

島根原子力発電所第2号機 審査資料	
資料番号	NS2-添2-017-02改05
提出年月日	2023年5月8日

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

2023年5月

中国電力株式会社

今回提出範囲：

目 次

1. 概要	1
2. 機器・配管系の評価	
3. 土木構造物の評価	1
3.1 非常用ろ過水タンク	1
3.1.1 一般事項	1
3.1.2 評価部位	9
3.1.3 地震応答解析及び構造強度評価	10
3.1.4 評価結果	27
3.2 輪谷貯水槽（西側）	31
3.2.1 一般事項	31
3.2.2 評価部位	38
3.2.3 地震応答解析及び構造強度評価	39
3.2.4 評価結果	47
3.3 輪谷貯水槽（東側）	51
3.3.1 一般事項	51
3.3.2 評価部位	58
3.3.3 地震応答解析及び構造強度評価	59
3.3.4 評価結果	66

3. 土木構造物の評価

3.1 非常用ろ過水タンク

3.1.1 一般事項

本章では非常用ろ過水タンクの構造部材の健全性評価及び基礎地盤の支持性能評価を実施する。構造部材の健全性評価にあたっては、地震応答解析により得られた水平方向及び鉛直方向の荷重を用い、線形シェル要素による3次元静的FEM解析により応答値を算定し、曲げ・軸力系及びせん断破壊に対して発生応力が許容限界を下回ることを確認する。基礎地盤の支持性能評価にあたっては、地震応答解析により得られた基礎地盤の接地圧が、許容限界を下回ることを確認する。

(1) 配置概要

非常用ろ過水タンクの位置図を図3.1-1に示す。

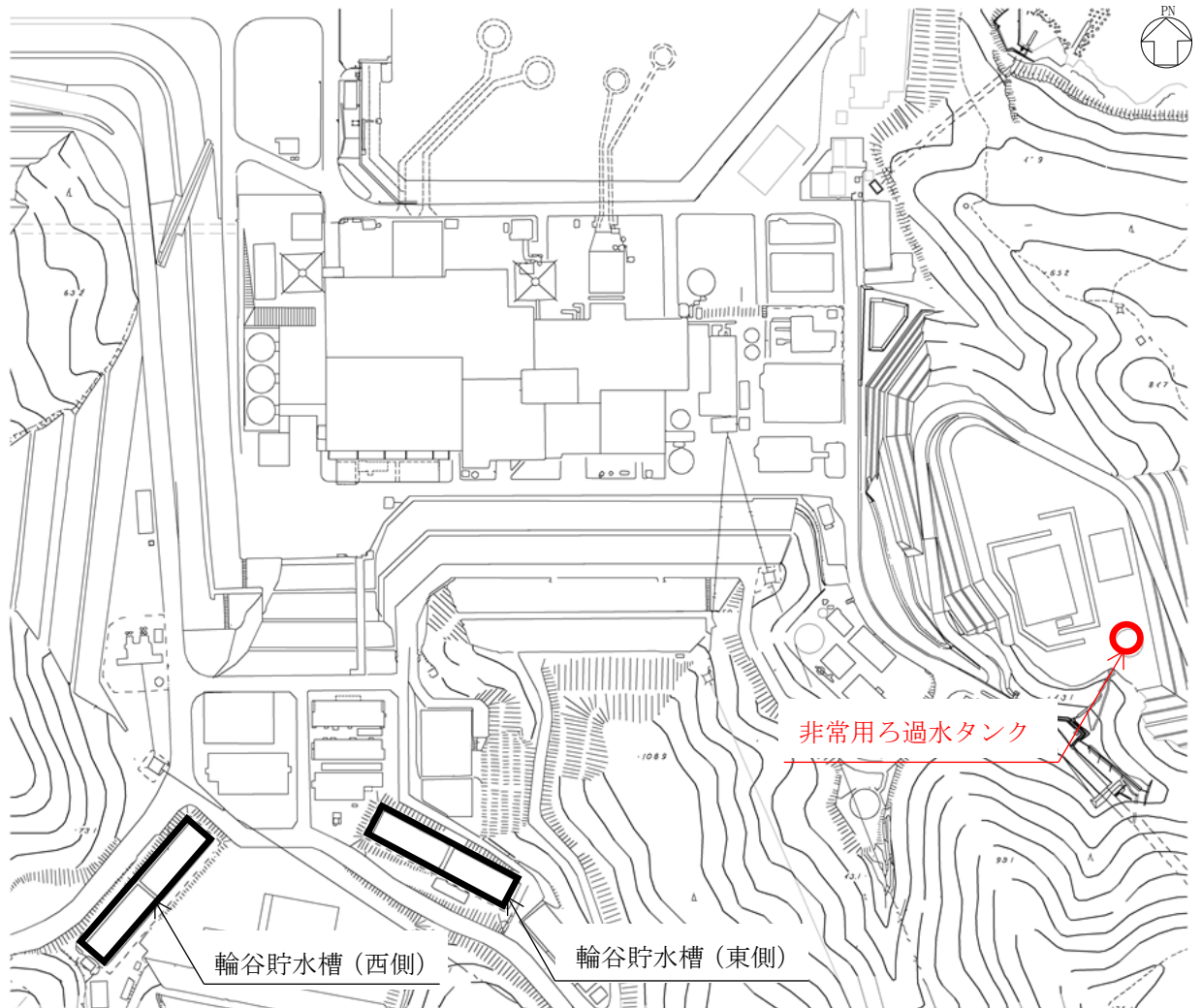


図 3.1-1 非常用ろ過水タンク 位置図

(2) 構造計画

非常用ろ過水タンクの平面図を図 3.1-2 に、断面図を図 3.1-3 に、概略配筋図を図 3.1-4 に、PC 鋼材配置図を図 3.1-5 に示す。

非常用ろ過水タンクは、直径 20.4m、高さ 10.4m の鉄筋コンクリート及びプレストレストコンクリート造の円筒状の構造物であり、十分な支持性能を有する岩盤に直接設置されている。

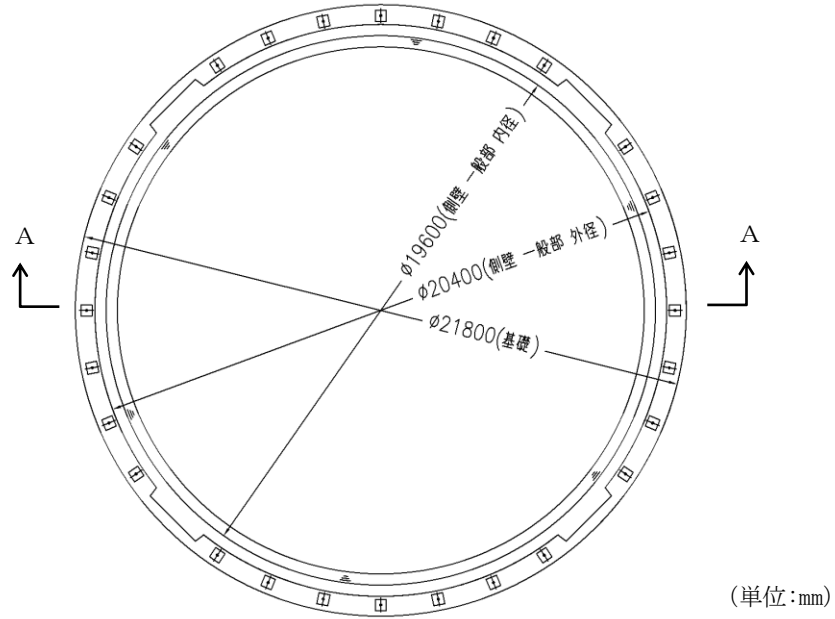


図 3.1-2 非常用ろ過水タンク 平面図

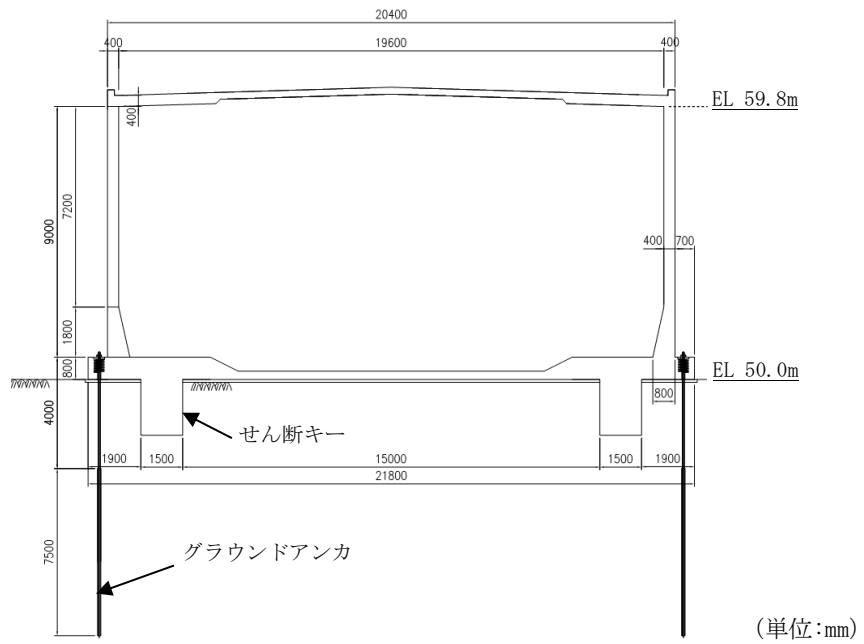
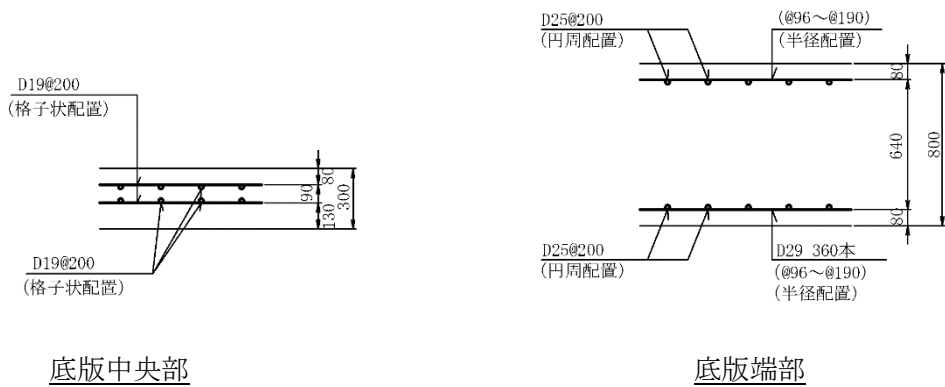
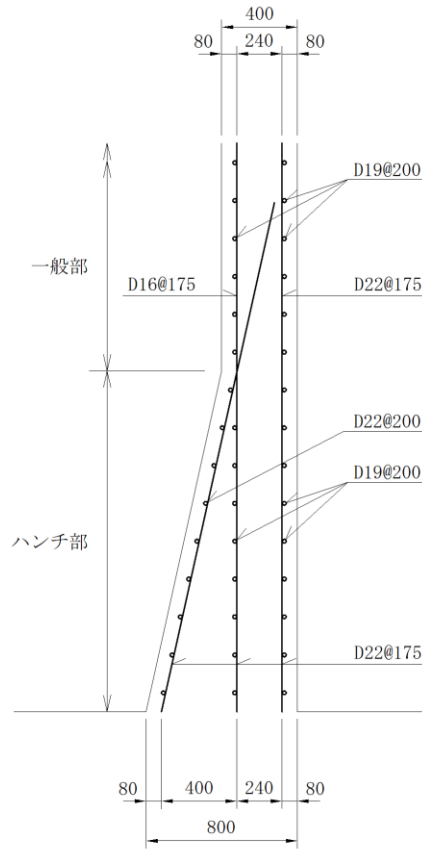
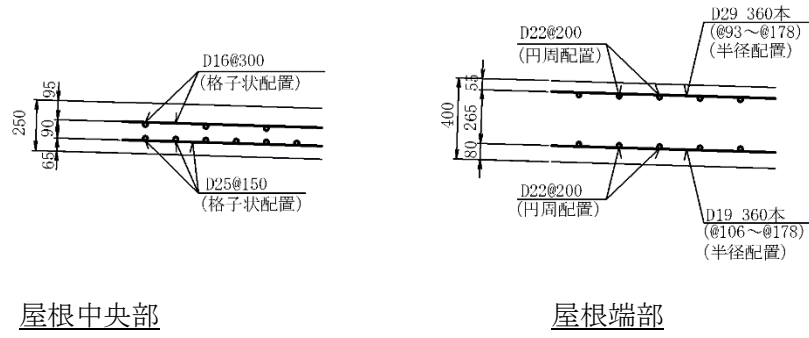


図 3.1-3 非常用ろ過水タンク 断面図



(単位:mm)

図 3.1-4 非常用ろ過水タンク 概略配筋図

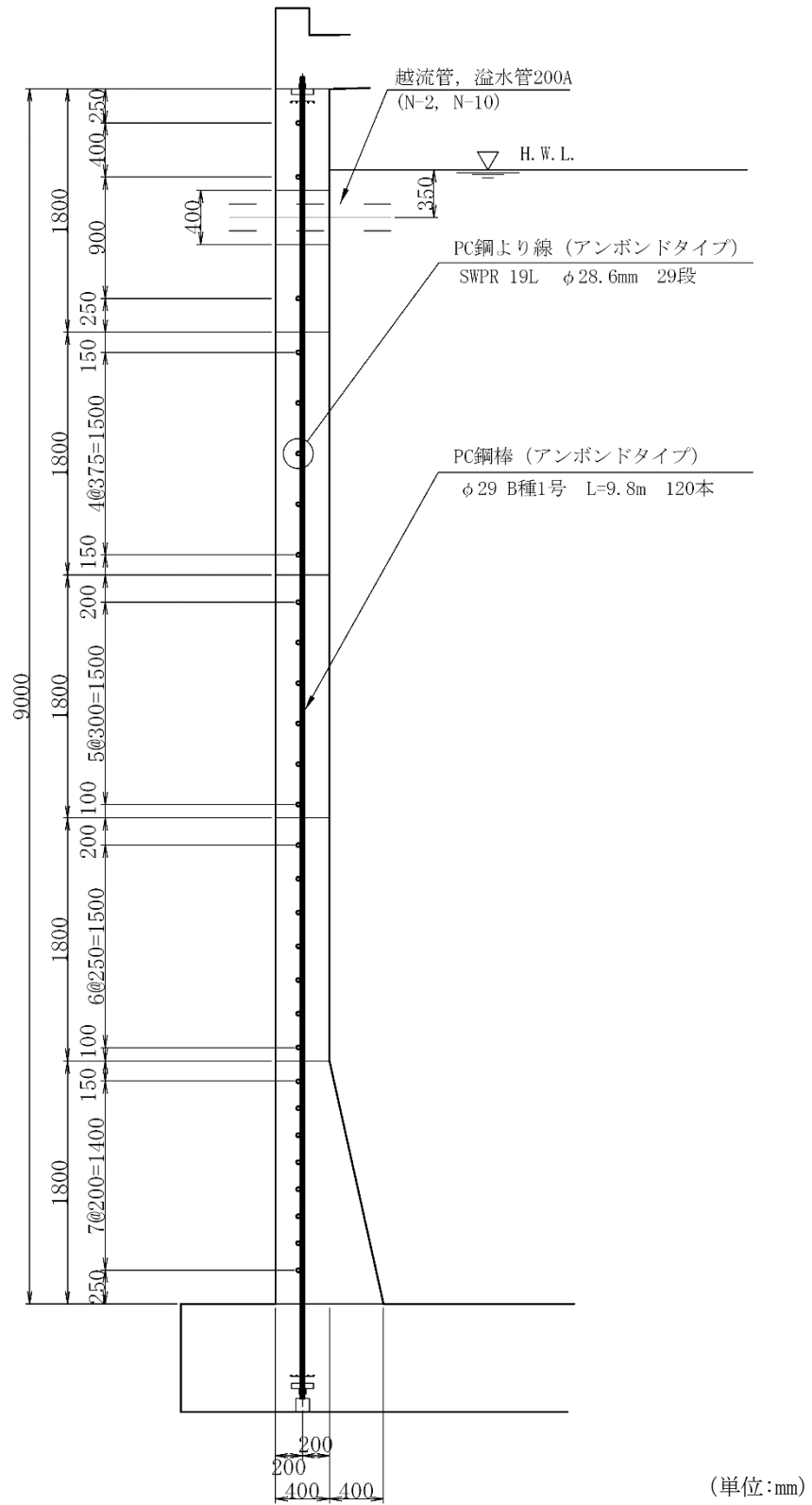


図 3.1-5 非常用ろ過水タンク PC 鋼材配置図

(3) 評価方針

非常用ろ過水タンクの評価フローを図 3.1-6 に示す。

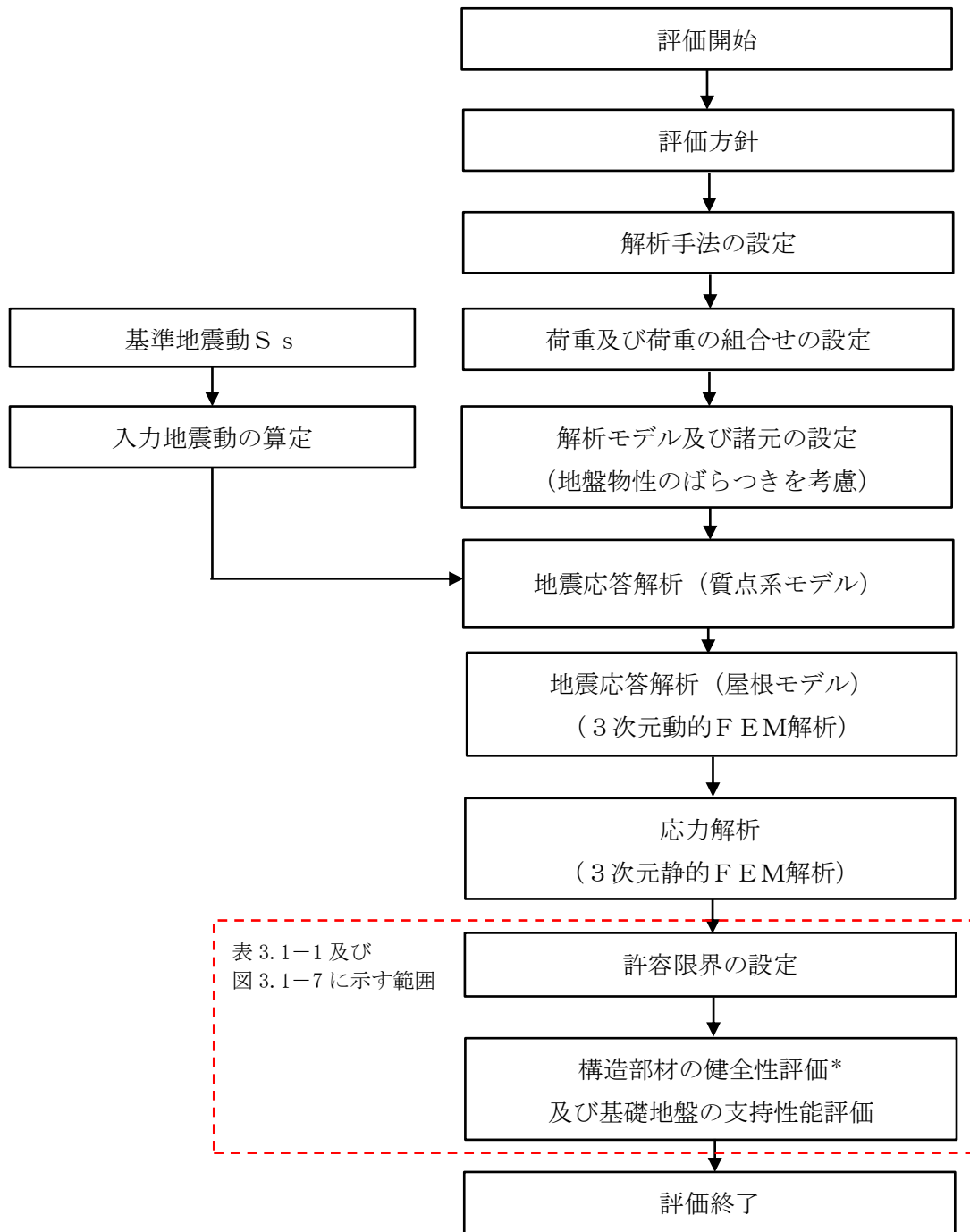
非常用ろ過水タンクの耐震評価は、地震応答解析及び3次元構造解析により得られた解析結果に基づき、表 3.1-1(1)の非常用ろ過水タンクの評価項目（構造部材）に示すとおり、構造部材の健全性評価を行う。また、地震応答解析により得られた解析結果に基づき、表 3.1-1(2)の非常用ろ過水タンクの評価項目（基礎地盤）に示すとおり、基礎地盤の支持性能評価を行う。

