

| | |
|-------------------------|-----------------|
| 柏崎刈羽原子力発電所第7号機 工事計画審査資料 | |
| 資料番号 | KK7補足-019-2 改10 |
| 提出年月日 | 2020年6月24日 |

資料2

津波への配慮に関する説明書に係る補足説明資料

2020年6月

東京電力ホールディングス株式会社

補改10-1

補足説明資料目次

I. はじめに

1. 入力津波の評価

今回提出範囲：

- 1.1 潮位観測記録の評価について
- 1.2 遡上・浸水域の評価の考え方について
- 1.3 港湾内の局所的な海面の励起について
- 1.4 管路解析のモデルについて
- 1.5 入力津波の不確かさの考慮について
- 1.6 遡上解析のモデルについて

2. 津波防護対象設備

- 2.1 津波防護対象設備の選定及び配置について
- 2.2 タービン建屋における耐震Sクラス設備の浸水影響について
- 2.3 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

3. 取水性に関する考慮事項

- 3.1 砂移動による影響確認について
- 3.2 原子炉補機冷却海水ポンプの波力に対する強度評価について
- 3.3 除塵装置の取水性への影響について
- 3.4 常用海水ポンプ停止手順について

4. 漂流物に関する考慮事項

- 4.1 設計に用いる遡上波の流速について
- 4.2 漂流物による影響確認について
- 4.3 燃料等輸送船の係留索の耐力について
- 4.4 燃料等輸送船の喫水と津波高さの関係について
- 4.5 浚渫船の係留可能な限界流速について
- 4.6 漂流物の衝突荷重算定式の適用性について
- 4.7 漂流物衝突を考慮した津波防護施設の設計について

5. 浸水防護施設の設計における補足説明
 - 5.1 耐津波設計における現場確認プロセスについて
 - 5.2 津波監視設備の設備構成及び電源構成について
 - 5.3 スロッシングによる海水貯留堰貯水量に対する影響評価について
 - 5.4 浸水防護施設の漏えい試験について
 - 5.5 津波による溢水に対して浸水対策を実施する範囲の考え方について

6. 工事計画変更認可後の変更手続き
 - 6.1 工事計画変更認可後の変更手続きの要否について

2.3 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

2.3 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

(1) 復水器水室出入口弁等の目的について

津波が発生した場合、海から取水路・放水路を介して、タービン建屋に設置している循環水配管・タービン補機冷却海水配管・原子炉補機冷却海水配管に海水が流入する。地震の従属事象として津波が発生する場合、地震により低耐震クラスの循環水配管・タービン補機冷却海水配管が破損し、そこからの海水の流入が想定される。

柏崎7号機においては、地震後に発生する溢水を検知し、「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し、地震後の津波によるタービン建屋内に発生する溢水量を低減するとともに、津波波力の影響を軽減することとしている。よって、「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、耐津波設計において溢水量の低減及び津波波力の影響軽減を目的とした弁であり、津波による影響が発生することを防止する「浸水防止設備」には該当しないと整理している。図2.3-1に各弁の設置概要図を示す。

