

7. 保管場所及び屋外のアクセスルート周辺構造物の耐震性評価について

7.1 他資料において耐震性を確認している周辺構造物

保管場所及びアクセスルートの周辺構造物のうち、緊急時対策所、ガスタービン発電機建物等については、以下の資料において基準地震動 S_s に対する耐震性を有していることを説明している。

(1) 緊急時対策所の耐震性に関する計算書

- ・ VI-2-2-12 緊急時対策所の耐震性についての計算書

(2) ガスタービン発電機建物の耐震性に関する計算書

- ・ VI-2-2-17 ガスタービン発電機建物の耐震性についての計算書

(3) 1号機原子炉建物の耐震性に関する計算書

- ・ VI-2-11-2-1-1 1号機原子炉建物の耐震性についての計算書

(4) 1号機廃棄物処理建物の耐震性に関する計算書

- ・ VI-2-11-2-1-3 1号機廃棄物処理建物の耐震性についての計算書

(5) 2号機原子炉建物の耐震性に関する計算書

- ・ VI-2-2-3 原子炉建物の耐震性についての計算書
- ・ VI-2-2-4 原子炉建物基礎スラブの耐震性についての計算書
- ・ VI-2-9-3-1 原子炉建物原子炉棟（二次格納施設）の耐震性についての計算書
- ・ VI-2-9-3-4 原子炉建物基礎スラブの耐震性についての計算書

(6) 2号機廃棄物処理建物の耐震性に関する計算書

- ・ VI-2-2-10 廃棄物処理建物の耐震性についての計算書

(7) 2号機タービン建物の耐震性に関する計算書

- ・ VI-2-2-8 タービン建物の耐震性についての計算書

(8) 2号機排気筒モニタ室の耐震性に関する計算書

- ・ VI-2-11-2-1-6 排気筒モニタ室の耐震性についての計算書

(9) 統合原子力防災NW用屋外アンテナの耐震性に関する計算書

- ・ VI-2-6-7-3-3-5 統合原子力防災ネットワークに接続する通信連絡設備のうち統合原子力防災NW用屋外アンテナの耐震性についての計算書

(10) 輪谷貯水槽（西1）の耐震性に関する計算書

- ・ VI-2-別添 2-2 溢水源としないB, Cクラス機器の耐震性についての計算書

- (11) 輪谷貯水槽（西 2）の耐震性に関する計算書
 - ・ VI-2-別添 2-2 溢水源としない B, C クラス機器の耐震性についての計算書

- (12) 輪谷貯水槽（東 1）の耐震性に関する計算書
 - ・ VI-2-別添 2-2 溢水源としない B, C クラス機器の耐震性についての計算書

- (13) 輪谷貯水槽（東 2）の耐震性に関する計算書
 - ・ VI-2-別添 2-2 溢水源としない B, C クラス機器の耐震性についての計算書

- (14) ガスタービン発電機用軽油タンクの耐震性に関する計算書
 - ・ VI-2-10-1-2-3-4 ガスタービン発電機用軽油タンクの耐震性についての計算書

- (15) 1 号機復水貯蔵タンクの耐震性に関する計算書
 - ・ VI-2-別添 2-2 溢水源としない B, C クラス機器の耐震性についての計算書

- (16) 低圧原子炉代替注水ポンプ格納槽の耐震性に関する計算書
 - ・ VI-2-2-33 低圧原子炉代替注水ポンプ格納槽の耐震性についての計算書

- (17) 第 1 ベントフィルタ格納槽の耐震性に関する計算書
 - ・ VI-2-2-31 第 1 ベントフィルタ格納槽の耐震性についての計算書

- (18) B-ディーゼル燃料貯蔵タンクの耐震性についての計算書
 - ・ VI-2-2-23 B-ディーゼル燃料貯蔵タンク格納槽の耐震性についての計算書

- (19) 2 号機復水貯蔵タンクの耐震性に関する計算書
 - ・ VI-2-11-2-12 復水貯蔵タンク遮蔽壁の耐震性についての計算書

- (20) 2 号機補助復水貯蔵タンクの耐震性に関する計算書
 - ・ VI-2-別添 2-2 溢水源としない B, C クラス機器の耐震性についての計算書

- (21) 2 号機トラス水受入タンクの耐震性に関する計算書
 - ・ VI-2-別添 2-2 溢水源としない B, C クラス機器の耐震性についての計算書

- (22) 2 号機排気筒の耐震性に関する計算書
 - ・ VI-2-2-14 排気筒の耐震性についての計算書
 - ・ VI-2-2-15 排気筒の基礎の耐震性についての計算書
 - ・ VI-2-7-4 排気筒の耐震性についての計算書

- (23) ディーゼル燃料移送ポンプエリア防護対策設備の耐震性に関する計算書
- ・ VI-2-11-2-6-1 ディーゼル燃料移送ポンプエリア防護対策設備の耐震性についての計算書
- (24) 取水槽除じん機エリア防水壁の耐震性に関する計算書
- ・ VI-2-10-2-8 防水壁の耐震性についての計算書
- (25) 取水槽海水ポンプエリア防護対策設備の耐震性に関する計算書
- ・ VI-2-11-2-5 取水槽海水ポンプエリア防護対策設備の耐震性についての計算書
- (26) 取水槽ガントリクレーンの耐震性に関する計算書
- ・ VI-2-11-2-7-14 取水槽ガントリクレーンの耐震性についての計算書
- (27) 1号機排気筒の耐震性に関する計算書
- ・ VI-2-11-2-2 1号機排気筒の耐震性についての計算書
- (28) 防波壁の耐震性に関する計算書
- ・ VI-2-10-2-3 防波壁の耐震性についての計算書
- (29) 免震重要棟遮蔽壁の耐震性に関する計算書
- ・ VI-2-11-2-3 免震重要棟遮蔽壁の耐震性についての計算書
- (30) 非常用ろ過水タンクの耐震性に関する計算書
- ・ VI-2-別添 2-2 溢水源としないB, Cクラス機器の耐震性についての計算書
- (31) 3号機復水貯蔵タンクの耐震性に関する計算書
- ・ VI-2-別添 2-2 溢水源としないB, Cクラス機器の耐震性についての計算書
- (32) 3号機補助復水貯蔵タンクの耐震性に関する計算書
- ・ VI-2-別添 2-2 溢水源としないB, Cクラス機器の耐震性についての計算書
- (33) 受信用アンテナ（1・2号）の耐震性に関する計算書
- ・ VI-2-6-7-3-4-8 受信用アンテナ（1・2号）の耐震性についての計算書
- (34) 仮設耐震構台の耐震性に関する計算書
- ・ VI-2-11-2-13 仮設耐震構台の耐震性についての計算書

7.2 建物・構築物の耐震性評価

7.2.1 免震重要棟の耐震性評価

(1) 目的

免震重要棟に対し、基準地震動 S_s に対する地震応答解析により建物及び免震装置の耐震性能について検討を行い、第1保管エリア等への影響を確認する。

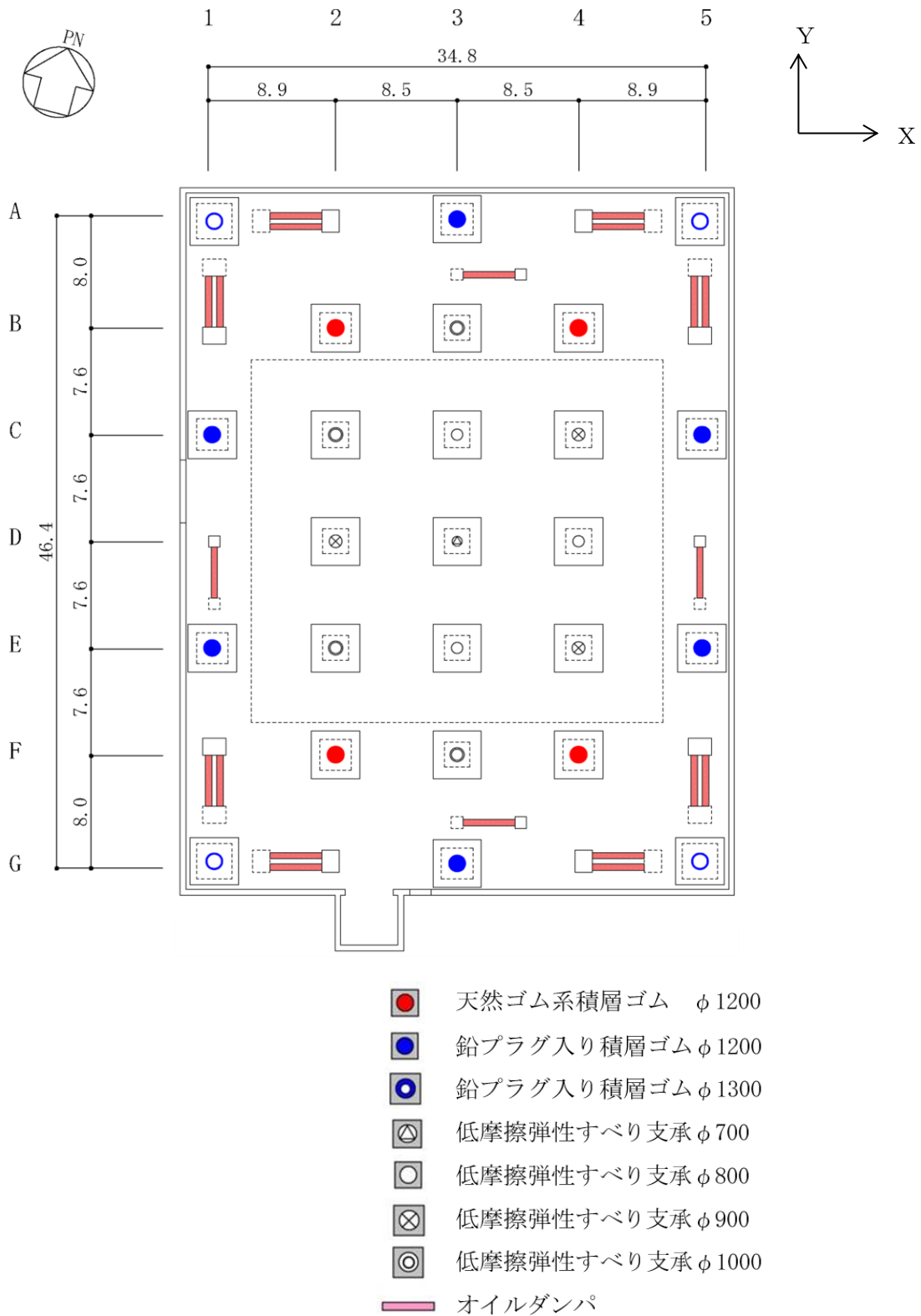
(2) 建物概要

建物概要を表 7.2.1-1 に、梁伏図を図 7.2.1-1～図 7.2.1-6 に、断面図を図 7.2.1-7 に示す。検討建物は、上部構造が鉄骨鉄筋コンクリート造（一部鉄骨造）の耐震壁付きラーメン構造で、1階床下の免震層に免震装置（天然ゴム系積層ゴム、鉛プラグ入り積層ゴム、低摩擦弾性すべり支承及びオイルダンパ）を配置した免震構造である。

平成 25 年の発電用原子炉設置変更許可申請当初、免震重要棟は建物内に緊急時対策所を設置する計画で、緊急時対策所の機能を維持できるよう、免震構造を採用した建物として設置したが、基準地震動 S_s に対する耐震性・気密性確保をより確実にするため、新たに設置する耐震構造の建物内に緊急時対策所を移設することとした。

表 7.2.1-1 建物概要

構造	鉄骨鉄筋コンクリート造（一部鉄骨造） （免震構造）
階数	地上3階
基礎構造	直接基礎（岩盤に免震ピットが直接設置）
平面形状	34.8m（X方向）×46.4m（Y方向）
高さ	地上高さ 14.15m



(単位：m)

図 7.2.1-1 免震装置基礎伏図

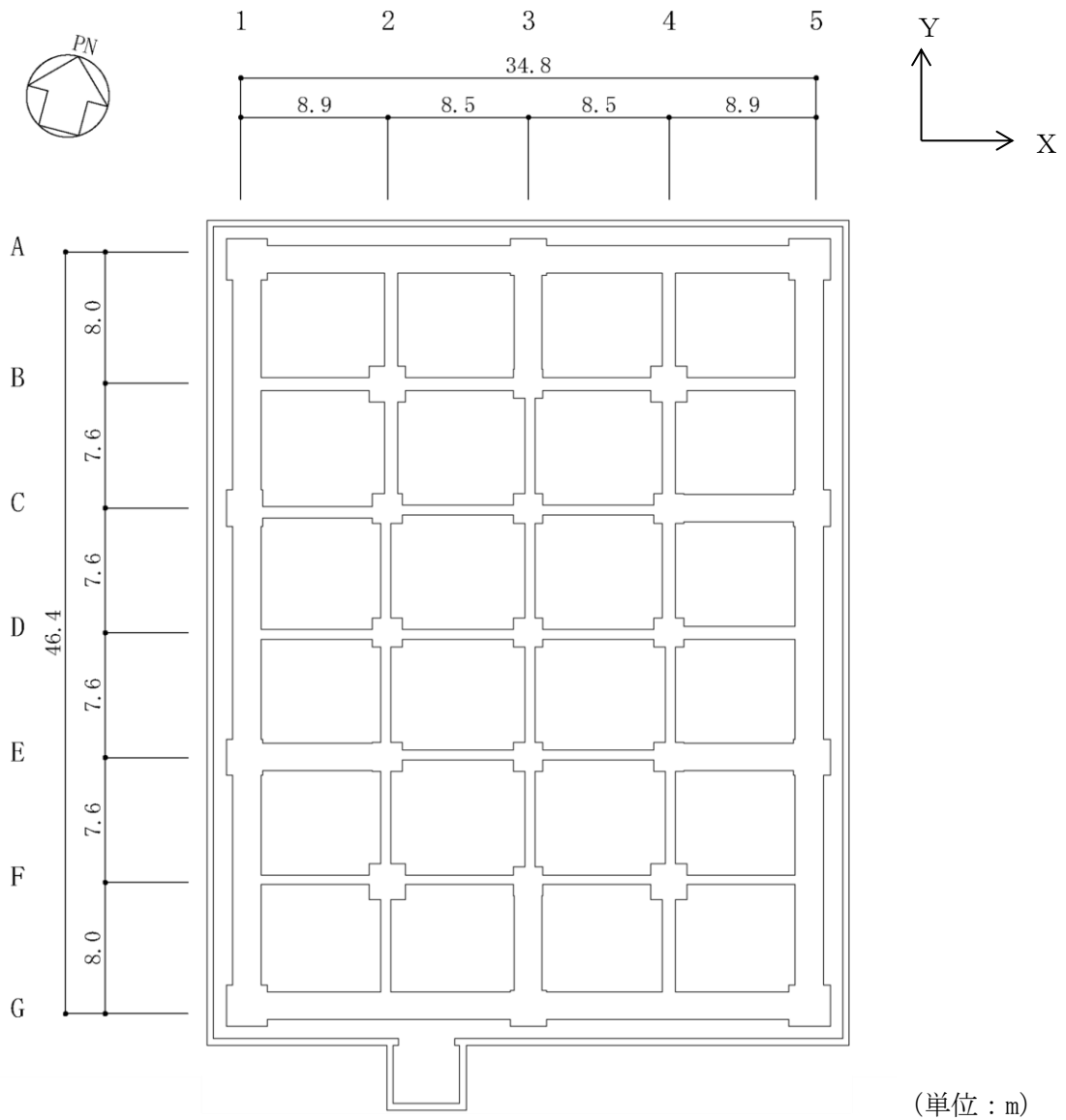
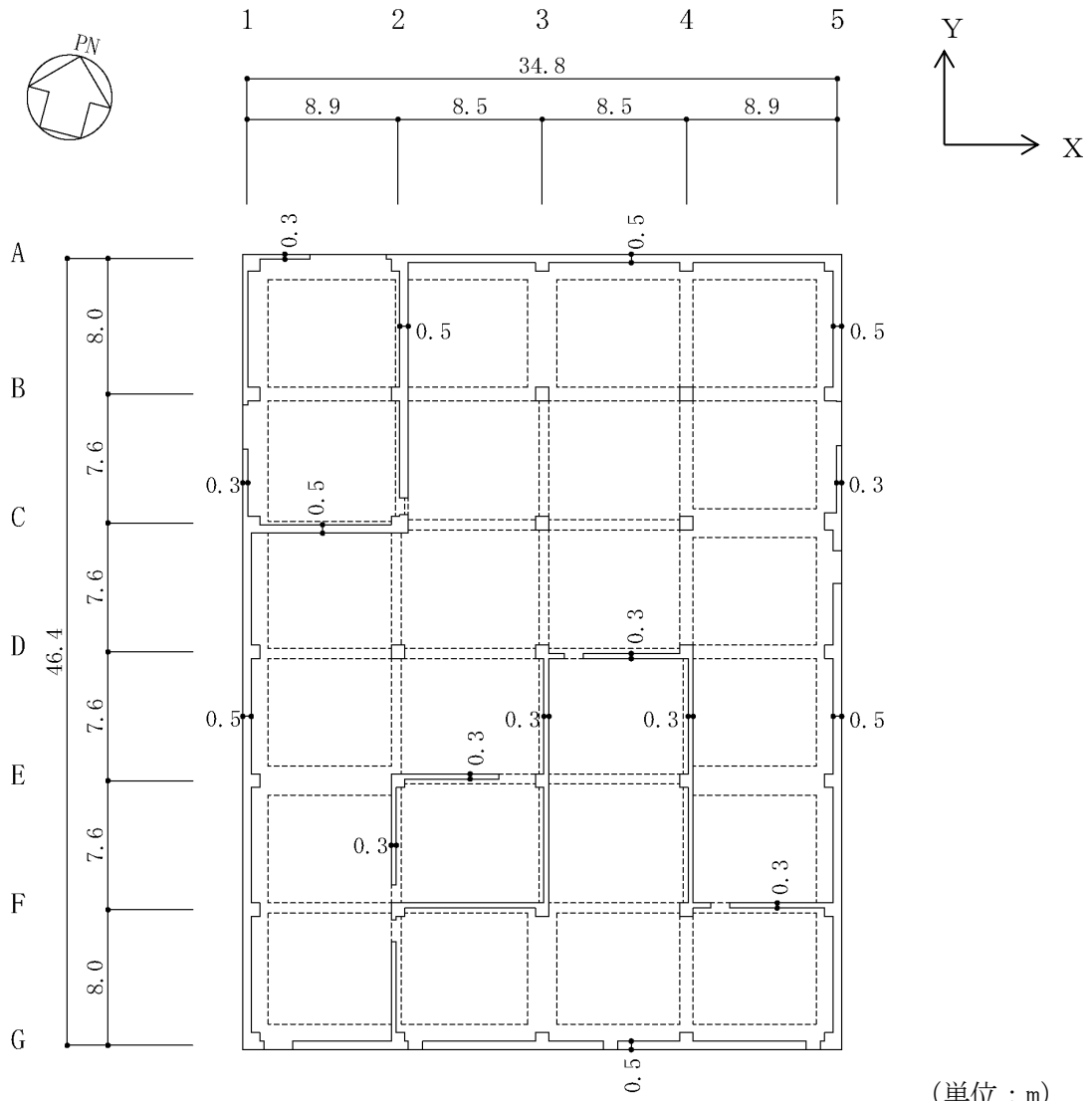


図 7.2.1-2 1階ピット伏図



(单位：m)

图 7.2.1-3 1 階梁伏図

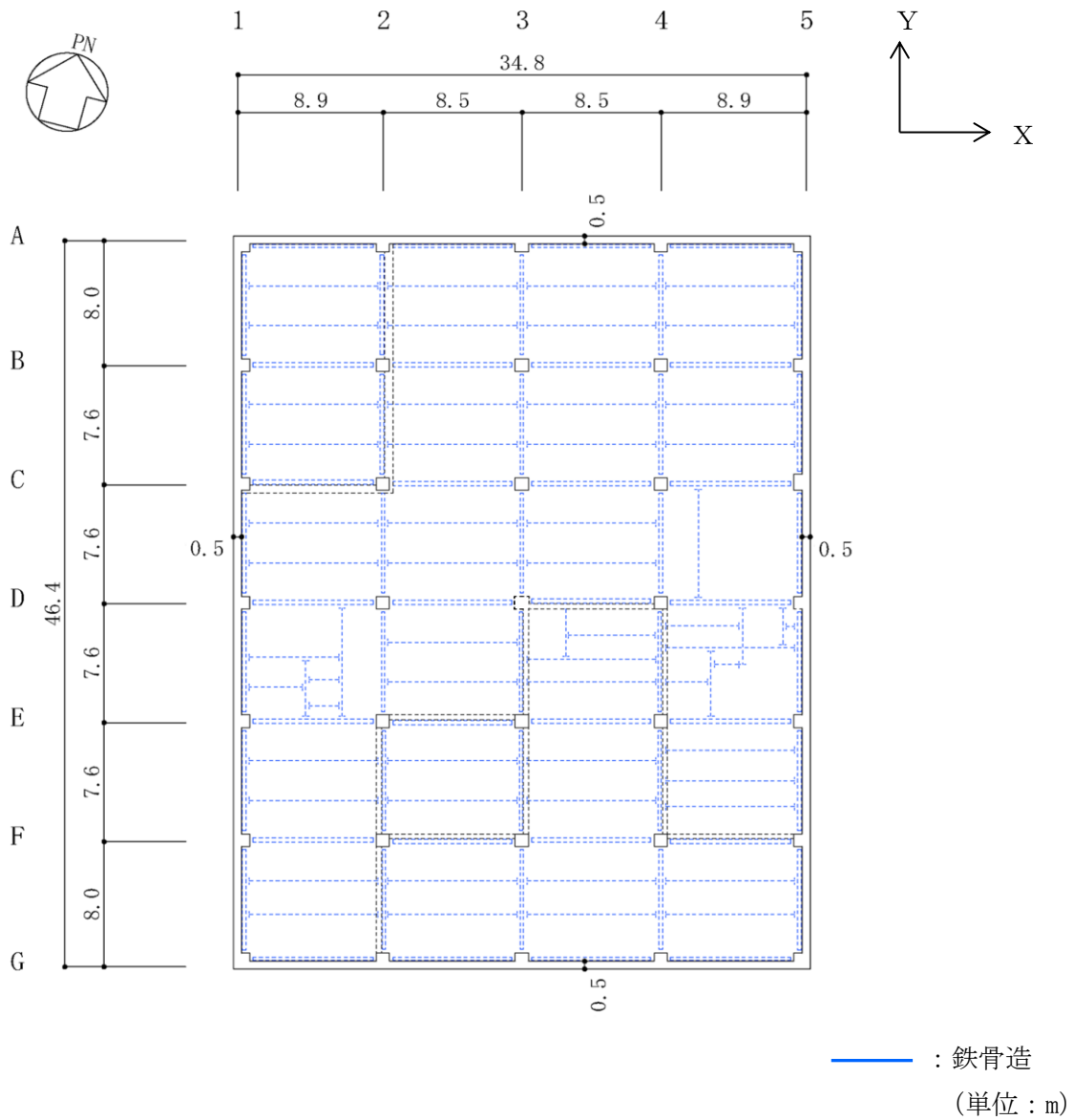


图 7.2.1-4 2 階梁伏図

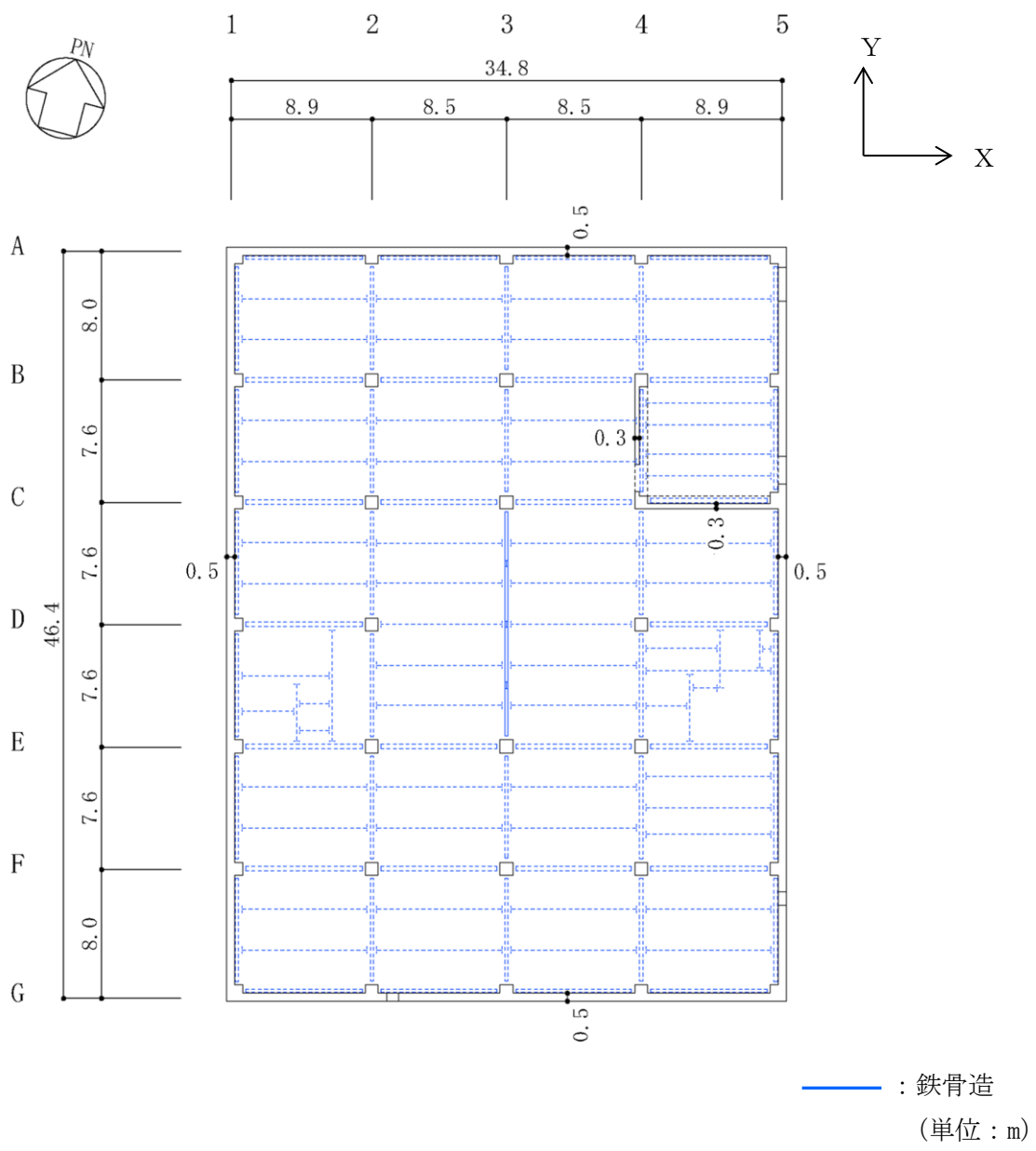


图 7.2.1-5 3 階梁伏図

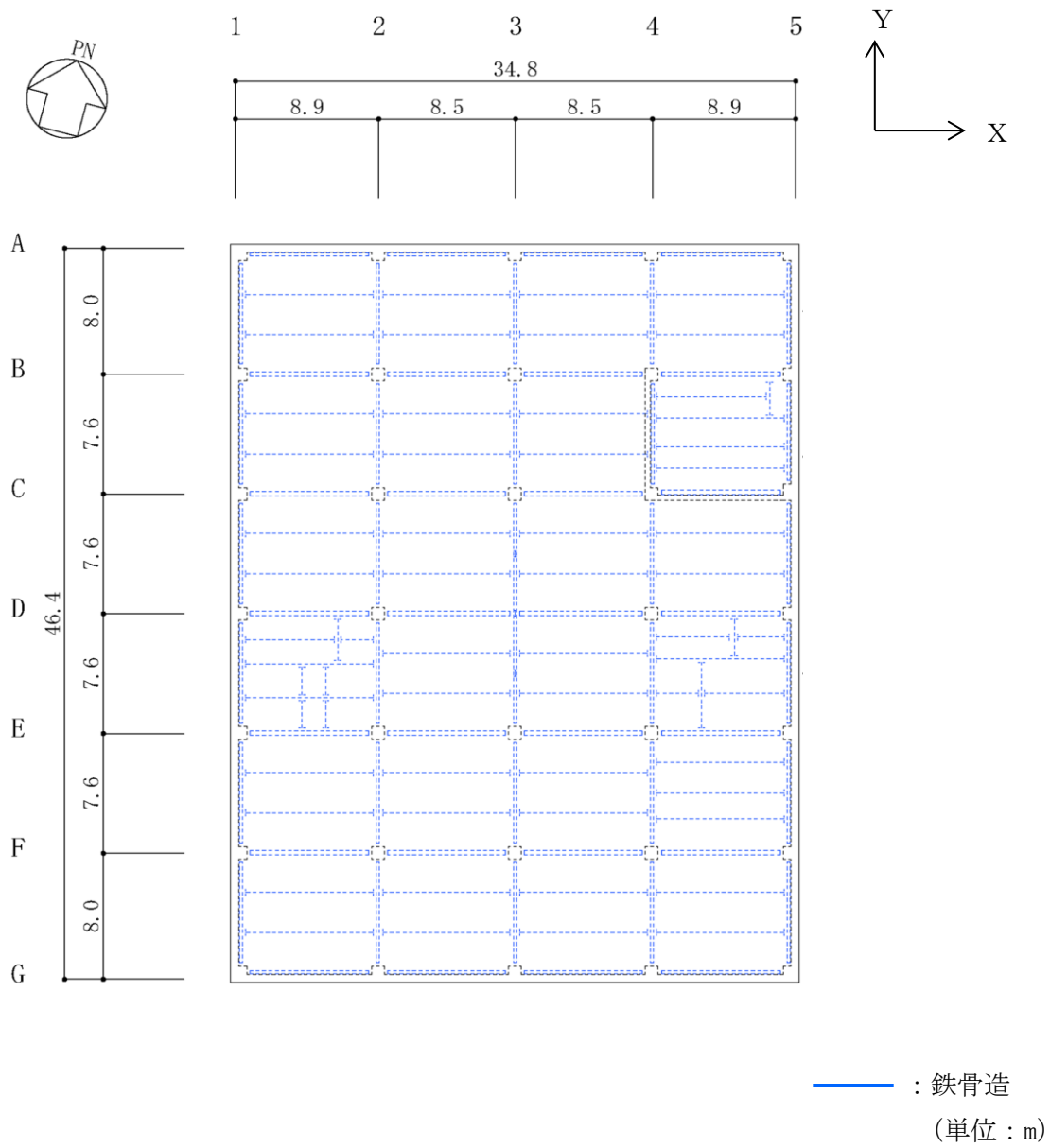
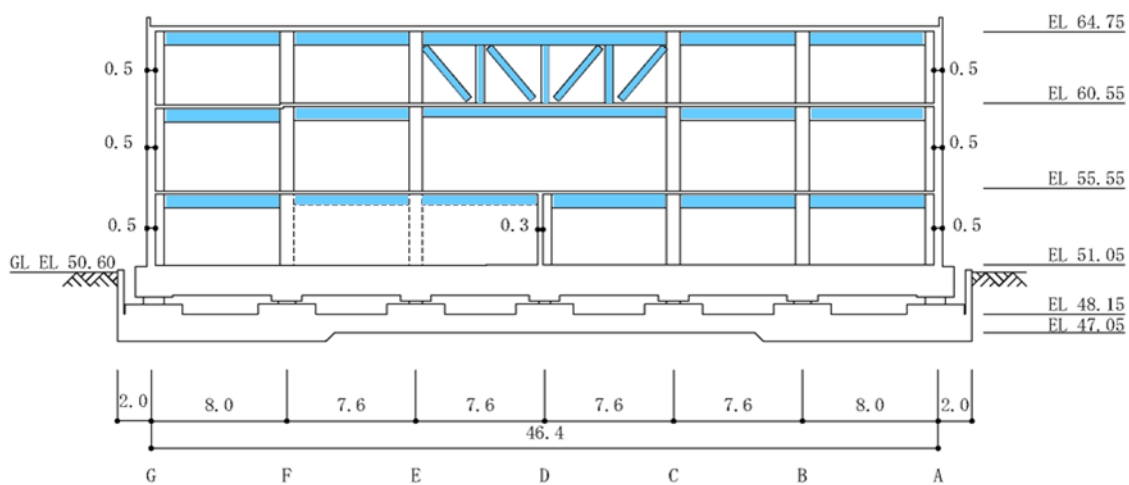
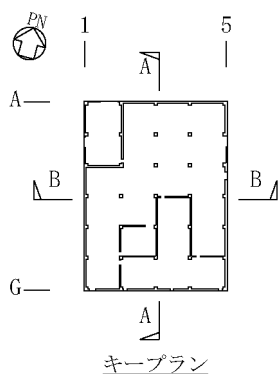
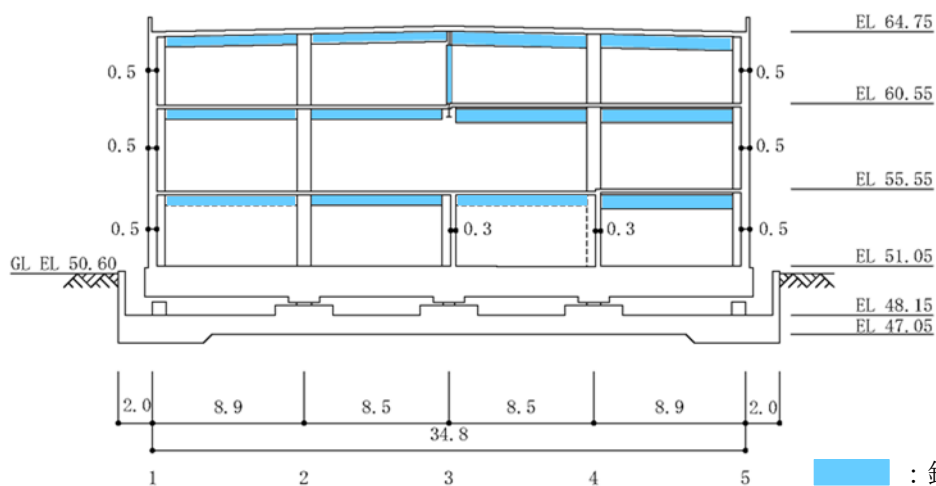


图 7.2.1-6 屋上階梁伏図



(a) A-A断面



■ : 鉄骨造
(単位 : m)

(b) B-B断面

図 7.2.1-7 断面図

(3) 免震装置概要

本建物に使用している免震装置は、天然ゴム系積層ゴム 4 台、鉛プラグ入り積層ゴム 10 台及び低摩擦弾性すべり支承 11 台の合計 25 台に加え、オイルダンパを X 方向、Y 方向にそれぞれ 10 台、合計 20 台である。免震装置の概要を表 7.2.1-2 に、各免震装置の概要、役割・特徴及び特性を表 7.2.1-3 に示す。

表 7.2.1-2 免震装置の概要

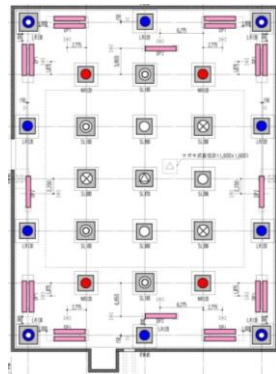
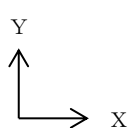
免震装置	ゴム材料 せん断 弾性率 (N/mm ²)	形状	積層ゴム サイズ	ゴム総厚	鉛径 (mm)	基数	品番	メーカー
天然ゴム系 積層ゴム	0.392*	丸形	φ 1200mm	240.0mm (8.0×30)	—	4	NS120G4	ブリヂストン
鉛プラグ入り 積層ゴム	0.385*	丸形	φ 1200mm	240.0mm (8.0×30)	260	6	LS120G4H	ブリヂストン
	0.385*	丸形	φ 1300mm	252.3mm (8.7×29)	280	4	LT130G4H	ブリヂストン
低摩擦弾性 すべり支承	0.392*	丸形	φ 700mm	39.9mm (5.7×7)	—	1	SP070G4	ブリヂストン
	0.392*	丸形	φ 800mm	39.0mm (6.5×6)	—	3	SP080G4	ブリヂストン
	0.392*	丸形	φ 900mm	41.4mm (6.9×6)	—	3	SP090G4	ブリヂストン
	0.392*	丸形	φ 1000mm	40.0mm (8.0×5)	—	4	SP100G4	ブリヂストン
オイルダンパ	—	—	—	—	—	20	BM250-4C	日立 オートモティブ システムズ

注記*：20℃での値

表 7.2.1-3 各免震装置の概要、役割・特徴及び特性

免震装置	概要	役割・特徴	特性
天然ゴム系積層ゴム	<p>天然ゴムを使用した積層ゴム</p> 	<p>上部構造からの鉛直荷重を支持し、水平方向の地震の揺れを長周期化する。</p> <p>減衰性が低く線形性に優れた復元力特性を示す。剛性が低く免震効果大きい。</p>	<p>水平特性：線形</p>  <p>delta: 水平変位 Q: 水平力</p>
鉛プラグ入り積層ゴム	<p>天然ゴム系積層ゴムの中心部に鉛プラグを封入した積層ゴム</p> 	<p>上部構造からの鉛直荷重を支持し、水平方向の地震の揺れを吸収・長周期化する。</p> <p>「天然ゴム系積層ゴム」部がばね機能を、「鉛プラグ」部が減衰機能を発揮する。剛性が比較的高く小さい水平力に対する変形抑制効果が大きい。</p>	<p>水平特性：修正バイリニア型非線形</p>  <p>delta: 水平変位 Q: 水平力</p>
低摩擦弾性すべり支承	<p>天然ゴム系積層ゴムの下部にすべり材 (PTFE 系材料) を装着した「積層ゴム」部分と、SUS 材を主体とする「すべり板」部分により構成された支承</p> 	<p>上部構造からの鉛直荷重 (圧縮側のみ) を支持する。</p> <p>小変形時には積層ゴムが変形し、変形が増大すると、すべり材とすべり板間ですべりが発生し変形に追従する。</p>	<p>水平特性：バイリニア型非線形</p>  <p>delta: 水平変位 Q: 水平力</p>
オイルダンパ	<p>「ピストン」部分と、オイルを充填した「シリンダー」部分により構成されたダンパ</p> 	<p>上部構造からの鉛直荷重は負担せず、水平方向の地震の揺れを減衰させる。</p> <p>ダンパ内のオイルの流体抵抗により減衰機能を発揮する。</p>	<p>減衰特性：バイリニア型非線形</p>  <p>V: 速度 F: 減衰力</p>

注：免震装置の配置は以下のとおり。



-  天然ゴム系積層ゴム φ1200
-  鉛プラグ入り積層ゴム φ1200
-  鉛プラグ入り積層ゴム φ1300
-  低摩擦弾性すべり支承 φ700
-  低摩擦弾性すべり支承 φ800
-  低摩擦弾性すべり支承 φ900
-  低摩擦弾性すべり支承 φ1000
-  オイルダンパ

(4) 検討内容

a. 検討方針

免震構造の本建物の倒壊は、免震装置が破壊するモードを想定し地震応答解析を実施し、上部構造及び免震装置に対する応答について検討を実施する。

本建物の評価基準値を表 7.2.1-4 に示す。

評価基準値は上部構造については、「鉄筋コンクリート造建物の耐震性能評価指針（案）・同解説（（社）日本建築学会，2004 制定）」において、安全限界状態とされる層間変形角値である 1/75 とする。

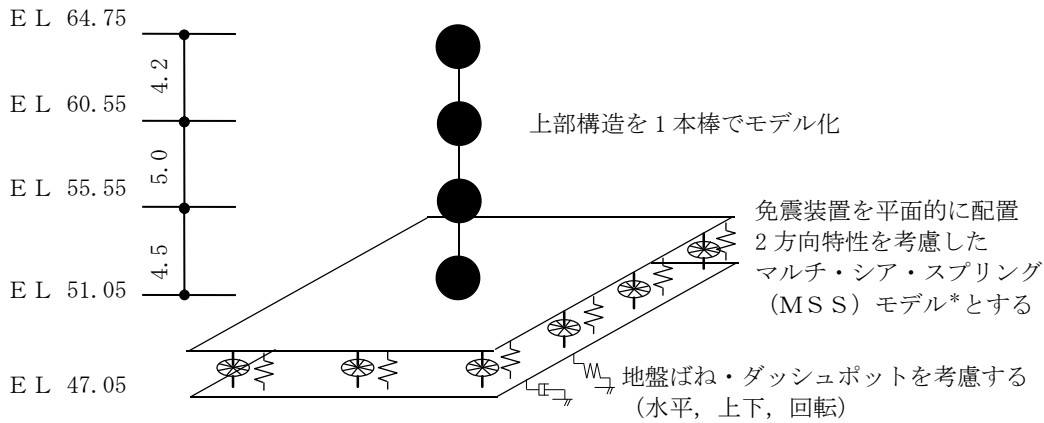
免震装置は「免震構造の試評価例及び試設計例（（独）原子力安全基盤機構，2014）」における設計目標値のせん断ひずみである 166%（標準特性時）及び 250%（特性変動時）とする。

表 7.2.1-4 評価基準値

部位	項目	評価基準値
上部構造	層間変形角	1/75 以下
免震装置	せん断ひずみ	166%以下 (標準特性時)
		250%以下 (特性変動時)

b. 解析モデル

解析モデルを図 7.2.1-8 に示す。



注記* : 水平面内に非線形特性が同一なばねを等角度 (8 方向) に配置することで, 等方向性と 2 軸連成効果が考慮されるモデル。

(単位 : m)

図 7.2.1-8 解析モデル

(a) 上部構造のモデルの諸元

上部構造の水平方向は弾性の等価せん断型モデルに, 鉛直方向は弾性の軸ばねモデルとしてモデル化する。減衰特性は剛性比例の内部粘性減衰とし, 水平方向の減衰定数は免震層直上の 1 階床位置固定時の 1 次固有周期に対して 5%とする。鉛直方向の減衰定数は地盤ばね, 免震装置及び上部構造の連成系鉛直方向 1 次固有周期に対して 5%とする。なお, 水平方向及び鉛直方向の減衰定数の値 5%は, 島根 2 号機の鉄筋コンクリート造の建物で採用されている値である。本建物は免震構造であり, 建物全体としては免震層の減衰効果が支配的であるとともに, 地震時の上部構造の応答は小さく, 層間変形角は評価基準値を大幅に下回っていることから, 上部構造の減衰定数が評価結果に及ぼす影響は小さいと判断した。

解析モデルの諸元を表 7.2.1-5 に示す。

表 7.2.1-5 解析モデルの諸元

階数	階高 (m)	重量 (kN)	弾性剛性 (kN/m)		
			X方向	Y方向	Z方向
屋上階	4.2	23904	5.333×10^7	7.466×10^7	5.703×10^8
3階	5.0	27058	5.158×10^7	6.981×10^7	4.770×10^8
2階	4.5	29751	6.608×10^7	8.904×10^7	6.210×10^8
1階		57765			

(b) 免震層のモデルの諸元

イ. 水平ばね要素

免震層の水平ばねは、天然ゴム系積層ゴム、鉛プラグ入り積層ゴム及び低摩擦弾性すべり支承をそれぞれモデル化し、その特性を線形ばね及び非線形ばねで評価する。免震装置の特性は、基準温度 20℃に対して 15℃の特性として定めたものとする。

なお、水平方向の減衰特性は履歴減衰のみを考慮し、材料減衰は考慮しない。

(イ) 天然ゴム系積層ゴムの特性を表す水平ばね

天然ゴム系積層ゴムの特性を表す水平ばねは線形ばねにモデル化する。

$$\text{天然ゴム剛性} : K_r = A_r \cdot G_r / h_r$$

$$\text{天然ゴムせん断弾性率} : G_r = 0.392 \text{N/mm}^2 \text{ (20}^\circ\text{C)}$$

ここで、 A_r : 積層ゴムの断面積、 h_r : ゴム層の総厚さ

天然ゴム系積層ゴムの特性を表す水平ばねに考慮する諸元を表 7.2.1-6 及び表 7.2.1-7 に示す。

表 7.2.1-6 天然ゴム系積層ゴムによる免震層水平ばねの諸元 (1基あたり)

ゴムのせん断剛性率 G_r (N/mm ²)	積層ゴムの断面積 A_r (cm ²)	ゴム層の総厚さ h_r (cm)
0.392 (20℃)	11305	24.0

表 7.2.1-7 天然ゴム系積層ゴムの水平剛性 (1基あたり)

種類	基数	使用ゴム	水平剛性* K_r (kN/m)
φ1200	4	G4	1.87×10^3

注記* : 基準温度 20℃に対して、15℃の特性として定めた値

(ロ) 鉛プラグ入り積層ゴムの特性を表す水平ばね

鉛プラグ入り積層ゴムの特性を表す水平ばねは図 7.2.1-9 に示す修正バイリニア型にモデル化する。

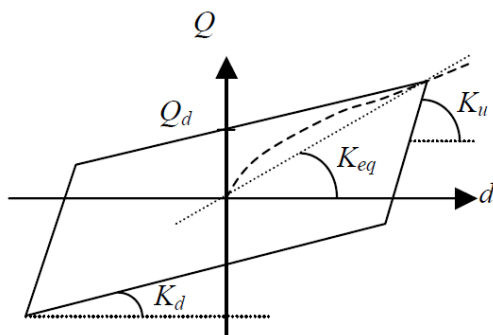


図 7.2.1-9 鉛プラグ入り積層ゴムの特性 (修正バイリニア型履歴)

鉛プラグ入り積層ゴムの特性を表す水平ばねに考慮する諸元を表 7.2.1-8 に示す。

また、表 7.2.1-9 に各免震装置の種々の振幅レベルでの等価水平剛性を示す。

表 7.2.1-8 鉛プラグ入り積層ゴムによる免震層水平ばねの諸元 (1 基あたり)

種類	ゴムのせん断剛性率 G_r (N/mm ²)	積層ゴムの断面積 A_r (cm ²)	鉛プラグの断面積 A_p (cm ²)	ゴム層の総厚さ h_r (cm)
φ 1200	0.385 (20°C)	10779	531	24.0
φ 1300		12657	616	25.2

表 7.2.1-9 鉛プラグ入り積層ゴムの等価剛性 (1 基あたり)

種類	鉛径 (cm)	基数	使用 ゴム	水平剛性* (kN/m)		
				d = 2.4cm ($\gamma = 10\%$)	d = 24cm ($\gamma = 100\%$)	d = 48cm ($\gamma = 200\%$)
φ 1200	26	6	G4	1.860×10^4	3.730×10^3	2.650×10^3
φ 1300	28	4		2.140×10^4	4.250×10^3	3.010×10^3

注記* : 基準温度 20°C に対して、15°C の特性として定めた値

(ハ) 低摩擦弾性すべり支承の特性を表す水平ばね

地震応答解析では、計 11 基の低摩擦弾性すべり支承をそれぞれ図 7.2.1-10 に示すように、弾性剛性及び折点荷重を摩擦力とした非線形水平ばねにモデル化する。これにはバイリニア型の履歴特性を考慮し、履歴による減衰のみを考慮する。設定諸元を表 7.2.1-10 に示す。

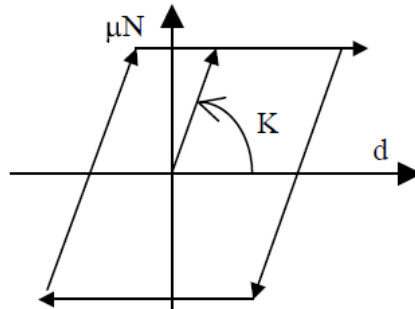


図 7.2.1-10 低摩擦弾性すべり支承に与える非線形特性

表 7.2.1-10 低摩擦弾性すべり支承による免震層水平ばねの諸元 (1 基あたり)

種類	基数	鉛直力 N (kN)	摩擦係数 μ	摩擦力 $\mu \cdot N$ (kN)	弾性剛性* K (kN/m)
φ 700	1	2146	0.015	32.2	5.06×10^3
φ 800	3	3286~3405	0.015	49.3~51.1	6.77×10^3
φ 900	3	3879~5241	0.015	58.2~78.6	8.07×10^3
φ 1000	4	4045~6980	0.015	60.7~104.7	1.03×10^4

注記*：基準温度 20℃に対して、15℃の特性として定めた値

ロ. 減衰要素

減衰要素はオイルダンパをダッシュポット要素にモデル化する。ダッシュポット要素の諸元を表 7.2.1-11 に示す。

表 7.2.1-11 オイルダンパによる免震層ダッシュポットモデルの諸元 (1 基あたり)

減衰係数 C_1 ($\text{kN} \cdot \text{s}/\text{cm}$)	減衰係数 C_2 ($\text{kN} \cdot \text{s}/\text{cm}$)	リリース 荷重 F_r (kN)	リリース 速度 V_r (m/s)	最大 荷重 F_{max} (kN)	最大 速度 V_{max} (m/s)
25.0	1.695	800	0.32	1000	1.50

注：オイルダンパの設計値として定めた値

オイルダンパはX, Y各方向 10 基ずつ, 計 20 基配置する。オイルダンパの特性を図 7.2.1-11 に示す。

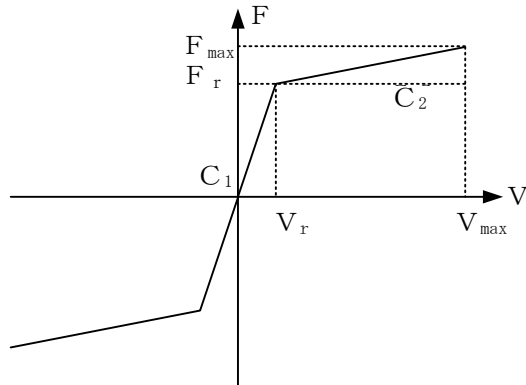


図 7.2.1-11 オイルダンパに与える特性

表 7.2.1-14 低摩擦弾性すべり支承の鉛直特性 (1 基あたり)

種類	鉛直剛性 (kN/m)	
	圧縮側 K_c	引張側 ${}_1K_t$
φ 700	0.85×10^7	0
φ 800	1.14×10^7	
φ 900	1.40×10^7	
φ 1000	1.75×10^7	

(c) 地盤ばね

建物と地盤の動的相互作用は、建物下部の地盤を等価な水平ばね、回転ばね及び鉛直ばねとして評価する。

地盤ばね定数及び減衰係数を表 7.2.1-15 に示す。

表 7.2.1-15 地盤ばね定数及び減衰係数

(a) X 方向

地盤ばね成分	ばね定数	減衰係数
底面・水平	2.75×10^8 (kN/m)	3.74×10^6 (kN・s/m)
底面・回転	1.13×10^{11} (kN・m/rad)	1.16×10^6 (kN・m・s/rad)

(b) Y 方向

地盤ばね成分	ばね定数	減衰係数
底面・水平	2.68×10^8 (kN/m)	3.56×10^6 (kN・s/m)
底面・回転	1.64×10^{11} (kN・m/rad)	1.45×10^6 (kN・m・s/rad)

(c) 鉛直方向

地盤ばね成分	ばね定数	減衰係数
底面・鉛直	4.98×10^8 (kN/m)	8.93×10^6 (kN・s/m)

(d) 免震装置の特性変動

イ. 天然ゴム系積層ゴム

免震装置のうち、天然ゴム系積層ゴムの剛性（水平及び鉛直）のばらつきに対して表 7.2.1-16 に示す 3 要因を設定した。

表 7.2.1-16 天然ゴム系積層ゴムのばらつき

ばらつきの要因	水平剛性 K_r	鉛直剛性 K_v
製品誤差 (設計値に対して)	-5%~+5%	0%~+15%
経年変化 (初期値に対して)	0%~+10%	0%~+10%
環境温度 (設計値に対して)	-4%~+4%	変化なし

ロ. 鉛プラグ入り積層ゴム

免震装置のうち、鉛プラグ入り積層ゴムの降伏後剛性、降伏荷重特性値及び鉛直剛性のばらつきに対して表 7.2.1-17 に示す 3 要因を設定した。

表 7.2.1-17 鉛プラグ入り積層ゴムのばらつき

ばらつきの要因	降伏後剛性 K_d	降伏荷重特性値 Q_d	鉛直剛性 K_v
製品誤差 (設計値に対して)	-5%~+5%	-10%~0%	-5%~+10%
経年変化 (初期値に対して)	0%~+10%	0%	0%~+10%
環境温度 (設計値に対して)	-4%~+4%	-15%~+14%	変化なし

ハ. 低摩擦弾性すべり支承

免震装置のうち，低摩擦弾性すべり支承の1次剛性，摩擦係数及び鉛直剛性のばらつきに対して表7.2.1-18に示す3要因を設定した。

表7.2.1-18 低摩擦弾性すべり支承のばらつき

ばらつきの要因	1次剛性 K_1	摩擦係数 μ	鉛直剛性 K_v
製品誤差 (設計値に対して)	-30%~+30%	-50%~0%	-30%~0%
経年変化 (初期値に対して)	0%~+10%	変化なし	0%~+10%
環境温度 (設計値に対して)	-4%~+4%	変化なし	変化なし

ニ. オイルダンパ

免震装置のうち，オイルダンパの減衰係数及びリリーフ荷重のばらつきに対して表7.2.1-19に示す3要因を設定した。

表7.2.1-19 オイルダンパのばらつき

ばらつきの要因	減衰係数 C	リリーフ荷重 F_r
製品誤差 (設計値に対して)	-5%~+10%	-5%~+10%
経年変化 (初期値に対して)	-3%~+3%	-3%~+3%
環境温度 (設計値に対して)	-5%~+5%	-5%~+5%

ホ. 解析条件

天然ゴム系積層ゴム、鉛プラグ入り積層ゴム、低摩擦弾性すべり支承及びオイルダンパについては、標準特性とした場合に加え、ばらつきとして免震層全体での等価剛性が最大あるいは最小となる組合せについて検討を実施する。すなわち、剛性が最大となるケースとして、天然ゴム系積層ゴムの剛性が最大、かつ鉛プラグ入り積層ゴムの降伏後剛性、降伏荷重特性値及び鉛直剛性が最大、かつ低摩擦弾性すべり支承の摩擦力及び鉛直剛性が最大、かつオイルダンパの減衰係数及びリリーフ荷重が最大となる組合せ並びにその逆の2ケースを考慮する。解析ケースを表7.2.1-20に示す。

表 7.2.1-20 解析ケース一覧

解析 ケース	天然ゴム系 積層ゴム	鉛プラグ入り 積層ゴム	低摩擦弾性 すべり支承	オイルダンパ
剛性 最大	水平剛性 K_r : 1.19 鉛直剛性 K_v : 1.25	降伏後剛性 K_d : 1.19 降伏荷重特性値 Q_d : 1.14 鉛直剛性 K_v : 1.20	1次剛性 K_1 : 1.44 摩擦係数 μ : 1.00 鉛直剛性 K_v : 1.10	減衰係数 C : 1.18 リリーフ荷重 F_r : 1.18
標準 特性時	水平剛性 K_r : 1.00 鉛直剛性 K_v : 1.00	降伏後剛性 K_d : 1.00 降伏荷重特性値 Q_d : 1.00 鉛直剛性 K_v : 1.00	1次剛性 K_1 : 1.00 摩擦係数 μ : 1.00 鉛直剛性 K_v : 1.00	減衰係数 C : 1.00 リリーフ荷重 F_r : 1.00
剛性 最小	水平剛性 K_r : 0.91 鉛直剛性 K_v : 1.00	降伏後剛性 K_d : 0.91 降伏荷重特性値 Q_d : 0.75 鉛直剛性 K_v : 0.95	1次剛性 K_1 : 0.66 摩擦係数 μ : 0.50 鉛直剛性 K_v : 0.70	減衰係数 C : 0.87 リリーフ荷重 F_r : 0.87

c. 固有値解析結果

水平方向の固有値解析は、上部構造は線形とし、免震層の水平ばねを各振幅レベルの等価線形値を取る場合について実施した。鉛直方向の固有値解析は水平方向固定条件として実施した。

(a) 水平方向の固有周期

免震層が水平変形 $d = 24\text{cm}$ ($\gamma = 100\%$) 及び $d = 48\text{cm}$ ($\gamma = 200\%$) における等価剛性をもつ場合の水平方向の固有値解析結果を表 7.2.1-21 及び表 7.2.1-22 に示す。

表 7.2.1-21 水平変形 $d = 24\text{cm}$ ($\gamma = 100\%$) における固有値解析結果

方向	次数	固有周期 (s)	刺激係数*
X方向	1	3.345	1.001
	2	0.078	0.007
	3	0.047	0.014
Y方向	1	3.344	1.001
	2	0.069	0.008
	3	0.047	0.015

注記*：最大値を1で基準化した各次固有モードに対する刺激係数として求め絶対値を示す。

表 7.2.1-22 水平変形 $d = 48\text{cm}$ ($\gamma = 200\%$) における固有値解析結果

方向	次数	固有周期 (s)	刺激係数*
X方向	1	3.886	1.001
	2	0.078	0.007
	3	0.047	0.014
Y方向	1	3.886	1.000
	2	0.069	0.009
	3	0.047	0.015

注記*：最大値を1で基準化した各次固有モードに対する刺激係数として求め絶対値を示す。

(b) 鉛直方向の固有周期

水平方向固定条件とした場合の鉛直方向の固有値解析結果を表 7.2.1-23 に示す。

表 7.2.1-23 鉛直方向の固有値解析結果

方向	次数	固有周期 (s)	刺激係数*
Z 方向	1	0.065	1.277
	2	0.023	0.503
	3	0.018	0.233

注記* : 最大値を 1 で基準化した各次固有モードに対する刺激係数として求め絶対値を示す。

d. 検討用地震動及び入力地震動

検討用の地震動は、基準地震動 S_s-D 、 S_s-F1 、 S_s-F2 、 S_s-N1 及び S_s-N2 のうち、免震重要棟の地盤ばね、免震装置及び上部構造の連成系水平方向 1 次固有周期（免震層の水平変形 $d=24\text{cm}$ ($\gamma=100\%$)) における加速度応答スペクトルが最も大きい基準地震動 S_s-D とする。基準地震動 S_s の解放基盤表面における加速度応答スペクトル（水平方向）を図 7.2.1-13 に示す。

免震重要棟の地震応答解析モデルへの入力地震動は、解放基盤表面で定義される基準地震動 S_s-D から以下の手順で算定する。まず、解放基盤表面以深の地盤を 1 次元地盤としてモデル化し、一次元波動論に基づく評価により、EL-215m の入射波を算定する。算定した EL-215m の入射波を建物位置での地盤をモデル化した 1 次元地盤に入力して一次元波動論に基づく評価を行い、建物基礎底面での地盤応答を評価して入力地震動とする。地震応答解析に用いる地盤モデルの地盤物性値を表 7.2.1-24 に示す。また、建物基礎底面レベルにおけるせん断力及び軸力（以下「切欠き力」という。）を入力地震動に付加することにより、地盤の切欠き効果を考慮する。

地震応答解析モデルに入力する地震動の概念図を図 7.2.1-14 に、1 次元地盤モデルを図 7.2.1-15 に、基礎底面位置（EL 47.05m）における入力地震動の加速度時歴波形及び加速度応答スペクトルを図 7.2.1-16 及び図 7.2.1-17 に示す。

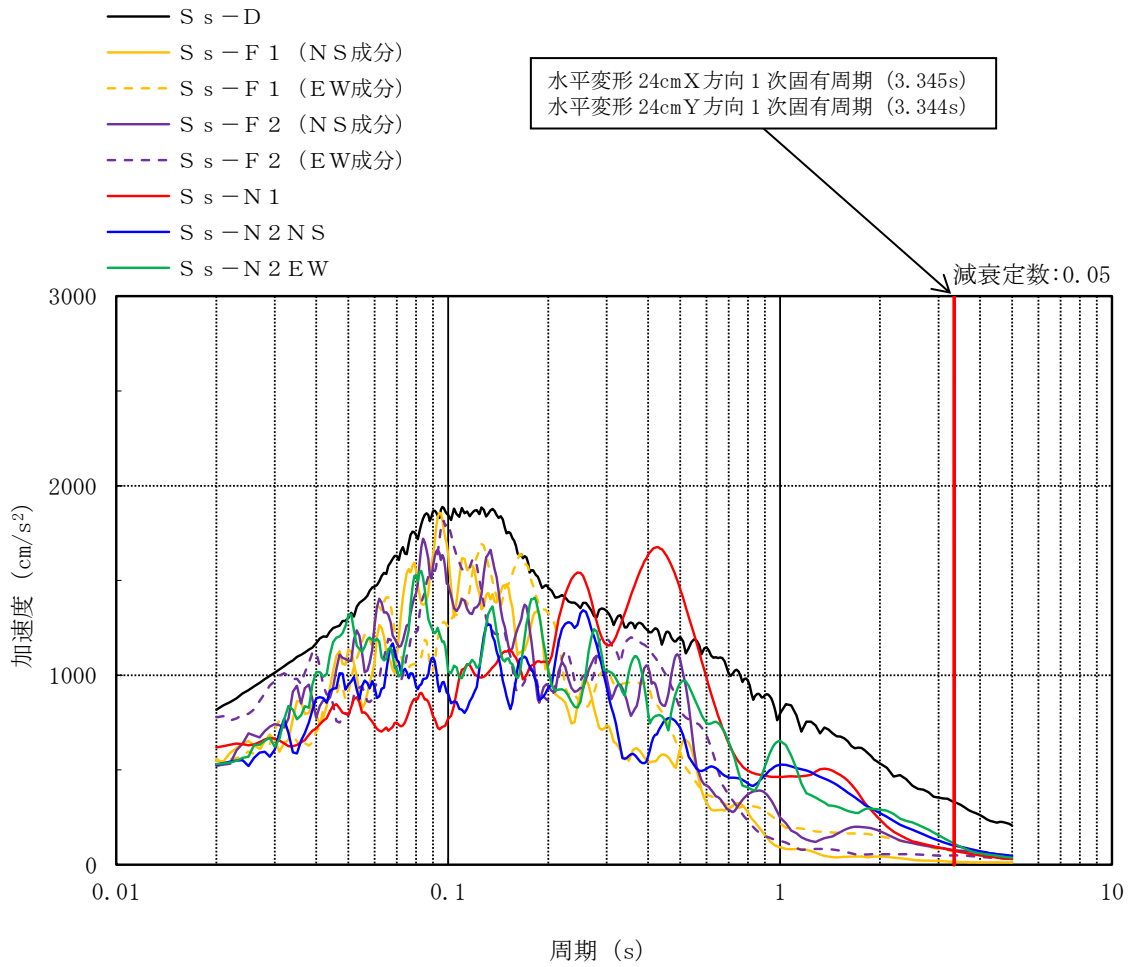


図 7.2.1-13 基準地震動 S_s の加速度応答スペクトル (水平方向)

表 7.2.1-24 免震重要棟の地震応答解析に用いる地盤モデルの地盤物性値

層番号	S波速度 V _s (m/s)	P波速度 V _p (m/s)	単位体積重量 γ (kN/m ³)	ポアソン比 ν	せん断弾性係数 G (×10 ⁵ kN/m ²)	減衰定数 h (%)
岩盤②	900	2100	23.0	0.388	19.0	3
岩盤③	1600	3600	24.5	0.377	64.0	3
岩盤④	1950	4000	24.5	0.344	95.1	3
岩盤⑤	2000	4050	26.0	0.339	105.9	3
岩盤⑥	2350	4950	27.9	0.355	157.9	3

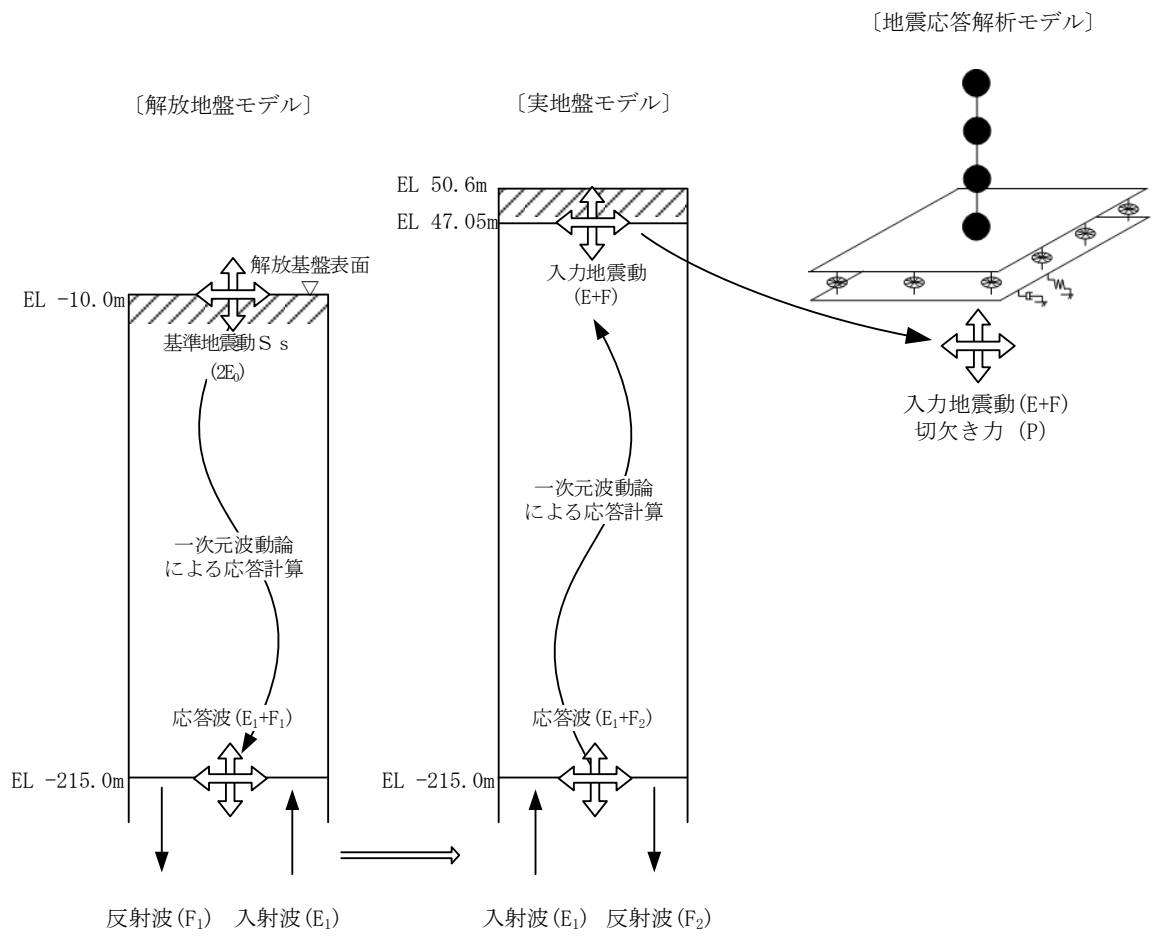


図 7.2.1-14 地震応答解析モデルに入力する地震動の概念図

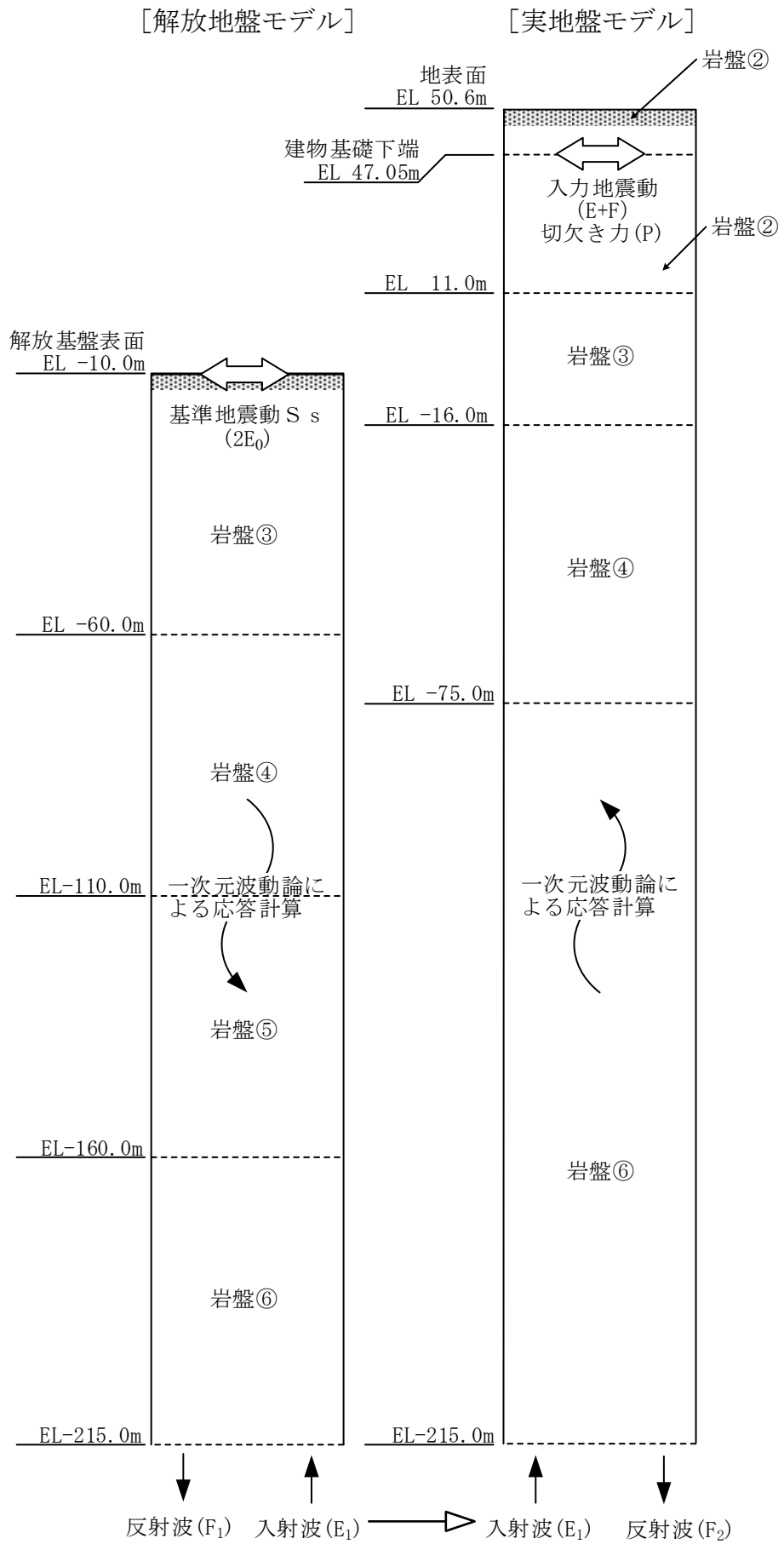


図 7.2.1-15(1) 1次元地盤モデル (水平方向)

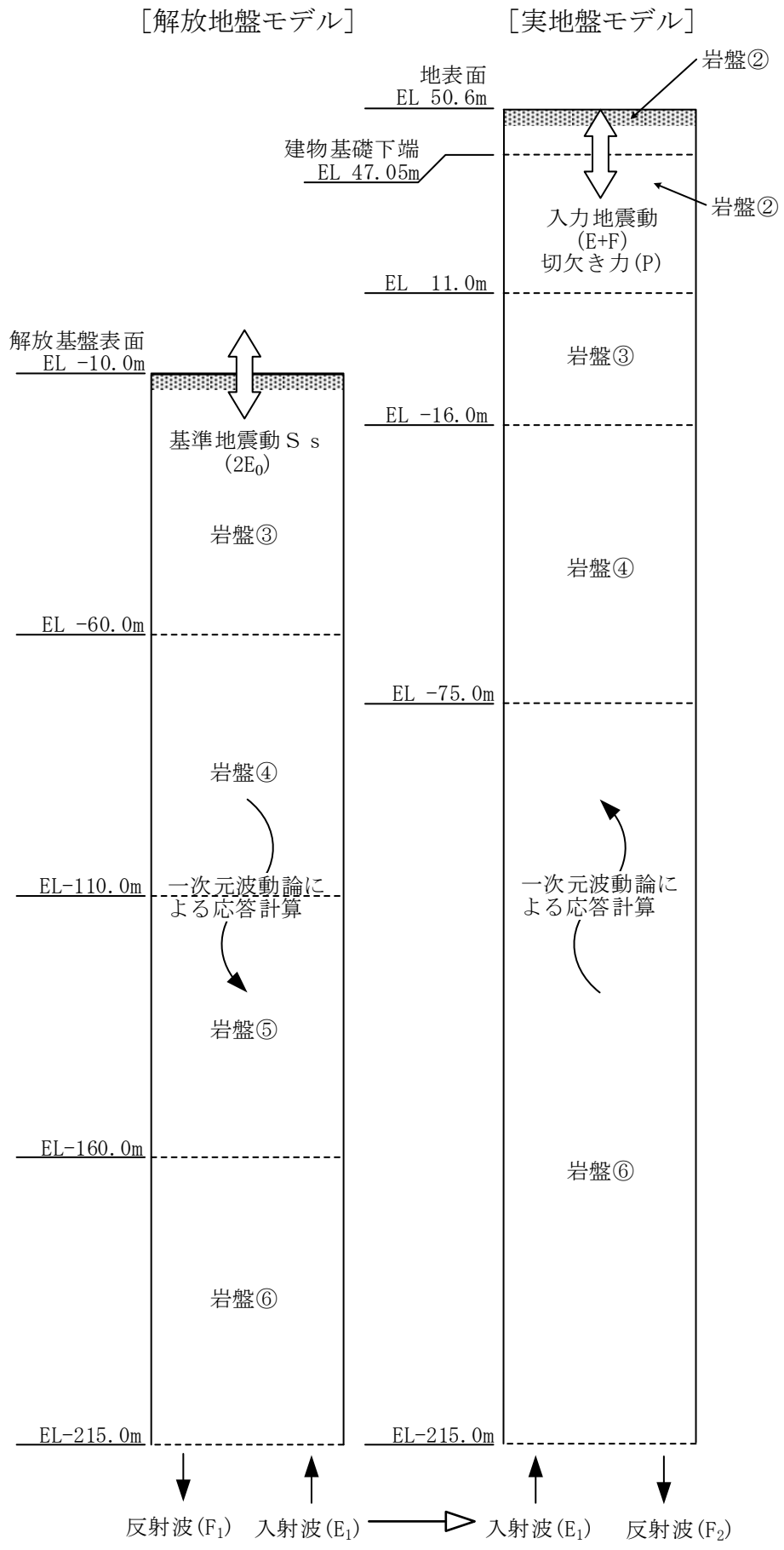
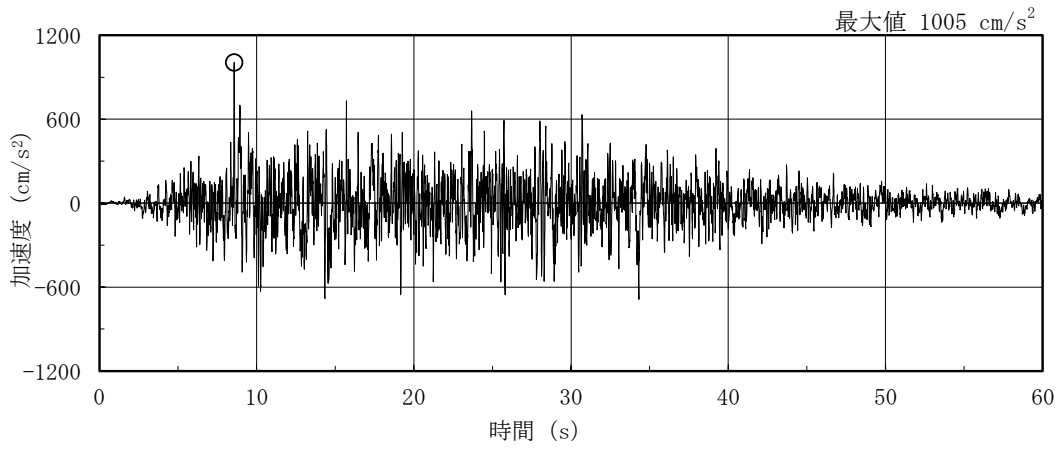
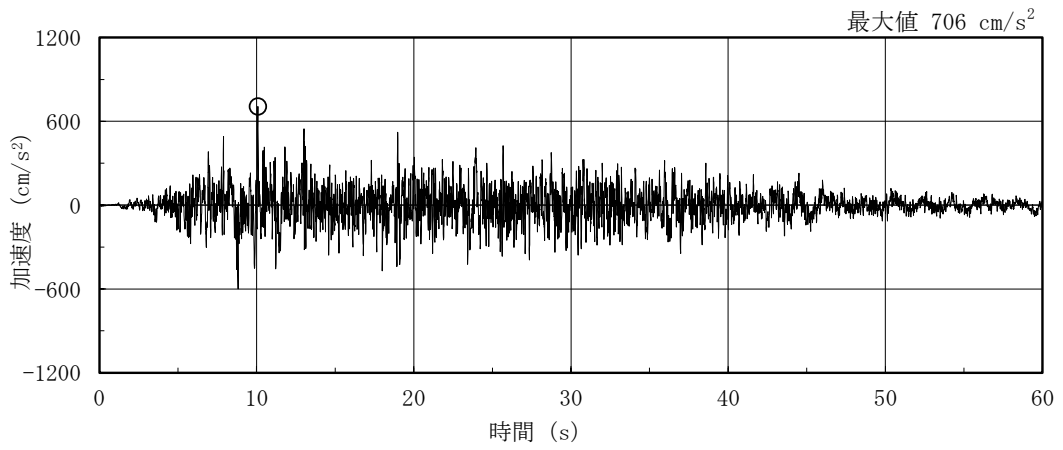


図 7.2.1-15(2) 1次元地盤モデル (鉛直方向)



(a) 水平方向



(b) 鉛直方向

図 7.2.1-16 入力地震動の加速度時刻歴波形 (基準地震動 $S_s - D$, EL 47.05m)

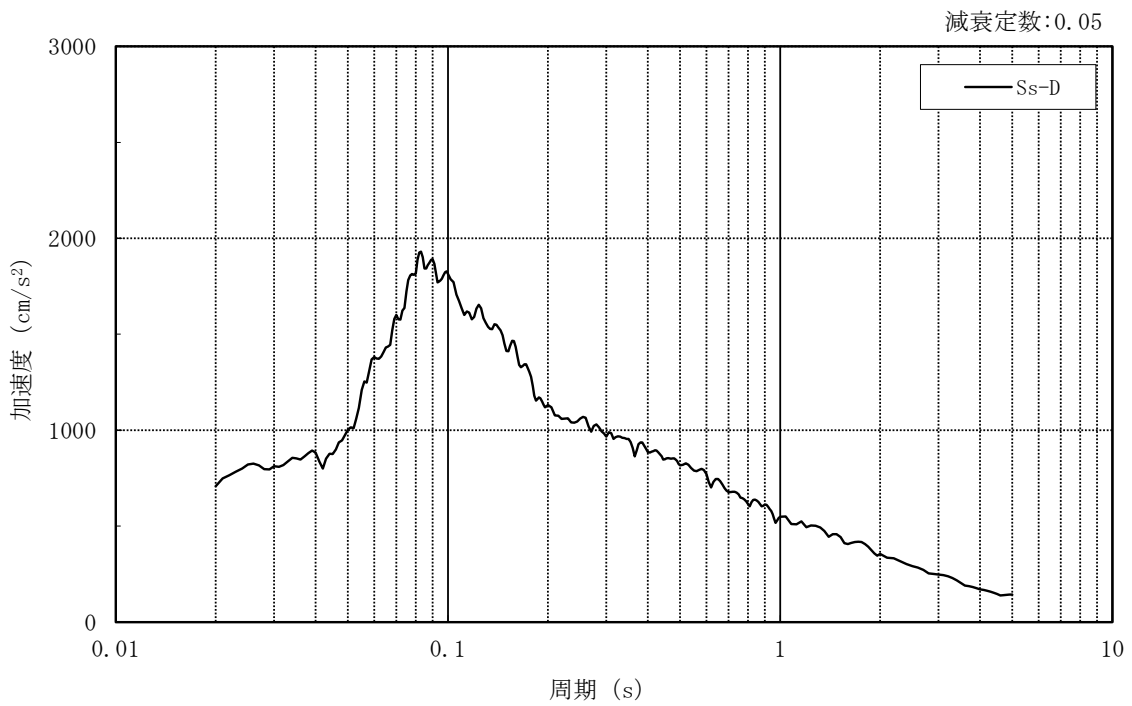
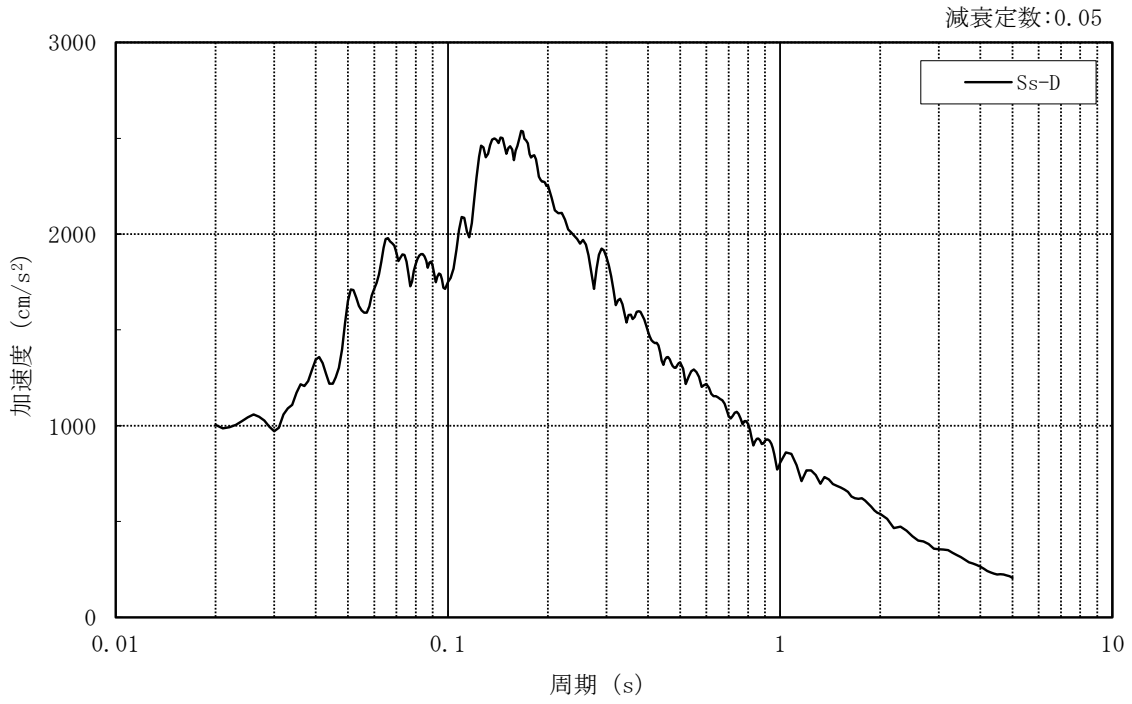


図 7.2.1-17 入力地震動の加速度応答スペクトル (基準地震動 S s -D, EL 47.05m)

e. 解析ケース

免震装置の特性のばらつきを考慮した全解析ケースを表 7.2.1-25 に示す。

表 7.2.1-25 解析ケース

ケース	基準地震動	入力方向			免震装置の特性 のばらつき
		X	Y	Z	
S s - D (X)	S s - D	H ^{*1}	-	V ^{*2}	標準特性時
					剛性最大
					剛性最小
S s - D (Y)		-	H ^{*1}	V ^{*2}	標準特性時
					剛性最大
					剛性最小

注記*1：基準地震動 S s - D による水平方向の入力地震動

*2：基準地震動 S s - D による鉛直方向の入力地震動

f. 地震応答解析結果

各解析ケースにおける上部構造層間変形角を表 7.2.1-26 及び表 7.2.1-27 に、免震装置せん断ひずみを表 7.2.1-28 に示す。

表 7.2.1-26 上部構造層間変形角 (X方向)

ケース	階数	標準特性時	特性変動時	
			剛性最大	剛性最小
S s - D (X)	3 階	1/22838	1/25830	1/23904
	2 階	1/15969	1/17391	1/17194
	1 階	<u>1/15459</u>	1/16031	1/17000

注：下線はX方向の最大層間変形角

表 7.2.1-27 上部構造層間変形角 (Y方向)

ケース	階数	標準特性時	特性変動時	
			剛性最大	剛性最小
S s - D (Y)	3 階	1/35235	1/37400	1/39326
	2 階	1/23969	1/24366	1/27203
	1 階	1/21898	<u>1/21729</u>	1/24496

注：下線はY方向の最大層間変形角

表 7.2.1-28 免震装置せん断ひずみ

ケース	標準特性時	特性変動時	
		剛性最大	剛性最小
S s - D (X)	<u>131.67%</u>	109.59%	<u>168.34%</u>
S s - D (Y)	131.67%	109.59%	168.34%

注：下線は標準特性時，特性変動時それぞれの最大せん断ひずみ

(5) まとめ

地震応答解析により評価された結果の最大応答値を表 7.2.1-29 に示す。

保管場所への影響の観点からは、以下のように評価する。

「鉄筋コンクリート造建物の耐震性能評価指針（案）・同解説（（社）日本建築学会，2004 制定）」において，安全限界状態とされる層間変形角は 1/75 である。今回の解析結果による最大層間変形角は，この 1/75 を大幅に下回っている。

また，「免震構造の試評価例及び試設計例（（独）原子力安全基盤機構，2014）」において免震装置の設計目標値であるせん断ひずみは 166%（標準特性時）及び 250%（特性変動時）である。今回の解析結果による免震装置の最大せん断ひずみはこの値を下回っている。

以上のことから，建物は倒壊せず，保管場所への影響はないことを確認した。

表 7.2.1-29 最大応答値一覧

部位	項目	最大応答値	評価基準値
上部構造	最大層間変形角 (X方向)	1/15459 ($S_s - D(X)$), 1階, 標準特性時)	1/75
	最大層間変形角 (Y方向)	1/21729 ($S_s - D(Y)$), 1階, 剛性最大)	
免震装置	せん断ひずみ (標準特性時)	132% ($S_s - D(X)$)	166%
	せん断ひずみ (特性変動時)	169% ($S_s - D(X)$), 剛性最小)	250%

7.2.2 1号機原子炉建物の外装材の耐震性評価

(1) 概要

本資料は、VI-1-1-7-別添 1「可搬型重大事故等対処設備の保管場所及びアクセスルート」に基づき、「(2) 基本方針」のうち「a. 評価対象」で保管場所及びアクセスルートへの影響を評価するものとして整理した1号機原子炉建物鉄骨造部分の外装材について、地震発生時に外装材が脱落することによって、アクセスルートに対して波及的影響を及ぼさないことを説明するものである。

(2) 基本方針

a. 評価対象

(a) 評価対象の整理

各建物のうち、倒壊しないと判断している建物について、各建物の地上部の外装材を支持する構造及び外装材を表 7.2.2-1 に示す。

鉄筋コンクリート造部分の外装材は、躯体に吹付塗装のため、保管場所及びアクセスルートへの影響がないと評価する。なお、吹付塗装以外の外装材を使用している部分はないことを確認している。

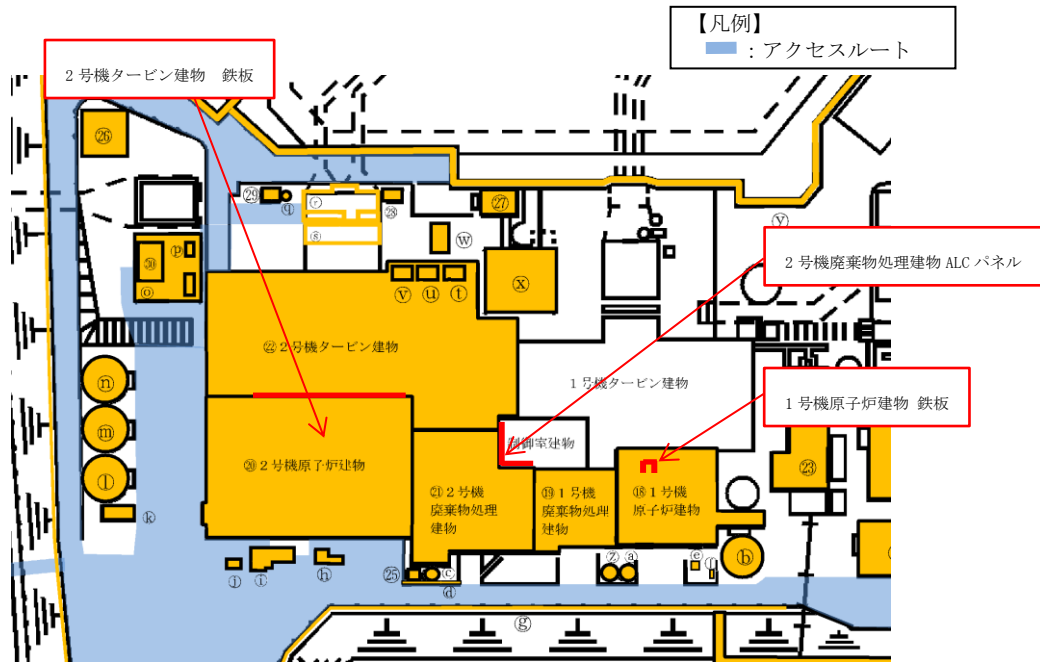
鉄骨造部分については、外装材の保管場所とアクセスルートへの影響を評価する。なお、アクセスルート側に位置しておらず、外装材の脱落を想定しても影響はないと整理した外装材の位置を図 7.2.2-1 に示す。

表 7.2.2-1 外装材の使用材料

管理番号*1	建物名称	地上部の外装材を支持する構造	外装材	影響評価 要否
1	緊急時対策所	鉄筋コンクリート造	吹付塗装	否
6	ガスタービン発電機建物	鉄筋コンクリート造	吹付塗装	否
18	1号機原子炉建物	鉄筋コンクリート造	吹付塗装	否
		鉄骨造	複合板（鉄板＋断熱材＋鉄板）	要
		鉄骨造	鉄板	否*2
19	1号機廃棄物処理建物	鉄筋コンクリート造	吹付塗装	否
20	2号機原子炉建物	鉄筋コンクリート造	吹付塗装	否
21	2号機廃棄物処理建物	鉄筋コンクリート造	吹付塗装	否
		鉄骨造	ALC パネル	否*2
22	2号機タービン建物	鉄筋コンクリート造	吹付塗装	否
		鉄骨造	鉄板	否*2
30	2号機排気筒モニタ室	鉄筋コンクリート造	吹付塗装	否
53	免震重要棟	鉄筋コンクリート造	吹付塗装	否

注記*1：表 6-1 及び表 6-3 による管理番号を示す。

*2：アクセスルート側に位置しておらず、外装材の脱落を想定しても影響はない。



管理番号*	建物名称	地上部の外装材を支持する構造	外装材
18	1号機原子炉建物	鉄骨造	鉄板
21	2号機廃棄物処理建物	鉄骨造	ALCパネル
22	2号機タービン建物	鉄骨造	鉄板

注記* : 表 6-1 及び表 6-3 による管理番号を示す。

図 7.2.2-1 脱落を想定してもアクセスルートに影響がない外装材

(b) 評価対象

保管場所及びアクセスルートに影響を与える可能性のある建物外装材について1号機原子炉建物を対象とする。1号機原子炉建物の位置を図7.2.2-2に示す。

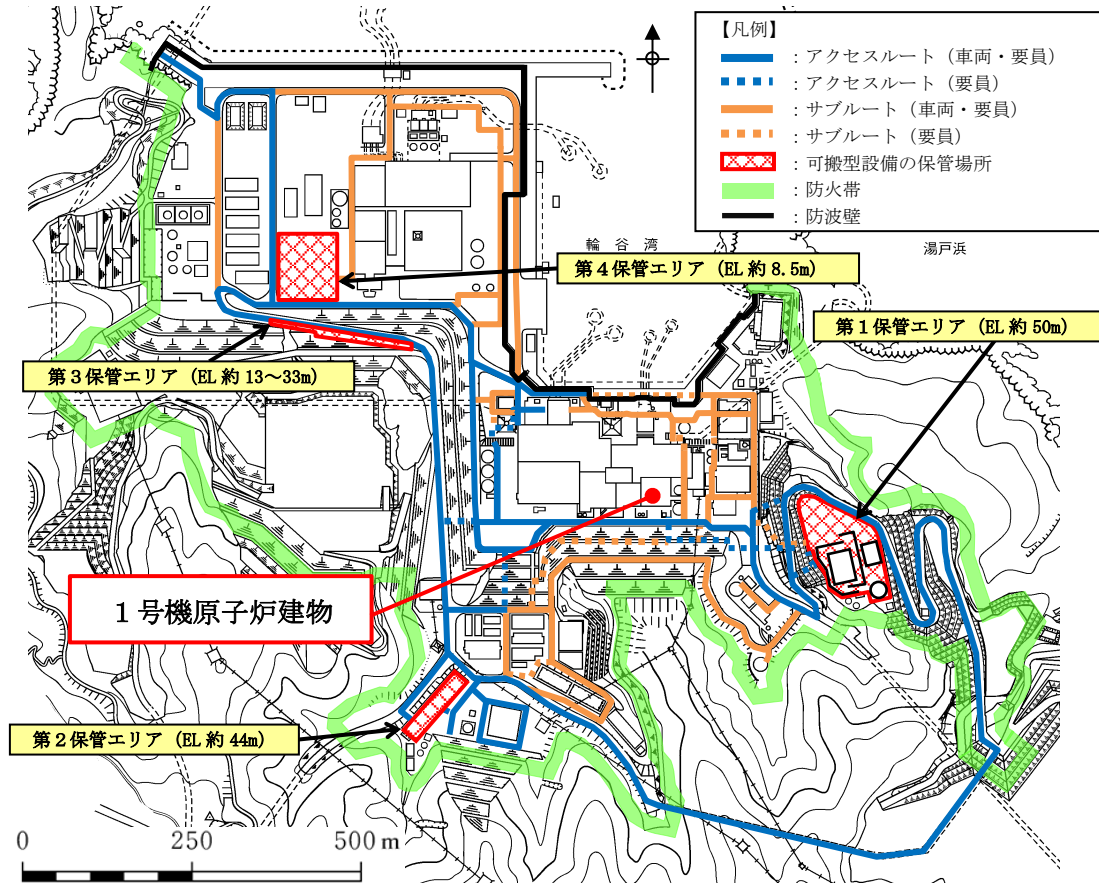


図7.2.2-2 1号機原子炉建物の設置位置

b. 構造概要

1号機原子炉建物は、地上5階、地下1階建の鉄筋コンクリート造（一部鉄骨造）の建物である。

1号機原子炉建物の平面は、 49.01m^{*1} （NS） $\times 41.96\text{m}^{*1}$ （EW）であり、3階床面（EL 31.0m^{*2} ）以上の部分は 31.62m^{*1} （NS） $\times 41.96\text{m}^{*1}$ （EW）である。

1号機原子炉建物の概略平面図（EL 44.0m^{*2} ）を図7.2.2-3に、概略立面図を図7.2.2-4に示す。

建物の構造は、燃料取替床（EL 44.0m^{*2} ）まで鉄筋コンクリート造であり、その上部は外壁面に外装材を有する鉄骨造である。

外装材は、外側波型鉄板、断熱材及び内側鉄板により構成された複合板であり、取付ボルトにより建物の鉄骨に固定されている。外装材（複合板）の概略構造図を図7.2.2-5に、使用材料を表7.2.2-2に示す。

注記*1：建物寸法は壁外面寸法とする。

*2：「EL」は東京湾平均海面（T.P.）を基準としたレベルを示す。

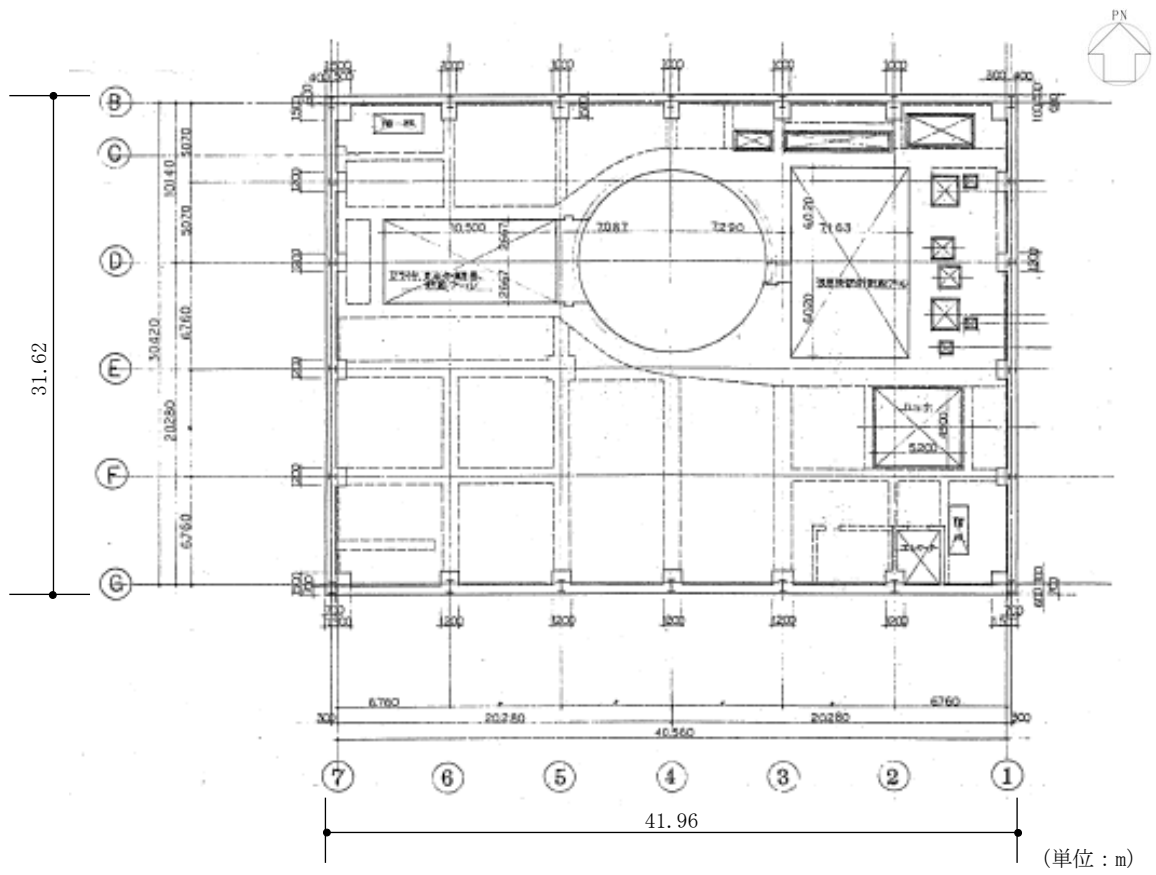


図 7.2.2-3 概略平面図 (EL 44.0m)

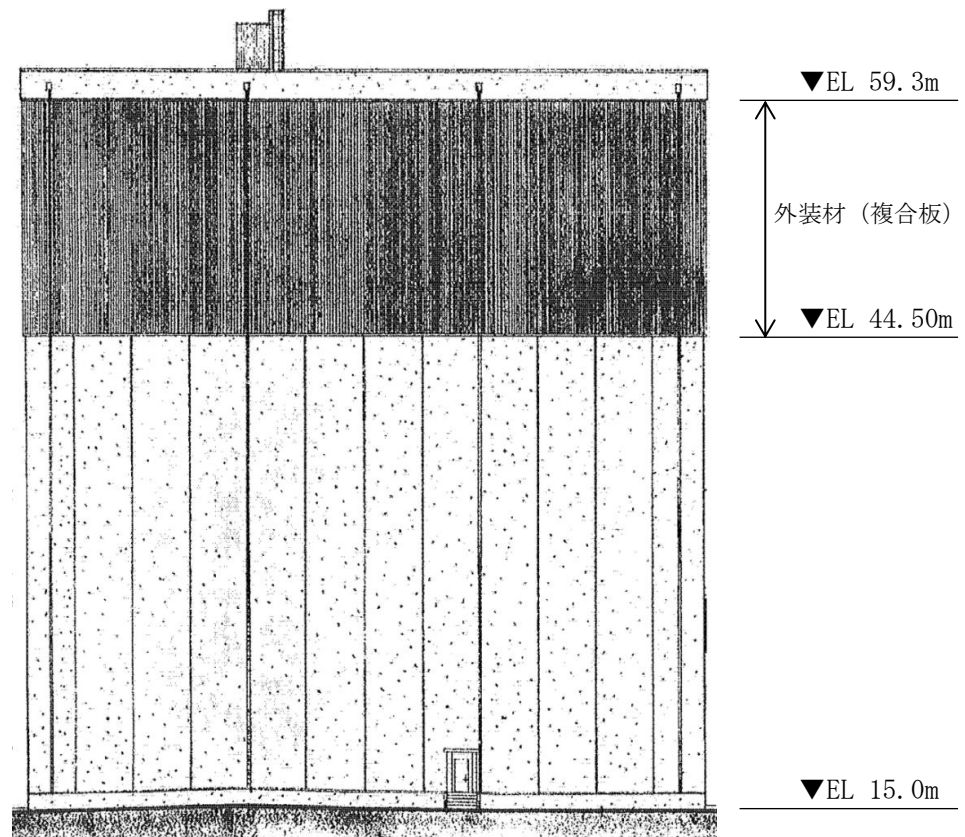


図 7.2.2-4 概略立面図 (南面)

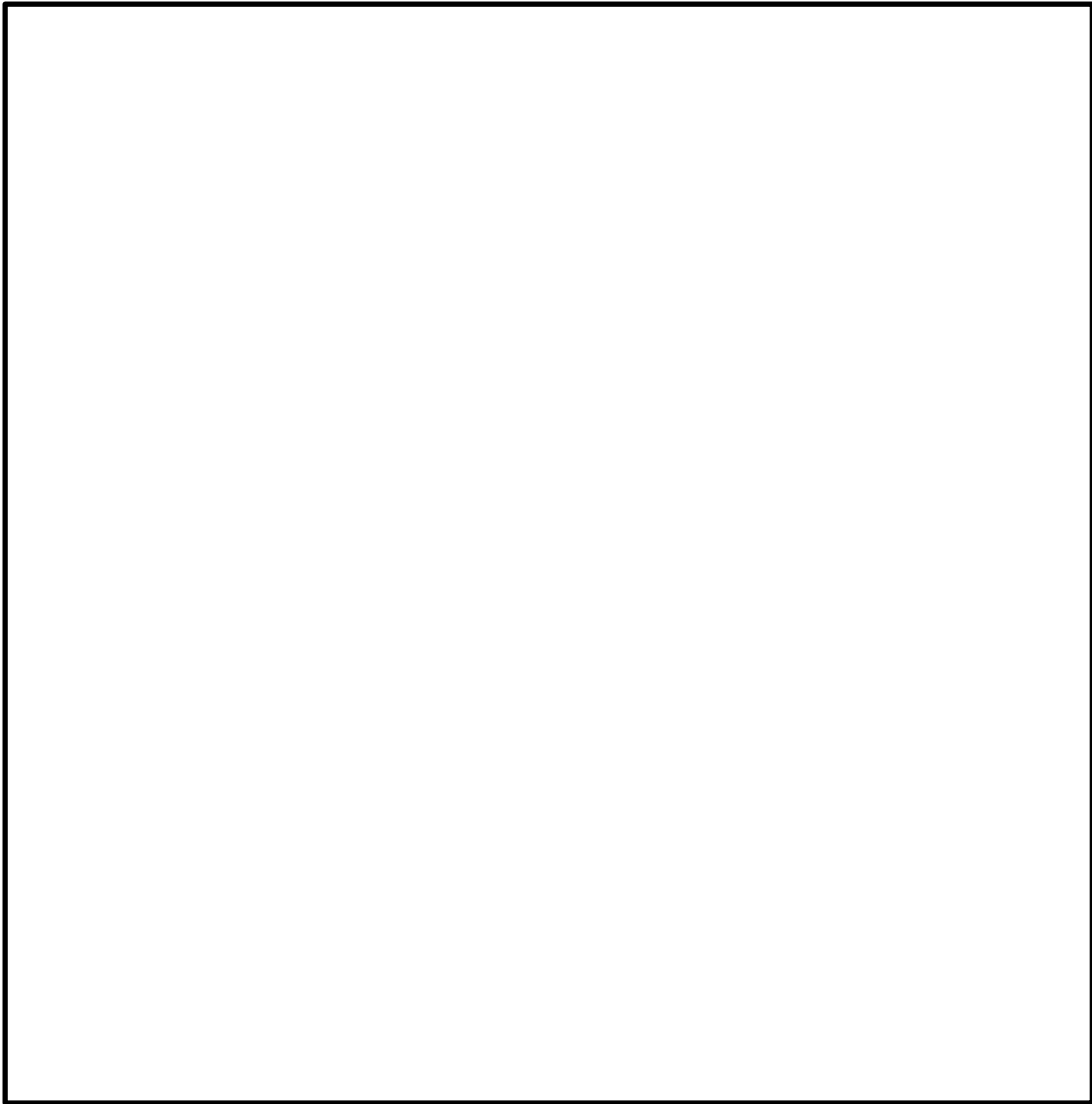


図 7.2.2-5 外装材（複合板）の概略構造図

表 7.2.2-2 外装材の使用材料

部位	材料
外装材 (複合板)	外側波型鉄板：厚さ□mm（冷間圧延鋼板） 断熱材：厚さ□mm 内側鉄板：厚さ□mm
取付ボルト	ステンレスボルト：φ7.5

c. 評価方針

1号機原子炉建物外装材のアクセスルートに対する波及的影響の評価は、以下の方針で行う。

1号機原子炉建物外装材の波及的影響評価においては、基準地震動 S_s に対する評価を行うこととする。したがって、波及的影響評価として、基準地震動 S_s により建物に生じる変形及び外装材に生じる荷重により、外装材が脱落しないことを示す。

d. 適用規格・基準等

適用規格・基準等を以下に示す。

- ・原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1 -1987 ((社) 日本電気協会)
- ・原子力発電所耐震設計技術指針 重要度分類・許容応力編 J E A G 4 6 0 1 ・補-1984 ((社) 日本電気協会)
- ・原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1 -1991 追補版 ((社) 日本電気協会)
- ・建築基準法・同施行令
- ・鋼構造設計規準-許容応力度設計法- ((社) 日本建築学会, 2005)
- ・建築工事標準仕様書 J A S S 2 7 乾式外壁工事 ((社) 日本建築学会, 2011)

(3) 耐震評価

a. 評価対象部位及び評価方針

1号機原子炉建物外装材の波及的影響評価において対象とする部位は、燃料取替床より上部の鉄骨造部分に設置された外装材のうちアクセスルートに面する南面の外装材とし、以下の方針に基づき検討を行う。

外装材は、1号機原子炉建物の鉄骨に取付ボルトにより固定されていることから、基準地震動 S_s により建物に生じる外装材面内方向の変形に対して外装材が追従することを確認する。また、基準地震動 S_s により外装材に生じる外装材面外方向の荷重に対し外装材に発生する応力が終局強度に至らないこと並びに基準地震動 S_s により外装材に生じる外装材面外方向及び鉛直方向の荷重に対し取付ボルトに発生する応力が終局強度に至らないことにより、外装材が脱落しないことを確認する。

b. 評価用変形及び荷重

評価用変形及び荷重は、基準地震動 S_s による1号機原子炉建物の変形及び建物の応答加速度により外装材に生じる慣性力とし、VI-2-11-2-1-1「1号機原子炉建物の耐震性についての計算書」に基づき設定する。

設定した評価用変形及び荷重を表7.2.2-3に示す。

表 7.2.2-3 評価用変形及び荷重

変形（変形角）	1/221
水平荷重（慣性力）	評価用震度 $6.0G^{*1}$ × 外装材重量
鉛直荷重（慣性力）	$(1.0G + \text{評価用震度 } 4.0G^{*2})$ × 外装材重量

注記*1：建物の最大応答加速度(5.4G)を上回る設計震度

*2：水平荷重評価用震度(6.0G)の2/3倍として設定した設計震度

c. 許容限界

外装材が建物の変形に対して追従することを確認する許容限界は、「建築工事標準仕様書 J A S S 2 7 乾式外壁工事（（社）日本建築学会，2011）」（以下「建築工事標準仕様書 J A S S 2 7 乾式外壁工事」という。）に基づき設定する。

外装材の面外方向及び鉛直方向に生じる慣性力に対して終局強度に至らないことを確認する許容限界について，外装材（複合板）は「J I S G 3 1 4 1 2005 冷間圧延鋼板及び鋼帯」に，また，取付ボルトは「J I S B 1 0 5 4 - 1 2013 耐食ステンレス鋼製締結用部品の機械的性質」及び「鋼構造設計規準—許容応力度設計法—（（社）日本建築学会，2005）」（以下「S規準」という。）に基づき設定する。

設定した許容限界を，表 7.2.2-4 に示す。

表 7.2.2-4 波及的影響評価における許容限界

機能設計上の性能目標	地震力	項目	機能維持のための考え方	許容限界
アクセスルートに対する波及的影響を及ぼさない	基準地震動 S s	変形 (変形角)	外装材が波及的影響を及ぼさないための許容限界を超えないことを確認	・外装材（複合板）*1 層間変形角： 1/100rad*2
		荷重 (慣性力)		・外装材（複合板）*1 曲げ応力度： 180N/mm ² *3 ・取付ボルト せん断応力度： 121N/mm ² *3 引張応力度： 210N/mm ² *3 せん断力を同時に受けるボルトの引張応力度： 210N/mm ² *3,*4

注記*1：外装材（複合板）は，外側波型鉄板，断熱材及び内側鉄板により構成しているため，最も外側の外側波型鉄板が強度を負担するものとして設定

*2：「建築工事標準仕様書 J A S S 2 7 乾式外壁工事」に基づく変形角

*3：許容限界は終局強度に対し安全余裕を有したのものとして設定することとし，さらなる安全余裕を考慮して短期許容応力度とする。

*4：「S規準」に基づき次式により設定する。

$$f_{ts} = 1.4f_{t0} - 1.6\tau \quad \text{かつ} \quad f_{ts} \leq f_{t0}$$

f_{ts} ：せん断力を同時に受けるボルトの許容引張応力度

f_{t0} ：ボルトの許容引張応力度

τ ：ボルトに作用するせん断応力度

d. 評価方法

(a) 変形に対する評価方法

変形に対する評価は「b. 評価用変形及び荷重」で設定した変形（変形角）が、「c. 許容限界」で設定した許容限界を超えないことを確認する。

(b) 荷重に対する評価方法

荷重に対する評価は、「b. 評価用変形及び荷重」で設定した荷重（慣性力）により外装材に発生する曲げ応力度並びに取付ボルトに生じる引張応力度及びせん断応力度が「c. 許容限界」で設定した許容限界を超えないことを確認する。

外装材に発生する曲げモーメント、取付ボルトに発生する引張荷重、せん断荷重及びこれらにより発生する応力度について、図 7.2.2-6 に示すモデルにより評価し、次式にて算定する。

表 7.2.2-5 に評価条件を示す。

外装材に生じる最大曲げモーメント

$$M_{\max} = M_B = \frac{W_H \cdot L^2}{8}$$

外装材に発生する曲げ応力度

$$\sigma_b = \frac{M_{\max}}{Z}$$

取付ボルトに発生する最大引張荷重

$$T_{\max} = R_B = \frac{5 \cdot W_H \cdot L}{4 \cdot n}$$

取付ボルトに発生する引張応力度

$$\sigma_t = \frac{T_{\max}}{A}$$

取付ボルトに発生する最大せん断荷重

$$Q_{\max} = \frac{W_V \cdot d}{n}$$

取付ボルトに発生するせん断応力度

$$\tau_t = \frac{Q_{\max}}{A}$$

W_H : 水平荷重（慣性力）

W_V : 鉛直荷重（慣性力）

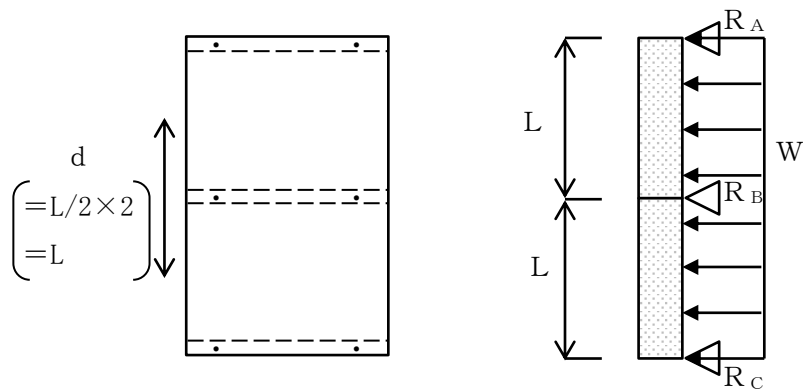
L : 外装材の支点間隔

Z : 外装材（外側波型鉄板）の断面係数

n : 各支持点当りの取付ボルトの本数

d : 取付ボルトの荷重負担幅

A : 取付ボルトの有効断面積



パネル立面図

断面概念図

図 7.2.2-6 2 スパン連続はりモデル図

表 7.2.2-5 1号機原子炉建物外装材の評価条件

項目	記号	値	単位
水平荷重（慣性力）*1	W_H	1.5	kN/m
鉛直荷重（慣性力）*2	W_V	1.25	kN/m
外装材の支点間隔	L	900	mm
外装材（外側波型鉄板）の断面係数*3	Z	4170	mm^3
各支持点当りの取付ボルトの本数	n	2	本
取付ボルトの荷重負担幅	d	900	mm
取付ボルトの有効断面積*4	A	20.1	mm^2

注記*1：評価用震度（6.0G）に外装材（複合板）の1枚あたりの単位重量（0.25kN/m）を乗じて算定した値

*2：評価用震度（5.0G）に外装材（複合板）の1枚あたりの単位重量（0.25kN/m）を乗じて算定した値

*3：外装材（複合板）は、外側波型鉄板、断熱材及び内側鉄板により構成しているため、最も外側の外側波型鉄板を強度部材として設定

*4：取付ボルトの径は $\phi 7.5$ であるが、現行規格として存在しないため、よりボルト径が小さいM6として設定

(4) 評価結果

a. 変形に対する評価結果

変形（変形角）に対する評価結果を表 7.2.2-6 に示す。変形角が許容限界を超えないことを確認した。

表 7.2.2-6 変形に対する評価結果

評価項目	評価結果 (rad)	許容限界 (rad)	検定比
変形角	1/221	1/100	0.46

b. 荷重に対する評価結果

荷重（慣性力）に対する評価結果を表 7.2.2-7 に示す。いずれにおいても許容限界を超えないことを確認した。

表 7.2.2-7 荷重に対する評価結果

評価項目	評価結果 (N/mm ²)	許容限界 (N/mm ²)	検定比
外装材の曲げ応力度	36.5	180	0.21
取付ボルトのせん断応力度	28.4	121	0.24
取付ボルトの引張応力度	42.1	210	0.21
せん断力を同時に受ける取付ボルトの引張応力度	42.1	210	0.21

以上より、基準地震動 S_s 時において、1号機原子炉建物の外装材がアクセスルートに対して波及的影響を及ぼさないことを確認した。

7.2.3 建物の外装材以外の部材の耐震性評価

(1) 概要

本資料は、VI-1-1-7-別添1「可搬型重大事故等対処設備の保管場所及びアクセスルート」に基づき、「(2) 基本方針」で保管場所及びアクセスルートに影響を及ぼす可能性がある建物の外装材以外の部材として整理した原子炉建物1階RCW熱交換器室北側鋼製扉、ガスタービン発電機建物屋外階段、緊急時対策所屋外階段及び免震重要棟鋼製バルコニーについて、地震発生時にこれらが脱落することによって、保管場所及びアクセスルートに対して波及的影響を及ぼさないことを説明するものである。

(2) 基本方針

a. 評価対象

(a) 評価対象の整理

外装材以外の部材のうち、落下した場合に保管場所及びアクセスルートに影響を及ぼす可能性のあるもので、人力又はホイールローダにより撤去が困難なものを表7.2.3-1に示す。

表 7.2.3-1 外装材以外の部材

管理番号*	建物	外装材以外の部材
1	緊急時対策所	屋外階段
6	ガスタービン発電機建物	屋外階段
20	2号機原子炉建物	1階RCW熱交換器室北側鋼製扉
		機器搬出入口
		建物開口部竜巻防護対策設備
53	免震重要棟	鋼製バルコニー

注記*：表6-1及び表6-3による管理番号を示す。

(b) 評価対象

保管場所及びアクセスルートに影響を及ぼす可能性のある外装材以外の部材について、原子炉建物1階RCW熱交換器室北側鋼製扉、ガスタービン発電機建物屋外階段、緊急時対策所屋外階段及び免震重要棟鋼製バルコニーを評価対象とする。

なお、原子炉建物機器搬出入口及び建物開口部竜巻防護対策設備については、VI-2-9-3-2 「原子炉建物機器搬出入口の耐震性についての計算書」及びVI-2-11-2-6-2 「建物開口部竜巻防護対策設備の耐震性についての計算書」において基準地震動 S_s に対する耐震性を有していることを説明している。

原子炉建物1階RCW熱交換器室北側鋼製扉、ガスタービン発電機建物屋外階段、緊急時対策所屋外階段及び免震重要棟鋼製バルコニーの設置位置を図7.2.3-1に示す。

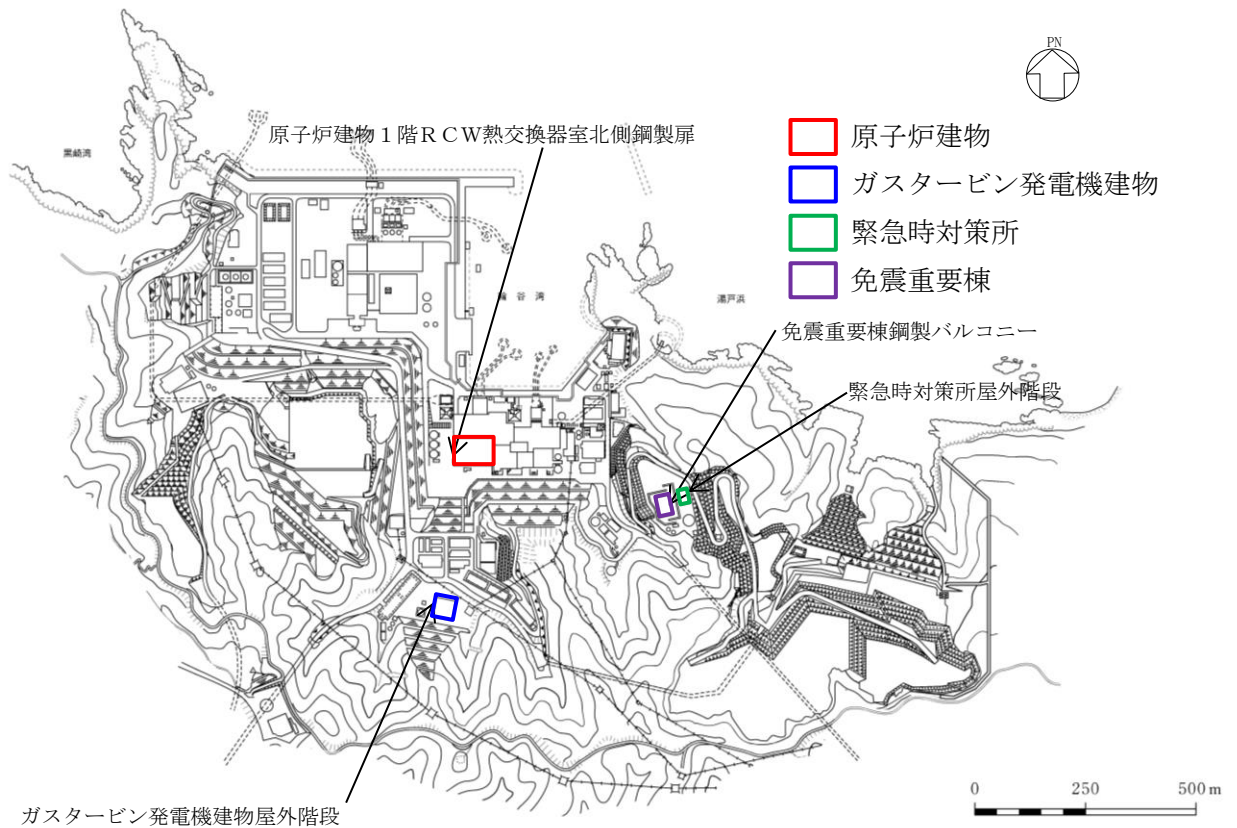


図7.2.3-1 原子炉建物1階RCW熱交換器室北側鋼製扉、ガスタービン発電機建物屋外階段、緊急時対策所屋外階段及び免震重要棟鋼製バルコニーの設置位置

b. 構造概要

(a) 原子炉建物1階RCW熱交換器室北側鋼製扉

原子炉建物1階RCW熱交換器室北側鋼製扉は、原子炉建物の西側に位置している。

原子炉建物1階RCW熱交換器室北側鋼製扉は、片開型の鋼製扉とし、扉に配したカンヌキを扉枠内のカンヌキ受けに差し込み、扉を扉枠と一体化させる構造とする。また、扉と扉枠の接続はヒンジを介する構造とする。原子炉建物1階RCW熱交換器室北側鋼製扉の配置図を図7.2.3-2に、概略構造図を図7.2.3-3に、使用材料を表7.2.3-2示す。

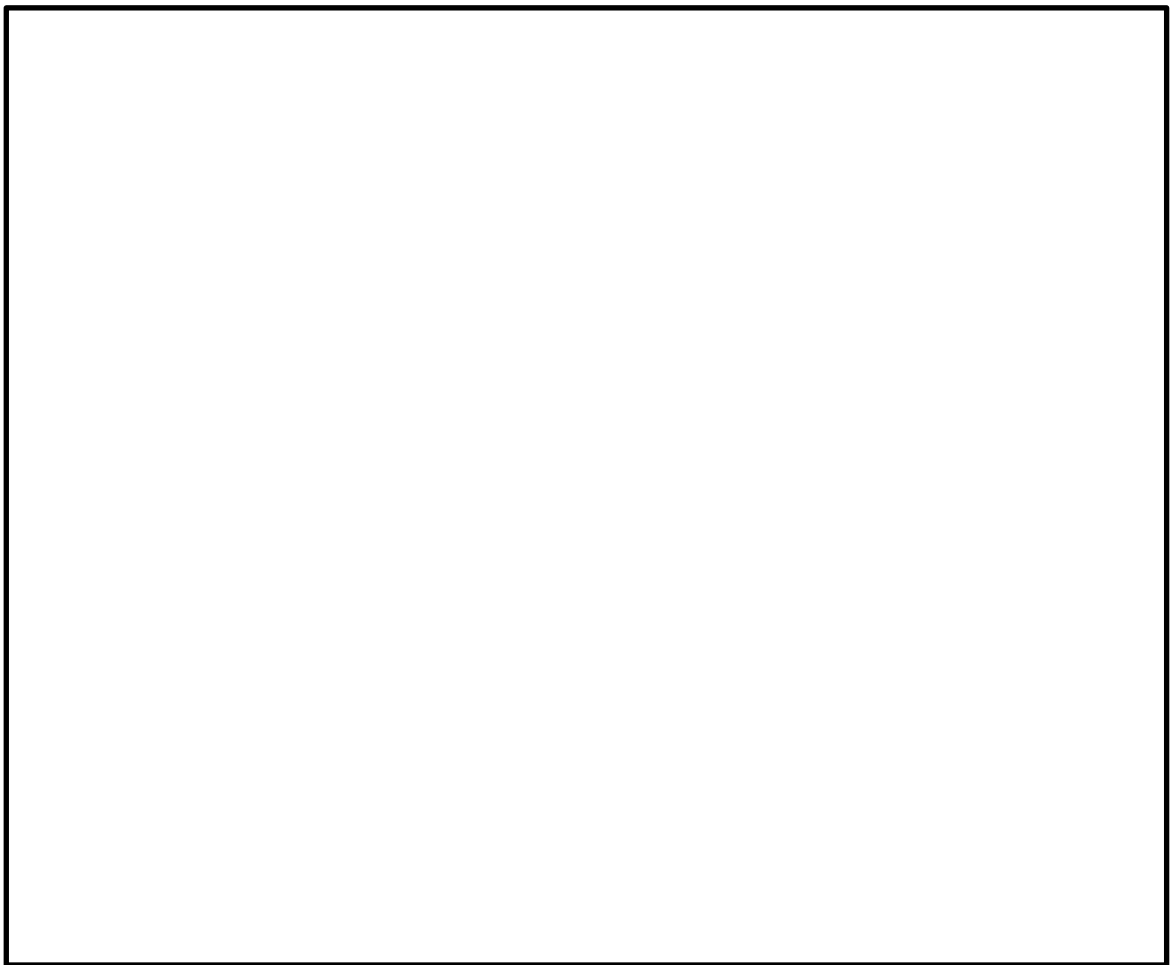


図7.2.3-2 原子炉建物1階RCW熱交換器室北側鋼製扉の配置図

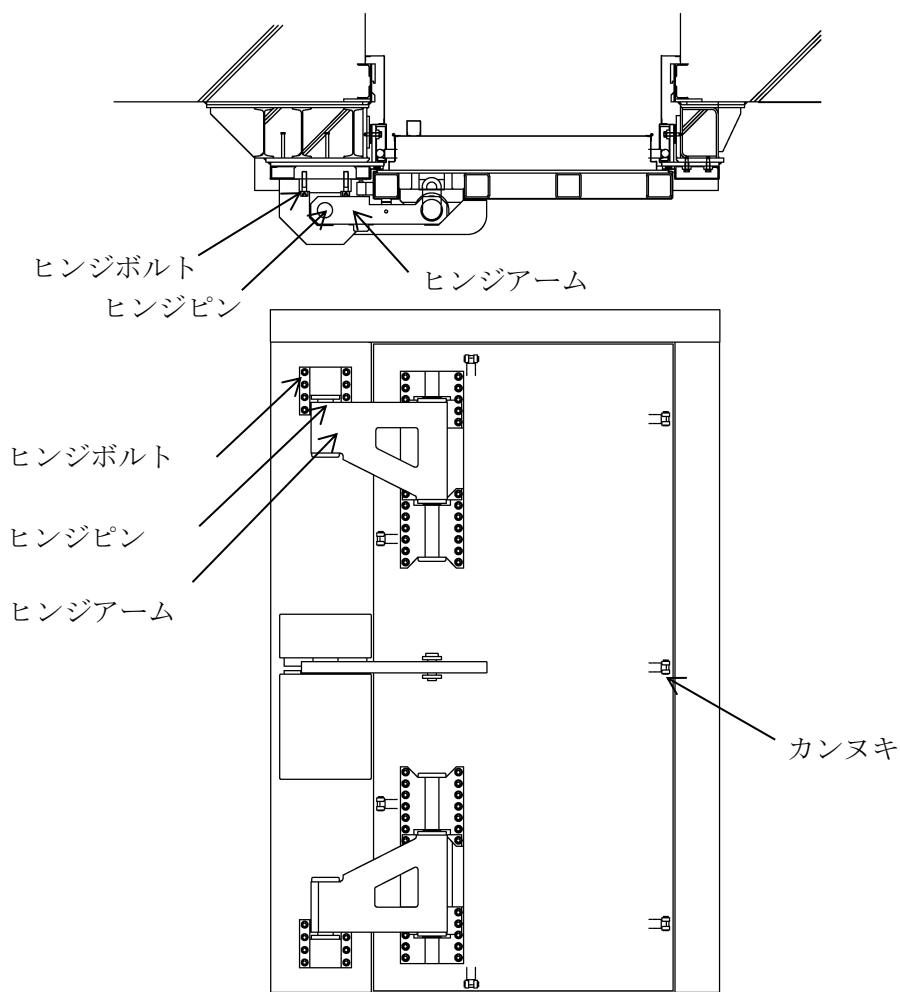


図 7.2.3-3 原子炉建物 1 階 R C W 熱交換器室北側鋼製扉の概略構造図

表 7.2.3-2 原子炉建物 1 階 R C W 熱交換器室北側鋼製扉の使用材料

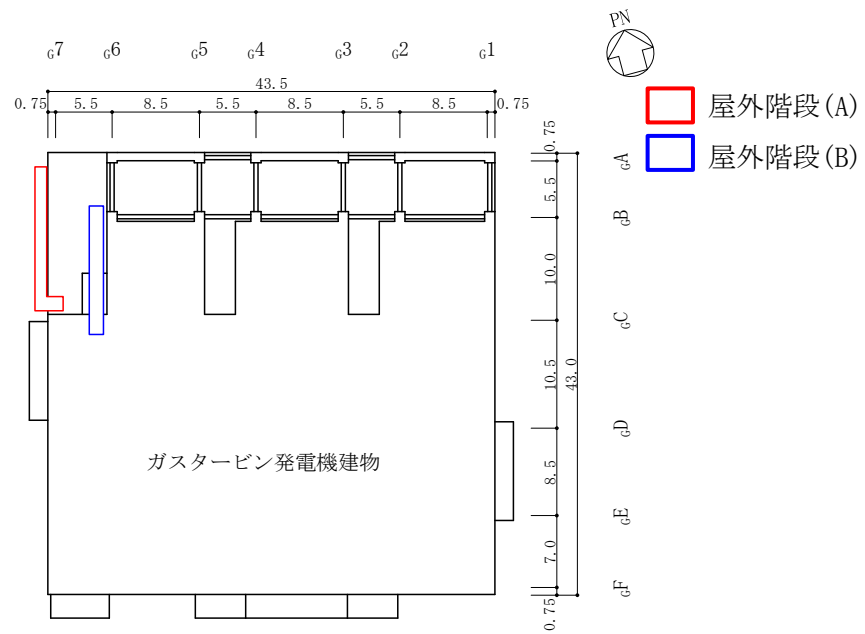
部位		材質	仕様
ヒンジ部	ヒンジアーム	SS400	PL-155×400
	ヒンジピン	S45C	φ 120
	ヒンジボルト	SCM435	M36
カンヌキ部	カンヌキ	S45C	φ 70

