

## 伊方発電所3号炉

震源を特定せず策定する地震動(標準応答スペクトル)  
を踏まえた基礎地盤及び周辺斜面の安定性評価  
(特定重大事故等対処施設を除く)

令和4年10月17日

四国電力株式会社

# 目次

|                      |    |
|----------------------|----|
| 1. 評価方針              | 3  |
| 2. 基準地震動の概要          | 9  |
| 3. 解析用物性値            | 14 |
| 4. 地震力に対する基礎地盤の安定性評価 | 16 |
| 4.1 解析用要素分割図         | 18 |
| 4.2 評価① 基礎地盤のすべり     | 25 |
| 4.3 評価② 基礎の支持力       | 32 |
| 4.4 評価③ 基礎底面の傾斜      | 34 |
| 5. 周辺斜面の安定性評価        | 36 |
| 5.1 解析用要素分割図         | 38 |
| 5.2 評価結果             | 42 |
| 6. まとめ               | 47 |

## 【別紙】

|                                    |    |
|------------------------------------|----|
| (1) 全ての基準地震動に関する基礎地盤及び周辺斜面の安定性評価結果 | 49 |
|------------------------------------|----|

## 【参考資料】

|                            |    |
|----------------------------|----|
| ① 岩盤分類の考え方                 | 63 |
| ② 強度のばらつきに関する検討            | 65 |
| ③ すべり面設定の考え方               | 68 |
| ④ 要素ごとの局所安全係数( $S_s-3-3$ ) | 71 |

---

## 1. 評価方針

### 2. 基準地震動の概要

### 3. 解析用物性値

## 4. 地震力に対する基礎地盤の安定性評価

### 4.1 解析用要素分割図

### 4.2 評価① 基礎地盤のすべり

### 4.3 評価② 基礎の支持力

### 4.4 評価③ 基礎底面の傾斜

## 5. 周辺斜面の安定性評価

### 5.1 解析用要素分割図

### 5.2 評価結果

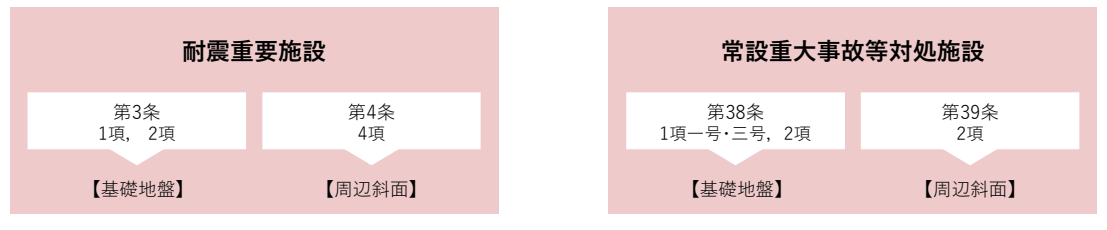
## 6. まとめ

# 評価対象施設の基礎地盤及び周辺斜面の安定性評価について

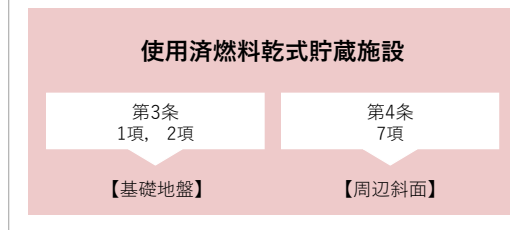
- 耐震重要施設・常設重大事故等対処施設<sup>※1</sup>・使用済燃料乾式貯蔵施設<sup>※2</sup>の基礎地盤及び周辺斜面のSs-3-3：震源を特定せず策定する地震動(標準応答スペクトル)に対する安定性評価について、設置許可基準規則<sup>※3</sup>第3条・第4条・第38条・第39条に適合していることを審査ガイド<sup>※4</sup>に準拠し確認する。

## 設置許可基準規則<sup>※3</sup>

### H27.7.15許可・H29.10.4許可・H30.6.27許可の範囲



### R2.9.16許可の範囲



## 審査ガイド<sup>※4</sup>

### 【基礎地盤】

#### 活断層の有無

敷地の地質・地質構造の審査において確認

対象施設が設置される地盤には、将来活動する可能性のある断層等が露出していないことを確認する。

#### 地震力に対する基礎地盤の安定性評価

本資料において確認

対象施設が設置される地盤の安定性について以下の観点から確認する。

- ① 基礎地盤のすべり ② 基礎の支持力 ③ 基礎底面の傾斜

#### 周辺地盤の変状による施設への影響評価

地震発生に伴う周辺地盤の変状による不等沈下、液状化、揺すり込み沈下等の影響を受けないことを確認する。

#### 地殻変動による基礎地盤の変形の影響評価

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の影響を受けないことを確認する。

### 【周辺斜面】

#### 地震力に対する周辺斜面の安定性評価

本資料において確認

基準地震動の地震力により周辺斜面が崩壊し施設に影響を与えないことを確認する。

※1 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)の総称

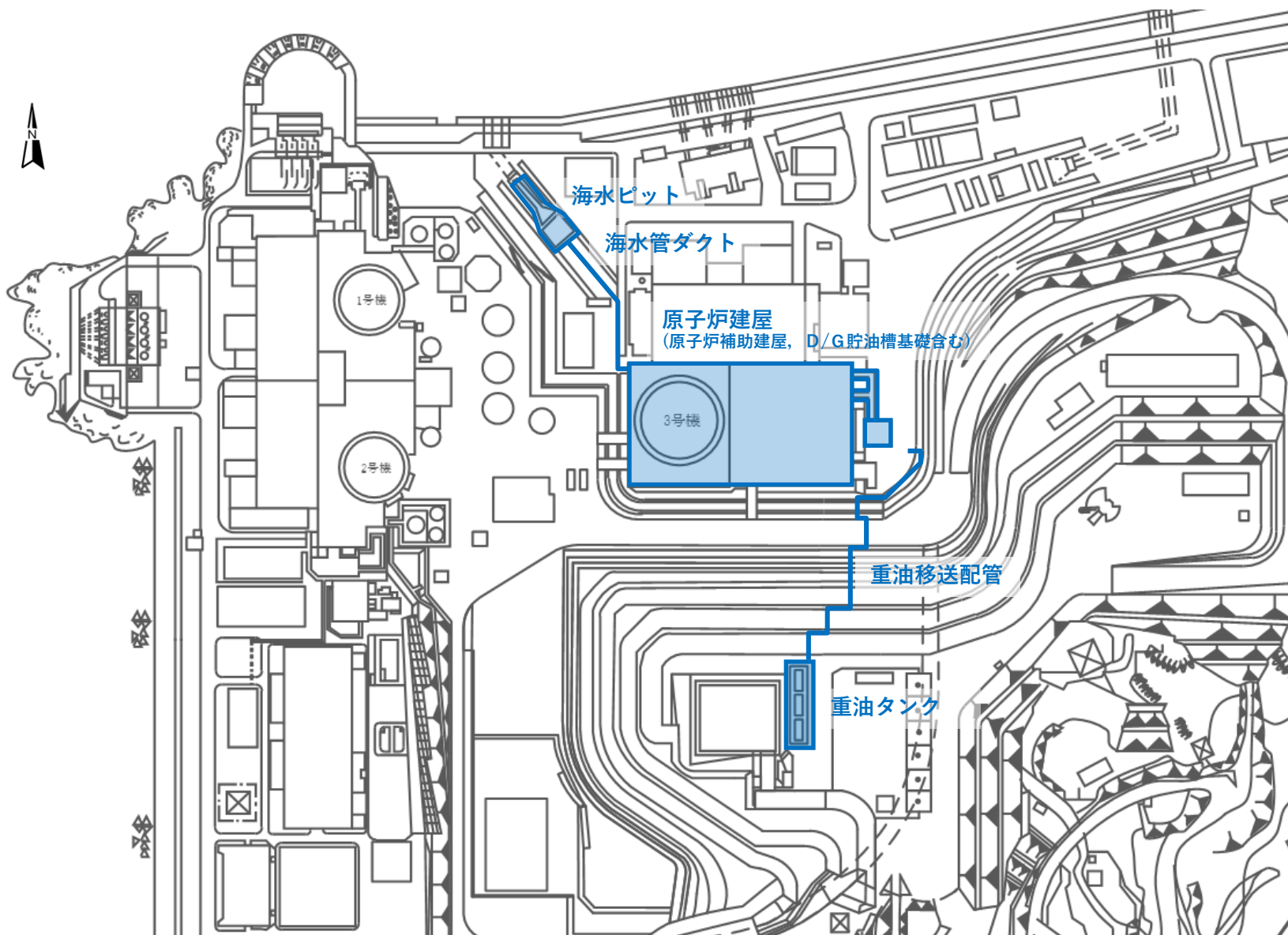
※2 兼用キャスクである使用済燃料乾式貯蔵容器を内包する使用済燃料乾式貯蔵建屋(以下、「乾式貯蔵建屋」という。)を対象

※3 実用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則(解釈含む)

※4 原子力発電所敷地内での輸送・貯蔵兼用乾式キャスクによる使用済燃料の貯蔵に関する審査ガイド、基礎地盤及び周辺斜面の安定性評価に係る審査ガイド

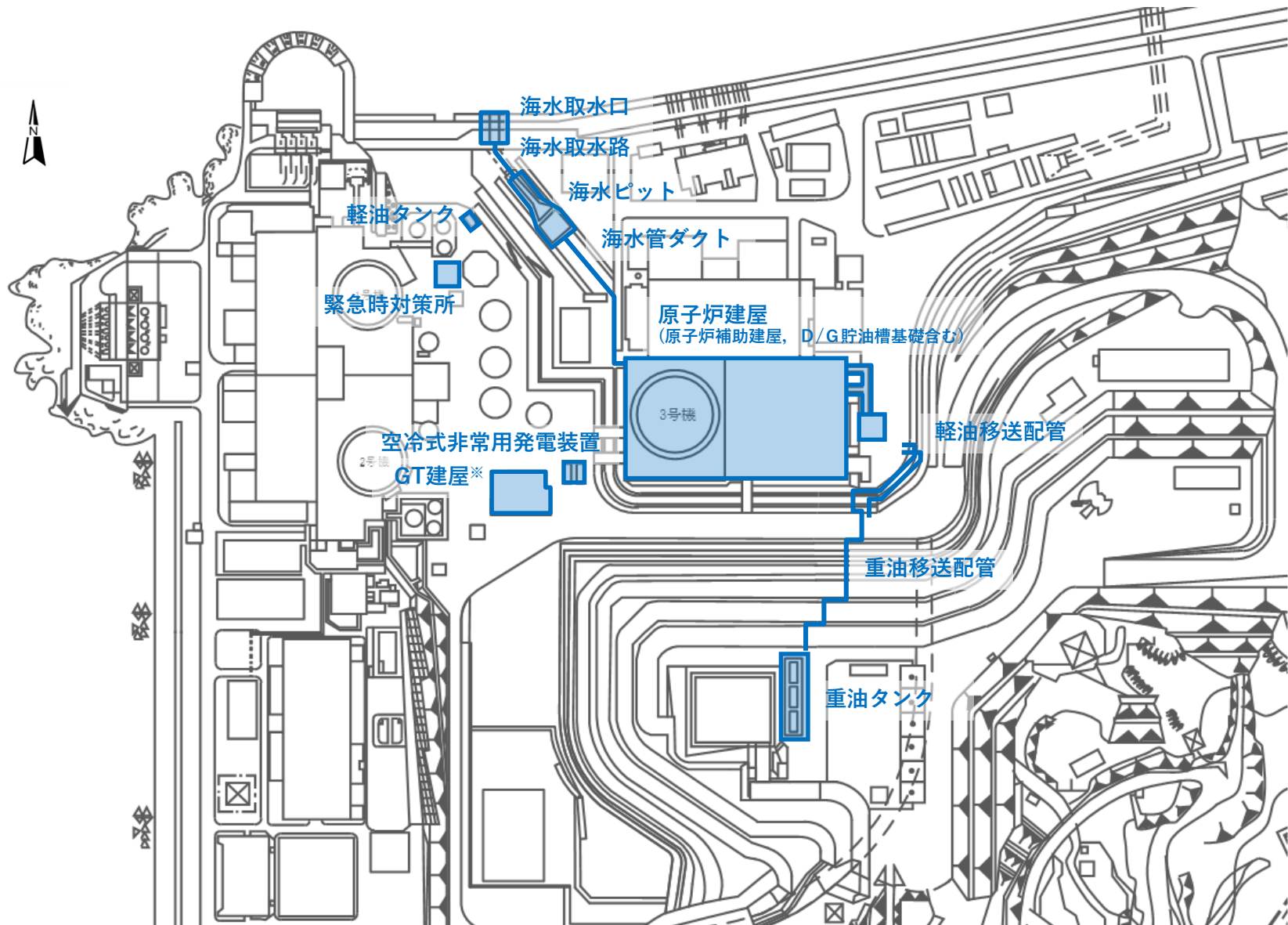
# ① 耐震重要施設 配置図

○ 設置許可基準規則3条・4条の対象となる耐震重要施設を以下に示す。



## ② 常設重大事故等対処施設 配置図

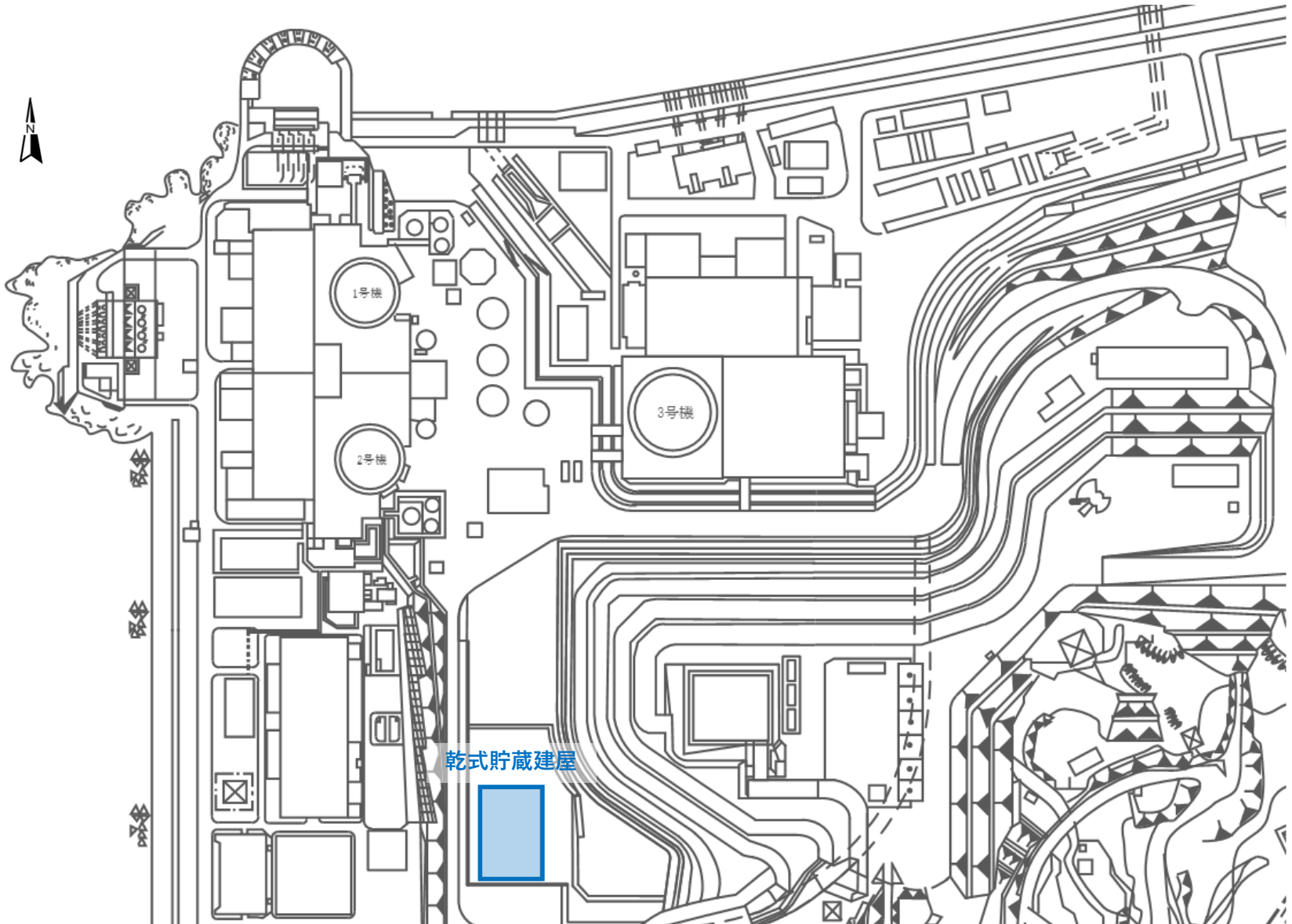
○ 設置許可基準規則38条・39条の対象となる常設重大事故等対処施設を以下に示す。



※ GT建屋[H29.10.4許可] (所内常設直流電源設備(3系統目)[H30.6.27許可]を内包) の追記による一部修正。

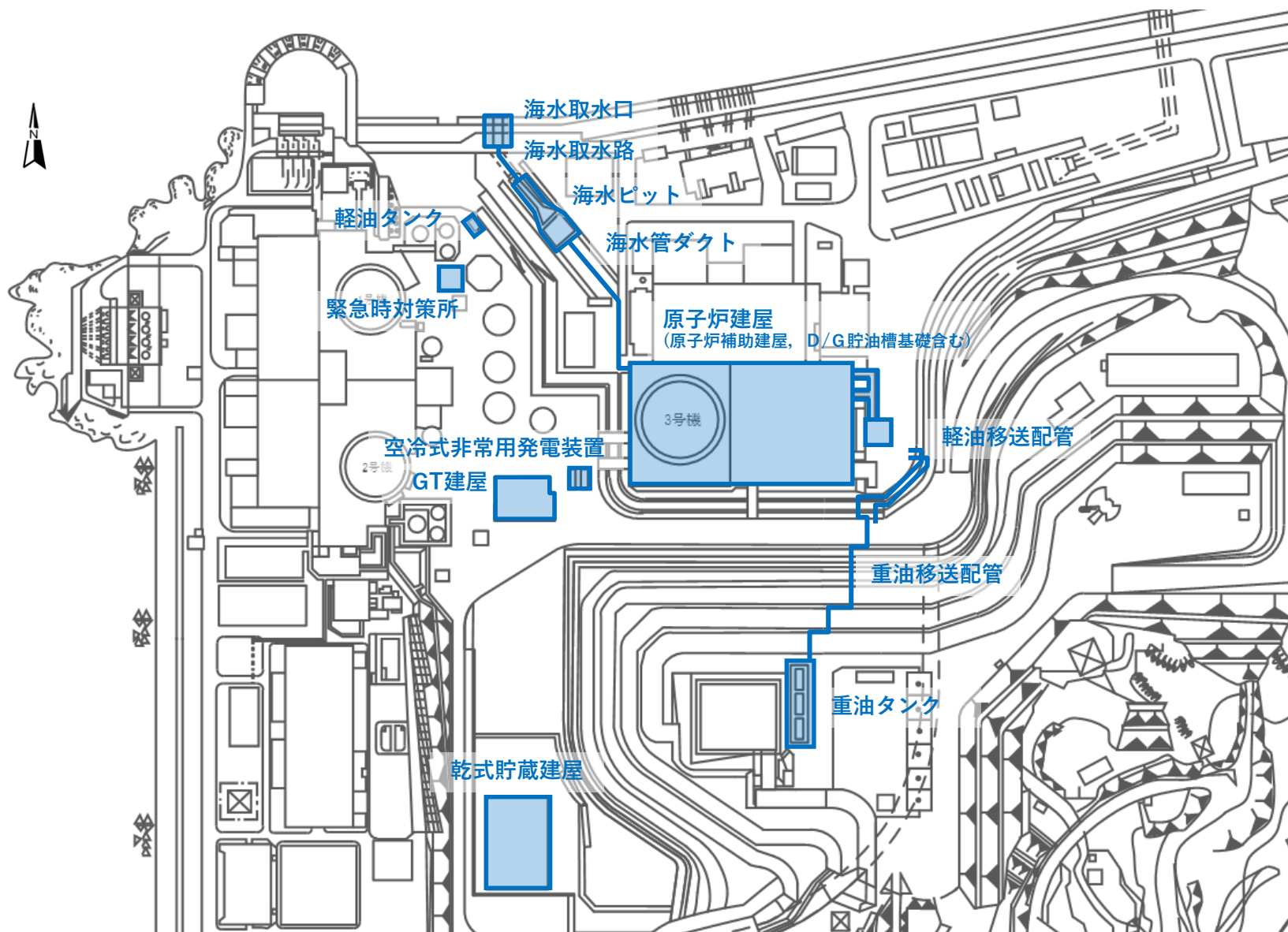
### ③ 使用済燃料乾式貯蔵施設 配置図

○ 設置許可基準規則3条・4条の対象となる使用済燃料乾式貯蔵施設を以下に示す。



## 評価対象施設(①～③) 配置図

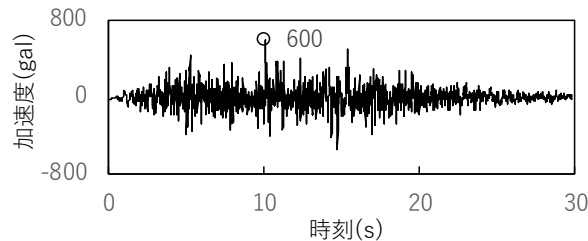
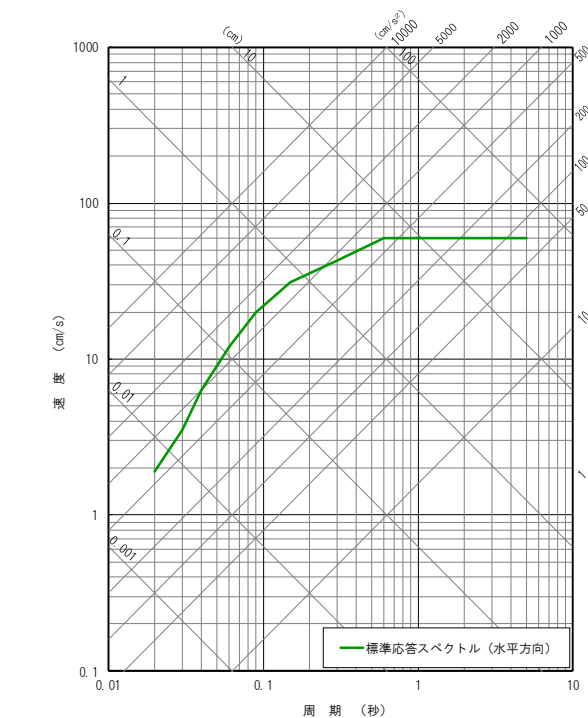
○ 以上を整理し，評価対象施設を以下に示す。



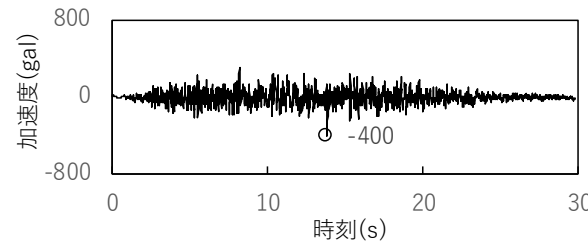
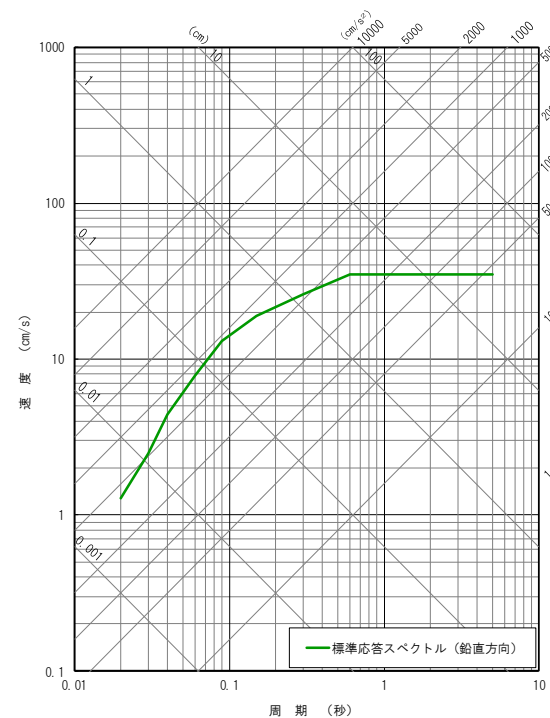


- 
1. 評価方針
  2. 基準地震動の概要
  3. 解析用物性値
  4. 地震力に対する基礎地盤の安定性評価
    - 4.1 解析用要素分割図
    - 4.2 評価① 基礎地盤のすべり
    - 4.3 評価② 基礎の支持力
    - 4.4 評価③ 基礎底面の傾斜
  5. 周辺斜面の安定性評価
    - 5.1 解析用要素分割図
    - 5.2 評価結果
  6. まとめ

