

本資料のうち、枠囲みの内容は、商業機密あるいは防護上の観点から公開できません。

東海第二発電所 工事計画審査資料	
資料番号	工認-111 改0
提出年月日	平成30年2月13日

V-2-2-35 防潮堤（鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁）の地震応答計算書

目次

1. 概要	1
2. 基本方針	2
2.1 位置	2
2.2 構造概要	2
2.3 解析方針	4
2.4 適用規格	5
3. 解析方法	6
3.1 評価対象断面	6
3.2 解析方法	10
3.3 荷重及び荷重の組合せ	11
3.4 入力地震動	12
3.5 解析モデル及び諸元	13

1. 概要

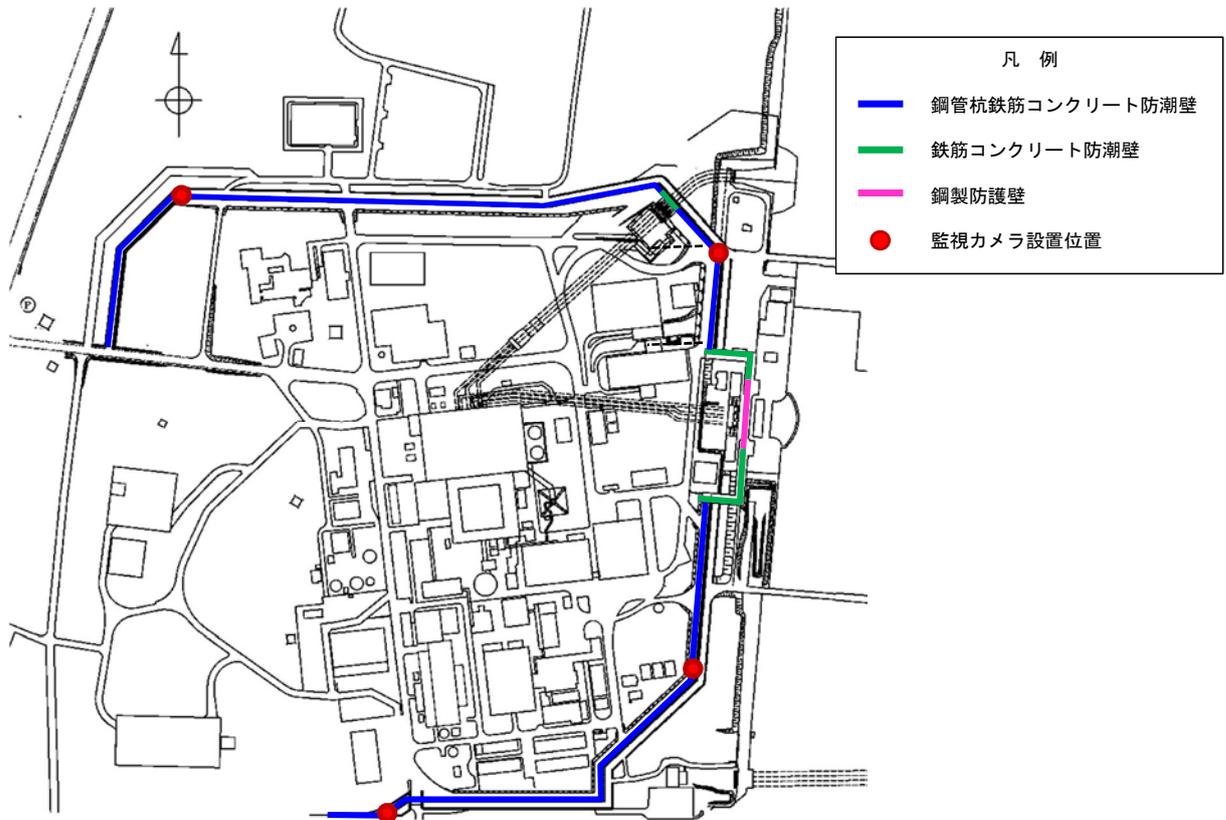
本資料は、V-2-1-6「地震応答解析の基本方針」に基づき実施する鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁に津波監視設備として設置する津波監視カメラの耐震評価に係る地震応答解析について説明するものである。