(b) ガスタービン発電機建物屋外階段

ガスタービン発電機建物屋外階段は、ガスタービン発電機建物の西側に位置し、EL 47.2m から EL 55.5m 及び EL 55.5m から EL 61.5m への昇降のために、屋外階段(A)及び(B)を設置している。

ガスタービン発電機建物屋外階段の配置図を図 7.2.3-4 に、屋外階段(A)及び(B)の正面図を図 7.2.3-5 及び図 7.2.3-6 に示す。

屋外階段は、ブラケット及びアンカーボルトによりガスタービン発電機建物構造体に固定されており、ブラケットを構造部材、アンカーボルトを定着部材とした構造とする。屋外階段(A)及び(B)の概略構造図を図 7.2.3-7 に、使用材料を表 7.2.3-3 に示す。



(単位:m)

図 7.2.3-4 屋外階段(A)及び(B)の配置図

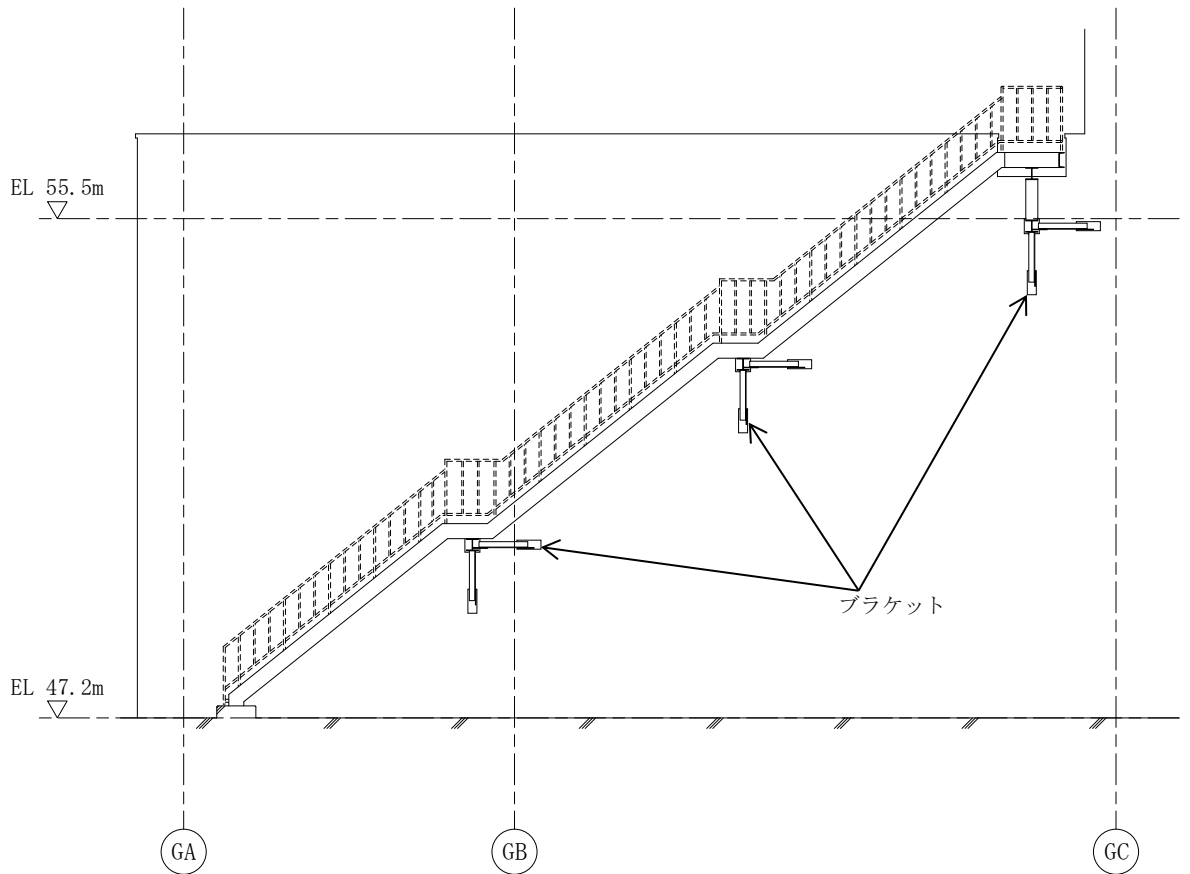


図 7.2.3-5 屋外階段(A)の正面図

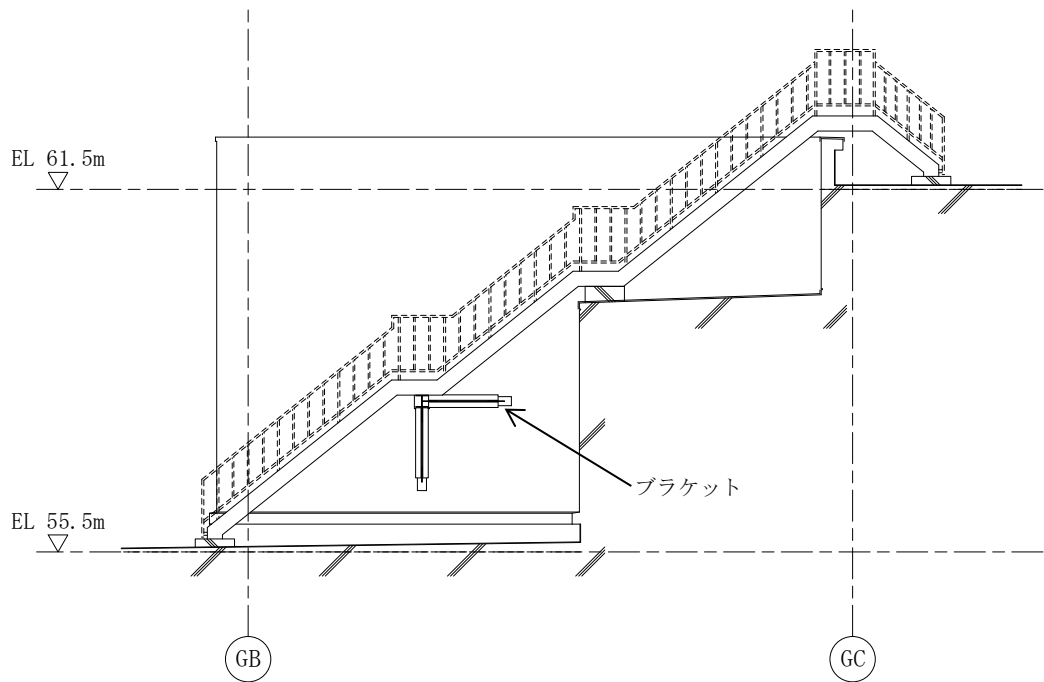
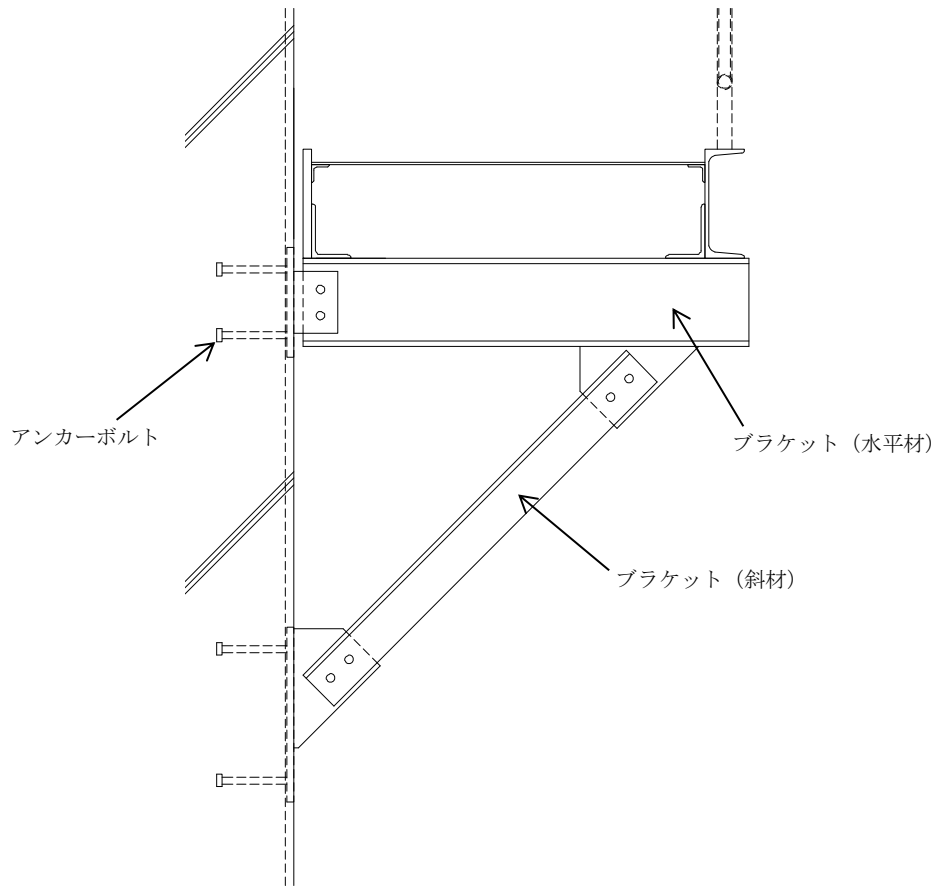
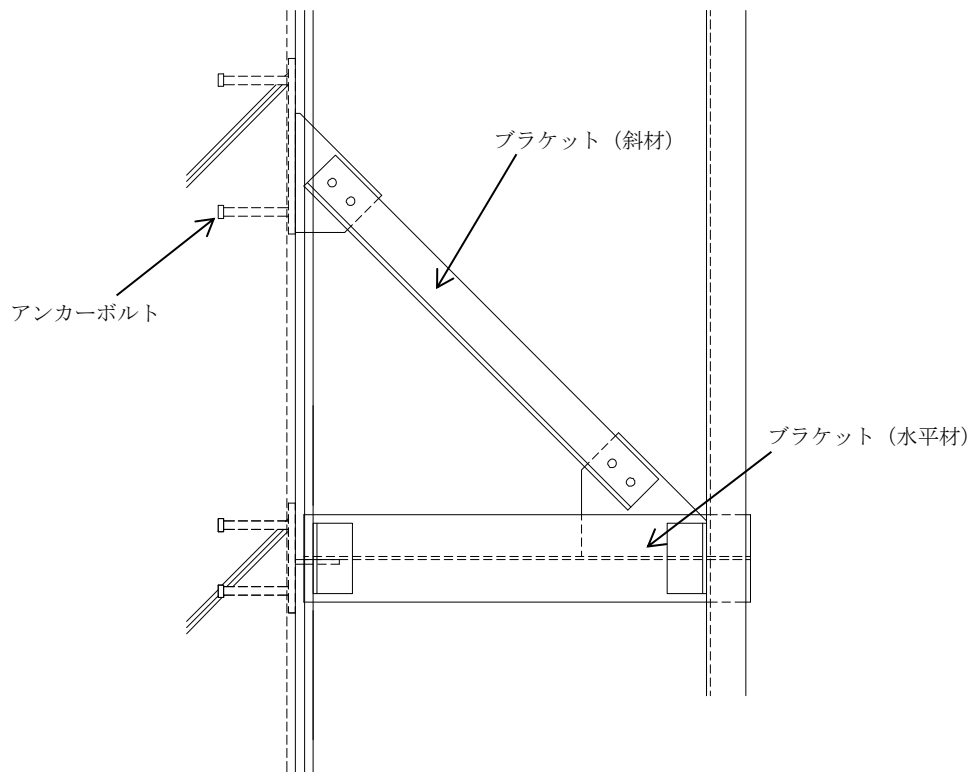


図 7.2.3-6 屋外階段(B)の正面図



(a) 鉛直方向



(b) 水平方向

図 7.2.3-7 屋外階段(A)及び(B)の概略構造図

表 7.2.3-3 屋外階段(A)及び(B)の使用材料

部位	材料
ブラケット (水平材)	H-200×200×8×12 (SS400)
ブラケット (斜材) (屋外階段(A))	L-100×100×10 (SS400)
ブラケット (斜材) (屋外階段(B))	2Ls-100×100×10 (SS400)
アンカーボルト	4-19 φ (シリコンキルド鋼) 埋込深さ 160mm

(c) 緊急時対策所屋外階段

緊急時対策所屋外階段は、緊急時対策所の東側に位置し、EL 50.0m から EL 56.6m への昇降のために、設置している。

緊急時対策所屋外階段の配置図を図 7.2.3-8 に、屋外階段の正面図を図 7.2.3-9 に示す。

屋外階段は、ブラケット及びアンカーボルトにより緊急時対策所構造体に固定されており、ブラケットを構造部材、アンカーボルトを定着部材とした構造とする。屋外階段の概略構造図を図 7.2.3-10 に、使用材料を表 7.2.3-4 に示す。

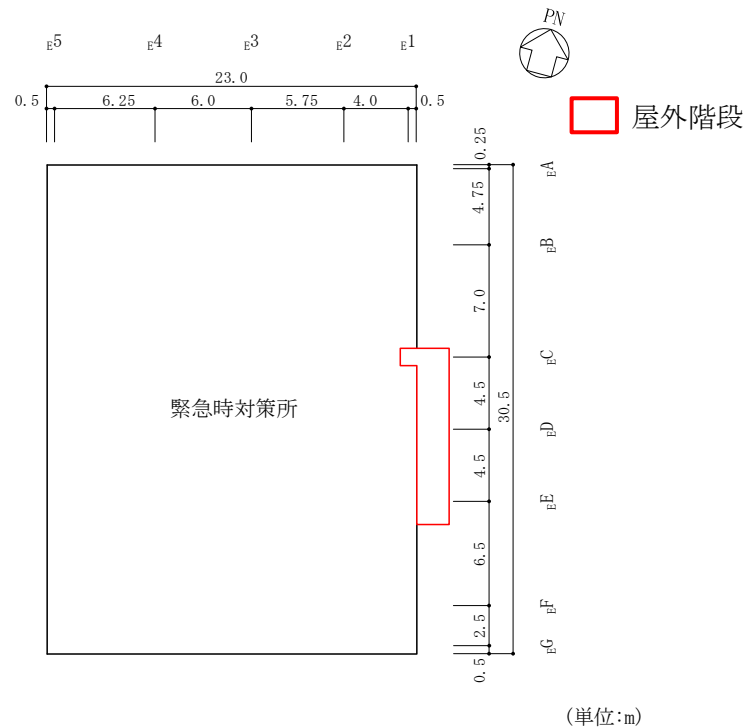


図 7.2.3-8 屋外階段の配置図

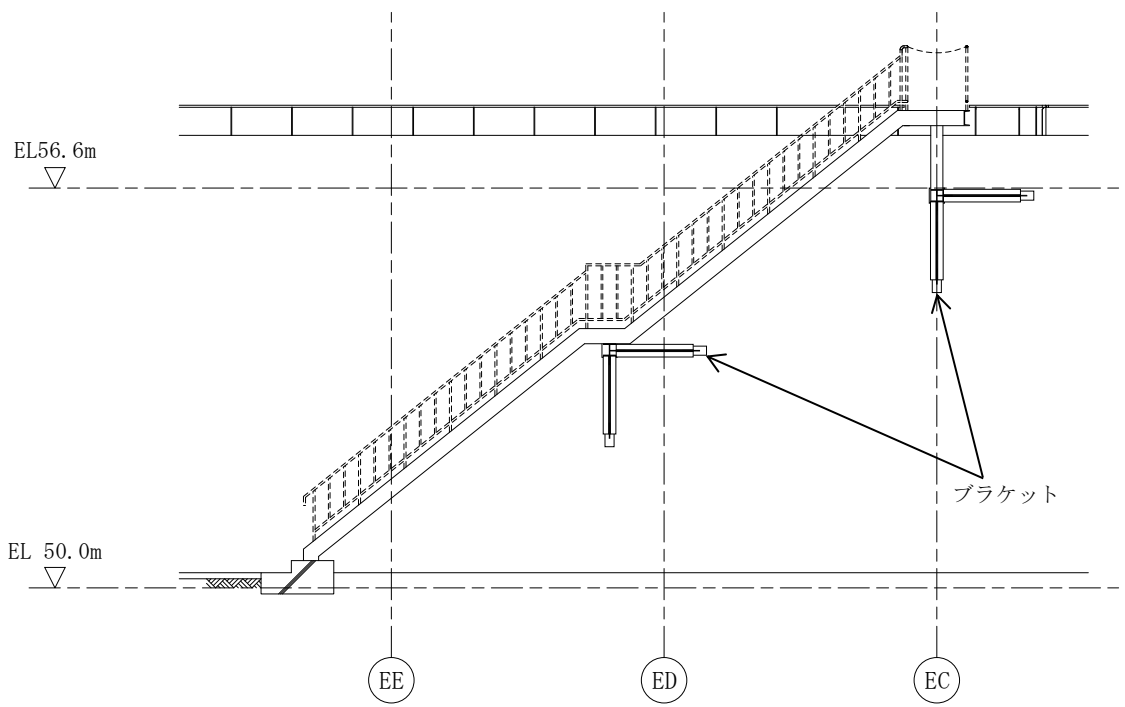
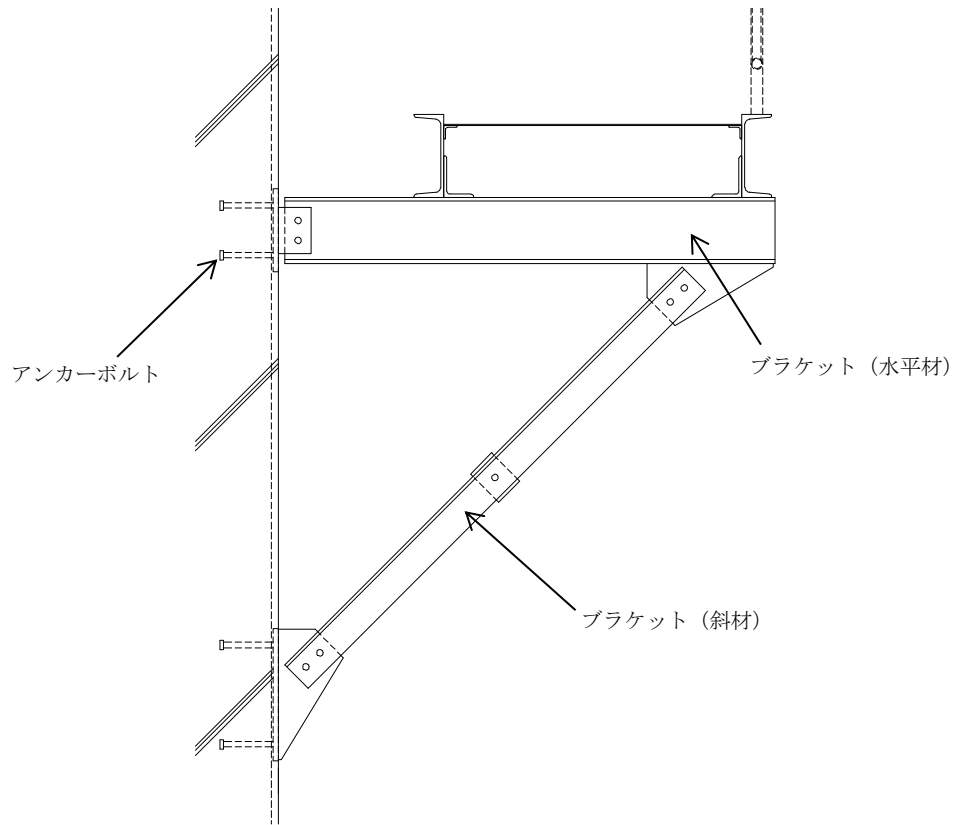
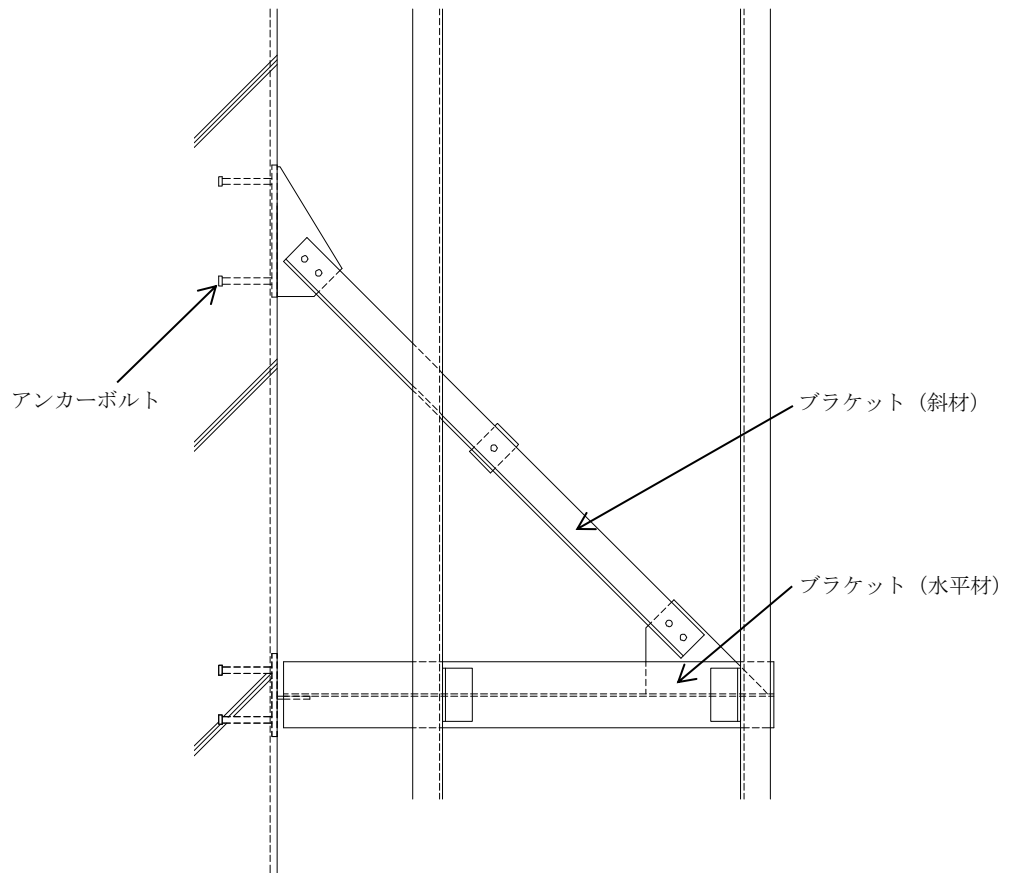


図 7.2.3-9 屋外階段の正面図



(a) 鉛直方向



(b) 水平方向

図 7.2.3-10 屋外階段の概略構造図

表 7.2.3-4 屋外階段の使用材料

部位	材料
ブラケット（水平材）	H-200×200×8×12（SS400）
ブラケット（斜材）	2Ls-100×100×10（SS400）
アンカーボルト	4-19φ（シリコンキルド鋼） 埋込深さ 160mm

(d) 免震重要棟鋼製バルコニー

免震重要棟鋼製バルコニーは、免震重要棟の東側に位置している。

免震重要棟鋼製バルコニーの配置図を図 7.2.3-11 に、平面図を図 7.2.3-12 に、立面図を図 7.2.3-13 に示す。

免震重要棟鋼製バルコニーの構造は、鉄骨造である。

免震重要棟鋼製バルコニーは、免震重要棟の建物架構と一体となった大梁、間柱及びアンカーボルトで構成する支持架構と支持架構に接続する小梁、斜材及び水平ブレースによって構成し、大梁及びアンカーボルトにより免震重要棟構造体に固定されている。大梁、小梁、斜材、水平ブレース及び間柱を構造部材、アンカーボルトを定着部材とした構造とする。免震重要棟鋼製バルコニーの支持架構の概略構造図を図 7.2.3-14 に、評価結果において最大検定比となる部材の使用材料を表 7.2.3-5 に示す。

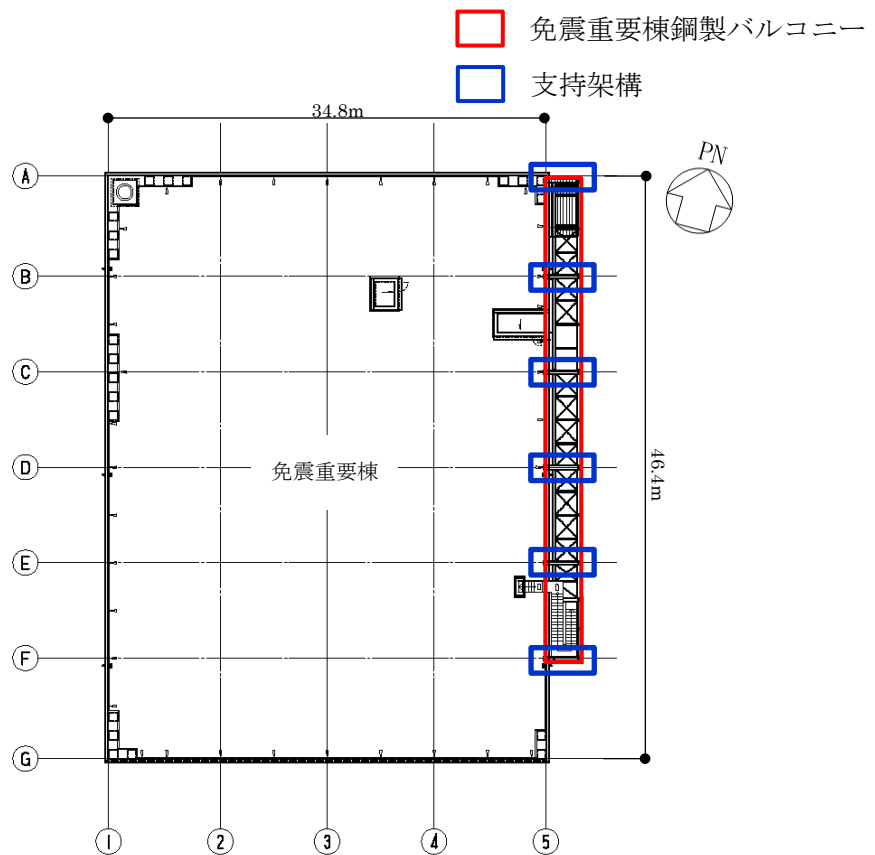


図 7.2.3-11 免震重要棟鋼製バルコニーの配置図

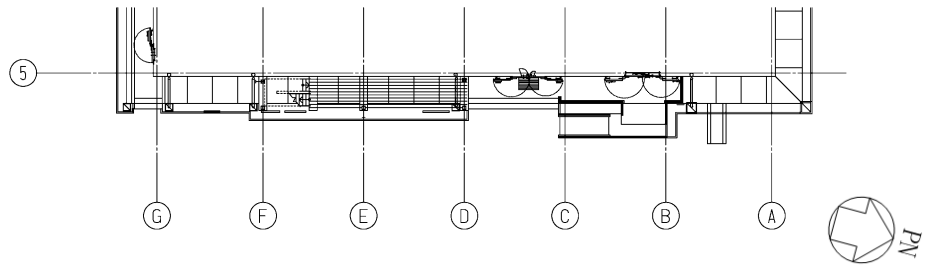


図 7.2.3-12 (1) 免震重要棟鋼製バルコニーの1階平面図

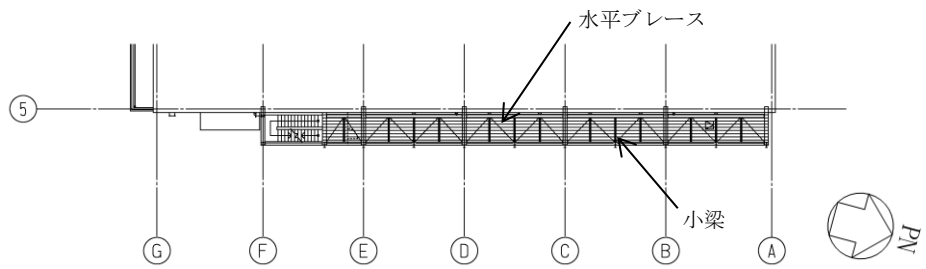


図 7.2.3-12 (2) 免震重要棟鋼製バルコニーの2階平面図

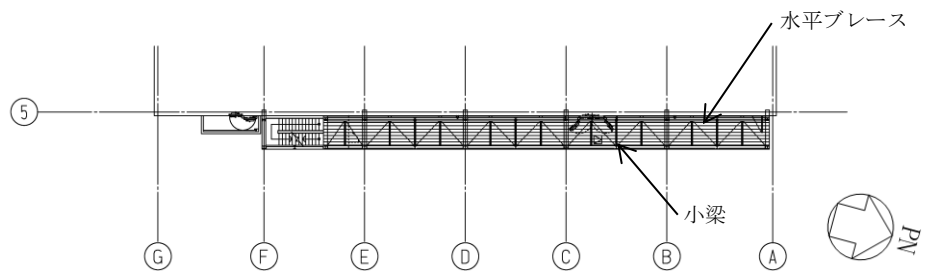


図 7.2.3-12 (3) 免震重要棟鋼製バルコニーの3階平面図

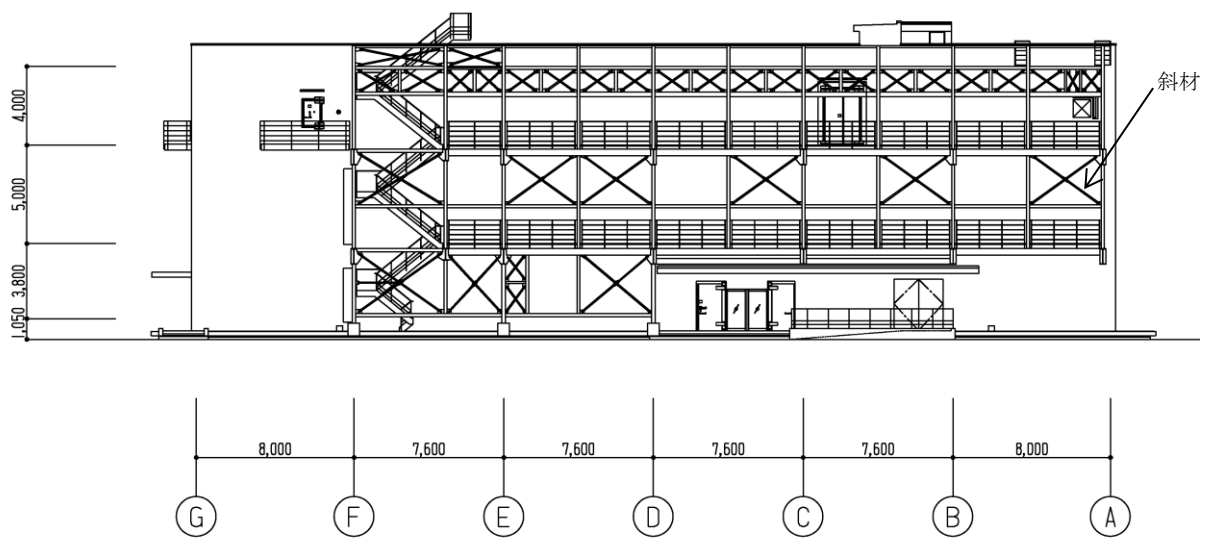


図 7.2.3-13 免震重要棟鋼製バルコニーの立面図

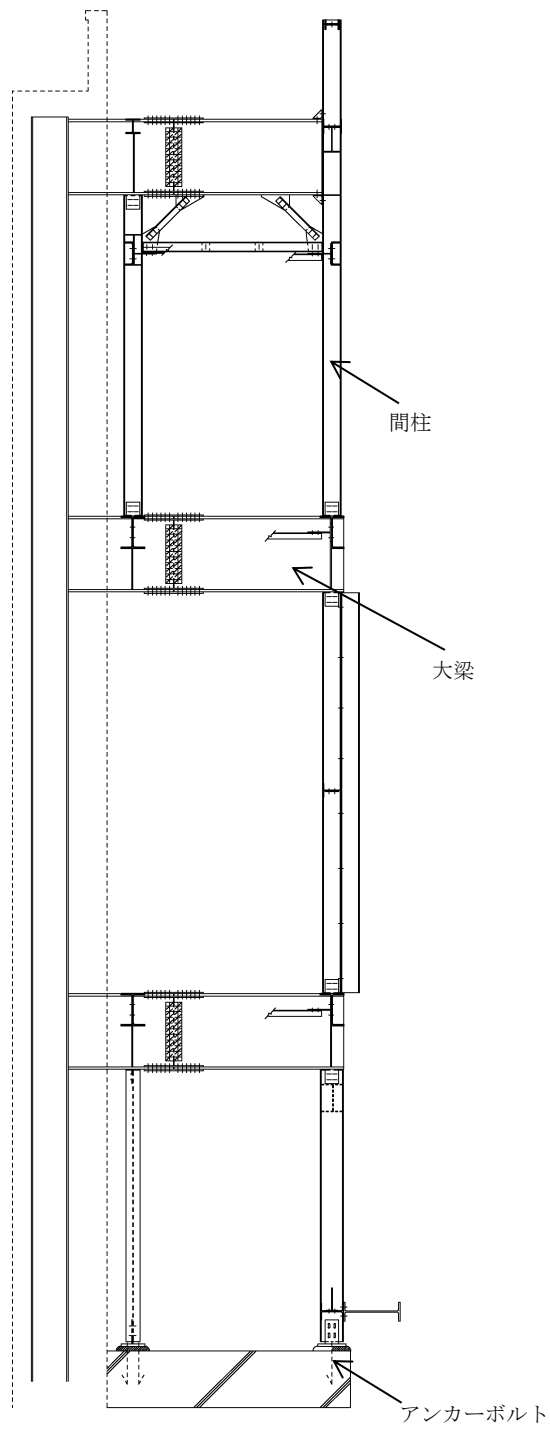


図 7. 2. 3-14 支持架構の概略構造図

表 7.2.3-5 免震重要棟鋼製バルコニーの使用材料

部位	材料
大梁	H-800×300×14×26 (SM490A)
小梁	H-244×175×7×11 (SS400)
間柱	H-194×150×6×9 (SS400)
斜材	L-65×65×6 (SS400)
水平ブレース	L-65×65×6 (SS400)
アンカーボルト	4-M20 (SNR490B) 埋込深さ 320mm

c. 評価方針

原子炉建物 1 階 RCW 熱交換器室北側鋼製扉，ガスタービン発電機建物屋外階段，緊急時対策所屋外階段及び免震重要棟鋼製バルコニーの保管場所及びアクセスルートに対する波及的影響評価においては，基準地震動 S_s に対する評価を行うこととする。したがって，波及的影響評価として，基準地震動 S_s により構造部材に生じる応力度により，原子炉建物 1 階 RCW 熱交換器室北側鋼製扉，ガスタービン発電機建物屋外階段，緊急時対策所屋外階段及び免震重要棟鋼製バルコニーが脱落しないことを示す。

d. 適用規格・基準等

適用する規格，基準等を以下に示す。

- ・原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1 -1987 ((社) 日本電気協会)
- ・原子力発電所耐震設計技術指針 重要度分類・許容応力編 J E A G 4 6 0 1 ・補-1984 ((社) 日本電気協会)
- ・原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1 -1991 追補版 ((社) 日本電気協会)
- ・建築基準法・同施行令
- ・鋼構造設計規準-許容応力度設計法- ((社) 日本建築学会，2005 改定)
- ・各種合成構造設計指針・同解説 ((社) 日本建築学会，2010 改定)
- ・J I S G 4 0 5 1 -2016 機械構造用炭素鋼鋼材
- ・J I S G 4 0 5 3 -2016 機械構造用合金鋼鋼材

(3) 耐震評価

a. 原子炉建物 1 階 R C W 熱交換器室北側鋼製扉

(a) 評価対象部位及び評価方針

原子炉建物 1 階 R C W 熱交換器室北側鋼製扉の波及的影響評価において対象とする部位は、構造部材でヒンジ部及びカンヌキ部とし、以下の方針に基づき検討を行う。

原子炉建物 1 階 R C W 熱交換器室北側鋼製扉は、扉枠に構造部材であるヒンジ部及びカンヌキ部により固定する構造であることから、基準地震動 S_s により構造部材に生じる応力度が許容限界に至らないことにより、原子炉建物 1 階 R C W 熱交換器室北側鋼製扉が脱落しないことを確認する。

なお、扉枠についてはボルト、アンカーボルトの大半が損傷しない限り転倒・脱落は生じないことから評価対象としないこととする。

(b) 荷重及び荷重の組合せ

原子炉建物 1 階 R C W 熱交換器室北側鋼製扉の評価において、考慮する評価用荷重を以下に示す。

イ. 常時作用する荷重

常時作用する荷重は、固定荷重として、扉自重を考慮する。

固定荷重を表 7.2.3-6 に示す。

表 7.2.3-6 固定荷重

対象設備	荷重	
原子炉建物 1 階 R C W 熱交換器室 北側鋼製扉	固定荷重 G	114.7kN

ロ. 地震荷重

地震荷重は、基準地震動 S_s による原子炉建物の設置位置における水平及び鉛直最大応答加速度による慣性力とする。設計震度は材料物性の不確かさを考慮したものととして VI-2-2-2 「原子炉建物の地震応答計算書」に基づき設定する。

設定した設計震度を表 7.2.3-7 に示す。

表 7.2.3-7 評価用設計震度

対象設備	設計震度	
	水平	鉛直
原子炉建物 1 階 R C W 熱交換器室 北側鋼製扉	1.02	1.28

ハ. 荷重の組合せ

荷重の組合せは VI-2-1-9 「機能維持の基本方針」に基づき設定する。荷重の組合せを下記に示す。

$$G + S_s$$

G : 固定荷重

S_s : 基準地震動 S_s による地震力

(c) 許容限界

構造部材であるヒンジ部及びカンヌキ部の許容限界は「鋼構造設計規準-許容応力度設計法-((社)日本建築学会, 2005 改定) (以下「S 規準」という。)」に基づき設定する。

設定した許容限界を, 表 7.2.3-8 に示す。

表 7.2.3-8 波及的影響評価における許容限界

機能設計上の性能目標	地震力	項目	機能維持のための考え方	許容限界
アクセスルートに対する波及的影響を及ぼさない	基準地震動 S _s	構造部材	原子炉建物 1 階 R C W 熱交換器室北側鋼製扉が波及的影響を及ぼさないための許容限界を超えないことを確認	S 規準に基づく短期許容応力度*とし, 表 7.2.3-9 に示す。

注記* : 許容限界は終局強度に対し安全余裕を有したものと設定することとし, さらなる安全余裕を考慮して短期許容応力度とする。

表 7.2.3-9 ヒンジ部及びカンヌキ部の許容限界

材質		許容限界(N/mm ²)			
		曲げ	引張	圧縮	せん断
SS400	$t \leq 40$	235	235	235	135
	$40 < t \leq 100$	215	215	215	124
	$t > 100$	205	205	205	118
SCM435		651	651	651	375
S45C		345	345	345	199

(d) 評価方法

「(b) 荷重及び荷重の組合せ」で設定した荷重により、ヒンジ部及びカンヌキ部に発生する応力度が「(c) 許容限界」で設定した許容限界を超えないことを確認する。

イ. 荷重計算方法

(イ) 記号の説明

原子炉建物 1 階 R C W 熱交換器室北側鋼製扉の評価に用いる記号を表 7.2.3-10 に示す。

表 7.2.3-10(1) 評価に用いる記号

項目	記号	定義	単位	
共通	F_H	水平地震力	N	
	F_V	鉛直地震力	N	
	C_H	水平震度	—	
	C_V	鉛直震度	—	
	W_X	扉体自重	N	
ヒンジ部	共通	L_j	ヒンジ間距離	mm
		L_r	扉体重心～ヒンジ芯間距離 (扉体幅方向)	mm
		L_t	扉体重心～ヒンジ芯間距離 (扉体厚方向)	mm
		R_r	扉体幅方向自重反力	N
		R_t	扉体厚方向自重反力	N
	ヒンジアーム	A_1	ヒンジアームの断面積	mm ²
		T_1	ヒンジアームの引張力	N
		L_1	ヒンジアームの作用点間距離	mm
		M_1	ヒンジアームの曲げモーメント	N・mm
		Q_1	ヒンジアームのせん断力	N
		Z_1	ヒンジアームの断面係数	mm ³
		σ_{t1}	ヒンジアームの引張応力度	N/mm ²
		σ_{b1}	ヒンジアームの曲げ応力度	N/mm ²
		σ_{x1}	ヒンジアームの組合せ応力度	N/mm ²
τ_1	ヒンジアームのせん断応力度	N/mm ²		

表 7.2.3-10(2) 評価に用いる記号

項目		記号	定義	単位
ヒンジ部	ヒンジ ピン	A_2	ヒンジピンの断面積	mm^2
		A_2'	ヒンジピンの受圧面積	mm^2
		L_2	ヒンジピンの軸支持間距離	mm
		N_2	ヒンジピンの圧縮力	N
		M_2	ヒンジピンの曲げモーメント	$\text{N}\cdot\text{mm}$
		Q_2	ヒンジピンのせん断力	N
		Z_2	ヒンジピンの断面係数	mm^3
		σ_{c2}	ヒンジピンの圧縮応力度	N/mm^2
		σ_{b2}	ヒンジピンの曲げ応力度	N/mm^2
		σ_{x2}	ヒンジピンの組合せ応力度	N/mm^2
	τ_2	ヒンジピンのせん断応力度	N/mm^2	
	ヒンジ ボルト	A_{b3}	ヒンジボルトの断面積	mm^2
		n_{b3}	ヒンジボルトの本数	本
		T_3	ヒンジボルトの引張力	N
		Q_3	ヒンジボルトのせん断力	N
		σ_{t3}	ヒンジボルトの引張応力度	N/mm^2
		τ_3	ヒンジボルトのせん断応力度	N/mm^2
カンヌキ部	共通	F_H'	水平面外方向の慣性力	N
	カンヌキ	A_4	カンヌキの断面積	mm^2
		L_4	カンヌキの作用点間距離	mm
		M_4	カンヌキの曲げモーメント	$\text{N}\cdot\text{mm}$
		n	カンヌキの本数	本
		Q_4	カンヌキのせん断力	N
		Z_4	カンヌキの断面係数	mm^3
		σ_{b4}	カンヌキの曲げ応力度	N/mm^2
		σ_{x4}	カンヌキの組合せ応力度	N/mm^2
		τ_4	カンヌキのせん断応力度	N/mm^2

(ロ) ヒンジ部

ヒンジ部は、ヒンジアーム、ヒンジピン及びヒンジボルトで構成されており、次式により算定する水平地震力及び扉体自重反力（鉛直地震力を含む）から、各部材に発生する応力度を算定する。ヒンジ部に生じる荷重を図 7.2.3-15 に示す。

$$F_H = W_X \cdot C_H$$

$$F_V = W_X \cdot C_V$$

$$R_r = (W_X + F_V) \cdot \frac{L_r}{L_j}$$

$$R_t = (W_X + F_V) \cdot \frac{L_t}{L_j}$$

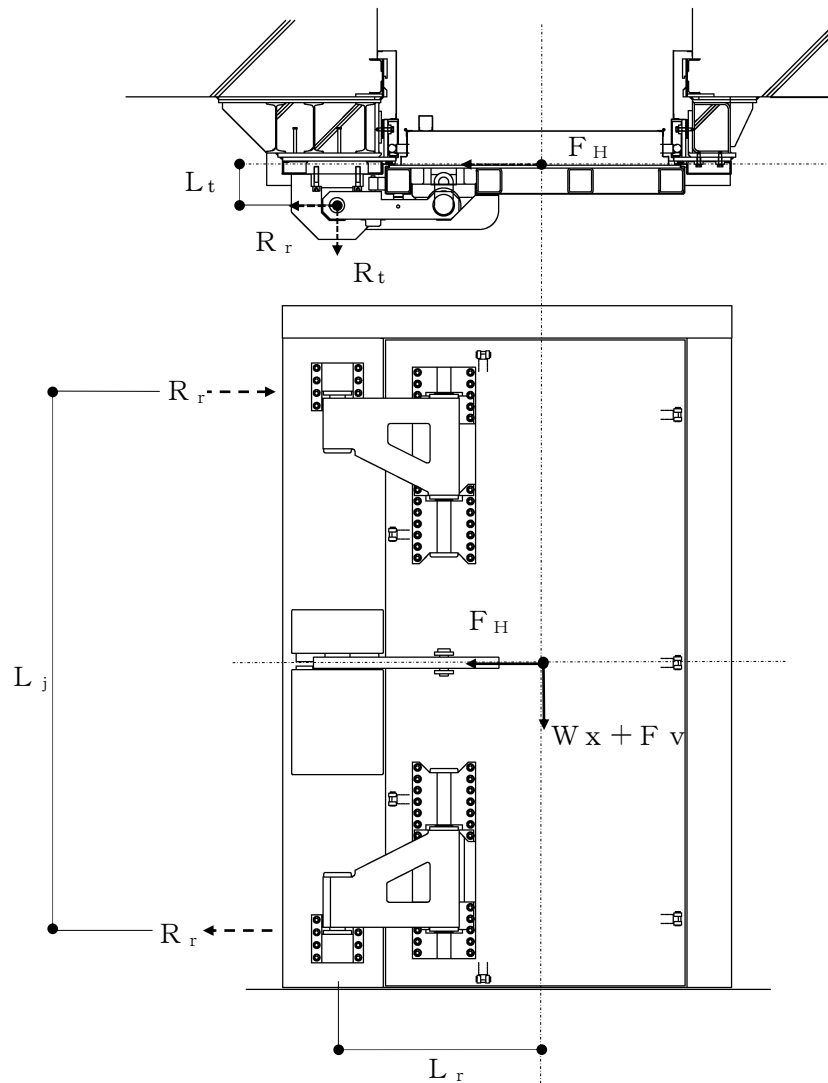


図 7.2.3-15 ヒンジ部に生じる荷重

i. ヒンジアーム

ヒンジアームは、引張応力度及び曲げ応力度とせん断応力度の組合せについて評価する。図 7.2.3-16 にヒンジアームに生じる荷重を示す。

(i) 引張力

ヒンジアームに生じる引張力及び引張応力度を次式により算定する。

$$T_1 = R_r + \frac{F_H}{2}$$

$$\sigma_{t1} = \frac{T_1}{A_1}$$

(ii) 曲げモーメント

ヒンジアームに生じる曲げモーメント及び曲げ応力度を次式により算定する。

$$M_1 = (W_x + F_v) \cdot L_1$$

$$\sigma_{b1} = \frac{M_1}{Z_1}$$

(iii) せん断力

ヒンジアームに生じるせん断力及びせん断応力度を次式により算定する。

$$Q_1 = W_x + F_v$$

$$\tau_1 = \frac{Q_1}{A_1}$$

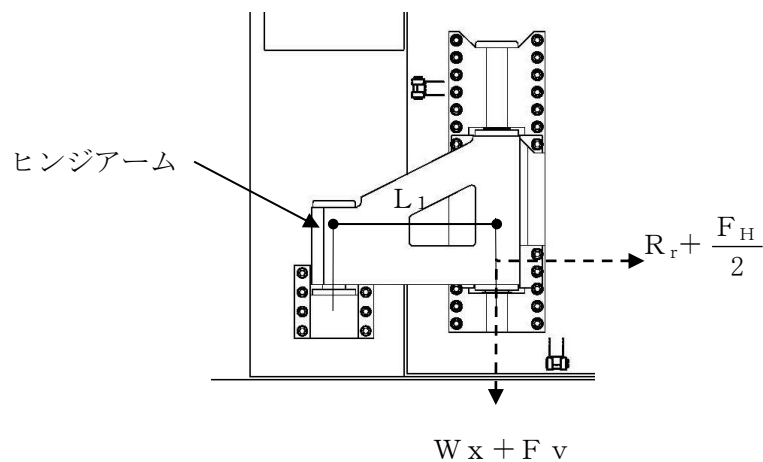


図 7.2.3-16 ヒンジアームに生じる荷重

ii. ヒンジピン

ヒンジピンは、圧縮応力度及び曲げ応力度とせん断応力度の組合せについて評価する。図 7.2.3-17 にヒンジピンに生じる荷重を示す。

(i) 圧縮力

ヒンジピンに生じる圧縮力及び圧縮応力度を次式により算定する。

$$N_2 = W_x + F_v$$

$$\sigma_{c2} = \frac{N_2}{A_2}$$

(ii) 曲げモーメント

ヒンジピンに生じる曲げモーメント及び曲げ応力度を次式により算定する。

$$M_2 = \sqrt{\left(R_r + \frac{F_H}{2}\right)^2 + R_t^2} \cdot L_2$$

$$\sigma_{b2} = \frac{M_2}{Z_2}$$

(iii) せん断力

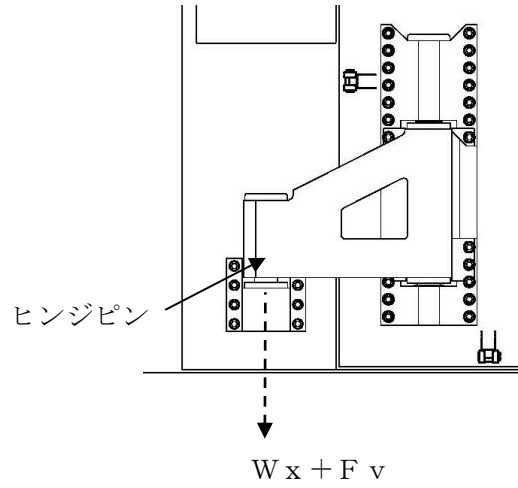
ヒンジピンに生じるせん断力及びせん断応力度を次式により算定する。

$$Q_2 = \sqrt{\left(R_r + \frac{F_H}{2}\right)^2 + R_t^2}$$

$$\tau_2 = \frac{Q_2}{A_2}$$

下部ヒンジ（扉開放角度 0° 時）

圧縮力の作用状況



下部ヒンジ（扉開放角度 0° 時）

曲げモーメント及びせん断力の作用状況

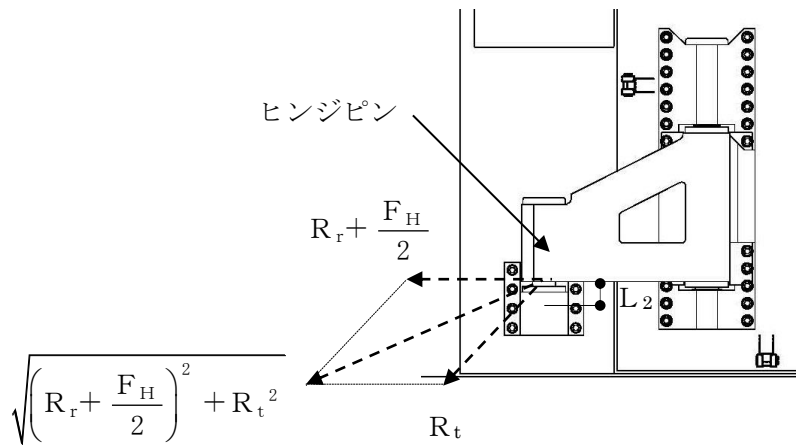


図 7.2.3-17 ヒンジピンに生じる荷重

iii. ヒンジボルト

ヒンジボルトは、引張応力度及びせん断応力度について評価する。ヒンジボルトに生じる荷重は、扉の開放角度が 90° の時には引張力として作用し、扉の開放角度が 0° の時には、せん断力として作用することから次式により算定する。なお、 45° や 135° 等の上記以外の開放状況下においては、ヒンジボルトに生じる引張力とせん断力はそれぞれ 90° 開放時の引張力、 0° 開放時のせん断力に包絡されるため、開放状況は 90° と 0° を想定するものとする。また、2 か所設置しているヒンジ部のうち、上部のヒンジ部は水平方向の荷重のみ負担するのに対して、下部のヒンジ部は鉛直方向の荷重と水平方向の荷重を負担することから、下部のヒンジボルトを対象に評価する。図 7.2.3-18 に下部のヒンジボルトに生じる荷重を示す。

$$T_3 = Q_3 = \sqrt{\left(R_r + \frac{F_H}{2}\right)^2 + (W_x + F_v)^2}$$

$$\sigma_{t3} = \frac{T_3}{n_{b3} \cdot A_{b3}}$$

$$\tau_3 = \frac{Q_3}{n_{b3} \cdot A_{b3}}$$

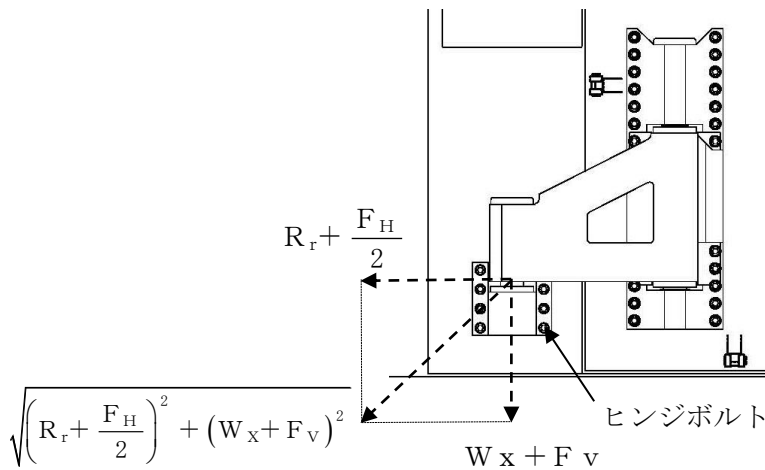


図 7.2.3-18 下部のヒンジボルトに生じる荷重

(ハ) カンヌキ部

カンヌキ部は、カンヌキで構成されており、次式により算定する水平地震力から、各部材に発生する荷重を算定する。扉体に生じる荷重を図 7.2.3-19 に、カンヌキ部に生じる荷重を図 7.2.3-20 に示す。

$$F_H' = W_X \cdot C_H$$

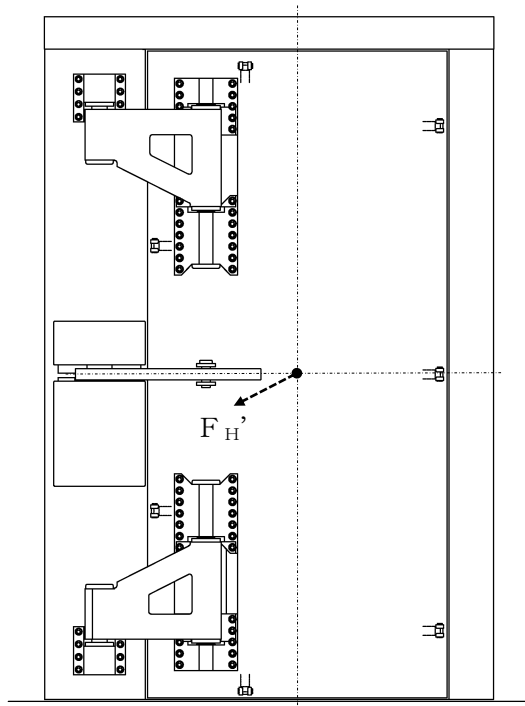


図 7.2.3-19 扉体に生じる荷重

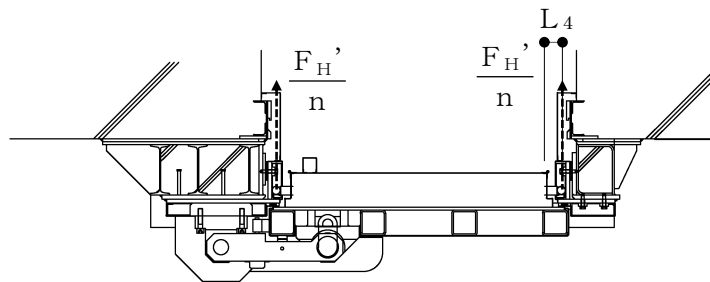


図 7.2.3-20 カンヌキ部に生じる荷重

i. カンヌキ

カンヌキは、曲げ応力度及びせん断応力度の組合せについて評価する。

(i) 曲げモーメント

カンヌキに生じる曲げモーメント及び曲げ応力度を次式により算定する。

$$M_4 = \frac{F_H'}{n} \cdot L_4$$

$$\sigma_{b4} = \frac{M_4}{Z_4}$$

(ii) せん断力

カンヌキに生じるせん断力及びせん断応力度を次式により算定する。

$$Q_4 = \frac{F_H'}{n}$$

$$\tau_4 = \frac{Q_4}{A_4}$$

ロ. 応力評価

各部材に生じる応力度等が、許容限界以下であることを確認する。

なお、異なる荷重が同時に作用する部材については、荷重の組合せを考慮する。

(イ) ヒンジ部

i. ヒンジアーム

ヒンジアームに生じる引張応力度、曲げ応力度及びせん断応力度から組合せ応力度を次式により算定し、ヒンジアームに生じる引張応力度及び組合せ応力度が許容限界以下であることを確認する。

$$\sigma_{t1} = \frac{T_1}{A_1}$$

$$\sigma_{x1} = \sqrt{\left(\frac{M_1}{Z_1}\right)^2 + 3 \cdot \left(\frac{Q_1}{A_1}\right)^2}$$

ii. ヒンジピン

ヒンジピンに生じる圧縮応力度、曲げ応力度及びせん断応力度から組合せ応力度を次式により算定し、ヒンジピンに生じる圧縮応力度及び組合せ応力度が許容限界以下であることを確認する。

$$\sigma_{c2} = \frac{N_2}{A_2}$$

$$\sigma_{x2} = \sqrt{\left(\frac{M_2}{Z_2}\right)^2 + 3 \cdot \left(\frac{Q_2}{A_2}\right)^2}$$

iii. ヒンジボルト

ヒンジボルトに生じる引張応力度及びせん断応力度を次式により算定し、ヒンジボルトの許容限界以下であることを確認する。

$$\sigma_{t3} = \frac{T_3}{n_{b3} \cdot A_{b3}}$$

$$\tau_3 = \frac{Q_3}{n_{b3} \cdot A_{b3}}$$

(ロ) カンヌキ部

i. カンヌキ

カンヌキに生じる曲げ応力度及びせん断応力度から，組合せ応力度を次式により算定し，カンヌキに生じる組合せ応力度が許容限界以下であることを確認する。

$$\sigma_{x4} = \sqrt{\left(\frac{M_4}{Z_4}\right)^2 + 3 \cdot \left(\frac{Q_4}{A_4}\right)^2}$$

(e) 計算条件

「(d) 評価方法」に用いる計算条件を表 7.2.3-11 に示す。

表 7.2.3-11 耐震評価に用いる計算条件

評価部位	記号	単位	定義	数値		
共通	C_H	—	水平震度	1.02		
	C_V	—	鉛直震度	1.28		
	W_X	N	扉体自重	114700		
ヒンジ部	共通	L_j	mm	ヒンジ間距離	4380	
		L_r	mm	扉体重心～ヒンジ芯間距離 (扉体幅方向)	1567.5	
		L_t	mm	扉体重心～ヒンジ芯間距離 (扉体厚方向)	319	
	ヒンジ アーム	A_1	mm ²	断面積	62000	
		L_1	mm	作用点間距離	845	
		Z_1	mm ³	断面係数	4133×10^3	
	ヒンジ ピン	A_2	mm ²	断面積	11310	
		A_2'	mm ²	受圧面積	11310	
		L_2	mm	軸支持間距離	90	
		Z_2	mm ³	断面係数	1696×10^2	
	ヒンジ ボルト	A_{b3}	mm ²	断面積	817	
		n_{b3}	本	本数	8	
	カンヌキ部	カンヌキ	A_4	mm ²	断面積	3848
			L_4	mm	作用点間距離	140
n			本	本数	7	
Z_4			mm ³	断面係数	3367×10	

b. ガスタービン発電機建物屋外階段及び緊急時対策所屋外階段

(a) 評価対象部位及び評価方針

ガスタービン発電機建物屋外階段及び緊急時対策所屋外階段の波及的影響評価において対象とする部位は、構造部材であるブラケット及び定着部材であるアンカーボルトとし、以下の方針に基づき検討を行う。

屋外階段は、構造部材であるブラケットを定着部材であるアンカーボルトにより建物外壁に固定する構造であることから、基準地震動 S_s により構造部材に生じる応力度及び定着部材に生じる応力が許容限界に至らないことにより、屋外階段が脱落しないことを確認する。

(b) 荷重及び荷重の組合せ

屋外階段の評価において、考慮する評価用荷重を以下に示す。

イ. 常時作用する荷重

常時作用する荷重は、固定荷重として、自重を考慮する。

ロ. 積雪荷重

積雪荷重は、VI-1-1-3-1-1「発電用原子炉施設に対する自然現象等による損傷の防止に関する基本方針」の「4.1 自然現象の組合せについて」で設定している自然現象の組合せに従って考慮することとし、VI-1-1-3-1-1「発電用原子炉施設に対する自然現象等による損傷の防止に関する基本方針」の「4.1 自然現象の組合せについて」に示す組み合わせる積雪深を踏まえて、発電所敷地に最も近い気象官署である松江地方気象台で観測された観測史上1位、月最深積雪100cmに平均的な積雪荷重を与えるための係数0.35を考慮し35.0cmとする。積雪荷重については、松江市建築基準法施工細則により、積雪深1cmごとに 20N/m^2 の積雪荷重が作用することを考慮し設定する。

ハ. 荷重の組合せ

荷重の組合せはVI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき設定する。荷重の組合せを下記に示す。

固定荷重及び積雪荷重を表7.2.3-12に示す。

$$G + S_s + P_s$$

- G : 固定荷重
 S_s : 基準地震動 S_s による地震力
 P_s : 積雪荷重

表 7.2.3-12 固定荷重及び積雪荷重

対象設備	荷重	
	ガスタービン発電機建物屋外階段(A)	固定荷重 G
積雪荷重 P_s		0.7kN/m ²
ガスタービン発電機建物屋外階段(B)	固定荷重 G	14.3kN
	積雪荷重 P_s	0.7kN/m ²
緊急時対策所屋外階段	固定荷重 G	19.7kN
	積雪荷重 P_s	0.7kN/m ²

ニ. 地震荷重

地震荷重は、基準地震動 S_s によるガスタービン発電機建物及び緊急時対策所の設置位置における水平及び鉛直最大応答加速度による慣性力とする。設計震度は材料物性の不確かさを考慮したものとして VI-2-2-16「ガスタービン発電機建物の地震応答計算書」及び VI-2-2-11「緊急時対策所の地震応答計算書」に基づき設計震度を設定する。

設定した設計震度を表 7.2.3-13 に示す。

表 7.2.3-13 評価用設計震度

対象設備	設計震度	
	水平	鉛直
ガスタービン発電機建物屋外階段(A)	1.43	0.69
ガスタービン発電機建物屋外階段(B)	2.11	0.92
緊急時対策所屋外階段	1.61	0.81

(c) 許容限界

構造部材であるブラケットの許容限界は「S規準」に基づき設定する。

定着部材であるアンカーボルトの許容限界は「各種合成構造設計指針・同解説（（社）日本建築学会，2010改訂）」（以下「各種合成構造設計指針・同解説」という。）に基づき次式により設定する。

設定した許容限界を表 7.2.3-14 に示す。

表 7.2.3-14 許容限界

	基準地震動 S_s による 荷重との組合せの場合
許容引張力 p_a	$\min [p_{a1}, p_{a2}]$
許容せん断力 q_a	$\min [q_{a1}, q_{a2}, q_{a3}]$
組合せ	$\left(\frac{p}{p_a}\right)^2 + \left(\frac{q}{q_a}\right)^2 \leq 1$

ただし,

$$p_{a1} = \phi_1 \cdot s \sigma_{pa} \cdot s c a$$

$$p_{a2} = \phi_2 \cdot c \sigma_t \cdot A_c$$

$$q_{a1} = \phi_1 \cdot s \sigma_{qa} \cdot s c a$$

$$q_{a2} = \phi_2 \cdot c \sigma_{qa} \cdot s c a$$

$$q_{a3} = \phi_2 \cdot c \sigma_t \cdot A_{qc}$$

ここで,

p_{a1} : アンカーボルトの降伏により決まる場合のアンカーボルト 1 本あたりの許容引張応力

p_{a2} : 定着した躯体のコーン状破壊により決まる場合のアンカーボルト 1 本あたりの許容引張応力

q_{a1} : アンカーボルトのせん断強度により決まる場合のアンカーボルト 1 本あたりの許容せん断力

q_{a2} : 定着した躯体の支圧強度により決まる場合のアンカーボルト 1 本あたりの許容せん断力

q_{a3} : 定着した躯体のコーン状破壊により決まる場合のアンカーボルト 1 本あたりの許容せん断力

$s \sigma_{pa}$: アンカーボルトの引張強度

$c \sigma_t$: コーン状破壊に対するコンクリートの引張強度

$s \sigma_{qa}$: アンカーボルトのせん断強度

$c \sigma_{qa}$: コンクリートの支圧強度

$s c a$: アンカーボルトの断面積

A_c : 引張力に対するコーン状破壊面の有効投影面積

A_{qc} : せん断力に対するコーン状破壊面の有効投影面積

p : アンカーボルト 1 本あたりに生じる引張力

q : アンカーボルト 1 本あたりに生じるせん断力

低減係数 ϕ_1 , ϕ_2 は, VI-2-1-9 「機能維持の基本方針」 より, 表 7.2.3-15 に示す。

表 7.2.3-15 低減係数

	ϕ_1	ϕ_2
短期荷重用	1.0	2/3

頭付きアンカーボルトの許容引張時の頭部支圧応力度は, コンクリートの支圧強度以下となるようにする。

$$\frac{P_a}{A_0} \leq f_n$$

短期許容せん断力を確保するためのアンカーボルトの有効埋込み長さ L_e は以下の式を満たすように算定するものとする。

$$s \sigma_{pa} \cdot s_c a \leq_c \sigma_t \cdot A_c$$

$$A_c = \pi \cdot L_e (L_e + D)$$

設定した許容限界を, 表 7.2.3-16 に示す。

表 7.2.3-16 波及的影響評価における許容限界

機能設計上の性能目標	地震力	項目	機能維持のための考え方	許容限界
アクセスルートに対する波及的影響を及ぼさない	基準地震動 S _s	構造部材	屋外階段が波及的影響を及ぼさないための許容限界を超えないことを確認	S 規準に基づく短期許容応力度*とし、表 7.2.3-17 及び表 7.2.3-18 に示す。
		定着部材		「各種合成構造設計指針・同解説」に基づく短期許容応力度とし、表 7.2.3-19 に示す。

注記*：許容限界は終局強度に対し安全余裕を有したものとして設定することとし、さらなる安全余裕を考慮して短期許容応力度とする。

表 7.2.3-17 ブラケット（水平材）の許容限界

対象設備	許容曲げ応力度 (N/mm ²)	許容せん断応力度 (N/mm ²)
ガスタービン発電機建物屋外階段(A)	235*	135
ガスタービン発電機建物屋外階段(B)	235*	135
緊急時対策所屋外階段	235*	135

注記*：上限値であり、座屈長さ等を勘案して設定する。

表 7.2.3-18 ブラケット（斜材）の許容限界

対象設備	許容圧縮応力度 (N/mm ²)
ガスタービン発電機建物屋外階段(A)	235*
ガスタービン発電機建物屋外階段(B)	235*
緊急時対策所屋外階段	235*

注記*：上限値であり、座屈長さ等を勘案して設定する。

表 7.2.3-19 アンカーボルトの許容限界

対象設備	許容引張力 (kN/本)	許容せん断力 (kN/本)
ガスタービン発電機建物屋外階段(A)	32	46
ガスタービン発電機建物屋外階段(B)	32	46
緊急時対策所屋外階段	32	46

(d) 評価方法

「(b) 荷重及び荷重の組合せ」で設定した荷重により、ブラケットに発生する応力度及びアンカーボルトに生じる応力が「(c) 許容限界」で設定した許容限界を超えないことを確認する。

ブラケット(水平材)は曲げ応力度及びせん断応力度で、ブラケット(斜材)は軸応力度で評価する。

イ. 曲げモーメントに対する断面の評価方法

$$\sigma_{by} = \frac{M_{Dy}}{Z_y}, \quad \sigma_{bz} = \frac{M_{Dz}}{Z_z}$$

ここで,

σ_{by} : 曲げ応力度(強軸曲げ) (N/mm²)

σ_{bz} : 曲げ応力度(弱軸曲げ) (N/mm²)

M_{Dy} : 曲げモーメント(強軸曲げ) (N・mm)

M_{Dz} : 曲げモーメント(弱軸曲げ) (N・mm)

Z_y : 断面係数(強軸曲げ) (mm³)

Z_z : 断面係数(弱軸曲げ) (mm³)

ロ. せん断力に対する断面の評価方法

$$\tau = \frac{Q}{A_s}$$

ここで,

τ : せん断応力度(N/mm²)

Q : せん断力(N)

A_s : せん断断面積(mm²)

ハ. 軸力に対する断面の評価方法

(圧縮)

$$\sigma_c = \frac{N_c}{A}$$

ここで,

σ_c : 圧縮応力度(N/mm²)

N_c : 圧縮軸力(N)

A : 軸断面積(mm²)

二. 組合せ応力
曲げ+せん断

$$\max \left(\frac{\sqrt{\sigma_{by}^2 + 3\tau_y^2}}{f_t}, \frac{\sqrt{\sigma_{bz}^2 + 3\tau_z^2}}{f_t} \right) \leq 1.0$$

注：添字 y, z は要素に与えられた座標軸（y：強軸方向, z：弱軸方向）

ホ. 評価用モデル

ブラケット及びアンカーボルトに発生する応力は、応力解析により算定する。応力解析に用いる解析モデルを図 7.2.3-21～図 7.2.3-23 に示す。解析に使用するコードは、「KANSAS 2」である。なお、解析コードの検証及び妥当性の確認の概要については、VI-5「計算機プログラム（解析コード）の概要」に示す。解析モデルはブラケット（水平材）を梁要素、ブラケット（斜材）をトラス要素でモデル化し、境界条件は実状に合わせてピン接合とする。

なお、部材の物性値は以下とする。

$$E = 2.05 \times 10^5 \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

$$G = 0.79 \times 10^5 \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

ここで、

E：ヤング率

G：せん断弾性係数

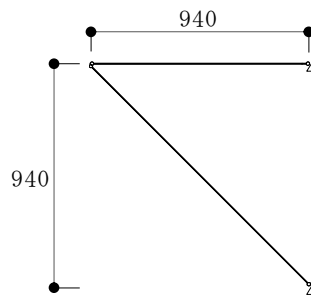


図 7.2.3-21 ガスタービン発電機建物屋外階段(A) ブラケットモデル図

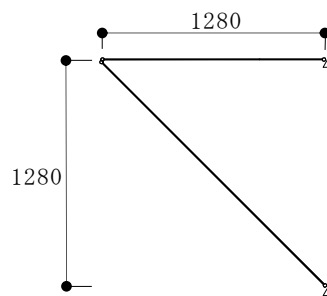


図 7.2.3-22 ガスタービン発電機建物屋外階段(B) ブラケットモデル図

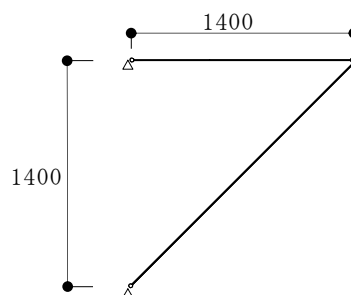


図 7.2.3-23 緊急時対策所屋外階段 ブラケットモデル図

c. 免震重要棟鋼製バルコニー

(a) 評価対象部位及び評価方針

免震重要棟鋼製バルコニーの波及的影響評価において対象とする部位は、構造部材である大梁、小梁、斜材、水平ブレース及び間柱並びに定着部材であるアンカーボルトとし、以下の方針に基づき検討を行う。

免震重要棟鋼製バルコニーは、免震重要棟の建物架構と一体となった大梁及び定着部材であるアンカーボルトにより構造部材を建物外壁に固定する構造であることから、基準地震動 S_s により構造部材に生じる応力度及び定着部材に生じる応力が許容限界に至らないことにより、免震重要棟鋼製バルコニーが脱落しないことを確認する。

(b) 荷重及び荷重の組合せ

免震重要棟鋼製バルコニーの評価において、考慮する評価用荷重を以下に示す。

イ. 常時作用する荷重

常時作用する荷重は、固定荷重として、自重を考慮する。

ロ. 積雪荷重

積雪荷重は、VI-1-1-3-1-1「発電用原子炉施設に対する自然現象等による損傷の防止に関する基本方針」の「4.1 自然現象の組合せについて」で設定している自然現象の組合せに従って考慮することとし、VI-1-1-3-1-1「発電用原子炉施設に対する自然現象等による損傷の防止に関する基本方針」の「4.1 自然現象の組合せについて」に示す組み合わせる積雪深を踏まえて、発電所敷地に最も近い気象官署である松江地方気象台で観測された観測史上1位、月最深積雪100cmに平均的な積雪荷重を与えるための係数0.35を考慮し35.0cmとする。積雪荷重については、松江市建築基準法施工細則により、積雪深1cmごとに20N/m²の積雪荷重が作用することを考慮し設定する。

ハ. 積載荷重

積載荷重は、設備機器荷重、配管荷重、ケーブル荷重及び仕上げ荷重とする。

二. 荷重の組合せ

荷重の組合せはVI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき設定する。荷重の組合せを下記に示す。

固定荷重，積雪荷重及び積載荷重を表 7.2.3-20 に示す。

$$G + S_s + P_s + L_L$$

G : 固定荷重

S_s : 基準地震動 S_s による地震力

P_s : 積雪荷重

L_L : 積載荷重

表 7.2.3-20 固定荷重，積雪荷重及び積載荷重

対象設備	荷重	
	固定荷重 G	94.2kN/m ³
免震重要棟鋼製バルコニー	積雪荷重 P_s	0.7kN/m ²
	積載荷重 L_L	1.00～5.05kN/m ²

ホ. 地震荷重

地震荷重は，基準地震動 S_s による免震重要棟鋼製バルコニーの設置位置における水平及び鉛直最大応答加速度による慣性力とし，「7.2.1 免震重要棟の耐震性評価」において行った地震応答解析による免震重要棟の最大応答加速度に基づき設計震度を設定する。なお，水平及び鉛直の地震荷重の組合せはバルコニーを支持する免震重要棟が免震構造であることを踏まえ，水平 2 方向を組合せ係数法（1.0：0.4）で組み合わせたうえで，水平と鉛直を絶対値和法で組み合わせる。

設定した設計震度を表 7.2.3-21 に示す。

表 7. 2. 3-21 設計震度

	階	水平		鉛直
		NS 方向	EW 方向	UD 方向
最大応答加速度 (cm/s ²)	R 階	262	325	1715
	3 階	208	232	1569
	2 階	165	167	1370
	1 階	—	—	1241
設計震度*	R 階	0.27	0.34	1.75
	3 階	0.22	0.24	1.60
	2 階	0.17	0.18	1.40
	1 階	—	—	1.27

注記* : 上下階の間に位置する部材には上階の設計震度を用いる。

(c) 許容限界

構造部材である大梁，間柱，小梁，斜材及び水平ブレースの許容限界は「S規準」に基づき設定する。

定着部材であるアンカーボルトの許容限界は短期許容応力とし，「各種合成構造設計指針・同解説」に基づき設定する。

設定した許容限界を，表 7.2.3-22 に示す。

表 7.2.3-22 波及的影響評価における許容限界

機能設計上の性能目標	地震力	項目	機能維持のための考え方	許容限界
アクセスルートに対する波及的影響を及ぼさない	基準地震動 S s	構造部材	免震重要棟鋼製バルコニーが波及的影響を及ぼさないための許容限界を超えないことを確認	S規準に基づく短期許容応力度*とし，表 7.2.3-23 に示す。
		定着部材		「各種合成構造設計指針・同解説」に基づく短期許容応力とし，表 7.2.3-24 に示す。

注記*：許容限界は終局強度に対し安全余裕を有したものとして設定することとし，さらなる安全余裕を考慮して短期許容応力度とする。

表 7.2.3-23 構造部材の許容限界

材質		許容限界 (N/mm ²)			
		圧縮	曲げ	引張	せん断
SS400	t ≤ 40	235*	235*	235	135
SM490A	t ≤ 40	325*	325*	325	187

注記*：上限値であり，座屈長さ等を勘案して設定する。

表 7.2.3-24 アンカーボルトの許容限界

許容引張力 (kN/本)	許容せん断力 (kN/本)
79	55

(d) 評価方法

「(b) 荷重及び荷重の組合せ」で設定した荷重により、構造部材に発生する応力度及びアンカーボルトに生じる応力が「(c) 許容限界」で設定した許容限界を超えないことを確認する。

イ. 曲げモーメントに対する断面の評価方法

断面の評価は、「S規準」に基づき、次式をもとに計算した評価対象箇所に生じる曲げモーメントによる応力度が、短期許容応力度を超えないことを確認する。

$$\sigma_{by} = \frac{M_{Dy}}{Z_y}, \quad \sigma_{bz} = \frac{M_{Dz}}{Z_z}$$

ここで、

σ_{by} : 曲げ応力度 (強軸曲げ) (N/mm²)

σ_{bz} : 曲げ応力度 (弱軸曲げ) (N/mm²)

M_{Dy} : 曲げモーメント (強軸曲げ) (N・mm)

M_{Dz} : 曲げモーメント (弱軸曲げ) (N・mm)

Z_y : 断面係数 (強軸曲げ) (mm³)

Z_z : 断面係数 (弱軸曲げ) (mm³)

ロ. せん断力に対する断面の評価方法

断面の評価は、「S規準」に基づき、次式をもとに計算した評価対象箇所に生じるせん断応力度が、短期許容応力度を超えないことを確認する。

$$\tau = \frac{Q}{A_s}$$

ここで、

τ : せん断応力度 (N/mm²)

Q : せん断力 (N)

A_s : せん断断面積 (mm²)

ハ. 軸力に対する断面の評価方法

断面の評価は、「S規準」に基づき、次式をもとに計算した評価対象箇所に生じる圧縮応力度又は引張応力度が、短期許容応力度を超えないことを確認する。

(圧縮)

$$\sigma_c = \frac{N_c}{A}$$

ここで,

σ_c : 圧縮応力度 (N/mm²)

N_c : 圧縮軸力 (N)

A : 軸断面積 (mm²)

(引張)

$$\sigma_t = \frac{N_t}{A}$$

ここで,

σ_t : 引張応力度 (N/mm²)

N_t : 引張軸力 (N)

A : 軸断面積 (mm²)

二. 組合せ応力

(イ) 軸力(圧縮又は引張) + 曲げ

$$\frac{\sigma_c}{f_c} + \frac{\sigma_t}{f_t} + \frac{\sigma_{by}}{f_{by}} + \frac{\sigma_{bz}}{f_{bz}} \leq 1.0$$

ここで,

f_c : 許容圧縮応力度 (N/mm²)

f_t : 許容引張応力度 (N/mm²)

f_{by} : 許容曲げ応力度 (強軸) (N/mm²)

f_{bz} : 許容曲げ応力度 (弱軸) (N/mm²)

(ロ) 軸力(圧縮又は引張) + 曲げ + せん断

$$\frac{\sqrt{(\max(\sigma_c, \sigma_t) + \sigma_{by} \cdot (H - 2t_f) / H)^2 + 3\tau^2}}{f_t} \leq 1.0$$

ここで,

H : 部材せい (mm)

t_f : フランジ厚 (mm)

注: 添字 y, z は要素に与えられた座標軸 (y : 強軸方向, z : 弱軸方向)

ホ. 評価モデル

大梁，間柱，小梁，斜材，水平ブレース及びアンカーボルトに発生する応力は，応力解析により算定する。応力解析は，3次元フレームモデルを用いた弾性応力解析を実施する。解析に使用するコードは，「KANSAS 2」である。なお，解析コードの検証及び妥当性の確認の概要については，VI-5「計算機プログラム（解析コード）の概要」に示す。

応力解析モデルは，免震重要棟鋼製バルコニーの各部材を線材置換した3次元フレームモデルとする。応力解析に用いる解析モデルを図7.2.3-24に示す。解析モデルは梁及び間柱を梁要素，斜材及びブレース材をトラス要素でモデル化し，境界条件は，大梁の建物側支持部を固定支持とし，そのほかはピン支持とする。

なお，部材の物性値は以下とする。

$$E = 2.05 \times 10^5 \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

$$G = 0.79 \times 10^5 \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

ここで，

E：ヤング率

G：せん断弾性係数

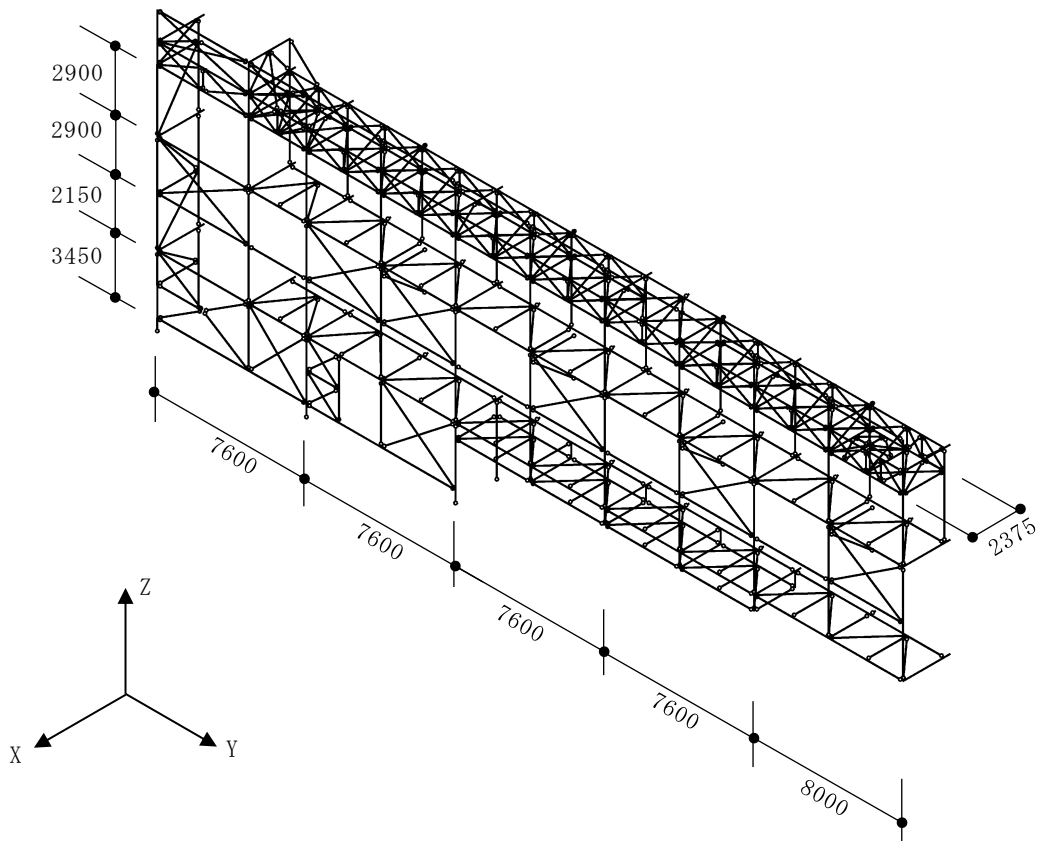


図 7.2.3-24 免震重要棟鋼製バルコニー モデル図

(4) 評価結果

a. 原子炉建物1階RCW熱交換器室北側鋼製扉

ヒンジ部及びカンヌキ部に対する評価結果を表7.2.3-25に示す。ヒンジ部及びカンヌキ部に発生する応力度又は荷重が許容限界以下であることを確認した。

表 7.2.3-25 ヒンジ部及びカンヌキ部に対する照査

評価対象部位	分類	評価結果 (N/mm ²)	許容限界 (N/mm ²)	検定比
ヒンジアーム	引張	3	205	0.02
	曲げ	54	205	0.27
	せん断	5	118	0.05
	組合せ	55	205	0.27
ヒンジピン	圧縮	24	345	0.07
	曲げ	82	345	0.24
	せん断	14	199	0.08
	組合せ	86	345	0.25
ヒンジボルト	引張	24	651	0.04
	せん断	47	375	0.13
カンヌキ	曲げ	70	345	0.21
	せん断	5	199	0.03
	組合せ	71	345	0.21

以上より、基準地震動S_s時において、原子炉建物1階RCW熱交換器室北側鋼製扉がアクセスルートに対して波及的影響を及ぼさないことを確認した。

b. ガスタービン発電機建物屋外階段及び緊急時対策所屋外階段

各評価対象部位において検定比が最大となる部材について、ブラケットに対する評価結果を表7.2.3-26に、アンカーボルトに対する評価結果を表7.2.3-27に示す。ブラケットに発生する応力度及びアンカーボルトに生じる応力が許容限界以下であることを確認した。

表 7.2.3-26 ブラケットに対する照査

位置	部材	項目	評価結果 (N/mm ²)	許容限界 (N/mm ²)	検定比
ガスタービン発電機建物 屋外階段(A)	水平材	曲げ	5	235	0.03
		せん断	14	135	0.11
		組合せ	24	235	0.11
	斜材	軸力(圧縮)	16	210	0.08
ガスタービン発電機建物 屋外階段(B)	水平材	曲げ	34	235	0.15
		せん断	8	135	0.06
		組合せ	34	235	0.15
	斜材	軸力(圧縮)	11	190	0.06
緊急時対策所 屋外階段	水平材	曲げ	38	235	0.17
		せん断	11	135	0.09
		組合せ	38	235	0.17
	斜材	軸力(圧縮)	12	183	0.07

表 7.2.3-27 アンカーボルトに対する照査

位置	項目	評価結果 (kN/本)	許容限界 (kN/本)	検定比
ガスタービン発電機建物 屋外階段(A)	引張	6	32	0.19
	せん断	5	46	0.11
	組合せ	—	—	0.05
ガスタービン発電機建物 屋外階段(B)	引張	7	32	0.22
	せん断	4	46	0.09
	組合せ	—	—	0.06
緊急時対策所 屋外階段	引張	9	32	0.29
	せん断	4	46	0.09
	組合せ	—	—	0.10

以上より、基準地震動 S_s 時において、ガスタービン発電機建物屋外階段及び緊急時対策所屋外階段が保管場所及びアクセスルートに対して波及的影響を及ぼさないことを確認した。

c. 免震重要棟鋼製バルコニー

図 7.2.3-25 に示す各部材毎に検定比が最大となる代表部材について、大梁、間柱、小梁、斜材及び水平ブレースに対する評価結果を表 7.2.3-28 に、アンカーボルトに対する評価結果を表 7.2.3-29 に示す。大梁、間柱、小梁、斜材及び水平ブレースに発生する応力度及びアンカーボルトに生じる応力が許容限界以下であることを確認した。

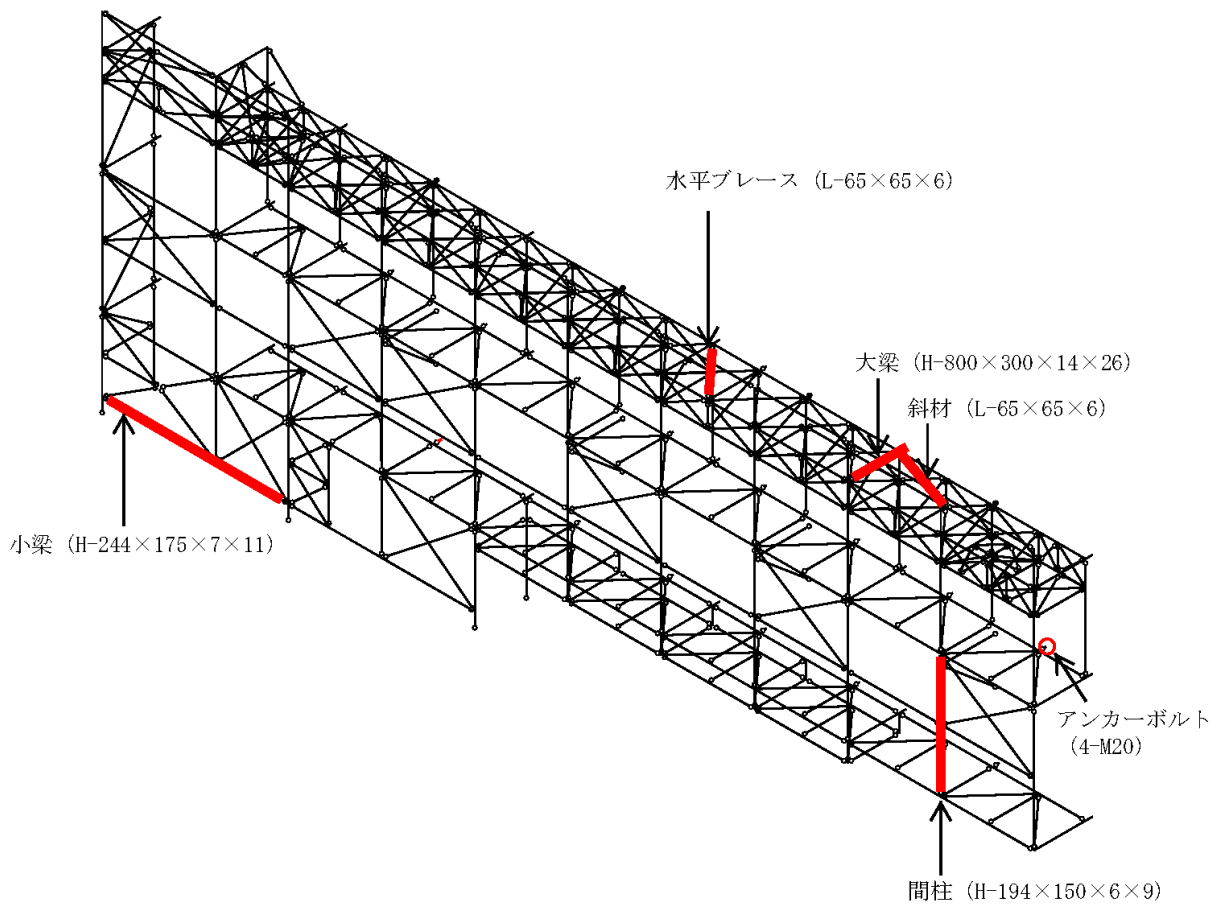


図 7.2.3-25 代表部材位置図

表 7.2.3-28 構造部材に対する照査

部材	項目	評価結果 (N/mm ²)	許容限界 (N/mm ²)	検定比
大梁	曲げ (強軸)	27	290	0.10
	曲げ (弱軸)	18	325	0.06
	せん断	16	187	0.09
	組合せ*	—	—	0.16
間柱	軸力 (圧縮)	27	179	0.16
	曲げ (強軸)	30	190	0.16
	せん断	19	135	0.15
	組合せ*	—	—	0.32
小梁	軸力 (引張)	1	235	0.01
	曲げ (強軸)	6	153	0.04
	曲げ (弱軸)	89	235	0.38
	組合せ*	—	—	0.43
斜材	軸力 (引張)	143	235	0.61
水平ブレース	軸力 (圧縮)	5	28	0.18

注記* : 組合せの検定比は、①軸力(圧縮又は引張)+曲げ、②軸力(圧縮又は引張)+曲げ+せん断の組合せの2つのうち大きいほうを記載している。

表 7.2.3-29 アンカーボルトに対する照査

項目	評価結果 (kN/本)	許容限界 (kN/本)	検定比
引張	55	79	0.70
せん断	19	55	0.35
組合せ	—	—	0.60

以上より、基準地震動 S_s 時において、免震重要棟鋼製バルコニーが保管場所及びアクセスルートに対して波及的影響を及ぼさないことを確認した。

7.2.4 第二輪谷トンネルの耐震性評価

(1) 概要

第二輪谷トンネルは、緊急時対策所及び保管場所から目的地（保管場所、作業場所（2号炉周辺、淡水、海水取水場所等）、原子炉建物入口）への屋外アクセスルートであるため、基準地震動 S_s による地震動に対して耐震評価を実施し、屋外アクセスルートの通行性を確認する。

(2) 基本方針

a. 位置

第二輪谷トンネルの位置を図7.2.4-1に示す。

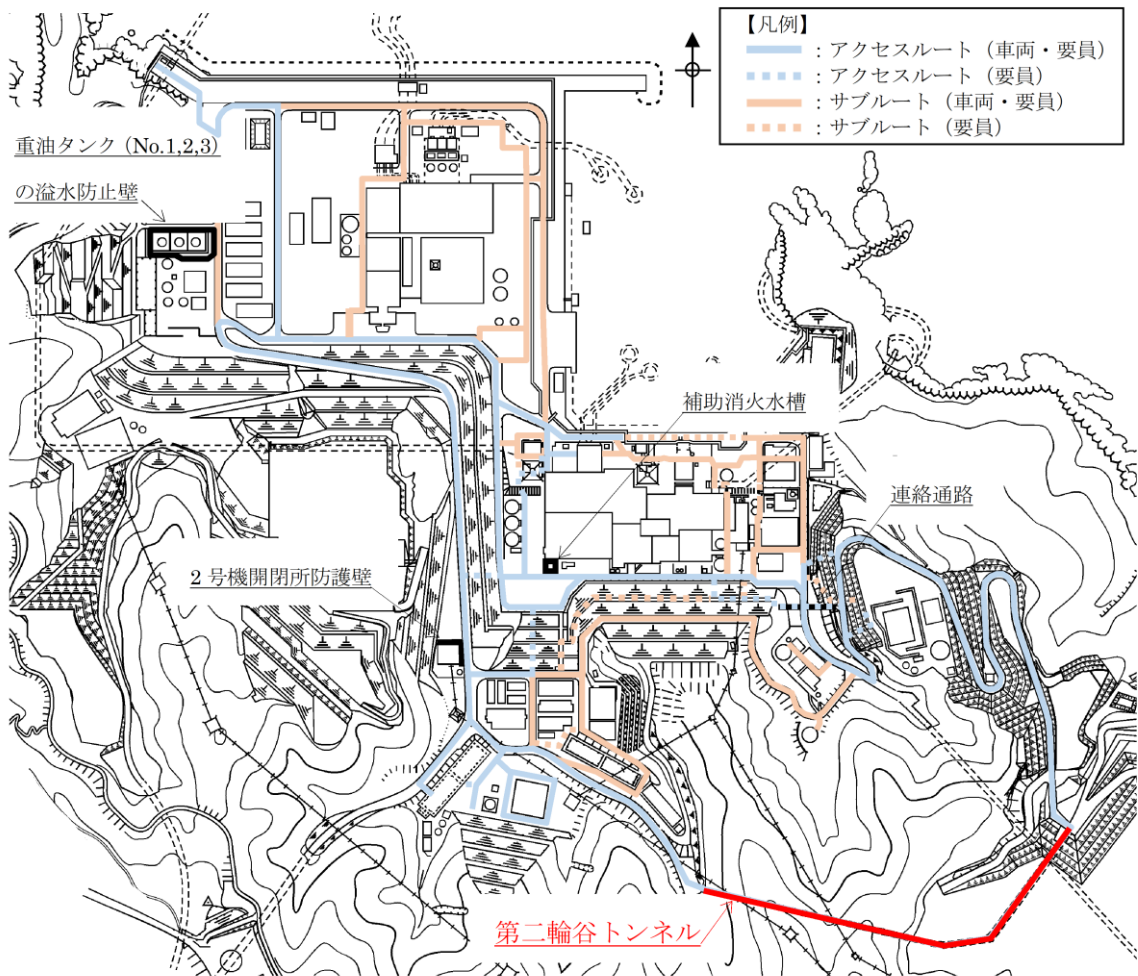


図7.2.4-1 第二輪谷トンネルの設置位置

b. 構造概要

屋外のアクセスルートとして使用する第二輪谷トンネルは、内空幅約 9m、内空高さ約 7m、延長約 575m（トンネル部：約 335m、アーチカルバート部：240m）の鉄筋コンクリート造の道路トンネルであり、岩盤又は埋戻土内に設置している。また、トンネル部については既設覆工コンクリートを内巻するように覆工コンクリートを打設している。

第二輪谷トンネルの概略平面図を図 7.2.4-2 に、概略断面図を図 7.2.4-3 に、概略配筋図を図 7.2.4-4 に示す。

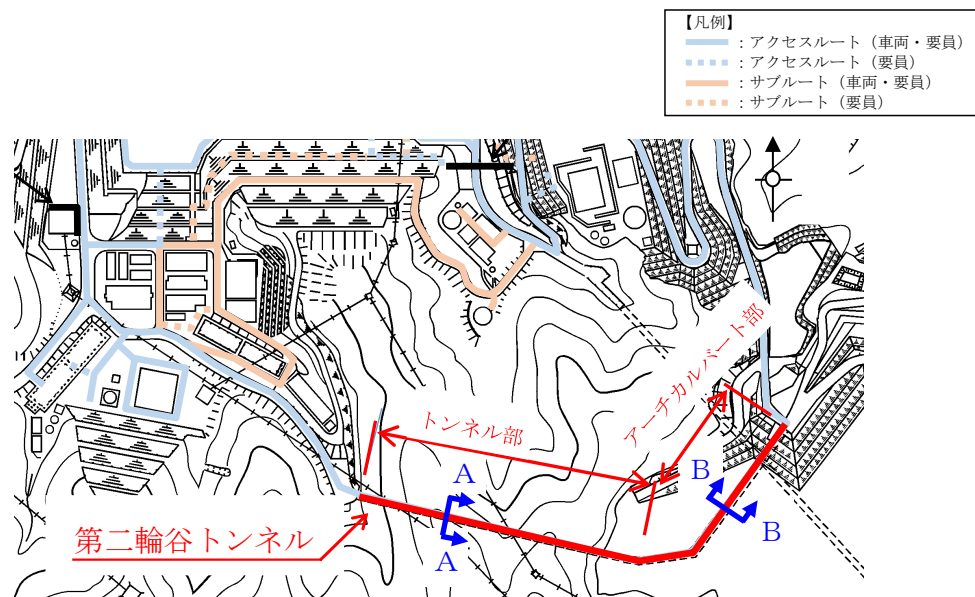


図 7.2.4-2 第二輪谷トンネルの概略平面図

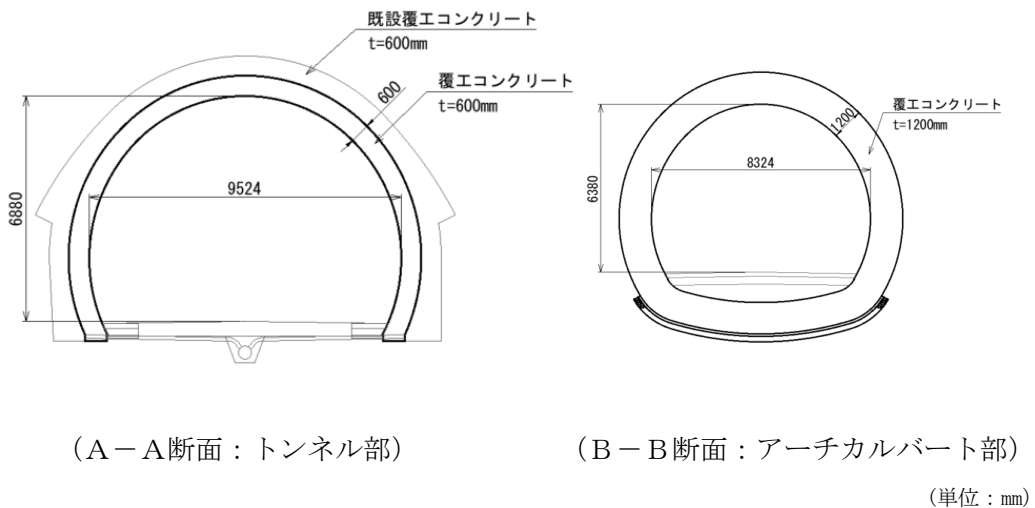
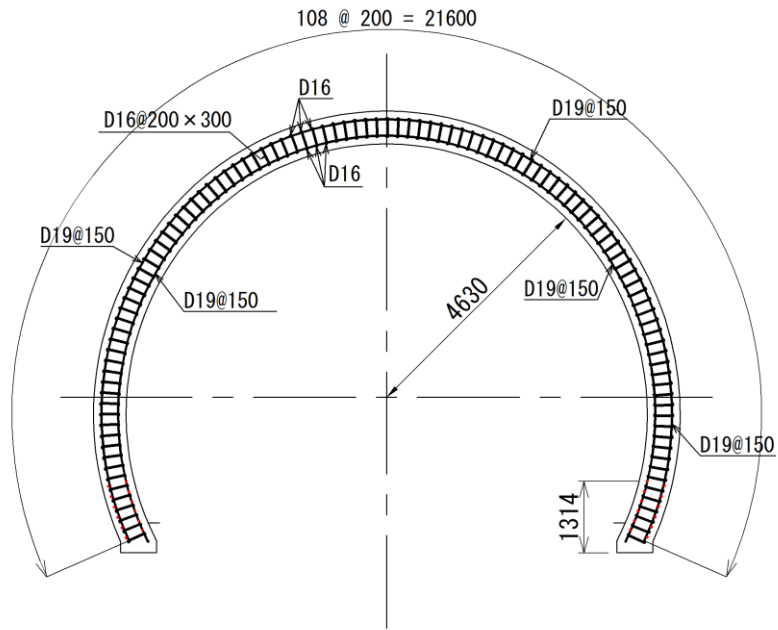
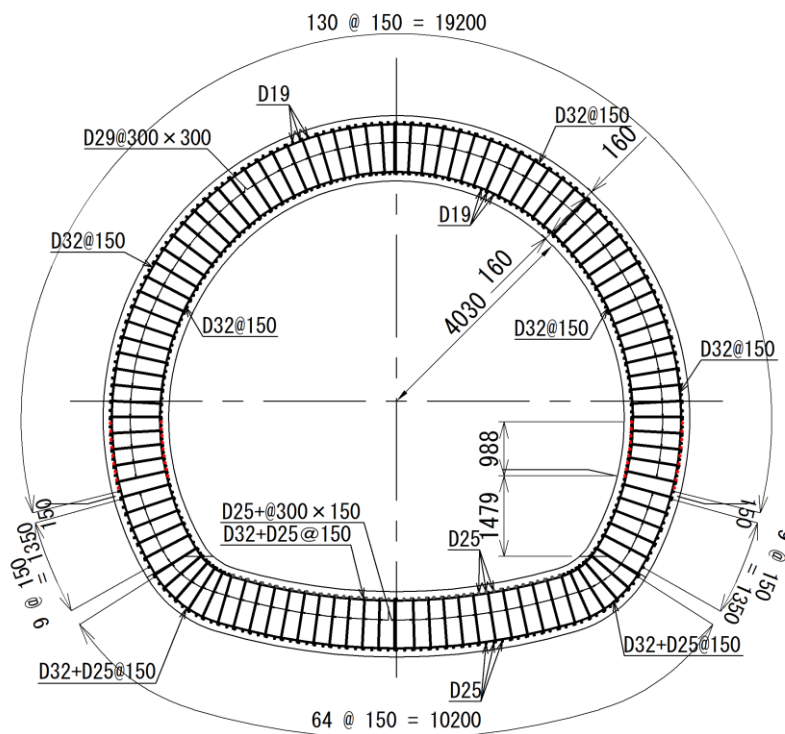


図 7.2.4-3 第二輪谷トンネルの概略断面図



(単位 : mm)

図 7.2.4-4(1) 第二輪谷トンネルの概略配筋図 (A-A断面, トンネル部)



(単位 : mm)

図 7.2.4-4(2) 第二輪谷トンネルの概略配筋図
(B-B断面, アーチカルバート部)

c. 評価方針

第二輪谷トンネルの耐震評価は、基準地震動 S_s (6波) による地震力に対して通行性を確保するため、構造部材の健全性評価、アクセスルートの通行性に影響を及ぼさないための確認として残留変形量の評価及び埋戻土内に設置しているアーチカルバート部の基礎地盤の支持性能評価を実施する。

第二輪谷トンネルの耐震評価フローを図 7.2.4-5 に示す。

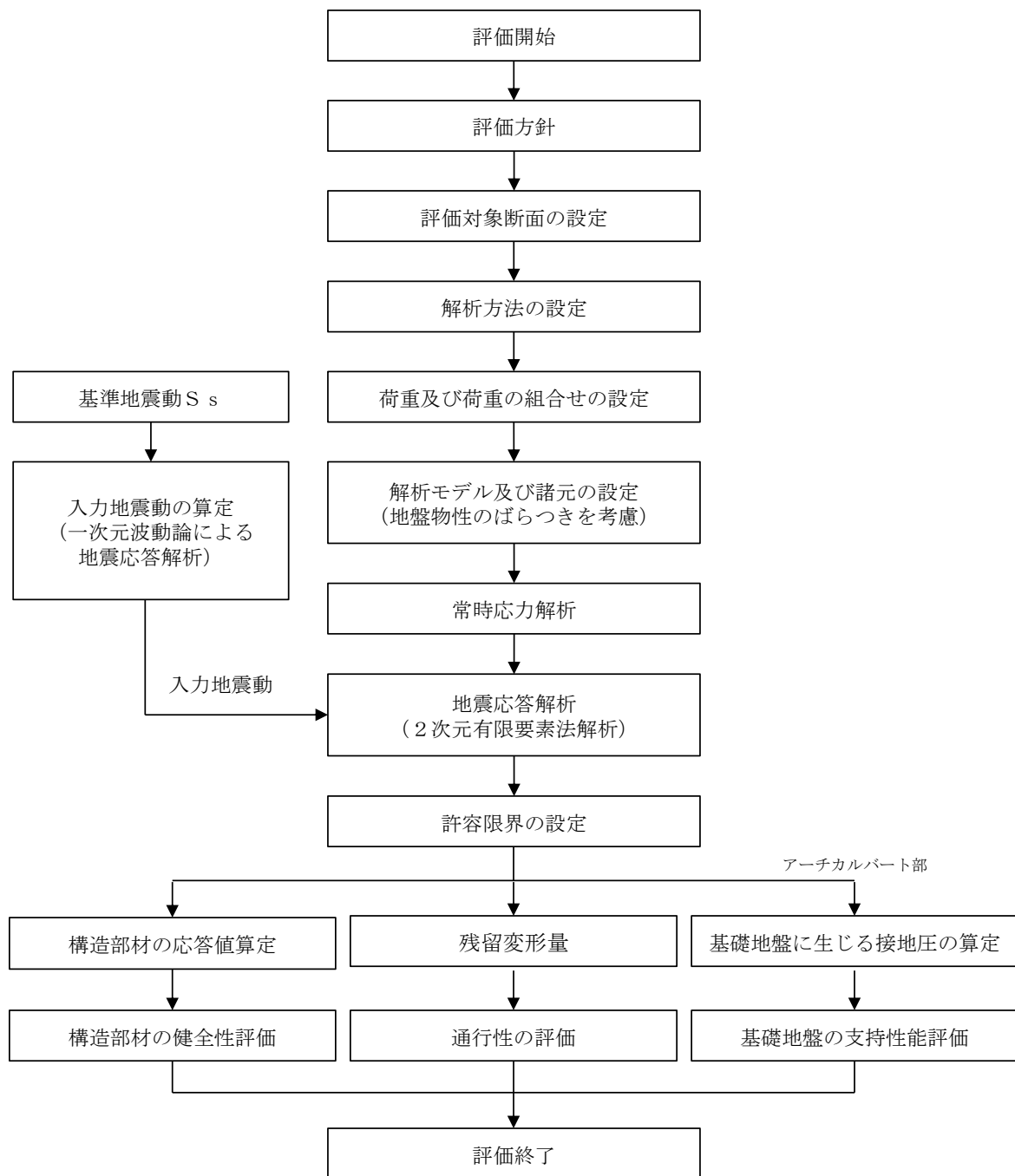


図 7.2.4-5 第二輪谷トンネルの耐震評価フロー

(3) 耐震評価

a. 評価対象断面及び評価対象部位

評価対象断面は、構造の安定性に支配的な弱軸方向である横断方向（軸方向に対して直交する断面）とし、トンネル部の区間については、最も土被りが厚い位置、アーチカルバート部の区間については、最も直下の盛土層厚が厚い位置とし、全断面を評価対象部位とする。

なお、アーチカルバート部坑口上部の埋戻土については、「2. 保管場所及びアクセスルートの周辺斜面及び敷地下斜面のすべり安定性評価について」において、グループD（盛土斜面、法尻標高 EL 88m）の斜面の一部として抽出されており、当該斜面は安定性を有することを確認している。

第二輪谷トンネルの評価対象断面図を図 7.2.4-6 に示す。

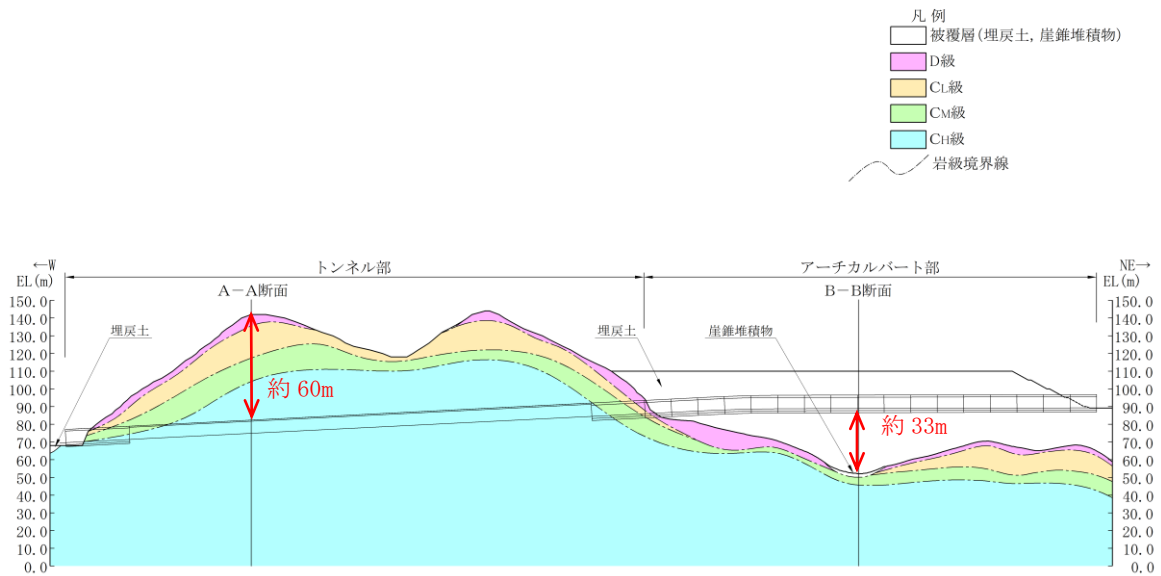
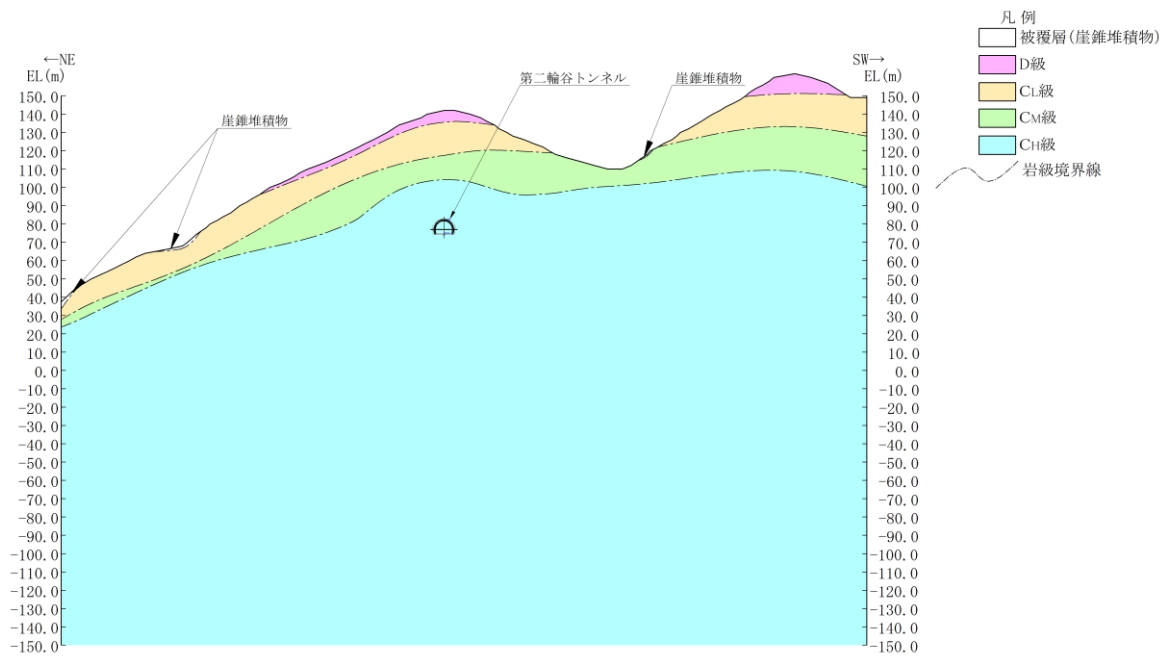
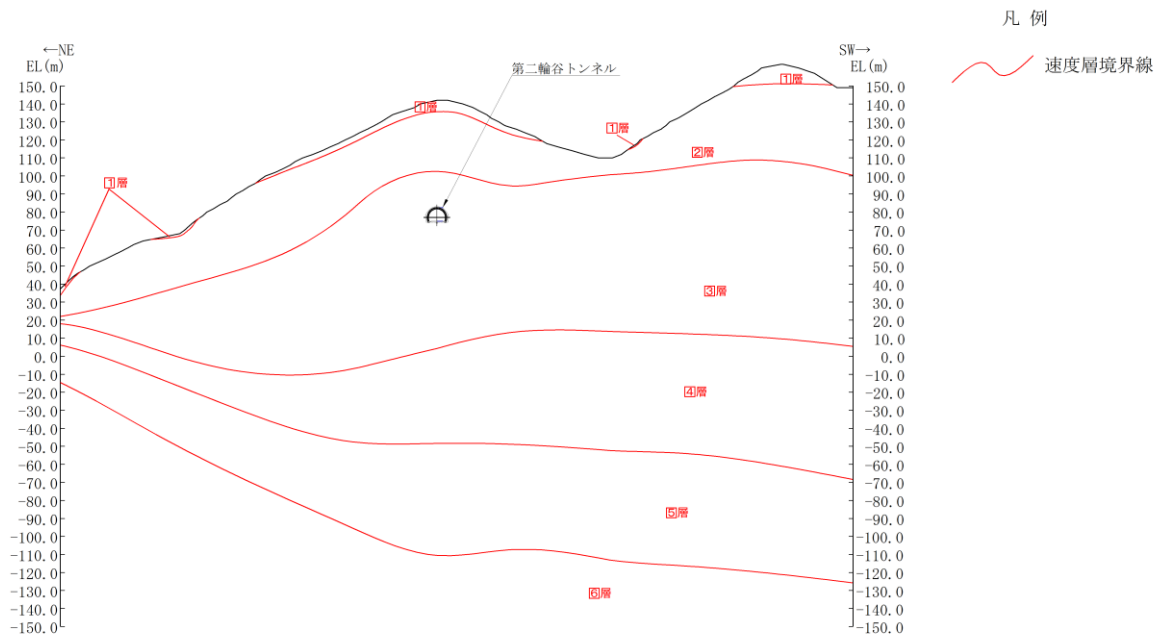


図 7.2.4-6 (1) 評価対象断面図（評価対象断面位置（縦断面））

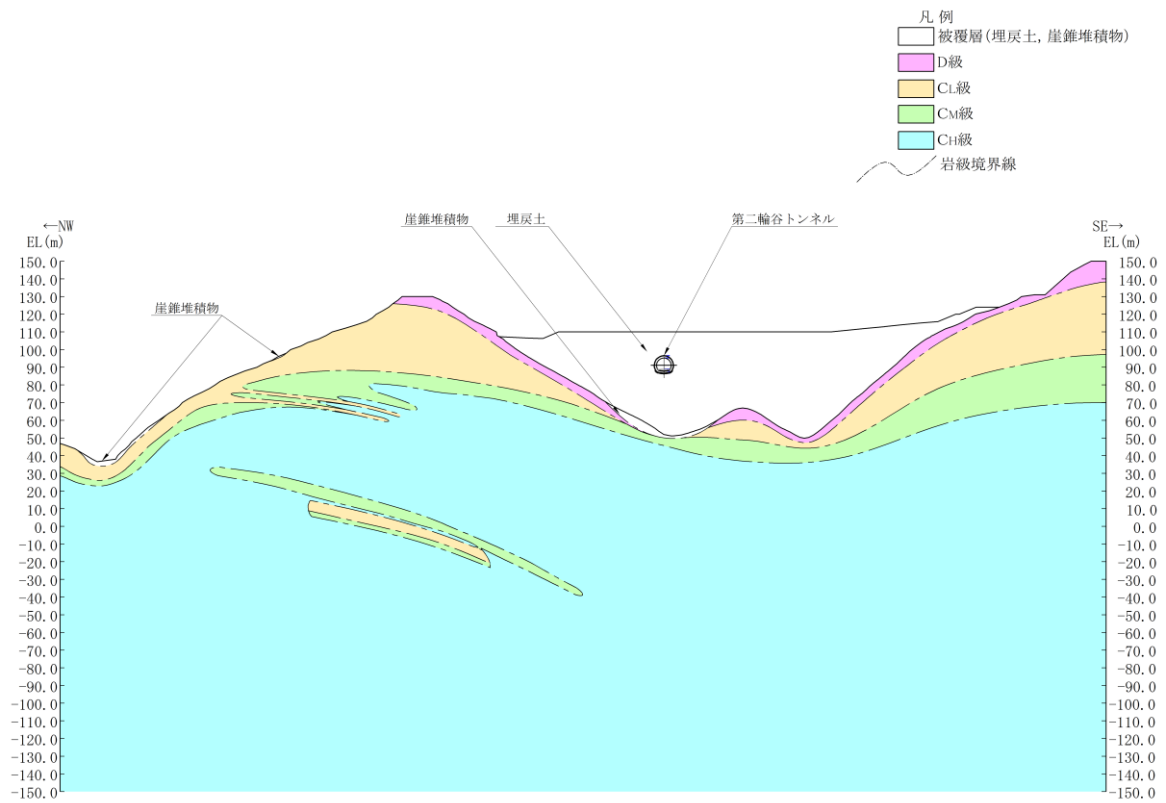


(岩級図)

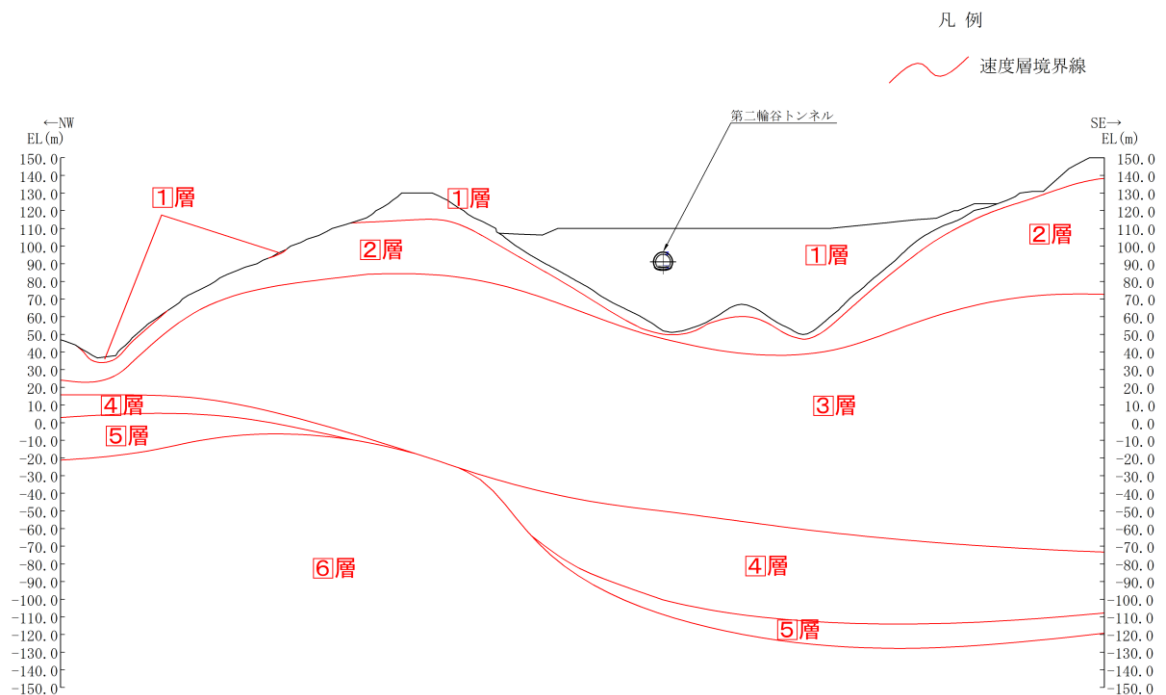


(速度層区分図)

図 7.2.4-6 (2) 評価対象断面図 (A-A断面: トンネル部)



(岩級図)



(速度層区分図)

図 7.2.4-6 (3) 評価対象断面図 (B-B断面: アーチカルバート部)

b. 荷重及び荷重の組合せ

荷重は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき設定する。荷重の組合せを表 7.2.4-1 に示す。

表 7.2.4-1 荷重の組合せ

外力の状態	荷重の組合せ
地震時 (S s)	G + P s + S s

G : 固定荷重

P s : 積雪荷重

S s : 地震荷重 (基準地震動 S s)

c. 許容限界

第二輪谷トンネルの耐震評価における許容限界を表 7.2.4-2 に示す。

表 7.2.4-2 第二輪谷トンネルの耐震評価における許容限界

機能設計上の性能目標	地震力	部材	機能維持のための考え方	許容限界
屋外のアクセスルートを確認すること	基準地震動 S s	鉄筋コンクリート	発生する応力が許容限界を超えないことを確認	曲げ耐力
				せん断耐力*1
		発生する残留変形量が通行性に影響を及ぼさないための許容限界を超えないことを確認	可搬型設備 (車両) が通行可能 : 段差 15cm	
		基礎地盤 (アーチカルバート部)	発生する接地圧が許容限界を超えないことを確認	極限支持力度 2.1N/mm ² (埋戻土) *2

注記*1 : 原子力発電所屋外重要土木構造物の耐震性能照査指針・マニュアル ((社) 土木学会, 2005 年)

*2 : 各アーチカルバート部における平板載荷試験結果 (平板載荷試験の概略平面位置図を図 7.2.4-7 に示す。)

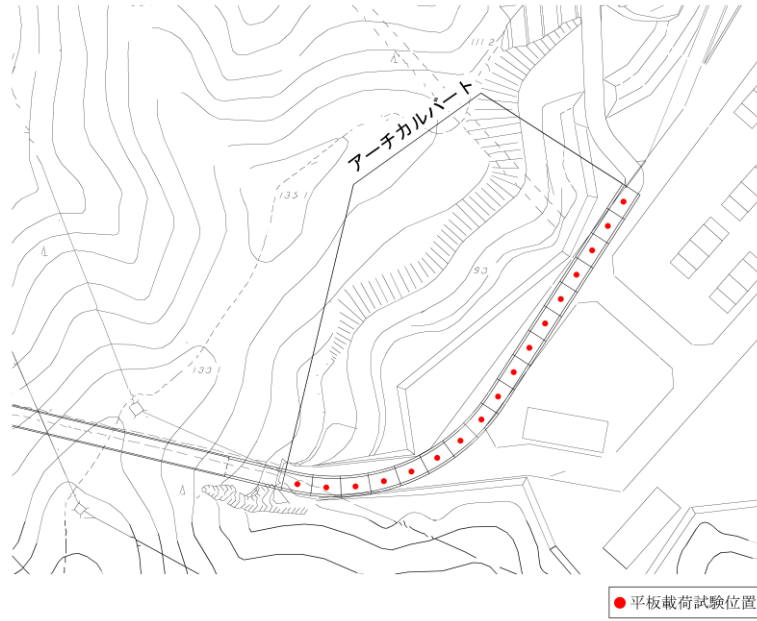


図 7.2.4-7 平板載荷試験の概略平面位置図

d. 使用材料及び材料の物性値

構造物の使用材料を表 7.2.4-3 に、使用材料の物性値を表 7.2.4-4 に示す。

表 7.2.4-3 構造物の使用材料

材 料		仕 様
構造物 (トンネル部)	コンクリート	設計基準強度 30.0N/mm ²
	鉄筋	SD345
構造物 (アーチカルバート部)	コンクリート	設計基準強度 30.0N/mm ²
	鉄筋	SD345

表 7.2.4-4 使用材料の物性値

材 料	ヤング係数 (N/mm ²)	単位体積重量 (kN/m ³)	ポアソン比
構造物 (鉄筋コンクリート)	2.8×10 ⁴	24.0	0.2

e. 入力地震動及び地震応答解析

地震応答解析に用いる入力地震動は、解放基盤表面で定義される基準地震動 S_s を一次元波動論により地震応答解析モデル下端位置で評価したものをを用いる。また、構造物の設置方向を考慮し、方向性を有する基準地震動 ($S_s - F_1$ 及び F_2) は角度補正を実施する。

地震応答解析は、構造物と地盤の相互作用を考慮できる 2 次元動的有限要素法により、基準地震動 S_s に基づき設定した水平地震動と鉛直地震動の同時加振による逐次時間積分の時刻歴応答解析を行う。地下水位は構造物の底版下端より十分低いことから、解析手法は全応力解析（解析コード「TDAPⅢ」）とする。

構造部材については、非線形はり要素でモデル化することとし、 $M-\phi$ 関係のトリリニアモデルとする。履歴特性は、修正武田モデルを適用し、コンクリートの応力-ひずみ関係を考慮する。岩盤は線形の平面ひずみ要素でモデル化する。また、埋戻土は、地盤の非線形性をマルチスプリング要素で考慮した平面ひずみ要素でモデル化する。

地盤については、VI-2-1-3「地盤の支持性能に係る基本方針」にて設定している物性値を用いる。なお、アーチカルバート部の解析モデル中の埋戻土の物性値について、適用性の確認結果を参考資料 1 に示す。

設計地下水位は、VI-2-1-3「地盤の支持性能に係る基本方針」に従い設定する。当該断面の一部は、浸透流解析の解析領域外の部分であるが、地下水位は浸透流解析モデル境界の分水嶺地点が最も高くなり、分水嶺地点における地下水位は EL 40m 以下であり、構造物下端（約 EL 70m）より十分低く岩盤内となる。また、「2.4.2.3 才津谷土捨場盛土斜面」において、2 次元浸透流解析の結果では、才津谷土捨場盛土斜面の地下水位は EL 42m となる。したがって、耐震評価においては地下水を考慮しない。なお、才津谷土捨場盛土斜面の直下に位置する沢筋には、暗渠排水管を設置しており、地下水位の上昇を抑制している。

地震応答解析モデル範囲については、境界条件の影響が地盤及び構造物の応力状態に影響を及ぼさないよう、十分広い領域とする。「原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1 -1987（（社）日本電気協会）」を参考に、モデル幅を構造物基礎幅の 5 倍以上、モデル高さを構造物基礎幅の 1.5 倍～2 倍以上とする。また、地形による影響を確認するため、山頂が解析モデル範囲に含まれるよう設定した。

