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

東海第二発電所 原子炉建屋等の基礎地盤及び周辺斜面の安定性について

平成29年5月17日
日本原子力発電株式会社

目 次

1. 評価概要
 - 1.1 評価概要
 - 1.2 評価対象施設
 2. 基礎地盤の安定性評価
 - 2.1 評価方針
 - 2.2 解析用物性値
 - 2.3 評価方法
 - 2.4 入力地震動
 - 2.5 評価結果
 3. 周辺地盤の変状及び地殻変動による影響評価
 - 3.1 周辺地盤の変状による重要施設への影響
 - 3.2 地殻変動による基礎地盤の変状の影響
 4. 周辺斜面の安定性評価
 5. まとめ
- 【別冊】 補足説明資料

目 次

1. 評価概要
 - 1.1 評価概要
 - 1.2 評価対象施設
 2. 基礎地盤の安定性評価
 - 2.1 評価方針
 - 2.2 解析用物性値
 - 2.3 評価方法
 - 2.4 入力地震動
 - 2.5 評価結果
 3. 周辺地盤の変状及び地殻変動による影響評価
 - 3.1 周辺地盤の変状による重要施設への影響
 - 3.2 地殻変動による基礎地盤の変状の影響
 4. 周辺斜面の安定性評価
 5. まとめ
- 【別冊】 補足説明資料

1. 評価概要

1.1 評価概要

■原子炉建屋等の耐震重要施設等※¹及び常設重大事故等対処施設※²の基礎地盤及び周辺斜面の安定性評価について、審査ガイドに準拠し以下に示す事項を確認する。

基礎地盤

1. 将来活動する可能性のある活断層の有無

原子炉建屋等が設置される地盤に、将来活動する可能性のある断層等が露頭していないことを確認する。

2. 地震力に対する基礎地盤の安定性評価

以下の事項を確認することにより、地震力に対して施設の安全機能が重大な影響を受けないことを確認する。

1)基礎地盤のすべり 2)基礎の支持力 3)基礎底面の傾斜

3. 周辺地盤の変状による重要施設への影響評価

地震発生に伴う周辺地盤の液状化、揺すり込み沈下等を起因とする施設間の不等沈下等により、当該施設の安全機能が重大な影響を受けないことを確認する。

4. 地殻変動による基礎地盤の傾斜の影響評価

地震発生に伴う地殻変動による基礎地盤の傾斜及び撓みにより、施設が重大な影響を受けないことを確認する。

周辺斜面

1. 地震力に対する周辺斜面の安定性評価

地震力に対して周辺斜面が崩壊し、施設の安全機能が重大な影響を受けないことを確認する。

※¹：耐震重要度分類Sクラスの機器・系統及びそれらを支持する建物・構築物

※²：常設耐震重要重大事故防止設備及び常設重大事故緩和設備が設置されている重大事故等対処施設

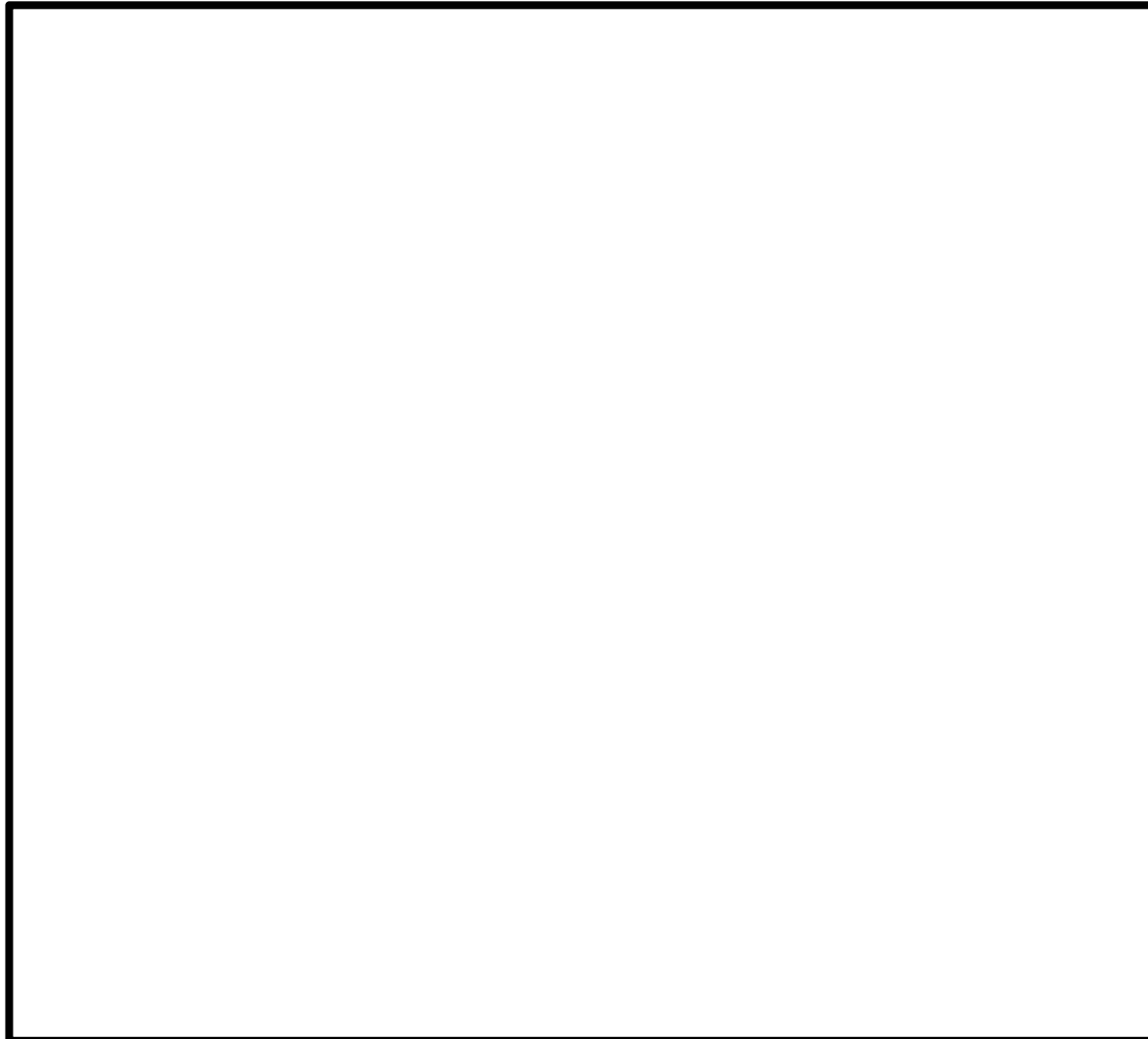
目 次

1. 評価概要
 - 1.1 評価概要
 - 1.2 評価対象施設
 2. 基礎地盤の安定性評価
 - 2.1 評価方針
 - 2.2 解析用物性値
 - 2.3 評価方法
 - 2.4 入力地震動
 - 2.5 評価結果
 3. 周辺地盤の変状及び地殻変動による影響評価
 - 3.1 周辺地盤の変状による重要施設への影響
 - 3.2 地殻変動による基礎地盤の変状の影響
 4. 周辺斜面の安定性評価
 5. まとめ
- 【別冊】 補足説明資料

1. 評価概要

1.1 評価対象施設

■ 設置許可基準規則3条及び4条の対象となる「耐震重要施設」及び設置許可基準規則38条及び39条の対象となる「常設重大事故等対処施設※」を以下に示す。



重要施設の平面配置

【 】は、耐震重要施設を支持する建物・構築物を示す。

※常設耐震重要重大事故防止設備又は常設重大事故緩和設備が設置される重大事故等対処施設(特定重大事故等対処施設を除く)

耐震重要施設
使用済燃料乾式貯蔵建屋
防潮堤(鋼管杭鉄筋コンクリート壁構造区間)
防潮堤(鉄筋コンクリート壁構造区間)
潮位計

常設重大事故等対処施設
緊急時対策所(発電機燃料油貯蔵タンク含む)
常設代替高圧電源装置
緊急用海水ポンプピット
緊急用海水取水管
SA用海水ピット取水塔
海水引込み管
SA用海水ピット
格納容器圧力逃がし装置格納槽
常設低圧代替注水系格納槽

耐震重要施設及び常設重大事故等対処施設
原子炉建屋
常設代替高圧電源装置電路燃料移送配管
軽油貯槽タンク
非常用海水系配管(屋外二重管)
海水ポンプ室、取水路
貯留堰
非常用ガス処理系排気筒(排気筒)

目 次

- 1. 評価概要
 - 1.1 評価概要
 - 1.2 評価対象施設
- 2. 基礎地盤の安定性評価
 - 2.1 評価方針
 - 2.2 解析用物性値
 - 2.3 評価方法
 - 2.4 入力地震動
 - 2.5 評価結果
- 3. 周辺地盤の変状及び地殻変動による影響評価
 - 3.1 周辺地盤の変状による重要施設への影響
 - 3.2 地殻変動による基礎地盤の変状の影響
- 4. 周辺斜面の安定性評価
- 5. まとめ
- 【別冊】 補足説明資料

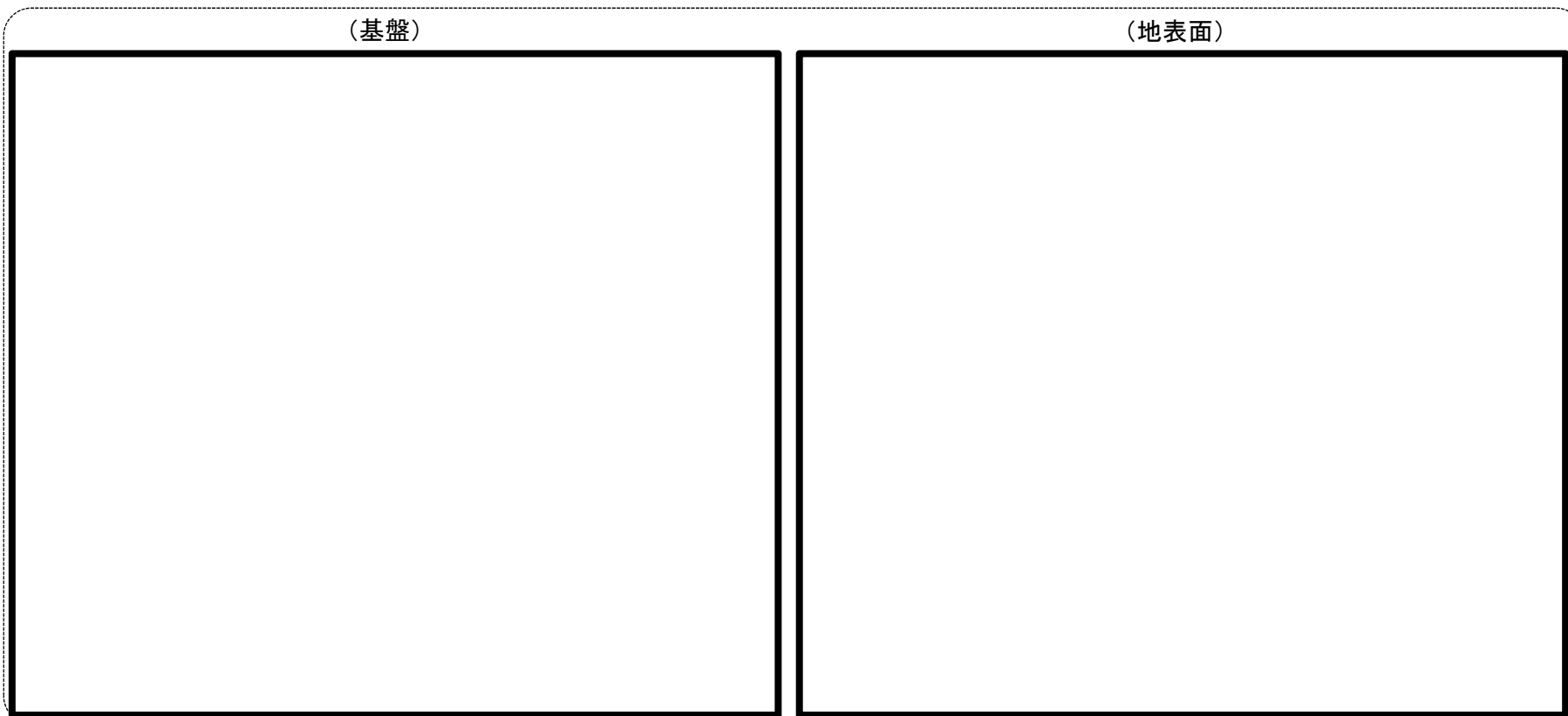
基礎地盤評価対象断面の選定

■ 基礎地盤評価対象断面の選定を行うにあたり、基礎地盤の安定性評価に係る項目である「基盤」と「地表面」に着目し、施設毎のグルーピングを行った。

【基盤】
 ① 基盤がEL-15m以深に概ね水平に分布するエリア
 ② 基盤がEL-60m以深に概ね水平に分布するエリア

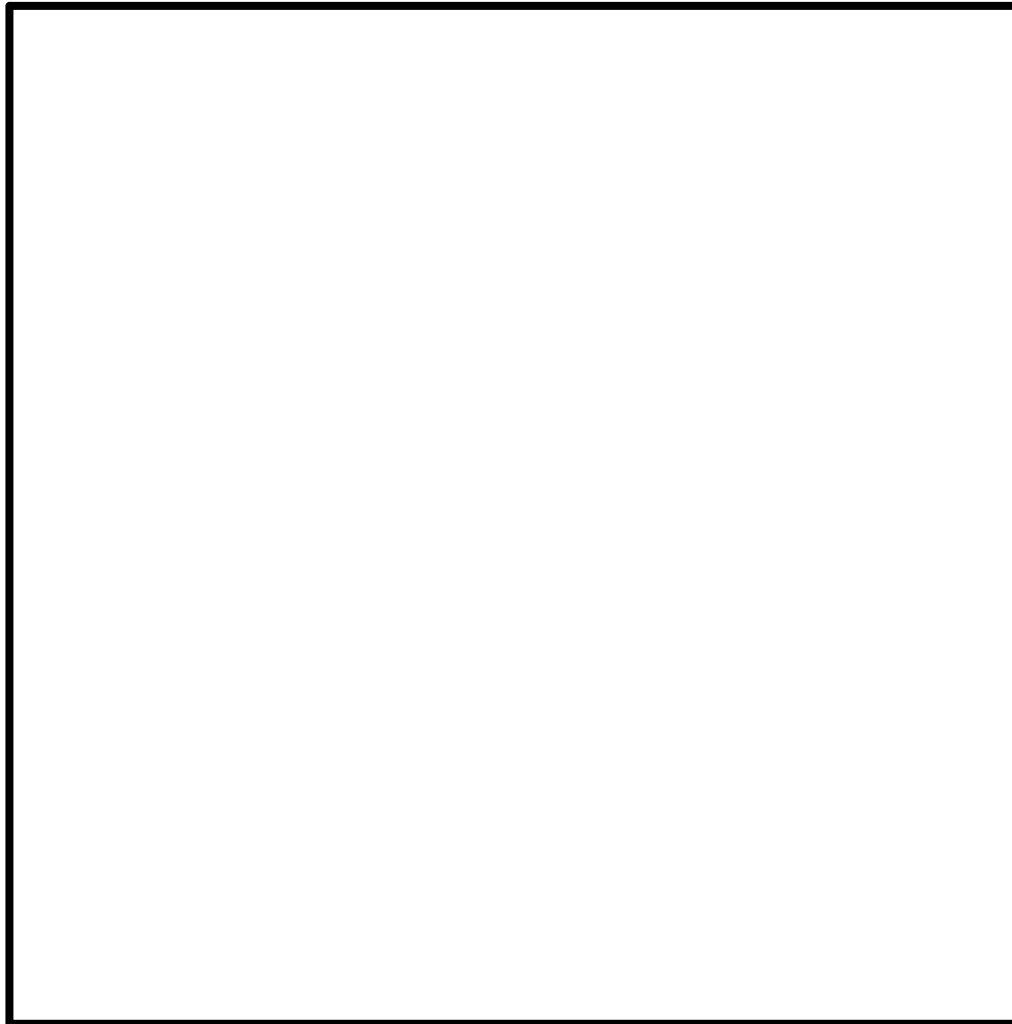
【地表面】
 ③ 地表面が約EL+8mで概ね水平に分布するエリア
 ④ EL+8m以上の高台エリア

番号	基盤	地表面	位置	施設区分	備考
グループ1	①	③	—	■	
グループ2	②	③	北部	■	②③で区分されるエリアの内、北の広範囲に立地する構造物
グループ3			東部	■	②③で区分されるエリアの内、東部にまとめて立地する構造物
グループ4	①	④	—	■	



基礎地盤評価対象断面の選定(グループ1)

■基礎地盤評価対象施設のうち、グループ1については、規模、重量が大きい原子炉建屋の評価断面を代表断面として選定した。



対象施設と代表断面位置

グループ1の対象施設一覧

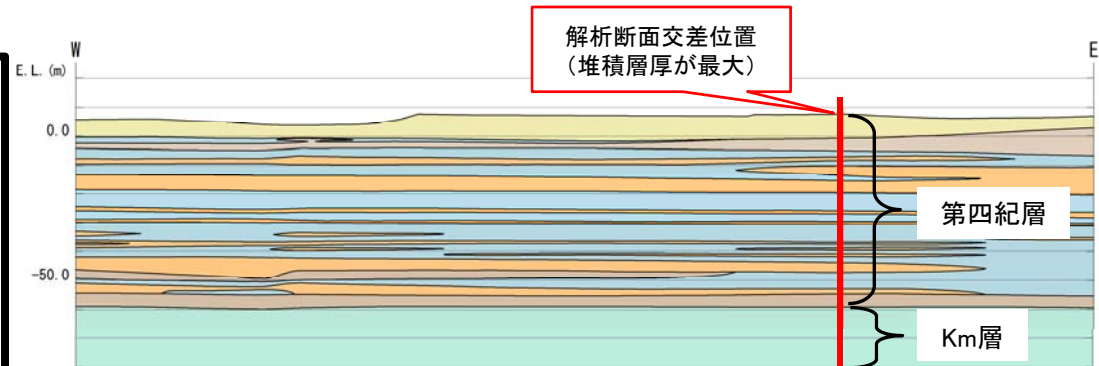
施設	基盤	地表面	評価方針
使用済燃料乾式貯蔵建屋	高位	平地	・対象施設は、いずれも十分な支持性能を持つ地盤に支持されている。 ・原子炉建屋以外の施設については、原子炉建屋と比較して、規模・重量等が小さいことから、原子炉建屋の評価に含まれると考えられる。 以上より、原子炉建屋のNS断面、EW断面を代表断面として選定した。
防潮堤 (鋼管杭鉄筋コンクリート壁構造区間)			
常設代替高圧電源装置			
緊急用海水ポンプピット			
緊急用海水取水管			
SA用海水ピット取水塔			
海水引込み管			
SA用海水ピット			
格納容器圧力逃がし装置 格納槽			
常設低圧代替注水系格納槽			
原子炉建屋			
常設代替高圧電源装置電路 燃料移送配管			
軽油貯蔵タンク			
非常用ガス処理系排気筒 (排気筒)			

基礎地盤評価対象断面の選定(グループ2)

■基礎地盤評価対象施設のうち、グループ2については、防潮堤(鋼管杭鉄筋コンクリート壁構造区間)が敷地北側に立地する唯一の構造物である。代表断面としては、北部の堆積層厚が厚いNS断面と、津波に正対するEW断面の計2断面を選定した。



対象施設と代表断面位置



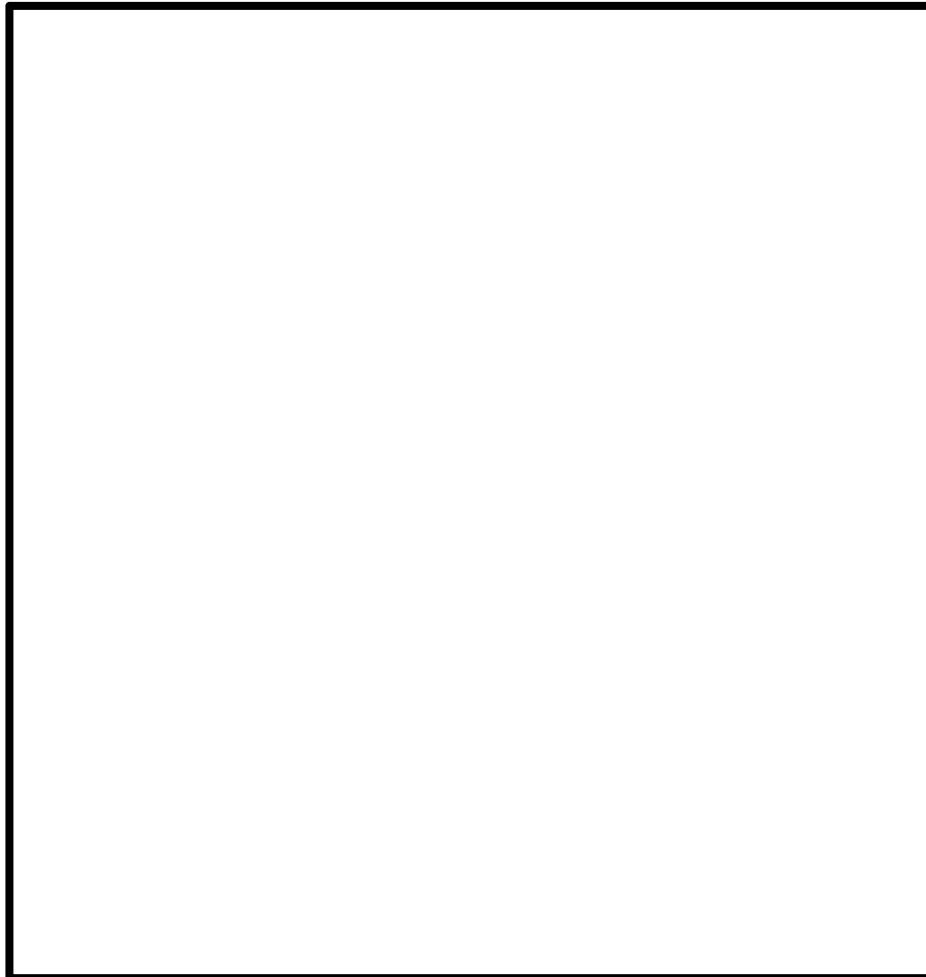
防潮堤の地質縦断図(北部)

