

東海第二発電所

今後の審査における主な論点と対応方針について

プラント関連

平成28年8月3日

日本原子力発電株式会社

今後の審査における主な論点と対応方針について プラント関連

東海第二発電所のプラント側の審査は、昨年初めより1年間以上停滞していたが、本年3月及び4月の原子力規制委員会による審査会合を経て審査再開に至っている。今後の審査における主な論点と当社の対応方針、原子力規制委員会の指摘事項等を以下に示す。

3.1 基準津波を超え敷地に遡上する津波に対する防護の考え方について（別紙3.1）

津波を起因とする確率論的リスク評価（津波PRA）の結果、基準津波を超え敷地に遡上する津波による炉心損傷頻度が有意であることから、津波防護設計で想定する津波高さとして、防潮堤高さ（T.P.+20m）の1.5倍のT.P.+30mを設定し、可搬型重大事故等対処設備等を用いた最終ヒートシンク確保の成立性等を示した。原子力規制委員会からは、最終ヒートシンクに熱を輸送する設備について、常設設備での対応を基本に説明するよう求められ、対応を検討中。

3.2 可搬型重大事故等対処設備の保管場所の変更について（別紙3.2）

重大事故時に使用するポンプ車や電源車等の可搬型重大事故等対処設備の保管場所について、従来は地震、津波、竜巻等の自然災害に対して頑健性のある建屋（1箇所）を設置し可搬型設備を纏めて保管する方針としていたが、敷地に遡上する津波等に関する検討結果を踏まえて、より安全上の優位性があると判断した、高所への配置を含む2箇所に分散保管する方針とした。

3.3 Mark-Ⅱ型格納容器の特徴を踏まえたMCCI対策について（別紙3.3）

東海第二発電所はMark-Ⅱ型格納容器を採用しており、適合性審査を申請した他BWRプラントとは原子炉圧力容器の下部にあるペデスタル床の形状が異なる。炉心損傷後に原子炉圧力容器を貫通した溶融炉心がペデスタルのコンクリートを浸食する重大事故（MCCI）を想定した際に、事前の水張りによる冷却効果を発揮させ、溶融炉心によるペデスタル床の浸食量を抑制する観点から、ペデスタル床を平坦に改造する等の対策を図る。

3.4 非難燃性ケーブルの防火措置による難燃性能向上について（別紙3.4）

東海第二発電所の非難燃性ケーブルの難燃性能向上対策について、従来は防火塗料の塗布を計画していた。今般、先行プラントの審査状況等を踏まえて、防火措置材料の厚さ管理や施工後の維持管理の面でより現実性が高い、不燃材の防火シートを巻く方式に変更した。東海第二発電所のケーブルトレイの形状に合わせた防火シート施工方法を策定し、現場にて防火シート施工性確認試験を実施。

東海第二発電所

基準津波を超え敷地に遡上する津波に対する 防護の考え方について

平成28年8月3日
日本原子力発電株式会社

本資料のうち、☐の内容は商業機密又は防護上の観点から公開できません。

1. はじめに

- 東海第二発電所では、基準津波を超え敷地に遡上する津波を起因とする事故シーケンスについて、新たに追加する事故シーケンスグループ「津波浸水による注水機能喪失」として抽出
 - 敷地に遡上する津波を起因とする「津波浸水による注水機能喪失」の事故シーケンスグループは、炉心損傷防止対策（重大事故等対処設備）の有効性評価の対象とする内部事象、地震起因の事故シーケンスと同程度に有意な頻度
- 津波防護設計において想定する津波高さとして、炉心損傷頻度を有意に低減させるため、「防潮堤高さ（T.P.+20m）の1.5倍に当たるT.P.+30m（防潮堤位置）※1, 2」を設定
- 本資料では、東海第二発電所における敷地に遡上する津波に対する防護の考え方、防護設計等についての成立性を説明する

（※1）ここで示す津波高さ（T.P.+30m）は、仮想的に防潮堤位置に無限鉛直壁を設定した場合の最高水位（駆け上がり高さ）であり、防潮堤がない状態の津波高さはT.P.+20m程度である。

（※2）年超過確率 6.2×10^{-7} ／年

項 目	炉心損傷頻度 （全炉心損傷頻度への寄与割合）
津波浸水による注水機能喪失	3.5×10^{-5} ／炉年（約43%）
全炉心損傷頻度 （内部事象、地震及び津波レベル1PRAによる炉心損傷頻度の合計）	8.1×10^{-5} ／炉年

2. 敷地に遡上する津波に対する防護の考え方

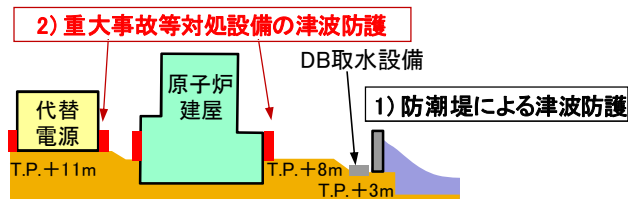
津波に対する防護の考え方

- 基準津波を超える津波に対しては、「基準津波に対する防潮堤の設計裕度」及び「設計基準対象施設とは独立した重大事故等対処施設の津波防護」により対応
 - 津波防護対策について、以下の観点から比較検討し、津波防護対策を選定(添付1)
 - ✓ 対策の実現性(対策の確実性, 対策の難易度)
 - ✓ 安全設計への影響(設計基準対象施設の信頼性への影響)
 - ✓ 重大事故対応への影響
 - ✓ 対策による炉心損傷頻度低減効果
 - 重大事故等対処設備に対し、津波の発生頻度に応じ独立した多重の津波防護層を構築
 - ✓ 比較的発生頻度の高い津波(次ページの領域①～③)に対しては、独立した多重の津波防護層を維持
 - ✓ 発生頻度の低い津波(領域④)に対しては、設計基準対象施設である防潮堤に過度に依存せず、重大事故等対処設備を内包する施設による津波防護を実施

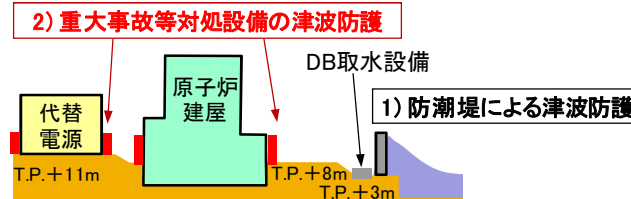
2. 敷地に遡上する津波に対する防護の考え方

領域	津波高さ (防潮堤位置での無限鉛 直壁遡上高さ)	有効な津波防護層			
		設計基準事故対処設備(DB)	重大事故等対処設備(SA)	層の多重性	
				DB	SA
①	～T.P.+17.2m (基準津波)	1)防潮堤による津波防護	1)防潮堤による津波防護 2)重大事故等対処設備の津波防護	○	◎
②	～T.P.+20m (防潮堤高さ)	1)防潮堤による津波防護	1)防潮堤による津波防護 2)重大事故等対処設備の津波防護	○	◎
③	～T.P.+約24m (敷地浸水;～T.P.+8m)	— (但し, 原子炉建屋内の設備は健全)	1)防潮堤による津波防護 2)重大事故等対処設備の津波防護	×	◎
④	～T.P.+約30m (敷地浸水;T.P.+8m超)	— (但し, 原子炉建屋内の設備は健全)	2)重大事故等対処設備の津波防護	×	○

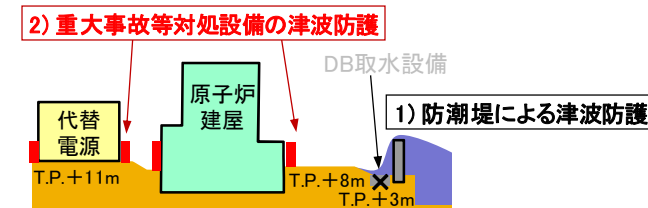
【領域①】～T.P.+17.2m (年超過確率 8×10^{-5} /年)



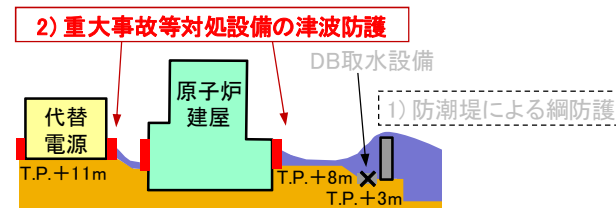
【領域②】～T.P.+20m (年超過確率 3×10^{-5} /年)



【領域③】～T.P.+約24m (年超過確率 6×10^{-6} /年)



【領域④】～T.P.+約30m (年超過確率 6×10^{-7} /年)



凡例

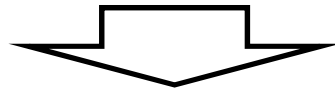
◎; 2層維持
○; 1層維持
×; 喪失

- 基準津波からT.P.+30m津波までの約60%の領域において, 防潮堤の設計裕度により事故シーケンスの発生を防止 (領域①, ②; $8 \times 10^{-5} \sim 3 \times 10^{-5}$ /年)
- 基準津波からT.P.+30m津波までの約40%の領域において, 重大事故等対処設備により事故の影響を緩和 (領域③, ④; $3 \times 10^{-5} \sim 6 \times 10^{-7}$ /年)

2. 敷地に遡上する津波に対する防護の考え方

敷地に遡上する津波を起因とする事故シーケンスに対する基本戦略

- (1) 事故後短期は、海水による最終ヒートシンク機能に依存しない常設重大事故等対処設備により対応
- (2) 事故後中長期は、「可搬型重大事故等対処設備を用いた海水による最終ヒートシンク機能の復旧」と「海水による最終ヒートシンク機能に依存しない常設重大事故等対処設備による継続的対応」により手段を多様化



- ① 常設重大事故等対処設備は、短期～中長期対応が可能となるよう必要な対策と資源を確保
- ② 可搬型重大事故等対処設備は、時間余裕のある最終ヒートシンクの復旧に対してのみ期待

基本戦略を踏まえた設計上の考慮

- ① 常設重大事故等対処設備による短期～中長期対応に必要な対策と資源の確保
 - a. 常設重大事故等対処設備を内包する施設等により津波から防護
 - b. 常設代替高圧電源装置への燃料供給を自動化し、7日間以上の燃料貯蔵量を確保
 - c. 常設重大事故等対処設備の水源タンクを大型化し、7日間以上の水量を確保
- ② 可搬型重大事故等対処設備による対応手段のための効率的なアクセスルート復旧対策
 - a. 敷地浸水後の早期排水を考慮した、防潮堤フラップゲートの排水能力の確保
 - b. 復旧作業の早期開始のため、T.P.+8mに複数の取水箇所及びアクセスルートを設定
 - c. アクセス性を阻害する可能性のある敷地内設備の漂流防止
 - d. 牽引力等に余裕のある大型重機の配備

3. 重大事故等対処設備の津波防護設計

津波防護の設計方針と防護対象施設・設備

防護対象設備の選定と敷地に遡上する津波に対する防護の方法

- 敷地に遡上する津波を起因とする事故シーケンス対応に必要な設備を下表のとおり選定
- 原子炉建屋を主として建屋外壁で津波から防護することで、下表に加え安全機能を有する建屋内の設備を可能な限り防護し、対応の多重性・多様性を確保

必要な安全機能	主な防護対象設備と防護方法			
	常設SA設備	防護方法	可搬型SA設備	防護方法
原子炉注水	・原子炉隔離時冷却系 ・逃がし安全弁 ・低圧代替注水系(常設)※ ・高圧代替注水系 ・低圧炉心スプレイ系 ・低圧注水系	原子炉建屋内 同上 地下設置 原子炉建屋内 同上 同上	—	—
格納容器注水／除熱	・代替格納容器スプレイ冷却系(常設)※ ・格納容器下部注水系(常設)※ ・格納容器圧力逃がし装置 ・耐圧強化ベント系 ・残留熱除去系 ・代替循環冷却系	地下設置 同上 原子炉建屋内 高所/原子炉建屋内 原子炉建屋内 同上	・代替残留熱除去系海水系 (接続口及びSA用海水ピットを含む)	高所/防護施設内 (地下設置)
SFP注水／除熱	・代替燃料プール注水系(常設)※ ・代替燃料プール冷却系 ・原子炉建屋ベント系 ・残留熱除去系	地下設置 原子炉建屋内 高所設置 原子炉建屋内	・代替残留熱除去系海水系 (接続口及びSA用海水ピットを含む)	高所/防護施設内 (地下設置)
電源	・常設代替交流電源設備※ ・常設代替直流電源設備※	防護壁及び地下設置	—	—
水源	・代替淡水貯槽 ・サプレッション・プール	地下設置 原子炉建屋内	—	—

