

| | |
|-------------------|---------------|
| 島根原子力発電所 2号炉 審査資料 | |
| 資料番号 | EP-016改12(説4) |
| 提出年月日 | 令和2年7月20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7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. 土石流による屋外溢水からの溢水影響 | P.11 |

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。

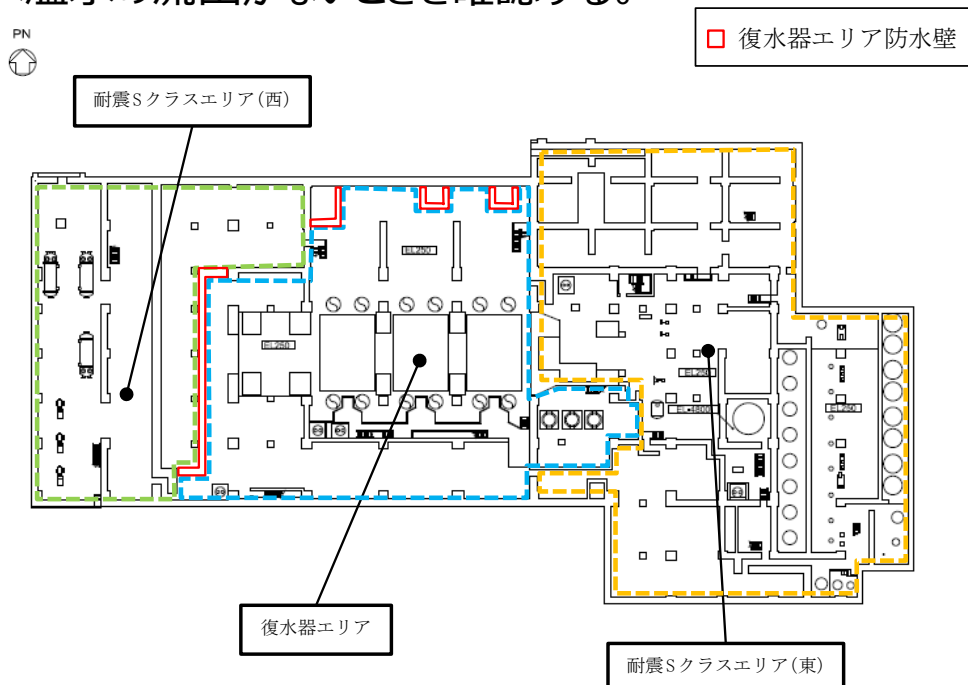


図 タービン建物地下1階の区画

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，タービン補機海水系インターロックの設置）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 | 変更理由 |
|-------------------------------|-------|-----------------------------------|
| 防護対象設備の選定 | なし | — |
| 溢水源の選定 | あり | 復水器エリア，耐震スクラスエリア（東）及び（西）ごとに溢水源を選定 |
| 溢水防護区画の設定 | なし | — |
| 溢水経路の設定 | あり | 復水器エリア防水壁等を考慮 |
| 評価に用いる各項目の設定 | — | — |
| ・溢水量の算出 | あり | 復水器エリア，耐震スクラスエリア（東）及び（西）ごとに溢水量を算出 |
| ・循環水ポンプ停止及び復水器水室出入口弁閉止インターロック | なし | — |
| ・タービン補機海水系インターロック | あり | インターロックによる弁閉止等により津波の流入を防止 |
| 溢水影響評価 | あり | 溢水水位の変更 |
| 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する。

● 循環水ポンプ停止及び循環水系弁閉止インターロックについて

- ✓ 地震時に循環水ポンプ停止，循環水ポンプ出口弁及び復水器水室出入口弁を閉止するインターロックを設置し，復水器エリア内への海水の流入を低減する（図1, 2）。
- ✓ インターロック回路，循環水ポンプ出口弁及び復水器出入口弁は，基準地震動Ss に対して機能を維持する設計とし，非常用電源へ接続する。
- ✓ 漏えい検知は床上100mmにて検知する設計とする（設置箇所：図3）。

