

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24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、浸水防護重点化範囲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。

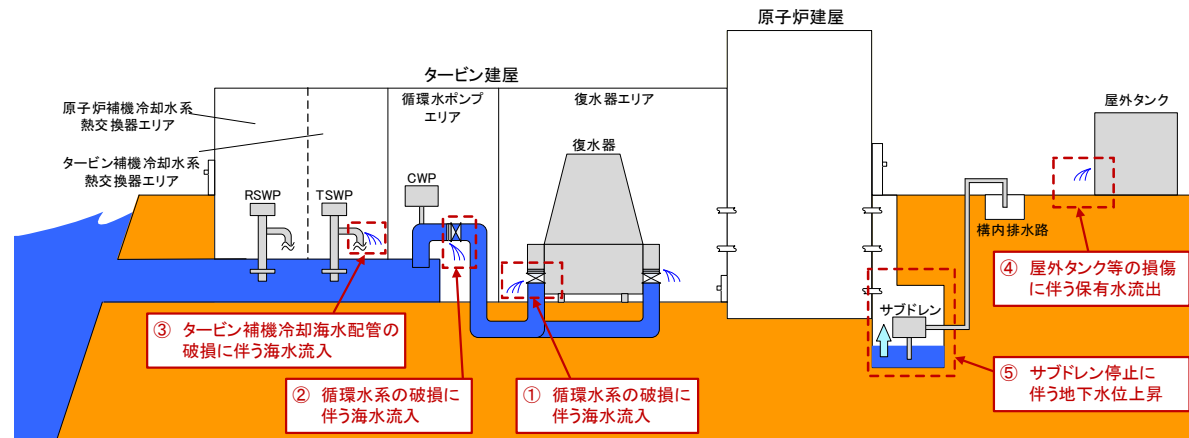


図1:内郭防護の設計において安全側に想定する溢水事象

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追加

- 設置許可からの確認内容と、工認で確認を行った内容について以下表にまとめる。また、それぞれが関連する内郭防護の溢水事象について図1の溢水事象の番号を記載した。
- 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。

	設置許可時の確認内容	工認での確認内容	溢水事象
浸水防護重点化範囲の設定	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	設置許可時のエリアに加え ・静的な耐震Sクラス機器(配管, 電路等)のみを設置するエリアも浸水防護重点化範囲と設定	① ③
浸水防護重点化範囲への浸水対策	浸水防護重点化範囲の境界での止水対策を実施	設置許可時の対策に加え ・追加された浸水防護重点化範囲は静的機器のみが設置されるため、浸水により静的機器が機能喪失しないことを確認	① ③

2.2 浸水防護重点化範囲の追加

- 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。
- 工認段階での追加範囲
 - タービン建屋のHx/A及びC/Aエリアには静的なSクラス機器(配管, 電路等)が存在するため, それらのエリアを浸水防護重点化範囲と設定。加えて地下1階, 1階にも静的なSクラス機器(配管, 電路等)が存在するため浸水防護重点化範囲と設定。