※ 設備の一部は原子炉建屋内にも設置する。

3. 重大事故等対処設備の津波防護設計

津波防護の設計方針と防護対象施設・設備

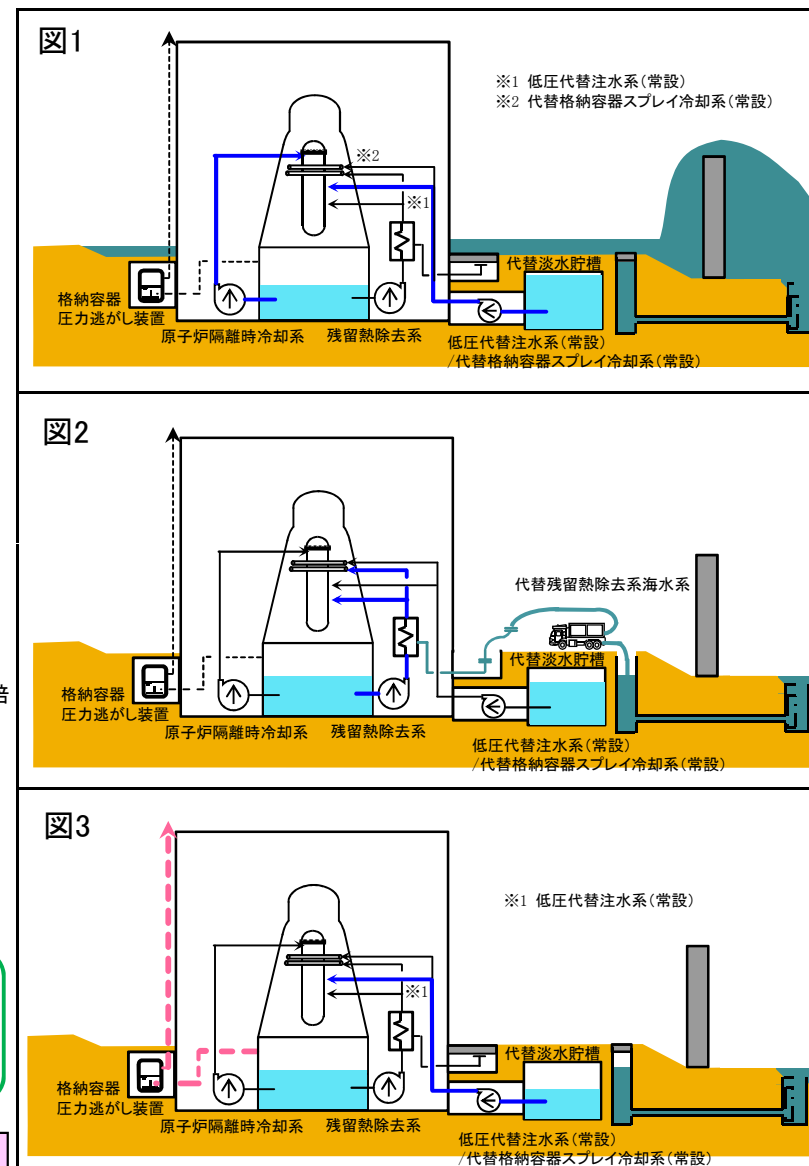
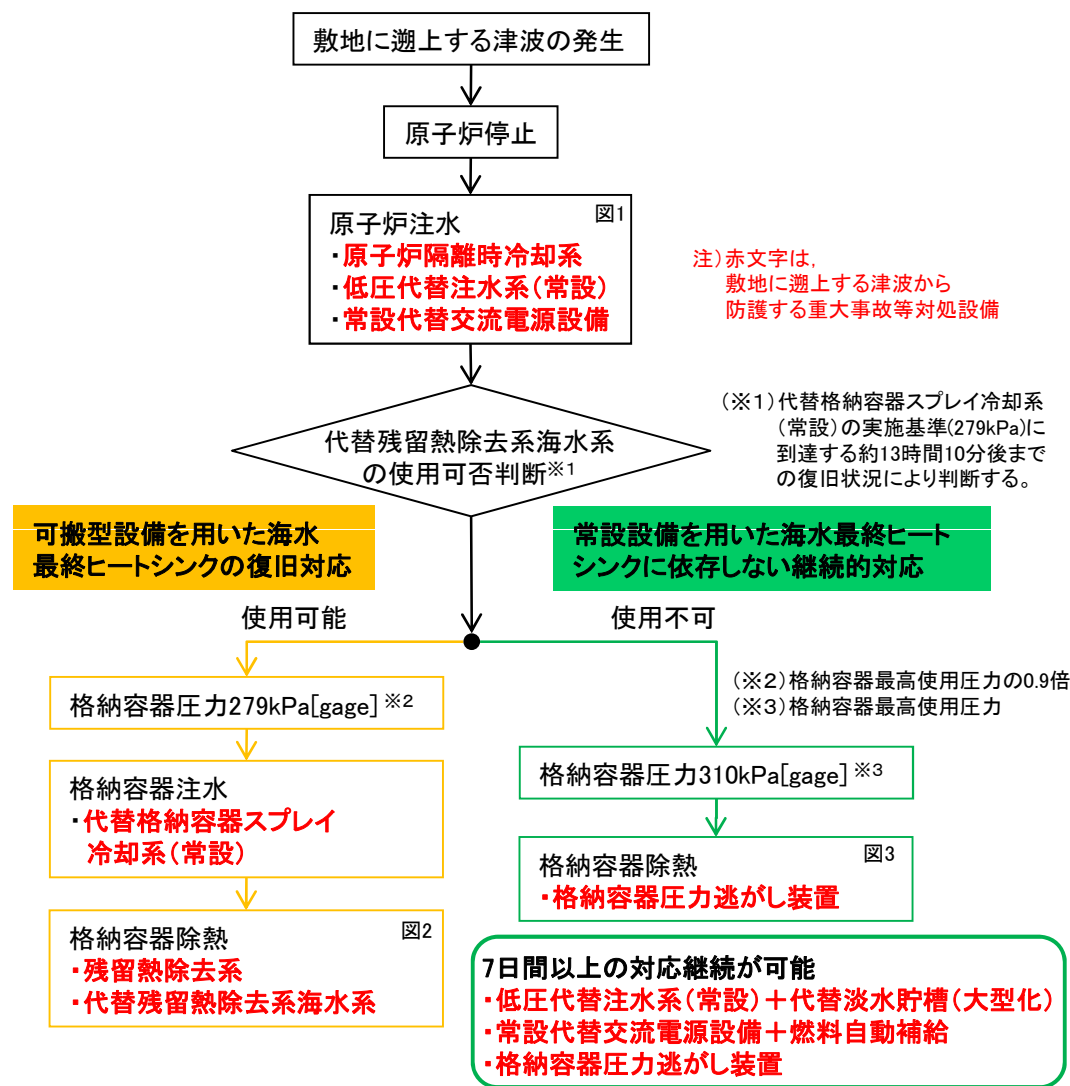
- 安全機能を有する防護対象設備は、以下の設計方針にて防護を実施
 - 敷地に遡上する津波の影響を受けない高所又は地下に設置
 - 敷地に遡上する津波の影響を地上で受ける設備は、その影響を考慮した設計
 - ・津波波力及び漂流物衝突荷重を考慮
 - ・波及的影響防止措置を考慮

	考慮すべき事項	設計方針	具体的対策	
防護対象設備	津波波力	・建物は進行波の水深に対し、3倍の静水圧相当を考慮	【地上設置の設備】 ①原子炉建屋 建屋壁及び水密扉の補強 ②常設代替交流電源設備・常設代替直流電源設備 新設重大事故等対処設備の津波防護壁の設置 ③格納容器圧力逃がし装置 屋外設備への防護柵の設置	添付2
	漂流物の衝突	・漂流物 浚渫台船44tを想定 (漂流物の調査結果に基づき、最も影響の大きいものを選定)	【地下設置の設備】 ④SA用海水ピット ⑤代替淡水貯槽 ⑥可搬型設備接続口 を地下に設置	
波及的影響を与える設備	倒壊による防護対象施設への影響	・波力、漂流物の衝突に対しても倒壊しない設計	⑦排気筒 津波波力及び漂流物の衝突を評価し、各構造部材の健全性を確認	
	タンクの漂流防止	・漂流物とならない設計	⑧大型屋外タンク 追設アンカーにより固定	

4. 敷地に遡上する津波を起因とする事故シーケンス対応の成立性

(1) 敷地に遡上する津波起因の事故シーケンスに対する有効性評価

敷地に遡上する津波の対応フロー



平成28年7月19日 第382回審査会合においては、原子力規制委員会より、最終ヒートシンクに熱を輸送する設備について、津波時のアクセスルート復旧の不確実さから、可搬型設備ではなく常設設備での対応を基本に説明するよう求められており、対応を検討中。

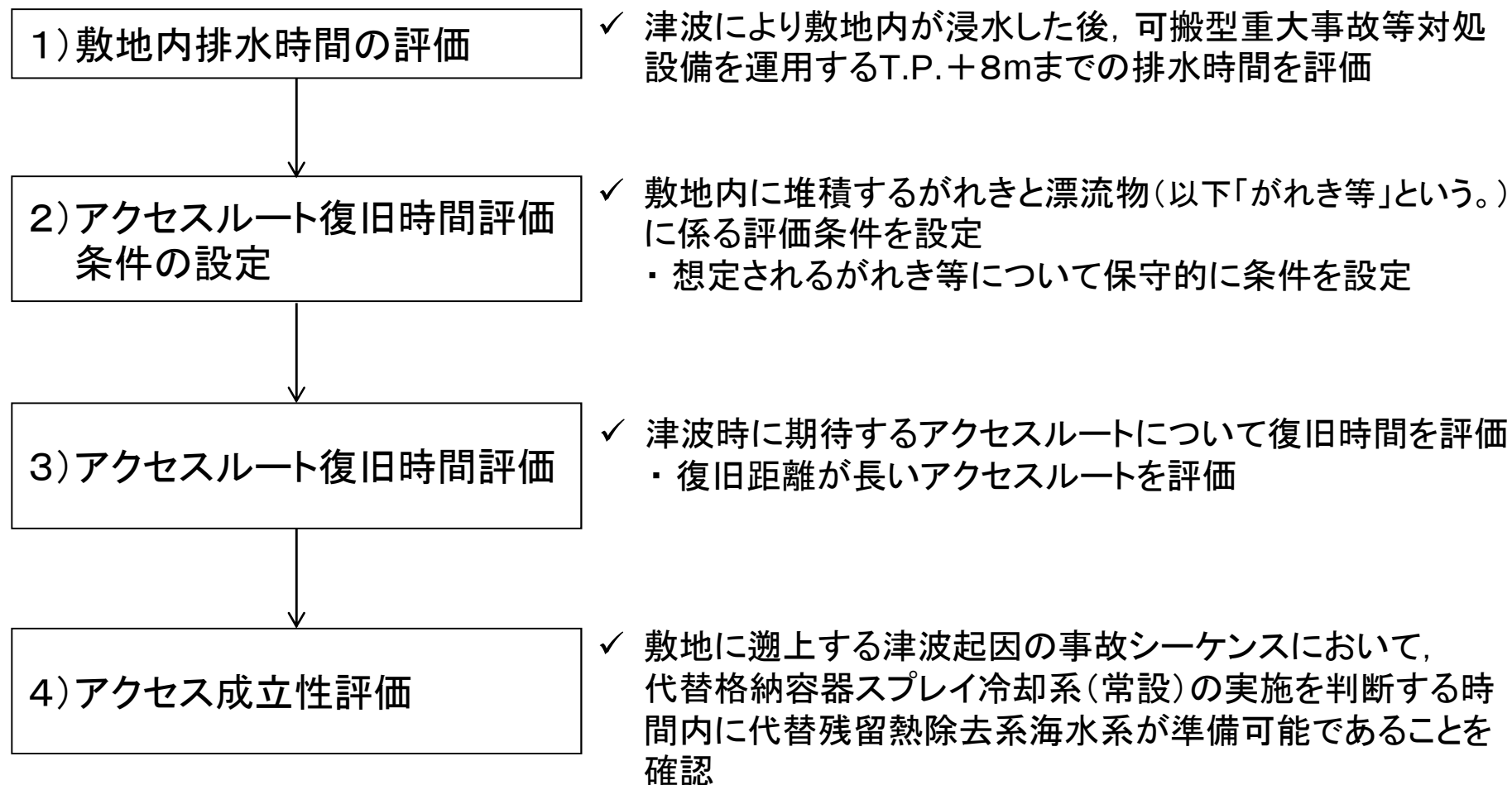
4. 敷地に遡上する津波を起因とする事故シーケンス対応の成立性

(2) 敷地に遡上する津波時の可搬型重大事故等対処設備のアクセス成立性評価

➤ アクセス成立性評価の内容

以下のフローでアクセス成立性の評価を実施

【評価フロー】



4. 敷地に遡上する津波を起因とする事故シーケンス対応の成立性

(2) 敷地に遡上する津波時の可搬型重大事故等対処設備のアクセス成立性評価

1) 敷地内排水時間の評価: 約4時間40分

- ✓ 津波の襲来後, 防潮堤の天端高さ(T.P.+18m)まで防潮堤内全域が浸水
- ✓ 以下の保守的な条件で評価
 - ・ 防潮堤が健全な状態でフラップゲートによりT.P.+8mまで排水できる時間とし, 一般排水路からの排水は考慮せず
 - ・ 防潮堤内の滞留水は原子炉建屋を含む敷地内の建屋がないものとして保守的な水量を想定

2) アクセスルート復旧時間評価条件の設定

評価項目		評価条件	使用値
共通	漂流物到達範囲	・ 防潮堤がない状態での発電所周辺の津波遡上範囲, 周辺地形, 津波流向より設定	約740,000m ²
	構内がれき等の分布	・ 津波波力又は浮遊により発生したがれき等は, 構内に一様分布(建屋が設置されている場所を除く)	約319,500m ²
がれき等	樹木	・ 漂流物到達範囲に植生する全ての樹木(305,000m ²) ・ 植生調査結果に基づく樹木植生条件(0.1本/m ² , 50kg/本)	約20本/100m ² (10kg/m ²)
	車両	・ 漂流物到達範囲(構外)の駐車車両台数 ・ 発電所に入出入りする業務車両台数	50台 (2,500kg/台)
	土砂	・ 津波による堆積土砂量(津波流速, 津波高さ等から飽和土砂体積濃度を算出※) ※今井ほか(2015)による	約1cm (車両通行に影響なし)
	建屋	・ 漂流物到達範囲(構外)の建屋(鉄筋コンクリート造, 鉄骨造)倒壊によるがれき量※ ・ 構内の低耐震建屋(鉄筋コンクリート造, 鉄骨造)倒壊によるがれき量※ ※鉄骨造建屋の軽量建屋部材のみ構内一様分布, その他は倒壊範囲に堆積	約19,300t (60kg/m ²)
	機器類	・ 漂流物到達範囲(構外)の機器量 ・ 低耐震建屋内及び屋外(構内)の機器量	約2,200t (6kg/m ²)
	船舶	・ 海上における漂流物調査範囲内の船舶(緊急退避, 津波流向・移動距離を考慮)	東海港非自行船(浚渫台船) 1隻※1 操業漁船1隻※2※3

※1 緊急退避できないため, 発電所への漂着を想定(複数のアクセスルートのうち, 浚渫台船のないルートを選択するため復旧時間に考慮せず)

※2 発電所周辺で操業する35隻のうち, 1隻がアクセスルート上に漂着することを想定(重機による撤去が可能であり復旧時間に考慮)

※3 発電所構内とアクセスルート1ルートの面積比から, アクセスルート上に漂着する漁船を1隻と想定

4. 敷地に遡上する津波を起因とする事故シーケンス対応の成立性

(2) 敷地に遡上する津波時の可搬型重大事故等対処設備のアクセス成立性評価

3) アクセスルート復旧時間評価

敷地に遡上する津波発生時におけるアクセスルートのがれき等撤去時間を算出した。

【アクセスルート選択方法】

津波監視カメラ及び周辺監視カメラ等により、敷地内の浸水状況及びがれき等堆積状況等を確認し、取水箇所、接続口及びアクセスルートを選択

【がれき等撤去時間評価】

- ・アクセスルートは、がれき等撤去が困難な鉄塔及び鉄筋コンクリート造建屋倒壊範囲、並びに敷地内低地(T.P.+8m未満)以外を選択
- ・取水箇所は、保管場所から距離が遠い「SA用海水ピット」を選択
- ・接続口は、SA用海水ピットから距離が遠い「原子炉建屋東側」を選択
- ・アクセスルート復旧時間は、T.P.+8mにおけるがれき等の撤去時間をサイクルタイム※1※2により算出

※1 がれき等が一様分布している場合において、がれき等の集積を行いアクセスルートの外側へ押出し、定位置に戻るまでの一連の作業に要する時間(180秒/50m)

※2 アクセスルート近傍施設のがれき等が堆積する範囲はがれき量に応じて設定

	がれき等撤去時間(がれき撤去範囲)		
	ルートA	ルートB	ルートC
アクセスルート	1時間27分 (1,100m)	1時間11分 (810m)	1時間39分 (1,320m)
取水箇所周辺	32分 (30m×50m)	同左	同左
接続口周辺	5分 (10m×20m)	同左	同左
(合計)	2時間04分	1時間48分	2時間16分

