

島根原子力発電所第2号機 審査資料	
資料番号	NS2-補-020 改 48
提出年月日	2023 年 4 月 3 日

工事計画に係る補足説明資料
(安全設備及び重大事故等対処設備が使用される条件の
下における健全性に関する説明書)

2023 年 4 月

中国電力株式会社

1. 工事計画添付書類に係る補足説明資料
 添付書類の記載内容を補足するための資料を以下に示す。

資料 No.	添付説明資料名	補足説明資料（内容）	備考
1	安全設備及び重大事故等 対処設備が使用される条 件の下における健全性に 関する説明書		
2	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	1. 送電鉄塔他の影響評価について 1.1 220kV 第二島根原子力幹線 No. 1 及び No. 2 鉄塔の耐震評価 1.1.1 解析手法 1.1.2 送電鉄塔解析手順 1.1.3 解析コード 1.1.4 解析モデルの設定 1.1.5 固有値解析結果 1.1.6 解析用入力地震波 1.1.7 解析条件 1.1.8 部材強度 1.1.9 解析結果 1.1.10 送電鉄塔基礎の耐震評価 1.1.11 解析結果 1.2 66kV 鹿島支線 No. 2-1 鉄塔の耐震評価 1.2.1 解析手法 1.2.2 送電鉄塔解析手順 1.2.3 解析コード 1.2.4 解析モデルの設定 1.2.5 固有値解析結果 1.2.6 解析用入力地震波 1.2.7 解析条件 1.2.8 部材強度 1.2.9 解析結果 1.2.10 送電鉄塔基礎の耐震評価 1.2.11 解析結果 1.3 第2-66kV 開閉所屋外鉄構の耐震評価 1.3.1 解析手法 1.3.2 屋外鉄構解析手順 1.3.3 解析コード 1.3.4 解析モデルの設定 1.3.5 固有値解析結果 1.3.6 解析用入力地震波 1.3.7 解析条件 1.3.8 部材強度 1.3.9 解析結果 1.3.10 屋外鉄構基礎の耐震性確認 1.4 通信用無線鉄塔の耐震評価 1.4.1 解析手法 1.4.2 鉄塔の解析手順	今回提出 範囲

資料 No.	添付説明資料名	補足説明資料（内容）	備考
2	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	1. 4. 3 解析コード 1. 4. 4 解析モデルの設定 1. 4. 5 固有値解析結果 1. 4. 6 解析用入力地震波 1. 4. 7 解析条件 1. 4. 8 部材強度 1. 4. 9 解析結果 1. 4. 10 鉄塔基礎の耐震性確認 1. 5 鉄塔滑落評価 1. 5. 1 評価方針 1. 5. 2 評価対象鉄塔の抽出 1. 5. 3 地震による鉄塔倒壊事例の調査・分析による影響評価の前提条件整理 1. 5. 4 送電鉄塔の影響評価 1. 5. 5 まとめ 別紙－1 加速度応答スペクトル 別紙－2 220kV 第二島根原子力幹線 No. 1 及び No. 2 鉄塔部材仕様 別紙－3 220kV 第二島根原子力幹線 No. 1 鉄塔 Ss-D 入力時における鉛直成分について 別紙－4 水平 2 方向及び鉛直方向の地震力の組合せによる鉄塔の耐震評価への影響 別紙－5 現状の鉄塔基礎耐震評価における妥当性確認について 別紙－6 220kV 第二島根原子力幹線 No. 1 鉄塔基礎の耐震補強について 別紙－7 解析コード「T D A P III」の検証及び妥当性確認等について 別紙－8 220kV 第二島根原子力幹線 No. 1 鉄塔の地盤の支持性能について 別紙－9 220kV 第二島根原子力幹線 No. 1 鉄塔基礎の支持力算出結果 別紙－10 220kV 第二島根原子力幹線 No. 2 鉄塔基礎の支持力算出結果 (a 脚及び d 脚の場合) 別紙－11 66kV 鹿島支線 No. 2-1 鉄塔部材仕様 別紙－12 66kV 鹿島支線 No. 2-1 鉄塔基礎の耐震補強について 別紙－13 第 2-66kV 開閉所屋外鉄構部材仕様 別紙－14 第 2-66kV 開閉所屋外鉄構基礎材と基礎コンクリートの健全性について 別紙－15 通信用無線鉄塔部材仕様 別紙－16 500kV 及び 66kV 送電線保護装置について 別紙－17 当社送電鉄塔の倒壊事例 (66kV 1 导体) について 別紙－18 改良地盤⑦の物性値の設定方法について	今回提出範囲

資料 No.	添付説明資料名	補足説明資料（内容）	備考
2	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	<p>(参考資料) 500kV 島根原子力幹線 3 基が同時倒壊し滑落する場合の鉄塔滑落評価</p> <p>2. 保管場所及び屋外のアクセスルートの周辺斜面及び敷地下斜面すべり安定性評価について</p> <p>2.1 概要</p> <p>2.2 評価フロー</p> <p>2.3 保管場所及びアクセスルートに影響するおそれのある斜面の網羅的な抽出</p> <p>2.3.1 離隔距離の考え方</p> <p>2.4 液状化範囲の検討</p> <p>2.4.1 液状化範囲の検討フロー</p> <p>2.4.2 液状化範囲の検討方法及び検討結果</p> <p>2.5 保管場所及びアクセスルートに影響するおそれのある斜面のグループ分け</p> <p>2.6 評価対象斜面の選定及び評価</p> <p>2.6.1 評価フロー（詳細）</p> <p>2.6.2 選定方針及び評価方法</p> <p>2.6.3 評価対象斜面の選定及び評価結果</p> <p>2.7 対策工（抑止杭）に関する詳細検討</p> <p>2.7.1 基本方針</p> <p>2.7.2 抑止杭の設計</p> <p>2.7.3 抑止杭の耐震評価</p> <p>2.7.4 抑止杭を設置した斜面の安定性評価</p> <p>2.7.5 構造等に関する先行炉との比較</p> <p>2.7.6 対策工（抑止杭）を設置した斜面の抑止杭間の岩盤の健全性</p> <p>2.8 その他の検討</p> <p>2.8.1 鉄塔が設置されている斜面の安定性評価</p> <p>2.8.2 岩盤斜面と盛土斜面の同時崩壊検討</p> <p>2.8.3 応力状態を考慮した検討</p> <p>2.9 安全対策工事に伴う掘削を踏まえた周辺斜面及び敷地下斜面のすべり安定性評価</p> <p>2.9.1 概要</p> <p>2.9.2 評価フロー</p> <p>2.9.3 評価対象断面への掘削箇所の反映</p> <p>2.9.4 岩盤斜面の安定性評価</p> <p>2.9.5 盛土斜面の安定性評価</p> <p>2.9.6 評価方法</p> <p>2.9.7 岩盤斜面の安定性評価結果</p> <p>2.9.8 盛土斜面の安定性評価結果</p> <p>(参考資料 1) 各断面の比較検討結果及び評価対象斜面の選定根拠</p> <p>(参考資料 2) すべり安定性評価の基準値の設定について</p>	今回提出範囲

資料 No.	添付説明資料名	補足説明資料（内容）	備考
2	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	(参考資料 3) 斜面のすべり安定性評価に用いた解析コードの適用性について (参考資料 4) D級岩盤等の間隙率の設定について (参考資料 5) 入力地震動の設定に用いる地下構造モデルについて	今回提出範囲
		3. 液状化及び揺すり込みによる沈下量及び傾斜の算定方法について	
		4. 保管場所における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による影響評価について	
		5. 保管場所における地盤支持力評価について	
		6. 保管場所及び屋外のアクセスルート近傍の障害となり得る構造物と影響評価について	
		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	
		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	
		7.2.2 1号機原子炉建物の外装材の耐震性評価	
		7.2.3 建物の外装材以外の部材の耐震性評価	
		7.2.4 2号機開閉所防護壁の耐震性評価	
		7.2.5 補助消火水槽の耐震性評価	
7.2.6 第二輪谷トンネルの耐震性評価			
7.2.7 連絡通路の耐震性評価			
7.2.8 重油タンク (No. 1, 2, 3) の溢水防止壁の耐震性評価			
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			
7.3.2 重油移送配管 (防波壁乗り越え箇所) の耐震性評価			
7.3.3 送電鉄塔他の耐震性評価			
8. 屋外のアクセスルートの段差緩和対策等について			
9. 屋外のアクセスルートの側方流動評価について			
10. 屋内のアクセスルートの設定について			
11. 屋内のアクセスルート確保のための対策について			
12. 可搬型重大事故等対処設備の保管場所について			
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			

資料 No.	添付説明資料名	補足説明資料（内容）	備考
2	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	14. 土石流による影響評価について 15. 主要変圧器の火災発生防止対策について 16. 屋外タンク等からの溢水影響評価について 17. 第4保管エリアの変更に伴う影響について 18. 重油移送配管の経路変更に伴う影響について 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 20. 可燃物施設火災時の影響評価方法について 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	今回提出範囲
3	発電用原子炉施設への人の不法な侵入等の防止について		
4	ブローアウトパネル関連設備の設計方針		

