

|                         |           |
|-------------------------|-----------|
| 東海第二発電所 第5回設計及び工事計画審査資料 |           |
| 資料番号                    | 補足-28 改1  |
| 提出年月日                   | 2026年6月5日 |

## 東海第二発電所

### 設計及び工事計画に係る補足説明資料

#### 第5回申請

(防潮堤（鋼製防護壁）の耐震・強度計算書に係る補足説明)

#### <1章>

2026年6月

日本原子力発電株式会社

本資料中の ☐ は、商業秘密又は防護上の観点で公開できません。

## 目 次

- |                                     |          |
|-------------------------------------|----------|
| 1. 防潮堤（鋼製防護壁）の耐震計算書に関する補足説明         | 今回ご説明の範囲 |
| 2. 防潮堤（鋼製防護壁）の強度計算書に関する補足説明         |          |
| 3. 防潮堤（鋼製防護壁）の地中連続壁部の残置影響評価に関する補足説明 |          |
| 4. 防潮堤（鋼製防護壁）の接合部アンカーに関する補足説明       |          |
| 5. 防潮堤（鋼製防護壁）の止水機構に関する補足説明          |          |

## 1. 防潮堤（鋼製防護壁）の耐震計算書に関する補足説明

### 目 次

|                                    |     |
|------------------------------------|-----|
| 1. 概要.....                         | 1   |
| 2. 基本方針.....                       | 2   |
| 2.1 位置.....                        | 2   |
| 2.2 構造概要.....                      | 3   |
| 2.2.1 構造概要.....                    | 3   |
| 2.2.2 鋼製防護壁の平面配置.....              | 17  |
| 2.3 耐震評価方針.....                    | 19  |
| 2.3.1 要求機能，設計方針及び評価方針.....         | 19  |
| 2.3.2 耐震評価フロー.....                 | 22  |
| 2.4 適用基準.....                      | 27  |
| 3. 設計条件.....                       | 29  |
| 4. 耐震評価.....                       | 30  |
| 4.1 評価対象断面，部位及び評価する性能.....         | 30  |
| 4.1.1 評価対象断面.....                  | 30  |
| 4.1.2 評価対象部位及び評価する性能.....          | 33  |
| 4.2 地震応答解析手法の選定.....               | 34  |
| 4.3 使用材料及び材料の物性値.....              | 36  |
| 4.4 地盤の物性値.....                    | 38  |
| 4.5 荷重及び荷重の組合せ.....                | 41  |
| 4.5.1 耐震評価上考慮する状態.....             | 41  |
| 4.5.2 荷重.....                      | 41  |
| 4.5.3 荷重の組合せ.....                  | 43  |
| 4.5.4 入力地震動.....                   | 44  |
| 4.6 許容限界.....                      | 53  |
| 4.6.1 構造部材.....                    | 53  |
| 4.6.2 基礎地盤.....                    | 58  |
| 4.6.3 止水ジョイント部.....                | 61  |
| 4.7 検討ケース.....                     | 62  |
| 4.8 解析手法.....                      | 66  |
| 4.8.1 鋼製防護壁基礎，地盤及び止水ジョイント部.....    | 66  |
| 4.8.2 鋼製防護壁及び接合部.....              | 66  |
| 4.9 解析モデル，解析条件及び評価方法.....          | 67  |
| 4.9.1 解析モデル及び解析条件（鋼製防護壁基礎）.....    | 67  |
| 4.9.2 解析モデル及び解析条件（鋼製防護壁及び接合部）..... | 94  |
| 4.9.3 詳細評価方法.....                  | 101 |
| 4.10 地震応答解析結果.....                 | 113 |

|                              |     |
|------------------------------|-----|
| 4. 10. 1 最大せん断ひずみ分布.....     | 113 |
| 4. 10. 2 最大過剰間隙水圧比分布.....    | 170 |
| 4. 10. 3 最大水平加速度分布.....      | 197 |
| 4. 10. 4 鋼製防護壁の地震応答解析結果..... | 227 |
| 4. 11 評価結果.....              | 238 |
| 4. 11. 1 評価結果総括.....         | 238 |
| 4. 11. 2 評価結果詳細.....         | 242 |
| 5. まとめ.....                  | 696 |

#### 鋼製防護壁の耐震安全性評価に関する参考資料

(参考 1) 減衰定数の設定について

(参考 2) 鋼製防護壁基礎間に生じる地震時相対変位の影響について

(参考 3) 高強度材料 (SBHS500・SD685) の適用性について

(参考 4) SD685 鉄筋定着長の実証実験と結果について

(参考 5) 2次元有効応力解析におけるオーバーラップモデルの妥当性

(参考 6) 巻立て鉄筋コンクリートの鋼管杭・鉄筋コンクリートの荷重分担の考え方について

(参考 7) 北基礎の中実鉄筋コンクリートの根入れの考え方について

(参考 8) 中実鉄筋コンクリートの基礎底面地盤におけるせん断抵抗性能評価について

(参考 9) 巻立て鉄筋コンクリートと鋼管杭のスタッドによる一体化について

(参考 10) 北基礎の鋼管杭に局所的に発生している曲げモーメントについて

(参考 11) 頂版鉄筋コンクリートの解析モデルについて

(参考 12) 巻立て鉄筋コンクリートにおけるせん断補強筋の構造細目について

(参考 13) 杭頭接合部における仮想鉄筋コンクリート断面の照査について

(参考 14) 高強度鉄筋 SD685 の使用に伴うコンクリートのひび割れと剛性低下の影響について

(参考 15) 耐震評価における検討ケースについて

(参考 16) 頂版鉄筋コンクリートの施工順序について

(参考 17) 水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せに関する評価について

(参考 18) 頂版鉄筋コンクリートに発生する軸力について

(参考 19) 地震応答解析結果の既工認と構造変更後の比較について

(参考 20) 基礎地盤の鋼管杭に対する引抜き抵抗性能評価について

(参考 21) 水平震度による水平回転モーメントの評価方法の妥当性について



## 1. 概要

本書類は、平成 30 年 10 月 18 日付け原規規発第 1810181 号にて認可された工事計画（以下「既工認」という。）の添付書類「V-2-1-9 機能維持の基本方針」に設定している構造強度及び機能維持の設計方針に基づき、防潮堤（鋼製防護壁）が基準地震動  $S_s$  に対して十分な構造強度及び支持性能並びに止水機能を有していることを確認するものである。

防潮堤（鋼製防護壁）に要求される機能維持の確認は、地震応答解析に基づく構造部材の健全性評価、基礎地盤の支持性能評価及び構造物の変形性評価により行う。

## 2. 基本方針

### 2.1 位置

防潮堤（鋼製防護壁）位置図を図 2.1-1 に示す。

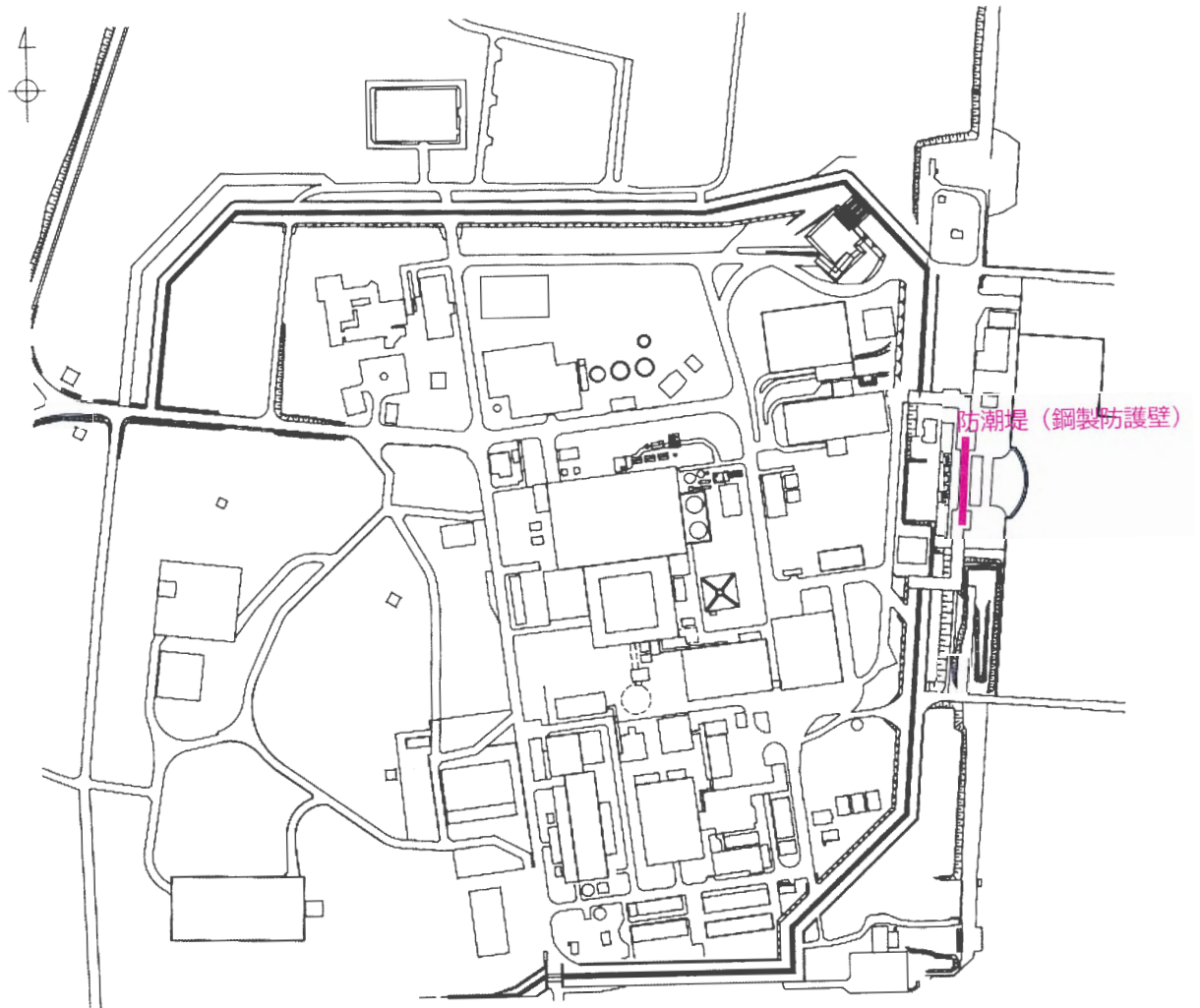


図 2.1-1 防潮堤（鋼製防護壁）位置図

## 2.2 構造概要

### 2.2.1 構造概要

防潮堤（鋼製防護壁）の評価対象位置平面図を図 2.2-1 に、構造概念図を図 2.2-2 及び図 2.2-3 に、構造図を図 2.2-4 に示す。また、各部材の設計上の役割を表 2.2-1 に示す。

防潮堤（鋼製防護壁）は図 2.2-2 に示すとおり、上部構造（以下「鋼製防護壁」という。）と下部構造（以下「鋼製防護壁基礎」という。）から構成される。鋼製防護壁は、幅約 81 m、高さ約 17 m、奥行き約 5 m の鋼製の構造物であり、幅約 50 m の既設構造物を横断し、既設構造物の側方の鋼製防護壁基礎を介して十分な支持性能を有する岩盤に設置する。

鋼製防護壁は図 2.2-5 に示すとおり、下端標高 T.P. +3.20 m から天端標高 T.P. +20.0 m までを頂板鋼板を含めて 10 層の鋼殻で構成される構造とする。各層は、堤軸方向の内部隔壁、堤軸直交方向の鉛直隔壁及び水平隔壁並びにこれらを取り囲む外面鋼板により構成される鋼殻構造であり、施工性を考慮して分割したブロックを組合せることにより全体を構成する。

各ブロックの継手部は、図 2.2-6 及び図 2.2-7 に示すとおり添接板と高力ボルトを用いた摩擦接合により固定する。また、継手部には図 2.2-7 に示すとおり、添接板間にシール材を設置し、敷地内への海水の漏えいが生じないようにする。

鋼製防護壁基礎は、図 2.2-8 及び図 2.2-9 に示すとおり、既設構造物の南北両側に配置し、津波荷重等を受ける鋼製防護壁を支持する。鋼製防護壁基礎は中実鉄筋コンクリート、鋼管杭、巻立て鉄筋コンクリート及び頂版鉄筋コンクリートで構成される。巻立て鉄筋コンクリートは鋼管杭頭部に設置し、スタッドにより鋼管杭と一体化する構造とする。

鋼製防護壁と鋼製防護壁基礎との接合部の概要図を図 2.2-10 に示す。また、接合部の構造図を図 2.2-11～図 2.2-16 に示す。鋼製防護壁と鋼製防護壁基礎はアンカーボルト及びベースプレートによって剛結合されており、アンカーボルトは鋼製防護壁からの引抜き力を頂版鉄筋コンクリートに伝達する。鋼製防護壁の鋼殻内部の中詰め鉄筋コンクリートは、鋼製防護壁からのせん断力、水平回転モーメントを頂版鉄筋コンクリートに伝達する。アンカーボルト頭部には防食等を目的に根巻き鉄筋コンクリートを配置する。根巻き鉄筋コンクリートは、アンカーバーにより鋼殻と固定する。アンカーバーの配置図を図 2.2-17 に示す。

止水性維持のために図 2.2-2 に示すとおり、止水ジョイントと止水機構を設置する。止水ジョイントは鋼製防護壁と鉄筋コンクリート防潮壁との境界部に設置する。止水機構は鋼製防護壁の底面と既設構造物との境界部に設置する。止水機構の構造健全性及び追従性の評価は「5. 防潮堤（鋼製防護壁）の止水機構に関する補足説明」による。



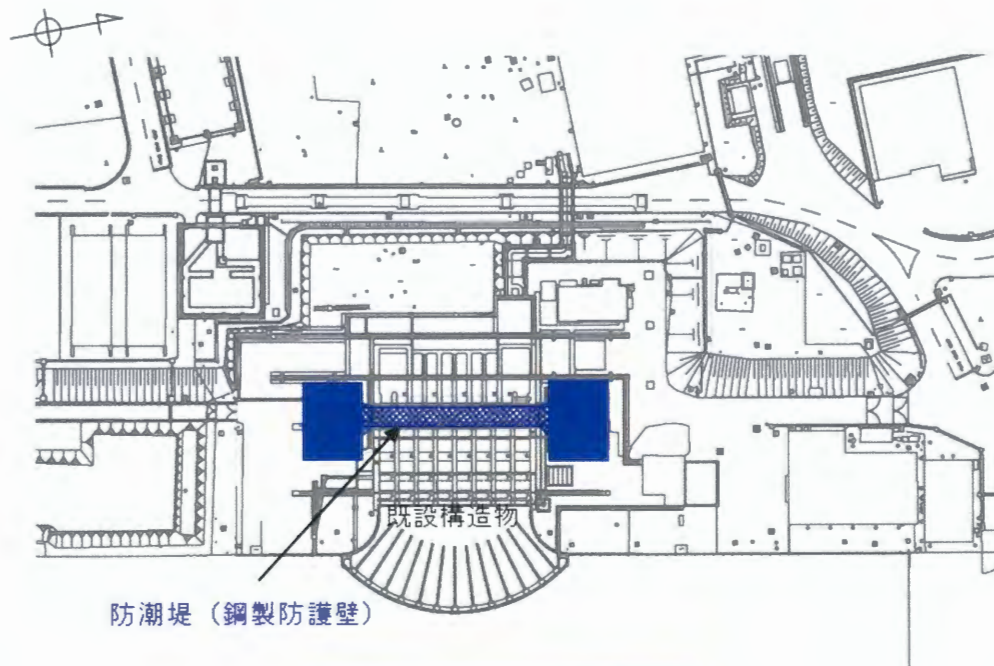


図 2.2-1 評価対象位置平面図

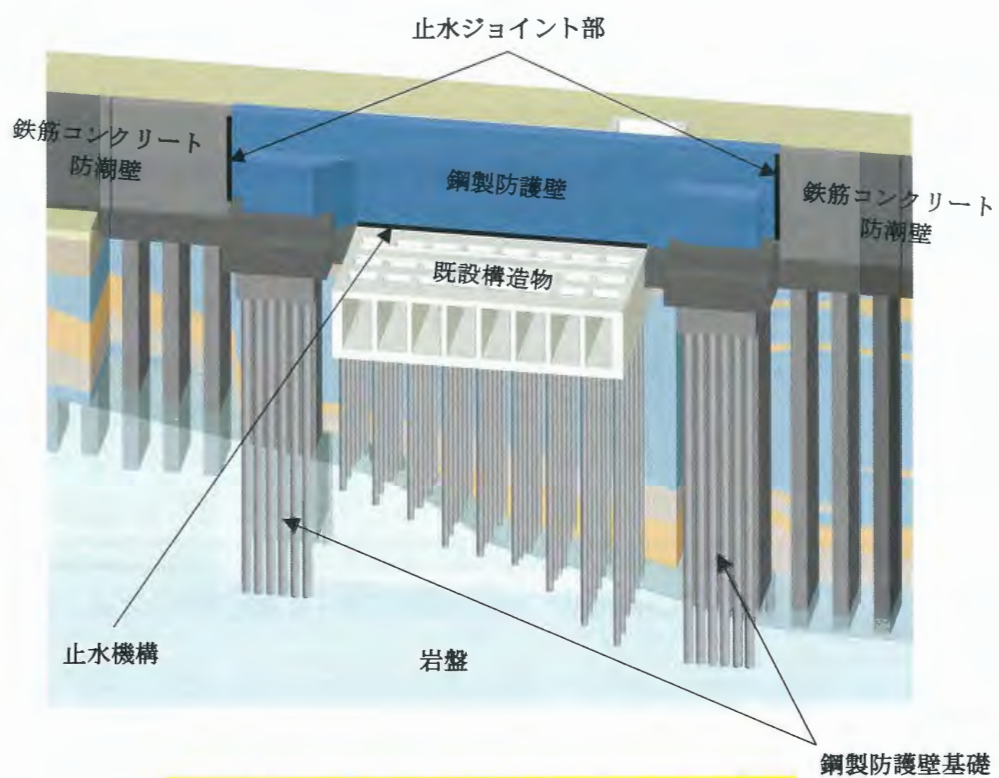
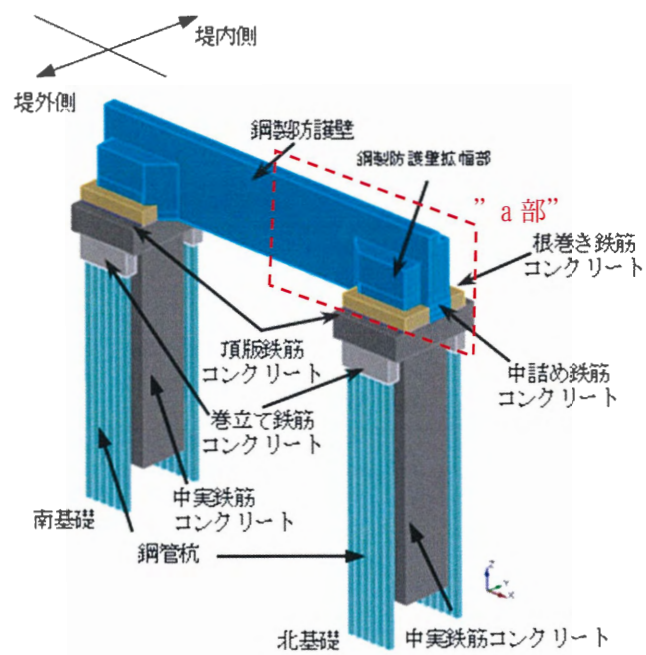


図 2.2-2 防潮堤（鋼製防護壁）の構造概念図(1)



防潮堤（鋼製防護壁）の構造図（鳥瞰図）

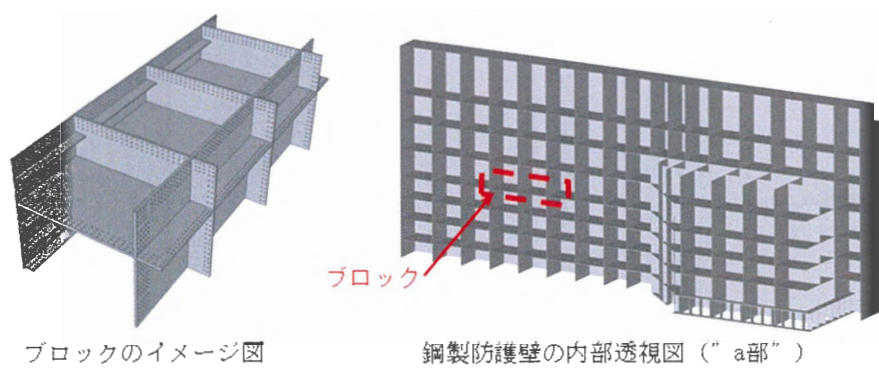
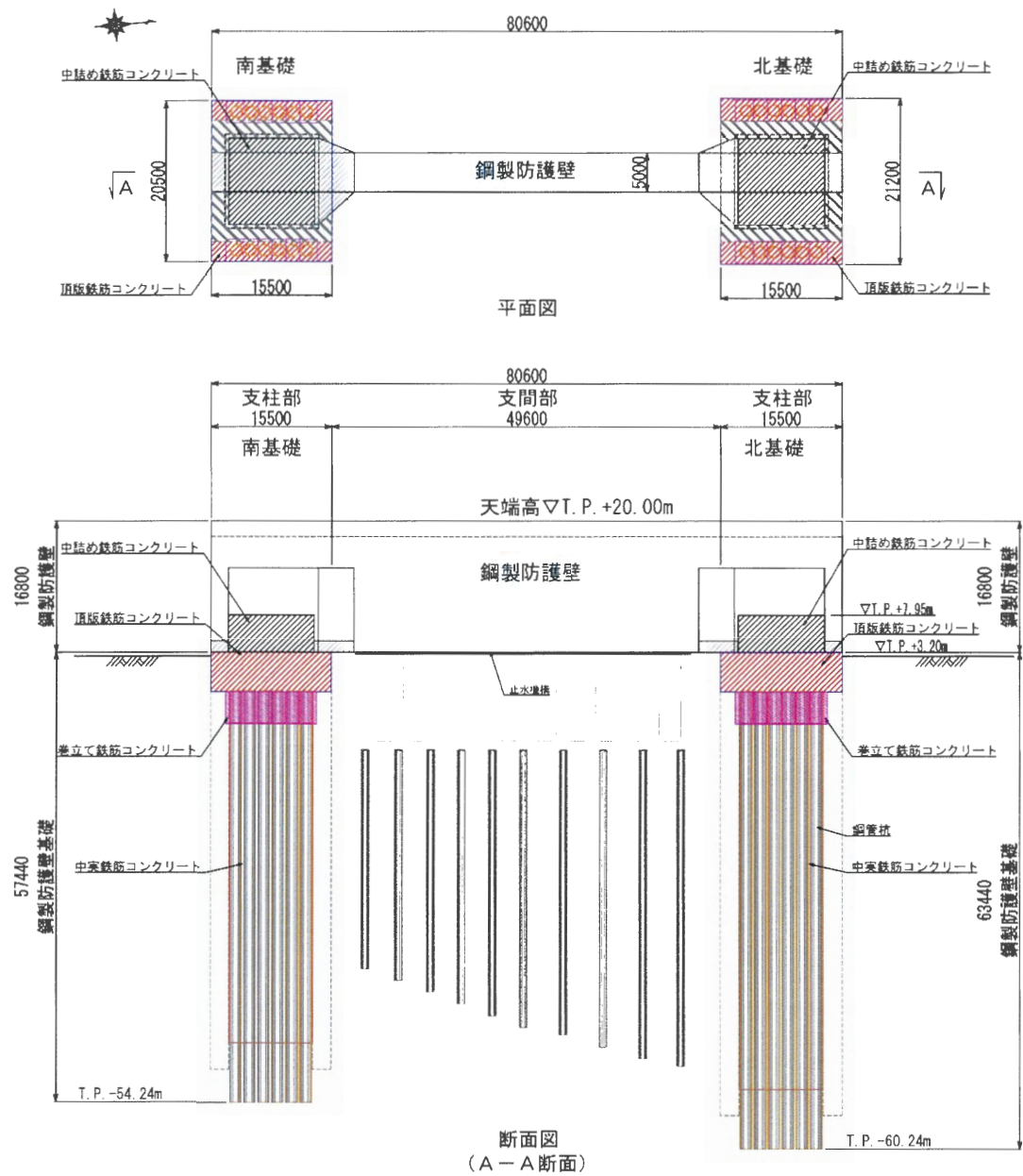


図 2.2-3 防潮堤（鋼製防護壁）の構造概念図(2)



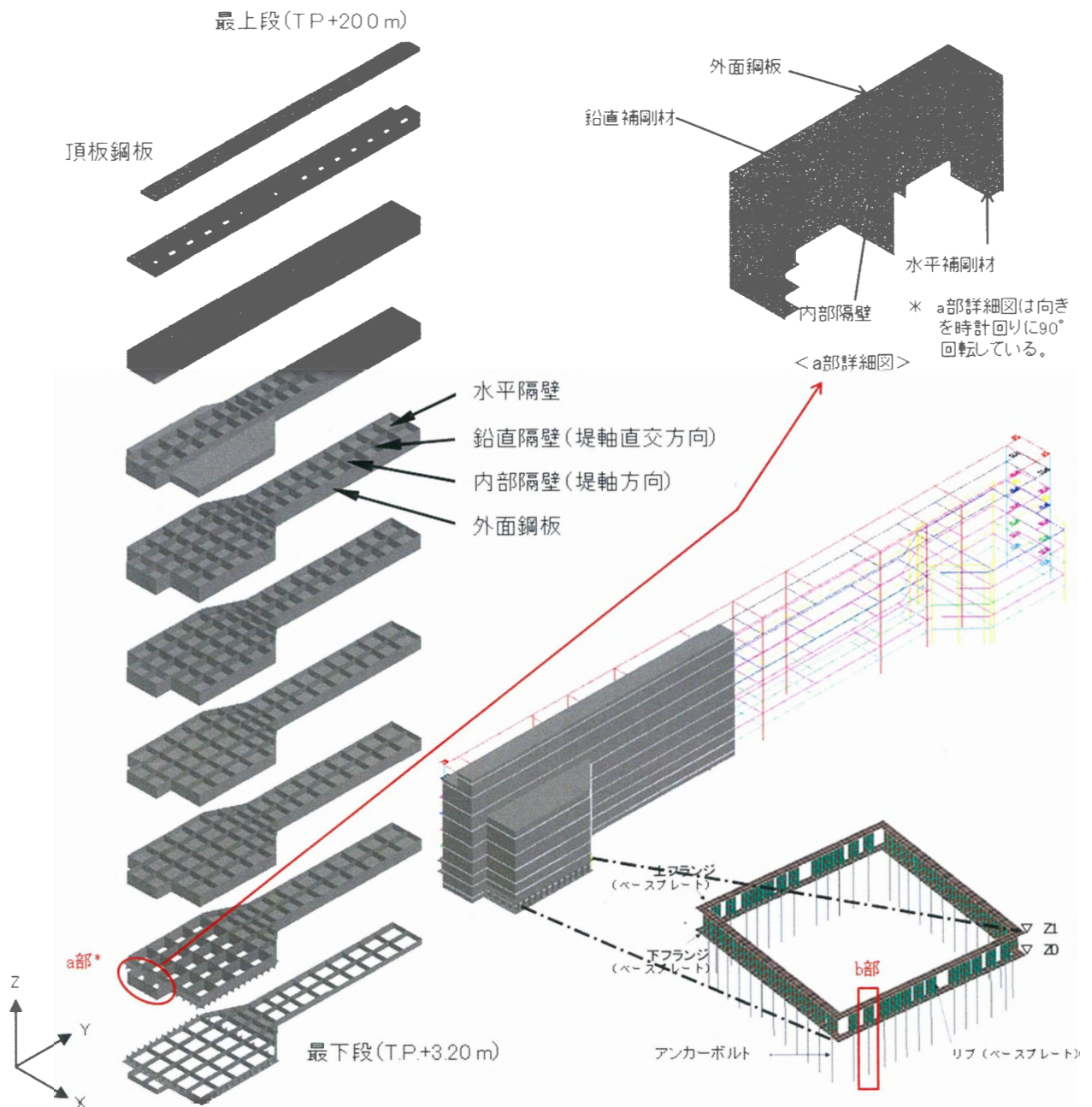
(単位: mm)

図 2.2-4 防潮堤（鋼製防護壁）全体の構造図

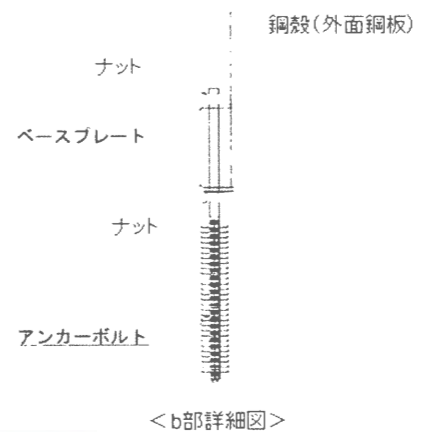


表 2.2-1 各部材の設計上の役割

| 部材名                                           | 設計上の役割                                                                                                                                 |
|-----------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 鋼製防護壁<br>(SM490Y, SM570,<br>SBHS500, SBHS700) | 地震に伴う荷重により発生する曲げ軸力, せん断力を負担する。                                                                                                         |
| 中詰め鉄筋コンクリート<br>( $f'_{ck}=50\text{N/mm}^2$ )  | 鋼殻内部の鉄筋コンクリートで, 鋼製防護壁からのせん断力, 水平回転モーメントを負担する。                                                                                          |
| アンカーボルト<br>(SM520B相当)                         | 鋼製防護壁からの引抜力を負担する。                                                                                                                      |
| ベースプレート<br>(SM490Y, SM570)                    | アンカーボルトからの曲げ軸力, せん断力を負担する。                                                                                                             |
| 根巻き鉄筋コンクリート<br>( $f'_{ck}=24\text{N/mm}^2$ )  | アンカーボルト頭部の防食等を目的とした鉄筋コンクリートであり, 非構造部材とする。<br>根巻き鉄筋コンクリートは, アンカーバーにより鋼殻と固定する。                                                           |
| 頂版鉄筋コンクリート<br>( $f'_{ck}=50\text{N/mm}^2$ )   | 鋼製防護壁からの曲げ軸力, せん断力を負担する。また, 地震に伴う荷重によって頂版鉄筋コンクリートに発生する曲げ軸力, せん断力を負担する。<br>アンカーボルト, 鋼管杭及び中詰め鉄筋コンクリート, 中実鉄筋コンクリート, 巻立て鉄筋コンクリート内の鉄筋を定着する。 |
| 中実鉄筋コンクリート<br>( $f'_{ck}=50\text{N/mm}^2$ )   | 鋼製防護壁からの曲げ軸力, せん断力を負担する。また, 地震に伴う荷重によって中実鉄筋コンクリートに発生する曲げ軸力, せん断力を負担する。                                                                 |
| 鋼管杭<br>(SBHS500)                              | 鋼製防護壁からの曲げ軸力, せん断力を負担する。また, 地震に伴う荷重によって鋼管杭に発生する曲げ軸力, せん断力を負担する。                                                                        |
| 巻立て鉄筋コンクリート<br>( $f'_{ck}=50\text{N/mm}^2$ )  | 鋼製防護壁からの曲げ軸力, せん断力を負担する。また, 地震に伴う荷重によって巻立て鉄筋コンクリートに発生する曲げ軸力, せん断力を負担する。                                                                |



- ・ベースプレートは鋼殻(外面鋼板)に溶接
- ・アンカーボルトはベースプレートにナットにより固定



<b部詳細図>

図 2.2-5 鋼製防護壁の構造概要図

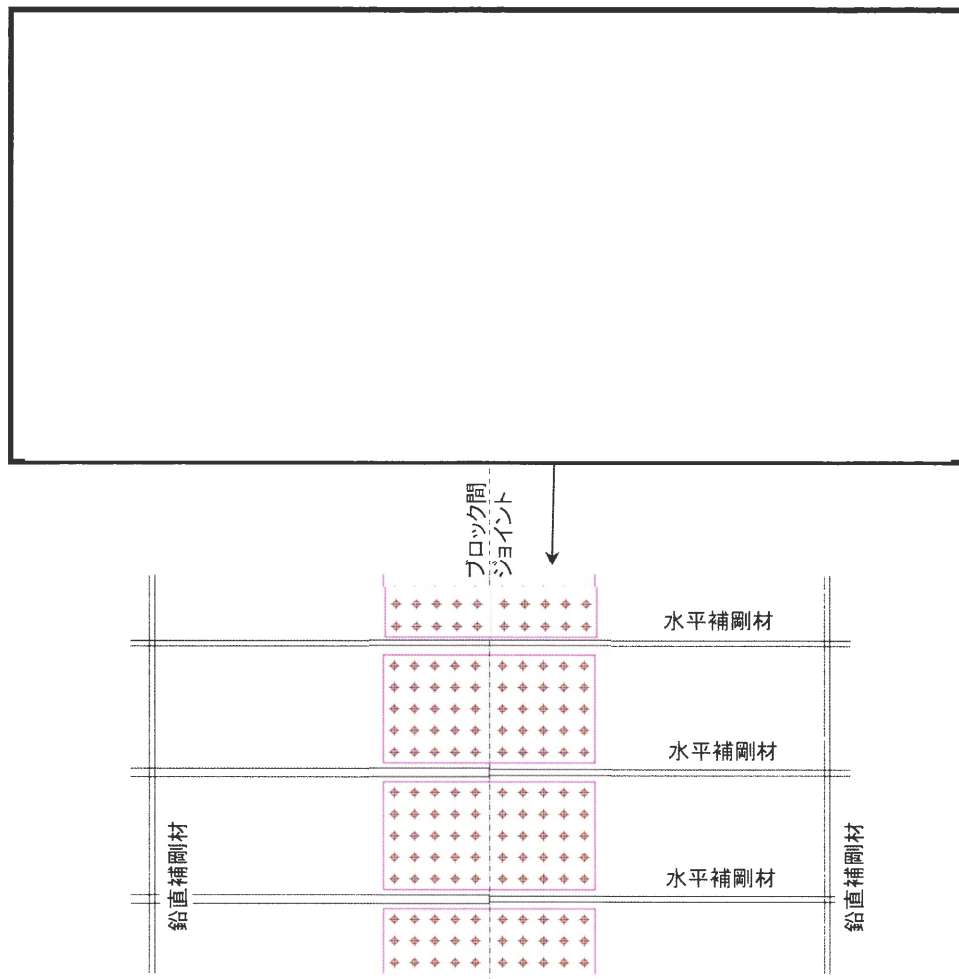


図 2.2-6 鋼製防護壁の添接板概念図

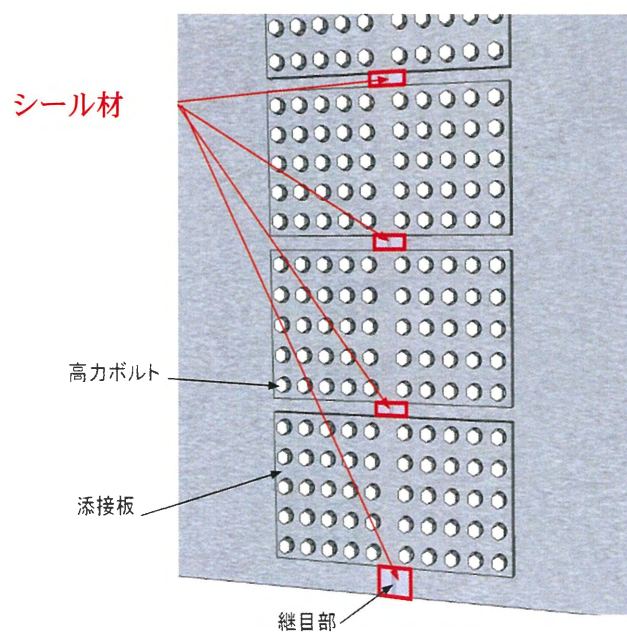
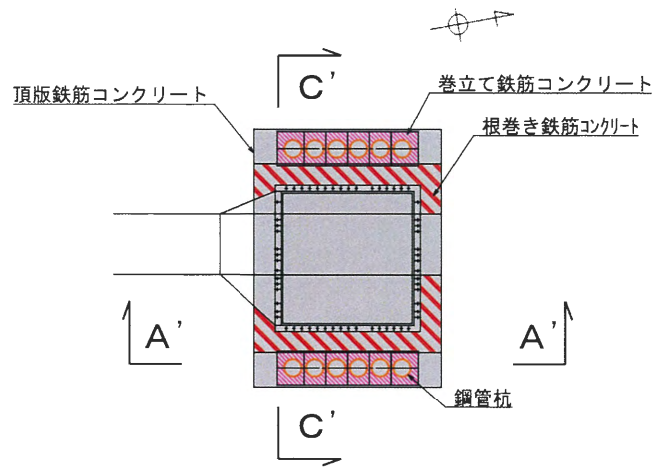


図 2.2-7 シーラ材の概念図







平面図  
(北基礎)

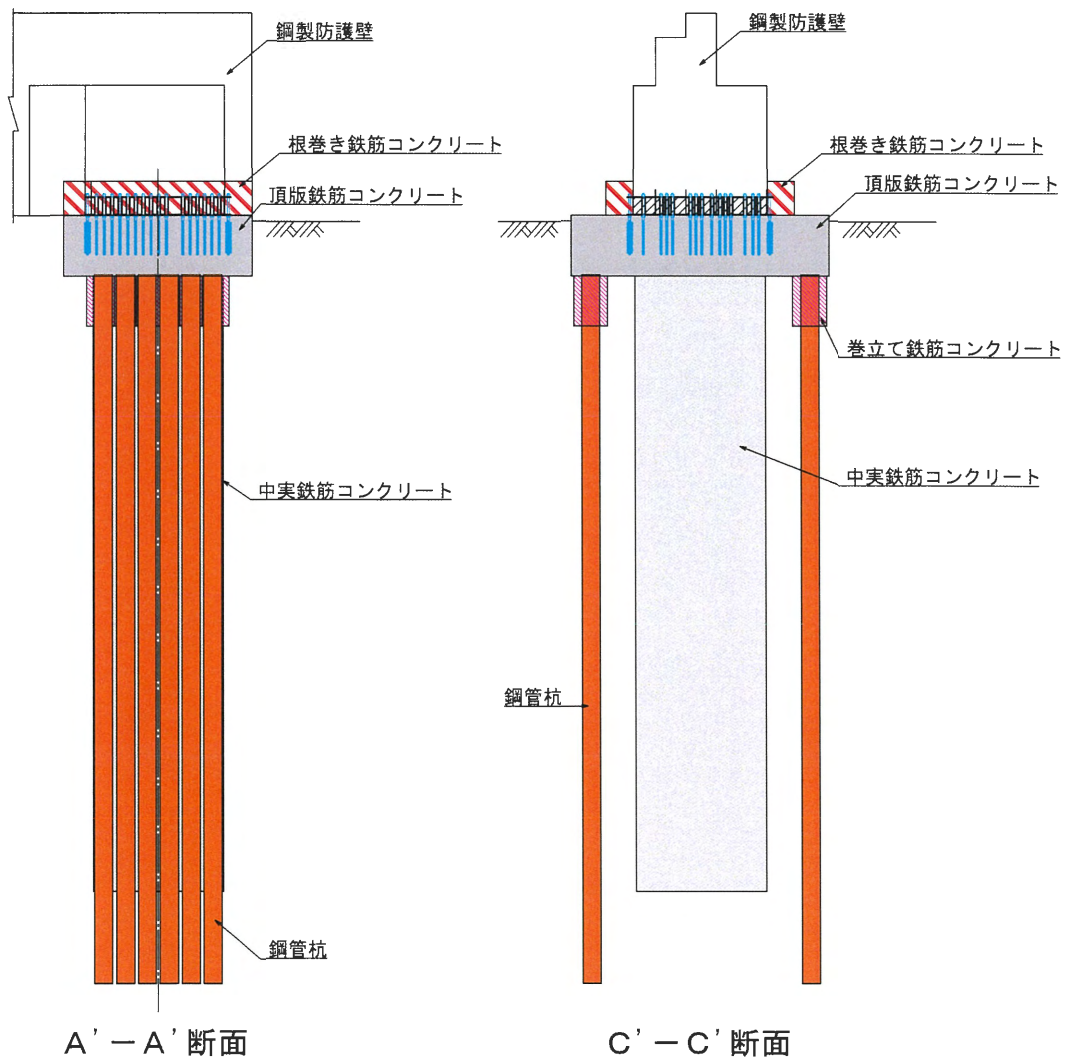


図 2.2-9 鋼製防護壁基礎の構造概要図 (北基礎)



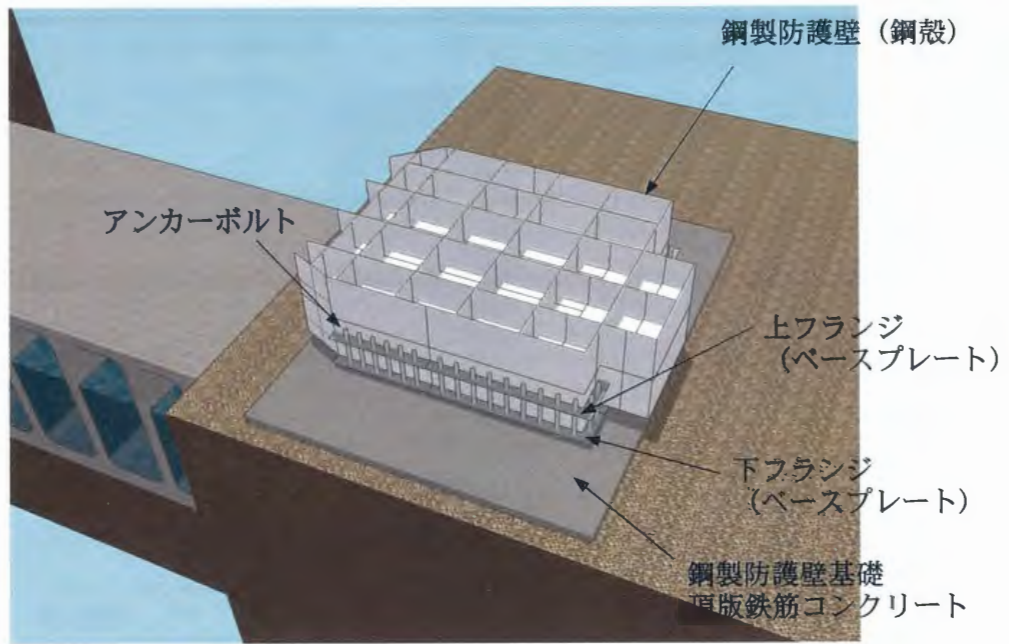


図 2. 2-10 鋼製防護壁と鋼製防護壁基礎の接合部概要図



図 2.2-11 鋼製防護壁と鋼製防護壁基礎の接合部構造図(南基礎：A－A断面)



図 2.2-12 鋼製防護壁と鋼製防護壁基礎の接合部構造図(南基礎：B－B断面)



図 2.2-13 鋼製防護壁と鋼製防護壁基礎の接合部構造図 (南基礎：C－C断面)



図 2.2-14 鋼製防護壁と鋼製防護壁基礎の接合部構造図 (南基礎：D－D断面)



図 2.2-15 鋼製防護壁と鋼製防護壁基礎の接合部構造図(南基礎：E－E断面)



図 2.2-16 鋼製防護壁と鋼製防護壁基礎の接合部構造図(南基礎：F－F断面)

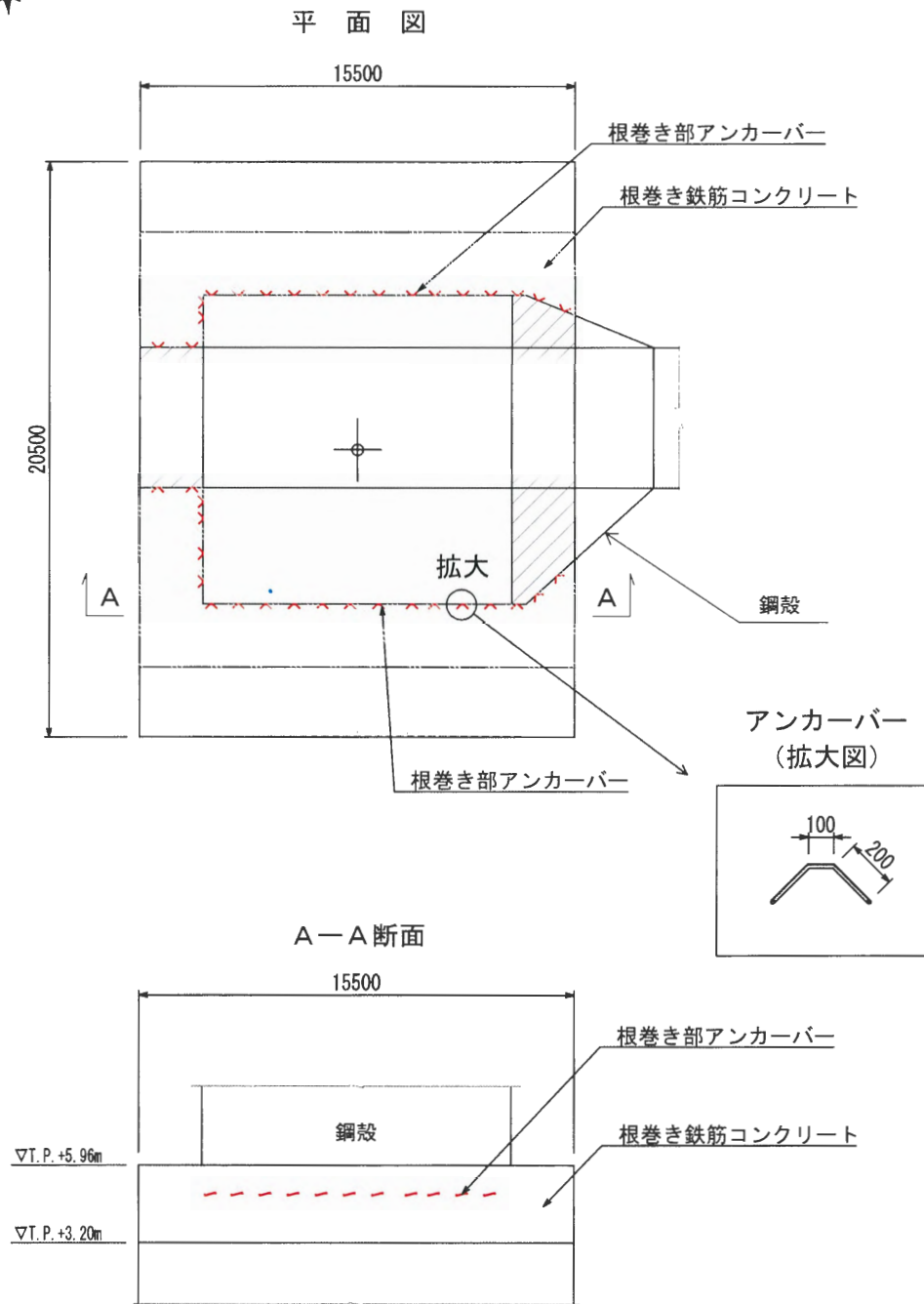


図 2.2-17 アンカーバーの配置図

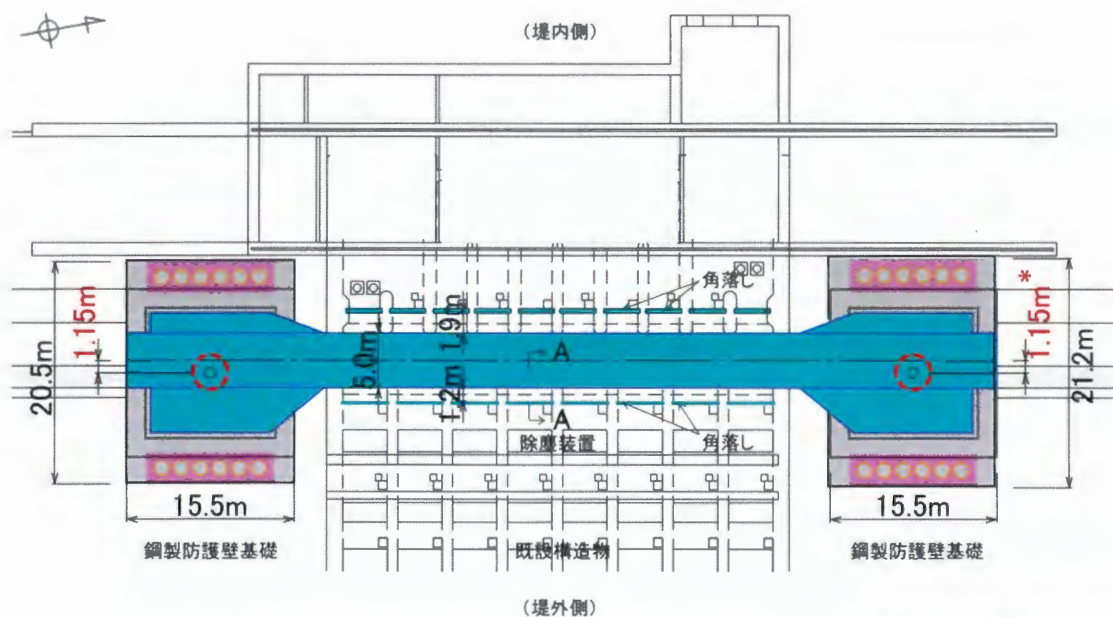


### 2.2.2 鋼製防護壁の平面配置

鋼製防護壁の支間部は、地震時の変位により既設構造物と接触しないよう、鋼製防護壁中心と鋼製防護壁基礎中心の位置を適切に設定する。

鋼製防護壁の平面配置における設置位置の状況を図 2.2-18 に示す。地震時の動的解析から得られる堤外側の最大変位量を考慮して、変位量を 0.7 m と設定する。鋼製防護壁には厚さ 0.5 m の止水板押えを設置することから、鋼製防護壁は変位量を含めると堤外側角落しから 1.2 m の離隔が必要となる。

鋼製防護壁は、堤外側角落しとの必要離隔 1.2 m を確保するため、鋼製防護壁を陸側へ 1.15 m 程度シフトした位置に設定する。

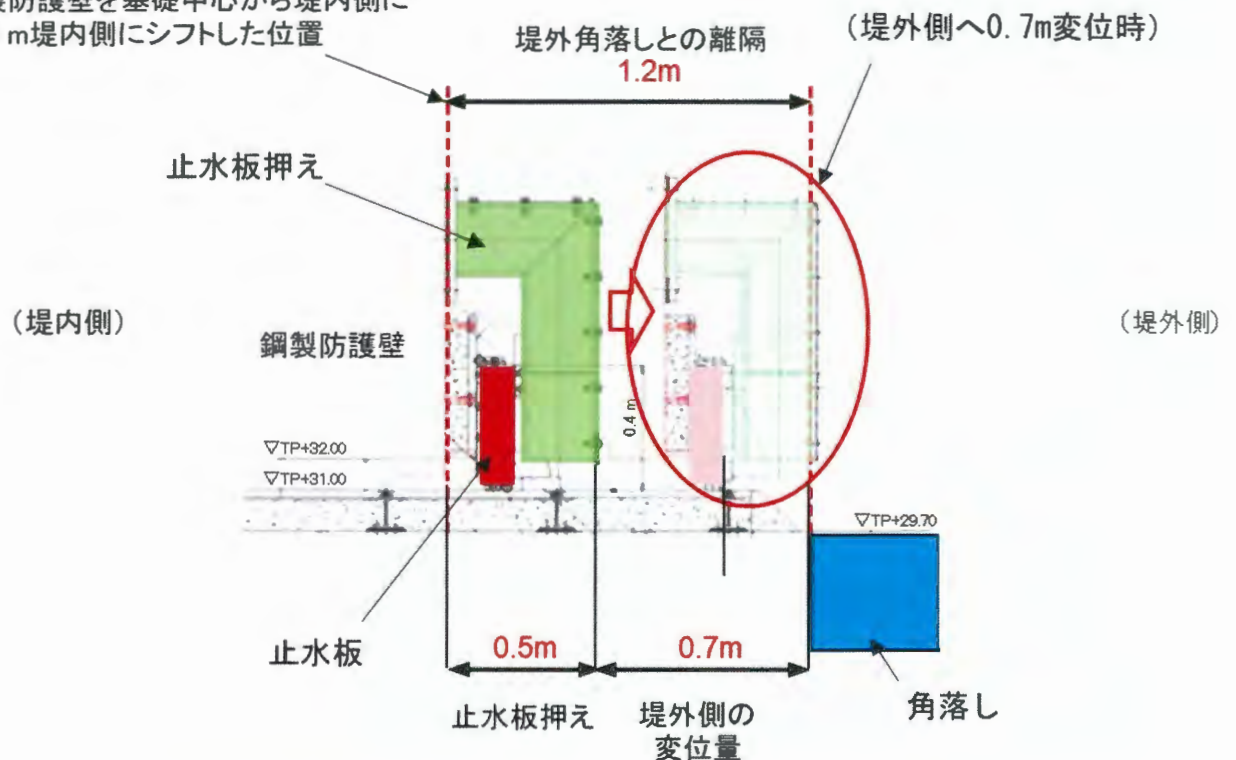


○ 鋼製防護壁基礎中心を示す。

\* 鋼製防護壁の中心は鋼製防護壁基礎の中心から堤内側へ 1.15 m シフトした位置に設定する。

(平面図)

鋼製防護壁を基礎中心から堤内側に  
1.15 m 堤内側にシフトした位置



(A-A断面)

図 2.2-18 鋼製防護壁の平面配置における設置位置の状況

## 2.3 耐震評価方針

### 2.3.1 要求機能、設計方針及び評価方針

防潮堤（鋼製防護壁）は、Sクラス施設である浸水防護施設に分類される。防潮堤（鋼製防護壁）に関する要求機能と設計方針及び評価方針を表 2.3-1 に示す。また、評価項目を表 2.3-2 に示す。

防潮堤（鋼製防護壁）の耐震評価は、地震応答解析により得られた解析結果に基づき、設計基準対象施設として、構造部材の健全性評価、基礎地盤の支持性能評価及び構造物の変形性評価を行う。



表 2.3-1 防潮堤（鋼製防護壁）に関する要求性能と設計評価方針

赤字：荷重条件  
緑字：要求機能  
青字：対応方針

| 施設名        | 基本設計方針                                                                                                                                                                               | 要求機能                                                                                                                           | 機能設計                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                            | 構造強度設計                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                          |         |                     |                     |                                                                 | 設計に用いる許容限界                                                                     |                                                                   |                                   |                                   |
|------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|---------------------|---------------------|-----------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
|            |                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                | 性能目標                                                                                             | 機能設計方針                                                                                                                                                                                                                                     | 性能目標                                                                                                                                                                                                               | 構造強度設計<br>（評価方針）                                                                                                                                                                         | 評価対象部位  |                     | 応力等の<br>状態          | 損傷モード                                                           |                                                                                |                                                                   |                                   |                                   |
| 防潮堤（鋼製防護壁） | ・防潮堤（鋼製防護壁）は、基準地震動 $S_s$ に対して、鋼製防護壁に要求される機能を損なう恐れがない設計とする。<br>・防潮堤（鋼製防護壁）は、津波の流入による浸水を防止する設計とする。<br>・防潮堤（鋼製防護壁）の設計における荷重の組合せとしては、常時作用する荷重、基準地震動 $S_s$ による地震荷重及び自然条件として積雪荷重等を適切に考慮する。 | ・防潮堤（鋼製防護壁）は、 <b>基準地震動 <math>S_s</math> に対し、津波防護施設に要求される機能を損なう恐れがないよう、構造物全体としての変形能力（終局耐力時の変形）に対し、十分な構造強度を有した構造であることが要求される。</b> | ・防潮堤（鋼製防護壁）は、 <b>基準地震動 <math>S_s</math> に対し、構造部材の構造健全性を維持することで、津波時の止水性を保持することを機能設計上の性能目標とする。</b> | ・防潮堤（鋼製防護壁）は、 <b>基準地震動 <math>S_s</math> に対し、①鋼材や鉄筋コンクリートの耐性のある部材を使用することで止水性を保持する設計とする。<br/>②鋼製防護壁を、アンカーボルト等を介して鋼製防護壁基礎に連結し、十分な支持性能を有する地盤に支持する設計とする。<br/>③鋼製防護壁の施工境界部や異種構造物間との境界部は、地震時の変形に追随する止水性を確認した止水ジョイント部材を設置することにより止水処置を講ずる設計とする。</b> | ・防潮堤（鋼製防護壁）は、 <b>基準地震動 <math>S_s</math> による地震時荷重に対し、中実鉄筋コンクリート、鋼管杭、巻立て鉄筋コンクリート及び頂版鉄筋コンクリートの鋼製防護壁基礎、中詰め鉄筋コンクリート及び鋼製の鋼製防護壁で構成し、構造部材の構造健全性を保持する設計とともに、構造体の境界部には、止水ジョイント部材を設置し、有意な漏えいを生じない設計とすることを構造強度設計上の性能目標とする。</b> | 基準地震動 $S_s$ による地震時荷重、風及び積雪を考慮した荷重に対し、十分な支持性能を有する地盤に支持されることを確認する。                                                                                                                         | 地盤      | 基礎地盤                | 支持力                 | 支持機能を喪失する状態                                                     | 「道路橋示方書（Ⅰ 共通編・Ⅳ下部構造編）・同解説」に基づき妥当な安全余裕を考慮した極限支持力以下とする。                          |                                                                   |                                   |                                   |
|            |                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                |                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                    | 基準地震動 $S_s$ による地震時荷重、風及び積雪を考慮した荷重に対し、鋼管杭及び中実鉄筋コンクリート基礎の変形を抑制する設計とし、改良地盤に滑り破壊が生じないことを確認する。                                                                                                |         |                     |                     |                                                                 | 「道路橋示方書（Ⅰ 共通編・Ⅳ下部構造編）・同解説」，「耐震設計に係る工認審査ガイド」を踏まえ、安全余裕を考慮した受動せん断面方向等のせん断耐力以内とする。 |                                                                   |                                   |                                   |
|            |                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                |                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                    | 基準地震動 $S_s$ による地震時荷重、風及び積雪を考慮した荷重に対し、鋼管杭及び中実鉄筋コンクリート基礎の変形を抑制する設計とし、地盤改良体が液状化しないことを確認する。                                                                                                  |         |                     |                     |                                                                 | 設計仕様（液状化しない）を満足することを確認する。                                                      |                                                                   |                                   |                                   |
|            |                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                |                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                    | 基準地震動 $S_s$ による地震時荷重、風及び積雪を考慮した荷重に対し、構造部材の構造健全性を保持する設計とすため、構造部材である頂版鉄筋コンクリートが、おおむね弾性状態に留まることを確認する。                                                                                       | 鋼製防護壁基礎 | 頂版鉄筋コンクリート          | 曲げ、せん断              | 部材が弾性域に留まらず塑性域に入る状態                                             | 「道路橋示方書（Ⅰ 共通編・Ⅳ下部構造編）・同解説」，「コンクリート標準仕様書」に基づき短期許容応力度以下とする。                      |                                                                   |                                   |                                   |
|            |                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                |                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                    | 中実鉄筋コンクリート                                                                                                                                                                               |         | 曲げ、せん断              | 部材が弾性域に留まらず塑性域に入る状態 | 「道路橋示方書（Ⅰ 共通編・Ⅳ下部構造編）・同解説」，「コンクリート標準仕様書」に基づき短期許容応力度以下とする。       |                                                                                |                                                                   |                                   |                                   |
|            |                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                |                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                    | 鋼管杭                                                                                                                                                                                      |         | 曲げ、せん断              | 部材が弾性域に留まらず塑性域に入る状態 | 「道路橋示方書（Ⅰ 共通編・Ⅳ下部構造編）・同解説」，「コンクリート標準仕様書」に基づき短期許容応力度以下とする。       |                                                                                |                                                                   |                                   |                                   |
|            |                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                |                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                    | 巻立て鉄筋コンクリート                                                                                                                                                                              |         |                     |                     |                                                                 |                                                                                |                                                                   |                                   |                                   |
|            |                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                |                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                    | 基準地震動 $S_s$ による地震時荷重、風及び積雪を考慮した荷重に対し、構造部材の構造健全性を保持する設計とすため、構造部材である鋼材が、おおむね弾性状態に留まることを確認する。                                                                                               | 鋼製防護壁   | 曲げ、せん断、ねじれ          | 部材が弾性域に留まらず塑性域に入る状態 | 「道路橋示方書（Ⅰ 共通編・Ⅱ鋼橋編）・同解説」，「鋼構造物設計基準（名古屋高速道路公社）」に基づき短期許容応力度以下とする。 |                                                                                |                                                                   |                                   |                                   |
|            |                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                |                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                    | 基準地震動 $S_s$ による地震時荷重、風及び積雪を考慮した荷重に対し、構造体の境界部に設置する部材を有意な漏えいを生じない変形に留める設計とすため、境界部に設置する止水ジョイント部材が有意な漏えいを生じない変形量以下であることを確認する。<br>また、止水ジョイント部材が止水性を保持するための接続アンカーや鋼製防護部材は、おおむね弾性状態に留まることを確認する。 | 鋼製防護壁   | 止水ジョイント部            | 止水ジョイント部材           | 変形、引張り                                                          | メーカー規格及び基準並びに必要な応じて実施する性能試験を参考に定める許容変形量及び許容引張り力以下とする。                          | メーカー規格及び基準並びに必要な応じて実施する性能試験を参考に定める許容変形量及び許容引張り力以下とする。             |                                   |                                   |
|            |                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                |                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                    | 基準地震動 $S_s$ による地震時荷重、風及び積雪を考慮した荷重に対し、構造体の境界部に設置する部材を有意な漏えいを生じない変形に留める設計とすため、境界部に設置する止水ジョイント部材が有意な漏えいを生じない変形量以下であることを確認する。<br>また、止水ジョイント部材が止水性を保持するための接続アンカーや鋼製防護部材は、おおむね弾性状態に留まることを確認する。 |         |                     |                     |                                                                 | 鋼製アンカー                                                                         | 引張り、せん断、引抜き                                                       | 「各種合成構造設計指針・同解説」に基づき短期許容応力度以下とする。 | 「各種合成構造設計指針・同解説」に基づき短期許容応力度以下とする。 |
|            |                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                |                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                          |         |                     |                     |                                                                 |                                                                                |                                                                   |                                   |                                   |
|            |                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                |                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                    | 基準地震動 $S_s$ による地震時荷重、風及び積雪を考慮した荷重に対し、鋼製防護壁と鋼製防護壁基礎を連結するアンカー部が構造健全性を保持する設計とすために、構造部材である鋼材が、おおむね弾性状態に留まることを確認する。                                                                           | 接合部     | 止水機構                |                     | 曲げ、せん断                                                          | 「道路橋示方書・同解説（Ⅰ 共通編・Ⅱ鋼橋編）」，「水門鉄管技術基準」に基づき短期許容応力度以下とする。                           | 「道路橋示方書（Ⅰ 共通編・Ⅱ鋼橋編）・同解説」，「水門鉄管技術基準」に基づき短期許容応力度以下とする。              |                                   |                                   |
|            |                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                |                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                          |         | アンカーボルト（頂版鉄筋コンクリート） |                     | 引張り、せん断、引抜き                                                     | 部材が弾性域に留まらず塑性域に入る状態                                                            | 「道路橋示方書・同解説（Ⅰ 共通編・Ⅳ下部構造編）」，「鋼構造物設計基準（名古屋高速道路公社）」に基づき短期許容応力度以下とする。 |                                   |                                   |
|            |                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                |                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                          |         | ベースプレート             |                     | 曲げ、せん断                                                          | 部材が弾性域に留まらず塑性域に入る状態                                                            | 「鋼構造物設計基準（名古屋高速道路公社）」に基づき短期許容応力度以下とする。                            |                                   |                                   |
|            |                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                |                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                    | 基準地震動 $S_s$ による地震時荷重、風及び積雪を考慮した荷重に対し、構造部材の構造健全性を保持する設計とすために、構造部材である中詰め鉄筋コンクリートが、おおむね弾性状態に留まることを確認する。                                                                                     |         | 中詰め鉄筋コンクリート         | 曲げ、せん断              | 部材が弾性域に留まらず塑性域に入る状態                                             | 「道路橋示方書（Ⅰ 共通編・Ⅳ下部構造編）・同解説」，「コンクリート標準仕様書」に基づき短期許容応力度以下とする。                      |                                                                   |                                   |                                   |

表 2.3-2 防潮堤（鋼製防護壁）の評価項目

| 評価方針        | 評価項目     | 評価部位                                                               | 評価方法                                                                            | 許容限界                  |
|-------------|----------|--------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| 構造強度を有すること  | 構造部材の健全性 | 鋼製防護壁基礎<br>中実鉄筋コンクリート<br>鋼管杭<br>巻立て鉄筋コンクリート<br>杭頭接合部<br>頂版鉄筋コンクリート | 曲げ軸力、せん断力に対する発生応力が許容限界以下であることを確認                                                | 短期許容応力度又は短期許容せん断力     |
|             |          | 鋼製防護壁<br>鋼製防護壁                                                     | 曲げ軸力、せん断力に対する発生応力が許容限界以下であることを確認                                                | 短期許容応力度又は短期許容せん断力     |
|             |          | 接合部<br>アンカーボルト<br>(頂版鉄筋コンクリート)                                     | 下記発生応力が許容限界以下であることを確認<br>・アンカーボルトの引張応力<br>・アンカーボルトとコンクリートの定着<br>・コンクリートのコーンせん断力 | 短期許容応力度又は短期許容せん断力     |
|             |          | ベースプレート<br>中詰め鉄筋コンクリート                                             | 曲げ軸力、せん断力に対する発生応力が許容限界以下であることを確認                                                |                       |
|             | 地盤の支持性能  | 基礎地盤                                                               | 接地圧が許容限界以下であることを確認                                                              | 極限支持力度                |
|             |          | 地盤改良（セメント系）                                                        | 改良地盤に滑り破壊を生じないことを確認                                                             | 滑り破壊を生じない             |
| 止水性を損なわないこと | 構造部材の健全性 | 鋼製防護壁基礎<br>中実鉄筋コンクリート<br>鋼管杭<br>巻立て鉄筋コンクリート<br>杭頭接合部<br>頂版鉄筋コンクリート | 曲げ軸力、せん断力に対する発生応力が許容限界以下であることを確認                                                | 短期許容応力度又は短期許容せん断力     |
|             |          | 鋼製防護壁<br>鋼製防護壁                                                     | 曲げ軸力、せん断力に対する発生応力が許容限界以下であることを確認                                                | 短期許容応力度又は短期許容せん断力     |
|             |          | 接合部<br>アンカーボルト<br>(頂版鉄筋コンクリート)                                     | 下記発生応力が許容限界以下であることを確認<br>・アンカーボルトの引張応力<br>・アンカーボルトとコンクリートの定着<br>・コンクリートのコーンせん断力 | 短期許容応力度又は短期許容せん断力     |
|             |          | ベースプレート<br>中詰め鉄筋コンクリート                                             | 曲げ軸力、せん断力に対する発生応力が許容限界以下であることを確認                                                |                       |
|             | 地盤の支持性能  | 基礎地盤                                                               | 接地圧が許容限界以下であることを確認                                                              | 極限支持力度                |
|             |          | 地盤改良（セメント系）                                                        | 改良地盤に滑り破壊を生じないことを確認                                                             | 滑り破壊を生じない             |
|             | 構造物の変形性  | 止水ジョイント部材                                                          | 変形量が許容限界以下であることを確認                                                              | 有意な漏えいが生じないことを確認した変形量 |



### 2.3.2 耐震評価フロー

#### (1) 耐震評価全体フロー

防潮堤（鋼製防護壁）の耐震評価フローとして評価の全体の手順を図 2.3-1 に示す。

耐震評価においては、防潮堤（鋼製防護壁）に対する要求性能及び設計条件に基づき、構造部材の健全性評価、基礎地盤の支持性能評価及び構造物の変形性評価を行い、構造強度を有すること及び止水性を損なわないことを確認する。

構造部材の健全性評価については、構造部材の発生応力が許容限界以下であることを確認する。また、中実鉄筋コンクリートに隣接する地中連続壁部については、構造部材として考慮しない設計とするが、地中連続壁部の影響の評価は「3. 防潮堤（鋼製防護壁）の地中連続壁部の残置影響評価に関する補足説明」に示す。

基礎地盤の支持性能評価については、基礎地盤に生じる接地圧が極限支持力に基づく許容限界以下であることを確認する。

構造物の変形性評価については、止水ジョイント部の変形量を算出し、その変形量が、有意な漏えいが生じないことを確認した許容限界以下であることを確認する。止水ジョイント部は、鋼製アンカー、鋼製防護部材及び止水ジョイント部材で構成する。止水ジョイント部の評価に関する補足説明事項は既工認の補足説明資料（補足-60-1【津波への配慮に関する説明書】）の「6.12 止水ジョイント部の相対変位量に関する補足説明」及び「6.13 止水ジョイント部の漂流物対策に関する補足説明」に示す。また、鋼製防護壁の底面と既設構造物との境界部に設置する止水機構の評価については、「5. 防潮堤（鋼製防護壁）の止水機構に関する補足説明」に示す。

なお、地震応答解析（2次元有効応力解析）に用いる地盤剛性及び液状化強度特性は、敷地の原地盤における代表性及び網羅性を踏まえた上で、ばらつき等を考慮して設定する。詳細は後述の「4.2 地震応答解析手法の選定」に示す。

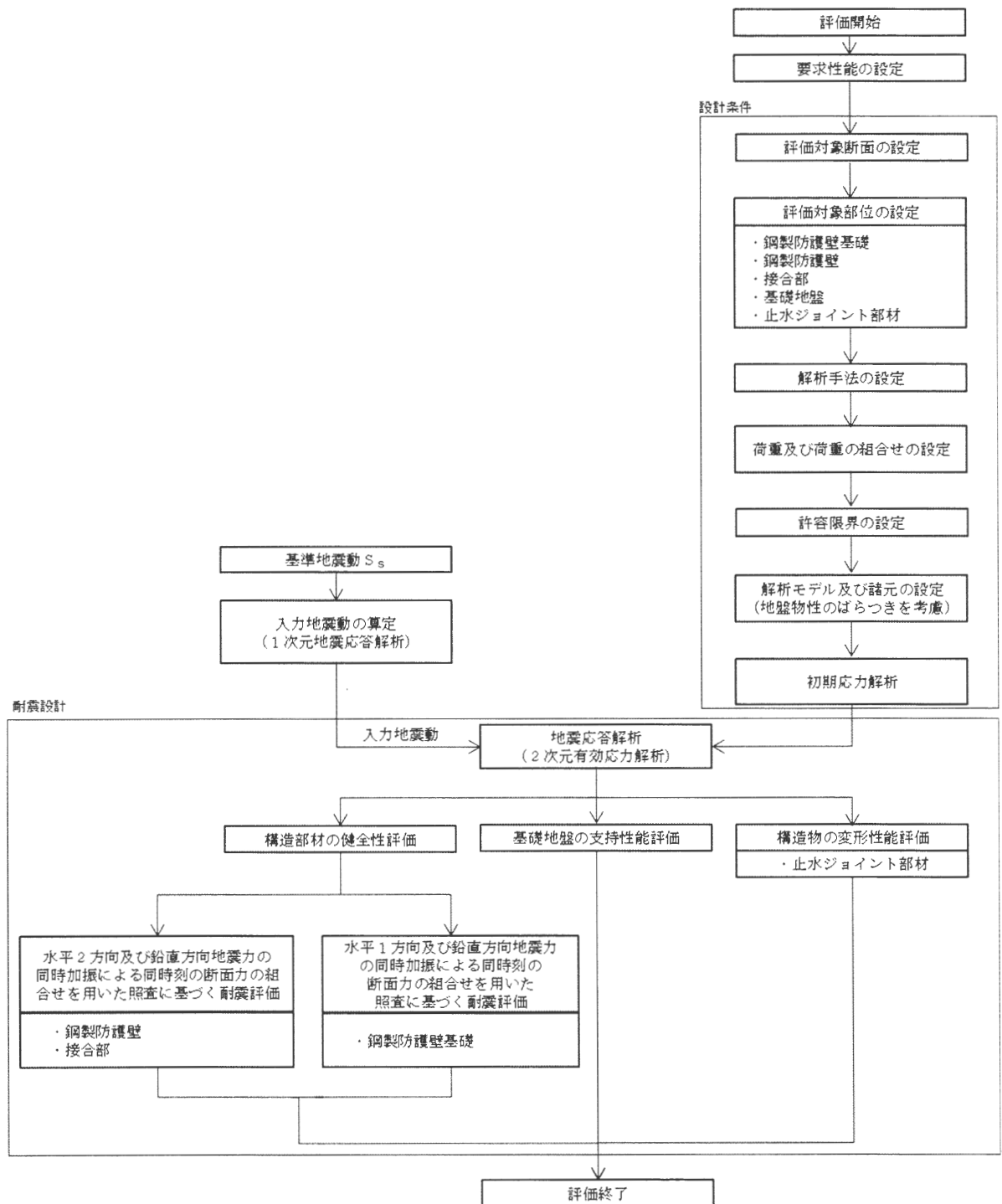


図 2.3-1 防潮堤（鋼製防護壁）の耐震評価フロー

## (2) 詳細設計フロー

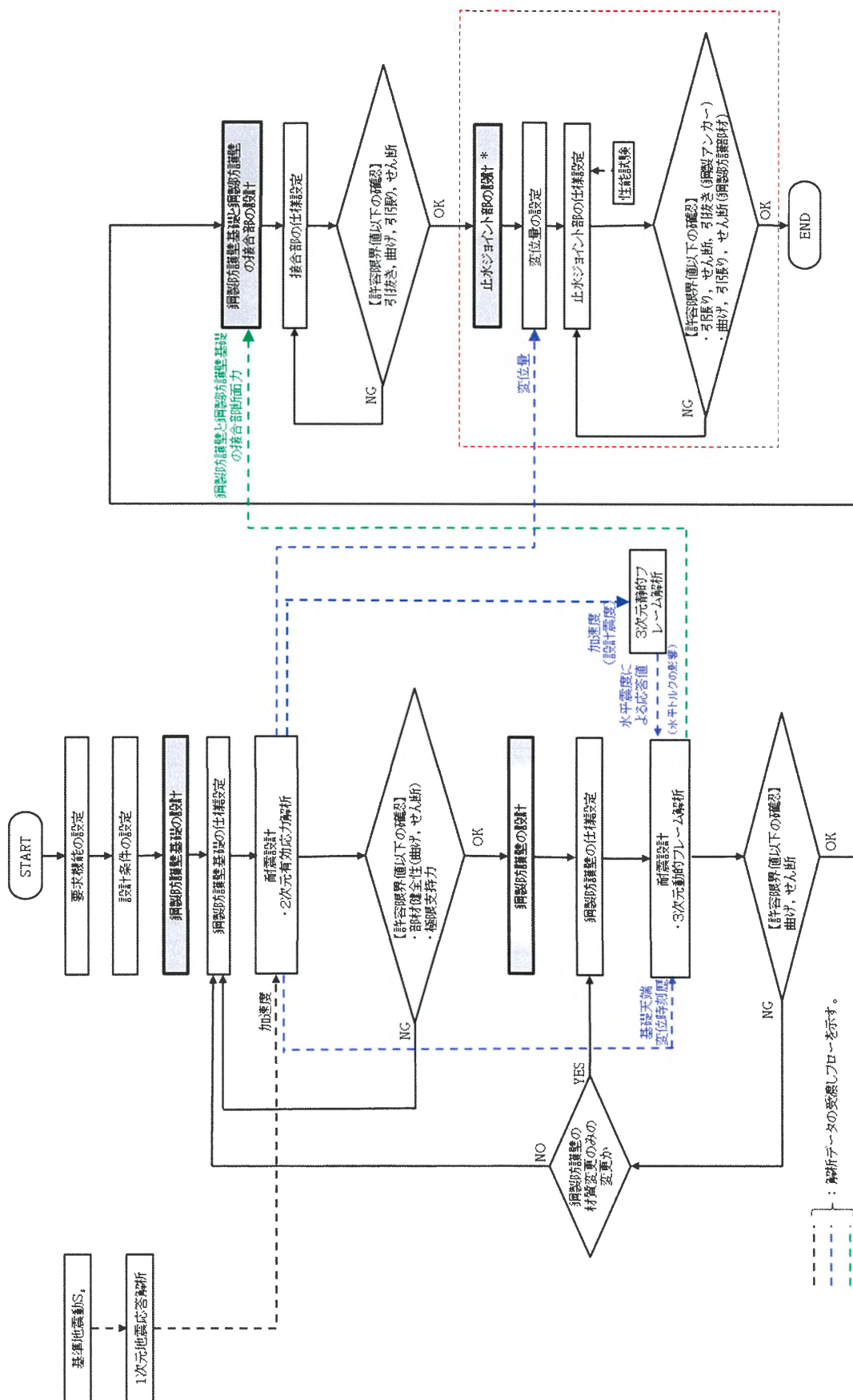
防潮堤（鋼製防護壁）を構成する各部材（鋼製防護壁基礎、鋼製防護壁、接合部及び止水ジョイント部材）及び基礎地盤の評価についての詳細設計フローを図 2.3-2 に示し、鋼製防護壁基礎、鋼製防護壁及び接合部の設計フローを解析モデルも含めて図 2.3-3 に示す。

鋼製防護壁基礎については、その仕様を設定し、2次元有効応力解析から算出される構造部材の発生応力が許容限界以下であることを確認する。基礎地盤は、2次元有効応力解析から算出される基礎地盤に生じる接地圧が極限支持力に基づく許容限界以下であることを確認する。

鋼製防護壁については、その仕様を設定し、2次元有効応力解析から抽出される変位時刻歴を基礎天端中心への入力とする3次元動的フレーム解析及び2次元有効応力解析から算定される水平震度を入力とする3次元静的フレーム解析を行う。3次元動的・静的フレーム解析から得られるそれぞれの断面力を加算して算出される構造部材の発生応力が、許容限界以下であることを確認する。

接合部については、その仕様を設定し、3次元動的フレーム解析から抽出される断面力を用いて構造部材の発生応力を算出し、その発生応力が許容限界以下であることを確認する。

止水ジョイント部については、2次元有効応力解析から抽出される変位量より、止水ジョイント部の仕様を設定し、その変位量が許容限界以下であることを確認する。



\* 止水ジョイント部の評価は「6.12 止水ジョイント部の相対変位量に関する補足説明」及び「6.13 止水ジョイント部の漂流物対策に関する補足説明」に示す。



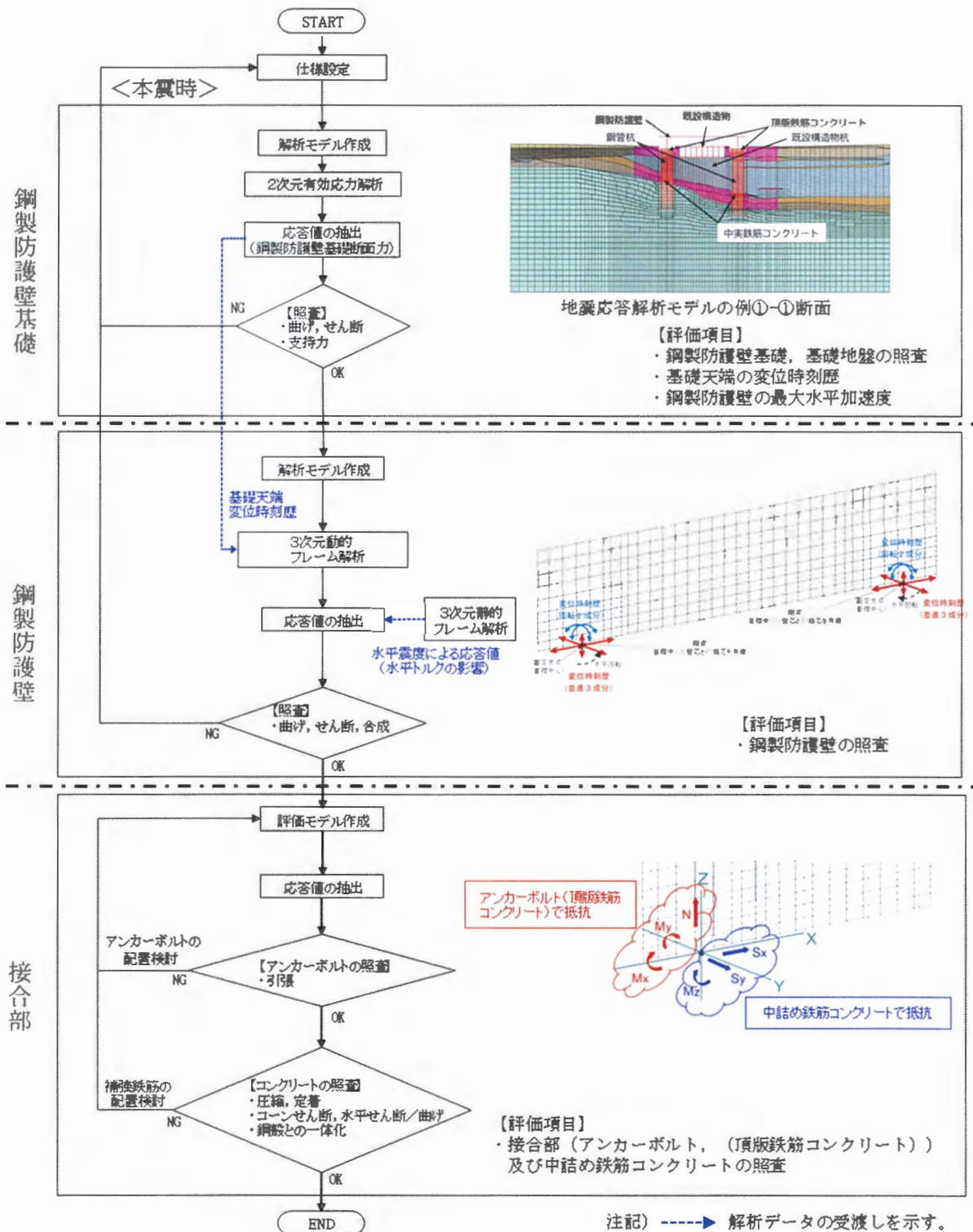


図 2.3-3 鋼製防護壁基礎、鋼製防護壁及び接合部の設計フロー



## 2.4 適用基準

適用する規格・基準類を以下に示す。また、項目毎に適用する規格・基準類を表 2.4-1 に示す。

- ・コンクリート標準示方書[構造性能照査編](土木学会, 2002 年制定)
- ・コンクリート標準示方書[設計編](土木学会, 2022 年制定)
- ・道路橋示方書(I 共通編・IV 下部構造編)・同解説(日本道路協会, 平成 24 年 3 月)
- ・道路橋示方書(I 共通編・II 鋼橋編)・同解説(日本道路協会, 平成 14 年 3 月)
- ・道路橋示方書(II 鋼橋・鋼部材編)・同解説(日本道路協会, 平成 29 年 11 月)
- ・道路橋示方書(I 共通編・III コンクリート橋編)・同解説(日本道路協会, 平成 24 年 3 月)
- ・道路橋示方書(V 耐震設計編)・同解説(日本道路協会, 平成 24 年 3 月)
- ・道路土工カルバート工指針(平成 21 年度版)(日本道路協会, 平成 22 年 3 月)
- ・杭基礎設計便覧(日本道路協会, 令和 2 年 3 月)
- ・鋼構造物設計基準(II 鋼製橋脚編, 名古屋高速道路公社, 平成 15 年 10 月)
- ・原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1 - 1987(日本電気協会)
- ・各種合成構造設計指針・同解説(日本建築学会, 2010 年 11 月)
- ・鉄道構造物等設計標準・同解説(コンクリート構造物)(国土交通省鉄道局監修, 鉄道総合技術研究所編, 令和 5 年 1 月)
- ・新しい高性能鋼材の利用技術調査研究報告書～SBHS500(W), SBHS700(W) の設計・製作ガイドライン(案)～(土木学会, 平成 21 年 11 月)
- ・2018 年版 建築物のための改良地盤の設計及び品質管理指針ーセメント系固化材を用いた深層・浅層混合処理工法ー((財) 日本建築センター)

表 2.4-1 項目毎に適用する規格・基準類

| 項目毎に適用する規格・基準類                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 備考                                                                                                         |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>使用材料及び材料の物性値</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・道路橋示方書(I 共通編・II 鋼橋編)・同解説(日本道路協会, 平成14年3月)</li> <li>・道路橋示方書(II 鋼橋・鋼部材編)・同解説(日本道路協会, 平成29年11月)</li> <li>・道路橋示方書(I 共通編・III コンクリート橋編)・同解説(日本道路協会, 平成24年3月)</li> <li>・道路土工カルバート工指針(平成21年度版)(日本道路協会, 平成22年3月)</li> <li>・鋼構造物設計基準(II 鋼製橋脚編, 名古屋高速道路公社, 平成15年10月)</li> <li>・コンクリート標準示方書[設計編](土木学会, 2022年制定)</li> <li>・鉄道構造物等設計標準・同解説(コンクリート構造物)(国土交通省鉄道局監修, 鉄道総合技術研究所編, 令和5年1月)</li> <li>・2018年版 建築物のための改良地盤の設計及び品質管理指針<br/>ーセメント系固化工材を用いた深層・浅層混合処理工法ー(財)日本建築セン</li> </ul>                                                | -                                                                                                          |
| <p>荷重及び荷重の組合せ</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・コンクリート標準示方書[構造性能照査編](土木学会, 2002年制定)</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 永久荷重+偶発荷重+従たる変動荷重の適切な組合せを検討                                                                                |
| <p>許容限界</p> <p>鉄筋コンクリート</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・コンクリート標準示方書[構造性能照査編](土木学会, 2002年制定)</li> <li>・道路橋示方書(I 共通編・IV 下部構造編)・同解説(日本道路協会, 平成24年3月)</li> <li>・道路土工カルバート工指針(平成21年度版)(日本道路協会, 平成22年3月)</li> <li>・鋼構造物設計基準(II 鋼製橋脚編, 名古屋高速道路公社, 平成15年10月)</li> </ul> <p>鋼材</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・道路橋示方書(I 共通編・II 鋼橋編)・同解説(日本道路協会, 平成14年3月)</li> <li>・道路橋示方書(II 鋼橋・鋼部材編)・同解説(日本道路協会, 平成29年11月)</li> <li>・鋼構造物設計基準(II 鋼製橋脚編, 名古屋高速道路公社, 平成15年10月)</li> <li>・新しい高性能鋼材の利用技術調査研究報告書~SBHS500(W), SBHS700(W)の設計・製作ガイドライン(案)~(土木学会, 平成21年11月)</li> </ul> | <p>曲げ軸力に対する照査<br/>発生応力度が短期許容応力度以下であることを確認</p> <p>せん断力に対する照査<br/>発生応力度又は発生力が短期許容応力度又は短期許容せん断力以下であることを確認</p> |
| <p>耐震設計</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・道路橋示方書(V 耐震設計編)・同解説(日本道路協会, 平成24年3月)</li> <li>・原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1 - 1987(日本電気協会)</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 有限要素法による2次元モデルを用いた時刻歴非線形解析                                                                                 |

### 3. 設計条件

耐震設計に用いる条件を整理した設計条件総括表を表 3-1 に示す。

表 3-1 設計条件総括表

| 項目         |                                          | 内容                                                                                                                                                                |
|------------|------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 使用材料       | 鉄筋コンクリート<br>鉄筋<br>コンクリート                 | SD390, SD490, SD685<br>$f'_{ck}=50\text{N/mm}^2$                                                                                                                  |
|            | 鋼材<br>鋼製防護壁<br>鋼管杭<br>アンカーボルト<br>ベースプレート | SM490Y, SM570, SBHS500, SBHS700<br>SBHS500<br>SM520B相当<br>SM490Y, SM570                                                                                           |
| 地盤の<br>物性値 | 地盤 (Km層以外)<br>地盤 (Km層)<br>地下水位<br>地盤改良体  | 地盤のばらつきを考慮<br>深度に応じて設定<br>地表面として設定<br>改良手法に応じて物性値を設定                                                                                                              |
| 荷重及び荷重の組合せ |                                          | 固定荷重G + 積載荷重P + 地盤荷重Ks + 積雪荷重Ps + 風荷重Pk<br>G : 躯体自重, 静止土圧, 外水圧<br>P : 機器・配管荷重 (スクリーン室クレーン)<br>Ks : 基準地震動 $S_g$ による荷重<br>Ps : 積雪量30cmの積雪を考慮<br>Pk : 風速30m/sの風圧力を考慮 |
| 入力地震動      |                                          | 基準地震動 $S_g$ を1次元波動論により地震応答解析モデルの底面位置 (EL. -130 m) で評価したものをを用いる。                                                                                                   |
| 許容限界       | 構造部材                                     | 鉄筋コンクリート : コンクリート及び鉄筋の許容応力度に対し割増係数を1.5とする。<br>鋼材 : 鋼材の許容応力度に対し割増係数を1.5とする。                                                                                        |
|            | 基礎地盤                                     | 中実鉄筋コンクリート : 基礎底面地盤の許容限界は, Km層の極限支持力度とする。<br>鋼管杭 : 基礎底面地盤の許容限界は, Km層の極限支持力度とする。                                                                                   |
|            | 止水ジョイント部                                 | メーカー規格, 漏水試験及び変形試験により有意な漏えいが生じないことを確認した変形量に基づき設定する。                                                                                                               |
| 解析手法       | 鋼製防護壁基礎                                  | 2次元有効応力解析・FLIP Ver. 7.3.0.2                                                                                                                                       |
| 解析コード      | 鋼製防護壁及び接合部                               | 3次元動的フレーム解析・TDAPⅢ Ver. 3.08                                                                                                                                       |
| 解析モデル      | 鋼製防護壁基礎                                  | 解析モデルは地震応答解析 (2次元有効応力解析) モデルとし, 堤軸方向1断面, 堤軸直交方向2断面について評価する。                                                                                                       |
|            | 鋼製防護壁及び接合部                               | 鋼製防護壁は, 3次元動的フレーム解析モデルを用いて行う。<br>鋼殻の構成部材は, 水平隔壁, 内部隔壁及び鉛直隔壁の交差位置並びに添接板継手位置を節点とし, それらを結合した梁構造で構成される格子モデルとする。                                                       |

#### 4. 耐震評価

##### 4.1 評価対象断面，部位及び評価する性能

###### 4.1.1 評価対象断面

地震応答解析（2次元有効応力解析）に用いる評価対象断面は，防潮堤（鋼製防護壁）の構造上の特徴や周辺地盤状況を踏まえて，図 4.1-1 に示すとおり堤軸方向 1 断面，堤軸直交方向 2 断面を選定する。評価対象断面を図 4.1-2～図 4.1-4 に示す。

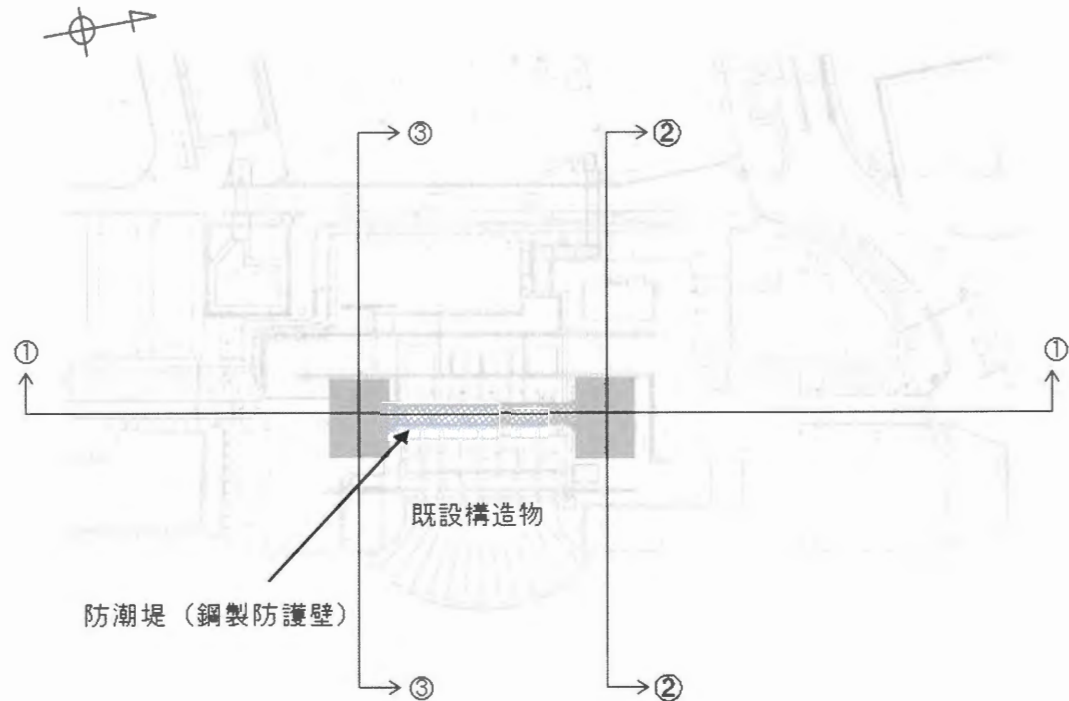


図 4.1-1 防潮堤（鋼製防護壁）の評価対象断面位置図

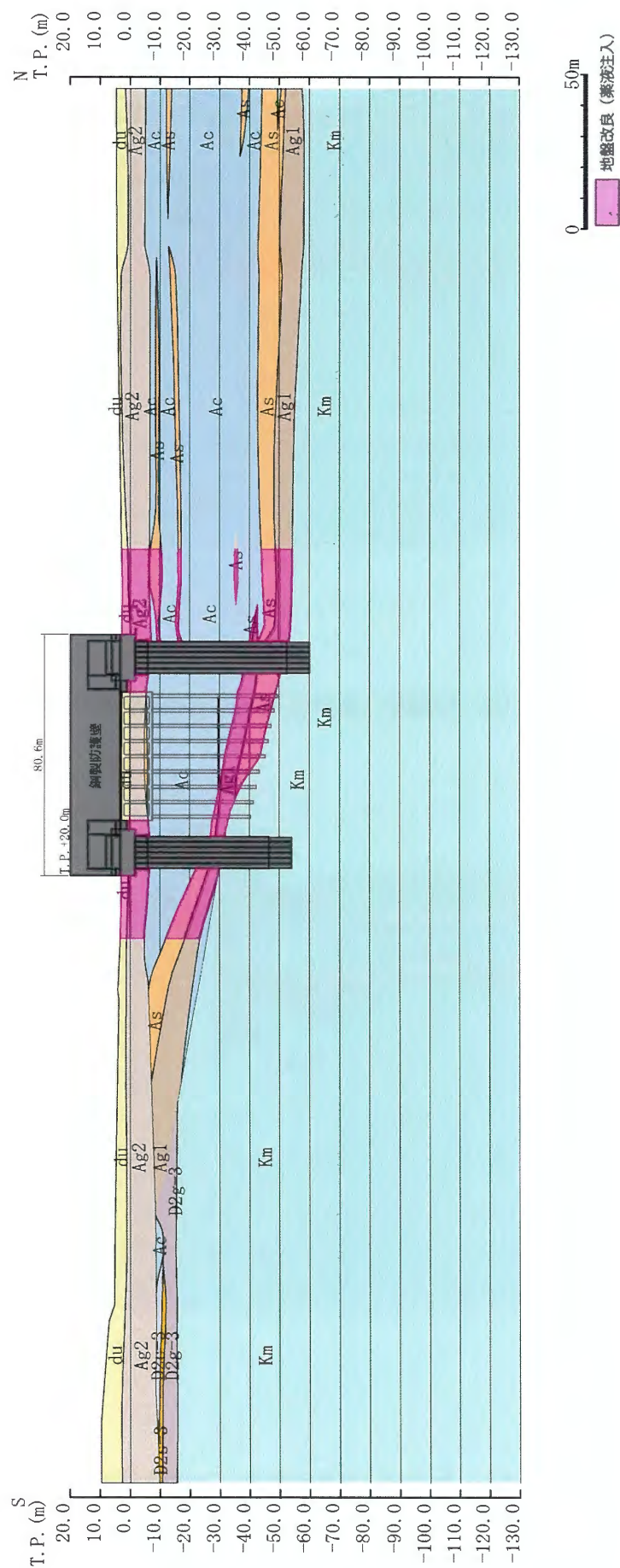


图 4.1-2 防潮堤 (鋼製防護壁) 評価対象断面図 (①—①断面)



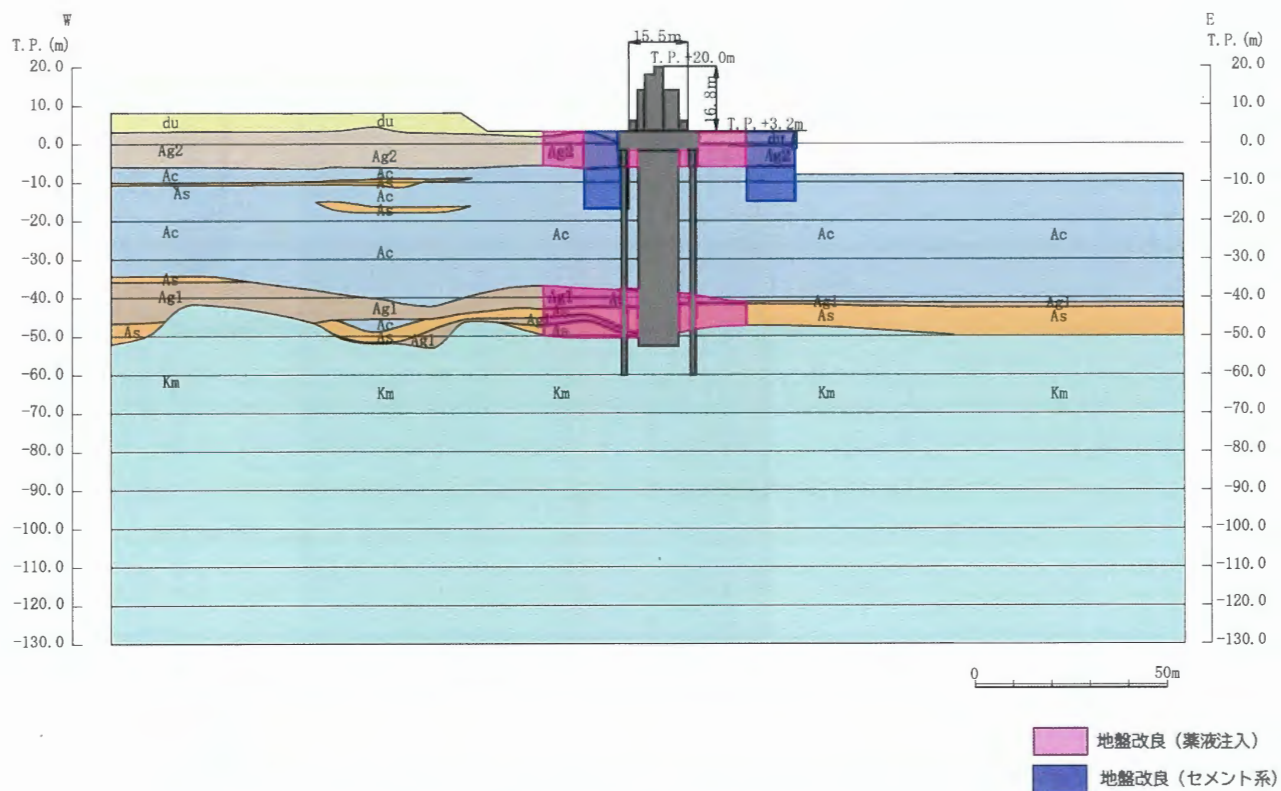


図 4.1-3 防潮堤（鋼製防護壁）評価対象断面図（②—②断面）

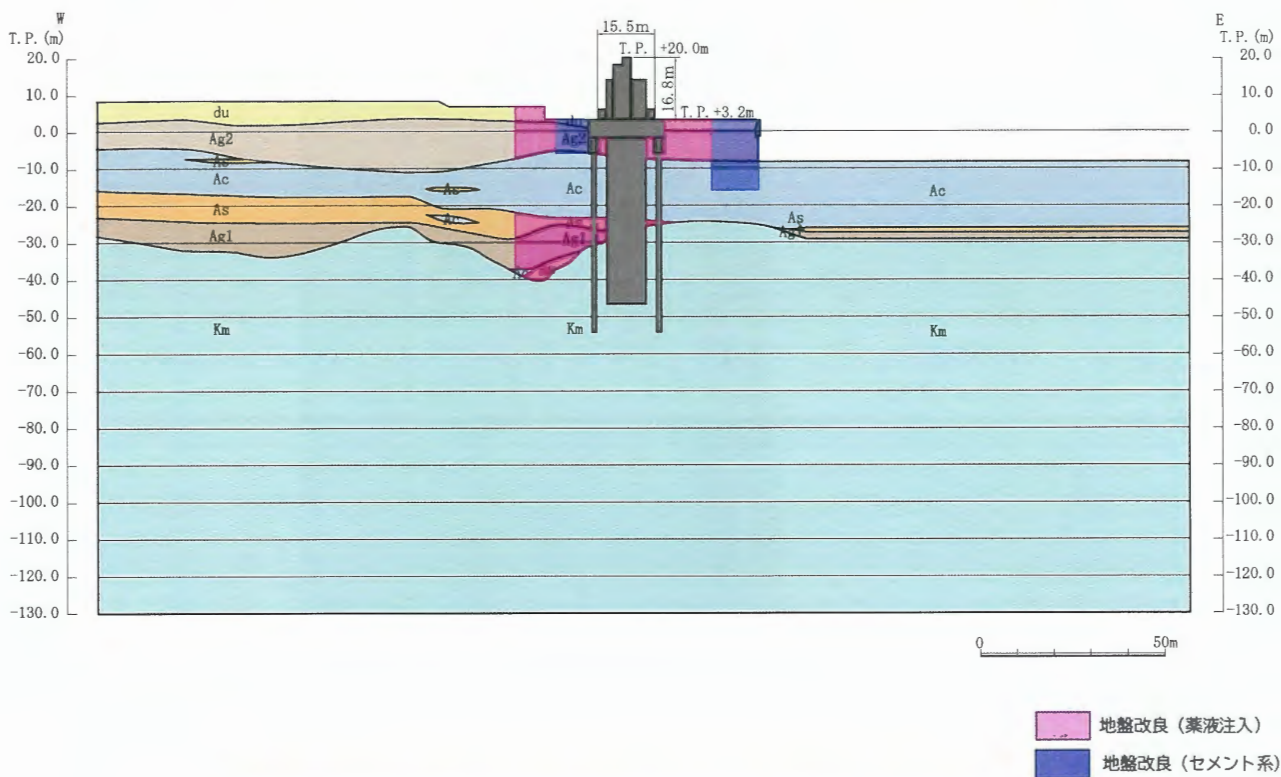


図 4.1-4 防潮堤（鋼製防護壁）評価対象断面図（③—③断面）

#### 4.1.2 評価対象部位及び評価する性能

評価対象は、(1) 構造部材の健全性、(2) 基礎地盤の支持性能及び(3) 構造物の変形性であり、それぞれに含まれる評価対象部位は以下のとおりである。また、これらの部位の要求性能は表 2.3-1 に示すとおりである。

##### (1) 構造部材の健全性評価

構造部材の健全性に係る評価対象部位は、鋼製防護壁、鋼製防護壁基礎、接合部とする。これらの部位の要求性能は、表 2.3-1 に示すとおりである。

##### (2) 基礎地盤の支持性能評価

基礎地盤の支持性能に係る評価対象部位は、鋼製防護壁基礎を支持する基礎地盤とする。基礎地盤の要求性能は、表 2.3-1 に示すとおりである。

##### (3) 構造物の変形性評価

構造物の変形性評価に係る評価対象部位は、止水ジョイント部とする。止水ジョイント部の要求性能は、表 2.3-1 に示すとおりである。

## 4.2 地震応答解析手法の選定

防潮堤（鋼製防護壁）の地震応答解析は、**既工認**の添付書類「V-2-1-6 地震応答解析の基本方針」のうち、「2.3 屋外重要土木構造物」に示す解析方法及び解析モデルを踏まえて実施する。

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

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

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

地震応答解析には、解析コード「FLIP Ver. 7.3.0\_2」を使用する。なお、解析コードの検証及び妥当性確認の概要については、「VI-4(2) プログラム（解析コード）の概要」に示す。

地震応答解析手法の選定フローを図 4.2-1 に示す。

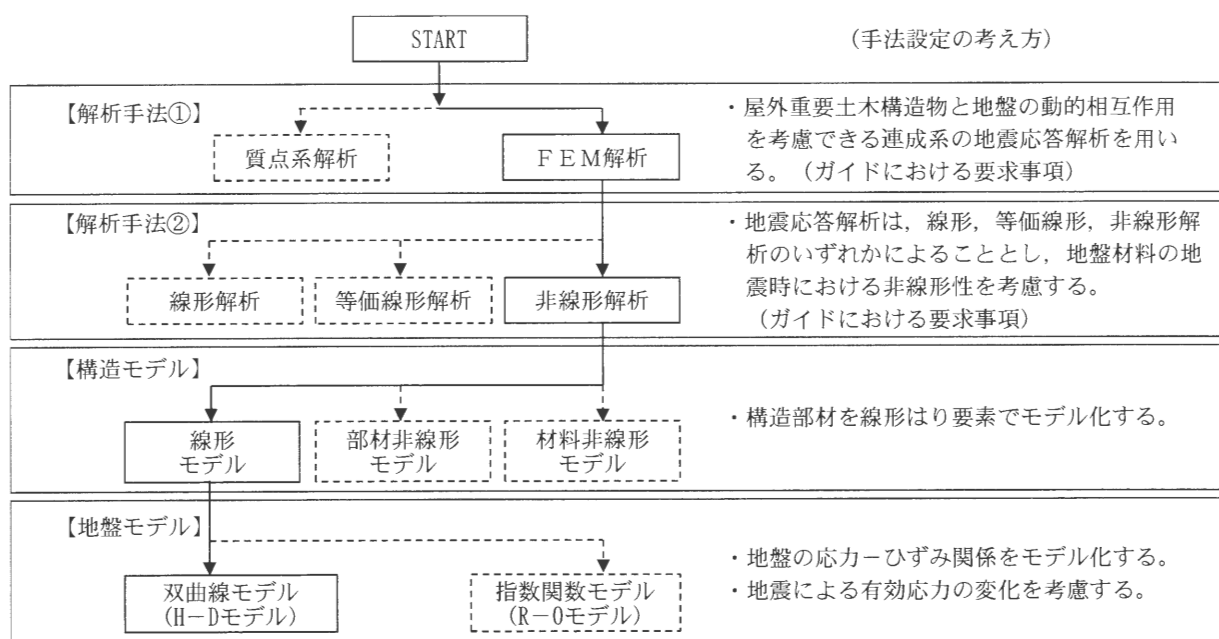


図 4.2-1 地震応答解析手法の選定フロー

地盤の繰返しせん断応力～せん断ひずみ関係の骨格曲線の構成則を有効応力解析へ適用する際は、地盤の繰返しせん断応力～せん断ひずみ関係の骨格曲線に関するせん断ひずみ及び有効応力の変化に応じた特徴を適切に表現できるモデルを用いる必要がある。

一般に、地盤は荷重を与えることによりせん断ひずみを増加させていくと、地盤のせん断応力は上限値に達し、それ以上はせん断応力が増加しなくなる特徴がある。また、地盤のせん断応力の上限値は有効応力に応じて変化する特徴がある。

よって、耐震評価における有効応力解析では、地盤の繰返しせん断応力～せん断ひずみ関係の骨格曲線の構成則として、地盤の繰返しせん断応力～せん断ひずみ関係の骨格曲線に関するせん断ひずみ及び有効応力の変化に応じたこれら2つの特徴を表現できる双曲線モデル（H-Dモデル）を選定する。



#### 4.3 使用材料及び材料の物性値

耐震評価に用いる材料定数は、適用基準に基づき設定する。

使用材料及び材料の物性値は、表 4.3-1 に示すとおりとする。

表 4.3-1 使用材料及び材料の物性値

| 材料                | 諸元                                                                                                                       | 単位体積重量<br>( $\text{kN}/\text{m}^3$ ) | ヤング係数<br>( $\text{N}/\text{mm}^2$ ) | ポアソン比<br>(-)        | 減衰定数<br>(%)      |
|-------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------|---------------------|------------------|
| 鉄筋コンクリート          | 鉄筋<br>SD390, SD490, SD685 <sup>*1*2</sup><br>コンクリート<br>設計基準強度50 $\text{N}/\text{mm}^2$ <sup>*3</sup>                     | 24.5 <sup>*3</sup>                   | $3.3 \times 10^4$ <sup>*3</sup>     | 0.2 <sup>*3</sup>   | 5 <sup>*4</sup>  |
| 頂版鉄筋コンクリート        |                                                                                                                          |                                      |                                     |                     |                  |
| 中詰め鉄筋コンクリート       |                                                                                                                          |                                      |                                     |                     |                  |
| 巻立て鉄筋コンクリート       |                                                                                                                          |                                      |                                     |                     |                  |
| 中実鉄筋コンクリート        |                                                                                                                          |                                      |                                     |                     |                  |
| 鋼材                | SM490Y <sup>*6</sup> , SM520B相当 <sup>*7</sup> ,<br>SM570 <sup>*6</sup> , SBHS500 <sup>*8*9</sup> , SBHS700 <sup>*9</sup> | 77.0 <sup>*6*7</sup>                 | $2.0 \times 10^5$ <sup>*6*7</sup>   | 0.3 <sup>*6*7</sup> | 3 <sup>*10</sup> |
| 鋼製防護壁             |                                                                                                                          |                                      |                                     |                     |                  |
| 鋼管杭 <sup>*5</sup> |                                                                                                                          |                                      |                                     |                     |                  |
| アンカーボルト           |                                                                                                                          |                                      |                                     |                     |                  |
| ベースプレート           |                                                                                                                          |                                      |                                     |                     |                  |

注記 \*1: コンクリート標準示方書〔設計編〕(土木学会, 2022年制定)

\*2: 鉄道構造物等設計標準・同解説(コンクリート構造物)(国土交通省鉄道局監修, 鉄道総合技術研究所編, 令和5年1月)

\*3: 道路土工カルパート工指針(平成21年度版)(日本道路協会, 平成22年3月)

\*4: 原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1 - 1987(日本電気協会)

\*5: 道路橋示方書(I 共通編・IV 下部構造編)・同解説(日本道路協会, 平成29年11月)に基づき  
腐食代1 mm を考慮する。杭の断面計算及び杭の曲げ剛性を算出する際は腐食代の断面積の低減を考慮する。

\*6: 道路橋示方書(I 共通編・II 鋼橋編)・同解説(日本道路協会, 平成14年3月)

\*7: 鋼構造物設計基準(II 鋼製橋脚編, 名古屋高速道路公社, 平成15年10月)

\*8: 道路橋示方書(II 鋼橋・鋼部材編)・同解説(日本道路協会, 平成29年11月)

\*9: 新しい高性能鋼材の利用技術調査研究報告書〜SBHS500(W), SBHS700(W)の設計・製作ガイドライン(案)〜  
(土木学会, 平成21年11月)

\*10: 道路橋示方書(V 耐震設計編)・同解説(日本道路協会, 平成24年3月)

接合部に用いるアンカーボルトについては、橋梁の設計を想定した鋼構造物設計基準(II 鋼製橋脚編, 名古屋高速道路公社, 平成15年10月)に基づいて設計する。

アンカーボルトには、直接定着方式のアンカーボルトとアンカーフレーム方式のアンカーボルトがある。アンカーフレーム方式は、複数のアンカーボルトを鋼製フレームで一体化して設置する構造であるため、アンカーボルトの軸力が大きくなるとアンカーフレームが大きくなり平面寸法の制約を受ける。さらに、アンカーフレーム方式では、高密度に配筋された頂版鉄筋コンクリート内では鉄筋と干渉しやすく、配筋配置の確保が困難であることから、直接定着式のアンカーボルトを採用する。上記の基準は直接定着式のアンカーボルトに適用できる基準であり、道路・橋梁施設において適用実績がある。

また、同基準では、接合部に用いる定着式アンカーボルトの材料として、スタッドの溶接性を確保するため、化学成分を調整した SM520B 相当を用いることが規定されている。SM520B 相当の鋼材は、表 4.3-2 に示すとおり、機械的強度及び化学成分が JIS 規格の SM520B と同等の力学特性を満たしている。このため、接合部に用いるアンカーボルトは SM520B 相当とする。同基準の引用箇所を表 4.3-3 に示す。



表 4.3-2 SM520B 相当と SM520B の比較

| 項目                | SM520B相当<br>(使用材料)                                                                  | SM520B<br>(比較材料)             | SM520B相当とSM520Bの比較                                                                                                                                                                                   |
|-------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 機械的強度             |                                                                                     |                              | 引張強さ及び降伏点は同等である。                                                                                                                                                                                     |
| 引張強さ              | 520 N/mm <sup>2</sup> 以上                                                            | 520～640 N/mm <sup>2</sup> 以上 |                                                                                                                                                                                                      |
| 降伏点又は耐力           | 355 N/mm <sup>2</sup> 以上                                                            | 315 N/mm <sup>2</sup> 以上     |                                                                                                                                                                                                      |
| 化学成分              |                                                                                     |                              | C, Mnの成分規定に差異があるが、以下により、本施設の環境下での使用は問題ないとする。<br>・Cは、一般的に機械的強度に影響を与える成分であり、Cの増加とともに引張強さが増加するが、上記に示すとおり機械的強度は同等である。<br>・Mnは、一般的に機械的強度に影響を与える成分であり、添加により焼き入れ性が向上するが、有意な影響を与えるものでなく、上記に示すとおり機械的強度は同等である。 |
| C                 | 0.22 %以下                                                                            | 0.20 %以下                     |                                                                                                                                                                                                      |
| Si                | 0.55 %以下                                                                            | 0.55 %以下                     |                                                                                                                                                                                                      |
| Mn                | 1.60 %以下                                                                            | 1.65 %以下                     |                                                                                                                                                                                                      |
| P                 | 0.035 %以下                                                                           | 0.035 %以下                    |                                                                                                                                                                                                      |
| S                 | 0.035 %以下                                                                           | 0.035 %以下                    |                                                                                                                                                                                                      |
| Cu, Ni, Cr, Mo, V | -                                                                                   | -                            |                                                                                                                                                                                                      |
| 判定                | SM520B相当は、機械的強度、化学成分ともにSM520Bと同等であることを確認したため、本施設においてSM520B相当を材料として使用することに問題はないと考える。 |                              |                                                                                                                                                                                                      |

表 4.3-3 鋼構造物設計基準(Ⅱ鋼製橋脚編, 名古屋高速道路公社, 平成 15 年 10 月)の引用箇所

表 3.1-1 アンカーボルトの材料

| 定着方式         | 直接定着方式                      |                             | アンカーフレーション方式                |                             |                             |                             |
|--------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| 鋼 種          | SM490A 相当                   | SM520B 相当                   | SS400                       | S30CN                       | S35CN                       | S45CN                       |
| 降伏点<br>または耐力 | 315 N/mm <sup>2</sup><br>以上 | 355 N/mm <sup>2</sup><br>以上 | 235 N/mm <sup>2</sup><br>以上 | 285 N/mm <sup>2</sup><br>以上 | 305 N/mm <sup>2</sup><br>以上 | 345 N/mm <sup>2</sup><br>以上 |
| JIS 注 1)     | (G3106) 注 2)                | (G3106) 注 2)                | G3101                       | G4051 注 3)                  | G4051 注 3)                  | G4051 注 3)                  |

注 1) アンカーボルトの鋼種表示は鉄鋼記号による。

注 2) JIS G 3106「溶接構造用圧延鋼材」には、鋼板、鋼帯、形鋼および平鋼が規定されており、直接定着方式のアンカーボルトに用いる棒鋼はこれらには含まれないが、スラッドの溶接性を確保するため、この化学成分を参考にし、表 3.1-2、表 3.1-3、表 3.1-4 を満足させるものとした。本基準では、直接定着方式のアンカーボルトの材質を、「SM490A 相当」、「SM520B 相当」と表記することとした。

注 3) 機械構造用鋼 S30CN、S35CN、S45CN は JIS B 4051 に示される材質 S30C、S35C、S45C に熱処理として焼きならしを施し、その規格の解説付表に示される機械的性質を満足する材料とする。

表 3.1-2 直接定着方式アンカーボルトに用いる鋼材の化学成分

| 記 号       | 化 学 成 分 (%)             |         |         |          |          |
|-----------|-------------------------|---------|---------|----------|----------|
|           | C                       | Si      | Mn      | P        | S        |
| SM490A 相当 | 0.22 以下                 | 0.55 以下 | 1.60 以下 | 0.035 以下 | 0.035 以下 |
| SM520B 相当 | 0.22 以下 <sup>注 1)</sup> | 0.55 以下 | 1.60 以下 | 0.035 以下 | 0.035 以下 |

注 1) JIS G 3106 には、厚さ 100mm を超える場合の C 数値が記載されていないが、機械的性質を考慮して決定した。

表 3.1-3 直接定着方式アンカーボルトに用いる鋼材の機械的性質

| 記 号       | 降伏点 (N/mm <sup>2</sup> ) | 引張強さ (N/mm <sup>2</sup> ) | 伸び (%) |
|-----------|--------------------------|---------------------------|--------|
| SM490A 相当 | 315 以上                   | 490 以上                    | 23 以上  |
| SM520B 相当 | 355 以上                   | 520 以上                    | 21 以上  |

表 3.1-4 直接定着方式アンカーボルトに用いる鋼材のシャルピー吸収エネルギー

| 記 号       | 試験温度 | シャルピー吸収<br>エネルギー | 試験片      |
|-----------|------|------------------|----------|
| SM520B 相当 | 0 °C | 27J 以上           | V ノッチ試験片 |

注 1) 試験片形状: JIS Z 2202 (金属材料衝撃試験片) による。

注 2) 試験方法: JIS Z 2242 (金属材料衝撃方法) による。

#### 4.4 地盤の物性値

耐震評価の検討においては、「VI-2-1-3 地盤の支持性能に係る基本方針(2)」にて設定している地盤の物性値を用いる。

地盤の物性値を表 4.4-1 に、地盤改良（セメント系）の物性値を表 4.4-2 に示す。

また、地盤改良（薬液注入）は、改良対象の原地盤の解析用物性値と同様の物性値を用いるとともに、非液状化層とする。

なお、Km 層の物性値は深度に応じて設定するものとし、具体的な値を表 4.4-3 に示す。

表 4.4-1 地盤の物性値

| 検討条件    |                        | 原地盤条件                            |                    |                    |                    |        |        |                    |        |        |                      |
|---------|------------------------|----------------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------|--------|--------------------|--------|--------|----------------------|
|         |                        | 平均Vs                             |                    |                    |                    |        |        |                    |        |        | -                    |
| 対象地盤    |                        | 第四系                              |                    |                    |                    |        |        |                    |        |        | 新第三系                 |
|         |                        | 埋戻土                              | du                 | Ag2                | Ac                 | As     | Ag1    | D2c-3              | D2s-3  | D2g-3  | Km                   |
| 物理特性    | 密度<br>()は地下水位以浅        | $\rho$ g/cm <sup>3</sup>         | 1.98<br>(1.82)     | 1.98<br>(1.82)     | 2.01<br>(1.89)     | 1.65   | 1.74   | 2.01<br>(1.89)     | 1.77   | 1.92   | 2.15<br>(2.11)       |
|         | 間隙比                    | e                                | 0.75               | 0.75               | 0.67               | 1.59   | 1.20   | 0.67               | 1.09   | 0.79   | 0.43                 |
| 変形特性    | ポアソン比                  | $\nu_{CD}$                       | 0.26               | 0.26               | 0.25               | 0.10   | 0.26   | 0.25               | 0.22   | 0.19   | 0.26                 |
|         | 基準平均有効主応力<br>()は地下水位以浅 | $\sigma'_{ma}$ kN/m <sup>2</sup> | 358<br>(312)       | 358<br>(312)       | 497<br>(299)       | 480    | 378    | 814<br>(814)       | 696    | 966    | 1167<br>(1167)       |
|         | 基準初期せん断剛性<br>()は地下水位以浅 | $G_{ma}$ kN/m <sup>2</sup>       | 253529<br>(220739) | 253529<br>(220739) | 278087<br>(167137) | 121829 | 143284 | 392073<br>(392073) | 285223 | 650611 | 1362035<br>(1362035) |
|         | 最大履歴減衰率                | $h_{max}$                        | 0.220              | 0.220              | 0.233              | 0.200  | 0.216  | 0.221              | 0.186  | 0.192  | 0.130                |
| 強度特性    | 粘着力                    | $C_{CD}$ N/mm <sup>2</sup>       | 0                  | 0                  | 0                  | 0.025  | 0.012  | 0                  | 0.026  | 0.01   | 0                    |
|         | 内部摩擦角                  | $\phi_{CD}$ °                    | 37.3               | 37.3               | 37.4               | 29.1   | 41.0   | 37.4               | 35.6   | 35.8   | 44.4                 |
| 液状化強度特性 | 液状化パラメータ               | $\phi_P$                         | 34.8               | 34.8               | 34.9               | -      | 38.3   | 34.9               | -      | 33.4   | 41.4                 |
|         |                        | $S_l$                            | 0.047              | 0.047              | 0.028              |        | 0.046  | 0.029              |        | 0.048  | 0.030                |
|         |                        | $W_l$                            | 6.5                | 6.5                | 56.5               |        | 6.9    | 51.6               |        | 17.6   | 45.2                 |
|         |                        | $P_1$                            | 1.26               | 1.26               | 9.00               |        | 1.00   | 12.00              |        | 4.80   | 8.00                 |
|         |                        | $P_2$                            | 0.80               | 0.80               | 0.60               |        | 0.75   | 0.60               |        | 0.96   | 0.60                 |
|         |                        | $C_l$                            | 2.00               | 2.00               | 3.40               |        | 2.27   | 3.35               |        | 3.15   | 3.82                 |
|         |                        |                                  |                    |                    |                    |        |        |                    |        |        |                      |

深度に応じて設定

表 4.4-2 地盤改良（セメント系）の物性値

| 項目     |                                         | 地盤改良（セメント系）                                                                                                                                                                                                |                                                                                  |
|--------|-----------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
|        |                                         | 一軸圧縮強度（ $\leq 8.5$ N/mm <sup>2</sup> の場合）*                                                                                                                                                                 | 一軸圧縮強度（ $> 8.5$ N/mm <sup>2</sup> の場合）                                           |
| 物理特性   | 密度<br>$\rho_t$ (g/cm <sup>3</sup> )     | 改良対象の現地盤の平均密度 $\times 1.1$                                                                                                                                                                                 |                                                                                  |
| 静的変形特性 | 静弾性係数<br>(N/mm <sup>2</sup> )           | 581                                                                                                                                                                                                        | 2159                                                                             |
|        | 静ポアソン分布<br>$\nu_s$                      | 0.260                                                                                                                                                                                                      |                                                                                  |
| 動的変形特性 | 初期せん断剛性<br>$G_0$ (N/mm <sup>2</sup> )   | $G_0 = \rho_t / 1000 \times V_s^2$<br>$V_s = 147.6 \times q_u^{0.417}$ (m/s)<br>$q_u$ : 地盤改良体の一軸圧縮強さ (kgf/cm <sup>2</sup> )                                                                                |                                                                                  |
|        | 動ポアソン比<br>$\nu_d$                       | 0.431                                                                                                                                                                                                      |                                                                                  |
|        | 動せん断弾性係数のひずみ依存性<br>$G/G_0 \sim \gamma$  | $G/G = \frac{1}{1 - \gamma/0.000537}$<br>$\gamma$ : せん断ひずみ (-)                                                                                                                                             | $G/G = \frac{1}{1 - \gamma/0.001560}$<br>$\gamma$ : せん断ひずみ (-)                   |
|        | 減衰定数<br>$h \sim \gamma$                 | $h = 0.152 \frac{\gamma/0.000537}{1 - \gamma/0.000537}$<br>$\gamma$ : せん断ひずみ (-)                                                                                                                           | $h = 0.178 \frac{\gamma/0.001560}{1 - \gamma/0.001560}$<br>$\gamma$ : せん断ひずみ (-) |
| 強度特性   | ピーク強度<br>$C$ (N/mm <sup>2</sup> )       | $C = q_u / 2$<br>$q_u$ : 地盤改良体の一軸圧縮強さ (N/mm <sup>2</sup> )                                                                                                                                                 |                                                                                  |
|        | 残留強度<br>$\tau_0$ (N/mm <sup>2</sup> )   | 粘着力 $C = 0$ (N/mm <sup>2</sup> )<br>内部摩擦角 $\phi = 29.1$ (度)                                                                                                                                                |                                                                                  |
|        | 引張強度<br>$\sigma_t$ (N/mm <sup>2</sup> ) | 下記の式を用いて、 $S_t (= \sigma_t)$ を求める。<br>$q_u = \frac{s_t \cdot q_u}{\sqrt{s_t \cdot (q_u - 3 \cdot s_t)}}$ $S_t (= \sigma_t)$ : 地盤改良体の引張強度 (N/mm <sup>2</sup> )<br>$q_u$ : 地盤改良体の一軸圧縮強さ (N/mm <sup>2</sup> ) |                                                                                  |

注記 \* : 地盤改良（セメント系）の一軸圧縮強度 : 1.0 N/mm<sup>2</sup>, 1.5 N/mm<sup>2</sup>, 3.0 N/mm<sup>2</sup>

表 4.4-3 Km 層の物性値

| 区分<br>番号 | 設定深度<br>TP (m)<br>Z | 適用深度 TP (m) | 密度<br>$\rho$<br>( $\text{g}/\text{cm}^3$ ) | 静水アソソ比<br>$\nu_{cs}$ | 粘着力<br>$C_{cs}$<br>( $\text{kN}/\text{m}^2$ ) | 内部摩擦角<br>$\phi_{cs}$<br>( $^\circ$ ) | せん断波<br>速度Vs<br>( $\text{m}/\text{s}$ ) | 基準初期<br>せん断剛性 Gma<br>( $\text{kN}/\text{m}^2$ ) | 基準体積<br>弾性係数 Kma<br>( $\text{kN}/\text{m}^2$ ) | 基準平均有効<br>主応力 $\sigma'_{ma}$<br>( $\text{kN}/\text{m}^2$ ) | 拘束圧<br>依存係数<br>mg, mK | 最大履歴<br>減衰率<br>hmax (-) | 動水アソソ比<br>$\nu_d$ | 疎密波<br>速度Vp<br>( $\text{m}/\text{s}$ ) |
|----------|---------------------|-------------|--------------------------------------------|----------------------|-----------------------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------------|-------------------------------------------------|------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|-----------------------|-------------------------|-------------------|----------------------------------------|
| 1        | 10                  | 9.5 ~ 10.5  | 1.72                                       | 0.16                 | 298                                           | 24.2                                 | 425                                     | 310.675                                         | 353.317                                        | 504                                                        | 0.0                   | 0.105                   | 0.464             | 1.640                                  |
| 2        | 9                   | 8.5 ~ 9.5   | 1.72                                       | 0.16                 | 304                                           | 24.1                                 | 426                                     | 312.139                                         | 354.982                                        | 504                                                        | 0.0                   | 0.105                   | 0.464             | 1.644                                  |
| 3        | 8                   | 7.5 ~ 8.5   | 1.72                                       | 0.16                 | 310                                           | 24.0                                 | 427                                     | 313.606                                         | 356.650                                        | 504                                                        | 0.0                   | 0.105                   | 0.464             | 1.648                                  |
| 4        | 7                   | 6.5 ~ 7.5   | 1.72                                       | 0.16                 | 316                                           | 23.9                                 | 428                                     | 315.076                                         | 358.322                                        | 504                                                        | 0.0                   | 0.105                   | 0.464             | 1.651                                  |
| 5        | 6                   | 5.5 ~ 6.5   | 1.72                                       | 0.16                 | 322                                           | 23.8                                 | 428                                     | 315.076                                         | 358.322                                        | 504                                                        | 0.0                   | 0.106                   | 0.464             | 1.651                                  |
| 6        | 5                   | 4.5 ~ 5.5   | 1.72                                       | 0.16                 | 328                                           | 23.7                                 | 429                                     | 316.551                                         | 359.999                                        | 504                                                        | 0.0                   | 0.106                   | 0.464             | 1.655                                  |
| 7        | 4                   | 3.5 ~ 4.5   | 1.72                                       | 0.16                 | 334                                           | 23.6                                 | 430                                     | 318.028                                         | 361.679                                        | 504                                                        | 0.0                   | 0.106                   | 0.463             | 1.638                                  |
| 8        | 3                   | 2.5 ~ 3.5   | 1.72                                       | 0.16                 | 340                                           | 23.5                                 | 431                                     | 319.509                                         | 363.363                                        | 504                                                        | 0.0                   | 0.107                   | 0.463             | 1.642                                  |
| 9        | 2                   | 1.5 ~ 2.5   | 1.72                                       | 0.16                 | 346                                           | 23.4                                 | 431                                     | 319.509                                         | 363.363                                        | 504                                                        | 0.0                   | 0.107                   | 0.463             | 1.642                                  |
| 10       | 1                   | 0.5 ~ 1.5   | 1.72                                       | 0.16                 | 352                                           | 23.3                                 | 432                                     | 320.993                                         | 365.051                                        | 504                                                        | 0.0                   | 0.107                   | 0.463             | 1.646                                  |
| 11       | 0                   | -0.5 ~ 0.5  | 1.72                                       | 0.16                 | 358                                           | 23.2                                 | 433                                     | 322.481                                         | 366.743                                        | 504                                                        | 0.0                   | 0.107                   | 0.463             | 1.650                                  |
| 12       | -1                  | -1.5 ~ -0.5 | 1.72                                       | 0.16                 | 364                                           | 23.1                                 | 434                                     | 323.972                                         | 368.439                                        | 504                                                        | 0.0                   | 0.108                   | 0.463             | 1.653                                  |
| 13       | -2                  | -2.5 ~ -1.5 | 1.72                                       | 0.16                 | 370                                           | 23.0                                 | 435                                     | 325.467                                         | 370.139                                        | 504                                                        | 0.0                   | 0.108                   | 0.463             | 1.657                                  |
| 14       | -3                  | -3.5 ~ -2.5 | 1.72                                       | 0.16                 | 376                                           | 22.9                                 | 435                                     | 325.467                                         | 370.139                                        | 504                                                        | 0.0                   | 0.108                   | 0.463             | 1.657                                  |
| 15       | -4                  | -4.5 ~ -3.5 | 1.72                                       | 0.16                 | 382                                           | 22.8                                 | 436                                     | 326.965                                         | 371.843                                        | 504                                                        | 0.0                   | 0.108                   | 0.463             | 1.661                                  |
| 16       | -5                  | -5.5 ~ -4.5 | 1.72                                       | 0.16                 | 388                                           | 22.7                                 | 437                                     | 328.467                                         | 373.551                                        | 504                                                        | 0.0                   | 0.109                   | 0.462             | 1.644                                  |
| 17       | -6                  | -6.5 ~ -5.5 | 1.72                                       | 0.16                 | 394                                           | 22.6                                 | 438                                     | 329.972                                         | 375.262                                        | 504                                                        | 0.0                   | 0.109                   | 0.462             | 1.648                                  |
| 18       | -7                  | -7.5 ~ -6.5 | 1.72                                       | 0.16                 | 400                                           | 22.5                                 | 438                                     | 329.972                                         | 375.262                                        | 504                                                        | 0.0                   | 0.109                   | 0.462             | 1.648                                  |
| 19       | -8                  | -8.5 ~ -7.5 | 1.72                                       | 0.16                 | 406                                           | 22.4                                 | 439                                     | 331.480                                         | 376.977                                        | 504                                                        | 0.0                   | 0.109                   | 0.462             | 1.652                                  |
| 20       | -9                  | -9.5 ~ -8.5 | 1.72                                       | 0.16                 | 412                                           | 22.3                                 | 440                                     | 332.992                                         | 378.697                                        | 504                                                        | 0.0                   | 0.110                   | 0.462             | 1.656                                  |
| 21       | -10                 | -11 ~ -9.5  | 1.72                                       | 0.16                 | 418                                           | 22.2                                 | 441                                     | 334.507                                         | 380.420                                        | 504                                                        | 0.0                   | 0.110                   | 0.462             | 1.659                                  |
| 22       | -12                 | -13 ~ -11   | 1.72                                       | 0.16                 | 430                                           | 22.0                                 | 442                                     | 336.026                                         | 382.147                                        | 504                                                        | 0.0                   | 0.110                   | 0.462             | 1.663                                  |
| 23       | -14                 | -15 ~ -13   | 1.72                                       | 0.16                 | 442                                           | 21.8                                 | 444                                     | 339.074                                         | 385.614                                        | 504                                                        | 0.0                   | 0.111                   | 0.462             | 1.671                                  |
| 24       | -16                 | -17 ~ -15   | 1.72                                       | 0.16                 | 454                                           | 21.6                                 | 445                                     | 340.603                                         | 387.352                                        | 504                                                        | 0.0                   | 0.111                   | 0.461             | 1.654                                  |
| 25       | -18                 | -19 ~ -17   | 1.72                                       | 0.16                 | 467                                           | 21.4                                 | 447                                     | 343.671                                         | 390.842                                        | 504                                                        | 0.0                   | 0.112                   | 0.461             | 1.662                                  |
| 26       | -20                 | -21 ~ -19   | 1.72                                       | 0.16                 | 479                                           | 21.2                                 | 448                                     | 345.211                                         | 392.593                                        | 504                                                        | 0.0                   | 0.112                   | 0.461             | 1.665                                  |
| 27       | -22                 | -23 ~ -21   | 1.72                                       | 0.15                 | 491                                           | 21.0                                 | 450                                     | 348.300                                         | 381.471                                        | 498                                                        | 0.0                   | 0.112                   | 0.461             | 1.673                                  |
| 28       | -24                 | -25 ~ -23   | 1.72                                       | 0.15                 | 503                                           | 20.8                                 | 452                                     | 351.403                                         | 384.870                                        | 498                                                        | 0.0                   | 0.113                   | 0.461             | 1.680                                  |
| 29       | -26                 | -27 ~ -25   | 1.72                                       | 0.15                 | 515                                           | 20.6                                 | 453                                     | 352.959                                         | 386.574                                        | 498                                                        | 0.0                   | 0.113                   | 0.460             | 1.664                                  |
| 30       | -28                 | -29 ~ -27   | 1.72                                       | 0.15                 | 527                                           | 20.4                                 | 455                                     | 356.083                                         | 389.996                                        | 498                                                        | 0.0                   | 0.114                   | 0.460             | 1.672                                  |
| 31       | -30                 | -31 ~ -29   | 1.72                                       | 0.15                 | 539                                           | 20.2                                 | 456                                     | 357.650                                         | 391.712                                        | 498                                                        | 0.0                   | 0.114                   | 0.460             | 1.675                                  |
| 32       | -32                 | -33 ~ -31   | 1.72                                       | 0.15                 | 551                                           | 20.0                                 | 458                                     | 360.794                                         | 395.155                                        | 498                                                        | 0.0                   | 0.115                   | 0.460             | 1.683                                  |
| 33       | -34                 | -35 ~ -33   | 1.72                                       | 0.15                 | 563                                           | 19.8                                 | 459                                     | 362.371                                         | 396.883                                        | 498                                                        | 0.0                   | 0.115                   | 0.459             | 1.667                                  |
| 34       | -36                 | -37 ~ -35   | 1.72                                       | 0.15                 | 575                                           | 19.6                                 | 461                                     | 365.536                                         | 400.349                                        | 498                                                        | 0.0                   | 0.115                   | 0.459             | 1.675                                  |
| 35       | -38                 | -39 ~ -37   | 1.72                                       | 0.15                 | 587                                           | 19.4                                 | 462                                     | 367.124                                         | 402.088                                        | 498                                                        | 0.0                   | 0.116                   | 0.459             | 1.678                                  |
| 36       | -40                 | -41 ~ -39   | 1.72                                       | 0.15                 | 599                                           | 19.2                                 | 464                                     | 370.309                                         | 405.577                                        | 498                                                        | 0.0                   | 0.116                   | 0.459             | 1.685                                  |
| 37       | -42                 | -43 ~ -41   | 1.72                                       | 0.15                 | 611                                           | 19.0                                 | 465                                     | 371.907                                         | 407.327                                        | 498                                                        | 0.0                   | 0.117                   | 0.459             | 1.689                                  |
| 38       | -44                 | -45 ~ -43   | 1.72                                       | 0.15                 | 623                                           | 18.8                                 | 467                                     | 375.113                                         | 410.838                                        | 498                                                        | 0.0                   | 0.117                   | 0.458             | 1.678                                  |
| 39       | -46                 | -47 ~ -45   | 1.72                                       | 0.15                 | 635                                           | 18.6                                 | 468                                     | 376.721                                         | 412.599                                        | 498                                                        | 0.0                   | 0.117                   | 0.458             | 1.681                                  |
| 40       | -48                 | -49 ~ -47   | 1.72                                       | 0.15                 | 647                                           | 18.4                                 | 470                                     | 379.948                                         | 416.134                                        | 498                                                        | 0.0                   | 0.118                   | 0.458             | 1.688                                  |
| 41       | -50                 | -51 ~ -49   | 1.73                                       | 0.15                 | 660                                           | 18.3                                 | 472                                     | 385.416                                         | 422.122                                        | 498                                                        | 0.0                   | 0.118                   | 0.458             | 1.696                                  |
| 42       | -52                 | -53 ~ -51   | 1.73                                       | 0.15                 | 672                                           | 18.1                                 | 473                                     | 387.051                                         | 423.913                                        | 498                                                        | 0.0                   | 0.118                   | 0.458             | 1.699                                  |
| 43       | -54                 | -55 ~ -53   | 1.73                                       | 0.15                 | 684                                           | 17.9                                 | 475                                     | 390.331                                         | 427.505                                        | 498                                                        | 0.0                   | 0.118                   | 0.457             | 1.688                                  |
| 44       | -56                 | -57 ~ -55   | 1.73                                       | 0.15                 | 696                                           | 17.7                                 | 476                                     | 391.976                                         | 429.307                                        | 498                                                        | 0.0                   | 0.119                   | 0.457             | 1.692                                  |
| 45       | -58                 | -59 ~ -57   | 1.73                                       | 0.15                 | 708                                           | 17.5                                 | 478                                     | 395.277                                         | 432.922                                        | 498                                                        | 0.0                   | 0.119                   | 0.457             | 1.699                                  |
| 46       | -60                 | -61 ~ -59   | 1.73                                       | 0.15                 | 720                                           | 17.3                                 | 479                                     | 396.933                                         | 434.736                                        | 498                                                        | 0.0                   | 0.120                   | 0.457             | 1.702                                  |
| 47       | -62                 | -63 ~ -61   | 1.73                                       | 0.14                 | 732                                           | 17.1                                 | 481                                     | 400.255                                         | 422.491                                        | 492                                                        | 0.0                   | 0.120                   | 0.457             | 1.709                                  |
| 48       | -64                 | -65 ~ -63   | 1.73                                       | 0.14                 | 744                                           | 16.9                                 | 482                                     | 401.921                                         | 424.250                                        | 492                                                        | 0.0                   | 0.120                   | 0.456             | 1.695                                  |
| 49       | -66                 | -67 ~ -65   | 1.73                                       | 0.14                 | 756                                           | 16.7                                 | 484                                     | 405.263                                         | 427.778                                        | 492                                                        | 0.0                   | 0.120                   | 0.456             | 1.702                                  |
| 50       | -68                 | -69 ~ -67   | 1.73                                       | 0.14                 | 768                                           | 16.5                                 | 485                                     | 406.939                                         | 429.547                                        | 492                                                        | 0.0                   | 0.121                   | 0.456             | 1.705                                  |
| 51       | -70                 | -71 ~ -69   | 1.73                                       | 0.14                 | 780                                           | 16.3                                 | 487                                     | 410.302                                         | 433.097                                        | 492                                                        | 0.0                   | 0.121                   | 0.456             | 1.712                                  |
| 52       | -72                 | -73 ~ -71   | 1.73                                       | 0.14                 | 792                                           | 16.1                                 | 489                                     | 413.679                                         | 436.661                                        | 492                                                        | 0.0                   | 0.121                   | 0.456             | 1.719                                  |
| 53       | -74                 | -75 ~ -73   | 1.73                                       | 0.14                 | 804                                           | 15.9                                 | 490                                     | 415.373                                         | 438.449                                        | 492                                                        | 0.0                   | 0.122                   | 0.455             | 1.705                                  |
| 54       | -76                 | -77 ~ -75   | 1.73                                       | 0.14                 | 816                                           | 15.7                                 | 492                                     | 418.771                                         | 442.036                                        | 492                                                        | 0.0                   | 0.122                   | 0.455             | 1.712                                  |
| 55       | -78                 | -79 ~ -77   | 1.73                                       | 0.14                 | 828                                           | 15.5                                 | 493                                     | 420.475                                         | 443.835                                        | 492                                                        | 0.0                   | 0.122                   | 0.455             | 1.716                                  |
| 56       | -80                 | -81 ~ -79   | 1.73                                       | 0.14                 | 840                                           | 15.3                                 | 495                                     | 423.893                                         | 447.443                                        | 492                                                        | 0.0                   | 0.122                   | 0.455             | 1.723                                  |
| 57       | -82                 | -85 ~ -81   | 1.73                                       | 0.14                 | 852                                           | 15.1                                 | 496                                     | 425.608                                         | 449.253                                        | 492                                                        | 0.0                   | 0.123                   | 0.455             | 1.726                                  |
| 58       | -88                 | -90 ~ -85   | 1.73                                       | 0.14                 | 889                                           | 14.5                                 | 501                                     | 434.232                                         | 458.356                                        | 492                                                        | 0.0                   | 0.124                   | 0.454             | 1.726                                  |
| 59       | -92                 | -95 ~ -90   | 1.73                                       | 0.14                 | 913                                           | 14.1                                 | 504                                     | 439.448                                         | 463.862                                        | 492                                                        | 0.0                   | 0.124                   | 0.454             | 1.736                                  |
| 60       | -98                 | -101 ~ -95  | 1.73                                       | 0.14                 | 949                                           | 13.5                                 | 509                                     | 448.210                                         | 473.111                                        | 492                                                        | 0.0                   | 0.125                   | 0.453             | 1.736                                  |
| 61       | -104                | -108 ~ -101 | 1.73                                       | 0.13                 | 985                                           | 12.9                                 | 513                                     | 455.282                                         | 463.485                                        | 486                                                        | 0.0                   | 0.126                   | 0.452             | 1.733                                  |
| 62       | -112                | -115 ~ -108 | 1.73                                       | 0.13                 | 1,033                                         | 12.1                                 | 519                                     | 465.995                                         | 474.391                                        | 486                                                        | 0.0                   | 0.127                   | 0.451             | 1.737                                  |
| 63       | -118                | -122 ~ -115 | 1.73                                       | 0.13                 | 1,070                                         | 11.5                                 | 524                                     | 475.016                                         | 483.575                                        | 486                                                        | 0.0                   | 0.127                   | 0.451             | 1.754                                  |
| 64       | -126                | -130 ~ -122 | 1.73                                       | 0.13                 | 1,118                                         | 10.7                                 | 530                                     | 485.957                                         | 494.713                                        | 486                                                        | 0.0                   | 0.128                   | 0.450             | 1.758                                  |