第二輪谷トンネル（トンネル部）の解析モデルを図 7.2.4-8 に、第二輪谷トンネル（アーチカルバート部）の解析モデルを図 7.2.4-9 に示す。

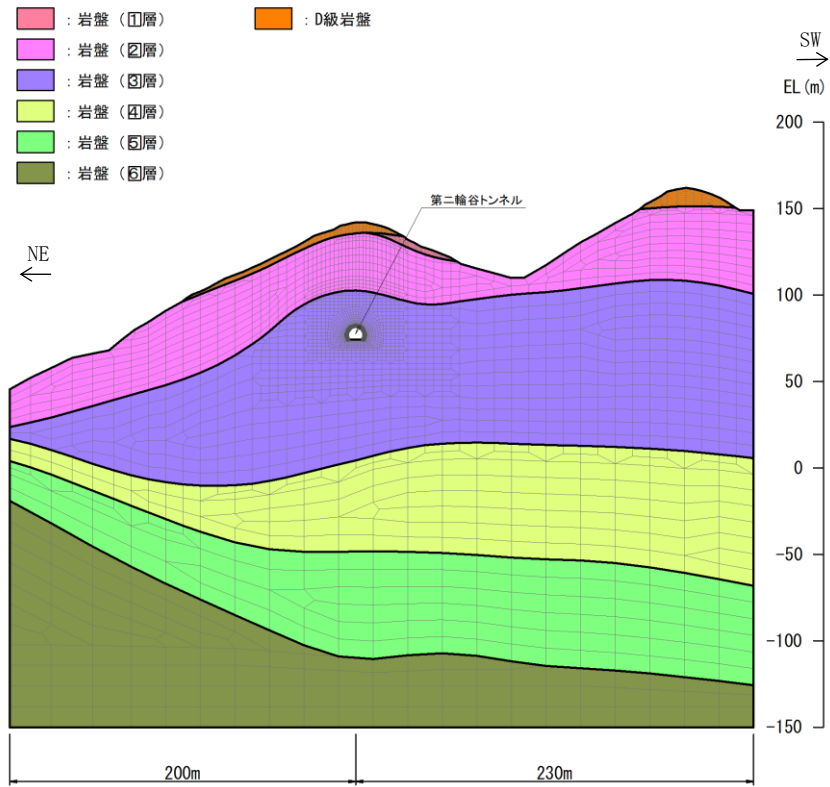


図 7. 2. 4-8 第二輪谷トンネル（トンネル部）の解析モデル

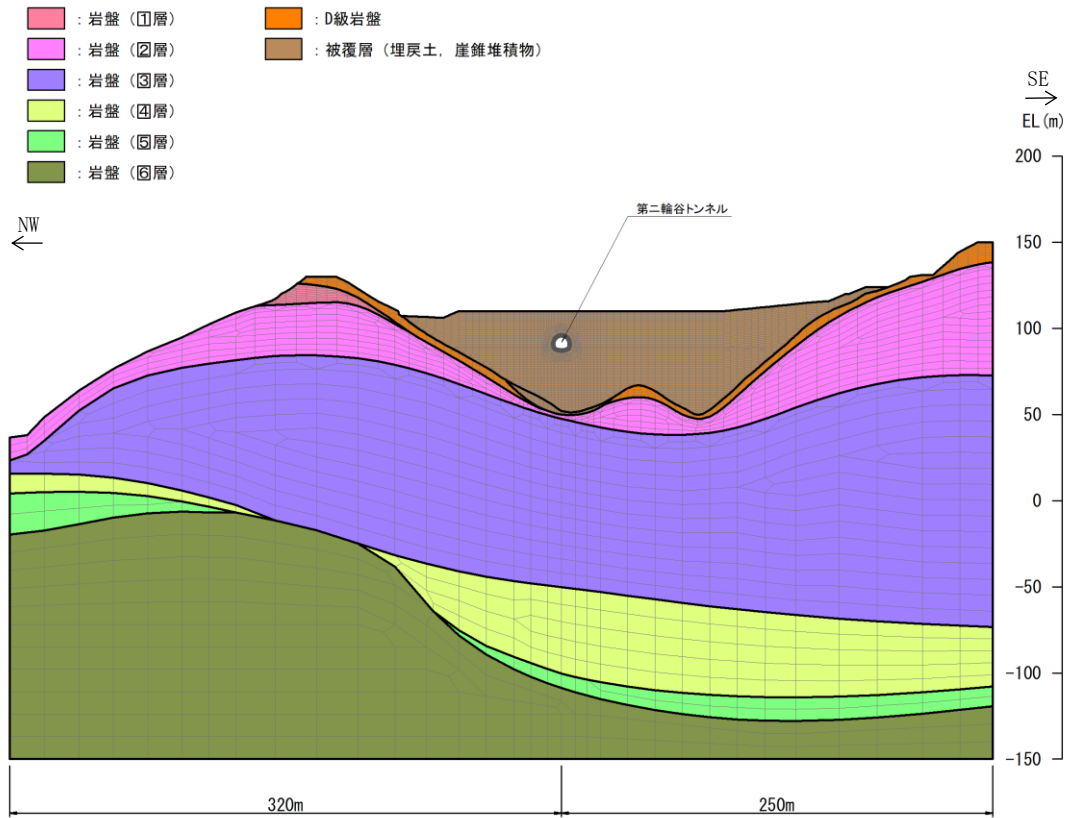


図 7.2.4-9 第二輪谷トンネル (アーチカルバート部) の解析モデル

(4) 評価方法

評価対象部材の耐震評価は、曲げ・軸力系の破壊及びせん断破壊に対する照査を行う。併せて、残留変形量に対する評価を行い、許容限界以下であることを確認する。

(5) 評価結果

鉄筋コンクリートの曲げ・軸力系の破壊に対する最大照査値を表 7.2.4-5 に、照査値最大時の断面力図を図 7.2.4-10 に示す。せん断破壊に対する最大照査値を表 7.2.4-6 に、照査値最大時の断面力図を図 7.2.4-11 に示す。曲げ・軸力系の破壊及びせん断破壊の照査値が許容限界以下であることを確認した。

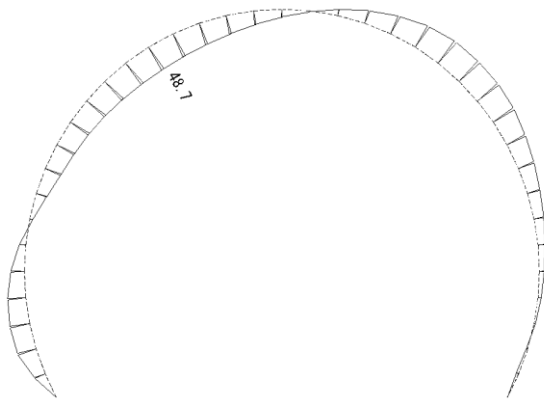
また、残留変形図を図 7.2.4-12 に示す。トンネル部における鉛直変形量は約 0.3cm、アーチカルバート部における鉛直変形量は約 0.7cm であり、可搬型設備（車両）の通行に支障をきたす段差（15cm）は発生しないことを確認した。なお、鉛直変形量が、各カルバートにおいて発生するものと仮定した場合も、鉛直変形量は約 1.4cm であり、可搬型設備（車両）の通行に支障をきたす段差（15cm）は発生しないことを確認した。

アーチカルバート部の基礎地盤の支持性能評価結果を表 7.2.4-7 に示す。基礎地盤は、基準地震動 S_s に対し、支持性能を有することを確認した。

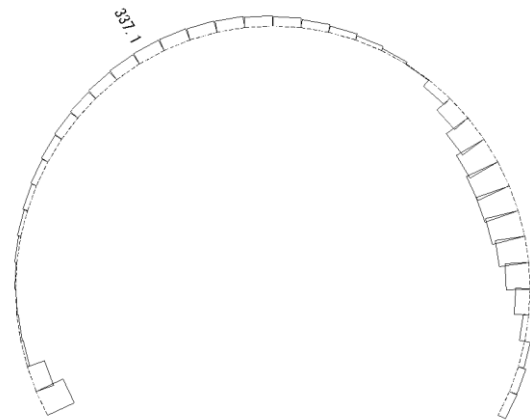
表 7.2.4-5(1) 曲げ・軸力系の破壊に対する最大照査値 (トンネル部)

部位	地震動	照査用 曲げモーメント M_d^* (kN・m)	軸力 (kN)	終局曲げ モーメント M_u^* (kN・m)	照査値 M_d/M_u
トンネル部	S s - N 1	-51	-354	-233	0.22

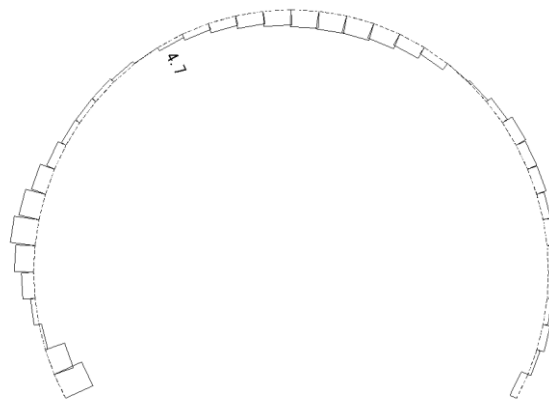
注記* : 照査用曲げモーメント M_d = 発生曲げモーメント M × 構造解析係数 γ_a (=1.05)



(a) 曲げモーメント (kN・m)



(b) 軸力 (kN)



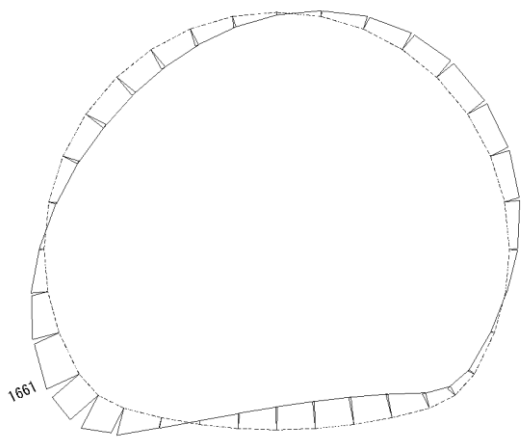
(c) せん断力 (kN)

図 7.2.4-10(1) 曲げ・軸力系の破壊に対する照査値最大時の断面力図
(トンネル部, S s - N 1)

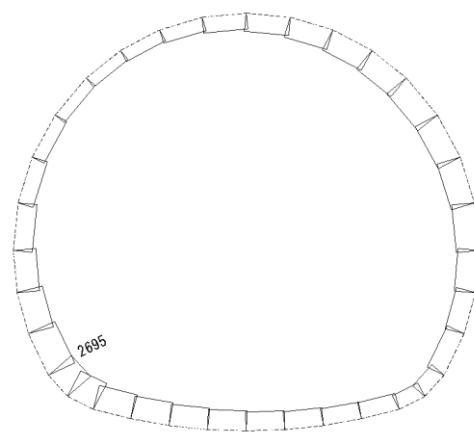
表 7.2.4-5(2) 曲げ・軸力系の破壊に対する最大照査値 (アーチカルバート部)

部位	地震動	照査用 曲げモーメント M_d^* (kN・m)	軸力 (kN)	終局曲げ モーメント M_u^* (kN・m)	照査値 M_d/M_u
アーチカルバート部	S s - N 1	1744	2829	2927	0.60

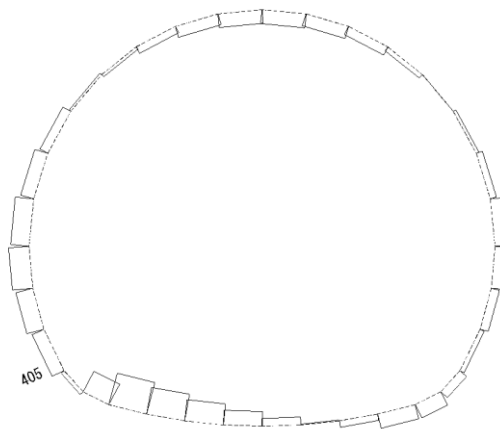
注記* : 照査用曲げモーメント $M_d =$ 発生曲げモーメント $M \times$ 構造解析係数 $\gamma_a (=1.05)$



(a) 曲げモーメント (kN・m)



(b) 軸力 (kN)



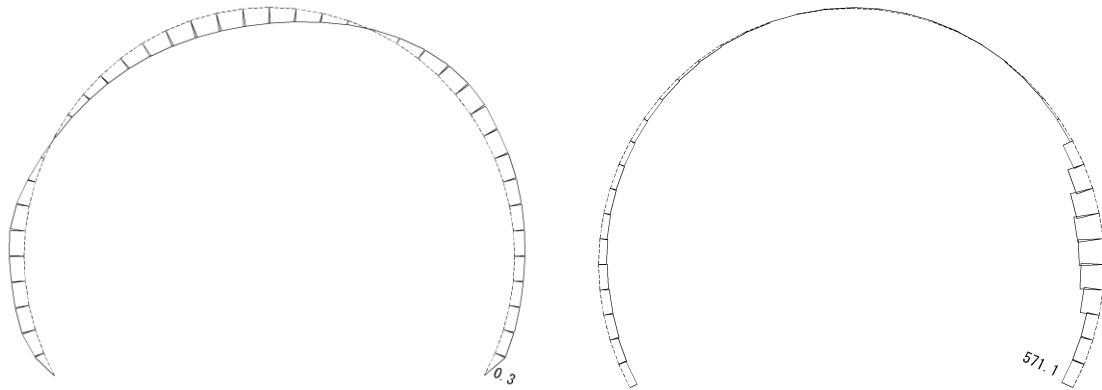
(c) せん断力 (kN)

図 7.2.4-10(2) 曲げ・軸力系の破壊に対する照査値最大時の断面力図 (アーチカルバート部, S s - N 1)

表 7.2.4-6(1) せん断破壊に対する最大照査値（トンネル部）

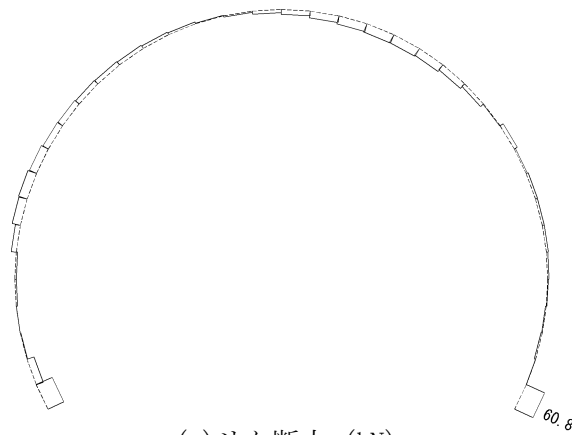
地震動	照査用 せん断力 V_d^* (kN)	せん断耐力 $V_{y d}$ (kN)	照査値 $V_d/V_{y d}$
S s - N 1	64	649	0.10

注記*：照査用せん断力 $V_d =$ 発生せん断力 $V \times$ 構造解析係数 $\gamma_a (=1.05)$



(a) 曲げモーメント (kN・m)

(b) 軸力 (kN)



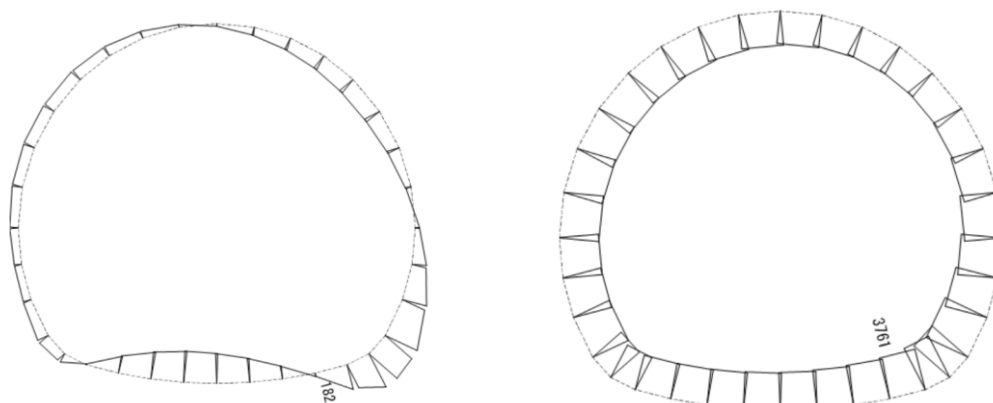
(c) せん断力 (kN)

図 7.2.4-11(1) せん断破壊に対する照査値最大時の断面力図（トンネル部，S s - N 1）

表 7.2.4-6(2) せん断破壊に対する最大照査値 (アーチカルバート部)

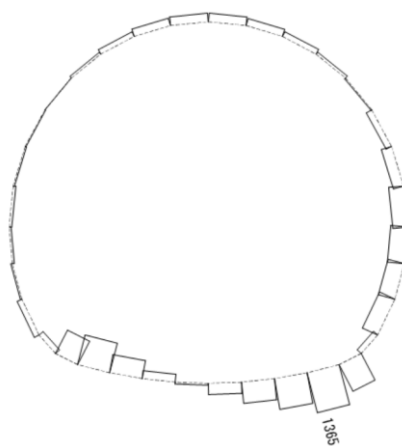
地震動	照査用 せん断力 V_d^* (kN)	せん断耐力 $V_{y d}$ (kN)	照査値 $V_d/V_{y d}$
S s - D	1434	3851	0.38

注記* : 照査用せん断力 $V_d =$ 発生せん断力 $V \times$ 構造解析係数 $\gamma_a (=1.05)$



(a) 曲げモーメント (kN・m)

(b) 軸力 (kN)



(c) せん断力 (kN)

図 7.2.4-11 (2) せん断破壊に対する照査値最大時の断面力図
(アーチカルバート部, S s - D)

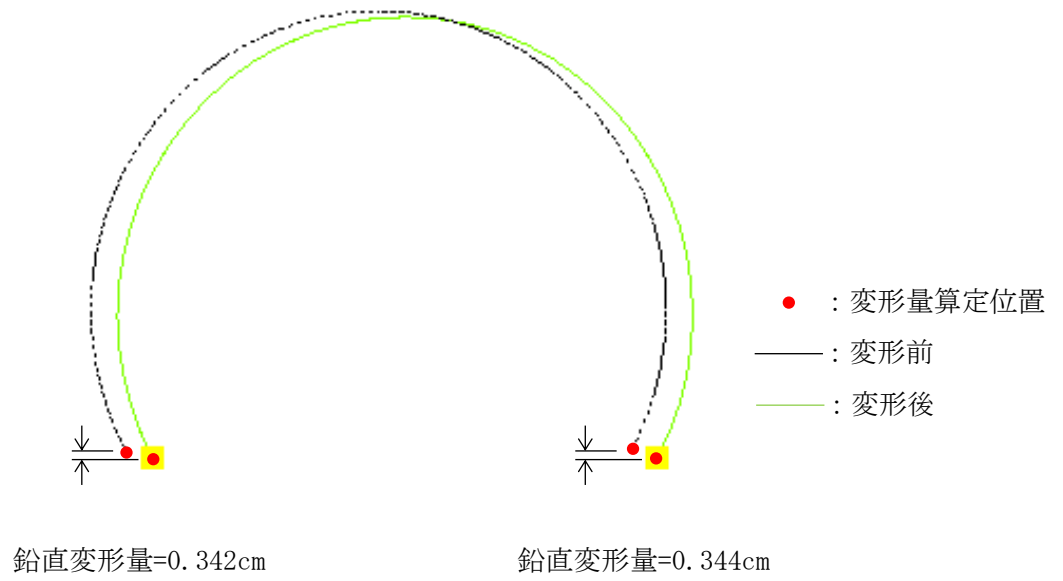


図 7.2.4-12(1) 残留変形図 (トンネル部)

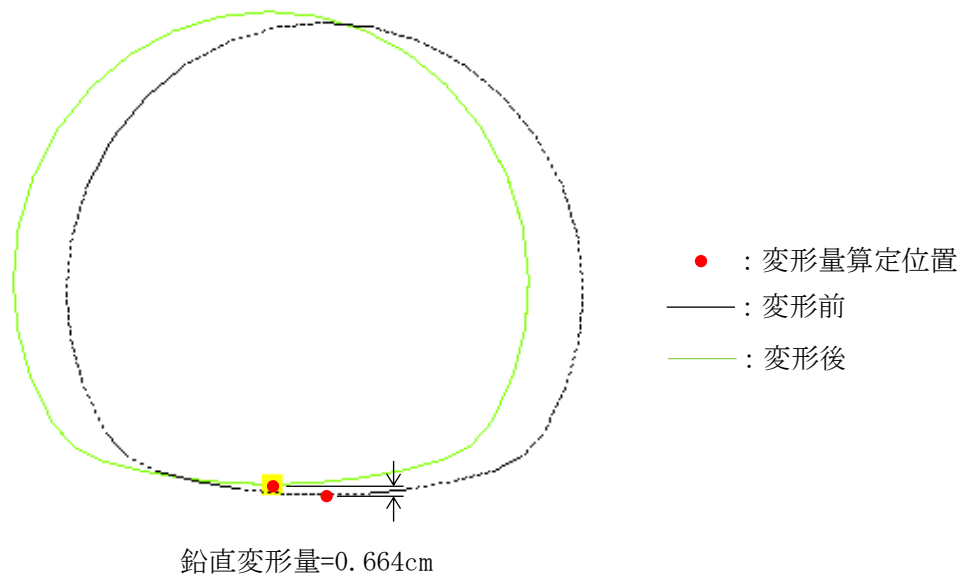


図 7.2.4-12 (2) 残留変形図 (アーチカルバート部)

表 7.2.4-7 基礎地盤の支持性能評価結果

部位	地震動	最大接地圧 R_d (N/mm ²)	極限支持力度 R_u (N/mm ²)	照査値 R_d/R_u
アーチカル バート部	S s - F 1	1.9	2.1	0.91

参考資料1 第二輪谷トンネルの耐震評価に用いる埋戻土の物性値の適用性について

1. 概要

第二輪谷トンネルの耐震評価に用いる埋戻土の物性値の適用性について、施工方法及び使用材料の観点から確認する。

第二輪谷トンネル（アーチカルバート部）の解析モデル作成位置の地質断面図（岩相）を図1に示す。

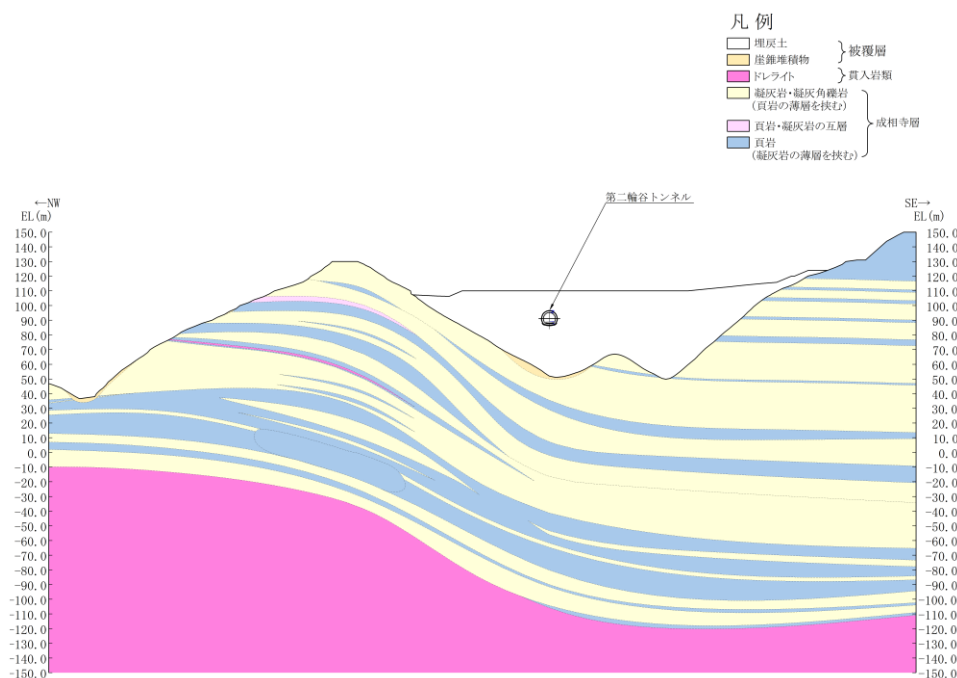


図1 地質断面図（岩相）

2. 施工方法

建設時の造成工事で実施した2号機、3号機及び第二輪谷トンネル（アーチカルバート部）の埋戻土の施工方法（使用機械、撒き出し厚及び転圧回数）の比較を表1に示す。第二輪谷トンネル（アーチカルバート部）の施工方法は、発電所構内（2号機及び3号機）における施工方法と概ね同等であることを確認した。

表1 施工方法の比較

施工場所		2号機	3号機	第二輪谷トンネル アーチカルバート部
施工 方法	使用機械	振動ローラー (10t~20t)	振動ローラー (11.4t)	振動ローラー (11.4t 及び 20t)
	撒き出し厚	1m 以下	0.5m 以下	1m 以下
	転圧回数	4~6 回	6 回	4~6 回

3. 使用材料

島根原子力発電所の地質は、新第三紀中新世の堆積岩類から成る成相寺層と貫入岩類及びそれらを覆う第四系の崖錐堆積物等から構成される。

第二輪谷トンネル（アーチカルバート部）は、主に3号機エリアの掘削に伴い発生した掘削ズリにより盛土を行った。

埋立及び盛土範囲の概念図を図2に示す。

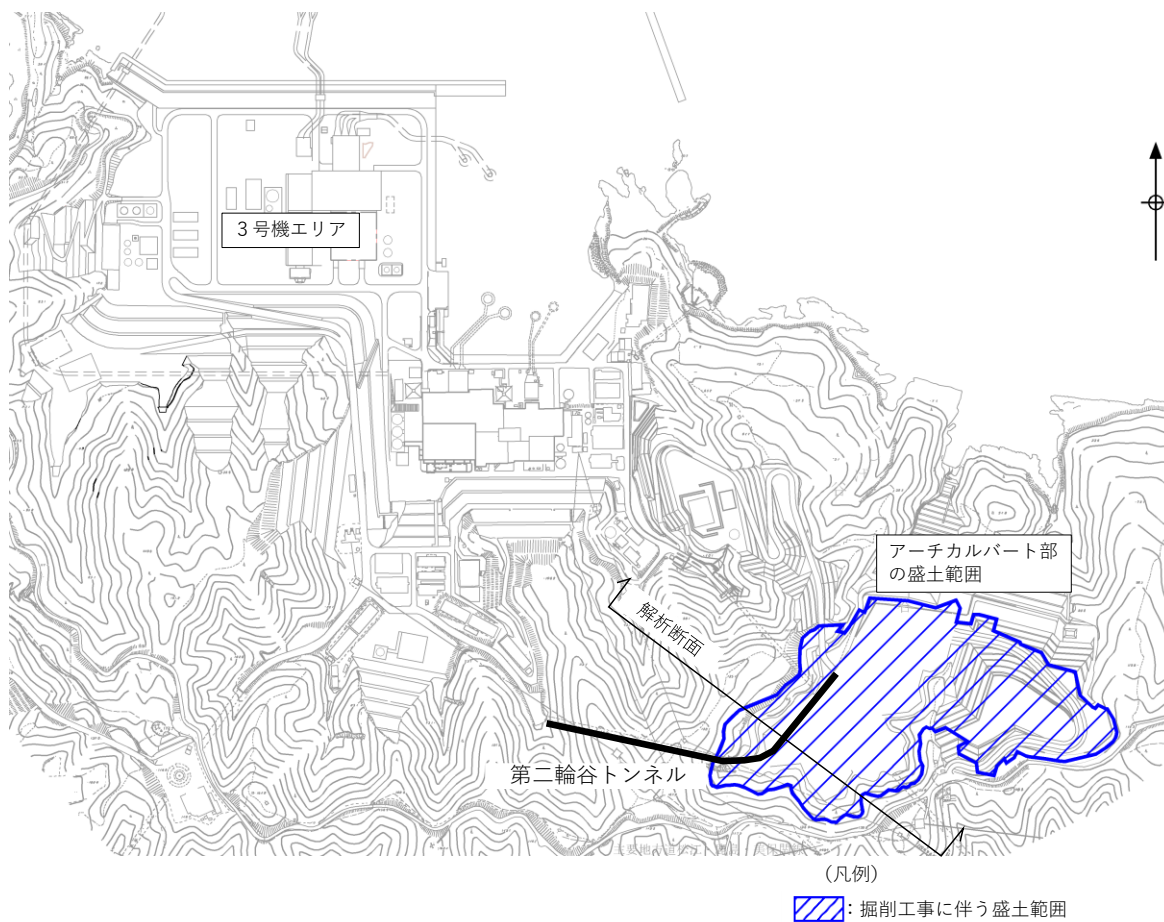


図2 埋立及び盛土範囲の概念図

4. まとめ

第二輪谷トンネル（アーチカルバート部）の埋戻土の施工方法及び使用材料から比較した結果、第二輪谷トンネルの耐震評価において、VI-2-1-3「地盤の支持性能に係る基本方針」に記載している埋戻土の物性値を適用することは妥当であることを確認した。

7.2.5 連絡通路の耐震性評価

(1) 概要

連絡通路は、土石流が発生した場合でも、緊急時対策所から第3及び第4保管エリアに要員が移動できるよう、土石流の影響を受けないアクセスルート（要員）を管理事務所2号館南東の位置に確保するために設置する。本設備について、基準地震動 S_s による地震動に対して耐震評価を実施し、屋外アクセスルートの通行性を確認する。島根原子力発電所構内の土石流危険区域を図7.2.5-1に示す。

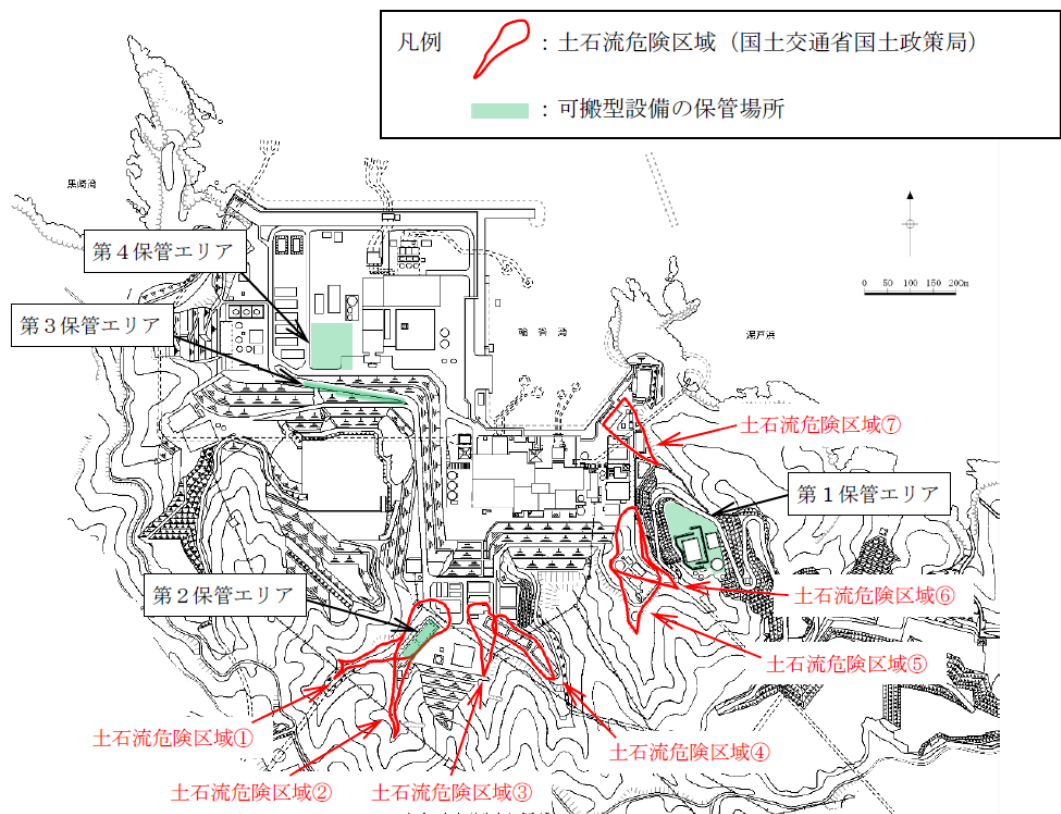


図 7.2.5-1 土石流危険区域

(2) 基本方針

a. 位置

連絡通路の位置を図 7.2.5-2 に示す。

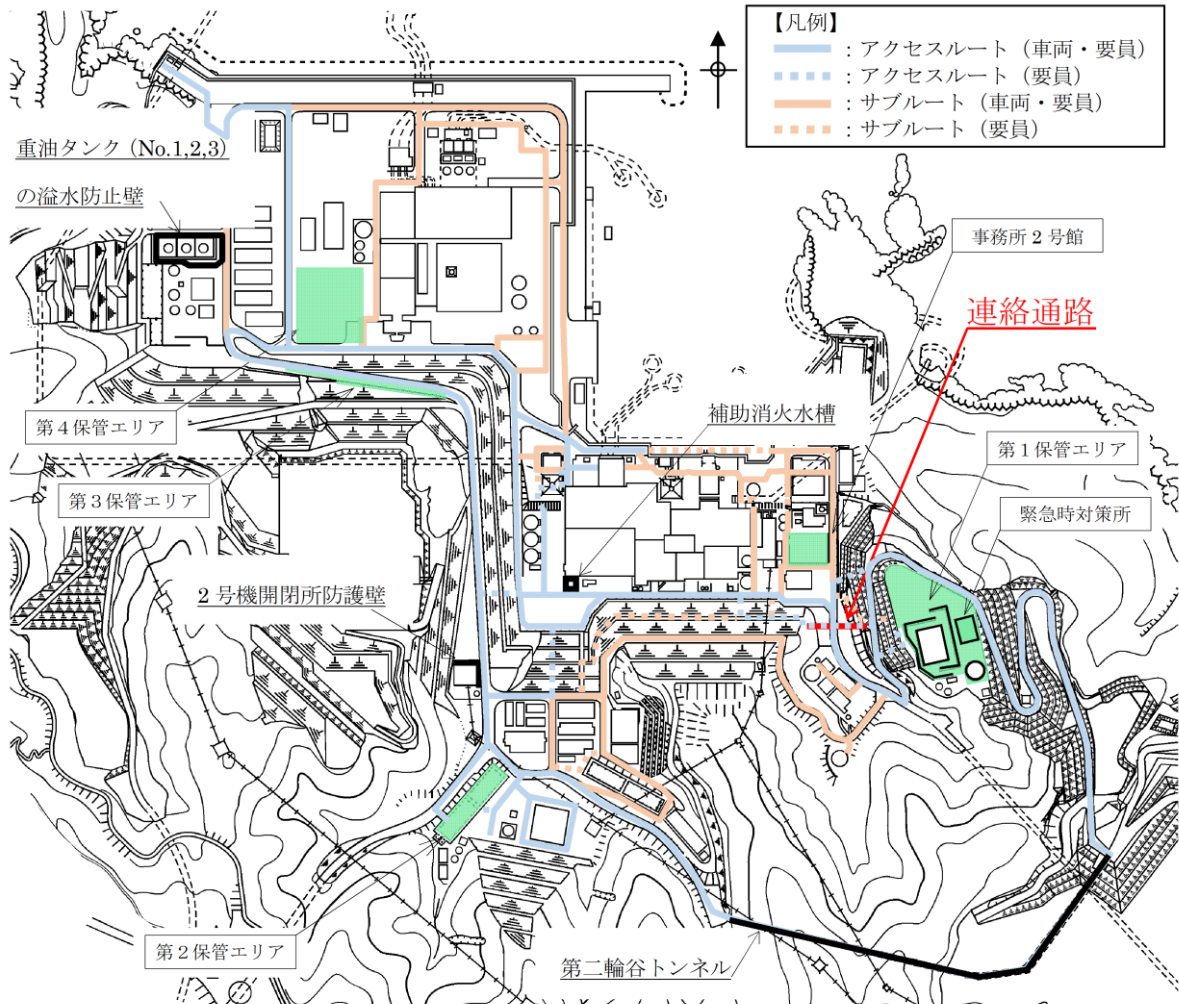


図 7.2.5-2 連絡通路の設置位置

b. 構造概要

連絡通路は、幅約 2m、高さ約 2.3m、延長約 86m の鉄筋コンクリート造で構成された地中及び地上構造物であり、東西両端部には、地上に要員の出入口となるペントハウスを設置している。斜面部（ペントハウスを含む）では岩盤に直接、平坦部では改良地盤を介して岩盤に設置されている。

連絡通路の概略平面図を図 7.2.5-3 に、概略断面図を図 7.2.5-4 に、ペントハウスの概略断面図を図 7.2.5-5 に示す。概略配筋図を図 7.2.5-6 に示す。

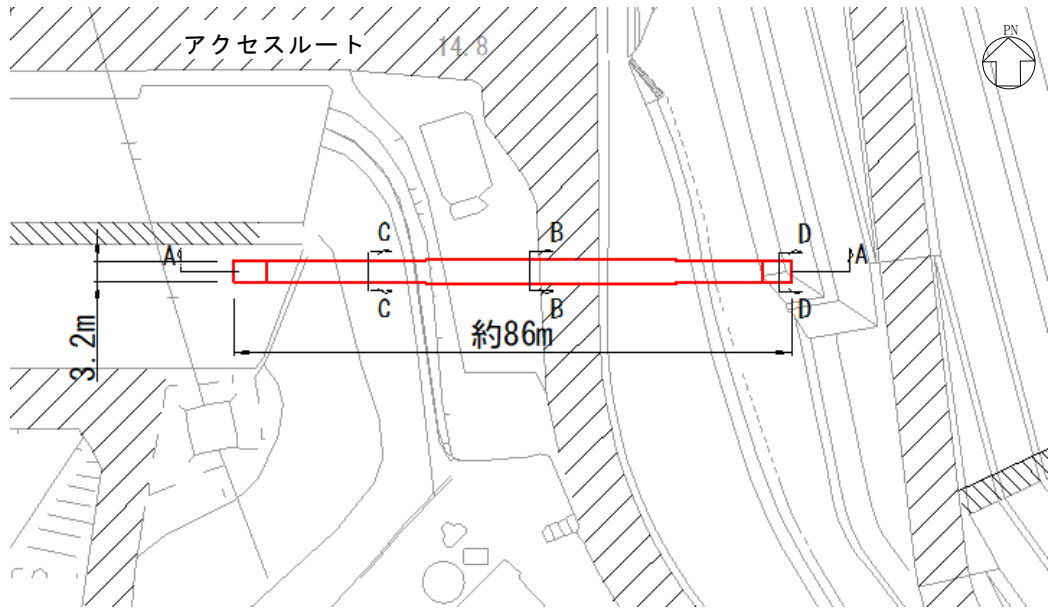
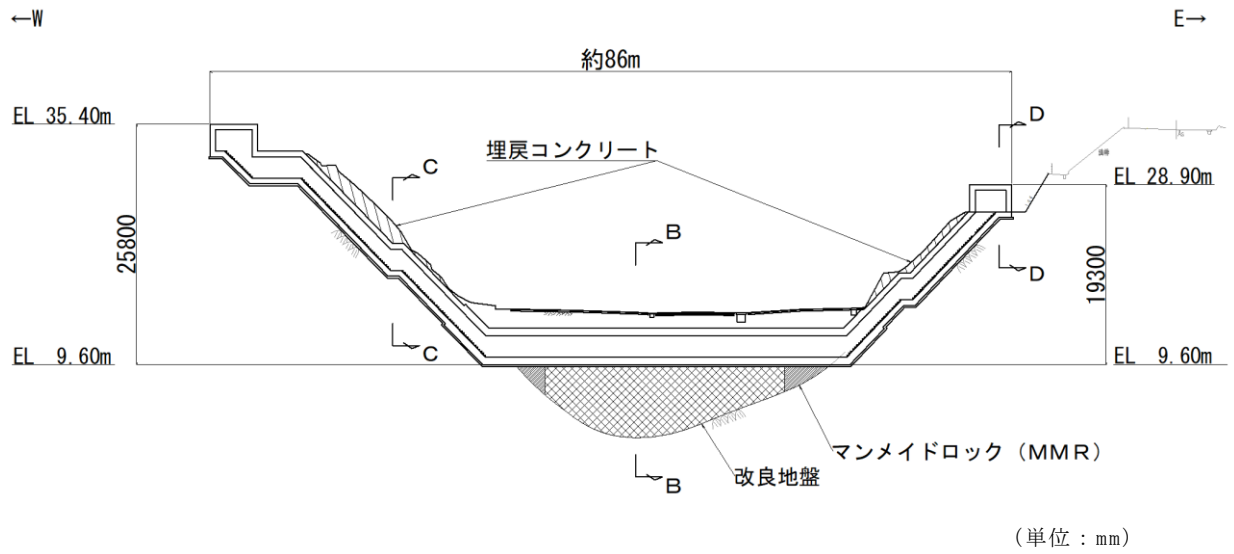
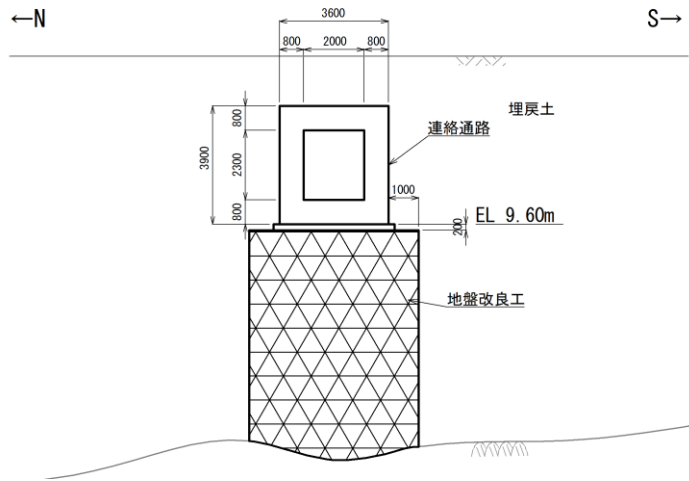


図 7.2.5-3 連絡通路の概略平面図



(A-A断面)

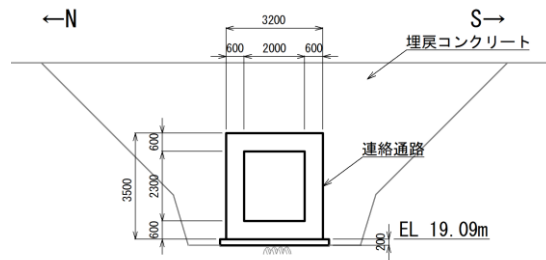
図 7.2.5-4(1) 連絡通路の概略断面図



(単位：mm)

(平坦部：B-B断面)

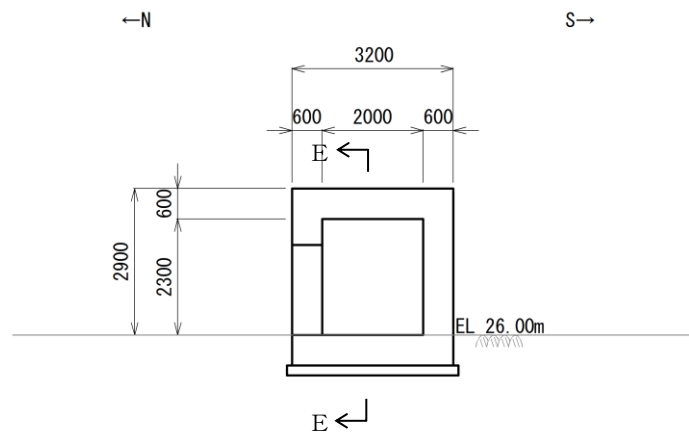
図 7.2.5-4(2) 連絡通路の概略断面図



(単位：mm)

(斜面部：C-C断面)

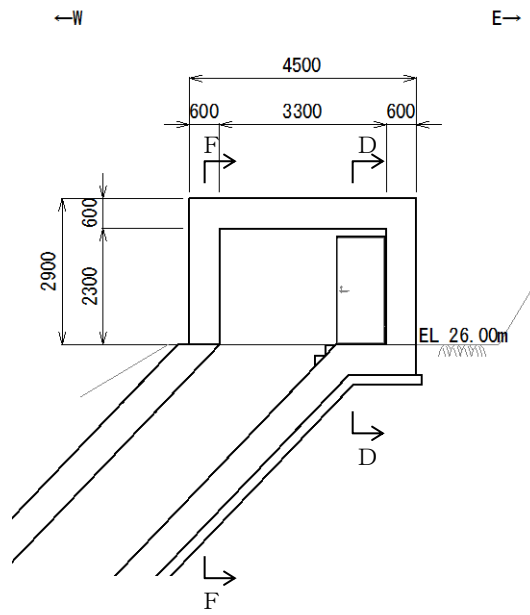
図 7.2.5-4(3) 連絡通路の概略断面図



(単位：mm)

(D-D断面)

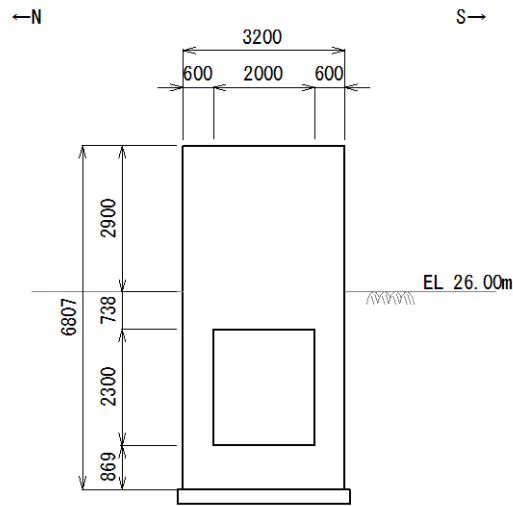
図 7.2.5-5(1) ペントハウスの概略断面図



(単位 : mm)

(E-E断面)

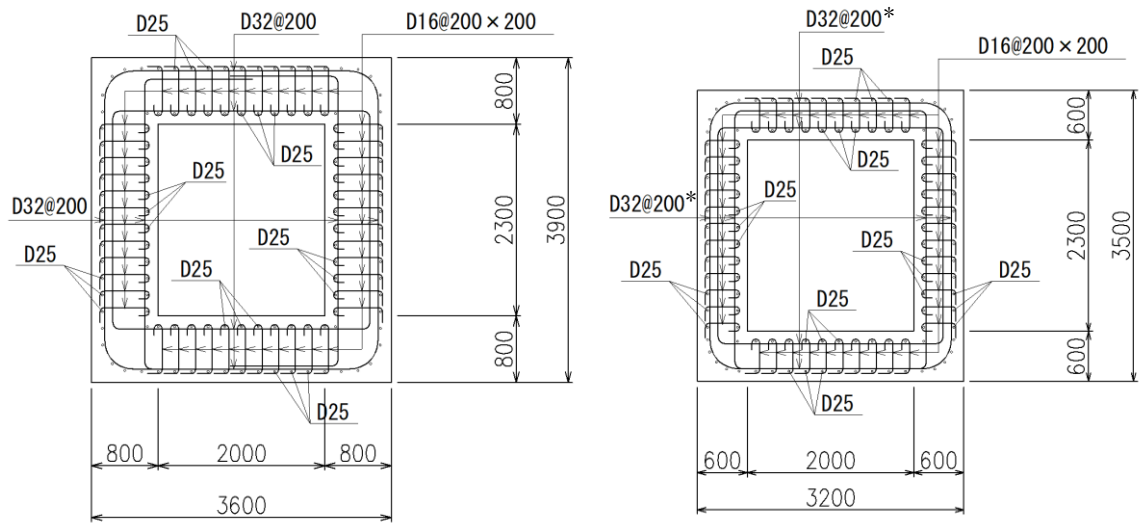
図 7.2.5-5(2) ペントハウスの概略断面図



(単位 : mm)

(評価対象断面 : F-F断面)

図 7.2.5-5(3) ペントハウスの概略断面図



(単位：mm)

注記*：ペントハウスはD25

(平坦部)

(斜面部)

図 7.2.5-6 連絡通路の概略配筋図

c. 評価方針

連絡通路の耐震評価は、基準地震動 S_s （6波）による地震力に対してアクセスルートの確保を確認するため、構造部材の健全性評価及びアクセスルートの通行性に影響を及ぼさないための確認として残留変形量の評価を実施する。

連絡通路の耐震評価フローを図 7.2.5-7 に示す。

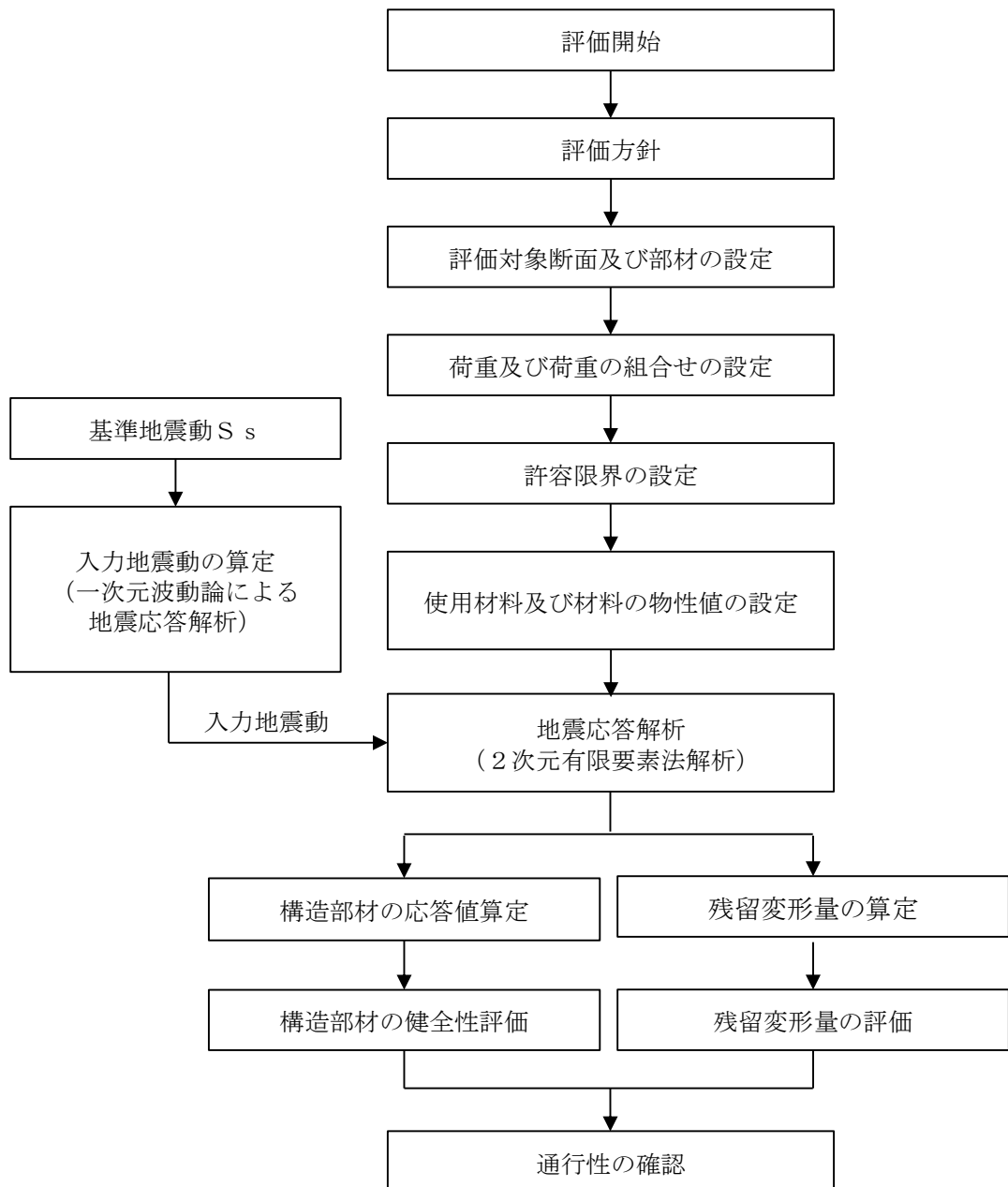


図 7.2.5-7 連絡通路の耐震評価フロー

(3) 耐震評価

a. 評価対象断面及び部材の設定

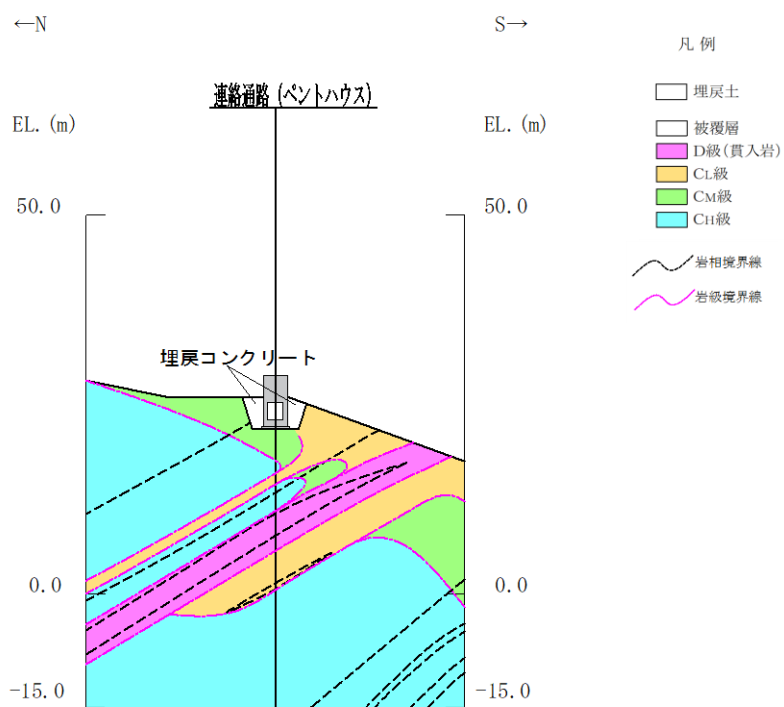
評価対象断面は、構造の安定性に支配的な弱軸方向である横断方向（軸方向に対して直交する断面）とし、平坦部及び斜面部それぞれから選定する。

斜面部については、東側斜面部は $\boxed{2}$ 層が分布し、西側斜面部は $\boxed{3}$ 層が主に分布しており、 $\boxed{2}$ 層が分布する東側斜面部において地震時の応答値がより大きくなると考えられることから、東側斜面部から評価対象断面を抽出する。東側斜面部のうち、構造物の内空面積が最も大きくなるペントハウス境界部を評価対象断面とする。

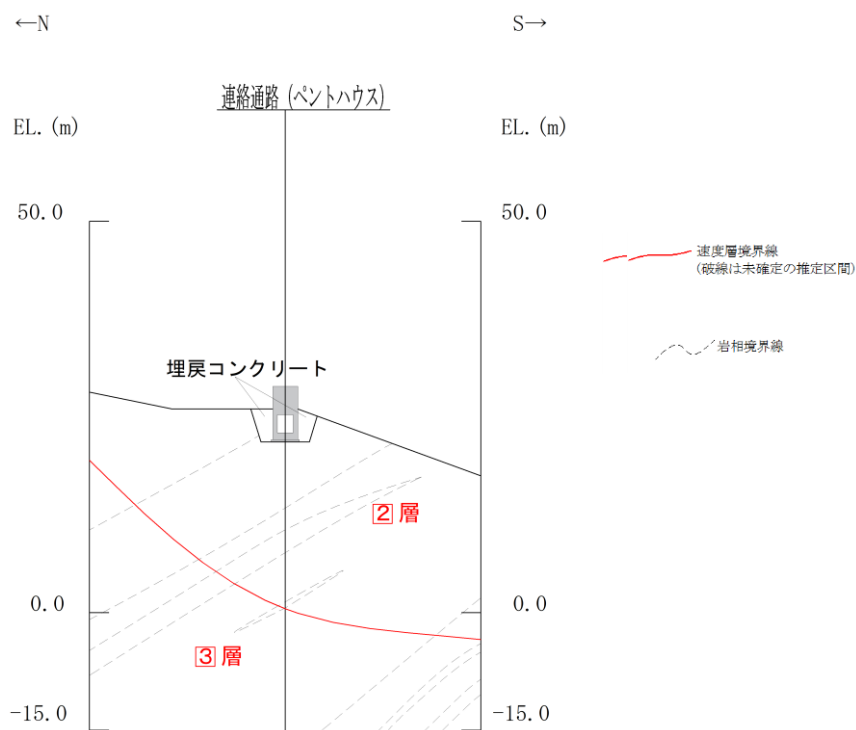
平坦部については、地盤の応答の影響を最も受けると考えられる改良地盤厚さ最大部を評価対象断面とする。

評価対象部材は、要員のアクセスルート確保の観点から頂版、側壁及び底版とする。

連絡通路の評価対象断面図を図7.2.5-8に示す。



(岩級図)



(速度層区分図)

図 7.2.5-8(1) 評価対象断面図 (斜面部)

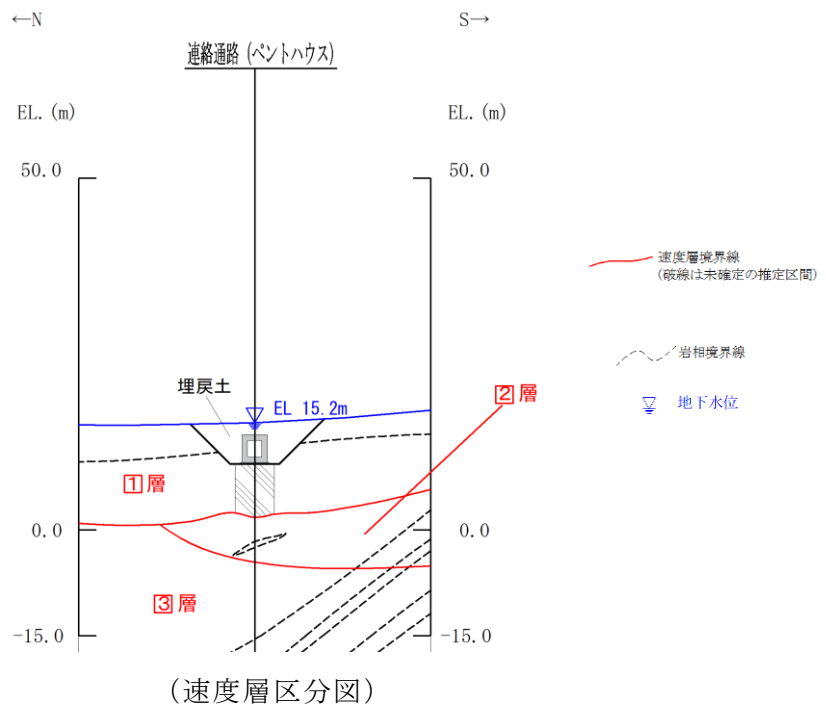
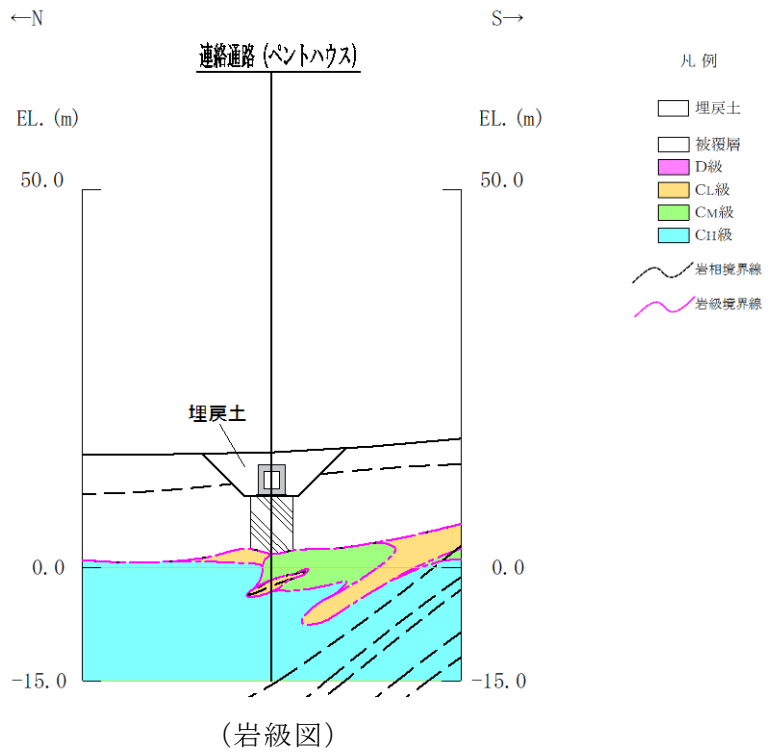


図 7.2.5-8(2) 評価対象断面図 (平坦部)

b. 荷重及び荷重の組合せ

荷重は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき設定する。荷重の組合せを表7.2.5-1に、土石流堆積荷重の概念図を図7.2.5-9に示す。

表 7.2.5-1 荷重の組合せ

外力の状態	荷重の組合せ
地震時 (S _s)	G + P _s + P _k + S _s + P _{Ed}

G : 固定荷重

P_s : 積雪荷重

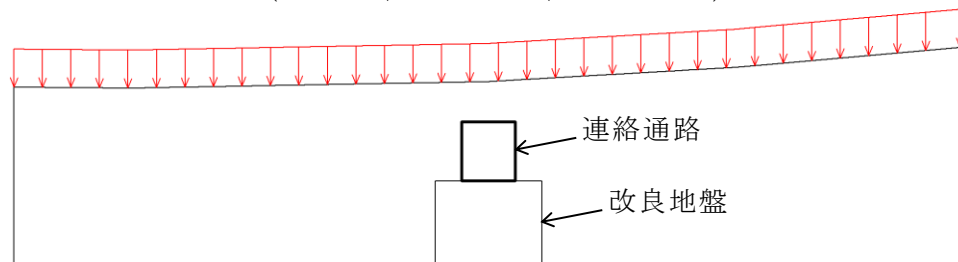
P_k : 風荷重 (斜面部のみ考慮する。)

S_s : 地震荷重 (基準地震動 S_s)

P_{Ed} : 土石流堆積荷重 (平坦部のみ考慮する。)

土石流堆積荷重

$$(17.28\text{kN/m}^2 = 15.29\text{kN/m}^3 \times 1.13\text{m}^*)$$



注記* : NS2-補-018-01「発電用原子炉施設に対する自然現象等による損傷の防止に関する説明書に係る補足説明資料」に示される土石流危険区域⑤及び⑥から同時に流出した土石流が堆積するものとして、土砂の堆積高さを算出

図 7.2.5-9 土石流堆積荷重の概念図

c. 許容限界

連絡通路の評価における許容限界を表 7.2.5-2 に示す。

表 7.2.5-2 連絡通路の評価における許容限界

機能設計上の性能目標	地震力	部材	機能維持のための考え方	許容限界
屋外のアクセスルートを確保すること	基準地震動 S _s	頂版, 側壁及び 底版	発生するひずみ, 層間変形角及び応力が許容限界を超えないことを確認	(斜面部) 圧縮縁コンクリートひずみ 1.0% (10000 μ) (平坦部) 層間変形角 1/100
				せん断耐力*
		連絡通路	発生する残留変形量が通行性に影響を及ぼさないための許容限界を超えないことを確認	要員が通行可能

注記* : 原子力発電所屋外重要土木構造物の耐震性能照査指針・マニュアル (2005年6月 土木学会 原子力土木委員会)

評価対象部材のせん断力に対する許容限界

棒部材式

$$V_{y d} = V_{c d} + V_{s d}$$

ここで、 $V_{y d}$: せん断耐力

$V_{c d}$: コンクリートが分担するせん断耐力

$V_{s d}$: せん断補強鉄筋が分担するせん断耐力

$$V_{c d} = \beta_d \cdot \beta_p \cdot \beta_n \cdot \beta_a \cdot f_{v c d} \cdot b_w \cdot d / \gamma_{b c}$$

$$f_{v c d} = 0.20 \sqrt[3]{f'_{c d}} \quad \text{ただし、} f_{v c d} > 0.72 (\text{N/mm}^2) \quad \text{となる場合は}$$

$$f_{v c d} = 0.72 (\text{N/mm}^2)$$

$$\beta_d = \sqrt[4]{1/d} \quad (d [\text{m}]) \quad \text{ただし、} \beta_d > 1.5 \quad \text{となる場合は} \beta_d = 1.5$$

$$\beta_p = \sqrt[3]{100 p_v} \quad \text{ただし、} \beta_p > 1.5 \quad \text{となる場合は} \beta_p = 1.5$$

$$\beta_n = 1 + M_o / M_d \quad (N_d \geq 0) \quad \text{ただし、} \beta_n > 2.0 \quad \text{となる場合は} \beta_n = 2.0$$

$$= 1 + 2M_o / M_d \quad (N_d < 0) \quad \text{ただし、} \beta_n < 0 \quad \text{となる場合は} \beta_n = 0$$

$$\beta_a = 0.75 + \frac{1.4}{a/d} \quad \text{保守的に} \beta_a = 1.0 \quad \text{とする。}$$

ここで、 $f'_{c d}$: コンクリート圧縮強度の設計用値 (N/mm^2) で設計基準強度 $f'_{c k}$ を材料係数 $\gamma_{m c}$ 除したもの

$$p_v : \text{引張鉄筋比} \quad p_v = A_s / (b_w \cdot d)$$

A_s : 引張側鋼材の断面積

b_w : 部材の有効幅

d : 部材の有効高さ

N'_d : 設計軸圧縮力

M_d : 設計曲げモーメント

M_o : M_d に対する引張縁において、軸力方向によって発生する応力を打ち消すのに必要なモーメント (デコンプレッションモーメント) $M_o = N'_d \cdot D / 6$

D : 断面高さ

a/d : せん断スパン比

$\gamma_{b c}$: 部材係数

$\gamma_{m c}$: 材料係数

$$V_{s d} = \left\{ A_w f_{w y d} (\sin \alpha + \cos \alpha) / s \right\} z / \gamma_{b s}$$

ここで、 A_w : 区間 s におけるせん断補強鉄筋の総断面積

$f_{w y d}$: せん断補強鉄筋の降伏強度を $\gamma_{m s}$ で除したもので、 $400\text{N}/\text{mm}^2$ 以下とする。ただし、コンクリート圧縮強度の特性値 $f'_{c k}$ が $60\text{N}/\text{mm}^2$ 以上のときは $800\text{N}/\text{mm}^2$ 以下とする。

α : せん断補強鉄筋と部材軸のなす角度

s : せん断補強鉄筋の配置間隔

z : 圧縮応力の合力の作用位置から引張鋼材図心までの距離で $d/1.15$ とする。

$\gamma_{b s}$: 部材係数

$\gamma_{m s}$: 材料係数

d. 使用材料及び材料の物性値

構造物の使用材料を表 7.2.5-3 に、使用材料の物性値を表 7.2.5-4 に示す。

表 7.2.5-3 使用材料

種 類	仕 様
鉄筋	SD345
コンクリート	設計基準強度 $f'_{c k}=24.0 (\text{kN}/\text{m}^2)$

表 7.2.5-4 材料の物性値

材料	ヤング係数 (N/mm^2)	単位体積重量 (kN/m^3)	ポアソン比
構造物 (鉄筋コンクリート)	2.50×10^4	24.0	0.2

e. 入力地震動及び地震応答解析

地震応答解析に用いる入力地震動は、解放基盤表面で定義される基準地震動 S_s を一次元波動論により地震応答解析モデル下端位置で評価したものをを用いる。

地震応答解析は、構造物と地盤の相互作用を考慮できる2次元動的有限要素法により、基準地震動 S_s に基づき設定した水平地震動と鉛直地震動の同時加振による逐次時間積分の時刻歴応答解析を行う。斜面部は、地下水位が構造物の底版下端より十分低いことから、解析手法は全応力解析（解析コード「TDA P III」）とする。平坦部は、地下水位以が高いことから、解析手法は有効応力解析（解析コード「FLIP」）とする。

斜面部は、構造部材については、ファイバーモデルでモデル化する。また、地盤については、平面ひずみ要素でモデル化することとし、岩盤は線形でモデル化する。D級岩盤については、地盤のひずみ依存性を適切に考慮できるようマルチスプリングモデルを用いることとし、ばね特性は双曲線モデル（修正GHEモデル）を用いて非線形性を考慮する。解析モデルを図7.2.5-10に示す。なお、ペントハウスの面内壁については、保守的にモデル化しない。

平坦部は、構造部材については、非線形はり要素でモデル化することとし、 $M-\phi$ 関係のトリリニアモデルとする。履歴特性は、修正武田モデルを適用し、コンクリートの応力-ひずみ関係を考慮する。岩盤は線形の平面ひずみ要素でモデル化する。構造物直下の地盤改良は改良地盤⑤としてモデル化する。また、埋戻土及び砂礫層は、地盤の非線形性をマルチスプリング要素で考慮した平面ひずみ要素でモデル化する。解析モデルを図7.2.5-10に示す。

地盤については、VI-2-1-3「地盤の支持性能に係る基本方針」にて設定している物性値を用いる。設計地下水位は、VI-2-1-3「地盤の支持性能に係る基本方針」に従い、斜面部は、地下水位が構造物下端より十分低いいため考慮しない。また、平坦部の設計地下水位は地表面に設定する。

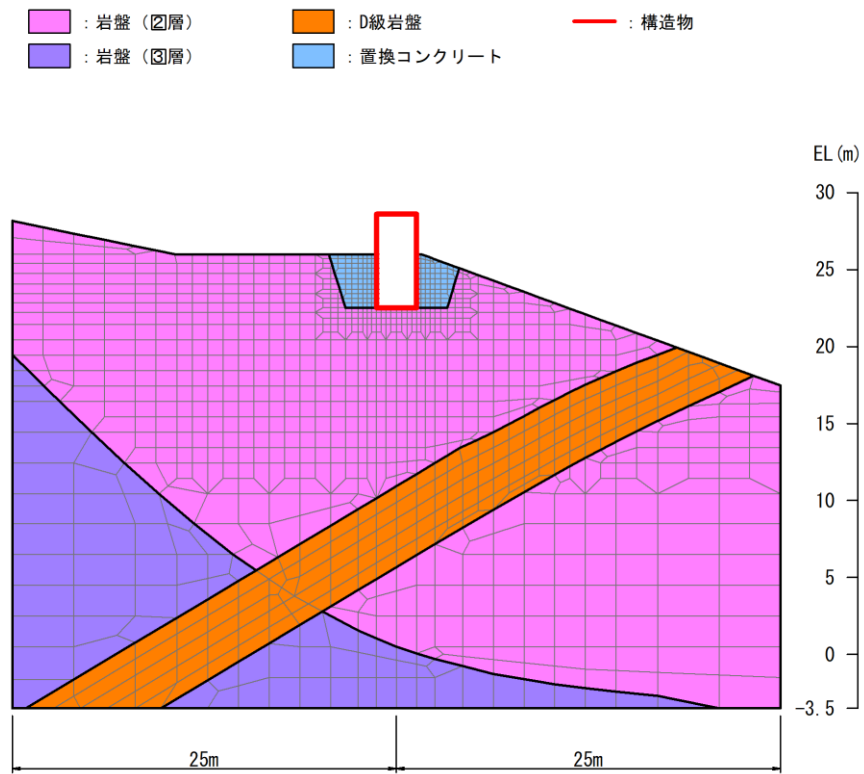


図 7.2.5-10(1) 斜面部の解析モデル

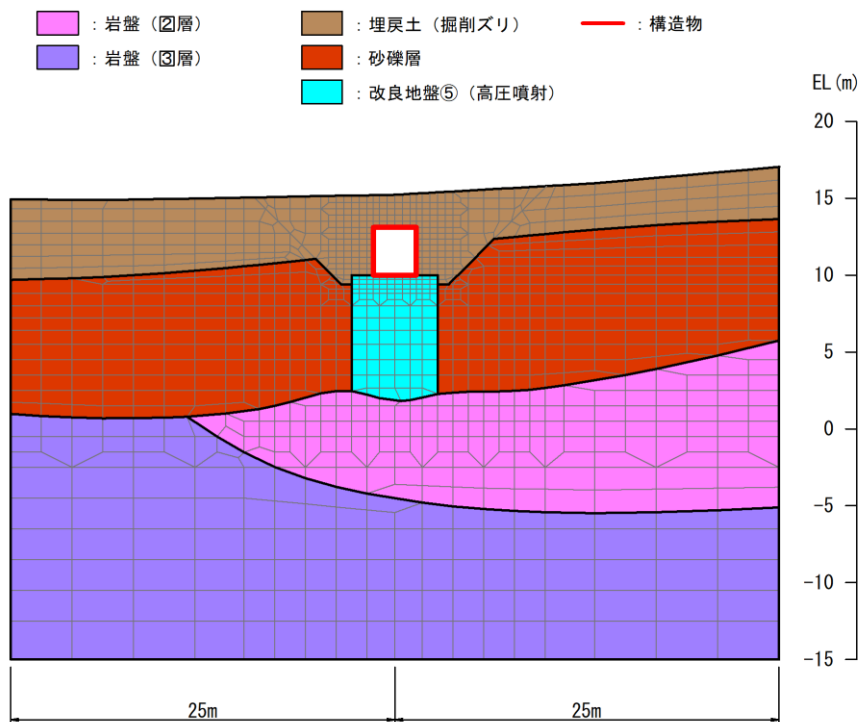


図7.2.5-10(2) 平坦部の解析モデル

(4) 評価方法

評価対象部材の耐震評価は、連絡通路（頂版、側壁及び底版）については、曲げ・軸力系の破壊及びせん断破壊に対する照査を行う。併せて、残留変形量に対する評価を行い、要員の通行に支障をきたさない段差量であることを確認する。

(5) 評価結果

鉄筋コンクリートの曲げ・軸力系の破壊に対する最大照査値を表 7.2.5-5 に、圧縮縁コンクリートひずみの時刻歴波形及び最大圧縮縁コンクリートひずみ発生位置を図 7.2.5-11 に、層間変形角の時刻歴波形を図 7.2.5-12 に示す。

また、せん断破壊に対する最大照査値を表 7.2.5-6 に、照査値最大時の断面力図を図 7.2.5-13 に、残留変形図を図 7.2.5-14 に示す。評価対象部位については、許容限界以下であること確認し、変形量については、斜面部は約 0.5cm、平坦部は約 0.8cm であり、要員の通行に支障をきたす段差は発生しないことを確認した。

表7.2.5-5(1) 曲げ・軸力系の破壊に対する最大照査値（斜面部）

地震動	照査用ひずみ ϵ_d^*	限界ひずみ ϵ_R	照査値 ϵ_d / ϵ_R
S s - D	225 μ	10000 μ	0.03

注記*：照査用ひずみ $\epsilon_d =$ 発生ひずみ $\epsilon \times$ 構造解析係数 $\gamma_a (=1.20)$

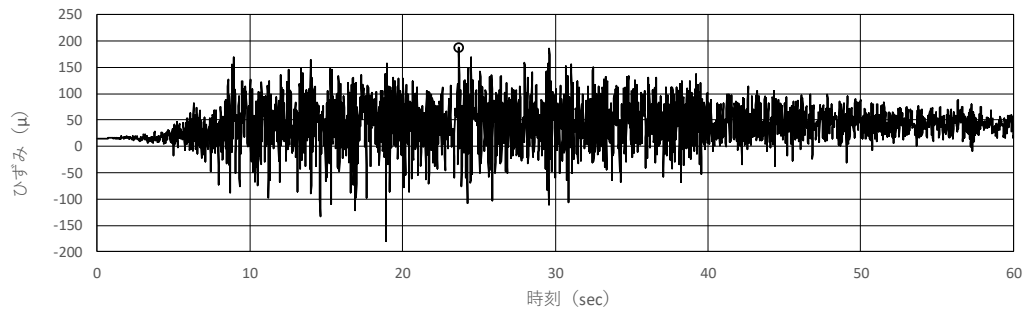


図 7.2.5-11(1) 曲げ・軸力系の破壊に対する照査が最も厳しくなる地震動（S s - D）の圧縮縁コンクリートひずみの時刻歴波形

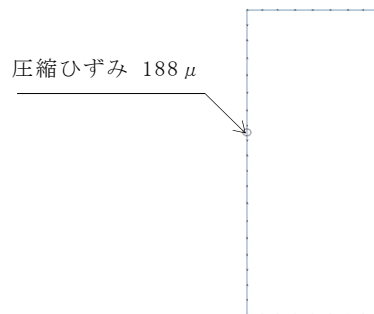


図 7.2.5-11(2) 最大圧縮縁コンクリートひずみ発生位置

表7.2.5-5(2) 曲げ・軸力系の破壊に対する最大照査値（平坦部）

地震動	照査用 層間変形角 R_d^*	限界 層間変形角 R_u^*	照査値 R_d/R_u
S s - N 2 (N S)	2.047×10^{-4}	1.0×10^{-2}	0.03

注記*：照査用層間変形角 $R_d =$ 発生層間変形角 $R \times$ 構造解析係数 $\gamma_a (=1.20)$

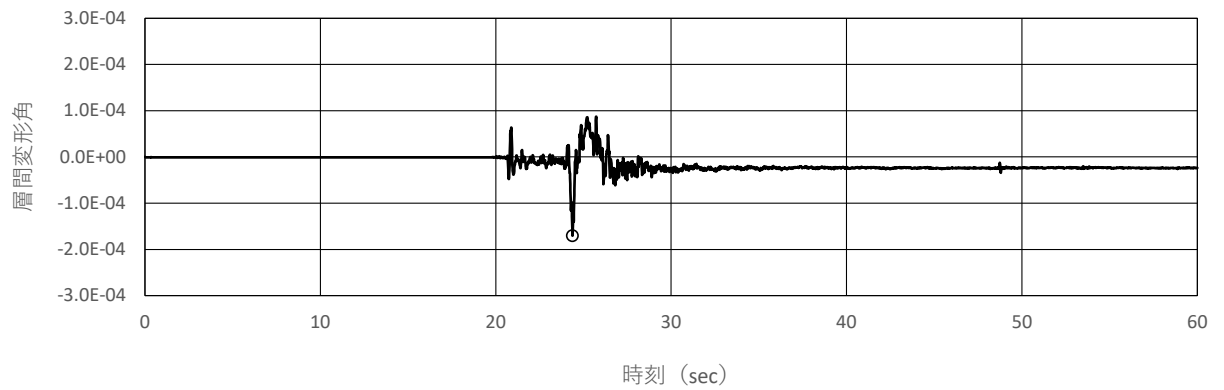
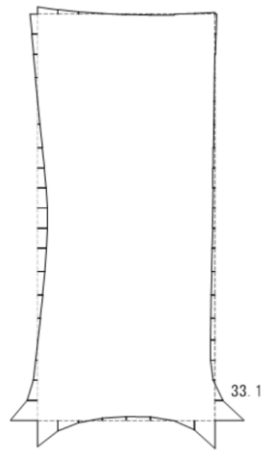


図 7.2.5-12 曲げ・軸力系の破壊に対する照査が最も厳しくなる地震動
(S s - N 2 (N S)) の層間変形角の時刻歴波形（平坦部）

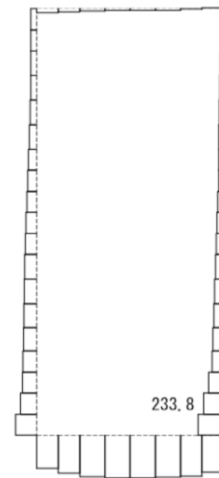
表 7.2.5-6(1) せん断破壊に対する最大照査値 (斜面部)

地震動	照査用 せん断力 V_d^* (kN)	せん断耐力 $V_{y d}$ (kN)	照査値 $V_d / V_{y d}$
S s - D	149	826	0.19

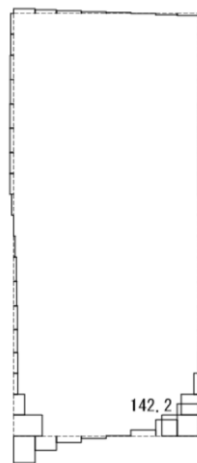
注記* : 照査用せん断力 $V_d =$ 発生せん断力 $V \times$ 構造解析係数 $\gamma_a (=1.05)$



(a) 曲げモーメント (kN・m)



(b) 軸力 (kN)



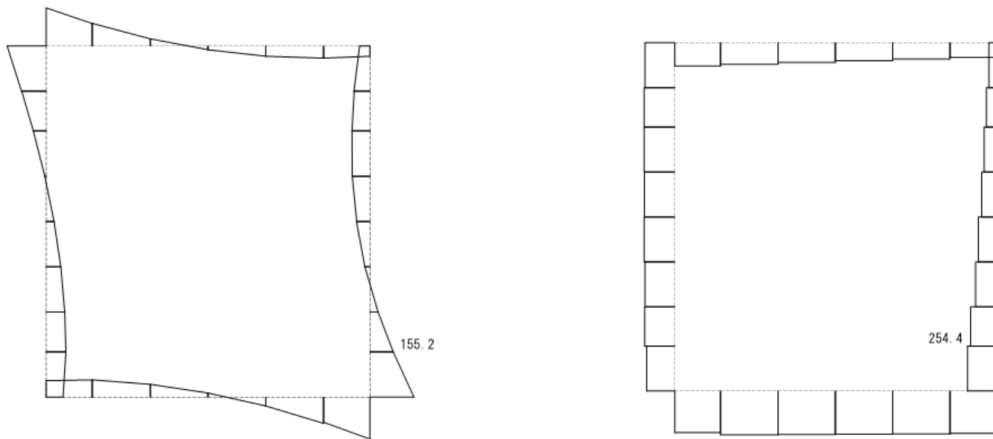
(c) せん断力 (kN)

図 7.2.5-13(1) せん断破壊に対する照査値最大時の断面力図 (斜面部) (S s - D)

表 7.2.5-6(2) せん断破壊に対する最大照査値 (平坦部)

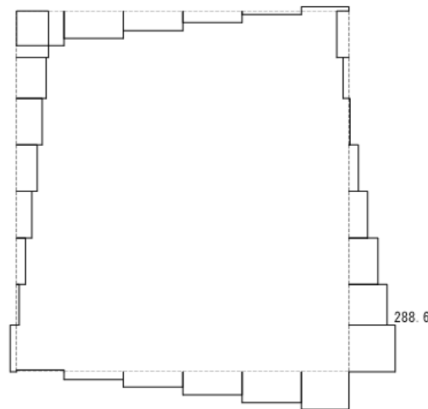
地震動	照査用 せん断力 V_d^* (kN)	せん断耐力 $V_{y d}$ (kN)	照査値 $V_d/V_{y d}$
S s - N 2 (N S)	303	1135	0.27

注記* : 照査用せん断力 $V_d =$ 発生せん断力 $V \times$ 構造解析係数 $\gamma_a (=1.05)$



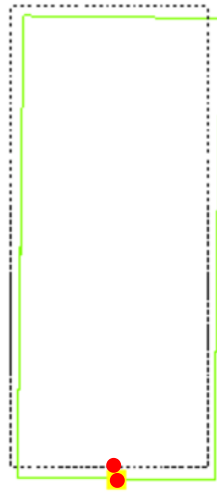
(a) 曲げモーメント (kN・m)

(b) 軸力 (kN)



(c) せん断力 (kN)

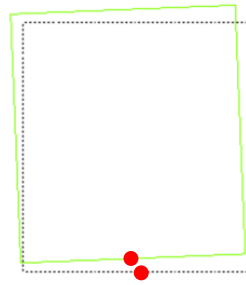
図 7.2.5-13(2) せん断破壊に対する照査値最大時の断面力図 (平坦部)
(S s - N 2 (N S))



- : 变形量算定位置
- : 变形前
- : 变形後

鉛直变形量 = 0.491cm

図 7.2.5-14(1) 残留变形図 (斜面部)



- : 变形量算定位置
- : 变形前
- : 变形後

鉛直变形量 = 0.805cm

図 7.2.5-14(2) 残留变形図 (平坦部)

7.2.6 2号機開閉所防護壁の耐震性評価

(1) 概要

2号機開閉所防護壁は、アクセスルートへ近接した位置に設置した壁状の鋼構造物であり、地震時のアクセスルートへの影響を評価する必要があることから、基準地震動 S_s による地震動に対して耐震評価を実施し、屋外アクセスルートに影響を及ぼさないことを確認する。

(2) 基本方針

a. 位置

2号機開閉所防護壁の位置を図7.2.6-1に示す。

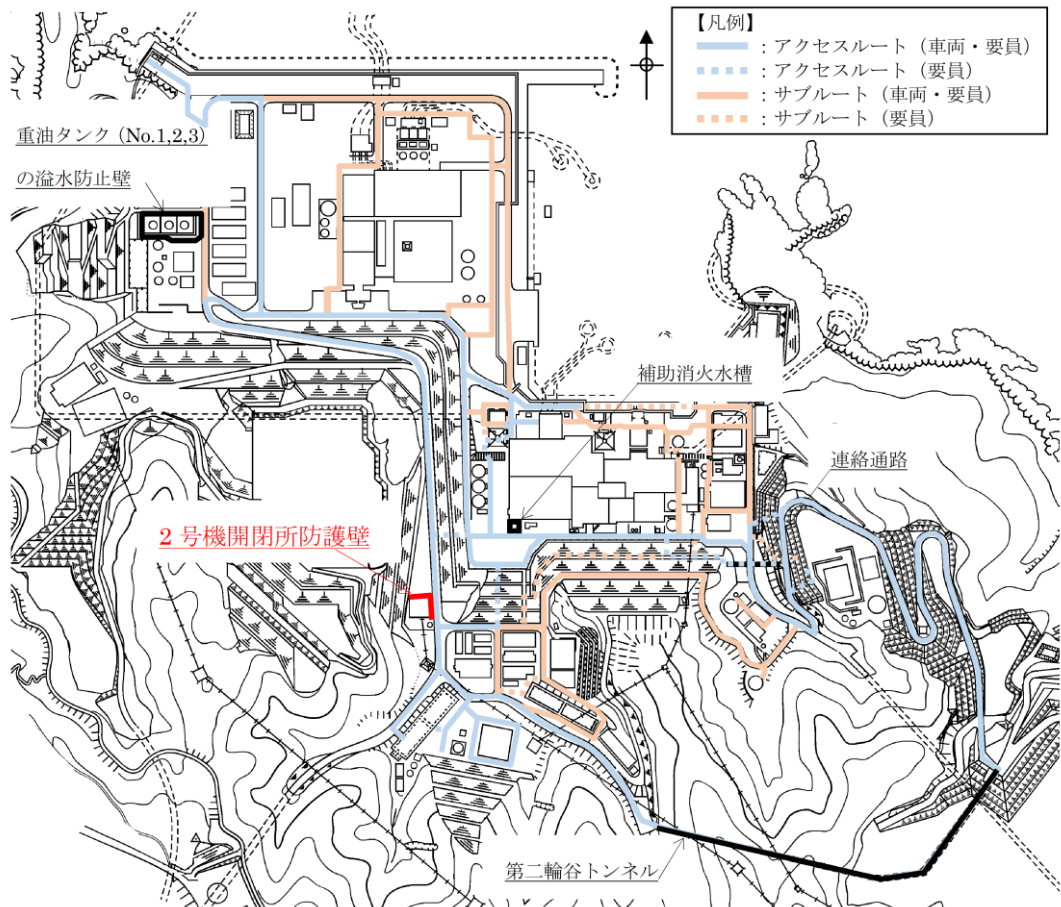
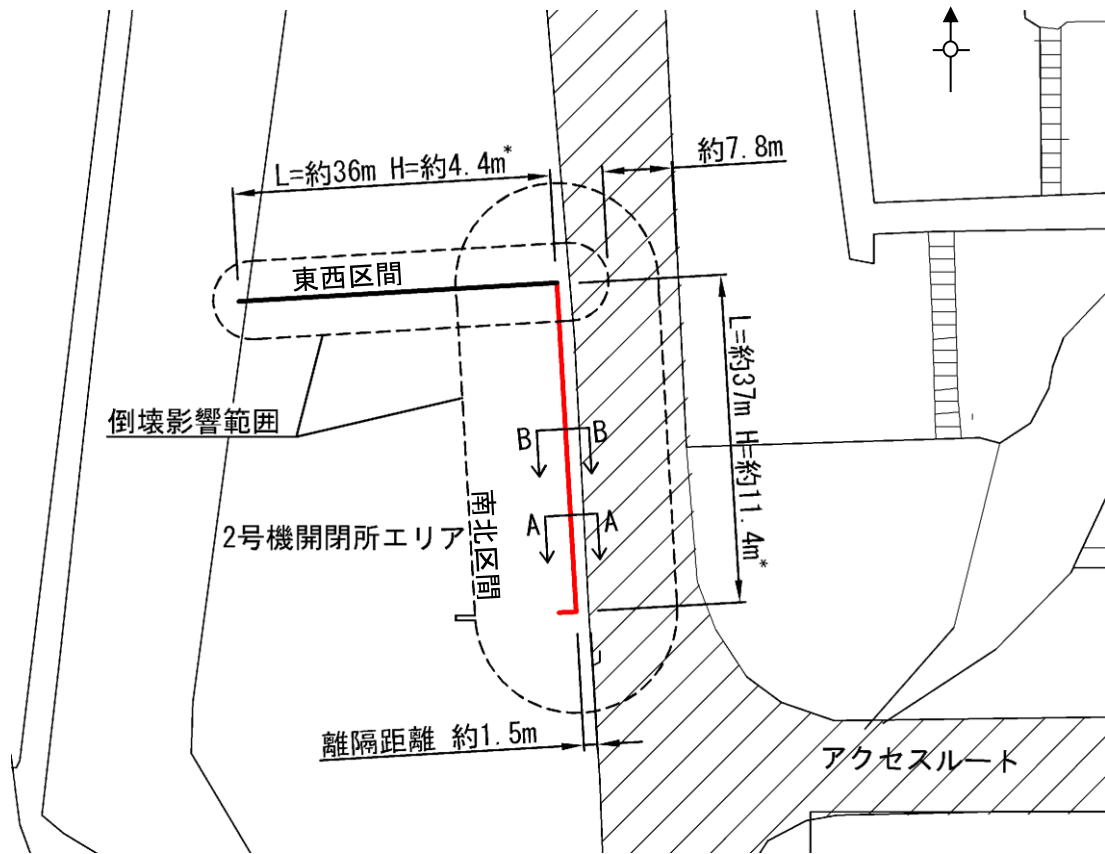


図 7.2.6-1 2号機開閉所防護壁の設置位置

b. 構造概要

屋外のアクセスルートに近接している2号機開閉所防護壁は、南北区間の高さは7.0m、東西区間の高さは15.5m（地上部高さは、南北区間約11.4m、東西区間約4.4m）、総延長約73m（南北区間約37m、東西区間約36m）の支柱、鋼板等で構成された鋼製壁であり、岩盤又はマンメイドロックを介して岩盤に設置している。

2号機開閉所防護壁の概略平面図を図7.2.6-2に、概略正面図を図7.2.6-3に、概略断面図を図7.2.6-4に示す。



注記*：地上部高さを示す。

図 7.2.6-2 2号機開閉所防護壁の概略平面図

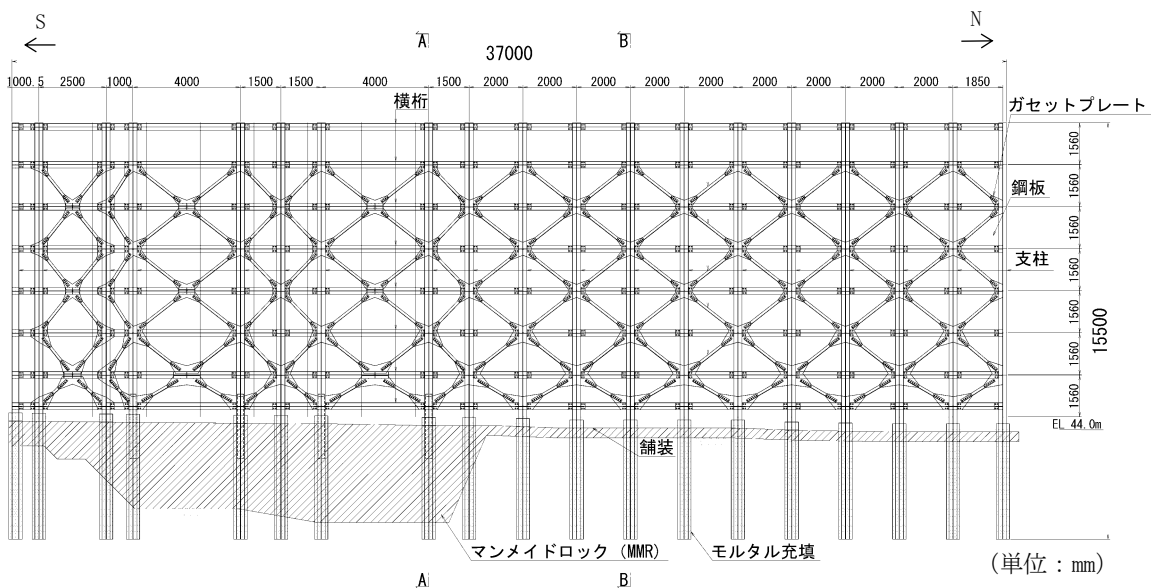
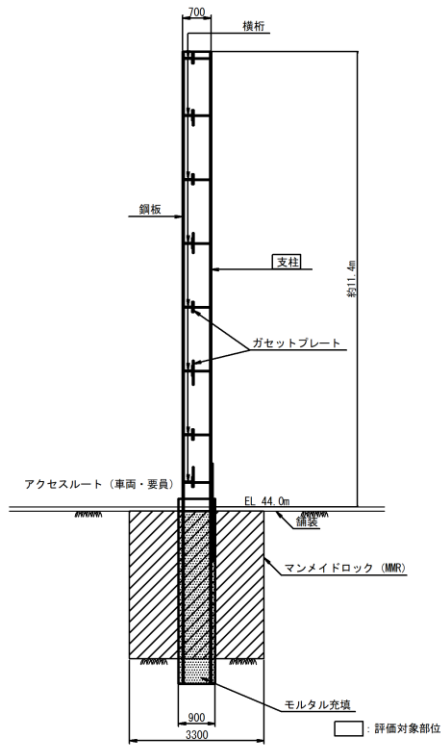
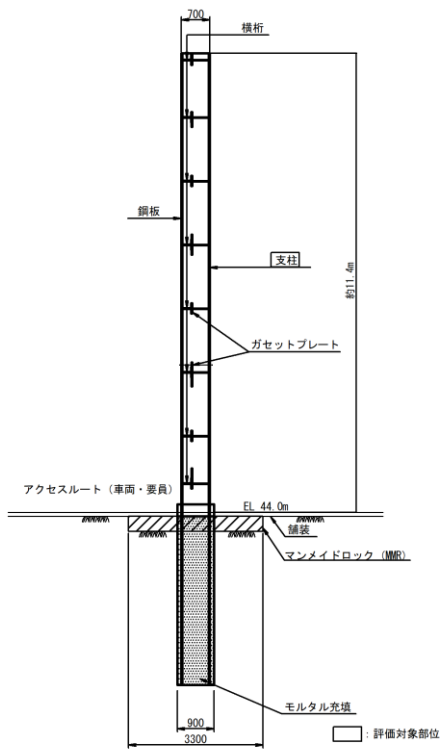


図 7.2.6-3 2号機開閉所防護壁の概略正面図
(南北区間)



(単位：mm)

(A-A断面)



(単位：mm)

(B-B断面)

図 7.2.6-4 2号機開閉所防護壁の概略断面図

c. 評価方針

2号機開閉所防護壁の耐震評価は、基準地震動 S_s （6波）による地震力に対して倒壊に至らないことを確認するため、支柱について応力度照査を実施する。

2号機開閉所防護壁の耐震評価フローを図7.2.6-5に示す。

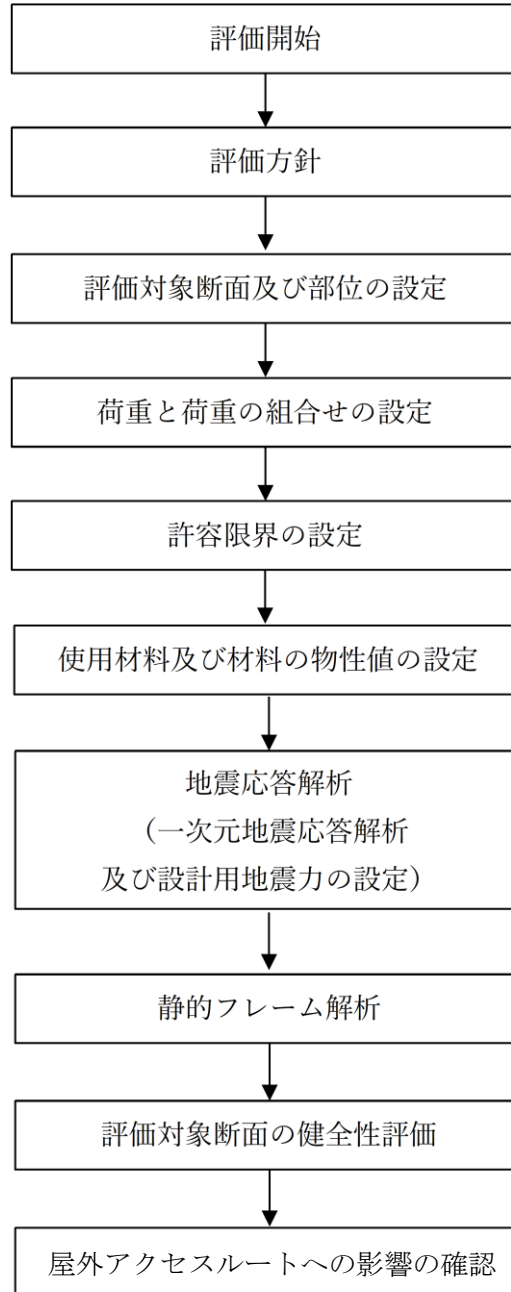


図7.2.6-5 2号機開閉所防護壁の耐震評価フロー

(3) 耐震評価

a. 評価対象断面及び評価対象部位

評価対象断面は、2号機開閉所防護壁のうち、地震時の倒壊影響範囲を想定した場合、アクセスルートとして必要な幅員が確保できない南北区間を評価対象とし、基礎構造が同一であるため、最も支柱間隔が広く分担荷重が大きくなるA-A断面とする。評価対象部位については、アクセスルート側への倒壊を評価する観点から支柱とする。なお、東西区間については、倒壊影響範囲を想定した場合、アクセスルートの通行性が確保可能であることから評価対象としない。

2号機開閉所防護壁の評価対象断面図及び評価対象部位を図7.2.6-6に示す。

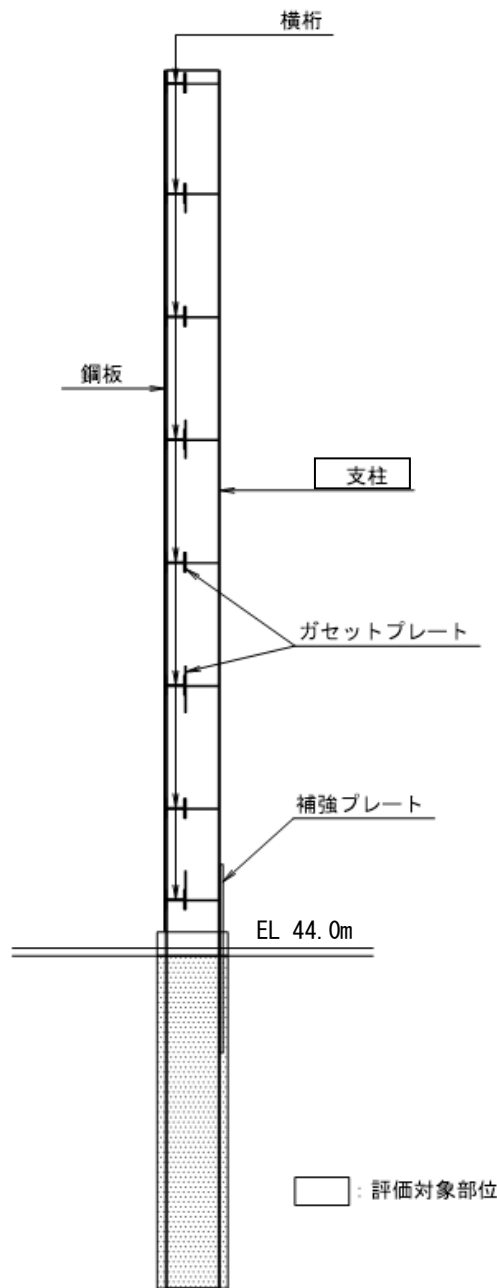


図7.2.6-6 評価対象断面図及び評価対象部位 (A-A断面)

b. 荷重及び荷重の組合せ

荷重は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき設定する。荷重の組合せを表7.2.6-1に示す。

表 7.2.6-1 荷重の組合せ

外力の状態	荷重の組合せ
地震時 (S _s)	G + P _k + S _s

G : 固定荷重 (横桁等)

P_k : 風荷重

S_s : 地震荷重 (基準地震動 S_s)

c. 許容限界

2号機開閉所防護壁の評価における支柱の許容限界を表7.2.6-2に示す。

表 7.2.6-2 2号機開閉所防護壁の評価における許容限界

機能設計上の性能目標	地震力	部位	機能維持のための考え方	許容限界
屋外のアクセスルートを確保すること	基準地震動 S _s	支柱	発生する応力 (曲げ軸力, せん断力) が許容限界を超えないことを確認	短期許容曲げ 圧縮応力度 別途算出*1
				短期許容せん断 応力度*2 158N/mm ²

注記*1: 「評価対象部位の曲げ軸力に対する許容限界」に示す。

*2: 道路橋示方書 (I 共通編・II 鋼橋編)・同解説 ((社) 日本道路協会, 平成24年3月)

評価対象部位 (支柱) の曲げ軸力に対する許容限界は, 「道路橋示方書 (I 共通編・II 鋼橋編)・同解説 ((社) 日本道路協会, 平成24年3月)」に基づき, 以下の式にて算出する。

(a) 軸方向力が圧縮の場合

$$\frac{\sigma_c}{\sigma_{caz}} + \frac{\sigma_{bcy}}{\sigma_{bagy}\alpha_y} + \frac{\sigma_{bcz}}{\sigma_{bao}\alpha_z} \leq 1$$

$$\sigma_c + \frac{\sigma_{bcy}}{\alpha_y} + \frac{\sigma_{bcz}}{\alpha_z} \leq \sigma_{cal}$$

σ_t, σ_c : それぞれ照査する断面に作用する軸方向力による引張及び
圧縮応力度 (N/mm²)

$\sigma_{bcy}, \sigma_{bcz}$: それぞれ強軸及び弱軸まわりに作用する曲げモーメン
トによる曲げ圧縮応力度 (N/mm²)

σ_{caz} : 弱軸まわりの許容軸方向圧縮応力度 (N/mm²)

σ_{bagy} : 局部座屈を考慮しない強軸まわりの許容曲げ圧縮応力度
(N/mm²)

σ_{bao} : 局部座屈を考慮しない許容曲げ圧縮応力度の上限値
(N/mm²)

σ_{cal} : 局部座屈に対する許容応力度 (N/mm²)

α_y, α_z : それぞれ強軸及び弱軸まわりの付加曲げモーメントの
影響を考慮するための係数。ただし、有限変位理論によって断
面力を算出する場合には 1 とする。

$$\alpha_y = 1 - \frac{\sigma_c}{0.8\sigma_{ey}}$$

$$\alpha_z = 1 - \frac{\sigma_c}{0.8\sigma_{ez}}$$

σ_{ey}, σ_{ez} : それぞれ強軸及び弱軸まわりのオイラー座屈応力度
(N/mm²)

$$\sigma_{ey} = \pi^2 E / (l/\gamma_y)^2$$

$$\sigma_{ez} = \pi^2 E / (l/\gamma_z)^2$$

l : 有効座屈長 (mm)

γ_y, γ_z : それぞれ強軸及び弱軸まわりの断面二次半径 (mm)

E : 鋼材のヤング係数 (N/mm²)

d. 使用材料及び材料の物性値

構造物の使用材料を表 7.2.6-3 に、使用材料の物性値を表 7.2.6-4 に示す。

表 7.2.6-3 使用材料

種 類	仕 様
横桁	H-250×250×9×14
鋼板	PL-12
支柱	SM490
ガセットプレート	PL-16
補強プレート	PL-36

表 7.2.6-4 材料の物性値

種 類	ヤング係数 (N/mm ²)	単位体積重量 (kN/m ³)
横桁	-	77.0
鋼板	2.0×10 ⁵	77.0
支柱	2.0×10 ⁵	77.0
ガセットプレート	-	77.0
補強プレート	2.0×10 ⁵	77.0

e. 地震応答解析及び設計用地震力

地震応答解析に用いる入力地震動は、解放基盤表面で定義される基準地震動 S_s を一次元波動論により 2 号機開閉所防護壁の地表面位置で評価したものをを用いる。(解析コード「SHAKE」)

設計用地震力の設定については、構造物の固有周期が 0.05s 未満の場合は、剛構造と判断し、1 次元地震応答解析結果から得られる加速度応答加速度スペクトルに対し、0.05s の加速度応答を設計用地震力として設定する。一方、0.05s 以上の場合は、加速度応答スペクトルに±10% 拡幅した拡幅スペクトルに対して、固有周期を考慮した加速度応答を設計用地震力として設定する。

1 次元地震応答解析の地盤モデルを図 7.2.6-7 に、固有周期の算出結果を表 7.2.6-5 に、設計用床応答スペクトルを図 7.2.6-8 に、設計用地震力を表 7.2.6-6 に示す。

地盤については、VI-2-1-3「地盤の支持性能に係る基本方針」にて設定している物性値を用いる。設計地下水位は、VI-2-1-3「地盤の支持性能に係る基本方針」に従い設定する。

[地下構造モデル]

[2号機開閉所防護壁
位置の地盤モデル]

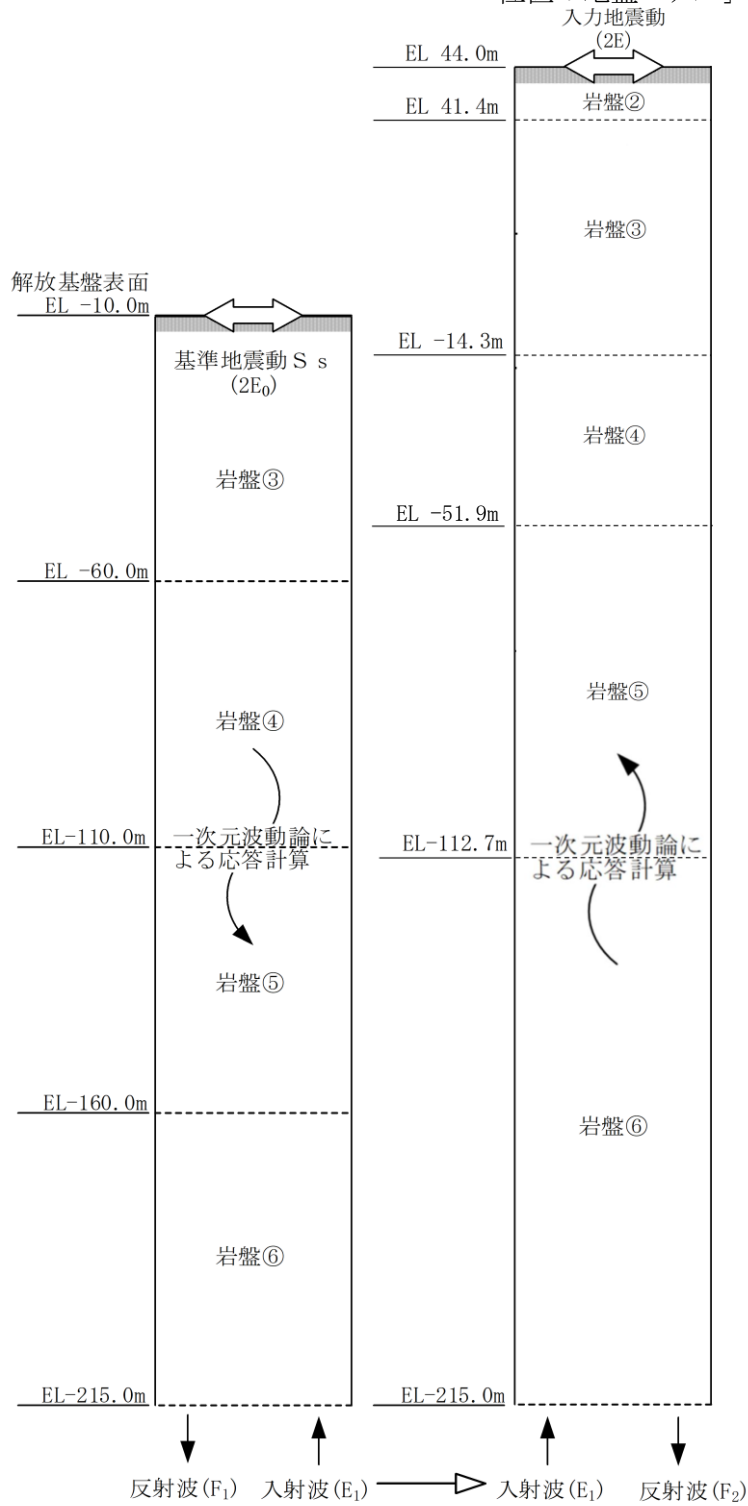
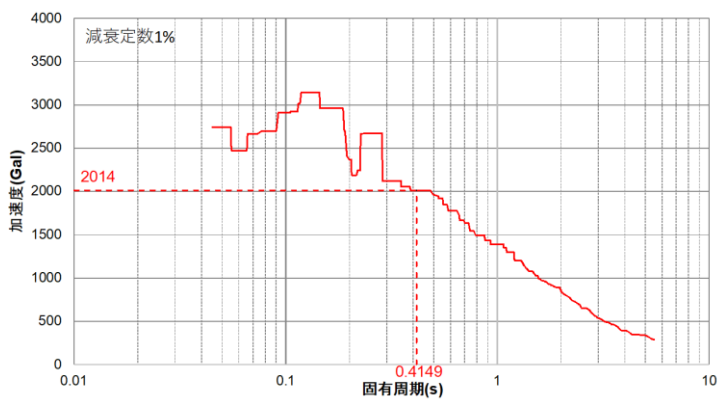


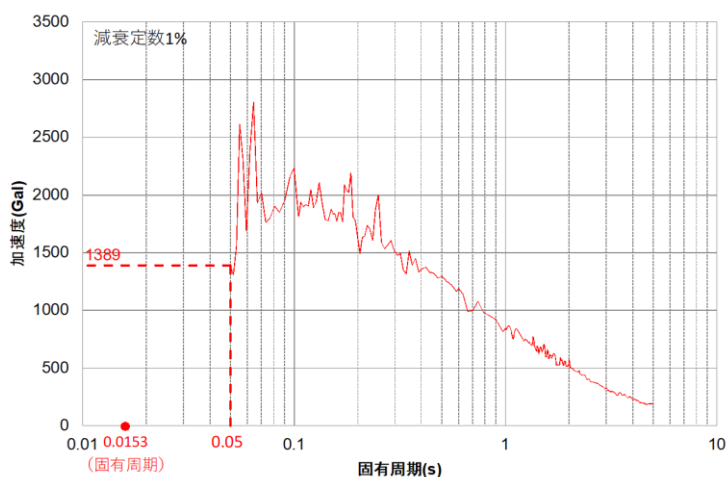
図 7.2.6-7 1次元地震応答解析用地盤モデル

表 7.2.6-5 固有周期の算出結果

項目	単位	数値	
		水平方向	鉛直方向
固有周期	s	0.4149	0.0153



(水平方向*¹)



(鉛直方向*²)

図 7.2.6-8 設計用床応答スペクトル

注記*1：水平方向の固有周期 0.05s 以上であるため、加速度応答スペクトルに ±10% 拡幅した拡幅スペクトル

*2：鉛直方向の固有周期 0.05s 未満であるため、固有周期 0.05s の加速度を採用

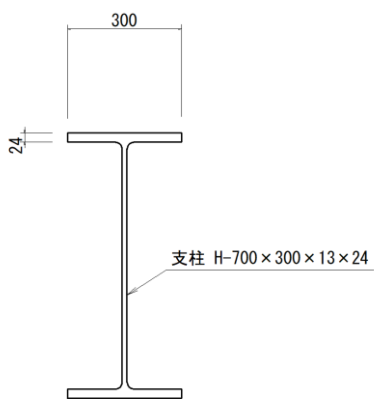
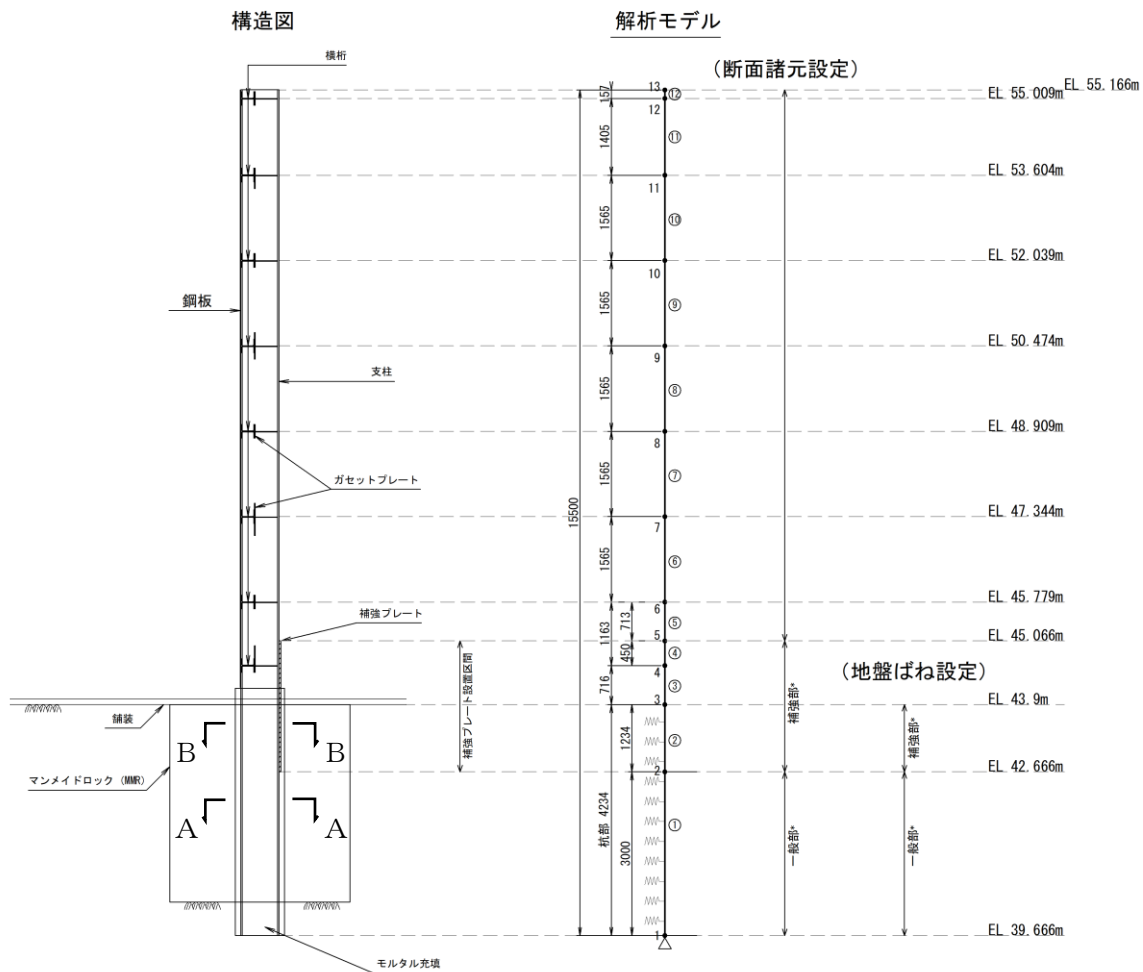
表 7.2.6-6 2号機開閉所防護壁の設計用地震力

対象構造物	設計用地震力	
	水平 K_H	鉛直 K_V
2号機開閉所防護壁	2.05	1.42

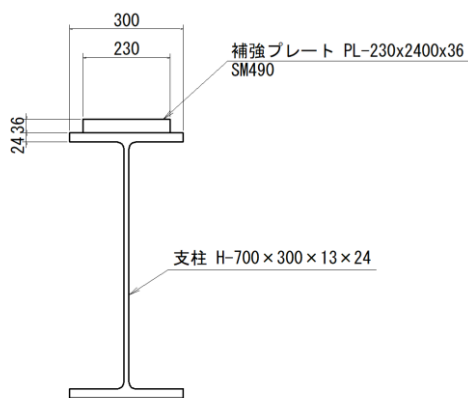
f. 静的フレーム解析

支柱の解析モデルは、支柱を線形はり要素、地盤を線形ばね要素としたはりばねモデルによる線形解析とする。なお、断面諸元及び地盤ばね（水平方向）の設定において、補強プレートを設置している範囲は補強部とし、設置していない範囲は一般部とする。補強プレートは「道路橋示方書（Ⅰ 共通編・Ⅱ 鋼橋編）・同解説（（社）日本道路協会、平成 24 年 3 月）」に基づき、支柱のフランジに重ね合わせて連続すみ肉溶接している。そのため、補強部の断面 2 次モーメント算定時には補強プレートの部材厚及び幅を、断面積算定時には補強プレートの断面積を考慮している。

支柱の解析モデルを図 7.2.6-9 に、断面諸元及び地盤ばね定数（水平方向）を表 7.2.6-7 に示す。



一般部 (A-A断面)



補強部 (B-B断面)

(単位: mm)

注記*: 断面諸元及び地盤ばね定数の設定において考慮する2区間を示す。

図 7.2.6-9 支柱の解析モデル

表 7.2.6-7(1) 断面諸元

	断面諸元	
	断面 2 次モーメント	断面積
補強部	$2.80 \times 10^{-3} (\text{m}^4)$	$3.14 \times 10^{-2} (\text{m}^2)$
一般部	$1.97 \times 10^{-3} (\text{m}^4)$	$2.32 \times 10^{-2} (\text{m}^2)$

表 7.2.6-7(2) 地盤ばね定数 (水平方向)

	ばね定数	
	常時	地震時
補強部	$8.56 \times 10^5 (\text{kN}/\text{m}^2)$	$1.72 \times 10^6 (\text{kN}/\text{m}^2)$
一般部	$8.87 \times 10^5 (\text{kN}/\text{m}^2)$	$1.78 \times 10^6 (\text{kN}/\text{m}^2)$

(4) 評価方法

評価対象部位の耐震評価は、支柱について、曲げ及びせん断力の応力度照査を行い、許容限界以下であることを確認する。

(5) 評価結果

支柱の曲げ圧縮及びせん断力に対する照査値を表 7.2.6-8 に、断面力 (曲げ及びせん断) を図 7.2.6-10 に示す。評価対象部位の発生力は、許容限界以下であり、2号機開閉所防護壁が基準地震動 S_s による地震力に対して倒壊に至らないことを確認した。

表 7.2.6-8(1) 曲げ圧縮に対する照査値

部材	発生断面力		照査値
	曲げモーメント ($\text{kN} \cdot \text{m}$)	軸力 (kN)	
支柱	854.9	183.3	0.55

表 7.2.6-8(2) せん断力に対する照査値

部材	発生応力度 (N/mm^2)	短期許容 せん断応力 (N/mm^2)	照査値
支柱	64	158	0.41

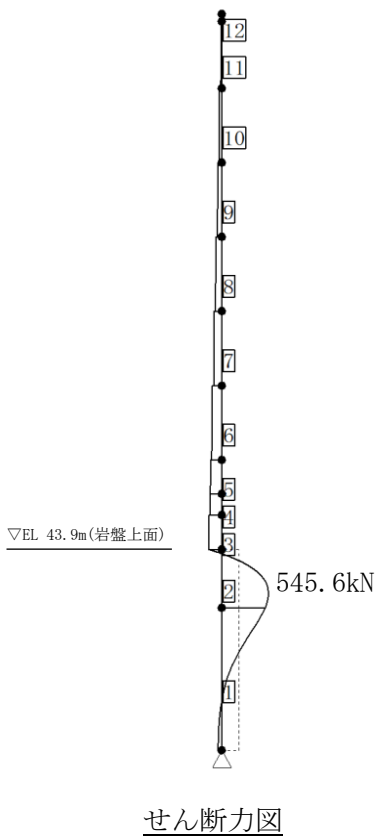
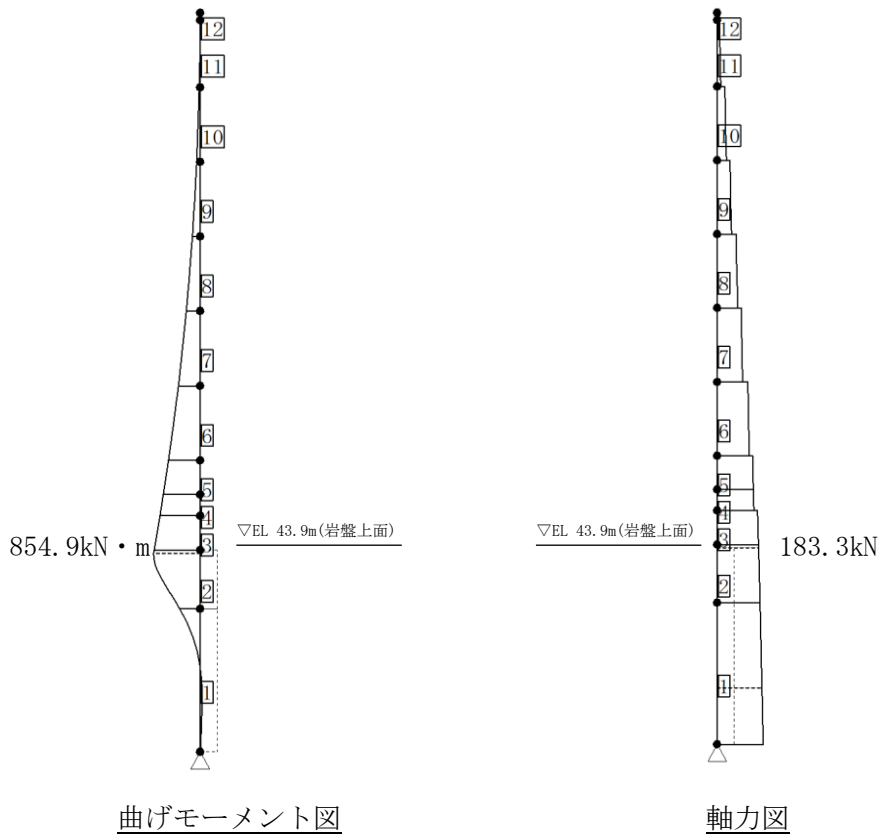


図 7.2.6-10 断面力図

7.2.7 補助消火水槽の耐震性評価

(1) 概要

補助消火水槽の地上部は、アクセスルートへ近接した位置に設置した鉄筋コンクリート造の構造物であり、地震時のアクセスルートへの影響を評価する必要があることから、基準地震動 S_s による地震動に対して耐震評価を実施し、屋外アクセスルートに影響を及ぼさないことを確認する。

(2) 基本方針

a. 位置

補助消火水槽の設置位置図を図 7.2.7-1 に示す。

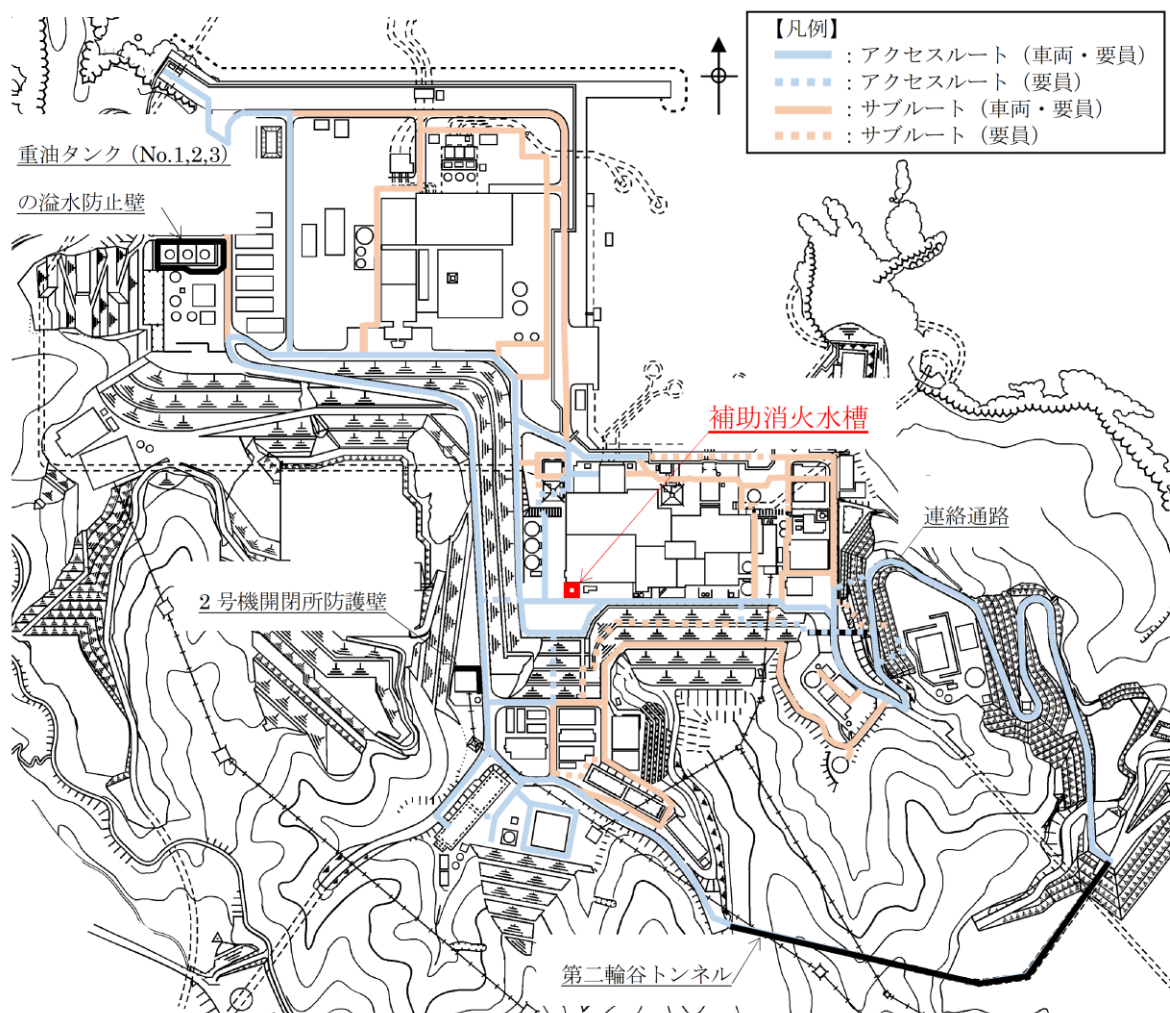


図 7.2.7-1 補助消火水槽の設置位置図

b. 構造概要

屋外のアクセスルートに近接している補助消火水槽は、幅 12.6m（東西方向）× 14.9m（南北方向）、高さ約 20.9mの鉄筋コンクリート造の地中（一部地上部を含む）構造物であり、マンメイドロックを介して岩盤に設置されている。