○ 本申請において新たに基準地震動に追加するSs-3-3の応答スペクトル及び時刻歴波形を示す。



水平方向



鉛直方向

○ 標準応答スペクトルに基づく指向性を有さない地震動として策定されているため、評価断面の方位による方位補正は行わない。

○ 水平動及び鉛直動の位相反転を考慮する。

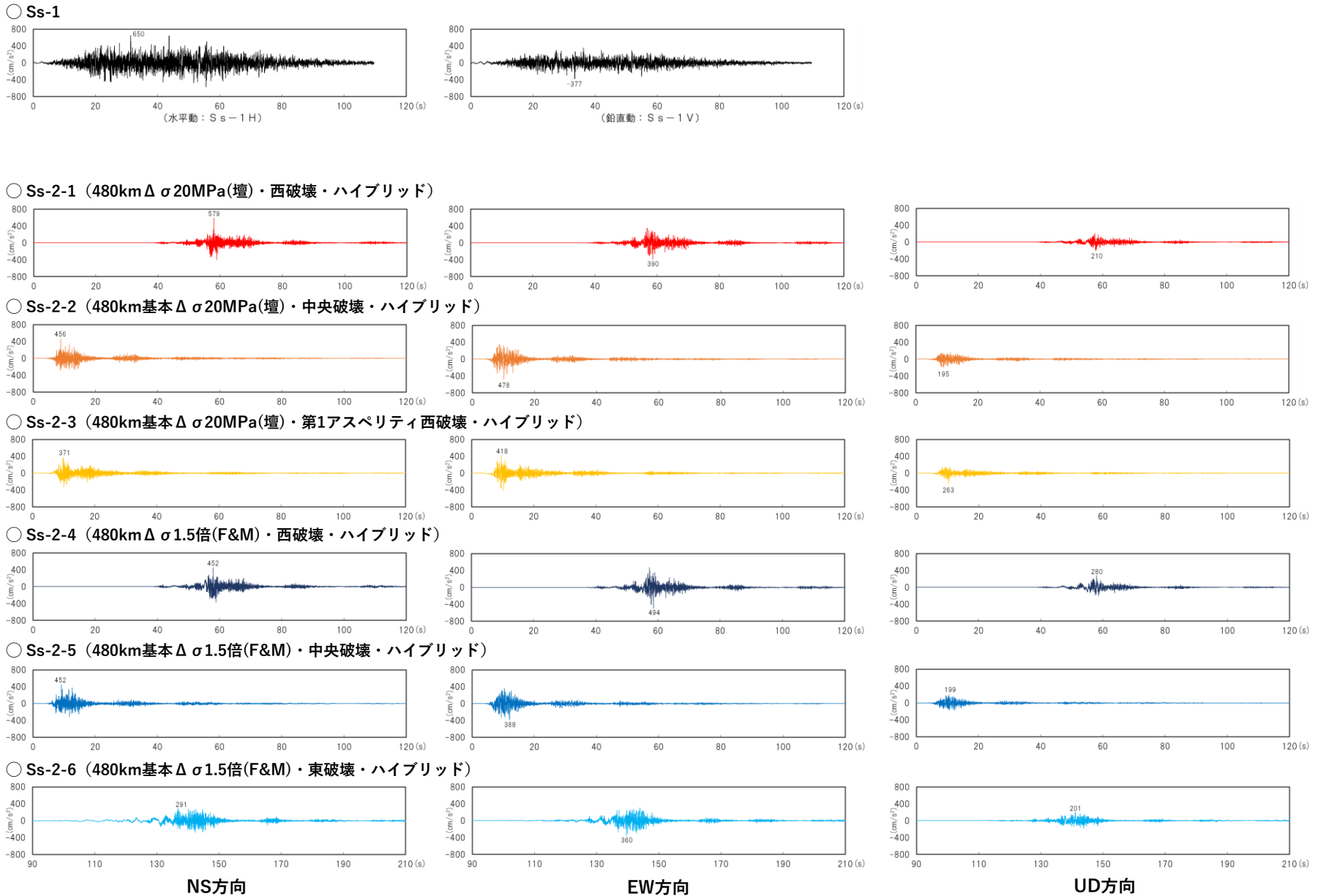
## 2. 基準地震動の概要

# 基準地震動

令和4年9月9日  
審査会合資料再掲

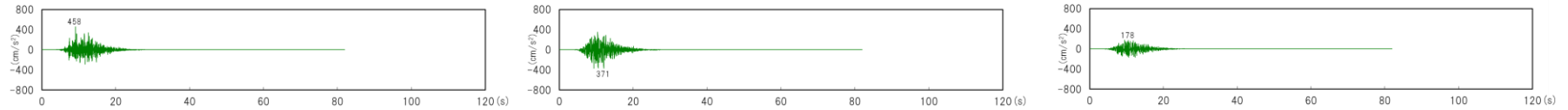
| 基準地震動Ss                                      |                          |                      |  | 最大加速度振幅(cm/s <sup>2</sup> ) |            |     |
|--|--------------------------|----------------------|--|-----------------------------|------------|-----|
| 震源を特定して策定する地震動                               | 応答スペクトルに基づく手法            | 設計用模擬地震波             |  | 水平動                         | Ss-1H      | 650 |
|  |                          |                      |  | 鉛直動                         | Ss-1V      | 377 |
|  | 断層モデルを用いた手法              | 敷地前面海域の断層群(中央構造線断層帯) | 480km連動・壇の手法・ $\Delta\sigma$ 20MPa・西破壊         | 水平動NS                       | Ss-2-1NS   | 579 |
|  |                          |                      |  | 水平動EW                       | Ss-2-1EW   | 390 |
|  |                          |                      |  | 鉛直動UD                       | Ss-2-1UD   | 210 |
|  |                          |                      | 480km連動・壇の手法・ $\Delta\sigma$ 20MPa・中央破壊        | 水平動NS                       | Ss-2-2NS   | 456 |
|  |                          |                      |  | 水平動EW                       | Ss-2-2EW   | 478 |
|  |                          |                      |  | 鉛直動UD                       | Ss-2-2UD   | 195 |
|  |                          |                      | 480km連動・壇の手法・ $\Delta\sigma$ 20MPa・第1アスペリティ西破壊 | 水平動NS                       | Ss-2-3NS   | 371 |
|  |                          |                      |  | 水平動EW                       | Ss-2-3EW   | 418 |
|  |                          |                      |  | 鉛直動UD                       | Ss-2-3UD   | 263 |
|  |                          |                      | 480km連動・F&Mの手法・ $\Delta\sigma$ 1.5倍・西破壊        | 水平動NS                       | Ss-2-4NS   | 452 |
|  |                          |                      |  | 水平動EW                       | Ss-2-4EW   | 494 |
|  |                          |                      |  | 鉛直動UD                       | Ss-2-4UD   | 280 |
|  |                          |                      | 480km連動・F&Mの手法・ $\Delta\sigma$ 1.5倍・中央破壊       | 水平動NS                       | Ss-2-5NS   | 452 |
|  |                          |                      |  | 水平動EW                       | Ss-2-5EW   | 388 |
|  |                          |                      |  | 鉛直動UD                       | Ss-2-5UD   | 199 |
|  |                          |                      | 480km連動・F&Mの手法・ $\Delta\sigma$ 1.5倍・東破壊        | 水平動NS                       | Ss-2-6NS   | 291 |
|  |                          |                      |  | 水平動EW                       | Ss-2-6EW   | 360 |
|  |                          |                      |  | 鉛直動UD                       | Ss-2-6UD   | 201 |
| 54km・入倉・三宅の手法・ $\Delta\sigma$ 1.5倍・中央破壊      | 水平動NS                    | Ss-2-7NS             | 458  |                             |            |     |
|  | 水平動EW                    | Ss-2-7EW             | 371  |                             |            |     |
|  | 鉛直動UD                    | Ss-2-7UD             | 178  |                             |            |     |
| 480km連動・壇の手法・ $\Delta\sigma$ 20MPa・中央破壊・入れ替え | 水平動NS                    | Ss-2-8NS             | 478  |                             |            |     |
|  | 水平動EW                    | Ss-2-8EW             | 456  |                             |            |     |
|  | 鉛直動UD                    | Ss-2-8UD             | 195  |                             |            |     |
| 震源を特定せず策定する地震動                               | 2004年北海道留萌支庁南部地震を考慮した地震動 |                      | 水平動  | Ss-3-1H                     | 620        |     |
|  |                          |                      | 鉛直動  | Ss-3-1V                     | 320        |     |
|  | 2000年鳥取県西部地震賀祥ダムの観測記録    |                      | 水平動NS  | Ss-3-2NS                    | 528        |     |
|  |                          |                      | 水平動EW  | Ss-3-2EW                    | 531        |     |
|  | 標準応答スペクトル                |                      | 鉛直動UD  | Ss-3-2UD                    | 485        |     |
|  |                          |                      | 水平動  | <b>Ss-3-3H</b>              | <b>600</b> |     |
|  |                          | 鉛直動                  | <b>Ss-3-3V</b>                                 | <b>400</b>                  |            |     |

# 基準地震動 (時刻歴波形)

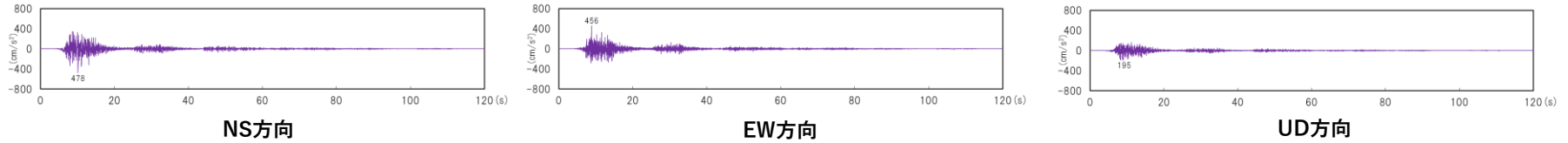


# 基準地震動 (時刻歴波形)

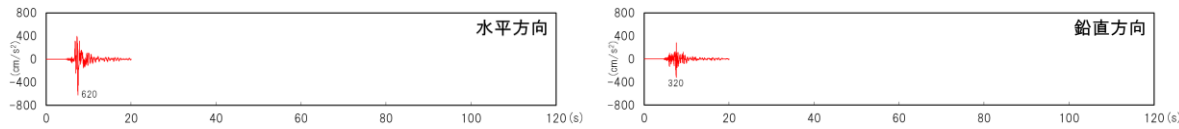
○ Ss-2-7 (54km $\Delta$   $\sigma$ 1.5倍 (入倉・三宅)・中央破壊・ハイブリッド)



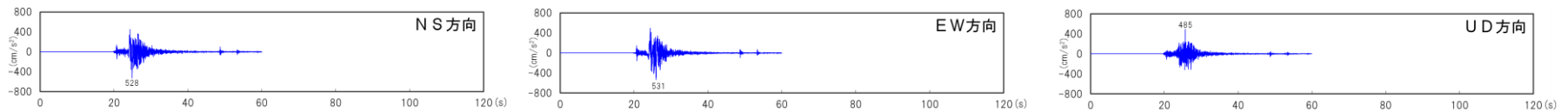
○ Ss-2-8 (Ss-2-2 NS・EW入れ替えケース)



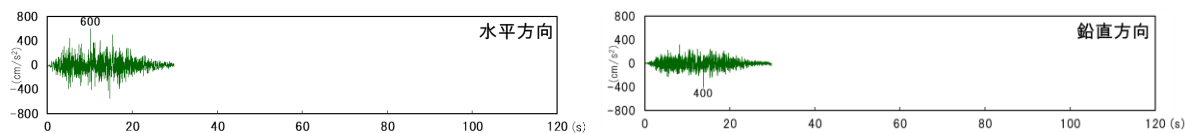
○ Ss-3-1 (2004年北海道留萌支庁南部地震 解放基盤波)



○ Ss-3-2 (2000年鳥取県西部地震 賀祥ダム観測記録)

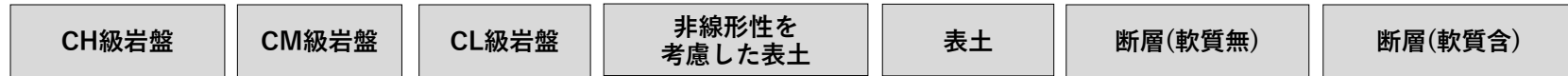


○ Ss-3-3 (標準応答スペクトル)



- 
1. 評価方針
  2. 基準地震動の概要
  3. 解析用物性値
  4. 地震力に対する基礎地盤の安定性評価
    - 4.1 解析用要素分割図
    - 4.2 評価① 基礎地盤のすべり
    - 4.3 評価② 基礎の支持力
    - 4.4 評価③ 基礎底面の傾斜
  5. 周辺斜面の安定性評価
    - 5.1 解析用要素分割図
    - 5.2 評価結果
  6. まとめ

○ 解析用物性値を下表に示す。



|  | 岩盤                                  |                    |                    |                               |                               |   | 断層       |  |  |
|--|-------------------------------------|--------------------|--------------------|-------------------------------|-------------------------------|---|----------|--|--|
|  | I 級                                 |                    |                    | II 級                          | III 級①                        | III 級②  | III 級    | 軟質無  | 軟質含  |
|  | ①                                   | ②                  | ③                  |                               |                               |   |          |  |  |
| 単位体積重量<br>(kN/m <sup>3</sup> )               | 29.4                                |                    |                    | 27.5                          | 25.5                          | 18.6  |          | 26.5   | 19.6   |
| せん断強度<br>(kN/m <sup>2</sup> )                | 981                                 |                    |                    | 490                           | 130                           | 39  |          | 324  | 78   |
| 内部摩擦角<br>(°)                                 | 50                                  |                    |                    | 41                            | 23                            | 17  |          | 34   | 24   |
| 残留強度<br>(kN/m <sup>2</sup> )                 | $\tau = 569 + \sigma \tan 43^\circ$ |                    |                    | $\tau = \sigma \tan 41^\circ$ | $\tau = \sigma \tan 23^\circ$ | $\tau = \sigma \tan 17^\circ$   |          | $\tau = \sigma \tan 34^\circ$  | $\tau = \sigma \tan 24^\circ$  |
| 静弾性係数<br>(kN/m <sup>2</sup> )                | $3.63 \times 10^6$                  |                    |                    | $1.18 \times 10^6$            | $0.49 \times 10^6$            | $0.0392 \times 10^6$  |          | $27000(\sigma_v)^{0.34}$   | $1750(\sigma_v)^{0.60}$  |
| 静的ポアソン比                                      | 0.29                                |                    |                    | 0.32                          | 0.32                          | 0.45  |          | 0.36   | 0.45   |
| 動弾性係数<br>( $\times 10^6$ kN/m <sup>2</sup> ) | 58.8 <sup>*1</sup>                  | 42.2 <sup>*2</sup> | 23.5 <sup>*3</sup> | 10.8                          | 3.51                          | $G_d/G_0^{*4} = 1/(1+10.4\gamma^{0.787})$<br>$G_0=43900(\text{kN/m}^2)$ | 0.127    | $G_d/G_0^{*4} = -0.33\log\gamma - 0.58$<br>$G_0=294000(\text{kN/m}^2)$ | $G_d/G_0^{*4} = -0.40\log\gamma - 0.60$<br>$G_0=4130(\sigma_v)^{0.53}(\text{kN/m}^2)$                              |
| 動的ポアソン比                                      | 0.34                                |                    |                    | 0.36                          | 0.38                          | 0.45  |          | 0.40   | 0.45   |
| 減衰定数   | 2.0 (%)                             |                    |                    | 3.0 (%)                       | 3.0 (%)                       | $h = 1/\{0.062 + (3.90 \times 10^{-3}/\gamma)\} + 1.3$                  | 10.0 (%) | $h = 0.08\log\gamma + 0.36$<br>( $\gamma > 10^{-4}$ )                  | $h = 0.17\log\gamma + 0.58$<br>( $\gamma \geq 10^{-3}$ )<br>$h = 0.017\log\gamma + 0.09$<br>( $\gamma < 10^{-3}$ ) |

\*1 Vs=2.7km/s

\*2 Vs=2.3km/s

\*3 Vs=1.7km/s

\*4 動せん断弾性係数

- 
1. 評価方針
  2. 基準地震動の概要
  3. 解析用物性値
  4. 地震力に対する基礎地盤の安定性評価
    - 4.1 解析用要素分割図
    - 4.2 評価① 基礎地盤のすべり
    - 4.3 評価② 基礎の支持力
    - 4.4 評価③ 基礎底面の傾斜
  5. 周辺斜面の安定性評価
    - 5.1 解析用要素分割図
    - 5.2 評価結果
  6. まとめ



# 評価方法

- 基礎地盤の安定性評価に用いた解析用物性値、評価方法及び解析対象断面は、平成27年7月15日許可(再稼働許可)及び令和2年9月16日許可(乾式許可)と同様とした。
- 解析用要素分割図(構造物モデル含む)については、各解析対象断面における最新の行政処分を使用した解析モデルを用いた。

令和2年5月18日乾式許可まとめ資料を再掲

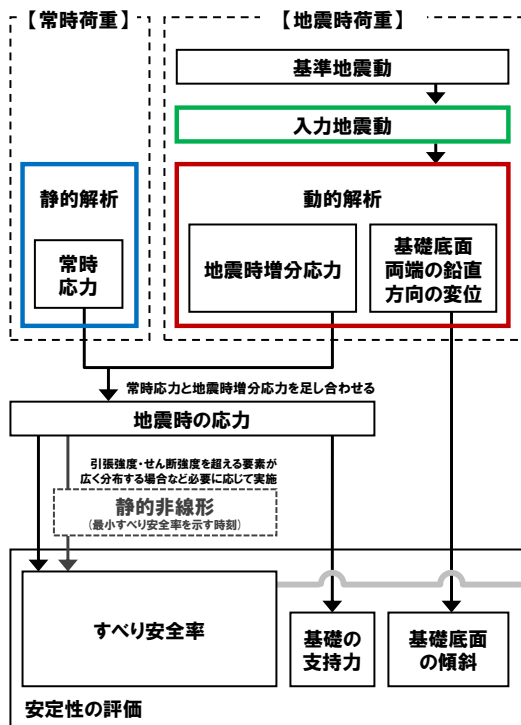
## 4. 地震力に対する基礎地盤の安定性評価

### 評価方法

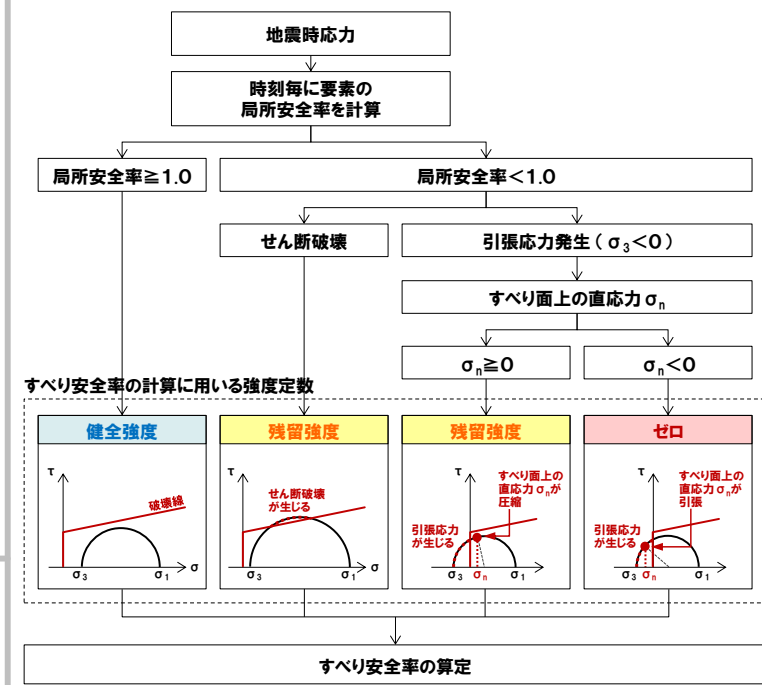
2019年7月5日  
審査会合資料再掲

○ 下図に示す地盤の動的解析(周波数応答解析)により評価を実施する。動的解析は二次元動的有限要素法により実施し、水平動及び鉛直動を同時入力する。また、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する。

#### 【安定性評価の全体フロー】



#### 【すべり安全率の算定に用いる強度定数の考え方】



- 
1. 評価方針
  2. 基準地震動の概要
  3. 解析用物性値
  4. 地震力に対する基礎地盤の安定性評価
    - 4.1 解析用要素分割図
    - 4.2 評価① 基礎地盤のすべり
    - 4.3 評価② 基礎の支持力
    - 4.4 評価③ 基礎底面の傾斜
  5. 周辺斜面の安定性評価
    - 5.1 解析用要素分割図
    - 5.2 評価結果
  6. まとめ

# 解析用要素分割図 X-X'断面(原子炉建屋)

- 平成27年7月15日許可(再稼働許可)及び令和2年9月16日許可(乾式許可)においては、評価対象施設の地形等を考慮して選定した評価対象断面の中から、簡便法等を用いて解析対象断面(6断面：X-X'・A-A'・D-D'・N-N'・O-O'・P-P'断面)を選定した。
- X-X'断面の評価については、平成27年7月15日許可(再稼働許可)の解析モデルを用いた。

平成27年6月3日再稼働許可まとめ資料を再掲

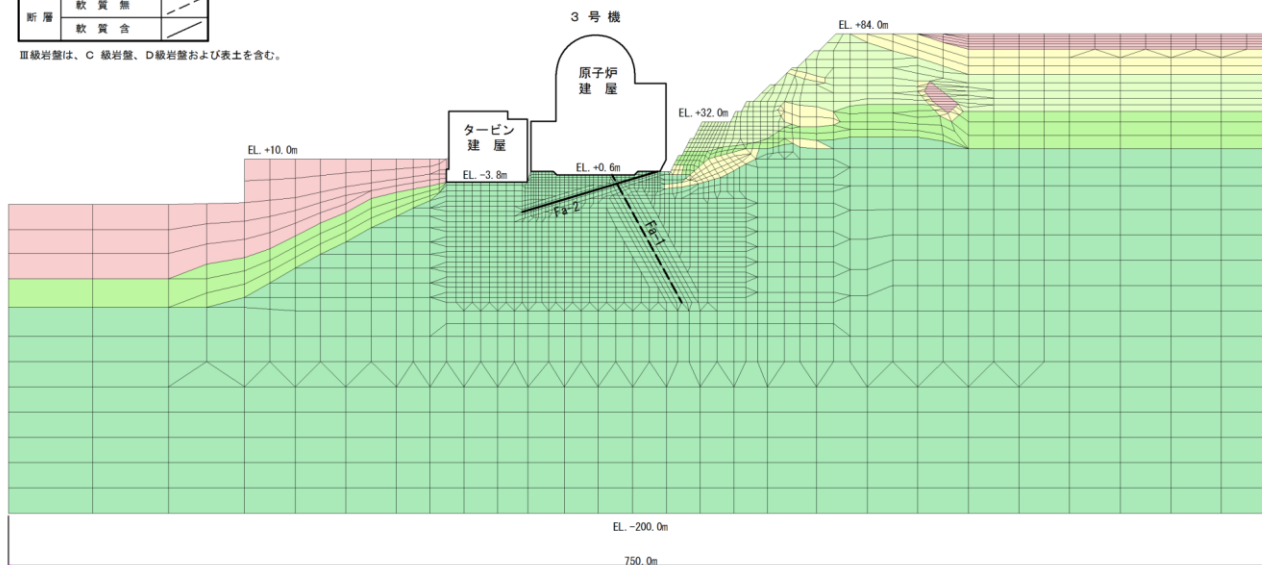
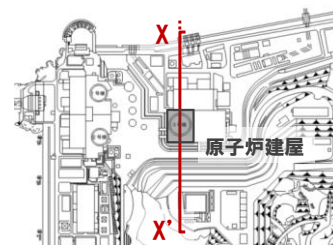
## 4. 地震力に対する基礎地盤の安定性評価 (2) モデルの作成

## 原子炉建屋 (X-X' 断面) 解析用要素分割図

平成27年3月13日  
審査会合資料再掲

| 凡例    |               |
|-------|---------------|
| I 級   | Vs = 2.7 km/s |
|       | Vs = 2.3 km/s |
|       | Vs = 1.7 km/s |
| II 級  |               |
| III 級 |               |
| 断層    | 軟質無           |
|       | 軟質有           |

III級岩盤は、C 級岩盤、D 級岩盤および表土を含む。



解析用要素分割図 (X-X' 断面)

# 解析用要素分割図 A-A'断面(緊急時対策所)

○ A-A'断面の評価については、平成27年7月15日許可(再稼働許可)の解析モデルを用いた。

平成27年6月3日再稼働許可まとめ資料を再掲

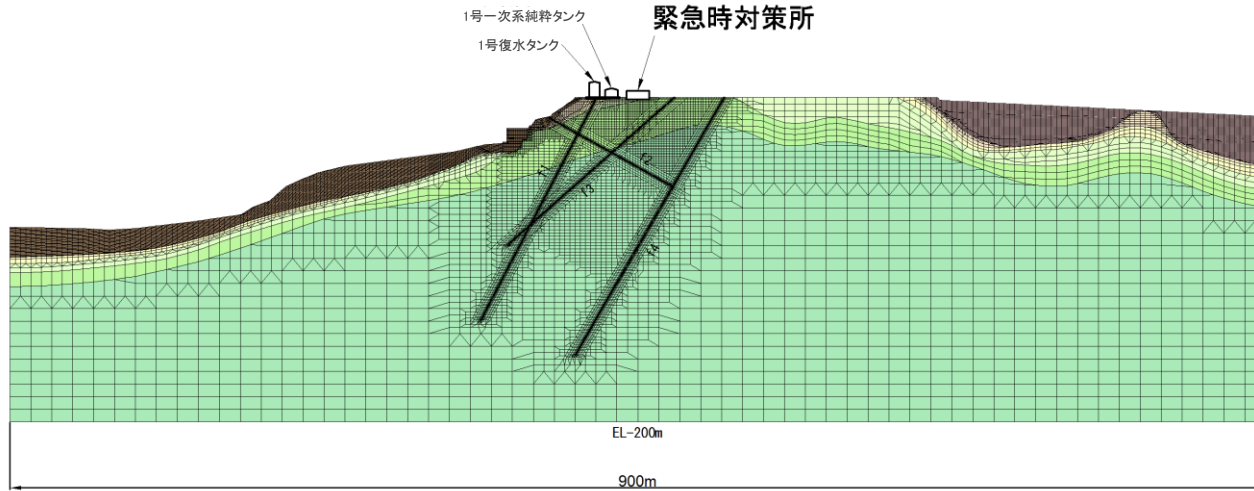
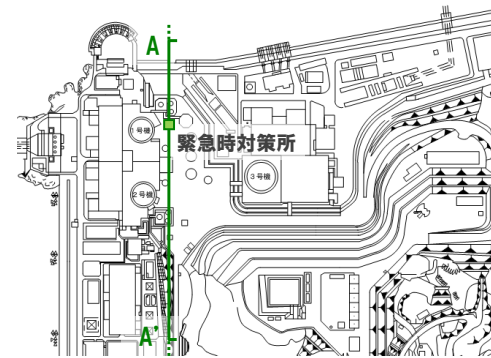
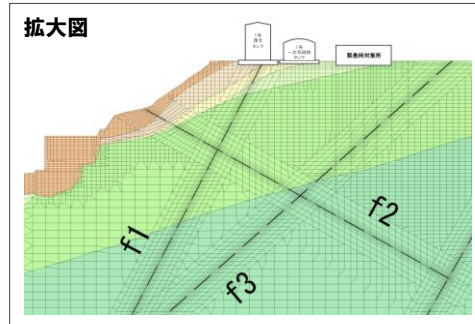
4. 地震力に対する基礎地盤の安定性評価 (2) モデルの作成

