

# 柏崎刈羽原子力発電所 第7号機 耐津波設計における浸水防護重点化範囲 との境界について

**TEPCO**

---

2020年6月17日  
東京電力ホールディングス株式会社

枠囲みの内容は、機密事項に属しますので公開できません。

1. はじめに
2. 浸水防護重点化範囲の設定
3. 浸水防護重点化範囲の境界における設計方針

# 1. はじめに

- 2019年6月19日に設置変更許可を受けた申請における耐津波設計のうち、重要な安全機能を有する施設の隔離(内郭防護)として、図1に示す溢水事象を安全側に想定した場合でも重要な安全機能を有する施設が浸水により機能喪失することがない設計とすることとしている。
- 詳細設計の進捗に伴い、上記設計方針に変更はないものの、以下に示すとおり、浸水防護重点化範囲及び津波対策設備の位置付けについて再整理する必要が生じたため、経緯及び整理結果を説明する。

➤ 浸水防護重点化範囲の再整理

設置変更許可時は、静的機器(配管, 電路等)しか設置しない区画については、浸水防護重点化範囲として設定していなかったが、工認審査ガイド※に基づき、改めて浸水防護重点化範囲として設定する。

➤ 津波対策設備の位置付けの再整理

図1の①及び③の事象における溢水量低減対策として設置している復水器水室出入口弁及びタービン補機冷却海水ポンプ吐出弁について、津波の影響軽減機能を有することから、改めて津波影響軽減設備として設定する。