グループ2の対象施設一覧

施設	基盤	地表面	評価方針
防潮堤 (鋼管杭鉄筋コンクリート壁構造区間)	低位	平地	<ul style="list-style-type: none"> 敷地北側に立地する唯一の重要構造物である。 長大な構造物線形のうち比較的堆積層厚が厚い北部にて、NS方向の代表断面を設定する。 さらに、津波の到来する敷地前面に正対し、かつNS断面と直交する位置で、EW方向の代表断面を設定する。 <p>以上より、防潮堤(鋼管杭鉄筋コンクリート壁構造区間)の計2箇所を代表断面として選定した。</p>

基礎地盤評価対象断面の選定(グループ3)

■基礎地盤評価対象施設のうち、グループ3については、規模、重量が大きい防潮堤(鉄筋コンクリート壁構造区間)の評価断面を代表断面として選定した。



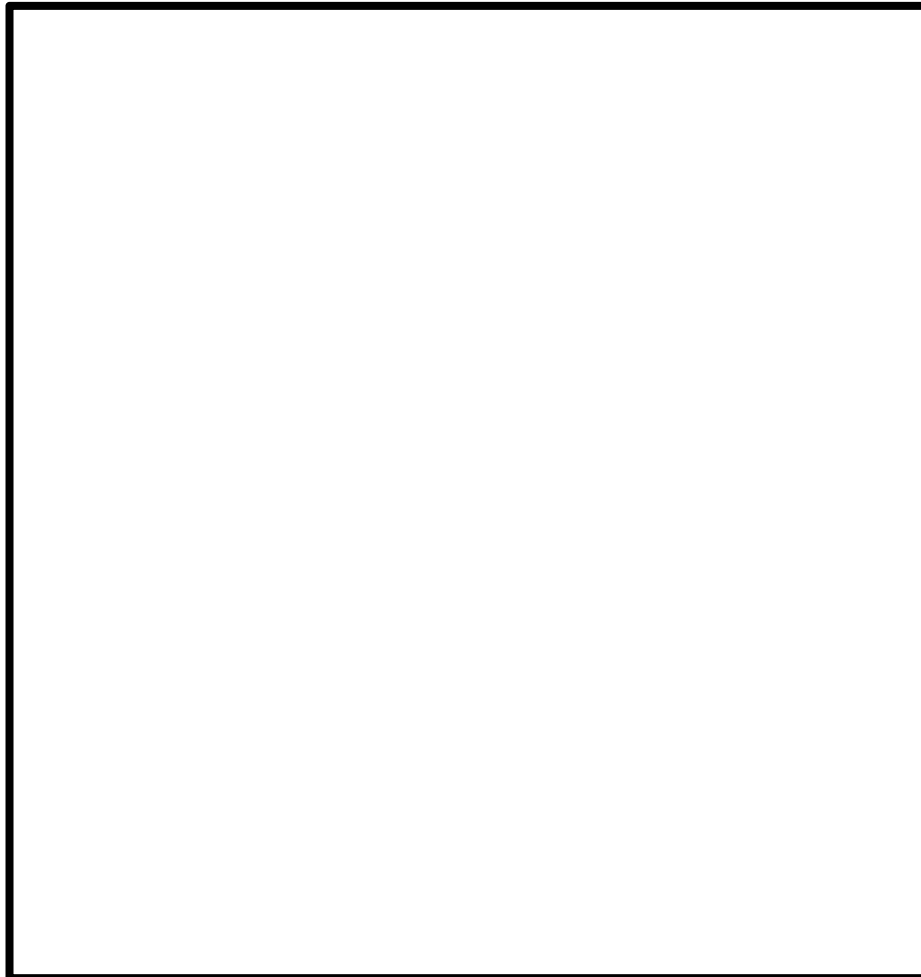
対象施設と代表断面位置

グループ3の対象施設一覧

施設	基盤	地表面	評価方針
防潮堤(鉄筋コンクリート壁構造区間)	低位	平地	・対象施設は、いずれも十分な支持性能を持つ地盤に支持されている。 ・防潮堤(鉄筋コンクリート壁構造区間)以外の施設は、防潮堤(鉄筋コンクリート壁構造区間)と比較して、規模・重量等が小さいことから、防潮堤(鉄筋コンクリート壁構造区間)の評価に包含されると考えられる。 以上より、防潮堤(鉄筋コンクリート壁構造区間)を代表断面として選定した。 ※屋外二重管は岩着構造ではないが、中空埋設鋼管につき、基礎地盤の安定性が問題となる構造ではないと判断し、検討対象外とする。
潮位計			
非常用海水系配管※(屋外二重管)			
海水ポンプ室、取水路			
貯留堰			

基礎地盤評価対象断面の選定(グループ4)

■基礎地盤評価対象施設のうち、グループ4については、緊急時対策所が唯一の重要施設であり、NS断面とEW断面の計2断面について評価を行う。



対象施設と代表断面位置

グループ4の対象施設一覧

施設	基盤	地表面	評価方針
緊急時対策所 (発電機燃料油貯蔵タンク含む)	高位	高台	・グループ4に立地する唯一の重要施設として、緊急時対策所のNS断面、EW断面を代表断面として選定した。

地震力に対する基礎地盤の安定性評価における評価項目と評価内容

1) 基礎地盤のすべり

- ・ 動的解析の結果に基づき、基礎地盤の内部及び基礎底面を通るすべり面を仮定する。
- ・ 動的解析におけるすべり安全率が1.5以上であることを確認する。

2) 基礎の支持力

- ・ 支持力公式に基づき、基礎の支持力の評価基準値を設定する。
- ・ 動的解析に基づいて求められた基礎の接地圧が評価基準値を超えていないことを確認する。

3) 基礎底面の傾斜

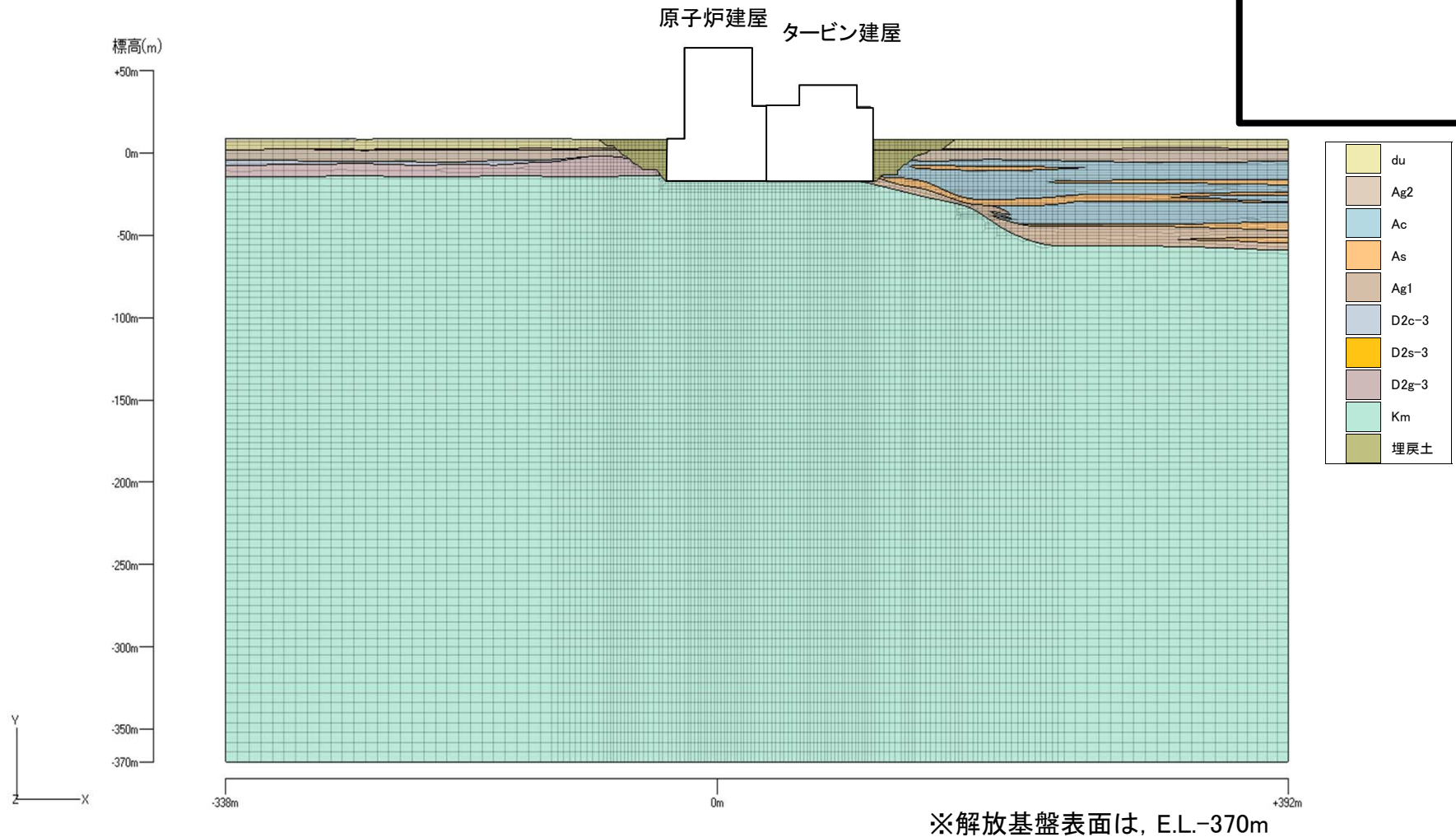
- ・ 基本設計段階の目安値を、一般建築物の構造的な障害が発生する限界値を参考に1/2,000に設定する。
- ・ 動的解析の結果に基づいて求められた基礎の傾斜を許容値の目安と比較する。

基礎地盤の安定性評価における第四紀層等の液状化検討

- ・ 建物及び構築物が設置される地盤が第四紀層等の砂地盤又は砂礫地盤で地下水位が高い場合には、液状化の可能性について検討する。

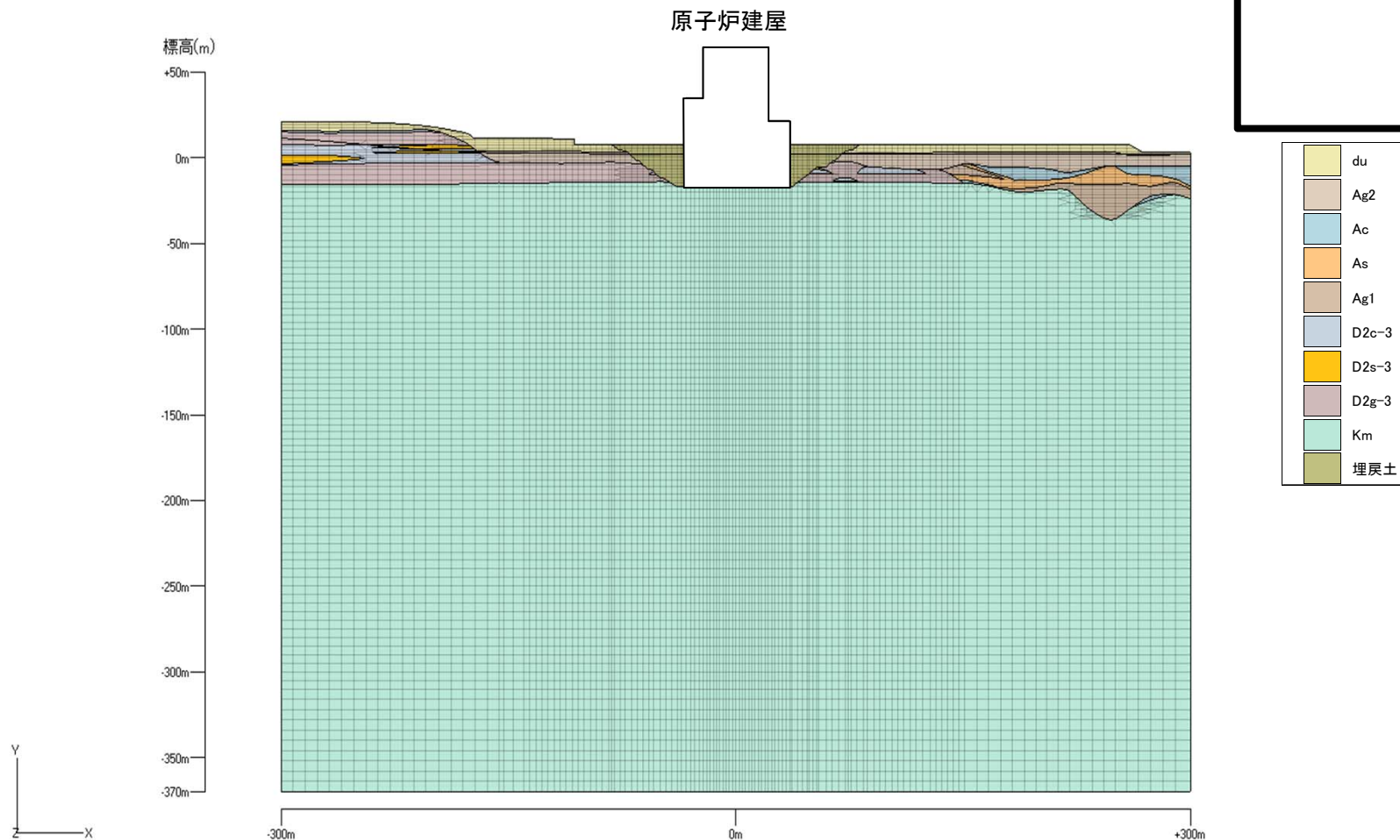
解析用要素分割図〔原子炉建屋 NS断面〕

■原子炉建屋 NS断面



解析用要素分割図〔原子炉建屋 EW断面〕

■原子炉建屋 EW断面



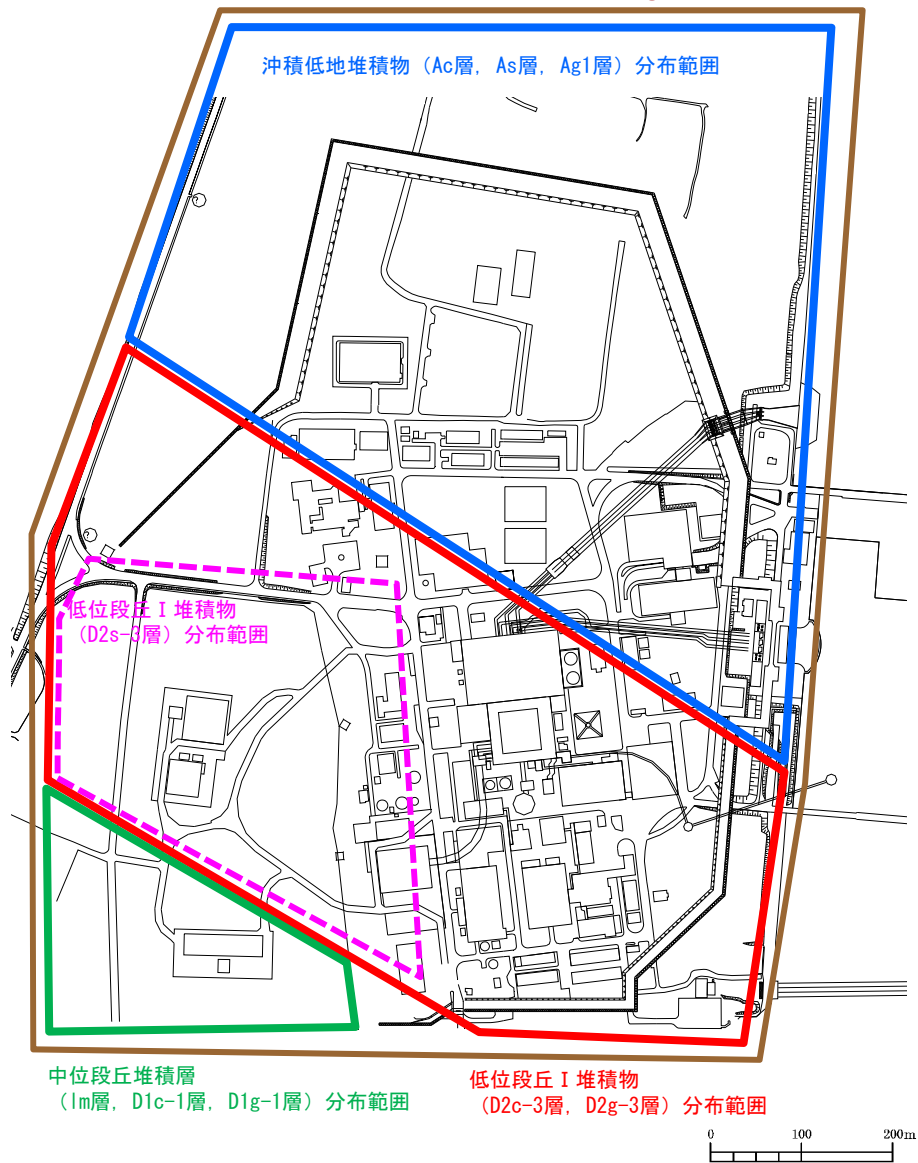
※解放基盤表面は, E.L.-370m

目 次

- 1. 評価概要
 - 1.1 評価概要
 - 1.2 評価対象施設
- 2. 基礎地盤の安定性評価
 - 2.1 評価方針
 - 2.2 解析用物性値
 - 2.3 評価方法
 - 2.4 入力地震動
 - 2.5 評価結果
- 3. 周辺地盤の変状及び地殻変動による影響評価
 - 3.1 周辺地盤の変状による重要施設への影響
 - 3.2 地殻変動による基礎地盤の変状の影響
- 4. 周辺斜面の安定性評価
- 5. まとめ
- 【別冊】 補足説明資料

2. 基礎地盤の安定性評価 2.2 解析用物性値 原子炉建屋等設置位置の地質(1)