本地震応答解析は、機器・配管系が耐震性に関する技術基準へ適合することを確認するために用いる応答値を抽出するものである。

2. 基本方針

2.1 位置

鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁及び監視カメラの位置図を第2-1図に示す。



第2-1図 鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁及び監視カメラの位置図

2.2 構造概要

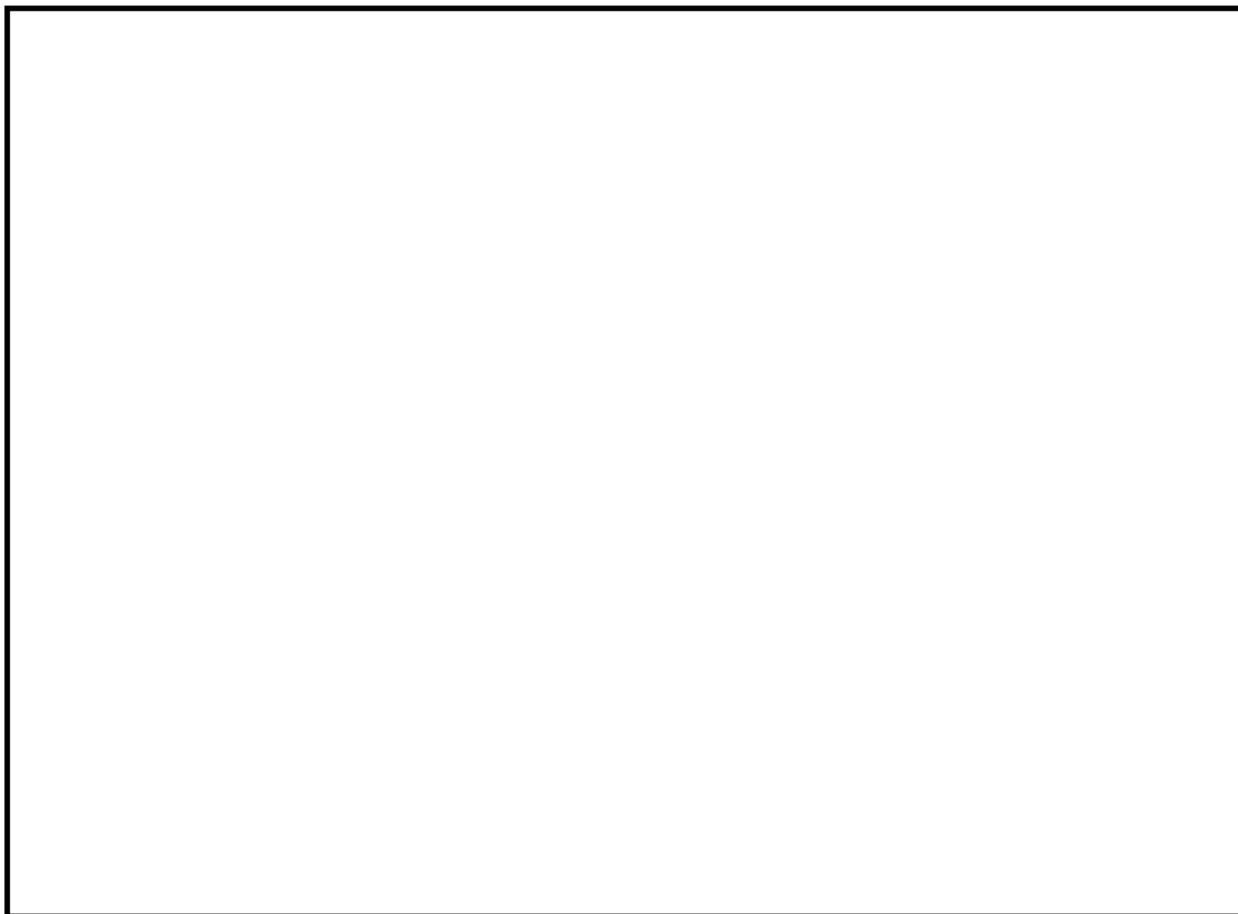
鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁は、鋼管杭による下部工と、5本の鋼管杭を束ね止水機能を確保する鉄筋コンクリートの壁による上部工から構成される。