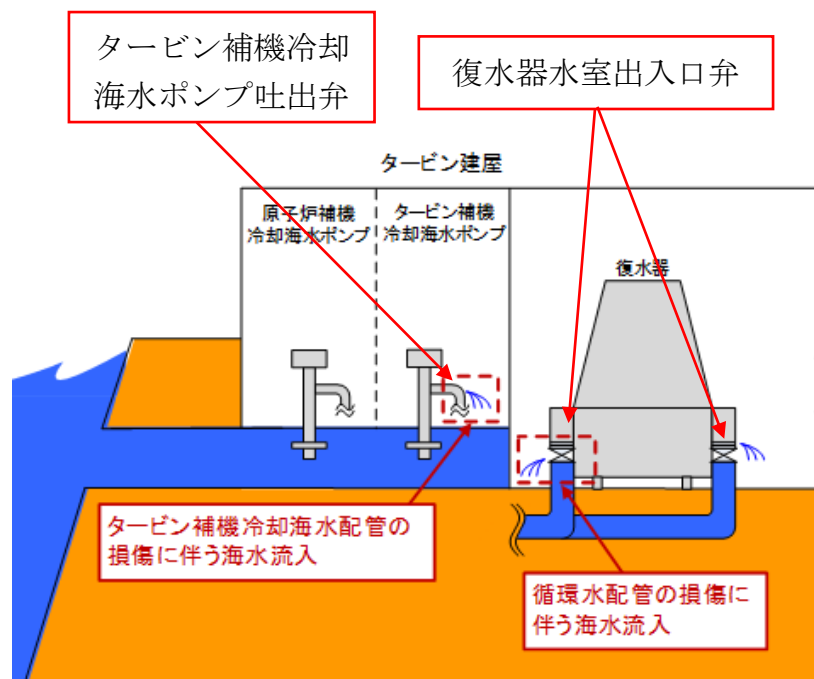


図 2.3-1 「復水器水室出入口弁」及び「タービン補機冷却海水ポンプ吐出弁」設置概要図

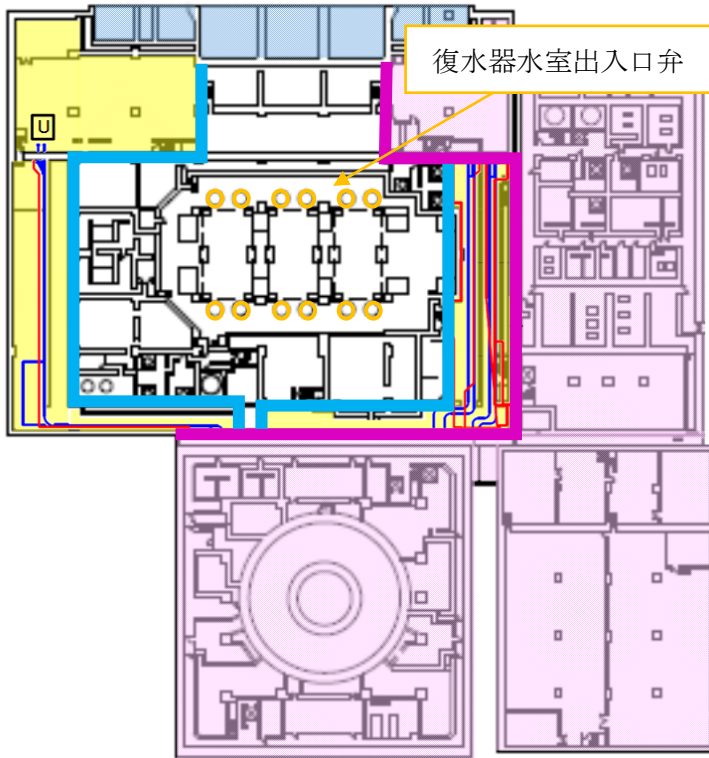
(2) 浸水防護重点化範囲の境界について

防護対象となる重要な安全機能を有する設備等を区画単位にグルーピングした上で、当該単位を浸水防護重点化範囲として設定する。

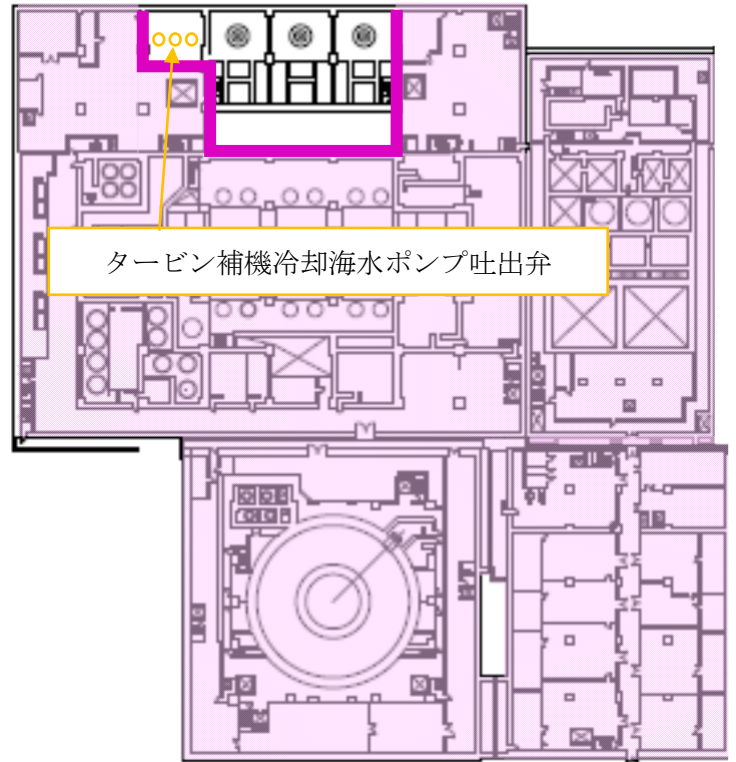
浸水を想定する浸水防護重点化範囲以外の浸水防護重点化範囲へ浸水をさせないため、境界に水密扉、床ドレンライン浸水防止治具、貫通部止水処置を設置し、「耐津波設計に係る工認審査ガイド」上の浸水防止設備として整理し、耐震・強度評価を実施する。