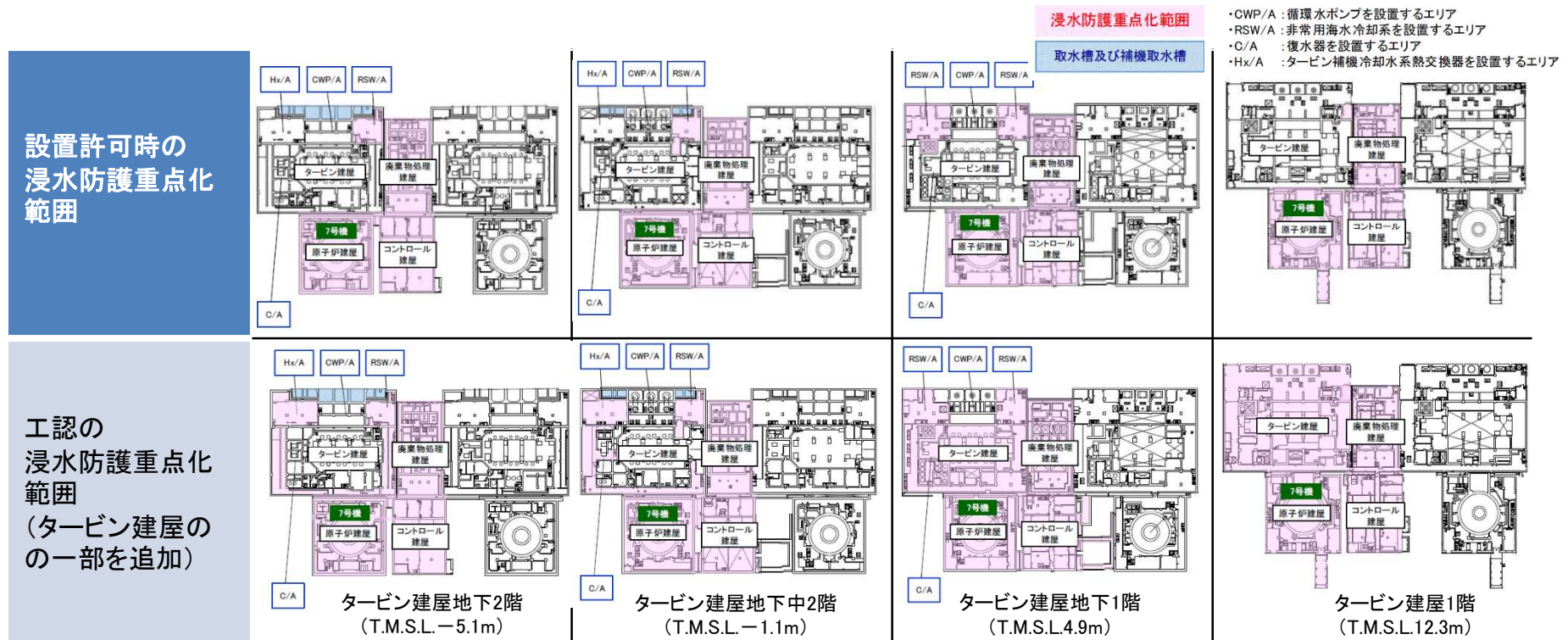


図2: 浸水防護重点化範囲

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

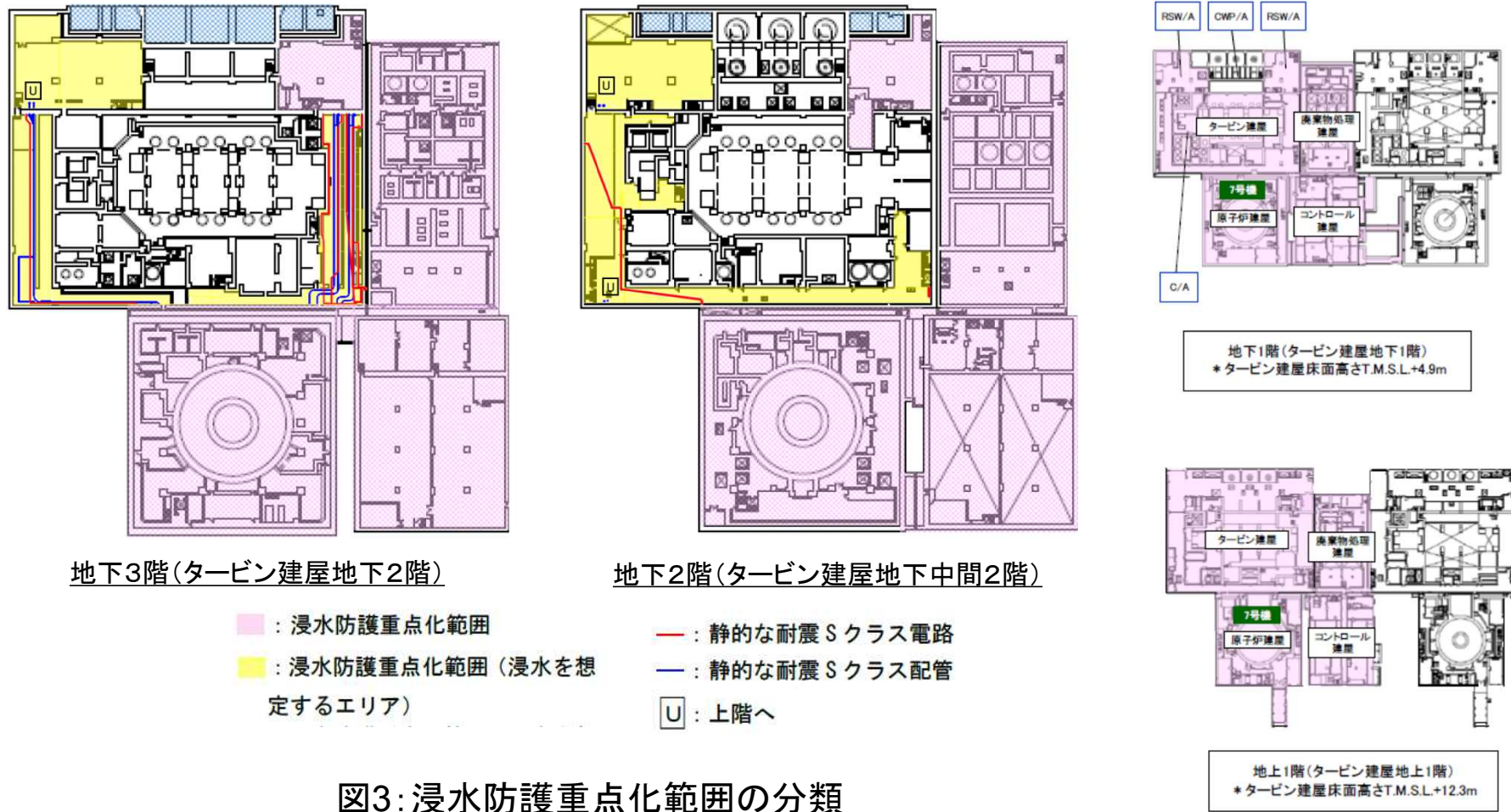
- 浸水防護重点化範囲内に設置する設備の特性(浸水による機能喪失有無)を考慮し、浸水防護重点化範囲を、『浸水防護重点化範囲』と『浸水防護重点化範囲(浸水を想定するエリア)』に分類
- それぞれの範囲内に設置される設備の安全機能喪失防止に関する設計方針を表1のとおり整理

