ部損傷	<ul style="list-style-type: none"> ・配管フランジ部からのリーク 	小

(1) 機器ドレン

通常運転状態において発生するドレンで有り、床及び機器ドレン配管により排水可能な設計としている。

(2) 機器の作動（誤作動含む）

安全弁の作動は設計上想定されているものであり、2次側は配管により冷却材貯蔵タンク等に直接繋がっており、区画内に放出されない設計としている。(気体系の安全弁は除く)

大気開放タンクの補給弁等、開放端に繋がる弁が誤開、開固着した場合には、タンクがオーバーフローする可能性があるが、タンクオーバーフロー管は配管によりサンプタンク等に接続されており、区画内に漏えいしない設計となっている。

(3) 機器損傷（配管以外）

弁グランドリークについては、1次系弁は、リークオフライン等により系外漏えいに至らないよう設計上の配慮がされている。

また、その他のリーク事象については、漏えい量は比較的少なく、床ドレン配管等により排水可能な設計としている。

(4) 人的過誤

事象によっては大量の漏えいが発生する可能性があるが、過去のトラブル事例から、基本的にはプラントが停止している定期事業者検査時に発生しているものであり、人的要因であることから、発生時には早期に隔離等の対処が可能である。

(5) 配管フランジ部損傷

配管フランジ部からのリークについては、漏えい量は比較的少なく、床ドレン配管等により排水可能な設計としている。

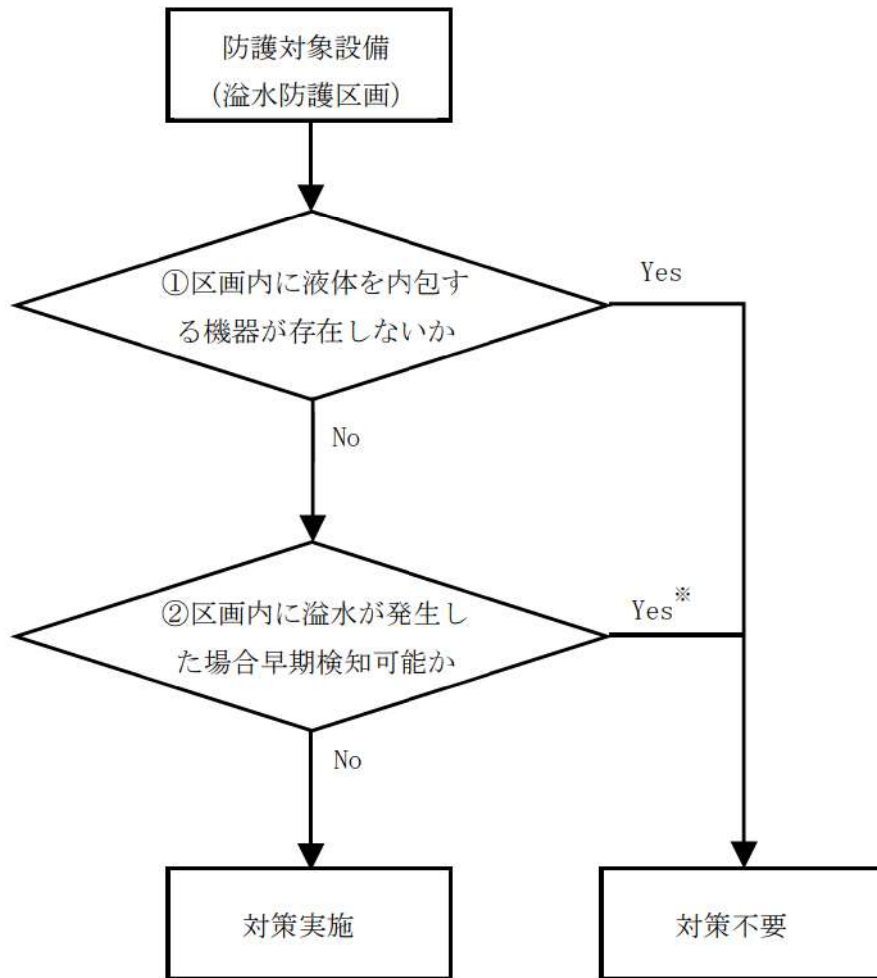
2. その他漏えい事象に対する対応方針

表1に整理した事象のうち、(1)～(3)及び(5)については、基本的には床ドレン配管及び機器ドレン配管により排水可能な設計としており、漏えい水が区画内に滞留しないよう設計上の配慮がなされている。

当該区画若しくは排水先の補助建屋サンプタンク等において、漏水の発生を検知することが可能な設計となっている。

一方、少量の漏えい量であっても早期検知ができない場合には、防護対象設備が機能喪失に至る可能性もあるため、図1に示す確認フローにて溢水防護区画ごとに確認を実施した。確認結果について表2に示す。

なお、(4)人的過誤については、発生の未然防止を図るために、定められた運用、手順を確実に順守すると共に、トラブル事例等を参考に継続的な運用改善を行っていく。



※：漏えい検知システムにより早期漏えい検知が可能な場合

図1 その他漏えい事象に対する対応確認フロー

表2 その他漏えい事象に対する検知システム等の確認結果 (1/17)

建屋	区域区分	T.P. [m]	区画番号	溢水防護対象設備	①区画内の液体内包機器の有無	②漏えい検知設備の有無	漏えい検知箇所	漏えい検知システム	区画内床ドレン有無(参考)
原子炉補助建屋	管理区域	40.3	3AB-B-1	3-燃料採取室排気隔離ダンパ(3D-VS-653)	有	有	排水先	補助建屋サンプタンク水位高警報	有
原子炉補助建屋	管理区域	40.3	3AB-B-1	3-燃料採取室排気流量制御ダンパ(3FCD-2905)	有	有	排水先	補助建屋サンプタンク水位高警報	有
原子炉補助建屋	非管理区域	24.8	3AB-D-N1	3A-中央制御室給気ファン(3VSF21A)	有	有	排水先	定常淡水ピット水位異常高警報	有
原子炉補助建屋	非管理区域	24.8	3AB-D-N1	3B-中央制御室給気ファン(3VSF21B)	有	有	排水先	定常淡水ピット水位異常高警報	有
原子炉補助建屋	非管理区域	24.8	3AB-D-N1	3A-中央制御室給気ファン出口ダンパ(3D-VS-603A)	有	有	排水先	定常淡水ピット水位異常高警報	有
原子炉補助建屋	非管理区域	24.8	3AB-D-N1	3B-中央制御室給気ファン出口ダンパ(3D-VS-603B)	有	有	排水先	定常淡水ピット水位異常高警報	有
原子炉補助建屋	非管理区域	24.8	3AB-D-N1	3A-中央制御室循環流量調節ダンパ流量設定器(3HC-2836)	有	有	排水先	定常淡水ピット水位異常高警報	有
原子炉補助建屋	非管理区域	24.8	3AB-D-N1	3B-中央制御室循環流量調節ダンパ流量設定器(3HC-2837)	有	有	排水先	定常淡水ピット水位異常高警報	有
原子炉補助建屋	非管理区域	24.8	3AB-D-N1	3A-安全補機閉閉器室給気ファン(3VSF27A)	有	有	排水先	定常淡水ピット水位異常高警報	有
原子炉補助建屋	非管理区域	24.8	3AB-D-N1	3B-安全補機閉閉器室給気ファン(3VSF27B)	有	有	排水先	定常淡水ピット水位異常高警報	有
原子炉補助建屋	非管理区域	24.8	3AB-D-N1	3A-蓄電池室排気ファン(3VSF31A)	有	有	排水先	定常淡水ピット水位異常高警報	有
原子炉補助建屋	非管理区域	24.8	3AB-D-N1	3B-蓄電池室排気ファン(3VSF31B)	有	有	排水先	定常淡水ピット水位異常高警報	有
原子炉補助建屋	非管理区域	24.8	3AB-D-N1	3A-非管理区域空調機室電気ヒータ(3VSE2A)	有	有	排水先	定常淡水ピット水位異常高警報	有
原子炉補助建屋	非管理区域	24.8	3AB-D-N1	3B-非管理区域空調機室電気ヒータ(3VSE2B)	有	有	排水先	定常淡水ピット水位異常高警報	有
原子炉補助建屋	非管理区域	24.8	3AB-D-N1	3C-非管理区域空調機室電気ヒータ(3VSE2C)	有	有	排水先	定常淡水ピット水位異常高警報	有
原子炉補助建屋	非管理区域	24.8	3AB-D-N1	3D-非管理区域空調機室電気ヒータ(3VSE2D)	有	有	排水先	定常淡水ピット水位異常高警報	有
原子炉補助建屋	非管理区域	24.8	3AB-D-N1	3A-非管理区域空調機室電気ヒータ(3VSE2A)出口空気温度(2)(3TS-2933)	有	有	排水先	定常淡水ピット水位異常高警報	有
原子炉補助建屋	非管理区域	24.8	3AB-D-N1	3B-非管理区域空調機室電気ヒータ(3VSE2B)出口空気温度(2)(3TS-2937)	有	有	排水先	定常淡水ピット水位異常高警報	有
原子炉補助建屋	非管理区域	24.8	3AB-D-N1	3C-非管理区域空調機室電気ヒータ(3VSE2C)出口空気温度(2)(3TS-2933)	有	有	排水先	定常淡水ピット水位異常高警報	有
原子炉補助建屋	非管理区域	24.8	3AB-D-N1	3D-非管理区域空調機室電気ヒータ(3VSE2D)出口空気温度(2)(3TS-2937)	有	有	排水先	定常淡水ピット水位異常高警報	有
原子炉補助建屋	非管理区域	24.8	3AB-D-N1	3A-非管理区域空調機室室内空気温度(1)(3TS-2900)	有	有	排水先	定常淡水ピット水位異常高警報	有
原子炉補助建屋	非管理区域	24.8	3AB-D-N1	3A-非管理区域空調機室室内空気温度(2)(3TS-2931)	有	有	排水先	定常淡水ピット水位異常高警報	有
原子炉補助建屋	非管理区域	24.8	3AB-D-N1	3C-非管理区域空調機室室内空気温度(1)(3TS-2960)	有	有	排水先	定常淡水ピット水位異常高警報	有

表2 その他漏えい事象に対する検知システム等の確認結果 (2/17)

建盤	区域区分	T.P. [m]	区画番号	漏水防護対象設備	①区画内の液体内包機器の有無	②漏えい検知設備の有無	漏えい検知箇所	漏えい検知システム	区画内床下レン有無(参考)
原子伊補助建盤	非管理区域	24.8	3AB-D-N1	3 C-非管理区域空調機器室内空気温度(2) (3TS-2951)	有	有	排水先	定常淡水ビット水位異常高警報	有
原子伊補助建盤	非管理区域	24.8	3AB-D-N1	3 B-非管理区域空調機器室内空気温度(1) (3TS-2934)	有	有	排水先	定常淡水ビット水位異常高警報	有
原子伊補助建盤	非管理区域	24.8	3AB-D-N1	3 B-非管理区域空調機器室内空気温度(2) (3TS-2935)	有	有	排水先	定常淡水ビット水位異常高警報	有
原子伊補助建盤	非管理区域	24.8	3AB-D-N1	3 D-非管理区域空調機器室内空気温度(1) (3TS-2954)	有	有	排水先	定常淡水ビット水位異常高警報	有
原子伊補助建盤	非管理区域	24.8	3AB-D-N1	3 D-非管理区域空調機器室内空気温度(2) (3TS-2955)	有	有	排水先	定常淡水ビット水位異常高警報	有
原子伊補助建盤	非管理区域	24.8	3AB-D-N1	3 A-安全補機閉閉器室給気ユニット冷水温度制御弁 (3ICV-2774)	有	有	排水先	定常淡水ビット水位異常高警報	有
原子伊補助建盤	非管理区域	24.8	3AB-D-N1	3 B-安全補機閉閉器室給気ユニット冷水温度制御弁 (3ICV-2775)	有	有	排水先	定常淡水ビット水位異常高警報	有
原子伊補助建盤	非管理区域	24.8	3AB-D-N1	3 A-中央制御室給気ユニット冷水温度制御弁 (3ICV-2827)	有	有	排水先	定常淡水ビット水位異常高警報	有
原子伊補助建盤	非管理区域	24.8	3AB-D-N1	3 B-中央制御室給気ユニット冷水温度制御弁 (3ICV-2828)	有	有	排水先	定常淡水ビット水位異常高警報	有
原子伊補助建盤	非管理区域	24.8	3AB-D-N1	3 A-中央制御室非常用循環ファン (3VSP22A)	有	有	排水先	定常淡水ビット水位異常高警報	有
原子伊補助建盤	非管理区域	24.8	3AB-D-N1	3 B-中央制御室非常用循環ファン (3VSP22B)	有	有	排水先	定常淡水ビット水位異常高警報	有
原子伊補助建盤	非管理区域	24.8	3AB-D-N1	3 A-中央制御室非常用循環ファン入口ダンパ (3D-VS-602A)	有	有	排水先	定常淡水ビット水位異常高警報	有
原子伊補助建盤	非管理区域	24.8	3AB-D-N1	3 B-中央制御室非常用循環ファン入口ダンパ (3D-VS-602B)	有	有	排水先	定常淡水ビット水位異常高警報	有
原子伊補助建盤	非管理区域	24.8	3AB-D-N1	3 A-中央制御室外気取入風量調節ダンパ (3HCD-2823)	有	有	排水先	定常淡水ビット水位異常高警報	有
原子伊補助建盤	非管理区域	24.8	3AB-D-N1	3 B-中央制御室外気取入風量調節ダンパ (3HCD-2824)	有	有	排水先	定常淡水ビット水位異常高警報	有
原子伊補助建盤	非管理区域	24.8	3AB-D-N1	3 A-中央制御室外気取入風量調節ダンパ流量設定器 (3HC-2823)	有	有	排水先	定常淡水ビット水位異常高警報	有
原子伊補助建盤	非管理区域	24.8	3AB-D-N1	3 B-中央制御室外気取入風量調節ダンパ流量設定器 (3HC-2824)	有	有	排水先	定常淡水ビット水位異常高警報	有
原子伊補助建盤	非管理区域	24.8	3AB-D-N1	3 A-中央制御室事故時外気取入風量調節ダンパ (3HCD-2850)	有	有	排水先	定常淡水ビット水位異常高警報	有
原子伊補助建盤	非管理区域	24.8	3AB-D-N1	3 B-中央制御室事故時外気取入風量調節ダンパ (3HCD-2851)	有	有	排水先	定常淡水ビット水位異常高警報	有
原子伊補助建盤	非管理区域	24.8	3AB-D-N1	3 A-中央制御室事故時外気取入風量調節ダンパ流量設定器 (3HC-2850)	有	有	排水先	定常淡水ビット水位異常高警報	有
原子伊補助建盤	非管理区域	24.8	3AB-D-N1	3 B-中央制御室事故時外気取入風量調節ダンパ流量設定器 (3HC-2851)	有	有	排水先	定常淡水ビット水位異常高警報	有
原子伊補助建盤	非管理区域	24.8	3AB-D-N1	3 A-中央制御室非常用循環ファン出口空気流量 (3FS-2867)	有	有	排水先	定常淡水ビット水位異常高警報	有
原子伊補助建盤	非管理区域	24.8	3AB-D-N1	3 B-中央制御室非常用循環ファン出口空気流量 (3FS-2868)	有	有	排水先	定常淡水ビット水位異常高警報	有
原子伊補助建盤	非管理区域	28.6	3AB-D-N52	3 A-中央制御室循環ファン (3VSP20A)	有	有	排水先	定常淡水ビット水位異常高警報	有

表2 その他漏えい事象に対する検知システム等の確認結果 (3/17)

建屋	区域区分	T. P. [m]	区画番号	漏水防護対象設備	①区画内の液体内包機器的の有無	②漏えい検知設備の有無	漏えい検知箇所	漏えい検知システム	区画内床ドレン有無(参考)
原子伊補助建屋	弁管理区域	28.6	3AB-D-N52	3 B-中央制御室循環ファン(3VSP20B)	有	有	排水先	定常淡水ビット水位異常高警報	有
原子伊補助建屋	弁管理区域	28.6	3AB-D-N52	3 A-中央制御室循環ファン入口ダンパ(3D-VS-604A)	有	有	排水先	定常淡水ビット水位異常高警報	有
原子伊補助建屋	弁管理区域	28.6	3AB-D-N52	3 B-中央制御室循環ファン入口ダンパ(3D-VS-604B)	有	有	排水先	定常淡水ビット水位異常高警報	有
原子伊補助建屋	弁管理区域	28.6	3AB-D-N52	3 A-中央制御室循環流量調節ダンパ(3HCD-2836)	有	有	排水先	定常淡水ビット水位異常高警報	有
原子伊補助建屋	弁管理区域	28.6	3AB-D-N52	3 B-中央制御室循環流量調節ダンパ(3HCD-2837)	有	有	排水先	定常淡水ビット水位異常高警報	有
原子伊補助建屋	管理区域	17.8	3AB-F-1	3 A-ほう酸タンク水位 (I)(3LT-206)	有	有	排水先	補助建屋サンプタンク水位高警報	有
原子伊補助建屋	管理区域	17.8	3AB-F-1	3 B-ほう酸タンク水位 (II)(3LT-208)	有	有	排水先	補助建屋サンプタンク水位高警報	有
原子伊補助建屋	管理区域	17.8	3AB-F-1	3-B A, WDおよびLDエバが補機冷却水戻りライン第1止め弁(3V-CC-381)	有	有	排水先	補助建屋サンプタンク水位高警報	有
原子伊補助建屋	管理区域	17.8	3AB-F-1	3-B A, WDおよびLDエバが補機冷却水戻りライン第2止め弁(3V-CC-382)	有	有	排水先	補助建屋サンプタンク水位高警報	有
原子伊補助建屋	管理区域	17.8	3AB-F-20	3 B-ほう酸ポンプ(3CSP2B)	有	有	排水先	補助建屋サンプタンク水位高警報	有
原子伊補助建屋	管理区域	17.8	3AB-F-21	3 A-ほう酸ポンプ(3CSP2A)	有	有	排水先	補助建屋サンプタンク水位高警報	有
原子伊補助建屋	管理区域	17.8	3AB-F-23	3-ほう酸注入タンク入口弁A(3V-S1-032A)	有	有	排水先	漏えい検知ビット	有
原子伊補助建屋	管理区域	17.8	3AB-F-23	3-ほう酸注入タンク入口弁B(3V-S1-032B)	有	有	排水先	漏えい検知ビット	有
原子伊補助建屋	弁管理区域	17.8	3AB-F-N13	安全系FDPプロセス盤(3SFOA)	無	-	-	-	無
原子伊補助建屋	弁管理区域	17.8	3AB-F-N13	安全系FDPプロセス盤(3SFA)	無	-	-	-	無
原子伊補助建屋	弁管理区域	17.8	3AB-F-N13	3-安全系マルチプレクサ(トレンA)(3SMCA)	無	-	-	-	無
原子伊補助建屋	弁管理区域	17.8	3AB-F-N13	3-安全系現場制御監視盤(トレンAグループ1)(3SLCA1)	無	-	-	-	無
原子伊補助建屋	弁管理区域	17.8	3AB-F-N13	3-安全系現場制御監視盤(トレンAグループ2)(3SLCA2)	無	-	-	-	無
原子伊補助建屋	弁管理区域	17.8	3AB-F-N13	3-安全系現場制御監視盤(トレンAグループ3)(3SLCA3)	無	-	-	-	無
原子伊補助建屋	弁管理区域	17.8	3AB-F-N13	3-原子伊安全保護盤(チャンネルI)(3PI)	無	-	-	-	無
原子伊補助建屋	弁管理区域	17.8	3AB-F-N13	3-原子伊安全保護盤(チャンネルIII)(3PIII)	無	-	-	-	無
原子伊補助建屋	弁管理区域	17.8	3AB-F-N13	3-工学的安全施設作動盤(トレンA)(3EFA)	無	-	-	-	無
原子伊補助建屋	弁管理区域	17.8	3AB-F-N13	3 A-安全系針線盤室内空気温度(3TS-2790)	無	-	-	-	無
原子伊補助建屋	弁管理区域	17.8	3AB-F-N2	安全系FDPプロセス盤(3SFOB)	無	-	-	-	無

表2 その他漏えい事象に対する検知システム等の確認結果 (4/17)

建屋	区域区分	T.F. [m]	区画番号	溢水防護対象設備	①区画内の液体内包機器の有無	②漏えい検知設備の有無	漏えい検知箇所	漏えい検知システム	区画内床ドレン有無(参考)
原子炉補助建屋	非管理区域	17.8	3AB-F-N2	安全系FD Pプロセス装置(3SPMB)	無	-	-	-	無
原子炉補助建屋	非管理区域	17.8	3AB-F-N2	3-安全系マルチプレクサ(トレンB)(3SMCB)	無	-	-	-	無
原子炉補助建屋	非管理区域	17.8	3AB-F-N2	3-安全系規制調整監視装置(トレンBグループ1)(3SLCB1)	無	-	-	-	無
原子炉補助建屋	非管理区域	17.8	3AB-F-N2	3-安全系規制調整監視装置(トレンBグループ2)(3SLCB2)	無	-	-	-	無
原子炉補助建屋	非管理区域	17.8	3AB-F-N2	3-安全系規制調整監視装置(トレンBグループ3)(3SLCB3)	無	-	-	-	無
原子炉補助建屋	非管理区域	17.8	3AB-F-N2	3-原子炉安全保護装置(チャンネルII)(3P1I)	無	-	-	-	無
原子炉補助建屋	非管理区域	17.8	3AB-F-N2	3-原子炉安全保護装置(チャンネルIV)(3P1V)	無	-	-	-	無
原子炉補助建屋	非管理区域	17.8	3AB-F-N2	3-工学的安全施設作動装置(トレンB)(3EPB)	無	-	-	-	無
原子炉補助建屋	非管理区域	17.8	3AB-F-N2	3B-安全系計装装置室内空気温度(3TS-2791)	無	-	-	-	無
原子炉補助建屋	非管理区域	17.8	3AB-F-N8	運転コンソール(3MCB)	無	-	-	-	無
原子炉補助建屋	非管理区域	17.8	3AB-F-N8	3A-共通異常故障対策操作盤(3CMFFA)	無	-	-	-	無
原子炉補助建屋	非管理区域	17.8	3AB-F-N8	3B-共通異常故障対策操作盤(3CMFFB)	無	-	-	-	無
原子炉補助建屋	非管理区域	17.8	3AB-F-N8	3-中央制御室内空気温度(2)(3TS-2846)	無	-	-	-	無
原子炉補助建屋	非管理区域	17.8	3AB-F-N8	3-中央制御室内空気温度(3)(3TS-2847)	無	-	-	-	無
原子炉補助建屋	管理区域	14.5	3AB-G-5	3-体積制御タンク出口第1止め弁(3LCV-121B)	有	有	排水先	補助建屋サンプタンク水位高警報	有
原子炉補助建屋	管理区域	14.5	3AB-G-5	3-体積制御タンク出口第2止め弁(3LCV-121C)	有	有	排水先	補助建屋サンプタンク水位高警報	有
原子炉補助建屋	管理区域	14.5	3AB-G-5	3-充てんポンプ入口燃料取替用水ピット側入口弁A(3LCV-121D)	有	有	排水先	補助建屋サンプタンク水位高警報	有
原子炉補助建屋	管理区域	14.5	3AB-G-5	3-充てんポンプ入口燃料取替用水ピット側入口弁B(3LCV-121E)	有	有	排水先	補助建屋サンプタンク水位高警報	有
原子炉補助建屋	管理区域	14.5	3AB-G-5	3-緊急ほう酸注入弁(3V-CS-541)	有	有	排水先	補助建屋サンプタンク水位高警報	有
原子炉補助建屋	管理区域	10.3	3AB-H-1	3-よう素除去薬品タンク注入Aライン止め弁(3V-CF-054A)	有	有	排水先	補助建屋サンプタンク水位高警報	有
原子炉補助建屋	管理区域	10.3	3AB-H-1	3-よう素除去薬品タンク注入Bライン止め弁(3V-CF-054B)	有	有	排水先	補助建屋サンプタンク水位高警報	有
原子炉補助建屋	管理区域	10.3	3AB-H-2	3B-高圧注入ポンプ燃料取替用水ピット側入口弁(3V-SI-002B)	有	有	排水先	漏えい検知ピット	有
原子炉補助建屋	管理区域	10.3	3AB-H-4	3C-充てんポンプ(3CSP1C)	有	有	排水先	補助建屋サンプタンク水位高警報	有
原子炉補助建屋	管理区域	10.3	3AB-H-6	3B-充てんポンプ(3CSP1B)	有	有	排水先	補助建屋サンプタンク水位高警報	有

表2 その他漏えい事象に対する検知システム等の確認結果 (5/17)

建屋	区域区分	T.P. [m]	区画番号	溢水防壁対象設備	①区画内の液体内包機器の有無	②漏えい検知設備の有無	漏えい検知箇所	漏えい検知システム	区画内床ドレン有無(参考)
原子炉補助建屋	管理区域	10.3	3AB-H-8	3A-充てんポンプ(3CSP1A)	有	有	排水先	補助建屋サンプタンク水位高警報	有
原子炉補助建屋	管理区域	10.3	3AB-H-9	3A-高圧注入ポンプ燃料取替用水ピット側入口弁(3Y-SI-002A)	有	有	排水先	漏えい検知ピット	有
原子炉補助建屋	非管理区域	10.3	3AB-H-N1	3B-6.6kVメタタラ(3MC-B)	無	-	-	-	無
原子炉補助建屋	非管理区域	10.3	3AB-H-N1	3-ソレノイド分電盤トレンB1(3SD61)	無	-	-	-	無
原子炉補助建屋	非管理区域	10.3	3AB-H-N1	3-ソレノイド分電盤トレンB2(3SD62)	無	-	-	-	無
原子炉補助建屋	非管理区域	10.3	3AB-H-N1	3-ソレノイド分電盤トレンB3(3SD63)	無	-	-	-	無
原子炉補助建屋	非管理区域	10.3	3AB-H-N1	3-ソレノイド分電盤トレンB4(3SD64)	無	-	-	-	無
原子炉補助建屋	非管理区域	10.3	3AB-H-N1	3B1-パワーコントロールセンタ(3PCC-B1)	無	-	-	-	無
原子炉補助建屋	非管理区域	10.3	3AB-H-N1	3B2-パワーコントロールセンタ(3PCC-B2)	無	-	-	-	無
原子炉補助建屋	非管理区域	10.3	3AB-H-N1	3B-計装用インバータ(3IVB)	無	-	-	-	無
原子炉補助建屋	非管理区域	10.3	3AB-H-N1	3D-計装用インバータ(3IVD)	無	-	-	-	無
原子炉補助建屋	非管理区域	10.3	3AB-H-N1	3B-計装用交流電源切替器盤(3ISPB)	無	-	-	-	無
原子炉補助建屋	非管理区域	10.3	3AB-H-N1	3D-計装用交流電源切替器盤(3ISPD)	無	-	-	-	無
原子炉補助建屋	非管理区域	10.3	3AB-H-N1	3B1-計装用交流分電盤(3IDFB1)	無	-	-	-	無
原子炉補助建屋	非管理区域	10.3	3AB-H-N1	3B2-計装用交流分電盤(3IDFB2)	無	-	-	-	無
原子炉補助建屋	非管理区域	10.3	3AB-H-N1	3D1-計装用交流分電盤(3IDFD1)	無	-	-	-	無
原子炉補助建屋	非管理区域	10.3	3AB-H-N1	3D2-計装用交流分電盤(3IDFD2)	無	-	-	-	無
原子炉補助建屋	非管理区域	10.3	3AB-H-N1	3B1-原子炉コントロールセンタ(3RCC-B1)	無	-	-	-	無
原子炉補助建屋	非管理区域	10.3	3AB-H-N1	3B2-原子炉コントロールセンタ(3RCC-B2)	無	-	-	-	無
原子炉補助建屋	非管理区域	10.3	3AB-H-N1	3B-充電器盤(3CFB)	無	-	-	-	無
原子炉補助建屋	非管理区域	10.3	3AB-H-N1	3B-直流コントロールセンタ(3DCB)	無	-	-	-	無
原子炉補助建屋	非管理区域	10.3	3AB-H-N1	3B-補助建屋直流分電盤(3DDFB)	無	-	-	-	無
原子炉補助建屋	非管理区域	10.3	3AB-H-N3	3B-蓄電池(3BATB)	無	-	-	-	無
原子炉補助建屋	非管理区域	10.3	3AB-H-N6	3A-6.6kVメタタラ(3MC-A)	無	-	-	-	無