下部工は鋼管杭、上部工は鉄筋コンクリート梁壁及び鋼管鉄筋コンクリート（SRC構造）の一体構造で構築される。大口径で肉厚の厚い鋼管杭を地震及び津波荷重に耐える構造躯体とし、杭間からの津波の浸水を防止する観点で、鋼管杭に鉄筋コンクリートを被覆する上部構造とする。

隣接する構造物との境界には、止水性を確保するための止水ジョイント部材を設置する。

防潮壁の堤内側には、耐津波に対する受働抵抗を目的とした改良体による地盤高さの嵩上げを行うとともに、洗掘防止対策やボーリング対策として、堤内及び堤外の表層部の地盤改良を実施する。

鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁の構造概要図を第2-2図に示す。



第2-2図 鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁の構造概要図
(正面図及び断面図)

2.3 解析方針

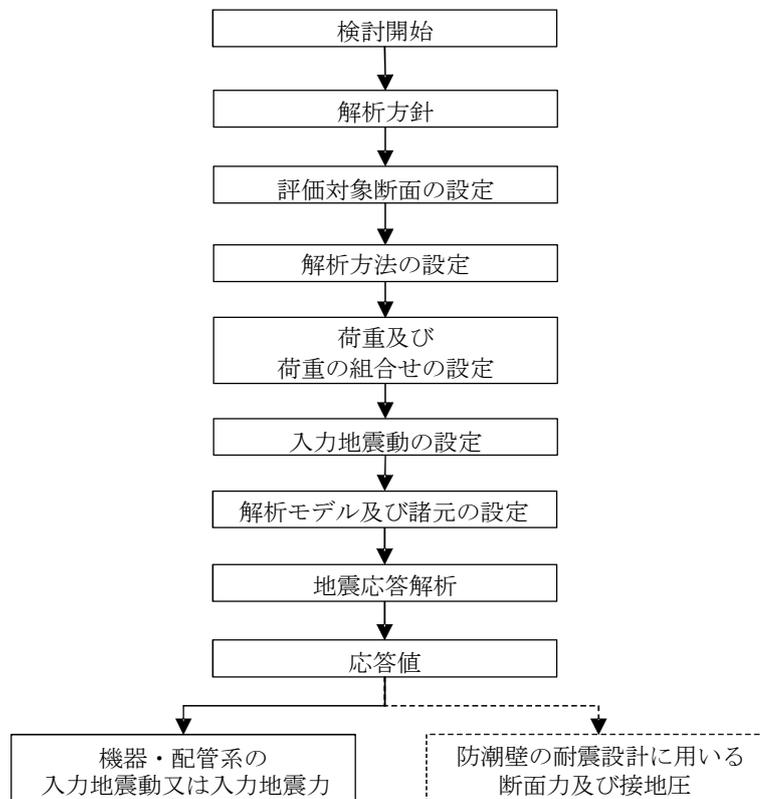
鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁の地震応答解析は、V-2-1-6「地震応答解析の基本方針」に基づき、基準地震動 S_s に対して解析を実施する。

第2-3図に鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁の地震応答解析フローを示す。

地震応答解析は、「2. 基本方針」に基づき、「3.1 評価対象断面」にて設定する断面において、「3.2 解析方法」に示す水平地震動と鉛直地震動の同時加振による時刻歴非線形解析にて行う。

時刻歴非線形解析は、「3.3 荷重及び荷重の組合せ」及び「3.5 解析モデル及び諸元」に示す条件を基に、「3.4 入力地震動」により設定する入力地震動を用いて実施する。

地震応答解析による加速度応答は、機器・配管系の入力地震動又は入力地震力に用いる。



第2-3図 鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁の地震応答解析フロー

2.4 適用規格

適用する規格，基準等を以下に示す。

- ・ 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）
- ・ 道路橋示方書（I 共通編・IV 下部構造編）・同解説（（社）日本道路協会，平成 24 年 3 月）
- ・ 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）
- ・ 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）