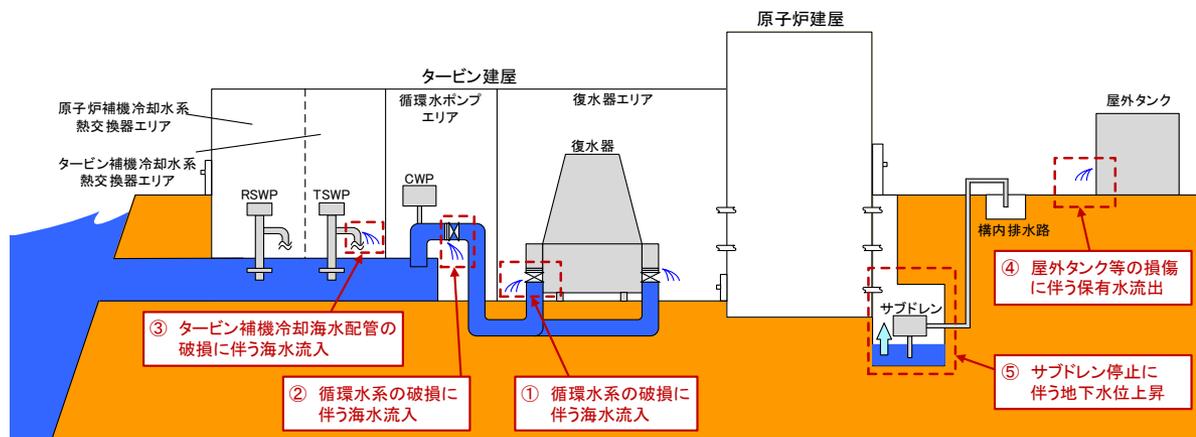


図1: 内郭防護の設計において安全側に想定する溢水事象

- 工認審査ガイドでは、重要な安全機能を有する設備等が設置されているエリアを浸水防護重点化範囲と設定したうえで、当該範囲に極力浸水させない設計とすることが求められている
- このような設計要求への対応としては、境界での止水対策や浸水量低減対策など種々の方法が考えられ、これらを適切に選定し、合理性や実現性も踏まえて安全性を確保していく必要がある
- 今回柏崎刈羽7号機の耐津波設計としては、重要な安全機能を有する設備等の、浸水に対する特性(影響度合い)を考慮し、大きく二つの対応方針をとることとした
- 具体的には、
  - 動的機器: 浸水により機能喪失することが明らかなもの  
→境界により止水対策を実施することで浸水させない設計とする
  - 静的機器: 浸水に対し、一定程度の頑健性を有するもの  
→機能維持可能な範囲で浸水を許容する設計とする
- 上記のような対応方針とすることで、必要な安全性を確保したうえで、合理的な対策とすることが可能と判断した
- 上記の具体的な対策として、以下の二つを組み合わせる
  - 浸水を許容できない範囲境界での止水対策
  - 浸水の検知による速やかな復水器水室出入口弁及びタービン補機冷却海水ポンプ吐出弁の閉止対策
- 止水対策については、ガイド上の要求通り、内郭防護の浸水対策として浸水防止設備と整理
- 浸水検知による復水器水室出入口弁及びタービン補機冷却海水ポンプ吐出弁閉止については、海水の浸水をゼロにすることはできないものの、静的機器の機能維持を十分に担保できる程度に浸水を緩和(溢水量を低減)し、かつ、境界での止水対策への津波の波力による影響を軽減することが可能
- 上記のような位置づけを鑑み、復水器水室出入口弁及びタービン補機冷却海水ポンプ吐出弁閉止については、改めて津波影響軽減設備に該当すると整理する