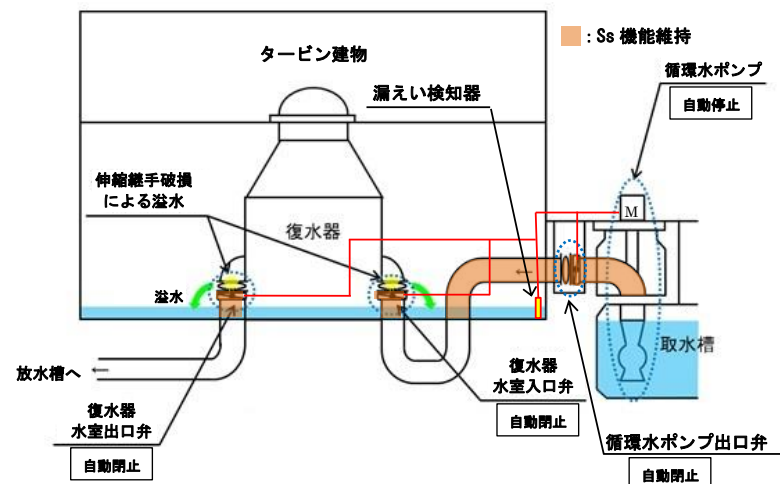


図1 循環水ポンプ停止及び循環水系弁閉止インターロック設置概要図

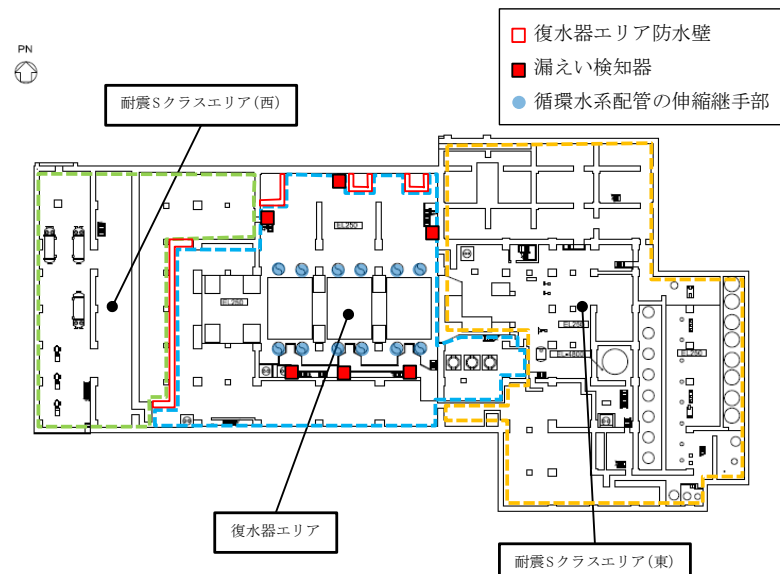


図3 漏えい検知器設置箇所（タービン建物地下1階）

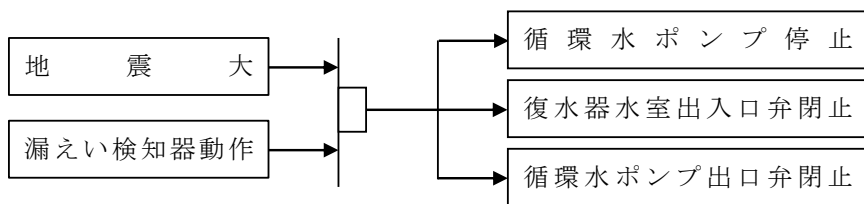


図2 循環水ポンプ停止及び循環水系弁閉止インターロック

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 | 約13,170 |

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 | 約14,270 |
| 循環水系の保有水量 | 約180 |
| 合計 | 約14,450 |