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。

2.3 浸水防護重点化範囲内設置設備の特性に基づく整理の適用

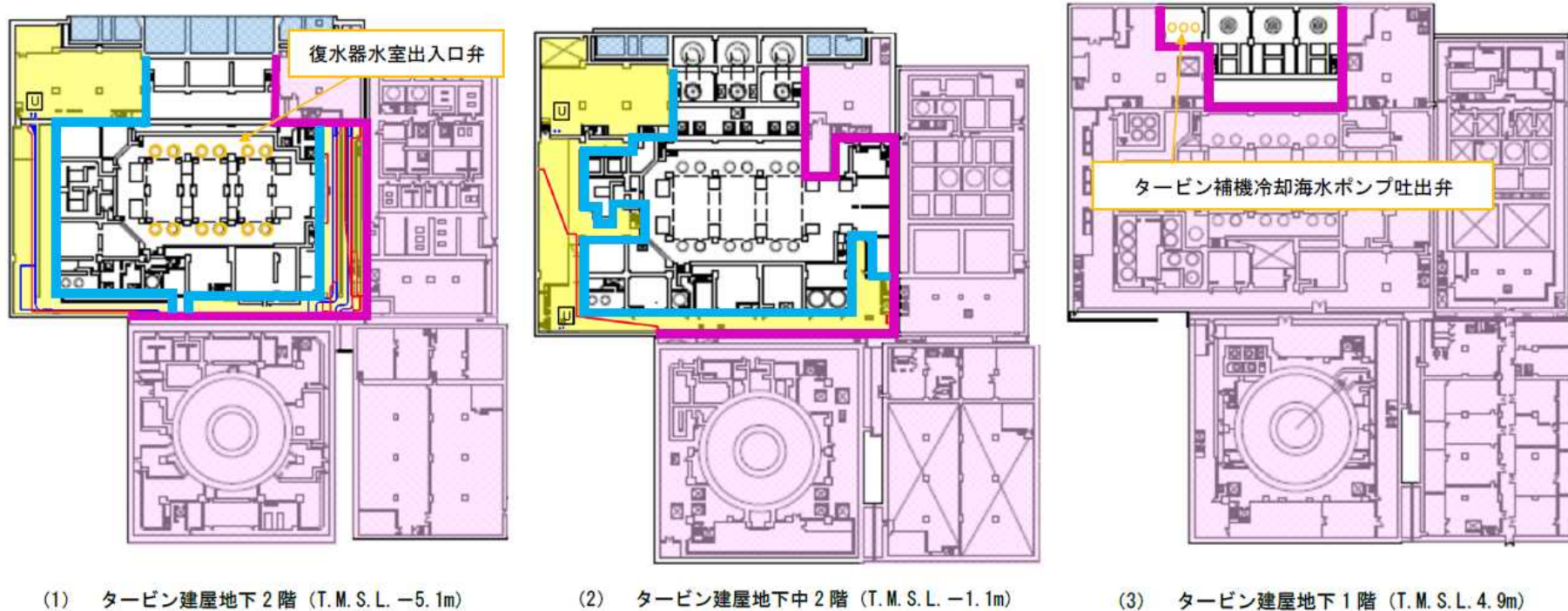
□ 図2に示した浸水防護重点化範囲について、表1で整理した分類を適用すると図4に示すとおりとなる。



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)