## 2. 浸水防護重点化範囲の設定

## 2.1 浸水防護重点化範囲の明確化

### 【規制基準における要求事項等】

- 重要な安全機能を有する設備等を内包する建屋及び区画については、浸水防護重点化範囲として明確化すること。

### 【設計方針及び設計結果】

- 浸水による機能喪失有無に関わらず、重要な安全機能を有する設備等を内包する区画について、図2のとおり浸水防護重点化範囲として設定。

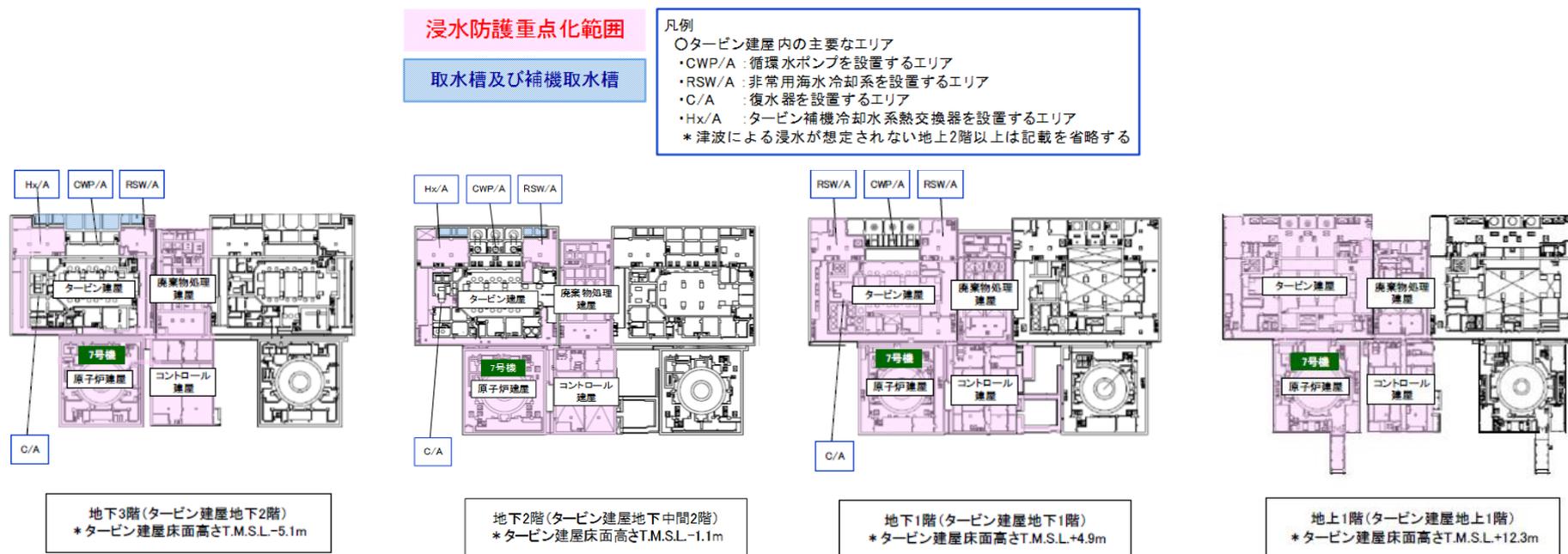


図2: 浸水防護重点化範囲

## 2.2 浸水防護重点化範囲内設置設備の特性に基づく整理

- 浸水防護重点化範囲内に設置する設備の特性(浸水による機能喪失有無)を考慮し、浸水防護重点化範囲を、『浸水防護重点化範囲』と『浸水防護重点化範囲(浸水を想定するエリア)』に分類
- それぞれの範囲内に設置される設備の安全機能喪失防止に関する設計方針を表1のとおり整理

表1: 浸水防護重点化範囲内設置設備の特性に基づく整理

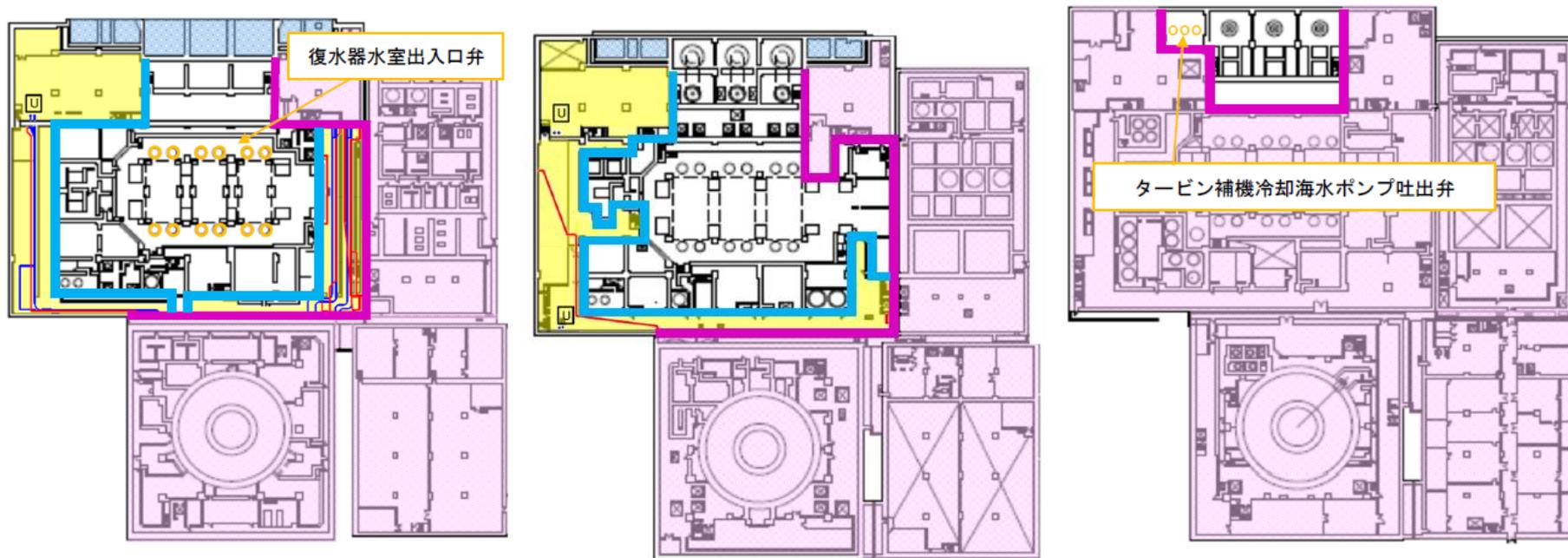
	浸水防護重点化範囲	浸水防護重点化範囲(浸水を想定するエリア)
範囲内に設置する設備	動的機器(ポンプ, 電源盤等) 静的機器(配管, 電路等)	静的機器(配管, 電路等)のみ
浸水による機能喪失防止に関する設計方針	浸水経路に対して止水対策を実施し, 当該範囲の浸水を防止することで, 安全上重要な機器の機能喪失を防止	浸水を前提とし, 安全性評価を実施し, 安全上重要な機器が機能喪失しないことを確認
上記設計方針とする理由	動的機器(ポンプ, 電源盤等)については, 浸水により機能喪失するため, 区画内が浸水することが無い設計とする必要がある。	静的機器については, 動的機器と異なり浸水した場合でも機能喪失するとは限らないため, 浸水時にも機能喪失しないことを確認できれば, 区画内への浸水も許容する。