保管場所及びアクセスルート配置図

4. 敷地に遡上する津波を起因とする事故シーケンス対応の成立性

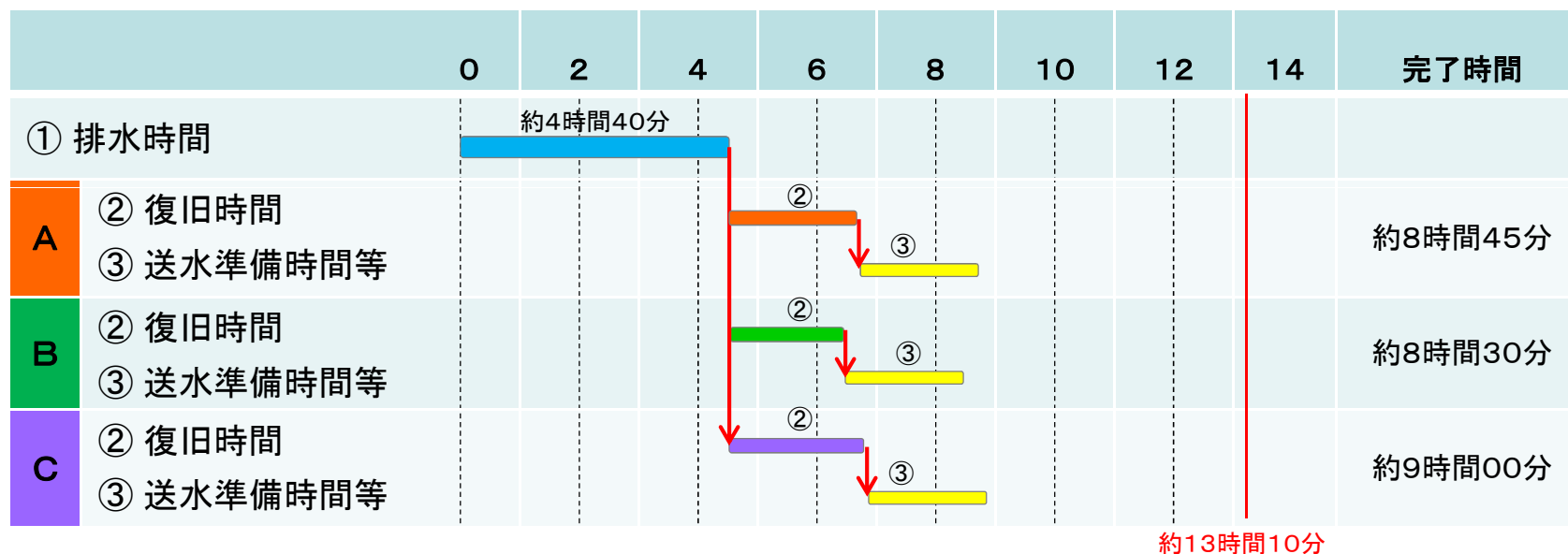
(2) 敷地に遡上する津波時の可搬型重大事故等対処設備のアクセス成立性評価

4) アクセス成立性評価

- ① 敷地内浸水後の排水時間(T.P.+8mまで): 約4時間40分
- ② アクセスルート復旧時間: 前ページ表のとおり
- ③ 代替残留熱除去系海水系(ポンプ・ホース)接続準備時間等^{※1}: 約2時間^{※2}

※1 海水取水作業等を含む

※2 訓練時間より設定



○敷地に遡上する津波起因の事故シーケンスにおいて、代替格納容器スプレイ冷却系(常設)の実施を判断する時間(約13時間10分)内に代替残留熱除去系海水系が準備可能であることを確認

添付1 基準津波を超える津波に対する防護対策の選定

津波による非常用海水ポンプ
機能喪失に起因して発生する
事故シーケンス

最終ヒートシンク喪失(LUHS)、全交流動力電源喪失(SBO)

事故シーケンスに
対処するための防護方策

非常用海水ポンプを含む
設計基準事故対処設備を津波から防護
(津波起因の事故シーケンスの発生防止)

重大事故等対処設備を津波から防護
(津波起因の事故シーケンスの影響緩和)

防護対策の実現性等を比較
(別紙1)

- ①対策の実現性(対策の確実性、対策の難易度)
- ②安全設計への影響(設計基準対象施設の信頼性への影響)
- ③重大事故対応への影響

防護対策の効果を参照
(別紙2)

- ④敷地に遡上する津波に対する対策案の炉心損傷頻度の低減効果(概算)を参照
 - ・ 各対策案の炉心損傷頻度低減効果に有意な差が無いことを確認

防護対策の選定
(対策(d))

津波起因の事故シーケンスの発生防止	津波起因の事故シーケンスの影響緩和
□ 基準津波に対する防潮堤の設計裕度により、設計基準事故対処設備を津波から防護(～T.P. +20m:防潮堤位置における津波高さ) [考慮事項] ・ 設計基準対象施設の設計変更に伴う対策の実現性・安全設計への影響 ・ 設計基準対象施設の移設に伴う対策の実現性・重大事故対応への影響	□ 重大事故等対処設備は、津波高さに応じて段階的に、基準津波に対する防潮堤の設計裕度及び当該設備を内包する施設により津波から防護(～T.P. +30m:防潮堤位置における津波高さ) □ 最終ヒートシンク機能は、可搬型重大事故等対処設備による最終ヒートシンク(海水)機能と常設重大事故等対処設備による最終ヒートシンク(大気)機能の多様化 [考慮事項] ・ 既設設備の移設等に伴う対策の難易度(対策(e)) ・ 可搬型設備を用いた海水最終ヒートシンク復旧作業の容易性(海水冷却系に中間ループがないため代替熱交換器車が不要) ・ 新設する代替淡水貯槽※の大容量化により大気による最終ヒートシンクに期待した長期対応が可能

(※)復水貯蔵タンクからポンプにつながる配管の一部が耐震Bクラスのタービン建屋にあるため、常設重大事故等対処設備の水源として代替淡水貯槽を新設

別紙1 基準津波を超える津波に対する防護対策の比較

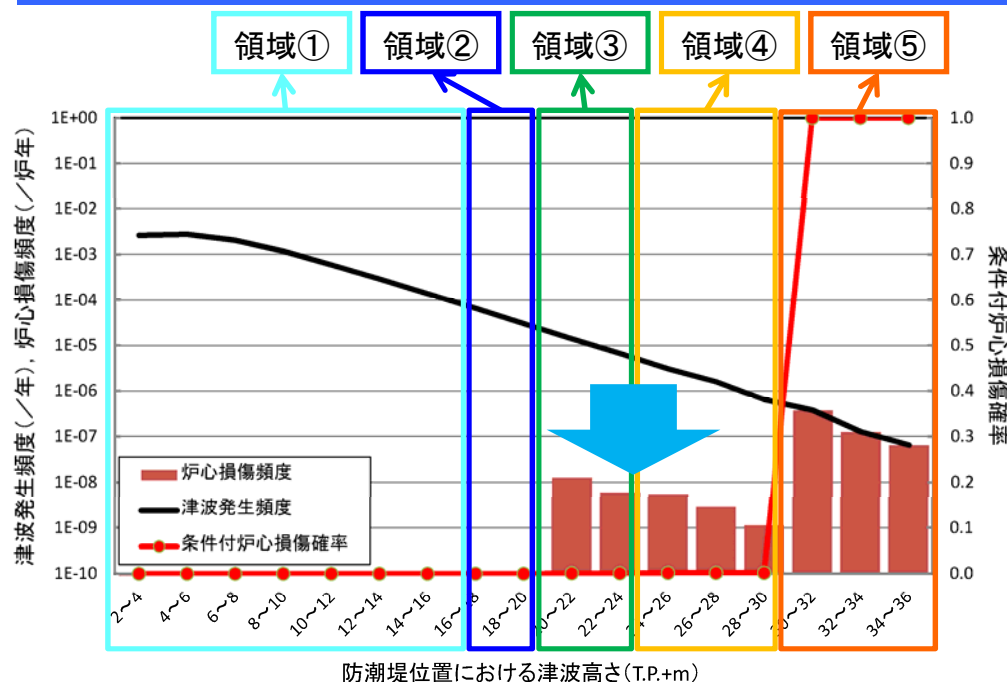
◆敷地に遡上する津波に対する対策案の比較を以下に示す。

対策	対策の概要	対策イメージ	対策の実現性		安全設計への影響	重大事故対応への影響
			対策の確実性	対策の難易度		
(a)設計基準事故対処設備による対応(1)	・防潮堤高さの増加(T.P.+30m)		・対策の確実性に影響を及ぼす要因はない	・設置スペースに制約があるため、難易度が高い	・構造体高さ・重量増加により、Ssに対する設計裕度が低下	なし
(b)設計基準事故対処設備による対応(2)	・海水ポンプ室の水密化 ・原子炉建屋の水密化		・防潮堤損傷により、海水系に影響	・狭隘な海水ポンプ室に対して壁補強等が必要であるため、難易度が高い	・空調設備設置による海水系の信頼性に影響 ・躯体重量増加により、Ssに対する設計裕度が低下	なし
(c)設計基準事故対処設備による対応(3)	・防潮堤の移設及び高さの増加(T.P.+30m) ・海水ポンプ室の移設		・対策の確実性に影響を及ぼす要因はない	・海水系機能を保持しつつ取水路等の構築が必要であるため、難易度が高い	・安全設計に影響を及ぼす要因はない	・防潮堤、海水ポンプ室移設に伴いアクセスルート確保に影響
(d)重大事故等対処設備による対応(手段の多様化) ・可搬型重大事故等対処設備を用いた海水最終ヒートシンクの復旧 ・海水最終ヒートシンクに依存しない常設重大事故等対処設備による長期対応	・原子炉建屋の水密化 ・常設代替電源装置の津波防護 ・常設重大事故等対処設備の水源の大容量化		同上	低	同上	・可搬型設備の使用に当たっては、アクセスルートの復旧が必要
(e)重大事故等対処設備及び設計基準事故対処設備による対応 ・常設重大事故等対処設備を用いた海水最終ヒートシンクの復旧	・常設代替海水取水設備の設置 ・常設代替電源装置の津波防護 ・原子炉建屋の水密化		同上	・接続箇所までの配管トレンチの設置は、既設設備の移設等が必要であるため、難易度が高い	同上	なし

(補足)上記対策のほか、「(f)海水ポンプモータの水密モータ化」、「(g)水中ポンプの採用」、「(h)残留熱除去系の空冷化(エアフィンクーラ方式)」について検討したが、以下の理由から対策候補から除外している

- ・(f)及び(g)：実機適用には設計・検証が必要な段階であり、現時点での採用は難しい
- ・(h)：系統熱負荷が大きく、かつ海水冷却に対し熱効率が悪いいため、設備が大型化し広い設置スペースが必要、また、エアフィンクーラまでの新たな配管の設置が必要であり、実現性に乏しい

別紙2 対策(d)における炉心損傷頻度低減効果



領域③、④で期待する主な緩和設備

安全機能	期待する緩和設備※1	非信頼度※2 (／要求時)	領域③	領域④
炉心冷却	原子炉隔離時冷却系	4E-3	○	○
	低圧代替注水系(常設)	2E-1	○	○
格納容器除熱	格納容器圧力逃がし装置	1E-3	○	○
	残留熱除去系+代替残留熱除去系海水系	1E-1	○	—※3

※1: 重大事故等対処設備を防護する場合に期待する緩和設備

※2: 原子炉隔離時冷却系はシステム非信頼度の評価結果, その他の緩和設備は人的過誤確率で代表させて非信頼度を保守的に設定

※3: 領域④では敷地に遡上する津波がT.P.+8m超の敷地浸水となることを考慮し, 保守的に可搬型設備に期待しない

重大事故等対処設備を津波から防護した場合の炉心損傷頻度(概算)

領域	津波高さ (防潮堤位置での無限鉛直壁遡上高さ)	炉心損傷頻度 (／炉年)
①	～T.P.+17.2m [基準津波]	—
②	～T.P.+20m [防潮堤高さ]	—
③	～T.P.+約24m [敷地浸水; ～T.P.+8m]	約2E-8
④	～T.P.+約30m [敷地浸水; T.P.+8m超]	約1E-8
⑤	T.P.+30m～	約6E-7
合 計		約7E-7

- 敷地に遡上する津波に対する防護対策を考慮した場合の炉心損傷頻度は, 津波防護高さを超える津波(領域⑤)の発生頻度(残余リスク)に支配される。
- ✓ 他の津波防護対策の場合においても, 本評価と同様, 残余リスクが支配的となるため, 炉心損傷頻度に有意な差異は生じない。

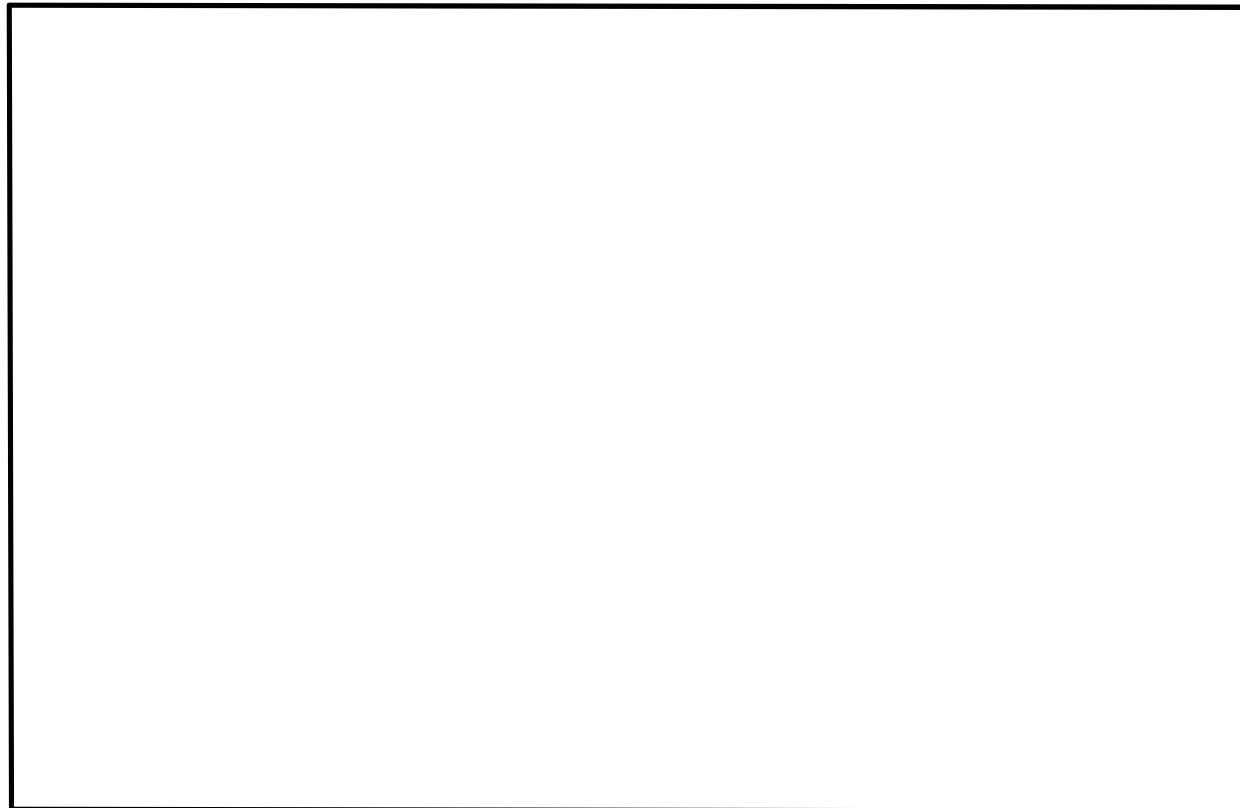
添付2 重大事故等対処設備の津波防護設計

津波防護設計の成立性 ①原子炉建屋(1/2)