## 緊急時対策所 (A-A'断面 解析用要素分割図)

平成27年3月13日  
審査会合資料再掲

凡例

|          |               |  |
|----------|---------------|--|
| I 級      | Vs = 2.7 km/s |  |
|          | Vs = 2.3 km/s |  |
|          | Vs = 1.7 km/s |  |
| II 級     |               |  |
| III 級    |               |  |
| III 級 ①  |               |  |
| III 級 ②  |               |  |
| 断層 (軟質無) |               |  |



解析用要素分割図 (A-A'断面)

# 解析用要素分割図 D-D'断面(重油タンク)

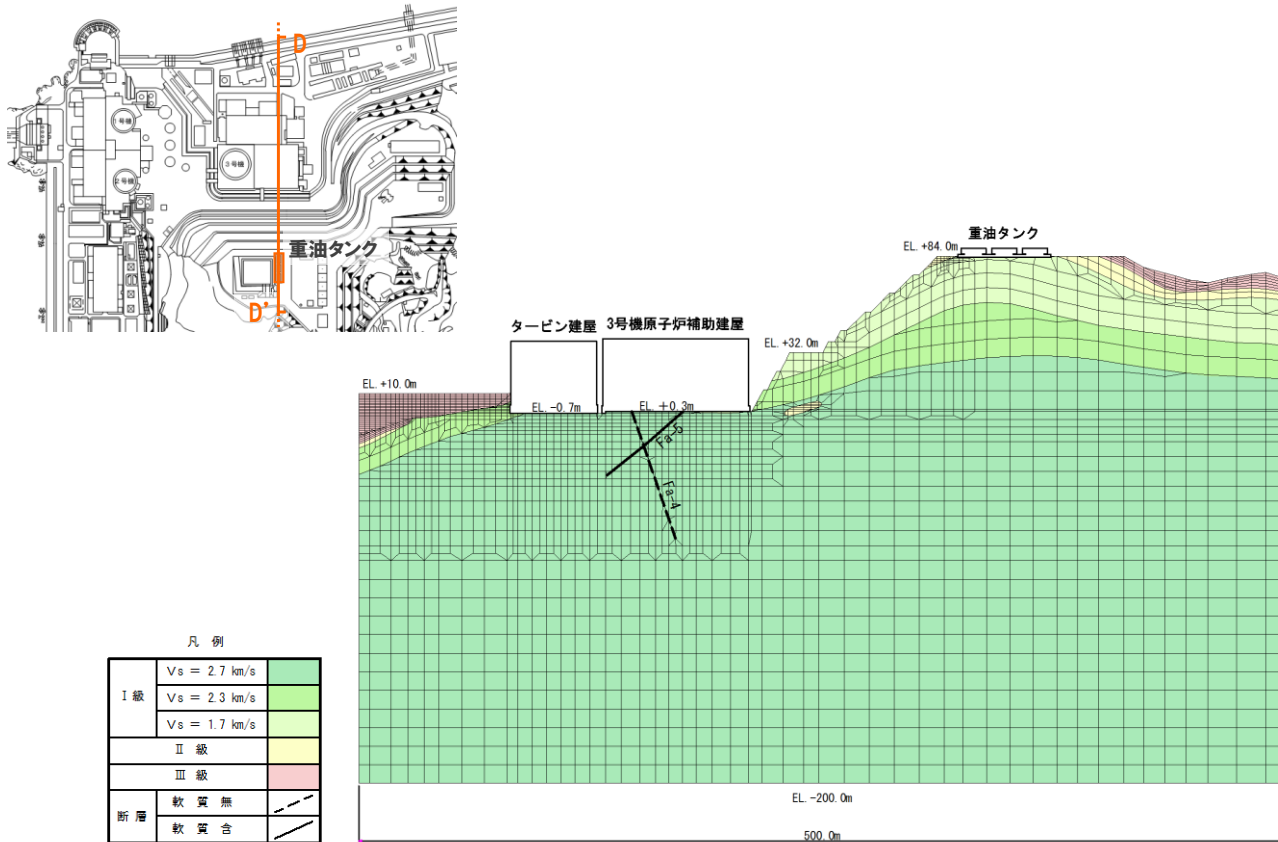
○ D-D'断面の評価については、平成27年7月15日許可(再稼働許可)の解析モデルを用いた。

平成27年6月3日再稼働許可まとめ資料を再掲

4. 地震力に対する基礎地盤の安定性評価 (2) モデルの作成

## 重油タンク (D-D' 断面) 解析用要素分割図

平成27年3月13日  
審査会合資料再掲



凡例

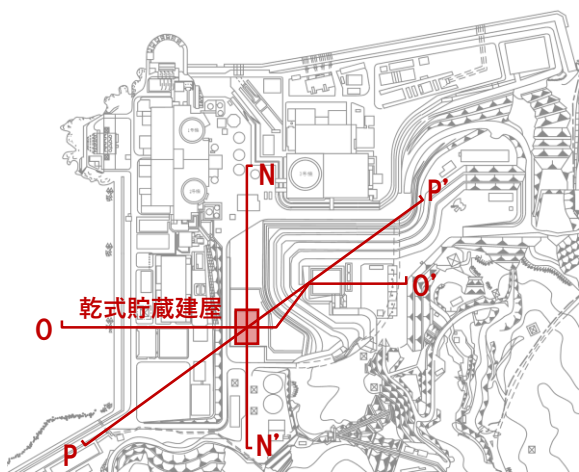
|       |               |  |
|-------|---------------|--|
| I 級   | Vs = 2.7 km/s |  |
|       | Vs = 2.3 km/s |  |
|       | Vs = 1.7 km/s |  |
| II 級  |               |  |
| III 級 |               |  |
| 断層    | 軟質無           |  |
|       | 軟質有           |  |

解析用要素分割図 (D-D' 断面)

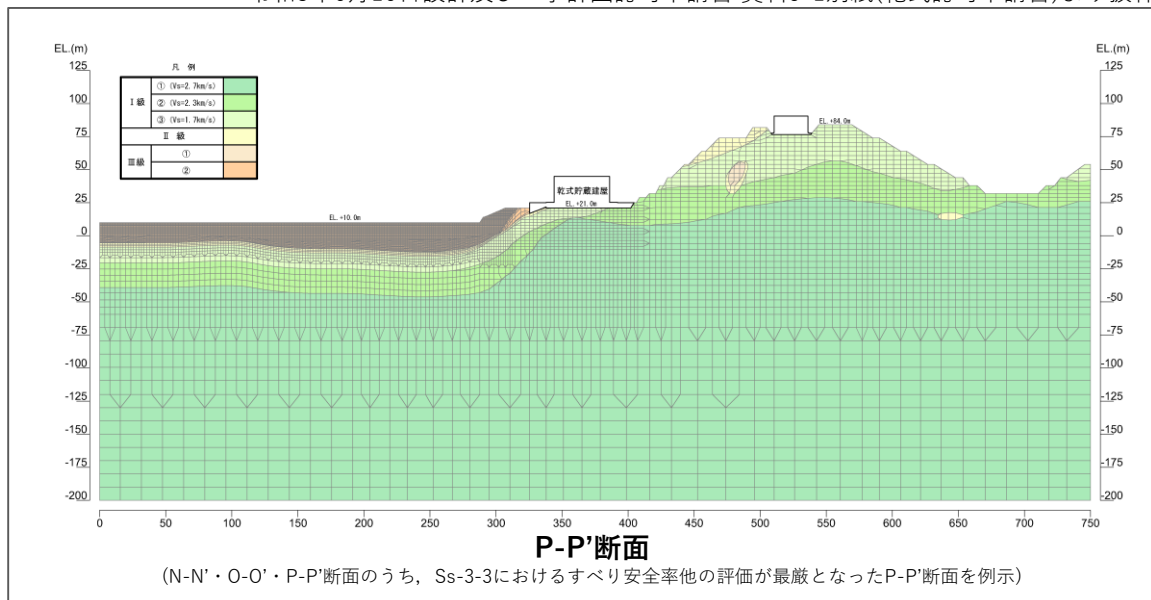
# 解析用要素分割図 N-N'・O-O'・P-P'断面(乾式貯蔵建屋) 1/3

○ N-N'・O-O'・P-P'断面の評価については、令和3年7月7日認可(乾式認可)の解析モデルを用いた。当該解析モデルを用いる理由について以降のページに示す。

令和3年6月10日設計及び工事計画認可申請書 資料9-1別紙(乾式認可申請書)より抜粋



解析対象断面位置図



# 解析用要素分割図 N-N'・O-O'・P-P'断面(乾式貯蔵建屋) 2/3

- 令和2年9月16日許可(乾式許可)においては、N-N'・O-O'・P-P'断面の解析モデル上における乾式貯蔵建屋について、総重量を $7.1 \times 10^4 \text{ t}$  (695,800 kN)として評価を実施しており、許可を得ている。

令和2年5月18日乾式許可まとめ資料を再掲し、一部追記(赤枠囲み)

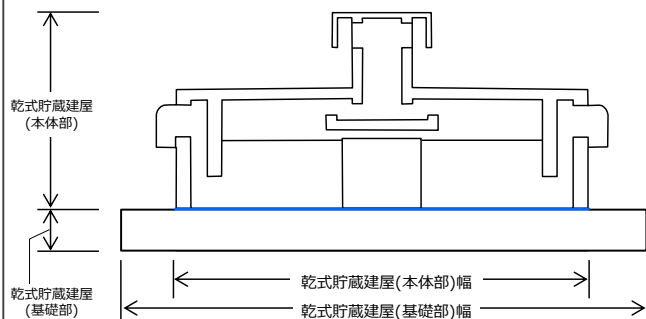
## 4. 地震力に対する基礎地盤の安定性評価 (2)解析モデルの作成

### 乾式貯蔵建屋のモデル化

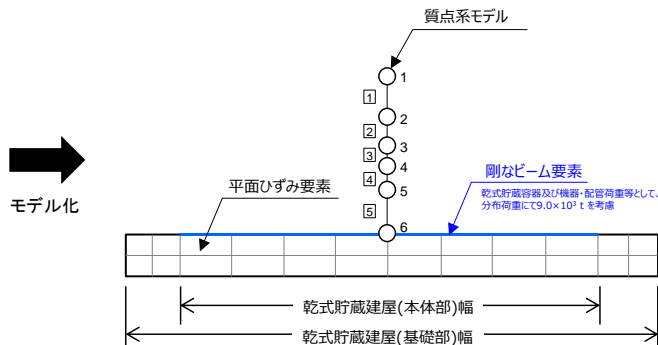
- 乾式貯蔵建屋が地盤の応答に与える影響を反映するため、水平・鉛直方向の応答を適切に再現できるモデルを地盤の動的解析に考慮する。
- 乾式貯蔵建屋(本体部)については質点系、乾式貯蔵建屋(基礎部)については平面ひずみ要素でそれぞれモデル化する。
- なお、乾式貯蔵建屋以外の周辺の建屋についてもモデルに考慮する。

<参考資料> p117参照 (⑦周辺建造物のモデル化について)

乾式貯蔵建屋の概略図 (O-O'断面)



乾式貯蔵建屋のモデル化 (O-O'断面)



乾式貯蔵建屋(本体部)の総重量 :  $3.1 \times 10^4 \text{ t}$   
 乾式貯蔵建屋(基礎部)の総重量 :  $3.1 \times 10^4 \text{ t}$   
 乾式貯蔵容器※及び機器・配管荷重等の総重量 :  $9.0 \times 10^3 \text{ t}$

※乾式貯蔵容器として140t/基×最大45基を設定

**計  $7.1 \times 10^4 \text{ t}$**

質点系モデル諸元

| 質点 No. | 位置 (m)   | 質量 (t)            |
|--------|----------|-------------------|
| 1      | EL.+45.3 | $3.8 \times 10^3$ |
| 2      | EL.+40.8 | $3.7 \times 10^3$ |
| 3      | EL.+37.4 | $8.4 \times 10^3$ |
| 4      | EL.+34.2 | $5.5 \times 10^3$ |
| 5      | EL.+31.3 | $6.1 \times 10^3$ |
| 6      | EL.+25.0 | $3.5 \times 10^3$ |

| 部材 No. | せん断弾性係数 (kN/m <sup>2</sup> ) | せん断断面積 (m <sup>2</sup> ) | 軸断面積 (m <sup>2</sup> ) | 断面二次モーメント (m <sup>4</sup> ) |
|--------|------------------------------|--------------------------|------------------------|-----------------------------|
| ①      | $9.82 \times 10^6$           | $1.86 \times 10^2$       | $2.88 \times 10^2$     | $2.96 \times 10^4$          |
| ②      | $9.82 \times 10^6$           | $2.08 \times 10^2$       | $3.49 \times 10^2$     | $3.10 \times 10^4$          |
| ③      | $9.82 \times 10^6$           | $2.78 \times 10^2$       | $5.19 \times 10^2$     | $8.02 \times 10^4$          |
| ④      | $9.82 \times 10^6$           | $2.68 \times 10^2$       | $5.10 \times 10^2$     | $8.02 \times 10^4$          |
| ⑤      | $9.82 \times 10^6$           | $2.42 \times 10^2$       | $4.69 \times 10^2$     | $7.99 \times 10^4$          |

## 解析用要素分割図 N-N'・O-O'・P-P'断面(乾式貯蔵建屋) 3/3

- 令和3年7月7日認可(乾式認可)においては、N-N'・O-O'・P-P'断面の解析モデル上における乾式貯蔵建屋の総重量について、設計進捗を反映し727,800 kN(許可時の重量より約4%増加)に変更した解析モデルで、Ss-1, Ss-2-1～Ss-2-8, Ss-3-1及びSs-3-2に関する評価を実施しており、認可を得ている。
- 以上のことから、今回のSs-3-3に関する評価について、最新の行政処分に使用した解析モデルである令和3年7月7日認可(乾式認可)の解析モデルを用いた。

令和3年6月10日設計及び工事計画認可申請書 資料9-12-1(乾式認可申請書)より抜粋し、一部追記(赤枠囲み)

| 部位        | 質点番号 | 質点位置<br>EL(m) | 重量(kN)  | 部材番号 | 断面積<br>(m <sup>2</sup> ) |
|-----------|------|---------------|---------|------|--------------------------|
| 上部<br>構造物 | 1    | 44.90         | 41,600  | 1    | 316                      |
|           | 2    | 40.90         | 36,500  | 2    | 348                      |
|           | 3    | 37.10         | 86,400  | 3    | 522                      |
|           | 4    | 34.26         | 49,900  | 4    | 491                      |
|           | 5    | 31.30         | 69,400  | 5    | 484                      |
| 基礎        | 7    | 23.00         | 444,000 |      |                          |
| 総重量       |      |               | 727,800 |      |                          |

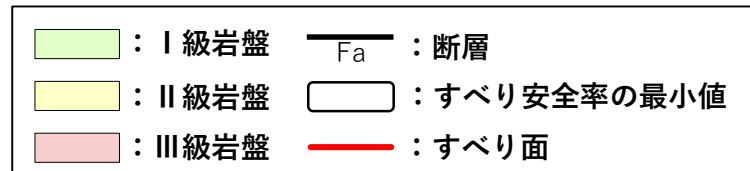
地震応答解析モデル諸元(鉛直方向)



- 
1. 評価方針
  2. 基準地震動の概要
  3. 解析用物性値
  4. 地震力に対する基礎地盤の安定性評価
    - 4.1 解析用要素分割図
    - 4.2 評価① 基礎地盤のすべり**
    - 4.3 評価② 基礎の支持力
    - 4.4 評価③ 基礎底面の傾斜
  5. 周辺斜面の安定性評価
    - 5.1 解析用要素分割図
    - 5.2 評価結果
  6. まとめ

## すべり安全率 X-X'断面(原子炉建屋)

○ Ss-3-3に関する評価結果を示す。評価基準値1.5を上回ることを確認した。



|   | すべり面形状                                   | 基準地震動            | 最小すべり安全率<br>[発生時刻(秒)]    |
|---|--|------------------|--------------------------|
| 1 | <br>基礎底面のすべり面                            | Ss-3-3<br>(+, +) | 4.2<br>[10.10]           |
| 2 | <br>断層(軟質含)沿いのすべり面<br>(モビライズド面を考慮したすべり面) | Ss-3-3<br>(-, +) | 2.0<br>(2.09)<br>[10.09] |
| 3 | <br>断層(軟質含)沿いのすべり面<br>(タービン建屋を含まない)      | Ss-3-3<br>(-, +) | 2.0<br>(2.06)<br>[10.09] |




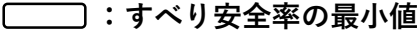

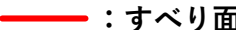

|   | すべり面形状                            | 基準地震動            | 最小すべり安全率<br>[発生時刻(秒)] |
|---|-----------------------------------|------------------|-----------------------|
| 4 | <br>断層(軟質含)沿いのすべり面<br>(タービン建屋を含む) | Ss-3-3<br>(+, -) | 2.7<br>[10.10]        |
| 5 | <br>断層(軟質含)及び断層(軟質無)沿いのすべり面       | Ss-3-3<br>(-, +) | 3.4<br>[10.10]        |

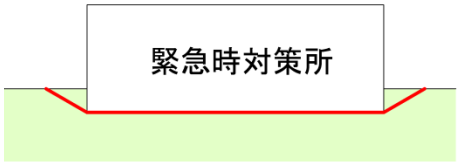
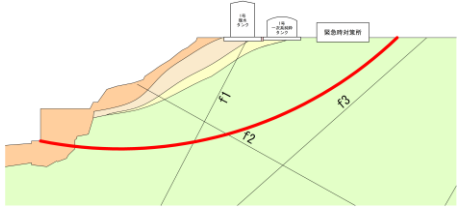
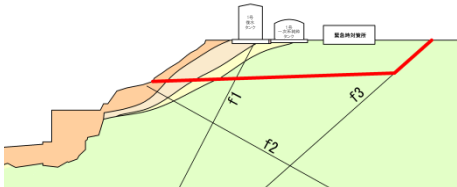
※ 基準地震動の(+, +)は位相反転なし, (-, +)は水平反転, (+, -)は鉛直反転, (-, -)は水平反転かつ鉛直反転を示す。

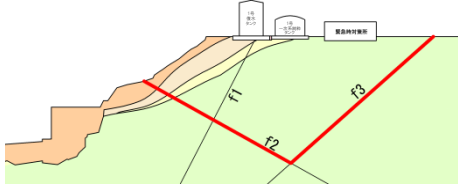
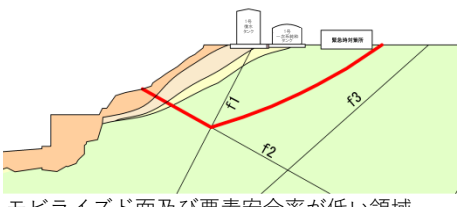
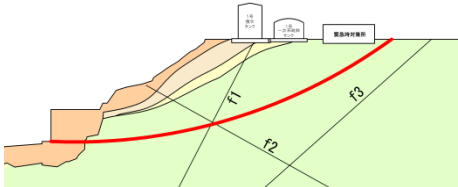
※ 類似したすべり面形状については, 安全率が最も小さいものについて掲載。

## すべり安全率 A-A'断面(緊急時対策所)

○ Ss-3-3に関する評価結果を示す。評価基準値1.5を上回ることを確認した。

|   |       |   |            |
|---|-------|---|------------|
|  | Ⅰ級岩盤  |  | 断層         |
|  | Ⅱ級岩盤  |  | すべり安全率の最小値 |
|  | Ⅲ級岩盤① |  | すべり面       |
|  | Ⅲ級岩盤② |   |            |

|   | すべり面形状  | 基準地震動           | 最小すべり安全率<br>[発生時刻(秒)] |
|---|---|-----------------|-----------------------|
| 1 | <br>緊急時対策所<br>基礎底面のすべり面                    | Ss-3-3<br>(+,+) | 19.4<br>[10.10]       |
| 2 | <br>簡便法によるすべり面                             | Ss-3-3<br>(+,+) | 3.1<br>[10.10]        |
| 3 | <br>モビライズド面及び要素安全率が低い領域を考慮したすべり面 (断層～岩盤) | Ss-3-3<br>(+,+) | 3.6<br>[10.10]        |

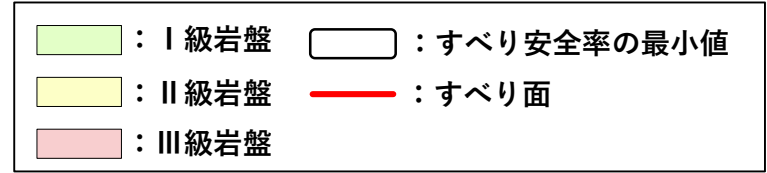
|   | すべり面形状  | 基準地震動           | 最小すべり安全率<br>[発生時刻(秒)] |
|---|---|-----------------|-----------------------|
| 4 | <br>モビライズド面及び要素安全率が低い領域を考慮したすべり面 (断層～断層) | Ss-3-3<br>(+,+) | <b>2.4</b><br>[10.10] |
| 5 | <br>モビライズド面及び要素安全率が低い領域を考慮したすべり面 (岩盤～断層) | Ss-3-3<br>(+,+) | 4.1<br>[10.10]        |
| 6 | <br>モビライズド面を考慮したすべり面 (岩盤)              | Ss-3-3<br>(+,+) | 3.0<br>[10.10]        |

※ 基準地震動の(+,+)は位相反転なし, (-,+ )は水平反転, (+,-)は鉛直反転, (-,-)は水平反転かつ鉛直反転を示す。

※ 類似したすべり面形状については、安全率が最も小さいものについて掲載。

## すべり安全率 D-D'断面(重油タンク)

○ Ss-3-3に関する評価結果を示す。評価基準値1.5を上回ることを確認した。



|   | すべり面形状                  | 基準地震動           | 最小すべり安全率<br>[発生時刻(秒)] |
|---|-------------------------|-----------------|-----------------------|
| 1 | <br>基礎底面のすべり面           | Ss-3-3<br>(-,+) | 9.9<br>[10.12]        |
| 2 | <br>簡便法によるすべり面          | Ss-3-3<br>(+,-) | <b>2.5</b><br>[10.11] |
| 3 | <br>要素安全率が低い領域を考慮したすべり面 | Ss-3-3<br>(+,-) | 2.7<br>[10.12]        |


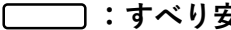

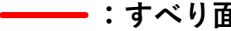


|   | すべり面形状                  | 基準地震動            | 最小すべり安全率<br>[発生時刻(秒)] |
|---|-------------------------|------------------|-----------------------|
| 4 | <br>要素安全率が低い領域を考慮したすべり面 | Ss-3-3<br>(-, -) | 2.8<br>[10.12]        |
| 5 | <br>モビライズド面を考慮したすべり面    | Ss-3-3<br>(+,-)  | 2.7<br>[10.12]        |
| 6 | <br>モビライズド面を考慮したすべり面    | Ss-3-3<br>(-,+)  | 3.4<br>[10.12]        |

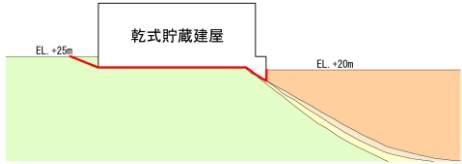
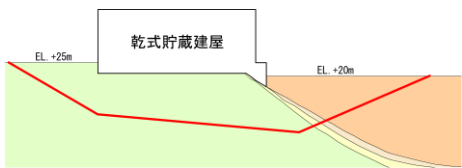
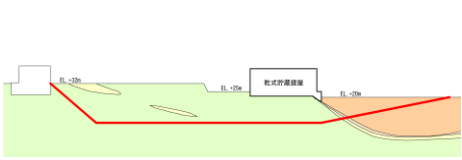
※ 基準地震動の(+,+)は位相反転なし, (-,+ )は水平反転, (+,-)は鉛直反転, (-,-)は水平反転かつ鉛直反転を示す。

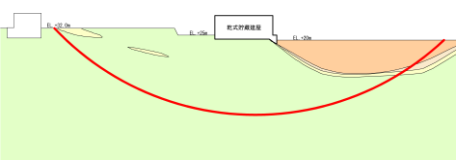
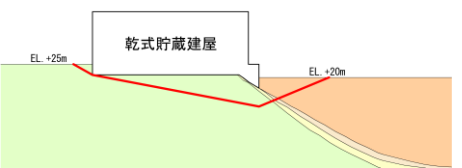
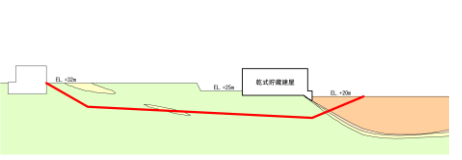
※ 類似したすべり面形状については、安全率が最も小さいものについて掲載。

## すべり安全率 N-N'断面(乾式貯蔵建屋)

○ Ss-3-3に関する評価結果を示す。評価基準値1.5を上回ることを確認した。

|   |       |   |            |
|---|-------|---|------------|
|  | Ⅰ級岩盤  |  | すべり安全率の最小値 |
|  | Ⅱ級岩盤  |  | すべり面       |
|  | Ⅲ級岩盤① |   |            |
|  | Ⅲ級岩盤② |   |            |

|   | すべり面形状   | 基準地震動           | 最小すべり安全率<br>[発生時刻(秒)] |
|---|--|-----------------|-----------------------|
| 1 | <br>基礎底面のすべり面                           | Ss-3-3<br>(-,+) | 5.4<br>[10.11]        |
| 2 | <br>建屋下部を通る深いすべり面<br>(パラメトリックに想定したすべり面) | Ss-3-3<br>(-,+) | 4.7<br>[10.10]        |
| 3 | <br>広範囲なすべり面<br>(パラメトリックに想定したすべり面)    | Ss-3-3<br>(-,+) | <b>3.8</b><br>[10.10] |