### 3. 浸水防護重点化範囲の境界における 設計方針

### 3.1 浸水防護重点化範囲の境界について

- 図3で設定した浸水防護重点化範囲とその境界について図4に示す。(地上1階については、境界が存在しないため、記載を割愛)



(1) タービン建屋地下2階 (T.M.S.L. -5.1m)

(2) タービン建屋地下中2階 (T.M.S.L. -1.1m)

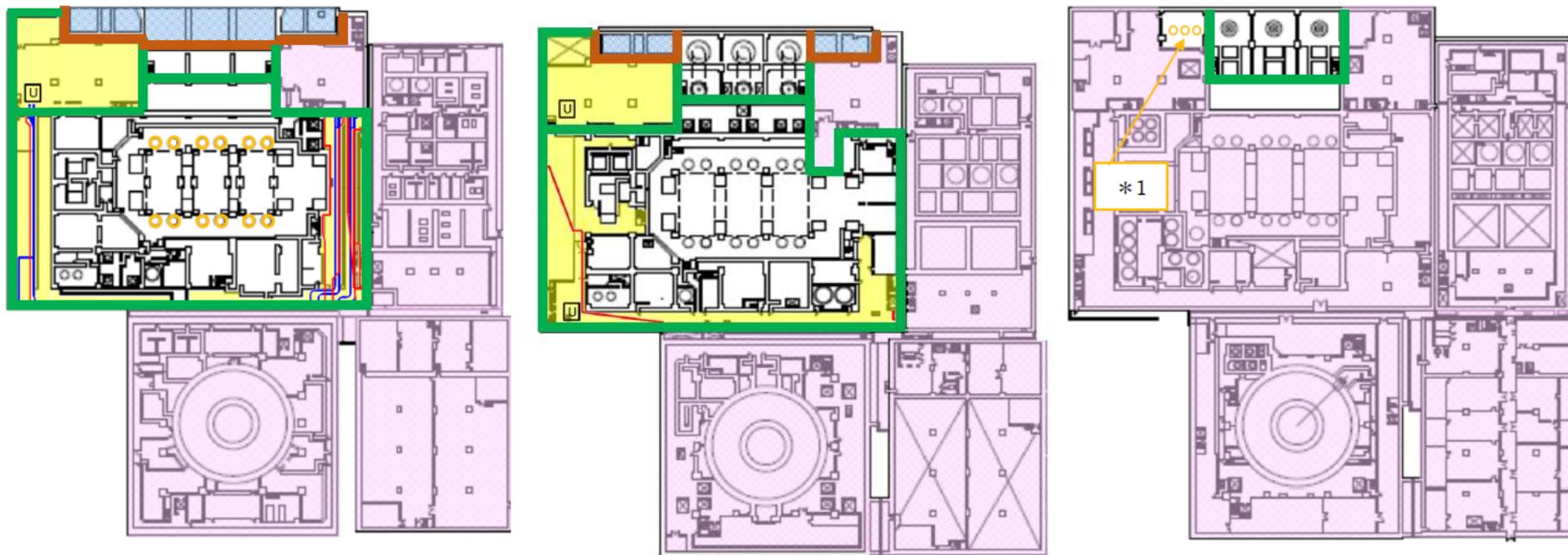
(3) タービン建屋地下1階 (T.M.S.L. 4.9m)