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
係る補足説明資料

目 次

1. 送電鉄塔他の影響評価について
2. 保管場所及び屋外のアクセスルートの周辺斜面及び敷地下斜面すべり安定性評価について
3. 液状化及び揺すり込みによる沈下量及び傾斜の算定方法について
4. 保管場所における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による影響評価について
5. 保管場所における地盤支持力評価について
6. 保管場所及び屋外のアクセスルート近傍の障害となり得る構造物と影響評価について
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 1
8. 屋外のアクセスルートの段差緩和対策等について
9. 屋外のアクセスルートの側方流動評価について
10. 屋内のアクセスルートの設定について
11. 屋内のアクセスルート確保のための対策について
12. 可搬型重大事故等対処設備の保管場所について
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
14. 土石流による影響評価について
15. 主要変圧器の火災発生防止対策について
16. 屋外タンク等からの溢水影響評価について
17. 第4保管エリアの変更に伴う影響について
18. 重油移送配管の経路変更に伴う影響について
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
20. 可燃物施設火災時の影響評価方法について
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

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。

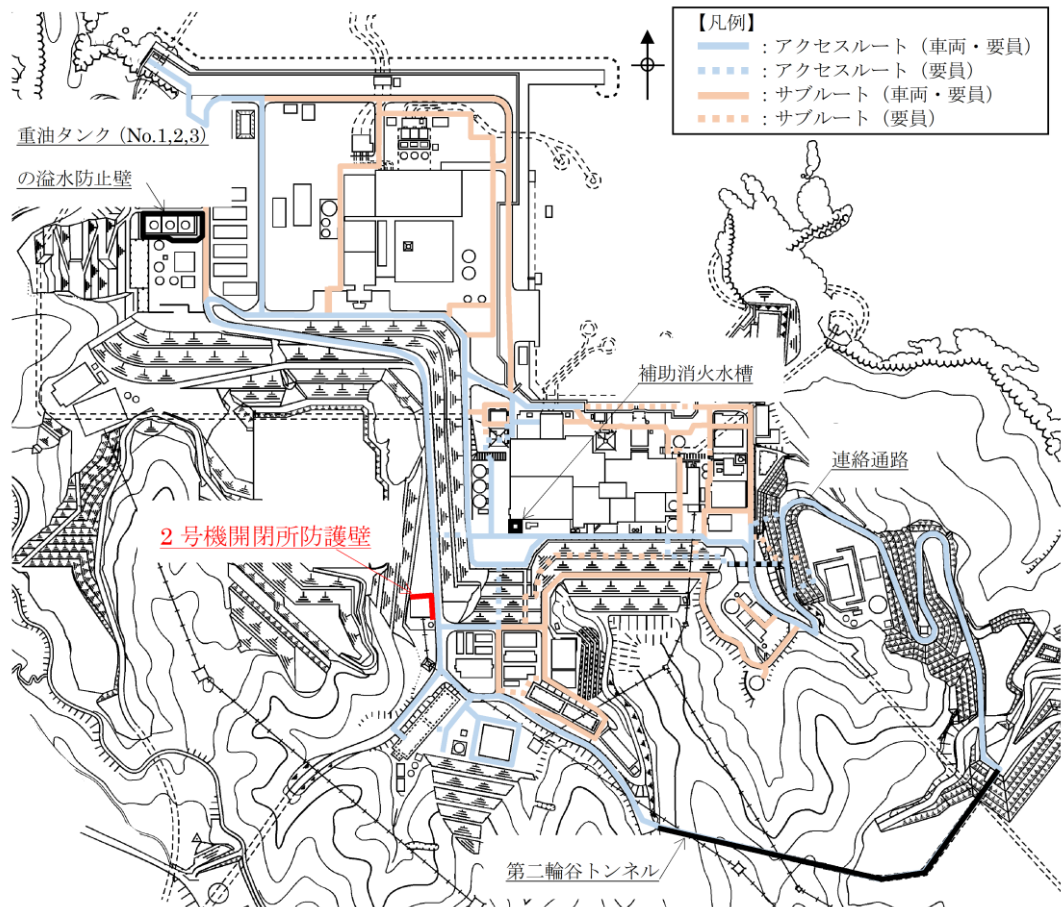
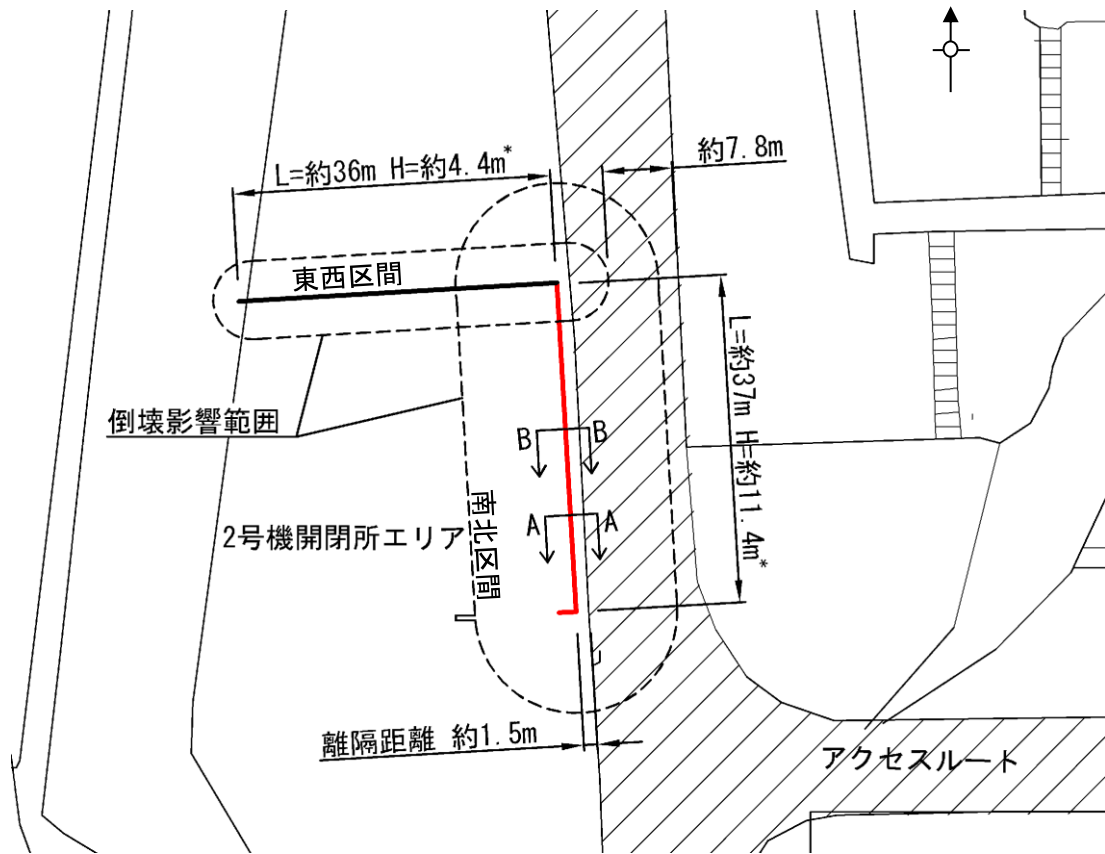


図7.2.6-1 2号機開閉所防護壁の設置位置

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

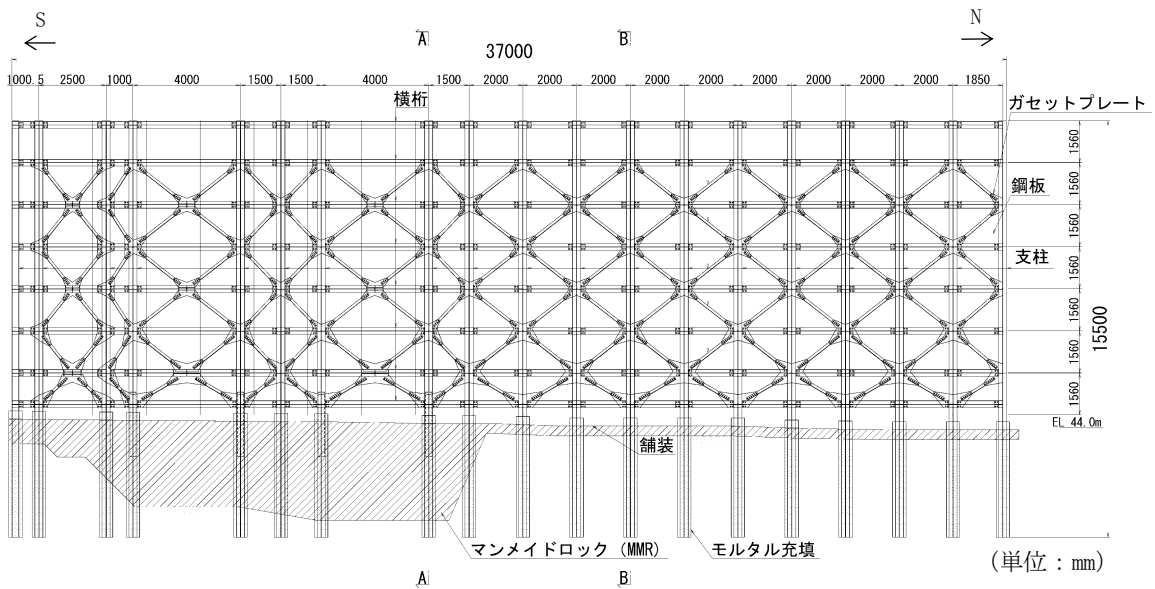
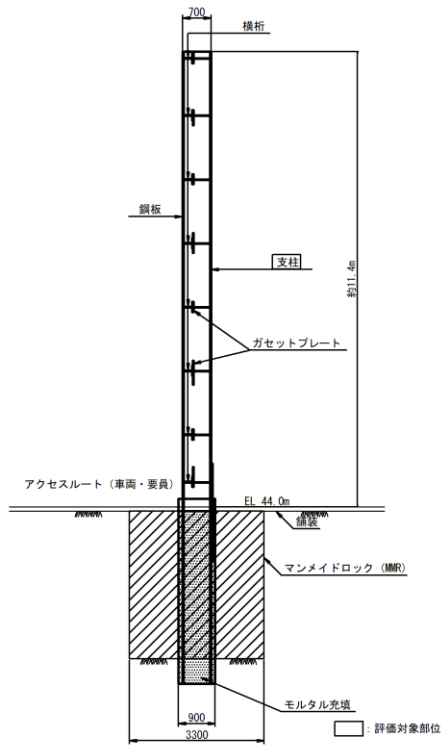
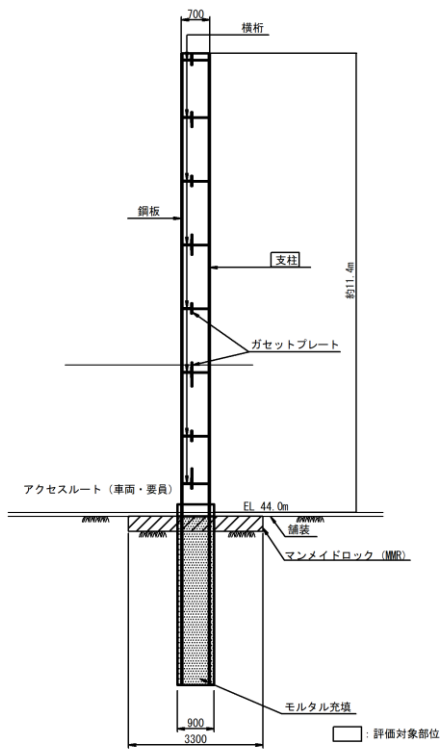


