

柏崎刈羽原子力発電所 1 号機

「発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針」  
の改訂に伴う耐震安全性評価結果 報告書

平成 22 年 3 月 24 日

東京電力株式会社

## 【目 次】

1. まえがき
2. 耐震安全性評価の基本方針
3. 敷地周辺・敷地近傍・敷地の地質及び地質構造
4. 基準地震動  $S_s$  の策定
5. 建屋基礎地盤の安定性評価(原子炉建屋, タービン建屋)
6. 安全上重要な建物・構築物の耐震安全性評価
7. 安全上重要な機器・配管系の耐震安全性評価
8. 屋外重要土木構築物の耐震安全性評価
9. 弾性設計用地震動  $S_d$  に対する検討
10. 地震随伴事象に対する考慮(周辺斜面の安定性)
11. 地震随伴事象に対する考慮(津波に対する安全性)
12. 地震随伴事象に対する考慮(活断層の変位に伴う建屋基礎地盤の変形評価)
13. まとめ

**【添付資料 1】**

耐震設計上の重要度分類 B・C クラスの建物・構築物に関する地盤支持性能確認結果について

**【付録 1】**

耐震強化工事の基本的な考え方について

**【付録 2】**

耐震強化条件による評価結果について

**【付録 3】**

耐震強化工事を実施した耐震安全上重要な設備の耐震性評価に関する整理

**【付録 4】**

経年劣化事象による耐震安全性評価への影響について

**【付録 5】**

1 号機 新潟県中越沖地震のシミュレーション解析における原子炉建屋応答解析と観測記録との相違の影響について

## 1. まえがき

## 1. まえがき

平成 18 年 9 月 19 日付けで、原子力安全委員会により「発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針」が改訂された（以下、「新耐震指針」という。）。これに伴い原子力安全・保安院より「『発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針』等の改訂に伴う既設発電用原子炉施設の耐震安全性の評価等の実施について（文書番号 平成 18・09・19 原院第 6 号 平成 18 年 9 月 20 日）」に基づき、既設の発電用原子炉施設等について、新耐震指針に照らした耐震安全性の評価等を実施するよう求められ、「柏崎刈羽原子力発電所の耐震安全性評価実施計画書（平成 18 年 10 月 18 日）」（以下、「実施計画書」という。）を原子力安全・保安院へ提出した。

その後、平成 19 年 7 月 16 日に発生した平成 19 年新潟県中越沖地震に伴い、経済産業大臣からの指示「平成 19 年新潟県中越沖地震を踏まえた対応について（指示）」（平成 19・07・20 原第 1 号）に基づき実施計画書を見直し、平成 19 年 8 月 20 日に提出した。

本報告書は、上記実施計画書に基づき、柏崎刈羽原子力発電所 1 号機の耐震安全性評価結果を取りまとめたものである。

## 2. 耐震安全性評価の基本方針

## 2. 耐震安全性評価の基本方針

耐震安全性評価の基本方針を以下に示す。

- 1) 耐震安全性評価は、新耐震指針に照らして策定した基準地震動  $S_s$  に対し、耐震安全上重要な施設の安全機能保持の観点から行う。また、旧耐震指針において  $S1$  または静的地震力が果たしてきた役割を考慮する観点から、弾性設計用地震動  $S_d$  および静的地震力に対する検討を代表施設について行い、旧耐震指針から新耐震指針への連続性を考察する。
- 2) 評価対象施設は、新耐震指針による  $S$  クラスの施設を対象とする。ただし、 $B$  クラスおよび  $C$  クラス設備のうち、その破損が  $S$  クラス設備に波及的破損を生じさせるおそれのある設備については、波及的影響評価を実施する。
- 3) 耐震安全性評価は、平成 19 年 7 月 16 日に発生した新潟県中越沖地震を受けた「新潟県中越沖地震を踏まえた原子力発電所等の耐震安全性に反映すべき事項（中間取りまとめ）について（通知）」（平成 19・12・26 原院第 6 号）<sup>\*1</sup> および「新潟県中越沖地震を踏まえた原子力発電所等の耐震安全性評価に反映すべき事項について」（平成 20・08・29 原院第 10 号）<sup>\*2</sup> の知見を適切に反映する。

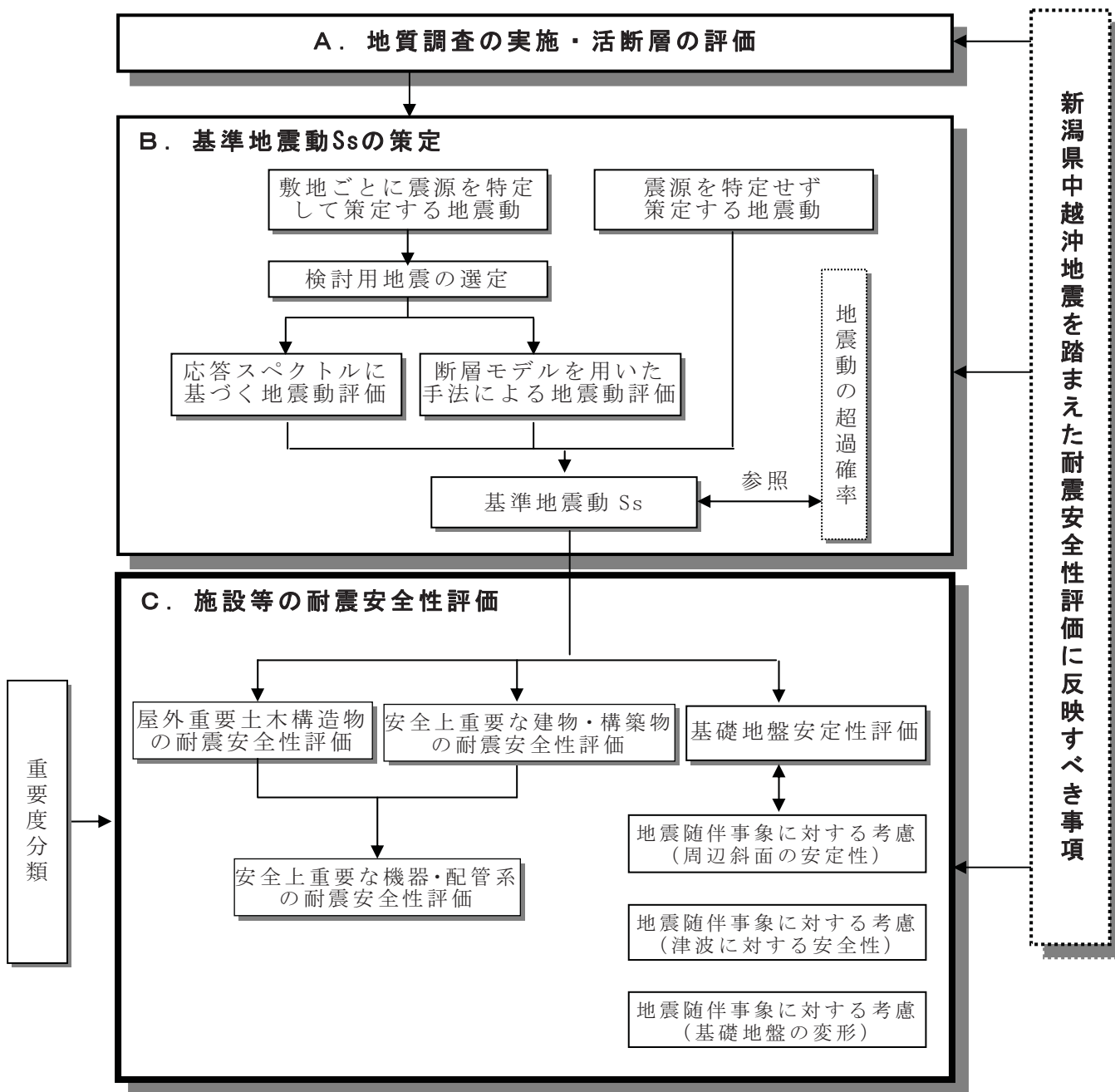
\*1 平成 19 年 12 月 27 日経済産業省原子力安全・保安院長より通知  
\*2 平成 20 年 9 月 4 日経済産業省原子力安全・保安院長より通知
- 4) 施設に作用する地震力の算定、発生応力の算定、安全機能の評価等に用いる地震応答解析手法、解析モデル、許容値等については、従来の評価実績、最新の知見及び規格・基準等を考慮する。また、施設運用上の管理値や実測値などについても考慮する。

評価対象を第 2.1.1-1 表に，耐震安全性評価の全体フローを第 2.1.1-1 図に示す。

第 2.1.1-1 表 柏崎刈羽原子力発電所 1 号機における評価対象

施設等の分類	評価対象施設等の内訳
基礎地盤	原子炉建屋基礎地盤，タービン建屋基礎地盤
建物・構築物	原子炉建屋，タービン建屋，海水機器建屋，排気筒
機器・配管系	原子炉本体，計測制御系統設備，原子炉冷却系統設備，原子炉格納施設，放射線管理設備，燃料設備，附帯設備
屋外重要土木構造物	原子炉冷却系統設備および非常用ガス処理系統設備に係る土木構造物
地震随件事象	津波，周辺斜面，基礎地盤変形





第 2.1.1-1 図 新耐震指針に照らした耐震安全性評価フロー

### 3. 敷地周辺・敷地近傍・敷地の地質及び地質構造

### 3. 敷地周辺・敷地近傍・敷地の地質及び地質構造

「柏崎刈羽原子力発電所 敷地及び敷地周辺の地質・地質構造に係る報告書」（原管発官 20 第 325 号 平成 20 年 10 月 22 日付け）、「柏崎刈羽原子力発電所 7 号機「発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針」の改訂に伴う耐震安全性評価結果報告書（改訂 1）」（原管発官 20 第 441 号 平成 21 年 1 月 9 日付け）及び「柏崎刈羽原子力発電所 7 号機 タービン建屋の地震応答解析における耐震壁及び補助壁の取扱いの不適合に伴う再評価結果等の耐震安全性評価報告書等への反映について」（原管発官 21 第 40 号 平成 21 年 4 月 24 日付け）に示すとおり。

#### 4. 基準地震動 $S_s$ の策定

#### 4. 基準地震動 Ss の策定

「柏崎刈羽原子力発電所における平成 19 年新潟県中越沖地震時に取得された地震観測データの分析及び基準地震動に係る報告書」(原管発官 20 第 285 号 平成 20 年 9 月 22 日付けで補正, 原管発官 20 第 324 号 平成 20 年 10 月 22 日付けで追補)に示すとおり。

5. 建屋基礎地盤の安定性評価  
(原子炉建屋, タービン建屋)

## 【目 次】

5. 建屋基礎地盤の安定性評価（原子炉建屋，タービン建屋） .....	5-1
5.1. 評価方針.....	5-1
5.2. 評価方法.....	5-1
5.2.1. 基礎地盤の地質概要 .....	5-1
5.2.2. 解析手法.....	5-2
5.2.3. 評価内容.....	5-4
5.3. 評価結果.....	5-5
5.3.1. すべり安全率 .....	5-5
5.3.2. 建屋基礎底面の鉛直方向の相対変位・傾斜 .....	5-6
5.3.3. 支持力.....	5-7

## 【参考資料】

参考資料5.1 地震後の西山層物性を用いた検討

参考資料5.2 へき開含有帯について



## 5. 建屋基礎地盤の安定性評価（原子炉建屋，タービン建屋）

### 5.1. 評価方針

柏崎刈羽原子力発電所 1 号機の耐震安全上重要な設備・機器等を内包する建物・構築物を支持する原子炉建屋，タービン建屋基礎地盤について，基準地震動  $S_s$  による地震力に対して十分な支持性能をもつことを評価する。

### 5.2. 評価方法

#### 5.2.1. 基礎地盤の地質概要

敷地の平面図を第 5.2.1-1 図に，地質構造図を第 5.2.1-2 図に，敷地南部の地質水平断面図を第 5.2.1-3 図に，地質鉛直断面図を第 5.2.1-4 図に示す。

1 号機基礎地盤は西山層からなる。西山層は，岩相から下位より塊状無層理の泥岩からなる  $N_1$  部層，縞状泥岩等を挟在する塊状泥岩からなる  $N_2$  部層，砂質泥岩が優勢となり砂岩薄層を挟在する  $N_3$  部層の 3 部層に区分される。1 号機位置では， $N_1$  部層は標高  $-150\text{m}$  付近以深に， $N_2$  部層は標高  $-150\text{m}$  付近以浅に，また， $N_3$  部層は 1 号機の南及び東に分布している。西山層の上位には新第三紀系の灰爪層，第四紀系の安田層，番神砂層及び新期砂層等が分布する。1 号機は背斜構造の東翼部に位置し，西山層は E-W の走向で  $30^\circ \sim 45^\circ$  の角度で南へ傾斜している。

1 号機基礎地盤にみられる小断層は，NE-SW 走向で高角度のもの（以下「 $\alpha$  断層」，「 $\beta$  断層」という。），NW-SE 走向で中～高角度のもの（以下「①断層」，「②断層」という。），NNW-SSW～NW-SE 走向で高角度のもの（以下「V系断層」という。）及び層理面に平行で低角度のもの（以下「F5 断層」という。）が認められる。このうち，1 号機位置には  $\alpha$  断層及び  $\beta$  断層

が分布している。

また、F5 断層近傍の泥岩中には、面が開離するへき開を含む層準（以下、「へき開含有帯」という。）が分布している。

### 5.2.2. 解析手法

基準地震動  $S_s$  に対する地震応答解析を二次元動的有限要素法解析により行う。地震応答解析は周波数応答解析手法を用い、等価線形化法により動せん断弾性係数および減衰定数のひずみ依存性を考慮する。

地震時の応力は、自重解析による常時応力と、地震応答解析による地震時応力増分を重ね合わせることにより求める。地震時応力増分は水平地震動および鉛直地震動による応答を考慮し、常時応力は地盤の自重解析により求まる初期応力、建屋基礎掘削に伴う解放力および建屋・埋戻土の荷重を考慮して求める。

安定性評価フローを第 5.2.2-1 図に示す。

#### 5.2.2.1. 解析モデル

##### (1) 解析用地盤モデル

解析断面は、原子炉建屋、タービン建屋で直交する 3 断面（原子炉建屋汀線平行：A-A'断面，タービン建屋汀線平行：B-B'断面，原子炉建屋・タービン建屋汀線直交：C-C'断面）とする。

解析用地盤モデルは、F5 断層，V系断層，①・②断層， $\alpha$ ・ $\beta$ 断層を考慮し、地質鉛直断面図に基づき以下の方針に従って作成する。

##### a. 解析モデルの領域

解析幅は、原子炉建屋中心から左右にそれぞれ建屋幅の 2.5 倍以上の領域を確保するようモデル化する。

解析深さは、十分な深さとして建屋幅の 1.5 倍以上の領域を確保するようモデル化する。

#### b. 要素の大きさ

各要素の大きさは、応力の変化をなめらかに表現でき、かつ地震波の伝播を十分に考慮できるように設定する。

以上 a, b の方針に基づいて作成した解析用要素分割図を第 5.2.2-2 図に示す。

#### (2) 境界条件

地震応答解析における境界条件は、モデル下端を粘性境界、側方をエネルギー伝達境界とする。また、常時応力を算定する自重解析における境界条件は、モデル下端を固定境界、側方を鉛直ローラ境界とする。

境界条件を第 5.2.2-3 図に示す。

#### (3) 解析用建屋モデル

原子炉建屋、タービン建屋の解析用建屋モデルは、それぞれについて設定された多質点系モデルから変換することにより作成する。

### 5.2.2.2. 解析用物性値

本検討における解析用物性値の設定にあたっては、新潟県中越沖地震による地盤物性への影響を確認するため、地震後に実施した深さ約 300m のボーリングにより得られた各種試験結果と 3・4 号炉設置許可申請時のデータを比較した。その結果、第 5.2.2-4 図に示すとおり地震の影響は認められないことから、解析用物性値は、3・4 号炉設置許可申請時に第 5.2.2-1 表に示した方法に基づき設定した、第 5.2.2-2 表を用いることとする。

なお、1号機南側に分布する灰爪層については、3・4号炉設置許可申請時に設定されていないため、中越沖地震後に実施した調査結果に基づいた物性値を用いる。

#### 5.2.2.3. 地震力

地震力については基準地震動  $S_s$  を解析モデル下端に入力する。

#### 5.2.2.4. 地下水位

解析用地下水位は、第 5.2.2-5 図のとおり設定する。

### 5.2.3. 評価内容

#### 5.2.3.1. すべり安全率

すべり安全率は、想定したすべり線上の応力状態をもとに、すべり線上のせん断抵抗力の和をすべり線上のせん断力の和で除して求める。

想定するすべり線は、原子炉建屋、タービン建屋基礎底面、F5断層、 $\alpha$ ・ $\beta$ 断層を通るものを基本とする。

また、すべり安全率の算定にあたっては、以下の方針に基づくこととする。

- a. 埋戻土、新期砂層の強度は期待しない。
- b. 番神砂層、安田層、灰爪層、西山層、椎谷層および断層については、以下の取り扱いとする。
  - ① 番神砂層、安田層、灰爪層、西山層および断層については、安全側に引張強度をゼロとする。なお、西山層の引張強度は同層の破壊包絡線の設定に際して用いる。
  - ② すべり安全率を算定する際のせん断強度は、引張応力が発

生しない場合，非破壊ではピーク強度を，せん断破壊もしくは破壊履歴有りでは残留強度を用いる。また，引張応力が発生する場合は，すべり線の直応力が圧縮の場合は残留強度を用い，直応力が引張の場合はせん断強度を考慮しない。

#### 5.2.3.2. 建屋基礎底面の鉛直方向の相対変位・傾斜

原子炉建屋，タービン建屋基礎底面の鉛直方向の相対変位・傾斜について評価する。

#### 5.2.3.3. 支持力

原子炉建屋，タービン建屋から基礎底面の地盤に作用する鉛直方向の合力および建屋基礎底面に接する地盤要素の鉛直応力が最大となるそれぞれの時刻について，要素ごとの安全係数およびモビライズド面を求めて連続したすべり線が形成されないことを確認する。

### 5.3. 評価結果

#### 5.3.1. すべり安全率

##### 5.3.1.1. 原子炉建屋基礎地盤

すべり安全率の時刻歴を第 5.3.1-1 表～第 5.3.1-10 表に示す。

最小すべり安全率は 1.9 となり評価基準値 1.5 以上であることから，すべりに対して十分な安全性を有している。なお，地盤物性のばらつきを考慮した場合においても，安全性を有していることを確認している。

また，要素ごとの安全係数を第 5.3.1-1 図～第 5.3.1-10 図に示す。

岩盤部については，建屋隅角部の一部に引張強度やせん断強度に達した要素があるものの，小さな範囲にとどまっている。断層

についても，一部にせん断破壊に達した要素があるものの連続はしていない。

#### 5.3.1.2. タービン建屋基礎地盤

すべり安全率の時刻歴を第 5.3.1-11 表～第 5.3.1-20 表に示す。

最小すべり安全率は 1.8 となり評価基準値 1.5 以上であることから，すべりに対して十分な安全性を有している。

また，要素ごとの安全係数を第 5.3.1-11 図～第 5.3.1-16 図に示す。

岩盤部については，建屋隅角部の一部に引張強度やせん断強度に達した要素があるものの，小さな範囲にとどまっている。断層についても，一部にせん断破壊に達した要素があるものの連続はしていない。

### 5.3.2. 建屋基礎底面の鉛直方向の相対変位・傾斜

#### 5.3.2.1. 原子炉建屋基礎地盤

原子炉建屋基礎底面両端の最大相対変位・傾斜を第 5.3.2-1 表に示す。

原子炉建屋基礎底面両端の最大相対変位は 4.0cm，原子炉建屋基礎底面の最大傾斜は約 1/2,100 であり，安全上重要な機器・配管系の安全機能に支障を与えるものではない。

#### 5.3.2.2. タービン建屋基礎地盤

タービン建屋基礎底面両端の最大相対変位・傾斜を第 5.3.2-2 表に示す。

タービン建屋基礎底面両端の最大相対変位は 2.9cm，タービン

建屋基礎底面の最大傾斜は約 1/5,000 であり，安全上重要な機器・配管系の安全機能に支障を与えるものではない。

### 5.3.3. 支持力

#### 5.3.3.1. 原子炉建屋基礎地盤

原子炉建屋から基礎底面の地盤に作用する鉛直方向の合力および，建屋基礎底面に接する地盤要素の鉛直応力が最大となるそれぞれの時刻における要素ごとの安全係数およびモビライズド面から，破壊に至る要素が連続せず，連続したすべり線が形成されないことを確認した。代表的なケースの接地圧の分布，要素ごとの安全係数，モビライズド面を第 5.3.3-1 図に示す。

以上より，原子炉建屋基礎地盤は支持力に対して十分な安全性を有している。

#### 5.3.3.2. タービン建屋基礎地盤

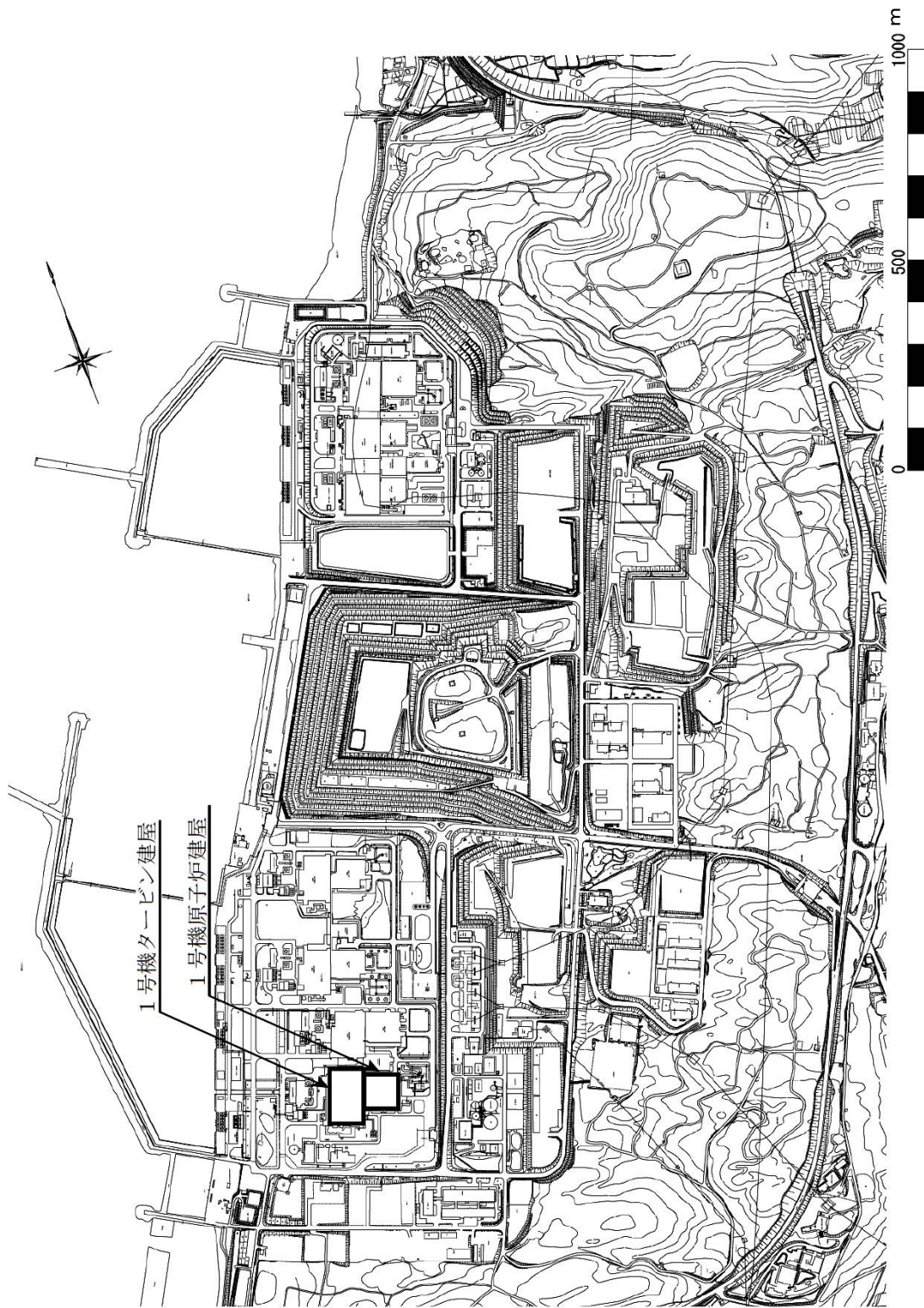
タービン建屋から基礎底面の地盤に作用する鉛直方向の合力および，建屋基礎底面に接する地盤要素の鉛直応力が最大となるそれぞれの時刻における要素ごとの安全係数およびモビライズド面から，破壊に至る要素が連続せず，連続したすべり線が形成されないことを確認した。代表的なケースの接地圧の分布，要素ごとの安全係数，モビライズド面を第 5.3.3-2 図に示す。

以上より，タービン建屋基礎地盤は支持力に対して十分な安全性を有している。

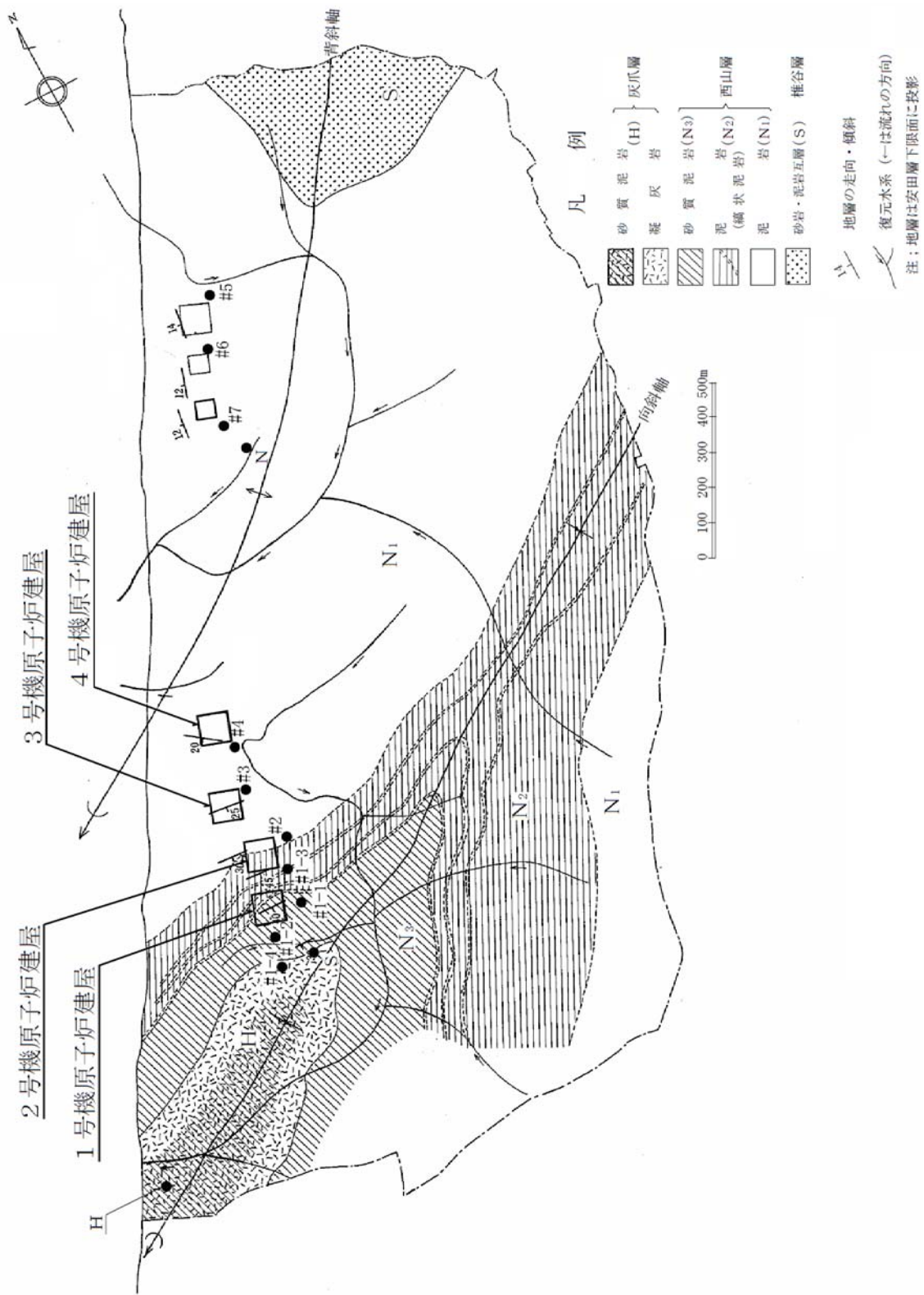
以上より，柏崎刈羽原子力発電所 1 号機原子炉建屋，タービン建屋基礎地盤について，基準地震動  $S_s$  による安定性を評価した結果，

基礎地盤は十分な支持性能をもつことを確認した。

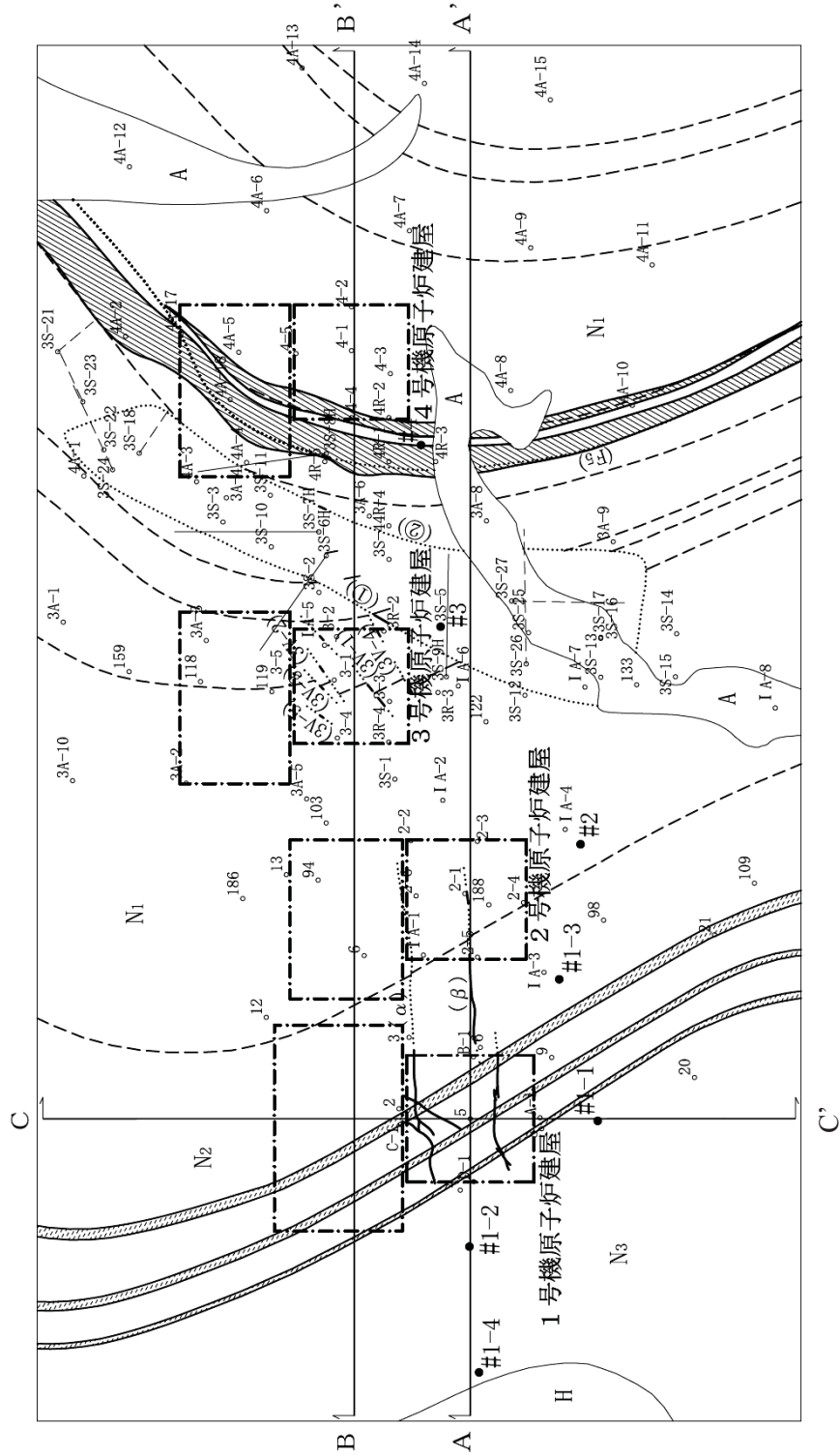




第 5.2.1-1 図 敷地平面図



第 5.2.1-2 図 新第三紀層の地質および地質構造図



凡例

- A 安田層 (N<sub>3</sub>部層)
- H 灰爪層 (N<sub>2</sub>部層)
- N<sub>3</sub> 西山層 (N<sub>2</sub>部層)
- N<sub>2</sub> 西山層 (N<sub>1</sub>部層)
- N<sub>1</sub> 西山層 (N<sub>1</sub>部層)
- 断層 (破線は推定部)
- ▨ 凝灰岩類
- ▨ 綿状泥岩
- ▨ へき開含有帯
- 4-1 ボーリング実施位置 (英数字は孔名)
- #1-1 ボーリング実施位置 (平成19年度・平成20年度実施)
- 断面位置
- 水平ボーリング
- 斜ボーリング



第 5.2.1-3 図 1 号機付近地質水平断面図(標高-40m)

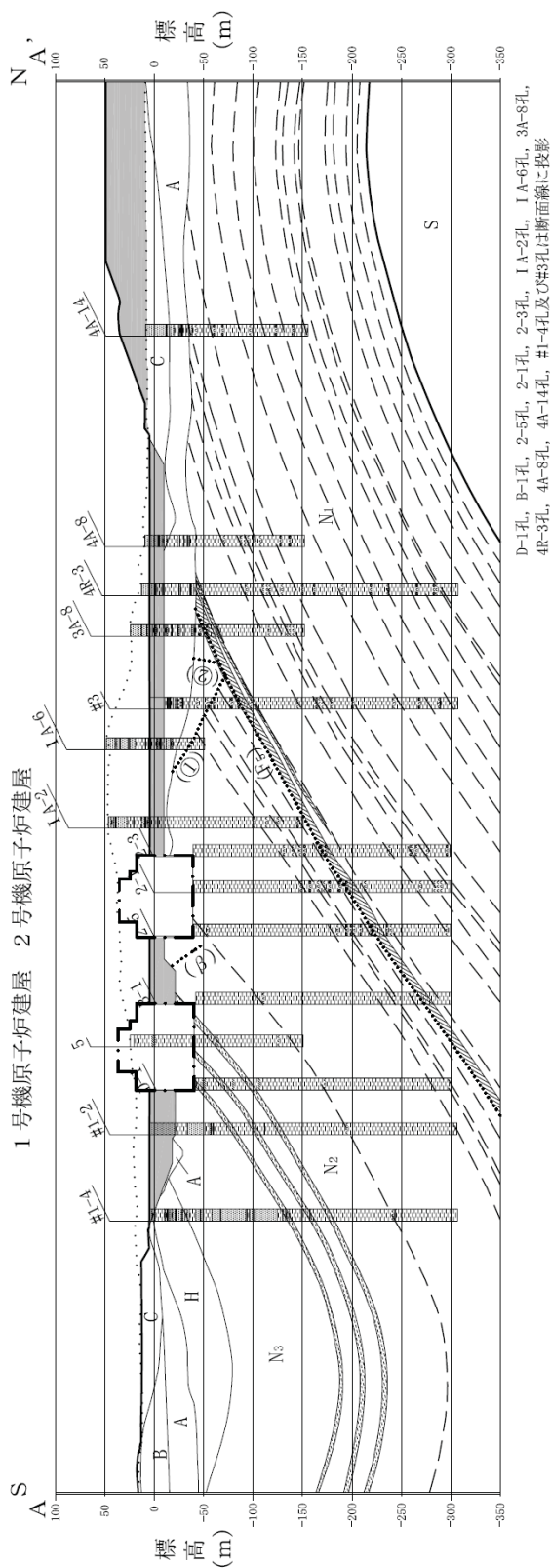
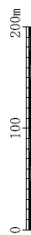
柱状図凡例

- 盛土・埋戻土
- ▨ 粘土・シルト
- ▩ 砂
- ▧ 礫
- ▦ 泥岩
- ▥ 砂岩
- ▤ 綿状泥岩
- ▣ 凝灰岩
- ▢ 軽石

地質凡例

- 盛土
- ▬ C 新期砂層
- ▬ B 番神砂層※
- ▬ A 安田層
- ▬ H 灰爪層
- ▬ N<sub>3</sub> 西山層 (N<sub>3</sub>部層)
- ▬ N<sub>2</sub> 西山層 (N<sub>2</sub>部層)
- ▬ N<sub>1</sub> 西山層 (N<sub>1</sub>部層)
- ▬ S 椎谷層
- ▬ 断層 (破線は推定部)
- ▬ 凝灰岩類
- ▬ 綿状泥岩
- ▬ へき開含有帯
- ▬ 旧地形面

※ 大湊砂層を含む



第 5.2.1-4 図(1) 1号機付近地質鉛直断面図(A-A')

柱状図凡例

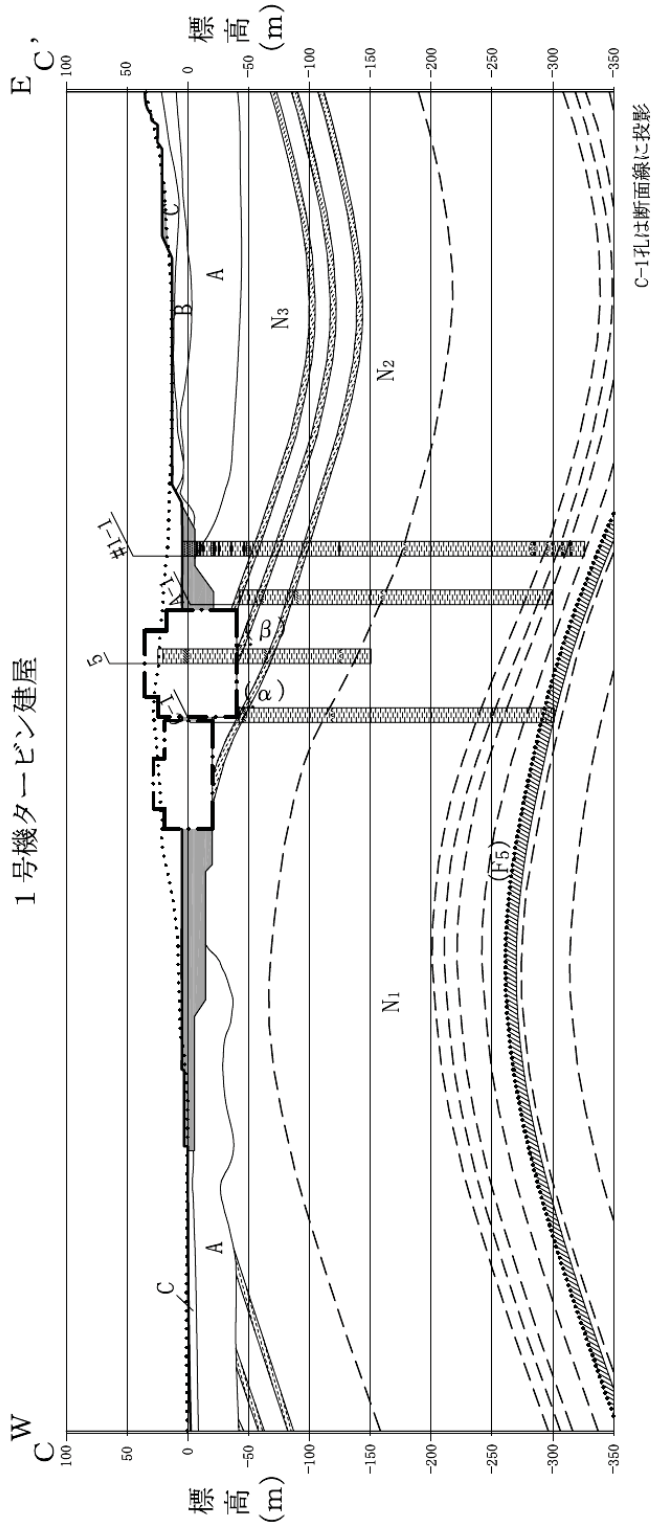
- 盛土・埋戻土
- ▨ 粘土・シルト
- ▩ 砂
- ▧ 礫
- ▦ 泥岩
- ▥ 砂岩
- ▤ 縞状泥岩
- ▣ 凝灰岩
- ▢ 軽石