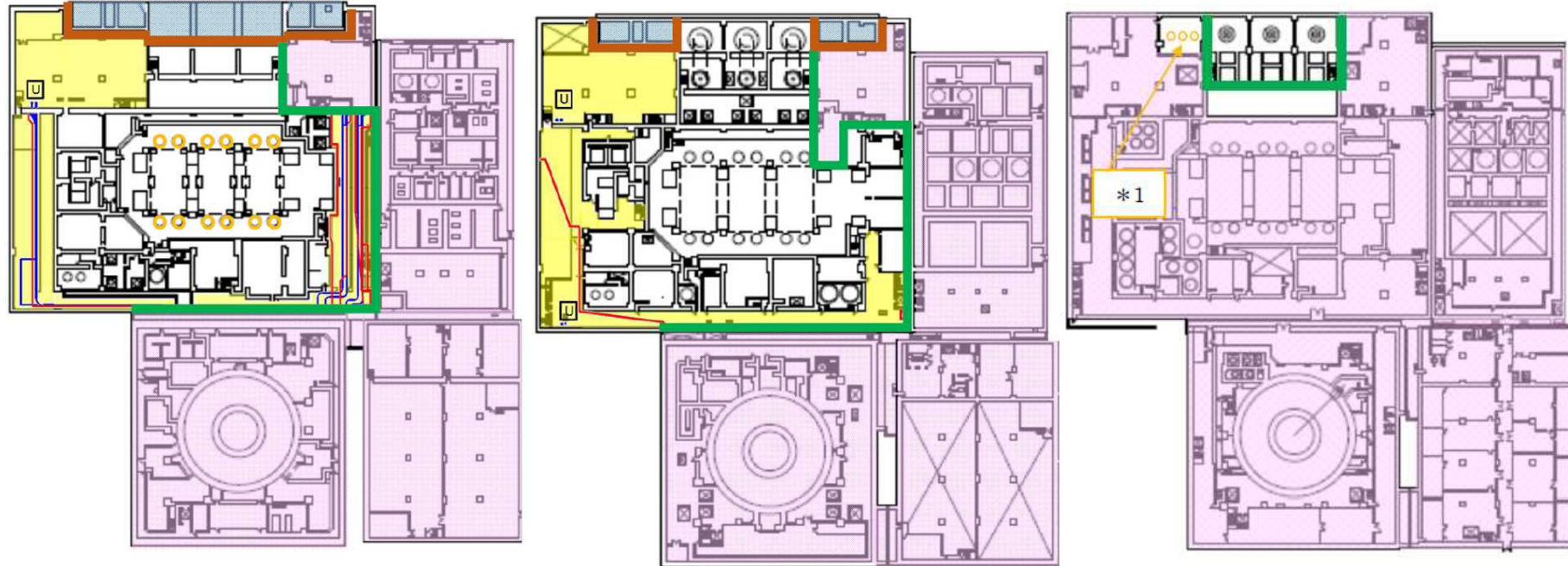


- : 浸水防護重点化範囲
- : 浸水防護重点化範囲との境界②
- : 浸水防護重点化範囲 (浸水を想定するエリア)
- : 浸水防護重点化範囲 (浸水を想定するエリア) との境界①
- : 静的な耐震Sクラス電路
- : 静的な耐震Sクラス配管
- U : 上階へ

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①

- 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。



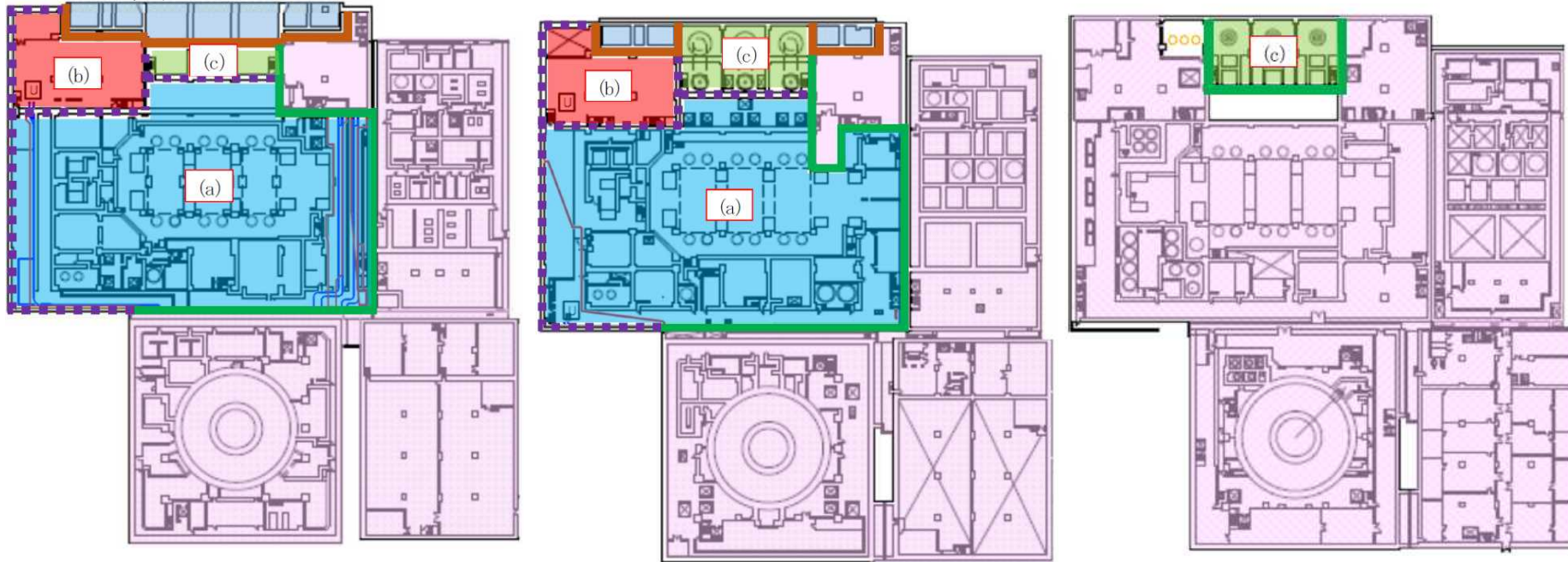
(1) タービン建屋地下2階 (T.M.S.L. -5.1m) (2) タービン建屋地下中2階 (T.M.S.L. -1.1m) (3) タービン建屋地下1階 (T.M.S.L. 4.9m)