#### 4.5 荷重及び荷重の組合せ

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

##### 4.5.1 耐震評価上考慮する状態

防潮堤（鋼製防護壁）の地震応答解折において、地震以外に考慮する状態を以下に示す。

###### (1) 運転時の状態

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

###### (2) 設計基準事故時の状態

設計基準事故時の影響を受けないことから考慮しない。

###### (3) 設計用自然条件

積雪及び風荷重を考慮する。

###### (4) 重大事故等時の状態

重大事故等時の状態の影響を受けないことから考慮しない。

##### 4.5.2 荷重

###### (1) 固定荷重

固定荷重は、躯体自重、静止土圧、外水圧を考慮する。

###### (2) 積載荷重

積載荷重は、表 4.5-1 に示す機器・配管荷重を考慮する。

表 4.5-1 機器・配管荷重

| 機器         | 荷重 (kN) |
|------------|---------|
| スクリーン室クレーン | 840     |

###### (3) 地震荷重

地震荷重は、基準地震動  $S_s$  による荷重を考慮する。

###### (4) 積雪荷重

積雪荷重については、「建築基準法施行令第 86 条」及び「茨城県建築基準法施行細則第 16 条の 4」に従って設定する。積雪の厚さ 1 cm 当たりの荷重を  $20 \text{ N/m}^2/\text{cm}$  とし、積雪量は 30 cm としていることから積雪荷重は  $600 \text{ N/m}^2$  であるが、地震時短期荷重として積雪荷重の 0.35 倍である  **$210 \text{ N/m}^2$**  を考慮する。



(5) 風荷重

風荷重は，風速 30 m/s の風圧力を考慮する。

(6) 地下水位

地下水位は，地表面として設定する。

#### 4.5.3 荷重の組合せ

荷重の組合せを表 4.5-2 に示し、荷重概念図を図 4.5-1 に示す。

表 4.5-2 荷重の組合せ

| 区分  | 荷重の組合せ                    |
|-----|---------------------------|
| 地震時 | $G + P + K_s + P_s + P_k$ |

G: 固定荷重

P: 積載荷重

Ks: 地震荷重

Ps: 積雪荷重

Pk: 風荷重

| 種別   | 荷重        | 算定方法                                                          |
|------|-----------|---------------------------------------------------------------|
| 永久荷重 | 固定荷重 (G)  |                                                               |
|      | 躯体自重      | ○ ・対象構造物の体積に材料の密度を考慮して設定する。                                   |
|      | 静止土圧      | ○ ・初期応力解析により設定する。                                             |
|      | 外水圧       | ○ ・地下水の密度を考慮し、地下水位に応じた静水圧として設定する。                             |
|      | 内水圧       | - ・内水はないため考慮しない。                                              |
|      | 積載荷重 (P)  |                                                               |
|      | 機器・配管自重   | ○ ・機器・配管の自重を考慮する。                                             |
|      | 土被り荷重     | - ・土被りはないため考慮しない。                                             |
| 偶発荷重 | 上載荷重      | - ・恒常的に配置された設備等はないことから考慮しない。                                  |
|      | 地震荷重 (Ks) |                                                               |
|      | 地震荷重      | ○ ・基準地震動 $S_s$ による水平及び鉛直同時加振を考慮する。<br>・躯体、機器・配管の慣性力、動土圧を考慮する。 |
| 変動荷重 | 動水圧       | - ・自由水はないため動水圧は考慮しない。                                         |
|      | 積雪荷重 (Ps) |                                                               |
|      | 積雪荷重      | ○ ・積雪荷重を考慮する。                                                 |
|      | 風荷重 (Pk)  |                                                               |
|      | 風荷重       | ○ ・風荷重を考慮する。                                                  |
|      | その他       | - ・発電所の立地特性及び構造物の配置状況を踏まえると、偶発荷重と組合せべき変動荷重はない。                |

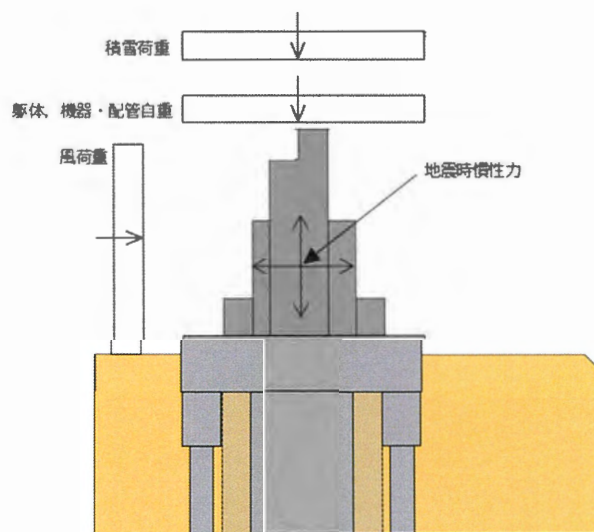


図 4.5-1 荷重概念図（地震時）

#### 4.5.4 入力地震動

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

地震応答解析に用いる入力地震動は、図 4.5-2 に示すとおり解放基盤表面 (EL. -370 m) で定義される基準地震動  $S_s$  を、1 次元波動論により地震応答解析モデルの底面位置 (EL. -130 m) で評価したものをを用いる。表 4.5-3～表 4.5-10 に入力地震動の加速度時刻歴と加速度応答スペクトルを示す。

入力地震動の算定には、解析コード「k-SHAKE Ver. 6.2.0」を使用する。解析コードの検証及び妥当性の確認は、「VI-4-1 (2) 計算機プログラム (解析コード) の概要・k-SHAKE」に示す。

基準地震動  $S_s$  のうち断層モデル波は、特定の方向性を有することから、構造物の評価対象断面方向を考慮し、方位補正を行う。具体的には、NS 方向及びEW 方向の地震動について構造物の評価断面方向の成分を求め、各々を足し合わせることで方位補正した基準地震動を設定する。

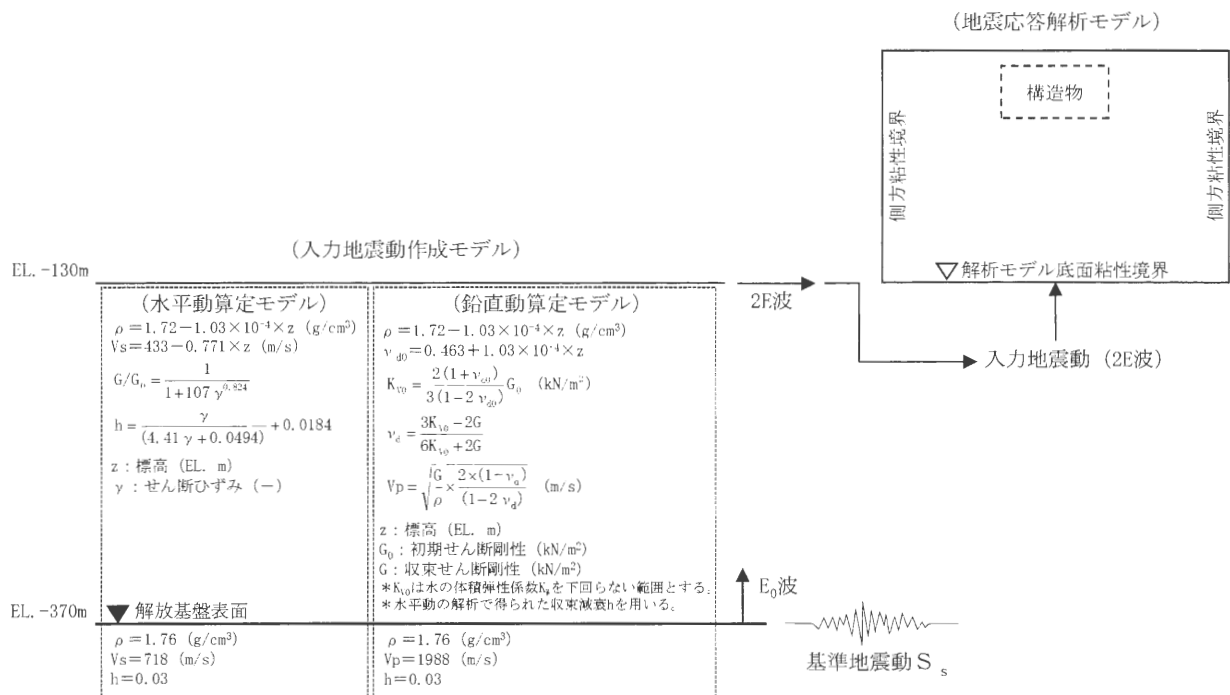


図 4.5-2 入力地震動算定の概念図

表 4.5-3 入力地震動の加速度時刻歴と加速度応答スペクトル( $S_s-D1$ )

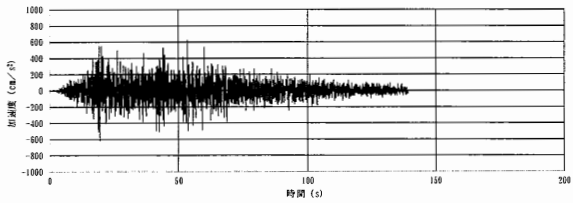
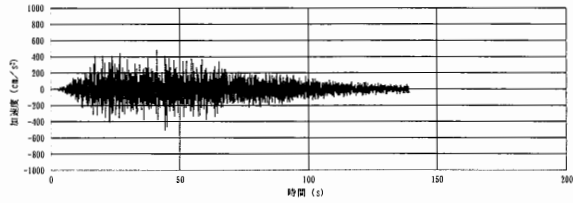
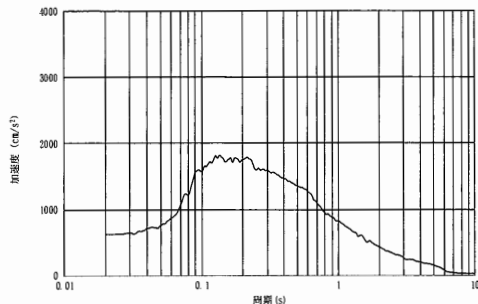
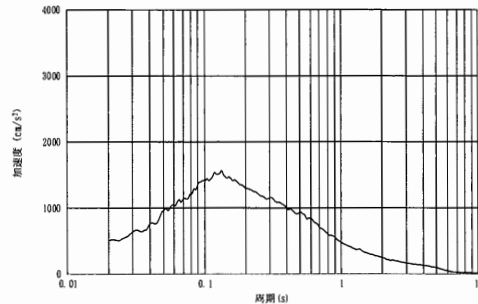
| 入力地震動： $S_s-D1$                                                                                                                                   |                                                                                                                                                    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 堤軸方向：①-①断面に適用<br>堤軸直交方向：②-②断面，③-③断面に適用                                                                                                            |                                                                                                                                                    |
| 水平方向                                                                                                                                              | 鉛直方向                                                                                                                                               |
| <p>加速度時刻歴      MAX 620 <math>\text{cm/s}^2</math> (53.46 s)</p>  | <p>加速度時刻歴      MAX 504 <math>\text{cm/s}^2</math> (44.23 s)</p>  |
| <p>加速度応答スペクトル      <math>h=0.05</math></p>                      | <p>加速度応答スペクトル      <math>h=0.05</math></p>                      |

表 4.5-4 入力地震動の加速度時刻歴と加速度応答スペクトル ( $S_s - 1.1$ )

|                                             |  |                                             |  |
|---------------------------------------------|--|---------------------------------------------|--|
| 入力地震動: $S_s - 1.1$                          |  |                                             |  |
| 堤軸方向: ①-①断面に適用                              |  |                                             |  |
| 水平方向                                        |  | 鉛直方向                                        |  |
| 加速度時刻歴<br>MAX 470 $\text{cm/s}^2$ (25.29 s) |  | 加速度時刻歴<br>MAX 522 $\text{cm/s}^2$ (25.01 s) |  |
|                                             |  |                                             |  |
| 加速度応答スペクトル<br>h=0.05                        |  | 加速度応答スペクトル<br>h=0.05                        |  |
|                                             |  |                                             |  |
| 堤軸直交方向: ②-②断面, ③-③断面に適用                     |  |                                             |  |
| 水平方向                                        |  | 鉛直方向                                        |  |
| 加速度時刻歴<br>MAX 415 $\text{cm/s}^2$ (25.95 s) |  | 加速度時刻歴<br>MAX 522 $\text{cm/s}^2$ (25.01 s) |  |
|                                             |  |                                             |  |
| 加速度応答スペクトル<br>h=0.05                        |  | 加速度応答スペクトル<br>h=0.05                        |  |
|                                             |  |                                             |  |



表 4.5-5 入力地震動の加速度時刻歴と加速度応答スペクトル( $S_s-12$ )

|                                             |  |                                             |  |
|---------------------------------------------|--|---------------------------------------------|--|
| 入力地震動： $S_s-12$                             |  |                                             |  |
| 堤軸方向：①-①断面に適用                               |  |                                             |  |
| 水平方向                                        |  | 鉛直方向                                        |  |
| 加速度時刻歴<br>MAX 618 $\text{cm/s}^2$ (27.61 s) |  | 加速度時刻歴<br>MAX 478 $\text{cm/s}^2$ (27.81 s) |  |
|                                             |  |                                             |  |
| 加速度応答スペクトル<br>h=0.05                        |  | 加速度応答スペクトル<br>h=0.05                        |  |
|                                             |  |                                             |  |
| 堤軸直交方向：②-②断面，③-③断面に適用                       |  |                                             |  |
| 水平方向                                        |  | 鉛直方向                                        |  |
| 加速度時刻歴<br>MAX 424 $\text{cm/s}^2$ (28.10 s) |  | 加速度時刻歴<br>MAX 488 $\text{cm/s}^2$ (27.81 s) |  |
|                                             |  |                                             |  |
| 加速度応答スペクトル<br>h=0.05                        |  | 加速度応答スペクトル<br>h=0.05                        |  |
|                                             |  |                                             |  |

表 4.5-6 入力地震動の加速度時刻歴と加速度応答スペクトル( $S_s-13$ )

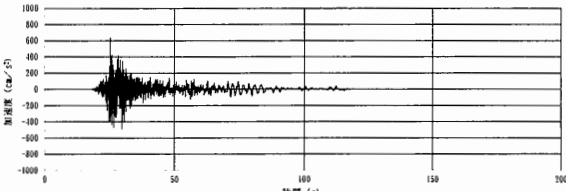
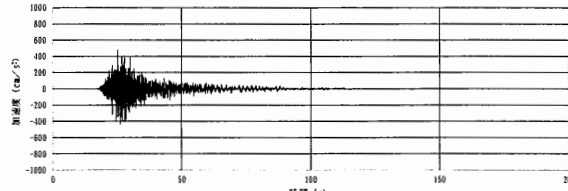
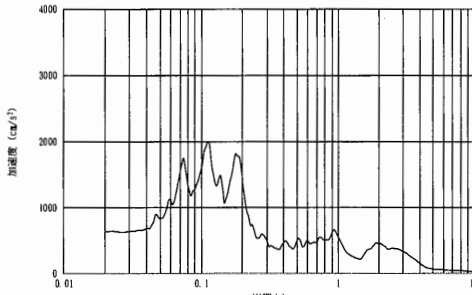
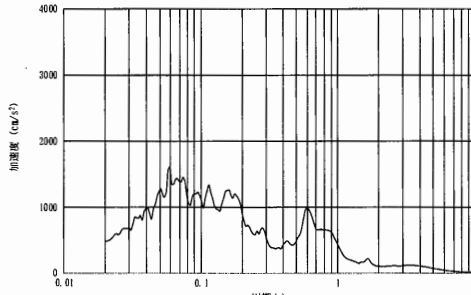
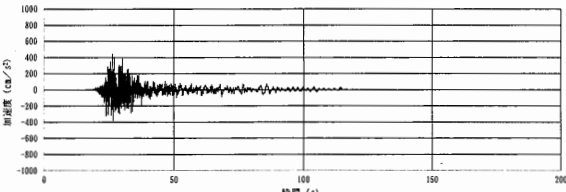
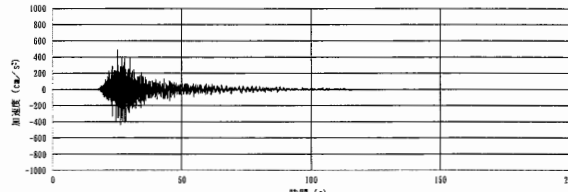
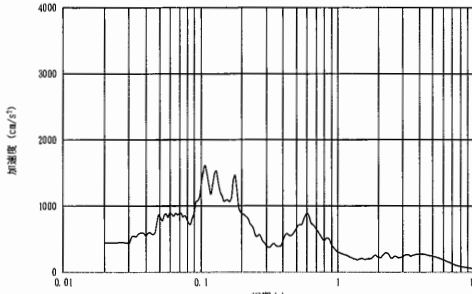
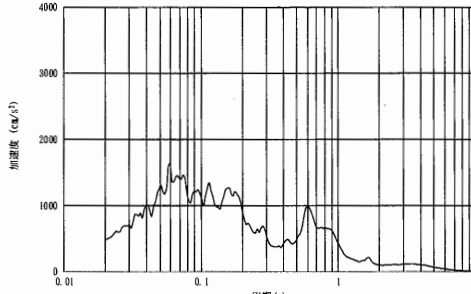
|                                                                                     |                                                                                      |
|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| 入力地震動：S <sub>s</sub> -13                                                            |                                                                                      |
| 堤軸方向：①-①断面に適用                                                                       |                                                                                      |
| 水平方向                                                                                | 鉛直方向                                                                                 |
| 加速度時刻歴<br>MAX 632 cm/s <sup>2</sup> (24.12 s)                                       | 加速度時刻歴<br>MAX 473 cm/s <sup>2</sup> (25.03 s)                                        |
|    |    |
| 加速度応答スペクトル<br>h=0.05                                                                | 加速度応答スペクトル<br>h=0.05                                                                 |
|   |   |
| 堤軸直交方向：②-②断面，③-③断面に適用                                                               |                                                                                      |
| 水平方向                                                                                | 鉛直方向                                                                                 |
| 加速度時刻歴<br>MAX 439 cm/s <sup>2</sup> (25.32 s)                                       | 加速度時刻歴<br>MAX 481 cm/s <sup>2</sup> (25.03 s)                                        |
|  |  |
| 加速度応答スペクトル<br>h=0.05                                                                | 加速度応答スペクトル<br>h=0.05                                                                 |
|  |  |

表 4.5-7 入力地震動の加速度時刻歴と加速度応答スペクトル ( $S_s - 14$ )

|                                             |  |                                             |  |
|---------------------------------------------|--|---------------------------------------------|--|
| 入力地震動: $S_s - 14$                           |  |                                             |  |
| 堤軸方向: ①-①断面に適用                              |  |                                             |  |
| 水平方向                                        |  | 鉛直方向                                        |  |
| 加速度時刻歴<br>MAX 359 $\text{cm/s}^2$ (28.20 s) |  | 加速度時刻歴<br>MAX 403 $\text{cm/s}^2$ (28.97 s) |  |
|                                             |  |                                             |  |
| 加速度応答スペクトル<br>h=0.05                        |  | 加速度応答スペクトル<br>h=0.05                        |  |
|                                             |  |                                             |  |
| 堤軸直交方向: ②-②断面, ③-③断面に適用                     |  |                                             |  |
| 水平方向                                        |  | 鉛直方向                                        |  |
| 加速度時刻歴<br>MAX 344 $\text{cm/s}^2$ (31.25 s) |  | 加速度時刻歴<br>MAX 403 $\text{cm/s}^2$ (28.97 s) |  |
|                                             |  |                                             |  |
| 加速度応答スペクトル<br>h=0.05                        |  | 加速度応答スペクトル<br>h=0.05                        |  |
|                                             |  |                                             |  |

表 4.5-8 入力地震動の加速度時刻歴と加速度応答スペクトル ( $S_s - 2.1$ )

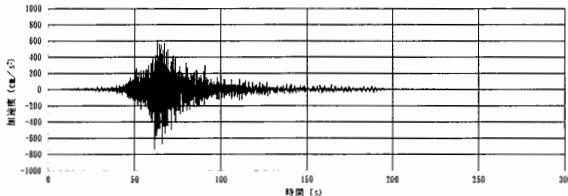
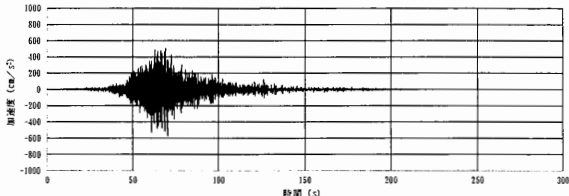
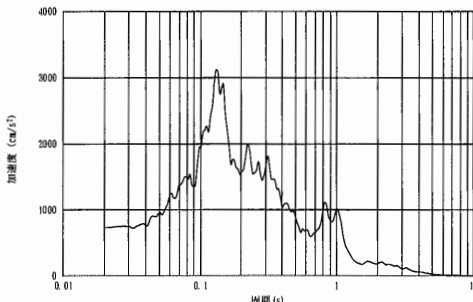
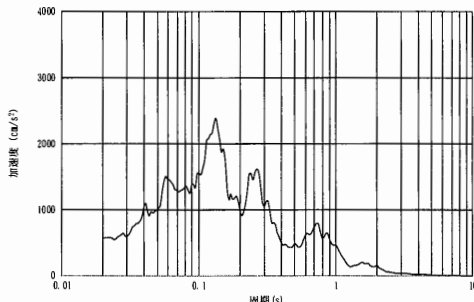
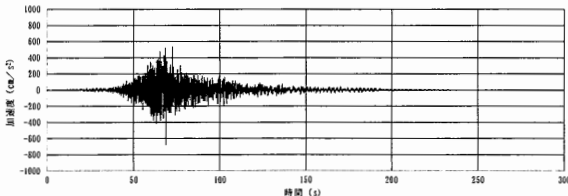
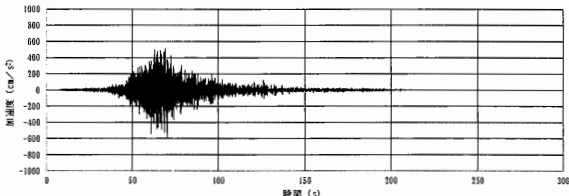
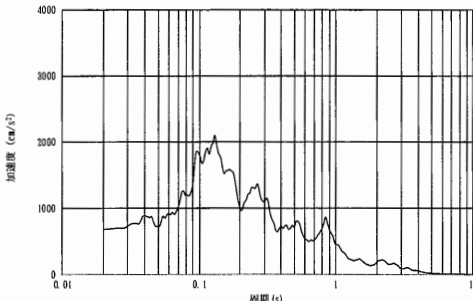
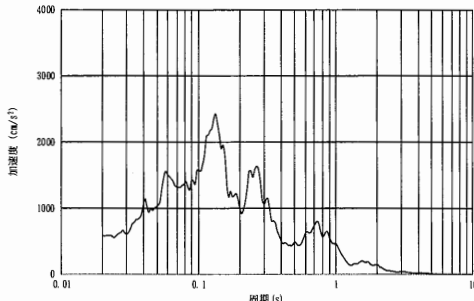
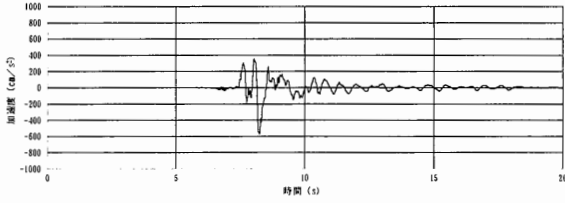
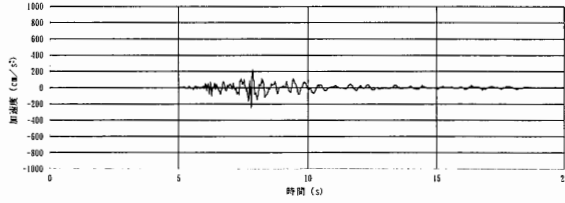
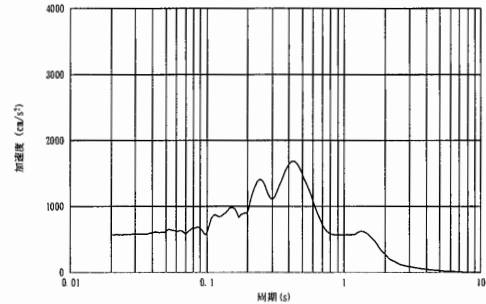
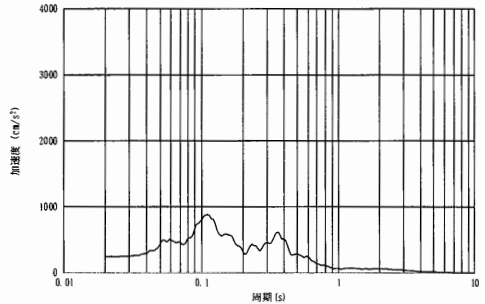
|                                                                                     |                                                                                      |
|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| 入力地震動: S <sub>s</sub> -2 1                                                          |                                                                                      |
| 堤 軸 方 向: ①-①断面に適用                                                                   |                                                                                      |
| 水平方向                                                                                | 鉛直方向                                                                                 |
| 加速度時刻歴<br>MAX 733 cm/s <sup>2</sup> (68.81 s)                                       | 加速度時刻歴<br>MAX 573 cm/s <sup>2</sup> (70.16 s)                                        |
|    |    |
| 加速度応答スペクトル<br>h=0.05                                                                | 加速度応答スペクトル<br>h=0.05                                                                 |
|   |   |
| 堤軸直交方向: ②-②断面, ③-③断面に適用                                                             |                                                                                      |
| 水平方向                                                                                | 鉛直方向                                                                                 |
| 加速度時刻歴<br>MAX 679 cm/s <sup>2</sup> (61.54 s)                                       | 加速度時刻歴<br>MAX 581 cm/s <sup>2</sup> (70.16 s)                                        |
|  |  |
| 加速度応答スペクトル<br>h=0.05                                                                | 加速度応答スペクトル<br>h=0.05                                                                 |
|  |  |

表 4.5-9 入力地震動の加速度時刻歴と加速度応答スペクトル( $S_s-22$ )

|                                             |  |                                             |  |
|---------------------------------------------|--|---------------------------------------------|--|
| 入力地震動： $S_s-22$                             |  |                                             |  |
| 堤軸方向：①-①断面に適用                               |  |                                             |  |
| 水平方向                                        |  | 鉛直方向                                        |  |
| 加速度時刻歴<br>MAX 713 $\text{cm/s}^2$ (71.87 s) |  | 加速度時刻歴<br>MAX 649 $\text{cm/s}^2$ (72.08 s) |  |
|                                             |  |                                             |  |
| 加速度応答スペクトル<br>h=0.05                        |  | 加速度応答スペクトル<br>h=0.05                        |  |
|                                             |  |                                             |  |
| 堤軸直交方向：②-②断面，③-③断面に適用                       |  |                                             |  |
| 水平方向                                        |  | 鉛直方向                                        |  |
| 加速度時刻歴<br>MAX 712 $\text{cm/s}^2$ (69.86 s) |  | 加速度時刻歴<br>MAX 650 $\text{cm/s}^2$ (72.08 s) |  |
|                                             |  |                                             |  |
| 加速度応答スペクトル<br>h=0.05                        |  | 加速度応答スペクトル<br>h=0.05                        |  |
|                                             |  |                                             |  |



表 4.5-10 入力地震動の加速度時刻歴と加速度応答スペクトル ( $S_s - 3.1$ )

| 入力地震動: $S_s - 3.1$                                                                                                             |                                                                                                                                 |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 堤軸方向: ①-①断面に適用<br>堤軸直交方向: ②-②断面, ③-③断面に適用                                                                                      |                                                                                                                                 |
| 水平方向                                                                                                                           | 鉛直方向                                                                                                                            |
| 加速度時刻歴      MAX 574 $\text{cm/s}^2$ (8.25 s)  | 加速度時刻歴      MAX 245 $\text{cm/s}^2$ (7.81 s)  |
| 加速度応答スペクトル $h=0.05$                          | 加速度応答スペクトル $h=0.05$                          |

#### 4.6 許容限界

許容限界は、**既工認**の添付書類「V-2-1-9 機能維持の基本方針」に基づき設定する。

##### 4.6.1 構造部材

###### (1) 鉄筋コンクリート

鉄筋コンクリートの許容限界は、**適用する**各規格・基準類に基づき、表 4.6-1 に示すとおり**地震時の**割増係数を考慮した上で設定する。**地震時の**割増係数は、コンクリート及び鉄筋の許容応力度に対しそれぞれ 1.5 とする。

表 4.6-1 鉄筋コンクリートの許容限界

| 項目                           |                             | 地震時                |                              |
|------------------------------|-----------------------------|--------------------|------------------------------|
| コンクリート                       |                             | 割増係数 <sup>*2</sup> | 許容限界<br>(N/mm <sup>2</sup> ) |
| f'ck=50 N/mm <sup>2</sup> *1 | 短期許容曲げ圧縮応力度 $\sigma_{ca}$   | 1.5                | 24.0                         |
|                              | 短期許容せん断応力度 $\tau_{al}$      |                    | 0.825 <sup>*4</sup>          |
|                              | 短期許容付着応力度 $\tau_a$          |                    | 4.5 <sup>*5</sup>            |
|                              | 短期許容コーンせん断応力度 $\tau_{coal}$ |                    | 0.825 <sup>*5</sup>          |
|                              | 短期許容コーンせん断応力度 $\tau_{coa2}$ |                    | 1.815 <sup>*5</sup>          |
| 鉄筋                           |                             | 割増係数 <sup>*2</sup> | 許容限界<br>(N/mm <sup>2</sup> ) |
| SD390 <sup>*2</sup>          | 短期許容引張応力度 $\sigma_{sa}$     | 1.5                | 309                          |
| SD490 <sup>*3</sup>          | 短期許容引張応力度 $\sigma_{sa}$     |                    | 435                          |
| SD685 <sup>*3</sup>          | 短期許容引張応力度 $\sigma_{sa}$     |                    | 600                          |

注記 \*1: 道路土工カルパート工指針(平成21年度版)(日本道路協会, 平成22年3月)

\*2: コンクリート標準示方書[構造性能照査編](土木学会, 2002年制定)

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

\*4: 斜め引張鉄筋を考慮する場合は、コンクリート標準示方書[構造性能照査編](土木学会, 2002年制定)に基づき、次式により算定する短期許容せん断力( $V_a$ )を許容限界とする。

$$V_a = V_{ca} + V_{sa}$$

ここで、

$V_{ca}$ : コンクリートの短期許容せん断力

$$V_{ca} = 1/2 \cdot \tau_{al} \cdot b_w \cdot j \cdot d$$

$V_{sa}$ : 斜め引張鉄筋の短期許容せん断力

$$V_{sa} = A_w \cdot \sigma_{sa} \cdot j \cdot d/s$$

$\tau_{al}$ : 斜め引張鉄筋を考慮しない場合の短期許容せん断応力度

$b_w$ : 有効幅

$j$ : 1/1.15

$d$ : 有効高さ

$A_w$ : 斜め引張鉄筋断面積

$\sigma_{sa}$ : 鉄筋の短期許容引張応力度

$s$ : 斜め引張鉄筋間隔

\*5: 鋼構造物設計基準(Ⅱ 鋼製橋脚編, 名古屋高速道路公社, 平成15年10月)におけるコンクリートの設計基準強度27 N/mm<sup>2</sup>に対応する値を適用する。

斜め引張鉄筋を配置する部材のせん断力に対する許容限界は、表 4.6-2～表 4.6-4 に示す  
とおり設定する。

表 4.6-2 斜め引張鉄筋を配置する部材のせん断力に対する許容限界  
(中実鉄筋コンクリート)

| 項目             |              |                    | 単位    | 北基礎                | 南基礎                |                     |                     |                     |
|----------------|--------------|--------------------|-------|--------------------|--------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
|                |              |                    |       | 上・下一律              | 上部                 | 中央(上)               | 中央(下)               | 下部                  |
| 適用深度           |              |                    | TP. m | -1.840<br>~-52.700 | -1.840<br>~-18.000 | -18.000<br>~-24.000 | -24.000<br>~-39.805 | -39.805<br>~-46.700 |
| 堤軸<br>方向       | 断面形状         |                    |       |                    |                    |                     |                     |                     |
|                | 部材幅          |                    | mm    | 10700              | 10700              | 10700               | 10700               | 10700               |
|                | 部材高          |                    | mm    | 10700              | 10700              | 10700               | 10700               | 10700               |
|                | 有効高          |                    | mm    | 10050              | 9976               | 9759                | 9262                | 9759                |
|                | 斜め引張鉄筋       |                    |       |                    |                    |                     |                     |                     |
|                | 鋼材仕様         |                    | -     | SD390              | SD390              | SD390               | SD390               | SD390               |
|                | 径            |                    | -     | D29                | D29                | D29                 | D29                 | D29                 |
|                | 本数*1         |                    | 本     | 14                 | 18                 | 20                  | 22                  | 14                  |
|                | 間隔           |                    | mm    | 150                | 150                | 150                 | 150                 | 150                 |
|                | 許容限界:<br>地震時 | コンクリート Vca         | kN    | 38573              | 38289              | 37456               | 35549               | 37455               |
|                |              | 斜め引張鉄筋 Vsa         | kN    | 161908             | 206640             | 224602              | 234484              | 157222              |
|                |              | 合計 (Va=Vca+Vsa) Va | kN    | 200481             | 244929             | 262058              | 270033              | 194677              |
| 堤軸<br>直交<br>方向 | 断面形状         |                    |       |                    |                    |                     |                     |                     |
|                | 部材幅          |                    | mm    | 10700              | 10700              | 10700               | 10700               | 10700               |
|                | 部材高          |                    | mm    | 10700              | 10700              | 10700               | 10700               | 10700               |
|                | 有効高          |                    | mm    | 10050              | 9976               | 9759                | 9262                | 9759                |
|                | 斜め引張鉄筋       |                    |       |                    |                    |                     |                     |                     |
|                | 鋼材仕様         |                    | -     | SD390              | SD390              | SD390               | SD390               | SD390               |
|                | 径            |                    | -     | D29                | D29                | D29                 | D29                 | D29                 |
|                | 本数*1         |                    | 本     | 14                 | 16                 | 16                  | 18                  | 14                  |
|                | 間隔           |                    | mm    | 150                | 150                | 150                 | 150                 | 150                 |
|                | 許容限界:<br>地震時 | コンクリート Vca         | kN    | 38573              | 38289              | 37456               | 35549               | 37456               |
|                |              | 斜め引張鉄筋 Vsa         | kN    | 161908             | 183680             | 179682              | 191850              | 157221              |
|                |              | 合計 (Va=Vca+Vsa) Va | kN    | 200481             | 221969             | 217138              | 227399              | 194677              |

注記 \*1: せん断補強筋については、軸方向鉄筋(鉛直鉄筋)の機械式継手範囲には配置できないため、実配筋では機械式継手の  
上下に振り分けて配置する。よって、表中に示す設計上の本数と概略配筋図(実配筋)に示す本数は一致しない。  
表中には設計上の本数を示す。

表 4.6-3 斜め引張鉄筋を配置する部材のせん断力に対する許容限界  
(巻立て鉄筋コンクリート)

| 項目                 |              |        |     | 単位   | 北基礎   |       | 南基礎   |       |
|--------------------|--------------|--------|-----|------|-------|-------|-------|-------|
| 堤軸<br>方向           | 断面形状         |        |     |      | 端部    | 中間部   | 端部    | 中間部   |
|                    | 部材幅          |        |     | mm   | 2800  | 2800  | 2800  | 2800  |
|                    | 部材高          |        |     | mm   | 2250  | 1800  | 2250  | 1800  |
|                    | 有効高          |        |     | mm   | 1875  | 1275  | 1875  | 1275  |
|                    | 斜め引張鉄筋       |        |     |      |       |       |       |       |
|                    | 鋼材仕様         |        |     | -    | SD390 | SD390 | SD390 | SD390 |
|                    | 径            |        |     | -    | D32   | D32   | D32   | D32   |
|                    | 本数           |        |     | 本    | 4     | 4     | 4     | 4     |
|                    | 間隔           |        |     | mm   | 300   | 300   | 300   | 300   |
|                    | 許容限界：<br>地震時 | コンクリート | Vca | kN   | 989   | 672   | 989   | 672   |
|                    |              | 斜め引張鉄筋 | Vsa | kN   | 5335  | 3628  | 5335  | 3628  |
| 合計<br>(Va=Vca+Vsa) |              | Va     | kN  | 6324 | 4300  | 6324  | 4300  |       |
| 堤軸<br>直交<br>方向     | 断面形状         |        |     |      | 西側    | 東側    | 西側    | 東側    |
|                    | 部材幅          |        |     | mm   | 1800  | 1800  | 1800  | 1800  |
|                    | 部材高          |        |     | mm   | 2800  | 2800  | 2800  | 2800  |
|                    | 有効高          |        |     | mm   | 2375  | 2375  | 2300  | 2300  |
|                    | 斜め引張鉄筋       |        |     |      |       |       |       |       |
|                    | 鋼材仕様         |        |     | -    | SD390 | SD390 | SD390 | SD390 |
|                    | 径            |        |     | -    | D32   | D32   | D32   | D32   |
|                    | 本数           |        |     | 本    | 2     | 2     | 2     | 2     |
|                    | 間隔           |        |     | mm   | 300   | 300   | 300   | 300   |
|                    | 許容限界：<br>地震時 | コンクリート | Vca | kN   | 392   | 392   | 380   | 380   |
|                    |              | 斜め引張鉄筋 | Vsa | kN   | 3379  | 3379  | 3272  | 3272  |
| 合計<br>(Va=Vca+Vsa) |              | Va     | kN  | 3771 | 3771  | 3652  | 3652  |       |

表 4.6-4 斜め引張鉄筋を配置する部材のせん断力に対する許容限界  
(頂版鉄筋コンクリート)

| 項目             |              |                 | 単位 | 北基礎    |        | 南基礎    |        |
|----------------|--------------|-----------------|----|--------|--------|--------|--------|
| 堤軸<br>方向       | 断面形状         |                 |    | 北      |        | 南      |        |
|                | 部材幅          |                 | mm | 21200  | 21200  | 20500  | 20500  |
|                | 部材高          |                 | mm | 5040   | 5040   | 5040   | 5040   |
|                | 有効高          |                 | mm | 4560   | 4440   | 4560   | 4783   |
|                | 斜め引張鉄筋       |                 |    |        |        |        |        |
|                | 鋼材仕様         |                 | -  | SD390  | SD390  | SD390  | SD390  |
|                | 径            |                 | -  | D35    | D35    | D35    | D35    |
|                | 本数           |                 | 本  | 3.333  | 3.333  | 3.333  | 3.333  |
|                | 間隔           |                 | mm | 150    | 150    | 150    | 150    |
|                | 許容限界:<br>地震時 | コンクリート Vca      | kN | 34672  | 36368  | 33527  | 35167  |
|                |              | 斜め引張鉄筋 Vsa      | kN | 104163 | 109257 | 104163 | 109257 |
|                |              | 合計 (Va=Vca+Vsa) | Va | kN     | 138835 | 145625 | 137690 |
| 堤軸<br>直交<br>方向 | 断面形状         |                 |    | 西側     | 東側     | 西側     | 東側     |
|                | 部材幅          |                 | mm | 15500  | 15500  | 15500  | 15500  |
|                | 部材高          |                 | mm | 5040   | 5040   | 5040   | 5040   |
|                | 有効高          |                 | mm | 4515   | 4740   | 4515   | 4740   |
|                | 斜め引張鉄筋       |                 |    |        |        |        |        |
|                | 鋼材仕様         |                 | -  | SD390  | SD390  | SD390  | SD390  |
|                | 径            |                 | -  | D35    | D38    | D35    | D38    |
|                | 本数           |                 | 本  | 3.333  | 3.333  | 3.333  | 3.333  |
|                | 間隔           |                 | mm | 150    | 150    | 150    | 150    |
|                | 許容限界:<br>地震時 | コンクリート Vca      | kN | 25103  | 26351  | 25103  | 26351  |
|                |              | 斜め引張鉄筋 Vsa      | kN | 394573 | 493602 | 394573 | 493602 |
|                |              | 合計 (Va=Vca+Vsa) | Va | kN     | 419676 | 519953 | 419676 |



## (2) 鋼材

鋼材の許容限界は、適用する各規格・基準類に基づき、表 4.6-5 に示すとおり地震時の割増係数を考慮した上で設定する。地震時の割増係数は、鋼材の許容応力度に対し 1.5 とする。

表 4.6-5 鋼材の許容限界

| 項目       |                           | 地震時                |                              |
|----------|---------------------------|--------------------|------------------------------|
| 鋼材       |                           | 割増係数 <sup>*1</sup> | 許容限界<br>(N/mm <sup>2</sup> ) |
| SM490Y   | 短期許容曲げ引張応力度 $\sigma_{sa}$ | 1.5                | 315 <sup>*1</sup>            |
|          | 短期許容せん断応力度 $\tau_{sa}$    |                    | 180 <sup>*1</sup>            |
| SM520B相当 | 短期許容曲げ引張応力度 $\sigma_{sa}$ | 1.5                | 315 <sup>*2</sup>            |
| SM570    | 短期許容曲げ引張応力度 $\sigma_{sa}$ | 1.5                | 382.5 <sup>*1</sup>          |
|          | 短期許容せん断応力度 $\tau_{sa}$    |                    | 217.5 <sup>*1</sup>          |
| SBHS500  | 短期許容曲げ引張応力度 $\sigma_{sa}$ | 1.5                | 442.5 <sup>*1*3</sup>        |
|          | 短期許容せん断応力度 $\tau_{sa}$    |                    | 255 <sup>*1*3</sup>          |
| SBHS700  | 短期許容曲げ引張応力度 $\sigma_{sa}$ | 1.5                | 615 <sup>*1*3</sup>          |
|          | 短期許容せん断応力度 $\tau_{sa}$    |                    | 352.5 <sup>*1*3</sup>        |

注記 \*1: 道路橋示方書 (I 共通編・II 鋼橋編)・同解説 (日本道路協会, 平成14年3月)

上記値は、板厚40mm以下の値を示す。

板厚が40mmを超える場合は、道路橋示方書 (I 共通編・II 鋼橋編)・同解説の 3.2.1, 3.2.3, 14.3に示される許容応力度を用いる。

\*2: 鋼構造物設計基準 (II 鋼製橋脚編, 名古屋高速道路公社, 平成15年10月)

\*3: 新しい高性能鋼材の利用技術調査研究報告書～SBHS500 (W), SBHS700 (W) の設計・製作ガイドライン (案)～ (土木学会, 平成21年11月)

#### 4. 6. 2 基礎地盤

基礎地盤の許容限界は、「VI-2-1-3 地盤の支持性能に係る基本方針(2)」に基づき、道路橋示方書・同解説（I 共通編 IV 下部構造編，日本道路協会，平成 14 年 3 月）より設定する。

##### (1) 中実鉄筋コンクリート

中実鉄筋コンクリート基礎底面地盤の許容限界は、 $K_m$  層の極限支持力度とする。極限支持力は、同示方書による地中連続壁基礎の支持力算定式に基づき設定する。その算定式を以下に示す。

$$R_u = q_d \cdot A$$

$R_u$  : 基礎底面地盤の極限支持力 (kN)

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

$$q_d = 3 \cdot q_u$$

$q_u$  : 支持岩盤の一軸圧縮強度 (kN/m<sup>2</sup>)

$$* C_{CUU} = q_u / 2 \text{ より, } q_u = C_{CUU} \times 2$$

ここで、 $C_{CUU}$  は  $K_m$  層の非排水せん断強度

$A$  : 基礎（中実鉄筋コンクリート）の底面積 (m<sup>2</sup>)

上記にて求められる基礎地盤の極限支持力度を表 4. 6-6 に示す。

表 4. 6-6 基礎地盤の支持性能に対する許容限界

| 項目                                      | 許容限界 |
|-----------------------------------------|------|
| 極限支持力度 $q_d$ (kN/m <sup>2</sup> ) (北基礎) | 6116 |
| 極限支持力度 $q_d$ (kN/m <sup>2</sup> ) (南基礎) | 5991 |

注記 \* : 非排水せん断強度  $C_{CUU} = (0.837 - 0.00346 \cdot Z) \times 1000$  (kN/m<sup>2</sup>)

基礎底面標高 北側基礎 :  $Z = T.P. - 52.7$  (m)

南側基礎 :  $Z = T.P. - 46.7$  (m)

## (2) 鋼管杭

鋼管杭の基礎底面地盤の許容限界は、Km層の極限支持力度とする。なお、極限支持力度は、鋼管杭の群杭効果を考慮し、表 4.6-7 に示すとおり鋼管杭全体をケーソン基礎とみなして設定する。

表 4.6-7 基礎地盤の支持性能に対する許容限界（鋼管杭）

| 項目               |                  | 単位                | 北基礎    | 南基礎    | 算定式                                                                           |
|------------------|------------------|-------------------|--------|--------|-------------------------------------------------------------------------------|
| 基礎地盤標高           | Z                | T. P. m           | -60.24 | -54.24 |                                                                               |
| 基礎地盤の非排水せん断強度    | C <sub>cuH</sub> | kN/m <sup>2</sup> | 1045.4 | 1024.7 | C <sub>cuH</sub> =(0.837-0.00346・Z)×1000                                      |
| 形状係数             | α                | -                 | 1.043  | 1.043  | α=1+0.3*(B/D), B=1.498m, D=10.498m                                            |
| 支持力係数            | N <sub>c</sub>   | -                 | 5.1    | 5.1    | φ=0                                                                           |
| ケーソン基礎底面積        | A <sub>t</sub>   | m <sup>2</sup>    | 15.244 | 15.244 | *2                                                                            |
| 置き換えられる土の有効重量    | W                | kN                | 7149.8 | 6272.6 | *3                                                                            |
| 極限支持力            | Q <sub>p</sub>   | kN                | 77624  | 76818  | Q <sub>p</sub> = A <sub>G</sub> ・(α・C <sub>cuH</sub> ・N <sub>c</sub> ) - W *1 |
| 許容限界<br>(極限支持力度) | q <sub>d</sub>   | kN/m <sup>2</sup> | 5092   | 5039   | q <sub>d</sub> =Q <sub>p</sub> /A <sub>G</sub>                                |

注記 \*1: 極限支持力は、道路橋示方書(Ⅰ共通編・Ⅳ下部構造編)・同解説(日本道路協会、平成24年3月)記載の式を用いて求める。

$$Q_p = A_G q_d' - W$$

$$= A_G \cdot (\alpha \cdot C_{cuu} \cdot N_c + 1/2 \beta \gamma_1 B N_\gamma + \gamma_2 D_f N_q) - W$$

ここで、

$Q_p$ : 極限支持力(kN)

$A_G$ : ケーソン基礎底面積(m<sup>2</sup>)

W: ケーソンで置き換えられる土の有効重量(kN)

$q_d$ : 極限支持力度(kN/m<sup>2</sup>)

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

$C_{cuu}$ : 基礎地盤の非排水せん断強度(kN/m<sup>2</sup>)

$\alpha, \beta$ : 形状係数

| 基礎底面の形状<br>形状係数 | 帯状  | 正方形,<br>円形 | 長方形, 楕円形,<br>小判形      |
|-----------------|-----|------------|-----------------------|
| $\alpha$        | 1.0 | 1.3        | $1 + 0.3 \cdot (B/D)$ |
| $\beta$         | 1.0 | 0.6        | $1 - 0.4 \cdot (B/D)$ |

B: ケーソン側面幅(m)

D: ケーソン前面幅(m)

$N_c, N_\gamma, N_q$ : 支持力係数

$\gamma_1$ : 基礎底面より下にある地盤の単位体積重量(kN/m<sup>3</sup>)

$\gamma_2$ : 基礎底面より上にある周辺地盤の単位体積重量(kN/m<sup>3</sup>)

$D_f$ : 有効根入れ深さ(m)

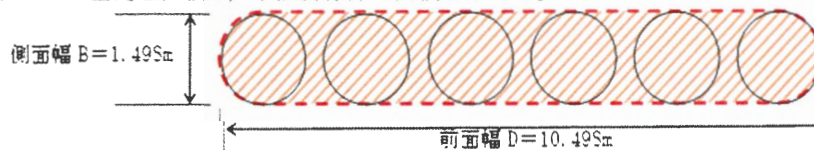
支持性能評価における保守的な配慮として、支持力算定式の第3項  $\gamma_2 D_f N_q$  は0と仮定する。

支持力係数は、せん断抵抗角  $\phi = 0$  を踏まえ、 $N_c = 5.1$ ,  $N_\gamma = 0$  と設定する。

以上より、極限支持力は下式より求める。

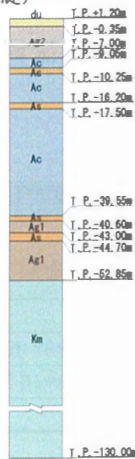
$$Q_p = A_G \cdot (\alpha \cdot C_{cuu} \cdot N_c) - W$$

\*2: ケーソン基礎底面積は、下記斜線部の面積を求める。



\*3: ケーソンで置き換えられる土の有効重量は、以下のとおりである。

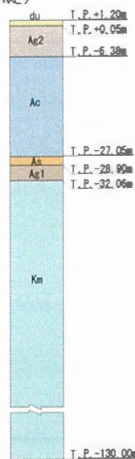
(北基礎)



| 地盤   | 層厚<br>(m) | 水中重量<br>( $\text{kN/m}^3$ ) | 有効重量<br>( $\text{kN/m}^3$ ) |
|------|-----------|-----------------------------|-----------------------------|
| du層  | 1.55      | 9.6                         | 14.9                        |
| Ag2層 | 6.65      | 9.9                         | 65.8                        |
| Ac層  | 2.05      | 6.4                         | 13.1                        |
| As層  | 1.20      | 7.3                         | 8.8                         |
| Ac層  | 5.95      | 6.4                         | 38.1                        |
| As層  | 1.30      | 7.3                         | 9.5                         |
| Ac層  | 22.05     | 6.4                         | 141.1                       |
| As層  | 1.05      | 7.3                         | 7.7                         |
| Ag1層 | 2.40      | 9.9                         | 23.8                        |
| As層  | 1.70      | 7.3                         | 12.4                        |
| Ag1層 | 8.15      | 9.9                         | 80.7                        |
| Km層  | 7.39      | 7.2                         | 53.2                        |
| 合計   |           |                             | 469.0                       |

$\times A_G = 7149.8 (\text{kN})$

(南基礎)



| 地盤   | 層厚<br>(m) | 水中重量<br>( $\text{kN/m}^3$ ) | 有効重量<br>( $\text{kN/m}^3$ ) |
|------|-----------|-----------------------------|-----------------------------|
| du層  | 1.15      | 9.6                         | 11.0                        |
| Ag2層 | 6.43      | 9.9                         | 63.7                        |
| Ac層  | 20.67     | 6.4                         | 132.3                       |
| As層  | 1.85      | 7.3                         | 13.5                        |
| Ag1層 | 3.16      | 9.9                         | 31.3                        |
| Km層  | 22.18     | 7.2                         | 159.7                       |
| 合計   |           |                             | 411.5                       |

$\times A_G = 6272.6 (\text{kN})$

支持力算定式の各支持力係数は図 4.6-1 より求める。

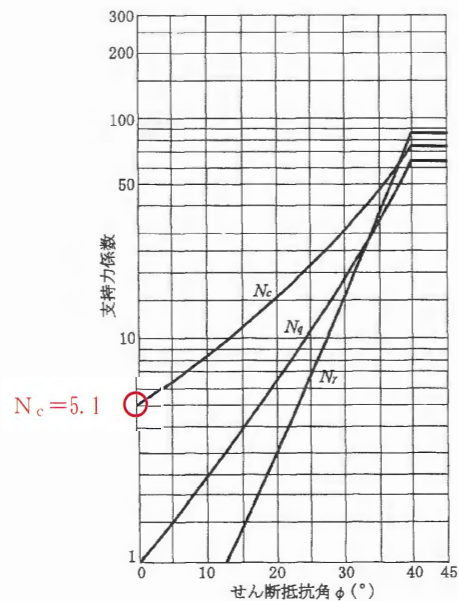


図 4.6-1 支持力係数を求めるグラフ

道路橋示方書・同解説 (I 共通編 IV 下部構造編) (公益社団法人日本道路協会, 平成 24 年 3 月)

#### 4. 6. 3 止水ジョイント部

止水ジョイント部の変形性能は止水ジョイント部の異種構造物間の相対変位量で評価する。相対変形量の許容限界は、メーカー規格、漏水試験及び変形試験により有意な漏えいが生じないことを確認した変形量に基づき、表 4. 6-8 に示すとおり設定する。

表 4. 6-8 止水ジョイント部の変形性評価に対する許容限界

| 項目            | 許容限界  |
|---------------|-------|
| 止水ジョイント部材の変形性 | 2.0 ㎜ |



#### 4.7 検討ケース

防潮堤（鋼製防護壁）の耐震評価における検討ケースの組合せを表 4.7-1 に、原地盤と組合せる地盤改良（薬液注入）及び地盤改良（セメント系）の物性値の条件を表 4.7-2 に示す。

施設の耐震評価においては、全ての地震動と地盤の全検討ケースの組み合わせの中から評価に用いる検討ケースを抽出する。以下に、評価に用いる検討ケースの抽出方法を説明する。

まず、基準地震動 S S 全波（8 波）及びこれらに位相反転を考慮した地震動（4 波）を加えた全 12 波を用いて、地盤ケース①について地震応答解析を実施し、基本ケースである検討ケース①の各部材のせん断力及び曲げ軸力の照査値を得る。

曲げ軸力とせん断力の両者について、得られた各部材の照査値を 12 の地震動ごとに比較し、最大の照査値を示した地震動を特定する。この最大照査値が 0.5 を超えた場合には、地盤物性のばらつきを考慮して設定した地盤ケース②～⑥について特定した地震動を用いて、検討ケース①の場合と同様に追加検討ケース②～⑥での各部材の照査値を得る。

曲げ軸力とせん断力のいずれか片方の照査値が 0.5 を下回った場合には、0.5 を超えた他方の最大照査値が得られた地震動を用いて、せん断力と曲げ軸力のいずれについても追加検討ケース②～⑥について、各部材の照査値を得る。

曲げ軸力とせん断力のいずれについても最大照査値が 0.5 を下回った場合には、曲げ軸力とせん断力を合わせた中で最大照査値を示した地震動をひとつ特定する。この特定した地震動を用いて、最大照査値が 0.5 を超えた場合と同様に、曲げ軸力とせん断力のいずれについても追加検討ケース②～⑥での各部材の照査値を得る。

上記プロセスにより、最終的な照査値が得られるが、基本ケースである検討ケース①及び追加検討ケースの結果において照査値が大きい傾向にあるものについて、その要因を考慮し、さらに照査値が大きくなる可能性がある場合は、更なる追加検討ケースについて照査値を得る。

なお、照査値 0.5 をしきい値として用いているが、これは照査値 1.0 に対して 2 倍の余裕となる 0.5 を相対的に厳しい地震動の選定の目安として採用したものである。

耐震評価における地盤ケース②～⑥の追加検討ケースを実施する地震動の選定フローを図 4.7-1 に、更なる追加検討ケースの選定フローを図 4.7-2 に示す。

表 4.7-1 耐震評価における検討ケースの組合せ

| 解析ケース*1<br>(地盤ケース) |                     |             | ①<br>原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース(基本ケース) | ②<br>地盤物性のばらつきを考慮(+1σ)した解析ケース | ③<br>地盤物性のばらつきを考慮(-1σ)した解析ケース | ④<br>地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース | ⑤<br>原地盤において非液状化の条件を仮定した解析ケース | ⑥<br>地盤物性のばらつきを考慮(+1σ)して非液状化の条件を仮定した解析ケース |
|--------------------|---------------------|-------------|-------------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|-------------------------------------------|
| 液状化強度特性の設定         |                     |             | 原地盤に基づく液状化強度特性(標準偏差を考慮)             | 原地盤に基づく液状化強度特性(標準偏差を考慮)       | 原地盤に基づく液状化強度特性(標準偏差を考慮)       | 敷地に存在しない豊浦標準砂の液状化強度特性          | 液状化パラメータを非適用                  | 液状化パラメータを非適用                              |
| 地震波<br>(位相)        | S <sub>s</sub> -D 1 | (H+, V+) *2 | 実施                                  |                               |                               |                                |                               |                                           |
|                    |                     | (H+, V-) *2 | 実施                                  |                               |                               |                                |                               |                                           |
|                    |                     | (H-, V+) *2 | 実施                                  |                               |                               |                                |                               |                                           |
|                    |                     | (H-, V-) *2 | 実施                                  |                               |                               |                                |                               |                                           |
|                    | S <sub>s</sub> -1 1 |             | 実施                                  |                               |                               |                                |                               |                                           |
|                    | S <sub>s</sub> -1 2 |             | 実施                                  |                               |                               |                                |                               |                                           |
|                    | S <sub>s</sub> -1 3 |             | 実施                                  |                               |                               |                                |                               |                                           |
|                    | S <sub>s</sub> -1 4 |             | 実施                                  |                               |                               |                                |                               |                                           |
|                    | S <sub>s</sub> -2 1 |             | 実施                                  |                               |                               |                                |                               |                                           |
|                    | S <sub>s</sub> -2 2 |             | 実施                                  |                               |                               |                                |                               |                                           |
|                    | S <sub>s</sub> -3 1 | (H+, V+) *3 | 実施                                  |                               |                               |                                |                               |                                           |
|                    |                     | (H-, V+) *3 | 実施                                  |                               |                               |                                |                               |                                           |

すべての基準地震動S<sub>s</sub>に対して実施する①の検討ケース(基本ケース)において、せん断力照査及び曲げ軸力照査をはじめとしたすべての照査項目について、各照査値が最も厳しい(許容限界に対する余裕が最も小さい)地震動を用い、②～⑥より追加検討ケースを実施する。

注記 \*1: 構造物間の相対変位の算定を行う場合は、上記の検討ケースにおいて変位量が厳しいケースで行う。

\*2: S<sub>s</sub>-D 1は水平加速度時刻歴及び鉛直加速度時刻歴それぞれの位相の反転を考慮した組合せに対して評価する。(＋は正の位相、－は負の位相)

\*3: S<sub>s</sub>-3 1は水平加速度時刻歴の位相の反転を考慮した組合せに対して評価する。(＋は正の位相、－は負の位相)

表 4.7-2 耐震評価における原地盤と地盤改良体の物性値の組合せ

| 地盤ケース | 原地盤                        | 地盤改良<br>(薬液注入)             | 地盤改良<br>(セメント系)                  |
|-------|----------------------------|----------------------------|----------------------------------|
| ①     | 平均V <sub>s</sub>           | 平均V <sub>s</sub> , 非液状化    | 設計基準V <sub>sc</sub>              |
| ②     | 平均+1σV <sub>s</sub>        | 平均+1σV <sub>s</sub> , 非液状化 | +1σ <sub>c</sub> V <sub>sc</sub> |
| ③     | 平均-1σV <sub>s</sub>        | 平均-1σV <sub>s</sub> , 非液状化 | -1σ <sub>c</sub> V <sub>sc</sub> |
| ④     | 豊浦標準砂                      | 平均V <sub>s</sub> , 非液状化    | 設計基準V <sub>sc</sub>              |
| ⑤     | 平均V <sub>s</sub> , 非液状化    | 平均V <sub>s</sub> , 非液状化    | 設計基準V <sub>sc</sub>              |
| ⑥     | 平均+1σV <sub>s</sub> , 非液状化 | 平均+1σV <sub>s</sub> , 非液状化 | +1σ <sub>c</sub> V <sub>sc</sub> |

注記 V<sub>s</sub> : 原地盤のせん断波速度  
σ : 原地盤のせん断波速度V<sub>s</sub>の標準偏差  
V<sub>sc</sub> : 地盤改良(セメント系)のせん断波速度  
σ<sub>c</sub> : 地盤改良(セメント系)のせん断波速度V<sub>sc</sub>の標準偏差

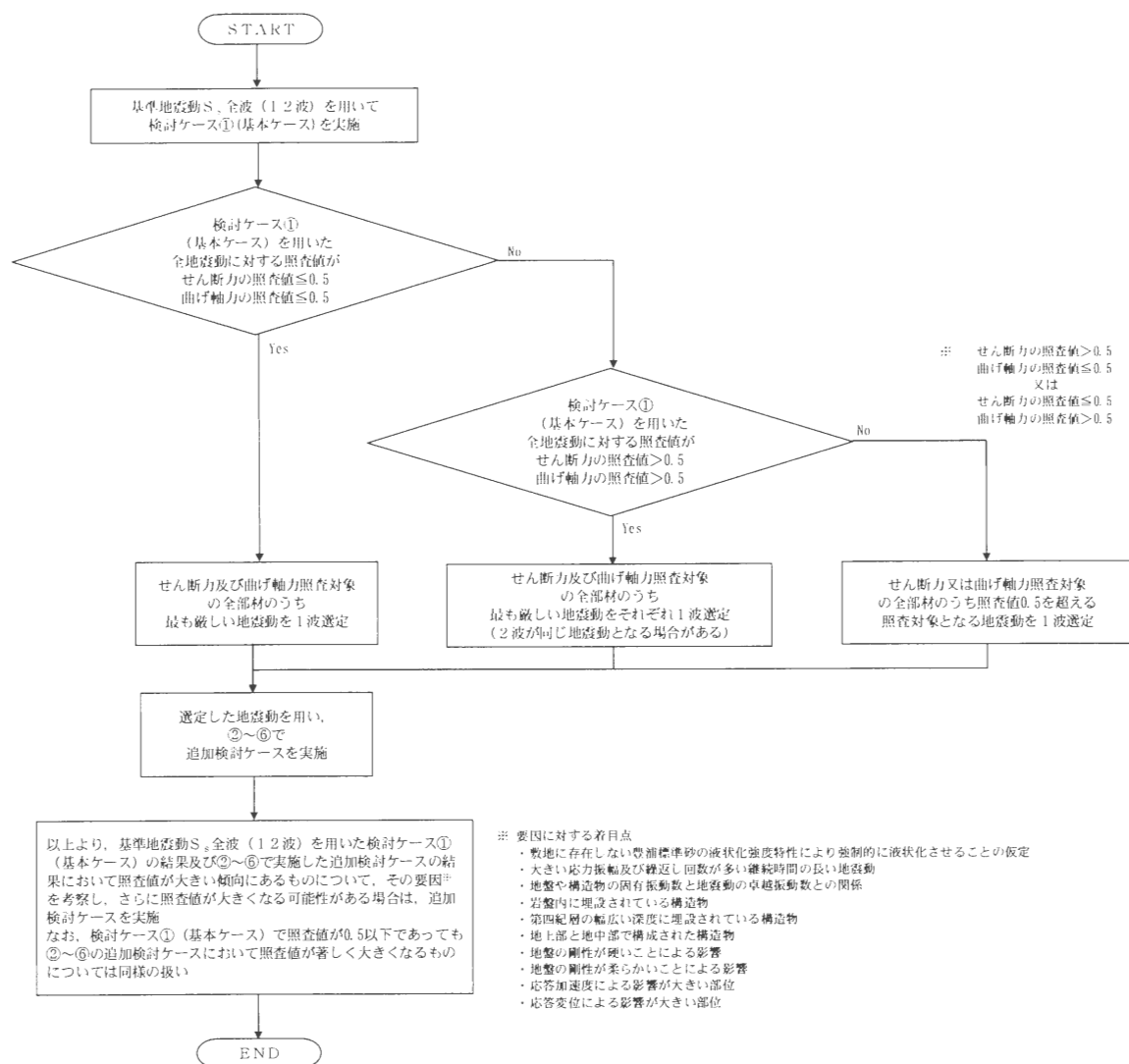


図 4. 7-1 追加検討ケースを実施する地震動の選定フロー

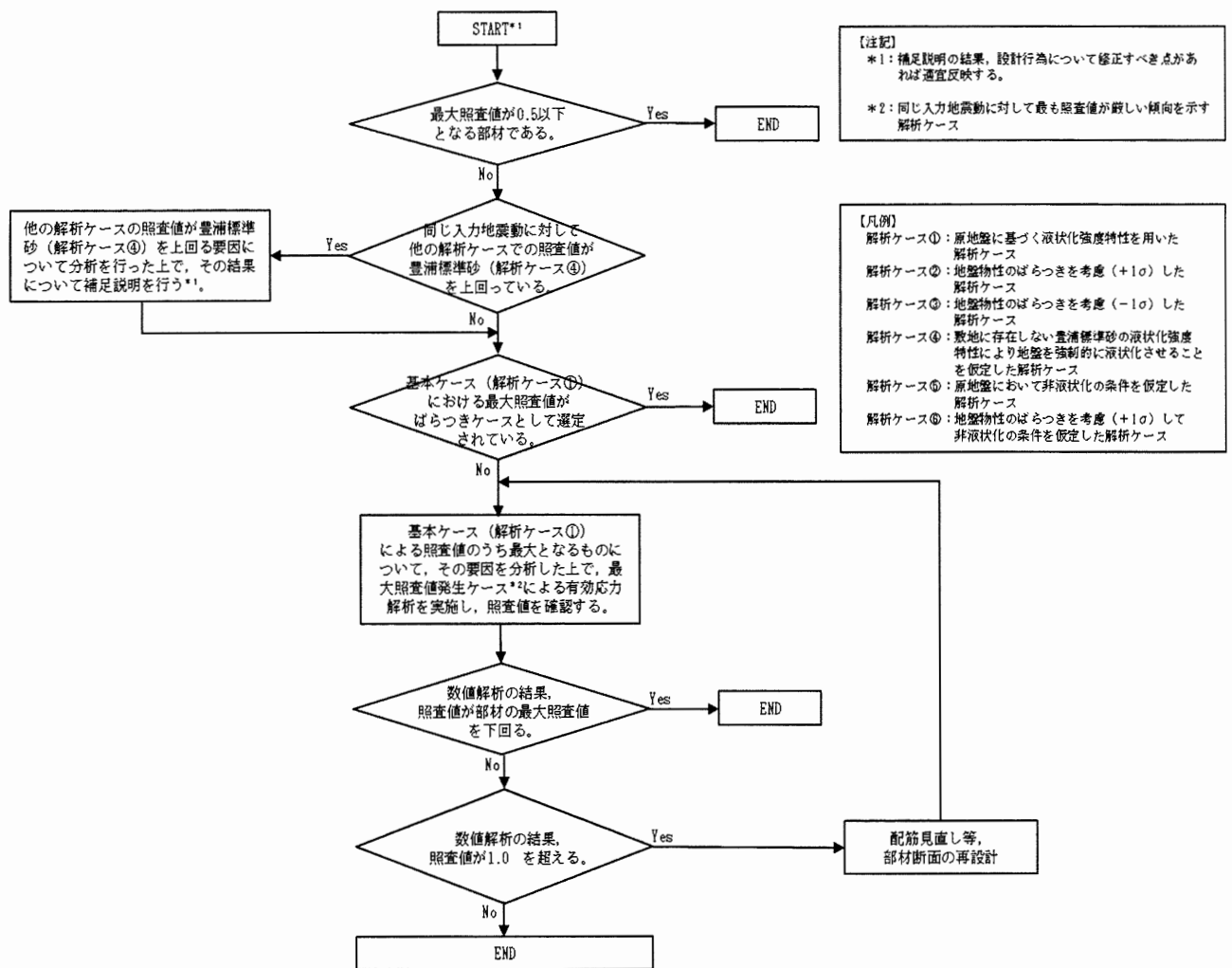


図 4.7-2 更なる追加検討ケースの選定フロー

## 4.8 解析手法

### 4.8.1 鋼製防護壁基礎、地盤及び止水ジョイント部

鋼製防護壁基礎、地盤及び止水ジョイント部の解析は、地盤と構造物の相互作用を考慮できる2次元有効応力解析を用いて、基準地震動に基づき設定した水平地震動と鉛直地震動の同時加振による逐次時間積分の時刻歴応答解析にて行う。

解析コードは、「FLIP Ver. 7.3.0\_2」を使用する。なお、解析コードの検証及び妥当性の確認は、「VI-4-2(2) プログラム(解析コード)の概要・FLIP」に示す。

### 4.8.2 鋼製防護壁及び接合部

鋼製防護壁及び接合部の解析は、地盤～構造物の連成系モデルを用いた2次元有効応力解析から得られる基礎天端の変位時刻歴を入力とする3次元動的フレーム解析にて行う。

解析コードは、「TDAPⅢ Ver. 3.08」を使用する。なお、解析コードの検証及び妥当性の確認は、「VI-4-5(2) 計算機プログラム(解析コード)の概要・TDAPⅢ」に示す。



#### 4.9 解析モデル、解析条件及び評価方法

##### 4.9.1 解析モデル及び解析条件(鋼製防護壁基礎)

鋼製防護壁基礎の評価においては、2次元有効応力解析モデルにより周辺地盤を精緻にモデル化した上で、液状化検討対象層の有効応力の低下を考慮した地震応答解析を実施する。

鋼製防護壁基礎の解析モデル及び解析条件については、後述する(1)に解析モデルを、(2)から(4)に解析条件を示す。

##### (1) 解析モデル

###### a. 解析モデルの概要

解析モデルは地震応答解析(2次元有効応力解析)モデルとし、堤軸方向1断面、堤軸直交方向2断面について評価する。解析断面位置図を図4.9-1、堤軸方向の解析断面を図4.9-2、堤軸直交方向の解析断面を図4.9-3及び図4.9-4に示す。

図4.9-1に示す地盤改良(薬液注入)範囲のうち、既実施地盤改良範囲については既工認の添付書類「V-2-2-7 取水構造物の耐震性についての計算書」に詳細を示す。

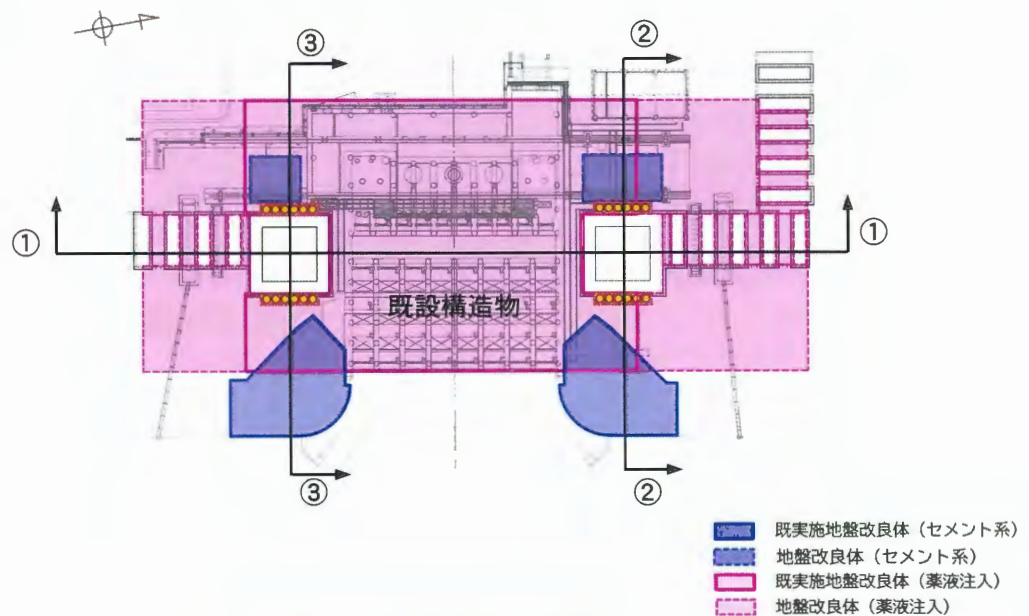


図 4.9-1 解析断面位置図



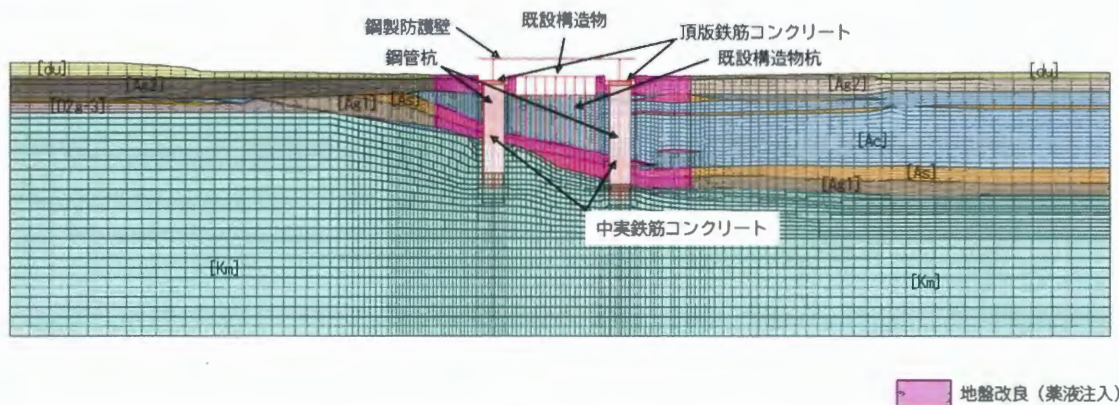


図 4.9-2 解析モデル（①-①断面）

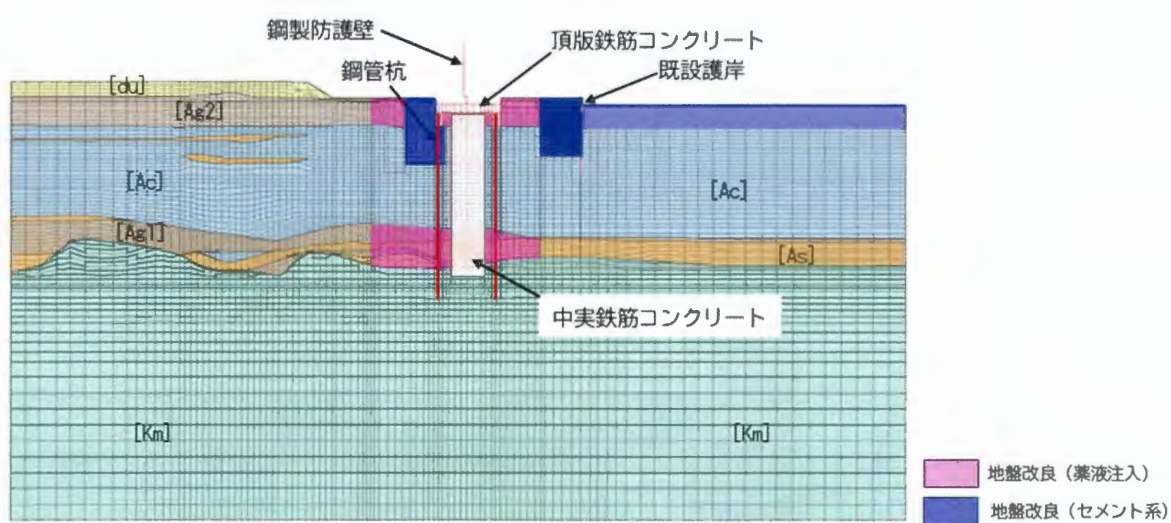


図 4.9-3 解析モデル（北基礎：②-②断面）

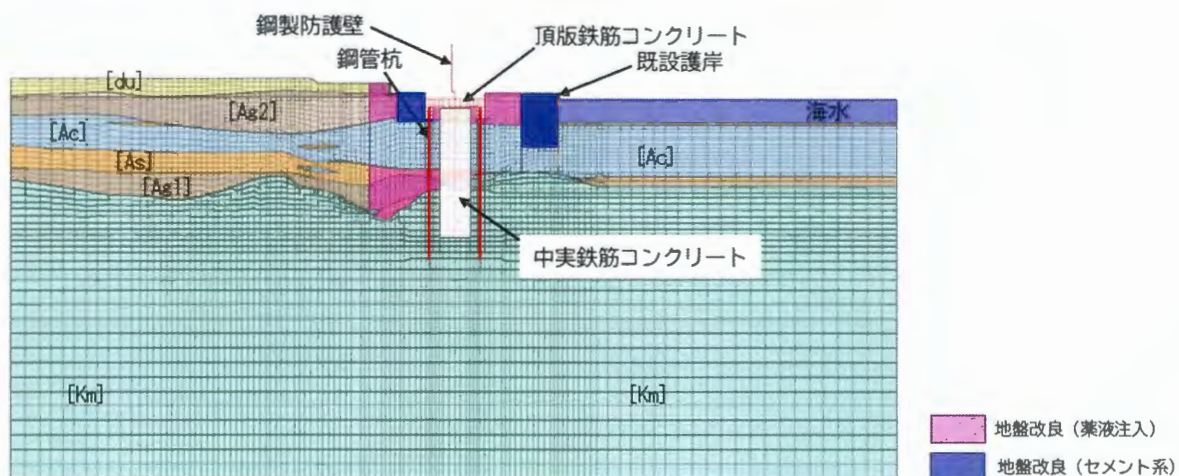
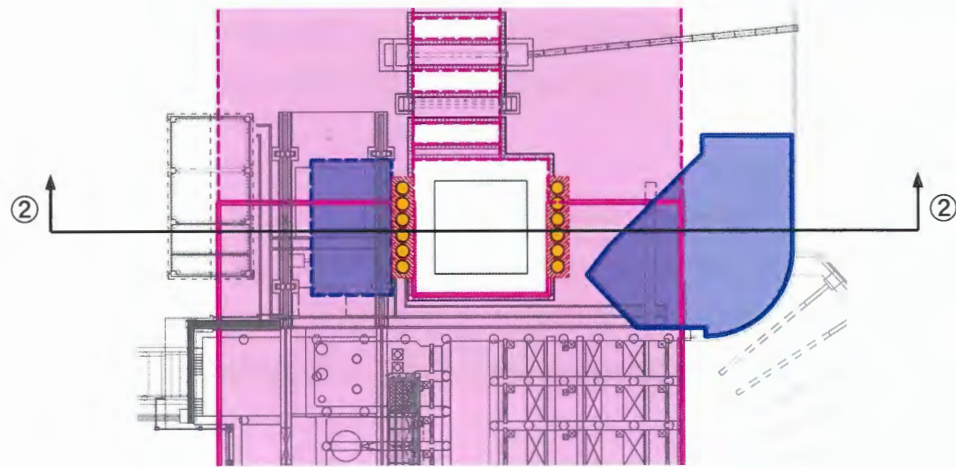


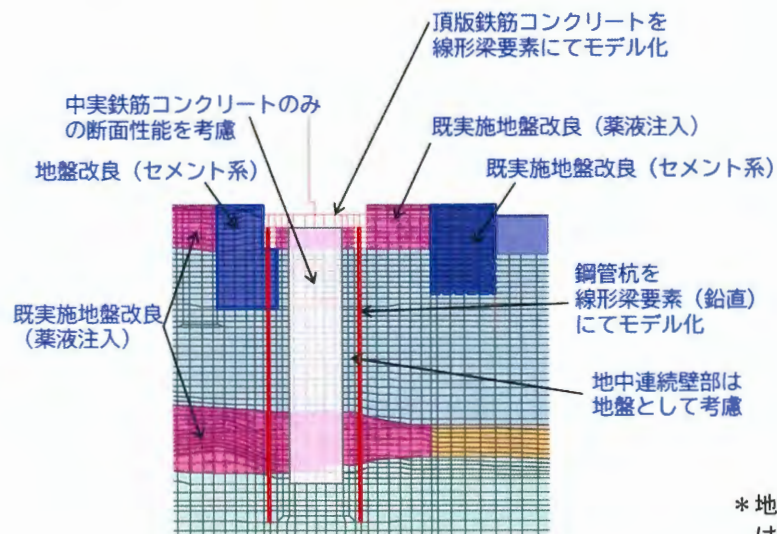
図 4.9-4 解析モデル（南基礎：③-③断面）

また、鋼製防護壁基礎の構造部材の詳細解析モデルを図 4.9-5 に示す。

構造部材は、線形梁要素によりモデル化し、地盤は、マルチスプリング要素及び間隙水要素によりモデル化する。なお、地中連続壁部は地盤として考慮する。



平面図（北基礎）



\* 地盤改良（セメント系）は奥行き幅を考慮して密度・剛性を低減する。

地盤改良（薬液注入）  
地盤改良（セメント系）

図 4.9-5 鋼製防護壁基礎の解析モデル（北基礎：②－②断面）



## b. 構造物のモデル化

### (a) 鋼製防護壁

鋼製防護壁は、各区間の断面を構成する鋼殻の形状から断面 2 次モーメント及び断面積を算定し一本の梁要素に集約した線形梁要素によりモデル化する。鋼製防護壁及び非構造部材である根巻き鉄筋コンクリートの質量は、付加質量として考慮する。また、中詰め鉄筋コンクリートは剛性及び質量を支柱部の鉛直梁として考慮する。

### イ. 堤軸方向

堤軸方向（①－①断面）については、鋼製防護壁の中心高さに水平方向の一本梁を配置し、基礎天端との間に支柱部の鉛直方向の一本梁を配置して、それぞれの位置に応じた断面性能を設定する。水平方向の梁をモデル化する場合の鉛直断面の鋼殻形状を図 4.9-6 に、鉛直方向の梁をモデル化する場合の水平断面の鋼殻形状を図 4.9-7 に示す。

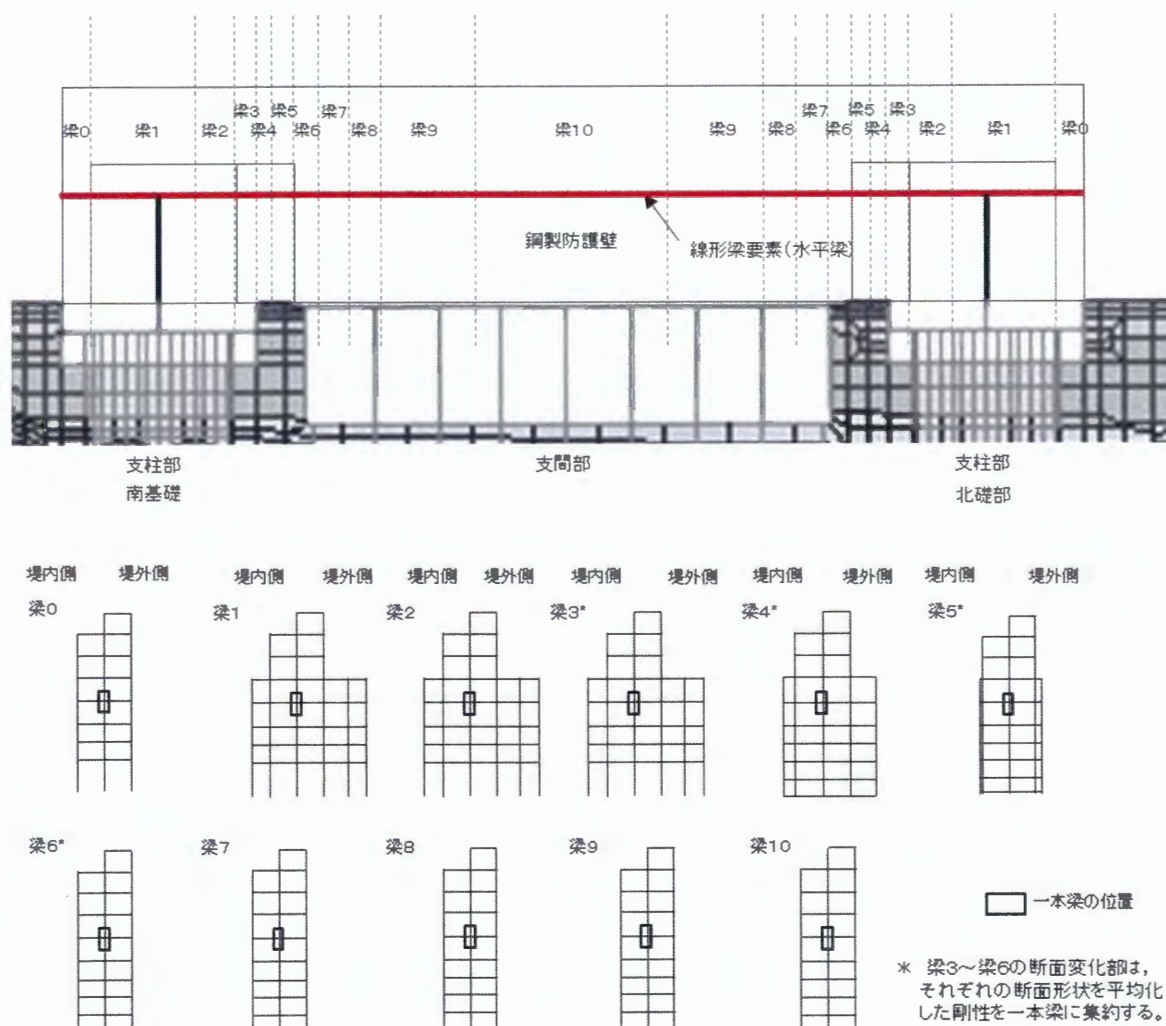


図 4.9-6 堤軸方向に関する水平方向の一本梁の鉛直断面の鋼殻形状

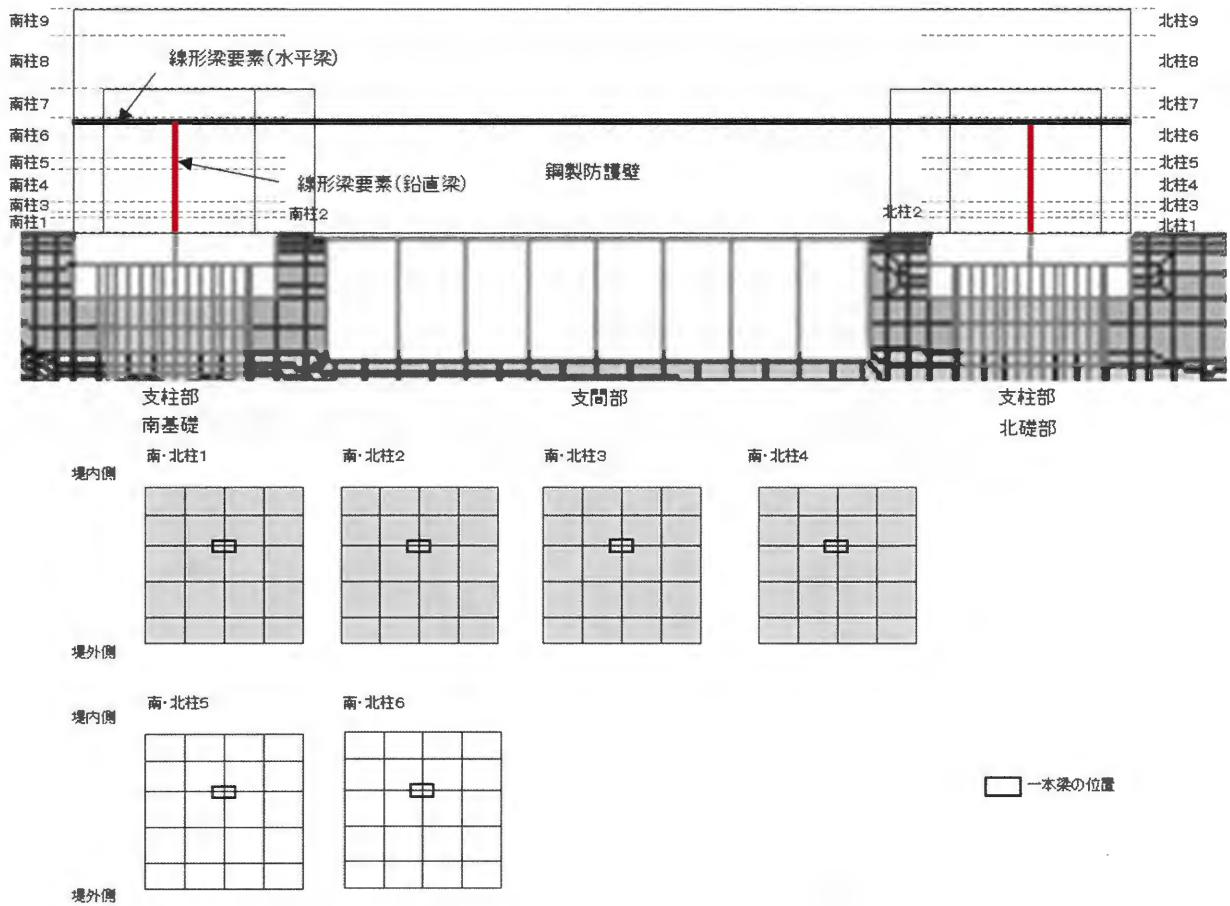


図 4.9-7 堤軸方向に関する鉛直方向の一本梁の水平断面の鋼殻形状

## ロ. 堤軸直交方向

堤軸直交方向については、南基礎（③－③断面）及び北基礎（②－②断面）それぞれにおいて、線形梁要素である鉛直方向の一本梁を基礎天端から鋼製防護壁天端高さまで配置する。その配置位置を南基礎（③－③断面）の例として、水平断面の鋼殻形状とともに図 4.9-8 に示す。

一本梁を配置する位置は、鋼製防護壁支間部の堤軸直交方向に対する中心線と支柱部堤軸方向に対する中心線の交点とする。この鉛直方向の一本梁と基礎天端中心の間には、「2.2.2 鋼製防護壁の平面配置」に示すとおり、堤軸直交方向に 1.15 m の離隔がある。この離隔部分に水平方向の剛梁を配置して鋼製防護壁と基礎の偏心を考慮する。

また、南基礎及び北基礎それぞれの鉛直の一本梁には、鋼製防護壁の南側半分と北側半分の剛性並びに質量をそれぞれ設定する。

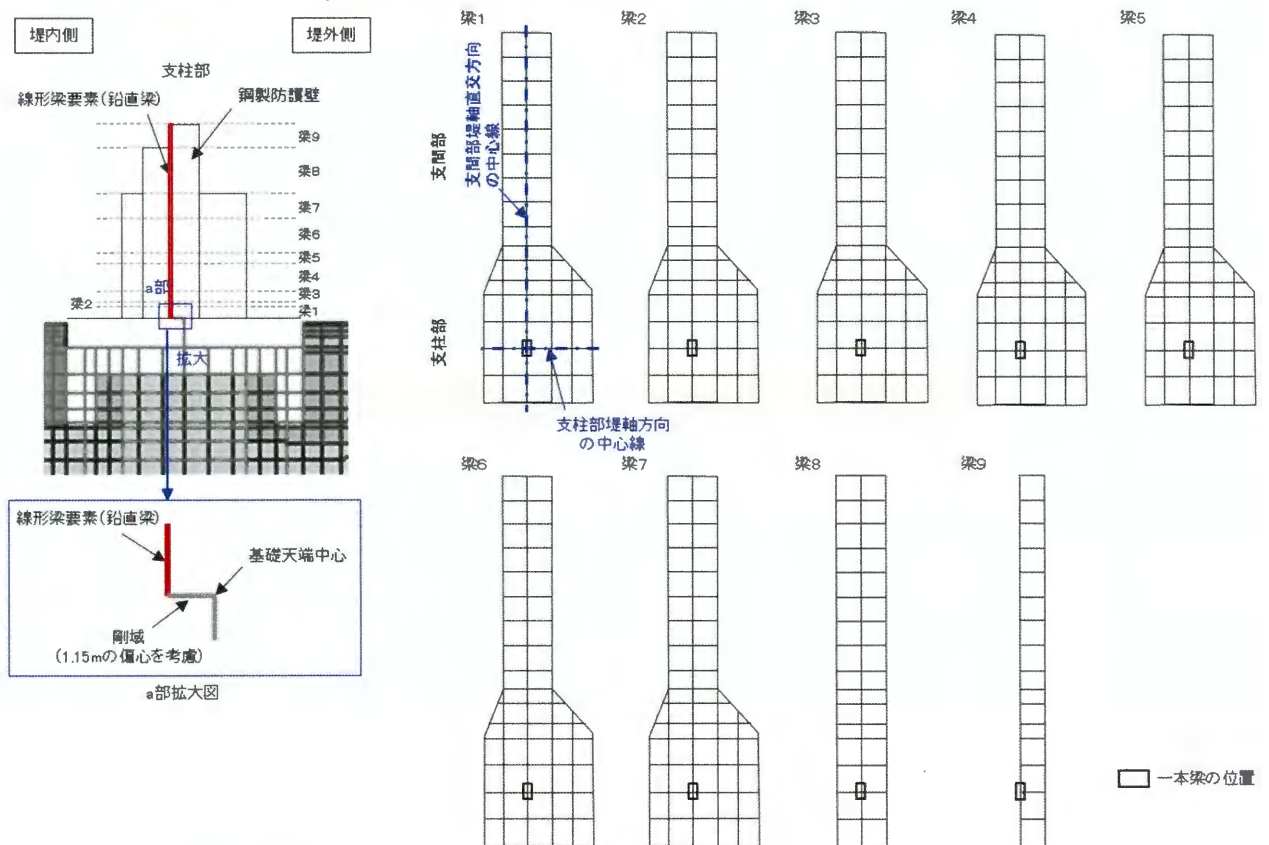


図 4.9-8 堤軸直交方向に関する鉛直方向の一本梁の水平断面の鋼殻形状  
(南基礎③－③断面)



(b) G 鋼製防護壁基礎

鋼製防護壁基礎の評価は、2次元有効応力解析モデルで行う。

中実鉄筋コンクリートは、縦梁（構造梁要素）及び横梁（仮想剛梁要素）により構成する。基礎中心の縦梁（構造梁要素）に基礎全体の断面性能を集約していることから、当該要素以外の要素は構造物の応答に寄与させない設定とする。

一方で、モデルの成立性を確保する観点からは、幾何学的連続性及び荷重伝達経路を維持するために横梁（仮想剛梁要素）や構造物周辺地盤との接合面のモデル化が必要である。

ここで、構造物側面及び底面の剥離や滑りを考慮するためにジョイント要素を設定するために、側方地盤との間に構造物の応答に影響を与えないよう剛性を低減した柔梁を配置する。

鋼管杭は、頂版鉄筋コンクリートに剛結されることで中実鉄筋コンクリートとともに外力に抵抗するようにモデル化する。

また、既設構造物については鋼製防護壁基礎の堤軸方向の挙動と相互作用があると考えられることから構造梁要素でモデル化する。

## イ. 堤軸方向

堤軸方向の構造物の解析モデルは、奥行き方向に変化する構造部材による相互作用を考慮するため、複数断面を重ね合わせたモデルとする。堤軸方向の構造物の解析モデルを図 4.9-9 に示す。構造部材の断面性能は、堤軸直交方向の頂版幅（北基礎、南基礎ともに 15.5 m）に応じた値を設定する。堤軸方向の各構造断面位置を図 4.9-10 に示し、堤軸方向の各構造断面を図 4.9-11 に示す。

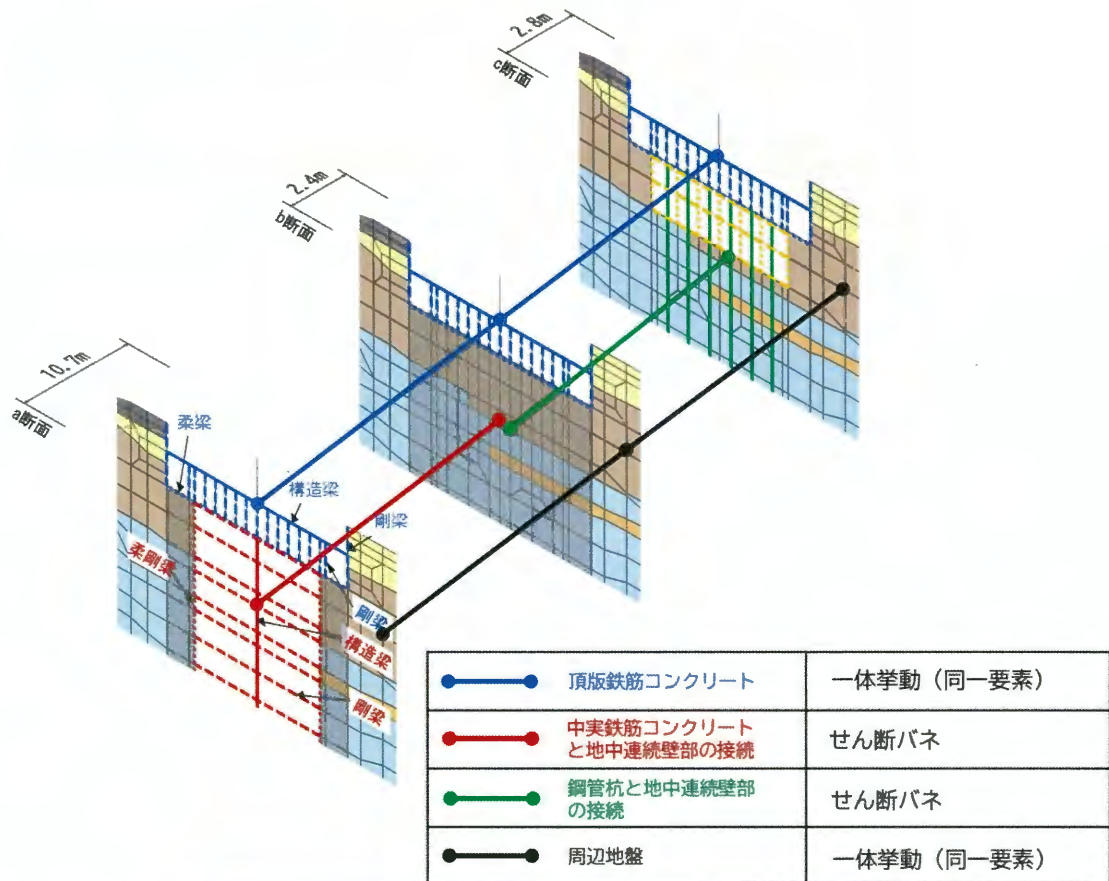
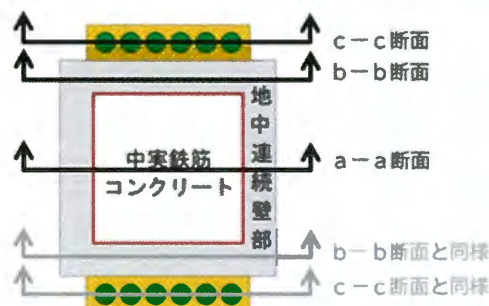


図 4.9-9 堤軸方向の構造物の解析モデル（北基礎）



\* 地中連続壁部は地盤（非液化化）扱いとする。

図 4.9-10 堤軸方向の各構造断面位置（北基礎）

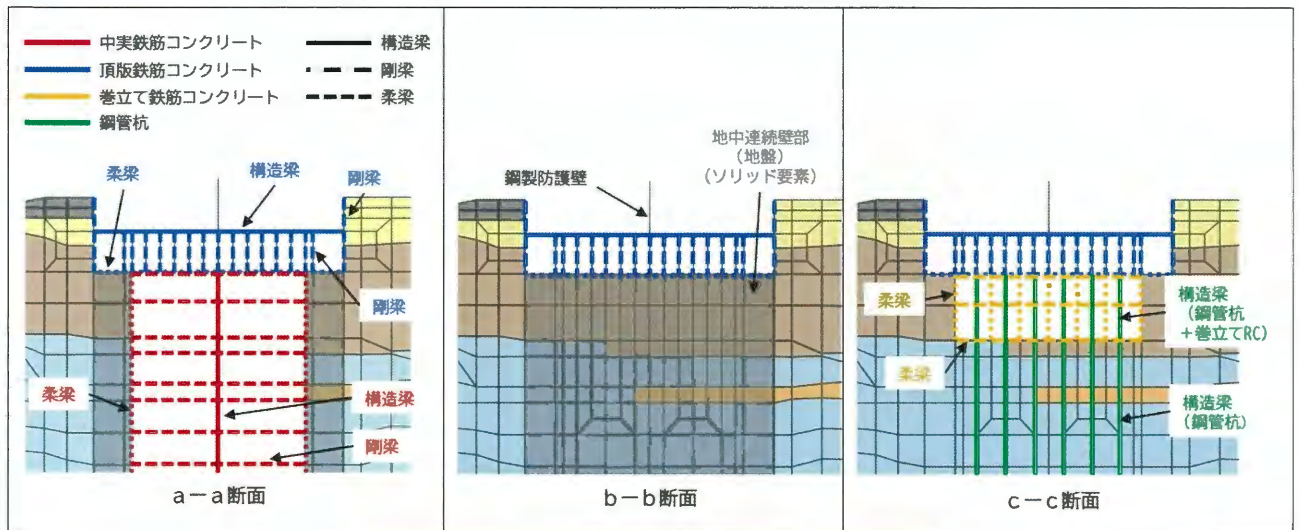


図 4.9-11 堤軸方向の各構造断面 (北基礎)

堤軸方向の複数断面を重ね合わせた後の解析モデルを図 4.9-12 に、A-A断面、B-B断面、C-C断面を図 4.9-13 に示す。地中連続壁部（地盤）と中実鉄筋コンクリート間の結合及び地中連続壁部（地盤）と鋼管杭間の結合は、原地盤のせん断強度を有するせん断バネとする。鋼管杭と地盤間の結合は、原地盤のせん断強度を有するジョイント要素とする。

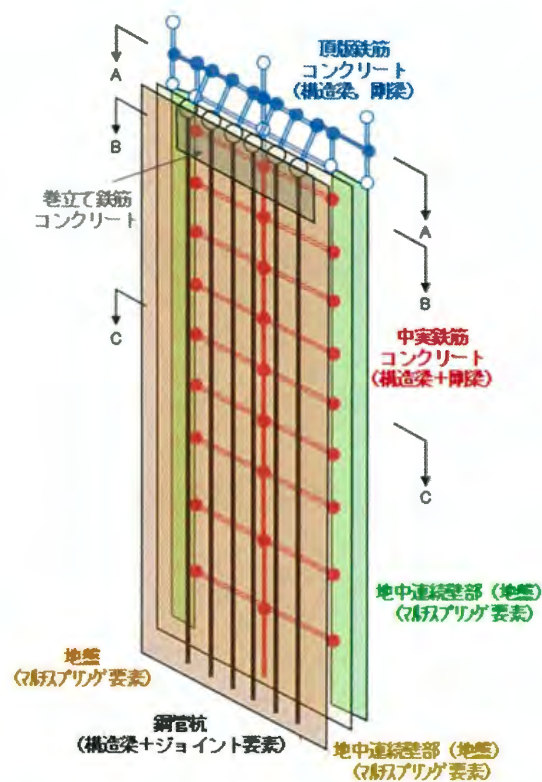
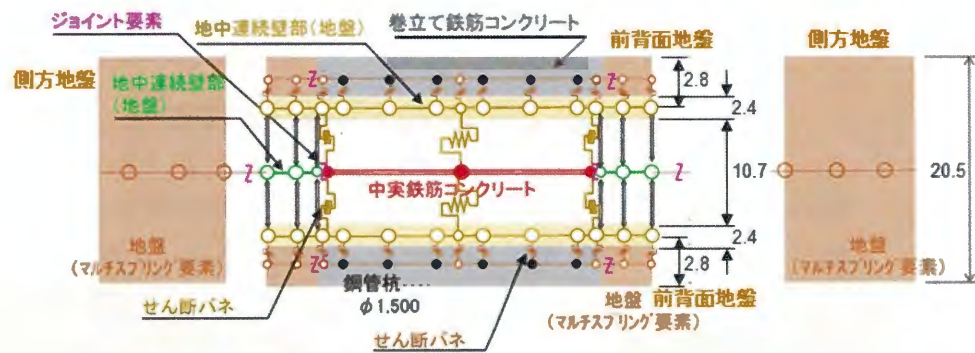


図 4.9-12 堤軸方向の複数断面を重ね合わせた後の解析モデル

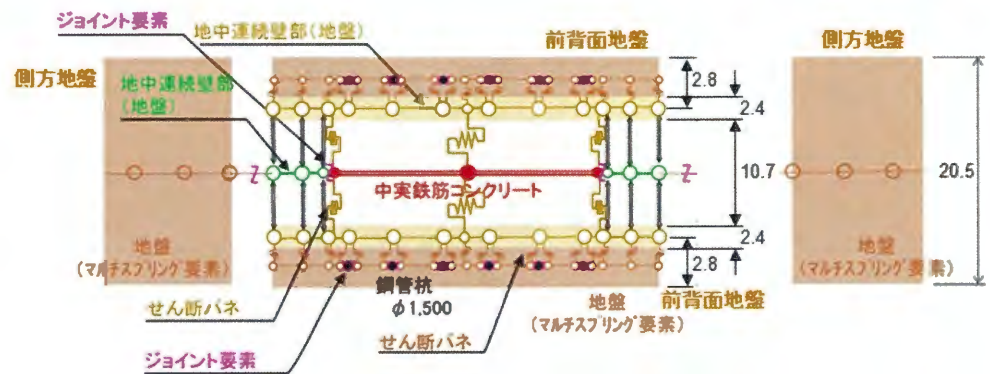




頂版鉄筋コンクリート (A-A)



巻立て鉄筋コンクリート (B-B)



中実鉄筋コンクリート (C-C)

(単位: m)

図 4.9-13 堤軸方向の各深度の解析モデル (北基礎)

ロ. 堤軸直交方向

堤軸直交方向の構造物の解析モデルは、奥行き方向に変化する構造部材による相互作用を考慮するため、複数断面を重ね合わせたモデルとする。堤軸直交方向の構造物の解析モデルを図 4.9-14 に示す。構造部材の断面性能は、堤軸方向の頂版幅（北基礎、南基礎ともに 15.5 m）に応じた値を設定する。図 4.9-15 に堤軸直交方向の各構造断面位置を、図 4.9-16 に堤軸直交方向の各構造断面を示す。

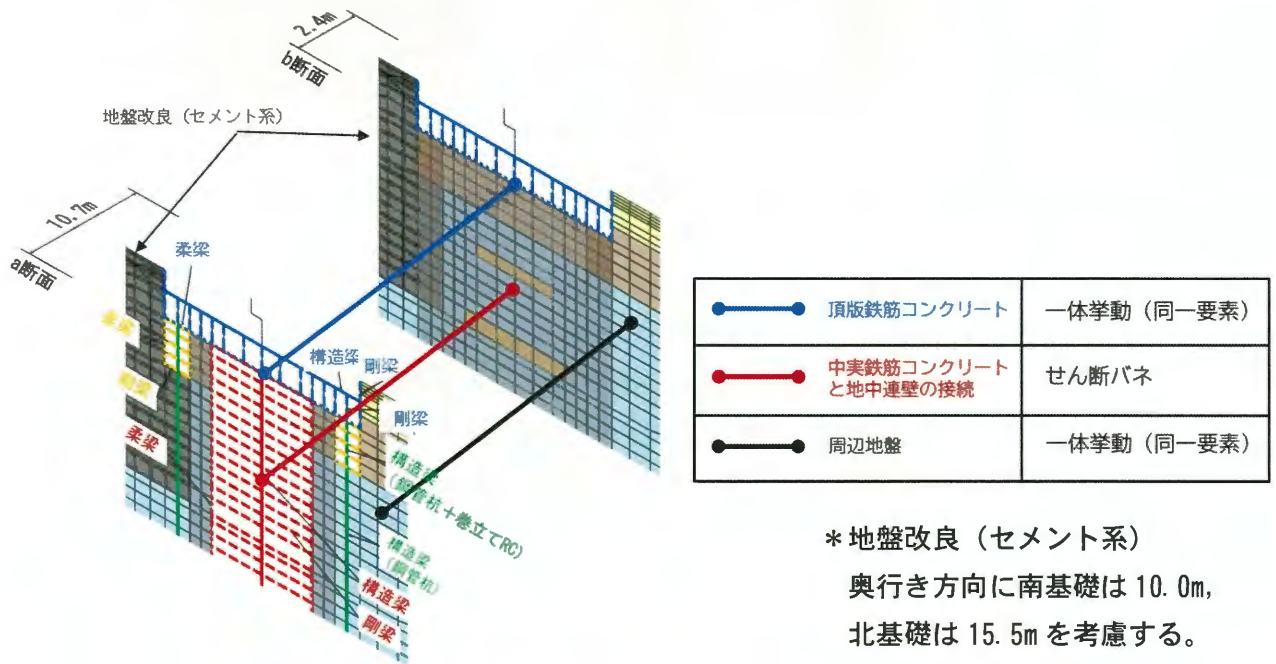


図 4.9-14 堤軸直交方向の構造物の解析モデル (北基礎)



図 4.9-15 堤軸直交方向の各構造断面位置



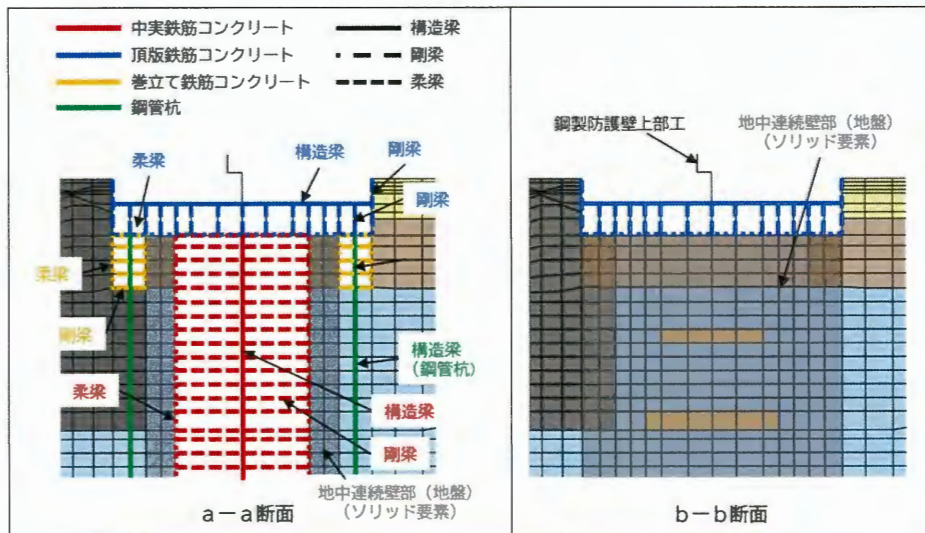


図 4.9-16 堤軸直交方向の各構造断面（北基礎）

堤軸直交方向の複数断面を重ね合わせた後の解析モデルを図 4.9-17 に、A-A 断面、B-B 断面、C-C 断面を図 4.9-18 に示す。地中連続壁部（地盤）と中実鉄筋コンクリート間の結合は、**原地盤のせん断強度を有するせん断バネとし、**鋼管杭のモデル化は、**奥行 15.5 m あたり鋼管杭 6 本分の特性値とする。**また、鋼管杭と地盤間の結合は、**原地盤のせん断強度を有するジョイント要素とする。**

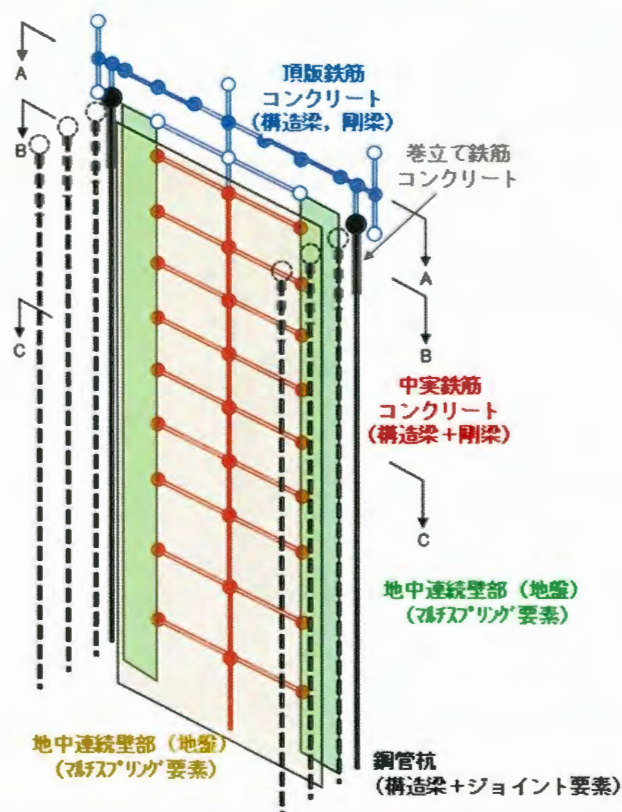
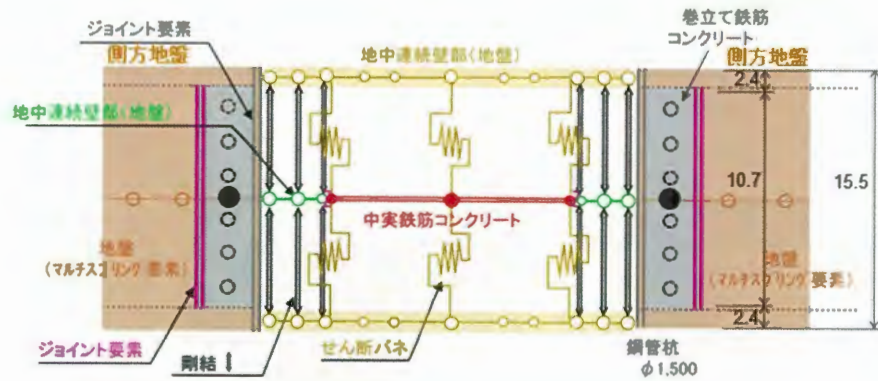


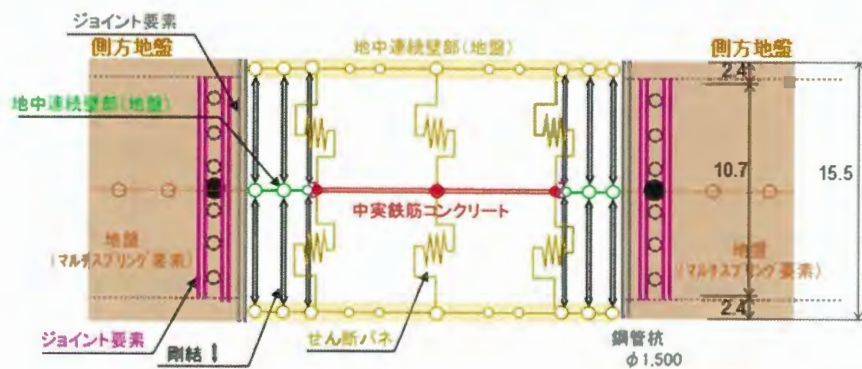
図 4.9-17 堤軸直交方向の複数断面を重ね合わせた後の解析モデル



頂版鉄筋コンクリート (A-A)



巻立て鉄筋コンクリート (B-B)



中実鉄筋コンクリート (C-C)

(単位：m)

図 4.9-18 堤軸直交方向の各深度の解析モデル (北基礎)

c. 地盤のモデル化

地盤は，マルチスプリング要素及び間隙水要素によりモデル化し，地震時の有効応力の変化に応じた非線形性を考慮する。

d. 地盤と構造物の接合面のモデル化

地盤と構造物の接合面には，図 4.9-19 に示すとおりジョイント要素を設けることにより，地震時の地盤と構造物の接合面における剥離及びすべりを考慮する。

ジョイント要素は，図 4.9-20 に示すとおり地盤と構造物の接合面の法線方向とせん断方向に対して設定する。法線方向は，引張応力が生じる場合に剛性及び応力が失われ剥離状態となる。せん断方向は，地盤のせん断強度  $\tau_f$  以上のせん断応力が生じる場合にせん断剛性が失われすべり状態となる。

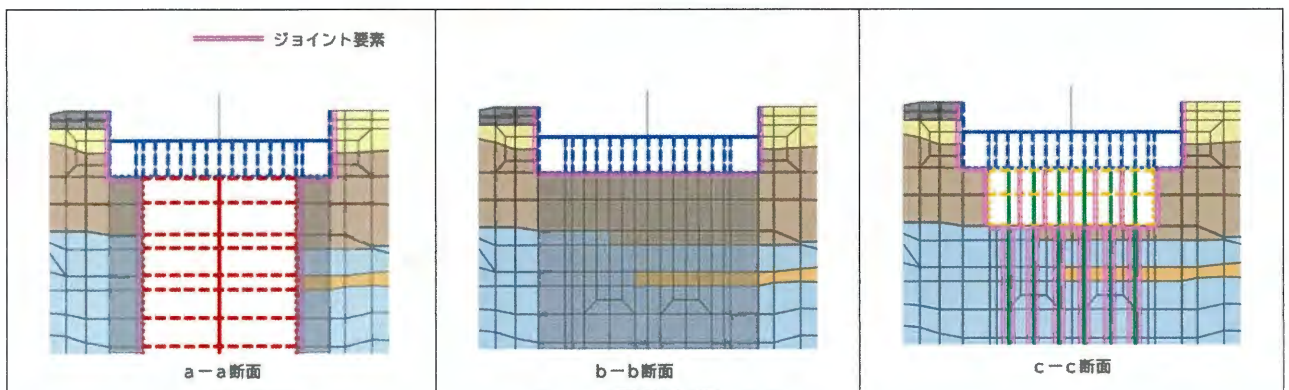


図 4.9-19 地盤と構造物の接合面のモデル化（北基礎）

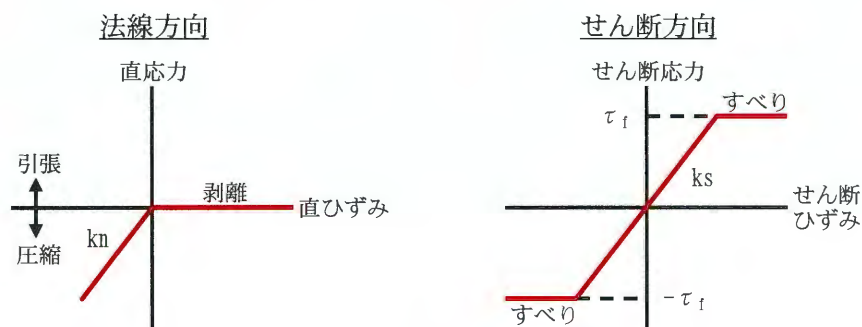


図 4.9-20 ジョイント要素の概念図

なお、地盤のせん断強度 $\tau_f$ は、有効応力 $\sigma'$ と表 4.4-1 に示す周辺地盤の粘着力 $c_{CD}$ 、内部摩擦角 $\phi_{CD}$ を踏まえ、モール・クーロン式 $\tau_f = c_{CD} + \sigma' \tan \phi_{CD}$ として計算される。

また、ジョイント要素の地盤バネの地盤反力係数は、数値計算上不安定な挙動を起こさない程度に十分大きい値として、港湾構造物設計事例集(沿岸技術研究センター)を踏まえ、表 4.9-1 のとおり設定する。

表 4.9-1 ジョイント要素の地盤反力係数

| 設定箇所   | せん断剛性 $k_s$<br>( $\text{kN}/\text{m}^3$ ) | 圧縮剛性 $k_n$<br>( $\text{kN}/\text{m}^3$ ) |
|--------|-------------------------------------------|------------------------------------------|
| 側面及び底面 | $1.0 \times 10^6$                         | $1.0 \times 10^6$                        |



e. 解析モデル領域

解析モデル領域は、境界条件の影響が地盤及び構造物の応力状態に影響を及ぼさないよう、十分広い領域とする。具体的には、J E A G 4 6 0 1-1987 を踏まえ、図 4.9-21 に示すとおりモデル幅を構造物基礎幅の 5 倍以上、構造物下端からモデル下端までの高さを**構造物基礎幅**の 2 倍以上確保する。なお、解析モデルの境界条件は、側面及び底面ともに粘性境界とする。

地盤の要素分割は、地盤の波動をなめらかに表現するために、最大周波数 20 Hz 及びせん断波速度  $V_s$  で算定される波長の 5 または 4 分割、すなわち、 $V_s/100$  または  $V_s/80$  を考慮し、要素高さを 1 m 程度まで細分割して設定する。

構造物の要素分割は、「原子力発電所屋外重要土木構造物の耐震性能照査指針・同マニュアル」（土木学会原子力土木委員会，2002 年 5 月）に、線材モデルの要素分割は、要素長さを部材の断面厚さ，または有効高さの 2.0 倍以下とし，1.0 倍程度とするのが良い旨が示されていることを考慮し，部材の断面厚さ，または有効高さの 1.0 倍程度まで細分割して設定する。

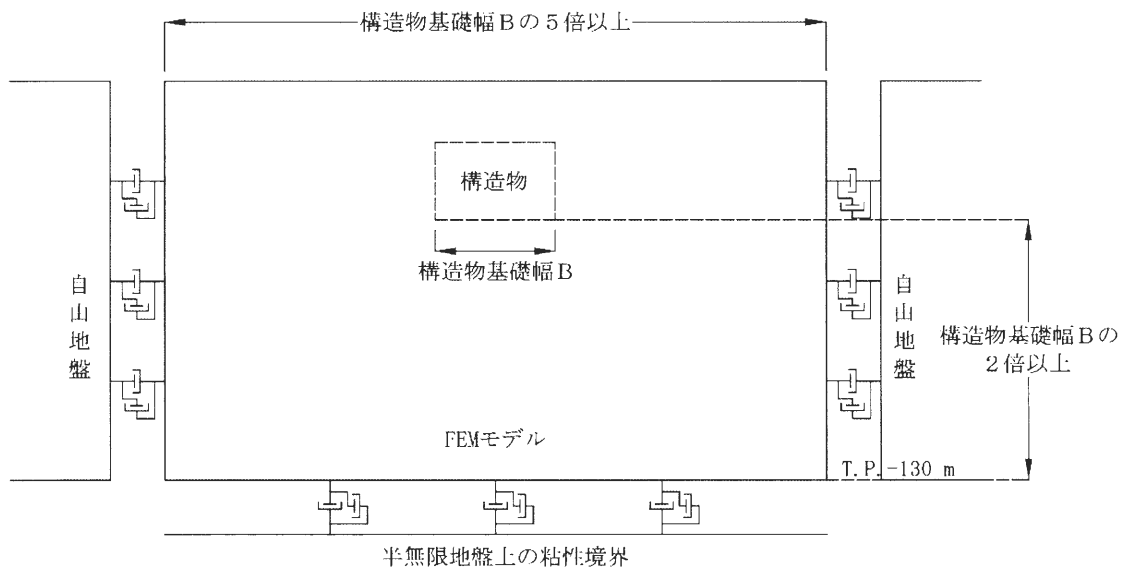


図 4.9-21 解析モデル領域



#### f. 解析フロー

地震応答解析（２次元有効応力解析）モデルは、検討対象構造物とその周辺地盤の実際の状況をモデル化した不整形地盤に加え、この不整形地盤の左右に広がる地盤をモデル化した自由地盤で構成される。この自由地盤は、不整形地盤の左右端と同じ地層構成を有する１次元地盤モデル（不整形地盤左右端のそれぞれ縦１列の要素列と同じ地層構成で、水平方向に連続することを表現するために循環境界条件を設定したモデル）である。地震応答解析（２次元有効応力解析）における自由地盤の初期応力解析から不整形地盤の地震応答解析までのフローを図 4.9-22 に示す。

自由地盤の初期応力解析は、自重に対する静的解析として実施して、自由地盤の動的解析における初期状態を設定する。自由地盤の地震応答解析は、不整形地盤の地震応答解析において粘性境界を介して自由地盤側の震動を反映した境界条件となるように設定するために実施する。

不整形地盤の初期応力解析は、自重を始めとする常時荷重に対する静的解析として実施して、不整形地盤の動的解析における初期状態を設定する。この不整形地盤の初期状態に基づいて地震応答解析を実施する。

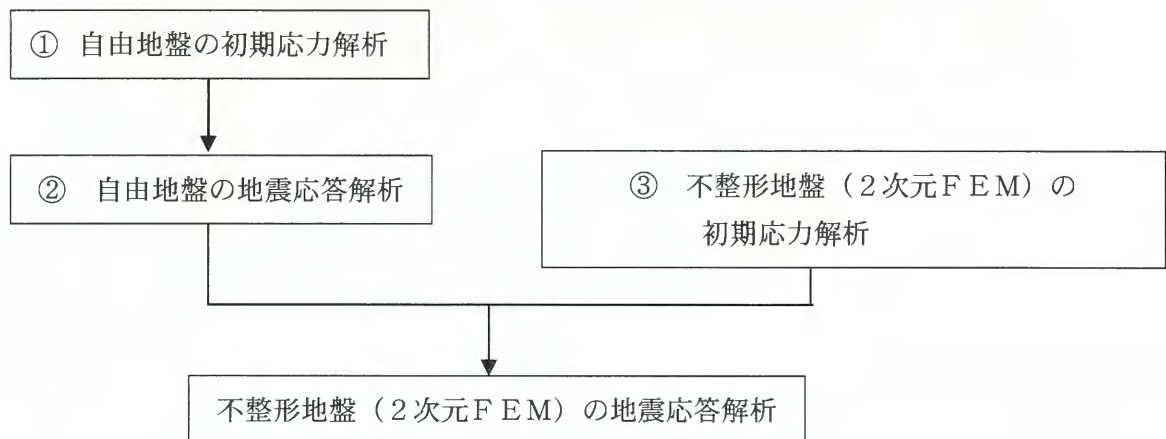


図 4.9-22 自由地盤の初期応力解析から不整形地盤（２次元F E M）の地震応答解析までのフロー

境界条件は、固有値解析時、初期応力解析時、地震応答解析時（2次元有効応力解析時）各々に設定する。

境界条件は、境界が構造物を含めた周辺地盤の震動特性に影響を与えないように設定する。底面の境界条件は、図 4.9-23 に示すとおり地盤のせん断方向の卓越変形モードを把握するために固定とし、側面の境界条件は、実地盤が水平方向に連続していることを模擬するため水平ローラとする。

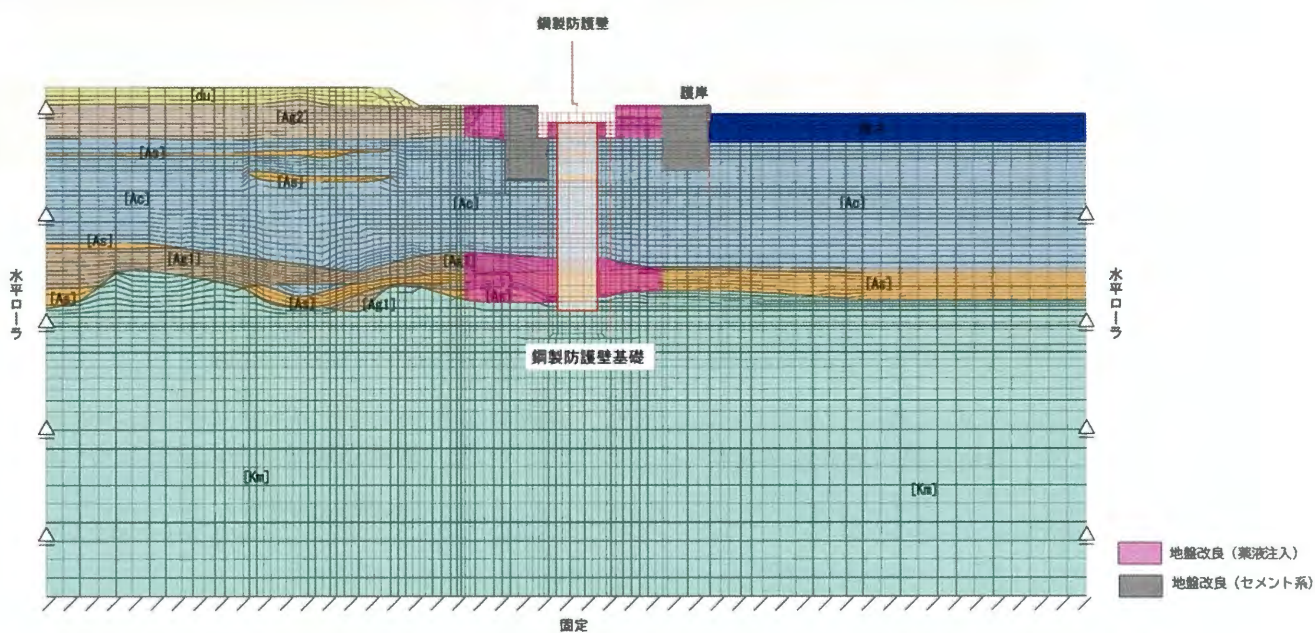


図 4.9-23 固有値解析時の境界条件 (②-②断面)

(b) 初期応力解析時

初期応力解析は、地盤や構造物の自重及び風荷重等の静的な荷重を載荷することによる常時の初期応力を算定するために行う。

底面の境界条件は、図 4.9-24 に示すとおり固定とし、側面の境界条件は、自重による地盤の鉛直方向の変形を拘束しないよう鉛直ローラとする。

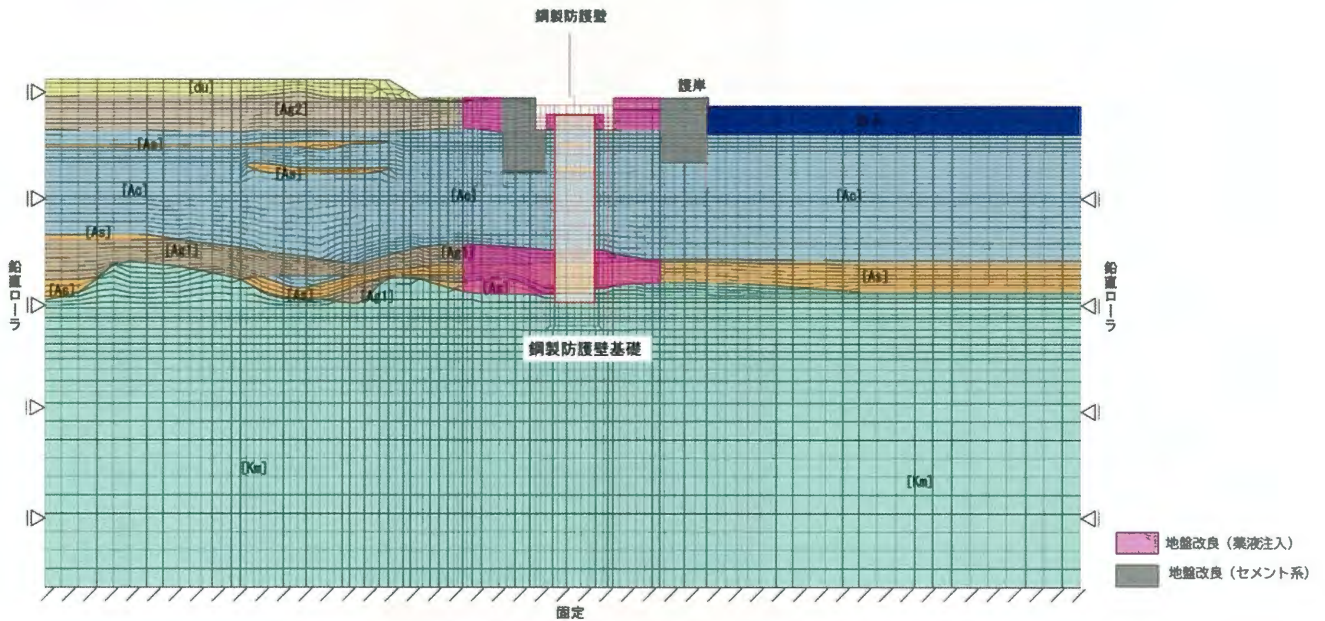


図 4.9-24 初期応力解析時の境界条件 (②-②断面)

(c) 地震応答解析時

底面及び側面の境界条件は、有限要素解析における半無限地盤を模擬するため、粘性境界とする。底面には、地震動の下降波がモデル底面境界から半無限地盤へ通過していく状態を模擬するためにダッシュポットを設定し、側面には、自由地盤の地盤震動と不整形地盤の地盤震動の差分が側面を通過していく状態を模擬するために、自由地盤と不整形地盤との間にダッシュポットを設定する。地震応答解析（2次元有効応力解析）モデルを図 4.9-25～図 4.9-30 に示す。



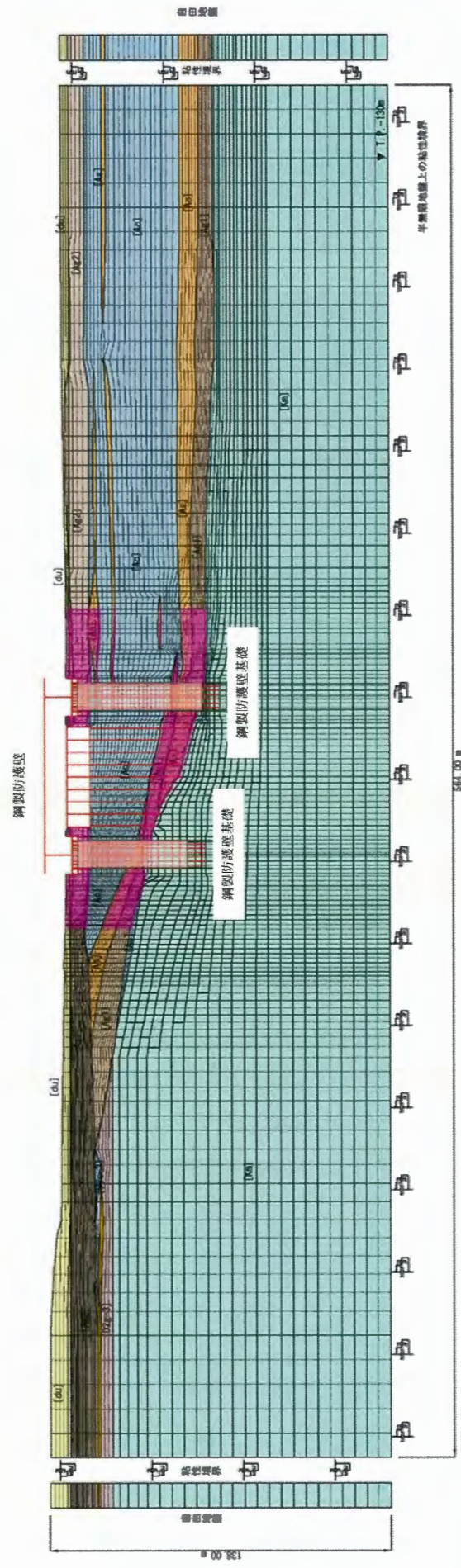


図 4.9-25 地震応答解析（2次元有効応力解析）モデル全体図（①—①断面）

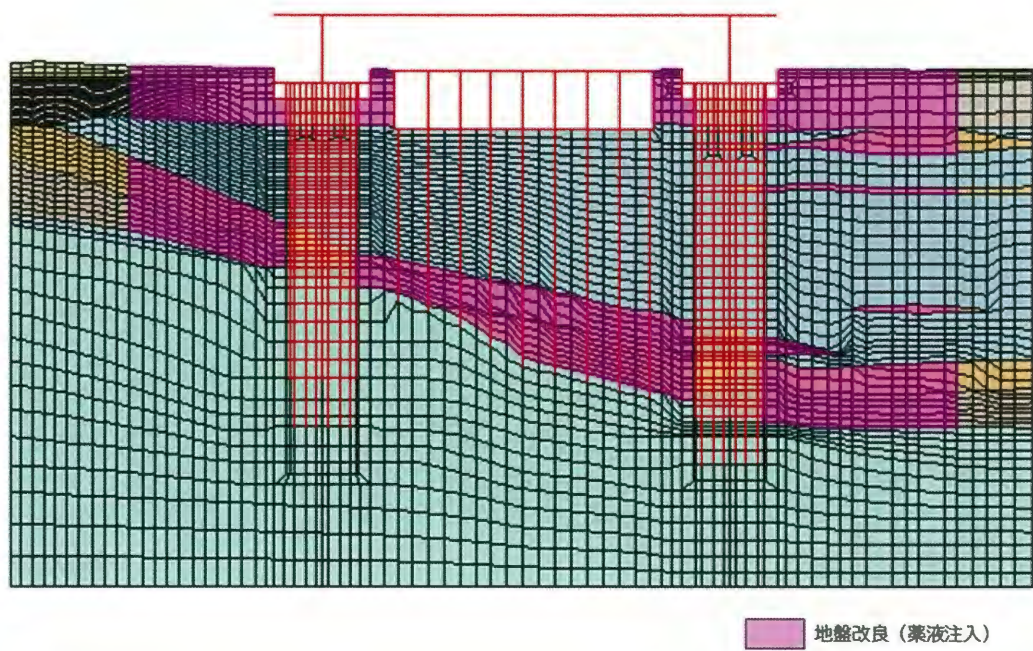


図 4.9-26 地震応答解析（2次元有効応力解析）モデル拡大図（①—①断面）







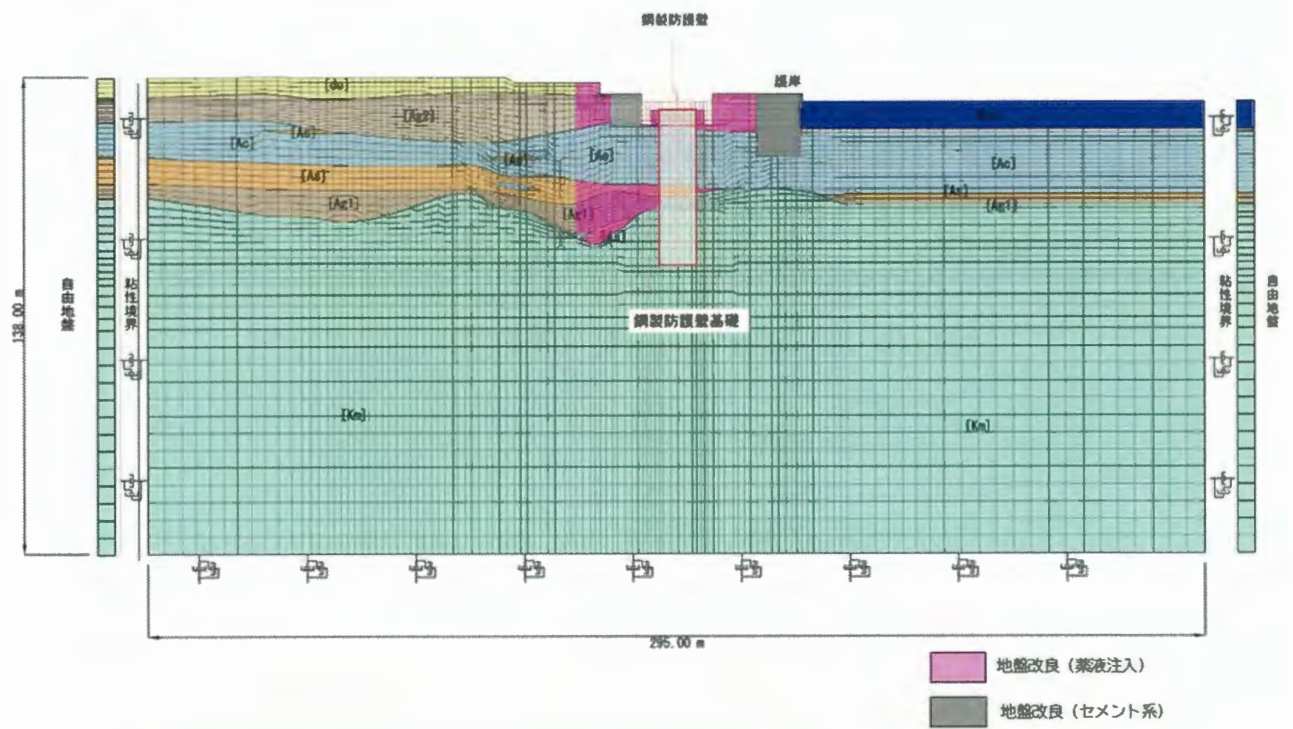


図 4.9-29 地震応答解析（2次元有効応力解析）モデル全体図（③—③断面）

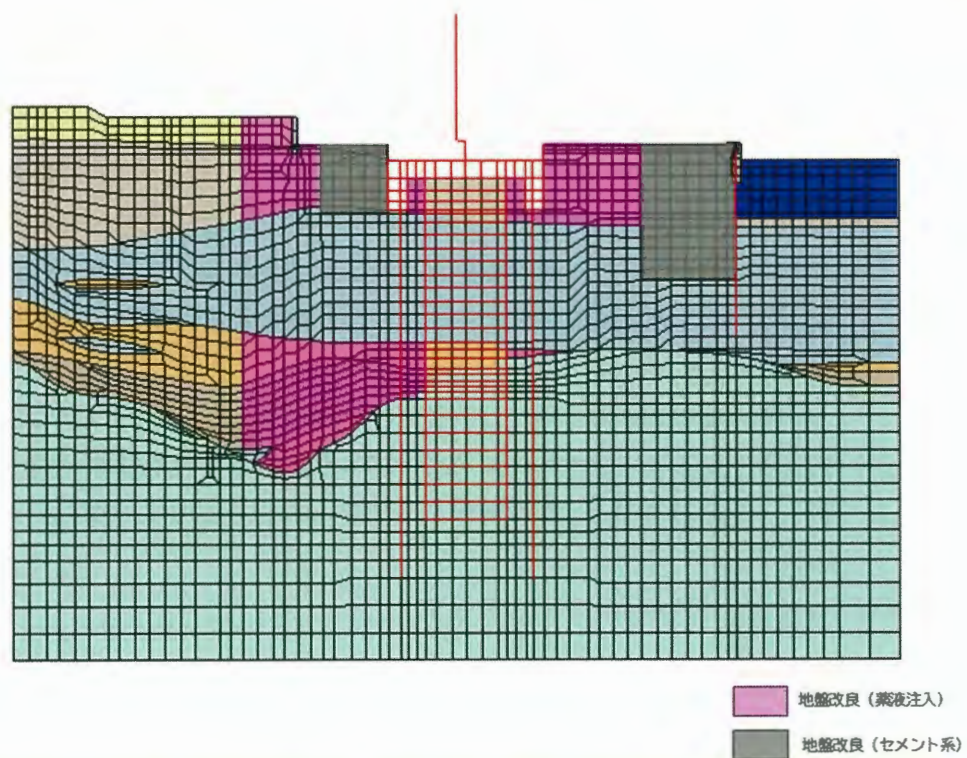


図 4.9-30 地震応答解析（2次元有効応力解析）モデル拡大図（③—③断面）

#### h. 減衰定数

##### (a) 設定フロー

動的解析における地盤及び構造物の減衰は、固有値解析により求められる固有周期及び減衰定数に基づき、質量マトリックス及び剛性マトリックスの線形結合で表される以下の Rayleigh 減衰にて与える。なお、Rayleigh 減衰は、 $\alpha=0$  となる要素剛性比例型減衰とする。

$$[C] = \alpha [M] + \beta [K], \quad \alpha=0, \quad \beta = h / (\pi \cdot f)$$