地質凡例

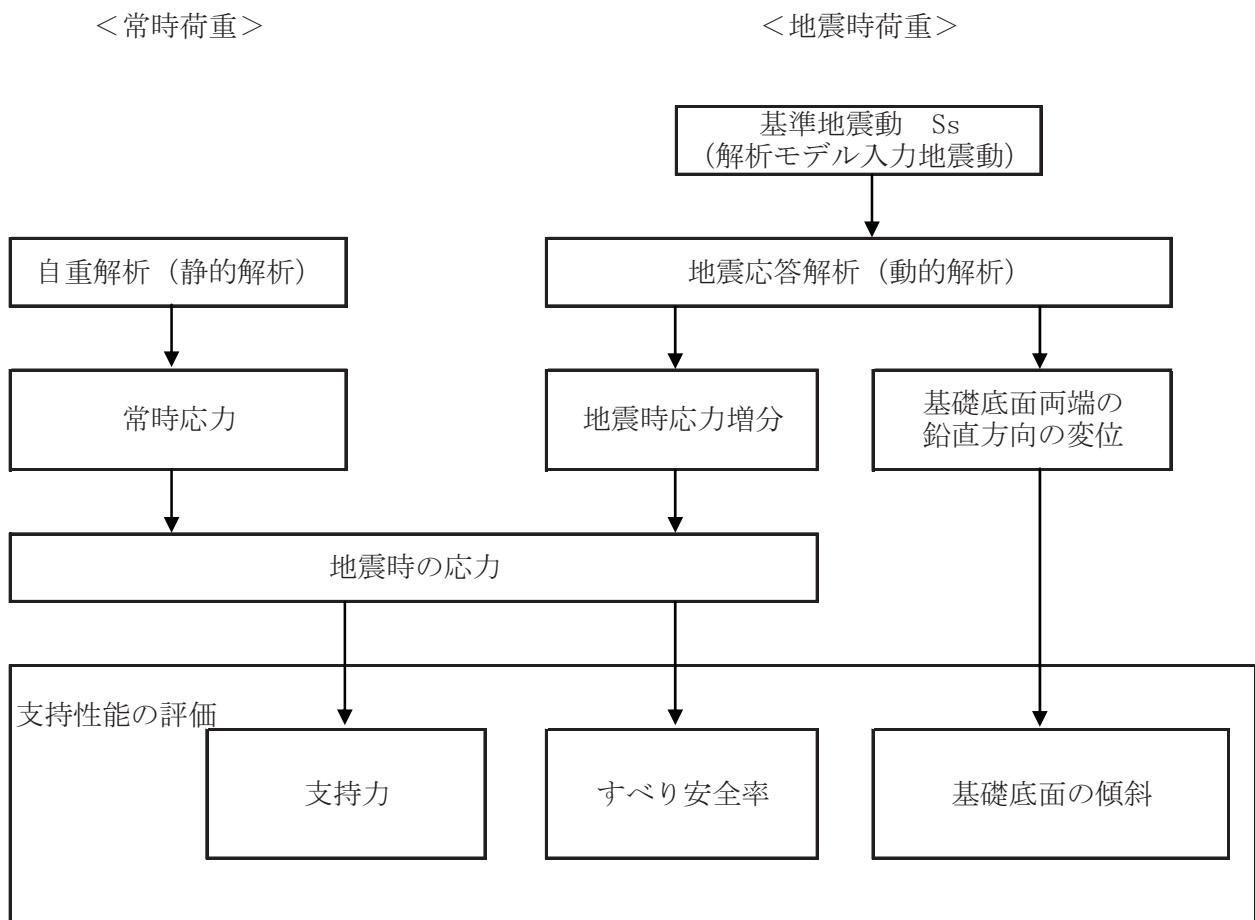
- 盛土
  - C 新期砂層
  - B 番神砂層※
  - A 安田層
  - H 灰爪層
  - N<sub>3</sub> 西山層 (N<sub>3</sub>部層)
  - N<sub>2</sub> 西山層 (N<sub>2</sub>部層)
  - N<sub>1</sub> 西山層 (N<sub>1</sub>部層)
  - S 椎谷層
  - ▨ 断層 (破線は推定部)
  - ▧ 凝灰岩類
  - ▥ 縞状泥岩
  - ▤ へき開含有帯
  - ▣ 旧地形面
- ※ 大湊砂層を含む



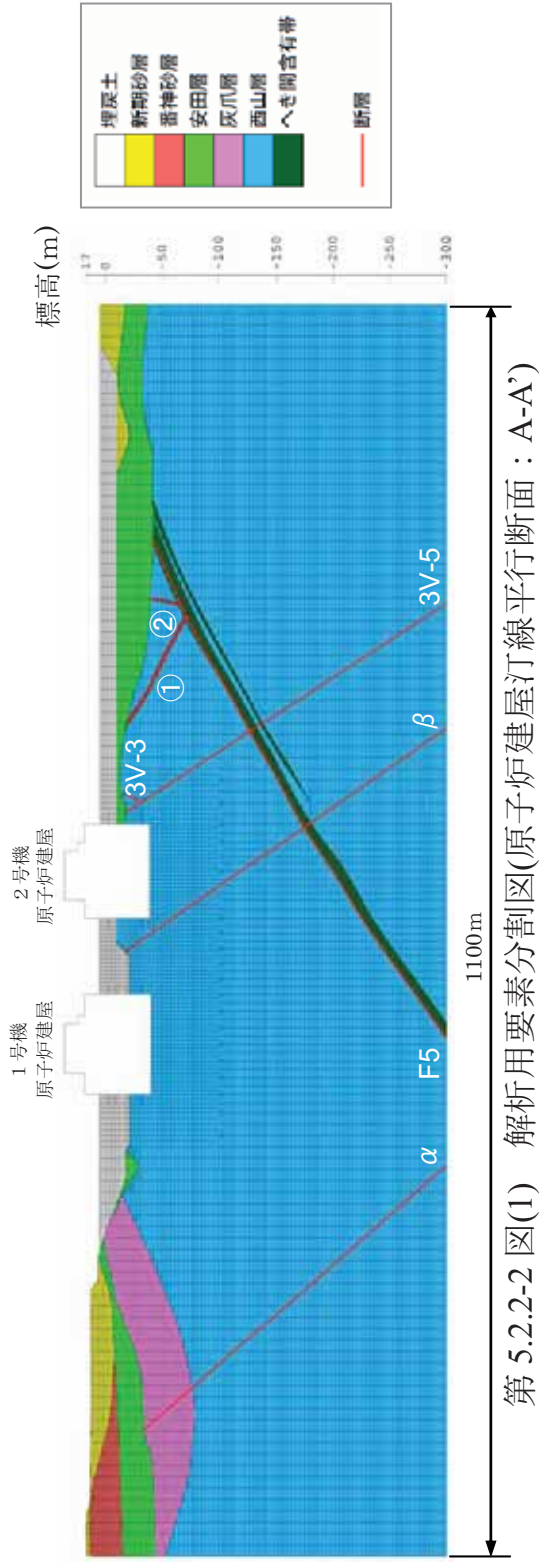
1号機原子炉建屋  
1号機タービン建屋



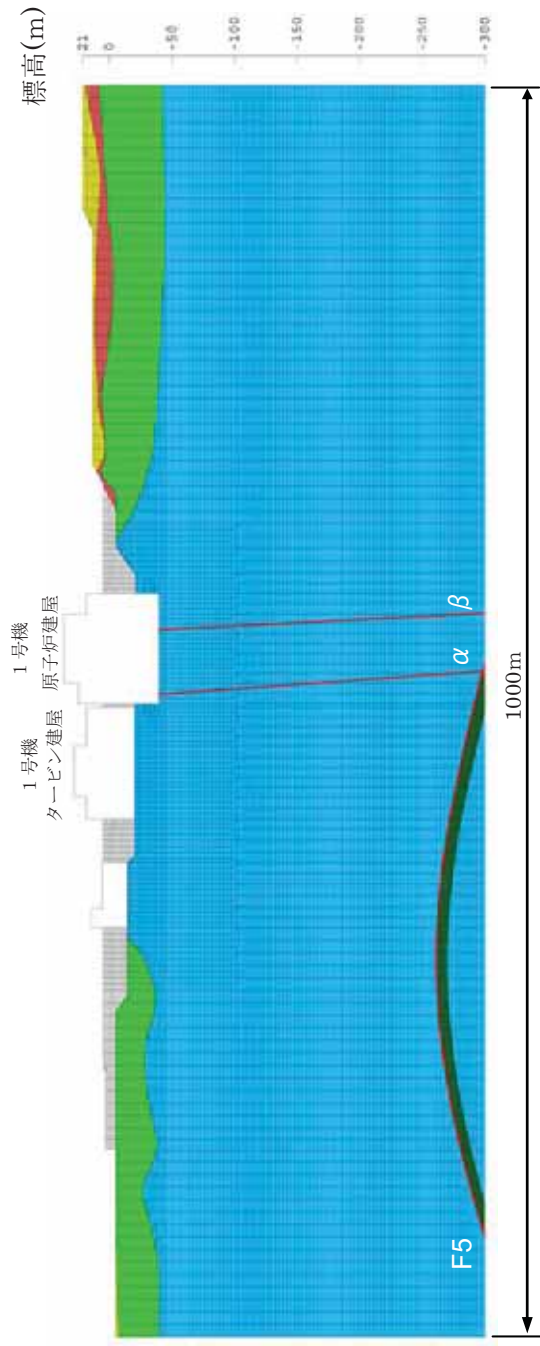
第 5.2.1-4 図(2) 1号機付近地質鉛直断面図(C-C')



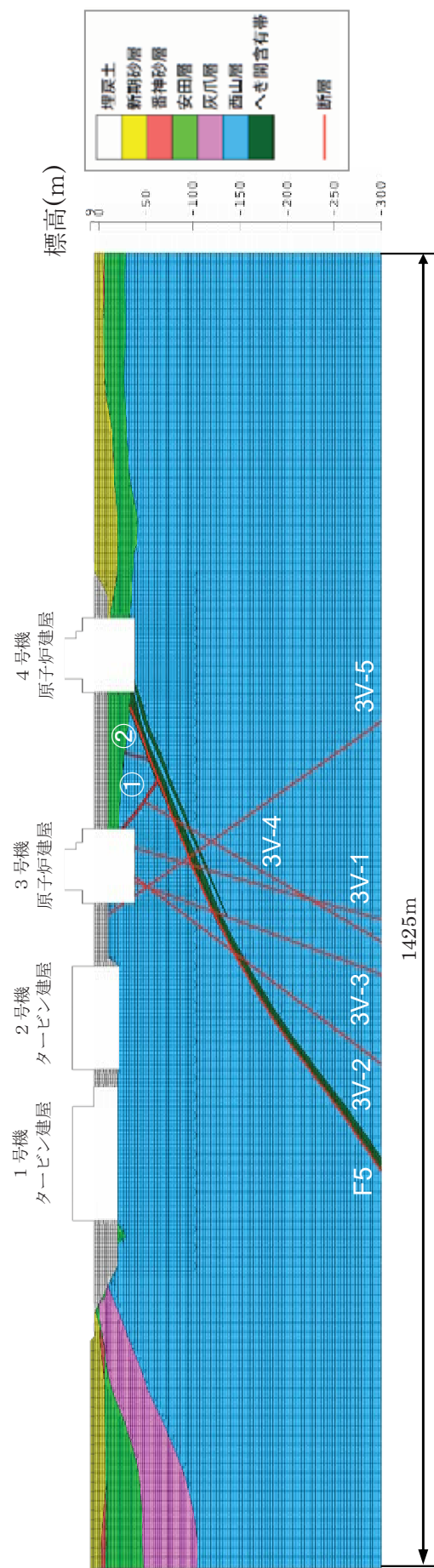
第 5.2.2-1 図 建屋基礎地盤の安定性評価フロー



第 5.2.2-2 図(1) 解析用要素分割図(原子炉建屋汀線平行断面：A-A')

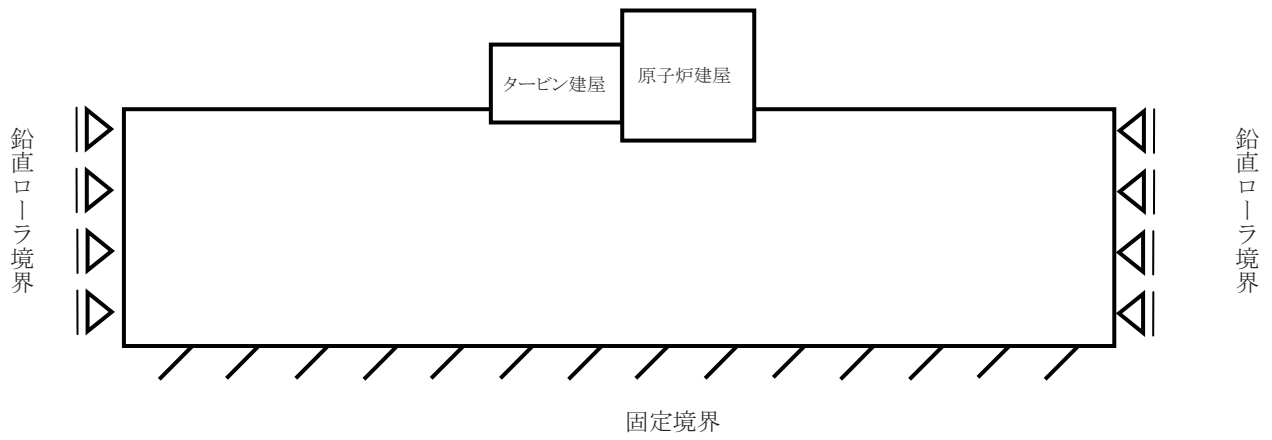


第 5.2.2-2 図(2) 解析用要素分割図(原子炉建屋・タービン建屋汀線直交断面：C-C')

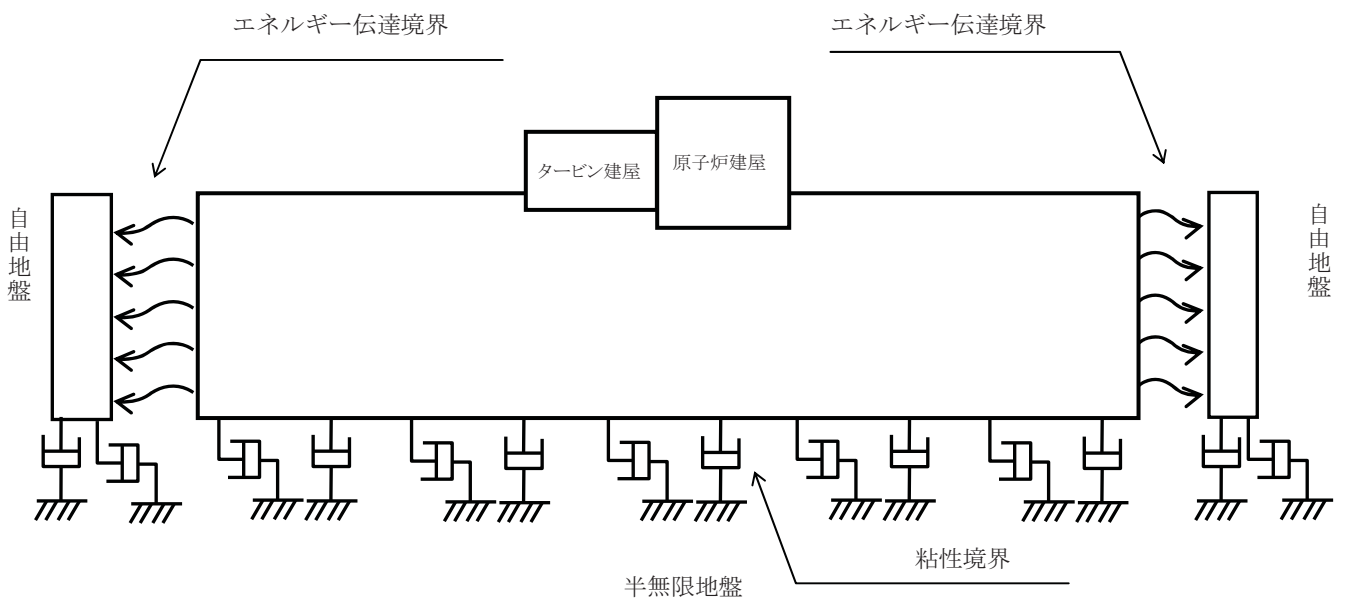


第 5.2.2-2 図(3) 解析用要素分割図(タービン建屋汀線平行断面 : B-B')





自重解析時



地震応答解析時

第 5.2.2-3 図 境界条件

第 5.2.2-1 表 解析用物性値設定方法

物理特性	不均質部									
	西山層 (泥岩)	西山層 (へき開含有帯)	F5断層	V系断層, $\alpha \cdot \beta$ 断層	①・②断層	灰爪層	安田層	番神砂層	新期砂層	埋戻土
$\rho_t$	密度試験結果	密度試験結果	密度試験結果 (粘土部・破砕部の層厚を考慮した重み付け平均)	密度試験結果	密度試験結果	密度試験結果	密度試験結果	密度試験結果	密度試験結果	密度試験結果
$E_0$	三軸圧縮試験結果	三軸圧縮試験結果	三軸圧縮試験結果を粘土部・破砕部ごとに圧密圧力で回帰	三軸圧縮試験結果	三軸圧縮試験結果	三軸圧縮試験結果	三軸圧縮試験結果	三軸圧縮試験結果及び一軸圧縮試験結果	三軸圧縮試験結果	三軸圧縮試験結果
$\nu$	三軸圧縮試験結果	三軸圧縮試験結果	西山層 (泥岩) の値	三軸圧縮試験結果	三軸圧縮試験結果	三軸圧縮試験結果	三軸圧縮試験結果	三軸圧縮試験結果	三軸圧縮試験結果	三軸圧縮試験結果
$G_0$	P S 検層による S 波速度および密度から算定	T, M, S, L における西山層の値	弾性波速度測定試験結果から求めた $G_0$ を粘土部・破砕部 (V系断層の値) ごとに平均 (粘土部・破砕部の層厚を考慮した重み付き平均)	弾性波速度測定結果	弾性波速度測定結果	P S 検層による S 波速度および密度から算定	P S 検層による S 波速度および密度から算定	P S 検層による S 波速度および密度から算定	P S 検層による S 波速度および密度から算定	動的単純せん断試験結果
$\nu_d$	P S 検層で得た P 波速度, S 波速度により算定	弾性波速度測定結果	弾性波速度測定試験結果から求めた $\nu_d$ を粘土部・破砕部 (V系断層の値) ごとに設定 (傾層異方性体の考え方を用い、粘土部・破砕部の層厚を考慮した重み付き平均)	弾性波速度測定結果	弾性波速度測定結果	P S 検層で得た P 波速度, S 波速度により算定	P S 検層で得た P 波速度, S 波速度により算定	P S 検層で得た P 波速度, S 波速度により算定	P S 検層で得た P 波速度, S 波速度により算定	$K_0 = 0.5$ として算定
$G / G_0 \sim \gamma / h \sim \gamma$	動的単純せん断試験結果	動的単純せん断試験結果	動的単純せん断試験結果を粘土部・破砕部 (V系断層の値) ごとに設定 (傾層異方性体の考え方を用い、粘土部・破砕部の層厚を考慮した重み付き平均)	動的単純せん断試験結果	動的単純せん断試験結果	動的単純せん断試験結果	動的単純せん断試験結果	動的単純せん断試験結果	動的単純せん断試験結果	動的単純せん断試験結果
ピーク強度	圧裂試験結果, 一軸引張試験結果および三軸圧縮試験結果	三軸圧縮試験結果	三軸圧縮試験結果を粘土部・破砕部 (V系断層の値) ごとに設定し, 粘土部の強度を用いていない (層析対象とする圧密圧力における粘土部の強度は破砕部より小さい)	三軸圧縮試験結果	三軸圧縮試験結果	三軸圧縮試験結果	三軸圧縮試験結果	三軸圧縮試験結果及び一軸圧縮試験結果	(考慮しない)	(考慮しない)
残留強度	三軸圧縮試験結果	三軸圧縮試験結果	三軸圧縮試験結果	三軸圧縮試験結果	三軸圧縮試験結果	三軸圧縮試験結果	三軸圧縮試験結果	(考慮しない)	(考慮しない)	(考慮しない)

第 5.2.2-2 表(1) 解析用物性値

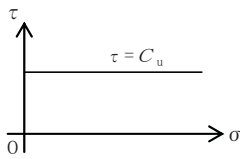
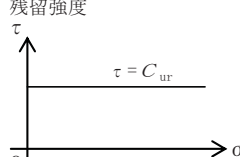
物性値		地層区分	西山層 (泥岩)	西山層 (へき開含有帯)
物理特性		$\rho_t$ (g/cm <sup>3</sup> )	1.58-0.00076·Z	1.61
変形特性	静的変形特性	$E_0$ (N/mm <sup>2</sup> )	381-2.07·Z	193+178·P
		$\nu$	0.46	0.43
	動の変形特性	$G_0$ (N/mm <sup>2</sup> )	251-2.10·Z	332
		$\nu_d$	0.463+0.00017·Z	0.44
		$G/G_0 \sim \gamma$	1/(1+2.65 $\gamma^{1.37}$ )	1/(1+2.97 $\gamma^{0.95}$ )
		$h \sim \gamma$ (%)	27.4 $\gamma^{1.00}$ +0.7	23.0 $\gamma^{0.93}$ +2.3
強度特性	ピーク強度	$C_u$ (N/mm <sup>2</sup> )	低圧部: $\tau_R=0.58-0.0011\cdot Z$ 高圧部: $C_u=0.83-0.0056\cdot Z$	0.42+0.31·P
		$\phi_u$ (°)	6.5+0.021·Z	0
		$\sigma_t$ (N/mm <sup>2</sup> )	0.48	0
	残留強度	$C_{ur}$ (N/mm <sup>2</sup> )	0.49-0.0016·Z	0.42+0.22·P
備考	強度特性は下図のように設定する。		強度特性は下図のように設定する。	
	<p>ピーク強度</p> <p>ピーク強度</p> $\tau = C_u + \sigma \cdot \tan \phi_u$ $\left(\frac{\tau}{\tau_R}\right)^2 = 1 + \frac{\sigma}{\sigma_t}$ <p>残留強度</p> $(\sigma - C_{ur})^2 + \tau^2 = C_{ur}^2$ $\tau = C_{ur}$	<p>ピーク強度</p> <p>ピーク強度</p> $(\sigma - C_u)^2 + \tau^2 = C_u^2$ $\tau = C_u$ <p>残留強度</p> $(\sigma - C_{ur})^2 + \tau^2 = C_{ur}^2$ $\tau = C_{ur}$		

注: Zは, 標高(m)を示す。

注: Pは, 地下水位を考慮した圧密圧力(N/mm<sup>2</sup>)を示す。

注:  $\gamma$ は, せん断歪み (%)を示す。

第 5.2.2-2 表(2) 解析用物性値

物性値		地層区分	断層部		
			F <sub>5</sub> 断層	V系断層, α・β断層	①・②断層
物理特性		$\rho_t$ (g/cm <sup>3</sup> )	粘土部: 1.95, 破砕部: 1.58 層厚の重み付き平均=1.77	1.58	1.59
変形特性	静的変形特性	$E_0$ (N/mm <sup>2</sup> )	粘土部: 96.1+147・P 破砕部: 135+159・P	135+159・P	118+135・P
		$\nu$	0.46	0.46	0.44
	動の変形特性	$G_0$ (N/mm <sup>2</sup> )	粘土部: 108, 破砕部: 228 層厚の重み付き平均=147	228	158
		$\nu_d$	粘土部: 0.49, 破砕部: 0.45 層厚の重み付き平均=0.47	0.45	0.45
		$G/G_0 \sim \gamma$	$0.00134 G_1 \cdot G_2 / (G_1 + G_2)$ 粘土部: $G_1 = 1100 / (1 + 2.94 \gamma^{0.99})$ 破砕部: $G_2 = 2320 / (1 + 2.80 \gamma^{0.77})$	$1 / (1 + 2.80 \gamma^{0.77})$	$1 / (1 + 2.68 \gamma^{0.75})$
$h \sim \gamma$ (%)	$(h_1 G_2 + h_2 G_1) / (G_1 + G_2)$ 粘土部: $h_1 = 21.3 \gamma^{0.96} + 2.8$ 破砕部: $h_2 = 12.7 \gamma^{0.57} + 1.8$	$12.7 \gamma^{0.57} + 1.8$	$11.0 \gamma^{0.55} + 2.0$		
強度特性	ピーク強度	$C_u$ (N/mm <sup>2</sup> )	$0.40 + 0.06 \cdot P$	低圧部: $0.32 + 0.61 \cdot P$ 高圧部: $0.73 + 0.18 \cdot P$	$0.41 + 0.19 \cdot P$
		$\phi_u$ (°)	0	0	0
		$\sigma_t$ (N/mm <sup>2</sup> )	0	0	0
	残留強度	$C_{ur}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$0.23 + 0.24 \cdot P$	低圧部: $0.31 + 0.61 \cdot P$ 高圧部: $0.54 + 0.19 \cdot P$	$0.40 + 0.18 \cdot P$
備考	<p>強度特性は下図のように設定する。</p> <p>ピーク強度</p>  <p>残留強度</p> 				

注: Zは, 標高(m)を示す。

注: Pは, 地下水位を考慮した圧密圧力(N/mm<sup>2</sup>)を示す。

注:  $\gamma$ は, せん断歪み(%)を示す。

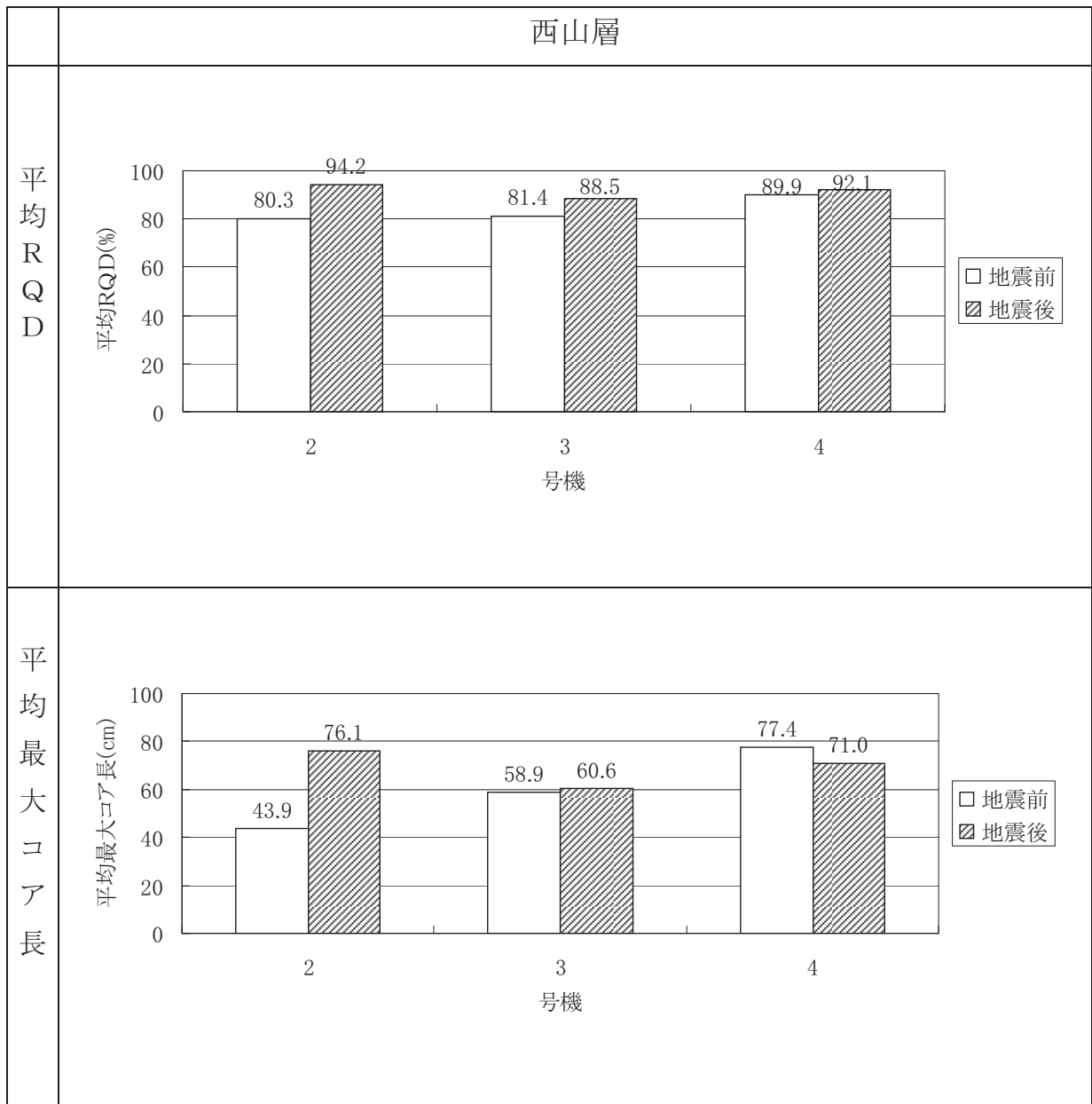
第 5.2.2-2 表(3) 解析用物性値

物性値		表層部					
		灰爪層	安田層	番神砂層	新期砂層	埋戻土	
物理特性	$\rho_t$ (g/cm <sup>3</sup> )	1.71	1.75	1.83	1.89	1.90	
変形特性	静的変形特性	$E_0$ (N/mm <sup>2</sup> )	255+434・P	19.6+140・P	147	29.4	58.8
		$\nu$	0.49	0.46	0.32	0.32	0.32
	動の変形特性	$G_0$ (N/mm <sup>2</sup> )	395	161	133	66.7	198 $\sigma_v^{0.667}$
		$\nu_d$	0.46	0.48	0.44	0.41	0.33
	$G/G_0 \sim \gamma$	1/(1+3.03 $\gamma^{0.852}$ )	1/(1+3.71 $\gamma^{0.97}$ )	備考を参照	備考を参照	1/(1+9.42 $\gamma^{1.05}$ )	
	$h \sim \gamma$ (%)	8.49 $\gamma^{0.323}$	26.4 $\gamma^{0.75} + 1.2$	備考を参照	備考を参照	36.7 $\gamma^{0.545}$	
強度特性	ピーク強度	$C_u$ (N/mm <sup>2</sup> )	0.98+0.66・P	0.076+0.69・P	0.07	—	—
		$\phi_u$ (°)	0	0	29.2	—	—
		$\sigma_t$ (N/mm <sup>2</sup> )	0	0	0	—	—
	残留強度	$C_{ur}$ (N/mm <sup>2</sup> )	0.62+0.72・P	0.065+0.41・P	0	—	—
備考		強度特性は下図のように設定する。			番神砂層の強度特性は下図のように設定する。また、番神砂層と新期砂層の $G/G_0 \sim \gamma$ , $h \sim \gamma$ 関係を下図に示す。		
		<p>ピーク強度</p> $\tau (\sigma - C_u)^2 + \tau^2 = C_u^2$ $\tau = C_u$ <p>残留強度</p> $\tau (\sigma - C_{ur})^2 + \tau^2 = C_{ur}^2$ $\tau = C_{ur}$			<p>ピーク強度</p> $\tau = C_u + \sigma \tan \phi$		

注：Zは、標高(m)を示す。

注：Pは、地下水位を考慮した圧密圧力(N/mm<sup>2</sup>)を示す。

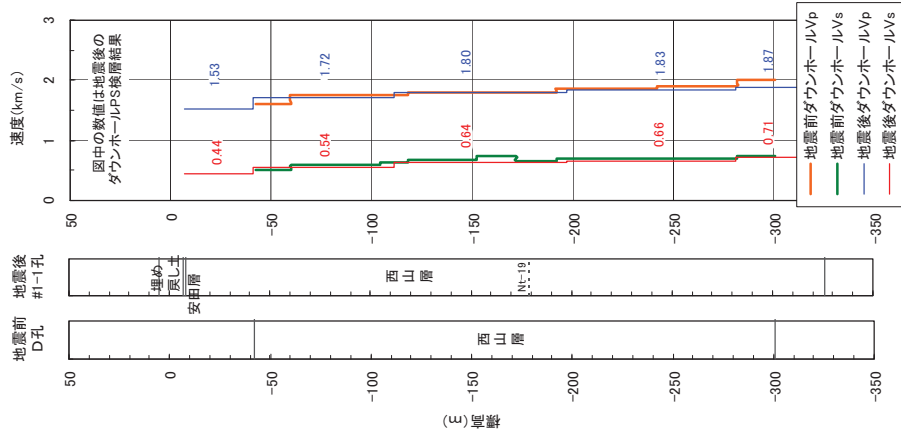
注： $\gamma$ は、せん断歪み(%)を示す。



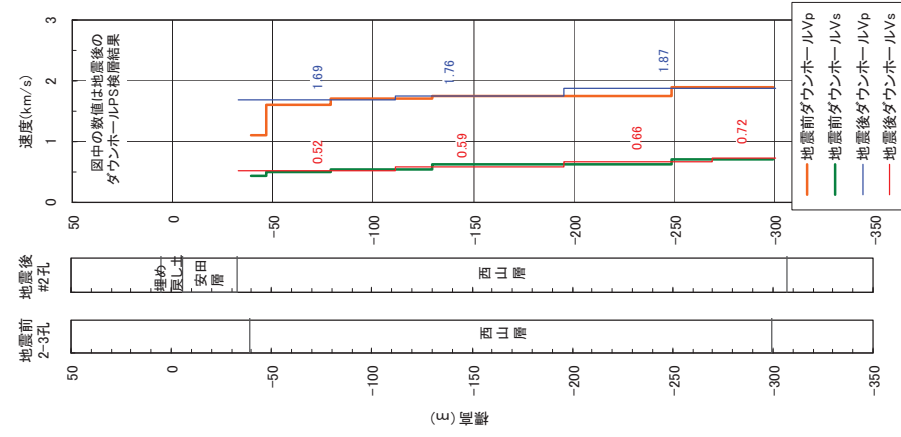
※ 1号機については、申請時の比較対象データがない。

第 5.2.2-4 図(1) 地震前後の物性値の比較 (平均RQD, 平均最大コア長)

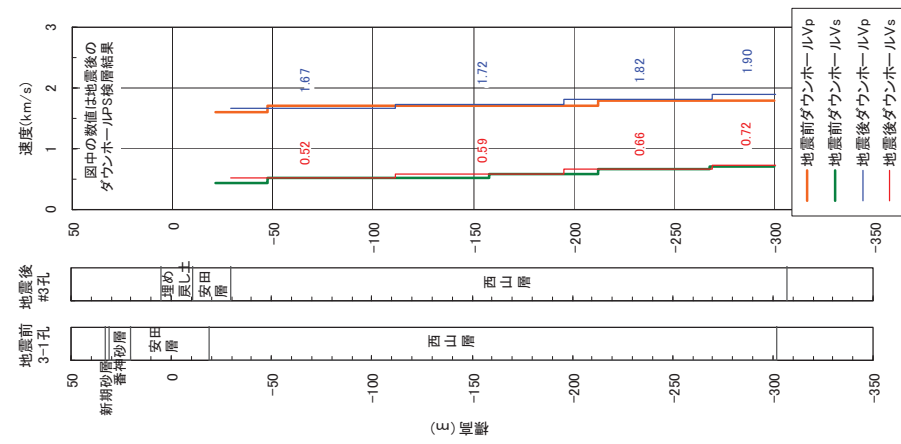
1号機



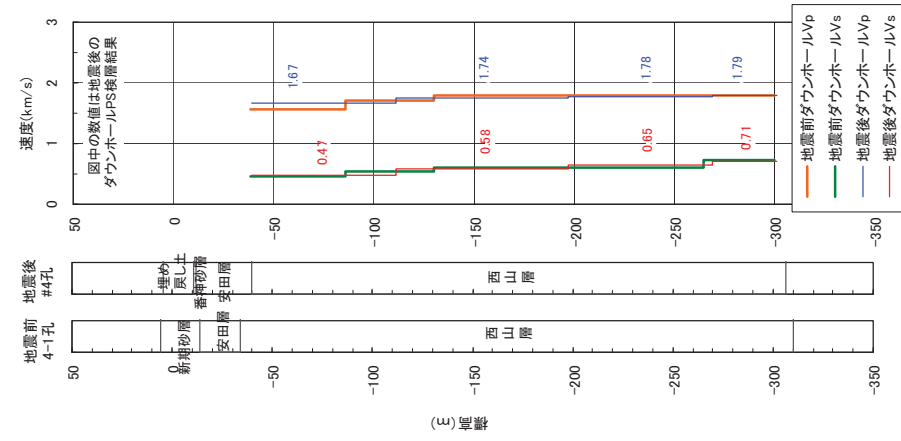
2号機



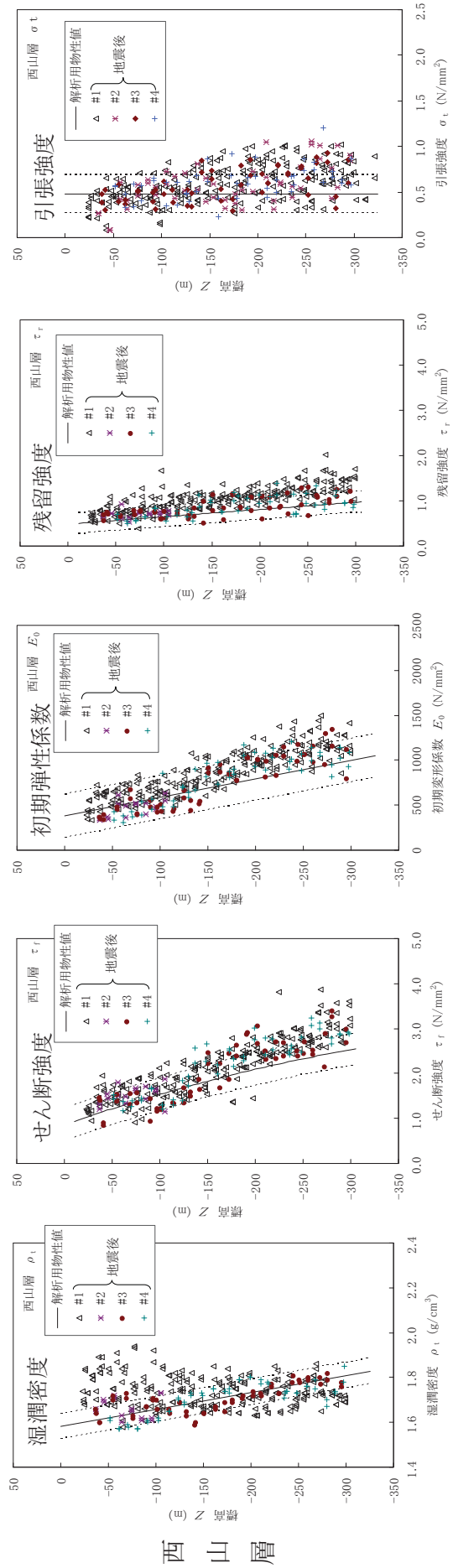
3号機



4号機

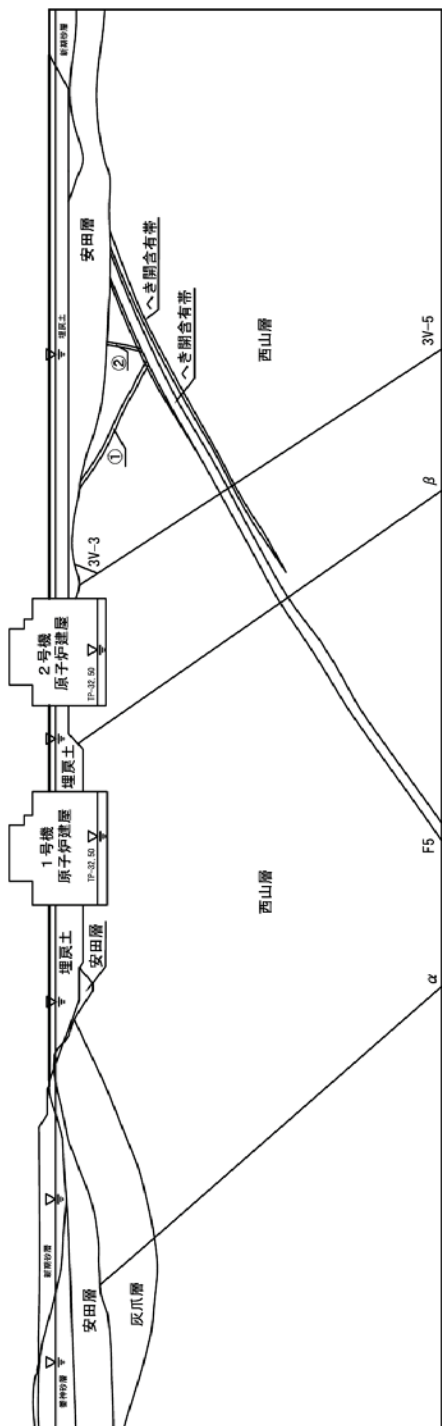


第 5.2.2-4 図(2) 地震前後の物性値の比較 (P S 検層)

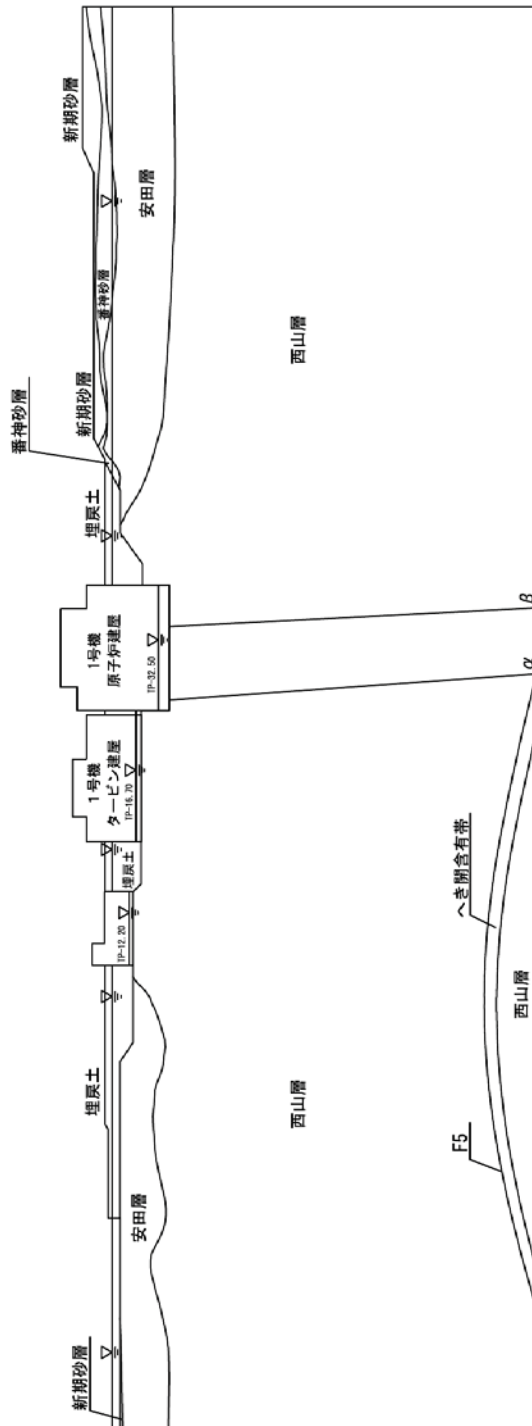


第 5.2.2-4 図(3) 地震前後の物性値の比較 (湿潤密度, 強度, 変形係数)