- : 浸水防護重点化範囲
- : 浸水防護重点化範囲との境界②
- : 浸水防護重点化範囲 (浸水を想定するエリア)
- : 浸水防護重点化範囲 (浸水を想定するエリア) との境界①
- : 静的な耐震Sクラス電路
- : 静的な耐震Sクラス配管
- U : 上階へ

**図4:タービン建屋の浸水防護重点化範囲境界の整理**

## 3.2 浸水防護重点化範囲の境界を踏まえた浸水対策範囲

- 内郭防護の浸水対策は、浸水を想定するエリアを除き、図5に示すように浸水防護重点化範囲の境界を包含する形で実施。



(1) タービン建屋地下2階 (T.M.S.L. -5.1m)

(2) タービン建屋地下中2階 (T.M.S.L. -1.1m)

(3) タービン建屋地下1階 (T.M.S.L. 4.9m)

■ : 浸水防護重点化範囲

■ : 浸水防護重点化範囲 (浸水を想定するエリア)

■ : 耐津波設計において内郭防護の浸水対策を実施する境界

■ : 外郭防護 (参考)

— : 静的な耐震Sクラス電路

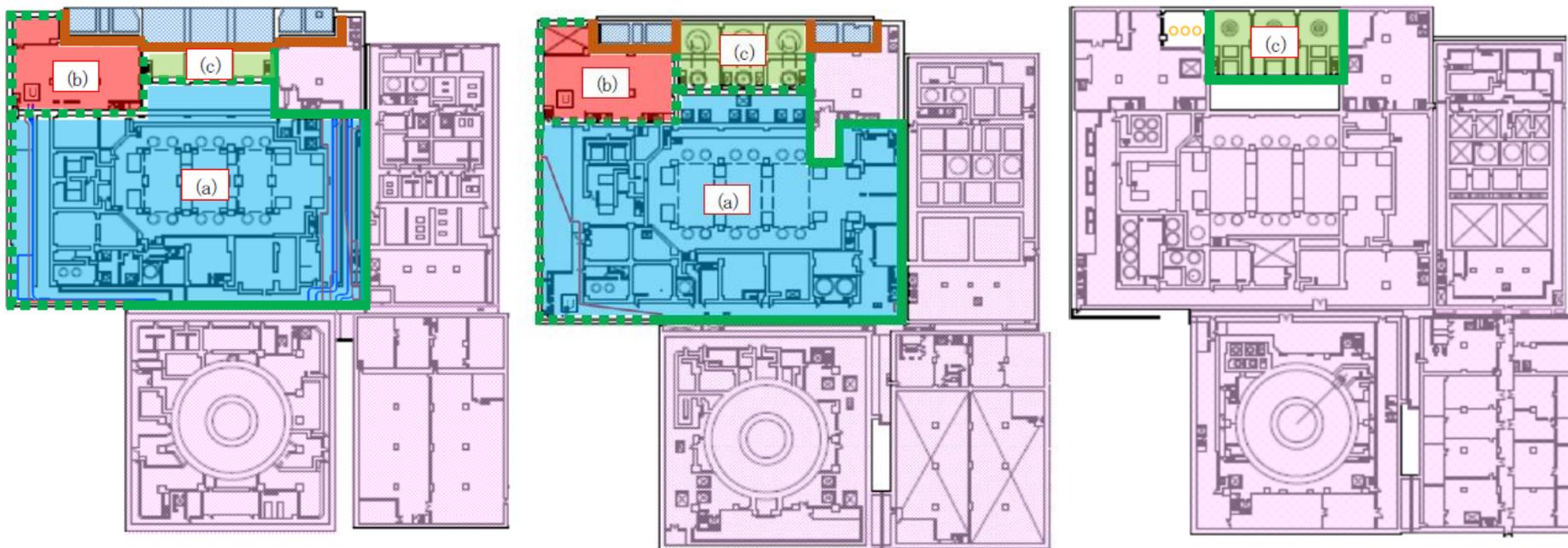
— : 静的な耐震Sクラス配管

注記 \*1 : 溢水の発生防止のためタービン補機冷却海水系を耐震強化実施し、溢水が発生しないエリア

図5: 内郭防護の浸水対策を実施する範囲の境界の整理

### 3.3 浸水防護重点化範囲の境界以外での浸水対策について

- 内郭防護の浸水対策は、浸水防護重点化範囲の境界以外でも、隣接エリアへの浸水量低減を目的として実施している。(図6緑点線の境界)



(1) タービン建屋地下2階 (T.M.S.L. -5.1m)

(2) タービン建屋地下中2階 (T.M.S.L. -1.1m)

(3) タービン建屋地下1階 (T.M.S.L. 4.9m)

- : 浸水防護重点化範囲
- : (a) C/A\*<sup>1</sup>の浸水エリア
- : (b) Hx/A\*<sup>2</sup>の浸水エリア
- : (c) CWP/A\*<sup>3</sup>の浸水エリア
- : 耐津波設計において内郭防護の浸水対策を実施する範囲
- : 外郭防護 (参考)

(a), (b), (c)の各エリアにおいては、それぞれ異なる溢水源からの溢水が発生しており、それらがエリアをまたいで伝播すると、浸水量の増加や対策範囲の増加につながる。よって、これらのエリア境界にて浸水対策を実施することで、伝播防止を図っている。

なお、これらの浸水対策も耐津波設計としている。

注記\*1: C/A:復水器を設置するエリア

注記\*2: Hx/A:タービン補機冷却水系熱交換器を設置するエリア