図 7.2.6-3 2号機開閉所防護壁の概略正面図
(南北区間)



(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。

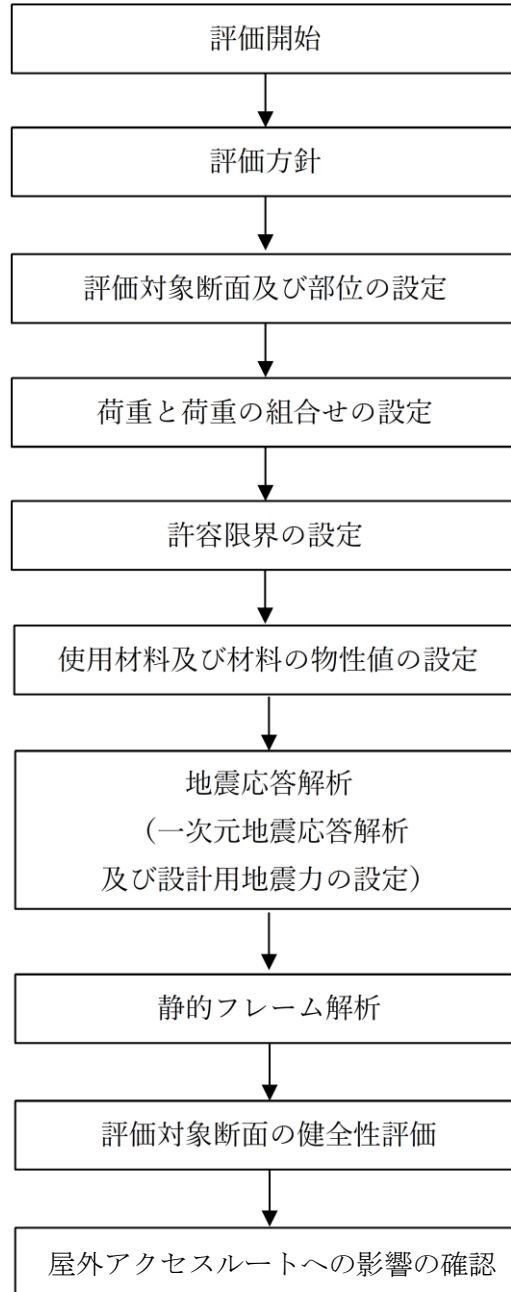


図 7.2.6-5 2号機開閉所防護壁の耐震評価フロー

(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。

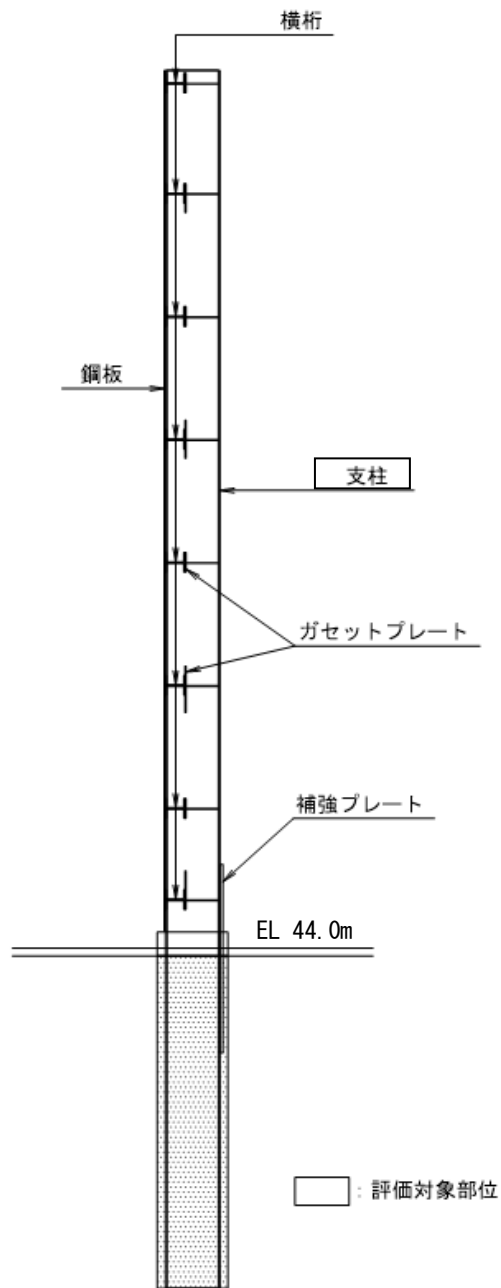


図7.2.6-6 評価対象断面図及び評価対象部位 (A-A断面)

b. 荷重及び荷重の組み合わせ

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・同解説 II 鋼橋編 平成 24 年 3 月 (日本道路協会)

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・同解説 II 鋼橋編 平成 24 年 3 月 (日本道路協会)」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)

$\sigma_{bty}, \sigma_{btz}$: 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
による曲げ引張応力度 (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_{ta} : 許容軸方向引張応力度 (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]

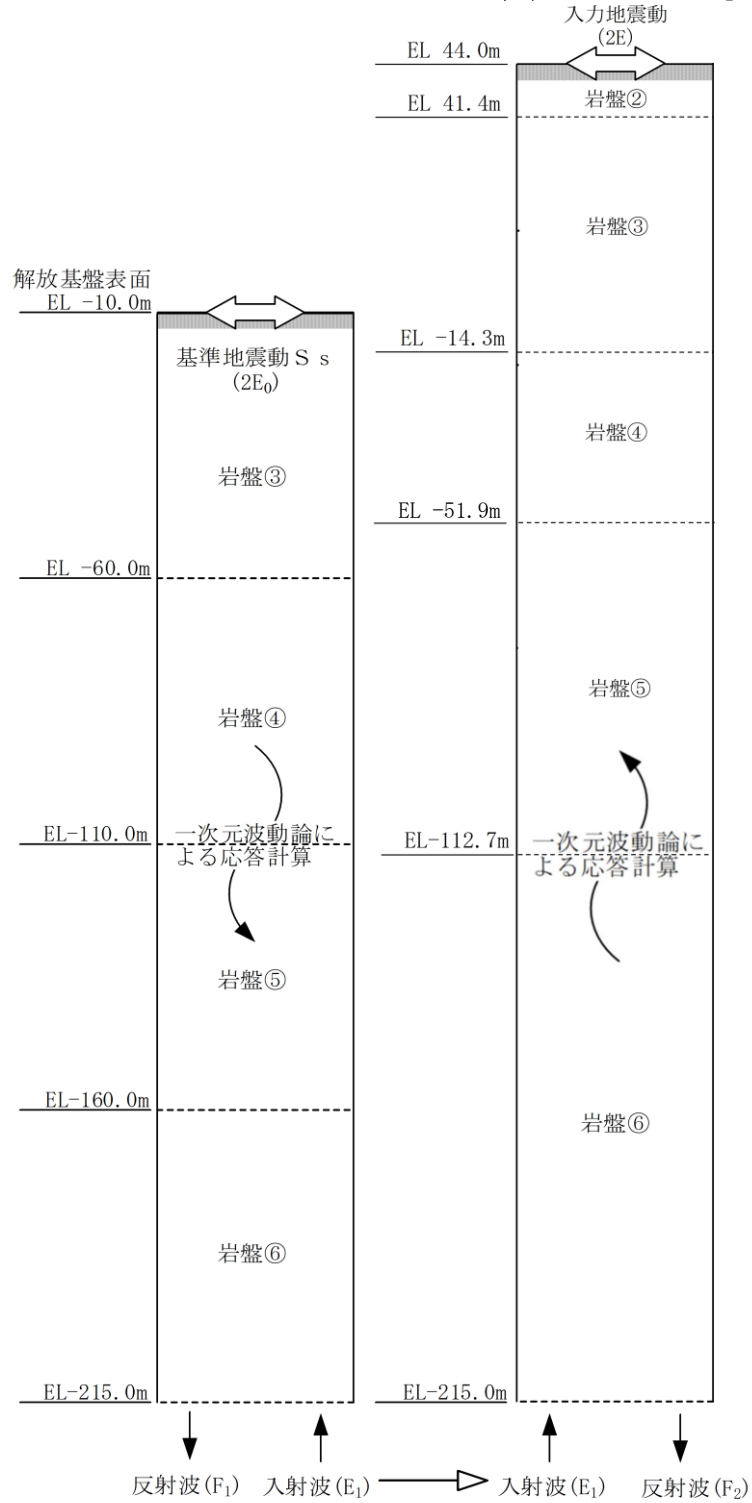
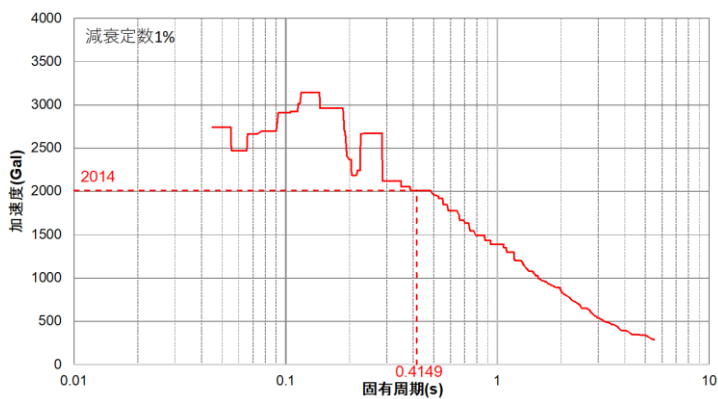