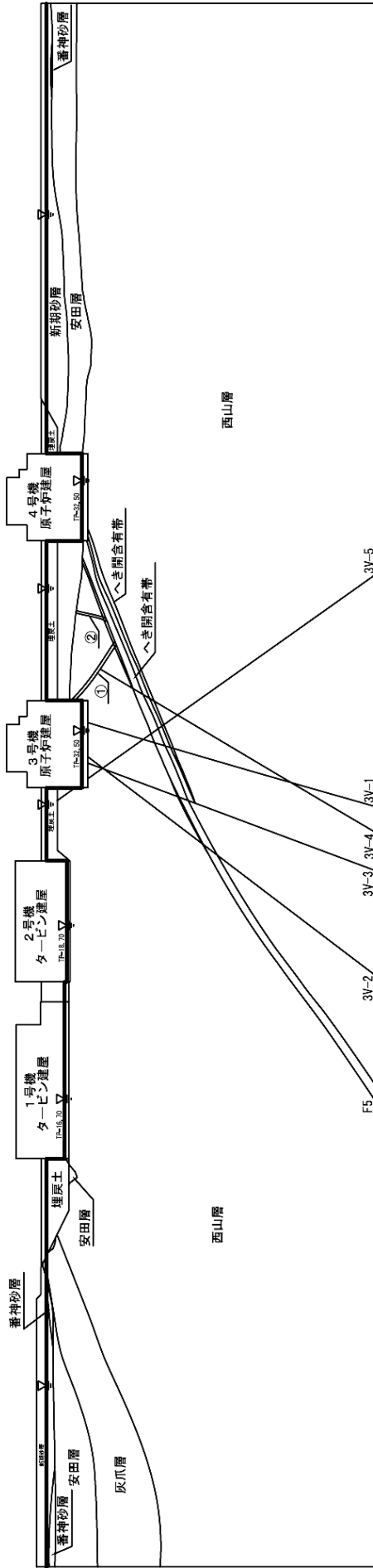




第 5.2.2-5 図(1) 解析用地下水設定図(原子炉建屋汀線平行断面)



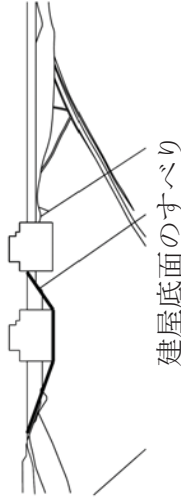
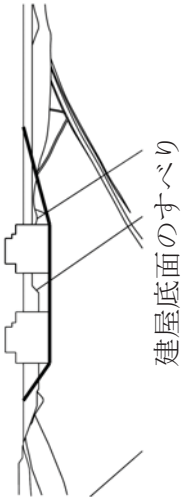
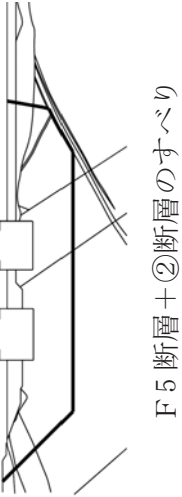
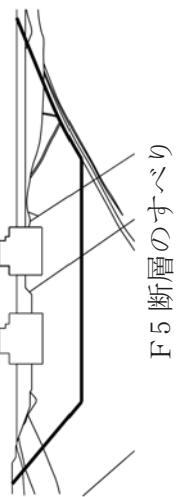
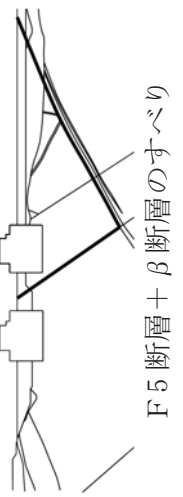
第 5.2.2-5 図(2) 解析用地下水設定図(原子炉建屋・タービン建屋汀線直交断面)



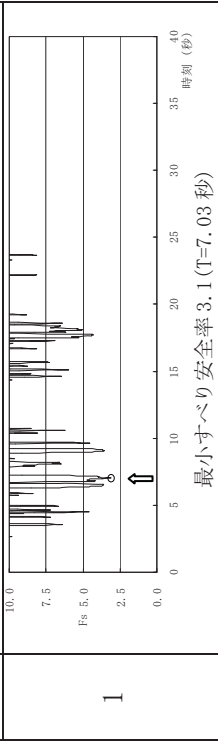
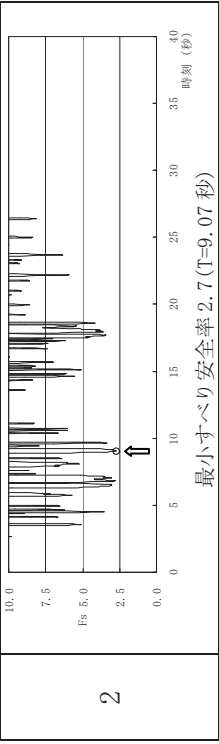
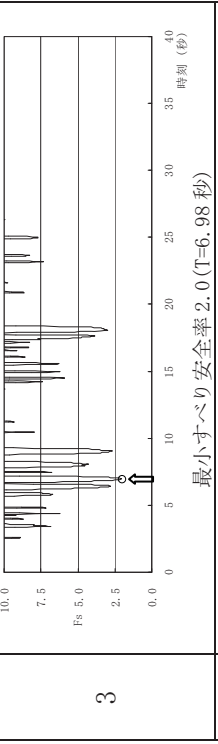
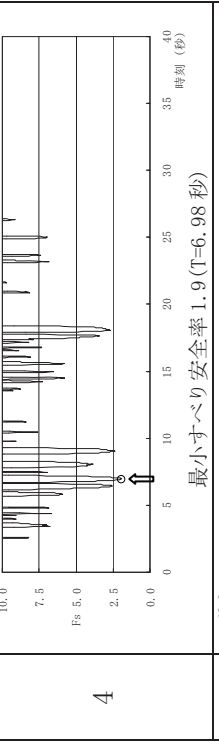
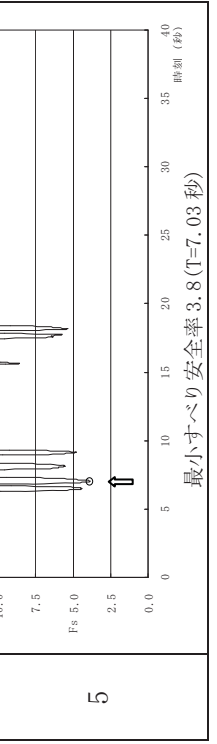
第 5.2.2-5 図(3) 解析用地下水水位設定図(タービン建屋汀線平行断面)

第 5.3.1-1 表 すべり安全率(原子炉建屋基礎地盤,汀線平行断面,Ss-1)


凡 例  
 ○ : すべり安全率  
 の最小値  
 — : すべり線

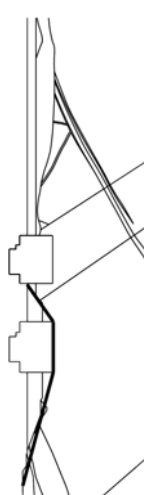
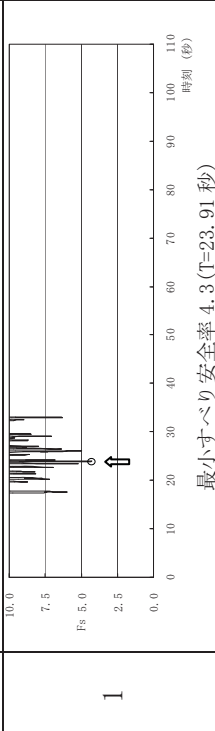
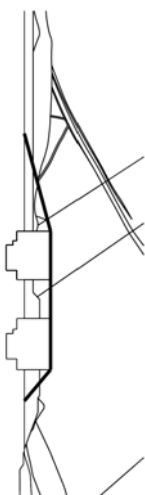
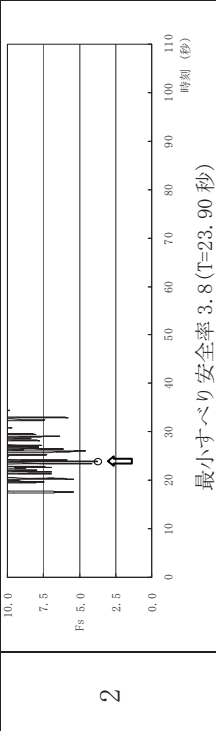
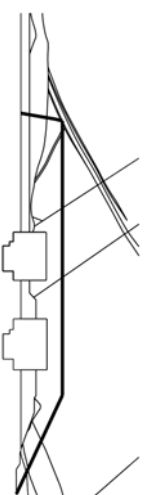
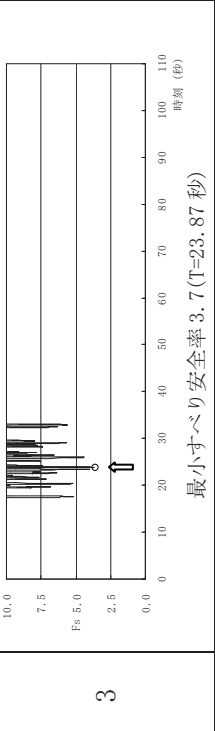
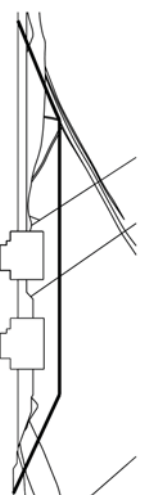
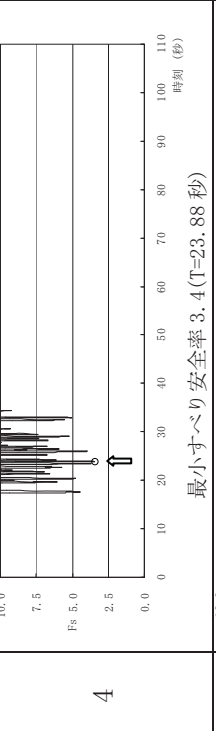
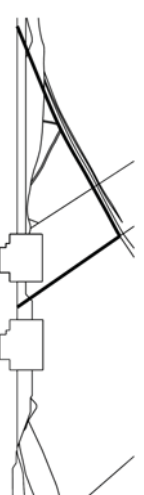
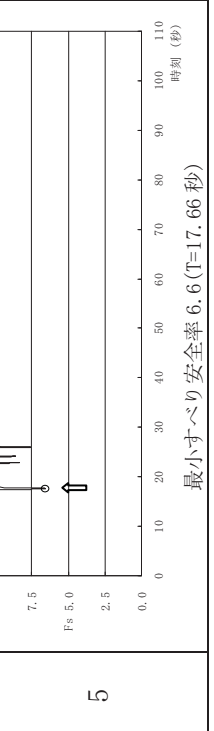
すべり線形状	最小すべり安全率	時刻(秒)
 <p>建屋底面のすべり</p>	3.1	7.03
 <p>建屋底面のすべり</p>	2.7	9.07
 <p>F5 断層 + ②断層のすべり</p>	2.0	6.98
 <p>F5 断層のすべり</p>	1.9	6.98
 <p>F5 断層 + β断層のすべり</p>	3.8	7.03




すべり安全率 (Fs) タイムヒストリー
 <p>最小すべり安全率 3.1 (T=7.03 秒)</p>
 <p>最小すべり安全率 2.7 (T=9.07 秒)</p>
 <p>最小すべり安全率 2.0 (T=6.98 秒)</p>
 <p>最小すべり安全率 1.9 (T=6.98 秒)</p>
 <p>最小すべり安全率 3.8 (T=7.03 秒)</p>

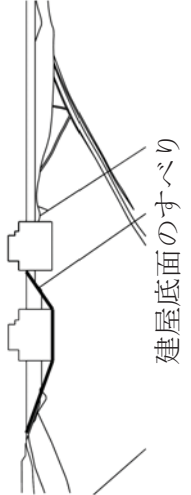
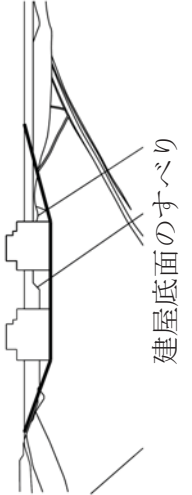
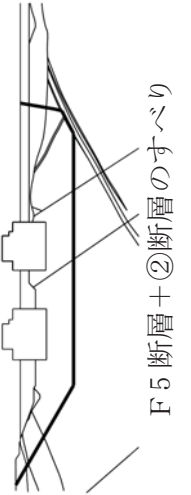
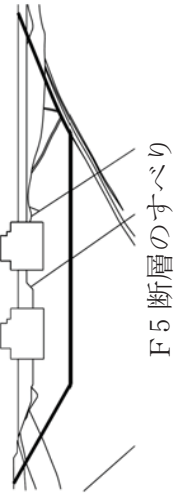
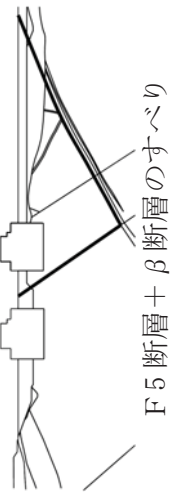
第 5.3.1-2 表 すべり安全率(原子炉建屋基礎地盤,汀線平行断面,Ss-2)

凡 例  
  
 ○ : すべり安全率の最小値  
 — : すべり線

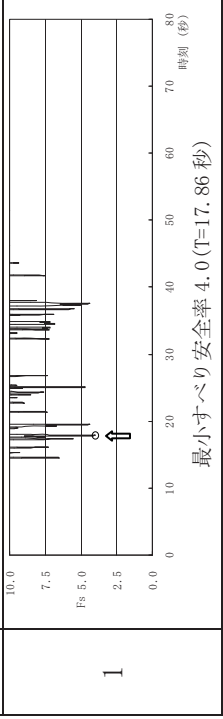
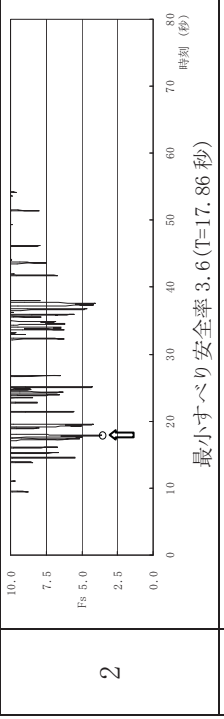
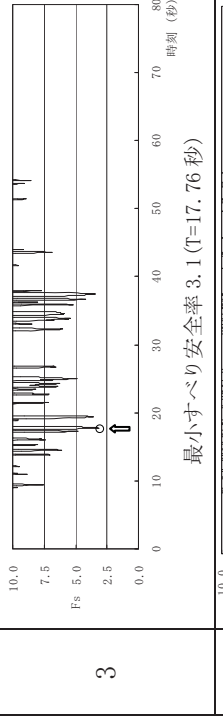
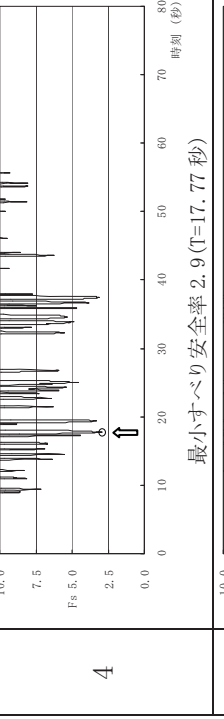
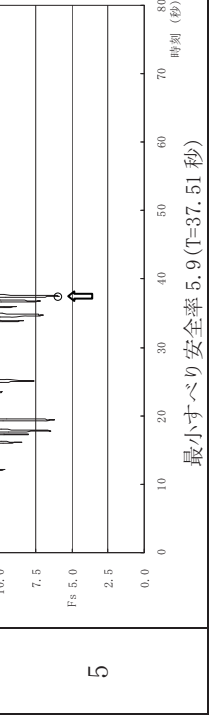
すべり線形状	すべり線形状	時刻(秒)	最小すべり安全率	すべり安全率 (Fs) タイムヒストリー
1	 建屋底面のすべり	23.91	4.3	 最小すべり安全率 4.3 (T=23.91 秒)
2	 建屋底面のすべり	23.90	3.8	 最小すべり安全率 3.8 (T=23.90 秒)
3	 F5 断層 + ②断層のすべり	23.87	3.7	 最小すべり安全率 3.7 (T=23.87 秒)
4	 F5 断層のすべり	23.88	3.4	 最小すべり安全率 3.4 (T=23.88 秒)
5	 F5 断層 + β断層のすべり	17.66	6.6	 最小すべり安全率 6.6 (T=17.66 秒)

第 5.3.1-3 表 すべり安全率(原子炉建屋基礎地盤,汀線平行断面,Ss-3)


凡 例  
 : すべり安全率  
 : 最小値  
 : すべり線

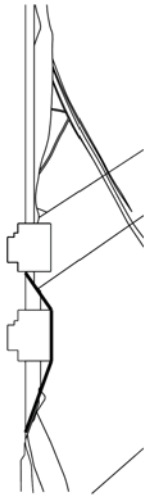
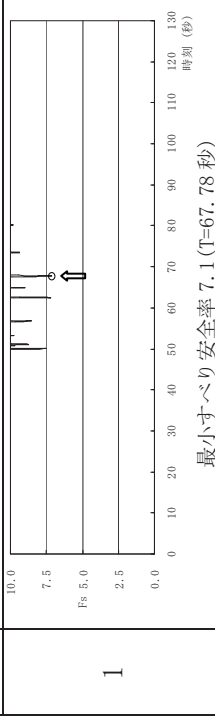
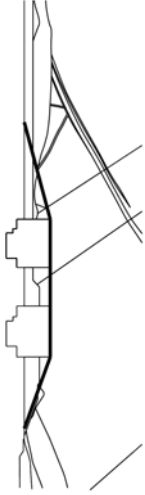
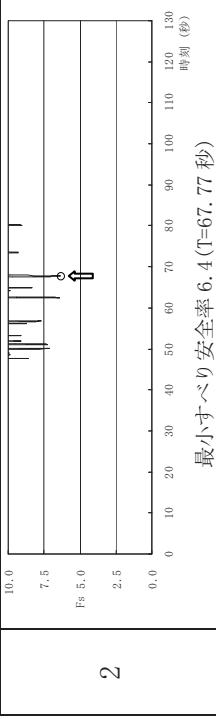
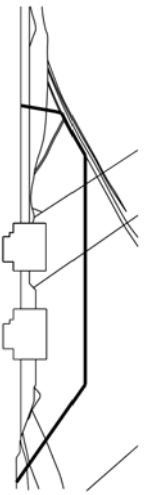
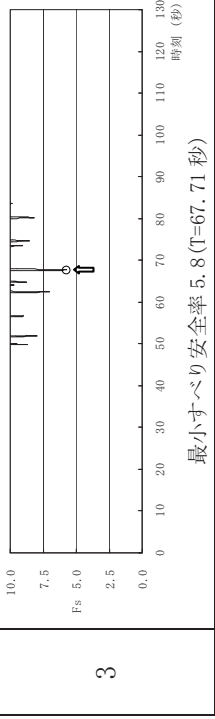
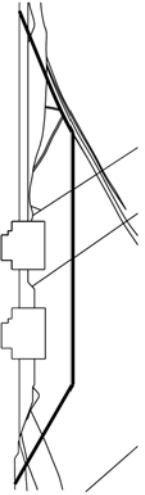
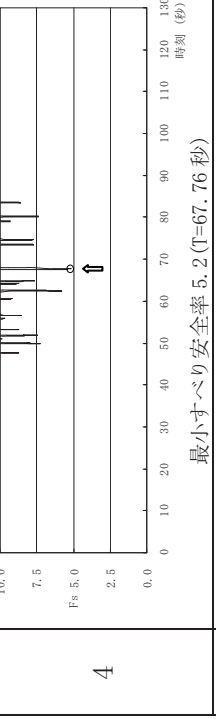

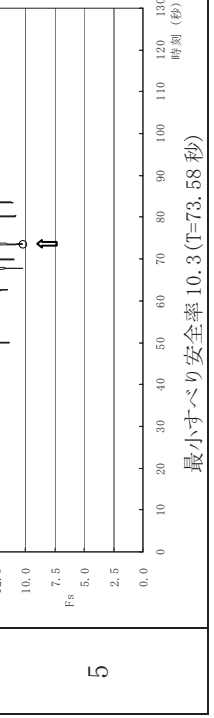
すべり線形状	最小すべり安全率	時刻(秒)
 建屋底面のすべり	4.0	17.86
 建屋底面のすべり	3.6	17.86
 F5 断層 + ②断層のすべり	3.1	17.76
 F5 断層のすべり	2.9	17.77
 F5 断層 + β断層のすべり	5.9	37.51


すべり安全率 (Fs) タイムヒストリー
 最小すべり安全率 4.0 (T=17.86 秒)
 最小すべり安全率 3.6 (T=17.86 秒)
 最小すべり安全率 3.1 (T=17.76 秒)
 最小すべり安全率 2.9 (T=17.77 秒)
 最小すべり安全率 5.9 (T=37.51 秒)

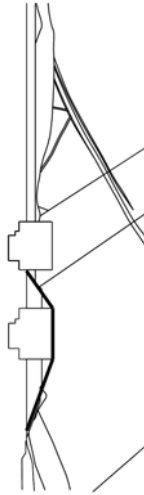
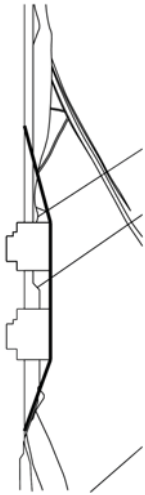
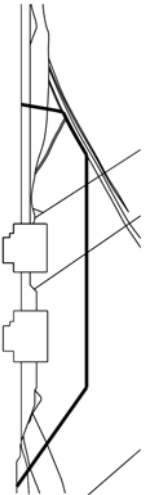
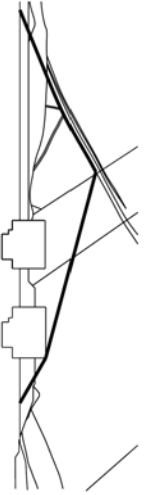

第 5.3.1-4 表 すべり安全率(原子炉建屋基礎地盤,汀線平行断面,Ss-4)

凡 例  
  
 ○ : すべり安全率の最小値  
 — : すべり線

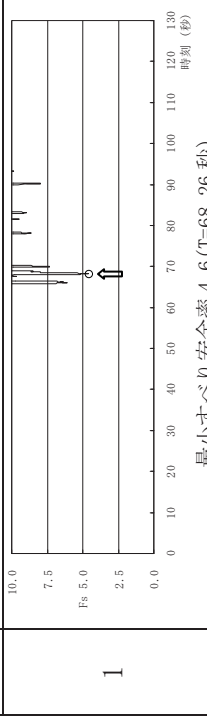
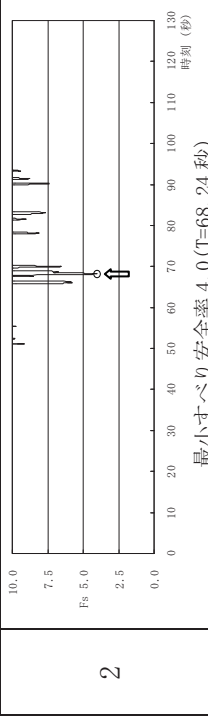
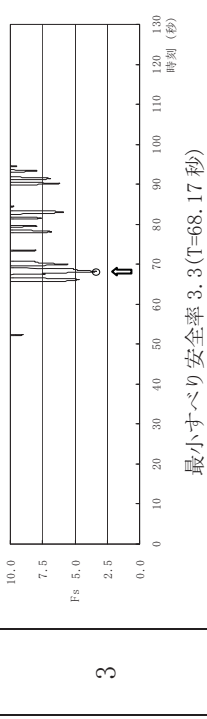
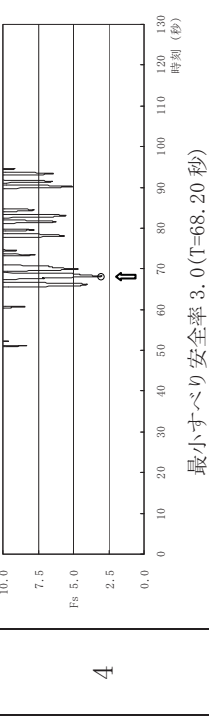
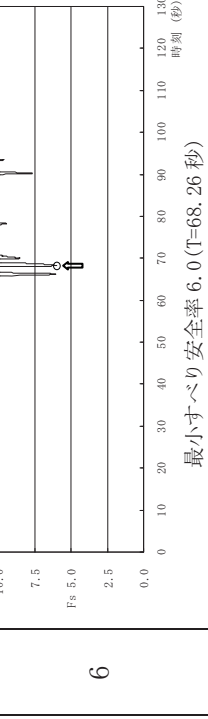
すべり線形状	すべり線形状	時刻(秒)	最小すべり安全率	すべり安全率 (Fs) タイムヒストリー
1	 建屋底面のすべり	67.78	7.1	
2	 建屋底面のすべり	67.77	6.4	
3	 F5 断層 + ②断層のすべり	67.71	5.8	
4	 F5 断層のすべり	67.76	5.2	
5	 F5 断層 + β断層のすべり	73.58	10.3	

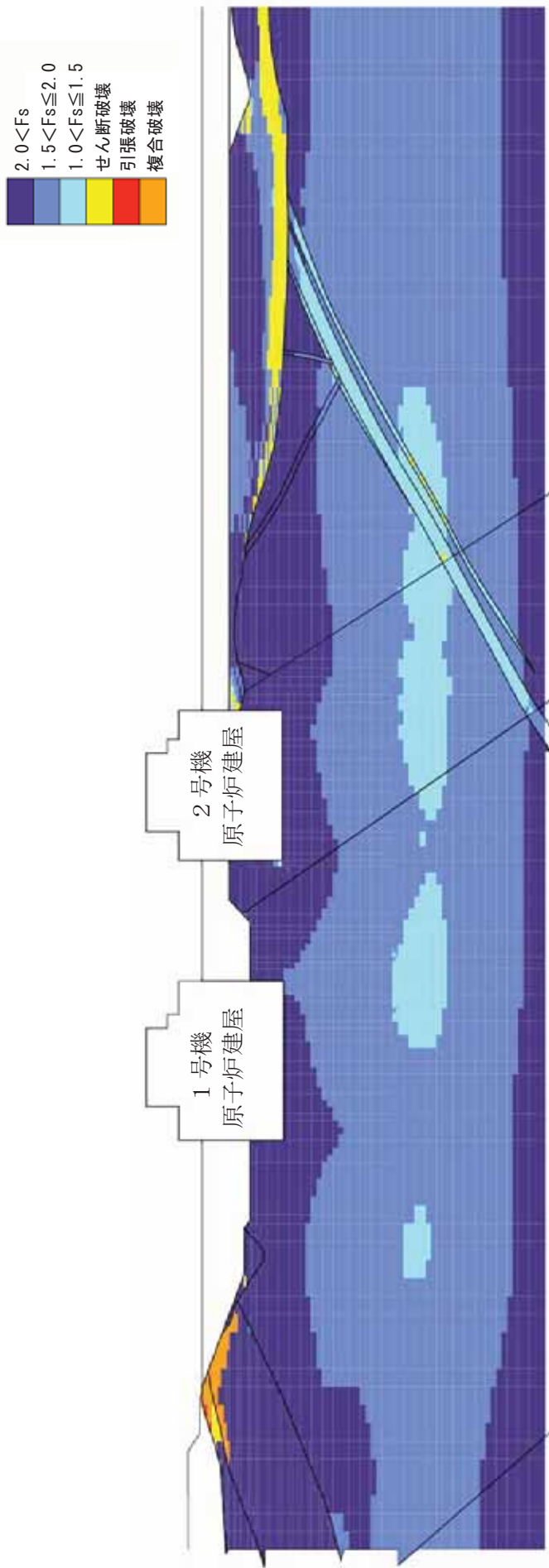
第 5.3.1-5 表 すべり安全率(原子炉建屋基礎地盤,汀線平行断面,Ss-5)

凡 例  
  
 ○ : すべり安全率の最小値  
 — : すべり線

すべり線形状	すべり安全率(原子炉建屋基礎地盤,汀線平行断面,Ss-5)	時刻(秒)
 建屋底面のすべり	4.6	68.26
 建屋底面のすべり	4.0	68.24
 F5 断層 + ②断層のすべり	3.3	68.17
 F5 断層のすべり	3.0	68.20
 F5 断層 + β断層のすべり	6.0	68.26

すべり安全率 (Fs) タイムヒストリー
 最小すべり安全率 4.6 (T=68.26 秒)
 最小すべり安全率 4.0 (T=68.24 秒)
 最小すべり安全率 3.3 (T=68.17 秒)
 最小すべり安全率 3.0 (T=68.20 秒)
 最小すべり安全率 6.0 (T=68.26 秒)

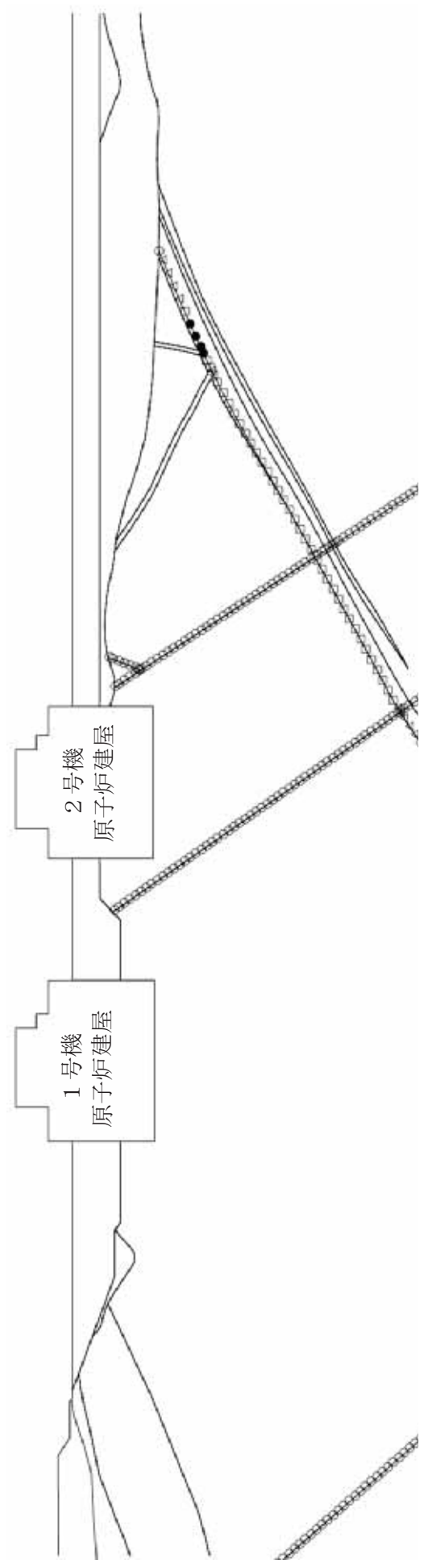


(破壊表示は過去の履歴を考慮)

第 5.3.1-1 図(1) 要素ごとの安全係数 (原子炉建屋基礎地盤, 汀線平行断面,  $Ss-1$ ,  $T=6.98$  秒)

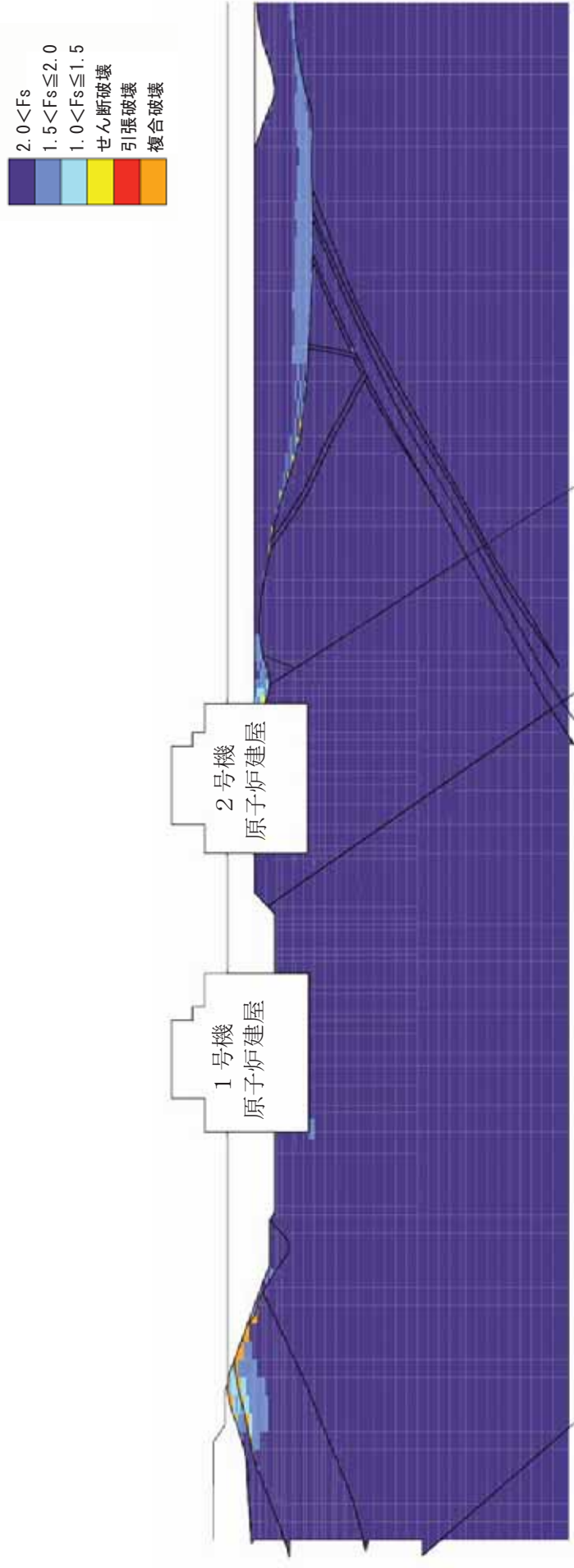


- $2.0 < F_s$
- △  $1.5 < F_s \leq 2.0$
- $1.0 < F_s \leq 1.5$
- せん断破壊
- ▲ 引張破壊



(破壊表示は過去の履歴を考慮)

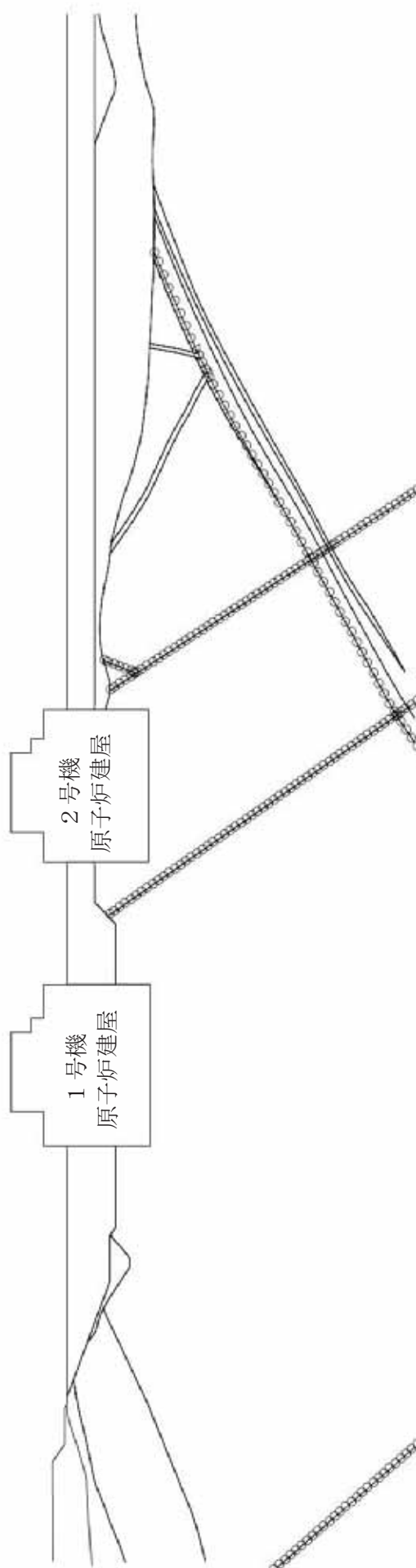
第 5.3.1-1 図(2) 要素ごとの安全係数 (原子炉建屋基礎地盤, 汀線平行断面,  $S_s-1$ ,  $T=6.98$  秒)



(破壊表示は過去の履歴を考慮)

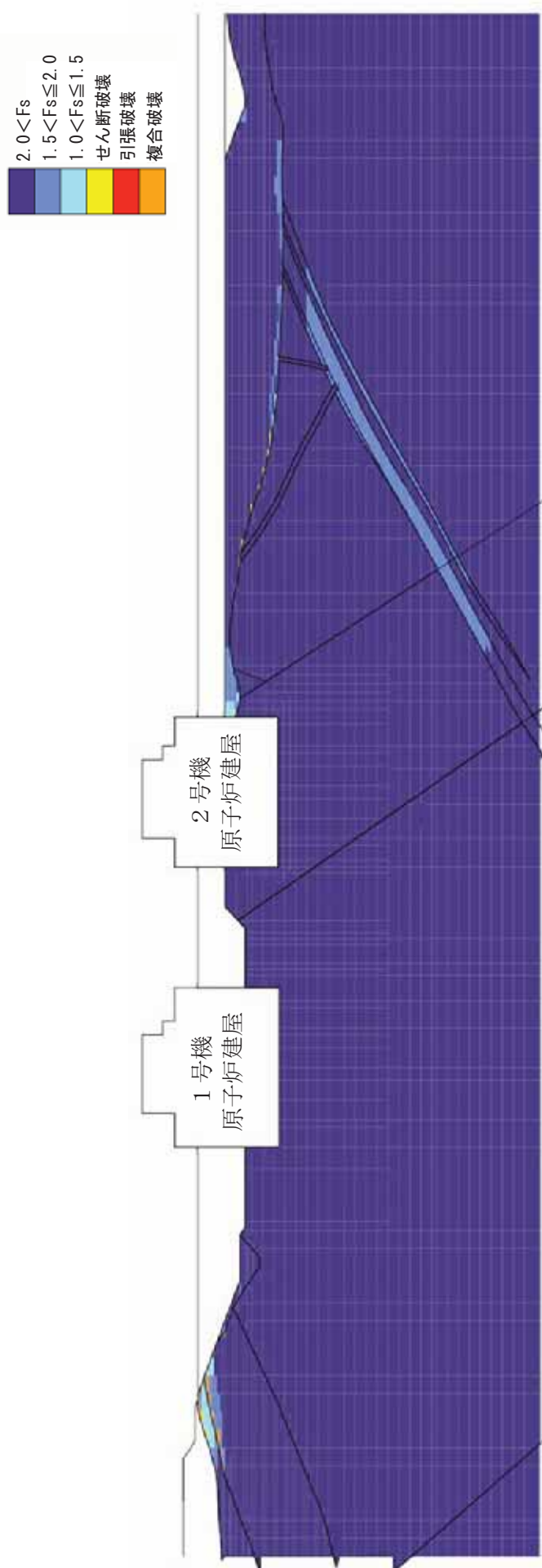
第 5.3.1-2 図(1) 要素ごとの安全係数 (原子炉建屋基礎地盤, 汀線平行断面,  $S_s-2$ ,  $T=23.88$  秒)

- $2.0 < F_s$
- △  $1.5 < F_s \leq 2.0$
- $1.0 < F_s \leq 1.5$
- せん断破壊
- ▲ 引張破壊



(破壊表示は過去の履歴を考慮)

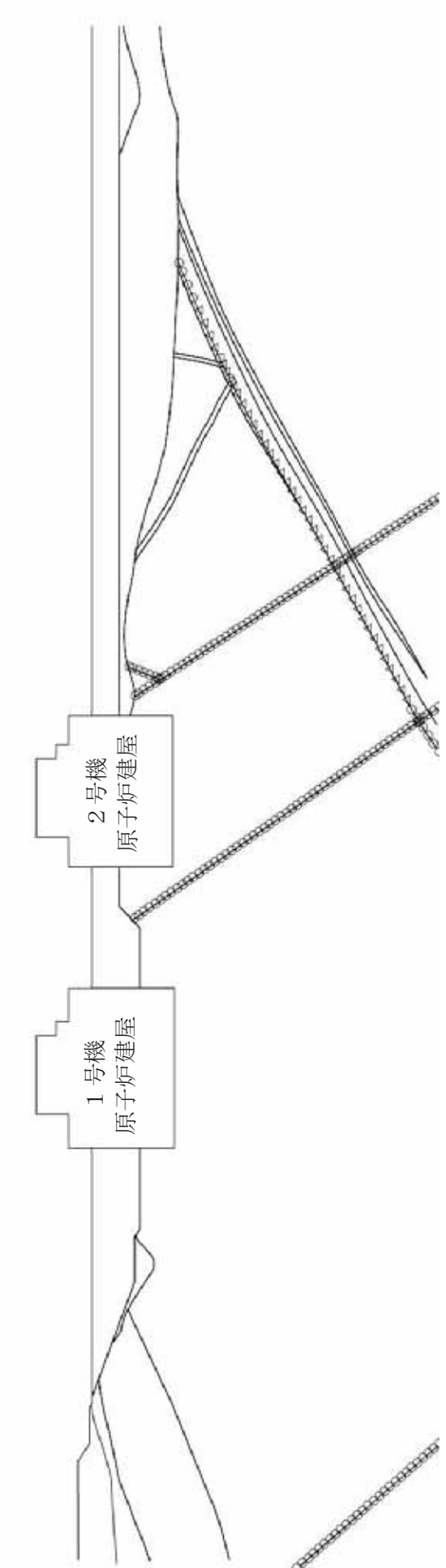
第 5.3.1-2 図(2) 要素ごとの安全係数 (原子炉建屋基礎地盤, 汀線平行断面, Ss-2, T=23.88 秒)



(破壊表示は過去の履歴を考慮)