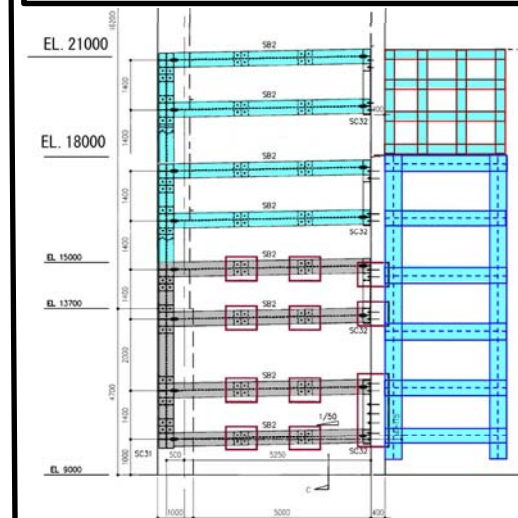
➤敷地に遡上する津波対策として、原子炉建屋の T.P.+21m
まで対策を実施

- ・波力, 漂流物に対し, H鋼による壁構造の強化
- ・浸水に対し, 開口部等の水密化による対策

＜外壁補強対策図＞



原子炉建屋浸水対策図



- : 壁の補強用H鋼【既設】
- : 壁の追加補強用H鋼【追設】

添付2 重大事故等対処設備の津波防護設計

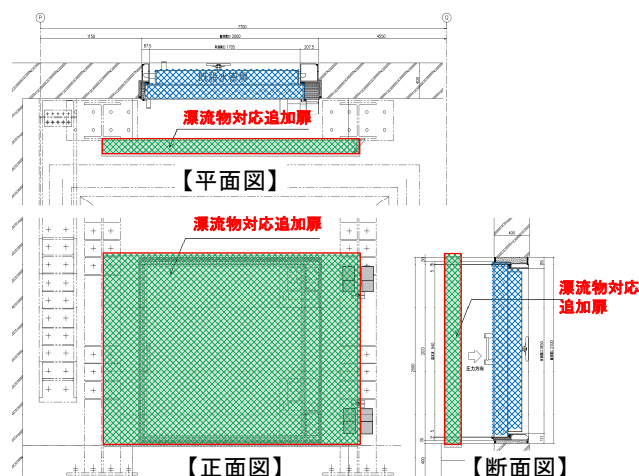
津波防護設計の成立性 ①原子炉建屋(2/2)

- ・敷地に遡上する津波対策として、水密扉の追加設置及び貫通部の止水対策を実施
- ・既設水密扉については、津波波力及び漂流物対策として補強を実施

<水密扉の設置例>

水密扉① 概要図	
設置高さ	T. P. +9m 想定する進行波の水深 6m(T. P. +15m)
耐圧性能	静水圧 18m

水密扉② 概要図	
設置高さ	T. P. +8m 想定する進行波の水深 7m(T. P. +15m)
耐圧性能	静水圧 21m

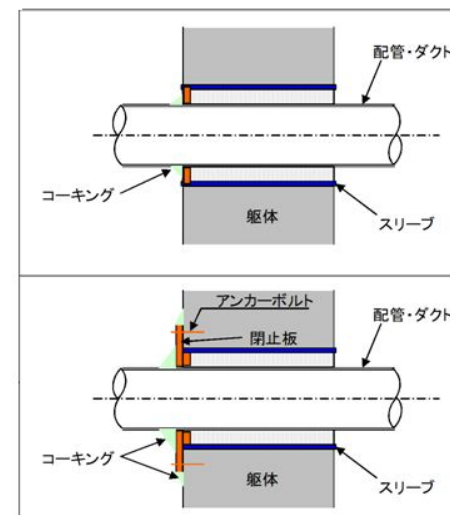


<水密扉① 補強対策図>

- ・壁の強化及び水密化の構造成立性を確認

<貫通部止水対策>

貫通部については、一律耐水圧30m対応
(想定する最大浸水深は原子炉建屋B2FLで25m)
追加範囲については同様の条件にて止水対策を実施



原子炉建屋1階 水密扉配置箇所

 : 水密扉対象箇所

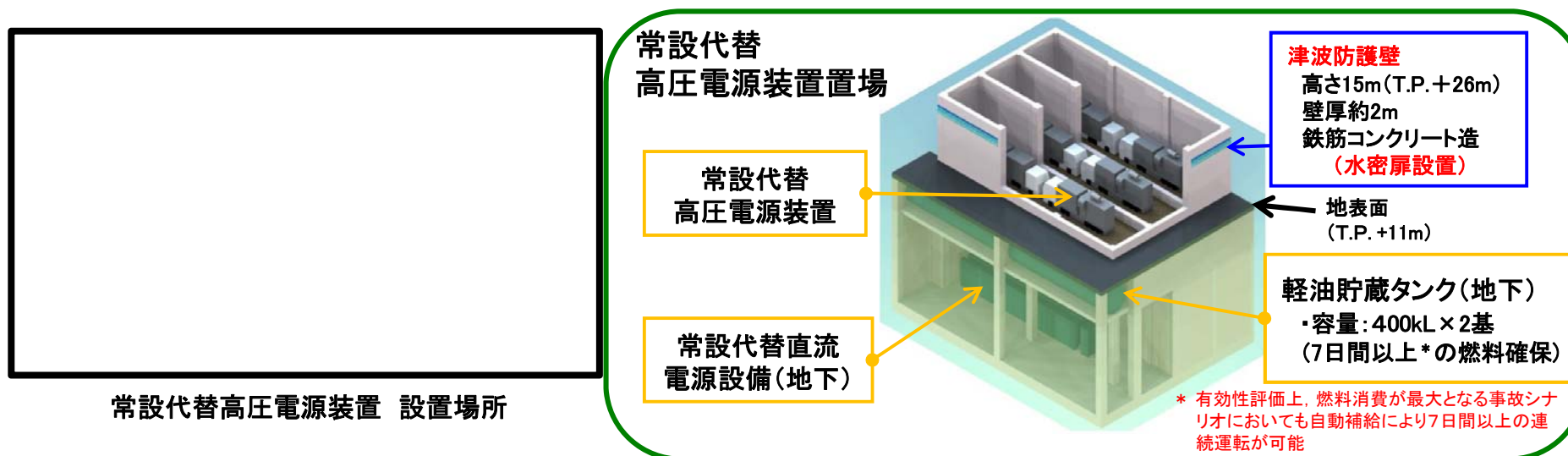
添付2 重大事故等対処設備の津波防護設計

津波防護設計の成立性 ②常設代替交流電源設備・常設代替直流電源設備

- 敷地に遡上する津波対策として、常設代替高圧電源装置に高さ15m (T.P.+26m) の津波防護壁を設置

※ 原子炉建屋の壁厚約1.5mと同等以上の約2mとする計画。

- ・ 津波防護壁は、波力、漂流物に対し健全性を確保できる壁厚※を確保
- ・ 軽油貯蔵タンク及び常設代替直流電源設備は、波力等の影響を受けない地下に設置



<配置の考え方>

- ・ 常設重大事故等対処設備として、設計基準事故対処設備である非常用ディーゼル発電機、可搬型重大事故等対処設備である可搬型代替低圧電源車から100m以上の離隔を確保が必要。(地下には、24時間必要な負荷に給電できる容量の蓄電池を設置するため、電圧降下の観点からは原子炉建屋近傍への配置が必要)
- ・ 可搬型設備の保管場所は、津波影響のない高所に配置する予定だが、同様に常設代替交流電源設備を高台に配置すると、常設代替高圧電源装置、可搬型代替低圧電源車、送電鉄塔(送電線含む)が近接し、航空機衝突により、これらが同時に機能喪失する可能性が増加。

- ・ 津波防護壁の構造成立性を確認

添付2 重大事故等対処設備の津波防護設計

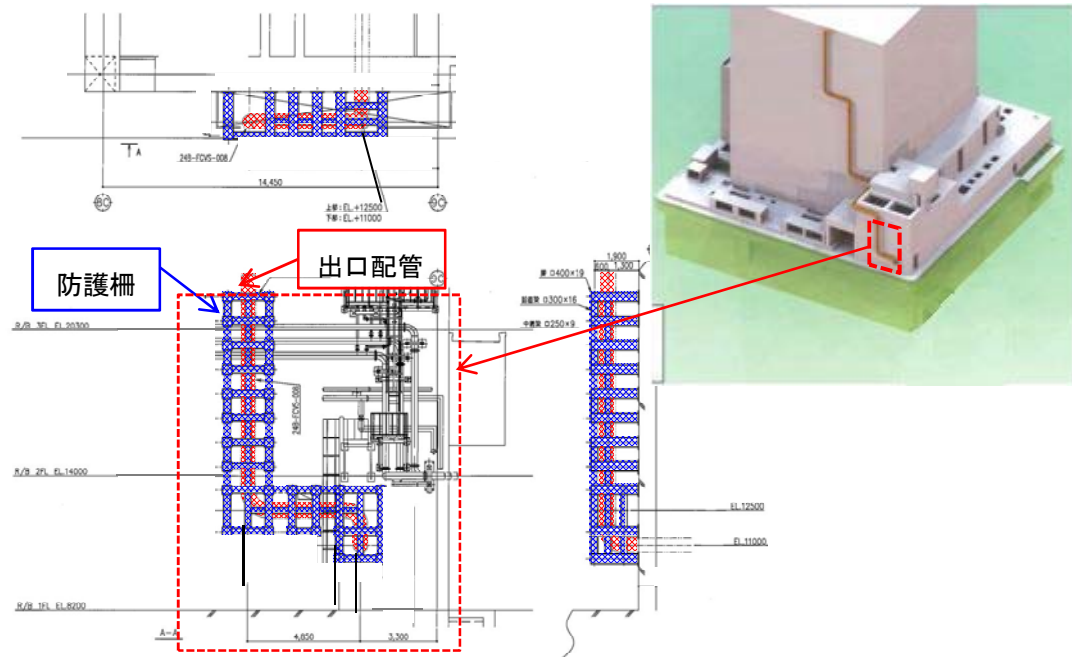
津波防護設計の成立性 ③格納容器圧力逃がし装置

➤ 敷地に遡上する津波対策として、原子炉建屋外壁に敷設する格納容器圧力逃がし装置（フィルタベント）出口配管には、津波漂流物からの防護対策を実施

- ・防護柵の設置 (T.P.+21m までの範囲)
- ・防護柵は角型鋼管にて十分な強度を確保
- ・フィルタベント出口配管に、直接漂流物が衝突しないように配管軸に沿って角型鋼板を設置



フィルタベント出口配管位置



＜配置の考え方＞

- ・フィルタベント格納槽の出口配管は、非常用ガス処理系(耐圧強化ベント)配管が敷設されている排気筒との同時損傷の可能性を低減させるため、排気筒が設置されている方向とは、90°異なる原子炉建屋南側壁面に沿って敷設

- ・津波防護柵の構造成立性を確認

添付2 重大事故等対処設備の津波防護設計

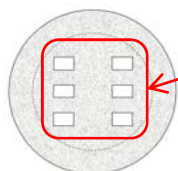
津波防護設計の成立性 ④SA用海水ピット

- 敷地に遡上する津波対策として、SA用海水ピット、引込管及び取水塔は、津波波力及び漂流物から防護するため地下に設置



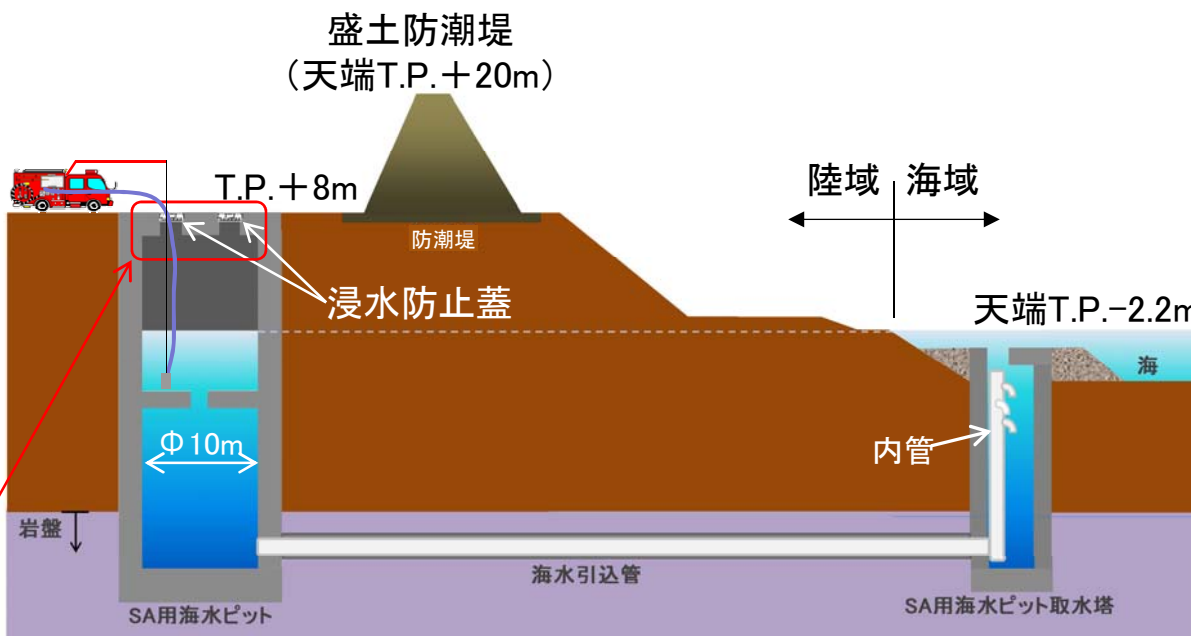
【SA用海水ピット等 配置計画図】

可搬型水中ポンプ
投入用開口部



浸水防止蓋
6個

(SA用海水ピット上部平面図)



【取水塔～SA用海水ピット断面図】

海砂の巻き込み抑制のため
内管を設置

＜配置の考え方＞

- ・敷地浸水後の排水等を考慮して、T.P.+8mに取水箇所を設置
- ・地盤の条件のよい場所に配置

- ・SA用海水ピット、引込管及び取水塔の構造成立性を確認

添付2 重大事故等対処設備の津波防護設計

津波防護設計の成立性 ⑤代替淡水貯槽

- 敷地に遡上する津波対策として、重大事故等の収束に必要な水の供給設備を、津波波力及び漂流物から防護するため地下に設置

【設備仕様】

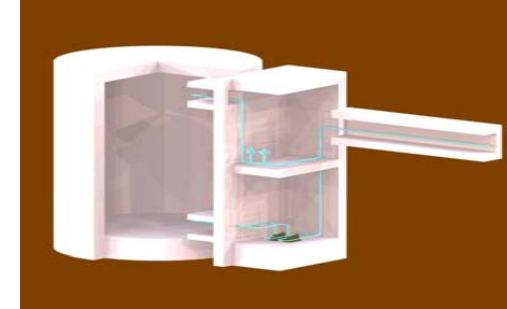
- ・有効貯水容量：4,300m³
(7日間以上の原子炉注水及び使用済燃料プール注水に必要な容量を確保)

- ・鉄筋コンクリート造

<参考>

復水貯蔵タンク

有効保有水量：約1200 m³ (約600 m³/基×2基)