表2 その他漏えい事象に対する検知システム等の確認結果 (6/17)

建屋	区域区分	T.F. [m]	区画番号	漏水防護対象設備	①区画内の液体内包機器の有無	②漏えい検知設備の有無	漏えい検知箇所	漏えい検知システム	区画内床ドレン有無(参考)
原子炉補助建屋	非管理区域	10.3	3AB-H-N6	3-ゾレノイド分電盤トレンA1 (3SDA1)	無	-	-	-	無
原子炉補助建屋	非管理区域	10.3	3AB-H-N6	3-ゾレノイド分電盤トレンA2 (3SDA2)	無	-	-	-	無
原子炉補助建屋	非管理区域	10.3	3AB-H-N6	3-ゾレノイド分電盤トレンA3 (3SDA3)	無	-	-	-	無
原子炉補助建屋	非管理区域	10.3	3AB-H-N6	3-ゾレノイド分電盤トレンA4 (3SDA4)	無	-	-	-	無
原子炉補助建屋	非管理区域	10.3	3AB-H-N6	3A1-パワーコントロールセンタ (3PCC-A1)	無	-	-	-	無
原子炉補助建屋	非管理区域	10.3	3AB-H-N6	3A2-パワーコントロールセンタ (3PCC-A2)	無	-	-	-	無
原子炉補助建屋	非管理区域	10.3	3AB-H-N6	3A-計装用インバータ (3IVA)	無	-	-	-	無
原子炉補助建屋	非管理区域	10.3	3AB-H-N6	3C-計装用インバータ (3IVC)	無	-	-	-	無
原子炉補助建屋	非管理区域	10.3	3AB-H-N6	3A-計装用交流電源切替器盤 (3ISPA)	無	-	-	-	無
原子炉補助建屋	非管理区域	10.3	3AB-H-N6	3C-計装用交流電源切替器盤 (3ISPC)	無	-	-	-	無
原子炉補助建屋	非管理区域	10.3	3AB-H-N6	3A1-計装用交流分電盤 (3IDPA1)	無	-	-	-	無
原子炉補助建屋	非管理区域	10.3	3AB-H-N6	3A2-計装用交流分電盤 (3IDPA2)	無	-	-	-	無
原子炉補助建屋	非管理区域	10.3	3AB-H-N6	3C1-計装用交流分電盤 (3IDPC1)	無	-	-	-	無
原子炉補助建屋	非管理区域	10.3	3AB-H-N6	3C2-計装用交流分電盤 (3IDPC2)	無	-	-	-	無
原子炉補助建屋	非管理区域	10.3	3AB-H-N6	3A1-原子炉コントロールセンタ (3RCC-A1)	無	-	-	-	無
原子炉補助建屋	非管理区域	10.3	3AB-H-N6	3A2-原子炉コントロールセンタ (3RCC-A2)	無	-	-	-	無
原子炉補助建屋	非管理区域	10.3	3AB-H-N6	3A-充電器盤 (3CPA)	無	-	-	-	無
原子炉補助建屋	非管理区域	10.3	3AB-H-N6	3A-直流コントロールセンタ (3DCA)	無	-	-	-	無
原子炉補助建屋	非管理区域	10.3	3AB-H-N6	3A-補助建屋直流分電盤 (3DDPA)	無	-	-	-	無
原子炉補助建屋	非管理区域	10.3	3AB-H-N7	3A-蓄電池 (3BATA)	無	-	-	-	無
原子炉補助建屋	管理区域	4.1	3AB-K-12	3B-高圧注入ポンプ第1ミニロー井 (3V-SI-014B)	有	有	排水先	漏えい検知ビット	有
原子炉補助建屋	管理区域	4.1	3AB-K-12	3B-高圧注入ポンプ第2ミニロー井 (3V-SI-015B)	有	有	排水先	漏えい検知ビット	有
原子炉補助建屋	管理区域	4.1	3AB-K-12	3B-安全補機直冷却ファン (3VSP70B)	有	有	排水先	漏えい検知ビット	有
原子炉補助建屋	管理区域	2.8	3AB-K-13	3B-余熱除去ポンプミニロー井 (3PCV-611)	有	有	排水先	漏えい検知ビット	有

表2 その他漏えい事象に対する検知システム等の確認結果 (7/17)

漏量	区域区分	T.P. [m]	区画番号	溢水防護対象設備	①区画内の液体内包機器的の有無	②漏えい検知設備の有無	漏えい検知箇所	漏えい検知システム	区画内床ドレン有無(参考)
原子伊補助漏量	管理区域	2.8	3AB-K-13	3 B-余熱除去ポンプRWS P/再循環サンプ側入口弁 (3V-RH-055B)	有	有	排水先	漏えい検知ビット	有
原子伊補助漏量	管理区域	2.8	3AB-K-13	3 B-余熱除去ポンプRWS P側入口弁 (3V-RH-051E)	有	有	排水先	漏えい検知ビット	有
原子伊補助漏量	管理区域	2.8	3AB-K-13	3 B-高圧注入ポンプ出口C/V外側連絡弁 (3V-SI-020B)	有	有	排水先	漏えい検知ビット	有
原子伊補助漏量	管理区域	4.1	3AB-K-19	3 B-余熱除去冷却器重室内空気温度 (1) (3TS-2641)	有	有	排水先	漏えい検知ビット	有
原子伊補助漏量	管理区域	4.1	3AB-K-19	3 B-余熱除去冷却器重室内空気温度 (2) (3TS-2642)	有	有	排水先	漏えい検知ビット	有
原子伊補助漏量	管理区域	4.1	3AB-K-20	3 A-余熱除去冷却器重室内空気温度 (1) (3TS-2631)	有	有	排水先	漏えい検知ビット	有
原子伊補助漏量	管理区域	4.1	3AB-K-20	3 A-余熱除去冷却器重室内空気温度 (2) (3TS-2632)	有	有	排水先	漏えい検知ビット	有
原子伊補助漏量	管理区域	2.8	3AB-K-21	3 A-余熱除去ポンプミニロー弁 (3FCV-601)	有	有	排水先	漏えい検知ビット	有
原子伊補助漏量	管理区域	2.8	3AB-K-21	3 A-余熱除去ポンプRWS P/再循環サンプ側入口弁 (3V-RH-055A)	有	有	排水先	漏えい検知ビット	有
原子伊補助漏量	管理区域	2.8	3AB-K-21	3 A-余熱除去ポンプRWS P側入口弁 (3V-RH-051A)	有	有	排水先	漏えい検知ビット	有
原子伊補助漏量	管理区域	2.8	3AB-K-21	3 A-高圧注入ポンプ出口C/V外側連絡弁 (3V-SI-020A)	有	有	排水先	漏えい検知ビット	有
原子伊補助漏量	管理区域	4.1	3AB-K-22	3 A-高圧注入ポンプ第1ミニロー弁 (3V-SI-014A)	有	有	排水先	漏えい検知ビット	有
原子伊補助漏量	管理区域	4.1	3AB-K-22	3 A-高圧注入ポンプ第2ミニロー弁 (3V-SI-015A)	有	有	排水先	漏えい検知ビット	有
原子伊補助漏量	管理区域	4.1	3AB-K-22	3 A-安全補機重冷却ファン (3VSP70A)	有	有	排水先	漏えい検知ビット	有
原子伊補助漏量	管理区域	2.8	3AB-K-4	3 A-余熱除去ポンプ出口流量 (I) (3FT-601)	有	有	排水先	補助漏量サンプタンク水位高警報	有
原子伊補助漏量	管理区域	2.8	3AB-K-4	3 B-余熱除去ポンプ出口流量 (II) (3FT-611)	有	有	排水先	補助漏量サンプタンク水位高警報	有
原子伊補助漏量	管理区域	2.8	3AB-K-4	3 A-格納容器スプレイ冷却器補機冷却水出口弁 (3V-CC-177A)	有	有	排水先	補助漏量サンプタンク水位高警報	有
原子伊補助漏量	管理区域	2.8	3AB-K-4	3 B-格納容器スプレイ冷却器補機冷却水出口弁 (3V-CC-177B)	有	有	排水先	補助漏量サンプタンク水位高警報	有
原子伊補助漏量	管理区域	2.8	3AB-K-4	3 A-余熱除去冷却器補機冷却水出口弁 (3V-CC-117A)	有	有	排水先	補助漏量サンプタンク水位高警報	有
原子伊補助漏量	管理区域	2.8	3AB-K-4	3 B-余熱除去冷却器補機冷却水出口弁 (3V-CC-117B)	有	有	排水先	補助漏量サンプタンク水位高警報	有
原子伊補助漏量	管理区域	-1.7	3AB-L-2	3 B-高圧注入ポンプ (3SIP1B)	有	有	当該区画	漏えい検知ビット	有
原子伊補助漏量	管理区域	-1.7	3AB-L-4	3 B-格納容器スプレイポンプ (3CPP1B)	有	有	当該区画	漏えい検知ビット	有
原子伊補助漏量	管理区域	-1.7	3AB-L-4	3 B-格納容器スプレイポンプ重室内空気温度 (1) (3TS-2643)	有	有	当該区画	漏えい検知ビット	有
原子伊補助漏量	管理区域	-1.7	3AB-L-4	3 B-格納容器スプレイポンプ重室内空気温度 (2) (3TS-2644)	有	有	当該区画	漏えい検知ビット	有

表2 その他漏えい事象に対する検知システム等の確認結果 (8/17)

建屋	区域区分	T.P. [m]	区画番号	漏水防検対象設備	①区画内の液体内包機器の有無	②漏えい検知設備の有無	漏えい検知箇所	漏えい検知システム	区画内床ドレン有無(参考)
原子炉補助建屋	管理区域	-1.7	3AB-L-5	3 B-余熱除去ポンプ (3RHF1B)	有	有	当該区画	漏えい検知ビット	有
原子炉補助建屋	管理区域	-1.7	3AB-L-6	3 A-余熱除去ポンプ (3RHF1A)	有	有	当該区画	漏えい検知ビット	有
原子炉補助建屋	管理区域	-1.7	3AB-L-7	3 A-格納容器スプレイポンプ (3CFP1A)	有	有	当該区画	漏えい検知ビット	有
原子炉補助建屋	管理区域	-1.7	3AB-L-7	3 A-格納容器スプレイポンプ室内空気温度 (1) (3IS-2633)	有	有	当該区画	漏えい検知ビット	有
原子炉補助建屋	管理区域	-1.7	3AB-L-7	3 A-格納容器スプレイポンプ室内空気温度 (2) (3IS-2634)	有	有	当該区画	漏えい検知ビット	有
原子炉補助建屋	管理区域	-1.7	3AB-L-5	3 A-高圧注入ポンプ (3SIF1A)	有	有	当該区画	漏えい検知ビット	有
ディーゼル発電機建屋	非管理区域	10.3	3DG-H-N1	3 B-ディーゼル発電機室内空気温度 (1) (3IS-2749)	有	有	排水先	ディーゼル発電機建屋サンパビット漏えい検知器	サブビット有 (排水非常時閉)
ディーゼル発電機建屋	非管理区域	10.3	3DG-H-N1	3 B-ディーゼル発電機室内空気温度 (2) (3IS-2750)	有	有	排水先	ディーゼル発電機建屋サンパビット漏えい検知器	サブビット有 (排水非常時閉)
ディーゼル発電機建屋	非管理区域	10.3	3DG-H-N1	3 B-ディーゼル発電機室内空気温度 (3) (3IS-2753)	有	有	排水先	ディーゼル発電機建屋サンパビット漏えい検知器	サブビット有 (排水非常時閉)
ディーゼル発電機建屋	非管理区域	10.3	3DG-H-N1	3 B-ディーゼル発電機室内空気温度 (4) (3IS-2754)	有	有	排水先	ディーゼル発電機建屋サンパビット漏えい検知器	サブビット有 (排水非常時閉)
ディーゼル発電機建屋	非管理区域	10.3	3DG-H-N2	3 A-ディーゼル発電機室内空気温度 (1) (3IS-2747)	有	有	排水先	ディーゼル発電機建屋サンパビット漏えい検知器	サブビット有 (排水非常時閉)
ディーゼル発電機建屋	非管理区域	10.3	3DG-H-N2	3 A-ディーゼル発電機室内空気温度 (2) (3IS-2748)	有	有	排水先	ディーゼル発電機建屋サンパビット漏えい検知器	サブビット有 (排水非常時閉)
ディーゼル発電機建屋	非管理区域	10.3	3DG-H-N2	3 A-ディーゼル発電機室内空気温度 (3) (3IS-2751)	有	有	排水先	ディーゼル発電機建屋サンパビット漏えい検知器	サブビット有 (排水非常時閉)
ディーゼル発電機建屋	非管理区域	10.3	3DG-H-N2	3 A-ディーゼル発電機室内空気温度 (4) (3IS-2752)	有	有	排水先	ディーゼル発電機建屋サンパビット漏えい検知器	サブビット有 (排水非常時閉)
ディーゼル発電機建屋	非管理区域	6.2	3DG-J-N1	3 B-ディーゼル機関 (3DGE2B)	有	有	当該区画	ディーゼル発電機建屋サンパビット漏えい検知器	サブビット有 (排水非常時閉)
ディーゼル発電機建屋	非管理区域	6.2	3DG-J-N1	3 B-ディーゼル機関 (3DGE1B)	有	有	当該区画	ディーゼル発電機建屋サンパビット漏えい検知器	サブビット有 (排水非常時閉)
ディーゼル発電機建屋	非管理区域	6.2	3DG-J-N2	3 A-ディーゼル機関 (3DGE2A)	有	有	当該区画	ディーゼル発電機建屋サンパビット漏えい検知器	サブビット有 (排水非常時閉)
ディーゼル発電機建屋	非管理区域	6.2	3DG-J-N2	3 A-ディーゼル機関 (3DGE1A)	有	有	当該区画	ディーゼル発電機建屋サンパビット漏えい検知器	サブビット有 (排水非常時閉)
原子炉建屋	非管理区域	43.6	3RB-A-N2	3-原子炉補機冷却水サージタンク水位 (III) (3LT-1200)	有	有	排水先	定常淡水ビット水位異常高警報	有
原子炉建屋	非管理区域	43.6	3RB-A-N2	3-原子炉補機冷却水サージタンク水位 (IV) (3LT-1201)	有	有	排水先	定常淡水ビット水位異常高警報	有
原子炉建屋	非管理区域	43.6	3RB-A-N2	3 A-原子炉補機冷却水サージタンク室電気ヒータ (3VSE3A)	有	有	排水先	定常淡水ビット水位異常高警報	有
原子炉建屋	非管理区域	43.6	3RB-A-N2	3 B-原子炉補機冷却水サージタンク室電気ヒータ (3VSE3B)	有	有	排水先	定常淡水ビット水位異常高警報	有
原子炉建屋	非管理区域	43.6	3RB-A-N2	3 A-原子炉補機冷却水サージタンク室電気ヒータ (3VSE3A) 出口空気温度 (2) (3IS-2973)	有	有	排水先	定常淡水ビット水位異常高警報	有
原子炉建屋	非管理区域	43.6	3RB-A-N2	3 B-原子炉補機冷却水サージタンク室電気ヒータ (3VSE3B) 出口空気温度 (2) (3IS-2983)	有	有	排水先	定常淡水ビット水位異常高警報	有

表2 その他漏えい事象に対する検知システム等の確認結果 (9/17)

建屋	区域区分	T. P. [m]	区域番号	溢水防護対象設備	①区域内の液体内包機等の有無	②漏えい検知設備の有無	漏えい検知箇所	漏えい検知システム	区域内床ドレン有無(参考)
原子伊達屋	非管理区域	43.6	3RB-A-N2	3 A-原子伊達屋冷却水サージタンク室内空気温度(1)(3TS-2970)	有	有	排水先	定常淡水ビット水位異常高警報	有
原子伊達屋	非管理区域	43.6	3RB-A-N2	3 A-原子伊達屋冷却水サージタンク室内空気温度(2)(3TS-2971)	有	有	排水先	定常淡水ビット水位異常高警報	有
原子伊達屋	非管理区域	43.6	3RB-A-N2	3 B-原子伊達屋冷却水サージタンク室内空気温度(1)(3TS-2980)	有	有	排水先	定常淡水ビット水位異常高警報	有
原子伊達屋	非管理区域	43.6	3RB-A-N2	3 B-原子伊達屋冷却水サージタンク室内空気温度(2)(3TS-2981)	有	有	排水先	定常淡水ビット水位異常高警報	有
原子伊達屋	管理区域	40.3	3RB-B-2	3 A-アニュラス戻りダンパ流量設定器(3HC-2373)	無	-	-	-	無
原子伊達屋	管理区域	40.3	3RB-B-2	3 B-アニュラス戻りダンパ流量設定器(3HC-2393)	無	-	-	-	無
原子伊達屋	管理区域	40.3	3RB-B-3	3 A-アニュラス戻りダンパ(3PCD-2373)	有	有	排水先	漏えい検知ビット	有
原子伊達屋	管理区域	40.3	3RB-B-3	3 B-アニュラス戻りダンパ(3PCD-2393)	有	有	排水先	漏えい検知ビット	有
原子伊達屋	管理区域	40.3	3RB-B-4	3 A-アニュラス全量排気弁(3V-VS-102A)	有	有	排水先	補助建屋サンプタンク水位高警報	有
原子伊達屋	管理区域	40.3	3RB-B-4	3 B-アニュラス全量排気弁(3V-VS-102B)	有	有	排水先	補助建屋サンプタンク水位高警報	有
原子伊達屋	管理区域	40.3	3RB-B-4	3 A-アニュラス少量排気弁(3V-VS-103A)	有	有	排水先	補助建屋サンプタンク水位高警報	有
原子伊達屋	管理区域	40.3	3RB-B-4	3 B-アニュラス少量排気弁(3V-VS-103B)	有	有	排水先	補助建屋サンプタンク水位高警報	有
原子伊達屋	管理区域	33.1	3RB-C-2	3 A-アニュラス空気浄化ファン(3VSF9A)	無	-	-	-	有
原子伊達屋	管理区域	33.1	3RB-C-2	3 B-アニュラス空気浄化ファン(3VSF9B)	無	-	-	-	有
原子伊達屋	管理区域	33.1	3RB-C-2	3 A-アニュラス排気ダンパ(3D-VS-101A)	無	-	-	-	有
原子伊達屋	管理区域	33.1	3RB-C-2	3 B-アニュラス排気ダンパ(3D-VS-101B)	無	-	-	-	有
原子伊達屋	非管理区域	33.1	3RB-C-N1	3 A-主蒸気ライン圧力(I)(3PT-465)	有	有	排水先	定常淡水ビット水位異常高警報	有
原子伊達屋	非管理区域	33.1	3RB-C-N1	3 A-主蒸気ライン圧力(II)(3PT-466)	有	有	排水先	定常淡水ビット水位異常高警報	有
原子伊達屋	非管理区域	33.1	3RB-C-N1	3 A-主蒸気ライン圧力(III)(3PT-467)	有	有	排水先	定常淡水ビット水位異常高警報	有
原子伊達屋	非管理区域	33.1	3RB-C-N1	3 A-主蒸気ライン圧力(IV)(3PT-468)	有	有	排水先	定常淡水ビット水位異常高警報	有
原子伊達屋	非管理区域	33.1	3RB-C-N1	3 B-主蒸気ライン圧力(I)(3PT-475)	有	有	排水先	定常淡水ビット水位異常高警報	有
原子伊達屋	非管理区域	33.1	3RB-C-N1	3 B-主蒸気ライン圧力(II)(3PT-476)	有	有	排水先	定常淡水ビット水位異常高警報	有
原子伊達屋	非管理区域	33.1	3RB-C-N1	3 B-主蒸気ライン圧力(III)(3PT-477)	有	有	排水先	定常淡水ビット水位異常高警報	有
原子伊達屋	非管理区域	33.1	3RB-C-N1	3 B-主蒸気ライン圧力(IV)(3PT-478)	有	有	排水先	定常淡水ビット水位異常高警報	有

表2 その他漏えい事象に対する検知システム等の確認結果 (10/17)

施設	区域区分	I.P. [m]	区画番号	溢水防護対象設備	①区画内の液体内包機器的の有無	②漏えい検知設備の有無	漏えい検知箇所	漏えい検知システム	区画内床ドレン有無(参考)
原子炉建屋	非管理区域	33.1	3RB-C-N1	3 C - 主蒸気ライン圧力 (I) (3PT-485)	有	有	排水先	定常淡水ビット水位異常高警報	有
原子炉建屋	非管理区域	33.1	3RB-C-N1	3 C - 主蒸気ライン圧力 (II) (3PT-486)	有	有	排水先	定常淡水ビット水位異常高警報	有
原子炉建屋	非管理区域	33.1	3RB-C-N1	3 C - 主蒸気ライン圧力 (III) (3PT-487)	有	有	排水先	定常淡水ビット水位異常高警報	有
原子炉建屋	非管理区域	33.1	3RB-C-N1	3 C - 主蒸気ライン圧力 (IV) (3PT-488)	有	有	排水先	定常淡水ビット水位異常高警報	有
原子炉建屋	非管理区域	36.3	3RB-C-NS1	3 A - 主蒸気隔離弁(付属パネル)	無	-	-	-	有
原子炉建屋	非管理区域	36.3	3RB-C-NS1	3 B - 主蒸気隔離弁(付属パネル)	無	-	-	-	有
原子炉建屋	非管理区域	36.3	3RB-C-NS1	3 C - 主蒸気隔離弁(付属パネル)	無	-	-	-	有
原子炉建屋	管理区域	24.8	3RB-D-1	3 - 燃料取替用水ビット水位 (I) (3LT-1400)	有	有	排水先	補助流量サンプタンク水位高警報	有
原子炉建屋	管理区域	24.8	3RB-D-1	3 - 燃料取替用水ビット水位 (II) (3LT-1401)	有	有	排水先	補助流量サンプタンク水位高警報	有
原子炉建屋	管理区域	24.8	3RB-D-1	3 A - 燃料取替用水ポンプ (3RFP1A)	有	有	排水先	補助流量サンプタンク水位高警報	有
原子炉建屋	管理区域	24.8	3RB-D-1	3 B - 燃料取替用水ポンプ (3RFP1B)	有	有	排水先	補助流量サンプタンク水位高警報	有
原子炉建屋	管理区域	24.8	3RB-D-2	3 A, B - C/V再循環ユニット補機冷却水入口C/V外側隔離弁 (3V-CC-203A)	有	有	排水先	補助流量サンプタンク水位高警報	有
原子炉建屋	管理区域	24.8	3RB-D-2	3 A - C/V再循環ユニット補機冷却水出口C/V外側隔離弁 (3V-CC-208A)	有	有	排水先	補助流量サンプタンク水位高警報	有
原子炉建屋	管理区域	24.8	3RB-D-2	3 B - C/V再循環ユニット補機冷却水出口C/V外側隔離弁 (3V-CC-208B)	有	有	排水先	補助流量サンプタンク水位高警報	有
原子炉建屋	管理区域	24.8	3RB-D-3	3 C, D - C/V再循環ユニット補機冷却水入口C/V外側隔離弁 (3V-CC-203B)	有	有	排水先	補助流量サンプタンク水位高警報	有
原子炉建屋	管理区域	24.8	3RB-D-3	3 C - C/V再循環ユニット補機冷却水出口C/V外側隔離弁 (3V-CC-208C)	有	有	排水先	補助流量サンプタンク水位高警報	有
原子炉建屋	管理区域	24.8	3RB-D-3	3 D - C/V再循環ユニット補機冷却水出口C/V外側隔離弁 (3V-CC-208D)	有	有	排水先	補助流量サンプタンク水位高警報	有
原子炉建屋	非管理区域	24.8	3RB-D-N3	3 - 補助給水ビット水位 (I) (3LT-3750)	有	有	排水先	定常淡水ビット水位異常高警報	有
原子炉建屋	非管理区域	24.8	3RB-D-N3	3 - 補助給水ビット水位 (II) (3LT-3751)	有	有	排水先	定常淡水ビット水位異常高警報	有
原子炉建屋	非管理区域	29.3	3RB-D-NS1	3 A - 補助給水隔離弁 (3V-FX-559A)	有	有	排水先	定常淡水ビット水位異常高警報	有
原子炉建屋	非管理区域	29.3	3RB-D-NS1	3 B - 補助給水隔離弁 (3V-FX-559B)	有	有	排水先	定常淡水ビット水位異常高警報	有
原子炉建屋	非管理区域	29.3	3RB-D-NS1	3 C - 補助給水隔離弁 (3V-FX-559C)	有	有	排水先	定常淡水ビット水位異常高警報	有
原子炉建屋	非管理区域	29.3	3RB-D-NS1	3 A - 主蒸気隔離弁 (3V-4IS-528A)	有	有	排水先	定常淡水ビット水位異常高警報	有
原子炉建屋	非管理区域	29.3	3RB-D-NS1	3 B - 主蒸気隔離弁 (3V-4IS-528B)	有	有	排水先	定常淡水ビット水位異常高警報	有

表2 その他漏えい事象に対する検知システム等の確認結果 (11/17)