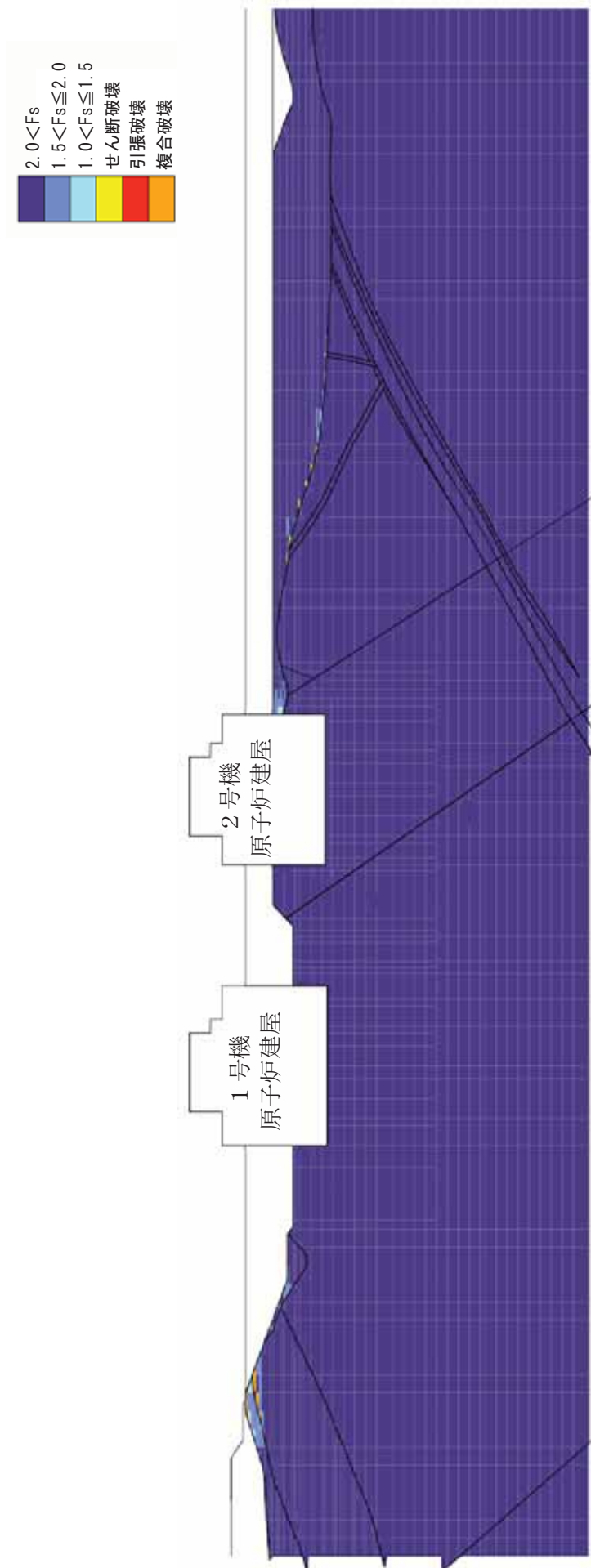
第 5.3.1-3 図(1) 要素ごとの安全係数 (原子炉建屋基礎地盤, 汀線平行断面, Ss-3, T=17.77 秒)

- $2.0 < F_s$
- △  $1.5 < F_s \leq 2.0$
- $1.0 < F_s \leq 1.5$
- せん断破壊
- ▲ 引張破壊



(破壊表示は過去の履歴を考慮)

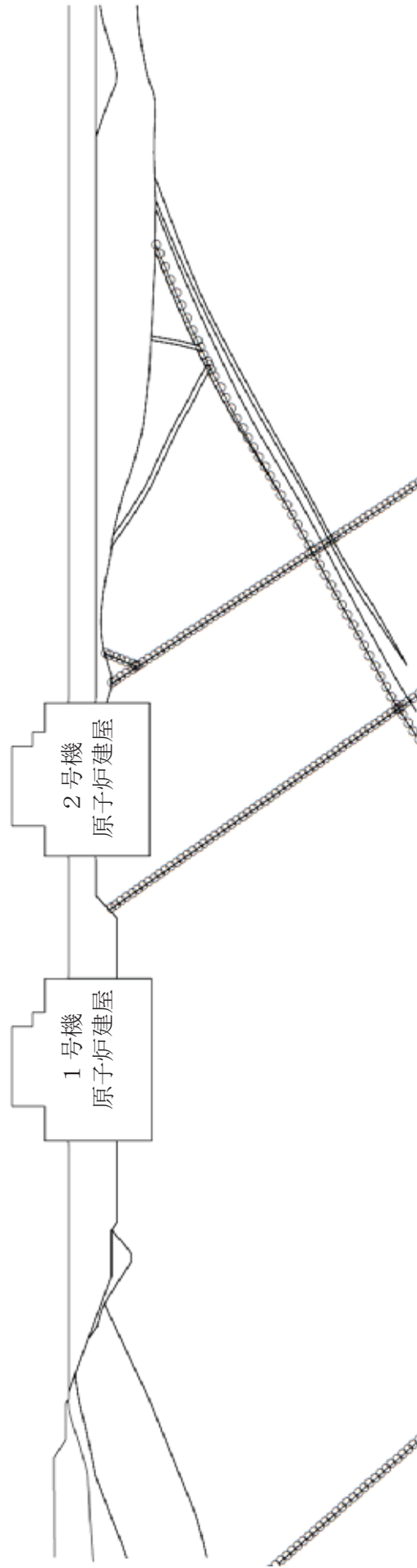
第 5.3.1-3 図(2) 要素ごとの安全係数 (原子炉建屋基礎地盤, 汀線平行断面, Ss-3, T=17.77 秒)



(破壊表示は過去の履歴を考慮)

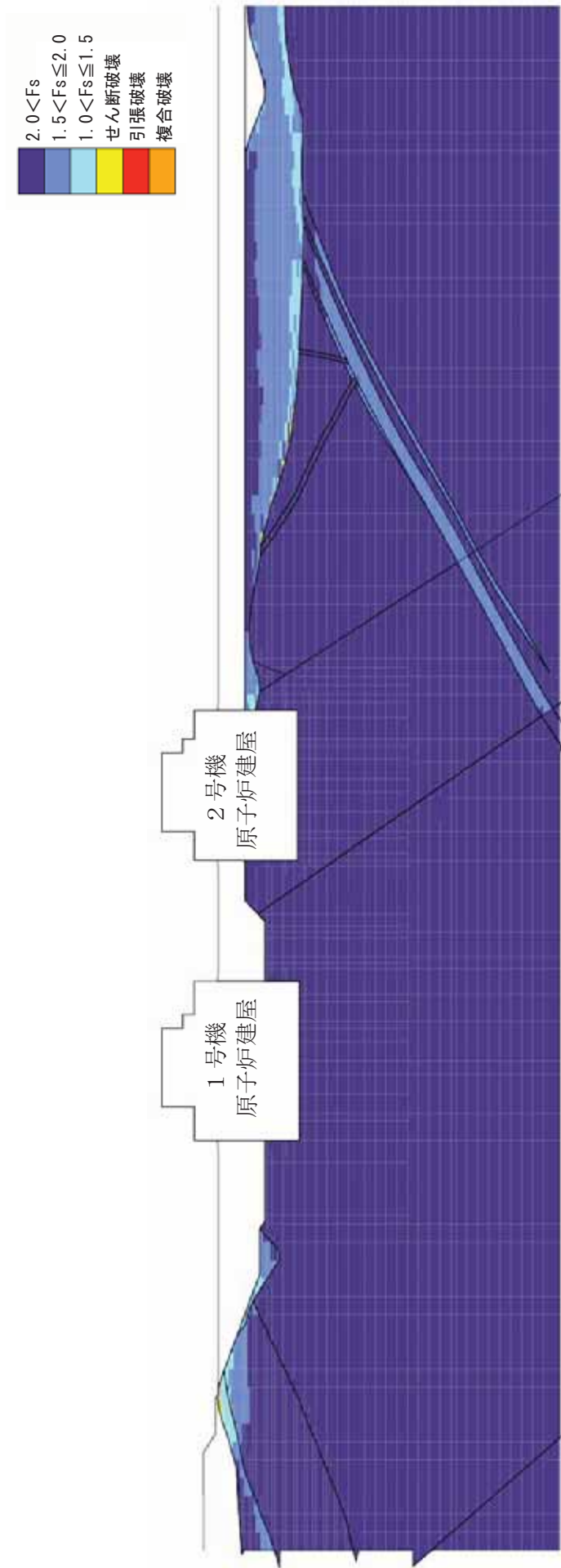
第 5.3.1-4 図(1) 要素ごとの安全係数 (原子炉建屋基礎地盤, 汀線平行断面, Ss-4, T=67.76 秒)

- $2.0 < F_s$
- △  $1.5 < F_s \leq 2.0$
- $1.0 < F_s \leq 1.5$
- せん断破壊
- ▲ 引張破壊



(破壊表示は過去の履歴を考慮)

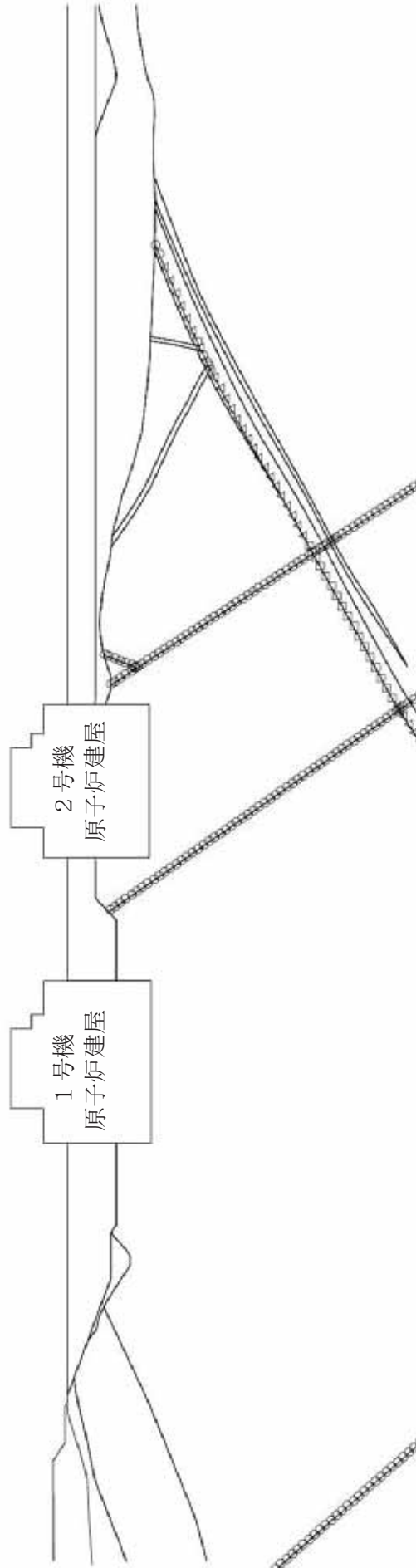
第 5.3.1-4 図(2) 要素ごとの安全係数 (原子炉建屋基礎地盤, 汀線平行断面,  $S_s=4$ ,  $T=67.76$  秒)



第 5.3.1-5 図(1) 要素ごとの安全係数 (原子炉建屋基礎地盤, 汀線平行断面, Ss-5, T=68.20 秒)




- $2.0 < F_s$
- △  $1.5 < F_s \leq 2.0$
- $1.0 < F_s \leq 1.5$
- せん断破壊
- ▲ 引張破壊

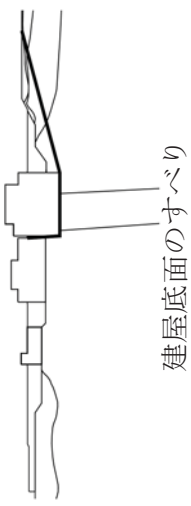
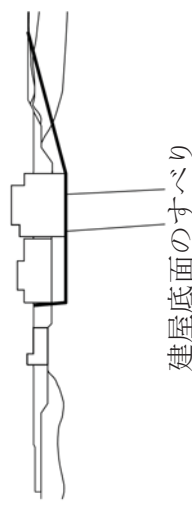
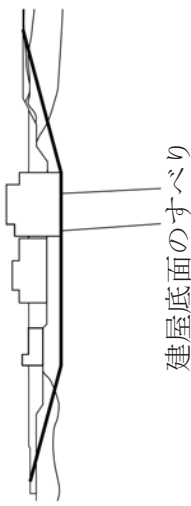
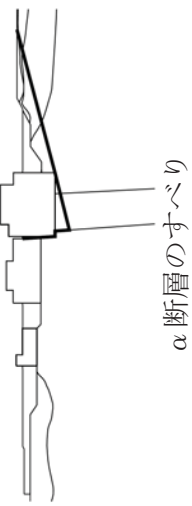
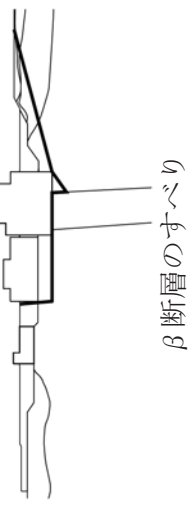


(破壊表示は過去の履歴を考慮)

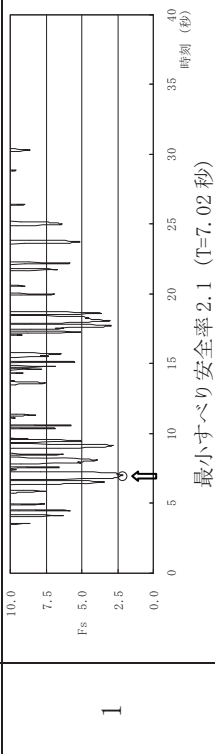
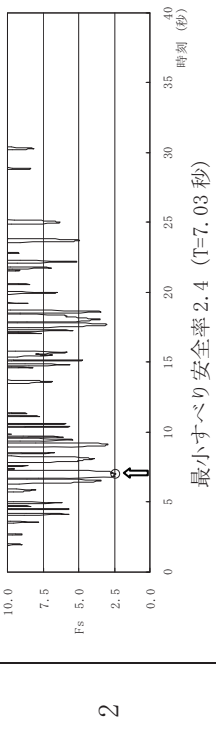
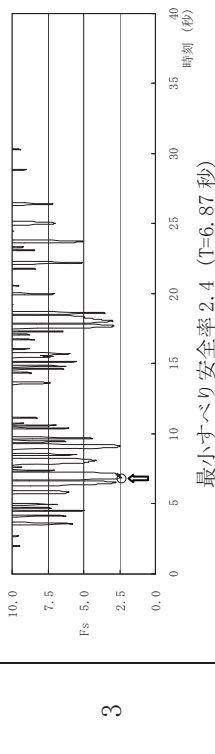
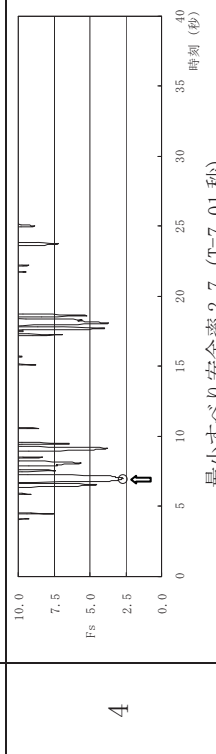
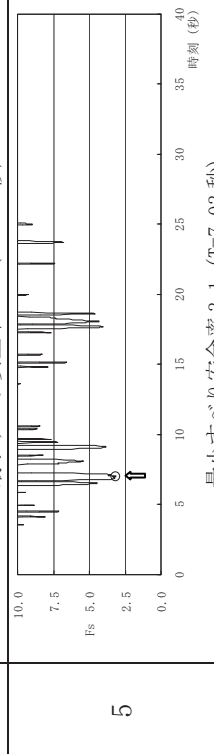
第 5.3.1-5 図(2) 要素ごとの安全係数 (原子炉建屋基礎地盤, 汀線平行断面, Ss-5, T=68.20 秒)

第 5.3.1-6 表 すべり安全率(原子炉建屋基礎地盤,汀線直交断面,Ss-1)

凡 例  
  
 ○ : すべり安全率の最小値  
 — : すべり線

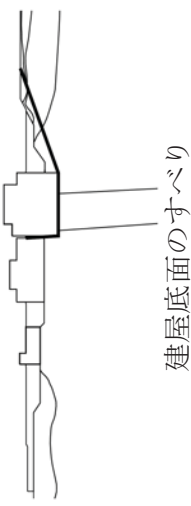
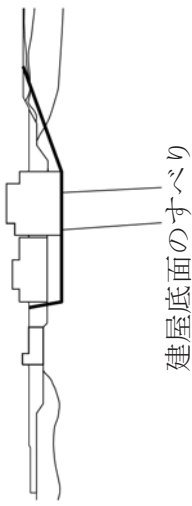
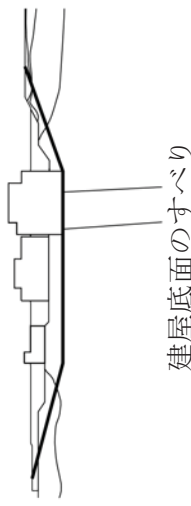
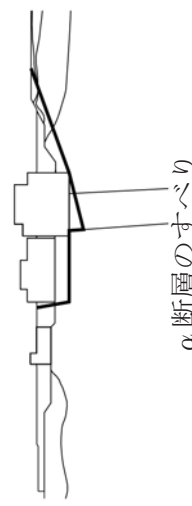
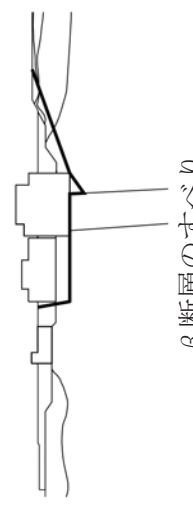
すべり線形状	最小すべり安全率	時刻(秒)
 建屋底面のすべり	2.1	7.02
 建屋底面のすべり	2.4	7.03
 建屋底面のすべり	2.4	6.87
 α断層のすべり	2.7	7.01
 β断層のすべり	3.1	7.03

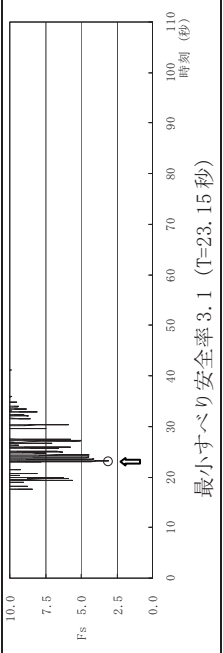
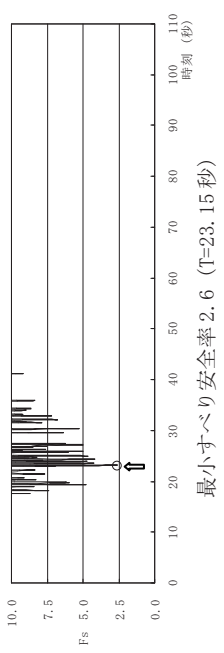
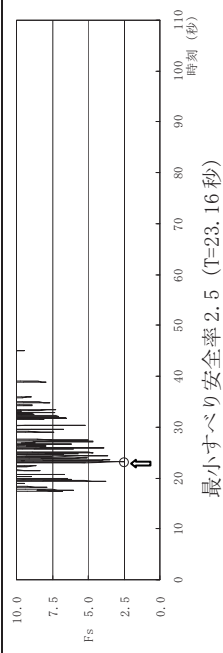
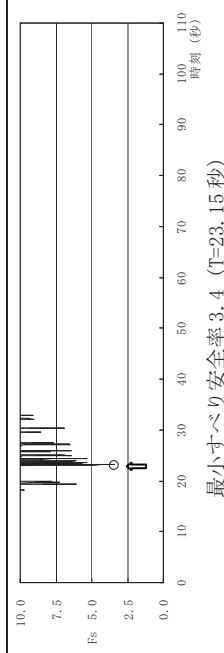
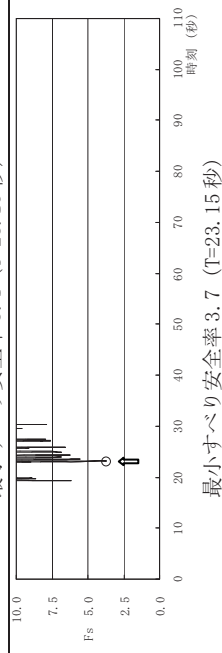
すべり安全率 (Fs) タイムヒストリー






第 5.3.1-7 表 すべり安全率(原子炉建屋基礎地盤,汀線直交断面,Ss-2)

凡 例  
 ○ : すべり安全率  
 の最小値  
 — : すべり線

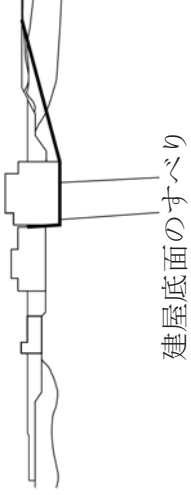
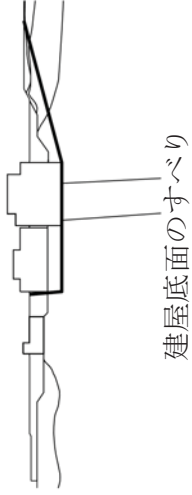
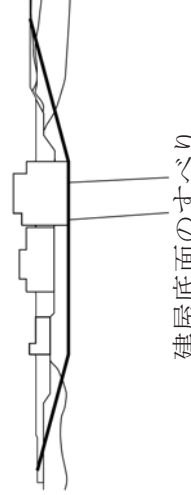
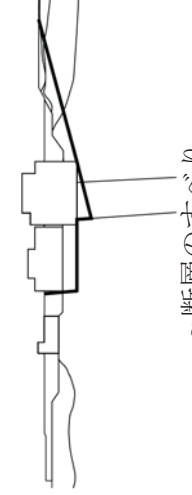
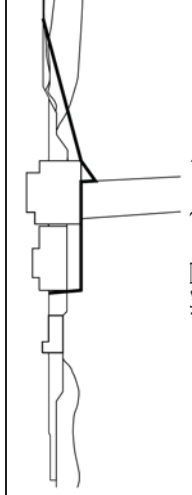
すべり線形状	最小すべり安全率	時刻(秒)
1  建屋底面のすべり	3.1	23.15
2  建屋底面のすべり	2.6	23.15
3  建屋底面のすべり	2.5	23.16
4  α断層のすべり	3.4	23.15
5  β断層のすべり	3.7	23.15

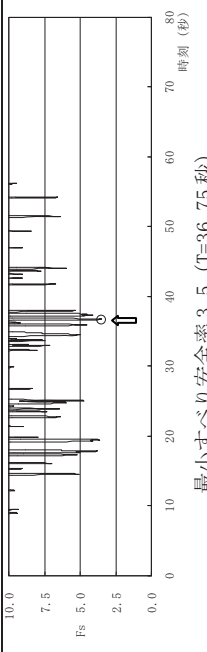
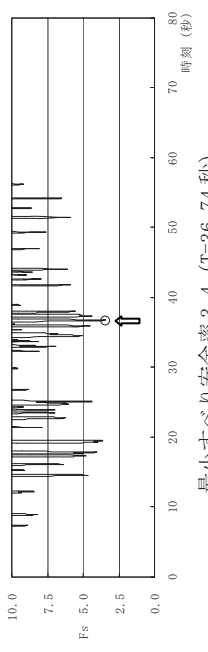
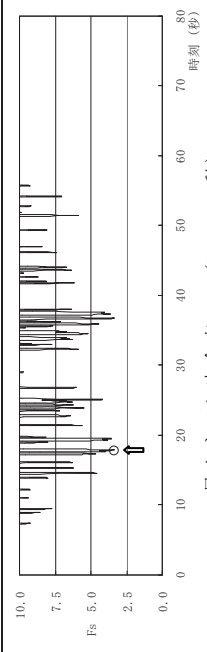
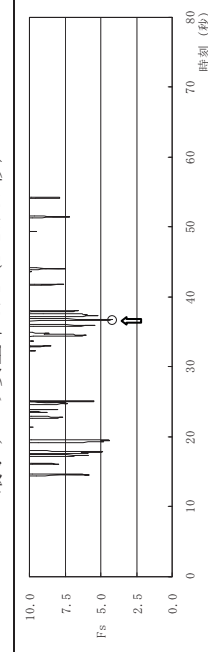
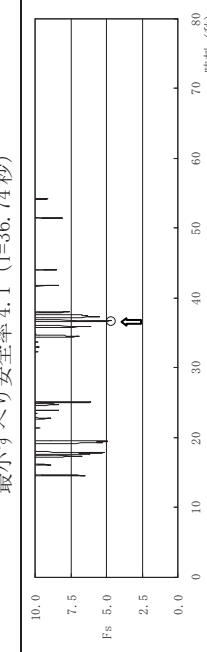
すべり安全率 (Fs) タイムヒストリー
1  最小すべり安全率 3.1 (T=23.15秒)
2  最小すべり安全率 2.6 (T=23.15秒)
3  最小すべり安全率 2.5 (T=23.16秒)
4  最小すべり安全率 3.4 (T=23.15秒)
5  最小すべり安全率 3.7 (T=23.15秒)

第 5.3.1-8 表 すべり安全率(原子炉建屋基礎地盤,汀線直交断面,Ss-3)

凡 例  
 ○ : すべり安全率  
 の最小値  
 — : すべり線

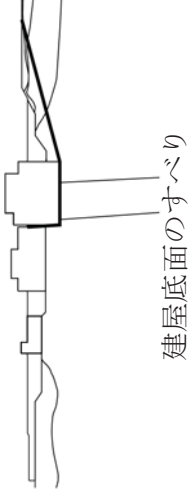
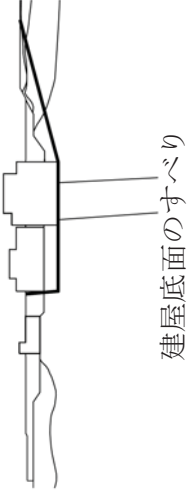
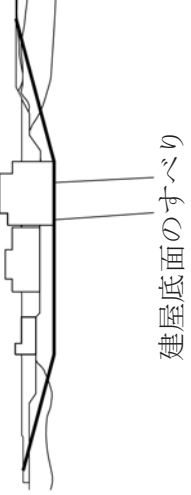
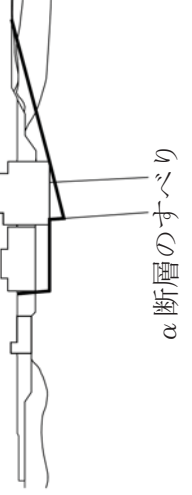
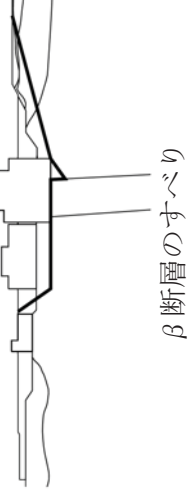
すべり線形状	最小すべり安全率	時刻(秒)
 1 建屋底面のすべり	3.5	36.75
 2 建屋底面のすべり	3.4	36.74
 3 建屋底面のすべり	3.4	17.87
 4 α断層のすべり	4.1	36.74
 5 β断層のすべり	4.7	36.75

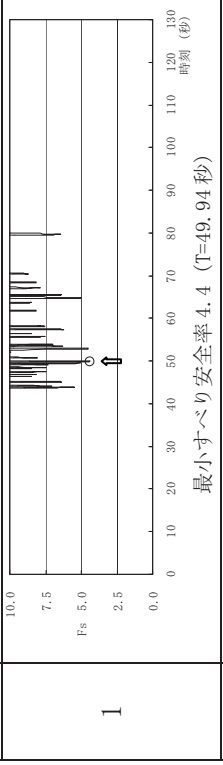
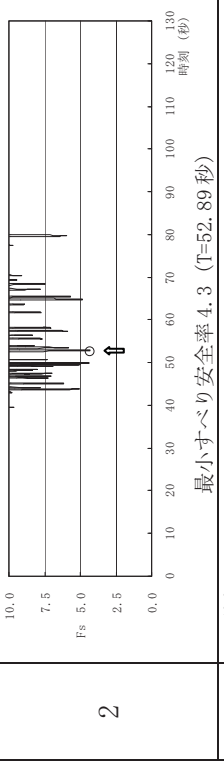
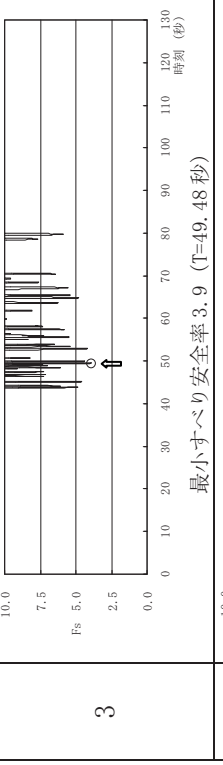
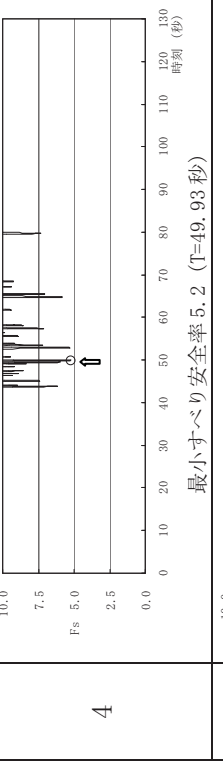
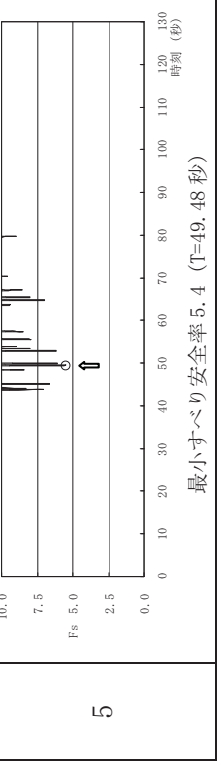
すべり安全率 (Fs) タイムヒストリー
1  最小すべり安全率 3.5 (T=36.75秒)
2  最小すべり安全率 3.4 (T=36.74秒)
3  最小すべり安全率 3.4 (T=17.87秒)
4  最小すべり安全率 4.1 (T=36.74秒)
5  最小すべり安全率 4.7 (T=36.75秒)

第 5.3.1-9 表 すべり安全率(原子炉建屋基礎地盤,汀線直交断面,Ss-4)

凡 例  
 ○ : すべり安全率  
 の最小値  
 — : すべり線

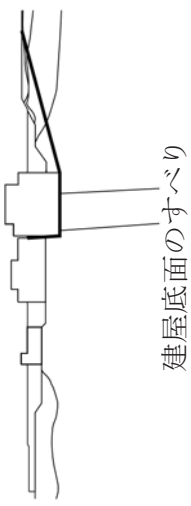
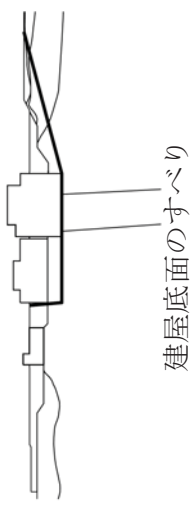
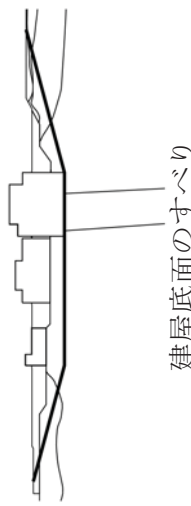
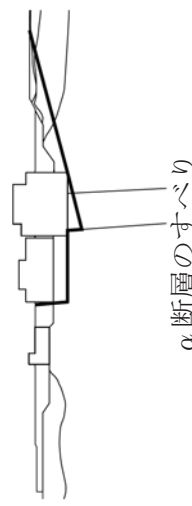
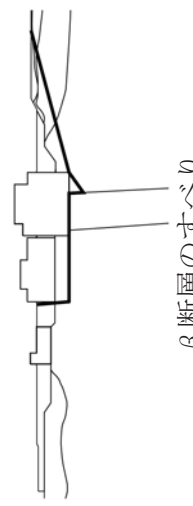
すべり線形状	最小すべり安全率	時刻(秒)
 建屋底面のすべり	4.4	49.94
 建屋底面のすべり	4.3	52.89
 建屋底面のすべり	3.9	49.48
 α断層のすべり	5.2	49.93
 β断層のすべり	5.4	49.48

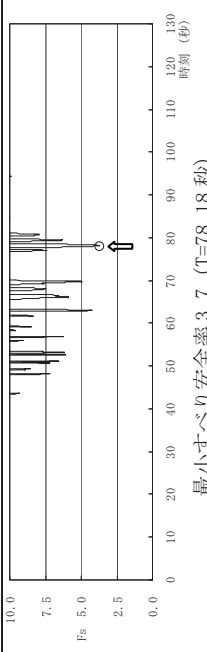
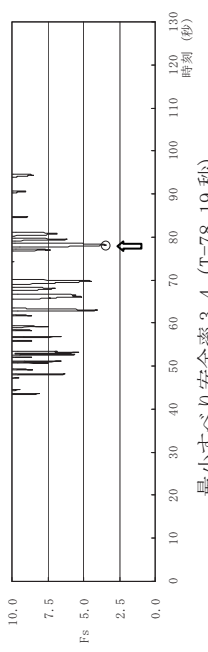
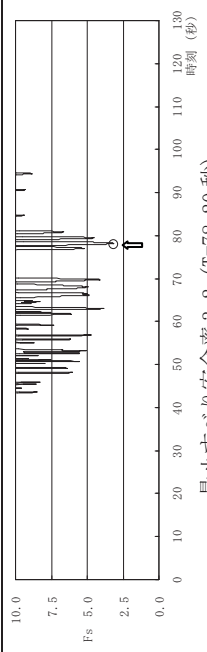
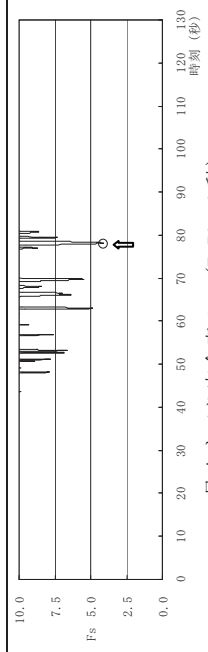
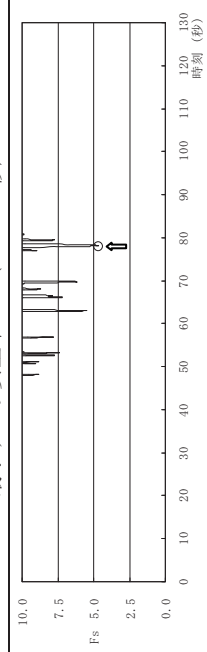
すべり安全率 (Fs) タイムヒストリー
 最小すべり安全率 4.4 (T=49.94 秒)
 最小すべり安全率 4.3 (T=52.89 秒)
 最小すべり安全率 3.9 (T=49.48 秒)
 最小すべり安全率 5.2 (T=49.93 秒)
 最小すべり安全率 5.4 (T=49.48 秒)

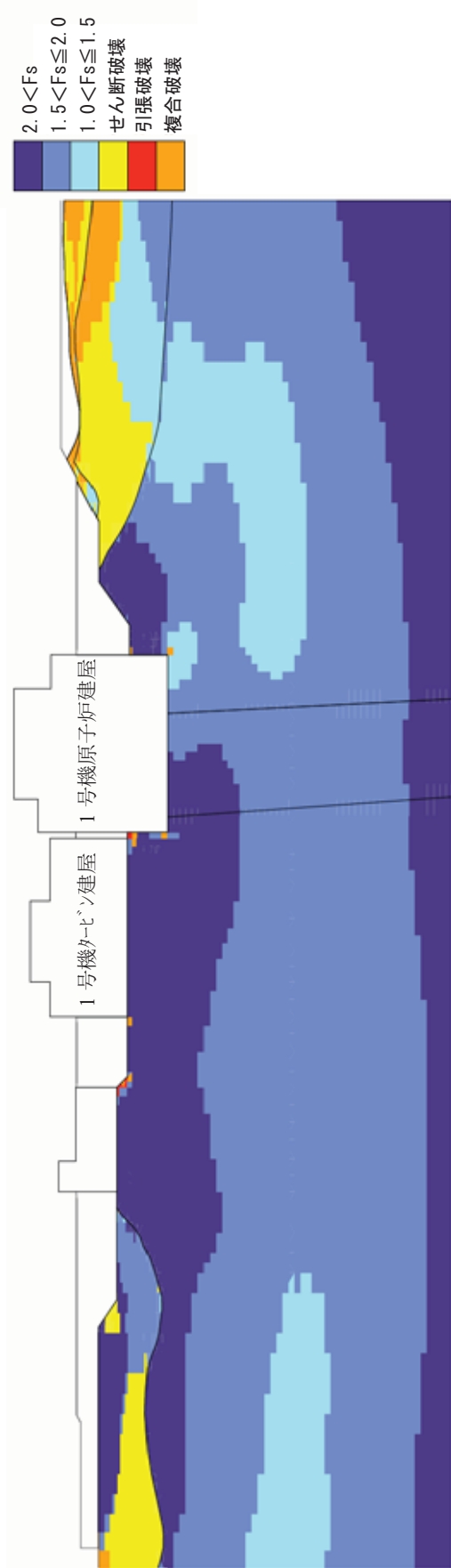
第 5.3.1-10 表 すべり安全率(原子炉建屋基礎地盤,汀線直交断面,Ss-5)

凡 例  
 ○ : すべり安全率  
 の最小値  
 — : すべり線

すべり線形状	最小すべり安全率	時刻(秒)
 建屋底面のすべり	3.7	78.18
 建屋底面のすべり	3.4	78.19
 建屋底面のすべり	3.2	78.20
 α断層のすべり	4.1	78.18
 β断層のすべり	4.7	78.18

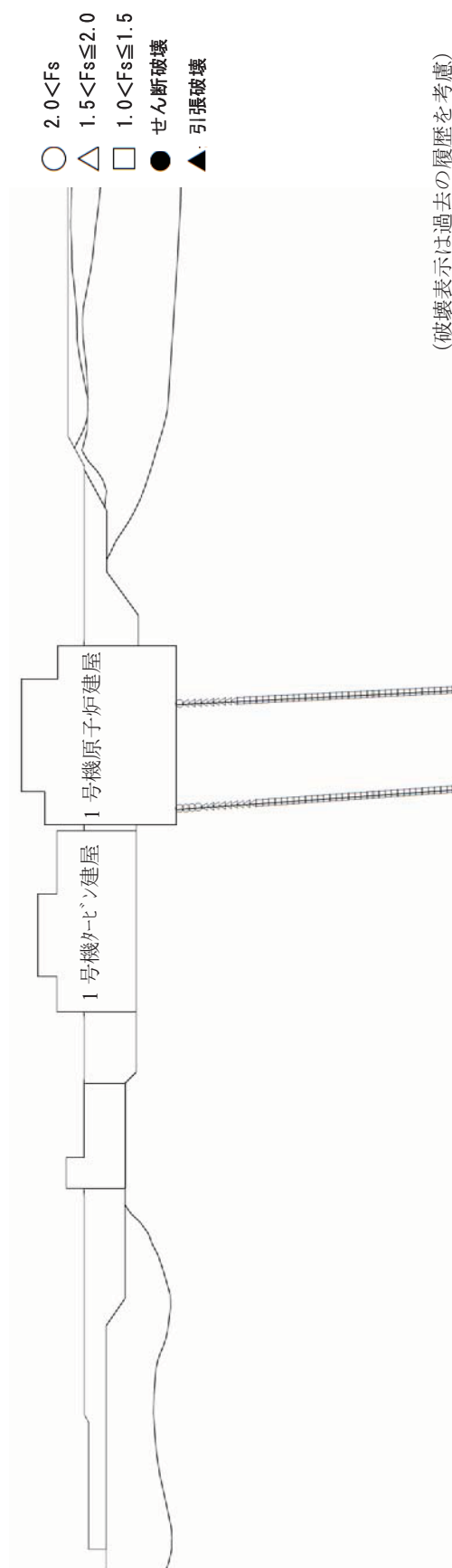
  

すべり安全率 (Fs) タイムヒストリー
 最小すべり安全率 3.7 (T=78.18 秒)
 最小すべり安全率 3.4 (T=78.19 秒)
 最小すべり安全率 3.2 (T=78.20 秒)
 最小すべり安全率 4.1 (T=78.18 秒)
 最小すべり安全率 4.7 (T=78.18 秒)



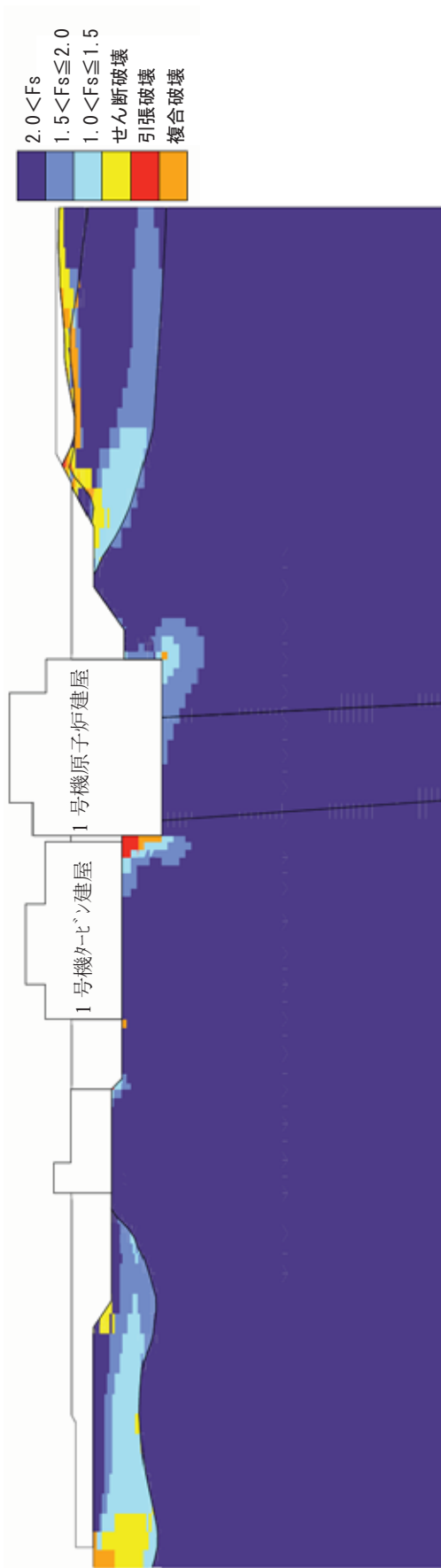
(破壊表示は過去の履歴を考慮)

第 5.3.1-6 図(1) 要素ごとの安全係数 (原子炉建屋基礎地盤, 汀線直交断面, Ss-1, T=7.02 秒)



(破壊表示は過去の履歴を考慮)

第 5.3.1-6 図(2) 要素ごとの安全係数 (原子炉建屋基礎地盤, 汀線直交断面, Ss-1, T=7.02 秒)



(破壊表示は過去の履歴を考慮)