ここで、

[C] : 減衰マトリックス

[M] : 質量マトリックス

[K] : 剛性マトリックス

$\alpha, \beta$  : Rayleigh 減衰の係数

h : 各材料の減衰定数

f : 固有値解析により求められる 1 次固有振動数

有効応力解析では、時系列で地盤の 1 次固有振動数が低振動数側へシフトしていくことから、Rayleigh 減衰の係数  $\alpha, \beta$  の両方を用いると、質量比例項の減衰  $\alpha [M]$  の影響により、有効応力解析における減衰係数が低振動数帯で過減衰となる場合がある。

一方、有効応力解析における低振動数帯で減衰  $\alpha [M]$  の影響がない要素剛性比例型減衰では、地盤の 1 次固有振動数が時系列で低振動数側へシフトしていくのに伴い、1 次固有振動モードに対する減衰係数が初期減衰定数より保守的に小さい側へ変化していくことを考慮できる。ゆえに、有効応力解析では、地震力による時系列での地盤剛性の軟化に伴う 1 次固有振動数の低振動数側へのシフトに応じて、1 次固有振動モードに対する減衰係数として、初期減衰定数よりも保守的に小さい側のモード減衰係数を適用し、地盤応答の適切な評価が行えるように、低振動数帯で減衰  $\alpha [M]$  の影響がない要素剛性比例型減衰を採用した。

地盤の減衰定数は、解析上の安定のためになるべく小さい値として 1 % とする。また、鋼材とコンクリートの減衰定数は、道路橋示方書 (V 耐震設計編)・同解説 (日本道路協会, 平成 24 年 3 月) より鋼材 3 %, J E A G 4 6 0 1-1987 よりコンクリート 5 % とする。

図 4.9-31 に Rayleigh 減衰の設定フローを示す。

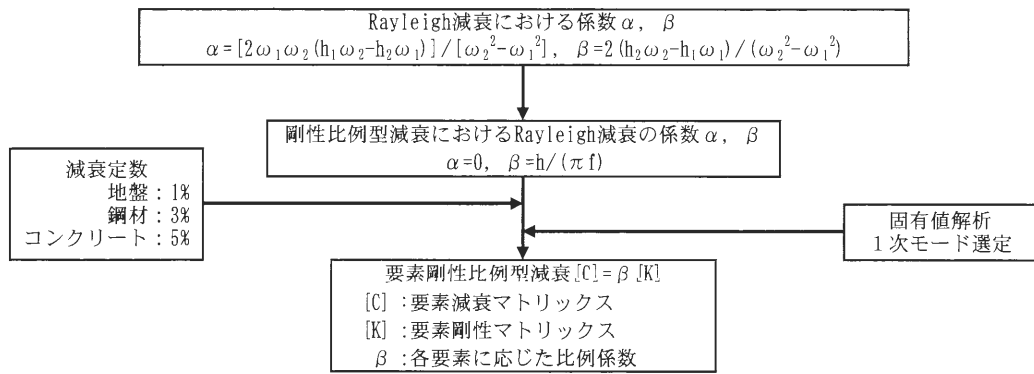


図 4.9-31 Rayleigh 減衰の設定フロー

(b) 固有値解析結果

固有値解析結果を表 4.9-2 に示す。表 4.9-2 に示す◎及び○を 1 次固有振動数とする。

表 4.9-2 固有値解析結果

凡例 ◎ : 地盤の 1 次固有振動数  
○ : 構造物の 1 次固有振動数

地盤ケース①, 地盤ケース⑤

| ①-①断面 |            |         |    | ②-②断面 |            |        |    | ③-③断面 |            |        |    |
|-------|------------|---------|----|-------|------------|--------|----|-------|------------|--------|----|
| 次数    | 固有振動数 (Hz) | 刺激係数    | 採用 | 次数    | 固有振動数 (Hz) | 刺激係数   | 採用 | 次数    | 固有振動数 (Hz) | 刺激係数   | 採用 |
| 1     | 0.544      | 363.68  | ◎  | 1     | 0.676      | 192.71 | ◎  | 1     | 0.785      | 220.14 | ◎  |
| 2     | 0.694      | -350.51 |    | 2     | 0.870      | 41.79  |    | 2     | 1.066      | 57.29  |    |
| 3     | 0.775      | 309.40  |    | 3     | 1.097      | 14.00  |    | 3     | 1.393      | 8.21   |    |
| 4     | 0.850      | 85.12   |    | 4     | 1.235      | -26.24 |    | 4     | 1.473      | -41.03 |    |
| 5     | 0.897      | 83.00   | ○  | 5     | 1.392      | -65.25 |    | 5     | 1.608      | -54.19 | ○  |
| 6     | 0.983      | -49.64  |    | 6     | 1.437      | -61.91 |    | 6     | 1.725      | 17.36  |    |
| 7     | 1.065      | 10.79   |    | 7     | 1.563      | 57.73  | ○  | 7     | 1.756      | -15.64 |    |
| 8     | 1.177      | -56.05  |    | 8     | 1.577      | 57.17  |    | 8     | 1.856      | -51.10 |    |
| 9     | 1.233      | -205.54 |    | 9     | 1.642      | 12.57  |    | 9     | 1.977      | 19.85  |    |

地盤ケース②, 地盤ケース⑥

| ①-①断面 |            |         |    | ②-②断面 |            |        |    | ③-③断面 |            |        |    |
|-------|------------|---------|----|-------|------------|--------|----|-------|------------|--------|----|
| 次数    | 固有振動数 (Hz) | 刺激係数    | 採用 | 次数    | 固有振動数 (Hz) | 刺激係数   | 採用 | 次数    | 固有振動数 (Hz) | 刺激係数   | 採用 |
| 1     | 0.584      | 400.84  | ◎  | 1     | 0.706      | 199.39 | ◎  | 1     | 0.799      | 224.94 | ◎  |
| 2     | 0.725      | -403.68 |    | 2     | 0.929      | 36.55  |    | 2     | 1.118      | 44.78  |    |
| 3     | 0.818      | 212.56  |    | 3     | 1.190      | 11.56  |    | 3     | 1.464      | -6.98  |    |
| 4     | 0.922      | 56.86   |    | 4     | 1.336      | -33.89 |    | 4     | 1.553      | -47.42 |    |
| 5     | 0.974      | 45.05   | ○  | 5     | 1.449      | -67.64 |    | 5     | 1.704      | 42.94  |    |
| 6     | 1.051      | -10.30  |    | 6     | 1.547      | -38.06 |    | 6     | 1.737      | 20.65  | ○  |
| 7     | 1.134      | 35.99   |    | 7     | 1.619      | -68.70 | ○  | 7     | 1.898      | -12.15 |    |
| 8     | 1.268      | -148.92 |    | 8     | 1.654      | 41.32  |    | 8     | 1.955      | -50.71 |    |
| 9     | 1.277      | -139.43 |    | 9     | 1.752      | -2.32  |    | 9     | 2.032      | 16.07  |    |

地盤ケース③

| ①-①断面 |            |         |    | ②-②断面 |            |        |    | ③-③断面 |            |        |    |
|-------|------------|---------|----|-------|------------|--------|----|-------|------------|--------|----|
| 次数    | 固有振動数 (Hz) | 刺激係数    | 採用 | 次数    | 固有振動数 (Hz) | 刺激係数   | 採用 | 次数    | 固有振動数 (Hz) | 刺激係数   | 採用 |
| 1     | 0.499      | 330.97  | ◎  | 1     | 0.638      | 184.50 | ◎  | 1     | 0.767      | 212.41 | ◎  |
| 2     | 0.646      | -256.97 |    | 2     | 0.806      | 47.32  |    | 2     | 1.010      | -73.91 |    |
| 3     | 0.734      | -347.10 |    | 3     | 0.998      | 15.69  |    | 3     | 1.309      | 19.01  |    |
| 4     | 0.771      | 162.36  |    | 4     | 1.126      | -23.84 |    | 4     | 1.394      | -27.03 |    |
| 5     | 0.816      | 163.62  |    | 5     | 1.293      | -12.17 |    | 5     | 1.523      | -64.40 |    |
| 6     | 0.901      | 95.57   | ○  | 6     | 1.359      | 99.98  |    | 6     | 1.608      | -8.17  |    |
| 7     | 1.000      | 38.25   |    | 7     | 1.471      | -20.88 |    | 7     | 1.711      | -44.47 | ○  |
| 8     | 1.085      | -30.84  |    | 8     | 1.501      | -55.89 |    | 8     | 1.748      | 31.47  |    |
| 9     | 1.183      | -214.52 |    | 9     | 1.538      | 58.46  | ○  | 9     | 1.840      | 30.50  |    |

地盤ケース④

| ①-①断面 |            |         |    | ②-②断面 |            |        |    | ③-③断面 |            |        |    |
|-------|------------|---------|----|-------|------------|--------|----|-------|------------|--------|----|
| 次数    | 固有振動数 (Hz) | 刺激係数    | 採用 | 次数    | 固有振動数 (Hz) | 刺激係数   | 採用 | 次数    | 固有振動数 (Hz) | 刺激係数   | 採用 |
| 1     | 0.529      | 357.95  | ◎  | 1     | 0.649      | 182.22 | ◎  | 1     | 0.762      | 210.36 | ◎  |
| 2     | 0.674      | -311.71 |    | 2     | 0.807      | 69.40  |    | 2     | 1.008      | -81.95 |    |
| 3     | 0.750      | 332.26  |    | 3     | 1.039      | 21.12  |    | 3     | 1.304      | 27.21  |    |
| 4     | 0.821      | -136.94 |    | 4     | 1.182      | -19.48 |    | 4     | 1.425      | 39.45  |    |
| 5     | 0.882      | 70.81   | ○  | 5     | 1.320      | 56.26  |    | 5     | 1.544      | -53.41 |    |
| 6     | 0.958      | -36.94  |    | 6     | 1.324      | 49.20  |    | 6     | 1.636      | 15.91  |    |
| 7     | 1.034      | -26.21  |    | 7     | 1.380      | -9.07  |    | 7     | 1.707      | -20.98 | ○  |
| 8     | 1.140      | 60.79   |    | 8     | 1.479      | 63.49  |    | 8     | 1.787      | -17.86 |    |
| 9     | 1.200      | -182.36 |    | 9     | 1.537      | 41.76  |    | 9     | 1.847      | -49.61 |    |
|       |            |         |    | 10    | 1.591      | -62.61 | ○  |       |            |        |    |



(2) 使用材料及び材料の物性値

使用材料及び材料の物性値については、「4.3 使用材料及び材料の物性値」に記載のとおり設定する。

(3) 地盤の物性値

地盤の物性値については、「4.4 地盤の物性値」に記載のとおり設定する。

(4) 荷重及び荷重の組合せ

荷重及び荷重の組合せについては、「4.5 荷重及び荷重の組合せ」に記載のとおり設定する。

#### 4.9.2 解析モデル及び解析条件 (鋼製防護壁及び接合部)

鋼製防護壁及び接合部の解析モデル及び解析条件については、後述する (1) に解析モデルを、(2) から (4) に解析条件を示す。

##### (1) 解析モデル

###### a. 鋼製防護壁のモデル化

鋼製防護壁の鋼殻の構成部材は、耐津波設計の3次元静的フレーム解析モデルと同様に水平隔壁、内部隔壁及び鉛直隔壁の交差位置並びに添接板継手位置を節点とし、それらを結合した梁構造で構成される格子モデルとする。

主桁部材は、外面鋼板及び内部隔壁をフランジ、水平隔壁をウェブとみなした断面とし、隔壁間の剛性、重量を構造弾性梁要素に集約する。横桁部材は、外面鋼板及び内部隔壁をフランジ、鉛直隔壁をウェブとみなした断面とし、隔壁間の剛性、重量を構造弾性梁要素に集約する。また、ねじれ剛性は、外面鋼板が連続していることから、箱断面として算定したねじれ剛性を主桁部材及び横桁部材に考慮する。

図 4.9-32 に鋼製防護壁における構成部材のモデル化イメージを示す。

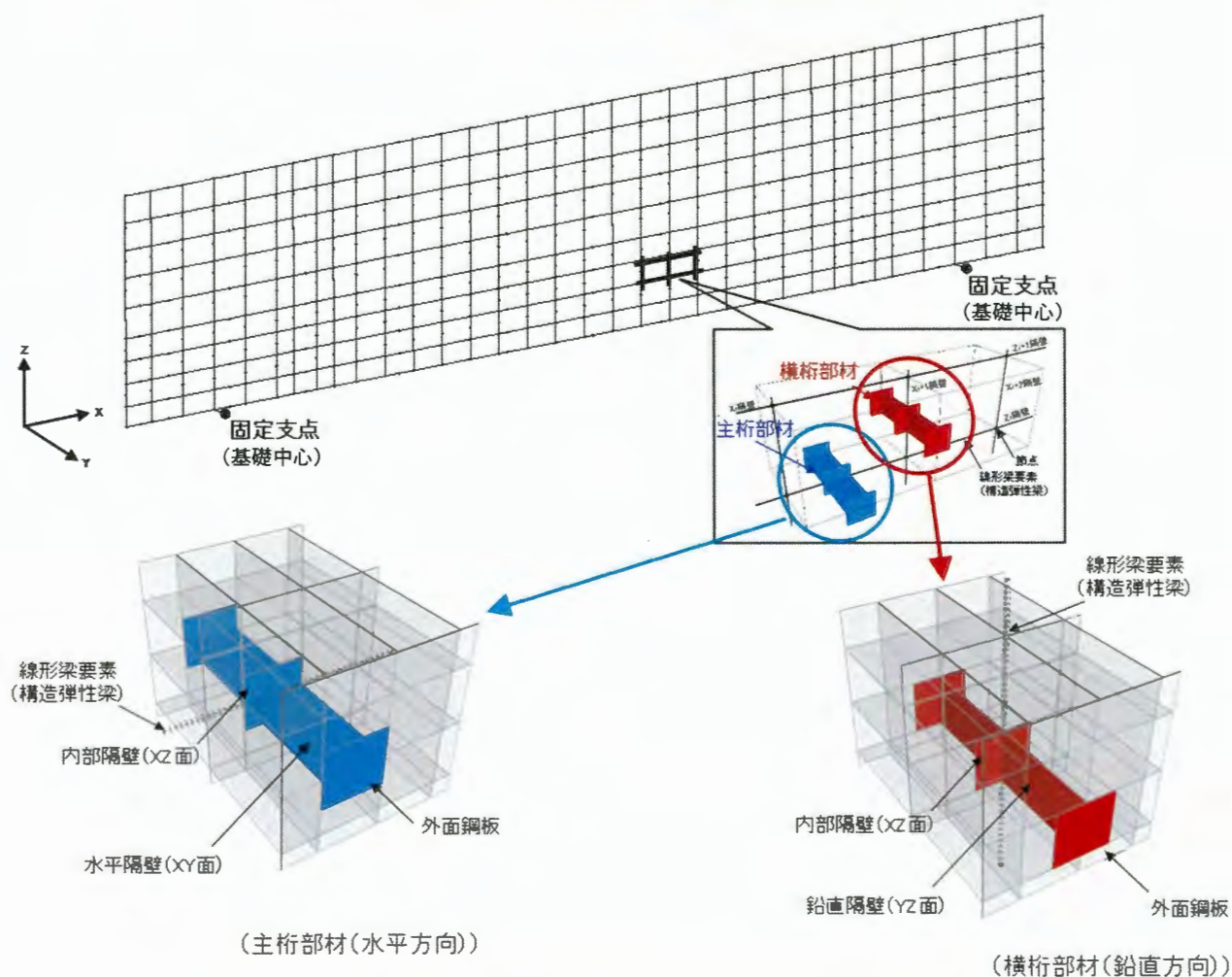


図 4.9-32 鋼製防護壁における構成部材のモデル化イメージ



## b. 荷重条件

3次元動的フレーム解析は、2次元有効応力解析により得られる南北基礎天端中心の時刻歴応答に基づき、相対変位が最大となる地震動を抽出し、当該地震動の時刻歴変位を荷重条件として与えて、実施する。

2次元有効応力解析において、堤軸方向（①-①断面）では、堤軸並進成分、鉛直成分及び堤軸直交方向を軸とする回転成分の時刻歴変位を抽出する。堤軸直交方向（②-②断面、③-③断面）では、堤軸直交並進成分、鉛直成分及び堤軸方向を軸とした回転成分の時刻歴変位を抽出する。それら抽出した並進3成分及び回転2成分の変位時刻歴を荷重として考慮して、3次元動的フレーム解析モデルの南北基礎天端中心（固定支点）に入力する。2次元有効応力解析からの変位時刻歴の入力概念図を図 4.9-33 に示す。

ただし、鉛直方向を軸とする水平回転成分は、2次元有効応力解析から直接算出できないため、堤軸直交方向の2次元有効応力解析により水平震度を設定し、この水平震度を、図 4.9-34 の下図に示す赤矢印のように鋼製防護壁全体（図 4.9-34 に示す格子モデル全体）に作用させることで水平回転成分を導く。導いた水平回転成分に基づき、格子モデルの各要素の断面力を算定し3次元動的フレーム解析から算出される断面力に加算する。なお、水平震度は、堤軸直交方向の南北基礎天端における水平加速度の絶対値最大から設定する。

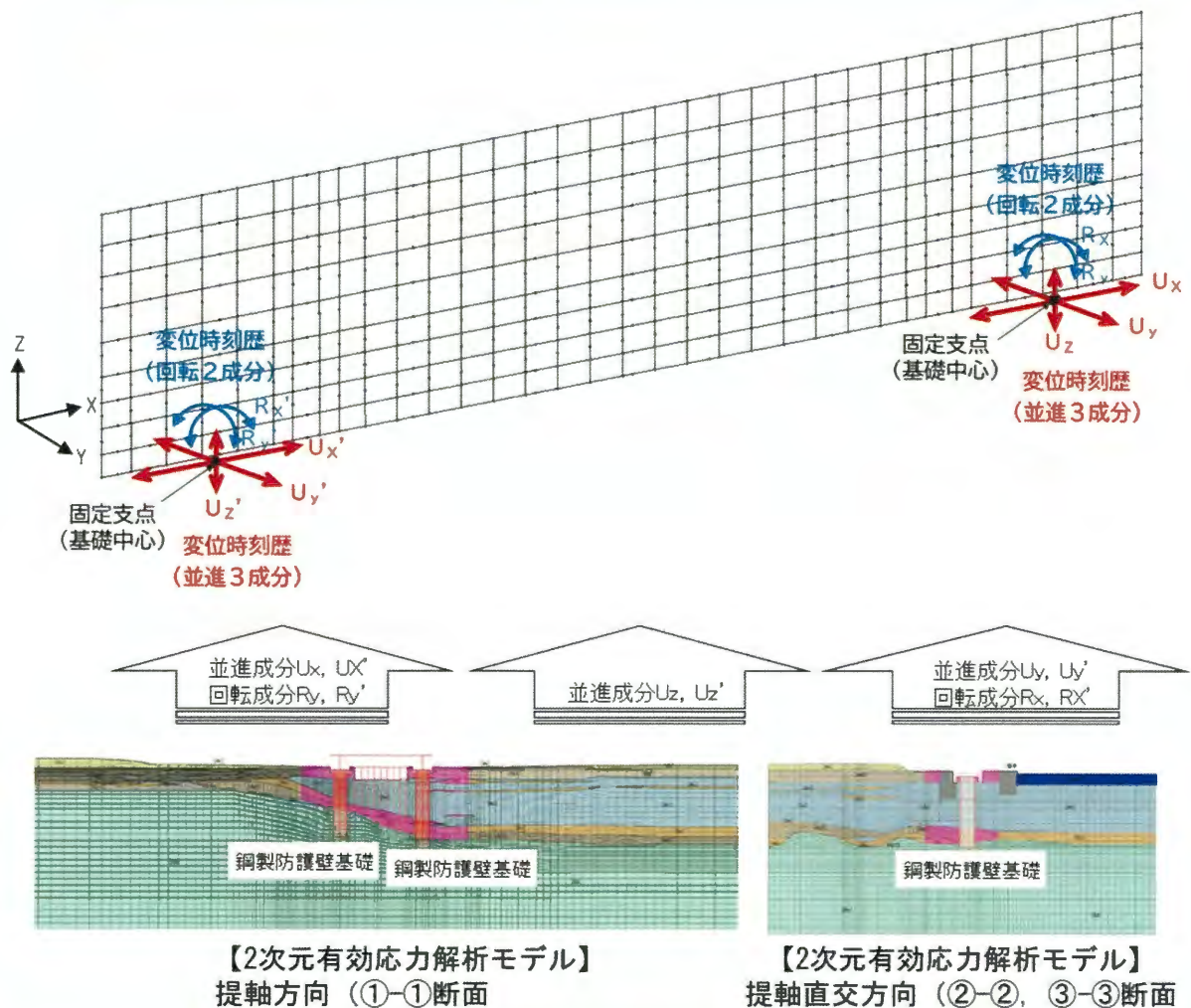


図 4.9-33 2次元有効応力解析による変位時刻歴の入力概念図

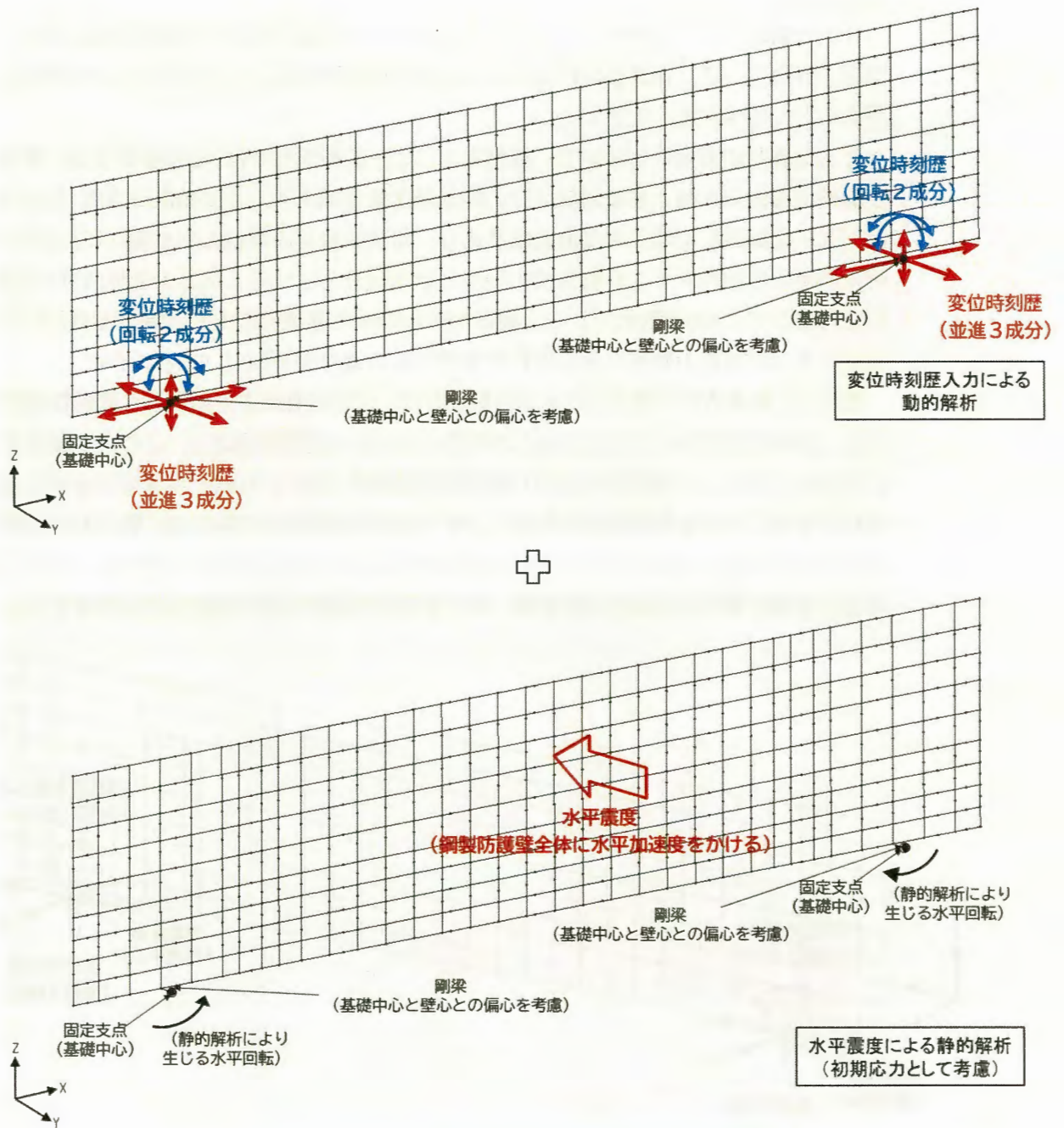


図 4.9-34 水平回転成分の重ね合わせの概念図



c. 梁要素の直応力度及びせん断応力度の算出方法

梁要素の発生応力度は、3次元動的フレーム解析により梁要素の断面力を算出し、その断面力と鋼殻の断面性能から算出する。

主桁部材の直応力度は、主にX軸方向の軸力、Z軸回りのモーメント及び断面性能（断面2次モーメント、全断面積）を用いて、図4.9-35に記載の式により直応力度を算出する。曲げ軸力による直応力度の算出方法を図4.9-35に示す。

せん断応力度は、「道路橋示方書（Ⅱ鋼橋編）・同解説」（日本道路協会、平成14年3月）に基づき、せん断応力度を算出する。せん断力によるせん断応力度の算出方法を図4.9-36に示す。

解析モデルを作成するにあたり、各区間の鋼殻形状を梁要素に集約しているため、図4.9-35に示すとおり外面鋼板で応力が最大となる。



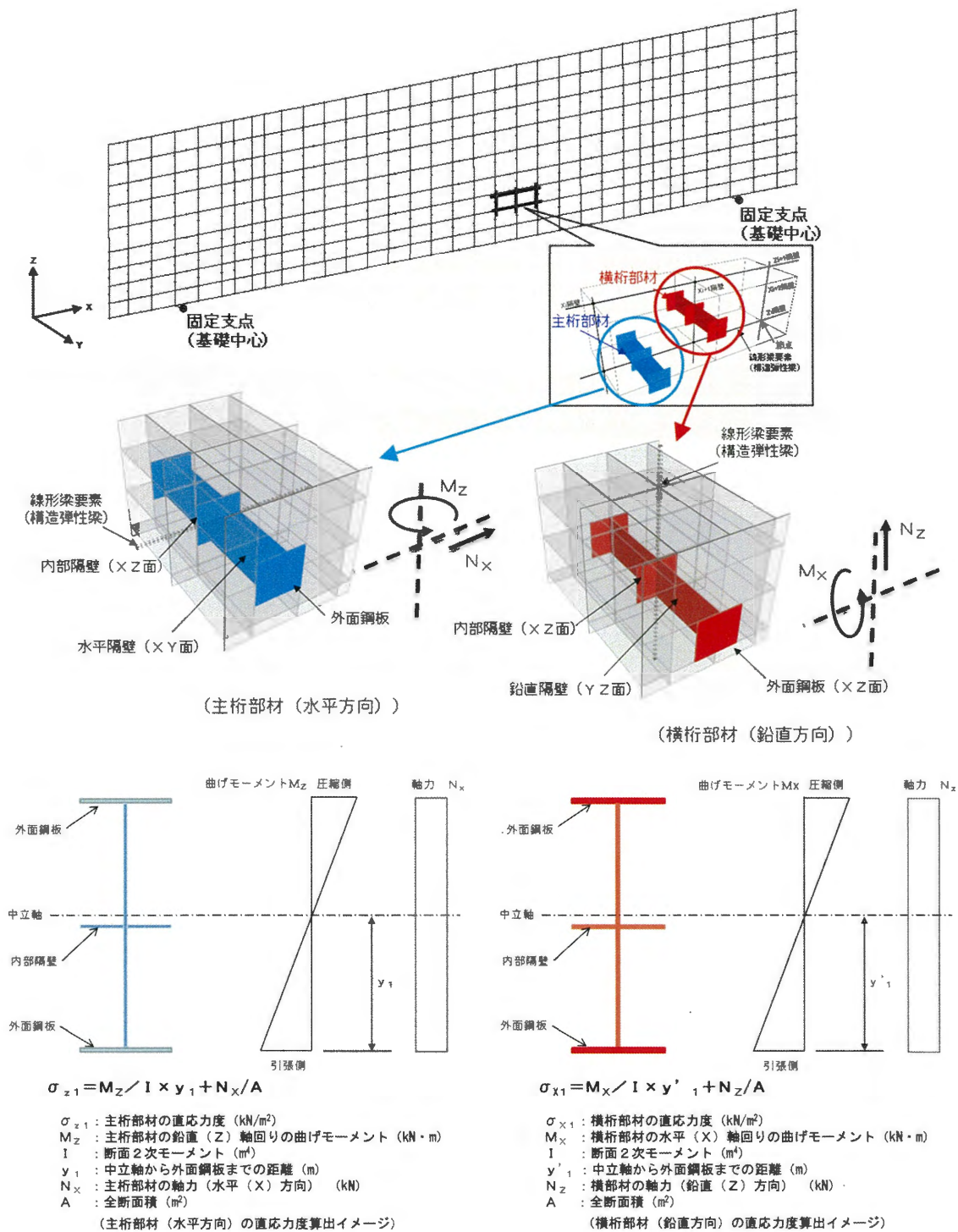


図 4.9-35 曲げ軸力による直応力度の算出方法

| 計算式                                               | せん断応力度の分布図 | 備 考                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|---------------------------------------------------|------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $\tau = \frac{S}{A_w}$                            |            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| $\tau = \frac{SQ}{It}$                            |            | $\tau_{\max} = \frac{3S(BH^2 - bh^2)}{2(BH^3 - bh^3)(B - b)}$<br>ただし、 $b = b_1 + b_2$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| せん断流理論<br>$\tau = \frac{S}{I \cdot t} \int ty ds$ |            | <div>I 形断面</div> $\tau_1 = \frac{S}{I} \cdot \frac{bh}{4}$ $\tau_2 = \frac{S}{I} \cdot \frac{bh}{2} \cdot \frac{t_f}{t_w}$ $\tau_{\max} = \frac{S}{I} \left( \frac{h^2}{8} + \frac{bh}{2} \cdot \frac{t_f}{t_w} \right)$ <div>箱形断面</div> $\frac{S}{I} \cdot \frac{bh}{4}$ $\frac{S}{I} \cdot \frac{bh}{4} \cdot \frac{t_f}{t_w}$ $\frac{S}{I} \left( \frac{h^2}{8} + \frac{bh}{4} \cdot \frac{t_f}{t_w} \right)$ |

図-解 11. 2. 1 せん断応力度の計算式

図 4. 9-36 せん断力によるせん断応力度の計算式

(「道路橋示方書 (Ⅱ 鋼橋編) ・ 同解説」 (日本道路協会, 平成 14 年 3 月) より)

(2) 使用材料及び材料の物性値

使用材料及び材料の物性値の物性値については、「4.3 使用材料及び材料の物性値」に記載のとおり設定する。

(3) 荷重及び荷重の組合せ

荷重及び荷重の組合せについては、「4.5 荷重及び荷重の組合せ」に記載のとおり設定する。

#### 4.9.3 詳細評価方法

防潮堤（鋼製防護壁）の耐震評価は、地震応答解析（２次元有効応力解析）により得られる応答値が「4.6 許容限界」で設定した許容限界以下であることを確認する。許容限界に用いる割増し係数と照査方法を表 4.9-3 に示す。

表 4.9-3 許容限界に用いる割増し係数と照査方法

| 部位          | 耐震評価              |                              |
|-------------|-------------------|------------------------------|
|             | 地震時               |                              |
|             | 許容限界に用いる<br>割増し係数 | 照査方法                         |
| 鋼製防護壁<br>基礎 | コンクリート：1.5        | 水平１方向及び鉛直方向地震力の<br>同時加振による照査 |
|             | 鉄筋：1.5            |                              |
| 鋼製防護壁       | 鋼材：1.5            | 水平２方向及び鉛直方向地震力の<br>同時加振による照査 |
| 接合部         | コンクリート：1.5        | 水平２方向及び鉛直方向地震力の<br>同時加振による照査 |
|             | 鉄筋：1.5            |                              |
|             | 鋼材：1.5            |                              |



(1) 鋼製防護壁基礎

地震応答解析（２次元有効応力解析）より得られる断面力を用いて、鋼製防護壁基礎における構造部材の健全性評価を行う。

a. 中実鉄筋コンクリート

中実鉄筋コンクリートは、２次元有効応力解析によって得られる断面力を用いて発生応力を算出し、構造部材を評価する。曲げ軸力照査は、堤軸方向、堤軸直交方向それぞれの発生曲げモーメントと軸力を考慮して鉄筋及びコンクリートの発生応力度を算出し、許容限界以下であることを確認する。せん断力照査は、堤軸方向、堤軸直交方向それぞれの発生せん断力が、許容限界以下であることを確認する。

b. 鋼管杭

鋼管杭は、２次元有効応力解析によって得られる断面力を用いて発生応力を算出し、構造部材を評価する。曲げ軸力照査は、堤軸方向、堤軸直交方向それぞれの発生曲げモーメントと軸力を考慮して鋼材の発生応力度を算出し、許容限界以下であることを確認する。せん断力照査は、堤軸方向、堤軸直交方向それぞれの発生せん断力度が、許容限界以下であることを確認する。

c. 巻立て鉄筋コンクリート

巻立て鉄筋コンクリートは、鉄筋コンクリートと鋼管杭の複合断面として、２次元有効応力解析によって得られる断面力を用いて、発生応力を算出し、構造部材を評価する。曲げ軸力照査は、堤軸方向、堤軸直交方向それぞれの発生曲げモーメントと軸力を考慮して鉄筋、コンクリート及び鋼材の発生応力度を算出し、許容限界以下であることを確認する。せん断力照査は、堤軸方向、堤軸直交方向それぞれの発生せん断力または発生せん断応力度が、許容限界以下であることを確認する。

d. 杭頭接合部

杭頭接合部は、鉄筋コンクリートと鋼管杭の複合断面として、２次元有効応力解析によって得られる断面力を用いて、鋼管杭頭接合部と巻立て鉄筋コンクリート接合部（仮想鉄筋コンクリート断面）の鉄筋及びコンクリートの発生応力を算出し、構造部材を評価する。曲げ軸力照査は、堤軸方向、堤軸直交方向それぞれの鋼管杭頭部と巻立て鉄筋コンクリート頭部の発生曲げモーメントと軸力を考慮して、鋼管杭頭接合部と巻立て鉄筋コンクリート接合部（仮想鉄筋コンクリート断面）の鉄筋及びコンクリートの発生応力度を算出し、許容限界以下であることを確認する。

e. 頂版鉄筋コンクリート

頂版鉄筋コンクリートは、２次元有効応力解析によって得られる断面力に対して構造部材を評価する。曲げ軸力照査は、堤軸方向、堤軸直交方向それぞれの発生曲げモーメントと軸力を考慮して鉄筋及びコンクリートの発生応力度を算出し、許容限界以下であることを

を確認する。せん断力照査は、堤軸方向、堤軸直交方向それぞれの発生せん断力が、許容限界以下であることを確認する。

## (2) 鋼製防護壁

3次元動的フレーム解析より得られる断面力を用いて、鋼製防護壁における構造部材の健全性評価を行う。

### a. 鋼製防護壁

鋼製防護壁は、地盤と構造物の連成系モデルを用いた2次元有効応力解析から得られる基礎天端中心に変位時刻歴を入力とする3次元動的フレーム解析を行う。その変位は水平2方向及び鉛直方向地震力の同時加振とし、3次元動的フレーム解析から発生断面力を算出する。鋼製防護壁は躯体に発生する断面力（曲げ軸力及びせん断力）に対して、保守的な観点から、中詰め鉄筋コンクリートの抵抗力を設計上考慮せず、頂板鋼板、外面鋼板並びに水平、内部及び鉛直隔壁部材のみで評価を行う。

### b. 補剛材

主部材となる外面鋼板及び隔壁は、「道路橋示方書（Ⅱ鋼橋編）・同解説」（日本道路協会、平成14年3月）に基づいた必要剛度を満たす補剛材を配置し、主部材の座屈に対して安全性を確保し、補剛材が必要以上に配置することを確認する。

### c. 添接板

鋼殻ブロックの添接継手部は高力ボルトによる摩擦接合方式とし、道路橋示方書（Ⅱ鋼橋編）・同解説（日本道路協会、平成14年3月）3.2項及び6.3項に基づき添接板を設定する。鋼殻ブロックの添接継手部イメージを図4.9-37に示す。

添接板は、2枚の鋼板を接続するとともに、接合部として構造の健全性を維持する役割を担う部材である。その材質は、原則として接続する鋼板と同一とするが、種類の異なる鋼板を接続する場合には、高強度側の鋼板と同じ材質に合わせるものとする。

3次元動的フレーム解析により算出される継手部に発生する引張・圧縮応力度と接続対象となる鋼板の断面積から設計軸力を算出する。

また、添接板を鋼板に固定するボルトは、道路橋示方書（Ⅱ鋼橋編）・同解説（日本道路協会、平成14年3月）に規定される摩擦接合用高力ボルトを用いる。必要ボルト本数は、設計軸力を高力ボルトの許容摩擦力で除して求め、その本数を配置可能な添接板の面積を定める。

接続する鋼板に発生する設計軸力を許容応力度で除すことで得られる必要断面積以上となる添接板を配置することで、接続対象の鋼板の応力度以下となる。なお、この際の断面積はボルト孔の面積を考慮して算出する。



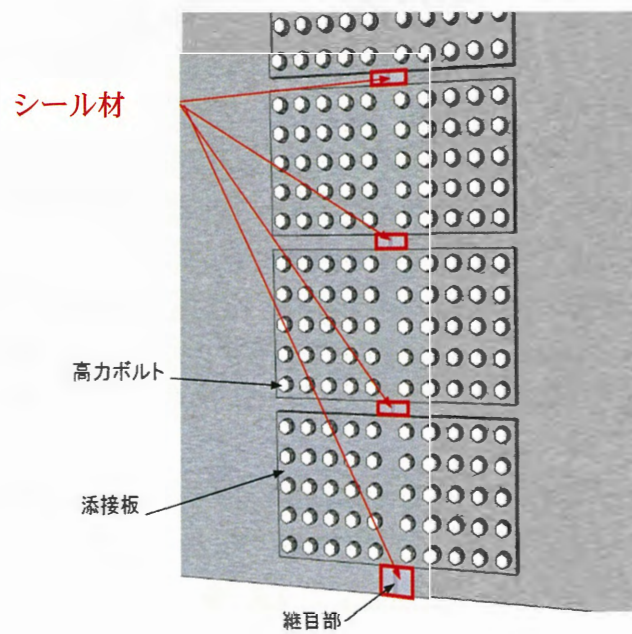
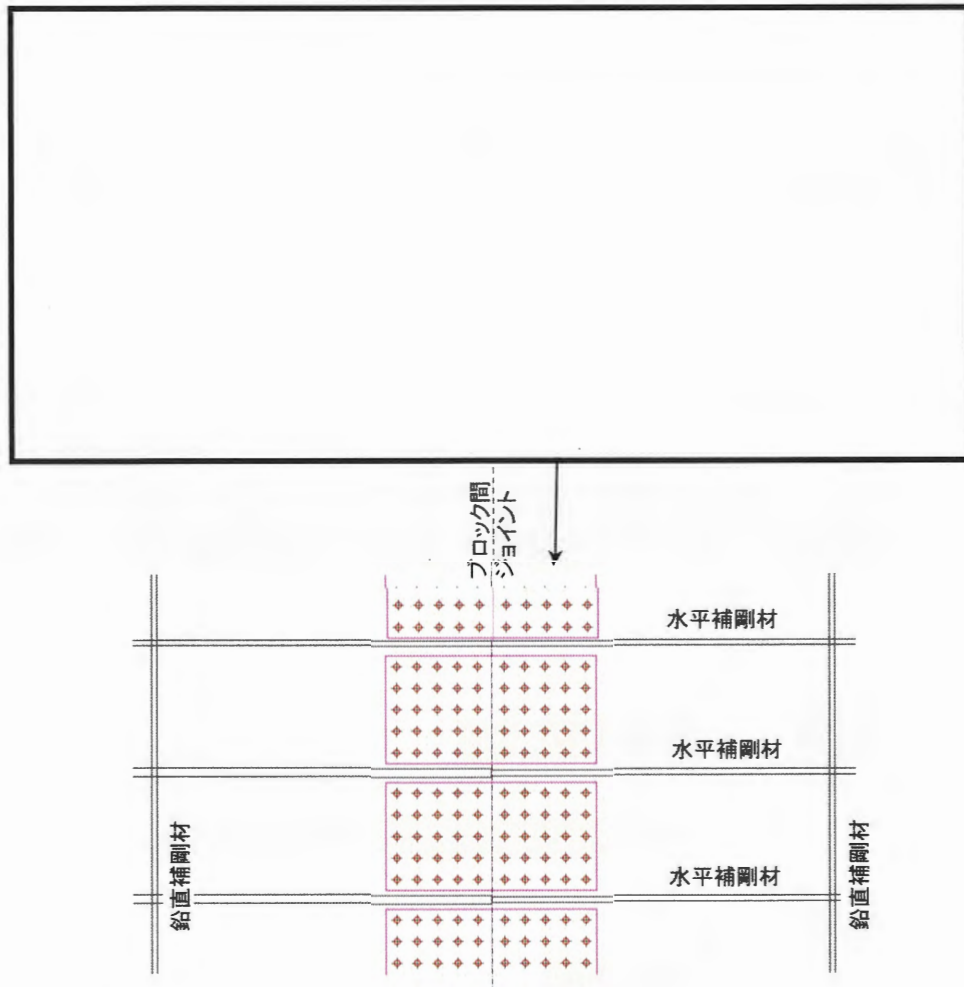


図 4.9-37 鋼殻ブロックの添接継手部イメージ  
(図 2.2-6, 図 2.2-7 の再掲)

### (3) 接合部

#### a. 設計思想

アンカーボルトは本来、引抜き力及びせん断力に抵抗できる部材であることから、「鋼構造物設計基準（Ⅱ鋼製橋脚編，名古屋高速道路公社，平成 15 年 10 月）」の「7.2 アンカー部の設計方法」においては、アンカーボルトに作用する水平方向のせん断力についても許容限界以下とする設計方法が示されている。

一方で、本接合部においては、保守的な観点から、水平回転モーメント及び水平力によるせん断力に対してアンカーボルトの抵抗力を設計上考慮せず、鉄筋コンクリートのみで評価する。

#### b. 接合部の設計方針

接合部の設計方針は、上記の設計思想を踏まえ以下のとおりとする。

防潮堤（鋼製防護壁）は浸水防護施設であることから、地震時に対しても構造部材の許容限界以内で設計を行う。

鋼製防護壁の自重及び地震や津波による設計荷重は、確実に鋼殻を介して中詰め鉄筋コンクリートから頂版鉄筋コンクリート及び中実鉄筋コンクリートへ伝達させる。

引抜き力に対しては、「鋼構造物設計基準（Ⅱ鋼製橋脚編，名古屋高速道路公社，平成 15 年 10 月）」を適用する。設計ではアンカーボルト及びベースプレートのみで負担する。

Z 軸回りのモーメント（水平回転モーメント）及び水平力によるせん断力に対しては、「道路橋示方書（Ⅰ共通編・Ⅲコンクリート橋編）・同解説（日本道路協会，平成 24 年 3 月）」、「コンクリート標準示方書 [構造性能照査編]（土木学会，2002 年制定）」を適用する。設計では中詰め鉄筋コンクリートで負担する。接合部の荷重分担の概念図を図 4.9-38 に示す。

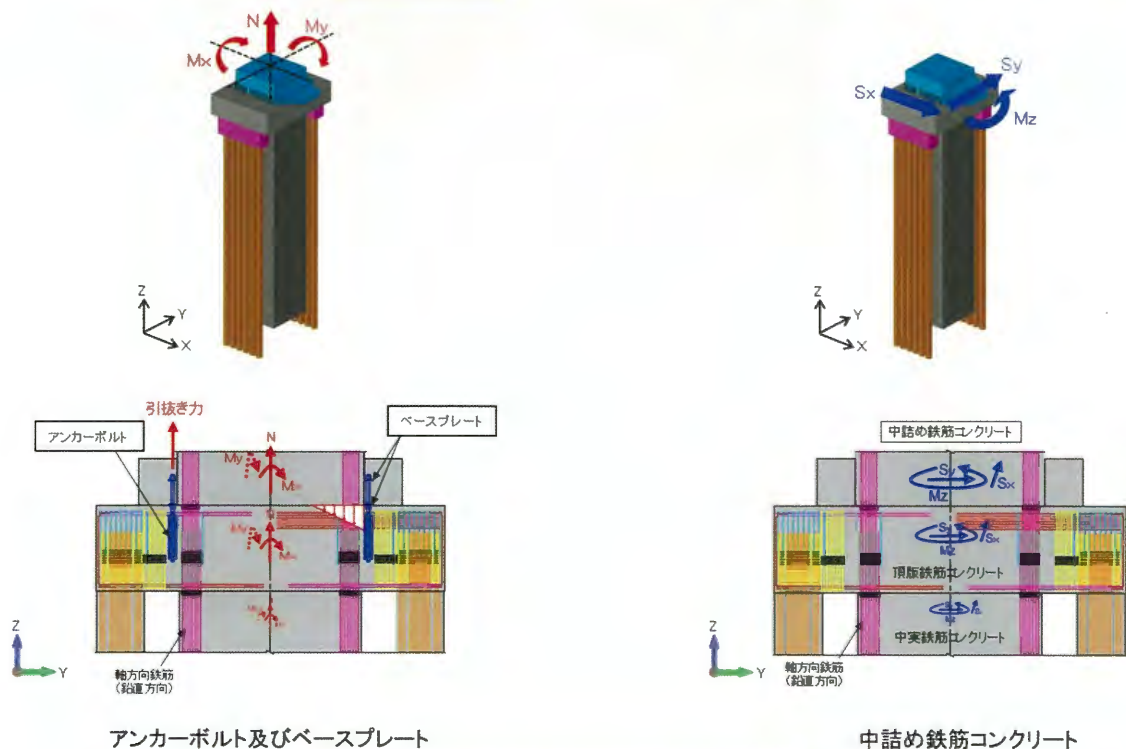


図 4.9-38 接合部の荷重分担の概念図

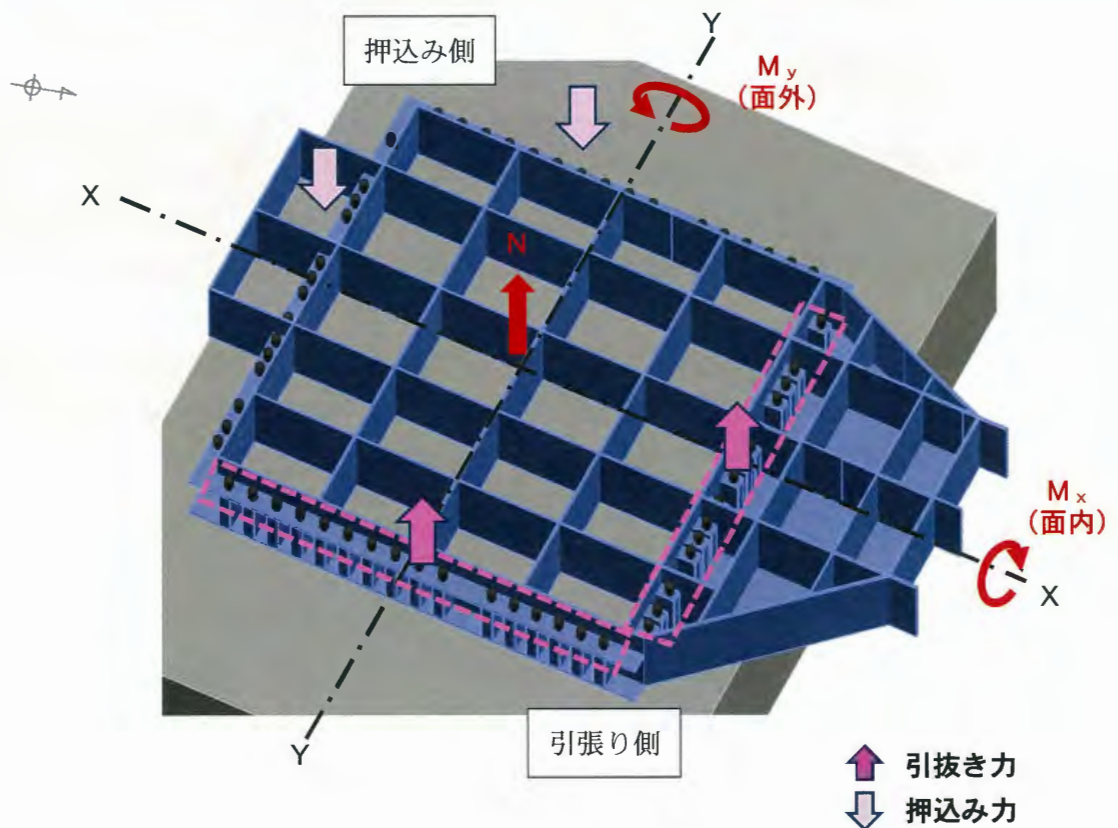


c. 接合部の評価

接合部は、3次元動的フレーム解析より算出される断面力を用いて、構造部材の健全性評価を行う。

接合部のアンカーボルトは、鉛直軸力と面内及び面外曲げモーメントに対して2軸複鉄筋の鉄筋コンクリート断面として評価する。アンカーボルトに作用する引抜き力の概念図を図 4.9-39 に示す。

中詰め鉄筋コンクリートは、せん断力と水平回転モーメントに対して評価する。中詰め鉄筋コンクリートに発生するせん断力に対してはコンクリート及びせん断補強筋で負担し、水平回転モーメントに対してはコンクリート、軸方向鉄筋（鉛直方向）及び帯鉄筋（フープ筋）で負担する。せん断力及び水平回転モーメントに対する鉄筋への負担に関する概念図を図 4.9-40 に示す。



$N$  : 接合部に発生する鉛直軸力

$M_x$  : 接合部に発生する中立軸（X軸）回りのモーメント

$M_y$  : 接合部に発生する中立軸（Y軸）回りのモーメント

図 4.9-39 アンカーボルトに作用する荷重の概念図

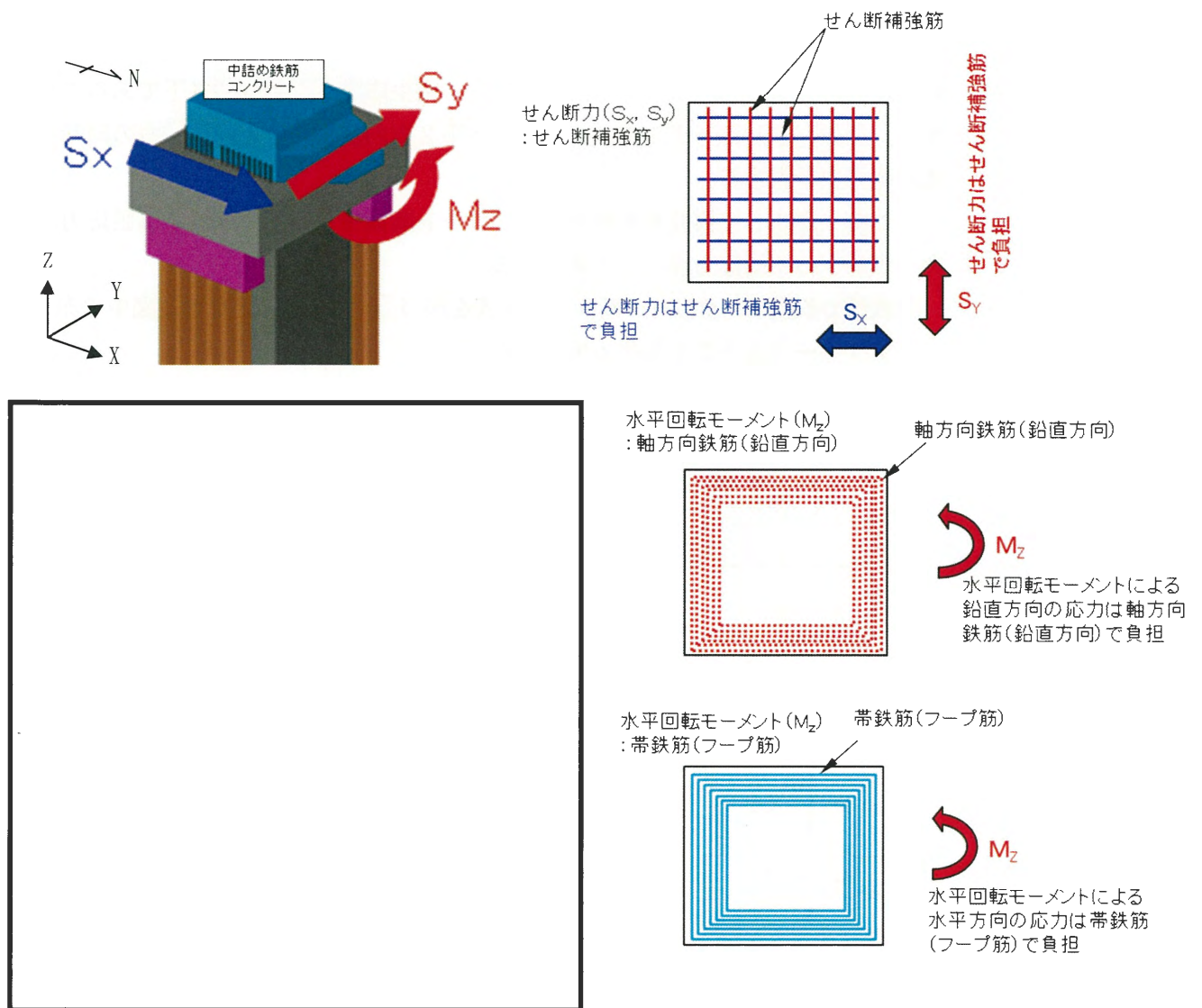


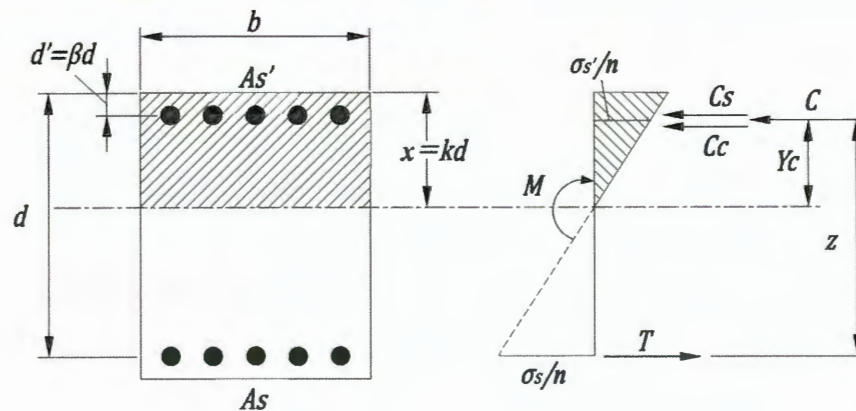
図 4.9-40 せん断力及び水平回転モーメントに対する鉄筋への分担に関する概念図

(a) アンカーボルト

アンカーボルトの設計荷重は、鋼製防護壁の3次元動的フレーム解析に基づき算出される接合部の断面力とし、アンカーボルトの発生応力が許容限界以下であることを確認する。なお、アンカーボルトの評価には水平2方向及び鉛直方向地震力の同時加振による断面力を考慮する。

アンカーボルトは複鉄筋の鉄筋コンクリート断面を用いて、鉄筋の引張応力度をアンカーボルトの引張応力度として評価する。

複鉄筋の鉄筋コンクリート断面の計算式を図4.9-41に示す。なお、図中の赤枠箇所 $\sigma_s$ は、アンカーボルトの引張応力度である。



$$\sigma_c = M / \left[ \frac{bx}{2} \left( d - \frac{x}{3} \right) + nAs'(d - d') \frac{x - d'}{x} \right]$$

$$\sigma_s = \frac{n(d - x)}{x} \sigma_c$$

$\sigma_c$  : コンクリート応力度 (N/mm<sup>2</sup>) (圧縮側)

$\sigma_s$  : 鉄筋応力度 (N/mm<sup>2</sup>) (引張側)

$\sigma_s'$  : 鉄筋応力度 (N/mm<sup>2</sup>) (圧縮側)

$A_s$  : 鉄筋断面積 (mm<sup>2</sup>) (引張側)

$A_s'$  : 鉄筋断面積 (mm<sup>2</sup>) (圧縮側)

$d$  : 桁高 (mm)

$d'$  : かぶり (mm) (圧縮側)

$\beta$  :  $d' / d$

$b$  : 桁幅 (mm)

$x$  : コンクリート上面から中立軸までの距離 (mm)

$k$  : 中立軸係数 ( $x / d$ )

$n$  : ヤング係数比

$z$  : 圧縮力の合力と引張力作用点間の距離 (mm)

$Y_c$  : 中立軸と圧縮力の合力作用点間の距離 (mm)

$C$  : 圧縮力の合力 (N) ( $C_c + C_s$ )

$C_c$  : コンクリートの圧縮力 (N)

$C_s$  : 鉄筋の圧縮力 (N)

$T$  : 引張力 (N)

$M$  : 曲げモーメント (N・mm)

図4.9-41 複鉄筋の鉄筋コンクリート断面の計算式



## (b) ベースプレート

ベースプレートの評価は、鋼構造物設計基準（Ⅱ鋼製橋脚編，名古屋高速道路公社，平成 15 年 10 月）に基づき行う。鋼製防護壁の評価より算出されるアンカーボルトに発生する断面力から，ベースプレートに生じる軸圧縮応力度，曲げ応力度，せん断応力度及び合成応力度を算出し，そのいずれも許容限界以下であることを確認する。

ベースプレートの概念図及び計算式を図 4.9-42 に示す。

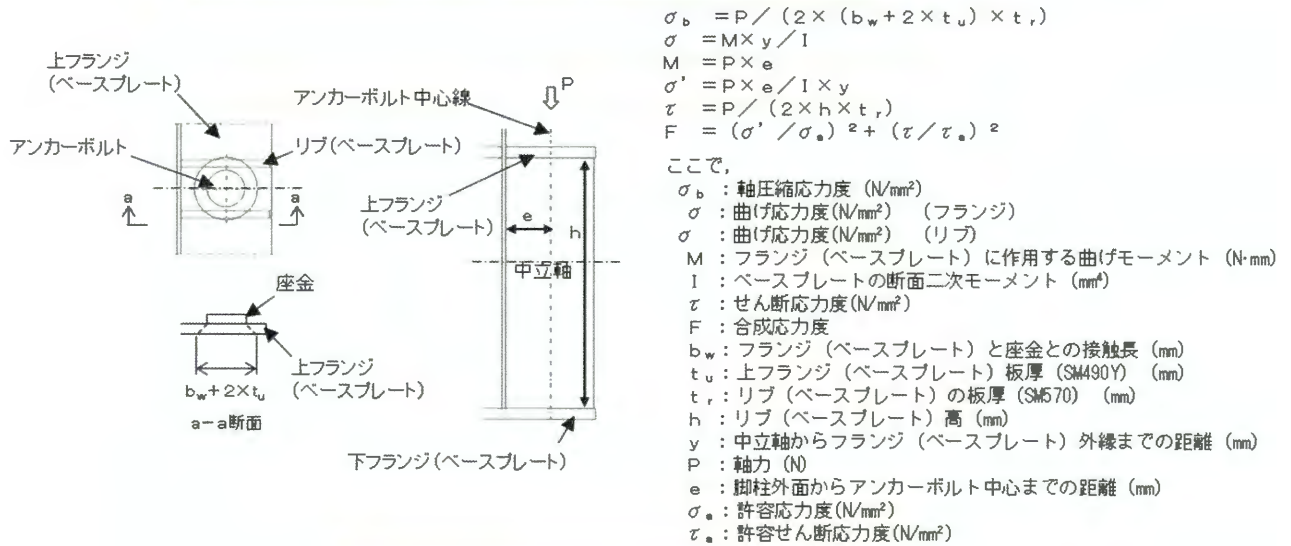


図 4.9-42 ベースプレートの概念図及び計算式

## (c) アンカーボルトの定着長

アンカーボルトの定着長は，鋼構造物設計基準（Ⅱ鋼製橋脚編，名古屋高速道路公社，平成 15 年 10 月）に基づき設定する。

アンカーボルトの設計定着長 $L_{eq}$ はアンカーボルトの許容応力度及び許容付着応力度に基づき算出する。アンカーボルトの定着長，埋め込み長の概念図及び計算式を図 4.9-43 に示す。

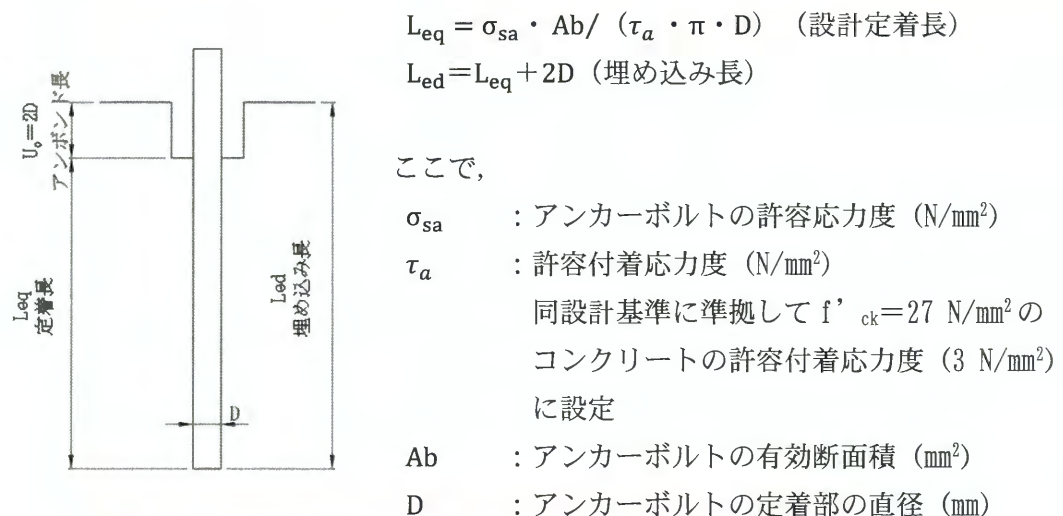


図 4.9-43 アンカーボルトの定着長，埋め込み長の概念図



(d) アンカーボルトのコーンせん断

アンカーボルトのコーンせん断については、鋼構造物設計基準（Ⅱ鋼製橋脚編，名古屋高速道路公社，平成 15 年 10 月）に基づき評価する。

アンカーボルトの定着部のコンクリートのコーンせん断応力に対する評価における設計荷重は，鋼製防護壁における 3 次元動的フレーム解析に基づき算出されるアンカーボルト 1 本当たりの軸力とする。アンカーボルトの定着部のコーンせん断の照査を行い，必要に応じて補強鉄筋を配置する。

コーンせん断面の有効水平投影面積には，アンカーボルト同士が近接する場合を考慮の上，アンカーボルトの定着部のコーンせん断応力度が許容限界以下であることを確認する。

コーンせん断面の有効水平投影面積を図 4.9-44 に，コーンせん断の概念図及び計算式を図 4.9-45 に示す。

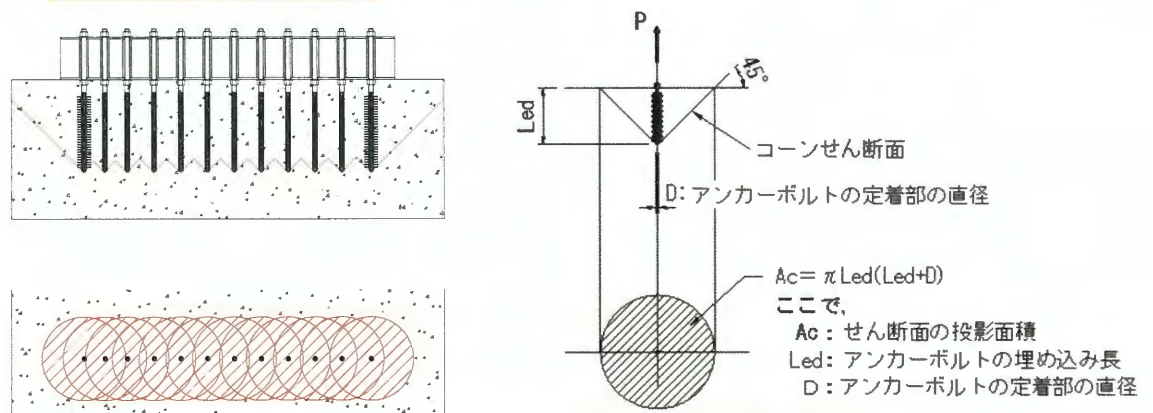


図 4.9-44 アンカーボルトが近接する場合の有効水平投影面積

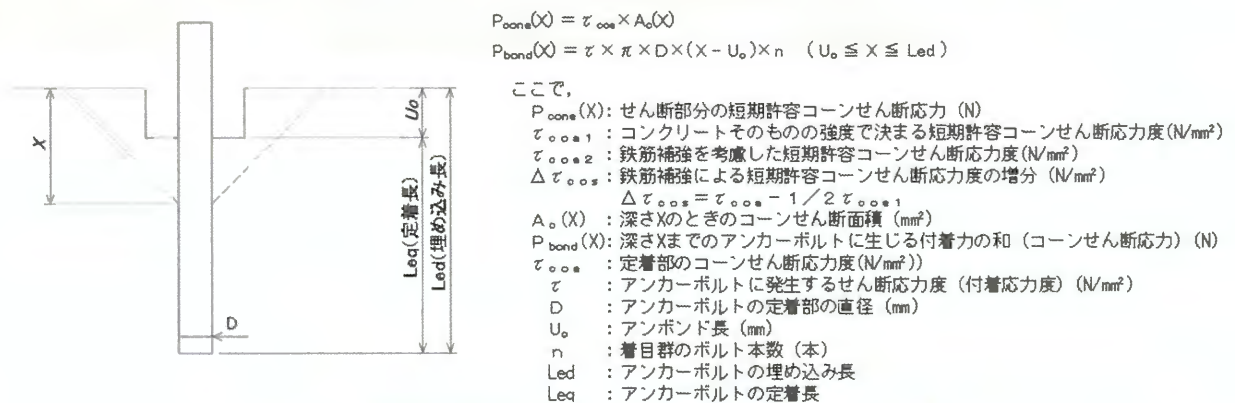


図 4.9-45 コーンせん断の概念図及び計算式

(e) 中詰め鉄筋コンクリートの水平せん断力

中詰め鉄筋コンクリートの水平せん断力に関しては、「コンクリート標準示方書〔構造性能照査編〕（土木学会，2002 年制定）」に基づき，中詰め鉄筋コンクリートのせん断補強筋で評価する。発生せん断力を負担する鉄筋に関する概念図を図 4.9-40 に示す。

水平せん断力の評価は，発生せん断力が許容限界以下であることを確認する。

(f) 中詰め鉄筋コンクリートの水平回転モーメント

中詰め鉄筋コンクリートの水平回転モーメントに関しては、「道路橋示方書（Ⅰ共通編・Ⅲコンクリート橋編）・同解説（日本道路協会，平成 24 年 3 月）」に基づき，中詰め鉄筋コンクリートの軸方向鉄筋（鉛直方向），帯鉄筋（フープ筋）で評価する。水平回転モーメントに対しては，軸方向鉄筋（鉛直方向），帯鉄筋（フープ筋）からなる立体トラモデルに基づいて 3 次元的に評価する。

発生応力を負担する鉄筋に関する概念図を図 4.9-40 に示す。

水平回転モーメントの評価は，発生応力度が許容限界以下であることを確認する。

(g) 中詰め鉄筋コンクリートと鋼殻との接合部

鋼製防護壁は，鋼殻のみで荷重を受け持つ設計とするが，頂版鉄筋コンクリートとの接合部においては，前述の「4.9.3 (3) c. 接合部の設計方針」に示すとおり，水平回転モーメント及び水平力によるせん断力に対しては，設計上アンカーボルトの抵抗力を期待せず，鉄筋コンクリートのみで負担する。したがって，鋼製防護壁に作用する荷重を中詰め鉄筋コンクリートから頂版鉄筋コンクリートへ確実に伝達させるため，中詰め鉄筋コンクリートと鋼殻を一体化する。

中詰め鉄筋コンクリートと鋼殻はスタッドで一体化するものとし，「道路橋示方書（Ⅰ共通編・Ⅱ鋼橋編）・同解説」（日本道路協会，平成 14 年 3 月）に基づき，スタッドの配置及びせん断力の照査を実施する。

配置するスタッドは，接合面に作用するせん断力に対し，必要な強度となる本数及び設置間隔を設定する。

設計せん断力は，水平回転モーメントによる偶力ならびに水平せん断力に加え，鉛直方向と水平方向の曲げモーメントによる偶力についても考慮する。

$$Q_a = 9.4d^2\sqrt{\sigma_{ck}} \quad (H/d \geq 5.5)$$

$$Q_a = 1.72dH\sqrt{\sigma_{ck}} \quad (H/d < 5.5)$$

ここで，

$Q_a$  : スタッドの短期許容せん断力 (N/本)

$d$  : スタッドの軸径 (mm)

$H$  : スタッドの全高，150 mm 程度を標準とする (mm)

$\sigma_{ck}$  : コンクリートの設計基準強度 (=50 N/mm<sup>2</sup>)

(4) 地盤改良（セメント系）

地盤改良（セメント系）の内的安定は、堤軸直交方向の2次元有効応力解析モデル（②－②断面，③－③断面）による地盤改良（セメント系）に発生する応力を用いて照査する。以下の照査において引張破壊及びせん断破壊が確認された場合は、地盤改良体内におけるすべり面を仮定してすべり安全率を算定し、安全率が1.5を下回らないことを確認する。

イ. 引張破壊

地盤改良（セメント系）の引張強度は「2018年版 建築物のための改良地盤の設計及び品質管理指針－セメント系固化材を用いた深層・浅層混合処理工法－（（財）日本建築センター）」の算定式に基づいて算出し、地盤内主応力を求める。

以下に地盤改良（セメント系）の引張強度の算定式を示す。

$$q_u = \frac{s_t \cdot q_u}{\sqrt{s_t \cdot (q_u - 3 \cdot s_t)}}$$

ここで、

$S_t$  ( $=\sigma_t$ ) : 地盤改良体の引張強度 (N/mm<sup>2</sup>)

$q_u$  : 地盤改良体の一軸圧縮強度 (N/mm<sup>2</sup>)

ロ. せん断破壊

地盤改良（セメント系）については発生せん断力を算出し、せん断強度で照査を行い、局所安全係数を求める。

(5) 基礎地盤の支持性能

基礎地盤の支持性能評価においては、基礎地盤に生じる接地圧が極限支持力に基づく許容限界以下であることを確認する。

(6) 止水ジョイント部の変形性

止水ジョイント部の変形量は、地震応答解析で求められる異種構造物間の相対変位量とし、その変位量が許容限界以下であることを確認する。



#### 4.10 地震応答解析結果

地震応答解析結果として「最大せん断ひずみ分布図」、「最大過剰間隙水圧比分布図」、「最大水平加速度分布図」及び「主部材の断面力図」を示す。

これらの結果において、極端な応答の集中や不連続といった事象は確認されないことから、地震応答解析は妥当であると判断する。

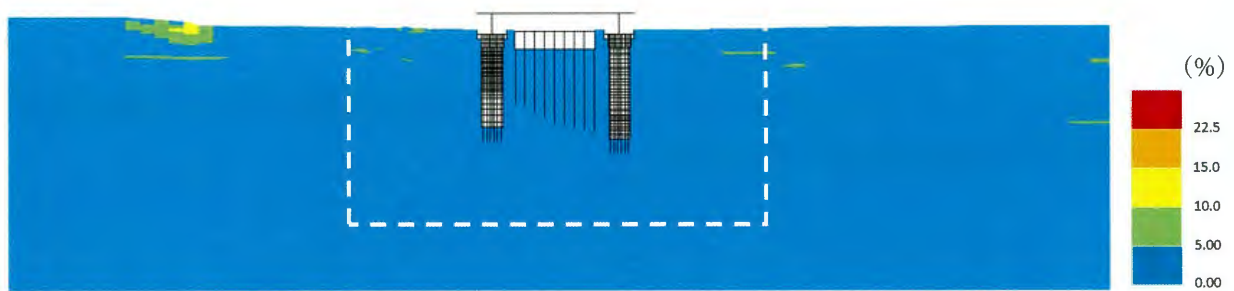
##### 4.10.1 最大せん断ひずみ分布

各要素に発生したせん断ひずみを確認するため、地震応答解析結果の最大せん断ひずみ分布を図 4.10-1～図 4.10-56 に示す。これらの図は、各要素に発生したせん断ひずみの全時刻における最大値の分布を示したものである。

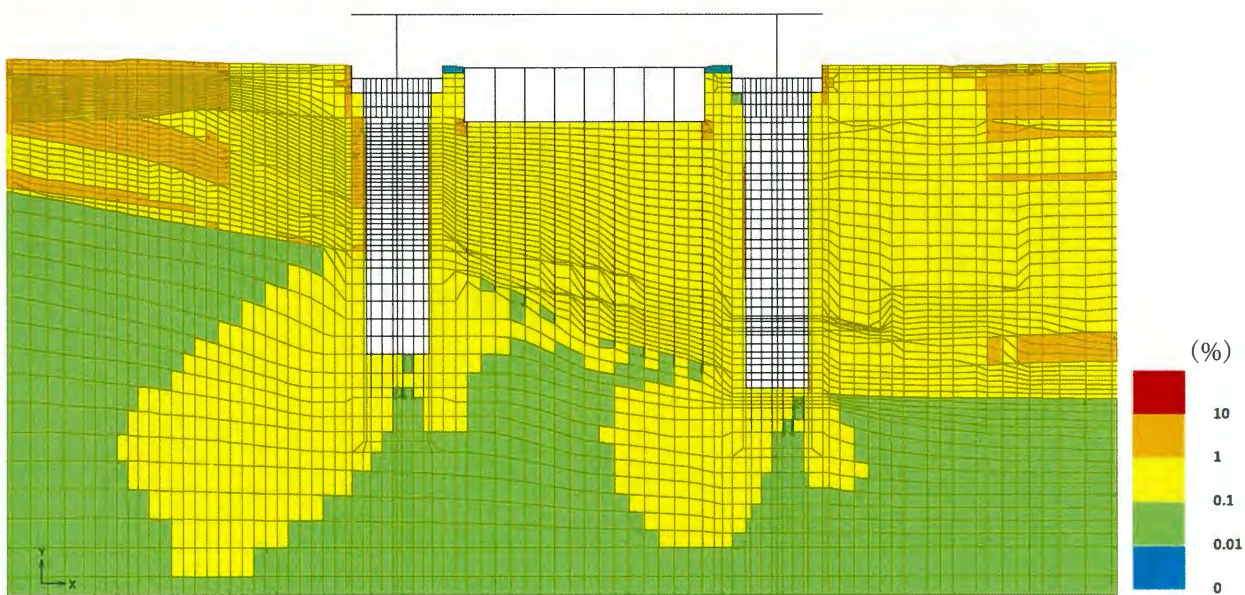
堤軸方向断面（①－①断面）については、鋼製防護壁や既設構造物周辺において、地盤改良（薬液注入）の効果と思われるせん断ひずみの低減が確認できる。地盤ケースによる違いは顕著ではない。

一方、堤軸直交方向断面（②－②断面、③－③断面）においては、法面や土留め壁及び海側の地層境界部にせん断ひずみの集中が見られるとともに、海域との段差によって地表面付近のせん断ひずみの増幅があり、特に液状化を想定した地盤ケースではその傾向が顕著であるが、鋼製防護壁への影響は小さいことが確認できる。





(全体図)

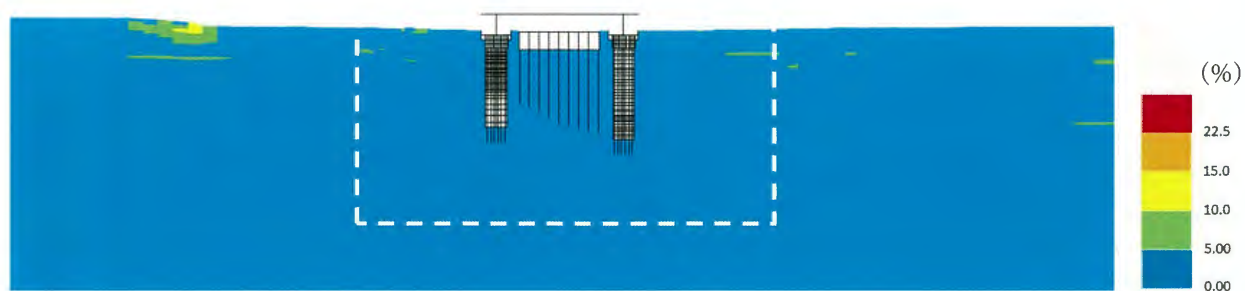


(拡大図)

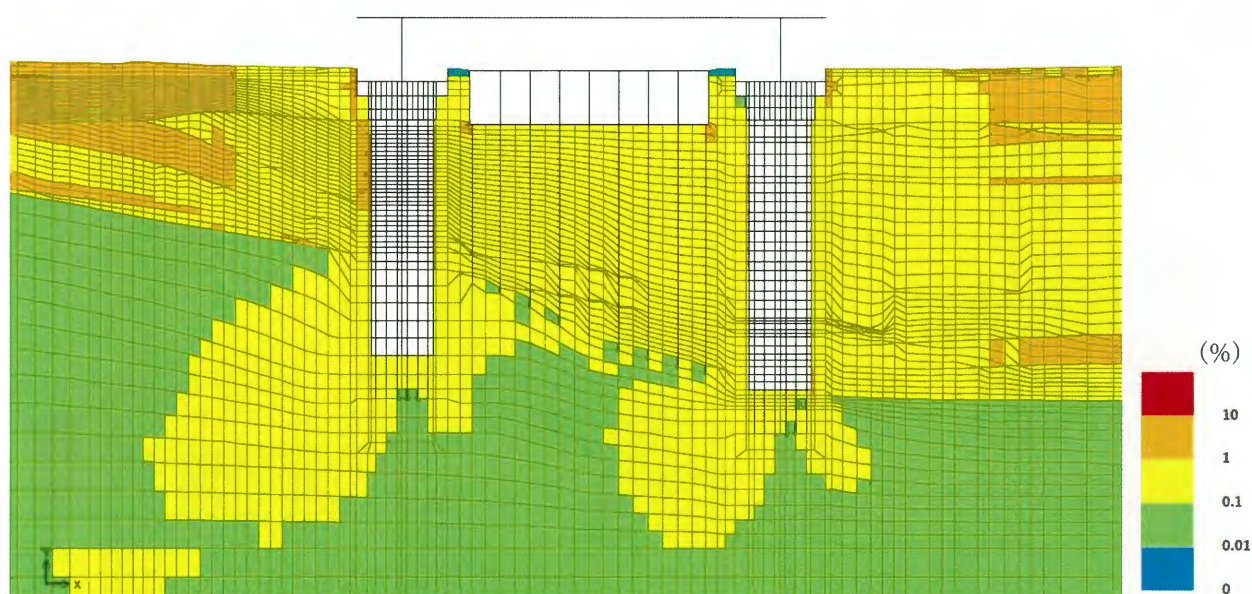
図 4.10-1 最大せん断ひずみ分布図 (①-①断面)

( $S_s - D1$  [H+, V+])

(地盤ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)



(全体図)

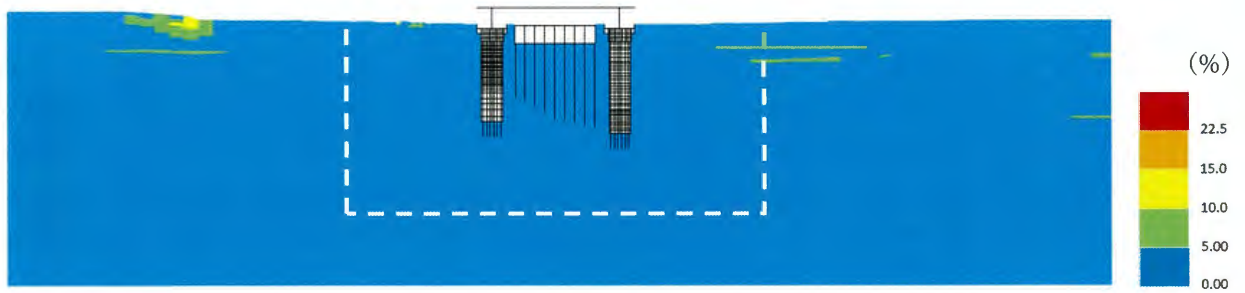


(拡大図)

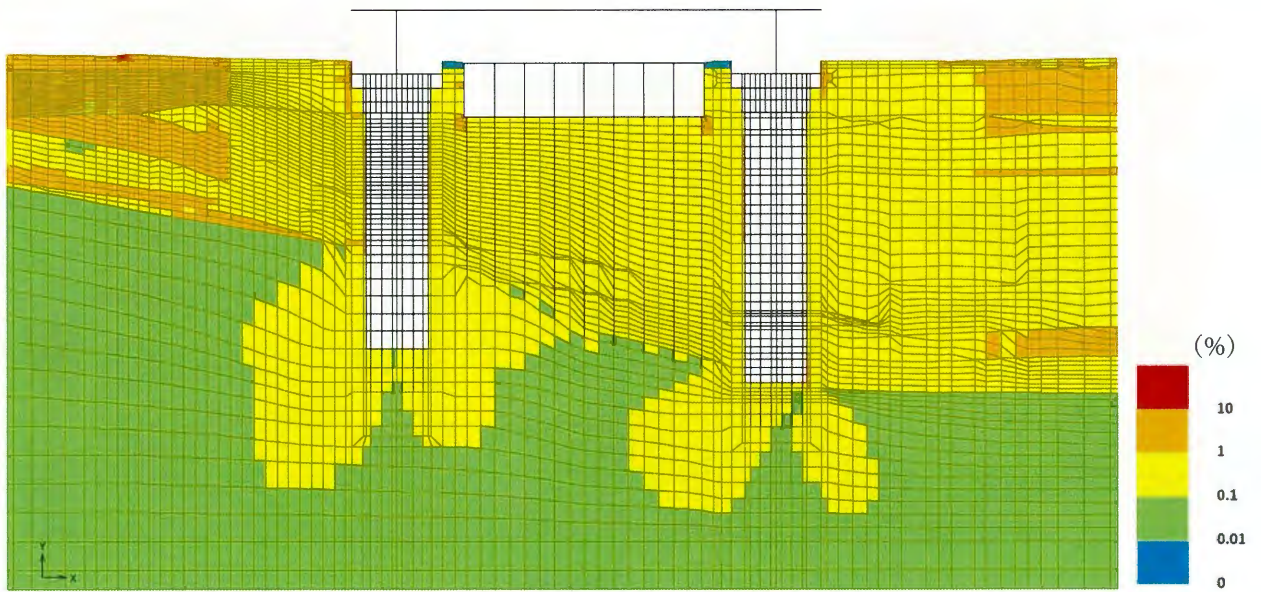
図 4.10-2 最大せん断ひずみ分布図 (①-①断面)

( $S_s-D1$  [H+, V-])

(地盤ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)



(全体図)



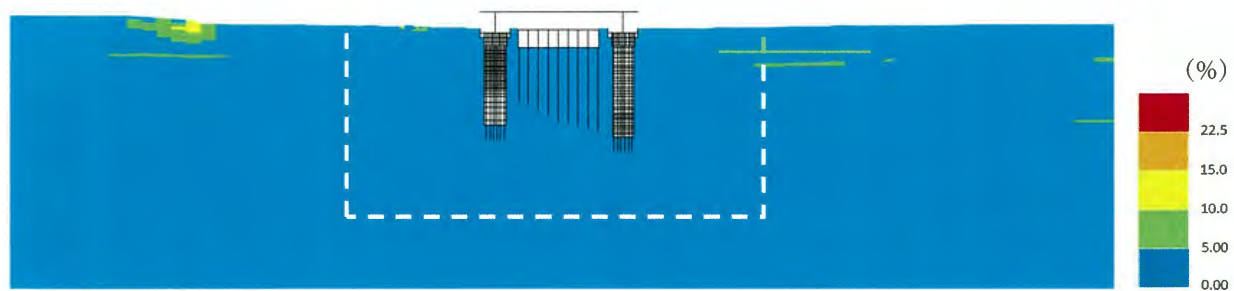
(拡大図)

図 4.10-3 最大せん断ひずみ分布図 (①-①断面)

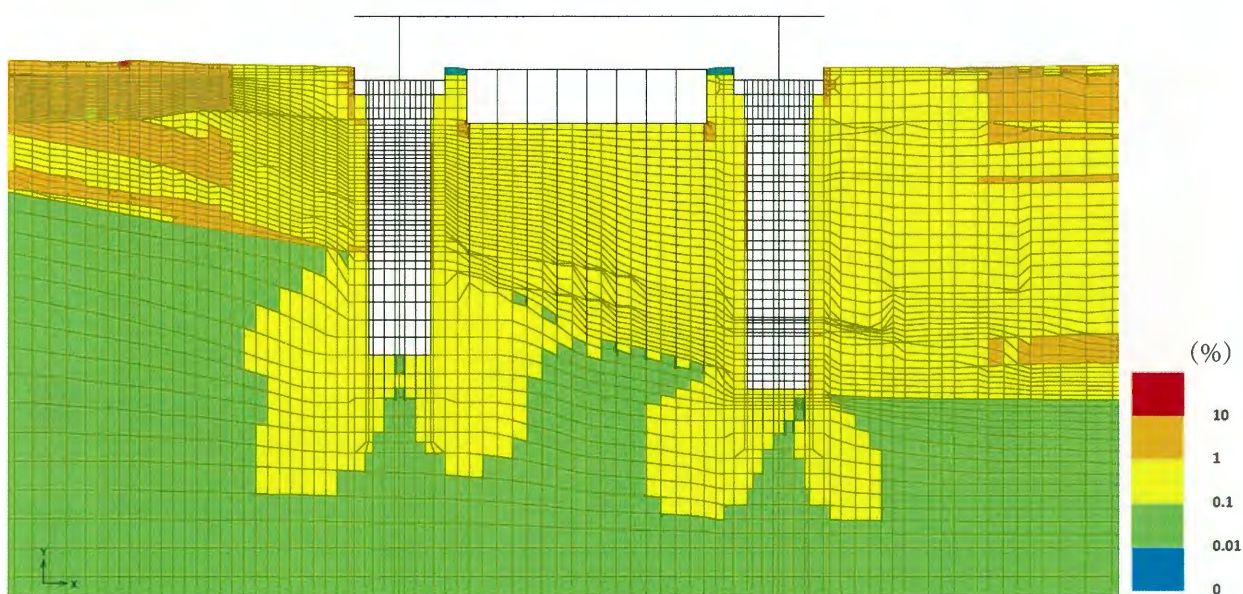
( $S_s - D1$  [H-, V+])

(地盤ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)





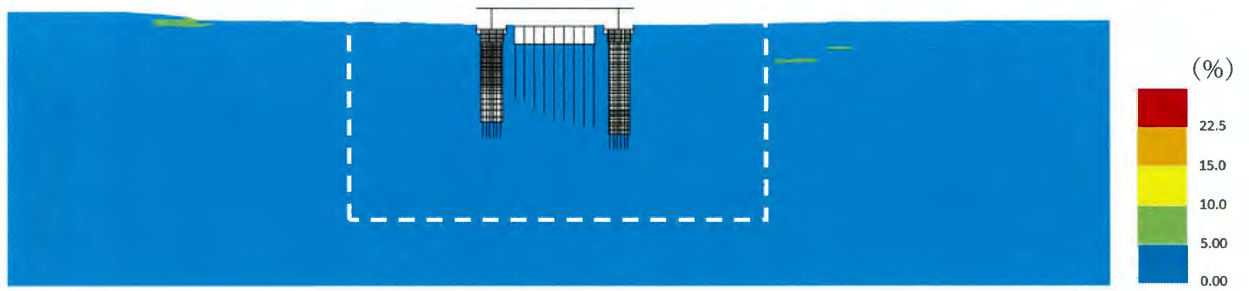
(全体図)



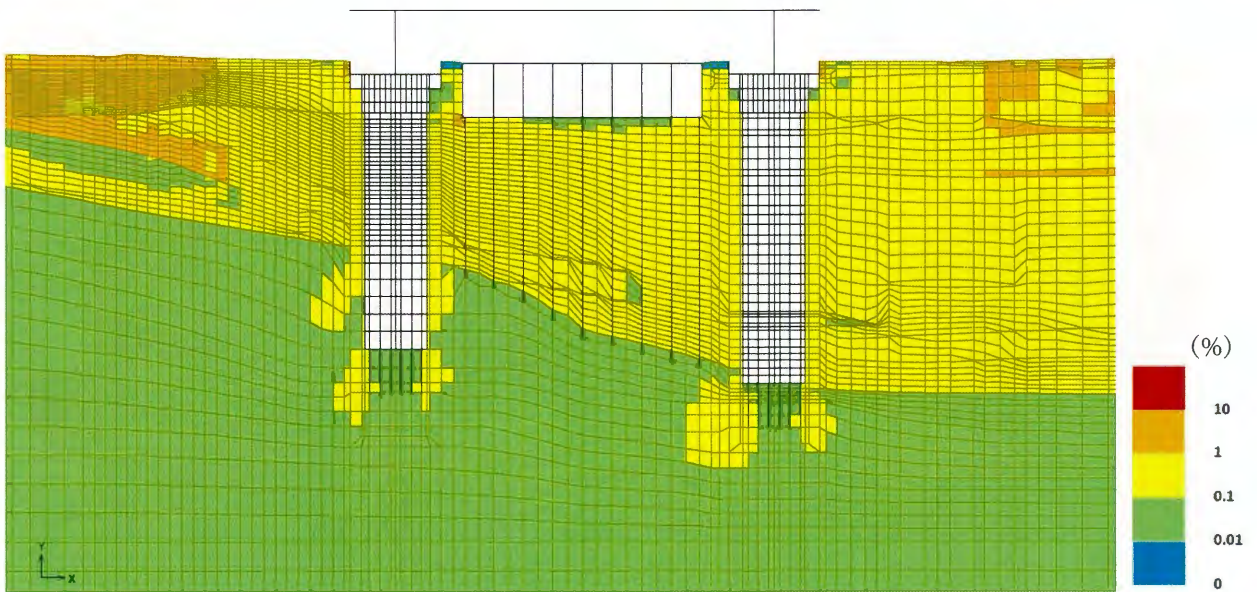
(拡大図)

図 4.10-4 最大せん断ひずみ分布図 (①-①断面)  
( $S_s-D1$  [H-, V-])  
(地盤ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)





(全体図)

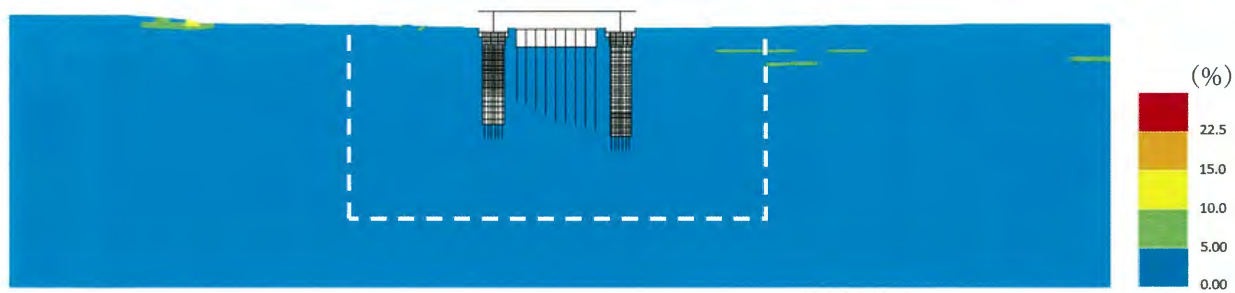


(拡大図)

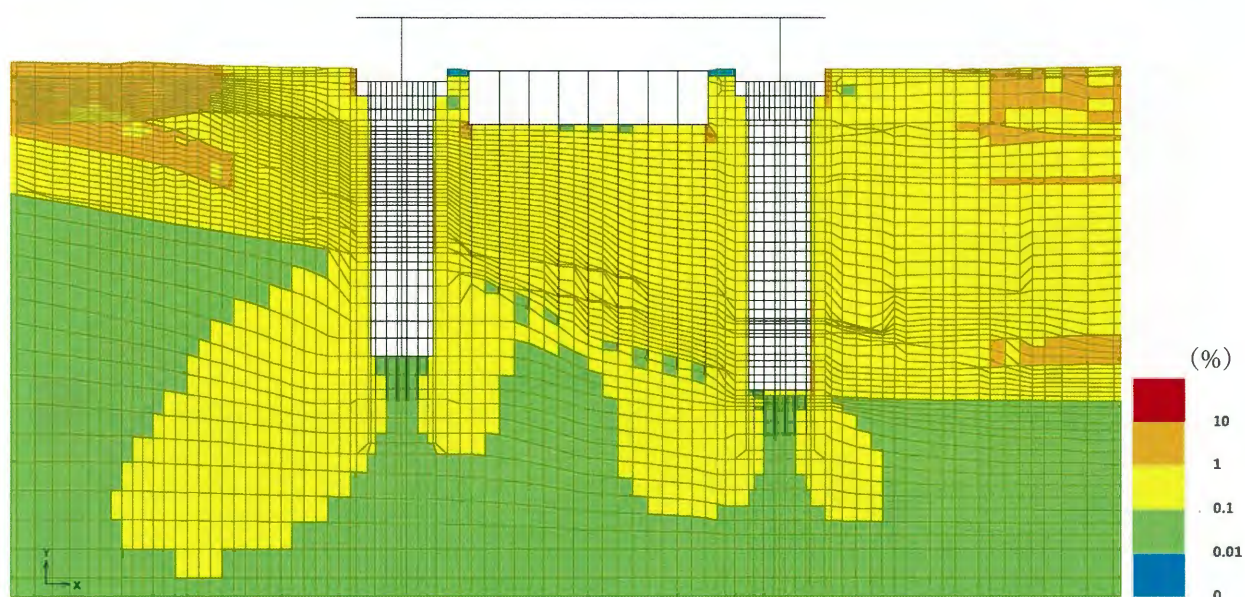
図 4.10-5 最大せん断ひずみ分布図 (①-①断面)

( $S_s - 11$ )

(地盤ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)



(全体図)

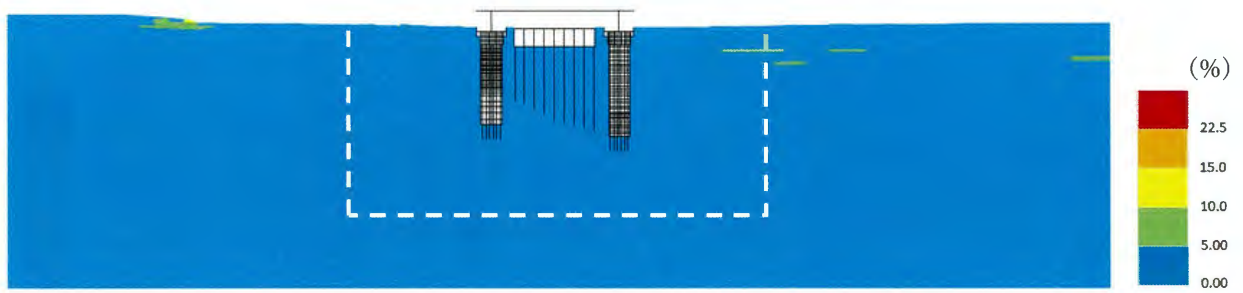


(拡大図)

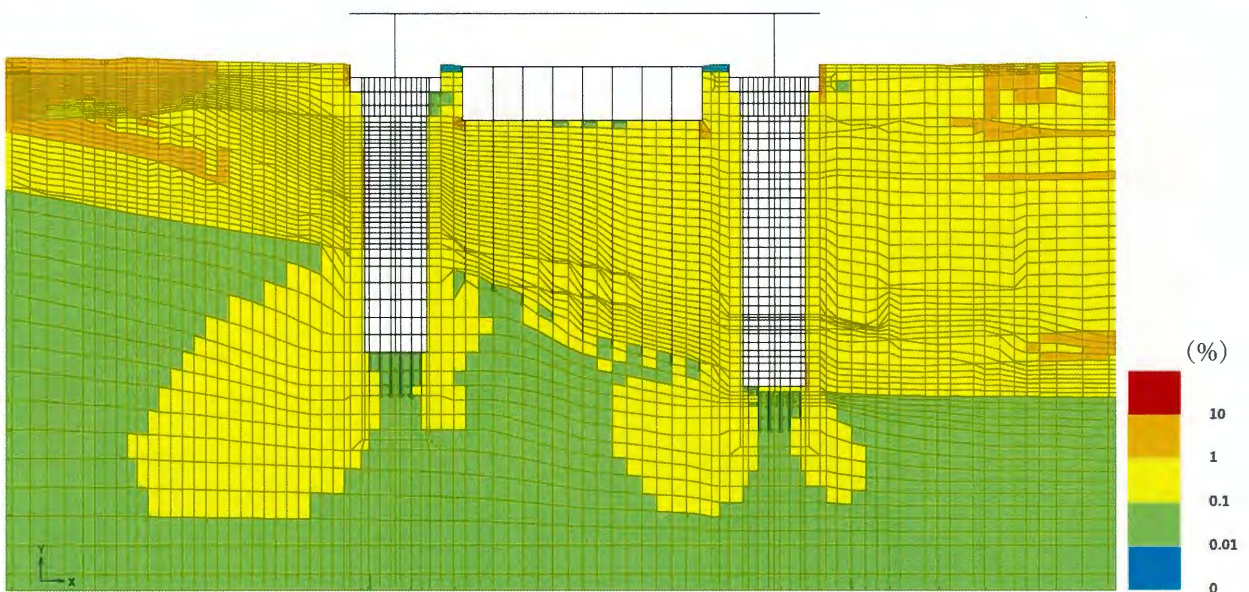
図 4.10-6 最大せん断ひずみ分布図 (①-①断面)

( $S_s - 12$ )

(地盤ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)



(全体図)



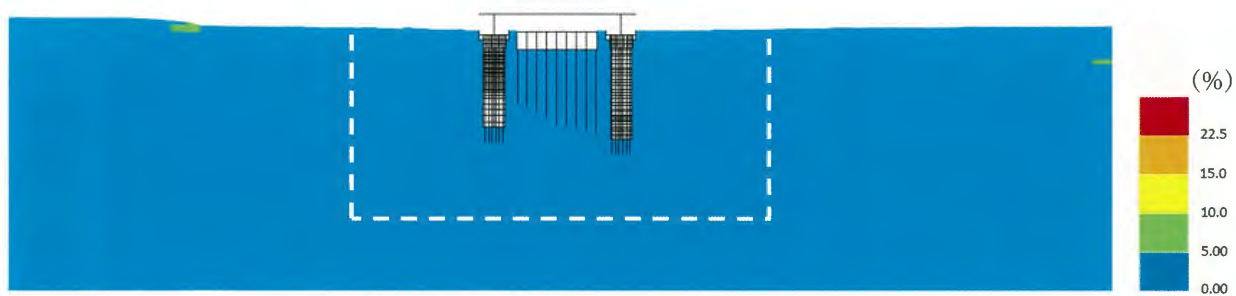
(拡大図)

図 4.10-7 最大せん断ひずみ分布図 (①-①断面)

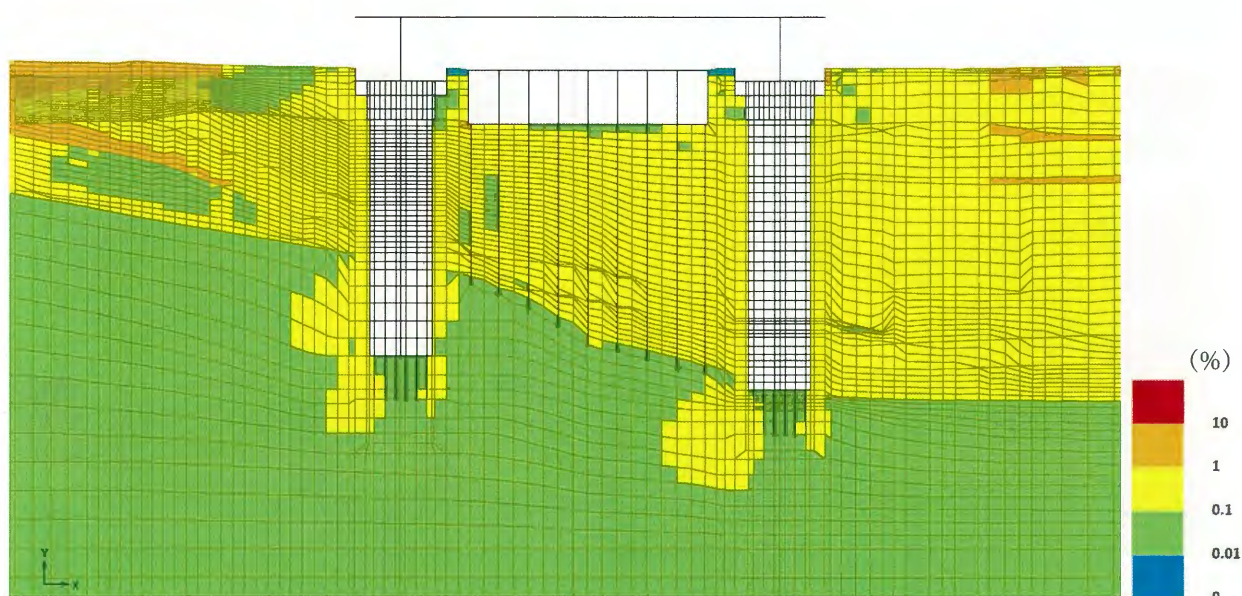
( $S_s - 13$ )

(地盤ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)





(全体図)



(拡大図)

図 4.10-8 最大せん断ひずみ分布図 (①-①断面)

( $S_s - 14$ )

(地盤ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)



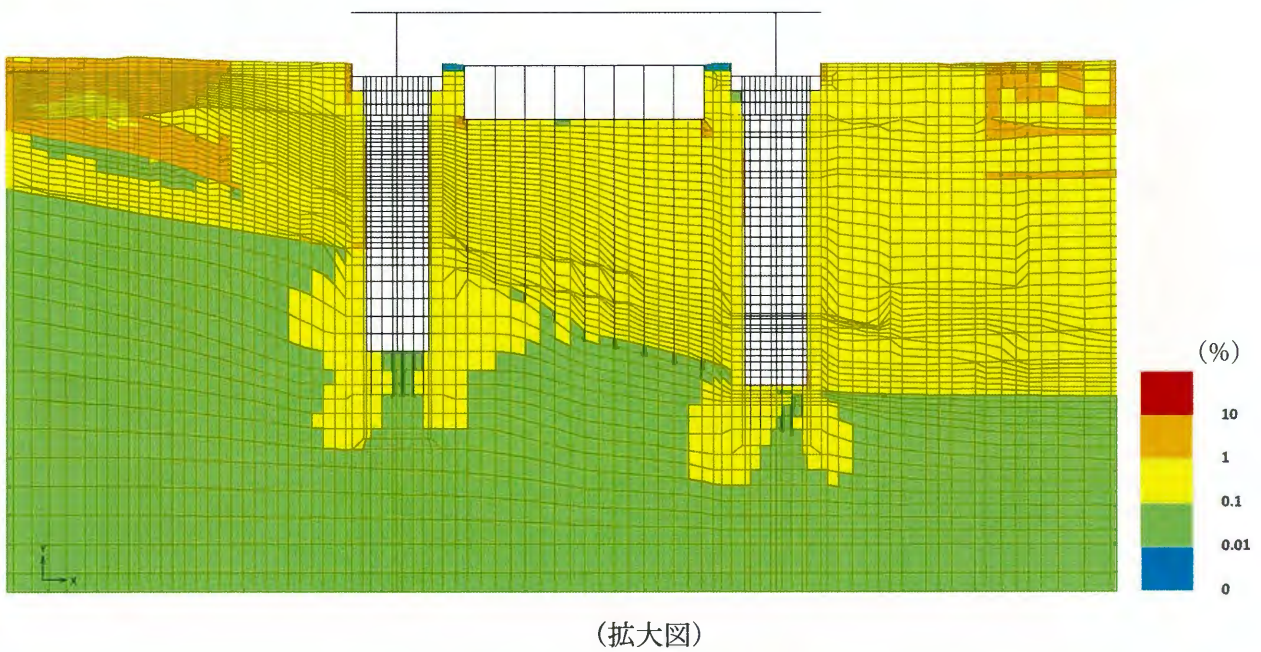
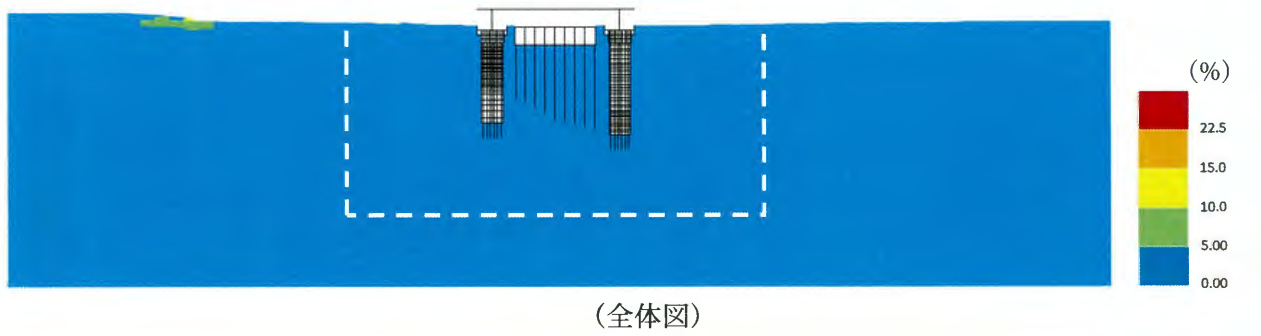
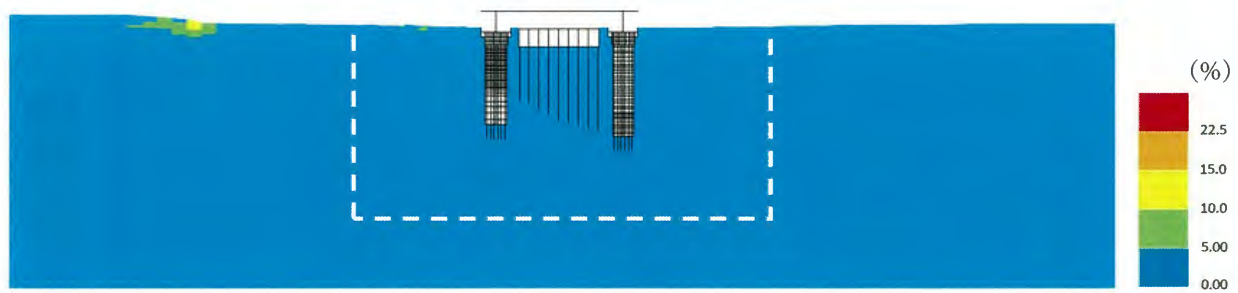


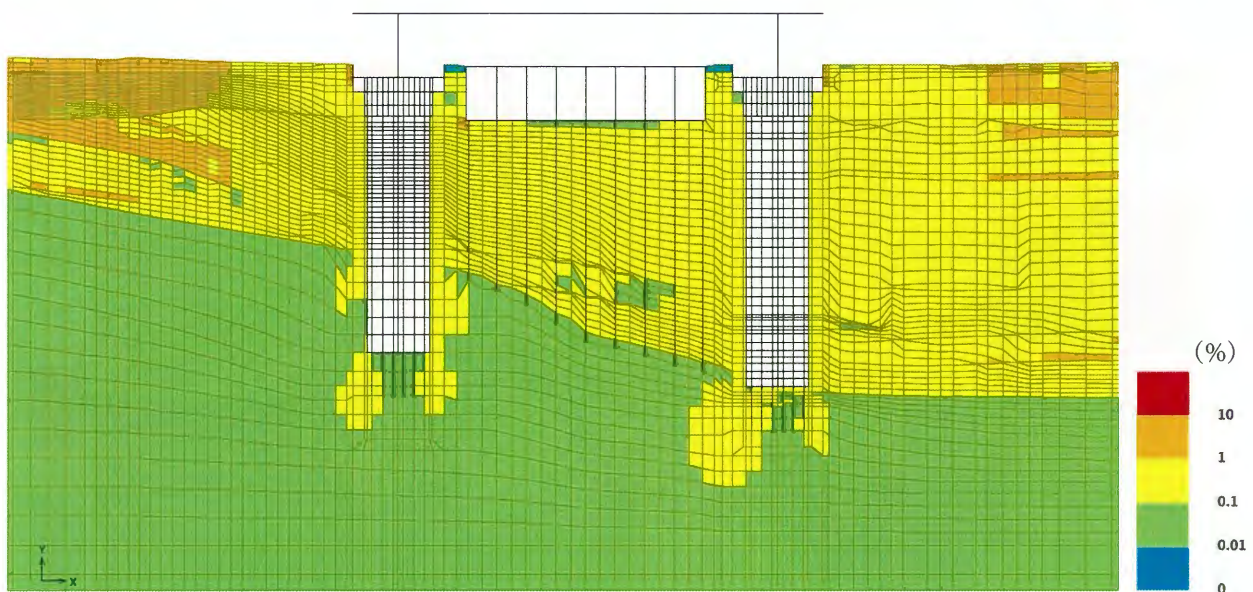
図 4.10-9 最大せん断ひずみ分布図 (①-①断面)

( $S_s - 21$ )

(地盤ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)



(全体図)

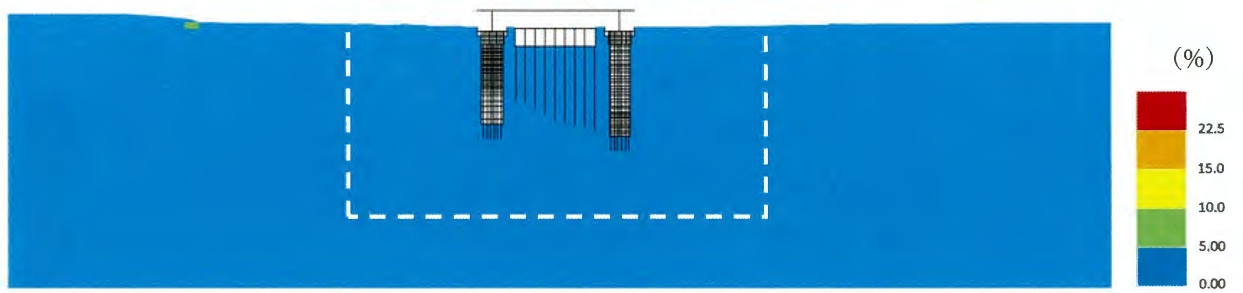


(拡大図)

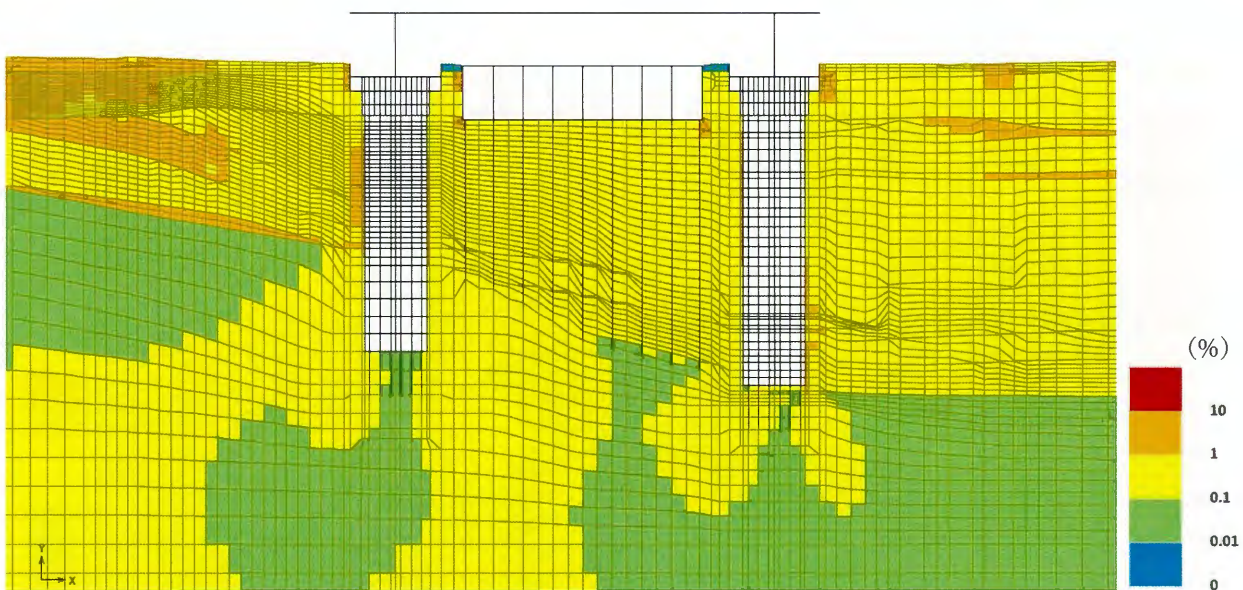
図 4.10-10 最大せん断ひずみ分布図 (①-①断面)

( $S_s - 2.2$ )

(地盤ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)



(全体図)



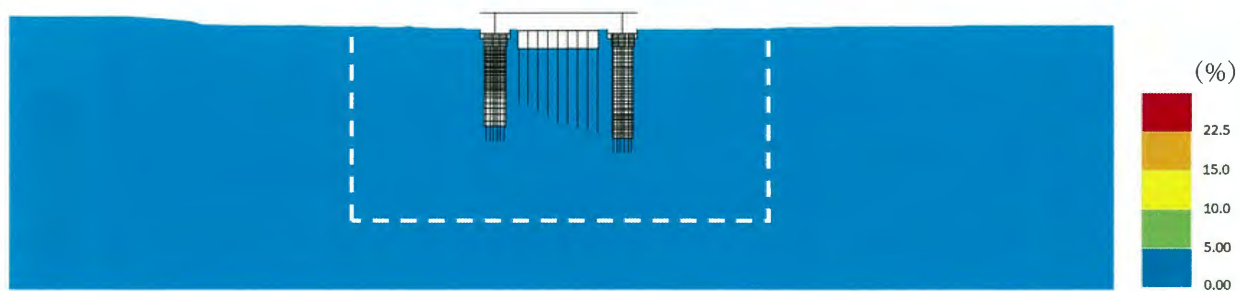
(拡大図)

図 4.10-11 最大せん断ひずみ分布図 (①-①断面)

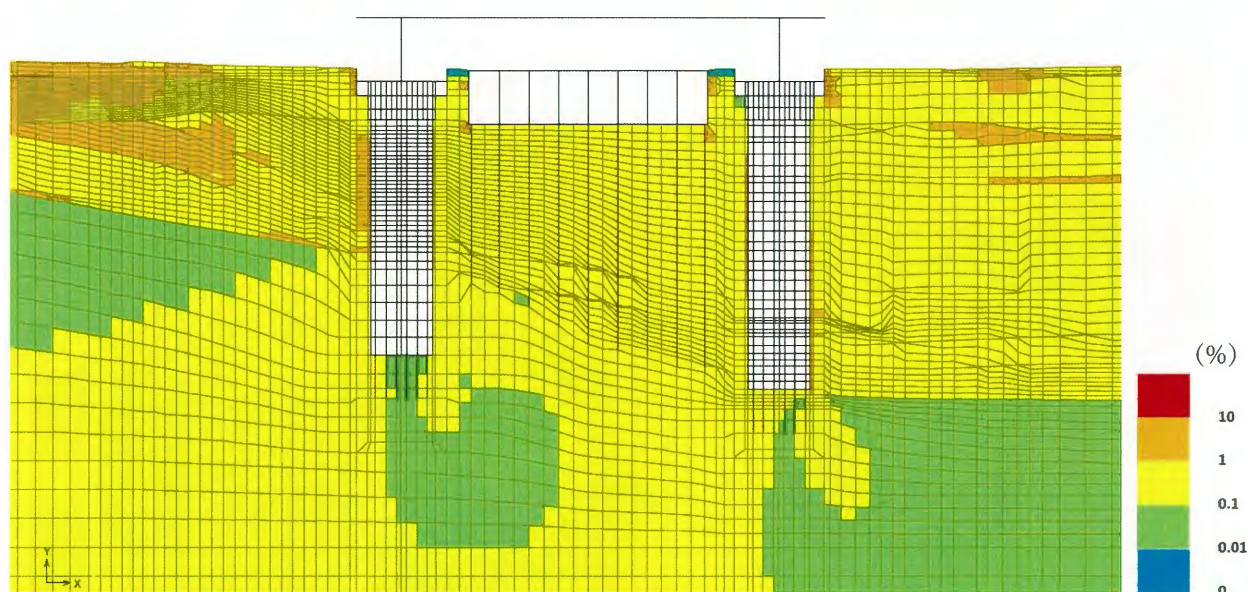
( $S_s - 3.1$  [H+, V+])

(地盤ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)





(全体図)



(拡大図)

図 4.10-12 最大せん断ひずみ分布図 (①-①断面)  
( $S_s - 3.1$  [H-, V+])  
(地盤ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)



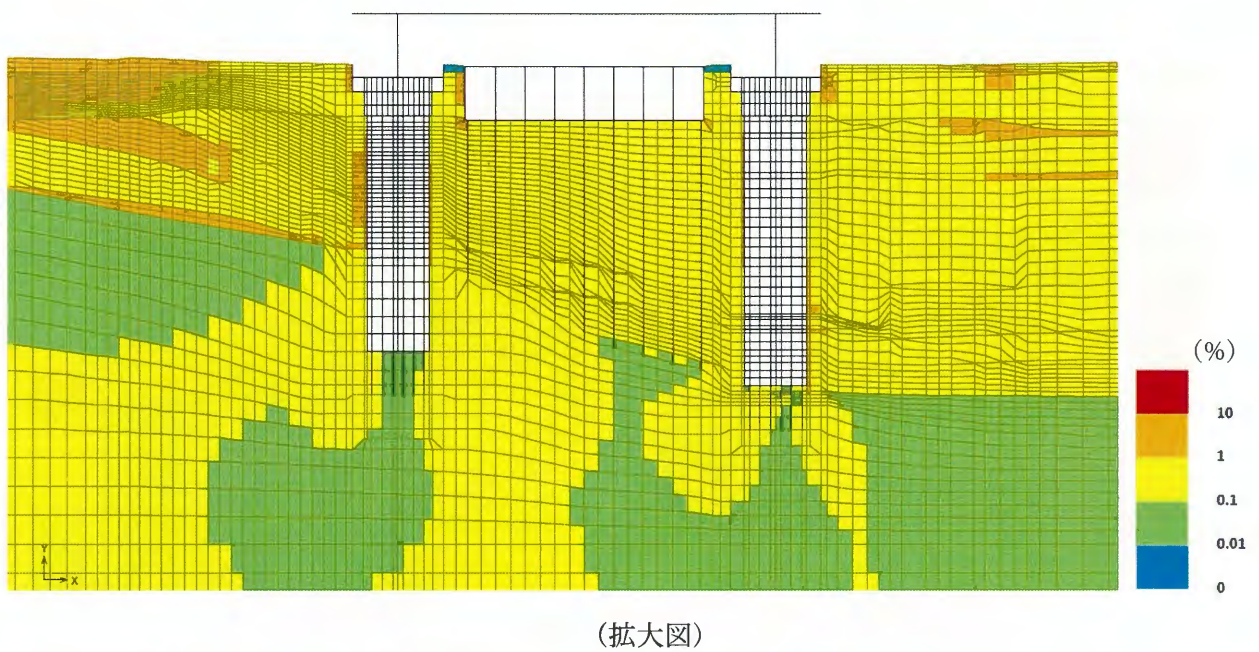
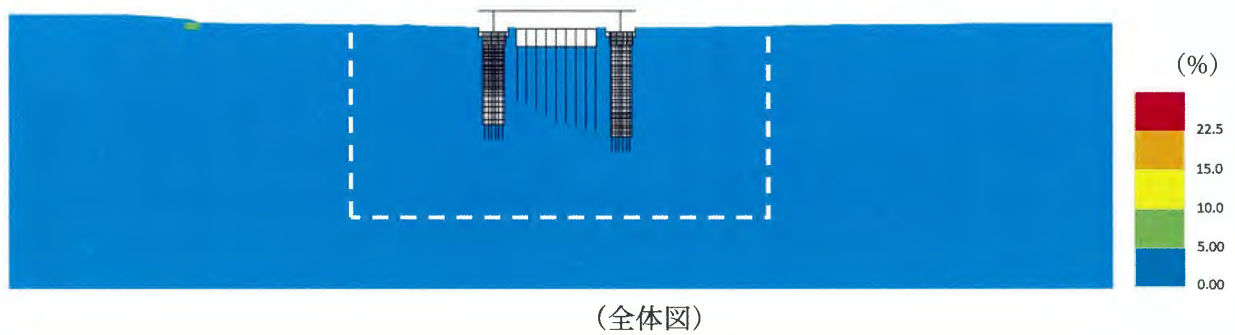


図 4.10-13 最大せん断ひずみ分布図 (①-①断面)  
 $(S_s - 3.1 [H+, V+])$   
 (地盤ケース②：地盤物性のばらつきを考慮 (+1 $\sigma$ ) した解析ケース)

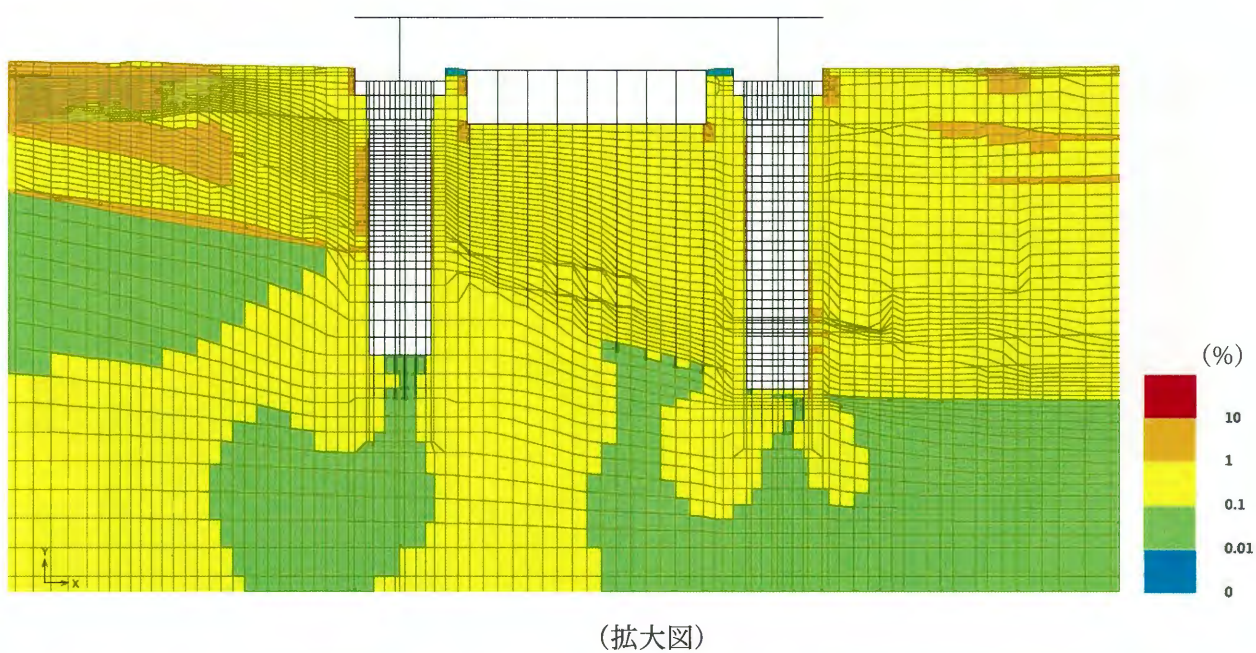
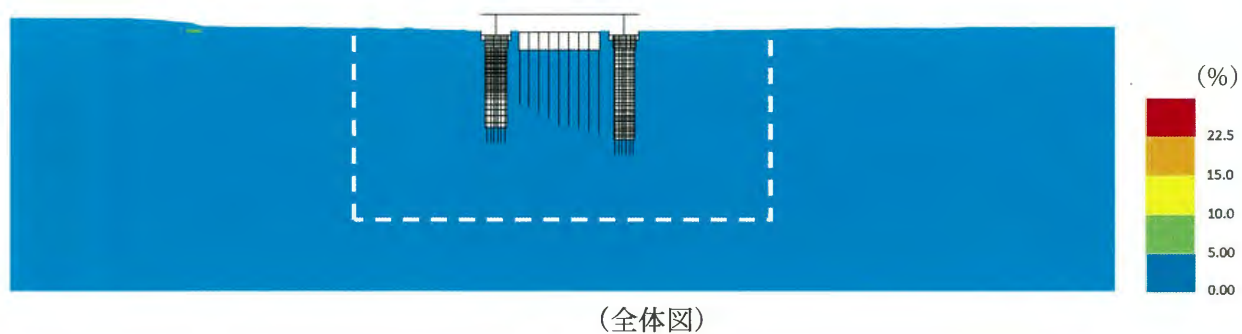


図 4.10-14 最大せん断ひずみ分布図 (①-①断面)  
 ( $S_s - 3.1$  [H+, V+])  
 (地盤ケース③: 地盤物性のばらつきを考慮 ( $-1\sigma$ ) した解析ケース)

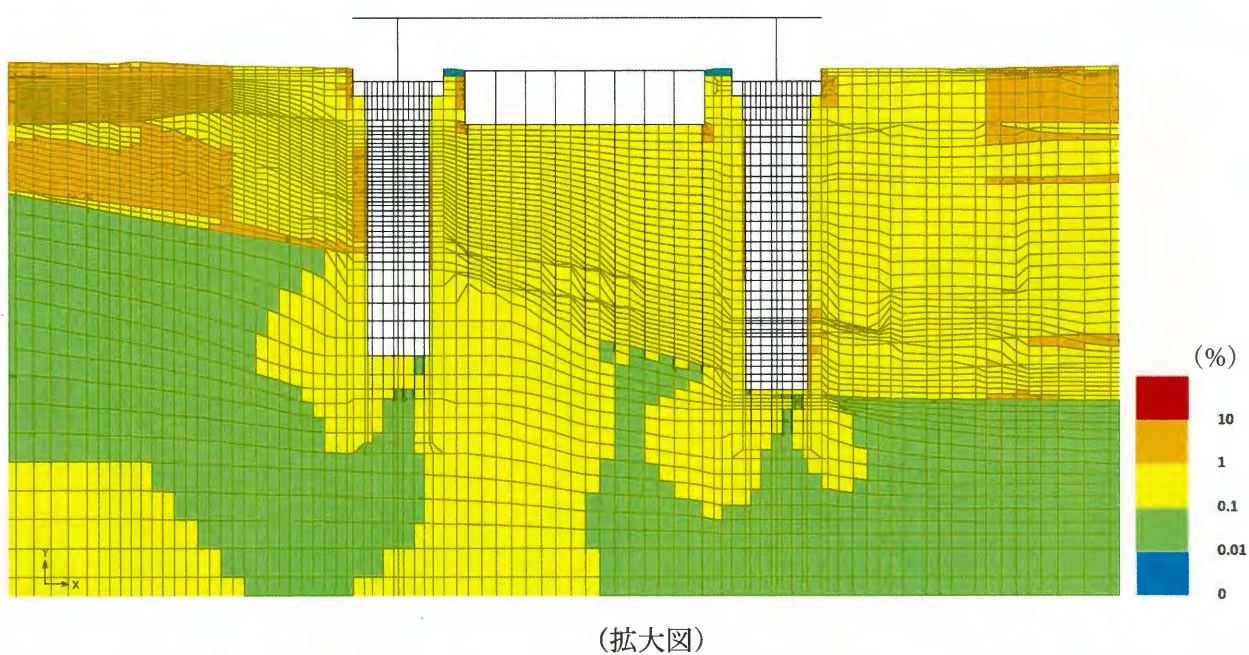
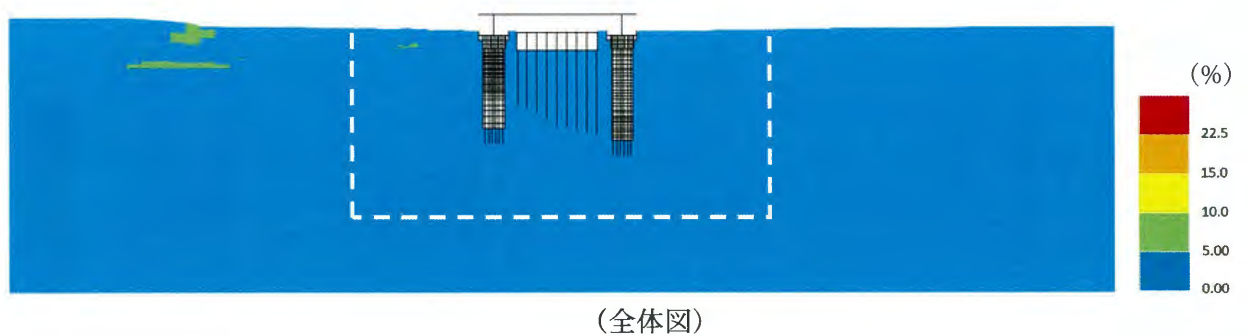
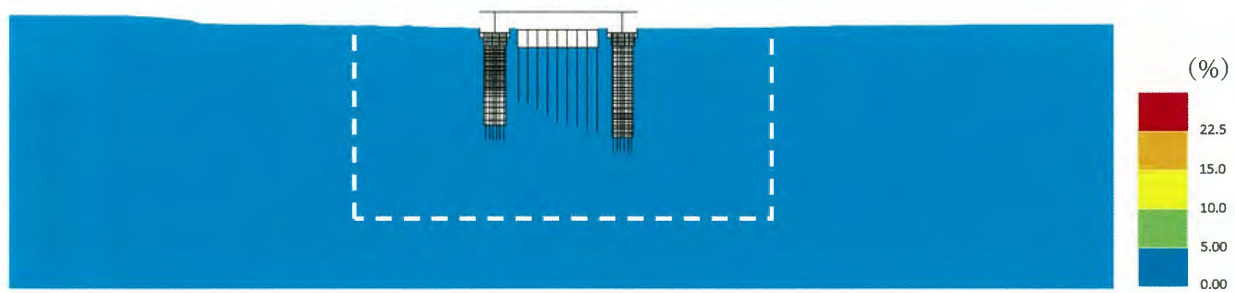


図 4.10-15 最大せん断ひずみ分布図 (①-①断面)

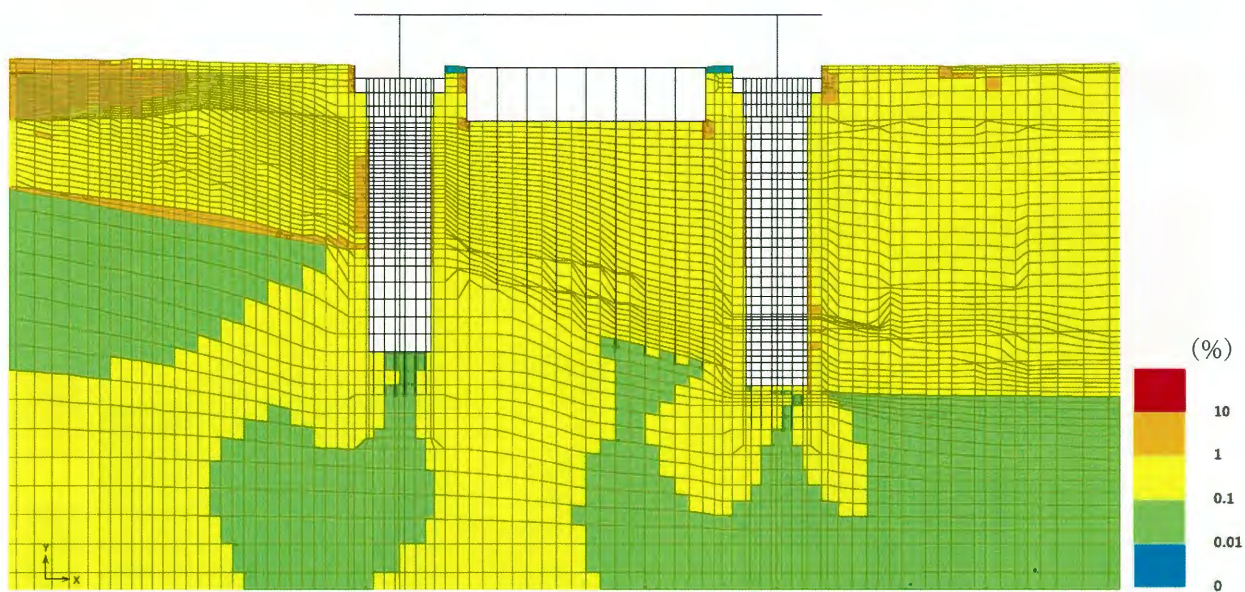
( $S_s - 31$  [H+, V+])

(地盤ケース④：敷地に存在しない豊浦標準砂の液状化強度特性により地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース)





(全体図)



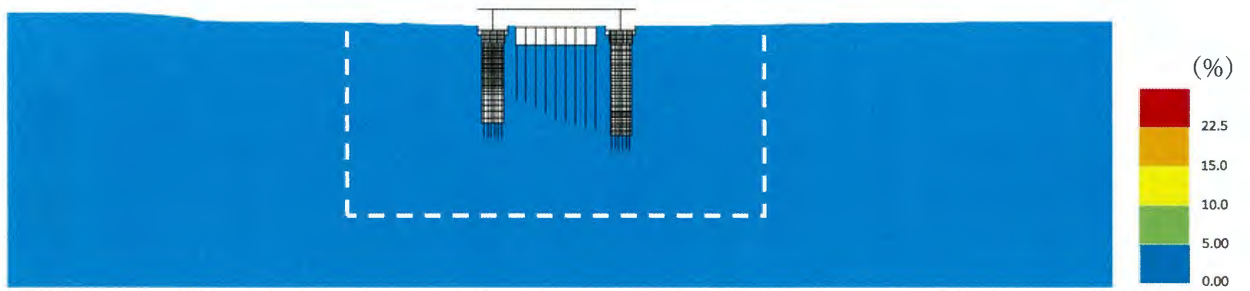
(拡大図)

図 4.10-16 最大せん断ひずみ分布図 (①-①断面)

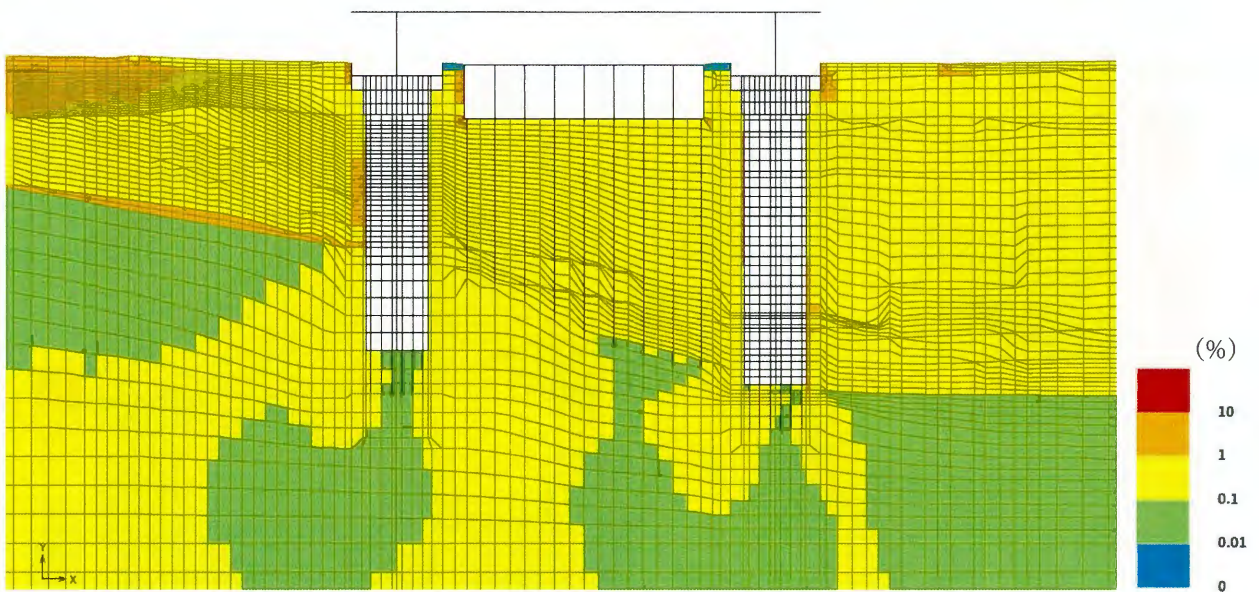
( $S_s - 31$  [H+, V+])

(地盤ケース⑤：原地盤において非液状化の条件を仮定した解析ケース)





(全体図)

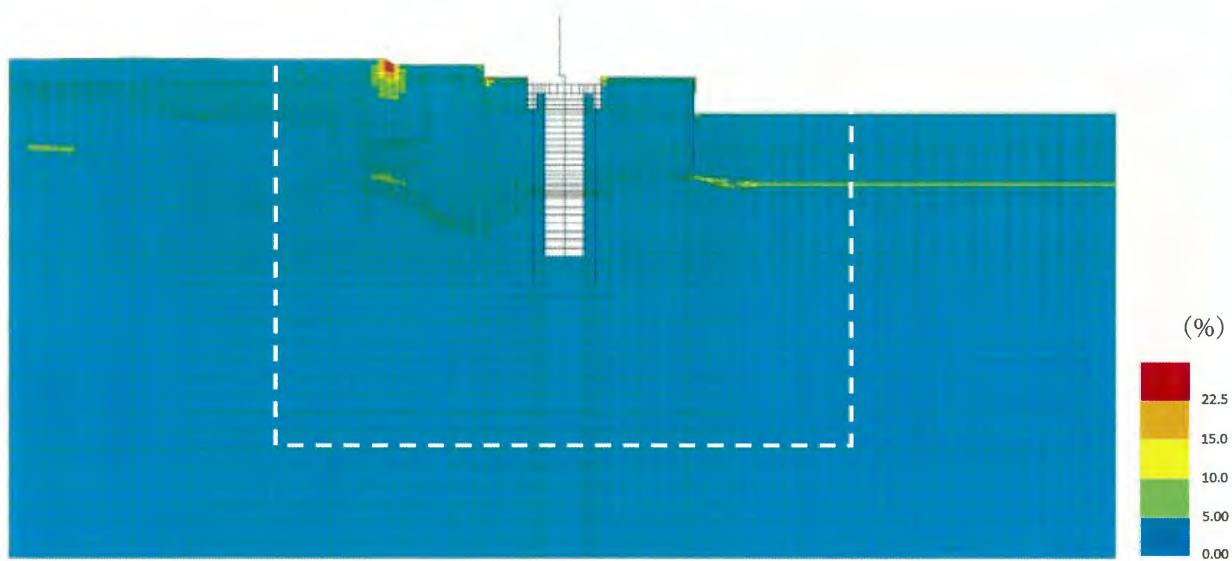


(拡大図)

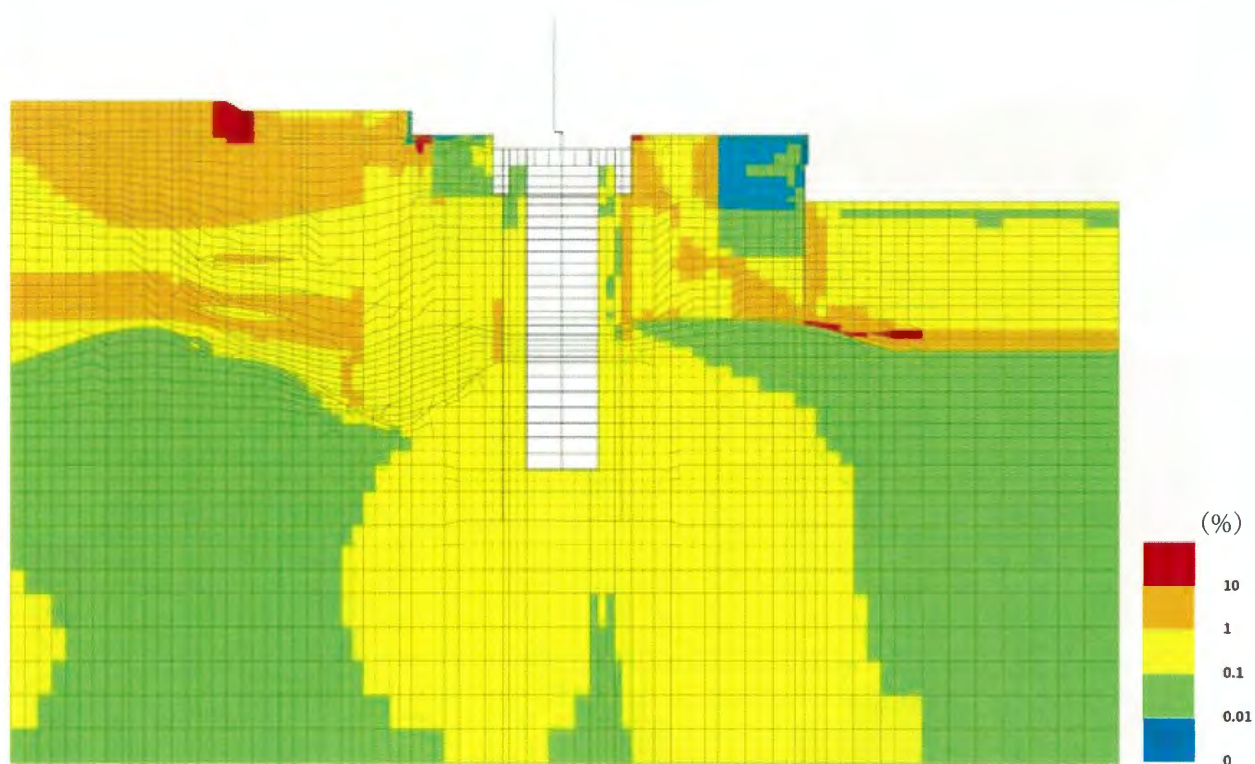
図 4.10-17 最大せん断ひずみ分布図 (①-①断面)