構造部材の健全性評価及び基礎地盤の支持性能評価を実施することで、構造強度を有することを確認する。

構造部材の健全性評価については、「3.1.3 地震応答解析及び構造強度評価」より得られた、水平方向及び鉛直方向の荷重を用いて、3次元構造解析により応答値を算定し、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき、各部材ごとに定める照査項目に対する評価を行い、照査用応答値が許容限界を下回ることを確認する。

基礎地盤の支持性能評価については、「3.1.3 地震応答解析及び構造強度評価」より得られた地震応答解析の結果に基づき、基礎地盤に発生する接地圧が許容限界を下回ることを確認する。

また、非常用ろ過水タンクの屋根、側壁及び底版は、構造物全体としての安定性確保の評価をした上で、溢水影響の確認を行う。非常用ろ過水タンクの評価対象部位を図 3.1-7 に示す。構造物全体の安定性確保の評価範囲は、屋根、側壁及び底版の全ての範囲を対象とする。溢水影響の確認は、その部材のひび割れからの漏水が溢水量検討に影響を及ぼし得る範囲を対象とする。



注記*：構造物全体としての安定性確保を評価した上で、溢水影響の確認を実施する。

図 3.1-6 非常用ろ過水タンク 耐震評価フロー

表 3.1-1(1) 非常用ろ過水タンクの評価項目（構造部材）

評価方針	評価項目	評価方法	部位	照査項目	許容限界	
					構造全体としての安定性確保	溢水影響の確認
構造強度を有すること	構造部材の健全性	発生する応力が許容限界以下であることを確認	屋根底版	曲げ・軸力系の破壊	終局曲げモーメント	短期許容応力度
				せん断破壊	短期許容応力度	—
			側壁	曲げ・軸力系の破壊	終局曲げモーメント	降伏曲げモーメント
				せん断破壊	短期許容応力度	—
			グラウンドアンカ	引張力	許容アンカー力	
				支圧応力度	許容支圧応力度	

表 3.1-1(2) 非常用ろ過水タンクの評価項目（基礎地盤）

評価方針	評価項目	評価方法	部位	許容限界	
構造強度を有すること	基礎地盤の支持性能	発生する応力（接地圧）が許容限界以下であることを確認	基礎地盤	接地圧	極限支持力度*

注記*：妥当な安全余裕を考慮する。

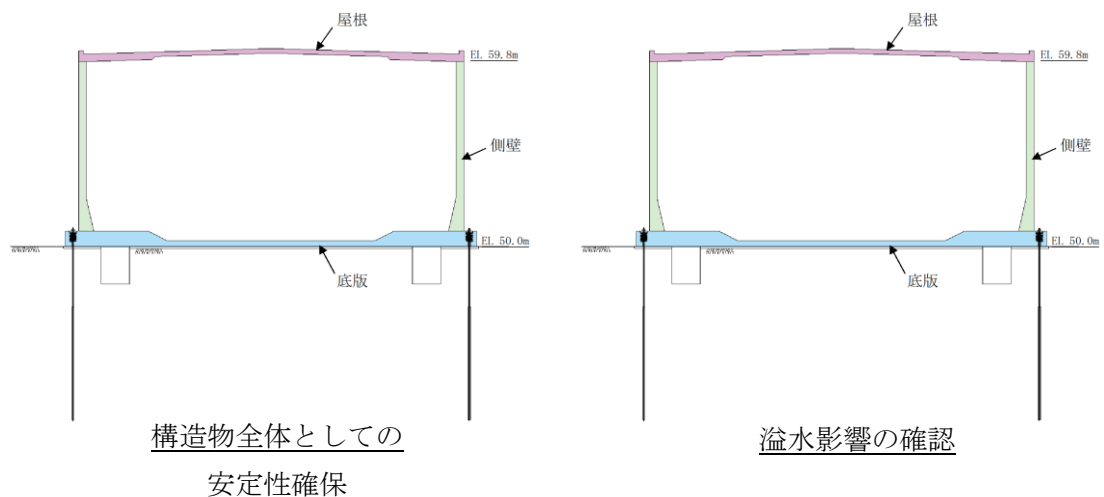


図 3.1-7 評価対象部位

(4) 適用規格・基準等

適用する規格・基準等を以下に示す。

- ・水道用プレストレストコンクリートタンク設計施工指針・解説
（（社）日本水道協会，1998年）
- ・水道施設耐震工法指針・解説（（社）日本水道協会，1997年）
- ・グラウンドアンカー設計・施工基準，同解説（地盤工学会，2012年）
- ・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）
- ・道路橋示方書・同解説（I 共通編・IV 下部構造編）（（社）日本道路協会，平成 14 年 3 月）
- ・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）

3.1.2 評価部位

非常用ろ過水タンクの評価対象部材は、屋根、側壁、底版及びグラウンドアンカとする。
評価対象部材を図 3.1-8 に示す。

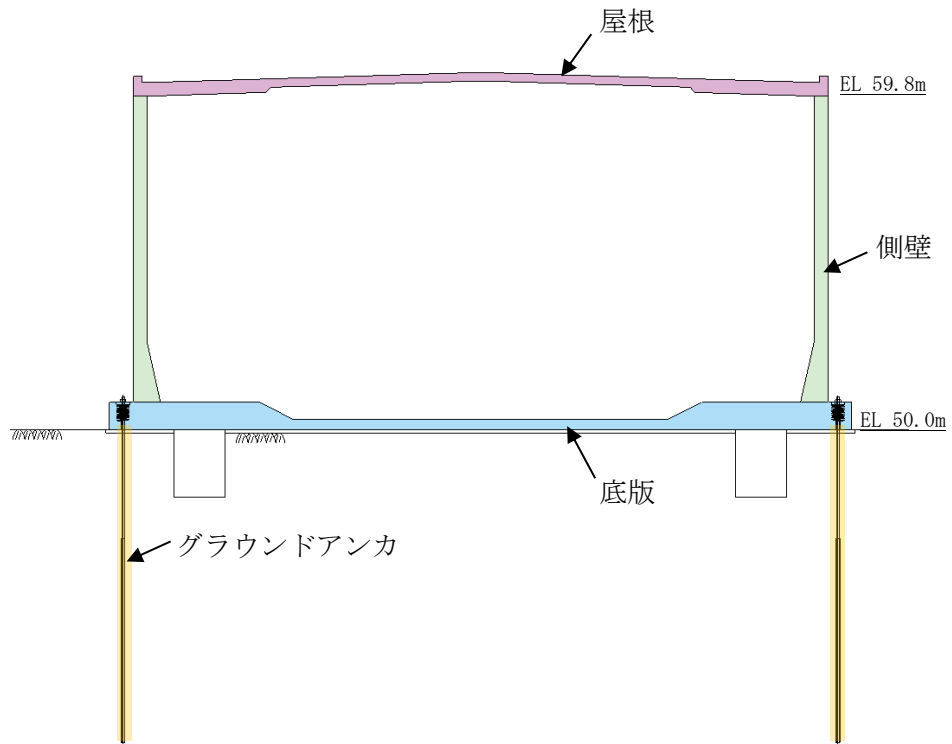


図 3.1-8 評価対象部材

3.1.3 地震応答解析及び構造強度評価

(1) 地震応答解析及び構造強度評価方法

a. 地震応答解析方法（質点系モデル）

(a) 解析方法

非常用ろ過水タンクの地震応答解析は、VI-2-1-6「地震応答解析の基本方針」のうち、「2.3 屋外重要土木構造物」に示す解析方法及び解析モデルを踏まえて実施する。

地震応答解析は、構造物と地盤の相互作用を考慮できる構造物－地盤連成モデルを用いて、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に対してそれぞれ逐次時間積分の時刻歴応答解析を行う。

地震応答解析については、解析コード「TDAPⅢ」を使用する。なお、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) 荷重及び荷重の組合せ

荷重及び荷重の組合せは、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき設定する。

イ. 荷重

非常用ろ過水タンクの地震応答解析において、考慮する荷重を以下に示す。

(イ) 固定荷重 (G)

固定荷重として、躯体自重を考慮する。

(ロ) 積載荷重 (P)

積載荷重として、積雪荷重 P_s 及び「水道用プレストレストコンクリートタンク設計施工指針」における上載荷重 0.5kN/m^2 を考慮する。

(ハ) 積雪荷重 (P_s)

積雪荷重として、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位の月最深積雪 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行細則により、積雪量 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。

(ニ) 地震荷重 (S_s)

基準地震動 S_s による荷重を考慮する。

(ホ) 貯留水荷重 (W_L)

貯留水荷重については、水の単位体積重量を 9.81kN/m^3 として考慮する。

ロ. 荷重の組合せ

荷重の組合せを表 3.1-2 に示す。

表 3.1-2 荷重の組合せ

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

G : 固定荷重

P : 積載荷重

S_s : 地震荷重 (基準地震動 S_s)

W_L : 貯留水荷重

(c) 入力地震動

入力地震動は、VI-2-1-6「地震応答解析の基本方針」のうち「2.3 屋外重要土木構造物」に示す入力地震動の設定方針を踏まえて設定する。

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。なお、入力地震動の設定に用いる地下構造モデルは、VI-2-1-3「地盤の支持性能に係る基本方針」のうち「7.1 入力地震動の設定に用いる地下構造モデル」を用いる。

図 3.1-9 に入力地震動算定の概念図を示す。入力地震動の算定には、解析コード「SHAKE」及び「micorSHAKE/3D」を使用する。解析コードの検証及び妥当性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。

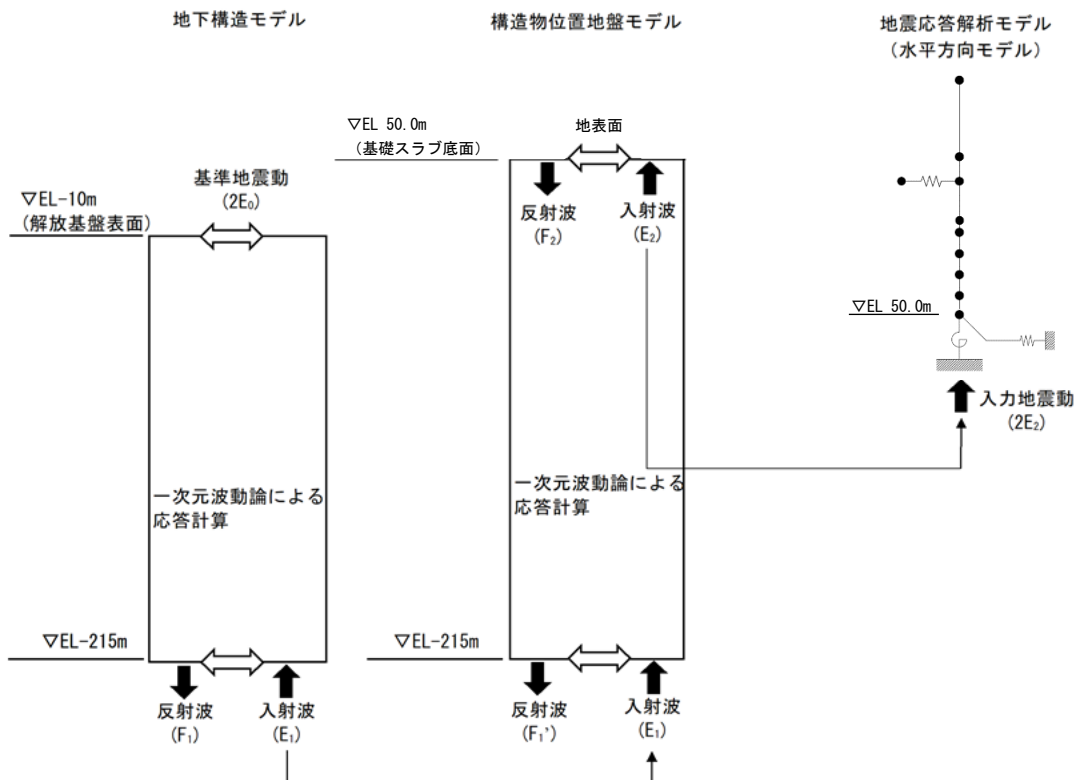
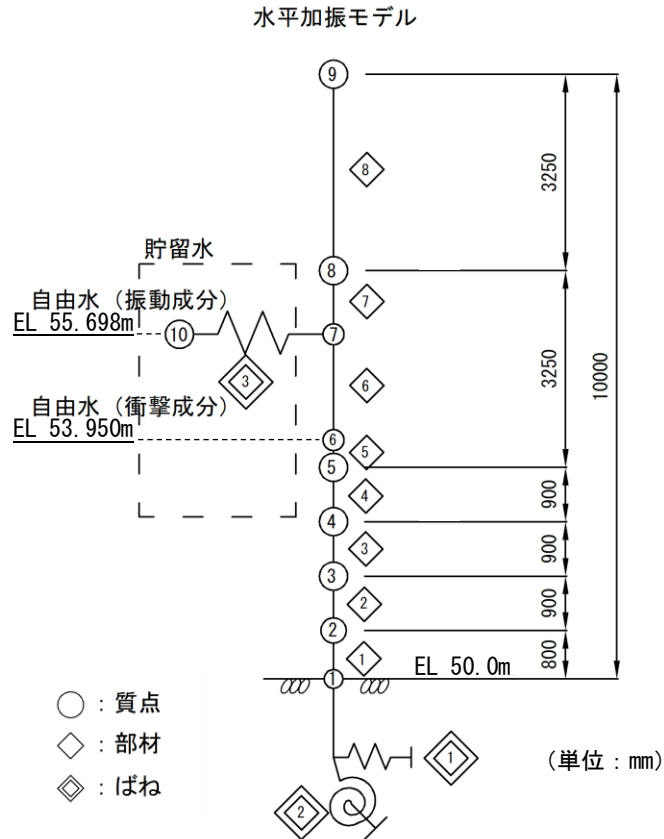


図 3.1-9 入力地震動算定の概念図

(d) 解析モデル及び諸元

非常用ろ過水タンクの地震応答解析モデルを図 3.1-10 及び図 3.1-11 に示す。

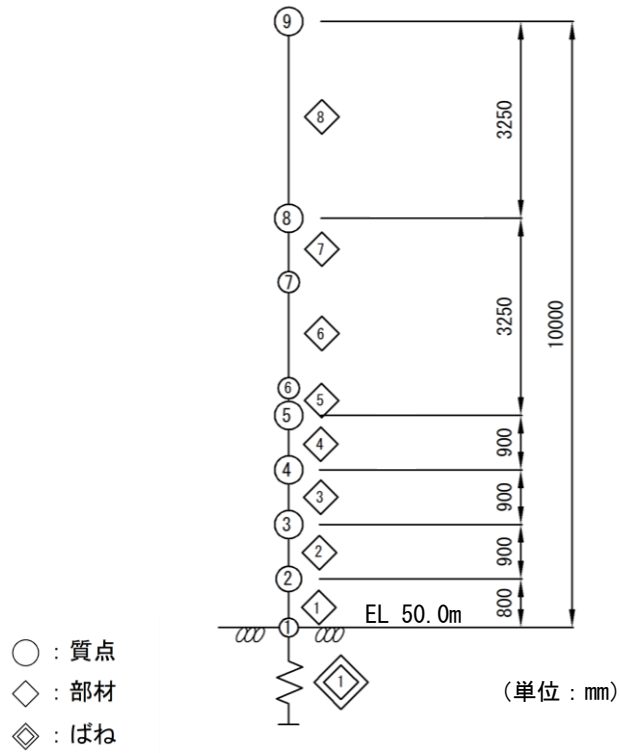


質点 No.	レベル (EL (m))	付加重量 (kN)	回転慣性重量 (kN・m ²)
⑨	60.0	4.238×10^3	1.340×10^5
⑧	56.75	2.239×10^3	1.018×10^5
⑦・⑩	55.698 *	8.356×10^3 *	-
⑥	53.95 *	1.172×10^4 *	-
⑤	53.5	1.433×10^3	6.490×10^4
④	52.6	6.543×10^2	2.937×10^4
③	51.7	8.893×10^2	4.050×10^4
②	50.8	3.516×10^3	1.289×10^6
①	50.0	3.513×10^3	1.069×10^5

注記* : スロッシングによる影響を考慮した貯留水の等価質量及び荷重作用高さ

図 3.1-10 非常用ろ過水タンクの地震応答解析モデル (水平モデル)

鉛直加振モデル



質点 No.	レベル (EL (m))	付加重量 (kN)
⑨	60.0	4.238×10^3
⑧	56.75	2.239×10^3
⑦	55.698	-
⑥	53.95	-
⑤	53.5	1.433×10^3
④	52.6	6.543×10^2
③	51.7	8.893×10^2
②	50.8	2.805×10^4
①	50.0	3.513×10^3