浸水を想定する浸水防護重点化範囲においては、当該エリアに設置している機器の安全性評価を実施する。

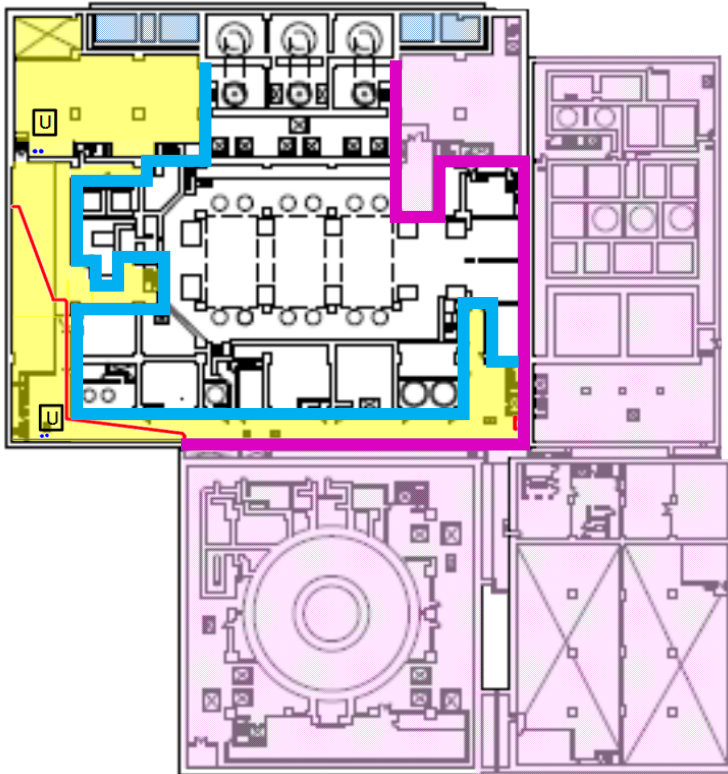
図 2.3-2 に「タービン建屋の浸水防護重点化範囲境界の整理」、図 2.3-3 に「内郭防護の浸水対策を実施する範囲の境界の整理」、図 2.3-4 に「タービン建屋内の浸水エリア図」、図 2.3-4 に「タービン建屋内の浸水エリア図（断面図）」及び表 2.3-1 に「ガイドの要求事項と各境界の対応状況」を示す。



(1) タービン建屋地下2階 (T.M.S.L. -5.1m)



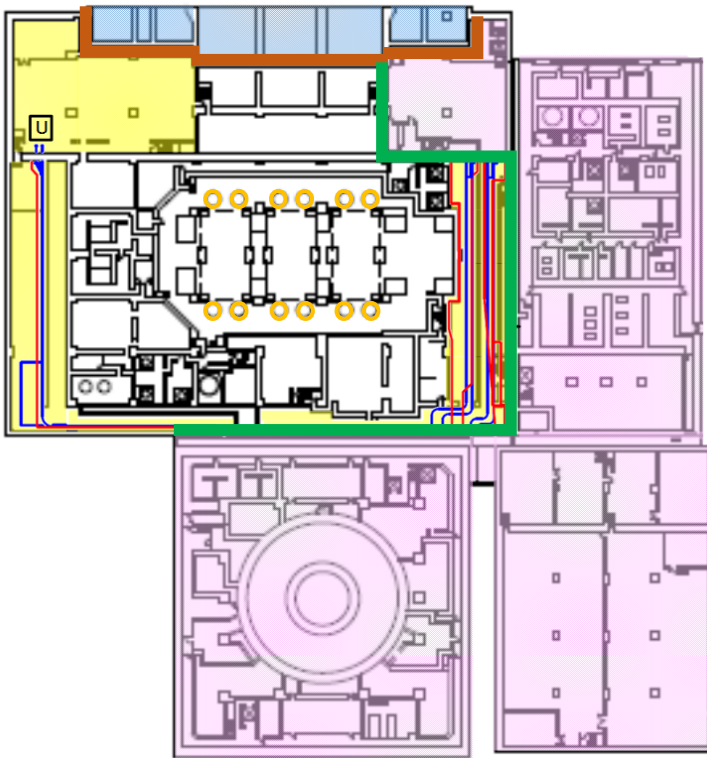
(3) タービン建屋地下1階 (T.M.S.L. 4.9m)



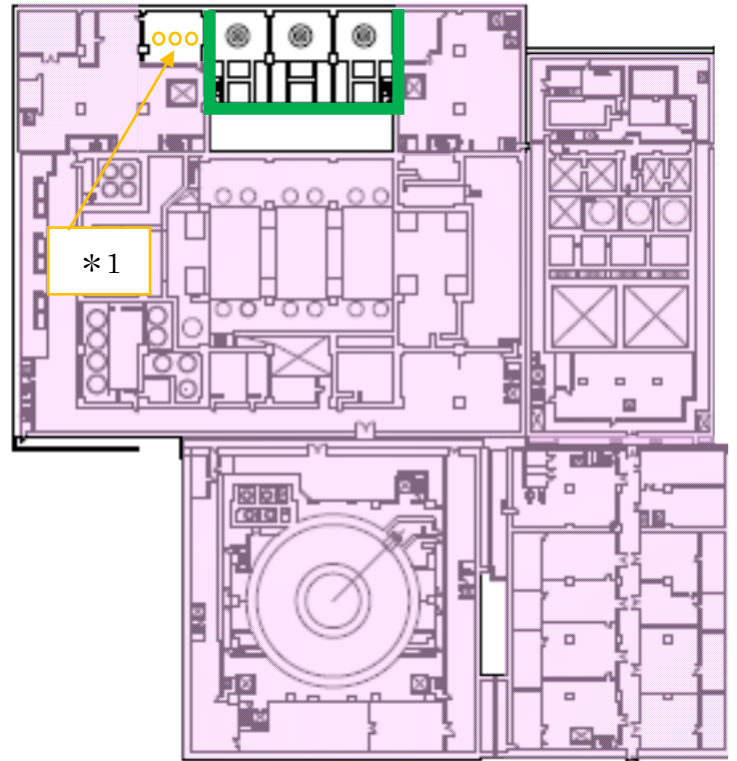
(2) タービン建屋地下中2階 (T.M.S.L. -1.1m)

