

島根原子力発電所 2号炉 審査資料

資料番号

EP-016改13(説4)

提出年月日

令和2年8月4日

島根原子力発電所 2号炉 溢水による損傷の防止等 (審査会合からの変更内容)

令和2年8月
中国電力株式会社

本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

Energia

目次

1. タービン建物の津波対策について P.1
2. 津波対策を踏まえた溢水影響評価の変更点と評価結果 P.2
3. 復水器エリアの溢水影響評価結果 P.3
4. 耐震Sクラスエリア（東）及び（西）の溢水影響評価結果 P.7
5. 海域活断層及び日本海東縁部に想定される地震による津波 P.10
6. 土石流による屋外タンク等からの溢水影響 P.12

1. タービン建物の津波対策について

- 設置許可基準規則 第五条（津波による損傷の防止）において、以下の対策を実施する。
- タービン建物地下1階のうち復水器を設置するエリアから耐震Sクラスの設備を設置するエリアへの浸水対策として、復水器エリア防水壁等を設置し、図のとおり耐震Sクラスの設備を設置するエリア（耐震Sクラスエリア（東）及び（西））と復水器を設置するエリア（復水器エリア）に区画する。
- 海域と接続のある耐震B,Cクラス機器のうち、循環水系に加え、タービン補機海水系についてもインターロックによる弁閉止及び出口側配管の逆止弁により津波の流入を防止する。
- 復水器エリア防水壁等の設置を踏まえ、各エリアの溢水量が貯蔵可能容積に収まることを確認することで、タービン建物からの溢水が溢水防護対象設備が設置されている原子炉建物、廃棄物処理建物及び制御室建物へ溢水の流出がないことを確認する。
- なお、タービン建物に設置されている防護対象設備については、溢水により機能喪失しないことを確認している。