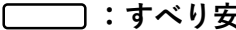




|   | すべり面形状  | 基準地震動           | 最小すべり安全率<br>[発生時刻(秒)] |
|---|---|-----------------|-----------------------|
| 4 | <br>簡便法によるすべり面                       | Ss-3-3<br>(-,+) | 4.3<br>[10.10]        |
| 5 | <br>建屋下部を通る浅いすべり面<br>(応力状態を考慮したすべり面) | Ss-3-3<br>(-,+) | 5.0<br>[10.11]        |
| 6 | <br>広範囲なすべり面<br>(応力状態を考慮したすべり面)    | Ss-3-3<br>(-,+) | 4.0<br>[10.10]        |

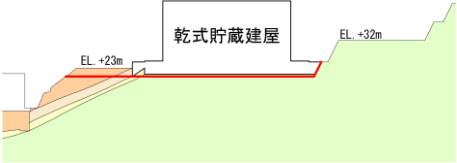
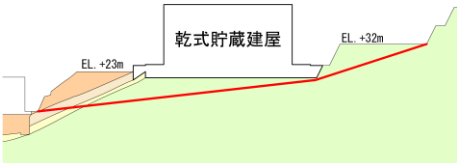
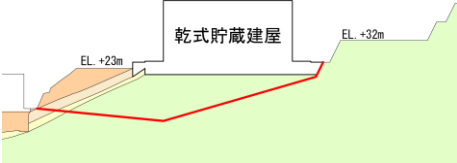
※ 基準地震動の(+,+)は位相反転なし, (-,+ )は水平反転, (+,-)は鉛直反転, (-,-)は水平反転かつ鉛直反転を示す。

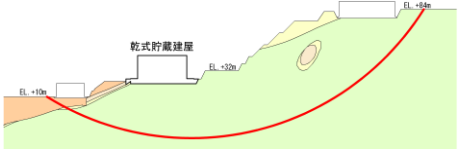

※ 類似したすべり面形状については、安全率が最も小さいものについて掲載。

## すべり安全率 O-O'断面(乾式貯蔵建屋)

○ Ss-3-3に関する評価結果を示す。評価基準値1.5を上回ることを確認した。

|   |       |   |            |
|---|-------|---|------------|
|  | Ⅰ級岩盤  |  | すべり安全率の最小値 |
|  | Ⅱ級岩盤  |  | すべり面       |
|  | Ⅲ級岩盤① |   |            |
|  | Ⅲ級岩盤② |   |            |

|   | すべり面形状   | 基準地震動           | 最小すべり安全率<br>[発生時刻(秒)] |
|---|--|-----------------|-----------------------|
| 1 | <br>基礎底面のすべり面                             | Ss-3-3<br>(+,+) | 6.8<br>[10.11]        |
| 2 | <br>建屋下部を通る浅いすべり面<br>(パラメトリックに想定したすべり面)   | Ss-3-3<br>(+,+) | 4.5<br>[10.11]        |
| 3 | <br>建屋下部を通る深いすべり面<br>(パラメトリックに想定したすべり面) | Ss-3-3<br>(+,+) | 5.3<br>[10.10]        |







|   | すべり面形状   | 基準地震動           | 最小すべり安全率<br>[発生時刻(秒)] |
|---|--|-----------------|-----------------------|
| 4 | <br>簡便法によるすべり面    | Ss-3-3<br>(+,+) | 3.3<br>[10.11]        |
| 5 | <br>応力状態を考慮したすべり面 | Ss-3-3<br>(+,-) | <b>3.2</b><br>[10.12] |

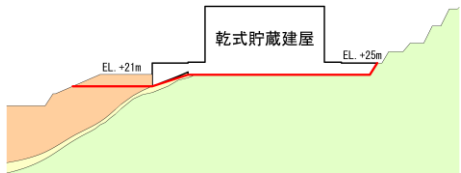
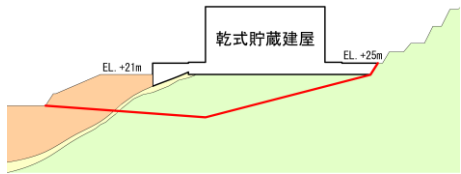
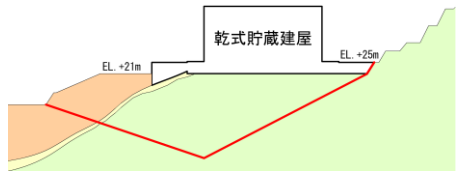
※ 基準地震動の(+,+)は位相反転なし, (-,+ )は水平反転, (+,-)は鉛直反転, (-,-)は水平反転かつ鉛直反転を示す。

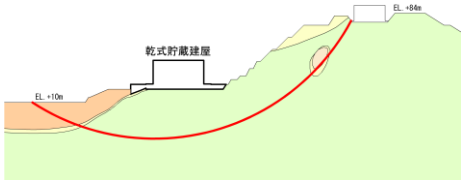
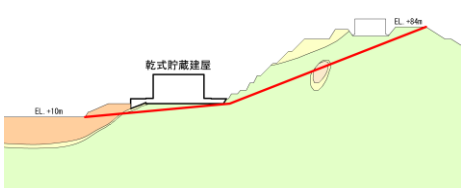
※ 類似したすべり面形状については、安全率が最も小さいものについて掲載。

## すべり安全率 P-P'断面(乾式貯蔵建屋)

○ Ss-3-3に関する評価結果を示す。評価基準値1.5を上回ることを確認した。

|   |       |   |            |
|---|-------|---|------------|
|  | Ⅰ級岩盤  |  | すべり安全率の最小値 |
|  | Ⅱ級岩盤  |  | すべり面       |
|  | Ⅲ級岩盤① |   |            |
|  | Ⅲ級岩盤② |   |            |

|   | すべり面形状   | 基準地震動           | 最小すべり安全率<br>[発生時刻(秒)] |
|---|--|-----------------|-----------------------|
| 1 | <br>基礎底面のすべり面                             | Ss-3-3<br>(+,+) | 5.9<br>[10.11]        |
| 2 | <br>建屋下部を通る浅いすべり面<br>(パラメトリックに想定したすべり面)   | Ss-3-3<br>(+,+) | 4.9<br>[10.10]        |
| 3 | <br>建屋下部を通る深いすべり面<br>(パラメトリックに想定したすべり面) | Ss-3-3<br>(+,+) | 6.4<br>[10.09]        |

|   | すべり面形状   | 基準地震動           | 最小すべり安全率<br>[発生時刻(秒)] |
|---|--|-----------------|-----------------------|
| 4 | <br>簡便法によるすべり面    | Ss-3-3<br>(+,+) | <b>3.1</b><br>[10.10] |
| 5 | <br>応力状態を考慮したすべり面 | Ss-3-3<br>(+,-) | 3.4<br>[10.12]        |

※ 基準地震動の(+,+)は位相反転なし, (-,+ )は水平反転, (+,-)は鉛直反転, (-,-)は水平反転かつ鉛直反転を示す。

※ 類似したすべり面形状については、安全率が最も小さいものについて掲載。

- 
1. 評価方針
  2. 基準地震動の概要
  3. 解析用物性値
  4. 地震力に対する基礎地盤の安定性評価
    - 4.1 解析用要素分割図
    - 4.2 評価① 基礎地盤のすべり
    - 4.3 評価② 基礎の支持力
    - 4.4 評価③ 基礎底面の傾斜
  5. 周辺斜面の安定性評価
    - 5.1 解析用要素分割図
    - 5.2 評価結果
  6. まとめ



# 基礎地盤の支持力

- Ss-3-3に関する評価結果を示す。最大接地圧は、評価基準値(7.84N/mm<sup>2</sup>)を下回っていることから、基礎地盤は十分な支持力を有している。

| 評価断面            | 基準地震動       | 最大接地圧<br>(N/mm <sup>2</sup> )<br>[発生時刻(秒)] | 評価基準値<br>(N/mm <sup>2</sup> ) |
|-----------------|-------------|--|-------------------------------|
| X-X'断面 (原子炉建屋)  | Ss-3-3(-,+) | 1.77<br>[10.13]                            | 7.84                          |
| A-A'断面 (緊急時対策所) | Ss-3-3(+,+) | 0.23<br>[12.36]                            |                               |
| D-D'断面 (重油タンク)  | Ss-3-3(+,-) | 0.23<br>[13.84]                            |                               |
| N-N'断面 (乾式貯蔵建屋) | Ss-3-3(+,-) | 0.48<br>[10.11]                            |                               |
| O-O'断面 (乾式貯蔵建屋) | Ss-3-3(-,+) | 0.47<br>[10.11]                            |                               |
| P-P'断面 (乾式貯蔵建屋) | Ss-3-3(-,+) | 0.49<br>[10.11]                            |                               |

※ 基準地震動の(+,+)は位相反転なし、(-,+)は水平反転、(+,-)は鉛直反転、(-,-)は水平反転かつ鉛直反転を示す。

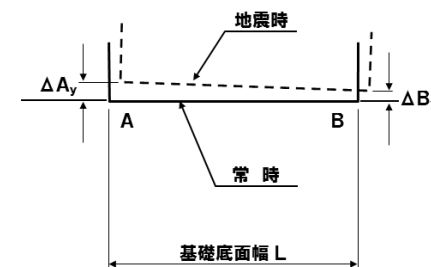
- 
1. 評価方針
  2. 基準地震動の概要
  3. 解析用物性値
  4. 地震力に対する基礎地盤の安定性評価
    - 4.1 解析用要素分割図
    - 4.2 評価① 基礎地盤のすべり
    - 4.3 評価② 基礎の支持力
    - 4.4 評価③ 基礎底面の傾斜
  5. 周辺斜面の安定性評価
    - 5.1 解析用要素分割図
    - 5.2 評価結果
  6. まとめ

# 基礎底面の傾斜

- Ss-3-3に関する評価結果を示す。基礎底面に生じる傾斜は、評価基準値の目安である1/2,000を下回っていることから、重要な機器・システムの安全機能に支障を与えるものではない。

| 評価断面            | 基準地震動        | 最大相対変位<br>  $\Delta A_y - \Delta B_y$  <br>[発生時刻(秒)] | 最大傾斜<br>  $\frac{\Delta A_y - \Delta B_y}{L}$ |
|-----------------|--------------|--|---|
| X-X'断面 (原子炉建屋)  | Ss-3-3(+, +) | 0.12cm<br>[14.42]                                    | 1/62,000<br>(L=76.4m)                         |
| A-A'断面 (緊急時対策所) | Ss-3-3(+, +) | 0.02cm<br>[14.37]                                    | 1/81,000<br>(L=16.3m)                         |
| D-D'断面 (重油タンク)  | Ss-3-3(+, +) | 0.10cm<br>[10.15]                                    | 1/49,000<br>(L=50.2m)                         |
| N-N'断面 (乾式貯蔵建屋) | Ss-3-3(-, +) | 0.07cm<br>[10.12]                                    | 1/82,000<br>(L=59.0m)                         |
| O-O'断面 (乾式貯蔵建屋) | Ss-3-3(-, +) | 0.08cm<br>[11.35]                                    | 1/67,000<br>(L=54.0m)                         |
| P-P'断面 (乾式貯蔵建屋) | Ss-3-3(+, +) | 0.07cm<br>[14.79]                                    | 1/76,000<br>(L=54.0m)                         |

※ 基準地震動の(+, +)は位相反転なし, (-, +)は水平反転, (+, -)は鉛直反転, (-, -)は水平反転かつ鉛直反転を示す。



- 
1. 評価方針
  2. 基準地震動の概要
  3. 解析用物性値
  4. 地震力に対する基礎地盤の安定性評価
    - 4.1 解析用要素分割図
    - 4.2 評価① 基礎地盤のすべり
    - 4.3 評価② 基礎の支持力
    - 4.4 評価③ 基礎底面の傾斜
  5. 周辺斜面の安定性評価
    - 5.1 解析用要素分割図
    - 5.2 評価結果
  6. まとめ

# 評価方法

- 周辺斜面の安定性評価に用いた解析用物性値、評価方法及び解析対象断面は、平成27年7月15日許可(再稼働許可)及び令和2年9月16日許可(乾式許可)と同様とした。
- 解析用要素分割図(構造物モデル含む)については、各解析対象断面における最新の行政処分を使用した解析モデルを用いた。

令和2年5月18日乾式許可まとめ資料を再掲

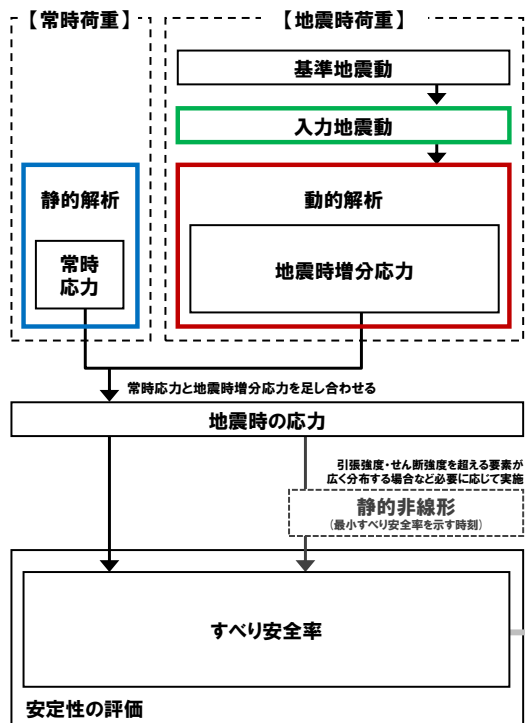
## 6. 周辺斜面の安定性評価

## 評価方法

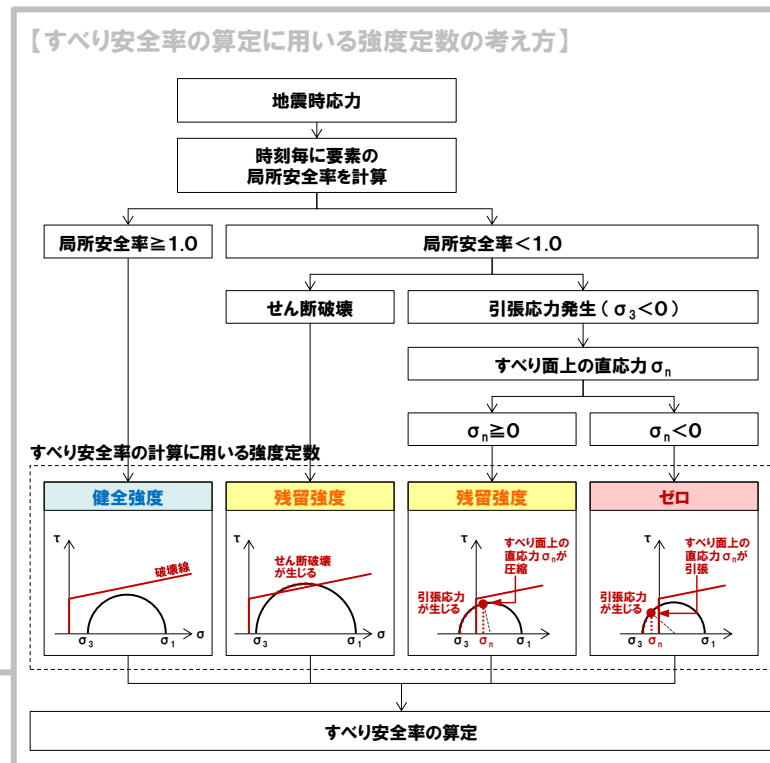
2019年7月5日  
審査会合資料再掲

- 下図に示す地盤の動的解析(周波数応答解析)により評価を実施する。動的解析は二次元動的有限要素法により実施し、水平動及び鉛直動を同時入力する。また、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する。

## 【安定性評価の全体フロー】



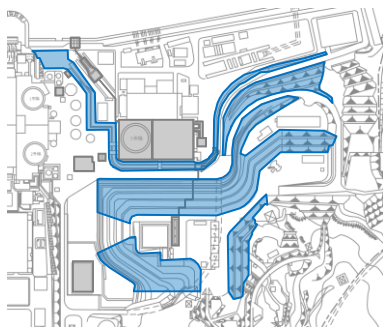
## 【すべり安全率の算定に用いる強度定数の考え方】



- 
1. 評価方針
  2. 基準地震動の概要
  3. 解析用物性値
  4. 地震力に対する基礎地盤の安定性評価
    - 4.1 解析用要素分割図
    - 4.2 評価① 基礎地盤のすべり
    - 4.3 評価② 基礎の支持力
    - 4.4 評価③ 基礎底面の傾斜
  5. 周辺斜面の安定性評価
    - 5.1 解析用要素分割図
    - 5.2 評価結果
  6. まとめ

# 解析用要素分割図 X-X'断面(原子炉建屋)

- 平成27年7月15日許可(再稼働許可)及び令和2年9月16日許可(乾式許可)においては、評価対象施設周辺の評価対象斜面から地形等を考慮して評価対象断面を選定したうえで、簡便法等を用いて解析対象断面(4断面：X-X'・C-C'・O-O'・P-P'断面)を選定した。



評価対象斜面位置図

- X-X'断面の評価については、平成27年7月15日許可(再稼働許可)の解析モデルを用いた。

平成27年6月3日再稼働許可まとめ資料を再掲

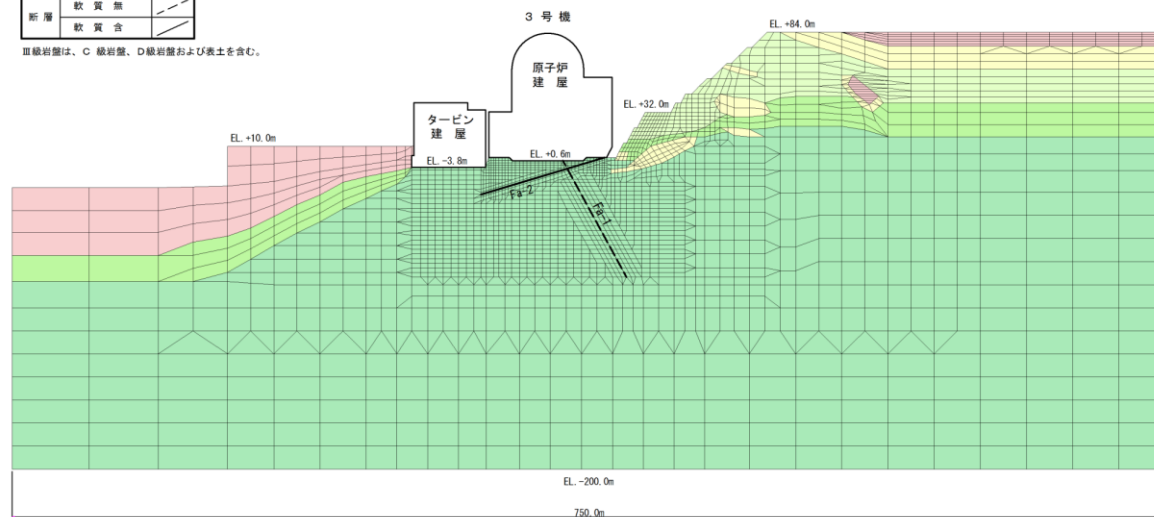
平成27年3月13日  
審査会合資料再掲

## 7. 周辺斜面の安定性評価 (2) モデルの作成

## 解析用要素分割図 (X-X'断面)

| 凡例   |               |
|------|---------------|
| I級   | Vs = 2.7 km/s |
|      | Vs = 2.3 km/s |
|      | Vs = 1.7 km/s |
| II級  |               |
| III級 |               |
| 新層   | 軟質無           |
|      | 軟質含           |

III級岩盤は、C級岩盤、D級岩盤および表土を含む。

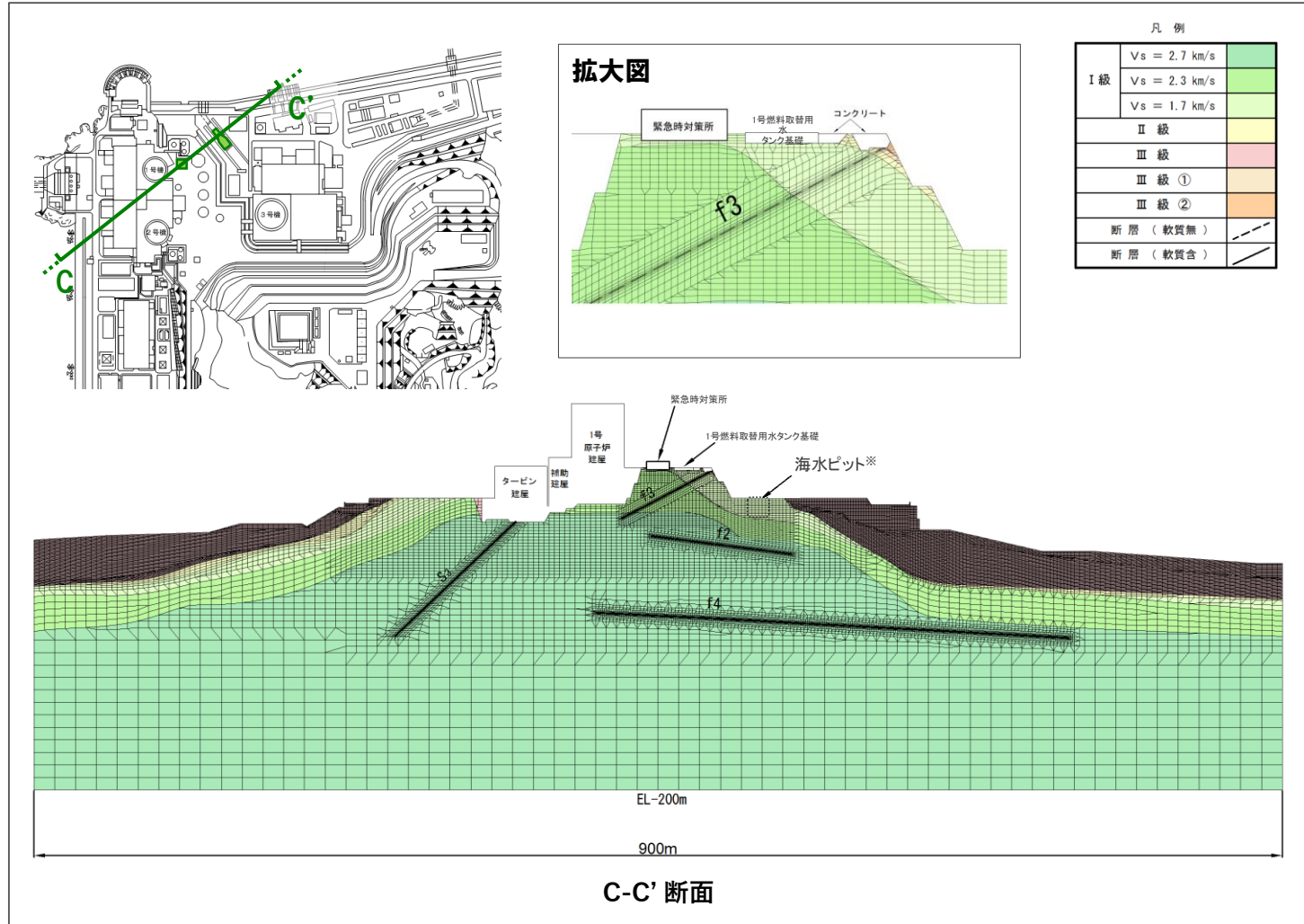


解析用要素分割図 (X-X'断面)

# 解析用要素分割図 C-C'断面(海水ピット)

○ C-C'断面の評価については、平成27年7月15日許可(再稼働許可)の解析モデルを用いた。

平成27年6月3日再稼働許可まとめ資料を再掲し、一部追記(※海水ピットの位置を追記)

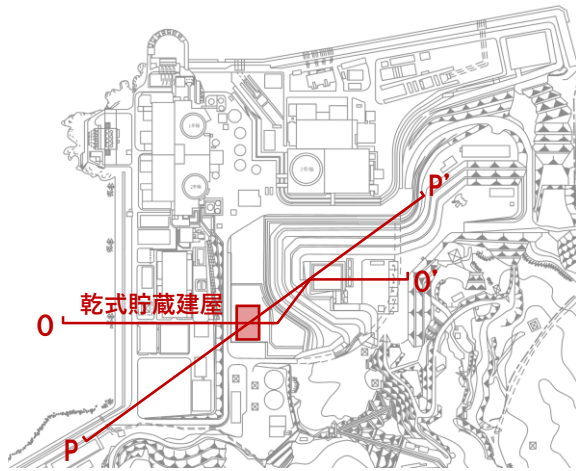




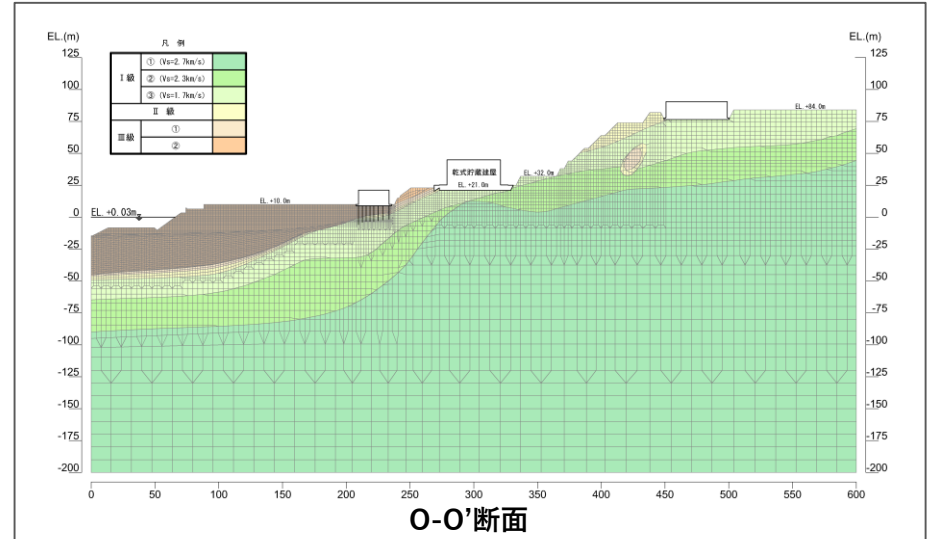
# 解析用要素分割図 O-O'・P-P'断面(乾式貯蔵建屋)

- O-O'・P-P'断面の評価については、令和3年7月7日認可(乾式認可)の解析モデルを用いた。当該解析モデルを用いる理由については、本資料P23～P24に示した通りである。なお、当該解析モデルを用いたSs-1, Ss-2-1～Ss-2-8, Ss-3-1及びSs-3-2に関する評価は令和3年7月7日認可(乾式認可)にて確認済である。