- : 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

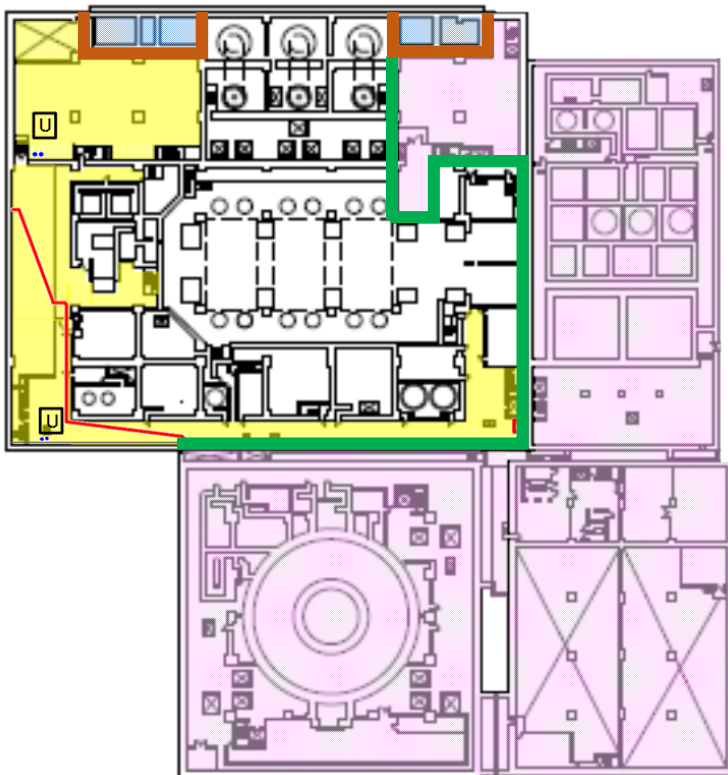
図 2.3-2 タービン建屋の浸水防護重点化範囲境界の整理
資料 2-2.3-3



(1) タービン建屋地下2階 (T.M.S.L. -5.1m)



(3) タービン建屋地下1階 (T.M.S.L. 4.9m)



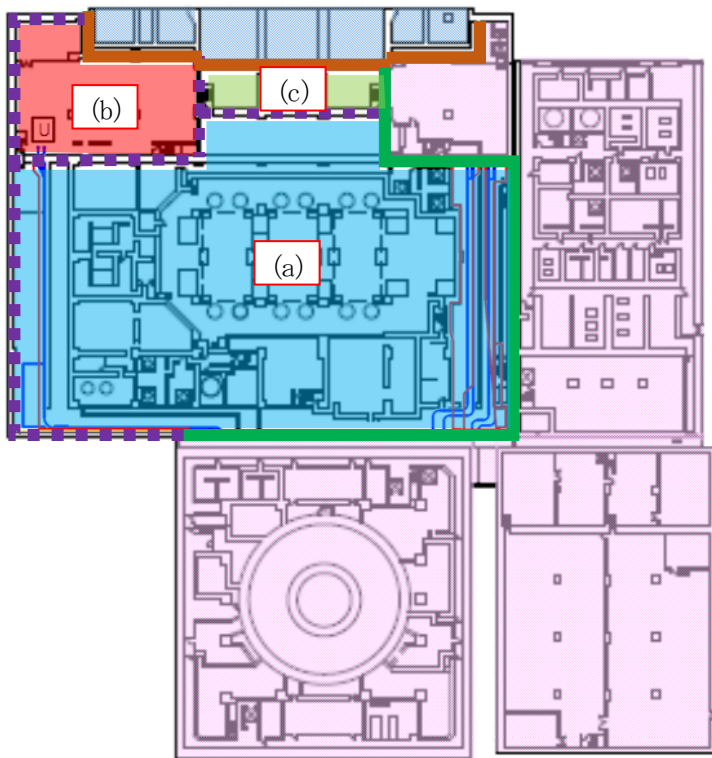
(2) タービン建屋地下中2階 (T.M.S.L. -1.1m)

- : 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)