砂丘層 (du層), 沖積低地堆積物 (Ag2層) 分布範囲



堆積層の分布平面図

地質構成表

地質時代	地質区分	記号	岩相	備考	
第 新 世	砂丘層	du	砂	敷地全体に広く分布する。	
		Ag2	砂礫	敷地全体に広く分布する。	
	沖積低地 堆積層	久慈川 堆積層	Ac	粘土	久慈川が侵食した凹状の 谷を埋めて分布する。
		As	砂		
		Ag1	砂礫		
四 更 新 紀	低位段丘 I 堆積層	段丘堆積層2	D2c-3	シルト	敷地南部に埋没段丘 として分布する。
		D2s-3	砂		
		D2g-3	砂礫		
		D2c-2	シルト		
	中位段丘 堆積層	段丘堆積層1	D2g-2	砂礫	敷地の南西部に分布し、 いわゆる額田段丘面を 構成する。
		lm	ローム		
		D1c-1	シルト		
		D1g-1	砂礫		
新第三紀 鮮新世	久米層	Km	砂質泥岩	敷地の基盤岩である。	

~~~~~ 不整合

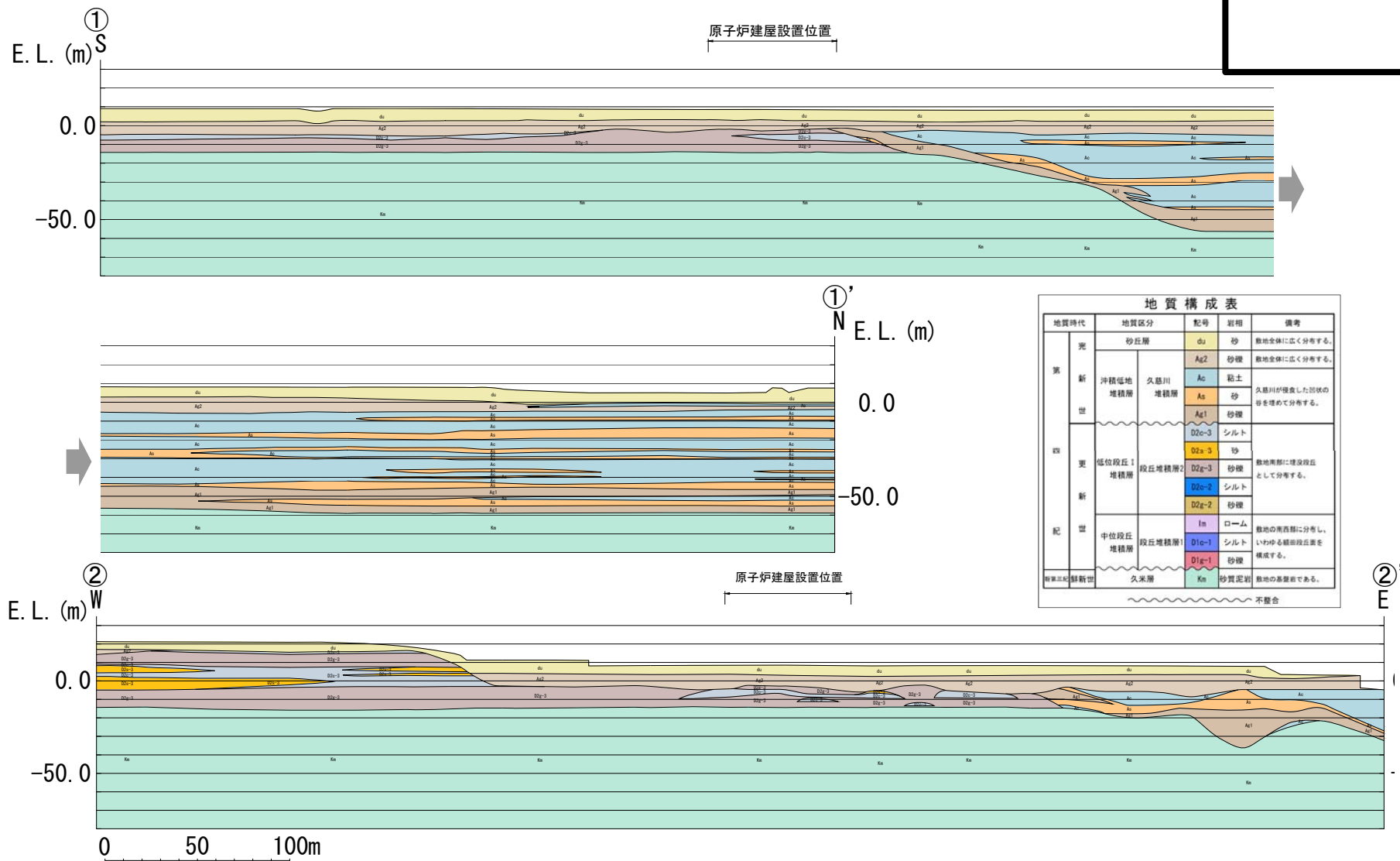
### 【第四紀の地層の分布】

- ◆敷地の南西部 … ■ ■  
中位段丘堆積物 (lm層, D1c-1層, D1g-1層) を沖積低地堆積物の一部 (Ag2層) 及び砂丘層 (du層) が覆っている。
- ◆敷地の南部 … ■ ■  
低位段丘 I 堆積物 (D2c-3層※, D2s-3層, D2g-3層) を沖積低地堆積物の一部 (Ag2層) 及び砂丘層 (du層) が覆っている。
- ◆敷地の北部 … ■ ■  
沖積低地堆積物 (Ag2層, Ac層※, As層, Ag1層) を砂丘層 (du層) が覆っている。

※過圧密粘性土

## 原子炉建屋等設置位置の地質(2)

- 敷地には、新第三系鮮新統の久米層が広く分布している。本層は、原子炉建屋等の基礎地盤である。
- 久米層は、敷地南部ではE.L. 約-15m付近に分布し、原子炉建屋北方付近を境として旧久慈川の河食崖として徐々に深くなり、敷地北部ではE.L. 約-60mに高度を減じている。



# 液状化検討対象層

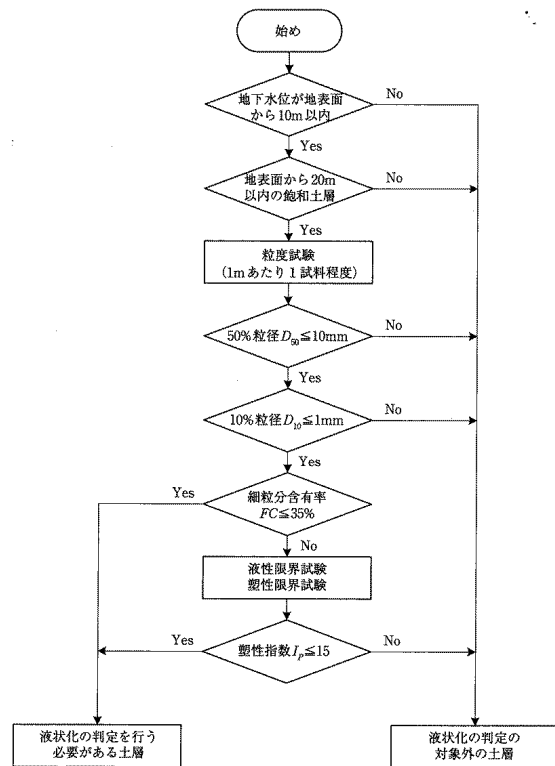
## ◆液状化検討対象層の抽出

- ✓ 道路橋示方書・同解説(V耐震設計編)に基づき液状化検討対象層を抽出する。
- ✓ 道路橋示方書においては、液状化検討対象層を地表面から20m以内の沖積層としているが、本評価では以下のものも対象層として考慮する。
  - ⇒地表面から20m以深も考慮。
  - ⇒洪積層(D1層 ~D2層)についても考慮。

## ◆液状化判定の対象となる地層(道路橋示方書・同解説(V耐震設計編))

- ①地下水位が地表面から10m以内にあり、かつ、地表面から20m以内の深さに存在する飽和土層
- ②細粒分含有率が35%以下の土層、または、細粒分含有率が35%を超えても塑性指数が15以下の土層
- ③50%粒径が10mm以下で、かつ、10%粒径が1mm以下である土層

○: 検討対象  
 ×: 検討対象外  
○: 保守的に検討対象とするもの

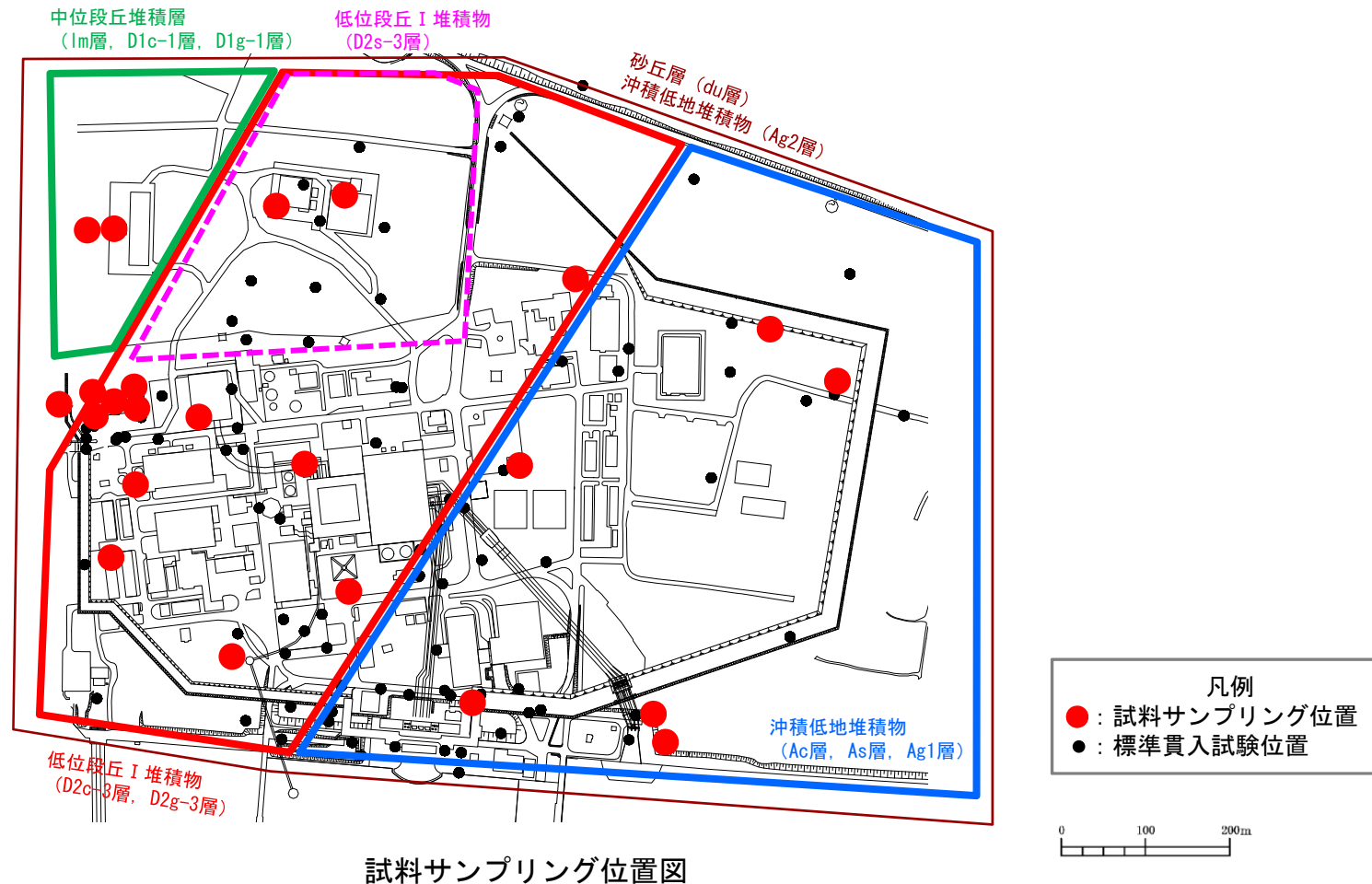


液状化検討対象層の抽出フロー  
 (道路橋示方書・同解説(V耐震設計編))

| 地層名   | 層相  | 道路橋示方書における液状化検討対象層 | 当社の液状化検討対象層                                       | 備考                                                        |
|-------|-----|--------------------|---------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| du    | 砂   | ○                  | ○                                                 |                                                           |
| Ag2   | 砂礫  | ○                  | ○                                                 |                                                           |
| Ac    | 粘土  | ×                  | ×                                                 |                                                           |
| As    | 砂   | ○                  | ○                                                 | ・ 20m以深に分布する範囲についても保守的に検討対象とする。                           |
| Ag1   | 砂礫  | ×                  | <span style="border: 1px solid magenta;">○</span> | ・ 20m以深に分布するが保守的に検討対象とする。                                 |
| D2c-3 | シルト | ×                  | ×                                                 |                                                           |
| D2s-3 | 砂   | ×                  | <span style="border: 1px solid magenta;">○</span> | ・ 洪積層であるが保守的に検討対象層とする。                                    |
| D2g-3 | 砂礫  | ×                  | <span style="border: 1px solid magenta;">○</span> | ・ 洪積層であるが保守的に検討対象層とする。<br>・ 20m以深に分布する範囲についても保守的に検討対象とする。 |
| lm    | ローム | ×                  | ×                                                 |                                                           |
| D1c-1 | シルト | ×                  | ×                                                 |                                                           |
| D1g-1 | 砂礫  | ×                  | <span style="border: 1px solid magenta;">○</span> | ・ 洪積層であるが保守的に検討対象層とする。                                    |

## 解析用地盤物性についてのデータ取得方針(三軸圧縮強度)

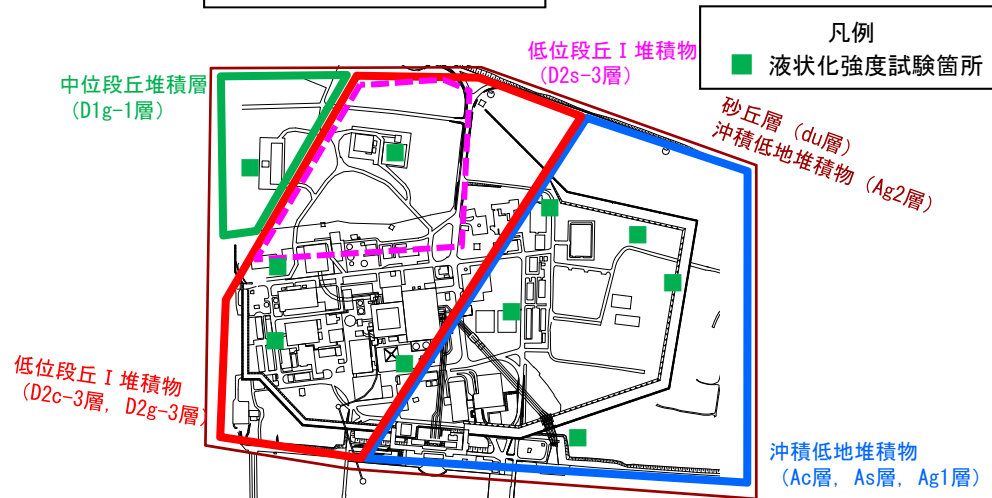
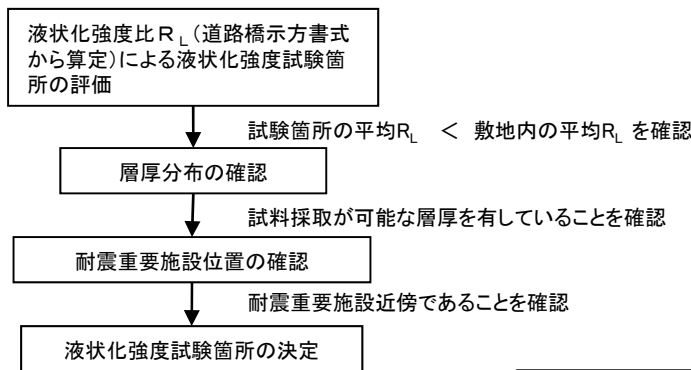
- 安定性評価への寄与度が大きい地盤物性として、**三軸圧縮強度**についてデータを取得する。
- 重要施設の設置場所の変更に伴い、**敷地全域**にて試料のサンプリングを行う。
- 基本的には、多数の試験データを取得し敷地全域を網羅することで、物性の代表性は担保できると考えているが、同時に、**試験実施箇所のN値等を全体と比較することで、その代表性を確認**する。
- 試験は、各深度での地盤のせん断強度を適切に表現出来る**CU条件**を採用する。



# 解析用地盤物性についてのデータ取得方針(液状化強度)

- 有効応力解析 (FLIP) による液状化判定等を実施するため、液状化強度を取得する。
- 液状化強度試験の実施箇所決定に当たっては、以下を考慮する。
  - ✓ 液状化強度試験箇所の液状化強度比  $R_L$ ※は、敷地内における同層の液状化強度比  $R_L$  と比較して保守的な位置であることを確認する。
  - ✓ 液状化強度試験箇所の対象層は、試料採取が可能な層厚を有していることを確認する。
  - ✓ 液状化強度試験箇所は、耐震重要施設の近傍であることを確認する。

### 液状化強度試験箇所の選定フロー



試料サンプリング位置図

※：液状化強度比  $R_L$  (道路橋示方書式)

液状化強度比  $R_L$  は、道路橋示方書の式に基づき、 $N$  値や物理特性データを用いて算定される。

(3) 繰返し三軸強度比

繰返し三軸強度比  $R_L$  は式 (8.2.7) により算出する。

$$R_L = 0.0882 \sqrt{N_a / 1.7} \quad (N_a < 14) \quad \dots (8.2.7)$$

$$R_L = 0.0882 \sqrt{N_a / 1.7 + 1.6 \times 10^{-6} \cdot (N_a - 14)^{4.5}} \quad (14 \leq N_a)$$

ここに、

<砂質土の場合>

$$N_a = c_1 N_1 + c_2 \quad \dots (8.2.8)$$

$$N_1 = 170 N / (\sigma_{vb}' + 70) \quad \dots (8.2.9)$$

$$c_1 = 1 \quad (0\% \leq FC < 10\%)$$

$$c_1 = (FC + 40) / 50 \quad (10\% \leq FC < 60\%)$$

$$c_1 = FC / 20 - 1 \quad (60\% \leq FC)$$

$$c_2 = 0 \quad (0\% \leq FC < 10\%)$$

$$c_2 = (FC - 10) / 18 \quad (10\% \leq FC)$$

<れき質土の場合>

$$N_a = \{1 - 0.36 \log_{10}(D_{50}/2)\} N_1 \quad \dots (8.2.12)$$

ここに、

$R_L$  : 繰返し三軸強度比

$N$  : 標準貫入試験から得られる  $N$  値

$N_1$  : 有効上載圧 100kN/m<sup>2</sup> 相当に換算した  $N$  値

$N_a$  : 粒度の影響を考慮した補正  $N$  値

$\sigma_{vb}'$  : 標準貫入試験を行ったときの地表面からの深さにおける有効上載圧 (kN/m<sup>2</sup>)

$c_1, c_2$  : 細粒分含有率による  $N$  値の補正係数

$FC$  : 細粒分含有率 (%) (粒径 75  $\mu$ m 以下の土粒子の通過質量百分率)

$D_{50}$  : 50% 粒径 (mm)

道路橋示方書・同解説 V 耐震設計編より抜粋

## 2. 基礎地盤の安定性評価 2.2 解析用物性値

### 解析用地盤物性一覧表(設定根拠)

■解析用物性値は、下表に示す試験・調査結果に基づき設定した。

| 項目              | 埋戻土                              | 第四系         |             |             |             |                         |                         |             |             |             |                        |                        | 第三系                     |         |
|-----------------|----------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------------------|-------------------------|-------------|-------------|-------------|------------------------|------------------------|-------------------------|---------|
|                 | f1層                              | du層         | Ag2層        | Ac層         | As層         | Ag1層                    | D2c-3層                  | D2s-3層      | D2g-3層      | lm層         | D1c-1層                 | D1g-1層                 | Km層                     |         |
| 密度              |                                  | 室内物理試験      | 室内物理試験      | 室内物理試験      | 室内物理試験      | 強度特性等と併せてAg2層で代用する。     | 室内物理試験                  | 室内物理試験      | 室内物理試験      | 室内物理試験      | 同じ洪積粘性土であるD2c-3層で代用する。 | 強度特性等と併せてAg2層で代用する。    | 室内物理試験                  |         |
| 静弾性係数           |                                  | 三軸圧縮試験      | 三軸圧縮試験      | 三軸圧縮試験      | 三軸圧縮試験      |                         | 三軸圧縮試験                  | 三軸圧縮試験      | 三軸圧縮試験      | 三軸圧縮試験      |                        |                        | 三軸圧縮試験                  | 三軸圧縮試験  |
| 初期せん断弾性係数       | f1層の主要な構成材料はdu層であることから、du層で代用する。 | PS検層と密度より算出 | PS検層と密度より算出 | PS検層と密度より算出 | PS検層と密度より算出 | PS検層と密度より算出             | PS検層と密度より算出             | PS検層と密度より算出 | PS検層と密度より算出 | PS検層と密度より算出 | PS検層と密度より算出            | PS検層と密度より算出            | PS検層と密度より算出             |         |
| 動ポアソン比          |                                  | PS検層より算出    | PS検層より算出    | PS検層より算出    | PS検層より算出    | PS検層より算出                | PS検層より算出                | PS検層より算出    | PS検層より算出    | PS検層より算出    | PS検層より算出               | PS検層より算出               | PS検層より算出                |         |
| 動せん断弾性係数のひずみ依存性 |                                  | 繰返し三軸試験     | 繰返し三軸試験     | 繰返し三軸試験     | 繰返し三軸試験     | 繰返し三軸試験                 | 繰返し三軸試験                 | 繰返し三軸試験     | 繰返し三軸試験     | 繰返し三軸試験     | 繰返し三軸試験                | 同じ洪積粘性土であるD2c-3層で代用する。 | 強度特性等と併せてAg2層で代用する。     | 繰返し三軸試験 |
| 減衰定数            |                                  | 繰返し三軸試験     | 繰返し三軸試験     | 繰返し三軸試験     | 繰返し三軸試験     | 繰返し三軸試験                 | 繰返し三軸試験                 | 繰返し三軸試験     | 繰返し三軸試験     | 繰返し三軸試験     | 繰返し三軸試験                |                        |                         | 繰返し三軸試験 |
| 強度特性            |                                  | 三軸圧縮試験      | 三軸圧縮試験      | 三軸圧縮試験      | 三軸圧縮試験      | 三軸圧縮試験                  | Ag2層で代用する。(補足説明資料p04参照) | 三軸圧縮試験      | 三軸圧縮試験      | 三軸圧縮試験      | 三軸圧縮試験                 | 三軸圧縮試験                 | Ag2層で代用する。(補足説明資料p04参照) | 三軸圧縮試験  |
| 液状化強度           | f1層の主要な構成材料はdu層であることから、du層で代用する。 | 液状化強度試験     | 液状化強度試験     | —           | 液状化強度試験     | Ag2層で代用する。(補足説明資料p05参照) | —                       | 液状化強度試験     | 液状化強度試験     | —           | —                      | 液状化強度試験                | —                       |         |

  : 代表性をさらに向上させるためにデータ取得した解析用地盤物性値



## 2. 基礎地盤の安定性評価 2.2 解析用物性値 解析用地盤物性一覧表(設定結果)

■解析用物性値一覧表を以下に示す。

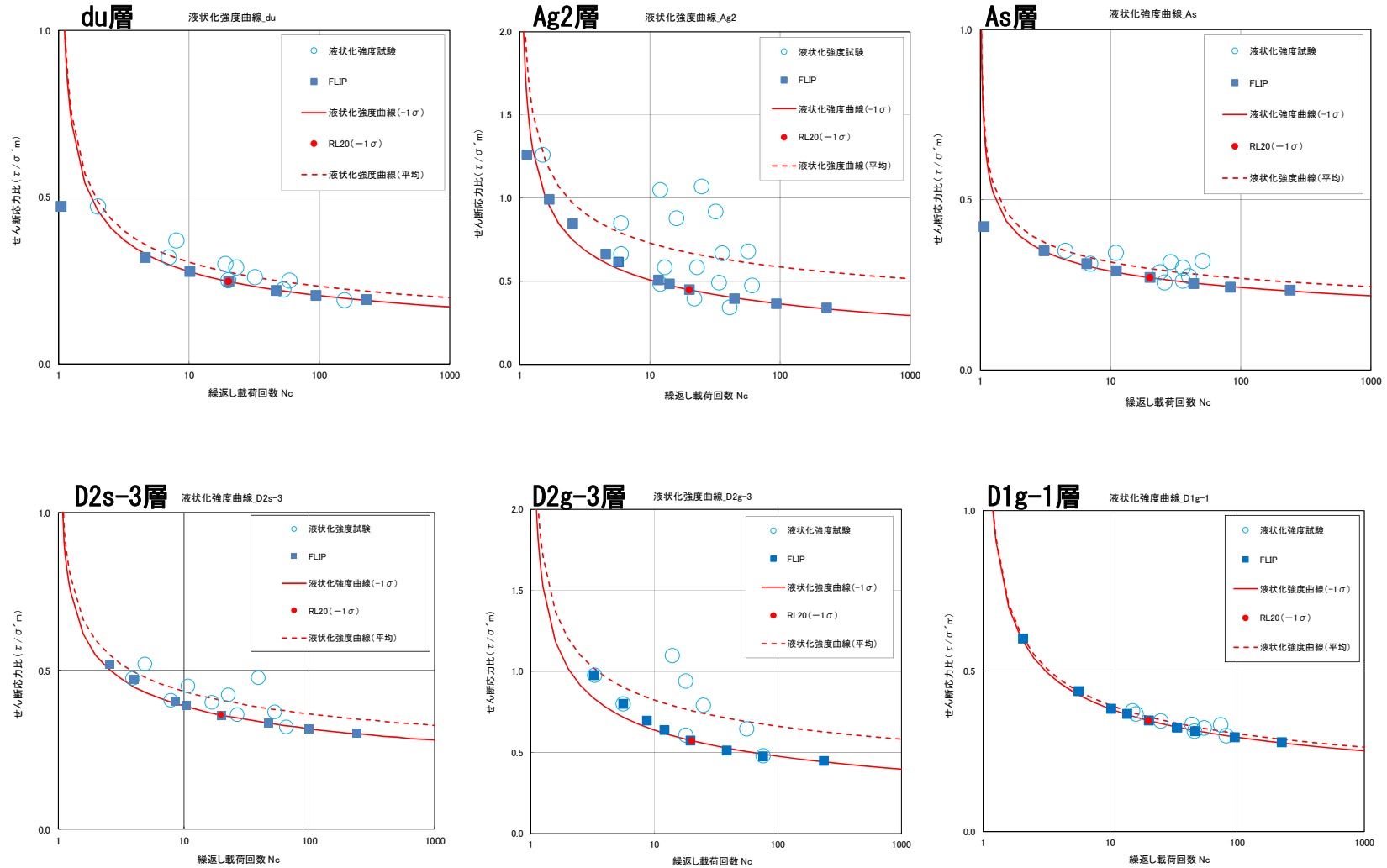