令和3年6月10日設計及び工事計画認可申請書 資料9-1別紙(乾式認可申請書)より抜粋

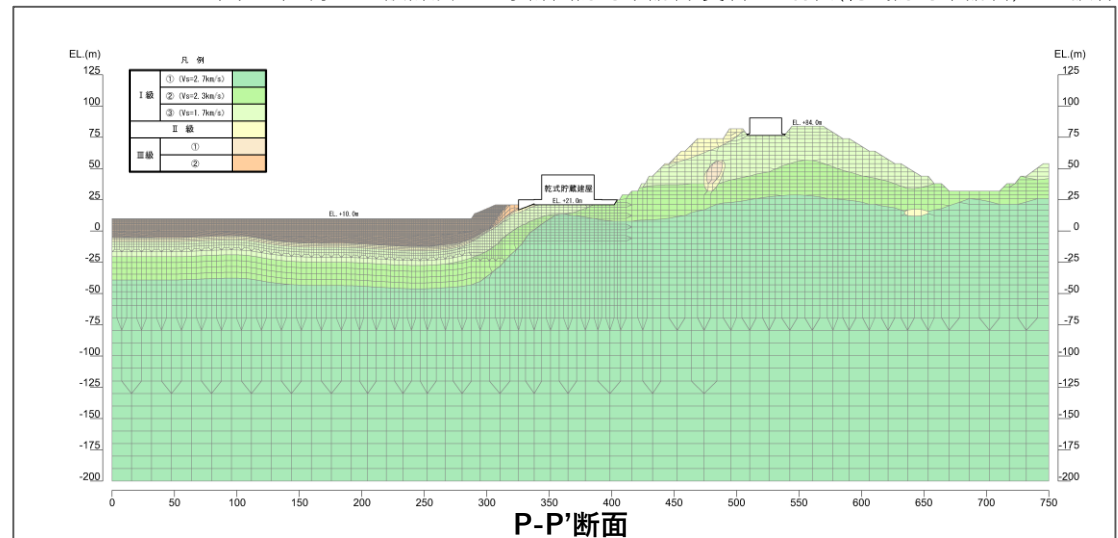


解析対象断面位置図



O-O'断面

令和3年6月10日設計及び工事計画認可申請書 資料9-1別紙(乾式認可申請書)より抜粋

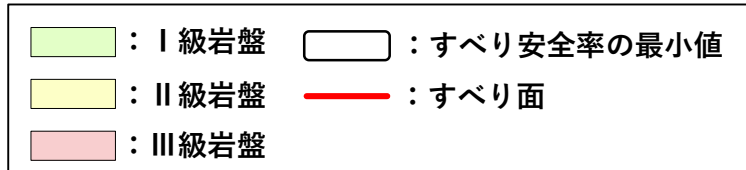


P-P'断面

- 
1. 評価方針
  2. 基準地震動の概要
  3. 解析用物性値
  4. 地震力に対する基礎地盤の安定性評価
    - 4.1 解析用要素分割図
    - 4.2 評価① 基礎地盤のすべり
    - 4.3 評価② 基礎の支持力
    - 4.4 評価③ 基礎底面の傾斜
  5. 周辺斜面の安定性評価
    - 5.1 解析用要素分割図
    - 5.2 評価結果
  6. まとめ

## すべり安全率 X-X'断面(原子炉建屋)

○ Ss-3-3に関する評価結果を示す。評価基準値1.2を上回ることを確認した。



|   | すべり面形状                  | 基準地震動           | 最小すべり安全率<br>[発生時刻(秒)] |
|---|-------------------------|-----------------|-----------------------|
| 1 | <br>モビライズド面を考慮したすべり面    | Ss-3-3<br>(+,+) | 4.9<br>[10.10]        |
| 2 | <br>モビライズド面を考慮したすべり面    | Ss-3-3<br>(+,-) | 2.9<br>[10.12]        |
| 3 | <br>要素安全率が低い領域を考慮したすべり面 | Ss-3-3<br>(+,-) | <b>1.8</b><br>[10.13] |


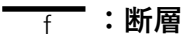

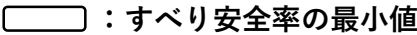

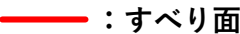

|   | すべり面形状         | 基準地震動           | 最小すべり安全率<br>[発生時刻(秒)] |
|---|----------------|-----------------|-----------------------|
| 4 | <br>簡便法によるすべり面 | Ss-3-3<br>(+,+) | 2.0<br>[10.10]        |
| 5 | <br>簡便法によるすべり面 | Ss-3-3<br>(+,-) | 2.0<br>[10.13]        |

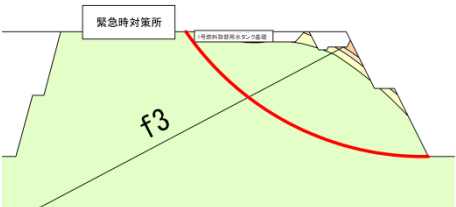
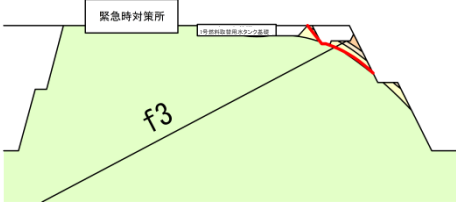
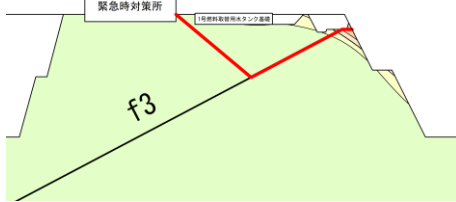
※ 基準地震動の(+,+)は位相反転なし, (-,+ )は水平反転, (+,-)は鉛直反転, (-,-)は水平反転かつ鉛直反転を示す。


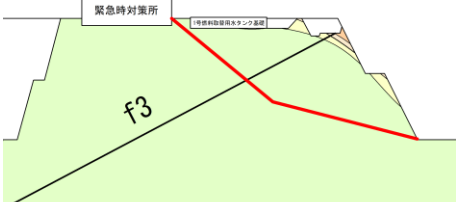
※ 類似したすべり面形状については、安全率が最も小さいものについて掲載。

## すべり安全率 C-C'断面(海水ピット)

○ Ss-3-3に関する評価結果を示す。評価基準値1.2を上回ることを確認した。

|   |       |   |            |
|---|-------|---|------------|
|  | Ⅰ級岩盤  |  | 断層         |
|  | Ⅱ級岩盤  |  | すべり安全率の最小値 |
|  | Ⅲ級岩盤① |  | すべり面       |
|  | Ⅲ級岩盤② |   |            |

|   | すべり面形状   | 基準地震動           | 最小すべり安全率<br>[発生時刻(秒)] |
|---|--|-----------------|-----------------------|
| 1 | <br>簡便法によるすべり面  | Ss-3-3<br>(-,+) | 3.8<br>[10.10]        |
| 2 | <br>法肩部のすべり面    | Ss-3-3<br>(-,+) | 4.3<br>[10.12]        |
| 3 | <br>断層沿いのすべり面 | Ss-3-3<br>(-,+) | 5.7<br>[15.36]        |


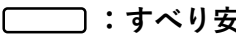

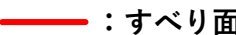


|   | すべり面形状   | 基準地震動           | 最小すべり安全率<br>[発生時刻(秒)] |
|---|--|-----------------|-----------------------|
| 4 | <br>要素安全率が低い領域を考慮したすべり面 | Ss-3-3<br>(-,+) | 3.7<br>[10.10]        |
| 5 | <br>モビライズド面を考慮したすべり面    | Ss-3-3<br>(-,+) | <b>3.1</b><br>[10.10] |

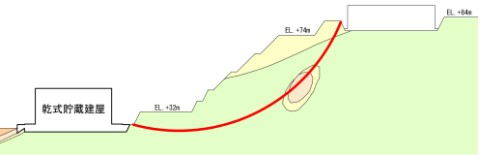
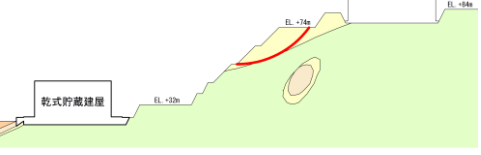
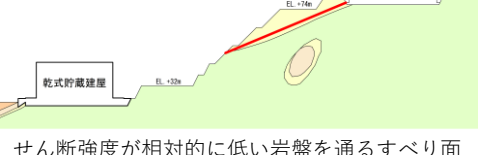
※ 基準地震動の(+,+)は位相反転なし, (-,+)は水平反転, (+,-)は鉛直反転, (-,-)は水平反転かつ鉛直反転を示す。


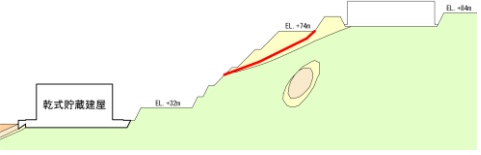
※ 類似したすべり面形状については、安全率が最も小さいものについて掲載。

## すべり安全率 O-O'断面(乾式貯蔵建屋)

○ Ss-3-3に関する評価結果を示す。評価基準値1.2を上回ることを確認した。

|   |       |   |            |
|---|-------|---|------------|
|  | Ⅰ級岩盤  |  | すべり安全率の最小値 |
|  | Ⅱ級岩盤  |  | すべり面       |
|  | Ⅲ級岩盤① |   |            |
|  | Ⅲ級岩盤② |   |            |

|   | すべり面形状   | 基準地震動            | 最小すべり安全率<br>[発生時刻(秒)] |
|---|--|------------------|-----------------------|
| 1 | <br>簡便法によるすべり面                                    | Ss-3-3<br>(+, -) | 3.3<br>[10.11]        |
| 2 | <br>せん断強度が相対的に低い岩盤を通るすべり面<br>(簡便法によるすべり面)         | Ss-3-3<br>(+, +) | 3.1<br>[10.11]        |
| 3 | <br>せん断強度が相対的に低い岩盤を通るすべり面<br>(パラメトリックに想定したすべり面) | Ss-3-3<br>(+, +) | 2.5<br>[10.11]        |







|   | すべり面形状  | 基準地震動            | 最小すべり安全率<br>[発生時刻(秒)] |
|---|---|------------------|-----------------------|
| 4 | <br>EL. +32m~EL.+84mに抜けるすべり面<br>(パラメトリックに想定したすべり面) | Ss-3-3<br>(+, +) | 3.1<br>[10.12]        |
| 5 | <br>応力状態を考慮したすべり面                                  | Ss-3-3<br>(+, +) | <b>2.3</b><br>[10.11] |

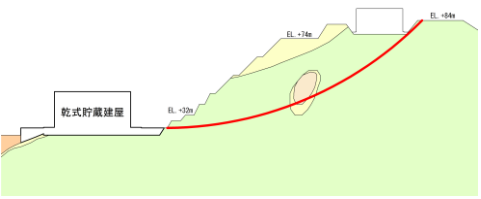
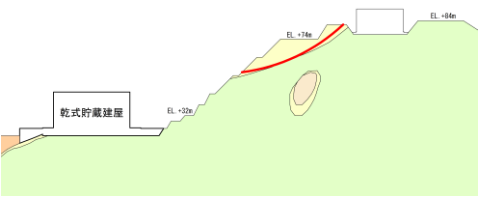
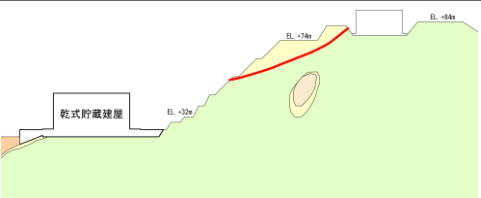
※ 基準地震動の(+,+)は位相反転なし, (-,+ )は水平反転, (+,-)は鉛直反転, (-,-)は水平反転かつ鉛直反転を示す。

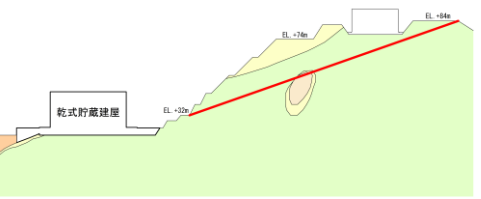
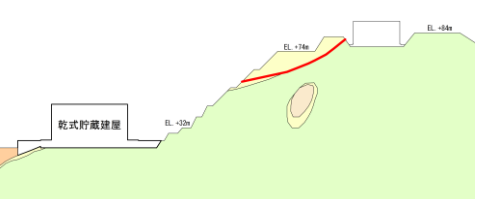
※ 類似したすべり面形状については、安全率が最も小さいものについて掲載。

## すべり安全率 P-P'断面(乾式貯蔵建屋)

○ Ss-3-3に関する評価結果を示す。評価基準値1.2を上回ることを確認した。

|   |       |   |            |
|---|-------|---|------------|
|  | Ⅰ級岩盤  |  | すべり安全率の最小値 |
|  | Ⅱ級岩盤  |  | すべり面       |
|  | Ⅲ級岩盤① |   |            |
|  | Ⅲ級岩盤② |   |            |

|   | すべり面形状   | 基準地震動            | 最小すべり安全率<br>[発生時刻(秒)] |
|---|--|------------------|-----------------------|
| 1 | <br>簡便法によるすべり面                                    | Ss-3-3<br>(+, -) | 2.3<br>[10.12]        |
| 2 | <br>せん断強度が相対的に低い岩盤を通るすべり面<br>(簡便法によるすべり面)         | Ss-3-3<br>(+, -) | 1.9<br>[10.12]        |
| 3 | <br>せん断強度が相対的に低い岩盤を通るすべり面<br>(パラメトリックに想定したすべり面) | Ss-3-3<br>(+, -) | 1.9<br>[10.12]        |

|   | すべり面形状   | 基準地震動            | 最小すべり安全率<br>[発生時刻(秒)] |
|---|--|------------------|-----------------------|
| 4 | <br>EL.+32m~EL.+84mに抜けるすべり面<br>(パラメトリックに想定したすべり面) | Ss-3-3<br>(+, -) | 2.8<br>[10.12]        |
| 5 | <br>応力状態を考慮したすべり面                                 | Ss-3-3<br>(+, -) | <b>1.6</b><br>[10.12] |

※ 基準地震動の(+,+)は位相反転なし, (-,+ )は水平反転, (+,-)は鉛直反転, (-,-)は水平反転かつ鉛直反転を示す。

※ 類似したすべり面形状については、安全率が最も小さいものについて掲載。

- 
1. 評価方針
  2. 基準地震動の概要
  3. 解析用物性値
  4. 地震力に対する基礎地盤の安定性評価
    - 4.1 解析用要素分割図
    - 4.2 評価① 基礎地盤のすべり
    - 4.3 評価② 基礎の支持力
    - 4.4 評価③ 基礎底面の傾斜
  5. 周辺斜面の安定性評価
    - 5.1 解析用要素分割図
    - 5.2 評価結果
  6. まとめ

- 耐震重要施設・常設重大事故等対処施設<sup>※1</sup>・使用済燃料乾式貯蔵施設<sup>※2</sup>の基礎地盤及び周辺斜面の**Ss-3-3：震源を特定せず策定する地震動(標準応答スペクトル)**に対する安定性評価について、設置許可基準規則<sup>※3</sup>第3条・第4条・第38条・第39条に適合していることを審査ガイド<sup>※4</sup>に準拠し確認した。

設置許可基準規則<sup>※3</sup>

## H27.7.15許可・H29.10.4許可・H30.6.27許可の範囲

## R2.9.16許可の範囲

## 耐震重要施設

第3条  
1項、2項第4条  
4項

【基礎地盤】

【周辺斜面】

## 常設重大事故等対処施設

第38条  
1項一号・三号、2項第39条  
2項

【基礎地盤】

【周辺斜面】

## 使用済燃料乾式貯蔵施設

第3条  
1項、2項第4条  
7項

【基礎地盤】

【周辺斜面】

審査ガイド<sup>※4</sup>

## 【基礎地盤】

## 活断層の有無

敷地の地質・地質構造の審査において確認

対象施設が設置される地盤には、将来活動する可能性のある断層等が露出していないことを確認する。

## 地震力に対する基礎地盤の安定性評価

本資料において確認

対象施設が設置される地盤の安定性について以下の観点から確認する。

- ① 基礎地盤のすべり ② 基礎の支持力 ③ 基礎底面の傾斜

## 周辺地盤の変状による施設への影響評価

地震発生に伴う周辺地盤の変状による不等沈下、液状化、揺すり込み沈下等の影響を受けないことを確認する。

## 地殻変動による基礎地盤の変形の影響評価

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の影響を受けないことを確認する。

## 【周辺斜面】

## 地震力に対する周辺斜面の安定性評価

本資料において確認

基準地震動の地震力により周辺斜面が崩壊し施設に影響を与えないことを確認する。

※1 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)の総称

※2 兼用キャスクである使用済燃料乾式貯蔵容器を内包する使用済燃料乾式貯蔵建屋を対象

※3 実用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則(解釈含む)

※4 原子力発電所敷地内での輸送・貯蔵兼用乾式キャスクによる使用済燃料の貯蔵に関する審査ガイド、基礎地盤及び周辺斜面の安定性評価に係る審査ガイド



## 【別紙】

### (1) 全ての基準地震動に関する基礎地盤及び周辺斜面の安定性評価結果

- 以降のページに示す評価結果は、各解析対象断面における最新の行政処分に使用した解析モデルを用いて実施したものである。具体的には、以下のとおりである。
- 基礎地盤のX-X'・A-A'・D-D'断面及び周辺斜面のX-X'・C-C'断面については、平成27年7月15日許可(再稼働許可)の解析モデルを用いた。
  - 基礎地盤のN-N'・O-O'・P-P'断面及び周辺斜面のO-O'・P-P'断面については、令和3年7月7日認可(乾式認可)の解析モデルを用いた。







# 全ての基準地震動に関する評価結果

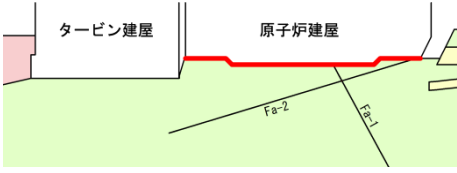
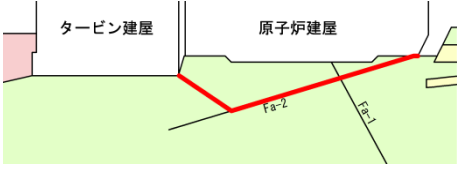
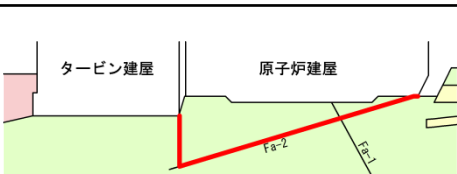
○ 全ての基準地震動に関する評価のうち、最厳の結果を下表に示す。詳細な結果については、次ページ以降に示す。

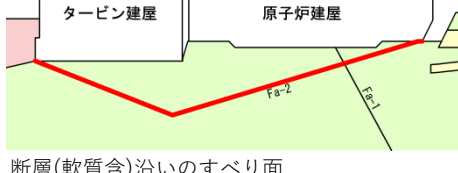
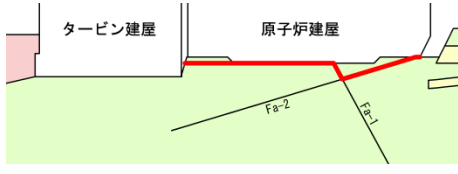
| 解析対象断面 |                 | 最小すべり安全率                  | 最大接地圧                        | 地震動による最大傾斜                   |
|--------|-----------------|---------------------------|------------------------------|------------------------------|
| 基礎地盤   | X-X'断面 (原子炉建屋)  | <b>1.8</b><br>Ss-1(-,-)   | <b>2.15</b><br>Ss-1(-,+)     | <b>1/29,000</b><br>Ss-1(+,+) |
|        | A-A'断面 (緊急時対策所) | <b>2.1</b><br>Ss-1(+,+)   | <b>0.23</b><br>Ss-3-3(+,+)   | <b>1/54,000</b><br>Ss-1(-,+) |
|        | D-D'断面 (重油タンク)  | <b>2.0</b><br>Ss-1(+,-)   | <b>0.24</b><br>Ss-1(-,-)     | <b>1/35,000</b><br>Ss-1(-,+) |
|        | N-N'断面 (乾式貯蔵建屋) | <b>3.4</b><br>Ss-1(-,-)   | <b>0.48</b><br>Ss-3-3(+,-)   | <b>1/67,000</b><br>Ss-1(+,+) |
|        | O-O'断面 (乾式貯蔵建屋) | <b>2.8</b><br>Ss-1(+,-)   | <b>0.53</b><br>Ss-3-2EW(+,+) | <b>1/38,000</b><br>Ss-1(-,+) |
|        | P-P'断面 (乾式貯蔵建屋) | <b>2.8</b><br>Ss-3-1(-,+) | <b>0.53</b><br>Ss-3-2EW(+,+) | <b>1/50,000</b><br>Ss-1(+,+) |
| 周辺斜面   | X-X'断面 (原子炉建屋)  | <b>1.3</b><br>Ss-1(+,-)   | /                            | /                            |
|        | C-C'断面 (海水ピット)  | <b>2.3</b><br>Ss-1(-,-)   |                              |                              |
|        | O-O'断面 (乾式貯蔵建屋) | <b>2.0</b><br>Ss-1(+,-)   |                              |                              |
|        | P-P'断面 (乾式貯蔵建屋) | <b>1.6</b><br>Ss-3-3(+,-) |                              |                              |

## すべり安全率 X-X'断面(原子炉建屋 基礎地盤)

○ 評価基準値1.5を上回ることを確認した。

|   |      |   |            |
|---|------|---|------------|
|  | Ⅰ級岩盤 |  | 断層         |
|  | Ⅱ級岩盤 |  | すべり安全率の最小値 |
|  | Ⅲ級岩盤 |  | すべり面       |

|   | すべり面形状  | 基準地震動            | 最小すべり安全率<br>[発生時刻(秒)]                             |
|---|---|------------------|---|
| 1 | <br>基礎底面のすべり面                            | Ss-1<br>(+, -)   | 3.6<br>[43.73]                                    |
| 2 | <br>断層(軟質含)沿いのすべり面<br>(モビライズド面を考慮したすべり面) | Ss-1<br>(-, -)   | <b>1.8</b><br>〈2.1〉<br>[43.73]<br>〔強度-1σの場合: 1.8〕 |
| 3 | <br>断層(軟質含)沿いのすべり面<br>(タービン建屋を含まない)    | Ss-3-1<br>(+, +) | 1.9<br>[7.44]                                     |

|   | すべり面形状   | 基準地震動          | 最小すべり安全率<br>[発生時刻(秒)] |
|---|--|----------------|-----------------------|
| 4 | <br>断層(軟質含)沿いのすべり面<br>(タービン建屋を含む) | Ss-1<br>(+, -) | 2.6<br>[35.30]        |
| 5 | <br>断層(軟質含)及び断層(軟質無)沿いのすべり面       | Ss-1<br>(-, -) | 2.5<br>[43.73]        |


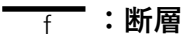

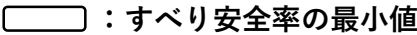

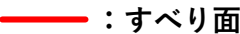

※ 基準地震動の(+, +)は位相反転なし, (-, +)は水平反転, (+, -)は鉛直反転, (-, -)は水平反転かつ鉛直反転を示す。

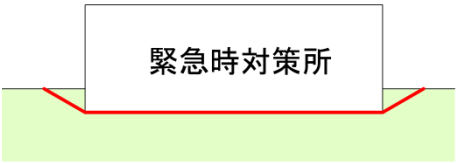
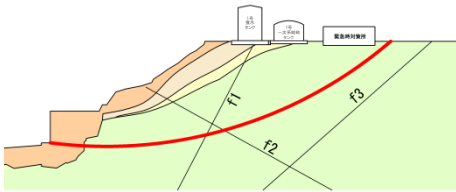
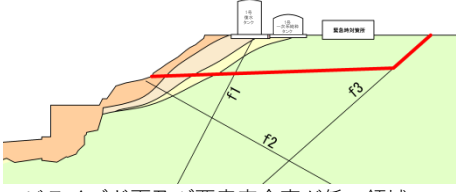
※ 類似したすべり面形状については, 安全率が最も小さいものについて掲載。

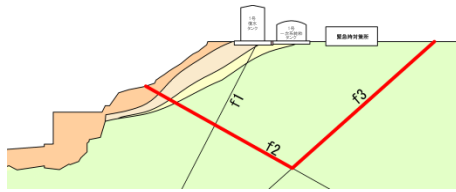
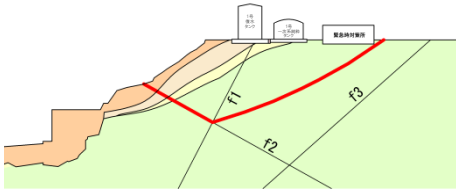
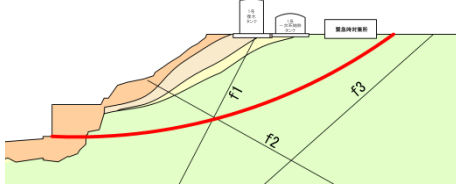
※ 〈 〉内の数値は, 「基礎地盤及び周辺斜面の安定性評価に係る審査ガイド」(原子力規制委員会, 2013)に基づき実施した静的非線形解析による最小すべり安全率。

## すべり安全率 A-A'断面(緊急時対策所 基礎地盤)

○ 評価基準値1.5を上回ることを確認した。

|   |       |   |            |
|---|-------|---|------------|
|  | Ⅰ級岩盤  |  | 断層         |
|  | Ⅱ級岩盤  |  | すべり安全率の最小値 |
|  | Ⅲ級岩盤① |  | すべり面       |
|  | Ⅲ級岩盤② |   |            |

|   | すべり面形状  | 基準地震動          | 最小すべり安全率<br>[発生時刻(秒)] |
|---|---|----------------|-----------------------|
| 1 | <br>緊急時対策所<br>基礎底面のすべり面                    | Ss-1<br>(+, -) | 16.9<br>[43.72]       |
| 2 | <br>簡便法によるすべり面                             | Ss-1<br>(+, +) | 2.7<br>[43.73]        |
| 3 | <br>モビライズド面及び要素安全率が低い領域を考慮したすべり面 (断層～岩盤) | Ss-1<br>(+, -) | 3.0<br>[43.73]        |