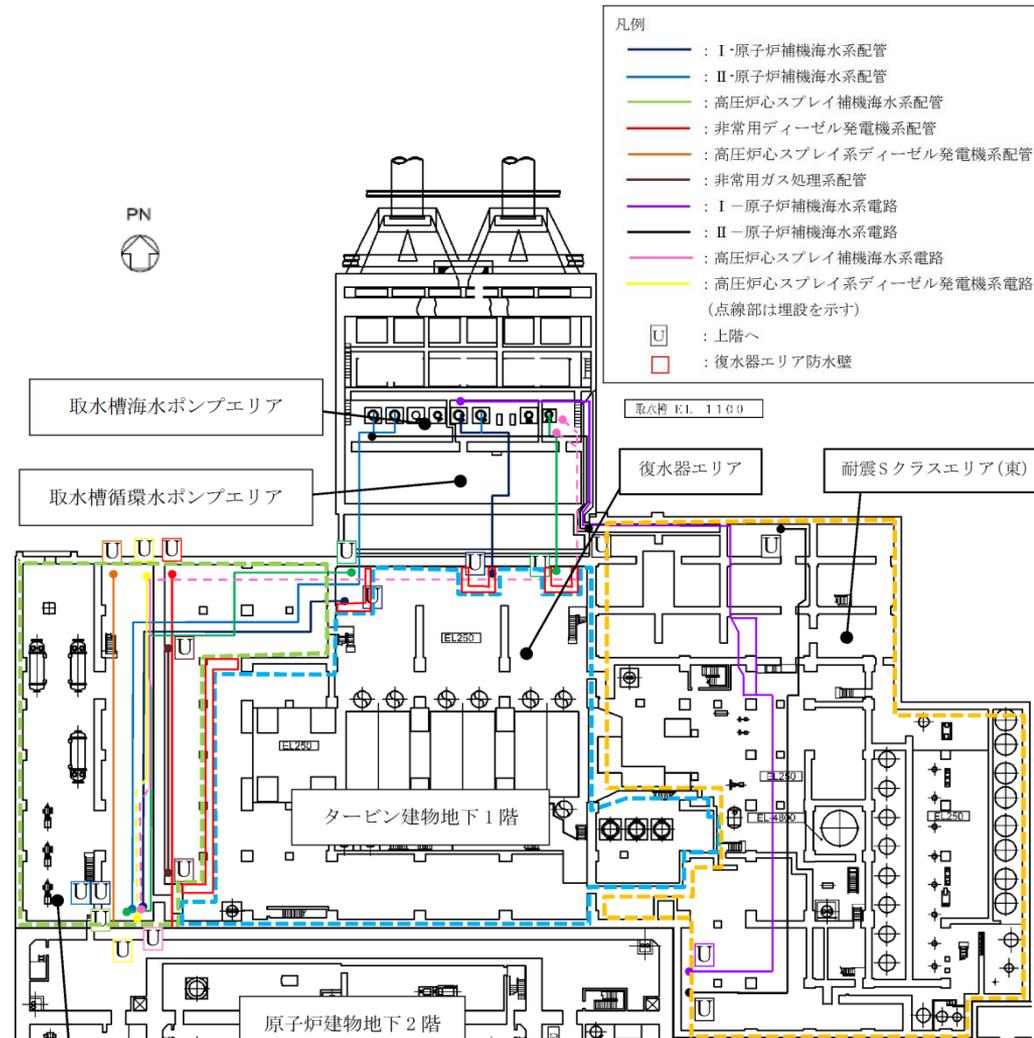


図 タービン建物地下1階の区画

2. 津波対策を踏まえた溢水影響評価の変更点と評価結果

■ 津波対策を踏まえた溢水影響評価の変更点

- タービン建物の津波対策（復水器エリア防水壁等の設置、タービン補機海水ポンプ出口弁閉止インターロック設置）による溢水影響評価の変更点は以下のとおり。

溢水影響評価フロー	変更の有無	変更前	変更後
防護対象設備の選定	なし	—	—
溢水源の選定	あり	タービン建物全体を1つのエリアとし、溢水源を選定	復水器エリア、耐震Sクラスエリア（東）及び（西）ごとに溢水源を選定
区画の設定	あり	タービン建物全体を1つのエリアに区画	復水器エリア防水壁を設置し、タービン建物地下1階を復水器エリア、耐震Sクラスエリア（東）及び（西）の3つのエリアに区画
溢水経路の設定	あり	タービン建物全体を1つのエリアとし、溢水経路を選定	復水器エリア防水壁等を考慮して溢水経路を設定
評価に用いる各項目の設定	—	—	—
・溢水量の算出	あり	タービン建物全体を1つのエリアとし、溢水量を算出	復水器エリア、耐震Sクラスエリア（東）及び（西）ごとに溢水量を算出
・循環水系弁閉止インターロック	なし	—	—
・タービン補機海水ポンプ出口弁閉止インターロック等	あり	<ul style="list-style-type: none"> ・海域活断層に想定される地震による津波については、津波の流入を考慮 ・日本海東縁部に想定される地震による津波については、ポンプ出口弁手動閉止及び出口配管の逆止弁により津波の流入を防止 	インターロックによるポンプ出口弁閉止及び出口配管の逆止弁により津波の流入を防止
溢水影響評価	あり	タービン建物全体を1つのエリアとし、溢水水位を算出	復水器エリア、耐震Sクラスエリア（東）及び（西）ごとに溢水水位を算出
溢水影響評価の判定	なし	—	—

■ 津波対策を踏まえた溢水影響評価結果

- 各エリアの溢水量が、溢水の貯蔵可能容積に収まることを確認することで、タービン建物からの溢水が溢水防護対象設備が設置されている原子炉建物、廃棄物処理建物及び制御室建物へ溢水の流出がないことを確認した。
- 次ページ以降に各エリアの溢水影響評価結果を示す。なお、消火水の放水による溢水については、溢水量（46.8m³）が想定破損及び地震起因による溢水量に比べて小さいことから、想定破損及び地震起因による溢水を代表として評価結果を示す。

3. 復水器エリアの溢水影響評価結果（1/4）

■ 復水器エリアにおける溢水

● 評価条件

- ✓ 想定破損による溢水では循環水系配管の伸縮継手部の全円周状の破損を想定し、破損から運転員による循環水ポンプ停止及び復水器水室出入口弁の閉止までの時間から溢水量を算出する。
- ✓ 地震起因による溢水では循環水系配管の伸縮継手部の全円周状の破損及びその他の耐震B,Cクラス機器の破損を想定し、地震発生から復水器エリアの漏えい検知インターロックによる循環水系弁の閉止までの時間から溢水量を算出する。
- ✓ なお、地震起因による溢水では津波の襲来を想定するが、循環水系弁閉止インターロック及びタービン補機海水ポンプ出口弁閉止インターロック等により、津波は流入しない（P.10で説明）。

3. 復水器エリアの溢水影響評価結果（2/4）

● 想定破損による溢水量

- ✓ 循環水系配管の伸縮継手部からの溢水量を溢水流量、隔離時間（65分）及び循環水系の保有水量から算出（表1, 2）。

表1 想定破損による循環水系配管の伸縮継手部の溢水流量

部位	内径 [mm]	破損幅 [mm]	溢水流量 [m ³ /h]
復水器水室出入口部	2,200	50	13,173

表2 想定破損による循環水系配管の伸縮継手部の溢水量

項目	溢水量[m ³]
破損から循環水ポンプ停止及び復水器水室出入口弁の閉止までの溢水量	14,271
循環水系の保有水量	181
合計	14,452

● 想定破損による溢水影響評価結果

- ✓ 復水器エリアの溢水を貯留できるEL5.3m（復水器エリア防水壁高さ）及びタービン建物全体（耐震Sクラスエリア（西）を除く）の溢水を貯蔵できるEL8.8m（タービン建物から原子炉建物、廃棄物処理建物及び制御室建物への流出高さ）以下の空間容積を示す（表3, 4）。

表3 復水器エリアの溢水を貯留できる空間容積

範囲	空間容積[m ³]
EL0.25~EL2.0m	1,827
EL2.0~EL5.3m	4,853
合計	6,680

表4 タービン建物全体（耐震Sクラスエリア（西）を除く）の溢水を貯留できる空間容積

範囲	空間容積[m ³]
EL-4.8~EL0.25m	176
EL0.25~EL2.0m	3,236
EL2.0~EL5.5m	10,052
EL5.5~EL8.8m	11,352
合計	24,816

3. 復水器エリアの溢水影響評価結果 (3/4)