( $S_s - 3.1 [H+, V+]$ )

(地盤ケース⑥：地盤物性のばらつきを考慮 (+1 $\sigma$ ) して  
非液状化の条件を仮定した解析ケース)



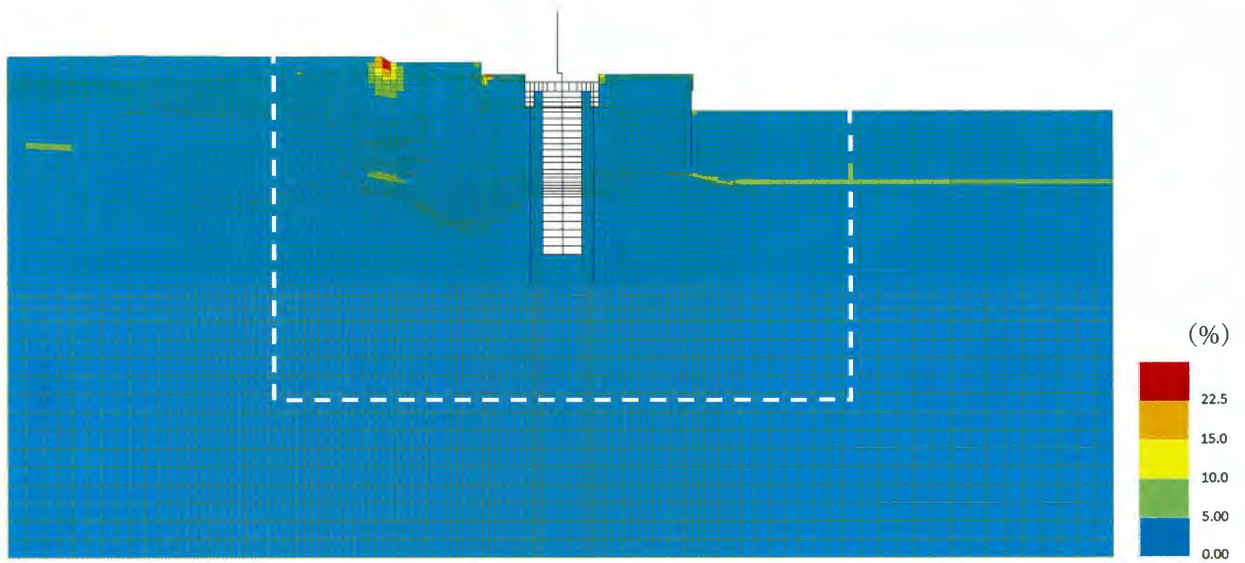
(全体図)



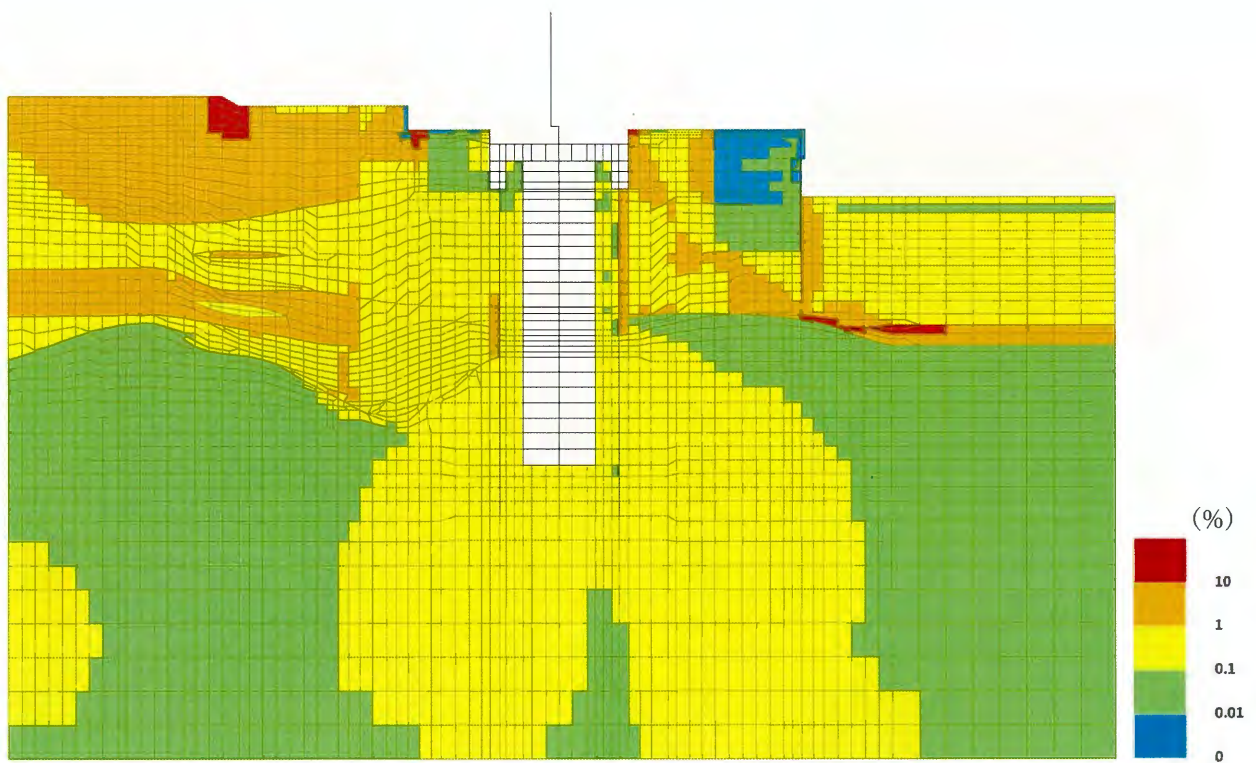
(拡大図)

図 4.10-18 最大せん断ひずみ分布図 (③-③断面)  
 $(S_s - D1 [H+, V+])$   
 (地盤) ケース①: 原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース



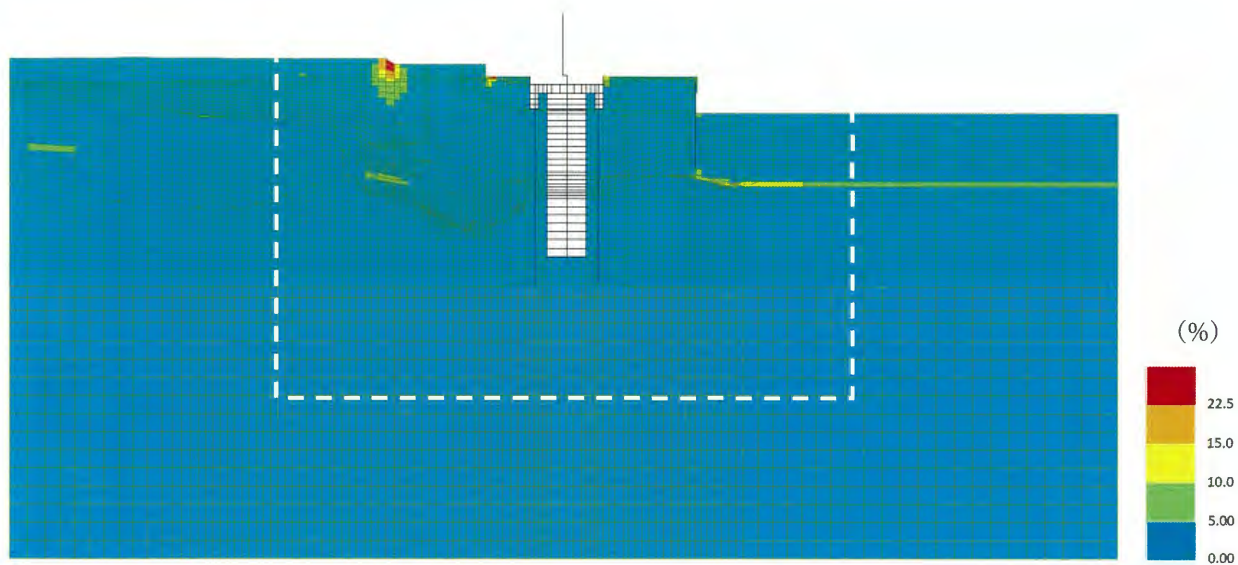


(全体図)

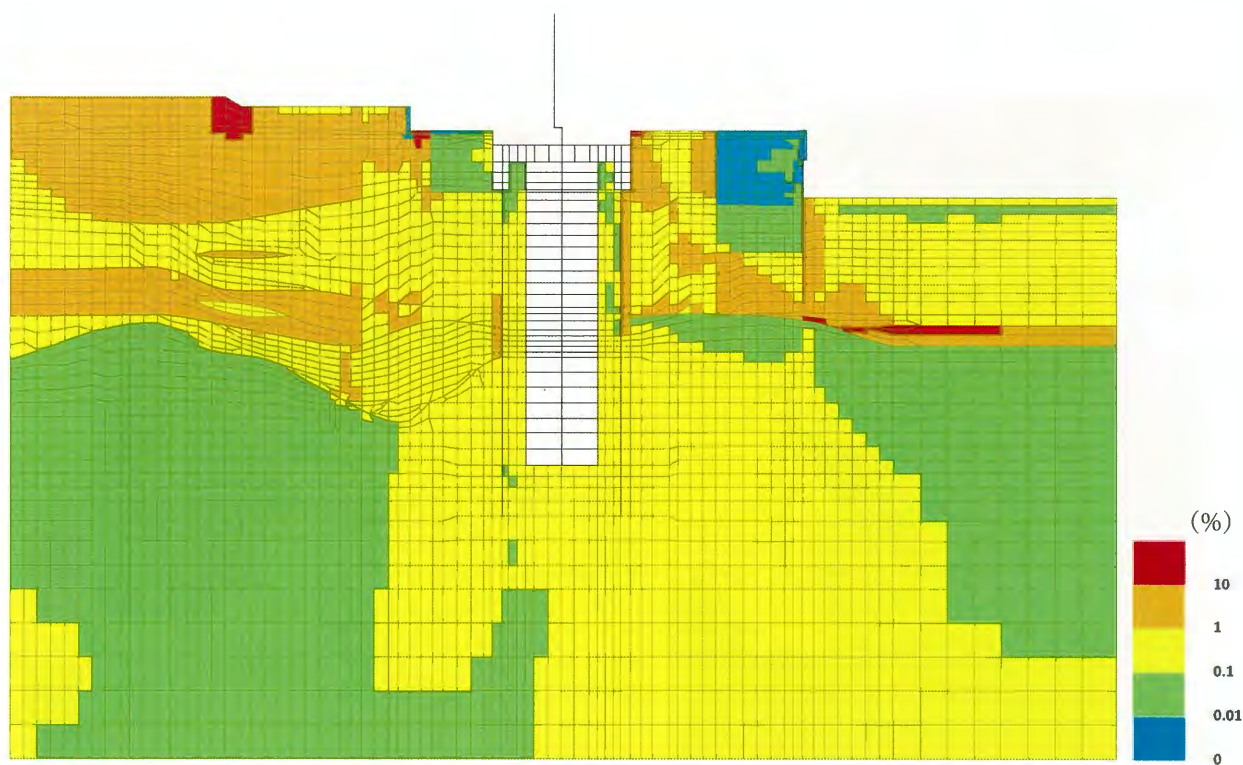


(拡大図)

図 4.10-19 最大せん断ひずみ分布図 (③-③断面)  
 ( $S_s-D1$  [H+, V-])  
 (地盤ケース①: 原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)



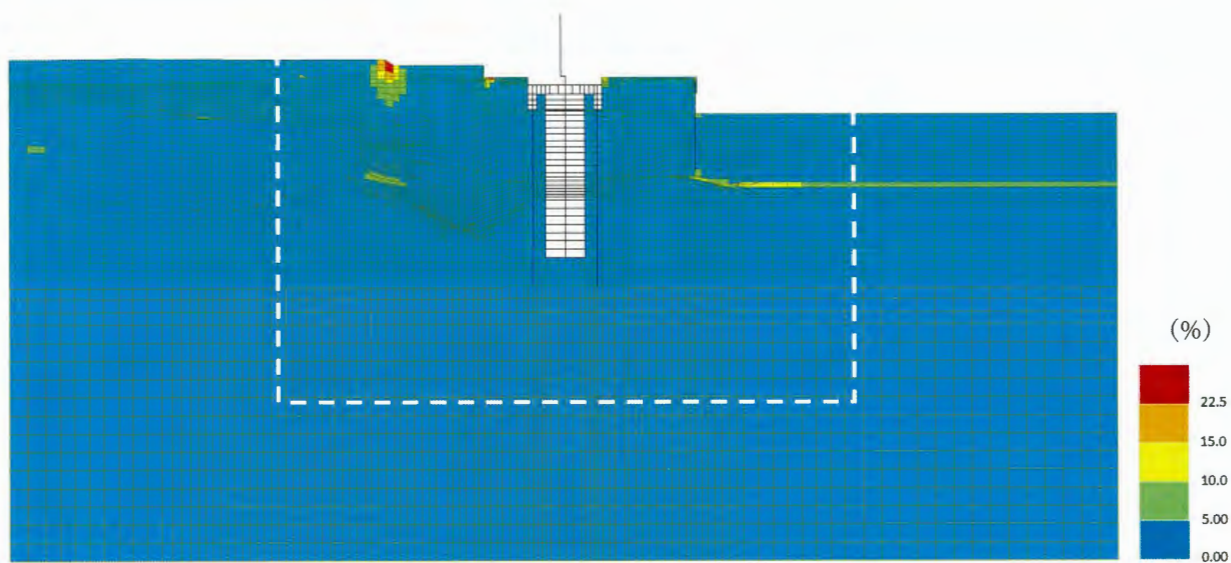
(全体図)



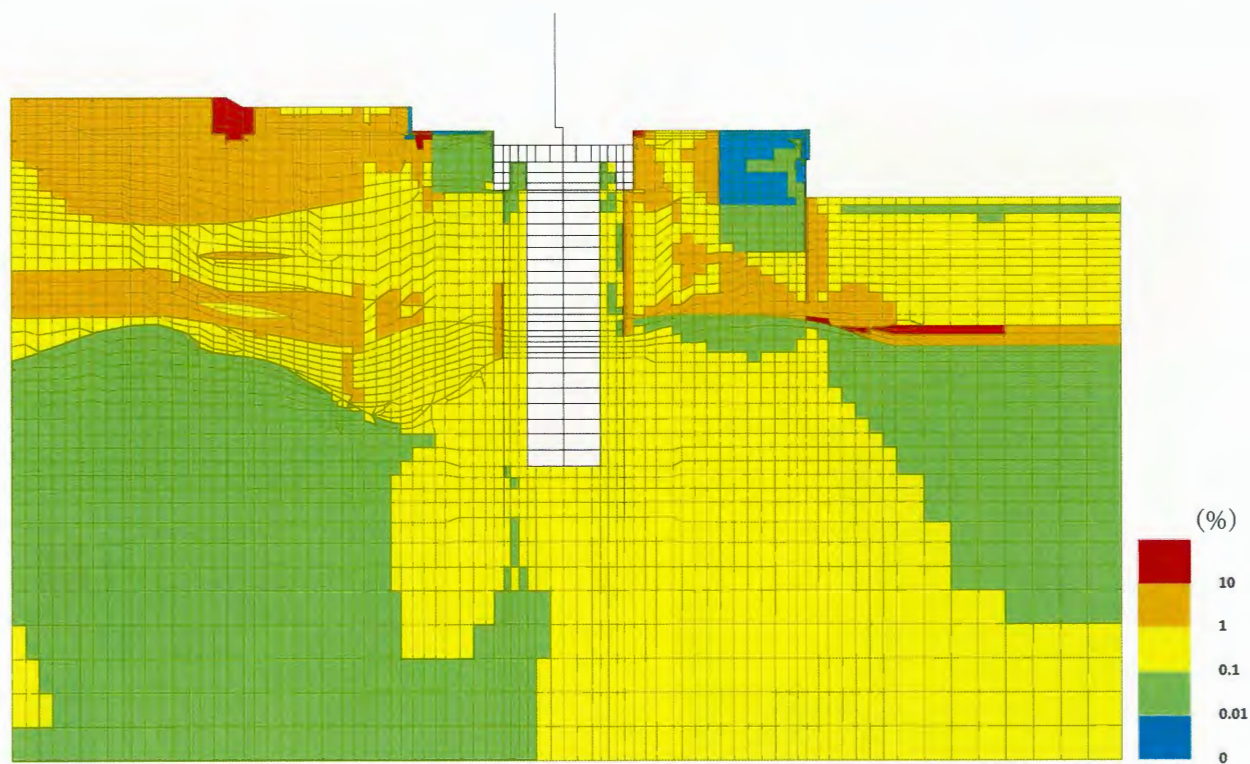
(拡大図)

図 4.10-20 最大せん断ひずみ分布図 (③-③断面)  
 $(S_s-D1 [H-, V+])$   
 (地盤ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)



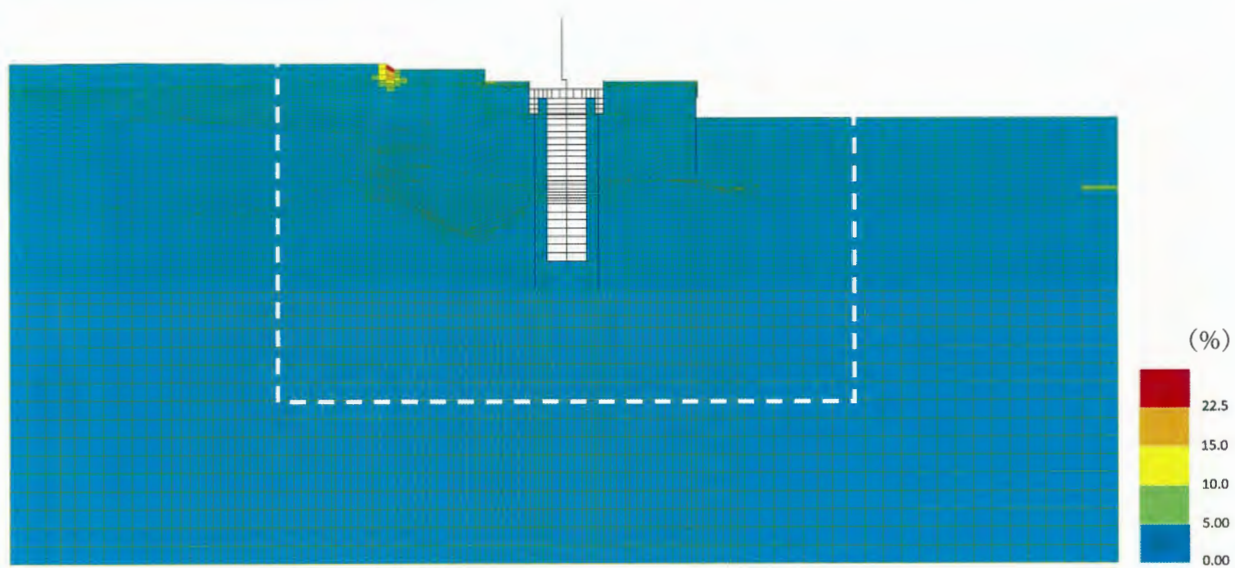


(全体図)

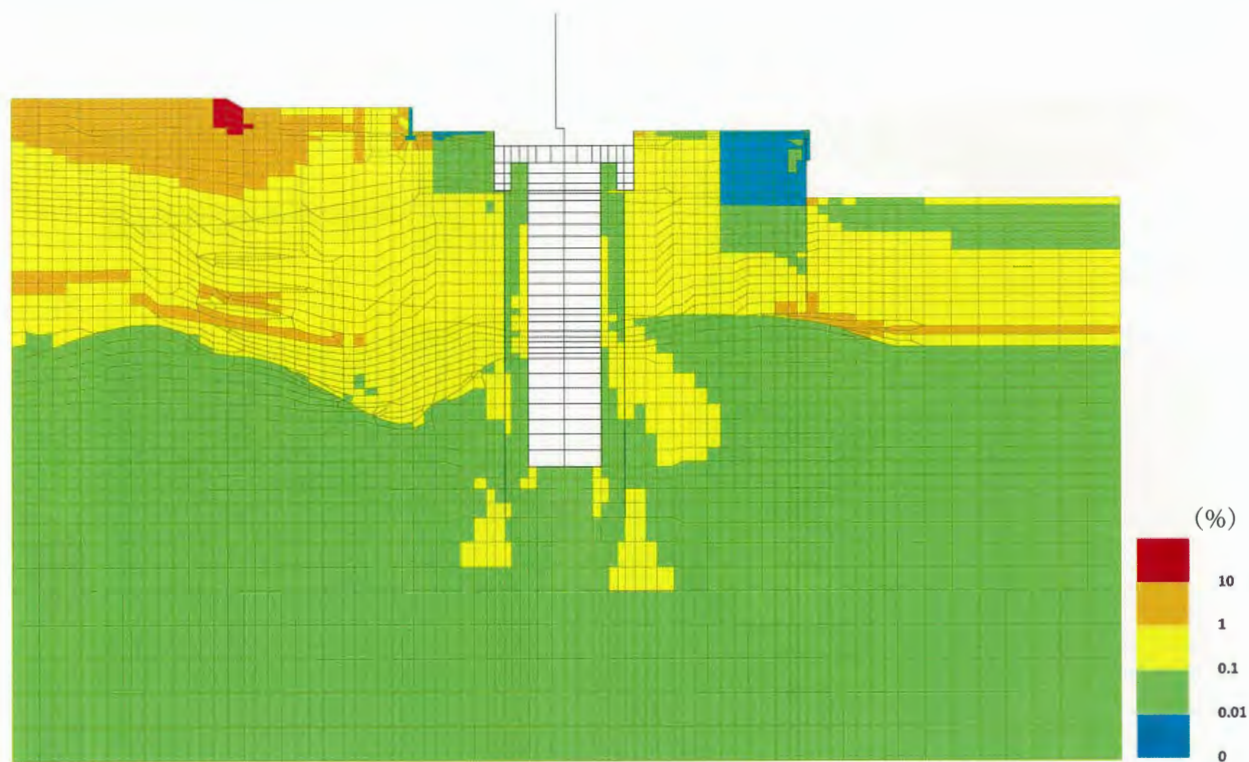


(拡大図)

図 4.10-21 最大せん断ひずみ分布図 (③-③断面)  
 ( $S_s-D1$  [H-, V-])  
 (地盤ケース①: 原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)



(全体図)



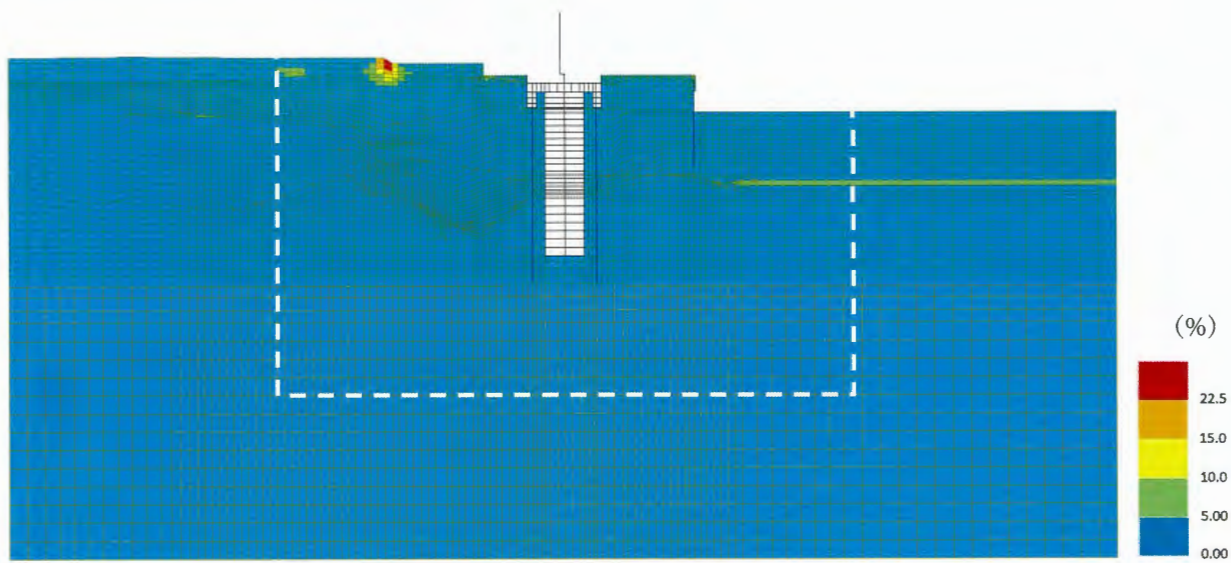
(拡大図)

図 4.10-22 最大せん断ひずみ分布図 (③-③断面)

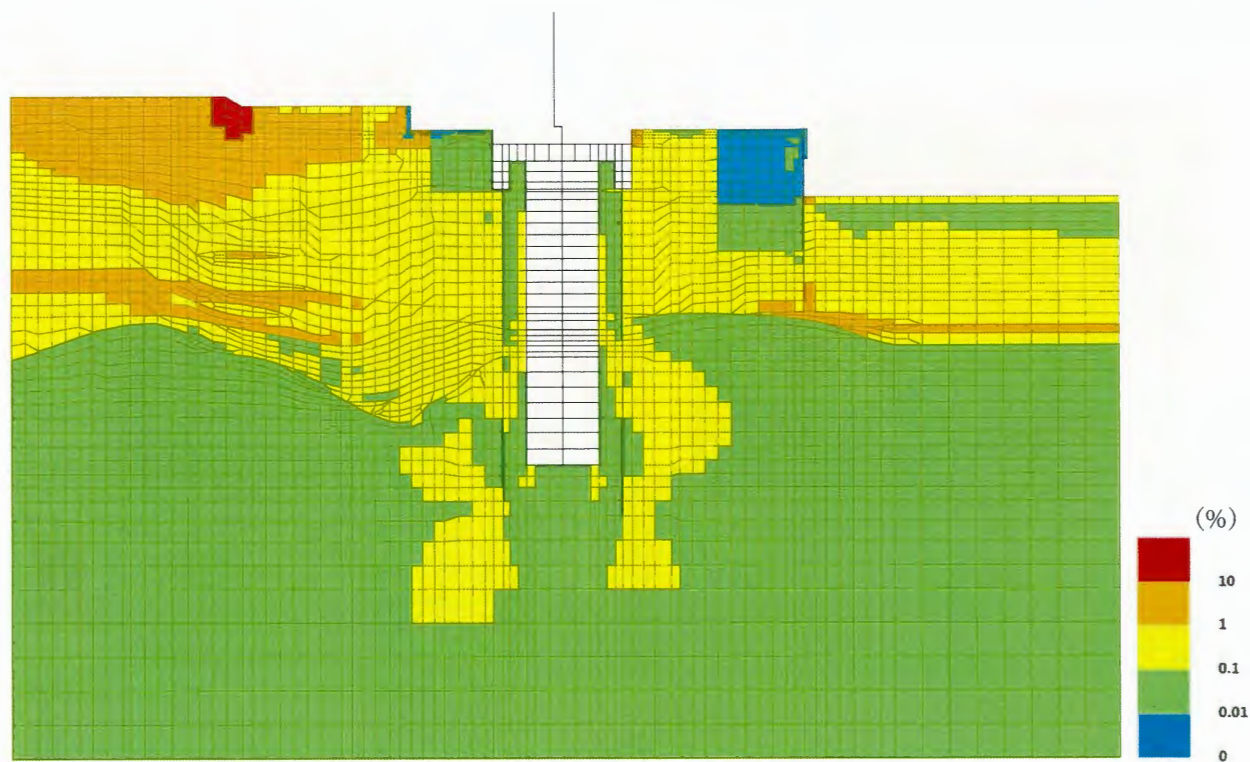
( $S_s - 11$ )

(地盤ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)





(全体図)

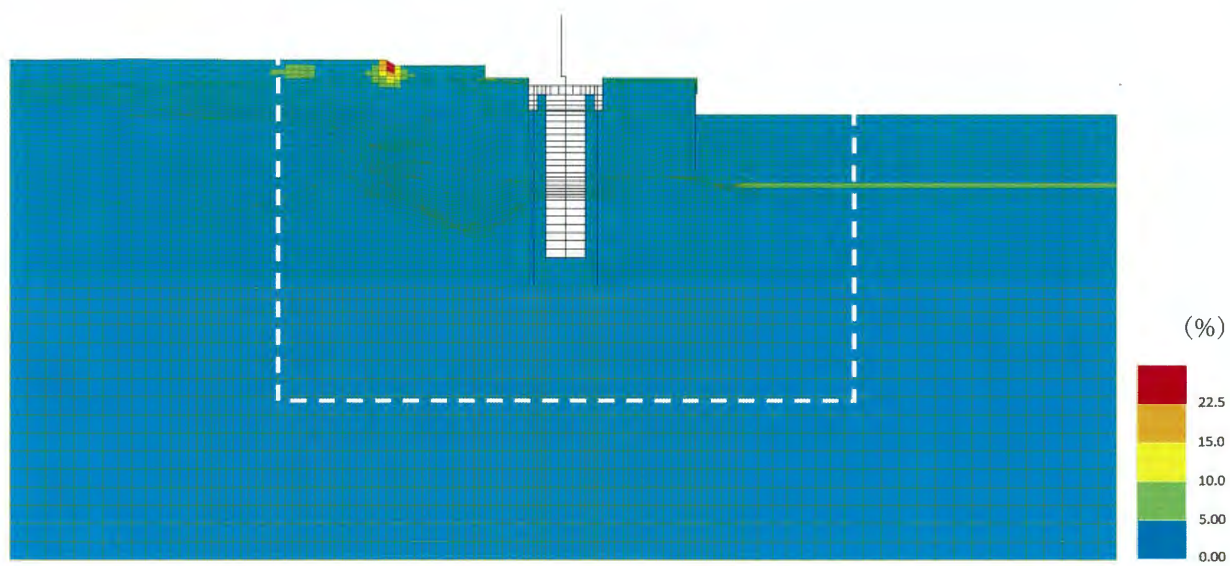


(拡大図)

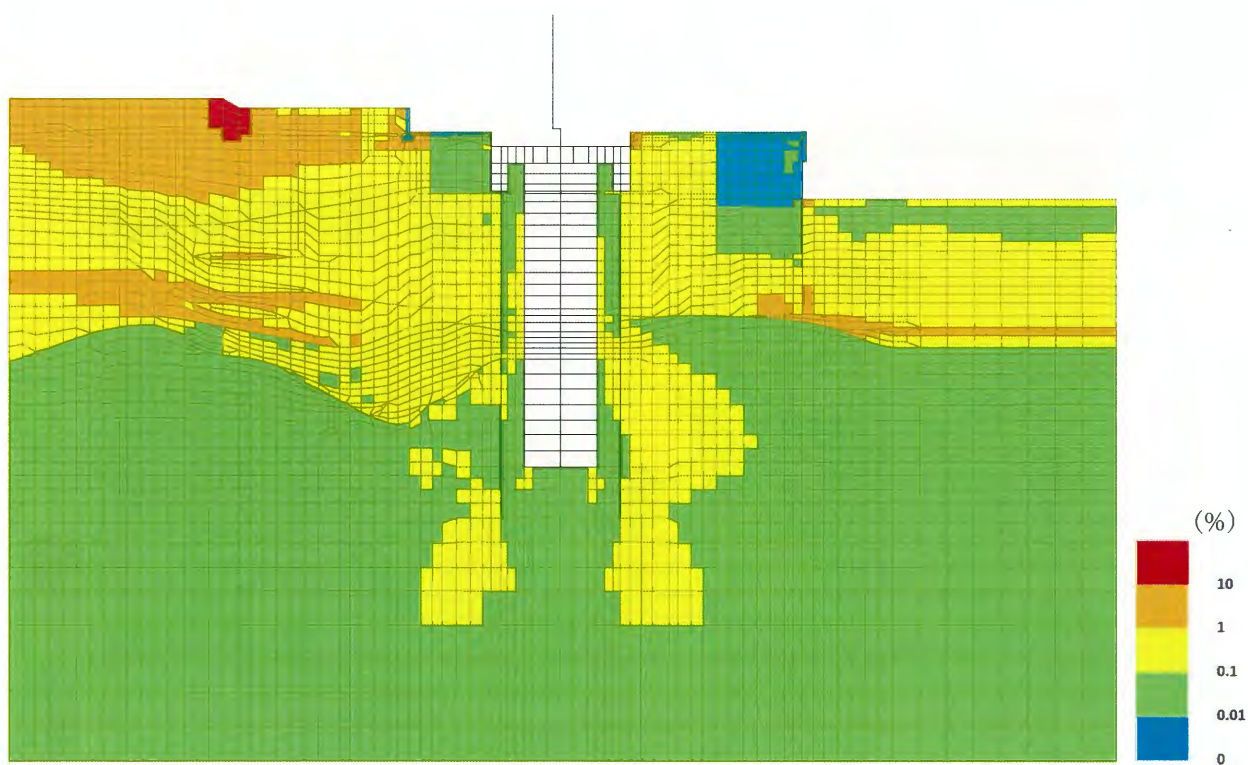
図 4.10-23 最大せん断ひずみ分布図 (③-③断面)

( $S_s - 12$ )

(地盤ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)



(全体図)



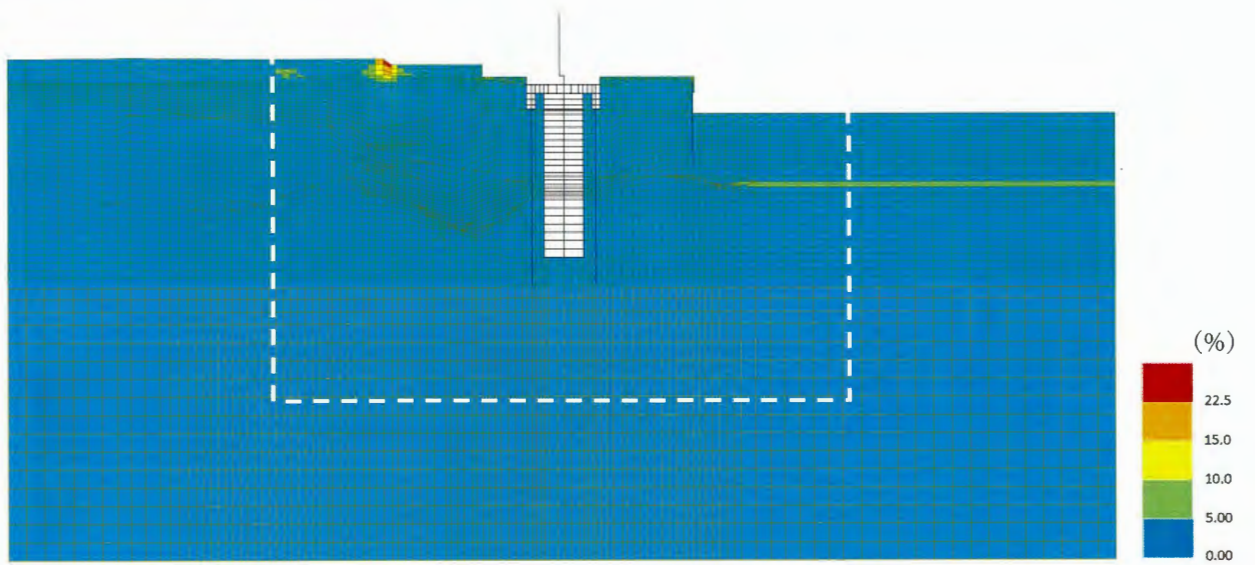
(拡大図)

図 4.10-24 最大せん断ひずみ分布図 (③-③断面)

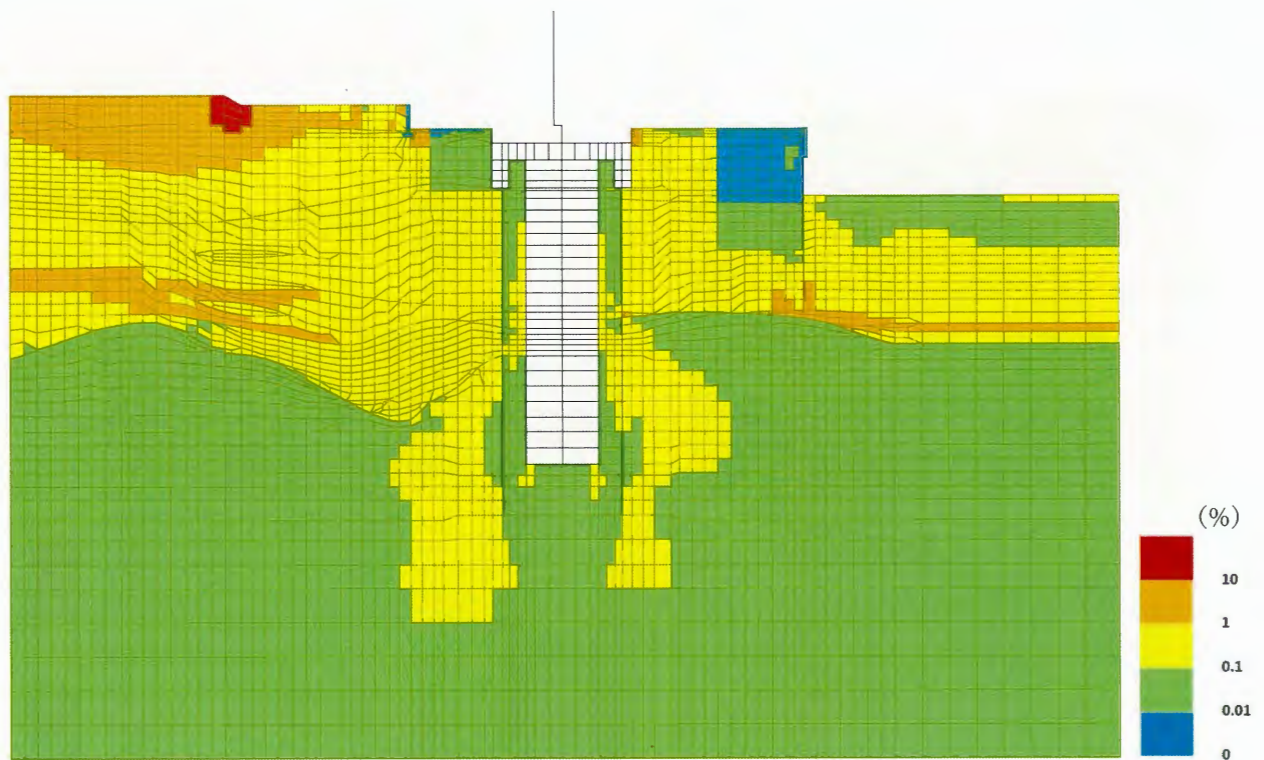
( $S_s - 13$ )

(地盤ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)





(全体図)

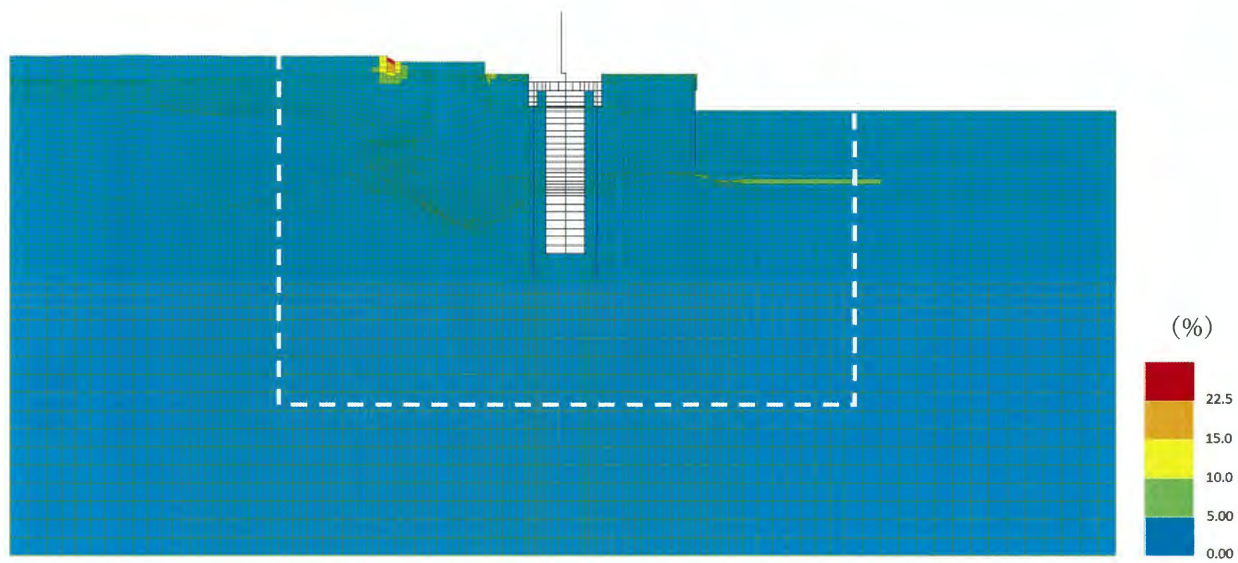


(拡大図)

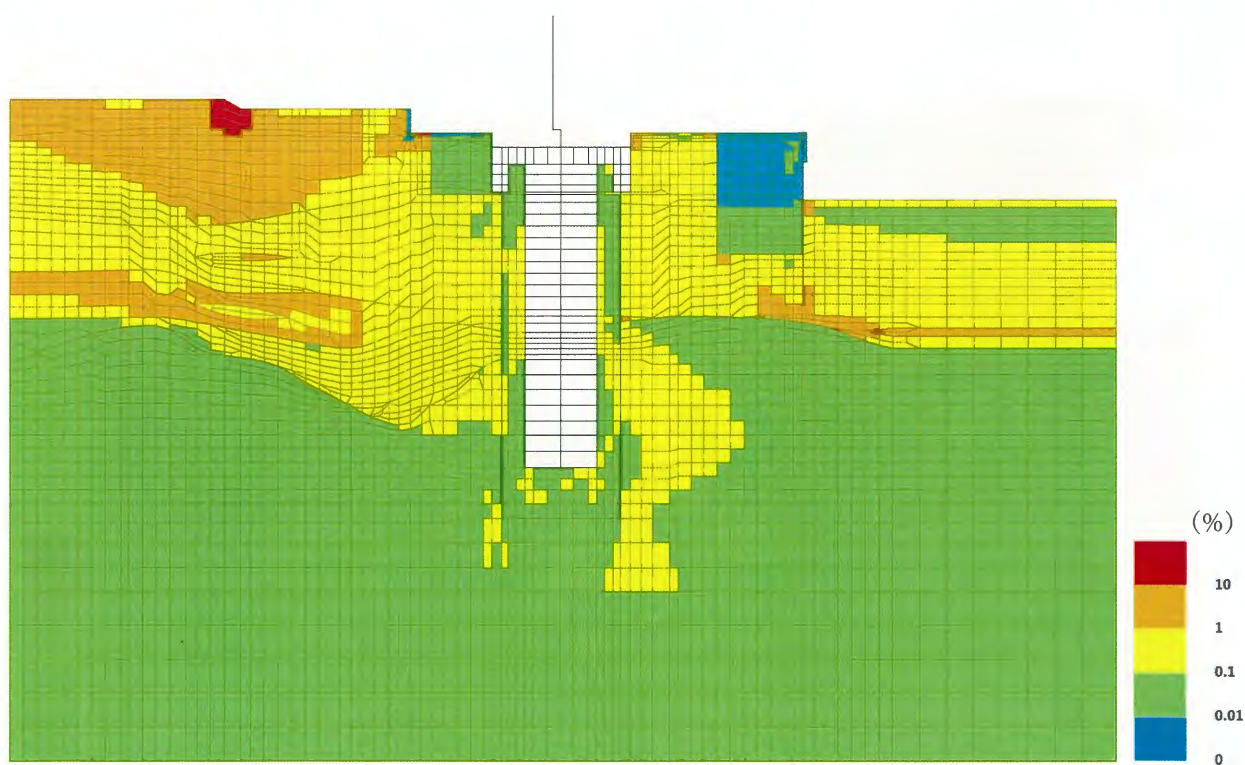
図 4.10-25 最大せん断ひずみ分布図 (③-③断面)

( $S_s - 14$ )

(地盤ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)



(全体図)



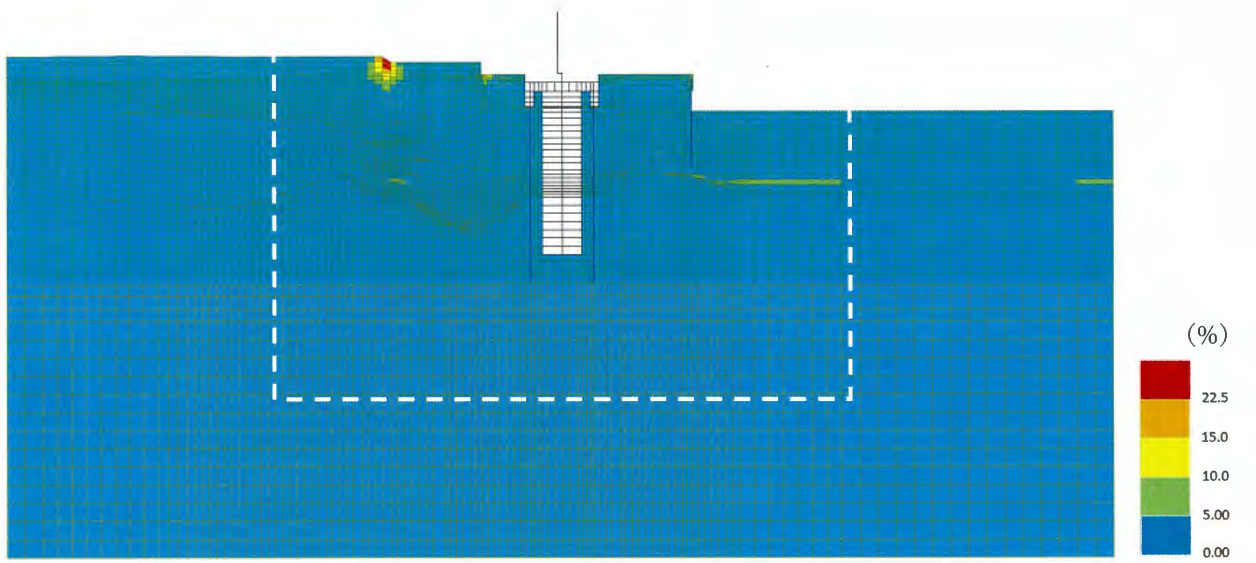
(拡大図)

図 4.10-26 最大せん断ひずみ分布図 (③-③断面)

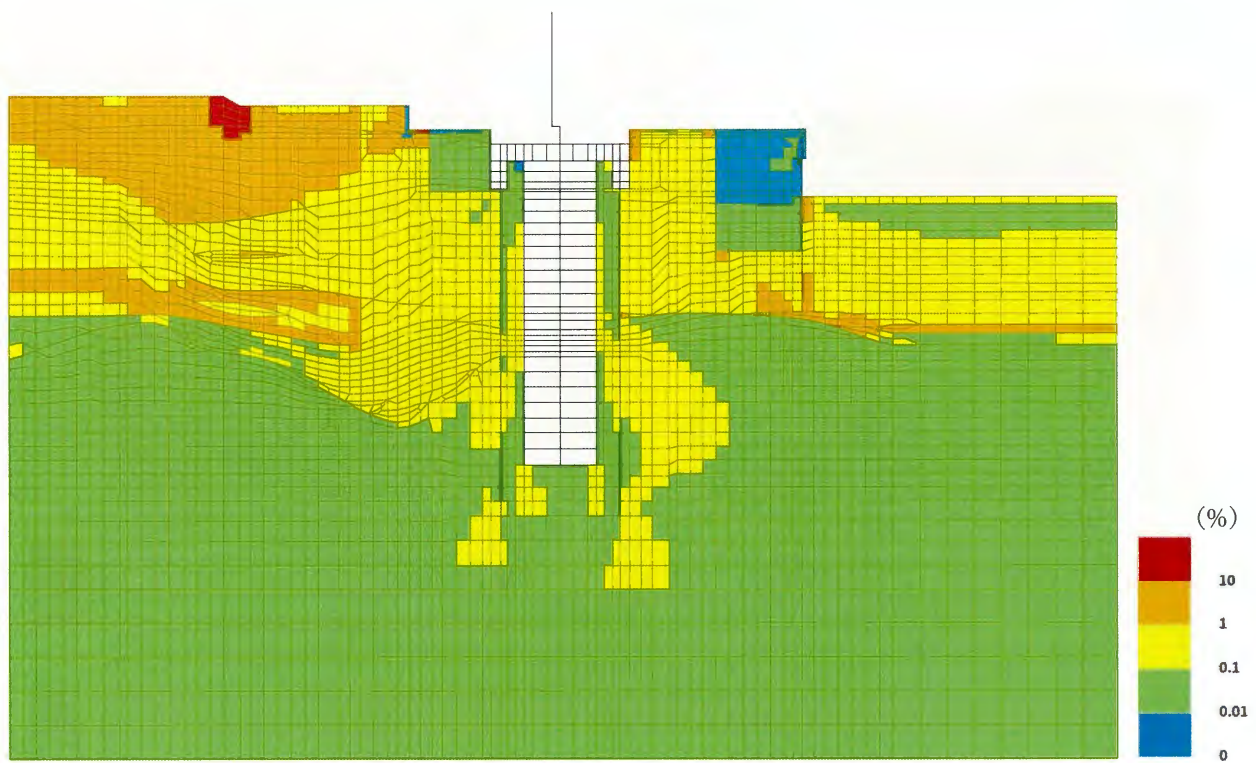
( $S_s - 21$ )

(地盤ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)





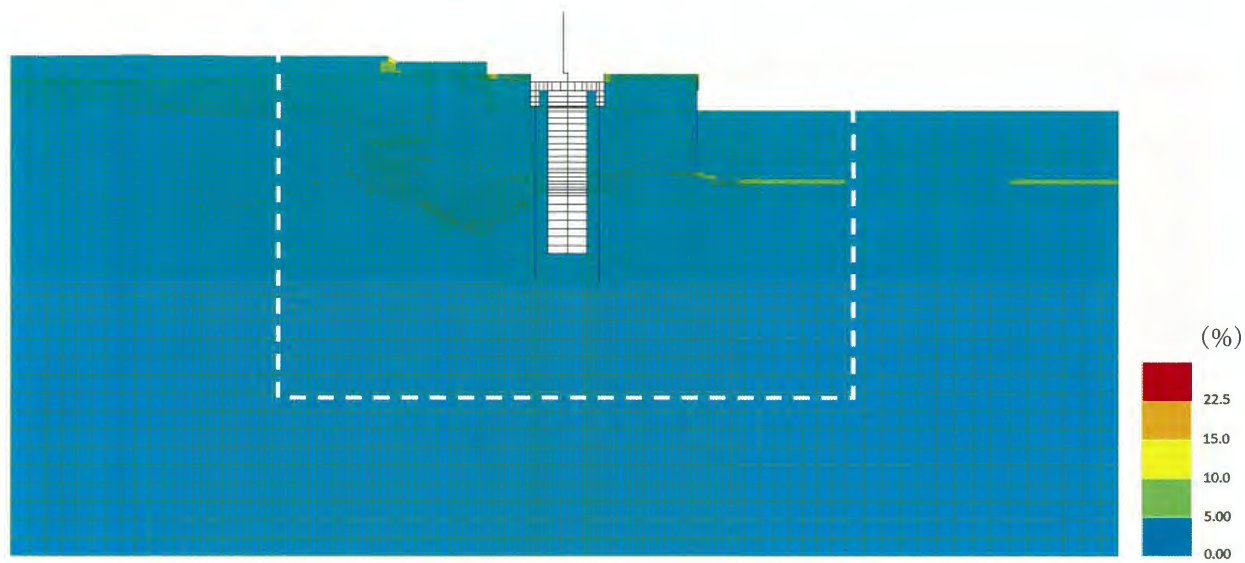
(全体図)



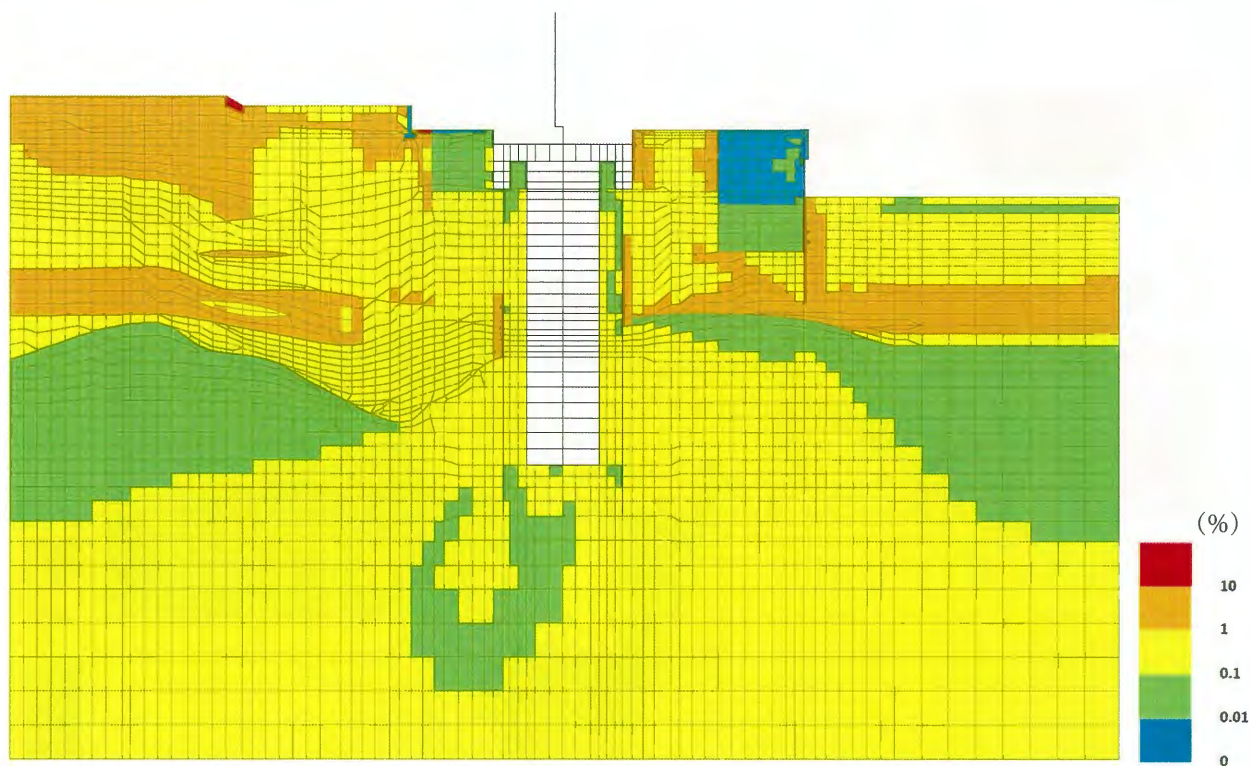
(拡大図)

図 4.10-27 最大せん断ひずみ分布図 (③-③断面)  
( $S_s - 22$ )

(地盤ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)



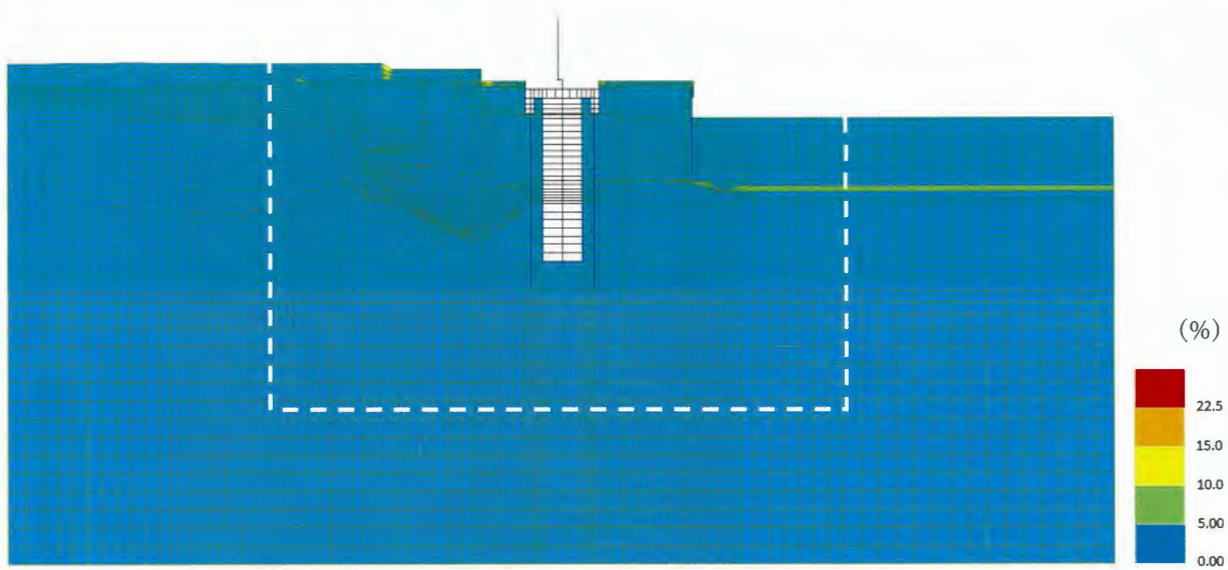
(全体図)



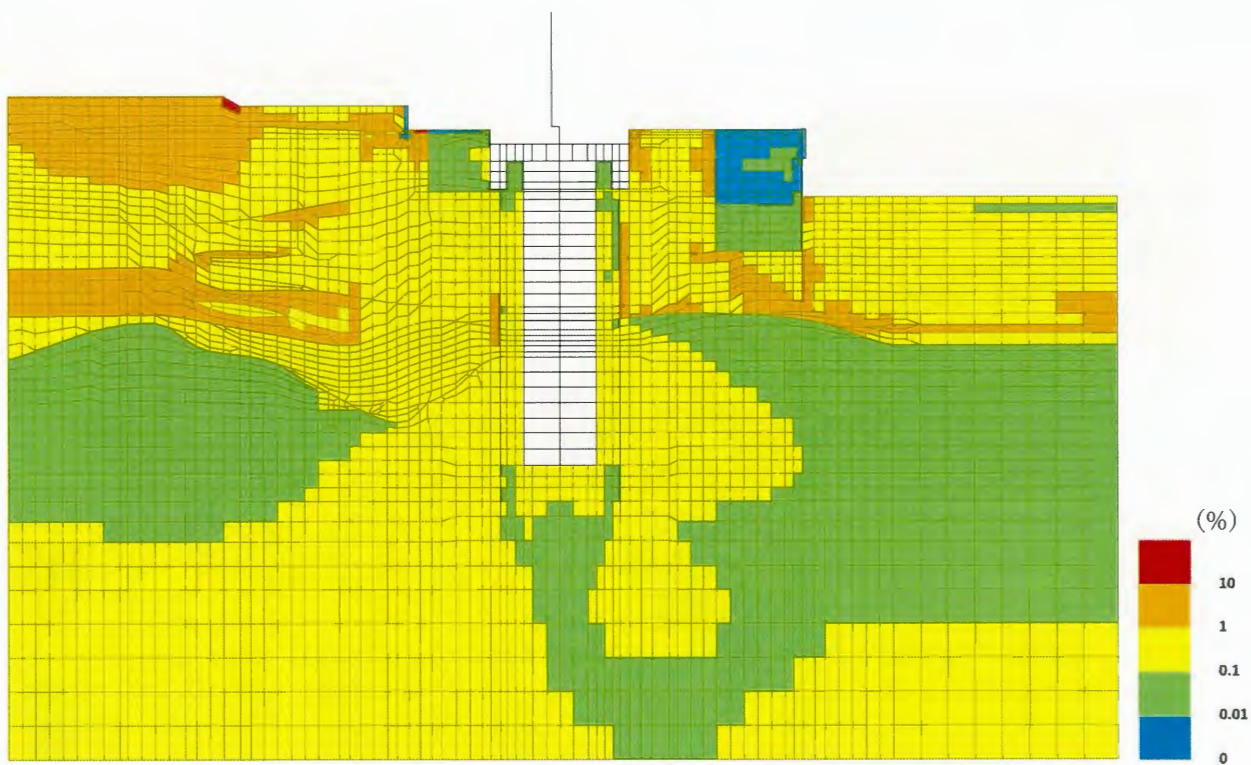
(拡大図)

図 4.10-28 最大せん断ひずみ分布図 (③-③断面)  
 $(S_s - 3.1 [H+, V+])$   
 (地盤ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)



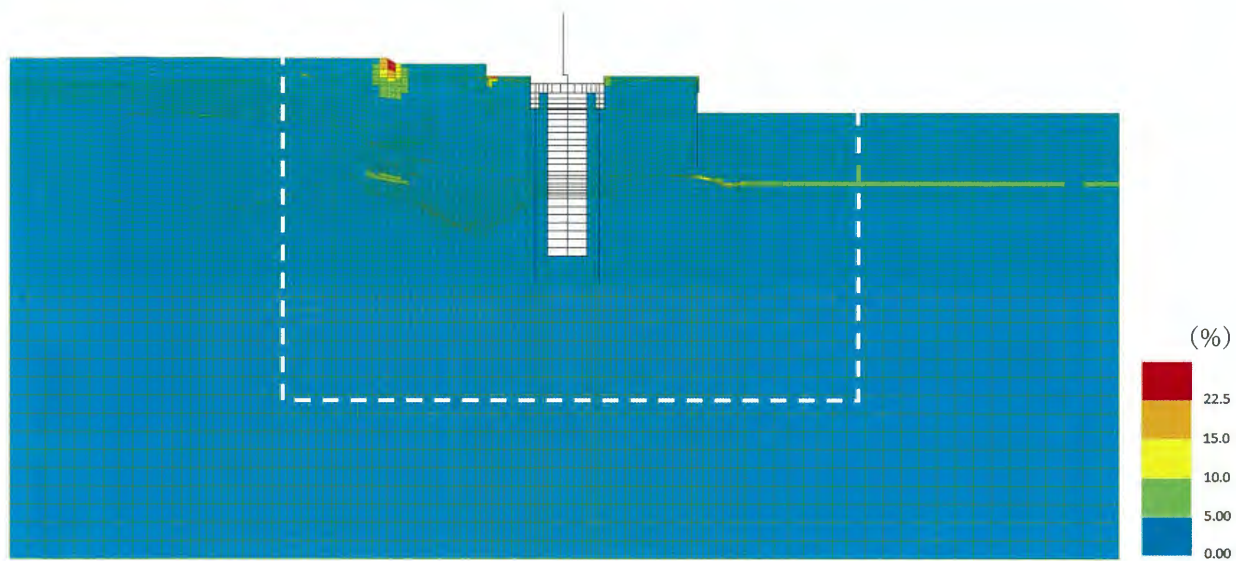


(全体図)

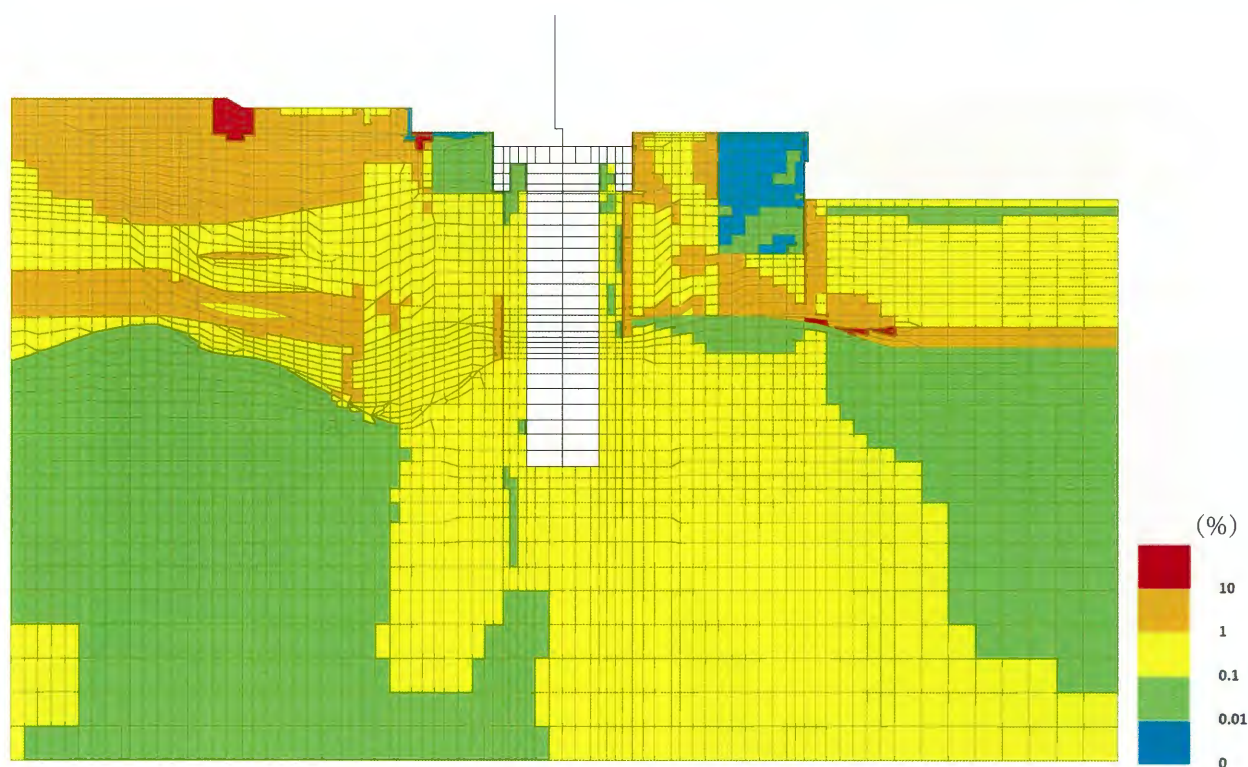


(拡大図)

図 4.10-29 最大せん断ひずみ分布図 (③-③断面)  
 ( $S_s - 3.1$  [H-, V+])  
 (地盤ケース①: 原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)



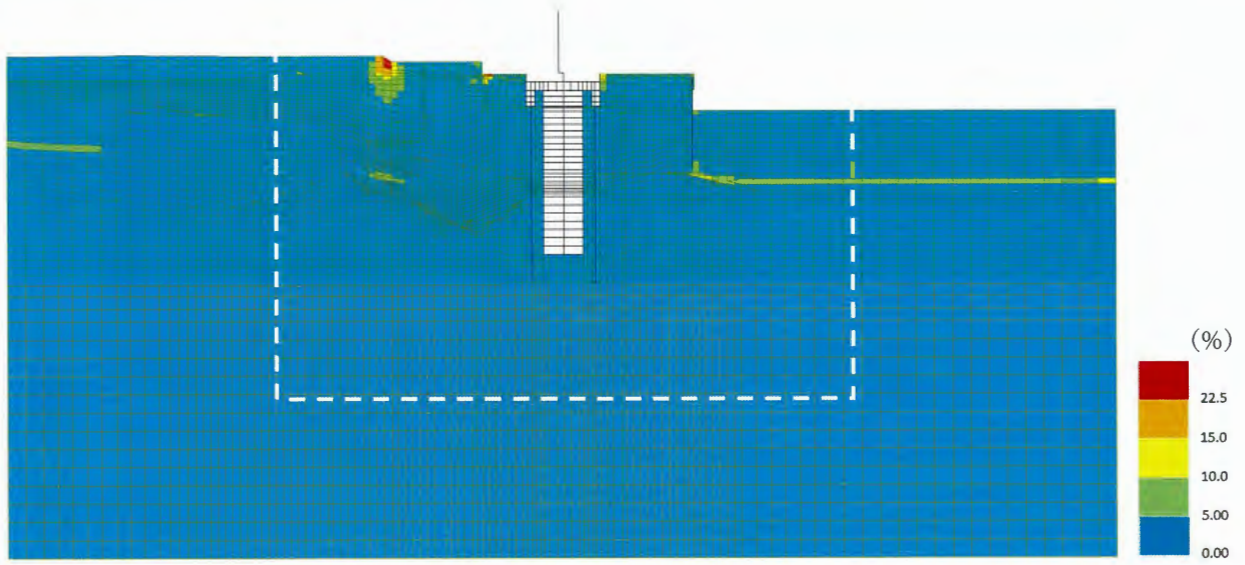
(全体図)



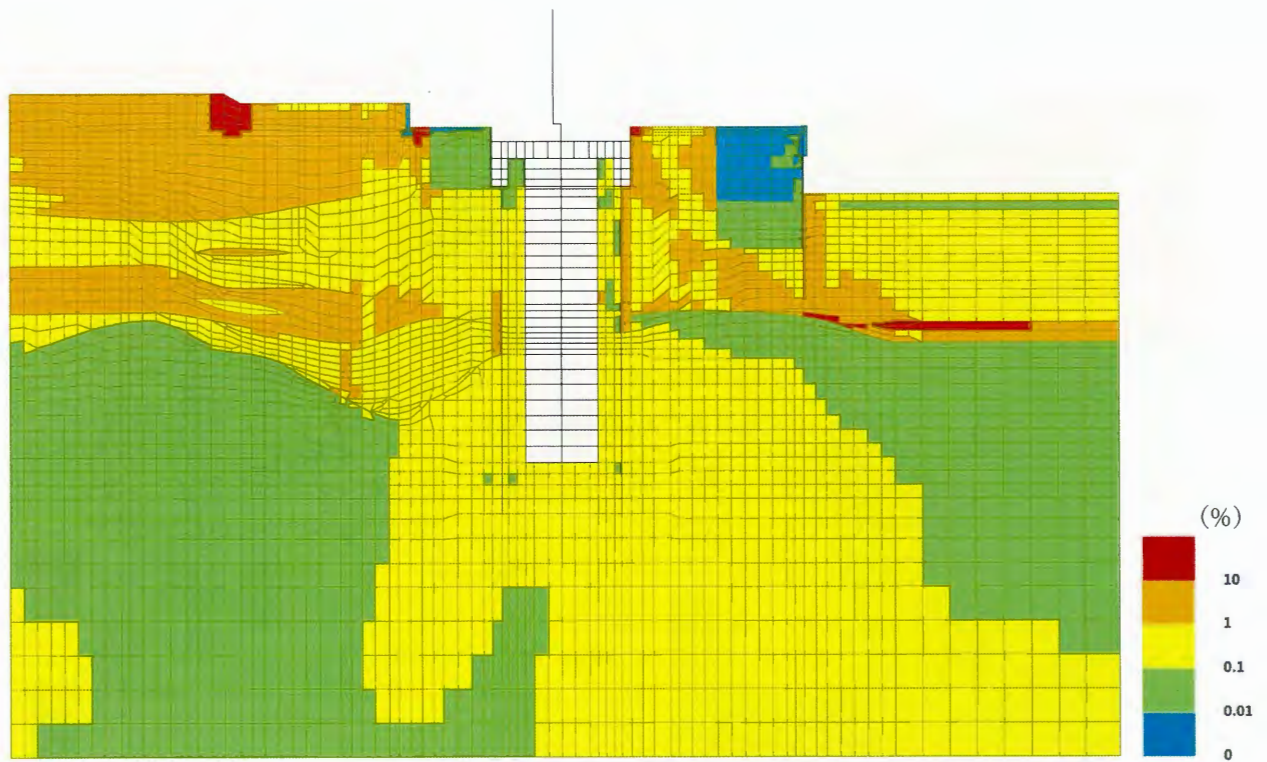
(拡大図)

図 4.10-30 最大せん断ひずみ分布図 (③-③断面)  
 ( $S_s-D1$  [H-, V+])  
 (地盤ケース②: 地盤物性のばらつきを考慮 (+1 $\sigma$ ) した解析ケース)



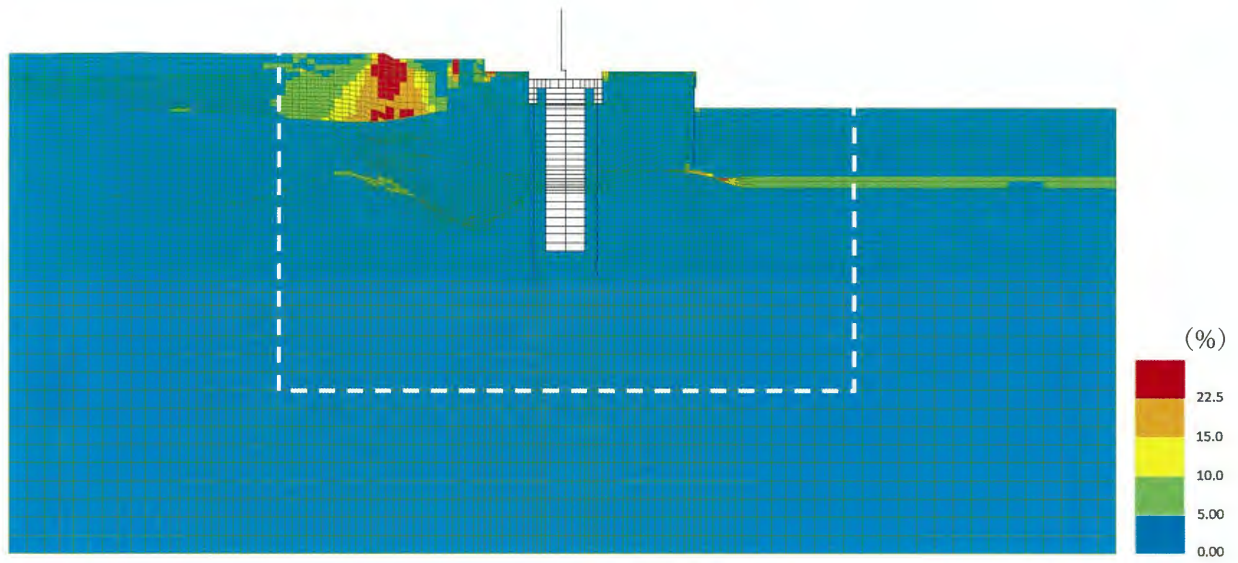


(全体図)

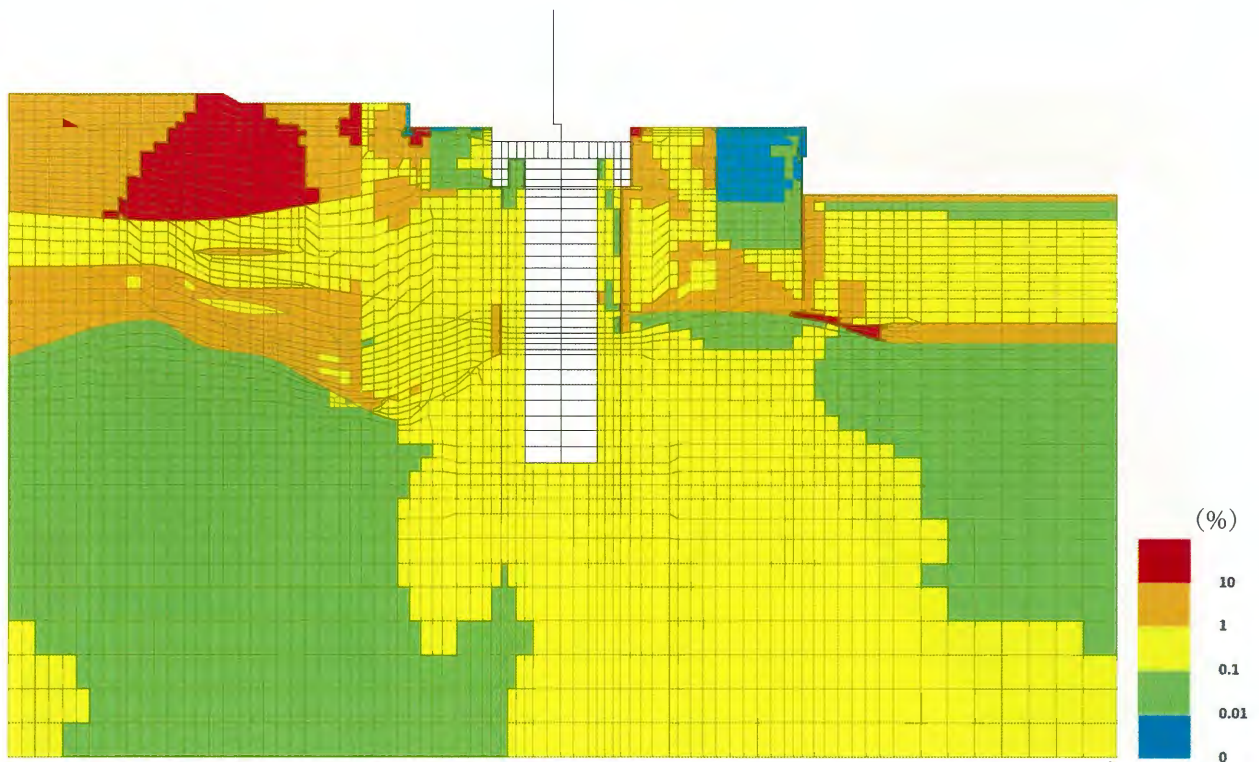


(拡大図)

図 4.10-31 最大せん断ひずみ分布図 (③-③断面)  
 ( $S_s-D1$  [H-, V+])  
 (地盤ケース③: 地盤物性のばらつきを考慮 ( $-1\sigma$ ) した解析ケース)



(全体図)



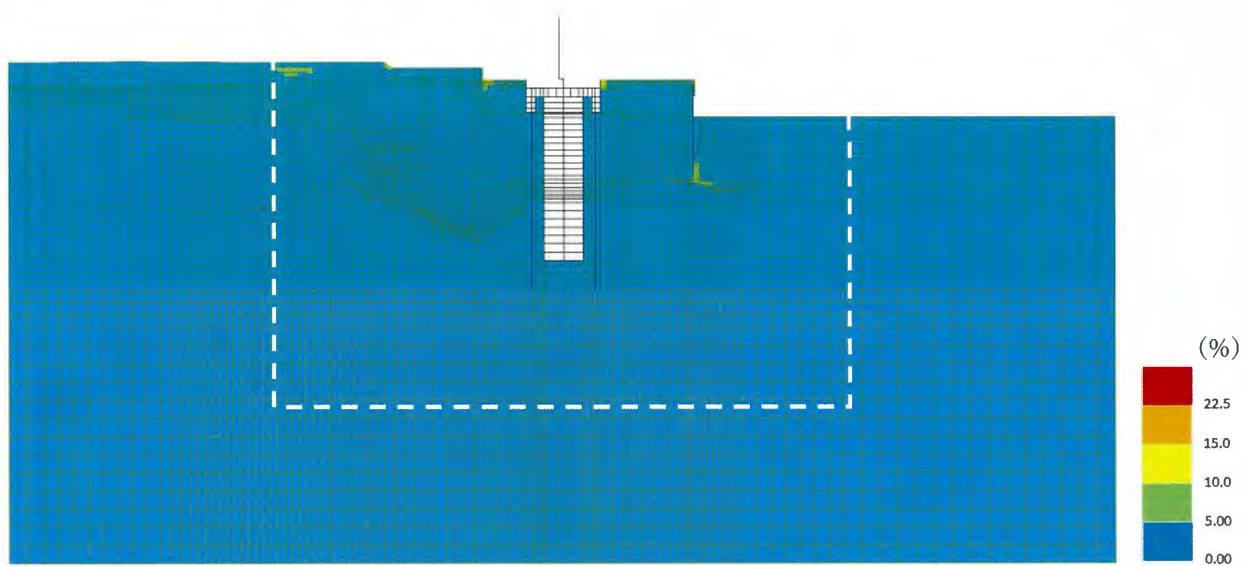
(拡大図)

図 4.10-32 最大せん断ひずみ分布図 (③-③断面)

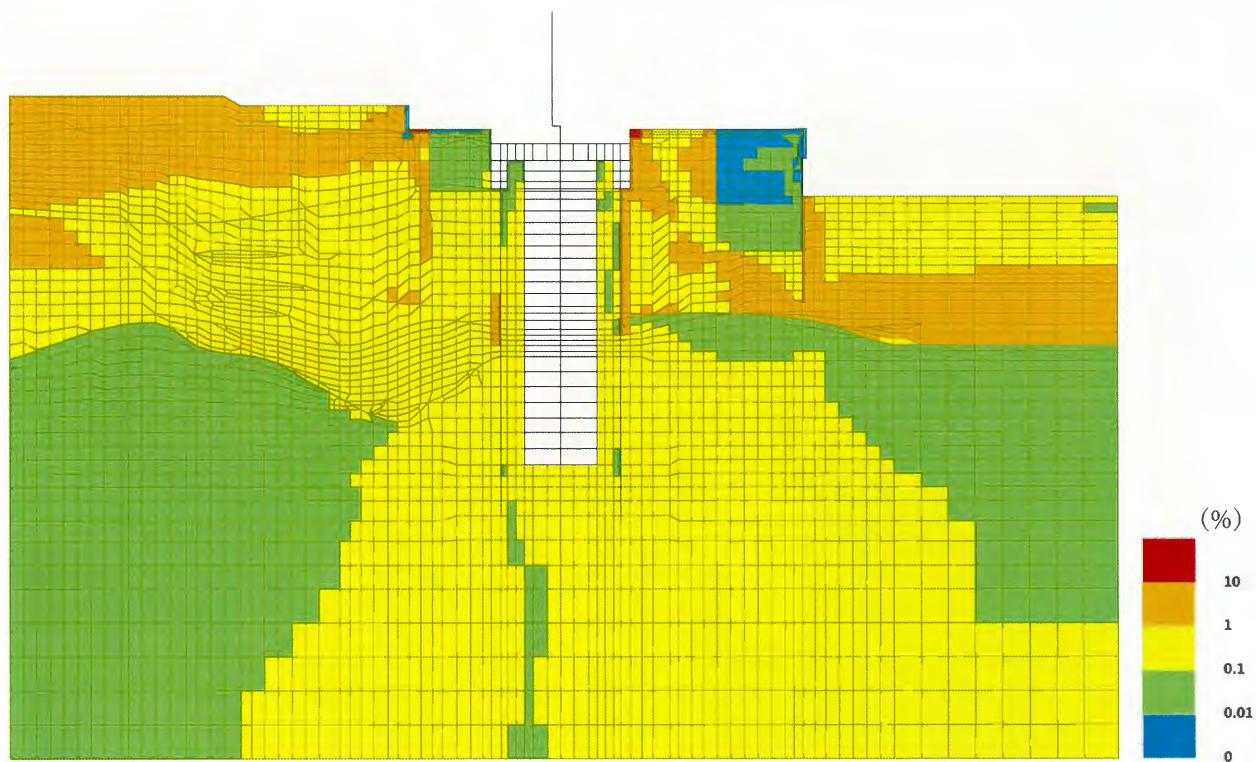
( $S_s - D1$  [H-, V+])

(地盤ケース④：敷地に存在しない豊浦標準砂の液状化強度特性により地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース)



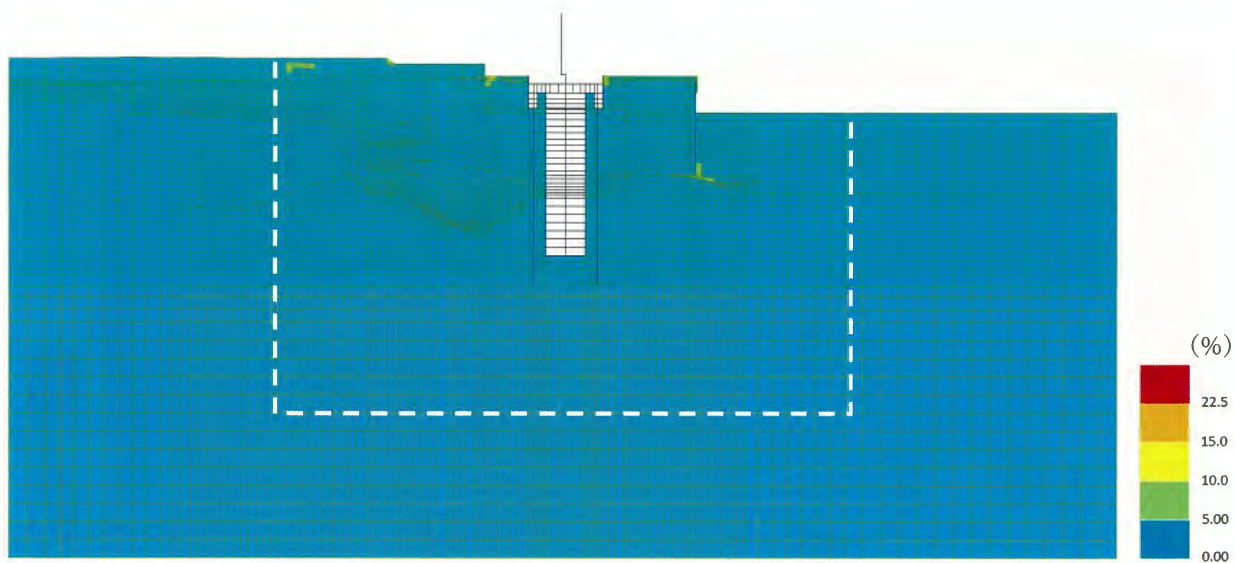


(全体図)

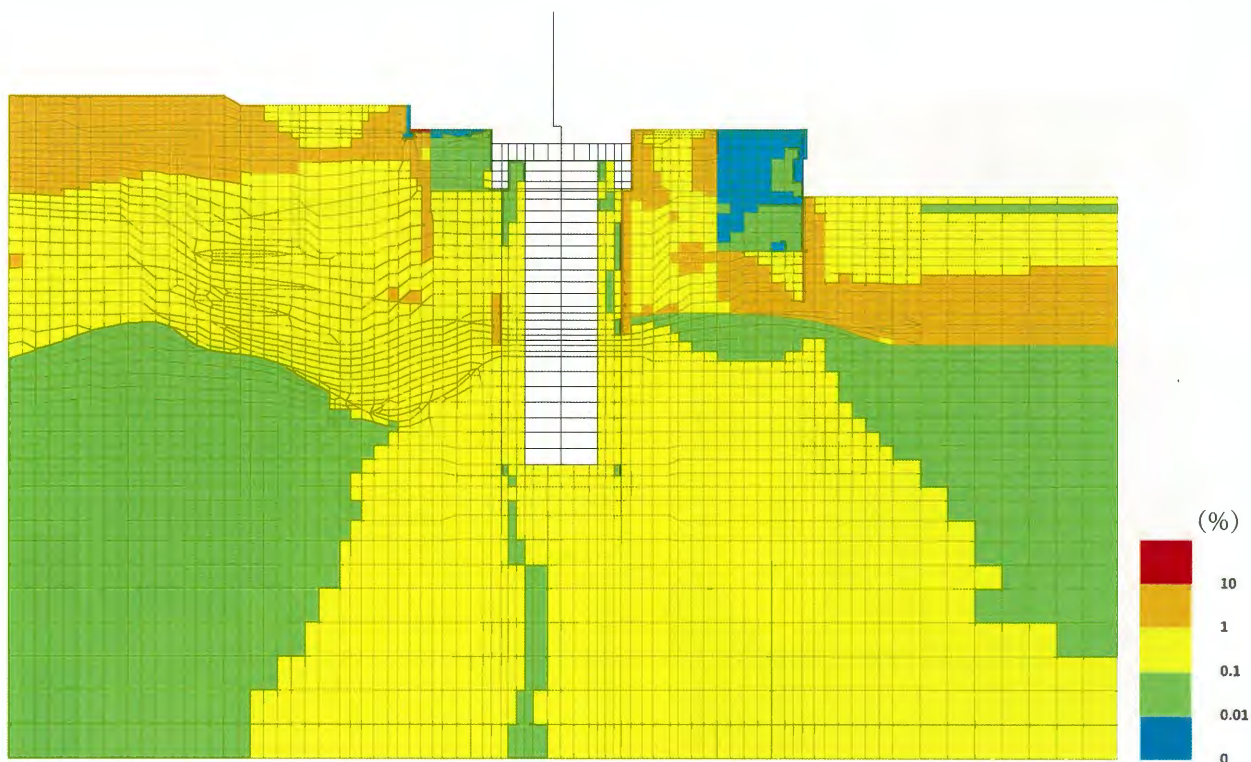


(拡大図)

図 4.10-33 最大せん断ひずみ分布図 (③-③断面)  
 $(S_s - D1 [H-, V+])$   
 (地盤ケース⑤：原地盤において非液状化の条件を仮定した解析ケース)



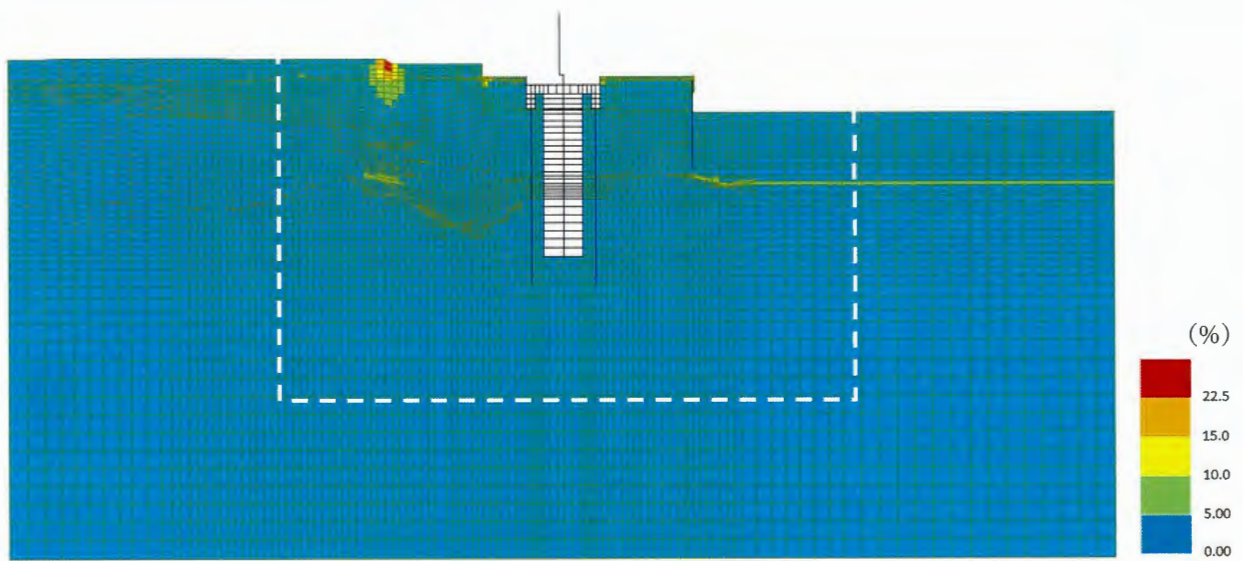
(全体図)



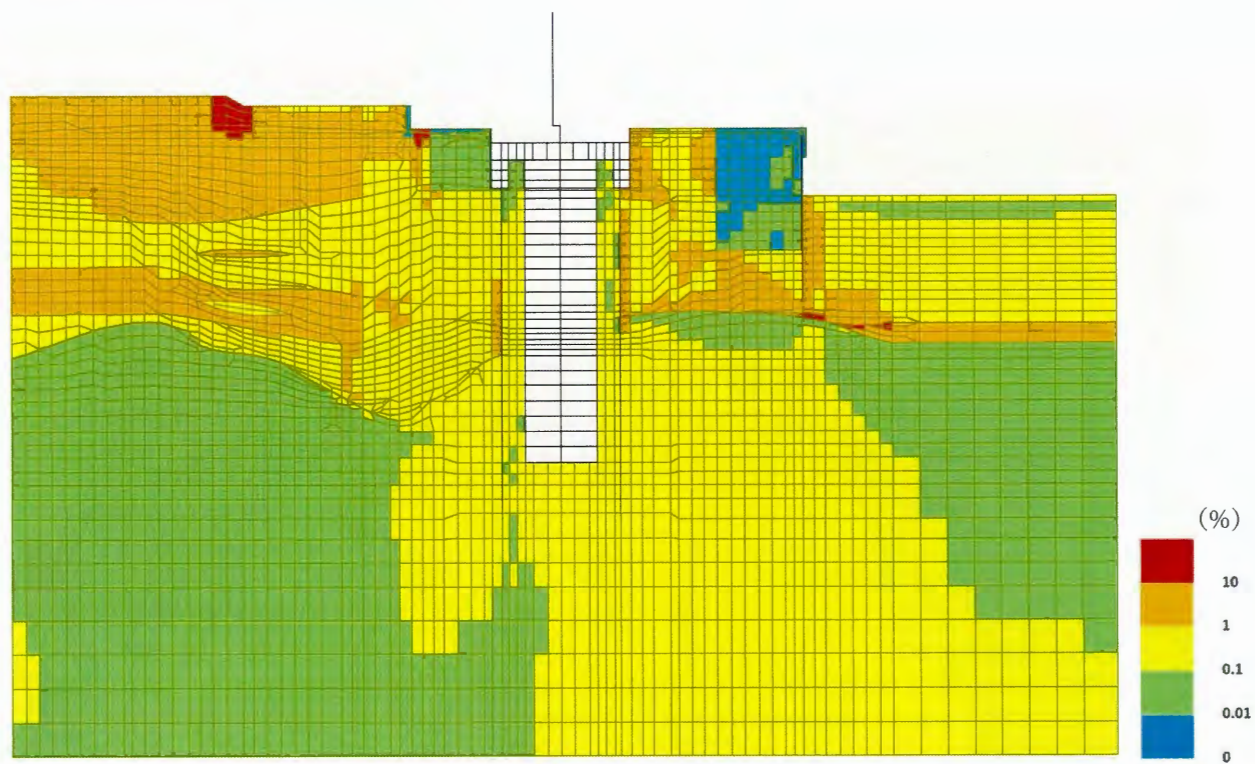
(拡大図)

図 4.10-34 最大せん断ひずみ分布図 (③-③断面)  
 $(S_s-D1 [H-, V+])$   
 (地盤ケース⑥: 地盤物性のばらつきを考慮 (+1 $\sigma$ ) して  
 非液状化の条件を仮定した解析ケース)





(全体図)

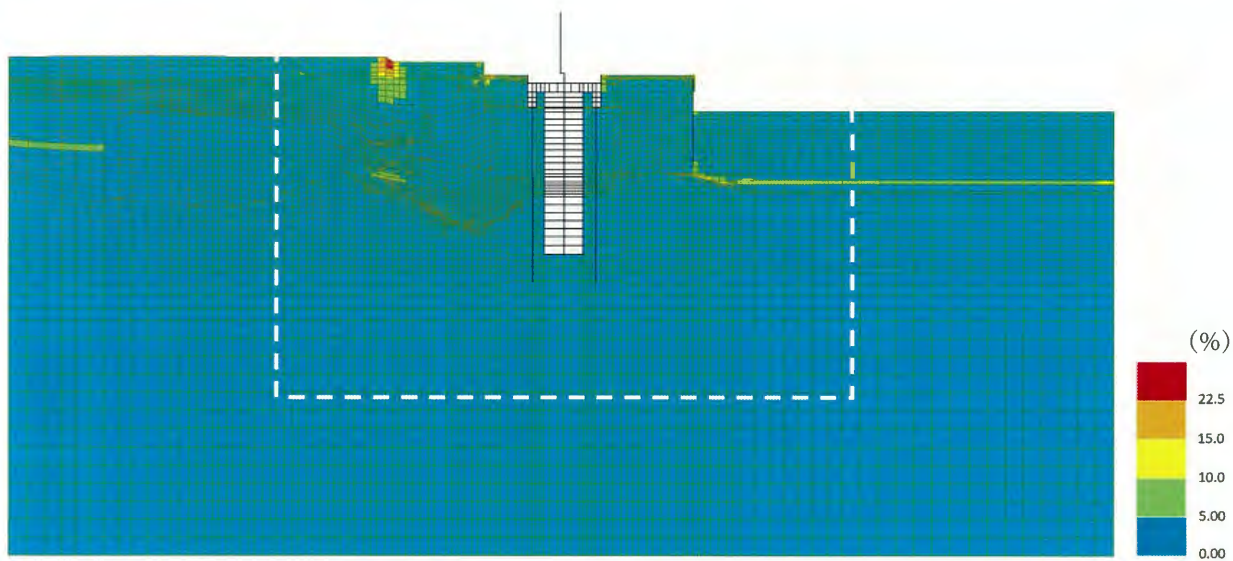


(拡大図)

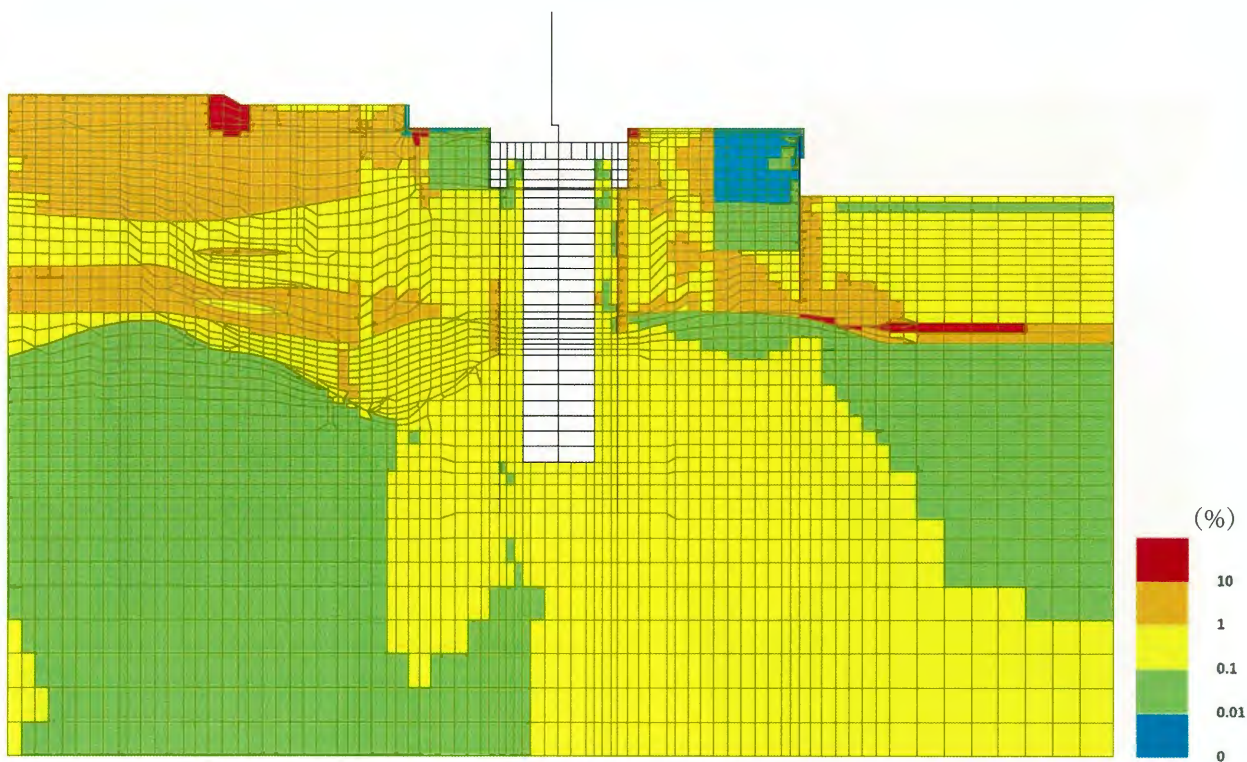
図 4.10-35 最大せん断ひずみ分布図 (③-③断面)

( $S_s-D1$  [H-, V-])

(地盤ケース②：地盤物性のばらつきを考慮 (+1 $\sigma$ ) した解析ケース)



(全体図)



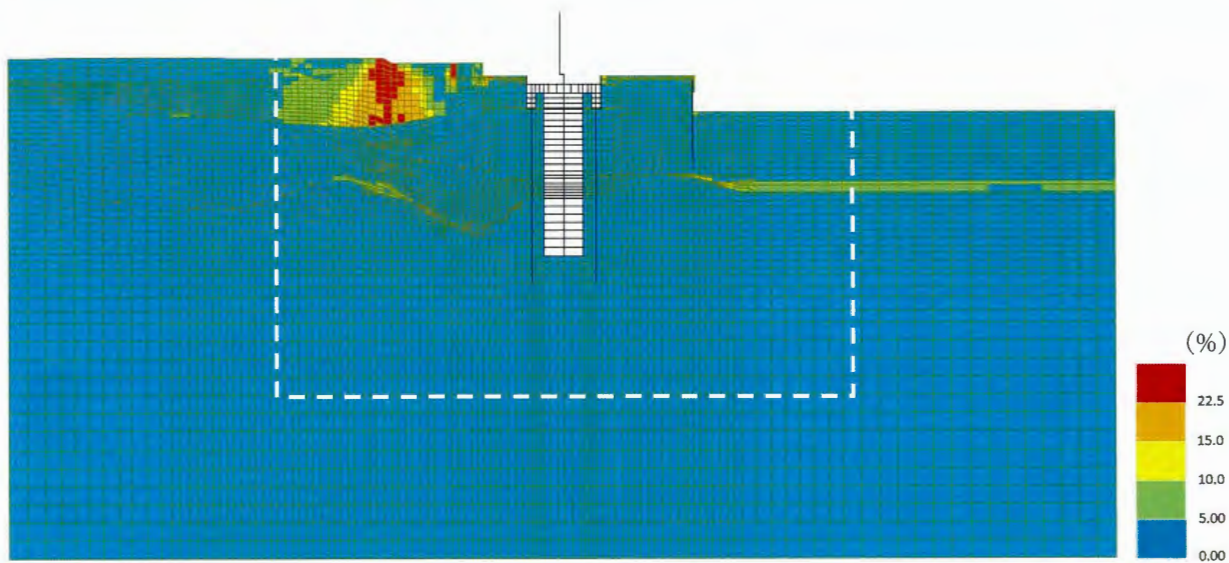
(拡大図)

図 4.10-36 最大せん断ひずみ分布図 (③-③断面)

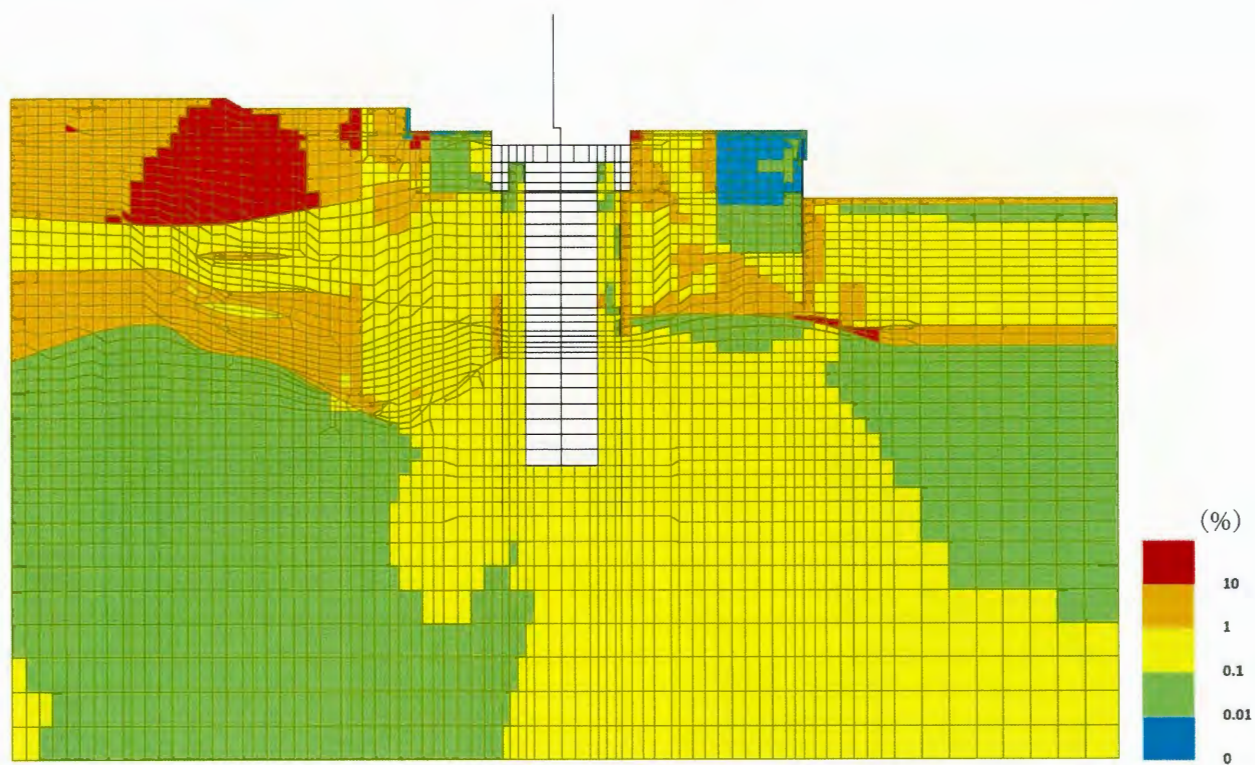
( $S_s$ -D1 [H-, V-])

(地盤ケース③：地盤物性のばらつきを考慮 ( $-1\sigma$ ) した解析ケース)





(全体図)

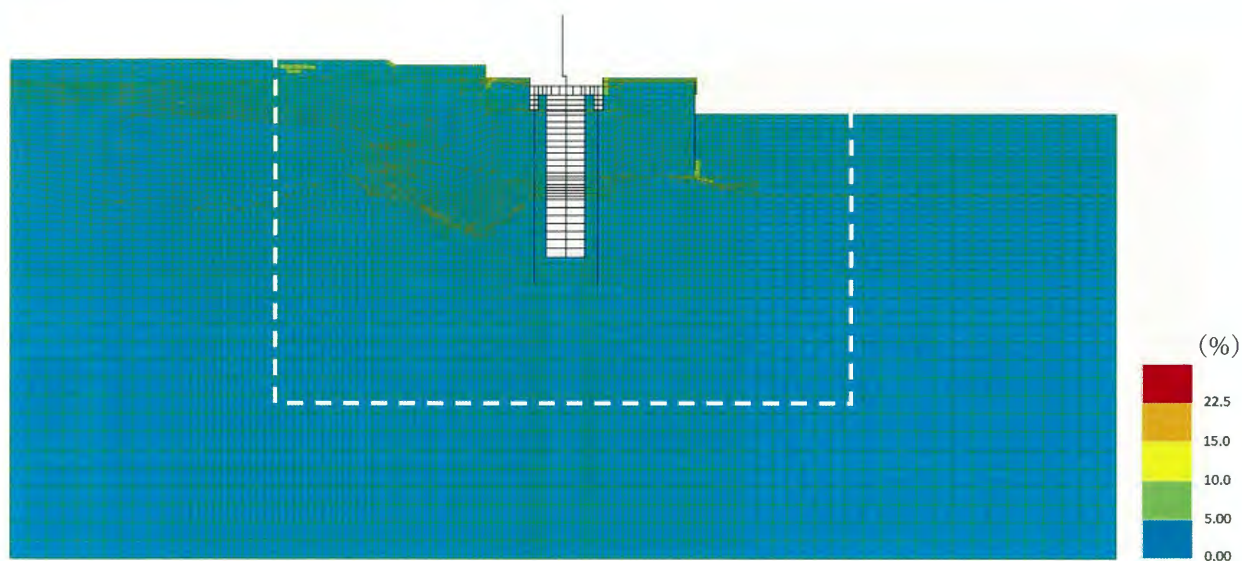


(拡大図)

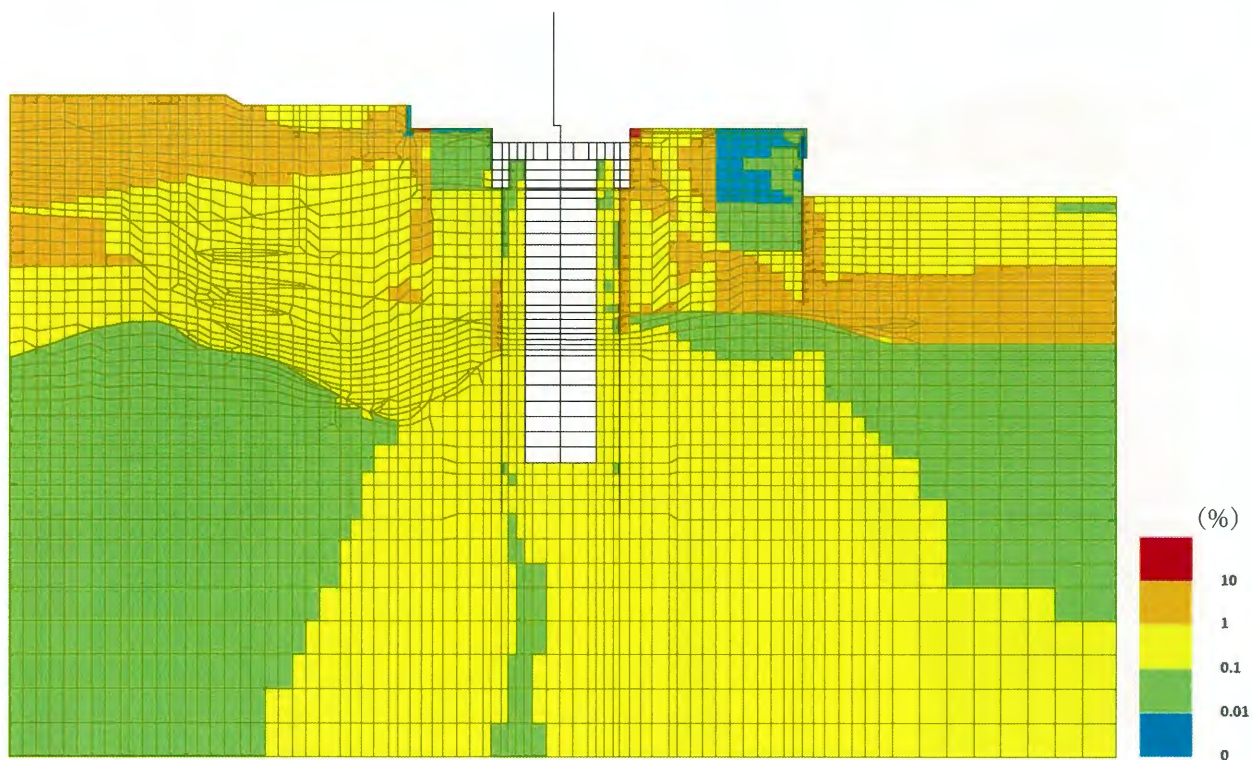
図 4.10-37 最大せん断ひずみ分布図 (③-③断面)

( $S_s$ -D1 (H-, V-))

(地盤ケース④：敷地に存在しない豊浦標準砂の液状化強度特性により  
地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース)



(全体図)



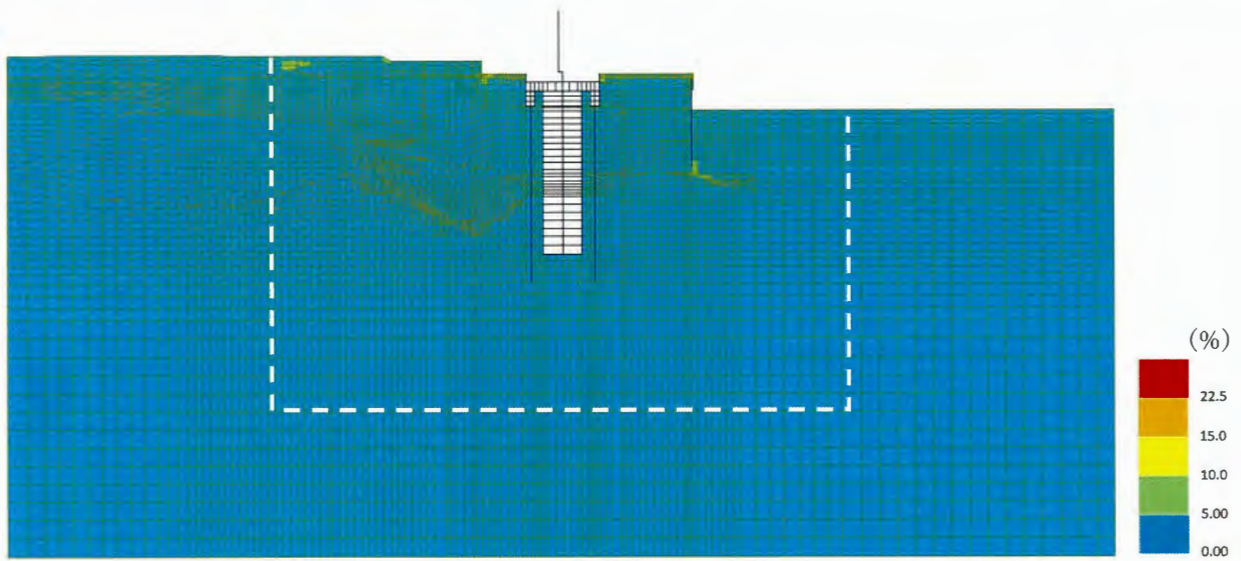
(拡大図)

図 4.10-38 最大せん断ひずみ分布図 (③-③断面)

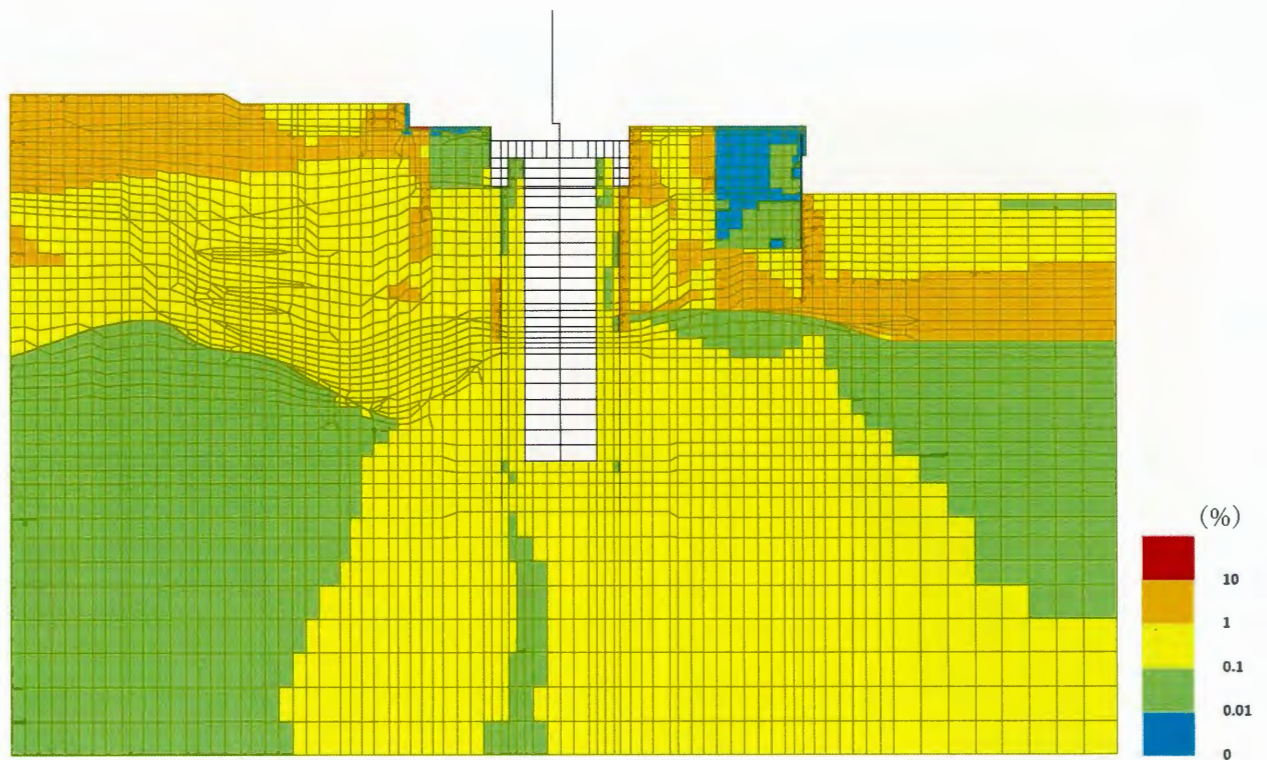
( $S_s-D1$  [H-, V-])

(地盤ケース⑤：原地盤において非液状化の条件を仮定した解析ケース)





(全体図)



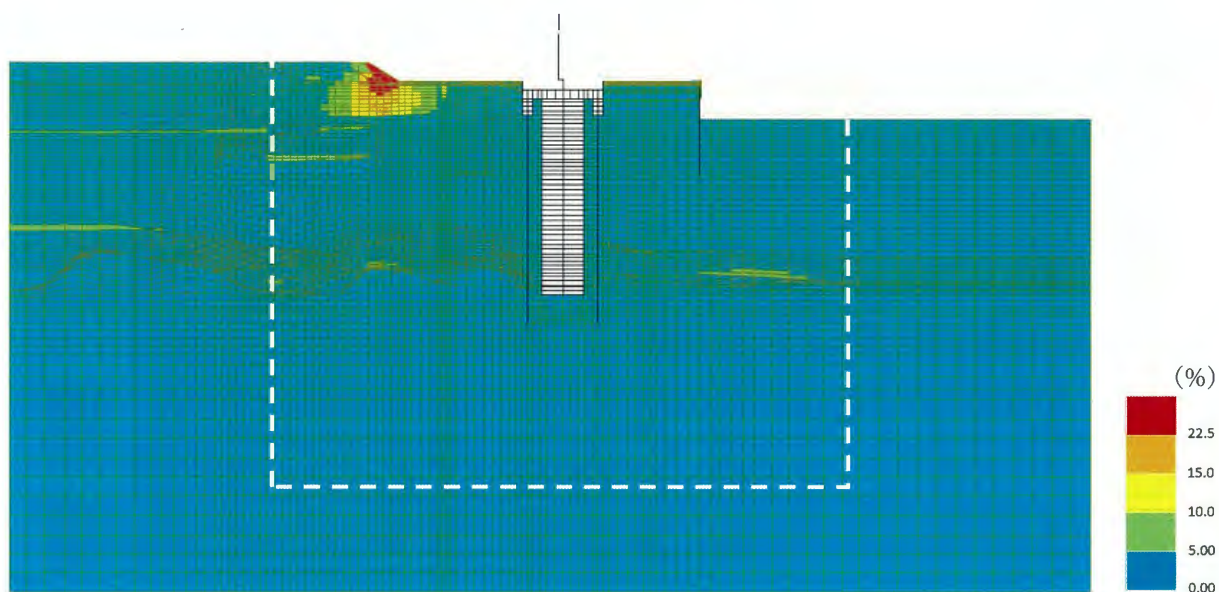
(拡大図)

図 4.10-39 最大せん断ひずみ分布図 (③-③断面)

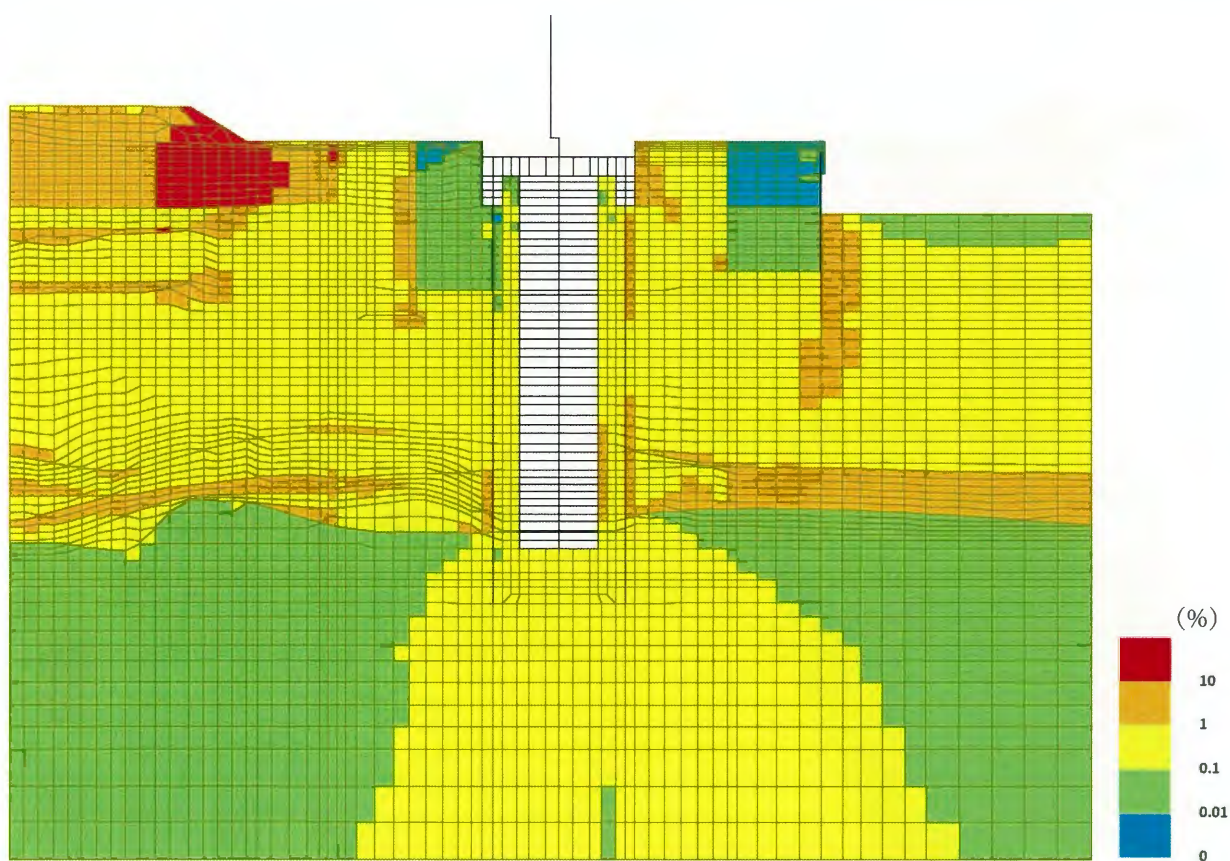
( $S_s$ -D1 (H-, V-))

(地盤ケース⑥：地盤物性のばらつきを考慮 (+1 $\sigma$ ) して  
非液状化の条件を仮定した解析ケース)





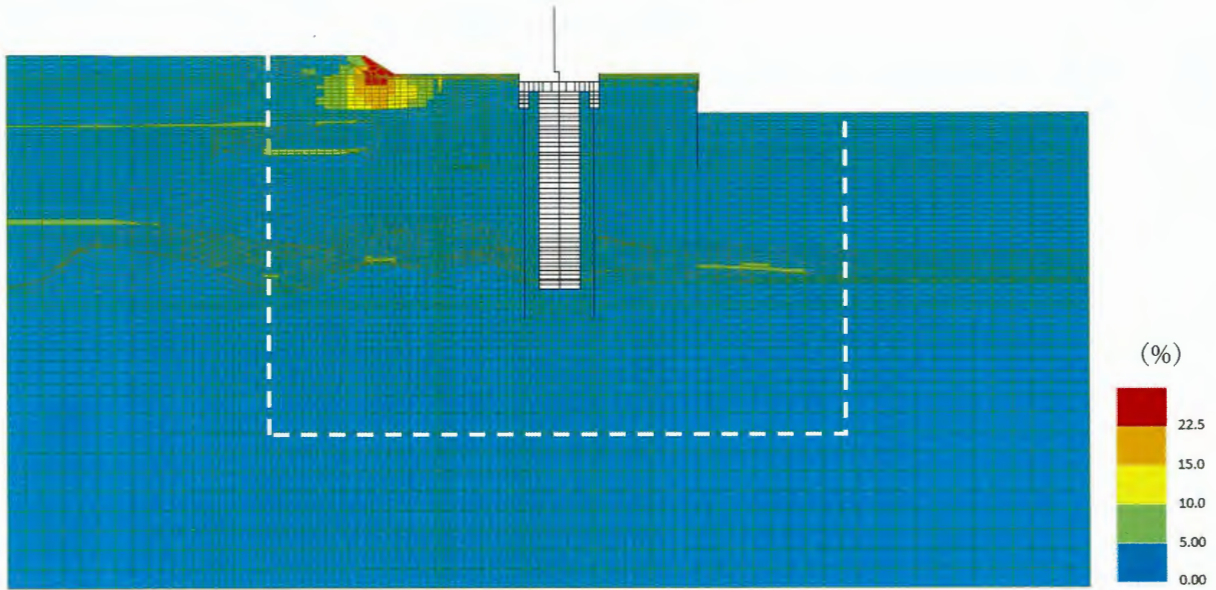
(全体図)



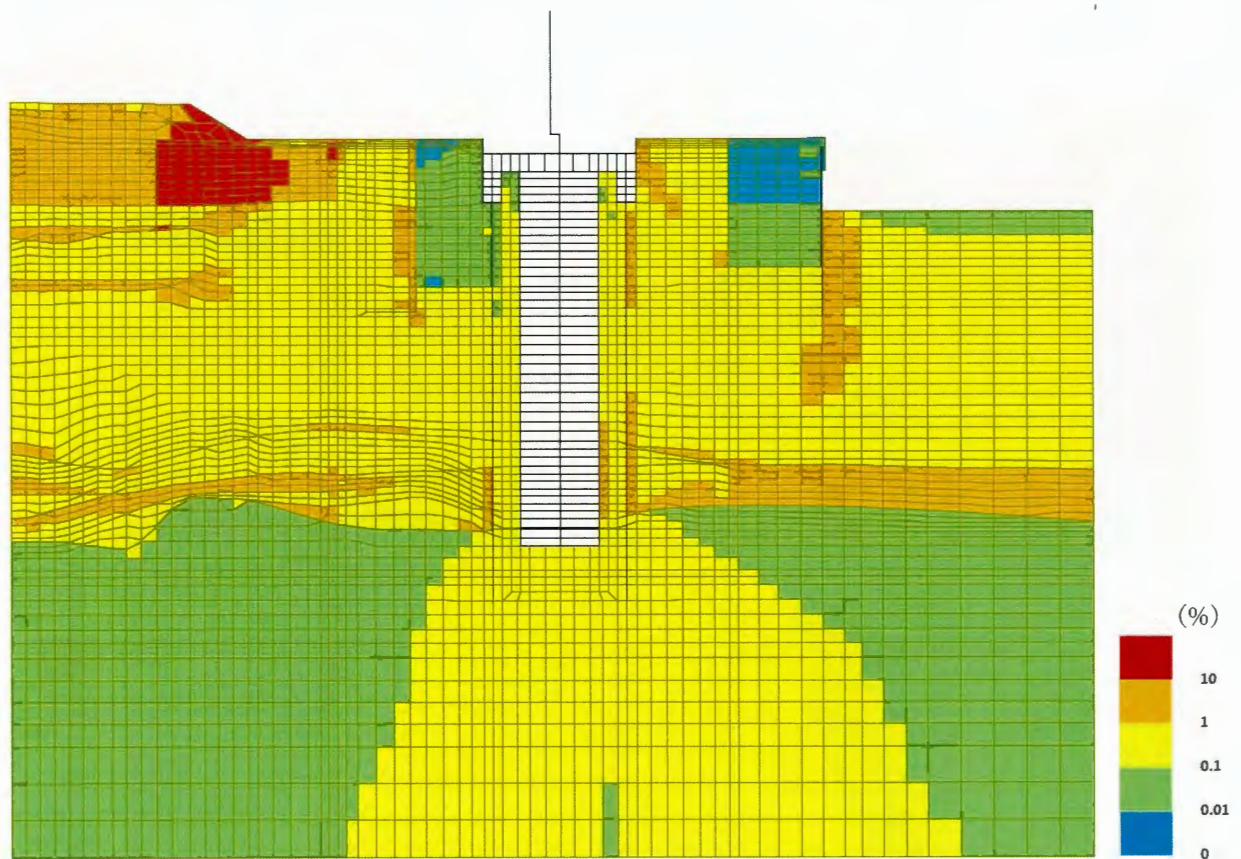
(拡大図)

図 4.10-40 最大せん断ひずみ分布図 (②-②断面)  
 ( $S_s-D1$  [H+, V+])  
 (地盤ケース①: 原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)





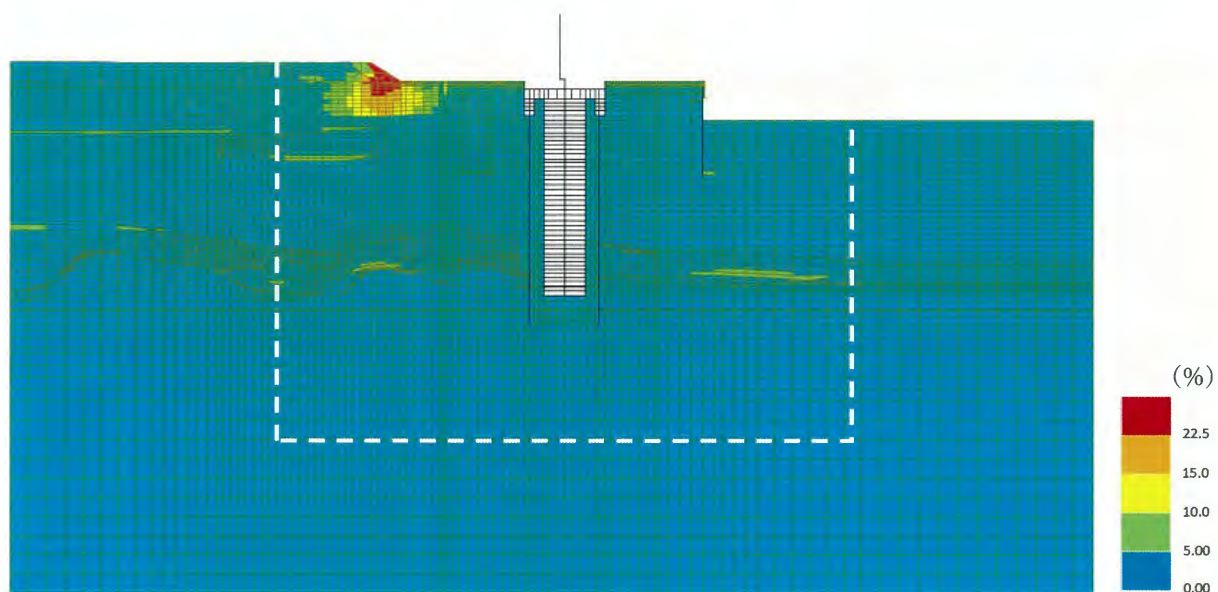
(全体図)



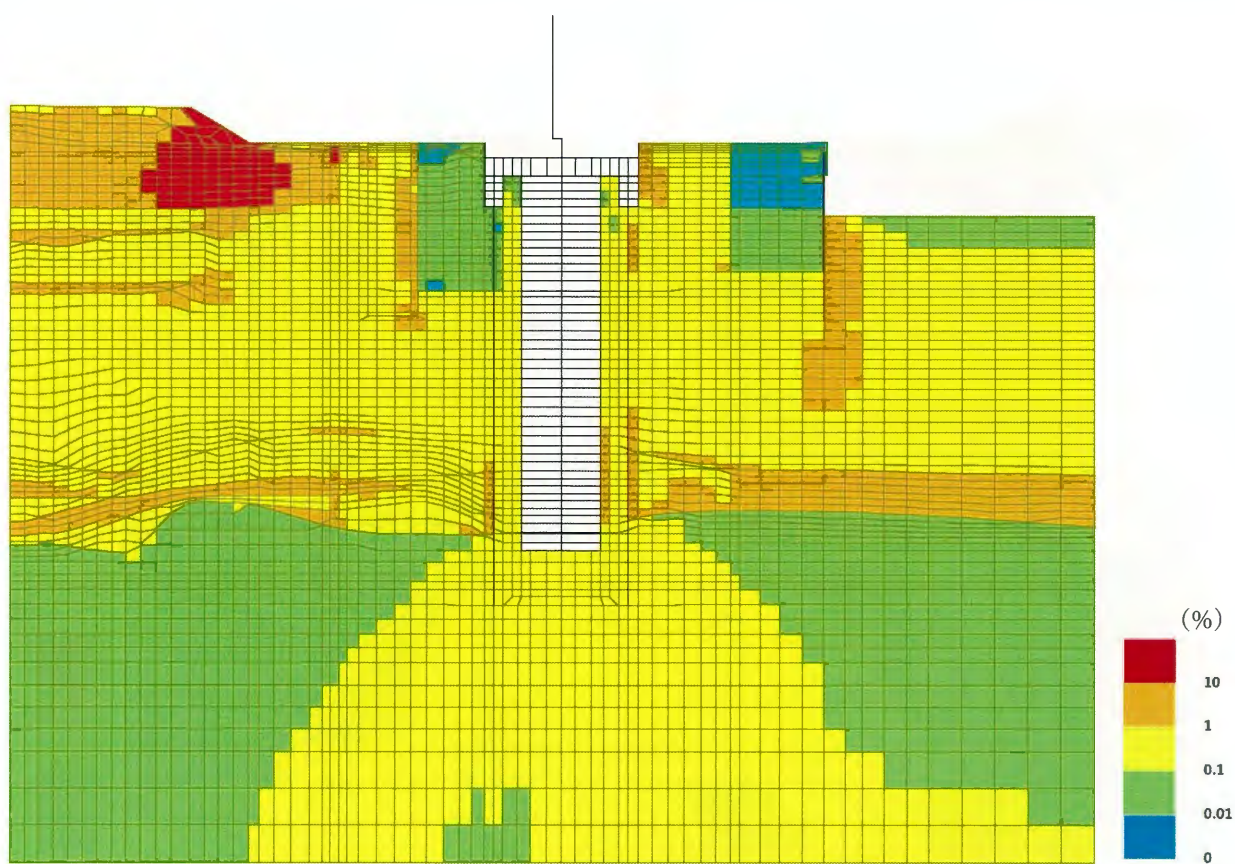
(拡大図)

図 4.10-41 最大せん断ひずみ分布図 (②-②断面)  
 ( $S_s-D1$  [H+, V-])  
 (地盤ケース①: 原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)





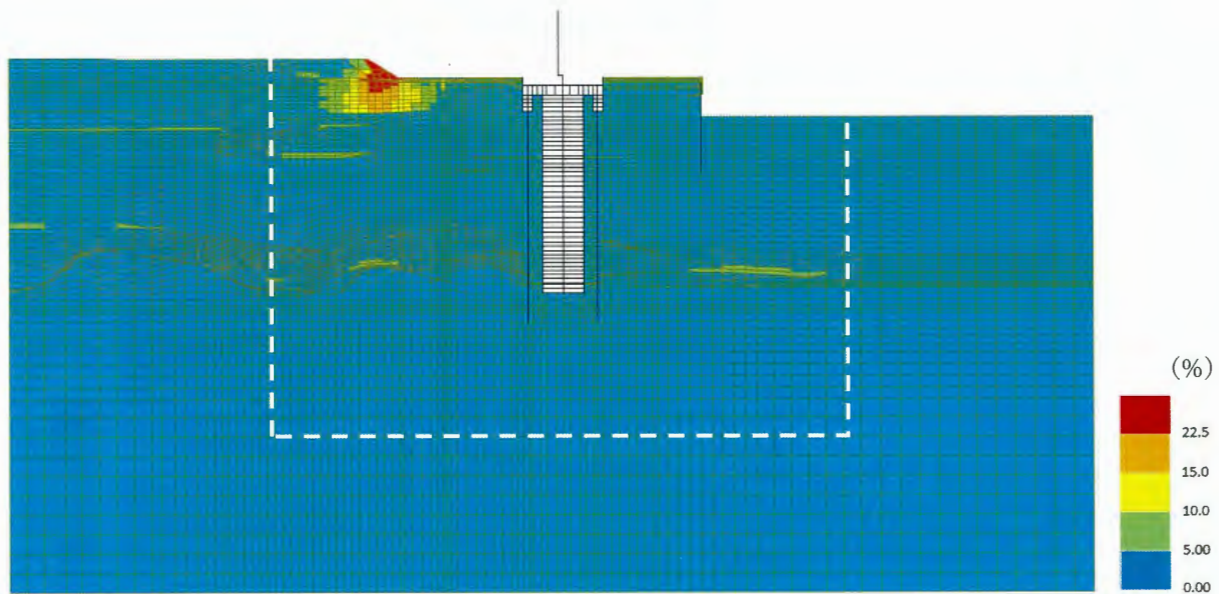
(全体図)



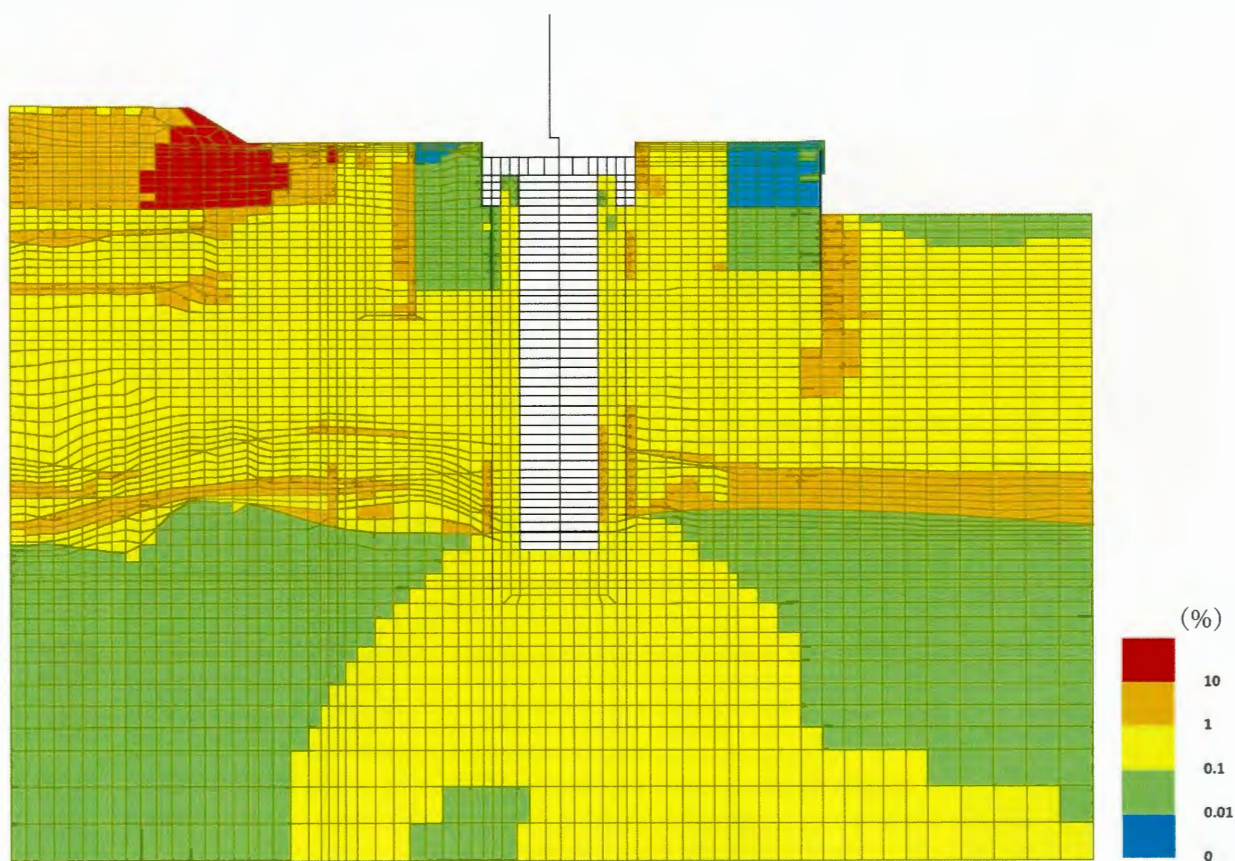
(拡大図)

図 4.10-42 最大せん断ひずみ分布図 (②-②断面)  
 $(S_s - D1 [H-, V+])$   
 (地盤) ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース





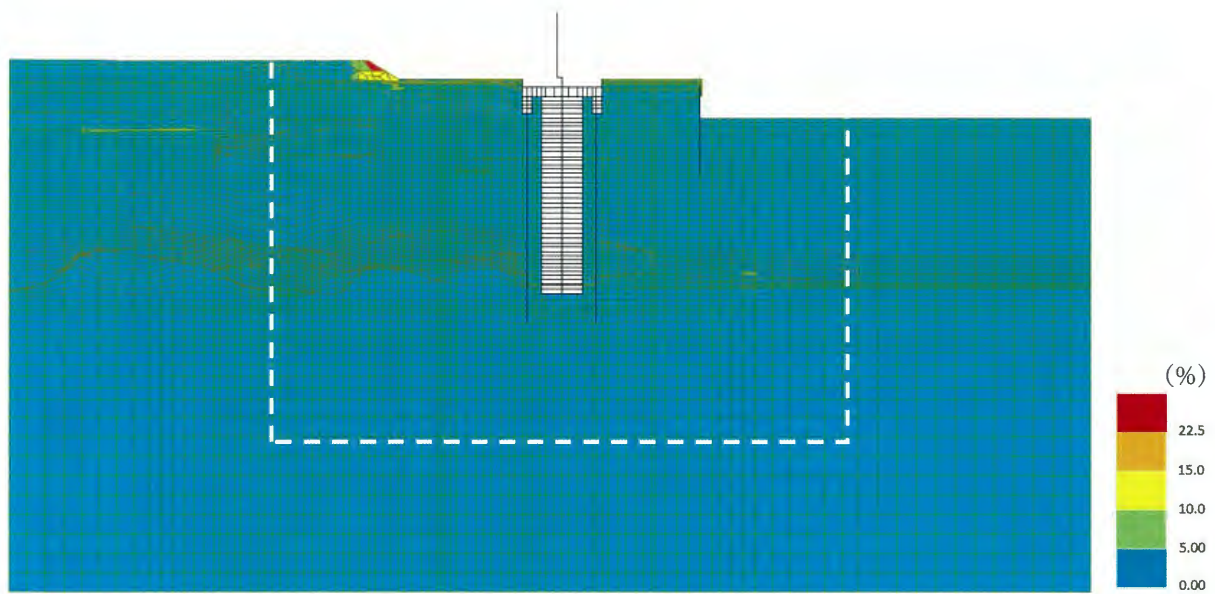
(全体図)