● 想定破損による没水影響評価結果

- ✓ 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 | 約1,827 |
| EL2.0~EL5.3m | 約4,853 |
| 合計 | 約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 | 約176 |
| EL0.25~EL2.0m | 約3,236 |
| EL2.0~EL5.5m | 約10,052 |
| EL5.5~EL8.8m | 約11,352 |
| 合計 | 約24,816 |

3. 復水器エリアの溢水影響評価結果 (3/4)

● 想定破損による没水影響評価結果 (続き)

- ✓ 循環水系配管の伸縮継手部からの溢水量 (約14,450m³) は、復水器エリアの貯留可能容積 (約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 (約14,450m³) 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 (約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。

14,450m³
(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)

14,450m³
(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)

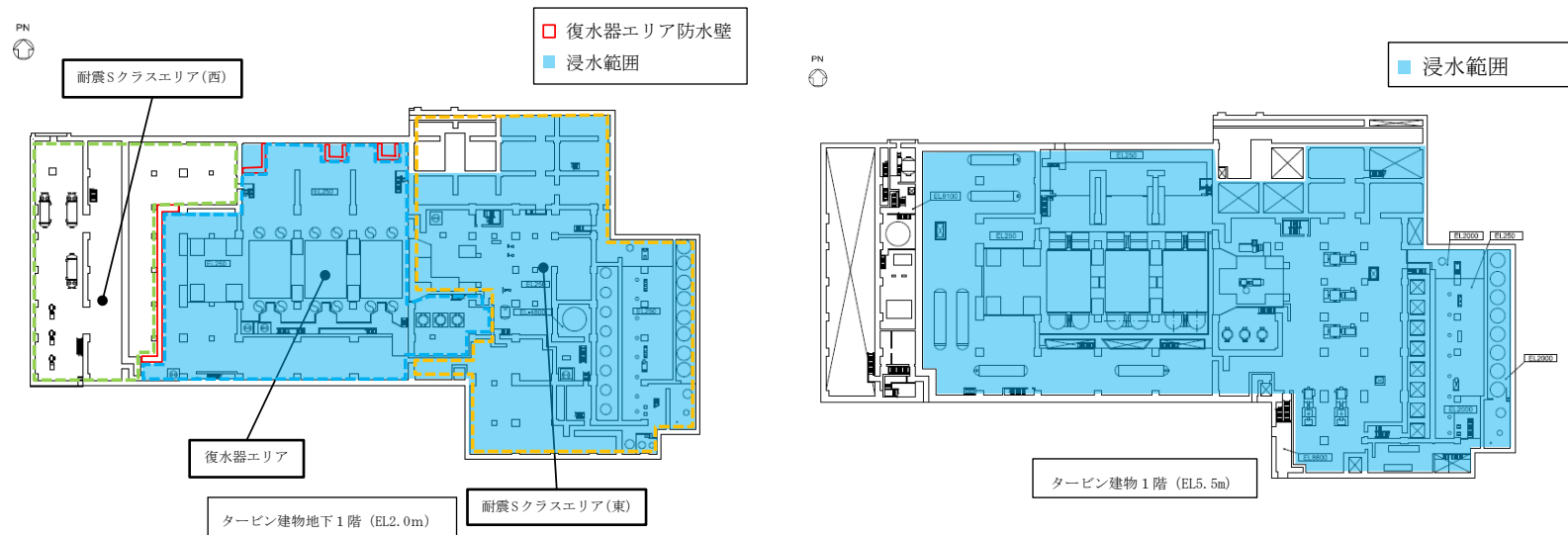


図 循環水配管の想定破損により溢水の浸水する範囲

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 | 約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 | 約3,130 |
| 耐震B,Cクラス機器の保有水量 | | 約2,860 |
| 合計 | | 約5,990 |

●地震起因による没水影響評価結果

- ✓ 地震起因による溢水量(約5,990m³)は、表3に示す復水器エリアの貯留可能容積(約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 | 約1,827 |
| EL2.0~EL5.3m | 約4,853 |
| 合計 | 約6,680 |