図 3.1-11 非常用ろ過水タンクの地震応答解析モデル (鉛直モデル)

イ. 使用材料及び材料の物性値

構造物の使用材料を表 3.1-3 に、材料の物性値を表 3.1-4 に示す。

表 3.1-3 使用材料

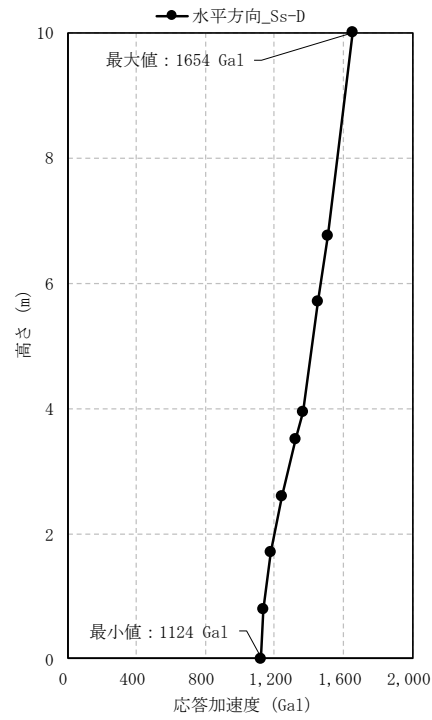
材料		仕様
屋根及び底版	コンクリート	設計基準強度 30.0N/mm ²
	鉄筋	SD345
側壁	コンクリート	設計基準強度 36.0N/mm ²
	鉄筋	SD345
PC 鋼材	円周方向	鋼より線 1-SWPR19L φ28.6mm
	鉛直方向	鋼棒 SBPR 930/1080 φ29mm (B種1号)
グラウンドアンカ		アンカー長 : 11.5m

表 3.1-4 材料の物性値

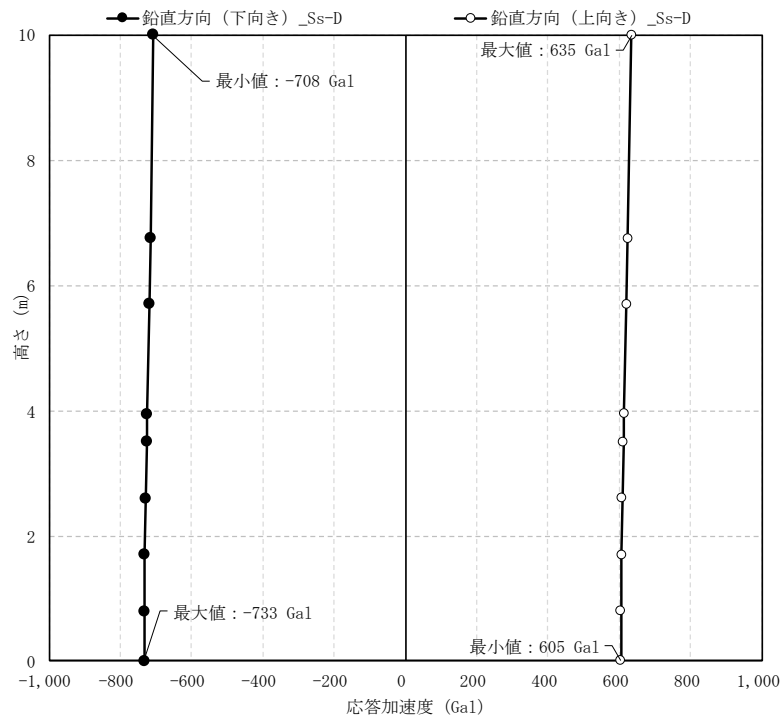
材料	ヤング係数 (N/mm ²)	単位体積重量 (kN/m ³)	ポアソン比
屋根及び底版	2.80×10 ⁴	24.5	0.2
側壁	2.98×10 ⁴	24.5	0.2

(e) 地震応答解析結果

耐震評価のために用いる応答加速度として、すべての基準地震動 S_s に対する応答加速度分布図のうち応力解析における影響が最も大きくなるものを図 3.1-12 に示す。



(a) $S_s - D$ 水平



(b) $S_s - D$ 鉛直

図 3.1-12 最大応答加速度分布図

b. 地震応答解析方法（屋根モデル）

非常用ろ過水タンクの屋根部の地震応答解析は、VI-2-1-6「地震応答解析の基本方針」のうち、「2.3 屋外重要土木構造物」に示す解析方法及び解析モデルを踏まえて実施する。

当該タンクの屋根について、屋根端部に対して屋根中央部の応答が大きくなるといった現実的な挙動を再現するため、3次元有限要素法解析を用いて、基準地震動 S_s に基づき設定した鉛直地震動に対して逐次時間積分の時刻歴応答解析を行う。

なお、モデル化の対象は、側壁の屋根に対する影響を考慮するため、屋根及び側壁とする。屋根及び側壁については、線形シェル要素でモデル化する。

(a) 解析方法

非常用ろ過水タンクの屋根部の地震応答解析は、「3.1.3 (1) a. (e) 地震応答解析結果」にて得られた応答を考慮する。

地震応答解析については、解析コード「TDAPⅢ」を使用する。なお、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) 解析モデル及び諸元

非常用ろ過水タンクの屋根部の3次元地震応答解析モデルを図3.1-13に示す。

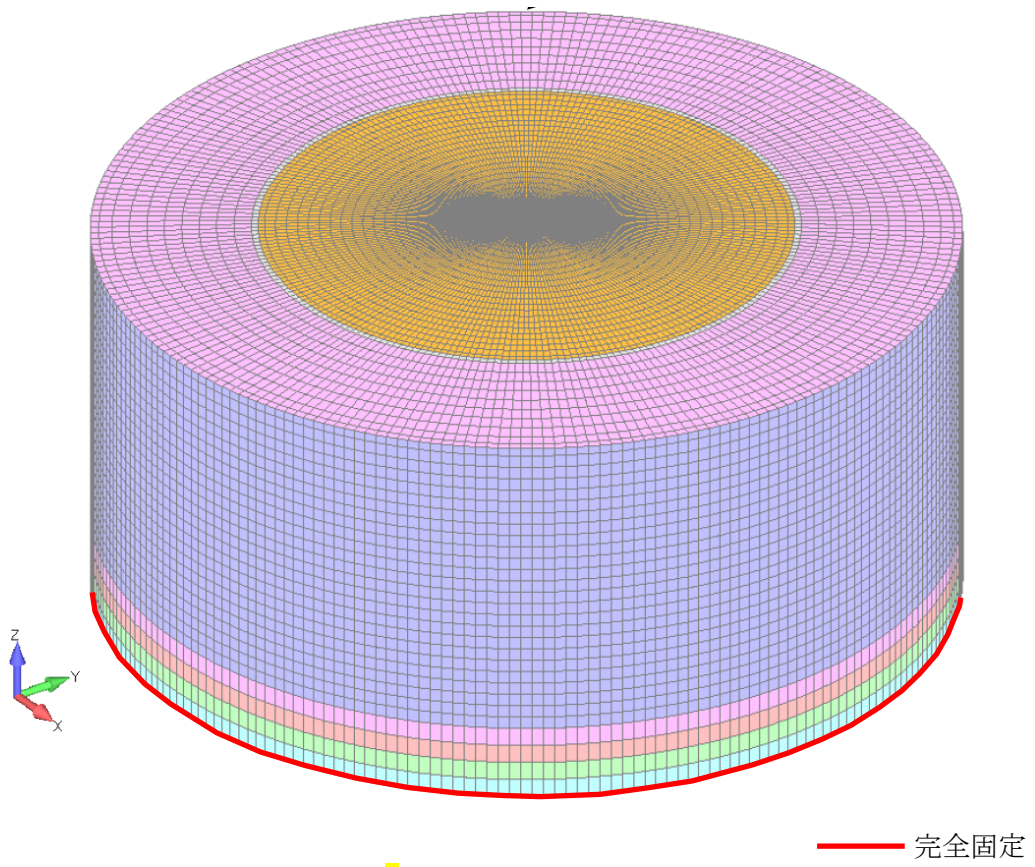


図 3.1-13 3次元地震応答解析モデル図

(c) 荷重及び荷重の組合せ

荷重及び荷重の組合せは、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき設定する。

イ. 荷重の種類

非常用ろ過水タンクの応力解析において、考慮する荷重を以下に示す。

(イ) 固定荷重 (G)

固定荷重として、躯体自重、機器・配管荷重を考慮する。

(ロ) 積載荷重 (P)

積載荷重として、水圧、積雪荷重 P_s 及び「水道用プレストレストコンクリートタンク設計施工指針」における上載荷重 0.5kN/m^2 を考慮する。

(ハ) 積雪荷重 (P_s)

積雪荷重として、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位の月最深積雪 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行細則により、積雪量 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。

(ニ) 地震荷重 (S_s)

基準地震動 S_s による荷重を考慮する。本荷重は、「3.1.3 (1) a. (a) 地震応答解析方法 (質点系モデル)」の解析結果により得られる、側壁下端部に位置する質点系モデル (鉛直) の質点2の応答加速度とする。

図 3.1-14 に、屋根モデルの入力地震動の概念図を示す。

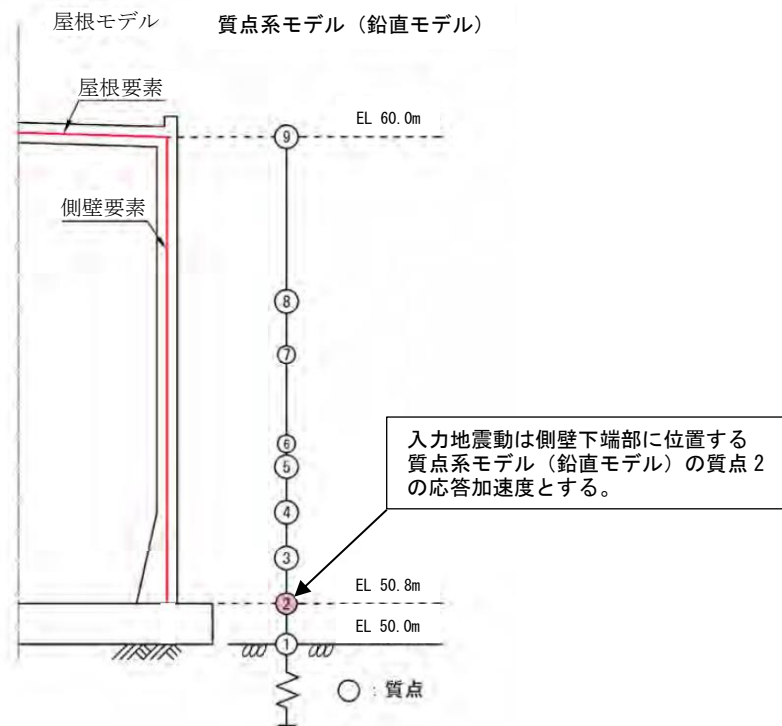


図 3.1-14 屋根モデルの入力地震動の概念図

ロ. 荷重の組合せ

荷重の組合せを表 3.1-5 に示す。

表 3.1-5 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

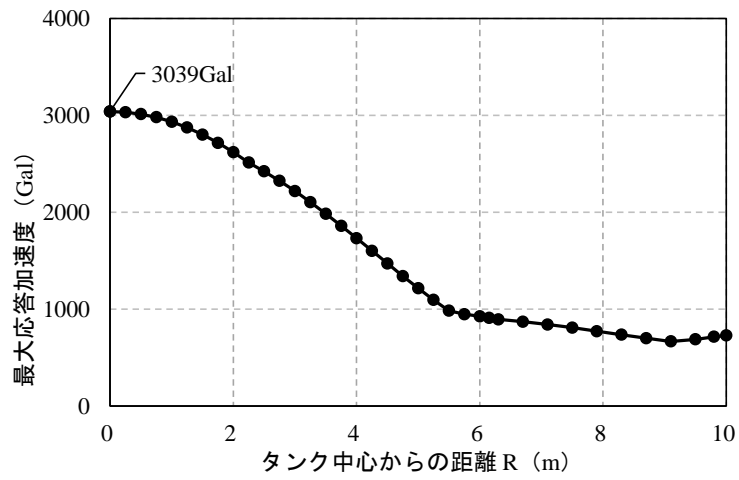
G : 固定荷重

P : 積載荷重 (積雪荷重 P_s を含む)

S_s : 地震荷重 (基準地震動 S_s)

(d) 地震応答解析結果

耐震評価のために用いる応答加速度として、すべての基準地震動 S_s に対する応答加速度分布図のうち応力解析における影響が最も大きくなるものを図 3.1-15 に示す。



(a) $S_s - D$ 鉛直

図 3.1-15 最大応答加速度分布図

c. 構造強度評価方法

非常用ろ過水タンクの応力解析として、非常用ろ過水タンクをシェル要素でモデル化した3次元静的FEM解析を行う。

非常用ろ過水タンクの応力解析は、「3.1.3 (1) a. (e) 地震応答解析結果」より、非常用ろ過水タンクの耐震性に最も影響を及ぼす地震動（S_s-D）から求めた震度（水平・鉛直）を躯体重量に掛け合わせ、3次元静的FEM解析の解析モデルに作用させる慣性力を算定する。

慣性力については、水平2方向及び鉛直方向地震力を組み合わせて検討する。

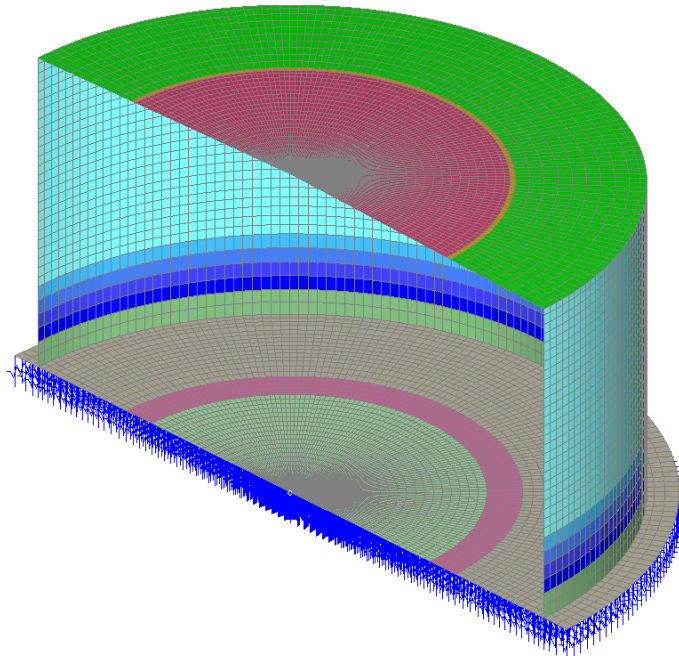
(a) 解析方法

非常用ろ過水タンクの3次元構造解析は、「3.1.3 (1) a. (e) 地震応答解析結果」及び「3.1.3 (1) b. (d) 地震応答解析結果」により得られた応答値に基づき、水平2方向及び鉛直方向の地震荷重を設定し、各構造部材について、曲げ軸力及びせん断力に対する照査を実施する。

応力解析には「TDAPIII」を使用する。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) 解析モデルの諸元

非常用ろ過水タンクの解析モデルを図3.1-16に示す。



注：解析モデルの内、0°～180°範囲のみ表示している。

図3.1-16 解析モデル

(c) 荷重及び荷重の組合せ

荷重及び荷重の組合せは、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき設定する。

イ. 荷重の種類

非常用ろ過水タンクの耐震安全性評価において、考慮する荷重を以下に示す。

(イ) 固定荷重 (G)

固定荷重として、躯体自重を考慮する。

(ロ) 積載荷重 (P)

積載荷重として、水圧、積雪荷重 P_s 及び「水道用プレストレストコンクリートタンク設計施工指針・解説（（社）日本水道協会，1998年）」における上載荷重 0.5kN/m^2 を考慮する。

(ハ) 積雪荷重 (P_s)

積雪荷重として、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位の月最深積雪 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行細則により、積雪量 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。

(ニ) 風荷重 (P_k)

風荷重については、設計基準風速を 30m/s とし、建築基準法に基づき算定する。

(ホ) 地震荷重 (S_s)

地震荷重は、基準地震動 S_s による荷重を考慮する。

(ヘ) プレストレス力 (PS)

解析に入力するプレストレス力は、鉛直方向プレストレスは軸方向力として、円周方向プレストレスは腹圧（タンク中心へ向かう方向の荷重）として入力する。なお、プレストレスの導入は、屋根を打設する前に行うため、プレストレス力を載荷する際の解析モデルは、屋根をモデル化しないものとする。

(ト) せん断キー荷重 (SK)

せん断キーによる非常用ろ過水タンクとの接続部に生じる反力として、せん断力及び曲げモーメントを考慮することとし、「道路橋示方書・同解説（I 共通編・IV 下部構造編）（（社）日本道路協会，平成14年3月）」に基づき設定する。

(チ) グラウンドアンカ力 (GA)

グラウンドアンカによる荷重は、1本あたり $1,300\text{kN}$ とする。

(リ) 動水圧 (W)

側壁及び底版に対しては、地震時の動水圧は、水平動による動水圧及び鉛直動による動水圧を考慮する。水平動による動水圧の算定は、「水道施設耐震工法指針（日本水道協会，1997年）」及び「水道用プレストレストコンクリートタンク

設計施工指針・解説（(社) 日本水道協会，1998年）」に基づき，Housner 式を用いることとする。

なお，頂版に対しては，地震時のスロッシングによる動水圧は考慮しない。

ロ．荷重の組合せ

荷重の組合せを表 3.1-6 に示す。

表 3.1-6(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 + P _k + S _s + P _S + S _K + G _A

G : 固定荷重

P : 積載荷重 (積雪荷重 P_s を含む)

P_k : 風荷重

S_s : 地震荷重 (基準地震動 S_s)

P_S : プレストレス力

S_K : せん断キー荷重

G_A : グラウンドアンカ力

表 3.1-6(2) 荷重の組合せ (解析ケース一覧)

地震荷重の組合せ*	解析ケース番号
H+1.0, H+0.4, V+0.4	①-1
H+1.0, H+0.4, V-0.4	①-2
H+0.4, H+0.4, V+1.0	①-3
H+0.4, H+0.4, V-1.0	①-4

注記* : H は水平地震動による荷重，V は鉛直動による荷重を示す。

鉛直方向の符号は，+ が上向きの荷重，- が下向きの荷重を示す。

(d) 許容限界

イ. 非常用ろ過水タンクの健全性に対する許容限界

(イ) 曲げ・軸力系の破壊に対する許容限界

非常用ろ過水タンクの曲げ・軸力系の破壊に対する評価のうち構造物全体としての安定性確保の評価としては、「コンクリート標準示方書〔構造性能照査編〕（土木学会，2002年）」に基づき，終局曲げモーメントを許容限界とする。また，溢水影響評価の観点から，VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に示す貯水機能を有することの確認として，「コンクリート標準示方書〔構造性能照査編〕（土木学会，2002年）」に基づき，屋根及び底版については短期許容応力度，側壁については降伏曲げモーメントを許容限界とした確認を併せて実施する。