注記\*3: CWP/A:循環水ポンプを設置するエリア

図6:タービン建屋内の浸水エリア図

### 3.4 耐津波設計工認審査ガイドにおける要求事項への適合について **TEPCO**

- 耐津波設計工認審査ガイドにおける、浸水防護重点化範囲境界の浸水対策への要求事項に対する適合について

	ガイドに記載されている「規制基準における要求事項等」、「確認内容」	浸水防護重点化範囲(浸水を想定するエリア)との境界 境界①	浸水防護重点化範囲との境界 境界②
<p><b>3.5.2</b> 浸水防護重点化範囲の境界における浸水対策</p>	<p>津波による溢水を考慮した浸水範囲、浸水量を安全側に想定すること。</p> <p>浸水範囲、浸水量の安全側の想定に基づき、浸水防護重点化範囲への浸水の可能性のある経路、浸水口(扉、開口部、貫通口等)を特定し、それらに対して浸水対策を施すこと。</p> <p>【確認内容】(3) 浸水防護重点化範囲の境界において特定した経路、浸水口における浸水防止設備の位置・仕様・強度を確認する。(中略) 確認の詳細を「5. 浸水防止設備に関する事項」に示す。</p> <p>【確認内容】(4) 浸水範囲への浸水が安全機能への影響がないことを確認するため、浸水防護重点化範囲への浸水量(漏水量)を確認するとともに、範囲内への浸水が重要な安全機能を有する設備等の機能に影響を及ぼさないことを確認する。浸水量評価及び安全評価の確認の詳細を「7. 浸水量評価に基づく安全性評価」に示す。</p>	<p>復水器水室出入口弁及びタービン補機冷却海水ポンプ吐出弁が閉止するまでにポンプが起動し続け配管破損箇所からの溢水が流入すると想定</p> <p>境界の壁には貫通口等があるため浸水を想定するが、溢水量の低減及び津波波力の影響軽減のために復水器水室出入口弁及びタービン補機冷却海水ポンプ吐出弁を自動閉止するインターロックを設置</p> <p>— (浸水防止設備ではないが、地震後の溢水量を低減させるため、復水器水室出入口弁及びタービン補機冷却海水ポンプ吐出弁のSs機能維持を確認)</p> <p>復水器エリアはT.M.S.L.約+2.4mまで浸水すると想定。 重要な安全機能を有する設備等として静的機器(耐震Sクラス配管・電路)がある。 「7. 浸水量評価に基づく安全性評価」に沿った評価を実施(補足2.2で確認済)</p>	<p>同左</p> <p>境界の壁・床の貫通口等に浸水対策を実施</p> <p>浸水対策として設置した水密扉・床ドレンライン浸水防止治具・貫通部止水処置・取水槽閉止板を浸水防止設備として位置づけ耐震・強度計算を実施(浸水防護重点化範囲である原子炉建屋等への浸水を防止)</p> <p>—</p>