3. 解析方法

3.1 評価対象断面

評価対象断面は、津波監視カメラ位置における鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁の構造上の特徴や周辺地盤状況を踏まえて設定する。津波監視カメラ位置図を第3-1図に、鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁の評価対象断面位置図を第3-2図に、地震応答解析対象断面図を第3-3図～第3-5図に示す。

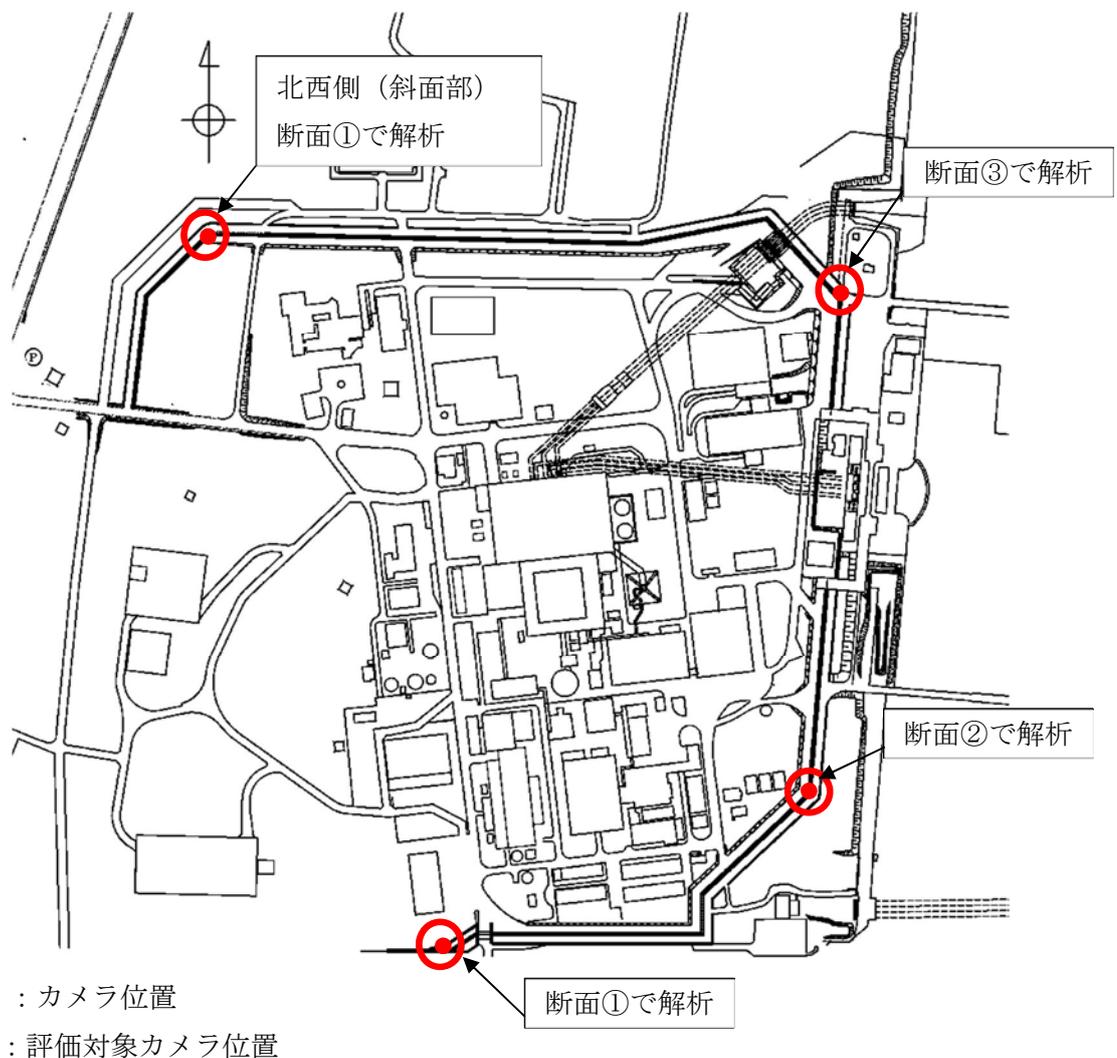
津波監視カメラ位置における地震応答解析断面は、以下の理由により南側断面（断面①）、東南断面（海側南、断面②）、東北断面（海側北、断面③）を対象断面とする。