(ロ) せん断破壊に対する許容限界

非常用ろ過水タンクのせん断破壊に対する許容限界を表3.1-7に示す。せん断破壊に対する許容限界は，「コンクリート標準示方書〔構造性能照査編〕（土木学会，2002年）」に基づき，短期許容応力度とする。

表 3.1-7 せん断破壊に対する許容限界

確認項目	部位	許容限界 (N/mm ²)	
構造強度を有すること	屋根及び底版	短期許容せん断 応力度	0.75
	側壁		0.76

ロ. 基礎地盤の健全性に対する許容限界

基礎地盤に発生する接地圧に対する許容限界は、VI-2-1-3「地盤の支持性能に係る基本方針」に基づき、岩盤の極限支持力度とする。

基礎地盤の支持性能に対する許容限界を表 3.1-8 に示す。

表 3.1-8 非常用ろ過水タンクの許容限界

評価項目	基礎地盤	許容限界 (N/mm ²)
極限支持力度	C _L 級岩盤	3.9

ハ. グラウンドアンカに対する許容限界

グラウンドアンカに対する許容限界は、「グラウンドアンカー設計・施工基準、同解説（地盤工学会、2012年）」及び「コンクリート標準示方書」に基づき、許容アンカー力と許容支圧応力度を設定する。

許容アンカー力は、以下の3項目について検討を行い、最も小さい値を採用する。

- 1) テンドンの許容引張り力 (1,684kN)
- 2) テンドンの許容拘束力 (2,089kN)
- 3) アンカーの許容引抜き力 (1,590kN)

グラウンドアンカに対する許容限界を表 3.1-9 に示す。

表 3.1-9 グラウンドアンカに対する許容限界

評価項目	許容限界
グラウンドアンカ	許容アンカー力: 1,590 kN 許容支圧応力度: 22.5 N/mm ²

3.1.4 評価結果

(1) 構造部材の健全性に対する評価結果

非常用ろ過水タンクの曲げ・軸力系の破壊に対する各評価位置での最大照査値を表 3.1-10 に、せん断破壊に対する各評価位置での最大照査値を表 3.1-11 に、グラウンドアレンカの照査値を表 3.1-12 に示す。

非常用ろ過水タンクの構造部材の発生応力度又は発生力が許容限界以下であることを確認した。

表 3.1-10(1) 曲げ・軸力系の破壊に対する最大照査値 (構造物全体としての安定性確保)

評価位置*		解析 ケース	地震動	曲げモーメン ト (kN・m/m)	軸力 N _d (kN/m)	曲げ耐力 (kN・m/m)	照査値
屋根	②	①-4	Ss-D (++)	88	-213	139	0.64
側壁	③	①-1	Ss-D (++)	636	217	884	0.72
底版	④	①-2	Ss-D (++)	227	-535	316	0.72

注記* : 評価位置は図 3.1-17 に示す。

表 3.1-10(2) 曲げ・軸力系の破壊に対する最大照査値
(溢水影響の確認, 屋根及び底版 (コンクリート))

評価位置*		解析 ケース	地震動	曲げモーメ ント (kN・m/m)	軸力 N _d (kN/m)	発生 応力度 (N/mm ²)	許容 応力度 (N/mm ²)	照査値
屋根	①	①-4	Ss-D (++)	66	848	11.4	16.5	0.70
底版	④	①-2	Ss-D (++)	461	584	6.0	16.5	0.37

注記* : 評価位置は図 3.1-17 に示す。

表 3.1-10(3) 曲げ・軸力系の破壊に対する最大照査値
(溢水影響の確認, 屋根及び底版 (鉄筋))

評価位置*		解析 ケース	地震動	曲げモーメント (kN・m/m)	軸力 N _d (kN/m)	発生 応力度 (N/mm ²)	許容 応力度 (N/mm ²)	照査値
屋根	②	①-4	Ss-D (++)	88	-213	238	294	0.81
底版	④	①-2	Ss-D (++)	227	-535	252	294	0.86

注記* : 評価位置は図 3.1-17 に示す。

表 3.1-10(4) 曲げ・軸力系の破壊に対する最大照査値 (溢水影響の確認, 側壁)

評価位置*		解析 ケース	地震動	曲げモーメント (kN・m/m)	軸力 N _d (kN/m)	降伏曲げモーメント (kN・m/m)	照査値
側壁	③	①-1	Ss-D (++)	636	217	757	0.85

注記* : 評価位置は図 3.1-17 に示す。

表 3.1-11 せん断破壊に対する最大照査値

評価位置*		解析 ケース	地震動	発生応力度 (N/mm ²)	許容応力度 (N/mm ²)	照査値
屋根	①	①-4	Ss-D (++)	0.40	0.75	0.54
側壁	③	①-4	Ss-D (++)	0.64	0.76	0.85
底版	④	①-2	Ss-D (++)	0.55	0.75	0.74

注記* : 評価位置は図 3.1-17 に示す。

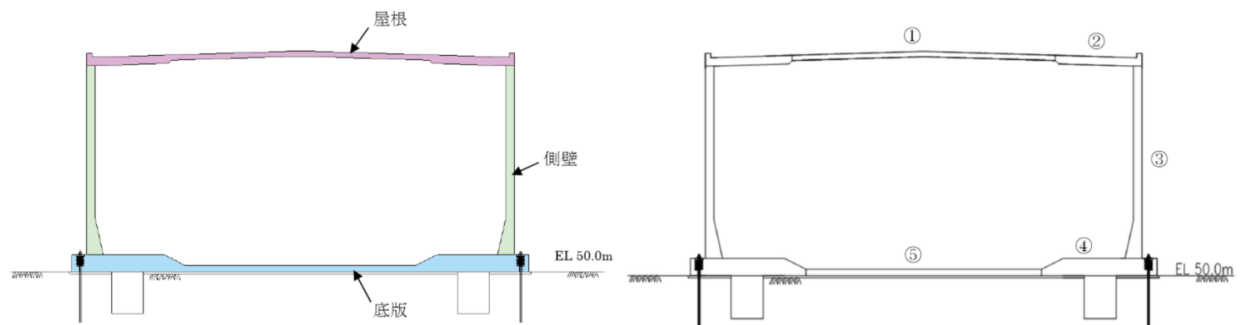


図 3.1-17 評価位置

表 3.1-12(1) グラウンドアンカに対する照査（許容アンカー力）

解析 ケース	地震動	設計アンカー力 (kN)	許容アンカー力 (kN)	照査値
①-1	Ss-D (++)	1,351	1,590	0.85

表 3.1-12(2) グラウンドアンカに対する照査（許容支圧応力度）

解析 ケース	地震動	支圧応力度 (N/mm ²)	許容支圧応力度 (N/mm ²)	照査値
①-1	Ss-D (++)	14.3	22.5	0.64

(2) 基礎地盤の支持性能に対する評価結果

基礎地盤の支持性能に対する照査結果を表 3.1-13 に示す。

非常用過水タンクの基礎地盤に発生する最大接地圧が、許容限界を下回ることを確認した。

表 3.1-13 基礎地盤の支持性能に対する照査結果

解析 ケース	地震動	最大接地圧 (N/mm ²)	極限支持力度 (N/mm ²)	照査値
①-2	Ss-D (++)	1.1	3.9	0.29

3.2 輪谷貯水槽（西側）

3.2.1 一般事項

本章では輪谷貯水槽（西側）の構造部材の健全性評価及び基礎地盤の支持性能評価を実施する。構造部材の健全性評価にあたっては、曲げ・軸力系及びせん断破壊に対して発生応力が許容限界を下回ることを確認する。基礎地盤の支持性能評価にあたっては、地震応答解析により得られた基礎地盤の接地圧が、許容限界を下回ることを確認する。

(1) 配置概要

輪谷貯水槽（西側）の位置図を図 3.2-1 に示す。

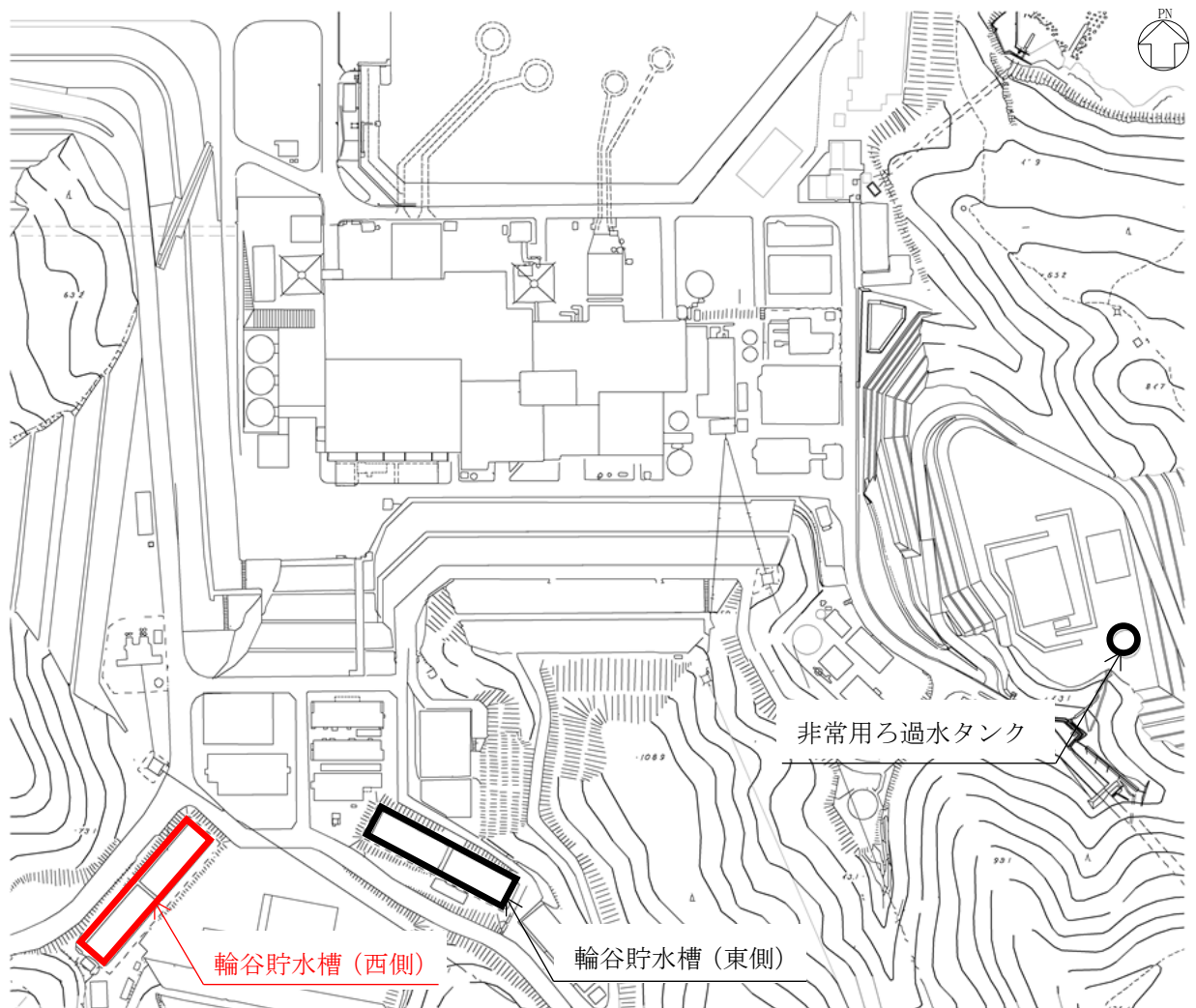


図 3.2-1 輪谷貯水槽（西側） 位置図

(2) 構造計画

輪谷貯水槽（西側）の平面図を図 3.2-2 に、断面図を図 3.2-3 に、概略配筋図を図 3.2-4 に示す。

輪谷貯水槽（西側）は、既設輪谷貯水槽内に新設された鉄筋コンクリート造の箱型構造物である。

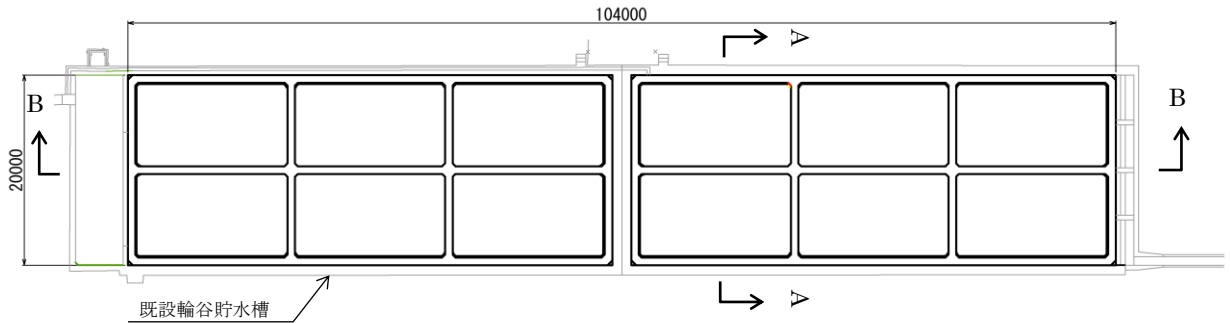


図 3.2-2 輪谷貯水槽（西側） 平面図

(単位:mm)

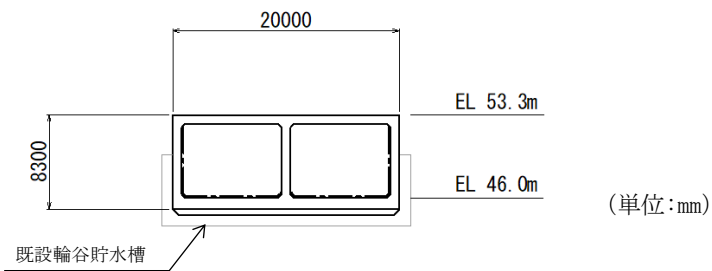


図 3.2-3(1) 輪谷貯水槽（西側） 断面図（A-A断面）

(単位:mm)

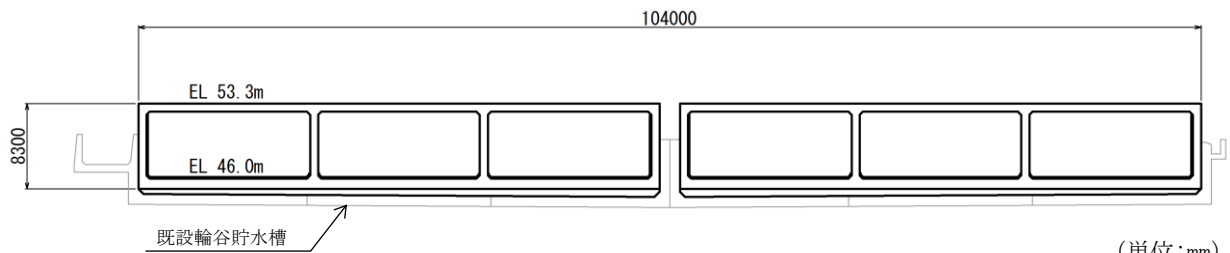
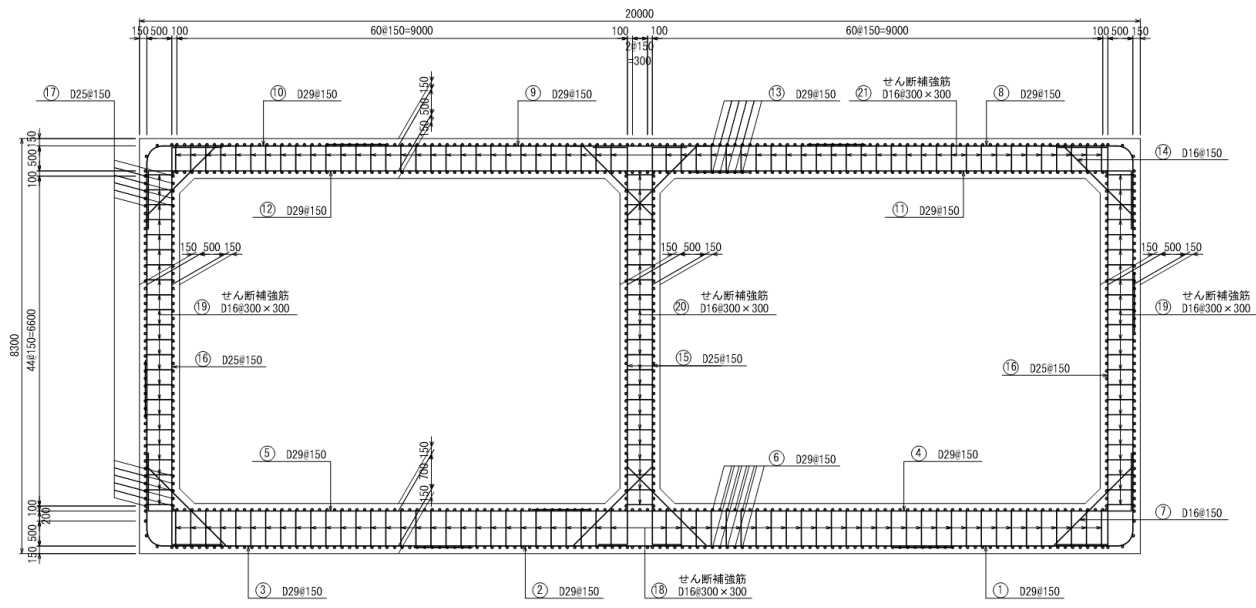


図 3.2-3(2) 輪谷貯水槽（西側） 断面図（B-B断面）

(単位:mm)



(單位:mm)