建屋	区域区分	T.P. [m]	区画番号	漏水防護対象設備	①区画内の 液体内包機 器の有無	②漏えい 検知設備 の有無	漏えい 検知箇所	漏えい検知システム	区画内床下 レン有無 (参考)
原子炉建屋	非管理区域	29.3	3RB-D-N51	3C-主蒸気隔離弁 (3V-MS-523C)	有	有	排水先	定常淡水ピット水位 異常高警報	有
原子炉建屋	非管理区域	29.3	3RB-D-N51	3A-主蒸気逃がし弁 (3PCV-3810)	有	有	排水先	定常淡水ピット水位 異常高警報	有
原子炉建屋	非管理区域	29.3	3RB-D-N51	3B-主蒸気逃がし弁 (3PCV-3820)	有	有	排水先	定常淡水ピット水位 異常高警報	有
原子炉建屋	非管理区域	29.3	3RB-D-N51	3C-主蒸気逃がし弁 (3PCV-3830)	有	有	排水先	定常淡水ピット水位 異常高警報	有
原子炉建屋	非管理区域	29.3	3RB-D-N51	3A-主蒸気逃がし弁(付属パネル)	有	有	排水先	定常淡水ピット水位 異常高警報	有
原子炉建屋	非管理区域	29.3	3RB-D-N51	3B-主蒸気逃がし弁(付属パネル)	有	有	排水先	定常淡水ピット水位 異常高警報	有
原子炉建屋	非管理区域	29.3	3RB-D-N51	3C-主蒸気逃がし弁(付属パネル)	有	有	排水先	定常淡水ピット水位 異常高警報	有
原子炉建屋	非管理区域	29.3	3RB-D-N51	3A-主給水隔離弁 (3V-F#-538A)	有	有	排水先	定常淡水ピット水位 異常高警報	有
原子炉建屋	非管理区域	29.3	3RB-D-N51	3B-主給水隔離弁 (3V-F#-538B)	有	有	排水先	定常淡水ピット水位 異常高警報	有
原子炉建屋	非管理区域	29.3	3RB-D-N51	3C-主給水隔離弁 (3V-F#-538C)	有	有	排水先	定常淡水ピット水位 異常高警報	有
原子炉建屋	管理区域	21.2	3RB-E-1	3-余剰抽出冷却器等補機冷却水入 口C/V外側隔離弁 (3V-CC-422)	有	有	排水先	漏えい検知ピット	有
原子炉建屋	管理区域	21.2	3RB-E-1	3-余剰抽出冷却器等補機冷却水出 口C/V外側隔離弁 (3V-CC-430)	有	有	排水先	漏えい検知ピット	有
原子炉建屋	管理区域	21.2	3RB-E-1	3-1次冷却材ポンプ補機冷却水入 口止め弁 (3V-CC-501)	有	有	排水先	漏えい検知ピット	有
原子炉建屋	管理区域	21.2	3RB-E-1	3-1次冷却材ポンプ補機冷却水入 口C/V外側隔離弁 (3V-CC-503)	有	有	排水先	漏えい検知ピット	有
原子炉建屋	管理区域	21.2	3RB-E-1	3-1次冷却材ポンプ補機冷却水出 口C/V外側隔離弁 (3V-CC-523)	有	有	排水先	漏えい検知ピット	有
原子炉建屋	管理区域	21.2	3RB-E-2	3-充てんラインC/V外側隔離弁 (3V-CS-177)	有	有	排水先	漏えい検知ピット	有
原子炉建屋	管理区域	21.2	3RB-E-2	3-充てんラインC/V外側止め弁 (3V-CS-175)	有	有	排水先	漏えい検知ピット	有
原子炉建屋	管理区域	21.2	3RB-E-2	3-ほう酸注入タンク出口C/V外 側隔離弁A (3V-SI-038A)	有	有	排水先	漏えい検知ピット	有
原子炉建屋	管理区域	21.2	3RB-E-2	3-ほう酸注入タンク出口C/V外 側隔離弁B (3V-SI-038B)	有	有	排水先	漏えい検知ピット	有
原子炉建屋	管理区域	21.2	3RB-E-2	3-補助高圧注入ラインC/V外側 隔離弁 (3V-SI-051)	有	有	排水先	漏えい検知ピット	有
原子炉建屋	管理区域	21.2	3RB-E-2	3-1次冷却材ポンプ貯水戻りライ ンC/V外側隔離弁 (3V-CS-255)	有	有	排水先	漏えい検知ピット	有
原子炉建屋	管理区域	21.2	3RB-E-2	3A-格納容器スプレイ冷却器出口 C/V外側隔離弁 (3V-CP-013A)	有	有	排水先	漏えい検知ピット	有
原子炉建屋	管理区域	21.2	3RB-E-2	3B-格納容器スプレイ冷却器出口 C/V外側隔離弁 (3V-CP-013B)	有	有	排水先	漏えい検知ピット	有
原子炉建屋	管理区域	17.3	3RB-F-2	3A-制御用空気ヘッダ圧力 (111) (3PT-1800)	有	有	排水先	補助建屋サンプタン ク水位高警報	有

表2 その他漏えい事象に対する検知システム等の確認結果 (12/17)

建屋	区域区分	T.F. [m]	区画番号	漏水防護対象設備	①区画内の液体内包機器の有無	②漏えい検知設備の有無	漏えい検知箇所	漏えい検知システム	区画内床下レン有無(参考)
原子炉建屋	管理区域	17.8	32B-F-2	3 B-制御用空気ヘッダ圧力 (IV) (3PT-1810)	有	有	排水先	補助建屋サンプタンク水位高警報	有
原子炉建屋	管理区域	17.8	32B-F-2	3-格納容器圧力 (I) (3PT-590)	有	有	排水先	補助建屋サンプタンク水位高警報	有
原子炉建屋	管理区域	17.8	32B-F-2	3-格納容器圧力 (II) (3PT-591)	有	有	排水先	補助建屋サンプタンク水位高警報	有
原子炉建屋	管理区域	17.8	32B-F-2	3-格納容器圧力 (III) (3PT-592)	有	有	排水先	補助建屋サンプタンク水位高警報	有
原子炉建屋	管理区域	17.8	32B-F-2	3-格納容器圧力 (IV) (3PT-593)	有	有	排水先	補助建屋サンプタンク水位高警報	有
原子炉建屋	管理区域	17.8	32B-F-2	3 A-制御用空気C/V外側隔離弁 (3V-1A-510A)	有	有	排水先	補助建屋サンプタンク水位高警報	有
原子炉建屋	管理区域	17.8	32B-F-2	3 B-制御用空気C/V外側隔離弁 (3V-1A-510B)	有	有	排水先	補助建屋サンプタンク水位高警報	有
原子炉建屋	非管理区域	18	32B-F-N10	3 A-ディーゼル発電機室給気ファン (3VSF32A)	無	-	-	-	無
原子炉建屋	非管理区域	18	32B-F-N10	3 B-ディーゼル発電機室給気ファン (3VSF32B)	無	-	-	-	無
原子炉建屋	非管理区域	18	32B-F-N10	3 A-ディーゼル発電機室外気取入風量調節ダンパ (3HC-2741)	無	-	-	-	無
原子炉建屋	非管理区域	18	32B-F-N10	3 A-ディーゼル発電機室外気取入風量調節ダンパ流量設定器 (3HC-2741)	無	-	-	-	無
原子炉建屋	非管理区域	17.8	32B-F-N3	3-原子炉トリップ遮断器盤 (チャンネルI) (3RTI)	無	-	-	-	無
原子炉建屋	非管理区域	17.8	32B-F-N3	3-原子炉トリップ遮断器盤 (チャンネルII) (3RTII)	無	-	-	-	無
原子炉建屋	非管理区域	17.8	32B-F-N3	3-原子炉トリップ遮断器盤 (チャンネルIII) (3RTIII)	無	-	-	-	無
原子炉建屋	非管理区域	17.8	32B-F-N3	3-原子炉トリップ遮断器盤 (チャンネルIV) (3RTIV)	無	-	-	-	無
原子炉建屋	非管理区域	18	32B-F-N8	3 C-ディーゼル発電機室給気ファン (3VSF32C)	無	-	-	-	無
原子炉建屋	非管理区域	18	32B-F-N8	3 D-ディーゼル発電機室給気ファン (3VSF32D)	無	-	-	-	無
原子炉建屋	非管理区域	18	32B-F-N8	3 B-ディーゼル発電機室外気取入風量調節ダンパ (3HC-2742)	無	-	-	-	無
原子炉建屋	非管理区域	18	32B-F-N8	3 B-ディーゼル発電機室外気取入風量調節ダンパ流量設定器 (3HC-2742)	無	-	-	-	無
原子炉建屋	管理区域	10.3	32B-H-4	3 A-使用済燃料ピット冷却器補機冷却水入口弁 (3V-CC-151A)	有	有	排水先	補助建屋サンプタンク水位高警報	有
原子炉建屋	管理区域	10.3	32B-H-4	3 B-使用済燃料ピット冷却器補機冷却水入口弁 (3V-CC-151B)	有	有	排水先	補助建屋サンプタンク水位高警報	有
原子炉建屋	管理区域	10.3	32B-H-4	3 A-使用済燃料ピット冷却器補機冷却水出口弁 (3V-CC-152A)	有	有	排水先	補助建屋サンプタンク水位高警報	有
原子炉建屋	管理区域	10.3	32B-H-4	3 B-使用済燃料ピット冷却器補機冷却水出口弁 (3V-CC-152B)	有	有	排水先	補助建屋サンプタンク水位高警報	有
原子炉建屋	管理区域	10.3	32B-H-7	3 A-使用済燃料ピットポンプ (3FP1A)	有	有	排水先	補助建屋サンプタンク水位高警報	有

表2 その他漏えい事象に対する検知システム等の確認結果 (13/17)

建屋	区域区分	T.F. [m]	区域番号	漏水防護対象設備	①区画内の液体内包機器の有無	②漏えい検知設備の有無	漏えい検知箇所	漏えい検知システム	区画内床下レン有無(参考)
原子炉建屋	管理区域	10.3	3B-H-7	3B-使用済燃料ピットポンプ(3SFF1B)	有	有	排水先	補助建屋サンプタンク水位高警報	有
原子炉建屋	非管理区域	10.3	3B-H-N1	3A-補助給水ライン流量(II)(3FT-3786)	有	有	排水先	定常淡水ピット水位異常高警報	有
原子炉建屋	非管理区域	10.3	3B-H-N1	3B-補助給水ライン流量(III)(3FT-3776)	有	有	排水先	定常淡水ピット水位異常高警報	有
原子炉建屋	非管理区域	10.3	3B-H-N1	3C-補助給水ライン流量(IV)(3FT-3786)	有	有	排水先	定常淡水ピット水位異常高警報	有
原子炉建屋	非管理区域	10.3	3B-H-N1	3-タービン動補助給水ポンプ起動盤トレンA(3TFA)	有	有	排水先	定常淡水ピット水位異常高警報	有
原子炉建屋	非管理区域	10.3	3B-H-N1	3-タービン動補助給水ポンプ起動盤トレンB(3TFB)	有	有	排水先	定常淡水ピット水位異常高警報	有
原子炉建屋	非管理区域	10.3	3B-H-N1	3-補助給水ポンプ出口流量調節弁盤トレンA(3AFBA)	有	有	排水先	定常淡水ピット水位異常高警報	有
原子炉建屋	非管理区域	10.3	3B-H-N1	3-補助給水ポンプ出口流量調節弁盤トレンB(3AFBB)	有	有	排水先	定常淡水ピット水位異常高警報	有
原子炉建屋	非管理区域	10.3	3B-H-N10	3B-ディーゼル発電機コントロールセンタ(3GCC-B)	無	-	-	-	無
原子炉建屋	非管理区域	10.3	3B-H-N10	3B-ディーゼル発電機制御盤(3GDB)	無	-	-	-	無
原子炉建屋	非管理区域	10.3	3B-H-N11	3A-ディーゼル発電機コントロールセンタ(3GCC-A)	無	-	-	-	無
原子炉建屋	非管理区域	10.3	3B-H-N11	3A-ディーゼル発電機制御盤(3GDBA)	無	-	-	-	無
原子炉建屋	非管理区域	10.3	3B-H-N2	3A-制御用空気圧縮機(3IAE1A)	有	有	排水先	定常淡水ピット水位異常高警報	有
原子炉建屋	非管理区域	10.3	3B-H-N2	3A-制御用空気Cヘッド供給弁(3V-1A-501A)	有	有	排水先	定常淡水ピット水位異常高警報	有
原子炉建屋	非管理区域	10.3	3B-H-N2	3B-制御用空気Cヘッド供給弁(3V-1A-501B)	有	有	排水先	定常淡水ピット水位異常高警報	有
原子炉建屋	非管理区域	10.3	3B-H-N2	3A-制御用空気圧縮機盤(3IAFA)	有	有	排水先	定常淡水ピット水位異常高警報	有
原子炉建屋	非管理区域	10.3	3B-H-N2	3A-制御用空気圧縮機容量調節盤(3IAVFA)	有	有	排水先	定常淡水ピット水位異常高警報	有
原子炉建屋	非管理区域	10.3	3B-H-N2	3A-制御用空気圧縮機室給気ファン(3VSF42A)	有	有	排水先	定常淡水ピット水位異常高警報	有
原子炉建屋	非管理区域	10.3	3B-H-N2	3A-制御用空気圧縮機室電気ヒータ(3VSE1A)	有	有	排水先	定常淡水ピット水位異常高警報	有
原子炉建屋	非管理区域	10.3	3B-H-N2	3A-制御用空気圧縮機室外気取入風量調節ダンパ(3HCD-2701)	有	有	排水先	定常淡水ピット水位異常高警報	有
原子炉建屋	非管理区域	10.3	3B-H-N2	3A-制御用空気圧縮機室内空気温度(1)(3TS-2702)	有	有	排水先	定常淡水ピット水位異常高警報	有
原子炉建屋	非管理区域	10.3	3B-H-N2	3A-制御用空気圧縮機室内空気温度(2)(3TS-2703)	有	有	排水先	定常淡水ピット水位異常高警報	有
原子炉建屋	非管理区域	10.3	3B-H-N2	3A-制御用空気圧縮機室内空気温度(5)(3TS-2310)	有	有	排水先	定常淡水ピット水位異常高警報	有
原子炉建屋	非管理区域	10.3	3B-H-N2	3A-制御用空気圧縮機室内空気温度(6)(3TS-2311)	有	有	排水先	定常淡水ピット水位異常高警報	有

表2 その他漏えい事象に対する検知システム等の確認結果 (14/17)

建屋	区域区分	F.F. [m]	区域番号	漏水防護対象設備	①区域内の液体内圧検知設備の有無	②漏えい検知設備の有無	漏えい検知箇所	漏えい検知システム	区域内床ドレン有無(参考)
原子伊達屋	非常用区域	10.3	3RD-H-N2	3A-制御用空気圧縮機直外気取入流量調節ダンパ流量検定器 (3HC-2701)	有	有	排水光	定常淡水ビット水位異常高警報	有
原子伊達屋	非常用区域	10.3	3RD-H-N2	3A-制御用空気圧縮機直電気ヒータ (3VSE1A) 出口空気温度 (2) (3IS-2913)	有	有	排水光	定常淡水ビット水位異常高警報	有
原子伊達屋	非常用区域	10.3	3RD-H-N3	3B-制御用空気圧縮機 (3IAE1B)	有	有	排水光	定常淡水ビット水位異常高警報	有
原子伊達屋	非常用区域	10.3	3RD-H-N3	3A-制御用空気主空気送がし弁供給弁 (3V-IA-505A)	有	有	排水光	定常淡水ビット水位異常高警報	有
原子伊達屋	非常用区域	10.3	3RD-H-N3	3B-制御用空気主空気送がし弁供給弁 (3V-IA-505B)	有	有	排水光	定常淡水ビット水位異常高警報	有
原子伊達屋	非常用区域	10.3	3RD-H-N3	3B-制御用空気圧縮機直 (3IAFB)	有	有	排水光	定常淡水ビット水位異常高警報	有
原子伊達屋	非常用区域	10.3	3RD-H-N3	3B-制御用空気圧縮機直流量調節 (3IAVFB)	有	有	排水光	定常淡水ビット水位異常高警報	有
原子伊達屋	非常用区域	10.3	3RD-H-N3	3B-制御用空気圧縮機直給気ファン (3V5F42B)	有	有	排水光	定常淡水ビット水位異常高警報	有
原子伊達屋	非常用区域	10.3	3RD-H-N3	3B-制御用空気圧縮機直電気ヒータ (3V5E1B)	有	有	排水光	定常淡水ビット水位異常高警報	有
原子伊達屋	非常用区域	10.3	3RD-H-N3	3B-制御用空気圧縮機直外気取入流量調節ダンパ (3HC-2711)	有	有	排水光	定常淡水ビット水位異常高警報	有
原子伊達屋	非常用区域	10.3	3RD-H-N3	3B-制御用空気圧縮機直室内空気温度 (1) (3IS-2712)	有	有	排水光	定常淡水ビット水位異常高警報	有
原子伊達屋	非常用区域	10.3	3RD-H-N3	3B-制御用空気圧縮機直室内空気温度 (2) (3IS-2713)	有	有	排水光	定常淡水ビット水位異常高警報	有
原子伊達屋	非常用区域	10.3	3RD-H-N3	3B-制御用空気圧縮機直室内空気温度 (5) (3IS-2920)	有	有	排水光	定常淡水ビット水位異常高警報	有
原子伊達屋	非常用区域	10.3	3RD-H-N3	3B-制御用空気圧縮機直室内空気温度 (6) (3IS-2921)	有	有	排水光	定常淡水ビット水位異常高警報	有
原子伊達屋	非常用区域	10.3	3RD-H-N3	3B-制御用空気圧縮機直外気取入流量調節ダンパ流量検定器 (3HC-2711)	有	有	排水光	定常淡水ビット水位異常高警報	有
原子伊達屋	非常用区域	10.3	3RD-H-N3	3B-制御用空気圧縮機直電気ヒータ (3VSE1B) 出口空気温度 (2) (3IS-2923)	有	有	排水光	定常淡水ビット水位異常高警報	有
原子伊達屋	非常用区域	10.3	3RD-H-N4	3-タービン動補助給水ポンプ (3FP1)	有	有	排水光	定常淡水ビット水位異常高警報	有
原子伊達屋	非常用区域	10.3	3RD-H-N4	3B-補助給水ポンプ出口流量調節弁 (3V-FB-582B)	有	有	排水光	定常淡水ビット水位異常高警報	有
原子伊達屋	非常用区域	10.3	3RD-H-N4	3-タービン動補助給水ポンプ駆動空気入口弁A (3V-M5-582A)	有	有	排水光	定常淡水ビット水位異常高警報	有
原子伊達屋	非常用区域	10.3	3RD-H-N4	3-タービン動補助給水ポンプ駆動空気入口弁B (3V-M5-582B)	有	有	排水光	定常淡水ビット水位異常高警報	有
原子伊達屋	非常用区域	10.3	3RD-H-N5	3A-1次冷却材ポンプ目標計測器 (3R2IA)	無	-	-	-	無
原子伊達屋	非常用区域	10.3	3RD-H-N5	3B-1次冷却材ポンプ目標計測器 (3R2IB)	無	-	-	-	無
原子伊達屋	非常用区域	10.3	3RD-H-N5	3C-1次冷却材ポンプ目標計測器 (3R2IC)	無	-	-	-	無
原子伊達屋	非常用区域	10.3	3RD-H-N6	3A-電動補助給水ポンプ (3FP2A)	有	有	排水光	定常淡水ビット水位異常高警報	有

表2 その他漏えい事象に対する検知システム等の確認結果 (15/17)

建屋	区域区分	T.F. [a]	区画番号	溢水防護対象設備	①区画内の液体内包機器の有無	②漏えい検知設備の有無	漏えい検知箇所	漏えい検知システム	区画内床ドレン有無(参考)
原子炉建屋	非管理区域	10.3	3RB-H-N6	3 A-電動補助給水ポンプ蒸気ファン(3V5F40A)	有	有	排水先	定常淡水ピット水位異常高警報	有
原子炉建屋	非管理区域	10.3	3RB-H-N6	3 A-電動補助給水ポンプ蒸気取入流量調節ダンパ(3HCD-2670)	有	有	排水先	定常淡水ピット水位異常高警報	有
原子炉建屋	非管理区域	10.3	3RB-H-N6	3 A-電動補助給水ポンプ蒸室内空気温度(1)(3TS-2671)	有	有	排水先	定常淡水ピット水位異常高警報	有
原子炉建屋	非管理区域	10.3	3RB-H-N6	3 A-電動補助給水ポンプ蒸室内空気温度(2)(3TS-2672)	有	有	排水先	定常淡水ピット水位異常高警報	有
原子炉建屋	非管理区域	10.3	3RB-H-N6	3 A-電動補助給水ポンプ蒸気取入流量調節ダンパ流量設定器(3HC-2670)	有	有	排水先	定常淡水ピット水位異常高警報	有
原子炉建屋	非管理区域	10.3	3RB-H-N7	3 B-電動補助給水ポンプ(3VWF2B)	有	有	排水先	定常淡水ピット水位異常高警報	有
原子炉建屋	非管理区域	10.3	3RB-H-N7	3 A-補助給水ポンプ出口流量調節弁(3V-FW-582A)	有	有	排水先	定常淡水ピット水位異常高警報	有
原子炉建屋	非管理区域	10.3	3RB-H-N7	3 C-補助給水ポンプ出口流量調節弁(3V-FW-582C)	有	有	排水先	定常淡水ピット水位異常高警報	有
原子炉建屋	非管理区域	10.3	3RB-H-N7	3 B-電動補助給水ポンプ蒸気ファン(3V5F40B)	有	有	排水先	定常淡水ピット水位異常高警報	有
原子炉建屋	非管理区域	10.3	3RB-H-N7	3 B-電動補助給水ポンプ蒸気取入流量調節ダンパ(3HCD-2680)	有	有	排水先	定常淡水ピット水位異常高警報	有
原子炉建屋	非管理区域	10.3	3RB-H-N7	3 B-電動補助給水ポンプ蒸室内空気温度(1)(3TS-2681)	有	有	排水先	定常淡水ピット水位異常高警報	有
原子炉建屋	非管理区域	10.3	3RB-H-N7	3 B-電動補助給水ポンプ蒸室内空気温度(2)(3TS-2682)	有	有	排水先	定常淡水ピット水位異常高警報	有
原子炉建屋	非管理区域	10.3	3RB-H-N7	3 B-電動補助給水ポンプ蒸気取入流量調節ダンパ流量設定器(3HC-2680)	有	有	排水先	定常淡水ピット水位異常高警報	有
				3 B-換気空調系集中現場盤(3LVFB)	無	-	-	-	無
				3 B-中央制御室外原子炉停止盤(3EPB)	無	-	-	-	無
				3 A-換気空調系集中現場盤(3LVPA)	無	-	-	-	無
				3-共通要因故障対策EP盤置換作盤(3CMFLP)	無	-	-	-	無
				3 A-中央制御室外原子炉停止盤(3EPA)	無	-	-	-	無
原子炉建屋	管理区域	7.2	3RB-J-1	3 B-余熱除去ポンプ再循環タンク側入口弁(3V-RH-058B)	有	有	当該区画	漏えい検知ピット	有
原子炉建屋	管理区域	7.2	3RB-J-1	3 B-安全注入ポンプ再循環タンク側入口C/V外側隔離弁(3V-SI-084B)	有	有	当該区画	漏えい検知ピット	有
原子炉建屋	管理区域	7.2	3RB-J-2	3 A-余熱除去ポンプ再循環タンク側入口弁(3V-RH-058A)	有	有	当該区画	漏えい検知ピット	有
原子炉建屋	管理区域	7.2	3RB-J-2	3 A-安全注入ポンプ再循環タンク側入口C/V外側隔離弁(3V-SI-084A)	有	有	当該区画	漏えい検知ピット	有
原子炉建屋	非管理区域	2.3	3RB-K-N1	3 C-原子炉補機冷却水ポンプ(3CCP1C)	有	有	排水先	湧水ピット水位高警報	有
原子炉建屋	非管理区域	2.3	3RB-K-N1	3 D-原子炉補機冷却水ポンプ(3CCP1D)	有	有	排水先	湧水ピット水位高警報	有

枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。

表2 その他漏えい事象に対する検知システム等の確認結果 (16/17)

漏えい	区域区分	T.P. [m]	区画番号	溢水防護対象設備	①区画内の液体内包機器の有無	②漏えい検知設備の有無	漏えい検知箇所	漏えい検知システム	区画内床下レン有無(参考)
原子伊達屋	非管理区域	2.3	3BB-E-N1	3-原子伊達屋冷却水供給母管B側連絡弁(3V-CC-065B)	有	有	排水先	湧水ビット水位高警報	有
原子伊達屋	非管理区域	2.3	3BB-E-N1	3-原子伊達屋冷却水戻り母管B側連絡弁(3V-CC-044B)	有	有	排水先	湧水ビット水位高警報	有
原子伊達屋	非管理区域	2.3	3BB-E-N1	3C-原子伊達屋冷却水冷却器補機冷却海水出口止め弁(3V-SF-571C)	有	有	排水先	湧水ビット水位高警報	有
原子伊達屋	非管理区域	2.3	3BB-E-N1	3D-原子伊達屋冷却水冷却器補機冷却海水出口止め弁(3V-SF-571D)	有	有	排水先	湧水ビット水位高警報	有
原子伊達屋	非管理区域	2.3	3BB-E-N1	3C-空調用冷水ポンプ(3CHP1C)	有	有	排水先	湧水ビット水位高警報	有
原子伊達屋	非管理区域	2.3	3BB-E-N1	3D-空調用冷水ポンプ(3CHP1D)	有	有	排水先	湧水ビット水位高警報	有
原子伊達屋	非管理区域	2.3	3BB-E-N1	3C-空調用冷凍機(3CHE1C)	有	有	排水先	湧水ビット水位高警報	有
原子伊達屋	非管理区域	2.3	3BB-E-N1	3D-空調用冷凍機(3CHE1D)	有	有	排水先	湧水ビット水位高警報	有
原子伊達屋	非管理区域	2.3	3BB-E-N1	3-空調用冷水B母管入口隔離弁(3V-OH-012B)	有	有	排水先	湧水ビット水位高警報	有
原子伊達屋	非管理区域	2.3	3BB-E-N1	3C-空調用冷凍機盤(3VCP1C)	有	有	排水先	湧水ビット水位高警報	有
原子伊達屋	非管理区域	2.3	3BB-E-N1	3D-空調用冷凍機盤(3VCP1D)	有	有	排水先	湧水ビット水位高警報	有
原子伊達屋	非管理区域	2.3	3BB-E-N4	3A-原子伊達屋冷却水ポンプ(3CCP1A)	有	有	排水先	湧水ビット水位高警報	有
原子伊達屋	非管理区域	2.3	3BB-E-N4	3B-原子伊達屋冷却水ポンプ(3CCP1B)	有	有	排水先	湧水ビット水位高警報	有
原子伊達屋	非管理区域	2.3	3BB-E-N4	3-原子伊達屋冷却水供給母管A側連絡弁(3V-CC-065A)	有	有	排水先	湧水ビット水位高警報	有
原子伊達屋	非管理区域	2.3	3BB-E-N4	3-原子伊達屋冷却水戻り母管A側連絡弁(3V-CC-044A)	有	有	排水先	湧水ビット水位高警報	有
原子伊達屋	非管理区域	2.3	3BB-E-N4	3A-原子伊達屋冷却水冷却器補機冷却海水出口止め弁(3V-SF-571A)	有	有	排水先	湧水ビット水位高警報	有
原子伊達屋	非管理区域	2.3	3BB-E-N4	3B-原子伊達屋冷却水冷却器補機冷却海水出口止め弁(3V-SF-571B)	有	有	排水先	湧水ビット水位高警報	有
原子伊達屋	非管理区域	2.3	3BB-E-N4	3A-空調用冷水ポンプ(3CHP1A)	有	有	排水先	湧水ビット水位高警報	有
原子伊達屋	非管理区域	2.3	3BB-E-N4	3B-空調用冷水ポンプ(3CHP1B)	有	有	排水先	湧水ビット水位高警報	有
原子伊達屋	非管理区域	2.3	3BB-E-N4	3A-空調用冷凍機(3CHE1A)	有	有	排水先	湧水ビット水位高警報	有
原子伊達屋	非管理区域	2.3	3BB-E-N4	3B-空調用冷凍機(3CHE1B)	有	有	排水先	湧水ビット水位高警報	有
原子伊達屋	非管理区域	2.3	3BB-E-N4	3-空調用冷水A母管入口隔離弁(3V-OH-012A)	有	有	排水先	湧水ビット水位高警報	有
原子伊達屋	非管理区域	2.3	3BB-E-N4	3-空調用冷水C母管入口隔離弁(3V-OH-012C)	有	有	排水先	湧水ビット水位高警報	有
原子伊達屋	非管理区域	2.3	3BB-E-N4	3-空調用冷水C母管出口隔離弁(3V-OH-013)	有	有	排水先	湧水ビット水位高警報	有

表2 その他漏えい事象に対する検知システム等の確認結果 (17/17)

建屋	区域区分	T.P. [m]	区画番号	溢水防護対象設備	①区画内の 液体内包機 器の有無	②漏えい 検知設備 の有無	漏えい 検知箇所	漏えい検知システム	区画内ド レン有無 (参考)
原子炉建屋	非管理区域	2.3	3RB-E-N4	3 A -空調用冷凍機盤 (3VCPA)	有	有	排水先	湧水ピット水位高警 報	有
原子炉建屋	非管理区域	2.3	3RB-E-N4	3 B -空調用冷凍機盤 (3VCPB)	有	有	排水先	湧水ピット水位高警 報	有
循環水ポン プ建屋	非管理区域	2.5	3CVPB-B-N01	3 A -原子炉補機冷却海水ポンプ (3SVP1A)	有	有	当該区画	床漏えい検知器	有
循環水ポン プ建屋	非管理区域	2.5	3CVPB-B-N01	3 B -原子炉補機冷却海水ポンプ (3SVP1B)	有	有	当該区画	床漏えい検知器	有
循環水ポン プ建屋	非管理区域	2.5	3CVPB-B-N02	3 C -原子炉補機冷却海水ポンプ (3SVP1C)	有	有	当該区画	床漏えい検知器	有
循環水ポン プ建屋	非管理区域	2.5	3CVPB-B-N02	3 D -原子炉補機冷却海水ポンプ (3SVP1D)	有	有	当該区画	床漏えい検知器	有