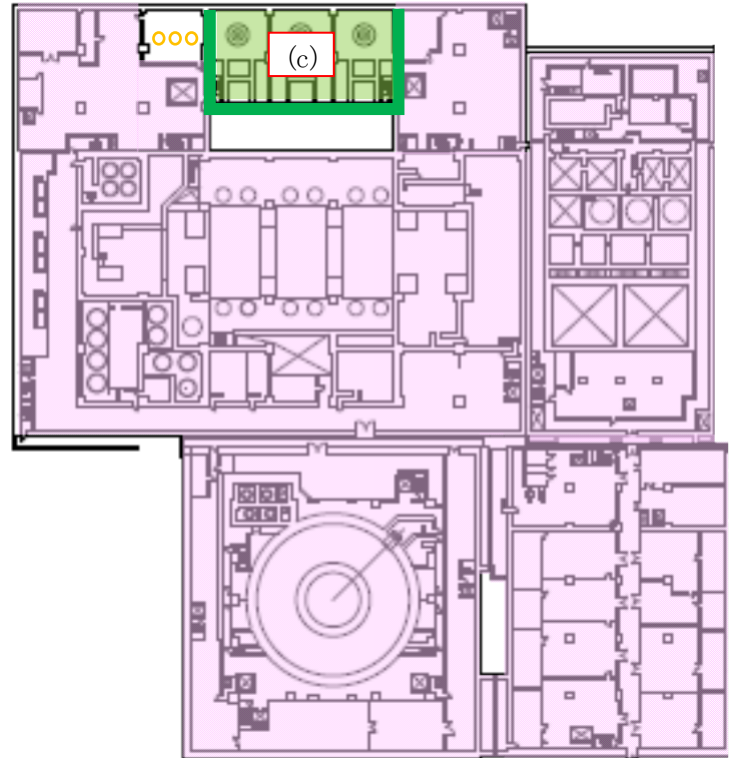
- : 静的な耐震Sクラス電路
- : 静的な耐震Sクラス配管

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

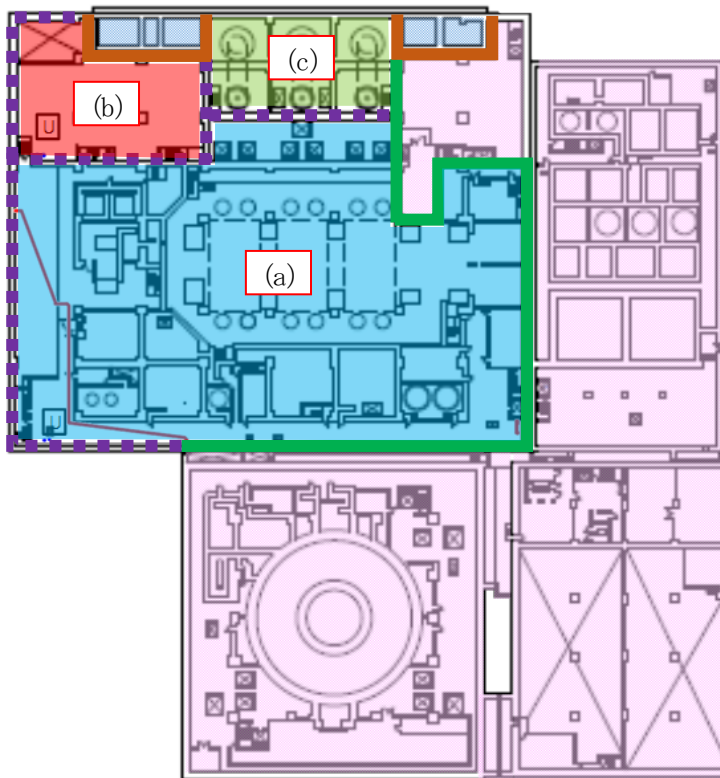
図 2.3-3 内郭防護の浸水対策を実施する範囲の境界の整理



(1) タービン建屋地下2階 (T.M.S.L. -5.1m)



(3) タービン建屋地下1階 (T.M.S.L. 4.9m)



(2) タービン建屋地下中2階 (T.M.S.L. -1.1m)

- : 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)