**今回説明  
の設備(弁)**

**ガイドの  
浸水防止設備**  
※既に審査書類提出済

### 3.5 溢水量及び波力の影響を軽減している設備(弁)の位置付け

- 復水器水室出入口弁及びタービン補機冷却海水ポンプ吐出弁は、以下の目的で、溢水発生時に閉止する設計としている。
  - ✓ 浸水防護重点化範囲(浸水を想定するエリア)への溢水量を低減させる
  - ✓ 浸水防護重点化範囲の境界②に浸水防止設備として設置した水密扉や貫通部止水処置への津波波力の影響を軽減させる

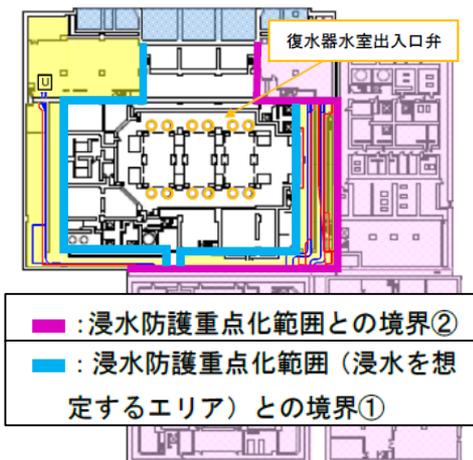
この目的を踏まえ、復水器水室出入口弁及びタービン補機冷却海水ポンプ吐出弁は、耐津波設計に係る工認審査ガイドにおける「**津波影響軽減設備**」に該当すると整理する。

#### 耐津波設計に係る工認審査ガイド【抜粋】

##### 1.3 本ガイドの適用に当たっての留意事項

② 本ガイドにおいて耐津波設計に係る審査対象とする施設・設備は以下のとおりである。

- a) **津波防護施設、浸水防止設備**: 耐震Sクラスの施設に対して津波による影響が発生することを防止する施設・設備
- b) **津波監視設備**: 敷地における津波監視機能を有する設備
- c) **津波影響軽減施設・設備**: 津波防護施設、浸水防止設備への波力による影響を軽減する効果が期待される施設・設備



(1) タービン建屋地下2階 (T.M.S.L. -5.1m)

## 参考資料

- ▶ 津波影響軽減設備と位置づける「復水器水室出入口弁」及び「タービン補機冷却海水ポンプ吐出弁」については、以下の審査ガイドの要求を満足させるため、必要となる工認図書を提出する

## 耐津波設計に係る工認審査ガイド【抜粋】

### 3.7.2 津波影響軽減施設・設備の扱い

- ・地震が津波影響軽減機能に及ぼす影響
- ・漂流物による波及的影響
- ・機能損傷モードに対応した荷重について十分な余裕を考慮した設定
- ・余震による荷重と津波による荷重の荷重組合せ
- ・津波の繰り返し襲来による作用が津波影響軽減機能に及ぼす影響