● 想定破損による溢水影響評価結果 (続き)

- ✓ 循環水系配管の伸縮継手部からの溢水量 (14,452m³) は、復水器エリアの貯留可能容積 (6,680m³) より大きいことから、タービン建物 1 階 (EL5.5m) を溢水経路として、耐震Sクラスエリア (東) に流出する。循環水配管の想定破損により溢水の浸水する範囲を図に示す。
- ✓ 循環水系配管の伸縮継手部からの溢水量 (14,452m³) は、タービン建物全体 (耐震Sクラスエリア (西) を除く) の貯留可能容積 (24,816m³) より小さいことから (溢水水位EL5.9m) , タービン建物内に貯留可能で、原子炉建物、廃棄物処理建物及び制御室建物へ溢水の流出がないことを確認した。

14,452m³
(循環水系配管の伸縮継手部からの溢水量) > 6,680m³
(復水器エリアの貯留可能容積)

14,452m³
(循環水系配管の伸縮継手部からの溢水量) < 24,816m³
(タービン建物全体 (耐震Sクラスエリア (西) を除く) の貯留可能容積)

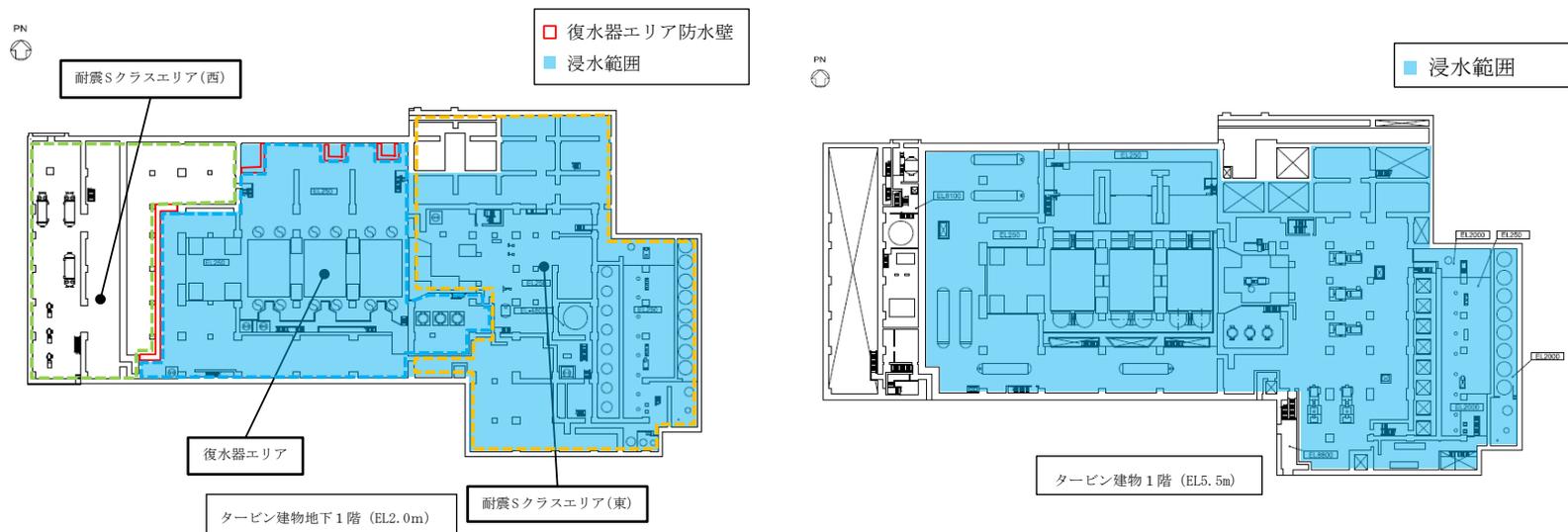


図 循環水配管の想定破損により溢水の浸水する範囲

3. 復水器エリアの溢水影響評価結果 (4/4)

● 地震起因による溢水量

- ✓ 循環水系配管の伸縮継手部からの溢水量は、地震発生から復水器エリアの漏えい検知インターロックによる循環水ポンプ停止及び復水器水室出入口弁の閉止を考慮して算出(表 1, 2)。
- ✓ 循環水系配管の伸縮継手部からの溢水量及びタービン建物内の耐震B,Cクラス機器の保有水量から地震起因による溢水量を算出(表 2)。

表 1 地震起因による循環水系配管の伸縮継手部の溢水流量

部位	部位数	内径 [mm]	破損幅 [mm]	溢水流量 [m ³ /h]
復水器水室出入口部	12	2,200	50	233,534
復水器水室連絡管部	6	2,100	50	

表 2 地震起因による溢水量

項目		溢水量 [m ³]
循環水系配管 の 伸縮継手部	地震発生から漏えい検知インターロックによる循環水ポンプ停止及び復水器水室出入口弁の閉止までの溢水量	2,047
	循環水系の保有水量	1,083
耐震B,Cクラス機器の保有水量		2,859
合計		5,989

● 地震起因による溢水影響評価結果

- ✓ 地震起因による溢水量(5,989m³) は、表 3 に示す復水器エリアの貯留可能容積 (6,680m³) より小さいことから (溢水水位EL4.8m) , 復水器エリアに貯留可能で、原子炉建物、廃棄物処理建物及び制御室建物へ溢水の流出がないことを確認した。