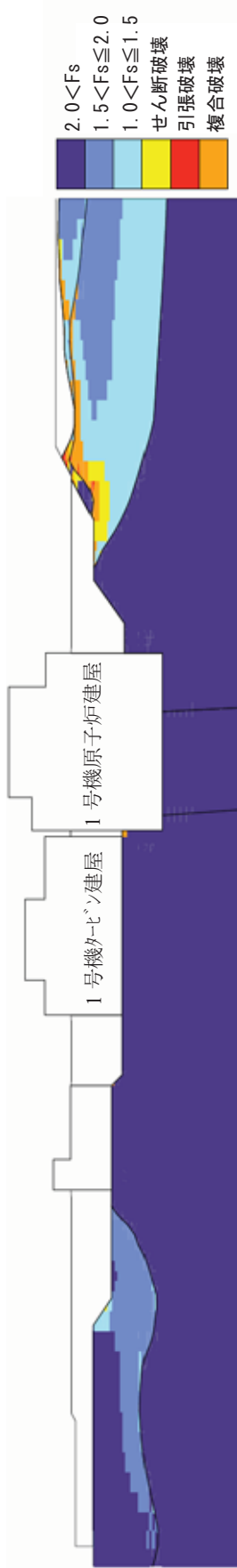
第 5.3.1-7 図(1) 要素ごとの安全係数 (原子炉建屋基礎地盤, 汀線直交断面, Ss-2, T=23.16 秒)



(破壊表示は過去の履歴を考慮)

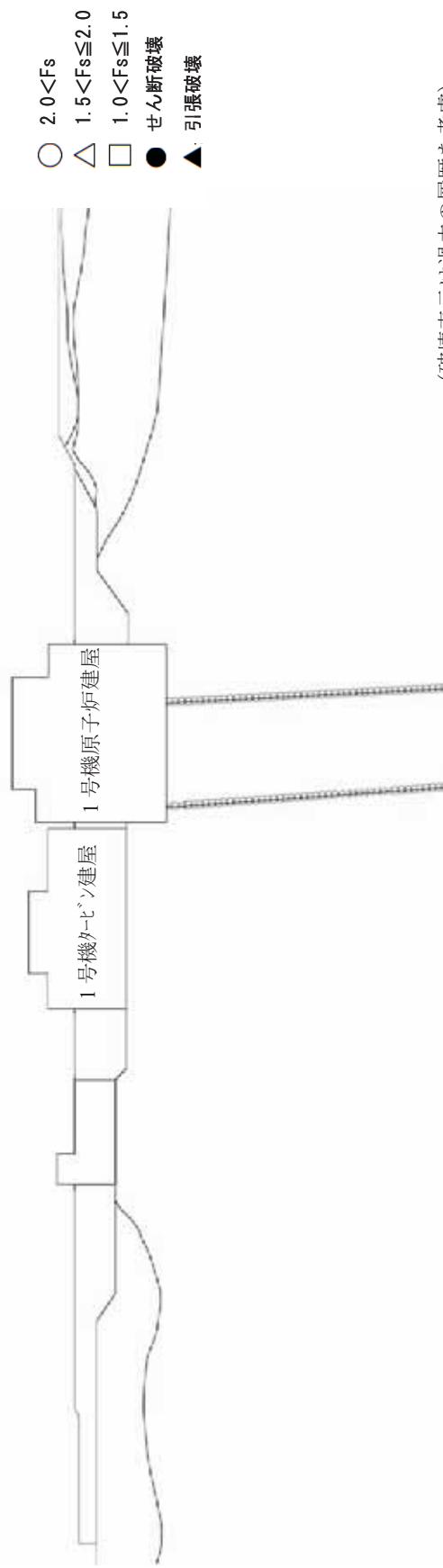
第 5.3.1-7 図(2) 要素ごとの安全係数 (原子炉建屋基礎地盤, 汀線直交断面, Ss-2, T=23.16 秒)





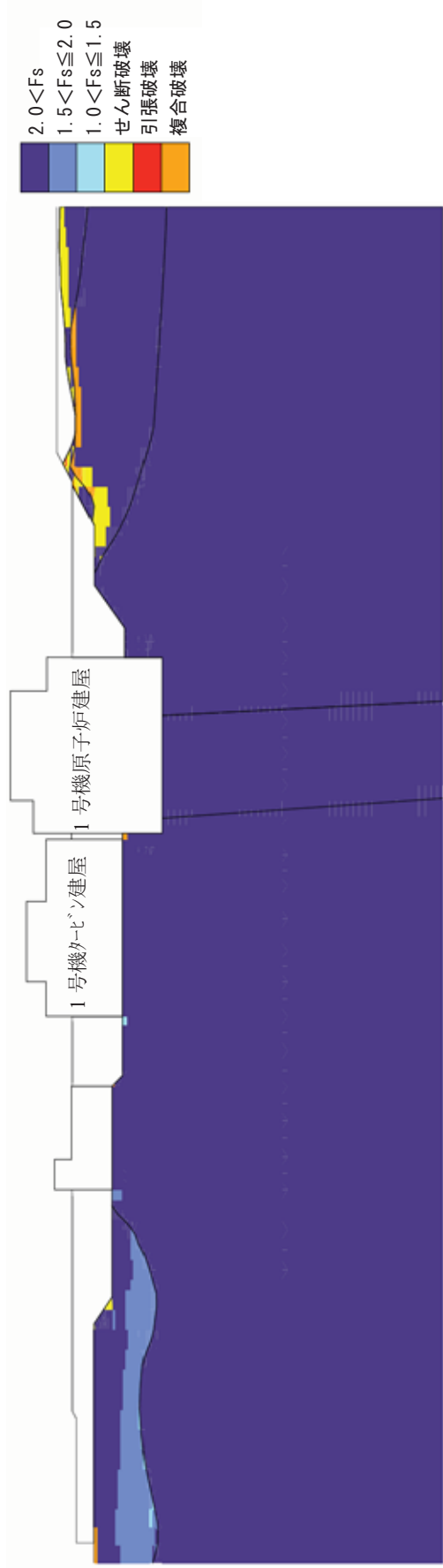
(破壊表示は過去の履歴を考慮)

第 5.3.1-8 図(1) 要素ごとの安全係数 (原子炉建屋基礎地盤, 汀線直交断面, Ss-3, T=17.87 秒)



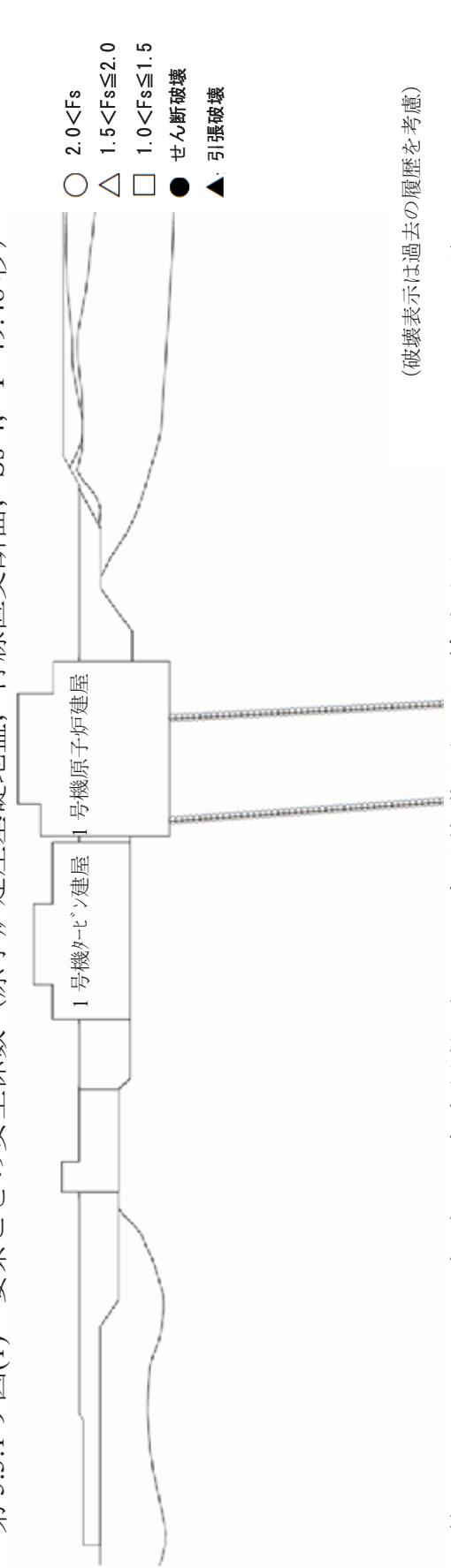
(破壊表示は過去の履歴を考慮)

第 5.3.1-8 図(2) 要素ごとの安全係数 (原子炉建屋基礎地盤, 汀線直交断面, Ss-3, T=17.87 秒)



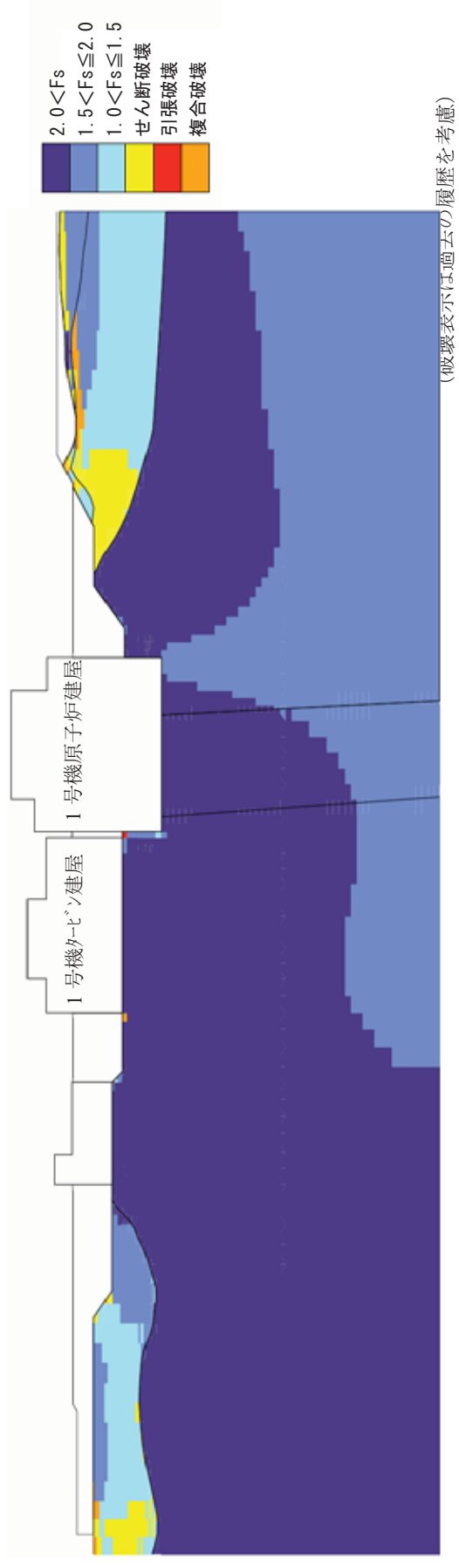
(破壊表示は過去の履歴を考慮)

第 5.3.1-9 図(1) 要素ごとの安全係数 (原子炉建屋基礎地盤, 汀線直交断面, Ss-4, T=49.48 秒)

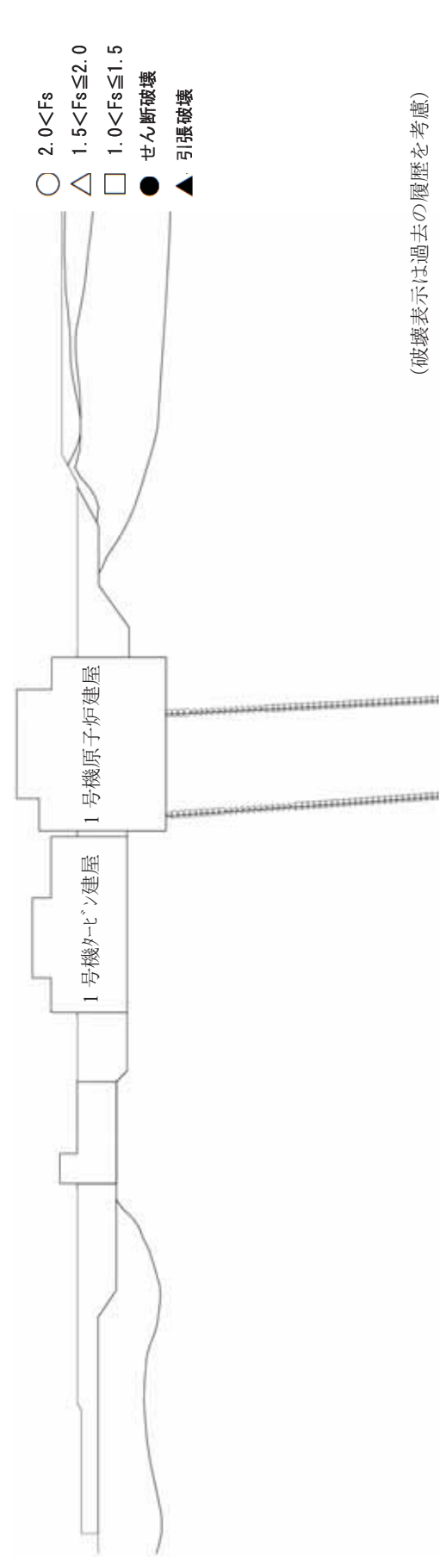


(破壊表示は過去の履歴を考慮)

第 5.3.1-9 図(2) 要素ごとの安全係数 (原子炉建屋基礎地盤, 汀線直交断面, Ss-4, T=49.48 秒)

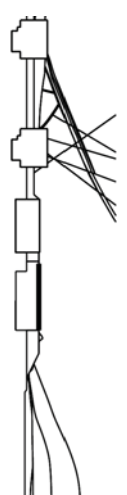
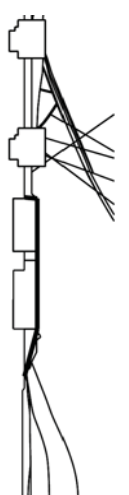
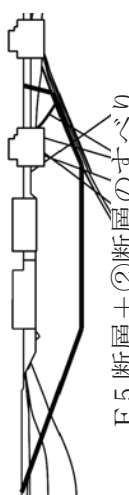
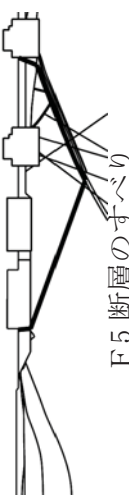



第 5.3.1-10 図(1) 要素ごとの安全係数 (原子炉建屋基礎地盤, 汀線直交断面, Ss-5, T=78.20 秒)

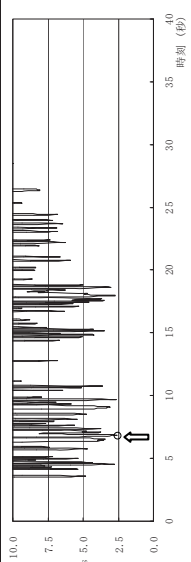
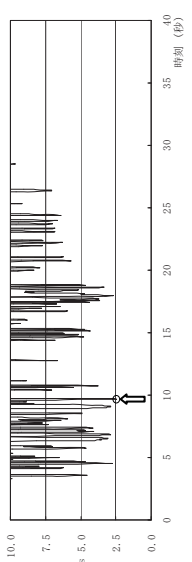
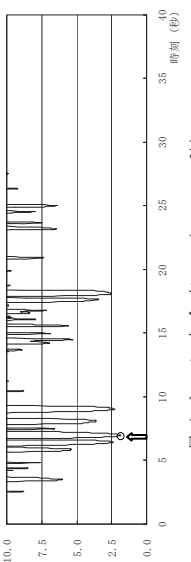
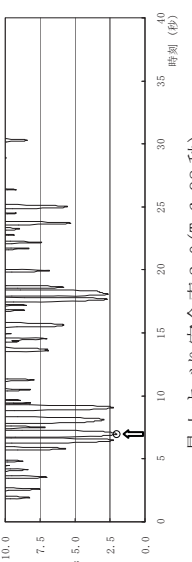
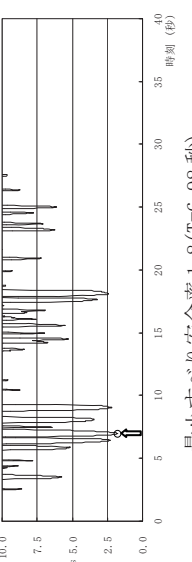


第 5.3.1-10 図(2) 要素ごとの安全係数 (原子炉建屋基礎地盤, 汀線直交断面, Ss-5, T=78.20 秒)

第 5.3.1-11 表 すべり安全率(タービン建屋基礎地盤,汀線平行断面,Ss-1)

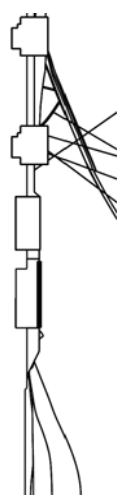
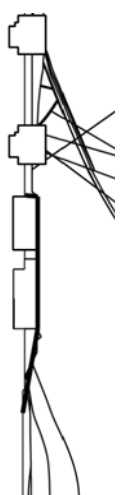
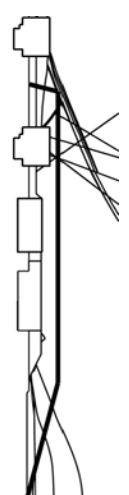

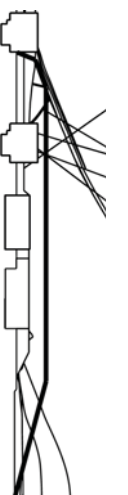
すべり線形状	最小すべり安全率	時刻(秒)
 <p>建屋底面のすべり</p>	2.6	6.85
 <p>建屋底面のすべり</p>	2.5	9.69
 <p>F5 断層+②断層のすべり</p>	1.8	6.98
 <p>F5 断層のすべり</p>	2.0	6.98
 <p>F5 断層のすべり</p>	1.8	6.98

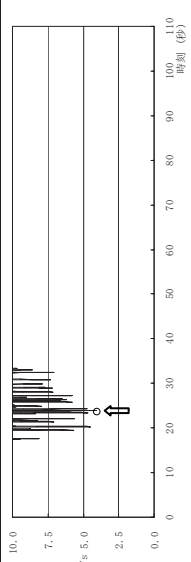
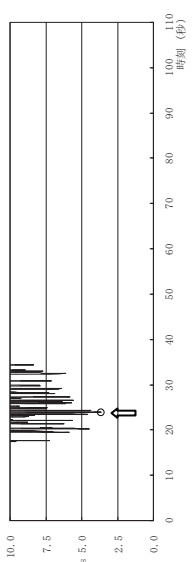
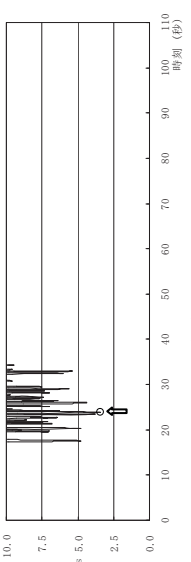
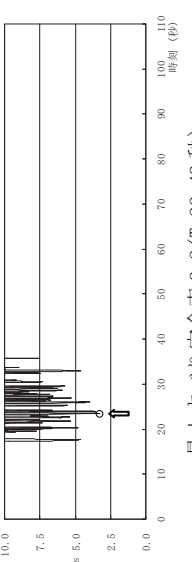
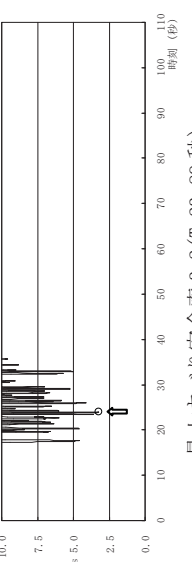
すべり安全率 (Fs) タイムヒストリー
 <p>最小すべり安全率 2.6 (T=6.85 秒)</p>
 <p>最小すべり安全率 2.5 (T=9.69 秒)</p>
 <p>最小すべり安全率 1.8 (T=6.98 秒)</p>
 <p>最小すべり安全率 2.0 (T=6.98 秒)</p>
 <p>最小すべり安全率 1.8 (T=6.98 秒)</p>

第 5.3.1-12 表 すべり安全率(タービン建屋基礎地盤,汀線平行断面,Ss-2)

凡 例  
 ○ : すべり安全率  
 の最小値  
 — : すべり線

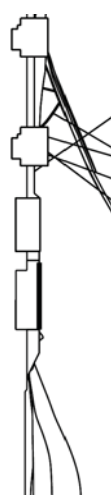
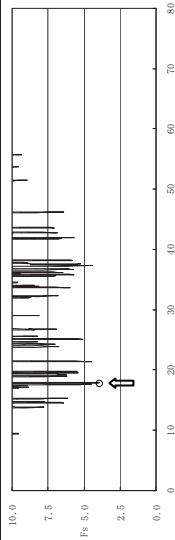
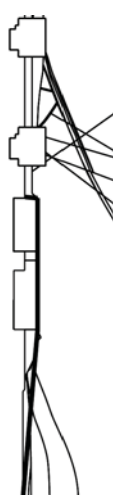
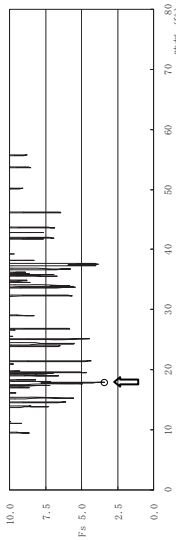
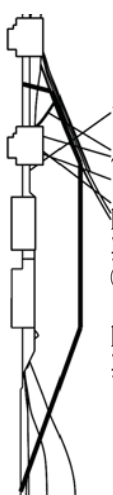
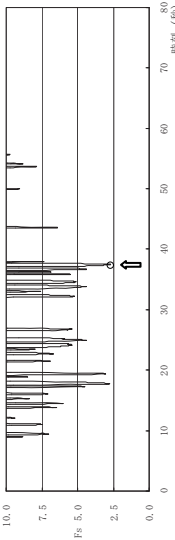
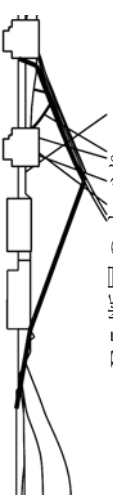
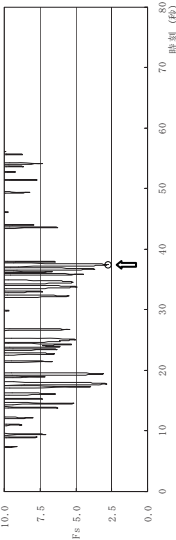
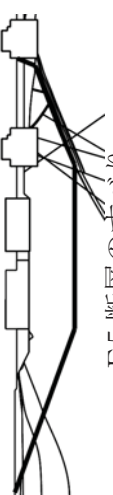
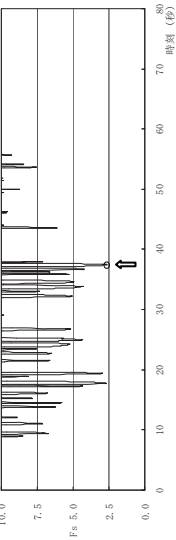
すべり線形状	最小すべり安全率	時刻(秒)
 建屋底面のすべり	4.1	23.92
 建屋底面のすべり	3.6	23.93
 F5 断層 + ②断層のすべり	3.4	23.89
 F5 断層のすべり	3.2	23.43
 F5 断層のすべり	3.2	23.89

すべり安全率 (Fs) タイムヒストリー
 最小すべり安全率 4.1 (T=23.92 秒)
 最小すべり安全率 3.6 (T=23.93 秒)
 最小すべり安全率 3.4 (T=23.89 秒)
 最小すべり安全率 3.2 (T=23.43 秒)
 最小すべり安全率 3.2 (T=23.89 秒)

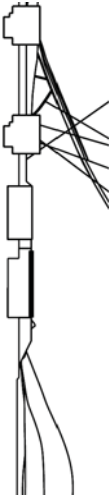
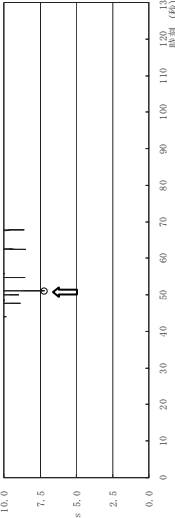
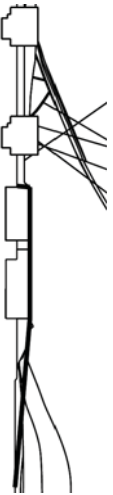
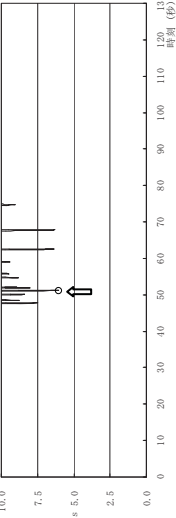
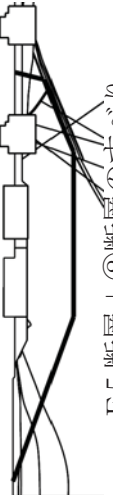
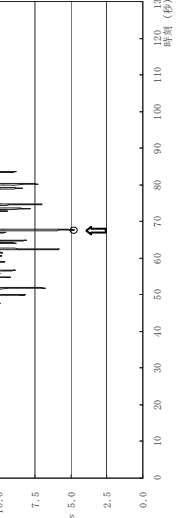

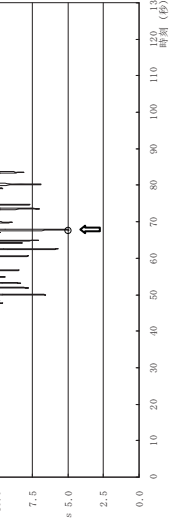
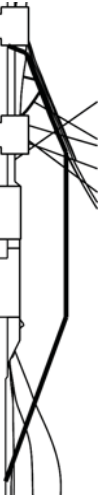
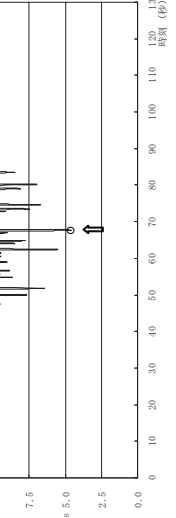
第 5.3.1-13 表 すべり安全率(タービン建屋基礎地盤,汀線平行断面,Ss-3)

凡 例  
 ○ : すべり安全率  
 の最小値  
 — : すべり線

すべり線形状	最小すべり安全率	時刻(秒)	すべり安全率 (Fs) タイムヒストリー
 建屋底面のすべり	3.9	17.89	 最小すべり安全率 3.9 (T=17.89 秒)
 建屋底面のすべり	3.4	17.89	 最小すべり安全率 3.4 (T=17.89 秒)
 F5 断層 + ②断層のすべり	2.7	37.46	 最小すべり安全率 2.7 (T=37.46 秒)
 F5 断層のすべり	2.8	37.46	 最小すべり安全率 2.8 (T=37.46 秒)
 F5 断層のすべり	2.6	37.47	 最小すべり安全率 2.6 (T=37.47 秒)

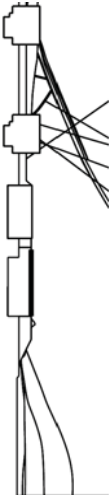
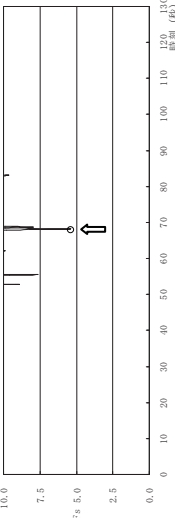
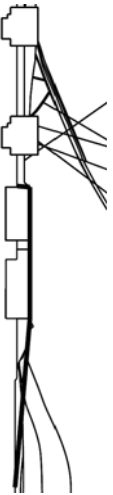
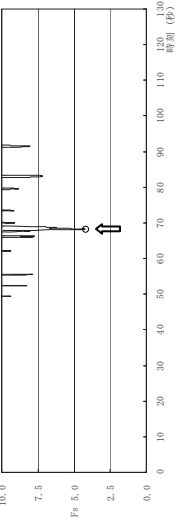
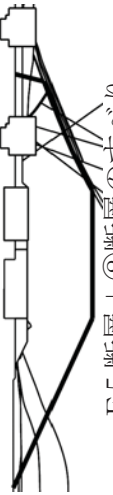
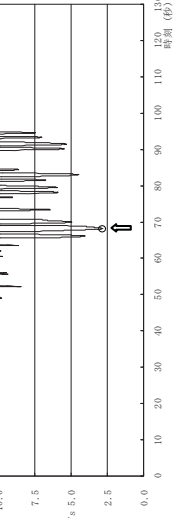

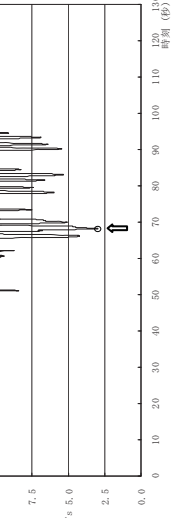

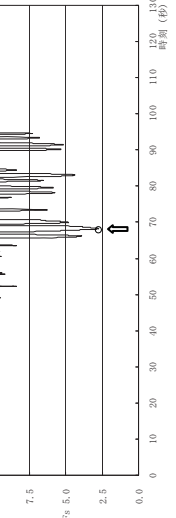
第 5.3.1-14 表 すべり安全率(タービン建屋基礎地盤,汀線平行断面, Ss-4)

凡 例  
 ○ : すべり安全率  
 の最小値  
 — : すべり線

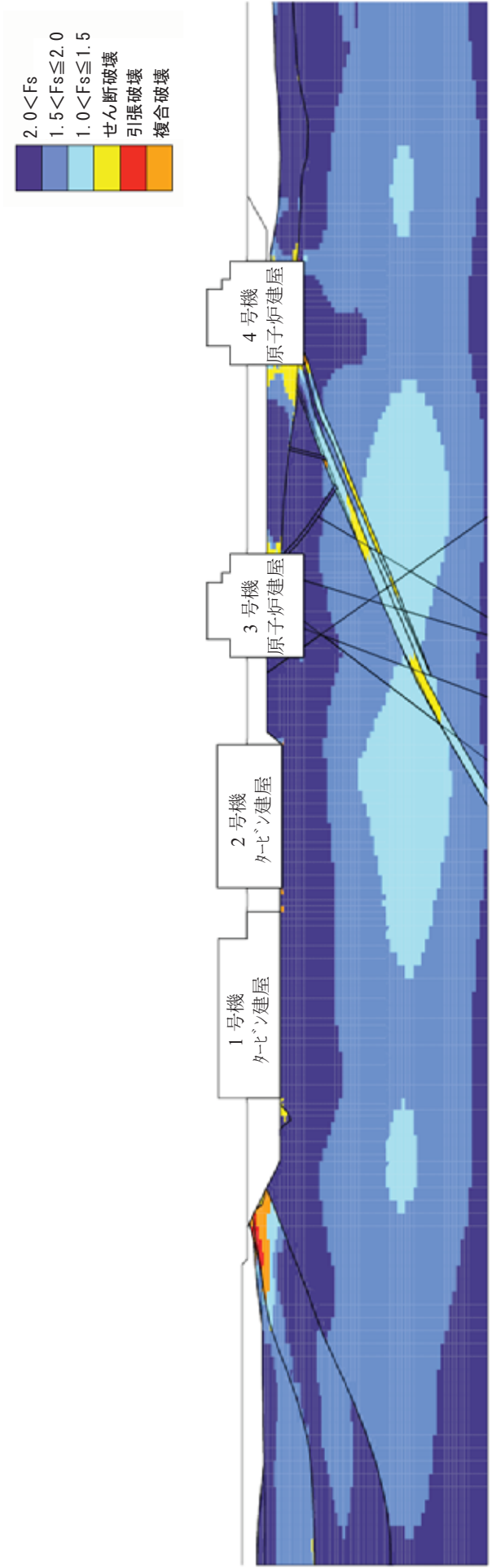
すべり線形状	時刻 (秒)	最小すべり 安全率	すべり安全率 (Fs) タイムヒストリー
 建屋底面のすべり	51.14	7.2	 最小すべり安全率 7.2 (T=51.14 秒)
 建屋底面のすべり	51.15	6.1	 最小すべり安全率 6.1 (T=51.15 秒)
 F5 断層 + ②断層のすべり	67.72	4.8	 最小すべり安全率 4.8 (T=67.72 秒)
 F5 断層のすべり	67.74	4.9	 最小すべり安全率 4.9 (T=67.74 秒)
 F5 断層のすべり	67.72	4.6	 最小すべり安全率 4.6 (T=67.72 秒)

第 5.3.1-15 表 すべり安全率(タービン建屋基礎地盤,汀線平行断面, Ss-5)

凡 例  
 ○ : すべり安全率  
 の最小値  
 — : すべり線

すべり線形状	時刻 (秒)	最小すべり 安全率	すべり安全率 (Fs) タイムヒストリー
 建屋底面のすべり	68.23	5.4	 最小すべり安全率 5.4 (T=68.23 秒)
 建屋底面のすべり	68.25	4.2	 最小すべり安全率 4.2 (T=68.25 秒)
 F5 断層+②断層のすべり	68.19	2.8	 最小すべり安全率 2.8 (T=68.19 秒)
 F5 断層のすべり	68.21	2.9	 最小すべり安全率 2.9 (T=68.21 秒)
 F5 断層のすべり	68.20	2.7	 最小すべり安全率 2.7 (T=68.20 秒)

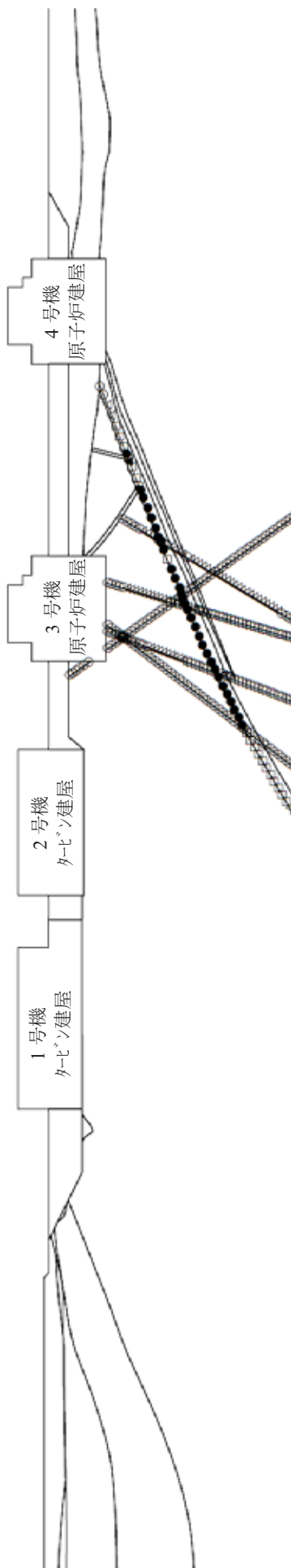




(破壊表示は過去の履歴を考慮)

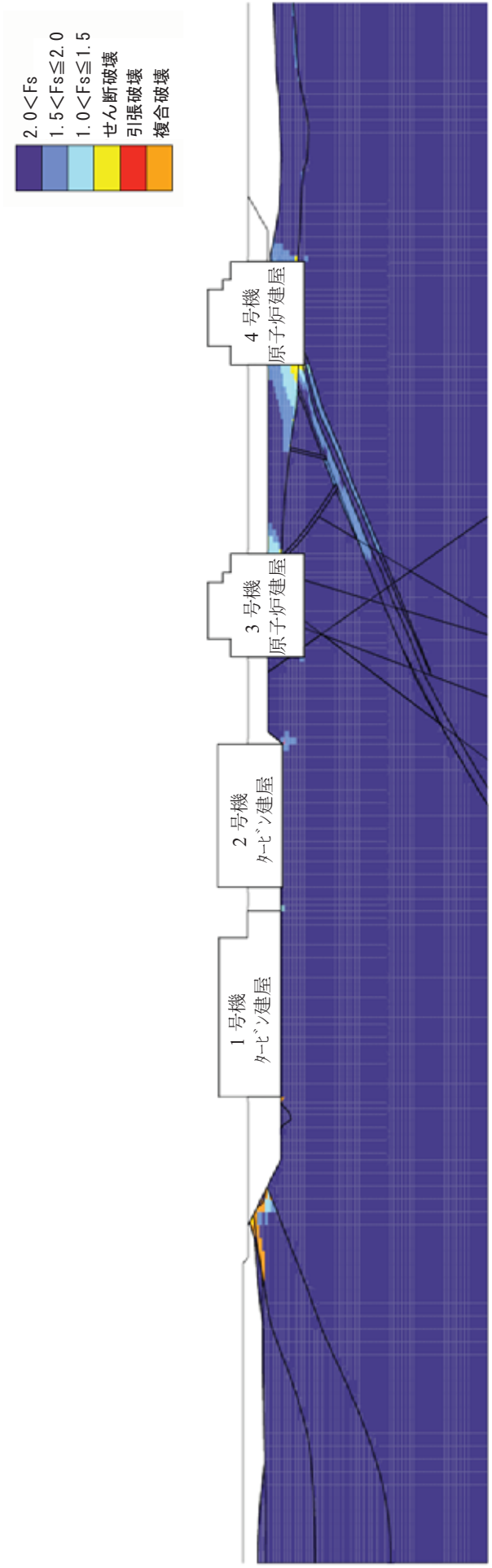
第 5.3.1-11 図(1) 要素ごとの安全係数 (タービン建屋基礎地盤, 汀線平行断面, Ss-1, T=6.98 秒)

- $2.0 < F_s$
- △  $1.5 < F_s \leq 2.0$
- $1.0 < F_s \leq 1.5$
- せん断破壊
- ▲ 引張破壊



第 5.3.1-11 図(2) 要素ごとの安全係数 (タービン建屋基礎地盤, 汀線平行断面, Ss-1, T=6.98 秒)

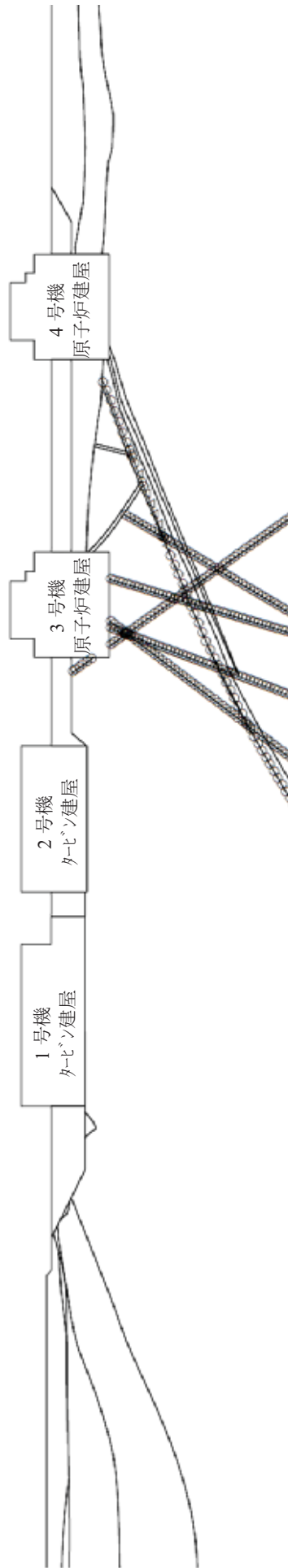
(破壊表示は過去の履歴を考慮)



(破壊表示は過去の履歴を考慮)

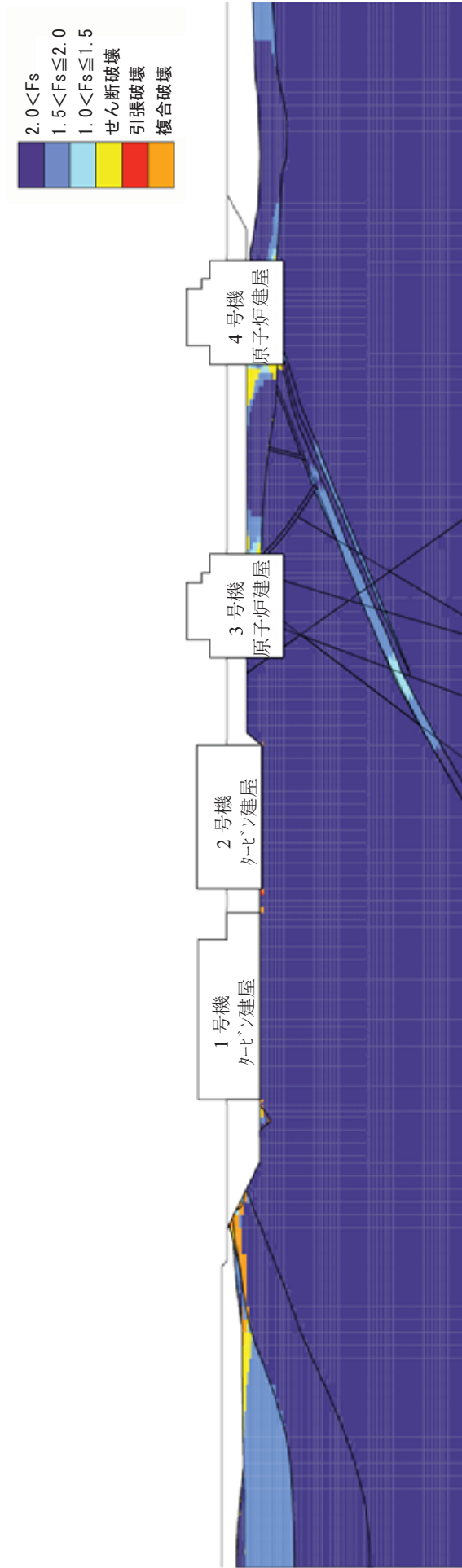
第 5.3.1-12 図(1) 要素ごとの安全係数 (タービン建屋基礎地盤, 汀線平行断面, Ss-2, T=23.43 秒)