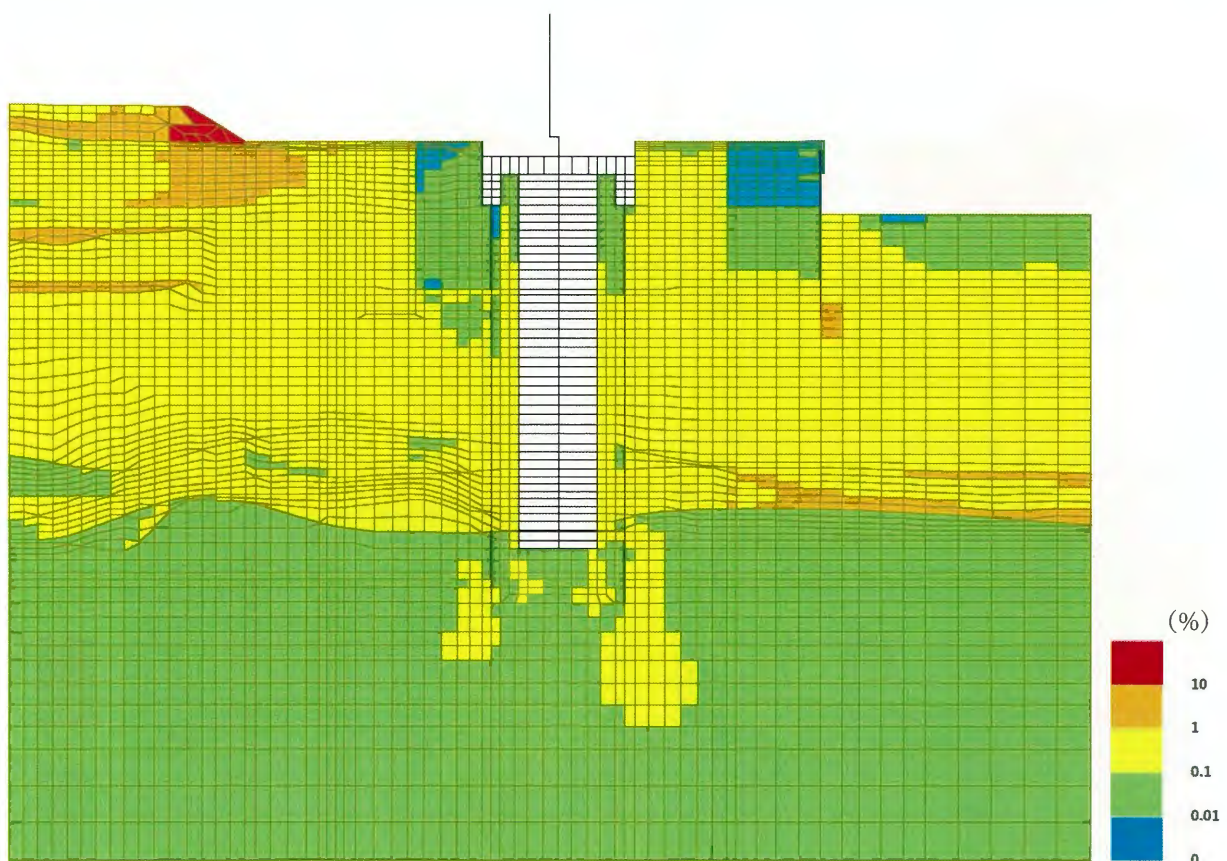
(拡大図)

図 4.10-43 最大せん断ひずみ分布図 (②-②断面)  
( $S_s$ -D1 [H-, V-])  
(地盤ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)





(全体図)



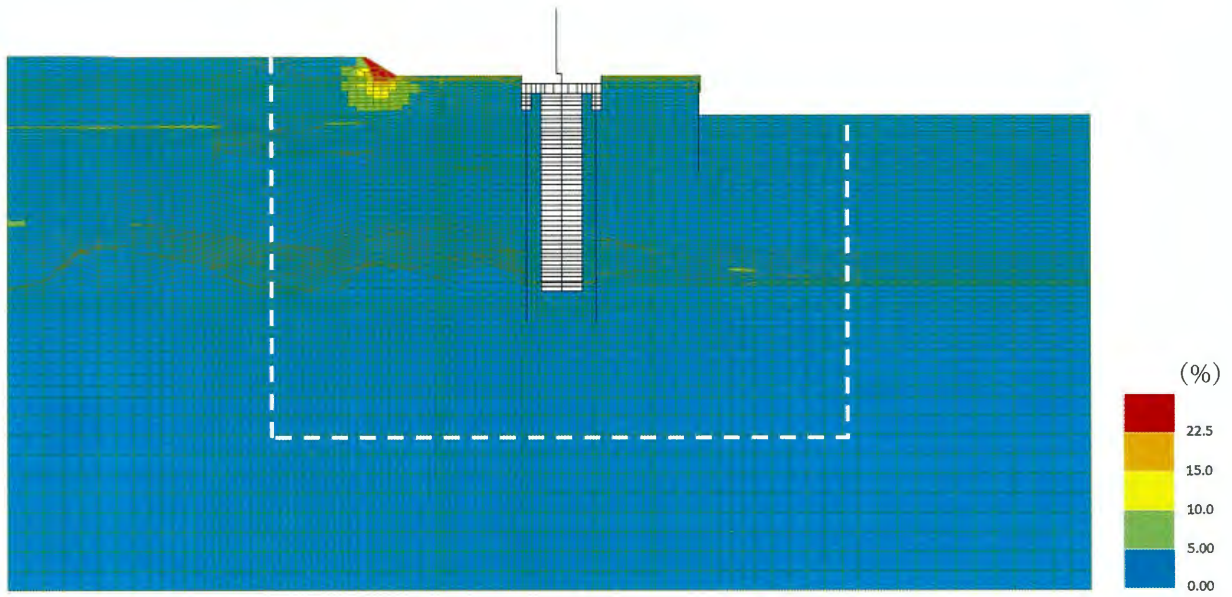
(拡大図)

図 4.10-44 最大せん断ひずみ分布図 (②-②断面)

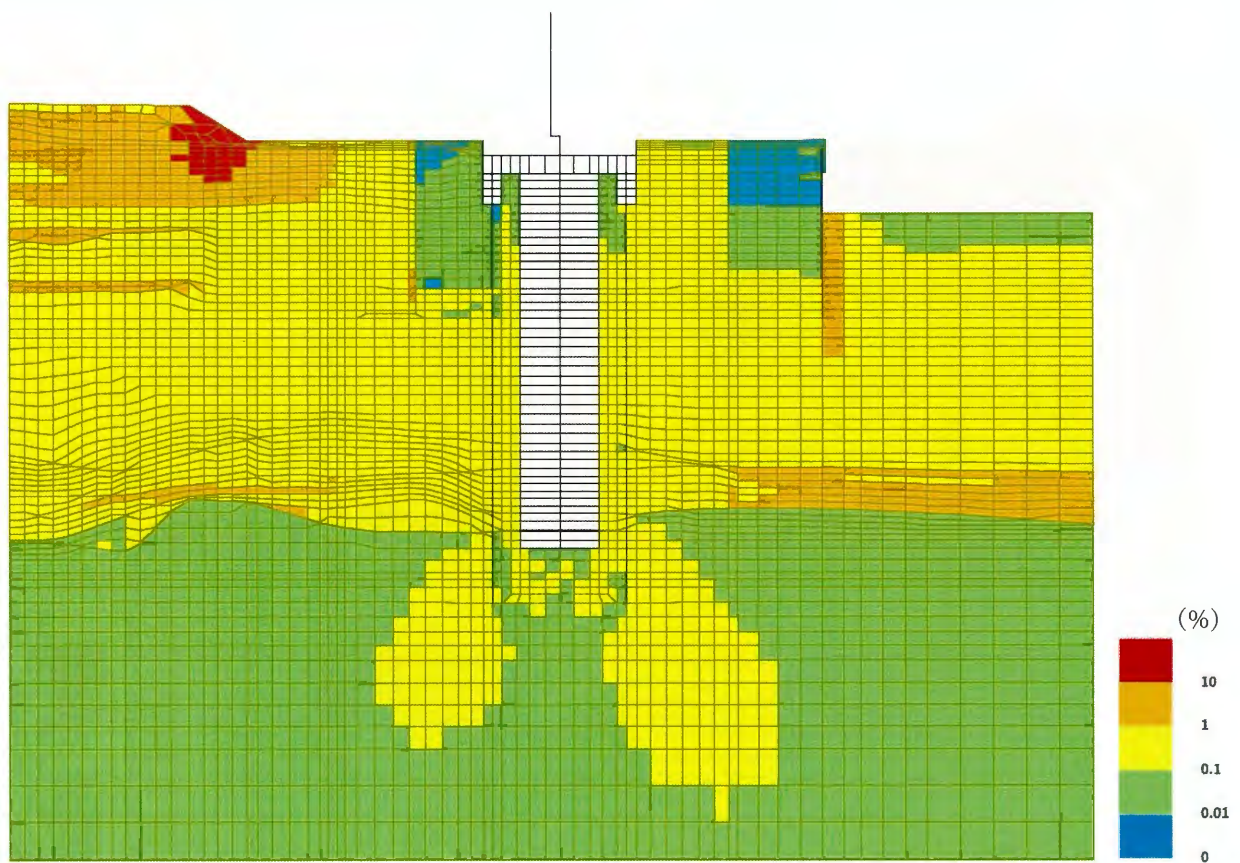
( $S_s - 11$ )

(地盤) ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)





(全体図)



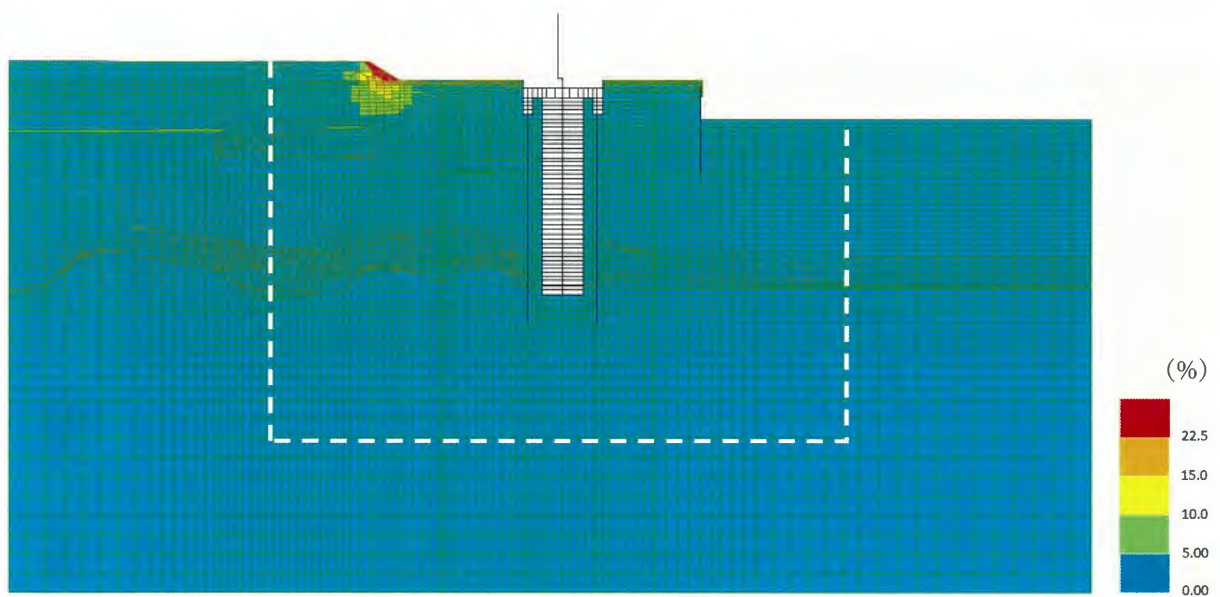
(拡大図)

図 4.10-45 最大せん断ひずみ分布図 (②-②断面)

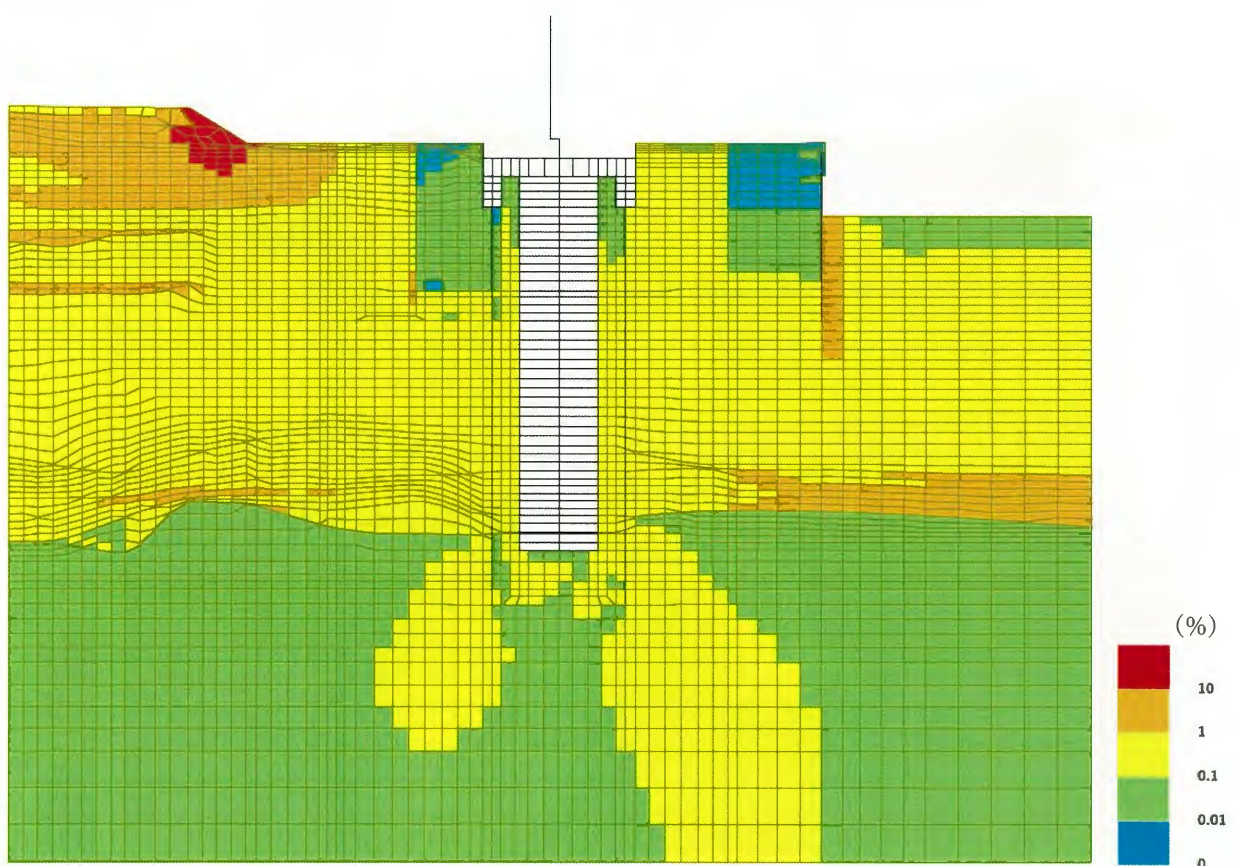
( $S_s - 12$ )

(地盤ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)





(全体図)



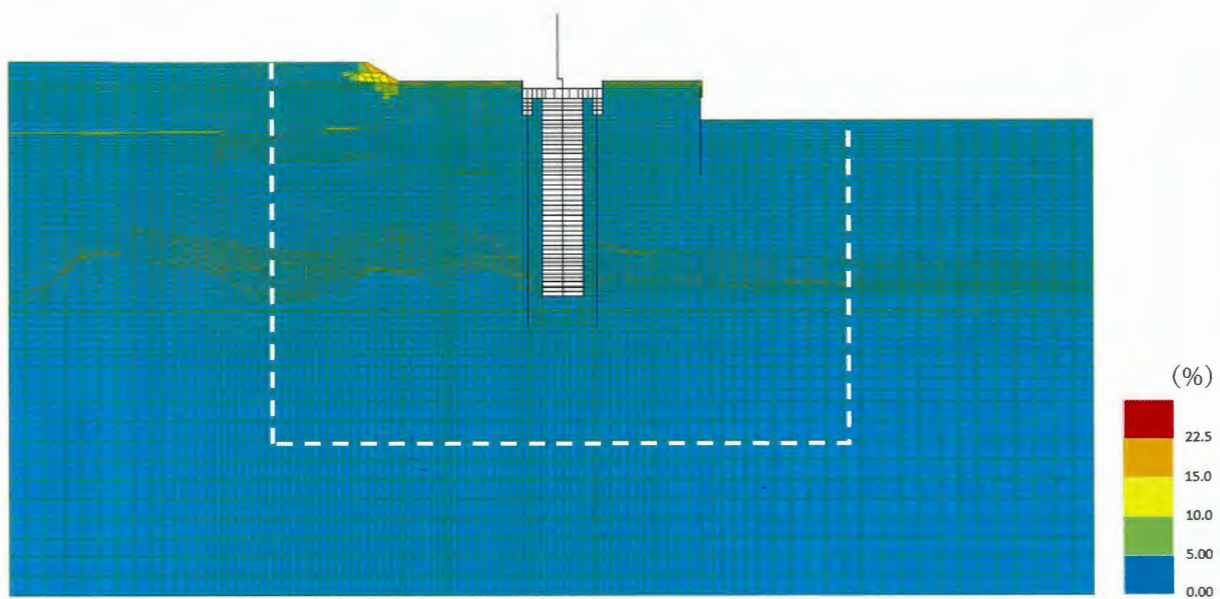
(拡大図)

図 4.10-46 最大せん断ひずみ分布図 (②-②断面)

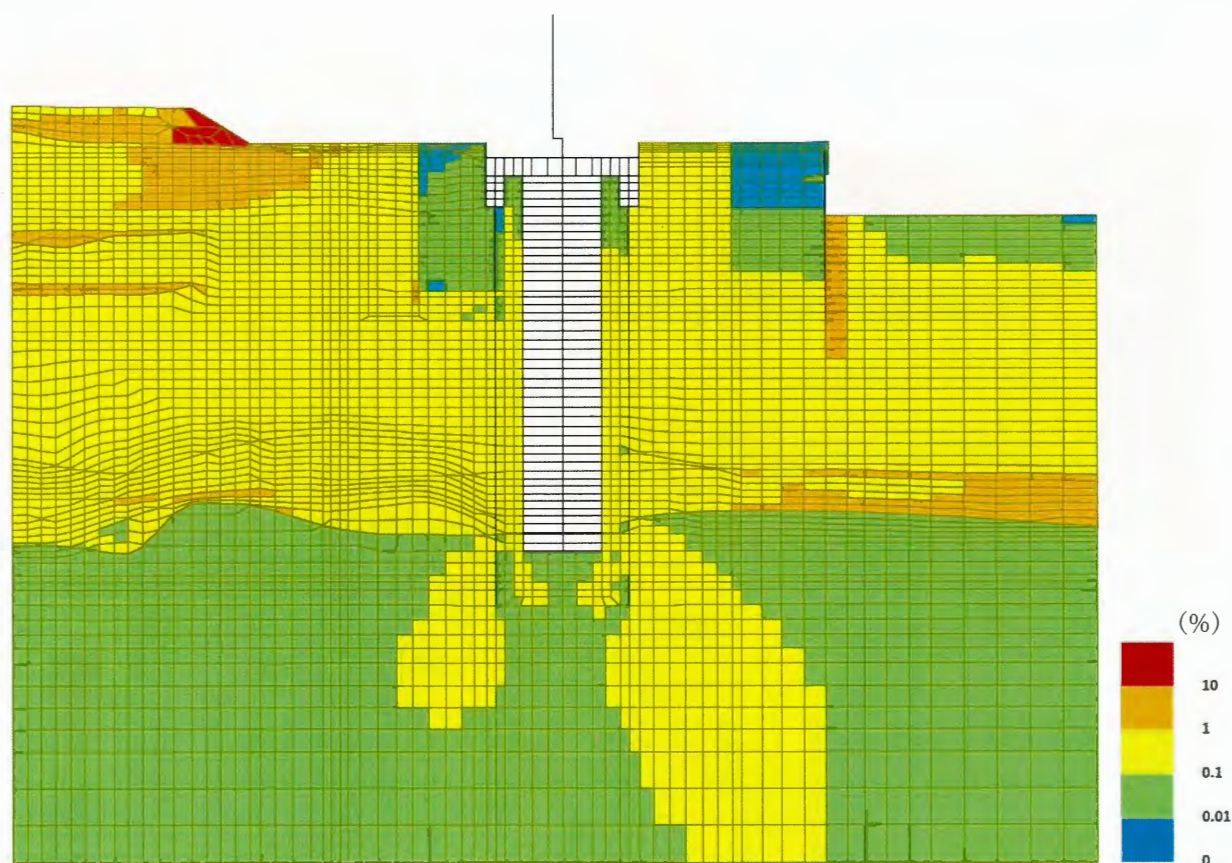
( $S_s - 13$ )

(地盤ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)





(全体図)



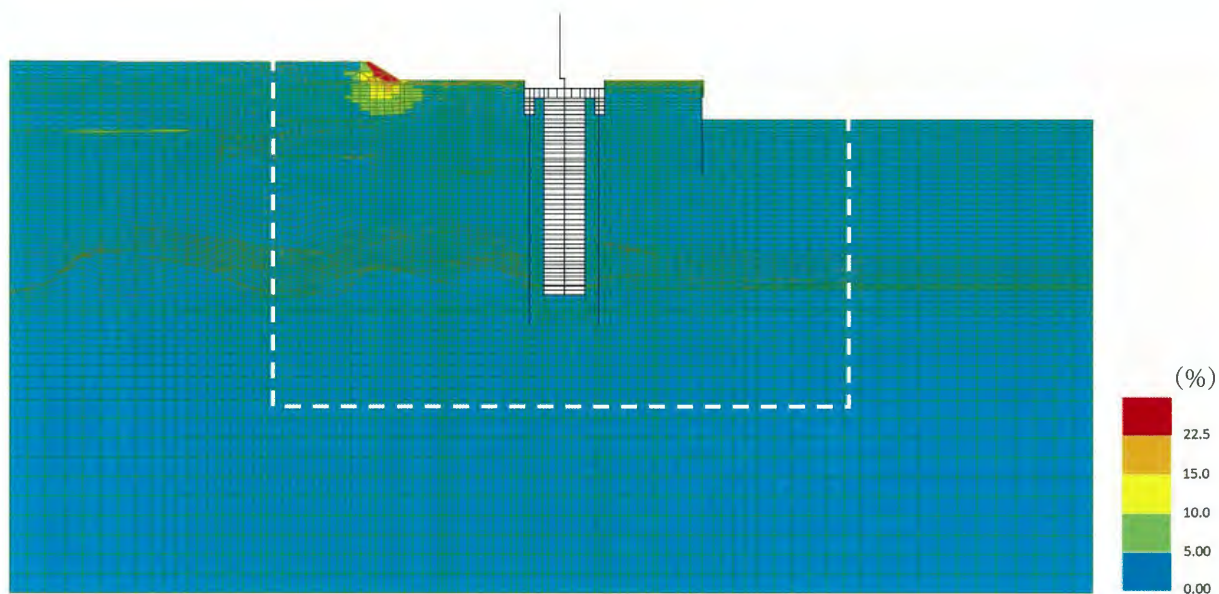
(拡大図)

図 4.10-47 最大せん断ひずみ分布図 (②-②断面)

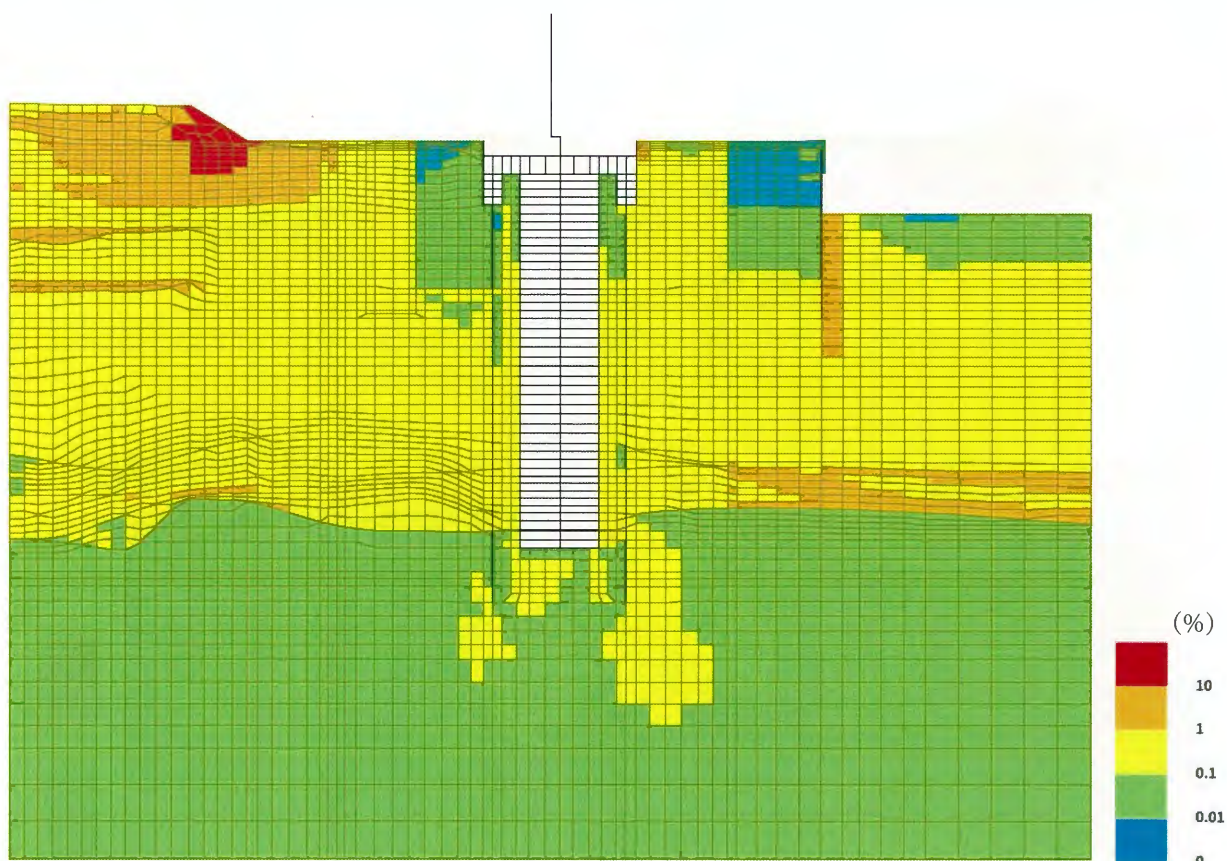
( $S_s-14$ )

(地盤ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)





(全体図)



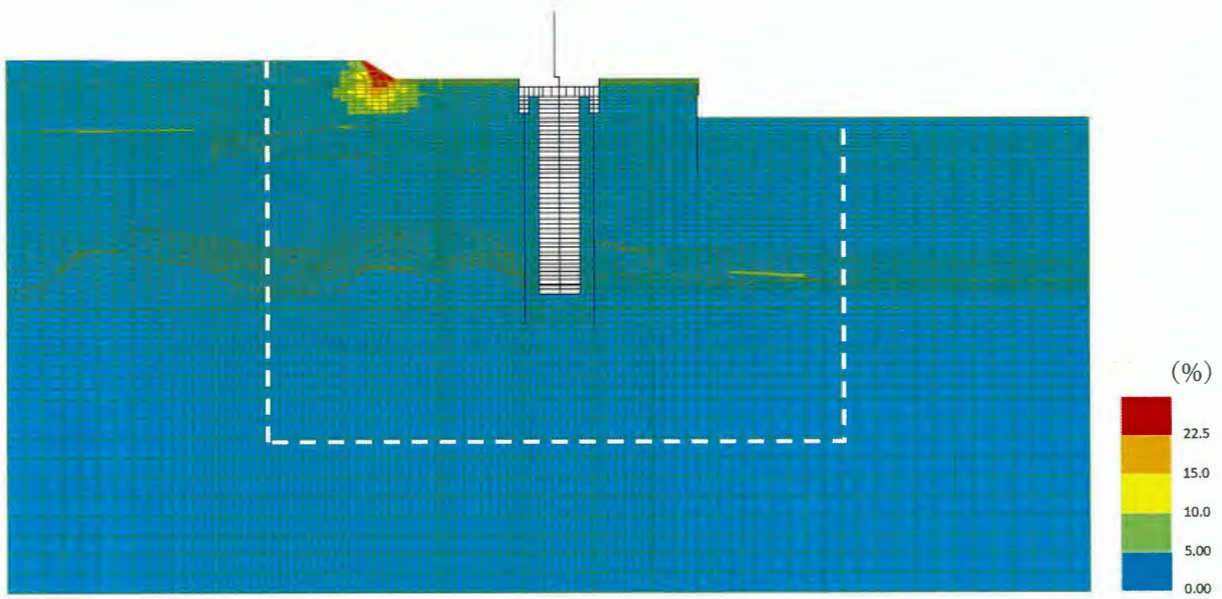
(拡大図)

図 4.10-48 最大せん断ひずみ分布図 (②-②断面)

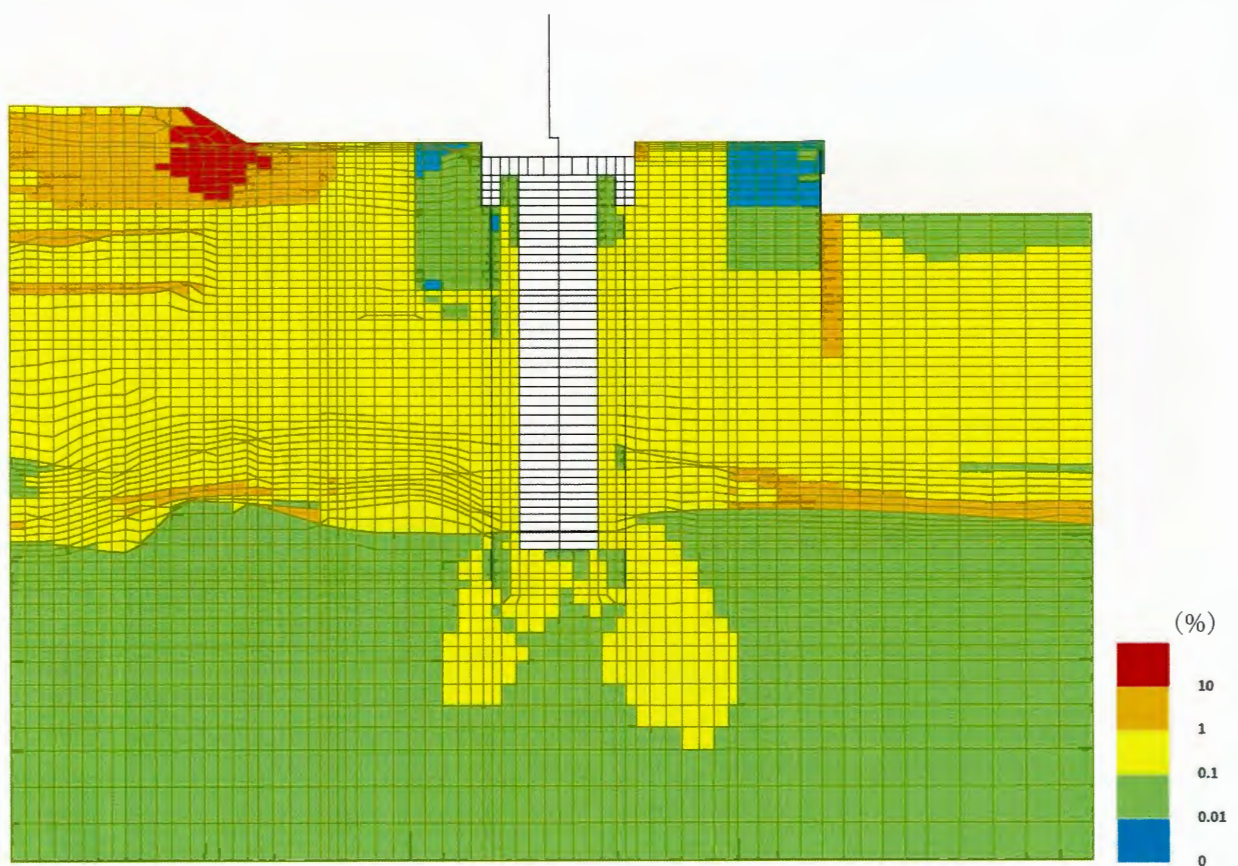
( $S_s - 21$ )

(地盤ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)





(全体図)



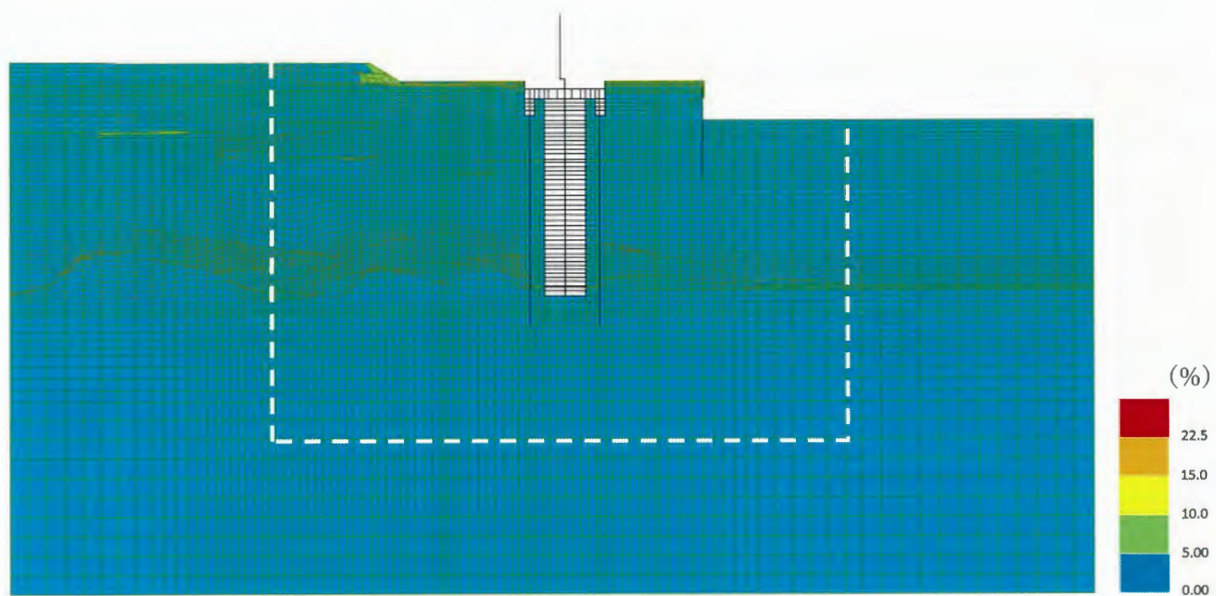
(拡大図)

図 4.10-49 最大せん断ひずみ分布図 (②-②断面)

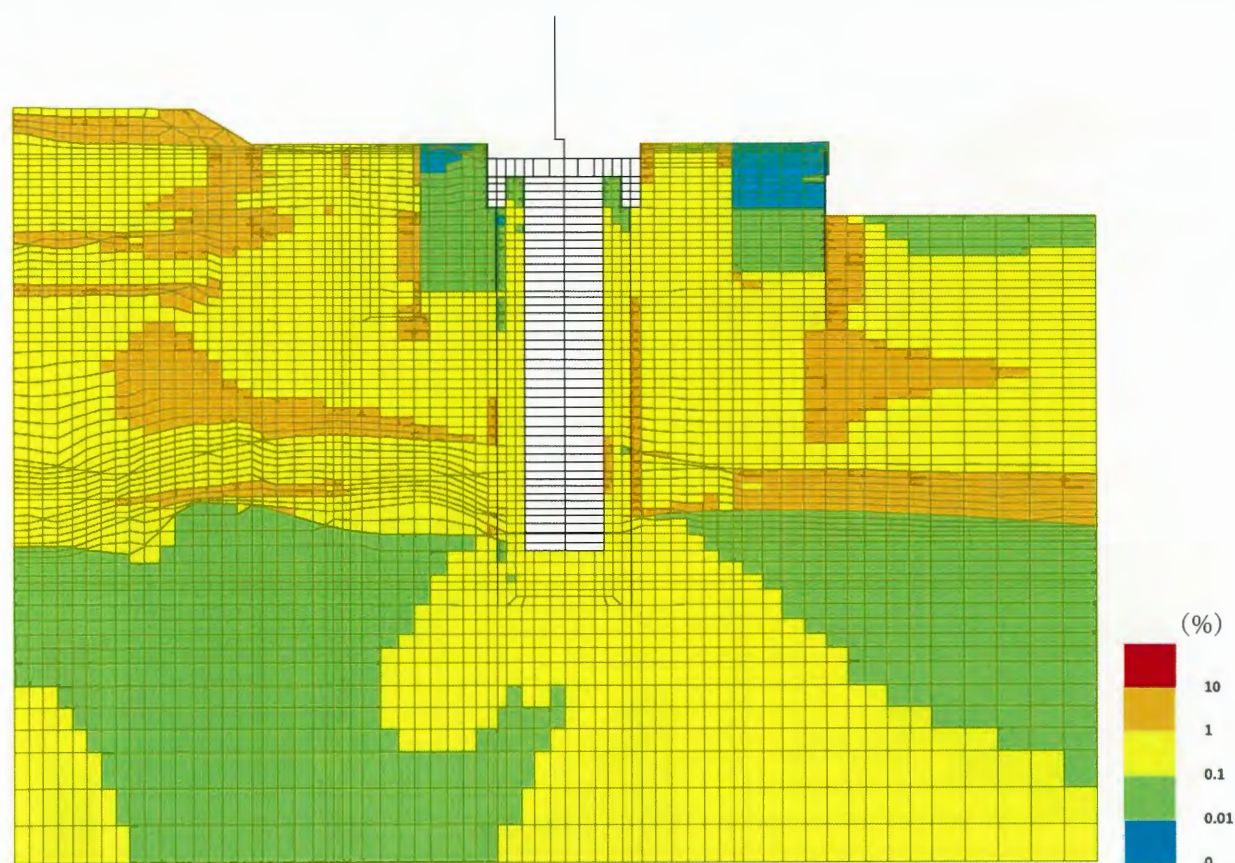
( $S_s - 22$ )

(地盤ケース①：原地盤に基づく液化化強度特性を用いた解析ケース)





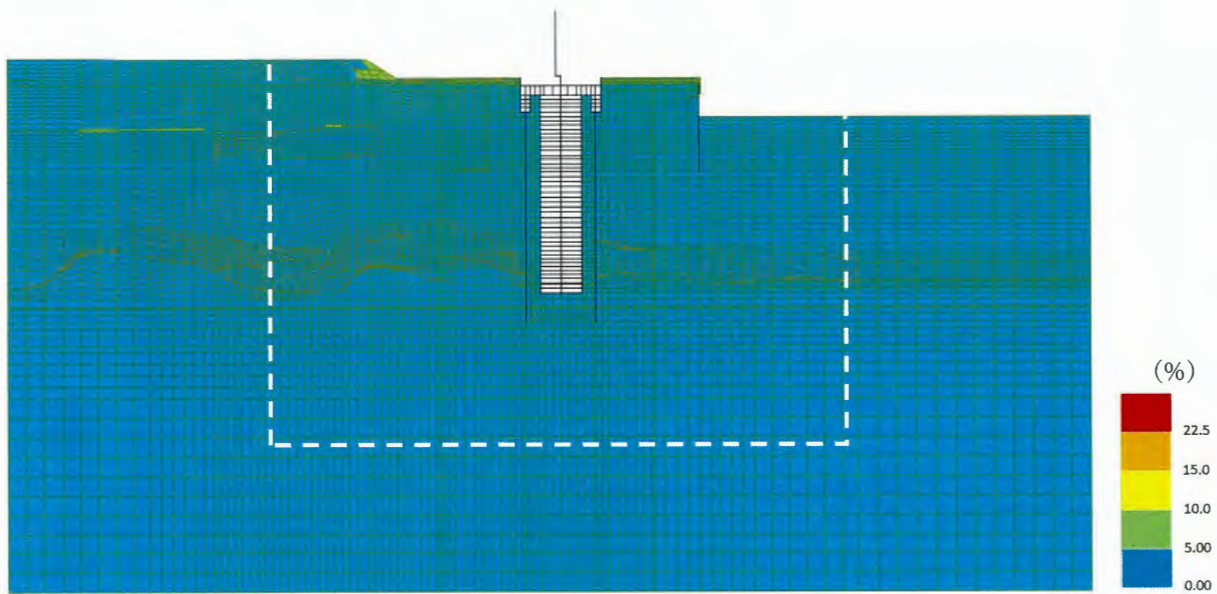
(全体図)



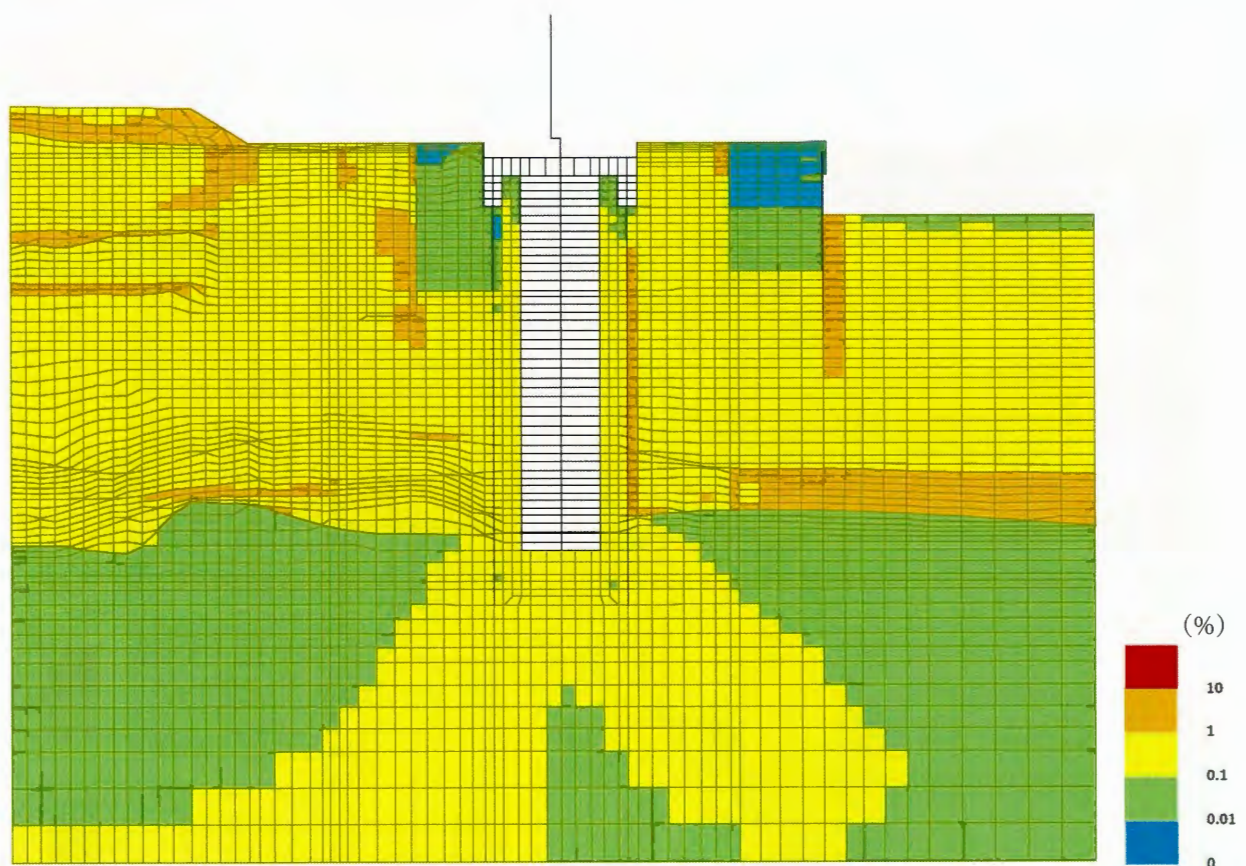
(拡大図)

図 4.10-50 最大せん断ひずみ分布図 (②-②断面)  
 ( $S_s - 31$  [H+, V+])  
 (地盤ケース①: 原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)





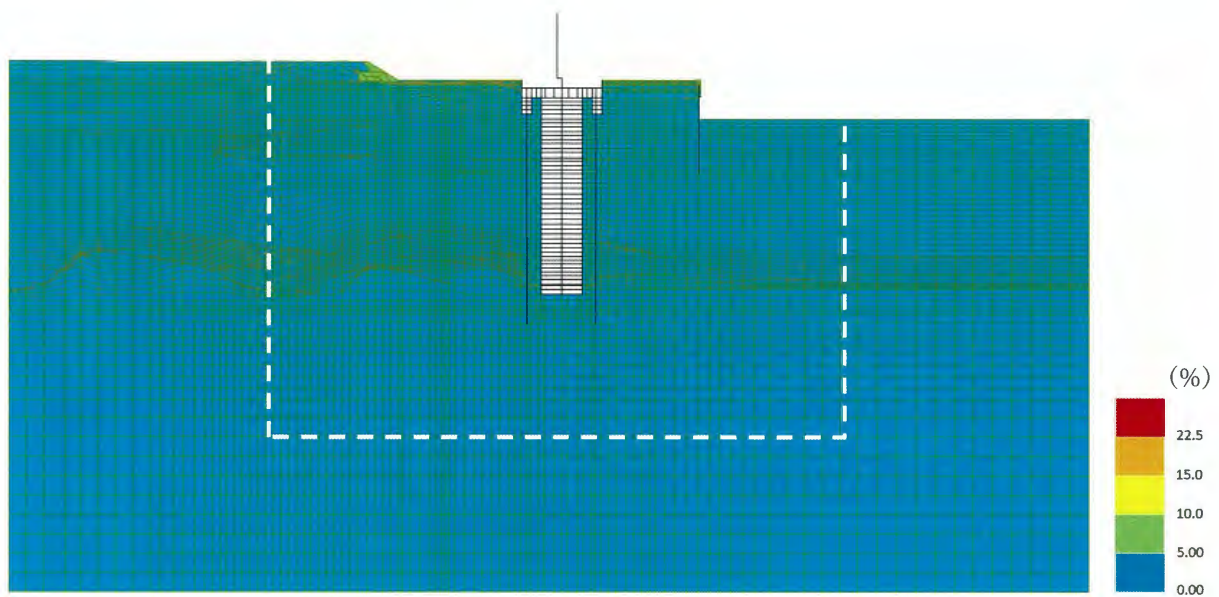
(全体図)



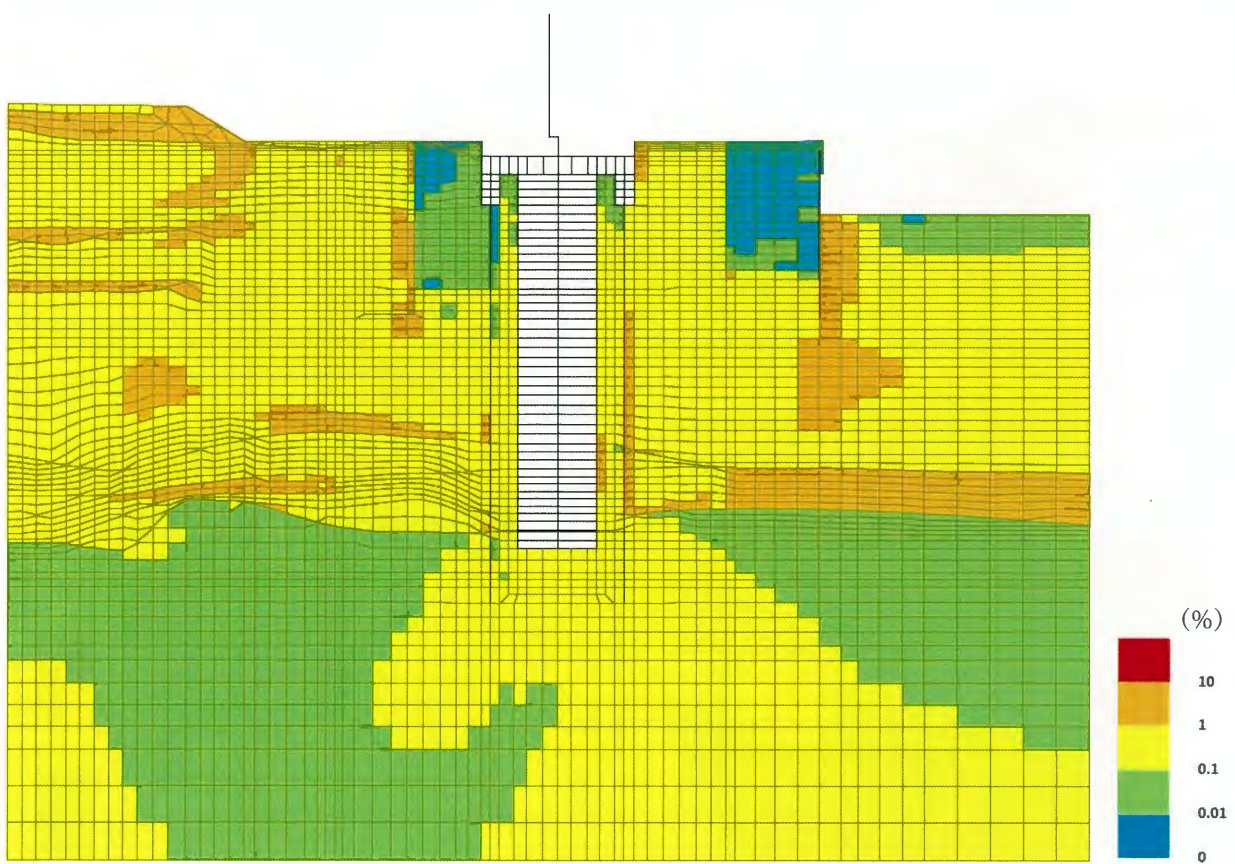
(拡大図)

図 4.10-51 最大せん断ひずみ分布図 (②-②断面)  
 (S<sub>s</sub>-31 [H-, V+])  
 (地盤ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)





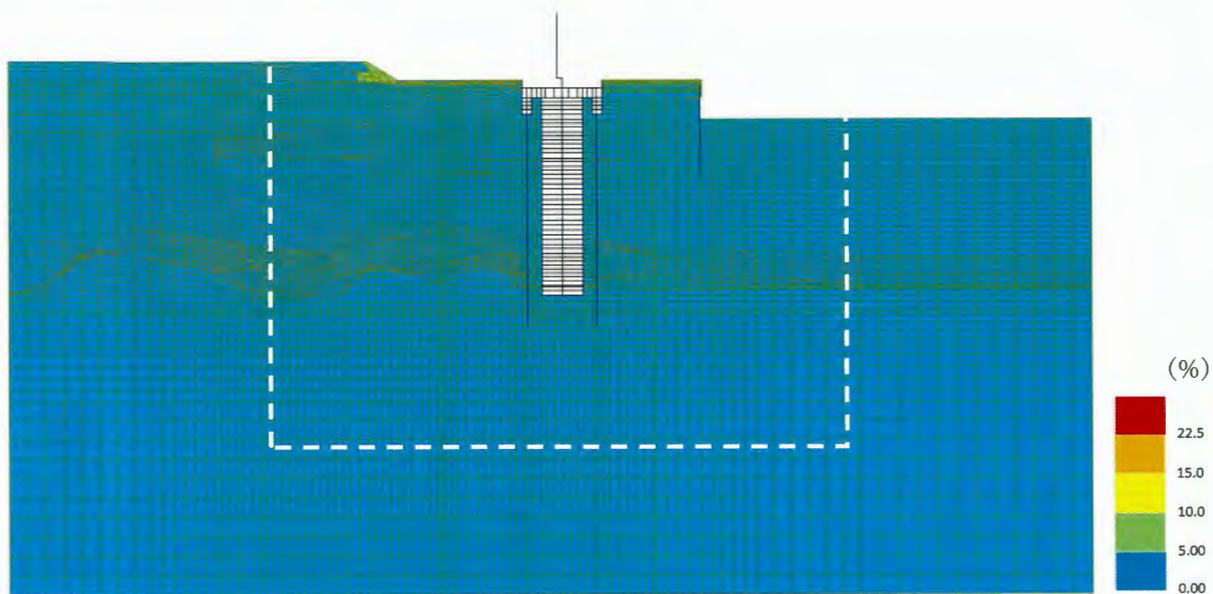
(全体図)



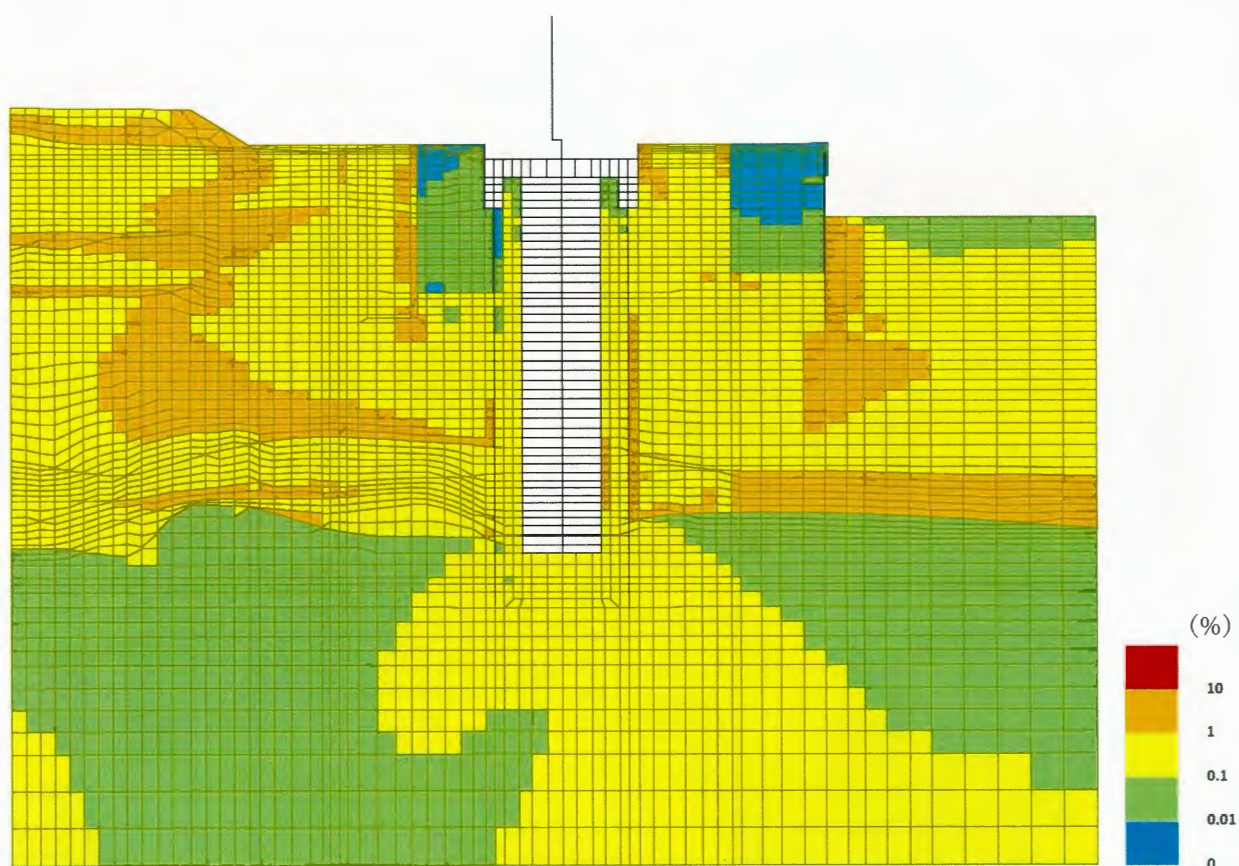
(拡大図)

図 4.10-52 最大せん断ひずみ分布図 (②-②断面)  
 $(S_s - 3.1 [H+, V+])$   
 (地盤ケース②：地盤物性のばらつきを考慮 (+1 $\sigma$ ) した解析ケース)





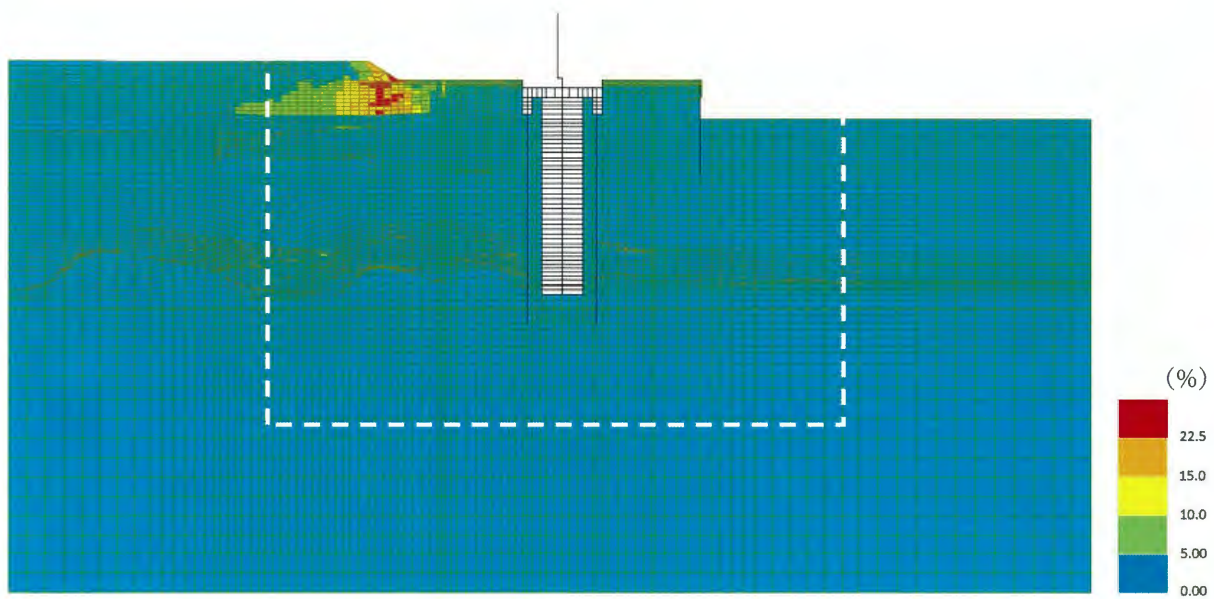
(全体図)



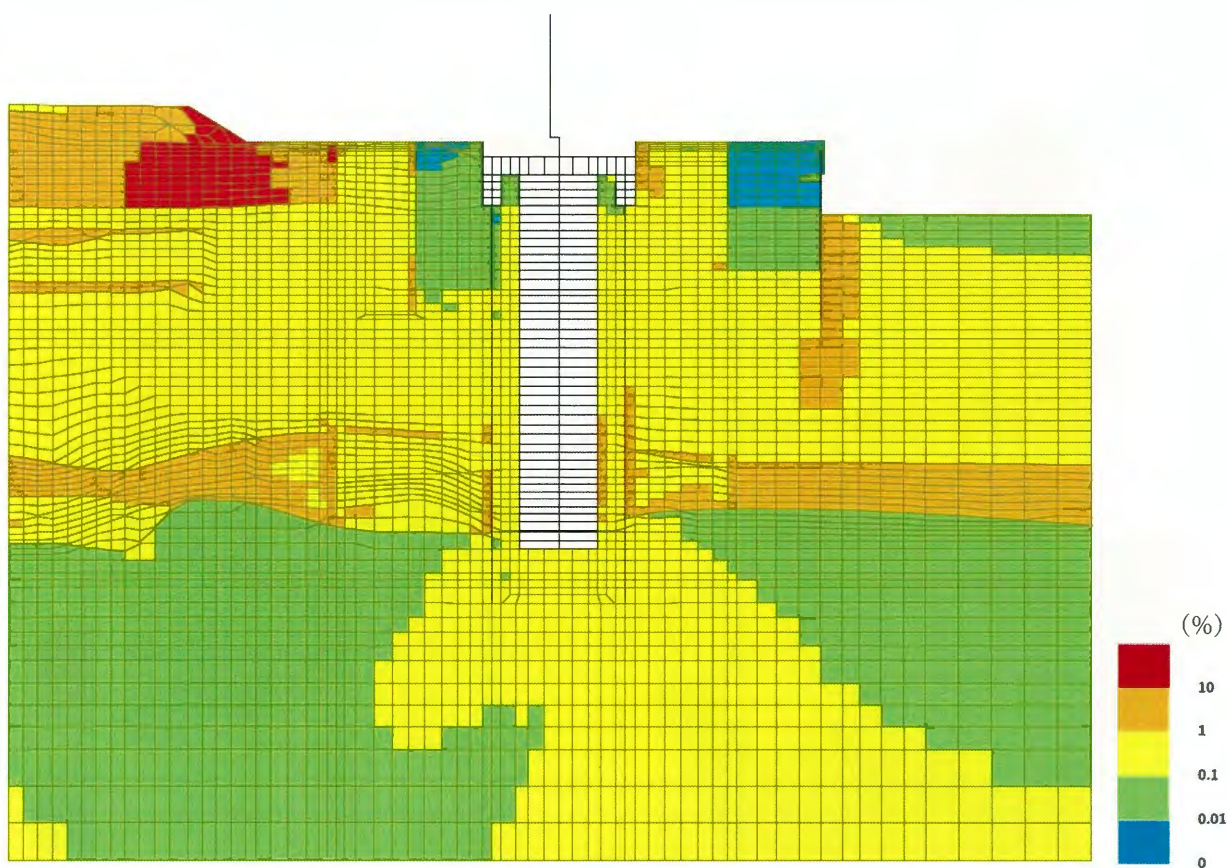
(拡大図)

図 4.10-53 最大せん断ひずみ分布図 (②-②断面)  
 $(S_s - 31 [H+, V+])$   
 (地盤ケース③: 地盤物性のばらつきを考慮 ( $-1\sigma$ ) した解析ケース)





(全体図)



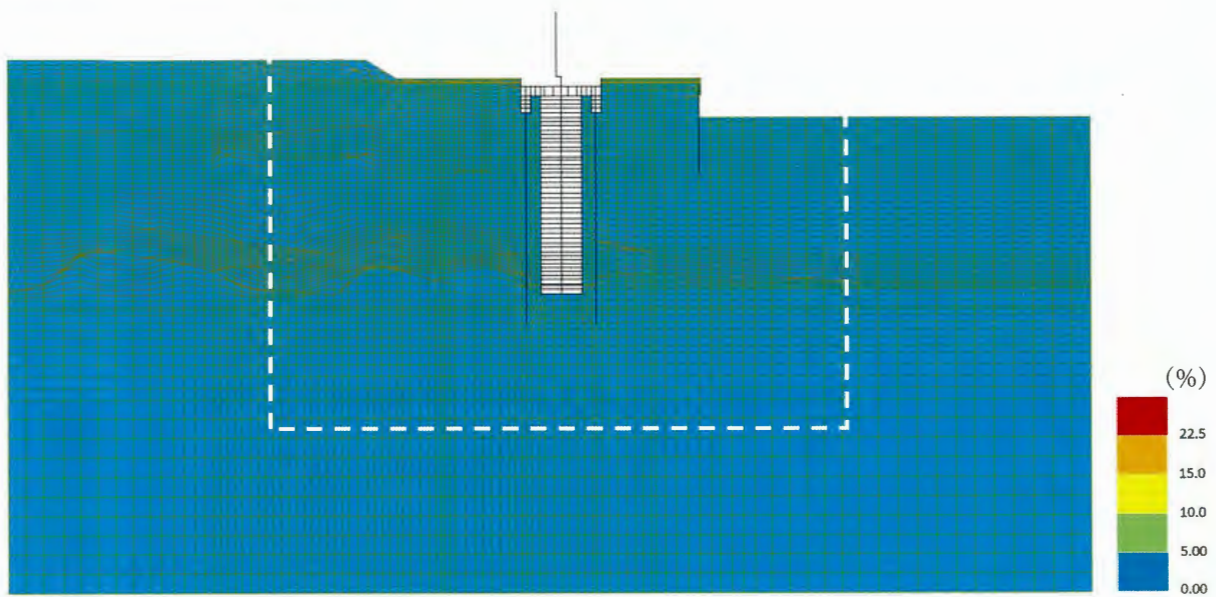
(拡大図)

図 4.10-54 最大せん断ひずみ分布図 (②-②断面)

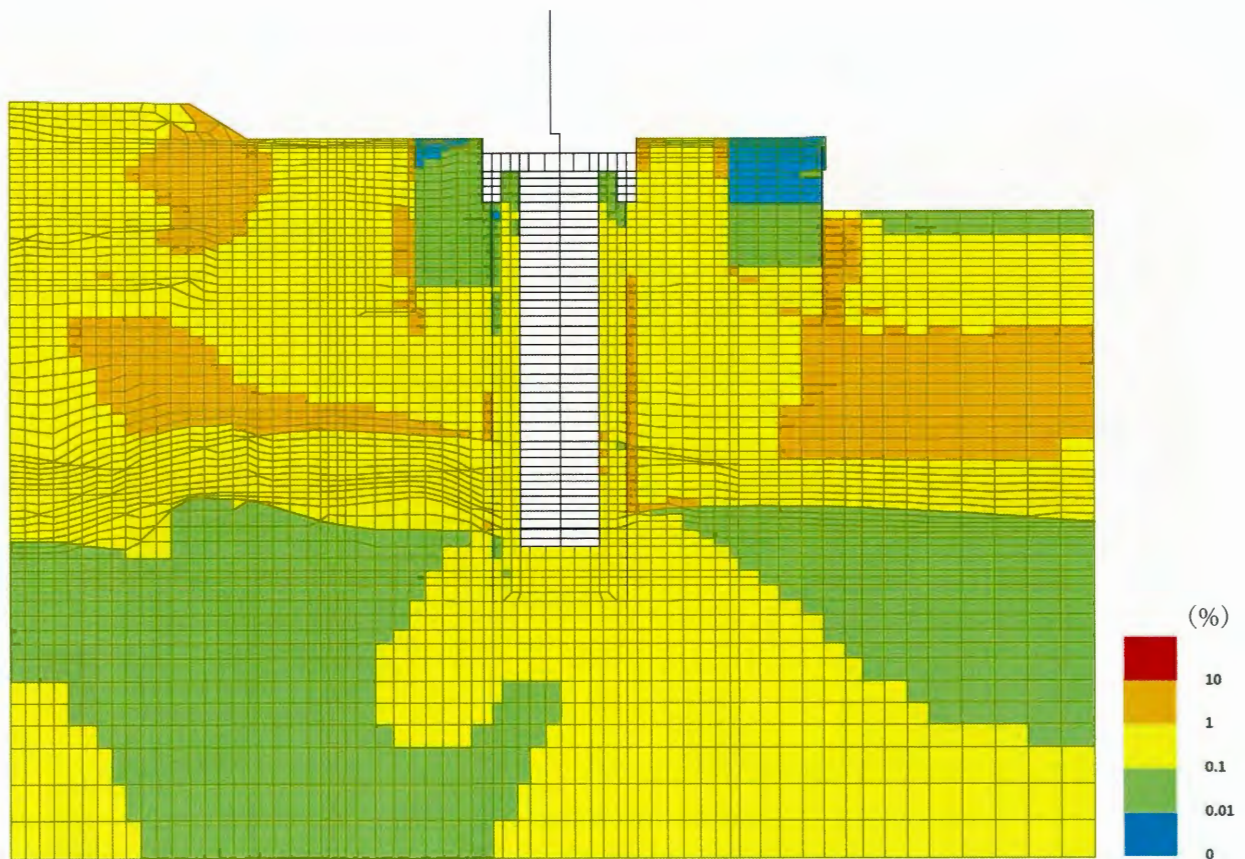
( $S_s - 31$  [H+, V+])

(地盤ケース④：敷地に存在しない豊浦標準砂の液状化強度特性により地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース)





(全体図)



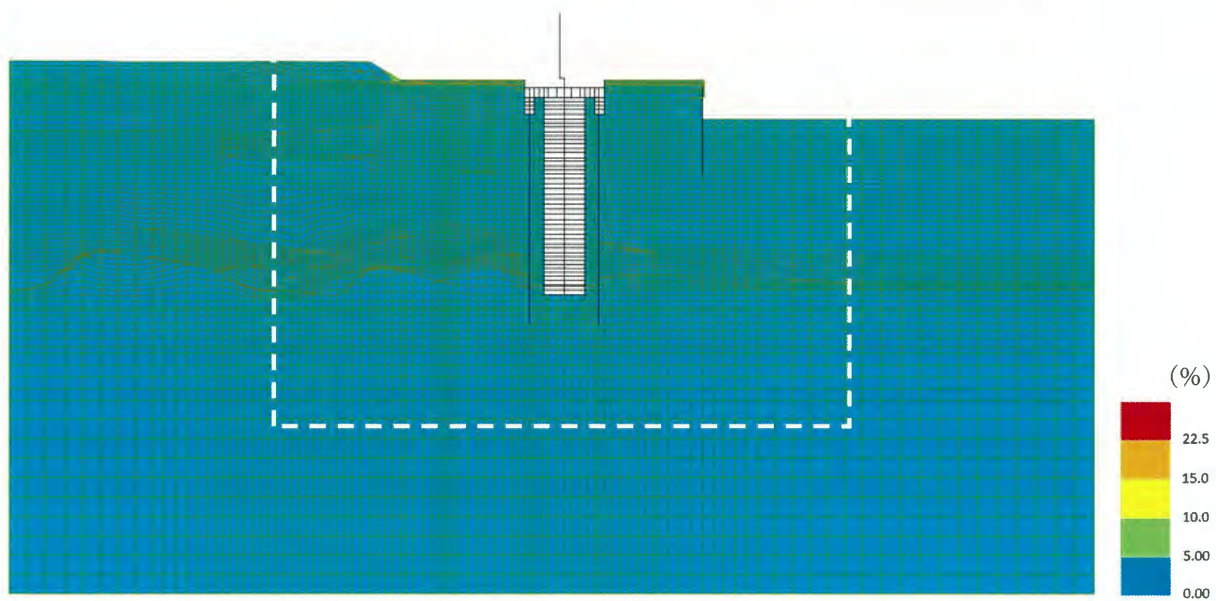
(拡大図)

図 4.10-55 最大せん断ひずみ分布図 (②-②断面)

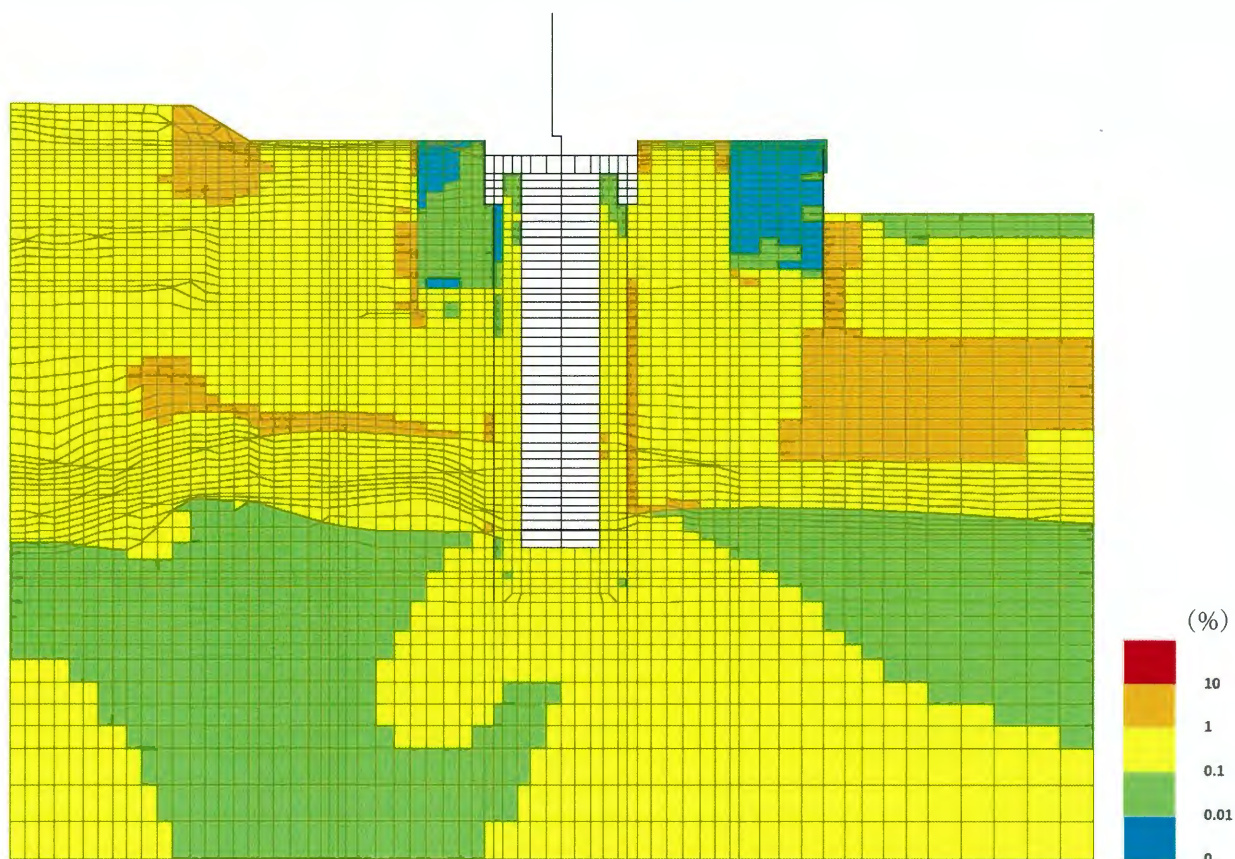
( $S_s - 3.1$  [H+, V+])

(地盤ケース⑤：原地盤において非液状化の条件を仮定した解析ケース)





(全体図)



(拡大図)

図 4.10-56 最大せん断ひずみ分布図 (②-②断面)  
 $(S_s - 3.1 [H+, V+])$   
 (地盤ケース⑥: 地盤物性のばらつきを考慮 (+1 $\sigma$ ) して  
 非液状化の条件を仮定した解析ケース)

#### 4. 10. 2 最大過剰間隙水圧比分布

各要素に発生した過剰間隙水圧比を確認するため、地震応答解析の全時刻における最大過剰間隙水圧比分布を図 4. 10-57～図 4. 10-112 に示す。

堤軸方向断面（①－①断面）については、ほとんどのケースで過剰間隙水圧比が 0. 95 に達することはないが、敷地に存在しない豊浦標準砂の液化強度特性により地盤を強制的に液化させることを仮定した解析ケースにおいても過剰間隙水圧比が 0. 95 を超過する範囲は限定的である。

堤軸直交方向断面（②－②断面，③－③断面）においても、ほとんどのケースで過剰間隙水圧比が 0. 95 に達することはないが、比較的継続時間が長い地震動  $S_s - D1$  で敷地に存在しない豊浦標準砂の液化強度特性により地盤を強制的に液化させることを仮定した解析ケースでは、過剰間隙水圧比が 0. 95 を超過する範囲が広く分布することが確認できる。



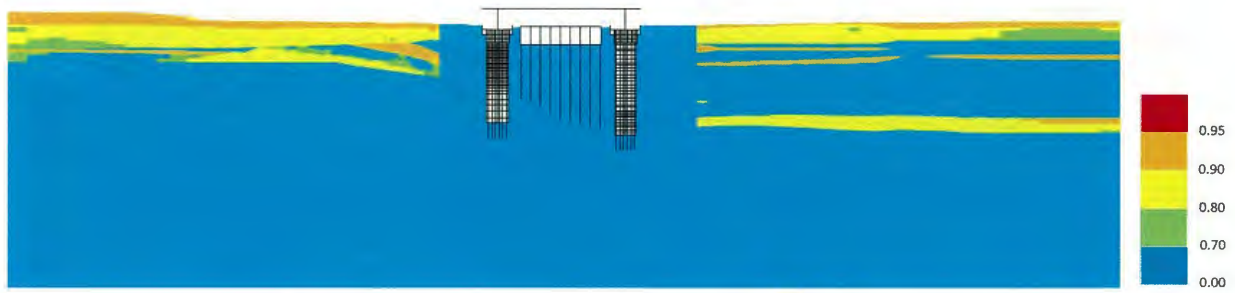


図 4.10-57 最大過剰間隙水圧比分布図 (①-①断面)

( $S_s - D1$  [H+, V+])

(地盤ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)

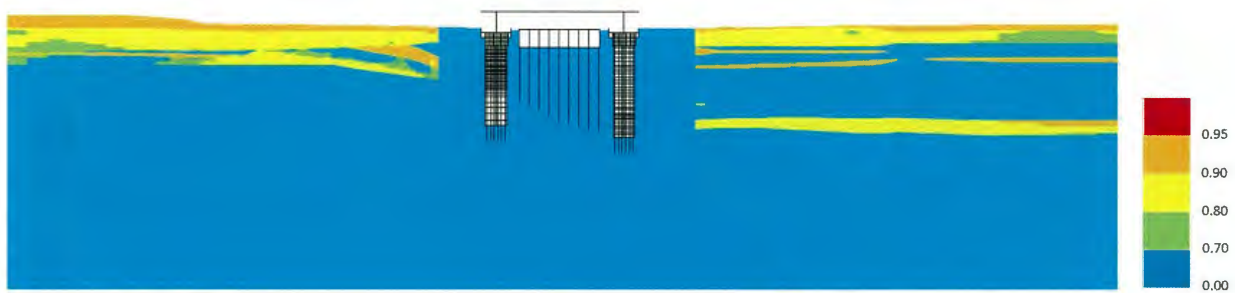


図 4.10-58 最大過剰間隙水圧比分布図 (①-①断面)

( $S_s - D1$  [H+, V-])

(地盤ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)

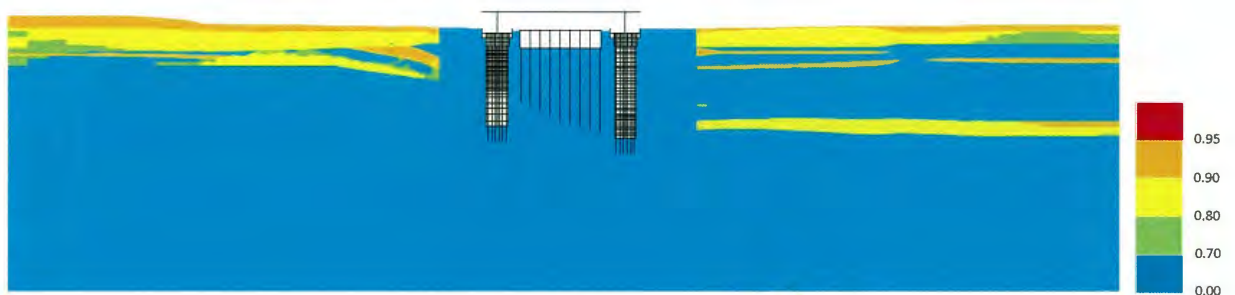


図 4.10-59 最大過剰間隙水圧比分布図 (①-①断面)

( $S_s - D1$  [H-, V+])

(地盤ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)

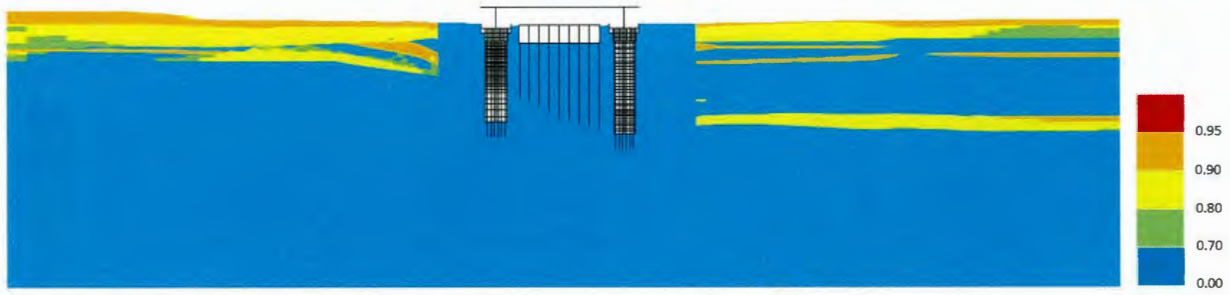


図 4.10-60 最大過剰間隙水圧比分布図 (①-①断面)

( $S_s$ -D 1 [H-, V-])

(地盤ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)

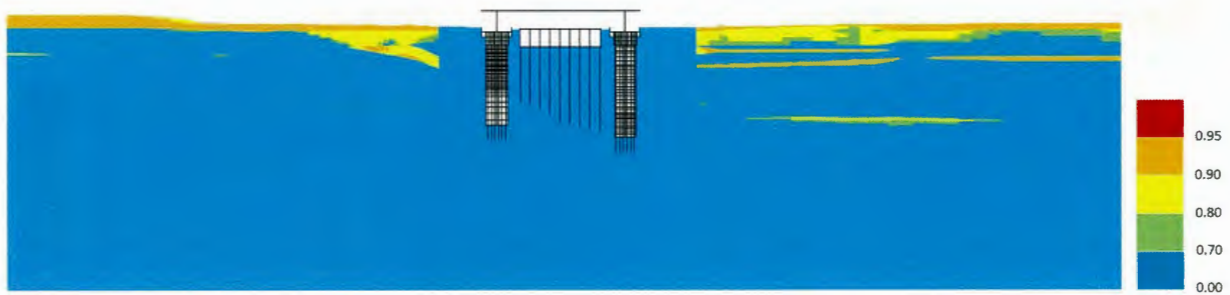


図 4.10-61 最大過剰間隙水圧比分布図 (①-①断面)

( $S_s$ -1 1)

(地盤ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)

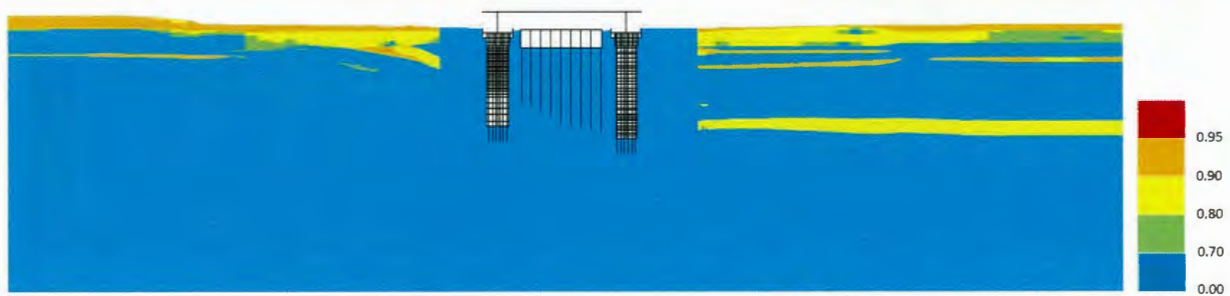


図 4.10-62 最大過剰間隙水圧比分布図 (①-①断面)

( $S_s$ -1 2)

(地盤ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)

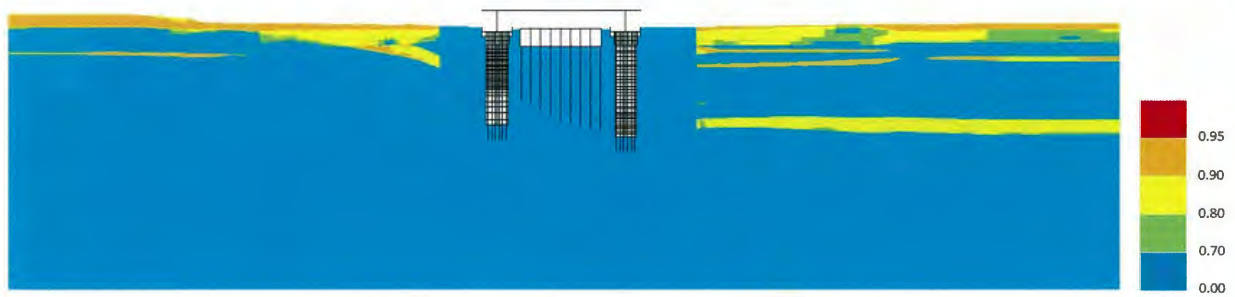


図 4.10-63 最大過剰間隙水圧比分布図 (①-①断面)

( $S_s - 1\ 3$ )

(地盤ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)

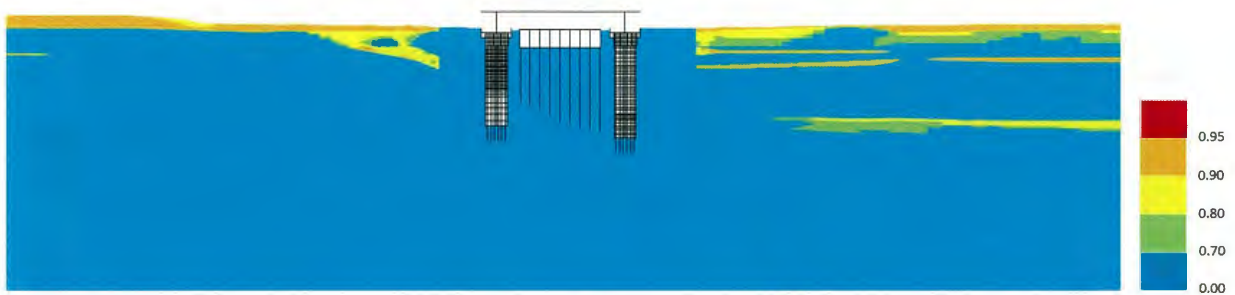


図 4.10-64 最大過剰間隙水圧比分布図 (①-①断面)

( $S_s - 1\ 4$ )

(地盤ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)

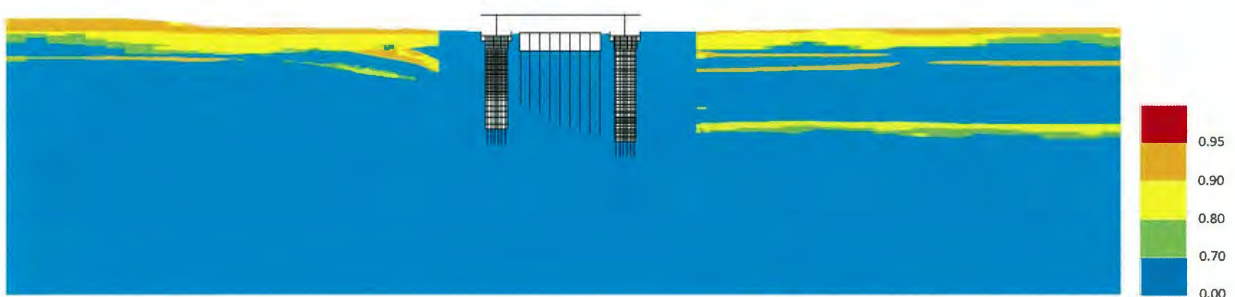


図 4.10-65 最大過剰間隙水圧比分布図 (①-①断面)

( $S_s - 2\ 1$ )

(地盤ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)



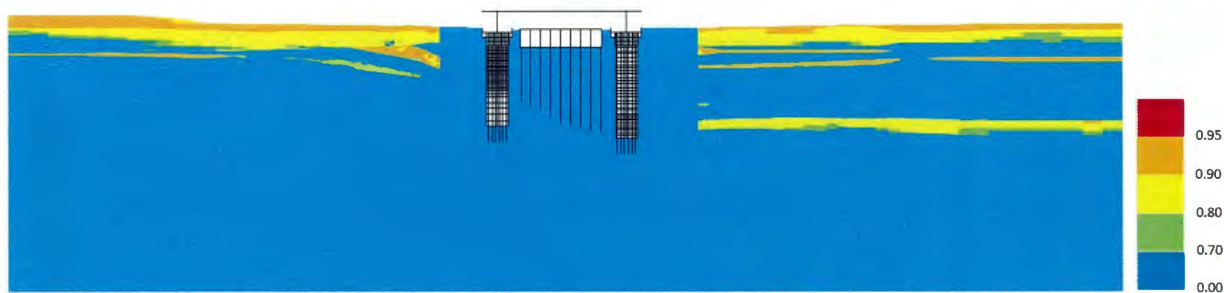


図 4.10-66 最大過剰間隙水圧比分布図 (①-①断面)  
( $S_s - 22$ )

(地盤)ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)

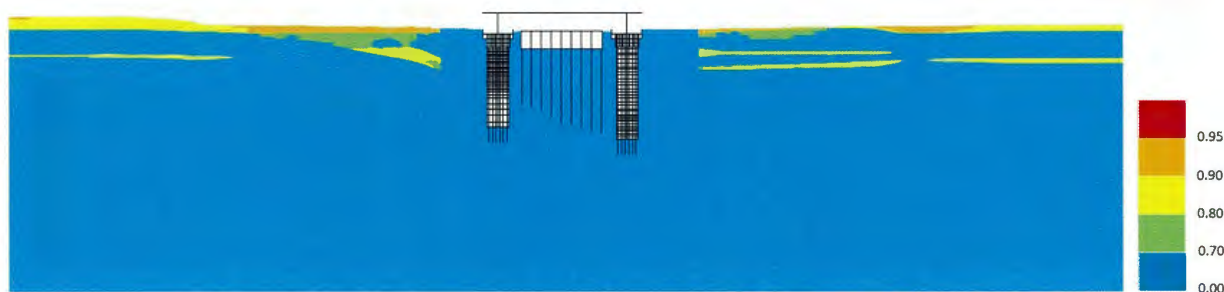


図 4.10-67 最大過剰間隙水圧比分布図 (①-①断面)  
( $S_s - 31$  [H+, V+])

(地盤)ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)

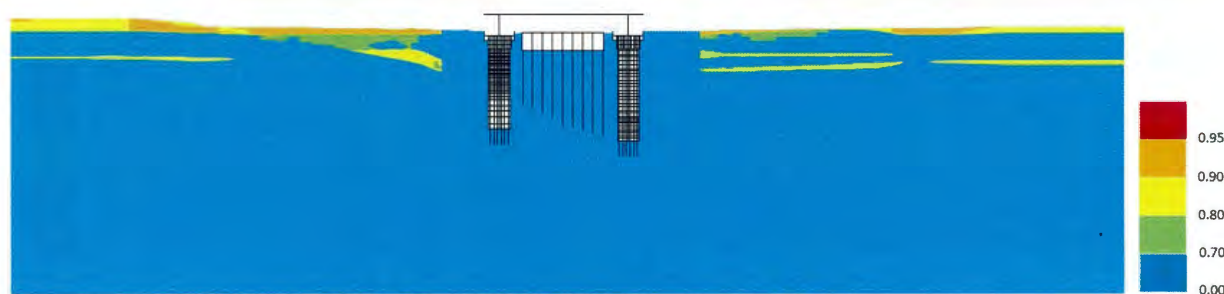


図 4.10-68 最大過剰間隙水圧比分布図 (①-①断面)  
( $S_s - 31$  [H-, V+])

(地盤)ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)

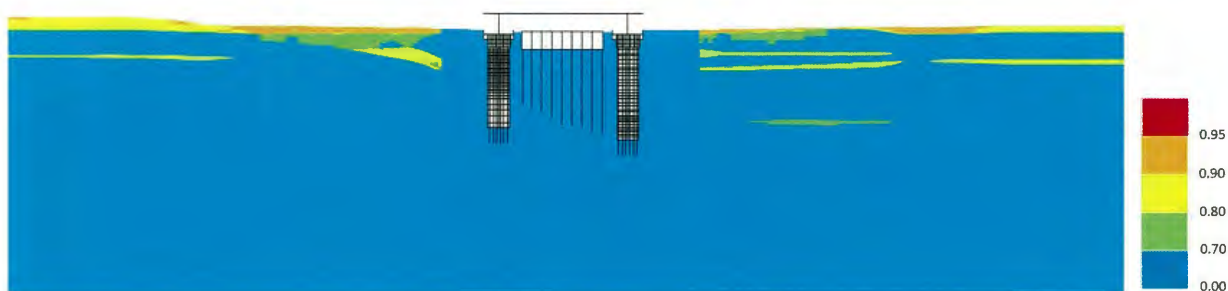


図 4.10-69 最大過剰間隙水圧比分布図 (①-①断面)  
 $(S_s - 3.1 [H+, V+])$   
 (地盤ケース②：地盤物性のばらつきを考慮 (+1 $\sigma$ ) した解析ケース)

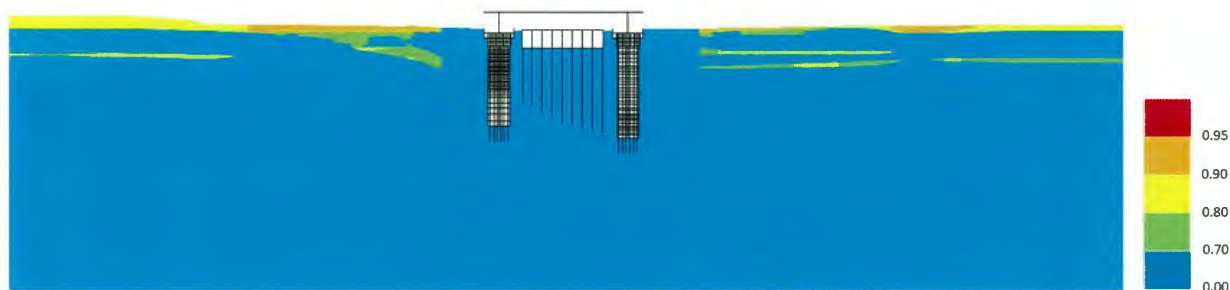


図 4.10-70 最大過剰間隙水圧比分布図 (①-①断面)  
 $(S_s - 3.1 [H+, V+])$   
 (地盤ケース③：地盤物性のばらつきを考慮 (-1 $\sigma$ ) した解析ケース)

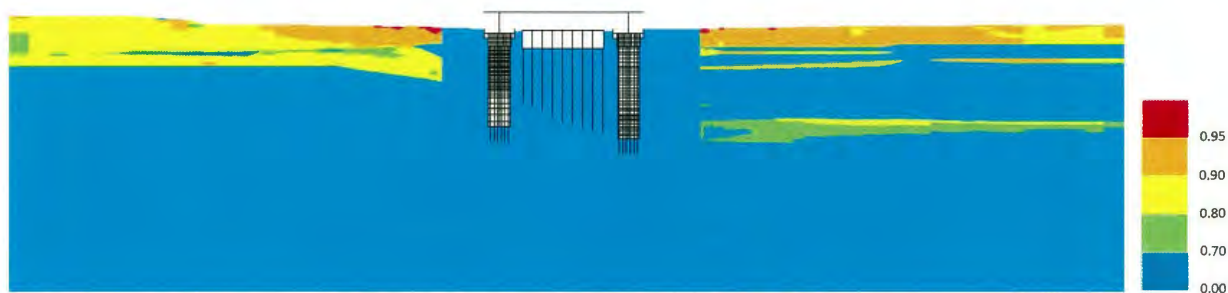


図 4.10-71 最大過剰間隙水圧比分布図 (①-①断面)  
 $(S_s - 3.1 [H+, V+])$   
 (地盤ケース④：敷地に存在しない豊浦標準砂の液状化強度特性により地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース)

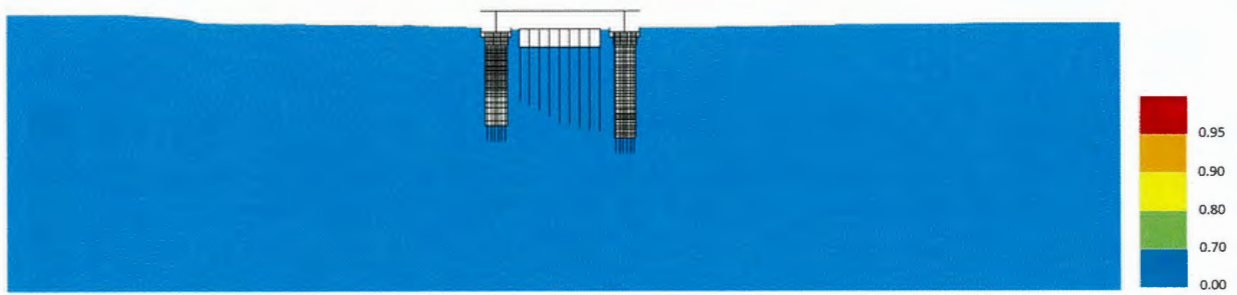


図 4.10-72 最大過剰間隙水圧比分布図 (①-①断面)

( $S_s - 3.1$  [H+, V+])

(地盤ケース⑤：原地盤において非液状化の条件を仮定した解析ケース)

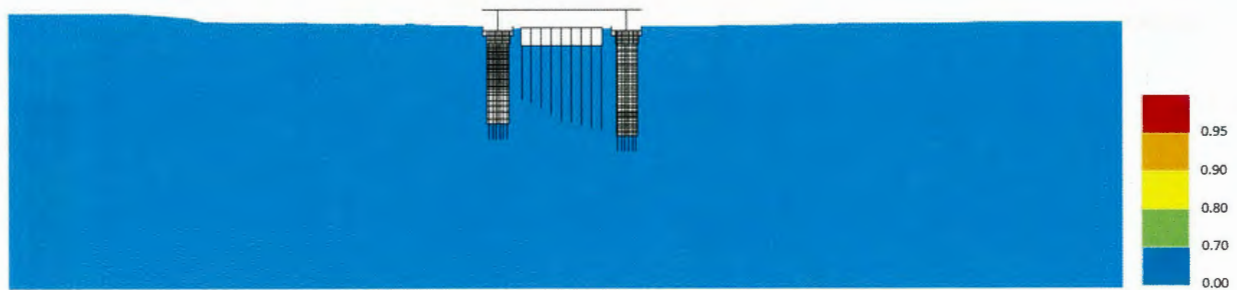


図 4.10-73 最大過剰間隙水圧比分布図 (①-①断面)

( $S_s - 3.1$  [H+, V+])

(地盤ケース⑥：地盤物性のばらつきを考慮 (+1 $\sigma$ ) して  
非液状化の条件を仮定した解析ケース)



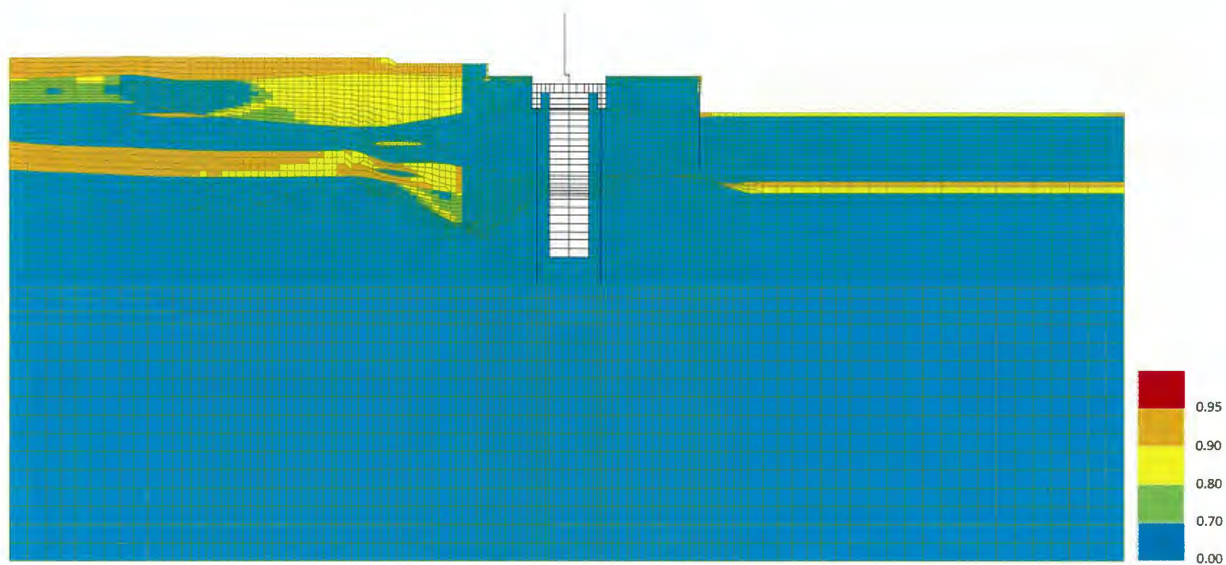


図 4.10-74 最大過剰間隙水圧比分布図 (③-③断面)

( $S_s - D1$  [H+, V+])

(地盤ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)

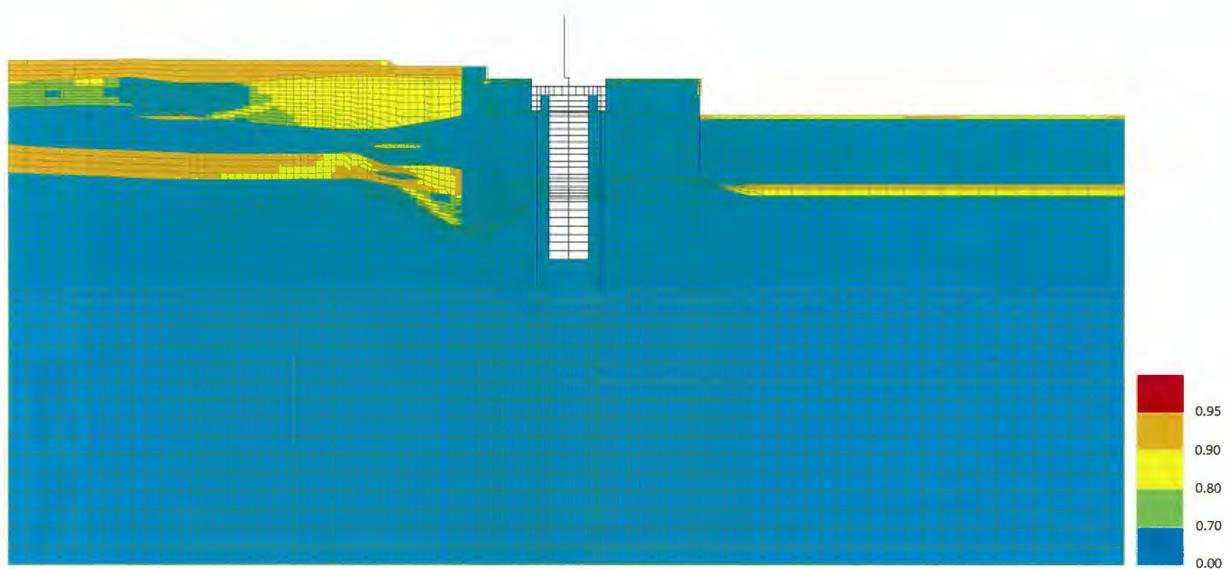


図 4.10-75 最大過剰間隙水圧比分布図 (③-③断面)

( $S_s - D1$  [H+, V-])

(地盤ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)

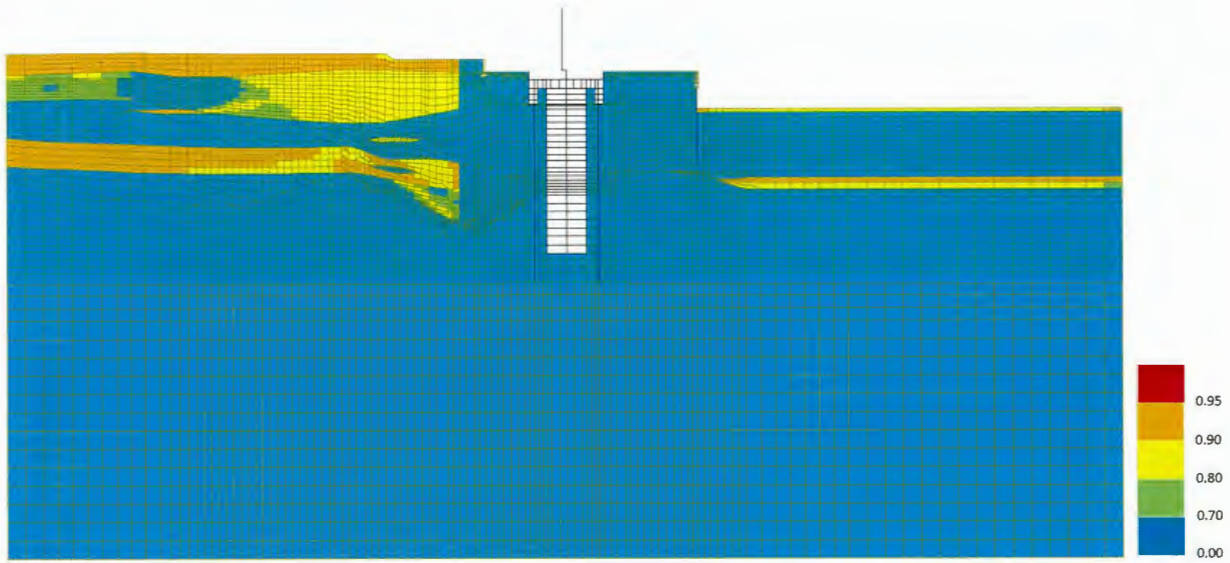


図 4.10-76 最大過剰間隙水圧比分布図 (③-③断面)

( $S_s-D1$  [H-, V+])

(地盤ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)

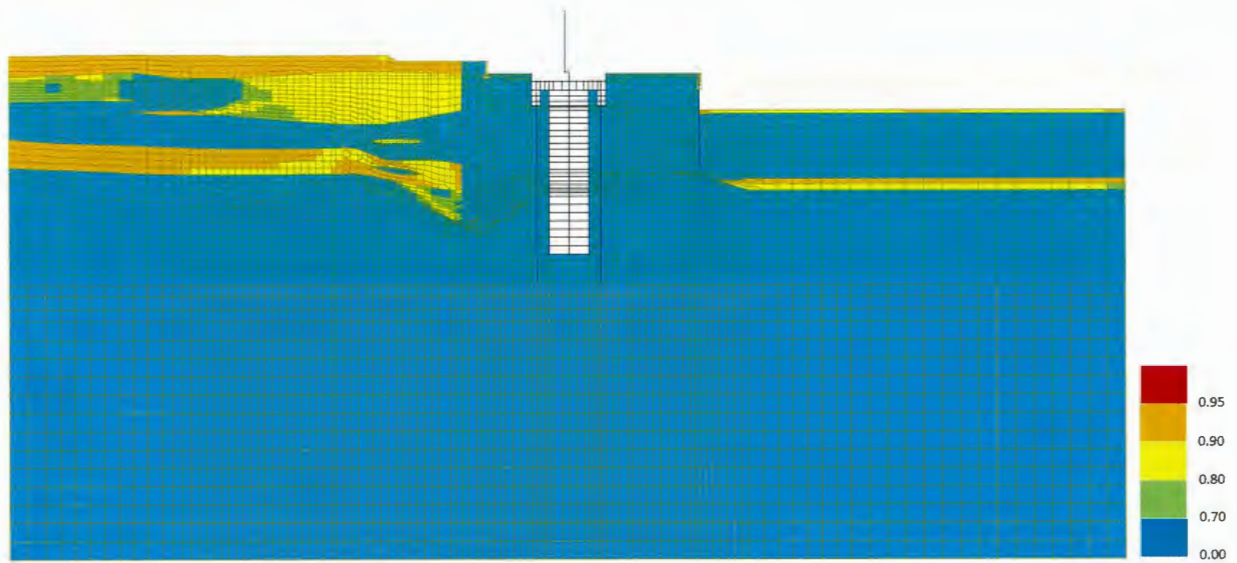


図 4.10-77 最大過剰間隙水圧比分布図 (③-③断面)

( $S_s-D1$  [H-, V-])

(地盤ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)



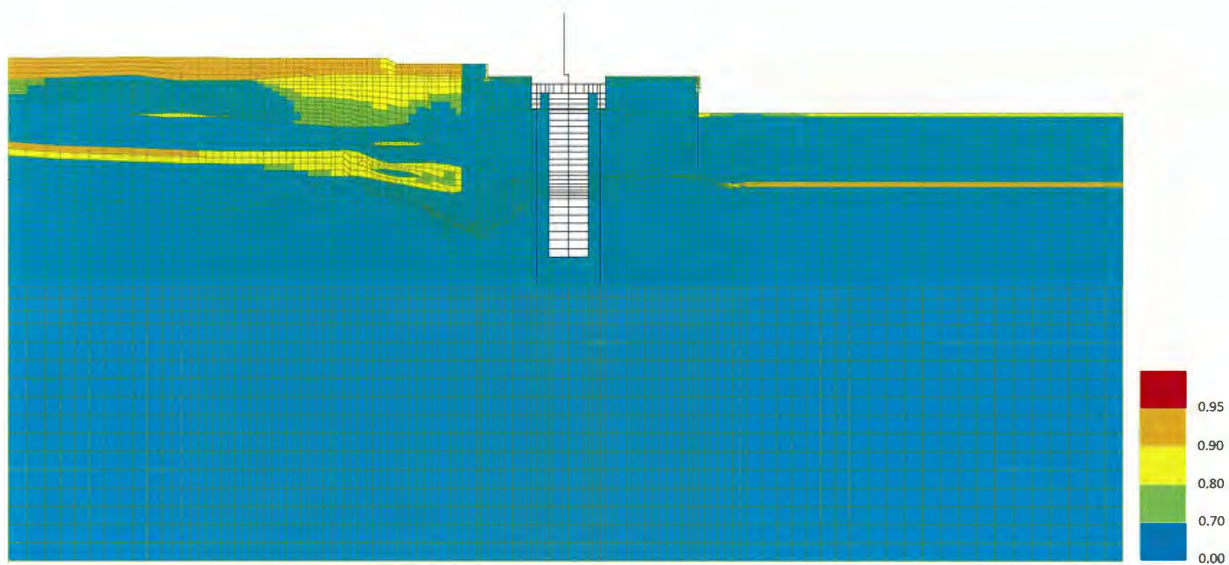


図 4.10-78 最大過剰間隙水圧比分布図 (③-③断面)  
( $S_s - 11$ )

(地盤ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)

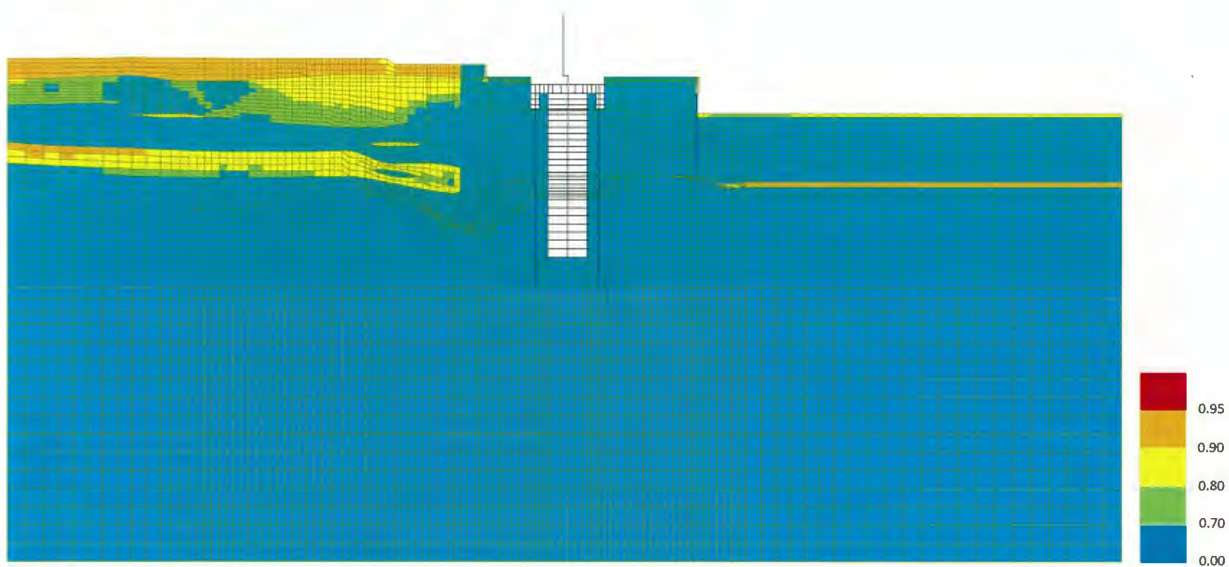


図 4.10-79 最大過剰間隙水圧比分布図 (③-③断面)  
( $S_s - 12$ )

(地盤ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)



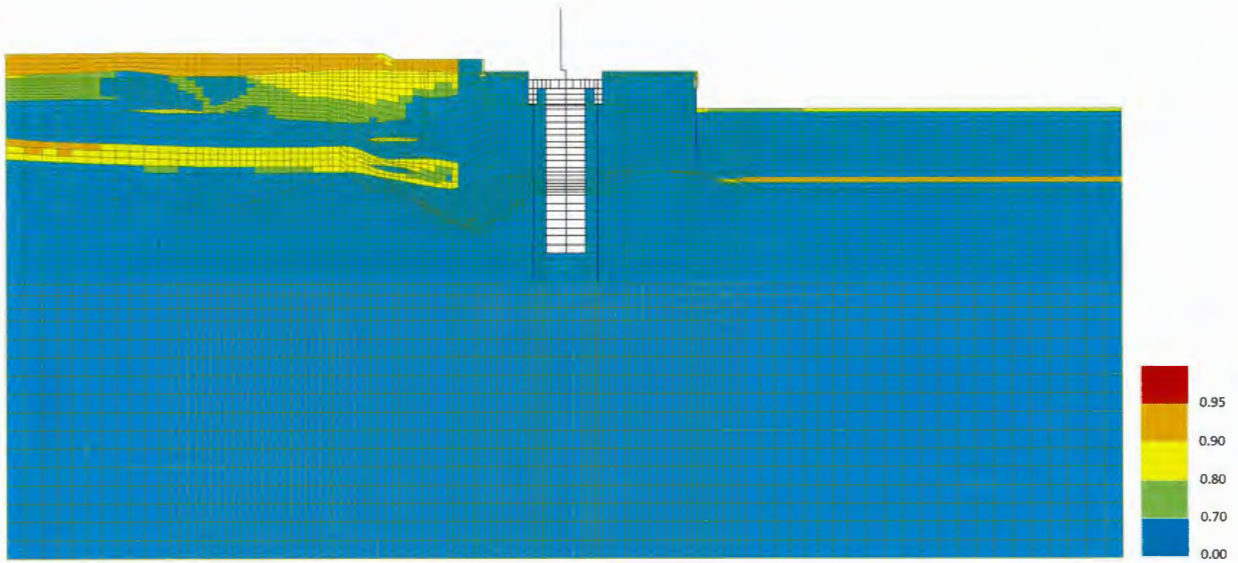


図 4.10-80 最大過剰間隙水圧比分布図 (③-③断面)  
( $S_s - 13$ )

(地盤ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)

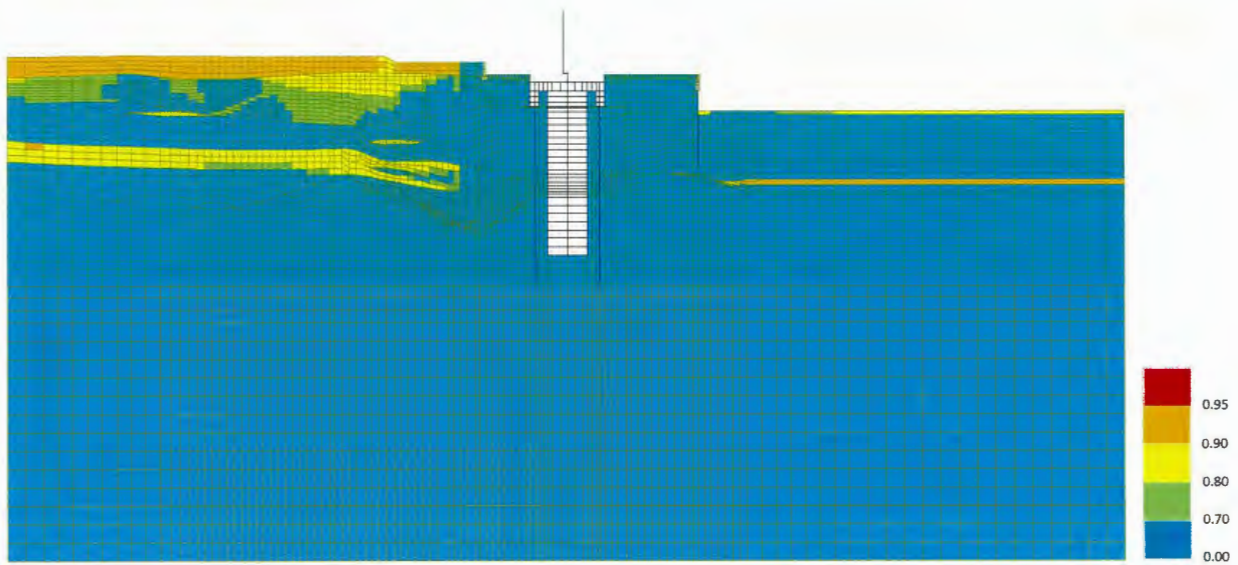


図 4.10-81 最大過剰間隙水圧比分布図 (③-③断面)  
( $S_s - 14$ )

(地盤ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)

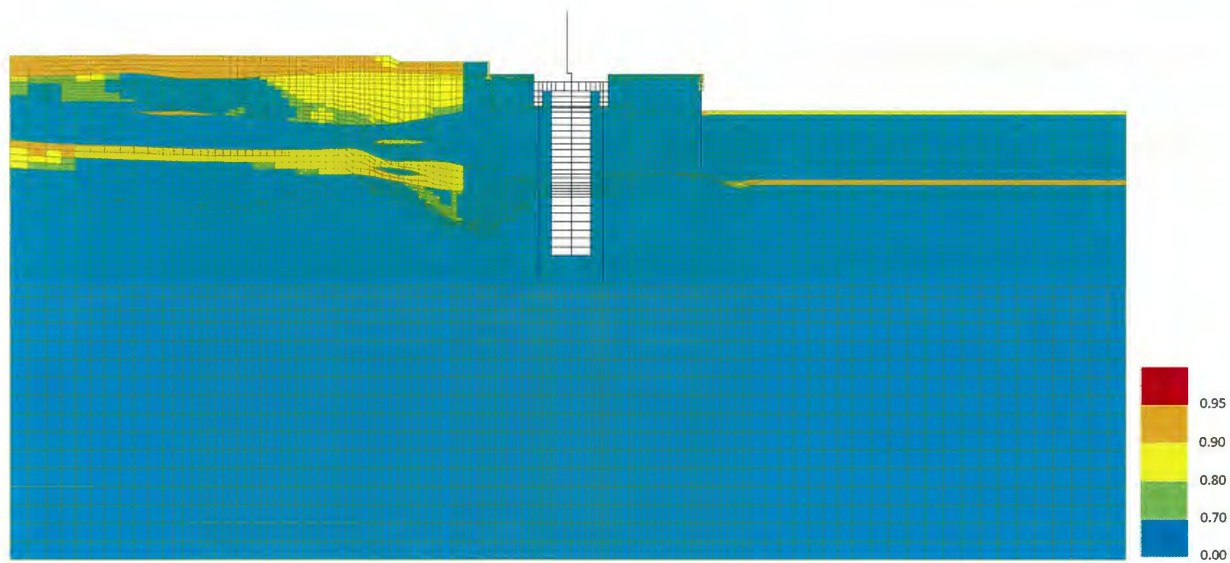


図 4.10-82 最大過剰間隙水圧比分布図 (③-③断面)  
( $S_s - 21$ )

(地盤ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)

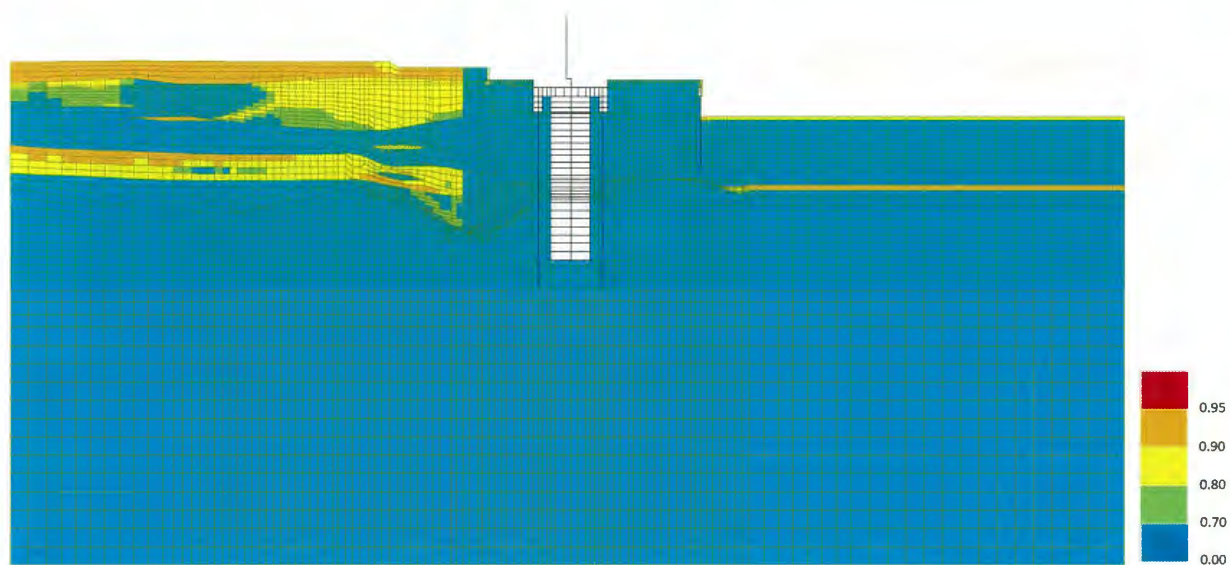


図 4.10-83 最大過剰間隙水圧比分布図 (③-③断面)  
( $S_s - 22$ )

(地盤ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)



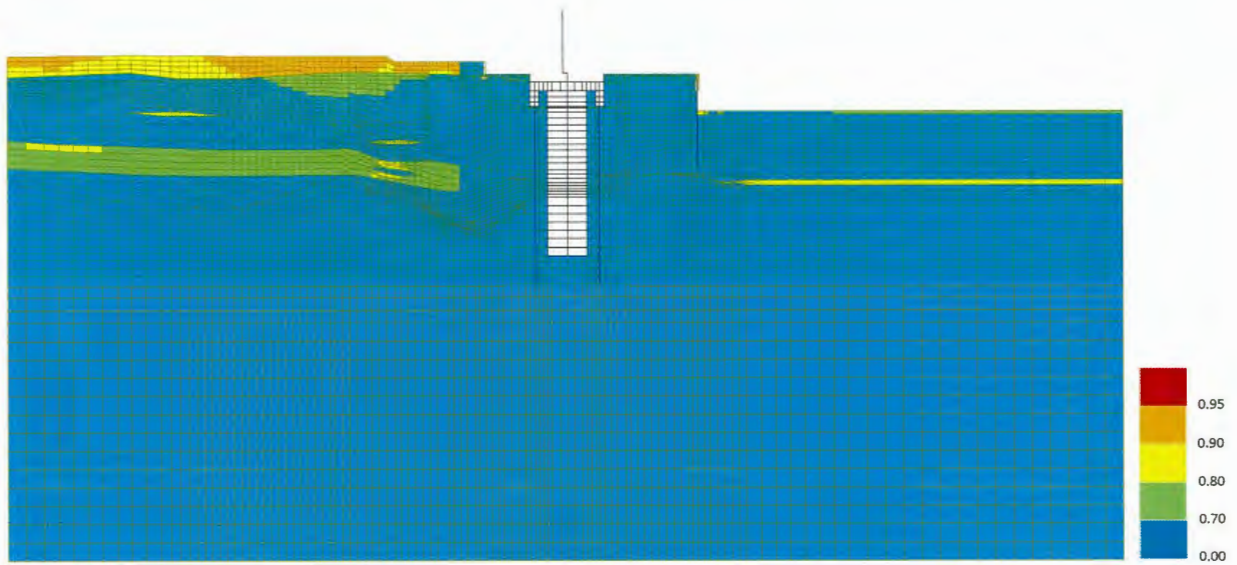


図 4.10-84 最大過剰間隙水圧比分布図 (③-③断面)

( $S_s - 31$  [H+, V+])

(地盤ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)

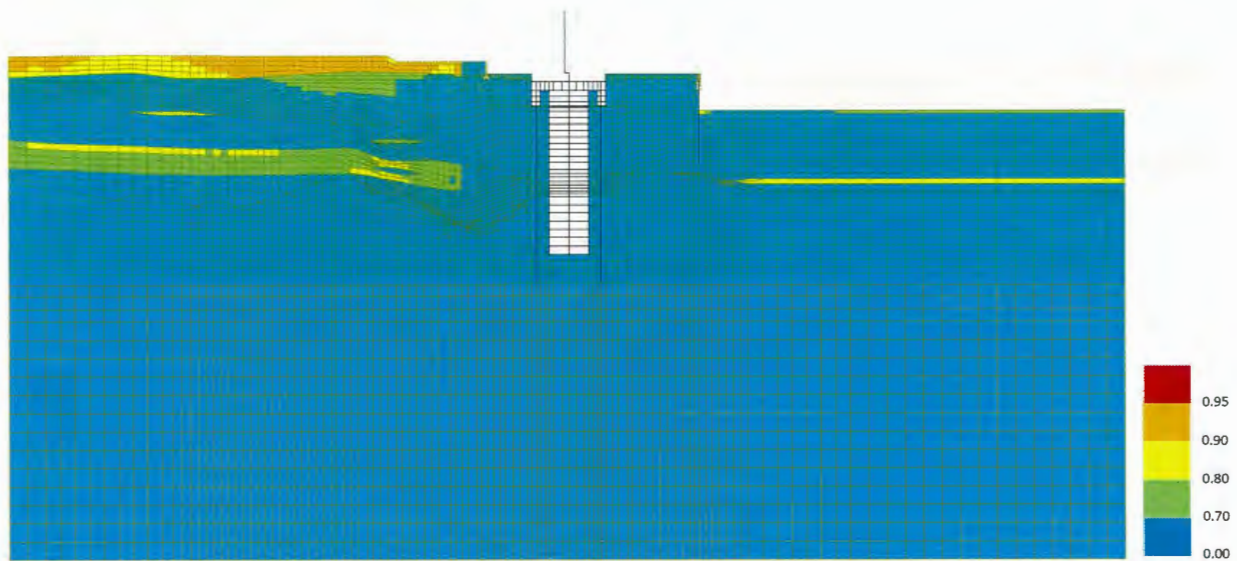


図 4.10-85 最大過剰間隙水圧比分布図 (③-③断面)

( $S_s - 31$  [H-, V+])

(地盤ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)



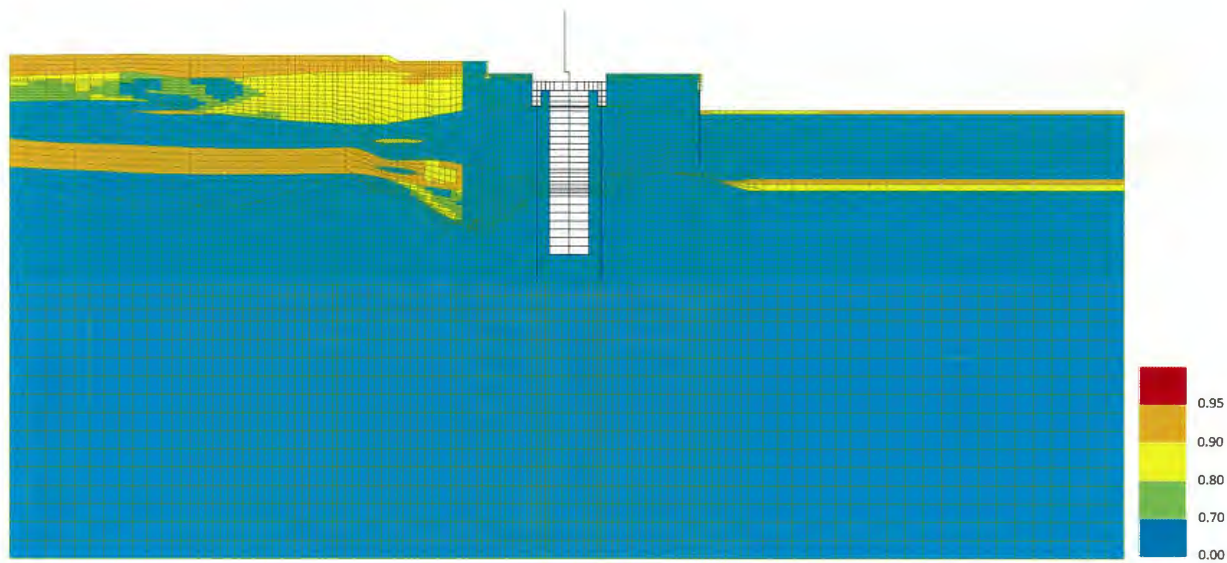


図 4.10-86 最大過剰間隙水圧比分布図 (③-③断面)  
 $(S_s - D1 [H-, V+])$   
 (地盤ケース②: 地盤物性のばらつきを考慮 (+1 $\sigma$ ) した解析ケース)

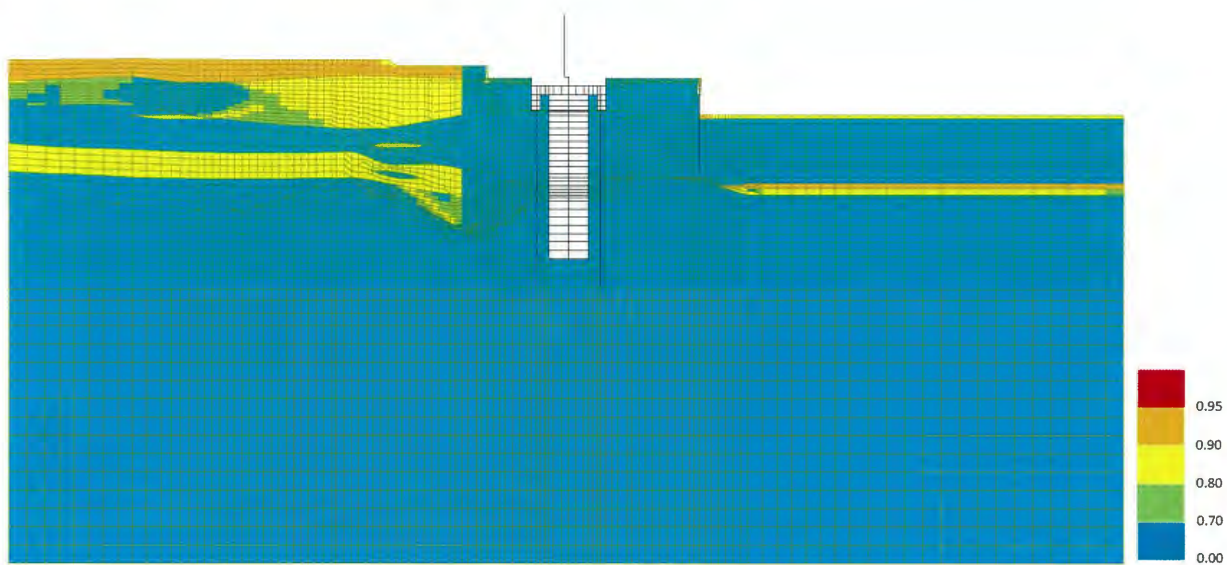


図 4.10-87 最大過剰間隙水圧比分布図 (③-③断面)  
 $(S_s - D1 [H-, V+])$   
 (地盤ケース③: 地盤物性のばらつきを考慮 (-1 $\sigma$ ) した解析ケース)

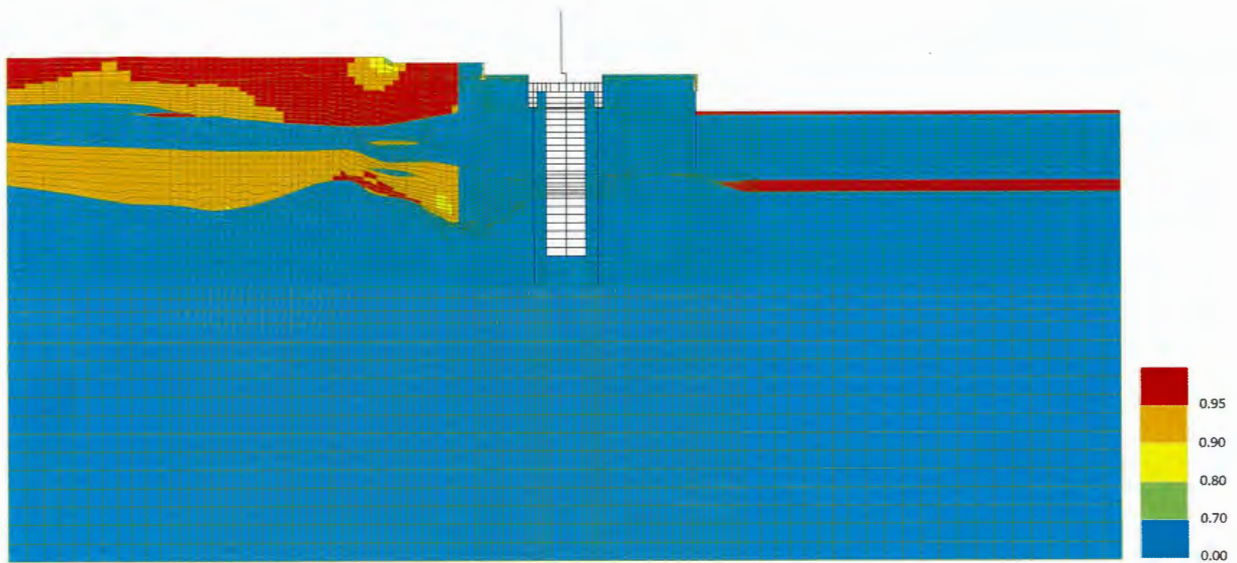


図 4.10-88 最大過剰間隙水圧比分布図 (③-③断面)  
( $S_s - D1$  [H-, V+])

(地盤ケース④：敷地に存在しない豊浦標準砂の液状化強度特性により地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース)

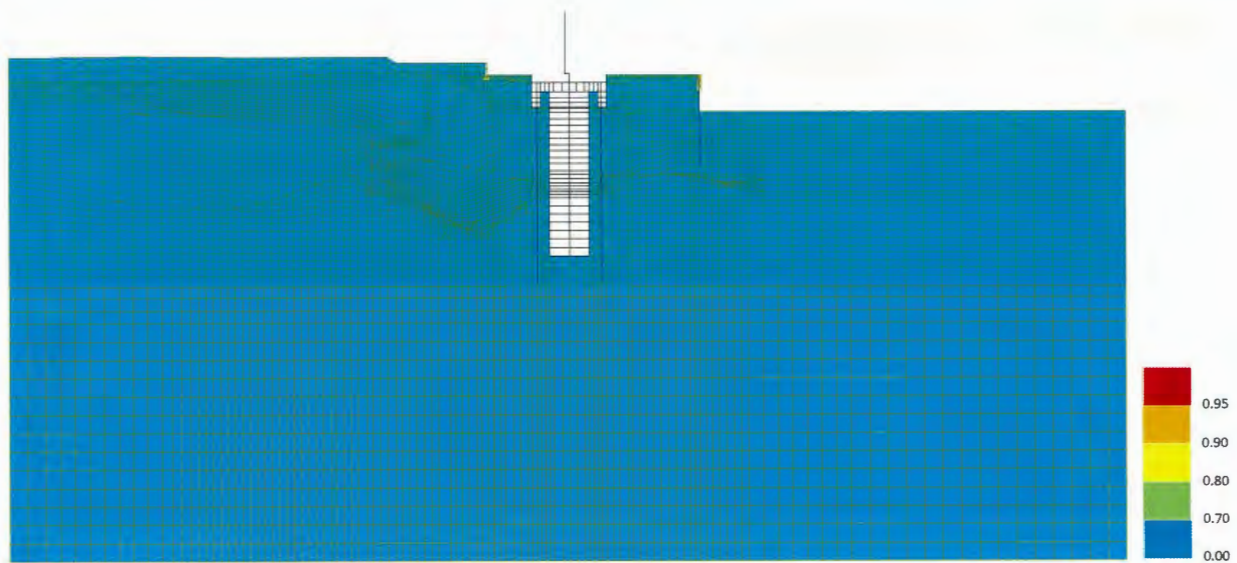


図 4.10-89 最大過剰間隙水圧比分布図 (③-③断面)  
( $S_s - D1$  [H-, V+])

(地盤ケース⑤：原地盤において非液状化の条件を仮定した解析ケース)



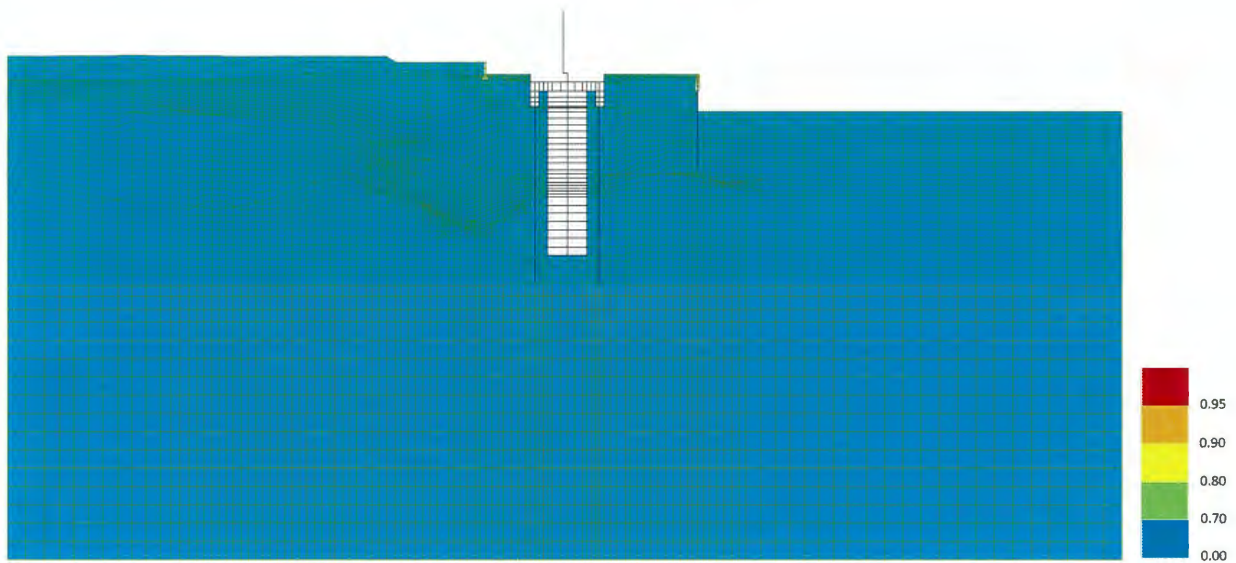


図 4.10-90 最大過剰間隙水圧比分布図 (③-③断面)  
( $S_s-D1$  [H-, V+])

(地盤ケース⑥：地盤物性のばらつきを考慮 (+1 $\sigma$ ) して  
非液状化の条件を仮定した解析ケース)

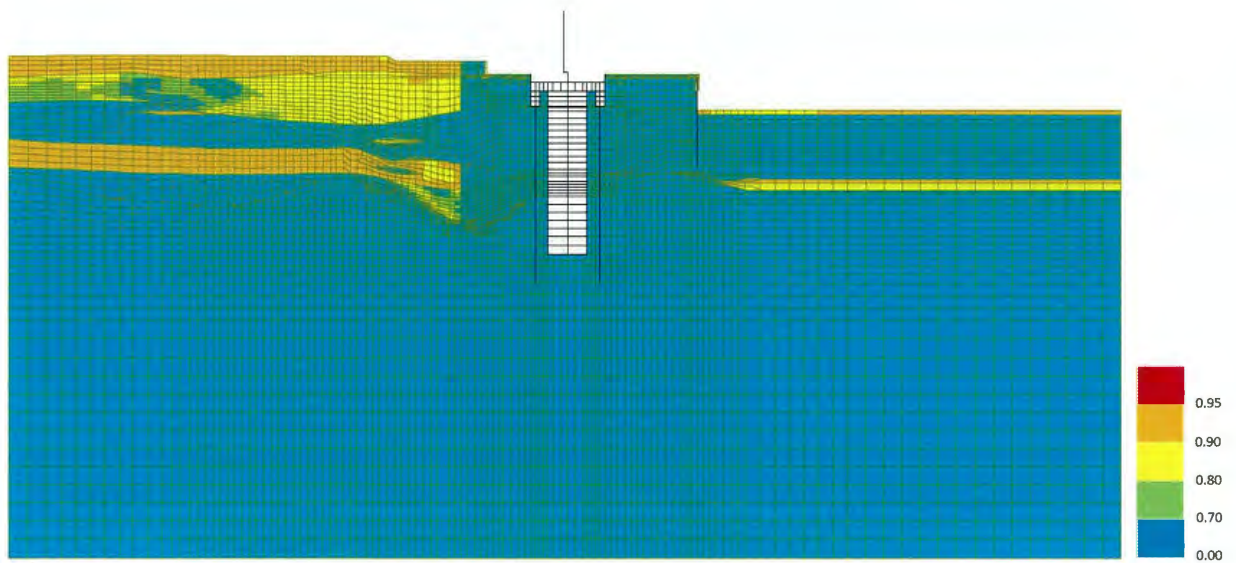


図 4.10-91 最大過剰間隙水圧比分布図 (③-③断面)  
( $S_s-D1$  [H-, V-])

(地盤ケース②：地盤物性のばらつきを考慮 (+1 $\sigma$ ) した解析ケース)