| 項目                      | fl層                                                                                                                                                     | 第四系                                          |                                               |                                                                   |                                                                   |                                              |                                              |                                              |                                              |                                             |                                              |                                                                                          | 第三系                                                                                   |                                                                                                                                                    |
|-------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|-----------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|----------------------------------------------|----------------------------------------------|----------------------------------------------|---------------------------------------------|----------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                         |                                                                                                                                                         | du層                                          | Ag2層                                          | Ac層                                                               | As層                                                               | Ag1層                                         | D2c-3層                                       | D2s-3層                                       | D2g-3層                                       | lm層                                         | D1c-1層                                       | D1g-1層                                                                                   | Km層                                                                                   |                                                                                                                                                    |
| 物理特性                    | 密度 <sup>(※)</sup><br>$\rho_c$ (g/cm <sup>3</sup> )                                                                                                      | 1.82                                         | 1.89                                          | —                                                                 | —                                                                 | —                                            | 1.77                                         | 1.92                                         | 2.15                                         | 1.43                                        | 1.77                                         | 1.89                                                                                     | —                                                                                     |                                                                                                                                                    |
|                         |                                                                                                                                                         | 1.98                                         | 2.01                                          | 1.65                                                              | 1.74                                                              | 2.01                                         |                                              |                                              |                                              | 1.47                                        |                                              | 2.01                                                                                     | $1.72-1.03 \times 10^{-4} \cdot Z$                                                    |                                                                                                                                                    |
| 静的変形特                   | 静弾性係数<br>(N/mm <sup>2</sup> )                                                                                                                           | $4.00+199 \cdot \sigma_c'$                   | $10.5+142 \cdot \sigma_c'$                    | 11.4                                                              | $21.1+14.8 \cdot \sigma_c'$                                       | $10.5+142 \cdot \sigma_c'$                   | $32.3+5.46 \cdot \sigma_c'$                  | $16.0+48.3 \cdot \sigma_c'$                  | $83.4+160 \cdot \sigma_c'$                   | $7.26+19.6 \cdot \sigma_c'$                 | $32.3+5.46 \cdot \sigma_c'$                  | $10.5+142 \cdot \sigma_c'$                                                               | $221-2.23 \cdot z$                                                                    |                                                                                                                                                    |
| 動的変形特性                  | 初期せん断 <sup>(※)</sup><br>弾性係数<br>$G_0$ (N/mm <sup>2</sup> )                                                                                              | 80.3                                         | 109                                           | —                                                                 | —                                                                 | —                                            | 129                                          | 249                                          | 538                                          | 24.8                                        | 139                                          | 109                                                                                      | —                                                                                     |                                                                                                                                                    |
|                         |                                                                                                                                                         | 87.3                                         | 116                                           | $\frac{\rho_{sat}}{Vs} \sqrt{1000 \times Vs^2}$<br>$Vs=163-1.54z$ | $\frac{\rho_{sat}}{Vs} \sqrt{1000 \times Vs^2}$<br>$Vs=211-1.19z$ | 246                                          |                                              |                                              |                                              |                                             |                                              | 116                                                                                      | $\frac{\rho_v}{1000 \times Vs^2}$<br>$Vs=433-0.771 \cdot Z$                           |                                                                                                                                                    |
|                         | 動<br>ポアソン比 <sup>(※)</sup><br>$\nu_d$                                                                                                                    | 0.385                                        | 0.286                                         | —                                                                 | —                                                                 | —                                            | 0.488                                        | 0.465                                        | 0.462                                        | 0.494                                       | 0.487                                        | 0.286                                                                                    | —                                                                                     |                                                                                                                                                    |