表 3 復水器エリアの溢水を貯留できる空間容積

範囲	空間容積[m ³]
EL0.25~EL2.0m	1,827
EL2.0~EL5.3m	4,853
合計	6,680

5,989m³ < 6,680m³
(地震起因による溢水量) (復水器エリアの貯留可能容積)

4. 耐震Sクラスエリア（東）及び（西）の溢水影響評価結果（1/3）

■ 耐震Sクラスエリア（東）及び（西）における溢水

● 評価条件

- ✓ 想定破損による溢水ではエリア内に流入する溢水源のうち最も溢水量の大きい復水給水系配管（1,646m³）の破損を想定する。
- ✓ 地震起因による溢水では耐震B,Cクラス機器の破損を想定する。各エリアの溢水量を表に示す。

表 耐震Sクラスエリアの地震起因による溢水量

系統名称	溢水量[m ³]	耐震Sクラスエリア（東）	耐震Sクラスエリア（西）
給水復水系	1527	●	-
原子炉浄化系	11	●	●
原子炉補機冷却系（常用系）	210	●	●
発電機密封油系、タービン設備系、タービン油処理系	81	●	●
固定子冷却系	18	●	●
タービンヒータードレン系	1527	-(給水復水系に包絡)	
循環水系（T/B）	3130	-	-
タービン補機冷却系	241	●	●
タービン補機海水系（T/B）	129	-	●
排ガス処理系	4	●	●
液体廃棄物処理系	139	●	●
固体廃棄物処理系	82	●	●
空調換気設備冷却水系	216	●	●
復水輸送系	53	●	●
補給水系	32	●	●
消火系	69	●	●
所内蒸気系（蒸気凝縮水戻り側）	6	●	●
再生薬品系	41	●	●
地震時に各エリアで考慮する溢水量の合計[m ³]		2730	1332

●：流入あり -：流入なし

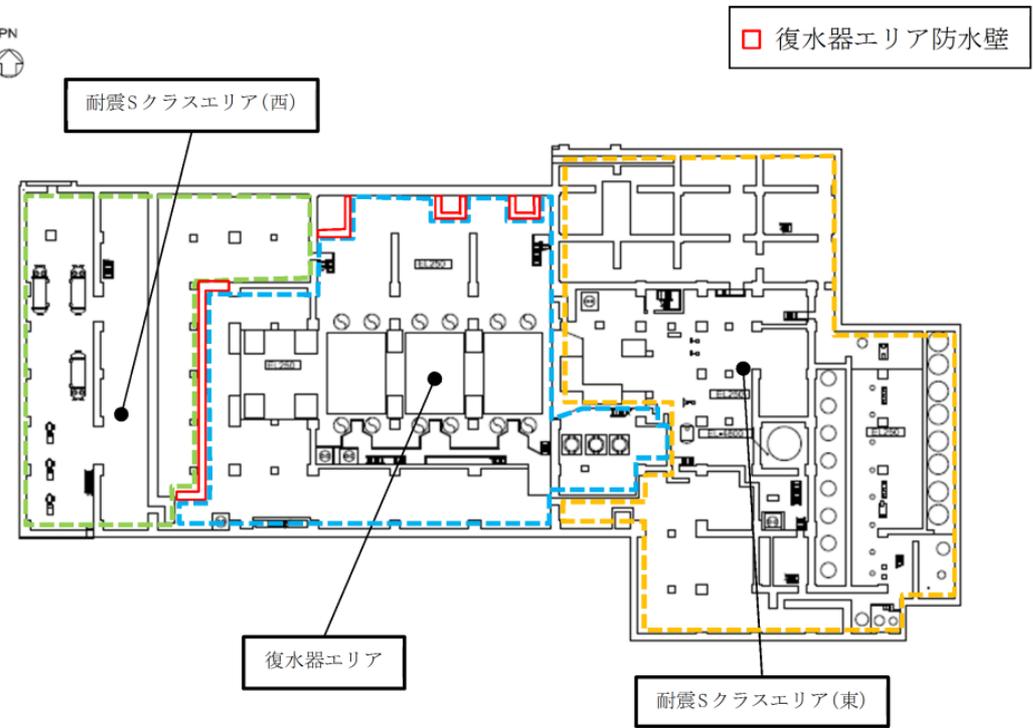


図 タービン建物地下1階の区画

4. 耐震Sクラスエリア（東）及び（西）の溢水影響評価結果（2/3）

■ 耐震Sクラスエリア（東）の溢水影響評価結果

● 想定破損による溢水影響評価結果

- ✓ 想定破損による溢水量（1,646m³）は、地震起因による溢水量(2,730m³) より小さいことから、地震起因による溢水の評価に包含され、原子炉建物、廃棄物処理建物及び制御室建物へ溢水の流出がないことを確認した。

● 地震起因による溢水影響評価結果

- ✓ 耐震Sクラスエリア（東）の溢水を貯留できるEL4.9m（天井高さ）以下の空間容積を表に示す。
- ✓ 地震起因による溢水量(2,730m³) は、耐震Sクラスエリア（東）の貯留可能容積（6,598m³）より小さいことから（溢水水位EL2.8m）、エリア内に貯留可能で、原子炉建物、廃棄物処理建物及び制御室建物へ溢水の流出がないことを確認した。