また、地上部は、幅 5.8m（東西方向）×3.2m（南北方向）、高さ約 3.6mのペントハウスがアクセスルートの周辺構造物として存在する。

補助消火水槽の概略平面図を図 7.2.7-2 に、概略断面図を図 7.2.7-3 に、地上部の概略配筋図を図 7.2.7-4 に示す。

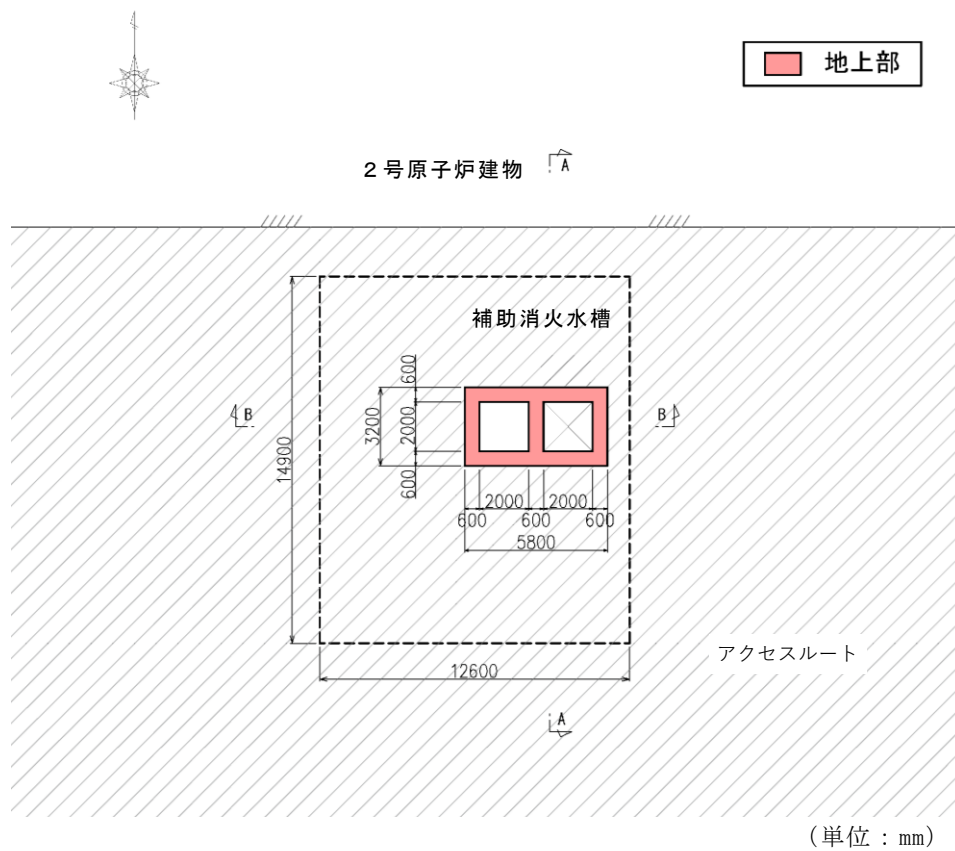


図 7.2.7-2 補助消火水槽の概略平面図

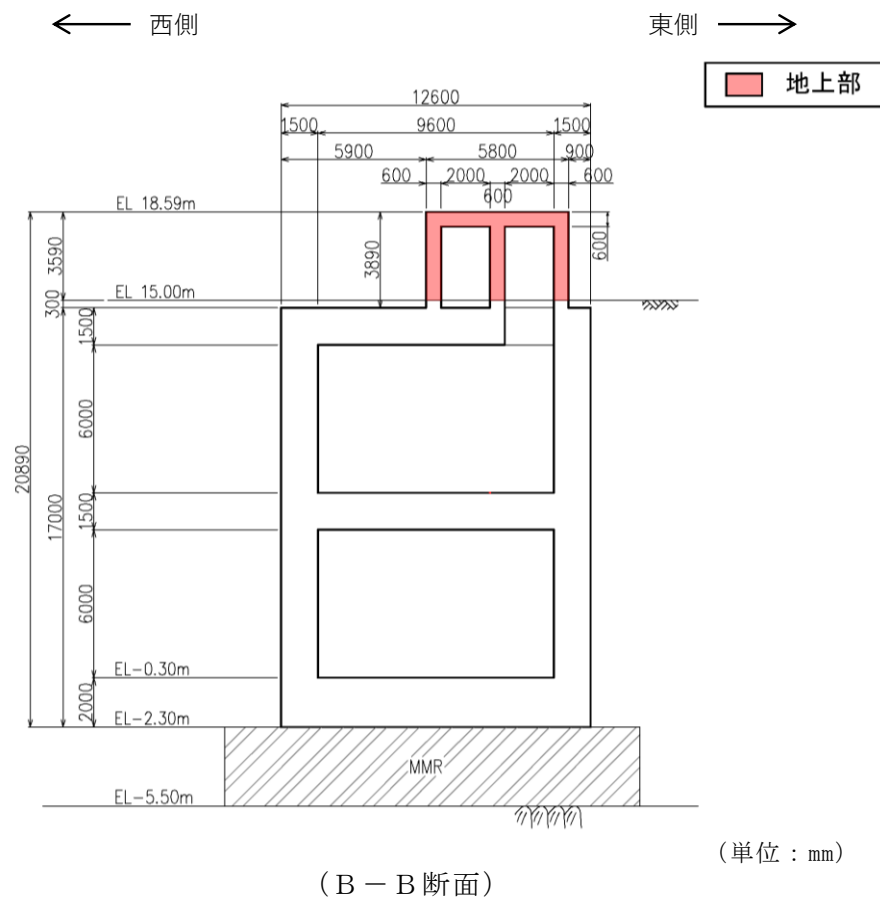
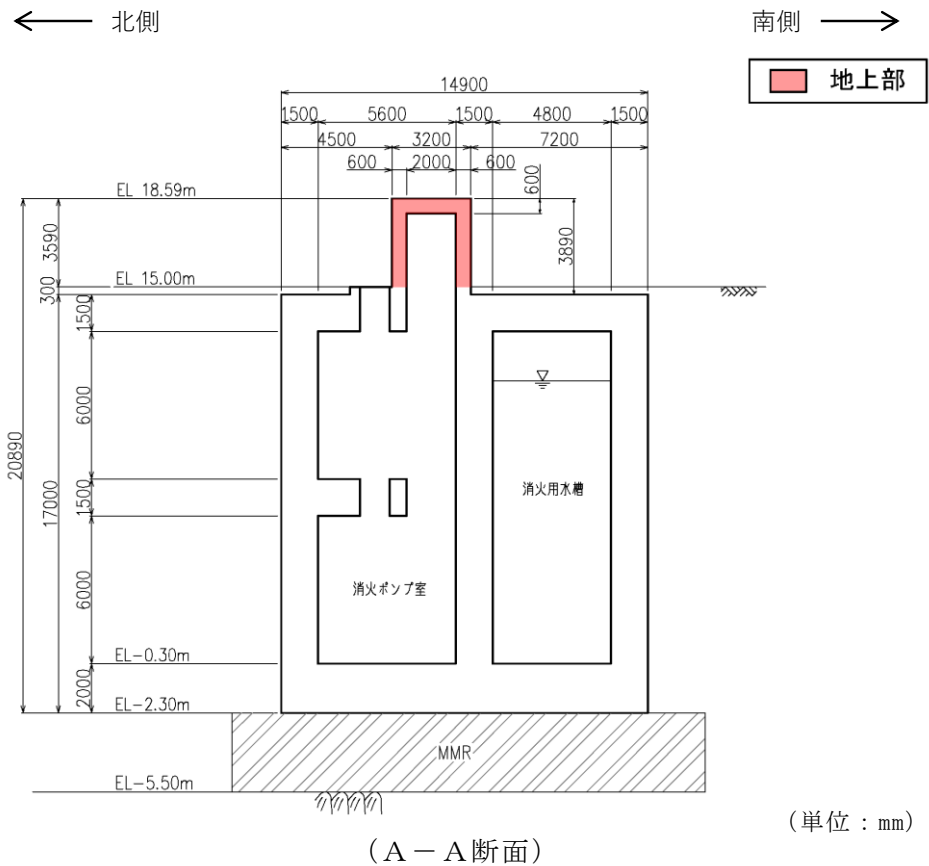


図 7. 2. 7-3 補助消火水槽の概略断面図

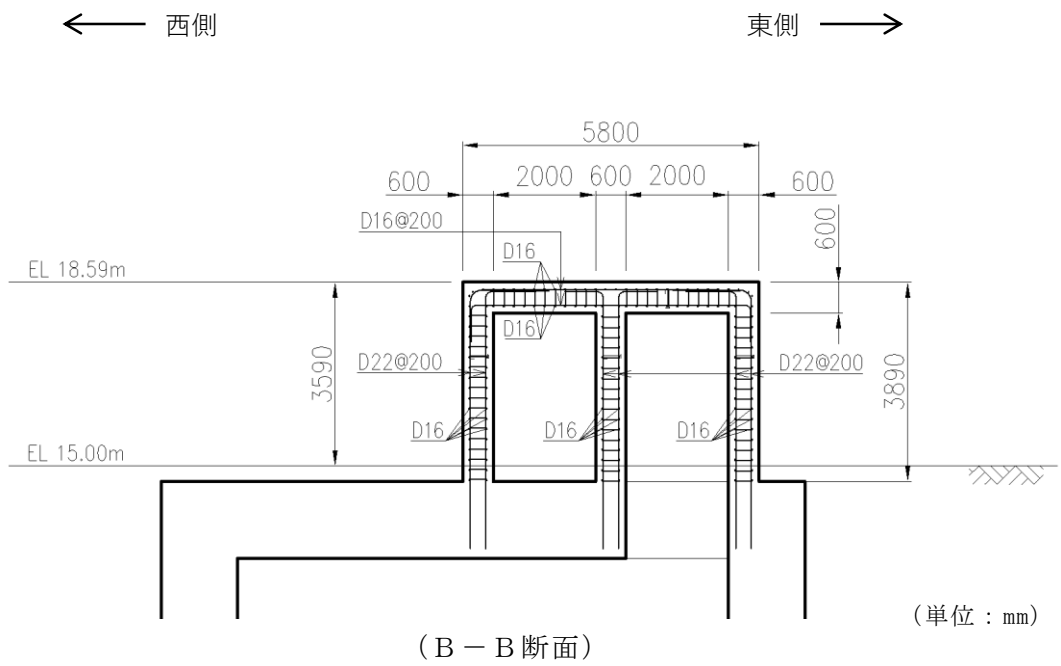
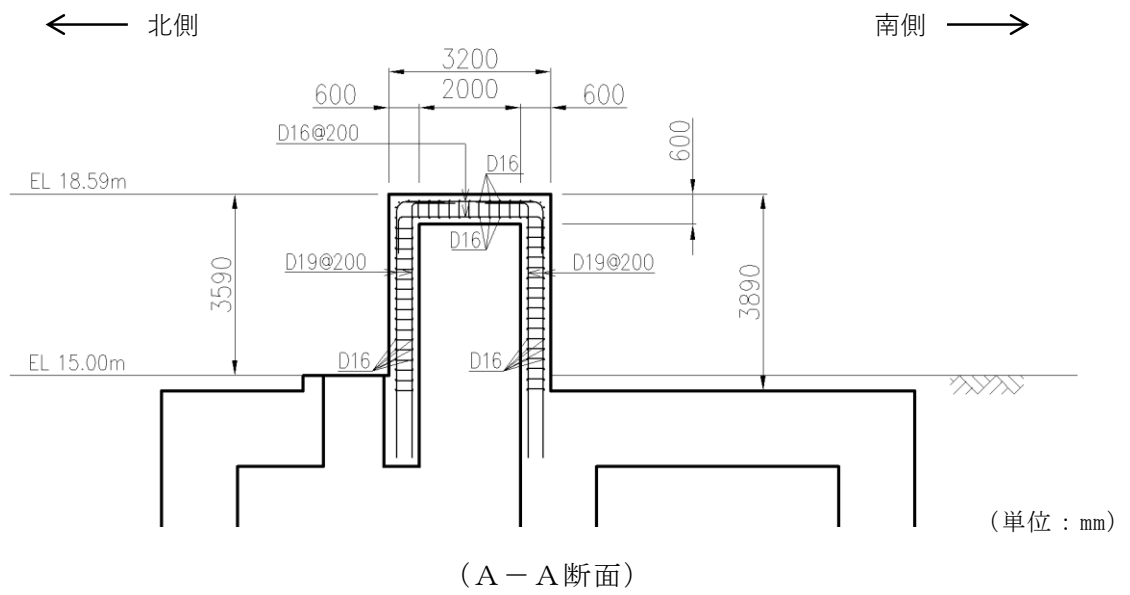


図 7.2.7-4 補助消火水槽（地上部）の概略配筋図

c. 評価方針

補助消火水槽の耐震評価は、倒壊時にアクセスルートへの影響が考えられる地上部の各部材について、基準地震動 S_s （6波）に対して一次元地震応答解析により算定した設計用地震力に対して倒壊に至らないことを確認するため、曲げ・軸力系及びせん断破壊に対する照査を実施する。

補助消火水槽の耐震評価フローを図 7.2.7-5 に示す。

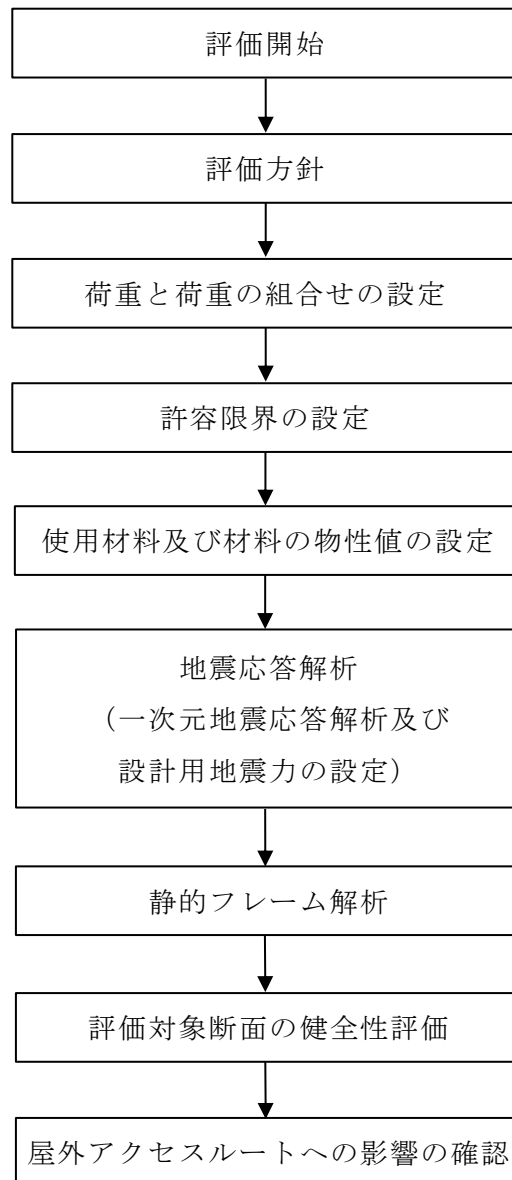


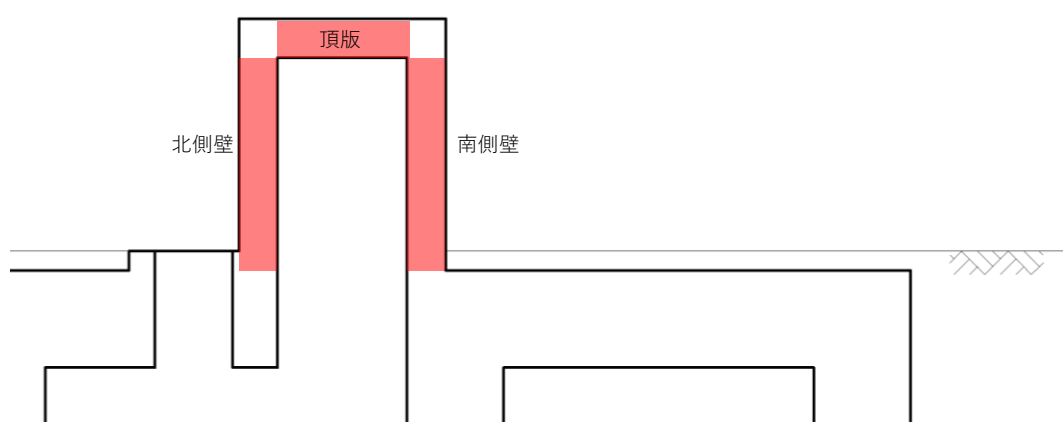
図 7.2.7-5 補助消火水槽の耐震評価フロー

(3) 耐震評価

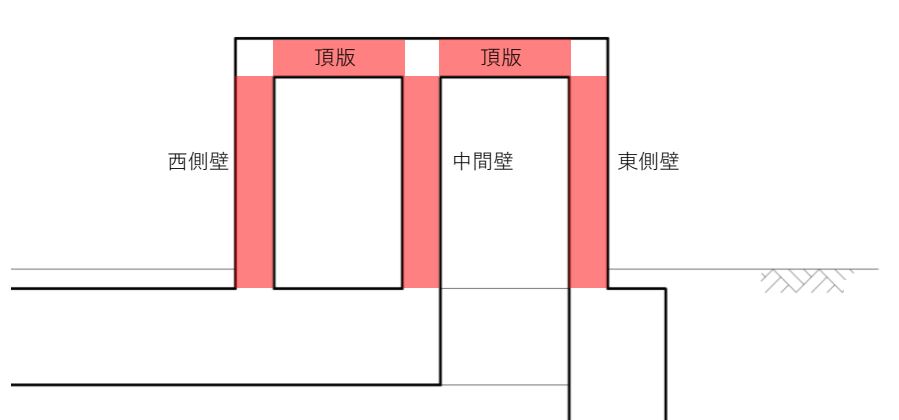
a. 評価対象断面及び評価対象部材

補助消火水槽のアクセスルート側への倒壊を評価する観点から、評価対象断面は、地上部を含む直交する2断面とする。評価対象部材は、補助消火水槽の地上部を構成する側壁、中間壁、及び頂版とする。

補助消火水槽の評価対象断面図及び評価対象部材を図7.2.7-6に示す。



(A-A断面)



(B-B断面)

図7.2.7-6 評価対象断面図及び評価対象部材

b. 荷重及び荷重の組合せ

荷重は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき設定する。荷重の組合せを表 7.2.7-1 に示す。

表 7.2.7-1 荷重の組合せ

外力の状態	荷重の組合せ
地震時 (S_s)	$G + P_s + P_k + S_s$

G : 固定荷重

P_s : 積雪荷重

P_k : 風荷重

S_s : 地震荷重 (基準地震動 S_s)

c. 許容限界

補助消火水槽の各構造部材の曲げ・軸力系の破壊に対する許容限界は、「原子力発電所屋外重要土木構造物の耐震性能照査指針・マニュアル (2005 年 6 月 土木学会 原子力土木委員会)」に基づき、限界ひずみ (圧縮縁コンクリートひずみ 1.0% (10000 μ)) とする。構造部材のせん断破壊に対する許容限界は、棒部材式で求まるせん断耐力とする。

補助消火水槽の評価における許容限界を表 7.2.7-2 に示す。

表 7.2.7-2 補助消火水槽の評価における許容限界

機能設計上の性能目標	地震力	部材	機能維持のための考え方	許容限界
屋外のアクセスルートを保すること	基準地震動 S_s	側壁, 中間壁, 及び頂版	発生するひずみ及び応力が許容限界を超えないことを確認	圧縮縁コンクリートひずみ 1.0% (10000 μ)
				せん断耐力*

注記* : 原子力発電所屋外重要土木構造物の耐震性能照査指針・マニュアル ((社) 土木学会, 2005 年) の棒部材式で求まるせん断耐力とする。

d. 使用材料及び材料の物性値

構造物の使用材料を表 7.2.7-3 に、使用材料の物性値を表 7.2.7-4 に示す。

表 7.2.7-3 使用材料

材料		仕様
構造物	コンクリート	設計基準強度 24.0N/mm ²
	鉄筋	SD345
MMR		設計基準強度 18.0N/mm ²

表 7.2.7-4 使用材料の物性値

材料	ヤング係数 (N/mm ²)	単位体積重量 (kN/m ³)	ポアソン比
構造物	2.50×10 ⁴	24.0* ¹	0.2
MMR	2.20×10 ⁴	22.6* ²	

注記*1：鉄筋コンクリートの単位体積重量を示す。

*2：無筋コンクリートの単位体積重量を示す。

e. 地震応答解析及び設計用地震力

地震応答解析に用いる入力地震動は、解放基盤表面で定義される基準地震動 S_s を一次元波動論により地表面位置で評価したものをを用いる。補助消火水槽周辺には、設計地下水位以深の液状化対象層が存在するため、1次元地震応答解析における順応答解析は、有効応力解析（解析コード「FLIP」）とする。なお、補助消火水槽の地中部については、地表部の加速度応答を保守的に評価するため、埋戻土でモデル化する。

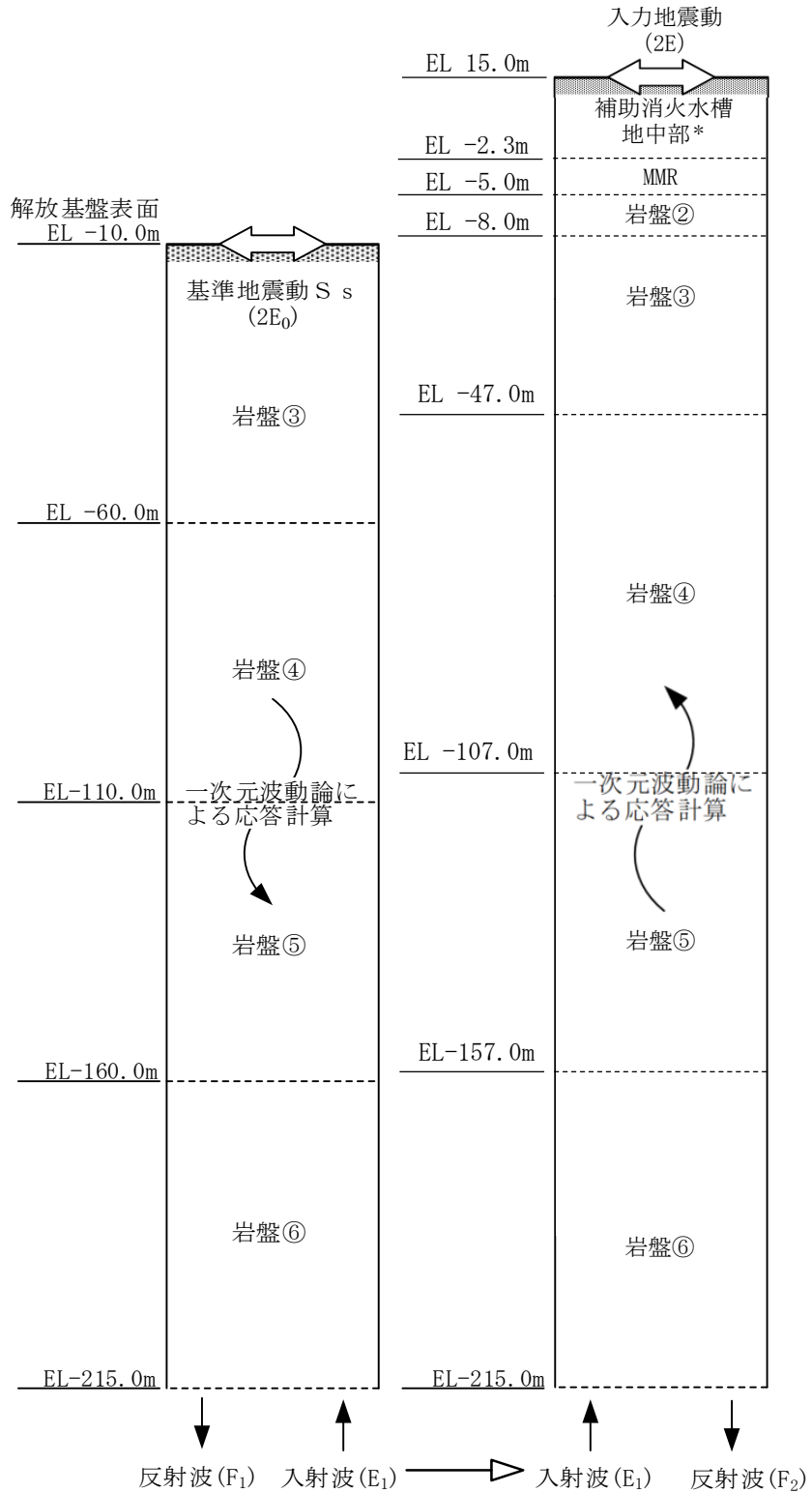
1次元地震応答解析の地盤モデルを図 7.2.7-7 に示す。

1次元地震応答解析による地表面位置における最大応答加速度を表 7.2.7-5 に示す。これに基づき保守的に設定した設計震度を表 7.2.7-6 に示す。

地盤については、VI-2-1-3「地盤の支持性能に係る基本方針」にて設定している物性値を用いる。設計地下水位は、VI-2-1-3「地盤の支持性能に係る基本方針」に従い、地表面（EL 15.0m）に設定する。

[地下構造モデル]

[補助消火水槽位置
の地盤モデル]



注記*：補助消火水槽の地中部は地表部の加速度応答を保守的に評価するため、埋戻土でモデル化する。

図 7.2.7-7 1次元地震応答解析用地盤モデル

表 7.2.7-5 地表面位置における最大応答加速度

地震動	最大応答加速度 (Gal)	
	水平	鉛直
S _s -D	780	1243*
S _s -N1	998*	954
S _s -N2 (NS)	643	898
S _s -N2 (EW)	814	912
S _s -F1 (NS)	920	853
S _s -F1 (EW)	598	861
S _s -F2 (NS)	983	786
S _s -F2 (EW)	790	760

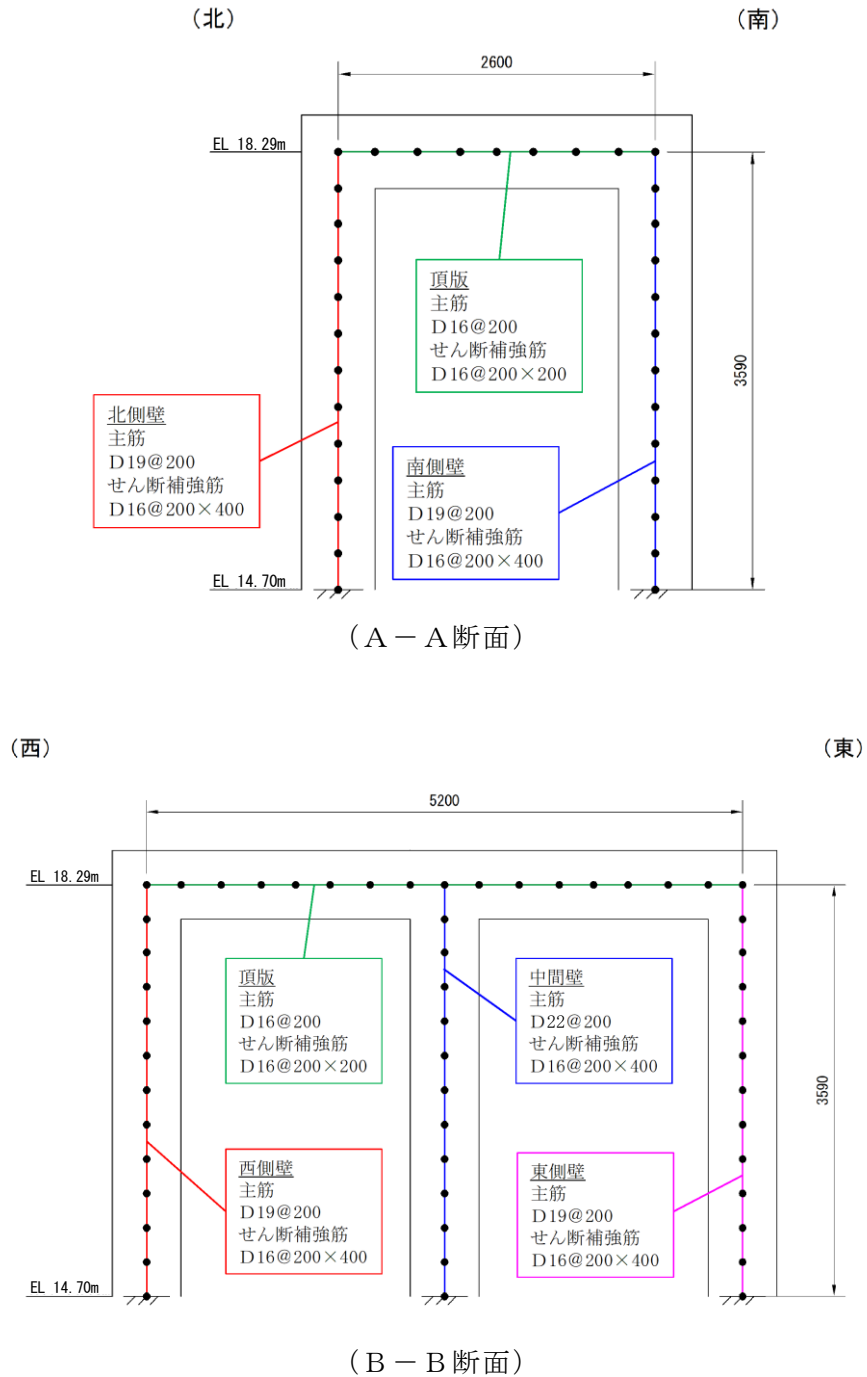
注記* : 全ケースのうち最大値を示す。

表 7.2.7-6 補助消火水槽の設計用地震力

対象構造物	設計震度	
	水平 K _H	鉛直 K _V
補助消火水槽	1.2	1.5

f. 静的フレーム解析

補助消火水槽は，部材図心軸を軸心としたはり要素でモデル化し，2次元フレーム解析により耐震評価を行う。2次元フレーム解析モデルを図7.2.7-8に示す。



(単位：mm)

図7.2.7-8 2次元フレーム解析モデル図

(4) 評価方法

評価対象部材の耐震評価は、地上部を構成する側壁、中間壁及び頂板について、曲げ・軸力系及びせん断破壊に対する照査を行い、許容限界以下であることを確認する。

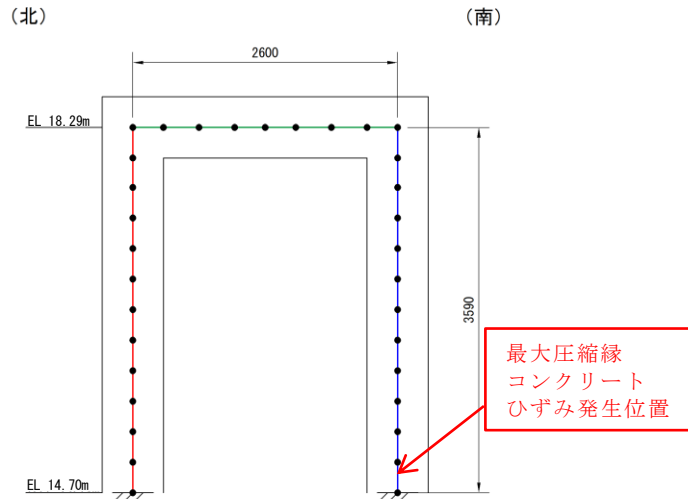
(5) 評価結果

曲げ・軸力系破壊に対する照査値を表 7.2.7-7 に、最大圧縮縁コンクリートひずみ発生位置を図 7.2.7-9 に、せん断破壊に対する照査値を表 7.2.7-8 に、発生断面力を図 7.2.7-10 に示す。評価対象部材の発生力は、許容限界以下であり、補助消火水槽の地上部が基準地震動 S_s による地震力に対して倒壊に至らないことを確認した。

表 7.2.7-7(1) 曲げ・軸力系破壊に対する照査値 (A-A断面)

断面	照査用ひずみ ϵ_d^*	限界ひずみ ϵ_R	照査値 ϵ_d / ϵ_R
A-A	346 μ	10000 μ	0.04

注記* : 照査用ひずみ $\epsilon_d =$ 発生ひずみ $V \times$ 構造解析係数 $\gamma_a (=1.20)$



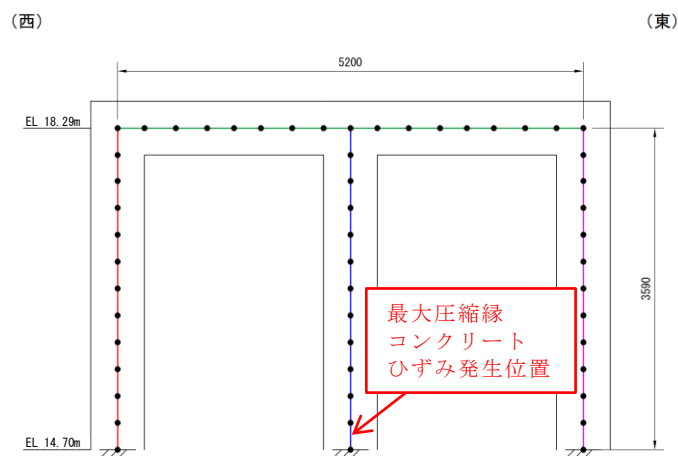
(単位 : mm)

図 7.2.7-9(1) 最大圧縮縁コンクリートひずみ発生位置 (A-A断面)

表 7.2.7-7(2) 曲げ・軸力系破壊に対する照査値 (B-B断面)

断面	照査用ひずみ ϵ_d^*	限界ひずみ ϵ_R	照査値 ϵ_d / ϵ_R
B-B	353 μ	10000 μ	0.04

注記* : 照査用ひずみ $\epsilon_d =$ 発生ひずみ $V \times$ 構造解析係数 $\gamma_a (=1.20)$



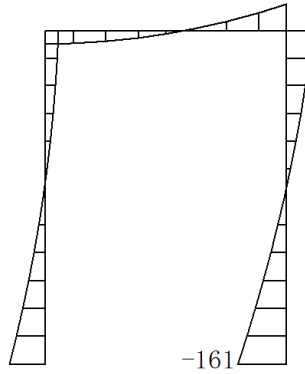
(単位 : mm)

図 7.2.7-9(2) 最大圧縮縁コンクリートひずみ発生位置 (B-B断面)

表 7.2.7-8(1) せん断破壊に対する照査値 (A-A断面)

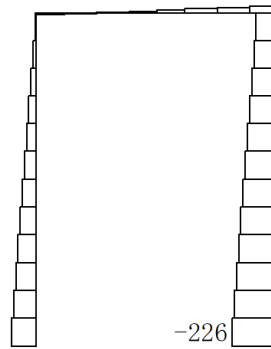
断面	照査用 せん断力 V_d^* (kN)	せん断耐力 $V_{y d}$ (kN)	照査値 $V_d/V_{y d}$
A-A	104	479	0.22

注記* : 照査用せん断力 $V_d =$ 発生せん断力 $V \times$ 構造解析係数 $\gamma_a (=1.05)$



(a) 曲げモーメント図

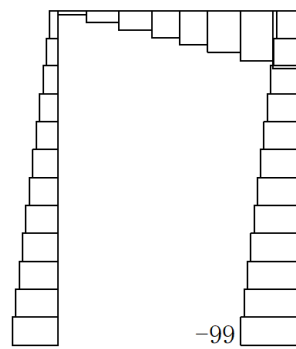
(単位 : kN · m)



(b) 軸力図

(+ : 引張)
(- : 圧縮)

(単位 : kN)



(c) せん断力図

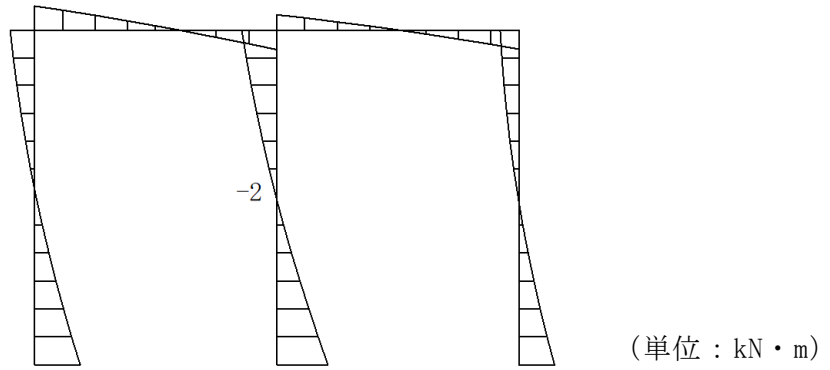
(単位 : kN)

図 7.2.7-10(1) 断面力図 (A-A断面)

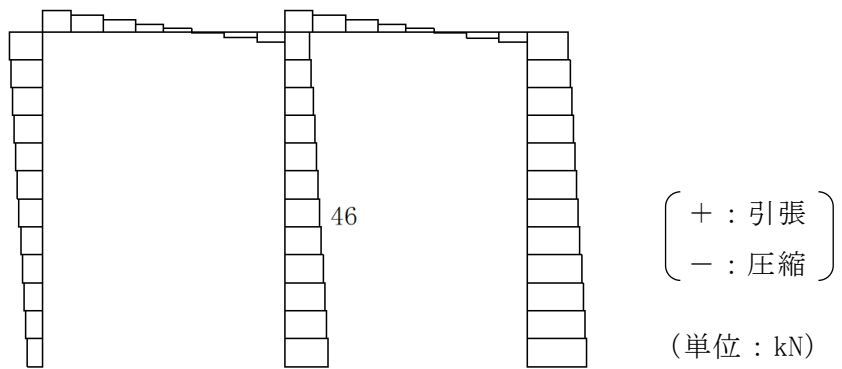
表 7.2.7-8(2) せん断破壊に対する照査値 (B-B断面)

断面	照査用 せん断力 V_d^* (kN)	せん断耐力 $V_{y d}$ (kN)	照査値 $V_d/V_{y d}$
B-B	86	305	0.29

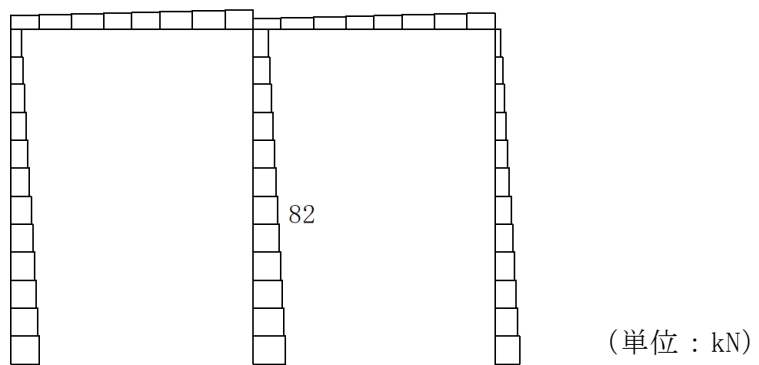
注記* : 照査用せん断力 $V_d =$ 発生せん断力 $V \times$ 構造解析係数 $\gamma_a (=1.05)$



(a) 曲げモーメント図



(b) 軸力図



(c) せん断力図

図 7.2.7-10(2) 断面力図 (B-B断面)

7.2.8 重油タンク (No. 1, 2, 3) の溢水防止壁の耐震性評価

(1) 概要

重油タンク (No. 1, 2, 3) の溢水防止壁は、地震時に漏えいした重油による火災発生時において、溢水防止壁内に貯留することで、地震時に期待するアクセスルートからの離隔距離を確保する必要があることから、基準地震動 S_s による地震動に対して耐震評価を実施する。なお、万一、アクセスルートに影響のある火災が発生した場合には、迂回する。また、自衛消防隊による消火活動を実施する。

(2) 基本方針

a. 位置

重油タンク (No. 1, 2, 3) の溢水防止壁の位置を図 7.2.8-1 に示す。

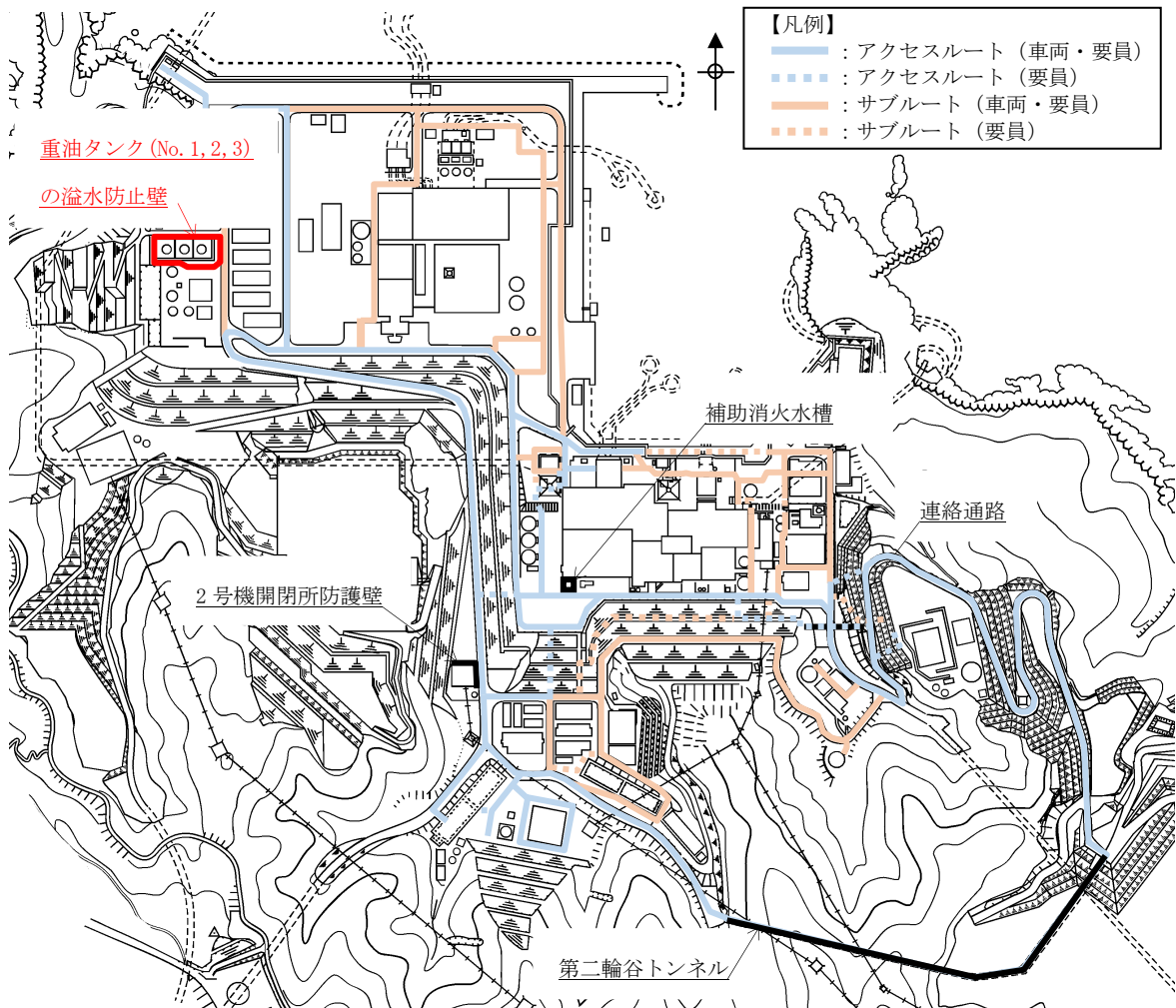
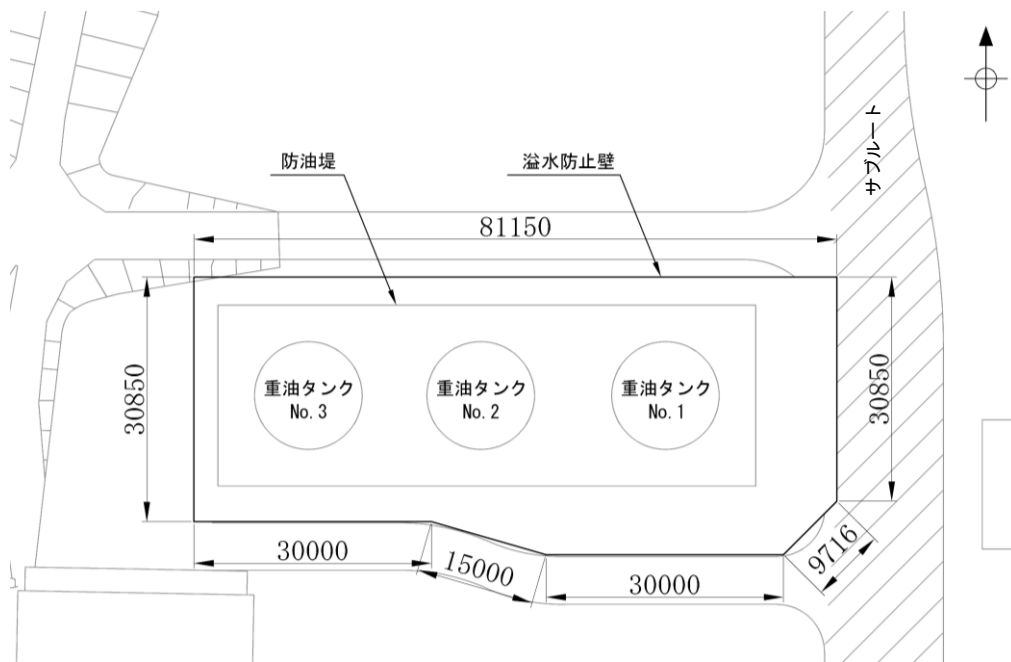


図 7.2.8-1 重油タンク (No. 1, 2, 3) の溢水防止壁の設置位置

b. 構造概要

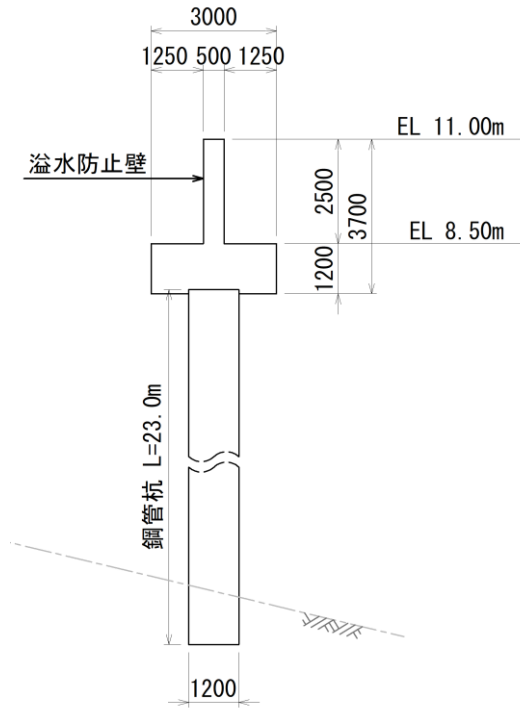
屋外のサブルートに近接している重油タンク (No. 1, 2, 3) の溢水防止壁は、高さ約 2.5m の溢水防止壁、フーチング及び鋼管杭で構成された鉄筋コンクリート製壁であり、鋼管杭を介して岩盤に設置している。

重油タンク (No. 1, 2, 3) の溢水防止壁の概略平面図を図 7.2.8-2 に、概略断面図を図 7.2.8-3 に、概略配筋図を図 7.2.8-4 に、止水目地の概略断面図を図 7.2.8-5 に示す。



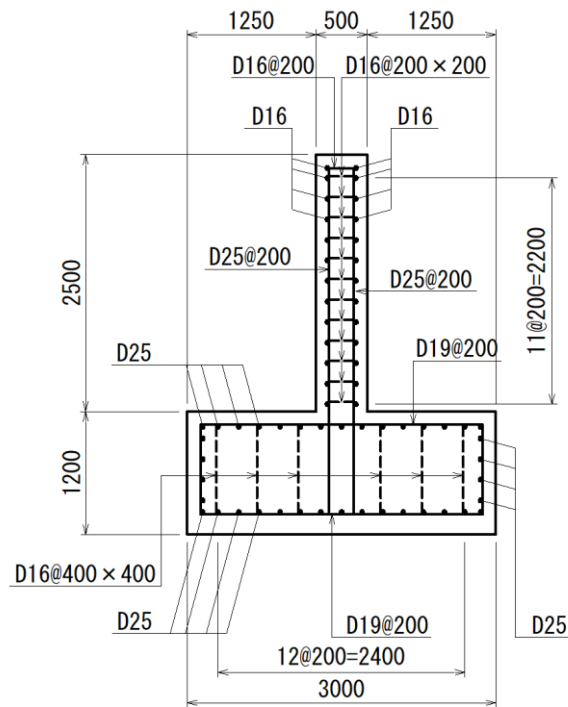
(単位：mm)

図 7.2.8-2 重油タンク (No. 1, 2, 3) の溢水防止壁の概略平面図



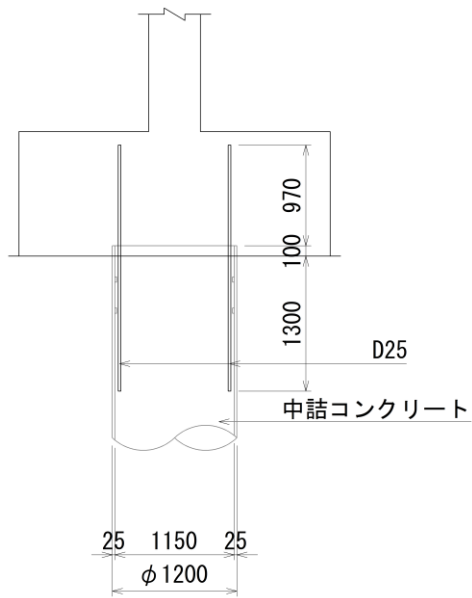
(単位：mm)

図 7.2.8-3 重油タンク (No. 1, 2, 3) の溢水防止壁の概略断面図



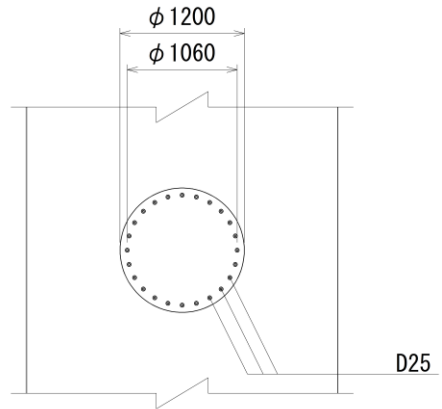
(単位：mm)

図 7.2.8-4(1) 重油タンク (No. 1, 2, 3) の溢水防止壁の概略配筋図



(単位：mm)

(断面図)



(単位：mm)

(平面図)

図 7.2.8-4(2) 重油タンク (No. 1, 2, 3) の溢水防止壁の概略配筋図 (杭頭補強筋)

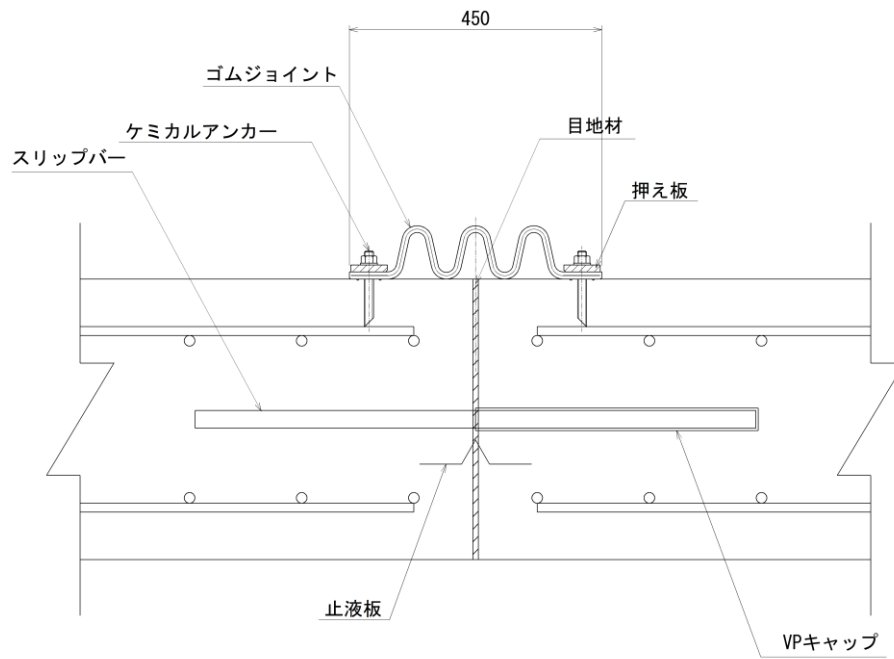


図 7.2.8-5 止水目地の概略断面図

c. 評価方針

重油タンク (No. 1, 2, 3) の溢水防止壁の耐震評価は、基準地震動 S_s (6波) による地震力に対して、重油を溢水防止壁内に貯留する観点から、構造部材の健全性評価及び残留変位量評価を実施する。

重油タンク (No. 1, 2, 3) の溢水防止壁の耐震評価フローを図 7.2.8-6 に示す。

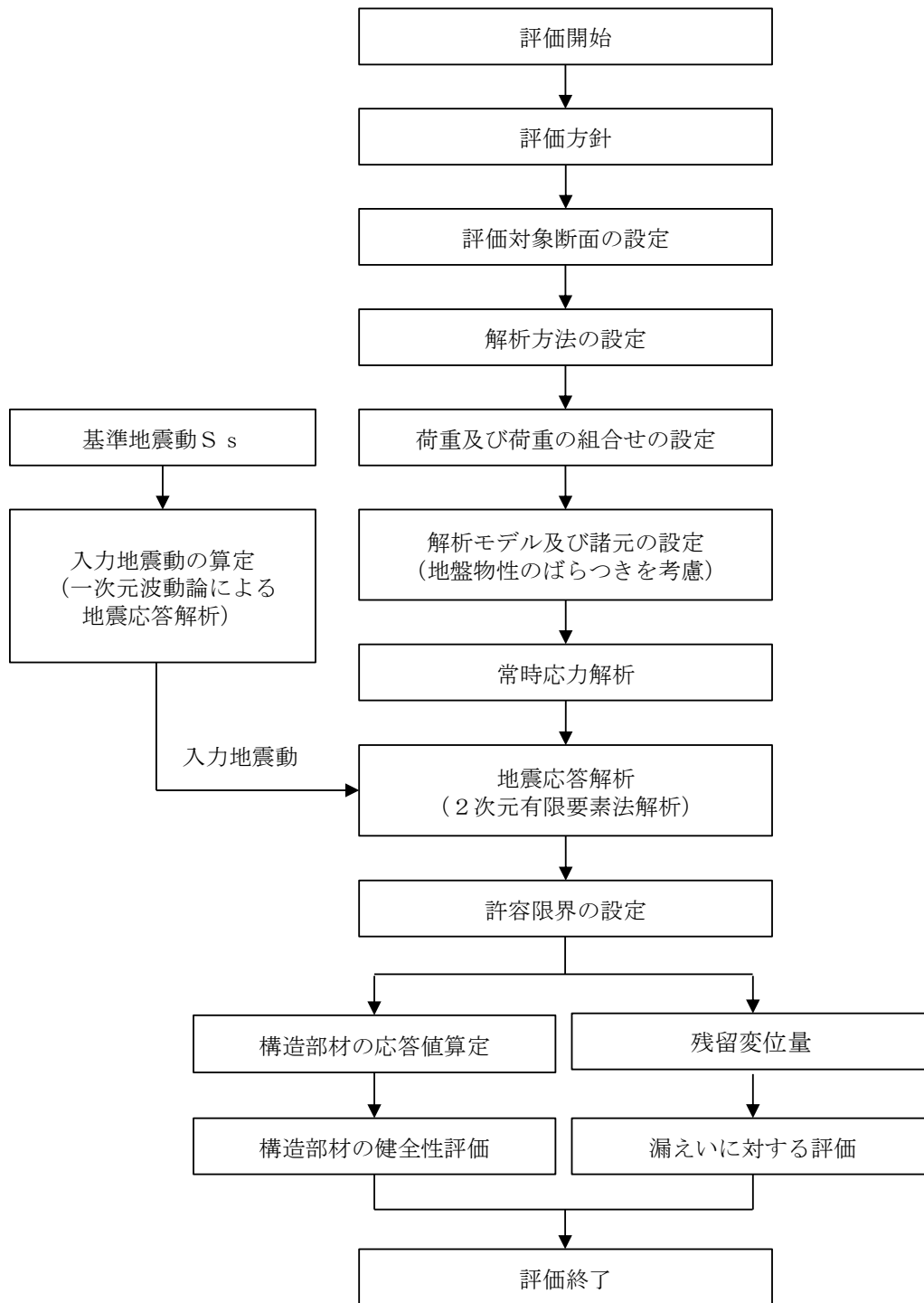


図 7.2.8-6 重油タンク (No. 1, 2, 3) の溢水防止壁の耐震評価フロー

(3) 耐震評価

a. 評価対象断面及び評価対象部位

重油タンク (No. 1, 2, 3) の溢水防止壁のうち、地震時に重油タンクから漏えいした重油による火災発生時において、溢水防止壁内に貯留する観点から評価対象とする範囲は全周である。

地質断面図より構造物の応答に影響を及ぼすと考えられる埋戻土が北東方向傾斜で分布しており北東部の鋼管杭が長くなること、及び重油タンク (No. 1, 2, 3) の溢水防止壁の南端部と西端部を比較した際に、南端部の方が埋戻土が厚くなり鋼管杭が長くなることから評価対象断面をA-A断面とする。断面位置図を図 7.2.8-7 に地質断面図を図 7.2.8-8 に示す。

評価対象部位については、溢水防止壁内に重油を貯留する観点から壁、フーチング及び鋼管杭とする。評価対象部位を図 7.2.8-9 に示す。

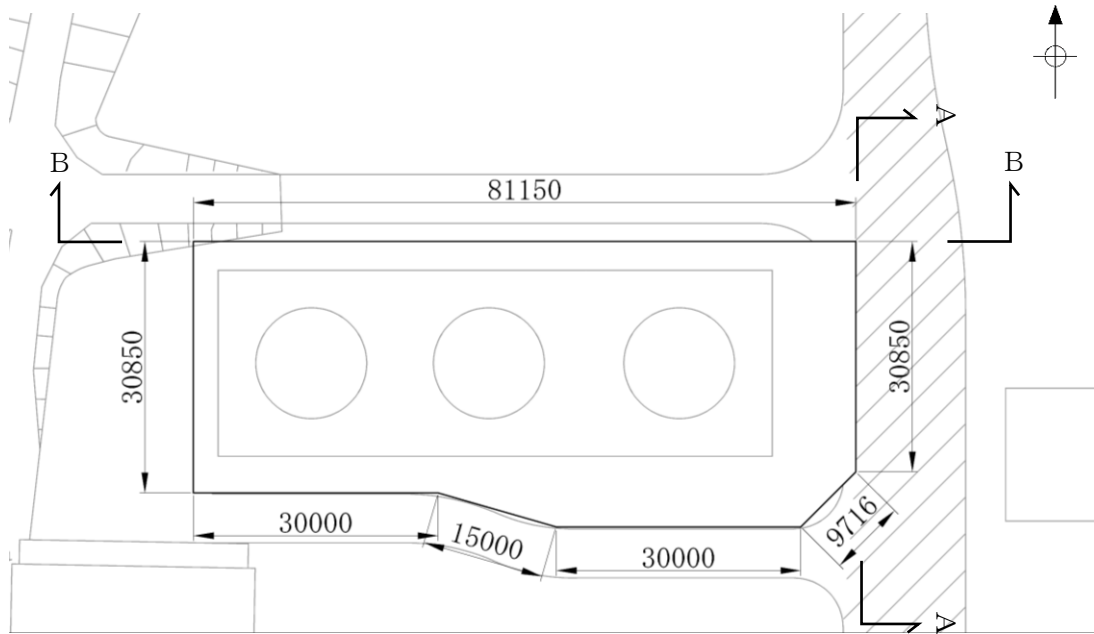


図 7.2.8-7 断面位置図

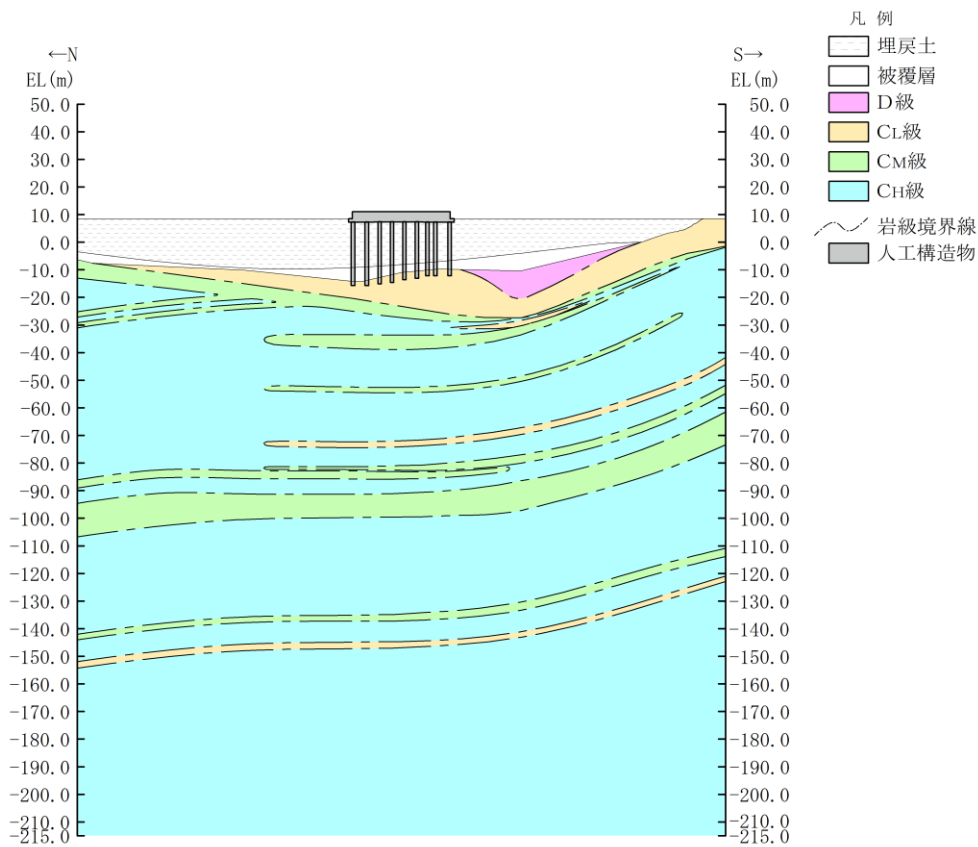


图 7.2.8-8(1) 地質断面图 (岩級图, 南北方向 (A-A断面))

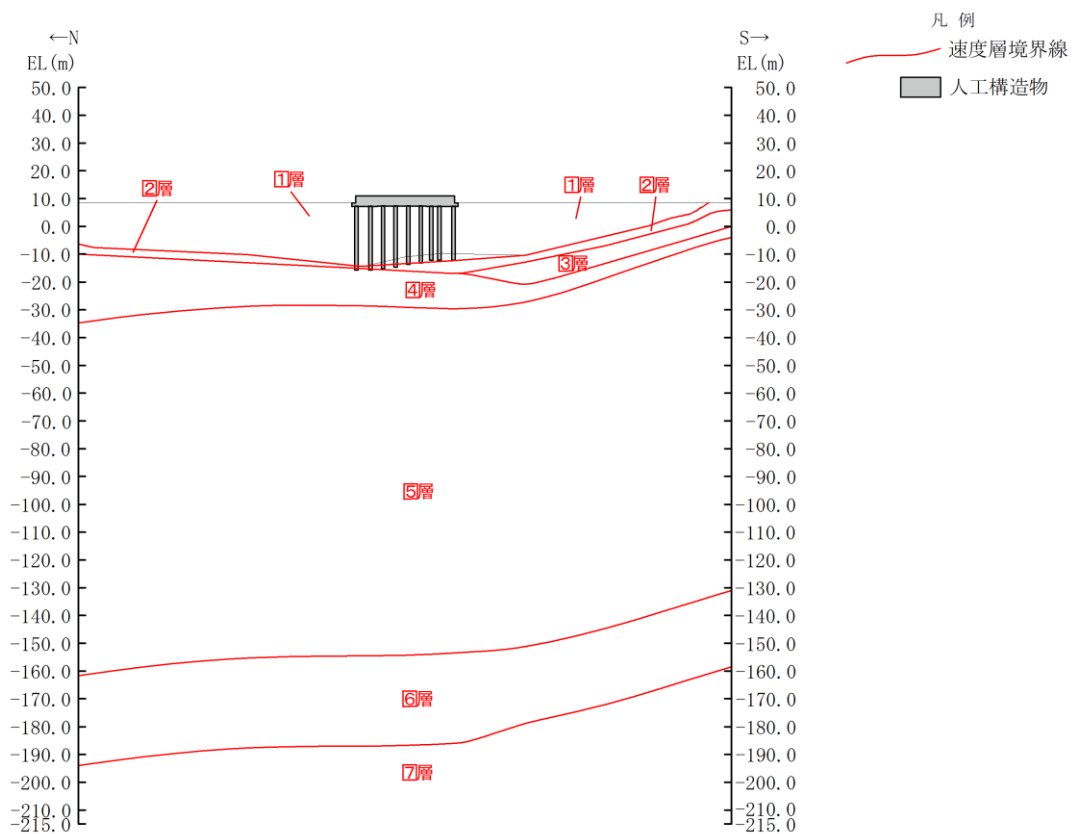


图 7.2.8-8(2) 地質断面图 (速度層区分图, 南北方向 (A-A断面))

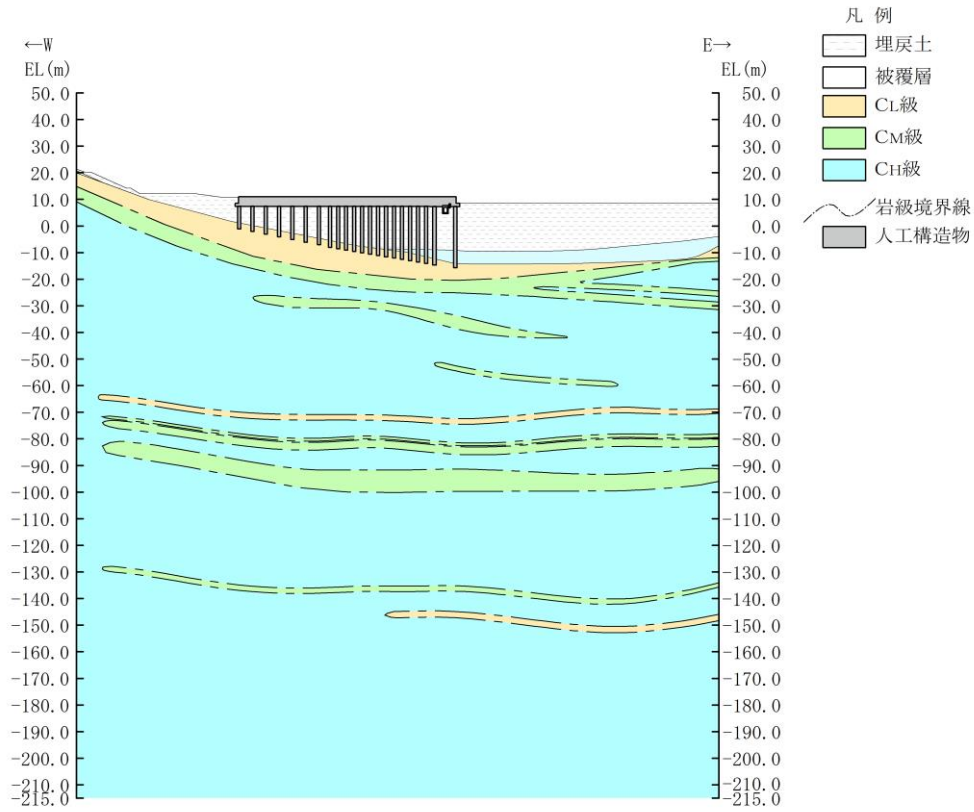


図 7.2.8-8(3) 地質断面図 (岩級図, 東西方向 (B-B断面))

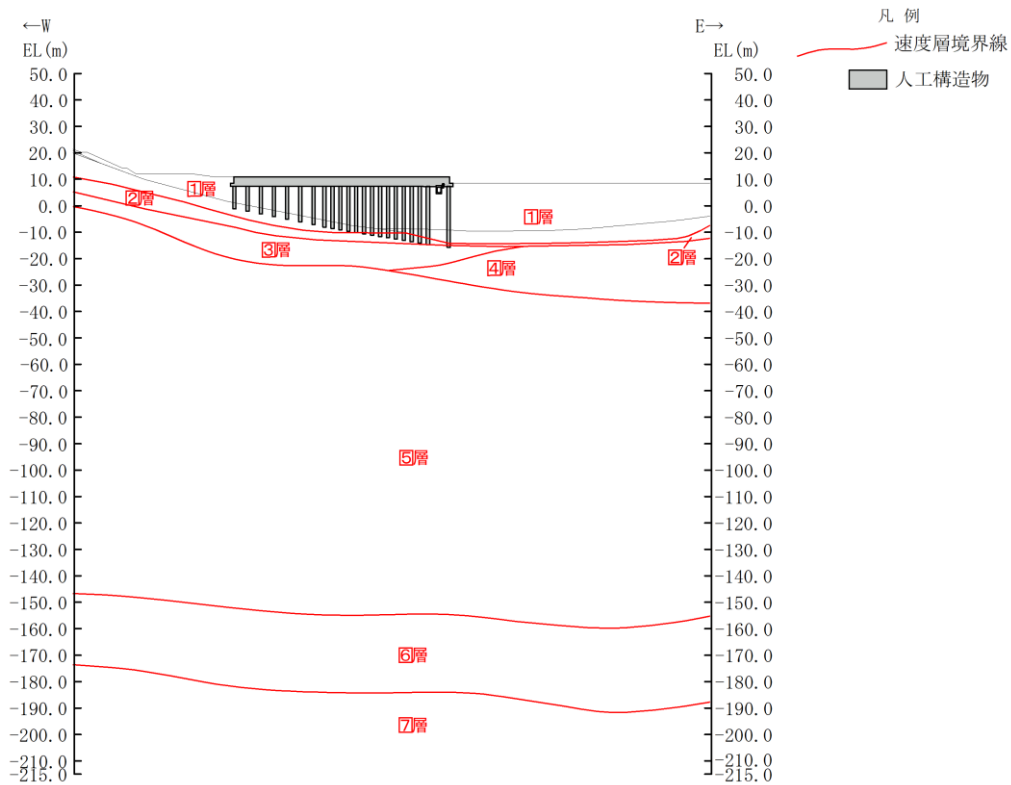


図 7.2.8-8(4) 地質断面図 (速度層区分図, 東西方向 (B-B断面))

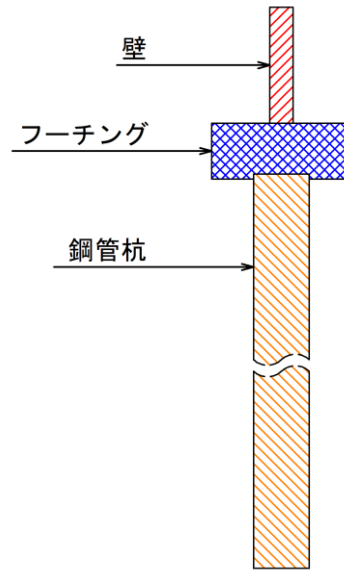


図 7.2.8-9 評価対象部位

b. 荷重及び荷重の組合せ

荷重は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき設定する。荷重の組合せを表7.2.8-1に示す。

表 7.2.8-1 荷重の組合せ

外力の状態	荷重の組合せ
地震時 (S s)	$G + P_s + P_k + S s$

G : 固定荷重

P_s : 積雪荷重

P_k : 風荷重

S s : 地震荷重 (基準地震動 S s)

c. 許容限界

重油タンク (No. 1, 2, 3) の溢水防止壁の耐震評価における許容限界を表 7. 2. 8—2 に示す。

表 7. 2. 8—2 重油タンク (No. 1, 2, 3) の溢水防止壁の耐震評価における許容限界

機能設計上の性能目標	地震力	部位	機能維持のための考え方	許容限界
重油を溢水防止壁内に貯留する。	基準地震動 S_s	壁・フーチング	発生する応力（曲げ軸力，せん断力）が許容限界を超えないことを確認	短期許容応力度*1
				せん断耐力*2
			残留変位量の2倍が許容限界を超えないことを確認	ゴムジョイントの許容変位：200mm*3
		杭頭部	鋼管杭結合部に作用する押抜きせん断応力と支圧応力が許容限界以下であることを確認	押抜きせん断応力度*2 支圧応力度*2
		鋼管杭	発生する応力（曲げ軸力，せん断力）が許容限界を超えないことを確認	降伏モーメント（曲げ） 降伏応力度（せん断）

注記*1：コンクリート標準示方書[構造性能照査編]（（社）土木学会，2002年制定）

*2：原子力発電所屋外重要土木構造物の耐震性能照査指針・マニュアル（（社）土木学会，2005年）

*3：メーカーカタログ値

d. 使用材料及び材料の物性値

構造物の使用材料を表 7.2.8-3 に、使用材料の物性値を表 7.2.8-4 に示す。

表 7.2.8-3 構造物の使用材料

部 材	材 料	仕 様
壁・フーチング	鉄筋	SD345
	コンクリート	設計基準強度 $f'_{ck}=24.0$ (kN/m ²)
鋼管杭	鋼管杭	SKK490, ϕ 1200, L=23m

表 7.2.8-4 使用材料の物性値

部 材	材 料	ヤング係数 (N/mm ²)	単位体積重量 (kN/m ³)	ポアソン比
壁・フーチング	鉄筋コンクリート	2.5×10^4	24.0	0.2
鋼管杭	鋼管杭	2.0×10^5	77.0	0.3

e. 入力地震動及び地震応答解析

地震応答解析に用いる入力地震動は、解放基盤表面で定義される基準地震動 S_s を一次元波動論により地震応答解析モデル下端位置で評価したものをを用いる。また、構造物の設置方向を考慮し、方向性を有する基準地震動 ($S_s - F1$ 及び $F2$) は断面方向に応じた検討を実施し、角度補正は行わない。

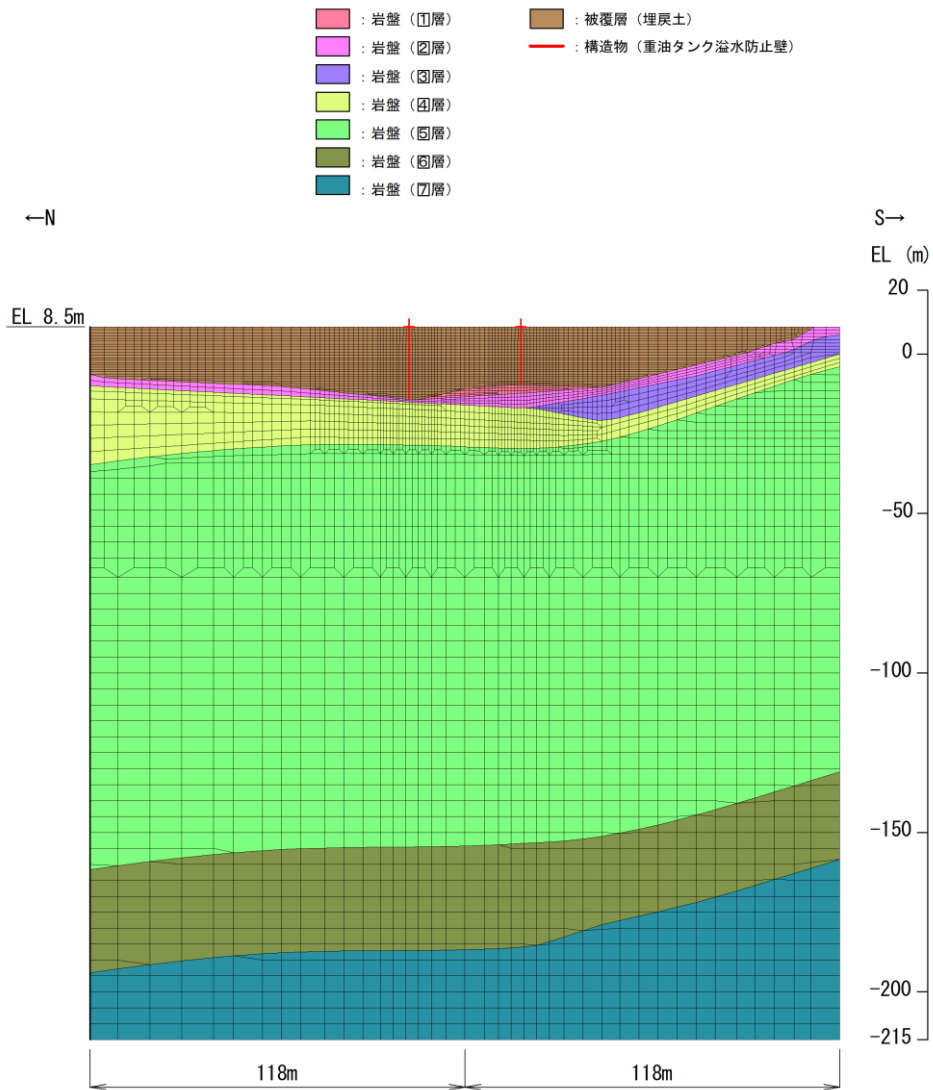
地震応答解析は、構造物と地盤の相互作用を考慮できる2次元動的有限要素法により、基準地震動 S_s に基づき設定した水平地震動と鉛直地震動の同時加振による逐次時間積分の時刻歴応答解析を行う。解析手法は、重油タンク (No. 1, 2, 3) の溢水防止壁側方に地下水位以深の液状化対象層が広範囲に分布するため、「有効応力解析」(解析コード「FLIP」)を選定する。

解析モデルは、図 7.2.8-8(1)及び(2)に示すA-A断面の位置で、当該断面の南北両端部の鋼管杭に溢水防止壁を投影して作成する。

構造部材については、線形はり要素でモデル化し、鋼管杭と埋戻土との間には、地震時に鋼管杭の間を埋戻土がすり抜ける効果を考慮するため、杭-地盤相互作用バネ要素でモデル化する。また、岩盤は線形の平面ひずみ要素で、埋戻土は地盤の非線形性をマルチスプリング要素で考慮した平面ひずみ要素でそれぞれモデル化する。

地盤については、VI-2-1-3「地盤の支持性能に係る基本方針」にて設定している物性値を用いる。設計地下水位は、VI-2-1-3「地盤の支持性能に係る基本方針」に従い設定する。

重油タンク (No. 1, 2, 3) の溢水防止壁の解析モデルを図 7.2.8-10 に示す。



注：A-A断面の位置で北側及び南側端部の鋼管杭に溢水防止壁を投影してモデル化

図 7.2.8-10 (1) 重油タンク (No. 1, 2, 3) の溢水防止壁の解析モデル (全体図)
(南北断面 (A-A断面))

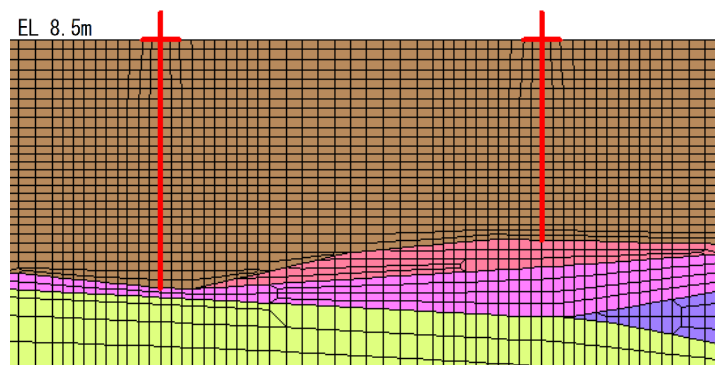


図 7.2.8-10 (2) 重油タンク (No. 1, 2, 3) の溢水防止壁の解析モデル (拡大図)
(南北断面 (A-A断面))

(4) 評価方法

評価対象部材の耐震評価のうち壁，フーチング，杭頭部及び鋼管杭は，地震応答解析に基づいて算定した発生応力が表 7.2.8-2 で設定した許容限界を満足することを確認する。また，漏えいに対する評価においては，地震応答解析に基づいて算定した残留変位量が，目地を挟んだ各壁，フーチングで発生するものと保守的に仮定し，残留変位量の2倍の値が，表 7.2.8-2 で設定した許容限界を満足することを確認する。残留変位量は，図 7.2.8-11 に示すとおり，溢水防止壁のうち壁の頂部とフーチング底版中心の相対変形量とする。評価にあたっては，北側及び南側の溢水防止壁のうち，照査値が厳しくなる溢水防止壁の結果を示す。

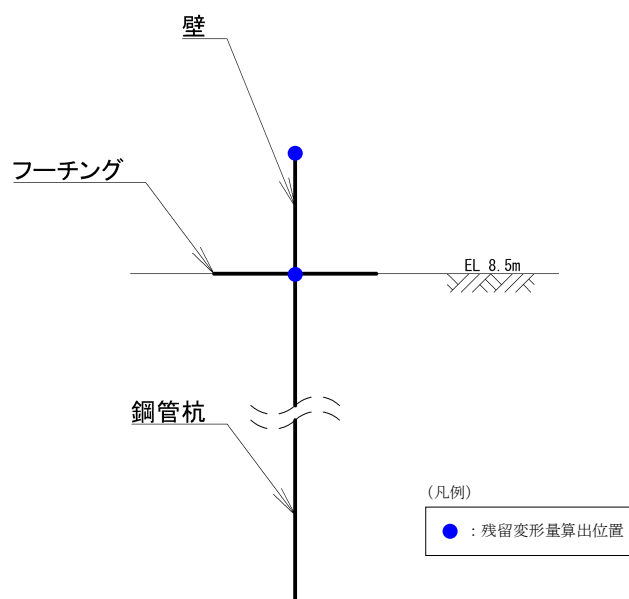


図 7.2.8-11 残留変形量の算出位置

(5) 評価結果

a. 壁及びフーチング

壁及びフーチングの鉄筋コンクリートの曲げ・軸力系の破壊に対する最大照査値を表 7.2.8-5 に、せん断破壊に対する最大照査値を表 7.2.8-6 に示す。

曲げ・軸力系の破壊及びせん断破壊の照査値が許容限界以下であることを確認した。

また、漏えいに対する評価の照査結果を表 7.2.8-7 に示す。

残留変位量の 2 倍の値が、許容限界以下であることを確認した。

表 7.2.8-5(1) 曲げ・軸力系の破壊に対する最大照査値 (A-A断面, コンクリート)

評価対象部位	地震動	軸力 (kN)	曲げモーメント (kN・m)	発生応力度 σ'_c (N/mm ²)	短期許容応力度 σ'_{ca} (N/mm ²)	照査値
壁	S s - D	506.7	378.5	2.2	13.5	0.17
フーチング	S s - D	-66.1	-651.5	0.7	13.5	0.06

表 7.2.8-5(2) 曲げ・軸力系の破壊に対する最大照査値 (A-A断面, 主筋)

評価対象部位	地震動	軸力 (kN)	曲げモーメント (kN・m)	発生応力度 σ_s (N/mm ²)	短期許容応力度 σ_{sa} (N/mm ²)	照査値
壁	S s - D	506.7	378.5	45.1	294	0.16
フーチング	S s - D	-513.5	-555.8	67.9	294	0.24

表 7.2.8-6 せん断破壊に対する最大照査値 (A-A断面)

評価対象部位	地震動	照査用せん断力 V_d^* (kN)	せん断耐力 V_{yd} (kN)	照査値 V_d/V_{yd}
壁	S s - N 2 (EW)	239	5361	0.05
フーチング	S s - D	537	3094	0.18

注記* : 照査用せん断力 $V_d =$ 発生せん断力 $V \times$ 構造解析係数 $\gamma_a (=1.05)$

表 7.2.8-7 漏えいの評価に対する照査 (A-A断面)

地震動	残留変位量 $\times 2$ (mm)	許容限界 (mm)	照査値
S s - D	118	200	0.59

b. 杭頭部

杭頭部の水平押抜きせん断応力と水平支圧応力の最大照査値を表 7.2.8-8 に示す。

杭頭部に作用する水平押抜きせん断応力と水平支圧応力の照査値が許容限界以下であることを確認した。

表 7.2.8-8(1) 水平押抜きせん断応力に対する最大照査値 (A-A断面)

評価対象部位	地震動	押抜きせん断 応力度 τ_h (N/mm ²)	許容押抜き せん断応力度 τ_{ha} (N/mm ²)	照査値 τ_h / τ_{ha}
杭頭部	S s - N 1	0.25	0.90	0.28

表 7.2.8-8(2) 水平支圧応力に対する最大照査値 (A-A断面)

評価対象部位	地震動	水平支圧応力度 σ_{ch} (N/mm ²)	許容支圧 応力度 σ_{ba} (N/mm ²)	照査値 $\sigma_{ch} / \sigma_{ba}$
杭頭部	S s - N 1	6.86	10.80	0.64

c. 鋼管杭

鋼管杭の曲げ・軸力系の破壊に対する最大照査値を表 7.2.8-9 に示す。

また、せん断破壊に対する最大照査値を表 7.2.8-10 に示す。

曲げ・軸力系の破壊及びせん断破壊の照査値が許容限界以下であることを確認した。

表 7.2.8-9 鋼管杭の曲げ・軸力系の破壊に対する照査における最大照査値 (A-A断面)

地震動	発生曲げ モーメント M (kN・m)	降伏曲げ モーメント M _y (kN・m)	照査値 M/M _y
S _s -N2 (NS)	-7435	9148	0.82

表 7.2.8-10 鋼管杭のせん断破壊に対する照査における最大照査値 (A-A断面)

地震動	発生せん断 応力度 τ _s (N/mm ²)	降伏応力度 τ _{y d} (N/mm ²)	照査値 τ _s /τ _{y d}
S _s -D	15	182	0.09

7.3 機器・配管の耐震性評価

7.3.1 第2予備変圧器の耐震性評価

(1) 概要

島根原子力発電所の第2-66kV開閉所で使用する第2予備変圧器は油入変圧器であり、本体部のタンクと放熱器内に絶縁油が内包されており、地震によりタンク若しくは放熱器が損傷した場合、絶縁油が流出する可能性がある。

本資料は、第2予備変圧器が、基準地震動 S_s による地震力に対して、十分な耐震性を有することにより、屋外のアクセスルートに火災による影響がないことを説明するものである。その耐震評価は、応力評価により行う。

(2) 一般事項

a. 対象機器

第2予備変圧器の仕様を表7.3.1-1に示す。

表 7.3.1-1 第2予備変圧器の仕様

機器名	定格容量(MVA)	定格電圧(kV)
第2予備変圧器	25	69/6.9

b. 構造計画

第2予備変圧器の構造計画を表7.3.1-2及び表7.3.1-3に示す。

表 7.3.3.1-2 構造計画 (変圧器本体)


計画の概要		概略構造図
基礎・支持構造	主体構造	
<p>基礎に埋込ベースが埋め込まれており、その上に変圧器本体が据え付けられている。変圧器本体はタンクと鉄心、巻線で構成された構造物（以下、「中身構造物」という。）で構成されており、タンクに中身構造物が格納されている。タンクと中身構造物は振れ止め金具で固定されている。変圧器本体と埋込ベースが基礎耐震金具で溶接にて固定されている。</p>	<p>25MVA 変圧器</p>	

表 7.3.1-3 構造計画（付属設備）

計画の概要		概略系統図
構造概要	主体構造	
<p>放熱器とコンサベータが配管で変圧器本体に連結されている。連結部及びフランジとの接続については溶接にて固定されている。また、避圧弁取付配管及び衝撃油圧継電器取付配管が変圧器本体に接続されている。接続部については、溶接にて固定されている。</p>	<p>25MVA 変圧器</p>	

c. 評価方針

第2予備変圧器の地震時における健全性の確認は、「(2) b. 構造計画」にて示す第2予備変圧器の部位を踏まえ「(3) 評価部位」にて設定する箇所において、「(4) 固有周期」で算出した固有周期に基づく設計用地震力による応力等が許容限界内に収まることを、「(5) 構造強度評価」にて示す方法にて確認することで実施する。

第2予備変圧器の耐震評価フローを図7.3.1-1に示す。

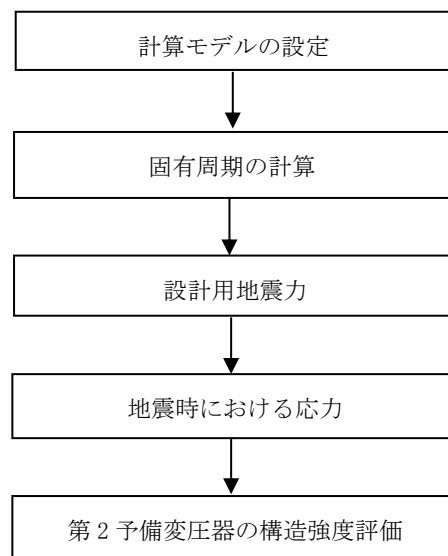


図7.3.1-1 第2予備変圧器の耐震評価フロー

d. 適用規格・基準等

本評価において適用する規格・基準等を以下に示す。

- (a) 原子力発電所耐震設計技術指針 重要度分類・許容応力編 J E A G 4 6 0 1・補-1984 ((社) 日本電気協会) (以下「J E A G 4 6 0 1・補-1984」という。)
- (b) 原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1-1987 ((社) 日本電気協会) (以下「J E A G 4 6 0 1-1987」という。)
- (c) 原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1-1991 追補版 ((社) 日本電気協会)
- (d) 変電所等における電気設備の耐震設計指針 (J E A G 5 0 0 3-2010) (以下「J E A G 5 0 0 3-2010」という。)
- (e) 発電用原子力設備規格 設計・建設規格 ((社) 日本機械学会, 2005/2007) (以下「設計・建設規格」という。)

e. 記号の説明

表 7.3.1-4 に記号の説明を示す。

表 7.3.1-4 記号の説明 (1/2)

記号	記号の説明	単位
A	基礎耐震金具溶接部の有効断面積	mm ²
A _{s i}	有効せん断断面積* ¹	mm ²
A _i	断面積* ¹	mm ²
a ₁ , a ₂	タンク断面の縦幅	mm
b ₁ , b ₂	タンク断面の横幅	mm
C _H	水平方向設計震度	—
C _V	鉛直方向設計震度	—
D ₀	管の外径	mm
E _i	縦弾性係数* ¹	MPa
F _b	基礎耐震金具 1 個に作用する引抜き荷重	N
F _{HX}	基礎耐震金具 1 個に作用する水平荷重	N
F*	設計・建設規格 SSB-3133 に定める値	MPa
f _s *	許容せん断応力	MPa
G _i	せん断弾性係数	MPa
g	重力加速度 (=9.80665)	m/s ²
h	変圧器重心高さ	mm
h _i	機器全体重心高さ* ¹	mm
i ₁	形状係数で設計・建設規格 PPC-3810 に規定する値又は 1.33 のいずれか大きい方の値	—
i ₂	形状係数で設計・建設規格 PPC-3810 に規定する値又は 1.0 のいずれか大きい方の値	—
I _i	断面二次モーメント* ¹	mm ⁴
k _i	ばね定数* ¹	N/mm
k _{x i}	形状係数* ¹	—
L ₁	変圧器重心と基礎耐震金具の間隔	mm
L ₂	基礎耐震金具間隔	mm
M _a	管の機械的荷重 (自重その他の長期的荷重に限る。) により生じるモーメント	N・mm
M _b	管の機械的荷重 (地震を含めた短期的荷重) により生じるモーメント	N・mm
M _b *	地震による慣性力により生じるモーメントの全振幅	N・mm

表 7.3.1-4 記号の説明 (2/2)

記号	記号の説明	単位
M_c	地震による相対変位により生じるモーメントの全振幅	N・mm
m_i	質量*1	kg
N	基礎耐震金具員数	—
P	地震と組合せるべき運転状態における圧力	MPa
S_n	一次+二次応力	MPa
$S_{p r m}$	一次応力	MPa
T	固有周期	s
t	管の厚さ	mm
W	変圧器本体質量	kg
π	円周率	—
ν_i	ポアソン比*1	—
σ	引張力により発生するせん断応力	MPa
τ	せん断力により発生するせん断応力	MPa
τ_c	溶接部に生じるせん断応力	MPa

注記*1：添字 i の意味は、以下のとおりとする。

i = 2：タンク

i = 3：中身構造物

f. 数値の丸め方

表示する数値の丸め方は表 7.3.1-5 に示すとおりである。

表 7.3.1-5 表示する数値の丸め方

数値の種類	単位	処理桁	処理方法	表示桁
固有周期	s	小数点以下第 4 位	四捨五入	小数点以下第 3 位
縦弾性係数	MPa	有効数字 4 桁目	四捨五入	有効数字 3 桁
せん断弾性係数	MPa	有効数字 4 桁目	四捨五入	有効数字 3 桁
断面二次モーメント	mm ⁴	有効数字 5 桁目	四捨五入	有効数字 4 桁* ¹
ばね定数	N/mm	有効数字 5 桁目	四捨五入	有効数字 4 桁* ¹
形状係数	—	有効数字 5 桁目	四捨五入	有効数字 4 桁
震度	—	小数点以下第 3 位	切上げ	小数点以下第 2 位
力	N	有効数字 5 桁目	四捨五入	有効数字 4 桁* ¹
発生応力	MPa	小数点以下第 1 位	切上げ	整数位
許容応力* ²	MPa	小数点以下第 1 位	切捨て	整数位

注記*1：絶対値が 1000 以上のときは、べき数表示とする。

*2：設計・建設規格 付録材料図表に記載された温度の中間における引張強さ及び降伏点は、比例法により補間した値の小数点以下第 1 位を切り捨て、整数位までの値とする。

(3) 評価部位

第 2 予備変圧器の耐震評価は、耐震評価上厳しくなる基礎耐震金具及び絶縁油配管について実施する。評価部位の選定の考え方を以下に示し、第 2 予備変圧器の耐震評価部位については、表 7.3.1-2 及び表 7.3.1-3 構造計画の概略構造図に示す。

a. 変圧器本体の評価部位

変圧器本体は、絶縁油を内包するタンクに接合された基礎耐震金具が基礎に定着する構造となっている。構造強度上の最弱部となる基礎耐震金具が地震により損傷した場合、変圧器本体が滑動、転倒することでタンクが損傷し、内包された絶縁油が流出するおそれがある。

また、J E A G 5 0 0 3-2010 において、「変圧器本体を基礎に固定する基礎ボルトが破断し本体が滑動しないよう、基礎ボルトの強度を十分に確保し得る施工上の注意が必要である」と示されている。

以上のことから、変圧器本体の評価部位は基礎耐震金具を選定する。

b. 付属設備の評価部位

付属設備は、絶縁油を内包する放熱器及びコンサベータが変圧器本体の梁を介して共用構造となっており、これらが変圧器本体と配管で連結される構造となっている。また、変圧器本体に絶縁油を内包する避圧弁取付配管及び衝撃油圧継電器取付配管が接続される構造となっている。これらの付属設備が損傷した場合、内包する絶縁油が流出するおそれがある。

付属設備のうち、放熱器及びコンサベータは剛性が大きく、十分な耐震性を有していると考えられるが、配管はこれらと比較して剛性が小さく、構造強度上の最弱部となると考えられる。

以上のことから、付属設備の評価部位は絶縁油を内包する配管(以下「絶縁油配管」という。)を選定する。

(4) 固有周期

a. 基礎耐震金具

(a) 固有周期の計算方法

計算モデルの考え方を以下に示す。

- イ. 変圧器本体は中身構造物がタンクの中に格納されている構造となっており、中身構造物とタンクは振れ止め金具により結合している。
- ロ. 変圧器本体は基礎に埋め込まれている埋込ベースと基礎耐震金具によって溶接にて固定されている。
- ハ. 各部の質量は重心に集中するものとする。
- ニ. 水平方向については中身構造物とタンクが振れ止め金具により結合され、基礎が固定されていることから、図 7.3.1-2(a)に示す 2 質点系の振動モデルとして考える (J E A G 4 6 0 1-1987「立形ポンプ」準用)。
- ホ. 鉛直方向については中身構造物とタンクが振れ止め金具により結合されているが、振れ止め金具の剛性が水平方向と比較して低いことから、中身構造物とタンクを個別で考え、図 7.3.1-2(b)に示す 1 質点系の振動モデルとして考える。

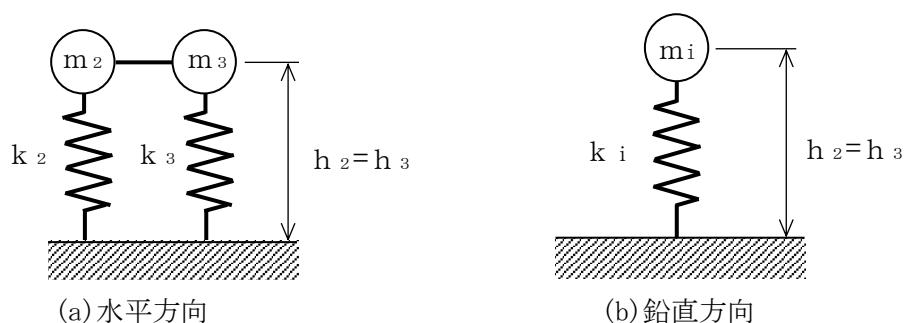


図 7.3.1-2 固有周期の計算モデル

水平方向の固有周期は図 7.3.1-2(a)のモデルとなることから、次式で求める。

$$T = 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{\frac{m_2 + m_3}{10^3 \cdot (k_2 + k_3)}}$$

ここで、水平方向のばね定数 k_i は次式による値とする。

$$k_i = \frac{1}{\frac{h_i^3}{3 \cdot E_i \cdot I_i} + \frac{h_i}{G_i \cdot A_{s_i}}}$$

なお，せん断弾性係数 G_i は次式による値とする。

$$G_i = \frac{E_i}{2 \cdot (1 + \nu_i)}$$

また，有効せん断断面積 A_{s_i} は次式による値とする。

$$A_{s_i} = \frac{A_i}{k_{x_i}}$$

形状係数 k_{x_i} は次式による値とする。

$$k_{x_2} = \frac{3 \cdot (a_2 \cdot b_2^2 - a_1 \cdot b_1^2) \cdot (a_2 \cdot b_2 - a_1 \cdot b_1)}{2 \cdot (a_2 \cdot b_2^3 - a_1 \cdot b_1^3) \cdot (a_2 - a_1)} \quad (\text{X 方向})$$

$$k_{x_2} = \frac{3 \cdot (b_2 \cdot a_2^2 - b_1 \cdot a_1^2) \cdot (b_2 \cdot a_2 - b_1 \cdot a_1)}{2 \cdot (b_2 \cdot a_2^3 - b_1 \cdot a_1^3) \cdot (b_2 - b_1)} \quad (\text{Y 方向})$$

$$k_{x_3} = \frac{4}{3}$$

このとき、 a_1 、 a_2 、 b_1 、 b_2 は、図 7.3.1-3 に示すタンク断面による。

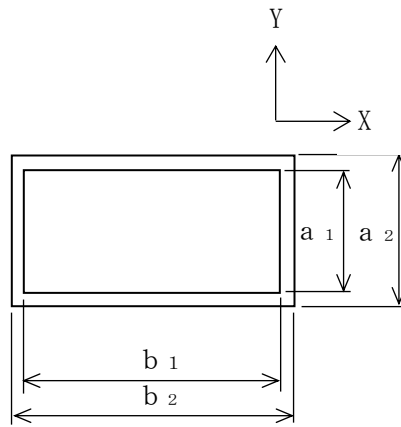


図 7.3.1-3 タンク断面

鉛直方向の固有周期は図 7.3.1-2(b) のモデルとなることから、次式で求める。

$$T = 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{\frac{m_i}{10^3 \cdot k_i}}$$

ここで、鉛直方向のばね定数 k_i は次式による値とする。

$$k_i = \frac{1}{\frac{h_i}{E_i \cdot A_i}}$$

(b) 固有周期の計算条件

固有周期の計算に用いる計算条件は、添付資料(1)「基礎耐震金具強度計算」に示す。

(c) 固有周期の計算結果

基礎耐震金具の固有周期の計算結果を表 7.3.1-6 に示す。計算の結果、一次固有周期は 0.05 秒以下であり、剛構造であることを確認した。

表 7.3.1-6 一次固有周期 (基礎耐震金具) (単位 : s)

X 方向	Y 方向	鉛直方向	
		タンク	中身構造物

b. 絶縁油配管

絶縁油配管の固有周期の計算は、三次元多質点系はりモデルによる解析により実施する。なお、解析コードは「H I S A P」を使用し、解析コードの検証及び妥当性確認等の概要については、VI-5「計算機プログラム（解析コード）の概要」に示す。固有周期の計算に用いる計算条件は、「(5) 構造強度評価」に示す。

固有周期の計算結果を表 7.3.1-7 に示す。計算の結果、一次固有周期は 0.05 秒以下であり、剛構造であることを確認した。

表 7.3.1-7 一次固有周期（絶縁油配管）（単位：s）

部位	一次固有周期
放熱器連結配管	
コンサベータ連結配管	
避圧弁取付配管	
衝撃油圧継電器取付配管	

注：許容応力の発生応力に対する裕度が最小となるコンサベータ連結配管を代表として振動モード図を図 7.3.1-4 に示す。

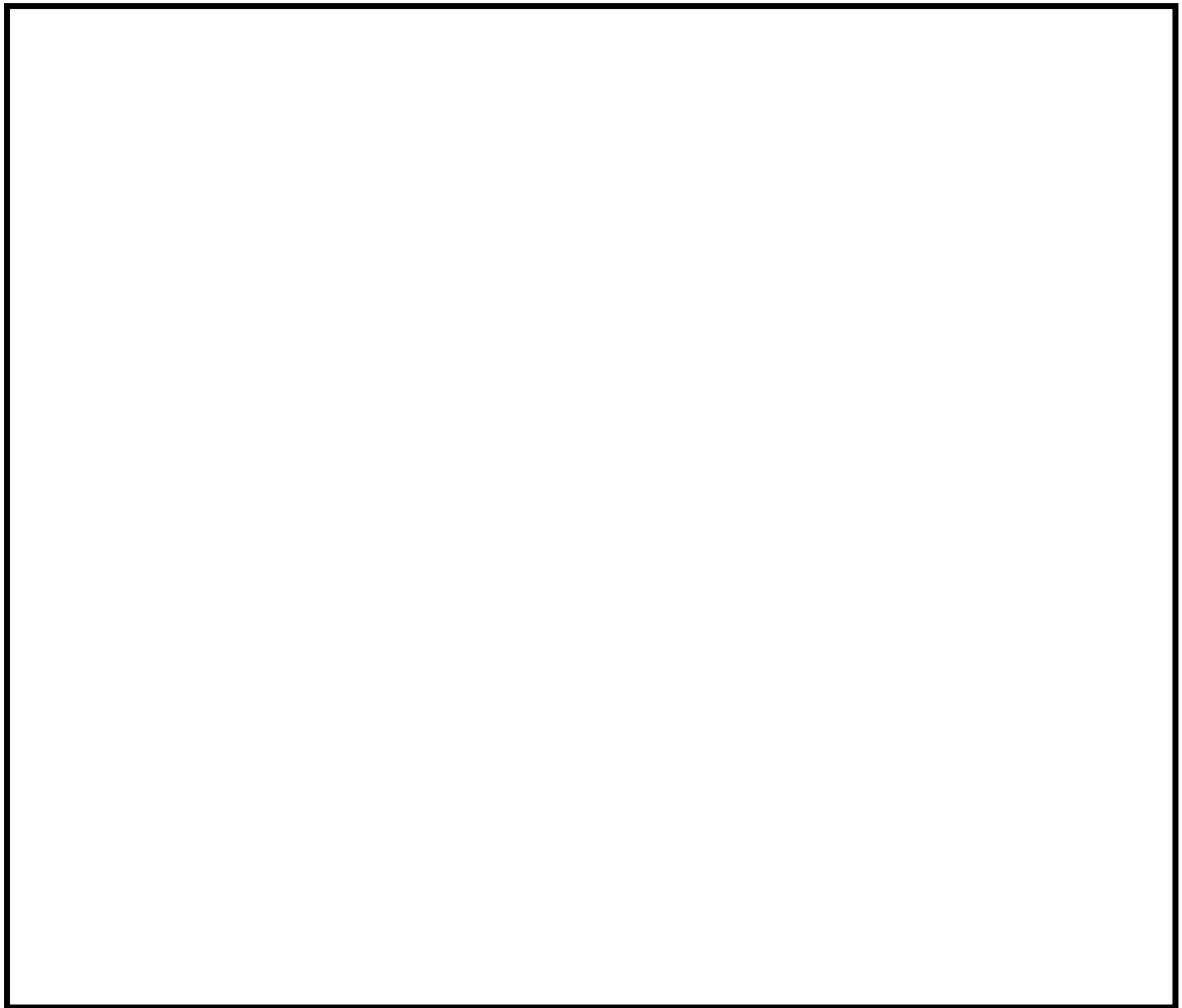


図 7.3.1-4 振動モード図(コンサベータ連結配管)

(5) 構造強度評価

a. 入力地震動

基準地震動 S s 5 波 (S s - D, N 1, N 2, F 1, F 2) のうち, 第 2-66kV 開閉所基礎底面 (EL 44.2m) における水平及び鉛直方向の最大加速度がいずれも最大である S s - D 波を入力地震動とする。

S s - D 波の最大加速度を表 7.3.1-8 に, 基準地震動 S s 5 波の最大加速度を添付資料 (2) 「第 2-66kV 開閉所における基準地震動 S s 5 波の最大加速度」に示す。

表 7.3.1-8 第 2-66kV 開閉所基礎底面 (EL 44.2m) の最大加速度

地震動	加振方向	最大応答加速度 (Gal)
S s - D	水平	
	鉛直	

b. 評価方針

- (a) 変圧器本体の固有周期 (水平, 鉛直方向) 及び絶縁油配管の一次固有周期は 0.05 秒以下であり, 剛構造であることを確認したことから, 静的評価を実施する。
- (b) 静的評価においては, 設計震度 (S s - D 波の最大加速度の 1.2 倍の値) を用いて地震力を計算する。
- (c) 耐震評価にあたっては, J E A G 4 6 0 1 ・ 補-1984 に基づく応力評価を実施し, 発生応力が許容応力以下であることを確認する。

c. 基礎耐震金具の構造強度評価

(a) 発生応力の計算方法

溶接部の応力は, 図 7.3.1-5 に示す基礎耐震金具の構造を考慮し, 図 7.3.1-6 及び図 7.3.1-7 に示す計算モデルを用いて, 以下に示す計算式により, 引張力及びせん断力により発生するせん断応力を計算する。

イ. 短辺転倒方向の引張力により発生するせん断応力

図 7.3.1-6 計算モデル (短辺方向転倒) の場合の (イ) を支点とした基礎耐震金具 1 個に作用する引抜き荷重 (引張力) F_b は次式で求める。

$$F_b = \frac{C_H \cdot g \cdot W \cdot h - (1 - C_V) \cdot g \cdot W \cdot L_1}{\frac{N}{2} \cdot L_2}$$

引張力により発生するせん断応力

$$\sigma = \frac{F_b}{A}$$

ロ. 長辺転倒方向の引張力により発生するせん断応力

図 7.3.1-7 計算モデル（長辺方向転倒）の場合の(ウ)を支点とした基礎耐震金具 1 個に作用する引抜き荷重(引張力) F_b は次式で求める。

$$F_b = \frac{C_H \cdot g \cdot W \cdot h - (1 - C_V) \cdot g \cdot W \cdot L_1}{\frac{N}{2} \cdot L_2}$$

引張力により発生するせん断応力

$$\sigma = \frac{F_b}{A}$$

ハ. せん断力により発生するせん断応力

基礎耐震金具 1 個に作用する水平荷重 F_{HX} は次式で求める。

$$F_{HX} = \frac{C_H \cdot g \cdot W}{N}$$

せん断力により発生するせん断応力

$$\tau = \frac{F_{HX}}{A}$$

ニ. 溶接部に生じるせん断応力

溶接部に生じるせん断応力 τ_c は、次式で求める。

$$\tau_c = \sqrt{\sigma^2 + \tau^2}$$

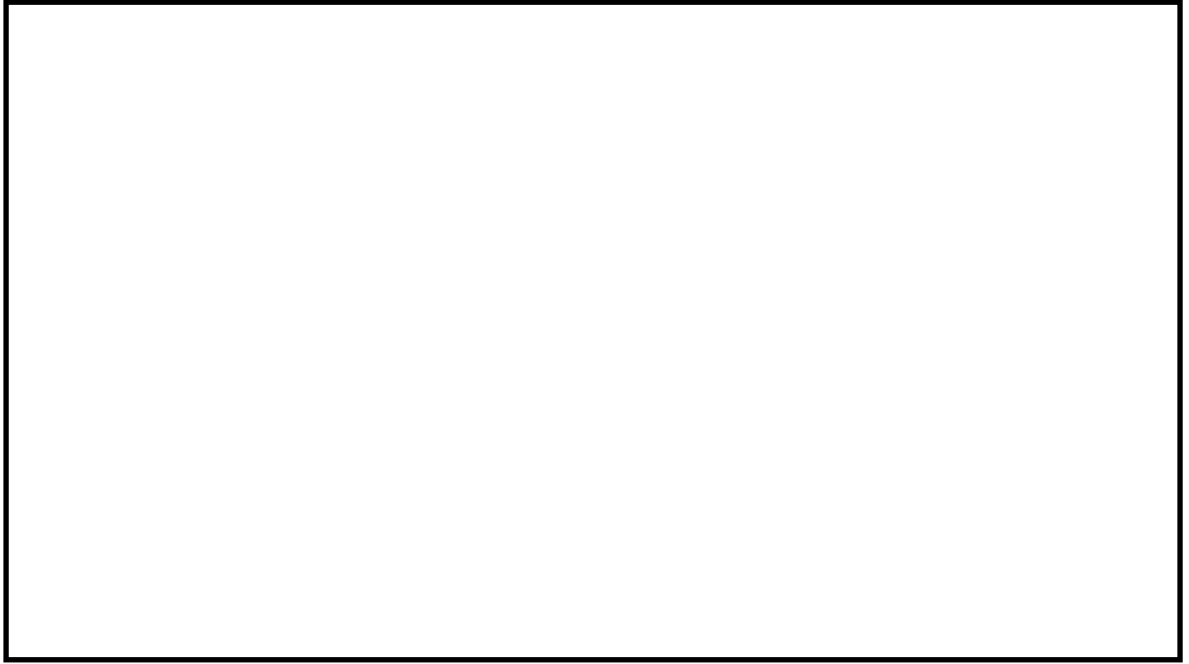
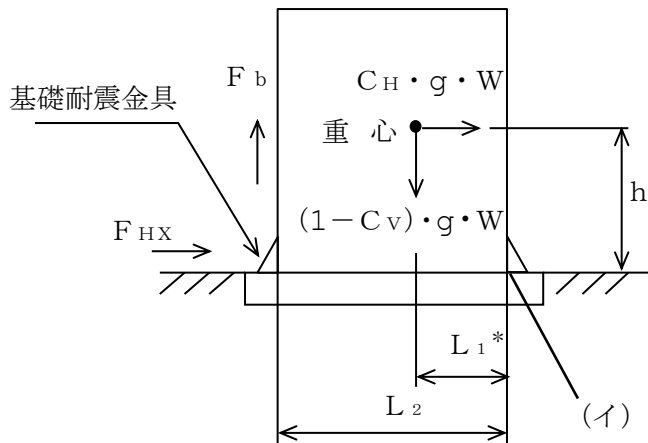
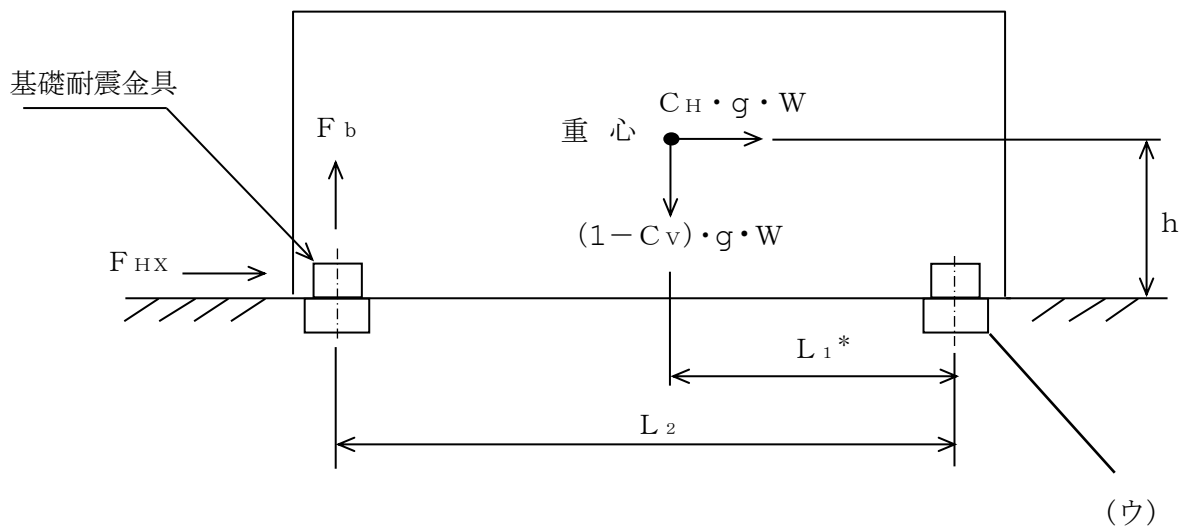


图 7.3.1-5 基礎耐震金具詳細図



注記* : L_1 の寸法は重心が偏心していることから2通り存在する。鉛直方向加速度の向きは $C_V \leq 1$ より下向きとなるため、 F_b が最大となるように L_1 は小さい数値を用いる。

図 7.3.1-6 計算モデル (短辺方向転倒)



注記* : L_1 の寸法は重心が偏心していることから2通り存在する。鉛直方向加速度の向きは $C_V \leq 1$ より下向きとなるため、 F_b が最大となるように L_1 は小さい数値を用いる。

図 7.3.1-7 計算モデル (長辺方向転倒)

(b) 溶接部の応力評価

溶接部に生じるせん断応力は、J E A G 4 6 0 1 ・ 補-1984 に基づき、表 7.3.1-9 に示す許容せん断応力以下であること。

表 7.3.1-9 許容せん断応力の算出式

許容せん断応力	基準地震動 S_s による荷重との組合せの場合
$1.5 \cdot f_s^*$	$\frac{F^*}{1.5 \cdot \sqrt{3}} \cdot 1.5$

(c) 評価結果

基礎耐震金具溶接部の発生応力は許容応力以下であり、健全性に問題がないことを確認した。なお、表 7.3.1-10 は、許容応力の発生応力に対する裕度が最小となる短辺方向転倒条件の計算結果を代表として示す。

計算結果詳細を添付資料(1)「基礎耐震金具強度計算」に示す。

表 7.3.1-10 基礎耐震金具溶接部の発生応力及び許容応力

応力分類	発生応力 (MPa)	許容応力 (MPa)
せん断	31	160

d. 絶縁油配管の構造強度評価

(a) 評価方法

絶縁油配管の構造強度評価は、「(4) 固有周期」に基づき作成した解析モデルによる地震応答解析を行い、得られたモーメント等を用いて J E A G 4 6 0 1・補-1984 に基づく応力評価を実施する。

応力評価は、一次応力評価及び一次+二次応力評価を実施し、発生応力が許容応力以下であることを確認する。発生応力及び許容応力の計算方法を表 7.3.1-11 に示す。

表 7.3.1-11 絶縁油配管の発生応力及び許容応力の計算方法

機器等の区分	許容応力状態	応力分類	発生応力	許容応力
クラス3管	IVAS	一次応力	$S_{pr m} = \frac{P \cdot D_o}{4 \cdot t} + \frac{0.75 \cdot i_1 \cdot (M_a + M_b)}{Z}$	0.9・S _u
		一次+二次応力	$S_n = \frac{0.75 \cdot i_1 \cdot M_b^* + i_2 \cdot M_c}{Z}$	2・S _y

(b) 解析モデル

地震応答解析に使用する解析モデル図を図 7.3.1-8 に示す。なお、解析モデル図は、許容応力の発生応力に対する裕度が最小となるコンサベータ連結配管を代表として示す。

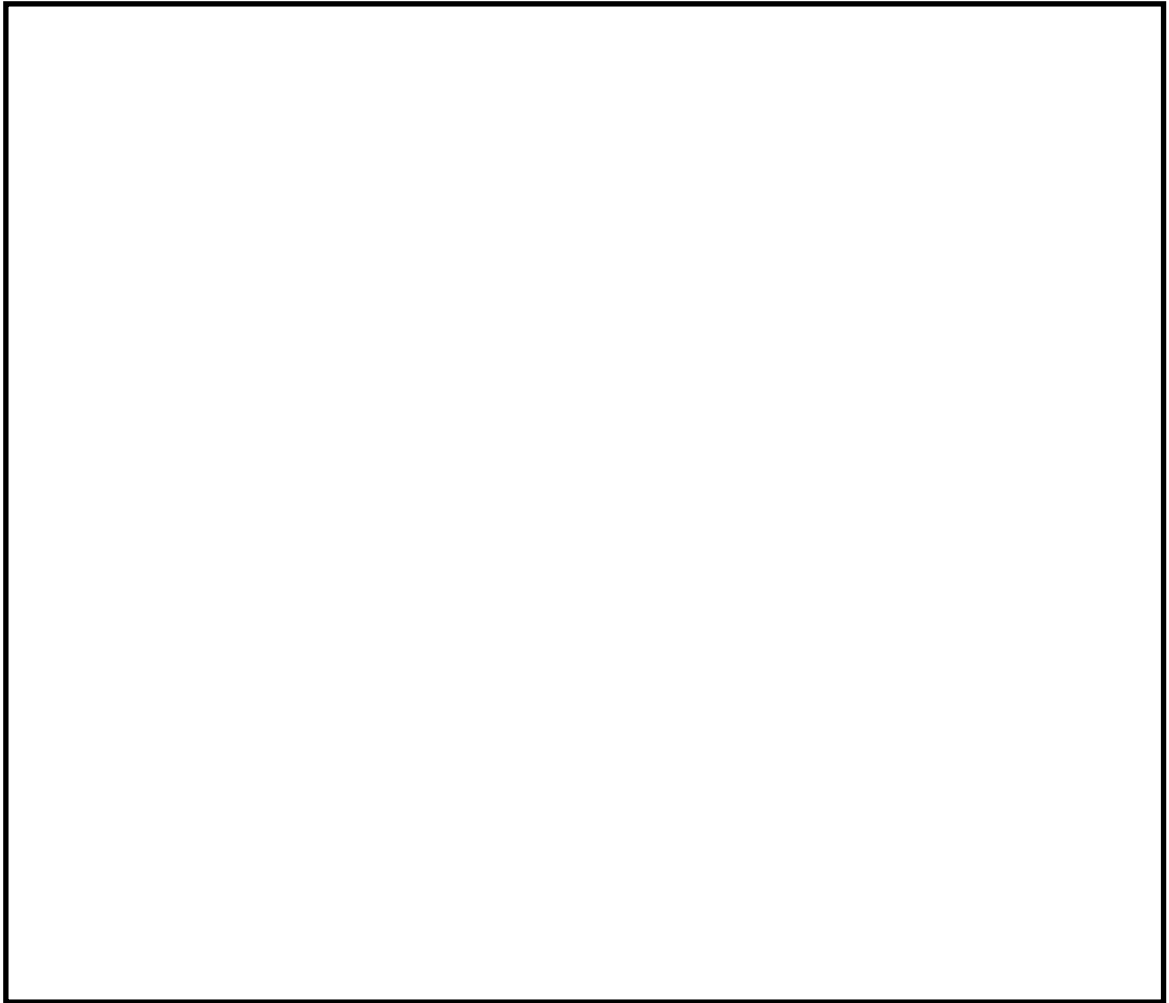


図 7.3.1-8 解析モデル図(コンサベータ連結配管)

(c) 評価条件

評価に当たって考慮する荷重の組合せや設計条件等の計算条件を表 7.3.1-12～表 7.3.1-15 に示す。なお、表 7.3.1-13 の設計条件は、許容応力の発生応力に対する裕度が最小となるコンサベータ連結配管を代表として示す。

表 7.3.1-12 荷重の組合せ及び許容応力状態

評価部位	機器等の区分	荷重の組合せ*	許容応力状態
絶縁油配管	クラス3管	P + D + S _s	IV _A S

注記*：Pは内圧，Dは死荷重，S_sは基準地震動S_sによる慣性力を示す。

表 7.3.1-13 設計条件

評価部位	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (°C)	外径 (mm)
コンサベータ 連結配管	大気圧	95	60.5

厚さ(mm)	材料	縦弾性係数 (MPa)	弁部の質量 (kg)
3.8	SS400	198000	

表 7.3.1-14 材料及び許容応力

評価部位	材料	最高使用温度 (°C)	設計降伏点 S _y (MPa)	設計引張強さ S _u (MPa)
絶縁油配管	SS400	95	223	374

表 7.3.1-15 設計用地震力

評価部位	地震動	設計震度*	
		水平方向	鉛直方向
絶縁油配管	S _s -D		

注記*：最大加速度を1.2倍した震度を示す。

(d) 評価結果

表 7.3.1-16 に示すとおり，絶縁油配管の一次応力評価及び一次＋二次応力評価における発生応力は許容応力以下であり，健全性に問題がないことを確認した。

表 7.3.1-16 絶縁油配管の構造強度評価結果

評価部位	一次応力評価			一次＋二次応力評価		
	発生応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	裕度	発生応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	裕度
放熱器連結配管	2	336	168.00	1	446	446.00
コンサバータ 連結配管	13	336	25.84	19	446	23.47
避圧弁取付配管	11	336	30.54	18	446	24.77
衝撃油圧継電器 取付配管	4	336	84.00	6	446	74.33

基礎耐震金具強度計算

1. 固有周期計算 (タンクと中身構造物連結)

タンク			中身構造物		
縦弾性係数 E_2 (MPa)	せん断弾性 係数 G_2 (MPa)	ポアソン比 ν_2	縦弾性係数 E_3 (MPa)	せん断弾性 係数 G_3 (MPa)	ポアソン比 ν_3
198000	76200	0.3	122000	44500	0.37

タンク断面寸法(mm)				変圧器本体 質量 $W = m_2$ + m_3 (kg)	中身質量 m_3 (kg)	重心高さ h_2, h_3 (mm)
外側		内側				
X方向 b_2	Y方向 a_2	X方向 b_1	Y方向 a_1			

タンク						
タンク 断面積 A_2 (mm ²)	形状係数 k_{x2}		有効せん断断面積 A_{s2} (mm ²)		断面二次モーメント I_2 (mm ⁴)	
	X方向	Y方向	X方向	Y方向	X方向	Y方向

中身構造物			
中身構造物 断面積 A_3 (mm ²)	有効せん断 断面積 A_{s3} (mm ²)	断面二次モーメント I_3 (mm ⁴)	
		X方向	Y方向

ばね定数 k (N/mm)					
X方向		Y方向		鉛直方向	
k_2	k_3	k_2	k_3	k_2	k_3

一次固有周期 T (s)			
X 方向	Y 方向	鉛直方向	
		タンク	中身構造物

2. 基礎耐震金具強度計算

(1) 変圧器短辺方向

地震動	震度		重力加速度 g (m/s ²)	変圧器本体 質量W (kg)	重心高さ h (mm)	基礎耐震 金具員数 N(全数)
	水平方向 C _H	鉛直方向 C _V				
S _s -D			9.80665			

L ₁ (mm)	L ₂ (mm)	溶接部有効 断面積 A (mm ²)

引抜き荷重 F _b (N)	水平荷重 F _{HX} (N)

発生応力 (MPa)			許容応力 (MPa)
せん断 σ	せん断 τ	せん断 τ _c	せん断
26	16	31	160

(2) 変圧器長辺方向

地震動	震度		重力加速度 g (m/s ²)	変圧器本体 質量W (kg)	重心高さ h (mm)	基礎耐震 金具員数 N(全数)
	水平方向 C _H	鉛直方向 C _V				
S _s -D			9.80665			

L ₁ (mm)	L ₂ (mm)	溶接部有効 断面積 A (mm ²)

引抜き荷重 F _b (N)	水平荷重 F _{HX} (N)

発生応力 (MPa)			許容応力 (MPa)
せん断 σ	せん断 τ	せん断 τ _c	せん断
19	16	25	160

第2-66kV開閉所における基準地震動S_s5波の最大加速度

1. 最大加速度

地震波		最大加速度 (Gal)
第2-66kV開閉所 EL 44.2m	S _s -D	水平
		鉛直
	S _s -N1	水平
		鉛直
	S _s -N2 (NS)	水平
		鉛直
	S _s -N2 (EW)	水平
		鉛直
	S _s -F1 (NS)	水平
		鉛直
	S _s -F1 (EW)	水平
		鉛直
	S _s -F2 (NS)	水平
		鉛直
	S _s -F2 (EW)	水平
		鉛直

2. 加速度時刻歴波形 (S_s-D)

水平方向及び鉛直方向の最大加速度がいずれも最大となるS_s-D波の加速度時刻歴波形を参考として以下に示す。



7.3.2 重油移送配管（防波壁乗り越え箇所）の耐震性評価

(1) 概要

本資料は、重油移送配管（防波壁乗り越え箇所）が、基準地震動 S_s による地震力に対して、十分な耐震性を有することにより、屋外のアクセスルートに火災による影響がないことを説明するものである。その耐震評価は、応力評価により行う。

以下、設計基準対象施設としての構造強度評価を示す。

a. 管

当該計算書記載範囲の管のうち、各応力区分における最大応力評価点の評価結果を解析モデル単位に記載する。また、全2モデルのうち、各応力区分における最大応力評価点の許容値／発生値（以下「裕度」という。）が最小となる解析モデルを代表として鳥瞰図、計算条件及び評価結果を記載する。各応力区分における代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果を(4)b.(c)に記載する。

b. 支持構造物

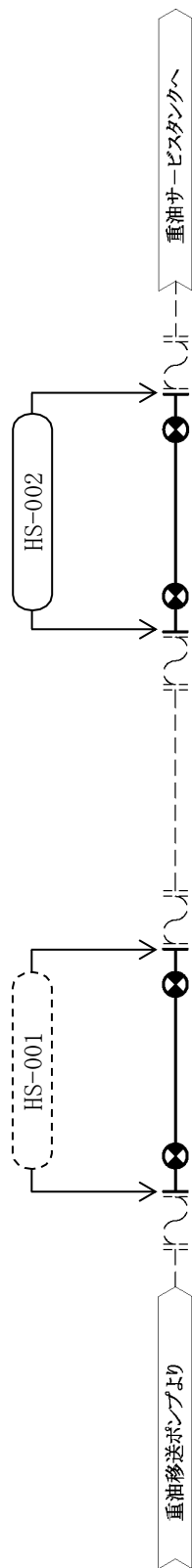
当該計算書記載範囲の支持点のうち、種類及び型式単位に反力が最大となる支持点の評価結果を代表として記載する。

(2) 概略系統図及び鳥瞰図

a. 概略系統図

表 7.3.2-1 概略系統図記号凡例

記 号	内 容
 (太線)	当該計算書記載範囲の管
 (破線)	当該計算書記載範囲外の管
	鳥瞰図番号 (代表モデル)
	鳥瞰図番号 (代表モデル以外)
	アンカ
DB1	クラス1管
DB2	クラス2管
DB3	クラス3管
DB4	クラス4管
SA2	重大事故等クラス2管
SA3	重大事故等クラス3管
DB1/SA2	重大事故等クラス2管であってクラス1管
DB2/SA2	重大事故等クラス2管であってクラス2管
DB3/SA2	重大事故等クラス2管であってクラス3管
DB4/SA2	重大事故等クラス2管であってクラス4管
	フレキシブルホース


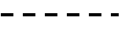


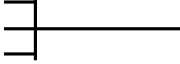
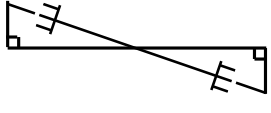

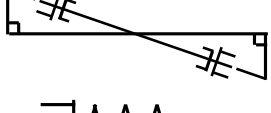

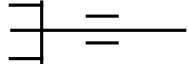
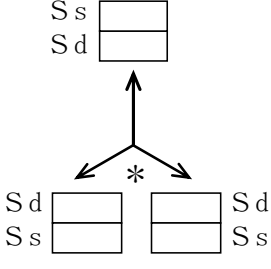


[注] 太線範囲の管クラス：ー

図 7.3.2-1 所内蒸気系概略系統図

b. 鳥瞰図

表 7.3.2-2 鳥瞰図記号凡例

記号	内 容
 (太線)	当該計算書記載範囲の管
 (破線)	当該計算書記載範囲外の管
	質点
	アンカ
	レストレイント
	レストレイント (斜め拘束の場合)
	スナップ
	スナップ (斜め拘束の場合)
	ハンガ
	リジットハンガ
	<p>拘束点の地震による相対変位量(mm)</p> <p>(*は評価点番号, 矢印は拘束方向を示す。また, 内に変位量を記載する。なお, S s 機能維持の範囲は S s 地震動による変位量のみを記載する。)</p> <p>注: 鳥瞰図中の寸法の単位はmmである。</p>

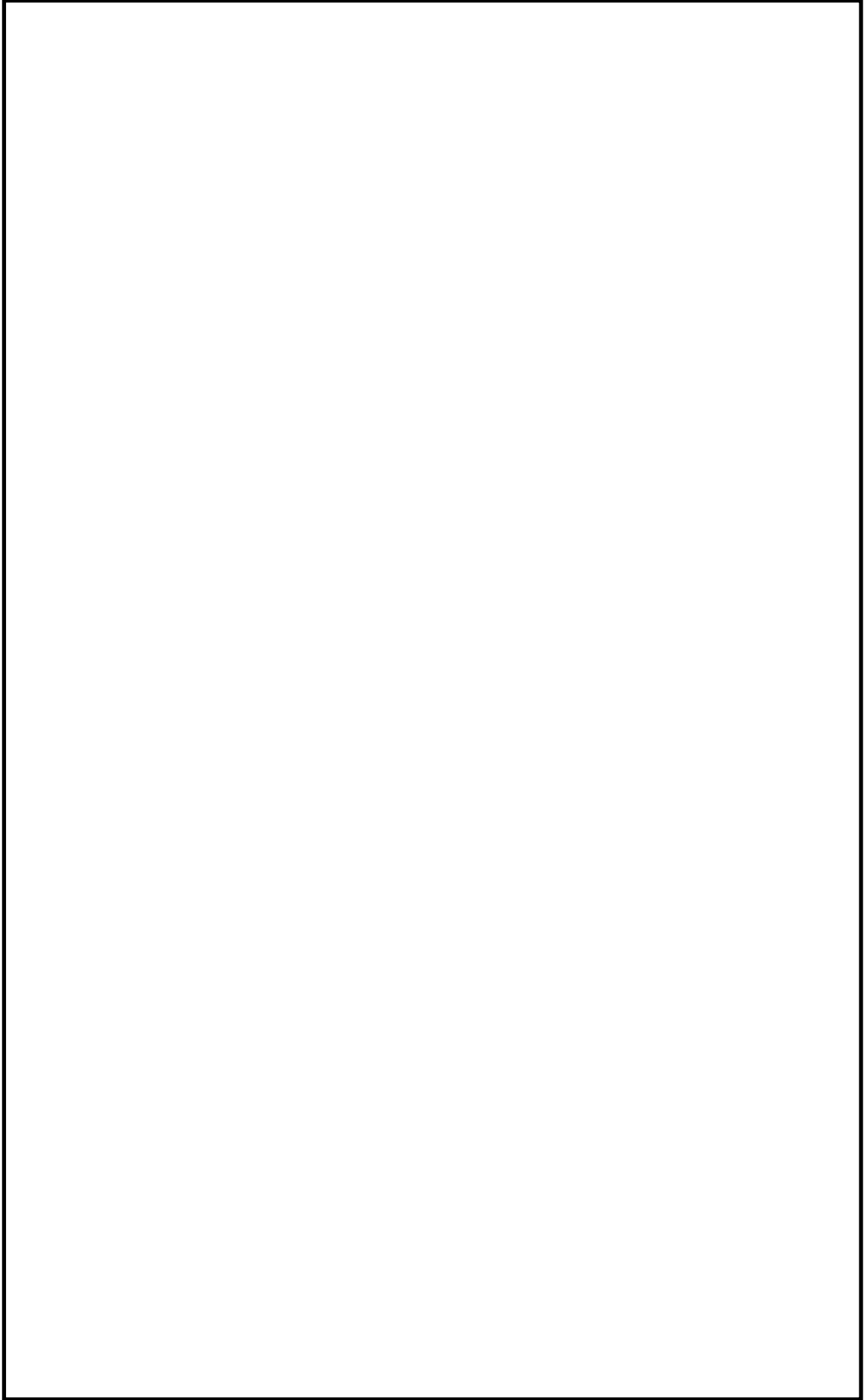


図 7.3.2-2 所内蒸気系鳥瞰図

(3) 計算条件

a. 計算方法

管の構造強度評価は、基本方針に記載の評価方法に基づき行う。解析コードは、「MSAP」を使用し、解析コードの検証及び妥当性確認等の概要については、VI-5「計算機プログラム（解析コード）の概要」に示す。

b. 荷重の組合せ及び許容応力状態

本計算書において考慮する荷重の組合せ及び許容応力状態を表7.3.2-3に示す。

表 7.3.2-3 荷重の組合せ及び許容応力状態

施設名称	設備名称	系統名称	施設分類*1	設備分類*2	機器等の区分	耐震重要度分類	荷重の組合せ*3,*4	許容応力状態*5
その他 発電用原子炉の 附属施設	補助ボイラー	所内蒸気系	—	—	—	C	I _L +S _S II _L +S _S	IV _A S