- : 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

3.2 浸水防護重点化範囲の境界を踏まえた浸水対策範囲②

- 浸水防護重点化範囲の境界以外でも、溢水(12条)の対策として隣接エリアへの浸水量低減を実施。(図6紫点線の境界。これらは溢水の対策であるが、工認においてはSクラスとして説明)



(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*¹の浸水エリア
- : (b) Hx/A*²の浸水エリア
- : (c) CWP/A*³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)
- : 溢水(12条)の対策範囲 (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溢水伝播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

3.3 浸水防護重点化範囲(浸水を想定するエリア)内の溢水

- 浸水防護重点化範囲(浸水を想定するエリア)は、地震後低耐震の配管等の破損により図7のように溢水が発生する。発生する溢水については、津波到達前の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により停止。

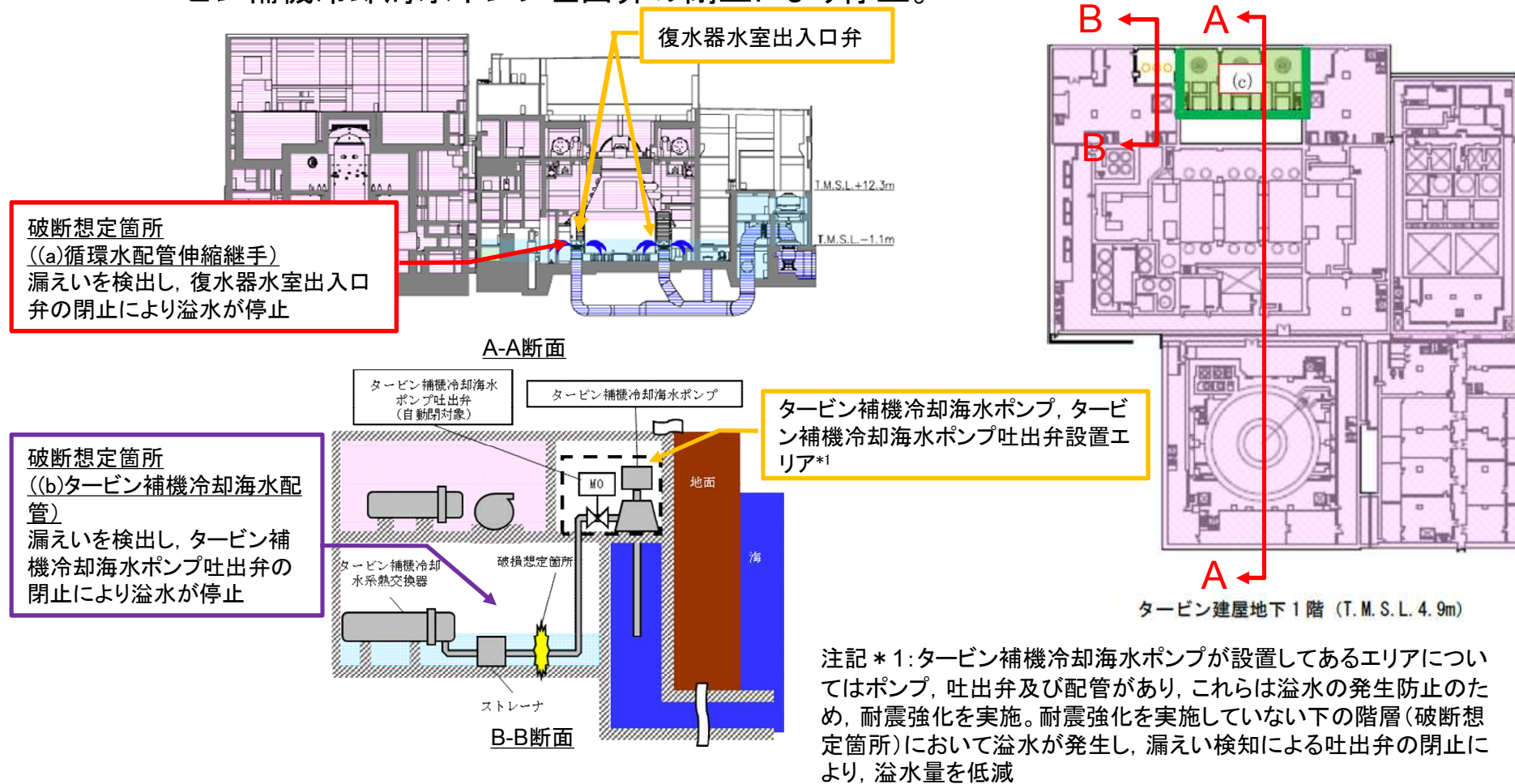


図7:タービン建屋内の浸水エリア図(断面図)

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① **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
3.5.2 浸水防護重点化範囲の境界における浸水対策	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。	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	同左
	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。	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	境界の壁・床の貫通口等に浸水対策を実施
	【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。	— (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)	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)