- $2.0 < F_s$
- △  $1.5 < F_s \leq 2.0$
- $1.0 < F_s \leq 1.5$
- せん断破壊
- ▲ 引張破壊



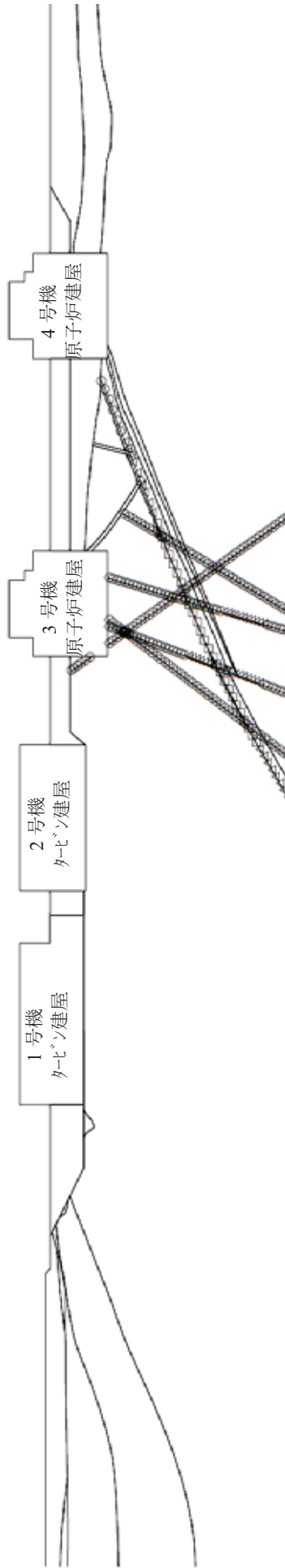
第 5.3.1-12 図(2) 要素ごとの安全係数 (タービン建屋基礎地盤, 汀線平行断面, Ss-2, T=23.43 秒)

(破壊表示は過去の履歴を考慮)



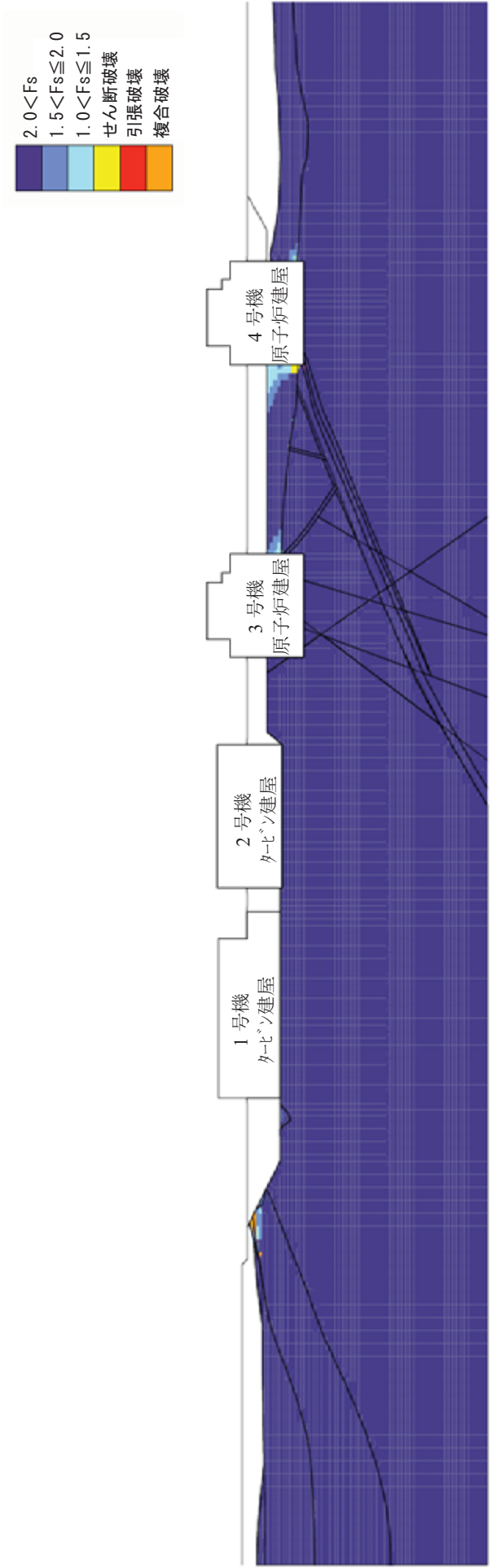
第5.3.1-13 図(1) 要素ごとの安全係数（タービン建屋基礎地盤，汀線平行断面，Ss-3，T=37.47秒）

- $2.0 < F_s$
- △  $1.5 < F_s \leq 2.0$
- $1.0 < F_s \leq 1.5$
- せん断破壊
- ▲ 引張破壊



第 5.3.1-13 図(2) 要素ごとの安全係数 (タービン建屋基礎地盤, 汀線平行断面, Ss-3, T=37.47 秒)

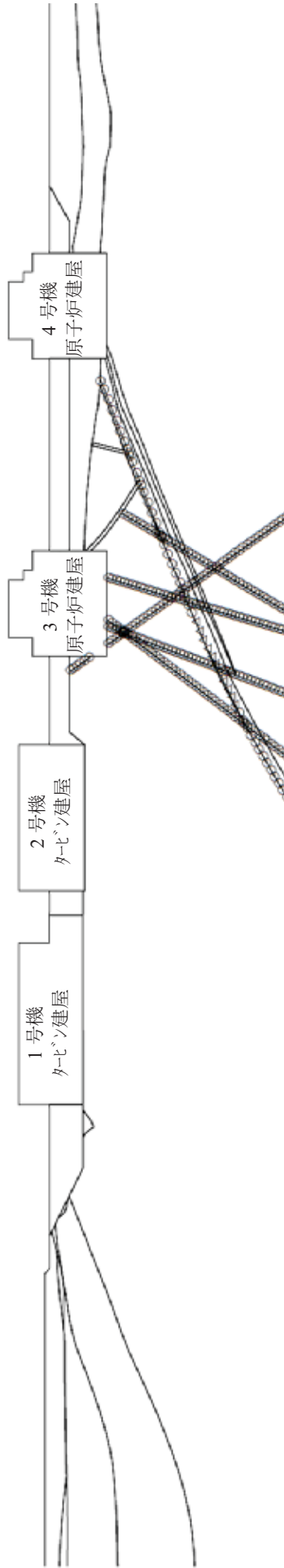
(破壊表示は過去の履歴を考慮)



(破壊表示は過去の履歴を考慮)

第 5.3.1-14 図(1) 要素ごとの安全係数 (タービン建屋基礎地盤, 汀線平行断面, Ss-4, T=67.72 秒)

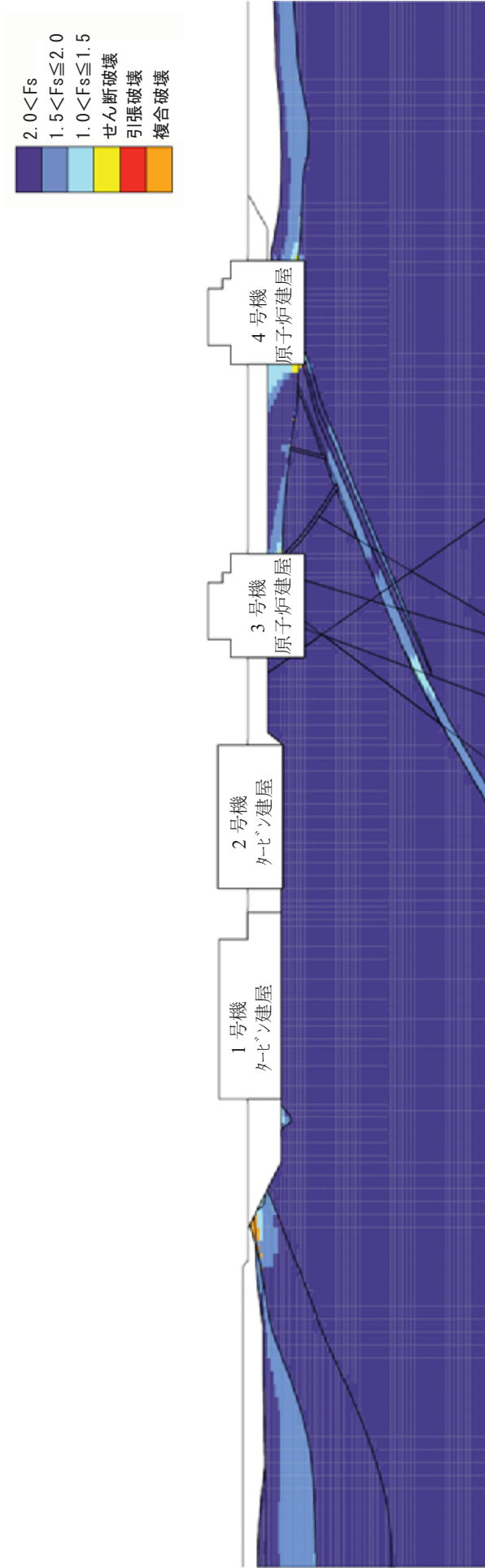
- $2.0 < F_s$
- △  $1.5 < F_s \leq 2.0$
- $1.0 < F_s \leq 1.5$
- せん断破壊
- ▲ 引張破壊



第 5.3.1-14 図(2) 要素ごとの安全係数 (タービン建屋基礎地盤, 汀線平行断面, Ss-4, T=67.72 秒)

(破壊表示は過去の履歴を考慮)

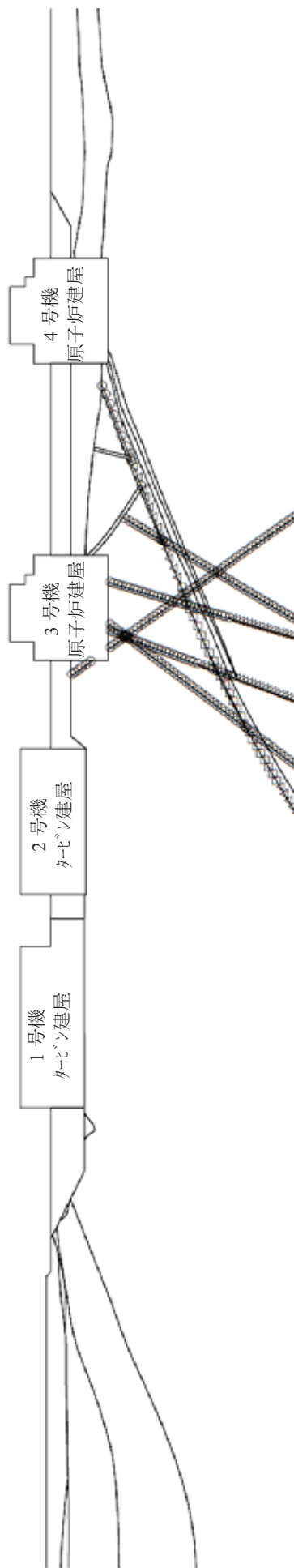




(破壊表示は過去の履歴を考慮)

第 5.3.1-15 図(1) 要素ごとの安全係数 (タービン建屋基礎地盤, 汀線平行断面, Ss-5, T=68.20 秒)

- $2.0 < F_s$
- △  $1.5 < F_s \leq 2.0$
- $1.0 < F_s \leq 1.5$
- せん断破壊
- ▲ 引張破壊

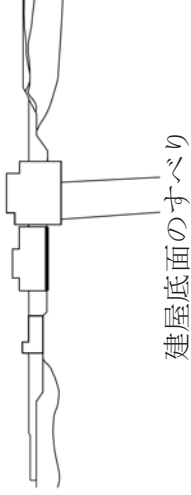
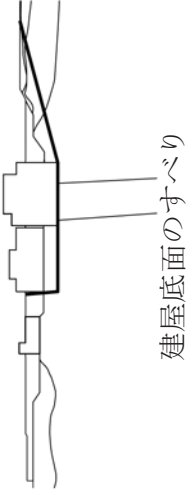
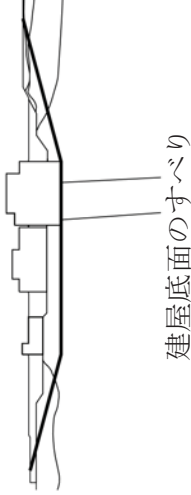
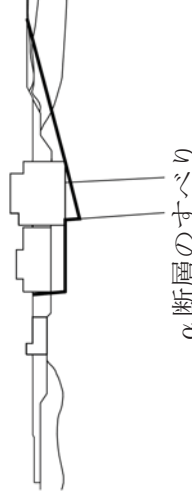
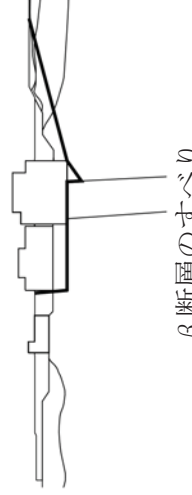


第 5.3.1-15 図(2) 要素ごとの安全係数 (タービン建屋基礎地盤, 汀線平行断面, Ss-5, T=68.20 秒)

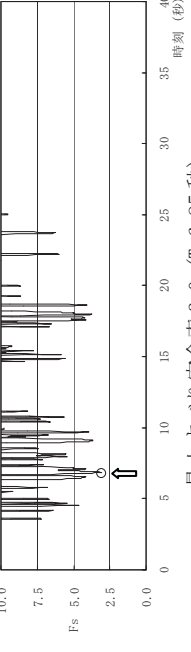
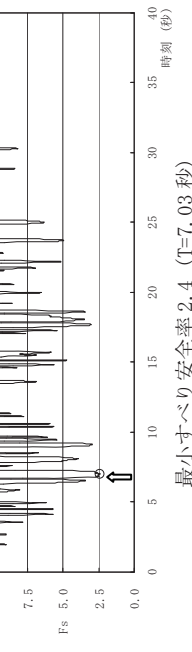
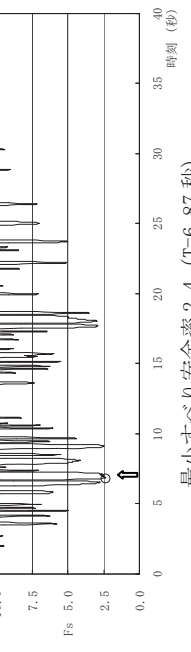
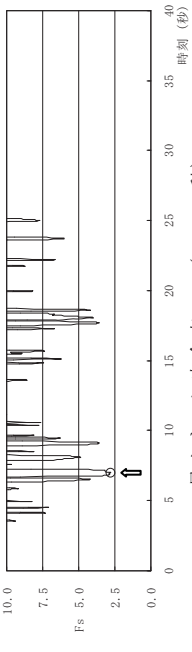
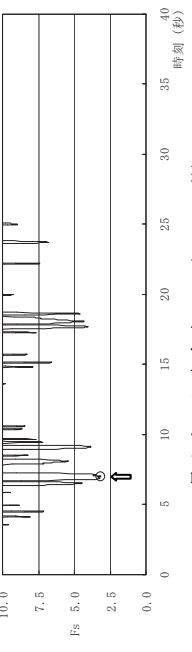
(破壊表示は過去の履歴を考慮)

第 5.3.1-16 表 すべり安全率(タービン建屋基礎地盤,汀線直交断面,Ss-1)

凡 例  
 ○ : すべり安全率  
 の最小値  
 — : すべり線

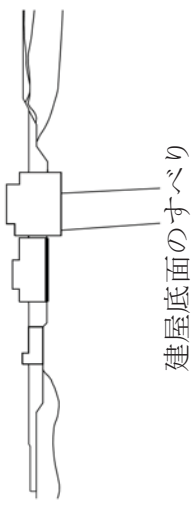
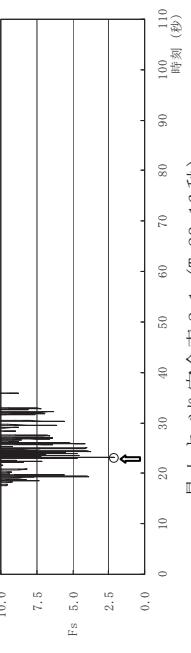
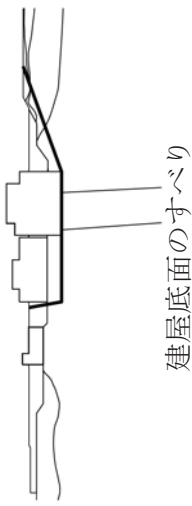
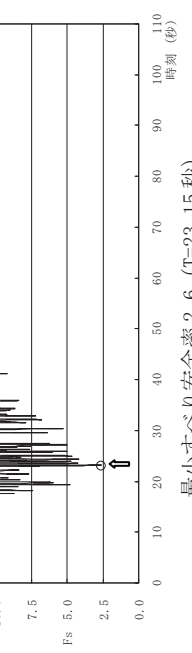
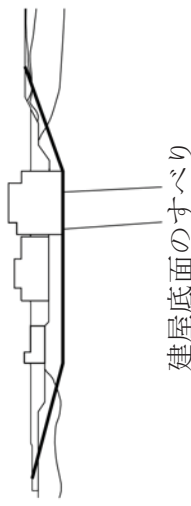
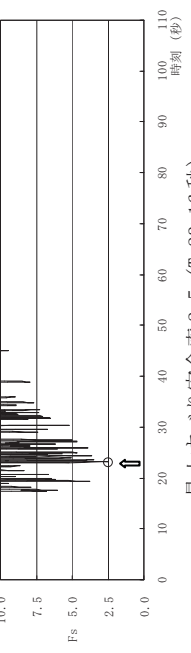
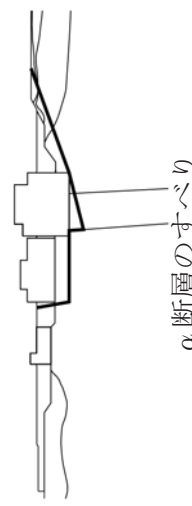
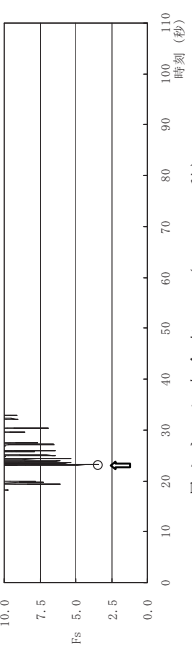
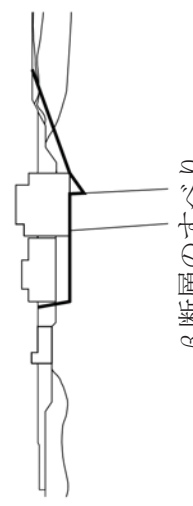
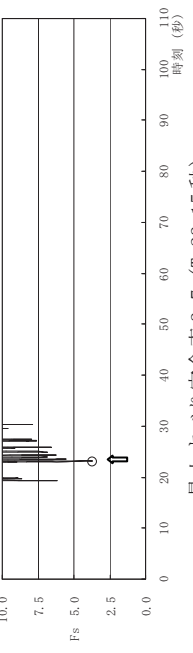
すべり線形状	最小すべり安全率	時刻(秒)
 建屋底面のすべり	3.0	6.85
 建屋底面のすべり	2.4	7.03
 建屋底面のすべり	2.4	6.87
 α断層のすべり	2.8	7.02
 β断層のすべり	3.1	7.03

すべり安全率 (Fs) タイムヒストリー
1  最小すべり安全率 3.0 (T=6.85 秒)
2  最小すべり安全率 2.4 (T=7.03 秒)
3  最小すべり安全率 2.4 (T=6.87 秒)
4  最小すべり安全率 2.8 (T=7.02 秒)
5  最小すべり安全率 3.1 (T=7.03 秒)

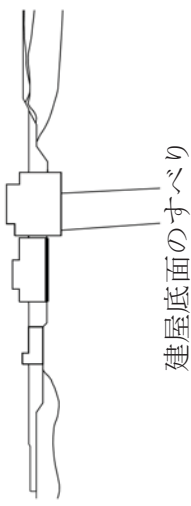
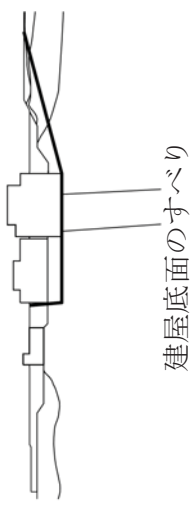
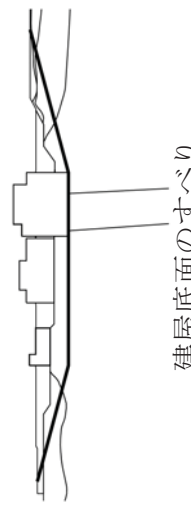
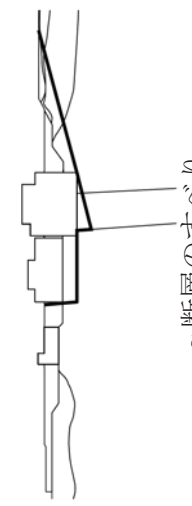
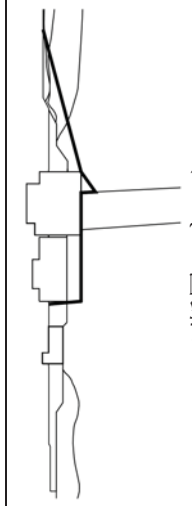
第 5.3.1-17 表 すべり安全率(タービン建屋基礎地盤,汀線直交断面,Ss-2)

凡 例  
 ○ : すべり安全率の最小値  
 — : すべり線

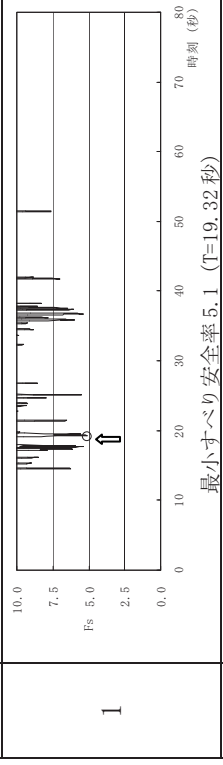
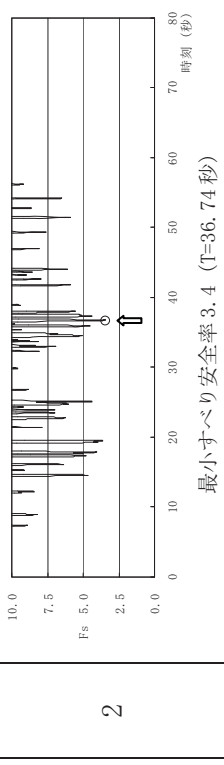
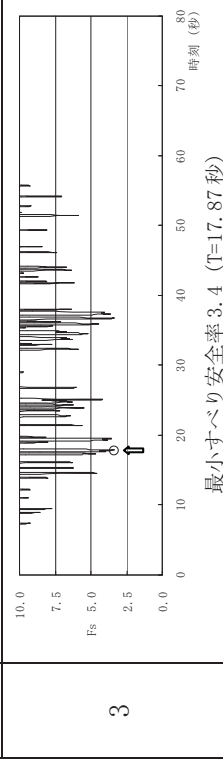
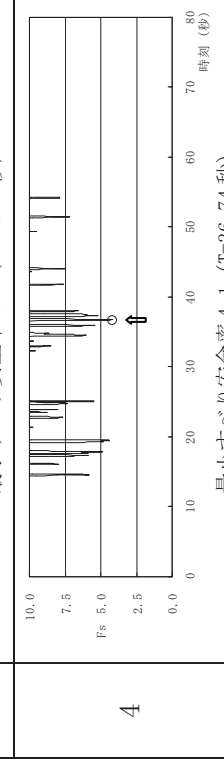
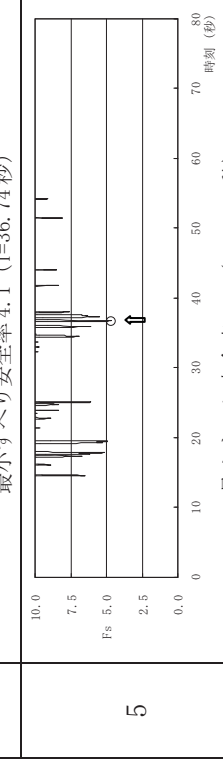
すべり線形状	時刻(秒)	最小すべり安全率	すべり安全率 (Fs) タイムヒストリー
 建屋底面のすべり	23.16	2.1	 最小すべり安全率 2.1 (T=23.16秒)
 建屋底面のすべり	23.15	2.6	 最小すべり安全率 2.6 (T=23.15秒)
 建屋底面のすべり	23.16	2.5	 最小すべり安全率 2.5 (T=23.16秒)
 α断層のすべり	23.15	3.4	 最小すべり安全率 3.4 (T=23.15秒)
 β断層のすべり	23.15	3.7	 最小すべり安全率 3.7 (T=23.15秒)

第 5.3.1-18 表 すべり安全率(タービン建屋基礎地盤,汀線直交断面,Ss-3)

凡 例  
 ○ : すべり安全率の最小値  
 ◯ : すべり線

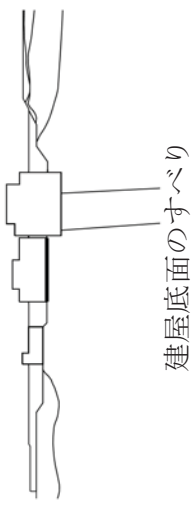
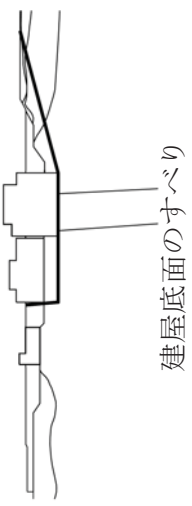
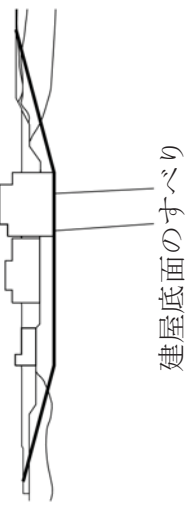
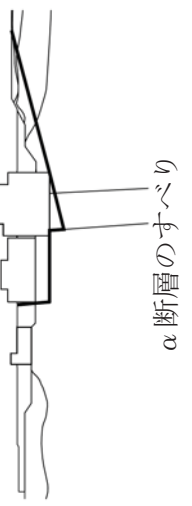
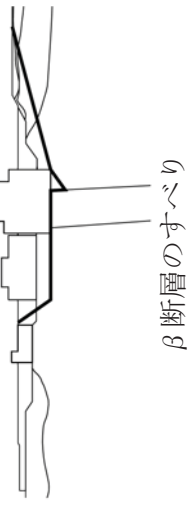
すべり線形状	最小すべり安全率	時刻(秒)
 建屋底面のすべり	5.1	19.32
 建屋底面のすべり	3.4	36.74
 建屋底面のすべり	3.4	17.87
 α断層のすべり	4.1	36.74
 β断層のすべり	4.7	36.75

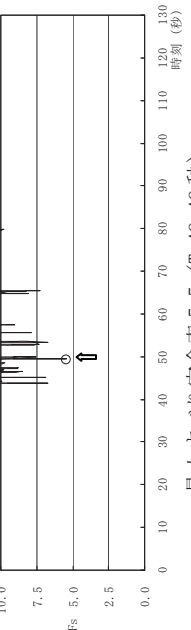
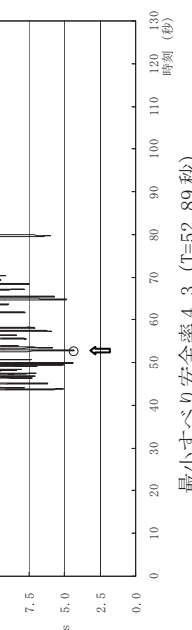
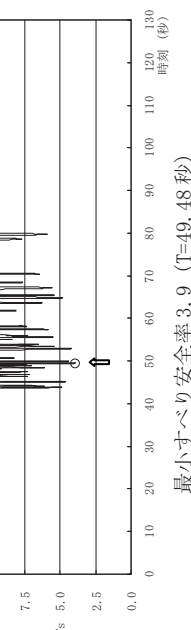
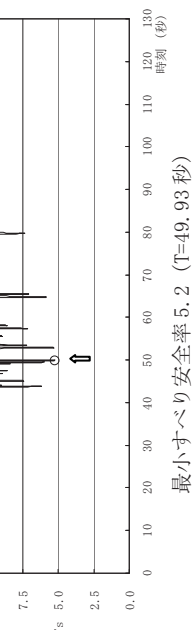
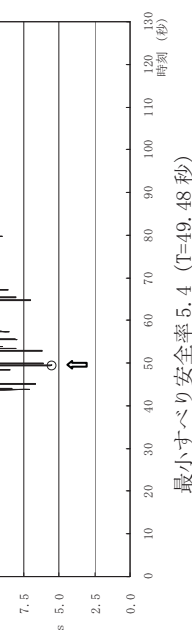
すべり安全率 (Fs) タイムヒストリー
 最小すべり安全率 5.1 (T=19.32秒)
 最小すべり安全率 3.4 (T=36.74秒)
 最小すべり安全率 3.4 (T=17.87秒)
 最小すべり安全率 4.1 (T=36.74秒)
 最小すべり安全率 4.7 (T=36.75秒)

第 5.3.1-19 表 すべり安全率(タービン建屋基礎地盤,汀線直交断面,Ss-4)

凡 例  
 ○ : すべり安全率  
 の最小値  
 — : すべり線

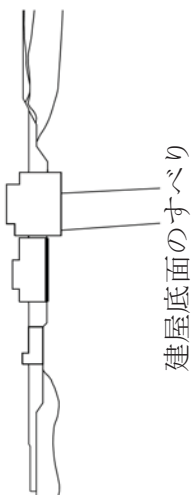
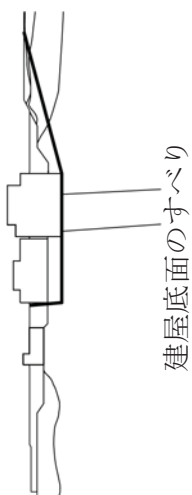
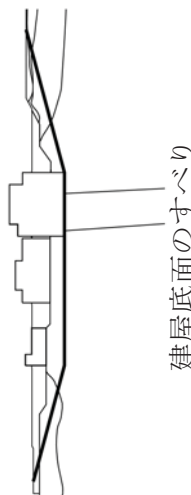
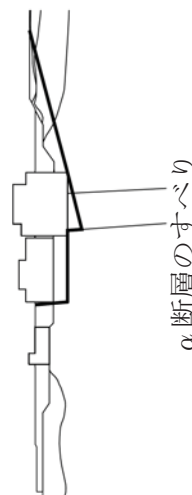
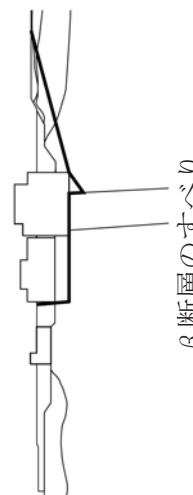
すべり線形状	最小すべり安全率	時刻(秒)
 建屋底面のすべり	5.5	49.49
 建屋底面のすべり	4.3	52.89
 建屋底面のすべり	3.9	49.48
 α断層のすべり	5.2	49.93
 β断層のすべり	5.4	49.48

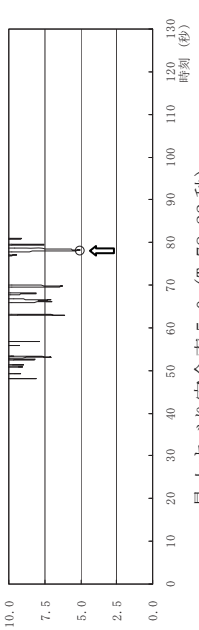
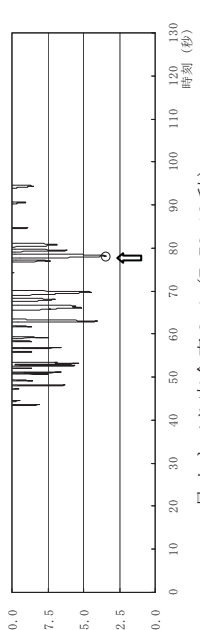
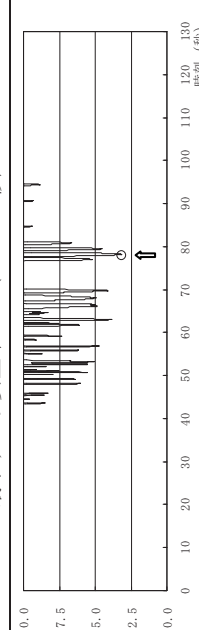
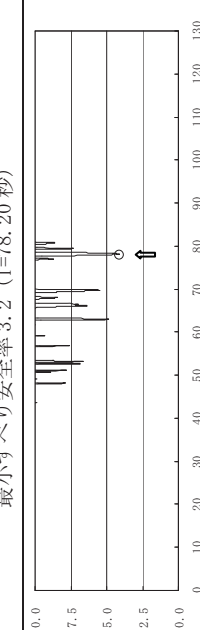
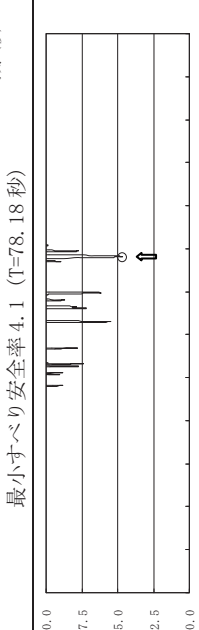
すべり安全率 (Fs) タイムヒストリー
1  最小すべり安全率 5.5 (T=49.49秒)
2  最小すべり安全率 4.3 (T=52.89秒)
3  最小すべり安全率 3.9 (T=49.48秒)
4  最小すべり安全率 5.2 (T=49.93秒)
5  最小すべり安全率 5.4 (T=49.48秒)

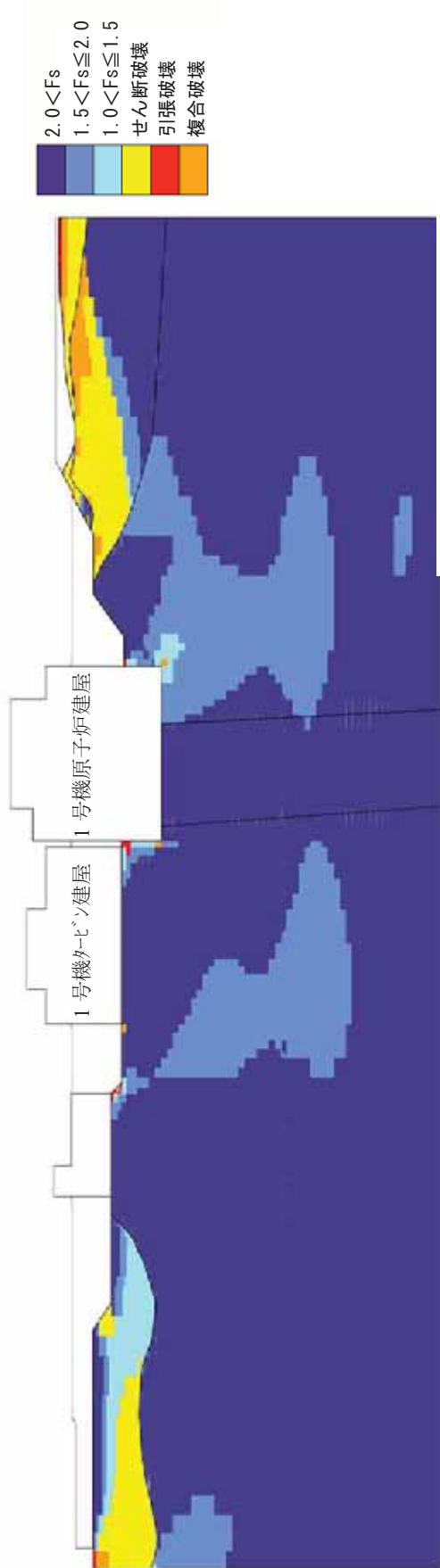
第 5.3.1-20 表 すべり安全率(タービン建屋基礎地盤,汀線直交断面,Ss-5)

凡 例  
 ○ : すべり安全率  
 の最小値  
 — : すべり線

すべり線形状	最小すべり安全率	時刻(秒)
 建屋底面のすべり	5.0	78.22
 建屋底面のすべり	3.4	78.19
 建屋底面のすべり	3.2	78.20
 α断層のすべり	4.1	78.18
 β断層のすべり	4.7	78.18

すべり安全率 (Fs) タイムヒストリー
1  最小すべり安全率 5.0 (T=78.22 秒)
2  最小すべり安全率 3.4 (T=78.19 秒)
3  最小すべり安全率 3.2 (T=78.20 秒)
4  最小すべり安全率 4.1 (T=78.18 秒)
5  最小すべり安全率 4.7 (T=78.18 秒)

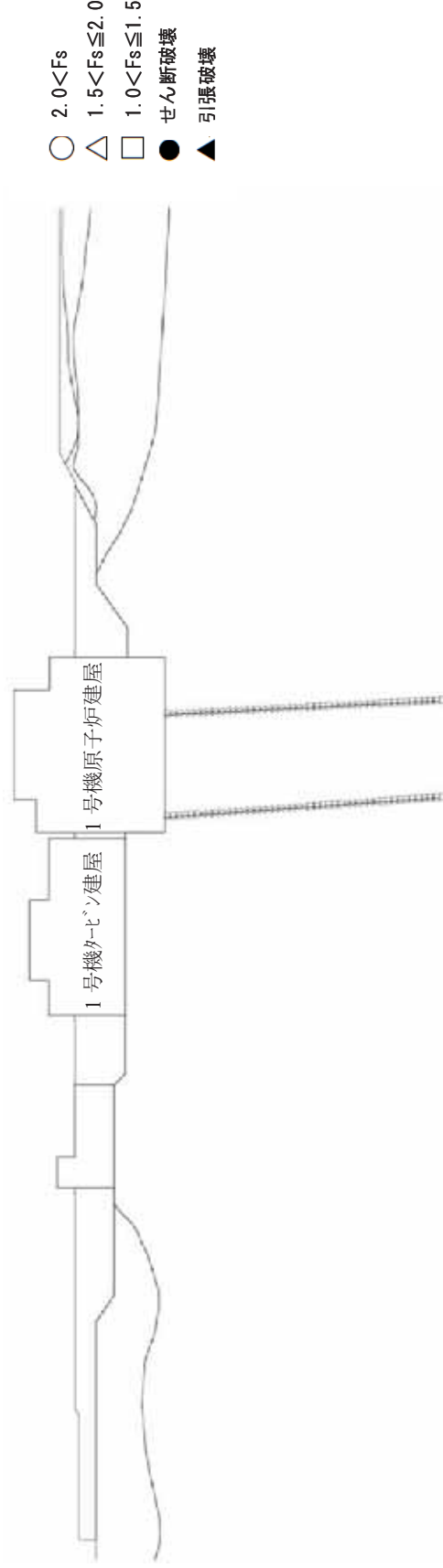


(破壊表示は過去の履歴を考慮)

第 5.3.1-16 図(1) 要素ごとの安全係数 (タービン建屋基礎地盤, 汀線直交断面, Ss-1, T=6.87 秒)

※ 基準地震動 Ss-2, Ss-3, Ss-4, Ss-5 入力時のすべり安全率が最小となる時刻は, 原子炉建屋汀線直交断面と同一であり, 要素ごとの安全係数は第 5.3.1-7 図, 第 5.3.1-8 図, 第 5.3.1-9 図, 第 5.3.1-10 図を参照のこと。



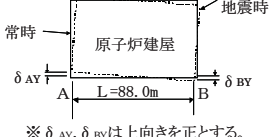
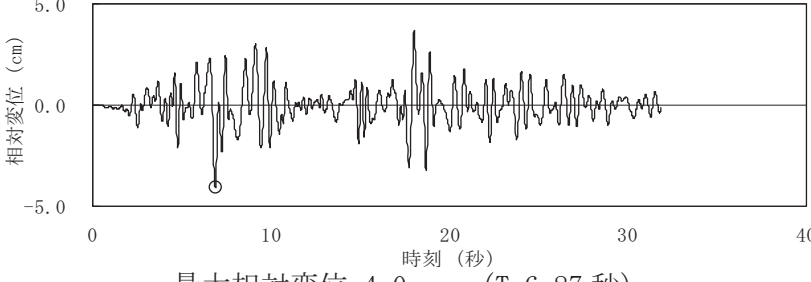
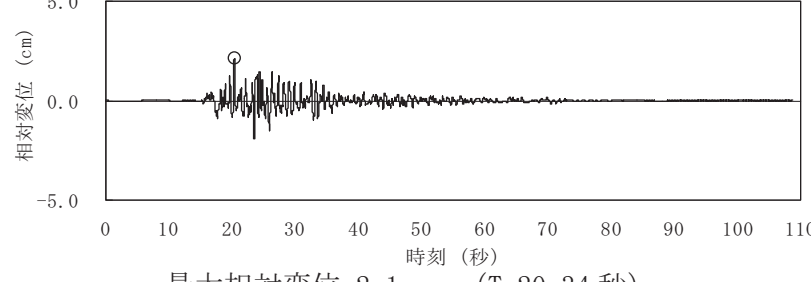
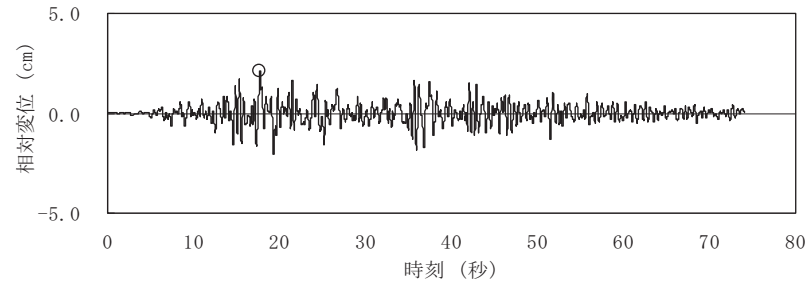
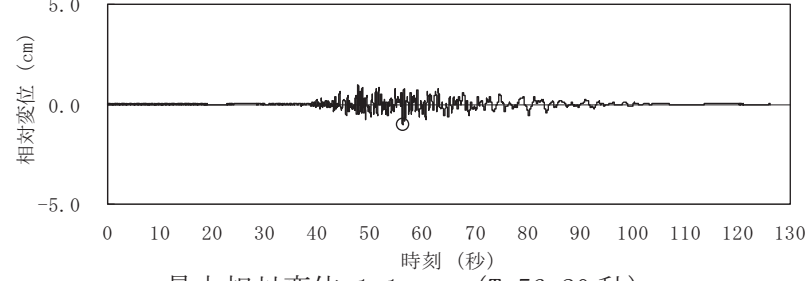
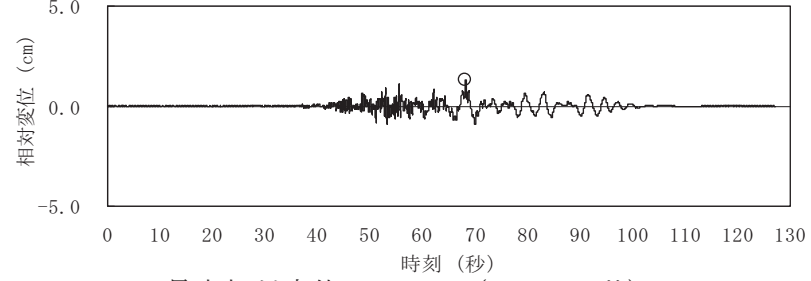