図 3.2-4 輪谷貯水槽 (西側) 概略配筋図

S2 補 VI-2-別添 2-2 R0

(2) 評価方針

輪谷貯水槽（西側）の耐震評価フローを図 3.2-5 に示す。

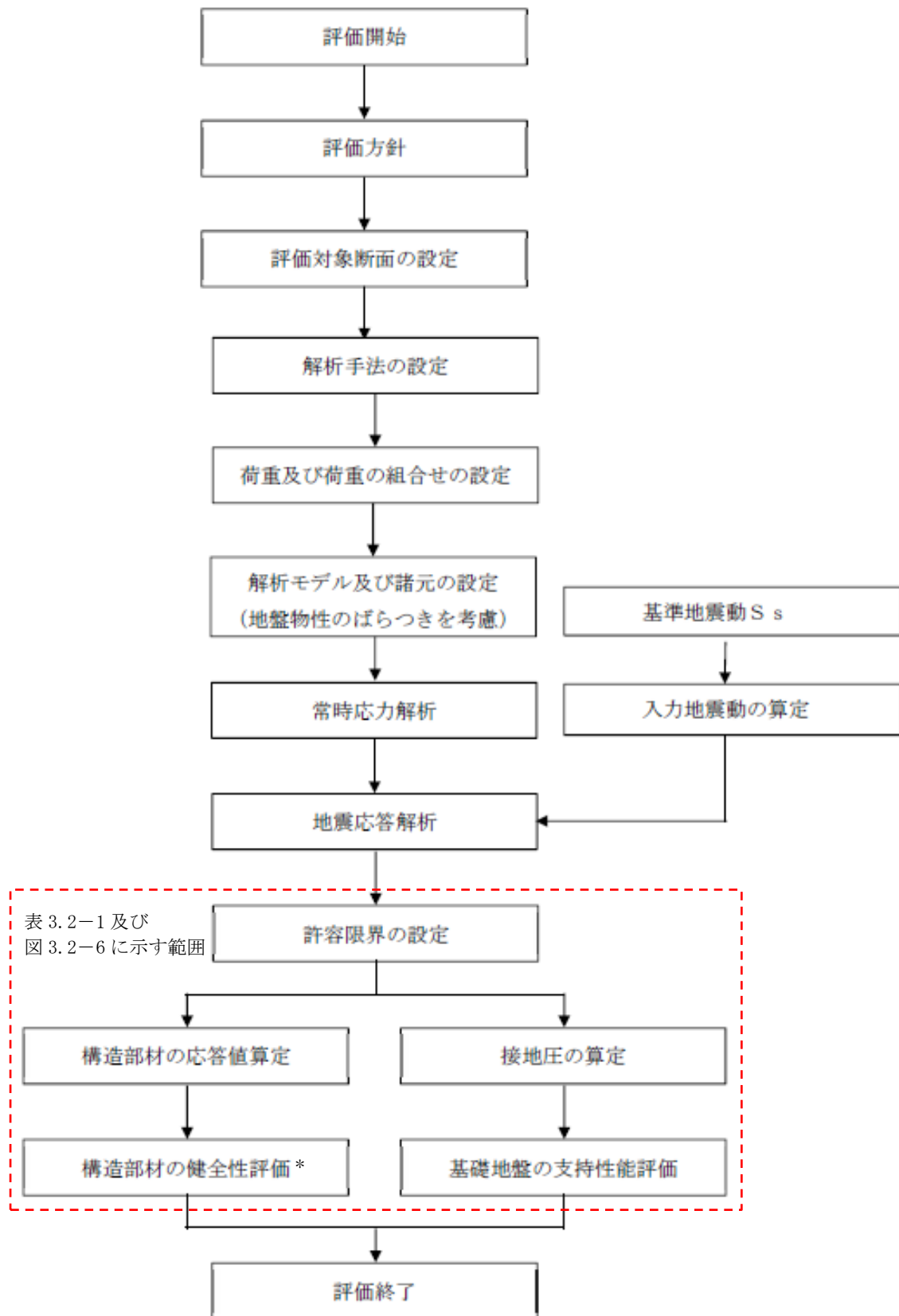
輪谷貯水槽（西側）の耐震評価は、地震応答解析により得られた解析結果に基づき、表 3.2-1(1)の輪谷貯水槽（西側）の評価項目（構造部材）に示すとおり、構造部材の健全性評価を行う。また、地震応答解析により得られた解析結果に基づき、表 3.2-1(2)の輪谷貯水槽（西側）の評価項目（基礎地盤）に示すとおり、基礎地盤の支持性能評価を行う。

構造部材の健全性評価及び基礎地盤の支持性能評価を実施することで、構造強度を有することを確認する。

構造部材の健全性評価については、「3.2.3 地震応答解析及び構造強度評価」より得られた、水平方向及び鉛直方向の荷重を用いて応答値を算定し、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき、曲げ・軸力系の破壊及びせん断破壊に対する評価を行い、照査用応答値が許容限界を下回ることを確認する。

基礎地盤の支持性能評価については、「3.2.3 地震応答解析及び構造強度評価」より得られた地震応答解析の結果に基づき、基礎地盤に発生する接地圧が許容限界を下回ることを確認する。

また、輪谷貯水槽（西側）の頂版、側壁、隔壁及び底版は、構造物全体としての安定性確保の評価をした上で、溢水影響の確認を行う。輪谷貯水槽（西側）の評価対象部位を図 3.2-6 に示す。構造物全体の安定性確保の評価範囲は、頂版、側壁、隔壁及び底版の全ての範囲を対象とする。溢水影響の確認は、その部材のひび割れからの漏水が溢水量検討に影響を及ぼし得る範囲を対象とする。



注記*：構造物全体としての安定性確保を評価した上で、溢水影響の確認を実施する。

図 3.2-5 輪谷貯水槽（西側）の耐震評価フロー

表 3.2-1(1) 輪谷貯水槽（西側）の評価項目（構造部材）

評価方針	評価項目	評価方法	部位	照査項目	許容限界	
					構造物全体としての安定性確保	溢水影響の確認
構造強度を有すること	構造部材の健全性	発生する応力が許容限界以下であることを確認	頂版 側壁	曲げ・軸力系の破壊	圧縮縁コンクリートひずみ*	降伏ひずみ*
				せん断破壊	せん断耐力*	—
			隔壁 底版	曲げ・軸力系の破壊	圧縮縁コンクリートひずみ*	—
				せん断破壊	せん断耐力*	—

注記*： 妥当な安全余裕を考慮する。

表 3.2-1(2) 輪谷貯水槽（西側）の評価項目（基礎地盤）

評価方針	評価項目	評価方法	部位	許容限界	
構造強度を有すること	基礎地盤の支持性能	発生する応力（接地圧）が許容限界以下であることを確認	基礎地盤	接地圧	極限支持力度*

注記*： 妥当な安全余裕を考慮する。

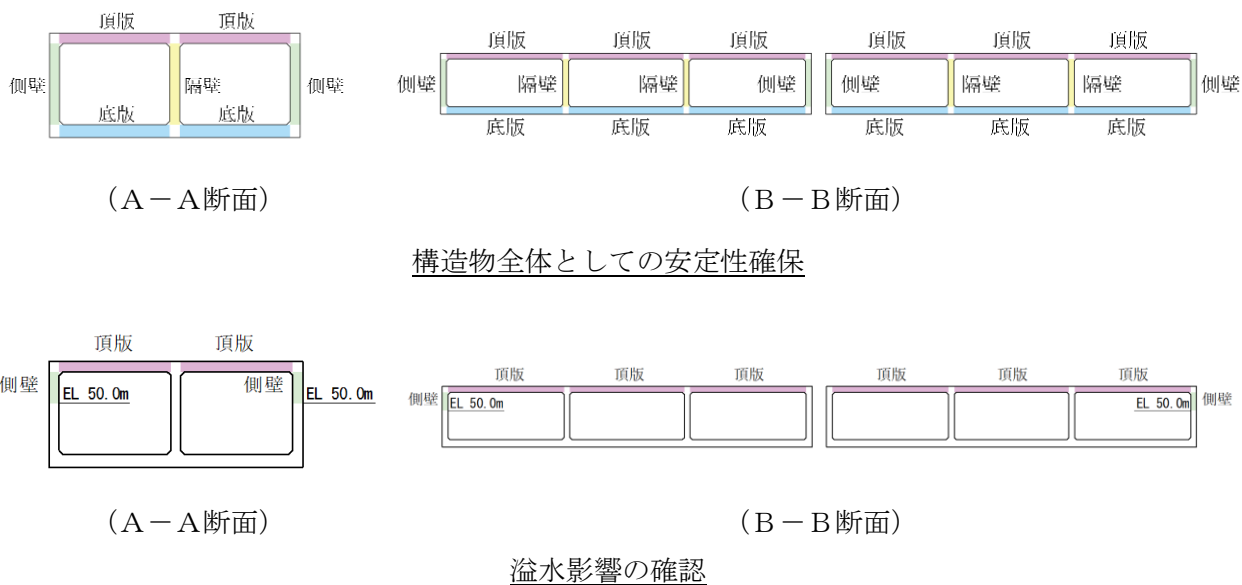


図 3.2-6 評価対象部位

(4) 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)
- ・道路橋示方書・同解説 (I 共通編・IV下部構造編) ((社) 日本道路協会, 平成 14 年 3 月)
- ・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)
- ・コンクリート標準示方書 [設計編] ((社) 土木学会, 2007 年)

3.2.2 評価部位

構造部材の健全性評価に係る評価対象部位は、頂版、側壁、隔壁及び底版とする。評価対象部位を図 3.2-7 に示す。

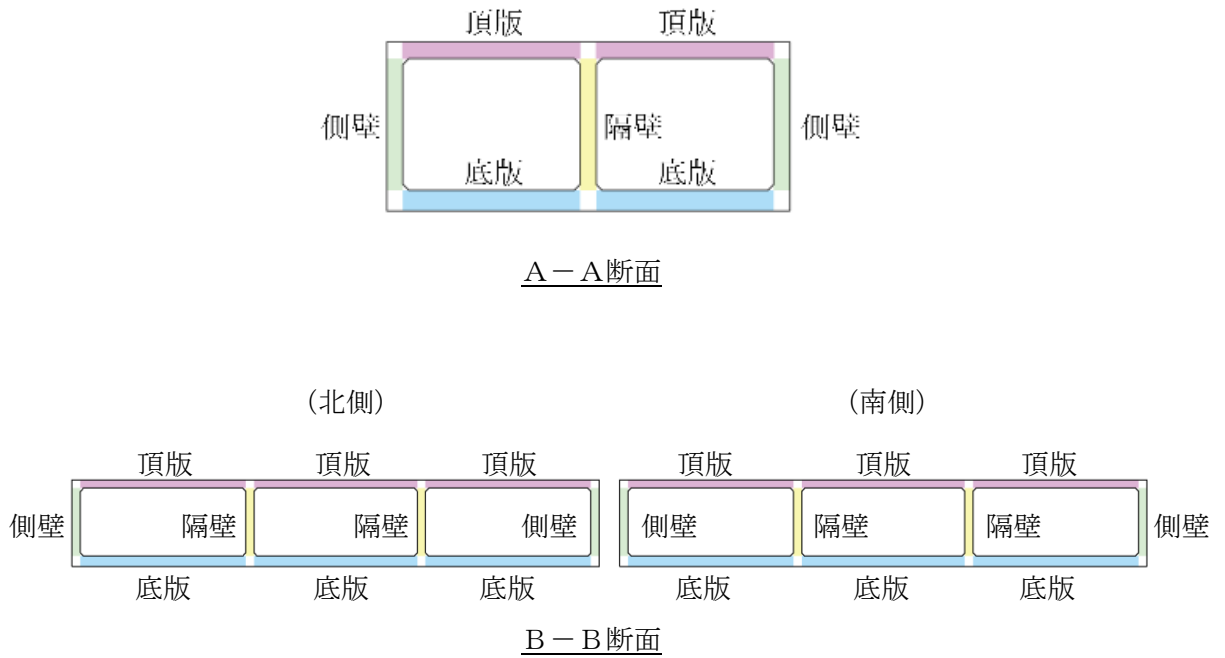


図 3.2-7 評価対象部位

3.2.3 地震応答解析及び構造強度評価

(1) 地震応答解析及び構造強度評価方法

a. 地震応答解析方法

(a) 解析方法

輪谷貯水槽（西側）の地震応答解析は、VI-2-1-6「地震応答解析の基本方針」のうち、「2.3 屋外重要土木構造物」に示す解析方法及び解析モデルを踏まえて実施する。

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次元有限要素法解析を用いて、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非線形解析により行う。輪谷貯水槽（西側）は、施設周辺に地下水位以深の液状化対象層が存在しないことから、解析手法は全応力解析とする。

地震応答解析については、解析コード「TDA P III」を使用する。なお、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) 入力地震動

入力地震動は、VI-2-1-6「地震応答解析の基本方針」のうち「2.3 屋外重要土木構造物」に示す入力地震動の設定方針を踏まえて設定する。

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。なお、入力地震動の設定に用いる地下構造モデルは、VI-2-1-3「地盤の支持性能に係る基本方針」のうち「7.1 入力地震動の設定に用いる地下構造モデル」を用いる。

図 3.2-8 に入力地震動算定の概念図を示す。入力地震動の算定には、解析コード「SHAKE」を使用する。解析コードの検証及び妥当性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。