表 耐震Sクラスエリア（東）の溢水を貯留できる空間容積

範囲	空間容積 [m ³]
EL-4.8～EL0.25m	176
EL0.25～EL2.0m	1,409
EL2.0～EL4.9m	5,013
合計	6,598

$$\frac{2,730\text{m}^3}{\text{(地震起因による溢水量)}} < \frac{6,598\text{m}^3}{\text{(耐震Sクラスエリア（東）の貯留可能容積)}}$$

4. 耐震Sクラスエリア（東）及び（西）の溢水影響評価結果（3/3）

■ 耐震Sクラスエリア（西）の溢水影響評価結果

● 想定破損による溢水影響評価結果

- ✓ 耐震Sクラスエリア（西）の溢水を貯留できるEL4.9m（天井高さ）以下の空間容積を表に示す。
- ✓ 想定破損による溢水量（ $1,646\text{m}^3$ ）は、耐震Sクラスエリア（西）の貯留可能容積（ $3,131\text{m}^3$ ）より小さいことから（溢水水位EL3.6m）、エリア内に貯留可能で、原子炉建物、廃棄物処理建物及び制御室建物へ溢水の流出がないことを確認した。

表 耐震Sクラスエリア（西）の溢水を貯留できる空間容積

範囲	空間容積[m ³]
EL2.0～EL4.9m	3,131

$$\frac{1,646\text{m}^3}{\text{(想定破損による溢水量)}} < \frac{3,131\text{m}^3}{\text{(耐震Sクラスエリア（西）の貯留可能容積)}}$$

● 地震起因による溢水影響評価結果

- ✓ 地震起因による溢水量（ $1,332\text{m}^3$ ）（溢水水位EL3.4m）は、想定破損による溢水量（ $1,646\text{m}^3$ ）より小さいことから、想定破損による溢水の評価に包含され、原子炉建物、廃棄物処理建物及び制御室建物へ溢水の流出がないことを確認した。

5. 海域活断層及び日本海東縁部に想定される地震による津波 (1/2)

■タービン建物及び循環水ポンプエリア

- 海域と接続のある循環水系及びタービン補機海水系はインターロックによるポンプ出口弁閉止及び出口側配管の逆止弁により津波の流入を防止する。
- 循環水系弁閉止インターロックの概要を図1～3に、タービン補機海水系の対策概要図を次ページに示す。