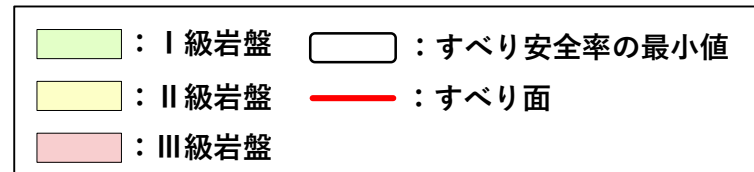
|   | すべり面形状  | 基準地震動          | 最小すべり安全率<br>[発生時刻(秒)] |
|---|---|----------------|-----------------------|
| 4 | <br>モビライズド面及び要素安全率が低い領域を考慮したすべり面 (断層～断層) | Ss-1<br>(+, +) | <b>2.1</b><br>[43.73] |
| 5 | <br>モビライズド面及び要素安全率が低い領域を考慮したすべり面 (岩盤～断層) | Ss-1<br>(+, +) | 3.5<br>[43.73]        |
| 6 | <br>モビライズド面を考慮したすべり面 (岩盤)              | Ss-1<br>(+, -) | 2.6<br>[43.73]        |

※ 基準地震動の(+,+)は位相反転なし, (-,+ )は水平反転, (+, -)は鉛直反転, (-, -)は水平反転かつ鉛直反転を示す。

※ 類似したすべり面形状については, 安全率が最も小さいものについて掲載。

## すべり安全率 D-D'断面(重油タンク 基礎地盤)

○ 評価基準値1.5を上回ることを確認した。



|   | すべり面形状                  | 基準地震動          | 最小すべり安全率<br>[発生時刻(秒)]  |
|---|-------------------------|----------------|--|
| 1 | <br>基礎底面のすべり面           | Ss-1<br>(-, -) | 8.1<br>[43.75]   |
| 2 | <br>簡便法によるすべり面          | Ss-1<br>(+, -) | <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">2.0</span><br>[43.74] |
| 3 | <br>要素安全率が低い領域を考慮したすべり面 | Ss-1<br>(+, -) | 2.2<br>[43.75]   |


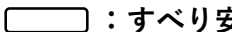

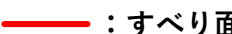


|   | すべり面形状                  | 基準地震動                  | 最小すべり安全率<br>[発生時刻(秒)] |
|---|-------------------------|------------------------|-----------------------|
| 4 | <br>要素安全率が低い領域を考慮したすべり面 | Ss-3-2<br>EW<br>(+, +) | 2.7<br>[25.94]        |
| 5 | <br>モビライズド面を考慮したすべり面    | Ss-3-1<br>(-, +)       | 2.3<br>[7.50]         |
| 6 | <br>モビライズド面を考慮したすべり面    | Ss-3-3<br>(-, +)       | 3.4<br>[10.12]        |

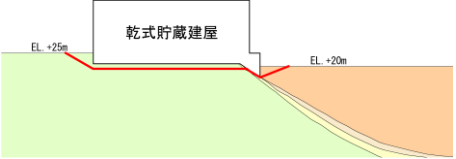
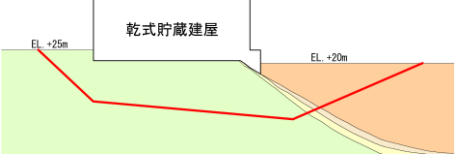
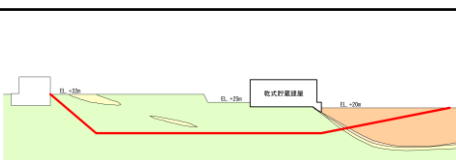
※ 基準地震動の(+,+)は位相反転なし, (-,+)は水平反転, (+,-)は鉛直反転, (-,-)は水平反転かつ鉛直反転を示す。

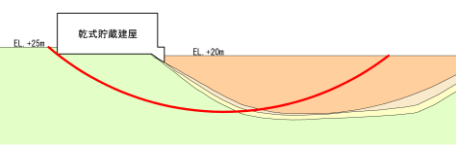
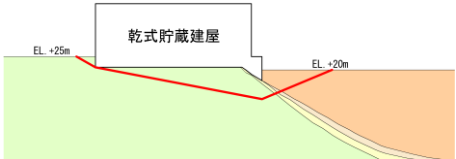
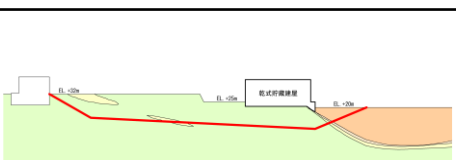
※ 類似したすべり面形状については、安全率が最も小さいものについて掲載。

## すべり安全率 N-N'断面(乾式貯蔵建屋 基礎地盤)

○ 評価基準値1.5を上回ることを確認した。

|   |       |   |            |
|---|-------|---|------------|
|  | Ⅰ級岩盤  |  | すべり安全率の最小値 |
|  | Ⅱ級岩盤  |  | すべり面       |
|  | Ⅲ級岩盤① |   |            |
|  | Ⅲ級岩盤② |   |            |

|   | すべり面形状   | 基準地震動          | 最小すべり安全率<br>[発生時刻(秒)] |
|---|--|----------------|-----------------------|
| 1 | <br>基礎底面のすべり面                           | Ss-1<br>(-, -) | 5.0<br>[43.72]        |
| 2 | <br>建屋下部を通る深いすべり面<br>(パラメトリックに想定したすべり面) | Ss-1<br>(-, +) | 3.9<br>[43.72]        |
| 3 | <br>広範囲なすべり面<br>(パラメトリックに想定したすべり面)    | Ss-1<br>(-, -) | <b>3.4</b><br>[43.72] |







|   | すべり面形状  | 基準地震動          | 最小すべり安全率<br>[発生時刻(秒)] |
|---|---|----------------|-----------------------|
| 4 | <br>簡便法によるすべり面                       | Ss-1<br>(-, +) | 3.8<br>[43.72]        |
| 5 | <br>建屋下部を通る浅いすべり面<br>(応力状態を考慮したすべり面) | Ss-1<br>(-, -) | 4.3<br>[43.72]        |
| 6 | <br>広範囲なすべり面<br>(応力状態を考慮したすべり面)    | Ss-1<br>(-, -) | 3.7<br>[43.72]        |

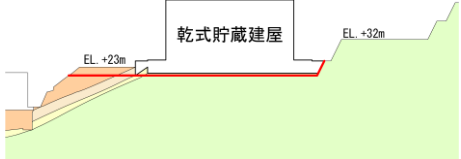
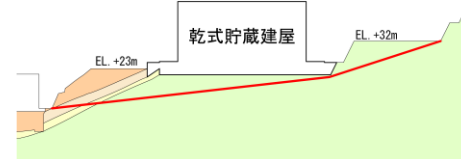
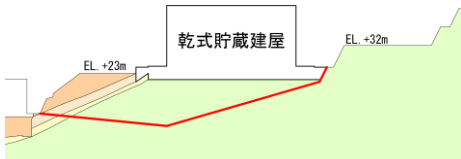
※ 基準地震動の(+,+)は位相反転なし, (-,+)は水平反転, (+,-)は鉛直反転, (-,-)は水平反転かつ鉛直反転を示す。

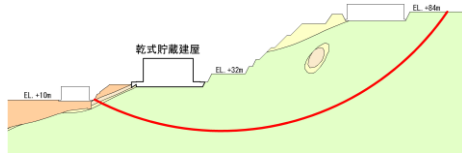
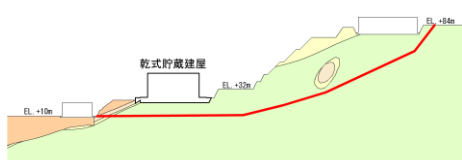
※ 類似したすべり面形状については, 安全率が最も小さいものについて掲載。

## すべり安全率 O-O'断面(乾式貯蔵建屋 基礎地盤)

○ 評価基準値1.5を上回ることを確認した。

|   |       |   |            |
|---|-------|---|------------|
|  | Ⅰ級岩盤  |  | すべり安全率の最小値 |
|  | Ⅱ級岩盤  |  | すべり面       |
|  | Ⅲ級岩盤① |   |            |
|  | Ⅲ級岩盤② |   |            |

|   | すべり面形状   | 基準地震動          | 最小すべり安全率<br>[発生時刻(秒)] |
|---|--|----------------|-----------------------|
| 1 | <br>基礎底面のすべり面                             | Ss-1<br>(-, +) | 6.3<br>[23.19]        |
| 2 | <br>建屋下部を通る浅いすべり面<br>(パラメトリックに想定したすべり面)   | Ss-1<br>(+, -) | 3.8<br>[43.72]        |
| 3 | <br>建屋下部を通る深いすべり面<br>(パラメトリックに想定したすべり面) | Ss-1<br>(+, -) | 4.2<br>[43.72]        |

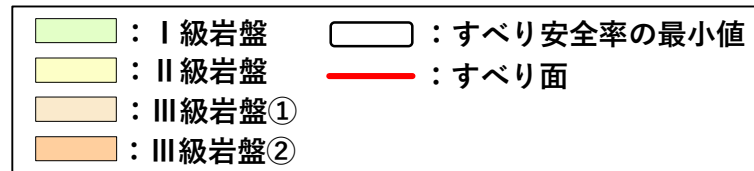
|   | すべり面形状   | 基準地震動            | 最小すべり安全率<br>[発生時刻(秒)]    |
|---|--|------------------|--------------------------|
| 4 | <br>簡便法によるすべり面    | Ss-3-1<br>(-, +) | 2.8<br>(2.85)<br>[7.50]  |
| 5 | <br>応力状態を考慮したすべり面 | Ss-1<br>(+, -)   | 2.8<br>(2.82)<br>[43.74] |

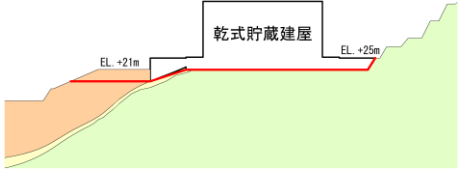
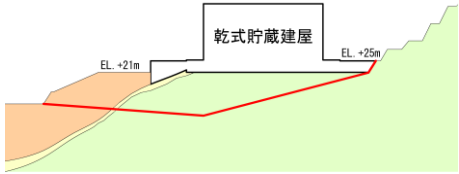
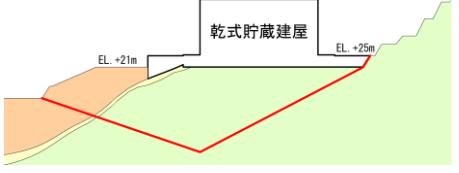
※ 基準地震動の(+, +)は位相反転なし, (-, +)は水平反転, (+, -)は鉛直反転, (-, -)は水平反転かつ鉛直反転を示す。

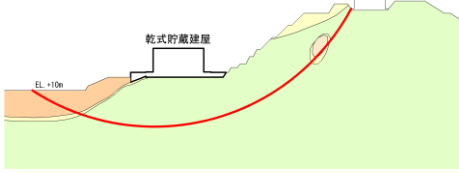
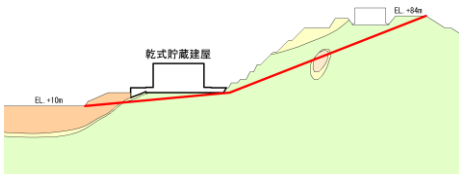
※ 類似したすべり面形状については, 安全率が最も小さいものについて掲載。

## すべり安全率 P-P'断面(乾式貯蔵建屋 基礎地盤)

○ 評価基準値1.5を上回ることを確認した。



|   | すべり面形状   | 基準地震動          | 最小すべり安全率<br>[発生時刻(秒)] |
|---|--|----------------|-----------------------|
| 1 | <br>基礎底面のすべり面                             | Ss-1<br>(-, -) | 5.4<br>[23.18]        |
| 2 | <br>建屋下部を通る浅いすべり面<br>(パラメトリックに想定したすべり面)   | Ss-1<br>(+, -) | 4.8<br>[43.71]        |
| 3 | <br>建屋下部を通る深いすべり面<br>(パラメトリックに想定したすべり面) | Ss-1<br>(+, -) | 6.2<br>[43.71]        |

|   | すべり面形状   | 基準地震動            | 最小すべり安全率<br>[発生時刻(秒)] |
|---|--|------------------|-----------------------|
| 4 | <br>簡便法によるすべり面    | Ss-3-1<br>(-, +) | <b>2.8</b><br>[7.50]  |
| 5 | <br>応力状態を考慮したすべり面 | Ss-1<br>(+, +)   | 3.1<br>[43.74]        |

※ 基準地震動の(+,+)は位相反転なし, (-,+)は水平反転, (+,-)は鉛直反転, (-,-)は水平反転かつ鉛直反転を示す。

※ 類似したすべり面形状については, 安全率が最も小さいものについて掲載。



# 基礎地盤の支持力

○ 最大接地圧は、評価基準値(7.84N/mm<sup>2</sup>)を下回っていることから、基礎地盤は十分な支持力を有している。

| 評価断面            | 基準地震動         | 最大接地圧<br>(N/mm <sup>2</sup> )<br>[発生時刻(秒)] | 評価基準値<br>(N/mm <sup>2</sup> ) |
|-----------------|---------------|--|-------------------------------|
| X-X'断面 (原子炉建屋)  | Ss-1(-,+)     | 2.15<br>[43.74]                            | 7.84                          |
| A-A'断面 (緊急時対策所) | Ss-3-3(+,+)   | 0.23<br>[12.36]                            |                               |
| D-D'断面 (重油タンク)  | Ss-1(-,-)     | 0.24<br>[33.74]                            |                               |
| N-N'断面 (乾式貯蔵建屋) | Ss-3-3(+,-)   | 0.48<br>[10.11]                            |                               |
| O-O'断面 (乾式貯蔵建屋) | Ss-3-2EW(+,+) | 0.53<br>[25.67]                            |                               |
| P-P'断面 (乾式貯蔵建屋) | Ss-3-2EW(+,+) | 0.53<br>[25.67]                            |                               |

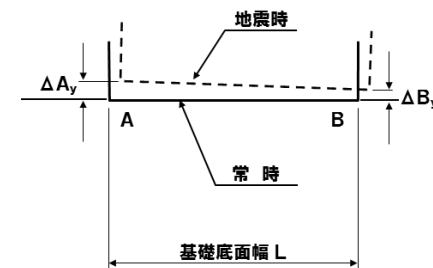
※ 基準地震動の(+,+)は位相反転なし、(-,+)は水平反転、(+,-)は鉛直反転、(-,-)は水平反転かつ鉛直反転を示す。

# 基礎底面の傾斜

- 基礎底面に生じる傾斜は、評価基準値の目安である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。

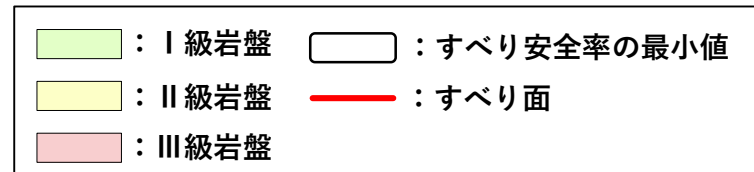
| 評価断面            | 基準地震動     | 最大相対変位<br>$ \Delta A_y - \Delta B_y $<br>[発生時刻(秒)] | 最大傾斜<br>$\frac{ \Delta A_y - \Delta B_y }{L}$ |
|-----------------|-----------|--|---|
| X-X'断面 (原子炉建屋)  | Ss-1(+,+) | 0.25cm<br>[51.74]                                  | 1/29,000<br>(L=76.4m)                         |
| A-A'断面 (緊急時対策所) | Ss-1(-,+) | 0.03cm<br>[43.75]                                  | 1/54,000<br>(L=16.3m)                         |
| D-D'断面 (重油タンク)  | Ss-1(-,+) | 0.14cm<br>[51.72]                                  | 1/35,000<br>(L=50.2m)                         |
| N-N'断面 (乾式貯蔵建屋) | Ss-1(+,+) | 0.09cm<br>[51.68]                                  | 1/67,000<br>(L=59.0m)                         |
| O-O'断面 (乾式貯蔵建屋) | Ss-1(-,+) | 0.14cm<br>[51.75]                                  | 1/38,000<br>(L=54.0m)                         |
| P-P'断面 (乾式貯蔵建屋) | Ss-1(+,+) | 0.11cm<br>[51.71]                                  | 1/50,000<br>(L=54.0m)                         |

※ 基準地震動の(+,+)は位相反転なし, (-,+)は水平反転, (+,-)は鉛直反転, (-,-)は水平反転かつ鉛直反転を示す。



## すべり安全率 X-X'断面(原子炉建屋 周辺斜面)

○ 評価基準値1.2を上回ることを確認した。



|   | すべり面形状                  | 基準地震動          | 最小すべり安全率<br>[発生時刻(秒)]  |
|---|-------------------------|----------------|--|
| 1 | <br>モビライズド面を考慮したすべり面    | Ss-1<br>(+, -) | 4.0<br>[55.63]   |
| 2 | <br>モビライズド面を考慮したすべり面    | Ss-1<br>(+, -) | 2.1<br>[43.74]   |
| 3 | <br>要素安全率が低い領域を考慮したすべり面 | Ss-1<br>(+, -) | <b>1.3</b><br>〈1.3〉<br>[43.75]<br><small>(強度-1σの場合: 1.3)</small> |

|   | すべり面形状         | 基準地震動            | 最小すべり安全率<br>[発生時刻(秒)] |
|---|----------------|------------------|-----------------------|
| 4 | <br>簡便法によるすべり面 | Ss-3-1<br>(-, +) | 1.7<br>[7.50]         |
| 5 | <br>簡便法によるすべり面 | Ss-3-1<br>(-, +) | 1.7<br>[7.50]         |


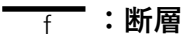

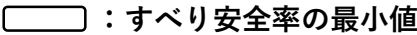

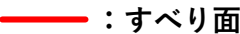

※ 基準地震動の(+, +)は位相反転なし, (-, +)は水平反転, (+, -)は鉛直反転, (-, -)は水平反転かつ鉛直反転を示す。

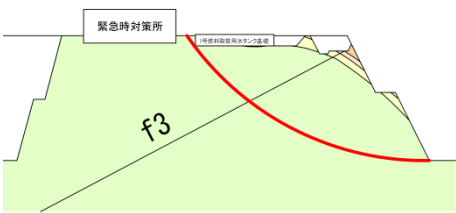
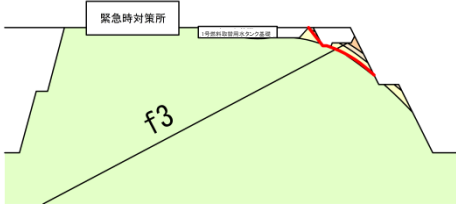
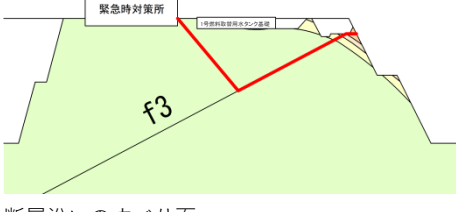
※ 類似したすべり面形状については, 安全率が最も小さいものについて掲載。

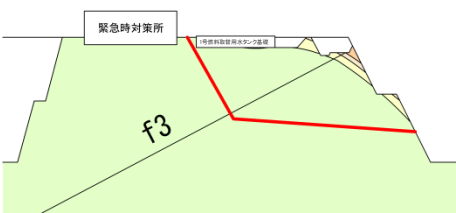
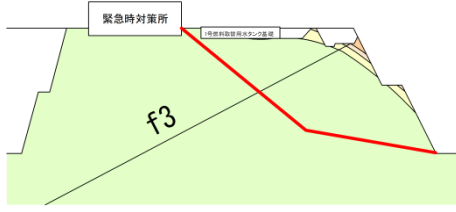
※ 〈 〉内の数値は, 「基礎地盤及び周辺斜面の安定性評価に係る審査ガイド」(原子力規制委員会, 2013)に基づき実施した静的非線形解析による最小すべり安全率。

## すべり安全率 C-C'断面(海水ピット 周辺斜面)

○ 評価基準値1.2を上回ることを確認した。

|   |       |   |            |
|---|-------|---|------------|
|  | Ⅰ級岩盤  |  | 断層         |
|  | Ⅱ級岩盤  |  | すべり安全率の最小値 |
|  | Ⅲ級岩盤① |  | すべり面       |
|  | Ⅲ級岩盤② |   |            |

|   | すべり面形状   | 基準地震動          | 最小すべり安全率<br>[発生時刻(秒)] |
|---|--|----------------|-----------------------|
| 1 | <br>簡便法によるすべり面  | Ss-1<br>(-, -) | 2.6<br>[43.73]        |
| 2 | <br>法肩部のすべり面   | Ss-1<br>(-, -) | 3.1<br>[43.73]        |
| 3 | <br>断層沿いのすべり面 | Ss-1<br>(-, -) | 4.6<br>[43.73]        |







|   | すべり面形状   | 基準地震動          | 最小すべり安全率<br>[発生時刻(秒)] |
|---|--|----------------|-----------------------|
| 4 | <br>要素安全率が低い領域を考慮したすべり面 | Ss-1<br>(-, -) | 2.6<br>[43.73]        |
| 5 | <br>モビライズド面を考慮したすべり面   | Ss-1<br>(-, -) | <b>2.3</b><br>[43.73] |

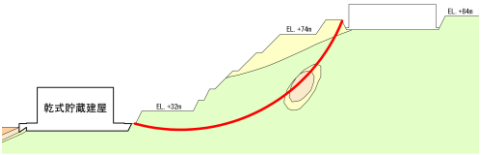


※ 基準地震動の(+,+)は位相反転なし, (-,+ )は水平反転, (+,-)は鉛直反転, (-,-)は水平反転かつ鉛直反転を示す。



※ 類似したすべり面形状については, 安全率が最も小さいものについて掲載。

## すべり安全率 O-O'断面(乾式貯蔵建屋 周辺斜面)

○ 評価基準値1.2を上回ることを確認した。

|   |       |   |            |
|---|-------|---|------------|
|  | Ⅰ級岩盤  |  | すべり安全率の最小値 |
|  | Ⅱ級岩盤  |  | すべり面       |
|  | Ⅲ級岩盤① |   |            |
|  | Ⅲ級岩盤② |   |            |

|   | すべり面形状   | 基準地震動         | 最小すべり安全率<br>[発生時刻(秒)]  |
|---|--|---------------|--|
| 1 | <br>簡便法によるすべり面                                    | Ss-1<br>(+,+) | 3.0<br>[43.74]   |
| 2 | <br>せん断強度が相対的に低い岩盤を通るすべり面<br>(簡便法によるすべり面)         | Ss-1<br>(+,-) | 2.3<br>[43.75]   |
| 3 | <br>せん断強度が相対的に低い岩盤を通るすべり面<br>(パラメトリックに想定したすべり面) | Ss-1<br>(+,-) | <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">2.0</span><br>[43.75] |







|   | すべり面形状   | 基準地震動           | 最小すべり安全率<br>[発生時刻(秒)] |
|---|--|-----------------|-----------------------|
| 4 | <br>EL.+32m~EL.+84mに抜けるすべり面<br>(パラメトリックに想定したすべり面) | Ss-1<br>(+,-)   | 2.5<br>[43.75]        |
| 5 | <br>応力状態を考慮したすべり面                                 | Ss-3-3<br>(+,+) | 2.3<br>[10.11]        |

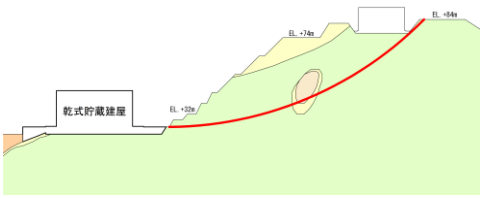
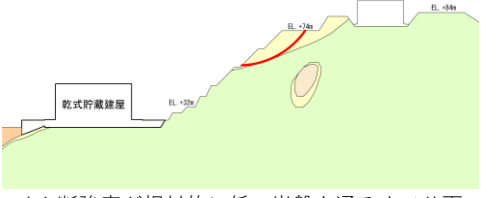
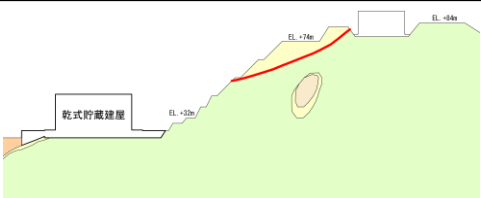
※ 基準地震動の(+,+)は位相反転なし, (-,+ )は水平反転, (+,-)は鉛直反転, (-,-)は水平反転かつ鉛直反転を示す。

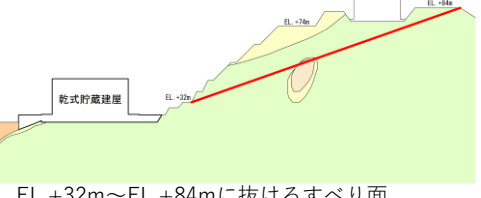
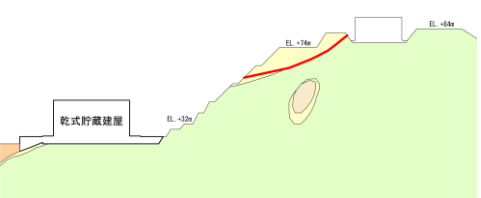
※ 類似したすべり面形状については、安全率が最も小さいものについて掲載。

## すべり安全率 P-P'断面(乾式貯蔵建屋 周辺斜面)

○ 評価基準値1.2を上回ることを確認した。

|   |       |   |            |
|---|-------|---|------------|
|  | Ⅰ級岩盤  |  | すべり安全率の最小値 |
|  | Ⅱ級岩盤  |  | すべり面       |
|  | Ⅲ級岩盤① |   |            |
|  | Ⅲ級岩盤② |   |            |

|   | すべり面形状   | 基準地震動                 | 最小すべり安全率<br>[発生時刻(秒)] |
|---|--|-----------------------|-----------------------|
| 1 | <br>簡便法によるすべり面                                    | Ss-1<br>(+,+)         | 2.0<br>[43.74]        |
| 2 | <br>せん断強度が相対的に低い岩盤を通るすべり面<br>(簡便法によるすべり面)         | Ss-3-2<br>EW<br>(-,+) | 1.7<br>[25.39]        |
| 3 | <br>せん断強度が相対的に低い岩盤を通るすべり面<br>(パラメトリックに想定したすべり面) | Ss-3-3<br>(+,-)       | 1.9<br>[10.12]        |

|   | すべり面形状   | 基準地震動           | 最小すべり安全率<br>[発生時刻(秒)] |
|---|--|-----------------|-----------------------|
| 4 | <br>EL.+32m~EL.+84mに抜けるすべり面<br>(パラメトリックに想定したすべり面) | Ss-1<br>(+,+)   | 2.3<br>[43.74]        |
| 5 | <br>応力状態を考慮したすべり面                                 | Ss-3-3<br>(+,-) | <b>1.6</b><br>[10.12] |