|                         |                                                                                                                                                         | 0.493                                        | 0.491                                         | 0.486                                                             | 0.484                                                             | 0.483                                        |                                              |                                              |                                              |                                             |                                              | 0.491                                                                                    | $0.463+1.03 \times 10^{-4} \cdot Z$                                                   |                                                                                                                                                    |
|                         | 動せん断弾性係<br>数のひずみ依存性<br>$G/G_0 \sim \gamma$                                                                                                              | $\frac{1}{1+1540\gamma^{1.04}}$              | $\frac{1}{1+2520\gamma^{1.14}}$               | $\frac{1}{1+269\gamma^{0.909}}$                                   | $\frac{1}{1+422\gamma^{0.951}}$                                   | $\frac{1}{1+1730\gamma^{1.11}}$              | $\frac{1}{1+269\gamma^{0.862}}$              | $\frac{1}{1+1100\gamma^{0.994}}$             | $\frac{1}{1+237\gamma^{0.732}}$              | $\frac{1}{1+222\gamma^{0.975}}$             | $\frac{1}{1+269\gamma^{0.862}}$              | $\frac{1}{1+2520\gamma^{1.14}}$                                                          | $\frac{1}{1+107\gamma^{0.824}}$                                                       |                                                                                                                                                    |
| 減衰定数<br>$h \sim \gamma$ |                                                                                                                                                         | $\frac{\gamma}{(4.27\gamma+0.00580)+0.0102}$ | $\frac{\gamma}{(4.10\gamma+0.00577)+0.00413}$ | $\frac{\gamma}{(6.65\gamma+0.0104)+0.0222}$                       | $\frac{\gamma}{(4.40\gamma+0.0122)+0.0144}$                       | $\frac{\gamma}{(3.73\gamma+0.0102)+0.00791}$ | $\frac{\gamma}{(6.62\gamma+0.00949)+0.0205}$ | $\frac{\gamma}{(5.68\gamma+0.00560)+0.0132}$ | $\frac{\gamma}{(9.70\gamma+0.00754)+0.0233}$ | $\frac{\gamma}{(8.21\gamma+0.0261)+0.0121}$ | $\frac{\gamma}{(6.62\gamma+0.00949)+0.0205}$ | $\frac{\gamma}{(4.10\gamma+0.00577)+0.00413}$                                            | $\frac{\gamma}{(4.41\gamma+0.0494)+0.0184}$                                           |                                                                                                                                                    |
| 強度特性                    | ピーク強度<br>$C_u$ (N/mm <sup>2</sup> )                                                                                                                     | 0.491P<br>+0.200                             | 1.12P<br>+0.670                               | 1.40P+0.620                                                       | 0.242P+0.090                                                      | 1.42P+0.464                                  | 1.40P+0.620                                  | 0.274P+0.180                                 | 0.462P+0.230                                 | 0.770P+0.594                                | 0.338P+0.050                                 | 0.274P+0.180                                                                             | 1.40P+0.620                                                                           | 備考参照                                                                                                                                               |
|                         | 残留強度<br>$\tau_0$ (N/mm <sup>2</sup> )                                                                                                                   | 0.500P<br>+0.195                             | 1.00P<br>+0.577                               | 1.20P+0.548                                                       | 0.220P+0.059                                                      | 1.43P+0.430                                  | 1.20P+0.548                                  | 0.170P+0.141                                 | 0.310P+0.213                                 | 0.788P+0.582                                | 0.280P+0.036                                 | 0.170P+0.141                                                                             | 1.20P+0.548                                                                           | $\tau^2=0.632 \cdot \sigma$<br>( $\sigma < 0.572N/mm^2$ )<br>$\tau=0.601$<br>( $\sigma \geq 0.572N/mm^2$ )                                         |
| 液状化強度                   | duで<br>代用                                                                                                                                               | 次ページを<br>参照                                  | 次ページを<br>参照                                   | —                                                                 | 次ページを<br>参照                                                       | Ag2で代用                                       | —                                            | 次ページを<br>参照                                  | 次ページを<br>参照                                  | —                                           | —                                            | 次ページを<br>参照                                                                              | —                                                                                     |                                                                                                                                                    |
| 備考                      | <div style="border: 1px solid black; display: inline-block; width: 40px; height: 20px; vertical-align: middle;"></div> : 代表性を向上させるために、新規データ取得した解析用地盤物性値 |                                              |                                               |                                                                   |                                                                   |                                              |                                              |                                              |                                              |                                             |                                              | 第三系の強度特性は右図より設定する。<br>$\left(\frac{\tau}{\tau_R}\right)^2 = 1 + \frac{\sigma}{\sigma_t}$ |  | $\sigma_t = 0.141-0.00114 \cdot Z$<br>$\tau_R = 0.364-0.00168 \cdot Z$<br>$C_{CUU} = 0.837-0.00346 \cdot Z$<br>$\phi = 0^\circ$<br>Z : 標高E.L.表示(m) |

(※): 上段は地下水位面以浅, 下段は地下水位面以深に対する値を示す。

## 2. 基礎地盤の安定性評価 2.2 解析用物性値

### 解析用地盤物性のうち液状化強度

液状化検討対象層の液状化強度特性は、液状化強度試験結果の平均と標準偏差を考慮した保守的設定（平均 $-1\sigma$ 設定）とし、有効応力解析に用いる。





## 地盤物性のばらつきについて

- 解析用物性値は、各種地盤調査・試験結果における平均値を代表値として設定した。ただし、調査及び試験の結果に含まれる不確かさを考慮し、すべり安全率に対する影響として支配的である強度特性について、ばらつき(平均 - 1 $\sigma$ 強度)を考慮した評価も併せて実施した。

### 原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG4601-2015(日本電気協会)

- ・すべり安全率に対する地盤物性値のばらつきの影響については、一般に強度特性が支配的であり、変形特性の影響は小さい。したがって、一般に強度特性のばらつきのみ考慮しておけばよい。

### 原子力発電所の基礎地盤及び周辺地盤の安定性評価基準<技術資料>(土木学会, 2009)

地盤物性値のばらつき評価法について確率論的な検討を行い、以下の結論が得られている。

- ・地盤物性値を $\pm 10\%$ して算定したすべり安全率の差を算定した結果、すべり安全率に関しては、せん断強度等の抵抗力に関係する地盤物性値の影響が非常に強く、剛性等の影響は比較的小さいことを確認した。
- ・「代表値 $\pm$ 係数 $\times$ 標準偏差」を用いた確率論的手法による地盤物性値のばらつき評価の結果、確率論的手法によって評価したすべり安全率が、確率論的に地盤物性値を「代表値 $-1.0 \times$ 標準偏差」に設定して評価したすべり安全率を下回る確率は小さいことを明らかにした。

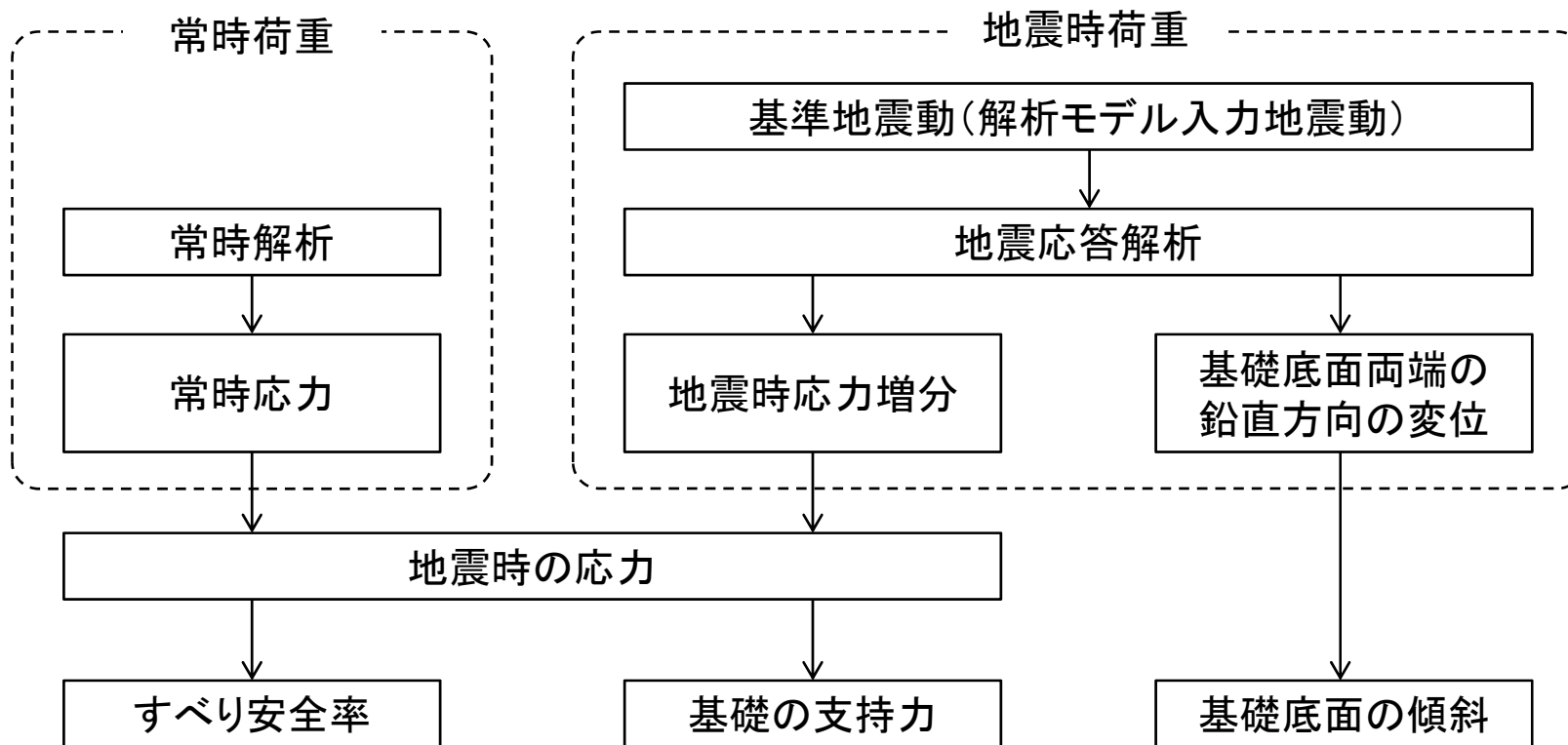
# 目 次

---

- 1. 評価概要
  - 1.1 評価概要
  - 1.2 評価対象施設
- 2. 基礎地盤の安定性評価**
  - 2.1 評価方針
  - 2.2 解析用物性値
  - 2.3 評価方法**
  - 2.4 入力地震動
  - 2.5 評価結果
- 3. 周辺地盤の変状及び地殻変動による影響評価
  - 3.1 周辺地盤の変状による重要施設への影響
  - 3.2 地殻変動による基礎地盤の変状の影響
- 4. 周辺斜面の安定性評価
- 5. まとめ
- 【別冊】 補足説明資料

## 周波数応答解析手法

- 東海第二発電所の各施設の基礎地盤安定性は、二次元有限要素法に基づく地震応答解析（周波数応答解析）により評価を実施した。
- 地震応答解析は、水平及び鉛直地震動を同時に入力した。
- 地盤は、等価線形化法により動せん断弾性係数及び減衰定数のひずみ依存性を必要に応じて考慮した。



安定性評価フロー

## 解析モデル作成の留意点

■地盤は平面ひずみ要素でモデル化し、要素の最大高さ( $h_{max}$ )は、応力の変化をなめらかに表現でき、地震波の伝播を十分に考慮できるように下式により算定した。

$$h_{max} = \frac{1}{m} \cdot \lambda_s = \frac{1}{m} \cdot \frac{V_s}{f_{max}}$$

$\lambda_s$  : せん断波の波長(m)

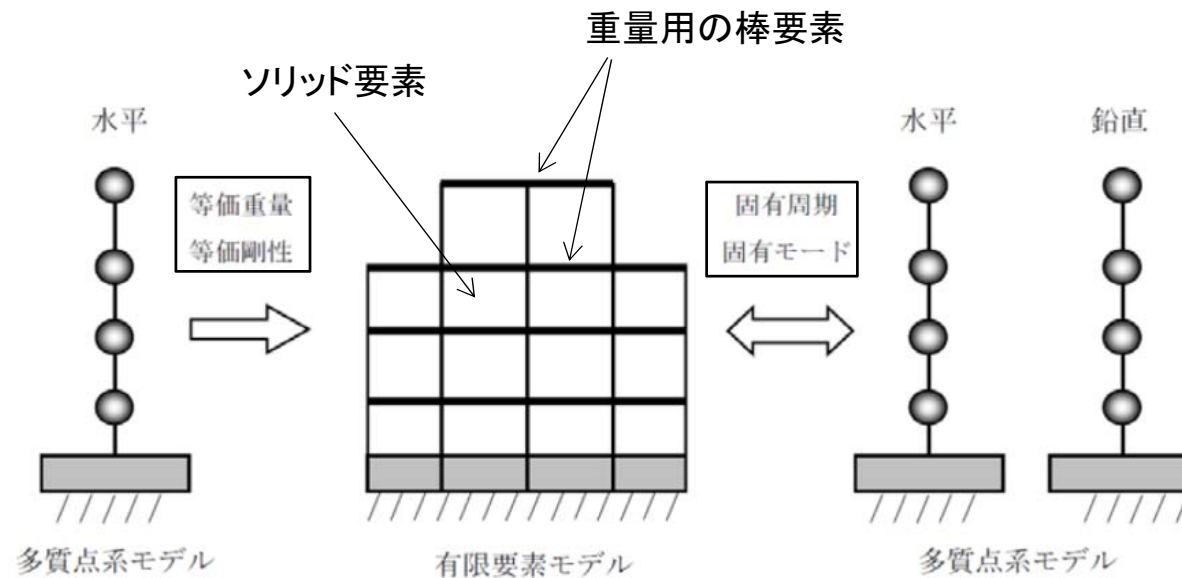
$V_s$  : せん断波の速度(m/s)

$f_{max}$  : 考慮する地震動の最大周波数(20Hz)

$m$  : 分割係数(5または4)

## 建屋のモデル化

- 建屋と地盤の相互作用の影響を考慮し、規模の大きい原子炉建屋等をモデル化した。
- モデルにあたっては、水平及び鉛直地震動の同時入力に対応したモデル化を実施した。
- モデルにあたっては、多質点系建屋モデルから建屋各層の水平剛性 $K_H$ 、鉛直剛性 $K_V$ 、及び曲げ剛性 $K_\phi$ を用いて、せん断剛性、変形係数及びポアソン比を求め、等価な有限要素モデルを作成した。

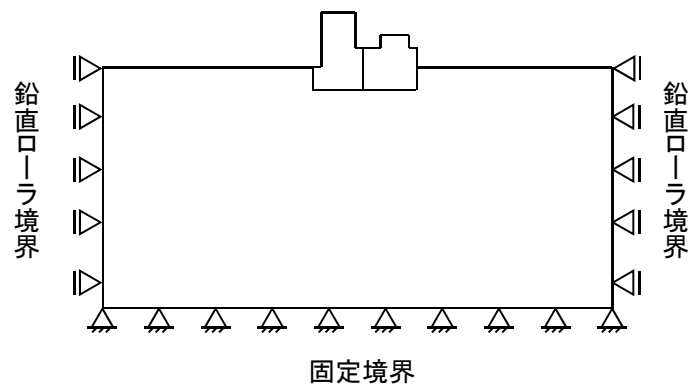