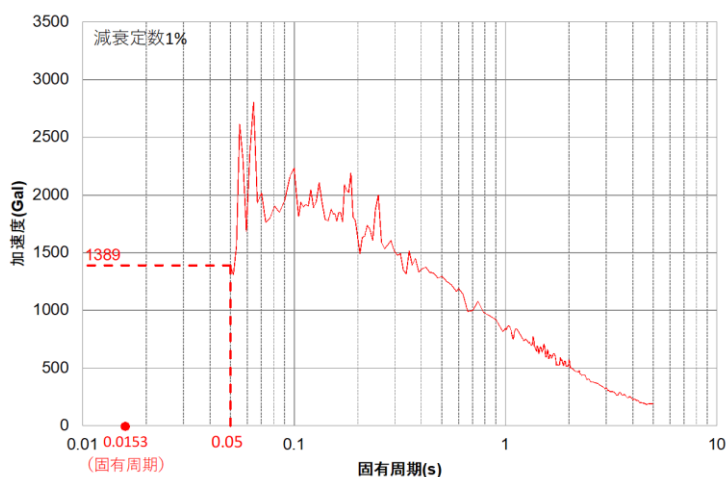
図 7.2.6-7 1次元地震応答解析用地盤モデル

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

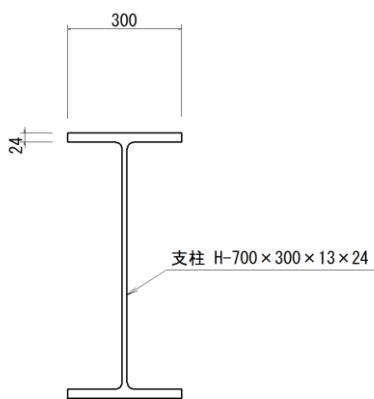
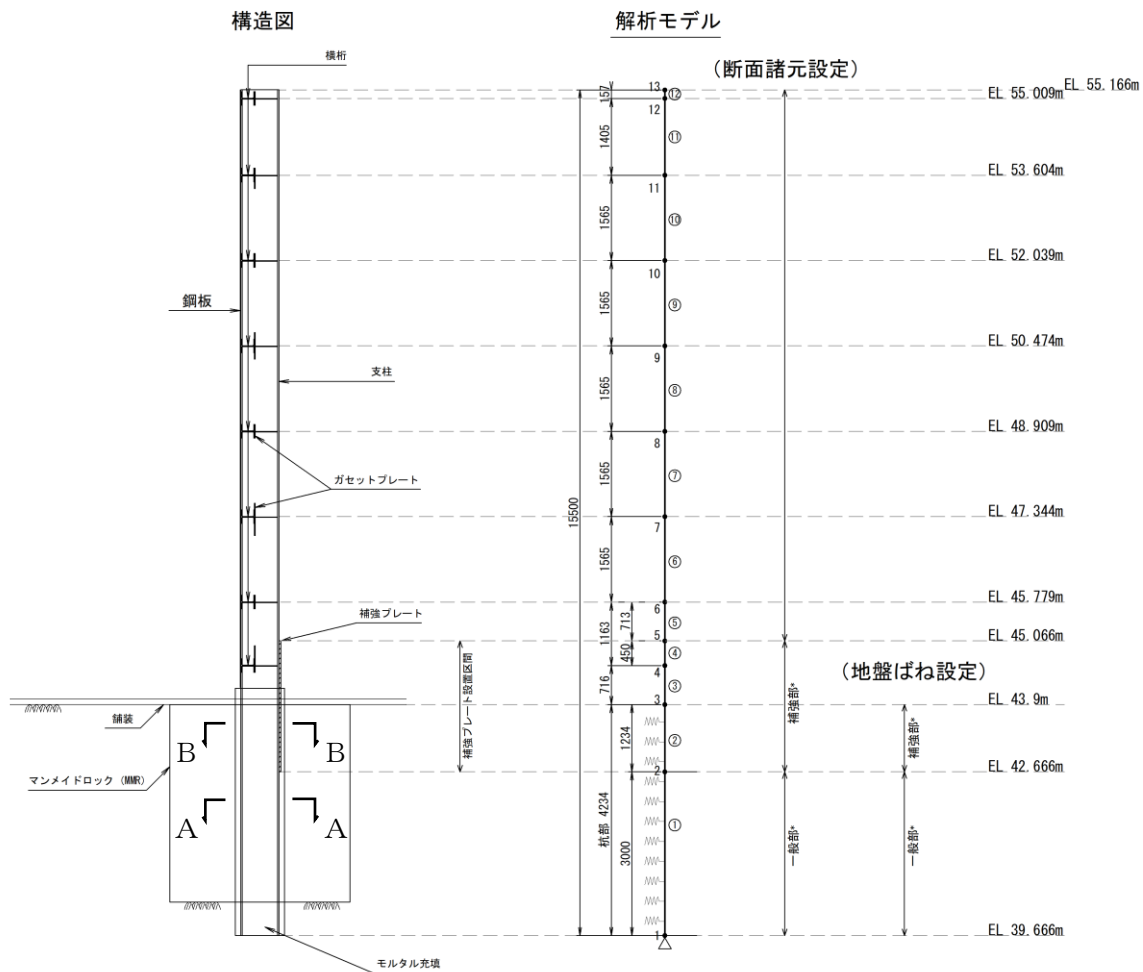
表 7.2.6-6 2号機開閉所防護壁の設計用地震力

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

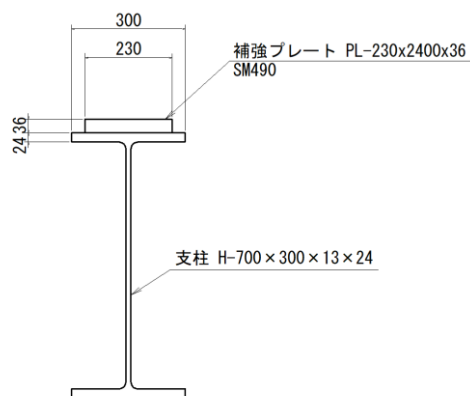
f. 静的フレーム解析

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・同解説（Ⅱ鋼橋編）（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(1/2) 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(2/2) 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