注記*1：DBは設計基準対象施設，SAは重大事故等対処設備を示す。

*2：「常設耐震/防止」は常設耐震重要重大事故防止設備，「常設/防止」は常設耐震重要重大事故防止設備以外の常設重大事故防止設備，「常設/防止(DB拡張)」は常設重大事故防止設備（設計基準拡張），「常設/緩和」は常設重大事故緩和設備を示す。

*3：運転状態の添字Lは荷重，(L)は荷重が長期間作用している状態，(LL)は(L)より更に長期的に荷重が作用している状態を示す。

*4：許容応力状態ごとに最も厳しい条件又は包絡条件を用いて評価を実施する。

*5：許容応力状態V_ASは許容応力状態IV_ASの許容限界を使用し，許容応力状態IV_ASとして評価を実施する。

c. 設計条件

鳥瞰図番号ごとに設計条件に対応した管番号で区分し，管番号と対応する評価点番号を示す。

表 7.3.2-4 設計条件 (1/2)

鳥 瞰 図 HS-002

管番号	対応する評価点	許容応力状態	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (°C)
1	501 ~ 504	Ⅲ _A S	—	—
		Ⅳ _A S	0.65	66
		Ⅴ _A S	—	—

管番号	対応する評価点	外径 (mm)	厚さ (mm)	材料	耐震 重要度 分類	縦弾性係数 (MPa)
1	501 ~ 504	76.3	5.2	STPG370	C	200000

配管の付加質量

鳥 瞰 図 HS-002

質量	対応する評価点
—	—

フランジ部等の質量

鳥 瞰 図 HS-002

質量	対応する評価点
<input type="text"/>	501, 504

弁部の質量

鳥 瞰 図 HS-002

質量	対応する評価点	質量	対応する評価点
—	—	—	—

表 7.3.2-4 設計条件 (2/2)

弁部の寸法

鳥 瞰 図 HS-002

評価点	外径 (mm)	厚さ (mm)	長さ (mm)
—	—	—	—

支持点及び貫通部ばね定数

鳥 瞰 図 HS-002

支持点番号	各軸方向ばね定数 (N/mm)			各軸回り回転ばね定数 (N・mm/rad)		
	X	Y	Z	X	Y	Z
801						
802						
803						
804						
805						
806						
807						
808						
809						
810						

d. 材料及び許容応力

使用する材料の最高使用温度での許容応力を表 7.3.2-5 に示す。

表 7.3.2-5 最高使用温度での許容応力

材料	最高使用温度 (°C)	許容応力 (MPa)			
		S _m	S _y	S _u	S
STPG370	66	—	189	357	—

e. 設計用地震力

本計算書において考慮する設計用地震力の算出に用いる設計用床応答スペクトル及び等価繰返し回数を表 7.3.2-6 に示す。

なお、設計用床応答スペクトルは、VI-2-10-2-2-3「防波壁（多重鋼管杭式擁壁）の地震応答計算書」に示す地震応答から、VI-2-1-7「設計用床応答スペクトルの作成方針」に基づき策定したものをを用いる。減衰定数は、VI-2-1-6「地震応答解析の基本方針」に記載の減衰定数を用いる。等価繰返し回数は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき策定したものをを用いる。

表 7.3.2-6 設計用床応答スペクトル及び等価繰返し回数

鳥瞰図	建物・構築物	標高	減衰定数 (%)	等価繰返し回数	
				S _d	S _s
HS-002	防波壁 (多重鋼管杭式擁壁)	EL 15.0m	—	—	—

(4) 解析結果及び評価

a. 固有周期及び設計震度

表 7.3.2-7 固有周期及び設計震度

鳥 瞰 図 HS-002

適用する地震動等		基準地震動 S s		
モード*1	固有周期 (s)	応答水平震度		応答鉛直震度
		X方向	Z方向	Y方向
1次	0.049	—	—	—
動的震度*2,*3		7.68	7.68	4.41

注記*1:固有周期が0.050 s以上のモードを示す。0.020 s以上0.050 s未満のモードに対しては、最大応答加速度又はこれを上回る震度を適用する。なお、1次固有周期が0.050s未満である場合は、1次モードのみを示す。

*2:設計用震度Ⅱ(基準地震動 S s)を上回る設計震度

*3:最大応答加速度を1.2倍した震度

b. 代表的振動モード図

振動モード図は、1次モードまでを代表とし、各質点の変位の相対量・方向を破線で図示し、図 7.3.2-3 に示す。

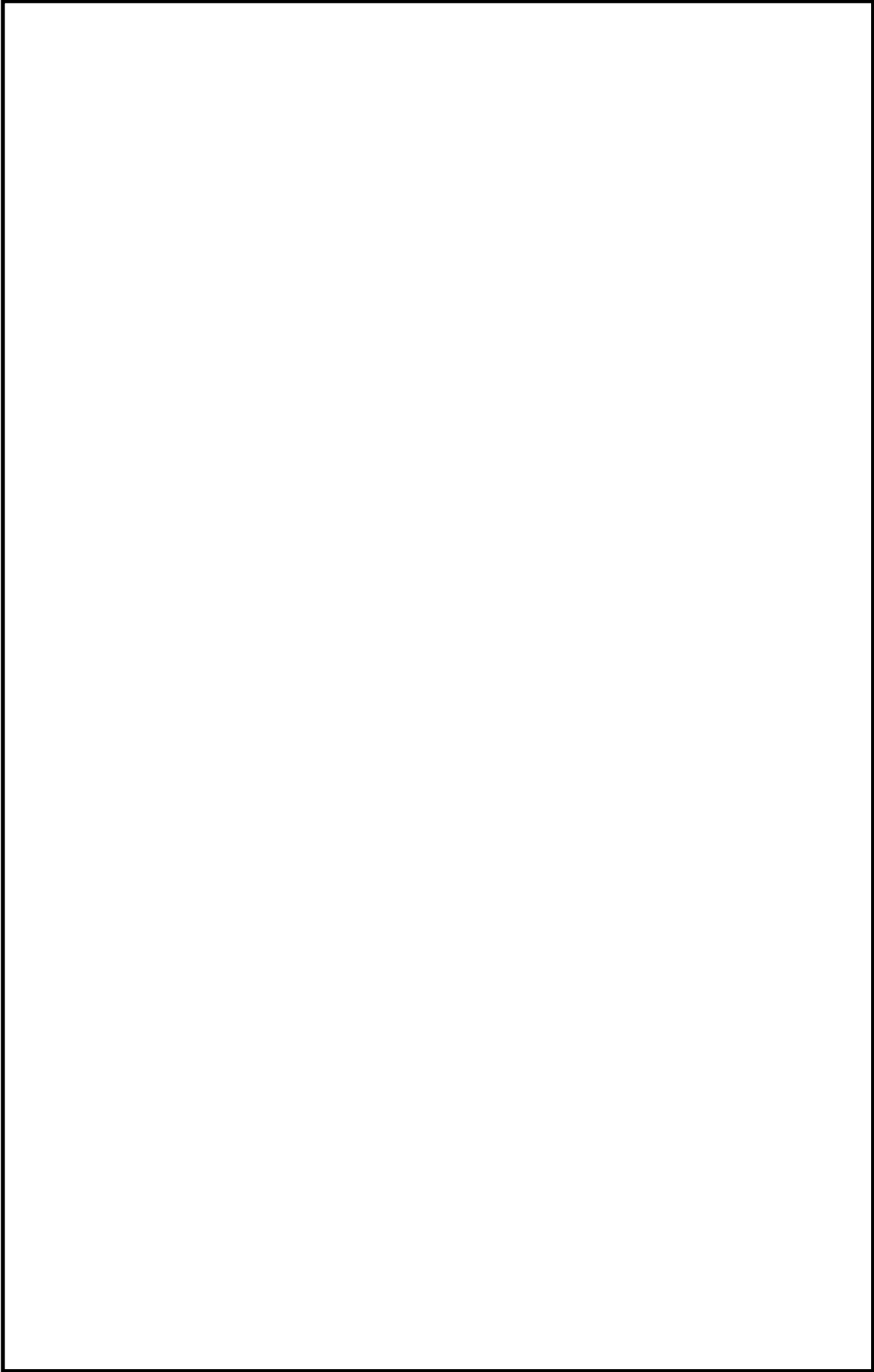


图 7.3.2-3 代表的振動モード図 (1 次)

b. 評価結果

(a) 管の応力評価結果

表 7.3.2-8 に示すとおり最大応力及び疲労累積係数はそれぞれの許容値以下である。

表 7.3.2-8 最大応力及び疲労累積係数

クラス 2 以下の管

許容応力 状態	最大応力区分(許容応力)	鳥瞰図 番号	最大応力 評価点	応力評価		疲労評価 疲労累積係数 U S s
				計算応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	
IV _A S	一次応力 S p r m (0.9・S u)	HS-002	810	40	321	—
	一次+二次応力 S n (2・S y)	HS-002	810	74	379	—

(b) 支持構造物評価結果

表 7.3.2-9 及び表 7.3.2-10 に示すとおり計算応力及び計算荷重はそれぞれの許容値以下である。

表 7.3.2-9 支持構造物評価結果 (荷重評価)

支持構造物 番号	種類	型式	材質	温度 (°C)	評価結果		
					計算荷重 (kN)	許容荷重 (kN)	
—	メカニカルスナップ	—	VI-2-1-12「配 管及び支持構造 物の耐震計算に ついて」参照	—	—	一次評価*1 —	二次評価*2 —
—	オイルスナップ	—			—	—	
—	ロッドストレイント	—			—	—	
—	スプリングハンガ	—			—	—	
—	コンスタントハンガ	—			—	—	
—	リジットハンガ	—			—	—	

注記*1：あらかじめ設定した設計上の基準値を許容荷重として実施する評価

*2：計算荷重があらかじめ設定した設計上の基準値を超過した箇所に対して、J E A G 4 6 0 1 に定める許容限界を満足する範囲内で新たに設定した設計上の基準値を許容荷重として実施する評価。なお、一次評価を満足する場合は「—」と記載する。

表 7.3.2-10 支持構造物評価結果 (応力評価)

支持構造物 番号	種類	型式	材質	温度 (°C)	支持点荷重						評価結果			
					反力 (kN)			モーメント (kN・m)			応力 分類	許容 応力 (MPa)		
					F _x	F _y	F _z	M _x	M _y	M _z				
E-812	アンカ	アンカバンド	SS400	66	3.0	2.6	2.7	0.1	0.1	0.1	0.1	組合せ	18	282
E-809	レストレイント	Uバンド	SS400	66	2.2	3.1	2.1	—	—	—	—	組合せ	31	282

(c) 代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果

代表モデルは各モデルの最大応力点の応力と裕度を算出し、応力分類ごとに裕度最小のモデルを選定して鳥瞰図、計算条件及び評価結果を記載している。表 7.3.2-11 に、代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果を示す。

表 7.3.2-11 代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果

クラス 2 以下の管

No	鳥瞰図番号	許容応力状態Ⅳ A S										
		一次応力評価					一次＋二次応力評価					
		評価点	計算応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	裕度	代表	評価点	計算応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	裕度	疲労累積 係数	代表
1	HS-001	801	40	321	8.02	—	801	73	379	5.19	—	—
2	HS-002	810	40	321	8.02	○	810	74	379	5.12	—	○

7.3.3 送電鉄塔他の耐震性評価

通信用無線鉄塔，66kV 鹿島支線 No.2-1 鉄塔，220kV 第二島根原子力幹線 No.1 鉄塔，220kV 第二島根原子力幹線 No.2 鉄塔，第2-66kV 開閉所屋外鉄構の耐震性評価は「1. 送電鉄塔他の影響評価について」に示す。

8. 屋外のアクセスルートの段差緩和対策等について

アクセスルート下に設置されている地中埋設構造物の位置を図8-1に示す。

アクセスルート下に設置されている地中埋設構造物を評価対象として、不等沈下、浮き上がり及び地中埋設構造物の損壊による影響評価を行い、通行性に影響を及ぼすものと評価された箇所には、段差緩和対策等を実施する。ここでは、地中埋設構造物を対象とした不等沈下、浮き上がり、損壊による影響評価及び対策の設計内容について説明する。

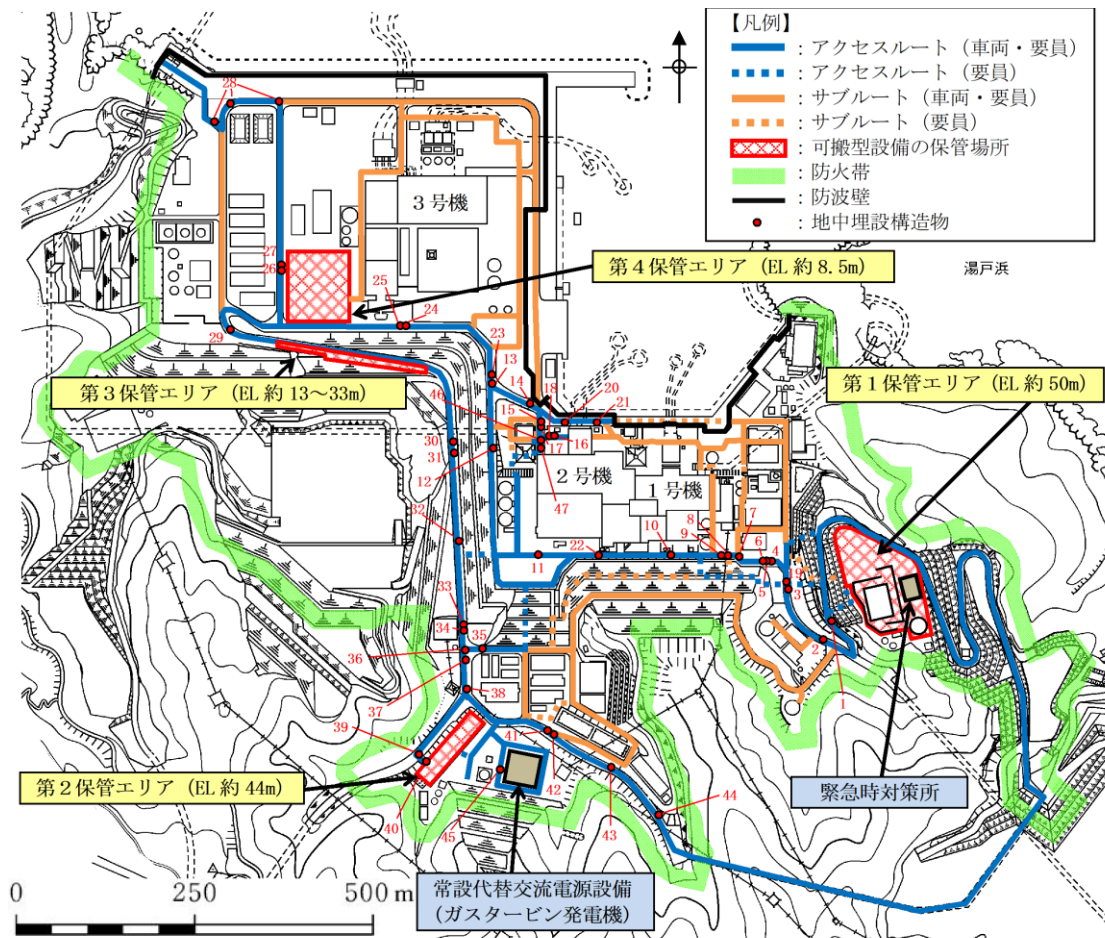


図8-1 アクセスルート下の地中埋設構造物の位置

8.1 液状化及び揺すり込みによる不等沈下，液状化に伴う浮き上がり

(1) 不等沈下（地中埋設構造物等と埋戻土との境界部）

a. 評価方法

地中埋設構造物及び地盤改良部と埋戻土との境界部における不等沈下による影響評価については，保管場所における影響評価と同様に，液状化及び揺すり込みによる不等沈下によるアクセスルートの通行性への影響を評価する。

評価の対象とする位置については，図 8-1 に示すアクセスルート下の地中埋設構造物及び地盤改良部と埋戻土との境界位置を網羅的に選定する。

通行性への影響評価では，保管場所と同様に，液状化による沈下量及び揺すり込みによる沈下量の合計値を算定し，地中埋設構造物及び地盤改良部と埋戻土との境界部で生じる相対沈下量が評価基準以下となることを評価する。なお，浮き上がり対策（カウンターウエイト）実施箇所については，それらを考慮して沈下量を算定する。評価基準については，保管場所と同様に，可搬型設備が徐行により走行可能な段差量 15cm とする。

通行性への影響評価に用いる地下水位については，3次元浸透流解析結果に基づいて設定する。ただし，液状化による沈下量及び揺すり込みによる沈下量の算出においては，ともに地層厚さの 3.5% として算定されるため，地下水位の設定による沈下量への影響はない。

評価基準を満足しない箇所については，図 8-2 に示すような段差緩和対策をあらかじめ実施することにより，液状化及び揺すり込みによる不等沈下が通行性に対して影響を及ぼさない設計とする。

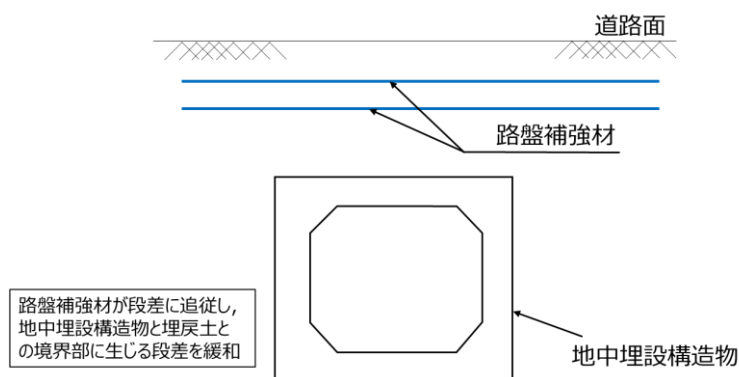


図 8-2 段差緩和対策の概念図

b. 評価結果

地中埋設構造物及び地盤改良部と埋戻土との境界部における不等沈下による影響評価結果を表 8-1 に、通し番号 40 輪谷貯水槽（西 1/西 2）アクセススロープ（東側）の相対沈下量の算出根拠を図 8-3 に、影響評価概念図を表 8-2 に示す。

評価の結果、算定した相対沈下量が評価基準を満足しない箇所を抽出し、あらかじめ段差緩和対策を実施することにより、すべての箇所において「問題ない」と評価し、不等沈下が当該箇所の通行性に対して影響を及ぼさないことを確認した。段差緩和対策実施箇所を図 8-4 に示す。

表 8-1 地中埋設構造物及び地盤改良部と埋戻土との境界部における
不等沈下による影響評価結果

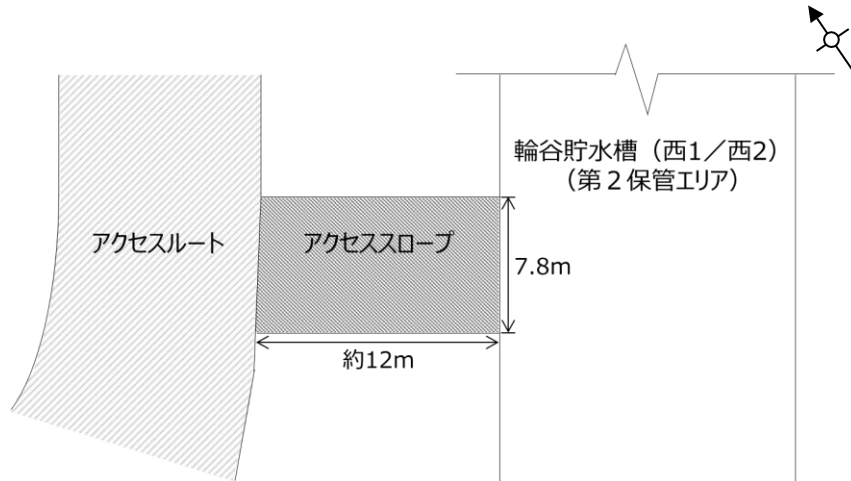
 : 段差緩和対策を実施する箇所

通し番号	名称	路面高	構造物 上端	基礎 下端	基礎、MMR含 む構造物高 (構造物上端 -基礎下端)	相対沈下量 (基礎、MMR含 む構造物高 ×0.035)	車両通行可否 0.15m以下:○	評価判定	
		EL(m)	EL(m)	EL(m)	(m)	(m)			
1	ケーブルダクト (D5ダクト)	28.33	28.33	26.01	2.32	0.09	○	問題なし	
2	ケーブルダクト (D7ダクト)	22.43	22.43	21.38	1.05	0.04	○	問題なし	
3	1号機南側盛土部地盤改良部*1	16.30	16.30	0.80	15.50	0.55	○	問題なし	
4	東側ケーブル等迂回ダクト	15.20	14.07	11.35	2.72	0.10	○	問題なし	
5	消火配管ダクト	15.00	15.00	12.80	2.20	0.08	○	問題なし	
6	ケーブルダクト	15.00	15.00	13.45	1.55	0.06	○	問題なし	
7	ケーブルダクト	15.00	14.70	12.90	1.80	0.07	○	問題なし	
8	西側配管等迂回ダクト	15.00	15.00	12.05	2.95	0.11	○	問題なし	
9	ケーブルダクト	15.00	14.00	11.40	2.60	0.10	○	問題なし	
10	復水配管	15.00	14.90	13.55	1.35	0.05	○	問題なし	
11	2号機開閉所連絡制御ケーブル配管ダクト	15.05	15.05	12.55	2.50	0.09	○	問題なし	
12	0Fケーブルダクト	8.50	7.50	4.45	3.05	0.11	○	問題なし	
13	排水路	8.50	5.95	3.98	1.97	0.07	○	問題なし	
14	光ケーブルダクト (No.20ダクト)	8.50	7.53	4.92	2.61	0.10	○	問題なし	
15	除じん機洗浄水排水管 (北側)	8.50	2.88	1.78	1.10	0.04	○	問題なし	
16	除じん機洗浄水排水管 (南側)	8.50	3.14	2.04	1.10	0.04	○	問題なし	
17	2号機循環水排水路 (放水槽側)*2	8.50	1.00	-4.00	0.00	0.00	○	問題なし	
18	2号機循環水排水路 (取水槽側)*2	8.50	-1.85	-6.85	0.00	0.00	○	問題なし	
19	連絡通路(地下部)*1	15.68	13.50	1.74	11.76	0.42	○	問題なし	
20	2号機取水槽地盤改良部 (西側)*1	8.50	8.50	-5.00	13.50	0.48	○	問題なし	
21	2号機取水槽地盤改良部 (東側)*1	8.50	8.50	-5.00	13.50	0.48	○	問題なし	
22	仮設耐震構台 (橋台) (東側)	15.00	15.00	12.71	2.29	0.09	○	問題なし	
23	光ケーブルダクト (No.24ダクト)	8.50	7.54	4.45	3.09	0.11	○	問題なし	
24	SB連絡ユーティリティ配管ダクト	8.50	7.05	2.88	4.17	0.15	○	問題なし	
25	500kVケーブルダクト	8.50	6.25	3.08	3.17	0.12	○	問題なし	
26	宇中中連絡ダクト*1	8.50	7.20	2.48	4.72	0.17	○	問題なし	
27	旧2号機放水口*1	8.50	6.00	-5.00	11.00	0.39	○	問題なし	
28	重油移送配管ダクト	8.50	8.50	7.00	1.50	0.06	○	問題なし	
29	光ケーブルダクト (No.21ダクト)	9.60	8.40	4.23	4.17	0.15	○	問題なし	
30	上水配管横断ダクト	36.31	35.89	32.89	3.00	0.11	○	問題なし	
31	排水路	38.00	36.85	34.05	2.80	0.10	○	問題なし	
32	44m盤消火配管トレンチ (Ⅲ)	43.18	43.18	41.88	1.30	0.05	○	問題なし	
33	0Fケーブルダクト	44.00	43.00	40.10	2.90	0.11	○	問題なし	
34	制御ケーブルダクト	44.00	43.73	41.80	1.93	0.07	○	問題なし	
35	排水路	44.00	43.60	42.30	1.30	0.05	○	問題なし	
36	GTG電路MMR部	44.30	44.30	41.70	2.60	0.10	○	問題なし	
37	U-600横断側溝	44.00	44.00	42.90	1.10	0.04	○	問題なし	
38	排水路	44.00	43.40	40.75	2.65	0.10	○	問題なし	
39	輪谷貯水槽 (西1/西2) アクセススロープ (西側)	53.50	53.50	52.37	1.13	0.04	○	問題なし	
40	輪谷貯水槽 (西1/西2) アクセススロープ (東側)*3	53.30	47.70	34.40	13.30	(0.47)	0.15	○	問題なし
		53.30	43.39	34.40	8.99	(0.32)			
41	重圧管	46.51	46.26	45.19	1.07	0.04	○	問題なし	
42	44m盤消火配管トレンチ (Ⅳ)	46.90	46.90	45.55	1.35	0.05	○	問題なし	
43	アクセス道路耐震補強部 (西側)	55.55	55.55	52.55	3.00	0.11	○	問題なし	
44	アクセス道路耐震補強部 (東側)	65.80	65.80	63.70	2.10	0.08	○	問題なし	
45	屋外配管ダクト (ガスタービン発電機用軽油タンク~ガスタービン発電機)	47.25	47.25	44.70	2.55	0.09	○	問題なし	
46	屋外配管ダクト (タービン建物~放水槽)*2	8.50	5.70	-4.00	1.30	0.05	○	問題なし	
47	屋外配管ダクト (タービン建物~排気筒)	8.50	8.20	5.70	2.50	0.09	○	問題なし	

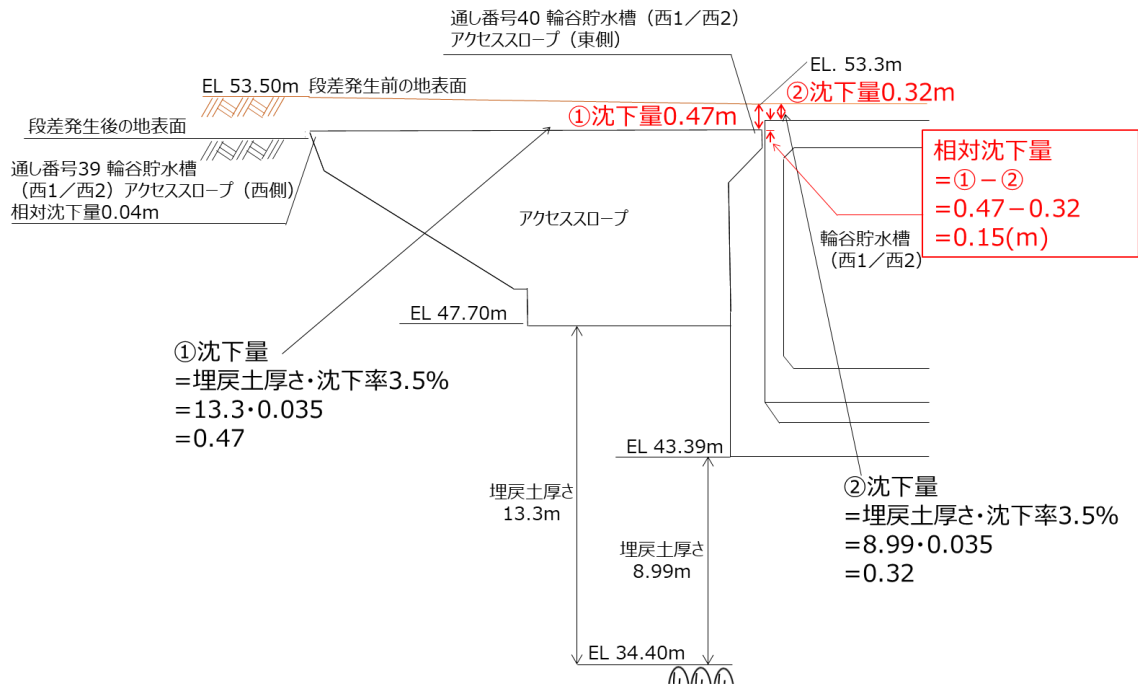
注記*1: 段差 (相対沈下量) が15cmを超えるため、あらかじめ不等沈下対策を実施することにより、不等沈下が通行性に対して影響を及ぼさない設計とする。

*2: 地盤改良を考慮した埋戻土層厚より算出した相対沈下量を示す。

*3: アクセススロープの沈下量 (上段) 及び輪谷貯水槽 (西1/西2) の沈下量 (下段) の相対沈下量を示す。



(平面図)



(断面図)

図 8-3 通り番号 40 輪谷貯水槽 (西 1/西 2) アクセススロープ (東側)
における段差発生後の概念図

表 8-2(1) 地中埋設構造物及び地盤改良部と埋戻土との境界における
不等沈下による影響評価概念図

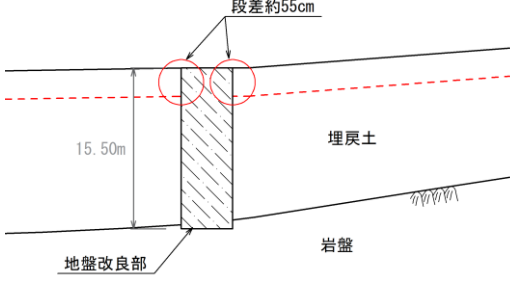
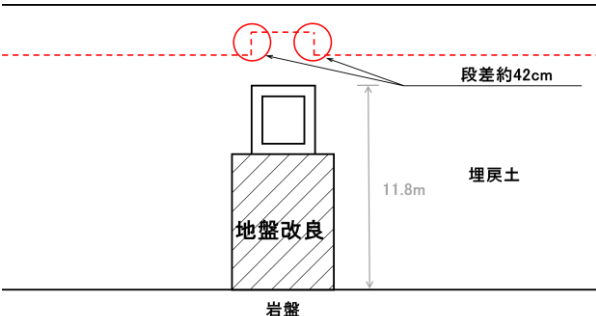
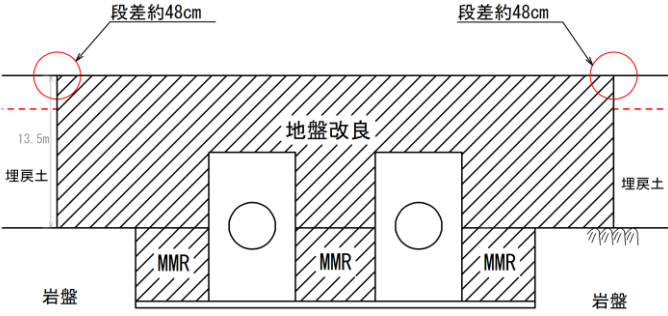
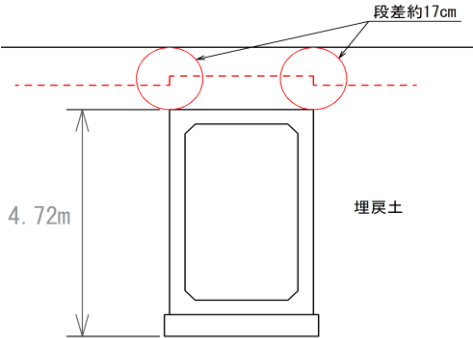
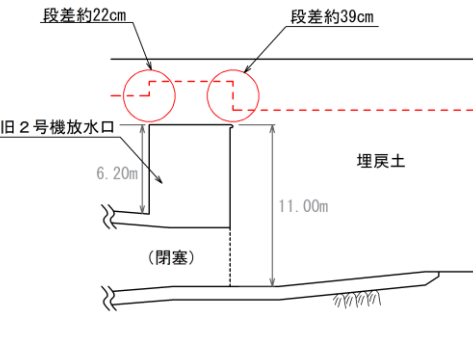
通し番号	地中埋設構造物及び地盤改良部と埋戻土との境界部	
<p>3. 1号機南側盛土部 地盤改良部</p>	<p>評価結果</p>	 <p>・埋戻土の沈下により、約 55cm の段差発生が想定されるため、段差緩和対策の対象として抽出する。</p>
<p>19. 連絡通路 (地下部)</p>	<p>評価結果</p>	 <p>・埋戻土の沈下により、約 42cm の段差発生が想定されるため、段差緩和対策の対象として抽出する。</p>
<p>20. 2号機取水槽 地盤改良部 (西側)</p> <p>21. 2号機取水槽 地盤改良部 (東側)</p>	<p>評価結果</p>	 <p>・埋戻土の沈下により、約 48cm の段差発生が想定されるため、段差緩和対策の対象として抽出する。</p>

表 8-2(2) 地中埋設構造物及び地盤改良部と埋戻土との境界における
不等沈下による影響評価概念図

通し番号	地中埋設構造物及び地盤改良部と埋戻土との境界部	
<p>26. 宇中中連絡 ダクト</p>	 <p>段差約17cm</p> <p>4.72m</p> <p>埋戻土</p> <p>評価結果</p> <ul style="list-style-type: none"> ・埋戻土の沈下により、約17cmの段差発生が想定されるため、段差緩和対策の対象として抽出する。 	
<p>27. 旧2号機放水口</p>	 <p>段差約22cm</p> <p>段差約39cm</p> <p>旧2号機放水口</p> <p>6.20m</p> <p>11.00m</p> <p>埋戻土</p> <p>(閉塞)</p> <p>評価結果</p> <ul style="list-style-type: none"> ・埋戻土の沈下により、約39cm及び約22cmの段差発生が想定されるため、段差緩和対策の対象として抽出する。 	

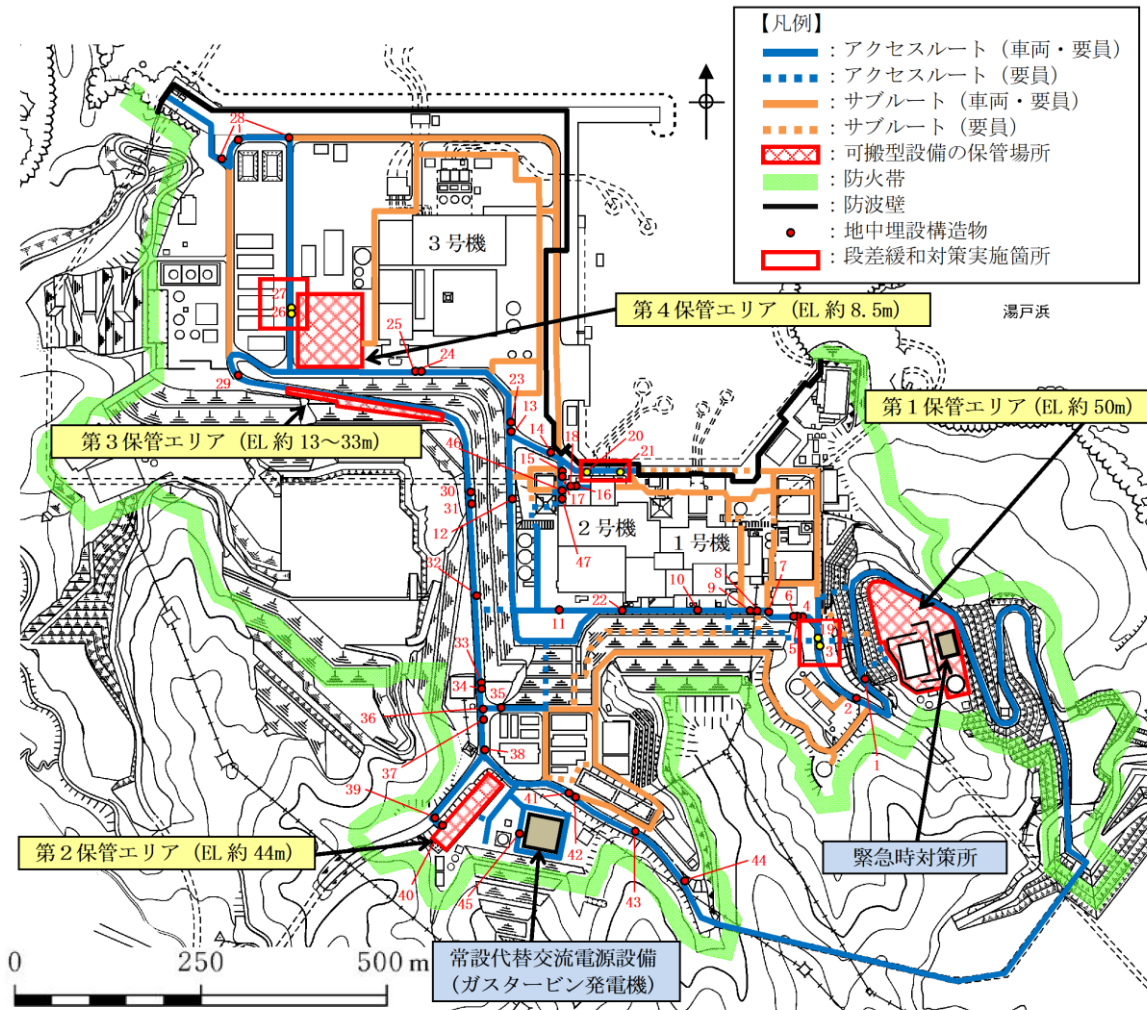


図8-4 段差緩和対策実施箇所 (地中埋設構造物及び地盤改良部と埋戻土との境界)

(2) 不等沈下（岩盤と埋戻土との境界部）

a. 評価方法

岩盤と埋戻土との境界部における不等沈下による影響評価については、岩盤と埋戻土との境界部における不等沈下によるアクセスルートの通行性への影響を評価する。通行性への影響評価では、アクセスルートの直下における岩盤と埋戻土の断面形状から不等沈下による相対沈下量及び傾斜を確認することで、通行性に与える影響を評価する。評価基準については、可搬型設備が徐行により走行可能な段差量15cm及び登坂可能な勾配15%とする。

岩盤と埋戻土との境界部の断面形状は、表8-3又は表8-4に大別される。表8-3は、岩盤を法面整形して掘削した際の断面形状であり、岩盤の勾配は1:0.3~1:0.7程度である。また、表8-4は、土留め壁を設置して掘削した際の断面形状であり、岩盤の勾配は90°である。

表8-3 岩盤と埋戻土との境界部の断面
(岩盤を法面に整形して掘削した際の断面形状)

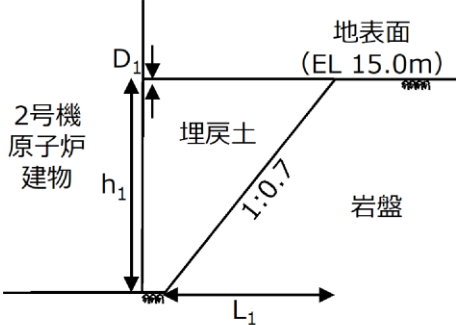
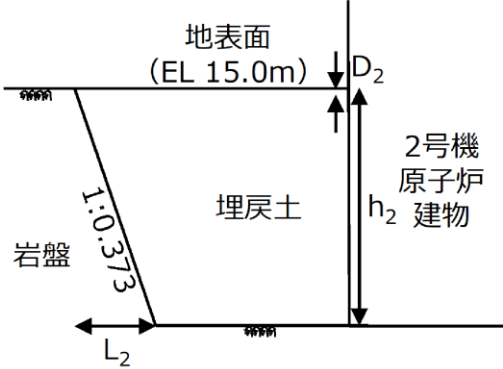
通し番号	岩盤と埋戻土との境界部（岩盤に勾配を設けて掘削した箇所）
1. 2号機原子炉建物 南側	
2. 2号機原子炉建物 西側	

表 8-4 岩盤と埋戻土との境界部の断面（土留め壁を設置して掘削した際の断面形状）

通し番号	岩盤と埋戻土との境界部
<p>3. 2号機循環水 排水路建設時 土留め部（放水 槽側）</p>	
<p>4. 2号機循環水 排水路建設時 土留め部（取水 槽側）</p>	

b. 評価結果

岩盤と埋戻土との境界部における不等沈下による影響評価結果を表 8-5 に示す。評価の結果、表 8-5(1)については、断面形状から局所的な段差は発生せず、傾斜が評価基準値 15%以下となる。また、表 8-5(2)については、算定した相対沈下量が評価基準値 15cm 以下となるため「問題なし」と評価し、不等沈下が当該箇所の通行性に対して影響を及ぼさないことを確認した。

表8-5(1) 岩盤と埋戻土との境界部における不等沈下による影響評価結果

通し番号	名称	掘削勾配	h	L	D	傾斜	評価判定
			(m)	(m)	($h \times 0.035$)	($D \div L$)	
1	2号機原子炉建物南側	1:0.7	19.7	13.8	0.69	5.0	問題なし
2	2号機原子炉建物西側	1:0.373	19.7	7.3	0.69	9.5	問題なし

通し番号	岩盤と埋戻土との境界部（岩盤に勾配を設けて掘削した箇所）	
1. 2号機原子炉建物南側		
	評価結果	<p>・埋戻土の沈下により，約 5.0%の傾斜発生が想定されるが，可搬型設備の通行に及ぼす影響はない。</p>
2. 2号機原子炉建物西側		
	評価結果	<p>・埋戻土の沈下により，約 9.5%の傾斜発生が想定されるが，可搬型設備の通行に及ぼす影響はない。</p>

表8-5(2) 岩盤と埋戻土との境界部における不等沈下による影響評価結果

通し番号	名称	路面高	埋戻土 下端	埋戻土 層厚	相対沈下量 (埋戻土層厚 × 0.035)	評価判定
		EL(m)	EL(m)	(m)	(m)	
3	2号機循環水排水路建設時土留め部 (放水槽側)	8.50	7.00	1.50	0.06	問題なし
4	2号機循環水排水路建設時土留め部 (取水槽側)	8.50	7.00	1.50	0.06	問題なし

通し番号	岩盤と埋戻土との境界部	
3. 2号機循環水排水 路建設時土留め部 (放水槽側)		
	評価結果	<ul style="list-style-type: none"> 埋戻土の沈下により、約 6cm の段差発生が想定されるが、可搬型設備の通行に及ぼす影響はない。
4. 2号機循環水排水 路建設時土留め部 (取水槽側)		
	評価結果	<ul style="list-style-type: none"> 埋戻土の沈下により、約6cmの段差発生が想定されるが、可搬型設備の通行に及ぼす影響はない。

(3) 液状化に伴う浮き上がり

a. 評価方法

液状化に伴う浮き上がりによる影響評価については、保管場所と同様に、アクセスルート下に設置されている地中埋設構造物を対象とした液状化に伴う浮き上がりによるアクセスルートの通行性への影響を評価する。

浮き上がり評価対象構造物の抽出は、地中埋設構造物下端よりも地下水位が高い箇所（条件①）に該当しない地中埋設構造物は揚圧力が発生しないため評価対象外とする。また、内空を有する構造物（条件②）に該当しない地中埋設構造物については浮き上がり抵抗力が大きいいため評価対象外とする。

抽出された評価対象とする地中埋設構造物は揚圧力と抵抗力から浮き上がりに対する安全率を算定し、算定した浮き上がりに対する安全率が評価基準以上となることを評価する。評価基準は、保管場所と同様に、浮き上がりに対する安全率が 1.0 とする。

地下水位については、保管場所と同様に、3次元浸透流解析結果に基づいて設定する。また、浮き上がりが想定される地中埋設構造物については、揚圧力に対する浮き上がり抵抗力の不足分を補うため、図 8-5 に示すような浮き上がり対策を実施する。

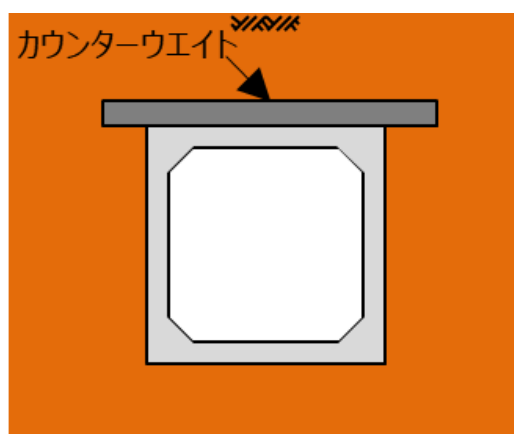


図 8-5 浮き上がり対策の概念図

b. 評価結果

液状化に伴う浮き上がりによる影響評価結果について、評価対象とする地中埋設構造物を抽出した結果を表 8-6 に、通行性への影響評価結果を表 8-7 に示す。

評価の結果、浮き上がりに対する安全率が評価基準を満足しない箇所を抽出し、あらかじめ浮き上がり対策を実施することにより、すべての箇所において「問題ない」と評価し、浮き上がりが通行性に対して影響を及ぼさないことを確認した。浮き上がり対策実施箇所を図 8-6 に示す。

なお、浮き上がり対策を実施した箇所については、「8.1(1) 不等沈下（地中埋設構造物と埋戻土等との境界部）」において、対策を考慮して相対沈下量を算定している。

表 8-6 浮き上がり評価対象構造物の抽出結果

条件① 地中埋設構造物下端よりも地下水位が高い構造物

条件② 内空を有する構造物

(凡例)

- : 条件に該当する場合
- : 条件に該当しない場合
- : 浮き上がり評価対象

通し番号	名称	条件①	条件②	基礎田端	地下水位
				EL(m)	EL(m)
1	ケーブルダクト (D5ダクト)	—	○	26.01	17.26
2	ケーブルダクト (D7ダクト)	—	○	21.38	17.10
3	1号機南側盛土部地盤改良部	○	—	0.80	—*
4	東側ケーブル等迂回ダクト	—	○	11.35	8.36
5	消火配管ダクト	—	○	12.80	8.03
6	ケーブルダクト	—	○	13.45	8.03
7	ケーブルダクト	—	○	12.90	11.42
8	西側配管等迂回ダクト	—	○	12.05	11.77
9	ケーブルダクト	—	○	11.40	10.21
10	復水配管	—	○	13.55	9.25
11	2号機開閉所連絡制御ケーブル配管ダクト	○	○	12.55	15.05
12	OFケーブルダクト	○	○	4.45	5.35
13	排水路	○	○	3.98	5.88
14	光ケーブルダクト (No.20ダクト)	—	○	4.92	3.25
15	除じん機洗浄水排水管 (北側)	○	○	1.78	3.42
16	除じん機洗浄水排水管 (南側)	○	○	2.04	3.40
17	2号機循環水排水路 (放水槽側)	○	○	-4.00	3.42
18	2号機循環水排水路 (取水槽側)	○	○	-6.85	3.41
19	連絡通路 (地下部)	○	○	1.74	12.40
20	2号機取水槽地盤改良部 (西側)	○	—	-5.00	—*
21	2号機取水槽地盤改良部 (東側)	○	—	-5.00	—*
22	仮設耐震構台 (橋台) (東側)	○	—	12.61	—*
23	光ケーブルダクト (No.24ダクト)	○	○	4.45	5.84
24	SB連絡ユーティリティ配管ダクト	○	○	2.88	7.34
25	500kVケーブルダクト	○	○	3.08	7.47
26	宇中中連絡ダクト	○	○	2.48	7.09
27	旧2号機放水口	○	—	-5.00	—*
28	重油移送配管ダクト	—	○	7.00	6.93
29	光ケーブルダクト (No.21ダクト)	○	○	4.23	7.68
30	上水配管横断ダクト	—	○	32.89	11.78
31	排水路	—	○	34.05	9.36
32	44m盤消火配管トレンチ (Ⅲ)	—	○	41.88	16.84
33	OFケーブルダクト	—	○	40.10	19.46
34	制御ケーブルダクト	—	○	41.80	19.46
35	排水路	—	○	42.30	19.17
36	GTG電路MMR部	○	—	41.70	—*
37	U-600横断側溝	—	—	42.90	20.16
38	排水路	—	○	40.75	20.62
39	輪谷貯水槽 (西1/西2) アクセススロープ (西側)	○	—	52.37	—*
40	輪谷貯水槽 (西1/西2) アクセススロープ (東側)	○	—	34.40	—*
41	重圧管	—	○	45.19	21.31
42	44m盤消火配管トレンチ (Ⅳ)	—	○	45.55	21.31
43	アクセス道路耐震補強部 (西側)	○	—	52.55	—*
44	アクセス道路耐震補強部 (東側)	○	—	63.70	—*
45	屋外配管ダクト (ガスタービン発電機用軽油タンク～ガスタービン発電機)	—	○	44.70	23.59
46	屋外配管ダクト (タービン建物～放水槽)	○	○	-4.00	5.20
47	屋外配管ダクト (タービン建物～排気筒)	—	○	5.70	3.46

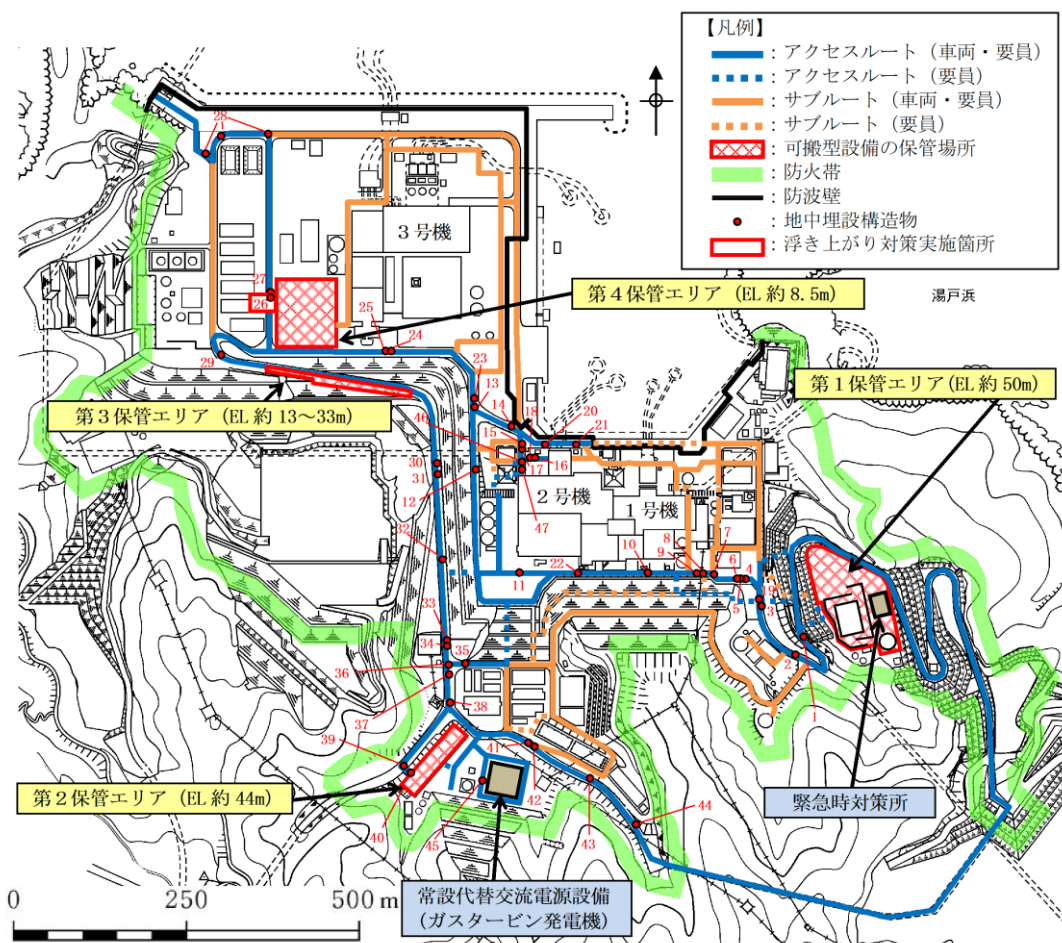
注記*: 条件②より内空が無いため、浮き上がり評価の対象から除く。

表 8-7 液状化に伴う浮き上がりによる影響評価結果

■ : 浮き上がり対策を実施する箇所

通し番号	名称	揚圧力 (kN/m)	浮き上がり抵抗 (kN/m)	安全率	評価基準	評価結果
11	2号機開閉所連絡制御ケーブル配管ダクト	23	37	1.60	1.0	問題なし
12	0Fケーブルダクト	23	163	7.08		問題なし
13	排水路	64	114	1.78		問題なし
15	除じん機洗浄水排水管 (北側)	15	109	7.26		問題なし
16	除じん機洗浄水排水管 (南側)	15	104	6.93		問題なし
17	2号機循環水排水路 (放水槽側)	818	3555	4.34		問題なし
18	2号機循環水排水路 (取水槽側)	567	3129	5.51		問題なし
19	連絡通路 (地下部)	102	348	3.41		問題なし
23	光ケーブルダクト (No.24ダクト)	61	94	1.54		問題なし
24	SB連絡ユーティリティ配管ダクト	147	211	1.43		問題なし
25	500kVケーブルダクト	86	196	2.27		問題なし
26	宇中中連絡ダクト*	268	376	1.40		問題なし
29	光ケーブルダクト (No.21ダクト)	148	217	1.46		問題なし
46	屋外配管ダクト (タービン建物～放水槽)	276	700	2.53		問題なし

注記*: 安全率が評価基準値の1.0を下回るため、あらかじめ浮き上がり対策を実施することにより浮き上がりが通行性に対して影響を及ぼさない設計とする。



可搬型設備の保管場所および屋外アクセスルート図

図 8-6 浮き上がり対策実施箇所

8.2 地中埋設構造物の損壊

(1) 評価方法

地中埋設構造物の損壊による影響評価については、地中埋設構造物の損壊によるアクセスルートの通行性への影響を評価する。

アクセスルート下に設置されている地中埋設構造物の位置を図8-1に示す。

地中埋設構造物のうち、以下の条件①、②に該当する構造物については、損壊は発生しないため評価対象外とする。また、条件③、④に該当する構造物については、損壊を想定した場合においても地表面への影響が小さく、可搬型設備が通行不可となる15cm以上の段差が発生しないと考えられるため評価対象外とする。抽出した地中埋設構造物に対しては、損壊を仮定し、車両の通行性を確保するため損壊対策を実施する。

条件① 基準地震動 S_s の地震力に対して機能維持する設計がされた構造物

条件② 地盤改良体等の内空のない構造物

条件③ 外周をコンクリート等で巻き立てられ補強された構造物

条件④ 内空(D)に対し十分な土被り厚さ(6D以上)を有している管路


(2) 評価結果

図 8-1 に示す地中埋設構造物の損壊による影響評価結果を表 8-8 に示す。

地中埋設構造物の損壊による影響評価箇所として抽出した箇所のうち、条件①～④に該当しない箇所について地中埋設構造物の損壊を仮定し、図 8-7 に示すとおり H 形鋼敷設による事前の対策により車両通行性を確保する。なお、条件③、④に該当する構造物の断面図を表 8-9 に示す。詳細については「8.4 (3) 損壊対策の設計」に示す。

表 8-8 地中埋設構造物の損壊による影響評価結果

条件①：基準地震動Ssに対して機能維持する設計がされた構造物
 条件②：地盤改良体等の内空のない構造物
 条件③：外周をコンクリート等で巻き立てられ補強された構造物
 条件④：内空(D)に対し十分な土被り厚さ(6D以上)を有している管路

(凡例)
 ○：条件に該当する場合
 —：条件に該当しない場合
：損壊の評価対象

通し番号	名称	条件①	条件②	条件③	条件④
1	ケーブルダクト (D5ダクト)	—	—	—	—
2	ケーブルダクト (D7ダクト)	—	—	—	—
3	1号機南側盛土部地盤改良部	—	○	—	—
4	東側ケーブル等迂回ダクト	—	—	—	—
5	消火配管ダクト	—	—	—	—
6	ケーブルダクト	—	—	—	—
7	ケーブルダクト	—	—	—	—
8	西側配管等迂回ダクト	—	—	—	—
9	ケーブルダクト	—	—	—	—
10	復水配管	—	—	—	—
11	2号機開閉所連絡制御ケーブル配管ダクト	—	—	—	—
12	0Fケーブルダクト	—	—	—	—
13	排水路	—	—	—	—
14	光ケーブルダクト (No.20ダクト)	—	—	—	—
15	除じん機洗浄水排水管 (北側)	—	—	—	○
16	除じん機洗浄水排水管 (南側)	—	—	—	○
17	2号機循環水排水路 (放水槽側)	—	—	○	—
18	2号機循環水排水路 (取水槽側)	—	—	○	—
19	連絡通路 (地下部)	○	—	—	—
20	2号機取水槽地盤改良部 (西側)	○	—	—	—
21	2号機取水槽地盤改良部 (東側)	○	—	—	—
22	仮設耐震構台 (橋台) (東側)	○	—	—	—
23	光ケーブルダクト (No.24ダクト)	—	—	—	—
24	SB連絡ユーティリティ配管ダクト	—	—	—	—
25	500kVケーブルダクト	—	—	—	—
26	宇中連絡ダクト	—	—	—	—
27	旧2号機放水口	—	○	—	—
28	重油移送配管ダクト	—	—	—	—
29	光ケーブルダクト (No.21ダクト)	—	—	—	—
30	上水配管横断ダクト	—	—	—	—
31	排水路	—	—	—	—
32	44m盤消火配管トレンチ (Ⅲ)	—	—	—	—
33	0Fケーブルダクト	—	—	—	—
34	制御ケーブルダクト	—	—	○	—
35	排水路	—	—	○	—
36	GTG電路MMR部	—	○	—	—
37	U-600横断側溝	—	○	—	—
38	排水路	—	—	—	—
39	輪谷貯水槽 (西1/西2) アクセススロープ (西側)	—	○	—	—
40	輪谷貯水槽 (西1/西2) アクセススロープ (東側)	—	○	—	—
41	重圧管	—	—	○	—
42	44m盤消火配管トレンチ (Ⅳ)	—	—	—	—
43	アクセス道路耐震補強部 (西側)	—	○	—	—
44	アクセス道路耐震補強部 (東側)	—	○	—	—
45	屋外配管ダクト (ガスタービン発電機用軽油タンク～ガスタービン発電機)	○	—	—	—
46	屋外配管ダクト (タービン建物～放水槽)	○	—	—	—
47	屋外配管ダクト (タービン建物～排気筒)	○	—	—	—

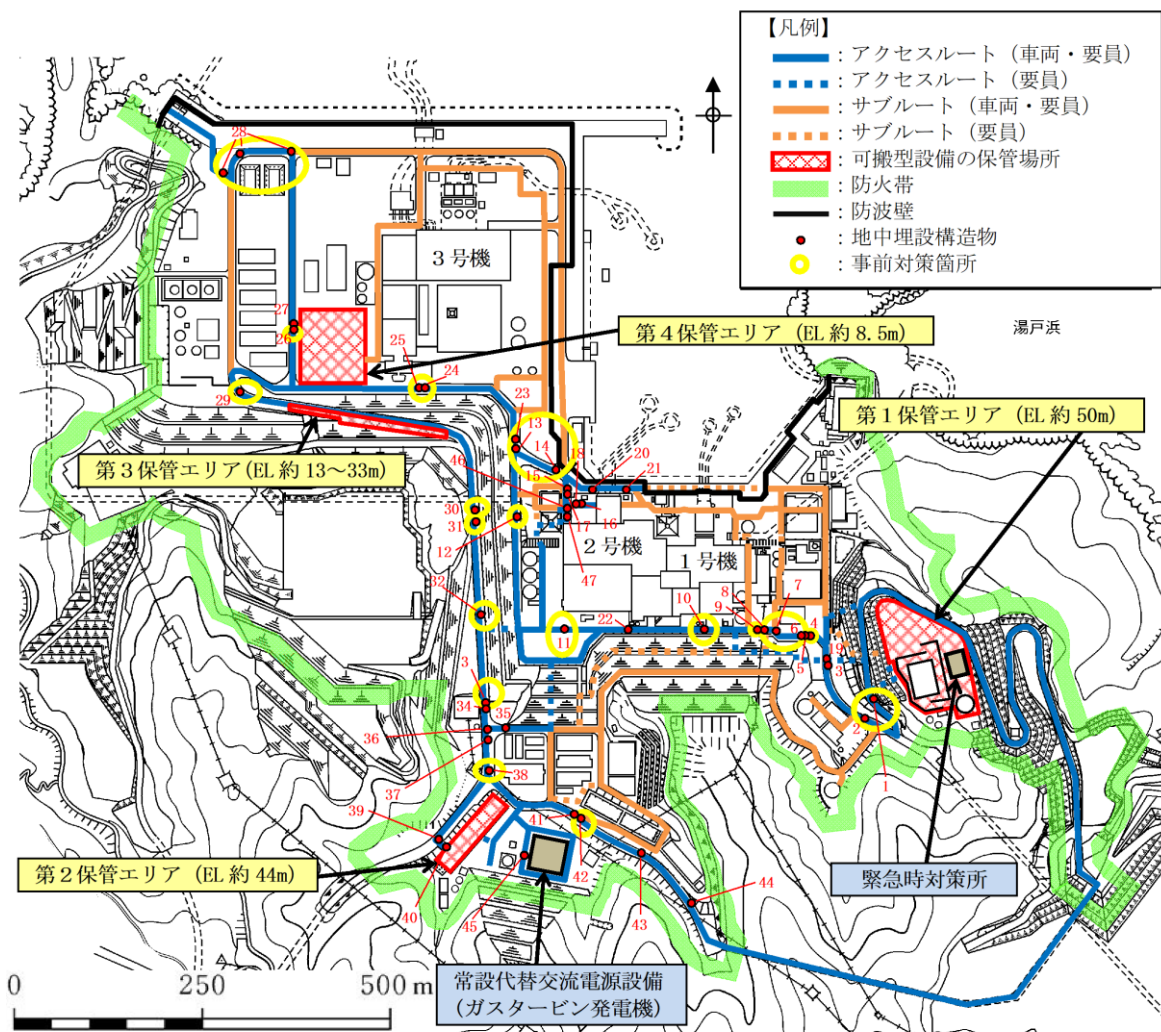


図 8-7 地中埋設構造物の損壊対策を実施する箇所

表 8-9(1) 条件③, ④に該当する構造物の断面図

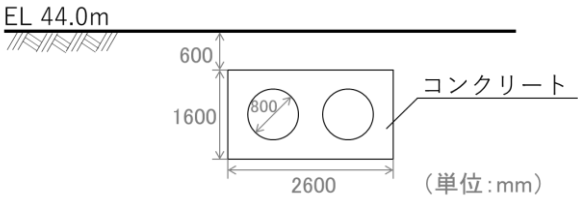
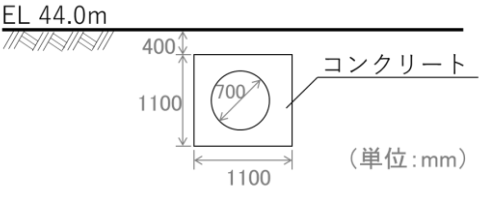
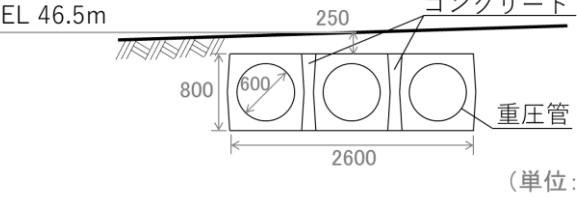
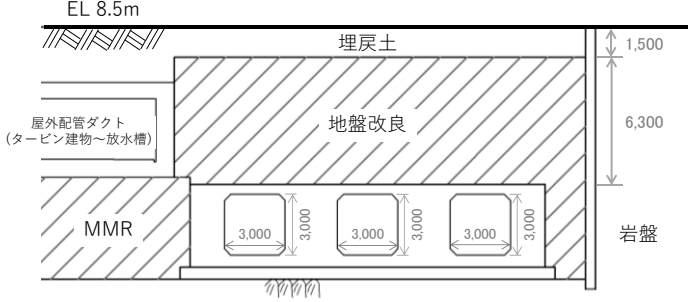
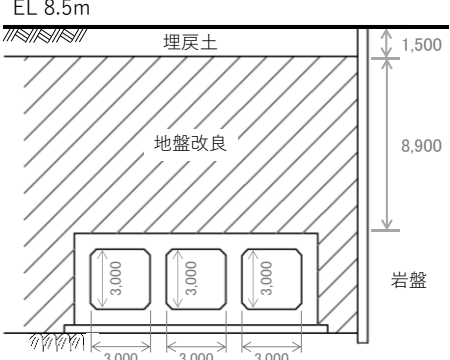
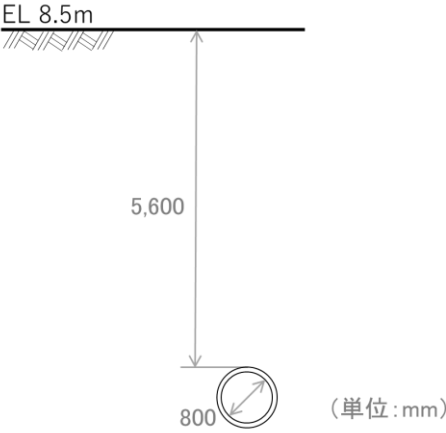
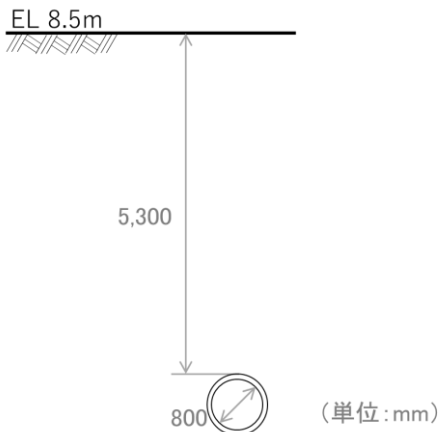
条件	通し番号	地中埋設構造物の断面図
③	34 制御ケーブル ダクト	
	35 排水路	
	41 重圧管	
	17 2号機循環水 排水路 (放水槽側)	
	18 2号機循環水 排水路 (放水槽側)	

表 8-9(2) 条件③, ④に該当する構造物の断面図

条件	通し番号	地中埋設構造物の断面図
④	15 除じん機洗 浄水排水管 (北側)	 <p>EL 8.5m</p> <p>5,600</p> <p>800 (単位: mm)</p>
④	16 除じん機洗 浄水排水管 (南側)	 <p>EL 8.5m</p> <p>5,300</p> <p>800 (単位: mm)</p>

8.3 段差緩和対策等の整理

これまでの評価結果を踏まえ、段差緩和対策、浮き上がり対策及び損壊対策の実施箇所について整理した結果を表 8-10 に、対策の実施箇所を図 8-8 に、対策の概念図を図 8-9 に示す。

また、段差緩和対策等の詳細については、「8.4 段差緩和対策等の設計」に示す。

なお、段差緩和対策、浮き上がり対策及び損壊対策については、複数箇所実施するため、段差量が最大となる箇所（通し番号 3 1号機南側盛土部地盤改良部）、液状化に伴う浮き上がり対策を実施する箇所（通し番号 26 宇中中連絡ダクト）及び地中埋設構造物の内空幅が最大となる箇所（通し番号 29 光ケーブルダクト（No. 21 ダクト））の設計例を代表に示し、他の対策箇所についても同様の設計を行う。

表 8-10(1) 段差緩和対策等を実施する箇所
(地中埋設構造物等と埋戻土との境界部)

条件①：液状化及び揺すり込みによる不等沈下により15cmを超える段差発生が想定される箇所

条件②：液状化に伴う浮き上がりが想定される箇所

条件③：地中埋設構造物の損壊による段差発生が想定される箇所

通し番号	名称	条件①	条件②	条件③	対策の種類
1	ケーブルダクト (D5ダクト)	—	—	○	H形鋼
2	ケーブルダクト (D7ダクト)	—	—	○	H形鋼
3	1号機南側盛土部地盤改良部 ^{*1}	○	—	—	路盤補強材
4	東側ケーブル等迂回ダクト	—	—	○	H形鋼
5	消火配管ダクト	—	—	○	H形鋼
6	ケーブルダクト	—	—	○	H形鋼
7	ケーブルダクト	—	—	○	H形鋼
8	西側配管等迂回ダクト	—	—	○	H形鋼
9	ケーブルダクト	—	—	○	H形鋼
10	復水配管	—	—	○	H形鋼
11	2号機開閉所連絡制御ケーブル配管ダクト	—	—	○	H形鋼
12	OFケーブルダクト	—	—	○	H形鋼
13	排水路	—	—	○	H形鋼
14	光ケーブルダクト (No.20ダクト)	—	—	○	H形鋼
15	除じん機洗浄水排水管 (北側)	—	—	—	
16	除じん機洗浄水排水管 (南側)	—	—	—	
17	2号機循環水排水路 (放水槽側)	—	—	—	
18	2号機循環水排水路 (取水槽側)	—	—	—	
19	連絡通路(地下部)	○	—	—	路盤補強材
20	2号機取水槽地盤改良部 (西側)	○	—	—	路盤補強材
21	2号機取水槽地盤改良部 (東側)	○	—	—	路盤補強材
22	仮設耐震構台 (橋台) (東側)	—	—	—	
23	光ケーブルダクト (No.24ダクト)	—	—	○	H形鋼
24	SB連絡ユーティリティ配管ダクト	—	—	○	H形鋼
25	500kVケーブルダクト	—	—	○	H形鋼
26	宇中中連絡ダクト	○	○	○	路盤補強材, 浮き上がり対策工, H形鋼 ^{*2}
27	旧2号機放水口	○	—	—	路盤補強材
28	重油移送配管ダクト	—	—	○	H形鋼
29	光ケーブルダクト (No.21ダクト) ^{*3}	—	—	○	H形鋼
30	上水配管横断ダクト	—	—	○	H形鋼
31	排水路	—	—	○	H形鋼
32	44m盤消火配管トレンチ (Ⅲ)	—	—	○	H形鋼
33	OFケーブルダクト	—	—	○	H形鋼
34	制御ケーブルダクト	—	—	—	
35	排水路	—	—	—	
36	GTC電路MMR部	—	—	—	
37	U-600横断側溝	—	—	—	
38	排水路	—	—	○	H形鋼
39	輪谷貯水槽 (西1/西2) アクセススロープ (西側)	—	—	—	
40	輪谷貯水槽 (西1/西2) アクセススロープ (東側)	—	—	—	
41	重圧管	—	—	—	
42	44m盤消火配管トレンチ (Ⅳ)	—	—	○	H形鋼
43	アクセス道路耐震補強部 (西側)	—	—	—	
44	アクセス道路耐震補強部 (東側)	—	—	—	
45	屋外配管ダクト (ガスタービン発電機用軽油タンク～ガスタービン発電機)	—	—	—	
46	屋外配管ダクト (タービン建物～放水槽)	○	—	—	路盤補強材
47	屋外配管ダクト (タービン建物～排気筒)	—	—	—	

注記*1：8.4(1) 段差緩和対策の設計で示す代表構造物

*2：H形鋼は浮き上がり対策工を兼用する

*3：8.4(3) 損壊対策の設計で示す代表構造物

表 8-10(2) 段差緩和対策等を実施する箇所（岩盤と埋戻土との境界部）

条件①：液状化及び揺すり込みによる不等沈下により15cmを超える段差発生が想定される箇所
 条件②：液状化に伴う浮き上がりが想定される箇所
 条件③：地中埋設構造物の損壊による段差発生が想定される箇所

通し番号	名称	条件①	条件②	条件③	対策の種類
1	2号機原子炉建物南側	—	—	—	
2	2号機原子炉建物西側	—	—	—	
3	2号機循環水排水路建設時土留め部(放水槽側)	—	—	—	
4	2号機循環水排水路建設時土留め部(取水槽側)	—	—	—	

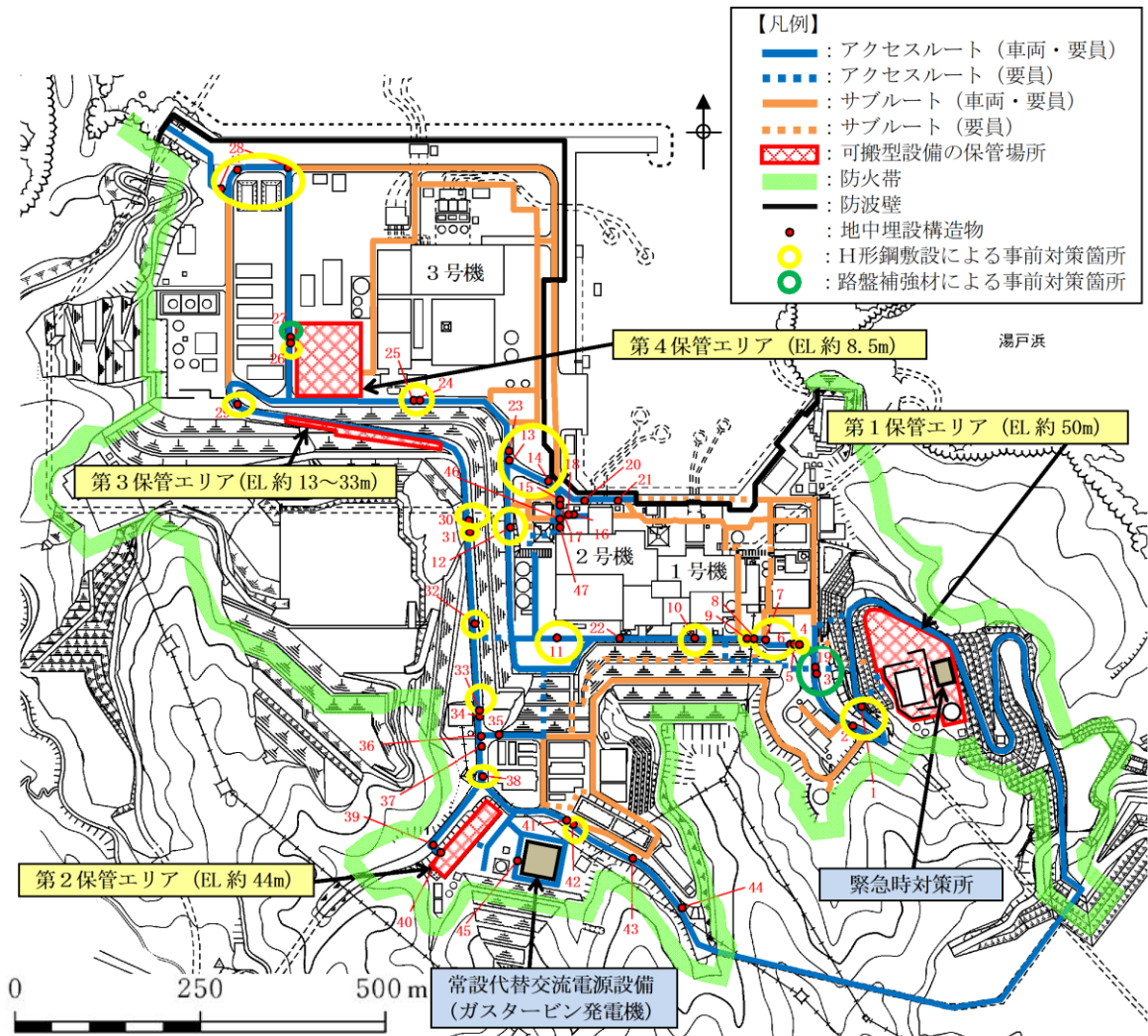
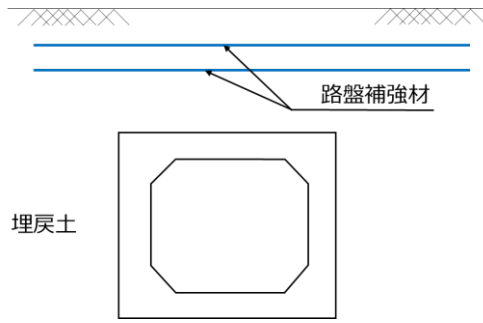
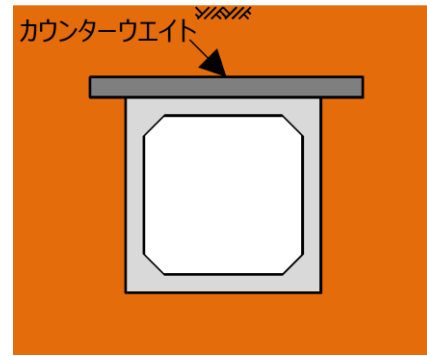


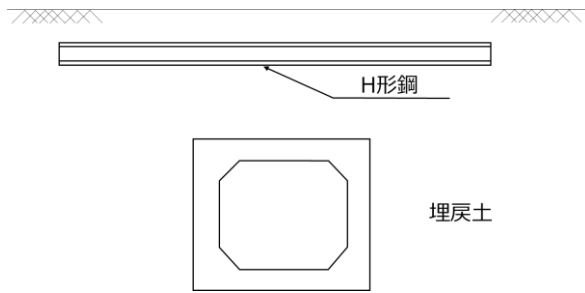
図 8-8 段差緩和対策等の実施箇所



段差緩和対策（路盤補強材）



浮き上がり対策（カウンターウェイト）



損壊対策（H形鋼）

図 8-9 段差緩和対策等の概念図

8.4 段差緩和対策等の設計

(1) 段差緩和対策の設計

路盤補強材敷設による事前の段差緩和対策は、地中埋設構造物及び地盤改良部と埋戻土との境界部及び岩盤と埋戻土との境界部において液状化及び揺すり込みによる不等沈下により局所的な段差が発生した場合に、路面下に敷設した路盤補強材が滑らかに変形することによって地表面の連続性を確保し、段差を緩和することで車両通行性を確保するものである。

段差緩和対策の設計は、段差発生後に車両が通行することを想定し、路盤補強材へ作用する引張力 (ΣT_0) が、路盤補強材の許容引張力 (T_{max}) を下回ることを確認する。ここでは、段差量が最大の55cmとなる箇所（通し番号3 1号機南側盛土部地盤改良部）の設計例を代表に示し、他の段差緩和対策箇所についても同様の設計を行う。

a. 構造概念

補強材敷設による事前の段差緩和対策は、屋外のアクセスルートにおける段差発生状況と類似した条件で実施した実物大実験*（以下「実物大実験」という。）の実験結果をもとに、路盤工に路盤補強材（高強度ジオテキスタイル）2枚を挟み込む構造とする。実物大実験の走行状況及び段差緩和対策の概念図を図8-10に示す。



概念図（島根）

注記*：石垣 勉，尾本 志展，太田 秀樹：アスファルト舗装の地震対策型段差抑制工法に関する実物大実験，第29回日本道路会議，2011
図8-10 路盤補強材（高強度ジオテキスタイル）の概念図

b. 評価条件

実物大実験の結果をもとに、路盤補強材に作用する引張力を算定し、路盤補強材の許容引張力と比較を行う。なお、路盤補強材の許容引張力は製品基準強度である185kN/mとする。

(a) 段差発生時に路盤補強材に発生する引張力 (T_G)

実物大実験によると、不等沈下に対する段差抑制工法の性能確認として、図8-11のような走行試験を実施し、段差量55cmの状態において車両通行性を確認している。また、構造安全性の確認として、段差発生時の路盤補強材に発生した引張力を測定し、段差量55cmの最大引張力が67kN/mであることが確認されている。

一方で、島根原子力発電所のアクセスルート周辺の地中埋設構造物のうち、最も大きい段差が発生する箇所は1号機南側盛土部地盤改良部であり、実験条件と同規模の段差量55cmである。以上のことから実物大実験の最大引張力67kN/mを島根原子力発電所の段差緩和対策で適用できるものとする。なお、実物大実験では4枚の路盤補強材を敷設しているが、2枚にした場合、作用する引張力は2倍になると想定されることから、 $T_G=134\text{kN/m}$ を用いる。

(b) 車両走行により路盤補強材に発生する引張力 (ΔT_G)

実物大実験での不等沈下後における路面状況は、図8-11に示すように、滑らかな曲線上に変形している。ここで、路盤補強材の変曲点により路盤補強材に発生する引張力 ΔT_G は下式により算定する。

$$\Delta T_G = (W \cdot W_1 \cdot \sin \theta) / N \dots \dots \dots (8.6)$$

ここで、

ΔT_G : 車両走行により路盤補強材に発生する引張力(kN/m)

W : 路盤補強材上面位置の輪荷重(kN/m²)

W_1 : 路盤補強材上面位置における輪荷重の載荷面延長(m)

θ : 路盤補強材の変曲点における垂線と鉛直線のなす角
(図8-12 参照)

N : 路盤補強材の枚数(=2枚)

$$W = W_0 / (n \cdot (W_1 \cdot W_b)) \dots \dots \dots (8.7)$$

ここで、

W_0 : 車両の軸重量(kN)

n : 車軸数

W_b : 路盤補強材上面位置における輪荷重の載荷面幅(m)

$$W_1 = l_0 + 2 \cdot (h \cdot \tan \theta_b) \dots \dots \dots (8.8)$$

ここで、

l_0 : 「道路橋示方書・同解説 I 共通編(日本道路協会, 平成14年3月)」
における, T 荷重の載荷面延長(m)

h : 路面から路盤補強材上面までの厚さ(m)

θ_b : 「道路土工 擁壁工指針(日本道路協会 平成24年3月)」におけ
る荷重の分散角度(°)

$$W_b = b_0 + 2 \cdot (h \cdot \tan \theta_b) \dots \dots \dots (8.9)$$

ここで、

b_0 : 「道路橋示方書・同解説 I 共通編(日本道路協会, 平成14年3月)」
における, T 荷重の載荷面幅(m)

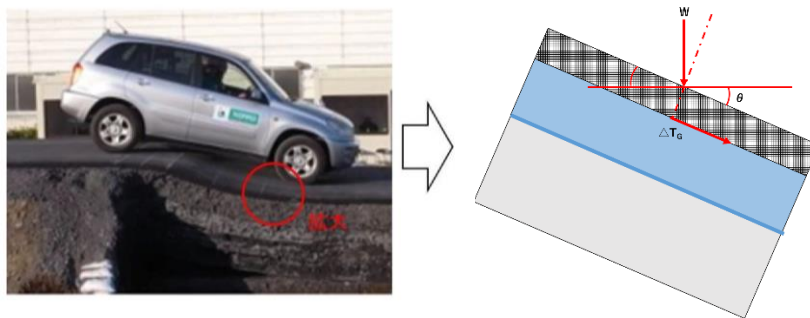
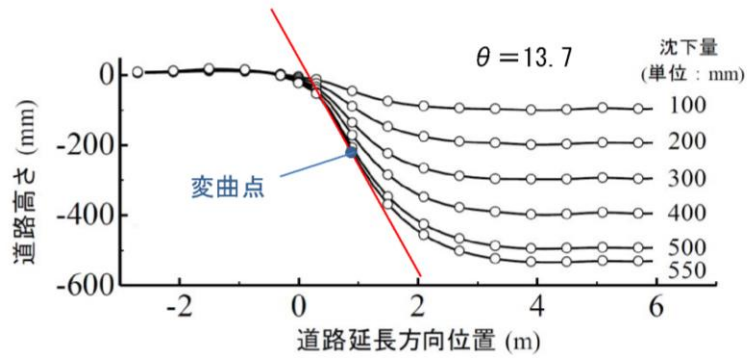


図 8-11 車両走行時に発生する引張力の考え方



アスファルト舗装の地震対策型段差抑制工法に関する実物大実験（石垣ら，2012年）に加筆

図 8-12 路盤補強材の変曲点における垂線と鉛直線のなす角

走行車両は、走行時における車両総重量が最も大きい、移動式代替熱交換設備とし、後軸重量（3軸）から路盤補強材上面における載荷重を算出する。移動式代替熱交換設備の仕様を図 8-13 に、主要な可搬型設備の軸重量を表 8-11 に、輪荷重の算出イメージを図 8-14 に示す。

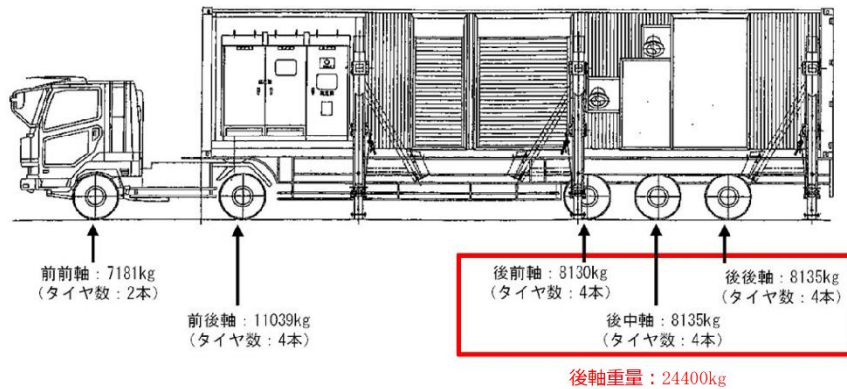
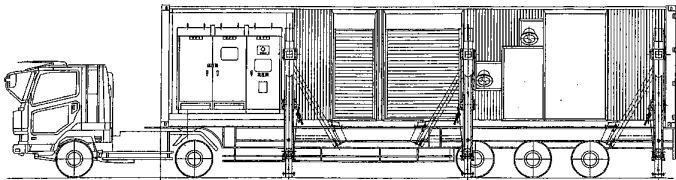
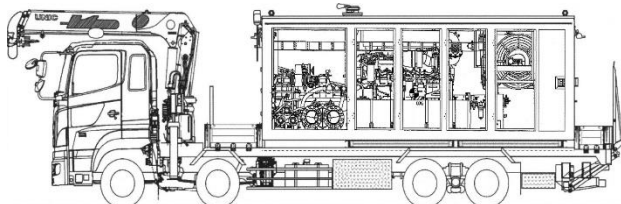
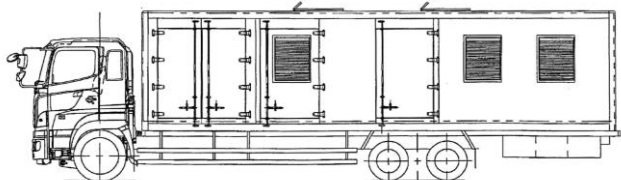
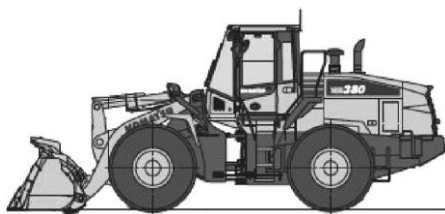
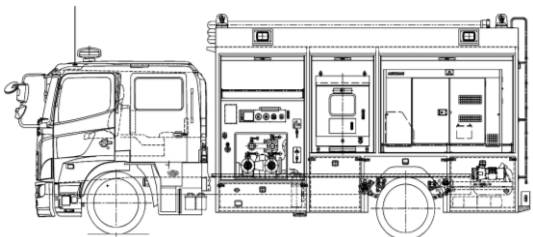


図 8-13 移動式代替熱交換設備の仕様

表 8-11 主要な可搬型設備の軸重量

車両	総重量 (kg)	軸重量(kg)	
		前軸 合計	後軸 合計
移動式代替熱交換設備	 42620	18220	24400
大型送水ポンプ車			 24950
可搬式窒素供給装置	 21330	6145	
ホイールローダ			 17900
大量送水車	 12735	5370	

□ : 評価に用いる軸重量

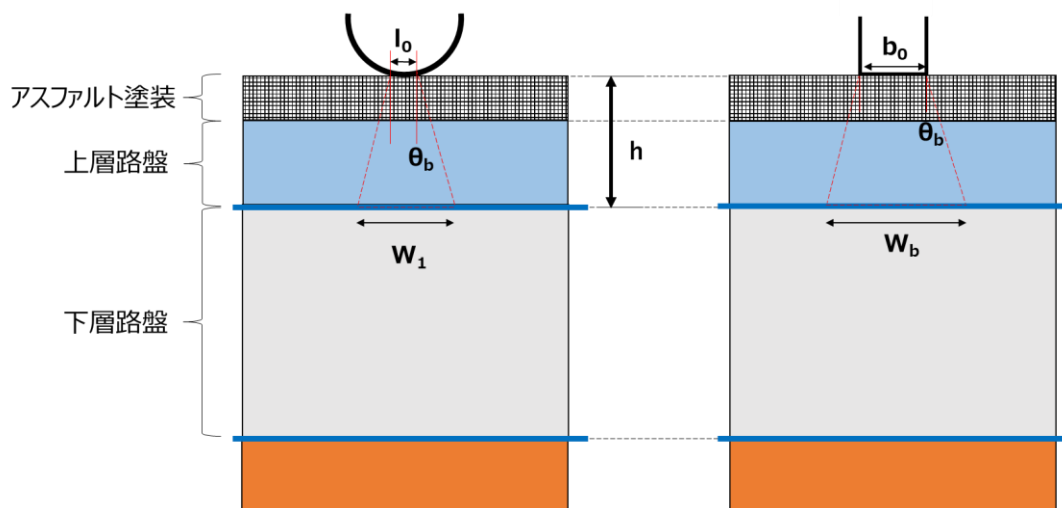


図 8-14 輪荷重のイメージ図

c. 評価結果

評価の結果，路盤補強材へ作用する引張力(ΣT_G)は，路盤補強材の製品基準強度である許容引張力(T_{max})を十分に下回っていることを確認した。

$$W_1 = l_0 + 2 \cdot (h \cdot \tan \theta_b) = 0.2 + 2 \cdot (0.30 \cdot \tan 30^\circ) = 0.5 \text{ [m]}$$

$$W_b = b_0 + 2 \cdot (h \cdot \tan \theta_b) = 0.5 + 2 \cdot (0.30 \cdot \tan 30^\circ) = 0.8 \text{ [m]}$$

$$W = W_0 / (n \cdot (W_1 \cdot W_b)) = ((24400 / 1000) \cdot 9.80665) / (3 \cdot 0.5 \cdot 0.8) = 199.4 \text{ [kN/m}^2\text{]}$$

$$\Delta T_G = (W \cdot W_1 \cdot \sin \theta) / N = 199.4 \cdot 0.5 \cdot 0.237 / 2 = 11.8 \text{ [kN/m]}$$

$$\begin{aligned} \therefore \Sigma T_G &= T_G + \Delta T_G = 134 + 11.8 \\ &= 145.8 \text{ [kN/m]} < T_{max} = 185 \text{ [kN/m]} \end{aligned}$$

以上より，あらかじめ路盤補強材による段差緩和対策を実施することにより，液状化及び揺すり込みによる沈下が，当該箇所の通行性に対して影響がないことを確認した。

(2) 浮き上がり対策の設計

液状化に伴う浮き上がりが想定される地中埋設構造物（通し番号 26 宇中中連絡ダクト）に実施する浮き上がり対策の設計について示す。なお、対象箇所は段差緩和対策及び損壊対策の実施箇所となっている。

液状化に伴う地中埋設構造物の浮き上がりについては、「土木学会：トンネル標準示方書，2006」の「液状化時の浮上りに関する力のつり合い」に関する照査式に基づき評価し，評価基準値の 1.0 を上回らないことを確認する。（図 8-15 参照）

なお，本評価では保守的に上載土のせん断抵抗（ Q_S ）及び構造物側面の摩擦抵抗（ Q_B ）を考慮しない。

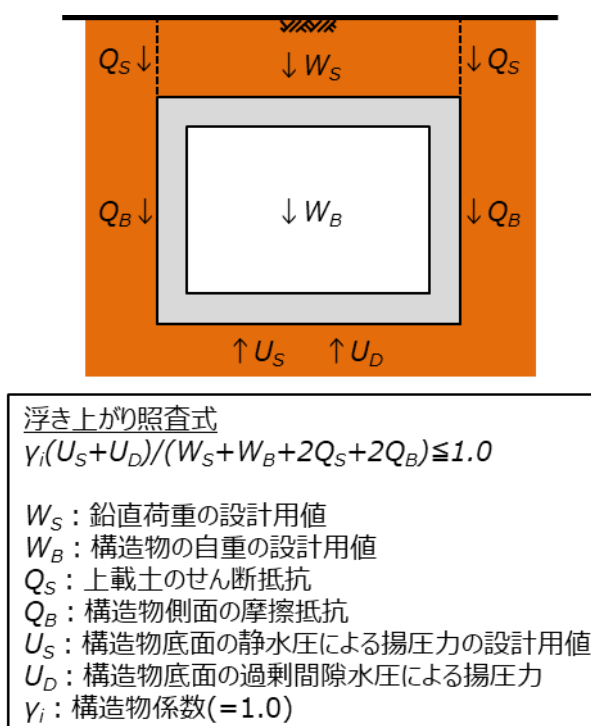


図 8-15 浮き上がり照査方法（土木学会：トンネル標準示方書，2006）

a. 構造概念

浮き上がり対策は、揚圧力と抵抗力から浮き上がりに対する安全率が1.0以上となるよう、揚圧力（U）と浮き上がり抵抗力（W）の差分である不足抵抗力（ ΔW ）を、損壊対策であるH形鋼による付加抵抗力により確保する。

浮き上がり対策の概念図を図8-16に示す。なお、H形鋼の平面図のイメージを図8-17に示す。

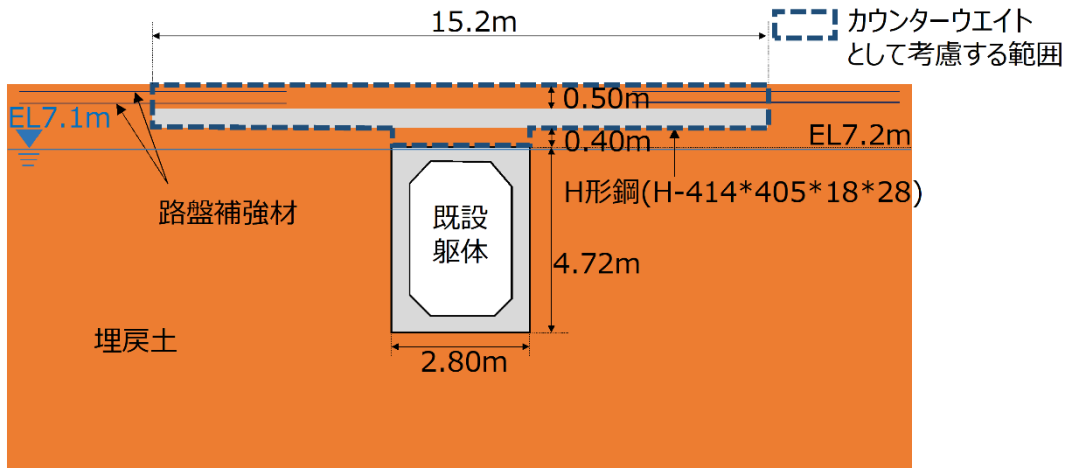
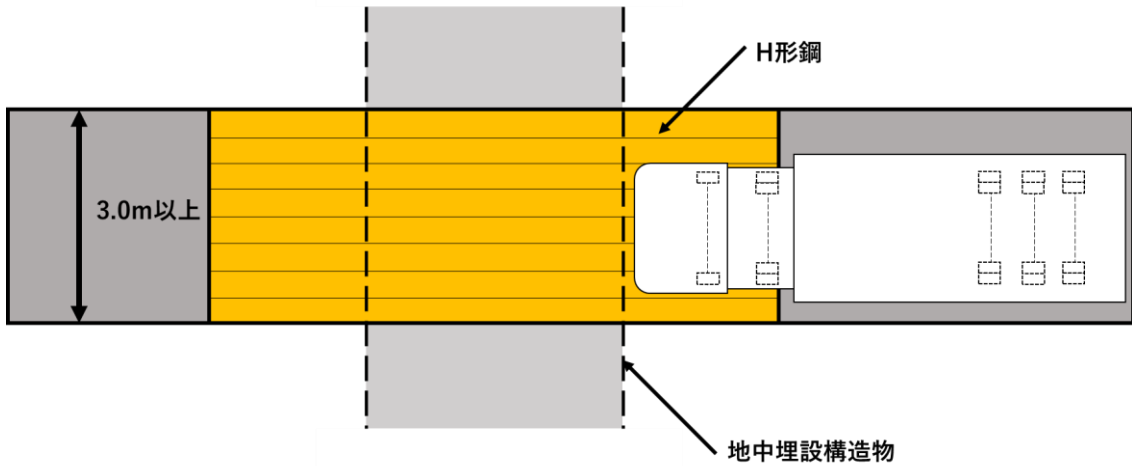


図8-16 浮き上がり対策の概念図



注：損壊対策のイメージ図であるが、浮き上がり対策のイメージ図として流用
H形鋼は地中に設置する。

図8-17 H形鋼の平面図のイメージ

b. 評価条件

浮き上がり評価の評価条件を以下に示す。

(a) 荷重・重量

表 8-12 に浮き上がり評価において考慮する荷重・重量を示す。

表 8-12 荷重・重量に関する評価条件

種別	単位体積重量	備考
地下水	10.1 (kN/m ³)	保守的に海水の値を用いる
埋戻土	19.6 (kN/m ³)	
飽和単位体積重量	20.7 (kN/m ³)	
H形鋼	78.6 (kN/m ³)	損壊対策 (H形鋼) の重量を考慮する

(b) 地下水位

EL 7.1m (3次元浸透流解析結果に基づいて設定)

c. 評価結果

不足抵抗力 (ΔW) 及び浮き上がり対策後の抵抗力の算出結果を表 8-13 に示す。評価の結果、浮き上がり対策後の抵抗力が揚圧力を上回り、安全率が 1.0 以上であることを確認した。揚圧力、抵抗力の概念図及び計算プロセスに用いる各寸法等を図 8-18 に示す。

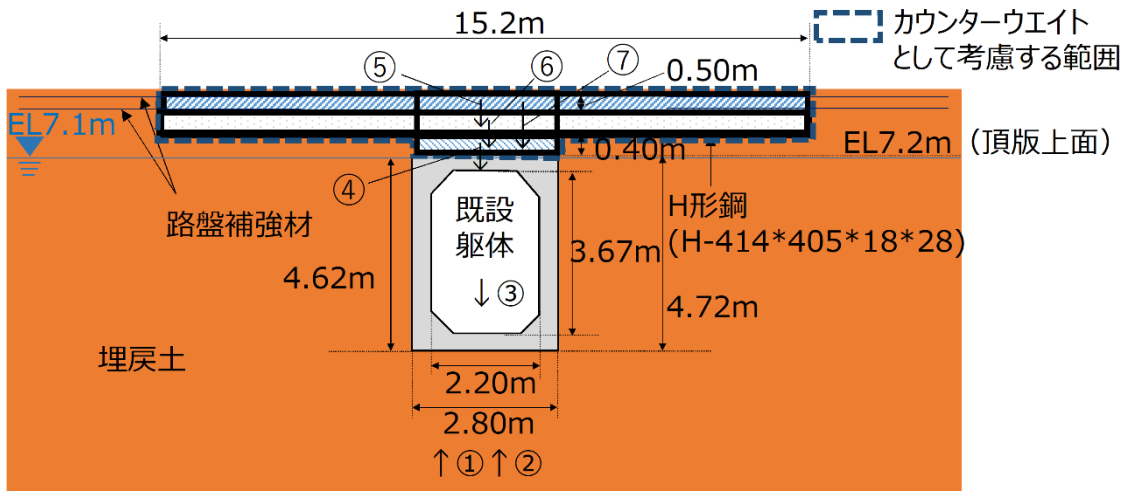


図 8-18 揚圧力、抵抗力の概念図及び計算プロセスに用いる各寸法

【揚圧力の計算】

既設躯体に発生する静水圧と過剰間隙水圧による揚圧力を考慮する。

①既設躯体への静水圧による揚圧力

躯体面積

$$= \text{既設躯体の高さ} \cdot \text{既設躯体の幅}$$

$$= 4.62 \cdot 2.8$$

$$= 12.94 [\text{m}^2]$$

既設躯体への静水圧による揚圧力

$$= \text{躯体面積} \cdot \text{水の単位体積重量}$$

$$= 12.94 \cdot 10.10$$

$$= 130.70 [\text{kN/m}]$$

②既設躯体への過剰間隙水圧による揚圧力

$$= \text{躯体面積} \cdot (\text{飽和単位体積重量} - \text{水の単位体積重量})$$

$$= 12.94 \cdot (20.7 - 10.10) = 137.17 [\text{kN/m}]$$

・既設躯体に発生する揚圧力 (①+②)

$$130.70 [\text{kN/m}] + 137.17 [\text{kN/m}] = 267.87 [\text{kN/m}] \approx 268 [\text{kN/m}]$$

【抵抗力の計算】

既設躯体の自重や埋戻土の鉛直荷重，損壊対策のH形鋼の自重による揚圧力に対する抵抗力を考慮する。

③既設躯体の自重

地中埋設構造物面積

$$\begin{aligned} &= \text{既設躯体幅} \cdot \text{既設躯体高さ} - \text{内空幅} \cdot \text{内空高さ} \\ &= 2.8 \cdot 4.72 - 2.2 \cdot 3.67 = 5.14 [\text{m}^2] \end{aligned}$$

既設躯体の自重

$$\begin{aligned} &= \text{地中埋設構造物面積} \cdot \text{コンクリートの単位体積重量} \\ &= 5.14 \cdot 24.0 = 123.36 [\text{kN/m}] \end{aligned}$$

④既設躯体とH形鋼までの埋戻土鉛直荷重

地中埋設構造物からH形鋼までの埋戻土面積

$$\begin{aligned} &= \text{既設躯体幅} \cdot \text{既設躯体からH形鋼までの距離} \\ &= 2.8 \cdot 0.386 \\ &= 1.081 [\text{m}^2] \end{aligned}$$

既設躯体とH形鋼までの埋戻土鉛直荷重

$$\begin{aligned} &= \text{地中埋設構造物からH形鋼までの埋戻土面積} \cdot \text{埋戻土の単位体積重量} \\ &= 1.081 \cdot 19.6 = 21.18 [\text{kN/m}] \end{aligned}$$

⑤H形鋼と地表の間の埋戻土鉛直荷重

H形鋼から地表までの埋戻土面積

$$\begin{aligned} &= \text{スパン長} \cdot \text{H形鋼から地表までの距離} \\ &= 15.2 \cdot 0.5 \\ &= 7.6 [\text{m}^2] \end{aligned}$$

H形鋼と地表の間の埋戻土鉛直荷重

$$\begin{aligned} &= \text{H形鋼から地表までの埋戻土面積} \cdot \text{埋戻土の単位体積重量} \\ &= 7.6 \cdot 19.6 \\ &= 148.96 [\text{kN/m}] \end{aligned}$$

⑥H形鋼の自重

H形鋼単位質量：232[kg/m]

桁長の質量

$$\begin{aligned} &= \text{H形鋼単位質量} \cdot \text{スパン長} \\ &= 232 [\text{kg/m}] \cdot 15.2 [\text{m}] \\ &= 3526.4 [\text{kg}] \\ &= 34.58 [\text{kN}] \end{aligned}$$

単位奥行き長さあたりに設置できるH形鋼の本数

$$= \text{単位奥行き長さ} / \text{H形鋼の横幅の規格}$$

$$= 1 [\text{m}] / 0.405 [\text{m}]$$

$$= 2.4 [\text{本/m}]$$

地中埋設構造物の上に設置できるH形鋼の単位奥行き長さあたりの荷重

$$= \text{桁長 (15.2m) の質量} \cdot \text{単位奥行き長さあたりに設置できるH形鋼の本数}$$

$$= 34.58 [\text{kN/本}] \cdot 2.4 [\text{本/m}]$$

$$= 82.99 [\text{kN/m}]$$

・ 対策後の浮き上がり抵抗力 (③+④+⑤+⑥)

$$123.36 [\text{kN/m}] + 21.18 [\text{kN/m}] + 148.96 [\text{kN/m}] + 82.99 [\text{kN/m}]$$

$$= 376.49 [\text{kN/m}] \approx 376 [\text{kN/m}]$$

表 8-13 浮き上がり対策後の抵抗力の算出結果

評価対象 構造物	揚圧力(U) (kN/m)	浮き上がり 抵抗力(W) (kN/m)	安全率 (W)/(U)
既設躯体 + H形鋼 + 埋戻土	268	376	1.40

以上より、あらかじめ浮き上がり対策を実施することにより、液状化に伴う浮き上がりが当該箇所の通行性に対して影響がないことを確認した。

(3) 損壊対策の設計

a. 構造概念

損壊を想定する地中埋設構造物については、損壊対策として事前にH形鋼を敷設することにより、車両通行に影響を与えないよう対策を実施する。

ここでは、内空幅が最大となる箇所（通し番号29 光ケーブルダクト（No. 21ダクト））の設計例を代表に示し、他の損壊対策箇所についても同様の設計を行う。

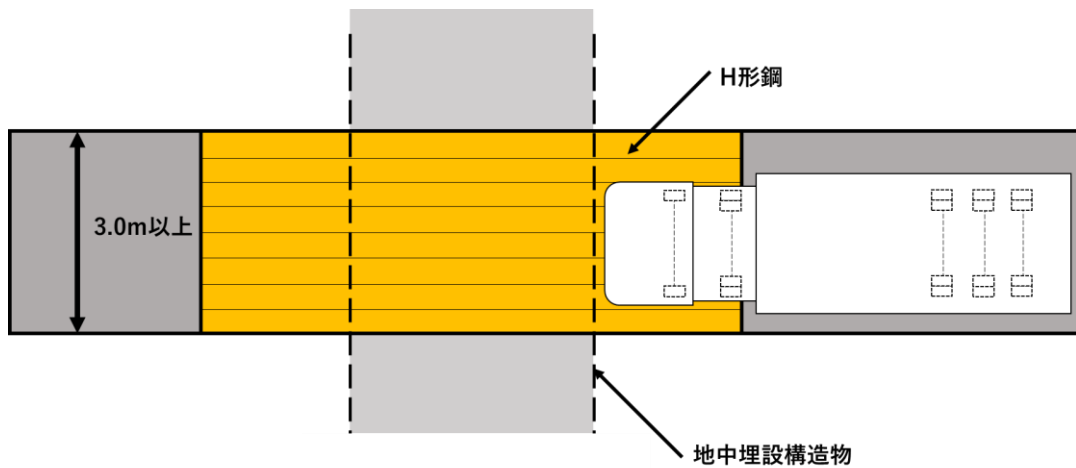
地中埋設構造物の内空寸法等一覧を表8-14に、損壊対策（H形鋼）のイメージを図8-19に示す。

表 8-14 地中埋設構造物の内空寸法等一覧

通し番号	名称	内空幅 (mm)	内空高 (mm)	頂版厚 (mm)	側壁厚 (mm)	土被り厚 (mm)	損壊対策の有 無
1	ケーブルダクト (D5ダクト)	1,500	1,745	255	200	0	○
2	ケーブルダクト (D7ダクト)	1,080	604	130	200	0	○
3	1号機南側盛土部地盤改良部 ^{*1}	—	—	—	—	0	—
4	東側ケーブル等迂回ダクト	1,500	2,000	200	200	1,150	○
5	消火配管ダクト	2,300	1,800	0	180	0	○
6	ケーブルダクト	1,400	1,100	0	250	0	○
7	ケーブルダクト	1,500	1,200	200	200	300	○
8	西側配管等迂回ダクト	2,000	2,000	200	200	250	○
9	ケーブルダクト	1,500	2,000	200	200	1,000	○
10	復水配管	700	850	150	200	100	○
11	2号機開閉所連絡制御ケーブル配管ダクト	3,500	1,800	200	300	0	○
12	0Fケーブルダクト	2,000	2,000	450	450	1,000	○
13	排水路	1,500	1,500	150	150	2,550	○
14	光ケーブルダクト (No.20ダクト)	2,100	2,010	200	200	973	○
15	除じん機洗浄水排水管 (北側)	800	800	66	66	5,616	—
16	除じん機洗浄水排水管 (南側)	800	800	66	66	5,362	—
17	2号機循環水排水路 (放水槽側)	3,000	3,000	800	1,700	7,500	○
18	2号機循環水排水路 (取水槽側)	3,000	3,000	800	800	10,350	○
19	連絡通路 (地下部)	2,000	2,300	800	800	1,500	—
20	2号機取水槽地盤改良部 (西側)	4,300	4,300	4,700	1,700	7,100	—
21	2号機取水槽地盤改良部 (東側)	4,300	4,300	4,700	1,700	7,100	—
22	仮設耐震構台 (橋台) (東側)	—	—	—	—	0	—
23	光ケーブルダクト (No.24ダクト)	2,100	2,415	200	200	980	○
24	SB連絡ユーティリティ配管ダクト	3,000	3,300	350	300	1,450	○
25	500kVケーブルダクト	2,300	2,400	300	250	2,250	○
26	宇中中連絡ダクト	2,200	3,150	300	300	1,300	○
27	旧2号機放水口	—	—	—	—	2,500	—
28	重油移送配管ダクト	1,300	945	255	200	0	○
29	光ケーブルダクト (No.21ダクト) ^{*2}	3,800	3,450	300	300	1,600	○
30	上水配管横断ダクト	1,800	2,200	300	350	420	○
31	排水路	1,500	2,300	150	150	1,150	○
32	44m盤消火配管トレンチ (Ⅲ)	800	569	131	200	0	○
33	0Fケーブルダクト	1,700	1,700	500	500	1,000	○
34	制御ケーブルダクト	2,600	800	600	300	600	—
35	排水路	700	700	200	200	400	—
36	GTC電路MMR部	—	—	—	—	0	—
37	U-600横断側溝	—	—	—	—	0	—
38	排水路	1,500	1,750	350	350	600	○
39	輪谷貯水槽 (西1/西2) アクセススロープ (西側)	—	—	—	—	0	—
40	輪谷貯水槽 (西1/西2) アクセススロープ (東側)	—	—	—	—	0	—
41	重圧管	600	600	100	100	250	—
42	44m盤消火配管トレンチ (Ⅳ)	800	569	131	250	0	○
43	アクセス道路耐震補強部 (西側)	—	—	—	—	0	—
44	アクセス道路耐震補強部 (東側)	—	—	—	—	0	—
45	屋外配管ダクト (ガスタービン発電機用軽油タンク～ガスタービン発電機)	1,800	1,150	50	500	2,800	—
46	屋外配管ダクト (タービン建物～放水槽)	5,800	3,000	800	900	0	—
47	屋外配管ダクト (タービン建物～排気筒)	3,000	2,000	500	600	500	—

注記*1: 8.4(1) 段差緩和対策の設計で示す構造物

*2: 損壊対策を実施する構造物のうち、8.4(3)損壊対策の設計で示す構造物



注：H形鋼は地中に設置する。

図8-19 H形鋼の敷設イメージ

b. 評価条件

損壊対策は、地中埋設構造物が損壊した状態を想定してスパン長を設定し、可搬型設備の通行時にH形鋼に作用する曲げ応力度、せん断応力度、たわみ量、地盤の最大接地圧が評価基準値を下回ることを確認する。

各評価値は、単純はりモデルにて算定し、解析コード「Engineer's Studio 面内」を使用する。

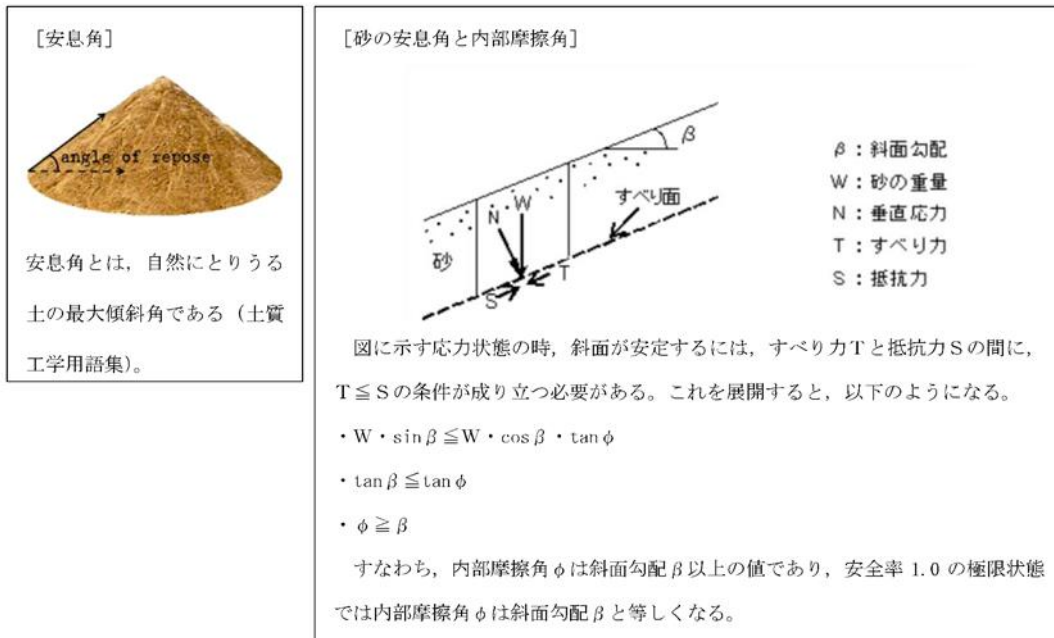
(a) スパン長の設定

地中埋設構造物の損壊により陥没が発生すると考えられる範囲は、地中埋設構造物底版より主働崩壊角 60° で想定し、さらに地表面付近の地震時の緩みを考慮してH形鋼のスパン長を設定する。スパン長設定の概念図を図8-20に示す。

H形鋼のスパン長を設定する手順は以下のとおりである。

- ①地中埋設構造物底版より主働崩壊角 60° で沈下範囲を想定
- ②地中埋設構造物の損壊による沈下量を算定（地中埋設構造物が損壊した場合、地中埋設構造物上の土砂が損壊構造物内に流入し、流入した土砂の体積分だけ沈下するものと想定）
- ③地中埋設構造物の損壊により沈下した場合、損壊構造物の左右に法面が発生するが、法尻から 30° （盛土の安息角*）の範囲は支持地盤への影響がある範囲と想定
- ④上記③により想定した影響範囲の端部より、1mの余裕を考慮した位置をH形鋼の支持点としスパン長を設定

注記*：下図に示す安息角と内部摩擦角の関係より、安全率1.0の状態では、内部摩擦角は斜面勾配と等しくなることから、盛土の内部摩擦角 30° を安息角として設定している。



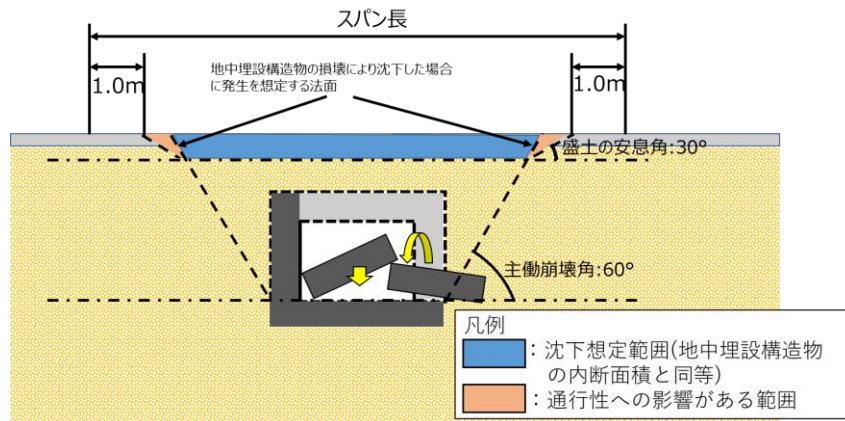


図8-20 スパン長設定の概念図

(b) 構造

光ケーブルダクト (No. 21ダクト) における損壊対策の構造を図8-21に示す。

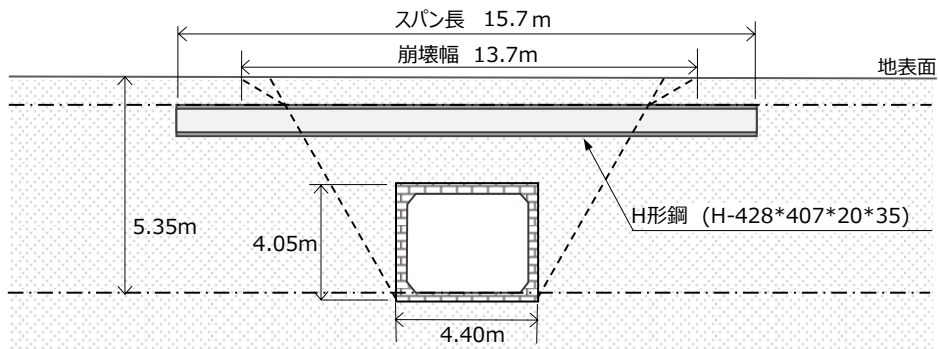


図8-21 光ケーブルダクト (No. 21ダクト) におけるH形鋼敷設の構造図

(c) 評価条件

- ・ H形鋼 SM490
- ・ 仕様 H-428・407・20・35, 腐食代 1mm 考慮
- ・ スパン長 $L = 15.7$ [m]

(d) 荷重条件 (構造物奥行き 1m あたり)

イ. 死荷重 (w)

・ H形鋼重量

$$w_1 = 2.775 \text{ kN/m} \cdot \text{本} \cdot 2.5 \text{ 本} = 6.9382 \text{ [kN/m]}$$

$$(\text{H形鋼 1 本あたり} : 0.283 \text{ t/m} \cdot 9.80665 \text{ m/s}^2 = 2.775 \text{ [kN/m} \cdot \text{本]})$$

・ 路盤荷重 (砕石 t = 0.1 m)

$$w_2 = 19.61 \text{ kN/m}^3 \cdot 0.1 \text{ m} \cdot 1 \text{ m} = 1.9613 \text{ [kN/m]}$$

・ 舗装荷重 (鉄筋コンクリート t = 0.2 m)

$$w_3 = 23.045 \text{ kN/m}^3 \cdot 0.2 \text{ m} \cdot 1 \text{ m} = 4.6091 \text{ [kN/m]}$$

・ 死荷重

$$w = w_1 + w_2 + w_3$$

$$= 6.9382 \text{ kN/m} + 1.9613 \text{ kN/m} + 4.6091 \text{ kN/m} = 13.5086 \text{ [kN/m]}$$

$$\approx 13.509 \text{ [kN/m]}$$

ロ. 車両荷重 (P)

車両荷重は、車両総重量が最も大きい移動式代替熱交換設備を対象車両とする。

構造物奥行き 1m あたりで評価することから、輪重量 (片側) を車両荷重として評価を行う。

車両荷重の設定については、「道路橋示方書・同解説 I 共通編 (日本道路協会, 平成 14 年 3 月)」に基づき衝撃係数を考慮する。

$$i = 20 / (50 + L)$$

ここで,

i : 衝撃係数

L : スパン長 (m)

$$\text{衝撃係数 } i = 20 / (50 + 15.7) = 0.3044$$

$$\text{前前輪荷重 } P_1 = 3.5905 \text{ t} \cdot 9.80665 \text{ m/s}^2 \cdot (1 + 0.3044) = 45.929 \text{ [kN]}$$

$$\text{前後輪荷重 } P_2 = 5.5195 \text{ t} \cdot 9.80665 \text{ m/s}^2 \cdot (1 + 0.3044) = 70.605 \text{ [kN]}$$

$$\text{後前輪重量 } P_3 = 4.0650 \text{ t} \cdot 9.80665 \text{ m/s}^2 \cdot (1 + 0.3044) = 51.999 \text{ [kN]}$$

$$\text{後中輪重量 } P_4 = 4.0675 \text{ t} \cdot 9.80665 \text{ m/s}^2 \cdot (1 + 0.3044) = 52.031 \text{ [kN]}$$

$$\text{後後輪重量 } P_5 = 4.0675 \text{ t} \cdot 9.80665 \text{ m/s}^2 \cdot (1 + 0.3044) = 52.031 \text{ [kN]}$$

ハ. 荷重図

H形鋼の上に可搬型設備が通過する過程においてH形鋼に発生する曲げモーメントが最大となる場合の荷重図を図8-22に、せん断力が最大となる場合の荷重図を図8-23に示す。

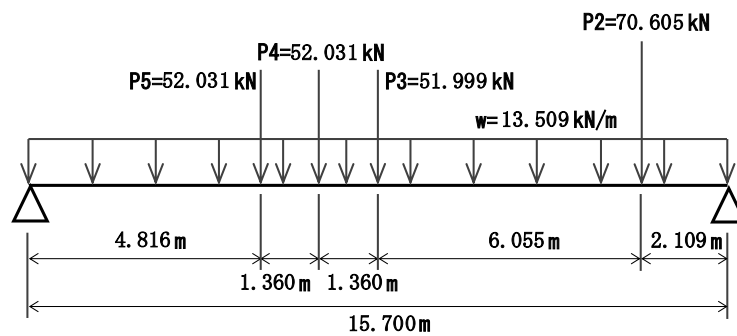


図8-22 H形鋼に発生する曲げモーメントが最大となる場合の荷重図

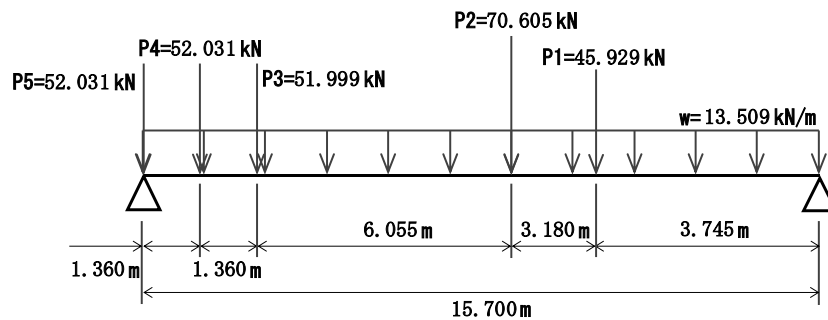


図8-23 H形鋼に発生するせん断力及び支点反力が最大となる場合の荷重図

c. 評価結果

損壊対策の評価結果を表8-15に示す。

(a) 曲げ応力度

$$\begin{aligned} \text{最大発生曲げモーメント} & M_{\max} = 9.882 \cdot 10^8 \text{ N} \cdot \text{mm} \\ \text{H形鋼の断面係数} & Z = 1.2964 \cdot 10^7 \text{ mm}^3 \\ \text{最大曲げ応力度} & \sigma_{\max} = M_{\max} / Z = 76.3 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

(b) せん断応力度

$$\begin{aligned} \text{最大発生せん断力} & S_{\max} = 2.91 \cdot 10^5 \text{ N} \\ \text{H形鋼の断面一次モーメント} & G = 7.7989 \cdot 10^6 \text{ mm}^3 \\ \text{H形鋼の断面二次モーメント} & I = 2.761 \cdot 10^9 \text{ mm}^4 \\ \text{H形鋼のウェブ幅} & t = 18 \text{ mm} \\ \text{最大せん断応力度} & \tau_{\max} = S_{\max} \cdot G / (I \cdot t) = 45.7 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

(c) たわみ量

$$\text{最大たわみ量} \quad \delta_{\max} = 21.7 \text{ mm}$$

(d) 地盤反力度

$$\begin{aligned} \text{最大支点反力} & Q_{\max} = 2.91 \cdot 10^5 \text{ N} \\ \text{H形鋼のフランジ幅 (単位奥行き幅)} & t = 1000 \text{ mm} \\ \text{H形鋼の接地延長} & L = 1000 \text{ mm} \\ \text{地盤反力度} & R = Q_{\max} / (t \cdot L) = 0.291 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

以上より、あらかじめH形鋼による損壊対策を実施することにより、損壊が当該箇所
の通行性に対して影響がないことを確認した。

表8-15 評価結果

検討項目	評価値	評価基準値	判定
H形鋼の曲げ応力度	76.3 N/mm ²	181.4 N/mm ² *1	OK
H形鋼のせん断応力度	45.7 N/mm ²	102.9 N/mm ² *1	OK
H形鋼のたわみ量	21.7mm	26.1mm*1	OK
地盤の最大接地圧	0.291 N/mm ²	0.80 N/mm ² *2 (0.87 N/mm ²) *3	OK

注記*1：H形鋼に関する評価基準値は、「道路橋示方書・同解説 II 鋼橋編（日本道路協会，平成14年3月）」に基づき設定する。

*2：埋戻土の極限支持力1.2N/mm²に基づき，短期許容応力度を算定

*3：「道路橋示方書・同解説 IV 下部構造編（日本道路協会，平成24年3月）」の支持力式（以下「支持力式」という。）に基づき算定した参考値（参考資料1及び参考資料2参照）

参考資料1 H形鋼支持地盤の支持力評価基準値について

1. 支持力の評価基準値の考え方

「道路橋示方書・同解説 IV下部構造物編（日本道路協会，平成8年12月）」によると，基礎構造物により地表面に荷重が作用した際の地中応力の分布範囲について図1-1のとおり示されており，分散角度 θ は一般的に $30^\circ \sim 35^\circ$ とされている。

地中埋設構造物が損壊した場合，構造物内空に埋戻土が落ち込むことにより地表面付近に小規模な法面が発生すると考えられるが，当該法面とH形鋼を支持することによる地中応力の分布範囲が干渉しないよう，崩壊形状の法肩から1mの余裕を考慮した位置をH鋼の支持点として，スパン長を設定する。（図1-2及び図1-3に示す。）

以上より，当該支持点の支持力評価基準値として，島根原子力発電所の埋戻土で実施した平板載荷試験結果（極限支持力 1.2N/mm^2 ）に基づく短期許容応力度 0.8N/mm^2 を設定する。

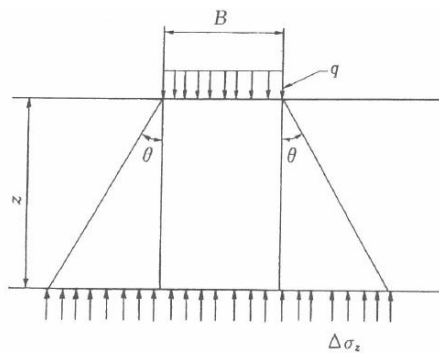


図1-1 地中応力の分布

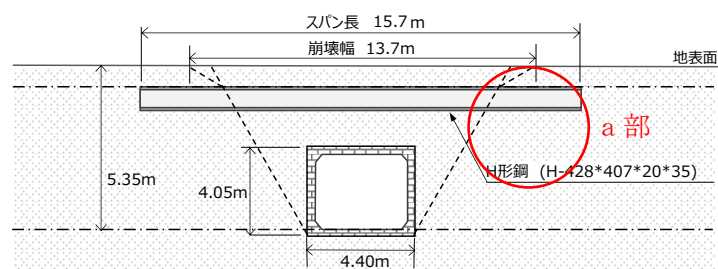
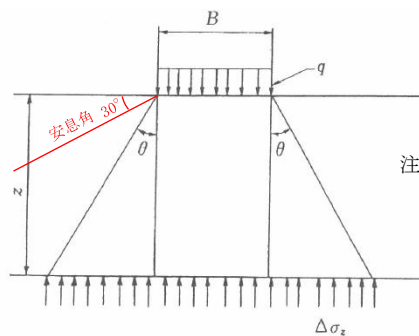


図1-2 光ケーブルダクト（No. 21ダクト）におけるH形鋼敷設の構造図及び支持点付近の地中応力影響範囲



注：道路橋示方書・同解説 IV下部構造編（日本道路協会，平成8年12月）に，赤線で一部加筆

図1-3 a部詳細図

2. 支持力式による算定結果について

支持力式を用いて支持力評価を実施したところ、地盤の最大接地圧（発生値：0.291 N/mm²）に対して十分な安全率を有していることを確認した。

・支持力式を用いた極限支持力 q_d の算定

$$q_d = \alpha \cdot c \cdot N_c + \frac{1}{2} \cdot \beta \cdot \gamma_1 \cdot B \cdot N_\gamma + \gamma_2 \cdot D_f \cdot N_q$$

$$= 1.3 \cdot 20.0 \text{ [kN/m}^2\text{]} \cdot 30.1 + \frac{1}{2} \cdot 0.6 \cdot 19.0 \text{ [kN/m}^3\text{]} \cdot 1.0 \text{ [m]} \cdot 15.7 + 19.0 \text{ [kN/m}^3\text{]} \cdot 0 \text{ [m]} \cdot 18.4 = 782.60 \text{ [kN/m}^2\text{]} + 89.49 \text{ [kN/m}^2\text{]} + 0 \text{ [kN/m}^2\text{]} = 872.09 \text{ [kN/m}^2\text{]} = 0.872 \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