断面①：防潮壁高さがT.P. +18 mの個所で第四紀層が薄く堆積する個所。

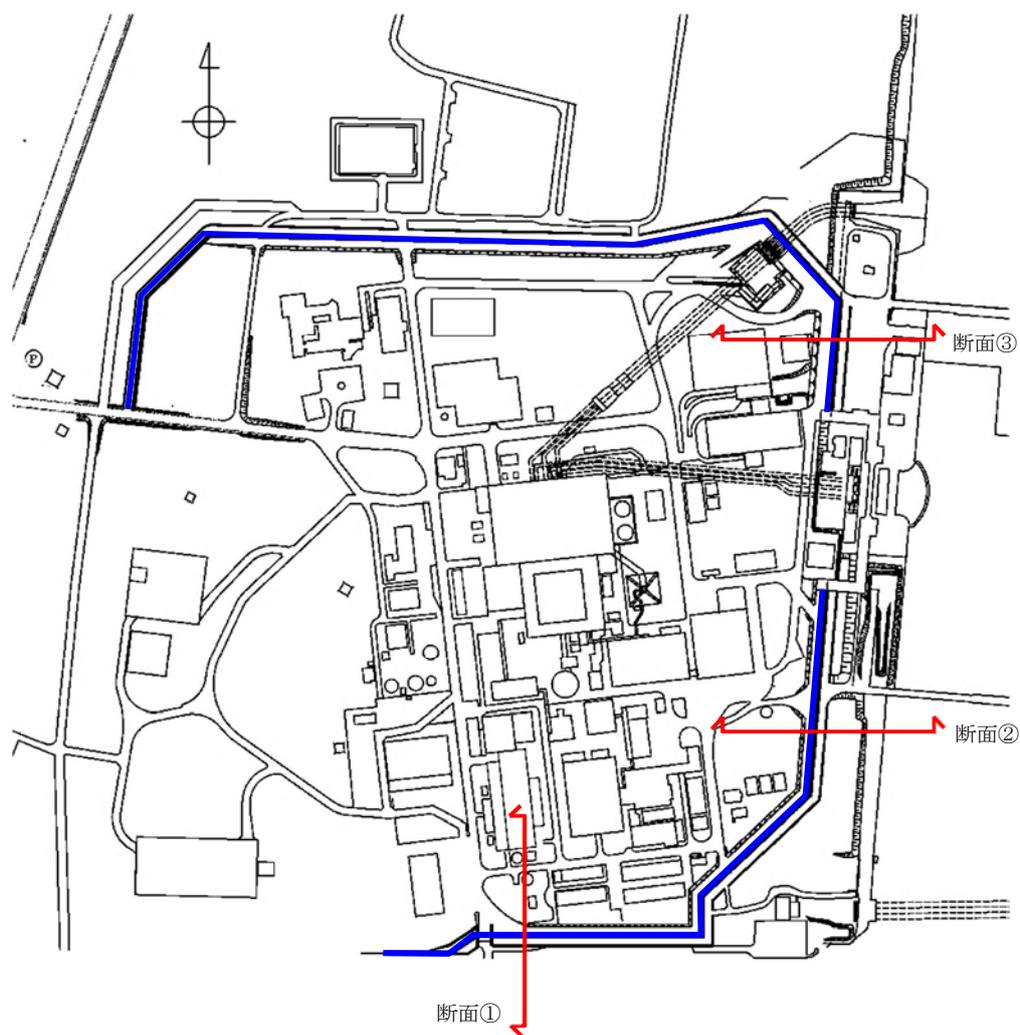
断面②：防潮壁高さがT.P. +20 mの個所で第四紀層は薄い個所。

断面③：防潮壁高さがT.P. +20 mの個所で第四紀層が厚く堆積する個所。

北西側（斜面部）については、防潮壁高さ及び第四紀層の厚さが断面①と同様であるため、断面①を参照することから省略する。