注記*1: C/A:復水器を設置するエリア

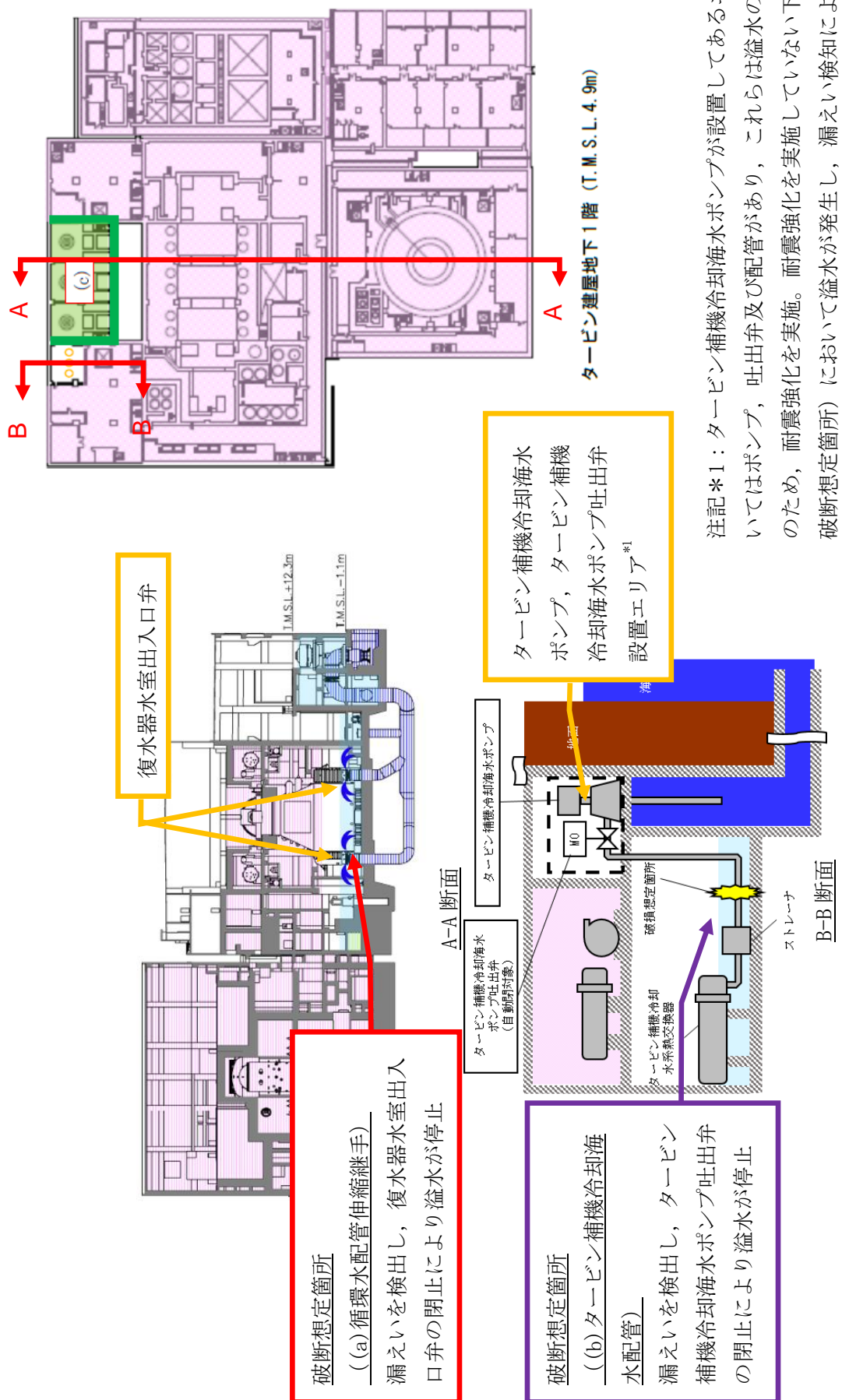
注記*2: Hx/A: タービン補機冷却水系熱交換器を設置するエリア

注記*3: CWP/A: 循環水ポンプを設置するエリア

(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。

図 2.3-4 タービン建屋内の浸水エリア図



破断想定箇所
 (a) 循環水配管伸縮継手
 漏えいを検出し、復水器水室出入口弁の閉止により溢水が停止



破断想定箇所
 (b) タービン補機冷却海水配管
 漏えいを検出し、タービン補機冷却海水ポンプ吐出弁の閉止により溢水が停止

タービン補機冷却海水ポンプ、タービン補機冷却海水ポンプ吐出弁設置エリア*

注記*1：タービン補機冷却海水ポンプが設置してあるエリアについてはポンプ、吐出弁及び配管があり、これらは溢水の発生防止のため、耐震強化を実施。耐震強化を実施していない下の階層（破断想定箇所）において溢水が発生し、漏えい検知による吐出弁の閉止により、溢水量を低減

図 2.3-5 タービン建屋内の浸水エリア図 (断面図)

表 2.3-1 ガイドの要求事項と各境界の対応状況

| 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） | — | — |

「7. 浸水量評価に基づく安全性評価」(*)：の関連箇所

【耐津波設計に係る工認審査ガイド（抜粋）】

7.7 安全性評価

(1) 対象設備に作用する浸水に対して、設備の設計上、適切と認められる規格及び基準等に基づき、機能の保持を基本に許容限界を設定していることを確認する。浸水に対する適当な規格及び基準等が無い場合、耐震設計等に係る規格及び基準等を準用していることを確認する。

(2) 許容限界は、各設備の損傷モードを踏まえ設定されていることを確認する。

(中略)

② 静的設備（機器）

・配管、弁、熱交換器、タンク等

a) 浸水に伴い静的設備に作用する荷重（静水頭圧、波圧、衝撃力、浮力等）に対して、防護対象設備が降伏し塑性変形するような場合でも、設備の耐圧、耐漏洩機能が保持されるように許容限界が設定されていること。

b) 静的設備に作用する荷重は(7.2)の浸水量評価値に対して余裕を考慮した値を用いて算出していること。また、静水頭圧（浸水深）算出に用いる防護対象設備の設置区画の床面積は、内包する設備等の占有面積を安全側に考慮した値となっていること。

(3) 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位置付けについて

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、表 2.3-1 のとおり、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設備であり、溢水（12条）の対策設備と整理している。これらの弁は地震後に流入する海水の漏えいを検知し動作するため、津波到達前に閉止しており、この閉止により内郭防護の評価における溢水量が決定するため、評価における前提条件となっている。溢水の対策設備であるこれらの弁については、津波到達時に閉止しているため、津波時でも弁の閉止状態が保たれていることを確認する。