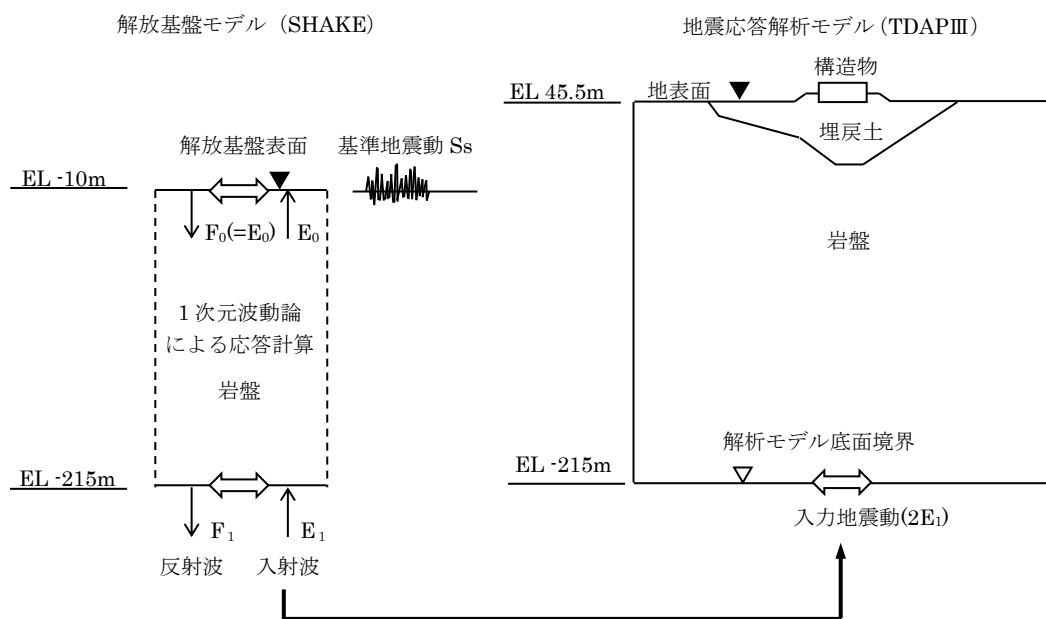


図 3.2-8 入力地震動作成の概念図

b. 解析モデル及び諸元

輪谷貯水槽（西側）の地震応答解析モデルを図 3.2-9 に示す。

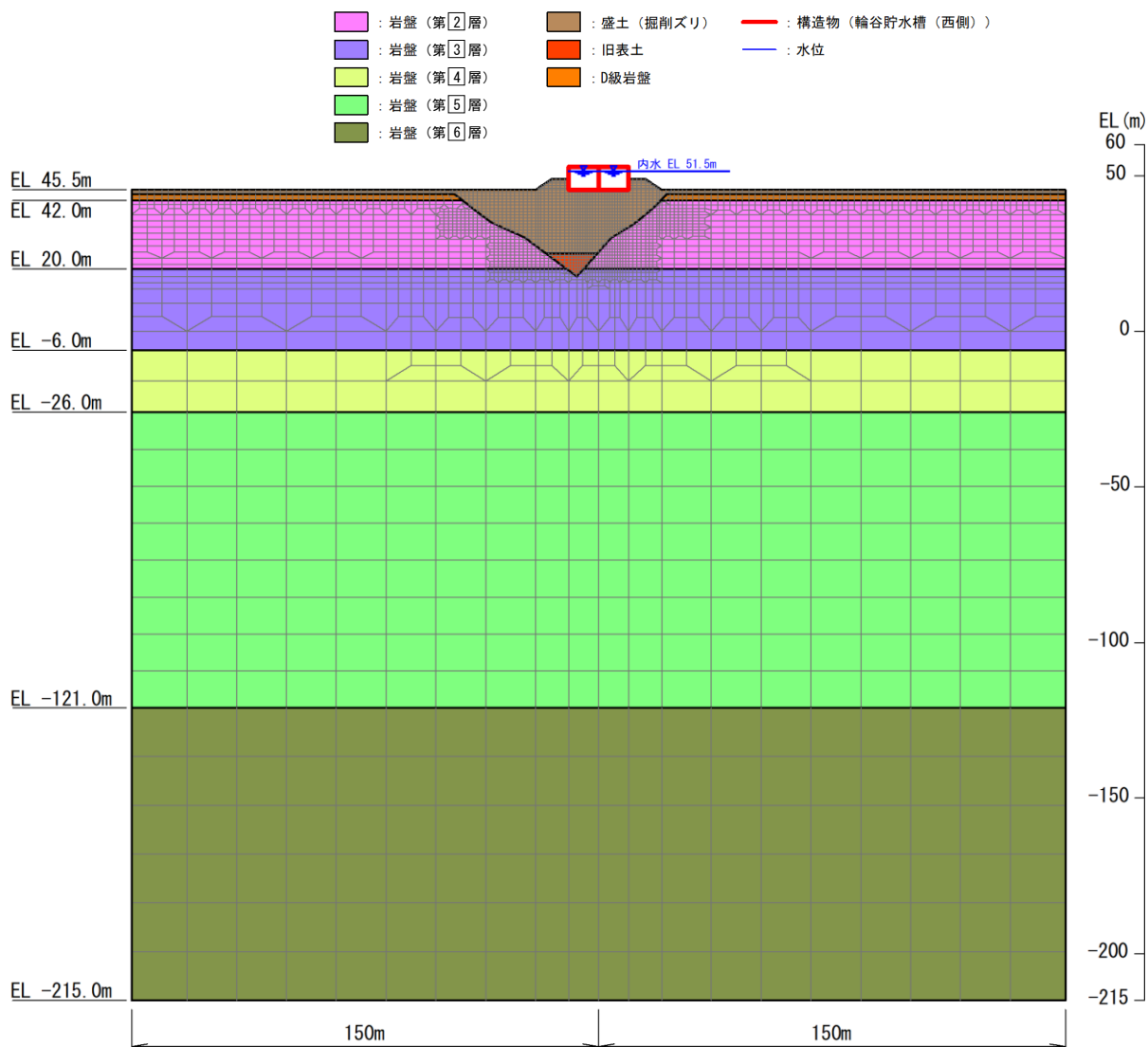


図 3.2-9(1) 輪谷貯水槽（西側）地震応答解析モデル図（A-A断面）

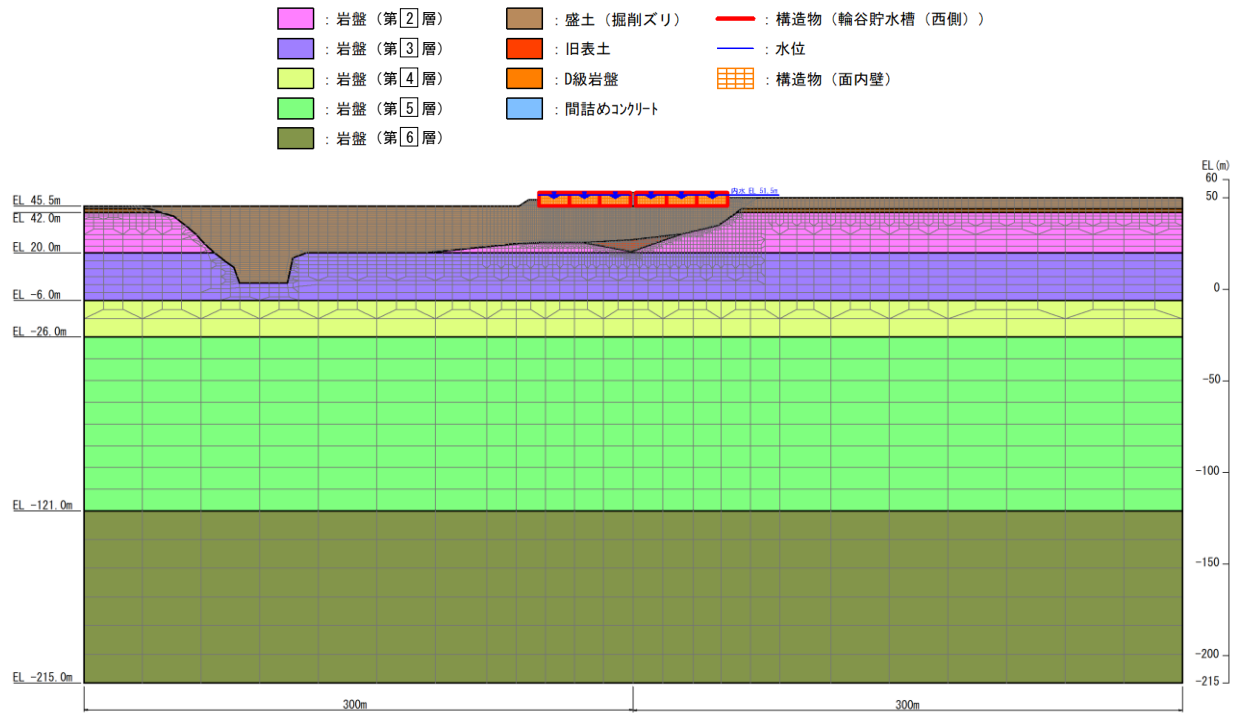


図 3.2-9(2) 輪谷貯水槽 (西側) 地震応答解析モデル図 (B-B断面)

c. 使用材料及び材料の物性値

構造物の使用材料を表 3.2-2 に、材料の物性値を表 3.2-3 に示す。

表 3.2-2 使用材料

材料		仕様
輪谷貯水槽（西側）	コンクリート	設計基準強度 24.0N/mm ²
	鉄筋	SD345

表 3.2-3 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
輪谷貯水槽（西側）	2.5×10 ⁴	24.0	0.2

(2) 荷重及び荷重の組合せ

荷重及び荷重の組合せは、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき設定する。

a. 荷重の種類

輪谷貯水槽（西側）の地震応答解析において、考慮する荷重を以下に示す。

(a) 固定荷重（G）

固定荷重として、躯体自重，機器・配管荷重を考慮する。

(b) 積載荷重（P）

積載荷重として，土圧，水圧及び積雪荷重 P_s を考慮する。

(c) 積雪荷重（ P_s ）

積雪荷重として，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位の月最深積雪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行細則により，積雪量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。

(d) 風荷重（ P_k ）

風荷重については，設計基準風速を30m/sとし，建築基準法に基づき算定する。

(e) 土石流堆積荷重（ P_{Ed} ）

輪谷貯水槽（西側）周辺は，国土数値情報 土砂災害危険箇所データ（国土交通省国土政策局）によると土石流危険区域にあることから，土石流堆積荷重を考慮する。

(f) 地震荷重（ S_s ）

基準地震動 S_s による荷重を考慮する。

b. 荷重の組合せ

荷重の組合せを表 3.2-4 に示す。

表 3.2-4 荷重の組合せ

外力の状態	荷重の組合せ
地震時 (S_s)	$G + P + P_k + P_{Ed} + S_s$

G : 固定荷重

P : 積載荷重 (積雪荷重 P_s を含む。)

P_k : 風荷重

P_{Ed} : 土石流堆積荷重

S_s : 地震荷重 (基準地震動 S_s)

(3) 許容限界

a. 輪谷貯水槽（西側）の健全性に対する許容限界

(a) 曲げ・軸力系の破壊に対する許容限界

輪谷貯水槽（西側）の曲げ・軸力系の破壊に対する評価のうち構造物全体としての安定性確保の評価としては、「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（土木学会，2005年）」に基づき，限界ひずみ（圧縮縁コンクリートひずみ1.0%）を許容限界とする。また，溢水影響評価の観点から，頂版及び地上の側壁部については，VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に示す貯水機能を有することの確認として，「コンクリート標準示方書〔構造性能照査編〕（土木学会，2002年）」に基づき，コンクリートの圧縮ひずみ及び主筋ひずみについて，部材降伏に相当する限界ひずみ（コンクリート：2000 μ ，主鉄筋：1725 μ ）を許容限界とした確認を併せて実施する。

(b) せん断破壊に対する許容限界

輪谷貯水槽（西側）のせん断破壊に対する許容限界は，「コンクリート標準示方書〔設計編〕（土木学会，2007年）」に基づき，棒部材式で求まるせん断耐力とする。

b. 基礎地盤の健全性に対する許容限界

基礎地盤に発生する接地圧に対する許容限界は，VI-2-1-3「地盤の支持性能に係る基本方針」に基づき，基礎地盤の極限支持力度とする。

基礎地盤の支持性能に対する許容限界を表3.2-5に示す。

表 3.2-5 輪谷貯水槽（西側）の許容限界

評価項目	基礎地盤	許容限界 (N/mm ²)
極限支持力度	埋戻土	1.2

3.2.4 評価結果

構造部材の健全性に対する照査結果の最大照査値を表 3.2-6～表 3.2-13 に示す。基礎地盤の支持性能に対する照査結果の最大照査値を表 3.2-14 及び表 3.2-15 に示す。

(1) 構造部材の健全性に対する評価結果

a. 曲げ・軸力系の破壊に対する評価結果（構造物全体としての安定性確保の評価）

表 3.2-6 曲げ・軸力系の破壊に対する最大照査値（A-A断面）

解析ケース	地震動		照査用ひずみ	照査ひずみ	照査値
			$\varepsilon_d^*(\mu)$	$\varepsilon_R(\mu)$	$\varepsilon_d / \varepsilon_R$
①	S _s -N1	++	1176	10000	0.12

注記*：照査用ひずみ ε_d = 発生ひずみ × 構造解析係数 γ_a (1.2)

表 3.2-7 曲げ・軸力系の破壊に対する最大照査値（B-B断面）

解析ケース	地震動		照査用ひずみ	照査ひずみ	照査値
			$\varepsilon_d^*(\mu)$	$\varepsilon_R(\mu)$	$\varepsilon_d / \varepsilon_R$
②	S _s -D	++	56	10000	0.01

注記*：照査用ひずみ ε_d = 発生ひずみ × 構造解析係数 γ_a (1.2)

b. 曲げ・軸力系の破壊に対する評価結果（溢水影響の確認）

表 3.2-8 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）

解析ケース	地震動		照査用ひずみ	照査ひずみ	照査値
			$\varepsilon_d^*(\mu)$	$\varepsilon_R(\mu)$	$\varepsilon_d / \varepsilon_R$
①	S _s -D	++	514	2000	0.26

注記*：照査用ひずみ ε_d = 発生ひずみ × 構造解析係数 γ_a (1.2)

表 3.2-9 曲げ・軸力系の破壊に対する最大照査値（A-A断面，主筋）

解析ケース	地震動		照査用ひずみ	照査ひずみ	照査値
			$\varepsilon_d^*(\mu)$	$\varepsilon_R(\mu)$	$\varepsilon_d / \varepsilon_R$
①	S _s -D	++	1239	1725	0.72

注記*：照査用ひずみ ε_d = 発生ひずみ × 構造解析係数 γ_a (1.2)

表 3.2-10 曲げ・軸力系の破壊に対する最大照査値（B-B断面，コンクリート）

解析ケース	地震動		照査用ひずみ	照査ひずみ	照査値
			$\varepsilon_d^*(\mu)$	$\varepsilon_R(\mu)$	$\varepsilon_d / \varepsilon_R$
①	S _s -F1	++	39	2000	0.02

注記*：照査用ひずみ ε_d = 発生ひずみ × 構造解析係数 γ_a (1.2)

表 3.2-11 曲げ・軸力系の破壊に対する最大照査値 (B-B断面, 主筋)

解析ケース	地震動		照査用ひずみ	照査ひずみ	照査値
			$\varepsilon_d^*(\mu)$	$\varepsilon_R(\mu)$	$\varepsilon_d/\varepsilon_R$
①	S _s -D	++	144	1725	0.09

注記* : 照査用ひずみ $\varepsilon_d =$ 発生ひずみ \times 構造解析係数 γ_a (1.2)

c. せん断破壊に対する評価結果

表 3.2-12 せん断破壊に対する最大照査値 (A-A断面)

解析ケース	地震動		評価位置*1	照査用	せん断	照査値
				せん断力	耐力	
				V_d^{*2} (kN)	V_{yd} (kN)	V_d/V_{yd}
①	S _s -N1	++	頂版	233	1058	0.23
			側壁	279	645	0.44
			隔壁	363	653	0.56
			底版	324	754	0.43

注記* 1 : 評価位置は図 3.2-10 に示す。

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

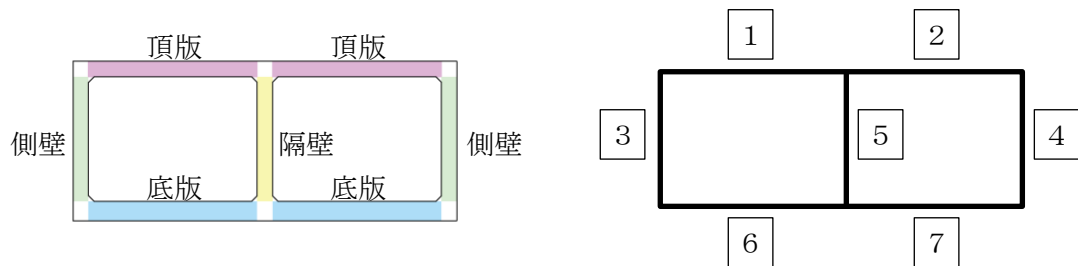


図 3.2-10 評価位置図 (A-A断面)

表 3.2-13 せん断破壊に対する最大照査値 (B-B断面)

解析 ケース	地震動		評価位置*1		照査用	せん断	照査値	
					せん断力	耐力		
					V_d^{*2} (kN)	V_{yd} (kN)	V_d/V_{yd}	
①	S_s-D	++	北側	頂版	3	21	1060	0.03
				側壁	5	58	1044	0.06
				隔壁	7	31	644	0.05
				底版	10	85	802	0.11
			南側	頂版	2	41	1043	0.04
				側壁	5	65	651	0.10
				隔壁	7	43	645	0.07
				底版	9	130	816	0.16

注記*1：評価位置は図 3.2-11 に示す。

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

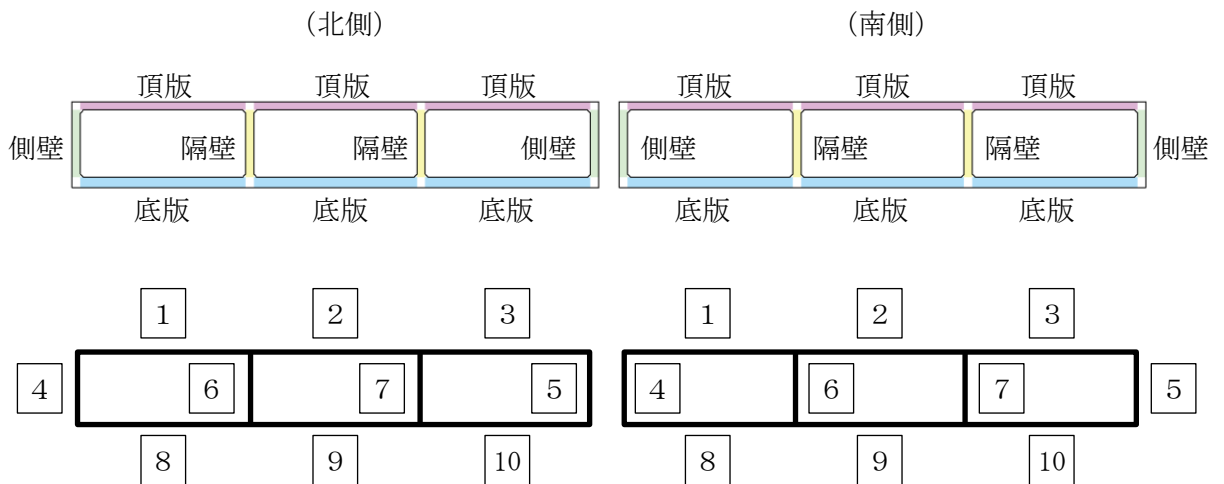


図 3.2-11 評価位置図 (B-B断面)

(2) 基礎地盤の支持性能に対する評価結果

表 3.2-14 支持性能に対する最大照査値 (A-A断面)

地震動	最大接地圧 P (N/mm ²)	極限支持力度 P _u (N/mm ²)	照査値 P / P _u
S _s -F 2 (++)	0.73	1.2	0.61

表 3.2-15 支持性能に対する最大照査値 (B-B断面)

地震動	最大接地圧 P (N/mm ²)	極限支持力度 P _u (N/mm ²)	照査値 P / P _u
S _s -D (++)	0.70	1.2	0.59

3.3 輪谷貯水槽（東側）

3.3.1 一般事項

本章では輪谷貯水槽（東側）の構造部材の健全性評価及び基礎地盤の支持性能評価を実施する。構造部材の健全性評価にあたっては、曲げ・軸力系及びせん断破壊に対して発生応力が許容限界を下回ることを確認する。基礎地盤の支持性能評価にあたっては、地震応答解析により得られた基礎地盤の接地圧が、許容限界を下回ることを確認する。

(1) 配置概要

輪谷貯水槽（東側）の位置図を図 3.3-1 に示す。

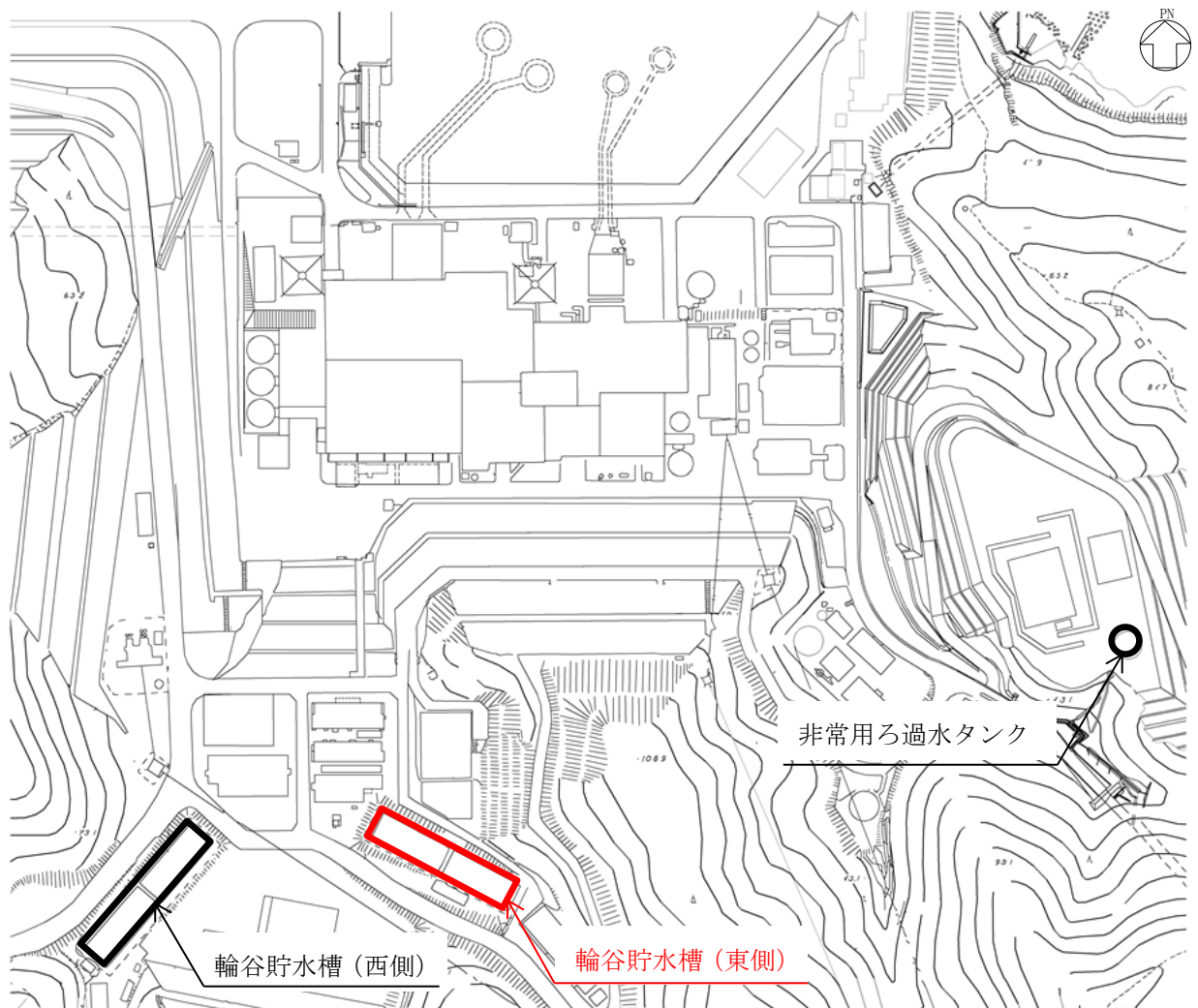


図 3.3-1 輪谷貯水槽（東側）位置図

(2) 構造計画

輪谷貯水槽（東側）の平面図を図 3.3-2 に、断面図を図 3.3-3 に、概略配筋図を図 3.3-4 に示す。

輪谷貯水槽（東側）は、鉄筋コンクリート造の箱型構造物である。

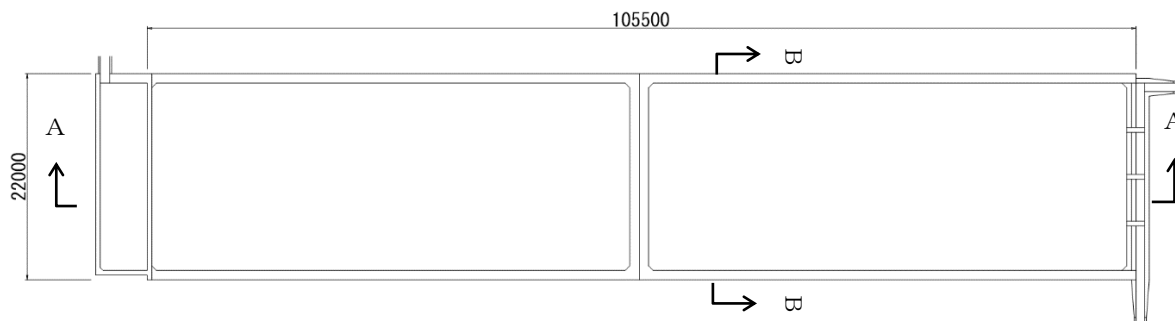


図 3.3-2 輪谷貯水槽（東側） 平面図 (単位: mm)