ここで、

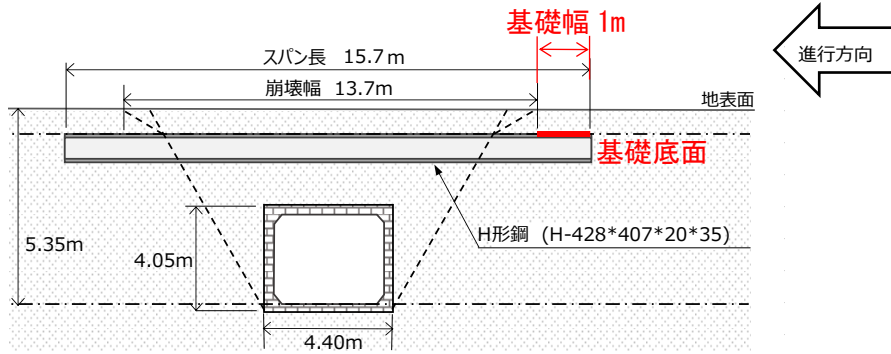
- q_d : 基礎底面地盤の極限支持力度 (kN/m²)
- c : 基礎底面より下にある地盤の粘着力 (kN/m²)
- γ_1 : 基礎底面より下にある地盤の単位体積重量 (kN/m³)
ただし、地下水位以下では水中単位体積重量とする。
- γ_2 : 基礎底面より上にある周辺地盤の単位体積重量 (kN/m³)
ただし、地下水位以下では水中単位体積重量とする。
- α, β : 基礎底面の形状係数
- B : 基礎幅 (m)
- D_f : 基礎の有効根入れ深さ (m)
- N_c, N_q, N_γ : 支持力係数

基礎底面地盤の極限支持力度の算定において設定した、基礎底面の形状係数について、表2-1及び図2-1に、支持力係数について図2-2に示す。H形鋼を支持することによる地中応力の分布を考慮した基礎底面の形状については、図2-1のとおり、可搬型設備による損壊対策工への影響範囲（基礎幅1m，奥行き1m）を考慮し、正方形とした。

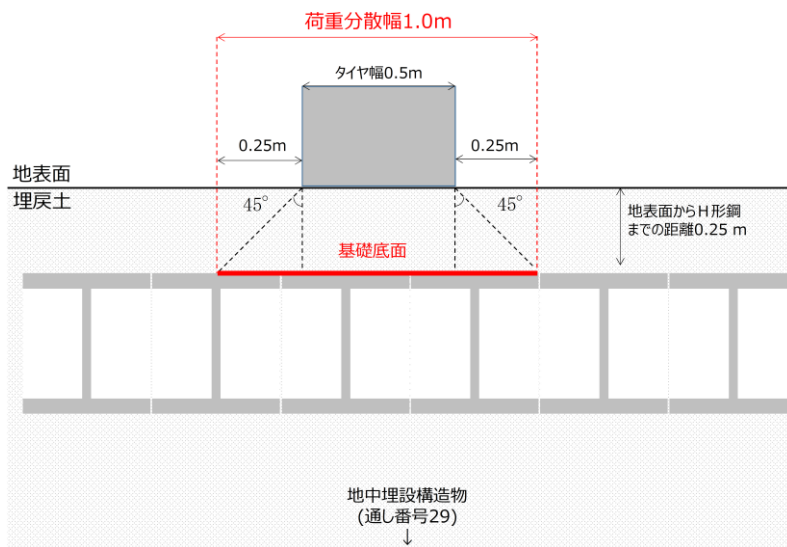
表2-1 基礎底面の形状係数

基礎底面の形状 形状係数	帯 状	正方形, 円形	長方形, 小判形
α	1.0	1.3	$1 + 0.3 \frac{B}{D}$
β	1.0	0.6	$1 - 0.4 \frac{B}{D}$

D : ケーソン前面幅(m), B : ケーソン側面幅(m)
ただし、 $B/D > 1$ の場合、 $B/D = 1$ とする。

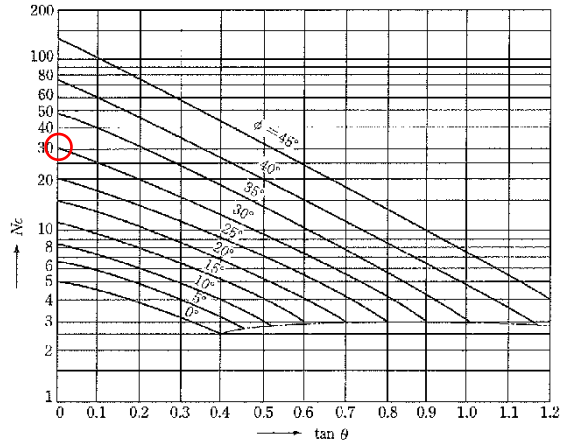


横断方向長さ

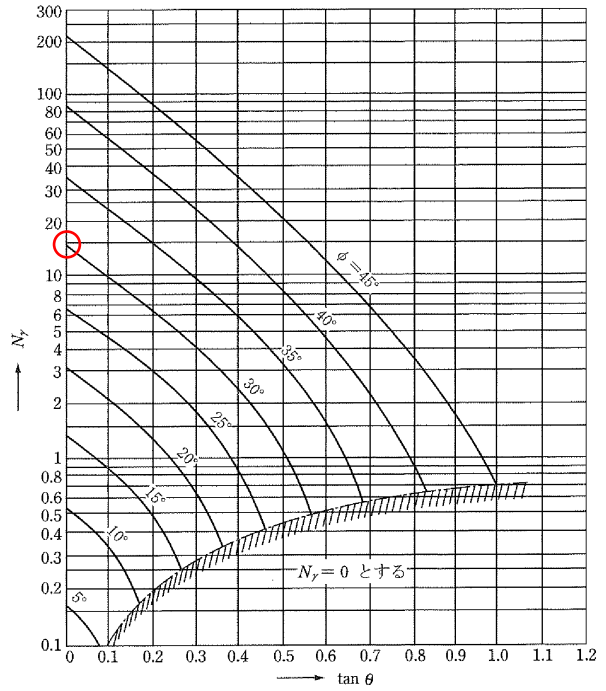


進行方向長さ

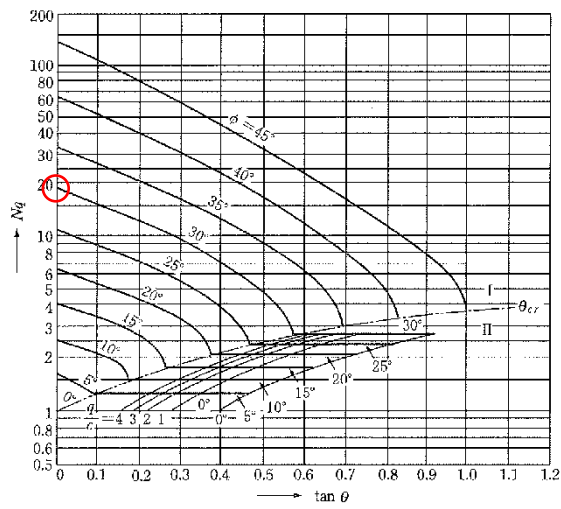
図2-1 基礎底面の形状



(支持力係数 N_c を求めるグラフ)



(支持力係数 N_γ を求めるグラフ)



(支持力係数 N_q を求めるグラフ)

図2-2 支持力係数 N_c , N_q , N_γ について

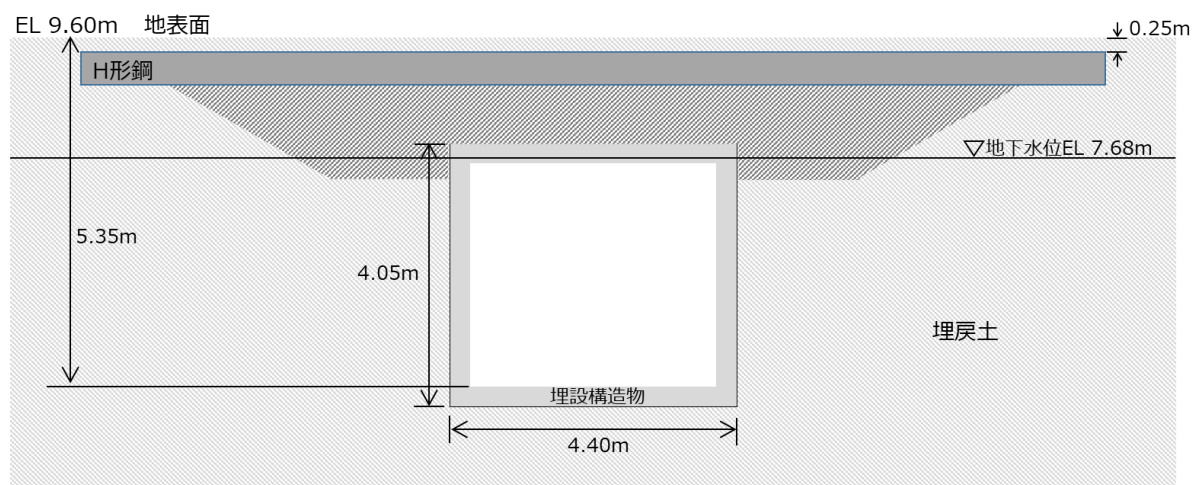
参考資料2 H形鋼の支持地盤の安定性の確認について

1. 確認方法

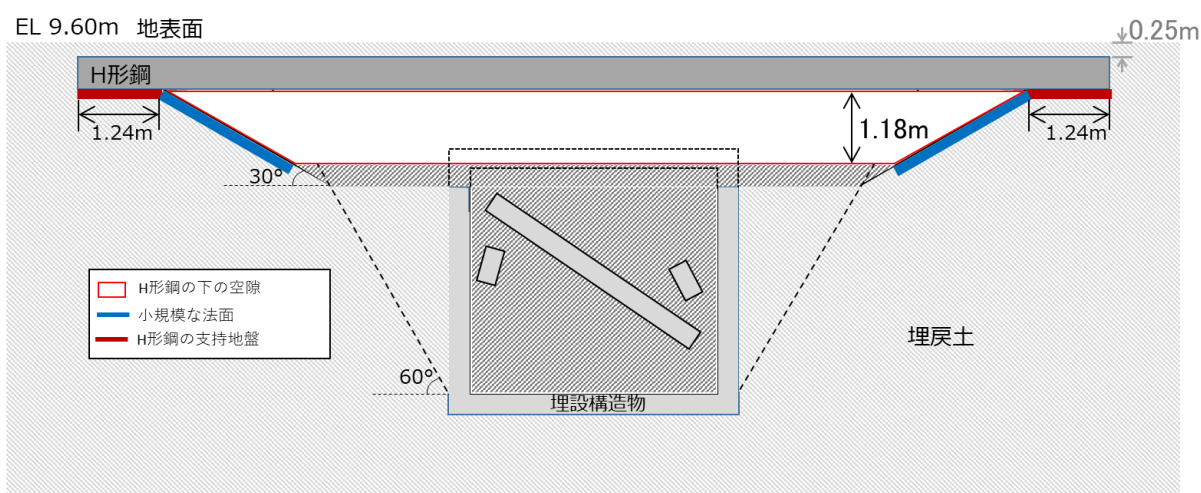
地中埋設構造物が損壊した場合、内空に埋戻土が落ち込むことにより、H形鋼の支持地盤の下に空隙ができるとともに、小規模な法面が発生すると考えられる。

ここでは、地中埋設構造物損壊後に発生するH形鋼の支持地盤について、内空幅が最大となる通し番号29 光ケーブルダクト (No. 21 ダクト) を対象に、地耐力に対する安定性の確認として、H形鋼の上を可搬型設備が走行する際のすべり安定性を確認する。

地中埋設構造物の損壊前後の地盤形状を図1-1に示す。



(損壊前)



(損壊後)

図1-1 地中埋設構造物損壊前後の地盤形状

2. 解析条件

すべり安定性の評価において設定する地盤の物性値及び荷重一覧を表 2-1 及び表 2-2 に、解析モデルの概要図を図 2-1 に示す。構内道路の埋戻土は十分に転圧、締固めされていることを踏まえ、地盤の物性値は、慣用値及びVI-2-1-3「地盤の支持性能に係る基本方針」に記載している物性値を参照する。また、上載荷重として可搬型設備（車両）及びH形鋼等を考慮するが、可搬型設備の車両位置については本章「8.3(3)損壊対策の設計」に示す、H形鋼に発生する支点反力が最大となる位置とする。

地下水位は、3次元浸透流解析結果に基づいて、EL 7.68m に設定する。評価基準値は、屋外のアクセスルート周辺斜面と同様に安全率 1.0 以上とする。

なお、すべり安全率の算定には、解析コード「COSTANA」を使用する。

表 2-1 解析モデルにおける地盤の物性値

地盤	単位体積重量(kN/m ³)	せん断抵抗角(°)	粘着力(kN/m ²)
埋戻土	20.0	30	20

表 2-2 評価対象のH形鋼の支持地盤における荷重一覧

	等分布荷重(kN/m)
可搬型設備	148.5
H形鋼及び舗装等	85.3



図 2-1 解析モデルの概要図

3. 評価結果

すべり安定性の評価結果を図 3-1 及び表 3-1 に示す。埋設構造物の損壊に伴い、構造物内空に埋戻土が落ち込むことにより発生するH形鋼の支持地盤について、可搬型設備の通行性に対して影響がないことを確認した。

また、通し番号 29 光ケーブルダクト (No.21 ダクト) 以外の損壊対策を行う全箇所において、H形鋼のスパン長は、可搬型設備の通行性に対して影響がないよう、想定した影響範囲の地表面の端部より 1m以上の支持地盤を確保して設定しており、これにより安定性を確保する。なお、実施工においては、舗装厚を考慮してH形鋼を埋設するため、埋設構造物の損壊後においても十分なH形鋼の支持地盤が形成される。

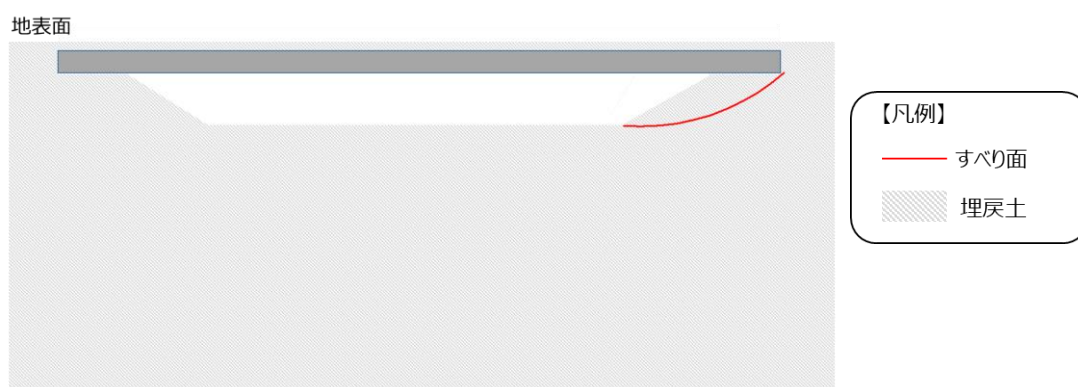


図 3-1 すべり面形状

表 3-1 すべり安全率

評価対象構造物		すべり安全率
通し番号 29 光ケーブルダクト (No. 21 ダクト)	支持地盤 : 1.24m	1.36
	支持地盤 : 1.00m	1.19*

注記* : 通し番号 29 光ケーブルダクト (No.21 ダクト) は、支持地盤 1.24m を確保するが、参考として支持地盤が 1.00m の場合の結果を記載。

8.5 車両通行性能の検証

(1) 概要

表 8-16 に示す可搬型設備を対象として、15cm 段差の通行性及び段差通行後の健全性について検証を行った。

表 8-16 可搬型設備

通し番号	設備名称
1	移動式代替熱交換設備
2	高圧発電機車
3	大量送水車
4	大型送水ポンプ車
5	可搬式窒素供給装置
6	第 1 ベントフィルタ出口水素濃度
7	タンクローリ
8	ホイールローダ
9	放水砲

(2) 検証結果

a. 15cm 段差の通行性

表 8-16 に示す各設備について、15cm 段差の通行が可能であることを確認した。

b. 段差通行後の健全性

表 8-16 に示す各設備について、15cm 段差通行後の健全性確認として、各設備の機能に応じた確認を実施し、設備が問題なく動作することを確認した。

15cm 段差通行後の健全性確認方法と確認結果を、表 8-17 に示す。

表 8-17 15 cm段差通行後の健全性確認方法及び結果

設備名称	確認事項
移動式代替熱交換設備	<ul style="list-style-type: none"> ・外観点検により、設備に要求される機能に影響を及ぼす損傷、燃料漏えい等の異常が無いことを確認した。 ・起動実験を行い、除熱機能に問題がないことを確認した。 ・走行試験により、自走機能に問題がないことを確認した。
高圧発電機車	<ul style="list-style-type: none"> ・外観点検により、設備に要求される機能に影響を及ぼす損傷、燃料漏えい等の異常が無いことを確認した。 ・起動実験を行い、発電機能に問題がないことを確認した。 ・走行試験により、自走機能に問題がないことを確認した。
大量送水車	<ul style="list-style-type: none"> ・外観点検により、設備に要求される機能に影響を及ぼす損傷、燃料漏えい等の異常が無いことを確認した。 ・起動実験を行い、送水機能に問題がないことを確認した。 ・走行試験により、自走機能に問題がないことを確認した。
大型送水ポンプ車	<ul style="list-style-type: none"> ・外観点検により、設備に要求される機能に影響を及ぼす損傷、燃料漏えい等の異常が無いことを確認した。 ・起動実験を行い、送水機能に問題がないことを確認した。 ・走行試験により、自走機能に問題がないことを確認した。
可搬式窒素供給装置	<ul style="list-style-type: none"> ・外観点検により、設備に要求される機能に影響を及ぼす損傷、燃料漏えい等の異常が無いことを確認した。 ・起動実験を行い、窒素供給機能に問題がないことを確認した。 ・走行試験により、自走機能に問題がないことを確認した。
第1ベントフィルタ出口 水素濃度	<ul style="list-style-type: none"> ・外観点検により、設備に要求される機能に影響を及ぼす損傷、燃料漏えい等の異常が無いことを確認した。 ・起動実験を行い、水素濃度測定機能に問題がないことを確認した。 ・走行試験により、自走機能に問題がないことを確認した。
タンクローリ	<ul style="list-style-type: none"> ・外観点検により、設備に要求される機能に影響を及ぼす損傷、燃料漏えい等の異常が無いことを確認した。 ・起動実験を行い、給油機能に問題がないことを確認した。 ・走行試験により、自走機能に問題がないことを確認した。
ホイールローダ	<ul style="list-style-type: none"> ・外観点検により、設備に要求される機能に影響を及ぼす損傷、燃料漏えい等の異常が無いことを確認した。 ・起動実験を行い、がれき撤去等アクセスルート確保に問題がないことを確認した。 ・走行試験により、自走機能に問題がないことを確認した。
放水砲	<ul style="list-style-type: none"> ・外観点検により、設備に要求される機能に影響を及ぼす損傷、燃料漏えい等の異常が無いことを確認した。 ・放水試験を行い、放水機能に問題がないことを確認した。 ・走行試験により、けん引等による自走機能に問題がないことを確認した。

9. 屋外のアクセスルートの側方流動評価について

9.1 概要

液状化に伴う側方流動による影響評価については、アクセスルートを対象とした有効応力解析を行い、アクセスルートの通行性への影響を評価する。

9.2 評価方法

液状化に伴う側方流動による影響評価については、水際線よりおおむね100mの範囲に位置し、埋戻土の層厚、範囲等を考慮して選定したアクセスルートを対象とした有効応力解析を行い、アクセスルートの通行性への影響を評価する。

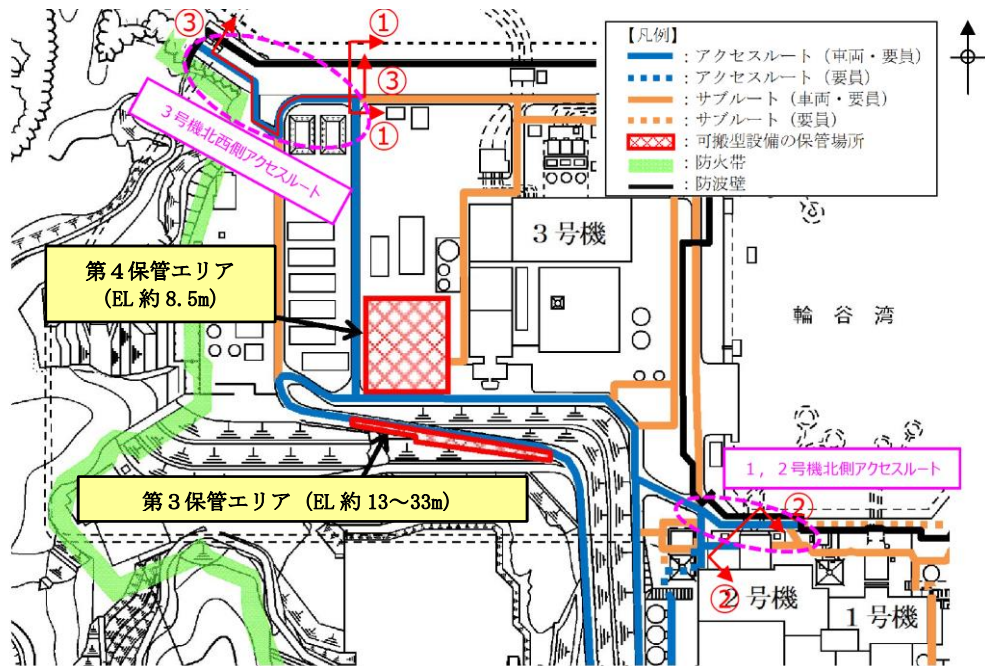
海岸付近のアクセスルート横断面を図9-1に示す。3号機北西側アクセスルート(①-①断面)は、1, 2号機北側アクセスルート(②-②断面)と比較して埋戻土層厚が厚いことから、液状化に伴う側方流動の影響が大きい。また、1, 2号機北側アクセスルート(②-②断面)は防波壁(多重鋼管杭式擁壁)に近接しており、液状化に伴う側方流動が抑制される。

また、図9-2に示す3号機北西側におけるアクセスルート(縦断面)と図9-3の3号機北西側における防波壁(波返重力擁壁)(縦断面)に示す(③-③断面)は、岩盤面の傾斜に伴い埋戻土の層厚が変化する区間1(埋戻層厚:約0.9~23.5m)と、岩盤面がおおむね水平で埋戻土の層厚が同等に最も厚い、区間2(埋戻層厚:約22.0~24.7m)に分類されるが、区間2は、a-a断面に示すように、アクセスルート北側における岩盤面が深く、防波壁背面の埋戻土及び砂礫層が厚く堆積しており、側方流動の影響が大きいと想定される。なお、(③-③断面)全区間の岩盤面の傾斜は最大1:0.7程度であり、地下水位を地表面とした場合の液状化及び揺すり込みによる傾斜は最大5%程度のため、許容値15%を下回る。

以上を踏まえ、評価対象として水際線から約40m離れた3号機北西側アクセスルート(①-①断面)を選定する。

通行性への影響評価については、評価対象に対して2次元有効応力解析に基づく検討を実施する。2次元有効応力解析には、解析コード「FLIP」を使用する。

なお、解析コードの検証、妥当性確認等の概要については、VI-5「計算機プログラム(解析コード)の概要「FLIP」に示す。



全体平面図

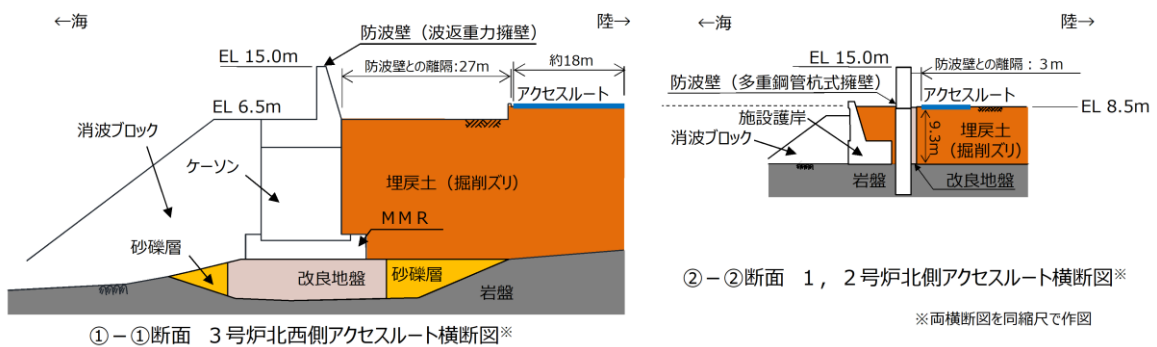
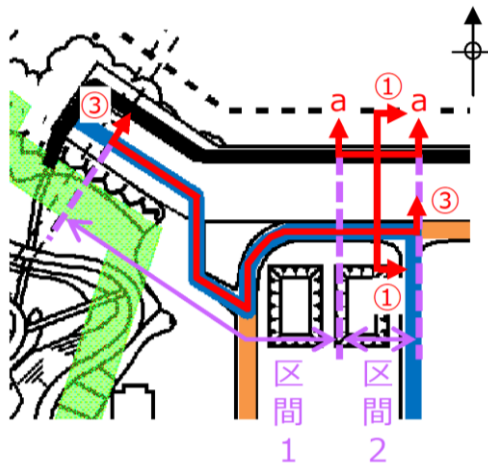
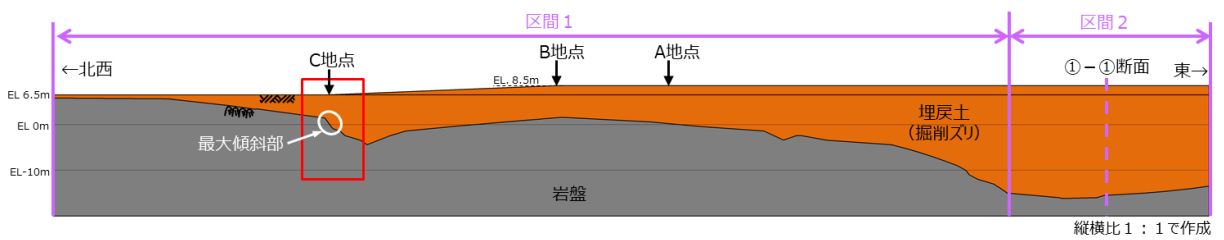


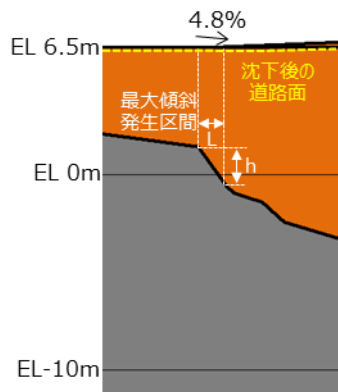
図 9-1 海岸付近のアクセスルート横断面図



3号機北西側アクセスルート拡大図



③-③断面



最大傾斜発生区間における最大傾斜量

$$\text{相対沈下量} : D = h \cdot \text{沈下率} = (7.09 - 5.09) \cdot 0.035 = 0.07(\text{m})$$

$$\text{不等沈下による傾斜} : S = D \div L \cdot 100 = 0.07 \div 1.47 \cdot 100 \approx 4.8(\%)$$

図 9-2 3号機北西側におけるアクセスルート (縦断図)

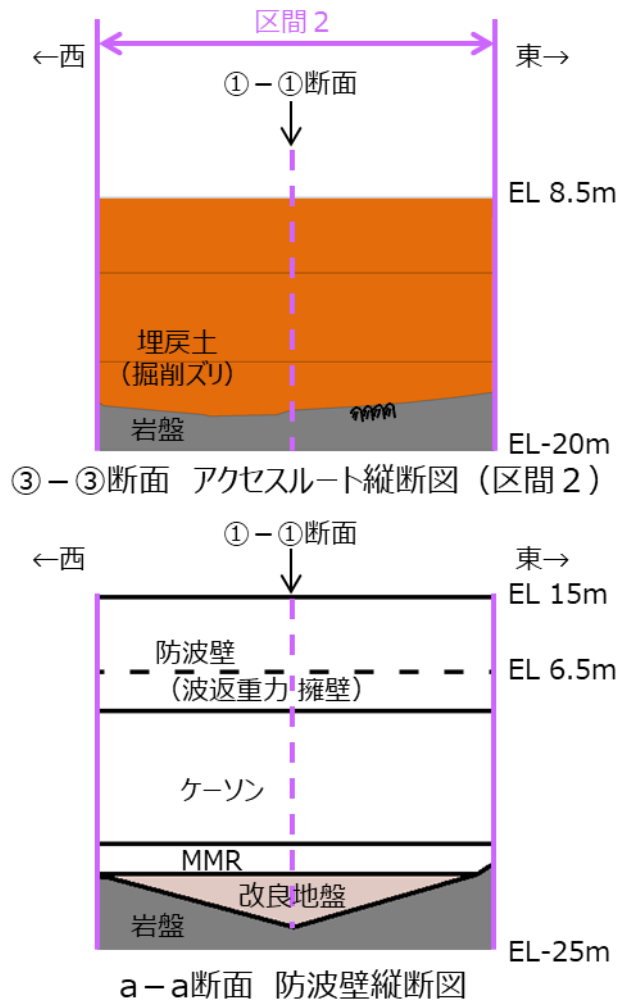


図 9-3 3号機北西側における防波壁 (波返重力擁壁) (縦断図)

9.3 解析方法

9.3.1 入力地震動

入力地震動は、基準地震動 S_s を解析モデル下端 (EL -50m) まで引き上げた波形を用いる。

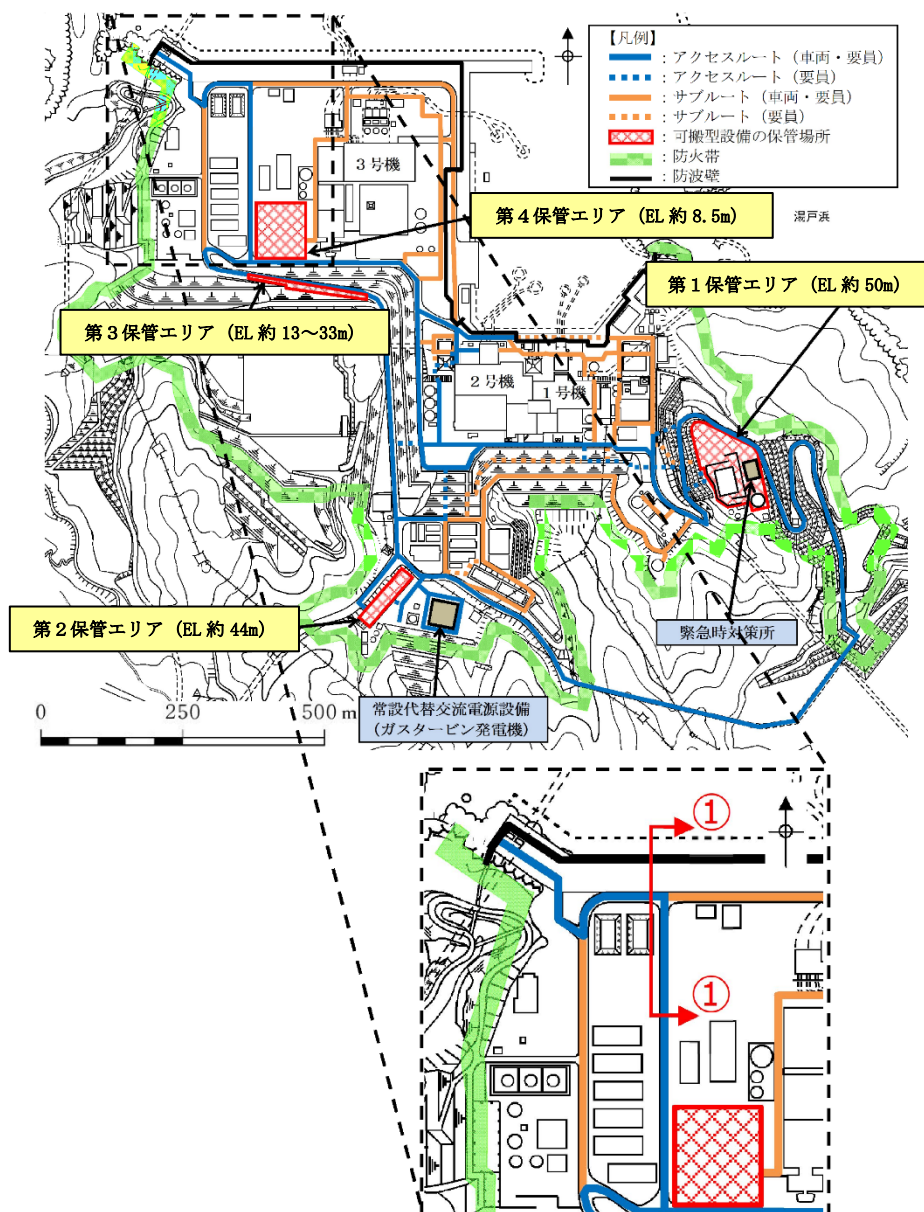
なお、敷地ごとに震源を特定して策定する地震動による基準地震動 ($S_s - D$, $S_s - F1$, $S_s - F2$) においては、繰返し応力及び繰返し回数に着目し、水平最大加速度が大きく、継続時間が長い地震動が液状化評価において最も厳しいと考えられることから、検討用地震動は $S_s - D$ を基本とする。

また、地下水位を海水面とした検討ケースについては、念のため震源を特定せず策定する地震動である $S_s - N1$, $S_s - N2$ (NS) 及び $S_s - N2$ (EW) に対しても評価を実施し、側方流動に支配的な地震動を確認した上で、地下水位を地表面とした検討ケースで評価を実施する。

9.3.2 解析モデル及び諸元

(1) 解析モデル

側方流動検討箇所的位置図を図9-4に、地質断面図を図9-5に、解析モデル図を図9-6に示す。なお、解析モデルは、VI-2-10-2-2-1「防波壁（波返重力擁壁）の地震応答計算書」で設定している防波壁（波返重力擁壁）の地震応答解析モデル（②-②断面）を用いる。



側方流動検討位置図

図9-4 側方流動検討箇所の位置図

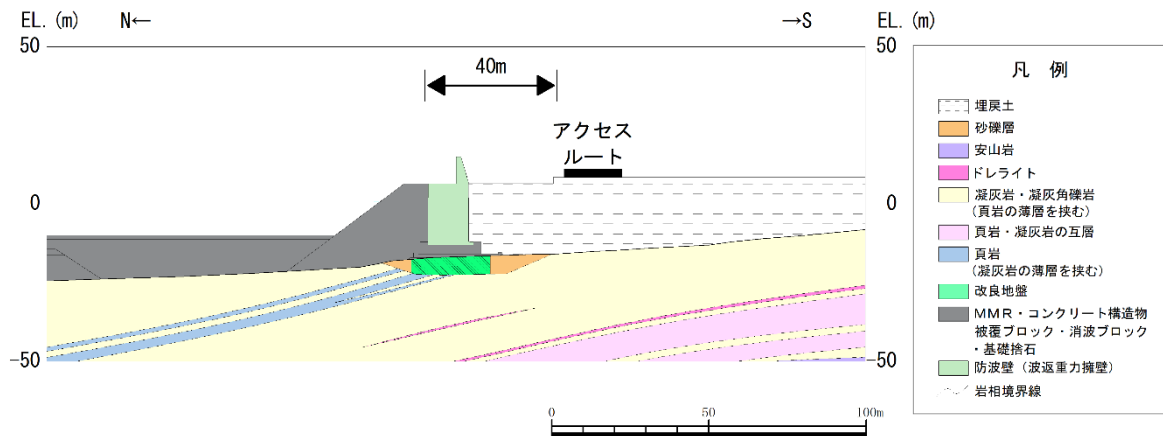


図 9-5 側方流動検討箇所地質断面図

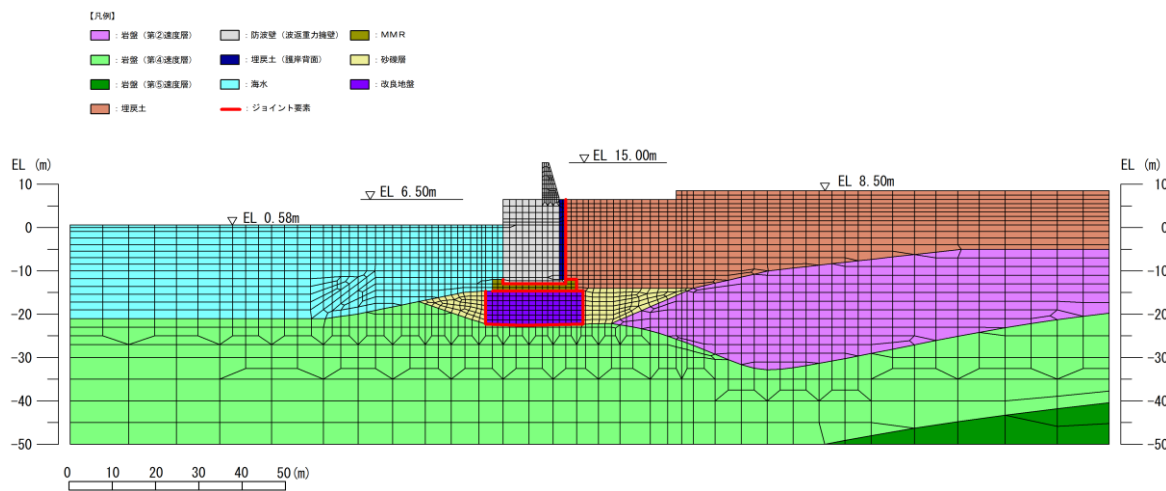
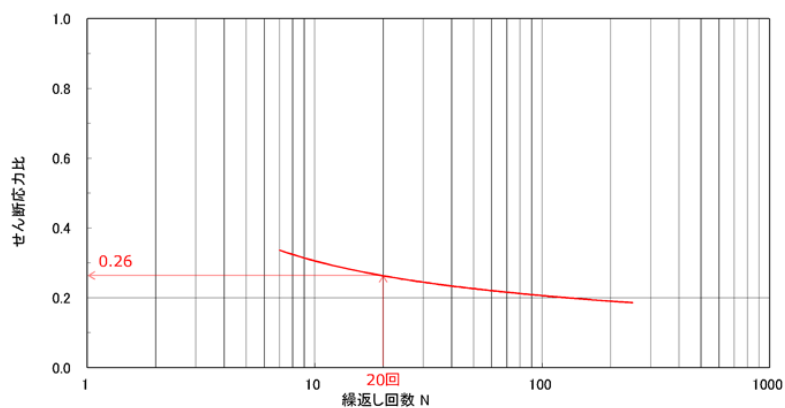


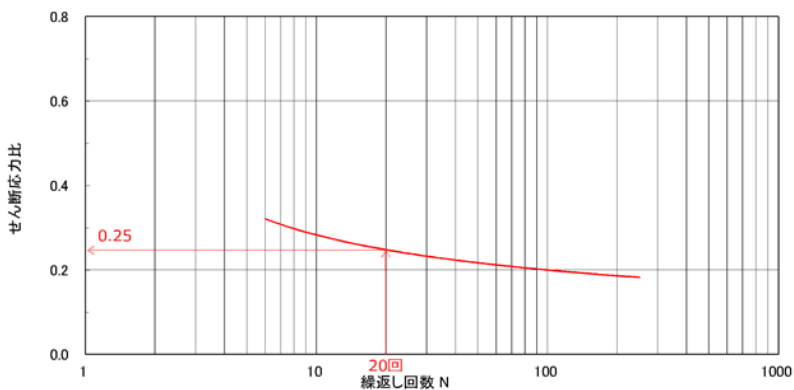
図 9-6 解析モデル図

(2) 地盤物性値

解析用地盤物性値はVI-2-1-3「地盤の支持性能に係る基本方針」に基づき設定し、当該箇所に液状化対象層として分布する埋戻土及び砂礫層については液状化に伴う側方流動を考慮できるよう図9-7に示すとおり液状化パラメータを設定する。



埋戻土（掘削）



砂礫層

図 9-7 液状化パラメータ

(3) 地下水位

側方流動の評価における地下水位については、海水面を朔望平均干潮位EL 0.58mとして設定するが、3次元浸透流解析結果を踏まえ、保守的に地表面とした場合の検討についても実施する。

9.4 評価結果

液状化に伴う側方流動による影響評価結果を図9-8に示す。

評価の結果、アクセスルート（約18m）のうち南側の4mは一様に沈下しており、北側へ向けて緩やかに傾斜しているが、南側における鉛直方向の相対変形量は10cmと小さく、側方流動による段差評価への影響はない。

以上のことから、3号機北西側アクセスルート位置において、側方流動による残留鉛直変位量は小さく段差等も生じていないことから、側方流動が通行性に対して影響を及ぼさないことを確認した。

また、海岸付近のアクセスルートは、第4保管エリアから2号機放水接合槽へのシルトフェンスの車両運搬時に使用するが、万一、想定を上回る沈下が発生し、通行に支障が生じた場合は、段差復旧用の砕石等を用いて重機により仮復旧を行う。仮復旧できない場合には、緊急時対策要員7名にて人力により運搬*する。

注記*：2号機放水接合槽と輪谷湾へのシルトフェンス設置作業の想定時間は、13時間であり、シルトフェンスの設置完了目安である手順着手後24時間に対して、時間的に余裕がある。また、2号機放水接合槽までのシルトフェンスの運搬は、車両を用いて行うが、通行に支障が生じた場合でも、上記時間余裕内で緊急時対策要員7名の人力による運搬も可能である。

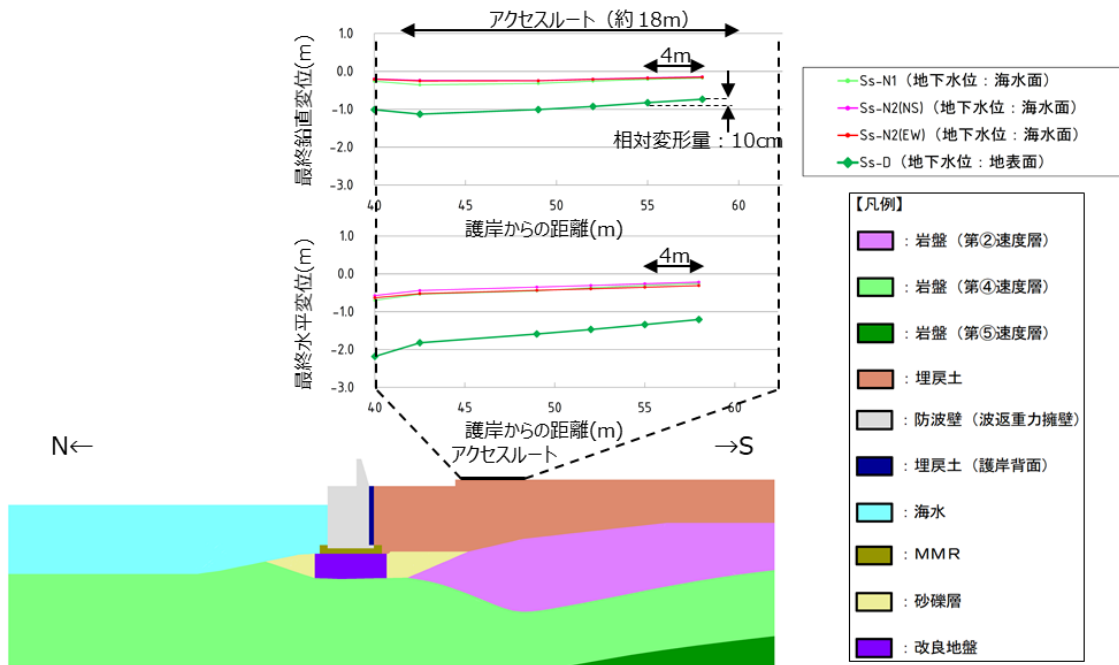


図9-8 液状化に伴う側方流動による影響評価結果

10. 屋内のアクセスルートの設定について

アクセスルートは、重大事故等時において必要となる現場活動場所まで外部事象を想定しても移動が可能であり、また、移動時間を考慮しても要求される時間までに必要な措置を完了させることが重要である。外部事象のうち一番厳しい事象は地震であり、地震起因による火災、溢水、全交流動力電源の喪失を考慮してもアクセス性に与える影響がないことを確認し設定する。

10.1 アクセスルート設定における考慮事項

屋内での各階層におけるアクセスルートを選定する場合、地震随伴火災のおそれがある油内包機器又は水素内包機器、地震随伴溢水を考慮しても移動可能なアクセスルートをあらかじめ設定する。

- ・火災発生時にアクセス性が阻害された場合は、迂回路を使用する。
- ・原子炉建物、タービン建物、廃棄物処理建物及び制御室建物の各階層を移動するルートは、地震、火災等の被害により、アクセス性が阻害された場合は、影響の小さいルートを使用し操作場所までアクセスする。
- ・地震随伴溢水については、アクセスルートの溢水水位を評価した上で影響を受ける可能性がある場合は、必要な措置を講じる。

10.2 アクセスルートの成立性

技術的能力 1.1～1.19 で整備した重大事故等時において期待する手順について、外部事象による影響を考慮しても屋内に設定したアクセスルートを通行できることを確認した。その結果を表 10-1「技術的能力における対応手順と操作・作業場所一覧」に整理する。

また、移動経路については、図 10-1「屋内アクセスルート図」に示す。図 10-1 に記した「①～⑪」は、表 10-1「技術的能力における対応手順と操作・作業場所一覧」のアクセスルートに記載のある数字と関連づけがなされている。

なお、表 10-2 に、図 10-1 の操作対象箇所における操作対象機器、操作項目等を示す。

10.3 屋外のアクセスルートとの関係

重大事故等時は屋内での活動はもとより、可搬型設備の屋外での設置作業との連携が重要である。そこで、重大事故等対処設備を使用する場合には、緊急時対策要員（現場要員）の潜在場所から現場に向かう。

表 10-1 技術的能力における対応手順と操作・作業場所一覧(1/13)

条文	対応手段	操作・作業場所			
		中央	屋内のアクセス ルート	屋外のアクセス ルート ^{*1}	
1.1	緊急停止失敗時に発電用原子炉を未臨界にするための手順等	代替制御挿入機能による制御棒緊急挿入	○		
		原子炉再循環ポンプ停止による原子炉出力抑制	○		
		自動減圧系の起動阻止スイッチによる原子炉出力急上昇防止	○		
		ほう酸水注入	○		
1.2	原子炉冷却材圧力バウンダリ高圧時に発電用原子炉を冷却するための手順等	原子炉隔離時冷却系による発電用原子炉の冷却	○		
		高圧炉心スプレイ系による発電用原子炉の冷却	○		
		高圧原子炉代替注水系の中央制御室からの操作による発電用原子炉の冷却	○		
		高圧原子炉代替注水系の現場操作による発電用原子炉の冷却		原子炉圧力容器の水位、圧力を確認 【中央制御室→〔4-11〕→〔4-10〕】 高圧原子炉代替注水ポンプ現場起動 【中央制御室→〔4〕階段 B②〕→〔2-1〕→〔2〕階段 B①〕→〔1-2〕→〔1-1〕→〔1〕階段 B④〕→〔4-3〕】	
		原子炉隔離時冷却系の現場操作による発電用原子炉の冷却		原子炉圧力容器の水位、圧力を確認 【中央制御室→〔4-11〕→〔4-10〕】 原子炉隔離時冷却ポンプ現場起動 【中央制御室→〔4〕階段 B①〕→〔1-2〕→〔1-1〕→〔1〕階段 B④〕→〔4-3〕】	
		高圧原子炉代替注水系（中央制御室起動時）の監視計器	○		
1.3	原子炉冷却材圧力バウンダリを減圧するための手順等	減圧の自動化			
		手動操作による減圧（逃がし安全弁）	○		
		可搬型直流電源設備による逃がし安全弁機能回復	○	原子炉圧力容器の圧力を確認 【中央制御室→〔4-11〕→〔4-10〕】 主蒸気逃がし安全弁電源切替 【中央制御室→〔4-10〕】	
		主蒸気逃がし安全弁用蓄電池（補助盤室）による逃がし安全弁機能回復	○	原子炉圧力容器の圧力を確認 【中央制御室→〔4-11〕→〔4-10〕】 主蒸気逃がし安全弁用蓄電池の接続 【屋外 A→〔4〕階段 D⑤〕→〔5〕階段 H⑦〕→〔7〕階段 F④〕→〔4-10〕】	
		逃がし安全弁窒素ガス供給系による窒素ガス確保	○	逃がし安全弁用駆動源確保 A 系ポンペを切替える場合 【中央制御室→〔4〕階段 F⑤〕→〔5-6〕】 B 系ポンペを切替える場合 【中央制御室→〔4〕階段 F⑦〕→〔7〕階段 H⑤〕→〔5-1〕】	
		逃がし安全弁の背圧対策	○	窒素ガス供給圧力調整による背圧対策 【屋外 A→〔4〕階段 D⑤〕→〔5〕階段 H⑦〕→〔7〕階段 F⑤〕→〔5-5〕→〔5〕階段 F④〕→〔4〕階段 E⑤〕→〔5-2〕】	
	発電用原子炉の減圧	○			

注記*1：屋外のアクセスルートは、緊急時対策所から保管場所までの移動ルートを記す。

表 10-1 技術的能力における対応手順と操作・作業場所一覧(2/13)

条文	対応手段	操作・作業場所		
		中央	屋内のアクセス ルート	屋外のアクセス ルート ^{*1}
1.3	原子炉冷却材圧力バウンダリを減圧するための手順等	○	A-RHR注水弁(MV222-5A)の場合 【中央制御室→(4)階段F(6)→[6-1]→(6)階段F(4)→(4)階段E(5)→(5)梯子A(4)→[4-5]】 B-RHR注水弁(MV222-5B)の場合 【中央制御室→(4)階段F(5)→[5-13]→(5)階段F(4)→(4)階段E(5)→[5-16]】 C-RHR注水弁(MV222-5C)の場合 【中央制御室→(4)階段F(5)→[5-13]→(5)階段F(4)→(4)階段E(5)→[5-16]】 LPCS注水弁(MV223-2)の場合 【中央制御室→(4)階段F(6)→[6-1]→(6)階段F(4)→[4-8]】	/
	原子炉建物原子炉棟の圧力上昇抑制及び環境改善		/	
1.4	原子炉冷却材圧力バウンダリ低圧時に発電用原子炉を冷却するための手順等	○	非常用コントロールセンタ切替盤が使用不可な場合 【中央制御室→(4)階段F(7)→[7-3]】	緊急時対策所→第2保管エリア又は第3保管エリア
	低圧原子炉代替注水系(可搬型)による発電用原子炉の冷却	○	非常用コントロールセンタ切替盤が使用不可な場合 【中央制御室→(4)階段F(7)→[7-3]→[7-4]】 全交流動力電源が喪失で低圧原子炉代替注水系(A)注入配管使用の場合 【中央制御室→[4-5]→[4-7]】 全交流動力電源が喪失で低圧原子炉代替注水系(B)注入配管使用の場合 【中央制御室→(4)階段E(5)→[5-16]】	
	低圧原子炉代替注水系(可搬型)による発電用原子炉の冷却 (故意による大型航空機の衝突その他テロリズムによる影響がある場合 ^{*2})	○	【中央制御室→(4)階段E(5)→[5-16]】 【屋外E→(4)階段S(2)→(2)階段Q(1)→(1)階段L(4)→[4-21]】	緊急時対策所→第2保管エリア又は第3保管エリア
	常設代替交流電源設備による残留熱除去系(低圧注水モード)の復旧	○	/	/
	常設代替交流電源設備による低圧炉心スプレイ系の復旧	○	/	/
	常設代替交流電源設備による残留熱除去系(原子炉停止時冷却モード)の復旧	○	A-RHRの場合 【中央制御室→(4)階段F(5)→[5-21]】 B-RHRの場合 【中央制御室→(4)階段F(2)→[2-4]】	/
	残留熱除去系(低圧注水モード)による発電用原子炉の冷却	○	/	/
	低圧炉心スプレイ系による発電用原子炉の冷却	○	/	/
	残留熱除去系(原子炉停止時冷却モード)による発電用原子炉からの除熱	○	A-RHRの場合 【中央制御室→(4)階段F(5)→[5-21]】 B-RHRの場合 【中央制御室→(4)階段F(2)→[2-4]】	/
1.5	最終ヒートシンクへ熱を輸送するための手順等	○	/	/
	格納容器フィルタベント系による原子炉格納容器内の減圧及び除熱	○	非常用コントロールセンタ切替盤が使用不可な場合 【中央制御室→(4)階段F(7)→[7-3]→[7-4]】	/
	格納容器フィルタベント停止後の窒素ガスバージ	○	/	緊急時対策所→第4保管エリア
	格納容器フィルタベント停止後の窒素ガスバージ(原子炉建物付属棟西側扉を使用した場合)	○	【屋外A→[4-24]】	緊急時対策所→第4保管エリア

注記*1: 屋外のアクセスルートは、緊急時対策所から保管場所までの移動ルートを記す。

*2: 本手段におけるアクセスルートは故意による大型航空機の衝突その他テロリズムによる影響を考慮した場合に使用するルートとして設定する。なお、起因事象が地震ではないことから、転倒物、地震随伴火災及び地震随伴溢水の影響はなく、アクセスに支障はない。

表 10-1 技術的能力における対応手順と操作・作業場所一覧(3/13)

条文	対応手段	操作・作業場所			
		中央	屋内のアクセスルート	屋外のアクセスルート ^{*1}	
1.5	最終ヒートシンクへ熱を輸送するための手順等	格納容器フィルタベント停止後の窒素ガスバージ (故意による大型航空機の衝突その他テロリズムによる影響がある場合 ^{*2})	○	【屋外F→(2)階段R(1)→(1)階段D(4)→[4]-24】	緊急時対策所→第4保管エリア
		格納容器フィルタベント系による原子炉格納容器内の減圧及び除熱(現場操作)	○	格納容器フィルタベント系による原子炉格納容器内の減圧及び除熱 ウェットウェルベントの場合 【中央制御室→(4)階段F(7)→[7]-2→(7)階段H(5)→(5)階段D(4)→[4]-2→(4)階段D(5)→(5)階段E(4)→中央制御室】 ドライウェルベントの場合 【中央制御室→(4)階段F(7)→[7]-2→(7)階段H(5)→[5]-17→(5)階段E(4)→中央制御室】	
		原子炉補機代替冷却系による除熱	○	原子炉補機代替冷却系による補機冷却水確保 補機冷却水系A系使用の場合 【中央制御室→(4)階段E(5)→(5)階段C(7)→[7]-5】 【中央制御室→(4)階段F(7)→[7]-3→(7)階段F(6)→[6]-1→(6)階段F(5)→[5]-21→(5)階段F(2)→(2)階段G(1)→[1]-3→(1)階段G(2)→[2]-2→(2)階段L(5)→[5]-3→(5)階段H(7)→(7)階段F(4)→(4)階段I(5)→[5]-19】 【屋外A→[4]-9→[4]-1】 【屋外A→(4)階段D(5)→(5)階段H(7)→(7)階段F(5)→[5]-9】 補機冷却水系B系使用の場合 【中央制御室→(4)階段E(5)→(5)階段C(7)→[7]-5】 【中央制御室→(4)階段F(7)→[7]-4→(7)階段F(5)→[5]-13→(5)階段F(2)→[2]-4→(2)階段G(1)→[1]-4→(1)階段G(2)→[2]-3→(2)階段L(5)→[5]-4→(5)階段H(7)→(7)階段F(4)→(4)階段I(5)→[5]-20】 【屋外A→(4)階段D(5)→(5)階段H(7)→(7)階段F(2)→(2)階段G(4)→[4]-6】 【屋外A→(4)階段D(5)→(5)階段H(7)→(7)階段F(5)→[5]-12】	緊急時対策所→第1保管エリア又は第4保管エリア
		原子炉補機代替冷却系による除熱 (故意による大型航空機の衝突その他テロリズムによる影響がある場合 ^{*2})	○	【中央制御室→(4)階段E(5)→(5)階段C(7)→[7]-5】 【中央制御室→(4)階段F(7)→[7]-3→(7)階段F(6)→[6]-1→(6)階段F(5)→[5]-21→(5)階段F(2)→(2)階段G(1)→[1]-3→(1)階段G(2)→[2]-2→(2)階段L(5)→[5]-3→(5)階段H(7)→(7)階段F(4)→(4)階段I(5)→[5]-19】 【屋外F→(2)階段R(1)→(1)階段D(4)→[4]-22→[4]-9→[4]-1】	緊急時対策所→第1保管エリア又は第4保管エリア
1.6	原子炉格納容器内の冷却等のための手順等	格納容器代替スプレイ系(常設)による原子炉格納容器内へのスプレイ	○	非常用コントロールセンタ切替盤が使用不可な場合 【中央制御室→(4)階段F(7)→[7]-3】	

注記*1: 屋外のアクセスルートは、緊急時対策所から保管場所までの移動ルートを記す。

*2: 本手段におけるアクセスルートは故意による大型航空機の衝突その他テロリズムによる影響を考慮した場合に使用するルートとして設定する。なお、起因事象が地震ではないことから、転倒物、地震随伴火災及び地震随伴溢水の影響はなく、アクセスに支障はない。

表 10-1 技術的能力における対応手順と操作・作業場所一覧(4/13)

条文	対応手段	操作・作業場所		
		中央	屋内のアクセス ルート	屋外のアクセス ルート ^{*1}
1.6 原子炉格納 容器内の冷 却等のため の手順等	格納容器代替スプレイ系（可搬型） による原子炉格納容器内への スプレイ（淡水/海水）	○	非常用コントロールセンタ切替盤が使用不可な場合 【中央制御室→(④)階段 F⑦→〔⑦-3〕】 全交流動力電源が喪失でA-格納容器代替スプレ イ系スプレイ配管使用の場合 【中央制御室→(④)階段 E⑤→〔⑤-14〕】 非常用コントロールセンタ切替盤が使用不可な場 合 【中央制御室→(④)階段 F⑦→〔⑦-4〕】 全交流動力電源が喪失でB-格納容器代替スプレ イ系スプレイ配管使用の場合 【中央制御室→(④)階段 E⑤→〔⑤-15〕】	緊急時対策所→第2保管エ リア又は第3保管エリア
	格納容器代替スプレイ系（可搬型） による原子炉格納容器内への スプレイ（淡水/海水） （故意による大型航空機の衝突その他 テロリズムによる影響がある場合 ^{*2} ）	○	【中央制御室→(④)階段 E⑤→〔⑤-15〕】 【屋外 E→(④)階段 S②→(②)階段 Q①→ (①)階段 L④→〔④-21〕】 非常用コントロールセンタ切替盤が使用不可な場 合 【中央制御室→(④)階段 F⑦→〔⑦-4〕】	緊急時対策所→第2保管エ リア又は第3保管エリア
	常設代替交流電源設備による 残留熱除去系（サブプレッション・ プール水冷却モード）の復旧	○		
	残留熱除去系（サブプレッション・ プール水冷却モード）による サブプレッション・プールの除熱	○		
1.7 原子炉格納 容器の過圧 破損を防止 するための 手順等	格納容器フィルタベント系による 原子炉格納容器内の減圧及び除熱	○	非常用コントロールセンタ切替盤が使用不可な場 合 【中央制御室→(④)階段 F⑦→〔⑦-3〕→〔⑦-4〕】	
	格納容器フィルタベント停止後 の窒素ガスノージ	○		緊急時対策所→第4保管エ リア
	格納容器フィルタベント停止後の 窒素ガスノージ （原子炉建物付属棟西側扉を使用した 場合）	○	【屋外 A→〔④-24〕】	緊急時対策所→第4保管エ リア
	格納容器フィルタベント停止後の 窒素ガスノージ （故意による大型航空機の衝突その他 テロリズムによる影響がある場合 ^{*2} ）	○	【屋外 F→(②)階段 R①→(①)階段 D④→ 〔④-24〕】	緊急時対策所→第4保管エ リア
	格納容器フィルタベント系による 原子炉格納容器内の減圧及び除熱 （現場操作）	○	格納容器フィルタベント系による 原子炉格納容器内の減圧及び除熱 ウェットウェルベントの場合 【中央制御室→(④)階段 F⑦→〔⑦-2〕→ (⑦)階段 H⑤→(⑤)階段 D④→〔④-2〕→ (④)階段 D⑤→(⑤)階段 E④→中央制御室】 ドライウェルベントの場合 【中央制御室→(④)階段 F⑦→〔⑦-2〕→ (⑦)階段 H⑤→〔⑤-17〕→(⑤)階段 E④→ 中央制御室】	
不活性ガス（窒素ガス）による 系統内の置換	○		緊急時対策所→第4保管エ リア	

注記*1：屋外のアクセスルートは、緊急時対策所から保管場所までの移動ルートを記す。

*2：本手段におけるアクセスルートは故意による大型航空機の衝突その他テロリズムによる影響を考慮した場合に使用するルートとして設定する。なお、起回事象が地震ではないことから、転倒物、地震随伴火災及び地震随伴溢水の影響はなく、アクセスに支障はない。

表 10-1 技術的能力における対応手順と操作・作業場所一覧(5/13)

条文	対応手段	操作・作業場所		
		中央	屋内のアクセスルート	屋外のアクセスルート ^{*1}
1.7 原子炉格納容器の過圧破損を防止するための手順等	残留熱代替除去系による原子炉格納容器内の減圧及び除熱	○	非常用コントロールセンタ切替盤が使用不可な場合 【中央制御室→(4)階段F(7)→[7-3]→[7-4]】 補機冷却水確保 【中央制御室→(4)階段F(7)→[7-4]→(7)階段F(5)→[5-13]→(5)階段F(2)→[2-4]→(2)階段G(1)→[1-4]→(1)階段G(2)→[2-3]→(2)階段L(5)→[5-4]→(5)階段H(7)→(7)階段F(4)→(4)階段I(5)→[5-20]】 原子炉建物西側接続口を使用する場合 【屋外A→[4-4]→(4)階段D(5)→[5-3]→(5)階段D(4)→[4-4]→(4)階段D(5)→[5-3]】 【屋外A→(4)階段D(5)→(5)階段H(7)→(7)階段F(5)→[5-9]】 原子炉建物南側接続口を使用する場合 【屋外A→(4)階段D(5)→(5)階段H(7)→(7)階段F(2)→(2)階段G(4)→[4-6]】 【屋外A→(4)階段D(5)→(5)階段H(7)→(7)階段F(5)→[5-12]】	緊急時対策所→第1保管エリア又は第4保管エリア
	残留熱代替除去系による原子炉格納容器内の減圧及び除熱(故意による大型航空機の衝突その他テロリズムによる影響がある場合 ^{*2})	○	【中央制御室→(4)階段F(7)→[7-4]→(7)階段F(5)→[5-13]→(5)階段F(2)→[2-4]→(2)階段G(1)→[1-4]→(1)階段G(2)→[2-3]→(2)階段L(5)→[5-23]→[5-4]→(5)階段H(7)→(7)階段F(4)→(4)階段I(5)→[5-20]】 【屋外F→(2)階段R(1)→(1)階段D(4)→[4-22]→[4-4]→(4)階段D(5)→[5-3]→(5)階段D(4)→[4-4]→(4)階段D(5)→[5-3]】	緊急時対策所→第1保管エリア又は第4保管エリア
1.8 原子炉格納容器下部の溶融炉心を冷却するための手順等	ペDESTAL代替注水系(常設)による原子炉格納容器下部への注水	○	非常用コントロールセンタ切替盤が使用不可な場合 【中央制御室→(4)階段F(7)→[7-3]→[7-4]】	
	ペDESTAL代替注水系(可搬型)による原子炉格納容器下部への注水	○	非常用コントロールセンタ切替盤が使用不可な場合 【中央制御室→(4)階段F(7)→[7-4]】	緊急時対策所→第2保管エリア又は第3保管エリア
	格納容器代替スプレイ系(可搬型)による原子炉格納容器下部への注水	○	非常用コントロールセンタ切替盤が使用不可な場合 【中央制御室→(4)階段F(7)→[7-3]→[7-4]】	緊急時対策所→第2保管エリア又は第3保管エリア
	ペDESTAL代替注水系(可搬型)による原子炉格納容器下部への注水(故意による大型航空機の衝突その他テロリズムによる影響がある場合 ^{*2})	○	非常用コントロールセンタ切替盤が使用不可な場合 【中央制御室→(4)階段F(7)→[7-4]】 【屋外E→(4)階段S(2)→(2)階段Q(1)→(1)階段L(4)→[4-23]】	緊急時対策所→第2保管エリア又は第3保管エリア
	低圧原子炉代替注水系(常設)による原子炉圧力容器への注水	○	非常用コントロールセンタ切替盤が使用不可な場合 【中央制御室→(4)階段F(7)→[7-3]】	
	低圧原子炉代替注水系(可搬型)による原子炉圧力容器への注水	○	非常用コントロールセンタ切替盤が使用不可な場合 【中央制御室→(4)階段F(7)→[7-3]→[7-4]】	緊急時対策所→第2保管エリア又は第3保管エリア
	低圧原子炉代替注水系(可搬型)による原子炉圧力容器への注水(故意による大型航空機の衝突その他テロリズムによる影響がある場合 ^{*2})	○	【屋外E→(4)階段S(2)→(2)階段Q(1)→(1)階段L(4)→[4-21]】	緊急時対策所→第2保管エリア又は第3保管エリア
	ほう酸水注入系による原子炉圧力容器へのほう酸水注入	○		
1.9 水素爆発による原子炉格納容器の破損を防止するための手順等	原子炉格納容器内不活性化による原子炉格納容器水素爆発防止	○		緊急時対策所→第4保管エリア

注記*1: 屋外のアクセスルートは、緊急時対策所から保管場所までの移動ルートを記す。

*2: 本手段におけるアクセスルートは故意による大型航空機の衝突その他テロリズムによる影響を考慮した場合に使用するルートとして設定する。なお、起因事象が地震ではないことから、転倒物、地震に伴う火災及び地震に伴う溢水の影響はなく、アクセスに支障はない。

表 10-1 技術的能力における対応手順と操作・作業場所一覧(6/13)

条文	対応手段	操作・作業場所			
		中央	屋内のアクセスルート	屋外のアクセスルート ^{*1}	
1.9	水素爆発による原子炉格納容器の破損を防止するための手順等	原子炉格納容器内不活性化による原子炉格納容器水素爆発防止 (原子炉建物付属棟西側扉を使用した場合)	○	【屋外A→[④-24]】	緊急時対策所→第4保管エリア
		原子炉格納容器内不活性化による原子炉格納容器水素爆発防止 (故意による大型航空機の衝突その他テロリズムによる影響がある場合 ^{*2})	○	【屋外F→(②階段R①)→(①階段D④)→[④-24]】	緊急時対策所→第4保管エリア
		格納容器フィルタベント系による原子炉格納容器内の水素ガス及び酸素ガスの排出	○	非常用コントロールセンタ切替盤が使用不可な場合 【中央制御室→(④階段F⑦)→[⑦-3]→[⑦-4]】	
		可搬式窒素供給装置による格納容器フィルタベント系の不活性化	○		緊急時対策所→第4保管エリア
		水素濃度及び酸素濃度の監視	○		
1.10	水素爆発による原子炉建屋等の損傷を防止するための手順等	静的触媒式水素処理装置による水素濃度抑制			
		原子炉建物内の水素濃度監視	○		
1.11	使用済燃料貯蔵槽の冷却等のための手順等	燃料プールスプレイ系(常設スプレイヘッダ)による燃料プールへの注水	○		緊急時対策所→第2保管エリア又は第3保管エリア
		燃料プールスプレイ系(可搬型スプレイノズル)による燃料プールへの注水	○	燃料プールスプレイ系(可搬型スプレイノズル)による燃料プール注水系構成 原子炉棟南側扉からの接続の場合 【屋外C→[④-14]→(④階段C⑤)→(⑤階段B⑧)→[⑧-1]】 原子炉棟西側扉からの接続の場合 【屋外B→[④-14]→(④階段A⑧)→[⑧-2]】	緊急時対策所→第2保管エリア又は第3保管エリア
		燃料プールスプレイ系(常設スプレイヘッダ)による燃料プールへのスプレイ	○		緊急時対策所→第2保管エリア又は第3保管エリア
		燃料プールスプレイ系(可搬型スプレイノズル)による燃料プールへのスプレイ	○	燃料プールスプレイ系(可搬型スプレイノズル)による燃料プールスプレイ系統構成 原子炉棟南側扉からの接続の場合 【屋外C→[④-14]→(④階段C⑤)→(⑤階段B⑧)→[⑧-1]】 原子炉棟西側扉からの接続の場合 【屋外B→[④-14]→(④階段A⑧)→[⑧-2]】	緊急時対策所→第2保管エリア又は第3保管エリア
		燃料プールの状態監視			
		燃料プール監視カメラ用冷却設備起動	○	燃料プール監視カメラ用冷却設備起動 【中央制御室→(④階段F⑦)→[⑦-1]】	
		燃料プール冷却系復旧による燃料プール除熱	○		
1.12	発電所外への放射性物質の拡散を抑制するための手順等	大型送水ポンプ車及び放水砲による大気への放射性物質の拡散抑制			緊急時対策所→第4保管エリア
		放射性物質吸着材による海洋への放射性物質の拡散抑制			緊急時対策所→第4保管エリア
		シルトフェンスによる海洋への放射性物質の拡散抑制			緊急時対策所→第4保管エリア
		大型送水ポンプ車及び放水砲による航空機燃料火災への泡消火			緊急時対策所→第4保管エリア

注記*1: 屋外のアクセスルートは、緊急時対策所から保管場所までの移動ルートを記す。

*2: 本手段におけるアクセスルートは故意による大型航空機の衝突その他テロリズムによる影響を考慮した場合に使用するルートとして設定する。なお、起因事象が地震ではないことから、転倒物、地震随伴火災及び地震随伴溢水の影響はなく、アクセスに支障はない。

表 10-1 技術的能力における対応手順と操作・作業場所一覧(7/13)

条文	対応手段	操作・作業場所		
		中央	屋内のアクセス ルート	屋外のアクセス ルート ^{*1}
1.13 重大事故等の収束に必要な水となる水の供給手順等	輪谷貯水槽（西1）及び輪谷貯水槽（西2）を水源とした大量送水車による送水			緊急時対策所→第2保管エリア又は第3保管エリア
	海を水源とした大量送水車及び大型送水ポンプ車又は大量送水車（2台）による送水			緊急時対策所→第1保管エリア、第2保管エリア、第3保管エリア又は第4保管エリア
	輪谷貯水槽（西1）及び輪谷貯水槽（西2）を水源とした大量送水車による 低圧原子炉代替注水槽への補給			緊急時対策所→第2保管エリア又は第3保管エリア
	海を水源とした大量送水車及び大型送水ポンプ車又は大量送水車（2台）による 低圧原子炉代替注水槽への補給			緊急時対策所→第1保管エリア、第2保管エリア、第3保管エリア又は第4保管エリア
	大型送水ポンプ車又は大量送水車による 輪谷貯水槽（西1）又は輪谷貯水槽（西2）への海水補給			緊急時対策所→第1保管エリア又は第4保管エリア
	原子炉隔離時冷却系及び高圧炉心スプレイ系の水源切替え	○		
	低圧原子炉代替注水槽へ補給する水源の切替え			
	輪谷貯水槽（西1）及び輪谷貯水槽（西2）へ補給する水源の切替え			
	輪谷貯水槽（西1）及び輪谷貯水槽（西2）から海への切替え			
	外部水源から内部水源への切替え（外部水源（低圧原子炉代替注水槽）から内部水源（サブプレッション・チェンバへの切替え））	○		
	1.14 電源の確保に関する手順等	常設代替交流電源設備による給電（M/C C系及びD系受電）	○	常設代替交流電源設備による M/C C系及びM/C D系受電 【中央制御室→〔4-12〕→〔4階段 J3〕→〔3-2〕→〔3階段 J4〕→〔4階段 F5〕→〔5-11〕→〔5-10〕→〔5-8〕→〔5-7〕】
可搬型代替交流電源設備による給電（高圧発電機車接続プラグ収納箱（原子炉建物西側）に接続し、M/C C系又はM/C D系を受電する場合）		○	可搬型代替交流電源設備による M/C C系及びM/C D系受電 M/C C系受電の場合 【中央制御室→〔4-12〕→〔4階段 F5〕→〔5-8〕→〔5-7〕→〔5-21〕】 【屋外A→〔4階段 D5〕→〔5階段 H7〕→〔7階段 F5〕→〔5-9〕】 M/C D系受電の場合 【中央制御室→〔4-12〕→〔4階段 J3〕→〔3-2〕→〔3階段 J4〕→〔4階段 F5〕→〔5-11〕→〔5-10〕→〔5階段 F2〕→〔2-4〕】 【屋外A→〔4階段 D5〕→〔5階段 H7〕→〔7階段 F5〕→〔5-12〕】	緊急時対策所→第1保管エリア又は第4保管エリア

注記*1：屋外のアクセスルートは、緊急時対策所から保管場所までの移動ルートを記す。

表 10-1 技術的能力における対応手順と操作・作業場所一覧(8/13)

条文	対応手段	操作・作業場所		
		中央	屋内のアクセス ルート	屋外のアクセス ルート ^{*1}
1.14 電源の確保に関する手順等	可搬型代替交流電源設備による給電 (高圧発電機車接続プラグ収納箱 (原子炉建物南側)に接続し、 M/C C 系又はM/C D 系を受電する場合)	○	可搬型代替交流電源設備による M/C C 系及びM/C D 系受電 M/C C 系受電の場合 【中央制御室→〔4-12〕→〔4〕階段 F⑤→〔5-8〕→ 〔5-7〕→〔5-21〕】 【屋外 A→〔4〕階段 D⑤→〔5〕階段 H⑦→ 〔7〕階段 F⑤→〔5-9〕】 M/C D 系受電の場合 【中央制御室→〔4-12〕→〔4〕階段 J③→〔3-2〕→ 〔3〕階段 J④→〔4〕階段 F⑤→〔5-11〕→〔5-10〕→ 〔5〕階段 F②→〔2-4〕】 【屋外 A→〔4〕階段 D⑤→〔5〕階段 H⑦→ 〔7〕階段 F⑤→〔5-12〕】	緊急時対策所→第 1 保管エ リア又は第 4 保管エリア
	可搬型代替交流電源設備による給電 (緊急用メタクラ接続プラグ盤(ガスタ ービン建物)に接続し、M/C C 系又は M/C D 系を受電する場合) (故意による大型航空機の衝突その他 テロリズムによる影響がある場合 ^{*2})	○	可搬型代替交流電源設備による M/C C 系及びM/C D 系受電 M/C C 系受電の場合 【中央制御室→〔4-12〕→〔4〕階段 F⑤→〔5-8〕→ 〔5-7〕→〔5-21〕】 【屋外 D→〔9〕階段 P⑩→〔11-1〕】 M/C D 系受電の場合 【中央制御室→〔4-12〕→〔4〕階段 J③→〔3-2〕→ 〔3〕階段 J④→〔4〕階段 F⑤→〔5-11〕→〔5-10〕→ 〔5〕階段 F②→〔2-4〕】 【屋外 D→〔9〕階段 P⑩→〔11-1〕】	緊急時対策所→第 1 保管エ リア又は第 4 保管エリア
	所内常設蓄電式直流電源設備及び常設 代替直流電源設備による給電 (直流蓄電池からの給電)	○	B-115V 系蓄電池による給電の確認 【中央制御室→〔4〕階段 J③→〔3-2〕】 B1-115V 系蓄電池(SA)による給電の確認 【中央制御室→〔4〕階段 J③→〔3-1〕】 SA 用 115V 系蓄電池による給電の確認 【中央制御室→〔4〕階段 J③→〔3-1〕】	
	所内常設蓄電式直流電源設備による 給電 (B-115V 系蓄電池 から B1-115V 系蓄電 池(SA)への受電切替え)	○	B-115V 系蓄電池 から B1-115V 系蓄電池(SA) への受電切替え 【中央制御室→〔4-10〕→〔4〕階段 J③→〔3-3〕→ 〔3-2〕→〔3-1〕】	
	常設直流電源喪失時の 遮断器用制御電源確保 (SA 用 115V 系蓄電池による B-115V 系直流通受電)	○	SA 用 115V 系蓄電池による B-115V 系直流通受電 【中央制御室→〔4-10〕→〔4〕階段 J③→〔3-2〕→ 〔3-1〕】	
	常設直流電源喪失時の 遮断器用制御電源確保 (非常用直流電源喪失時の A-115V 系直流通受電)	○	非常用直流電源喪失時の A-115V 系直流通受電 【中央制御室→〔4-12〕】	
	代替交流電源設備による 所内蓄電式直流電源設備への給電 (A-115V 系充電器盤の受電)	○	A-115V 系充電器盤受電 【中央制御室→〔4〕階段 I⑤→〔5-22〕→〔5-18〕→ 〔5〕階段 I④→〔4-12〕】	
	代替交流電源設備による 所内蓄電式直流電源設備への給電 (B-115V 系充電器盤の受電)	○	B-115V 系充電器盤受電 【中央制御室→〔4〕階段 I⑤→〔5-22〕→〔5-18〕→ 〔5〕階段 I④→〔4〕階段 J③→〔3-2〕】	
	代替交流電源設備による 所内蓄電式直流電源設備への給電 (B1-115V 系充電器盤(SA)の受電)	○	B1-115V 系充電器盤(SA)受電 【中央制御室→〔4〕階段 I⑤→〔5-22〕→〔5-18〕→ 〔5〕階段 I④→〔4〕階段 J③→〔3-2〕→〔3-1〕】	
代替交流電源設備による 所内蓄電式直流電源設備への給電 (SA 用 115V 系充電器盤の受電)	○	SA 用 115V 系充電器盤受電 【中央制御室→〔4〕階段 I⑤→〔5-22〕→〔5-18〕→ 〔5〕階段 I④→〔4〕階段 J③→〔3-2〕→〔3-1〕】		

注記*1: 屋外のアクセスルートは、緊急時対策所から保管場所までの移動ルートを記す。

*2: 本手段におけるアクセスルートは故意による大型航空機の衝突その他テロリズムによる影響を考慮した場合に使用するルートとして設定する。なお、起因事象が地震ではないことから、転倒物、地震随伴火災及び地震随伴溢水の影響はなく、アクセスに支障はない。

表 10-1 技術的能力における対応手順と操作・作業場所一覧(9/13)

条文	対応手段	操作・作業場所		
		中央	屋内のアクセス ルート	屋外のアクセス ルート ^{*1}
1.14 電源の確保に関する手順等	代替交流電源設備による 所内蓄電式直流電源設備への給電 (230V 系充電器盤(RCIC)の受電)	○	230V 系充電器盤(RCIC)受電 【中央制御室→(④階段 I⑤)→[⑤-22]→[⑤-18]→ (⑤階段 I④)→(④階段 J③)→[③-2]→[③-3]】	
	中央制御室監視計器 C 系及び D 系の復旧	○	A-計装用 C/C の受電 【中央制御室→(④階段 F⑤)→[⑤-7]→ (⑤階段 F④)→[④-12]】 B-計装用 C/C の受電 【中央制御室→(④階段 F⑤)→[⑤-10]→ (⑤階段 F④)→(④階段 J③)→[③-2]】	
	可搬型直流電源設備による給電 (高圧発電機車接続プラグ収納箱 (原子炉建物西側) 経由による BI-115V 系充電器盤(SA), SA 用 115V 系充電器盤, 230V 系充電器盤(常用)の受電)	○	可搬型直流電源設備による BI-115V 系充電器盤(SA), SA 用 115V 系充電器盤, 230V 系充電器盤(常用)の受電 M/C C 系受電の場合 【中央制御室→(④階段 F⑤)→[⑤-13]→ (⑤階段 F④)→(④階段 I⑤)→[⑤-22]→[⑤-18]→ (⑤階段 I④)→(④階段 F⑦)→[⑦-6]→ (⑦階段 F④)→(④階段 J③)→[③-2]→[③-1]→ [③-2]→[③-1]→[③-2]→[③-3]→[③-2]→ [③-3]】 【屋外 A→(④階段 D⑤)→(⑤階段 H⑦)→ (⑦階段 F⑤)→[⑤-9]→(⑤階段 F⑦)→[⑦-6]→ (⑦階段 F⑥)→[⑥-1]】 M/C D 系受電の場合 【中央制御室→(④階段 F⑤)→[⑤-13]→ (⑤階段 F④)→(④階段 I⑤)→[⑤-22]→[⑤-18]→ (⑤階段 I④)→(④階段 F⑦)→[⑦-6]→ (⑦階段 F④)→(④階段 J③)→[③-2]→[③-1]→ [③-2]→[③-1]→[③-2]→[③-3]→[③-2]→ [③-3]】 【屋外 A→(④階段 D⑤)→(⑤階段 H⑦)→ (⑦階段 F⑤)→[⑤-12]→(⑤階段 F⑦)→[⑦-6]→ (⑦階段 F⑤)→[⑤-13]】	緊急時対策所→第 1 保管エ リア又は第 4 保管エリア
	可搬型直流電源設備による給電 (高圧発電機車接続プラグ収納箱 (原子炉建物南側) 経由による BI-115V 系充電器盤(SA), SA 用 115V 系充電器盤, 230V 系充電器盤(常用)の受電)	○	可搬型直流電源設備による BI-115V 系充電器盤(SA), SA 用 115V 系充電器盤, 230V 系充電器盤(常用)の受電 M/C C 系受電の場合 【中央制御室→(④階段 F⑤)→[⑤-13]→ (⑤階段 F④)→(④階段 I⑤)→[⑤-22]→[⑤-18]→ (⑤階段 I④)→(④階段 F⑦)→[⑦-6]→ (⑦階段 F④)→(④階段 J③)→[③-2]→[③-1]→ [③-2]→[③-1]→[③-2]→[③-3]→[③-2]→[③-3]】 【屋外 A→(④階段 D⑤)→(⑤階段 H⑦)→ (⑦階段 F⑤)→[⑤-9]→(⑤階段 F⑦)→[⑦-6]→ (⑦階段 F⑥)→[⑥-1]】 M/C D 系受電の場合 【中央制御室→(④階段 F⑤)→[⑤-13]→ (⑤階段 F④)→(④階段 I⑤)→[⑤-22]→[⑤-18]→ (⑤階段 I④)→(④階段 F⑦)→[⑦-6]→ (⑦階段 F④)→(④階段 J③)→[③-2]→[③-1]→ [③-2]→[③-1]→[③-2]→[③-3]→[③-2]→ [③-3]】 【屋外 A→(④階段 D⑤)→(⑤階段 H⑦)→ (⑦階段 F⑤)→[⑤-12]→(⑤階段 F⑦)→[⑦-6]→ (⑦階段 F⑤)→[⑤-13]】	緊急時対策所→第 1 保管エ リア又は第 4 保管エリア

注記*1: 屋外のアクセスルートは、緊急時対策所から保管場所までの移動ルートを記す。

表 10-1 技術的能力における対応手順と操作・作業場所一覧(10/13)

条文	対応手段	操作・作業場所		
		中央	屋内のアクセスルート	屋外のアクセスルート ^{*1}
1.14 電源の確保に関する手順等	可搬型直流電源設備による給電 (緊急用メタクラ接続ブラグ盤(ガスタービン建物) 経由による B1-115V 系充電器盤(SA), SA 用 115V 系充電器盤, 230V 系充電器盤(常用)の受電) (故意による大型航空機の衝突その他テロリズムによる影響がある場合*)	○	可搬型直流電源設備による B1-115V 系充電器盤(SA), SA 用 115V 系充電器盤, 230V 系充電器盤(常用)の受電 M/C C 系受電の場合 【中央制御室→(④階段 F⑤)→[⑤-13]→(⑤階段 F④)→(④階段 I⑤)→[⑤-22]→[⑤-18]→(⑤階段 I④)→(④階段 F⑦)→[⑦-6]→(⑦階段 F④)→(④階段 J③)→[③-2]→[③-1]→[③-2]→[③-1]→[③-2]→[③-3]→[③-2]→[③-3]】 【屋外 A→(④階段 D⑤)→(⑤階段 H⑦)→[⑦-6]→(⑦階段 F⑥)→[⑥-1]】 【屋外 D→(⑨階段 P⑩)→[⑩-1]】 M/C D 系受電の場合 【中央制御室→(④階段 F⑤)→[⑤-13]→(⑤階段 F④)→(④階段 I⑤)→[⑤-22]→[⑤-18]→(⑤階段 I④)→(④階段 F⑦)→[⑦-6]→(⑦階段 F④)→(④階段 J③)→[③-2]→[③-1]→[③-2]→[③-1]→[③-2]→[③-3]→[③-2]→[③-3]】 【屋外 A→(④階段 D⑤)→(⑤階段 H⑦)→[⑦-6]→(⑦階段 F⑤)→[⑤-13]】 【屋外 D→(⑨階段 P⑩)→[⑩-1]】	緊急時対策所→第 1 保管エリア又は第 4 保管エリア
	常設代替交流電源設備による SA ロードセンタ及び SA コントロールセンタへの給電	○	常設代替交流電源設備による SA ロードセンタ及び SA コントロールセンタの受電 【中央制御室→(④階段 F⑦)→[⑦-3]→[⑦-4]】	
	可搬型代替交流電源設備 (高圧発電機車接続ブラグ収納箱(原子炉建物西側)に接続)による SA ロードセンタ及び SA コントロールセンタへの給電	○	可搬型代替交流電源設備による SA ロードセンタ及び SA コントロールセンタの受電 【屋外 A→(④階段 D⑤)→(⑤階段 H⑦)→(⑦階段 F⑤)→[⑤-9]→[⑤-12]→(⑦階段 F⑤)→[⑦-3]→[⑦-4]】	緊急時対策所→第 1 保管エリア又は第 4 保管エリア
	可搬型代替交流電源設備 (高圧発電機車接続ブラグ収納箱(原子炉建物南側)に接続)による SA ロードセンタ及び SA コントロールセンタへの給電	○	可搬型代替交流電源設備による SA ロードセンタ及び SA コントロールセンタの受電 【屋外 A→(④階段 D⑤)→(⑤階段 H⑦)→(⑦階段 F⑤)→[⑤-9]→[⑤-12]→(⑦階段 F⑤)→[⑦-3]→[⑦-4]】	緊急時対策所→第 1 保管エリア又は第 4 保管エリア
	可搬型代替交流電源設備 (緊急用メタクラ接続ブラグ盤(ガスタービン建物)に接続)による SA ロードセンタ及び SA コントロールセンタへの給電 (故意による大型航空機の衝突その他テロリズムによる影響がある場合*)	○	可搬型代替交流電源設備による SA ロードセンタ及び SA コントロールセンタの受電 【屋外 D→(⑨階段 P⑩)→[⑩-1]】	緊急時対策所→第 1 保管エリア又は第 4 保管エリア
	燃料補給設備による給油 (ガスタービン発電機用軽油タンクからタンクローリへの補給)			緊急時対策所→第 3 保管エリア
	燃料補給設備による給油 (非常用ディーゼル発電機燃料貯蔵タンク等からタンクローリへの補給)			緊急時対策所→第 3 保管エリア
	燃料補給設備による給油 (タンクローリによる給油対象設備への給油)			緊急時対策所→第 3 保管エリア
	非常用交流電源設備による給電 (設計基準拡張)	○		
非常用直流電源設備による給電 (設計基準拡張)				
非常用直流電源設備による給電 (設計基準拡張) (不要な負荷の切離し操作)		【中央制御室→[④-12]】		

注記*1: 屋外のアクセスルートは、緊急時対策所から保管場所までの移動ルートを記す。

*2: 本手段におけるアクセスルートは故意による大型航空機の衝突その他テロリズムによる影響を考慮した場合に使用するルートとして設定する。なお、起因事象が地震ではないことから、転倒物、地震に伴う火災及び地震に伴う洪水の影響はなく、アクセスに支障はない。

表 10-1 技術的能力における対応手順と操作・作業場所一覧 (11/13)

条文	対応手段	操作・作業場所		
		中央	屋内のアクセス ルート	屋外のアクセス ルート ^{*1}
1.15 事故時の計装に関する手順等	計器の故障 (他チャンネルによる計測 代替パラメータによる推定)	○		
	計器の計測範囲を超えた場合 (他チャンネルによる 計測代替パラメータによる推定, 可搬型計測器による計測)	○	可搬型計測器による計測 【中央制御室→〔4-11〕→〔4-10〕】	
	計測に必要な電源の喪失 (設計基準事故対処設備と重大事故等 対処設備を兼用する計装設備への 給電)	○	【中央制御室→〔4-10〕】	
	計測に必要な電源の喪失 (可搬型計測器による計測)	○	可搬型計測器による計測 【中央制御室→〔4-11〕→〔4-10〕】	
	重大事故時のパラメータを記録する 手順 (安全パラメータ表示システム (SPDS)による記録)			
	重大事故時のパラメータを記録する 手順 (可搬型計測器の記録)	○		
1.16 原子炉制御室の居住性等に関する手順等	中央制御室空調換気系設備の運転手順 等 (中央制御室換気系系統稼働運転 の実施手順)	○		
	中央制御室空調換気系設備の運転手順 等 (炉心損傷の判断時の中央制御室換気 系加圧運転の実施手順)	○	中央制御室非常用再循環処理装置による 加圧運転への切替え 【中央制御室→〔4〕階段 I〔5〕→〔5〕-18】	
	中央制御室空調換気系設備の運転手順 等(中央制御室換気系系統稼働運転停 止時の加圧運転の実施手順)	○	中央制御室非常用再循環処理装置による 加圧運転への切替え 【中央制御室→〔4〕階段 I〔5〕→〔5〕-18】	
	中央制御室待避室の準備手順 (中央制御室待避室正圧化装置(空気ポン プ)による加圧準備操作)	○	中央制御室待避室の準備手順 【中央制御室→〔4-16〕→〔4-17〕→〔4-20〕→ 〔4-18〕→〔4-19〕→〔4-15〕】	
	中央制御室の照明を確保する手順	○		
	中央制御室の酸素及び二酸化炭素の 濃度測定と濃度管理手順	○		
	中央制御室待避室の照明を確保する 手順	○		
	中央制御室待避室の酸素及び 二酸化炭素の濃度測定と濃度管理手順	○		
	中央制御室待避室での プラントパラメータ監視装置による プラントパラメータ等の監視手順	○		
	その他の放射線防護措置等に関する 手順等	○		
	チェンジングエリアの設営及び 運用手順		チェンジングエリアの設営 【第1チェックポイント→〔2〕階段 N〔4〕→〔4-13〕】	
	非常用ガス処理系による運転員等の 被ばく防止手順 (非常用ガス処理系起動手順)	○		
	非常用ガス処理系による運転員等の 被ばく防止手順 (非常用ガス処理系停止手順)	○		
	非常用ガス処理系による 運転員等の被ばく防止手順 (原子炉建物ブローアウトパネル部の 閉止手順)	○	現場での原子炉建物燃料取替格ブローアウト パネル閉止装置の閉止手順 原子炉棟西側扉を使用する場合 【屋外 B→〔4〕階段 A〔8〕→〔8-3〕→〔8-4〕】 原子炉棟南側扉を使用する場合 【屋外 C→〔4〕階段 A〔8〕→〔8-3〕→〔8-4〕】	

注記*1: 屋外のアクセスルートは、緊急時対策所から保管場所までの移動ルートを記す。

表 10-1 技術的能力における対応手順と操作・作業場所一覧(12/13)

条文	対応手段	操作・作業場所		
		中央	屋内のアクセス ルート	屋外のアクセス ルート ^{*1}
1.17 監視測定等 に関する手 順等	可搬式モニタリング・ポストによる 放射線量の測定及び代替測定			緊急時対策所→第1保管エ リア又は第4保管エリア
	放射能測定装置による空気中の 放射性物質の濃度の代替測定			
	放射能測定装置による空気中の 放射性物質の濃度の測定			
	放射能測定装置による水中の 放射性物質の濃度の測定			
	放射能測定装置による土壌中の 放射性物質の濃度の測定			
	海上モニタリング			緊急時対策所→第1保管エ リア又は第4保管エリア
	モニタリング・ポストの バックグラウンド低減対策			
	可搬式モニタリング・ポストの バックグラウンド低減対策			
	放射性物質の濃度の測定時の バックグラウンド低減対策			
	敷地外でのモニタリングにおける 他の機関との連携体制			
	可搬式気象観測装置による 気象観測項目の代替測定			緊急時対策所→第1保管エ リア
	1.18 緊急時対策 所の居住性 等に関する 手順等	緊急時対策所立ち上げの手順 (緊急時対策所空気浄化装置運転手順)		
緊急時対策所立ち上げの手順 (緊急時対策所内の酸素濃度及び 二酸化炭素濃度の測定手順)				
緊急時対策所立ち上げの手順 (緊急時対策所内を加圧するために 必要な設備による空気供給準備手順)				
緊急時対策所立ち上げの手順 (緊急時対策所可搬式エリア放射線 モニタ設置手順)				
放射線防護等に関する手順等 (緊急時対策所内を加圧するために 必要な設備への切替手順)				
放射線防護等に関する手順等 (緊急時対策所空気浄化装置への 切替手順)				
必要な指示及び通信連絡に関する手順 等 (データ伝送設備(発電所内)による プラントパラメータ等の伝送状態確認 手順)				
必要な指示及び通信連絡に関する手順 等(対策の検討に必要な資料の整備)				
要員の収容に係る手順等 (放射線管理用資機材の維持管理等)				
要員の収容に係る手順等 (放管エリアの運用について)				
要員の収容に係る手順等 (緊急時対策所空気浄化装置の 待機側への切替手順)				
代替電源設備からの給電手順 (緊急時対策所用発電機準備手順)				緊急時対策所→第1保管エ リア
代替電源設備からの給電手順 (緊急時対策所用発電機起動手順)				緊急時対策所→第1保管エ リア
代替電源設備からの給電手順 (緊急時対策所用発電機の切替手順)				緊急時対策所→第1保管エ リア
代替電源設備からの給電手順 (緊急時対策所用発電機燃料タンク への燃料給油手順)				緊急時対策所→第1保管エ リア

注記*1：屋外のアクセスルートは、緊急時対策所から保管場所までの移動ルートを記す。

表 10-1 技術的能力における対応手順と操作・作業場所一覧(13/13)

条文		対応手段	操作・作業場所		
			中央	屋内のアクセス ルート	屋外のアクセス ルート ^{*1}
1.18	緊急時対策所の居住性等に関する手順等	代替電源設備からの給電手順 (緊急時対策所用発電機の 並列運転手順)	/	/	緊急時対策所→第1保管エリア
1.19	通信連絡に関する手順等	発電所内の通信連絡	○	/	/

注記*1：屋外のアクセスルートは、緊急時対策所から保管場所までの移動ルートを記す。

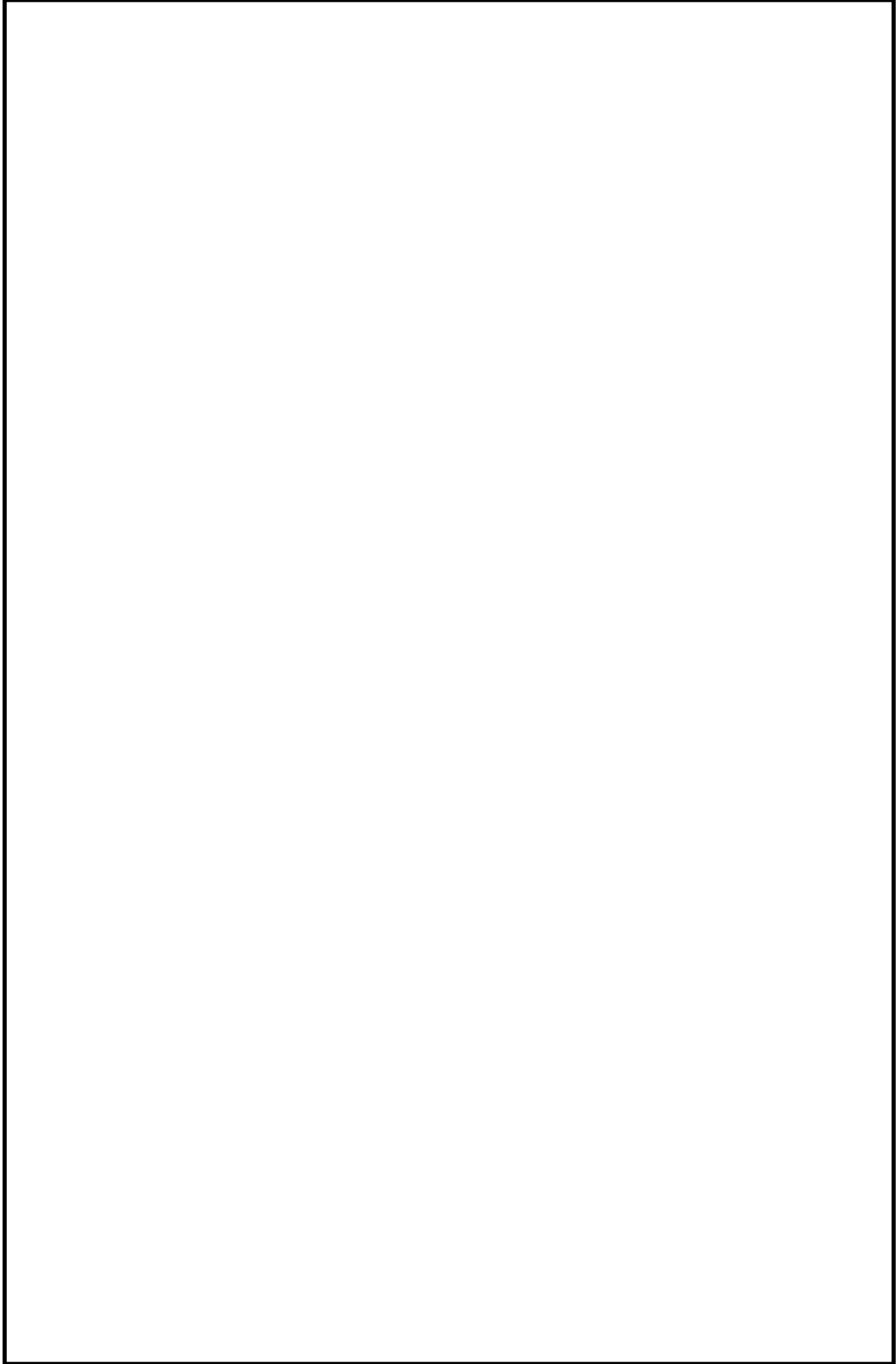


図 10-1-1 屋内アクセスルート図①

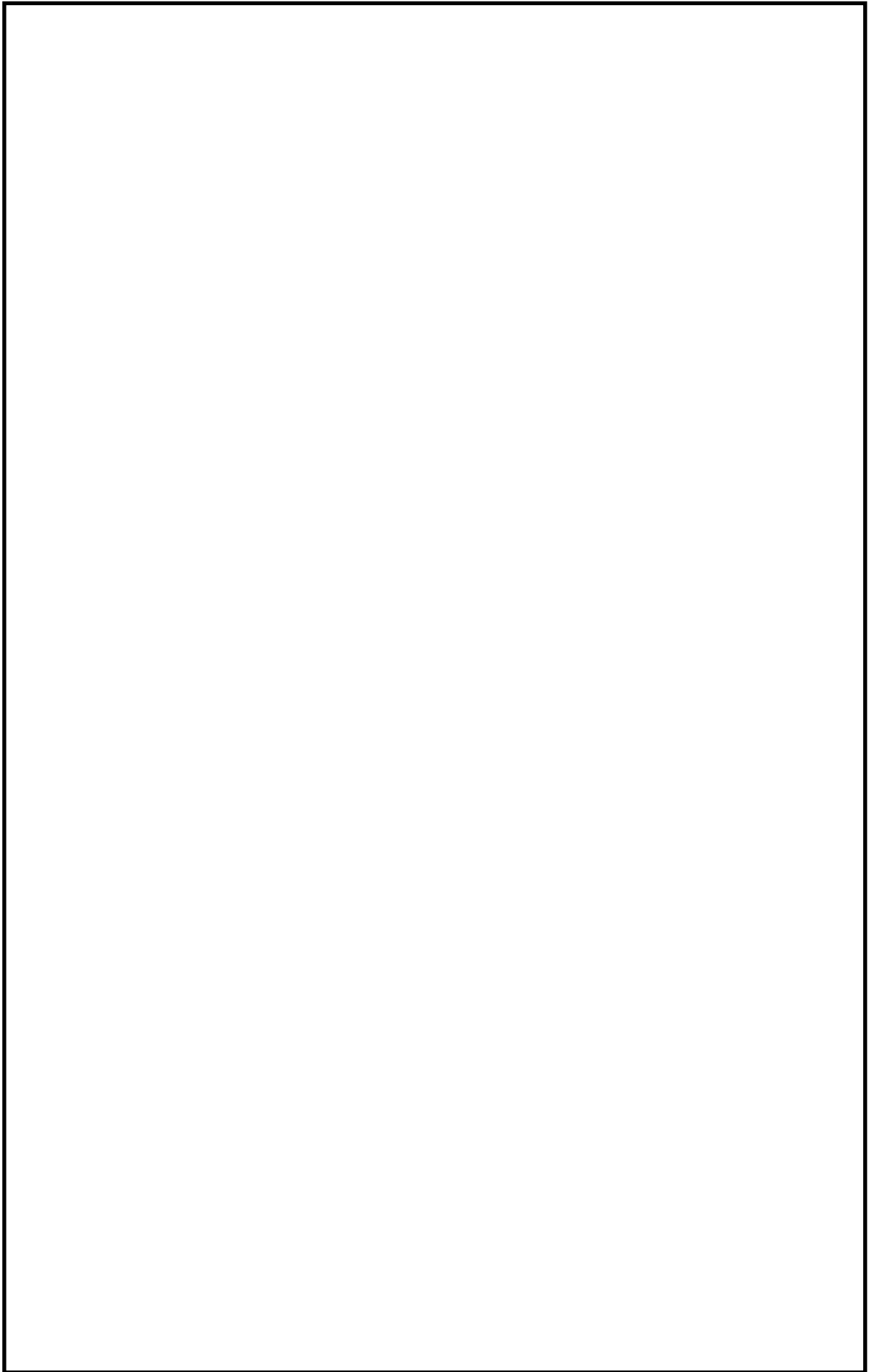


図10-1 屋内アクセスルート図②

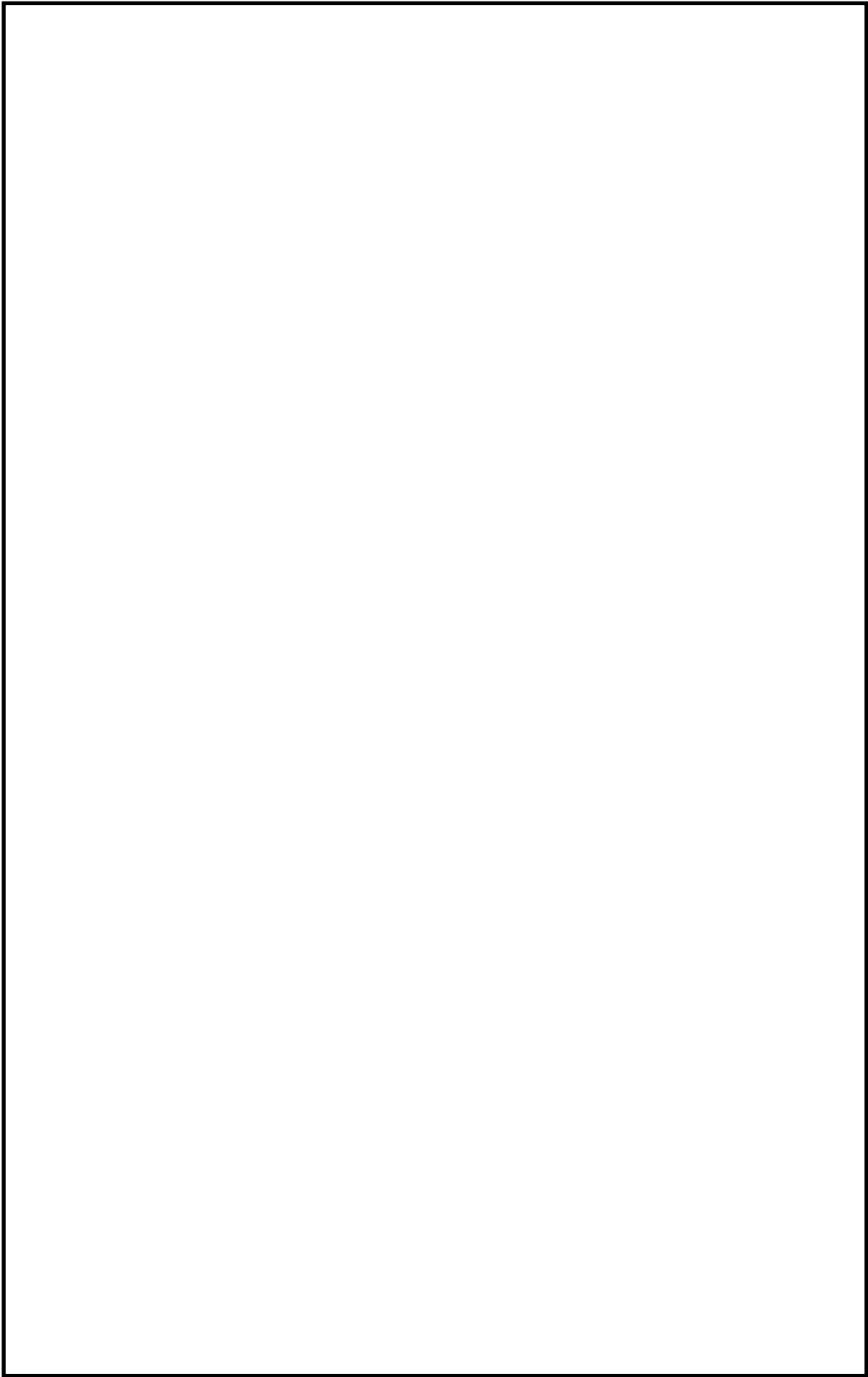


図 10-1 屋内アクセスルート図③

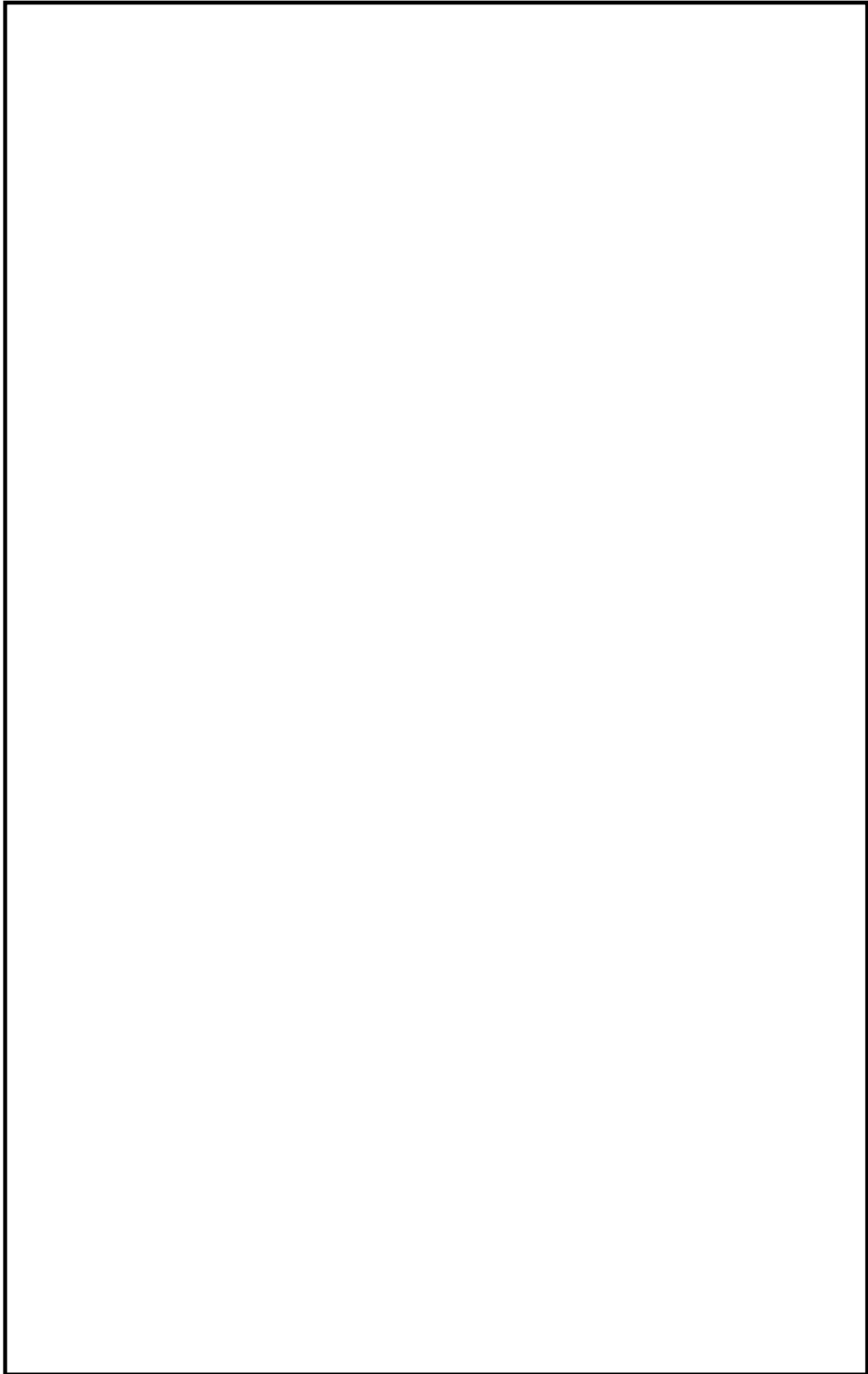


図 10-1 屋内アクセスルート図④

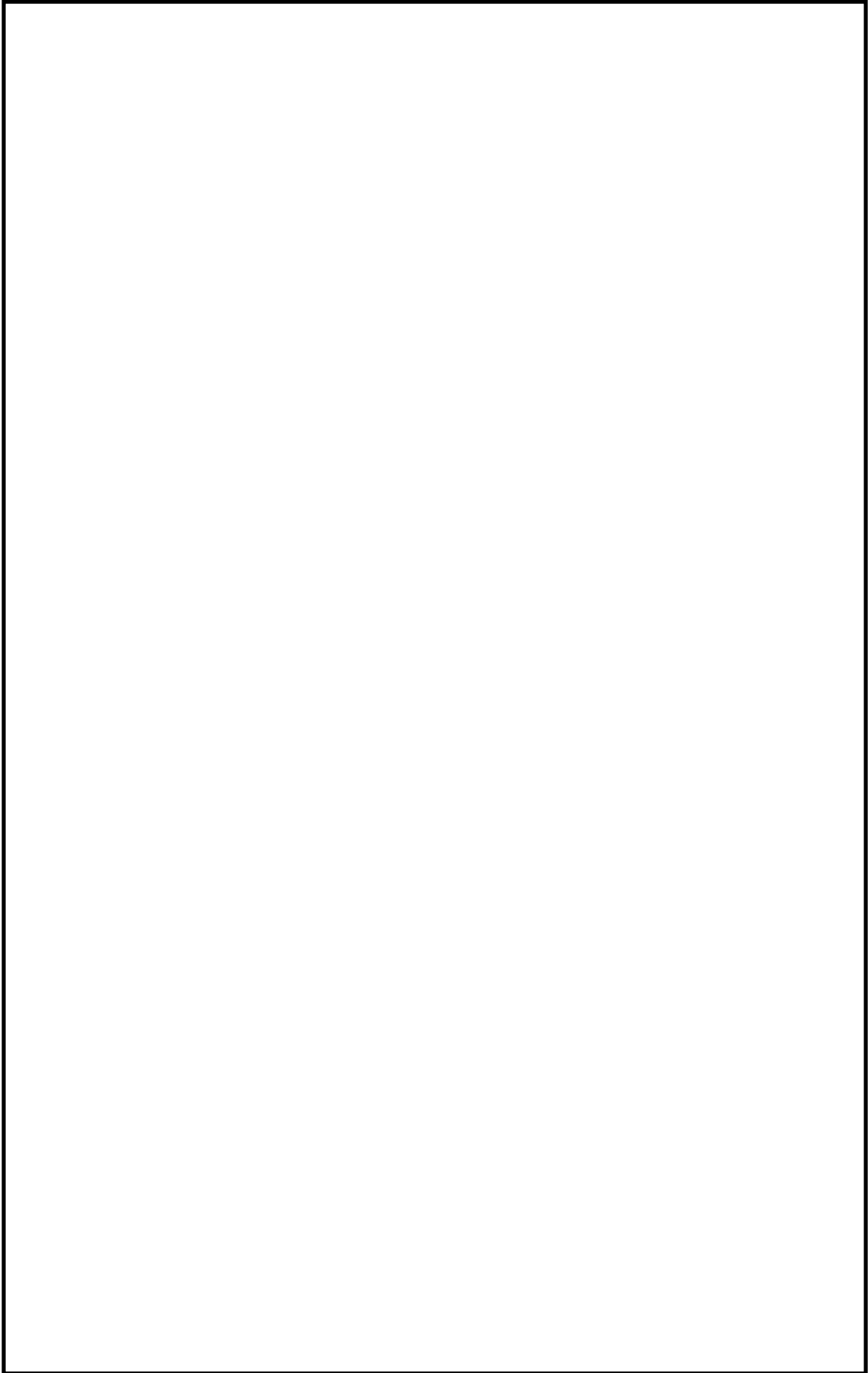


図 10-1 屋内アクセスルート図⑤

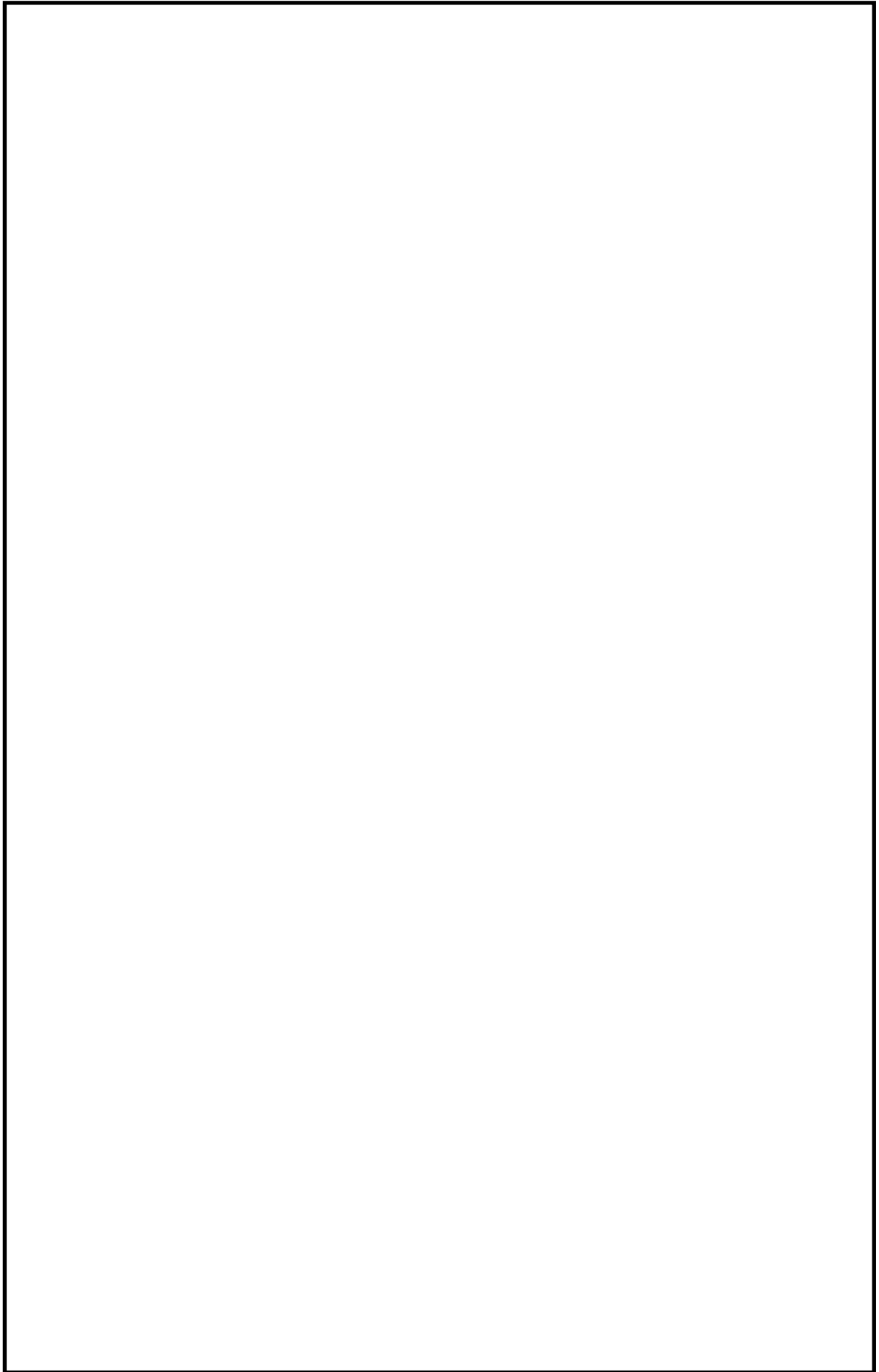


図 10-1-1 屋内アクセスルート図⑥

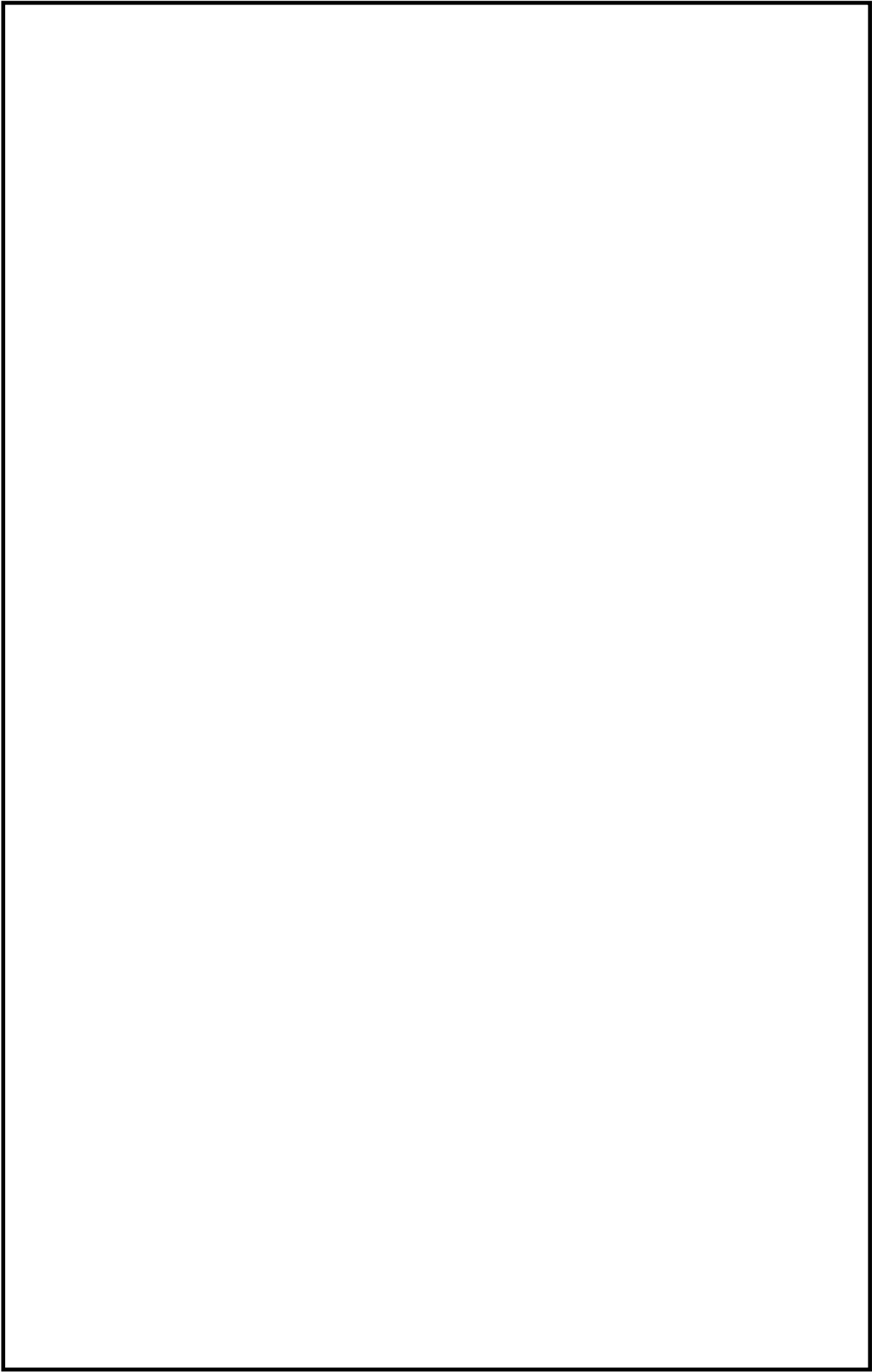


図 10-1 屋内アクセスルート図⑦

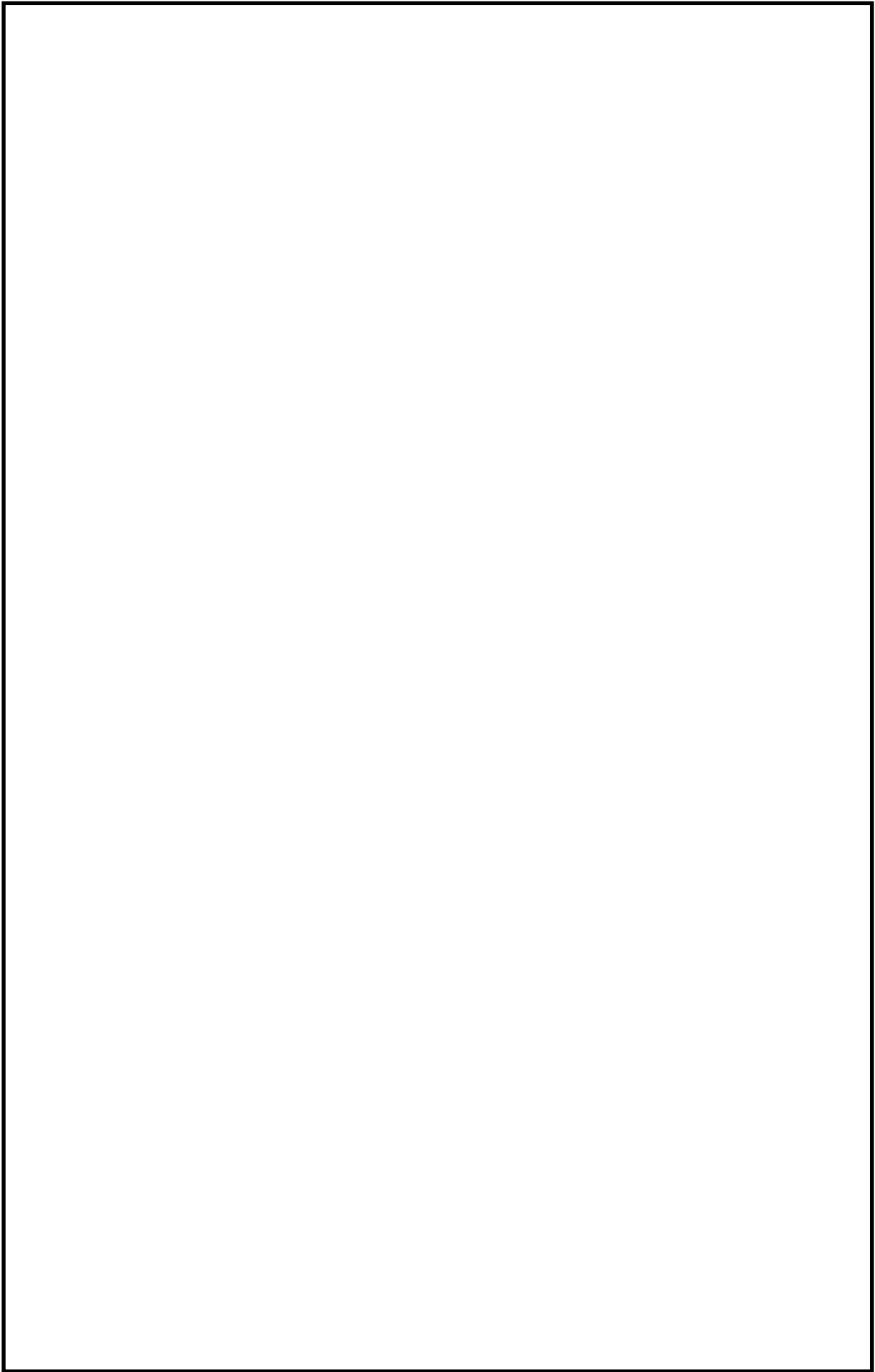
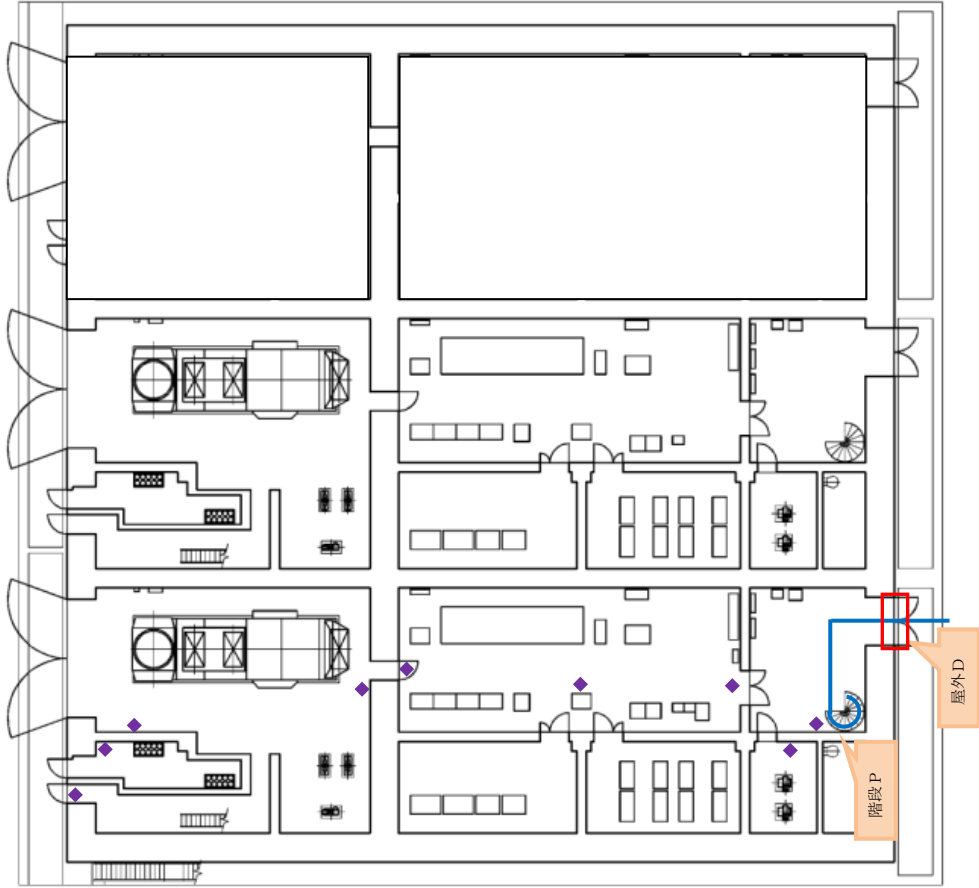
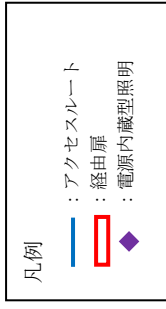