(破壊表示は過去の履歴を考慮)

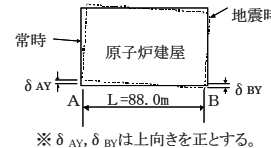
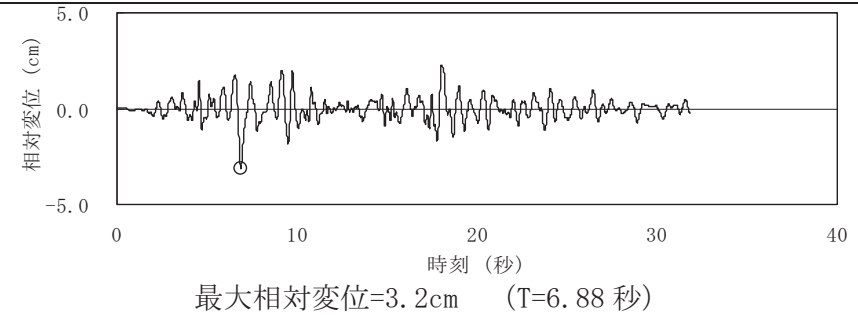
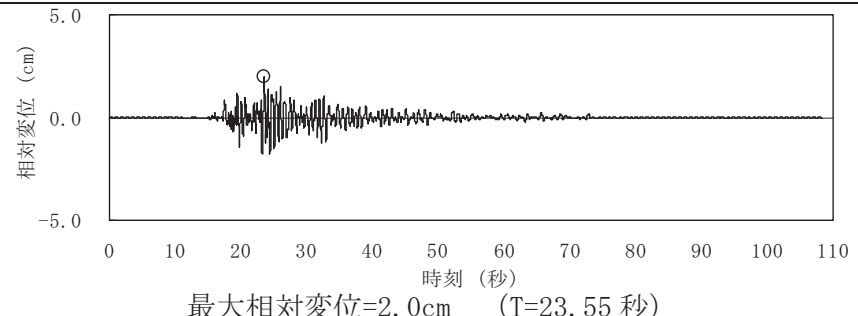
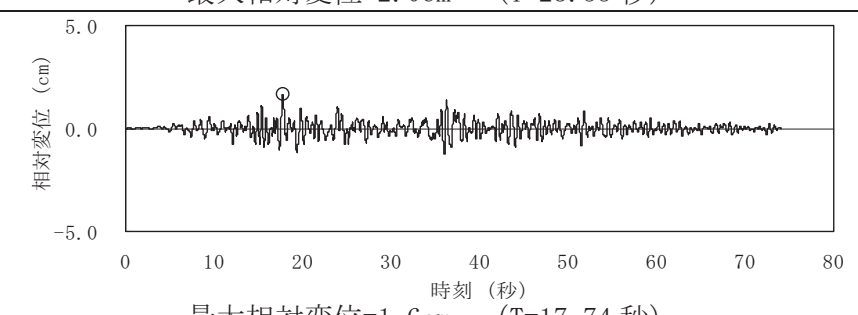
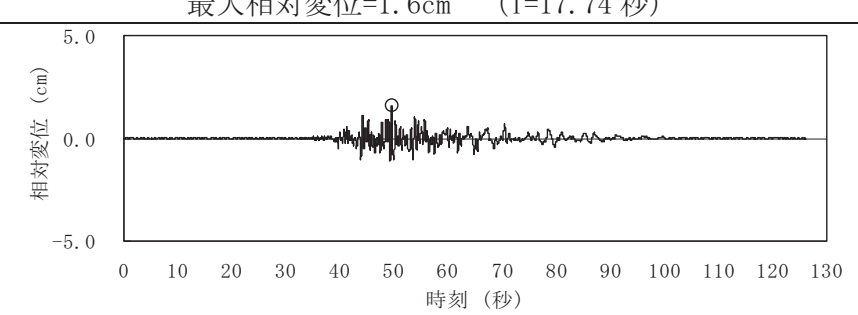
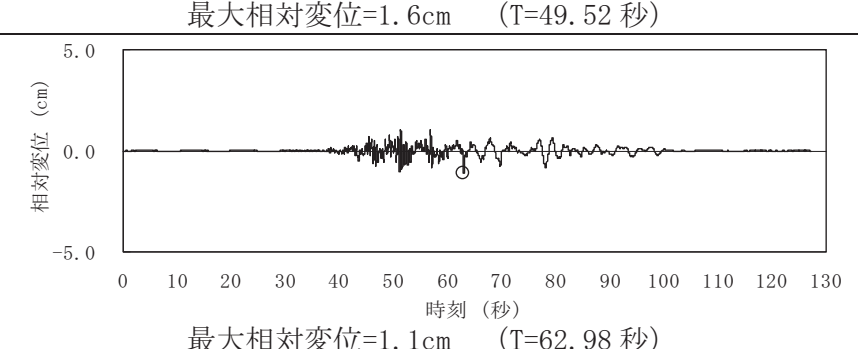
第 5.3.1-16 図(2) 要素ごとの安全係数 (タービン建屋基礎地盤, 汀線直交断面, Ss-1, T=6.87 秒)

※ 基準地震動 Ss-2, Ss-3, Ss-4, Ss-5 入力時のすべり安全率が最小となる時刻は, 原子炉建屋汀線直交断面と同一であり, 要素ごとの安全係数は第 5.3.1-7 図, 第 5.3.1-8 図, 第 5.3.1-9 図, 第 5.3.1-10 図を参照のこと。

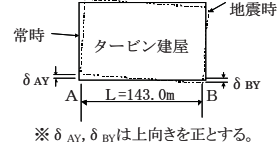
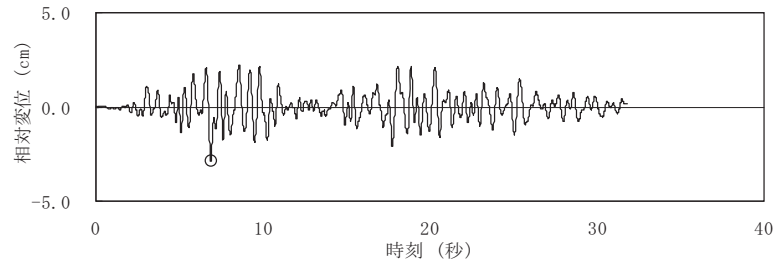
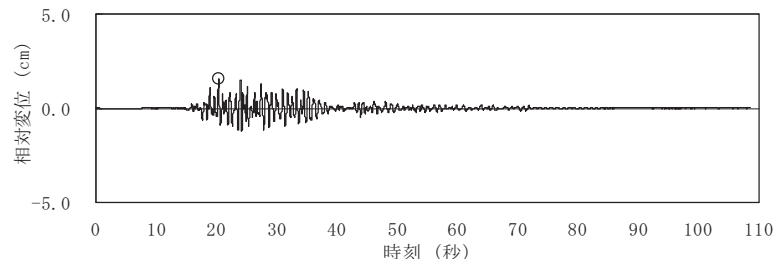
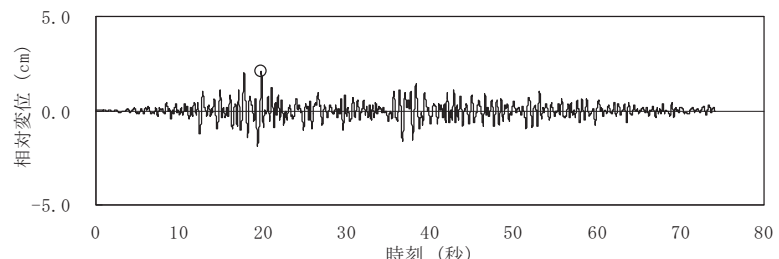
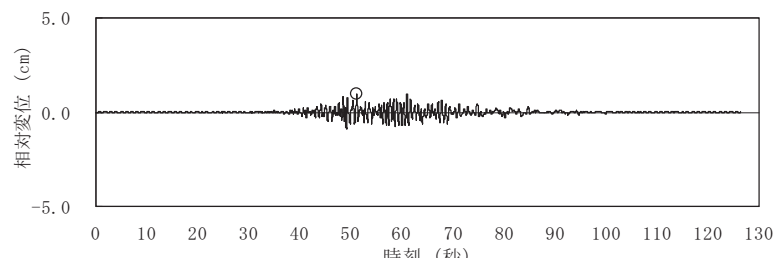
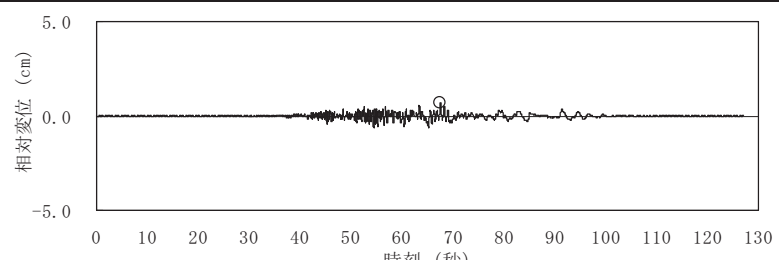
第 5.3.2-1 表(1) 原子炉建屋基礎底面の鉛直方向の相対変位・傾斜  
(汀線平行断面)

地震波	鉛直方向の相対変位の時刻歴 $ \delta_{AY} - \delta_{BY} $ 	最大傾斜 $\frac{ \delta_{AY} - \delta_{BY} }{L}$
Ss-1	 最大相対変位=4.0cm (T=6.87 秒)	1/2, 100
Ss-2	 最大相対変位=2.1cm (T=20.34 秒)	1/4, 200
Ss-3	 最大相対変位=2.1cm (T=17.72 秒)	1/4, 100
Ss-4	 最大相対変位=1.1cm (T=56.20 秒)	1/8, 200
Ss-5	 最大相対変位=1.3cm (T=68.19 秒)	1/6, 700

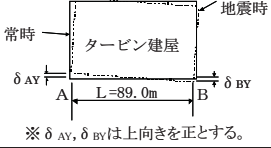
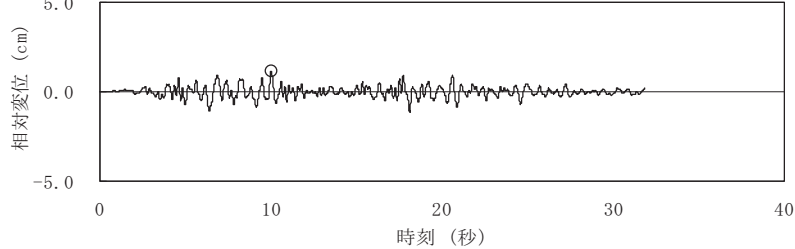
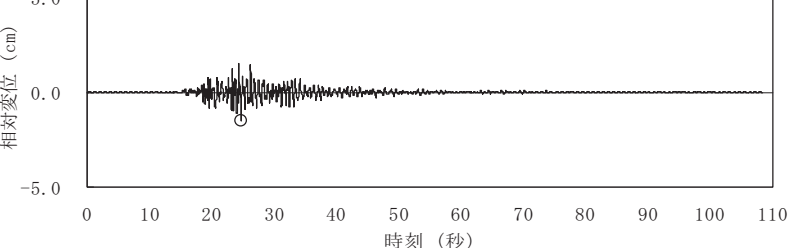
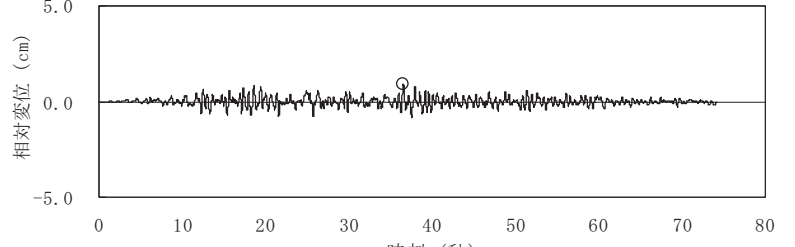
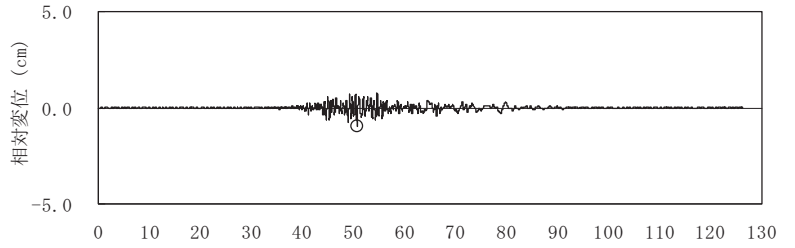
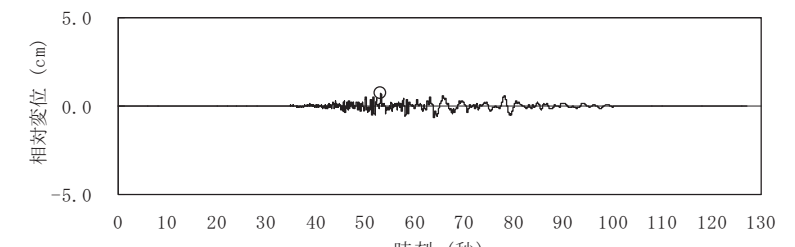
第 5.3.2-1 表(2) 原子炉建屋基礎底面の鉛直方向の相対変位・傾斜  
(汀線直交断面)

地震波	鉛直方向の相対変位の時刻歴 $ \delta_{AY} - \delta_{BY} $ <div style="text-align: right; margin-top: 10px;">  </div>	最大傾斜 $\frac{ \delta_{AY} - \delta_{BY} }{L}$
Ss-1	 <p style="text-align: center;">最大相対変位=3.2cm (T=6.88 秒)</p>	1/2,700
Ss-2	 <p style="text-align: center;">最大相対変位=2.0cm (T=23.55 秒)</p>	1/4,400
Ss-3	 <p style="text-align: center;">最大相対変位=1.6cm (T=17.74 秒)</p>	1/5,400
Ss-4	 <p style="text-align: center;">最大相対変位=1.6cm (T=49.52 秒)</p>	1/5,500
Ss-5	 <p style="text-align: center;">最大相対変位=1.1cm (T=62.98 秒)</p>	1/7,800

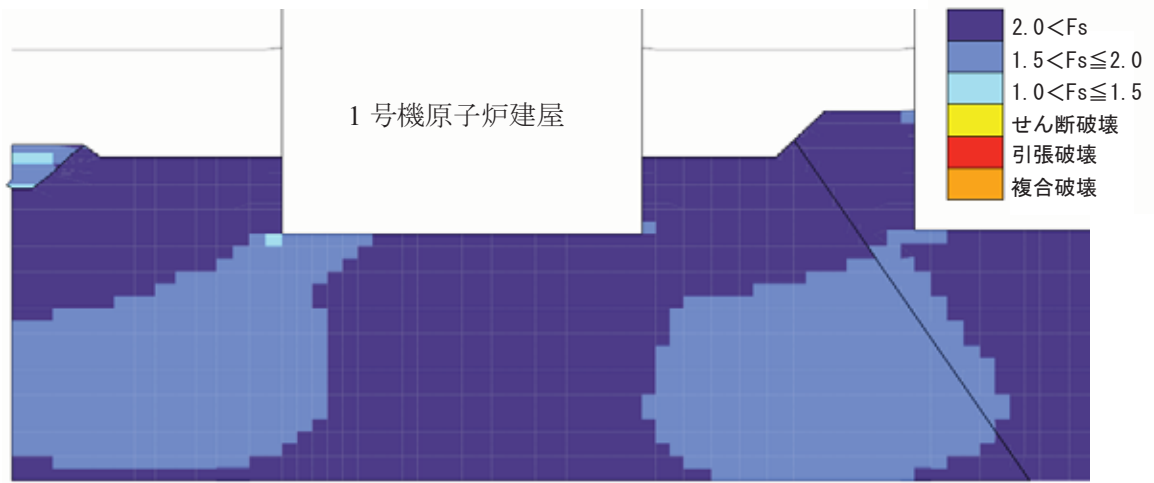
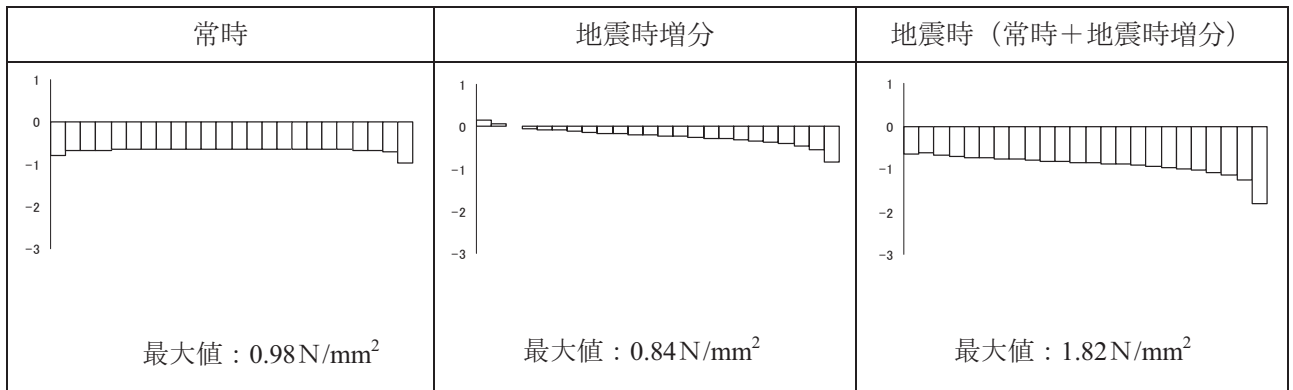
第 5.3.2-2 表(1) タービン建屋基礎底面の鉛直方向の相対変位・傾斜  
(汀線平行断面)

地震波	鉛直方向の相対変位の時刻歴 $ \delta_{AY} - \delta_{BY} $  最大傾斜 $\frac{ \delta_{AY} - \delta_{BY} }{L}$	
Ss-1	 <p>最大相対変位=2.9cm (T=6.88 秒)</p>	1/5,000
Ss-2	 <p>最大相対変位=1.5cm (T=20.37 秒)</p>	1/9,300
Ss-3	 <p>最大相対変位=2.1cm (T=19.82 秒)</p>	1/6,800
Ss-4	 <p>最大相対変位=0.9cm (T=51.13 秒)</p>	1/15,000
Ss-5	 <p>最大相対変位=0.7cm (T=67.54 秒)</p>	1/21,400

第 5.3.2-2 表(2) タービン建屋基礎底面の鉛直方向の相対変位・傾斜  
(汀線直交断面)

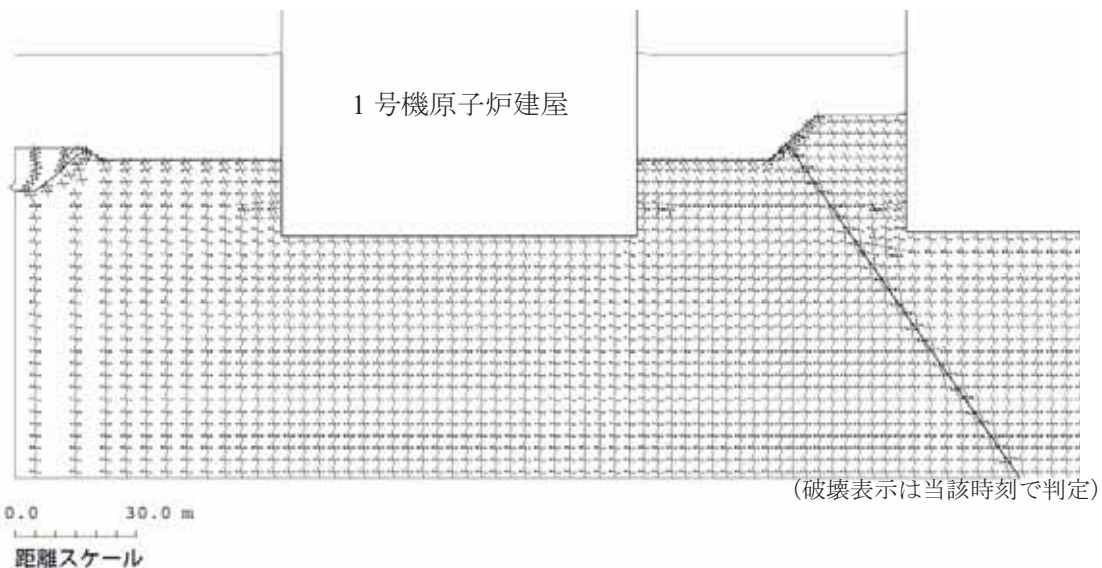
地震波	鉛直方向の相対変位の時刻歴 $ \delta_{AY} - \delta_{BY} $ 	最大傾斜 $\frac{ \delta_{AY} - \delta_{BY} }{L}$
Ss-1	 <p>時刻 (秒)</p> <p>最大相対変位=1.2cm (T=10.01 秒)</p>	1/7,700
Ss-2	 <p>時刻 (秒)</p> <p>最大相対変位=1.5cm (T=24.72 秒)</p>	1/5,800
Ss-3	 <p>時刻 (秒)</p> <p>最大相対変位=0.9cm (T=36.52 秒)</p>	1/9,700
Ss-4	 <p>時刻 (秒)</p> <p>最大相対変位=1.0cm (T=50.69 秒)</p>	1/9,100
Ss-5	 <p>時刻 (秒)</p> <p>最大相対変位=0.7cm (T=53.13 秒)</p>	1/12,200

### 原子炉建屋の接地圧分布



要素ごとの安全係数

(破壊表示は当該時刻で判定)

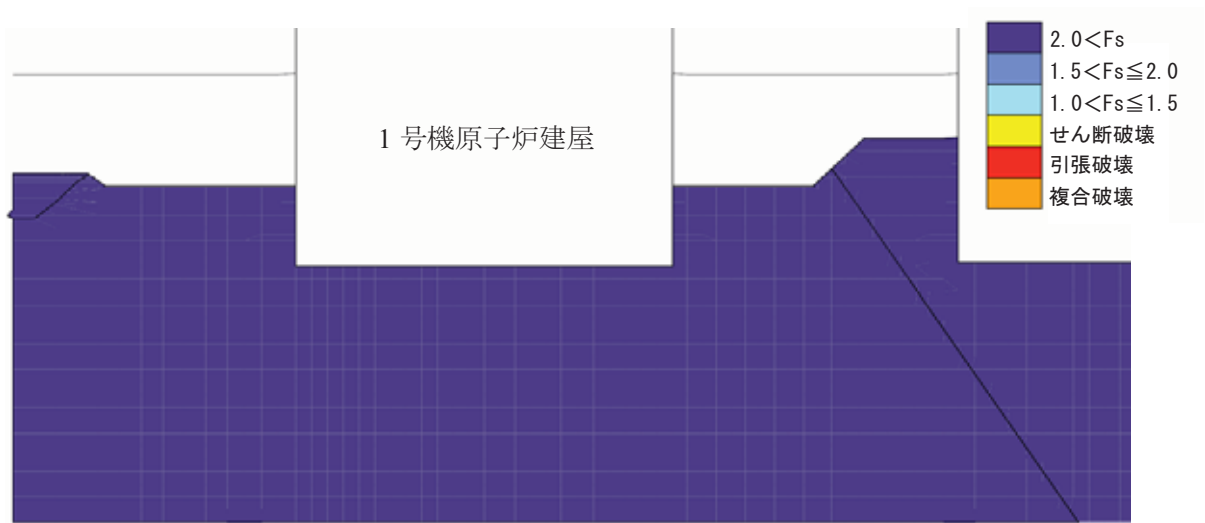
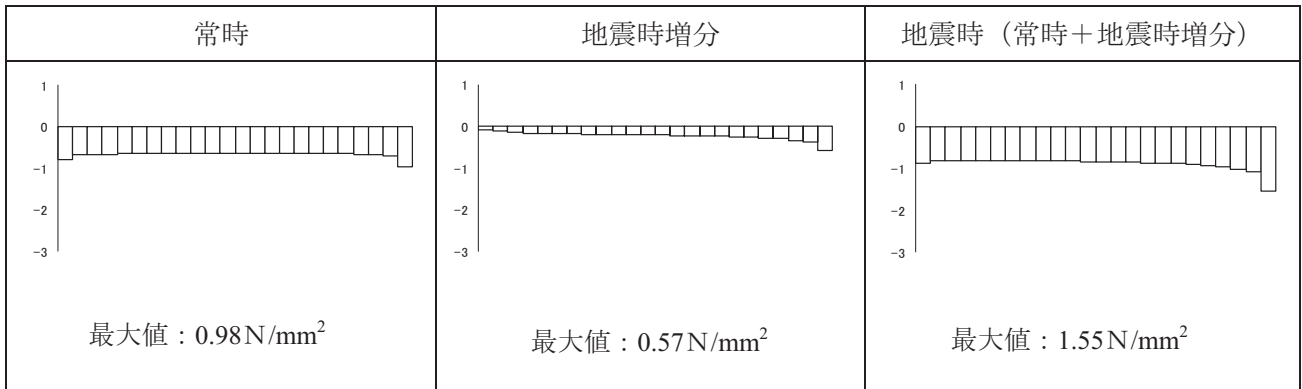


モビライズド面

モビライズド面	破壊状況
← : →	せん断破壊
— : —	引張破壊
— : ←	複合破壊

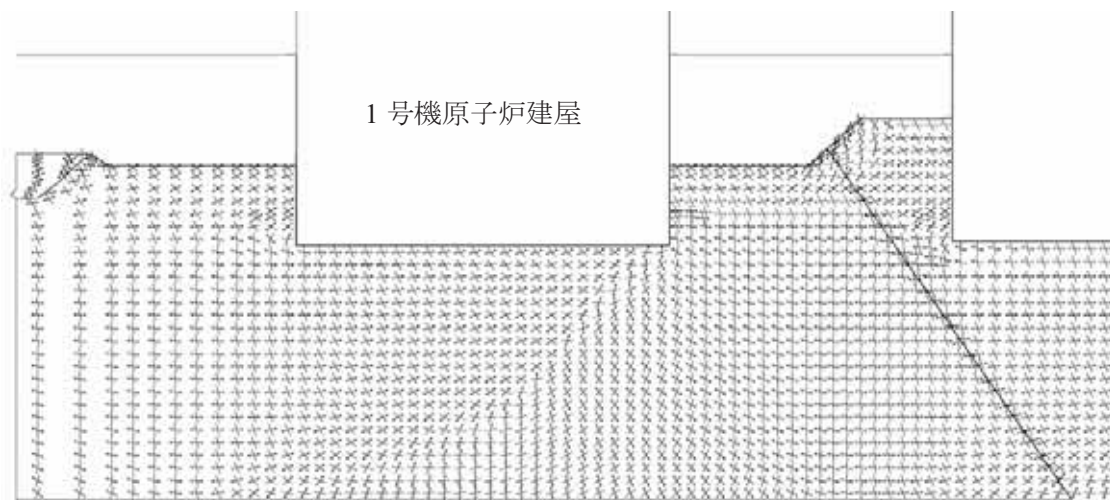
第 5.3.3-1 図(1) 要素ごとの安全係数およびモビライズド面  
(原子炉建屋基礎地盤，汀線平行断面，Ss-1，要素鉛直応力最大時，T=9.09 秒)

### 原子炉建屋の接地圧分布



要素ごとの安全係数

(破壊表示は当該時刻で判定)



(破壊表示は当該時刻で判定)

0.0 30.0 m

距離スケール

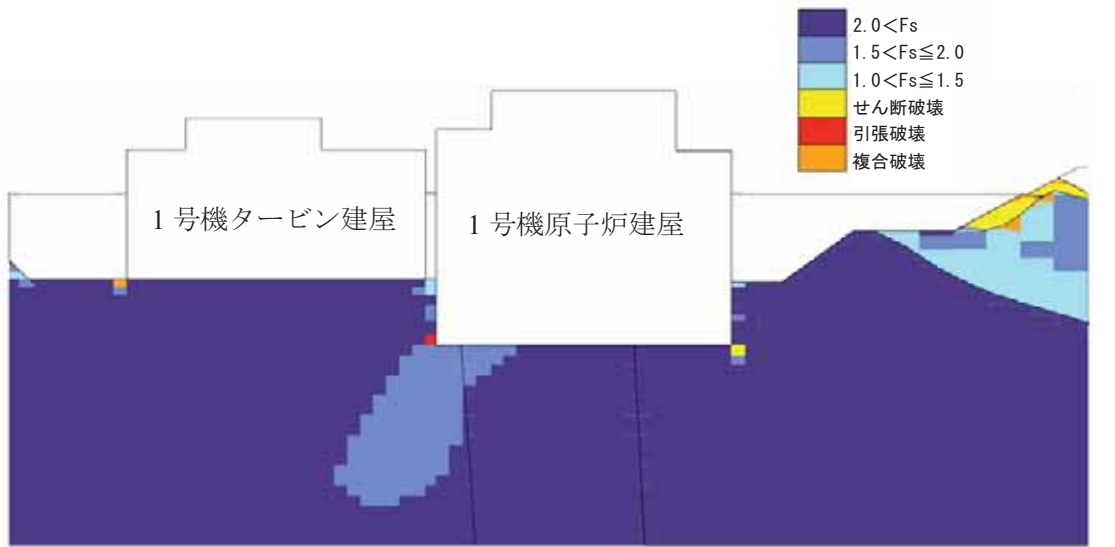
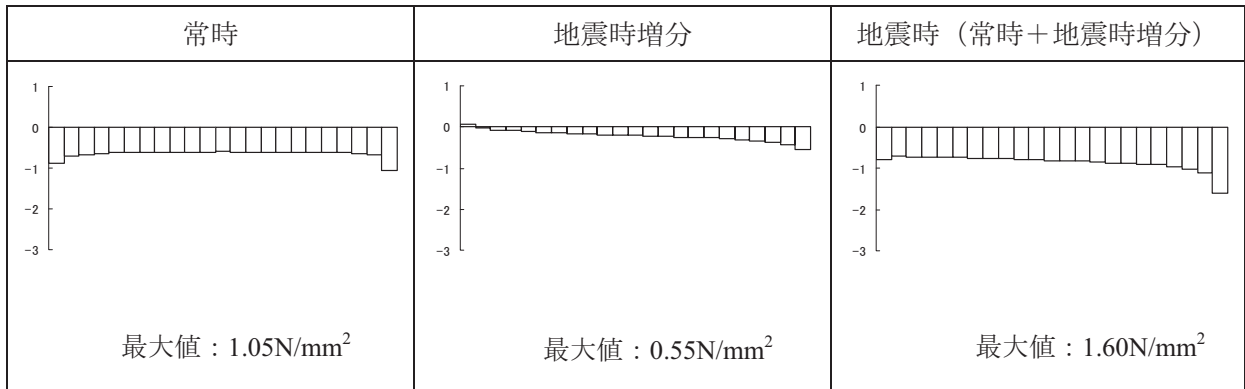
モビライズド面

モビライズド面	破壊状況
	せん断破壊
	引張破壊
	複合破壊

第 5.3.3-1 図(2) 要素ごとの安全係数およびモビライズド面

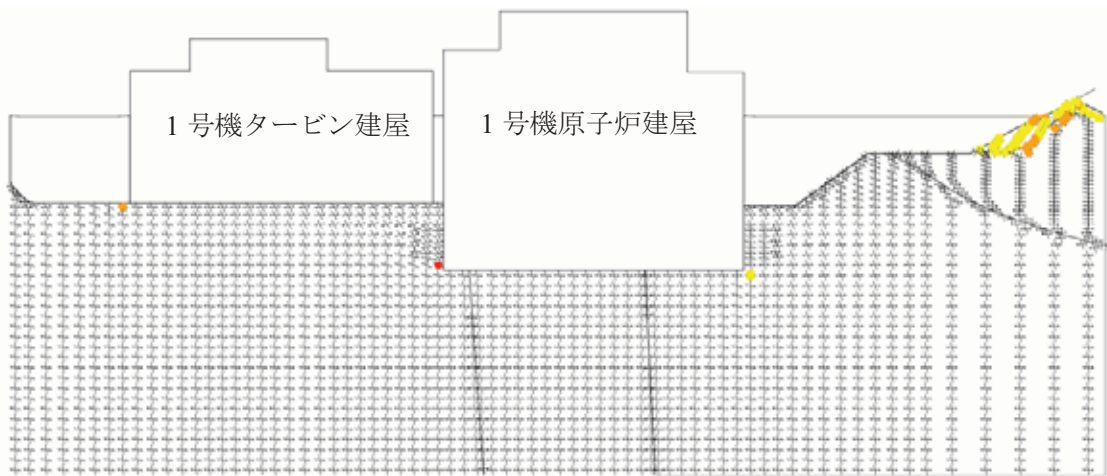
(原子炉建屋基礎地盤，汀線平行断面，Ss-3，要素鉛直応力最大時，T=35.65 秒)

### 原子炉建屋の接地圧分布



(破壊表示は当該時刻で判定)

### 要素ごとの安全係数



(破壊表示は当該時刻で判定)

### モビライズド面

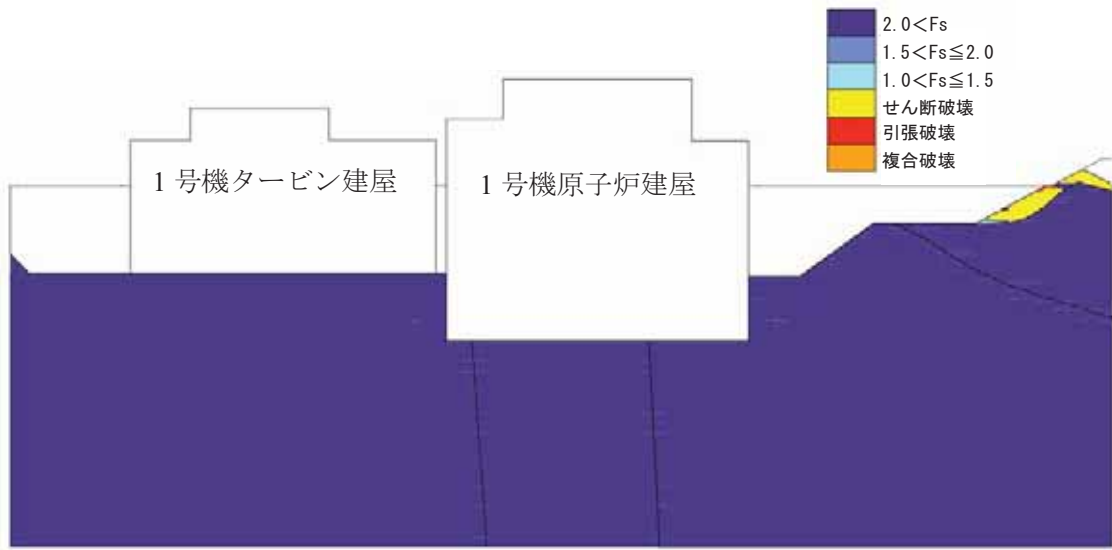
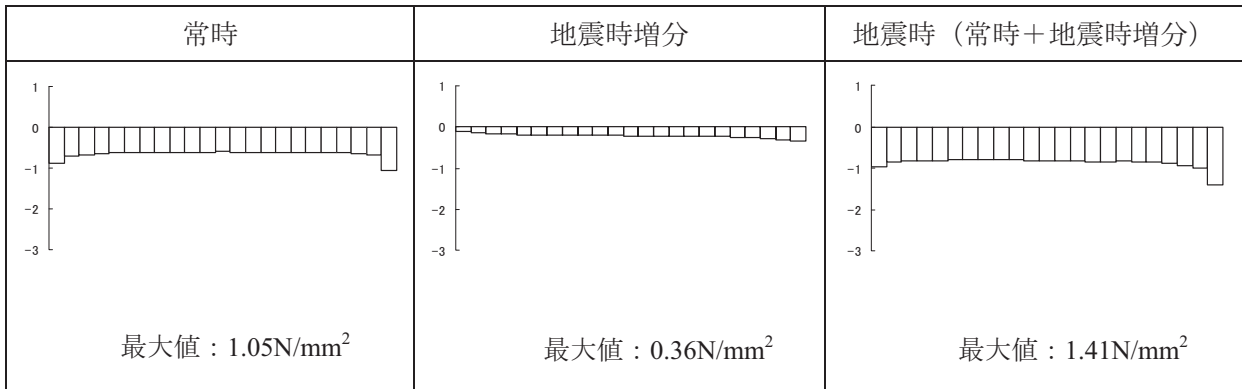
モビライズド面	破壊状況
↖ : ↗	せん断破壊
— : ↗	引張破壊
— : ↘	複合破壊

第 5.3.3-1 図(3) 要素ごとの安全係数およびモビライズド面

(原子炉建屋基礎地盤，汀線直交断面，Ss-1，要素鉛直応力最大時，T=9.09 秒)

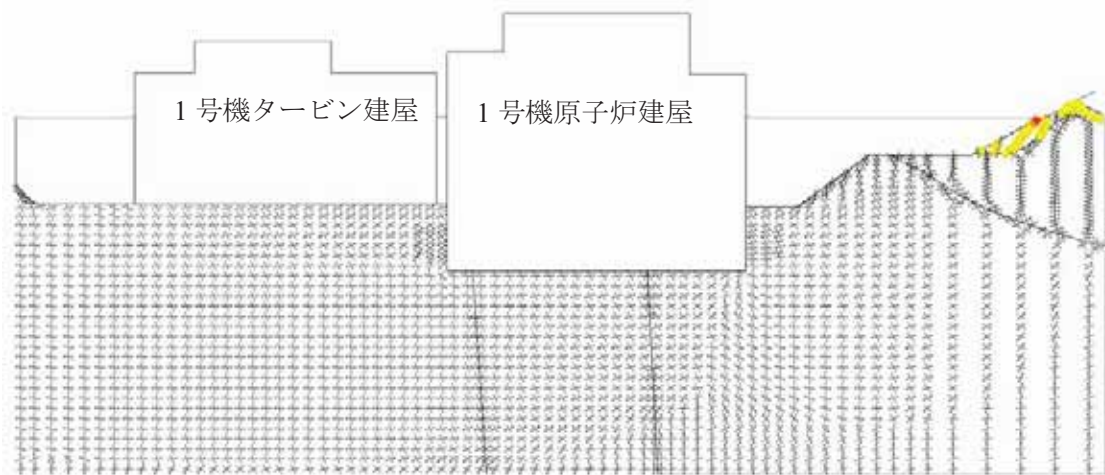


### 原子炉建屋の接地圧分布



(破壊表示は当該時刻で判定)

### 要素ごとの安全係数



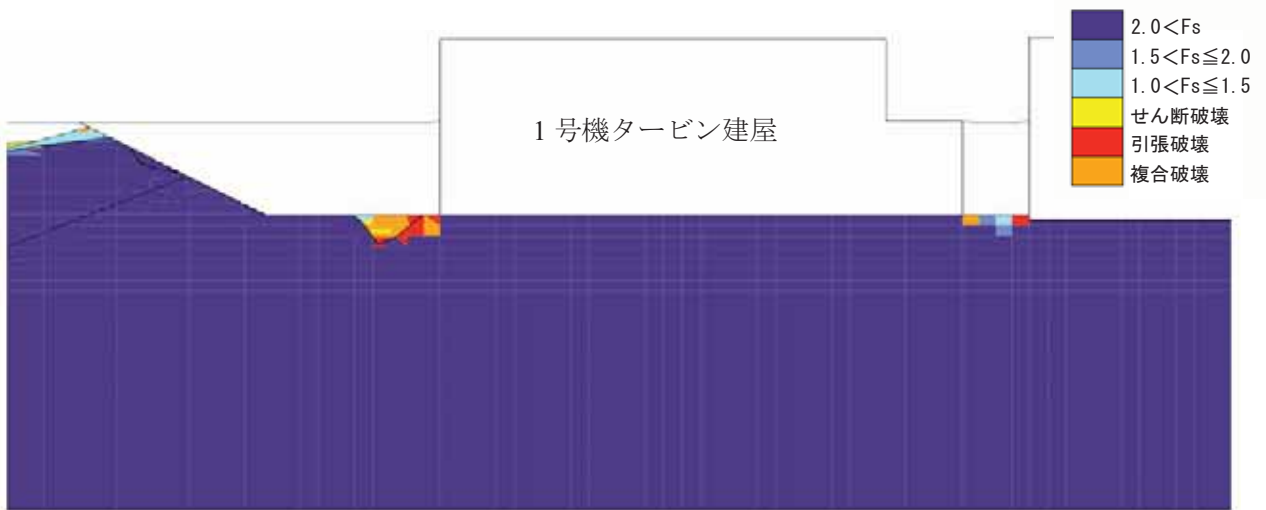
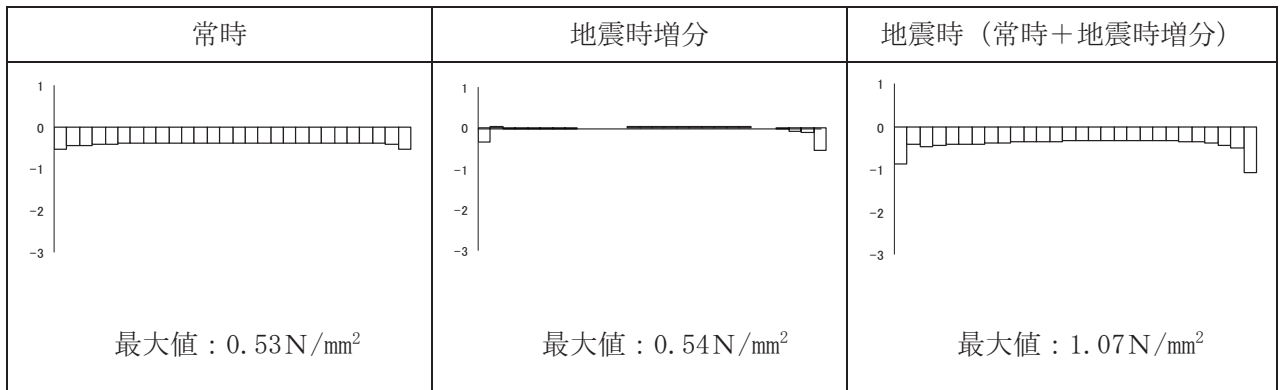
(破壊表示は当該時刻で判定)