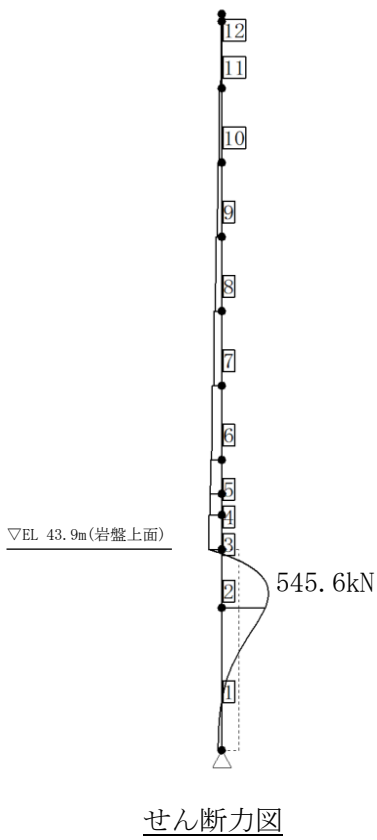
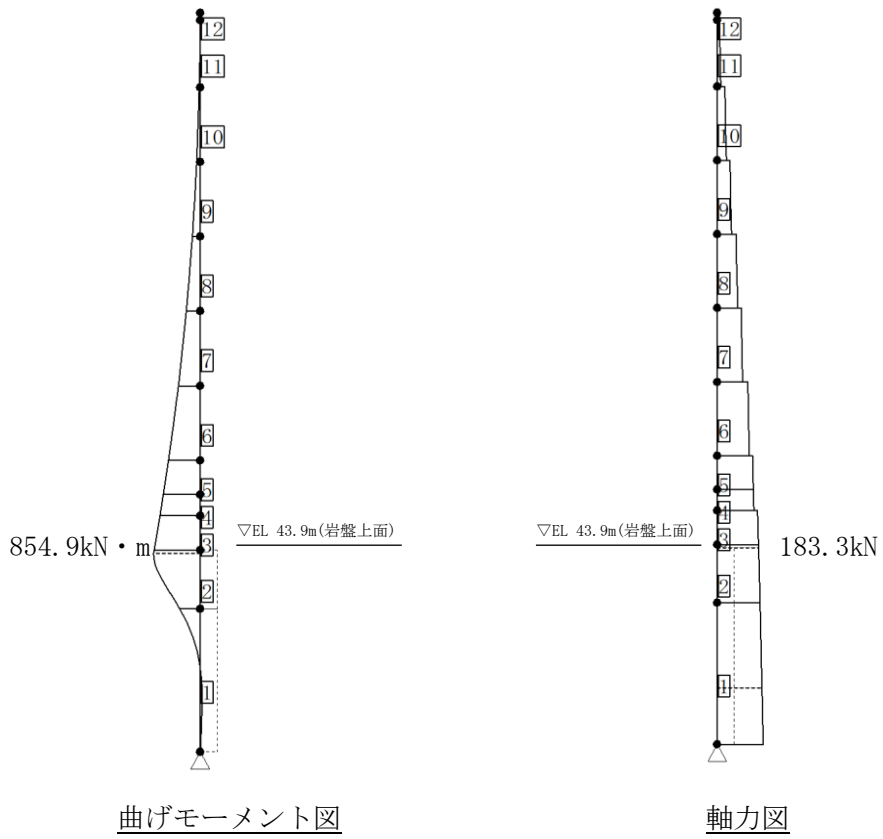


図 7.2.6-10 断面力図

7.2.8 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。

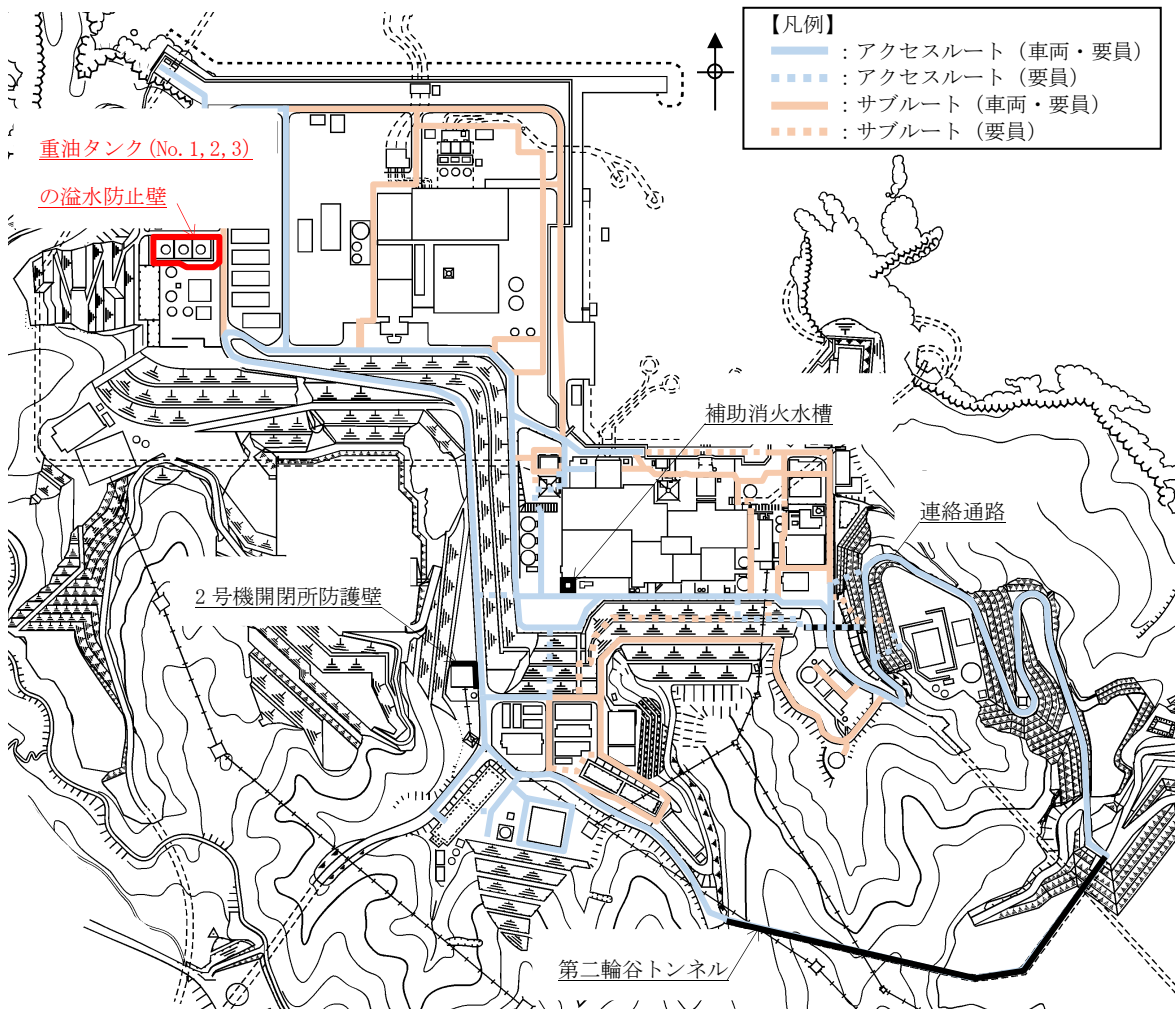
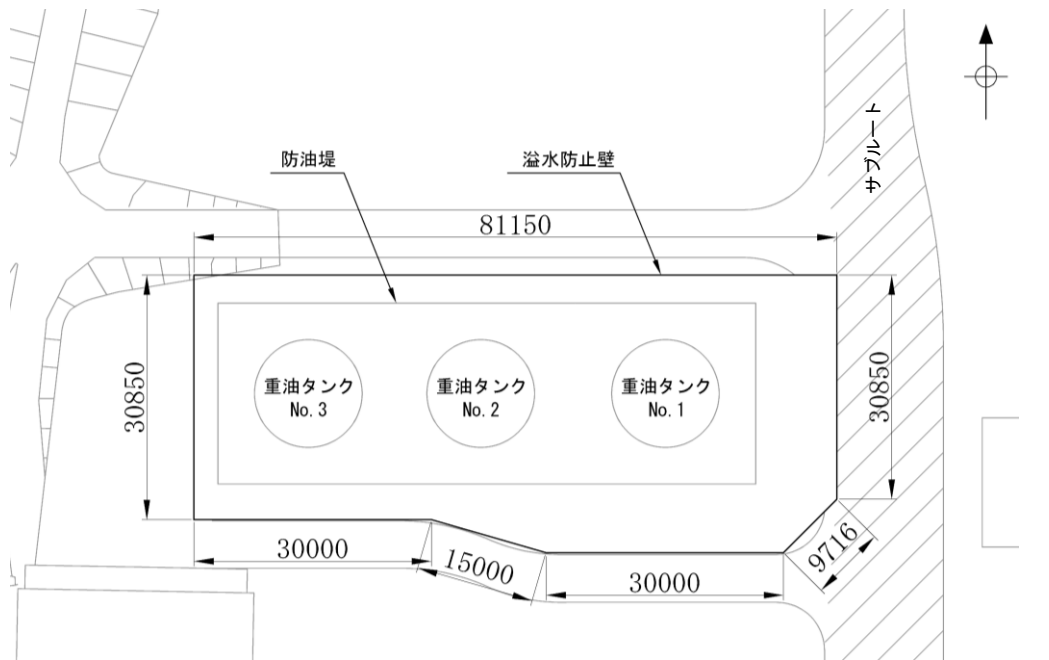


図 7.2.8-1 重油タンク (No. 1, 2, 3) の溢水防止壁の設置位置

b. 構造概要

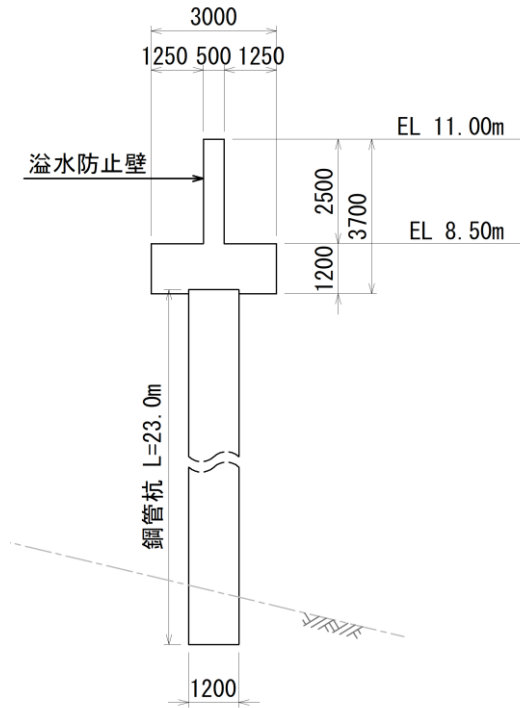
屋外のサブルートに近接している重油タンク (No. 1, 2, 3) の溢水防止壁は、高さ約 2.5m の溢水防止壁、フーチング及び鋼管杭で構成された鉄筋コンクリート製壁であり、鋼管杭を介して岩盤に設置している。