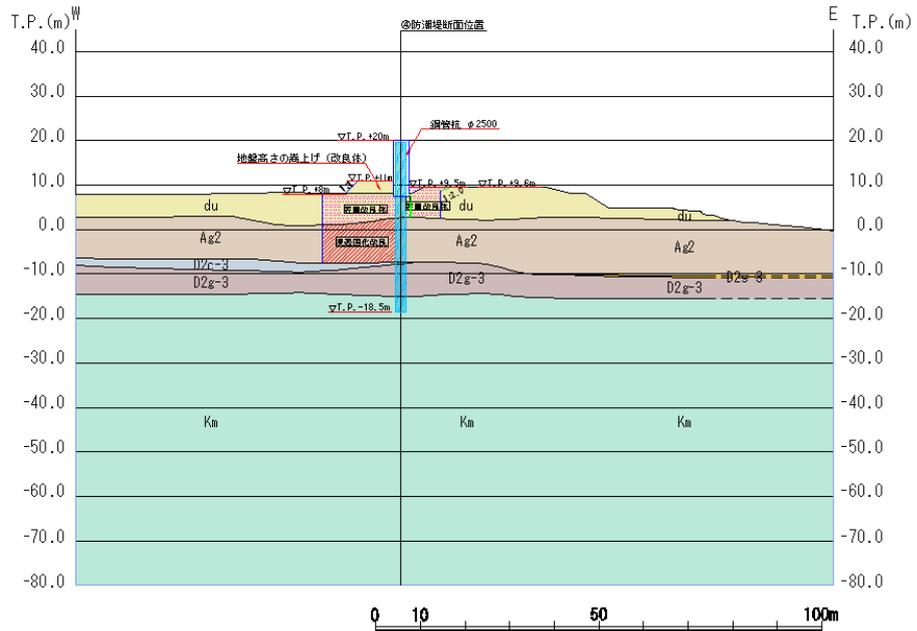


第3-1図 津波監視カメラ位置図



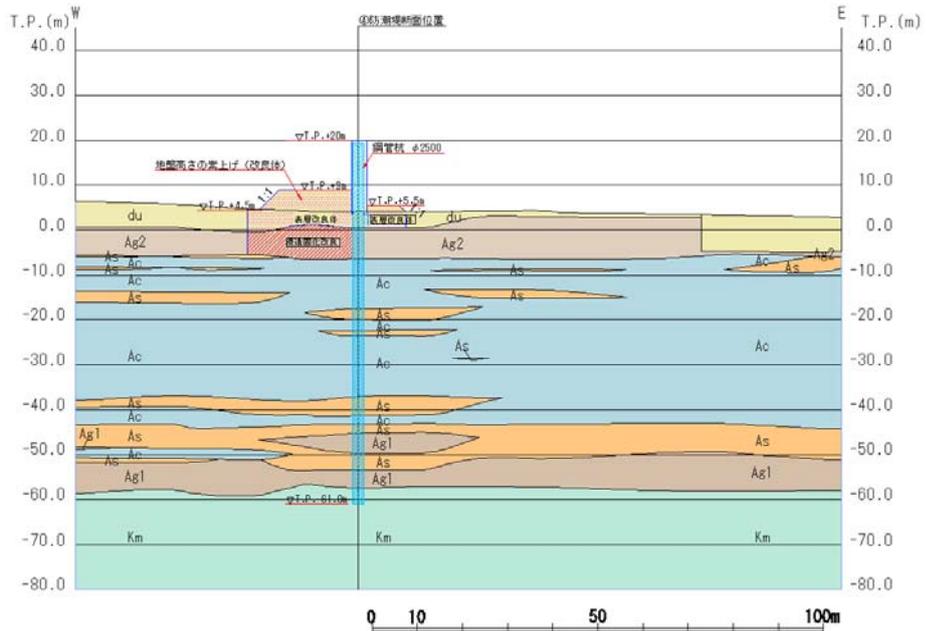
第3-2図 鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁の評価対象断面位置図