■海水ポンプエリア

- 海域と接続のある耐震B,Cクラス機器すべてをSs機能維持することにより津波の流入を防止する。

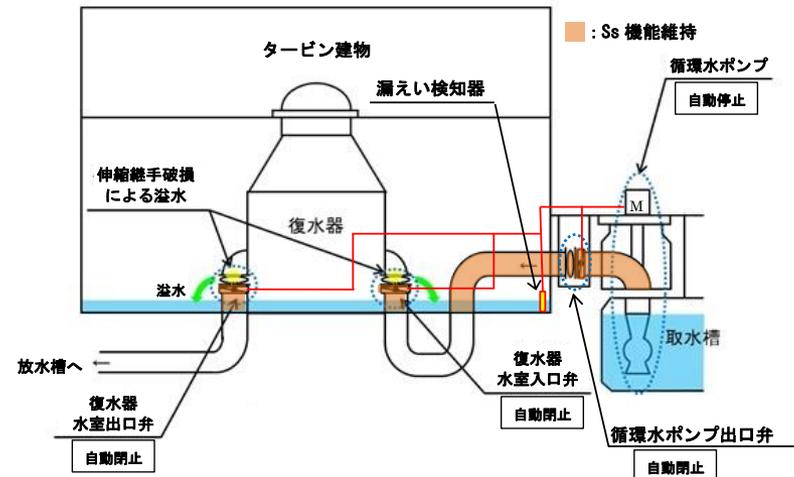


図1 循環水系弁閉止インターロック設置概要図

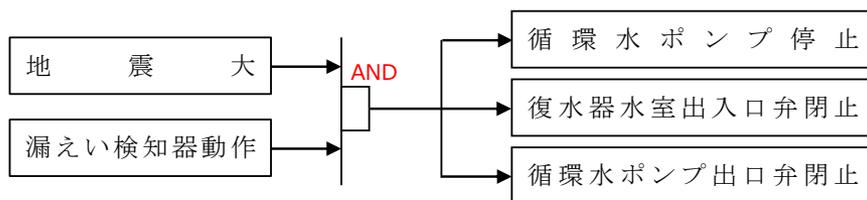


図2 循環水系弁閉止インターロック

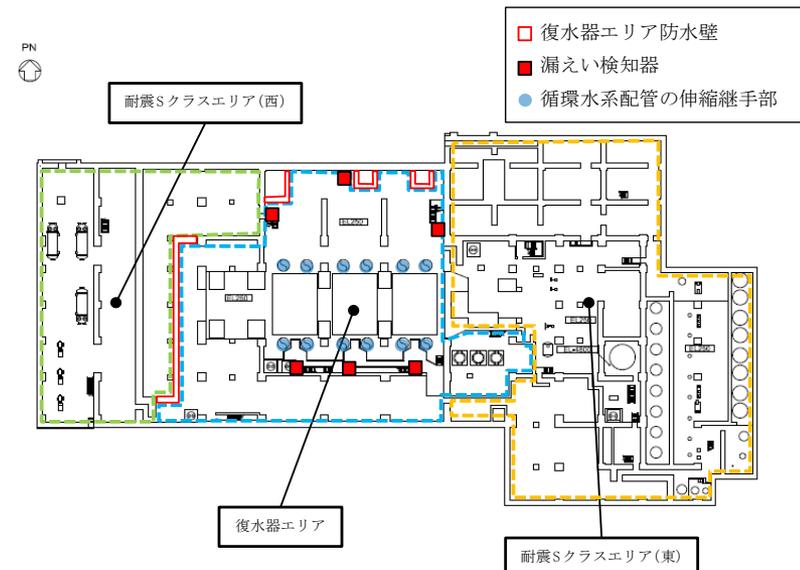


図3 漏えい検知器設置箇所 (タービン建物地下1階)

5. 海域活断層及び日本海東縁部に想定される地震による津波 (2/2)

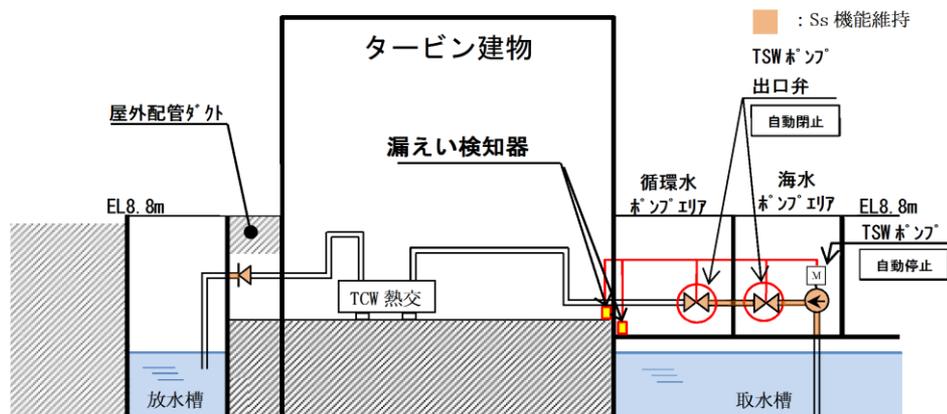


図1 タービン補機海水系の対策概要 (断面図)

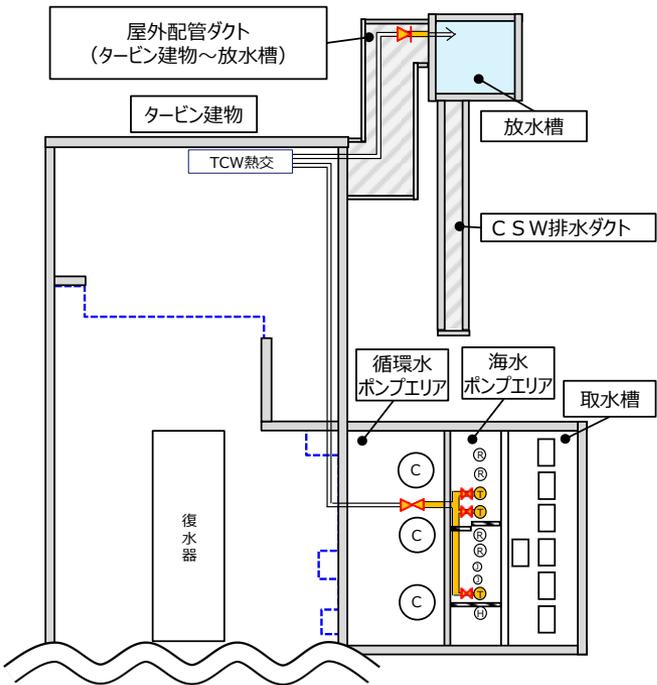


図2 タービン補機海水系の対策概要 (平面図)

- 【凡例】
- : Ss機能維持
 - ⊗, ⊠ : 電動弁, 逆止弁
 - : 防水壁
 - : タービン補機海水系配管 (耐震Cクラス)
 - Ⓡ : 原子炉補機海水ポンプ (耐震Sクラス)
 - ⓗ : 高圧炉心スプレイ補機海水ポンプ (耐震Sクラス)
 - Ⓣ : タービン補機海水ポンプ (耐震Cクラス)
 - Ⓒ : 循環水ポンプ (耐震Cクラス)
 - Ⓝ : 除じんポンプ (耐震Cクラス)
- 注) 浸水防護機能を除く耐震クラスを記載