別のハザードからの溢水影響について

1. はじめに

設置許可基準規則第九条第1項には、溢水が発生した際に安全施設の安全機能を損なわないことが要求事項であり、地震による屋外タンクの破損、津波、降水等の自然現象による屋外の溢水事象について評価を実施している。

本資料は、設置許可基準規則第六条の検討「自然現象及び故意によるものを除く人為による事象の選定について」において、抽出された事象に対して溢水の影響有無を検討したものである。

2. 検討結果

(1) 溢水影響の検討要否

抽出された事象に対して溢水影響の検討要否について、検討した結果を表1に示す。

(2) 溢水影響評価

溢水影響評価が必要な事象については、表2に示すとおり検討を実施しており、新たに評価が必要な事象がないことを確認した。

表 1 別のハザードからの溢水影響の検討要否 (1/2)

事象	検討要否	理由
洪水	×	敷地周辺の河川は、いずれも発電所とは丘陵地により隔てられており、敷地が洪水による被害を受けることはないことから、洪水による溢水は考慮しない
風（台風）	×	最大瞬間風速は設計竜巻の最大風速未満であり竜巻評価に包絡される
竜巻	○	
凍結	×	最低気温の設計基準値は-19.0℃であり、かつ、屋外機器で凍結のおそれがあるものに対しては凍結防止対策を施しているため、凍結により屋外機器が破損することはない。なお、仮に屋外タンクが凍結により破損したとしても、地震時の評価に包絡される
降水	○	
積雪	×	積雪量の設計基準値は 189cm であり、積雪による屋外タンクの破損は考えられない。なお、仮に屋外タンクが積雪荷重により破損したとしても、地震時の評価に包絡される
落雷	×	落雷防止対策として、建築基準法に基づき高さ 20m を超える原子炉建屋等へ日本産業規格（JIS）に準拠した避雷設備等を設置しており、落雷による溢水は発生しない。なお、仮に屋外タンクが落雷により破損したとしても、地震時の評価に包絡される
地滑り	×	泊発電所の防護対象設備が設置される建屋は地滑りにより影響を受ける範囲にはないため、影響を受けない。仮に屋外タンクが地滑りにより破損したとしても、地震時の評価に包絡される
火山の影響	×	降下火砕物の層厚は敷地内の地質調査等の結果から 20cm 程度であり、積雪荷重を組み合わせたとしても屋外タンクの破損のおそれはない。なお、仮に屋外タンクが降下火砕物により破損したとしても、地震時の評価に包絡される
生物学的事象	×	想定される海生生物の襲来により溢水は発生しない。また、小動物の侵入により屋外タンクの破損が考えられるが、地震時の評価に包絡される
森林火災	×	森林火災については、消火活動による溢水が想定されるが、土壌への浸透及び発電所に設置している排水管により排水可能であることから降水評価に包絡される

表 1 別のハザードからの溢水影響の検討要否 (2/2)

事象	検討要否	理由
高潮	×	安全施設（取水設備を除く。）は、高潮の影響を受けない敷地高さ（T.P. 10.0m）以上に設置されているため、高潮による溢水は考慮しない
飛来物（航空機落下）	×	航空機落下確率評価結果は、約 2.3×10^{-8} 回/炉・年であり、防護設計の要否判断の基準である 10^{-7} 回/炉・年を超えないため、航空機落下による溢水は考慮しない
ダムの崩壊	×	泊発電所敷地境界から東約 8 km の地点にダムが存在するが、発電所まで距離が離れていて丘陵地により隔てられており、敷地がダムの崩壊による被害を受けることはないため、ダムの崩壊による溢水は考慮しない
爆発	×	発電所の近くには、爆発により安全施設に影響を及ぼすような爆発物の製造及び貯蔵設備はないことから、爆発による溢水は考慮しない
近隣工場等の火災	×	発電所の近くには、火災により安全施設に影響を及ぼすような石油コンビナート等の石油工業関連施設はないことから、近隣工場の火災による溢水は考慮しない
有毒ガス	×	発電用原子炉施設周辺には、石油コンビナート等の大規模な有毒物質を貯蔵する固定施設はなく、陸上輸送等の可動施設についても主要な幹線道路や航路から発電用原子炉施設は十分離れていることから、事故等による発電所への有毒ガスの影響はなく、溢水は発生しない
船舶の衝突	×	発電用原子炉施設は、主要な航路から十分に離れていることから、船舶の衝突による発電所への影響はなく、溢水は発生しない。
電磁的障害	×	安全保護系は、計装盤へ入線する電源受電部へのラインフィルタや絶縁回路の設置、外部からの信号入出力部へのラインフィルタや絶縁回路の設置、鋼製筐体や金属シールド付ケーブルの適用により電磁波の侵入を防止する等の設計をしており、電磁的障害により溢水は発生しない

表 2 溢水影響評価に対する検討結果

事象	説明
竜巻	内部溢水影響評価においては、発電所内に設置される屋外タンクの破損に伴う溢水影響を評価しており、基準地震動による地震力に対して耐震性が確保されない耐震B、Cクラスの屋外タンク全数が破損した場合の影響について評価を実施している（耐震性が確保されている屋外タンクについても接続配管の破損を考慮）ことから、設計竜巻による飛来物により、屋外タンクが破損した場合に発生する溢水量は、地震時に発生を想定する溢水量と同様であり、地震時評価に包絡されることを確認
降水	最大1時間降水量の既往最大値（57.5mm/h）を想定しても、防護対象設備が機能喪失しないことを確認。

過去の不具合事例への対応について

1. はじめに

溢水事象に係る過去の不具合事象の抽出を行い、内部溢水影響評価への反映要否について、検討を実施した。

2. 過去の不具合事例の抽出

内部溢水影響評価に反映が必要となる溢水事象の抽出に当たり、以下を考慮した。

- ①プラントの配置設計がほぼ同様となる、同じ炉型における不具合事象
- ②公開情報（原子力施設情報公開ライブラリー「ニューシア」及び各社のホームページ情報）を対象
- ③キーワード検索（漏れ、溢水、水溜り、スロッシング等）により幅広く抽出

3. 内部溢水影響評価への反映が必要となる事象の選定

内部溢水影響評価への反映が必要となる事象について、図1（内部溢水影響評価への反映要否判断フロー）及び表1（内部溢水影響評価への反映を不要とする理由）に基づき抽出した。抽出された事象に対する、内部溢水影響評価における対応状況を表2（不具合事象に対する内部溢水影響評価での対応状況について）に示す。

4. 不具合事例への対応について

不具合事例を抽出し、内部溢水影響評価への反映要否について検討を実施した結果、いずれの事象についても、既に評価に盛り込まれている、若しくは、必要となる対策を講ずることとなっていることから、評価内容及び評価結果への影響がないことを確認した。

今後、新たな不具合情報を入手した場合は、内部溢水影響評価への反映要否を確認する。

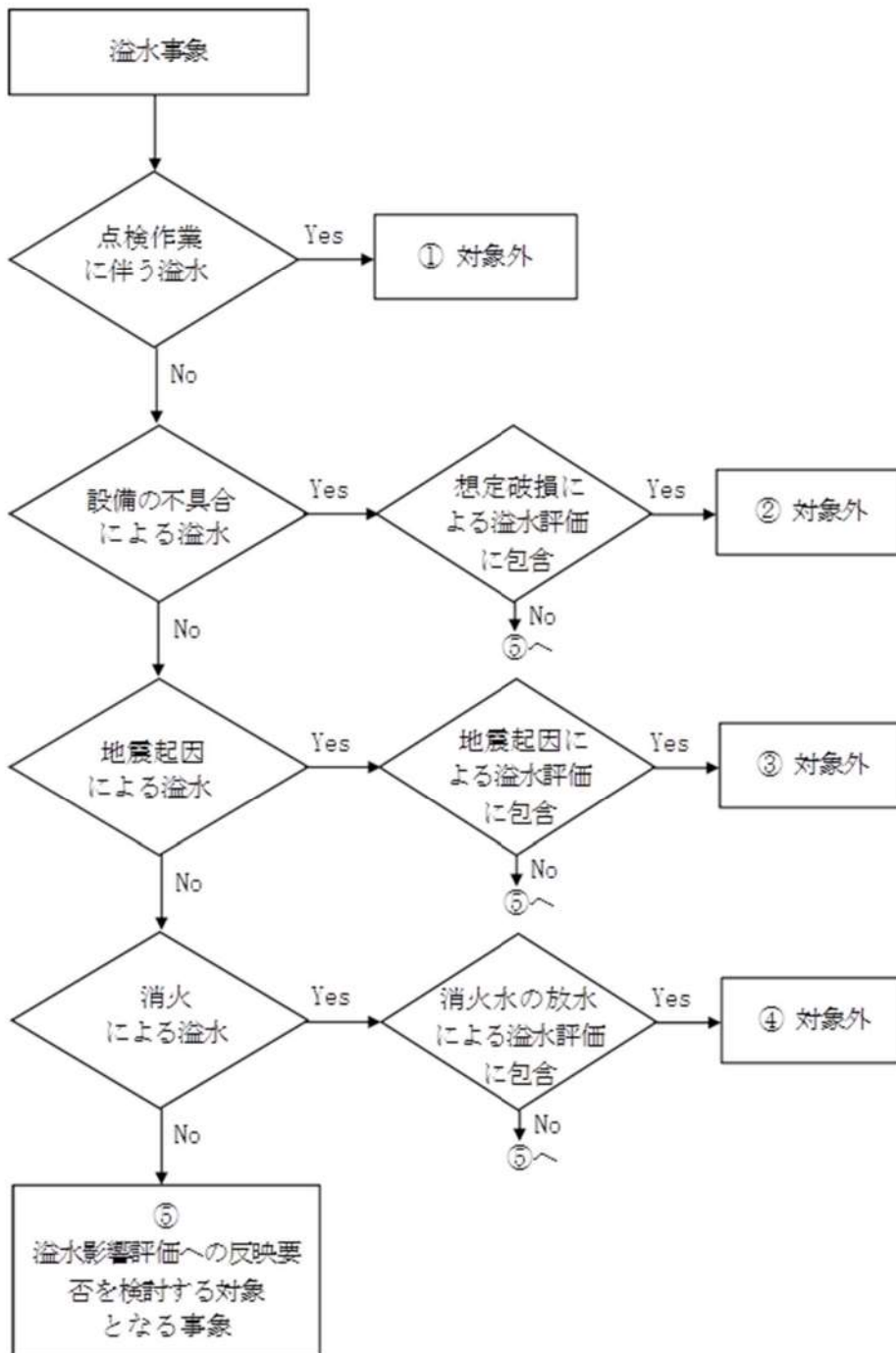


図1 内部溢水影響評価への反映要否判断フロー

表 1 内部溢水影響評価への反映を不要とする理由

各ステップの項目	理由
①点検作業に伴う溢水	<p>点検に伴い開放・分解を実施している箇所からの内部流体の漏えいについては、作業手順、作業管理等の要因によるものであり、溢水影響評価への影響はないとした。また、運転手順に起因する溢水事象についても、本項目に整理した上で、同様に溢水影響評価への影響はないとした。</p>
②設備の不具合による溢水	<p>腐食や浸食等による溢水事象（保守不完全含む）については、設備対策により再発防止を図ることが基本であること、また、想定破損による溢水評価に包含されるものと考えられるため、溢水影響評価への影響はないとした。</p> <p>また、目皿からの溢水事象についても、建屋内排水系に期待した評価とはしていないことから、本項目に整理した上で、同様に溢水影響評価への影響はないとした。</p>
③地震起因による溢水	<p>使用済燃料ピットのスロッシングによる溢水及び耐震性が確保されていない設備の破損による溢水については、地震起因による溢水評価に包含されることから、溢水影響評価への影響はないとした。</p>
④消火による溢水	<p>消火水の放水による溢水評価に包含されることから、溢水影響評価への影響はないとした。</p>

表2 不具合事象に対する内部溢水影響評価での対応状況について (1/23)

件名①	復水貯蔵タンクしゃへい壁内バルブの不具合について
事象発生日等	1984. 10. 17 福島第一2号
事象の概要	<p>2号機は第7回定期検査中であり、定検終了後起動時の高圧注水系手動起動試験を実施したところ、復水貯蔵タンク外側のしゃへい壁内の高圧注水系戻り弁(V-18-46)付近からの水漏れ音を確認したため、高圧注水系ポンプを停止するとともに、同弁を全閉したところ、水漏れ音は停止した。</p> <p>しかし、同タンクのしゃへい壁下部に雨水口が開いていたことから、管理区域外への漏洩が考えられたためサーベイを実施した。</p> <p>高圧注水系テストライン戻り弁のボンネットフランジ部のパッキンがずれた原因は、経年劣化したパッキンに高圧注水系ポンプ起動時の水圧が加わったことによるものと考えられる。</p> <p>また水漏れによる漏水カバーの一部が変形し、外れたため水が流出し、この水がしゃへい壁の雨水口を経て管理区域外へ漏出したものと推定される。</p>
再発防止対策	<p>(1) 復水貯蔵タンクしゃへい壁内バルブ不具合に伴う対策</p> <ol style="list-style-type: none"> a. ポンプ吐出圧による圧力変動が掛かる可能性のある弁について、パッキン取替を実施した。 b. パッキン取替え対象弁の漏水防止カバーを鋼板製のものに取替えた。 c. 復水貯蔵タンクしゃへい壁内に漏洩検出器を設置した。 d. 復水貯蔵タンクしゃへい壁の雨水口はモルタル、シーリング剤を充填した。 e. 復水貯蔵タンク廻りの汚染土壌を削土し、ドラム詰処理した。 <p>(2) 恒久的漏洩防止対策</p> <p>復水貯蔵タンクしゃへい壁内の漏洩水をタービン建屋まで導けるようトレンチを設置する。また、トレンチ内、しゃへい壁内に床漏洩検出器を設置する。</p>
内部溢水影響評価への影響	<p>放射性物質を内包する液体の管理区域外への漏えい事象であり、以下の対策を講ずることとしており、内部溢水影響評価において考慮済みである。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 建屋境界からの伝播に対して、溢水防護措置（水密扉の設置、配管等の貫通部への止水対策等）を実施する。 2. 循環水系配管破損部からの系外放出対策として、 <ol style="list-style-type: none"> (1) 復水器室への漏えい検知器の設置 (2) 復水器出入口弁の「全閉」インターロックの追加 (3) 循環水ポンプのトリップインターロックの追加 (4) 上記に関する電源系の強化（非常用電源への接続）

表 2 不具合事象に対する内部溢水影響評価での対応状況について (2/23)

件名②	タービン建屋地下1階雨水について
事象発生日等	2003. 8. 15 浜岡 3号
事象の概要	3号機タービン建屋地下1階の通路（放射線管理区域内）において、水たまり（約23m×5m×5mm：約600リットル）を発見。この水は、タービン建屋の外側にある屋外地下ダクト（配管を通すための空間）内に雨水が溜まり、配管貫通部より建屋内に入り込んだもの。建屋内に入り込んだ水は収集し処理。また、ダクト内の溜まり水については、排水を実施。
再発防止対策	（1）ダクト内に滞留した雨水は、発電所の消防車及びエンジン付排水ポンプにより排水を行い、その後既設排水ポンプの新品取替を行った。作動確認結果：良好 （2）建屋内は手作業にて通路の水たまりの抜取り処置等を実施した。
内部溢水影響評価への影響	溢水経路の設定に係る事象であるが、各建屋間（地下トレンチ部含む）の境界に対して、溢水防護措置を講ずることとしており、内部溢水影響評価において考慮済みである。

表 2 不具合事象に対する内部溢水影響評価での対応状況について (3/23)

件名③	サービス建屋地下1階における火災報知器の作動（誤報）
事象発生日等	2004. 10. 9 浜岡 3号
事象の概要	サービス建屋地下1階（放射線管理区域内）において、火災報知器が作動した。直ちに現場の確認を行い、火災ではないことを確認した。火災報知器が作動した原因は、台風22号通過に伴い、サービス建屋出入り口（1階）より侵入した雨水が、地下1階の天井に取り付けられている当該感知器に入ったため、作動したものと考えられる。
再発防止対策	当該感知器を取り替えることとした。
内部溢水影響評価への影響	溢水経路の設定に係る事象であるが、各建屋間（地下トレンチ部含む）の境界に対して、溢水防護措置を講ずることとしており、内部溢水影響評価において考慮済みである。また、屋外からの溢水影響については、屋外タンクからの溢水影響評価結果に包含される。

表 2 不具合事象に対する内部溢水影響評価での対応状況について (4/23)

件名④	【中越沖地震】T/B B2F T/BHCW サンプ (B) ・LPCP (A) ～ (C) 室雨水流入
事象発生日等	2007. 7. 26 柏崎刈羽 1 号
事象の概要	タービン建屋B2Fの低圧復水ポンプ室付近に水たまりを確認した。Tトレンチで発生した漏水がタービン建屋に流入したものと推定される。1号タービン建屋～海水熱交換器建屋・補助ボイラ建屋・ランドリー建屋・ランドリー建屋ダクト (Tトレンチ) で発生した漏水が当該トレンチ近傍のファンネルへ大量に流入し、目詰まりを起こしたことにより、このファンネルより設置高の低い高電導度廃液サンプから溢水したものと推定される。
再発防止対策	Tトレンチのファンネル清掃, Tトレンチの止水処理を実施し, 現状復旧する。
内部溢水影響評価への影響	溢水経路の設定に係る事象であるが, 各建屋間 (地下トレンチ部含む) の境界に対して, 溢水防護措置を講ずることとしており, 内部溢水影響評価において考慮済みである。

表 2 不具合事象に対する内部溢水影響評価での対応状況について (5/23)

件名⑤	【中越沖地震】T/B T/B B1F (管) 南側壁上部5m (ヤードHT r 奥ノンセグ室) より雨水流入
事象発生日等	2007. 7. 26 柏崎刈羽 3 号
事象の概要	タービン建屋地下1階南側通路で, 壁面部から水が流入していることを確認した。タービン建屋に隣接したピットに水がたまり電線管貫通部を通過してタービン建屋内に流入したと推定される。
再発防止対策	電線管貫通部の止水と漏出化, 所内用変圧器奥ノンセグ室の復旧を実施し, 現状復旧する。
内部溢水影響評価への影響	溢水経路の設定に係る事象であるが, 各建屋間 (地下トレンチ部含む) の境界に対して, 溢水防護措置を講ずることとしており, 内部溢水影響評価において考慮済みである。

表2 不具合事象に対する内部溢水影響評価での対応状況について (6/23)

件名⑥	【中越沖地震】Ax/B B1F 北西側壁面亀裂部より雨水漏えい
事象発生日等	2007. 7. 26 柏崎刈羽
事象の概要	補助建屋地下1階の壁亀裂部から水の流入を確認した。 中越沖地震の影響により、連絡通路が建屋と衝突したことによりコンクリートが損傷し、建屋の壁面に亀裂が生じ、雨水が流入しているものと推定される。
再発防止対策	建屋外にディープウェル及び建屋内に堰を設置し、壁面はコンクリート補修行い止水処理し現状復旧する。
内部溢水影響評価への影響	溢水経路の設定に係る事象であるが、各建屋間（地下トレンチ部含む）の境界に対して、溢水防護措置を講ずることとしており、内部溢水影響評価において考慮済みである。 なお、建屋外壁についても評価を実施しており、地震時のひび割れを考慮した場合でも、建屋内への溢水は生じない。

表2 不具合事象に対する内部溢水影響評価での対応状況について (7/23)

件名⑦	海水熱交換器建屋（非管理区域）における水漏れ（雨水）について
事象発生日等	2008. 10. 27 柏崎刈羽1号
事象の概要	定期検査中の1号機において、ケーブル張替え作業を行っていた協力企業作業員が海水熱交換器建屋地下2階熱交換器室（非管理区域）の天井から水が漏れていることを確認した。調査の結果、海水熱交換器建屋外壁に接しているケーブルトレンチ内に溜まった雨水が、建屋壁面の電線貫通部から建屋内に流入し、ケーブルトレイを通じて地下2階熱交換器室に至ったことがわかった。海水熱交換器建屋は放射性物質が存在しないエリアであり、流入した水は雨水のため放射能を含んでいない。
再発防止対策	ケーブルトレンチ内に雨水が溜まった原因は、新潟県中越沖地震の影響により陥没したケーブルトレンチの養生が不十分であったためと推定している。海水熱交換器建屋（非管理区域）に流入した雨水は、常設している排水口から排水するとともに、床面の拭き取りを実施した。また、トレンチ内に溜まった雨水は仮設ポンプにより排水した。今後、屋外の陥没部等に雨水が流入しないよう養生の方法を改善する。
内部溢水影響評価への影響	溢水経路の設定に係る事象であるが、各建屋間（地下トレンチ部含む）の境界に対して、溢水防護措置を講ずることとしており、内部溢水影響評価において考慮済みである。

表2 不具合事象に対する内部溢水影響評価での対応状況について (8/23)

件名⑧	タービン建屋地下1階で水溜りの発見について
事象発生日等	2009. 5. 2 敦賀2号
事象の概要	<p>敦賀発電所2号機は、定格熱出力一定運転中のところ、平成21年5月2日9分頃、巡視点検をしていた運転員がタービン建屋地下1階（非管理区域）で水溜りを発見した。</p> <p>溜まっていた水の流入経路を調査した結果、タービン建屋に隣接する給水処理建屋からタービン建屋地下1階に通じているトレンチ（配管やケーブルを設置しているトンネル。以下「当該トレンチ」という）の堰を越えて、流入していることを確認し、さらに給水処理建屋を確認した結果、碍子の汚損検出器※1の排水が継続していることを確認した。</p> <p>碍子の汚損検出器は、碍子の表面に付着した海塩粒子を水で洗浄し塩分濃度を測定する装置です。その洗浄水は補給水槽から供給されるが、その水位が下がると自動で排水電磁弁が閉じ、給水電磁弁が開いて水が供給される。</p> <p>今回は、排水電磁弁が動作不良で閉じずに給水が行われたため、直接、排水先である当該トレンチに給水が流れ込む状態が継続していることを確認した。このため、排水電磁弁の上流側にある給水元弁を閉じたところ、当該トレンチへの給水の流れ込みが停止し、タービン建屋地下1階への水の流入も停止した。</p> <p>流入した水による機器への影響はなかった。</p> <p>また、溜まっていた水の量は、水溜りの範囲からタービン建屋地下1階（面積：約580m²、深さ：約1cm、水量：約5.8m³）と当該トレンチ内（面積：約74m²、深さ：約10cm、水量：約7.4m³）合計で約13.2m³と推定した。</p> <p>なお、碍子の汚損検出器の補給水槽への給水は、2次系で使用する放射能を含まない水であるため、この事象による環境への影響はなかった。</p> <p>対策として、排水電磁弁を新品に取替えるとともに、碍子の汚損検出器の補給水槽給水配管の排水を当該トレンチに入らない箇所に変更する。</p> <p>※1：屋外開閉所の碍子の汚損状況を確認するために設置している検出器</p>
再発防止対策	記載なし
内部溢水影響評価への影響	<p>溢水経路の設定に係る事象であるが、各建屋間（地下トレンチ部含む）の境界に対して、溢水防護措置を講ずることとしており、タービン建屋についてはT.P. 10. 3mまで溢水防護措置を実施済みである。</p> <p>また、タービン建屋は溢水防護対処設備がなく、発生した溢水は防護対象設備が設置されている建屋へ流出しないことを確認済みである。</p>

表 2 不具合事象に対する内部溢水影響評価での対応状況について (9/23)

件名⑨	タービン建屋内への海水の浸入
事象発生日等	2009. 10. 8 浜岡 3 号
事象の概要	タービン建屋地下1階の空調機器冷却海水ポンプエリア（放射線管理区域）で、タービン建屋の配管貫通部から水が浸入していることを発見した。現場を確認したところ、タービン建屋地下1階の空調機器冷却海水ポンプエリアの床面に水溜まり（約5m×約50m）があり、この水を分析したところ、放射性物質は含まれておらず、また、海水であることを確認した。配管貫通部外側には、放水路とタービン建屋を連絡する配管ダクトがあり、ダクト内に大量の海水が浸入したため、貫通部を通じてタービン建屋内に浸入したものであった。
再発防止対策	海水の浸入があった配管貫通部の点検・補修を行い、配管貫通部に防水効果が期待できる隙間材を追加充填するとともに、貫通部周囲にシール材を塗布し、当該配管貫通部のシール性を向上した。また、放水路とタービン建屋を連絡する配管ダクト内に放水路から海水が浸入しないための恒久的な対策として、当該配管ダクトと放水路の連絡部に閉止板を設置することとした。
内部溢水影響評価への影響	溢水経路の設定に係る事象であるが、各建屋間（地下トレンチ部含む）の境界に対して、溢水防護措置を講ずることとしており、内部溢水影響評価において考慮済みである。

表 2 不具合事象に対する内部溢水影響評価での対応状況について (10/23)

<p>件名⑩</p>	<p>【東日本大震災関連】原子炉補機冷却水系熱交換器（B）室，高圧炉心スプレイ補機冷却水系熱交換器室及び海水ポンプ室への浸水</p>
<p>事象発生日等</p>	<p>2011. 3. 11 女川 2 号</p>
<p>事象の概要</p>	<p>2011. 3. 11の地震において発生した津波により，原子炉建屋地下3階のRCW熱交換器（A）（B）室及びHPCW熱交換器室に流入し，各室が浸水に至った。浸水の原因は，屋外海水ポンプ室RSWポンプ（B）エリア床面に設置されていた循環水ポンプ自動停止用水位計収納箱上蓋が開き，津波による海水が流入し，ケーブルトレイ及び配管貫通部等の隙間，水密扉，排水系配管から漏れ出し，トレンチを経由して建屋内へ浸水したものと推定される。</p>
<p>再発防止対策</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・当該水位計を取外し，開口部に閉止板を設置し密閉化するとともに，架構による補強を実施し止水処理を行った（6箇所）。なお，当該水位計については，海水による浸水防止を考慮したエリアへ移設した。 ・海水ポンプ室からトレンチへの配管及びケーブルトレイ貫通部について止水処理を行った。 ・津波による浸水防止対策である建屋扉の水密性向上や防潮堤，防潮壁の設置を実施する。
<p>内部溢水影響評価への影響</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・基準津波に対してはドライサイトとなるよう対策（防潮堤，防潮壁等を設置）を講ずることから，内部溢水評価への影響はない。 ・溢水経路の設定に係る事象であるが，各建屋間（地下トレンチ部含む）の境界に対しては，溢水防護措置を講ずることとしており，内部溢水影響評価において考慮済みである。

表 2 不具合事象に対する内部溢水影響評価での対応状況について (11/23)