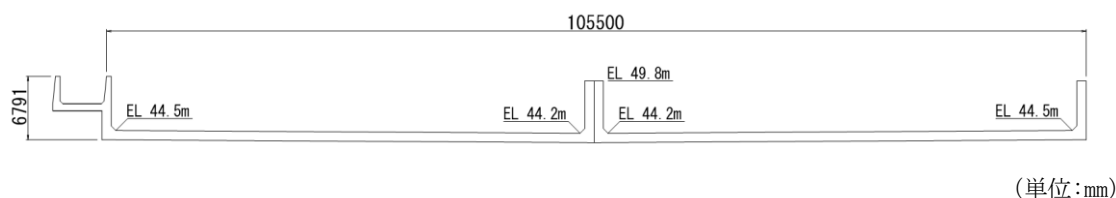


図 3.3-3(1) 輪谷貯水槽（東側） 断面図（A-A断面）

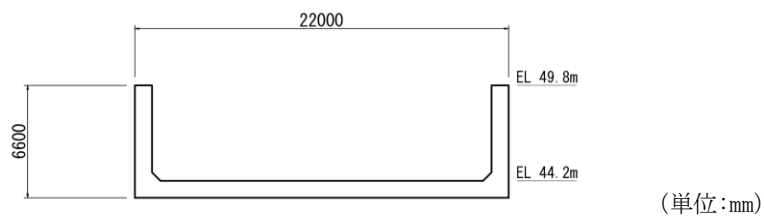


図 3.3-3(2) 輪谷貯水槽（東側） 断面図（B-B断面）

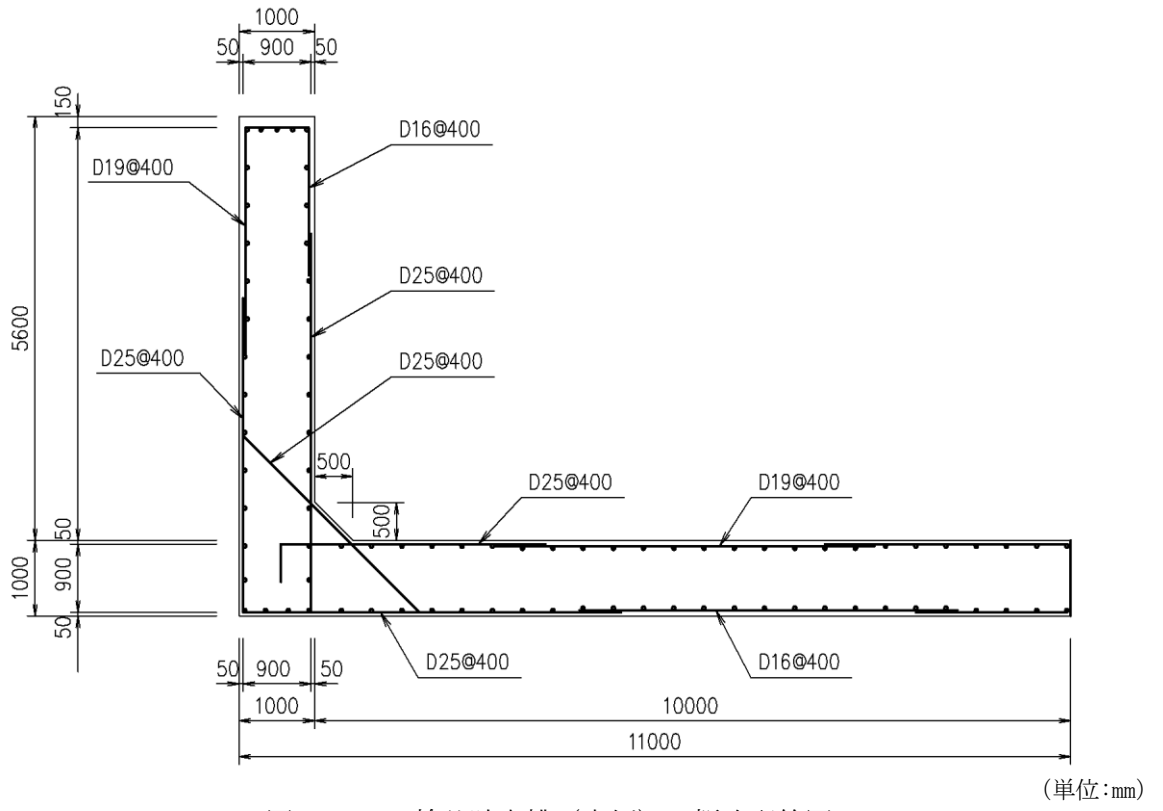


図 3.3-4 輪谷貯水槽 (東側) 概略配筋図

(3) 評価方針

輪谷貯水槽（東側）の耐震評価フローを図 3.3-5 に示す。

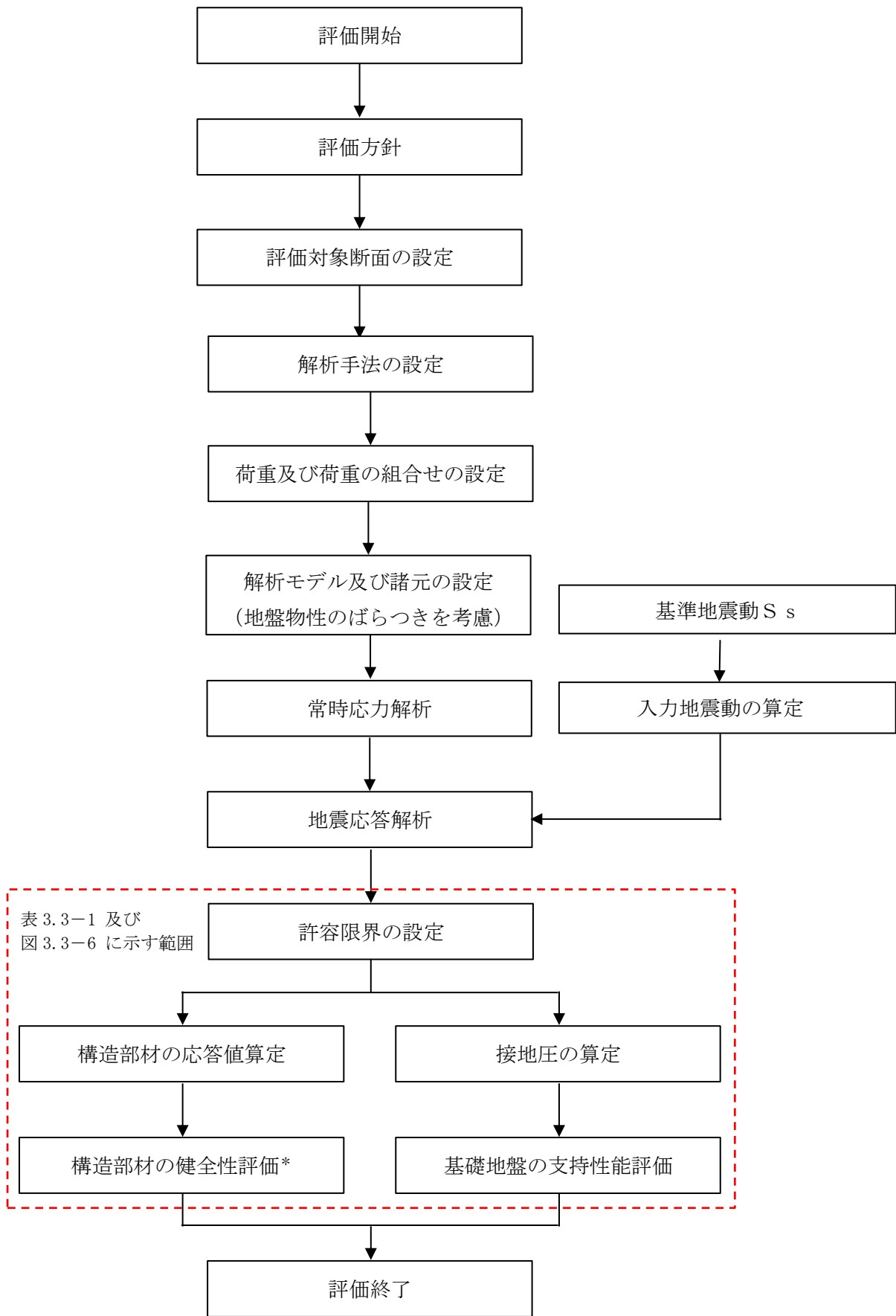
輪谷貯水槽（東側）の耐震評価は、地震応答解析により得られた解析結果に基づき、表 3.3-1(1)の輪谷貯水槽（東側）の評価項目（構造部材）に示すとおり、構造部材の健全性評価を行う。また、地震応答解析により得られた解析結果に基づき、表 3.3-1(2)の輪谷貯水槽（東側）の評価項目（基礎地盤）に示すとおり、基礎地盤の支持性能評価を行う。

構造部材の健全性評価及び基礎地盤の支持性能評価を実施することで、構造強度を有することを確認する。

構造部材の健全性評価については、「3.3.3 地震応答解析及び構造強度評価」より得られた、水平方向及び鉛直方向の荷重を用いて応答値を算定し、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき、曲げ・軸力系の破壊及びせん断破壊に対する評価を行い、照査用応答値が許容限界を下回ることを確認する。

基礎地盤の支持性能評価については、「3.3.3 地震応答解析及び構造強度評価」より得られた地震応答解析の結果に基づき、基礎地盤に発生する接地圧が許容限界を下回ることを確認する。

また、輪谷貯水槽（東側）の側壁及び底版は、構造物全体としての安定性確保の評価をした上で、溢水影響の確認を行う。輪谷貯水槽（東側）の評価対象部位を図 3.3-6 に示す。構造物全体の安定性確保の評価範囲は、側壁及び底版の全ての範囲を対象とする。溢水影響の確認は、その部材のひび割れからの漏水が溢水量検討に影響を及ぼし得る範囲を対象とする。



注記*：構造物全体としての安定性確保を評価した上で、溢水影響の確認を実施する。

図 3.3-5 輪谷貯水槽（東側）の耐震評価フロー

表 3.3-1(1) 輪谷貯水槽（東側）の評価項目（構造部材）

評価方針	評価項目	評価方法	部位	照査項目	許容限界	
					構造物全体としての安定性確保	溢水影響の確認
構造強度を有すること	構造部材の健全性	発生する応力が許容限界以下であることを確認	側壁	曲げ・軸力系の破壊	圧縮縁コンクリートひずみ*	降伏ひずみ*
				せん断破壊	せん断耐力*	—
			底版	曲げ・軸力系の破壊	圧縮縁コンクリートひずみ*	—
				せん断破壊	せん断耐力*	—

注記*： 妥当な安全余裕を考慮する。

表 3.3-1(2) 輪谷貯水槽（東側）の評価項目（基礎地盤）

評価方針	評価項目	評価方法	部位	許容限界	
構造強度を有すること	基礎地盤の支持性能	発生する応力（接地圧）が許容限界以下であることを確認	基礎地盤	接地圧	極限支持力度*

注記*： 妥当な安全余裕を考慮する。

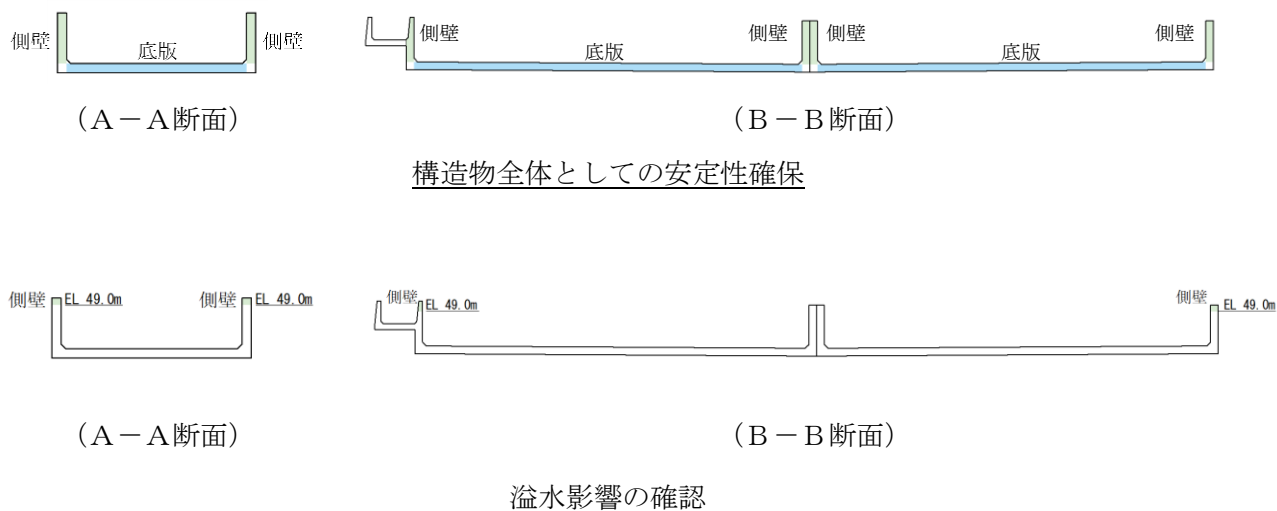


図 3.3-6 評価対象部位

(4) 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)
- ・道路橋示方書・同解説 (I 共通編・IV下部構造編) ((社) 日本道路協会, 平成 14 年 3 月)
- ・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)
- ・コンクリート標準示方書 [設計編] ((社) 土木学会, 2007 年)

3.3.2 評価部位

構造部材の健全性評価に係る評価対象部位は、側壁及び底版とする。評価対象部位を図3.3-7に示す。

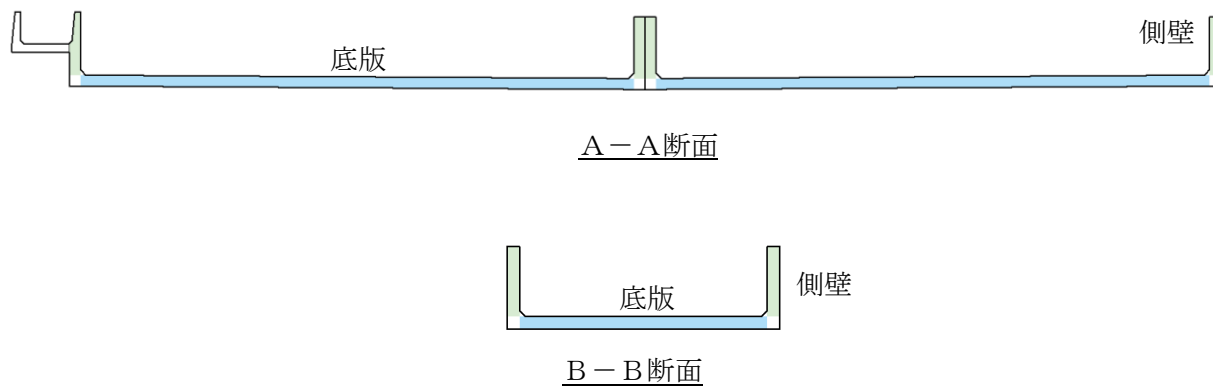


図 3.3-7 評価対象部位

3.3.3 地震応答解析及び構造強度評価

(1) 地震応答解析及び構造強度評価方法

a. 地震応答解析方法

(a) 解析方法

輪谷貯水槽（東側）の地震応答解析は、VI-2-1-6「地震応答解析の基本方針」のうち、「2.3 屋外重要土木構造物」に示す解析方法及び解析モデルを踏まえて実施する。

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次元有限要素法解析を用いて、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非線形解析により行う。輪谷貯水槽（東側）は、施設周辺に地下水位以深の液状化対象層が存在しないことから、解析手法は全応力解析とする。

地震応答解析については、解析コード「TDAPⅢ」を使用する。なお、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) 入力地震動

入力地震動は、VI-2-1-6「地震応答解析の基本方針」のうち「2.3 屋外重要土木構造物」に示す入力地震動の設定方針を踏まえて設定する。

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。なお、入力地震動の設定に用いる地下構造モデルは、VI-2-1-3「地盤の支持性能に係る基本方針」のうち「7.1 入力地震動の設定に用いる地下構造モデル」を用いる。

図 3.3-8 に入力地震動算定の概念図を示す。入力地震動の算定には、解析コード「SHAKE」を使用する。解析コードの検証及び妥当性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。