海洋を溢水源とする内部溢水浸水エリアの床ドレンライン浸水防止治具の対策状況

(1) 海洋を溢水源とする内部溢水浸水エリアと各エリア間移行水の伝播防止

タービン建屋内の地震起因機器破損に伴う海洋を溢水源とする内部溢水は、復水器を設置するエリア（以下「C/A」という。）、タービン補機冷却水系熱交換器を設置するエリア（以下「Hx/A」という。）及び循環水ポンプ（以下「CWP/A」という。）で発生し、(a) C/Aと(b) Hx/Aにおいては各溢水隔離システムにより溢水量低減対策を行っている。

(a) C/A

浸水高さ T.M.S.L. +2.4m

循環水系隔離システムによる溢水影響緩和に期待した浸水深

（同エリア内の低耐震機器破損による溢水量も含む）

(b) Hx/A

浸水高さ T.M.S.L. -0.8m

タービン補機冷却海水系隔離システムによる溢水影響緩和に期待した浸水深

（同エリア内の低耐震機器破損による溢水量も含む）

(c) CWP/A

浸水高さ T.M.S.L. +11.85m

循環水ポンプ電動機が機能喪失し溢水が停止する保守的な浸水深

内部溢水影響評価並びに溢水伝播防止（止水対策）を設定するにあたり、(a) C/A、(b) Hx/A及び(c) CWP/Aの各エリア間移行水の伝播防止を行い合理的な止水対策範囲を設定している。合理的対策の例として、(c) CWP/Aから他エリアに対して伝播防止対策を施さないと、全てのエリアがT.M.S.L. +11.85mの浸水深となり伝播した先の止水対策範囲が拡大するため、溢水発生区画間ではあるものの各エリア間移行水の伝播防止を設定している。

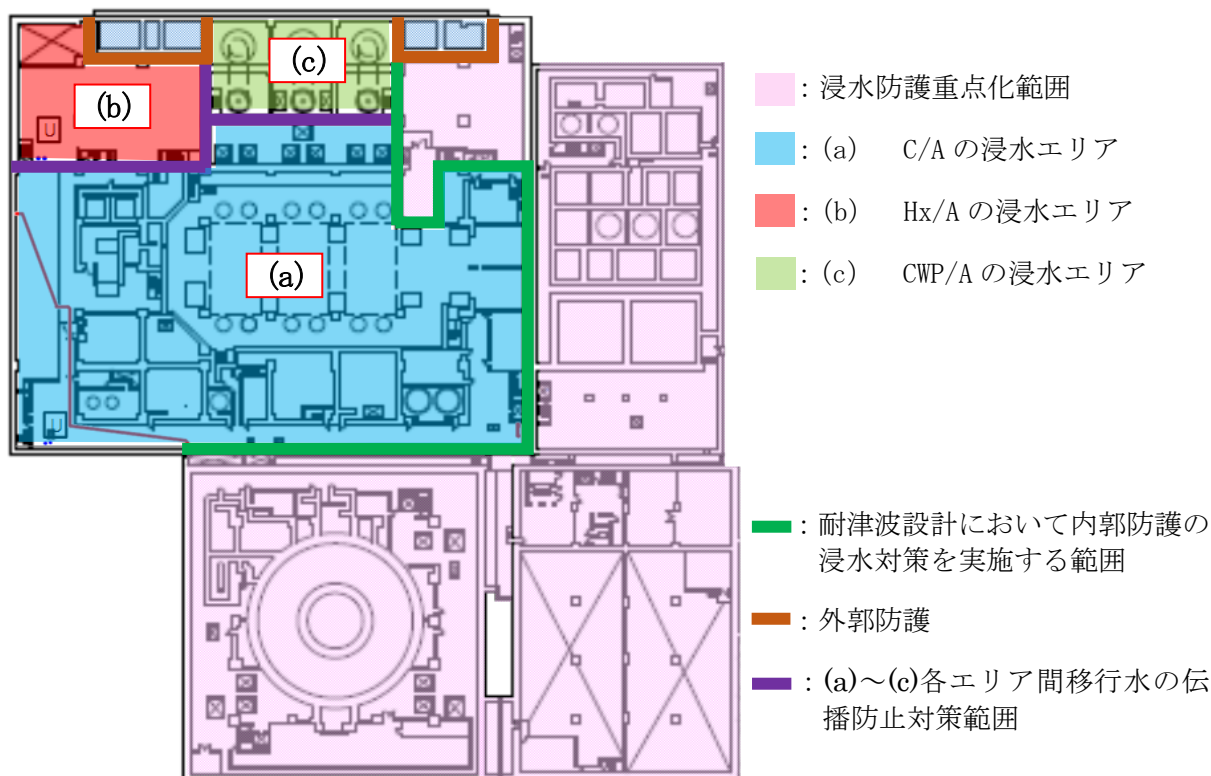


図 2.3-参 1-1 浸水防護重点化範囲と浸水エリア図

資料 2-2.3-参 1-1

(2) 各エリア間移行水を伝播防止する床ドレンライン浸水防止治具の対策状況

前項で述べた各エリア間移行水の伝播防止として、壁・床躯体の区画境界に対策する水密扉や貫通部処置と併せて実施している、床ドレンライン浸水防止治具の対策状況について説明する。通常時の建屋内排水系の床ドレンライン排水経路は、地震起因の内部溢水発生時に各エリア間で浸水深高さ水頭圧差により逆流するため床ドレンライン浸水防止治具により対策を実施している。