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。



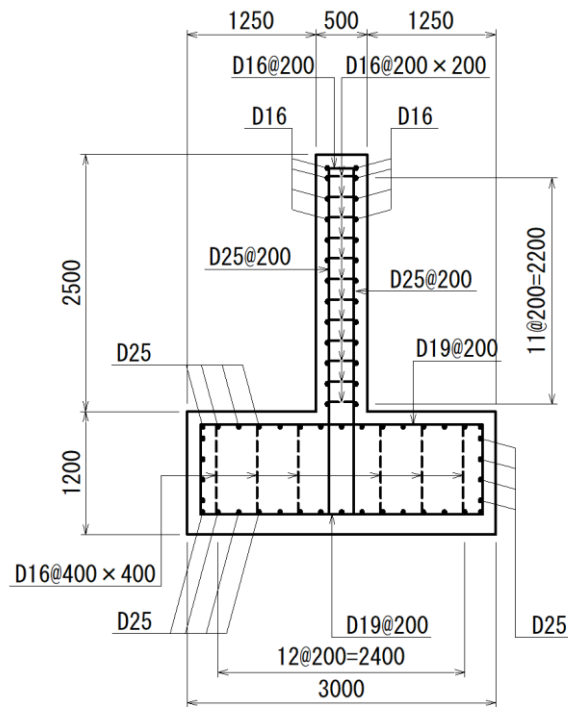
(単位：mm)

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



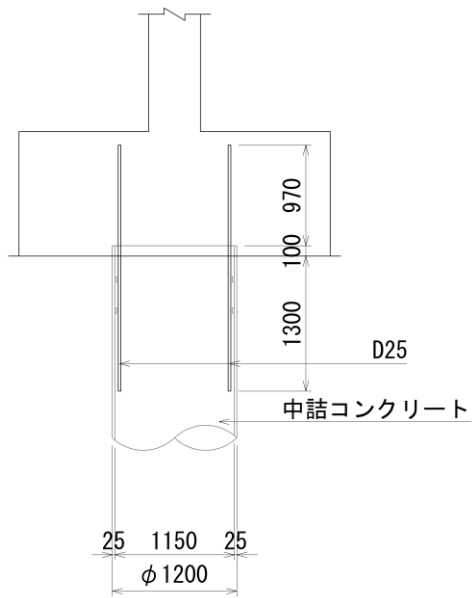
(単位：mm)

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



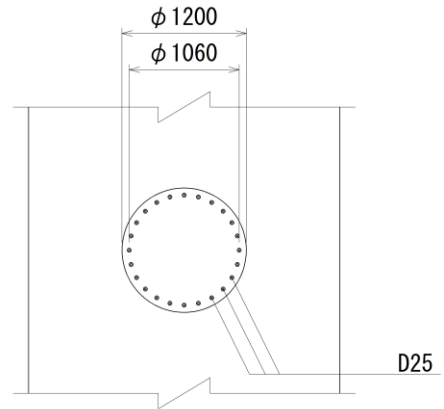
(単位：mm)

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)