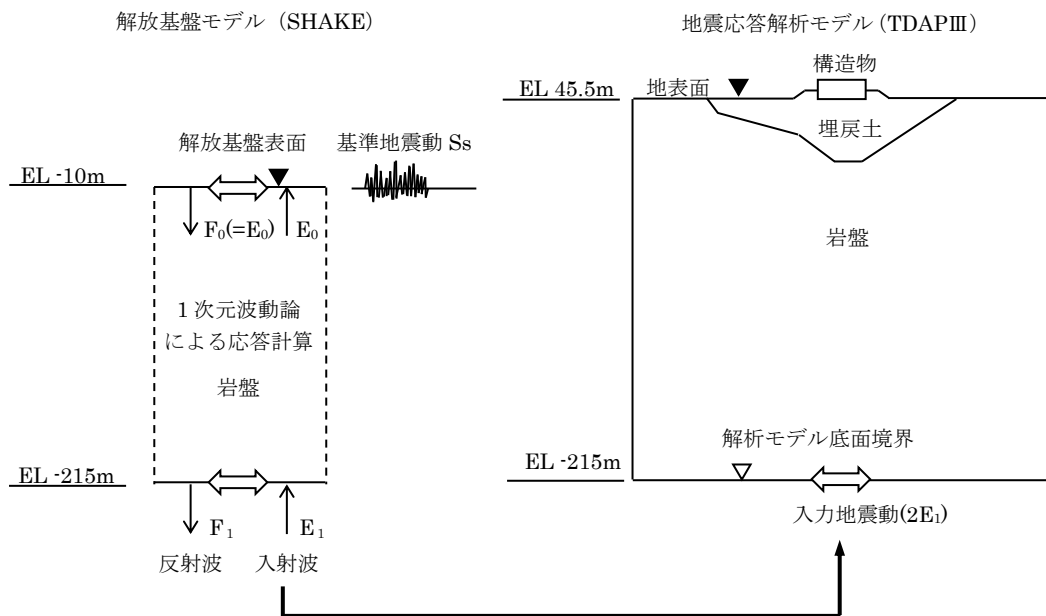


図 3.3-8 入力地震動作成の概念図

b. 解析モデル及び諸元

輪谷貯水槽（東側）の地震応答解析モデルを図 3.3-9 に示す。

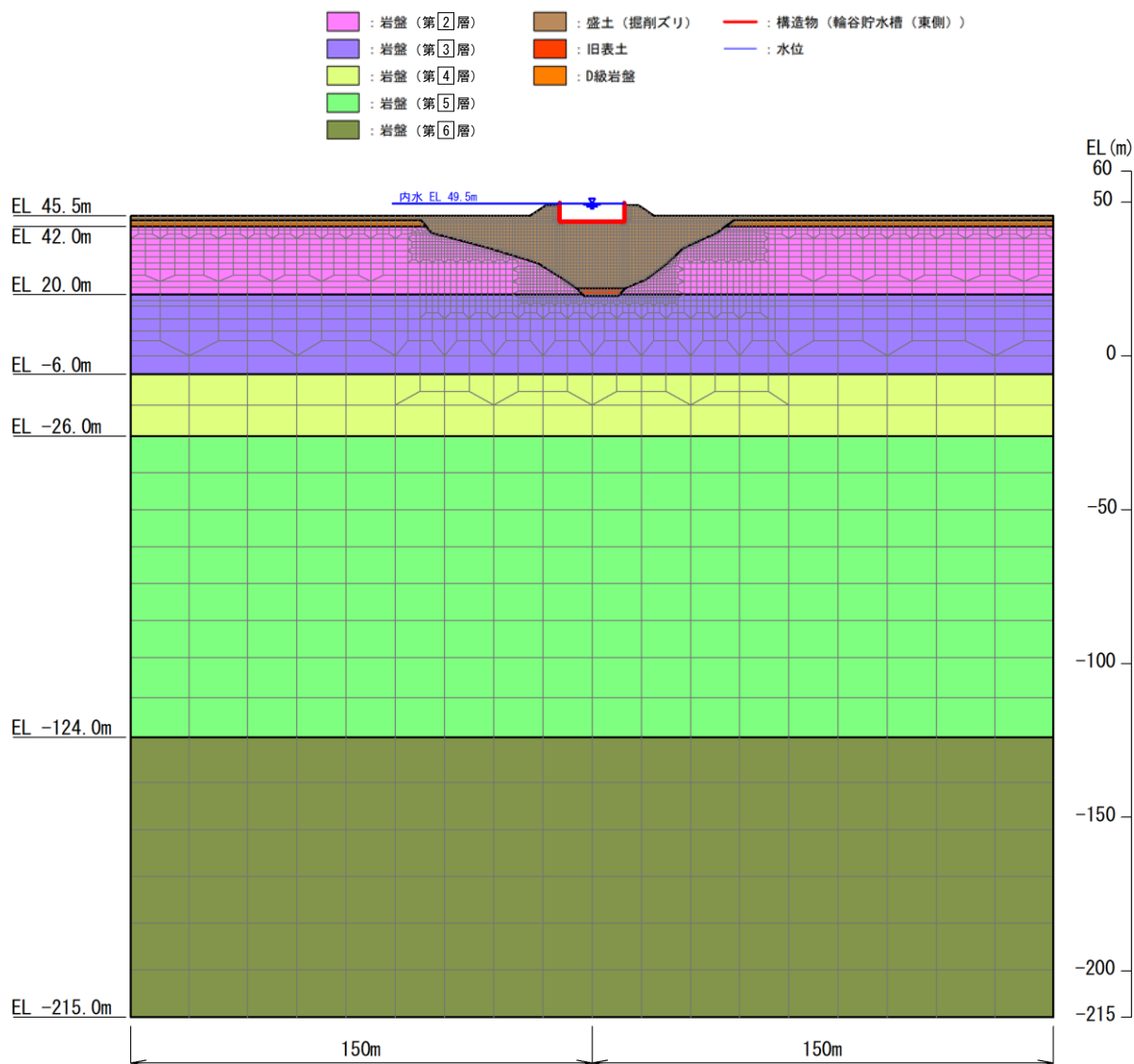


図 3.3-9(1) 輪谷貯水槽（東側） 地震応答解析モデル図（A-A断面）

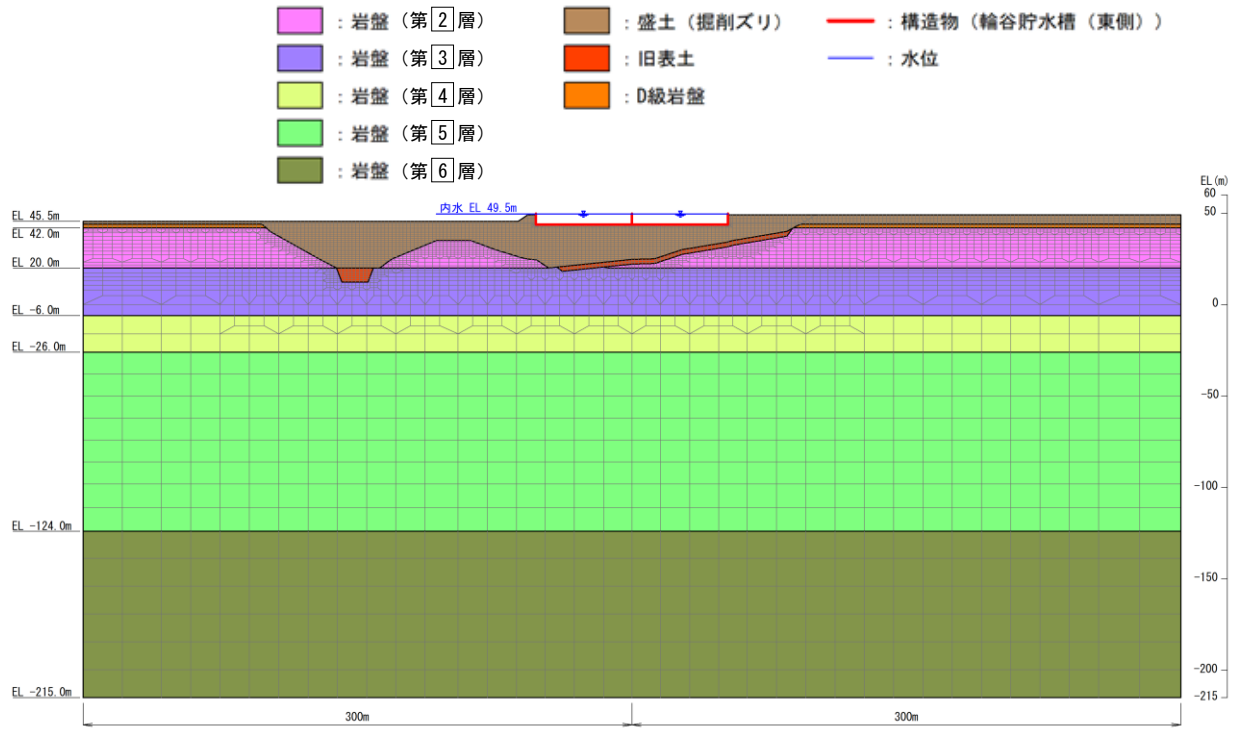


図 3.3-9(2) 輪谷貯水槽 (東側) 地震応答解析モデル図 (B-B断面)

c. 使用材料及び材料の物性値

構造物の使用材料を表 3.3-2 に、材料の物性値を表 3.3-3 に示す。

表 3.3-2 使用材料

材料		仕様
輪谷貯水槽（東側）	コンクリート	設計基準強度 17.7N/mm ²
	鉄筋	SR235

表 3.3-3 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
輪谷貯水槽（東側）	2.19×10 ⁴	24.0	0.2

(2) 荷重及び荷重の組合せ

荷重及び荷重の組合せは、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき設定する。

a. 荷重の種類

輪谷貯水槽（東側）の地震応答解析において、考慮する荷重を以下に示す。

(a) 固定荷重（G）

固定荷重として、躯体自重を考慮する。

(b) 積載荷重（P）

積載荷重として、土圧、水圧及び積雪荷重 P_s を考慮する。

(c) 積雪荷重（ P_s ）

積雪荷重として、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位の月最深積雪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行細則により、積雪量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。

(d) 風荷重（ P_k ）

風荷重については、設計基準風速を30m/sとし、建築基準法に基づき算定する。

(e) 地震荷重（ S_s ）

基準地震動 S_s による荷重を考慮する。

b. 荷重の組合せ

荷重の組合せを表3.3-4に示す。

表 3.3-4 荷重の組合せ

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

G : 固定荷重

P : 積載荷重（積雪荷重 P_s を含む。）

P_k : 風荷重

S_s : 地震荷重（基準地震動 S_s ）

(3) 許容限界

a. 輪谷貯水槽（東側）の健全性に対する許容限界

(a) 曲げ・軸力系の破壊に対する許容限界

輪谷貯水槽（東側）の曲げ・軸力系の破壊に対する評価のうち構造物全体としての安定性確保の評価としては、「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（土木学会，2005年）」に基づき，限界ひずみ（圧縮縁コンクリートひずみ1.0%）を許容限界とする。また，溢水影響評価の観点から，地上の側壁部については，VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に示す貯水機能を有することの確認として，「コンクリート標準示方書[構造性能照査編]（土木学会，2002年）」に基づき，コンクリートの圧縮ひずみ及び主筋ひずみについて，部材降伏に相当する限界ひずみ（コンクリート：2000 μ ，主鉄筋：1175 μ ）を許容限界とした確認を併せて実施する。

(b) せん断破壊に対する許容限界

輪谷貯水槽（東側）のせん断破壊に対する許容限界は，「コンクリート標準示方書[設計編]（土木学会，2007年）」に基づき，棒部材式で求まるせん断耐力とする。

b. 基礎地盤の健全性に対する許容限界

基礎地盤に発生する接地圧に対する許容限界は，VI-2-1-3「地盤の支持性能に係る基本方針」に基づき，基礎地盤の極限支持力度とする。

基礎地盤の支持性能に対する許容限界を表3.3-5に示す。

表 3.3-5 輪谷貯水槽（東側）の許容限界

評価項目	基礎地盤	許容限界 (N/mm ²)
極限支持力度	埋戻土	1.2

3.3.4 評価結果

構造部材の健全性に対する照査結果の最大照査値を表 3.3-6～表 3.3-13 に示す。また、基礎地盤の支持性能に対する照査結果の最大照査値を表 3.3-14, 表 3.3-15 に示す。

(1) 構造部材の健全性に対する評価結果

a. 曲げ・軸力系の破壊に対する評価結果（構造物全体としての安定性確保の評価）

表 3.3-6 曲げ・軸力系の破壊に対する最大照査値（A-A断面）

解析 ケース	地震動		照査用ひずみ	照査ひずみ	照査値
			$\varepsilon_d^*(\mu)$	$\varepsilon_R(\mu)$	$\varepsilon_d/\varepsilon_R$
①	S _s -N1	++	525	10000	0.06

注記*：照査用ひずみ ε_d = 発生ひずみ × 構造解析係数 γ_a (1.2)

表 3.3-7 曲げ・軸力系の破壊に対する最大照査値（B-B断面）

解析 ケース	地震動		照査用ひずみ	照査ひずみ	照査値
			$\varepsilon_d^*(\mu)$	$\varepsilon_R(\mu)$	$\varepsilon_d/\varepsilon_R$
①	S _s -D	++	908	10000	0.10

注記*：照査用ひずみ ε_d = 発生ひずみ × 構造解析係数 γ_a (1.2)

b. 曲げ・軸力系の破壊に対する評価結果（溢水影響の確認）

表 3.3-8 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）

解析ケース	地震動		照査用ひずみ	照査ひずみ	照査値
			$\varepsilon_d^*(\mu)$	$\varepsilon_R(\mu)$	$\varepsilon_d/\varepsilon_R$
①	S _s -N1	++	2	2000	0.01

注記*：照査用ひずみ ε_d = 発生ひずみ × 構造解析係数 γ_a (1.2)

表 3.3-9 曲げ・軸力系の破壊に対する最大照査値（A-A断面，主筋）

解析ケース	地震動		照査用ひずみ	照査ひずみ	照査値
			$\varepsilon_d^*(\mu)$	$\varepsilon_R(\mu)$	$\varepsilon_d/\varepsilon_R$
①	S _s -N1	++	2	1175	0.01

注記*：照査用ひずみ ε_d = 発生ひずみ × 構造解析係数 γ_a (1.2)

表 3.3-10 曲げ・軸力系の破壊に対する最大照査値（B-B断面，コンクリート）

解析ケース	地震動		照査用ひずみ	照査ひずみ	照査値
			$\varepsilon_d^*(\mu)$	$\varepsilon_R(\mu)$	$\varepsilon_d/\varepsilon_R$
①	S _s -N1	++	4	2000	0.01

注記*：照査用ひずみ ε_d = 発生ひずみ × 構造解析係数 γ_a (1.2)

表 3.3-11 曲げ・軸力系の破壊に対する最大照査値 (B-B断面, 主筋)

解析ケース	地震動		照査用ひずみ	照査ひずみ	照査値
			$\varepsilon_d^*(\mu)$	$\varepsilon_R(\mu)$	$\varepsilon_d / \varepsilon_R$
①	$S_s - D$	++	4	1175	0.01

注記* : 照査用ひずみ $\varepsilon_d =$ 発生ひずみ \times 構造解析係数 γ_a (1.2)

c. せん断破壊に対する評価結果

表 3.3-12 せん断破壊に対する最大照査値 (A-A断面)

解析ケース	地震動		評価位置*1		照査用せん断力	せん断耐力	照査値
					V_d^{*2} (kN)	V_{yd} (kN)	V_d / V_{yd}
②	$S_s - D$	++	側壁	1	243 [-]*3	199 [-]*3	1.23 [0.59]*3
			底版	3	37 [-]*3	30 [-]*3	1.24 [0.35]*3

注記*1 : 評価位置は図 3.3-10 に示す。

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

*3 : 線形被害則による照査結果

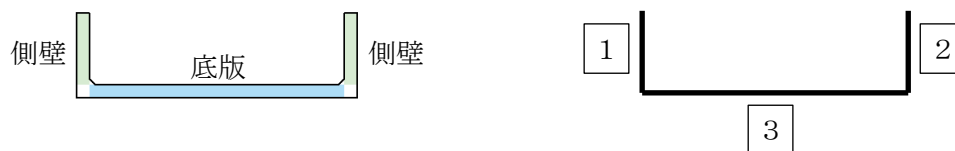


図 3.3-10 評価位置図 (A-A断面)

表 3.3-13 せん断破壊に対する最大照査値 (B-B断面)

解析 ケース	地震動		評価位置*1			照査用	せん断	照査値
						せん断力	耐力	
						V_d^{*2} (kN)	V_{yd} (kN)	
①	S_s-N2 (EW)	++	西側	側壁	1	285 [-]*3	239 [-]*3	1.20 [0.68]*3
				底版	3	26 [-]*3	0 [-]*3	- [0.32]*3
			東側	側壁	5	332 [-]*3	245 [-]*3	1.36 [0.72]*3
				底版	6	244 [-]*3	210 [-]*3	1.17 [0.58]*3

注記*1: 評価位置は図 3.3-11 に示す。

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

*3: 線形被害則による照査結果

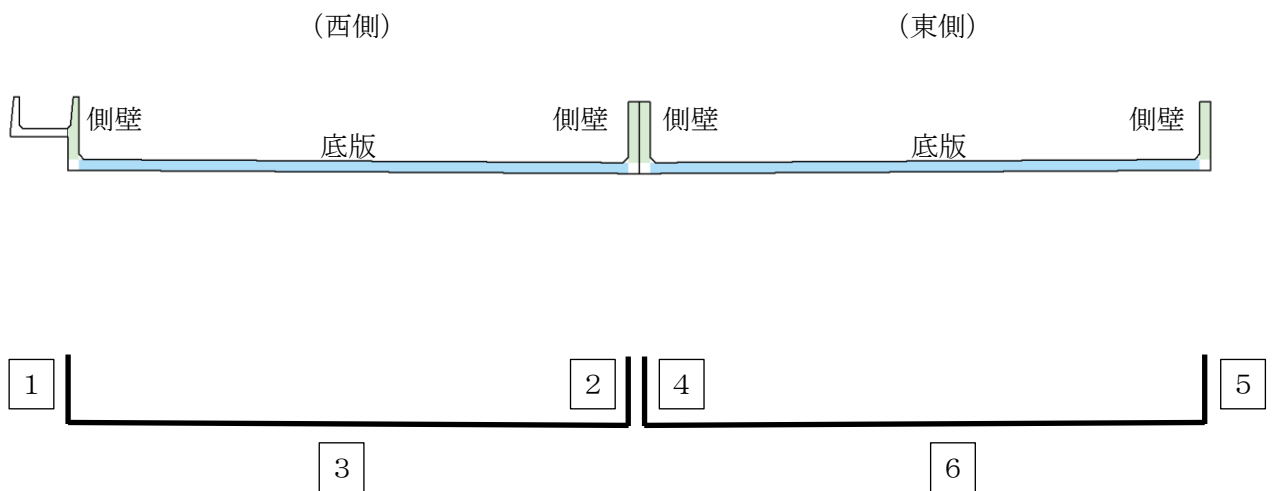


図 3.3-11 評価位置図 (B-B断面)

(2) 基礎地盤の支持性能に対する評価結果

表 3.3-14 支持性能に対する最大照査値 (A-A断面)

地震動	最大接地圧 P (N/mm ²)	極限支持力度 P _u (N/mm ²)	照査値 P / P _u
S s - F 1 (++)	0.61	1.2	0.52

表 3.3-15 支持性能に対する最大照査値 (B-B断面)

地震動	最大接地圧 P (N/mm ²)	極限支持力度 P _u (N/mm ²)	照査値 P / P _u
S s - D (++)	0.67	1.2	0.56