5,990m³ < 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で最も溢水量の大きい復水給水系配管の破損を想定する。
- ✓ 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。

● 想定破損による溢水量

- ✓ エリア内で想定する溢水のうち、最も溢水量の大きい復水給水系（1,646m³）を想定する。

● 地震起因による溢水量

- ✓ エリア内に設置される耐震B,Cクラス機器の保有水量から算出する。各エリアの溢水量を表に示す。

表 地震起因による溢水量

| エリア | 溢水量[m ³] |
|--------------|----------------------|
| 耐震Sクラスエリア（東） | 約2,730 |
| 耐震Sクラスエリア（西） | 約1,332 |

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）の没水影響評価結果

● 想定破損による没水影響評価結果

- ✓ 想定破損による溢水量（約1,646m³）は、地震起因による溢水量（約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。

● 地震起因による没水影響評価結果

- ✓ 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（約2,730m³）は、耐震Sクラスエリア（東）の貯留可能容積（約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 | 約176 |
| EL0.25～EL2.0m | 約1,409 |
| EL2.0～EL4.9m | 約5,013 |
| 合計 | 約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）の没水影響評価結果

● 想定破損による没水影響評価結果

- ✓ 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（約1,646m³）は、耐震Sクラスエリア（西）の貯留可能容積（約3,131m³）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 | 約3,131 |

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

● 地震起因による没水影響評価結果

- ✓ 地震起因による溢水量（約1,332m³）（溢水水位EL3.4m）は、想定破損による溢水量（約1,646m³）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

■ 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

- 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ことから、循環水系配管を含む耐震B,Cクラス機器の破損箇所からタービン建物へ津波の流入はない。タービン補機海水系の対策概要図を図1に、津波襲来に係る時系列を図2、3に示す。