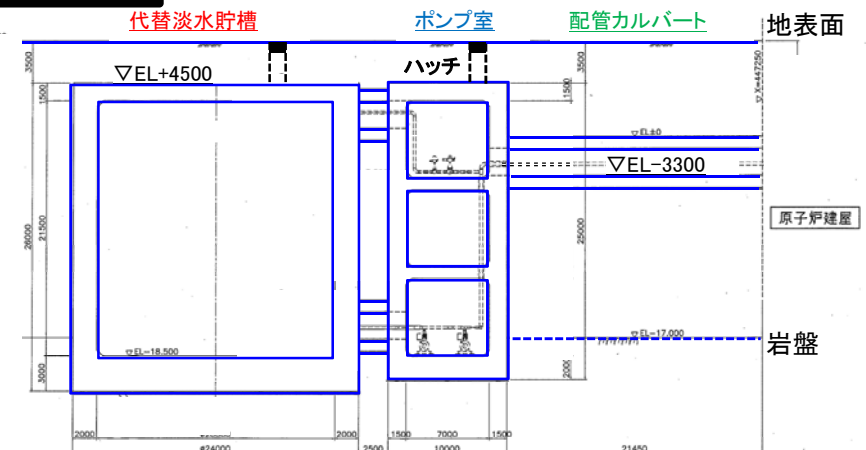


【代替淡水貯槽 設置予定場所】

<配置の考え方>

- ・常設低圧代替注水系として原子炉建屋近傍への配置
- ・敷地に遡上する津波等からの防護のため地下に配置
- ・岩盤が比較的浅く、地盤の条件のよい場所

以上より、原子炉建屋機器搬入口前のエリアが最適と評価



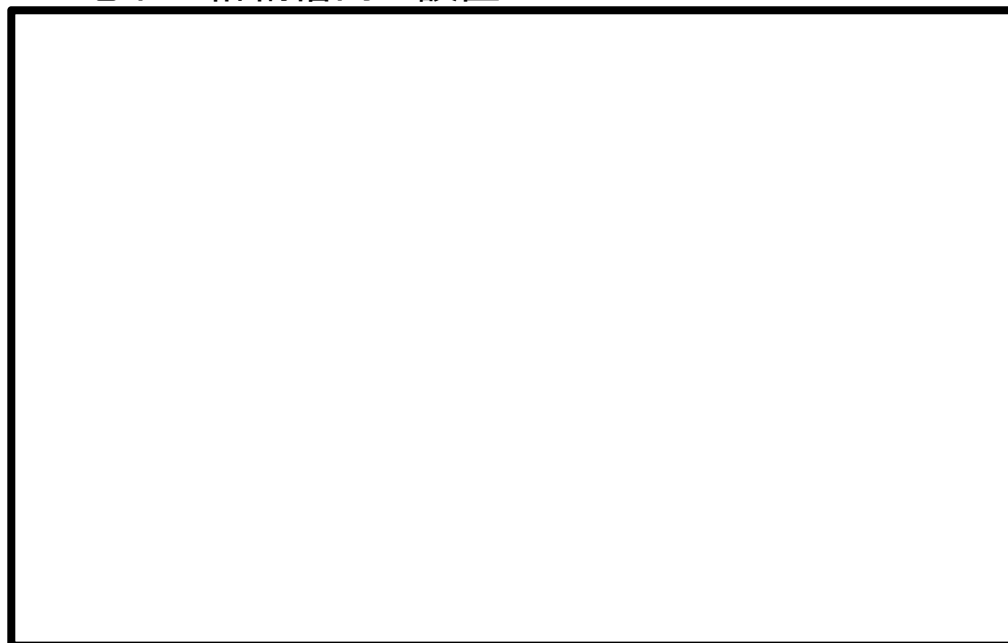
【断面図】

- ・代替淡水貯槽の構造成立性を確認

添付2 重大事故等対処設備の津波防護設計

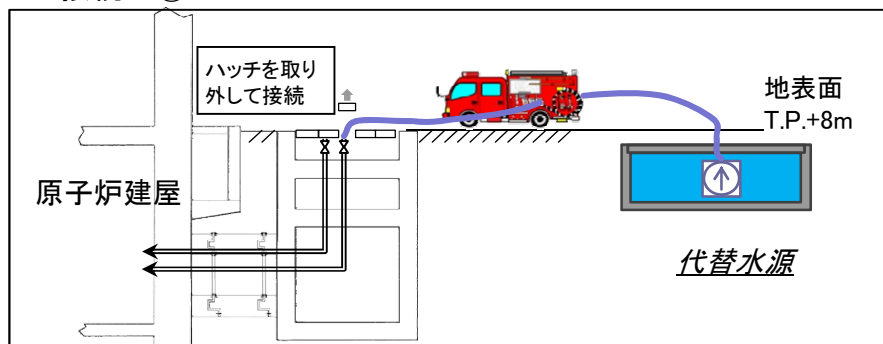
津波防護設計の成立性 ⑥可搬型設備接続口

- 敷地に遡上する津波対策として、可搬型設備の接続口は、津波波力及び漂流物から防護するため地下の格納槽内に設置



＜接続口の設置場所＞

＜接続口②のイメージ＞



＜配置の考え方＞

- ・接続口は、共通要因によって接続できなくなることを防止するため、建屋の異なる面の隣接しない位置又は屋外に適切な離隔距離をもって複数箇所設置

場所	種類・用途
接続口①	低圧代替注水系(可搬型) 代替格納容器スプレイ冷却系(可搬型) 格納容器下部注水系(可搬型) 代替燃料プール注水系(可搬型) 格納容器頂部注水系(可搬型) 兼用
	代替燃料プール冷却系(冷却用海水系)
	格納容器窒素供給系 (格納容器圧力逃がし装置用)
	可搬型代替低圧電源車
	可搬型整流器
接続口②	低圧代替注水系(可搬型) 代替格納容器スプレイ冷却系(可搬型) 格納容器下部注水系(可搬型) 代替燃料プール注水系(可搬型) 格納容器頂部注水系(可搬型) 兼用
	代替燃料プール冷却系(冷却用海水系)
	代替残留熱除去系海水系
	格納容器窒素供給系 (格納容器圧力逃がし装置用)
	可搬型代替低圧電源車
接続口③	可搬型整流器
	代替残留熱除去系海水系

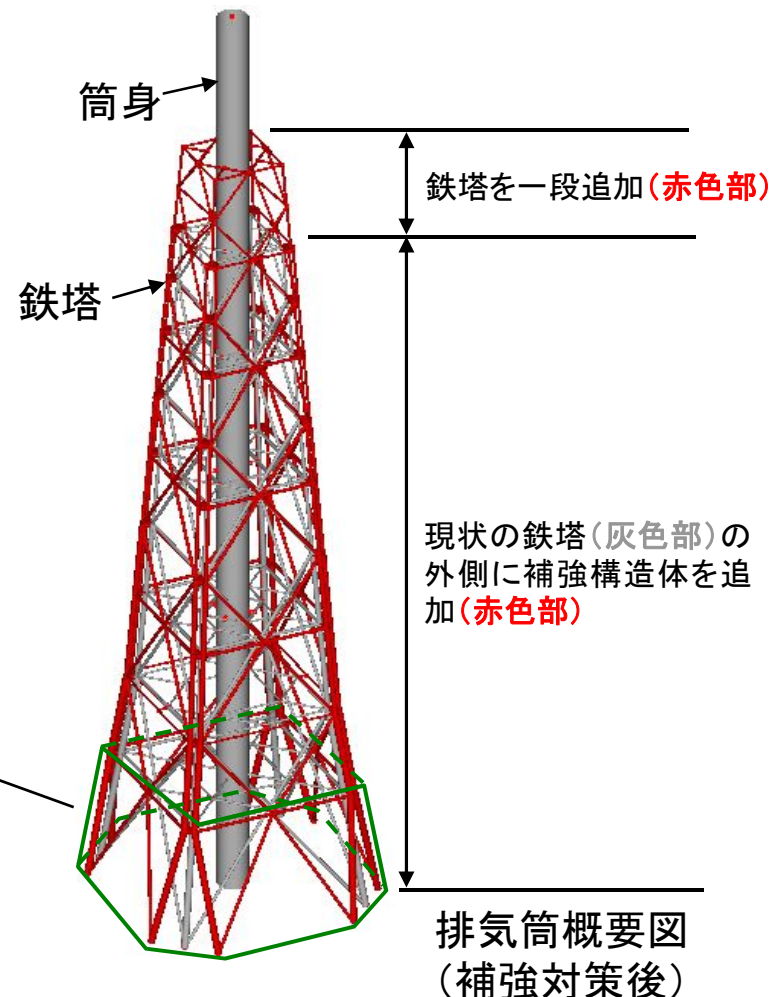
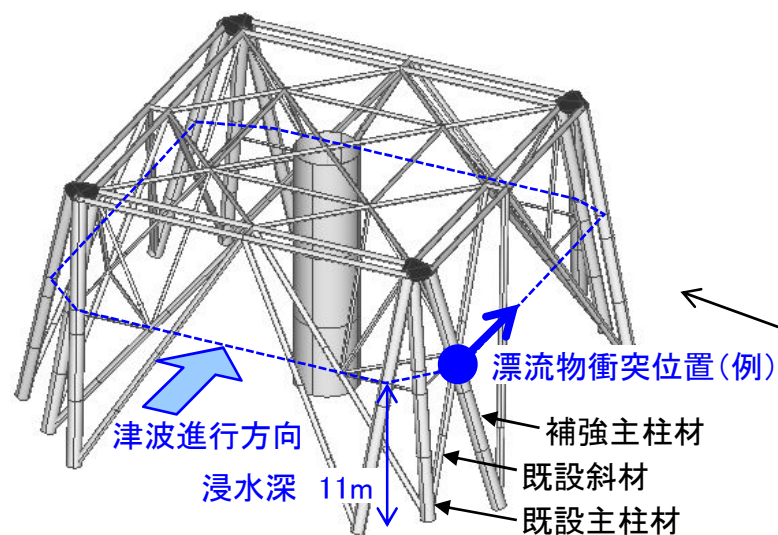
添付2 重大事故等対処設備の津波防護設計

津波防護設計の成立性 ⑦排気筒(波及的影響防止)

- 敷地に遡上する津波による波力及び漂流物の衝突を評価した結果、排気筒の各構造部材は許容応力内に収まり、排気筒は倒壊しないことを確認
- ・敷地遡上解析に基づき、排気筒各構造部材への津波波力の作用及び漂流物の衝突をモデル化し、健全性を評価

排気筒評価結果(例)

評価部位	応力度 (N/mm ²)		材料強度 (N/mm ²)		判 定
	圧縮 σ_c	曲げ σ_b	圧縮 f_c	曲げ f_b	
既設斜材	94	81	225	258	$0.74 \leq 1.00$ (OK)
既設主柱材	29	73	252	258	$0.40 \leq 1.00$ (OK)
補強主柱材	20	60	358	413	$0.21 \leq 1.00$ (OK)



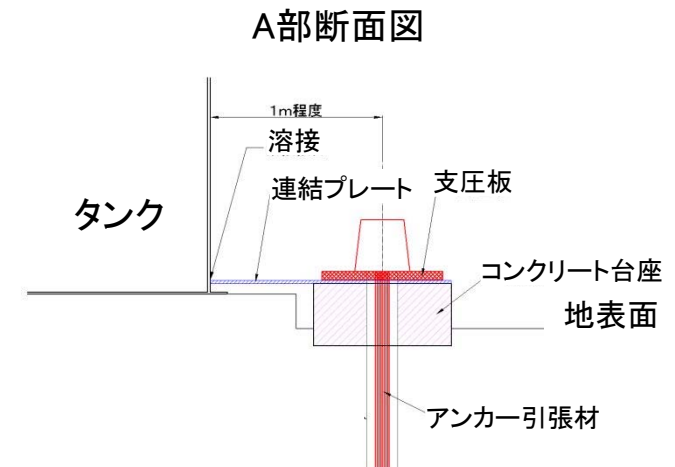
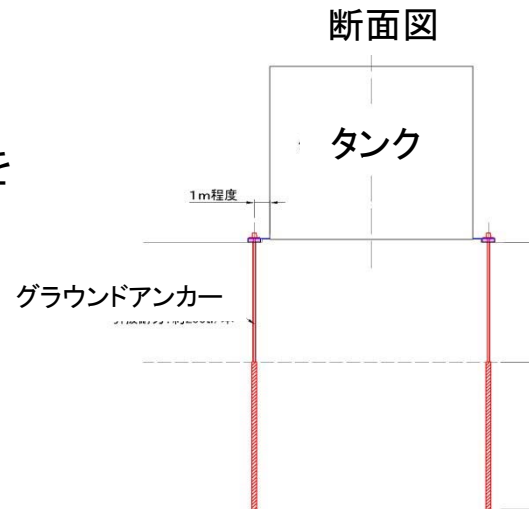
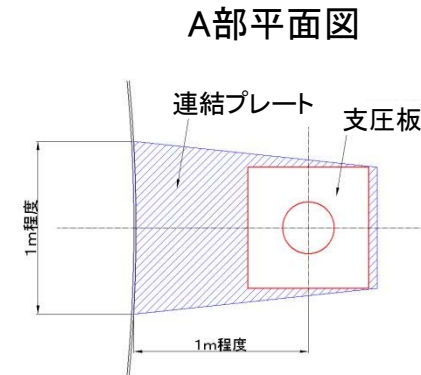
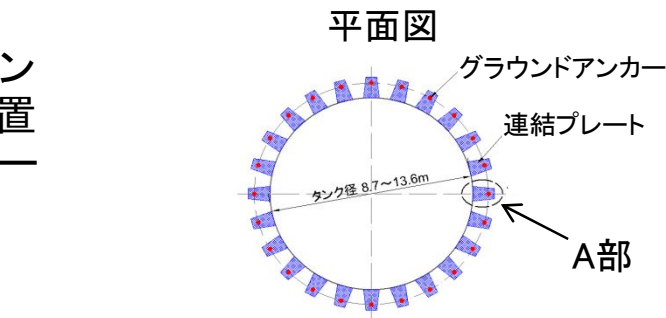
- ・排気筒が倒壊せず、波及的影響を与えないことを確認

添付2 重大事故等対処設備の津波防護設計

津波防護設計の成立性 ⑧屋外タンク(波及的影響防止)

➤ 敷地に遡上する津波により大型タンクが漂流しないよう追設アンカーによる固定

- ・ 漂流防止対策
タンク周囲にグラウンドアンカーを設置し、タンクに設置する連結プレートとアンカーとを連結
- ・ 設計条件
波力等による損壊、浮力等を考慮
- ・ アクセスルートを阻害する可能性がある大型タンクを対象
 - 多目的タンク
 - 原水タンク
 - ろ過水貯蔵タンク
 - 純水貯蔵タンク
 - 600t純水タンク



- ・ 大型タンクが漂流せず、波及的影響を与えないことを確認

東海第二発電所 可搬型重大事故等対処設備の 保管場所の変更について

平成28年8月3日
日本原子力発電株式会社

本資料のうち、☐の内容は商業機密又は防護上の観点から公開できません。

保管場所の変更について(分散保管)

➤ 審査会合の状況【添付資料1, 2】

1. 平成26年7月4日審査会合におけるご指摘
 - ・アクセスルートに事業者の管理下でない国道を使うことについて、成立性を示すこと
2. 平成28年4月21日審査会合における当社からの説明
 - ・東海第二発電所の立地特性を踏まえ、自然現象に対し頑健性のある建屋保管(1箇所)を論点として説明
3. 平成28年4月21日審査会合におけるご指摘
 - ・1箇所の建屋で自然現象を防げればよいわけではない