- ・津波影響軽減設備の津波の位置づけ, 設計方針
  - 【「浸水防護施設の基本設計方針」に追記】
  - 【「V-1-1-3-2 津波への配慮に関する説明書」に追記】
- ・漂流物による波及的影響の有無
  - 【「V-1-1-3-2 津波への配慮に関する説明書」に追記】
- ・Ss地震後も弁が動作可能なこと
  - 【「V-2-10-2-4 その他の浸水防護施設の耐震性についての計算書」に新規追加】
- ・Sd地震及び津波の波力を受けた場合でも弁の閉止機能が維持されること
  - 【「V-3-別添3-1 津波への配慮が必要な施設の強度に関する説明書」に新規追加】

## 【参考2】基本設計方針，説明書等の修正について

- 以下に，基本設計方針，説明書等の津波影響軽減設備追加時の修正についての例を示す。（基本設計方針追記箇所を抜粋，津波影響軽減施設を設置する大飯発電所との比較）

大飯発電所3号機 工事計画認可申請書 基本設計方針（変更後）	柏崎刈羽原子力発電所7号機 工事計画認可申請書 基本設計方針（変更後）
	<p>1.3.6 津波影響軽減 津波影響軽減設備として，発電所周辺を波源とした津波の波力を軽減させるため，復水器水室出入口弁及びタービン補機冷却海水ポンプ吐出弁を設置する。</p> <p>1.4 津波防護対策に必要な浸水防護施設の設計</p> <p>1.4.1 設計方針 津波防護施設，浸水防止設備，津波監視設備及び津波影響軽減設備については，「1.2 入力津波の設定」で設定している繰返しの襲来を想定した入力津波に対して，津波防護対象設備の要求される機能を損なうおそれがないよう以下の機能を満足する設計とする。</p> <p>(4) 津波影響軽減設備 津波影響軽減設備は，津波防護施設及び浸水防止設備への津波による影響を軽減する機能を保持する設計とする。また，地震後において，津波による影響を軽減する機能が保持できる設計とする。 津波影響軽減設備である復水器水室出入口弁及びタービン補機冷却海水ポンプ吐出弁は，タービン建屋に設置する設計とする。</p> <p>1.4.2 荷重の組合せ及び許容限界 津波防護施設，浸水防止設備，津波監視設備及び津波影響軽減設備の設計に当たっては，津波による荷重及び津波以外の荷重を適切に設定し，それらの組合せを考慮する。また，想定される荷重に対する部材の健全性や構造安定性について適切な許容限界を設定する。</p> <p>(1) 荷重の組合せ 津波と組み合わせる荷重については，原子炉冷却系統施設の基本設計方針「第1章 共通項目」のうち「2.3 外部からの衝撃による損傷の防止」で設定している自然条件（積雪，風荷重）及び余震として考えられる地震に加え，漂流物による荷重を考慮する。津波による荷重の設定に当たっては，各施設・設備の機能損傷モードに対応した荷重の算定過程に介入する不確かさを考慮し，余裕の程度を検討した上で安全側の設定を行う。 津波影響軽減設備の設計においては，基準地震動による地震力を考慮し，適切に組み合わせる。</p> <p>(2) 許容限界 津波防護施設，浸水防止設備及び津波監視設備の許容限界は，地震後，津波後の再使用性や，津波の繰返し作用を想定し，施設・設備を構成する材料が概ね弾性状態に留まることを基本とする。 津波影響軽減設備の許容限界は，津波の繰返し作用を想定し，施設が機能を喪失する変形に至らないこと及び終局状態に至らないことを確認する。</p>
	<p>青字：柏崎刈羽原子力発電所7号機と大飯発電所3号機との差異 黄色：前回提出時からの変更箇所</p>