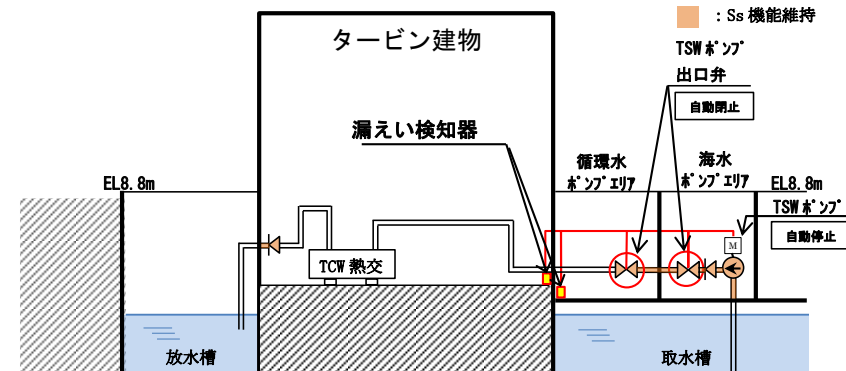


図1 タービン補機海水系の対策概要図

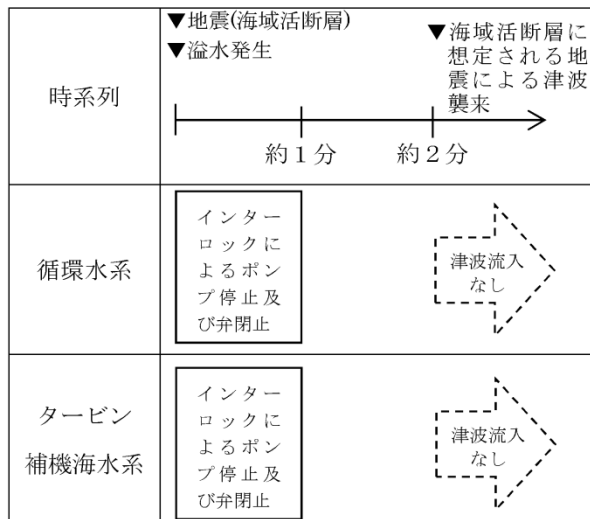


図2 海域活断層に想定される地震による津波襲来に係る時系列

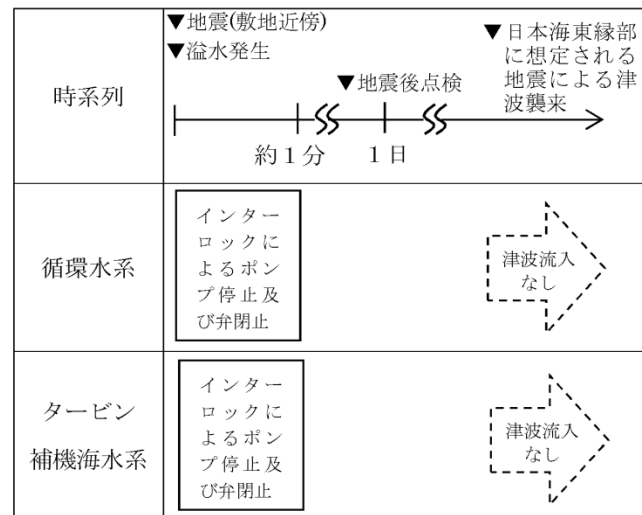


図3 日本海東縁部に想定される地震による津波襲来に係る時系列

6. 土石流による屋外タンク等からの溢水影響（1/5）

■ 背景

- 建物外からの溢水影響評価のうち屋外タンク等の溢水による影響として、地震起因による屋外タンク等からの溢水影響評価を実施し、溢水防護対象設備に影響を与えないことを確認していた。
- 外部事象による溢水影響のうち土石流による溢水影響については、溢水伝播挙動評価に用いる合計溢水量（約19,000m³）が、地震起因による溢水伝播挙動評価に用いる合計溢水量（約22,000m³）に包含されることから、土石流により屋外タンク等が破損した場合に発生する溢水水位は、地震起因の溢水水位に包含され、溢水防護対象設備に影響を与えないと評価しているが、以下の理由より、局所的な水位上昇の可能性のあることから、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た溢水伝播挙動評価を実施した。
- 地震起因による屋外タンク等からの溢水影響評価では、輪谷貯水槽（東側）の溢水伝播挙動評価に用いる溢水量は、スロッシング量としている。
- 土石流危険区域内に輪谷貯水槽（東側）が設置されており、スロッシング量以上の溢水が生じる可能性がある。

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)