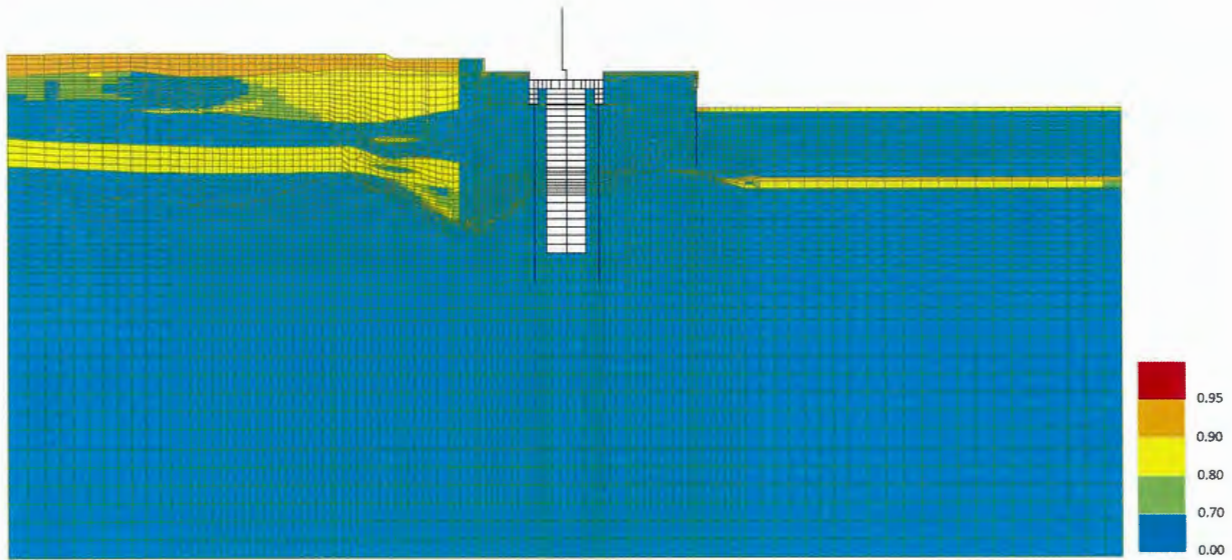


図 4.10-92 最大過剰間隙水圧比分布図 (③-③断面)

( $S_s-D1$  [H-, V-])

(地盤ケース③：地盤物性のばらつきを考慮 ( $-1\sigma$ ) した解析ケース)

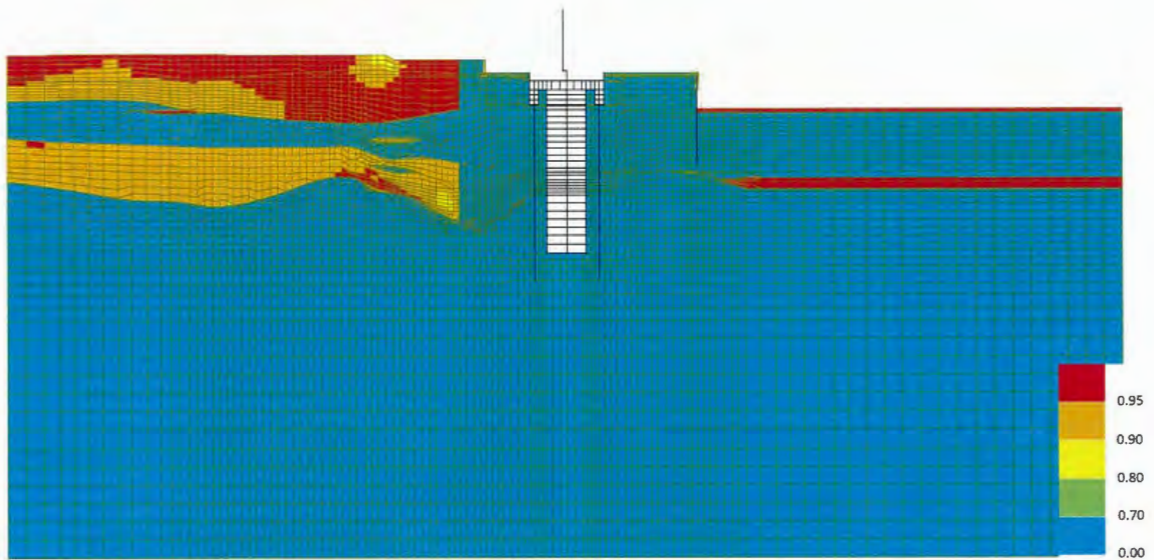


図 4.10-93 最大過剰間隙水圧比分布図 (③-③断面)

( $S_s-D1$  [H-, V-])

(地盤ケース④：敷地に存在しない豊浦標準砂の液状化強度特性により地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース)

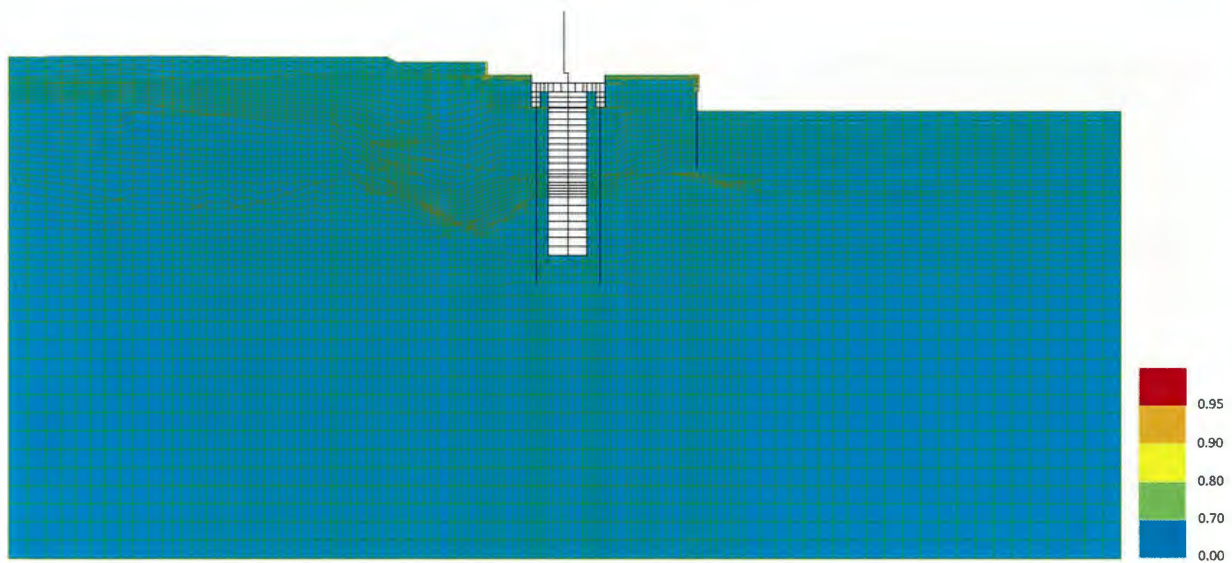


図 4.10-94 最大過剰間隙水圧比分布図 (③-③断面)

( $S_s-D1$  [H-, V-])

(地盤ケース⑤：原地盤において非液状化の条件を仮定した解析ケース)

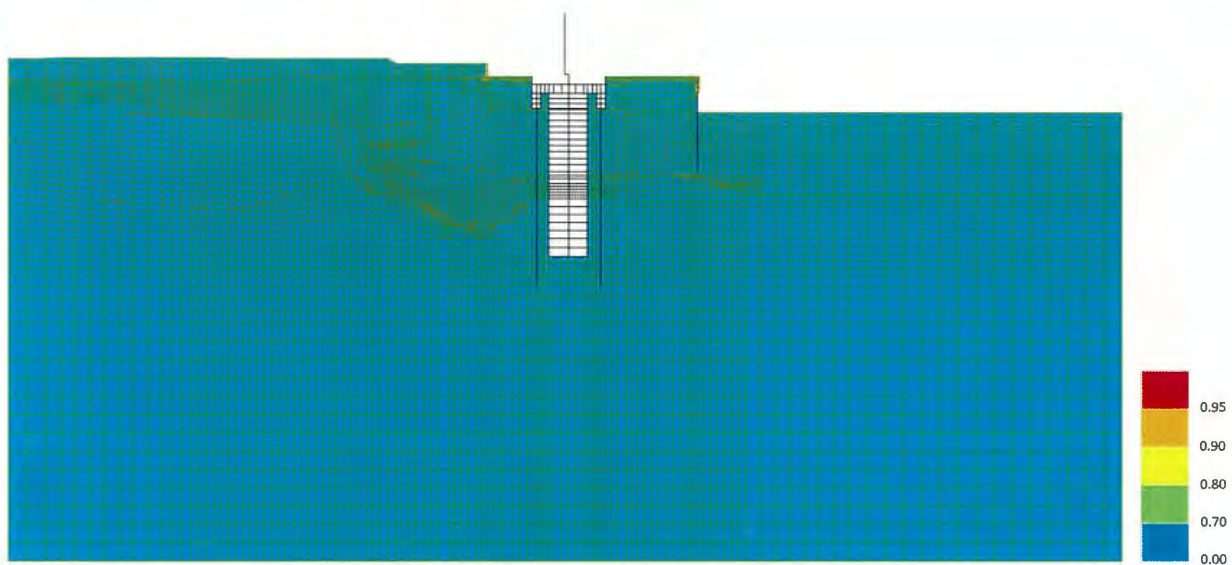


図 4.10-95 最大過剰間隙水圧比分布図 (③-③断面)

( $S_s-D1$  [H-, V-])

(地盤ケース⑥：地盤物性のばらつきを考慮 ( $+1\sigma$ ) して  
非液状化の条件を仮定した解析ケース)



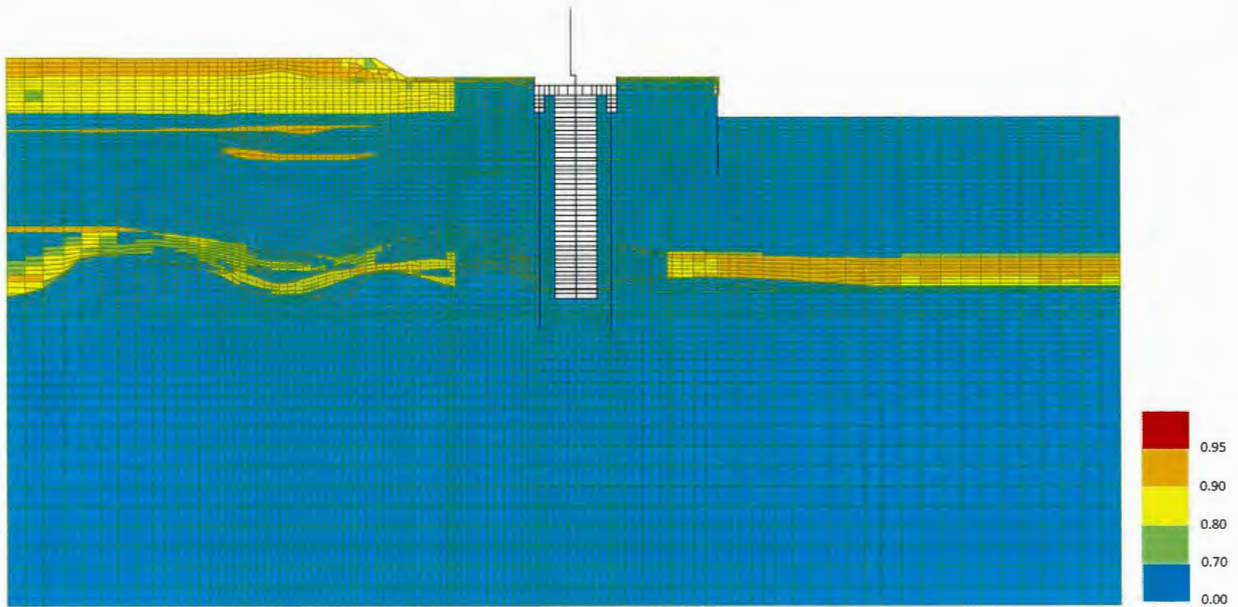


図 4.10-96 最大過剰間隙水圧比分布図 (②-②断面)

( $S_s - D1$  [H+, V+])

(地盤ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)

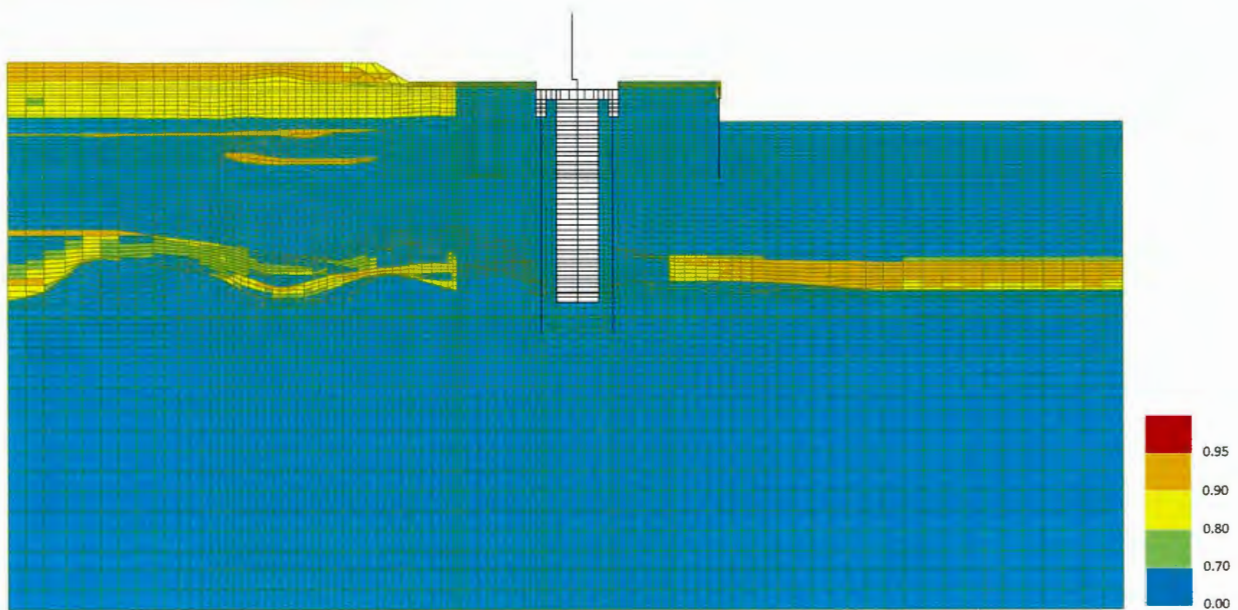


図 4.10-97 最大過剰間隙水圧比分布図 (②-②断面)

( $S_s - D1$  [H+, V-])

(地盤ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)



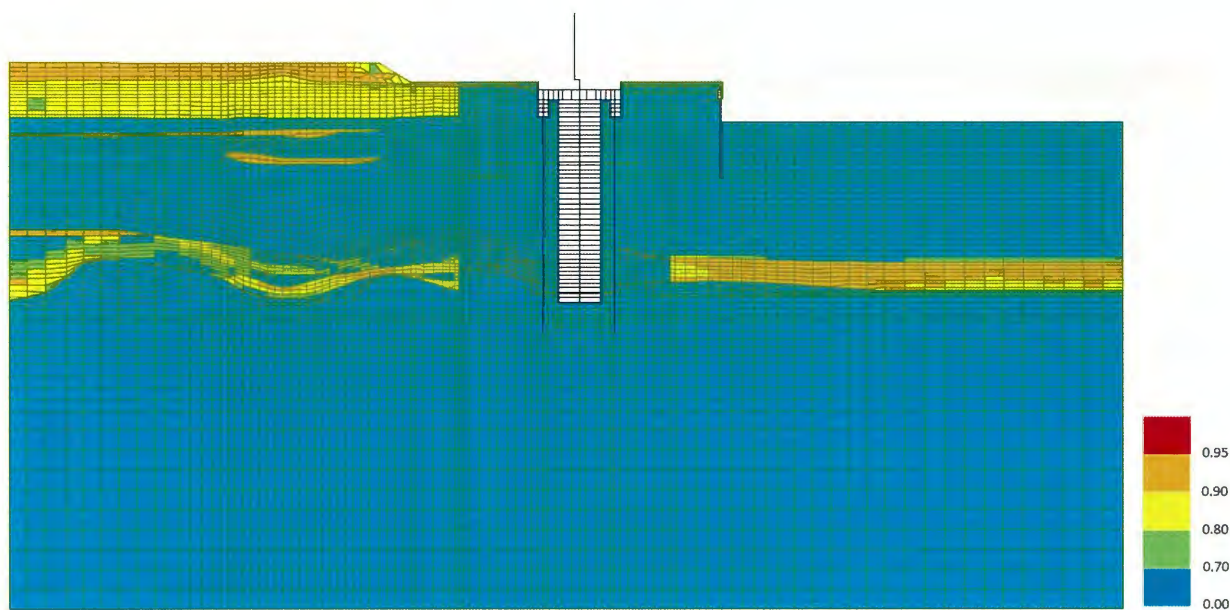


図 4.10-98 最大過剰間隙水圧比分布図 (②-②断面)  
 ( $S_s-D1$  [H-, V+])  
 (地盤ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)

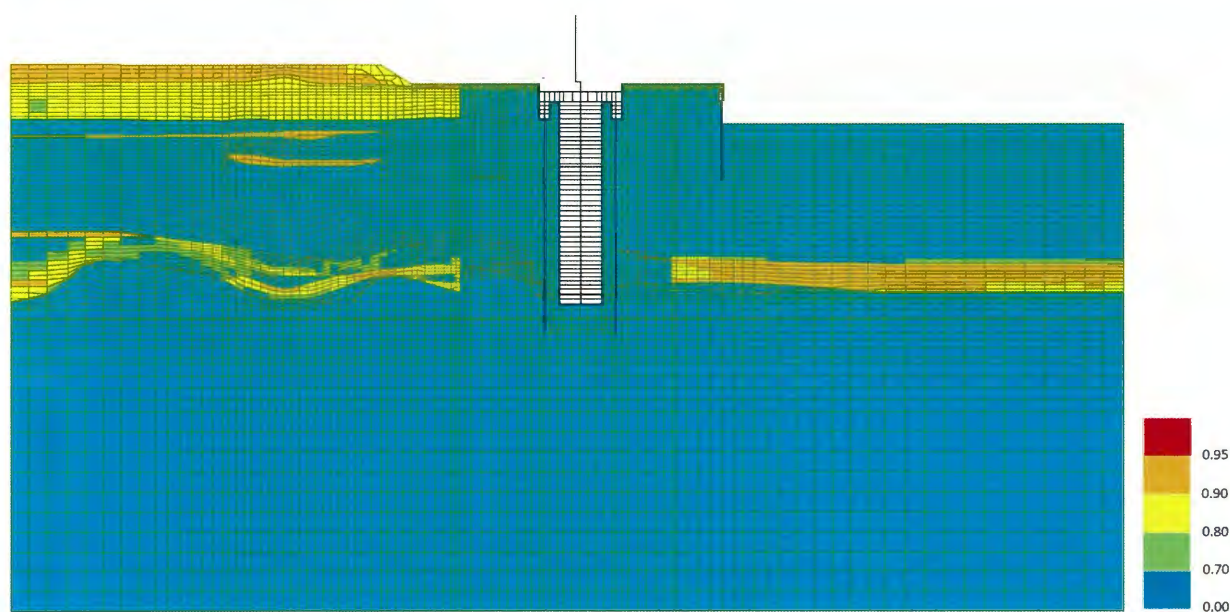


図 4.10-99 最大過剰間隙水圧比分布図 (②-②断面)  
 ( $S_s-D1$  [H-, V-])  
 (地盤ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)

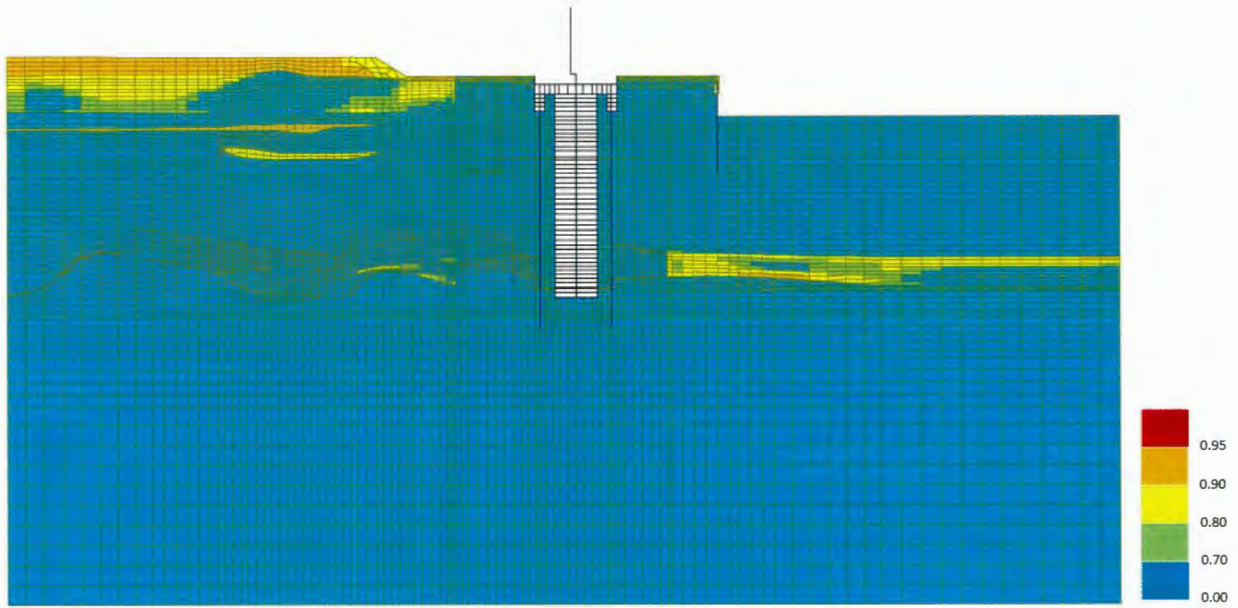


図 4.10-100 最大過剰間隙水圧比分布図 (②-②断面)  
( $S_s - 11$ )

(地盤ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)

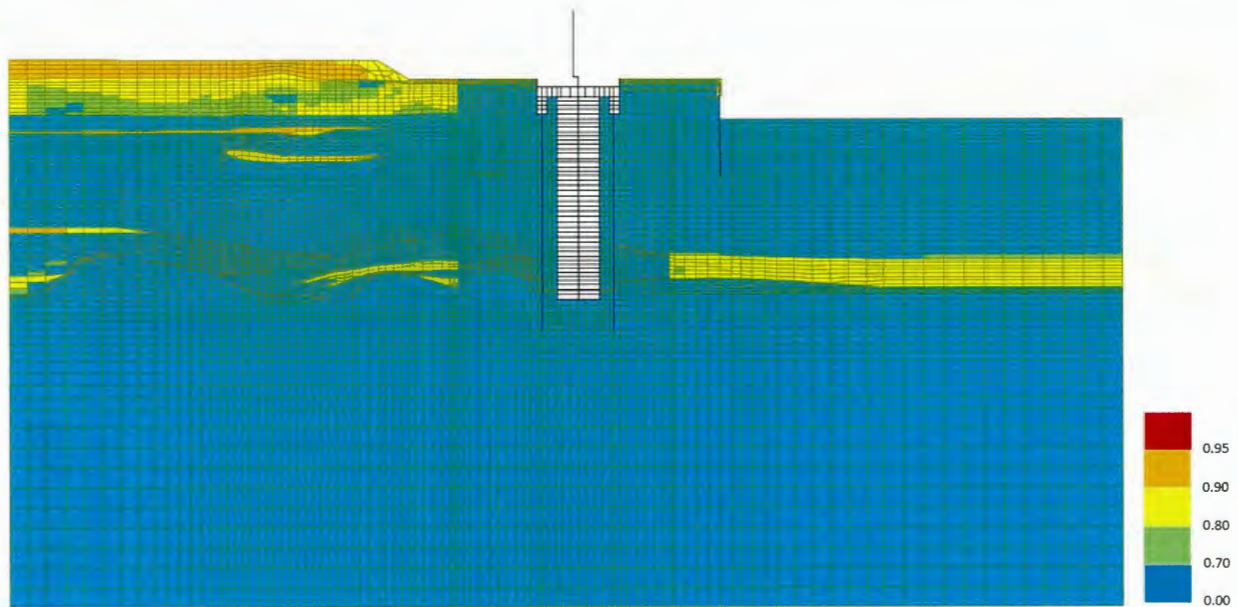


図 4.10-101 最大過剰間隙水圧比分布図 (②-②断面)  
( $S_s - 12$ )

(地盤ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)



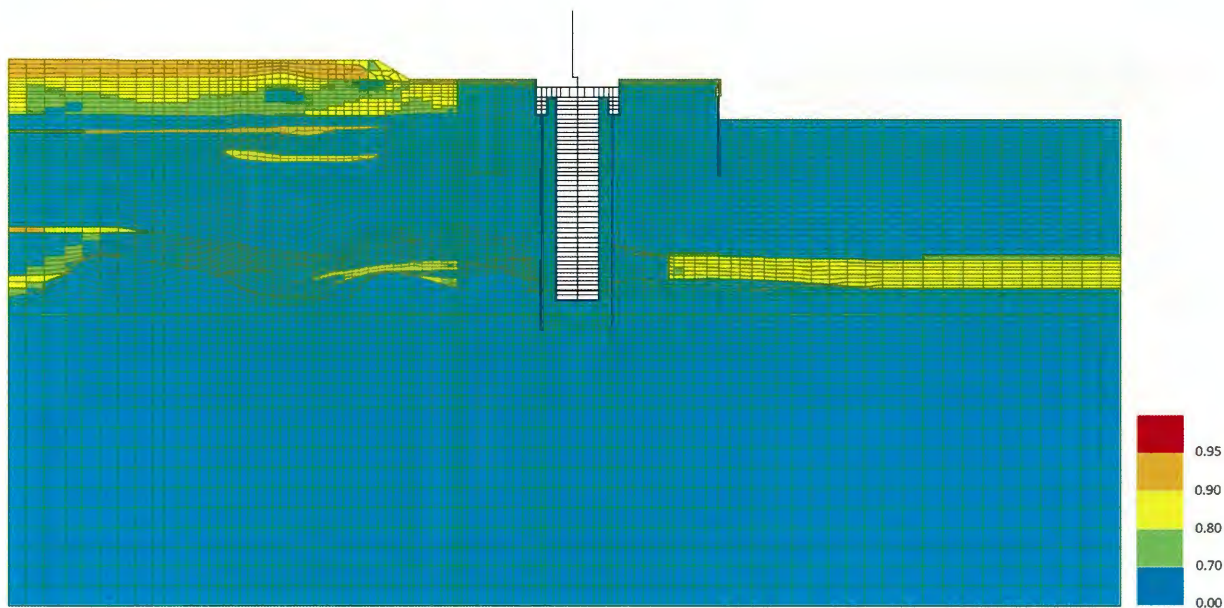


図 4.10-102 最大過剰間隙水圧比分布図 (②-②断面)

( $S_s - 13$ )

(地盤ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)

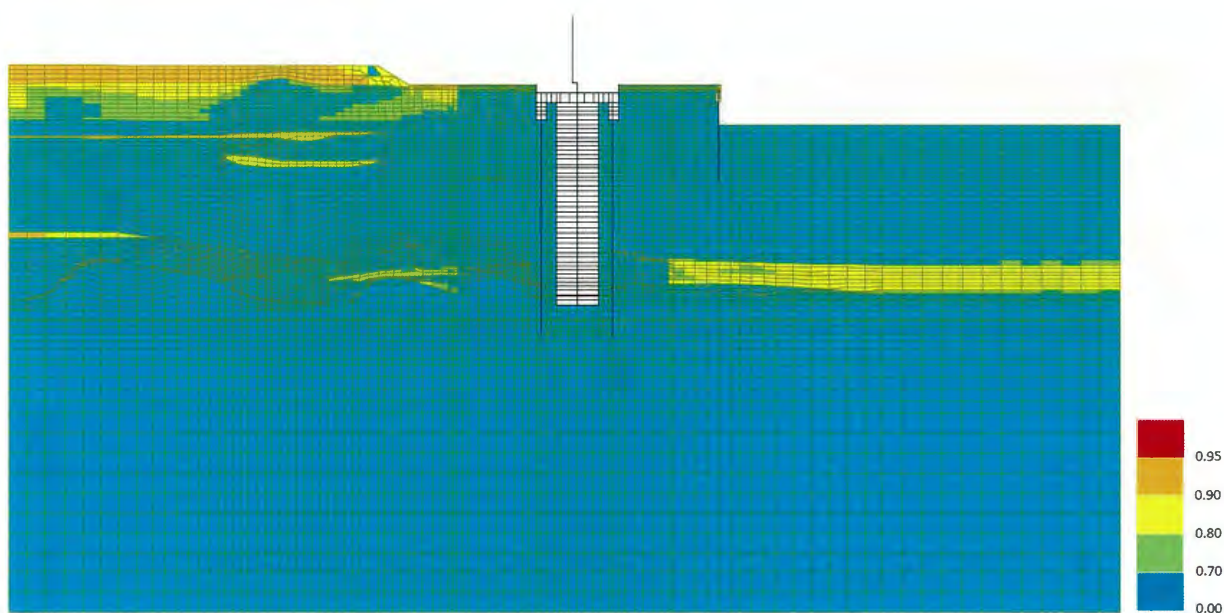


図 4.10-103 最大過剰間隙水圧比分布図 (②-②断面)

( $S_s - 14$ )

(地盤ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)



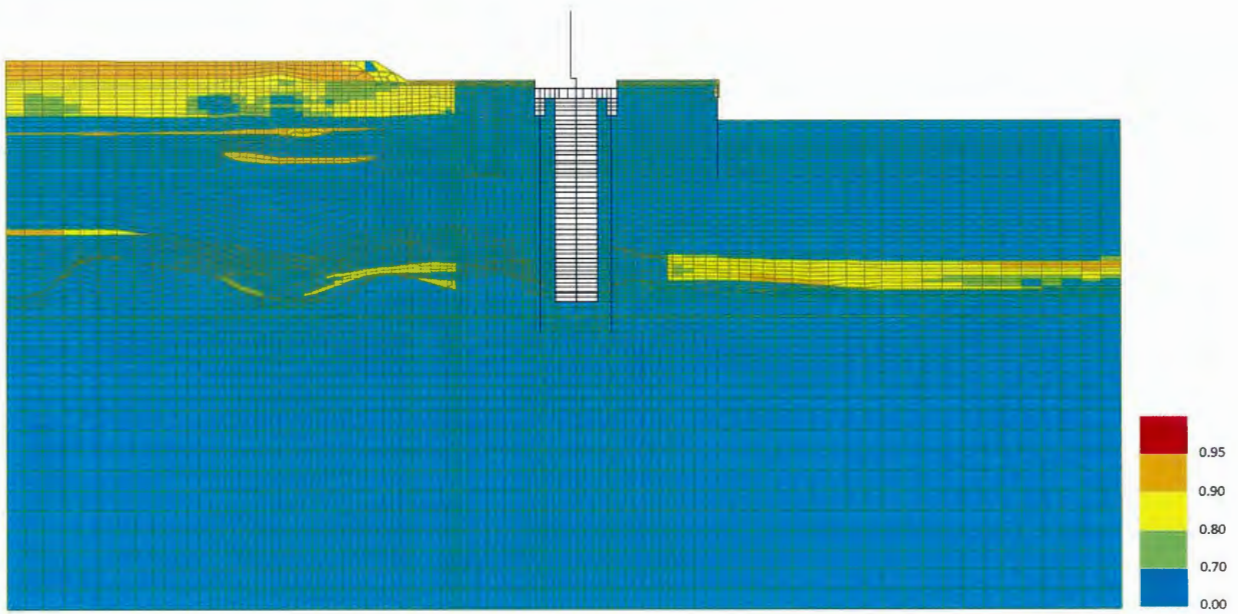


図 4.10-104 最大過剰間隙水圧比分布図 (②-②断面)  
( $S_s - 21$ )

(地盤ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)

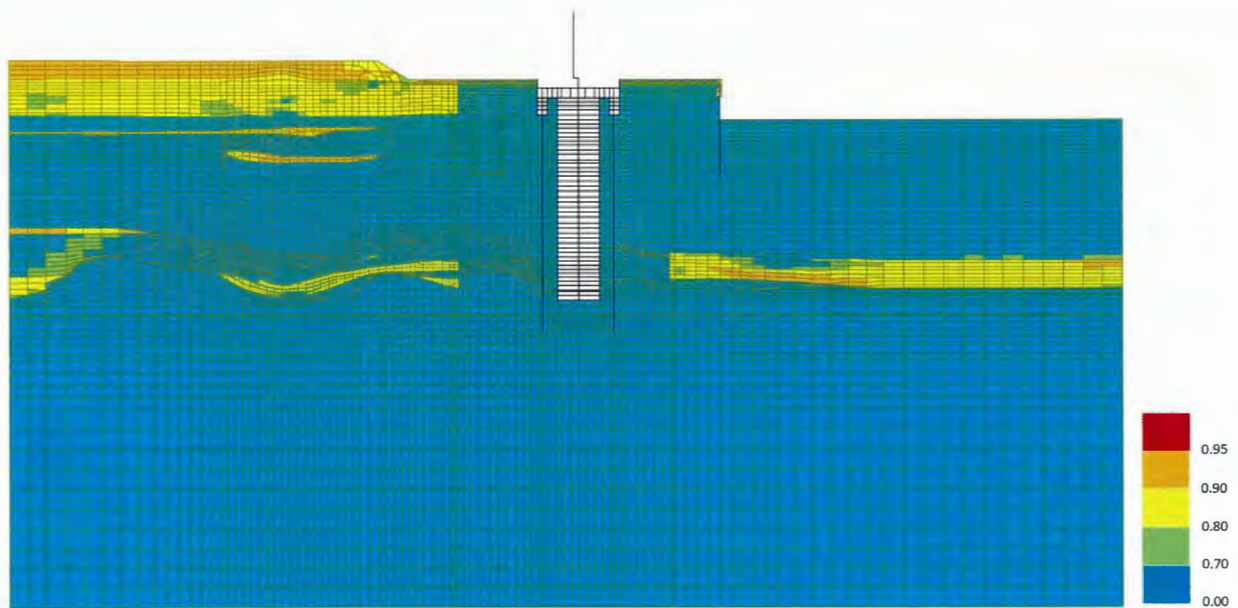


図 4.10-105 最大過剰間隙水圧比分布図 (②-②断面)  
( $S_s - 22$ )

(地盤ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)

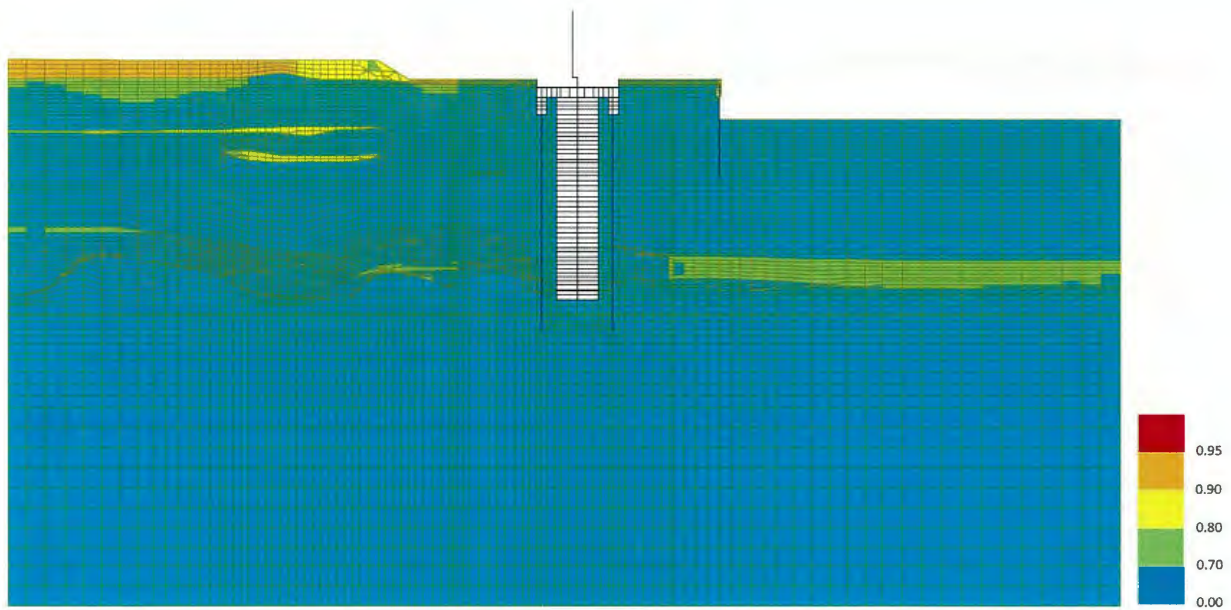


図 4.10-106 最大過剰間隙水圧比分布図 (②-②断面)

( $S_s - 31$  [H+, V+])

(地盤ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)

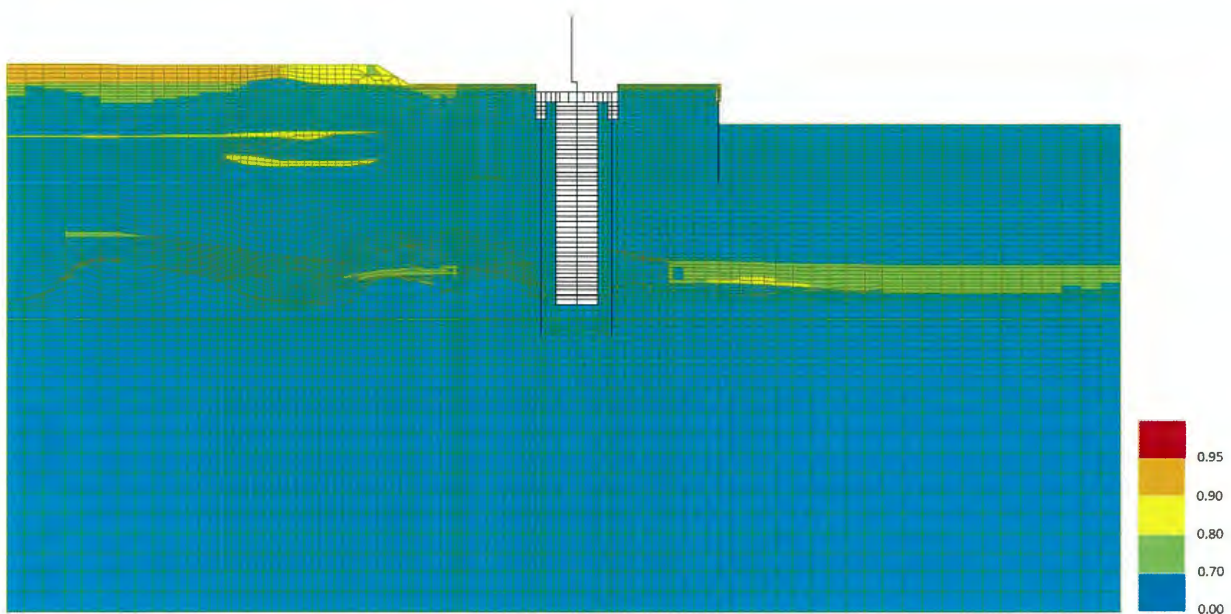


図 4.10-107 最大過剰間隙水圧比分布図 (②-②断面)

( $S_s - 31$  [H-, V+])

(地盤ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)



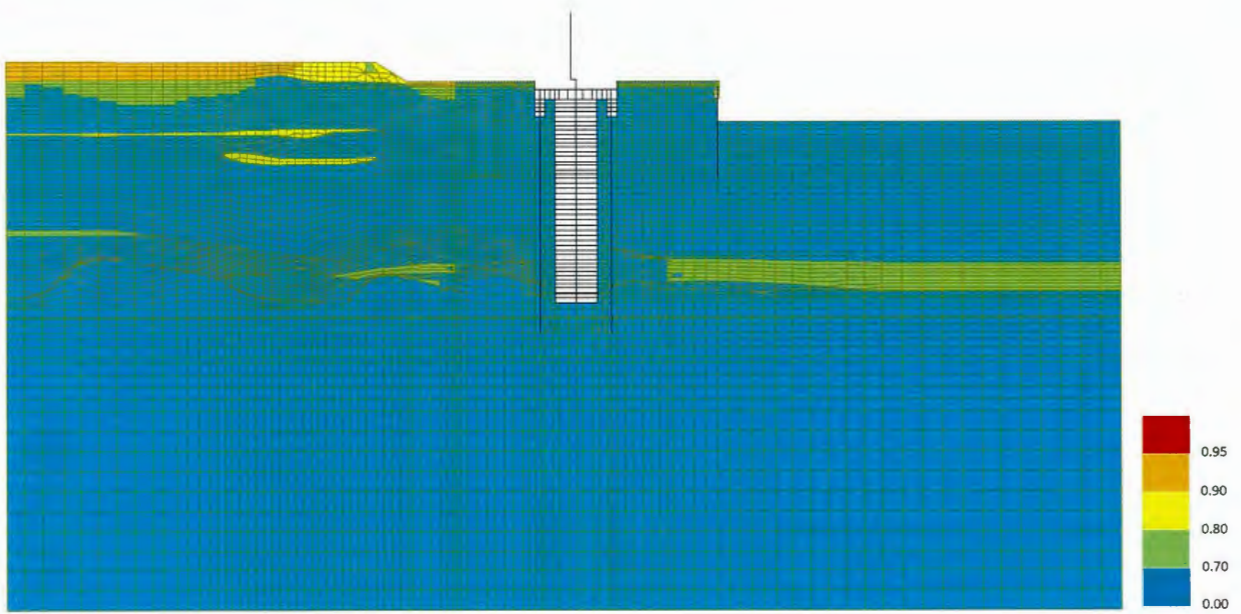


図 4.10-108 最大過剰間隙水圧比分布図 (②-②断面)

( $S_s - 31$  [H+, V+])

(地盤ケース②：地盤物性のばらつきを考慮 (+1 $\sigma$ ) した解析ケース)

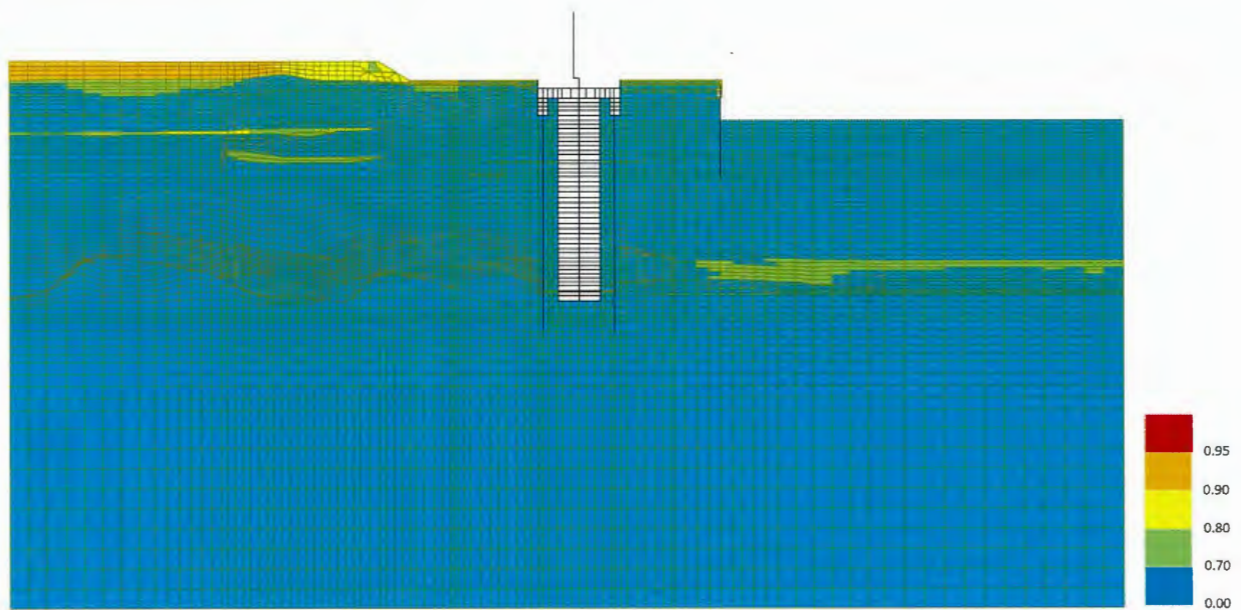


図 4.10-109 最大過剰間隙水圧比分布図 (②-②断面)

( $S_s - 31$  [H+, V+])

(地盤ケース③：地盤物性のばらつきを考慮 (-1 $\sigma$ ) した解析ケース)



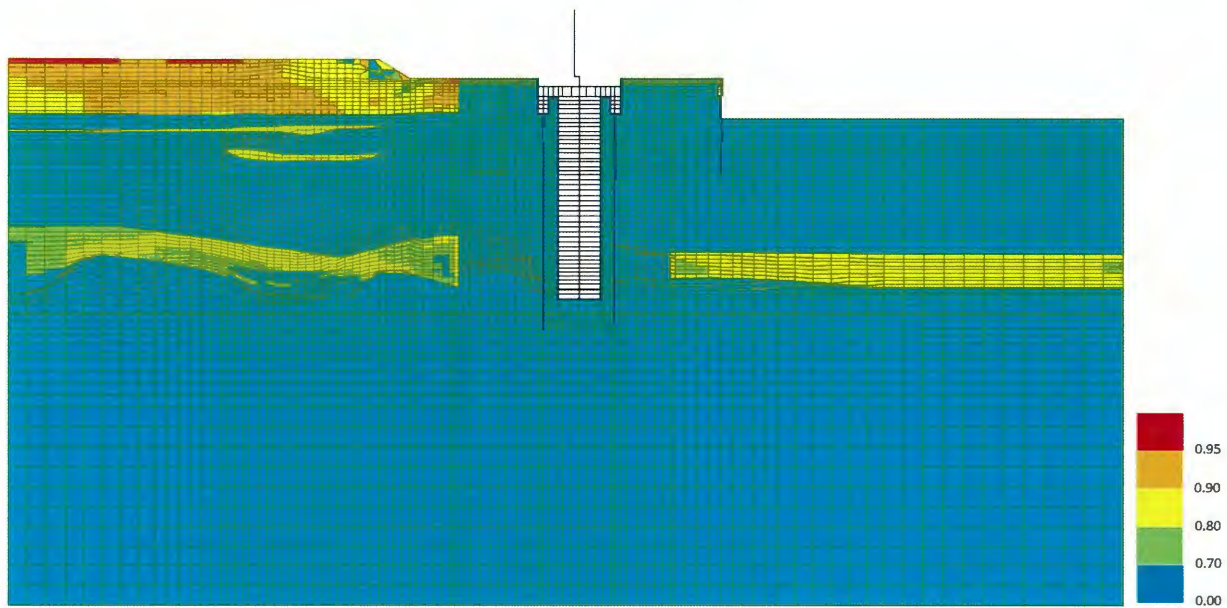


図 4.10-110 最大過剰間隙水圧比分布図 (②-②断面)  
( $S_s - 31$  [H+, V+])

(地盤ケース④：敷地に存在しない豊浦標準砂の液状化強度特性により  
地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース)

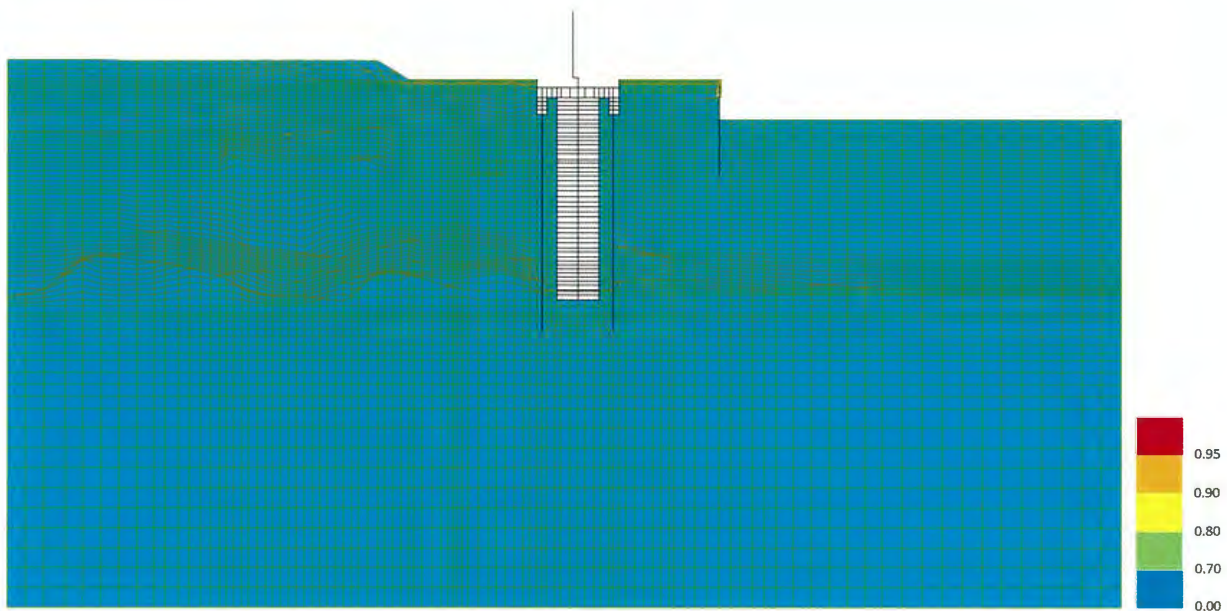


図 4.10-111 最大過剰間隙水圧比分布図 (②-②断面)  
( $S_s - 31$  [H+, V+])

(地盤ケース⑤：原地盤において非液状化の条件を仮定した解析ケース)

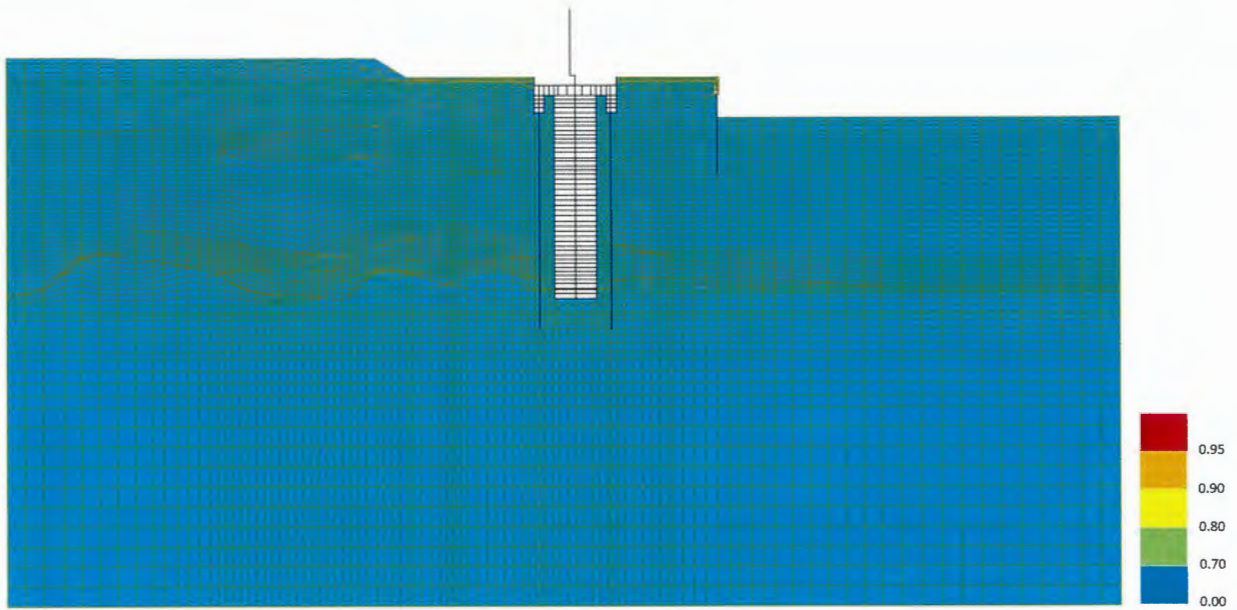


図 4.10-112 最大過剰間隙水圧比分布図 (②-②断面)  
( $S_s - 31$  [H+, V+])

(地盤ケース⑥：地盤物性のばらつきを考慮 (+1 $\sigma$ ) して  
非液状化の条件を仮定した解析ケース)

#### 4. 10. 3 最大水平加速度分布

各要素に発生した水平方向の加速度応答分布を確認するため、各基準地震動における最大水平加速度分布を図 4. 10-113～図 4. 10-168 に示す。

堤軸方向断面（①－①断面）については、最大水平加速度は全体的に  $4\sim 500\text{ m/sec}^2$  程度であり、極端な増幅は見られない。敷地に存在しない豊浦標準砂の液状化強度特性により地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケースでは、深部の最大加速度が大きく、地表面付近で低減するのに対し、地盤の非液状化を仮定したケースでは全体的に小さめの値となっている。

堤軸直交方向断面（②－②断面，③－③断面）では、せん断ひずみの分布状況に対応して地表面付近での増幅が見られる。また、護岸や鋼管杭といった剛性の急変部に局所的な加速度の増幅が確認されるが、その範囲は限定的である。



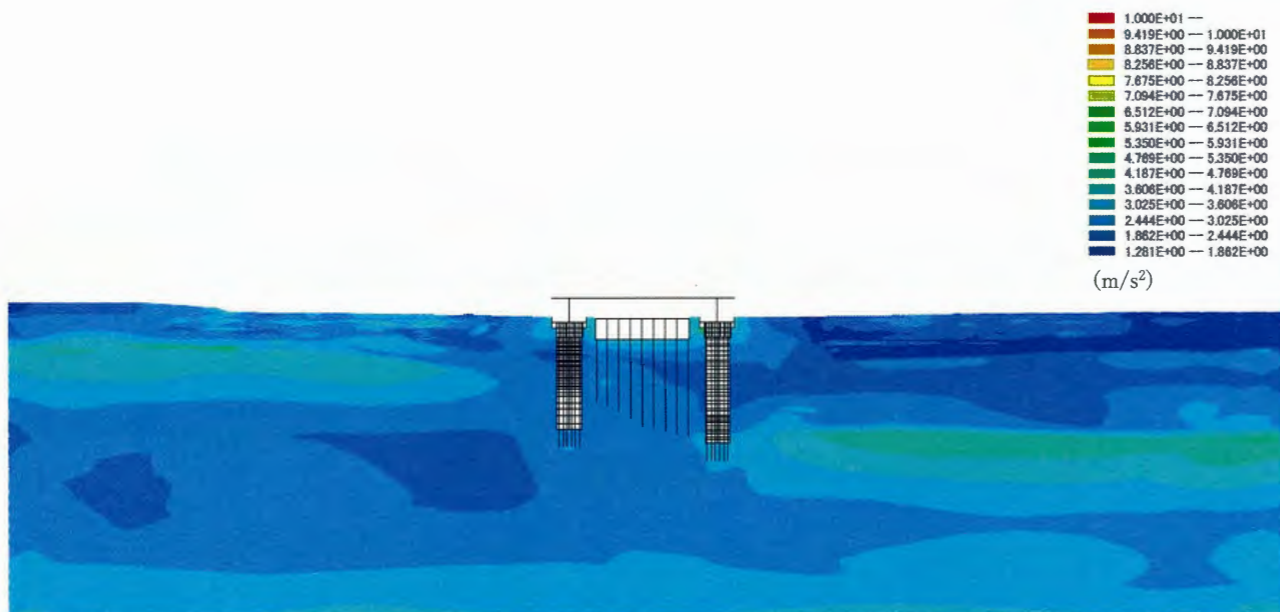


図 4.10-113 最大水平加速度分布図 (①-①断面)

( $S_s - D1$  [H+, V+])

(地盤ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)

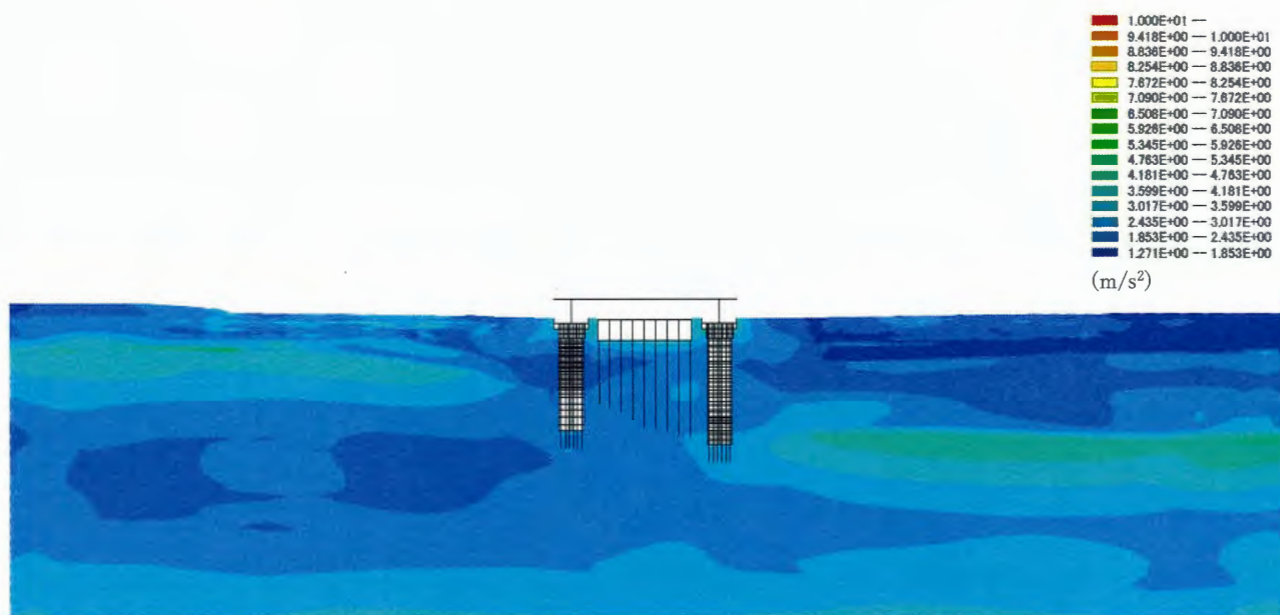


図 4.10-114 最大水平加速度分布図 (①-①断面)

( $S_s - D1$  [H+, V-])

(地盤ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)

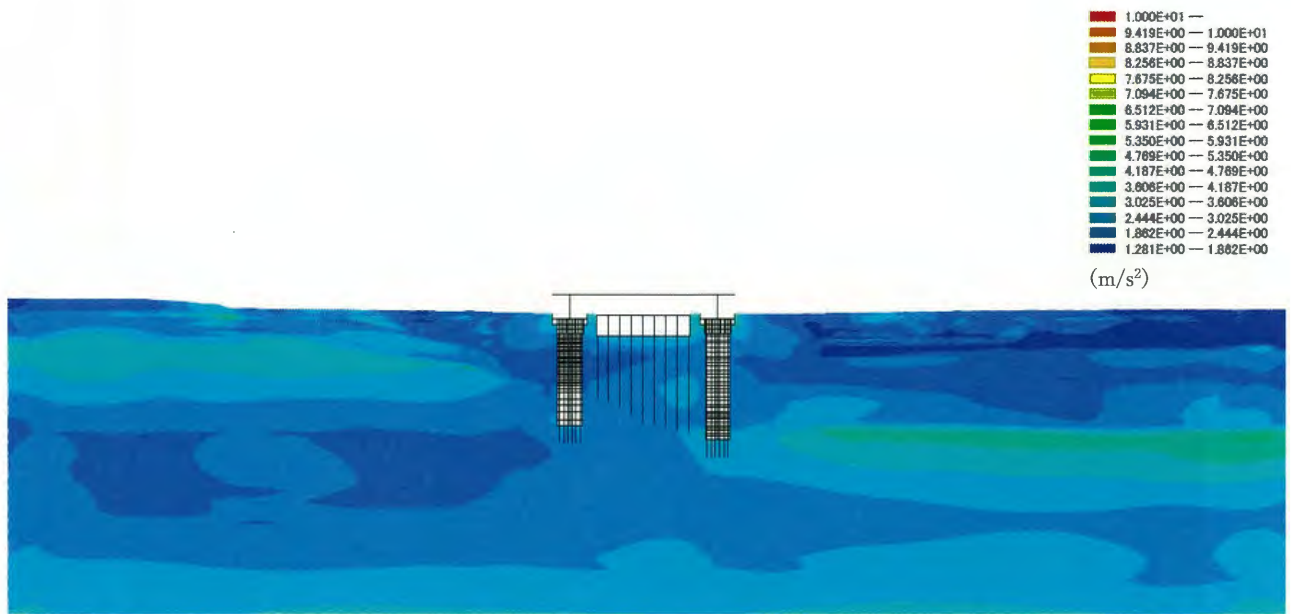


図 4.10-115 最大水平加速度分布図 (①-①断面)

( $S_s$ -D 1 [H-, V+])

(地盤ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)

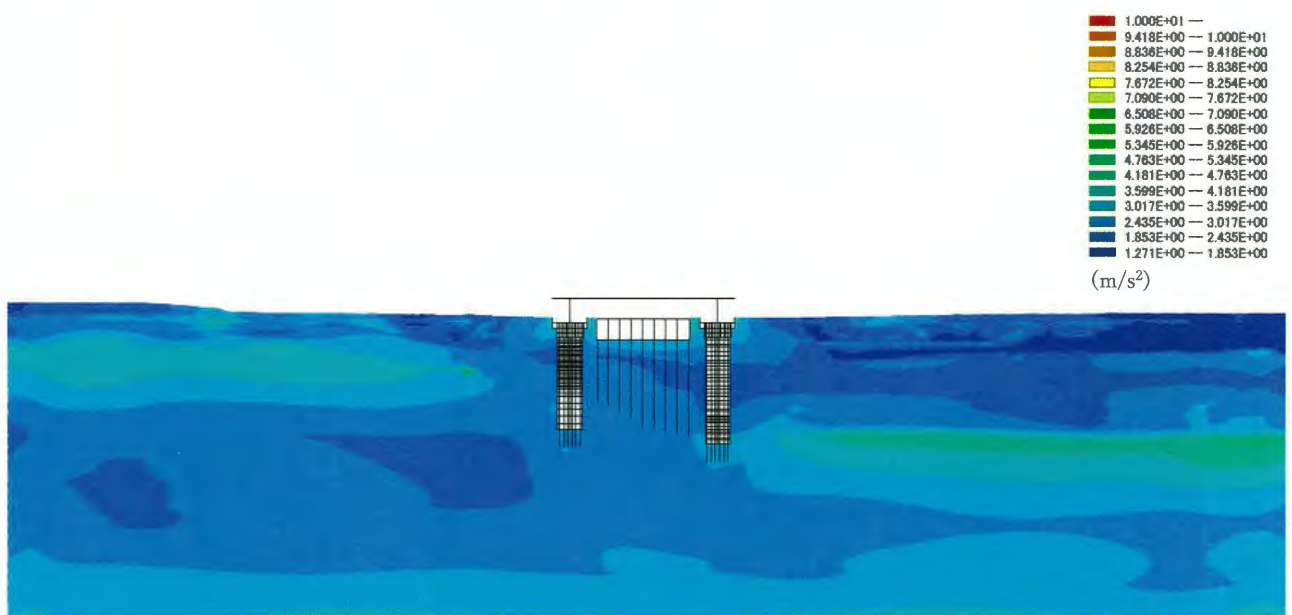


図 4.10-116 最大水平加速度分布図 (①-①断面)

( $S_s$ -D 1 [H-, V-])

(地盤ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)

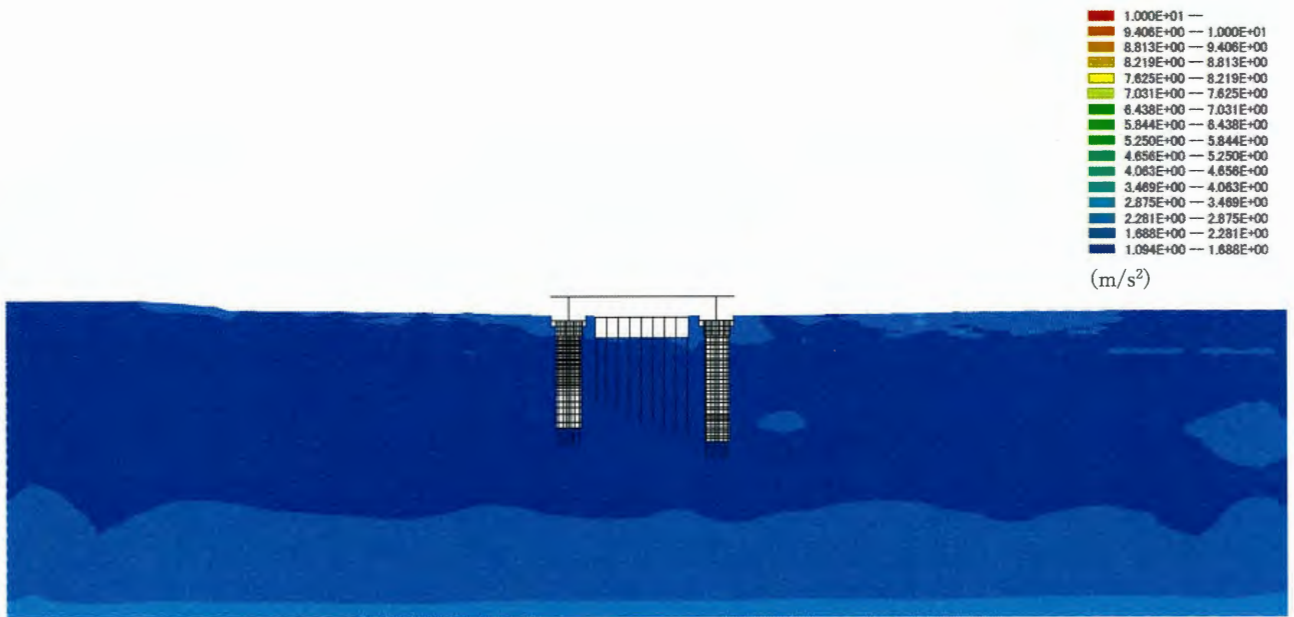


図 4.10-117 最大水平加速度分布図 (①-①断面)

( $S_s - 11$ )

(地盤ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)

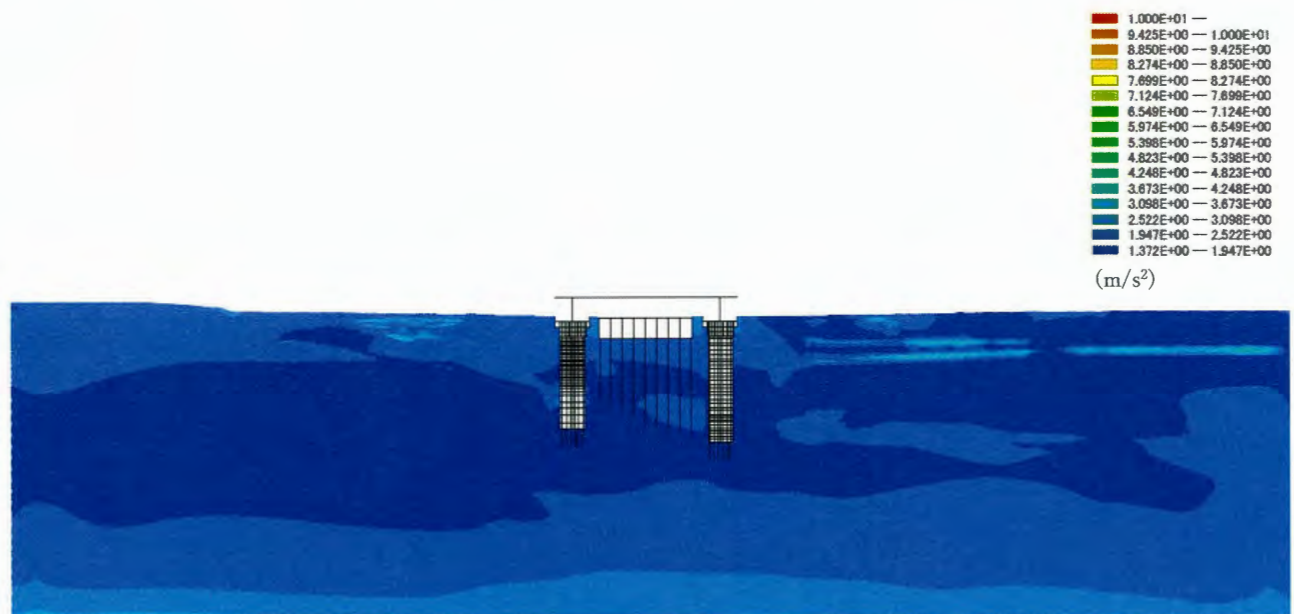


図 4.10-118 最大水平加速度分布図 (①-①断面)

( $S_s - 12$ )

(地盤ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)



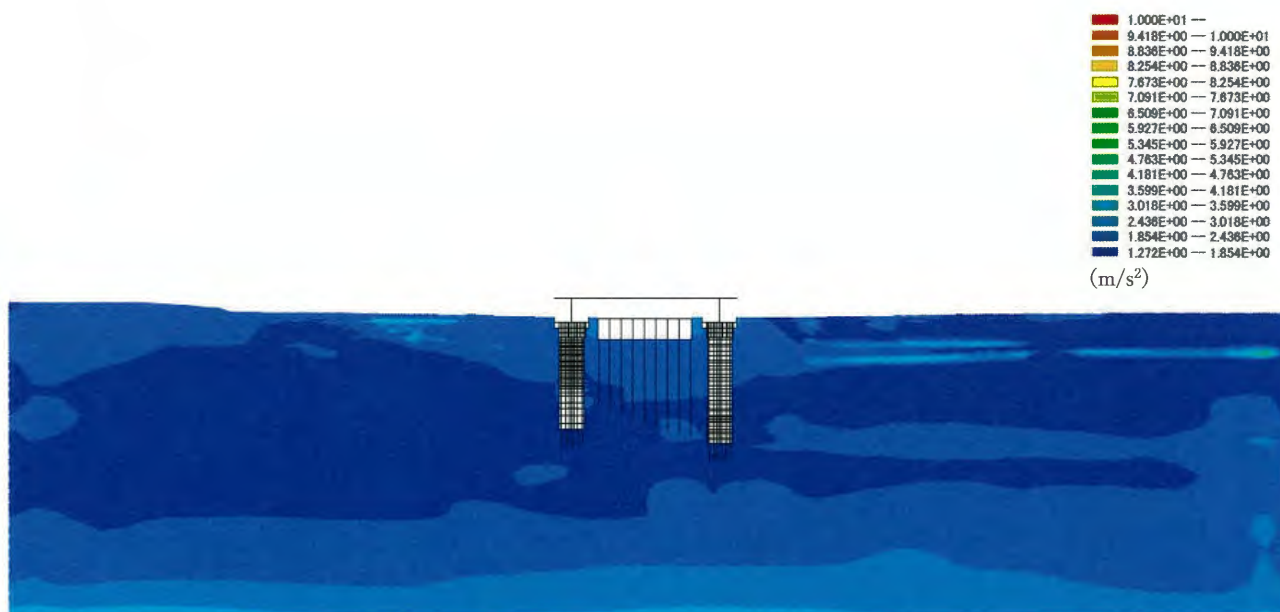


図 4.10-119 最大水平加速度分布図 (①-①断面)  
( $S_s - 13$ )

(地盤)ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)

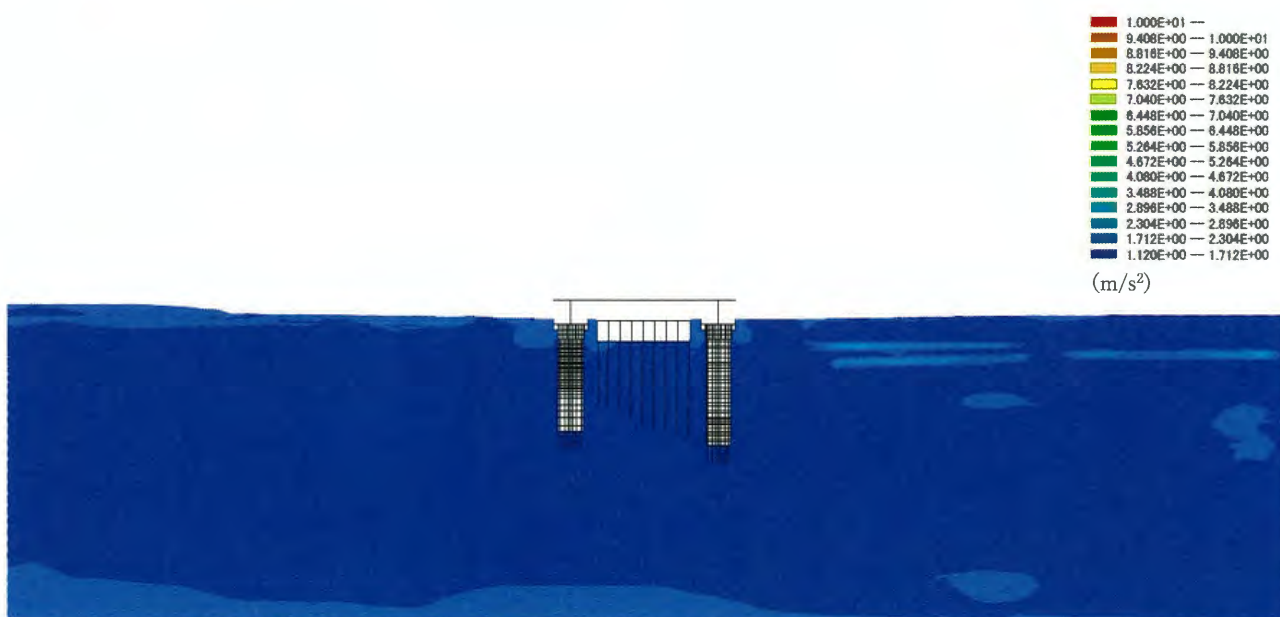


図 4.10-120 最大水平加速度分布図 (①-①断面)  
( $S_s - 14$ )

(地盤)ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)

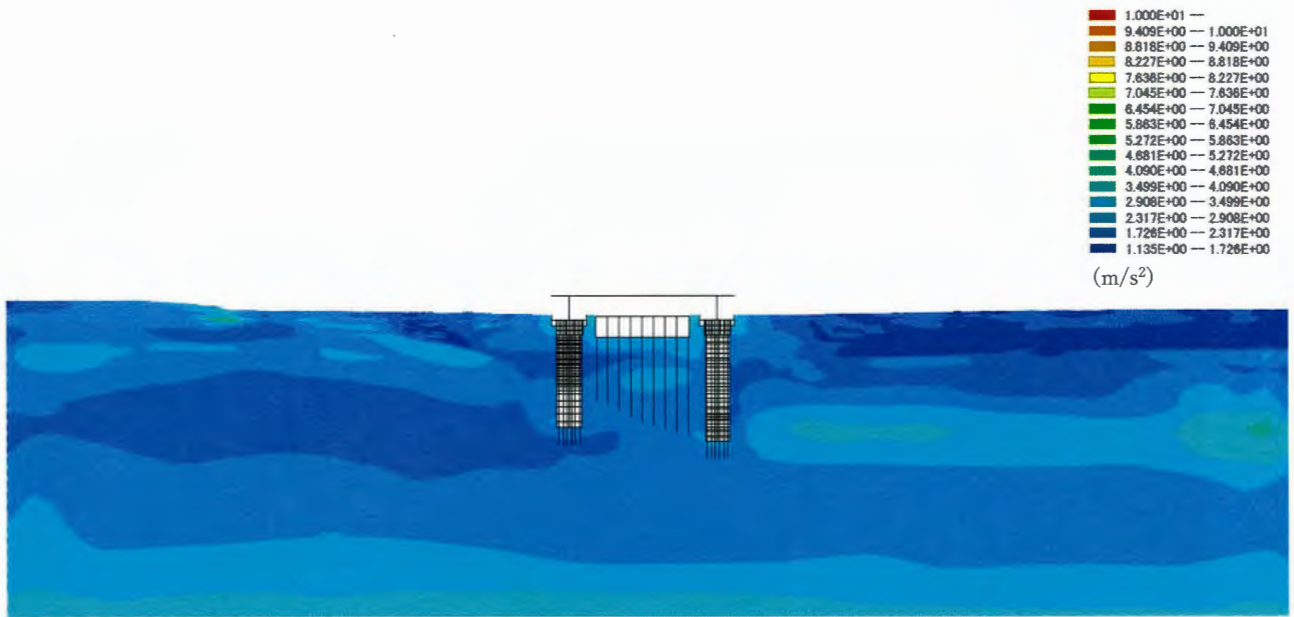


図 4.10-121 最大水平加速度分布図 (①-①断面)

( $S_s - 21$ )

(地盤ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)

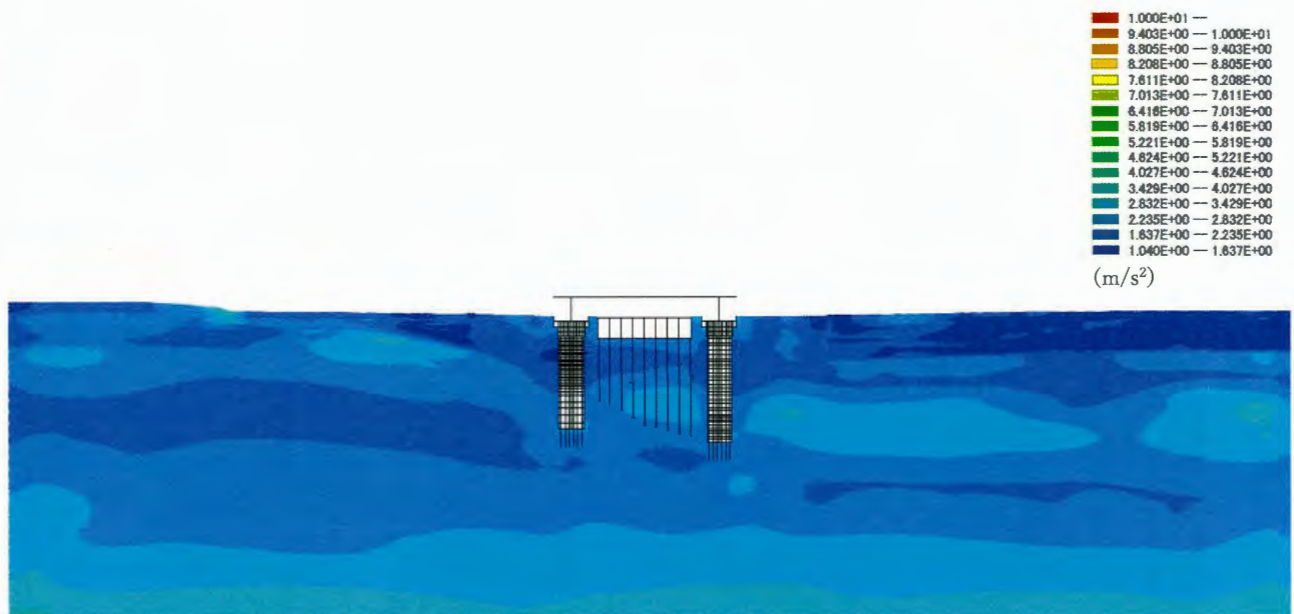


図 4.10-122 最大水平加速度分布図 (①-①断面)

( $S_s - 22$ )

(地盤ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)

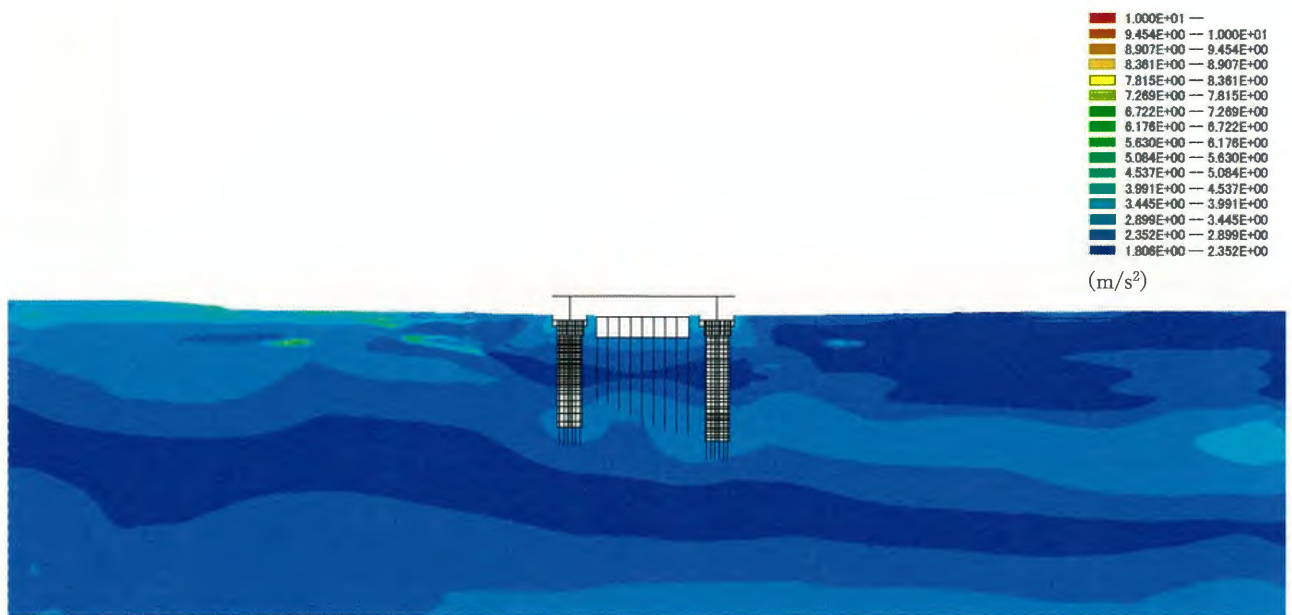


図 4.10-123 最大水平加速度分布図 (①-①断面)

( $S_s - 31$  [H+, V+])

(地盤ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)

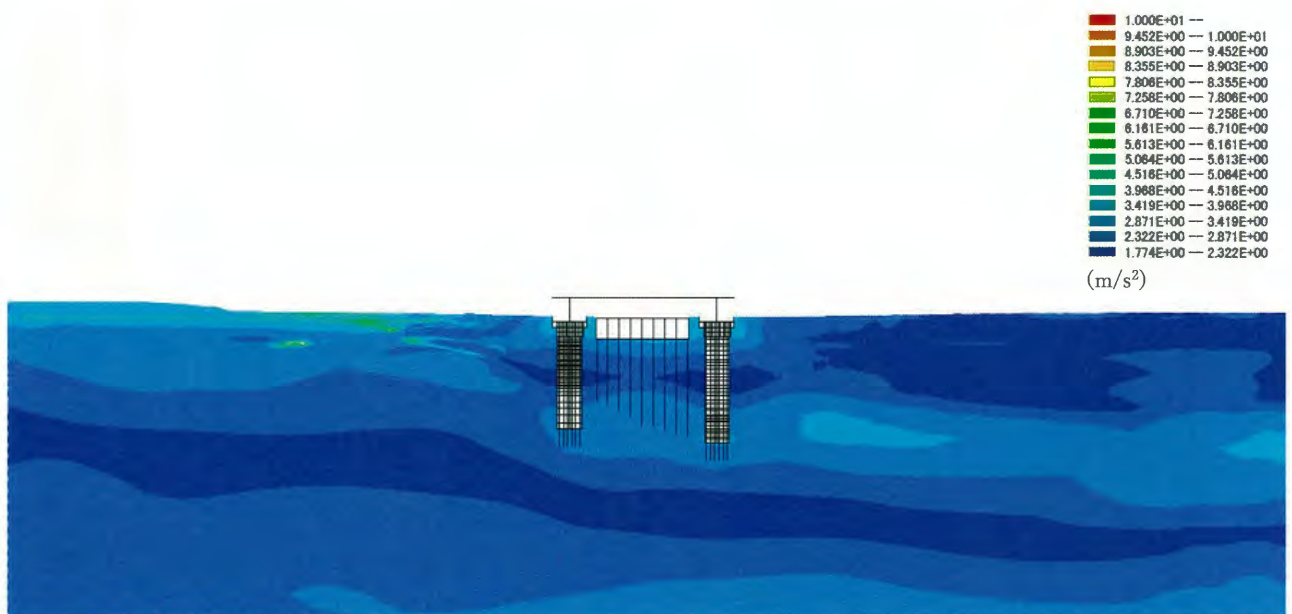


図 4.10-124 最大水平加速度分布図 (①-①断面)

( $S_s - 31$  [H-, V+])

(地盤ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)



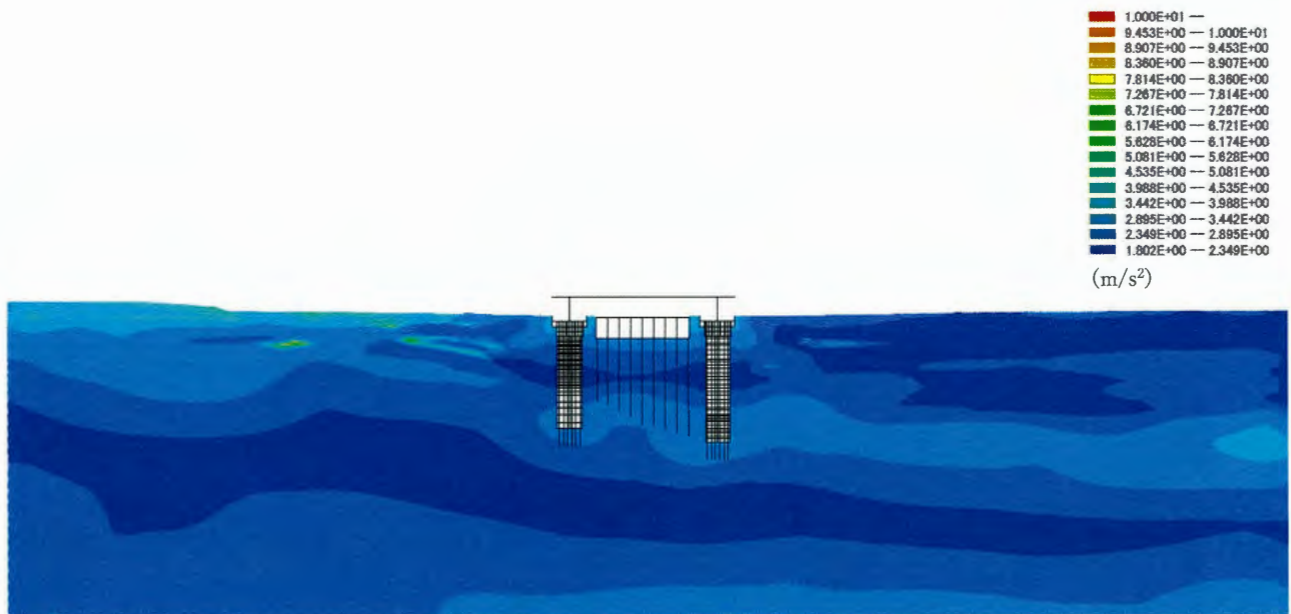


図 4.10-125 最大水平加速度分布図 (①-①断面)

( $S_s - 31$  [H+, V+])

(地盤ケース②：地盤物性のばらつきを考慮 (+1  $\sigma$ ) した解析ケース)

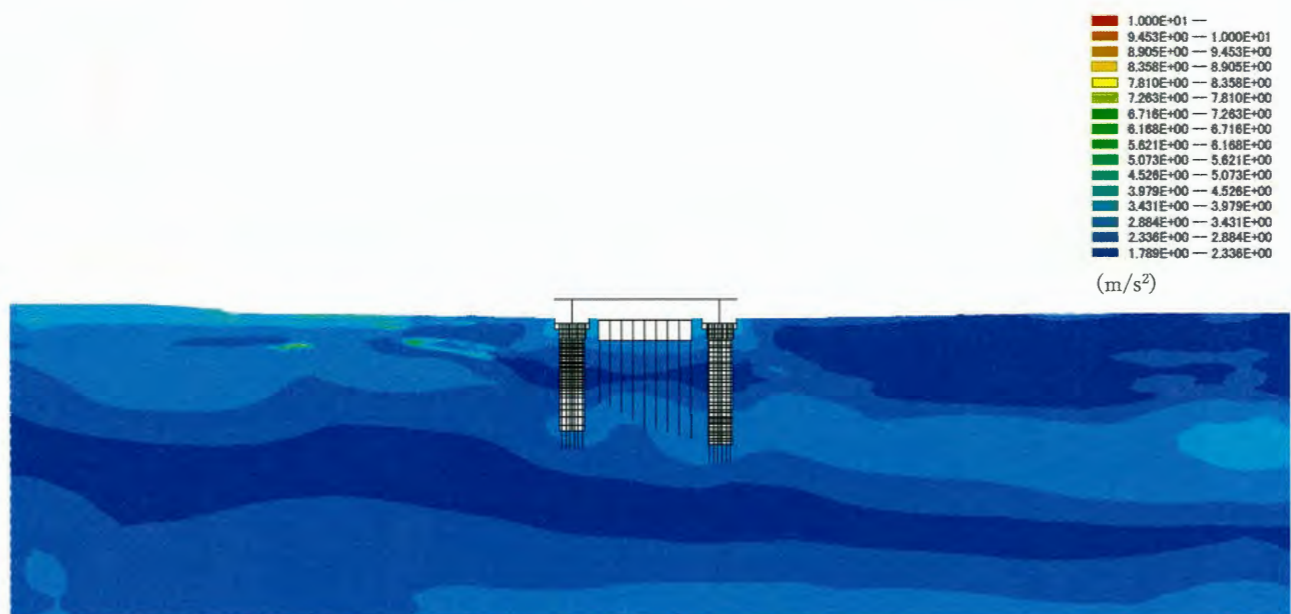


図 4.10-126 最大水平加速度分布図 (①-①断面)

( $S_s - 31$  [H+, V+])

(地盤ケース③：地盤物性のばらつきを考慮 (-1  $\sigma$ ) した解析ケース)

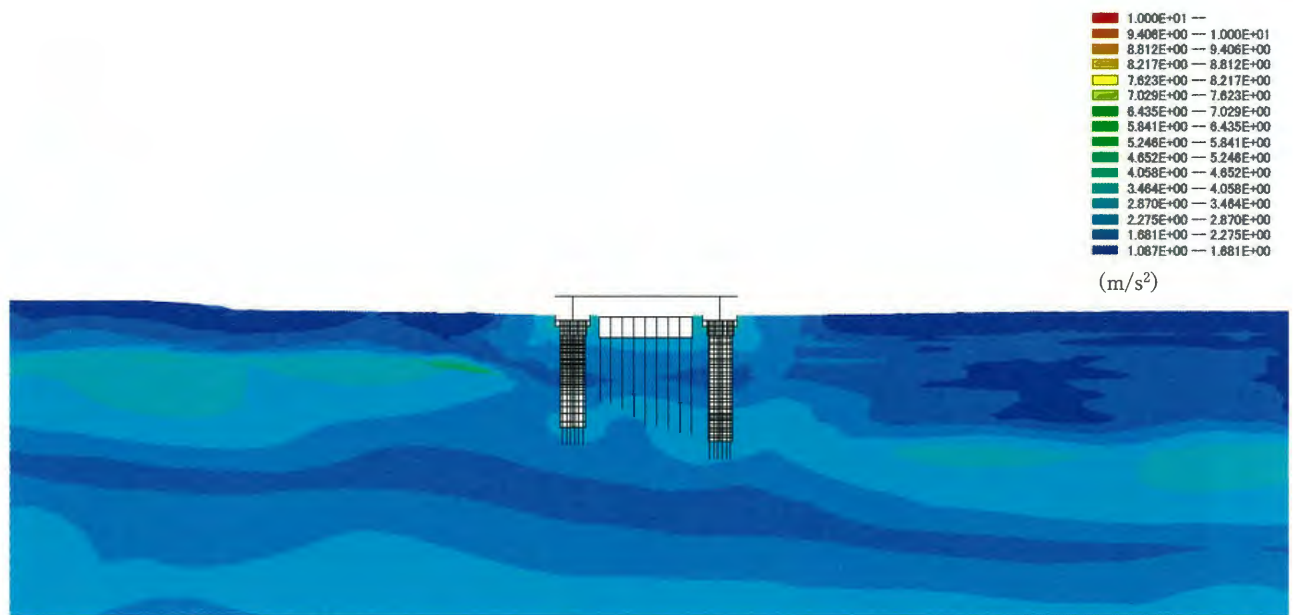


図 4.10-127 最大水平加速度分布図 (①-①断面)  
( $S_s - 31$  [H+, V+])

(地盤ケース④：敷地に存在しない豊浦標準砂の液状化強度特性により  
地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース)

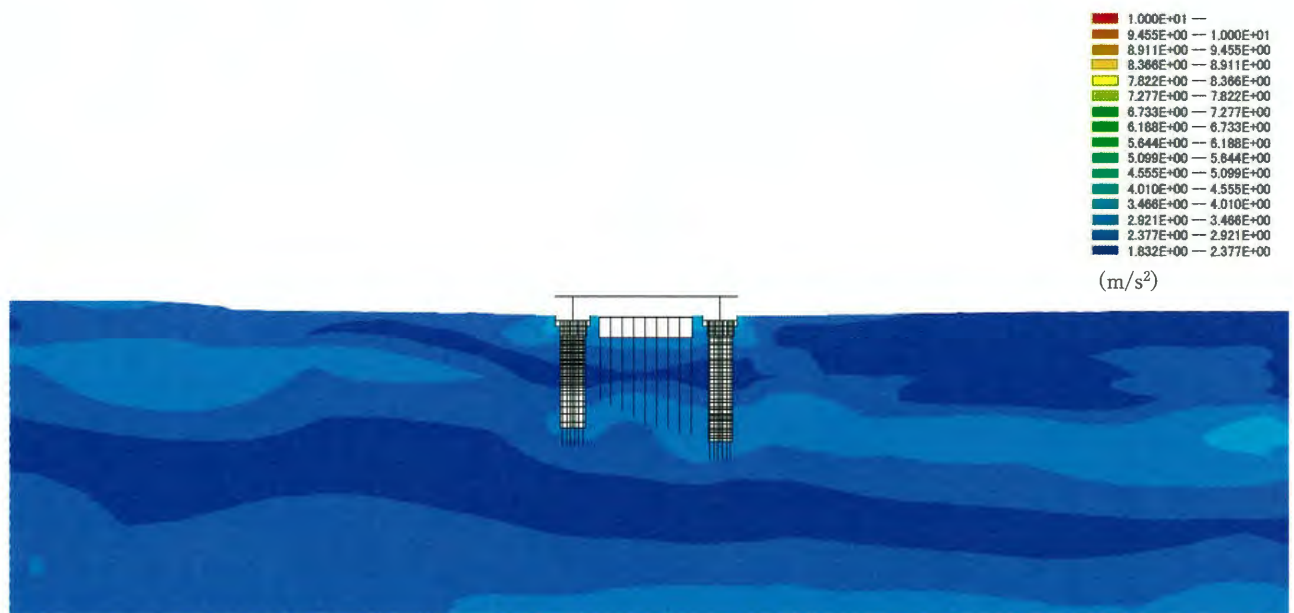


図 4.10-128 最大水平加速度分布図 (①-①断面)  
( $S_s - 31$  [H+, V+])

(地盤ケース⑤：原地盤において非液状化の条件を仮定した解析ケース)

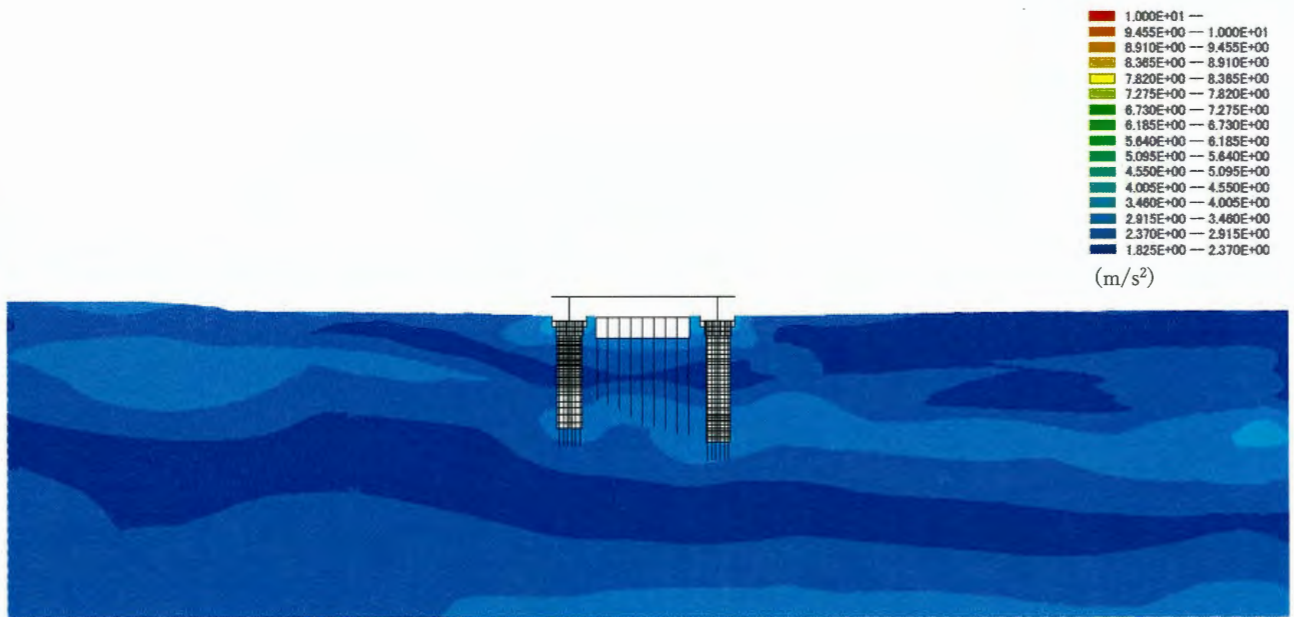


図 4.10-129 最大水平加速度分布図 (①-①断面)

( $S_s - 3.1$  [H+, V+])

(地盤ケース⑥：地盤物性のばらつきを考慮 (+1σ) して  
非液化化の条件を仮定した解析ケース)



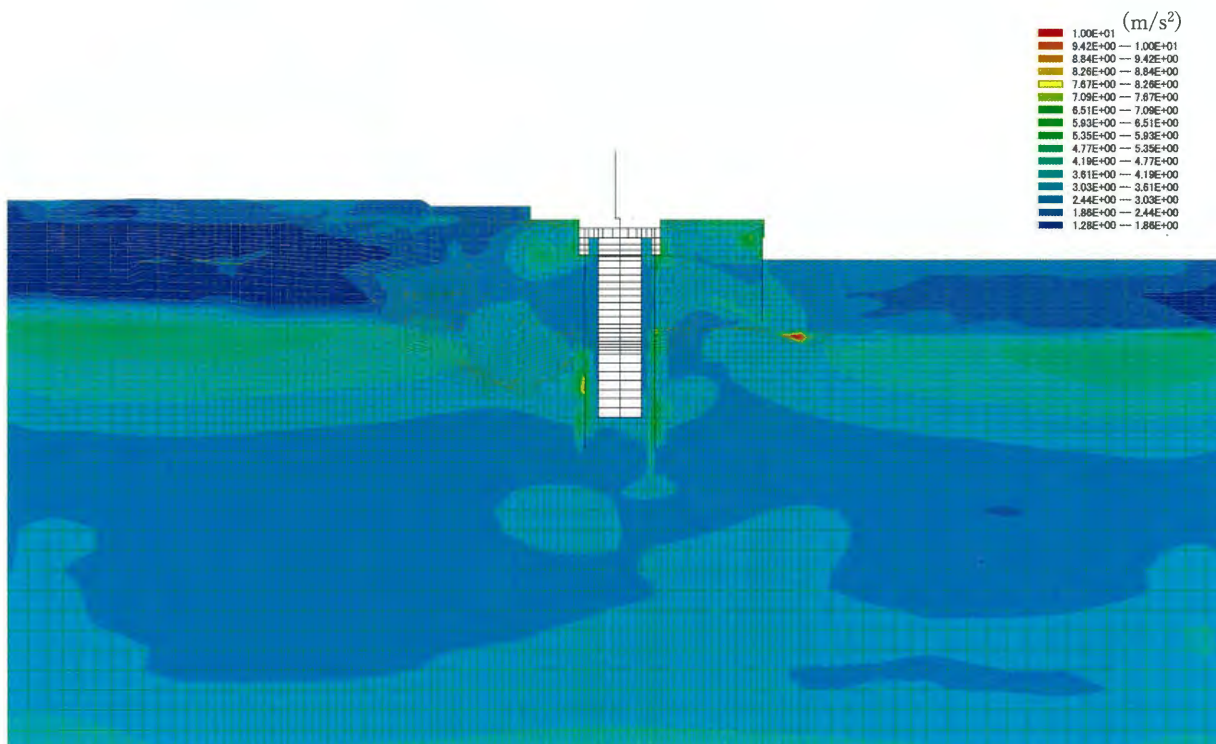


図 4.10-130 最大水平加速度分布図 (③-③断面)

( $S_s$ -D1 [H+, V+])

(地盤ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)

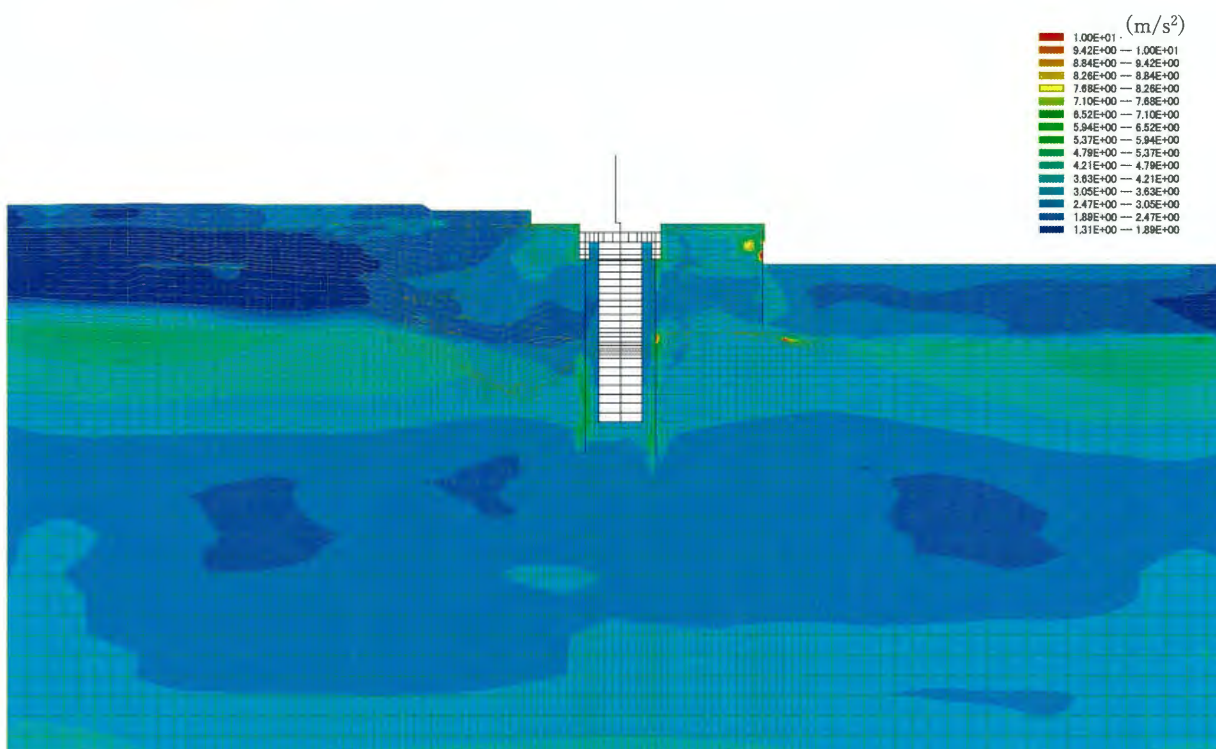


図 4.10-131 最大水平加速度分布図 (③-③断面)

( $S_s$ -D1 [H+, V-])

(地盤ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)

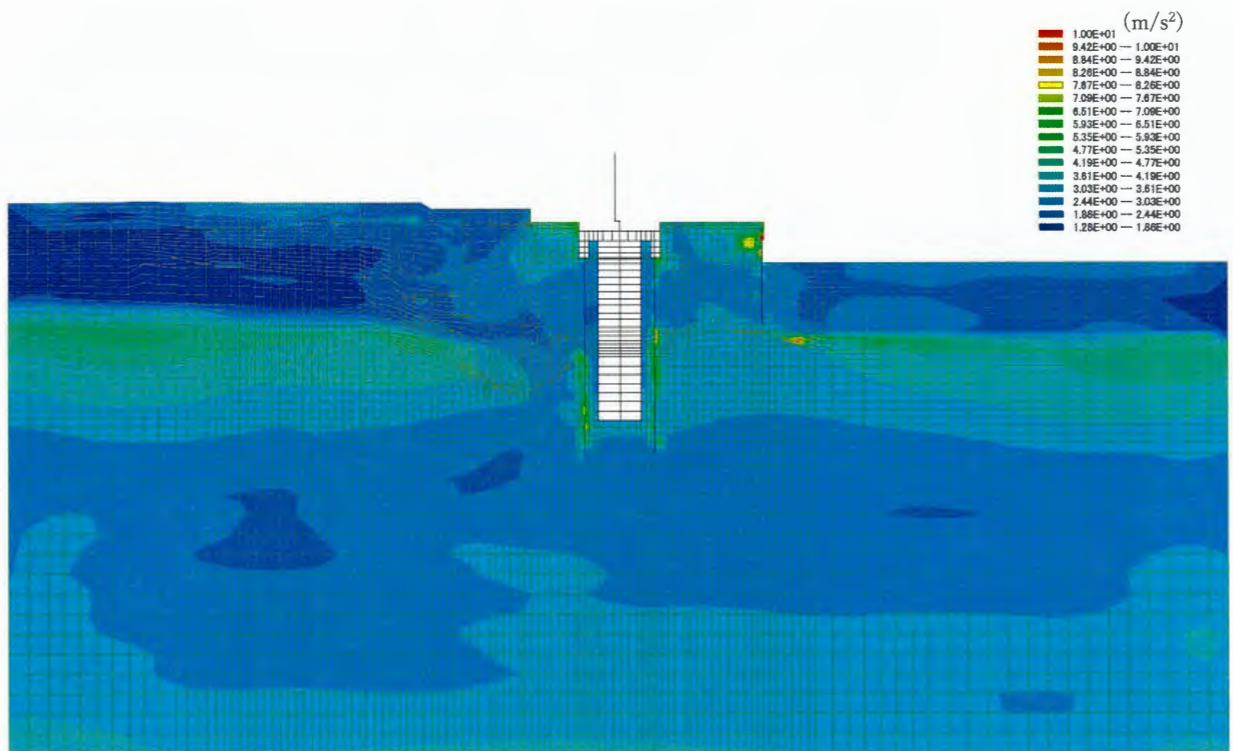


図 4.10-132 最大水平加速度分布図 (③-③断面)

( $S_s$ -D1 [H-, V+])

(地盤ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)

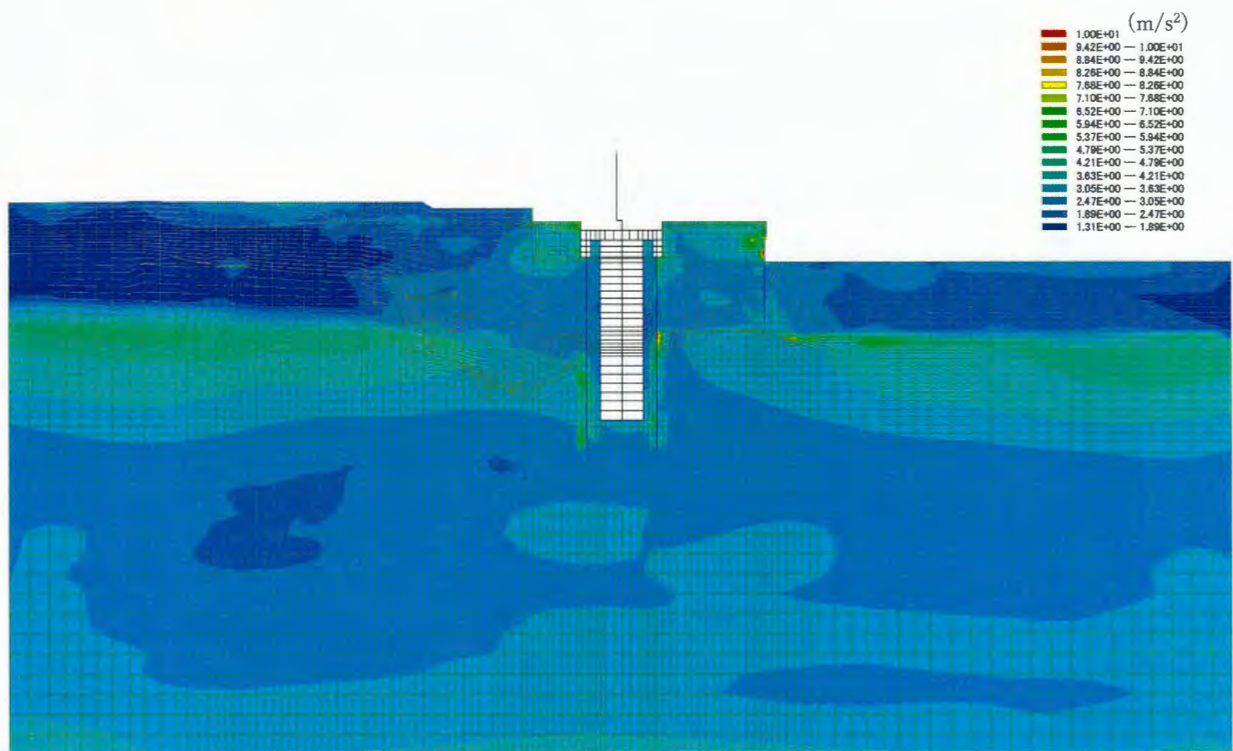


図 4.10-133 最大水平加速度分布図 (③-③断面)

( $S_s$ -D1 [H-, V-])

(地盤ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)



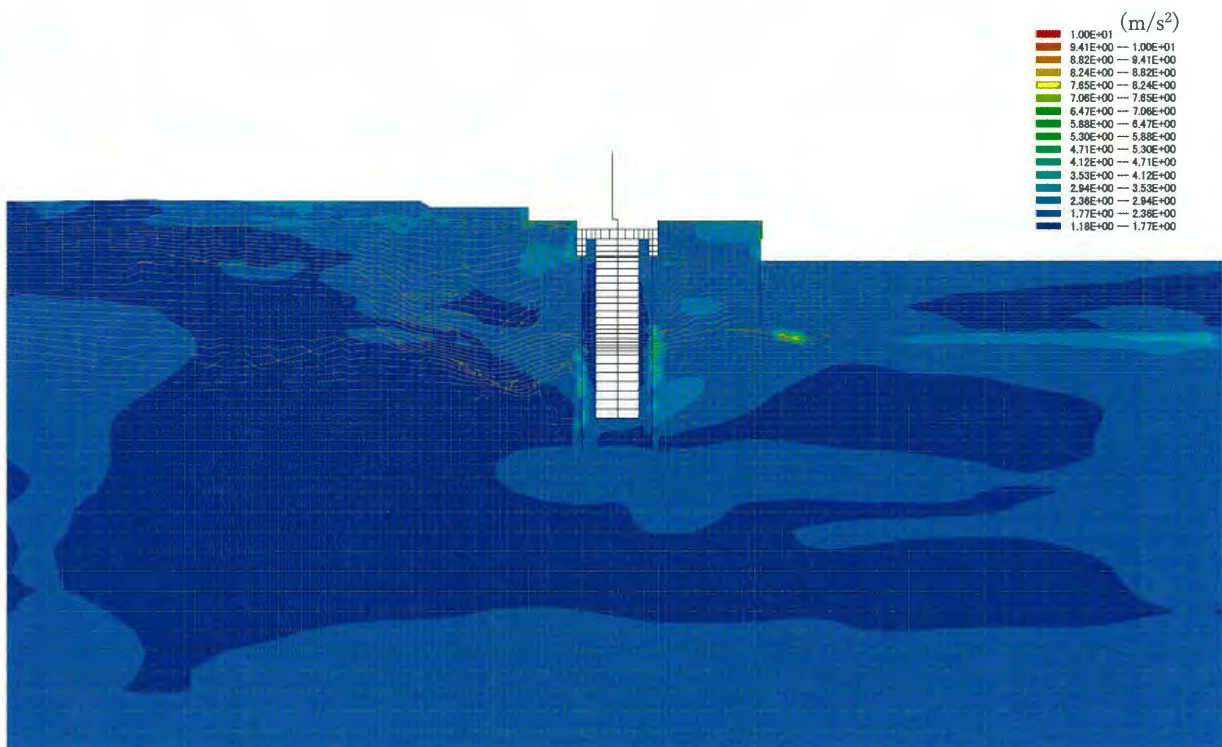


図 4.10-134 最大水平加速度分布図 (③-③断面)  
( $S_s - 11$ )

(地盤ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)

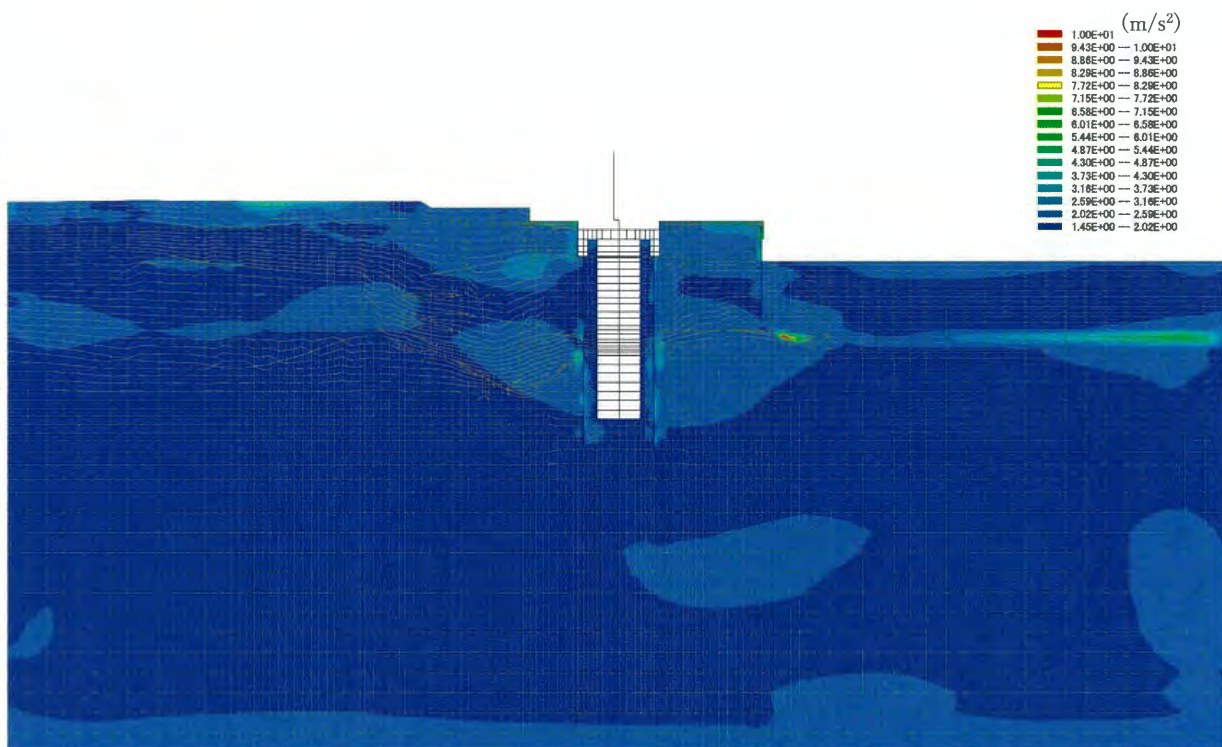


図 4.10-135 最大水平加速度分布図 (③-③断面)  
( $S_s - 12$ )

(地盤ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)



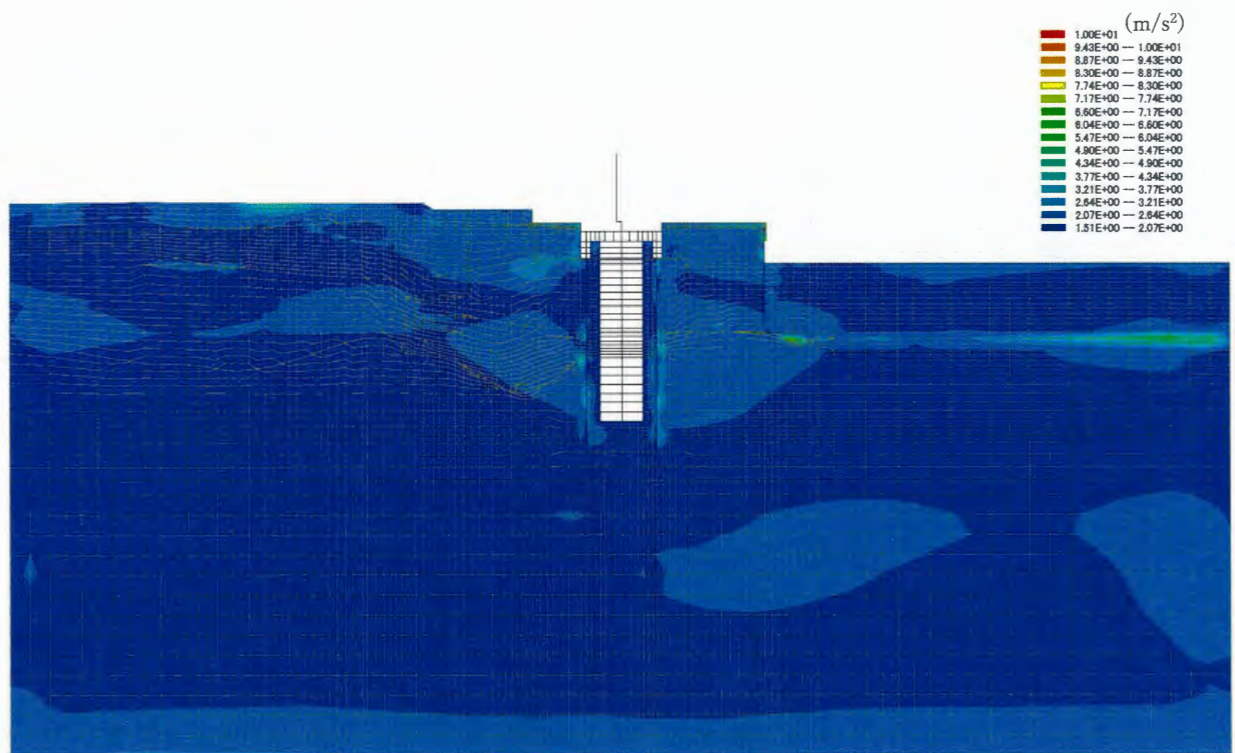


図 4.10-136 最大水平加速度分布図 (③-③断面)

( $S_s - 13$ )

(地盤ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)

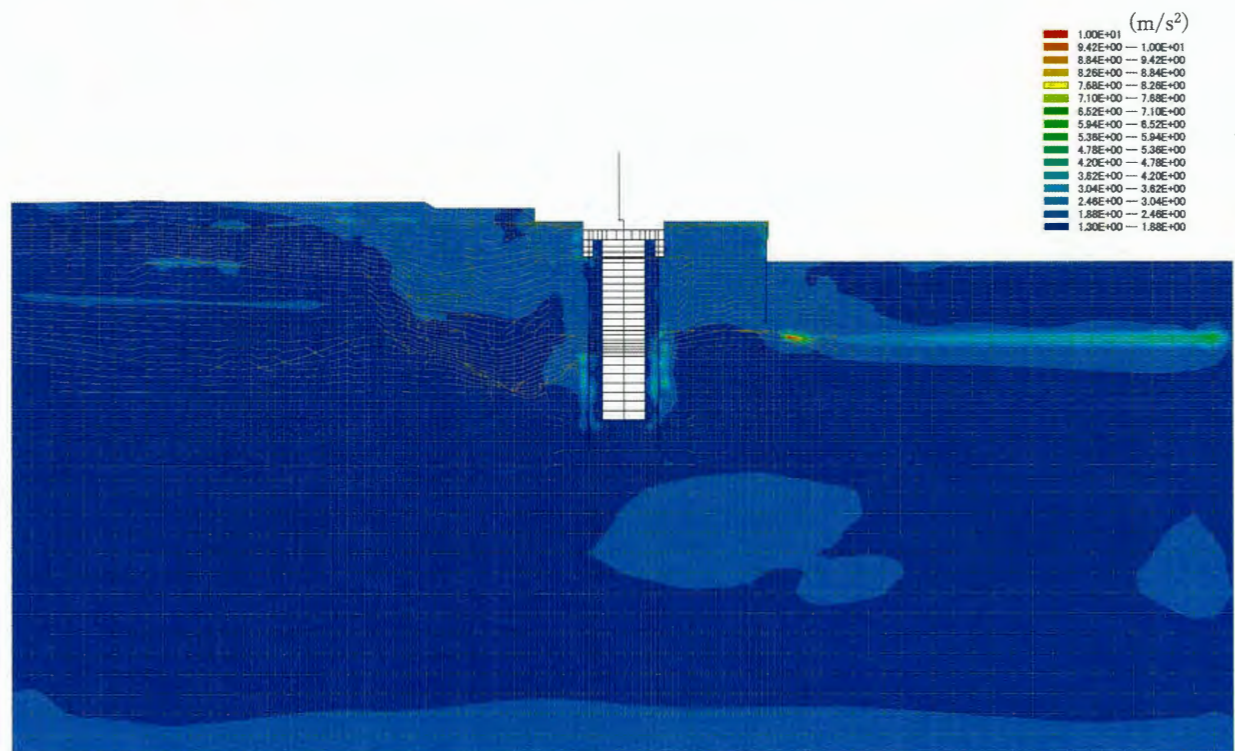


図 4.10-137 最大水平加速度分布図 (③-③断面)

( $S_s - 14$ )

(地盤ケース②：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)

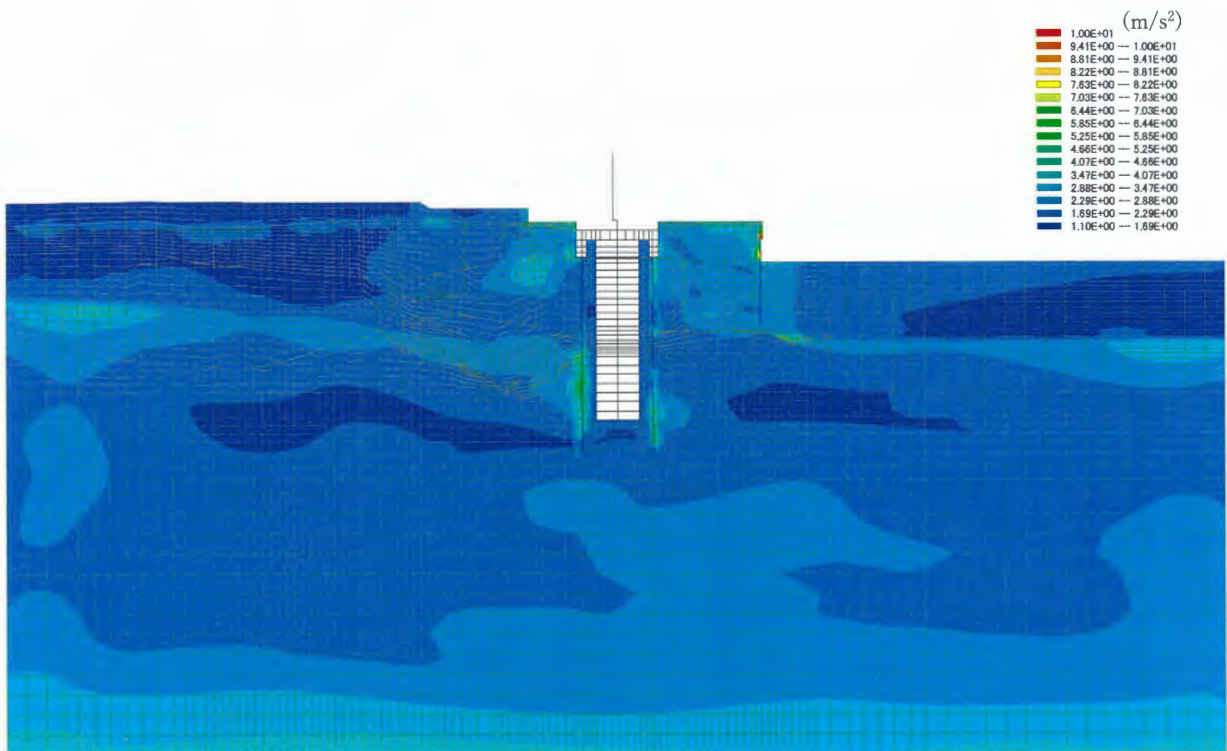


図 4.10-138 最大水平加速度分布図 (③-③断面)  
(S<sub>s</sub>-21)

(地盤ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)

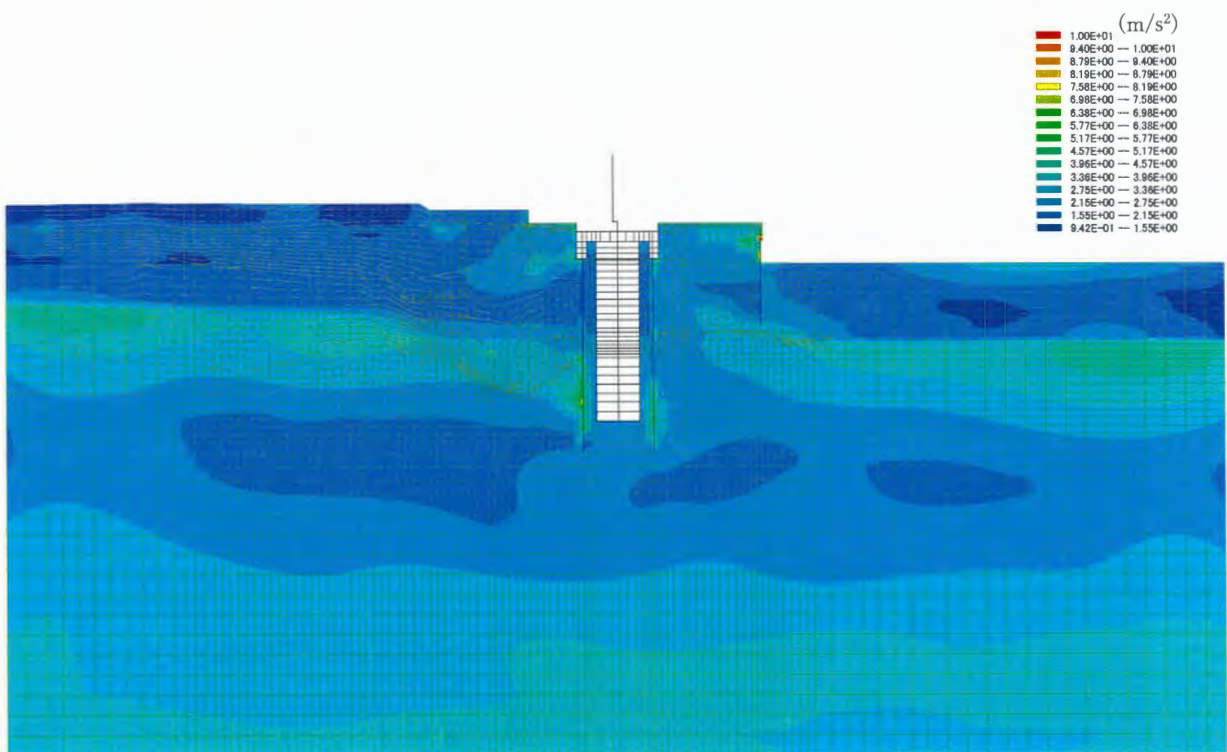


図 4.10-139 最大水平加速度分布図 (③-③断面)  
(S<sub>s</sub>-22)

(地盤ケース②：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)



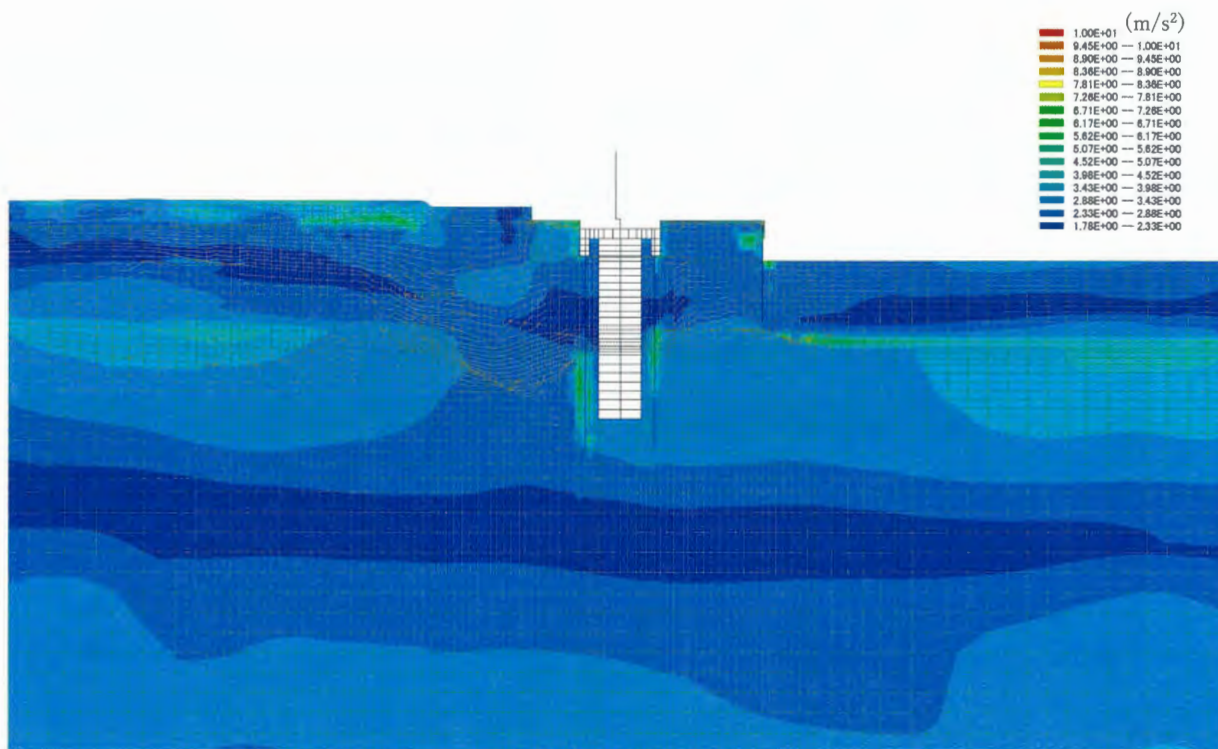


図 4.10-140 最大水平加速度分布図 (③-③断面)

( $S_s - 31$  [H+, V+])

(地盤ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)

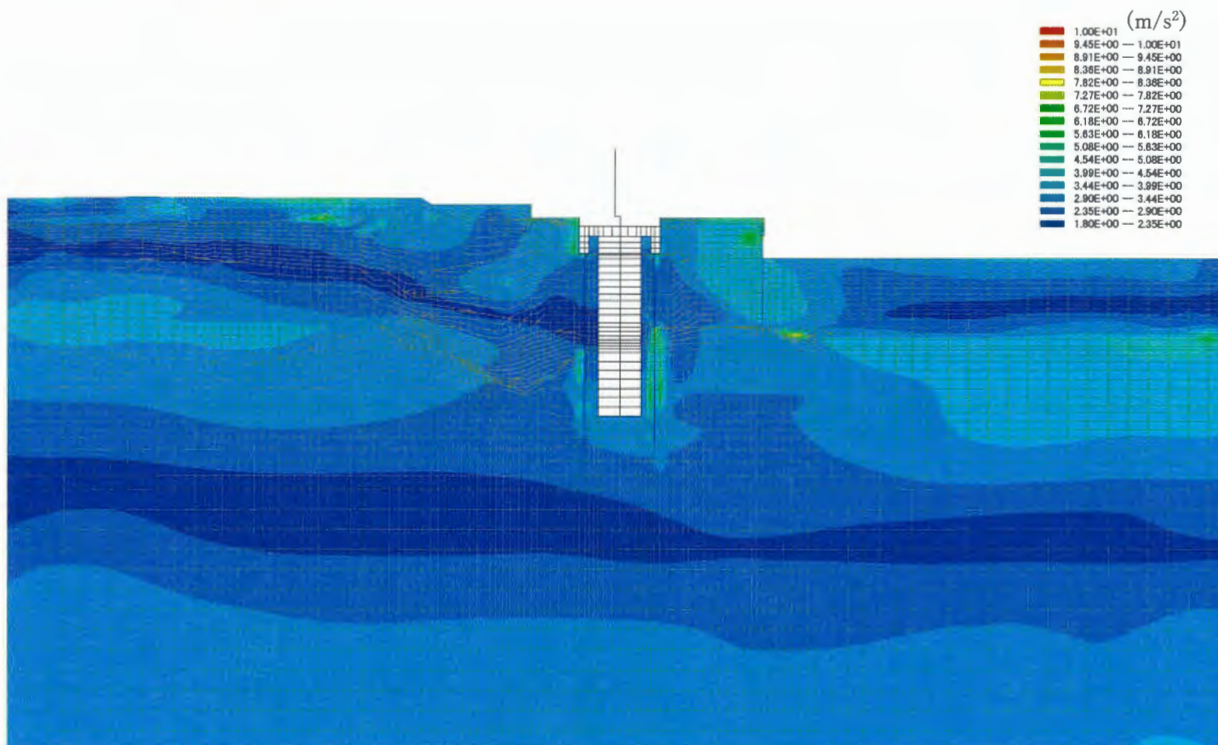


図 4.10-141 最大水平加速度分布図 (③-③断面)

( $S_s - 31$  [H-, V+])

(地盤ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)



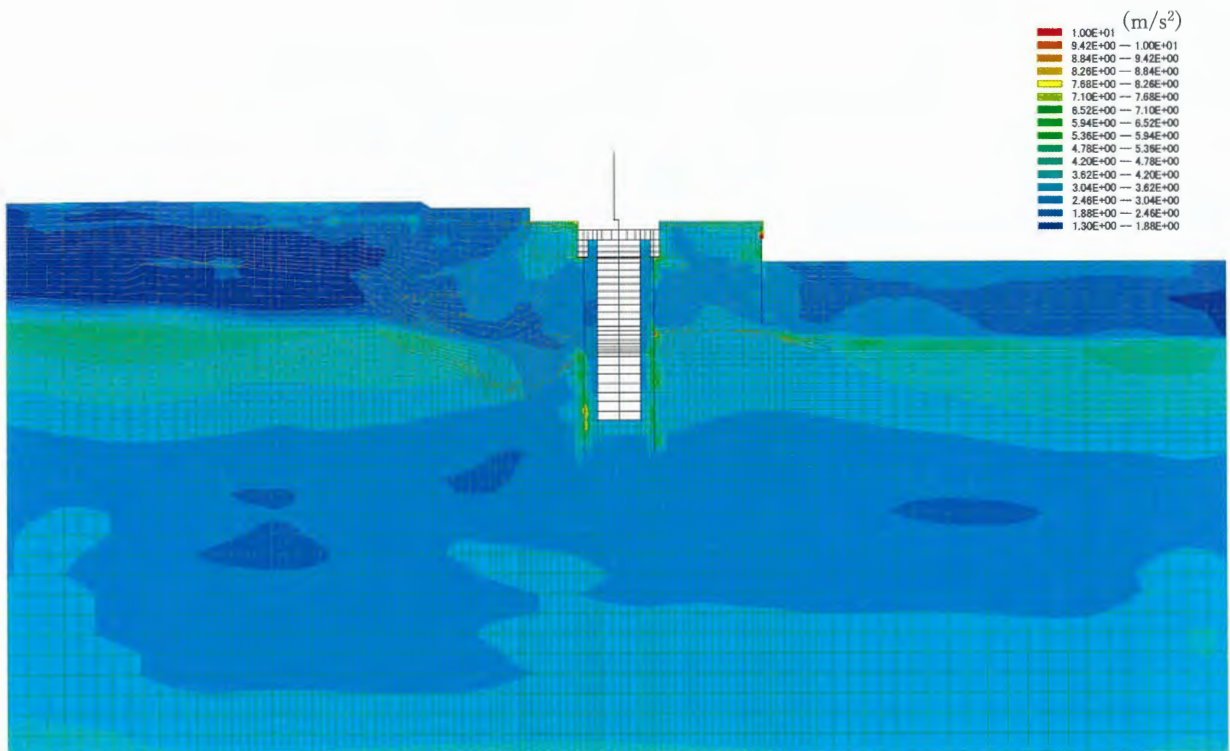


図 4.10-142 最大水平加速度分布図 (③-③断面)

( $S_s - D1$  [H-, V+])

(地盤ケース②：地盤物性のばらつきを考慮 (+1 $\sigma$ ) した解析ケース)

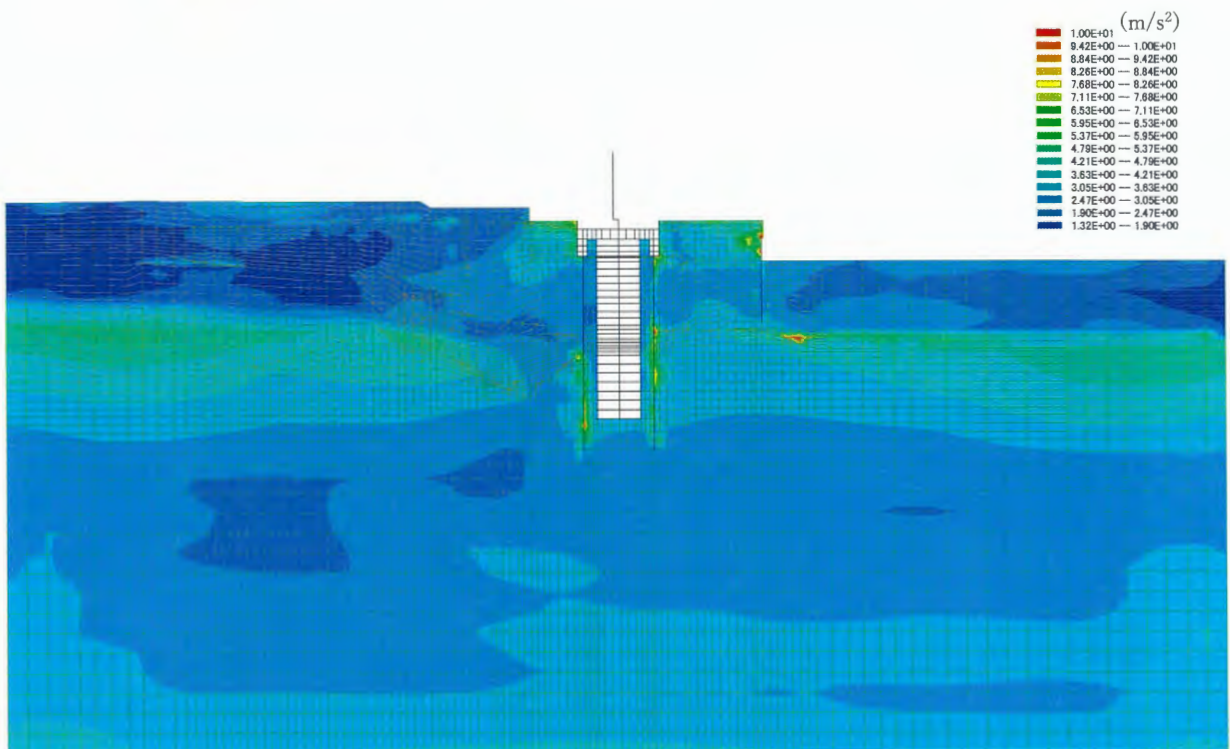


図 4.10-143 最大水平加速度分布図 (③-③断面)

( $S_s - D1$  [H-, V+])

(地盤ケース③：地盤物性のばらつきを考慮 (-1 $\sigma$ ) した解析ケース)

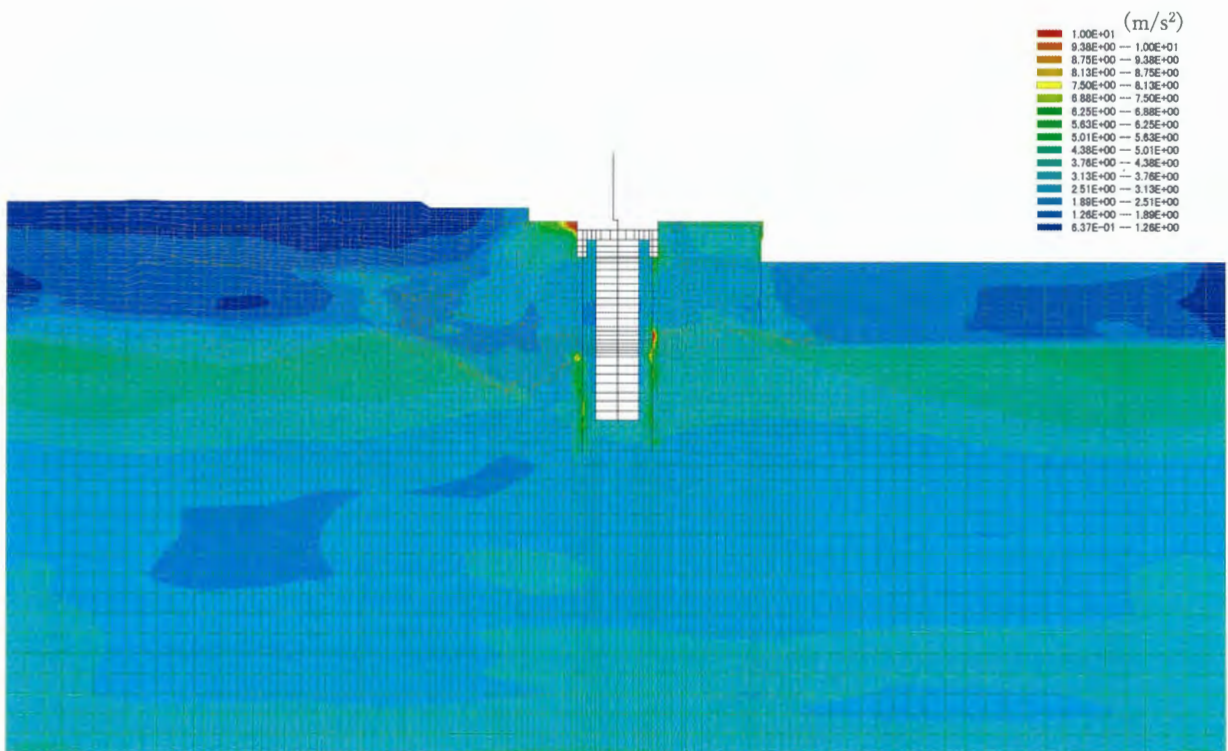


図 4.10-144 最大水平加速度分布図 (③-③断面)