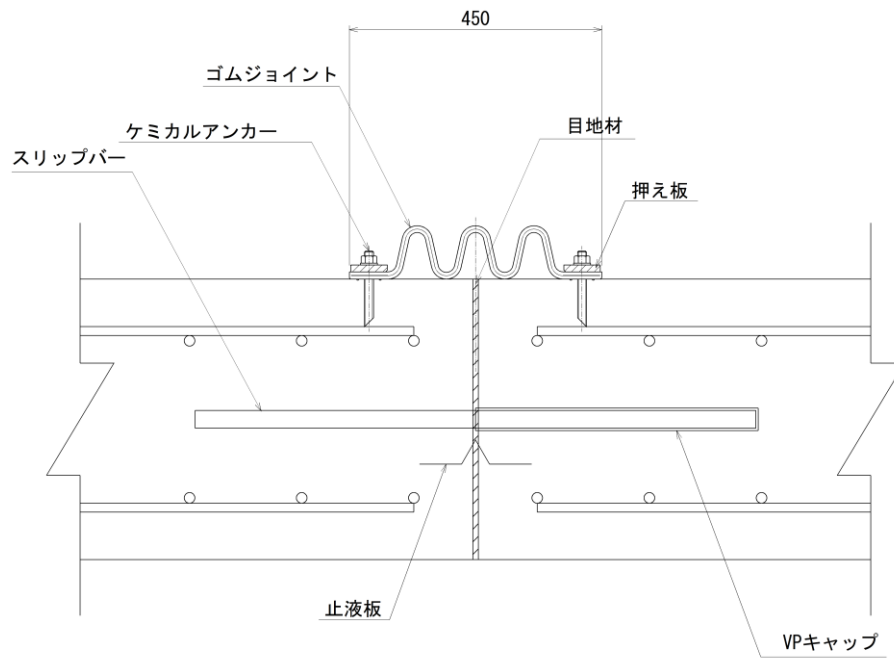


図 7.2.8-5 止水目地の概略断面図

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。

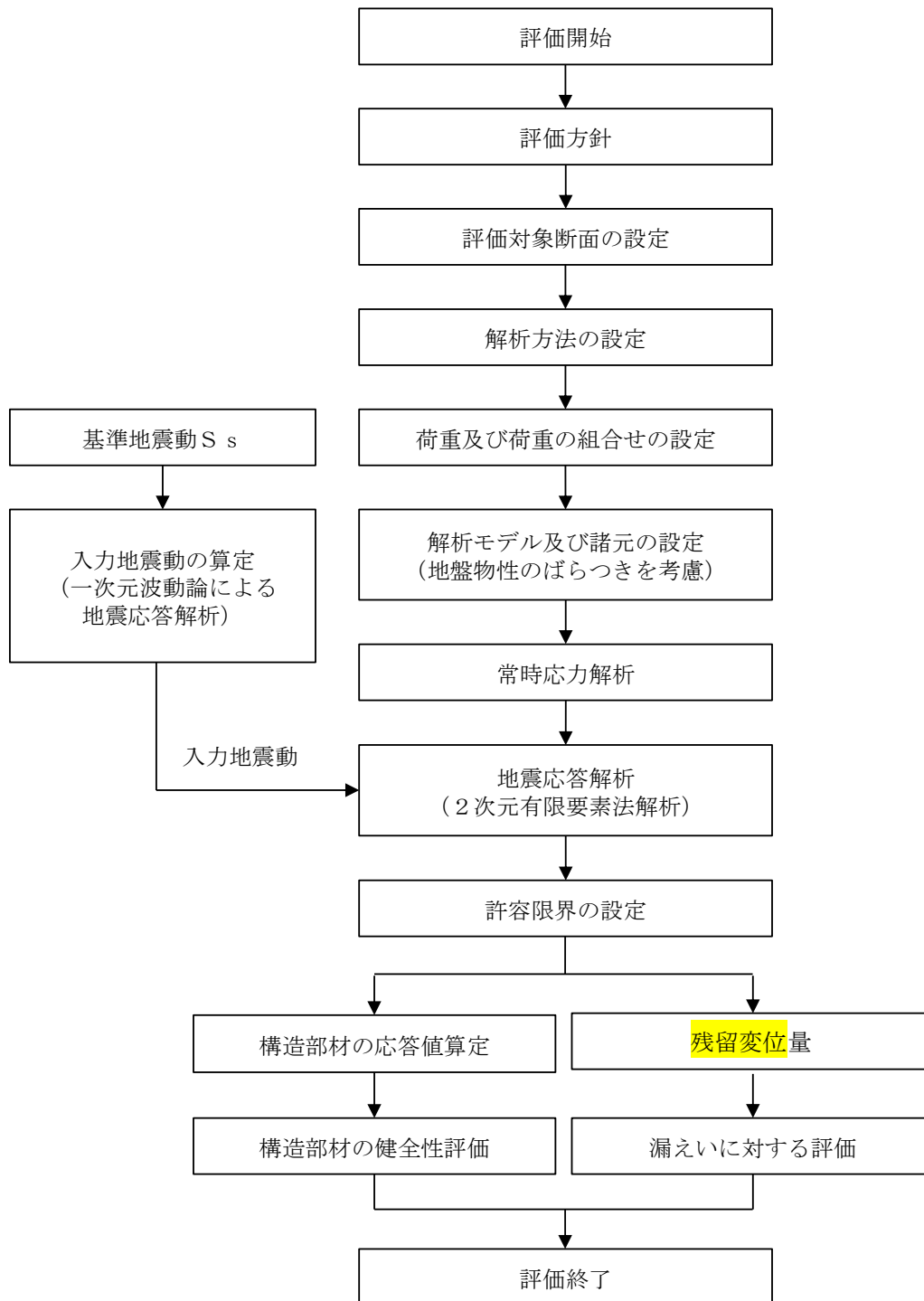


図 7.2.8—6 重油タンク (No. 1, 2, 3) の溢水防止壁の耐震評価フロー

(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。

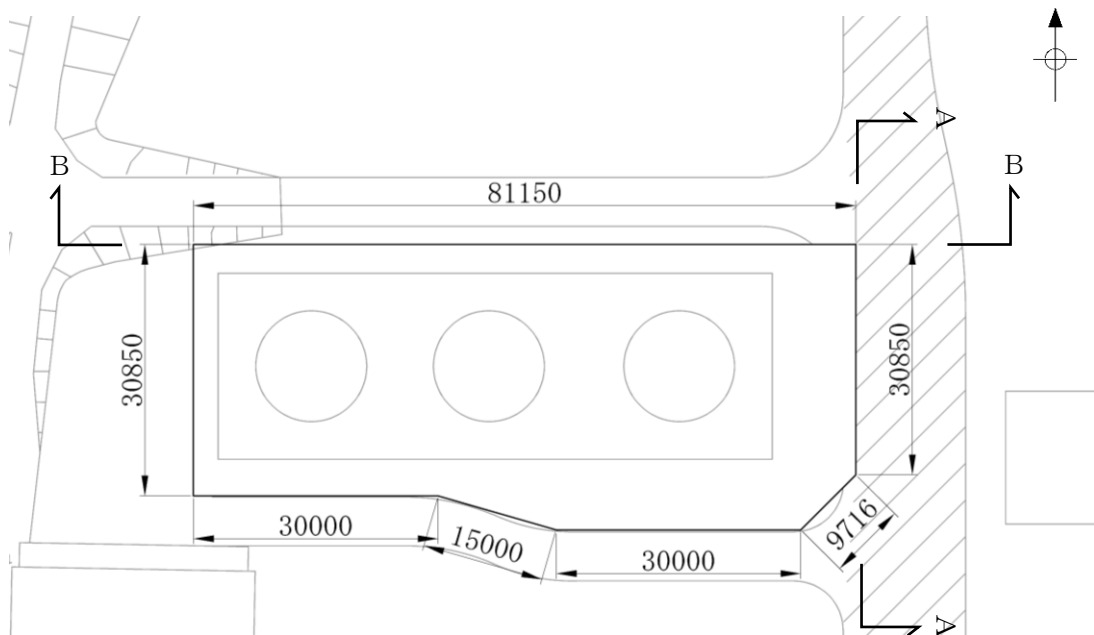


図 7.2.8-7 断面位置図

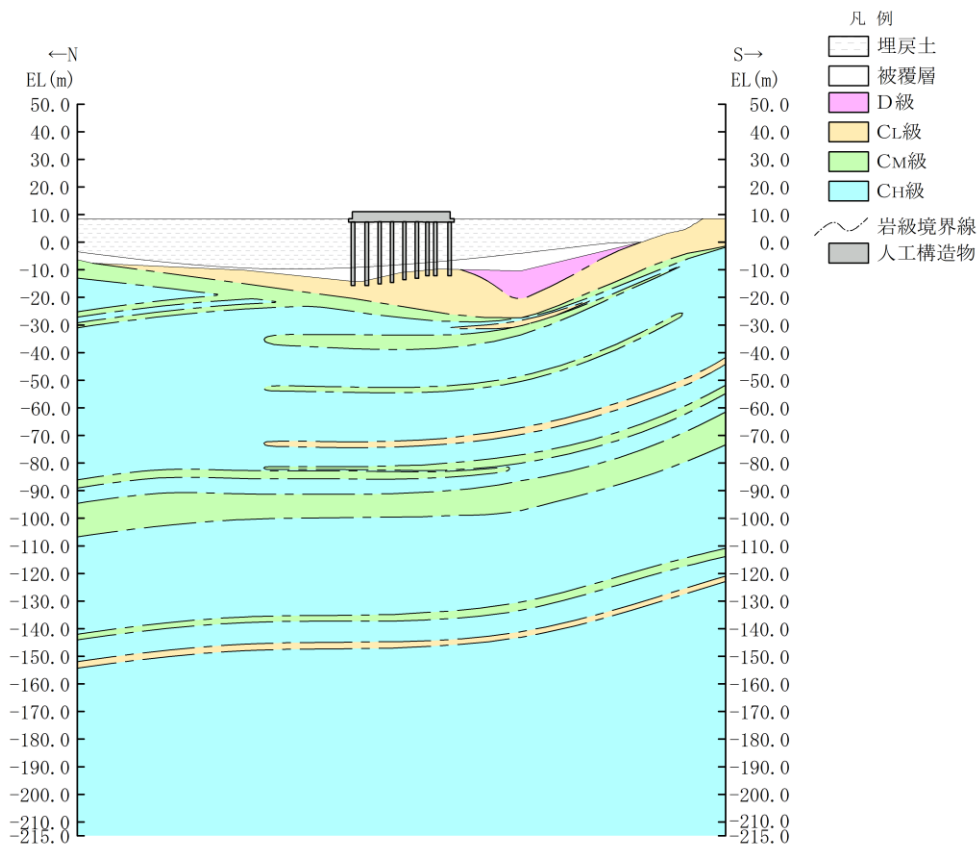


图 7.2.8—8(1) 地質断面図 (岩級図, 南北方向 (A—A断面))

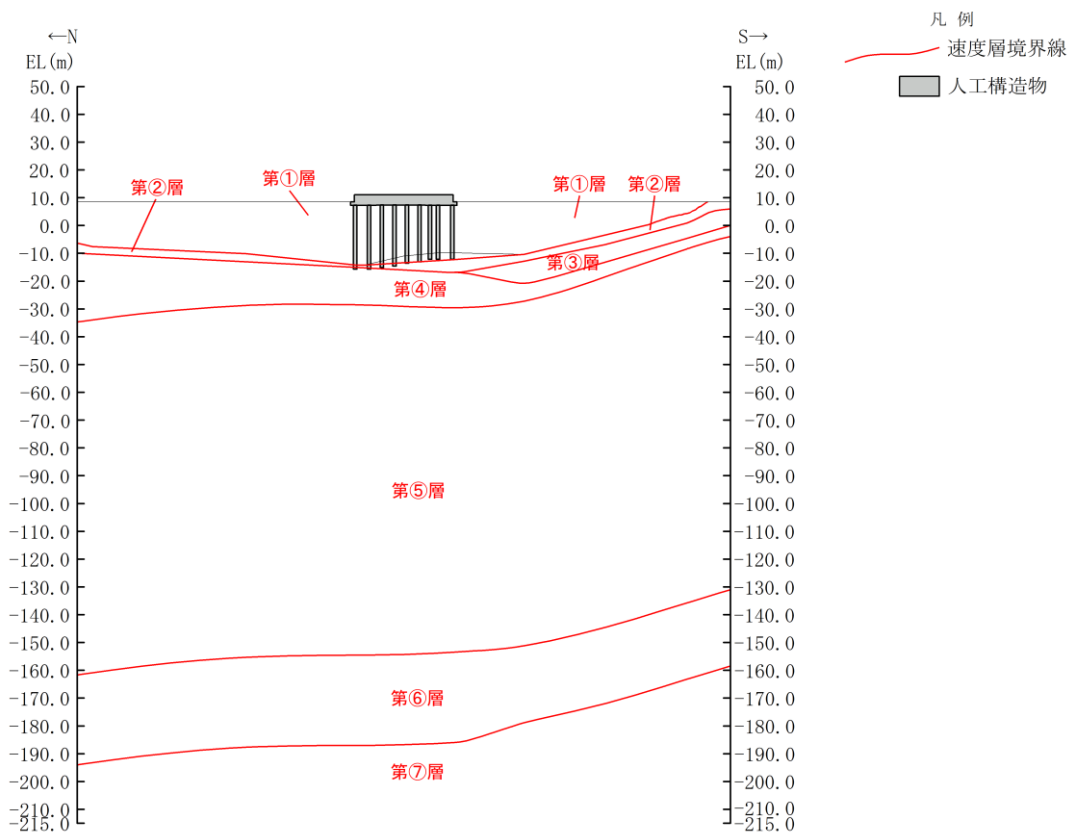


图 7.2.8—8(2) 地質断面図 (速度層区分図, 南北方向 (A—A断面))

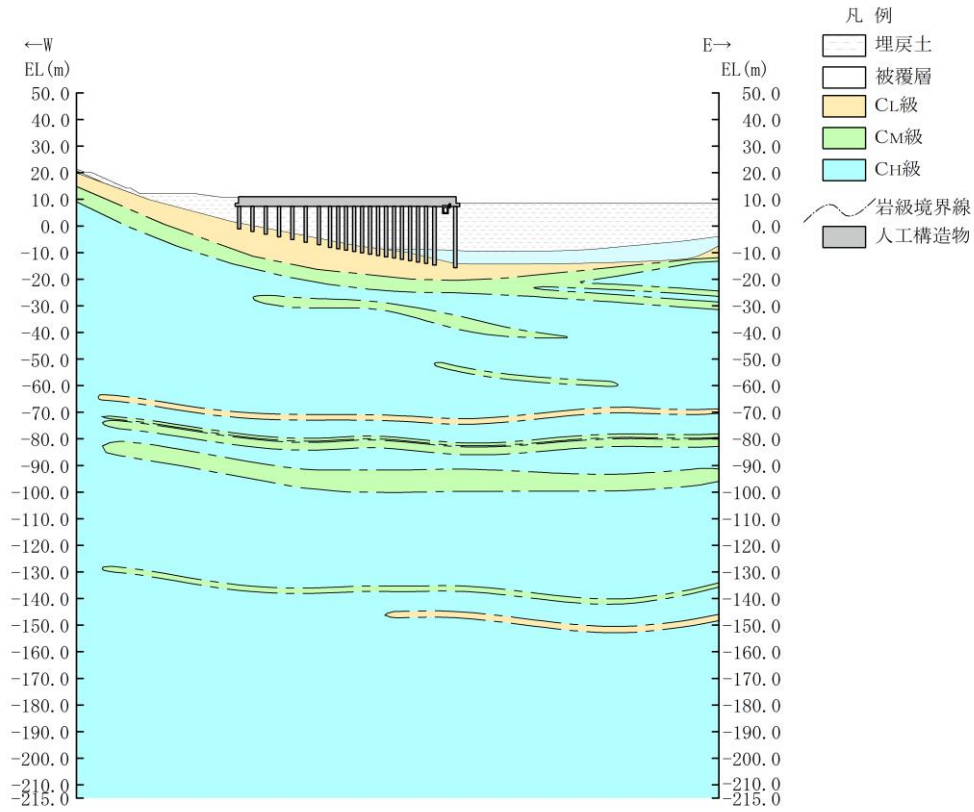


图 7.2.8—8(3) 地質断面图 (岩級图, 東西方向 (B—B 断面))