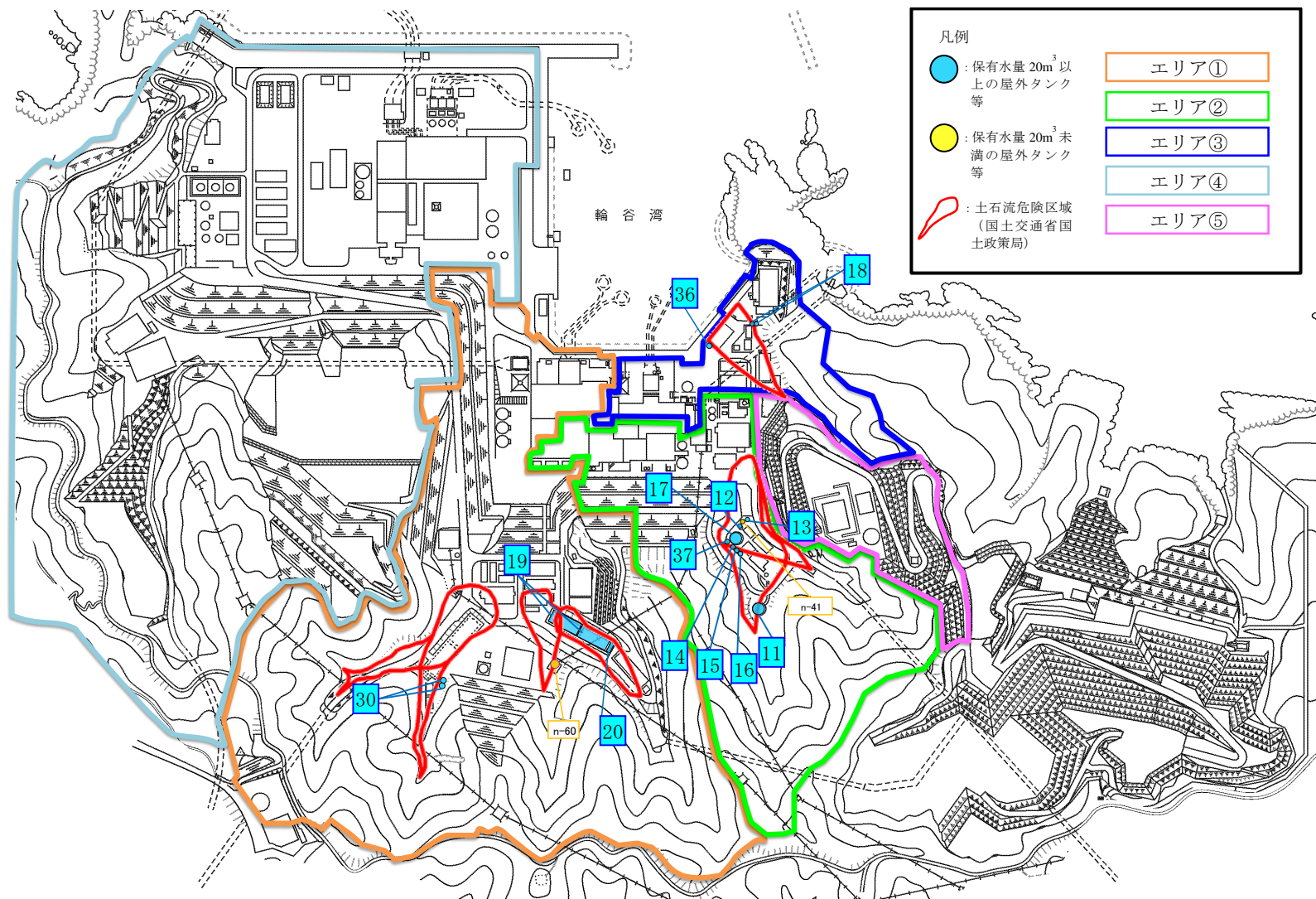


図 溢水源とする屋外タンク等の配置図

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箇所のエリアに区分する。
- 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での最大浸水深を下図に示す。

代表箇所で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] | 最大浸水深 [m] | 建物外周扉等 の設置位置 EL [m] |
|------|-------------------------------|----------------|--------------|---------------------------|
| 地点1 | 原子炉建物南面 | 15.0 | 0.06 | 15.3 |
| 地点2 | 原子炉建物西面1 | 15.0 | 0.11 | 15.3 |
| 地点3 | 原子炉建物西面2 | 15.0 | 0.12 | 15.3 |
| 地点4 | タービン建物南面1 | 8.5 | 0.19 | 8.8 |
| 地点5 | タービン建物南面2 | 8.5 | 0.33 | 8.9 |
| 地点6 | タービン建物南面3 | 8.5 | 0.20 | 9.1 |
| 地点7 | タービン建物南面4 | 8.5 | 0.18 | 9.26 |
| 地点8 | 海水ポンプエリア西面 | 8.5 | 0.18 | 10.8 |
| 地点9 | 海水ポンプエリア東面 | 8.5 | 0.29 | 10.8 |
| 地点10 | 廃棄物処理建物南面 | 15.0 | 0.32 | 15.35 |
| 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 | 0.08 | 15.35 |

図 代表箇所における最大浸水深