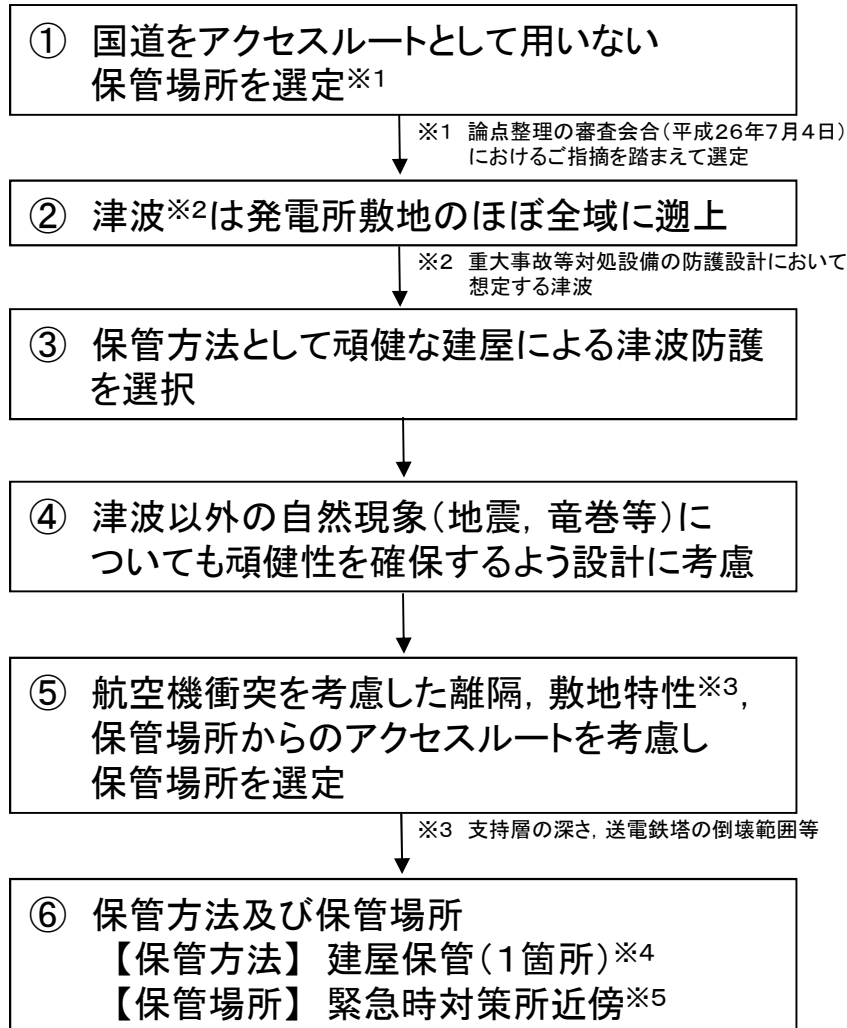
➤ 上記平成28年4月21日審査会合におけるご指摘を踏まえ、可搬型重大事故等対処設備※の保管場所について、安全性のより高い保管方法／保管場所について検討

※ 原子炉建屋、中央制御室、緊急時対策所に保管する可搬型重大事故等対処設備を除く

- 検討に当たっては、保管方法として先行プラントにおける分散保管も考慮した上で、自然現象、故意による大型航空機の衝突等、保管場所の選定において考慮すべき事項について、安全上の優位性を比較評価【添付資料3】
- 比較評価の結果、分散保管について安全上の優位性を確認【添付資料4】
- このため、保管方法について、建屋保管(1箇所)から分散保管に変更
- 東海第二発電所の敷地特性等を踏まえ分散保管における保管場所の候補地を抽出【添付資料5】
- 今後、本資料における保管方法の優位性、保管場所の候補地の検討結果を踏まえ、アクセスルートを設定した上で保管場所を選定

添付資料1. 建屋保管(1箇所)とした経緯

➤ 経緯



※4 申請時の屋外分散保管より変更

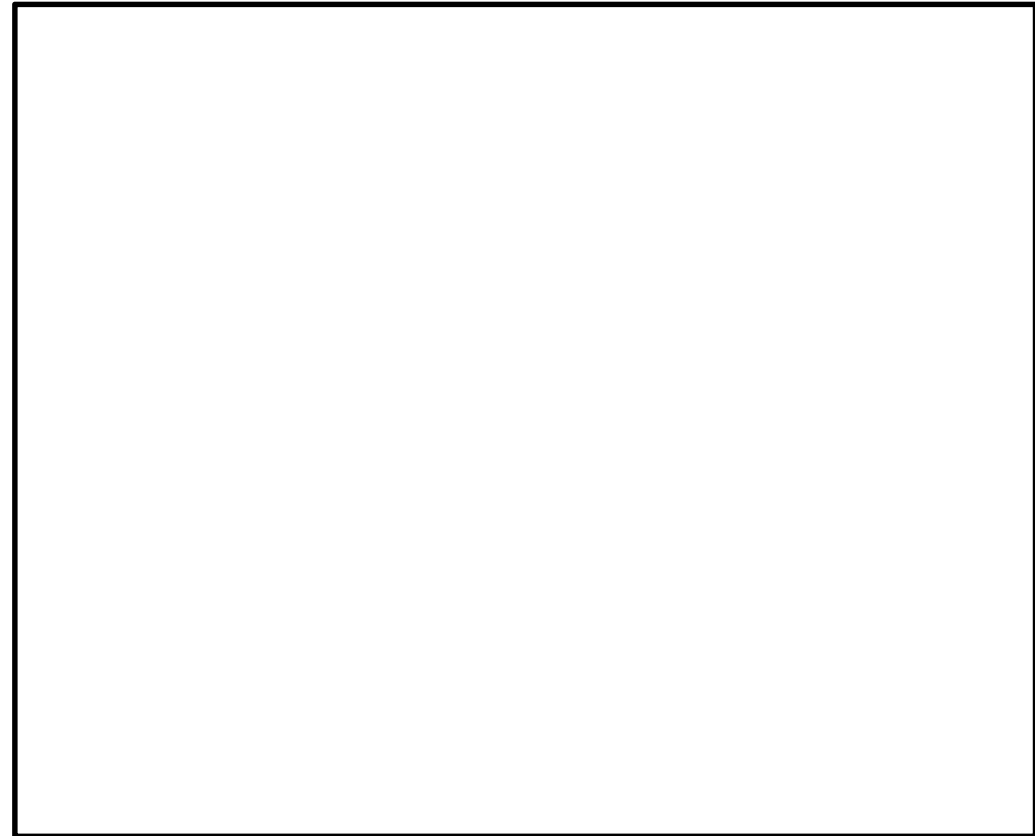
※5 運用の利便性を考慮し可能な限り敷地内とすることで設定(図上にAと記載)

可搬型重大事故等対処設備の保管場所(申請時及び建屋保管)配置図

添付資料2. 立地特性を踏まえた考慮事項

- 東海第二発電所では、津波PRAの結果を踏まえ、基準津波を超え敷地に遡上する津波（以下「敷地に遡上する津波」）に対して重大事故等対処設備を防護し、重大事故等の対応が可能な設計とする。（参考1）

- ✓ 重大事故等対処設備の防護設計において想定する津波高さは「防潮堤高さ T.P.+20mの1.5倍に当たるT.P.+30m（防潮堤位置）※1」と設定
 - 年超過確率： 6.2×10^{-7} ／年
- ✓ 可搬型重大事故等対処設備の保管場所については、上記津波の敷地遡上※2（右図）を考慮



＜津波の遡上範囲図＞

※1：ここで示す津波高さ（T.P.+30m）は、仮想的に防潮堤位置に無限鉛直壁を設定した場合の最高水位（駆け上がり高さ）であり、防潮堤がない状態での津波高さはT.P.+20m程度

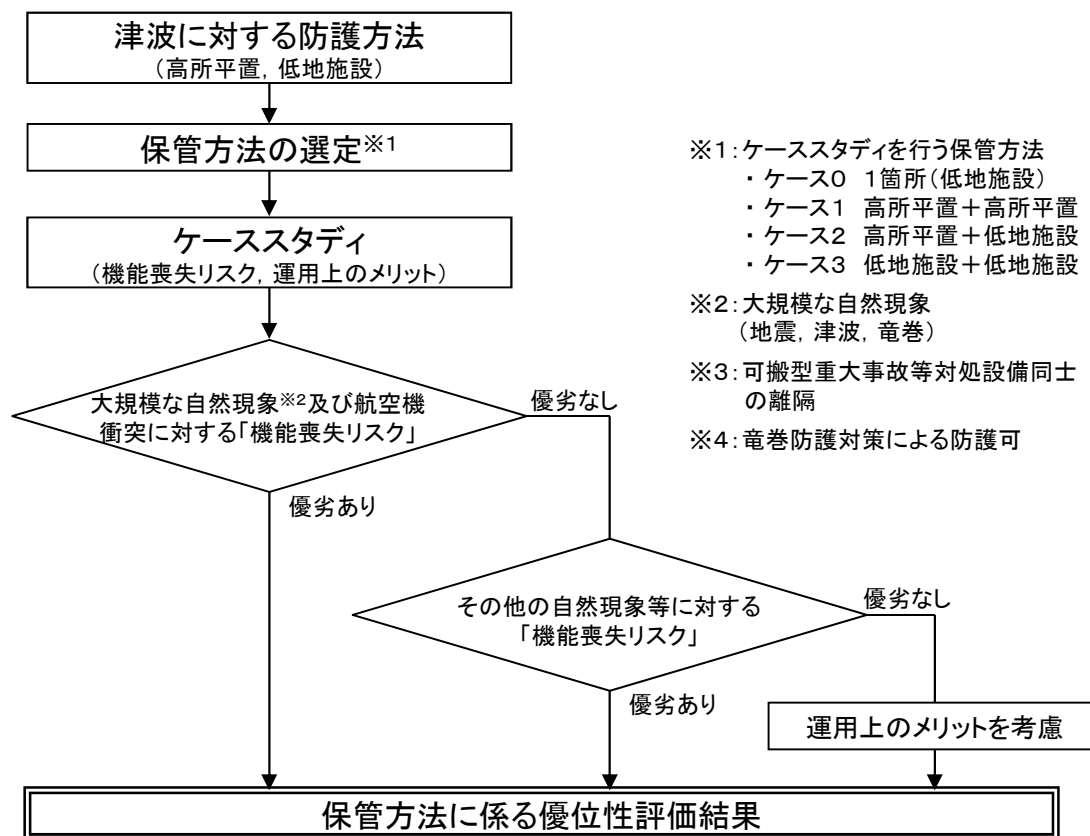
※2：遡上解析は、防潮堤がない保守的な条件で実施

添付資料3. 保管方法の安全上の優位性に係るケーススタディ

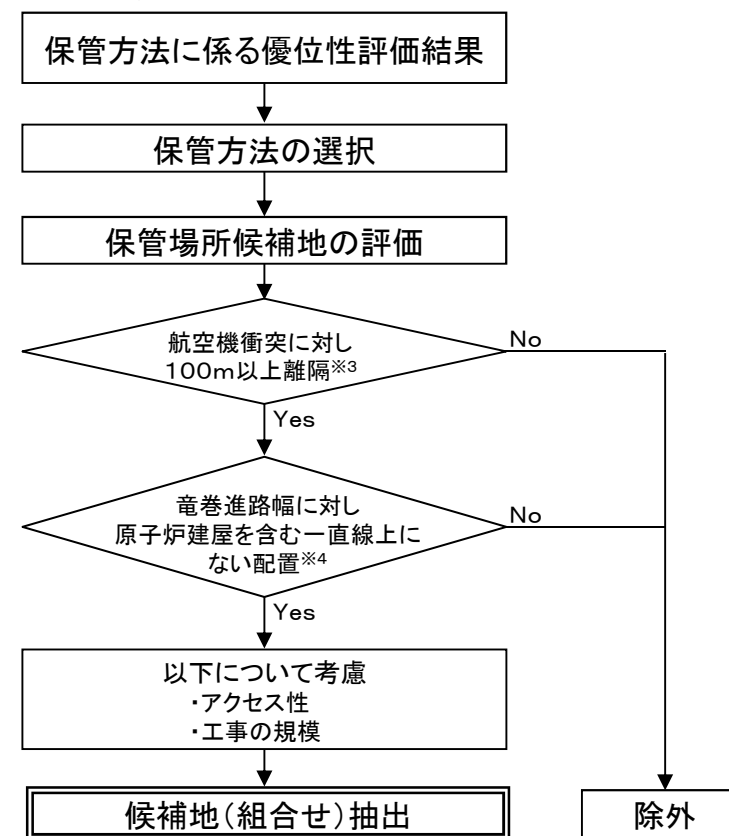
➤ ケーススタディの内容

- ✓ 平成28年4月21日審査会合におけるご指摘を踏まえ、敷地に遡上する津波に対する可搬型重大事故等対処設備の防護を考慮した保管方法について、自然現象、航空機衝突等の保管場所の選定において考慮すべき事項を網羅的に抽出し、安全上の観点からの優位性を比較評価
- ✓ 評価に当たっては、建屋（1箇所（低地施設））による保管に加え、先行プラントにおける分散保管を考慮

【保管方法の優位性評価フロー】



【保管場所候補地の抽出フロー】



添付資料3. 保管方法の安全上の優位性に係るケーススタディ

(1) 津波に対する防護方法

- ✓ 津波※¹に対して、可搬型重大事故等対処設備は、2セット要求設備※²の2セットを防護、2セット要求設備以外については1セットを防護
- ✓ 防護方法として以下を考慮
 - ① 高所での平置
 - ② 低地での施設設置(建屋／防護壁)

※¹：重大事故等対処設備の防護設計において想定する津波

※²：可搬型代替電源設備及び可搬型注水設備(原子炉建屋の外から水又は電力を供給するものに限る)

(2) 保管方法の選定

- ✓ 防護方法を考慮し、ケーススタディを行う保管方法として、1箇所(低地施設)と分散保管の3ケースを選定
 - ・ ケース0 : 1箇所(低地施設)
 - ・ ケース1(分散保管①) : 高所平置＋高所平置
 - ・ ケース2(分散保管②) : 高所平置＋低地施設
 - ・ ケース3(分散保管③) : 低地施設＋低地施設
- ✓ ケーススタディを行う上で、各ケースの自然現象等に対する防護レベルは、津波については重大事故等対処設備の防護設計において想定する津波の高さ、その他の自然現象等については設計基準を前提

添付資料3. 保管方法の安全上の優位性に係るケーススタディ

(3) ケーススタディ

- ✓ 設置許可基準規則第43条第3項第五号(保管場所), 第七号(共通要因)に基づく, 可搬型重大事故等対処設備に要求される自然現象等の考慮事項をもとに比較評価
- ✓ 設計基準を超える自然現象の規模も想定し, 可搬型重大事故等対処設備の「機能喪失リスク」及び津波からの防護方法の相違による「運用上のメリット」を定性的に比較評価

(4) 保管方法の優位性に係る評価

- ✓ 以下の順位で優位性を評価
 - ① 設計基準事故対処設備, 常設重大事故等対処設備の機能喪失に至る可能性のある大規模な自然現象(地震, 津波, 竜巻)及び航空機衝突に対する「機能喪失リスク」
 - ② その他自然現象等に対する「機能喪失リスク」
 - ③ 「運用上のメリット」

添付資料4. 保管方法の優位性に係る比較評価結果

(1) 保管方法の優位性に係る比較評価結果(参考2)

- ✓ 津波: 津波の影響を受けない高所が優位
- ✓ 地震: 施設損傷による影響を受けない平置が優位
- ✓ 竜巻: 風荷重, 飛来物の影響を受けない施設による防護が優位
- ✓ 航空機衝突: 分散保管が優位