<p>件名⑪</p>	<p>【東日本大震災関連】福島第二原子力発電所 東北地方太平洋沖地震に伴う原子炉施設への影響について</p>
<p>事象発生日等</p>	<p>2011. 3. 11 福島第二 1, 2, 3, 4号</p>
<p>事象の概要</p>	<p>当発電所 1号機から 4号機の全号機は定格熱出力一定運転中のところ、三陸沖を震源とする当該地震により、同日14時48分、全号機とも「地震加速度大トリップ」で原子炉が自動停止した。原子炉自動停止直後に全制御棒全挿入及び原子炉の未臨界を確認し、原子炉の冷温停止及び使用済燃料プール（以下「SFP」という）の冷却に必要な設備は、健全で安定した状態であることを確認した。しかし、当該地震後の津波（同日15時22分、第一波到達目視確認）により、1号機、2号機及び4号機において、原子炉の冷温停止及びSFPの冷却に必要な設備が被水する等し、使用不能となった。これにより原子炉の除熱ができなくなったことから、同日18時33分に原災法第10条該当事象（原子炉除熱機能喪失）と判断した。</p>
<p>再発防止対策</p>	<p>想定を大きく超える津波による浸水により原子炉除熱機能、圧力抑制機能が喪失したことを踏まえ、浸水防止策として、当該地震の際、津波が集中的に遡上した当発電所南側海岸アクセス道路を土囊及び盛土にて築堤を配備、原子炉建屋内への浸水防止として土囊及び防潮堤の配備、海水熱交換器建屋内への浸水防止として、扉・ハッチまわりに土囊を配備、ポンプ廻りに土囊を配備し、浸水による電源や除熱機能の喪失を防止した。</p>
<p>内部溢水影響評価への影響</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・基準津波に対してはドライサイトとなるよう対策（防潮堤、防潮壁等を設置）を講ずることから、内部溢水評価への影響はない。 ・溢水経路の設定に係る事象であるが、各建屋間（地下トレンチ部含む）の境界に対しては、溢水防護措置を講ずることとしており、内部溢水影響評価において考慮済みである。

表 2 不具合事象に対する内部溢水影響評価での対応状況について (12/23)

件名⑫	【東日本大震災関連】非常用ディーゼル発電機2C用海水ポンプの自動停止について
事象発生日等	2011. 3. 11 東海第二
事象の概要	<p>東日本大震災（震度6弱）発生に伴い発生した津波により、ポンプエリアが浸水し、非常用ディーゼル発電機2C用海水ポンプが水没、自動停止した。津波対策として、仕切り壁を設置済であったが、以下の浸水経路の止水施工が未であった。</p> <p>(1) 北側ポンプ槽と補機冷却海水系ストレナーエリア間の排水溝用の開口。</p> <p>(2) ケーブルピット。</p>
再発防止対策	浸水経路となった、2箇所について、コンクリート打設による閉塞措置を実施した。
内部溢水影響評価への影響	<ul style="list-style-type: none"> ・基準津波に対してはドライサイトとなるよう対策（防潮堤、防潮壁等を設置）を講ずることから、内部溢水評価への影響はない。 ・溢水経路の設定に係る事象であるが、各建屋間（地下トレンチ部含む）の境界に対しては、溢水防護措置を講ずることとしており、内部溢水影響評価において考慮済みである。

表2 不具合事象に対する内部溢水影響評価での対応状況について (13/23)

件名⑬	【東日本大震災関連】125V蓄電池2B室における溢水について
事象発生日等	2011. 3. 11 東海第二
事象の概要	<p>東日本大震災（震度6弱）発生に伴う、外部電源喪失によるサービス建屋実験室サンプポンプの停止と、床ファンネルを閉止していた蓋が外れたことにより、サービス建屋実験室サンプ（管理区域）から原子炉建屋バッテリー室（非管理区域）へのサンプ水の流入が発生した。常用系電源の停電により開となった実験室サンプポンプシール水電磁弁から供給された消火水（停電により自動起動した、ディーゼルエンジン駆動消火ポンプにより供給）が当該サンプに流入し続け、当該サンプ内水位が上がった。それに加え、停電による当該サンプの制御電源喪失で、サンプ水位高信号が発信されなかったこと、ファンネルを閉塞していたゴム栓が外れたことで、当該サンプとの僅かな水頭差により、非管理区域側の当該ファンネルへの逆流による溢水が発生した。</p>
再発防止対策	<p>当該ファンネルについては実験室サンプとの恒久的な隔離措置として、鋼板とモルタルを用いた閉止措置を実施した。</p> <p>また、当該ファンネルと当該サンプの接続配管につながる複合建屋1階と中1階の他のファンネル8箇所（この内1箇所は当該ファンネル同様に逆流の可能性があった）を含め、鋼板とモルタルを用いた閉止措置を実施した。</p> <p>なお、サンプポンプシール水電磁弁が停電により開となること、及び制御電源の喪失で水位高信号が発信されなくなる点について、改善を検討する。</p> <p>水平展開として、管理区域からのドレンファンネル、ベント・ドレン配管などで、非管理区域において開口を有し、溢水を生じる可能性があるものの抽出と逆流の可能性の有無の確認を実施し、対象となったファンネル14箇所（既に閉止措置済みの1箇所を含む）について閉止措置を実施した。</p>
内部溢水影響評価への影響	<p>放射性物質を内包する液体の管理区域外への漏えい事象であり、以下の対策を講ずることとしており、内部溢水影響評価において考慮済みである。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 建屋境界からの伝播に対して、溢水防護措置（水密扉の設置、配管等の貫通部への止水対策等）を実施する。 2. 循環水系配管破損部からの系外放出対策として、 <ol style="list-style-type: none"> (1) 復水器室への漏えい検知器の設置 (2) 復水器出入口弁の「全閉」インターロックの追加 (3) 循環水ポンプのトリップインターロックの追加 (4) 上記に関する電源系の強化（非常用電源への接続） <p>なお、管理区域から非管理区域へつながるファンネルは設置されていない。</p>

表 2 不具合事象に対する内部漏水影響評価での対応状況について (14/23)

件名⑭	1号機 原子炉建屋付属棟地下1階の高圧炉心スプレイ系電源室照明用分電盤からの発火について
事象発生日等	2011. 5. 27 福島第二1号
事象の概要	<p>停止中の1号機原子炉建屋付属棟地下1階の高圧炉心スプレイ系電源室にある照明用分電盤より発火したことから、協力企業作業員が消火し、当社当直員が消火を確認した。消防署に通報し、その後の消防署の現場確認により鎮火が確認され、建物火災によるぼやと判断された。本事象によるけが人の発生はなく、外部への放射能の影響はなかった。</p> <p>調査した結果、以下のことを確認した。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・発火による損傷の著しい箇所は、照明用分電盤内最下部の配線用しゃ断器（予備）であったこと。 ・焼損した配線用しゃ断器の絶縁抵抗測定を実施し、健全であることを確認していたこと。 ・分電盤が設置してある高圧炉心スプレイ系電源室内は、津波による海水の流れ込み（床上5cm程度の浸水）があったこと。 ・作業当日、同室内は浸水していなかったが、津波により空調機が停止していたため室内湿度が高く、分電盤の設置環境としては良い状態ではなかったこと。 ・焼損した配線用しゃ断器の近傍にある配線用しゃ断器を分解点検した結果、しゃ断器内部の接触金具に塩分が付着していたこと。 ・津波後の当該分電盤点検時、盤内部の配線用しゃ断器等の機器を確認していなかったこと。 <p>当該分電盤の盤内部の確認を行っていなかったため、海水の浸水の影響で当該配線用しゃ断器内への塩分の付着を確認できず、その後、室内で発生した結露水が吸着しました。このことから、しゃ断器の絶縁抵抗が低下し、この状態で電源を投入したため漏電・発火に至ったものと推定した。</p>
再発防止対策	<ul style="list-style-type: none"> ・津波により浸水した電気品については、原則交換又は修理を実施する。 ・津波により浸水したエリアにある電気品を使用する場合は、塩分による汚損がないことを確認する。 ・津波の後に初めて通電する電気品については、設置環境を確認した上で、通電直前に絶縁抵抗を測定し健全性を確認する。 ・上記3項目について、当社監理員及び協力企業作業員に周知する。
内部漏水影響評価への影響	<ul style="list-style-type: none"> ・基準津波に対してはドライサイトとなるよう対策（防潮堤、防潮壁等を設置）を講ずることから、内部漏水評価への影響はない。 ・漏水経路の設定に係る事象であるが、各建屋間（地下トレンチ部含む）の境界に対しては、漏水防護措置を講ずることとしており、内部漏水影響評価において考慮済みである。

表 2 不具合事象に対する内部漏水影響評価での対応状況について (15/23)

件名⑮	伊方発電所 1, 2号機 タービン建屋非常用排水ポンプの排水配管からの水漏れについて
事象発生日等	2011. 7. 9 伊方 1, 2号
事象の概要	<p>伊方発電所第 1 号機は通常運転中、伊方発電所第 2 号機は復水器清掃のため電気出力を517MWまで低下させて運転中のところ、7月9日15時20分頃 2号機タービン建屋入口近傍の電気マンホールから水漏れがあることを作業員が確認した。</p> <p>伊方発電所第 2 号機の復水器清掃に伴うタービン建屋非常用排水ポンプの起動後、水漏れが確認されたことから、タービン建屋非常用排水ポンプ出口排水配管（以下「非常用排水配管」という）につながるすべてのポンプを隔離したところ、漏えいは停止した。なお、漏えい量は最大約20m³と推定され、漏えい水には放射性物質が含まれていないことを確認した。また、非常用排水配管から漏えいした水が近傍のケーブルダクトを通じ、1号機タービン建屋内に浸入し、7月9日17時07分に1号機タービン建屋地下1階に設置している蒸気発生器ブローダウン水放射能自動分析装置分電盤が被水し地絡したため、同装置を停止した。なお、本装置は、蒸気発生器ブローダウン水の放射能を補助的に測定する装置であり、本設のプロセスモニタにて監視しているため、停止しても問題はなかった。水漏れ箇所近傍を掘削し埋設配管部を確認した結果、非常用排水配管曲げ管部に腐食による貫通穴が4箇所（最大で250mm×250mm）確認された。このため、当該配管を新品に取り替え、7月15日10時40分に1号機タービン建屋非常用排水ポンプ運転状態で漏えいのないことを確認し、通常状態に復旧した。なお、本事象によるプラントへの影響及び環境への放射能による影響はなかった。</p>
再発防止対策	記載なし
内部漏水影響評価への影響	<p>漏水経路の設定に係る事象であるが、漏水経路に設定されていない建屋間、区画間については、浸水防護措置を講ずることとしており、内部漏水影響評価において考慮済みである。</p>

表 2 不具合事象に対する内部溢水影響評価での対応状況について (16/23)

件名⑩	女川原子力発電所 1 号機 台風15号によるタービン建屋への雨水の流入について
事象発生日等	2011. 9. 21 女川 1 号
事象の概要	<p>1 号機タービン建屋地下1階に雨水が流入していることを確認し、その後タービン建屋地下2階及び配管スペースにも雨水が流入していることを確認した。</p> <p>調査の結果、台風15号による雨水がタービン建屋に接続されているトレンチの開口部、建屋貫通部等を通じてタービン建屋に流入していることを確認した。また、一部のトレンチにおいて、作業により開口部の蓋を取り外している状況だった。</p>
再発防止対策	<p>(1) ハッチ開口から浸水した場合であっても、建屋及び非常用電源盤などの安全上重要な機器への浸水がし難いよう、遮水壁を設置するなどの対策を実施した。</p> <p>(2) トレンチのハッチ、マンホールなどの開口部、配管、電線管、ケーブルトレイ貫通部について、シール性向上対策を実施した。</p> <p>(3) 類似事象を防止するため、トレンチ等のハッチカバー開放の際に大雨等が懸念される場合は、事前に浸水防止対策を講じる旨、当社QMS文書へ反映すると共に、請負者へ周知した。</p>
内部溢水影響評価への影響	<p>溢水経路の設定に係る事象であるが、各建屋間（地下トレンチ部含む）の境界に対しては、溢水防護措置を講ずることとしており、内部溢水影響評価において考慮済みである。</p>

表 2 不具合事象に対する内部漏水影響評価での対応状況について (17/23)

<p>件名⑰</p>	<p>柏崎刈羽原子力発電所 6 号機タービン建屋 (管理区域) における水溜まり (雨水) の発見について</p>
<p>事象発生日等</p>	<p>2013. 6. 19 柏崎刈羽 6, 7 号</p>
<p>事象の概要</p>	<p>定期検査中の 6 号機において、協力企業作業員からタービン建屋地下 2 階配管トレンチ室 (管理区域) に水溜まりを発見したとの連絡を受けた。当社運転員が現場を確認したところ、当該箇所の水溜まりを確認するとともに上階のタービン建屋中地下 2 階配管トレンチ室 (管理区域) において約 800 リットルの水溜まりを発見した。(以下「事象①」と記す。) 上記事象①の水平展開として当社運転員が現場確認を実施したところ、定期検査中の 7 号機タービン建屋地下 2 階 (管理区域) において、約 350 リットルの水溜まりを確認した。(以下「事象②」と記す。) 発見した水溜まりは測定の結果、放射性物質を含んでおらず、雨水と推定した。平成 25 年 6 月 19 日に実施した屋外調査の結果、6 号機原子炉建屋とコントロール建屋の間にあるトランスヤード周辺に水溜まりが生じていることを確認した。事象発生当時は屋外排水設備工事に伴い排水路を切断していたため仮設ポンプによる排水を行っていたが、夜間は仮設ポンプを停止する運用としていたことから、前日の降雨が排水されずトランスヤード周辺に水溜まりが生じたものと思われる。当該トランスヤードは人造岩盤 (以下「MMR」と記す。) で埋め戻されているため、地表面に溜まった雨水は土中に浸透しにくいことから、建屋と MMR の間の隙間に流入し、エキスパンションジョイント止水板 (以下「止水板」と記す。) 内側へ流入したものと考えられる。事象①では、壁立ち上がりの入隅部においてコンクリート躯体と止水板の密着不良箇所が確認され、この密着不良箇所から雨水が流入していることを確認した。また、事象②ではコントロール建屋と廃棄物処理建屋の間に設置している止水板を介して事象①の止水板と繋がっていることから、トランスヤード周辺に溜まった雨水が事象①の止水板とコントロール建屋と廃棄物処理建屋の止水板を経由して事象②の止水板に雨水が流入したものと考えられる。</p>
<p>再発防止対策</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・さらに隙間ゲージ (0.05mm) を用いて止水板と躯体が密着していることを確認する。 ・なお、上記作業に当たっては、当社監理員が立ち会いにより確認する。 ・締め付けトルク値の確認 <p>応力緩和試験により得られた知見と津波影響を考慮し、締め付けトルク値を確認し、新たに 200N・m で増し締めを行う。締め付けトルク値の確認については、すべてのボルトに対し計測記録を作成し、抜き取りにより当社監理員が確認する。また、締め付け忘れ防止のため、締め付けは返し締めを行うこととし、再締め付け後ナットにマーキングを実施する。</p>
<p>内部漏水影響評価への影響</p>	<p>漏水経路の設定に係る事象であるが、各建屋間 (地下トレンチ部含む) の境界に対しては、漏水防護措置を講ずることとしており、内部漏水影響評価において考慮済みである。</p>

表 2 不具合事象に対する内部溢水影響評価での対応状況について (18/23)

件名⑱	A-非常用ディーゼル発電機 燃料油配管からのわずかな油の漏えいについて
事象発生日等	2013. 8. 19 大飯 2号
事象の概要	<p>大飯発電所 2号機は第24回定期検査中のところ、平成25年8月19日10時00分頃、協力会社社員から2号機A-非常用ディーゼル発電機（以下、「A-DG」という）室付近（屋外）で油の臭いがしているとの連絡を受けた。直ちに当社社員が現地の状況を確認したところ、燃料油貯油槽（地下タンク）とA-DG燃料油サービスタンクをつないでいる配管のトレンチ内にある燃料油配管から燃料油（A重油）がわずかに漏えい（約3滴/min）していることを確認した。A-DGの機能に影響を与える漏えいではなかったが、当該DGを待機除外とし、配管を補修することとした。漏えいした燃料油はトレンチ内に溜まっており、構外への流出はなかった。また、漏えいした燃料油については拭き取りを実施した。本事象による環境への放射能の影響はない。また、他の予備電源が確保されていることにより、保安規定に定める運転上の制限も満足している。なお、当該DGについては復旧が完了し、待機状態とした。</p> <p>事象の原因</p> <p>A-DG室建屋壁から伝い落ちた雨水等が、建屋壁とトレンチ上部の蓋との隙間及びトレンチ上部の蓋のケーブル等貫通用の開口部から配管トレンチ内に入り、雨水浸入防止処置状態が不十分であった箇所から保温材の内部に浸入し湿潤状態となった結果、長時間かけて配管外面から腐食、減肉し漏えいに至ったものと推定された。</p>
再発防止対策	<p>(1) 当該配管を新品に取り替えた。</p> <p>(2) 保温材（外装板）と壁貫通部の隙間の雨水浸入防止処置を確実に行った。</p> <p>(3) 配管上部のトレンチ蓋とA-DG室建屋壁との隙間及びトレンチ蓋開口部に雨水浸入防止処置を実施した。</p>
内部溢水影響評価への影響	<p>溢水経路の設定に係る事象であるが、各建屋間（地下トレンチ部含む）の境界に対しては、溢水防護措置を講ずることとしており、内部溢水影響評価において考慮済みである。</p>

表 2 不具合事象に対する内部溢水影響評価での対応状況について (19/23)

件名⑱	泊発電所 3 号機における大雨による湧水ピット水のオーバーフローについて
事象発生日等	2013. 8. 27 泊 3 号
事象の概要	<p>泊発電所 3 号機については、定期検査のためプラント停止中のところ、8月27日19時25分頃、夕方からの豪雨により湧水が増加し、原子炉補助建屋の地下2階にある湧水ピットポンプの排水能力を上回ったことにより、湧水ピット水がオーバーフローする事象が発生しました。オーバーフローした湧水ピット水が隣接する制御用地震計室に流入したため、制御用地震計の電源を断りました。また、オーバーフローした湧水ピット水の一部が非管理区域から管理区域へ浸入しましたが、管理区域内で適切に管理しています。オーバーフローした非管理区域の湧水については、排水ポンプやバキュームカーにより8月28日1時45分頃、排水を完了しました。本事象による、放射性物質の放出はありません。</p> <p>なお、泊発電所 1 号及び 2 号機には、同様な事象は発生していません。</p>
再発防止対策	記載なし
内部溢水影響評価への影響	<p>溢水経路の設定に係る事象であるが、溢水経路に設定されていない建屋間、区画間については、浸水防護措置を講ずることとしており、内部溢水影響評価において考慮済みである。</p>

表 2 不具合事象に対する内部溢水影響評価での対応状況について (20/23)

件名⑳	C/B 2F 非常用D/G 発電機 燃料デイトンク (B) 室軽油漏れ
事象発生日等	2014. 9. 19 女川 1 号
事象の概要	燃料移送ポンプ試運転実施中のところ、本来自動停止すべきデイトンク液位にて停止せず、オーバーフローした油が躯体のひびより、他区画に伝播した (1号機制御建屋1階階段室 (約0.1L) 及び地下3階非常用ディーゼル発電設備 (B) 潤滑油ユニット付近 (約0.5L))。
再発防止対策	<ul style="list-style-type: none"> ・油面計が固着しないよう、分解点検要領を見直し、関係者へ周知、教育実施した。 ・類似計器についても同様の動作不良がないか、確認試験を実施する。 ・躯体のひび割れを補修した後、水張りによる漏えい確認により、漏えいがないことを確認した。 ・類似の躯体ひび割れ箇所について、今後、補修を実施することとした。
内部溢水影響評価への影響	<p>溢水経路 (最終貯留区画) の設定に関する事象である。</p> <p>本事象は、壁厚が比較的薄い (20cm) 場所において、壁内を貫通した微細なひび割れから、堰内に滞留している流体がしみ出した事象である。</p> <p>内部溢水評価では、上階で発生した溢水については、最地下階に導き貯留することとしていること (上階等に長時間貯留されることはなく、仮に微細なひび割れからしみ出る場合を考慮しても、その量は僅かであり、内部溢水評価への影響はない) 、また、最終貯留区画となる躯体については、地震時のひび割れを考慮しても、溢水経路とはならないことを評価している。</p>

表 2 不具合事象に対する内部溢水影響評価での対応状況について (21/23)

件名⑳	タービン建屋への雨水の浸入について
事象発生日等	2014. 10. 6 浜岡 3 号
事象の概要	タービン建屋地下1階の通路（放射線管理区域内）において、水溜まりを発見した。タービン建屋の外側にある屋外地下ダクト（配管を通すための空間）内に雨水が溜まり、配管貫通部より建屋内に入り込んだものであると推定した。また、浸入した雨水の量は、合計で約8m ³ であることを確認した。
再発防止対策	<p>屋外地下ダクト内に雨水が溜まらないようにするため、排水ポンプをビニール片等の影響を受けにくいフロート式センサで起動するポンプに取り替える。加えて、排水ポンプが停止した場合にも、雨水が排水ラインから屋外地下ダクト内に逆流しないよう、逆止弁を取り付ける。</p> <p>また、ブーツラバーがずれた配管貫通部について、ずれの修正を行う。当該箇所対策のほか、同様の屋外地下ダクトについても、配管等貫通部の施工状態及び排水ポンプの排水状況に問題のないことを確認する。</p>
内部溢水影響評価への影響	溢水経路の設定に係る事象であるが、各建屋間（地下トレンチ部含む）の境界に対しては、溢水防護措置を講ずることとしており、内部溢水影響評価において考慮済みである。

表 2 不具合事象に対する内部溢水影響評価での対応状況について (22/23)

件名②	原子炉建屋内への雨水流入について
事象発生日等	2016. 9. 28 志賀 2 号
事象の概要	<p>原子炉建屋内（非常用電気品室をはじめとした複数エリア〔管理区域含む〕）に約6. 6m³の雨水が流入した。常用・非常用照明分電盤で一時、漏電を示す警報が発生したものの、設備への影響はなかった。</p> <p>構内の排水路の付け替え工事に伴い、仮設の排水ポンプを設置していたが、当日未明からの大雨により排水能力を上回る降雨があり、構内道路の一部エリアが冠水した。冠水エリアのピット上蓋の仮設ケーブルを引き込むための隙間から大量の雨水がピット内へ流入。ピットからハンドホールを経由したトレンチへの雨水流入が継続したため、トレンチ内の水位が上昇し、ケーブルトレイの原子炉建屋貫通部から原子炉建屋内（非管理区域）に流入した。建屋内に流入した雨水の一部は、床の微小なひび割れを通じ、下の階（管理区域含む）へも流入した。</p> <p>原子炉建屋内に流入した水の量は、非常用電気品（C）室で約6. 5m³、下層階（管理区域内及び非管理区域内合計）で約86リットルであった。</p>
再発防止対策	<p>①原子炉建屋を貫通する地下貫通部の水密化を速やかに実施</p> <p>②開閉所共通トレンチへの雨水流入量低減のためNO. 1ハンドホールに設けた接続部の閉止</p> <p>③構内東側道路の排水能力の増強（仮設排水ポンプの追加配備等）</p> <p>④非常用電気品（C）室床面のひび割れ補修及び漏えいを考慮した補修基準を検討し設定</p> <p>⑤警報発生時の現場確認方法の改善</p> <p>⑥警報発生時における原因調査の徹底</p> <p>⑦大雨警報発令時の運用管理強化（大雨警報発令時におけるパトロール体制の構築）</p>
内部溢水影響評価への影響	<p>溢水経路の設定に係る事象であるが、建屋外壁境界部の貫通孔に対して、溢水防護措置を講ずることとしており、内部溢水影響評価において考慮済みである。</p>

表 2 不具合事象に対する内部溢水影響評価での対応状況について (23/23)

件名㉓	伊方発電所第3号機 総合排水処理装置沈殿池壁面からの水漏れについて
事象発生日等	2021. 6. 30 伊方3号
事象の概要	<p>6月30日16時19分、伊方発電所3号機総合排水処理装置（管理区域外）のE沈殿池のコンクリート壁より微少の水漏れがあることを運転員が確認した。このため、E沈殿池の排水作業を行い同日18時51分に水漏れは停止し、7月1日15時10分、E沈殿池の水抜きを完了した。漏れた水の量は推定約240リットルであり、分析の結果、法令で定める排水基準値を満たしており、環境への影響はなかった。また、プラント設備への影響及び環境への放射能の影響もなかった。調査の結果、水漏れは沈殿池のコンクリート壁の継ぎ目部のひび割れから発生していたことから、コンクリート壁の継ぎ目部を修繕した。その後、沈殿池に水張りを行い漏えいがないことを確認し、8月17日14時55分、通常状態に復旧した。なお、その他の沈殿池の用途は以下の通り。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ A沈殿池 : E沈殿池と同様。 ・ B, F沈殿池 : 復水脱塩装置で使用する樹脂の再生水を受け入れる。 ・ C沈殿池 : 事務所で発生した手洗い, トイレ, 食堂等の生活排水を浄化処理した水を受け入れる。 ・ D沈殿池 : ろ過器の逆洗水など懸濁物を含む水を受け入れる。
再発防止対策	<p>(1) 当該側壁外側のひび割れが生じた部分のコンクリートをはつり撤去、復旧した。</p> <p>(2) ゴム止水板の修繕は構造上困難なため、その代替として当該側壁内側の継ぎ目部に樹脂系シート型止水工法にて内側からの水の浸入防止処置を実施し、(1)の対策と合わせて水漏れがないことを確認した。</p> <p>(3) 本事象の発生部位は南側側壁のみであるが、予防保全として北側側壁の内側にも同様の止水工法による水の浸入防止処置を実施した。</p> <p>(4) 前述の通りA沈殿池側壁内側の継ぎ目部についても同一仕様であることから、予防保全の水平展開として、2022年度に同様の止水工法による水の浸入防止処置を実施する。</p> <p>(5) 点検要否の判定基準となる社内マニュアルについて、側壁内側に今回新たに施工した樹脂系シート型止水工法の健全度判定を追加した内容に改正する。</p> <p>(6) 同マニュアルについて、側壁外側の外観点検頻度を現行の1回/2年から1回/1年に改正する。</p>
内部溢水影響評価への影響	<p>溢水経路の設定に係る事象であるが、各建屋間（地下トレンチ部含む）の境界に対しては、溢水防護措置を講ずることとしており、内部溢水影響評価において考慮済みである。</p>

溢水発生後の復旧について

1. はじめに

泊発電所3号炉における内部溢水影響評価の結果、安全機能が維持されることを確認しており、ここでは貯留した溢水の復旧対応方針について整理した。

2. 最終貯留エリア

発生した溢水は最終的に下記エリアに貯留するものと想定する。

- ・原子炉建屋：3RB-D-N2, 3RB-F-6, 3RB-H-N4, 3RB-J-1, 3RB-J-2, 3RB-K-N1, 3RB-K-N4
- ・原子炉補助建屋：3AB-F-7, 3AB-K-25, 3AB-K-26, 3AB-K-32, 3AB-L-11, 3AB-L-1, 3AB-L-9, 3AB-L-8, 3AB-L-7, 3AB-L-6, 3AB-L-5, 3AB-L-4, 3AB-L-3, 3AB-L-2
- ・循環水ポンプ建屋：3CWP-A-N1, 3CWP-A-N2

3. 想定する状況

最終貯留エリアの浸水深が最大になる状況（当該エリアのサンプポンプが機能喪失）を想定する。

4. 最終貯留エリアへのアクセス

各エリアとも、浸水状況を確認しながら、上階からアクセス可能である。

5. 復旧作業

溢水発生後の復旧については、溢水の貯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。基本的には溢水が発生した当該の建屋で健全なサンプ及び廃棄物処理設備を確認し、仮設ポンプ等により移送する。

6. 復旧作業期間

例として、原子炉建屋において溢水量が最大である主給水系からの溢水（想定破損による溢水量 642.3m³）が発生した場合、排水能力 10m³/h 程度の仮設排水ポンプを使用することで、準備作業を考慮しても3日程度で排水作業が可能である。その他の溢水源・溢水発生エリアにおいても、想定される溢水量に対して、仮設排水ポンプを使用し、1週間程度での排水作業が可能である。

7. 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が、その間プラントは安全機能が維持されている。

なお、特にプラント停止後については、冷温停止機能、燃料ピット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。

内部溢水影響評価における確認内容について

1. はじめに

本資料は、泊発電所3号炉における内部溢水防護に係る評価内容の概要をまとめたものである。

内部溢水防護評価に係る要求事項は以下のとおりである。

2. 基準要求

【第九条】

設置許可基準規則第九条（溢水による損傷の防止等）にて、安全施設は発電用原子炉施設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よう要求されている。また、解釈により、「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。」と規定されている。