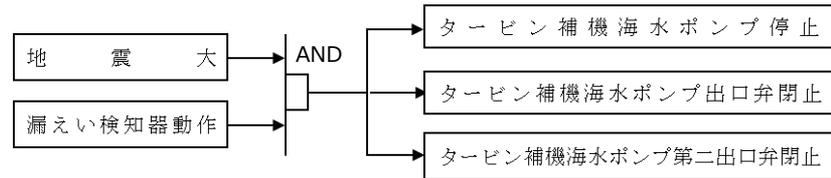


図3 タービン補機海水ポンプ出口弁閉止インターロック

6. 土石流による屋外タンク等からの溢水影響（1/5）

■ 検討経緯及び結果

- 屋外タンク等からの溢水影響のうち地震起因による溢水影響については、地震起因による溢水伝播挙動評価を実施し、溢水防護対象設備に影響を与えないことを確認している。
- 土石流による溢水影響については、土石流による溢水伝播挙動評価に用いる溢水量（約19,000m³）が、地震起因による溢水伝播挙動評価に用いる溢水量（約22,000m³）に包含されるため、土石流による溢水伝播挙動評価を実施していなかった。
- しかし、輪谷貯水槽（東側）については、天端が開口した構造であり、土石流が流入した場合、地震起因による溢水伝播挙動評価に用いる溢水量（スロッシング量）以上の溢水が生じる可能性があることから、土石流による溢水影響についても、溢水伝播挙動評価を実施した。
- 土石流による溢水伝播挙動評価の結果、建物外周扉等の設置位置における溢水水位は、地震起因による溢水伝播挙動評価の溢水水位を一部で上回ったが、溢水防護区画への流入はなく、溢水防護対象設備に影響を与えないことを確認した。

6. 土石流による屋外タンク等からの溢水影響 (2/5)

■ 溢水源とする屋外タンク等

- 屋外タンク等の溢水として、土石流による損傷が否定できない屋外タンク等の損傷による溢水を考慮する必要がある。
- 島根原子力発電所の敷地内に設置されている屋外タンク等のうち土石流危険区域内に設置される屋外タンク等を溢水源として抽出した。結果を下表に、また抽出された屋外タンク等の配置を次ページに示す。なお、輪谷貯水槽（西側）はコンクリート構造の密閉式貯水槽であるため、溢水源としない。

表 溢水源とする屋外タンク等

No	名称	保有水量 [m ³]	溢水伝播挙動評価 に用いる溢水量 [m ³]* ²	配置 No	保有水量 20m ³ 以上の 屋外タンク等	エリア No	合計 保有水量 [m ³]	溢水伝播挙動評価 に用いる合計溢水量 [m ³]* ¹
1	A-44m盤廻り消火設備タンク(南側)	155	171	30	○	エリア ①	10,570	11,628 (10,585)
2	B-44m盤廻り消火設備タンク(南側)	155	171	30	○			
3	輪谷貯水槽（東側）沈砂池	260	286	20	○			
4	輪谷貯水槽（東側）	10,000	11,000	19	○			
5	25MVA緊急用変圧器	15	—	n-60	—			
6	2号ろ過水タンク	3,000	3,300	11	○	エリア ②	6,347	7,081 (6,362)
7	1号除だく槽	87	131	12	○			
8	1号ろ過器	62	93	13	○			
9	2号除だく槽	102	113	14	○			
10	2号ろ過器	36	54	15	○			
11	2号濃縮槽	30	45	16	○			
12	1号ろ過水タンク	3,000	3,300	17	○			
13	22m盤受水槽	30	45	37	○			
14	1号除だく槽排水槽	7	—	n-41	—			
15	トイレ用ろ過水貯槽	8	—	n-41	—			
16	A-SB廻り消火設備タンク	46	69	18	○	エリア ③	113	170 (113)
17	B-SB廻り消火設備タンク	46	69	18	○			
18	管理事務所4号館用消火タンク	21	32	36	○			
合 計							17,060	18,879

※ 1 ()内はエリア内の溢水源とする屋外タンク等の保有水量の合計を示す。

※ 2 評価に用いる溢水量は保有水量を以下の通り割り増した。

20m³以上100m³以下の屋外タンク等：1.5倍

100m³を超える屋外タンク等：1.1倍

6. 土石流による屋外タンク等からの溢水影響 (3/5)