※ 基準地震動の(+,+)は位相反転なし, (-,+)は水平反転, (+,-)は鉛直反転, (-,-)は水平反転かつ鉛直反転を示す。

※ 類似したすべり面形状については、安全率が最も小さいものについて掲載。

---

## 【参考資料】

- ① 岩盤分類の考え方
- ② 強度のばらつきに関する検討
- ③ すべり面設定の考え方
- ④ 要素ごとの局所安全係数(Ss-3-3)

○ 令和2年5月18日乾式許可まとめ資料を再掲する。

令和2年5月18日乾式許可まとめ資料を再掲

### 3. 解析用物性値

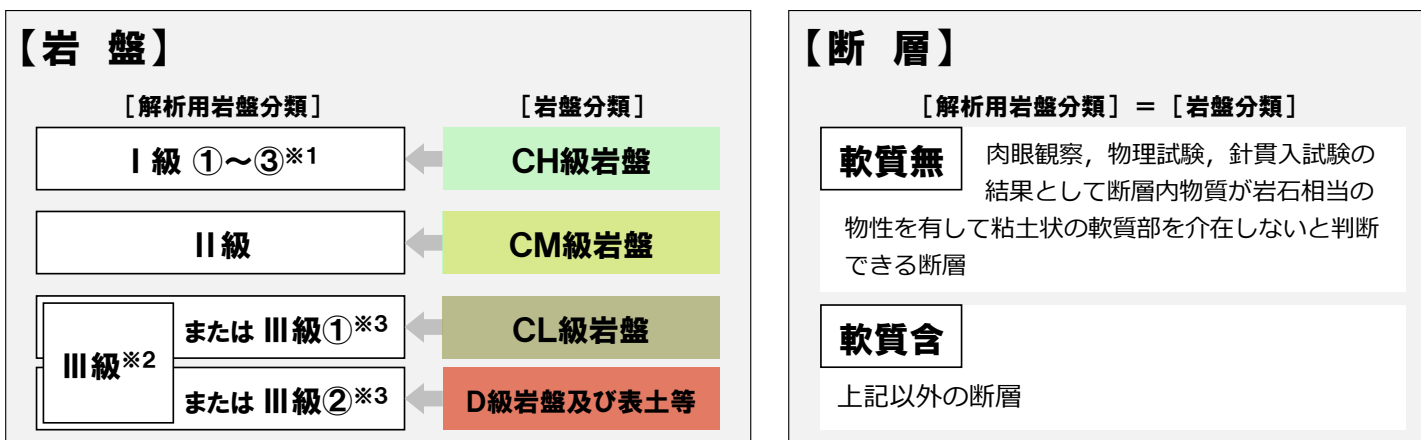
## 解析用岩盤分類について

2019年7月5日  
審査会合資料再掲

○ 解析用岩盤分類を実施するにあたってはまず、電中研方式の分類法を基本的な考え方とし、これを参考に地質調査結果に基づきCH級、CM級、CL級及びD級岩盤の4段階に岩盤分類を行った。

<参考資料> p6 7 参照 (①岩盤分類の考え方)

○ 同一の岩盤分類においても、風化の程度、割れ目の状態等によって強度特性、変形特性及び動的特性に幅があることから、工学的分類として以下のとおり解析用岩盤分類に整理した。



※ 1 工学的観点から動的特性に応じて分類(①Vs=2.7km/s ②Vs=2.3km/s ③Vs=1.7km/s)

※ 2 III級：表土の物性を適用

※ 3 III級①,②：評価対象の基礎地盤・斜面に対して、地震時安定性に直接影響する範囲にCL級岩盤並びにD級岩盤及び表土等が分布する場合は、より精緻な物性値として各々CL級岩盤の物性並びに非線形性を考慮した表土の物性を適用



---

## 【参考資料】

- ① 岩盤分類の考え方
- ② 強度のばらつきに関する検討
- ③ すべり面設定の考え方
- ④ 要素ごとの局所安全係数(Ss-3-3)

- 令和2年5月18日乾式許可まとめ資料を再掲する。

令和2年5月18日乾式許可まとめ資料を再掲

## 3. 解析用物性値

## 地盤物性のばらつきについて

2019年7月5日  
審査会合資料再掲

## 原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1 - 2 0 0 8 (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および周辺斜面の安定性評価技術 (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は、せん断強度等の抵抗力に関係する地盤物性の影響が非常に大きく、剛性等の影響は比較的小さい。
- ・ 「代表値 $\pm$ 係数 $\times$ 標準偏差」による確率論的手法による地盤物性のばらつきの評価では、地盤物性値がばらついても「代表値 $-1.0\times$ 標準偏差」によって確率論的に評価したすべり安全率を下回る確率が小さい。

- すべり安全率に対しては、強度特性のばらつきが大きく影響することから、地盤物性のうち強度特性に関するばらつきについて考慮する。

- 伊方発電所敷地の岩盤は、片理面を有する塩基性片岩で構成されており、〈参考資料〉に示したとおり、片理面と載荷方向を考慮した上で、強度の下限を示すと考えられる「片理面に沿う方向」に載荷した場合の原位置試験の結果に基づき、強度特性を設定している。したがって、設定している強度特性は、安全側にばらつきを考慮したものとなっている。

- また、断層等の非岩盤物性(断層(軟質無), 断層(軟質含), Ⅲ級, Ⅲ級②)については、試験結果をもとに標準偏差 $\sigma$ を求め、強度特性を $1\sigma$ 低減させた物性値ですべり安全率を算出し、結果に影響を与えないことを確認している。

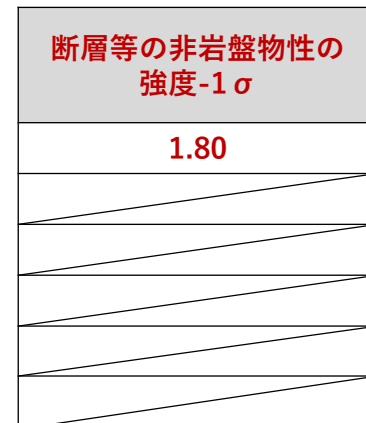
〈参考資料〉 p70 参照 (②強度のばらつきに関する検討)

# 断層等の非岩盤物性における強度のばらつきに関する検討

- 断層等の非岩盤物性における強度のばらつきに関する影響を確認するため、基礎地盤・周辺斜面の各最小すべり安全率を示す断面について、強度特性を1 $\sigma$ 低減させた物性値ですべり安全率を算出した。
- その結果、基礎地盤(原子炉建屋：X-X'断面)の最小すべり安全率は1.83から1.80に、周辺斜面(原子炉建屋：X-X'断面)の最小すべり安全率は1.375から1.372に、それぞれ若干の減少がみられたものの、評価基準値(基礎地盤：1.5, 周辺斜面：1.2)を上回ることを確認した。

## 【基礎地盤】

|                | 基準地震動       | 最小すべり安全率                  |
|----------------|-------------|---------------------------|
| 原子炉建屋(X-X'断面)  | Ss-1(-,-)   | 1.83 <small>最小安全率</small> |
| 緊急時対策所(A-A'断面) | Ss-1(+,+)   | 2.1                       |
| 重油タンク(D-D'断面)  | Ss-1(+,-)   | 2.0                       |
| 乾式貯蔵建屋(N-N'断面) | Ss-1(-,-)   | 3.4                       |
| 乾式貯蔵建屋(O-O'断面) | Ss-1(+,-)   | 2.8                       |
| 乾式貯蔵建屋(P-P'断面) | Ss-3-1(-,+) | 2.8                       |



## 【周辺斜面】

|                | 基準地震動       | 最小すべり安全率                   |
|----------------|-------------|----------------------------|
| 原子炉建屋(X-X'断面)  | Ss-1(+,-)   | 1.375 <small>最小安全率</small> |
| 海水ピット(C-C'断面)  | Ss-1(-,-)   | 2.3                        |
| 乾式貯蔵建屋(O-O'断面) | Ss-1(+,-)   | 2.0                        |
| 乾式貯蔵建屋(P-P'断面) | Ss-3-3(+,-) | 1.6                        |



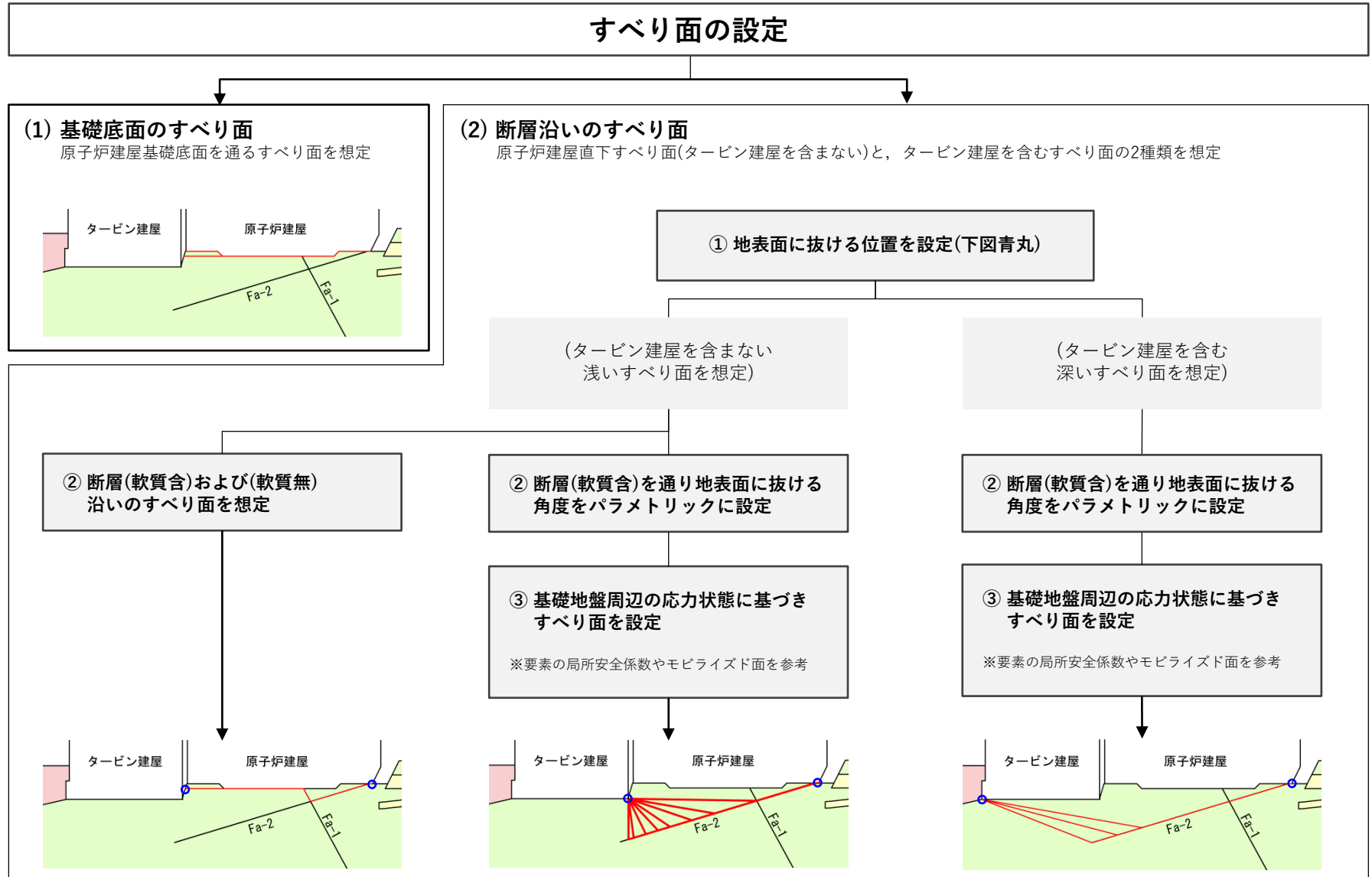
---

## 【参考資料】

- ① 岩盤分類の考え方
- ② 強度のばらつきに関する検討
- ③ すべり面設定の考え方
- ④ 要素ごとの局所安全係数(Ss-3-3)

# すべり面の設定方法(基礎地盤)

～原子炉建屋基礎地盤を例に概説～



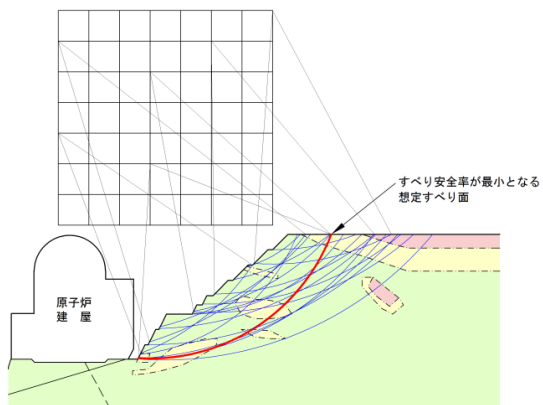
Fa-1: 断層(軟質無), Fa-2: 断層(軟質含)

## ～原子炉建屋周辺斜面を例に概説～

### すべり面の設定

#### (1) 簡便法によるすべり面

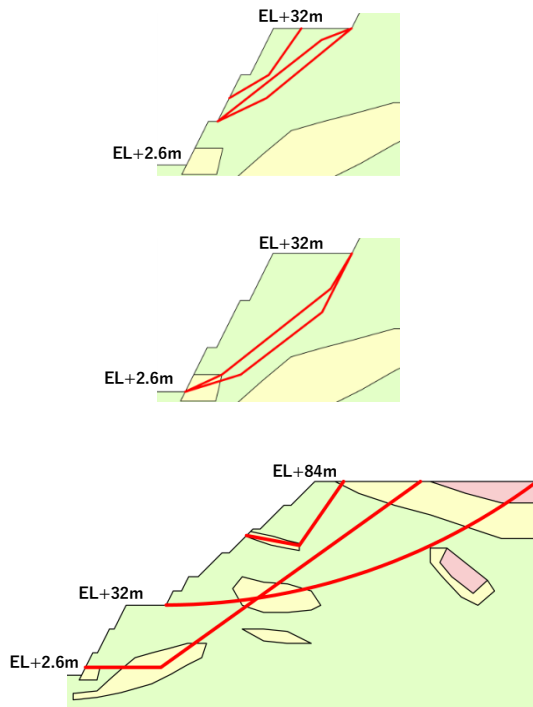
- ・ すべり面の形状を円弧と仮定し、中心と半径を変化させ、すべり安全率が最小となるすべり面を抽出する。
- ・ 作用させる地震力は  $K_H=0.3$ ,  $K_V=0.15$ ※



※ JEAG 4601-2008

#### (2) 安全審査時の検討結果を参考に設定したすべり面

- ・ 安全審査時の検討(簡便法, 静的FEM解析)に基づき, すべり面を設定する。



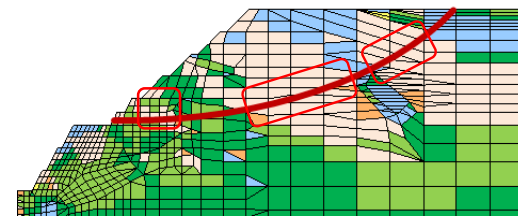
#### (3) 応力状態を考慮したすべり面

- ・ (1),(2)で設定したすべり面について地震時安定性検討を行い, 得られた要素の応力状態に基づいて, すべり面を設定する。

##### 要素の安全率が低い領域を考慮

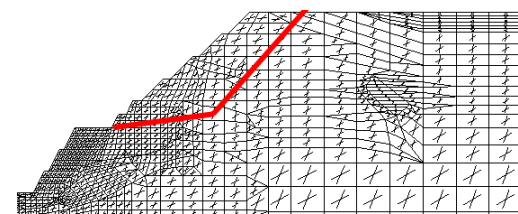
引張応力が発生した要素, せん断強度に達した要素を通るようにすべり面を設定

- : 引張応力が発生した要素
- : せん断強度に達した要素
- : 引張応力が発生し, かつ, せん断強度に達した要素



##### モビライズド面を考慮

モビライズド面を連ねるようにすべり面を設定



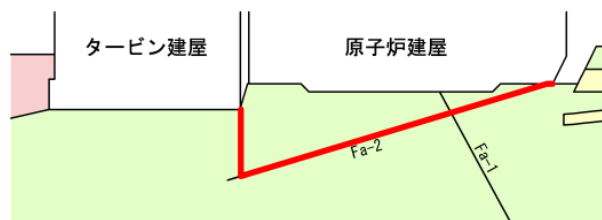
---

## 【参考資料】

- ① 岩盤分類の考え方
- ② 強度のばらつきに関する検討
- ③ すべり面設定の考え方
- ④ 要素ごとの局所安全係数(Ss-3-3)

# X-X'断面(原子炉建屋 基礎地盤)

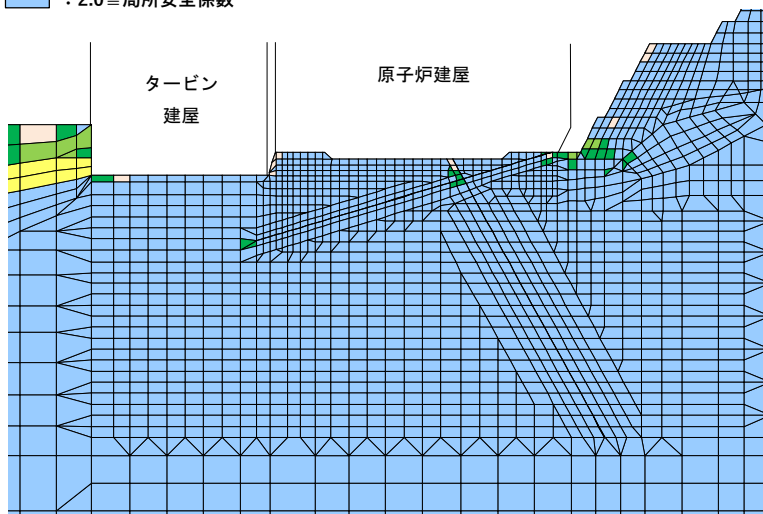
基準地震動：Ss-3-3(-,+), 時刻：10.09秒, すべり安全率：2.0



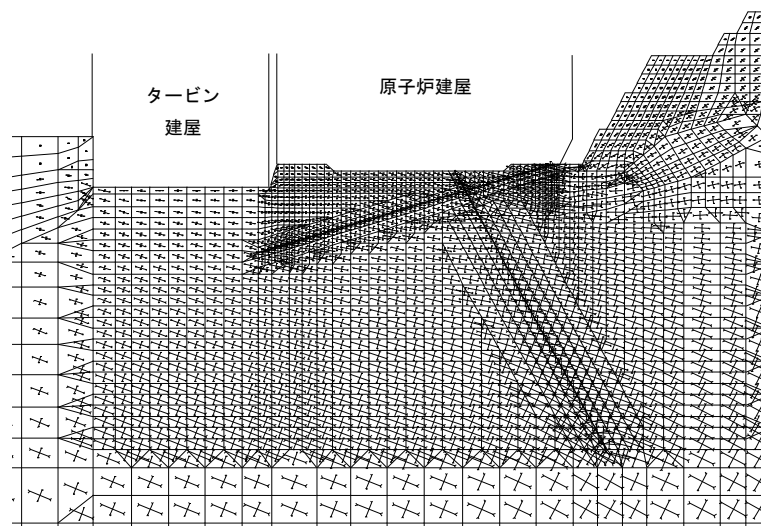
すべり面

凡例

- : 引張応力が発生した要素
- : せん断強度に達した要素
- : 引張応力が発生し、かつ、せん断強度に達した要素
- :  $1.0 \leq$  局所安全係数  $< 1.5$
- :  $1.5 \leq$  局所安全係数  $< 2.0$
- :  $2.0 \leq$  局所安全係数

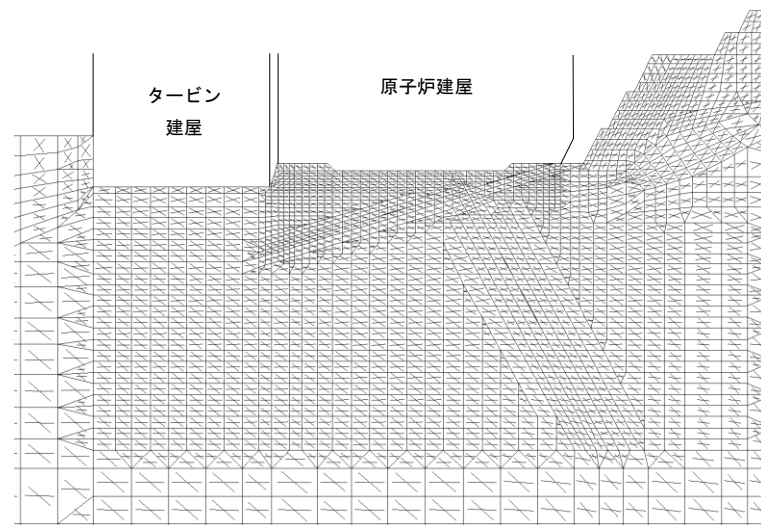


局所安全係数図



主応力図

凡例 主応力  $\longleftarrow$   
5,000 kN/m<sup>2</sup>

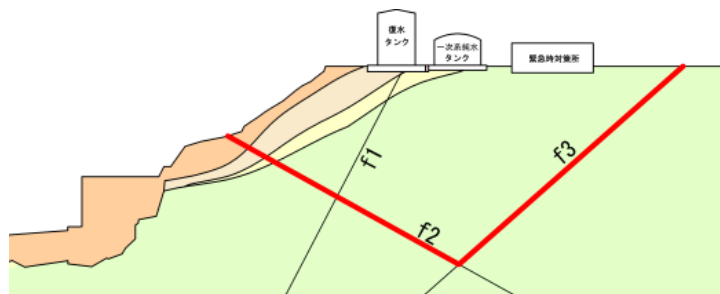


モビライズド面



# A-A'断面(緊急時対策所 基礎地盤)

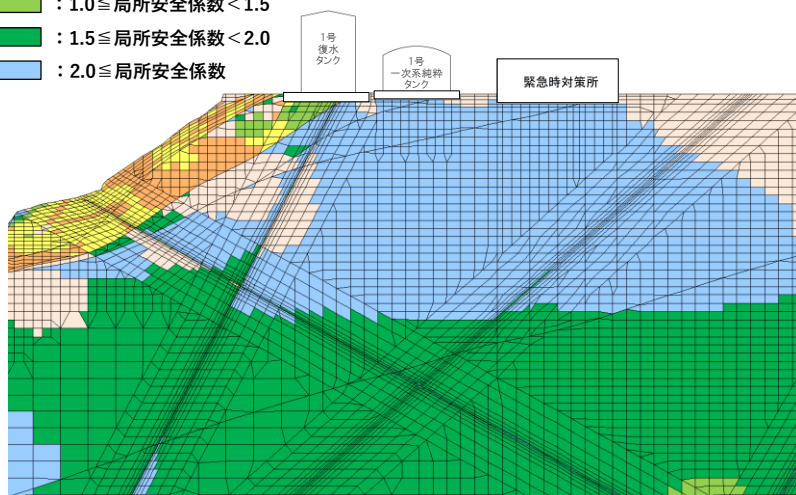
基準地震動：Ss-3-3(+,+), 時刻：10.10秒, すべり安全率：2.4



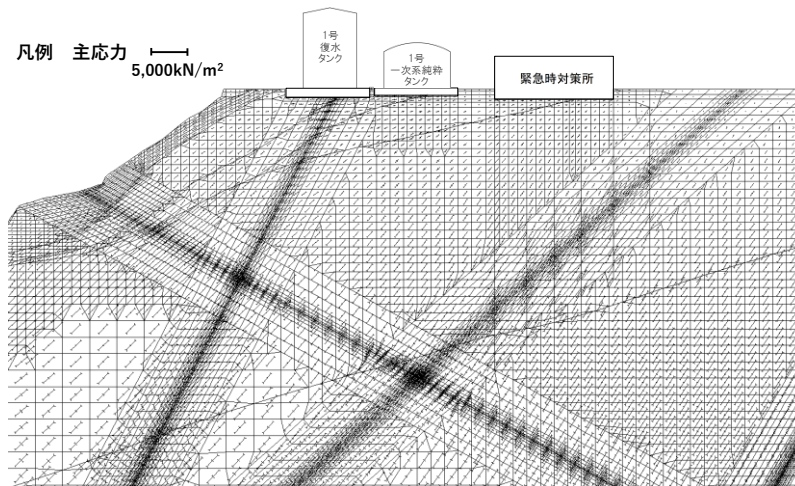
すべり面

凡例

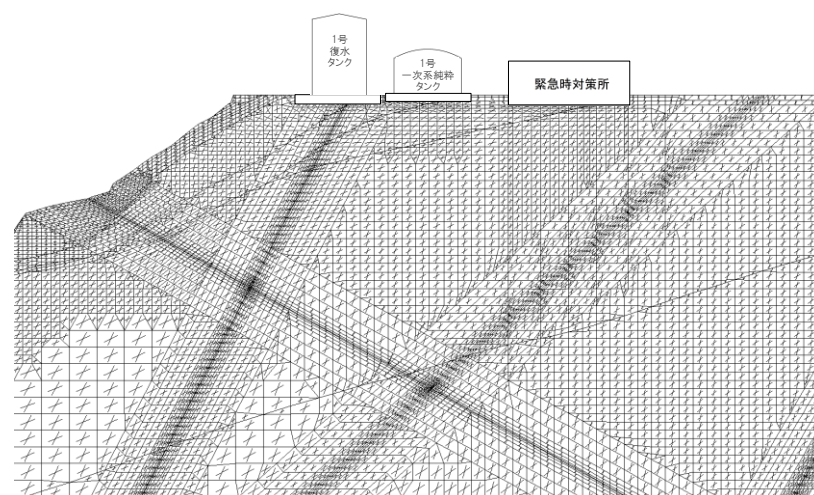
- : 引張応力が発生した要素
- : せん断強度に達した要素
- : 引張応力が発生し、かつ、せん断強度に達した要素
- :  $1.0 \leq$  局所安全係数  $< 1.5$
- :  $1.5 \leq$  局所安全係数  $< 2.0$
- :  $2.0 \leq$  局所安全係数