優位性	保管方法	理 由
高	ケース1 : 高所平置＋高所平置	・津波による機能喪失リスク低 ・地震による施設損傷なし ・航空機衝突による2セット要求の可搬型重大事故等対処設備の同時機能喪失なし
↑	ケース2 : 高所平置＋低地施設	・津波による機能喪失リスク低 ・高所平置については地震による施設損傷なし ・航空機衝突による2セット要求の可搬型重大事故等対処設備の同時機能喪失なし
	ケース3 : 低地施設＋低地施設	・地震による施設損傷リスクあり ・航空機衝突による2セット要求の可搬型重大事故等対処設備の同時機能喪失なし
低	ケース0 : 1箇所(低地施設)	・地震による施設損傷リスクあり(2セット要求の可搬型重大事故等対処設備の同時機能喪失リスクあり)

自然現象が起因となる機能喪失リスクは施設の頑健性を高めることにより低減することが可能であるが、航空機衝突による同時機能喪失リスクに対しては分散保管が優位と判断

添付資料5. 保管場所候補地の抽出

(1) 保管場所候補地の抽出

- 保管方法の選択
 - ✓ 当社利用可能範囲において、優位性の高い高所平置＋高所平置の組合せは不成立※1
 - ※1: 候補地Gを選択する場合国道下トンネル等の設置が必要となるが、G以外の候補地が存在する場合において、道路法第33条第1項の「道路の敷地外に余地がないためにやむを得ないもの」であることを示すことができないことから優先的に選択しない
 - ✓ 次に優位性の高い組合せとして高所平置＋低地施設を選択
- 保管場所候補地の評価(高所は候補地Eを選定)
 - ① 航空機衝突に対する考慮
 - ・ 2セット要求の可搬型重大事故等対処設備同士の離隔確保(100m以上)
 - ② 竜巻(F4※2)進路に対する考慮
 - ・ 原子炉建屋を含む一直線上にない配置であること
 - ※2: 竜巻被害幅に対する保管場所同士の離隔について十分性を判断するためにF4にて評価
- 候補地(組合せ)抽出結果【高所平置(E)＋低地施設(C, D, A)】

考慮事項		候補地							備 考
		A	B	C	D	F 1	F 2	F 3	
基準要求	航空機衝突 (候補地Eと100m以上離隔)	○	○	○	○	○	○	○	全て100m以上 離隔可能
	竜巻進路 (候補地E, 原子炉建屋と 一直線上の配置とならない こと)	○※3	○※3	○	○	○	○	○	A, Bは一直線 上のため竜巻 防護対策必要
その他	アクセス性 (緊急時対策所, 原子炉建屋 へのアクセス性がよいこと)	○	△	○	○	△	△	△	
	工事の規模 (工事の規模が大きくなり ないこと)	○	○	○	○	△	△	△	F1～F3は 支持層が深く 工事規模が 大きい
評 価		○※3	△※3	○	○	△	△	△	

※3: 竜巻防護対策により防護

< 保管場所候補地 >

参考資料

1. 基準津波を超え敷地に遡上する津波の考慮について

➤ 津波PRAの結果

- ✓ 津波PRAにおいて、設計基準事象に対する津波防護設備（防潮堤（高さ：T.P.＋20m）等）を考慮
- ✓ 敷地に遡上する津波により、炉心損傷に至る各事故シーケンスの発生頻度は、全炉心損傷頻度に対し、約29～0.1%の寄与割合

項 目	炉心損傷頻度 (全炉心損傷頻度への寄与割合)
津波による炉心損傷頻度	3.5×10^{-5} ／炉年(約43%)
(内訳) 最終ヒートシンク喪失(RCIC成功)	2.4×10^{-5} ／炉年(約29%)
原子炉建屋内浸水による複数の緩和機能喪失 (全交流電源喪失＋最終ヒートシンク喪失)	1.1×10^{-5} ／炉年(約14%)
最終ヒートシンク喪失＋逃がし安全弁再閉鎖失敗	1.3×10^{-7} ／炉年(約0.2%)
最終ヒートシンク喪失＋高圧炉心冷却失敗	8.1×10^{-8} ／炉年(約0.1%)
全炉心損傷頻度 (内部事象、地震及び津波レベル1PRAによる炉心損傷頻度の合計)	8.1×10^{-5} ／炉年

➤ 設置許可基準規則第37条(重大事故等の拡大防止等)の要求

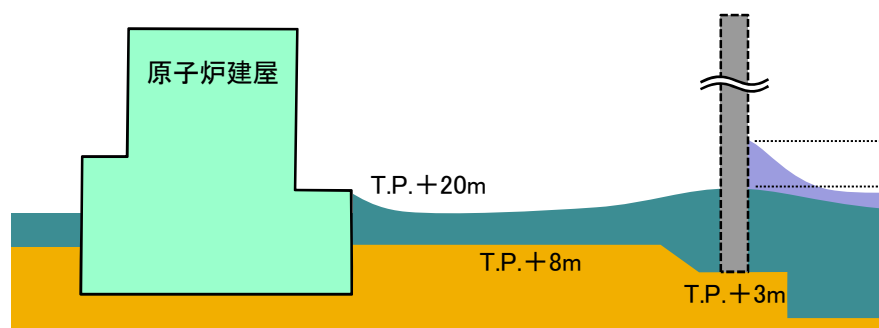
- ✓ 発電用原子炉施設は、重大事故等が発生した場合において、炉心の著しい損傷防止等のために、必要な措置を講じたものでなければならない。
- ✓ 必ず想定する事故シーケンスグループに含まれない、有意な頻度又は影響をもたらす事故シーケンスグループが抽出された場合には、想定する事故シーケンスグループとして追加し、対策の有効性を確認する。

➤ 第37条の要求を踏まえて、有意な頻度となる敷地に遡上する津波に起因する事故シーケンスは重大事故等対策(重大事故等対処設備)の有効性評価で想定すべき事故シーケンスと判断

2. 重大事故等対処設備の有効性評価において想定すべき津波高さ

- 有意な頻度となる事故シーケンスに対応する重大事故等対応の有効性を示すため、重大事故等対処設備の津波防護設計を行う上では想定すべき津波高さの設定が必要
- 以下のとおり、津波高さを設定
 - ✓ 津波ハザード(確率論的津波ハザード評価)を参照して、防潮堤高さの1.5倍に当たるT.P.+30m(防潮堤位置)※1と設定

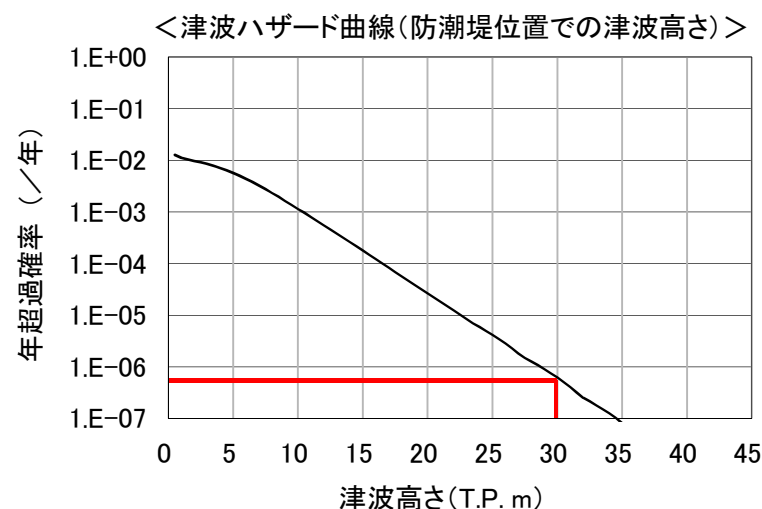
※1:ここで示す津波高さ(T.P.+30m)は、仮想的に防潮堤位置に無限鉛直壁を設定した場合の最高水位(駆け上がり高さ)であり、防潮堤がない状態の津波高さはT.P.+20m程度である。



敷地に遡上する津波高さのイメージ

- ✓ この津波高さの年超過確率は、 6.2×10^{-7} ／年であり、全炉心損傷頻度の1%程度に相当

- ①T.P.+30m; 防潮堤位置に無限鉛直壁を設定
- ②T.P.+20m; 敷地遡上解析(防潮堤に期待せず敷地への遡上を保守的に評価)



3. 敷地に遡上する津波への対応について

- 敷地に遡上する津波への対応に関する基本方針
 - ✓ 津波による可搬型重大事故等対処設備のアクセス性への影響を考慮し、常設重大事故等対処設備による対応を基本方針とする。
 - ✓ 可搬型重大事故等対処設備は、敷地に遡上する津波がアクセス時間に与える影響を考慮しても対応可能な時間余裕がある場合に使用する(例:格納容器除熱に使用する代替残留熱除去系海水系)。
- 上記基本方針に基づき、敷地に遡上する津波に起因する事故シーケンスへの対応に必要な安全機能を有する常設及び可搬型の重大事故等対処設備を選定し、これらを津波から防護

必要な安全機能	主な防護対象設備	
	常設SA設備	可搬型SA設備
原子炉注水	・逃がし安全弁 ・低圧代替注水系(常設)	—
格納容器注水／除熱	・代替格納容器スプレイ冷却系(常設) ・格納容器下部注水系(常設) ・格納容器圧力逃がし装置 ・代替循環冷却系 ・残留熱除去系 ・可燃性ガス濃度制御系	・代替残留熱除去系海水系 ・可搬型窒素供給装置
SFP注水／除熱	・代替燃料プール注水系(常設) ・代替燃料プール冷却系	・代替残留熱除去系海水系
電源	・常設代替交流電源設備 ・常設代替直流電源設備	—
水源	・代替淡水貯槽 ・サプレッション・プール	—

(参考2)保管方法ケーススタディ

(1／3)

➤ 地震, 津波, 竜巻, 航空機衝突／落下に係る着眼点

✓ 安全上の優位性(優位性の高さを「○の個数※1」, ベースとなるケースを「－」で表現)

※1 優位性の高さは「(優位性低)－⇒○⇒○○⇒○○○(優位性高)」で表現

考慮事項	ケース0	ケース1 (分散保管①)	ケース2 (分散保管②)	ケース3 (分散保管③)	説 明
	1箇所(低地施設)	高所平置＋高所平置	高所平置＋低地施設	低地施設＋低地施設	
地震(地盤含む)	－	○○○	○○	○	・分散保管は2N要求設備の同時機能喪失リスク低 ・高所平置は施設損傷の影響がなく機能喪失リスク低
津波	－	○○○	○○	○	・分散保管は2N要求設備の同時機能喪失リスク低 ・高所平置は津波影響がなく機能喪失リスク低
竜巻	○○	－	○	○○	施設は風荷重, 飛来物に対し機能喪失リスク低
航空機衝突／落下	－	○	○	○	・原子炉建屋等からの離隔に対しては優劣なし ・保管場所への航空機衝突を考慮すると分散保管は機能喪失リスク低※2

※2 1箇所施設保管における保管場所への航空機衝突に対しては常設重大事故等対処設備で対応
一方, 分散保管の場合はさらに可搬型重大事故等対処設備による対応が可能

(参考2) 保管方法ケーススタディ

(2/3)

➤ その他自然現象に係る着眼点

- ✓ 安全上の優位性(優位性の高さを「○の個数」、ベースとなるケースを「—」で表現)
- ✓ 運用上の優位性(優位性の高さを「○の個数」、ベースとなるケースを「—」で表現)

考慮事項		ケース0	ケース1 (分散保管①)	ケース2 (分散保管②)	ケース3 (分散保管③)	説明
		1箇所(低地施設)	高所平置+高所平置	高所平置+低地施設	低地施設+低地施設	
	風(台風)	○○	—	○	○○	施設は風荷重に対し機能喪失リスク低
	洪水	立地特性から考慮不要				
	積雪	○○	—	○	○○	施設は除雪作業を削減できる運用メリットあり
	降水	—	—	—	—	有意な差なし
自然現象※	落雷	○○	—	○	○○	・分散保管は2N要求設備の同時機能喪失リスク低 ・施設は落雷に対し機能喪失リスク低
	凍結	重大事故等対処設備に対する環境条件として考慮				
	地滑り	立地特性から考慮不要				
	火山の影響	○○	—	○	○○	施設は除灰作業を削減できる運用メリットあり
	生物学的事象	○○	—	○	○○	施設は小動物に対し機能喪失リスク低
	森林火災	○○	—	○	○○	施設は森林火災に対し人的防護上有利
	高潮	立地特性から考慮不要				

※地震, 津波, 竜巻を除く

(参考2)保管方法ケーススタディ

(3/3)

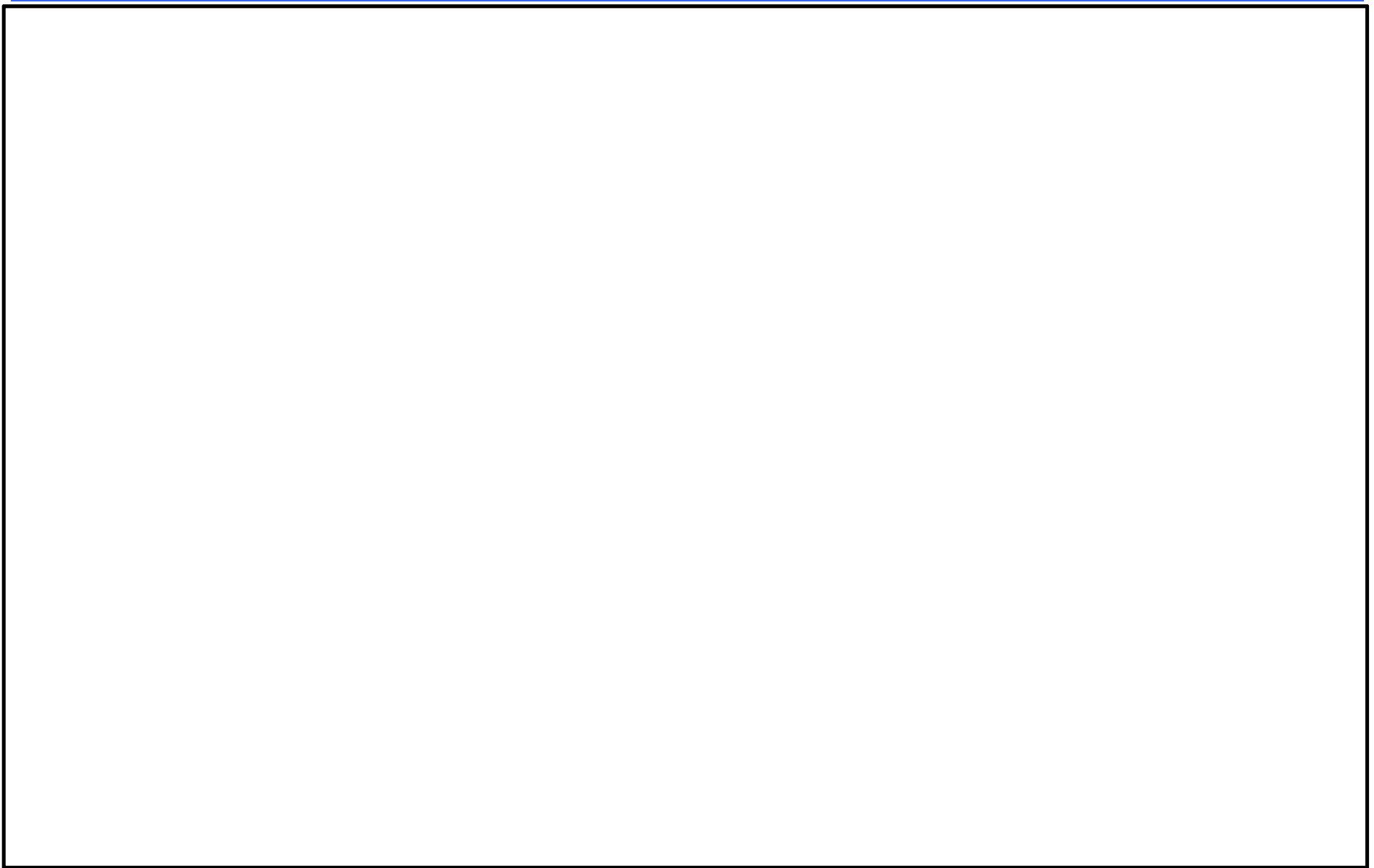
外部人為事象等に係る着眼点

- ✓ 安全上の優位性(優位性の高さを「○の個数」、ベースとなるケースを「—」で表現)
- ✓ 運用上の優位性(優位性の高さを「○の個数」、ベースとなるケースを「—」で表現)