また、「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「溢水ガイド」という）の要求事項に基づき、発電用原子炉施設内に設置された機器の破損、消火系の作動、地震に起因する機器の破損（使用済燃料ピットのスロッシングを含む）により発生する溢水に対し、発電用原子炉施設の安全性を損なうことのないよう、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する。

溢水ガイドに基づき、防護の考え方は以下のとおりである。

- ・ 想定する機器の破損等により生じる溢水に対し、影響を受けて発電用原子炉施設の安全性を損なうことがない設計とする。
- ・ 想定される消火水の放水による溢水に対し、影響を受けて発電用原子炉施設の安全性を損なうことがない設計とする。
- ・ 地震に起因する機器の破損等により生じる溢水（使用済燃料ピットのスロッシングを含む。）については、機器の耐震性能を評価するとともに、溢水源とした設備の破損により生じる溢水影響を受けて発電用原子炉施設の安全性を損なうことがない設計とする。

3. 内部溢水影響評価における確認内容

内部溢水影響評価においては、プラントメーカーへ評価委託を実施するとともに、併せて当社で現場確認、図面、設計資料の確認を実施している。具体的には、溢水影響評価に係る溢水源、溢水経路、防護対象設備の機能喪失高さ等を現場状況も含めて確認している。確認のプロセスを図1に、確認内容を表1に示す。

なお、今後、当社において溢水影響評価に変更を及ぼすおそれのある各種工事並びに資機材管理についてルール化を実施する。

4. 今後の対応

(1) 資機材の持込み等に対する管理

溢水評価区画において、資機材の持込み等により評価条件としている火災荷重及び滞留面積に見直しがある場合は、溢水評価への影響確認を行う。

なお、本事項は後段規則での対応が必要となる事項である。(別添2参照)

(2) 水密扉に対する管理

水密扉については、開放後の確実な閉止操作、中央制御室における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整備し、的確に実施する。

なお、本事項は後段規則での対応が必要となる事項である。(別添2参照)

(3) 改造工事による溢水源の追加、変更の対応

改造工事の実施により、溢水源が追加、変更となる場合は、溢水評価への影響確認を行う。

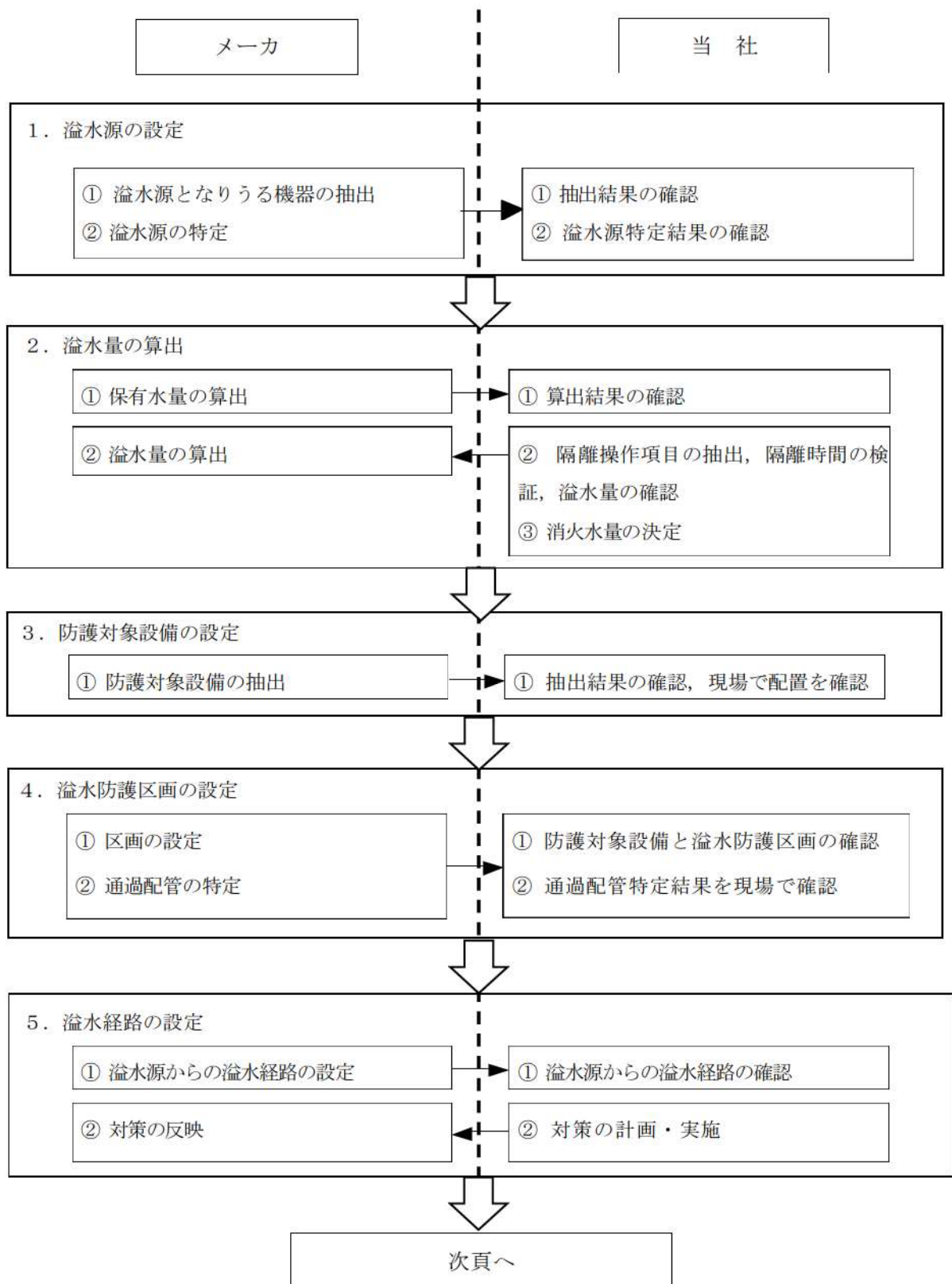


図1 内部溢水影響評価内容の確認プロセスフロー (1/2)

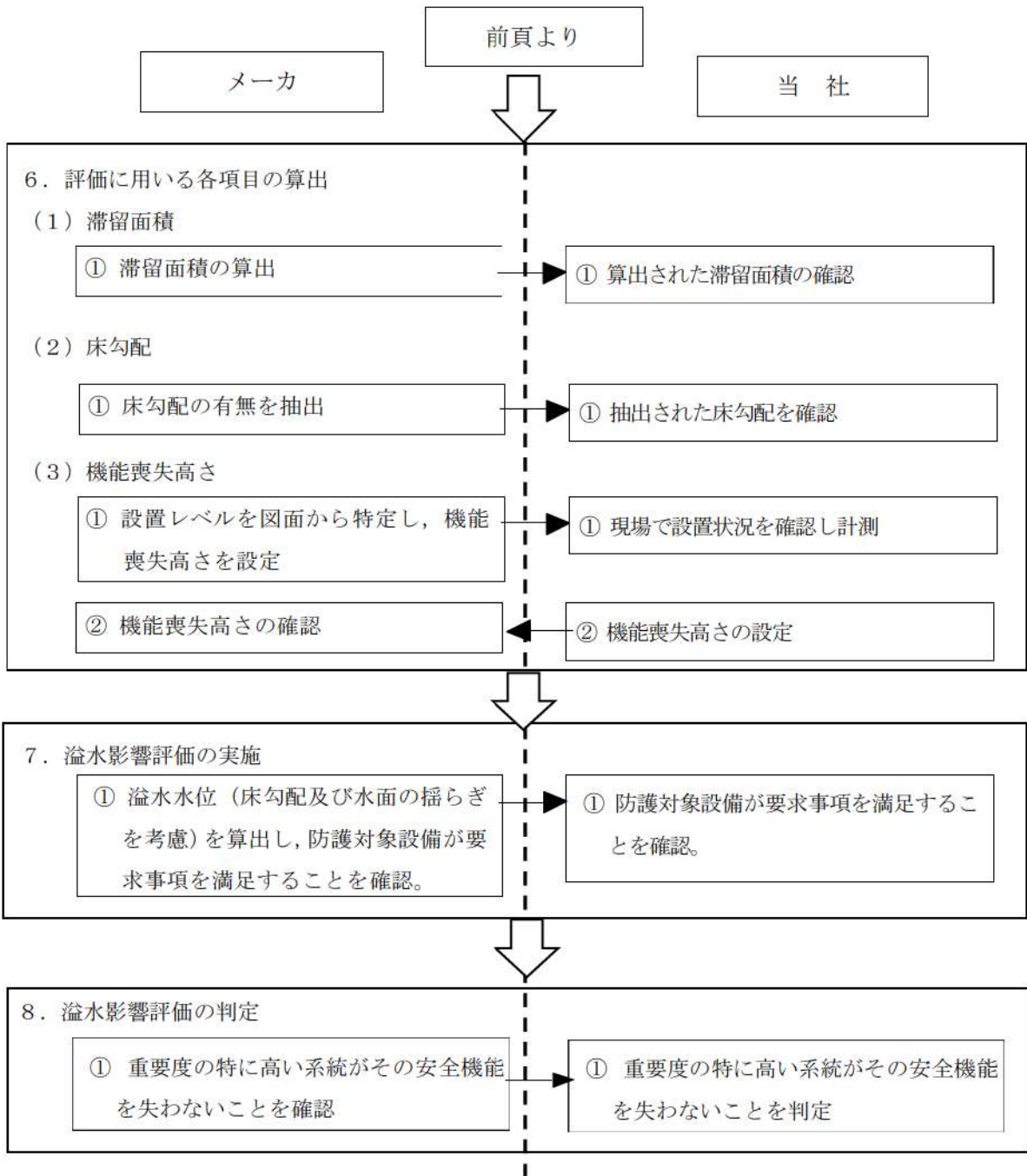


図1 内部溢水影響評価内容の確認プロセスフロー (2/2)

表1 内部溢水影響評価の具体的な確認内容 (1/2)

	項目	メーカーでの実施内容	当社での実施内容
1	溢水源の想定	<ul style="list-style-type: none"> ① 溢水源となりうる機器を系統図より抽出しリスト化 ② 想定破損及び地震起因による溢水源となりうる機器の強度及び耐震評価により溢水源を特定 	<ul style="list-style-type: none"> ① 抽出された溢水源となりうる機器のリストと系統図の確認 ② 特定された溢水源の確認
2	溢水量の算出	<ul style="list-style-type: none"> ① 溢水源となる機器について設計図面（機器）及び配管図面より保有水量を算出 ② 解析により算出した基準地震動によるスロッシングによる溢水量を算出 ③ 当社で検討した系統隔離範囲、隔離操作時間に基づき溢水量を算出 	<ul style="list-style-type: none"> ① 算出された保有水量の確認 ② 隔離操作項目を抽出し、必要となる隔離時間を確認（検証） ③ 消火栓からの放水試験を実施し、実放水量から消火水量を設定
3	防護対象設備の設定	<ul style="list-style-type: none"> ① 安全施設のうち、原子炉の高温停止、低温停止及び放射性物質の閉じ込め機能並びに使用済燃料ピットの冷却及び給水機能を維持するために必要となる系統について、系統図、配置図、展開接続図等により防護対象設備を抽出 	<ul style="list-style-type: none"> ① 系統図において抽出された防護対象設備を確認するとともに現場の配置を確認 ② 評価対象外とした設備についても、必要に応じ現場の設置状況を確認
4	溢水防護区画の設定	<ul style="list-style-type: none"> ① 設計図書又は現地施工図より、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を設定 	<ul style="list-style-type: none"> ① 防護対象設備と溢水防護区画を確認 ② 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を溢水防護区画と設定

表 1 内部溢水影響評価の具体的な確認内容 (2/2)

	項目	メーカーでの実施内容	当社での実施内容
5	溢水経路の設定	① 溢水源からの溢水経路を設定 ② 必要な対策を反映した溢水経路の設定	① 溢水経路となる扉, ハッチ, 階段室及び貫通孔等を現場で確認 ② 没水, 被水, 蒸気の評価において, 必要な対策の検討及び実施(水密扉, 堰及び逆止弁等)
6	滞留面積の算出	① 建築図面から躯体寸法(壁で囲まれた範囲)を読み取り床面積を算出し, 当社実施の欠損面積算出結果より滞留面積を算出。	① 現場にて欠損面積を計測 ② 算出された滞留面積を確認
	床勾配の算出	① 建築図面から床勾配の有無を確認	① 抽出された床勾配を確認
	機能喪失高さ	① 設計図面により, 個々の設備ごとの基本設定箇所及び個別測定箇所における機能喪失高さを特定 ② 設定した機能喪失高さの確認	① 設置状況の確認及び機能喪失高さの確認を現場確認も含めて図面にて実施 ② 確認結果より機能喪失高さを設定
7	溢水影響評価の実施	① 発電所内で発生した溢水(床勾配及び水面の揺らぎを考慮)に対して, 防護対象設備が要求事項(設備の機能維持)を満足することを確認	① 防護対象設備が要求事項を満足することを確認し, 必要に応じて対策を実施
8	溢水影響評価の判定	① 重要度の特に高い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	① 重要度の特に高い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)を判定

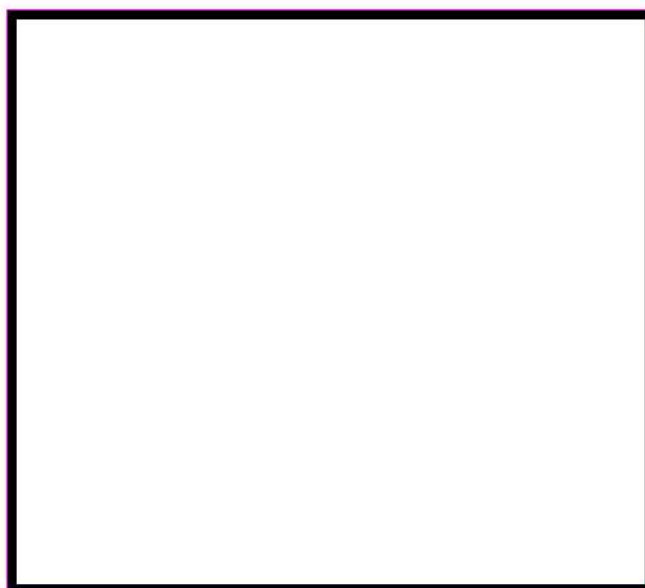
※ 代表例として機能喪失高さの確認状況を参考資料に示す。

機能喪失高さの確認状況

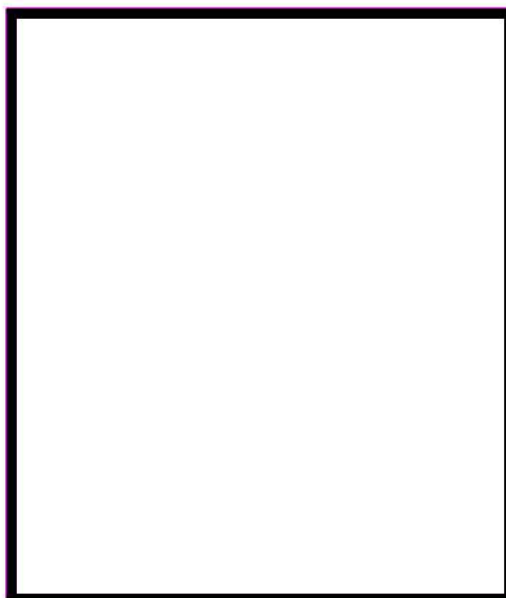
1. 弁


- (1) 基本設定箇所及び個別測定箇所の設置レベルを図面から特定し、基準床レベルからの機能喪失高さを設定

<基本設定箇所>



<個別測定箇所>



 枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。

(2) 現場計測結果の確認



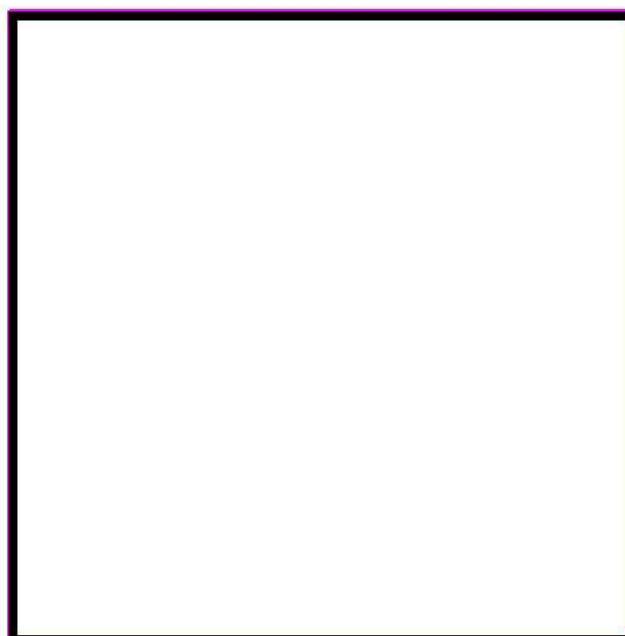
現場ワークダウンにより、防護対象設備の個別測定箇所における機能喪失高さ（計測値）を確認した。

（機能喪失高さ（計測値）＝現場測定値－水上高さ）

2. 計器

(1) 基本設定箇所及び個別測定箇所の設置レベルを図面から特定し、基準床レベルからの機能喪失高さを設定

<基本設定箇所及び個別測定箇所>



 枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。

(2) 現場計測結果の確認



現場ワークダウンにより、防護対象設備の個別測定箇所における機能喪失高さ（計測値）を確認した。


（機能喪失高さ（計測値）＝現場測定値－水上高さ）

3. 空調機

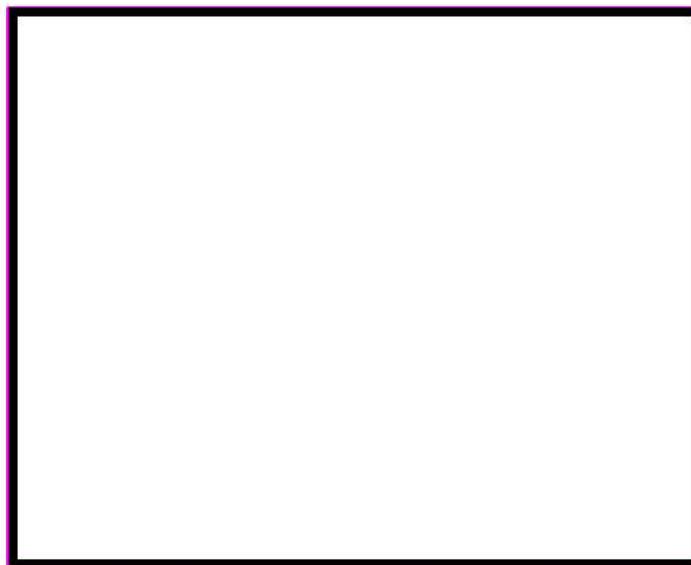
(1) 基本設定箇所及び個別測定箇所の設置レベルを図面から特定し、基準床レベルからの機能喪失高さを設定


<基本設定箇所>



 枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。

<個別測定箇所>



 枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。

(2) 現場計測結果の確認



現場ウォークダウンにより、防護対象設備の個別測定箇所における機能喪失高さ（計測値）を確認した。

（機能喪失高さ（計測値）＝現場測定値－水上高さ）

内部溢水影響評価における継続的な管理

今後、内部溢水影響評価については、火災荷重や滞留面積の変更等について、継続的に当社にて管理していくことを目的に、以下のマニュアル類に内部溢水の影響評価に関連する記載を反映する予定である。

【反映予定先マニュアル】

「泊発電所内部溢水対応要則」、「泊発電所常設物・仮置物管理要則」

「泊発電所設計基準事象影響評価要則」、「泊発電所影響評価細則」

各種マニュアルに記載する内容については、以下の項目を検討している。なお、各種マニュアルは当社 QMS 体系に組み込み継続的に一元管理する。

また、常設物・仮置物の設置においては、申請された物品の発熱量を考慮した放水時間、及び申請された物品の欠損面積を考慮した上で溢水影響評価に影響を与えないことを確認している。(別紙 1)

表 1 各種マニュアルへの反映事項 (1/5)

マニュアルへの反映事項	記載内容 (案)
<p>1. 評価を実施する項目</p> <p>当社において、各種工事及び恒設設備・資機材の設置を計画する段階で確認が必要な内容を記載する。</p>	<p>1. 評価する項目の確認</p> <p>① 水(蒸気含む)を保有する機器(配管含む)を新たに設置並びに既設設備を改造する場合</p> <p>② 設備の新設並びに既設設備の改造に伴う火災荷重及び消火設備の見直しがある場合</p> <p>③ 防護対象区画エリア並びに溢水経路の見直しがある場合</p> <p>④ 防護対象区画エリア並びに溢水経路上に恒設設備を設置することにより床面積の変更がある場合</p>

表 1 各種マニュアルへの反映事項 (2/5)

マニュアルへの反映事項	記載内容 (案)
<p>2. 評価の方法の明記 「原子力発電所の内部溢水影響評価ガイド」に従い評価内容，評価方法を記載する。</p> <p>3. 溢水源に係る評価 今回の評価結果を基に溢水源の変更の有無の確認</p> <p>4. 防護対象設備に係る評価 今回の評価結果を基に抽出した防護対象設備（機能喪失高さ）の確認</p>	<p>2. 評価の方法の明記</p> <p>① 想定破損による溢水影響評価方法（没水，被水，蒸気）</p> <p>② 消火水放水による溢水影響評価方法（没水，被水）</p> <p>③ 地震による溢水影響評価方法（没水，被水，蒸気）</p> <p>3. 溢水源に係る評価 溢水源の追加／変更に伴う評価を行い，溢水源リストの変更がある場合は，溢水源リストの変更を行う。</p> <p>4. 防護対象設備に係る評価 防護対象設備に対して溢水影響のないことを確認するとともに，防護対象設備リストの変更がある場合は，防護対象設備リストの変更を行う。</p>


表 1 各種マニュアルへの反映事項 (3/5)

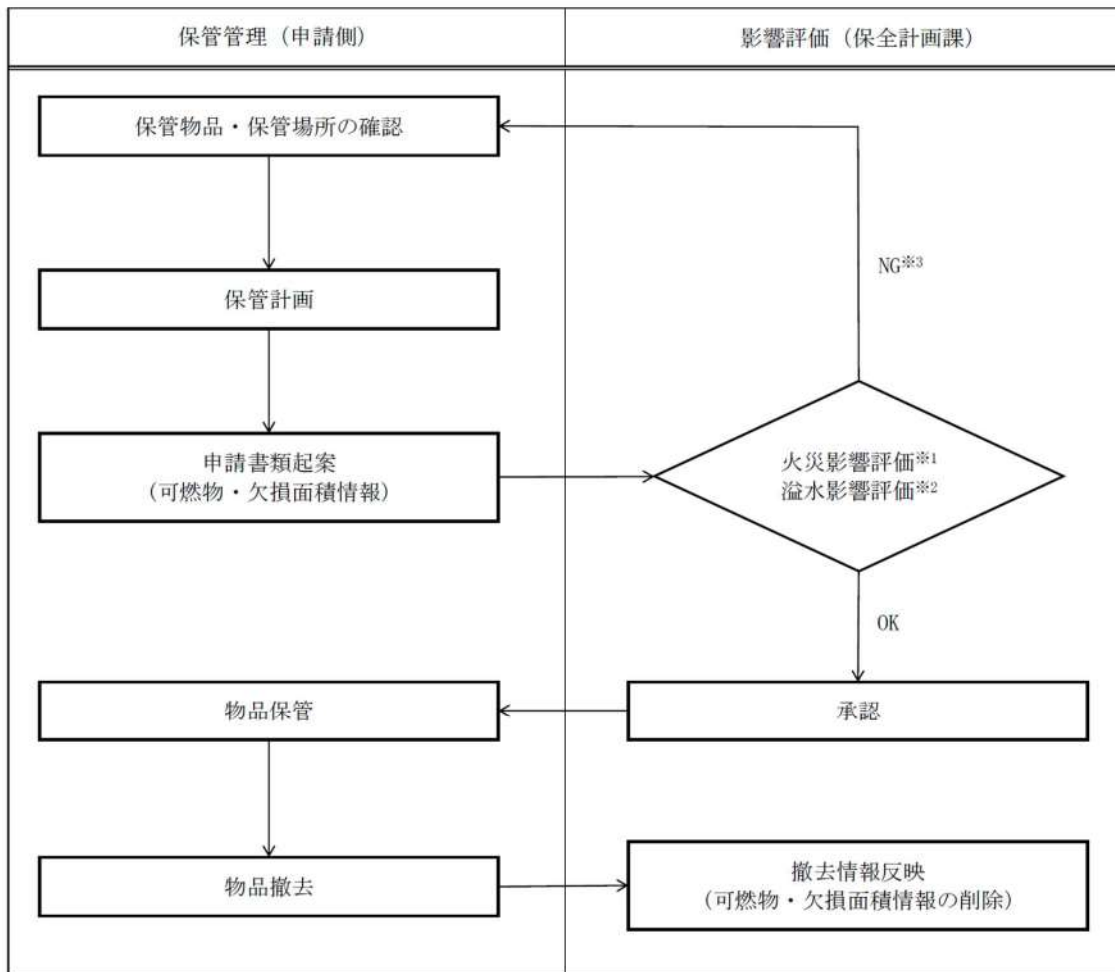
マニュアルへの反映事項	記載内容 (案)
<p>5. 溢水防護区画及び溢水経路の設定に係る評価</p> <p>今回の評価結果を基に設定した溢水防護区画及び溢水経路の設定の確認</p>	<p>5. 溢水防護区画及び溢水経路の設定に係る評価</p> <p>溢水防護区画及び溢水経路に対して溢水影響のないことを確認するとともに、必要な対策を実施した場合は溢水防護区画及び溢水経路の変更を行う。また溢水経路上の扉においては、開放する場合も考慮し溢水が他区画へ流入する場合、必要な対策工事（シール等）を行う。</p>
<p>6. 消火水放水による溢水影響評価</p> <p>今回の評価結果を基に火災活動における設備対応の変更有無の確認</p>	<p>6. 消火水放水による溢水影響評価</p> <p>消火活動における放水による時間設定エリアを基に、防護対象設備に対して、各建屋、各フロアで管理区域／非管理区域ごとに、当該エリアで機能喪失高さが最も低い防護対象設備を選定し、消火水の放水による溢水量から算出される溢水水位と防護対象設備の機能喪失高さを比較し、没水影響について再評価するとともに、必要な対策を実施した場合には、各リストの変更を実施する。</p>

表 1 各種マニュアルへの反映事項 (4/5)

マニュアルへの反映事項	記載内容 (案)
<p>7. 防護対象区画エリア並びに溢水経路上に恒設設備又は資機材(常設物, 仮設物等)を設置することにより床面積の変更がある場合の評価。</p> <p>8. 評価に用いた帳票類の管理 溢水影響評価に用いた帳票類の管理方法</p>	<p>7. 防護対象区画エリア並びに溢水経路上に恒設設備又は資機材(常設物, 仮設物等)を設置することにより床面積の変更がある場合の評価</p> <p>① 防護対象区画エリア並びに溢水経路ごとに溢水水位と防護対象設備の機能喪失高さを比較し没水影響について再評価するとともに, 必要な対策を実施した場合は, 各リストの変更を実施する。</p> <p>② 防護対象区画エリア並びに溢水経路に新たな常設物を設置する場合は, アクセシ性を考慮して確実な固縛を実施することを確認する。</p> <p>8. 評価に用いた帳票類の管理 溢水影響評価に必要な帳票の管理方法を構築する。</p>

表 1 各種マニュアルへの反映事項 (5/5)