表 2.3-参 1-1 通常状態における建屋内排水系の床ドレンラインの排水経路(1)

| 通常時のドレン発生エリア | 通常時のドレン収集エリア |
|---------------|--|
| (a) C/A から排水 | (c) CWP/A に設置する サンプルピットにて収集 (NSD サンプ) (SWSD サンプ) |
| (b) Hx/A から排水 | |

表 2.3-参 1-1 地震起因の内部溢水発生時、建屋内排水系の床ドレンラインの逆流経路(2)

| 内部溢水発生時の逆流伝播先エリア | 内部溢水発生時の伝播基エリア |
|------------------------------------|---|
| (a) C/A へ逆流 (床ドレンライン浸水防止治具で対策) | (c) CWP/A に設置する サンプルピットに接続する床ドレン ラインを逆流 (NSD サンプ) (SWSD サンプ) |
| (b) Hx/A へ逆流 (床ドレンライン浸水防止治具で対策) | |

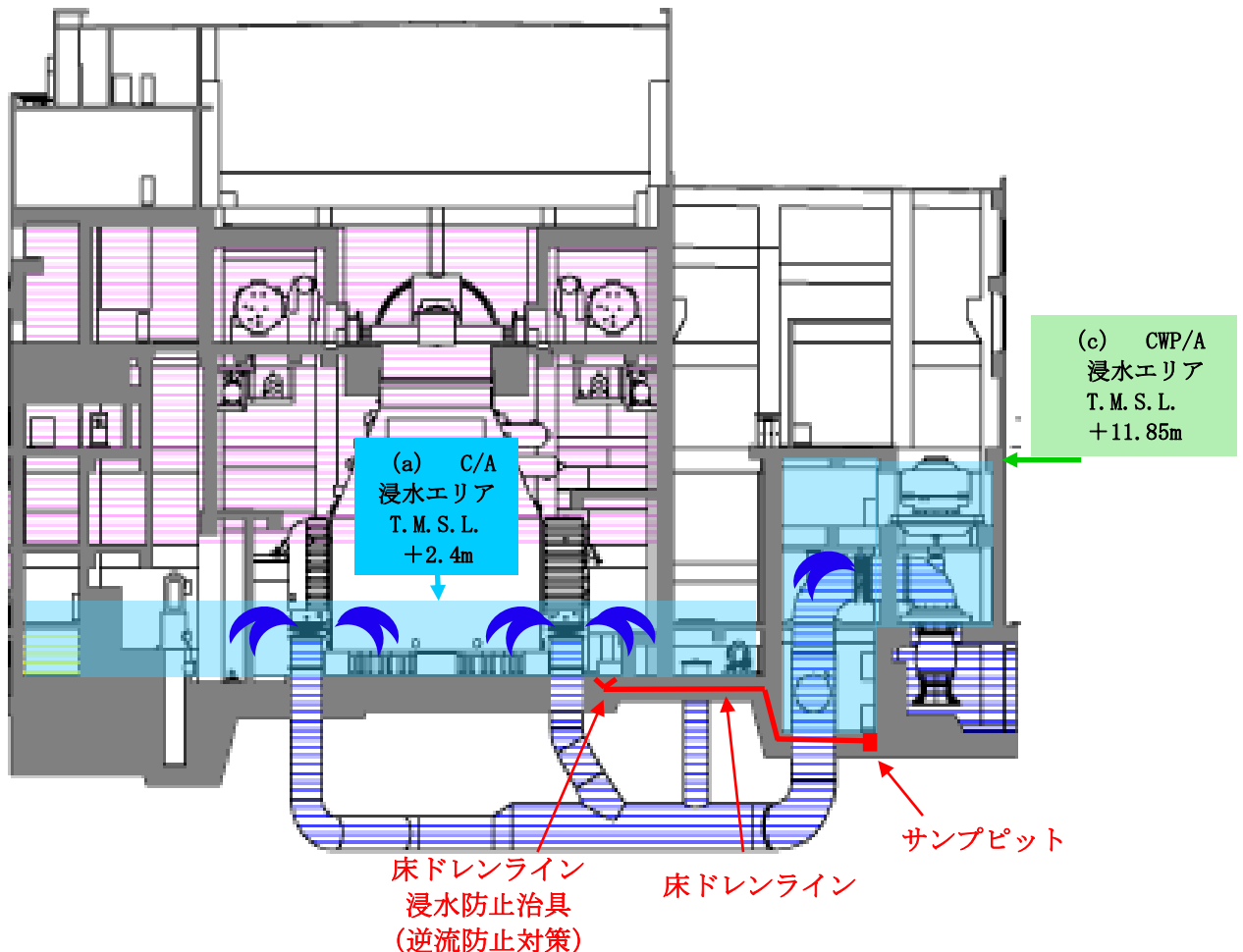


図 2.3-参 1-2 床ドレンライン浸水防止治具配置概要図