建屋モデル化手法の概念図

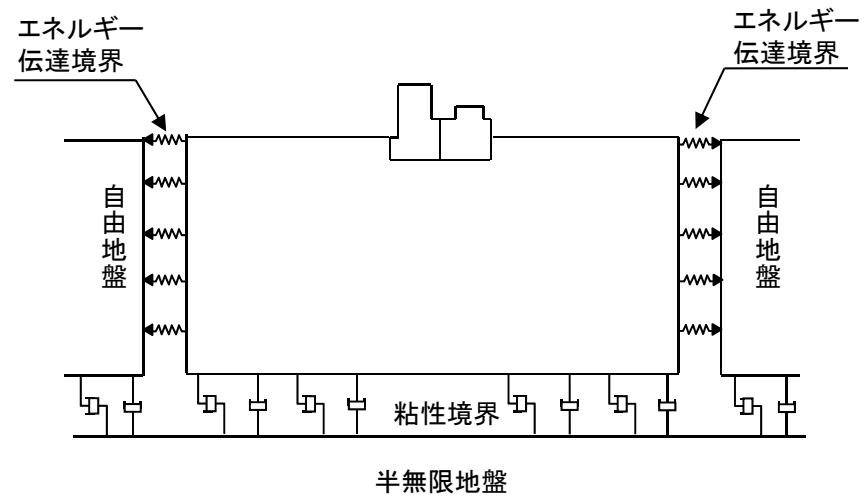
## 境界条件

- 静的解析時の境界条件は、底面を固定境界、側方を鉛直ローラ境界として設定した。
- 地震応答解析時の境界条件は、底面を粘性境界、側方をエネルギー伝達境界とし、エネルギー逸散を考慮した。

### ● 静的解析時(常時応力算定)



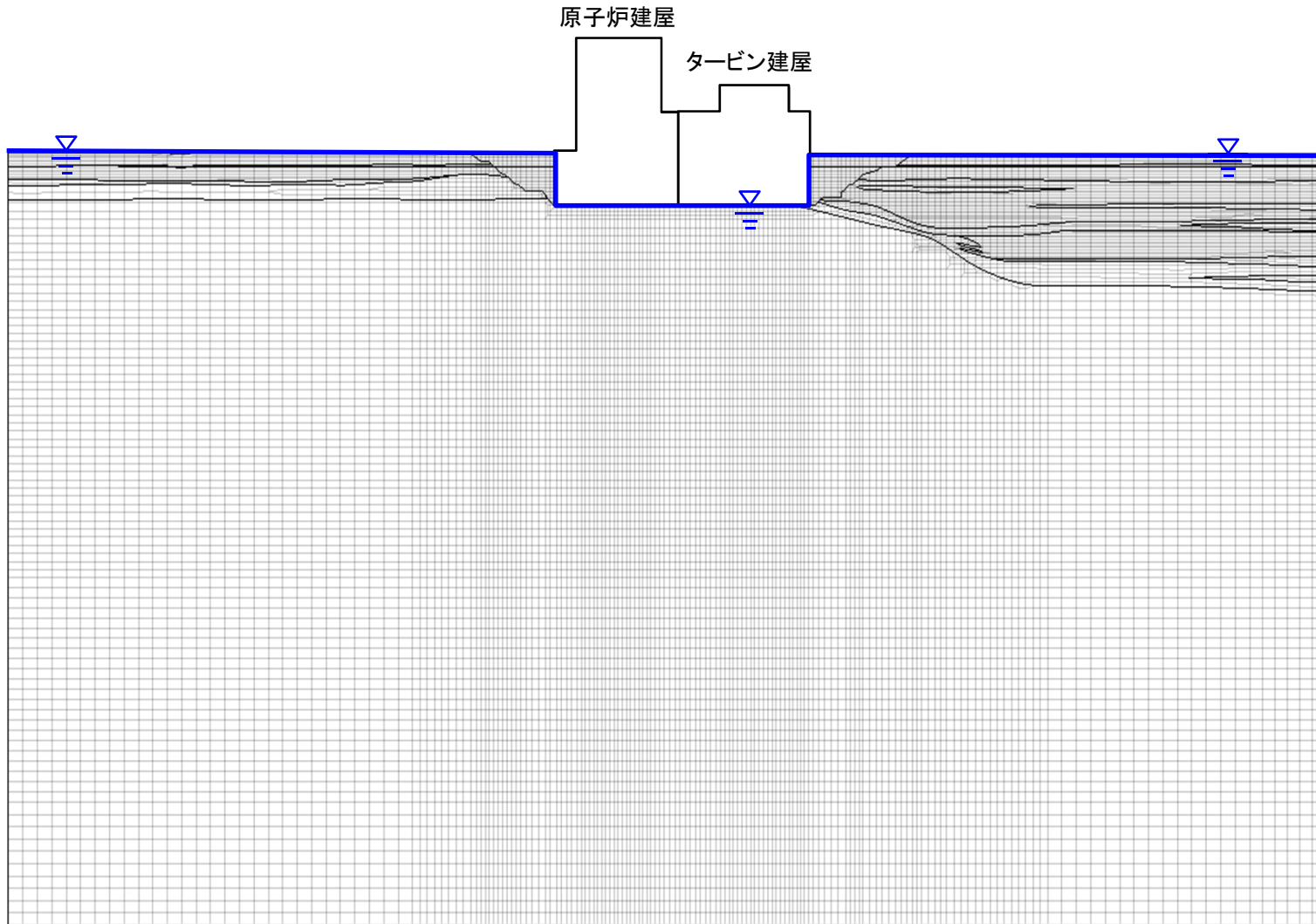
### ● 動的解析時(動的応力算定)



## 地下水位の設定(NS断面)

### ○原子炉建屋 NS断面

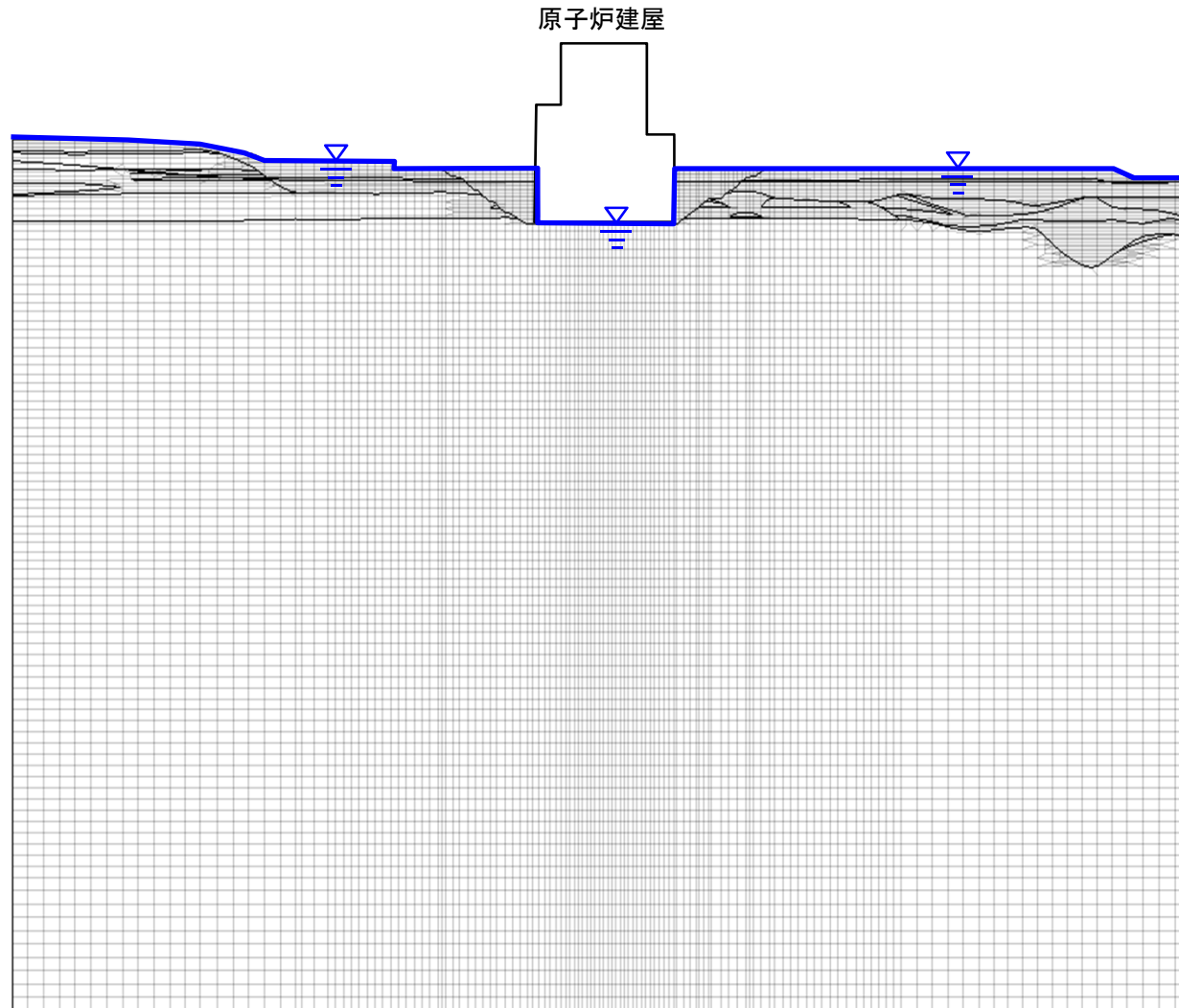
■地下水位は地表面あるいは建屋基礎下端に設定した。



## 地下水位の設定(EW断面)

### ○原子炉建屋 EW断面

■地下水位は地表面あるいは建屋基礎下端に設定した。





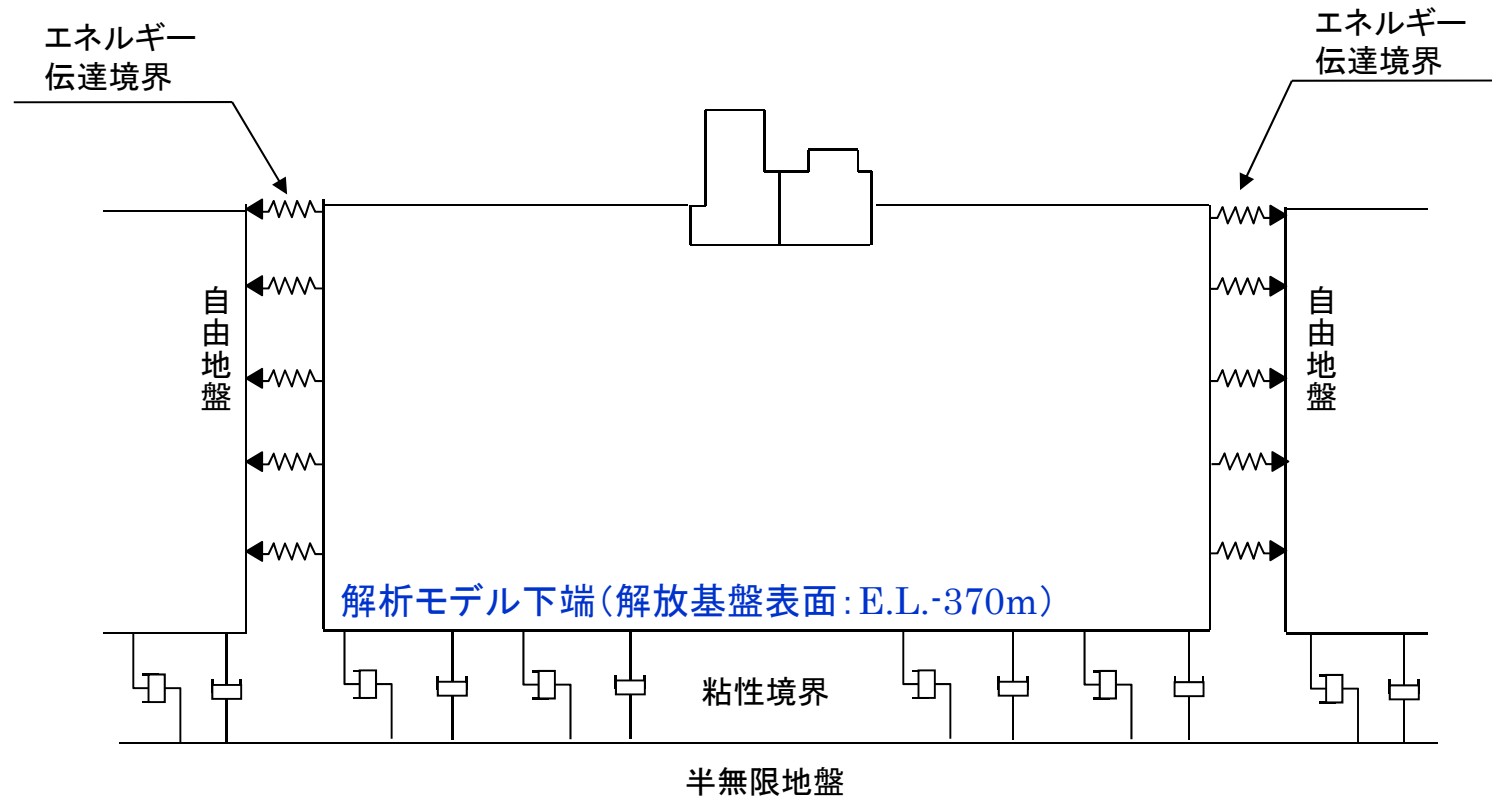
# 目 次

---

- 1. 評価概要
  - 1.1 評価概要
  - 1.2 評価対象施設
- 2. 基礎地盤の安定性評価
  - 2.1 評価方針
  - 2.2 解析用物性値
  - 2.3 評価方法
  - 2.4 入力地震動
  - 2.5 評価結果
- 3. 周辺地盤の変状及び地殻変動による影響評価
  - 3.1 周辺地盤の変状による重要施設への影響
  - 3.2 地殻変動による基礎地盤の変状の影響
- 4. 周辺斜面の安定性評価
- 5. まとめ
- 【別冊】 補足説明資料

## 入力地震動の考え方

■東海第二発電所の各施設の地盤安定性評価では、解放基盤表面までモデル化し、モデル下端から基準地震動  $S_s$  を水平方向及び鉛直方向に同時入力した。

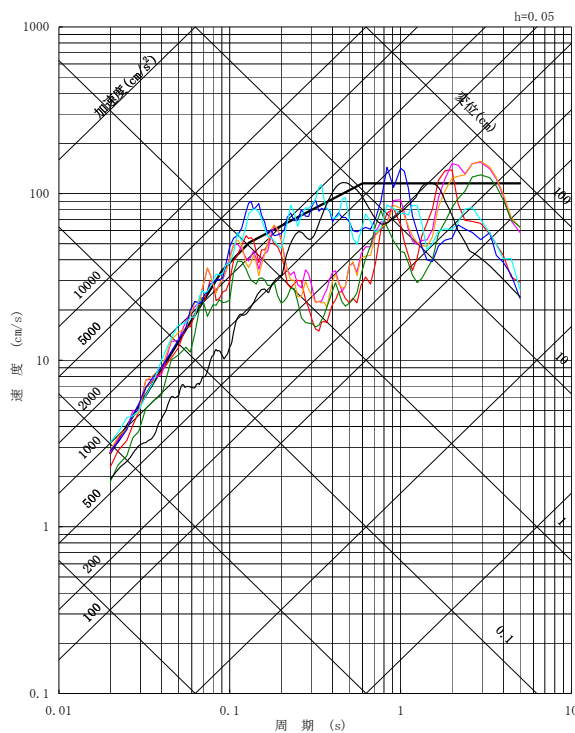


## 入力地震動(基準地震動S<sub>s</sub>)の概要

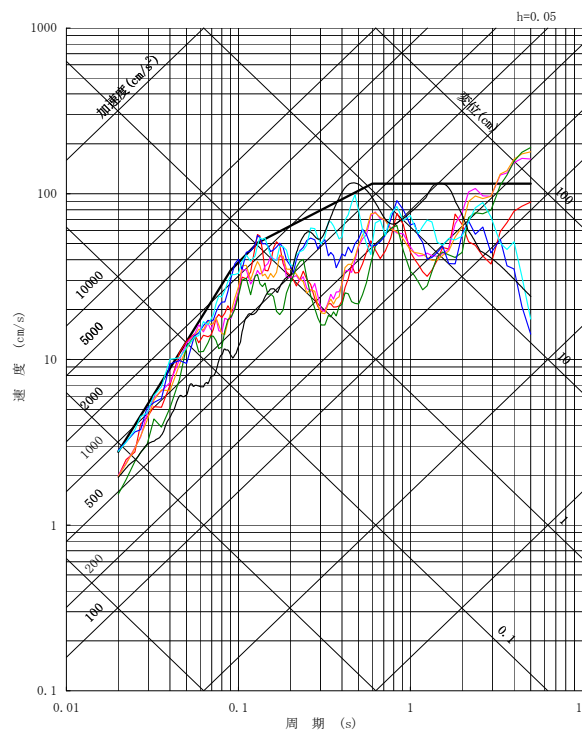
| 基準地震動               | 検討用地震動                 |                                |            | 最大加速度(Gal)               |        |      |     |
|---------------------|------------------------|--------------------------------|------------|--------------------------|--------|------|-----|
|                     |                        |                                |            | NS                       | EW     | UD   |     |
| S <sub>s</sub> -D1  | 応答スペクトル手法による評価結果を包絡し策定 |                                |            | 870                      |        | 560  |     |
| S <sub>s</sub> -11* | 断層モデルを用いた手法による地震動評価    | F1断層, 北方陸域の断層, 塩ノ平地震断層の連動による地震 | 短周期レベル1.5倍 | 破壊開始点1                   | 717    | 619  | 579 |
| S <sub>s</sub> -12* |                        |                                |            | 破壊開始点5                   | 871    | 626  | 602 |
| S <sub>s</sub> -13* |                        |                                |            | 破壊開始点6                   | 903    | 617  | 599 |
| S <sub>s</sub> -14  |                        | 断層傾斜角45度                       | 破壊開始点5     | 586                      | 482    | 451  |     |
| S <sub>s</sub> -21  |                        | 東北地方太平洋沖地震                     | 短周期レベル1.5倍 | 破壊開始点1                   | 901    | 887  | 620 |
| S <sub>s</sub> -22  |                        |                                |            | アスペリティ位置敷地近傍かつ短周期レベル1.5倍 | 破壊開始点1 | 1009 | 874 |
| S <sub>s</sub> -31  | 2004年留萌支庁南部地震を考慮した地震動  |                                |            | 610                      |        | 280  |     |

※S<sub>s</sub>-11, S<sub>s</sub>-12, S<sub>s</sub>-13は破壊開始点の位置が異なる。

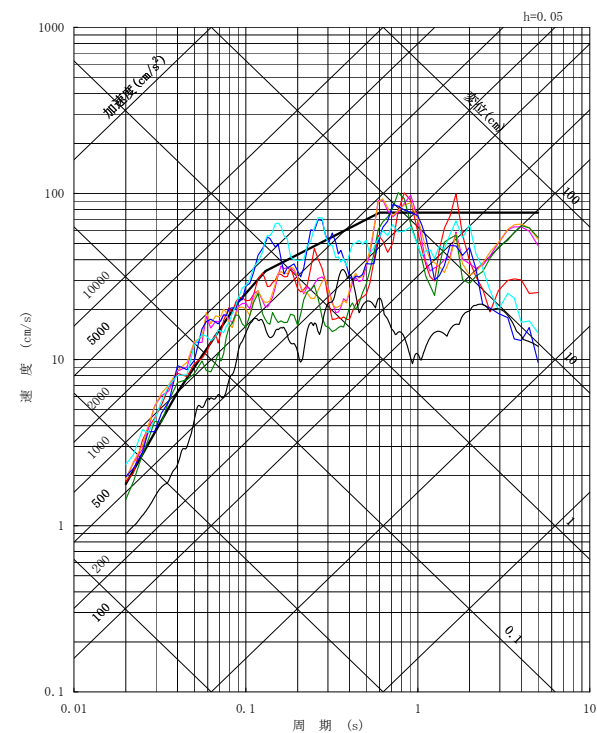
# 入力地震動(基準地震動S<sub>s</sub>)の疑似速度応答スペクトル



NS方向



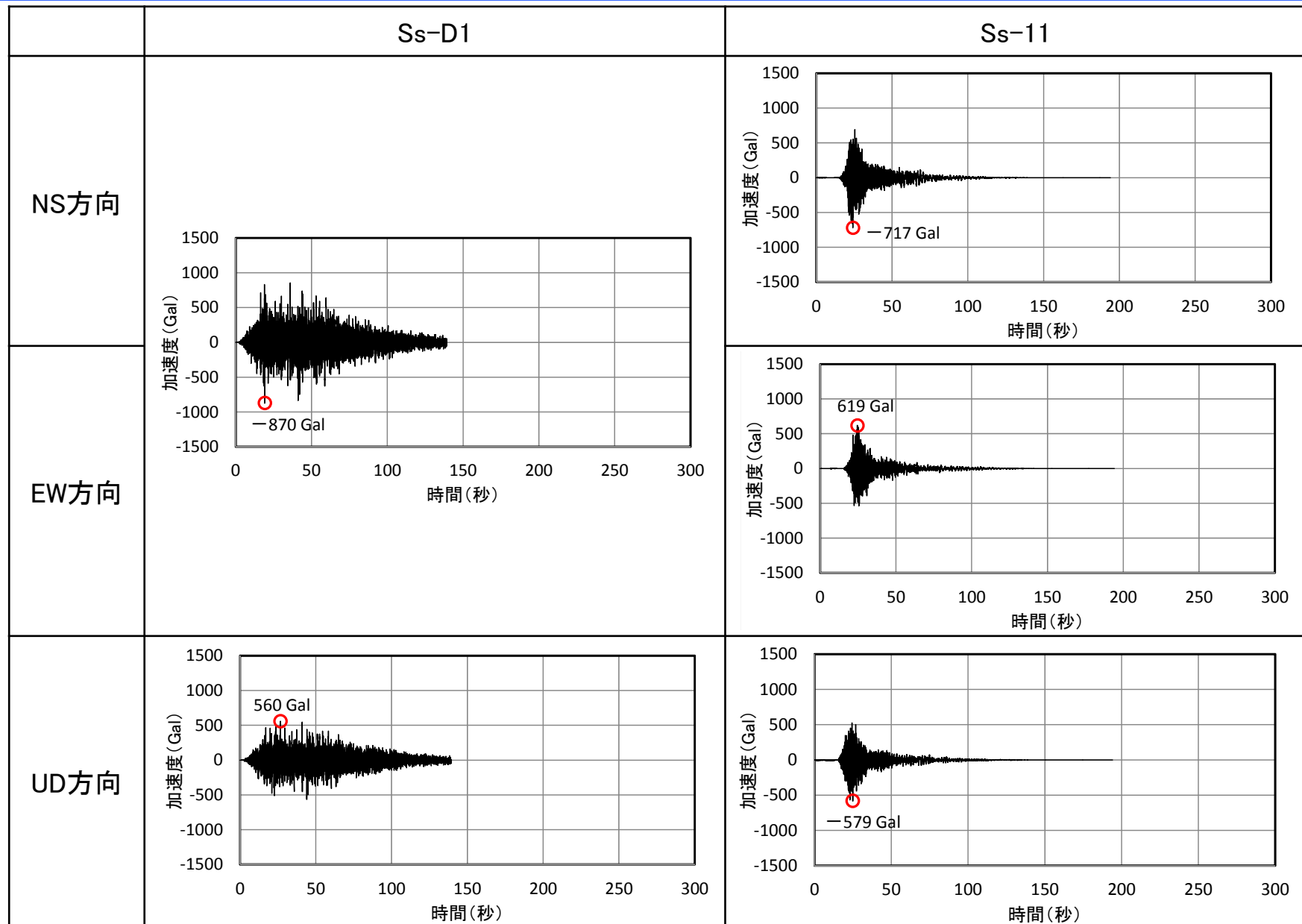
EW方向



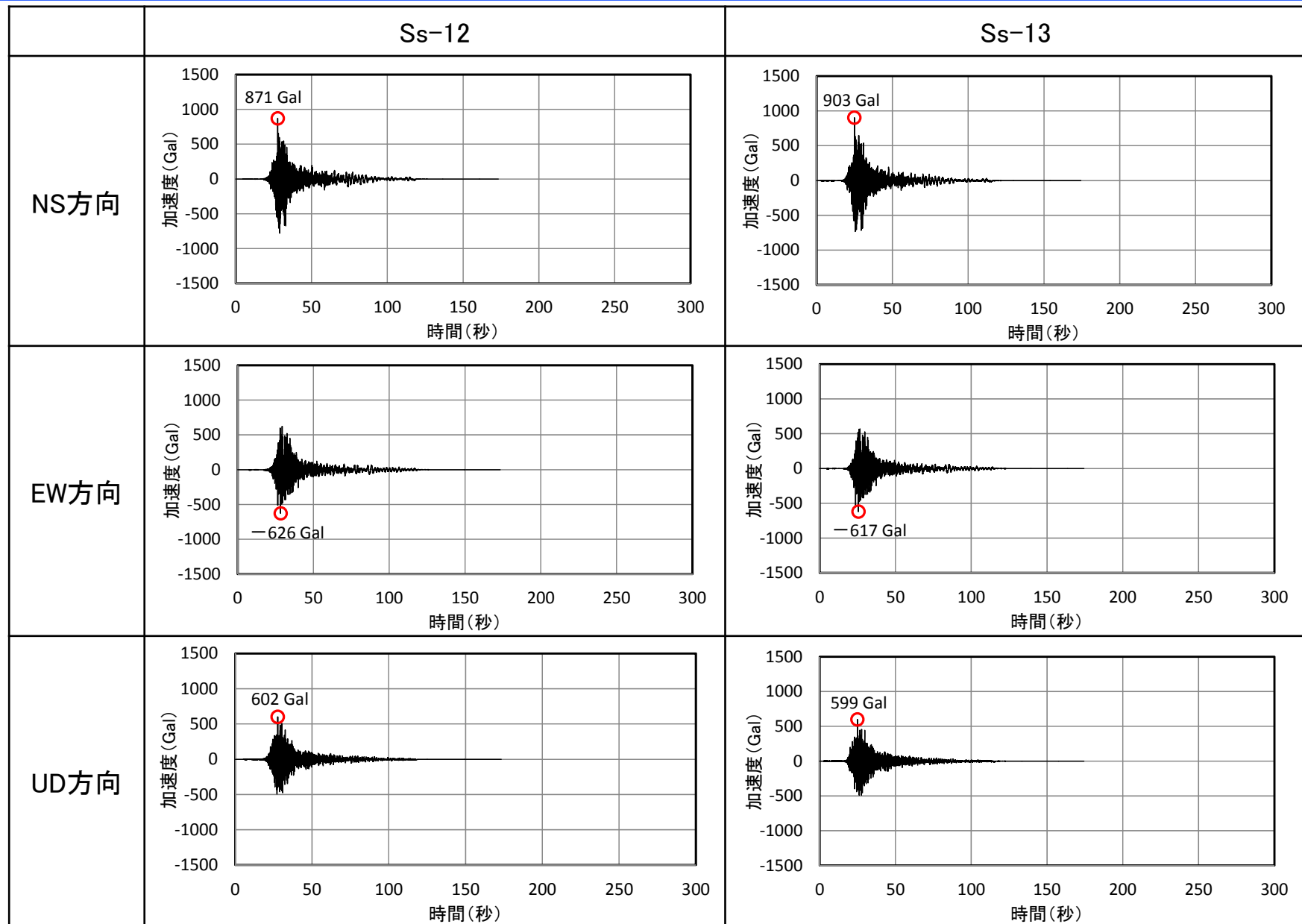
UD方向

- S<sub>s</sub>-D1 応答スペクトル手法による基準地震動
- S<sub>s</sub>-11 F1断層, 北方陸域の断層, 塩ノ平地震断層の連動による地震(短周期レベルの不確かさ, 破壊開始点1)
- S<sub>s</sub>-12 F1断層, 北方陸域の断層, 塩ノ平地震断層の連動による地震(短周期レベルの不確かさ, 破壊開始点2)
- S<sub>s</sub>-13 F1断層, 北方陸域の断層, 塩ノ平地震断層の連動による地震(短周期レベルの不確かさ, 破壊開始点3)
- S<sub>s</sub>-14 F1断層, 北方陸域の断層, 塩ノ平地震断層の連動による地震(断層傾斜角の不確かさ, 破壊開始点2)
- S<sub>s</sub>-21 2011年東北地方太平洋沖型地震(短周期レベルの不確かさ)
- S<sub>s</sub>-22 2011年東北地方太平洋沖型地震(SMGA位置と短周期レベルの不確かさの重畳)
- S<sub>s</sub>-31 2004年北海道留萌支庁南部地震の検討結果に保守性を考慮した地震動

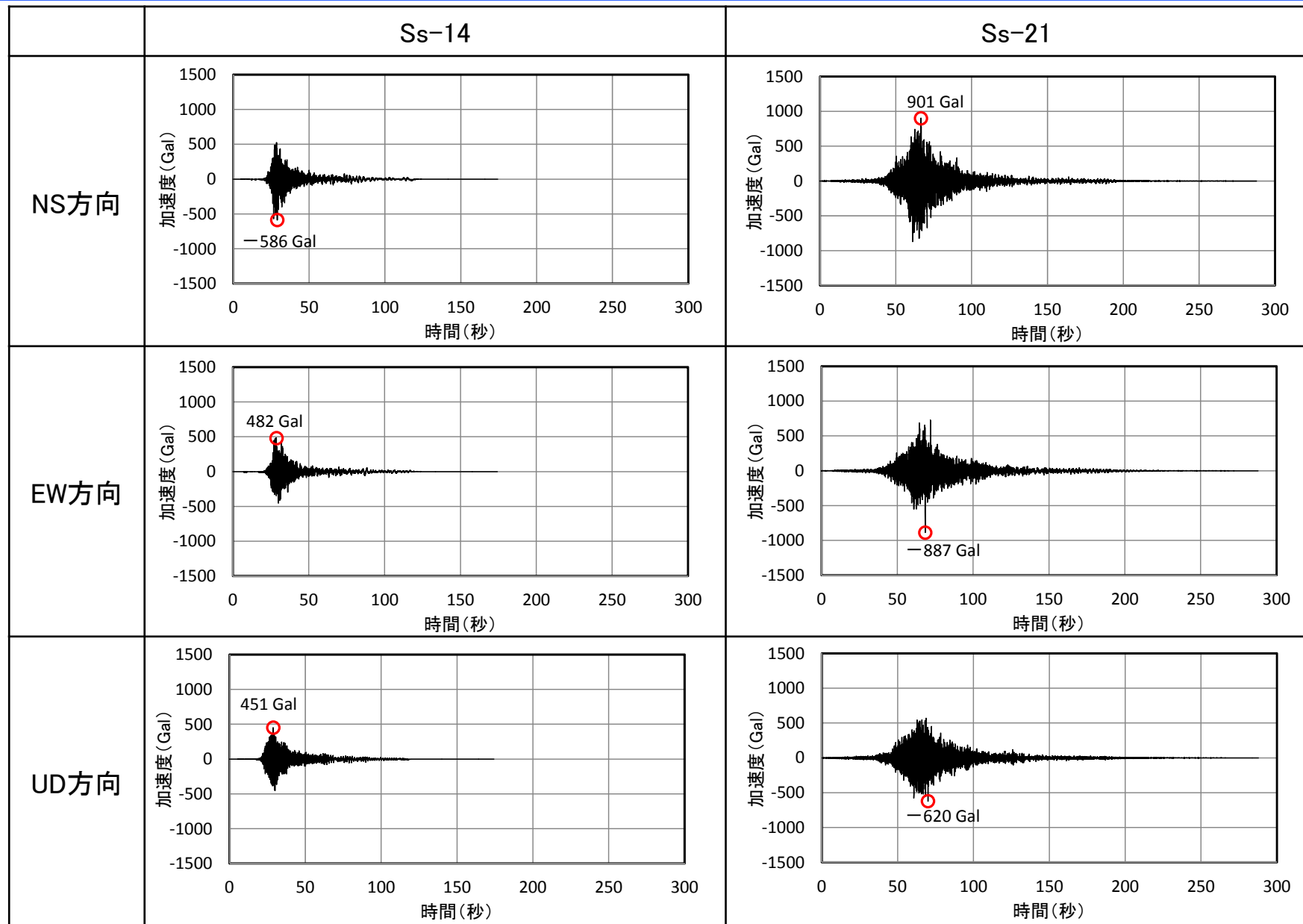
入力地震動(基準地震動S<sub>s</sub>)時刻歴波形(1)



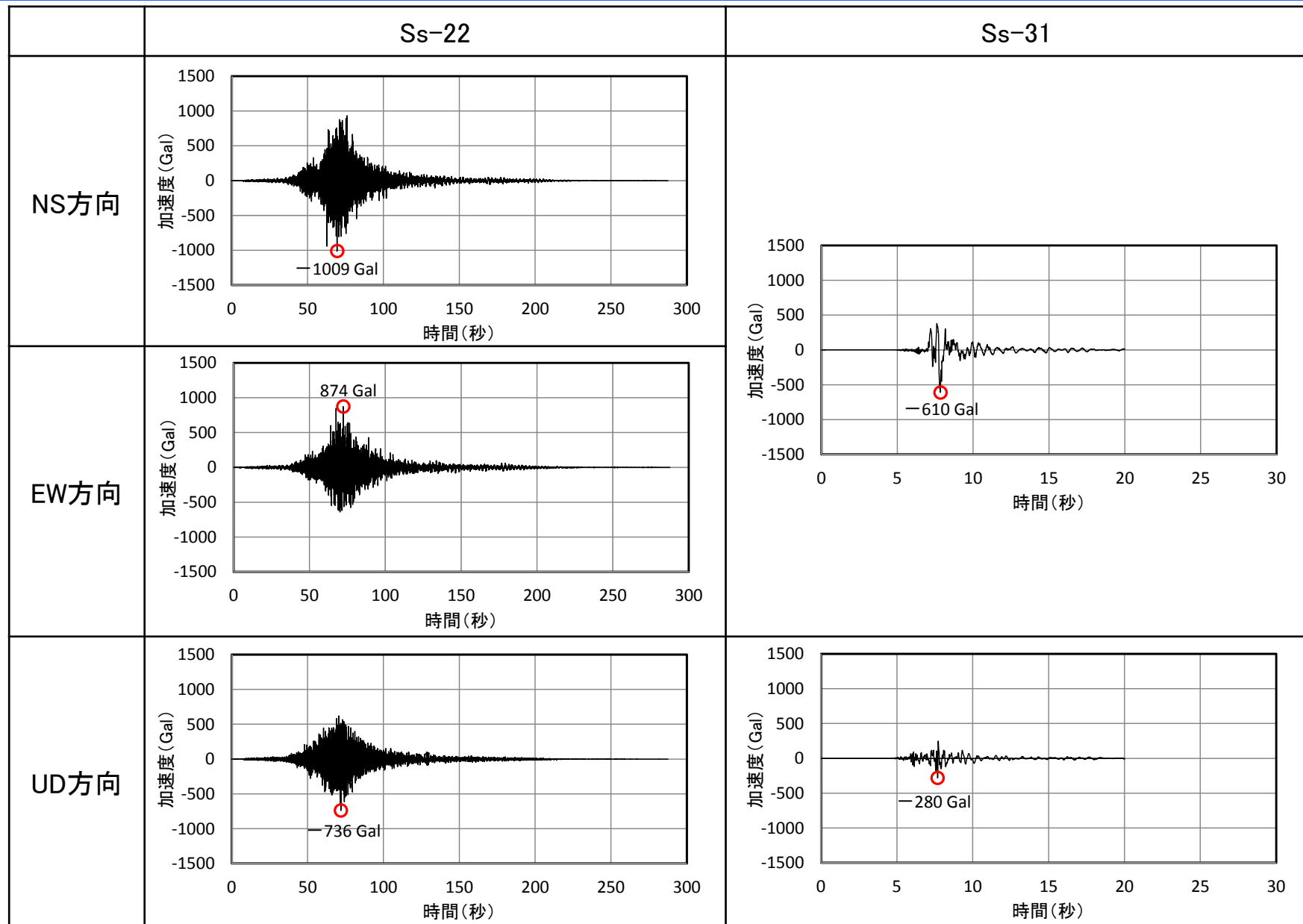
入力地震動(基準地震動S<sub>s</sub>)時刻歴波形(2)



入力地震動(基準地震動S<sub>s</sub>)時刻歴波形(3)



入力地震動(基準地震動S<sub>s</sub>)時刻歴波形(4)





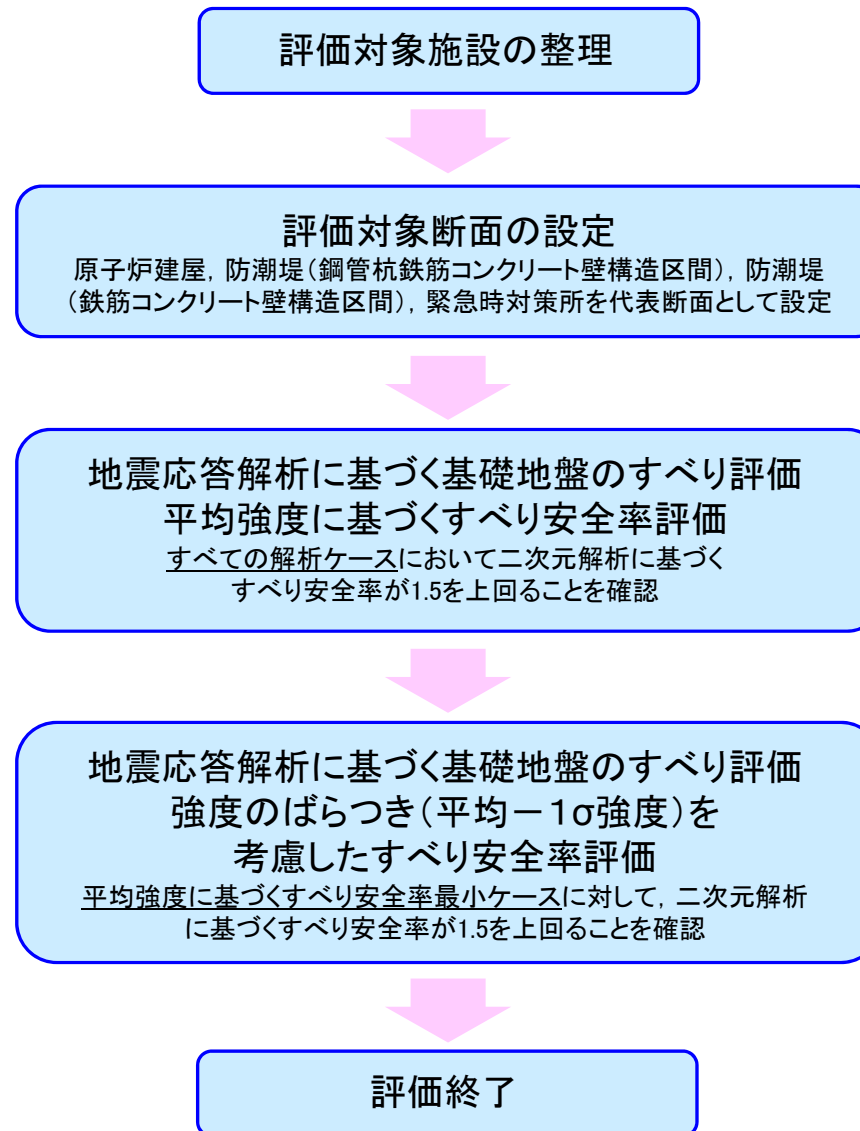
# 目 次

---

- 1. 評価概要
  - 1.1 評価概要
  - 1.2 評価対象施設
- 2. 基礎地盤の安定性評価
  - 2.1 評価方針
  - 2.2 解析用物性値
  - 2.3 評価方法
  - 2.4 入力地震動
  - 2.5 評価結果
- 3. 周辺地盤の変状及び地殻変動による影響評価
  - 3.1 周辺地盤の変状による重要施設への影響
  - 3.2 地殻変動による基礎地盤の変状の影響
- 4. 周辺斜面の安定性評価
- 5. まとめ
- 【別冊】 補足説明資料

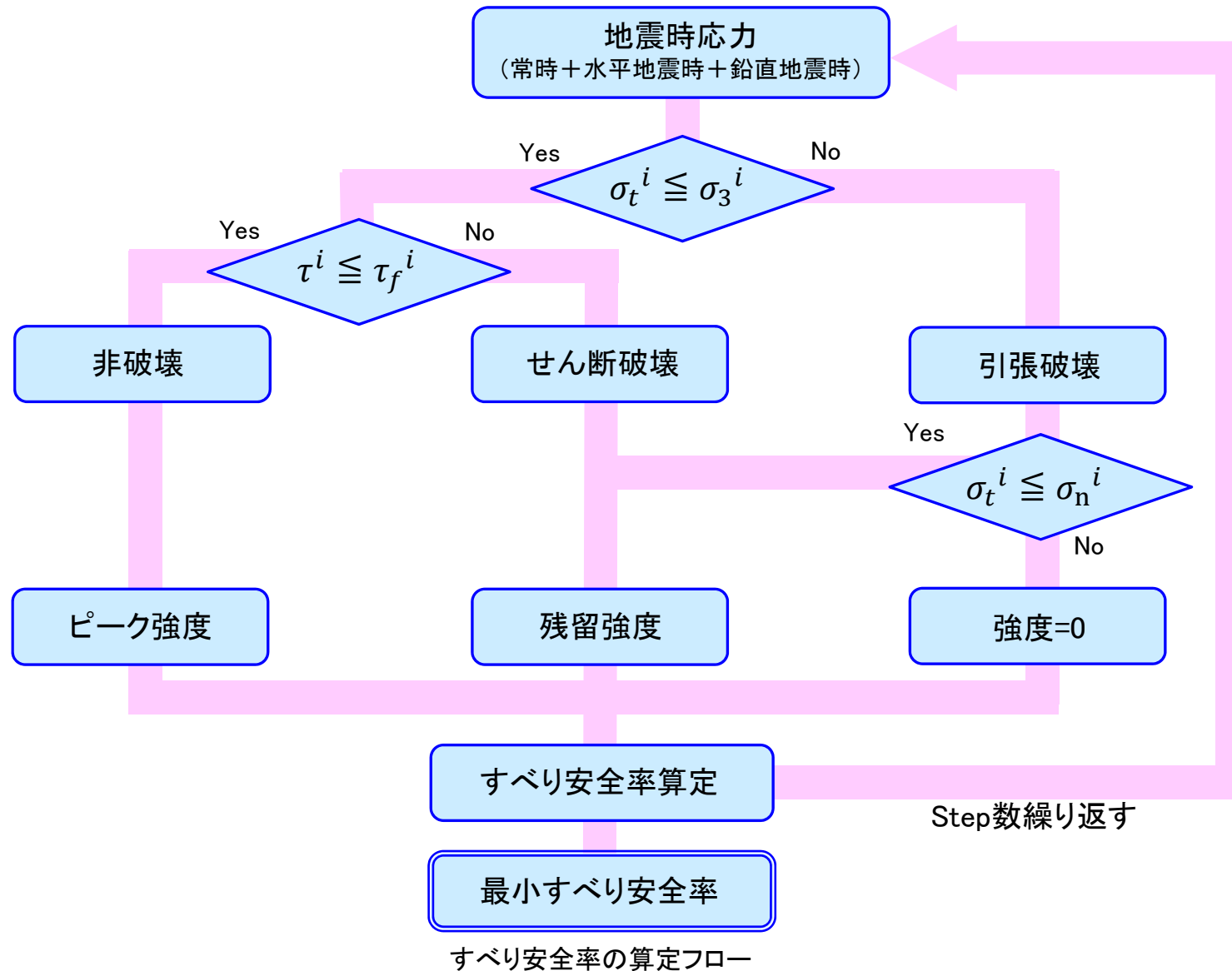
## 基礎地盤のすべり(評価方針)

■基礎地盤のすべり評価は、下図の流れに従い実施する。



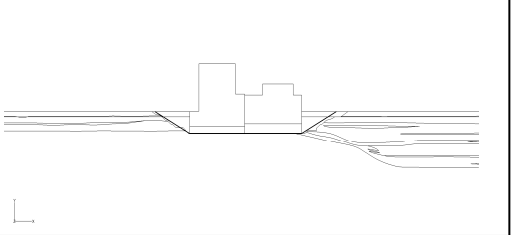
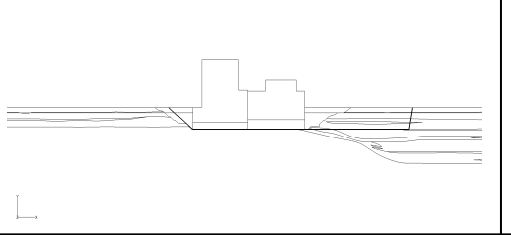
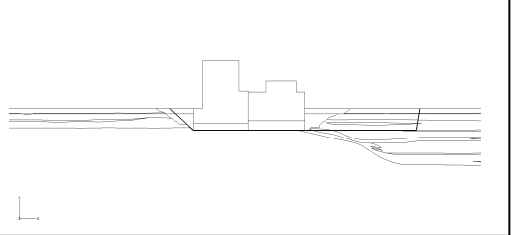
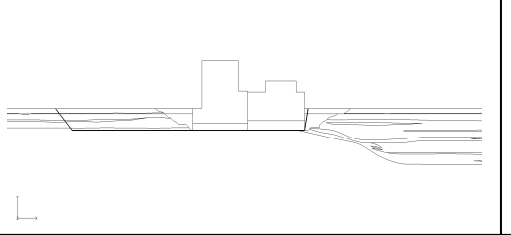
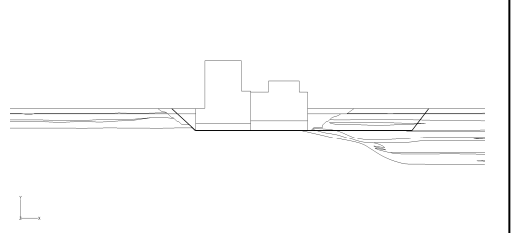
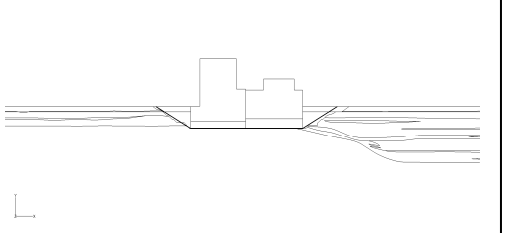
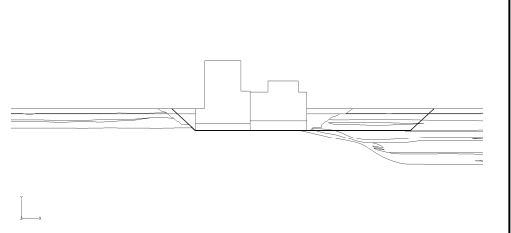
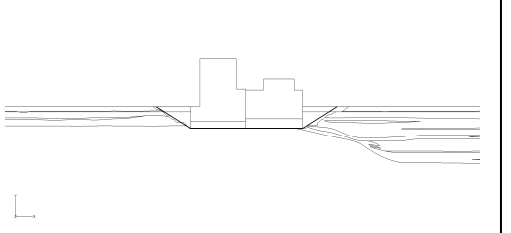
## 基礎地盤のすべり(評価方針)

■ 動的解析の結果に基づき、適切なすべり面を仮定して、すべり安全率が1.5以上であることを確認する。



## 基礎地盤のすべり(原子炉建屋NS断面)

■すべり安全率は、評価基準値1.5以上であることを確認した。

| 基準地震動 | すべり面形状                                                                              | すべり安全率                   | 基準地震動 | すべり面形状                                                                                | すべり安全率                  |
|-------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|-------|---------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|
| Ss-D1 |    | 3.8<br>(正, 逆)<br>[53.80] | Ss-14 |    | 7.0<br>[31.69]          |
| Ss-11 |    | 9.1<br>[69.53]           | Ss-21 |    | 5.4<br>[66.18]          |
| Ss-12 |   | 5.4<br>[31.54]           | Ss-22 |   | 5.2<br>[74.15]          |
| Ss-13 |  | 5.7<br>[28.76]           | Ss-31 |  | 3.4<br>(逆, 正)<br>[8.63] |

※下線は、最小すべり安全率を示す。

※[ ]は、発生時刻(秒)を示す。

※Ss-D1は水平・鉛直反転を考慮し、(正, 正), (正, 逆), (逆, 正), (逆, 逆)の組合せのうち最小となるすべり安全率を記載。

※Ss-31は水平反転を考慮し、(正, 正), (逆, 正)の組合せのうち最小となるすべり安全率を記載。

## 基礎地盤のすべり(原子炉建屋EW断面)

■すべり安全率は、評価基準値1.5以上であることを確認した。

| 基準地震動 | すべり面形状 | すべり安全率                   | 基準地震動 | すべり面形状 | すべり安全率                  |
|-------|--------|--------------------------|-------|--------|-------------------------|
| Ss-D1 |        | 4.0<br>(正, 逆)<br>[53.80] | Ss-14 |        | 9.8<br>[28.75]          |
| Ss-11 |        | 8.0<br>[25.58]           | Ss-21 |        | 7.8<br>[65.86]          |
| Ss-12 |        | 7.4<br>[27.94]           | Ss-22 |        | 6.7<br>[72.93]          |
| Ss-13 |        | 7.9<br>[25.17]           | Ss-31 |        | 3.9<br>(正, 正)<br>[8.64] |

※下線は、最小すべり安全率を示す。

※[ ]は、発生時刻(秒)を示す。

※Ss-D1は水平・鉛直反転を考慮し、(正, 正), (正, 逆), (逆, 正), (逆, 逆)の組合せのうち最小となるすべり安全率を記載。

※Ss-31は水平反転を考慮し、(正, 正), (逆, 正)の組合せのうち最小となるすべり安全率を記載。

## 基礎地盤のすべり(強度のばらつき評価)

- 物性のばらつきのうち、評価に最も影響を及ぼす強度のばらつきについて検討を実施した。
- 物性のばらつきとして、強度を「平均-1σ強度」に設定した。
- 各評価断面において、最も安全率が小さいケースを対象に検討を実施した。

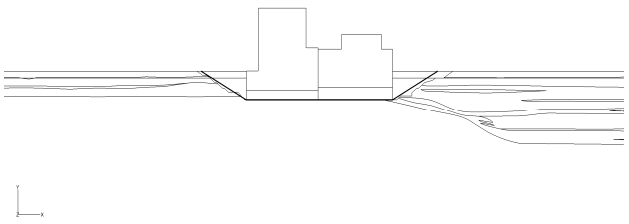
主な地層の解析用物性値(非排水せん断強度)

| 項目    | fl層                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 第四系              |                 |             |              |             |             |              |              |              |              |              | 第三系         |                                                                                                  |
|-------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|-----------------|-------------|--------------|-------------|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|
|       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | du層              | Ag2層            | Ac層         | As層          | Ag1層        | D2c-3層      | D2s-3層       | D2g-3層       | lm層          | D1c-1層       | D1g-1層       | Km層         |                                                                                                  |
| 平均強度  | ピーク強度<br>C <sub>u</sub> (N/mm <sup>2</sup> )                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 0.491P<br>+0.200 | 1.12P<br>+0.670 | 1.40P+0.620 | 0.242P+0.090 | 1.42P+0.464 | 1.40P+0.620 | 0.274P+0.180 | 0.462P+0.230 | 0.770P+0.594 | 0.338P+0.050 | 0.274P+0.180 | 1.40P+0.620 | 備考(1)<br>参照                                                                                      |
|       | 残留強度<br>τ <sub>o</sub> (N/mm <sup>2</sup> )                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 0.500P<br>+0.195 | 1.00P<br>+0.577 | 1.20P+0.548 | 0.220P+0.059 | 1.43P+0.430 | 1.20P+0.548 | 0.170P+0.141 | 0.310P+0.213 | 0.788P+0.582 | 0.280P+0.036 | 0.170P+0.141 | 1.20P+0.548 | τ <sup>2</sup> =0.632・σ<br>(σ<0.572N/mm <sup>2</sup> )<br>τ=0.601<br>(σ≧0.572N/mm <sup>2</sup> ) |
| -1σ強度 | ピーク強度<br>C <sub>u</sub> (N/mm <sup>2</sup> )                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 0.491P<br>+0.046 | 1.12P<br>+0.438 | 1.40P+0.457 | 0.242P+0.069 | 1.42P+0.204 | 1.40P+0.457 | 0.274P+0.128 | 0.462P+0.131 | 0.770P+0.323 | 0.338P+0.043 | 0.274P+0.128 | 1.40P+0.457 | 備考(2)<br>参照                                                                                      |
|       | 残留強度<br>τ <sub>o</sub> (N/mm <sup>2</sup> )                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 0.500P<br>+0.040 | 1.00P<br>+0.424 | 1.20P+0.419 | 0.220P+0.035 | 1.42P+0.204 | 1.20P+0.419 | 0.170P+0.109 | 0.310P+0.121 | 0.770P+0.319 | 0.280P+0.030 | 0.170P+0.109 | 1.20P+0.419 | τ <sup>2</sup> =0.442・σ<br>(σ<0.552N/mm <sup>2</sup> )<br>τ=0.494<br>(σ≧0.552N/mm <sup>2</sup> ) |