(2) 断面②



第3-4図 地震応答解析対象断面図(断面②)

(3) 断面③



第3-5図 地震応答解析対象断面図(断面③)

3.2 解析方法

地震応答解析は、V-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。

地震応答計算では、地震時における地盤の有効応力の変化に伴う影響を考慮できる有効応力解析を実施する。有効応力解析に用いる液状化強度特性は、敷地の原地盤における代表性及び網羅性を踏まえた上で保守性を考慮して設定することを基本とする。

地中土木構造物への地盤変位に対する保守的な配慮として、地盤を強制的に液状化させることを仮定した影響を考慮する場合は、原地盤よりも十分に小さい液状化強度特性（敷地に存在しない豊浦標準砂に基づく液状化強度特性）を設定する。

上部土木構造物及び機器・配管系への加速度応答に対する保守的な配慮として、地盤の非液状化の影響を考慮する場合は、原地盤において非液状化の条件を仮定した解析を実施する。

地震応答解析には、解析コード「FLIP Ver. 7.3.0_2」を使用する。なお、解析コードの検証及び妥当性確認の概要については、別紙「計算機プログラム（解析コード）の概要」に示す。

3.2.1 構造部材

構造部材は、線形はり要素でモデル化する。

3.2.2 地盤

V-2-1-3「地盤の支持性能に係る基本方針」に示す有効応力解析用地盤物性値に基づき、地盤の有効応力の変化に応じた地震時挙動を考慮できるモデルとする。

3.2.3 減衰特性

時刻歴非線形解析における減衰特性については、固有値解析にて求められる固有振動数に基づく Rayleigh 減衰を考慮する。

3.3 荷重及び荷重の組合せ

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

3.3.1 耐震安全性評価上考慮する状態

鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁の地震応答解析において、地震以外に考慮する状態を以下に示す。

(1) 運転時の状態

発電用原子炉施設が運転状態にあり、通常の条件下におかれている状態。ただし、運転時の異常な過渡変化時の影響を受けないことから考慮しない。

(2) 設計基準事故時の状態

設計基準事故時の影響を受けないことから考慮しない。

(3) 設計用自然条件

積雪及び風荷重を考慮する。

(4) 重大事故等時の状態

重大事故等時の状態の影響を受けないことから考慮しない。

3.3.2 荷重

鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁の地震応答解析において、考慮する荷重を以下に示す。

(1) 固定荷重 (G)

固定荷重として、躯体自重を考慮する。

(2) 地震荷重 (K_s)

基準地震動 S_s による荷重を考慮する。

(3) 積雪荷重 (P_s)

積雪荷重として、30 cm の積雪を考慮する。

(4) 風荷重 (P_k)