局所安全係数図



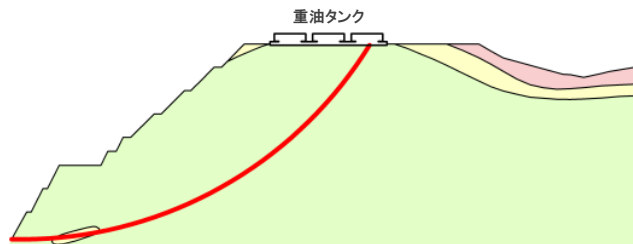
主応力図



モビライズド面

# D-D'断面(重油タンク 基礎地盤)

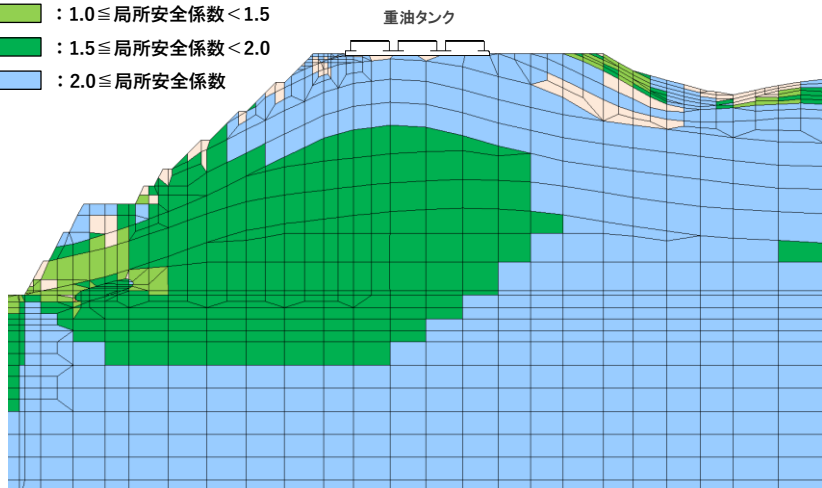
基準地震動：Ss-3-3(+,-)，時刻：10.11秒，すべり安全率：2.5



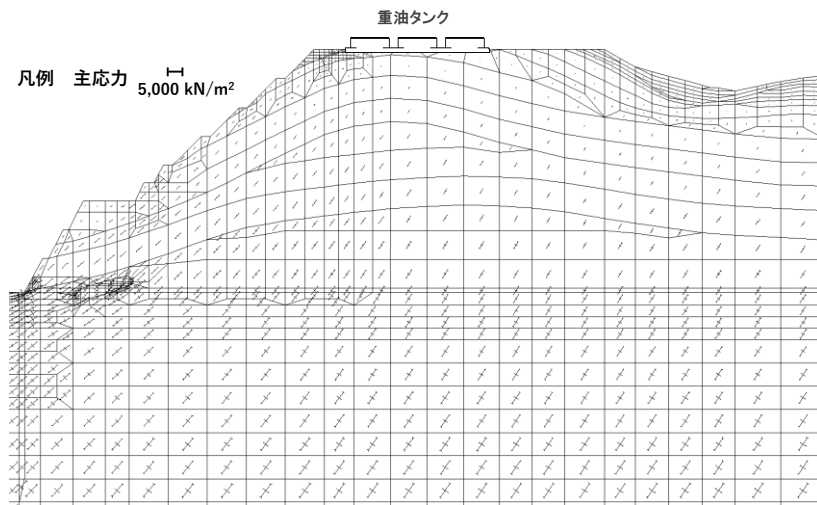
すべり面

凡例

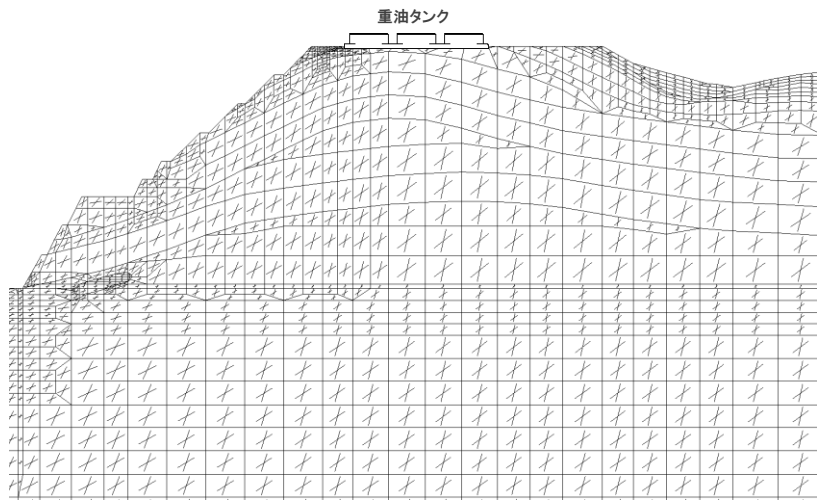
- ：引張応力が発生した要素
- ：せん断強度に達した要素
- ：引張応力が発生し、かつ、せん断強度に達した要素
- ：1.0 ≦ 局所安全係数 < 1.5
- ：1.5 ≦ 局所安全係数 < 2.0
- ：2.0 ≦ 局所安全係数



局所安全係数図

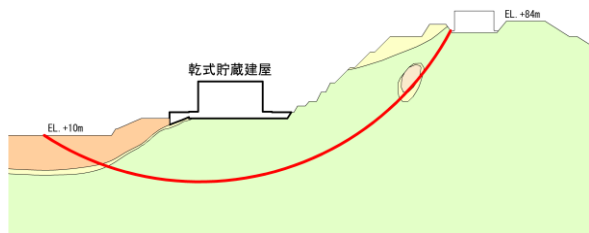


主応力図

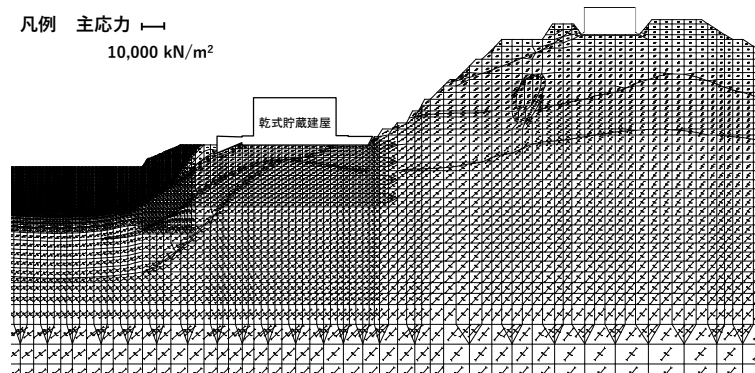


モビライズド面

基準地震動：Ss-3-3(+,+), 時刻：10.10秒, すべり安全率：3.1



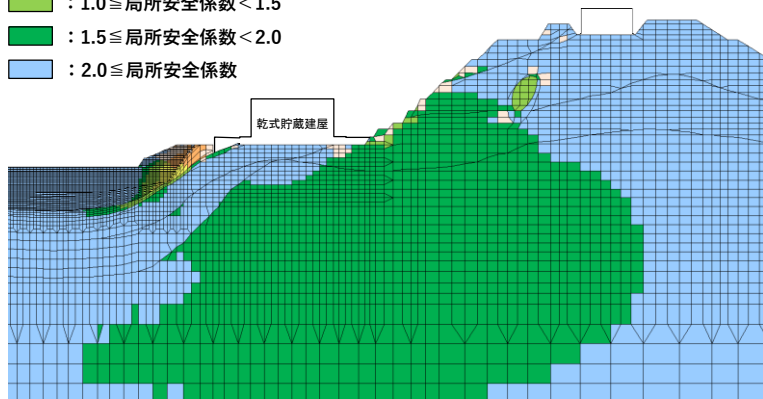
すべり面



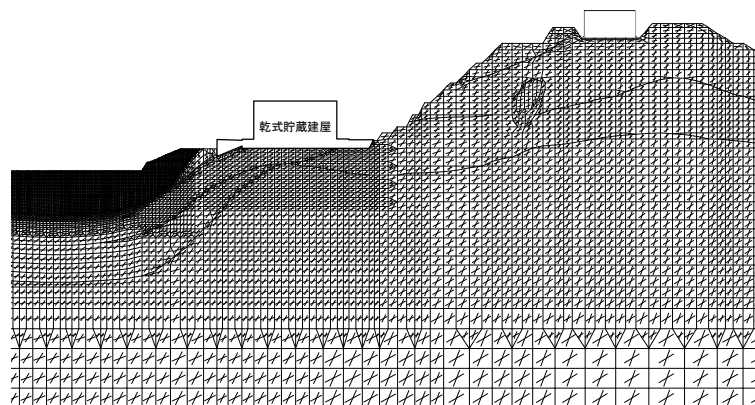
主応力図

凡 例

- : 引張応力が発生した要素
- : せん断強度に達した要素
- : 引張応力が発生し、かつ、せん断強度に達した要素
- :  $1.0 \leq$  局所安全係数  $< 1.5$
- :  $1.5 \leq$  局所安全係数  $< 2.0$
- :  $2.0 \leq$  局所安全係数



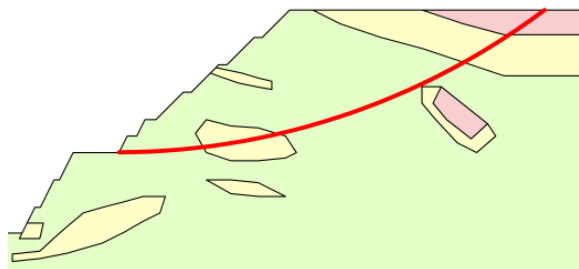
局所安全係数図



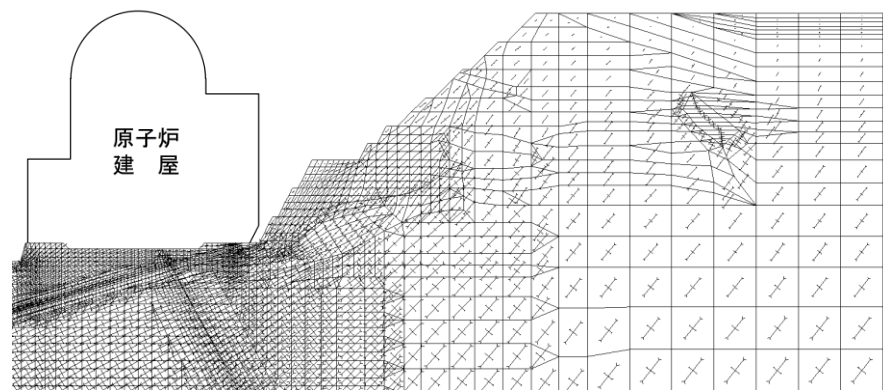
モビライズド面

# X-X'断面(原子炉建屋 周辺斜面)

基準地震動：Ss-3-3(+,-)，時刻：10.13秒，すべり安全率：1.8



すべり面

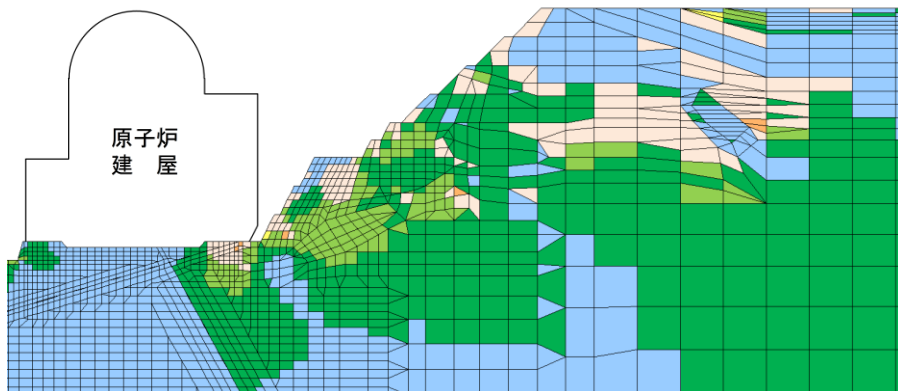


主応力図

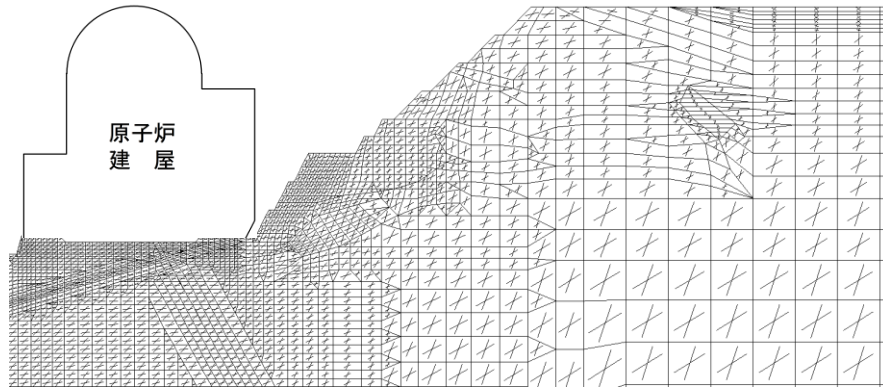
凡例 主応力  $\rightarrow$   
5,000 kN/m<sup>2</sup>

凡例

- : 引張応力が発生した要素
- : せん断強度に達した要素
- : 引張応力が発生し、かつ、せん断強度に達した要素
- :  $1.0 \leq$  局所安全係数  $< 1.5$
- :  $1.5 \leq$  局所安全係数  $< 2.0$
- :  $2.0 \leq$  局所安全係数



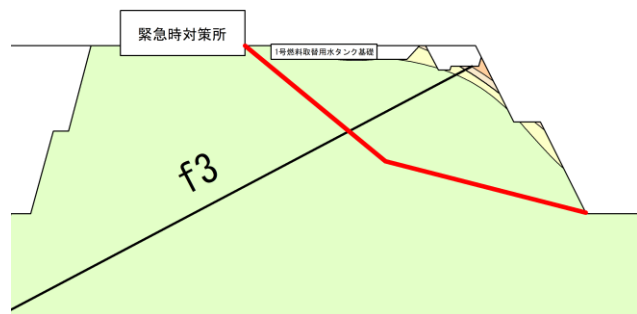
局所安全係数図



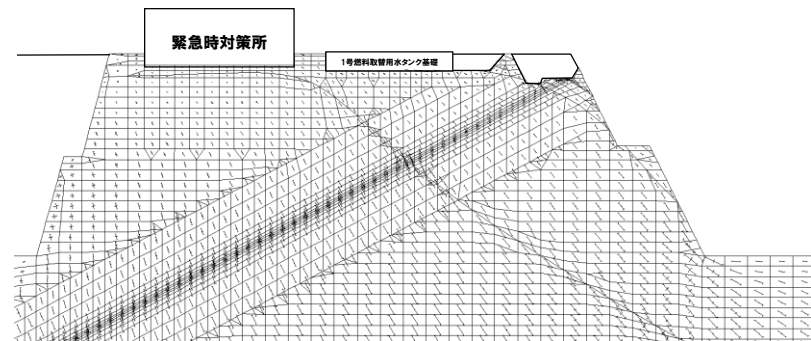
モビライズド面

# C-C'断面(海水ピット 周辺斜面)

基準地震動：Ss-3-3(-,+), 時刻：10.10秒, すべり安全率：3.1



すべり面

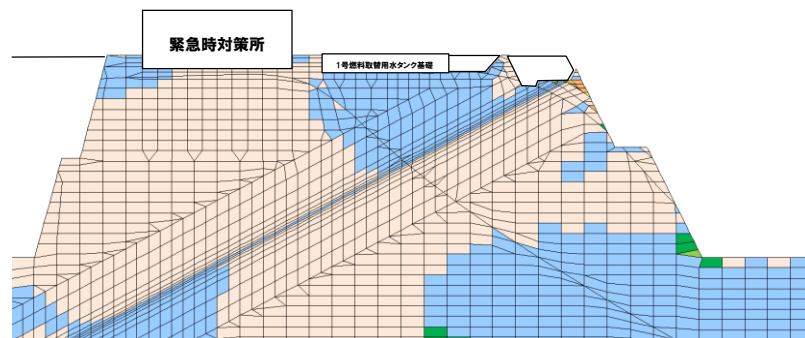


主応力図

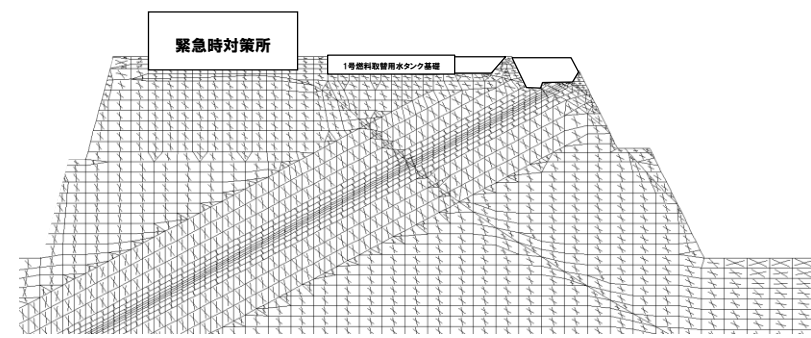
凡例 主応力  $\rightarrow$   
5,000 kN/m<sup>2</sup>

凡例

- : 引張応力が発生した要素
- : せん断強度に達した要素
- : 引張応力が発生し、かつ、せん断強度に達した要素
- :  $1.0 \leq$ 局所安全係数  $< 1.5$
- :  $1.5 \leq$ 局所安全係数  $< 2.0$
- :  $2.0 \leq$ 局所安全係数



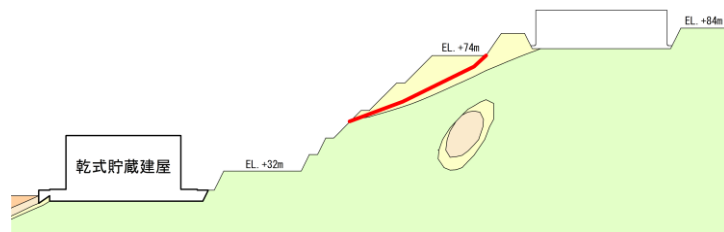
局所安全係数図



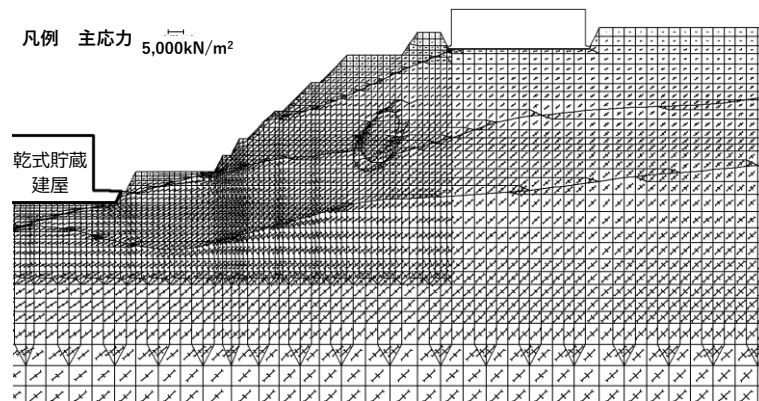
モビライズド面

# O-O'断面(乾式貯蔵建屋 周辺斜面)

基準地震動：Ss-3-3(+,+), 時刻：10.11秒, すべり安全率：2.3



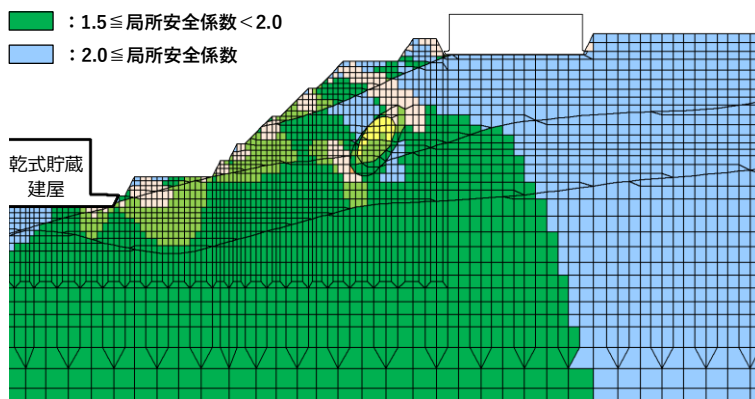
すべり面



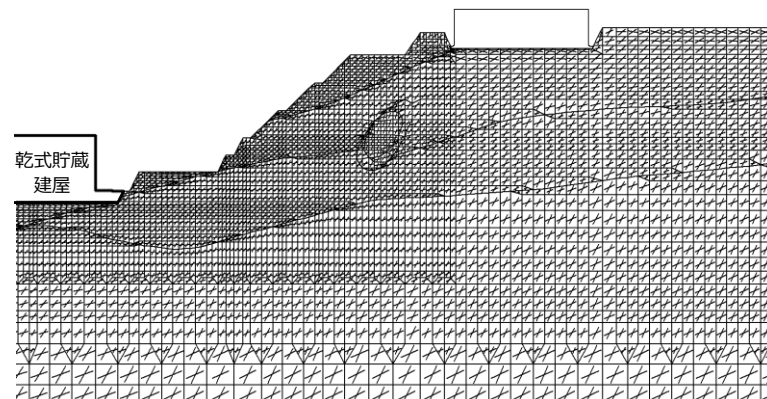
主応力図

凡 例

- : 引張応力が発生した要素
- : せん断強度に達した要素
- : 引張応力が発生し、かつ、せん断強度に達した要素
- :  $1.0 \leq \text{局所安全係数} < 1.5$
- :  $1.5 \leq \text{局所安全係数} < 2.0$
- :  $2.0 \leq \text{局所安全係数}$



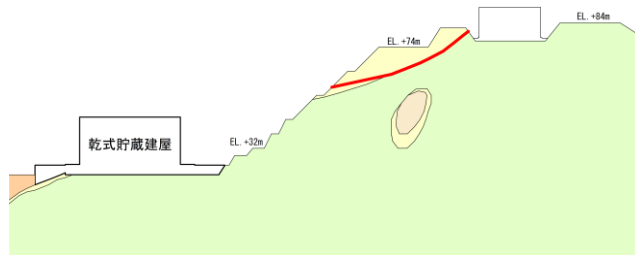
局所安全係数図



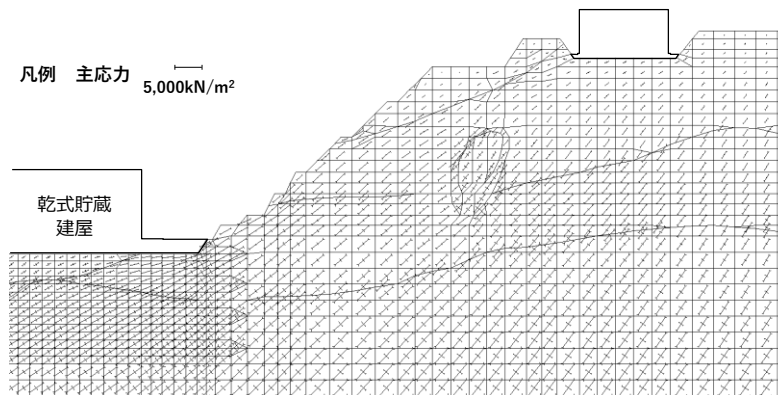
モビライズド面

# P-P'断面(乾式貯蔵建屋 周辺斜面)

基準地震動：Ss-3-3(+,-)，時刻：10.12秒，すべり安全率：1.6



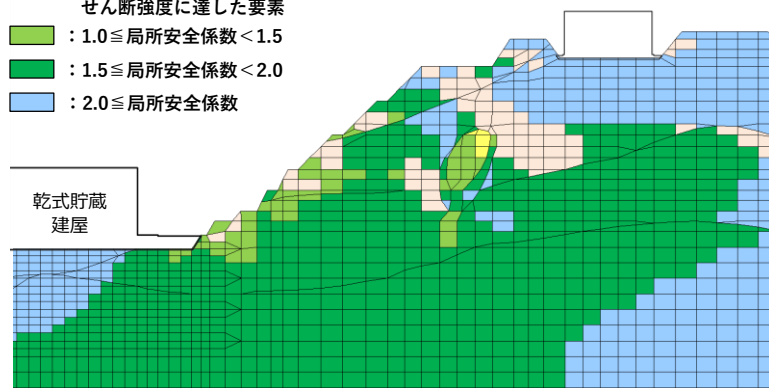
すべり面



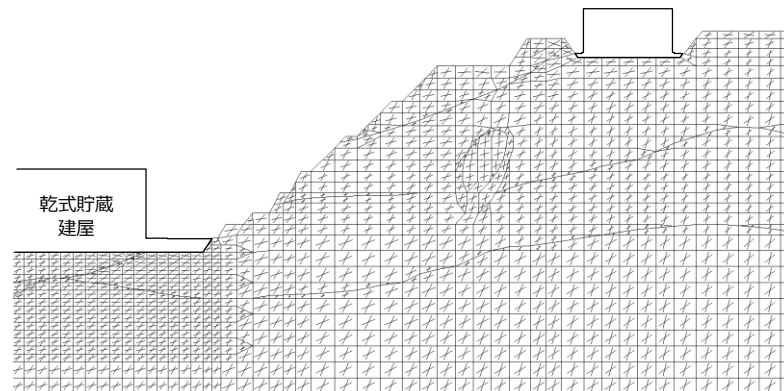
主応力図

凡例

- : 引張応力が発生した要素
- : せん断強度に達した要素
- : 引張応力が発生し、かつ、せん断強度に達した要素
- :  $1.0 \leq$  局所安全係数  $< 1.5$
- :  $1.5 \leq$  局所安全係数  $< 2.0$
- :  $2.0 \leq$  局所安全係数



局所安全係数図



モビライズド面