( $S_s - D1$  [H-, V+])

(地盤ケース④：敷地に存在しない豊浦標準砂の液状化強度特性により地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース)

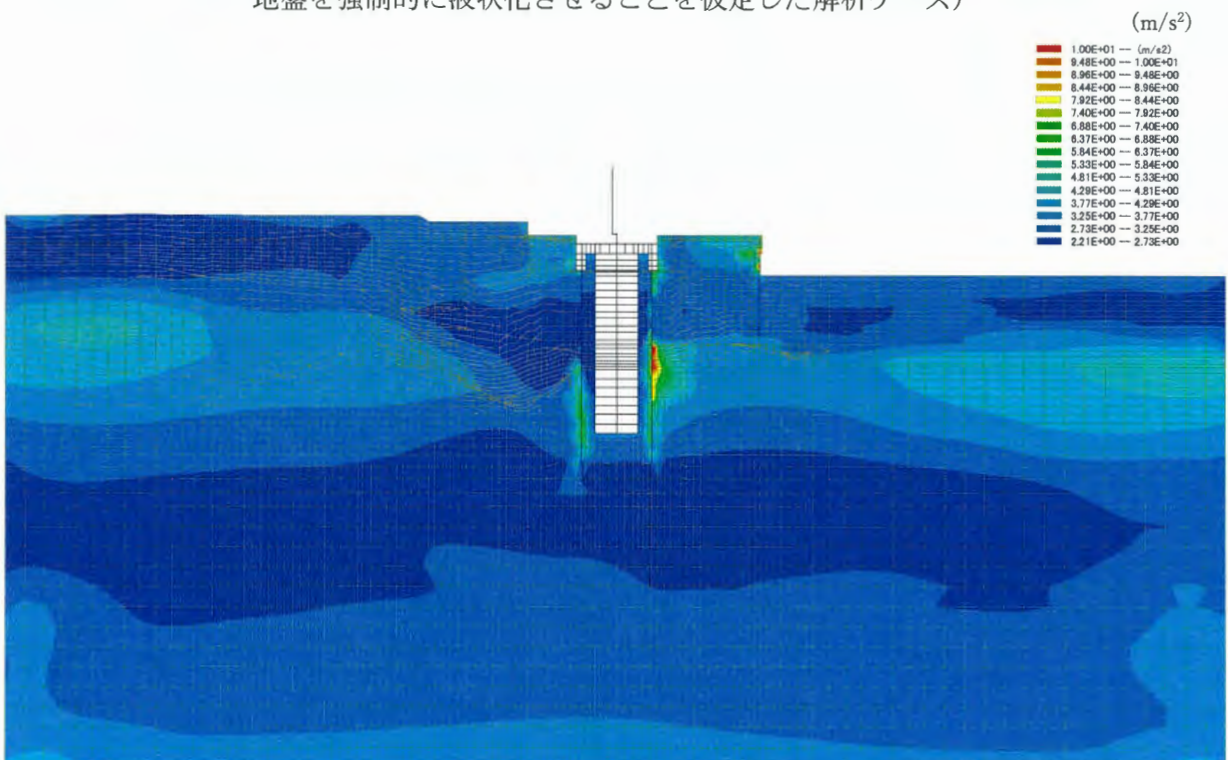


図 4.10-145 最大水平加速度分布図 (③-③断面)

( $S_s - D1$  [H-, V+])

(地盤ケース⑤：原地盤において非液状化の条件を仮定した解析ケース)



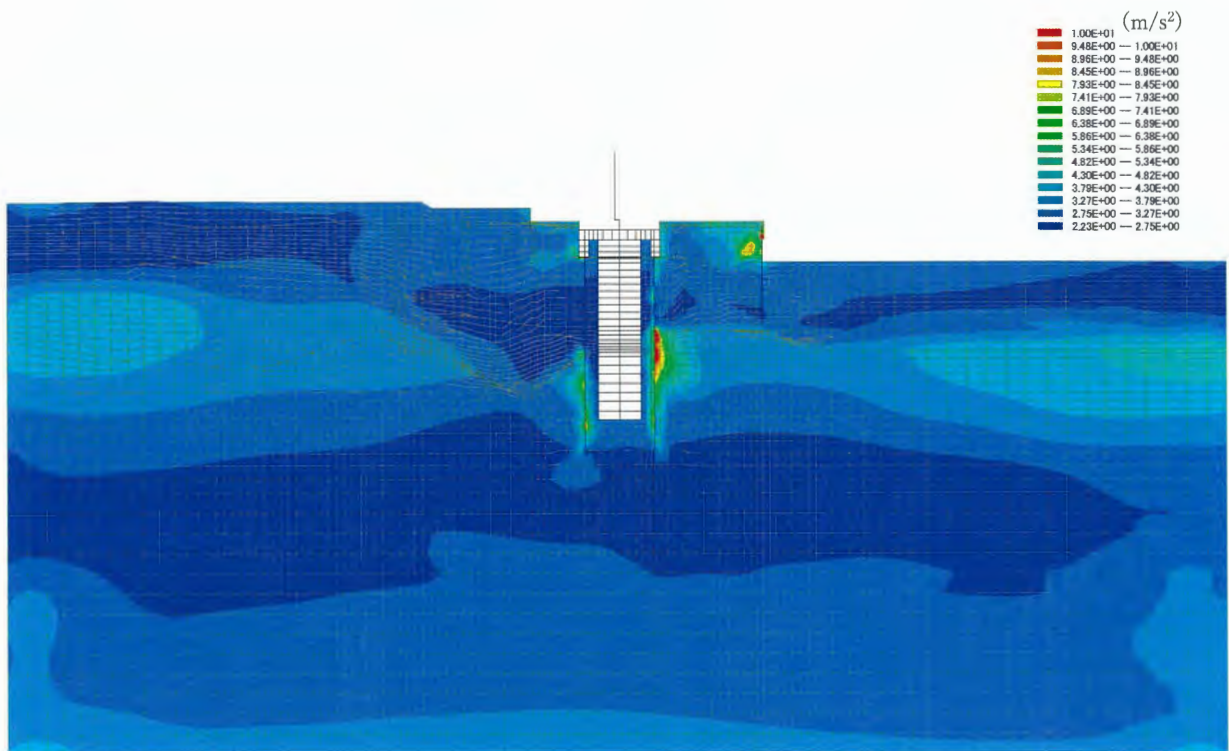


図 4.10-146 最大水平加速度分布図 (③-③断面)

( $S_s - D1 [H-, V+]$ )

(地盤ケース⑥：地盤物性のばらつきを考慮 (+1 $\sigma$ ) して  
非液状化の条件を仮定した解析ケース)

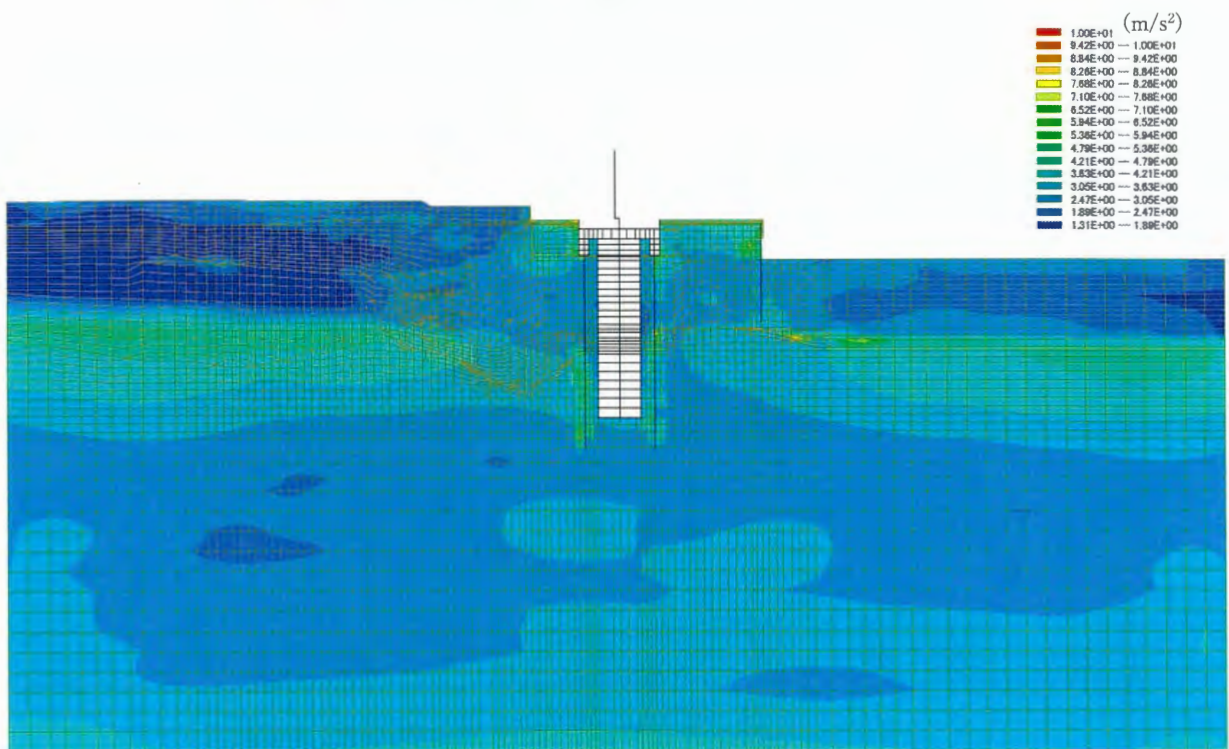


図 4.10-147 最大水平加速度分布図 (③-③断面)

( $S_s - D1 [H-, V-]$ )

(地盤ケース②：地盤物性のばらつきを考慮 (+1 $\sigma$ ) した解析ケース)



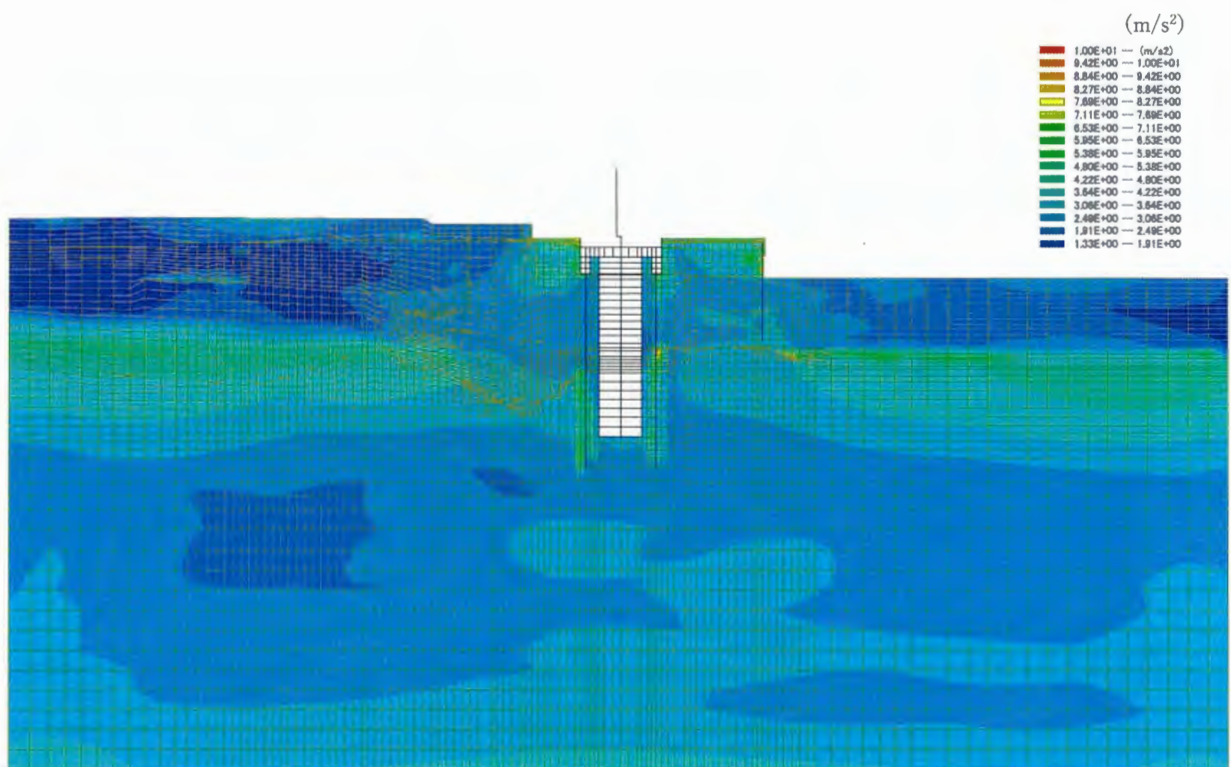


図 4.10-148 最大水平加速度分布図 (③-③断面)

( $S_s - D1$  [H-, V-])

(地盤ケース③：地盤物性のばらつきを考慮 ( $-1\sigma$ ) した解析ケース)

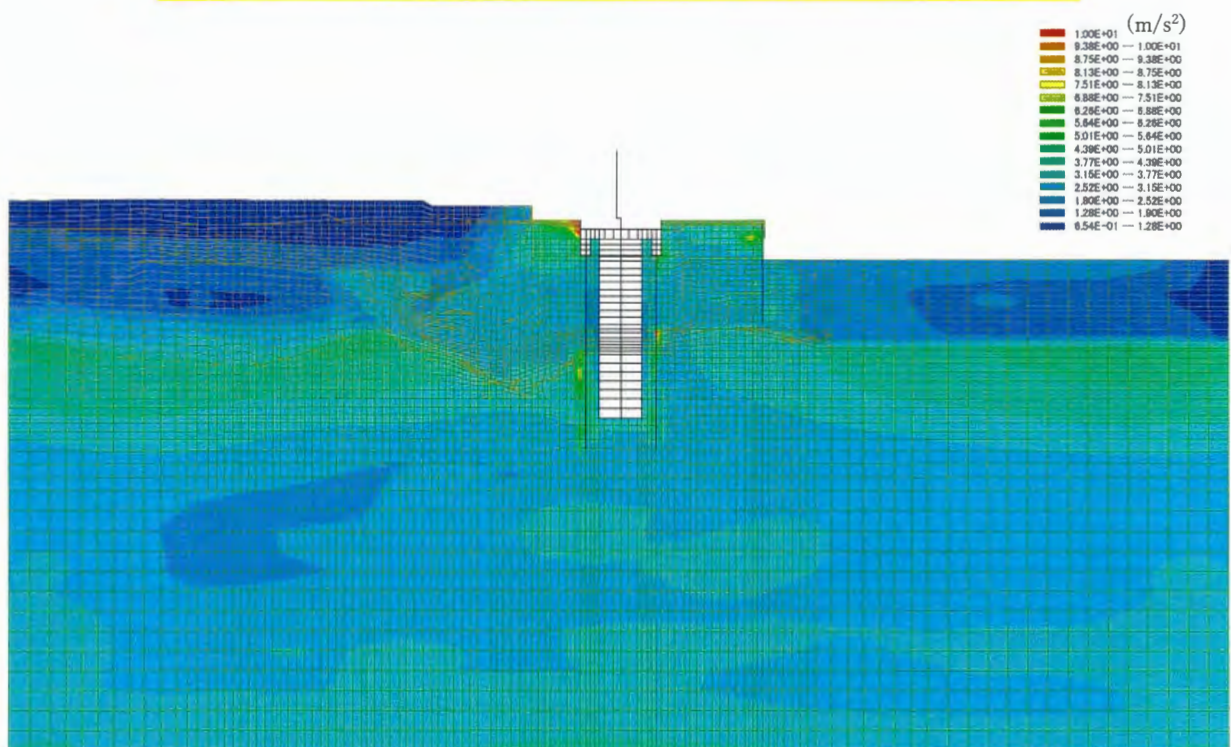


図 4.10-149 最大水平加速度分布図 (③-③断面)

( $S_s - D1$  [H-, V-])

(地盤ケース④：敷地に存在しない豊浦標準砂の液状化強度特性により  
地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース)



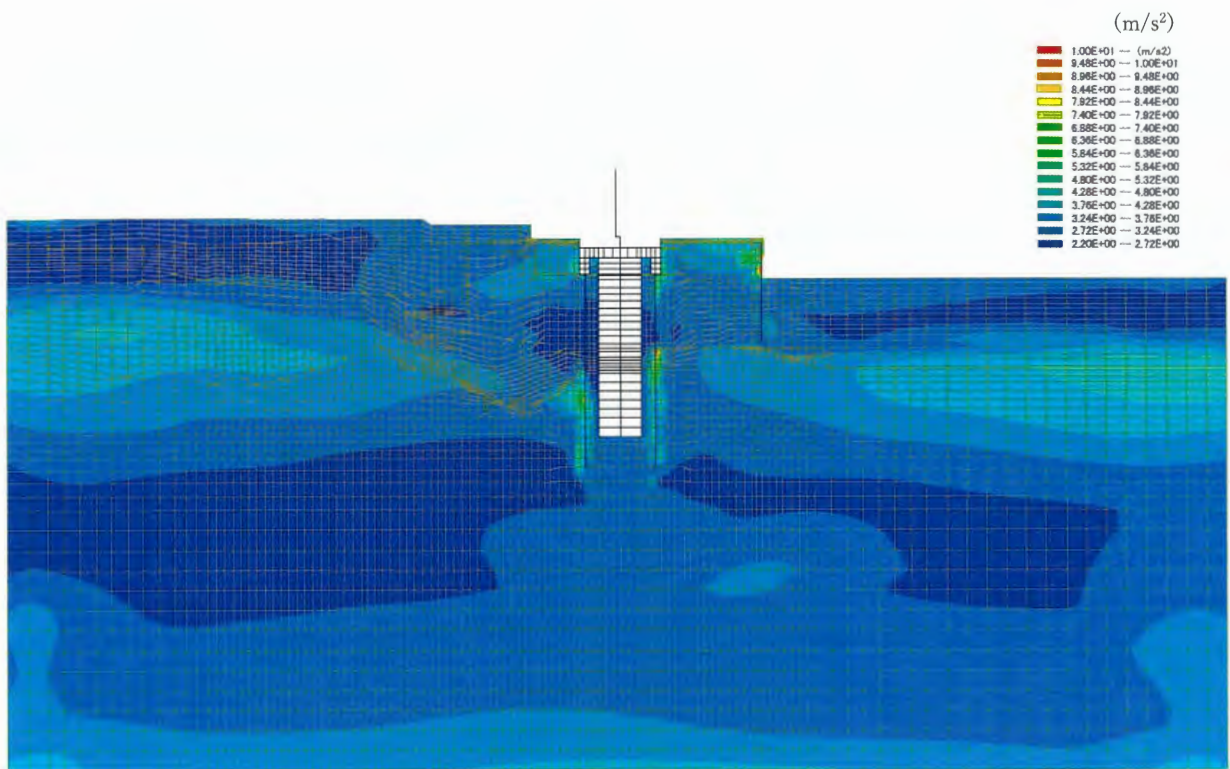


図 4.10-150 最大水平加速度分布図 (③-③断面)

( $S_s - D1$  [H-, V-])

(地盤ケース⑤：原地盤において非液状化の条件を仮定した解析ケース)

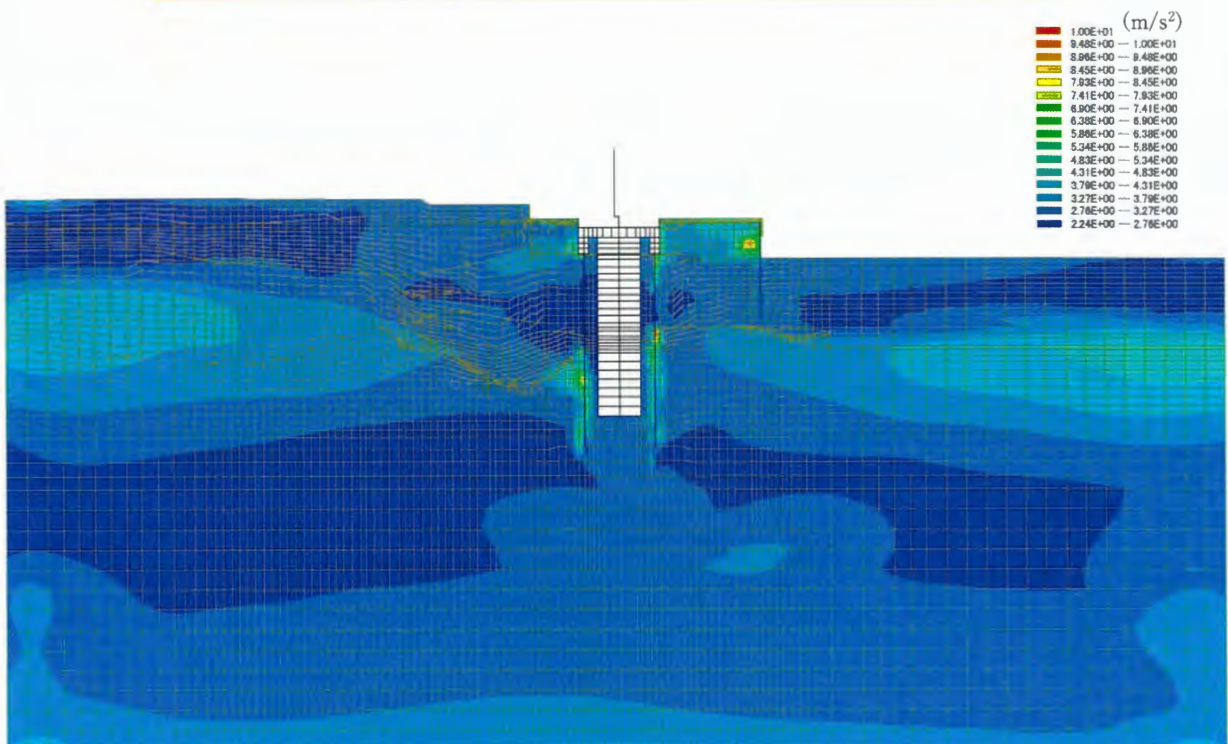


図 4.10-151 最大水平加速度分布図 (③-③断面)

( $S_s - D1$  [H-, V-])

(地盤ケース⑥：地盤物性のばらつきを考慮 (+1 $\sigma$ ) して  
非液状化の条件を仮定した解析ケース)



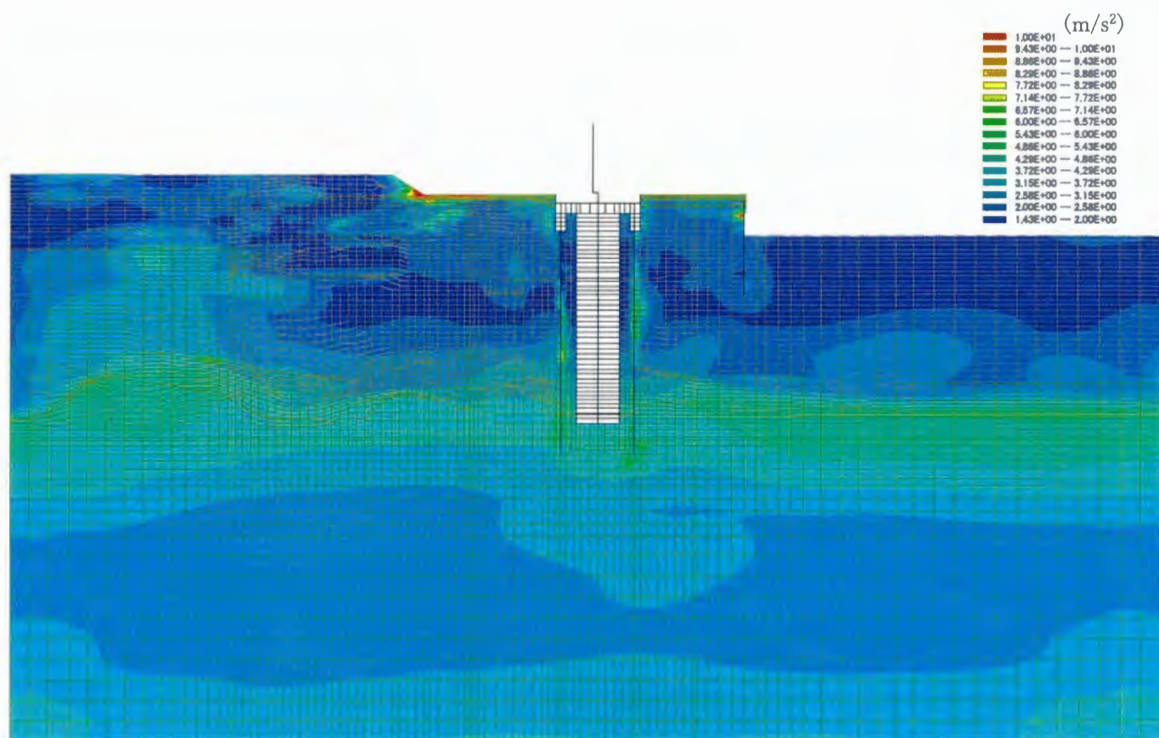


図 4.10-152 最大水平加速度分布図 (②-②断面)

( $S_s - D1$  [H+, V+])

(地盤ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)

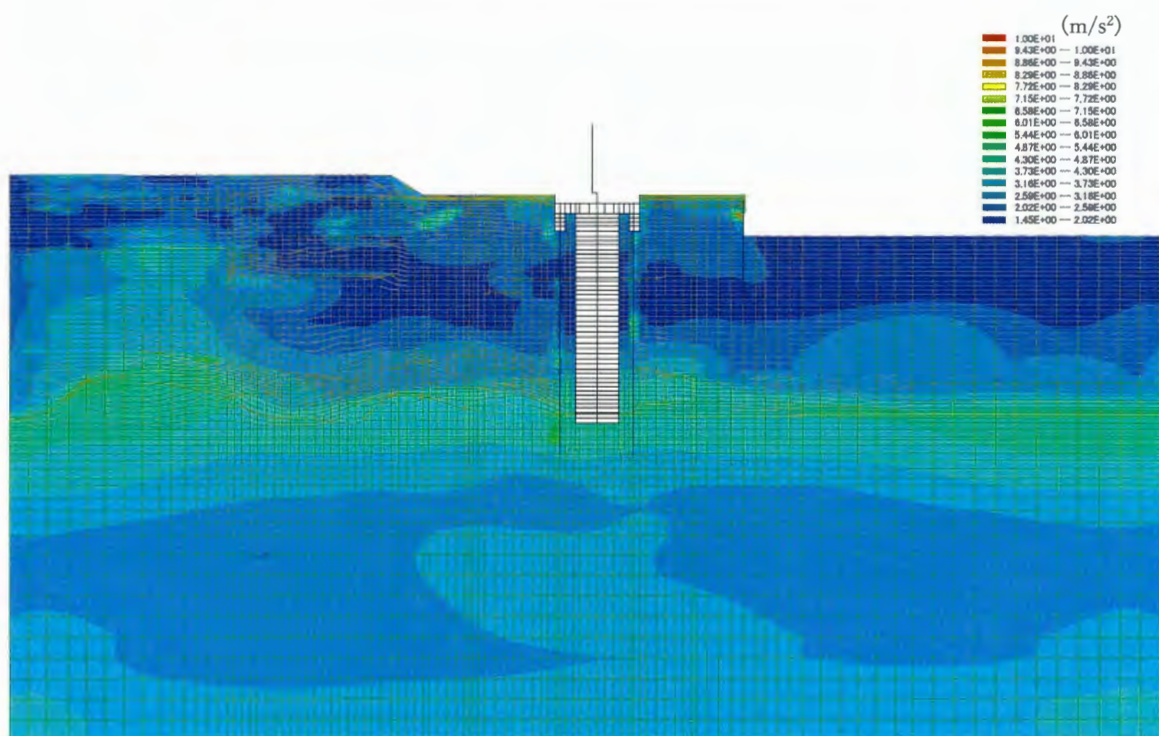


図 4.10-153 最大水平加速度分布図 (②-②断面)

( $S_s - D1$  [H+, V-])

(地盤ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)



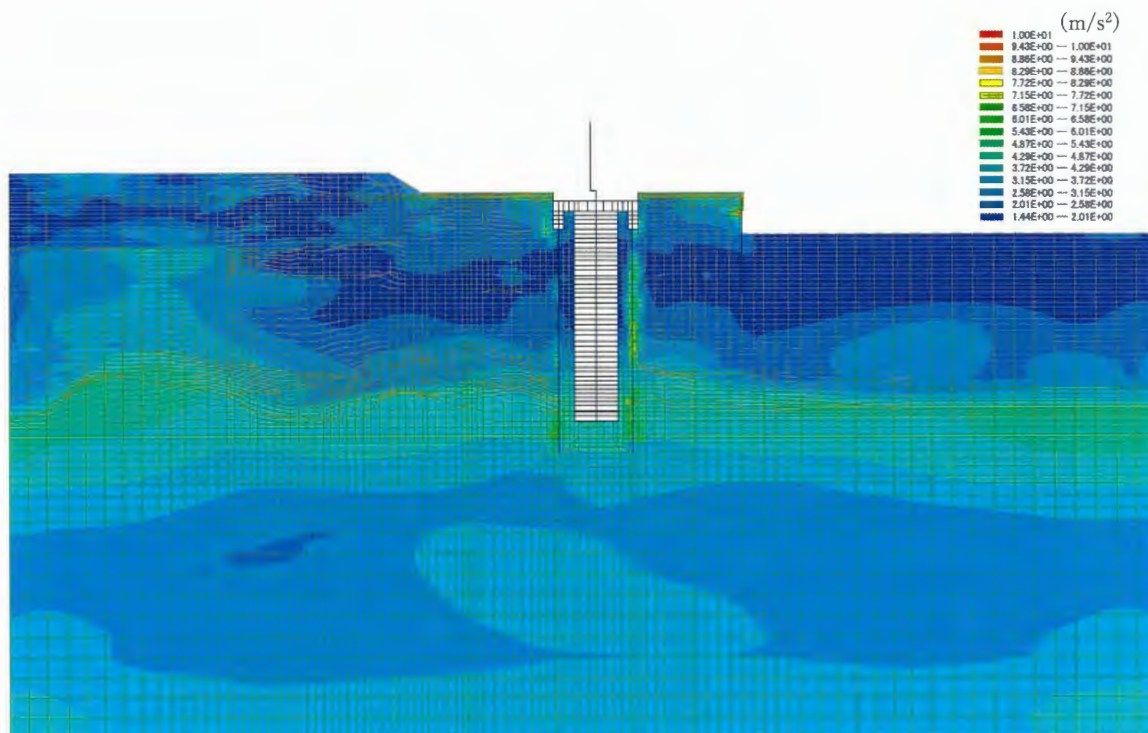


図 4.10-154 最大水平加速度分布図 (②-②断面)

( $S_s - D1$  [H-, V+])

(地盤ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)

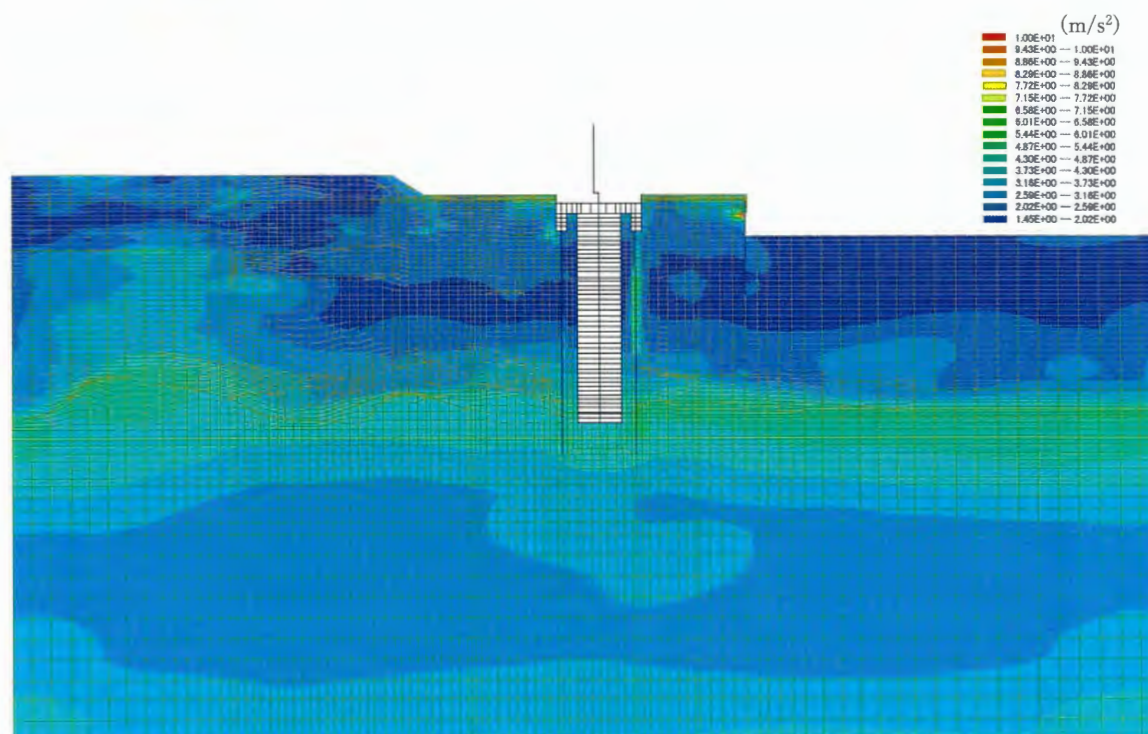


図 4.10-155 最大水平加速度分布図 (②-②断面)

( $S_s - D1$  [H-, V-])

(地盤ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)



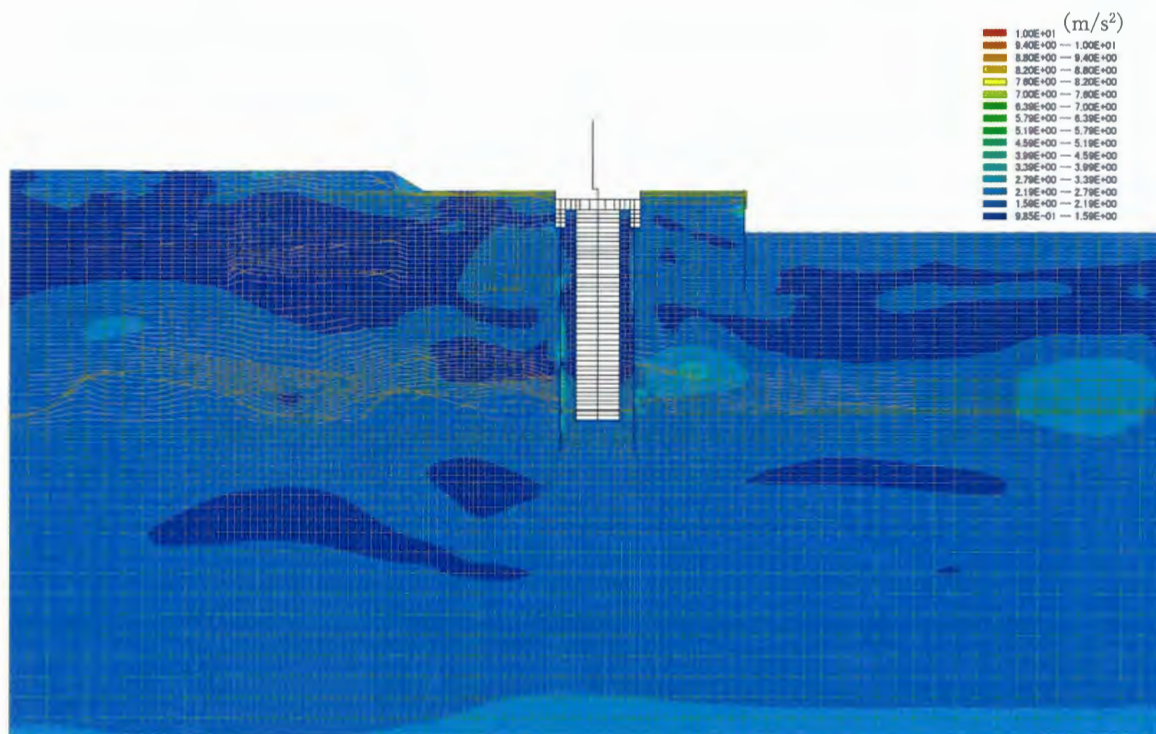


図 4.10-156 最大水平加速度分布図 (②-②断面)

( $S_s - 1.1$ )

(地盤ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)

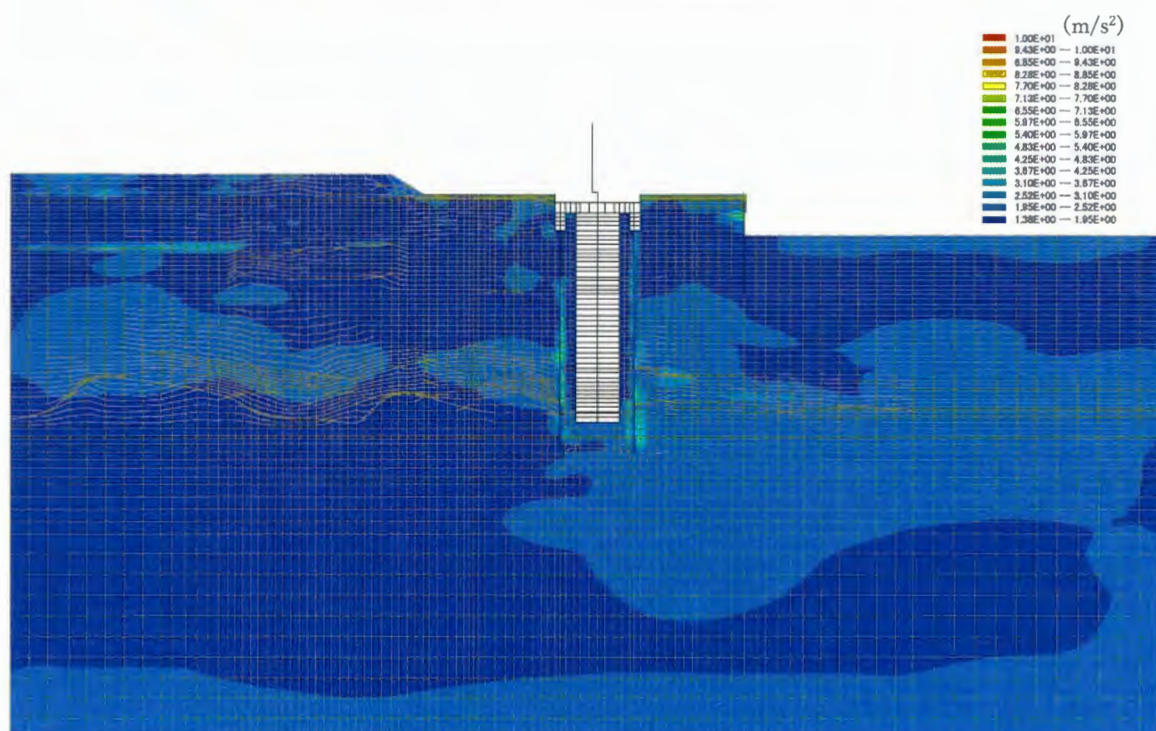


図 4.10-157 最大水平加速度分布図 (②-②断面)

( $S_s - 1.2$ )

(地盤ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)



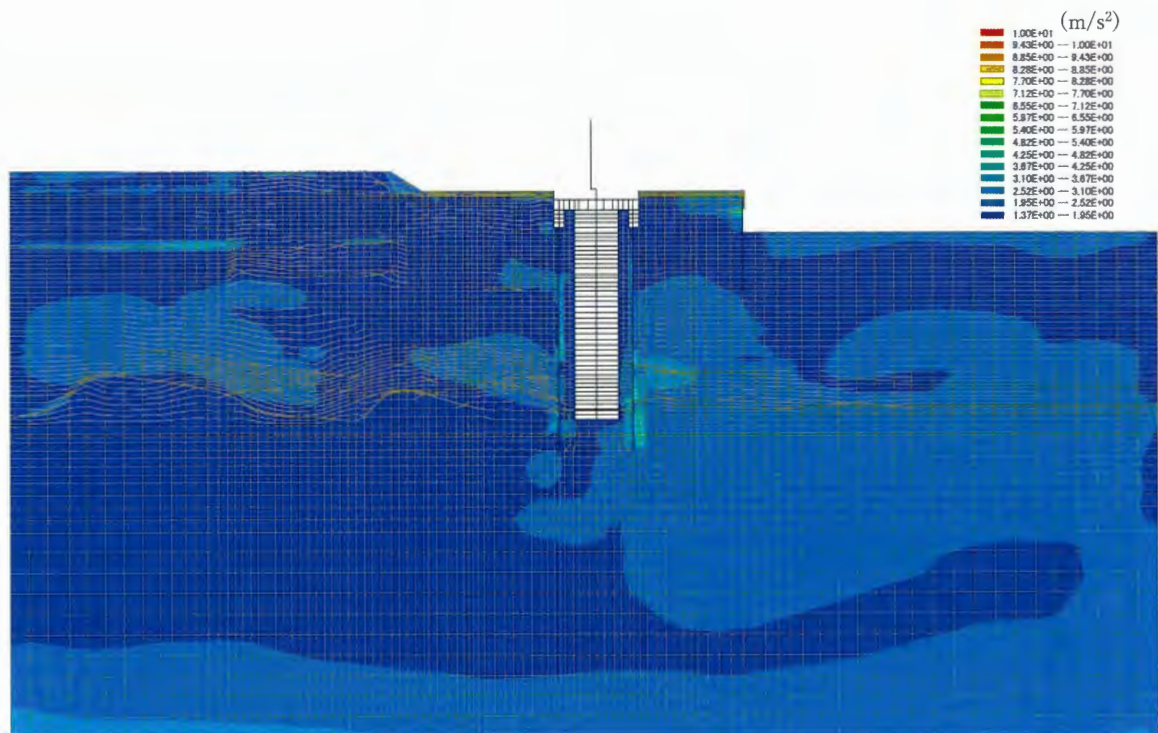


図 4.10-158 最大水平加速度分布図 (②-②断面)  
( $S_s - 1.3$ )

(地盤) ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)

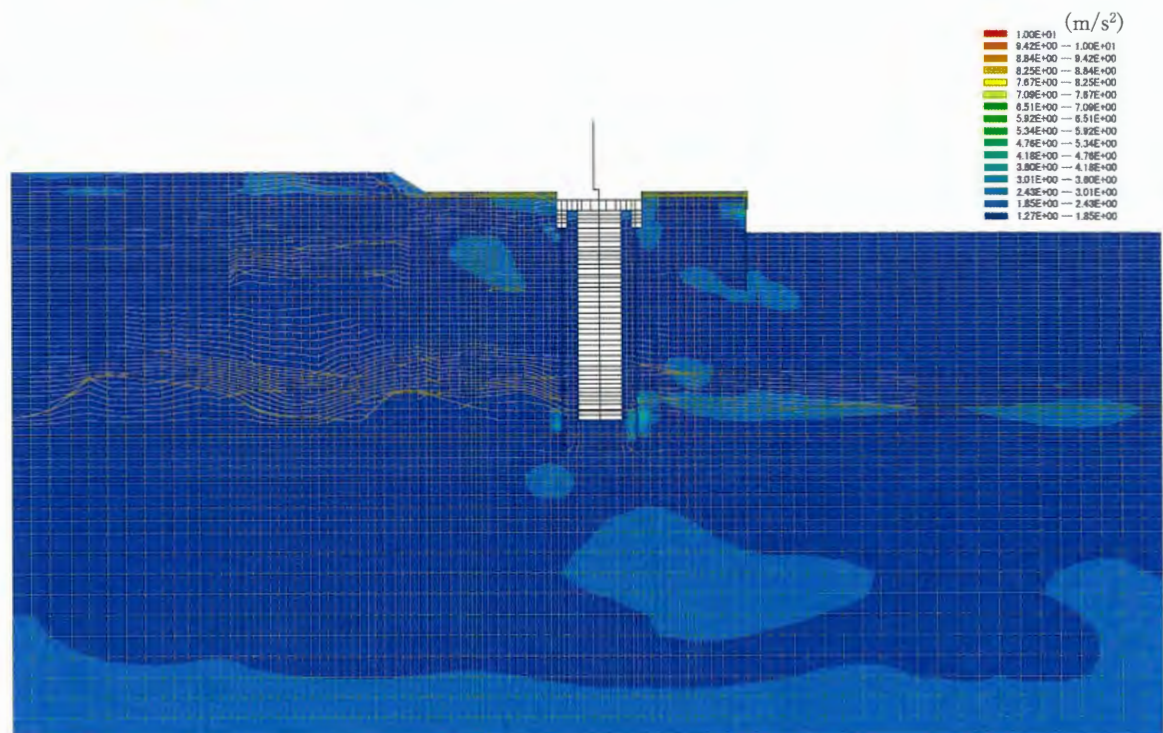


図 4.10-159 最大水平加速度分布図 (②-②断面)  
( $S_s - 1.4$ )

(地盤) ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)



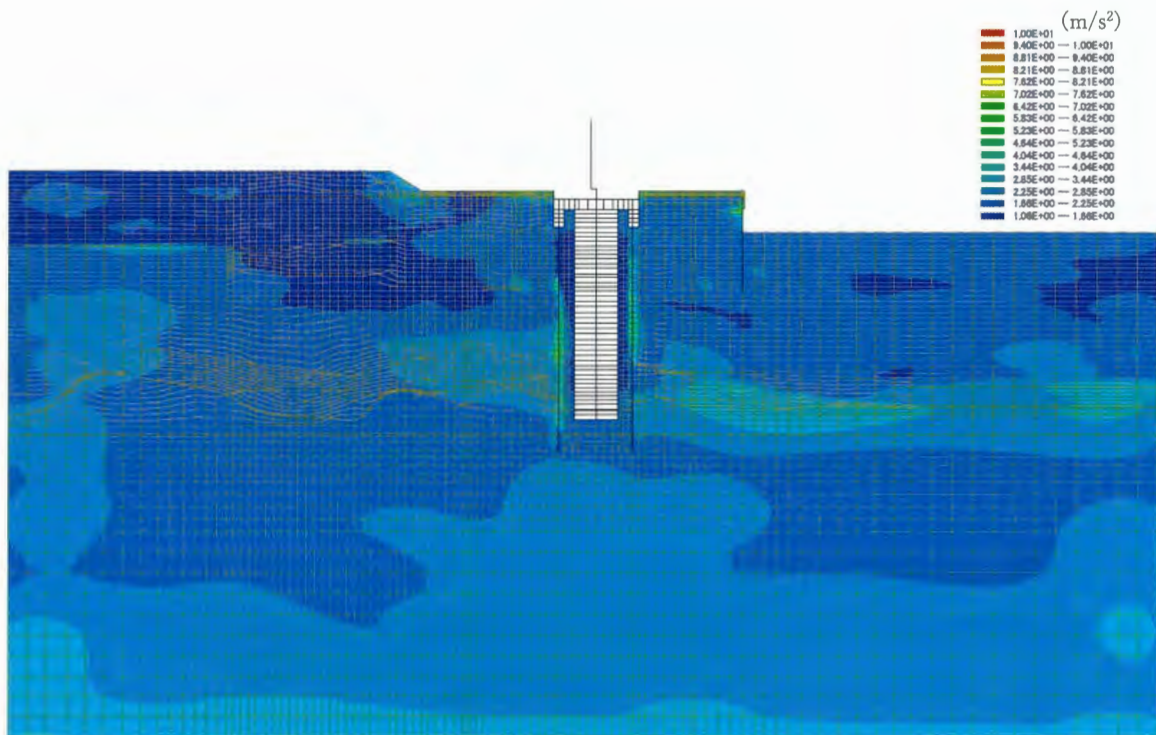


図 4.10-160 最大水平加速度分布図 (②-②断面)

( $S_s - 21$ )

(地盤ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)

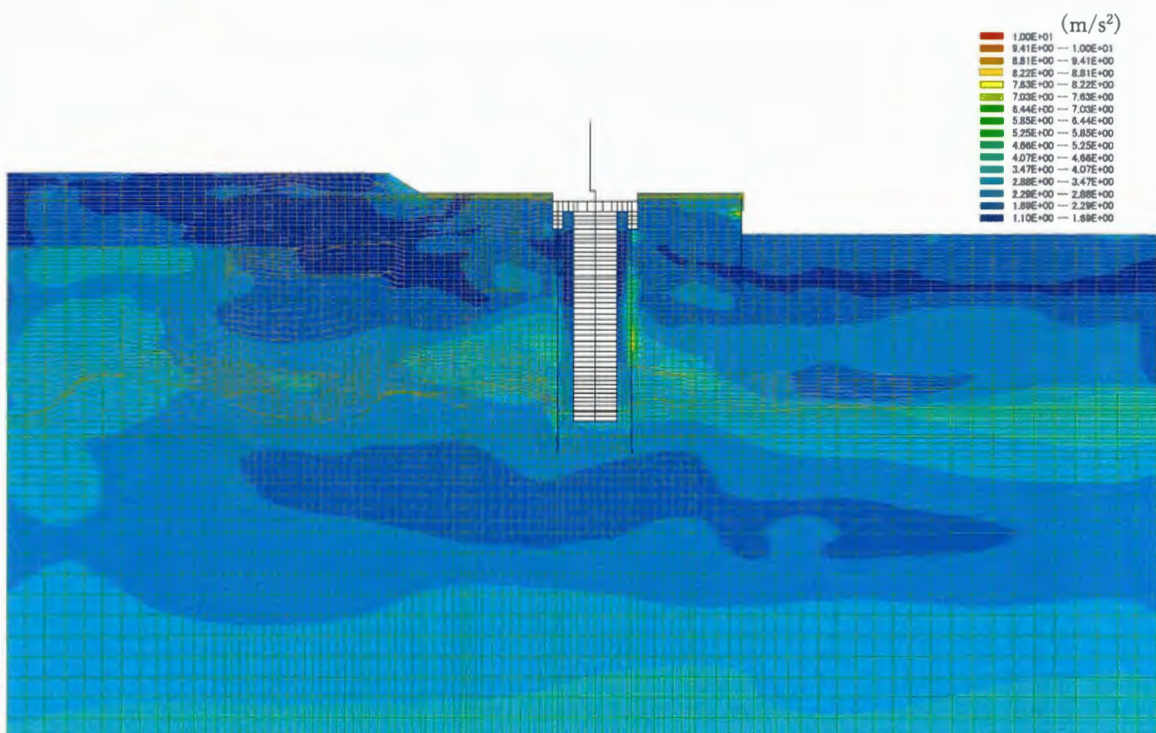


図 4.10-161 最大水平加速度分布図 (②-②断面)

( $S_s - 22$ )

(地盤ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)

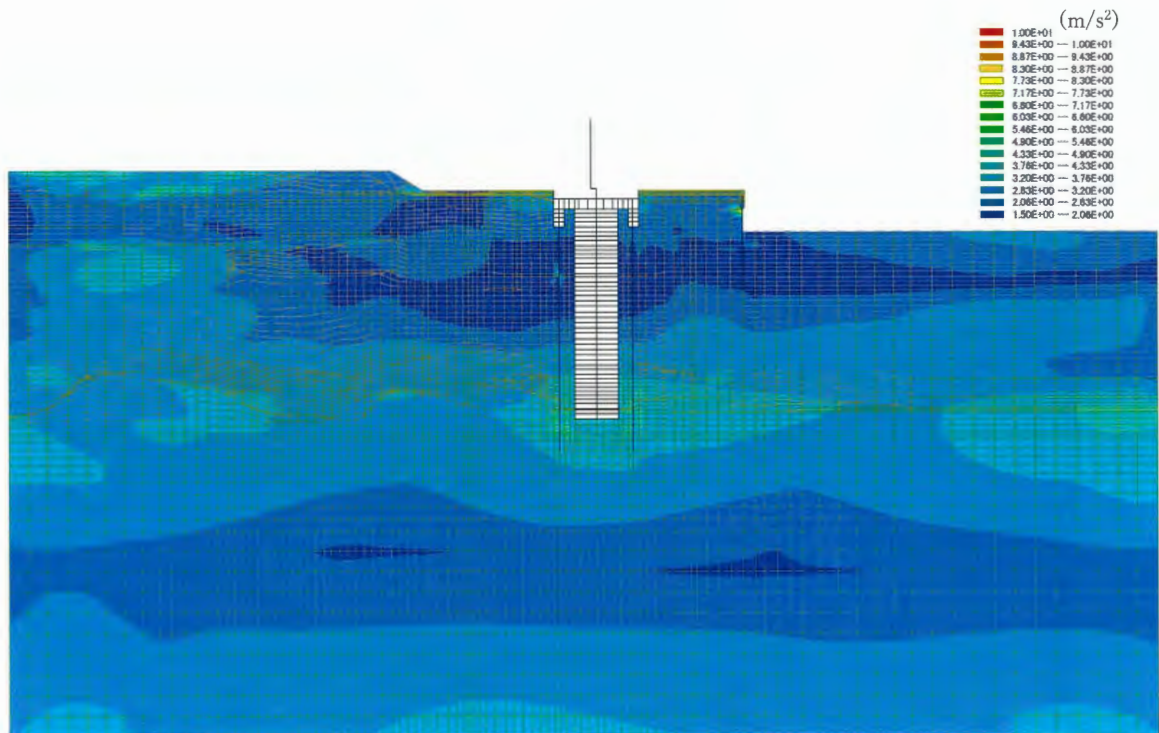


図 4.10-162 最大水平加速度分布図 (②-②断面)

( $S_s - 31$  [H+, V+])

(地盤ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)

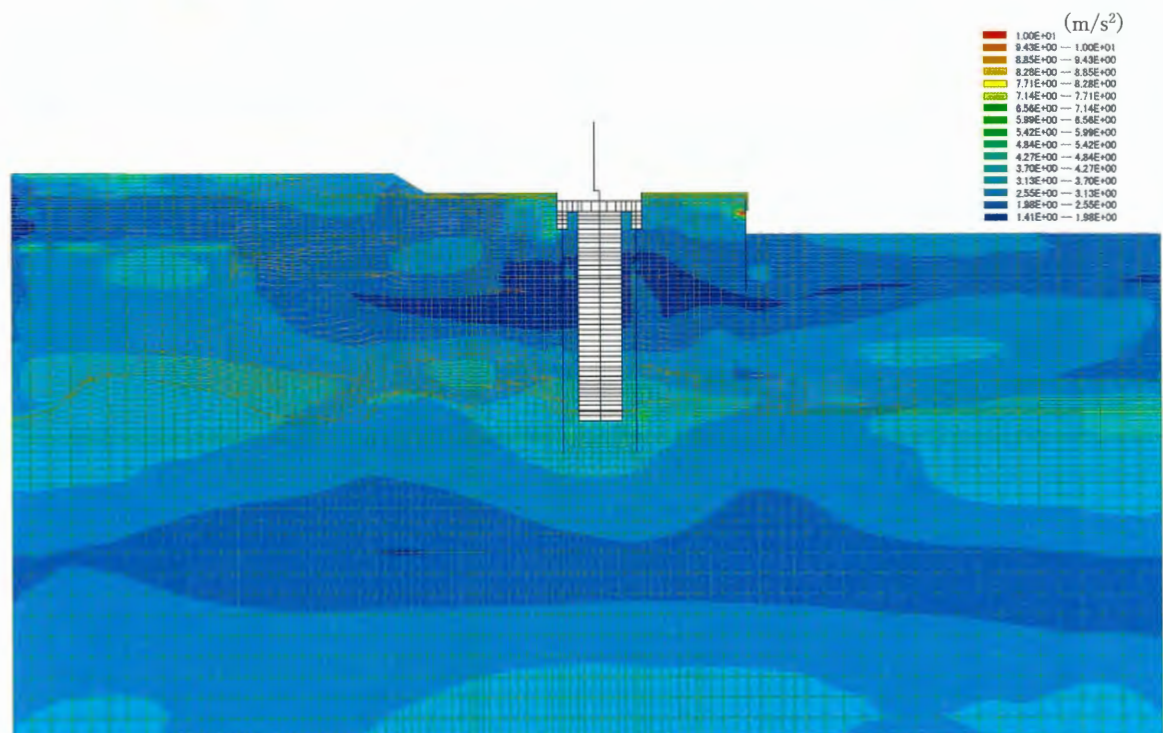


図 4.10-163 最大水平加速度分布図 (②-②断面)

( $S_s - 31$  [H-, V+])

(地盤ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)



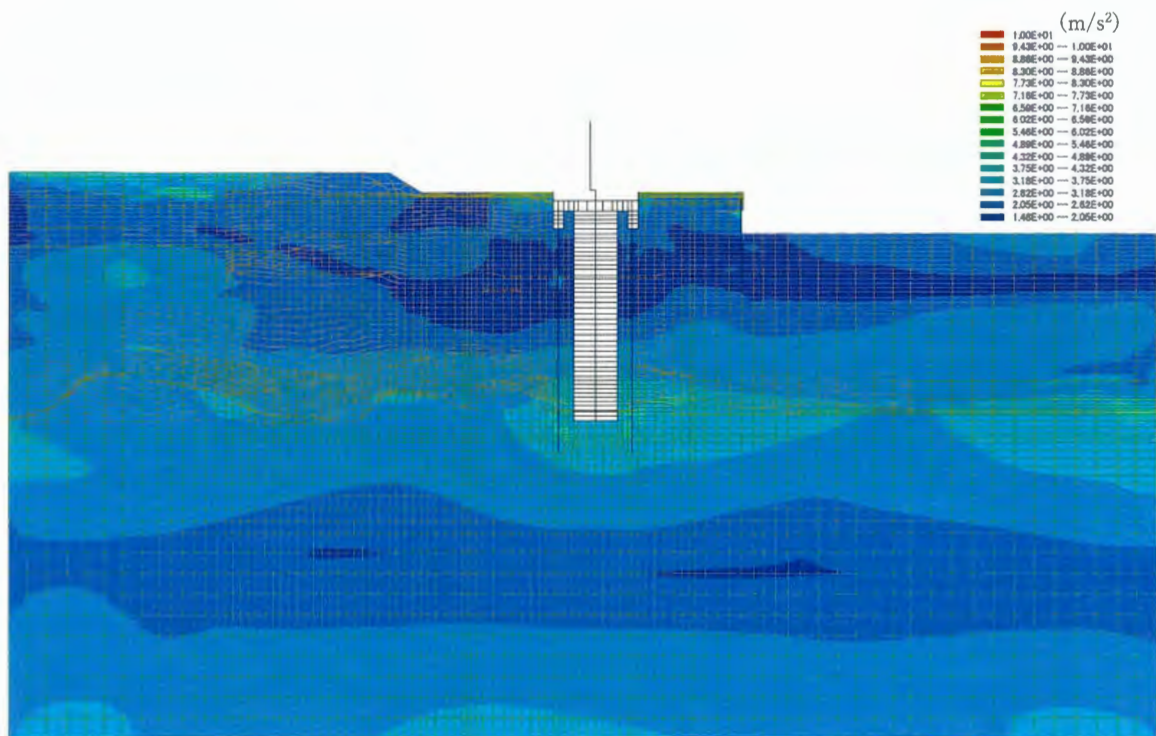


図 4.10-164 最大水平加速度分布図 (②-②断面)

( $S_s - 3.1 [H+, V+]$ )

(地盤ケース②：地盤物性のばらつきを考慮 (+1 $\sigma$ ) した解析ケース)

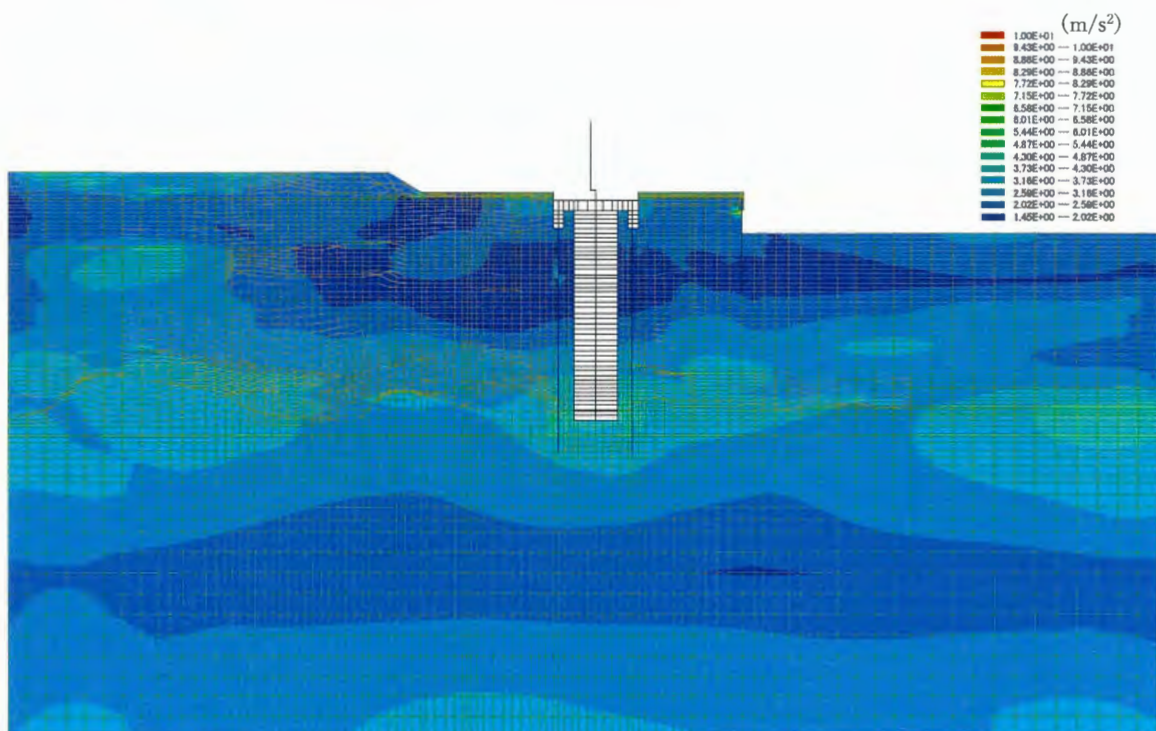


図 4.10-165 最大水平加速度分布図 (②-②断面)

( $S_s - 3.1 [H+, V+]$ )

(地盤ケース③：地盤物性のばらつきを考慮 (-1 $\sigma$ ) した解析ケース)



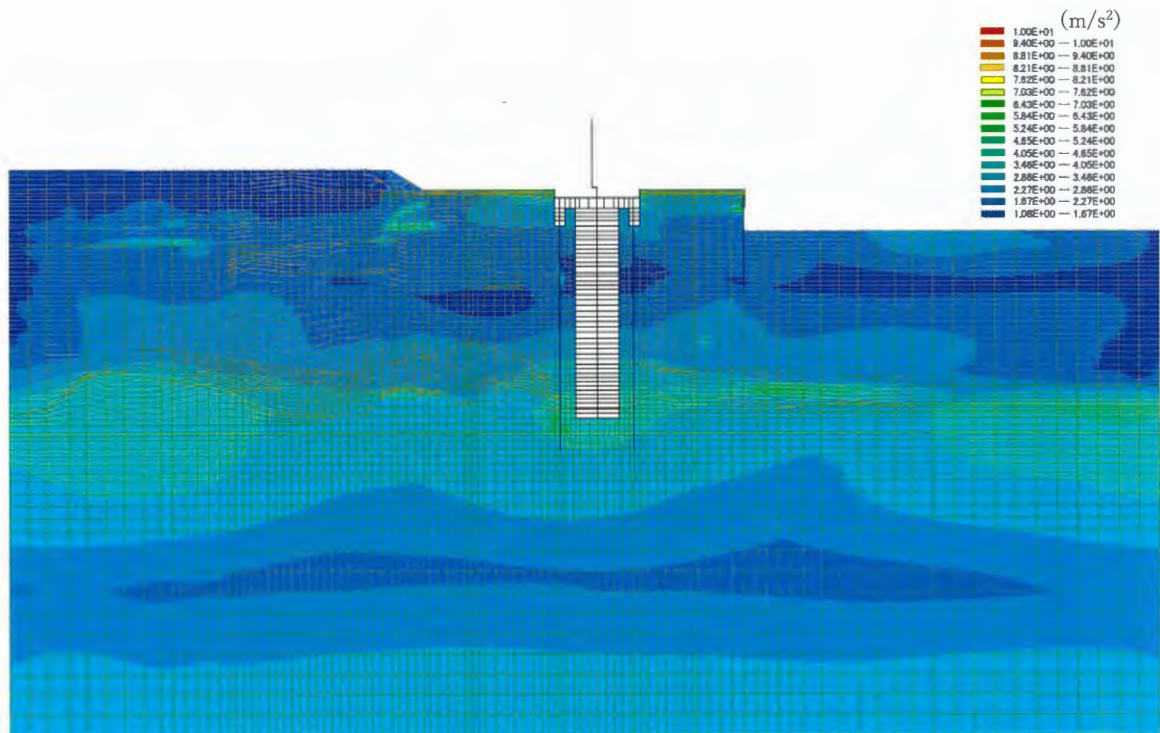


図 4.10-166 最大水平加速度分布図 (②-②断面)  
( $S_s - 31$  [H+, V+])

(地盤ケース④：敷地に存在しない豊浦標準砂の液状化強度特性により  
地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース)

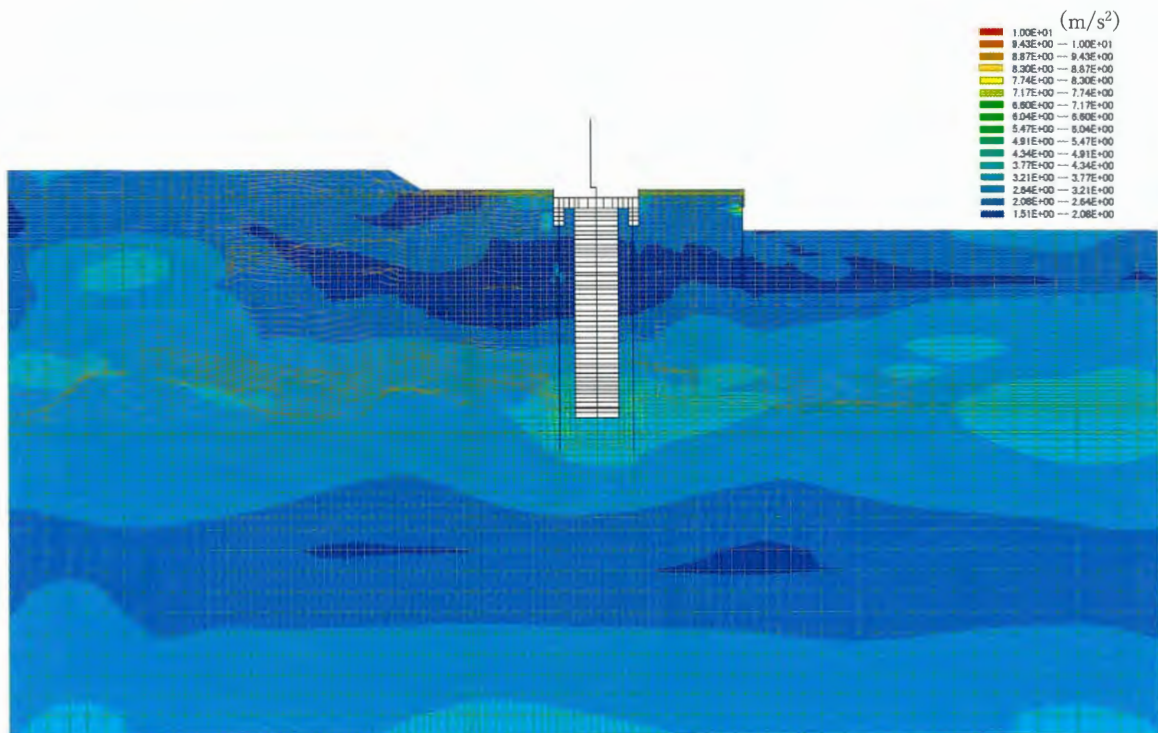


図 4.10-167 最大水平加速度分布図 (②-②断面)  
( $S_s - 31$  [H+, V+])

(地盤ケース⑤：原地盤において非液状化の条件を仮定した解析ケース)

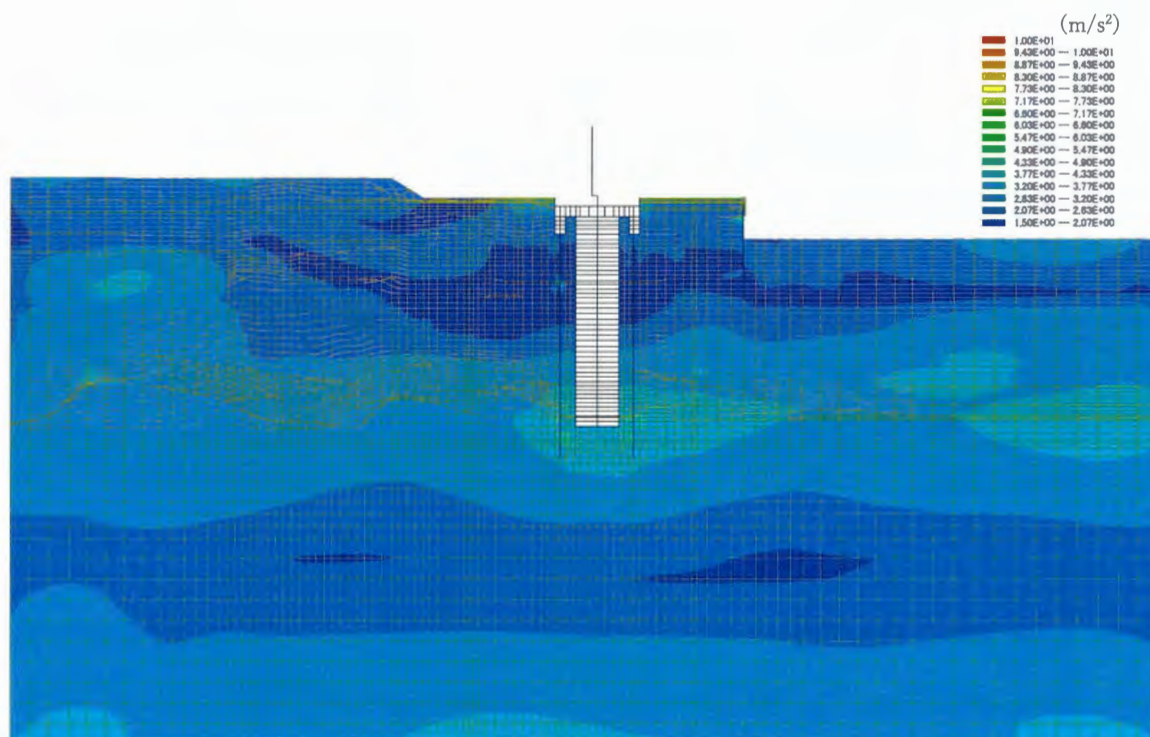


図 4.10-168 最大水平加速度分布図 (②-②断面)

( $S_s - 3.1$  [H+, V+])

(地盤ケース⑥：地盤物性のばらつきを考慮 (+1 $\sigma$ ) して  
非液状化の条件を仮定した解析ケース)



#### 4. 10. 4 鋼製防護壁の地震応答解析結果

鋼製防護壁の地震応答解析は、2次元有効応力解析により得られる南北基礎天端の時刻歴応答から、南北基礎天端の相対変位が最大となるケースを選定し、南北基礎天端の変位時刻歴を入力とする3次元動的フレーム解析を実施する。鉛直変位については、水平相対変位が大きい堤軸直交方向（②-②断面、③-③断面）の時刻歴応答とする。

堤軸方向（①-①断面）については、南北基礎の相対水平変位の絶対値が最大となり、地震動の継続時間も比較的長い $S_s-D1$ 〔H+, V-〕を選定する。南北基礎の相対変位一覧を表 4. 10-1 に、基礎天端への入力波形を図 4. 10-169 及び図 4. 10-170 に示す。

堤軸直交方向（②-②断面、③-③断面）については、南北基礎（②-②断面、③-③断面）の相対水平変位の絶対値が最大となり、地震動の継続時間も比較的長い $S_s-D1$ 〔H-, V+〕を選定する。南北基礎の相対変位一覧を表 4. 10-2 に、基礎天端への入力波形を図 4. 10-171 及び図 4. 10-172 に示す。

「4. 9. 2 解析モデル及び解析条件（鋼製防護壁及び接合部）」に示すとおり、3次元動的フレーム解析においては、堤軸直交方向の2次元有効応力解析により算定される水平震度を静的荷重として作用させることで、堤軸直交方向の水平回転成分を考慮している。

このとき、水平震度は、保守的な評価とするため、上記で選定した地震動（ $S_s-D1$ 〔H-, V+〕）における南北方向基礎天端の最大水平加速度に基づき算定する。算定した水平震度を表 4. 10-3 に示す。

鋼製防護壁の基準地震動 $S_s$ による最大断面力（曲げモーメント、軸力、せん断力）について、主部材の各断面力の定義を図 4. 10-173 に、最大断面力を図 4. 10-174～図 4. 10-176 に示す。軸力、面外せん断力及び面外曲げモーメントについては、支柱部から支間部へ断面変化する箇所に大きく発生している。面内せん断力、ねじりモーメント及び面内曲げモーメントについては、支柱部に大きく発生しているものの、その変化は連続的であり合理的な結果であると判断する。



表 4.10-1 鋼製防護壁の地震応答解析結果（相対変位比較，①-①断面）

| 地震動                     | 地盤ケース*2 | 南北基礎天端相対変位（水平，mm） |     |     |        |     |     |
|-------------------------|---------|-------------------|-----|-----|--------|-----|-----|
|                         |         | ①                 | ②   | ③   | ④      | ⑤   | ⑥   |
| S s - D 1<br>(H +, V +) |         | 4.1               |     |     |        |     |     |
| S s - D 1<br>(H +, V -) |         | 4.2               | 4.3 | 4.3 | 4.9 *1 | 4.2 | 4.2 |
| S s - D 1<br>(H -, V +) |         | 3.9               |     |     |        |     |     |
| S s - D 1<br>(H -, V -) |         | 4.0               |     |     |        |     |     |
| S s - 1 1               |         | 2.7               |     |     |        |     |     |
| S s - 1 2               |         | 3.8               |     |     |        |     |     |
| S s - 1 3               |         | 3.8               |     |     |        |     |     |
| S s - 1 4               |         | 3.3               |     |     |        |     |     |
| S s - 2 1               |         | 2.9               |     |     |        |     |     |
| S s - 2 2               |         | 3.0               |     |     |        |     |     |
| S s - 3 1<br>(H +, V +) |         | 3.4               |     |     |        |     |     |
| S s - 3 1<br>(H -, V +) |         | 3.6               |     |     |        |     |     |

注記 \*1：絶対値最大を示す。

\*2：①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース

②：地盤物性のばらつきを考慮（+1σ）した解析ケース

③：地盤物性のばらつきを考慮（-1σ）した解析ケース

④：敷地に存在しない豊浦標準砂の液状化強度特性により地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース

⑤：原地盤において非液状化の条件を仮定した解析ケース

⑥：地盤物性のばらつきを考慮（+1σ）して非液状化の条件を仮定した解析ケース

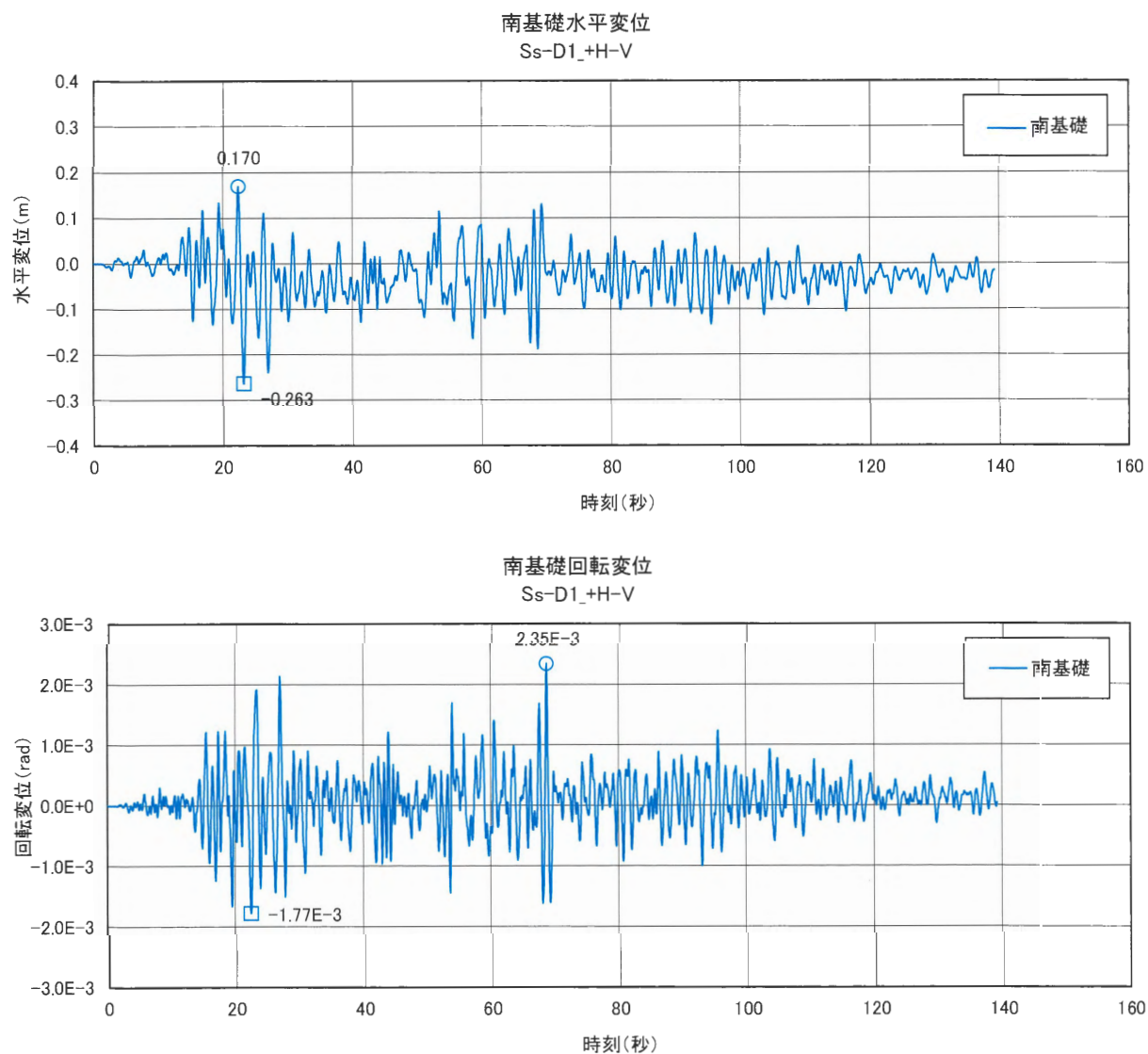


図 4.10-169 ①-①断面南基礎への入力時刻歴波形 ( $S_s-D1$  [H+, V-])  
 (地盤ケース④：敷地に存在しない豊浦標準砂の液状化強度特性により  
 地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース)

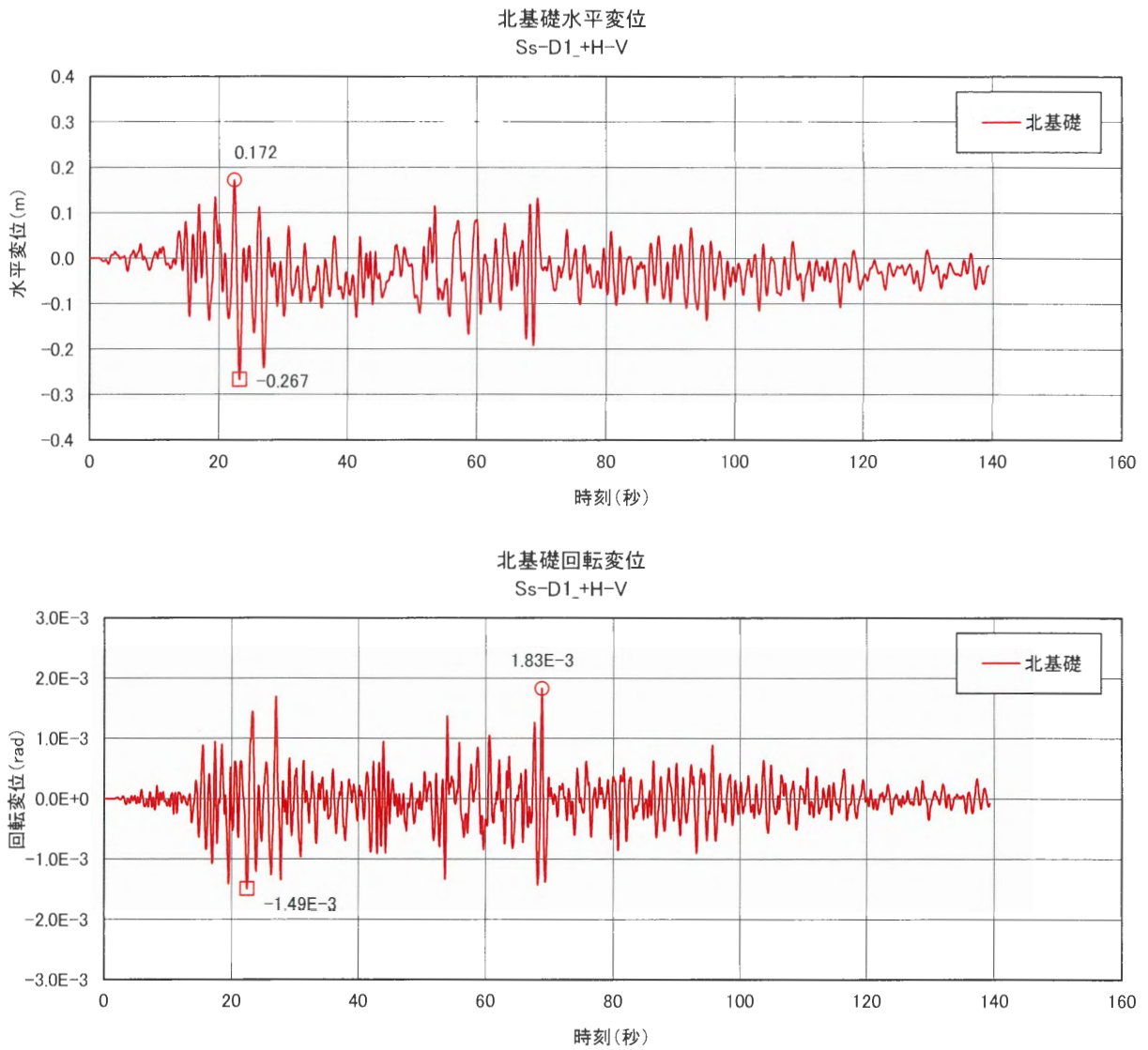


図 4.10-170 ①-①断面北基礎への入力時刻歴波形 (S<sub>s</sub>-D1 [H+, V-])  
 (地盤ケース④：敷地に存在しない豊浦標準砂の液化強度特性により  
 地盤を強制的に液化化させることを仮定した解析ケース)



表 4.10-2 鋼製防護壁の地震応答解析結果（相対変位比較，②-②断面，③-③断面）

| 地震動                            | 地盤ケース <sup>*2</sup> | 南北基礎天端相対変位（上段：水平，下段：鉛直，mm） |       |       |                     |       |       |
|--------------------------------|---------------------|----------------------------|-------|-------|---------------------|-------|-------|
|                                |                     | ①                          | ②     | ③     | ④                   | ⑤     | ⑥     |
| S <sub>s</sub> -D1<br>(H+, V+) |                     | 196.8                      |       |       |                     |       |       |
|                                |                     | 21.0                       |       |       |                     |       |       |
| S <sub>s</sub> -D1<br>(H+, V-) |                     | 187.2                      |       |       |                     |       |       |
|                                |                     | 21.6                       |       |       |                     |       |       |
| S <sub>s</sub> -D1<br>(H-, V+) |                     | 205.6                      | 194.7 | 221.4 | 249.6 <sup>*1</sup> | 212.6 | 196.3 |
|                                |                     | 20.9                       | 20.8  | 19.8  | 17.8                | 13.5  | 13.4  |
| S <sub>s</sub> -D1<br>(H-, V-) |                     | 204.7                      |       |       |                     |       |       |
|                                |                     | 20.9                       |       |       |                     |       |       |
| S <sub>s</sub> -11             |                     | 46.7                       |       |       |                     |       |       |
|                                |                     | 10.3                       |       |       |                     |       |       |
| S <sub>s</sub> -12             |                     | 81.2                       |       |       |                     |       |       |
|                                |                     | 12.1                       |       |       |                     |       |       |
| S <sub>s</sub> -13             |                     | 75.8                       |       |       |                     |       |       |
|                                |                     | 12.1                       |       |       |                     |       |       |
| S <sub>s</sub> -14             |                     | 66.9                       |       |       |                     |       |       |
|                                |                     | 10.4                       |       |       |                     |       |       |
| S <sub>s</sub> -21             |                     | 56.7                       |       |       |                     |       |       |
|                                |                     | 13.2                       |       |       |                     |       |       |
| S <sub>s</sub> -22             |                     | 67.3                       |       |       |                     |       |       |
|                                |                     | 14.7                       |       |       |                     |       |       |
| S <sub>s</sub> -31<br>(H+, V+) |                     | 161.2                      |       |       |                     |       |       |
|                                |                     | 11.8                       |       |       |                     |       |       |
| S <sub>s</sub> -31<br>(H-, V+) |                     | 143.7                      |       |       |                     |       |       |
|                                |                     | 11.3                       |       |       |                     |       |       |

注記 \*1：絶対値最大を示す。

\*2：①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース

②：地盤物性のばらつきを考慮（+1σ）した解析ケース

③：地盤物性のばらつきを考慮（-1σ）した解析ケース

④：敷地に存在しない豊浦標準砂の液状化強度特性により地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース

⑤：原地盤において非液状化の条件を仮定した解析ケース

⑥：地盤物性のばらつきを考慮（+1σ）して非液状化の条件を仮定した解析ケース

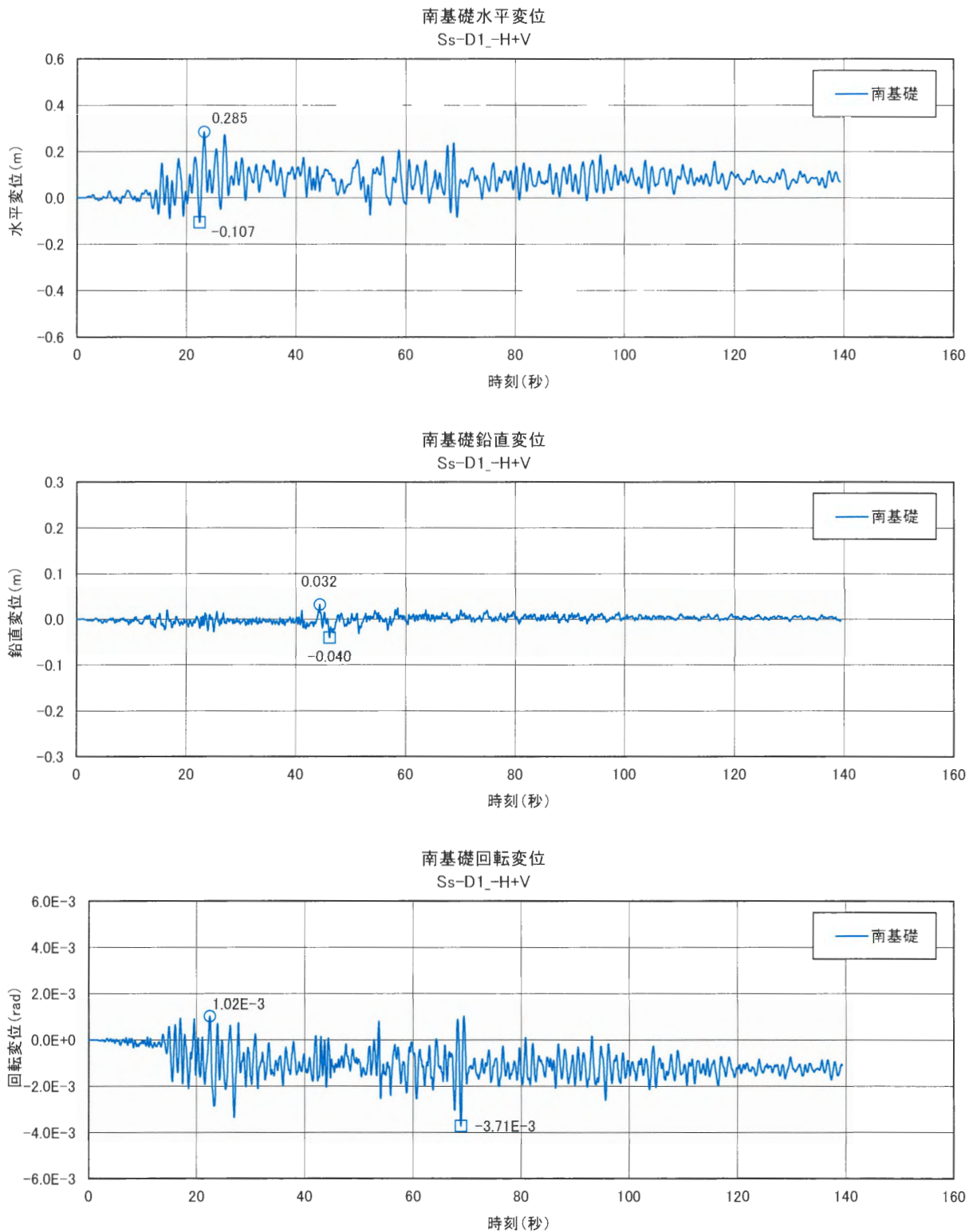


図 4.10-171 ③-③断面への入力時刻歴波形 (S<sub>s</sub>-D1 [H-, V+])  
 (地盤ケース④：敷地に存在しない豊浦標準砂の液状化強度特性により  
 地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース)

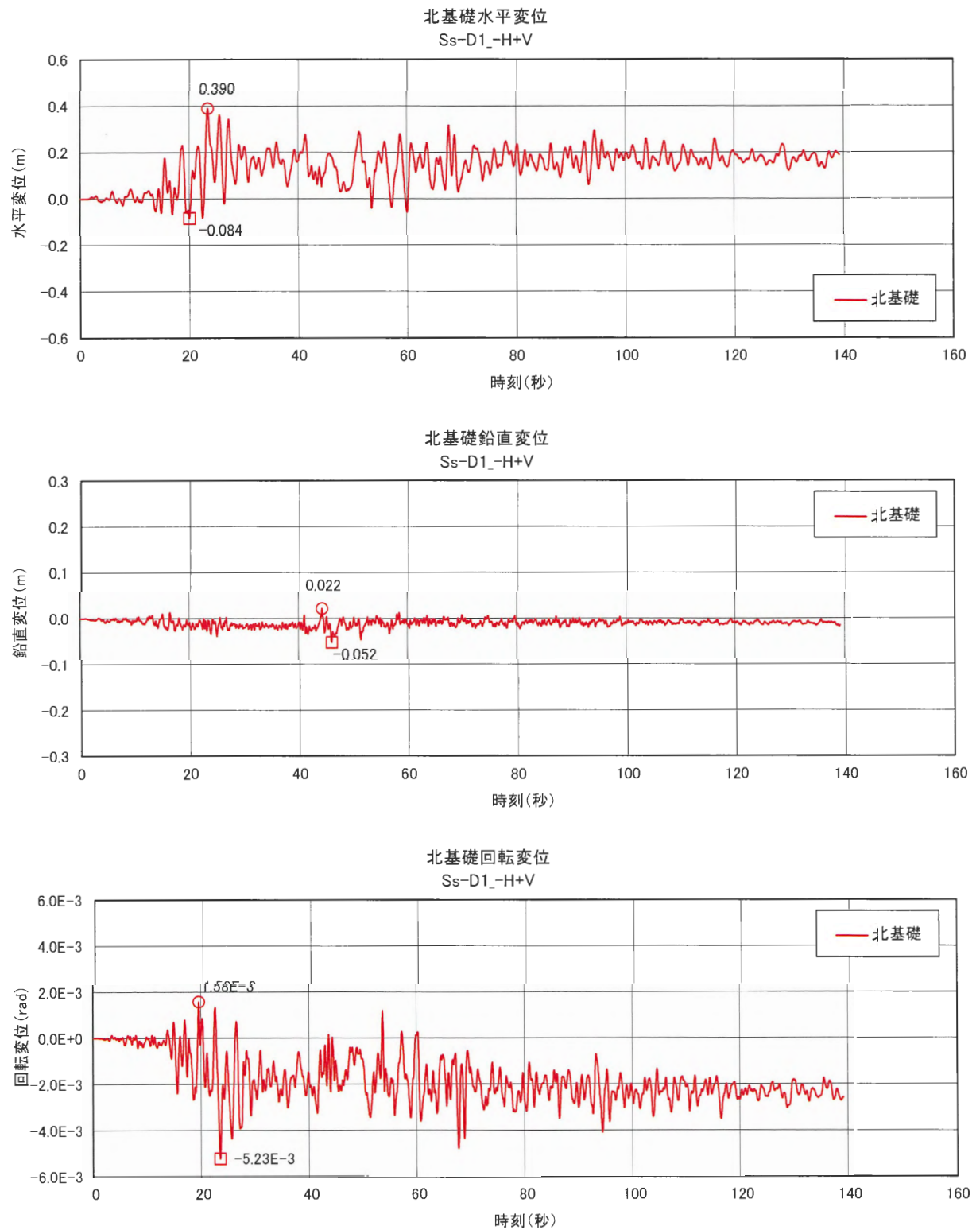


図 4.10-172 ②-②断面への入力時刻歴波形 (S<sub>s</sub>-D1 [H-, V+])

(**地盤**ケース④：敷地に存在しない豊浦標準砂の液状化強度特性により  
地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース)



表 4. 10-3 水平回転成分考慮のための設計水平震度の算定 (②-②断面, ③-③断面)

| 地盤<br>ケース | 最大水平加速度<br>(m/s <sup>2</sup> ) |       | 水平震度  |
|-----------|--------------------------------|-------|-------|
|           | 南基礎                            | 北基礎   |       |
| ④         | 3. 82                          | 3. 29 | 0. 39 |

注記 ④：敷地に存在しない豊浦標準砂の液状化強度特性により地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース

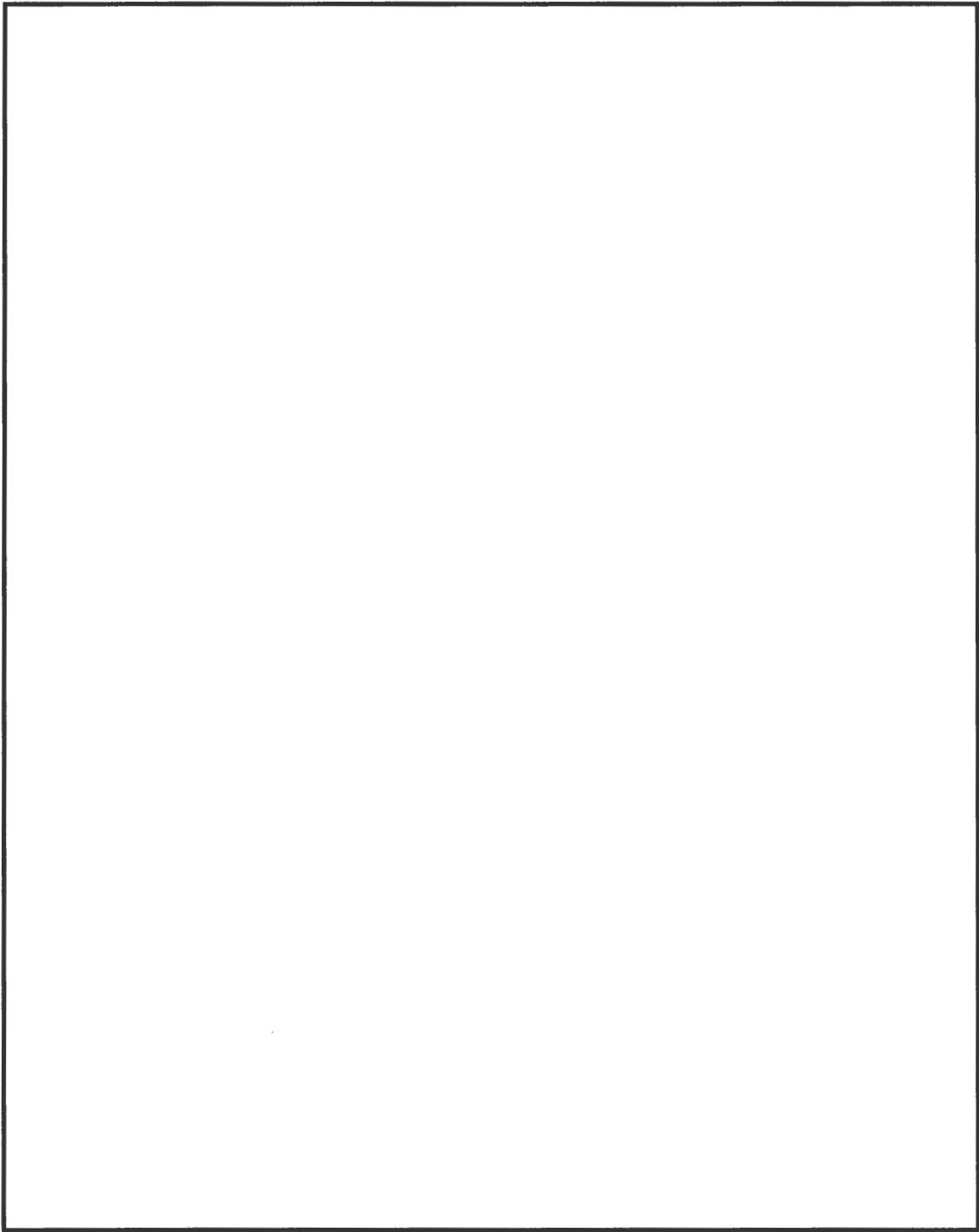
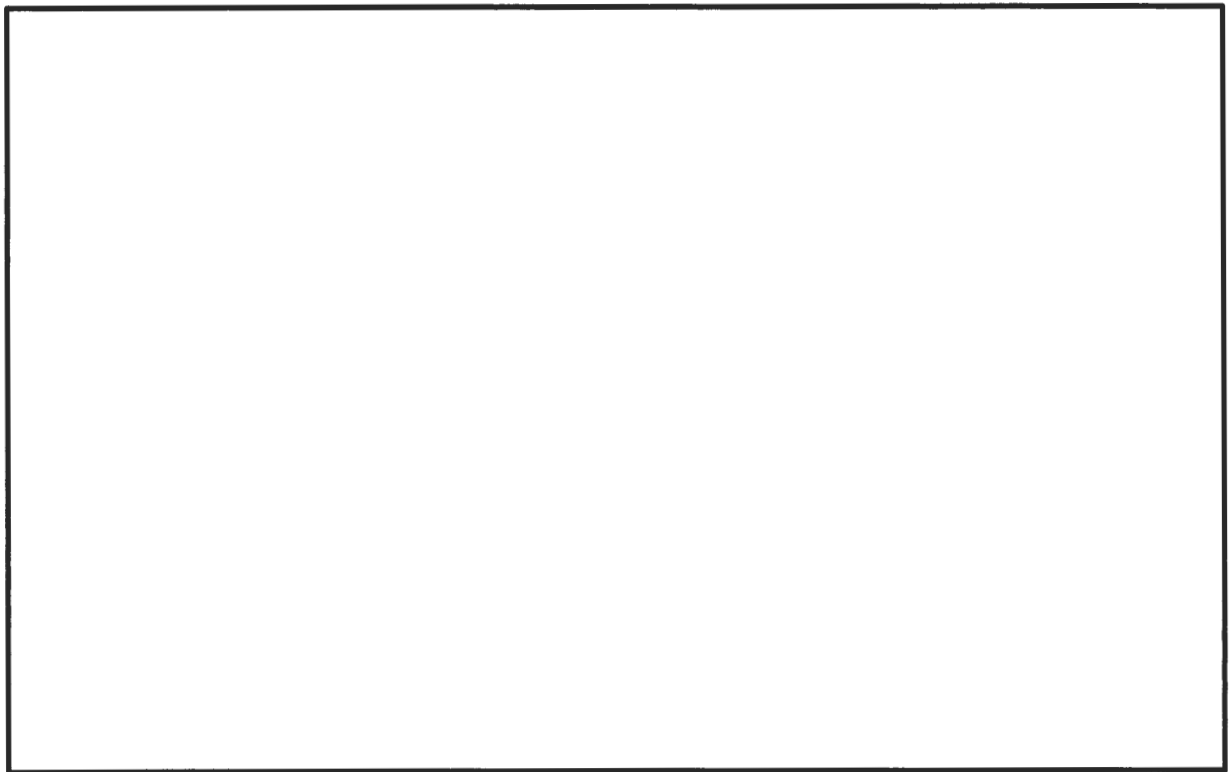
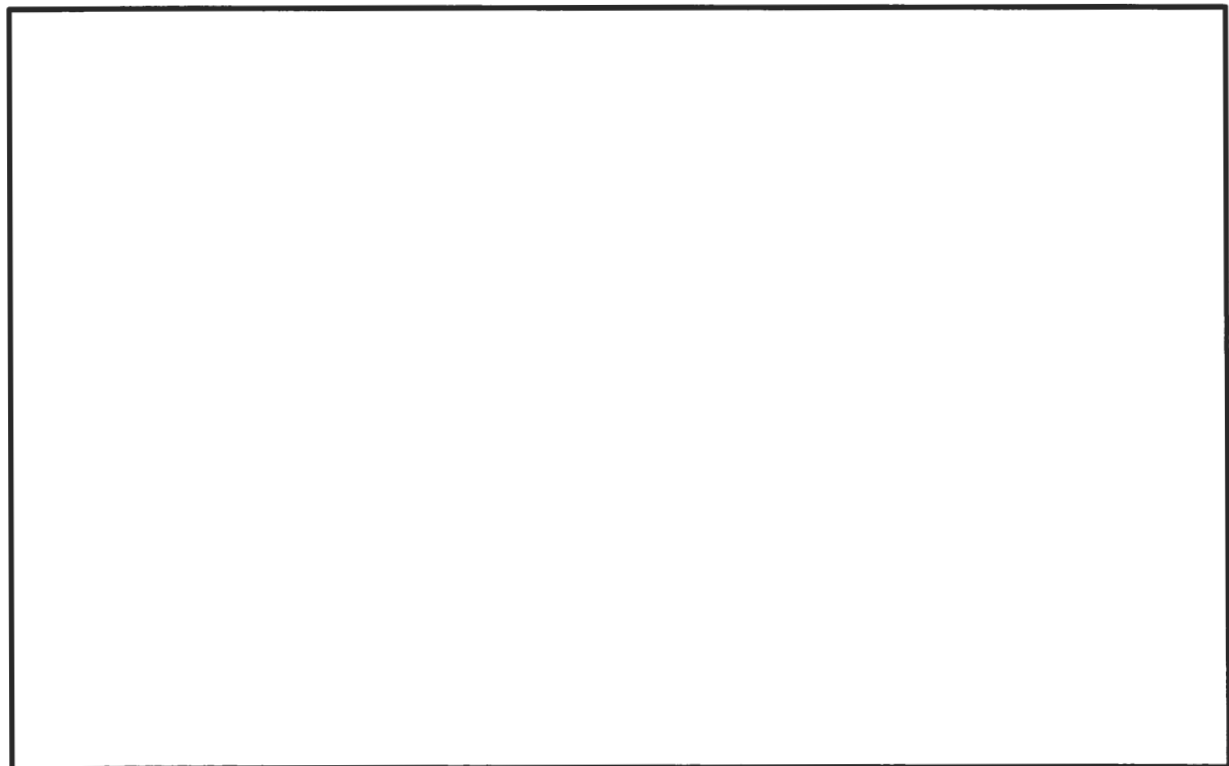


図 4. 10-173 主部材の各断面力の定義



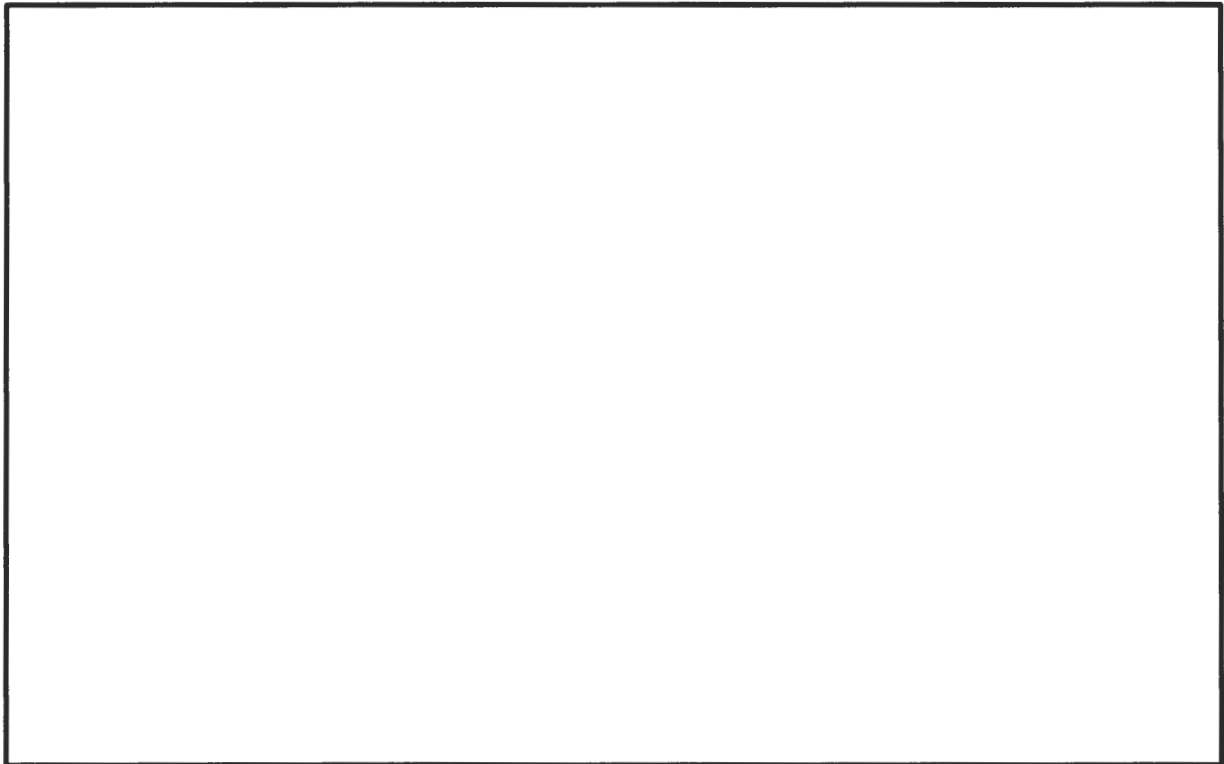
(軸力 A X, 最大時刻 26.93 s)



(面外せん断力 S 2, 最大時刻 23.59 s)

図 4.10-174 主部材の断面力図 (その 1)

(地盤ケース④：敷地に存在しない豊浦標準砂の液状化強度特性により  
地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース)



(面内せん断力  $S_3$  , 最大時刻 68.81 s)

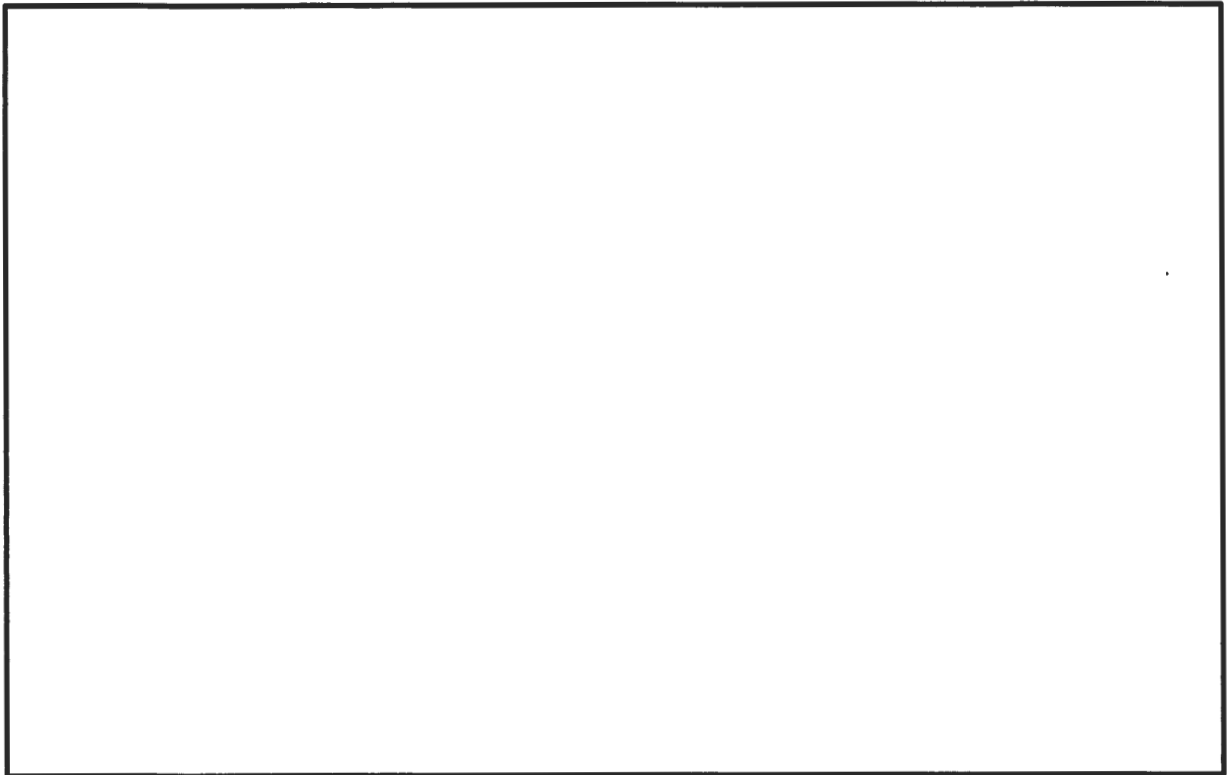


(ねじりモーメント  $TQ$  , 最大時刻 23.59 s)

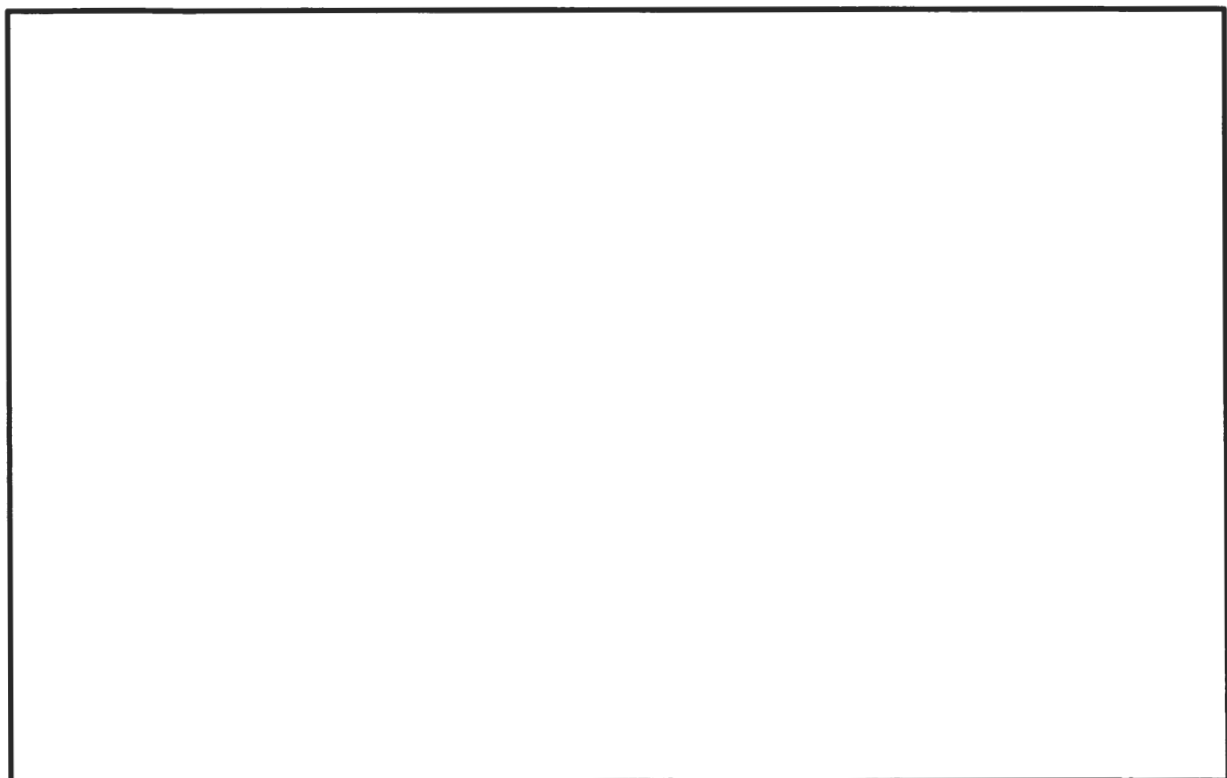
図 4.10-175 主部材の断面力図 (その2)

(地盤ケース④：敷地に存在しない豊浦標準砂の液状化強度特性により  
地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース)





(面外曲げモーメントM3, 最大時刻 23.59 s)



(面内曲げモーメントM2, 最大時刻 68.81 s)

図 4.10-176 主部材の断面力図 (その3)

(地盤ケース④：敷地に存在しない豊浦標準砂の液状化強度特性により  
地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース)

#### 4.11 評価結果

##### 4.11.1 評価結果総括

防潮堤（鋼製防護壁）の評価結果総括表を表 4.11-1～表 4.11-5 に示す。

鋼製防護壁基礎は、中実鉄筋コンクリート、鋼管杭、巻立て鉄筋コンクリート、杭頭接合部及び頂版鉄筋コンクリートにおいて、発生応力が許容限界以下である。鋼製防護壁は、主部材において、発生応力が許容限界以下である。接合部は、アンカーボルト、ベースプレート及び中詰め鉄筋コンクリートにおいて、発生応力が許容限界以下である。

支持性能は、中実鉄筋コンクリート及び鋼管杭において、接地圧が極限支持力度以下である。

止水ジョイント部は止水ジョイント部材の変形量が許容限界以下である。

以上より、耐震評価において、各評価対象部位の発生応力、接地圧及び変位量が許容限界以下であること確認した。

表 4.11-1 鋼製防護壁基礎の評価結果総括表

| 項目  |              | 入力地震動             |                     | 検討方向   | 地盤ケース | 発生値  | 許容限界   | 照査値    |      |
|-----|--------------|-------------------|---------------------|--------|-------|------|--------|--------|------|
|     |              | 種別                | 位相                  |        |       |      |        |        |      |
| 北基礎 | 中実鉄筋コンクリート   |                   |                     |        |       |      |        |        |      |
|     | コンクリート圧縮応力度  | N/mm <sup>2</sup> | S <sub>s</sub> -3 1 | H+, V+ | 堤軸    | ケース④ | 8.1    | 24     | 0.34 |
|     | 鉄筋引張応力度      | N/mm <sup>2</sup> | S <sub>s</sub> -3 1 | H-, V+ | 堤軸    | ケース① | 176    | 435    | 0.41 |
|     | せん断力         | kN                | S <sub>s</sub> -3 1 | H+, V+ | 堤軸    | ケース③ | 111296 | 200481 | 0.56 |
|     | 鋼管杭          |                   |                     |        |       |      |        |        |      |
|     | 曲げ応力度        | N/mm <sup>2</sup> | S <sub>s</sub> -3 1 | H+, V+ | 堤軸直交  | ケース④ | 226    | 442.5  | 0.52 |
|     | せん断応力度       | N/mm <sup>2</sup> | S <sub>s</sub> -D 1 | H-, V+ | 堤軸直交  | ケース① | 13.5   | 255    | 0.06 |
|     | 巻立て鉄筋コンクリート  |                   |                     |        |       |      |        |        |      |
|     | コンクリート圧縮応力度  | N/mm <sup>2</sup> | S <sub>s</sub> -D 1 | H-, V+ | 堤軸直交  | ケース① | 4.0    | 24     | 0.17 |
|     | 鉄筋引張応力度      | N/mm <sup>2</sup> | S <sub>s</sub> -3 1 | H+, V+ | 堤軸直交  | ケース② | 102    | 600    | 0.17 |
|     | せん断力         | kN                | S <sub>s</sub> -D 1 | H-, V+ | 堤軸直交  | ケース① | 1696   | 3771   | 0.45 |
|     | 鋼管杭部曲げ応力度    | N/mm <sup>2</sup> | S <sub>s</sub> -3 1 | H+, V+ | 堤軸直交  | ケース② | 80     | 442.5  | 0.19 |
|     | 鋼管杭部せん断応力度   | N/mm <sup>2</sup> | S <sub>s</sub> -D 1 | H-, V+ | 堤軸直交  | ケース① | 4.7    | 255    | 0.02 |
|     | 杭頭接合部        |                   |                     |        |       |      |        |        |      |
|     | 鋼管杭頭部        |                   |                     |        |       |      |        |        |      |
|     | コンクリート圧縮応力度  | N/mm <sup>2</sup> | S <sub>s</sub> -D 1 | H-, V- | 堤軸直交  | ケース① | 0.5    | 24     | 0.03 |
|     | 鉄筋引張応力度      | N/mm <sup>2</sup> | S <sub>s</sub> -3 1 | H+, V+ | 堤軸直交  | ケース② | 60     | 600    | 0.10 |
|     | 巻立て鉄筋コンクリート部 |                   |                     |        |       |      |        |        |      |
|     | コンクリート圧縮応力度  | N/mm <sup>2</sup> | S <sub>s</sub> -D 1 | H-, V+ | 堤軸直交  | ケース① | 4.2    | 24     | 0.18 |
|     | 鉄筋引張応力度      | N/mm <sup>2</sup> | S <sub>s</sub> -3 1 | H+, V+ | 堤軸直交  | ケース② | 150    | 600    | 0.25 |
|     | 頂版鉄筋コンクリート   |                   |                     |        |       |      |        |        |      |
|     | コンクリート圧縮応力度  | N/mm <sup>2</sup> | S <sub>s</sub> -3 1 | H-, V+ | 堤軸直交  | ケース① | 7.2    | 24     | 0.30 |
|     | 鉄筋引張応力度      | N/mm <sup>2</sup> | S <sub>s</sub> -3 1 | H+, V+ | 堤軸直交  | ケース③ | 338    | 435    | 0.78 |
|     | せん断力         | kN                | S <sub>s</sub> -3 1 | H-, V+ | 堤軸直交  | ケース① | 112414 | 419676 | 0.27 |
| 南基礎 | 中実鉄筋コンクリート   |                   |                     |        |       |      |        |        |      |
|     | コンクリート圧縮応力度  | N/mm <sup>2</sup> | S <sub>s</sub> -3 1 | H-, V+ | 堤軸    | ケース① | 7.6    | 24     | 0.32 |
|     | 鉄筋引張応力度      | N/mm <sup>2</sup> | S <sub>s</sub> -3 1 | H+, V+ | 堤軸    | ケース④ | 155    | 435    | 0.36 |
|     | せん断力         | kN                | S <sub>s</sub> -3 1 | H+, V+ | 堤軸    | ケース① | 215000 | 270033 | 0.80 |
|     | 鋼管杭          |                   |                     |        |       |      |        |        |      |
|     | 曲げ応力度        | N/mm <sup>2</sup> | S <sub>s</sub> -3 1 | H+, V+ | 堤軸直交  | ケース① | 133    | 442.5  | 0.31 |
|     | せん断応力度       | N/mm <sup>2</sup> | S <sub>s</sub> -D 1 | H-, V- | 堤軸直交  | ケース④ | 9.4    | 255    | 0.04 |
|     | 巻立て鉄筋コンクリート  |                   |                     |        |       |      |        |        |      |
|     | コンクリート圧縮応力度  | N/mm <sup>2</sup> | S <sub>s</sub> -D 1 | H-, V- | 堤軸直交  | ケース③ | 3.2    | 24     | 0.14 |
|     | 鉄筋引張応力度      | N/mm <sup>2</sup> | S <sub>s</sub> -D 1 | H-, V+ | 堤軸直交  | ケース④ | 67     | 600    | 0.12 |
|     | せん断力         | kN                | S <sub>s</sub> -D 1 | H-, V- | 堤軸直交  | ケース⑥ | 820    | 3652   | 0.23 |
|     | 鋼管杭部曲げ応力度    | N/mm <sup>2</sup> | S <sub>s</sub> -D 1 | H-, V+ | 堤軸直交  | ケース④ | 54     | 442.5  | 0.13 |
|     | 鋼管杭部せん断応力度   | N/mm <sup>2</sup> | S <sub>s</sub> -D 1 | H-, V- | 堤軸直交  | ケース⑥ | 3.5    | 255    | 0.02 |
|     | 杭頭接合部        |                   |                     |        |       |      |        |        |      |
|     | 鋼管杭頭部        |                   |                     |        |       |      |        |        |      |
|     | コンクリート圧縮応力度  | N/mm <sup>2</sup> | S <sub>s</sub> -3 1 | H+, V+ | 堤軸直交  | ケース① | 0.5    | 24     | 0.03 |
|     | 鉄筋引張応力度      | N/mm <sup>2</sup> | S <sub>s</sub> -D 1 | H+, V- | 堤軸直交  | ケース① | 40     | 600    | 0.07 |
|     | 巻立て鉄筋コンクリート部 |                   |                     |        |       |      |        |        |      |
|     | コンクリート圧縮応力度  | N/mm <sup>2</sup> | S <sub>s</sub> -D 1 | H-, V- | 堤軸直交  | ケース③ | 3.4    | 24     | 0.15 |
|     | 鉄筋引張応力度      | N/mm <sup>2</sup> | S <sub>s</sub> -D 1 | H-, V+ | 堤軸直交  | ケース④ | 99     | 600    | 0.17 |
|     | 頂版鉄筋コンクリート   |                   |                     |        |       |      |        |        |      |
|     | コンクリート圧縮応力度  | N/mm <sup>2</sup> | S <sub>s</sub> -3 1 | H-, V+ | 堤軸直交  | ケース① | 6.5    | 24     | 0.28 |
|     | 鉄筋引張応力度      | N/mm <sup>2</sup> | S <sub>s</sub> -D 1 | H-, V- | 堤軸直交  | ケース⑥ | 287    | 435    | 0.66 |
|     | せん断力         | kN                | S <sub>s</sub> -3 1 | H-, V+ | 堤軸    | ケース④ | 42806  | 137690 | 0.32 |



表 4.11-2 鋼製防護壁の評価結果総括表

| 項目           | 入力地震動    | 地盤ケース | 発生値   | 許容限界  | 照査値  |
|--------------|----------|-------|-------|-------|------|
| 主部材          |          |       |       |       |      |
| 検討箇所         | SBHS700  |       |       |       |      |
| 直応力度         | $N/mm^2$ | ケース④  | 368   | 615   | 0.60 |
| せん断応力度       | $N/mm^2$ |       | 175   | 352.5 | 0.50 |
| 合成応力度        | -        |       | 0.54  | 1.2   | 0.45 |
| 補剛材          |          |       |       |       |      |
| 検討箇所         | SBHS700  |       |       |       |      |
| 断面2次モーメント    | $cm^4$   | ケース④  | 26483 | 37137 | 0.72 |
| 断面積          | $cm^2$   |       | 35.8  | 108.8 | 0.33 |
| 添接板          |          |       |       |       |      |
| 検討箇所         | SBHS700  |       |       |       |      |
| 引張軸力最大時必要断面積 | $cm^2$   | ケース④  | 70.3  | 270.3 | 0.27 |
| 圧縮軸力最大時必要断面積 | $cm^2$   |       | 67.5  | 373.9 | 0.19 |

表 4.11-3 接合部の評価結果総括表

| 項目      |                   | 入力地震動                                                         | 地盤ケース | 発生値               | 許容限界  | 照査値    |      |
|---------|-------------------|---------------------------------------------------------------|-------|-------------------|-------|--------|------|
| 南基礎     | アンカーボルト           | ①-①断面：S s - D 1 (H +, V -)<br>②-②, ③-③断面：S s - D 1 (H -, V +) | ケース④  |                   |       |        |      |
|         | 引張応力度             |                                                               |       | N/mm <sup>2</sup> | 203   | 315    | 0.65 |
|         | アンカーボルトとコンクリートの定着 |                                                               |       |                   |       |        |      |
|         | アンカーボルトの定着長       |                                                               |       | cm                | 236.9 | 252.0  | 0.95 |
|         | ベースプレート           |                                                               |       |                   |       |        |      |
|         | 軸圧縮応力度            |                                                               |       | N/mm <sup>2</sup> | 278   | 450    | 0.62 |
|         | 曲げ応力度             |                                                               |       | N/mm <sup>2</sup> | 94    | 355    | 0.27 |
|         | せん断応力度            |                                                               |       | N/mm <sup>2</sup> | 66    | 260    | 0.26 |
|         | 合成応力度             |                                                               |       | -                 | 0.01  | 1.2    | 0.01 |
|         | コンクリートのコーンせん断力    |                                                               |       |                   |       |        |      |
|         | コーンせん断応力度         |                                                               |       | N/mm <sup>2</sup> | 1.018 | 1.431  | 0.72 |
|         | 中詰め鉄筋コンクリート       |                                                               |       |                   |       |        |      |
|         | 水平せん断力            |                                                               |       | kN                | 58042 | 221212 | 0.27 |
|         | 水平回転モーメント         |                                                               |       |                   |       |        |      |
| 水平鉄筋応力度 | N/mm <sup>2</sup> | 185                                                           | 435   | 0.43              |       |        |      |
| 鉛直鉄筋応力度 | N/mm <sup>2</sup> | 107                                                           | 435   | 0.25              |       |        |      |
| 北基礎     | アンカーボルト           | ①-①断面：S s - D 1 (H +, V -)<br>②-②, ③-③断面：S s - D 1 (H -, V +) | ケース④  |                   |       |        |      |
|         | 引張応力度             |                                                               |       | N/mm <sup>2</sup> | 232   | 315    | 0.74 |
|         | アンカーボルトとコンクリートの定着 |                                                               |       |                   |       |        |      |
|         | アンカーボルトの定着長       |                                                               |       | cm                | 236.9 | 252.0  | 0.95 |
|         | ベースプレート           |                                                               |       |                   |       |        |      |
|         | 軸圧縮応力度            |                                                               |       | N/mm <sup>2</sup> | 215   | 450    | 0.48 |
|         | 曲げ応力度             |                                                               |       | N/mm <sup>2</sup> | 73    | 355    | 0.21 |
|         | せん断応力度            |                                                               |       | N/mm <sup>2</sup> | 51    | 260    | 0.20 |
|         | 合成応力度             |                                                               |       | -                 | 0.061 | 1.2    | 0.06 |
|         | コンクリートのコーンせん断力    |                                                               |       |                   |       |        |      |
|         | コーンせん断応力度         |                                                               |       | N/mm <sup>2</sup> | 1.145 | 1.558  | 0.74 |
|         | 中詰め鉄筋コンクリート       |                                                               |       |                   |       |        |      |
|         | 水平せん断力            |                                                               |       | kN                | 42135 | 221212 | 0.20 |
|         | 水平回転モーメント         |                                                               |       |                   |       |        |      |
|         | 水平鉄筋応力度           |                                                               |       | N/mm <sup>2</sup> | 179   | 435    | 0.42 |
|         | 鉛直鉄筋応力度           |                                                               |       | N/mm <sup>2</sup> | 103   | 435    | 0.24 |

表 4.11-4 支持性能の評価結果総括表

| 項目  |                                 | 入力地震動      |        | 検討方向 | 地盤ケース | 発生値  | 極限支持力度 |
|-----|---------------------------------|------------|--------|------|-------|------|--------|
|     |                                 | 種別         | 位相     |      |       |      |        |
| 北基礎 | 中実鉄筋コンクリートの支持力度 $\text{kN/m}^2$ | $S_s-3\ 1$ | H+, V+ | 堤軸   | ケース④  | 4777 | 6116   |
|     | 鋼管杭の支持力度 $\text{kN/m}^2$        | $S_s-D\ 1$ | H+, V+ | 堤軸直交 | ケース①  | 4313 | 5092   |
| 南基礎 | 中実鉄筋コンクリートの支持力度 $\text{kN/m}^2$ | $S_s-3\ 1$ | H+, V+ | 堤軸   | ケース③  | 2407 | 5991   |
|     | 鋼管杭の支持力度 $\text{kN/m}^2$        | $S_s-D\ 1$ | H-, V- | 堤軸直交 | ケース④  | 4912 | 5039   |

表 4.11-5 止水ジョイント部の評価結果総括表

| 項目                        | 発生値   | 許容限界 |
|---------------------------|-------|------|
| 止水ジョイント部材の変形量 $\text{mm}$ | 1.450 | 2.0  |

#### 4. 11. 2 評価結果詳細

##### (1) 鋼製防護壁基礎の評価結果

###### a. 中実鉄筋コンクリートの評価結果

中実鉄筋コンクリートの評価は、中実鉄筋コンクリートの応力状態、鉄筋の配置を考慮して部材種別を設定する。北基礎は1部材で、南基礎は上部、中央（上）、中央（下）、下部の4部材に分割し、部材ごとに評価することで合理的な設計とする。決定した概略配筋図を、図 4. 11-33～図 4. 11-39 に示す。

###### (a) 曲げ軸力に対する評価結果

曲げ軸力に対する評価は、2次元有効応力解析によって得られる曲げ軸力によりコンクリート及び鉄筋に発生する応力度を算出し、構造部材の発生応力度が許容限界以下であることを確認する。

表 4. 11-6～表 4. 11-25 に、2次元有効応力解析の検討ケース及びコンクリートの曲げ軸力、鉄筋の曲げ軸力に対する照査値を示す。

評価位置を図 4. 11-1 に、コンクリートの曲げ軸力及び鉄筋の曲げ軸力に対する照査値が最大となるケースを表 4. 11-26～表 4. 11-29 にまとめ、それぞれの照査値が最も厳しくなる時刻の断面力を図 4. 11-2～図 4. 11-21 に示す。

中実鉄筋コンクリートにおける許容応力度法による照査を行った結果、コンクリートの曲げ圧縮応力度と鉄筋の曲げ引張応力度が許容限界以下であることを確認した。

以上のことから、中実鉄筋コンクリートの構造部材の発生応力度が許容限界以下であることを確認した。



平面図



側面図

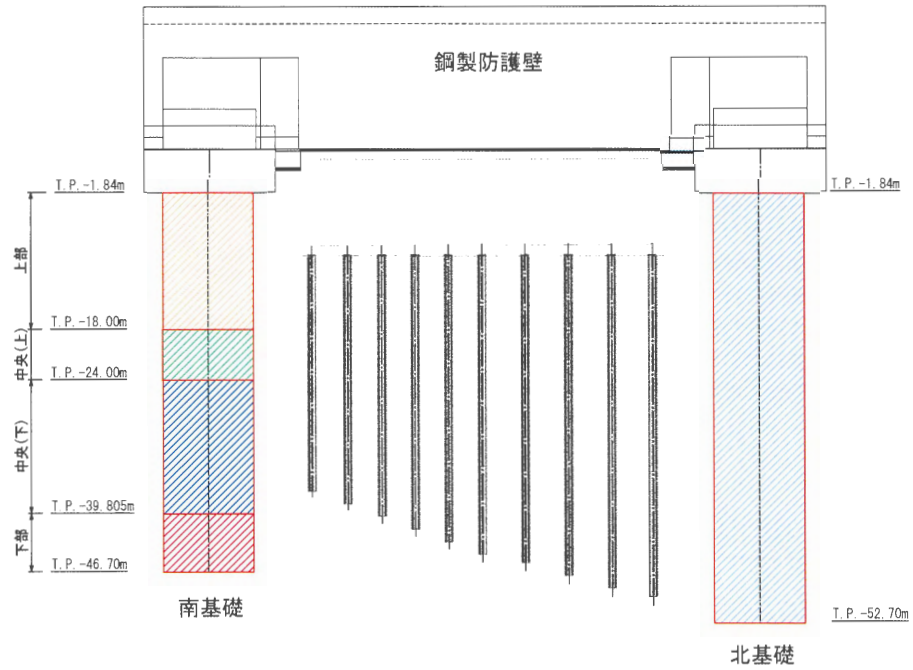


図 4.11-1 評価位置図（中実鉄筋コンクリート）

表 4.11-6 ①-①断面のコンクリートの曲げ軸力に対する検討ケースと照査値（南基礎）

| 地震動        |        | 地盤ケース | 曲げ軸力照査（コンクリート曲げ軸力） |      |      |      |      |      |
|------------|--------|-------|--------------------|------|------|------|------|------|
|            |        |       | ①                  | ②    | ③    | ④    | ⑤    | ⑥    |
| $S_s - D1$ | H+, V+ |       | 0.25               |      |      |      |      |      |
|            | H+, V- |       | 0.25               |      |      |      |      |      |
|            | H-, V+ |       | 0.22               |      |      |      |      |      |
|            | H-, V- |       | 0.22               |      |      |      |      |      |
| $S_s - 11$ |        |       | 0.13               |      |      |      |      |      |
| $S_s - 12$ |        |       | 0.23               |      |      |      |      |      |
| $S_s - 13$ |        |       | 0.21               |      |      |      |      |      |
| $S_s - 14$ |        |       | 0.15               |      |      |      |      |      |
| $S_s - 21$ |        |       | 0.21               |      |      |      |      |      |
| $S_s - 22$ |        |       | 0.15               |      |      |      |      |      |
| $S_s - 31$ | H+, V+ |       | 0.25               | 0.25 | 0.26 | 0.27 | 0.25 | 0.25 |
|            | H-, V+ |       | 0.31               |      |      |      |      |      |

- 注記 ①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース  
 ②：地盤物性のばらつきを考慮（+1 $\sigma$ ）した解析ケース  
 ③：地盤物性のばらつきを考慮（-1 $\sigma$ ）した解析ケース  
 ④：敷地に存在しない豊浦標準砂の液状化強度特性により地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース  
 ⑤：原地盤において非液状化の条件を仮定した解析ケース  
 ⑥：地盤物性のばらつきを考慮（+1 $\sigma$ ）して非液状化の条件を仮定した解析ケース

表 4.11-7 ①-①断面のコンクリートの曲げ軸力に対する検討ケースと照査値（北基礎）

| 地震動        |        | 地盤ケース | 曲げ軸力照査（コンクリート曲げ軸力） |      |      |      |      |      |
|------------|--------|-------|--------------------|------|------|------|------|------|
|            |        |       | ①                  | ②    | ③    | ④    | ⑤    | ⑥    |
| $S_s - D1$ | H+, V+ |       | 0.23               |      |      |      |      |      |
|            | H+, V- |       | 0.23               |      |      |      |      |      |
|            | H-, V+ |       | 0.28               |      |      |      |      |      |
|            | H-, V- |       | 0.28               |      |      |      |      |      |
| $S_s - 11$ |        |       | 0.14               |      |      |      |      |      |
| $S_s - 12$ |        |       | 0.21               |      |      |      |      |      |
| $S_s - 13$ |        |       | 0.20               |      |      |      |      |      |
| $S_s - 14$ |        |       | 0.15               |      |      |      |      |      |
| $S_s - 21$ |        |       | 0.25               |      |      |      |      |      |
| $S_s - 22$ |        |       | 0.16               |      |      |      |      |      |
| $S_s - 31$ | H+, V+ |       | 0.33               | 0.33 | 0.34 | 0.34 | 0.33 | 0.33 |
|            | H-, V+ |       | 0.28               |      |      |      |      |      |

- 注記 ①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース  
 ②：地盤物性のばらつきを考慮（+1 $\sigma$ ）した解析ケース  
 ③：地盤物性のばらつきを考慮（-1 $\sigma$ ）した解析ケース  
 ④：敷地に存在しない豊浦標準砂の液状化強度特性により地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース  
 ⑤：原地盤において非液状化の条件を仮定した解析ケース  
 ⑥：地盤物性のばらつきを考慮（+1 $\sigma$ ）して非液状化の条件を仮定した解析ケース

表 4.11-8 ③-③断面のコンクリートの曲げ軸力に対する検討ケースと照査値（南基礎）

| 地震動        |        | 地盤ケース | 曲げ軸力照査（コンクリート曲げ軸力） |      |      |      |      |      |
|------------|--------|-------|--------------------|------|------|------|------|------|
|            |        |       | ①                  | ②    | ③    | ④    | ⑤    | ⑥    |
| $S_s - D1$ | H+, V+ |       | 0.17               |      |      |      |      |      |
|            | H+, V- |       | 0.17               |      |      |      |      |      |
|            | H-, V+ |       | 0.19               | 0.18 | 0.19 | 0.19 | 0.18 | 0.18 |
|            | H-, V- |       | 0.19               | 0.18 | 0.18 | 0.18 | 0.18 | 0.18 |
| $S_s - 11$ |        |       | 0.10               |      |      |      |      |      |
| $S_s - 12$ |        |       | 0.11               |      |      |      |      |      |
| $S_s - 13$ |        |       | 0.12               |      |      |      |      |      |
| $S_s - 14$ |        |       | 0.10               |      |      |      |      |      |
| $S_s - 21$ |        |       | 0.13               |      |      |      |      |      |
| $S_s - 22$ |        |       | 0.12               |      |      |      |      |      |
| $S_s - 31$ | H+, V+ |       | 0.18               |      |      |      |      |      |
|            | H-, V+ |       | 0.17               |      |      |      |      |      |

- 注記 ①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース  
 ②：地盤物性のばらつきを考慮（+1 $\sigma$ ）した解析ケース  
 ③：地盤物性のばらつきを考慮（-1 $\sigma$ ）した解析ケース  
 ④：敷地に存在しない豊浦標準砂の液状化強度特性により地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース  
 ⑤：原地盤において非液状化の条件を仮定した解析ケース  
 ⑥：地盤物性のばらつきを考慮（+1 $\sigma$ ）して非液状化の条件を仮定した解析ケース

表 4.11-9 ②-②断面のコンクリートの曲げ軸力に対する検討ケースと照査値（北基礎）

| 地震動        |        | 地盤ケース | 曲げ軸力照査（コンクリート曲げ軸力） |      |      |      |      |      |
|------------|--------|-------|--------------------|------|------|------|------|------|
|            |        |       | ①                  | ②    | ③    | ④    | ⑤    | ⑥    |
| $S_s - D1$ | H+, V+ |       | 0.23               |      |      |      |      |      |
|            | H+, V- |       | 0.23               |      |      |      |      |      |
|            | H-, V+ |       | 0.24               |      |      |      |      |      |
|            | H-, V- |       | 0.23               |      |      |      |      |      |
| $S_s - 11$ |        |       | 0.11               |      |      |      |      |      |
| $S_s - 12$ |        |       | 0.13               |      |      |      |      |      |
| $S_s - 13$ |        |       | 0.15               |      |      |      |      |      |
| $S_s - 14$ |        |       | 0.15               |      |      |      |      |      |
| $S_s - 21$ |        |       | 0.13               |      |      |      |      |      |
| $S_s - 22$ |        |       | 0.13               |      |      |      |      |      |
| $S_s - 31$ | H+, V+ |       | 0.25               | 0.24 | 0.25 | 0.25 | 0.24 | 0.24 |
|            | H-, V+ |       | 0.20               |      |      |      |      |      |

- 注記 ①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース  
 ②：地盤物性のばらつきを考慮（+1 $\sigma$ ）した解析ケース  
 ③：地盤物性のばらつきを考慮（-1 $\sigma$ ）した解析ケース  
 ④：敷地に存在しない豊浦標準砂の液状化強度特性により地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース  
 ⑤：原地盤において非液状化の条件を仮定した解析ケース  
 ⑥：地盤物性のばらつきを考慮（+1 $\sigma$ ）して非液状化の条件を仮定した解析ケース



表 4.11-10 ①-①断面の鉄筋の曲げ軸力に対する検討ケースと照査値（南基礎）

| 地震動        |        | 地盤ケース | 曲げ軸力照査（鉄筋曲げ軸力） |      |      |      |      |      |
|------------|--------|-------|----------------|------|------|------|------|------|
|            |        |       | ①              | ②    | ③    | ④    | ⑤    | ⑥    |
| $S_s - D1$ | H+, V+ |       | 0.27           |      |      |      |      |      |
|            | H+, V- |       | 0.27           |      |      |      |      |      |
|            | H-, V+ |       | 0.27           |      |      |      |      |      |
|            | H-, V- |       | 0.27           |      |      |      |      |      |
| $S_s - 11$ |        |       | 0.12           |      |      |      |      |      |
| $S_s - 12$ |        |       | 0.23           |      |      |      |      |      |
| $S_s - 13$ |        |       | 0.22           |      |      |      |      |      |
| $S_s - 14$ |        |       | 0.14           |      |      |      |      |      |
| $S_s - 21$ |        |       | 0.24           |      |      |      |      |      |
| $S_s - 22$ |        |       | 0.13           |      |      |      |      |      |
| $S_s - 31$ | H+, V+ |       | 0.33           | 0.32 | 0.34 | 0.36 | 0.33 | 0.32 |
|            | H-, V+ |       | 0.33           |      |      |      |      |      |

- 注記 ①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース  
 ②：地盤物性のばらつきを考慮（+1 $\sigma$ ）した解析ケース  
 ③：地盤物性のばらつきを考慮（-1 $\sigma$ ）した解析ケース  
 ④：敷地に存在しない豊浦標準砂の液状化強度特性により地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース  
 ⑤：原地盤において非液状化の条件を仮定した解析ケース  
 ⑥：地盤物性のばらつきを考慮（+1 $\sigma$ ）して非液状化の条件を仮定した解析ケース