| 備考(1) | <p>第三系の強度特性は右図より設定する。</p> <p> <math>\left(\frac{\tau}{\tau_R}\right)^2 = 1 + \frac{\sigma}{\sigma_t}</math> </p> <p> <math>\sigma_t = 0.141 - 0.00114 \cdot Z</math><br/> <math>\tau_R = 0.364 - 0.00168 \cdot Z</math><br/> <math>C_{CUU} = 0.837 - 0.00346 \cdot Z</math><br/> <math>\phi = 0^\circ</math><br/> <math>Z</math>: 標高E.L.表示(m)                 </p> |                  |                 |             |              |             |             |              |              |              |              |              |             |                                                                                                  |
| 備考(2) | <p>第三系の強度特性は右図より設定する。</p> <p> <math>\left(\frac{\tau}{\tau_R}\right)^2 = 1 + \frac{\sigma}{\sigma_t}</math> </p> <p> <math>\sigma_t = 0.083 - 0.00114 \cdot Z</math><br/> <math>\tau_R = 0.290 - 0.00168 \cdot Z</math><br/> <math>C_{CUU} = 0.699 - 0.00346 \cdot Z</math><br/> <math>\phi = 0^\circ</math><br/> <math>Z</math>: 標高E.L.表示(m)                 </p> |                  |                 |             |              |             |             |              |              |              |              |              |             |                                                                                                  |

: 平均-1σ強度

## 基礎地盤のすべり(強度のばらつき評価)

■強度のばらつきを考慮した評価の結果, すべり安全率は評価基準値1.5以上であることを確認した。

| 評価対象断面<br>及び地震動            | すべり面形状                                                                             | すべり安全率<br>〔平均強度〕 | すべり安全率<br>〔平均-1σ強度〕 |
|----------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|------------------|---------------------|
| 原子炉建屋NS断面<br>【Ss-31(逆, 正)】 |  | 3.4<br>〔8.63〕    | 2.8<br>〔8.63〕       |

※基準地震動の(逆, 正)は, 水平反転を示す。

※〔 〕は, 発生時刻(秒)を示す。

## 基礎の支持力(評価方針)

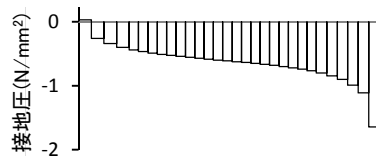
■基礎地盤の支持力は、道路橋示方書・同解説IV 下部構造編(H24)の支持力公式による評価基準値と、二次元有限要素法に基づく地震応答解析(周波数応答解析)により求められる基礎の最大接地圧を比較することにより確認する。

■地震時の最大接地圧は、常時応力と動的解析による地震時応力を重ね合わせて算出する。

### ①常時解析

### ②地震時解析

地震時解析(二次元動的有限要素法:部材非線形解析)を実施し、取水路底板下の地盤に作用する鉛直方向の最大合力(最大鉛直力)を算出



### ③支持力の評価

「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)」に示される式より極限支持力を算定(ケーソン基礎として評価)

$$q_d = \alpha c N_c + \frac{1}{2} \beta \gamma_1 B N_\gamma + \gamma_2 D_f N_q$$

$q_d$  : 基礎底面地盤の極限支持力度 (kN/m<sup>2</sup>)

$c$  : 基礎底面より下にある地盤の粘着力 (kN/m<sup>2</sup>)

$\gamma_1$  : 基礎底面より下にある地盤の単位体積重量 (kN/m<sup>3</sup>)  
ただし、地下水位以下では水中単位体積重量とする。

$\gamma_2$  : 基礎底面より上にある周辺地盤の単位体積重量 (kN/m<sup>3</sup>)  
ただし、地下水位以下では水中単位体積重量とする。

$\alpha, \beta$  : 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)

$N_c, N_q, N_\gamma$  : 支持力係数

十分な支持性能を有することを確認  
最大鉛直力(②) < 極限支持力(③)



## 基礎の支持力(原子炉建屋)

■原子炉建屋の地震時最大接地圧は、基礎地盤支持力の評価基準値を超えていないことを確認した。

| 評価対象断面<br>及び地震動 | 評価基準値<br>(N/mm <sup>2</sup> ) | 地震時最大接地圧(N/mm <sup>2</sup> ) |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                                 |
|-----------------|-------------------------------|------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|---------------------------------|
|                 |                               | Ss-D1                        | Ss-11           | Ss-12           | Ss-13           | Ss-14           | Ss-21           | Ss-22           | Ss-31                           |
| 原子炉建屋<br>NS断面   | 4.5                           | 1.50<br>(正, 正)<br>[53.83]    | 1.21<br>[25.41] | 1.19<br>[29.56] | 1.15<br>[26.78] | 1.13<br>[31.68] | 1.27<br>[62.66] | 1.39<br>[70.77] | 1.62<br>(逆, 正)<br>[8.66]        |
| 原子炉建屋<br>EW断面   |                               | 1.45<br>(逆, 正)<br>[53.85]    | 1.04<br>[25.61] | 1.12<br>[29.54] | 1.11<br>[26.74] | 1.04<br>[29.05] | 1.11<br>[72.59] | 1.25<br>[83.77] | <u>1.64</u><br>(正, 正)<br>[8.67] |

※下線は、地震時最大接地圧の最大値を示す。

※[ ]は、発生時刻(秒)を示す。

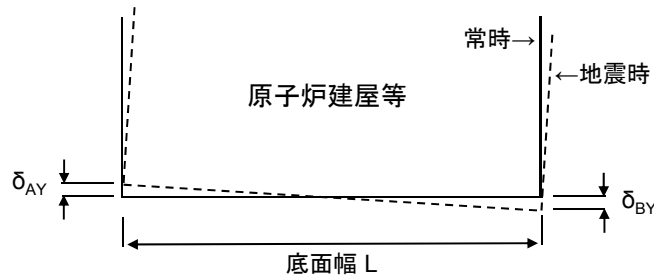
※Ss-D1は水平・鉛直反転を考慮し、(正, 正), (正, 逆), (逆, 正), (逆, 逆)の組合せのうち最大となる地震時最大接地圧を記載。

※Ss-31は水平反転を考慮し、(正, 正), (逆, 正)の組合せのうち最大となる地震時最大接地圧を記載。

## 基礎の傾斜(評価方針)

- 二次元有限要素法に基づく地震応答解析(周波数応答解析)による鉛直変位から求められる基礎の傾斜について、基本設計段階の目安値(1/2,000)との比較を行う。

| 対象施設  | 最大傾斜の許容値の目安 | 備考                                                                |
|-------|-------------|-------------------------------------------------------------------|
| 原子炉建屋 | 1/2,000     | 審査ガイドの目安値(基本設計段階の目安値):<br>一般建築物の構造的な障害が発生する限界(亀裂の発生率, 発生区間等により判断) |



## 基礎の傾斜

■地震時基礎傾斜は、許容値の目安である1/2,000以内であることを確認した。

| 評価対象断面<br>及び地震動 | 設計基準値   | 上段:最大相対変位(cm), 下段:最大傾斜    |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                                 |
|-----------------|---------|---------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|---------------------------------|
|                 |         | Ss-D1                     | Ss-11           | Ss-12           | Ss-13           | Ss-14           | Ss-21           | Ss-22           | Ss-31                           |
| 原子炉建屋<br>NS断面   | 1/2,000 | 1.18<br>(正, 正)<br>[53.85] | 0.35<br>[23.86] | 0.62<br>[30.32] | 0.54<br>[27.54] | 0.51<br>[29.91] | 0.80<br>[61.91] | 0.74<br>[67.14] | 1.35<br>(逆, 正)<br>[8.66]        |
|                 |         | 1/5,790                   | 1/19,594        | 1/10,992        | 1/12,737        | 1/13,474        | 1/8,590         | 1/9,202         | 1/5,065                         |
| 原子炉建屋<br>EW断面   | 1/2,000 | 2.66<br>(正, 正)<br>[53.87] | 0.94<br>[25.65] | 1.12<br>[27.99] | 1.04<br>[25.22] | 0.70<br>[28.83] | 0.98<br>[66.18] | 1.51<br>[76.29] | <u>3.39</u><br>(正, 正)<br>[8.69] |
|                 |         | 1/2,562                   | 1/7,284         | 1/6,099         | 1/6,581         | 1/9,820         | 1/6,993         | 1/4,532         | <u>1/2,011</u>                  |

※下線は、最大相対変位及び最大傾斜の最大値を示す。

※[ ]は、発生時刻(秒)を示す。

※Ss-D1は水平・鉛直反転を考慮し、(正, 正), (正, 逆), (逆, 正), (逆, 逆)の組合せのうち最大となる最大相対変位及び最大傾斜を記載。

※Ss-31は水平反転を考慮し、(正, 正), (逆, 正)の組合せのうち最大となる最大相対変位及び最大傾斜を記載。

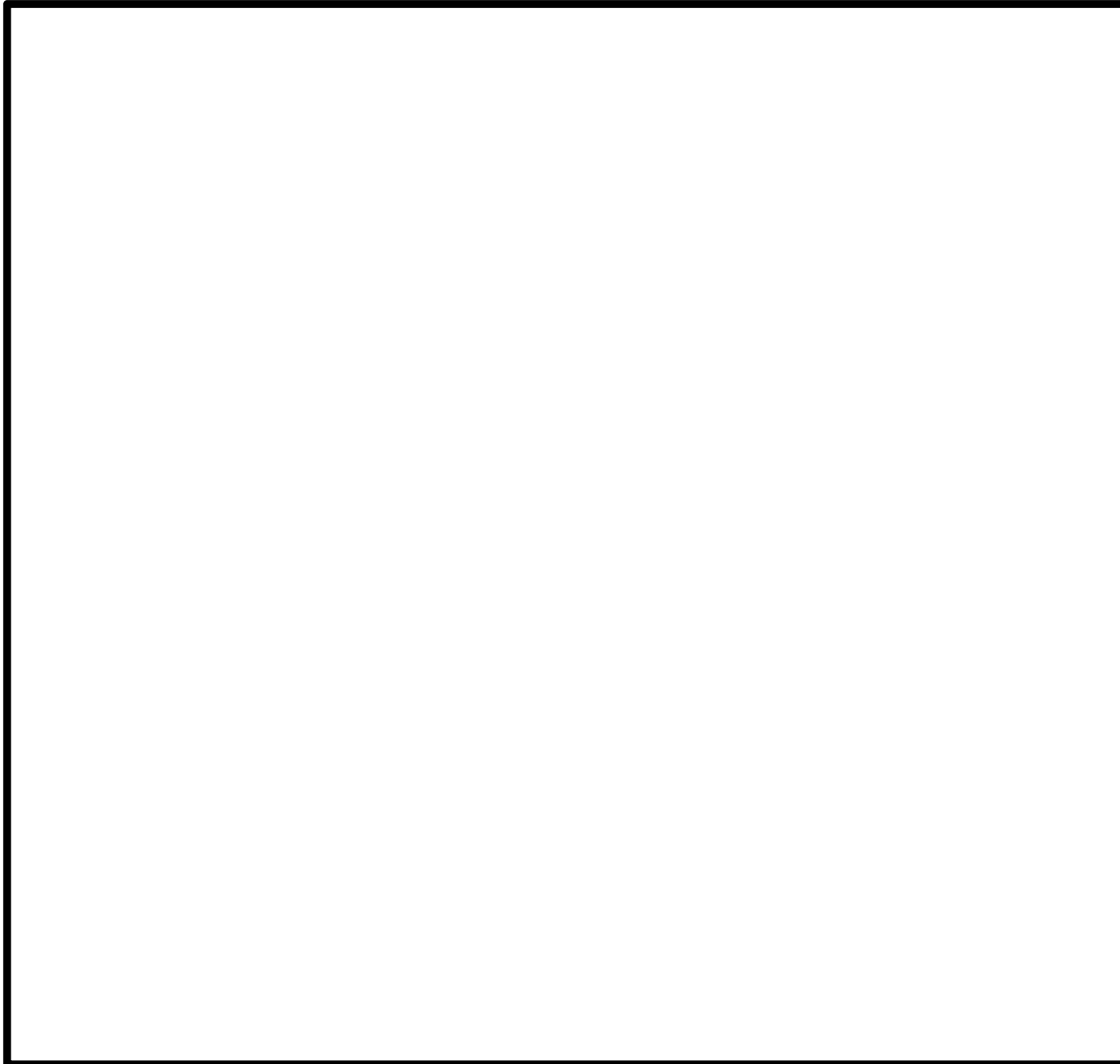
# 目 次

---

- 1. 評価概要
    - 1.1 評価概要
    - 1.2 評価対象施設
  - 2. 基礎地盤の安定性評価
    - 2.1 評価方針
    - 2.2 解析用物性値
    - 2.3 評価方法
    - 2.4 入力地震動
    - 2.5 評価結果
  - 3. 周辺地盤の変状及び地殻変動による影響評価
    - 3.1 周辺地盤の変状による重要施設への影響
    - 3.2 地殻変動による基礎地盤の変状の影響
  - 4. 周辺斜面の安定性評価
  - 5. まとめ
- 【別冊】 補足説明資料

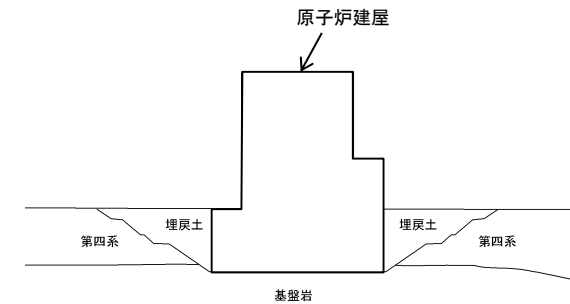
## 周辺地盤の変状による重要施設への影響(原子炉建屋)

- 地震発生に伴う周辺地盤の液状化，揺すり込み沈下を起因とする施設間の不等沈下等は生じないと評価した。



重要施設の平面配置

| 耐震重要施設及び常設重大事故等対処施設 | 評価結果                                                                 |
|---------------------|----------------------------------------------------------------------|
| 原子炉建屋               | 直接基礎もしくは杭基礎により岩盤(久米層)に支持されており、液状化や揺すり込み沈下等を起因とする施設間の不等沈下等は生じないと評価した。 |



原子炉建屋の支持形式

# 目 次

---

- 1. 評価概要
  - 1.1 評価概要
  - 1.2 評価対象施設
- 2. 基礎地盤の安定性評価
  - 2.1 評価方針
  - 2.2 解析用物性値
  - 2.3 評価方法
  - 2.4 入力地震動
  - 2.5 評価結果
- 3. 周辺地盤の変状及び地殻変動による影響評価
  - 3.1 周辺地盤の変状による重要施設への影響
  - 3.2 地殻変動による基礎地盤の変状の影響
- 4. 周辺斜面の安定性評価
- 5. まとめ
- 【別冊】 補足説明資料

## 評価方針

- 敷地内及び敷地近傍には活断層が確認されていないことから、地震発生に伴う地殻変動により施設が重大な影響を受けることはないと考えられるものの、基準地震動及び基準津波として採用された震源及び波源モデルに対し評価を行う。
- 上記の震源及び波源モデルとしては、「敷地周辺の活断層」及び「日本海溝沿いのプレート境界」がある。

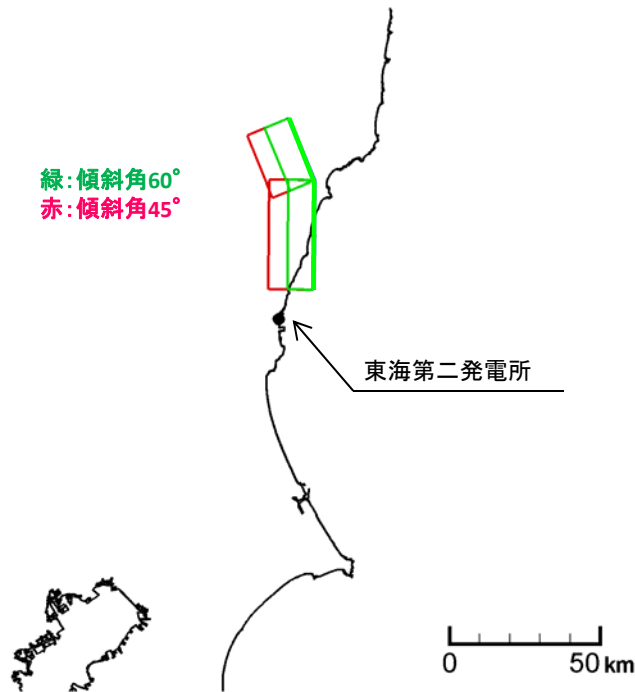
評価対象となる震源

|               | 基準地震動                     | 基準津波                                   |
|---------------|---------------------------|----------------------------------------|
| 敷地周辺の活断層      | F1断層, 北方陸域の断層, 塩ノ平地震断層の連動 | —<br>(発生する津波の規模が小さいため, 基準津波の対象としていない。) |
| 日本海溝沿いのプレート境界 | 東北地方太平洋沖型の地震              | 茨城県沖から房総沖に想定する津波波源                     |

- 基礎地盤の傾斜は、食い違いの弾性論（Okada(1992)）に基づく解析から求まる地盤の変形より算出する。
- 評価対象施設は、施設の規模等を考慮し「原子炉建屋」とする。
- 評価基準値は、地震時と同様に1/2,000とする。

3. 周辺地盤の変状及び地殻変動による影響評価 3.2 地殻変動による基礎地盤の変形の影響  
**評価条件(F1断層, 北方陸域の断層, 塩ノ平地震断層の連動)**

- 断層調査結果等に基づき, 主要な断層パラメータを設定する。
- すべり量, 断層上端深さ等については, 津波評価の考え方を参考に条件を設定する。
- 断層パラメータのうち傾斜角とすべり角について, 現実的な範囲でのパラメータスタディを実施する。



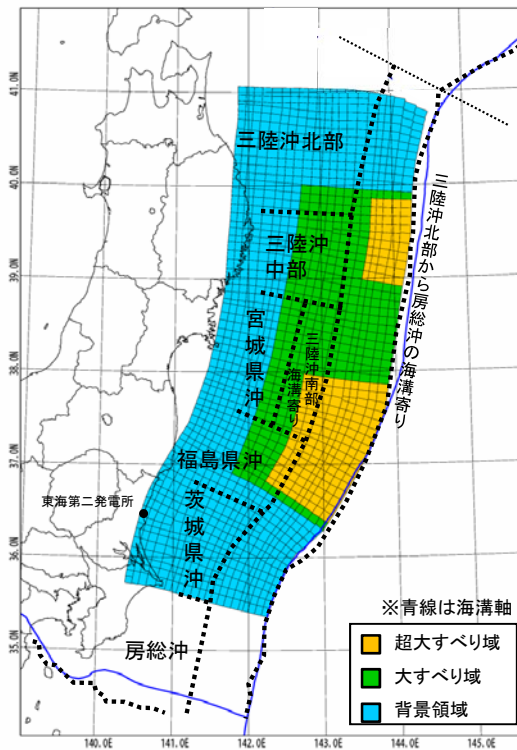
活断層位置図

|               | 断層長さ         | 傾斜角                 | すべり角         | すべり量                      | 上端深さ | 下端深さ  |
|---------------|--------------|---------------------|--------------|---------------------------|------|-------|
| 断層<br>パラメータ   | 58.3 km      | ①45°<br>②60°        | 270°         | ①3.43 m<br>②4.20 m        | 0 km | 15 km |
| 設定根拠          | 断層調査結果に基づき設定 | 断層調査結果に基づき“不確かさ”を考慮 | 断層調査結果に基づき設定 | 原子力発電所の津波評価技術(2002)に基づき設定 |      |       |
| パラメータ<br>スタディ | —            | ○                   | —            | ○                         | —    | —     |



- プレート境界の大規模波源については、東北地方太平洋沖地震の地震観測記録や津波痕跡高の再現解析に基づく特性化震源モデルを用いた想定を行うことが合理的である。
- 地殻変動解析では地盤の変位・変形を評価対象としていることから、海底地盤の変位と直接関係する津波の特性化震源モデルを用いる。

■東北地方太平洋型の津波波源のうち、敷地での水位変動量（上昇側・下降側）が最大となる波源モデルを採用し、断層パラメータを設定する。



特性化波源モデル(一例)

| パラメータ                   | 設定値                                   |