マニュアルへの反映事項	記載内容 (案)
<p>9. その他</p> <p>① 消火栓を用いた放水を行う場合の注意事項掲示の管理方法</p> <p>② 管理区域内で消火栓を用いた消火活動実施後の内部溢水影響評価の検証</p>	<p>9. その他</p> <p>① 防護対象設備が設置されているエリアで消火栓を用いた放水を行う場合の注意事項を、現場の防護対象設備設置エリアに掲示する。</p> <div data-bbox="887 645 1286 927" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>掲示物</p>  </div> <p>② 管理区域内で実際に火災が発生し、消火栓を用いた消火活動を実施した場合、その消火活動の結果を踏まえ、内部溢水影響評価の妥当性について検証を行う。</p>



- ※1 申請された物品の発熱量を考慮した火災区画の等価時間が，火災区画の耐火時間と溢水区画の放水時間を上回らないことを確認する。
- ※2 申請された物品の欠損面積を考慮しても，溢水防護対象設備が機能喪失しないことを確認する。
- ※3 ※1により，評価を満足しない場合は，火災荷重の削減又は設置区画の見直しを実施する。※2により評価を満足しない場合は，欠損面積の見直し又は設置区画の見直しを実施する。

図 1 常設物・仮置物申請フロー

防護対象設備における機能喪失高さの裕度が小さい場合のゆらぎ影響評価

1. はじめに

没水影響評価において、判定基準（機能喪失高さ＞溢水水位）は満足しているが裕度が小さい防護対象設備があるため、溢水の影響を評価するために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影響評価結果から、裕度が小さい対象機器を抽出し、水面のゆらぎによる影響を検討する。

2. 水面のゆらぎの考慮について

(1) 溢水源から流出する際の水勢

溢水が防護区画に流入した直後は、過渡的に水勢によりゆらぎが発生する可能性があるが、時間の経過と共に水位が上昇するにつれ流体の水勢は弱まり、ゆらぎによる水面の変動は十分小さくなると考えられることから、水勢によるゆらぎの考慮は不要である。

(2) 人員の移動による水面のゆらぎ

内部溢水発生後、運転員等が歩行する際に、水位変動することが考えられる。このため、人員の移動により溢水水位に応じてゆらぎが発生する可能性があることから、溢水防護区画において0.1mのゆらぎを考慮することとする。

3. 検討手順

図1に示す手順にて対象設備の抽出を実施した。

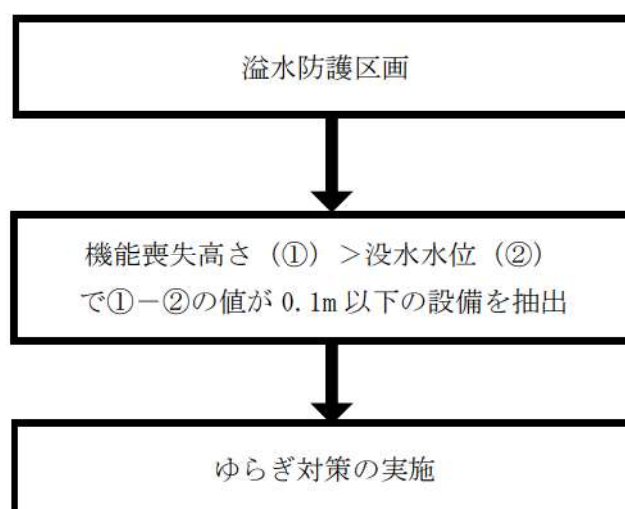


図1 ゆらぎ影響評価の対象設備抽出手順

4. ゆらぎによる影響評価

(1) 想定破損による溢水

想定破損による溢水影響評価において、判定基準（機能喪失高さ＞溢水水位）に対して裕度の小さい防護対象設備はなく、想定破損による溢水においてゆらぎ対策は不要であることを確認した。

表 1 に想定する機器の破損等により生じる溢水による影響に対して、裕度が最も小さい防護対象設備を示す。

表 1 想定破損による影響に対するゆらぎ影響評価結果

区画番号	防護対象設備 (機器番号)	没水水位 (m) ①	機能喪失 高さ (m) ②	余裕 (m) ②-①	対策
3AB-D-N52	3 A, 3 B - 中 央制御室循環フ ァン (3VSF20A, B)	0.048	0.150	0.102	—※1

※1 機能喪失高さに対して必要な余裕を有していることから、ゆらぎ対策は不要であることを確認

(2) 消火水の放水による溢水

消火水の放水による溢水影響評価（添付資料 22 参照）において、判定基準（機能喪失高さ＞溢水水位）に対して裕度の小さい防護対象設備はなく、消火水の放水によるゆらぎ対策は不要であることを確認した。

表 2 に消火水の放水により生じる溢水による影響に対して、裕度が最も小さい防護対象設備を示す。

表 2 放水による影響に対するゆらぎ影響評価結果

区画番号	防護対象設備 (機器番号)	没水水位 (m) ①	機能喪失 高さ (m) ②	余裕 (m) ②-①	対策
3AB-K-21	3 A-高压注入 ポンプ出口 C/V 外側連絡弁 (3V-SI-020A)	0.827	0.930	0.103	—※1

※1 機能喪失高さに対して必要な裕度を有していることから、ゆらぎ対策は不要であることを確認

(3) 地震起因による溢水

地震起因による溢水影響評価（添付資料 24 参照）において、判定基準（機能喪失高さ > 溢水水位）に対して裕度の小さい防護対象設備はなく、地震起因の溢水によるゆらぎ対策は不要であることを確認した。

表 3 に地震起因により生じる溢水による影響に対して、裕度が最も小さい防護対象設備を示す。

追而【地震起因による没水影響評価結果の反映】
以下、破線囲部分 は基準地震動確定後の添付資料 24
「地震起因による没水影響評価結果」を反映する。

表 3 地震に起因する影響に対するゆらぎ影響評価結果

区画番号	防護対象設備 (機器番号)	没水水位 (m) ①	機能喪失 高さ (m) ②	余裕 (m) ②-①	対策
3AB-L-8	3 A-高压注入 ポンプ (3SIP1A)	0.208	0.320	0.112	—※1

※1 機能喪失高さに対して必要な裕度を有していることから、ゆらぎ対策は不要であることを確認

5. 没水影響評価における保守性について

(1) 溢水量を算出する際に、以下を考慮している。

- ・配管施工図を使用した場合は、計算値に10%を加味し保有水量を設定。
- ・平面図を使用した場合は、建屋外郭の3辺（縦、横、高さ）にルートされ、かつ往復していると仮定し、配管サイズを系統の最大径として保有水量を設定する。
- ・計算結果を10m³単位で切り上げて保有水量を設定。

(2) 溢水水位の算出に当たっては、床勾配分を考慮している。

(3) 溢水防護区画内に設置されている床ドレンについては、溢水水位が高くなるように他の区画へ流出しない設定としている。

没水影響評価においては、以上のように保守性を確保しているが、すべての防護対象設備に対して、人員の移動により生じるゆらぎを考慮した0.1mの裕度を確保できていることを確認した。

経年劣化事象の検討

1. 経年劣化事象の考慮

原子力発電所で使用されている配管については、機器、弁等の定期的な開放点検時の配管内部の目視点検、漏えい試験、日常点検（巡視点検等）等により有意な劣化がないことを確認するとともに、クラス1～3配管については供用期間中検査において非破壊試験、漏えい試験等により有意な欠陥等がないことを確認している。また、このような保全に加え、過去の運転経験に基づき個別の経年劣化事象に着目した評価及び点検並びに予防保全を実施している。

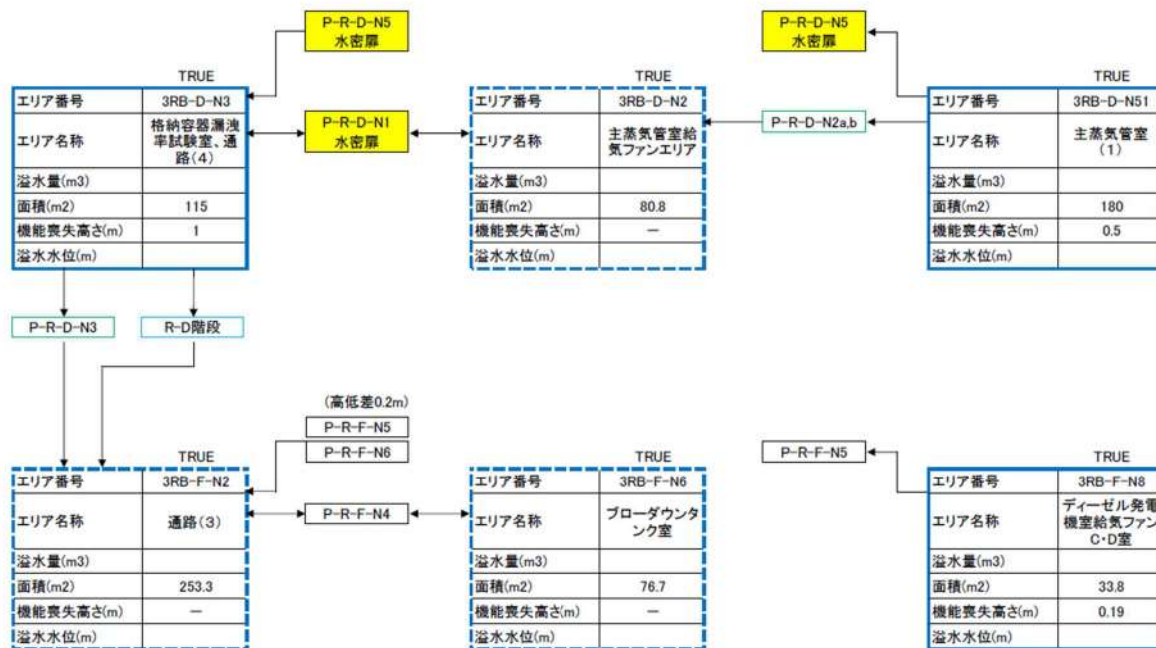
経年劣化事象と保全内容を表1に示す。

表1 経年劣化事象と保全内容

経年劣化事象	保全内容	系統
疲労	<ul style="list-style-type: none"> ・ 供用期間中検査により超音波探傷試験，表面試験，漏えい試験等を実施し有意な欠陥のないことを確認している。 ・ 高サイクル熱疲労割れについて，設計段階において日本機械学会基準「配管の高サイクル熱疲労に関する評価指針」に基づく評価を実施し，熱疲労損傷を防止する配管配置により高サイクル熱疲労割れが発生する可能性はない。 ・ PWSCC が懸念される部位について，設計段階においてインコネル690合金を採用し，応力緩和を図っている。 ・ 日常点検（巡視点検等），配管外観検査，振動測定等により配管に異常のないことを確認している。 	1次冷却系 化学体積制御系 安全注入系 余熱除去系 原子炉格納容器スプレイ系 主蒸気系 主給水系 使用済燃料ピット 水浄化冷却系 原子炉補機冷却水系 非常用所内電源系
腐食	<ul style="list-style-type: none"> ・ 日本機械学会「加圧水型原子力発電所配管減肉管理に関する技術規格」に基づき，減肉が想定される系統に対して超音波厚さ測定を実施している。 ・ 日常点検（巡視点検等），配管外観検査等により配管に異常のないことを確認している。 	蒸気発生器ブローダウン系
海水による腐食	<ul style="list-style-type: none"> ・ 海水を内包する配管については，防食を目的としたライニングを行っている。また，定期的にピンホール検査や肉厚測定を実施し，健全性を確認している。 ・ 日常点検（巡視点検等），配管外観検査等により配管に異常のないことを確認している。 	原子炉補機冷却海水系

溢水伝播経路の設定について

1. 溢水伝播フロー図について



【伝播フロー図中の代表的な凡例】

- ・ 実線の区画は、防護区画で、点線の区画はその他区画
- ・ 矢印は溢水伝播の方向
- ・ 黄色で示しているのは、止水に期待する設備

2. 溢水伝播経路図及び没水影響評価結果整理表について

溢水伝播経路図にて溢水経路を特定し、没水影響評価整理表にて評価を実施した。溢水伝播経路図の凡例及び没水影響評価結果整理表における評価内容を表1に示す。

表1 溢水伝播経路図の凡例及び没水影響評価結果整理表における評価内容

	溢水伝播経路図（凡例）	没水評価結果整理表
溢水源	○：地震・想定破損 における溢水源 ■：消火栓	・溢水源が設置されているエリアは青色セル で表示
溢水経路 滞留エリア	→：溢水経路 ■：溢水滞留エリア	・溢水経路を考慮して滞留エリアを設定 ・建屋間の伝播を考慮する場合は備考に記載
上階からの伝播 下階への伝播	⇨：上階より伝播 ⇩：下階へ伝播	・上階から下階へ溢水量の全量が伝播 ・階段室等の伝播経路、伝播先となる上階及び 下階のエリア番号は備考に記載
止水に期待する 設備	■：堰、水密扉、止水板	・水密扉、堰等の止水に期待できる設備が設置 されている場合は防護区画への溢水流入は 考慮しない

【溢水伝播の説明】

(1) ①の溢水源が設置される区画で溢水が発生。①は防護区画のため、溢水量を全量貯留した際の溢水水位を算出。

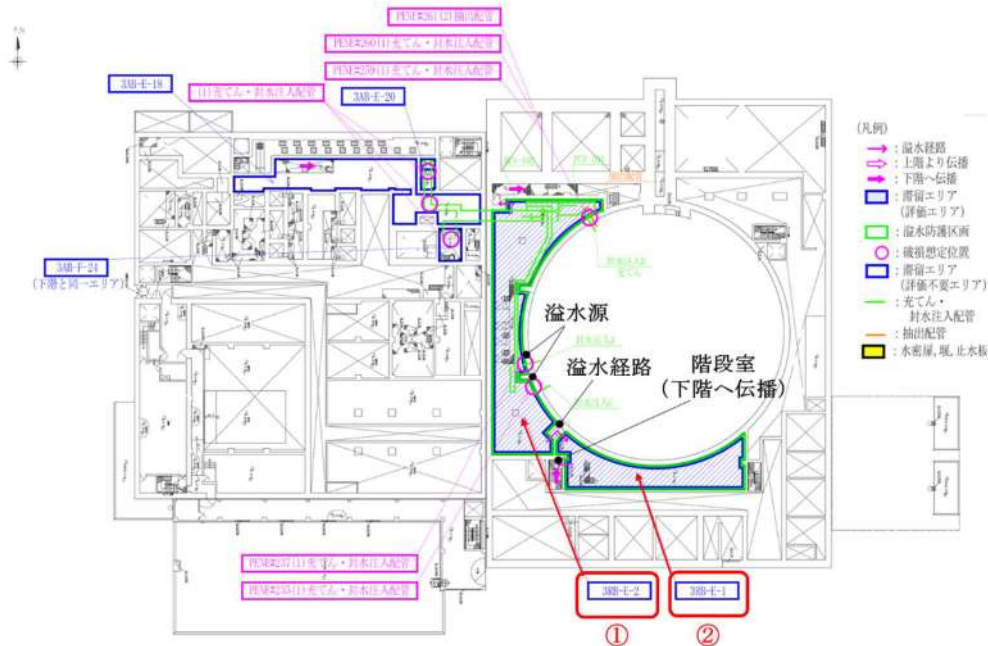


図1 想定破損（化学体積制御系）による溢水伝播経路図（T.P. 17.8m 中間床）

(2) 溢水水位は、 $\text{溢水量 (m}^3\text{)} \div \text{面積【滞留面積】 (m}^2\text{)} + \text{床勾配 (m)}$ で算出。

①における溢水水位(評価高さ)は、 $37.6 \div 285.6 + 0.05 = 0.182$ (小数点以下第四位切上げ)

(1) 化学体積制御系(充てん・封水注入配管)

[溢水量]

- ・ 隔離時間：16分(流量低検知, 隔離)
- ・ 溢水量：37.6m³(隔離までの漏えい量, 配管・機器の保有水量)

建屋	区域区分	T. P. [m]	滞留エリア番号	評価エリア番号	① 溢水量 [m ³]	② 滞留面積 [m ²]	③ 床勾配 [m]	④ 溢水水位 [m] (①/②+③)	防護対象設備*
原子炉建屋	管理区域	21.2	3RB-E-2	3RB-E-2	37.6	285.6	0.050	0.182	3-充てんラインC/V外側止め弁 (3V-CS-175) 3-充てんラインC/V外側隔離弁 (3V-CS-177) 3-ほう酸注入タンク出口C/V外側隔離弁A, B (3V-SI-036A, B) -補助高圧注入ラインC/V外側隔離弁 (3V-SI-051)
			3RB-E-2 3RB-E-1	3RB-E-1	37.6	434.0	0.050	0.137	3-余剰抽出冷却器等補機冷却水出口C/V外側隔離弁 (3V-CC-430)
		17.8	3RB-F-2	3RB-F-2	37.6	741.2	0.000	0.051	3A, 3B-制御用空気C/V外側隔離弁 (3V-IA-510A, B)

図2 想定破損(化学体積制御系)による没水影響評価結果整理表(例1)

(3) ②の隣接区画に溢水が伝播。②は防護区画であり、溢水を積極的に流すことができる開口がないため、溢水量全量が貯留されるものとして溢水水位を算出(①の区画における出入口高さは無視し、保守的に全量を伝播。この考え方はこれ以降共通)(図1参照)。

(4) 階段を経由し、下階の③区画へ溢水量全量が伝播。③は防護区画のため、溢水水位(評価高さ)を算出。

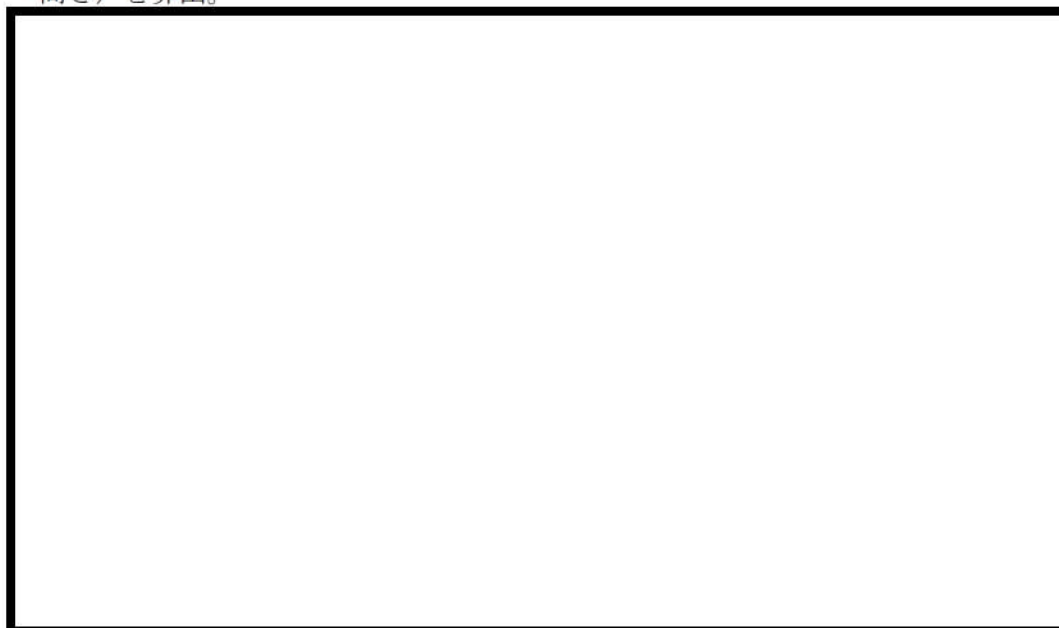


図3 想定破損(化学体積制御系)による溢水伝播経路図(T. P. 17.8m)

□ 枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。

- (5) ④の溢水源が設置される区画で溢水が発生（3AB-H-9）。④は防護区画であるが、溢水を積極的に流す開口部があるため、溢水水位（評価高さ）は低く抑えられる（開口部からの流出については、定量的な評価を実施）。



図4 想定破損（化学体積制御系）による溢水伝播経路図（T.P. 10. 3m）

⑤ 機能喪失 高さ (床上[m])	⑥ 影響評価	⑦判定			備考	補足事項
		A	B	C		
0.800	④<⑤	○	-	-	<p>開口部からの流出に期待する等、評価の考え方を備考欄に記載</p> <p>※開口部の堰高さT.P. 10.4mまで滞留し、残りの溢水量は開口部から下階に伝播するため、溢水は0.100m以上滞留しない。</p> <p>越流量(4,243m³/h)は十分に大きく、没水高さは溢水防護対象設備の機能喪失高さを超えないことを確認した。</p>	<p>評価に係る補足事項を記載</p> <p>・当該エリア内での溢水进行评估。 ・他のエリアからの伝播は本評価に包絡される。 ・長方堰の流量算出式による評価条件は次の通り。 水路幅b: 1.35m 漏えい量Q: 2.0m³/min (120m³/h)</p>
0.800	④<⑤	○	-	-	<p>※開口部の堰高さT.P. 10.4mまで滞留し、残りの溢水量は開口部から下階に伝播するため、溢水は0.100m以上滞留しない。</p> <p>越流量(4,243m³/h)は十分に大きく、没水高さは溢水防護対象設備の機能喪失高さを超えないことを確認した。</p>	<p>・当該エリア内での溢水进行评估。 ・他のエリアからの伝播は本評価に包絡される。 ・長方堰の流量算出式による評価条件は次の通り。 水路幅b: 1.35m 漏えい量Q: 2.0m³/min (120m³/h)</p>

図5 想定破損（化学体積制御系）による没水影響評価結果整理表（例2）

枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。

(6) 止水を期待できる堰等が設置されている区画には、溢水の伝播はない。

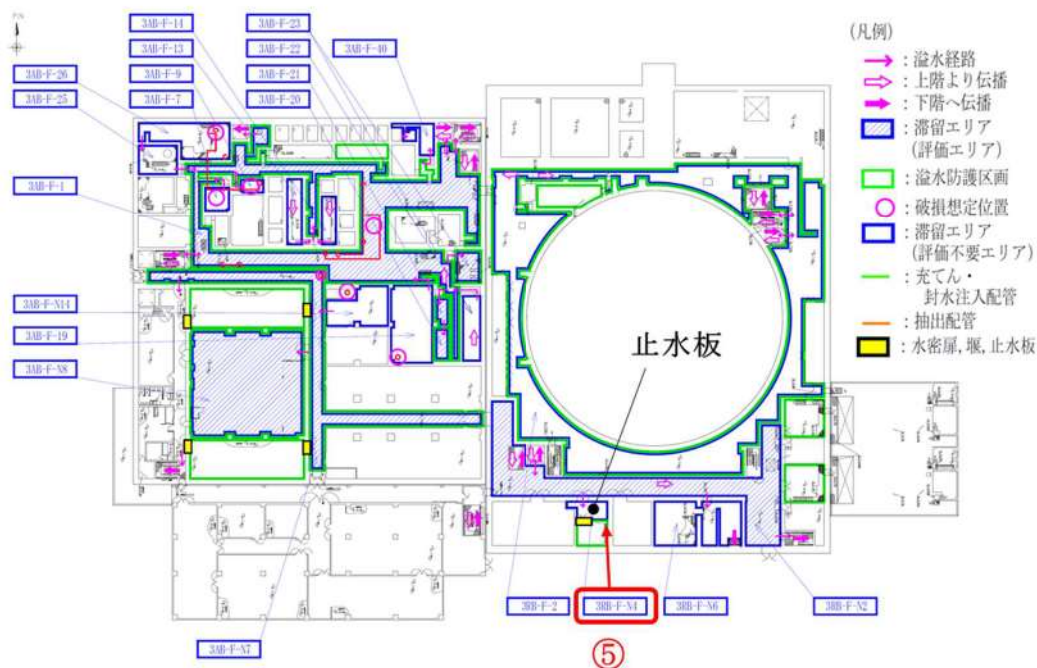


図6 想定破損（補助蒸気系）による溢水伝播経路図（T.P. 17.8m）

⑤ 機能喪失 高さ (床上[m])	⑥ 影響評価	⑦判定			備考	補足事項
		A	B	C		
-	防護対象 設備 無し	-	-	-	<p>止水に期待できる設備が設置されている場合は、備考欄に記載</p> <p>・3RB-F-N2南側の原子炉トリップ遮断機室へは高さ0.237mの止水板が設置されていることから、溢水は伝播しない。 ・3RB-F-N2東側のディーゼル発電機給気ファン室は、T.P. 18.0mで0.200m高いため、溢水は伝播しない。</p>	<p>評価に係る補足事項を記載</p> <p>・上階(3RB-D-N1)からの伝播を評価。 ・他のエリアからの伝播は本評価に包絡される。</p>