	【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。	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)	—

**ガイドの
浸水防止設備**
 ※既に審査書類提出済

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② **TEPCO**

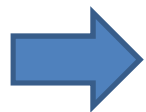
- 静的な耐震Sクラス設備(配管, 電路等)のみを設置する, 浸水防護重点化範囲(浸水を想定するエリア)については, 以下方針に基づき評価を実施し, 安全機能に影響がないことを確認

設備	系統	影響評価内容		検討結果	
		① 水圧による損傷	② 電気接続部の没水	① 水圧による損傷	② 電気接続部の没水
配管	原子炉補機冷却水系	浸水による水頭圧(外圧)による配管の構造的損傷の可能性	—	配管設置箇所で想定される最大の水頭圧0.08MPa*1に対し許容圧力(0.40MPa)上問題がないことを確認	—
電路(ケーブル)等	原子炉補機冷却水系	浸水による水頭圧(外圧)による電路(ケーブル)の構造的損傷の可能性	・浸水する電路(ケーブル)の電気接続部の有無確認 ・電気接続部があれば, その没水による影響評価	電路設置箇所で想定される最大の水圧条件(静水圧換算:7.5m以上)を考慮した設計であることを確認	電気接続部がないことを確認

注記*1: タービン建屋内最地下階からの水位7.5mを切り上げた値

参考資料

- 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の影響を軽減させる
- 上記弁は浸水防護重点化範囲やその境界には設置されていない。



- 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、「津波による影響が発生することを防止する」設備として期待されないため、耐津波設計に係る工認審査ガイドの審査対象となる設備には該当しないと整理。
- ただし、溢水量低減が主目的であるものの、地震後の津波の到達前に閉止している弁であるため、内部溢水の対策設備と整理したうえで、津波時でも弁の閉止状態が保たれていることを確認。

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