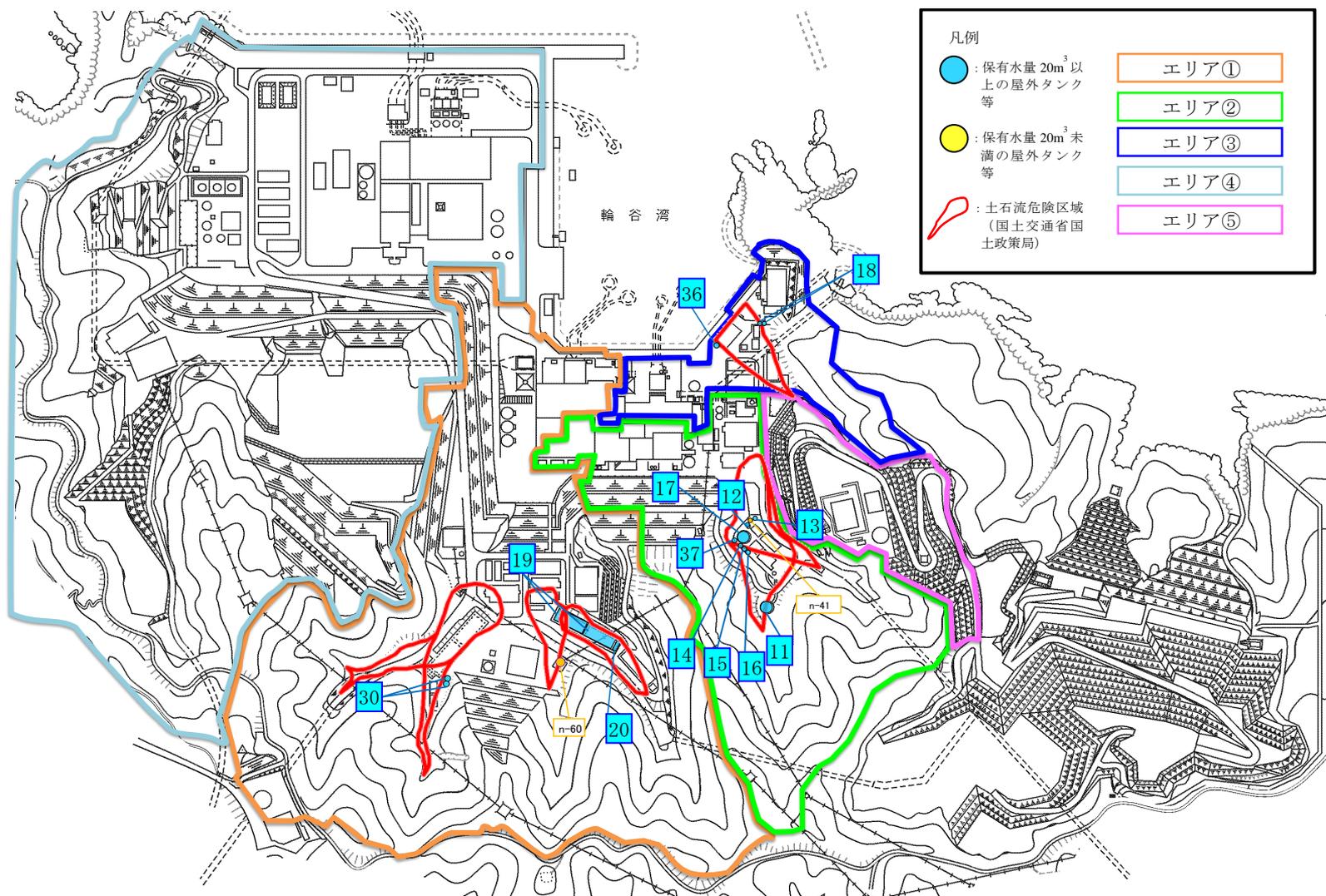


図 溢水源とする屋外タンク等の配置図

6. 土石流による屋外タンク等からの溢水影響 (4/5)

■ 溢水伝播挙動評価

汎用熱流体解析コードFluentを用いて、敷地の水位を算出する。

● 溢水伝播挙動評価条件

- ✓ 溢水源となる屋外タンク等を表現し、土石流による損傷をタンク側板が瞬時に消失するとして模擬する。なお、輪谷貯水槽（東側）も貯水槽側壁が瞬時に消失するとして模擬する。
- ✓ 構内排水路による排水機能及び敷地外への排出は期待しない。

● 評価モデル

- ✓ 島根原子力発電所の敷地形状を三次元モデルで模擬する。
- ✓ 溢水源のモデル化にあたっては、敷地形状（尾根、谷、敷地高さ）を踏まえた発電所構内に流入する降水の集水範囲から、屋外タンク等の設置エリアを5箇所エリアに区分する。
- ✓ 保有水量 20m^3 以上の屋外タンク等はその設置位置でモデル化する。また、分散している溢水源を集中させることで水位が高くなることから、保有水量 20m^3 未満の屋外タンク等は、その設置位置でモデル化せず、各エリアでモデル化する屋外タンク等の保有水量を割り増すことで考慮する。

6. 土石流による屋外タンク等からの溢水影響 (5/5)

■ 評価結果

建物外周扉等の設置位置付近の代表箇所の最大浸水深を下表に示す。

代表箇所の最大浸水深より建物外周扉等の設置位置が高いことから、溢水防護区画への浸水はなく、土石流による屋外タンク等の溢水は溢水防護対象設備に影響を与えることがないことを確認した。

代表箇所		基準高さ EL [m]	建物外周扉等 の設置位置 EL [m]	最大 浸水深 【土石流】 [m]	(参考) 最大浸水深 【地震】 [m]
地点1	原子炉建物南面	15.0	15.3	0.06	0.05
地点2	原子炉建物西面1	15.0	15.3	0.11	0.01
地点3	原子炉建物西面2	15.0	15.3	0.12	0.03
地点4	タービン建物南面1	8.5	8.8	0.21	0.23
地点5	タービン建物南面2	8.5	8.9	0.33	0.72
地点6	タービン建物南面3	8.5	9.1	0.21	0.22
地点7	タービン建物南面4	8.5	9.26	0.21	0.21
地点8	海水ポンプエリア西面	8.5	10.8	0.20	0.21
地点9	海水ポンプエリア東面	8.5	10.8	0.29	0.36
地点10	廃棄物処理建物南面	15.0	15.35	0.32	0.33
地点11	B-非常用ディーゼル発電機燃料貯蔵タンク格納槽北面	15.0	15.35	0.08	0.02

表 代表箇所における最大浸水深