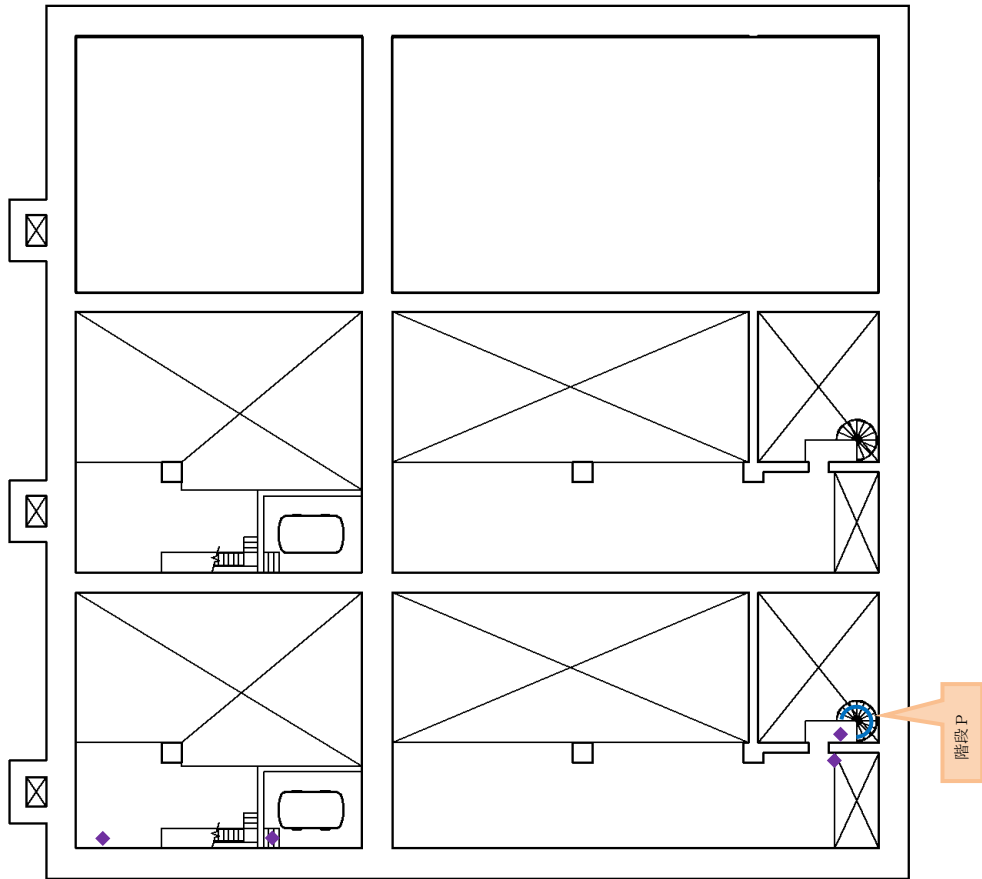
図 10-1-1 屋内アクセスルート図⑧



ガスタービン発電機建物 1 F L
E.L. 47500

図 10-1 屋内アクセスルート図⑨

凡例
 — : アクセスルート
 ◆ : 電源内蔵型照明



ガスタービン発電機建物 2FL
 E.L. 50700

階段P

図 10-1 屋内アクセスルート図⑩

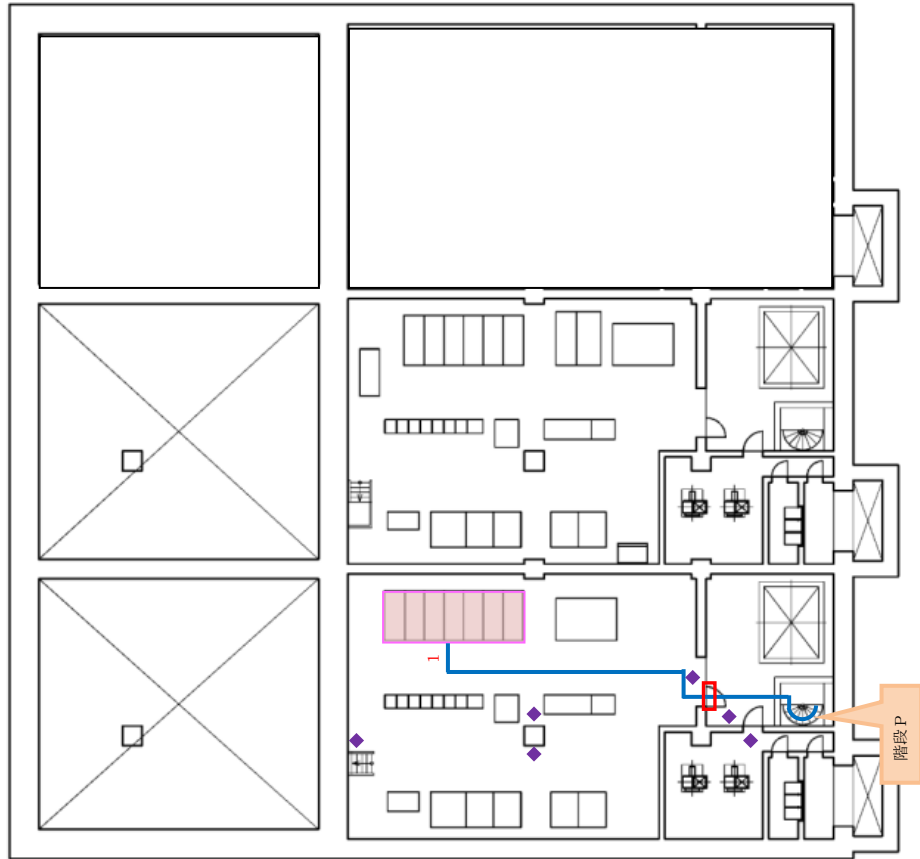
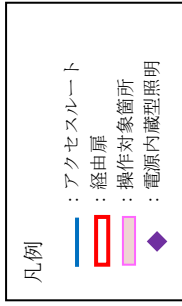


図 10-1-1 屋内アクセスルート図①

表 10-2 操作対象機器一覧(1/2)

①-1	高圧原子炉代替注水系	①-2	原子炉隔離時冷却系
①-3	RCW A-DEG 冷却水入口弁(V214-35A)	①-4	RCW B-DEG 冷却水入口弁(V214-35B)
②-1	HPAC 注水弁(MV2B1-4)	②-2	A-RCW 常用補機冷却水入口切替弁(MV214-1A)
②-3	B-RCW 常用補機冷却水入口切替弁(MV214-1B)	②-4	D1-R/B-C/C
③-1	B1-115V 系充電器盤(SA) B1-115V 系直流盤(SA) SA 用 115V 系充電器盤	③-2	B-115V 系直流盤, B-115V 系充電器盤 B-計装 C/C, B-計装分電盤, B-計装用 CVCF B1-115V 系充電器盤電源切替盤 SA 用 115V 系充電器盤電源切替盤 230V 系充電器盤(常用) 電源切替盤 230V 系直流盤(RCIC)
③-3	230V 系充電器盤(RCIC), 230V 系充電器盤(常用) 230V 系直流盤(常用), B-非常用直流電灯盤		
④-1	RCW A-AHEF 戻り配管止め弁(V214-53)	④-2	NGC N ₂ トーラス出口隔離弁遠隔手動操作機構
④-3	蒸気外側隔離弁(MV221-21)	④-4	RCW B-AHEF 西側供給配管止め弁(V214-3) AHEF B-西側供給配管止め弁(V2C1-5)
④-5	A-RHR 注水弁(MV222-5A)	④-6	AHEF-B 戻り配管止め弁(V2C1-3B)
④-7	FLSR 注水隔離弁(MV2B2-4)	④-8	LPCS 注水弁(MV223-2)
④-9	RCW A-AHEF 供給配管止め弁(V214-52)	④-10	主蒸気逃がし安全弁電源切替盤 主蒸気逃がし安全弁用蓄電池(補助盤室) A, B-自動減圧継電器盤, 重大事故変換器盤 A, B-原子炉プロセス計測盤 B-中央分電盤, 切替スイッチ(計器給電源) HPCS トリップ設定器盤 ドライウエル水位計/ベデスタル水位計継電器盤
④-11	可搬型計測器	④-12	A-115V 系直流盤, A-115V 系充電器盤 A-計装 C/C, A-計装分電盤, A-計装用 CVCF 一般計装分電盤
④-13	チェンジングエリア	④-14	可搬型スプレイノズル・ホース
④-15	1次減圧弁(A) 入口弁(V2F7-10A) 1次減圧弁(B) 入口弁(V2F7-10B)	④-16	空気ボンベラック(1) 出口止め弁(V2F7-1)
④-17	空気ボンベラック(2) 出口止め弁(V2F7-2)	④-18	空気ボンベラック(3) 出口止め弁(V2F7-3)
④-19	空気ボンベラック(4) 出口止め弁(V2F7-4)	④-20	空気ボンベラック(5) 出口止め弁(V2F7-5)
④-21	低圧原子炉代替注水系(可搬型) 接続口(建物内) FLSR 可搬式設備 B-注水ライン止め弁(V2B2-103B) 格納容器代替スプレイ系(可搬型) 接続口(建物内) ACSS B-注水ライン止め弁(V2B5-2B)	④-22	原子炉補機代替冷却系接続口(建物内)
④-23	ベデスタル代替注水系(可搬型) 接続口(建物内) APFS B-注水ライン止め弁(V2B6-2B)		
④-24	格納容器フィルタベント系窒素ガス供給用接続口(建物内) 窒素ガス代替注入系サブプレッション・チェンバ側供給用接続口(建物内) 窒素ガス代替注入系ドライウエル側供給用接続口(建物内) FCVS 建物内窒素ガス補給元弁(V2B3-88) ANI 建物内代替窒素供給ライン元弁(D/W 側)(V2C2-6) ANI 建物内代替窒素供給ライン元弁(S/C 側)(V2C2-16)		
⑤-1	ADS 窒素ガスポンペ(B系)	⑤-2	B-窒素ガス供給装置出口減圧弁(CV227-1B)
⑤-3	A-RCW 常用補機冷却水出口切替弁(MV214-3A) A-RCW サージタンク出口弁(V214-67A) RCW B-AHEF 西側戻り配管止め弁(V214-4) AHEF B-西側戻り配管止め弁(V2C1-6)	⑤-4	B-RCW 常用補機冷却水出口切替弁(MV214-3B)
⑤-5	A-窒素ガス供給装置出口減圧弁(CV227-1A)	⑤-6	ADS 窒素ガスポンペ(A系)
⑤-7	C-L/C	⑤-8	C-M/C
⑤-9	メタクラ切替盤	⑤-10	D-L/C
⑤-11	D-M/C	⑤-12	メタクラ切替盤
⑤-13	D2-R/B-C/C, D3-R/B-C/C	⑤-14	A-RHR ドライウエル第1スプレイ弁(MV222-3A) A-RHR ドライウエル第2スプレイ弁(MV222-4A)
⑤-15	B-RHR ドライウエル第1スプレイ弁(MV222-3B) B-RHR ドライウエル第2スプレイ弁(MV222-4B)	⑤-16	B-RHR 注水弁(MV222-5B) C-RHR 注水弁(MV222-5C)
⑤-17	NGC N ₂ ドライウエル出口隔離弁 遠隔手動操作機構	⑤-18	制御室給気外側隔離ダンパ(CV264-17) 制御室給気内側隔離ダンパ(CV264-18)
⑤-19	RCW A-中央制御室冷凍機入口弁(V214-20A)	⑤-20	RCW B-中央制御室冷凍機入口弁(V214-20B)
⑤-21	C1-R/B-C/C	⑤-22	制御室排気内側隔離ダンパ(AV264-5) 制御室排気外側隔離ダンパ(AV264-6)
⑤-23	B-RCW サージタンク出口弁(V214-67B)		
⑥-1	C2-R/B-C/C, C3-R/B-C/C		

表 10-2 操作対象機器一覧(2/2)

⑦-1	燃料プール監視カメラ用冷却設備	⑦-2	NGC 非常用ガス処理入口隔離弁, NGC 非常用ガス処理入口隔離弁バイパス弁 遠隔手動操作機構
⑦-3	SA 電源切替盤 A	⑦-4	SA 電源切替盤 B
⑦-5	RCW A-FPC 熱交冷却水入口弁(V214-38A) RCW B-FPC 熱交冷却水入口弁(V214-38B)	⑦-6	SA2-C/C
⑧-1	可搬型スプレイノズル・ホース設置箇所	⑧-2	可搬型スプレイノズル・ホース設置箇所
⑧-3	原子炉建物燃料取替階ブローアウトパネル閉止 装置	⑧-4	原子炉建物燃料取替階ブローアウトパネル閉止 装置
⑩-1	緊急用メタクラ		

11. 屋内のアクセスルート確保のための対策について

11.1 アクセスルート上の機器等の転倒防止処置等確認結果

アクセスルート上の機器等の転倒防止処置等確認結果及び転倒防止処置の例を以下の表 11-1、図 11-1 及び図 11-2 に示す。

表 11-1 機器等の転倒防止対策確認結果(1/2)

項目	設置箇所	評価結果	評価結果	
棚・ラック等	原子炉建物南西エリア ・手摺	原子炉建物 原子炉棟 4 階 E L 42.8m	・転倒防止対策を実施 ・転倒した場合でも通行可能な通路幅が確保可能なためアクセス性に問題なし (転倒防止処置例は写真 1 参照)	○
	原子炉建物北通路 ・手摺	原子炉建物 附属棟 3 階 E L 34.8m	・転倒した場合、通行可能な通路幅が確保できないため、アクセスルートに影響を与えない箇所へ移動する	○
	原子炉建物北通路 ・資機材保管箱	原子炉建物 附属棟 3 階 E L 34.8m	・転倒防止対策を実施 ・転倒した場合でも通行可能な通路幅が確保可能なためアクセス性に問題なし (転倒防止処置例は写真 2 参照)	○
	原子炉棟排風機室 ・資機材保管庫	原子炉建物 附属棟 2 階 E L 23.8m	・転倒防止対策を実施 ・転倒した場合でも通行可能な通路幅が確保可能なためアクセス性に問題なし (転倒防止処置例は写真 3 参照)	○
	西側 PCV ペネトレーション 室前 ・資機材	原子炉建物 原子炉棟 2 階 E L 23.8m	・転倒した場合、通行可能な通路幅が確保できないため撤去する	○
	A-非常用電気室 ・資機材保管庫	原子炉建物 附属棟 2 階 E L 23.8m	・転倒防止対策を実施 ・転倒した場合でも通行可能な通路幅が確保可能なためアクセス性に問題なし (転倒防止処置例は写真 3 参照)	○
	B-非常用電気室 ・踏み台	原子炉建物 附属棟 2 階 E L 23.8m	・転倒防止対策を実施 ・転倒した場合でも通行可能な通路幅が確保可能なためアクセス性に問題なし (転倒防止処置例は写真 1 参照)	○

表 11-1 機器等の転倒防止対策確認結果 (2/2)

項目	設置箇所	評価結果	評価結果	
ボンベ	A-事故時 サンプリング室 ・窒素ガスボンベ	原子炉建物 附属棟 1 階 E L 15. 3m	・アクセスルートに影響を与えない箇所へ移動することによりアクセス性に問題なし	○
棚・ラック等	原子炉建物南東エリア ・清掃用具保管庫	原子炉建物 原子炉棟 1 階 E L 15. 3m	・転倒防止対策を実施 ・転倒した場合でも通行可能な通路幅が確保可能なためアクセス性に問題なし (転倒防止処置例は写真 3 参照)	○
	原子炉建物南東エリア ・踏み台	原子炉建物 附属棟地下 1 階 E L 8. 8m	・転倒防止対策を実施 ・転倒した場合でも通行可能な通路幅が確保可能なためアクセス性に問題なし (転倒防止処置例は写真 1 参照)	○
	原子炉建物北東エリア ・点検資機材	原子炉建物 原子炉棟地下 1 階 E L 8. 8m	・転倒防止対策を実施 ・転倒した場合でも通行可能な通路幅が確保可能なためアクセス性に問題なし (転倒防止処置例は写真 1 参照)	○
	中央制御室非常用再循環送風機室 ・資機材保管棚	廃棄物処理建物 2 階 E L 22. 1m	・転倒防止対策を実施 ・転倒した場合でも通行可能な通路幅が確保可能なためアクセス性に問題なし (転倒防止処置例は写真 3 参照)	○
	補助盤室連絡通路 ・資機材保管庫	廃棄物処理建物 1 階 E L 16. 9m	・転倒防止対策を実施 ・転倒した場合でも通行可能な通路幅が確保可能なためアクセス性に問題なし (転倒防止処置例は写真 3 参照)	○
	充電器室 ・踏み台	廃棄物処理建物 地下中 1 階 E L 12. 3m	・転倒防止対策を実施 ・転倒した場合でも通行可能な通路幅が確保可能なためアクセス性に問題なし (転倒防止処置例は写真 1 参照)	○
	制御室建物北西エリア ・ロッカー	制御室建物 2 階 E L 8. 8m	・転倒防止対策を実施 ・転倒した場合でも通行可能な通路幅が確保可能なためアクセス性に問題なし (転倒防止処置例は写真 3 参照)	○

	設置物の外観	転倒防止対策
棚・ラック等 (写真1)		
棚・ラック等 (写真2)		
棚・ラック等 (写真3)		

図 11-1 転倒防止対策

	移動前	移動後
窒素ガスポンペ		

図 11-2 窒素ガスポンペ移動状況

島根原子力発電所の屋内設置物（常置品，仮置資機材）については，地震等による転倒によって，重大事故等対応の障害になることを防止するため，常置品，仮置資機材の設置に対する運用，管理を社内規程に基づき実施する。

12. 可搬型重大事故等対処設備の保管場所について

可搬型設備の保管場所については、VI-1-1-7-別添1「可搬型重大事故等対処設備の保管場所及びアクセスルート」のうち「2.1 保管場所の基本方針」に示すとおり、地震、津波その他の自然現象及び外部人為事象による影響を考慮し、位置的分散を図り複数箇所に分散して保管を行う。

対象となる可搬型設備を表 12-1 に、屋外の可搬型設備の保管場所を図 12-1 に示す。

表 12-1 可搬型設備一覧表(1/4)

No.	設備名称	保管場所
1	ホイールローダ	第1保管エリア 第3保管エリア 第4保管エリア
2	タンクローリ	第1保管エリア 第3保管エリア 第4保管エリア
3	大量送水車	第1保管エリア 第2保管エリア 第3保管エリア 第4保管エリア
4	高圧発電機車	第1保管エリア 第3保管エリア 第4保管エリア
5	移動式代替熱交換設備	第1保管エリア 第3保管エリア 第4保管エリア
6	大型送水ポンプ車	第1保管エリア 第3保管エリア 第4保管エリア
7	可搬式窒素供給装置	第1保管エリア 第4保管エリア
8	第1 ベントフィルタ出口水素濃度	第1保管エリア 第4保管エリア
9	放水砲	第1保管エリア 第4保管エリア
10	泡消火薬剤容器	第1保管エリア 第4保管エリア
11	緊急時対策所用発電機	第1保管エリア 第4保管エリア
12	放射性物質吸着材	第1保管エリア 第4保管エリア
13	シルトフェンス	第1保管エリア 第4保管エリア
14	可搬式モニタリングポスト	第1保管エリア 第4保管エリア
15	可搬式気象観測装置	第1保管エリア 第4保管エリア
16	小型船舶	第1保管エリア 第4保管エリア
17	大量送水車 入口ライン取水用 10m ホース	第1保管エリア 第2保管エリア 第3保管エリア 第4保管エリア
18	大量送水車 入口ライン取水用 10m 吸水管	第1保管エリア 第4保管エリア
19	大量送水車 出口ライン送水用 50m, 10m, 5m, 1m ホース	第1保管エリア 第2保管エリア 第3保管エリア 第4保管エリア

表 12-1 可搬型設備一覧表(2/4)

No.	設備名称	保管場所
20	大量送水車 出口ライン送水用 20m, 5m, 2m, 1m ホース	第1保管エリア 第2保管エリア 第3保管エリア 第4保管エリア
21	大量送水車 出口ライン送水用 20m ホース	第1保管エリア 第2保管エリア
22	大量送水車 出口ライン送水用 10m ホース	第1保管エリア 第4保管エリア
23	可搬型ストレーナ	第2保管エリア 第3保管エリア 第4保管エリア
24	可搬型スプレイノズル	原子炉建物
25	大型送水ポンプ車 入口ライン取水用 20m, 5m, 1m ホース	第1保管エリア 第4保管エリア
26	大型送水ポンプ車 出口ライン送水用 50m, 5m, 2m ホース	第1保管エリア 第4保管エリア
27	大型送水ポンプ車 出口ライン送水用 15m ホース	第1保管エリア 第4保管エリア
28	大型送水ポンプ車 出口ライン送水用 10m, 5m ホース	第1保管エリア 第4保管エリア
29	大型送水ポンプ車 出口ライン送水用 1m ホース	第1保管エリア 第4保管エリア
30	移動式代替熱交換設備 入口ライン戻り用 5m ホース	第1保管エリア 第4保管エリア
31	移動式代替熱交換設備 出口ライン供給用 5m ホース	第1保管エリア 第4保管エリア
32	移動式代替熱交換設備ストレーナ	第1保管エリア 第3保管エリア 第4保管エリア
33	可搬式窒素供給装置用 10m ホース	第1保管エリア 第4保管エリア タービン建物
34	可搬式窒素供給装置用 20m ホース	タービン建物
35	可搬式窒素供給装置用 2m ホース	タービン建物
36	タンクローリ 給油用 7m ホース	第1保管エリア 第4保管エリア
37	タンクローリ 給油用 20m, 7m ホース	第1保管エリア 第4保管エリア
38	タンクローリ 送油用 20m ホース	第1保管エリア 第3保管エリア 第4保管エリア
39	逃がし安全弁用窒素ガスボンベ	原子炉建物

表 12-1 可搬型設備一覧表(3/4)

No.	設備名称	保管場所
40	中央制御室待避室正圧化装置（空気ボンベ）	廃棄物処理建物
41	空気供給装置連結管	廃棄物処理建物
42	空気ボンベ加圧設備（空気ボンベ）	第1保管エリア 第4保管エリア
43	空気ボンベ加圧設備空気ボンベ連結管～ 空気ボンベ加圧設備空気ボンベ連結管接続口	第1保管エリア 第4保管エリア
44	空気ボンベ加圧設備空気ボンベ連結管接続口～ フレキシブルチューブ接続口（上流側）	第1保管エリア 第4保管エリア
45	空気ボンベ加圧設備用 1.5m フレキシブルチューブ	第1保管エリア 第4保管エリア
46	フレキシブルチューブ接続口（下流側）～ 建物加圧空気配管接続口（上流側）	第1保管エリア 第4保管エリア
47	空気ボンベ加圧設備用 2.3m フレキシブルホース	第1保管エリア 第4保管エリア
48	緊急時対策所空気浄化送風機	第1保管エリア 第4保管エリア
49	緊急時対策所空気浄化フィルタユニット	第1保管エリア 第4保管エリア
50	緊急時対策所空気浄化装置用 2.5m, 1.5m 可搬型ダクト	第1保管エリア 第4保管エリア
51	可搬ケーブル	第1保管エリア
52	主蒸気逃がし安全弁用蓄電池（補助盤室）	廃棄物処理建物
53	可搬型計測器	廃棄物処理建物 緊急時対策所
54	GM汚染サーベイメータ	緊急時対策所
55	NaIシンチレーションサーベイメータ	緊急時対策所
56	$\alpha \cdot \beta$ 線サーベイメータ	緊急時対策所
57	電離箱サーベイメータ	緊急時対策所
58	可搬式ダスト・よう素サンプラ	緊急時対策所
59	可搬式エリア放射線モニタ	緊急時対策所
60	酸素濃度計	緊急時対策所 制御室建物
61	二酸化炭素濃度計	緊急時対策所 制御室建物

表 12-1 可搬型設備一覧表(4/4)

No.	設備名称	保管場所
62	LEDライト (三脚タイプ)	制御室建物
63	プラントパラメータ監視装置 (中央制御室待避室)	制御室建物
64	有線式通信設備 (有線式通信機)	廃棄物処理建物
65	衛星電話設備 (携帯型)	緊急時対策所
66	無線通信設備 (携帯型)	緊急時対策所

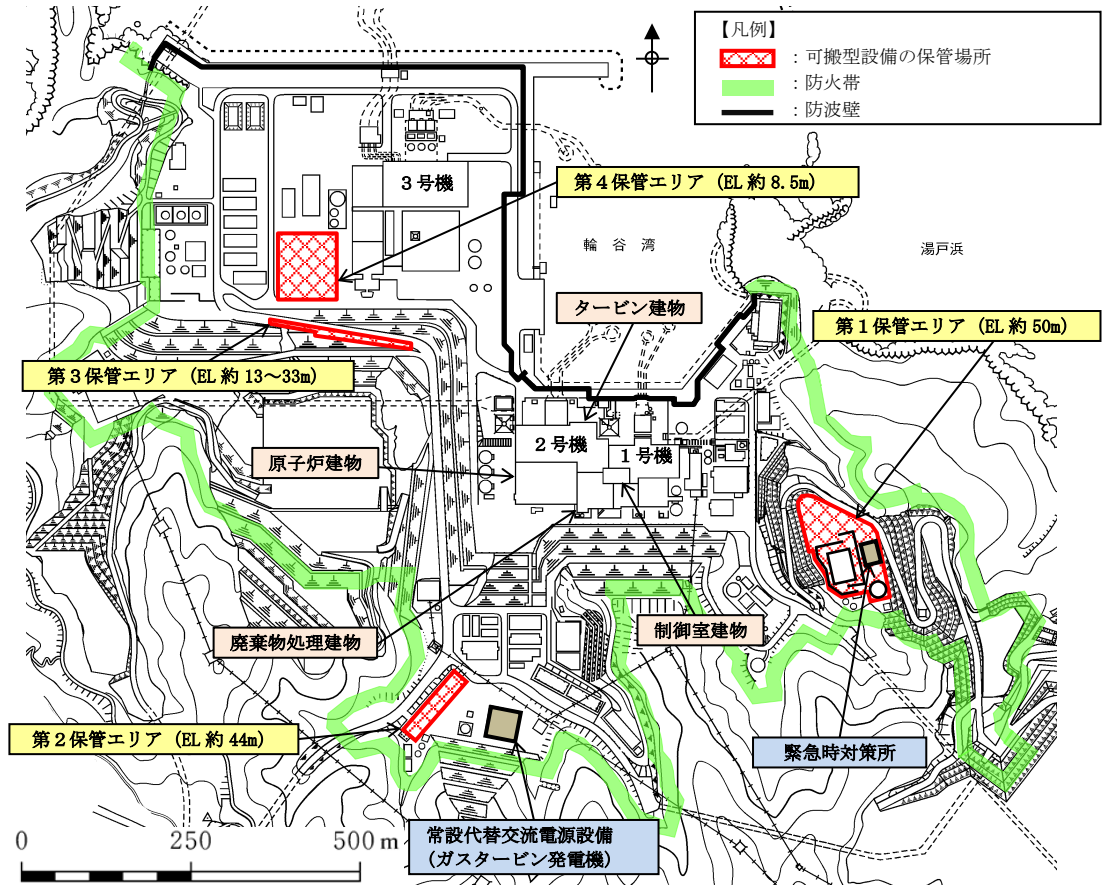


図 12-1 屋外の可搬型設備の保管場所

13. 森林火災時における屋外のアクセスルートへの影響について

森林火災が発生し発電所構内へ延焼するおそれがある場合は、構内道路の一部を防火帯として機能させる。その際には、防火帯内の車両を規制し、防火帯内から車両がない状態を確立する。

森林火災発生時のアクセスルートは図 13-1 のとおりである。アクセスルートが防火帯に近接している箇所についても、空地を確保しているため、森林火災時の輻射影響を評価したところ、最大でも 1.6kW/m^2 *¹程度であり、車両等の通行に影響を及ぼすことはないことを確認している。

よって、森林火災が発生した場合においても、アクセスルートは通行が可能である。

保管場所及びアクセスルートの位置関係を図 13-1 に示す。

アクセスルートとして設定している第二輪谷トンネル内は、防火帯の外側に位置するが、地上部ではなくトンネル区間となっている。火災による熱の影響は、地中深くなるにしたがって温度は低下するため、トンネル区間が位置するところでは、森林火災による熱的影響を受けるおそれはない。なお、トンネル区間の出入口部*²は、防火帯の内側に設置しており、森林火災による熱的影響を受けるおそれはない。トンネル区間の概要図を図 13-2 に示す。

また、飛び火の影響については、防火帯を設置することで森林火災による飛び火が保管場所へ延焼するおそれはないが、森林火災の状況に応じて防火帯付近に予防散水を行い、万一の飛び火による影響を防止する。予防散水は、消火栓、防火水槽等から化学消防自動車等を用いて実施する。

図 13-3 に敷地内の屋外消火栓及び防火水槽の配置を示す。

注記*1：人が長時間さらされても苦痛を感じない強度（出典：石油コンビナートの防災アセスメント指針）

*2：第二輪谷トンネルの出入口における斜面の安定性評価については、アクセスルート周辺斜面の安定性評価において説明している。

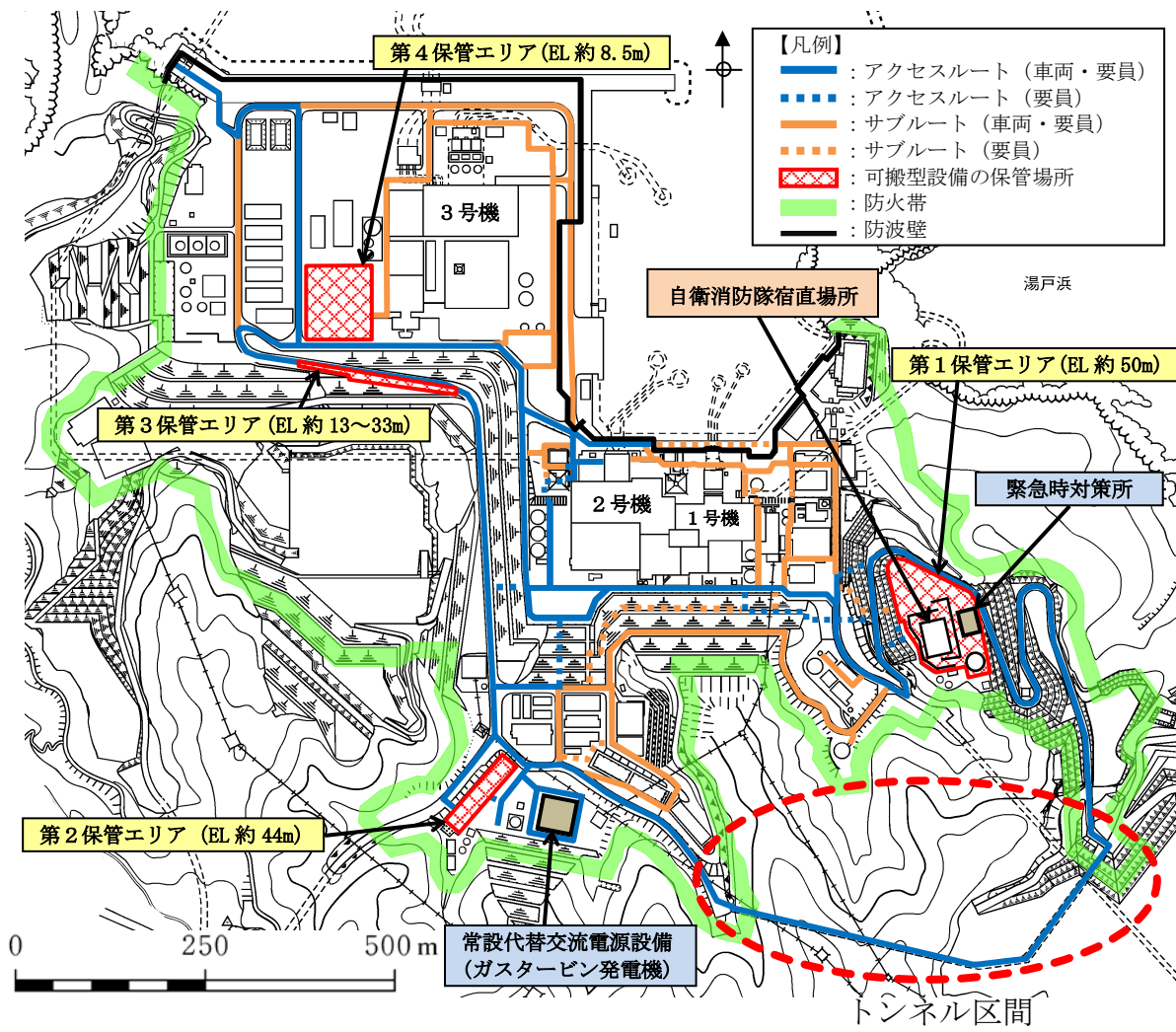
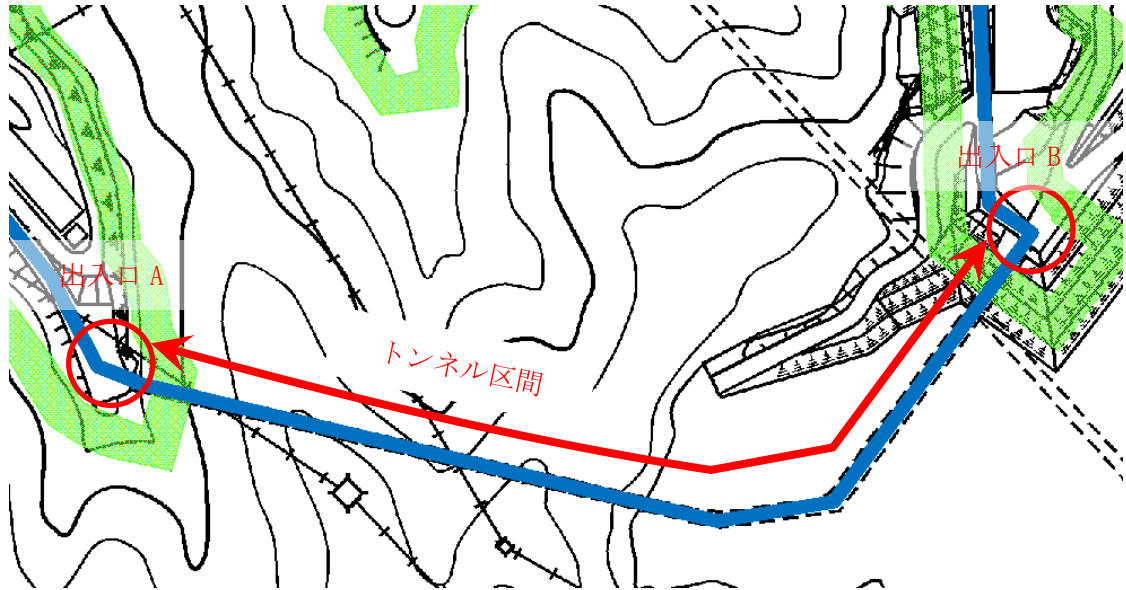
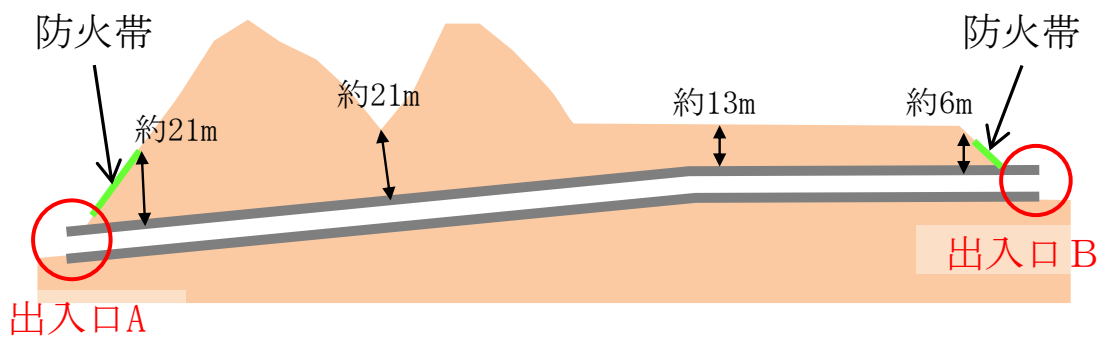


図 13-1 防火帯と保管場所及びアクセスルートの位置



トンネル区間拡大図



トンネル区間*1断面図



出入口 A*3 (写真)



出入口 B*3 (写真)

注記*1: 火災による熱の影響は、地中深くになるにしたがって温度は低下する*2。

トンネル区間は、地中に埋設されており、火災による熱的影響を受けない。

*2: (参考文献) 一般社団法人 日本森林学会 「山火事と地域環境」 (森林科学 24 1998.10)

*3: トンネルの出入口部は、防火帯 (約21m) の内側に設置

図 13-2 防火帯外側のトンネル区間

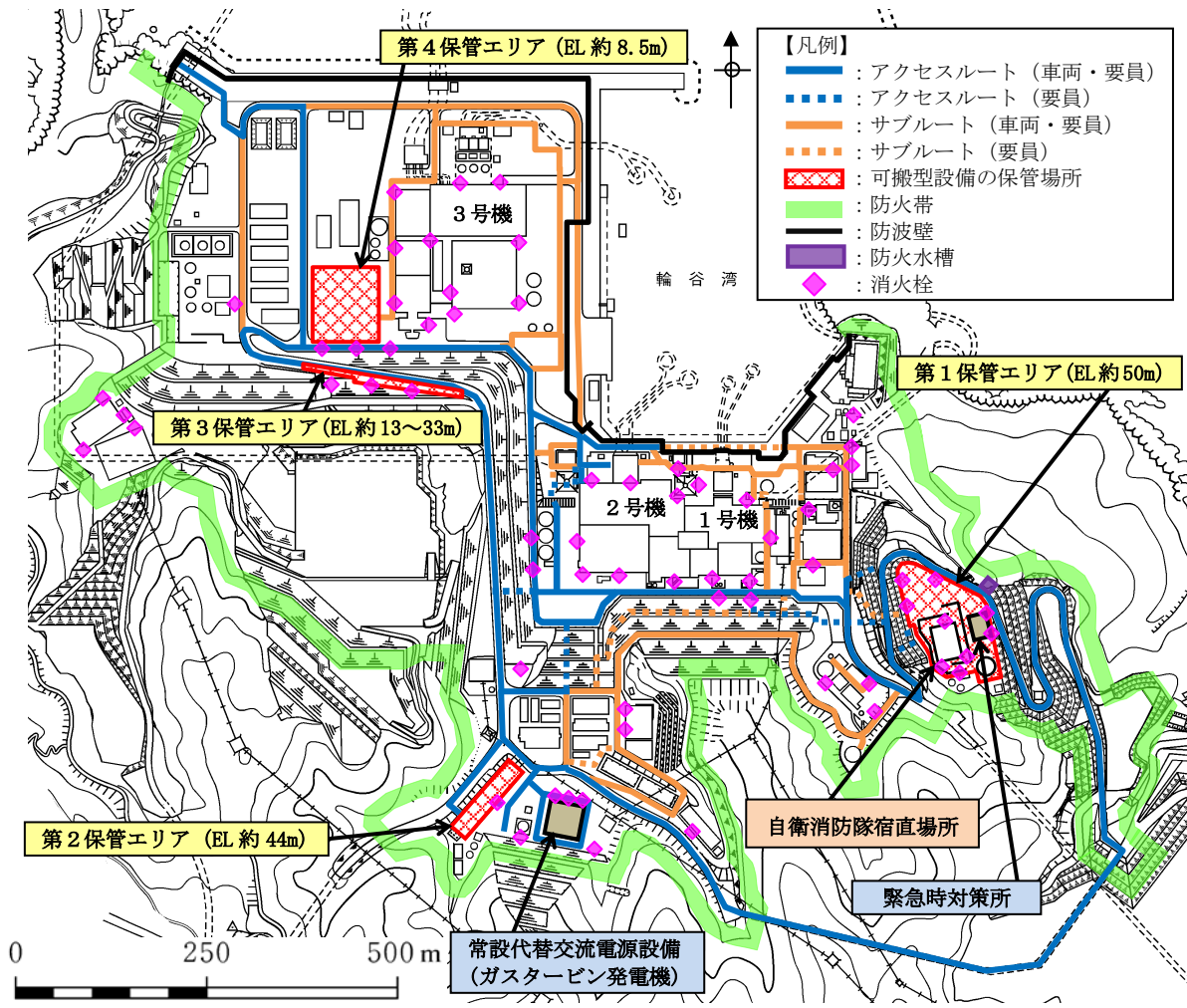


図 13-3 屋外消火栓及び防火水槽の配置図

14. 土石流による影響評価について

国土交通省国土政策局が公開する「国土数値情報 土砂災害危険箇所データ」の記載に基づくと、図 14-1 のとおり島根原子力発電所構内の土石流危険区域は7箇所である。

第2保管エリア及び一部のアクセスルートが土石流危険区域の範囲に含まれているが、屋外に配置している可搬型設備は複数箇所にそれぞれ離隔して分散配置しているため、影響を受けない。アクセスルートは、複数確保しているアクセスルートが使用可能であるためアクセス性に影響はない。なお、屋内のアクセスルートについては、原子炉建物等が影響を受ける範囲にないため、影響はない。詳細は以下のとおり。

(1) 土石流が発生した場合の対応方針

土石流が発生し第2保管エリア及び一部のアクセスルート^{*1}に影響が及んだ場合は、土石流の影響を受けるおそれのないアクセスルート（要員）を使用し、サブルート^{*2}は使用しない。緊急時対策要員は、緊急時対策所からアクセスルート（要員）を用いて、徒歩で土石流の影響を受けるおそれのない第3及び第4保管エリアに移動した上で、保管されている可搬型設備を用いて、重大事故等の対応を実施する。

土石流が発生した際の土砂撤去作業は、要員の安全確保の観点から、発生後すぐに行うことは困難であると想定されるため、重大事故等の対応上、土砂撤去作業によるアクセスルート^{*1}の復旧には期待しない。

土砂撤去作業は、二次災害の発生を防止するため、天候や現場状況の確認を行った上で実施する。

注記*1：図 14-1 の土石流危険区域①～⑥が掛かる範囲のアクセスルート

*2：地震及び津波時に期待しないルートであり、地震及び津波その他の自然現象の影響評価対象外

(2) 土石流が発生した場合の重大事故等の対応内容

土石流の影響を考慮し、全ての土石流危険区域で、同時に土石流が発生した場合においても、以下のとおり重大事故等の対応が可能である。また、土石流が発生した場合の重大事故等の対応を図 14-2 に示す。

a. アクセスルートの確保

- アクセスルートは、想定される自然現象、原子炉施設の安全性を損なわせる原因となるおそれがある事象であって人為によるもの（故意によるものを除く。）、溢水及び火災を想定しても、速やかに運搬、移動に支障をきたすことのないよう、複数のアクセスルートを確保することとしており、想定される自然現象のうち土石流に対しては、複数のアクセスルートのうち土石流の影響を受けないアクセスルートを少なくとも1ルート確保する。
- 土石流が発生した場合でも、緊急時対策所から第3及び第4保管エリアに要員が移動できるよう、土石流の影響を受けないアクセスルート（要員）を管理事務所2号館南東の位置に確保する（図 14-3）。なお、移動に際して、サブルートの使用は期待しない。

- ・万一の送電線垂れ下がり時においても要員が移動できるよう、アクセスルート（要員）を管理事務所2号館南西の位置に確保する（図14-3）。
- ・確保するアクセスルート（要員）である連絡通路の耐震性評価は「補足-020-2 7. 保管場所及び屋外のアクセスルート周辺構造物の耐震性評価について」に示す。

b. 可搬型設備の確保

- ・可搬型設備は、常設重大事故等対処設備と異なる場所に、2セットを分散配置して保管することとしており、想定される自然現象のうち土石流に対しては、分散配置する2セットのうちいずれか1セットは、土石流の影響を受けない保管場所に配置する。
- ・2n設備は、2セットのうち1セットを土石流の影響を受けない第3又は第4保管エリアに配置する。
- ・n設備*は、nを土石流の影響を受けない第4保管エリアに配置する。

注記*：緊急時対策所関連設備（緊急時対策所用発電機，空気ボンベ加圧設備（空気ボンベ），緊急時対策所空気浄化送風機，緊急時対策所空気浄化フィルタユニット）及び可搬式気象観測装置は、n設備を第1保管エリアに保管する。

c. 原子炉注水等に使用する水源の確保

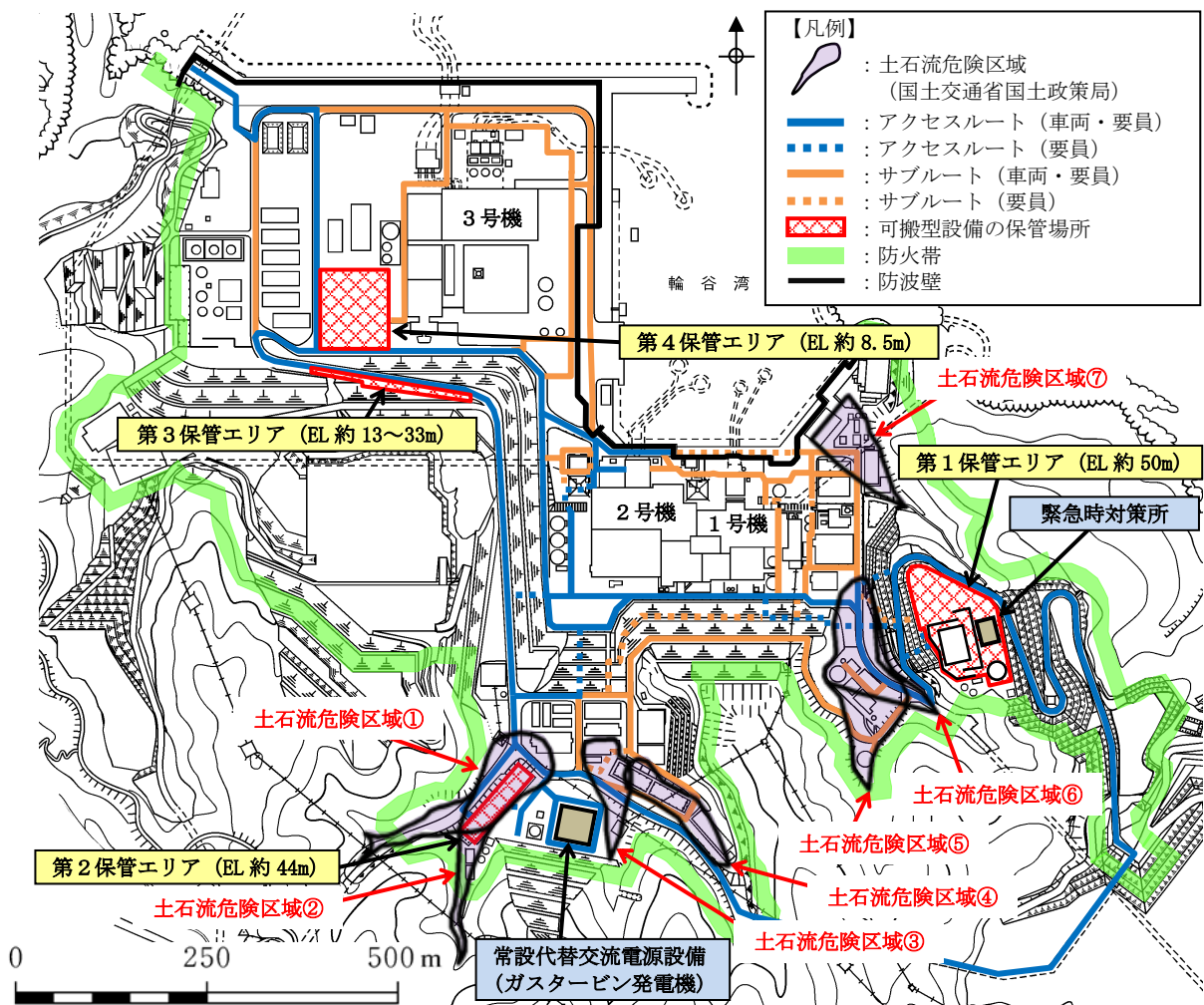
- ・代替淡水源である輪谷貯水槽（西1）及び輪谷貯水槽（西2）並びにその周辺が土石流に覆われ、輪谷貯水槽（西1）及び輪谷貯水槽（西2）を水源とした注水ができなくなることから、海を水源（海水取水箇所：非常用取水設備（2号機取水槽））とした注水を実施する。
- ・緊急時対策要員は、緊急時対策所から土石流の影響を受けるおそれのないアクセスルート（要員）及び1，2号機原子炉建物南側を経由したルートを用いて、第3及び第4保管エリアに移動し、第3及び第4保管エリアに保管する大量送水車及びホース展張車を用いて、海（海水取水箇所：非常用取水設備（2号機取水槽））を水源として、原子炉，燃料プールに海水を注水する。なお，重大事故等の発生時においては海水による注水を実施するが，重大事故等の一連の対策を講じたところで，淡水水源（自主対策設備である非常用ろ過水タンク等）への注水に切り替える。

d. 可搬型設備への燃料補給手段の確保

- ・ガスタービン発電機用軽油タンクの周辺が土石流に覆われ、タンクローリが寄り付けずガスタービン発電機用軽油タンクを使用した燃料補給ができなくなることから，非常用ディーゼル発電機燃料貯蔵タンク等を使用した可搬型設備への燃料補給を実施する。
- ・緊急時対策要員は、緊急時対策所から土石流の影響を受けるおそれのないアクセスルート（要員）及び1，2号機原子炉建物南側を経由したルートを用いて、第3及

び第4保管エリアに移動し、第3及び第4保管エリアに保管するタンクローリを用いて、EL約15m及びEL約8.5mの非常用ディーゼル発電機燃料貯蔵タンク等からの燃料抜取りを実施し、大量送水車等の可搬型設備に定期的に燃料補給を実施する。

第4保管エリア【EL約8.5m】	第1保管エリア【EL約50m】
<ul style="list-style-type: none"> ・高圧発電機車：3台 ・大量送水車：2台 ・移動式代替熱交換設備：1台 ・大型送水ポンプ車：2台 ・可搬式窒素供給装置：1台 ・第1ベントフィルタ出口水素濃度：1台 ・シルトフェンス（2号機放水接合槽用）：約20m ・シルトフェンス（輪谷湾用）：約320m ・小型船舶：1隻 ・放射性物質吸着材：3組 ・放水砲：1台 ・泡消火薬剤容器：5個 ・タンクローリ：1台 ・可搬式モニタリング・ポスト：6台 ・可搬式気象観測装置：1台 ・緊急時対策所用発電機：2台 ・空気ボンベ加圧設備（空気ボンベ）：30本 ・緊急時対策所空気浄化送風機：1台 ・緊急時対策所空気浄化フィルタユニット：1台 ・ホイールローダ：1台 	<ul style="list-style-type: none"> ・高圧発電機車：3台 ・大量送水車：1台 ・移動式代替熱交換設備：1台 ・大型送水ポンプ車：1台 ・可搬式窒素供給装置：1台 ・第1ベントフィルタ出口水素濃度：1台 ・シルトフェンス（2号機放水接合槽用）：約20m ・シルトフェンス（輪谷湾用）：約360m ・小型船舶：1隻 ・放射性物質吸着材：1組 ・放水砲：1台 ・泡消火薬剤容器：1個 ・タンクローリ：1台 ・可搬式モニタリング・ポスト：6台 ・可搬式気象観測装置：1台 ・緊急時対策所用発電機：2台 ・空気ボンベ加圧設備（空気ボンベ）：510本 ・緊急時対策所空気浄化送風機：2台 ・緊急時対策所空気浄化フィルタユニット：2台 ・ホイールローダ：1台



第3保管エリア【EL約13~33m】	第2保管エリア【EL約44m】
<ul style="list-style-type: none"> ・高圧発電機車：1台 ・大量送水車：1台 ・移動式代替熱交換設備：1台 ・大型送水ポンプ車：1台 ・タンクローリ：1台 ・ホイールローダ：1台 	<ul style="list-style-type: none"> ・大量送水車：1台

注：サブルートは、地震及び津波時には期待しない。
 ・各保管エリアには、可搬型設備を記載。

図 14-1 土石流危険区域図及び各保管場所に配備する可搬型設備

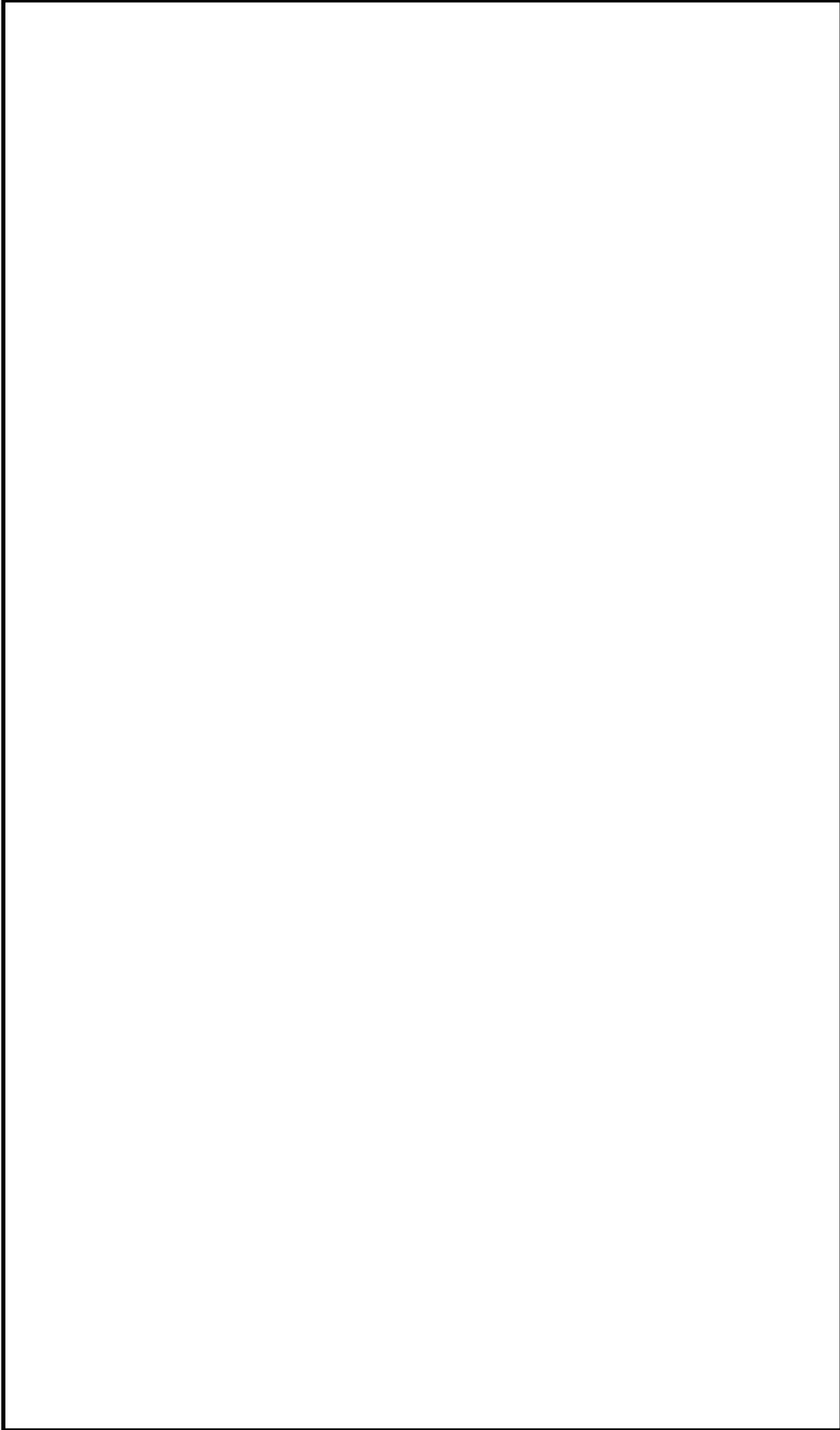


図 14-2 土石流が発生した場合の重大事故等の対応

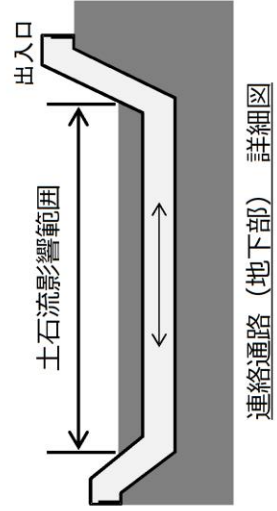
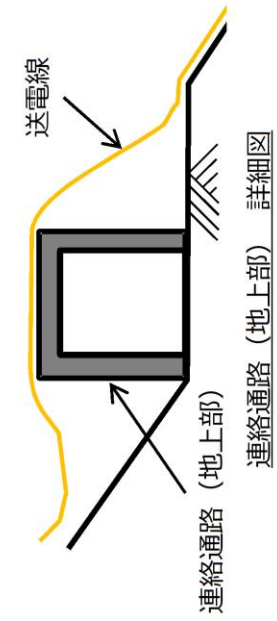
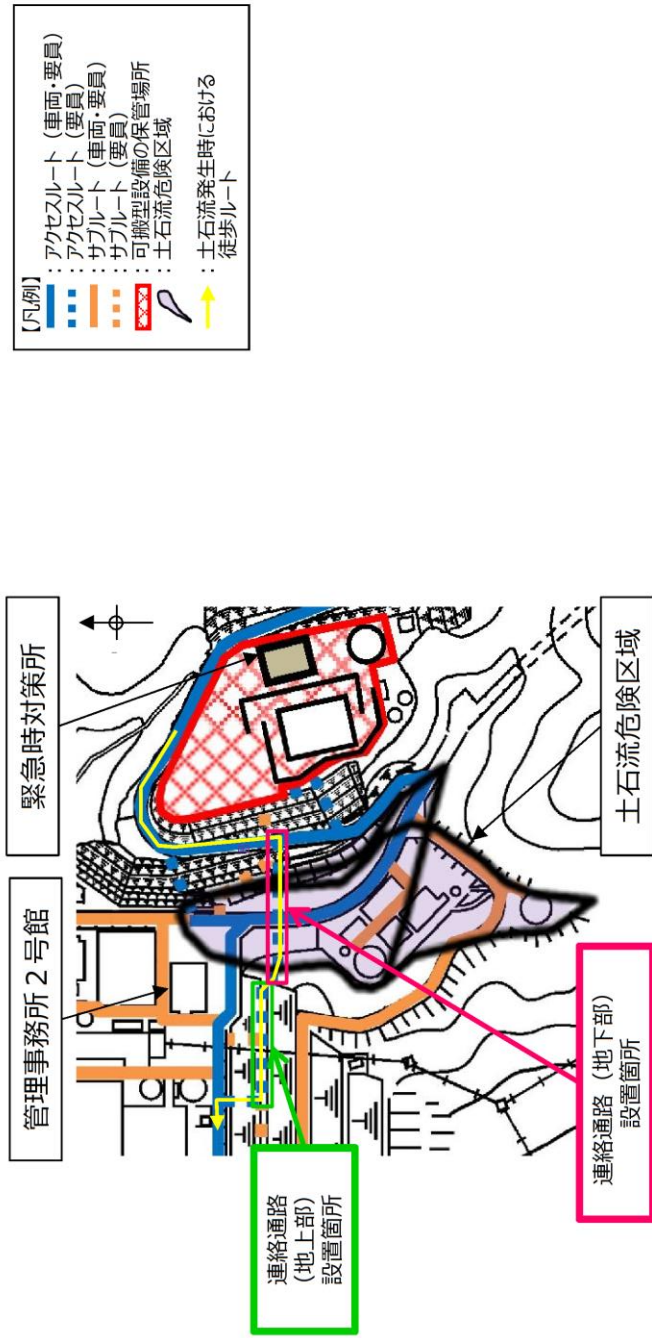


図 14-3 土石流及び送電線垂れ下がりによる影響を受けないアクセシブルート(要員)

(3) 土石流対応のうち海水注水切替え等を決定・実施するための判断基準と対応内容

a. 海水注水切替え等における土石流対応にあたっての流れ

土石流対応にあたっての流れを以下に示す。なお、土石流対応のうち海水注水切替え等を決定・実施するための判断基準と対応内容を表 14-1 に示す。

- ① 発電所構内雨量計により、1 時間雨量が 60mm 以上を確認した場合には、警戒体制を構築し、発電所施設への監視を強化する。なお、発電所構内の雨量に加え、気象庁から発表される防災気象情報を参考にする。
- ② 構内監視カメラによる確認や現場作業員による目視確認により、作業場所周辺（代替淡水源である輪谷貯水槽（西 1/西 2）周辺）の土石流危険区域①、②において土石流発生を確認した場合には、土石流危険区域内のアクセスルート等への立入制限及び代替淡水源（輪谷貯水槽（西 1/西 2））から海を水源とする原子炉等への注水への切替え等の手順を講じることを決定・実施する。

表 14-1 土石流対応のうち海水注水切替え等を決定・実施するための判断基準と対応内容

	警戒体制の構築（監視強化）	海水注水切替え等の決定・実施
判断基準	<ul style="list-style-type: none"> ■ 発電所構内の雨量に加え、気象庁から発表される防災気象情報を参考に、発電所構内雨量計による1時間雨量が60mm以上を確認した場合 ■ 警戒体制を構築し、発電所施設（土石流危険区域の状況を含む。）への監視を強化する。 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 構内監視カメラによる確認や現場作業員による目視確認により、作業場所周辺（代替淡水源である輪谷貯水槽（西1/西2）周辺）の土石流危険区域①、②において土石流発生を確認した場合*
通常時	<ul style="list-style-type: none"> ■ 警戒体制を構築し、発電所施設（土石流危険区域の状況を含む。）への監視を強化する。 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 土石流危険区域①、②内のアクセスルート等への立入を制限する。 ■ 重大事故等発生時において、以下の手順を講じることを決定する。 <ul style="list-style-type: none"> ・ 海を水源とした原子炉等への注水とすること。 ・ 非常用ディーゼル発電機燃料貯蔵タンク等を用いた燃料補給とすること。
対応内容 重大事故等発生時	<ul style="list-style-type: none"> ■ 警戒体制を構築し、発電所施設（土石流危険区域の状況を含む。）への監視を強化する。 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 土石流危険区域①、②内のアクセスルート等への立入を制限する。 ■ 以下の手順を講じることを決定する。 <ul style="list-style-type: none"> ・ 代替淡水源から海を水源とする原子炉等への注水に切り替えること。 ・ ガスタービン発電機用軽油タンクから非常用ディーゼル発電機燃料貯蔵タンク等を用いた燃料補給に切り替えること。

注記*：作業場所周辺（代替淡水源である輪谷貯水槽（西1/西2）周辺）の土石流発生が確認されていない状況においても、発電所構内の状況、防災気象情報（警戒レベル相当情報）及び発電所構内雨量計による計測値を参考に、あらかじめ海水注水切替え等の事前準備を実施する、並びに人的被害の予防の観点で、海水注水切替え等を決定・実施する場合がある。

(4) 海水注水切替えの決定・実施を判断するための土石流発生の確認方法

作業場所周辺（代替淡水源である輪谷貯水槽（西1/西2）周辺）の土石流危険区域①、②に対しての土石流発生の確認は、構内監視カメラによる確認や現場作業員による目視確認により実施する。具体的な確認方法を以下に示す。

a. 構内監視カメラによる確認

構内監視カメラ（ガスタービン発電機建物屋上）により、土石流発生状況を確認する。

なお、構内監視カメラ（ガスタービン発電機建物屋上）の耐震性評価はVI-2-別添5-1 「代替淡水源を監視するための設備の耐震計算の方針」、VI-2-別添5-2 「代替淡水源を監視するための設備の耐震性についての計算書」及びVI-2-別添5-3 「代替淡水源を監視するための設備の水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せに関する影響評価結果」に示す。

b. 現場による目視確認（構内監視カメラ以外の確認）

発電所構内の降雨状況により警戒体制を構築し、発電所施設（土石流危険区域の状況を含む。）への監視を強化するが、通常時及び重大事故等発生時共に、定期的な現場パトロールを行い、土石流発生状況を確認する。

可搬型設備の運転状況確認や、可搬型設備への定期的な燃料補給作業を実施するため、現場作業員による目視確認により、土石流発生状況を確認する。

c. 事象発生確認後の連絡体制

土石流が発生するおそれがある状況においては、既に警戒体制を構築し監視強化を行っており、発電所構内の施設状況を適宜連絡することとしていることから、土石流発生を確認した後、遅滞なく、緊急時対策本部において、海水注水切替えの決定・実施を判断可能である。

(5) 土石流の影響を受けない参集ルート

発電所敷地外から発電所構内への参集ルートは、通常の一矢入口及び本谷入口を通過するルートに加え迂回ルートを確認している。

一矢入口及び本谷入口を通過するルートは、発電所構内の土石流危険区域の範囲内に含まれているため、土石流の影響を受けて通行できないおそれがあるが、土石流の影響を受けるおそれのない迂回ルート（宇中入口、宇中谷入口、内カネ谷入口）により、発電所構内に参集する。

発電所敷地外から発電所構内への参集ルートを、図 14-4 に示す。

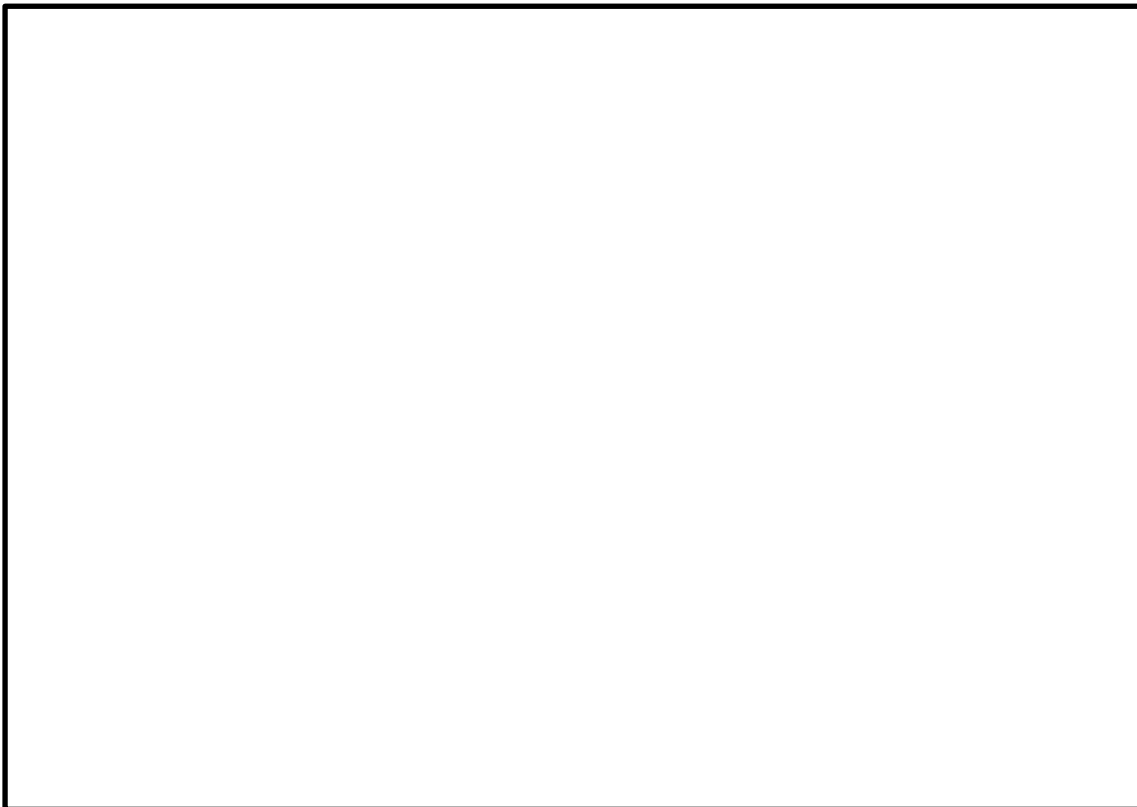


図 14-4 発電所敷地外から発電所構内への参集ルート及び緊急時対策所へのアクセスルート

15. 主要変圧器の火災発生防止対策について

(1) 概要

アクセスルートに影響を与えるおそれのある被害要因のうち、周辺タンク等の損壊に伴う被害事象としている可燃物施設の損壊による通行性への影響評価結果における主要変圧器の火災発生防止対策について説明する。

(2) 火災発生防止対策について

地盤の沈下による相対変位に起因する主要変圧器の損傷及び変圧器内の絶縁油の漏えいに伴う変圧器火災の発生防止対策として、以下の対策を実施している。

- ① 2, 3号機の変圧器*は、基礎が岩盤又は地盤改良土に設置されていることから地盤の沈下による相対変位は想定されない。
- ② 2, 3号機の変圧器*には排油溜めが設置されており、各排油溜めは、各変圧器の保有油量の全量を貯留するだけの容量を確保している。防油堤内に漏えいした絶縁油は防油堤地下の排油溜めに流下するため火災発生の可能性は極めて小さい。
- ③ 予備変圧器及び1号機起動変圧器には防油堤が設置されており、漏えいした絶縁油は防油堤内に全量貯留可能である。防油堤の損壊も考えられるが、周囲の地下ダクト内に流下するため火災発生の可能性は極めて小さい。
また、予備変圧器及び1号機起動変圧器は、絶縁母線フレキシブル導体部の絶縁処理による火災の発生防止対策を実施している。
- ④ 変圧器にはそれぞれ水噴霧消火設備又は消火栓が設置されている。水源タンクや消火ポンプの損傷により消火ができない場合は、自衛消防隊による消火活動を実施し、被害の拡大を防止する。また、各変圧器は保護継電器にて保護されており、電気回路故障時の事故拡大防止対策を実施している。

注記*：2号機主変圧器，2号機所内変圧器，2号機起動変圧器，3号機主変圧器，3号機所内変圧器，3号機補助変圧器

16. 屋外タンク等からの溢水影響評価について

16.1 溢水伝播挙動評価

地震によりタンクに大開口が生じ、短時間で大量の水が流出するようなことはないと考えられるが、保管場所及びアクセスルートの通行性並びに作業実施への影響を評価するため、タンクの損傷形態及び流出水の伝播に係る評価条件を保守的に設定した上で、溢水伝播挙動評価を実施している。

溢水伝播挙動評価の詳細については、「補足-015 工事計画に係る補足説明資料（発電用原子炉施設の溢水防護に関する説明書）」にて示す。

(1) 評価の条件

- ・ 輪谷貯水槽（東1／東2）は基準地震動 S_s によって生じるスロッシングによる溢水量（時刻歴）を模擬する。
- ・ 2号機復水貯蔵タンク、2号機補助復水貯蔵タンク及び2号機トラス水受入タンクからの溢水は、タンクに接続されているすべての配管の完全全周破断を想定した溢水量（時刻歴）を模擬する。
- ・ その他溢水源となるタンクは、地震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。
- ・ 3号機ろ過水タンク、3号機純水タンク及び消火用水タンクから第4保管エリアまでの伝播経路上の高さ2m程度の壁（防波壁設置前に設置した防水壁）は評価モデルに考慮しない。
- ・ 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。
- ・ 掘削箇所への溢水の流入については、溢水が流入することによって浸水深は低くなるため考慮しない。
- ・ 抽出地点は、保管場所及びアクセスルートの通行性並びに作業実施への影響を確認する観点から、これらの代表箇所を選定する。

(2) 評価結果

溢水伝播挙動評価による評価の結果として得られた溢水伝播挙動を図16-1に示す。また、浸水深の時系列データの抽出地点を図16-2に、抽出地点毎の浸水深の時系列データを図16-3～図16-12に示す。

a. 2号機への影響について

評価の結果、2号機原子炉建物南側の可搬型設備接続口付近（図16-3 地点①）では、タンクからの溢水後、最大で約13cmの浸水深となること、また、同建物西側の可搬型設備接続口付近（図16-4 地点②）では、最大で約15cmの浸水深となることから、徒歩可能な浸水深30cm以下*¹及び可搬型設備がアクセス可能な浸水深22cm（可搬型設備の機関排気口高さの最低値）以下となり、作業実施に影響はない。

b. 保管場所への影響について

第1～3保管エリアについては、最大浸水深が約0cmであり、可搬型設備の機関排気口高さより低いため、可搬型設備に影響はない。

第4保管エリアについては、可搬型設備の機関排気口高さの最低値22cmに対し、最大浸水深が約20cmであり、可搬型設備の機関排気口高さより低いため、可搬型設備に影響はない。機関排気口高さは、最大浸水深に対し余裕が小さいが、最大浸水深となる溢水は、第4保管エリア近傍にある大型タンク（3号機ろ過水タンク、3号機純水タンク及び消火用水タンク）からの溢水の影響が支配的であるため、「16.1(1) 評価の条件」に示す条件を踏まえると以下のとおり溢水影響軽減効果を考慮していないことから実現象における溢水水位は、溢水伝播挙動評価の最大浸水深よりも低くなると考えられる。第4保管エリア近傍の溢水の伝播挙動を図16-13に示す。

- ・大型タンク（3号機ろ過水タンク、3号機純水タンク及び消火用水タンク）から第4保管エリアまでの伝播経路上には溢水伝播挙動評価では評価モデルに考慮していない2m程度の壁がある。実現象においてこの壁は、溢水の伝播を阻害する。なお、当該壁が損壊することを想定した場合においても、がれきにより溢水の伝播を阻害する。
- ・大型タンク（3号機ろ過水タンク、3号機純水タンク及び消火用水タンク）から第4保管エリアまでの伝播経路上には溢水伝播挙動評価では評価モデルに考慮していない敷地内に設けられた排水路がある。実現象においてタンクからの溢水は、この排水路を通じて北側の排水設備へ向けて流下する。

c. 作業の成立性

屋外タンクから溢水が発生した場合には、タンク周辺の空地が平坦かつ広大であり周辺道路等を自然流下し拡散するものと考えられるが、最大約65cmの浸水深となるルート上（図16-9 地点⑦）であっても敷地形状により管理事務所東側道路からEL約8.5mエリアへ向けて流下するため、事象発生10分以降の最大浸水深は約19cmとなり、徒歩可能な浸水深30cm以下*1及び可搬型設備がアクセス可能な浸水深22cm（可搬型設備の機関排気口高さの最低値）以下となることから、アクセスルートの通行性への影響はない。

EL約8.5mエリア上の2号機取水槽北側アクセスルート（海水取水箇所周辺）（図16-11 地点⑨）及び8.5m盤アクセスルート（図16-12 地点⑩）での最大浸水深は各々約24cm、約35cmとなり、徒歩可能な浸水深30cm以下及び可搬型設備がアクセス可能な浸水深22cm（可搬型設備の機関排気口高さの最低値）を一時的に超えるが、事故対応時には、水位低下後に要員及び可搬型設備が通行するため、アクセスルートの通行性への影響はない*2。

可搬型設備接続口付近を含むその他の抽出地点においては常に可搬型設備がアクセス可能な浸水深であることから、事故対応のためのアクセスルート確保及び作業実施に影響はない。

なお、溢水流路上の設備等が損壊し、がれきの発生が想定されるが、迂回又は重機にて撤去することにより、アクセスルート確保への影響はない。また、溢水流路に人員が

いる場合も想定されるが、安全を最優先し、溢水流路から待避することにより、人身への影響はない。さらに、2号機復水貯蔵タンク等からの溢水による放射線被ばくが想定されるが、被ばく線量は 4.7×10^{-2} mSv/h程度であり、緊急時の被ばく線量限度(100mSv)に対し十分な作業時間を確保できることからアクセスルート確保及び作業実施に影響はない。(別紙1参照)

屋外タンクからの溢水による保管場所及びアクセスルート並びに作業実施に対する影響評価結果まとめを表16-1に示す。

また、設置変更許可申請時の溢水伝播挙動評価と工事計画認可申請(補正)時の溢水伝播挙動評価(設工認評価)の比較について参考資料に示す。

注記*1: 徒歩可能な浸水深は、建物の浸水時における歩行可能な水深が、「地下空間における浸水対策ガイドライン(平成14年3月28日国土交通省)」において、歩行困難水深及び水圧でドアが開かなくなる水深から30cm以下と設定されていることより、屋外においても同値と設定

注記*2: 地点⑨及び地点⑩の通行は、緊急時対策所を起点として要員が徒歩で保管場所(第3保管エリア及び第4保管エリア)に移動後の通行を想定しており、表16-2に示すとおり要員及び車両が通行するのは事象発生約50分(地震発生後の状況判断等の時間を含む)後となる。表16-2、図16-11及び図16-12より、要員及び可搬型設備が通行する時間において、屋外タンク等の溢水伝播による当該地点の浸水深の結果が最も厳しくなるのは約50分後に通行する大量送水車であるが、地点⑨及び地点⑩における事象発生50分以降の最大浸水深は各々約16cm、約15cmとなり、徒歩可能な浸水深30cm以下及び可搬型設備がアクセス可能な浸水深22cm(可搬型設備の機関排気口高さの最低値)以下であるため、アクセスルートの通行性への影響はない。

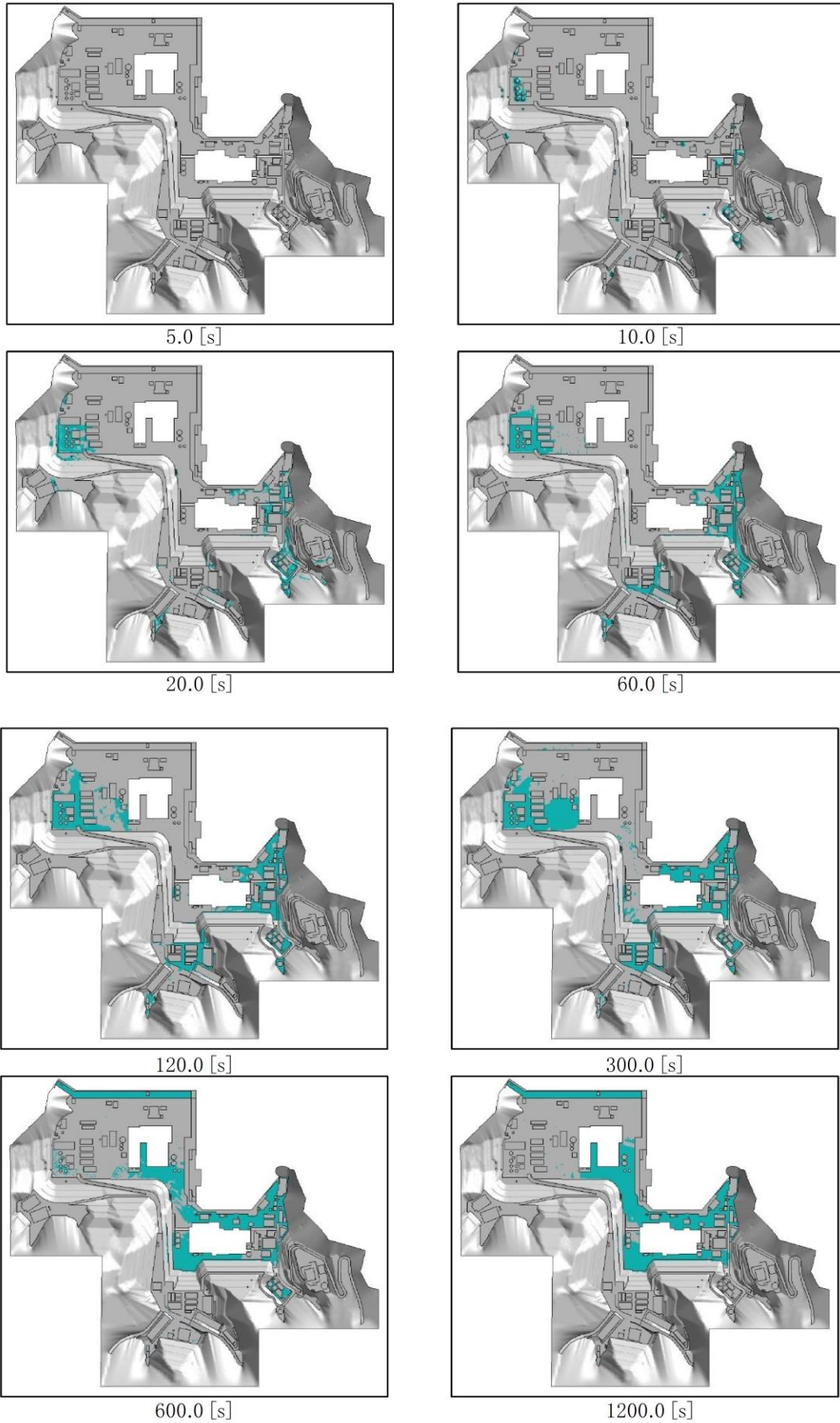
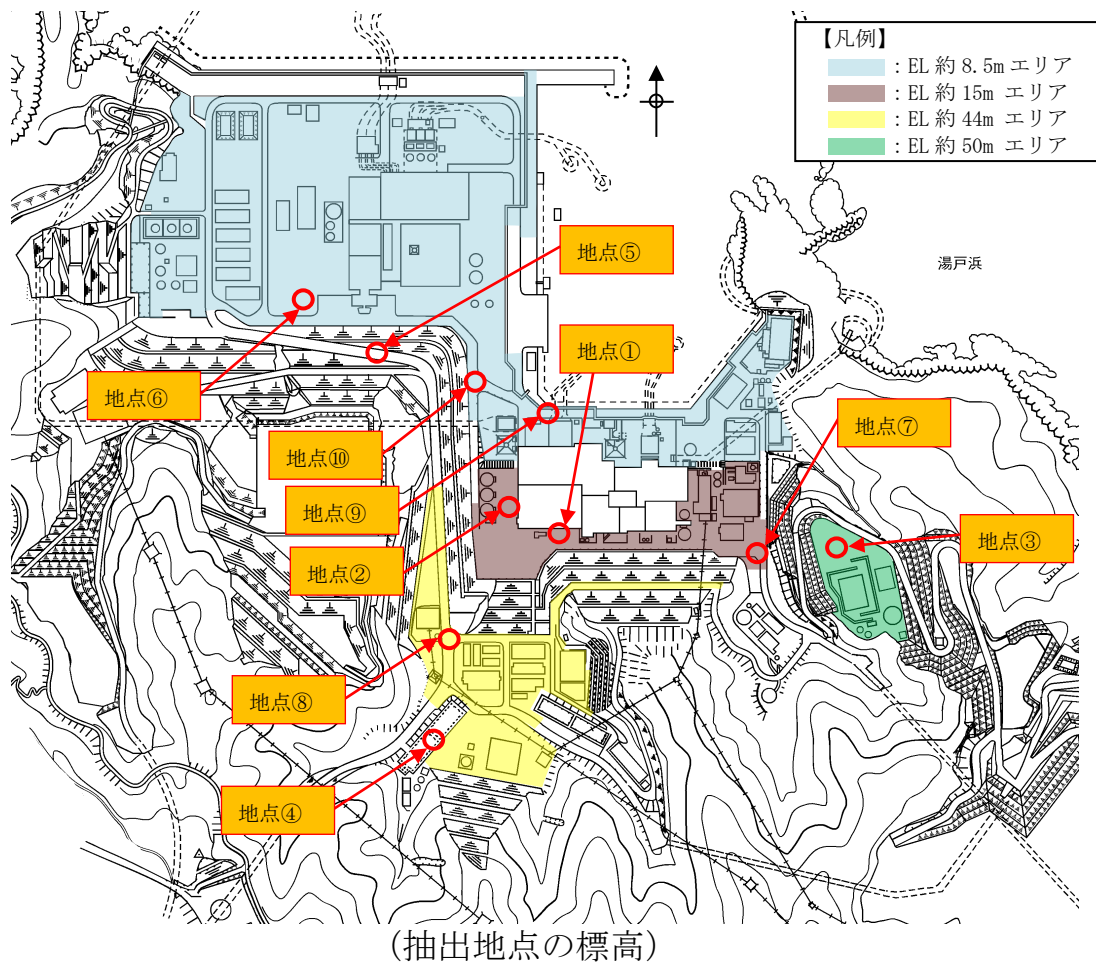


図 16-1 屋外タンクの溢水伝播挙動



抽出地点		標高
地点①	2号機原子炉建物南側接続口周辺	EL 約 15m
地点②	2号機原子炉建物西側接続口周辺	EL 約 15m
地点③	第1保管エリア	EL 約 50m
地点④	第2保管エリア	EL 約 53.3m
地点⑤	第3保管エリア	EL 約 31m
地点⑥	第4保管エリア	EL 約 8.5m
地点⑦	15m 盤アクセスルート	EL 約 15m
地点⑧	44m 盤アクセスルート	EL 約 44m
地点⑨	2号機取水槽北側アクセスルート (海水取水箇所周辺)	EL 約 8.5m
地点⑩	8.5m 盤アクセスルート	EL 約 8.5m

図 16-2 浸水深の時系列データの抽出地点

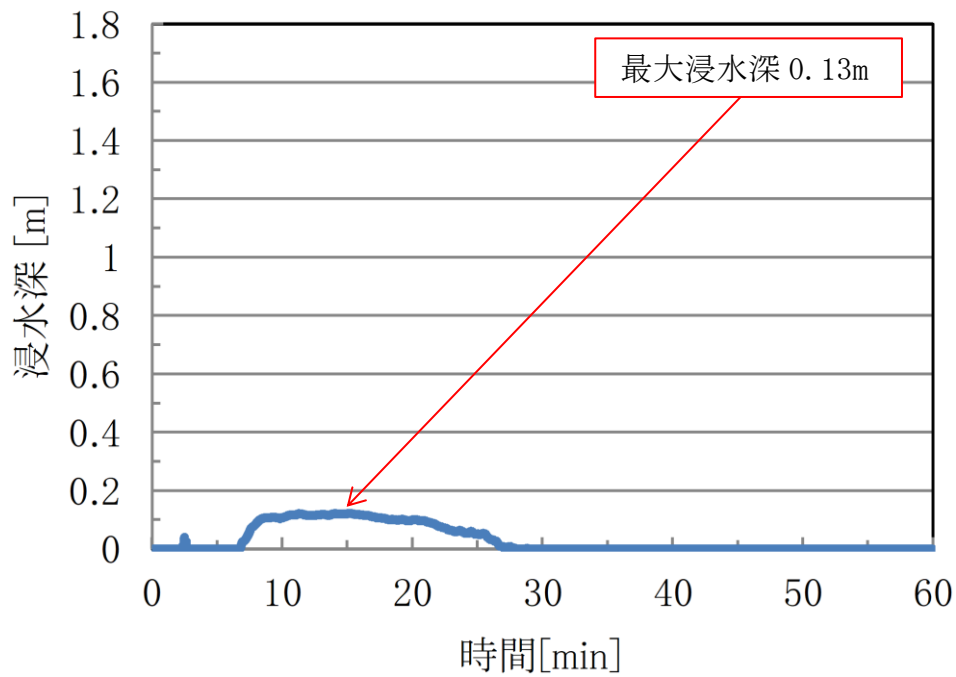


図 16-3 浸水深の時系列データ (地点①)

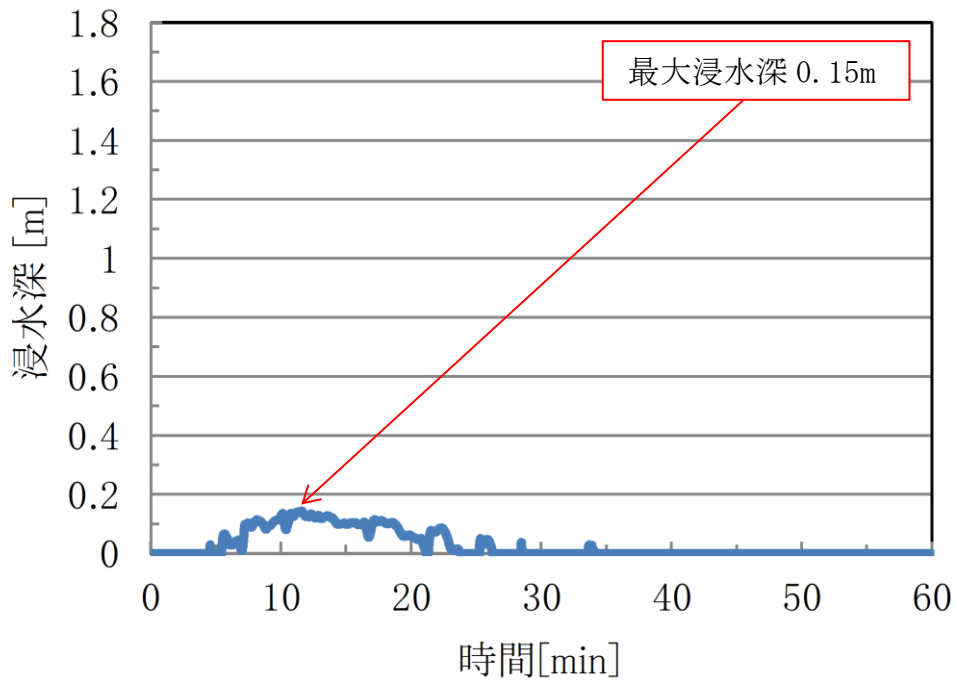


図 16-4 浸水深の時系列データ (地点②)

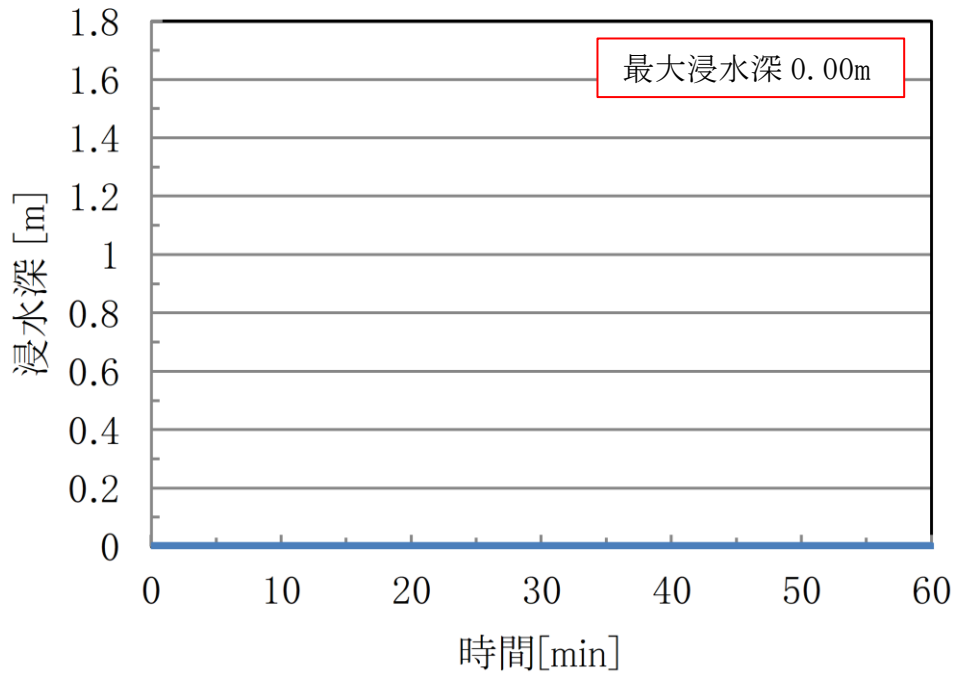


図 16-5 浸水深の時系列データ (地点③)

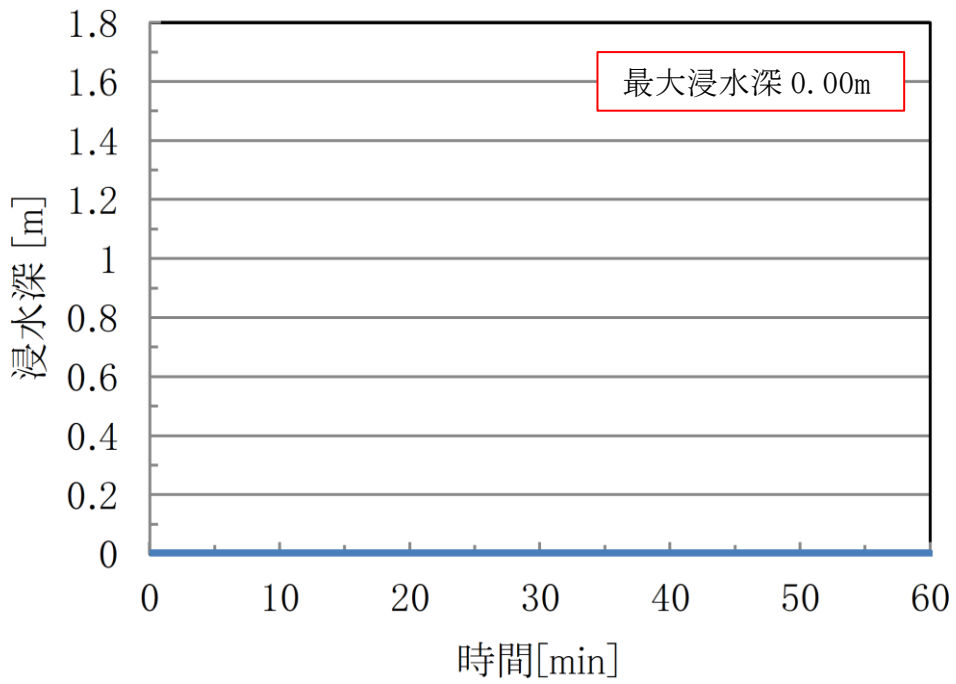


図 16-6 浸水深の時系列データ (地点④)

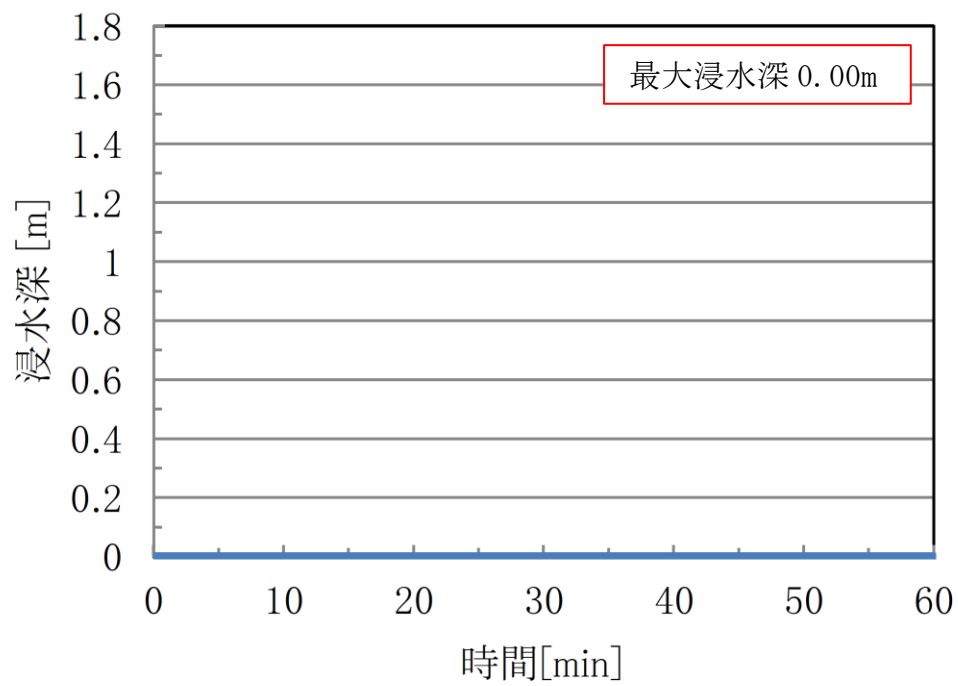


図 16-7 浸水深の時系列データ (地点⑤)

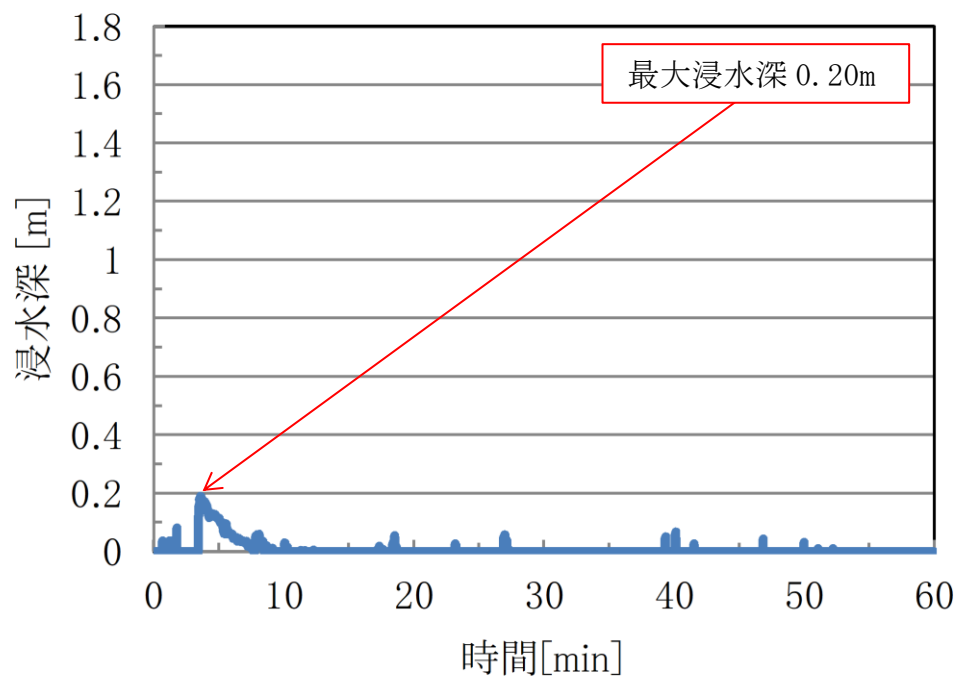


図 16-8 浸水深の時系列データ (地点⑥)

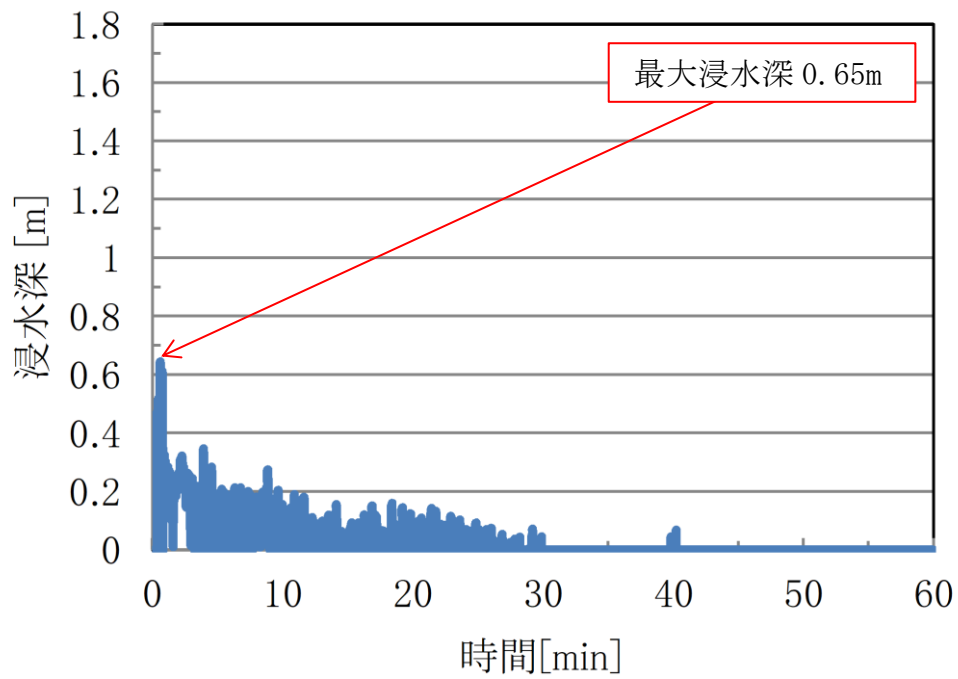


図 16-9 浸水深の時系列データ (地点⑦)

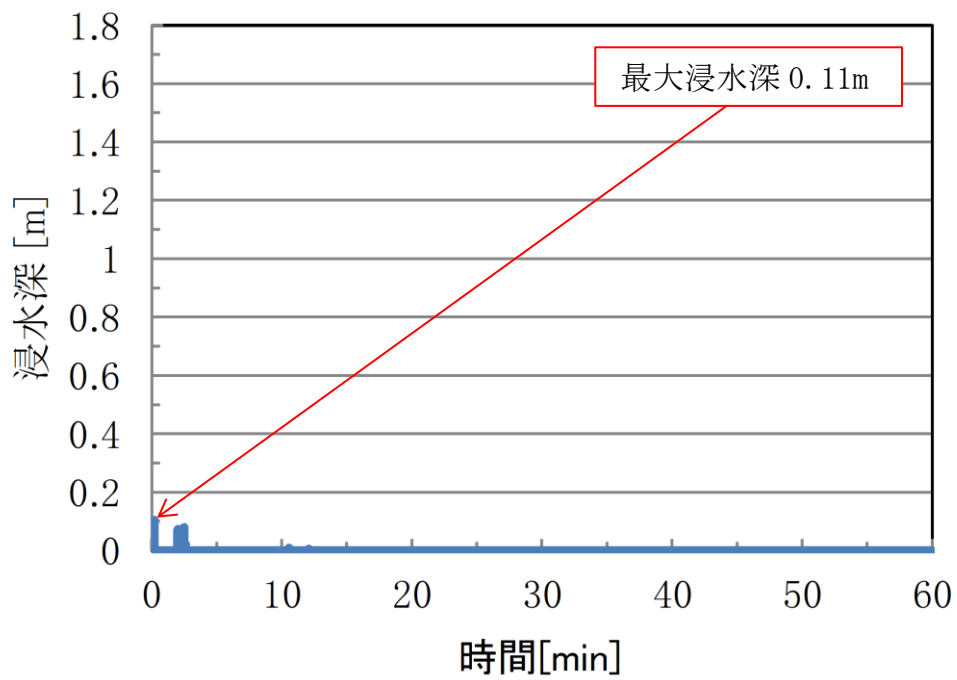


図 16-10 浸水深の時系列データ (地点⑧)

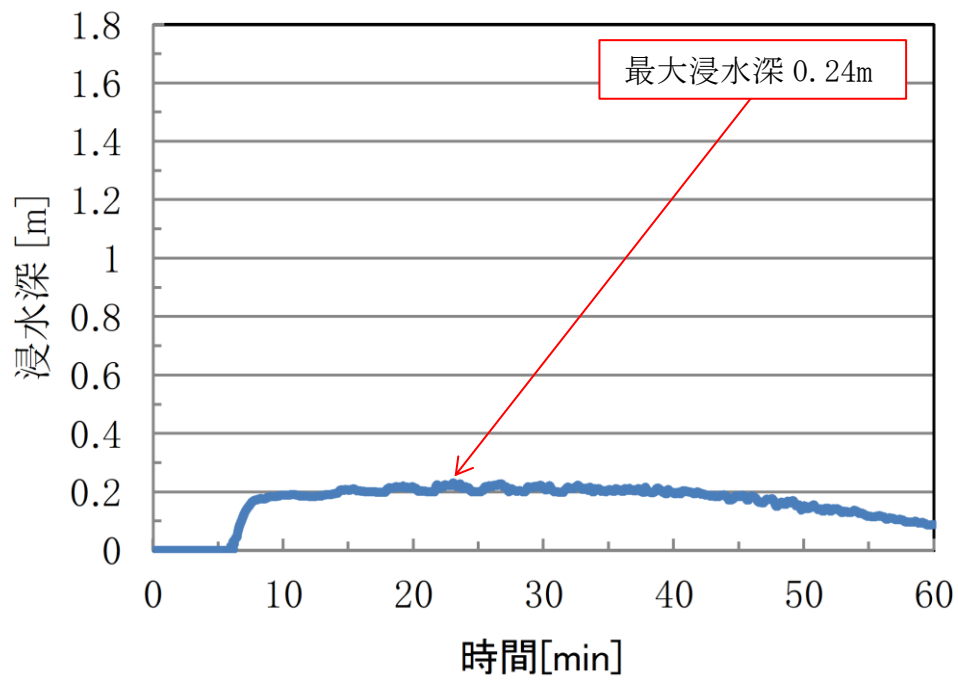


図 16-11 浸水深の時系列データ (地点⑨)

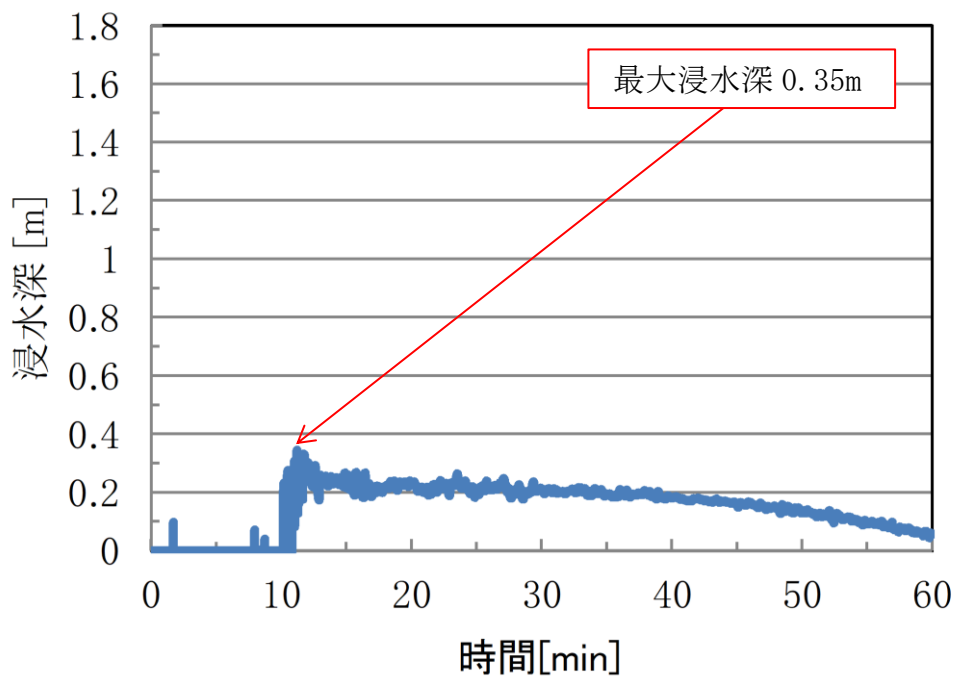


図 16-12 浸水深の時系列データ (地点⑩)



図 16-13 第4保管エリア近傍の溢水の伝播挙動

表 16-1 保管場所及びアクセスルートに対する影響評価結果まとめ(1/2)

抽出地点		標高	影響評価結果*
地点① (図 16-3)	2号機原子炉建物 南側接続口周辺	EL 約 15m	最大浸水深は約 13cm となり、徒歩及び可搬型設備がアクセス可能な浸水深以下となることから、作業実施に影響はない。
地点② (図 16-4)	2号機原子炉建物 西側接続口周辺	EL 約 15m	最大浸水深は約 15cm となり、徒歩及び可搬型設備がアクセス可能な浸水深以下となることから、作業実施に影響はない。
地点③ (図 16-5)	第 1 保管エリア	EL 約 50m	エリア内の最大浸水深は約 0cm となり、可搬型設備の機関排気口高さより低く、可搬型設備に影響はない。
地点④ (図 16-6)	第 2 保管エリア	EL 約 53.3m	密閉式貯水槽上部であり、周囲に溢水源が存在せず、エリア内の最大浸水深は約 0cm となり、可搬型設備の機関排気口高さより低く、可搬型設備に影響はない。
地点⑤ (図 16-7)	第 3 保管エリア	EL 約 31m	周囲に溢水源が存在せず、エリア内の最大浸水深は約 0cm となり、可搬型設備の機関排気口高さより低く、可搬型設備に影響はない。
地点⑥ (図 16-8)	第 4 保管エリア	EL 約 8.5m	エリア内の最大浸水深は約 20cm となり、可搬型設備の機関排気口高さより低く、可搬型設備に影響はない。
地点⑦ (図 16-9)	15m 盤 アクセスルート	EL 約 15m	最大浸水深は約 65cm となるが、敷地形状により管理事務所東側道路から EL 約 8.5m エリアへ向けて流下するため、事象発生 10 分以降の最大浸水深は約 19cm であり、徒歩及び可搬型設備がアクセス可能な浸水深以下となることから、事故対応のためのアクセスルート確保及び作業実施に影響はない。
地点⑧ (図 16-10)	44m 盤 アクセスルート	EL 約 44m	最大浸水深は約 11cm となり、徒歩及び可搬型設備がアクセス可能な浸水深以下となることから、事故対応のためのアクセスルート確保及び作業実施に影響はない。

表 16-1 保管場所及びアクセスルートに対する影響評価結果まとめ(2/2)

抽出地点		標高	影響評価結果*
地点⑨ (図 16-11)	2号機取水槽北側 アクセスルート (海水取水箇所周辺)	EL 約 8.5m	最大浸水深は約 24cm となり、可搬型設備がアクセス可能な浸水深を一時的に超えるが、可搬型設備が通過する事象発生 50 分以降の最大浸水深は約 16cm であり、徒歩及び可搬型設備がアクセス可能な浸水深以下となることから、事故対応のためのアクセスルート確保及び作業実施に影響はない。
地点⑩ (図 16-12)	8.5m 盤 アクセスルート	EL 約 8.5m	最大浸水深は約 35cm となり、可搬型設備がアクセス可能な浸水深を一時的に超えるが、可搬型設備が通過する事象発生 50 分以降の最大浸水深は約 15cm であり、徒歩及び可搬型設備がアクセス可能な浸水深以下となることから、事故対応のためのアクセスルート確保及び作業実施に影響はない。

注記*：可搬型設備がアクセス可能な浸水深は、可搬型設備の機関排気口高さの最低値 22cm 以下と設定している。

徒歩可能な浸水深は、建物の浸水時における歩行可能な水深が、「地下空間における浸水対策ガイドライン（平成 14 年 3 月 28 日 国土交通省）」において、歩行困難水深及び水圧でドアが開かなくなる水深から 30cm 以下と設定されていることより、屋外においても同値と設定している。

表 16-2 可搬型重大事故等対処設備の機関吸気口高さ、機関排気口高さ
及び抽出地点通過時間

設備名	機関吸気口 高さ*1(cm)	機関排気口 高さ*1(cm)	地点⑨及び地点⑩ の通過時間
高圧発電機車	113	22	約65分後
大量送水車	95	25	約 50 分後
移動式代替熱交換設備	223	25	約 65 分後
可搬式窒素供給装置	212	27	約 11 時間後
大型送水ポンプ車	211	30	約 65 分後
第 1 ベントフィルタ出口水素濃度	90	24	約 15 時間後
タンクローリ	76	25	約 60 分後
ホイールローダ	45*2		約 65 分後

注記*1：機関吸気口高さ及び機関排気口高さは地上面からの測定結果（実測値）

同一設備名で複数の車種がある場合には最低値を記載

*2：ホイールローダについては、最低地上高さを記載（実測値）

放射性物質内包水が溢水した場合の線量影響評価

2号機の復水貯蔵タンク、補助復水貯蔵タンク及びトーラス水受入タンク（以下「復水貯蔵タンク等」という）から放射性物質内包水が溢水した場合の線量影響は、復水貯蔵タンク等のタンク水の放射能濃度及び溢水伝播挙動評価の浸水深に、「External Exposure to Radionuclides in Air, Water, and soil FGR-12 EPA-402-R-93-081. (1993) Table III. 3」に記載されている地表面濃度から実効線量率への換算係数を乗じることで評価する。

復水貯蔵タンク等のタンク水の放射能濃度及び溢水伝播挙動評価の浸水深を表1に示すとおり設定した場合の線量影響は $4.7 \times 10^{-2} \text{mSv/h}$ 程度となる。

$$H_g = C_w \cdot D_w \cdot K_g \cdot 3600 \cdot 1000$$

ここで、

H_g : 実効線量率 (mSv/h)

C_w : 復水貯蔵タンク等のタンク水の放射能濃度 (Bq/m³)

D_w : 水深 (m)

K_g : 換算係数 (Sv/(Bq · s /m²))

表1 復水貯蔵タンク等からの放射性物質を内包する溢水の線量影響評価条件

項目	評価条件	選定理由
C_w 復水貯蔵タンク等の タンク水の放射能濃度	<input type="text"/> Bq/m ³	復水貯蔵タンク水及び補助復水貯蔵タンク水の放射能濃度の管理値（上限値）を設定 トーラス水受入タンク水は管理値がないことから、過去の水質データが <input type="text"/> Bq/m ³ より小さいことを確認
D_w 水深	0.15m	復水貯蔵タンク等からの溢水は敷地に広がり、放射性物質内包水を含まない屋外タンクからの溢水と混合することで放射能濃度は低下するため、復水貯蔵タンク等近傍の抽出地点における溢水伝播挙動評価に基づく浸水深を選定
K_g 換算係数	$2.35 \times 10^{-15} \text{Sv}/(\text{Bq} \cdot \text{s}/\text{m}^2)$	主要放射性核種を Co-60 とし、換算係数を「External Exposure to Radionuclides in Air, Water, and soil FGR-12 EPA-402-R-93-081. (1993) Table III. 3」から選定

屋外のアクセスルートの影響評価のうち
屋外タンク等からの溢水評価における溢水伝播挙動評価の比較

1. はじめに

屋外のアクセスルートの影響評価のうち、屋外タンク等からの溢水評価における溢水伝播挙動評価について、工事計画認可申請（補正）時の評価（以下「工認評価」という。）では、設置変更許可申請時の評価（以下「設置許可評価」という。）から2号機の復水貯蔵タンク、補助復水貯蔵タンク及びトールス水受入タンク（以下「復水貯蔵タンク等」という。）を溢水水源として追加する等の変更を行ったことから、設置許可評価と工認評価を比較し、工認評価の結果について考察する。

2. 設置許可評価と工認評価の溢水伝播挙動評価条件の違い

2.1 溢水源とする屋外タンク

復水貯蔵タンク等を溢水源として追加した。復水貯蔵タンク等のモデル化位置を図1に示す。

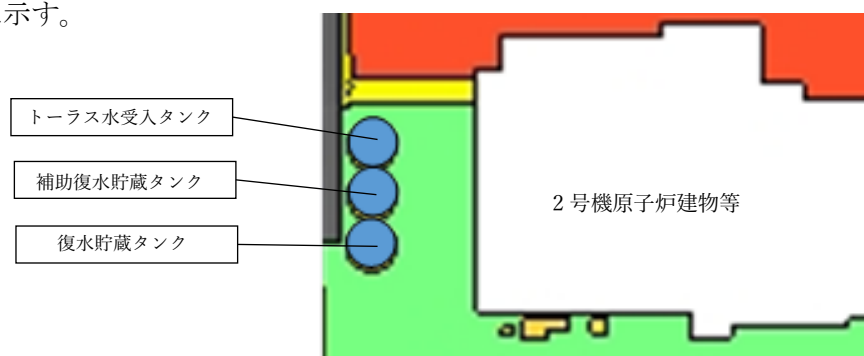


図1 復水貯蔵タンク等のモデル化位置

2.2 溢水源のモデル化

設置許可評価では輪谷貯水槽（東側）及び沈砂池は天端位置（EL49.8m）を下端としてモデル化していたが、工認評価では輪谷貯水槽（東側）のモデル化位置を44m盤に下げ、現実に則したモデルに変更した*。輪谷貯水槽（東側）のモデル化位置を図2に示す。なお、沈砂池のモデルに変更はない。

注記*：屋外タンク等からの土石流による溢水評価に合わせモデルを見直したもの。

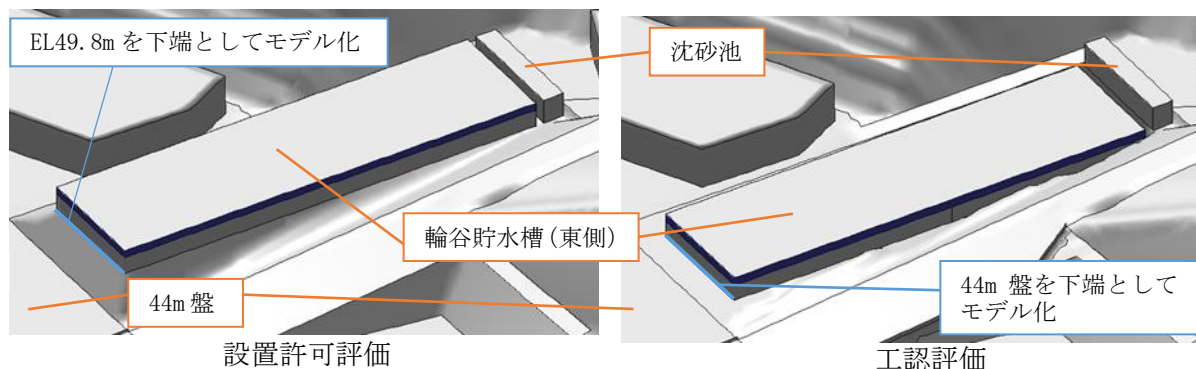


図2 輪谷貯水槽（東側）のモデル化位置

2.3 敷地形状

(1) 原子炉建物大物搬入口

設置許可評価では原子炉建物大物搬入口を原子炉建物西側外壁からの突出部としてモデル化していたが、工認評価では実態に合わせ突出部を削除したモデルに変更した。原子炉建物大物搬入口のモデルを図3に示す。

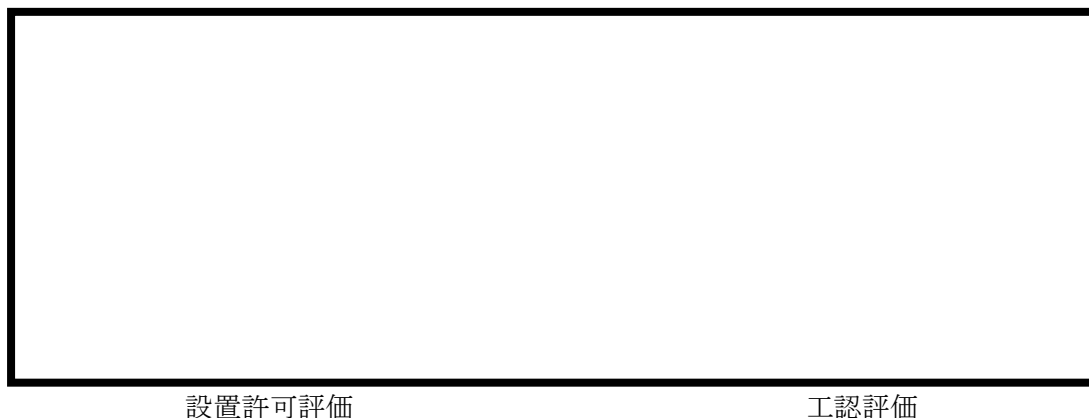


図3 原子炉建物大物搬入口のモデル

(2) コンクリートブロック

設置許可評価では、ガスタービン発電機建物付近に存在するコンクリートブロックが一部モデルに反映されていなかったため、工認評価では未反映のコンクリートブロックのモデル化をした。コンクリートブロックのモデルを図4に示す。

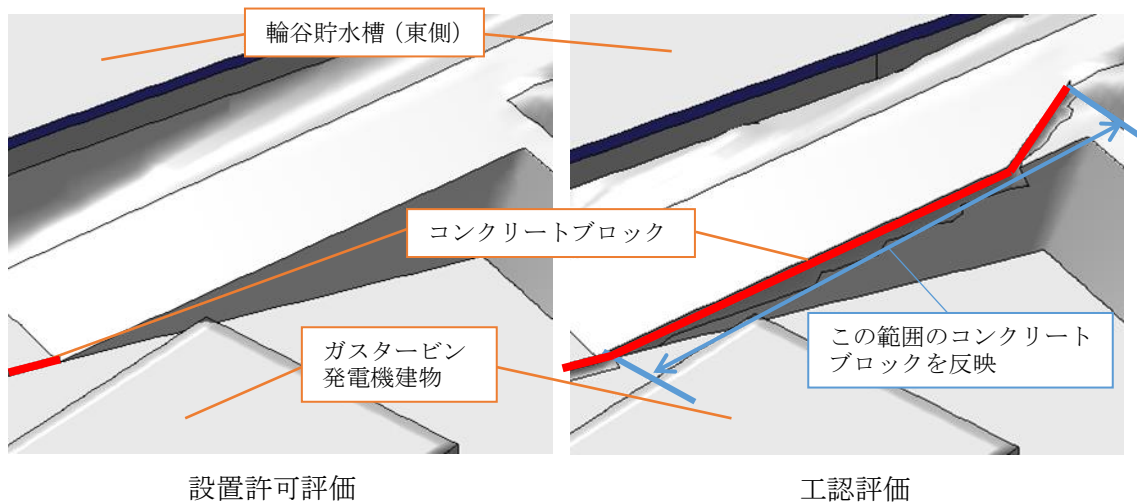


図4 コンクリートブロックのモデル

2.4 解析の時間刻み

時間刻みは 0.1 秒を基本に解析を実施しているが、流体解析時の発散を防止するために、時間刻みを変更（小さく）する必要がある。工認評価では設置許可評価に比べて全体的に時間刻みを小さくした。設置許可評価と工認評価の時間刻みについて表 1 に示す。

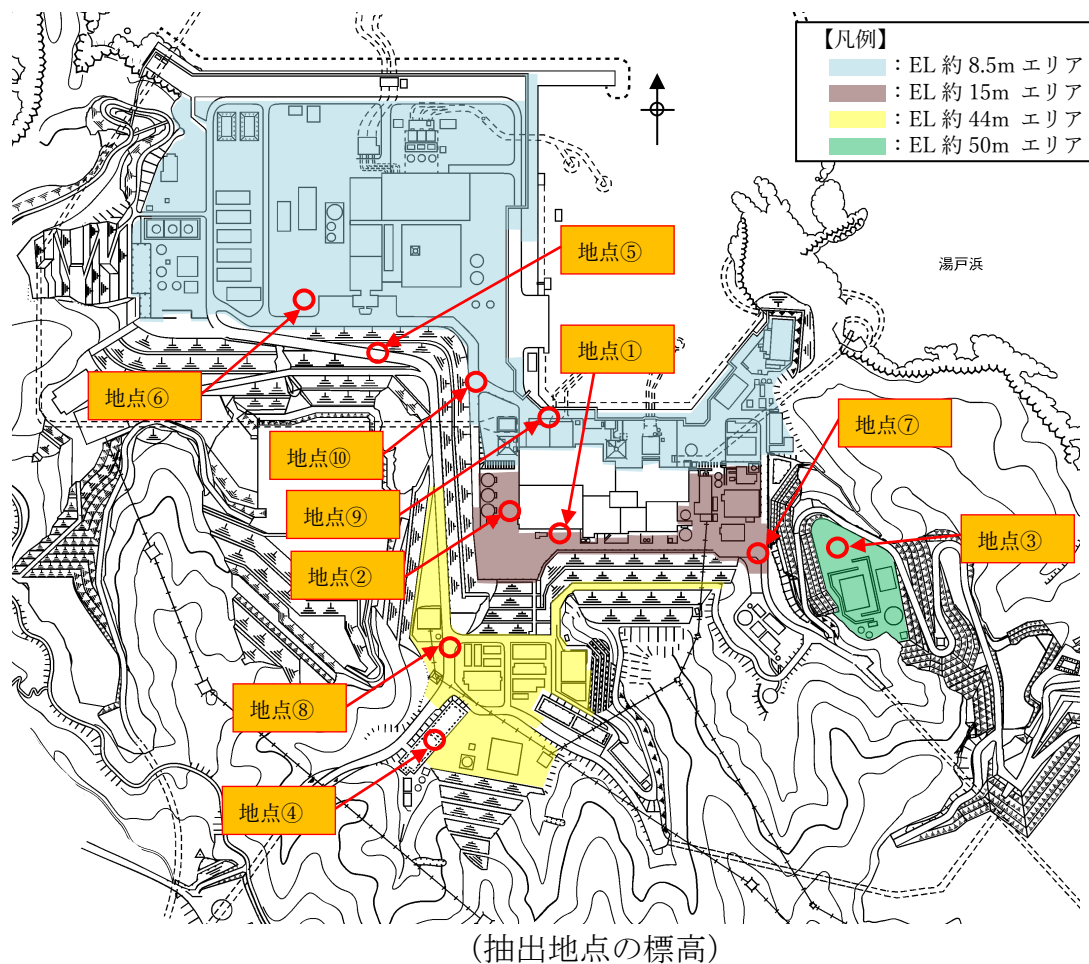
表 1 設置許可評価と工認評価の時間刻み

設置許可評価			工認評価		
時間範囲 (s)		時間刻み (s)	時間範囲 (s)		時間刻み (s)
0	20	0.1	0	2200	0.05
20	25	0.01	2200	3130	0.1
25	3600	0.1	3130	3600	0.05

3. 結果比較

3.1 最大浸水深及び浸水深の時系列データの抽出地点

最大浸水深及び浸水深の時系列データの抽出地点を図5に示す。



抽出地点		標高
地点①	2号機原子炉建物南側接続口周辺	EL 約 15m
地点②	2号機原子炉建物西側接続口周辺	EL 約 15m
地点③	第1保管エリア	EL 約 50m
地点④	第2保管エリア	EL 約 53.3m
地点⑤	第3保管エリア	EL 約 31m
地点⑥	第4保管エリア	EL 約 8.5m
地点⑦	15m 盤アクセスルート	EL 約 15m
地点⑧	44m 盤アクセスルート	EL 約 44m
地点⑨	2号機取水槽北側アクセスルート (海水取水箇所周辺)	EL 約 8.5m
地点⑩	8.5m 盤アクセスルート	EL 約 8.5m

図5 最大浸水深及び浸水深の時系列データの抽出地点

3.2 最大浸水深の比較

設置許可評価と工認評価の最大浸水深の比較を表2に示す。地点①、⑥、⑦、⑧は設置許可評価から最大浸水深が低下した。

表2 最大浸水深の比較

抽出地点	標高	最大浸水深 (m)		設置許可評価から最大浸水深が低下した地点*	
		工認評価	設置許可評価		
地点①	2号機原子炉建物南側接続口周辺	EL 約 15m	0.13	0.18	○
地点②	2号機原子炉建物西側接続口周辺	EL 約 15m	0.15	0.00	—
地点③	第1保管エリア	EL 約 50m	0.00	0.00	—
地点④	第2保管エリア	EL 約 53.3m	0.00	0.00	—
地点⑤	第3保管エリア	EL 約 31m	0.00	0.00	—
地点⑥	第4保管エリア	EL 約 8.5m	0.20	0.21	○
地点⑦	15m 盤アクセスルート	EL 約 15m	0.65	0.93	○
地点⑧	44m 盤アクセスルート	EL 約 44m	0.11	0.19	○
地点⑨	2号機取水槽北側アクセスルート (海水取水箇所周辺)	EL 約 8.5m	0.24	0.21	—
地点⑩	8.5m 盤アクセスルート	EL 約 8.5m	0.35	0.19	—

注記* : 「○」: 設置許可評価から工認評価で最大浸水深が低下した場合

「—」: 設置許可評価から工認評価で最大浸水深が低下していない場合

3.3 浸水深の時系列データの比較

浸水深の時系列データの比較を図6に示す。

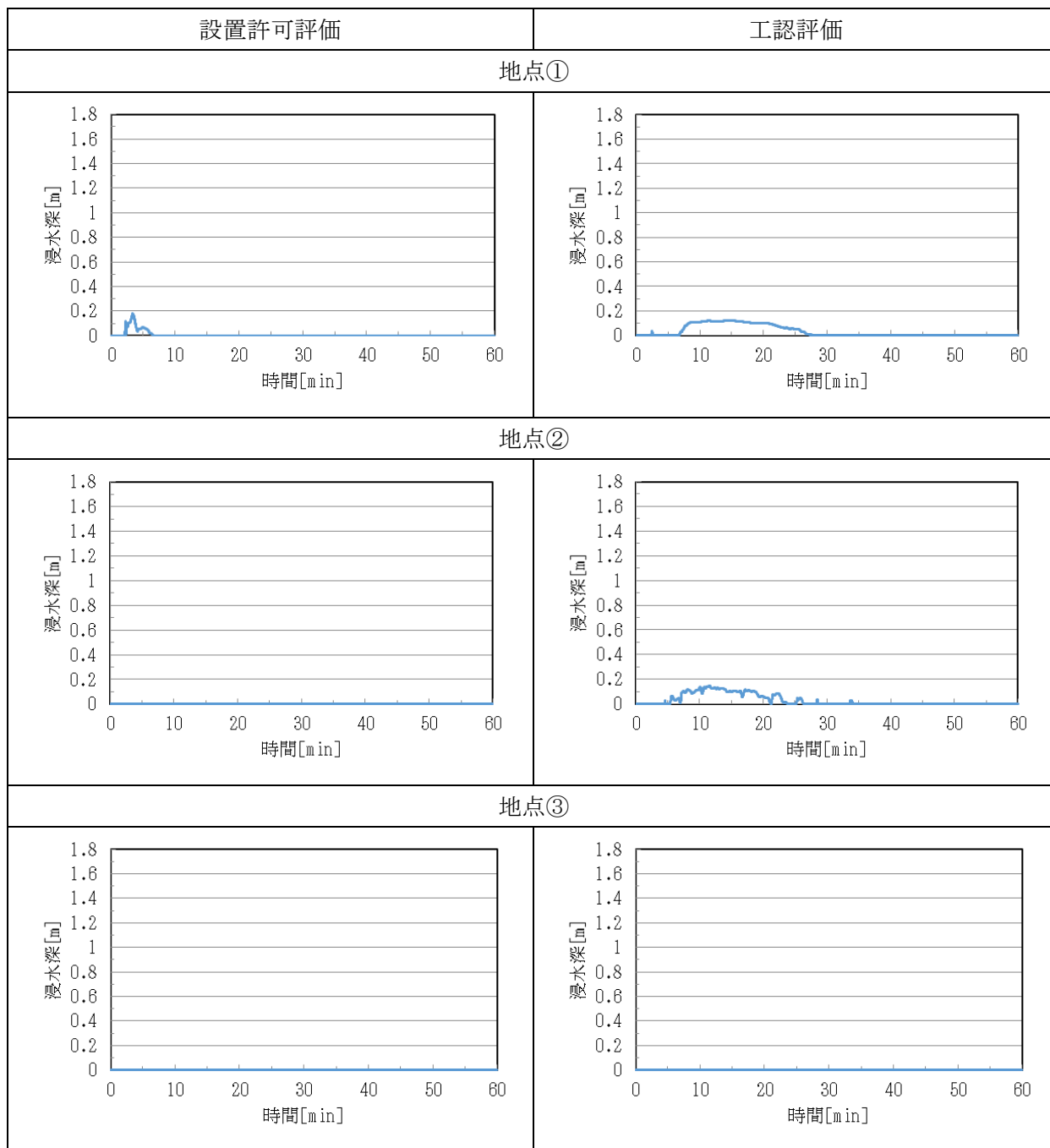


図6 浸水深の時系列データの比較 (その1)