|-------------------------|---------------------------------------|
| 断層面積: S                 | 134,733 km <sup>2</sup>               |
| 平均応力降下量: $\Delta\sigma$ | 3.0 MPa                               |
| 剛性率: $\mu$              | $4.7 \times 10^{10}$ N/m <sup>2</sup> |
| モーメントマグニチュード: Mw        | 9.1                                   |
| 平均すべり量: D               | 9.6 m                                 |
| 地震モーメント: M <sub>0</sub> | $6.1 \times 10^{22}$ Nm               |

※ 断層面積は左図の特性化波源モデル値  
 ただし、超巨大すべり域、巨大すべり域の位置により若干変動する。

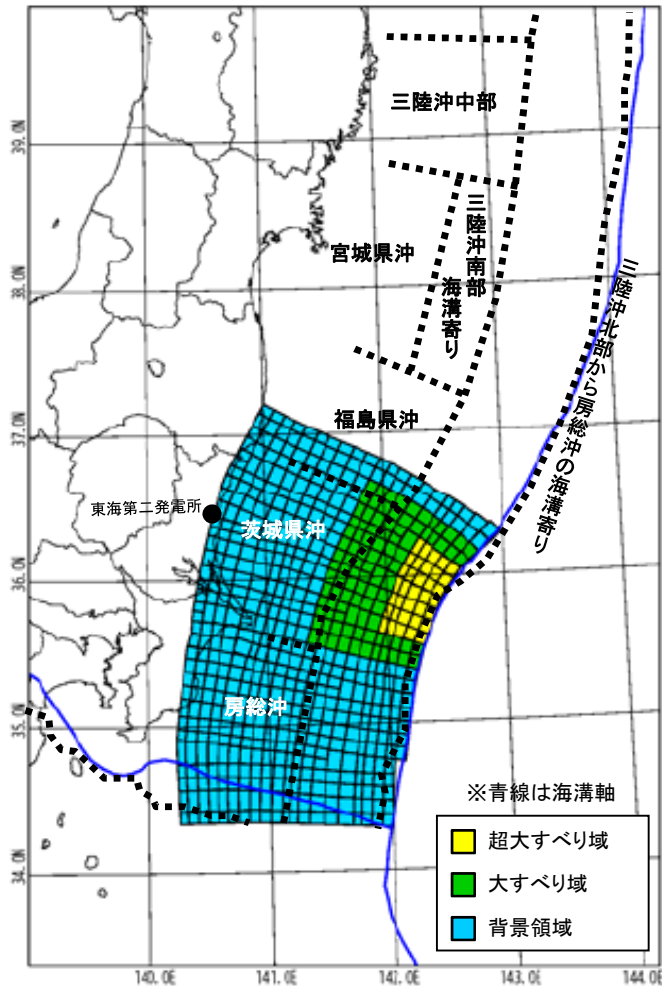
| パラメータ   |             | 設定値                                 |
|---------|-------------|-------------------------------------|
| 超巨大すべり域 | すべり量        | 28.9 m                              |
|         | 面積比率 (断層面積) | 全体面積の15% (20,010 km <sup>2</sup> )※ |
| 巨大すべり域  | すべり量        | 13.5 m                              |
|         | 面積比率 (断層面積) | 全体面積の25% (33,825 km <sup>2</sup> )※ |
| 背景領域    | すべり量        | 3.2 m                               |
|         | 面積比率 (断層面積) | 全体面積の60% (80,898 km <sup>2</sup> )※ |

【概略パラメータスタディ結果】

| 超巨大すべり域・巨大すべり域の位置 | 防潮堤前面      | 取水口前面      |
|-------------------|------------|------------|
|                   | 最大水位上昇量(m) | 最大水位下降量(m) |
| 基準                | 7.36       | -3.52      |
| 南へ10km移動          | 8.13       | -3.19      |
| 南へ20km移動          | 8.09       | -3.04      |
| 南へ30km移動          | 7.75       | -3.69      |

☐ : 断層パラメータを採用したケース

■ 茨城県沖から房総沖に想定する津波波源のうち、敷地での水位変動量（上昇側・下降側）が最大となる波源モデルを採用し、断層パラメータを設定する。



特性化波源モデル(一例)

| パラメータ                   | 設定値                                   |
|-------------------------|---------------------------------------|
| 断層面積: S                 | 53,684 km <sup>2</sup>                |
| 平均応力降下量: $\Delta\sigma$ | 3.0 MPa                               |
| 剛性率: $\mu$              | $4.7 \times 10^{10}$ N/m <sup>2</sup> |
| モーメントマグニチュード: Mw        | 8.7                                   |
| 平均すべり量: D               | 6.1 m                                 |
| 地震モーメント: $M_0$          | $1.5 \times 10^{22}$ Nm               |

※ 断層面積は右図の特性化波源モデル値。  
 ただし、超大すべり域、大すべり域の位置により若干変動する。

| パラメータ  |             | 設定値                                 |
|--------|-------------|-------------------------------------|
| 超大すべり域 | すべり量        | 24.3 m                              |
|        | 面積比率 (断層面積) | 全体面積の5% (2,659 km <sup>2</sup> )※   |
| 大すべり域  | すべり量        | 12.1 m                              |
|        | 面積比率 (断層面積) | 全体面積の15% (8,231 km <sup>2</sup> )※  |
| 背景領域   | すべり量        | 3.8 m                               |
|        | 面積比率 (断層面積) | 全体面積の80% (42,794 km <sup>2</sup> )※ |

【概略パラメータスタディ結果】

| 超大すべり域・大すべり域の位置 |     | 防潮堤前面<br>最大水位上昇量<br>(m) | 取水口前面<br>最大水位下降量<br>(m) |
|-----------------|-----|-------------------------|-------------------------|
| 基準              | A-1 | 16.78                   | -5.16                   |
| 南へ10km移動        | A-2 | 17.34                   | -5.17                   |
| 南へ20km移動        | A-3 | 17.60                   | -5.24                   |
| 南へ30km移動        | A-4 | 17.22                   | -5.44                   |
| 南へ40km移動        | A-5 | 16.22                   | -5.47                   |
| 南へ50km移動        | A-6 | 14.68                   | -5.42                   |
| 南へ60km移動        | A-7 | 12.20                   | -5.20                   |
| 南へ70km移動        | A-8 | 10.38                   | -5.03                   |

□: 断層パラメータを採用したケース

### 3. 周辺地盤の変状及び地殻変動による影響評価 3.2 地殻変動による基礎地盤の変形の影響 評価結果(地殻変動による最大傾斜)

■評価の結果、地震に伴う地殻変動による基礎の傾斜は、基本設計段階の目安値である1/2,000を下回ることを確認した。

| 波源モデル                           | 解析ケース     | 地殻変動による最大傾斜 |  | 鉛直変位量分布図                                         |                            |
|---------------------------------|-----------|-------------|--|--------------------------------------------------|----------------------------|
|                                 |           | 原子炉建屋       |  |                                                  |                            |
| F1断層,<br>北方陸域の断層,<br>塩ノ平地震断層の連動 | 傾斜角 45°   | 1/177,304   |  | <p>※口の解析ケースについて表示</p> <p>東海第二発電所</p> <p>(広域)</p> | <p>原子炉建屋</p> <p>(敷地拡大)</p> |
|                                 | 傾斜角 60°   | 1/145,235   |  |                                                  |                            |
| 東北地方太平洋沖型の地震                    | 最大水位上昇ケース | 1/99,048    |  | <p>※口の解析ケースについて表示</p> <p>東海第二発電所</p> <p>(広域)</p> | <p>原子炉建屋</p> <p>(敷地拡大)</p> |
|                                 | 最大水位下降ケース | 1/103,251   |  |                                                  |                            |
| 茨城県沖から房総沖に想定する津波波源              | 最大水位上昇ケース | 1/90,401    |  | <p>※口の解析ケースについて表示</p> <p>東海第二発電所</p> <p>(広域)</p> | <p>原子炉建屋</p> <p>(敷地拡大)</p> |
|                                 | 最大水位下降ケース | 1/89,928    |  |                                                  |                            |

3. 周辺地盤の変状及び地殻変動による影響評価 3.2 地殻変動による基礎地盤の変形の影響  
**評価結果(地殻変動と地震時最大傾斜との重ね合わせ)**

| 【原子炉建屋】                          | F1断層,<br>北方陸域の断層,<br>塩ノ平地震断層の連動<br>(Ss-11,12,13,14との重畳) | 東北地方太平洋沖型<br>の地震<br>(Ss-21,22との重畳) | 茨城県沖から房総沖に<br>想定する津波波源<br>(Ss-21,22との重畳) |
|----------------------------------|---------------------------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------------|
| ①地殻変動による最大傾斜                     | 1/145,235                                               | 1/99,048                           | 1/89,928                                 |
| ②地震動による最大傾斜                      | 1/6,099                                                 | 1/4,532                            | (1/4,532) <sup>※</sup>                   |
| ③地殻変動及び<br>地震動を考慮した最大傾斜<br>(①+②) | 1/5,853                                                 | 1/4,333                            | 1/4,314                                  |

※「茨城県沖から房総沖に想定する津波波源」に対応する地震動は策定していないことから、  
 同じプレート境界地震で、地震規模がより大きな「東北地方太平洋沖型の地震」を重畳させている。



■重要施設の基礎底面に生じる傾斜は、「基礎地盤及び周辺斜面の安定性評価に係る審査ガイド」に記載の評価の目安である1/2,000を下回っていることから、重要な機器・系統の安全機能に支障を与えるものではない。

# 目 次

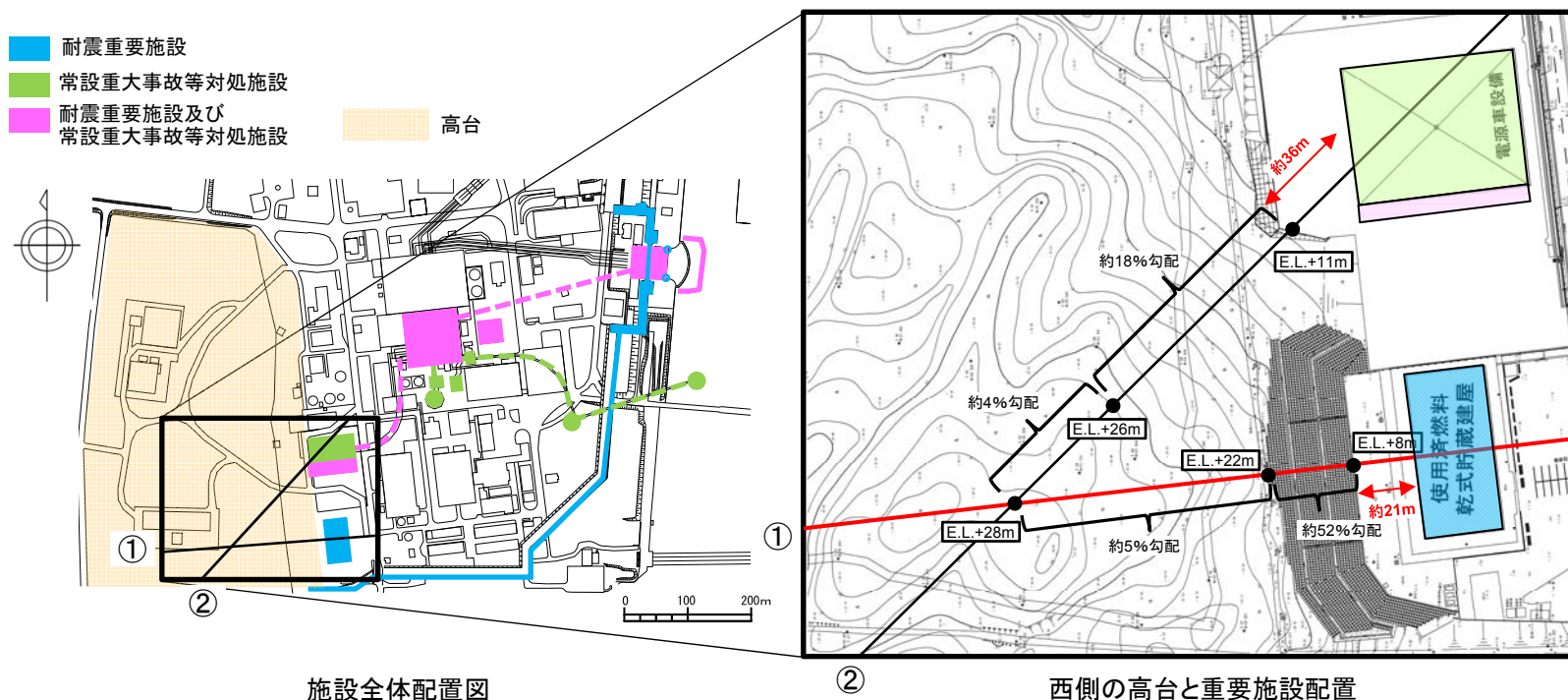
---

- 1. 評価概要
    - 1.1 評価概要
    - 1.2 評価対象施設
  - 2. 基礎地盤の安定性評価
    - 2.1 評価方針
    - 2.2 解析用物性値
    - 2.3 評価方法
    - 2.4 入力地震動
    - 2.5 評価結果
  - 3. 周辺地盤の変状及び地殻変動による影響評価
    - 3.1 周辺地盤の変状による重要施設への影響
    - 3.2 地殻変動による基礎地盤の変状の影響
  - 4. 周辺斜面の安定性評価
  - 5. まとめ
- 【別冊】 補足説明資料

#### 4. 周辺斜面の安定性評価

### 周辺斜面評価対象断面の選定

■重要施設に影響を及ぼす可能性のある周辺斜面について検討し、代表断面を選定する。



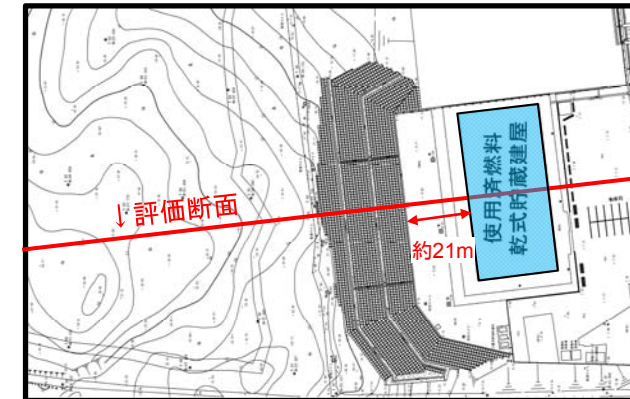
|   | 施設                      | 最大勾配  | 人工<br>改変範囲 | 離隔<br>距離 | 評価方針                                                                                     |
|---|-------------------------|-------|------------|----------|------------------------------------------------------------------------------------------|
| ① | 使用済燃料乾式貯蔵建屋             | 約52%* | 大          | 約21m     | ・2つの評価対象断面はほぼ同等の法高であることから、最大勾配と人工改変範囲、重要施設との離隔距離の大きさから、より厳しい断面として、使用済燃料乾式貯蔵建屋の周辺斜面を選定した。 |
| ② | 常設代替高圧電源装置<br>(軽油貯蔵タンク) | 約18%* | 小          | 約36m     |                                                                                          |

※縦/横の比率をパーセント表記する。



## 周辺斜面の影響検討

- 評価対象施設に対して影響を及ぼす可能性のある周辺斜面について、使用済燃料乾式貯蔵建屋の周辺斜面を抽出した。
- 抽出した斜面に対し、簡便法に基づき設定したすべり円弧から、下記の方法により、斜面が崩壊したと仮定した場合の到達距離を算定し、施設への影響の有無を確認する。

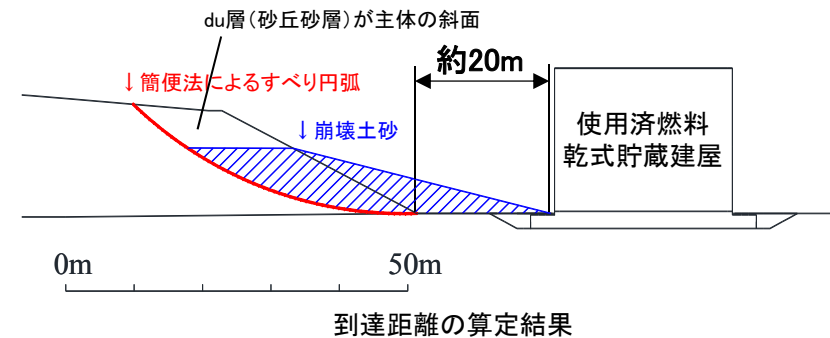
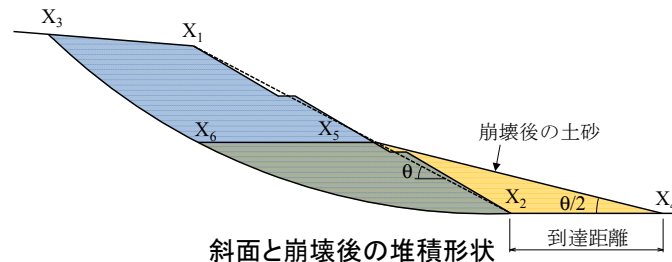


評価断面と離隔距離

### ・若井らの方法による到達距離計算方法

若井らはDEMにより、斜面崩壊時における土砂の到達距離の計算方法を提案している。それによれば、崩壊した土砂の堆積角度は、元の斜面の角度の半分になるとしている。

この仮定を基に、崩壊後の土砂の堆積形状を下図のように設定する。



- 簡便法に基づき設定したすべり円弧から、若井らの方法により、斜面が崩壊したと仮定した場合の到達距離を算定した結果、施設（使用済燃料乾式貯蔵建屋）には到達しないことを確認した。
- よって、重要施設の機能に影響を及ぼすような斜面は存在しないと評価した。

# 目次

---

1. 評価概要
    - 1.1 評価概要
    - 1.2 評価対象施設
  2. 基礎地盤の安定性評価
    - 2.1 評価方針
    - 2.2 解析用物性値
    - 2.3 評価方法
    - 2.4 入力地震動
    - 2.5 評価結果
  3. 周辺地盤の変状及び地殻変動による影響評価
    - 3.1 周辺地盤の変状による重要施設への影響
    - 3.2 地殻変動による基礎地盤の変状の影響
  4. 周辺斜面の安定性評価
  5. まとめ
- 【別冊】 補足説明資料



## 5. まとめ

### 原子炉建屋の基礎地盤

#### 1. 活断層の有無

原子炉建屋等が設置される地盤に、将来も活動する可能性のある断層等が露頭していないことを確認した。

#### 2. 地震力に対する基礎地盤の安定性評価

以下の事項を確認することにより、地震力に対して施設の安全機能が重大な影響を受けないことを確認した。

1)基礎地盤のすべり      2)基礎の支持力      3)基礎底面の傾斜

#### 3. 周辺地盤の変状による重要施設への影響評価

地震発生に伴う周辺地盤の変状による不等沈下、液状化、揺すり込み沈下等により、施設の安全機能が重大な影響を受けないことを確認した。

#### 4. 地殻変動による基礎地盤の傾斜の影響評価

地震発生に伴う地殻変動による基礎地盤の傾斜及び撓みにより、施設が重大な影響を受けないことを確認した。

### 周辺斜面

#### 1. 地震力に対する周辺斜面の安定性評価

地震の発生によって安全機能に重大な影響を与えるおそれのある斜面は存在しないことを確認した。

# 参考文献

---

- 原子力発電所耐震設計技術指針JEAG4601-2008, 一般社団法人 日本電気協会 原子力規格委員会, 2008.
- 原子力発電所の基礎地盤及び周辺斜面の安定性評価技術<技術資料>, 土木学会 原子力土木委員会, 2009
- 若井明彦, 鵜飼恵三, 清水義彦, 長田健吾; がけ崩れによる土砂到達範囲のDEMシミュレーションと簡易予測法の提案, Journal of the Japan Landslide Society, Vol.40, No.5 (2004), January, pp.366-376