考慮事項		ケース0	ケース1 (分散保管①)	ケース2 (分散保管②)	ケース3 (分散保管③)	説明
		1箇所(低地施設)	高所平置+高所平置	高所平置+低地施設	低地施設+低地施設	
外部人為事象※	ダムの崩壊	立地特性から考慮不要				
	近隣工場の火災等	—	—	—	—	有意な差なし
	有毒ガス	重大事故等対処設備に影響なし				
	船舶の衝突	立地特性から考慮不要				
	電磁的障害	—	—	—	—	有意な差なし
溢水		—	—	—	—	有意な差なし
火災		—	○	○	○	分散保管は火災に対して2N要求設備の同時機能喪失リスク低
環境条件 (保管状態)		○○	—	○	○○	施設(建屋)は屋外の環境条件による影響が少ないため設備が劣化し難いことから点検頻度を削減できる運用メリットあり

※航空機衝突／落下を除く

(参考)「重大事故等対処設備の防護設計において想定する津波」の遡上範囲と候補エリアの関係



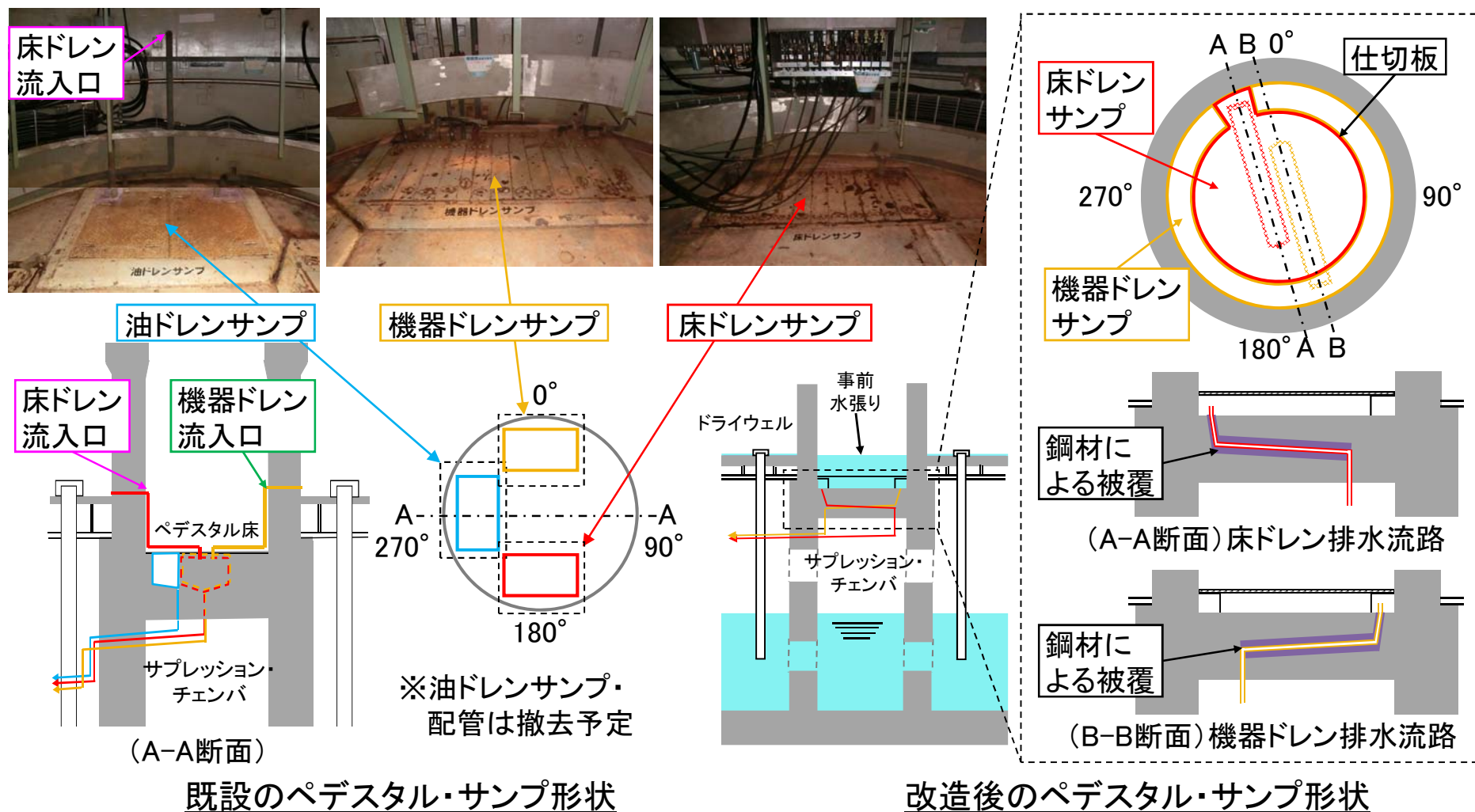
本頁は空白

東海第二発電所
Mark-II 型格納容器の特徴を踏まえた
MCCI対策について

平成28年8月3日
日本原子力発電株式会社

Mark-II 型格納容器の特徴を踏まえたMCCI対策

- ・原子炉圧力容器の破損前にペDESTALに事前水張りを行い，落下してくる溶融炉心を冷却
- ・ペDESTAL床面を平坦化し，局所的な溶融炉心の堆積及びコンクリート浸食を防止
- ・ドレンサンプの排水流路をスリット形状とし，流入した溶融炉心を除熱・凝固させることで，サブプレッション・チェンバへの溶融炉心の移行を防止



東海第二発電所
非難燃性ケーブルの防火措置による
難燃性能向上について

平成28年8月3日
日本原子力発電株式会社

ケーブルに対する規制要求の整理

【技術基準規則の解釈】(抜粋)

技術基準規則に定める技術的要件を満足する技術的内容は、本解釈に限定されるものではなく、技術基準規則に照らして十分な保安水準の確保が達成できる技術的根があれば、技術基準規則に適合するものとする。

【火災防護に係る審査基準の要求】(抜粋)

○まえがき

本基準に適合しない場合であっても、それが技術的な改良、進捗等を反映したものであって、本基準を満足する場合と同等又はそれを上回る安全性を確保し得ると判断される場合は、これを排除するものではない。

○火災の発生防止

不燃性材料又は難燃性材料を使用した設計であること。

・ケーブルは難燃ケーブルを使用すること。

・難燃ケーブルは、延焼性及び自己消火性の実証試験で示すこと。



【ケーブルに対する規制側の解釈】

・審査基準に非難燃性ケーブルの難燃性能向上に対する記載はないため、技術基準規則に則り、事業者自ら保安水準(設計目標)を設定し、達成できることを説明する必要がある。



【非難燃性ケーブルの対応として新たな設計目標を設定した対応方針を認可】

○非難燃性ケーブル及びケーブルトレイ全体を不燃材の防火シートで巻き複合体を形成するこすることで、難燃ケーブルを上回る難燃性能を確保する。

非難燃性ケーブルの防火措置による難燃性能向上

【防火措置材料を防火塗料から防火シートへ変更】

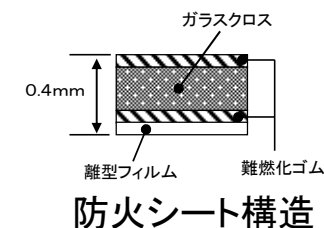
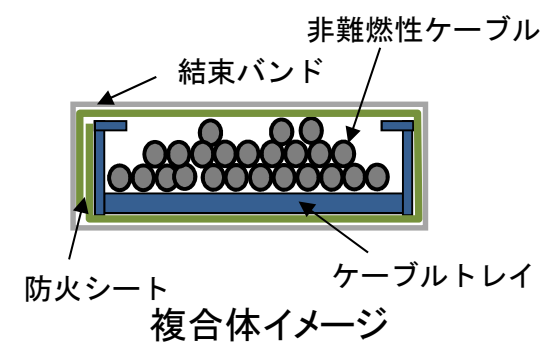
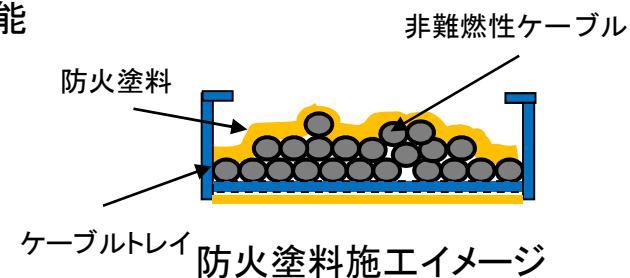
○難燃性の要となる防火塗料の厚さの管理や施工後の維持管理の面から、より確実性が高い不燃材である防火シートに変更

○防火シートにより複合体とすることで、難燃ケーブルを上回る難燃性能を確保する。

- ・外部の火災に対する難燃性能，内部発火を想定しても必要な難燃性能
- ・防火シートのずれ，傷があっても耐延焼性を有する頑健な設計

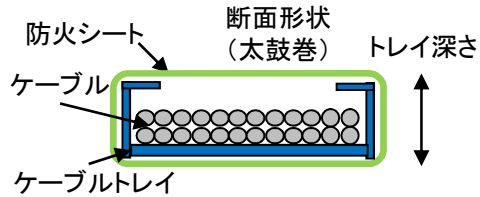
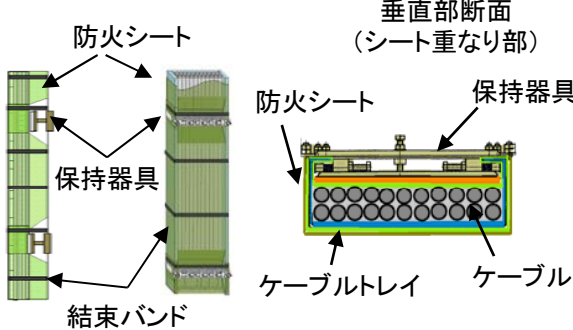
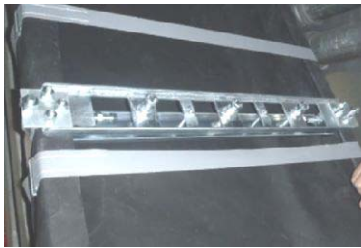
【防火シートの特徴】

- ①防火塗料は全面に亘る厚さの管理が必要であるが，防火シートは工業製品のため厚さが均一であり，品質管理や施工後の保守性で優位
- ②防火シートはケーブルを敷設するケーブルトレイ又はケーブルそのものに巻き，結束バンドで固定することで難燃性を確保
- ③防火シートの施工性について実機のケーブルトレイの設置状況を踏まえた施工性試験により，標準的な施工ができることを確認。



非難燃性ケーブルの防火措置による難燃性能向上

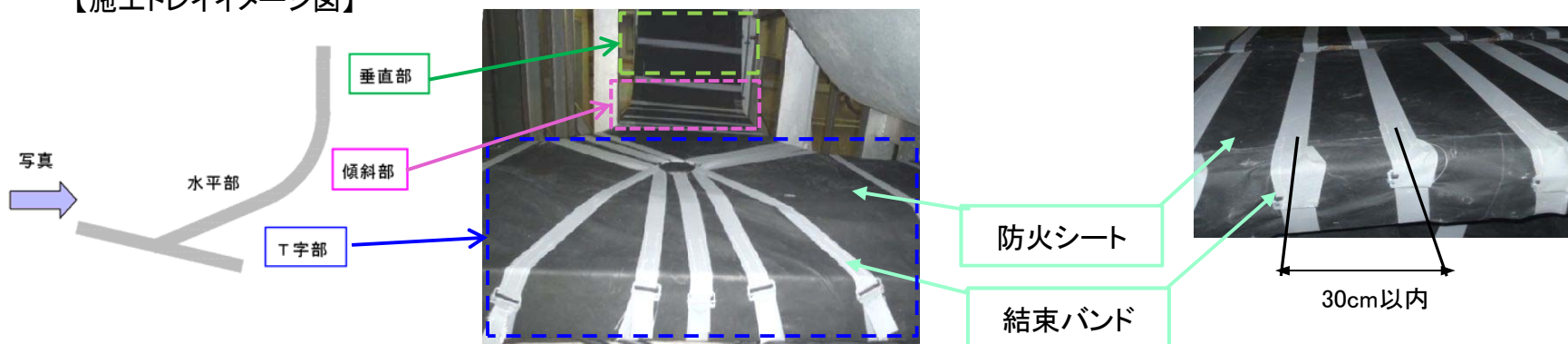
【防火シートの基本的な施工】

水平トレイへの施工方法	 防火シート ケーブル ケーブルトレイ 断面形状 (太鼓巻) トレイ深さ	・東海第二はケーブルトレイ深さが比較的浅いため、防火シート施工方法は、シートメーカーの標準的な施工方法（左記断面形状（太鼓巻））とし、30cm以内毎に結束バンドにてシートを固定	シート保持器具： 延焼の可能性がある垂直部のトレイに設置（水平部などは延焼しないことを確認）
垂直トレイへの施工方法	 防火シート 保持器具 結束バンド 垂直部断面 (シート重なり部) 防火シート 保持器具 ケーブルトレイ ケーブル	・防火シート施工方法は、30cm以内毎に結束バンドにてシートを固定するとともに、シートの重なり部（約90cm毎）にシート保持器具を設置し、<u>防火シートとケーブルを密着させシート内部火災の延焼を防止するとともに、地震時のシートのずれを防止</u>	【施工例】 

【施工トレイイメージ図】

【T字部から垂直部トレイへの施工性例】

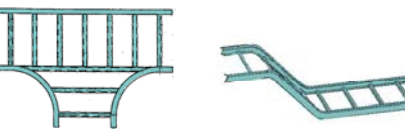
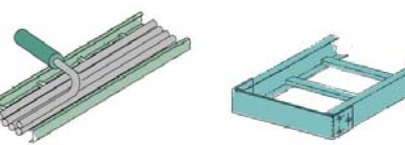
【水平部のトレイへの施工例】



非難燃性ケーブルの防火措置による難燃性能向上

【防火シートの施工性確認試験】

○各種ケーブルトレイ形状への施工性

トレイ形状	構造（例）
L字形，サポート部	
T字分岐形，傾斜部	
電線管合流部，端部	

L字形トレイ施工例



電線管干渉，サポート部施工例



トレイ重なり(狭隘)部施工例



○狭隘部，干渉部への施工性

- ・電線管，トレイサポート等への干渉部
- ・壁及びケーブルトレイ間の狭隘部

○防火シートが設計通りに施工できない箇所への対応

- ・干渉物の一時撤去，移設
- ・ケーブル配線ルートの変更，ケーブルの引替
- ・電線管敷設の非難燃性ケーブルは開口部を耐火シールし，窒息効果による耐延焼性確保

本頁は空白