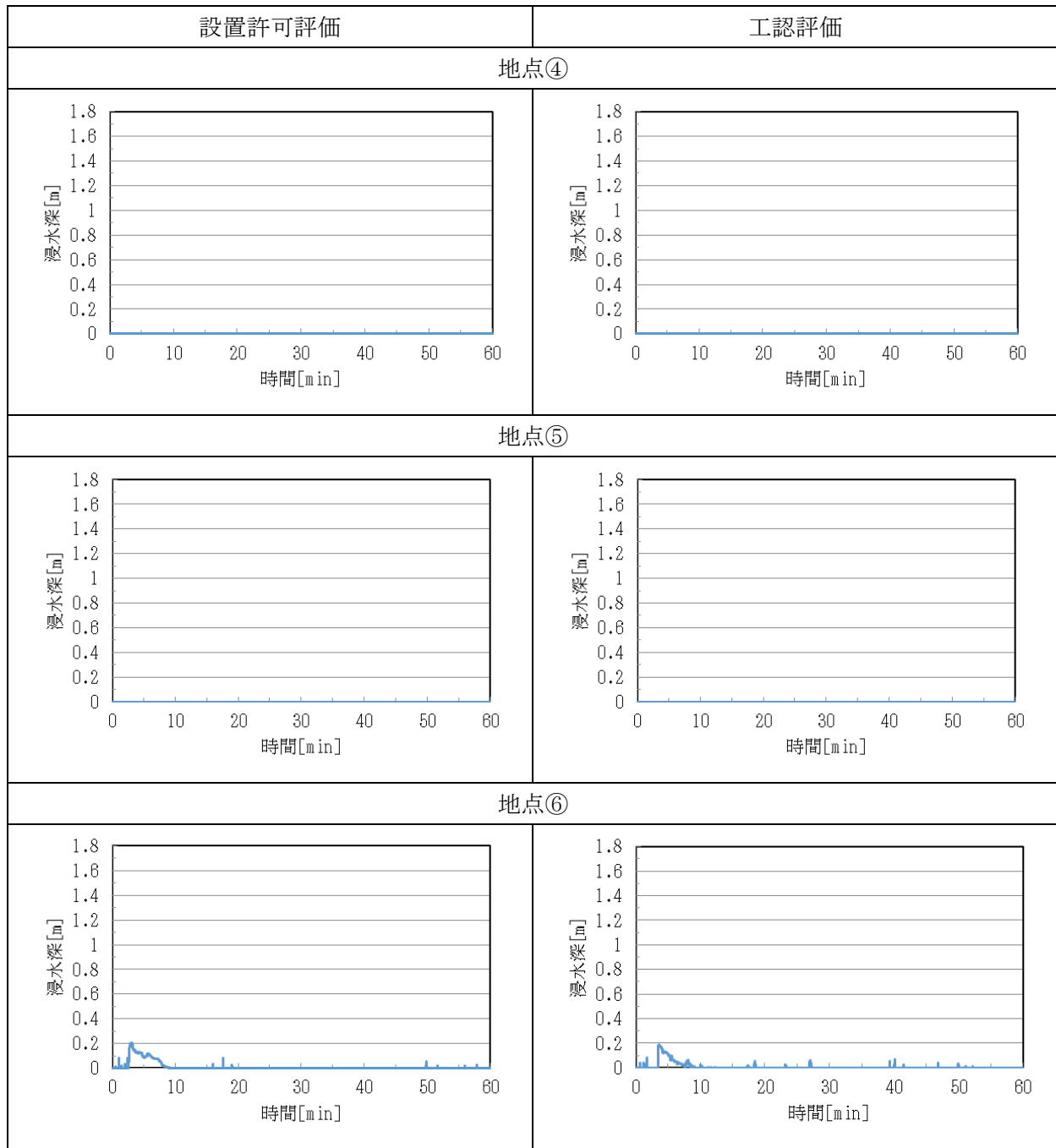


図6 浸水深の時系列データの比較 (その2)

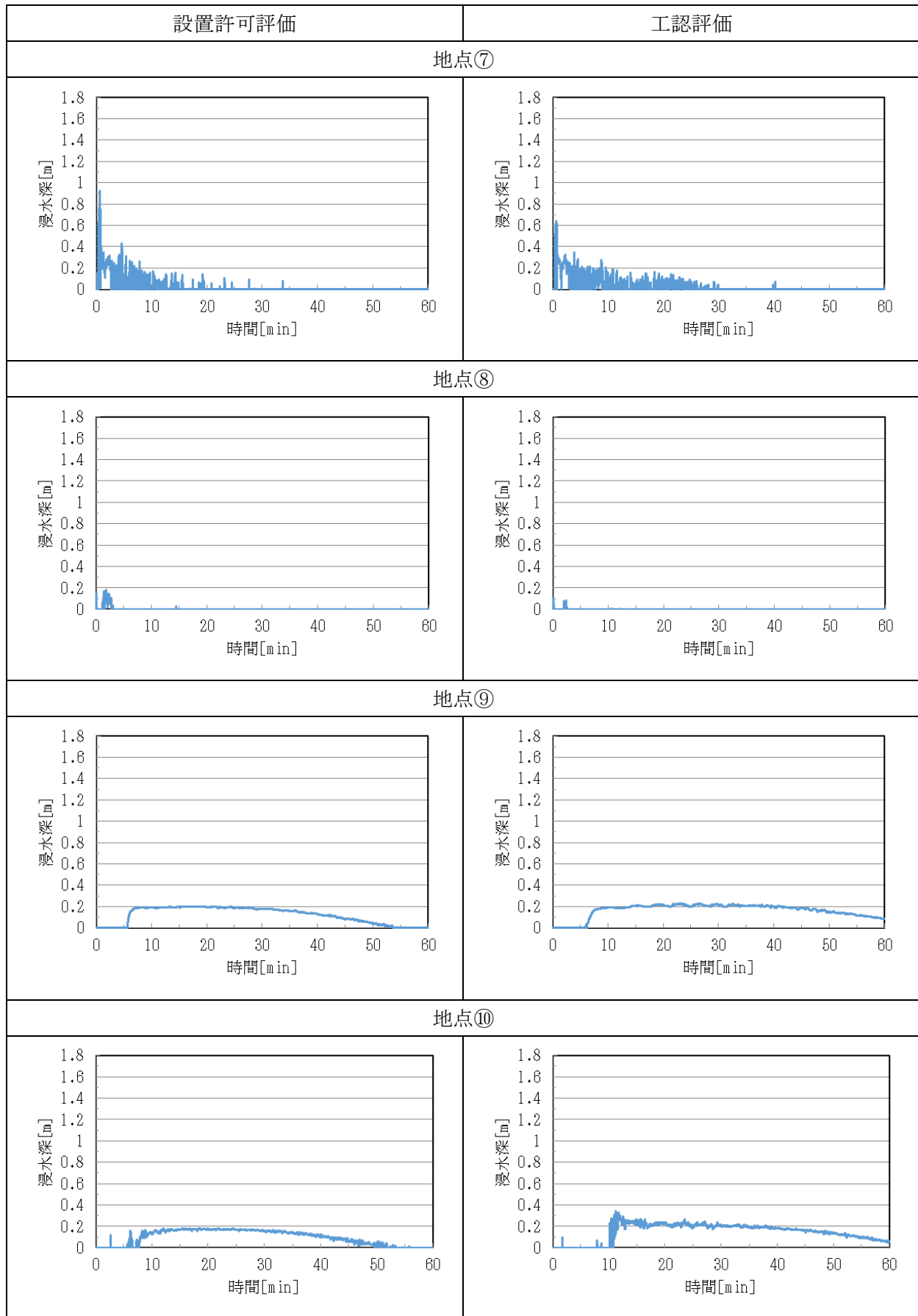


図6 浸水深の時系列データの比較 (その3)

3.4 溢水伝播挙動の比較

溢水伝播挙動の比較を図7に示す。

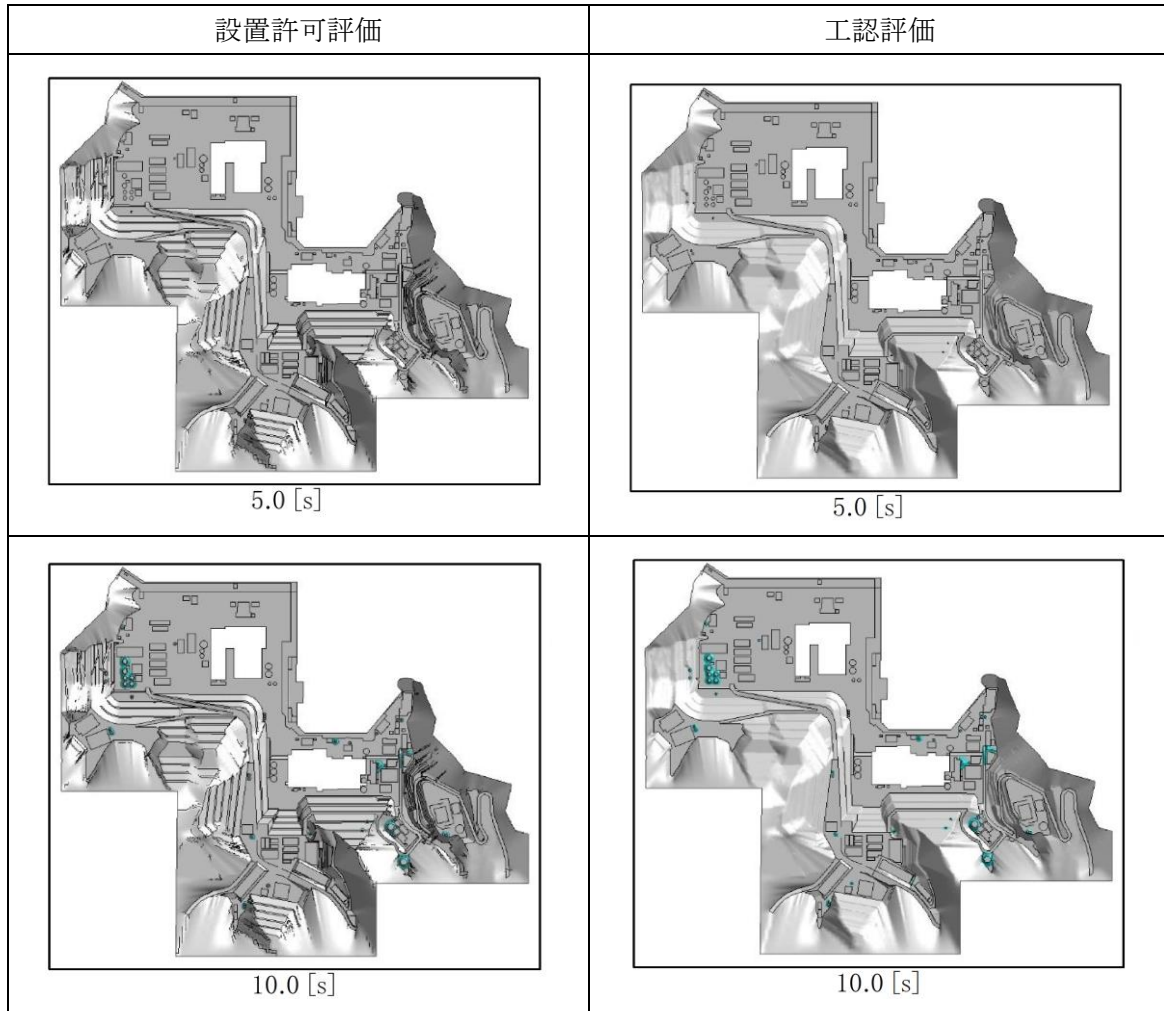


図7 溢水伝播挙動の比較 (その1)

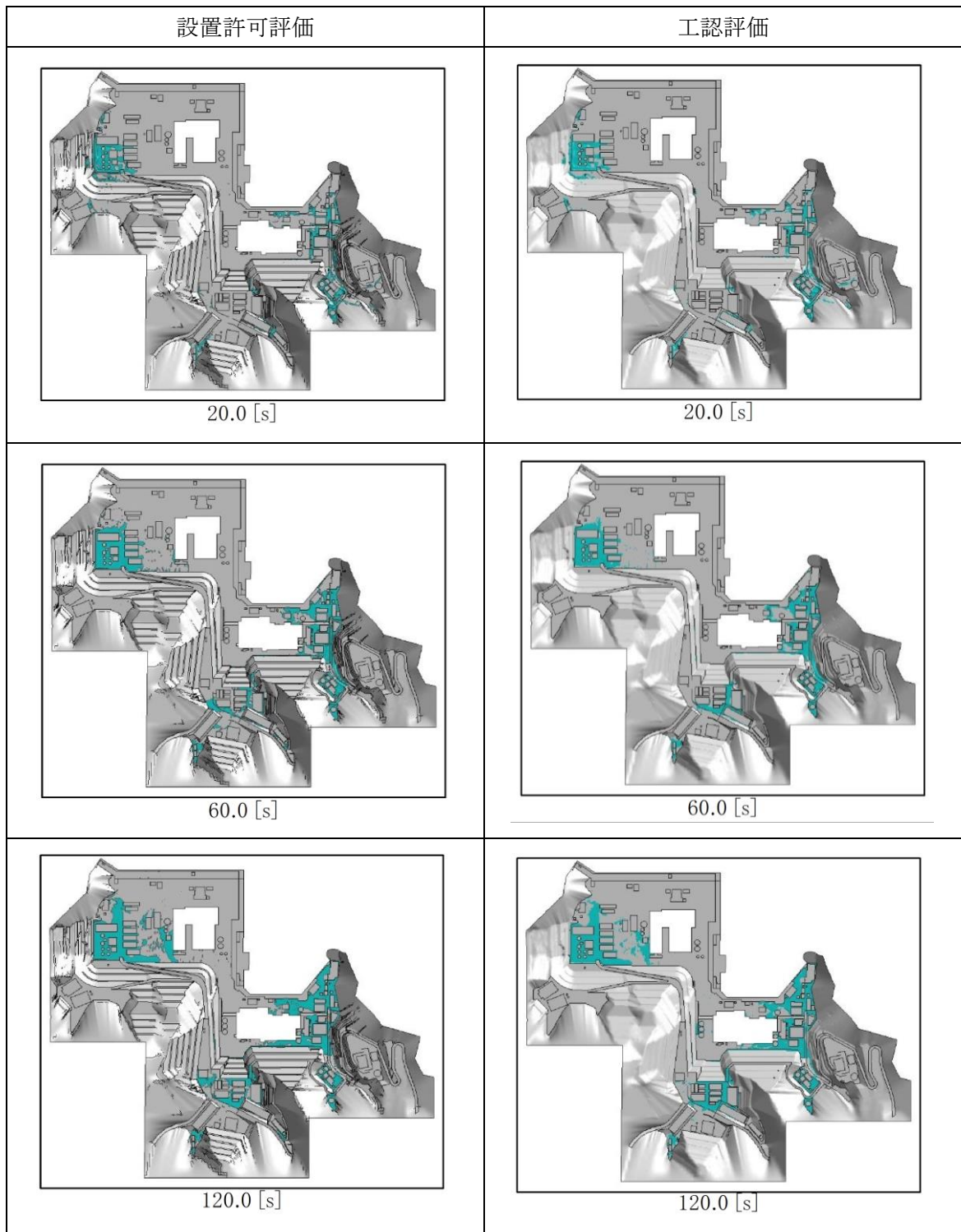


図7 溢水伝播挙動の比較 (その2)

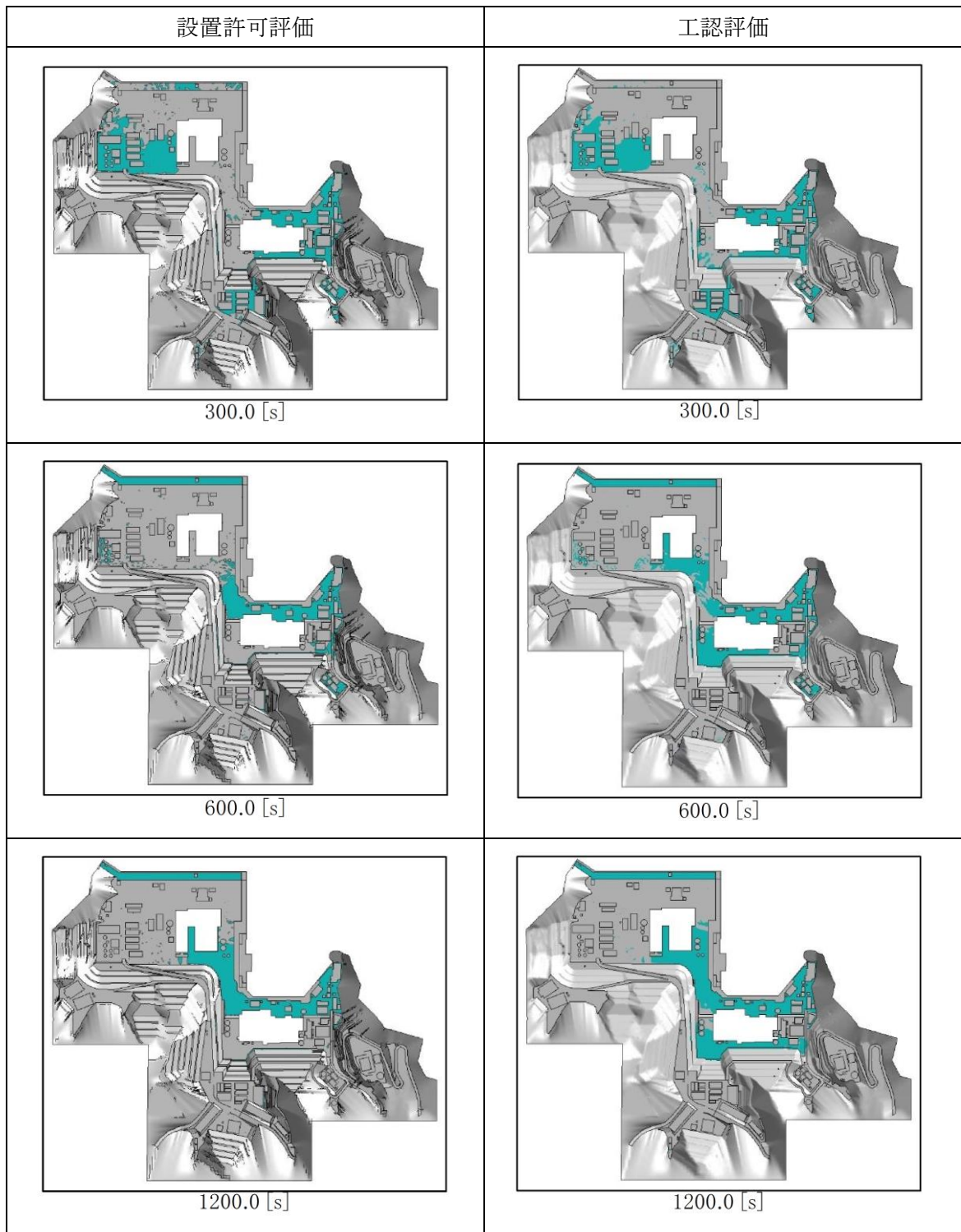


図7 溢水伝播挙動の比較 (その3)

4. 比較結果に対する考察

ここでは、工認評価で復水貯蔵タンク等を溢水源として追加したにもかかわらず、最大浸水深が低下した地点について原因を考察する。

(1) 地点①, ⑥, ⑦

図5に示す地点①, ⑥, ⑦の設置許可評価と工認評価の浸水深の時系列データを図8に示す。地点①, ⑥, ⑦では最大浸水深の低下が確認できるが、これらの変化は時間刻みを設置許可評価と工認評価で変更したためであると考えられる。

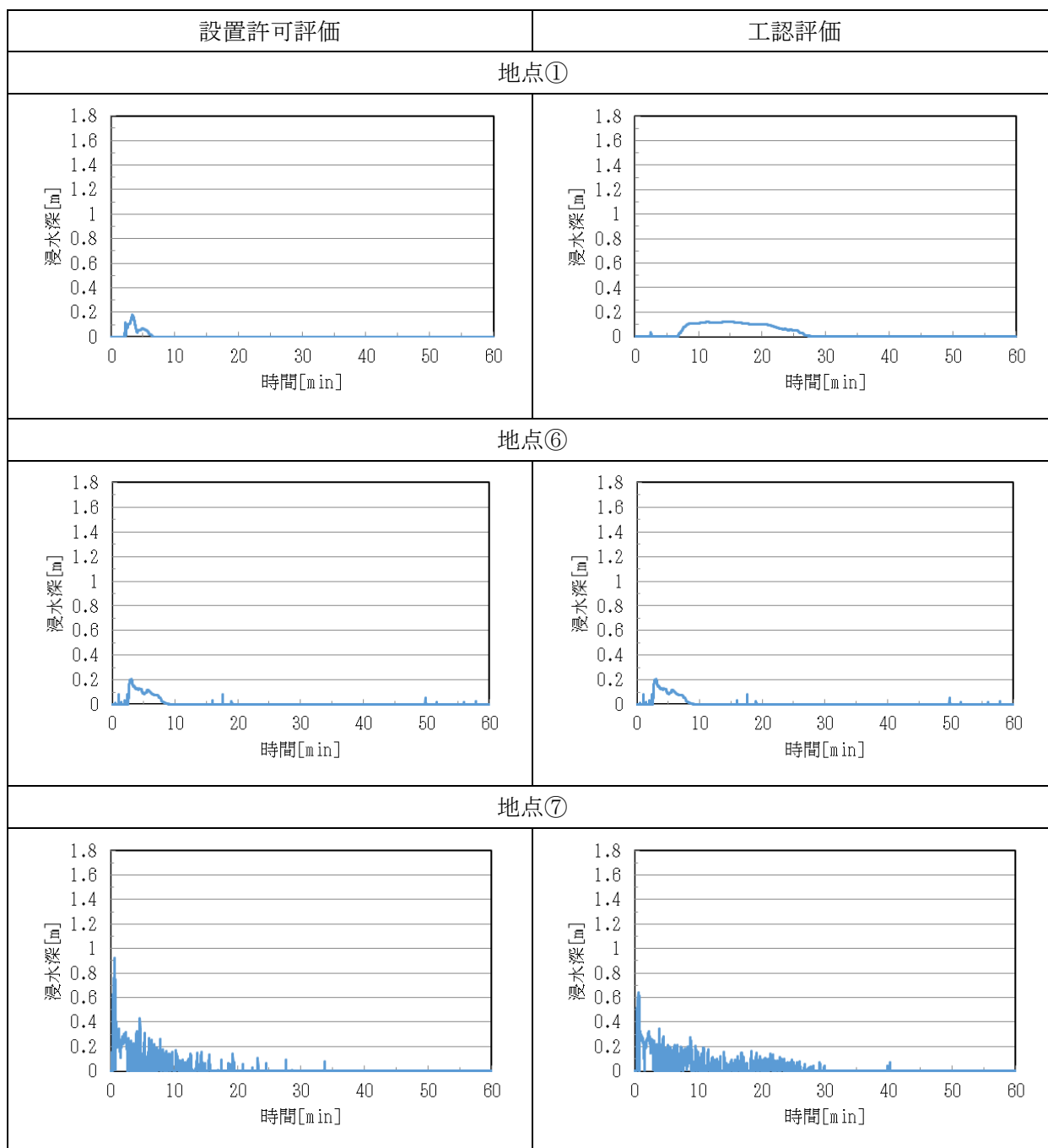


図8 地点①, ⑥, ⑦の浸水深の時系列データ

地点①，⑥，⑦の最大浸水深の時刻を表 3，設置許可評価と工認評価の時間刻みについて表 4 に示す。

表 3，4 より，最大浸水深を解析していた時間帯の時間刻みは，地点①，⑥，⑦共に設置許可評価より工認評価の方が小さいことから，より精緻な結果となったと考えられる。

表 3 最大浸水深の時刻

最大浸水深の時刻		
地点	設置許可評価	工認評価
地点①	3 分付近	15 分付近
地点⑥	3 分付近	3 分付近
地点⑦	37.5 秒	37 秒

表 4 設置許可評価と工認評価の時間刻み

設置許可評価			工認評価		
時間範囲 (s)		時間刻み (s)	時間範囲 (s)		時間刻み (s)
0	20	0.1	0	2200	0.05
20	25	0.01	2200	3130	0.1
25	3600	0.1	3130	3600	0.05

(2) 地点⑧

図5に示す地点⑧の設置許可評価と工認評価の浸水深の時系列データを図9に示す。地点⑧では最大浸水深の低下が確認できるが、この変化は時間刻みを設置許可評価と工認評価で変更したこと及び輪谷貯水槽（東側）のモデル化位置の変更によるものと考えられる。

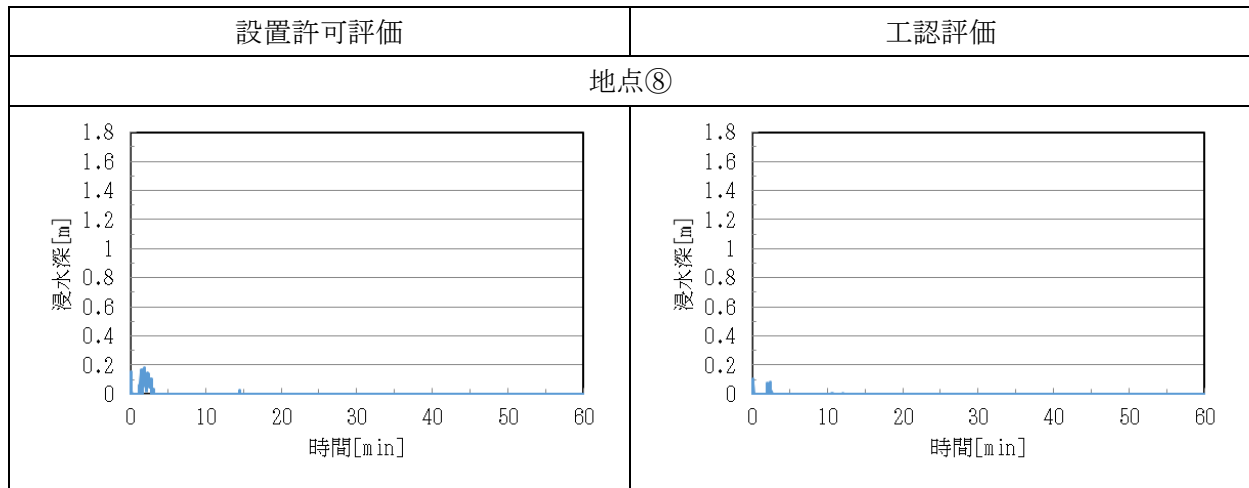


図9 地点⑧の浸水深の時系列データ

図9の浸水深の時系列データを拡大したものを図10に示す。図10より溢水は12秒付近と2分付近に到達していることが確認できる。12秒付近の浸水深は抽出地点⑧付近にある碍子水洗タンクによる影響であり、2分付近の浸水深は輪谷貯水槽（東側）による影響であると考えられる。溢水伝播挙動評価における碍子水洗タンク及び輪谷貯水槽（東側）の配置図を図11に示す。

設置許可評価と工認評価のどちらも12秒付近と2分付近の浸水深は低下している。12秒付近の浸水深の低下は時間刻みを設置許可評価と工認評価で変更したためであると考えられる。また、2分付近の浸水深の低下は輪谷貯水槽（東側）のモデル化位置を44m盤に下げたことで地点⑧への伝播する溢水量が減少したためであると考えられる。地点⑧付近の伝播挙動を図12に示す。

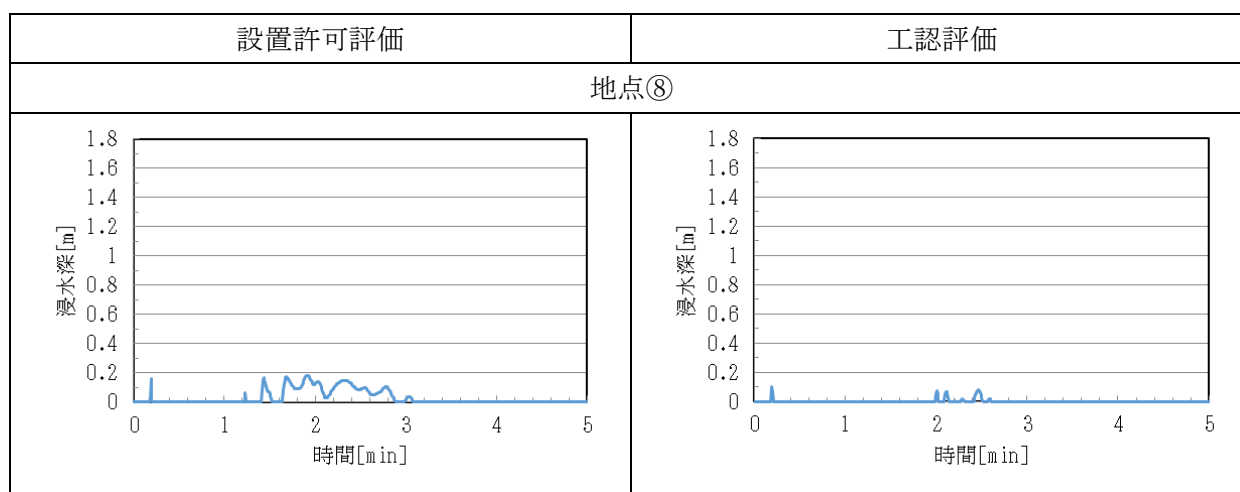


図10 地点⑧の浸水深の時系列データ（拡大）



図11 碍子水洗タンク及び輪谷貯水槽（東側）の配置図

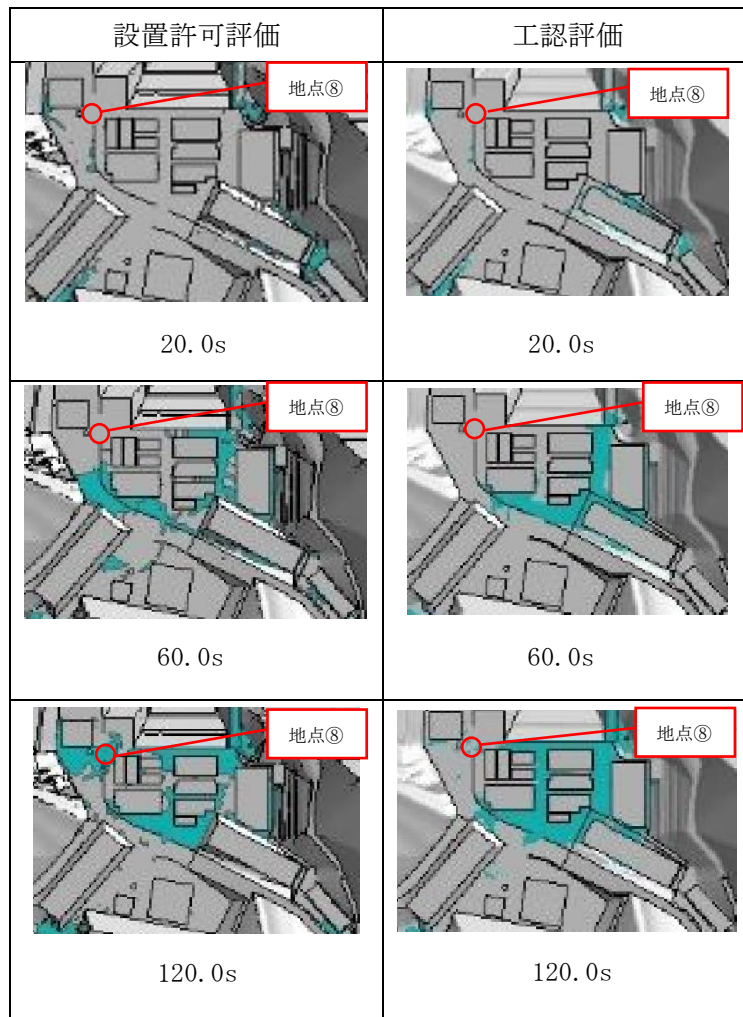


図 12 地点⑧付近の伝播挙動

17. 第4保管エリアの変更に伴う影響について

(1) はじめに

第4保管エリアについては、島根原子力発電所の発電用原子炉設置変更許可申請書（2号発電用原子炉施設の変更）における補足説明資料（以下「設置許可まとめ資料」という。）から形状を変更している。以下に、第4保管エリアの変更内容とその影響について整理する。

(2) 変更内容

変更前の第4保管エリアにおいて、埋戻土上に配置する予備及び自主対策設備が可搬型設備に近接していることから、離隔距離の更なる裕度確保を目的に、第4保管エリアの拡張を行い、当該拡張部に一部の予備及び自主対策設備を配置することとした。第4保管エリアの形状変更の前後図を図17-1に、可搬型設備の配置を図17-2に示す。

拡張部は埋戻土であり一部の予備及び自主対策設備を配置するが、岩盤部に配置する可搬型設備や第4保管エリア周辺のアクセスルートに対して十分な離隔距離の確保が可能であることから、重大事故等対応の作業成立性に影響はない。また、作業成立性上期待している可搬型設備は変更前後共に全て岩盤上に配置していることから、重大事故等対応の作業成立性に影響はない。

また、コンクリート置換部については、変更前は第4保管エリアの境界に沿って設定していたが、第4保管エリアの拡張に伴い埋戻土の範囲も西側に拡張したことから、コンクリート置換部を岩盤部に隣接し車両の動線としても問題ない位置に変更した。

コンクリート置換部の範囲は、幅約4m、延長約20mとする。また、その範囲内にある埋戻土は全てコンクリートに置換し、岩着させることから地震時においても不等沈下等による局所的な段差は発生せず可搬型設備の通行性に対して影響を及ぼさない構造とする。コンクリート置換部の概要図を図17-3に示す。

なお、可搬型設備について一部の数量変更となっており、その内訳及び変更理由を表17-1に示す。

表 17-1 可搬型設備の数量変更内訳及び変更理由

凡例	設備名称	変更前 数量	変更後 数量	変更理由
■	②300A ホース* ¹	3 (コンテナ数)	8 (コンテナ数)	敷設時の作業性を考慮し、重大事故等対処設備分だけではなく、自主対策設備分のホース、エルボ等についてもコンテナ保管に変更したことに加え、コンテナ保管時のエルボの配置間隔を広げることに変更したことから、コンテナ数が増加した。
■	③シルトフェンス 運搬車及びシルトフェンス* ¹	2 (コンテナ数)	0 (コンテナ数)	シルトフェンスを搭載するコンテナを車両積載せずに保管することとしていたが、第4保管エリア内のスペースを確保するために、車両積載保管(シルトフェンス運搬車1台につきコンテナ1台を積載。)に変更した。
		2 (車両数)	2 (車両数)	
■	⑤緊急時対策所用 資機材* ¹	0* ² (コンテナ数)	1* ² (コンテナ数)	緊急時対策所用発電機等の設置に必要な可搬型ダクト等の資機材を各設備近傍に保管することとしていたが、運搬時の作業性を考慮してまとめて保管することとしたため、コンテナが必要となった。

注記*1：コンテナ保管

*2：変更前は可搬型ダクト等の資機材を各設備近傍に分散して保管していたため、図 17-2 の変更前には個別に図示していなかったが、運搬時の作業性を考慮して、コンテナ1台にまとめて保管することとし、新たに緊急時対策所用資機材としてコンテナ1台分を追加で図示した。

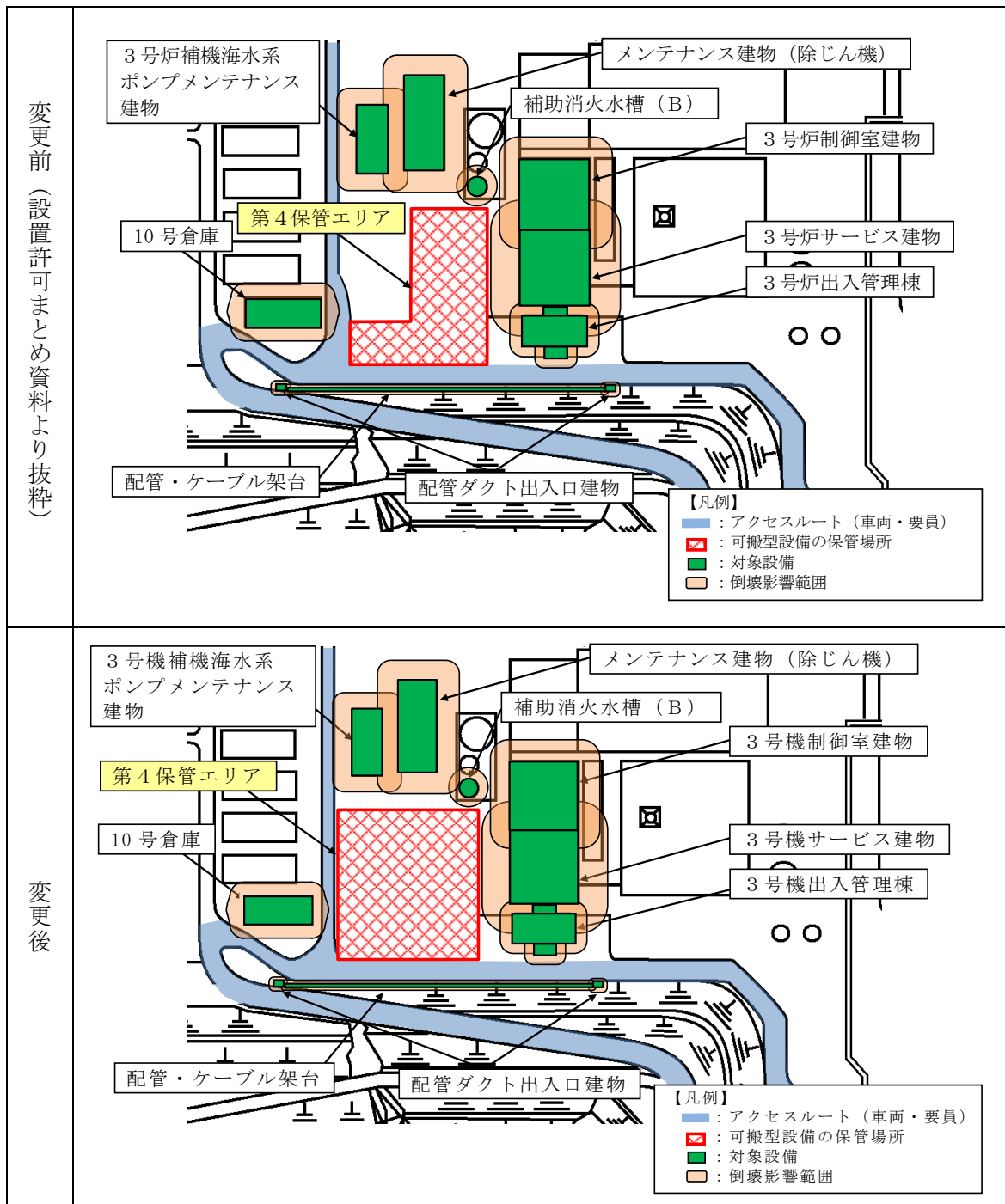
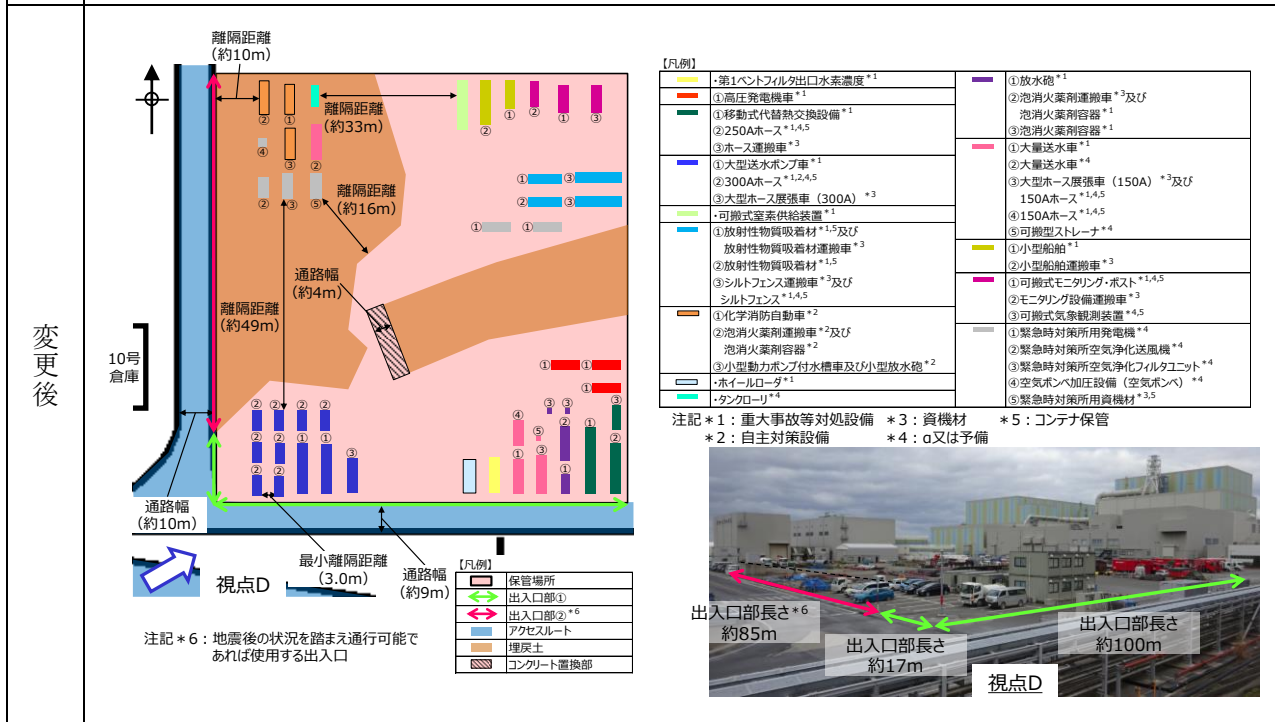
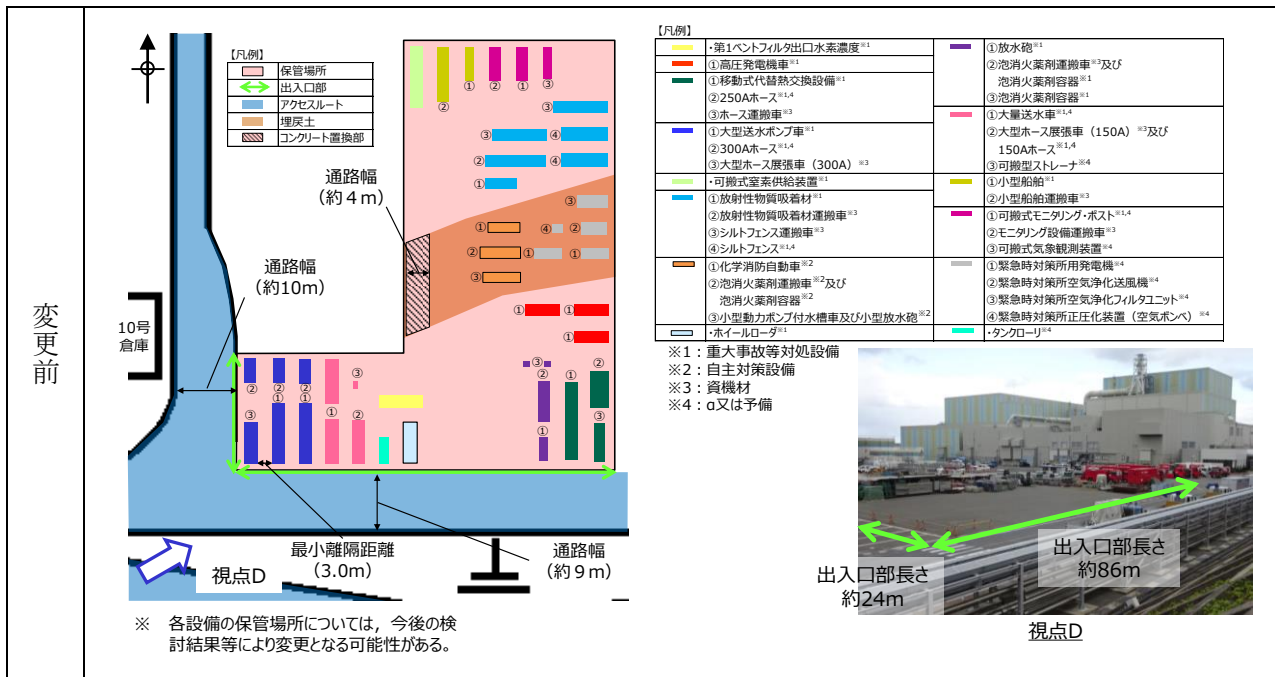


図 17-1 第 4 保管エリアの形状変更 (周辺構造物の配置図 第 4 保管エリア)



(備考) 変更前の第4保管エリア西側の通路は、第4保管エリア西側の建物(10号倉庫)位置を基準に10号倉庫の倒壊影響範囲を考慮して通路を東側に拡張して必要な道路幅を確保していたが、第4保管エリア形状変更に伴う現地調査の際に、10号倉庫の位置が図と現場で相違しており、実際より西側にあることが判明したため、変更後は、10号倉庫を西側に移動するよう修正を行い、倒壊影響範囲を考慮しても通路も拡張する必要がなくなったことから、通路幅及び第4保管エリア西側境界を修正した。また、第4保管エリア南側の通路幅についても、西側の通路と比べ広く記載されていたため、修正を行った。(通路幅約9mは変わらず)

図 17-2 第4保管エリアにおける可搬型設備の配置

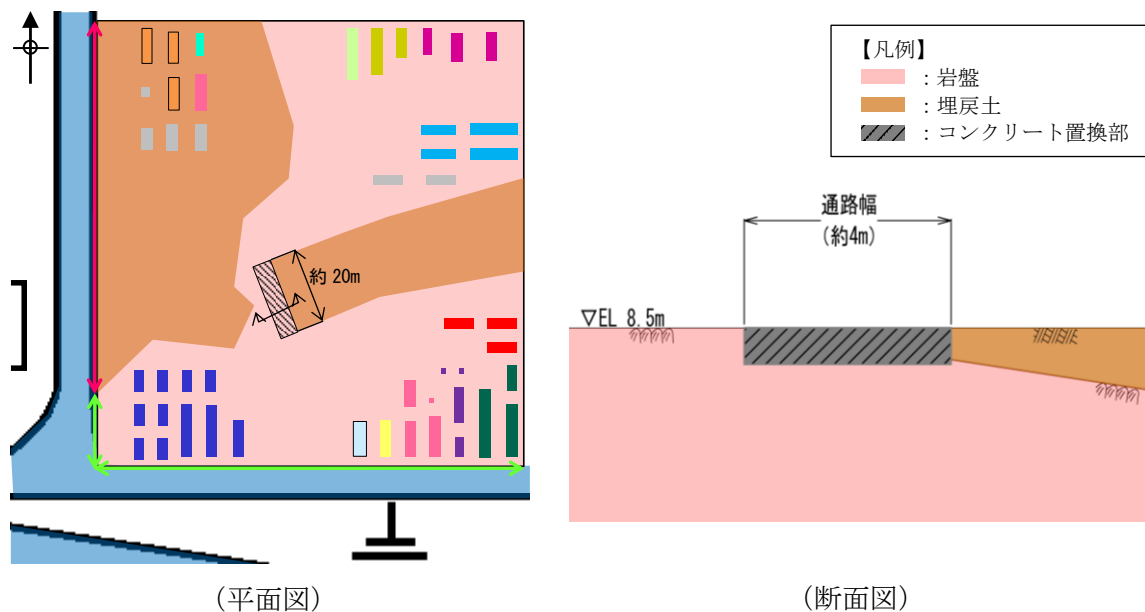


図 17-3 コンクリート置換部 概要図

(3) 影響評価

a. 保管場所に対する影響評価

VI-1-1-7-別添1「可搬型重大事故等対処設備の保管場所及びアクセスルート」にて抽出した、第4保管エリアに対する被害要因について影響評価を行う。影響評価結果を表17-2に示す。

また、変更後に問題なしとした被害要因①②⑥の影響評価を以下に示す。

表 17-2 第4保管エリアの形状変更に伴う第4保管エリアへの影響評価比較結果

被害要因	変更前	変更後
①周辺構造物の倒壊 (建物, 鉄塔等)	問題なし	問題なし
②周辺タンク等の損壊	問題なし	問題なし
③周辺斜面の崩壊	該当なし	該当なし
④敷地下斜面のすべり	該当なし	該当なし
⑤液状化及び揺すり込みによる不等沈下・ 傾斜, 液状化に伴う浮き上がり	該当なし	該当なし*
⑥地盤支持力の不足	問題なし	問題なし
⑦地中埋設構造物の損壊	該当なし	該当なし*

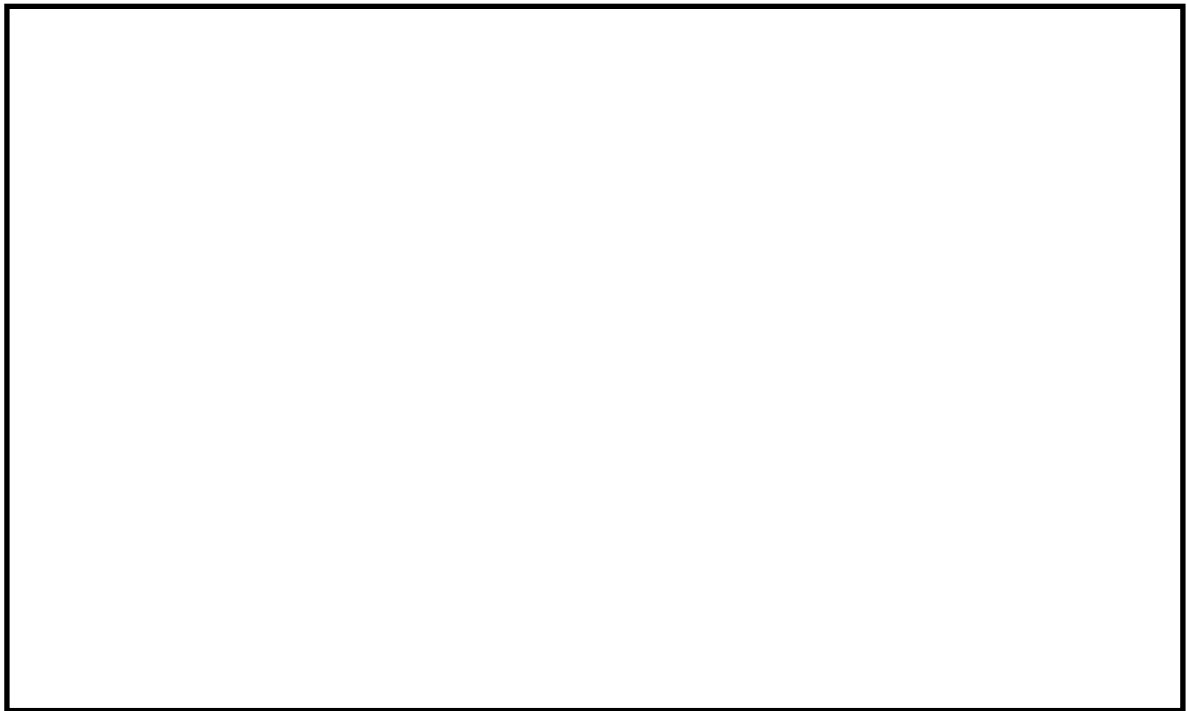
注記* : 変更後の第4保管エリアには一部埋戻土が存在するが、重大事故等対応に用いる可搬型設備(予備を除く。)は全て岩盤上に保管する。(図17-2参照)
また、保管場所に地中埋設構造物は存在しない。

b. 被害要因①②⑥の影響評価

①周辺建造物の倒壊（建物，鉄塔等）及び②周辺タンク等の損壊

第4保管エリア周辺には，倒壊及び損壊により影響を及ぼすおそれのある建造物，タンク等が存在しないことを確認し，「問題なし」と評価した。また，保管場所が設定した周辺建造物の倒壊影響範囲に含まれないことを確認し，「問題なし」と評価した。

周辺建造物の配置図を図17-1に，周辺タンク等の配置図を図17-4に示す。



注記*：放射熱強度 1.6kW/m² については，石油コンビナートの防災アセスメント指針より引用

図17-4 周辺タンク等の配置図 第4保管エリア

⑥地盤支持力の不足

変更後の保管エリアには一部埋戻土が存在するが，重大事故等対応に用いる可搬型設備（予備を除く。）は全て岩盤上に保管することから，「問題なし」と評価した。（図17-2参照）

18. 重油移送配管の経路変更に伴う影響について

(1) はじめに

重油移送配管については、設置許可まとめ資料から重油移送配管の経路を変更している。以下に、重油移送配管の変更内容とその影響について整理する。

(2) 変更内容

重油タンク (No. 2, 3) *¹から A, B 重油サービスタンクへ重油を移送する重油移送配管は防波壁内側壁面に設置することとしていたが、重油が万が一漏えいした場合における地上部アクセスルートへの影響を考慮並びに海洋への流出防止の観点から、大部分を地下ダクト内設置に変更した。なお、1, 2号機取水槽周辺に2箇所防波壁乗り越え箇所があるが、当該部分は基準地震動 S_s により損壊しない設計とし、「補足-020-2 7. 保管場所及び屋外のアクセスルート周辺構造物の耐震性評価について」に示している。

重油移送配管の経路変更について図 18-1 に示す。

注記*1：重油タンク (No. 2, 3) は1, 2号機の補助ボイラ用である。

なお、重油タンク (No. 1) は3号機の補助ボイラ用である。

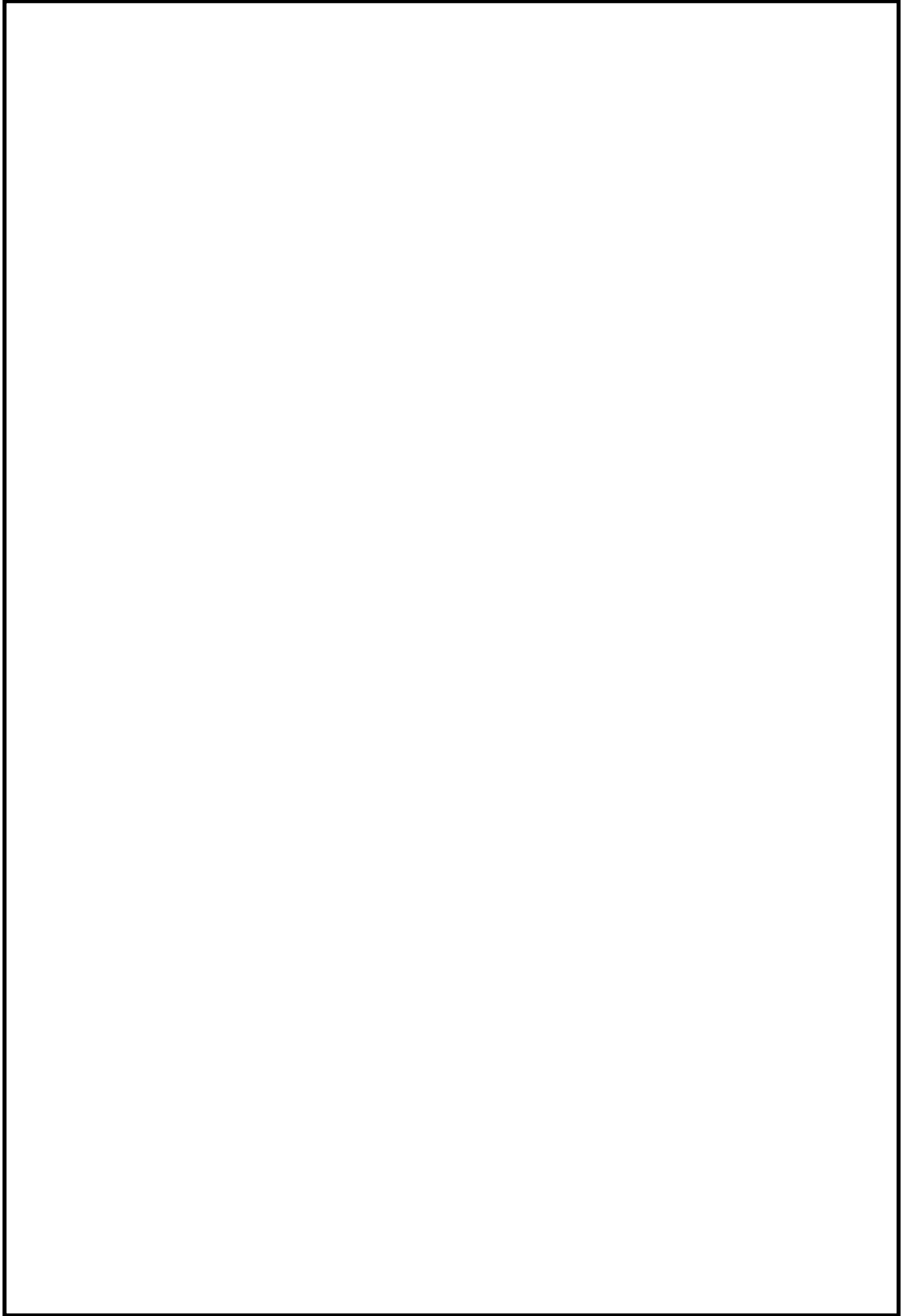


図 18-1 重油移送配管の経路変更について(1/2)

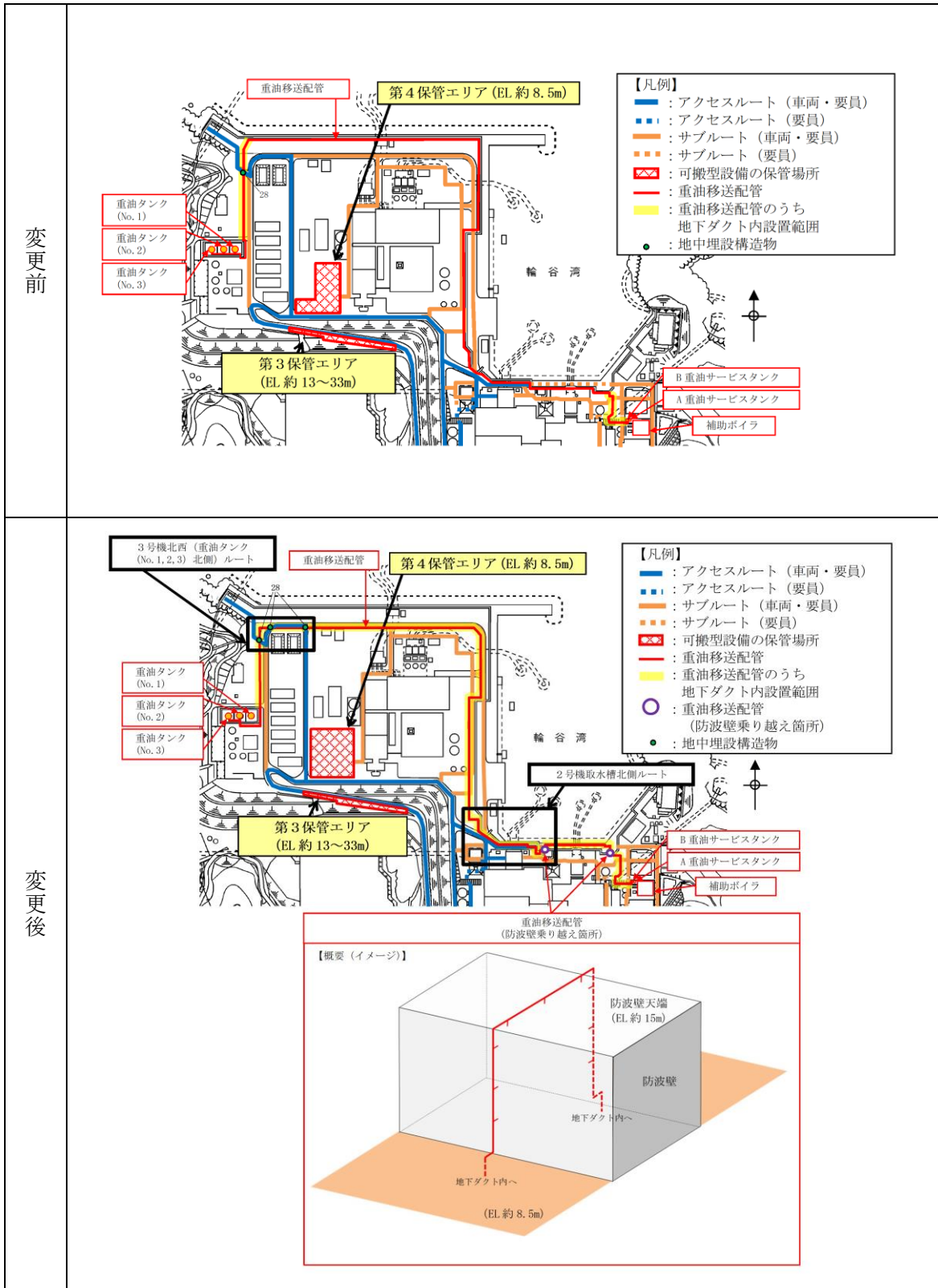


図 18-1 重油移送配管の経路変更について (2/2)

(3) 影響評価

a. 屋外のアクセスルートに対する影響評価

VI-1-1-7-別添 1「可搬型重大事故等対処設備の保管場所及びアクセスルート」にて抽出した、アクセスルートに対する被害要因について影響評価を行う。影響評価比較結果を表 18-1 に示す。

また、変更後に問題なしとした被害要因②⑤⑦の影響評価を以下に示す。

表 18-1 重油移送配管の経路変更に伴うアクセスルートへの影響評価比較結果

被害要因	変更前	変更後
①周辺建造物の倒壊 (建物, 鉄塔等)	該当なし	該当なし
②周辺タンク等の損壊	問題なし	問題なし
③周辺斜面の崩壊	該当なし	該当なし
④道路面のすべり	該当なし	該当なし
⑤液状化及び揺すり込みによる不等沈下等, 側方流動, 液状化に伴う浮き上がり	問題なし	問題なし
⑥地盤支持力の不足	—	—
⑦地中埋設建造物の損壊	問題なし	問題なし

b. 被害要因②⑤⑦の影響評価

②周辺タンク等の損壊

重油移送配管の経路変更後における可燃物施設漏えい時被害想定を表 18-2 に示す。変更後においてもアクセスルートに影響がないことから、「問題なし」と評価する。

なお, 重油移送配管(防波壁乗り越え箇所)の耐震性評価は「補足-020-2 7. 保管場所及び屋外のアクセスルート周辺建造物の耐震性評価について」に示している。

表 18-2 可燃物施設漏えい時被害想定

No.	設備名称	被害想定	対応内容
3	重油移送配管 (防波壁乗り越え箇所)	・なし	<ul style="list-style-type: none"> ・重油移送配管のうち1, 2号機取水槽周辺に位置する2箇所の防波壁乗り越え箇所は基準地震動Ssにより破損しないため、火災は発生しない。 ・万一、火災が発生した場合には、迂回*3する。また、自衛消防隊による消火活動を実施する。
19	重油移送配管	・基準地震動Ssにより配管が破損し、漏えいした重油による火災発生のおそれ	<ul style="list-style-type: none"> ・地下ダクト内設置であり、地上部のアクセスルート*2への影響はない。 ・万一、火災が発生した場合には、迂回*3する。また、自衛消防隊による消火活動を実施する。

注記*2：地下ダクト内に設置する重油移送配管周辺に位置する地上部のアクセスルートは、図18-1(2/2)に示す3号機北西（重油タンク（No. 1, 2, 3）北側）ルート及び2号機取水槽北側ルートである。

*3：3号機北西（重油タンク（No. 1, 2, 3）北側）ルート及び2号機取水槽北側ルートは、重油タンク（No. 1, 2, 3）に隣接するサブルートや1号機側のサブルート等の使用可能な屋外アクセスルートを使用し迂回する。

⑤液状化及び揺すり込みによる不等沈下等，側方流動，液状化に伴う浮き上がり

重油移送配管ダクトの経路変更後，アクセスルート下を横断する評価対象となる箇所は図18-1(2/2)に示すとおり1箇所から3箇所となるが，横断する地下ダクトの断面形状は同一であり，VI-1-1-7-別添1「可搬型重大事故等対処設備の保管場所及びアクセスルート」において，液状化及び揺すり込みによる不等沈下等，側方流動，液状化に伴う浮き上がりの評価が厳しくなるように最も地下水位が高い断面で代表して検討しているため，「問題なし」と評価する。

⑦地中埋設構造物の損壊

重油移送配管ダクトの経路変更後アクセスルート下を横断する評価対象となる箇所は図18-1(2/2)に示すとおり1箇所から3箇所となるが，横断する地下ダクトの断面形状は同一である。地中埋設構造物の損壊については，VI-1-1-7-別添1「可搬型重大事故等対処設備の保管場所及びアクセスルート」において，H形鋼の敷設による損壊対策を実施することにより，車両通行性に影響がないことを確認しているため，「問題なし」と評価する。

19. 防波壁通路防波扉に設置する漂流物対策工による屋外のアクセスルートへの影響について

衝突荷重を考慮する津波防護施設のうち防波壁通路防波扉は、防波扉に漁船等の漂流物が直接衝突しない構造へ変更する。当該変更に伴い、防波壁通路防波扉周辺に設定している屋外のアクセスルート及びサブルートへの影響並びに技術的能力 1.1～1.19 で整備した重大事故等時において期待する手順への影響について以下のとおり整理した。

防波壁通路防波扉の位置図を図 19-1 に、防波壁通路防波扉の概要図を図 19-2～図 19-5 に示す。

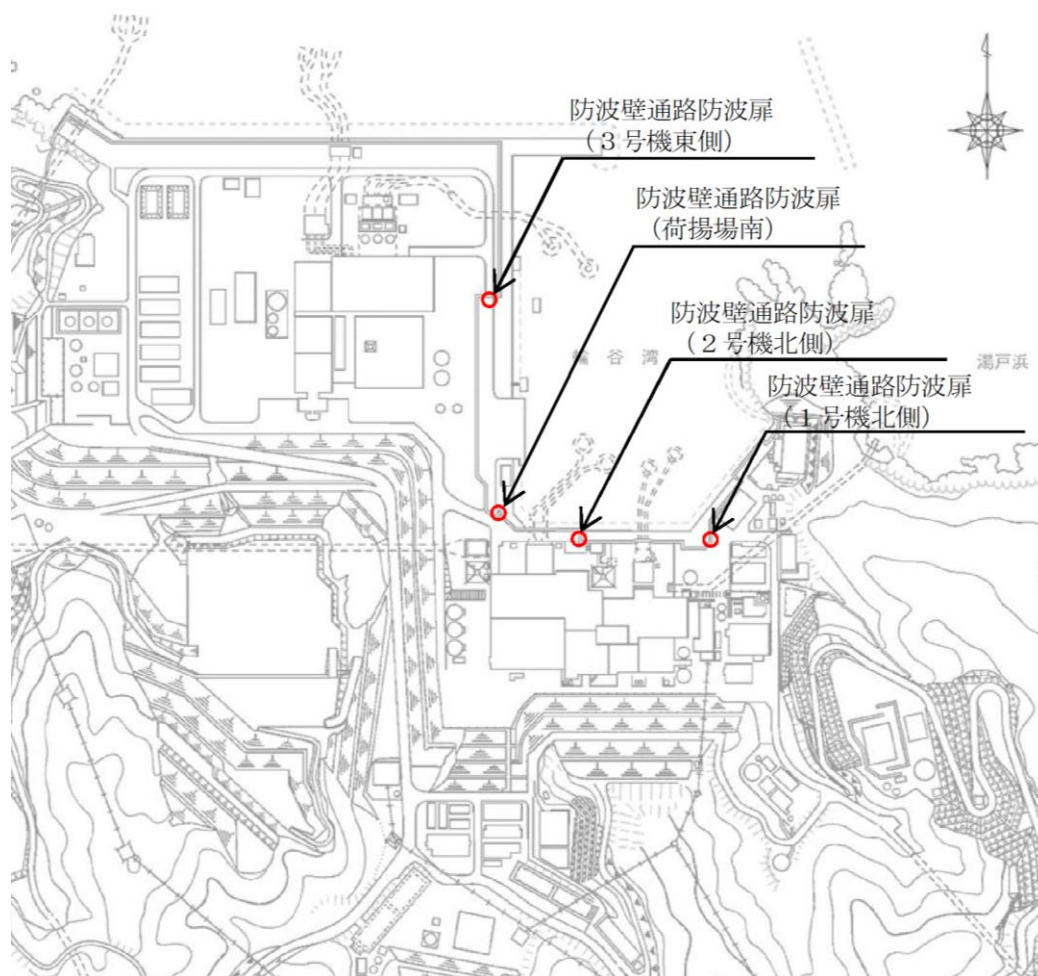
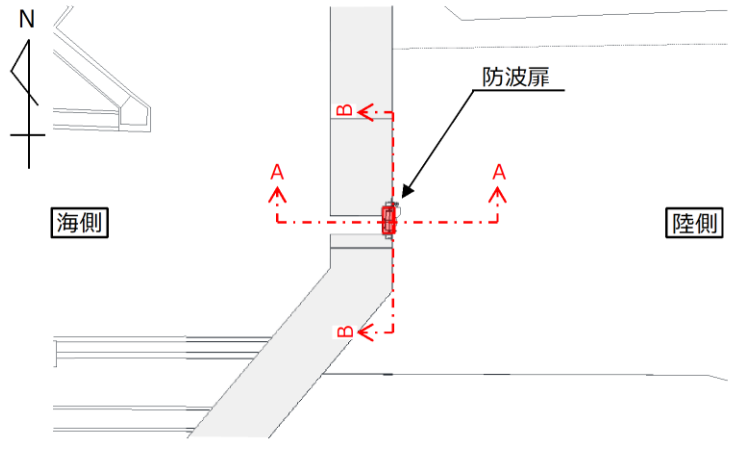
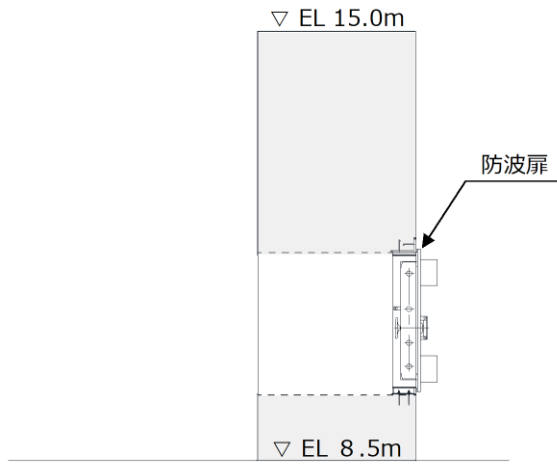


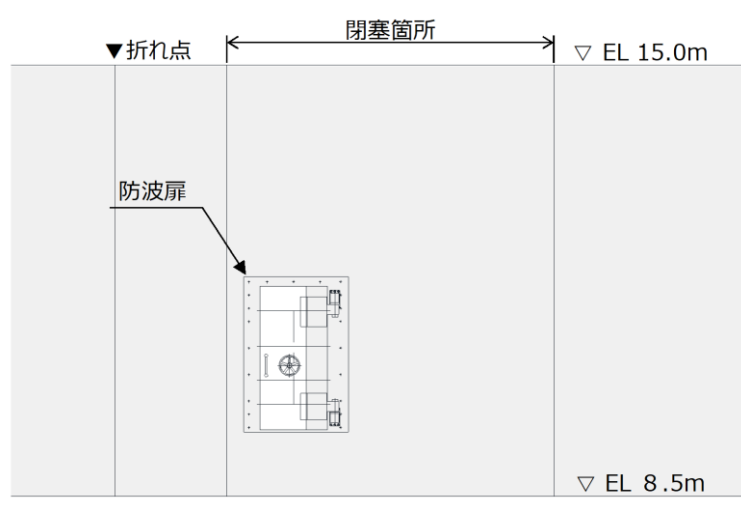
図 19-1 防波壁通路防波扉 位置図



平面图

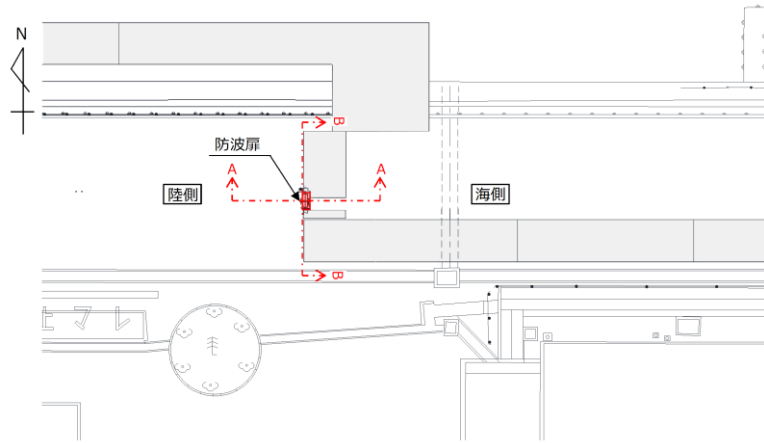


A-A断面图

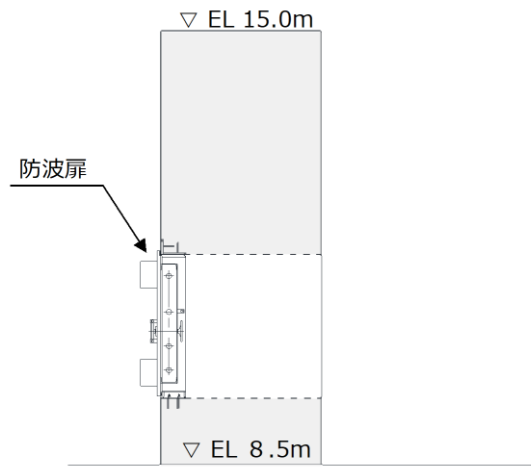


B-B断面图

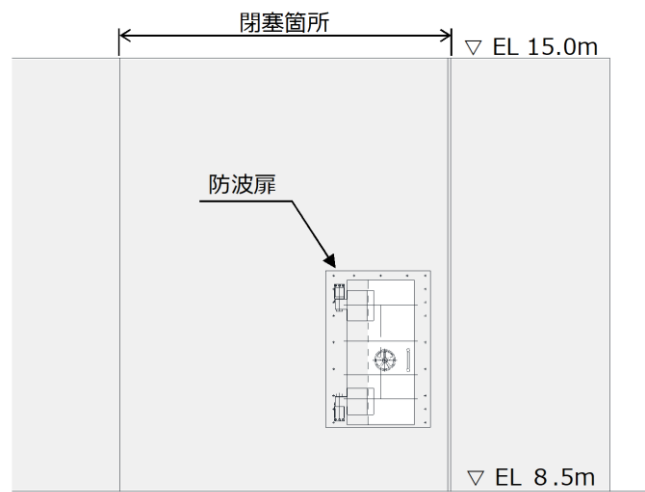
图 19-2 防波壁通路防波扉 (1号機北側) 概要图



平面图



A-A断面图



B-B断面图

图 19-3 防波壁通路防波扉（2号機北側） 概要图

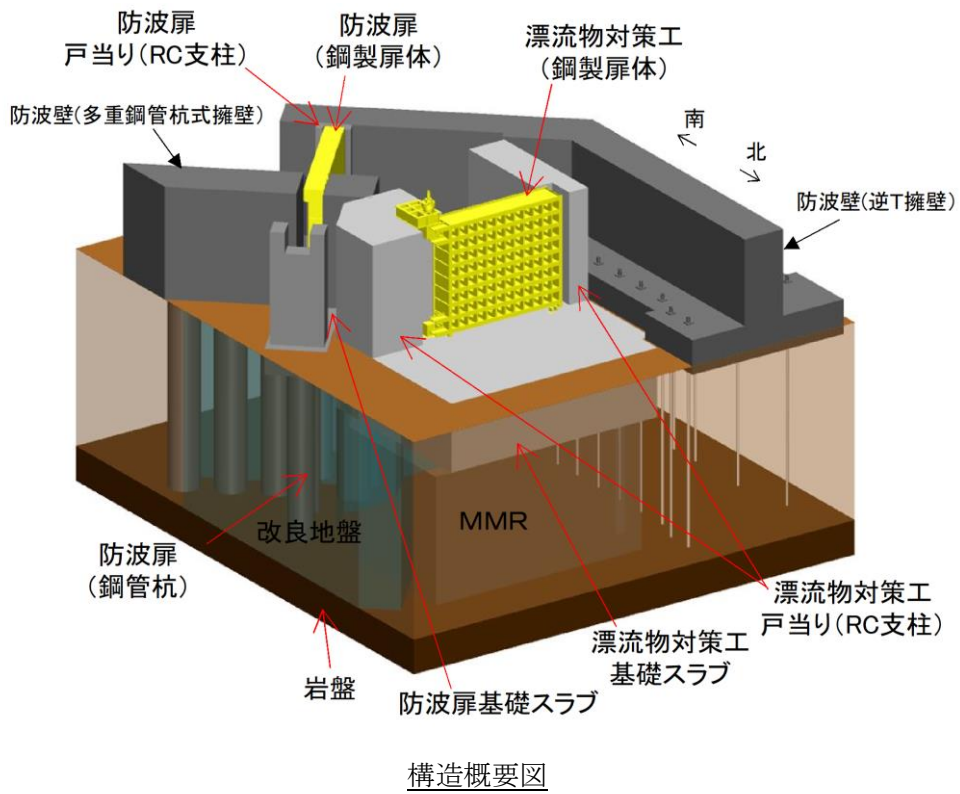
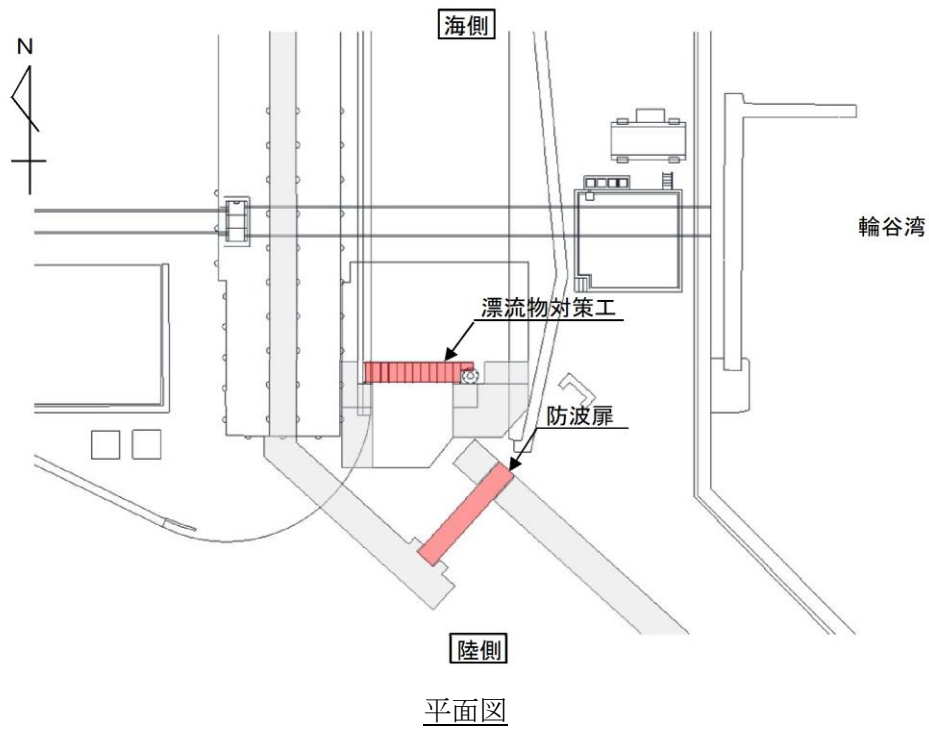
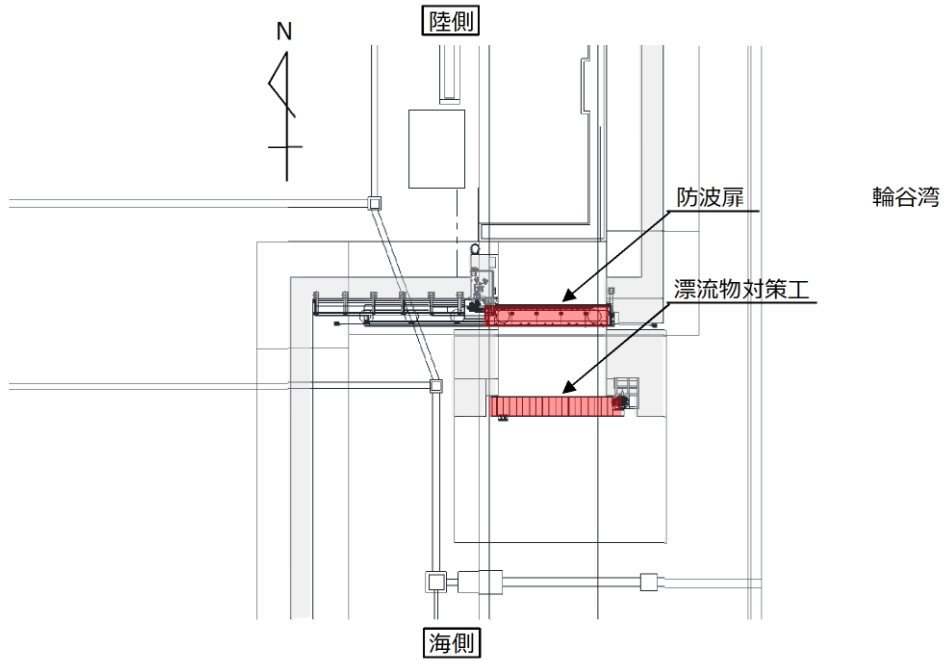
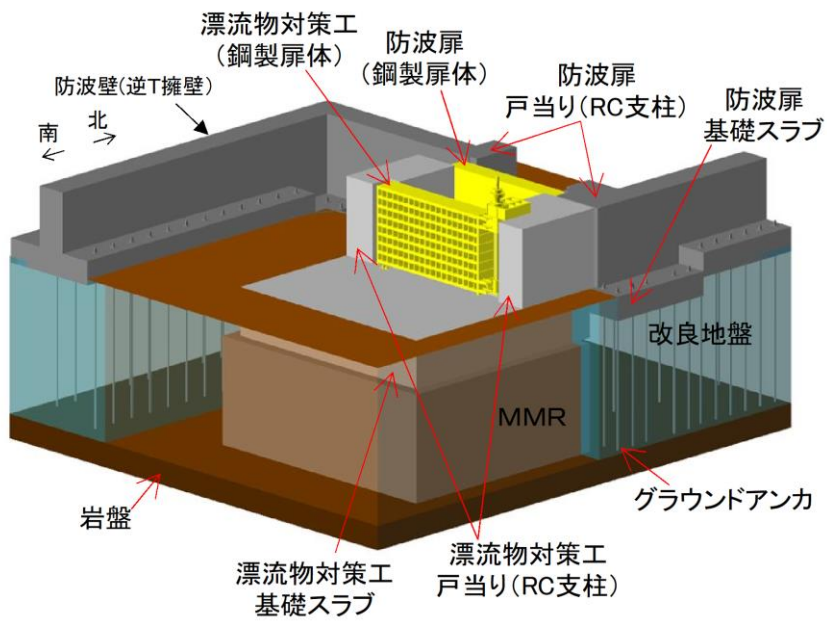


図 19-4 防波壁通路防波扉 (荷揚場南) 概要図



平面図



構造概要図

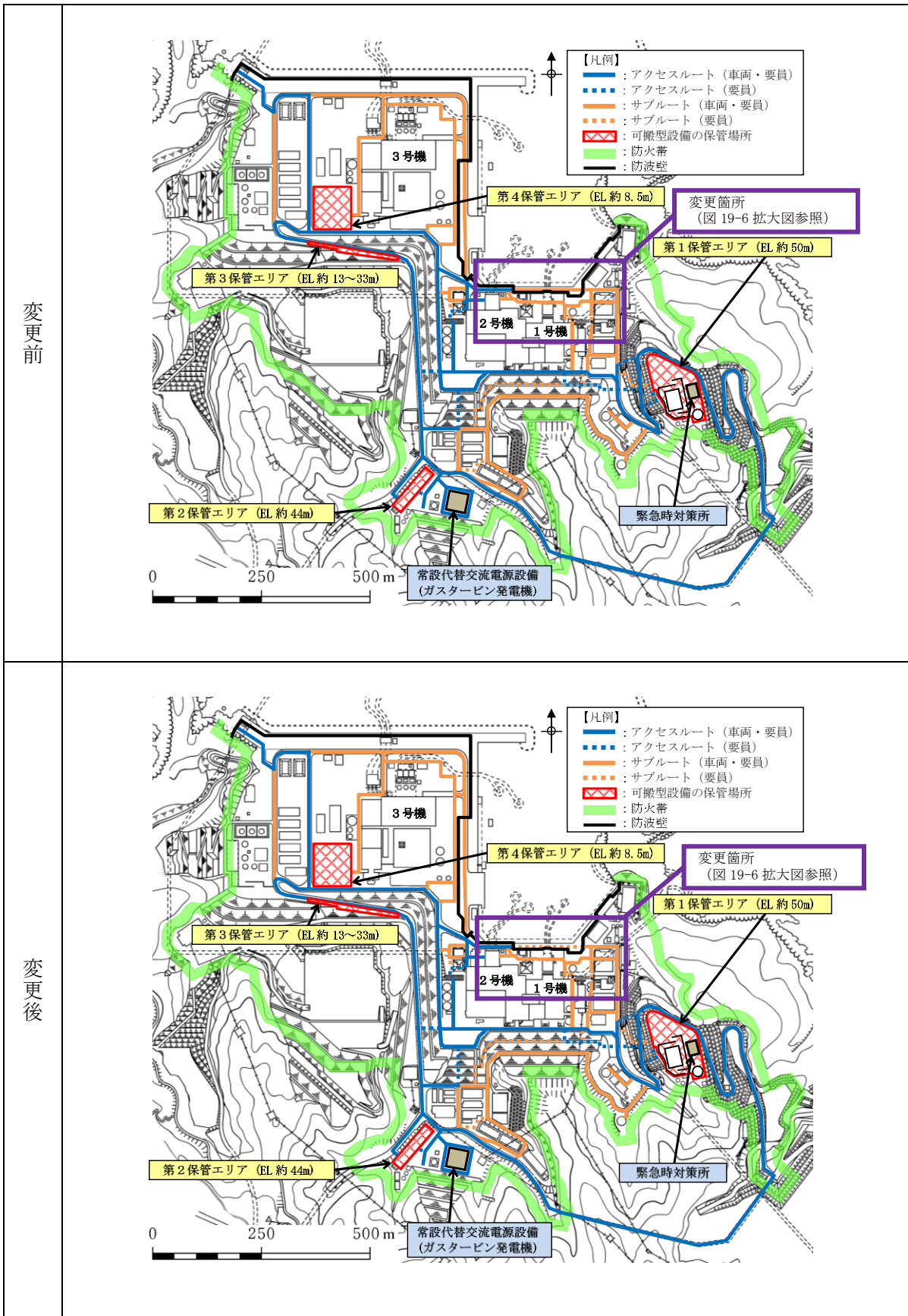
図 19-5 防波壁通路防波扉 (3号機東側) 概要図

(1) 屋外のアクセスルート等への影響

1号機北側及び2号機北側の防波壁通路防波扉について、車両が通行可能な仕様から要員のみ通行可能な仕様に変更する。これに伴い、防波壁外側の1号機取水槽北側のサブルート（車両・要員）において車両が通行できなくなることから、サブルート（要員）に変更する。

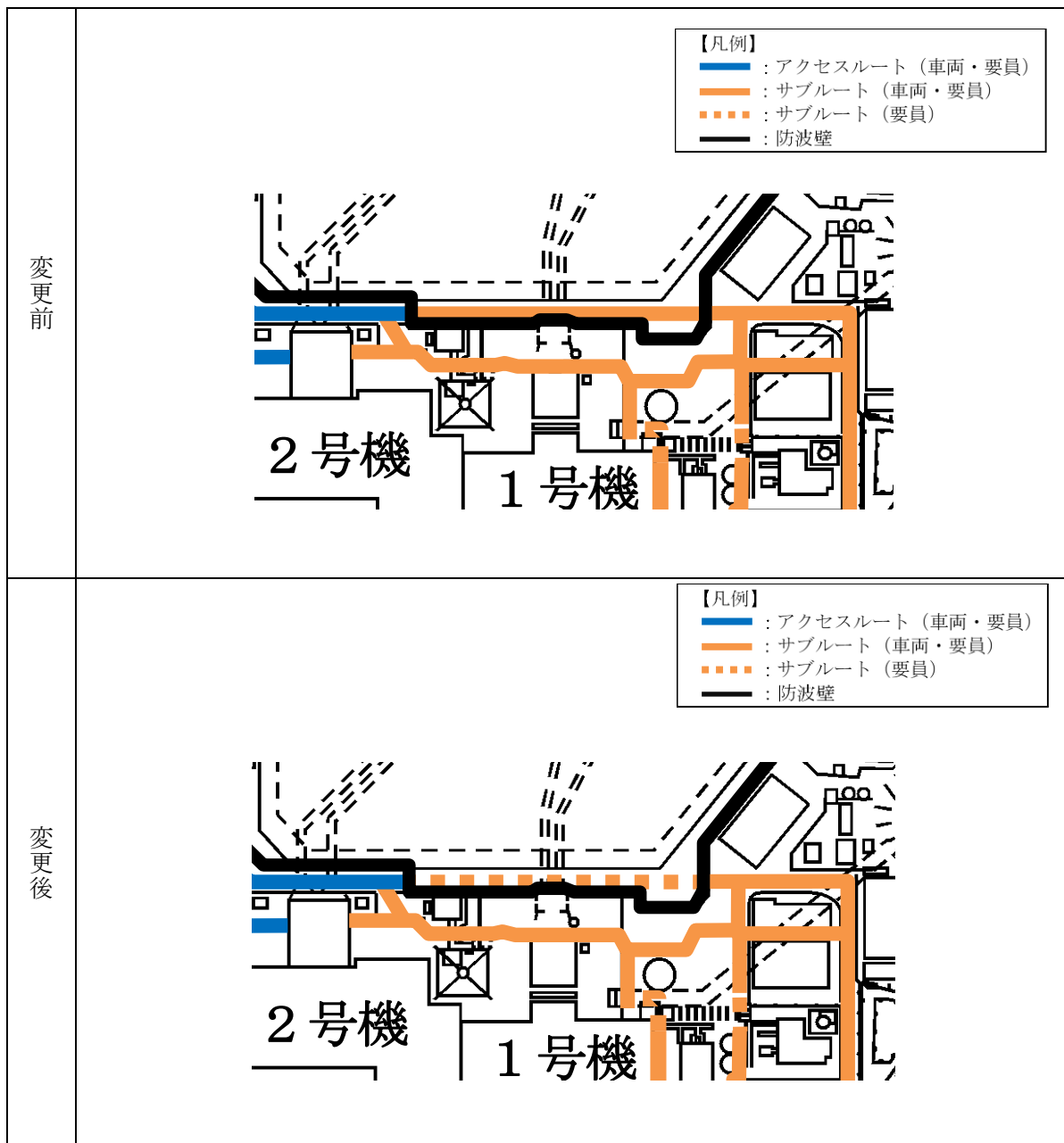
3号機東側及び荷揚場南の防波壁通路防波扉は海側に漂流物対策工を設置するが、漂流物対策工は開閉可能かつ車両及び要員の通行が可能であることから、ルート種別の変更はない。

保管場所及びアクセスルート図の変更前後図を図19-6に示す。



(全体図)

図19-6 保管場所及びアクセスルート図の変更前後図(1/2)



(拡大図)

図 19-6 保管場所及びアクセスルート図の変更前後図(2/2)

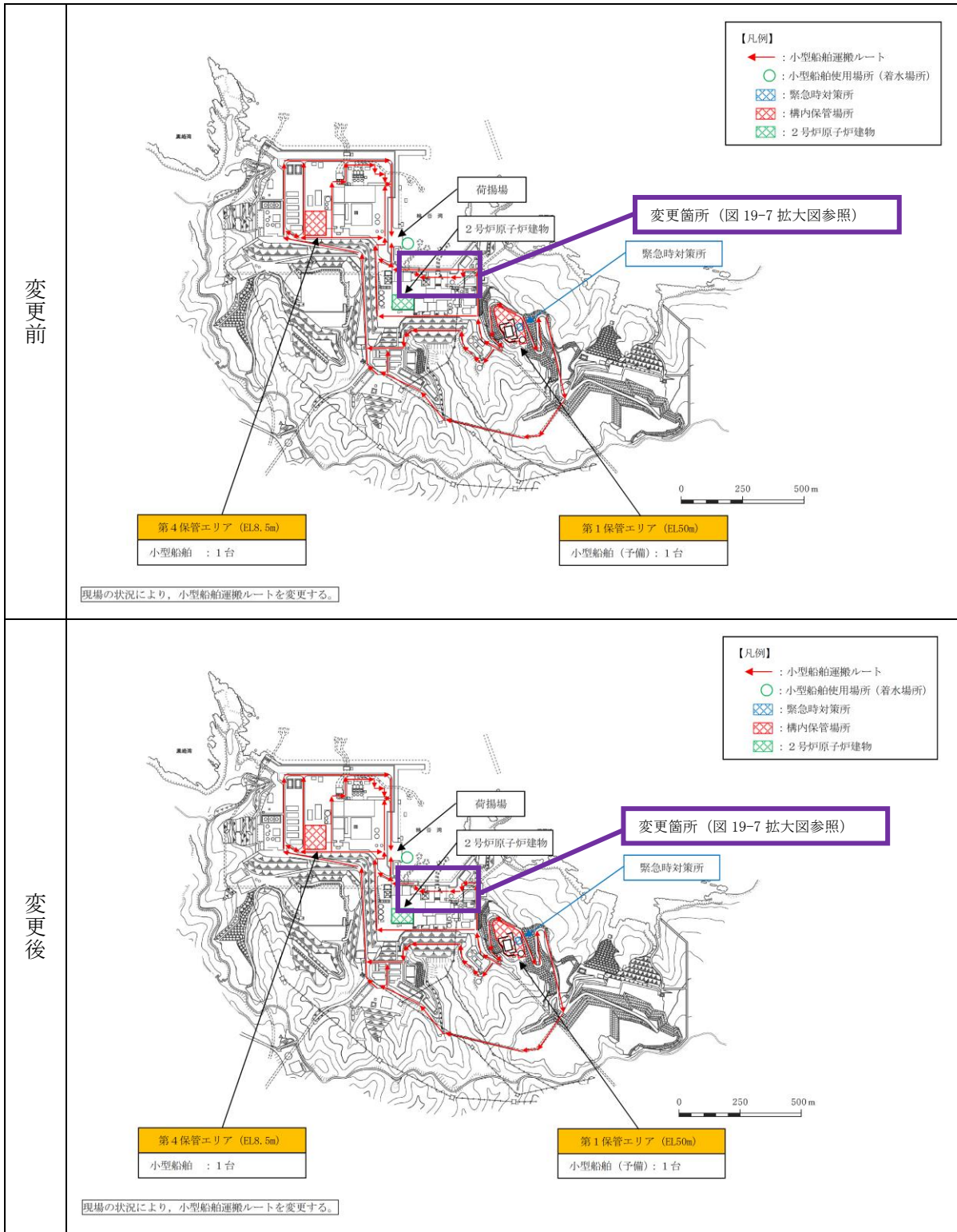
(2) 重大事故等時において期待する手順への影響

a. 防波壁通路防波扉 (1号機北側及び2号機北側)

重大事故等対応手順のうち技術的能力 1.12「シルトフェンスによる海洋への放射性物質の拡散抑制」及び技術的能力 1.17「海上モニタリング」において、小型船舶運搬ルートに1号機取水槽北側のサブルートを設定している。

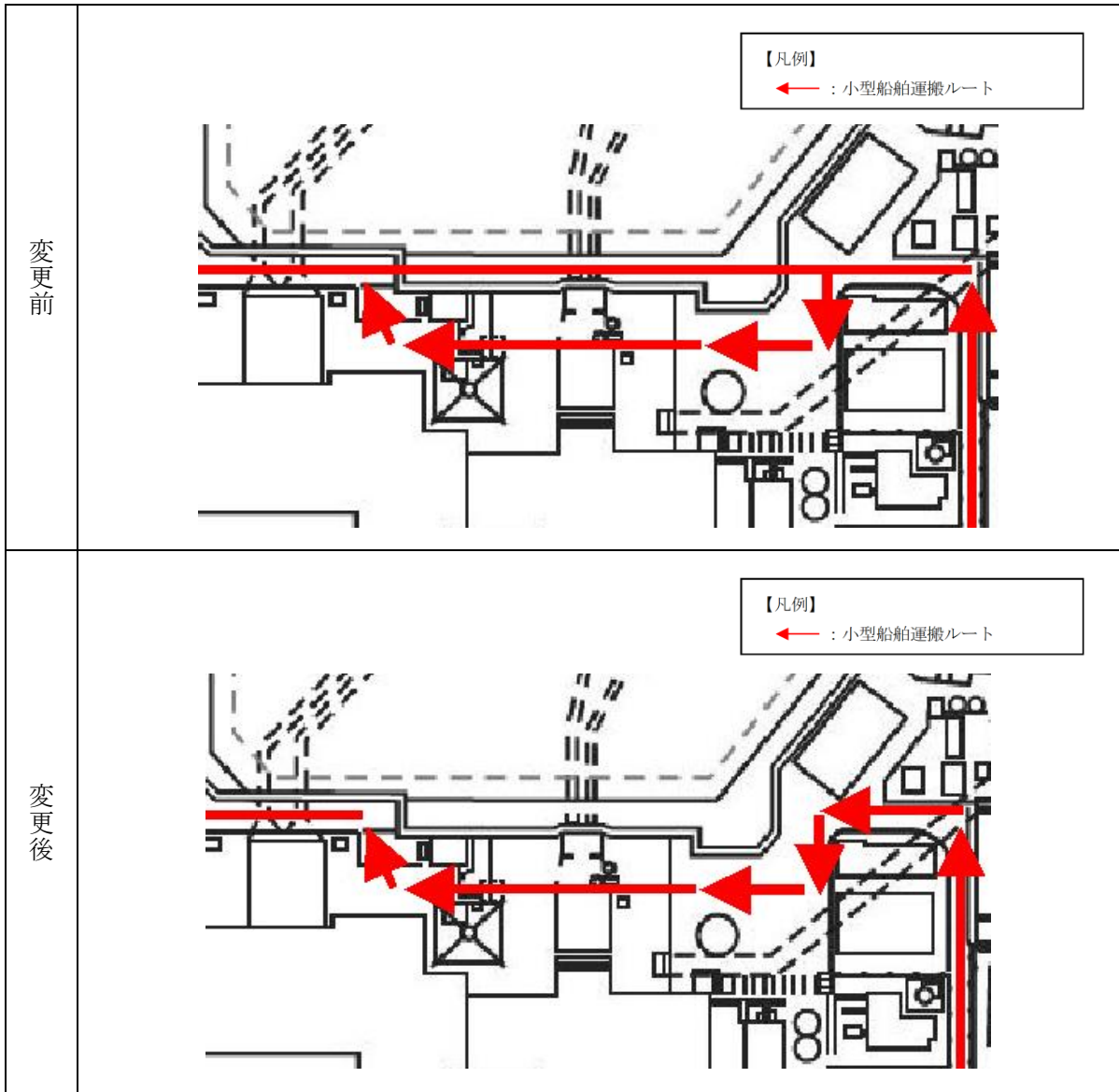
サブルート (車両・要員) からサブルート (要員) に変更することから、小型船舶運搬ルートに設定しないよう変更するが、小型船舶運搬ルートはその他複数のルートを確認していることから作業に関する通行性に影響はない。

小型船舶の保管場所及び運搬ルートの変更前後図を図 19-7 に示す。



(全体図)

図 19-7 小型船舶の保管場所及び運搬ルートの変更前後図(1/2)



(拡大図)

図 19-7 小型船舶の保管場所及び運搬ルートの変更前後図(2/2)

b. 防波壁通路防波扉（3号機東側及び荷揚場南）

重大事故等対応手順のうち技術的能力 1.12「シルトフェンスによる海洋への放射性物質の拡散抑制」においてシルトフェンス等の運搬及び設置作業を、技術的能力 1.17「海上モニタリング」において小型船舶等の運搬及び移動作業を荷揚場周辺において実施するが、防波壁通路防波扉の海側に設置する漂流物対策工は開閉可能かつ車両及び要員の通行が可能であることから、車両及び要員の通行性に影響はない。

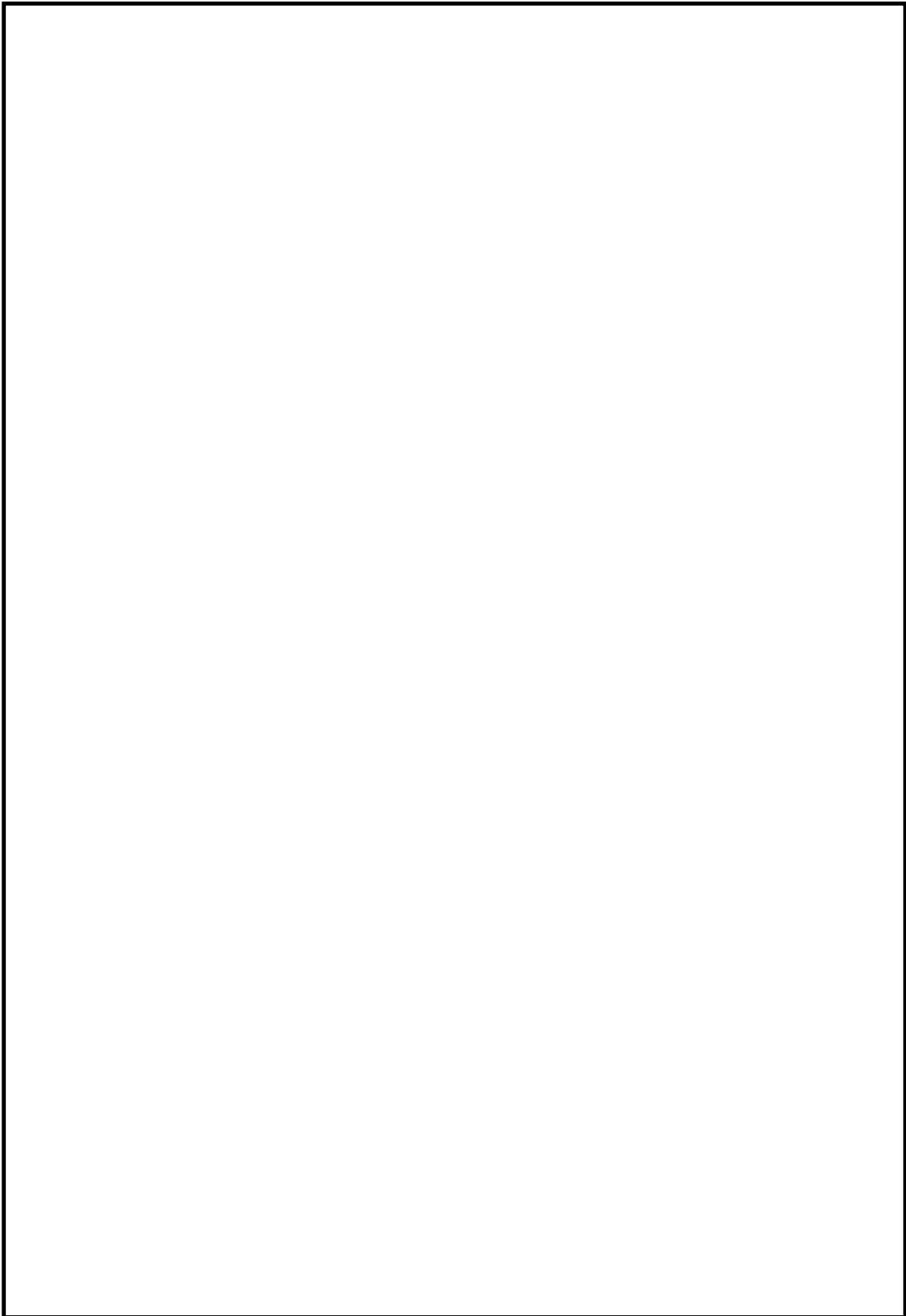
また、現在考慮している防波扉の開作業（緊急時対策要員 1 名の手動操作による開作業の場合約 30 分）に加えて漂流物対策工の開作業（緊急時対策要員 1 名の手動操作による開作業の場合約 20 分）を考慮しても、想定時間に対して十分余裕があり、現在確保している緊急時対策要員数で想定時間内に作業可能であることから、追加の緊急時対策要員は不要である。漂流物対策工の開作業考慮に伴う緊急時対策要員数及び所要時間の変更前後表を表 19-1 に示す。

表 19-1 漂流物対策工の開作業考慮に伴う緊急時対策要員数及び所要時間の変更前後表

手順	作業内容	確認項目	変更前	変更後
技術的能力 1.12 「シルトフェンス による海洋への放射 性物質の拡散抑 制」	シルトフェン ス等の運搬及 び設置作業	緊急時対策要員数	7名	7名
		所要時間目安	10時間程度	10時間20分 程度
		想定時間	24時間以内	
技術的能力 1.17 「海上モニタリン グ」	小型船舶等の 運搬及び移動 作業	緊急時対策要員数	3名	3名
		所要時間目安	4時間程度	4時間20分 程度
		想定時間	5時間20分以内	

20. 可燃物施設火災時の影響評価方法について

周辺タンク等の損壊のうち可燃物施設の損壊について、保管場所及び屋外のアクセスルート周辺の可燃物施設火災時の影響範囲を図 20-1 に、火災影響範囲の算出・評価方法を以下に示す。



注記* : 放射熱強度 1.6kW/m^2 については, 石油コンビナートの防災アセスメント指針より引用

図 20-1 可燃物施設火災時の影響範囲

(1) 影響評価方法

火災を想定する施設の保管場所及び屋外のアクセスルートへの影響評価として簡易評価（防油堤又は溢水防止壁内の全面火災を想定*）を実施した。

注記*：防油堤又は溢水防止壁が設置されており、漏えいした重油は防油堤又は溢水防止壁内に全量貯留可能である。基準地震動 S_s により防油堤又は溢水防止壁の損壊も考えられるが、防油堤地下の排油溜めに流下、周囲の地下ダクト内に流下する又は屋外のアクセスルート方向に向かわない排水路に流下することから屋外のアクセスルートへの影響はないが、「防油堤内に全量貯留状態」における火災評価を行い、屋外のアクセスルートに影響がないことを確認する。

a. 火災源からの放射熱強度の算出

各可燃物施設について、火災が発生した場合の保管場所及び屋外のアクセスルートにおける作業及び通行の有効性を確認するため、「石油コンビナートの防災アセスメント指針」を基に火災の影響範囲を算出した。

算出方法及び算定結果は以下のとおり。

(a) 形態係数の算出

火災源を円筒火炎モデルと仮定し、火災源からの受熱面が受け取る放射熱量の割合に関連する形態係数 Φ を算出する。

$$\Phi(L) = \frac{1}{\pi} \tan^{-1} \left(\frac{m}{\sqrt{n^2 - 1}} \right) + \frac{m}{\pi} \left\{ \frac{(A - 2n)}{n\sqrt{AB}} \tan^{-1} \left[\frac{A(n-1)}{\sqrt{B(n+1)}} \right] - \frac{1}{n} \tan^{-1} \left[\frac{(n-1)}{\sqrt{(n+1)}} \right] \right\}$$

$$m = \frac{H}{R} = 3, \quad n = \frac{L}{R}, \quad A = (1+n)^2 + m^2, \quad B = (1-n)^2 + m^2$$

ただし、H：火炎高さ[m]，R：火炎底面半径[m]，L：離隔距離[m]

油火災において任意の位置における放射熱強度を計算により求めるには、囲いと同面積の底面をもち、高さが底面半径の3倍（ $m=H/R=3$ ）の円筒火炎モデルを採用する。

なお、燃焼半径は以下の式から算出する。（図 20-2）

$$R = \sqrt{S/\pi}$$

R：燃焼半径[m]，S：燃料タンク防油堤面積[m²]

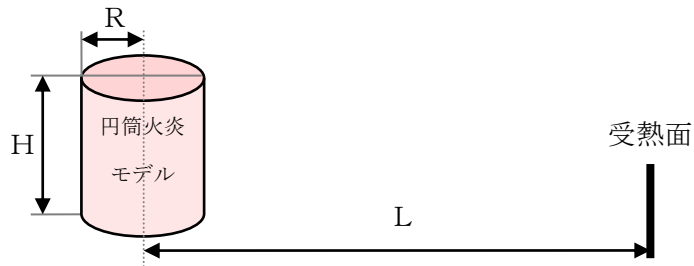


図 20-2 円筒火炎モデルと受熱面の関係

出典：「石油コンビナートの防災アセスメント指針」

(b) 放射熱強度の算出

火災源の放射発散度 R_f と形態係数 Φ から、受熱面の放射熱強度 E を算出する。

$$E = R_f \cdot \Phi$$

E : 放射熱強度 [W/m^2], R_f : 放射発散度 [W/m^2], Φ : 形態係数 [-] (表 20-1)

液面火災では、火炎面積の直径が 10m を超えると空気供給不足により大量の黒煙が発生し放射発散度は低減する。

放射発散度の低減率 r と燃焼容器直径 D の関係は次式で算出する。

$$r = \exp(-0.06D)$$

ただし、 $r=0.3$ 程度を下限とする。

表 20-1 主な可燃物の放射発散度

可燃性液体	放射発散度 (kW/m^2)	可燃性液体	放射発散度 (kW/m^2)
カフジ原油	41	メタノール	9.8
ガソリン・ナフサ	58	エタノール	12
灯油	50	LNG (メタン)	76
軽油	42	エチレン	134
重油	23	プロパン	74
ベンゼン	62	プロピレン	73
n-ヘキサン	85	n-ブタン	83

出典：「石油コンビナートの防災アセスメント指針」

(c) 離隔距離と放射熱強度との関係

「石油コンビナートの防災アセスメント指針」に記載の放射熱強度とその影響を以下の表 20-2 に示す。

表 20-2 放射熱の影響

放射熱強度		状況および説明	出典
(kW/m ²)	(kcal/m ² h)		
0.9	800	太陽（真夏）放射熱強度	*1)
1.3	1,080	人が長時間暴露されても安全な強度	*2)
1.6	1,400	長時間さらされても苦痛を感じない強度	*5)
2.3	2,000	露出人体に対する危険範囲（接近可能） 1 分間以内で痛みを感じる強度 現指針（平成 13 年）に示されている液面火災の基準値	*3)
2.4	2,050	地震時の市街地大火に対する避難計画で用いられる許容限界	*4)
4.0	3,400	20 秒で痛みを感じる強度。皮膚に水疱を生じる場合があるが、致死率 0%	*5)
4.6	4,000	10～20 秒で苦痛を感じる強度 古い木板が長時間受熱すると引火する強度 フレアスタック直下での熱量規制（高圧ガス保安法他）	*2)
8.1	7,000	10～20 秒で火傷となる強度	*2)
9.5	8,200	8 秒で痛みの限界に達し、20 秒で第 2 度の火傷（赤く斑点ができ水疱が生じる）を負う	*5)
11.6	10,000	現指針（平成 13 年）に示されているファイヤーボールの基準値（ファイヤーボールの継続時間は概ね数秒以下と考えられることによる）	*3)
11.6～	10,000～	約 15 分間に木材繊維などが発火する強度	*2)
12.5	10,800	木片が引火する、あるいはプラスチックチューブが溶ける最小エネルギー	*5)
25.0	21,500	長時間暴露により木片が自然発火する最小エネルギー	*5)
37.5	32,300	プロセス機器に被害を与えるのに十分な強度	*5)

*1) 理科年表

*2) 高圧ガス保安協会：コンビナート保安・防災技術指針（1974）

*3) 消防庁特殊災害室：石油コンビナートの防災アセスメント指針（2001）

*4) 長谷見雄二, 重川希志依: 火災時における人間の耐放射限界について, 日本火災学会論文集, Vol.31, No.1(1981)

*5) Manual of Industrial Hazard Assessment Techniques, ed.P.J.Kayes. Washington, DC: Office of Environmental and Scientific Affairs, World Bank. (1985)

出典：「石油コンビナートの防災アセスメント指針」

「長時間さらされても苦痛を感じない強度」である 1.6kW/m²を採用する。

なお、2、3号機の変圧器及び重油タンク（No. 1, No. 2, No. 3）はそれぞれ隣接して設置されていることから、それぞれの可燃物施設について同時に火災が発生した場合の保管場所及び屋外のアクセスルートに対する影響について、火災の影響範囲を算定し評価する。

(2) 影響評価結果

各可燃物施設からの放射熱強度を表 20-3 及び表 20-4 に示す。

保管場所及び屋外のアクセスルートは各可燃物施設の「長時間さらされても苦痛を感じない強度」である 1.6kW/m^2 の範囲に対して十分な離隔距離を有しており、可搬型設備の保管及び屋外のアクセスルートでの作業、通行に影響はない。

表 20-3 離隔距離と放射熱強度の関係（防油堤全面火災の場合）

変圧器	放射熱強度が 1.6kW/m^2 となる火炎の中心からの距離 (m)	防油堤から屋外のアクセスルートまでの距離 (m)	防油堤から保管場所までの距離 (m)
予備変圧器* ¹	約 12	約 58	—
1号機 起動変圧器* ¹	約 17	約 97	—
2号機 主変圧器* ¹ 所内変圧器* ¹ 起動変圧器* ¹	約 32	約 37* ²	—
3号機 補助変圧器* ¹ 主変圧器* ¹ 所内変圧器* ¹	約 32	約 65* ²	約 62* ²

注記*1：絶縁油の放射発散度は物性の近い重油の値を使用して算出

*2：各施設のうち屋外のアクセスルートに一番近い2号機主変圧器及び保管場所並びに屋外のアクセスルートに一番近い3号機補助変圧器の防油堤からの距離を記載

表 20-4 離隔距離と放射熱強度の関係（防油堤又は溢水防止壁全面火災の場合）

タンク	放射熱強度が 1.6kW/m^2 となる火炎の中心からの距離 (m)	防油堤又は溢水防止壁から屋外のアクセスルートまでの距離 (m)	防油堤又は溢水防止壁から保管場所までの距離 (m)
重油タンク (No. 1)	約 61	約 82* ¹	約 95* ¹
重油タンク (No. 2)			
重油タンク (No. 3)			
補助ボイラ サービスタンク	約 7	約 66	約 114
OFケーブルタンク	約 13	約 14* ²	—

注記*1：重油タンクのうち保管場所及び屋外のアクセスルートに一番近い重油タンク (No. 1) の溢水防止壁からの距離を記載

*2：OFケーブルタンクのうち屋外のアクセスルートに一番近い防油堤からの距離を記載

21. 安全対策工事に伴う西側工事エリア周辺の屋外のアクセスルートへの影響について

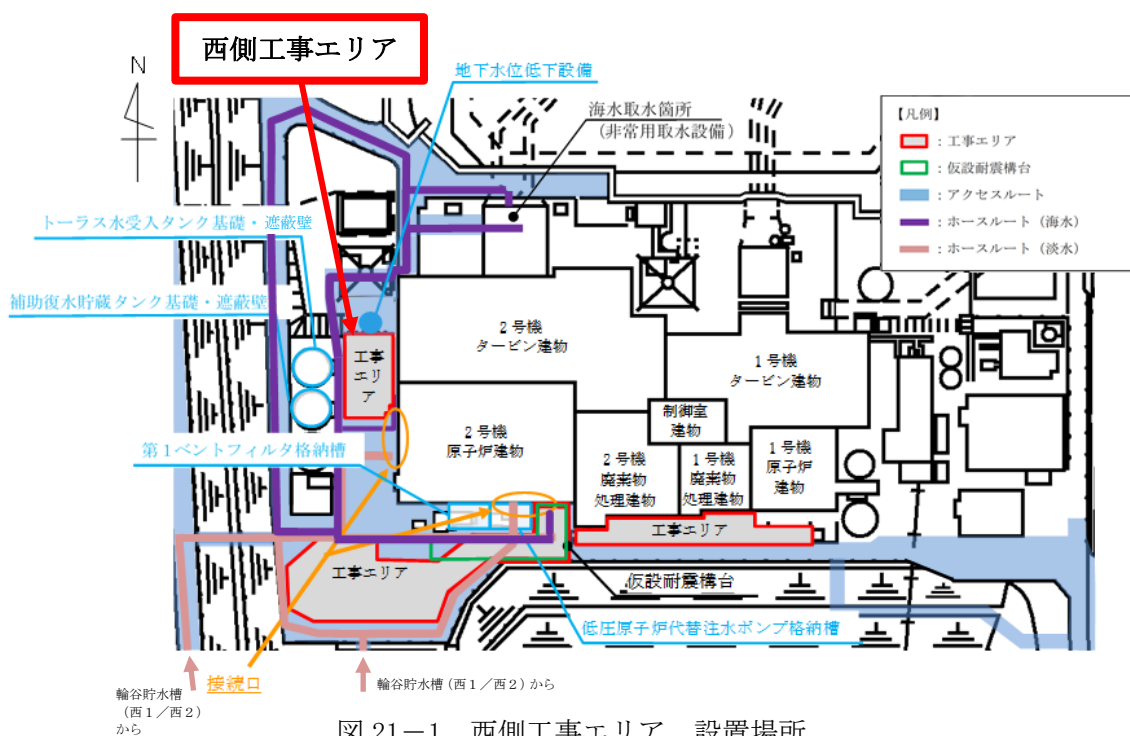
(1) はじめに

島根2号機構内では、第3系統直流電源設備設置工事等の安全対策工事を実施しており、そのうち2号機タービン建物及び原子炉建物の西側に位置する工事エリア（以下「西側工事エリア」という。）には屋外のアクセスルート及び可搬型設備の接続口が位置している。

西側工事エリアを考慮しても重大事故等対応時に必要な屋外のアクセスルート（作業エリア）が確保可能かどうか整理した。

西側工事エリアの設置場所を図21-1に示す。

なお、2号機原子炉建物南側に位置する工事エリアにも屋外のアクセスルート及び可搬型設備の接続口が位置しているが、可搬型設備の配置、接続作業を実施するエリアについては通行不能とならないように仮設耐震構台を設置することから、屋外のアクセスルート及び可搬型設備の配置への影響はない。



(2) 屋外のアクセスルートへの影響

西側工事エリア周辺の屋外のアクセスルートにおいては、海を水源とした送水手順における車両及び緊急時対策要員の通行並びにホース敷設作業が想定される。

西側工事エリアが通行できない状況においても、西側工事エリアと2号機トラス水受入タンク及び2号機補助復水貯蔵タンク間には通路幅として約3m以上を確保しており、車両及び緊急時対策要員の通行並びにホース敷設作業は可能であることから、屋外のアクセスルートへの影響はない。なお、海を水源とした送水手順における西側工事エ

リア周辺のホース敷設ルートは、安全対策工事による変更がないため、ホース敷設作業への影響はない。

海を水源とした送水手順におけるホース敷設ルートを図 21-2 に示す。

また、代替淡水源（輪谷貯水槽（西 1 / 西 2））を水源とした送水手順における緊急時対策要員の通行及びホース敷設作業については、図 21-1 に示すとおり西側工事エリア周辺を通行しないことから影響はない。

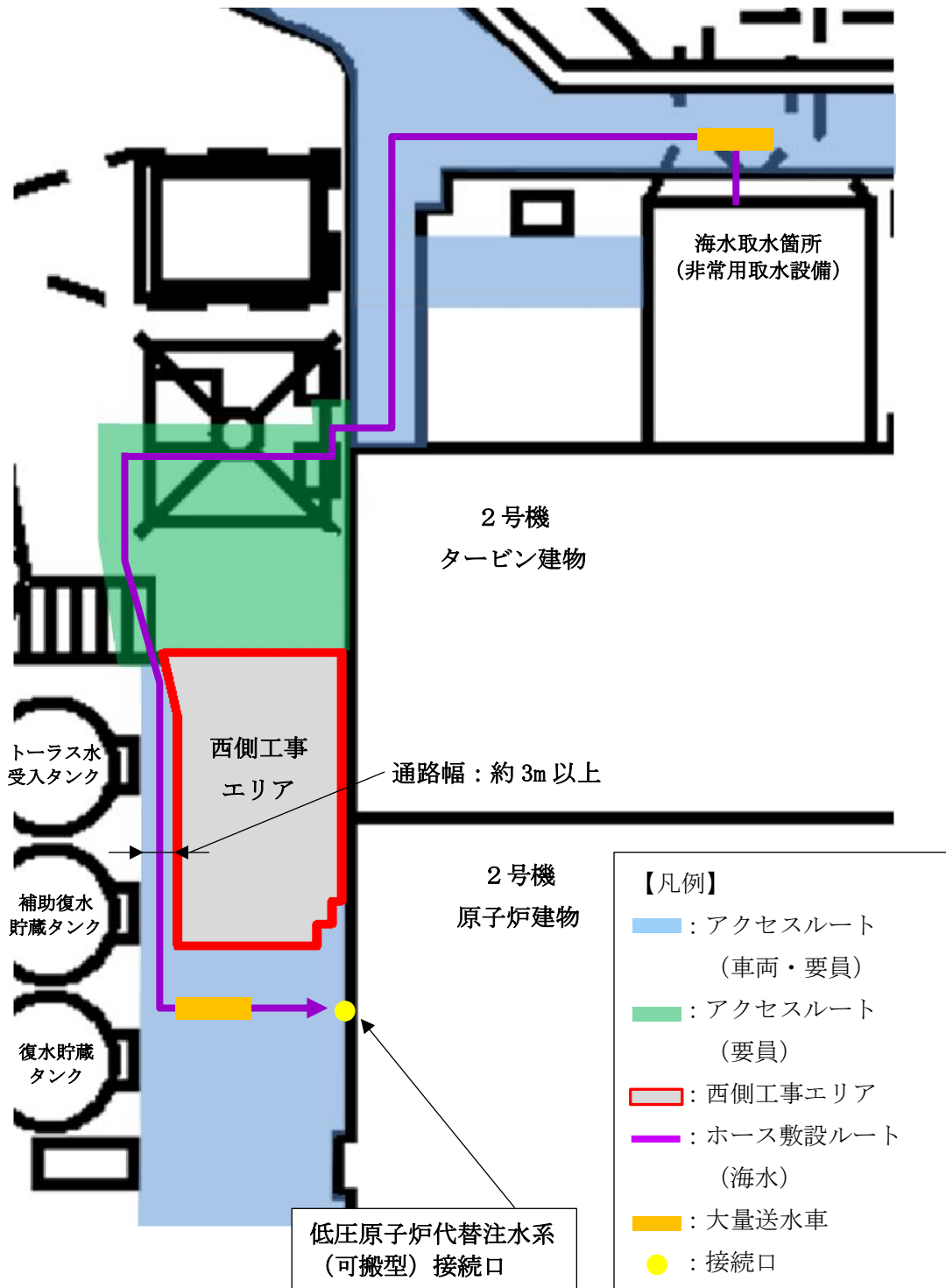


図 21-2 海を水源とした送水手順におけるホース敷設ルート
 (例：2号機原子炉建物西側の低圧原子炉代替注水系（可搬型）接続口に接続する場合)

(3) 可搬型設備の接続口周辺の可搬型設備の配置への影響

西側工事エリア周辺には可搬型設備の接続口が位置しているため、西側工事エリアが通行できない状況においても、可搬型設備の接続口へのホース及びケーブル接続が可能か、周辺への可搬型設備の配置が可能か確認した。

可搬型設備の配置に当たっては、有効性評価シナリオのうち、可搬型設備の配置数が最も多いシナリオ（雰囲気圧力・温度による静的負荷（格納容器過圧・過温破損））を選択し、可搬型設備の配置が可能であること、ホース及びケーブル敷設が可能であることを確認した。配置条件を表 21-1 に、可搬型設備の配置図を図 21-3 に示す。

なお、西側工事エリア内には原子炉補機代替冷却系接続口（戻り側）が位置しているが、西側工事エリアの範囲内に掛からないよう配管を南側に延長する形で設計していることから、ホース接続に影響はない。

また、当該有効性評価シナリオにおいて使用しない可搬型代替交流電源設備である高圧発電機車についても、図 21-3 に示す可搬型設備と同様に西側工事エリア南側のエリアにて配置及びケーブル敷設が可能である。

表 21-1 作業成立性の配置条件

項目	条件						
有効性評価シナリオ	雰囲気圧力・温度による静的負荷（格納容器過圧・過温破損）						
配置する可搬型設備*	<table border="0"> <tr> <td>大量送水車：1台</td> <td>可搬式窒素供給装置：1台</td> </tr> <tr> <td>移動式代替熱交換設備：1台</td> <td>第1ベントフィルタ出口水素濃度：1台</td> </tr> <tr> <td>大型送水ポンプ車：1台</td> <td>タンクローリ：1台</td> </tr> </table>	大量送水車：1台	可搬式窒素供給装置：1台	移動式代替熱交換設備：1台	第1ベントフィルタ出口水素濃度：1台	大型送水ポンプ車：1台	タンクローリ：1台
大量送水車：1台	可搬式窒素供給装置：1台						
移動式代替熱交換設備：1台	第1ベントフィルタ出口水素濃度：1台						
大型送水ポンプ車：1台	タンクローリ：1台						
接続口使用箇所	2号機原子炉建物西側						
取水箇所	淡水：輪谷貯水槽（西1）及び輪谷貯水槽（西2） 海水：非常用取水設備（2号機取水槽）						
ホース敷設前に配置する可搬型設備	<table border="0"> <tr> <td>移動式代替熱交換設備：1台</td> <td>可搬式窒素供給装置：1台</td> </tr> <tr> <td></td> <td>第1ベントフィルタ出口水素濃度：1台</td> </tr> </table>	移動式代替熱交換設備：1台	可搬式窒素供給装置：1台		第1ベントフィルタ出口水素濃度：1台		
移動式代替熱交換設備：1台	可搬式窒素供給装置：1台						
	第1ベントフィルタ出口水素濃度：1台						

注記*：大量送水車は輪谷貯水槽（西1）及び輪谷貯水槽（西2）、大型送水ポンプ車は非常用取水設備（2号機取水槽）周辺に配置するため、図 21-3 に記載していない。

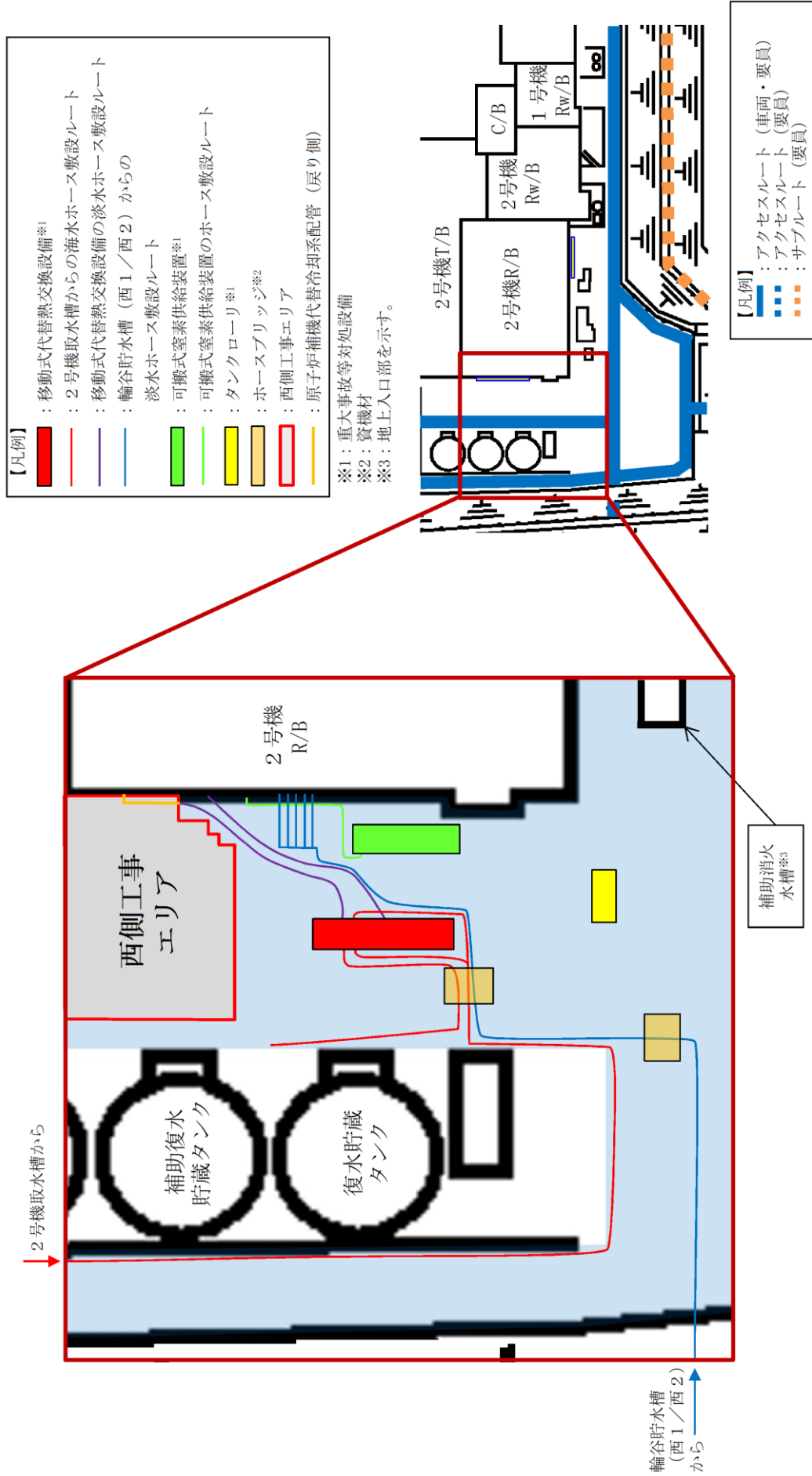


図 21-3 2号機原子炉建物西側における可搬型設備の配置図