図7 想定破損（補助蒸気系）による没水影響評価結果整理表（例3）

(7) 上記で実施した、溢水水位（評価高さ）と機能喪失高さを比較することで、機能喪失を判定。

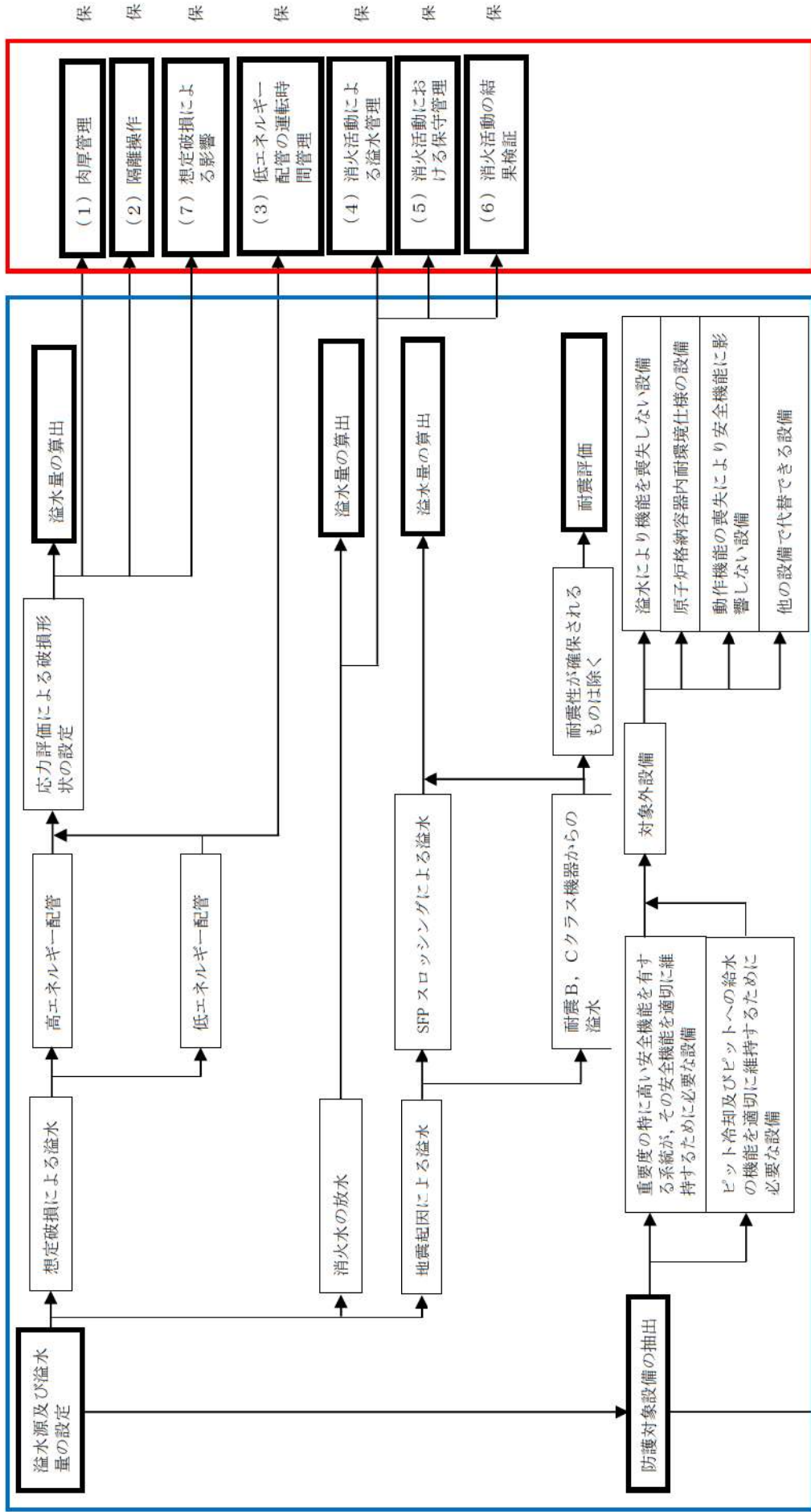
重大事故等対処設備を対象とした溢水防護の基本方針について

重大事故等対処設備を対象とした溢水防護の基本方針については、第四十三条の審査資料で説明する。

泊発電所 3 号炉

運用，手順説明資料
溢水による損傷の防止等

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ぬ。



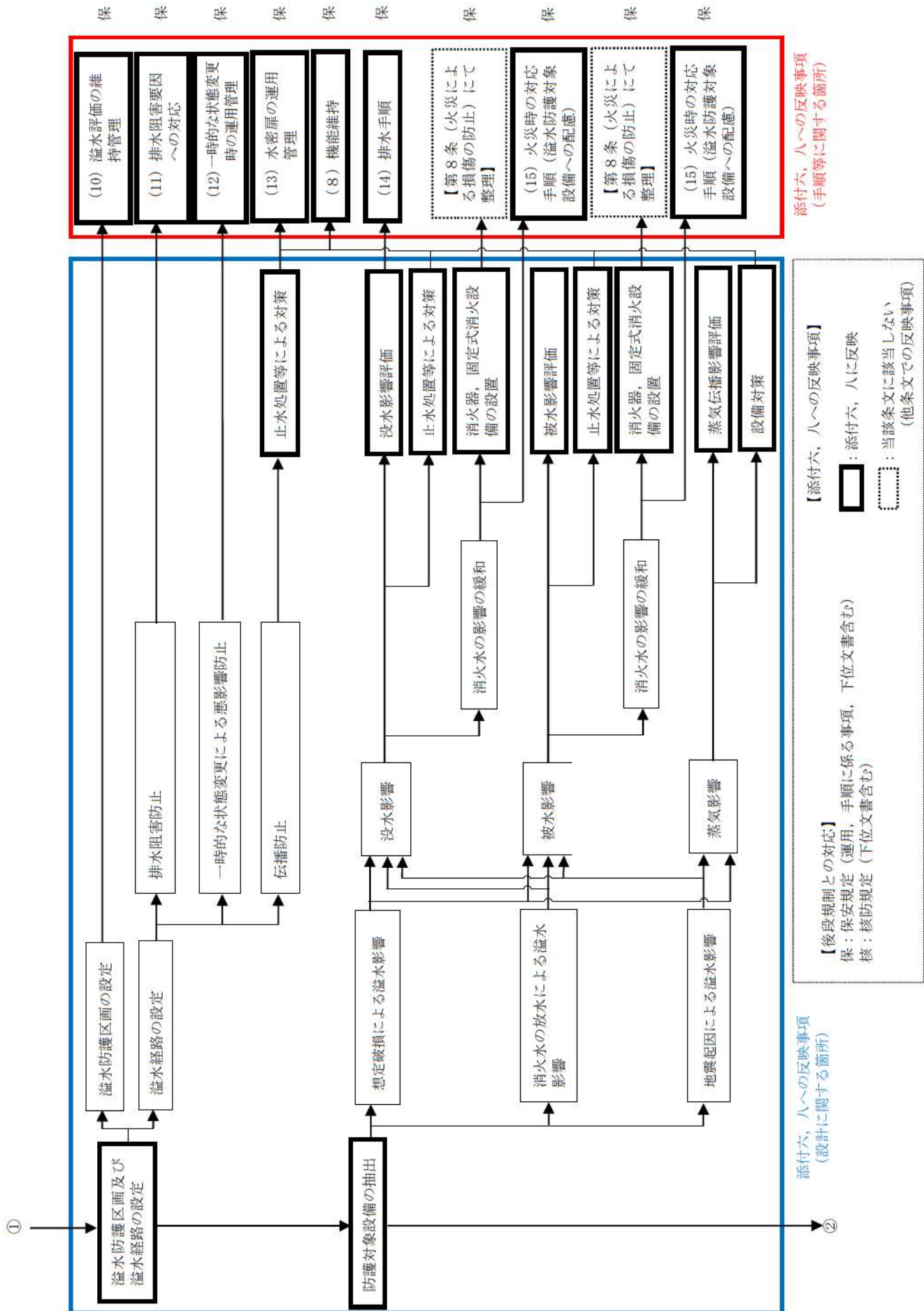
添付六、八への反映事項
(手順等に関する箇所)

①

【後段規制との対応】
保：保安規定（運用，手順に係る事項，下位文書含む）
核：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
□：当該条文に該当しない
(他条文での反映事項)

添付六、八への反映事項
(設計に関する箇所)



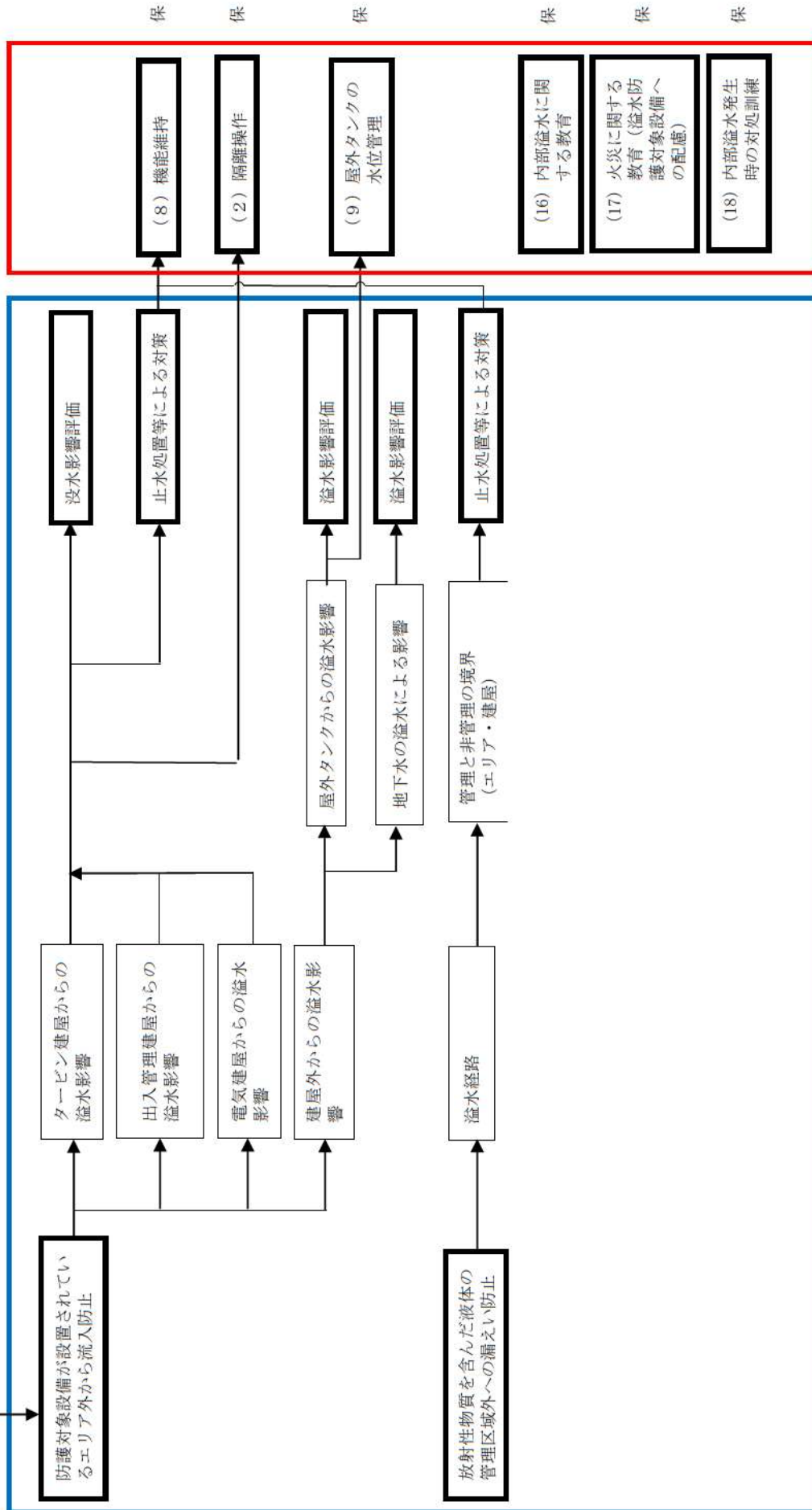
添付六、八への反映事項
(設計に関する箇所)

【添付六、八への反映事項】
 □ : 添付六、八に反映
 □ : 当該条文中に該当しない
 (他条文中での反映事項)

添付六、八への反映事項
(設計に関する箇所)

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

②



添付六、八への反映事項
(設計に関する箇所)

添付六、八への反映事項
(手順等に関する箇所)

【後段規制との対応】
 保：保安規定（運用、手順に係る事項、下位文書含む）
 核：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
 □：当該条文中に該当しない
 (他条文中での反映事項)

表1 運用、手順にかかわる対策等（設計基準）（1/4）

設置許可基準 対象条文	対象項目	区分	運用対策等
第九條 溢水による 損傷の防止	(1) 肉厚管理	運用・手順	—
		体制	(保安担当箇所による肉厚管理)
		保守・点検	配管の減肉がないことを、継続的な肉厚管理で確認する
		教育・訓練	—
		運用・手順	溢水発生時における、隔離手順を定める
	(2) 隔離操作	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
		運用・手順	運転実績により低エネルギー配管としている設備については、運転時間管理を行う
		体制	(運転員による運転時間管理)
	(3) 低エネルギー 配管の運 転時間管理	保守・点検	—
		教育・訓練	—
		運用・手順	防護対象設備が消火水の放水により機能喪失することのないよう、消火放水時の注意事項を現場に表示する
		体制	(消防要員等による体制等)
		保守・点検	—
(4) 消火活動に よる溢水管 理	教育・訓練	運用及び注意事項等に関する教育を実施する	
	運用・手順	—	
	体制	(保安担当箇所による保守管理)	
	保守・点検	消火活動による消火水により防護対象設備の安全機能が損なわれていないことを確認する	
	教育・訓練	—	
(5) 消火活動後 における保 守管理	運用・手順	—	
	体制	(保安担当箇所による保守管理)	
	保守・点検	消火活動による消火水により防護対象設備の安全機能が損なわれていないことを確認する	
	教育・訓練	—	
	教育・訓練	—	

表1 運用, 手順にかかわる対策等 (設計基準) (2/4)

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	(6) 消火活動の 結果検証	運用・手順	放水後の放水棟の内部溢水評価に係る妥当性について検証を行う
		体制	(保全担当箇所による運用管理)
	保守・点検	-	
	教育・訓練	-	
	運用・手順	-	
	体制	(保全担当箇所による保守管理)	
	保守・点検	防護対象設備が蒸気環境に曝された場合は, 防護対象設備の安全機能が損なわれないことを保守管理で確認する。	
	教育・訓練	-	
	運用・手順	-	
	体制	(保全担当箇所による保守管理)	
(8) 機能維持	保守・点検	浸水防護設備及び防護対象設備の機能維持に必要な設備に対して, 要求される機能を維持するため, 適切な保守管理を実施し, 故障時においては補修を実施する	
	教育・訓練	-	
(9) 屋外タンク の水位管理	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, 保全担当箇所による運用管理)	
(10) 溢水評価の 維持管理	保守・点検	-	
	教育・訓練	-	
(10) 溢水評価の 維持管理	運用・手順	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た可燃性物質の量及び床面積に見直しがある場合は, あらかじめ定めた手順により溢水評価への影響確認を行う	
	体制	(運転員による運転時間管理)	
(10) 溢水評価の 維持管理	保守・点検	-	
	教育・訓練	-	

表 1 運用, 手順にかかわる対策等 (設計基準) (3/4)

設置許可基準 対象条文	対象項目	区分	運用対策等
第九條 溢水による 損傷の防止	(11) 排水阻害要 因への対応	運用・手順	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
		体制	(運転員, 保全担当箇所による運用管理)
		保守・点検	—
		教育・訓練	—
		運用・手順	溢水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, 防護対象設備の安全機能へ悪影響がないような運用とする
	(12) 一時的な状 態変更時の 運用管理	体制	(運転員, 保全担当箇所による運用管理)
		保守・点検	—
		教育・訓練	—
		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の手順等を定める
		体制	(運転員, 保全担当箇所による運用管理)
	(13) 水密扉の運 用管理	保守・点検	—
		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	(保全担当箇所による運用管理)
		保守・点検	—
(14) 排水手順	教育・訓練	—	
	運用・手順	溢水発生時の対応手順 (溢水防護対象設備への配慮)	
	体制	(消防要員等による体制等)	
	保守・点検	—	
	教育・訓練	運用及び留意事項等に関する教育を実施する	

表1 運用、手順にかかわる対策等（設計基準）（4/4）

設置許可基準 対象条文	対象項目	区分	運用対策等
<p>第九条 溢水による 損傷の防止</p>	<p>(16) 内部溢水に 関する教育</p>	<p>運用・手順</p>	<p>内部溢水全般（評価内容並びに溢水経路、防護対象設備、水密扉、堰等の設置の考え方等）について教育を定期的に実施する</p>
		<p>体制</p>	<p>（保全担当箇所等による体制等）</p>
		<p>保守・点検</p>	<p>—</p>
		<p>教育・訓練</p>	<p>運用及び留意事項等に関する教育を実施する</p>
	<p>(17) 火災に関する 教育（溢 水防護対象 設備への配 慮）</p>	<p>運用・手順</p>	<p>火災が発生した場合の初期消火活動及び自衛消防隊による消火活動時の放水に関する注意事項について教育を定期的に実施する</p>
		<p>体制</p>	<p>（消防要員等による体制等）</p>
		<p>保守・点検</p>	<p>—</p>
		<p>教育・訓練</p>	<p>運用及び留意事項等に関する教育を実施する</p>
		<p>運用・手順</p>	<p>運転員が内部溢水発生時に的確な判断、操作等が実施できるよう、内部溢水発生時の対応に係る訓練を定期的に実施する</p>
		<p>体制</p>	<p>（運転員による操作訓練）</p>
		<p>保守・点検</p>	<p>—</p>
		<p>教育・訓練</p>	<p>系統操作に関する訓練を実施する</p>

内部溢水影響評価における確認プロセスについて

1. はじめに

本資料は、泊発電所3号炉における内部溢水防護に係る評価内容の確認プロセスの概要をまとめたものである。

内部溢水防護評価に係る要求事項は以下のとおりである。

2. 基準要求

【第九条】

設置許可基準規則第九条（溢水による損傷の防止等）にて、安全施設は発電用原子炉施設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よう要求されている。また、解釈により、「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。」と規定されている。

また、「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「溢水ガイド」という）の要求事項に基づき、発電用原子炉施設内に設置された機器の破損、消火系の作動、地震に起因する機器の破損（使用済燃料ピットのスロッシングを含む）により発生する溢水に対し、発電用原子炉施設の安全性を損なうことのないよう、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する。

溢水ガイドに基づき、防護の考え方は以下のとおりである。

- ・ 想定する機器の破損等により生じる溢水に対し、影響を受けて発電用原子炉施設の安全性を損なうことがない設計とする。
- ・ 想定される消火水の放水による溢水に対し、影響を受けて発電用原子炉施設の安全性を損なうことがない設計とする。
- ・ 地震に起因する機器の破損等により生じる溢水（使用済燃料ピットのスロッシングを含む）については、機器の耐震性能を評価するとともに、溢水源とした設備の破損により生じる溢水影響を受けて発電用原子炉施設の安全性を損なうことがない設計とする。

3. 内部溢水影響評価のプロセス

内部溢水影響評価においては、プラントメーカー等へ評価委託を実施するとともに、併せて当社で現場確認、図面、設計資料の確認を実施している。具体的には、溢水影響評価に係る溢水源、溢水経路、防護対象設備の機能喪失高さ等を現場状況も含めて確認している。確認のプロセスを図1に、確認内容を表1に示す。

なお、今後、当社において溢水影響評価に変更を及ぼすおそれのある各種工事並びに資機材管理についてルール化を実施する。

4. 今後の対応

(1) 資機材の持込み等に対する管理

溢水評価区画において、資機材の持込み等により評価条件としている火災荷重及び滞留面積に見直しがある場合は、溢水評価への影響確認を行う。

(2) 水密扉に対する管理

水密扉については、開放後の確実な閉止操作、中央制御室における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整備し、的確に実施する。

(3) 改造工事による溢水源の追加、変更の対応

改造工事の実施により、溢水源が追加、変更となる場合は、溢水評価への影響確認を行う。

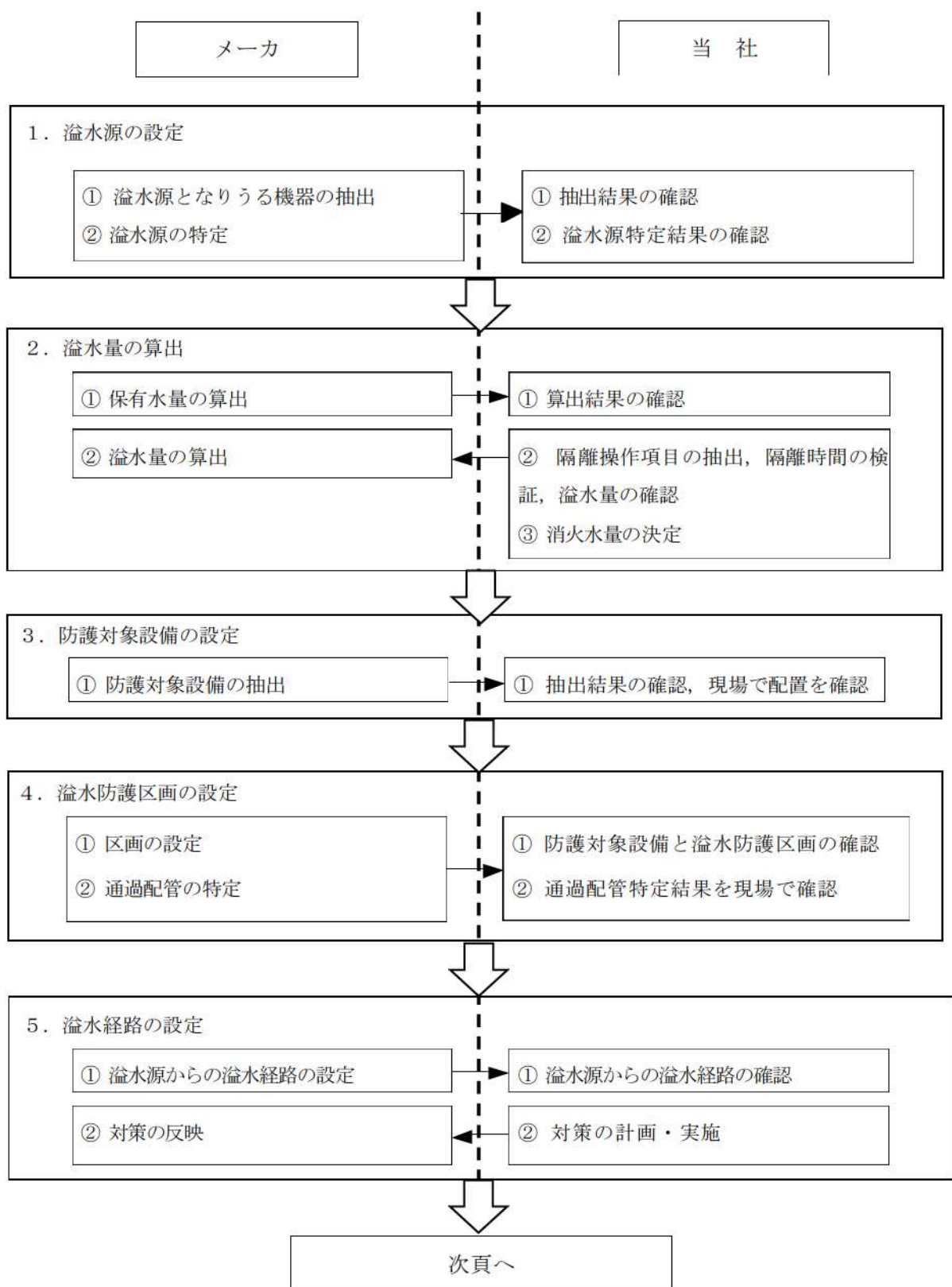


図1 内部溢水影響評価内容の確認プロセスフロー (1/2)

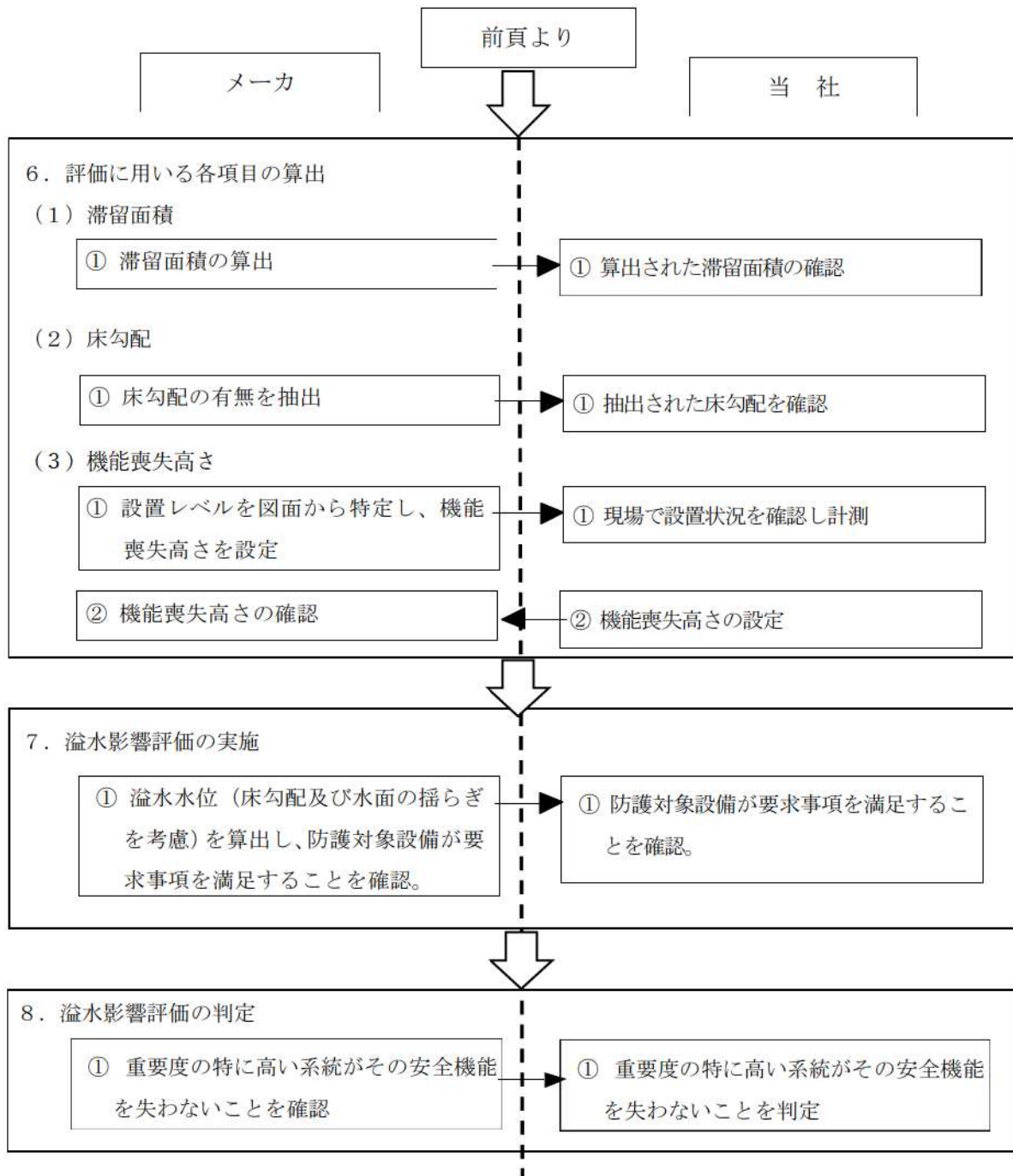


図1 内部溢水影響評価内容の確認プロセスフロー (2/2)

表 1 内部溢水影響評価の具体的な確認内容 (1/2)

	項目	メーカーでの実施内容	当社での実施内容
1	溢水源の想定	<ul style="list-style-type: none"> ①溢水源となりうる機器を系統図より抽出しリスト化 ②想定破損及び地震起因による溢水源となりうる機器の強度及び耐震評価により溢水源を特定 	<ul style="list-style-type: none"> ①抽出された溢水源となりうる機器のリストと系統図の確認 ②特定された溢水源の確認
2	溢水量の算出	<ul style="list-style-type: none"> ①溢水源となる機器について設計図面（機器）及び配管図面より保有水量を算出 ②解析により算出した基準地震動によるスロッシングによる溢水量を算出 ③当社で検討した系統隔離範囲，隔離操作時間に基づき溢水量を算出 	<ul style="list-style-type: none"> ①算出された保有水量の確認 ②隔離操作項目を抽出し，必要となる隔離時間を確認（検証） ③消火栓からの放水試験を実施し，実放水量から消火水量を設定
3	防護対象設備の設定	<ul style="list-style-type: none"> ①安全施設のうち，原子炉の高温停止，低温停止及び放射性物質の閉じ込め機能並びに使用済燃料ピットの冷却及び給水機能を維持するために必要となる系統について，系統図，配置図，展開接続図等により防護対象設備を抽出 	<ul style="list-style-type: none"> ①系統図において抽出された防護対象設備を確認するとともに現場の配置を確認 ②評価対象外とした設備についても，必要に応じ現場の設置状況を確認
4	溢水防護区画の設定	<ul style="list-style-type: none"> ①設計図書又は現地施工図より，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を設定 	<ul style="list-style-type: none"> ①防護対象設備と溢水防護区画を確認 ②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を溢水防護区画と設定

表 1 内部溢水影響評価の具体的な確認内容 (2/2)

	項目	メーカーでの実施内容	当社での実施内容
5	溢水経路の設定	①溢水源からの溢水経路を設定 ②必要な対策を反映した溢水経路の設定	①溢水経路となる扉, ハッチ, 階段室及び貫通孔等を現場で確認 ②没水, 被水, 蒸気の評価において, 必要な対策の検討及び実施(水密扉, 堰及び逆止弁等)
6	滞留面積の算出	①建築図面から躯体寸法(壁で囲まれた範囲)を読み取り床面積を算出し, 当社実施の欠損面積算出結果より滞留面積を算出。	①現場にて欠損面積を計測 ②算出された滞留面積を確認
	床勾配の算出	①建築図面から床勾配の有無を確認	①抽出された床勾配を確認
	機能喪失高さ	①設計図面により, 個々の設備ごとの基本設定箇所及び個別測定箇所における機能喪失高さを特定 ② 設定した機能喪失高さの確認	①設置状況の確認及び機能喪失高さの確認を現場確認も含めて図面にて実施 ②確認結果より機能喪失高さを設定
7	溢水影響評価の実施	①発電所内で発生した溢水(床勾配及び水面の揺らぎを考慮)に対して, 防護対象設備が要求事項(設備の機能維持)を満足することを確認	①防護対象設備が要求事項を満足することを確認し, 必要に応じて対策を実施
8	溢水影響評価の判定	①重要度の特に高い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	①重要度の特に高い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)を判定

※ 代表例として機能喪失高さの確認状況を参考資料に示す。