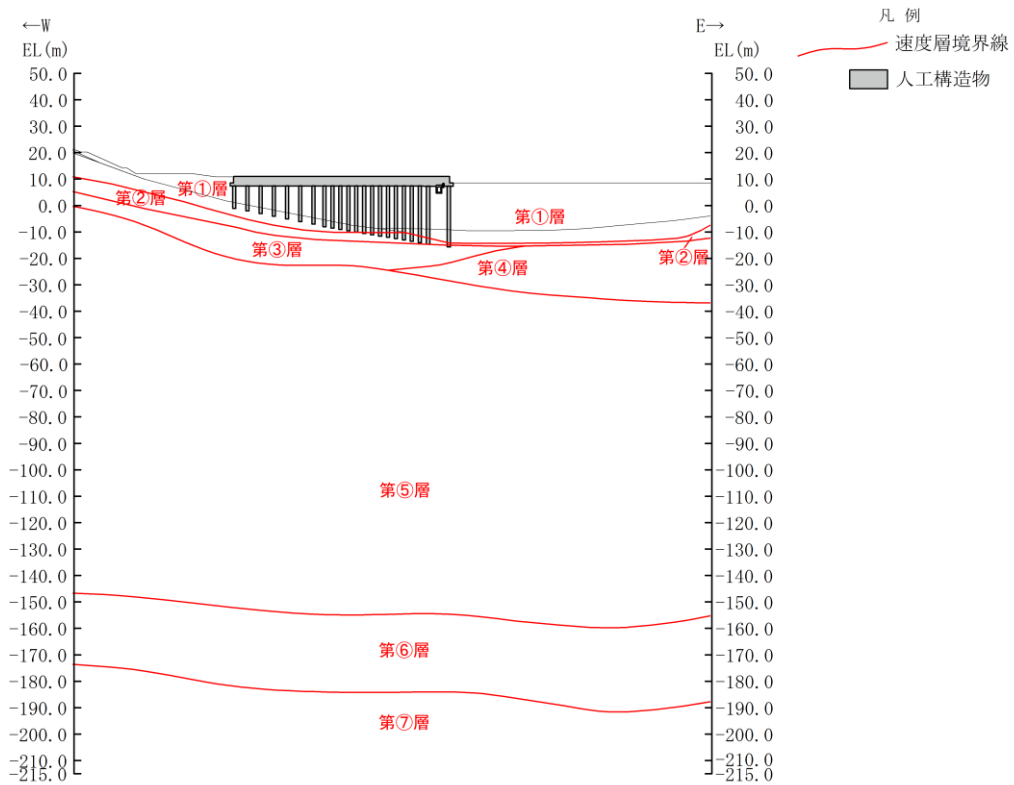


图 7.2.8—8(4) 地質断面图 (速度層区分图, 東西方向 (B—B 断面))

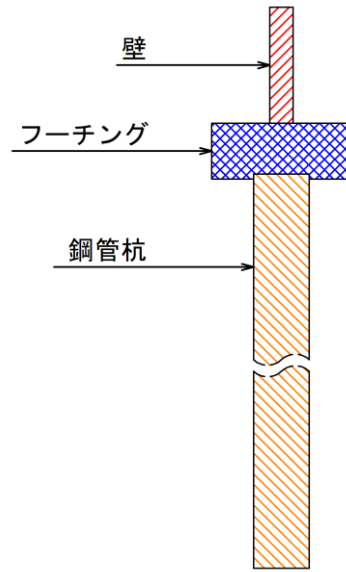


図 7.2.8-9 評価対象部位

b. 荷重及び荷重の組み合わせ

荷重は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき設定する。荷重の組み合わせを表 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]（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（2005 年6月 土木学会 原子力土木委員会）

*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採用する。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。

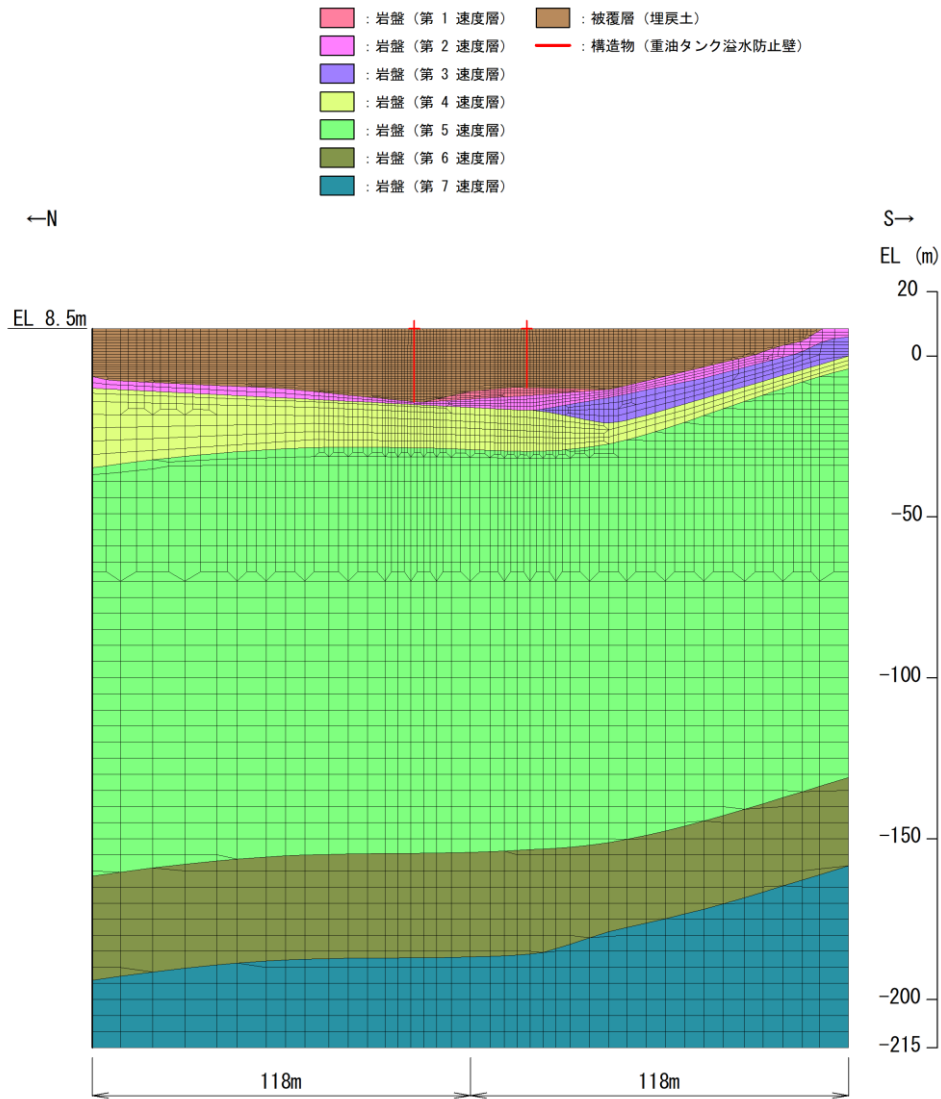
地震応答解析は、構造物と地盤の相互作用を考慮できる2次元動的有限要素法により、基準地震動 S_s に基づき設定した水平地震動と鉛直地震動の同時加振による逐次時間積分の時刻歴応答解析を行う。解析手法は、重油タンク (No. 1, 2, 3) の溢水防止壁側方に地下水位以深の液状化対象層が広範囲に分布するため、「有効応力解析」(解析コード「FLIP」)を選定する。

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採用する。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))

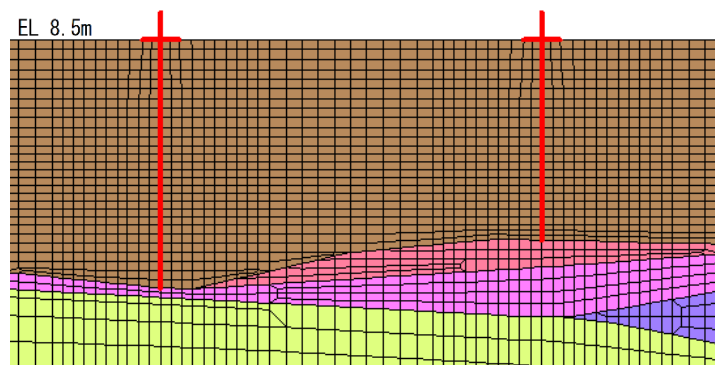


図 7.2.8—10 (2) 重油タンク (No. 1, 2, 3) の溢水防止壁の解析モデル (拡大図)
(南北断面 (A-A断面))

(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。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。

(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	-66.13	-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 $V_{y d}$ (kN)	照査値 $V_d/V_{y d}$
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 7.2.8-9 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	15320	0.49

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_{yd} (N/mm ²)	照査値 τ_s/τ_{yd}
S _s -D	15	182	0.09