### モビライズド面

モビライズド面	破壊状況

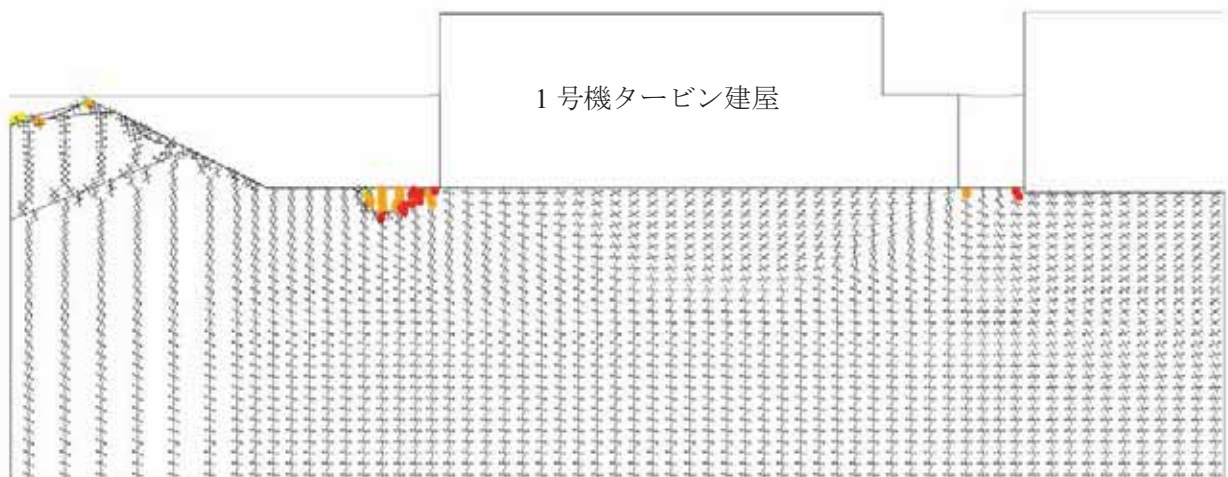
第 5.3.3-1 図(4) 要素ごとの安全係数およびモビライズド面  
(原子炉建屋基礎地盤，汀線直交断面，Ss-3，要素鉛直応力最大時，T=35.65 秒)

### タービン建屋接地圧分布



要素ごとの安全係数

(破壊表示は当該時刻で判定)



0.0 40.0 m  
距離スケール

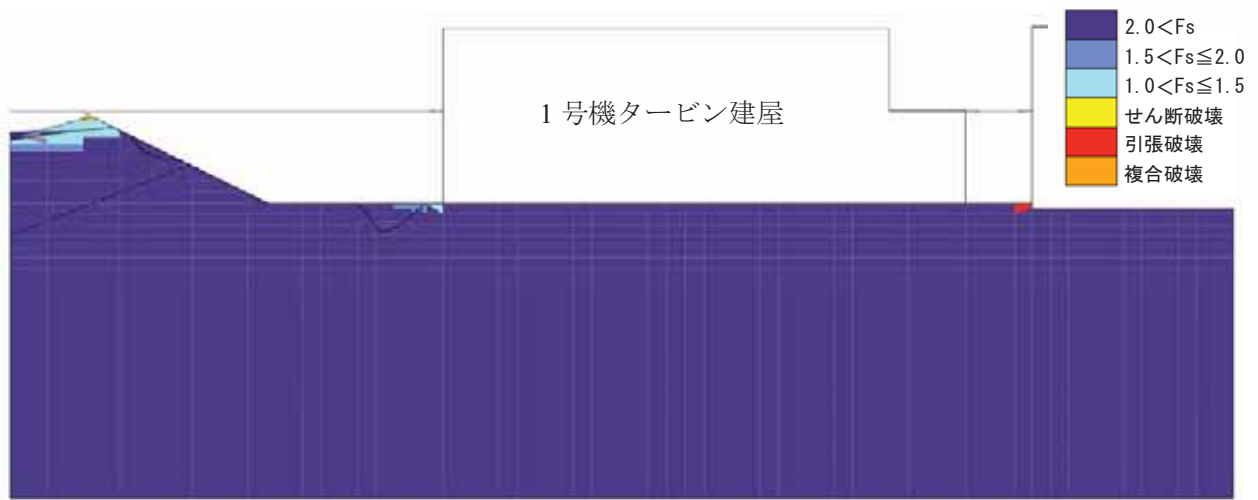
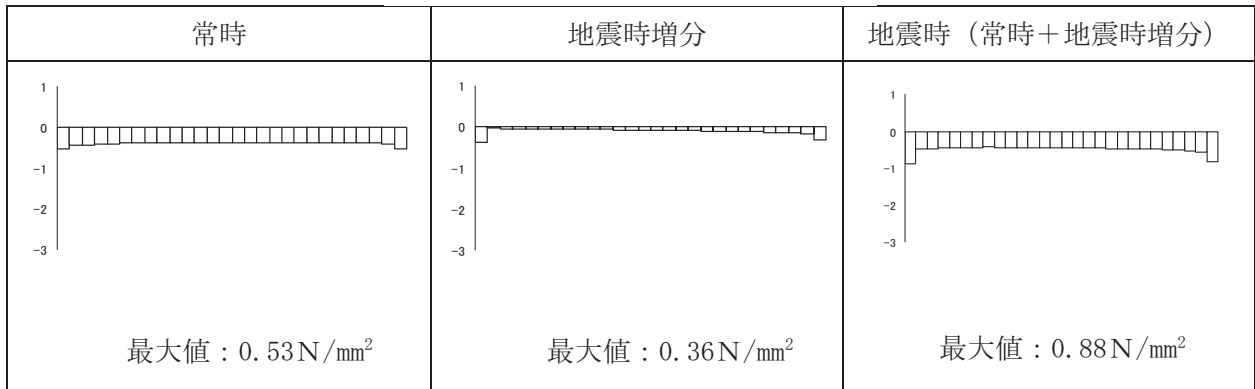
(破壊表示は当該時刻で判定)

モビライズド面	破壊状況
← : →	せん断破壊
— : —	引張破壊
— : ←	複合破壊

モビライズド面  
第 5.3.3-2 図(1) 要素ごとの安全係数およびモビライズド面

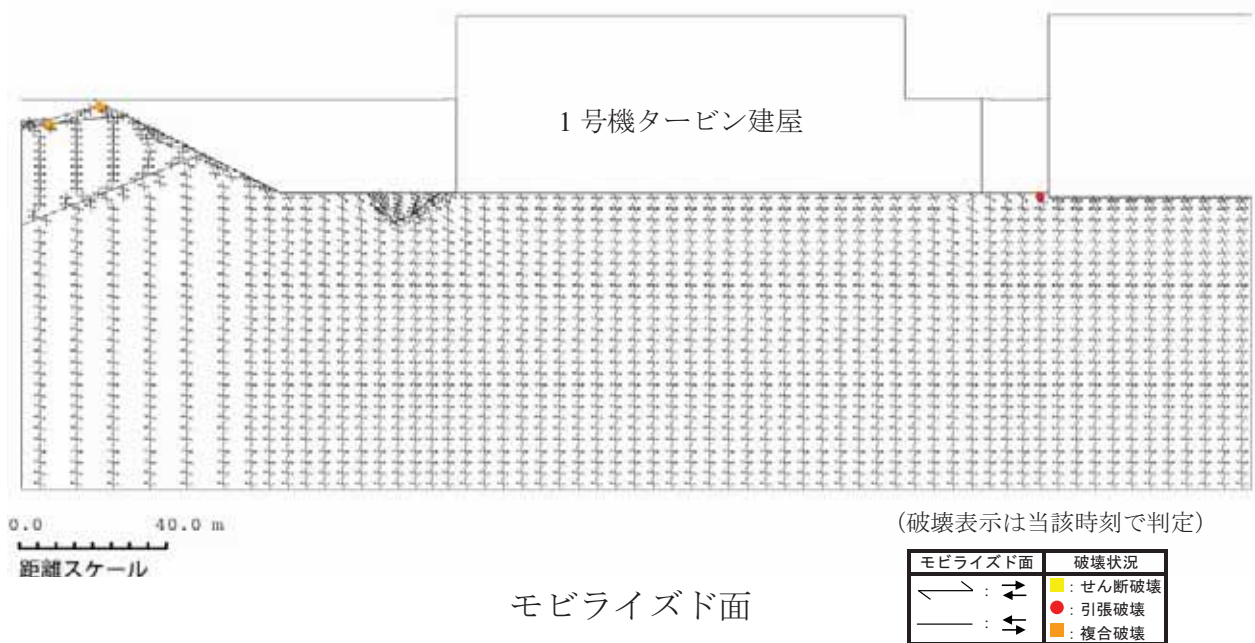
(タービン建屋基礎地盤, 汀線平行断面, Ss-1, 要素鉛直応力最大時, T=7.47 秒)

### タービン建屋接地圧分布



要素ごとの安全係数

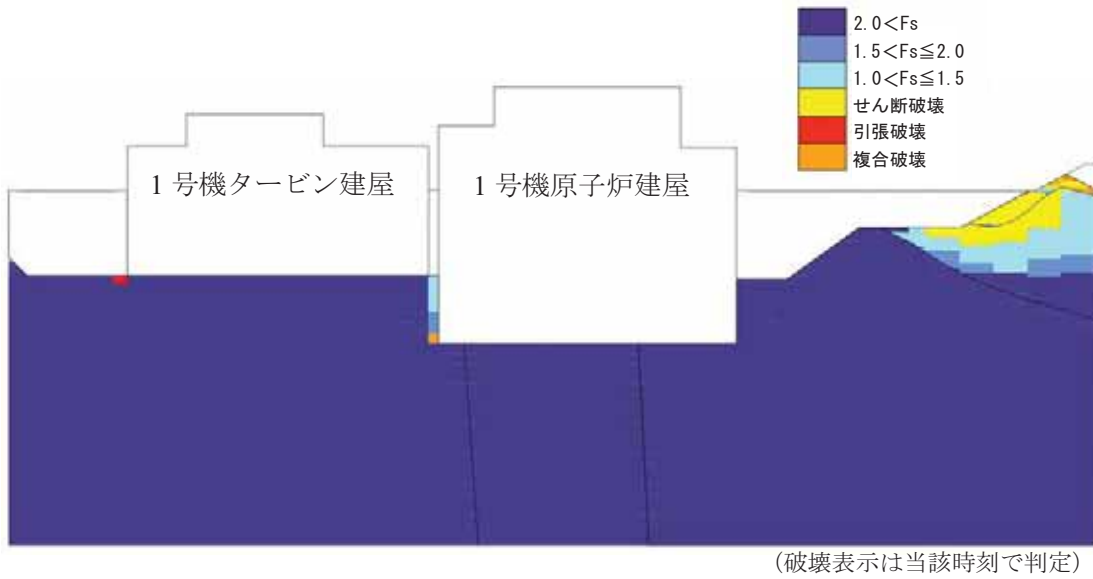
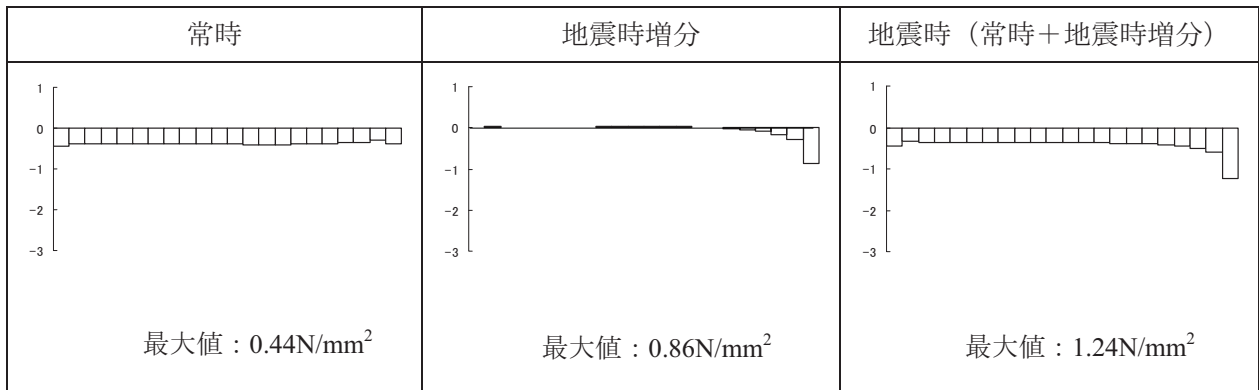
(破壊表示は当該時刻で判定)



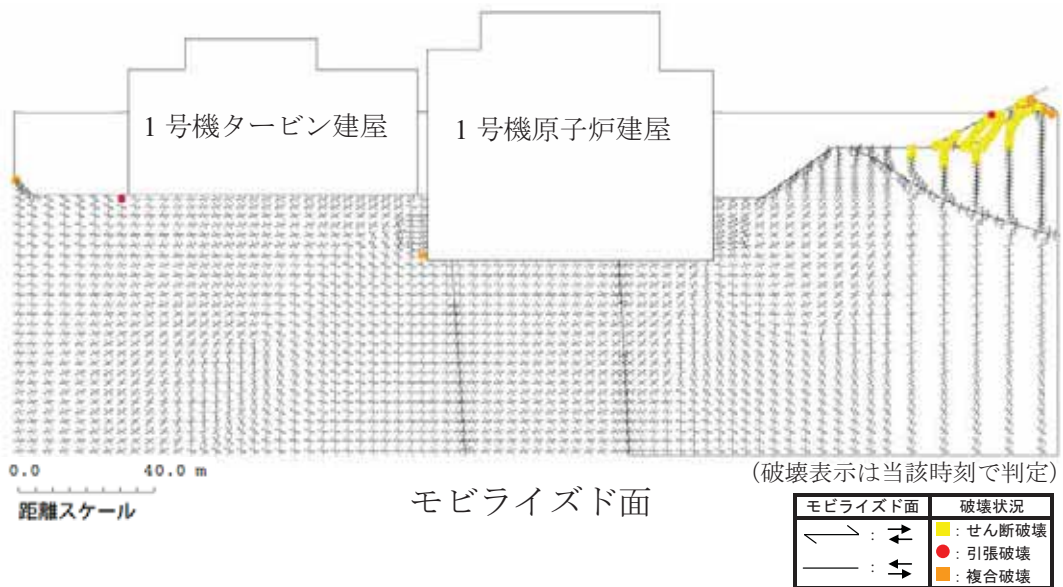
(破壊表示は当該時刻で判定)

第 5.3.3-2 図(2) 要素ごとの安全係数およびモビライズド面  
(タービン建屋基礎地盤，汀線平行断面，Ss-3，要素鉛直応力最大時，T=17.60 秒)

### タービン建屋の接地圧分布



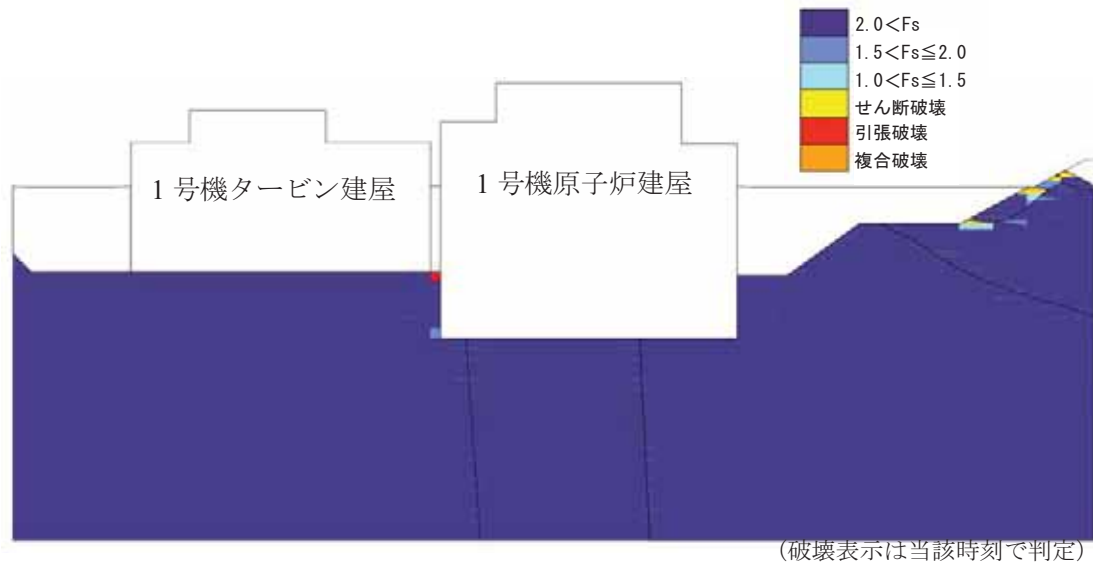
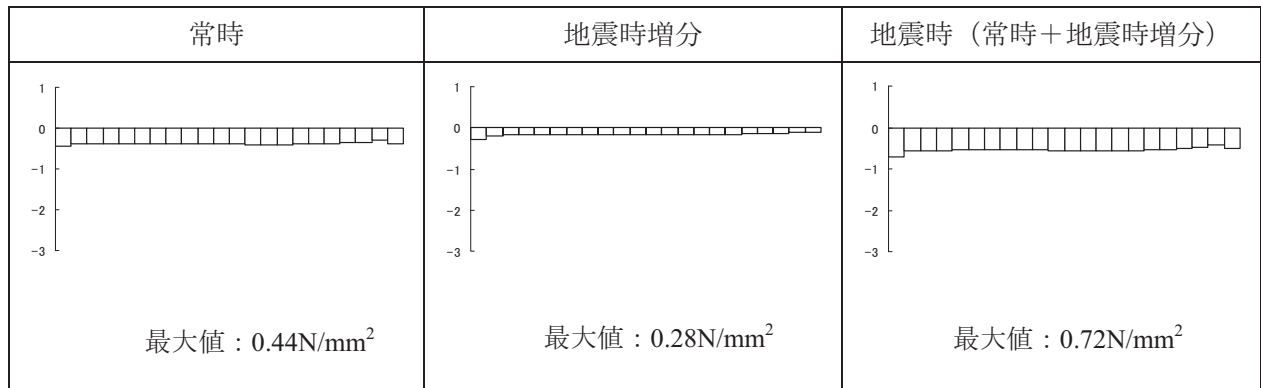
### 要素ごとの安全係数



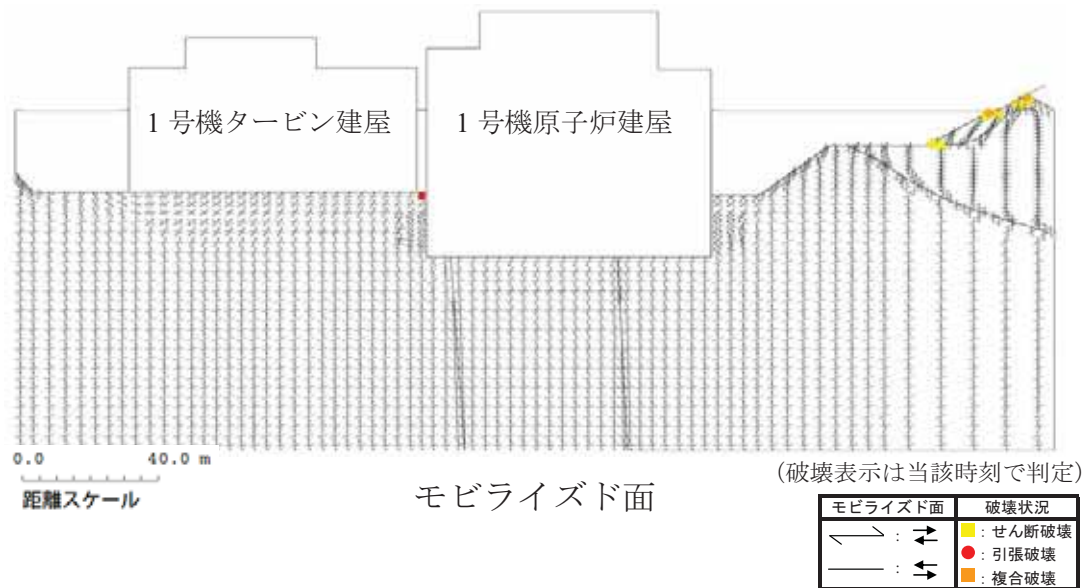
第 5.3.3-2 図(3) 要素ごとの安全係数およびモビライズド面

(タービン建屋基礎地盤, 汀線直交断面, Ss-2, 要素鉛直応力最大時, T=23.33 秒)

### タービン建屋の接地圧分布



### 要素ごとの安全係数



第 5.3.3-2 図(4) 要素ごとの安全係数およびモビライズド面  
(タービン建屋基礎地盤, 汀線直交断面, Ss-3, 要素鉛直応力最大時, T=12.01 秒)

## 参考資料 5.1 地震後の西山層物性を用いた検討

### (1) 検討目的

1号機基礎地盤は西山層からなる。西山層は、岩相から下位より塊状無層理の泥岩からなる $N_1$ 部層，縞状泥岩等を挟在する塊状泥岩からなる $N_2$ 部層，砂質泥岩が優勢となり砂岩薄層を挟在する $N_3$ 部層の3部層に区分される。

西山層の部層区分がすべり安全率に与える影響を把握するため，地震後に実施した調査・試験結果に基づいて部層毎の物性を設定し検討を行う。（以下，本編5章に記載の基礎地盤安定性評価における解析を「基本解析」という。）

### (2) 検討条件

検討断面は，原子炉建屋汀線平行断面とする。

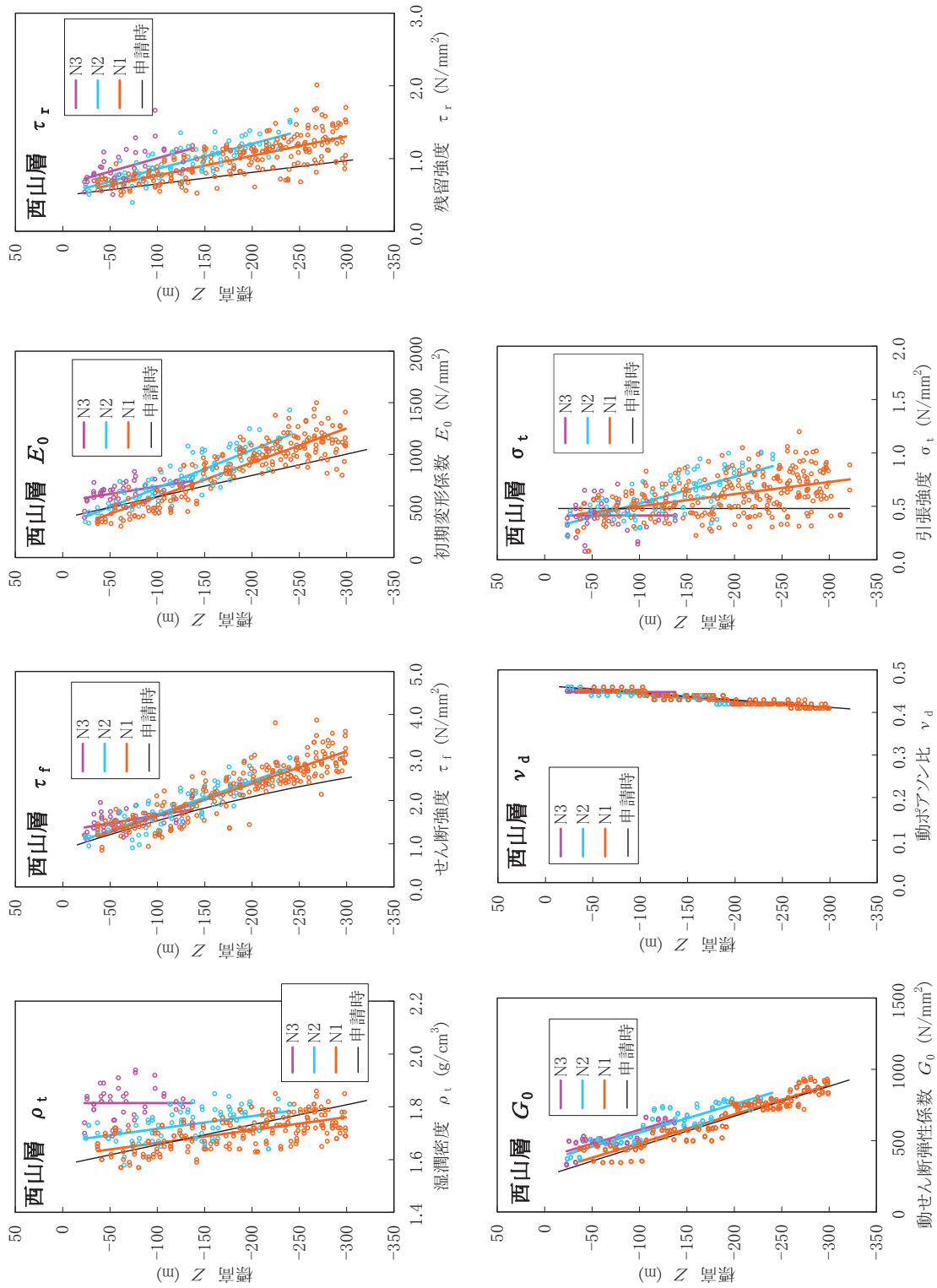
入力地震動は，基準地震動 $S_s$ のうち基本解析で地盤に対する影響の大きかった $S_s-1$ とする。対象とするすべり線は， $S_s-1$ に対する評価においてすべり安全率が最小となるすべり線とする。

地震後の物性値の深度方向分布を参図-5.1.1に，解析用物性値を参表-5.1.1に，解析用要素分割図を参図-5.1.2示す。西山層以外の解析用物性値や地下水位などの条件は基本解析と同一とする。

### (3) 検討結果

検討結果を参表-5.1.2 に示す。

すべり安全率は 2.3 となり，基本解析におけるすべり安全率 1.9 を上回ることを確認した。



参図-5.1.1 地震前後の物性値の比較



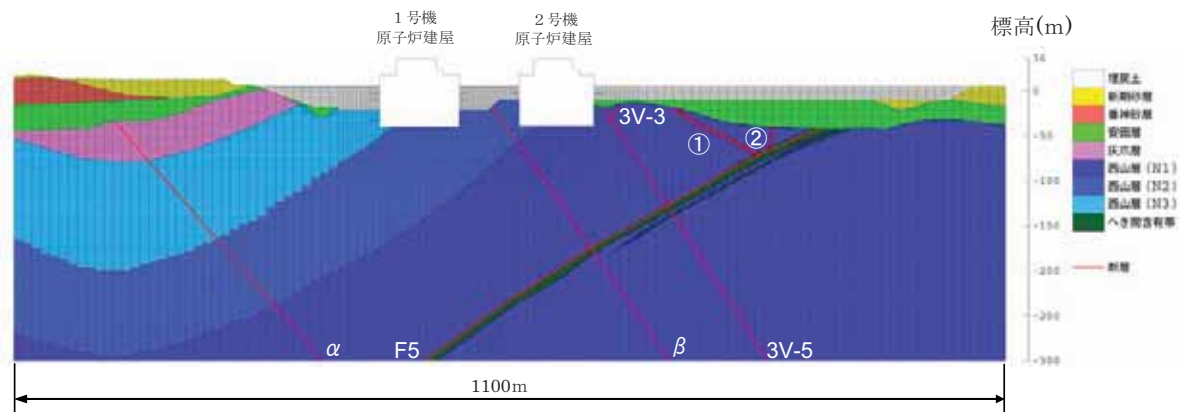
参表-5.1.1 解析用物性値

物性値		地層区分	西山層 (N <sub>1</sub> 部層)	西山層 (N <sub>2</sub> 部層)	西山層 (N <sub>3</sub> 部層)
物理特性		$\rho_t$ (g/cm <sup>3</sup> )	$1.61 - 0.00049 \cdot Z$	$1.67 - 0.00048 \cdot Z$	1.81
変形特性	静的変形特性	$E_0$ (N/mm <sup>2</sup> )	$257 - 3.32 \cdot Z$	$307 - 3.68 \cdot Z$	$542 - 1.45 \cdot Z$
		$\nu$	0.46	0.46	0.46
	動の変形特性	$G_0$ (N/mm <sup>2</sup> )	$278 - 2.03 \cdot Z$	$358 - 1.99 \cdot Z$	$381 - 1.95 \cdot Z$
		$\nu_d$	$0.463 + 0.00018 \cdot Z$	$0.460 + 0.00018 \cdot Z$	0.45
		$G/G_0 \sim \gamma$	$1/(1 + 2.65 \gamma^{1.37})$	$1/(1 + 2.65 \gamma^{1.37})$	$1/(1 + 2.65 \gamma^{1.37})$
	$h \sim \gamma$ (%)	$27.4 \gamma^{1.00} + 0.7$	$27.4 \gamma^{1.00} + 0.7$	$27.4 \gamma^{1.00} + 0.7$	
強度特性	ピーク強度	$C_u$ (N/mm <sup>2</sup> )	$C_u = 0.89 - 0.0075 \cdot Z$	$C_u = 0.92 - 0.0077 \cdot Z$	$C_u = 1.30 - 0.0037 \cdot Z$
		$\phi$ (°)	0	0	0
		$\sigma_t$ (N/mm <sup>2</sup> )	$0.39 - 0.0011 \cdot Z$	$0.28 - 0.0025 \cdot Z$	0.41
	残留強度	$C_{ur}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$0.50 - 0.0027 \cdot Z$	$0.51 - 0.0035 \cdot Z$	$0.64 - 0.0037 \cdot Z$
備考	<p>強度特性は下図のように設定する。</p> <p>ピーク強度</p> <p>残留強度</p>				

注：Zは、標高(m)を示す。

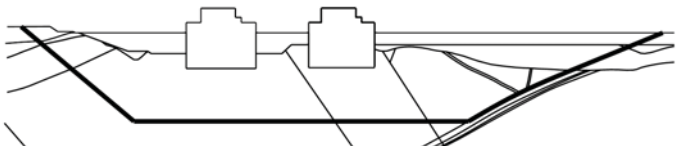
注：Pは、地下水位を考慮した圧密圧力(N/mm<sup>2</sup>)を示す。

注：γは、せん断歪み(%)を示す。



参図-5.1.2 解析用要素分割図(汀線平行断面)

参表-5.1.2 すべり安全率(原子炉建屋汀線平行方向)

すべり線形状のパターン	Ss-1	
	基本解析	本検討
 <p>F5 断層のすべり</p>	1.9	2.3

## 参考資料 5.2 ヘキ開含有帯について

F5 断層の直下～下位約 8m 間，F5 断層の下位約 10m～12m 間，F5 断層の下位約 15～20m 間および F5 断層の下位約 35m～45m の 4 つの層順では，へき開が分布しており，上位より Au 帯，Al 帯，Bu 帯，Bl 帯と称する（参図-5.2.1）。

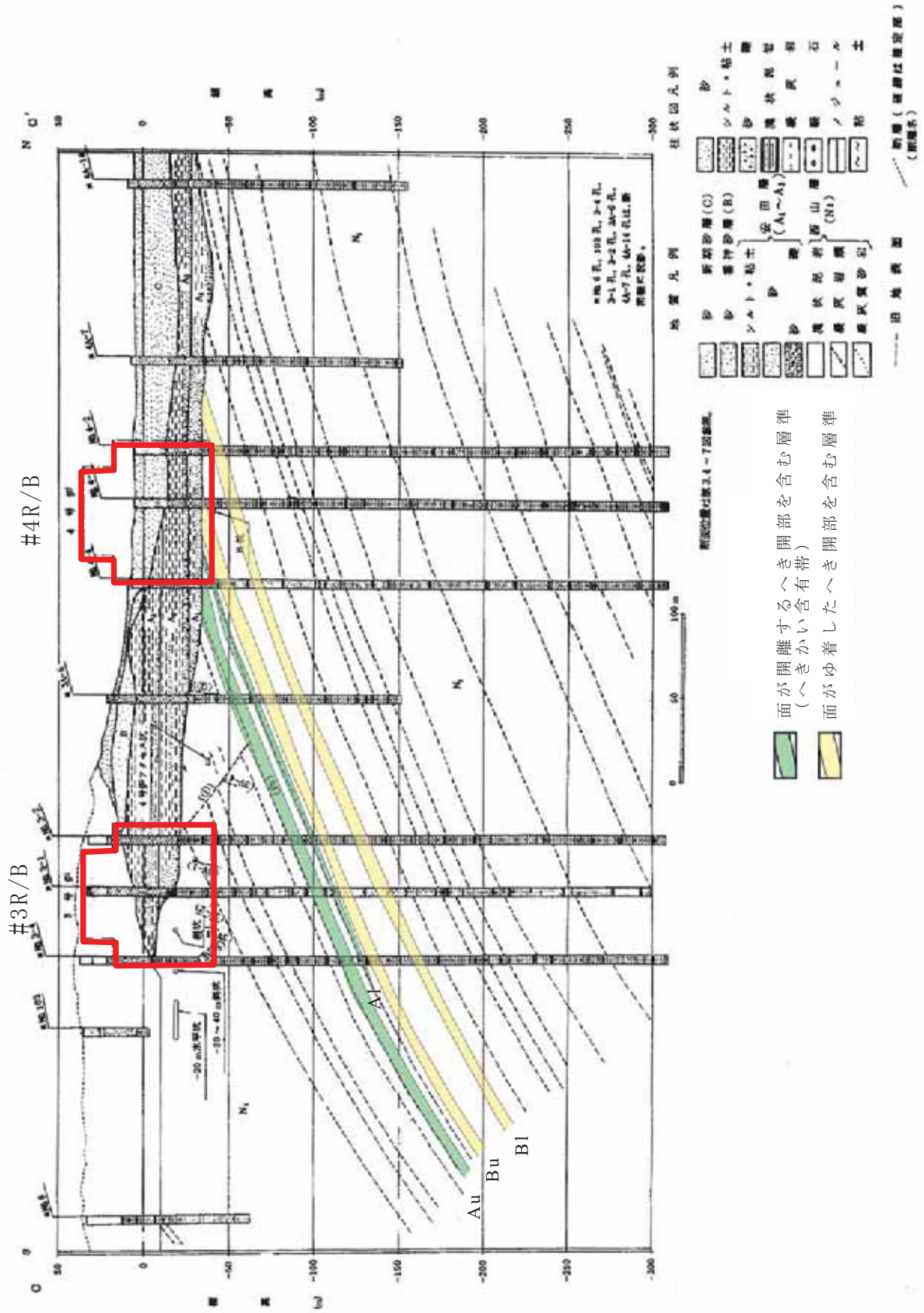
これらのへき開について，3，4号機の試掘坑調査時において詳細に観察するとともに，工学的な性質を把握した。

へき開は数 mm～10 数 mm の間隔でほぼ平行に発達する数 cm～10 数 cm の長さであり，Au 帯および Al 帯にはやや多く含まれ Bu 帯，Bl 帯はそれに比較して少ない傾向にある。また，Au 帯および Al 帯は，参図-5.3.1 に示すようにハンマーの打撃によりへき開面がはく離し，面が開離する傾向があるが，Bu 帯，Bl 帯のへき開は，ハンマーの打撃によってもへき開面が剥離せず，面がゆ着している性状を示していることが多い（参図-5.2.2）。

面が開離するへき開部および面がゆ着したへき開部についてブロックサンプリングにより不攪乱試料を採取し，参図-5.2.3 に示す方向性を考慮した三軸圧縮試験を行った結果を参図-5.2.4 に示す。強度が最も低下すると考えられる，へき開面と最小主応力のなす角度が  $60^{\circ}$  のケースにおいて，面のゆ着したへき開部は泥岩均質部とほぼ同程度の値を示すが，面が開離するへき開部では泥岩均質部の値に比較して小さい値を示している。

以上より，基礎地盤安定解析においては，面がゆ着したへき開部を含む Bu および Bl 帯については泥岩均質部と同等に取り扱うこととし，

面が開離するへき開部を含む Au および Al 帯については工学的に泥岩均質部と区分し，へき開含有帯としてモデル化した。



参图-5.2.1 34号機汀線平行方向地質断面図



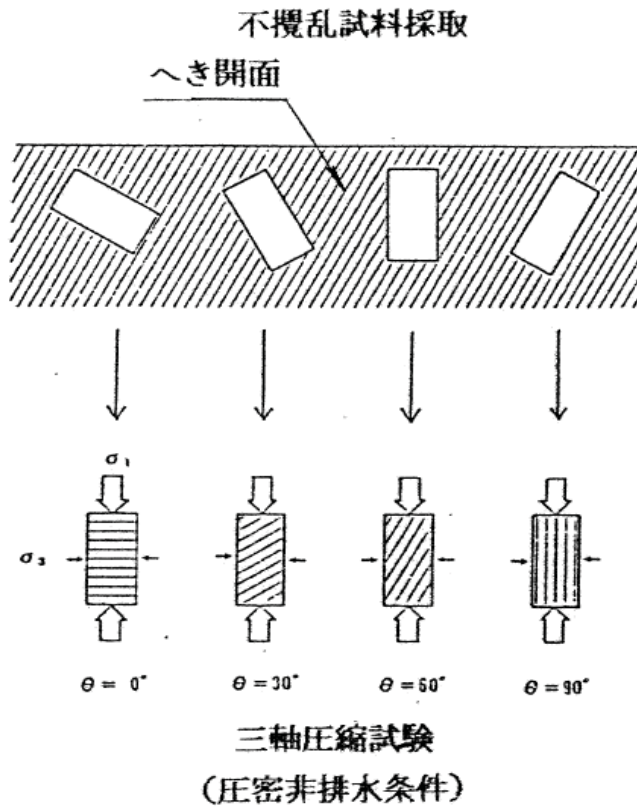
ハンマ等でへき開部を壊すとへき開面で開離する。

ハンマ等でへき開部を壊してもへき開面はほとんど開離せずゆ着している。

面の開離するへき開部  
(試掘坑側壁 Au 帯)

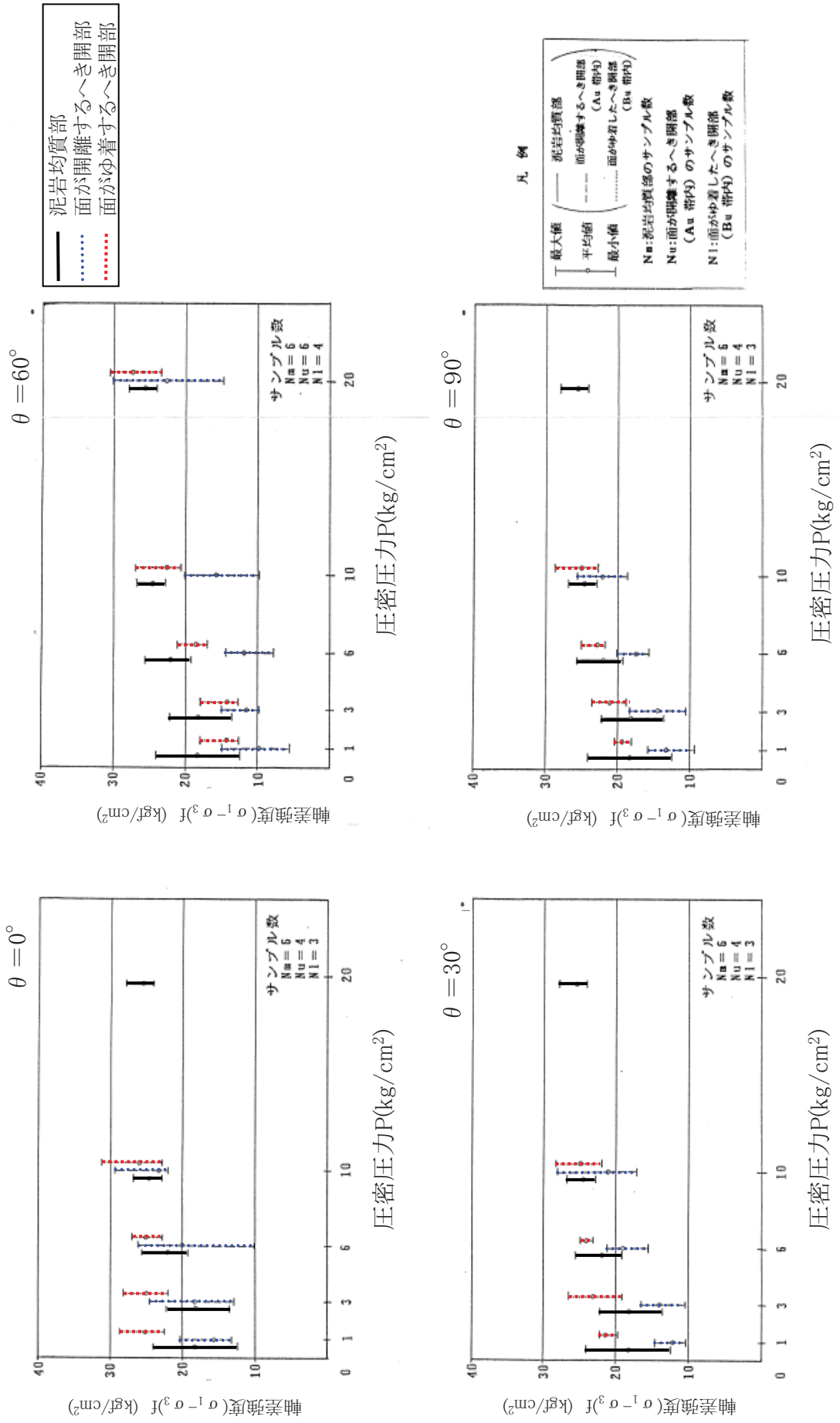
面のゆ着したへき開部  
(試掘坑側壁 B1 帯)

参図-5.2.2 へき開部の状況



※へき開部の力学試験は、へき開面と最小主応力のなす角を  $0^\circ$  ,  $30^\circ$  ,  $60^\circ$  ,  $90^\circ$  と変えて実施

参図-5.2.3 力学試験の方向



参図-5.2.4 泥岩均質部とへき開部の強度比較