風荷重として、風速 30 m/s の風圧力を考慮する。

3.3.3 荷重の組合せ

荷重の組合せを第3-1表に示す。

第3-1表 荷重の組合せ

区分	荷重の組合せ
地震時	$G + K_s + P_s + P_k$

G : 固定荷重

K_s : 地震荷重

P_s : 積雪荷重

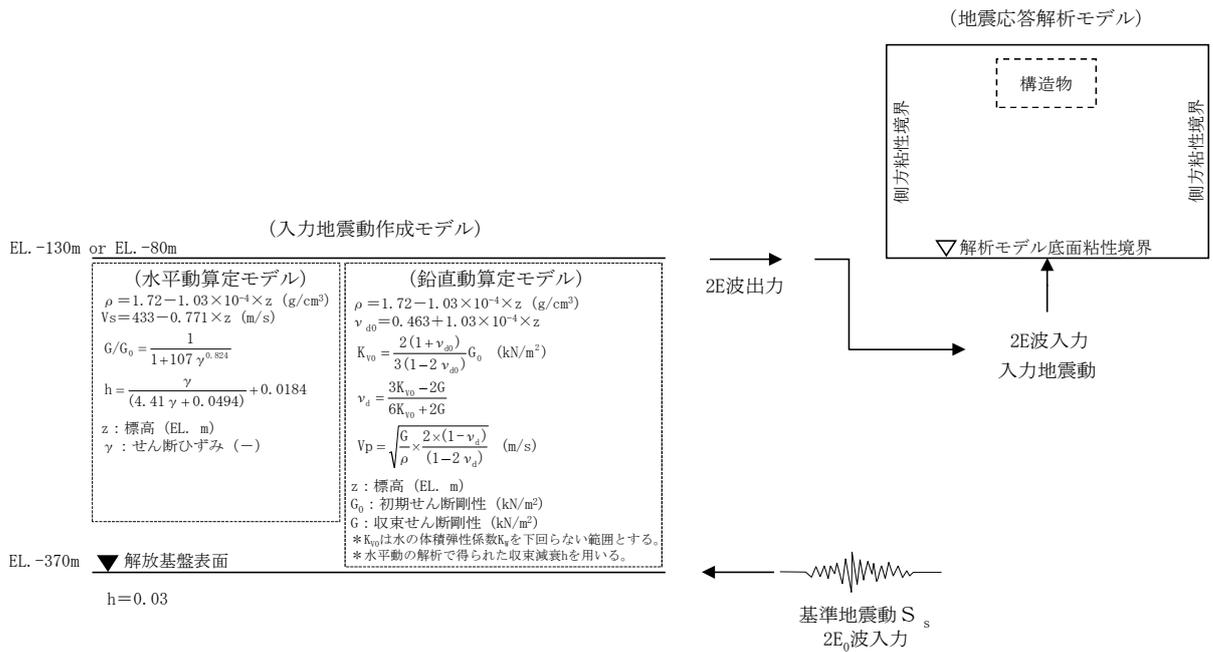
P_k : 風荷重

3.4 入力地震動

入力地震動は、V-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1次元波動論により地震応答解析モデルの底面位置で評価したものをを用いる。入力地震動算定の概念図を第3-6図に示す。

入力地震動の算定には、解析コード「k-SHAKE Ver. 6.2.0」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、別紙「計算機プログラム（解析コード）の概要」に示す。



(地震応答解析モデル)

構造物

▽ 解析モデル底面粘性境界

2E波入力
入力地震動

2E波出力

基準地震動 S_s
2E₀波入力

第3-6図 入力地震動算定の概念図

3.5 解析モデル及び諸元

3.5.1 解析モデル

鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁の地震応答解析モデルを第3-7図～第3-9図に示す。

(1) 解析領域

解析領域は、側方境界及び底面境界が構造物の応答に影響しないよう、構造物と側方境界及び底面境界との距離を十分に大きく設定する。

(2) 境界条件

解析領域の側方及び底面には、エネルギーの逸散効果を考慮するため、粘性境界を設ける。

(3) 構造物のモデル化

構造物は、線形はり要素でモデル化する。

(4) 地盤のモデル化

地盤は、地質断面図に基づき、マルチスプリング要素でモデル化する。



第3-7図 地震応答解析モデル(1/3) (断面①)



第3-8図 地震応答解析モデル(2/3) (断面②)



第3-9図 地震応答解析モデル(3/3) (断面③)

3.5.2 使用材料及び材料の物性値

使用材料を第3-2表に、材料の物性値を第3-3表に示す。

第3-2表 使用材料

諸元	
鉄筋	SD490
コンクリート	設計基準強度 : 40 N/mm ²
鋼管杭	敷地前面東側 : φ 2500 mm (SM570) 敷地側面北側及び南側 : φ 2000 mm (SM570)

第3-3表 材料の物性値

材料	単位体積重量 (kN/m ³)	ヤング係数 (N/mm ²)	ポアソン比
鉄筋コンクリート	24.5	3.10×10^4	0.2
鋼管杭	77.0	2.00×10^5	0.3

3.5.3 地盤の物性値

地盤の物性値は、V-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。