表 4.11-11 ①-①断面の鉄筋の曲げ軸力に対する検討ケースと照査値（北基礎）

| 地震動        |        | 地盤ケース | 曲げ軸力照査（鉄筋曲げ軸力） |      |      |      |      |      |
|------------|--------|-------|----------------|------|------|------|------|------|
|            |        |       | ①              | ②    | ③    | ④    | ⑤    | ⑥    |
| $S_s - D1$ | H+, V+ |       | 0.32           |      |      |      |      |      |
|            | H+, V- |       | 0.32           |      |      |      |      |      |
|            | H-, V+ |       | 0.26           |      |      |      |      |      |
|            | H-, V- |       | 0.26           |      |      |      |      |      |
| $S_s - 11$ |        |       | 0.14           |      |      |      |      |      |
| $S_s - 12$ |        |       | 0.29           |      |      |      |      |      |
| $S_s - 13$ |        |       | 0.27           |      |      |      |      |      |
| $S_s - 14$ |        |       | 0.18           |      |      |      |      |      |
| $S_s - 21$ |        |       | 0.23           |      |      |      |      |      |
| $S_s - 22$ |        |       | 0.15           |      |      |      |      |      |
| $S_s - 31$ | H+, V+ |       | 0.32           | 0.32 | 0.33 | 0.34 | 0.32 | 0.32 |
|            | H-, V+ |       | 0.41           |      |      |      |      |      |

- 注記 ①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース  
 ②：地盤物性のばらつきを考慮（+1 $\sigma$ ）した解析ケース  
 ③：地盤物性のばらつきを考慮（-1 $\sigma$ ）した解析ケース  
 ④：敷地に存在しない豊浦標準砂の液状化強度特性により地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース  
 ⑤：原地盤において非液状化の条件を仮定した解析ケース  
 ⑥：地盤物性のばらつきを考慮（+1 $\sigma$ ）して非液状化の条件を仮定した解析ケース

表 4.11-12 ③-③断面の鉄筋の曲げ軸力に対する検討ケースと照査値（南基礎）

| 地震動        |          | 地盤ケース | 曲げ軸力照査（鉄筋曲げ軸力） |      |      |      |      |      |
|------------|----------|-------|----------------|------|------|------|------|------|
|            |          |       | ①              | ②    | ③    | ④    | ⑤    | ⑥    |
| $S_s - D1$ | H +, V + |       | 0.18           |      |      |      |      |      |
|            | H +, V - |       | 0.17           |      |      |      |      |      |
|            | H -, V + |       | 0.20           | 0.20 | 0.20 | 0.20 | 0.20 | 0.20 |
|            | H -, V - |       | 0.20           | 0.21 | 0.22 | 0.23 | 0.20 | 0.21 |
| $S_s - 11$ |          |       | 0.10           |      |      |      |      |      |
| $S_s - 12$ |          |       | 0.10           |      |      |      |      |      |
| $S_s - 13$ |          |       | 0.12           |      |      |      |      |      |
| $S_s - 14$ |          |       | 0.10           |      |      |      |      |      |
| $S_s - 21$ |          |       | 0.13           |      |      |      |      |      |
| $S_s - 22$ |          |       | 0.12           |      |      |      |      |      |
| $S_s - 31$ | H +, V + |       | 0.22           |      |      |      |      |      |
|            | H -, V + |       | 0.19           |      |      |      |      |      |

- 注記 ①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース  
 ②：地盤物性のばらつきを考慮（+1 $\sigma$ ）した解析ケース  
 ③：地盤物性のばらつきを考慮（-1 $\sigma$ ）した解析ケース  
 ④：敷地に存在しない豊浦標準砂の液状化強度特性により地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース  
 ⑤：原地盤において非液状化の条件を仮定した解析ケース  
 ⑥：地盤物性のばらつきを考慮（+1 $\sigma$ ）して非液状化の条件を仮定した解析ケース

表 4.11-13 ②-②断面の鉄筋の曲げ軸力に対する検討ケースと照査値（北基礎）

| 地震動        |          | 地盤ケース | 曲げ軸力照査（鉄筋曲げ軸力） |      |      |      |      |      |
|------------|----------|-------|----------------|------|------|------|------|------|
|            |          |       | ①              | ②    | ③    | ④    | ⑤    | ⑥    |
| $S_s - D1$ | H +, V + |       | 0.28           |      |      |      |      |      |
|            | H +, V - |       | 0.27           |      |      |      |      |      |
|            | H -, V + |       | 0.30           |      |      |      |      |      |
|            | H -, V - |       | 0.29           |      |      |      |      |      |
| $S_s - 11$ |          |       | 0.10           |      |      |      |      |      |
| $S_s - 12$ |          |       | 0.14           |      |      |      |      |      |
| $S_s - 13$ |          |       | 0.15           |      |      |      |      |      |
| $S_s - 14$ |          |       | 0.15           |      |      |      |      |      |
| $S_s - 21$ |          |       | 0.13           |      |      |      |      |      |
| $S_s - 22$ |          |       | 0.14           |      |      |      |      |      |
| $S_s - 31$ | H +, V + |       | 0.31           | 0.31 | 0.32 | 0.31 | 0.31 | 0.30 |
|            | H -, V + |       | 0.26           |      |      |      |      |      |

- 注記 ①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース  
 ②：地盤物性のばらつきを考慮（+1 $\sigma$ ）した解析ケース  
 ③：地盤物性のばらつきを考慮（-1 $\sigma$ ）した解析ケース  
 ④：敷地に存在しない豊浦標準砂の液状化強度特性により地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース  
 ⑤：原地盤において非液状化の条件を仮定した解析ケース  
 ⑥：地盤物性のばらつきを考慮（+1 $\sigma$ ）して非液状化の条件を仮定した解析ケース

表 4.11-14 コンクリートの曲げ軸力照査結果 (①-①断面南基礎)

(地盤ケース①: 原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)

| 地盤<br>ケース | 地震動                            | 評価位置   | 断面性状          |               |               | 鉄筋仕様                          | 発生断面力                 |            | 片端<br>応力度<br>$\sigma_f$<br>(N/mm <sup>2</sup> ) | 中間支持<br>応力度<br>$\sigma_{f,2}$<br>(N/mm <sup>2</sup> ) | 照査値<br>$\sigma_f / \sigma_{f,2}$ |
|-----------|--------------------------------|--------|---------------|---------------|---------------|-------------------------------|-----------------------|------------|-------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|----------------------------------|
|           |                                |        | 部材幅<br>b (mm) | 部材高<br>h (mm) | 有効高<br>d (mm) |                               | 曲げ<br>モーメント<br>(kN・m) | 軸力<br>(kN) |                                                 |                                                       |                                  |
| ケース①      | S <sub>1</sub> -D1<br>(H+, V+) | 上部     | 10700         | 10700         | 9976          | D510150 (8段)                  | -1685726              | -94718     | 6.0                                             | 24                                                    | 0.25                             |
|           |                                | 中央 (上) | 10700         | 10700         | 9759          | D510150 (11段)                 | 1047219               | -171823    | 3.8                                             | 24                                                    | 0.16                             |
|           |                                | 中央 (下) | 10700         | 10700         | 9262          | D510150 (17段)<br>D510300 (1段) | 1730805               | -175198    | 5.2                                             | 24                                                    | 0.22                             |
|           |                                | 下部     | 10700         | 10700         | 9759          | D510150 (11段)                 | 920012                | -210071    | 3.6                                             | 24                                                    | 0.15                             |
|           | S <sub>1</sub> -D1<br>(H+, V-) | 上部     | 10700         | 10700         | 9976          | D510150 (8段)                  | -1686017              | 95446      | 6.0                                             | 24                                                    | 0.25                             |
|           |                                | 中央 (上) | 10700         | 10700         | 9759          | D510150 (11段)                 | 1049777               | -168849    | 3.8                                             | 24                                                    | 0.16                             |
|           |                                | 中央 (下) | 10700         | 10700         | 9262          | D510150 (17段)<br>D510300 (1段) | 1730276               | -179246    | 5.2                                             | 24                                                    | 0.22                             |
|           |                                | 下部     | 10700         | 10700         | 9759          | D510150 (11段)                 | 926518                | -206924    | 3.6                                             | 24                                                    | 0.15                             |
|           | S <sub>1</sub> -D1<br>(H-, V+) | 上部     | 10700         | 10700         | 9976          | D510150 (8段)                  | 1494444               | -25583     | 5.1                                             | 24                                                    | 0.22                             |
|           |                                | 中央 (上) | 10700         | 10700         | 9759          | D510150 (11段)                 | 938865                | -166324    | 3.5                                             | 24                                                    | 0.15                             |
|           |                                | 中央 (下) | 10700         | 10700         | 9262          | D510150 (17段)<br>D510300 (1段) | -1731289              | -161513    | 5.2                                             | 24                                                    | 0.22                             |
|           |                                | 下部     | 10700         | 10700         | 9759          | D510150 (11段)                 | -1022347              | -178379    | 3.8                                             | 24                                                    | 0.16                             |
|           | S <sub>1</sub> -D1<br>(H-, V-) | 上部     | 10700         | 10700         | 9976          | D510150 (8段)                  | 1479547               | -24993     | 5.0                                             | 24                                                    | 0.21                             |
|           |                                | 中央 (上) | 10700         | 10700         | 9759          | D510150 (11段)                 | 908815                | -176903    | 3.4                                             | 24                                                    | 0.15                             |
|           |                                | 中央 (下) | 10700         | 10700         | 9262          | D510150 (17段)<br>D510300 (1段) | -1734485              | -161324    | 5.2                                             | 24                                                    | 0.22                             |
|           |                                | 下部     | 10700         | 10700         | 9759          | D510150 (11段)                 | -1008996              | -180867    | 3.8                                             | 24                                                    | 0.16                             |
|           | S <sub>1</sub> -11             | 上部     | 10700         | 10700         | 9976          | D510150 (8段)                  | -798173               | -70663     | 3.0                                             | 24                                                    | 0.13                             |
|           |                                | 中央 (上) | 10700         | 10700         | 9759          | D510150 (11段)                 | 528765                | -138774    | 2.1                                             | 24                                                    | 0.09                             |
|           |                                | 中央 (下) | 10700         | 10700         | 9262          | D510150 (17段)<br>D510300 (1段) | -891426               | -178242    | 3.0                                             | 24                                                    | 0.13                             |
|           |                                | 下部     | 10700         | 10700         | 9759          | D510150 (11段)                 | -437884               | -213784    | 2.2                                             | 24                                                    | 0.10                             |
|           | S <sub>1</sub> -12             | 上部     | 10700         | 10700         | 9976          | D510150 (8段)                  | -1476411              | -88334     | 5.3                                             | 24                                                    | 0.23                             |
|           |                                | 中央 (上) | 10700         | 10700         | 9759          | D510150 (11段)                 | 730546                | -159295    | 2.8                                             | 24                                                    | 0.12                             |
|           |                                | 中央 (下) | 10700         | 10700         | 9262          | D510150 (17段)<br>D510300 (1段) | 1356269               | -166853    | 4.2                                             | 24                                                    | 0.18                             |
|           |                                | 下部     | 10700         | 10700         | 9759          | D510150 (11段)                 | 708426                | -210068    | 3.0                                             | 24                                                    | 0.13                             |
|           | S <sub>1</sub> -13             | 上部     | 10700         | 10700         | 9976          | D510150 (8段)                  | -1395196              | -85414     | 5.0                                             | 24                                                    | 0.21                             |
|           |                                | 中央 (上) | 10700         | 10700         | 9759          | D510150 (11段)                 | 705453                | -158433    | 2.8                                             | 24                                                    | 0.12                             |
|           |                                | 中央 (下) | 10700         | 10700         | 9262          | D510150 (17段)<br>D510300 (1段) | 1304413               | -169257    | 4.1                                             | 24                                                    | 0.18                             |
|           |                                | 下部     | 10700         | 10700         | 9759          | D510150 (11段)                 | 672107                | -210788    | 2.9                                             | 24                                                    | 0.13                             |
|           | S <sub>1</sub> -14             | 上部     | 10700         | 10700         | 9976          | D510150 (8段)                  | -959322               | -73857     | 3.6                                             | 24                                                    | 0.15                             |
|           |                                | 中央 (上) | 10700         | 10700         | 9759          | D510150 (11段)                 | 606119                | -147431    | 2.4                                             | 24                                                    | 0.10                             |
|           |                                | 中央 (下) | 10700         | 10700         | 9262          | D510150 (17段)<br>D510300 (1段) | 941470                | -159727    | 3.1                                             | 24                                                    | 0.13                             |
|           |                                | 下部     | 10700         | 10700         | 9759          | D510150 (11段)                 | 426572                | -209895    | 2.2                                             | 24                                                    | 0.10                             |
|           | S <sub>1</sub> -21             | 上部     | 10700         | 10700         | 9976          | D510150 (8段)                  | 1318460               | -27212     | 4.5                                             | 24                                                    | 0.19                             |
|           |                                | 中央 (上) | 10700         | 10700         | 9759          | D510150 (11段)                 | 913585                | -162661    | 3.4                                             | 24                                                    | 0.15                             |
|           |                                | 中央 (下) | 10700         | 10700         | 9262          | D510150 (17段)<br>D510300 (1段) | -1601335              | -158100    | 4.9                                             | 24                                                    | 0.21                             |
|           |                                | 下部     | 10700         | 10700         | 9759          | D510150 (11段)                 | -912518               | -185533    | 3.4                                             | 24                                                    | 0.15                             |
|           | S <sub>1</sub> -22             | 上部     | 10700         | 10700         | 9976          | D510150 (8段)                  | -837999               | -74512     | 3.1                                             | 24                                                    | 0.13                             |
|           |                                | 中央 (上) | 10700         | 10700         | 9759          | D510150 (11段)                 | 718659                | -155313    | 2.8                                             | 24                                                    | 0.12                             |
|           |                                | 中央 (下) | 10700         | 10700         | 9262          | D510150 (17段)<br>D510300 (1段) | -1096245              | -165862    | 3.5                                             | 24                                                    | 0.15                             |
|           |                                | 下部     | 10700         | 10700         | 9759          | D510150 (11段)                 | 421313                | -227187    | 2.2                                             | 24                                                    | 0.10                             |
|           | S <sub>1</sub> -31<br>(H+, V+) | 上部     | 10700         | 10700         | 9976          | D510150 (8段)                  | 1765791               | -16772     | 5.9                                             | 24                                                    | 0.25                             |
|           |                                | 中央 (上) | 10700         | 10700         | 9759          | D510150 (11段)                 | 659786                | -168545    | 2.7                                             | 24                                                    | 0.12                             |
|           |                                | 中央 (下) | 10700         | 10700         | 9262          | D510150 (17段)<br>D510300 (1段) | -1875796              | -153773    | 5.6                                             | 24                                                    | 0.24                             |
|           |                                | 下部     | 10700         | 10700         | 9759          | D510150 (11段)                 | -1120691              | -178068    | 4.1                                             | 24                                                    | 0.18                             |
|           | S <sub>1</sub> -31<br>(H-, V+) | 上部     | 10700         | 10700         | 9976          | D510150 (8段)                  | -2053139              | -113006    | 7.4                                             | 24                                                    | 0.31                             |
|           |                                | 中央 (上) | 10700         | 10700         | 9759          | D510150 (11段)                 | 958055                | -198235    | 3.7                                             | 24                                                    | 0.16                             |
|           |                                | 中央 (下) | 10700         | 10700         | 9262          | D510150 (17段)<br>D510300 (1段) | 1808516               | -207887    | 5.6                                             | 24                                                    | 0.24                             |
|           |                                | 下部     | 10700         | 10700         | 9759          | D510150 (11段)                 | 1007289               | -238251    | 4.0                                             | 24                                                    | 0.17                             |

注記 鉄筋仕様の表記: 異形鉄筋径@水平間隔 mm (段数)

評価位置は図 4.11-1 に示す。



表 4.11-15 コンクリートの曲げ軸力照査結果 (①-①断面南基礎)

(地盤ケース②～⑥)

| 地盤<br>ケース | 地震動                    | 評価位置   | 断面性状          |               |               | 鉄筋仕様                                        | 発生断面力                 |            | 圧縮<br>応力度<br>$\sigma_c$<br>(N/mm <sup>2</sup> ) | 短期許容<br>応力度<br>$\sigma_{ca}$<br>(N/mm <sup>2</sup> ) | 照査値<br>$\sigma_c / \sigma_{ca}$ |
|-----------|------------------------|--------|---------------|---------------|---------------|---------------------------------------------|-----------------------|------------|-------------------------------------------------|------------------------------------------------------|---------------------------------|
|           |                        |        | 部材幅<br>b (mm) | 部材高<br>h (mm) | 有効高<br>d (mm) |                                             | 曲げ<br>モーメント<br>(kN・m) | 軸力<br>(kN) |                                                 |                                                      |                                 |
| ケース②      | $S_s - 31$<br>(H+, V+) | 上部     | 10700         | 10700         | 9976          | D51 $\phi$ 150 (8段)                         | 1734035               | -16877     | 5.8                                             | 24                                                   | 0.25                            |
|           |                        | 中央 (上) | 10700         | 10700         | 9759          | D51 $\phi$ 150 (11段)                        | 644549                | -164578    | 2.6                                             | 24                                                   | 0.11                            |
|           |                        | 中央 (下) | 10700         | 10700         | 9262          | D51 $\phi$ 150 (17段)<br>D51 $\phi$ 300 (1段) | -1842716              | -156010    | 5.5                                             | 24                                                   | 0.23                            |
|           |                        | 下部     | 10700         | 10700         | 9759          | D51 $\phi$ 150 (11段)                        | -1100965              | -177531    | 4.0                                             | 24                                                   | 0.17                            |
| ケース③      | $S_s - 31$<br>(H+, V+) | 上部     | 10700         | 10700         | 9976          | D51 $\phi$ 150 (8段)                         | 1815530               | -14915     | 6.1                                             | 24                                                   | 0.26                            |
|           |                        | 中央 (上) | 10700         | 10700         | 9759          | D51 $\phi$ 150 (11段)                        | 716136                | -152168    | 2.8                                             | 24                                                   | 0.12                            |
|           |                        | 中央 (下) | 10700         | 10700         | 9262          | D51 $\phi$ 150 (17段)<br>D51 $\phi$ 300 (1段) | -1922695              | -153825    | 5.7                                             | 24                                                   | 0.24                            |
|           |                        | 下部     | 10700         | 10700         | 9759          | D51 $\phi$ 150 (11段)                        | -1156091              | -175587    | 4.2                                             | 24                                                   | 0.18                            |
| ケース④      | $S_s - 31$<br>(H+, V+) | 上部     | 10700         | 10700         | 9976          | D51 $\phi$ 150 (8段)                         | 1921609               | -13692     | 6.4                                             | 24                                                   | 0.27                            |
|           |                        | 中央 (上) | 10700         | 10700         | 9759          | D51 $\phi$ 150 (11段)                        | 744709                | -169175    | 2.9                                             | 24                                                   | 0.13                            |
|           |                        | 中央 (下) | 10700         | 10700         | 9262          | D51 $\phi$ 150 (17段)<br>D51 $\phi$ 300 (1段) | -1973757              | -162750    | 5.9                                             | 24                                                   | 0.25                            |
|           |                        | 下部     | 10700         | 10700         | 9759          | D51 $\phi$ 150 (11段)                        | -1226930              | -179562    | 4.4                                             | 24                                                   | 0.19                            |
| ケース⑤      | $S_s - 31$<br>(H+, V+) | 上部     | 10700         | 10700         | 9976          | D51 $\phi$ 150 (8段)                         | 1763360               | -17151     | 5.9                                             | 24                                                   | 0.25                            |
|           |                        | 中央 (上) | 10700         | 10700         | 9759          | D51 $\phi$ 150 (11段)                        | 677062                | -150553    | 2.6                                             | 24                                                   | 0.11                            |
|           |                        | 中央 (下) | 10700         | 10700         | 9262          | D51 $\phi$ 150 (17段)<br>D51 $\phi$ 300 (1段) | -1865519              | -157262    | 5.6                                             | 24                                                   | 0.24                            |
|           |                        | 下部     | 10700         | 10700         | 9759          | D51 $\phi$ 150 (11段)                        | -1119399              | -179167    | 4.1                                             | 24                                                   | 0.18                            |
| ケース⑥      | $S_s - 31$<br>(H+, V+) | 上部     | 10700         | 10700         | 9976          | D51 $\phi$ 150 (8段)                         | 1729609               | -17768     | 5.8                                             | 24                                                   | 0.25                            |
|           |                        | 中央 (上) | 10700         | 10700         | 9759          | D51 $\phi$ 150 (11段)                        | -671731               | -132806    | 2.5                                             | 24                                                   | 0.11                            |
|           |                        | 中央 (下) | 10700         | 10700         | 9262          | D51 $\phi$ 150 (17段)<br>D51 $\phi$ 300 (1段) | -1833452              | -157238    | 5.5                                             | 24                                                   | 0.23                            |
|           |                        | 下部     | 10700         | 10700         | 9759          | D51 $\phi$ 150 (11段)                        | -1098503              | -179074    | 4.0                                             | 24                                                   | 0.17                            |

注記 ②：地盤物性のばらつきを考慮 (+1 $\sigma$ ) した解析ケース③：地盤物性のばらつきを考慮 (-1 $\sigma$ ) した解析ケース

④：敷地に存在しない豊浦標準砂の液状化強度特性により地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース

⑤：原地盤において非液状化の条件を仮定した解析ケース

⑥：地盤物性のばらつきを考慮 (+1 $\sigma$ ) して非液状化の条件を仮定した解析ケース

鉄筋仕様の表記：異形鉄筋径@水平間隔 mm (段数)

評価位置は図 4.11-1 に示す。

表 4.11-16 コンクリートの曲げ軸力照査結果 (①-①断面北基礎)

| 地盤<br>ケース | 地震動                            | 断面性状          |               |               | 鉄筋仕様         | 発生断面力                 |            | 圧縮<br>応力度<br>$\sigma_c$<br>(N/mm <sup>2</sup> ) | 短期許容<br>応力度<br>$\sigma_{ca}$<br>(N/mm <sup>2</sup> ) | 照査値<br>$\sigma_c/\sigma_{ca}$ |
|-----------|--------------------------------|---------------|---------------|---------------|--------------|-----------------------|------------|-------------------------------------------------|------------------------------------------------------|-------------------------------|
|           |                                | 部材幅<br>b (mm) | 部材高<br>h (mm) | 有効高<br>l (mm) |              | 曲げ<br>モーメント<br>(kN・m) | 軸力<br>(kN) |                                                 |                                                      |                               |
| ケース①      | S <sub>s</sub> -D1<br>(H+, V+) | 10700         | 10700         | 10050         | D51φ150 (7段) | -1551589              | -2119      | 5.4                                             | 24                                                   | 0.23                          |
|           | S <sub>s</sub> -D1<br>(H+, V-) | 10700         | 10700         | 10050         | D51φ150 (7段) | -1538584              | -628       | 5.4                                             | 24                                                   | 0.23                          |
|           | S <sub>s</sub> -D1<br>(H-, V+) | 10700         | 10700         | 10050         | D51φ150 (7段) | 1667681               | -136345    | 6.5                                             | 24                                                   | 0.28                          |
|           | S <sub>s</sub> -D1<br>(H-, V-) | 10700         | 10700         | 10050         | D51φ150 (7段) | 1667049               | -134438    | 6.5                                             | 24                                                   | 0.28                          |
|           | S <sub>s</sub> -11             | 10700         | 10700         | 10050         | D51φ150 (7段) | 796592                | -107871    | 3.3                                             | 24                                                   | 0.14                          |
|           | S <sub>s</sub> -12             | 10700         | 10700         | 10050         | D51φ150 (7段) | -1384933              | -26014     | 5.0                                             | 24                                                   | 0.21                          |
|           | S <sub>s</sub> -13             | 10700         | 10700         | 10050         | D51φ150 (7段) | -1323483              | -28863     | 4.8                                             | 24                                                   | 0.20                          |
|           | S <sub>s</sub> -14             | 10700         | 10700         | 10050         | D51φ150 (7段) | -957760               | -54581     | 3.6                                             | 24                                                   | 0.15                          |
|           | S <sub>s</sub> -21             | 10700         | 10700         | 10050         | D51φ150 (7段) | 1479684               | -127746    | 5.8                                             | 24                                                   | 0.25                          |
|           | S <sub>s</sub> -22             | 10700         | 10700         | 10050         | D51φ150 (7段) | 935501                | -114396    | 3.8                                             | 24                                                   | 0.16                          |
|           | S <sub>s</sub> -31<br>(H+, V+) | 10700         | 10700         | 10050         | D51φ150 (7段) | 2019661               | -155211    | 7.8                                             | 24                                                   | 0.33                          |
|           | S <sub>s</sub> -31<br>(H-, V+) | 10700         | 10700         | 10050         | D51φ150 (7段) | -1910596              | 7229       | 6.6                                             | 24                                                   | 0.28                          |
| ケース②      | S <sub>s</sub> -31<br>(H+, V+) | 10700         | 10700         | 10050         | D51φ150 (7段) | 1998523               | -154343    | 7.7                                             | 24                                                   | 0.33                          |
| ケース③      | S <sub>s</sub> -31<br>(H+, V+) | 10700         | 10700         | 10050         | D51φ150 (7段) | 2064458               | -157113    | 8.0                                             | 24                                                   | 0.34                          |
| ケース④      | S <sub>s</sub> -31<br>(H+, V+) | 10700         | 10700         | 10050         | D51φ150 (7段) | 2102781               | -160024    | 8.1                                             | 24                                                   | 0.34                          |
| ケース⑤      | S <sub>s</sub> -31<br>(H+, V+) | 10700         | 10700         | 10050         | D51φ150 (7段) | 2012591               | -155088    | 7.8                                             | 24                                                   | 0.33                          |
| ケース⑥      | S <sub>s</sub> -31<br>(H+, V+) | 10700         | 10700         | 10050         | D51φ150 (7段) | 1987232               | -154129    | 7.7                                             | 24                                                   | 0.33                          |

注記 ①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース

②：地盤物性のばらつきを考慮 (+1σ) した解析ケース

③：地盤物性のばらつきを考慮 (-1σ) した解析ケース

④：敷地に存在しない豊浦標準砂の液状化強度特性により地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース

⑤：原地盤において非液状化の条件を仮定した解析ケース

⑥：地盤物性のばらつきを考慮 (+1σ) して非液状化の条件を仮定した解析ケース

鉄筋仕様の表記：異形鉄筋径@水平間隔 mm (段数)

評価位置は図 4.11-1 に示す。

表 4.11-17 コンクリートの曲げ軸力照査結果 (③-③断面南基礎)

(地盤ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)

| 解析<br>ケース | 地震動                     | 評価位置   | 断面性状          |               |               | 鉄筋仕様                          | 発生断面力                 |            | 圧縮<br>応力度<br>$\sigma_c$<br>(N/mm <sup>2</sup> ) | 短期許容<br>応力度<br>$\sigma_{cs}$<br>(N/mm <sup>2</sup> ) | 照査値<br>$\sigma_c/\sigma_{cs}$ |
|-----------|-------------------------|--------|---------------|---------------|---------------|-------------------------------|-----------------------|------------|-------------------------------------------------|------------------------------------------------------|-------------------------------|
|           |                         |        | 部材幅<br>b (mm) | 部材高<br>h (mm) | 有効高<br>d (mm) |                               | 曲げ<br>モーメント<br>(kN・m) | 軸力<br>(kN) |                                                 |                                                      |                               |
| ケース①      | $S_1-D1$<br>(H+, V+)    | 上部     | 10700         | 10700         | 9776          | D510150 (8段)                  | 994038                | -34224     | 3.4                                             | 24                                                   | 0.15                          |
|           |                         | 中央 (上) | 10700         | 10700         | 9759          | D510150 (11段)                 | -1093007              | -108401    | 3.7                                             | 24                                                   | 0.16                          |
|           |                         | 中央 (下) | 10700         | 10700         | 9262          | D510150 (17段)<br>D510300 (1段) | -1326863              | -103313    | 3.9                                             | 24                                                   | 0.17                          |
|           |                         | 下部     | 10700         | 10700         | 9759          | D510150 (11段)                 | -800262               | -155094    | 2.9                                             | 24                                                   | 0.13                          |
|           | $S_2-D1$<br>(H+, V-)    | 上部     | 10700         | 10700         | 9976          | D510150 (8段)                  | 952336                | -29904     | 3.3                                             | 24                                                   | 0.14                          |
|           |                         | 中央 (上) | 10700         | 10700         | 9759          | D510150 (11段)                 | -1103938              | -104354    | 3.7                                             | 24                                                   | 0.16                          |
|           |                         | 中央 (下) | 10700         | 10700         | 9262          | D510150 (17段)<br>D510300 (1段) | -1330632              | -109392    | 4.0                                             | 24                                                   | 0.17                          |
|           |                         | 下部     | 10700         | 10700         | 9759          | D510150 (11段)                 | -835056               | -161070    | 3.1                                             | 24                                                   | 0.13                          |
|           | $S_3-D1$<br>(H-, V+)    | 上部     | 10700         | 10700         | 9976          | D510150 (8段)                  | 1131727               | -28673     | 3.9                                             | 24                                                   | 0.17                          |
|           |                         | 中央 (上) | 10700         | 10700         | 9759          | D510150 (11段)                 | -1217216              | -107573    | 4.0                                             | 24                                                   | 0.17                          |
|           |                         | 中央 (下) | 10700         | 10700         | 9262          | D510150 (17段)<br>D510300 (1段) | -1526571              | -102348    | 4.5                                             | 24                                                   | 0.19                          |
|           |                         | 下部     | 10700         | 10700         | 9759          | D510150 (11段)                 | -973676               | -153697    | 3.6                                             | 24                                                   | 0.15                          |
|           | $S_4-D1$<br>(H-, V-)    | 上部     | 10700         | 10700         | 9976          | D510150 (8段)                  | 1150770               | -35711     | 4.0                                             | 24                                                   | 0.17                          |
|           |                         | 中央 (上) | 10700         | 10700         | 9759          | D510150 (11段)                 | -1231199              | -102908    | 4.0                                             | 24                                                   | 0.17                          |
|           |                         | 中央 (下) | 10700         | 10700         | 9262          | D510150 (17段)<br>D510300 (1段) | -1535296              | -97343     | 4.5                                             | 24                                                   | 0.19                          |
|           |                         | 下部     | 10700         | 10700         | 9759          | D510150 (11段)                 | -973224               | -148939    | 3.6                                             | 24                                                   | 0.15                          |
|           | $S_5-11$                | 上部     | 10700         | 10700         | 9976          | D510150 (8段)                  | 595431                | -37687     | 2.2                                             | 24                                                   | 0.10                          |
|           |                         | 中央 (上) | 10700         | 10700         | 9759          | D510150 (11段)                 | -608291               | -118720    | 2.3                                             | 24                                                   | 0.10                          |
|           |                         | 中央 (下) | 10700         | 10700         | 9262          | D510150 (17段)<br>D510300 (1段) | -671290               | -121777    | 2.3                                             | 24                                                   | 0.10                          |
|           |                         | 下部     | 10700         | 10700         | 9759          | D510150 (11段)                 | 295647                | -205702    | 1.9                                             | 24                                                   | 0.08                          |
|           | $S_6-12$                | 上部     | 10700         | 10700         | 9976          | D510150 (8段)                  | 642491                | -40267     | 2.3                                             | 24                                                   | 0.10                          |
|           |                         | 中央 (上) | 10700         | 10700         | 9759          | D510150 (11段)                 | -677815               | -111306    | 2.5                                             | 24                                                   | 0.11                          |
|           |                         | 中央 (下) | 10700         | 10700         | 9262          | D510150 (17段)<br>D510300 (1段) | -800205               | -115240    | 2.5                                             | 24                                                   | 0.11                          |
|           |                         | 下部     | 10700         | 10700         | 9759          | D510150 (11段)                 | 266801                | -233634    | 1.9                                             | 24                                                   | 0.08                          |
|           | $S_7-13$                | 上部     | 10700         | 10700         | 9976          | D510150 (8段)                  | 707384                | -37707     | 2.5                                             | 24                                                   | 0.11                          |
|           |                         | 中央 (上) | 10700         | 10700         | 9759          | D510150 (11段)                 | -756765               | -110530    | 2.6                                             | 24                                                   | 0.11                          |
|           |                         | 中央 (下) | 10700         | 10700         | 9262          | D510150 (17段)<br>D510300 (1段) | -906275               | -115004    | 2.8                                             | 24                                                   | 0.12                          |
|           |                         | 下部     | 10700         | 10700         | 9759          | D510150 (11段)                 | -358153               | -175206    | 1.9                                             | 24                                                   | 0.08                          |
|           | $S_8-14$                | 上部     | 10700         | 10700         | 9976          | D510150 (8段)                  | 620142                | -38801     | 2.2                                             | 24                                                   | 0.10                          |
|           |                         | 中央 (上) | 10700         | 10700         | 9759          | D510150 (11段)                 | -616489               | -115668    | 2.3                                             | 24                                                   | 0.10                          |
|           |                         | 中央 (下) | 10700         | 10700         | 9262          | D510150 (17段)<br>D510300 (1段) | -732180               | -120423    | 2.3                                             | 24                                                   | 0.10                          |
|           |                         | 下部     | 10700         | 10700         | 9759          | D510150 (11段)                 | 357053                | -217301    | 2.0                                             | 24                                                   | 0.09                          |
|           | $S_9-21$                | 上部     | 10700         | 10700         | 9976          | D510150 (8段)                  | 738159                | -35603     | 2.6                                             | 24                                                   | 0.11                          |
|           |                         | 中央 (上) | 10700         | 10700         | 9759          | D510150 (11段)                 | -846440               | -112212    | 2.9                                             | 24                                                   | 0.13                          |
|           |                         | 中央 (下) | 10700         | 10700         | 9262          | D510150 (17段)<br>D510300 (1段) | -962905               | -114725    | 3.1                                             | 24                                                   | 0.13                          |
|           |                         | 下部     | 10700         | 10700         | 9759          | D510150 (11段)                 | -599116               | -166338    | 2.5                                             | 24                                                   | 0.11                          |
|           | $S_{10}-22$             | 上部     | 10700         | 10700         | 9976          | D510150 (8段)                  | 732048                | -34335     | 2.6                                             | 24                                                   | 0.11                          |
|           |                         | 中央 (上) | 10700         | 10700         | 9759          | D510150 (11段)                 | -753175               | -101789    | 2.6                                             | 24                                                   | 0.11                          |
|           |                         | 中央 (下) | 10700         | 10700         | 9262          | D510150 (17段)<br>D510300 (1段) | -891455               | -110228    | 2.8                                             | 24                                                   | 0.12                          |
|           |                         | 下部     | 10700         | 10700         | 9759          | D510150 (11段)                 | -390949               | -194056    | 2.0                                             | 24                                                   | 0.09                          |
|           | $S_{11}-31$<br>(H+, V+) | 上部     | 10700         | 10700         | 9976          | D510150 (8段)                  | 1256427               | -33704     | 4.3                                             | 24                                                   | 0.18                          |
|           |                         | 中央 (上) | 10700         | 10700         | 9759          | D510150 (11段)                 | -1035654              | -113510    | 3.6                                             | 24                                                   | 0.15                          |
|           |                         | 中央 (下) | 10700         | 10700         | 9262          | D510150 (17段)<br>D510300 (1段) | -1361978              | -111820    | 4.0                                             | 24                                                   | 0.17                          |
|           |                         | 下部     | 10700         | 10700         | 9759          | D510150 (11段)                 | -867821               | -170228    | 3.3                                             | 24                                                   | 0.14                          |
|           | $S_{12}-31$<br>(H-, V+) | 上部     | 10700         | 10700         | 9976          | D510150 (8段)                  | -1111910              | -46517     | 3.9                                             | 24                                                   | 0.17                          |
|           |                         | 中央 (上) | 10700         | 10700         | 9759          | D510150 (11段)                 | 858986                | -146295    | 3.1                                             | 24                                                   | 0.13                          |
|           |                         | 中央 (下) | 10700         | 10700         | 9262          | D510150 (17段)<br>D510300 (1段) | 1248467               | -183795    | 4.0                                             | 24                                                   | 0.17                          |
|           |                         | 下部     | 10700         | 10700         | 9759          | D510150 (11段)                 | 837654                | -202569    | 3.3                                             | 24                                                   | 0.14                          |

注記 鉄筋仕様の表記：異形鉄筋径@水平間隔 mm (段数)

評価位置は図 4.11-1 に示す。



表 4.11-18 コンクリートの曲げ軸力照査結果 (③-③断面南基礎)  
(地盤ケース②~⑥)

| ケース  | 地震動                            | 評価位置   | 断面性状          |               |               | 鉄筋仕様                          | 全断面力                  |            | 圧縮<br>応力度<br>$\sigma_c$<br>(N/mm <sup>2</sup> ) | 短期許容<br>応力度<br>$\sigma_{cs}$<br>(N/mm <sup>2</sup> ) | 照査値<br>$\sigma_c/\sigma_{cs}$ |
|------|--------------------------------|--------|---------------|---------------|---------------|-------------------------------|-----------------------|------------|-------------------------------------------------|------------------------------------------------------|-------------------------------|
|      |                                |        | 部材幅<br>b (mm) | 部材高<br>h (mm) | 有効高<br>d (mm) |                               | 曲げ<br>モーメント<br>(kN・m) | 軸力<br>(kN) |                                                 |                                                      |                               |
| ケース② | S <sub>1</sub> -D1<br>(H-, V+) | 上部     | 10700         | 10700         | 9976          | D51φ150 (8段)                  | 1127084               | 28420      | 3.9                                             | 24                                                   | 0.17                          |
|      |                                | 中央 (上) | 10700         | 10700         | 9759          | D51φ150 (11段)                 | 1192593               | 108287     | 4.0                                             | 24                                                   | 0.17                          |
|      |                                | 中央 (下) | 10700         | 10700         | 9262          | D51φ150 (17段)<br>D51φ300 (1段) | 1496003               | 103690     | 4.3                                             | 24                                                   | 0.18                          |
|      |                                | 下部     | 10700         | 10700         | 9759          | D51φ150 (11段)                 | 962925                | -153806    | 3.6                                             | 24                                                   | 0.15                          |
| ケース③ | S <sub>1</sub> -D1<br>(H-, V+) | 上部     | 10700         | 10700         | 9976          | D51φ150 (8段)                  | 1143444               | 30407      | 3.9                                             | 24                                                   | 0.17                          |
|      |                                | 中央 (上) | 10700         | 10700         | 9759          | D51φ150 (11段)                 | 1257106               | 109520     | 4.2                                             | 24                                                   | 0.18                          |
|      |                                | 中央 (下) | 10700         | 10700         | 9262          | D51φ150 (17段)<br>D51φ300 (1段) | -1567520              | -103275    | 4.5                                             | 24                                                   | 0.19                          |
|      |                                | 下部     | 10700         | 10700         | 9759          | D51φ150 (11段)                 | -994484               | -152640    | 3.6                                             | 24                                                   | 0.15                          |
| ケース④ | S <sub>1</sub> -D1<br>(H-, V+) | 上部     | 10700         | 10700         | 9976          | D51φ150 (8段)                  | 1134485               | -25633     | 3.9                                             | 24                                                   | 0.17                          |
|      |                                | 中央 (上) | 10700         | 10700         | 9759          | D51φ150 (11段)                 | -1260397              | -102486    | 4.2                                             | 24                                                   | 0.18                          |
|      |                                | 中央 (下) | 10700         | 10700         | 9262          | D51φ150 (17段)<br>D51φ300 (1段) | -1566118              | -97105     | 4.5                                             | 24                                                   | 0.19                          |
|      |                                | 下部     | 10700         | 10700         | 9759          | D51φ150 (11段)                 | -992007               | -152673    | 3.6                                             | 24                                                   | 0.15                          |
| ケース⑤ | S <sub>1</sub> -D1<br>(H-, V+) | 上部     | 10700         | 10700         | 9976          | D51φ150 (8段)                  | 1154614               | -41214     | 4.0                                             | 24                                                   | 0.17                          |
|      |                                | 中央 (上) | 10700         | 10700         | 9759          | D51φ150 (11段)                 | -1160227              | -123006    | 4.0                                             | 24                                                   | 0.17                          |
|      |                                | 中央 (下) | 10700         | 10700         | 9262          | D51φ150 (17段)<br>D51φ300 (1段) | -1425993              | -117428    | 4.2                                             | 24                                                   | 0.18                          |
|      |                                | 下部     | 10700         | 10700         | 9759          | D51φ150 (11段)                 | -886577               | -159156    | 3.3                                             | 24                                                   | 0.14                          |
| ケース⑥ | S <sub>1</sub> -D1<br>(H-, V+) | 上部     | 10700         | 10700         | 9976          | D51φ150 (8段)                  | 1163102               | -40549     | 4.0                                             | 24                                                   | 0.17                          |
|      |                                | 中央 (上) | 10700         | 10700         | 9759          | D51φ150 (11段)                 | -1149694              | -122456    | 3.9                                             | 24                                                   | 0.17                          |
|      |                                | 中央 (下) | 10700         | 10700         | 9262          | D51φ150 (17段)<br>D51φ300 (1段) | -1416792              | -117138    | 4.2                                             | 24                                                   | 0.18                          |
|      |                                | 下部     | 10700         | 10700         | 9759          | D51φ150 (11段)                 | -888213               | -159219    | 3.3                                             | 24                                                   | 0.14                          |
| ケース② | S <sub>2</sub> -D1<br>(H-, V-) | 上部     | 10700         | 10700         | 9976          | D51φ150 (8段)                  | 1154771               | -24073     | 3.9                                             | 24                                                   | 0.17                          |
|      |                                | 中央 (上) | 10700         | 10700         | 9759          | D51φ150 (11段)                 | -1154883              | -101869    | 3.9                                             | 24                                                   | 0.17                          |
|      |                                | 中央 (下) | 10700         | 10700         | 9262          | D51φ150 (17段)<br>D51φ300 (1段) | -1457660              | -96931     | 4.2                                             | 24                                                   | 0.18                          |
|      |                                | 下部     | 10700         | 10700         | 9759          | D51φ150 (11段)                 | -920151               | -148185    | 3.4                                             | 24                                                   | 0.15                          |
| ケース③ | S <sub>2</sub> -D1<br>(H-, V-) | 上部     | 10700         | 10700         | 9976          | D51φ150 (8段)                  | 1187775               | -33022     | 4.0                                             | 24                                                   | 0.17                          |
|      |                                | 中央 (上) | 10700         | 10700         | 9759          | D51φ150 (11段)                 | -1204587              | -101791    | 4.0                                             | 24                                                   | 0.17                          |
|      |                                | 中央 (下) | 10700         | 10700         | 9262          | D51φ150 (17段)<br>D51φ300 (1段) | -1519210              | -95450     | 4.3                                             | 24                                                   | 0.18                          |
|      |                                | 下部     | 10700         | 10700         | 9759          | D51φ150 (11段)                 | -952061               | -145948    | 3.4                                             | 24                                                   | 0.15                          |
| ケース④ | S <sub>2</sub> -D1<br>(H-, V-) | 上部     | 10700         | 10700         | 9976          | D51φ150 (8段)                  | 1226467               | -23835     | 4.2                                             | 24                                                   | 0.18                          |
|      |                                | 中央 (上) | 10700         | 10700         | 9759          | D51φ150 (11段)                 | -1204603              | -99572     | 4.0                                             | 24                                                   | 0.17                          |
|      |                                | 中央 (下) | 10700         | 10700         | 9262          | D51φ150 (17段)<br>D51φ300 (1段) | -1510708              | -95042     | 4.3                                             | 24                                                   | 0.18                          |
|      |                                | 下部     | 10700         | 10700         | 9759          | D51φ150 (11段)                 | -954525               | -145892    | 3.4                                             | 24                                                   | 0.15                          |
| ケース⑤ | S <sub>2</sub> -D1<br>(H-, V-) | 上部     | 10700         | 10700         | 9976          | D51φ150 (8段)                  | 1177713               | -38073     | 4.0                                             | 24                                                   | 0.17                          |
|      |                                | 中央 (上) | 10700         | 10700         | 9759          | D51φ150 (11段)                 | -1136460              | -118829    | 3.9                                             | 24                                                   | 0.17                          |
|      |                                | 中央 (下) | 10700         | 10700         | 9262          | D51φ150 (17段)<br>D51φ300 (1段) | -1402935              | -113290    | 4.2                                             | 24                                                   | 0.18                          |
|      |                                | 下部     | 10700         | 10700         | 9759          | D51φ150 (11段)                 | -865604               | -156256    | 3.3                                             | 24                                                   | 0.14                          |
| ケース⑥ | S <sub>2</sub> -D1<br>(H-, V-) | 上部     | 10700         | 10700         | 9976          | D51φ150 (8段)                  | 1185883               | -38174     | 4.2                                             | 24                                                   | 0.18                          |
|      |                                | 中央 (上) | 10700         | 10700         | 9759          | D51φ150 (11段)                 | -1121210              | -118492    | 3.9                                             | 24                                                   | 0.17                          |
|      |                                | 中央 (下) | 10700         | 10700         | 9262          | D51φ150 (17段)<br>D51φ300 (1段) | -1387619              | -113665    | 4.2                                             | 24                                                   | 0.18                          |
|      |                                | 下部     | 10700         | 10700         | 9759          | D51φ150 (11段)                 | -862771               | -156779    | 3.3                                             | 24                                                   | 0.14                          |

注記 ②：地盤物性のばらつきを考慮 (+1σ) した解析ケース  
 ③：地盤物性のばらつきを考慮 (-1σ) した解析ケース  
 ④：敷地に存在しない豊浦標準砂の液状化強度特性により地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース  
 ⑤：原地盤において非液状化の条件を仮定した解析ケース  
 ⑥：地盤物性のばらつきを考慮 (+1σ) して非液状化の条件を仮定した解析ケース  
 鉄筋仕様の表記：異形鉄筋径@水平間隔 mm (段数)  
 評価位置は図 4.11-1 に示す。

表 4.11-19 コンクリートの曲げ軸力照査結果 (②-②断面北基礎)

| 解析<br>ケース | 地震動                             | 断面性状          |               |               | 鉄筋仕様         | 発生断面力                                       |            | 圧縮<br>応力度<br>$\sigma_c$<br>( $\text{N}/\text{mm}^2$ ) | 短期許容<br>応力度<br>$\sigma_{ca}$<br>( $\text{N}/\text{mm}^2$ ) | 照査値<br>$\sigma_c/\sigma_{ca}$ |
|-----------|---------------------------------|---------------|---------------|---------------|--------------|---------------------------------------------|------------|-------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|-------------------------------|
|           |                                 | 部材幅<br>b (mm) | 部材高<br>h (mm) | 有効高<br>d (mm) |              | 曲げ<br>モーメント<br>( $\text{kN}\cdot\text{m}$ ) | 軸力<br>(kN) |                                                       |                                                            |                               |
| ケース①      | S <sub>s</sub> -D 1<br>(H+, V+) | 10700         | 10700         | 10050         | D51@150 (7段) | 1454243                                     | -59762     | 5.4                                                   | 24                                                         | 0.23                          |
|           | S <sub>s</sub> -D 1<br>(H+, V-) | 10700         | 10700         | 10050         | D51@150 (7段) | 1428260                                     | -51760     | 5.3                                                   | 24                                                         | 0.23                          |
|           | S <sub>s</sub> -D 1<br>(H-, V+) | 10700         | 10700         | 10050         | D51@150 (7段) | 1530527                                     | -36613     | 5.6                                                   | 24                                                         | 0.24                          |
|           | S <sub>s</sub> -D 1<br>(H-, V-) | 10700         | 10700         | 10050         | D51@150 (7段) | 1489795                                     | -33594     | 5.4                                                   | 24                                                         | 0.23                          |
|           | S <sub>s</sub> -1 1             | 10700         | 10700         | 10050         | D51@150 (7段) | -450448                                     | -216224    | 2.6                                                   | 24                                                         | 0.11                          |
|           | S <sub>s</sub> -1 2             | 10700         | 10700         | 10050         | D51@150 (7段) | 790018                                      | -72107     | 3.1                                                   | 24                                                         | 0.13                          |
|           | S <sub>s</sub> -1 3             | 10700         | 10700         | 10050         | D51@150 (7段) | 861430                                      | -69098     | 3.4                                                   | 24                                                         | 0.15                          |
|           | S <sub>s</sub> -1 4             | 10700         | 10700         | 10050         | D51@150 (7段) | 863726                                      | -66049     | 3.4                                                   | 24                                                         | 0.15                          |
|           | S <sub>s</sub> -2 1             | 10700         | 10700         | 10050         | D51@150 (7段) | 770331                                      | -49670     | 3.0                                                   | 24                                                         | 0.13                          |
|           | S <sub>s</sub> -2 2             | 10700         | 10700         | 10050         | D51@150 (7段) | 795358                                      | -49392     | 3.0                                                   | 24                                                         | 0.13                          |
|           | S <sub>s</sub> -3 1<br>(H+, V+) | 10700         | 10700         | 10050         | D51@150 (7段) | 1621185                                     | -42578     | 5.9                                                   | 24                                                         | 0.25                          |
|           | S <sub>s</sub> -3 1<br>(H-, V+) | 10700         | 10700         | 10050         | D51@150 (7段) | -1290981                                    | -24680     | 4.7                                                   | 24                                                         | 0.20                          |
| ケース②      | S <sub>s</sub> -3 1<br>(H+, V+) | 10700         | 10700         | 10050         | D51@150 (7段) | 1593279                                     | -44190     | 5.7                                                   | 24                                                         | 0.24                          |
| ケース③      | S <sub>s</sub> -3 1<br>(H+, V+) | 10700         | 10700         | 10050         | D51@150 (7段) | 1646973                                     | -43376     | 5.9                                                   | 24                                                         | 0.25                          |
| ケース④      | S <sub>s</sub> -3 1<br>(H+, V+) | 10700         | 10700         | 10050         | D51@150 (7段) | 1622094                                     | -43179     | 5.9                                                   | 24                                                         | 0.25                          |
| ケース⑤      | S <sub>s</sub> -3 1<br>(H+, V+) | 10700         | 10700         | 10050         | D51@150 (7段) | 1576263                                     | -40400     | 5.7                                                   | 24                                                         | 0.24                          |
| ケース⑥      | S <sub>s</sub> -3 1<br>(H+, V+) | 10700         | 10700         | 10050         | D51@150 (7段) | 1543184                                     | -41430     | 5.6                                                   | 24                                                         | 0.24                          |

注記 ①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース

②：地盤物性のばらつきを考慮 (+1 $\sigma$ ) した解析ケース

③：地盤物性のばらつきを考慮 (-1 $\sigma$ ) した解析ケース

④：敷地に存在しない豊浦標準砂の液状化強度特性により地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース

⑤：原地盤において非液状化の条件を仮定した解析ケース

⑥：地盤物性のばらつきを考慮 (+1 $\sigma$ ) して非液状化の条件を仮定した解析ケース

鉄筋仕様の表記：異形鉄筋径@水平間隔 mm (段数)

評価位置は図 4.11-1 に示す。

表 4.11-20 鉄筋の曲げ軸力照査結果 (①-①断面南基礎)

(地盤)ケース①: 原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)

| ケース  | 地震動                            | 評価位置   | 断面性状          |               |               | 鉄筋仕様                          | 発生断面力                 |            | 引張<br>応力度<br>$\sigma$<br>(N/mm <sup>2</sup> ) | 短期許容<br>応力度<br>$\sigma_s$<br>(N/mm <sup>2</sup> ) | 照査値<br>$\sigma / \sigma_s$ |
|------|--------------------------------|--------|---------------|---------------|---------------|-------------------------------|-----------------------|------------|-----------------------------------------------|---------------------------------------------------|----------------------------|
|      |                                |        | 部材幅<br>b (mm) | 部材高<br>h (mm) | 有効高<br>d (mm) |                               | 曲げ<br>モーメント<br>(kN・m) | 軸力<br>(kN) |                                               |                                                   |                            |
| ケース① | S <sub>1</sub> -D1<br>(H+, V+) | 上部     | 10700         | 10700         | 9976          | D51φ150 (8段)                  | 1684745               | -93979     | 115                                           | 435                                               | 0.27                       |
|      |                                | 中央 (上) | 10700         | 10700         | 9759          | D51φ150 (11段)                 | 1047219               | -171823    | 39                                            | 435                                               | 0.09                       |
|      |                                | 中央 (下) | 10700         | 10700         | 9262          | D51φ150 (17段)<br>D51φ300 (1段) | 1730805               | -175198    | 71                                            | 435                                               | 0.17                       |
|      |                                | 下部     | 10700         | 10700         | 9759          | D51φ150 (11段)                 | 919290                | -209473    | 24                                            | 435                                               | 0.06                       |
|      | S <sub>1</sub> -D1<br>(H+, V-) | 上部     | 10700         | 10700         | 9976          | D51φ150 (8段)                  | 1685490               | 93683      | 115                                           | 435                                               | 0.27                       |
|      |                                | 中央 (上) | 10700         | 10700         | 9759          | D51φ150 (11段)                 | 1047895               | -167681    | 39                                            | 435                                               | 0.09                       |
|      |                                | 中央 (下) | 10700         | 10700         | 9262          | D51φ150 (17段)<br>D51φ300 (1段) | 1731787               | -177513    | 70                                            | 435                                               | 0.17                       |
|      |                                | 下部     | 10700         | 10700         | 9759          | D51φ150 (11段)                 | 926518                | -206924    | 25                                            | 435                                               | 0.06                       |
|      | S <sub>1</sub> -D1<br>(H-, V+) | 上部     | 10700         | 10700         | 9976          | D51φ150 (8段)                  | 1493742               | -24333     | 117                                           | 435                                               | 0.27                       |
|      |                                | 中央 (上) | 10700         | 10700         | 9759          | D51φ150 (11段)                 | 893254                | -142076    | 34                                            | 435                                               | 0.08                       |
|      |                                | 中央 (下) | 10700         | 10700         | 9262          | D51φ150 (17段)<br>D51φ300 (1段) | -1731289              | -161513    | 73                                            | 435                                               | 0.17                       |
|      |                                | 下部     | 10700         | 10700         | 9759          | D51φ150 (11段)                 | -1022367              | -177660    | 36                                            | 435                                               | 0.09                       |
|      | S <sub>1</sub> -D1<br>(H-, V-) | 上部     | 10700         | 10700         | 9976          | D51φ150 (8段)                  | 1478550               | -24665     | 115                                           | 435                                               | 0.27                       |
|      |                                | 中央 (上) | 10700         | 10700         | 9759          | D51φ150 (11段)                 | -790430               | -101007    | 34                                            | 435                                               | 0.08                       |
|      |                                | 中央 (下) | 10700         | 10700         | 9262          | D51φ150 (17段)<br>D51φ300 (1段) | -1734485              | -161324    | 73                                            | 435                                               | 0.17                       |
|      |                                | 下部     | 10700         | 10700         | 9759          | D51φ150 (11段)                 | -1009081              | -180767    | 35                                            | 435                                               | 0.09                       |
|      | S <sub>s</sub> -11             | 上部     | 10700         | 10700         | 9976          | D51φ150 (8段)                  | -798173               | -70663     | 48                                            | 435                                               | 0.12                       |
|      |                                | 中央 (上) | 10700         | 10700         | 9759          | D51φ150 (11段)                 | 528765                | -138774    | 11                                            | 435                                               | 0.03                       |
|      |                                | 中央 (下) | 10700         | 10700         | 9262          | D51φ150 (17段)<br>D51φ300 (1段) | -896025               | -171880    | 26                                            | 435                                               | 0.06                       |
|      |                                | 下部     | 10700         | 10700         | 9759          | D51φ150 (11段)                 | -472800               | -200658    | 2                                             | 435                                               | 0.01                       |
|      | S <sub>s</sub> -12             | 上部     | 10700         | 10700         | 9976          | D51φ150 (8段)                  | -1476411              | -88334     | 99                                            | 435                                               | 0.23                       |
|      |                                | 中央 (上) | 10700         | 10700         | 9759          | D51φ150 (11段)                 | 732047                | -157922    | 21                                            | 435                                               | 0.05                       |
|      |                                | 中央 (下) | 10700         | 10700         | 9262          | D51φ150 (17段)<br>D51φ300 (1段) | 1357319               | -165685    | 52                                            | 435                                               | 0.12                       |
|      |                                | 下部     | 10700         | 10700         | 9759          | D51φ150 (11段)                 | 709108                | -206535    | 13                                            | 435                                               | 0.03                       |
|      | S <sub>s</sub> -13             | 上部     | 10700         | 10700         | 9976          | D51φ150 (8段)                  | -1394279              | -84975     | 93                                            | 435                                               | 0.22                       |
|      |                                | 中央 (上) | 10700         | 10700         | 9759          | D51φ150 (11段)                 | 702564                | -152551    | 20                                            | 435                                               | 0.05                       |
|      |                                | 中央 (下) | 10700         | 10700         | 9262          | D51φ150 (17段)<br>D51φ300 (1段) | 1304413               | -169257    | 48                                            | 435                                               | 0.12                       |
|      |                                | 下部     | 10700         | 10700         | 9759          | D51φ150 (11段)                 | 661309                | -205057    | 10                                            | 435                                               | 0.03                       |
|      | S <sub>s</sub> -14             | 上部     | 10700         | 10700         | 9976          | D51φ150 (8段)                  | -953448               | -71412     | 60                                            | 435                                               | 0.14                       |
|      |                                | 中央 (上) | 10700         | 10700         | 9759          | D51φ150 (11段)                 | 606119                | -147431    | 15                                            | 435                                               | 0.04                       |
|      |                                | 中央 (下) | 10700         | 10700         | 9262          | D51φ150 (17段)<br>D51φ300 (1段) | 940727                | -159414    | 30                                            | 435                                               | 0.07                       |
|      |                                | 下部     | 10700         | 10700         | 9759          | D51φ150 (11段)                 | 456663                | -207916    | 0                                             | 435                                               | 0.01                       |
|      | S <sub>s</sub> -21             | 上部     | 10700         | 10700         | 9976          | D51φ150 (8段)                  | 1316450               | -24451     | 102                                           | 435                                               | 0.24                       |
|      |                                | 中央 (上) | 10700         | 10700         | 9759          | D51φ150 (11段)                 | 913219                | -156781    | 32                                            | 435                                               | 0.08                       |
|      |                                | 中央 (下) | 10700         | 10700         | 9262          | D51φ150 (17段)<br>D51φ300 (1段) | -1601335              | -158100    | 66                                            | 435                                               | 0.16                       |
|      |                                | 下部     | 10700         | 10700         | 9759          | D51φ150 (11段)                 | -918321               | -176718    | 30                                            | 435                                               | 0.07                       |
|      | S <sub>s</sub> -22             | 上部     | 10700         | 10700         | 9976          | D51φ150 (8段)                  | 805401                | -39191     | 56                                            | 435                                               | 0.13                       |
|      |                                | 中央 (上) | 10700         | 10700         | 9759          | D51φ150 (11段)                 | 676945                | -122013    | 23                                            | 435                                               | 0.06                       |
|      |                                | 中央 (下) | 10700         | 10700         | 9262          | D51φ150 (17段)<br>D51φ300 (1段) | -1095459              | -165498    | 37                                            | 435                                               | 0.09                       |
|      |                                | 下部     | 10700         | 10700         | 9759          | D51φ150 (11段)                 | -599011               | -190992    | 9                                             | 435                                               | 0.02                       |
|      | S <sub>s</sub> -31<br>(H+, V+) | 上部     | 10700         | 10700         | 9976          | D51φ150 (8段)                  | 1763241               | -13675     | 142                                           | 435                                               | 0.33                       |
|      |                                | 中央 (上) | 10700         | 10700         | 9759          | D51φ150 (11段)                 | -723436               | -98137     | 30                                            | 435                                               | 0.07                       |
|      |                                | 中央 (下) | 10700         | 10700         | 9262          | D51φ150 (17段)<br>D51φ300 (1段) | -1871409              | -151095    | 81                                            | 435                                               | 0.19                       |
|      |                                | 下部     | 10700         | 10700         | 9759          | D51φ150 (11段)                 | -1116448              | -170909    | 43                                            | 435                                               | 0.10                       |
|      | S <sub>s</sub> -31<br>(H-, V+) | 上部     | 10700         | 10700         | 9976          | D51φ150 (8段)                  | -2050308              | -111648    | 140                                           | 435                                               | 0.33                       |
|      |                                | 中央 (上) | 10700         | 10700         | 9759          | D51φ150 (11段)                 | 958582                | -196775    | 29                                            | 435                                               | 0.07                       |
|      |                                | 中央 (下) | 10700         | 10700         | 9262          | D51φ150 (17段)<br>D51φ300 (1段) | 1808516               | -207887    | 70                                            | 435                                               | 0.17                       |
|      |                                | 下部     | 10700         | 10700         | 9759          | D51φ150 (11段)                 | 1002784               | -233715    | 26                                            | 435                                               | 0.06                       |

注記 鉄筋仕様の表記: 異形鉄筋径@水平間隔 mm (段数)

評価位置は図 4.11-1 に示す。



表 4.11-21 鉄筋の曲げ軸力照査結果 (①-①断面南基礎)

(地盤ケース②~⑥)

| 地盤<br>ケース | 地震動                  | 評価位置   | 断面性状          |               |               | 鉄筋仕様                                        | 発生断面力                 |            | 引張<br>応力度<br>$\sigma_s$<br>(N/mm <sup>2</sup> ) | 短期許容<br>応力度<br>$\sigma_{sa}$<br>(N/mm <sup>2</sup> ) | 照査値<br>$\sigma_s/\sigma_{sa}$ |
|-----------|----------------------|--------|---------------|---------------|---------------|---------------------------------------------|-----------------------|------------|-------------------------------------------------|------------------------------------------------------|-------------------------------|
|           |                      |        | 部材幅<br>b (mm) | 部材高<br>h (mm) | 有効高<br>d (mm) |                                             | 曲げ<br>モーメント<br>(kN・m) | 軸力<br>(kN) |                                                 |                                                      |                               |
| ケース②      | $S_s-31$<br>(H+, V+) | 上部     | 10700         | 10700         | 9976          | D51 $\phi$ 150 (8段)                         | 1732531               | -15284     | 139                                             | 435                                                  | 0.32                          |
|           |                      | 中央 (上) | 10700         | 10700         | 9759          | D51 $\phi$ 150 (11段)                        | -714227               | -98296     | 30                                              | 435                                                  | 0.07                          |
|           |                      | 中央 (下) | 10700         | 10700         | 9262          | D51 $\phi$ 150 (17段)<br>D51 $\phi$ 300 (1段) | -1837693              | -150522    | 80                                              | 435                                                  | 0.19                          |
|           |                      | 下部     | 10700         | 10700         | 9759          | D51 $\phi$ 150 (11段)                        | -1099135              | -172772    | 42                                              | 435                                                  | 0.10                          |
| ケース③      | $S_s-31$<br>(H+, V+) | 上部     | 10700         | 10700         | 9976          | D51 $\phi$ 150 (8段)                         | 1814378               | -13363     | 146                                             | 435                                                  | 0.34                          |
|           |                      | 中央 (上) | 10700         | 10700         | 9759          | D51 $\phi$ 150 (11段)                        | -741229               | -97528     | 32                                              | 435                                                  | 0.08                          |
|           |                      | 中央 (下) | 10700         | 10700         | 9262          | D51 $\phi$ 150 (17段)<br>D51 $\phi$ 300 (1段) | -1918265              | -151781    | 84                                              | 435                                                  | 0.20                          |
|           |                      | 下部     | 10700         | 10700         | 9759          | D51 $\phi$ 150 (11段)                        | -1148725              | -167499    | 46                                              | 435                                                  | 0.11                          |
| ケース④      | $S_s-31$<br>(H+, V+) | 上部     | 10700         | 10700         | 9976          | D51 $\phi$ 150 (8段)                         | 1917184               | -10356     | 155                                             | 435                                                  | 0.36                          |
|           |                      | 中央 (上) | 10700         | 10700         | 9759          | D51 $\phi$ 150 (11段)                        | -711119               | -98726     | 29                                              | 435                                                  | 0.07                          |
|           |                      | 中央 (下) | 10700         | 10700         | 9262          | D51 $\phi$ 150 (17段)<br>D51 $\phi$ 300 (1段) | -1968219              | -157222    | 86                                              | 435                                                  | 0.20                          |
|           |                      | 下部     | 10700         | 10700         | 9759          | D51 $\phi$ 150 (11段)                        | -1219696              | -169342    | 50                                              | 435                                                  | 0.12                          |
| ケース⑤      | $S_s-31$<br>(H+, V+) | 上部     | 10700         | 10700         | 9976          | D51 $\phi$ 150 (8段)                         | 1760839               | -14231     | 142                                             | 435                                                  | 0.33                          |
|           |                      | 中央 (上) | 10700         | 10700         | 9759          | D51 $\phi$ 150 (11段)                        | -707503               | -100232    | 29                                              | 435                                                  | 0.07                          |
|           |                      | 中央 (下) | 10700         | 10700         | 9262          | D51 $\phi$ 150 (17段)<br>D51 $\phi$ 300 (1段) | -1868638              | -154651    | 81                                              | 435                                                  | 0.19                          |
|           |                      | 下部     | 10700         | 10700         | 9759          | D51 $\phi$ 150 (11段)                        | -1117225              | -171868    | 43                                              | 435                                                  | 0.10                          |
| ケース⑥      | $S_s-31$<br>(H+, V+) | 上部     | 10700         | 10700         | 9976          | D51 $\phi$ 150 (8段)                         | 1728053               | -16281     | 138                                             | 435                                                  | 0.32                          |
|           |                      | 中央 (上) | 10700         | 10700         | 9759          | D51 $\phi$ 150 (11段)                        | -693236               | -100907    | 28                                              | 435                                                  | 0.07                          |
|           |                      | 中央 (下) | 10700         | 10700         | 9262          | D51 $\phi$ 150 (17段)<br>D51 $\phi$ 300 (1段) | -1834264              | -154590    | 79                                              | 435                                                  | 0.19                          |
|           |                      | 下部     | 10700         | 10700         | 9759          | D51 $\phi$ 150 (11段)                        | -1091191              | -171969    | 41                                              | 435                                                  | 0.10                          |

注記 ②: 地盤物性のばらつきを考慮 (+1 $\sigma$ ) した解析ケース③: 地盤物性のばらつきを考慮 (-1 $\sigma$ ) した解析ケース

④: 敷地に存在しない豊浦標準砂の液化強度特性により地盤を強制的に液化化させることを仮定した解析ケース

⑤: 原地盤において非液化化の条件を仮定した解析ケース

⑥: 地盤物性のばらつきを考慮 (+1 $\sigma$ ) して非液化化の条件を仮定した解析ケース

鉄筋仕様の表記: 異形鉄筋径@水平間隔 mm (段数)

評価位置は図 4.11-1 に示す。

表 4.11-22 鉄筋の曲げ軸力照査結果 (①-①断面北基礎)

| ケース  | 地震動                             | 断面性状          |               |               | 鉄筋仕様         | 発生断面力                 |            | 引張<br>応力度<br>$\sigma_s$<br>(N/mm <sup>2</sup> ) | 短期許容<br>応力度<br>$\sigma_{sa}$<br>(N/mm <sup>2</sup> ) | 照査値<br>$\sigma_s/\sigma_{sa}$ |
|------|---------------------------------|---------------|---------------|---------------|--------------|-----------------------|------------|-------------------------------------------------|------------------------------------------------------|-------------------------------|
|      |                                 | 部材幅<br>b (mm) | 部材高<br>h (mm) | 有効高<br>d (mm) |              | 曲げ<br>モーメント<br>(kN・m) | 軸力<br>(kN) |                                                 |                                                      |                               |
| ケース① | S <sub>s</sub> -D 1<br>(H+, V+) | 10700         | 10700         | 10050         | D51@150 (7段) | -1551589              | -2119      | 139                                             | 435                                                  | 0.32                          |
|      | S <sub>s</sub> -D 1<br>(H+, V-) | 10700         | 10700         | 10050         | D51@150 (7段) | -1538584              | -628       | 139                                             | 435                                                  | 0.32                          |
|      | S <sub>s</sub> -D 1<br>(H-, V+) | 10700         | 10700         | 10050         | D51@150 (7段) | 1667681               | -136345    | 112                                             | 435                                                  | 0.26                          |
|      | S <sub>s</sub> -D 1<br>(H-, V-) | 10700         | 10700         | 10050         | D51@150 (7段) | 1667049               | -134438    | 112                                             | 435                                                  | 0.26                          |
|      | S <sub>s</sub> -1 1             | 10700         | 10700         | 10050         | D51@150 (7段) | -764570               | -32889     | 59                                              | 435                                                  | 0.14                          |
|      | S <sub>s</sub> -1 2             | 10700         | 10700         | 10050         | D51@150 (7段) | -1387834              | -5701      | 124                                             | 435                                                  | 0.29                          |
|      | S <sub>s</sub> -1 3             | 10700         | 10700         | 10050         | D51@150 (7段) | -1327183              | -10425     | 117                                             | 435                                                  | 0.27                          |
|      | S <sub>s</sub> -1 4             | 10700         | 10700         | 10050         | D51@150 (7段) | -931534               | -27565     | 76                                              | 435                                                  | 0.18                          |
|      | S <sub>s</sub> -2 1             | 10700         | 10700         | 10050         | D51@150 (7段) | 1476835               | -125850    | 98                                              | 435                                                  | 0.23                          |
|      | S <sub>s</sub> -2 2             | 10700         | 10700         | 10050         | D51@150 (7段) | -796569               | -35106     | 62                                              | 435                                                  | 0.15                          |
|      | S <sub>s</sub> -3 1<br>(H+, V+) | 10700         | 10700         | 10050         | D51@150 (7段) | 2017075               | -154066    | 138                                             | 435                                                  | 0.32                          |
|      | S <sub>s</sub> -3 1<br>(H-, V+) | 10700         | 10700         | 10050         | D51@150 (7段) | -1906252              | 11572      | 176                                             | 435                                                  | 0.41                          |
| ケース② | S <sub>s</sub> -3 1<br>(H+, V+) | 10700         | 10700         | 10050         | D51@150 (7段) | 1997567               | -153274    | 137                                             | 435                                                  | 0.32                          |
| ケース③ | S <sub>s</sub> -3 1<br>(H+, V+) | 10700         | 10700         | 10050         | D51@150 (7段) | 2065134               | -156281    | 142                                             | 435                                                  | 0.33                          |
| ケース④ | S <sub>s</sub> -3 1<br>(H+, V+) | 10700         | 10700         | 10050         | D51@150 (7段) | 2100565               | -159033    | 144                                             | 435                                                  | 0.34                          |
| ケース⑤ | S <sub>s</sub> -3 1<br>(H+, V+) | 10700         | 10700         | 10050         | D51@150 (7段) | 2010064               | -153848    | 138                                             | 435                                                  | 0.32                          |
| ケース⑥ | S <sub>s</sub> -3 1<br>(H+, V+) | 10700         | 10700         | 10050         | D51@150 (7段) | 1987236               | -153000    | 136                                             | 435                                                  | 0.32                          |

注記 ①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース

②：地盤物性のばらつきを考慮 (+1σ) した解析ケース

③：地盤物性のばらつきを考慮 (-1σ) した解析ケース

④：敷地に存在しない豊浦標準砂の液状化強度特性により地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース

⑤：原地盤において非液状化の条件を仮定した解析ケース

⑥：地盤物性のばらつきを考慮 (+1σ) して非液状化の条件を仮定した解析ケース

鉄筋仕様の表記：異形鉄筋径@水平間隔 mm (段数)

評価位置は図 4.11-1 に示す。

表 4.11-23 鉄筋の曲げ軸力照査結果 (③-③断面南基礎)  
 (地盤ケース①: 原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)

| 地盤<br>ケース | 地盤動                  | 評価位置   | 断面性状          |               |               | 鉄筋仕様                          | 発生断面力                 |            | 引張<br>応力度<br>$\sigma_s$<br>(N/mm <sup>2</sup> ) | 短期許容<br>応力度<br>$\sigma_{sa}$<br>(N/mm <sup>2</sup> ) | 照査値<br>$\sigma_s/\sigma_{sa}$ |
|-----------|----------------------|--------|---------------|---------------|---------------|-------------------------------|-----------------------|------------|-------------------------------------------------|------------------------------------------------------|-------------------------------|
|           |                      |        | 部材幅<br>b (mm) | 部材高<br>h (mm) | 有効高<br>d (mm) |                               | 曲げ<br>モーメント<br>(kN・m) | 軸力<br>(kN) |                                                 |                                                      |                               |
| ケース①      | $S_0-D1$<br>(H+, V+) | 上部     | 10700         | 10700         | 9976          | D510150 (8段)                  | 990866                | -30696     | 74                                              | 435                                                  | 0.18                          |
|           |                      | 中央 (上) | 10700         | 10700         | 9759          | D510150 (11段)                 | -1100724              | -99110     | 55                                              | 435                                                  | 0.13                          |
|           |                      | 中央 (下) | 10700         | 10700         | 9262          | D510150 (17段)<br>D510300 (1段) | -1326863              | -105313    | 58                                              | 435                                                  | 0.14                          |
|           |                      | 下部     | 10700         | 10700         | 9759          | D510150 (11段)                 | -777512               | -137866    | 27                                              | 435                                                  | 0.07                          |
|           | $S_0-D1$<br>(H+, V-) | 上部     | 10700         | 10700         | 9976          | D510150 (8段)                  | 952336                | -29904     | 71                                              | 435                                                  | 0.17                          |
|           |                      | 中央 (上) | 10700         | 10700         | 9759          | D510150 (11段)                 | -1103938              | -104354    | 55                                              | 435                                                  | 0.13                          |
|           |                      | 中央 (下) | 10700         | 10700         | 9262          | D510150 (17段)<br>D510300 (1段) | -1326608              | -102591    | 59                                              | 435                                                  | 0.14                          |
|           |                      | 下部     | 10700         | 10700         | 9759          | D510150 (11段)                 | -828621               | -147413    | 29                                              | 435                                                  | 0.07                          |
|           | $S_0-D1$<br>(H-, V+) | 上部     | 10700         | 10700         | 9976          | D510150 (8段)                  | 1131570               | -28504     | 86                                              | 435                                                  | 0.20                          |
|           |                      | 中央 (上) | 10700         | 10700         | 9759          | D510150 (11段)                 | -1217216              | -107573    | 62                                              | 435                                                  | 0.15                          |
|           |                      | 中央 (下) | 10700         | 10700         | 9262          | D510150 (17段)<br>D510300 (1段) | -1526571              | -102348    | 70                                              | 435                                                  | 0.17                          |
|           |                      | 下部     | 10700         | 10700         | 9759          | D510150 (11段)                 | -975876               | -153697    | 37                                              | 435                                                  | 0.09                          |
|           | $S_0-D1$<br>(H-, V-) | 上部     | 10700         | 10700         | 9976          | D510150 (8段)                  | 1154266               | -30479     | 87                                              | 435                                                  | 0.20                          |
|           |                      | 中央 (上) | 10700         | 10700         | 9759          | D510150 (11段)                 | -1231696              | -102483    | 63                                              | 435                                                  | 0.15                          |
|           |                      | 中央 (下) | 10700         | 10700         | 9262          | D510150 (17段)<br>D510300 (1段) | -1535296              | -97343     | 71                                              | 435                                                  | 0.17                          |
|           |                      | 下部     | 10700         | 10700         | 9759          | D510150 (11段)                 | -973224               | -148939    | 38                                              | 435                                                  | 0.09                          |
|           | $S_0-11$             | 上部     | 10700         | 10700         | 9976          | D510150 (8段)                  | 595308                | -36044     | 40                                              | 435                                                  | 0.10                          |
|           |                      | 中央 (上) | 10700         | 10700         | 9759          | D510150 (11段)                 | -610378               | -102761    | 22                                              | 435                                                  | 0.06                          |
|           |                      | 中央 (下) | 10700         | 10700         | 9262          | D510150 (17段)<br>D510300 (1段) | -677842               | -105184    | 24                                              | 435                                                  | 0.06                          |
|           |                      | 下部     | 10700         | 10700         | 9759          | D510150 (11段)                 | -388921               | -143994    | 3                                               | 435                                                  | 0.01                          |
|           | $S_0-12$             | 上部     | 10700         | 10700         | 9976          | D510150 (8段)                  | 634276                | -36389     | 43                                              | 435                                                  | 0.10                          |
|           |                      | 中央 (上) | 10700         | 10700         | 9759          | D510150 (11段)                 | -677031               | -110296    | 25                                              | 435                                                  | 0.06                          |
|           |                      | 中央 (下) | 10700         | 10700         | 9262          | D510150 (17段)<br>D510300 (1段) | -800205               | -115240    | 28                                              | 435                                                  | 0.07                          |
|           |                      | 下部     | 10700         | 10700         | 9759          | D510150 (11段)                 | -456044               | -153349    | 6                                               | 435                                                  | 0.02                          |
|           | $S_0-13$             | 上部     | 10700         | 10700         | 9976          | D510150 (8段)                  | 705788                | -36162     | 49                                              | 435                                                  | 0.12                          |
|           |                      | 中央 (上) | 10700         | 10700         | 9759          | D510150 (11段)                 | -756482               | -109838    | 30                                              | 435                                                  | 0.07                          |
|           |                      | 中央 (下) | 10700         | 10700         | 9262          | D510150 (17段)<br>D510300 (1段) | -905547               | -112910    | 34                                              | 435                                                  | 0.08                          |
|           |                      | 下部     | 10700         | 10700         | 9759          | D510150 (11段)                 | -531464               | -164439    | 8                                               | 435                                                  | 0.02                          |
|           | $S_0-14$             | 上部     | 10700         | 10700         | 9976          | D510150 (8段)                  | 619842                | -38374     | 41                                              | 435                                                  | 0.10                          |
|           |                      | 中央 (上) | 10700         | 10700         | 9759          | D510150 (11段)                 | -626934               | -103440    | 23                                              | 435                                                  | 0.06                          |
|           |                      | 中央 (下) | 10700         | 10700         | 9262          | D510150 (17段)<br>D510300 (1段) | -729340               | -105903    | 25                                              | 435                                                  | 0.06                          |
|           |                      | 下部     | 10700         | 10700         | 9759          | D510150 (11段)                 | -419595               | -150572    | 4                                               | 435                                                  | 0.01                          |
|           | $S_0-21$             | 上部     | 10700         | 10700         | 9976          | D510150 (8段)                  | 736478                | -28506     | 53                                              | 435                                                  | 0.13                          |
|           |                      | 中央 (上) | 10700         | 10700         | 9759          | D510150 (11段)                 | -842297               | -110549    | 36                                              | 435                                                  | 0.09                          |
|           |                      | 中央 (下) | 10700         | 10700         | 9262          | D510150 (17段)<br>D510300 (1段) | -951222               | -108751    | 39                                              | 435                                                  | 0.09                          |
|           |                      | 下部     | 10700         | 10700         | 9759          | D510150 (11段)                 | -598136               | -161999    | 12                                              | 435                                                  | 0.03                          |
|           | $S_0-22$             | 上部     | 10700         | 10700         | 9976          | D510150 (8段)                  | 729461                | -32118     | 52                                              | 435                                                  | 0.12                          |
|           |                      | 中央 (上) | 10700         | 10700         | 9759          | D510150 (11段)                 | -755585               | -99897     | 32                                              | 435                                                  | 0.08                          |
|           |                      | 中央 (下) | 10700         | 10700         | 9262          | D510150 (17段)<br>D510300 (1段) | -890902               | -102403    | 35                                              | 435                                                  | 0.09                          |
|           |                      | 下部     | 10700         | 10700         | 9759          | D510150 (11段)                 | -529696               | -153289    | 10                                              | 435                                                  | 0.03                          |
|           | $S_0-31$<br>(H+, V+) | 上部     | 10700         | 10700         | 9976          | D510150 (8段)                  | 1256598               | -32721     | 95                                              | 435                                                  | 0.22                          |
|           |                      | 中央 (上) | 10700         | 10700         | 9759          | D510150 (11段)                 | -1033659              | -111476    | 49                                              | 435                                                  | 0.12                          |
|           |                      | 中央 (下) | 10700         | 10700         | 9262          | D510150 (17段)<br>D510300 (1段) | -1358591              | -109510    | 59                                              | 435                                                  | 0.14                          |
|           |                      | 下部     | 10700         | 10700         | 9759          | D510150 (11段)                 | -864560               | -165563    | 28                                              | 435                                                  | 0.07                          |
|           | $S_0-31$<br>(H-, V+) | 上部     | 10700         | 10700         | 9976          | D510150 (8段)                  | -1111002              | -45539     | 80                                              | 435                                                  | 0.19                          |
|           |                      | 中央 (上) | 10700         | 10700         | 9759          | D510150 (11段)                 | -839975               | -123840    | 33                                              | 435                                                  | 0.08                          |
|           |                      | 中央 (下) | 10700         | 10700         | 9262          | D510150 (17段)<br>D510300 (1段) | 1248928               | -182565    | 43                                              | 435                                                  | 0.10                          |
|           |                      | 下部     | 10700         | 10700         | 9759          | D510150 (11段)                 | 834970                | -200448    | 21                                              | 435                                                  | 0.05                          |

注記 鉄筋仕様の表記: 異形鉄筋径@水平間隔 mm (段数)

評価位置は図 4.11-1 に示す。



表 4.11-24 鉄筋の曲げ軸力照査結果 (③-③断面南基礎)

(地盤ケース②~⑥)

| ケース  | 地盤動              | 評価位置   | 断面性状          |               |               | 鉄筋仕様                          | 発生断面力                 |            | 引張<br>応力度<br>$\sigma$<br>(N/mm <sup>2</sup> ) | 短期許容<br>応力度<br>$\sigma_s$<br>(N/mm <sup>2</sup> ) | 照査値<br>$\sigma / \sigma_s$ |
|------|------------------|--------|---------------|---------------|---------------|-------------------------------|-----------------------|------------|-----------------------------------------------|---------------------------------------------------|----------------------------|
|      |                  |        | 部材幅<br>b (mm) | 部材高<br>h (mm) | 有効高<br>d (mm) |                               | 曲げ<br>モーメント<br>(kN・m) | 軸力<br>(kN) |                                               |                                                   |                            |
| ケース② | S-D1<br>(H-, V+) | 上部     | 10700         | 10700         | 9976          | D51φ150 (8段)                  | 1127084               | 28420      | 86                                            | 435                                               | 0.20                       |
|      |                  | 中央 (上) | 10700         | 10700         | 9759          | D51φ150 (11段)                 | -1192672              | 107715     | 60                                            | 435                                               | 0.14                       |
|      |                  | 中央 (下) | 10700         | 10700         | 9262          | D51φ150 (17段)<br>D51φ300 (1段) | -1496657              | -102969    | 68                                            | 435                                               | 0.16                       |
|      |                  | 下部     | 10700         | 10700         | 9759          | D51φ150 (11段)                 | -962925               | 153806     | 36                                            | 435                                               | 0.09                       |
| ケース③ | S-D1<br>(H-, V+) | 上部     | 10700         | 10700         | 9976          | D51φ150 (8段)                  | 1143444               | -30407     | 86                                            | 435                                               | 0.20                       |
|      |                  | 中央 (上) | 10700         | 10700         | 9759          | D51φ150 (11段)                 | -1257106              | -109520    | 64                                            | 435                                               | 0.15                       |
|      |                  | 中央 (下) | 10700         | 10700         | 9262          | D51φ150 (17段)<br>D51φ300 (1段) | -1567520              | -103275    | 72                                            | 435                                               | 0.17                       |
|      |                  | 下部     | 10700         | 10700         | 9759          | D51φ150 (11段)                 | -993855               | -152260    | 38                                            | 435                                               | 0.09                       |
| ケース④ | S-D1<br>(H-, V+) | 上部     | 10700         | 10700         | 9976          | D51φ150 (8段)                  | 1134814               | -24976     | 87                                            | 435                                               | 0.20                       |
|      |                  | 中央 (上) | 10700         | 10700         | 9759          | D51φ150 (11段)                 | -1260397              | -102486    | 65                                            | 435                                               | 0.15                       |
|      |                  | 中央 (下) | 10700         | 10700         | 9262          | D51φ150 (17段)<br>D51φ300 (1段) | -1566118              | -97105     | 73                                            | 435                                               | 0.17                       |
|      |                  | 下部     | 10700         | 10700         | 9759          | D51φ150 (11段)                 | -992007               | -152673    | 38                                            | 435                                               | 0.09                       |
| ケース⑤ | S-D1<br>(H-, V+) | 上部     | 10700         | 10700         | 9976          | D51φ150 (8段)                  | 1154614               | -41214     | 84                                            | 435                                               | 0.20                       |
|      |                  | 中央 (上) | 10700         | 10700         | 9759          | D51φ150 (11段)                 | -1160227              | -123006    | 55                                            | 435                                               | 0.13                       |
|      |                  | 中央 (下) | 10700         | 10700         | 9262          | D51φ150 (17段)<br>D51φ300 (1段) | -1425993              | -117428    | 62                                            | 435                                               | 0.15                       |
|      |                  | 下部     | 10700         | 10700         | 9759          | D51φ150 (11段)                 | -886577               | -159156    | 30                                            | 435                                               | 0.07                       |
| ケース⑥ | S-D1<br>(H-, V+) | 上部     | 10700         | 10700         | 9976          | D51φ150 (8段)                  | 1163102               | -40549     | 85                                            | 435                                               | 0.20                       |
|      |                  | 中央 (上) | 10700         | 10700         | 9759          | D51φ150 (11段)                 | -1149694              | -122456    | 54                                            | 435                                               | 0.13                       |
|      |                  | 中央 (下) | 10700         | 10700         | 9262          | D51φ150 (17段)<br>D51φ300 (1段) | -1416792              | -117138    | 62                                            | 435                                               | 0.15                       |
|      |                  | 下部     | 10700         | 10700         | 9759          | D51φ150 (11段)                 | -888213               | -159219    | 31                                            | 435                                               | 0.08                       |
| ケース⑦ | S-D1<br>(H-, V-) | 上部     | 10700         | 10700         | 9976          | D51φ150 (8段)                  | 1154771               | -24073     | 89                                            | 435                                               | 0.21                       |
|      |                  | 中央 (上) | 10700         | 10700         | 9759          | D51φ150 (11段)                 | -1154473              | -101175    | 58                                            | 435                                               | 0.14                       |
|      |                  | 中央 (下) | 10700         | 10700         | 9262          | D51φ150 (17段)<br>D51φ300 (1段) | -1457660              | -96931     | 67                                            | 435                                               | 0.16                       |
|      |                  | 下部     | 10700         | 10700         | 9759          | D51φ150 (11段)                 | -920151               | -148185    | 34                                            | 435                                               | 0.08                       |
| ケース⑧ | S-D1<br>(H-, V-) | 上部     | 10700         | 10700         | 9976          | D51φ150 (8段)                  | 1190373               | -24486     | 92                                            | 435                                               | 0.22                       |
|      |                  | 中央 (上) | 10700         | 10700         | 9759          | D51φ150 (11段)                 | -1205138              | -101249    | 62                                            | 435                                               | 0.15                       |
|      |                  | 中央 (下) | 10700         | 10700         | 9262          | D51φ150 (17段)<br>D51φ300 (1段) | -1519210              | -95450     | 70                                            | 435                                               | 0.17                       |
|      |                  | 下部     | 10700         | 10700         | 9759          | D51φ150 (11段)                 | -952061               | -145948    | 37                                            | 435                                               | 0.09                       |
| ケース⑨ | S-D1<br>(H-, V-) | 上部     | 10700         | 10700         | 9976          | D51φ150 (8段)                  | 1229074               | -21617     | 96                                            | 435                                               | 0.23                       |
|      |                  | 中央 (上) | 10700         | 10700         | 9759          | D51φ150 (11段)                 | -1203045              | -98675     | 62                                            | 435                                               | 0.15                       |
|      |                  | 中央 (下) | 10700         | 10700         | 9262          | D51φ150 (17段)<br>D51φ300 (1段) | -1510515              | -94493     | 70                                            | 435                                               | 0.17                       |
|      |                  | 下部     | 10700         | 10700         | 9759          | D51φ150 (11段)                 | -954525               | -145892    | 37                                            | 435                                               | 0.09                       |
| ケース⑩ | S-D1<br>(H-, V-) | 上部     | 10700         | 10700         | 9976          | D51φ150 (8段)                  | 1177713               | -38073     | 87                                            | 435                                               | 0.20                       |
|      |                  | 中央 (上) | 10700         | 10700         | 9759          | D51φ150 (11段)                 | -1136460              | -118829    | 54                                            | 435                                               | 0.13                       |
|      |                  | 中央 (下) | 10700         | 10700         | 9262          | D51φ150 (17段)<br>D51φ300 (1段) | -1402935              | -113290    | 61                                            | 435                                               | 0.15                       |
|      |                  | 下部     | 10700         | 10700         | 9759          | D51φ150 (11段)                 | -865604               | -156256    | 30                                            | 435                                               | 0.07                       |
| ケース⑪ | S-D1<br>(H-, V-) | 上部     | 10700         | 10700         | 9976          | D51φ150 (8段)                  | 1186656               | -37467     | 88                                            | 435                                               | 0.21                       |
|      |                  | 中央 (上) | 10700         | 10700         | 9759          | D51φ150 (11段)                 | -1121210              | -118492    | 53                                            | 435                                               | 0.13                       |
|      |                  | 中央 (下) | 10700         | 10700         | 9262          | D51φ150 (17段)<br>D51φ300 (1段) | -1387637              | -113398    | 60                                            | 435                                               | 0.14                       |
|      |                  | 下部     | 10700         | 10700         | 9759          | D51φ150 (11段)                 | -862771               | -156779    | 29                                            | 435                                               | 0.07                       |

注記 ②：地盤物性のばらつきを考慮 (+1σ) した解析ケース

③：地盤物性のばらつきを考慮 (-1σ) した解析ケース

④：敷地に存在しない豊浦標準砂の液状化強度特性により地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース

⑤：原地盤において非液状化の条件を仮定した解析ケース

⑥：地盤物性のばらつきを考慮 (+1σ) して非液状化の条件を仮定した解析ケース

鉄筋仕様の表記：異形鉄筋径@水平間隔 mm (段数)

評価位置は図 4.11-1 に示す。

表 4.11-25 鉄筋の曲げ軸力照査結果 (②-②断面北基礎)

| 解析<br>ケース | 地震動                            | 断面性状          |               |               | 鉄筋仕様         | 発生断面力                 |            | 引張<br>応力度<br>$\sigma_s$<br>(N/mm <sup>2</sup> ) | 短期許容<br>応力度<br>$\sigma_{sa}$<br>(N/mm <sup>2</sup> ) | 照査値<br>$\sigma_s/\sigma_{sa}$ |
|-----------|--------------------------------|---------------|---------------|---------------|--------------|-----------------------|------------|-------------------------------------------------|------------------------------------------------------|-------------------------------|
|           |                                | 部材幅<br>b (mm) | 部材高<br>h (mm) | 有効高<br>d (mm) |              | 曲げ<br>モーメント<br>(kN・m) | 軸力<br>(kN) |                                                 |                                                      |                               |
| ケース①      | S <sub>s</sub> -D1<br>(H+, V+) | 10700         | 10700         | 10050         | D51@150 (7段) | 1472576               | -42126     | 121                                             | 435                                                  | 0.28                          |
|           | S <sub>s</sub> -D1<br>(H+, V-) | 10700         | 10700         | 10050         | D51@150 (7段) | 1420215               | -40026     | 117                                             | 435                                                  | 0.27                          |
|           | S <sub>s</sub> -D1<br>(H-, V+) | 10700         | 10700         | 10050         | D51@150 (7段) | 1530527               | -36613     | 127                                             | 435                                                  | 0.30                          |
|           | S <sub>s</sub> -D1<br>(H-, V-) | 10700         | 10700         | 10050         | D51@150 (7段) | 1489795               | -33594     | 125                                             | 435                                                  | 0.29                          |
|           | S <sub>s</sub> -11             | 10700         | 10700         | 10050         | D51@150 (7段) | 608568                | -44794     | 42                                              | 435                                                  | 0.10                          |
|           | S <sub>s</sub> -12             | 10700         | 10700         | 10050         | D51@150 (7段) | -762762               | -30844     | 60                                              | 435                                                  | 0.14                          |
|           | S <sub>s</sub> -13             | 10700         | 10700         | 10050         | D51@150 (7段) | 855942                | -47524     | 64                                              | 435                                                  | 0.15                          |
|           | S <sub>s</sub> -14             | 10700         | 10700         | 10050         | D51@150 (7段) | 868281                | -46750     | 65                                              | 435                                                  | 0.15                          |
|           | S <sub>s</sub> -21             | 10700         | 10700         | 10050         | D51@150 (7段) | 762587                | -44563     | 56                                              | 435                                                  | 0.13                          |
|           | S <sub>s</sub> -22             | 10700         | 10700         | 10050         | D51@150 (7段) | 794500                | -49091     | 58                                              | 435                                                  | 0.14                          |
|           | S <sub>s</sub> -31<br>(H+, V+) | 10700         | 10700         | 10050         | D51@150 (7段) | 1620575               | -42208     | 134                                             | 435                                                  | 0.31                          |
|           | S <sub>s</sub> -31<br>(H-, V+) | 10700         | 10700         | 10050         | D51@150 (7段) | -1290296              | -23279     | 110                                             | 435                                                  | 0.26                          |
| ケース②      | S <sub>s</sub> -31<br>(H+, V+) | 10700         | 10700         | 10050         | D51@150 (7段) | 1593526               | -43913     | 131                                             | 435                                                  | 0.31                          |
| ケース③      | S <sub>s</sub> -31<br>(H+, V+) | 10700         | 10700         | 10050         | D51@150 (7段) | 1646973               | -43376     | 136                                             | 435                                                  | 0.32                          |
| ケース④      | S <sub>s</sub> -31<br>(H+, V+) | 10700         | 10700         | 10050         | D51@150 (7段) | 1622137               | -43060     | 134                                             | 435                                                  | 0.31                          |
| ケース⑤      | S <sub>s</sub> -31<br>(H+, V+) | 10700         | 10700         | 10050         | D51@150 (7段) | 1576263               | -40400     | 131                                             | 435                                                  | 0.31                          |
| ケース⑥      | S <sub>s</sub> -31<br>(H+, V+) | 10700         | 10700         | 10050         | D51@150 (7段) | 1543184               | -41430     | 127                                             | 435                                                  | 0.30                          |

注記 ①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース

②：地盤物性のばらつきを考慮 (+1 $\sigma$ ) した解析ケース

③：地盤物性のばらつきを考慮 (-1 $\sigma$ ) した解析ケース

④：敷地に存在しない豊浦標準砂の液状化強度特性により地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース

⑤：原地盤において非液状化の条件を仮定した解析ケース

⑥：地盤物性のばらつきを考慮 (+1 $\sigma$ ) して非液状化の条件を仮定した解析ケース

鉄筋仕様の表記：異形鉄筋径@水平間隔 mm (段数)

評価位置は図 4.11-1 に示す。

表 4.11-26 コンクリートの曲げ軸力に対する照査結果 (①-①断面)

(各評価位置において最も厳しい照査値とその地震波)

| 地盤<br>ケース | 地震動                          | 評価位置        | 断面性状          |               |               | 鉄筋仕様                          | 発生断面力                 |            | 圧縮<br>応力度<br>$\sigma_c$<br>(N/mm <sup>2</sup> ) | 短期許容<br>応力度<br>$\sigma_{ca}$<br>(N/mm <sup>2</sup> ) | 照査値<br>$\sigma_c/\sigma_{ca}$ |
|-----------|------------------------------|-------------|---------------|---------------|---------------|-------------------------------|-----------------------|------------|-------------------------------------------------|------------------------------------------------------|-------------------------------|
|           |                              |             | 部材幅<br>b (mm) | 部材高<br>h (mm) | 有効高<br>d (mm) |                               | 曲げ<br>モーメント<br>(kN・m) | 軸力<br>(kN) |                                                 |                                                      |                               |
| ④         | S <sub>s</sub> -31<br>H+, V+ | 北           | 10700         | 10700         | 10050         | D51@150 (7段)                  | 2102781               | -160024    | 8.1                                             | 24                                                   | 0.34                          |
| ①         | S <sub>s</sub> -31<br>H-, V+ | 南-上部        | 10700         | 10700         | 9976          | D51@150 (8段)                  | -2053139              | -113006    | 7.4                                             | 24                                                   | 0.31                          |
| ①         | S <sub>s</sub> -D1<br>H+, V- | 南-中央<br>(上) | 10700         | 10700         | 9759          | D51@150 (11段)                 | 1049777               | -168849    | 3.8                                             | 24                                                   | 0.16                          |
| ④         | S <sub>s</sub> -31<br>H+, V+ | 南-中央<br>(下) | 10700         | 10700         | 9262          | D51@150 (17段)<br>D51@300 (1段) | -1973757              | -162750    | 5.9                                             | 24                                                   | 0.25                          |
| ④         | S <sub>s</sub> -31<br>H+, V+ | 南-下部        | 10700         | 10700         | 9759          | D51@150 (11段)                 | -1226930              | -179562    | 4.4                                             | 24                                                   | 0.19                          |

注記 ①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース

④：敷地に存在しない豊浦標準砂の液状化強度特性により地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース

鉄筋仕様の表記：異形鉄筋径@水平間隔 mm (段数)

評価位置は図 4.11-1 に示す。

表 4.11-27 鉄筋の曲げ軸力に対する照査結果 (①-①断面)

(各評価位置において最も厳しい照査値とその地震波)

| 地盤<br>ケース | 地震動                          | 評価位置        | 断面性状          |               |               | 鉄筋仕様                          | 発生断面力             |            | 引張<br>応力度<br>$\sigma_s$<br>(N/mm <sup>2</sup> ) | 短期許容<br>応力度<br>$\sigma_{sa}$<br>(N/mm <sup>2</sup> ) | 照査値<br>$\sigma_s/\sigma_{sa}$ |
|-----------|------------------------------|-------------|---------------|---------------|---------------|-------------------------------|-------------------|------------|-------------------------------------------------|------------------------------------------------------|-------------------------------|
|           |                              |             | 部材幅<br>b (mm) | 部材高<br>h (mm) | 有効高<br>d (mm) |                               | 曲げモーメント<br>(kN・m) | 軸力<br>(kN) |                                                 |                                                      |                               |
| ①         | S <sub>s</sub> -31<br>H-, V+ | 北           | 10700         | 10700         | 10050         | D51@150 (7段)                  | -1906252          | 11572      | 176                                             | 435                                                  | 0.41                          |
| ④         | S <sub>s</sub> -31<br>H+, V+ | 南-上部        | 10700         | 10700         | 9976          | D51@150 (8段)                  | 1917184           | -10356     | 155                                             | 435                                                  | 0.36                          |
| ①         | S <sub>s</sub> -D1<br>H+, V- | 南-中央<br>(上) | 10700         | 10700         | 9759          | D51@150 (11段)                 | 1047895           | -167681    | 39                                              | 435                                                  | 0.09                          |
| ④         | S <sub>s</sub> -31<br>H+, V+ | 南-中央<br>(下) | 10700         | 10700         | 9262          | D51@150 (17段)<br>D51@300 (1段) | -1968219          | -157222    | 86                                              | 435                                                  | 0.20                          |
| ④         | S <sub>s</sub> -31<br>H+, V+ | 南-下部        | 10700         | 10700         | 9759          | D51@150 (11段)                 | -1219696          | -169342    | 50                                              | 435                                                  | 0.12                          |

注記 ①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース

④：敷地に存在しない豊浦標準砂の液状化強度特性により地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース

鉄筋仕様の表記：異形鉄筋径@水平間隔 mm (段数)

評価位置は図 4.11-1 に示す。



表 4.11-28 コンクリートの曲げ軸力に対する照査結果 (②-②断面, ③-③断面)  
(各評価位置において最も厳しい照査値とその地震波)

| 地盤<br>ケース | 地震動                          | 評価位置        | 断面性状          |               |               | 鉄筋仕様                          | 発生断面力                 |            | 圧縮<br>応力度<br>$\sigma_c$<br>(N/mm <sup>2</sup> ) | 短期許容<br>応力度<br>$\sigma_{ca}$<br>(N/mm <sup>2</sup> ) | 照査値<br>$\sigma_c / \sigma_{ca}$ |
|-----------|------------------------------|-------------|---------------|---------------|---------------|-------------------------------|-----------------------|------------|-------------------------------------------------|------------------------------------------------------|---------------------------------|
|           |                              |             | 部材幅<br>b (mm) | 部材高<br>h (mm) | 有効高<br>d (mm) |                               | 曲げ<br>モーメント<br>(kN・m) | 軸力<br>(kN) |                                                 |                                                      |                                 |
| ③         | S <sub>s</sub> -31<br>H+, V+ | 北           | 10700         | 10700         | 10050         | D51@150 (7段)                  | 1646973               | -43376     | 5.9                                             | 24                                                   | 0.25                            |
| ①         | S <sub>s</sub> -31<br>H+, V+ | 南-上部        | 10700         | 10700         | 9976          | D51@150 (8段)                  | 1256427               | -33704     | 4.3                                             | 24                                                   | 0.18                            |
| ④         | S <sub>s</sub> -D1<br>H-, V+ | 南-中央<br>(上) | 10700         | 10700         | 9759          | D51@150 (11段)                 | -1260397              | -102486    | 4.2                                             | 24                                                   | 0.18                            |
| ③         | S <sub>s</sub> -D1<br>H-, V+ | 南-中央<br>(下) | 10700         | 10700         | 9262          | D51@150 (17段)<br>D51@300 (1段) | -1567520              | -103275    | 4.5                                             | 24                                                   | 0.19                            |
| ③         | S <sub>s</sub> -D1<br>H-, V+ | 南-下部        | 10700         | 10700         | 9759          | D51@150 (11段)                 | -994484               | -152640    | 3.6                                             | 24                                                   | 0.15                            |

注記 ①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース

③：地盤物性のばらつきを考慮 (-1σ) した解析ケース

④：敷地に存在しない豊浦標準砂の液状化強度特性により地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース

鉄筋仕様の表記：異形鉄筋径@水平間隔 mm (段数)

評価位置は図 4.11-1 に示す。

表 4.11-29 鉄筋の曲げ軸力に対する照査結果 (②-②断面, ③-③断面)  
(各評価位置において最も厳しい照査値とその地震波)

| 地盤<br>ケース | 地震動                          | 評価位置        | 断面性状          |               |               | 鉄筋仕様                          | 発生断面力             |            | 引張<br>応力度<br>$\sigma_s$<br>(N/mm <sup>2</sup> ) | 短期許容<br>応力度<br>$\sigma_{sa}$<br>(N/mm <sup>2</sup> ) | 照査値<br>$\sigma_s / \sigma_{sa}$ |
|-----------|------------------------------|-------------|---------------|---------------|---------------|-------------------------------|-------------------|------------|-------------------------------------------------|------------------------------------------------------|---------------------------------|
|           |                              |             | 部材幅<br>b (mm) | 部材高<br>h (mm) | 有効高<br>d (mm) |                               | 曲げモーメント<br>(kN・m) | 軸力<br>(kN) |                                                 |                                                      |                                 |
| ③         | S <sub>s</sub> -31<br>H+, V+ | 北           | 10700         | 10700         | 10050         | D51@150 (7段)                  | 1646973           | -43376     | 136                                             | 435                                                  | 0.32                            |
| ④         | S <sub>s</sub> -D1<br>H-, V- | 南-上部        | 10700         | 10700         | 9976          | D51@150 (8段)                  | 1229074           | -21617     | 96                                              | 435                                                  | 0.23                            |
| ④         | S <sub>s</sub> -D1<br>H-, V+ | 南-中央<br>(上) | 10700         | 10700         | 9759          | D51@150 (11段)                 | -1260397          | -102486    | 65                                              | 435                                                  | 0.15                            |
| ④         | S <sub>s</sub> -D1<br>H-, V+ | 南-中央<br>(下) | 10700         | 10700         | 9262          | D51@150 (17段)<br>D51@300 (1段) | -1566118          | -97105     | 73                                              | 435                                                  | 0.17                            |
| ③         | S <sub>s</sub> -D1<br>H-, V+ | 南-下部        | 10700         | 10700         | 9759          | D51@150 (11段)                 | -993855           | -152260    | 38                                              | 435                                                  | 0.09                            |

注記 ③：地盤物性のばらつきを考慮 (-1σ) した解析ケース

④：敷地に存在しない豊浦標準砂の液状化強度特性により地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース

鉄筋仕様の表記：異形鉄筋径@水平間隔 mm (段数)

評価位置は図 4.11-1 に示す。

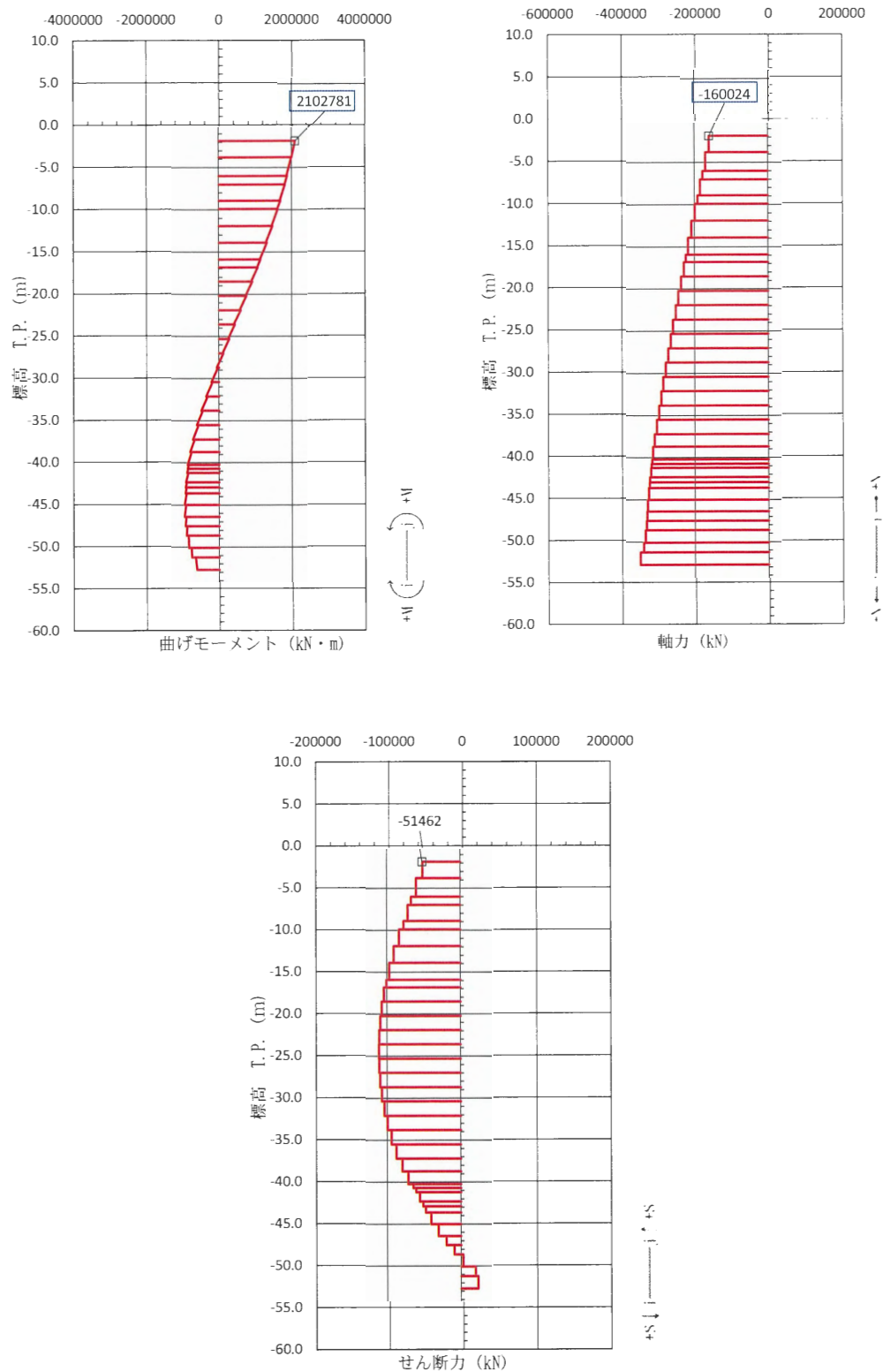


図 4.11-2 コンクリートの曲げ軸力照査が最も厳しい時刻の断面力図

(①-①断面北基礎)

( $S_s - 3.1$  [H+, V+]  $t = 8.84$  s)

(地盤ケース④：敷地に存在しない豊浦標準砂の液状化強度特性により地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース)

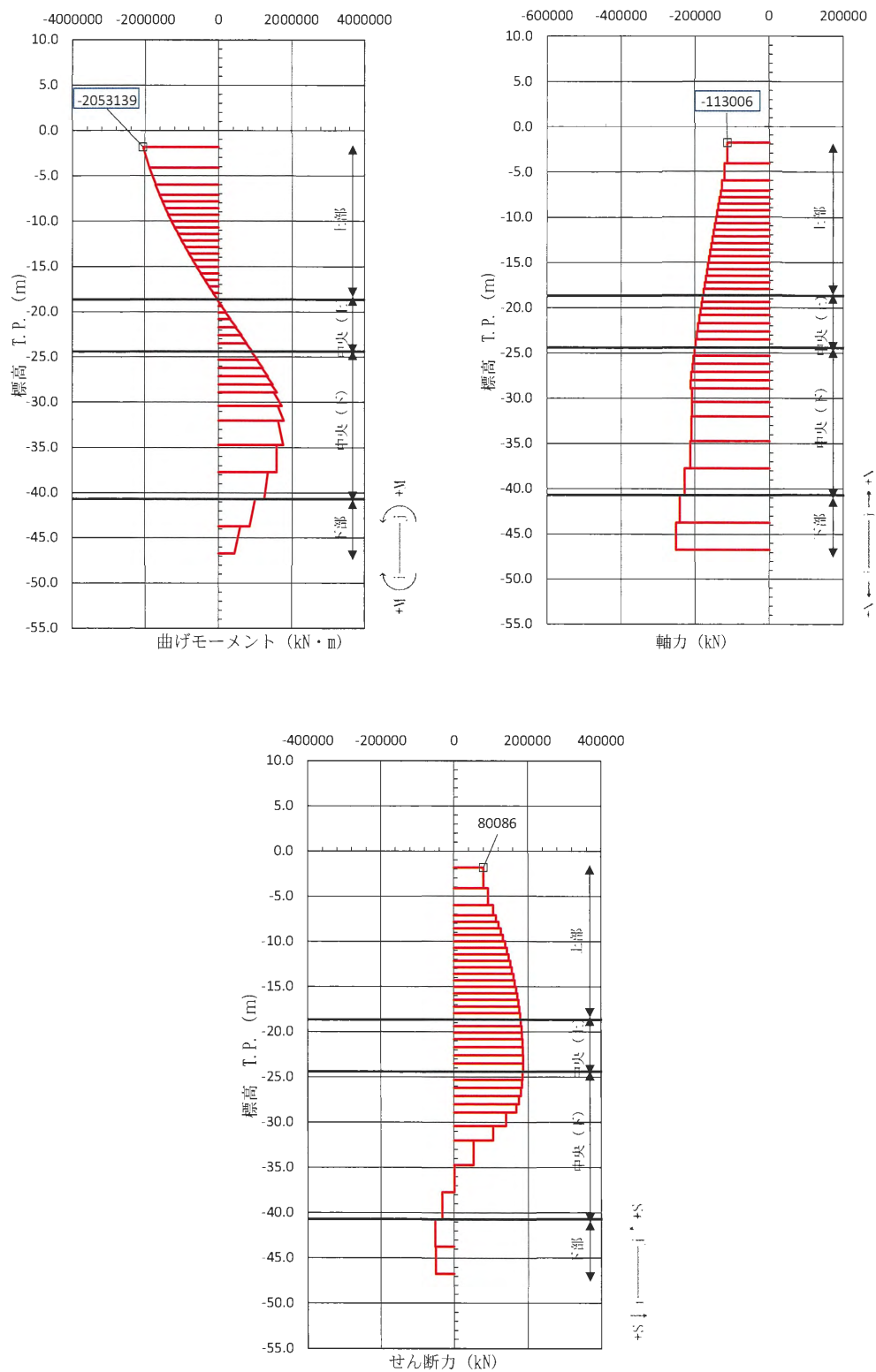


図 4.11-3 コンクリートの曲げ軸力照査が最も厳しい時刻の断面力図

(①-①断面南基礎 上部)

( $S_s - 3.1$  [H-, V+]  $t = 8.83$  s)

(地盤ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)



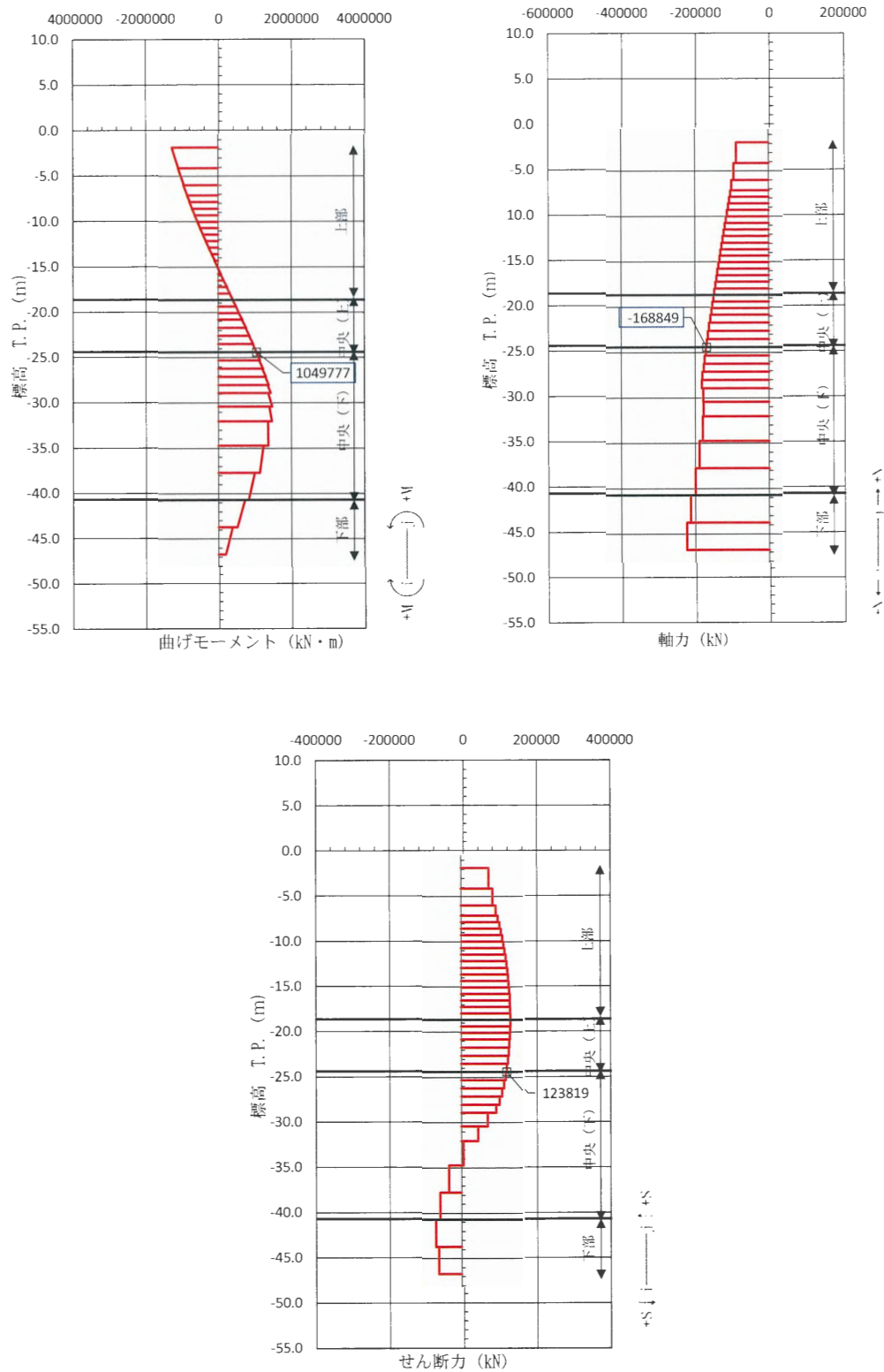
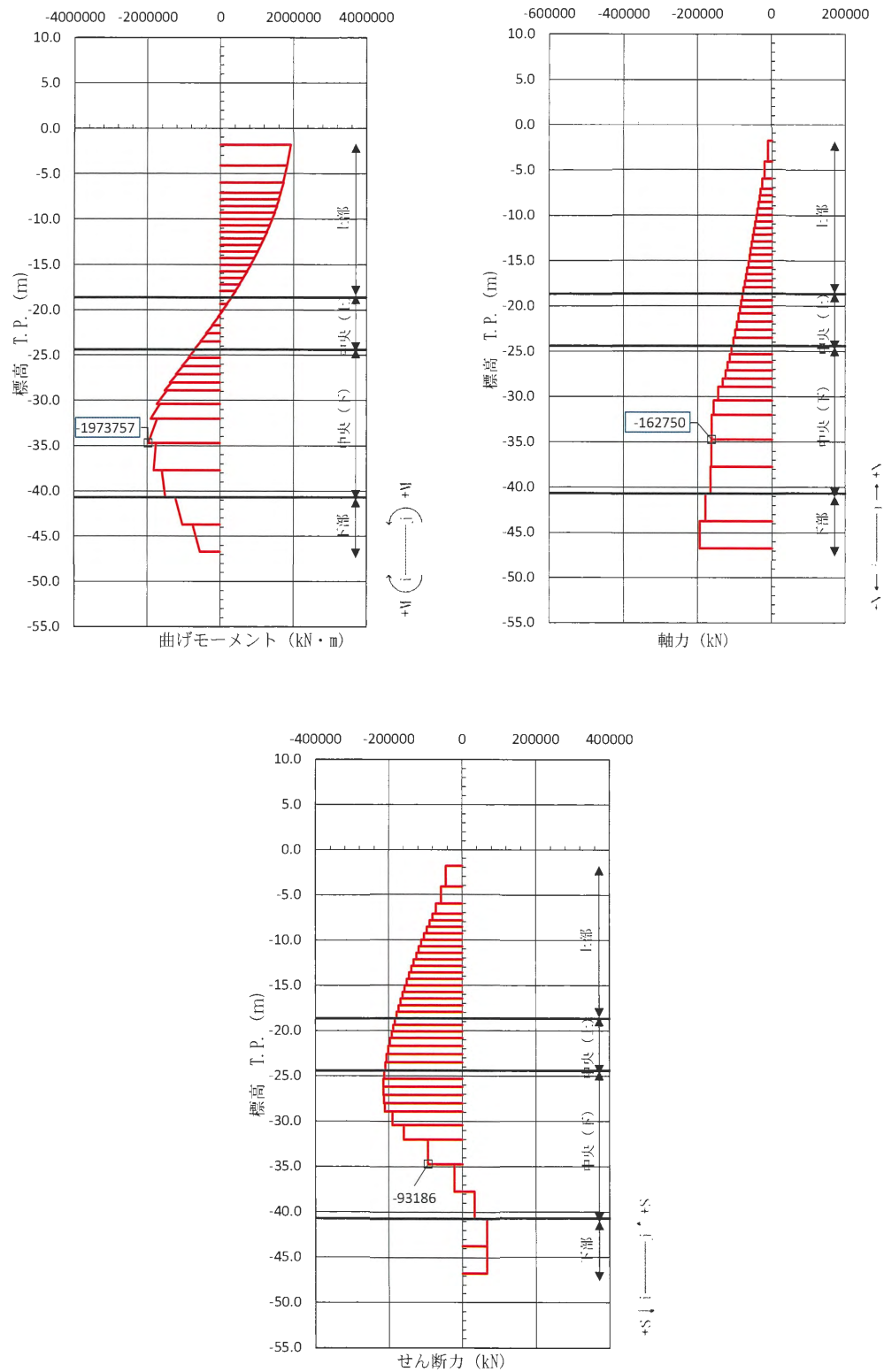


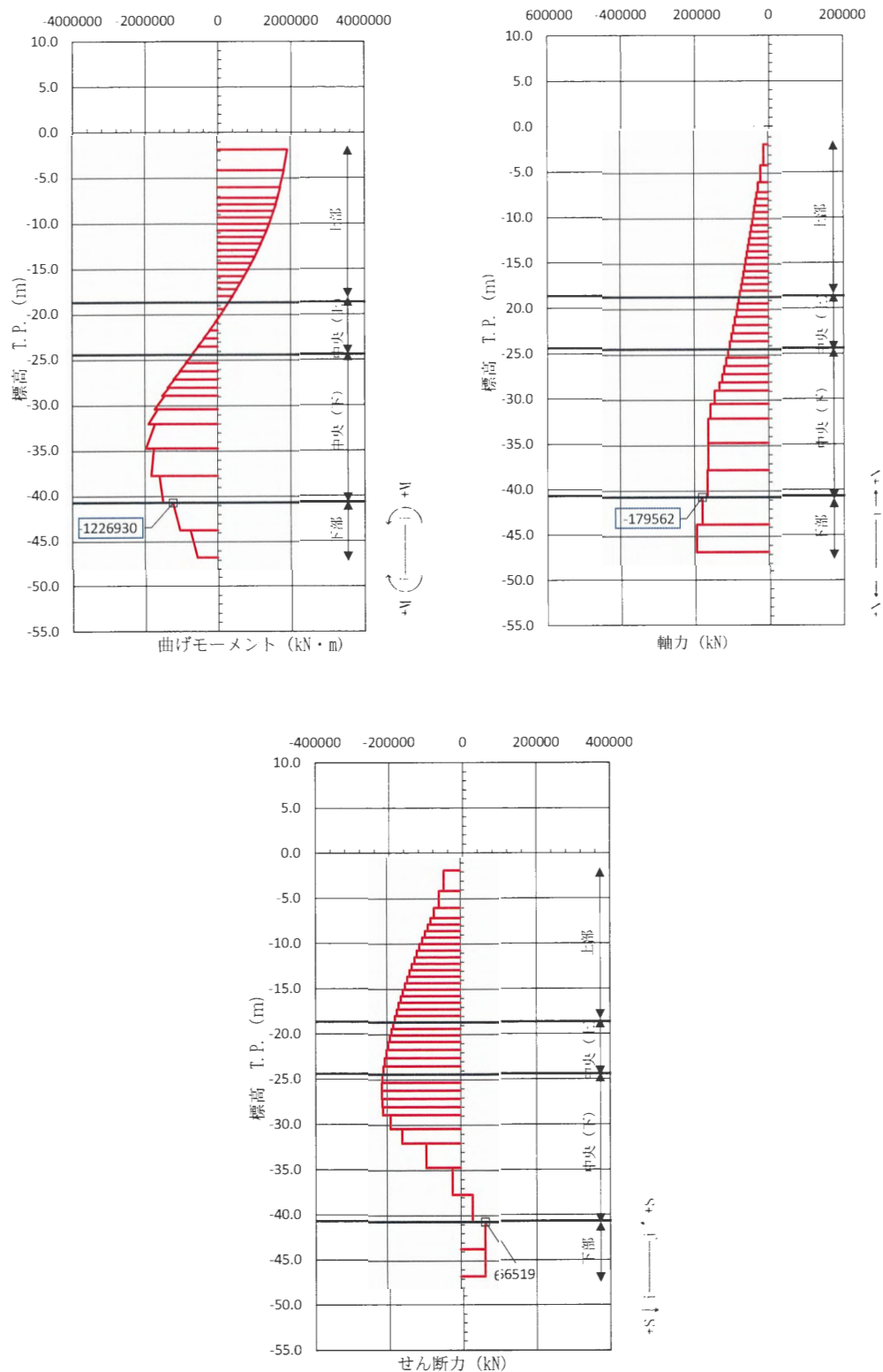
図 4.11-4 コンクリートの曲げ軸力照査が最も厳しい時刻の断面力図

(①-①断面南基礎 中央 (上))

( $S_s - D1$  [H+, V-]  $t = 53.98$  s)

(地盤ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)







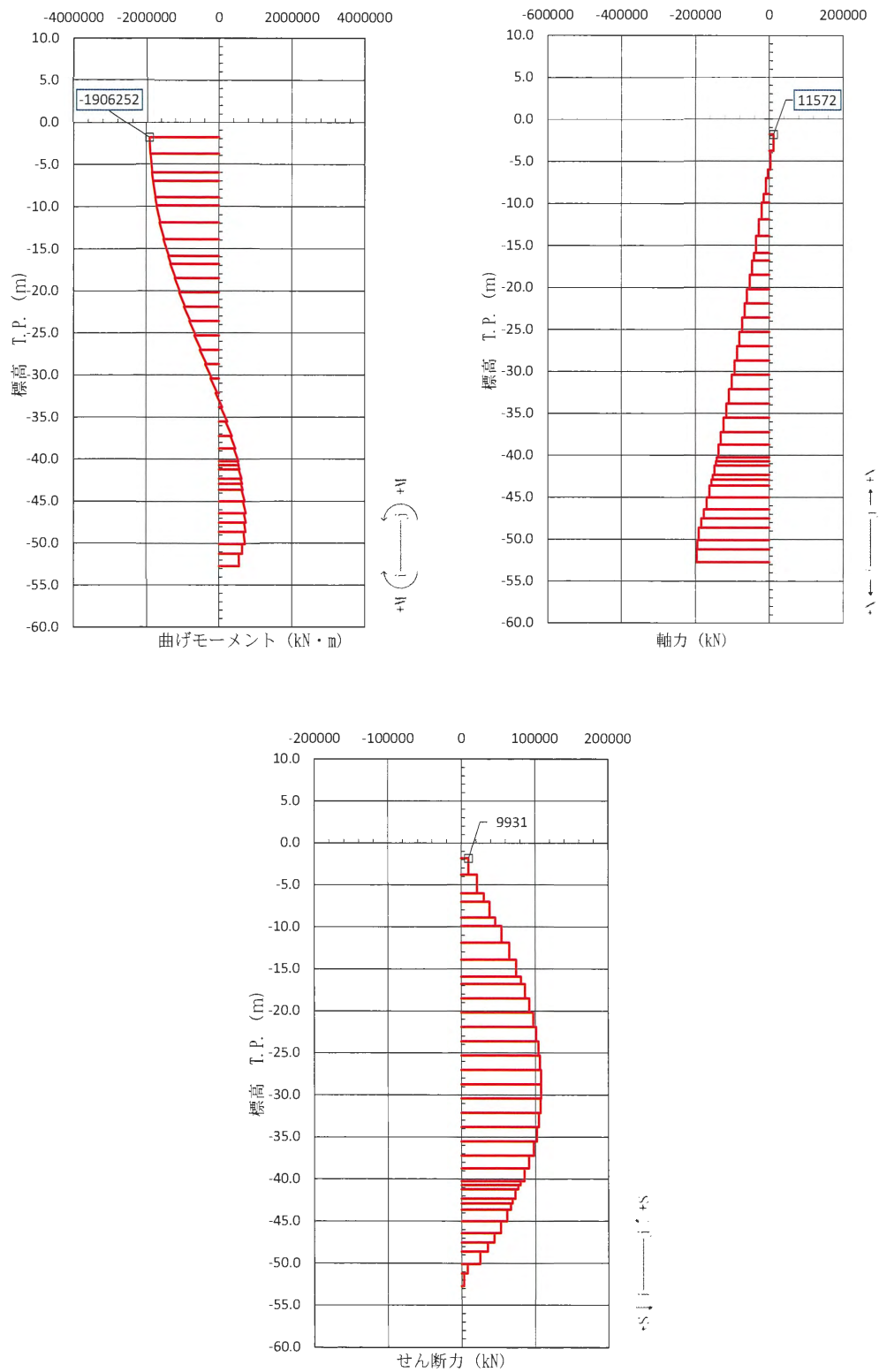
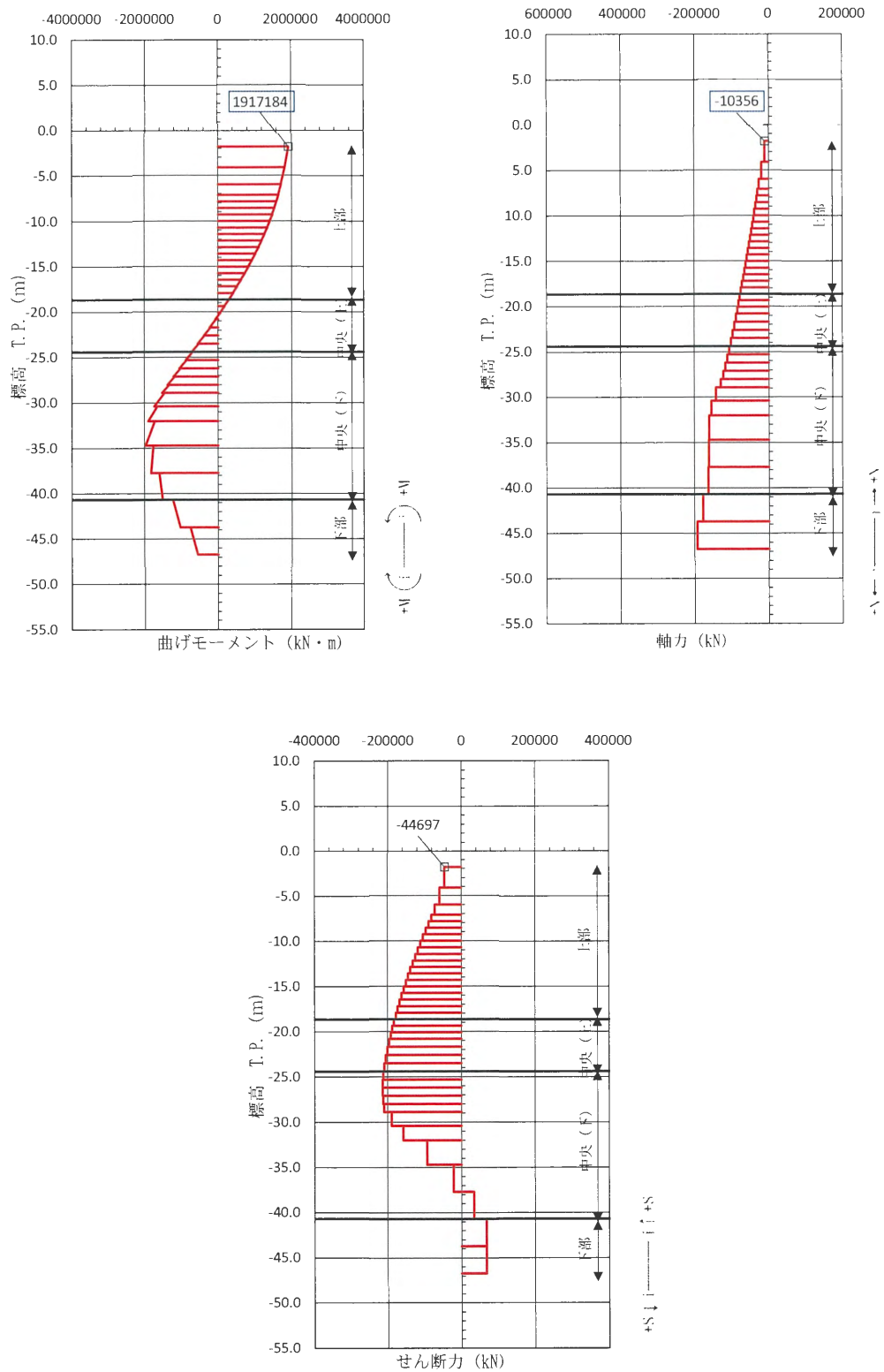


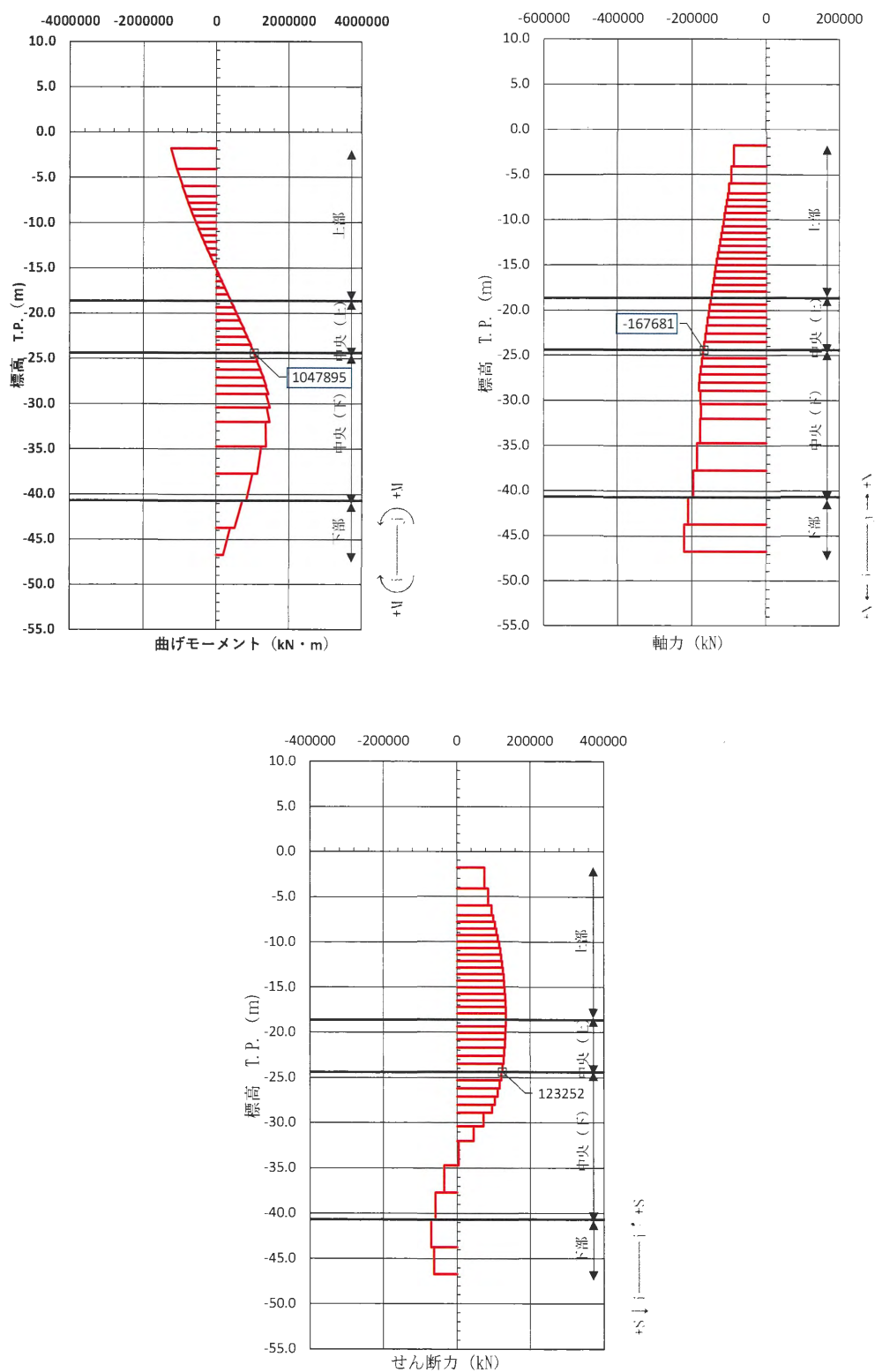
図 4.11-7 鉄筋の曲げ軸力照査が最も厳しい時刻の断面力図

(①-①断面北基礎)

( $S_s - 31$  [H-, V+]  $t = 8.84$  s)

(地盤ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)







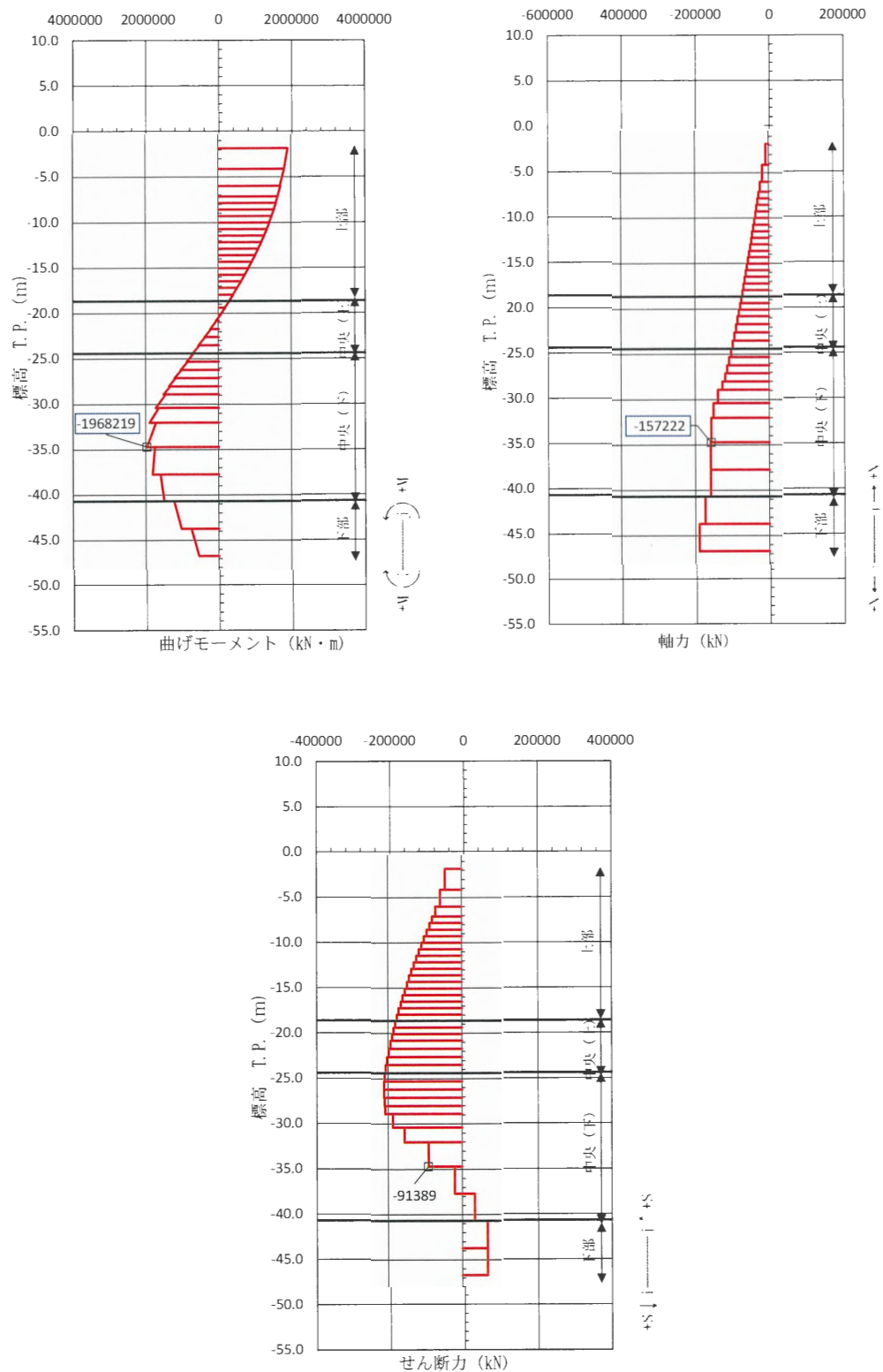
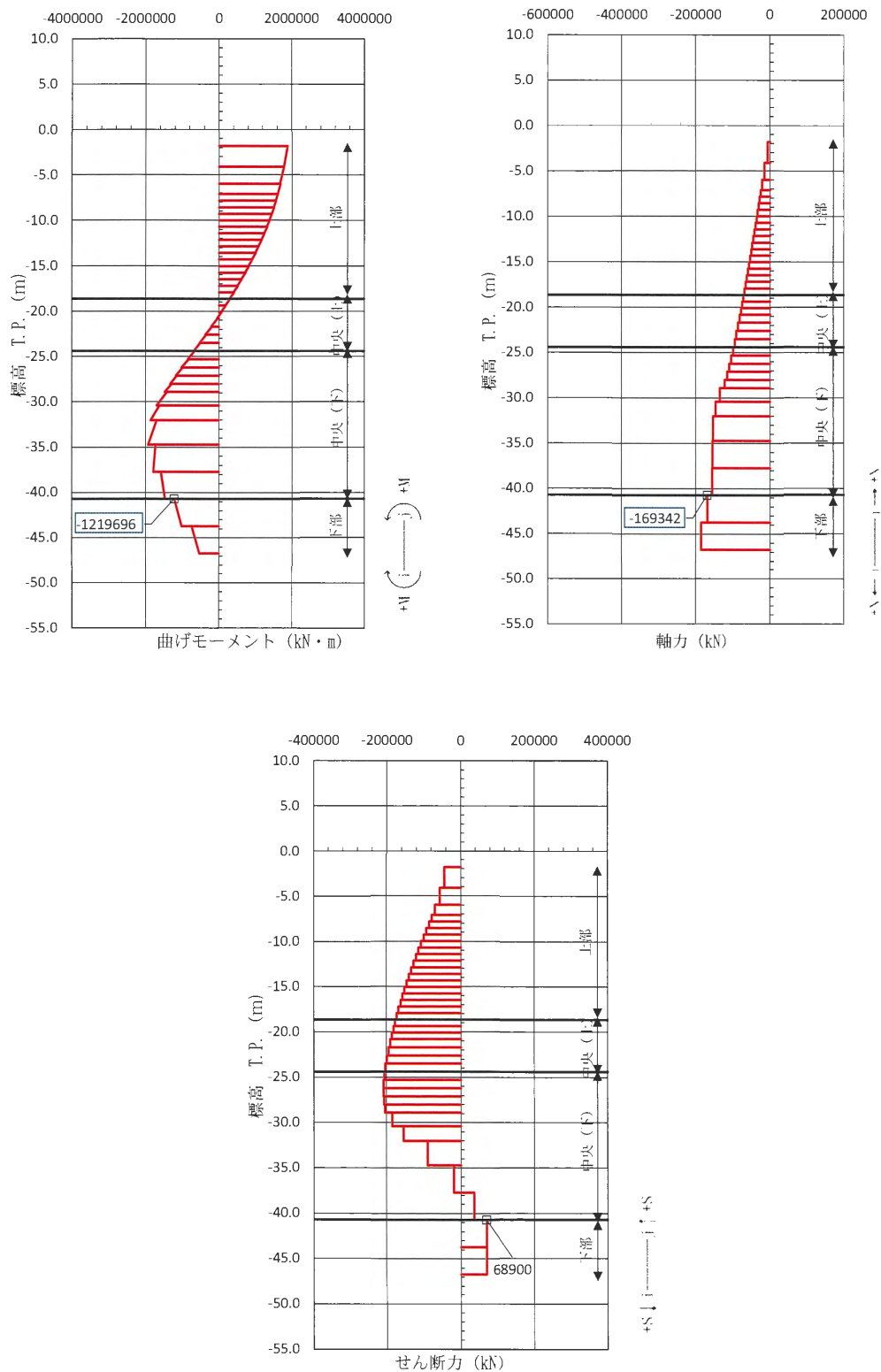


図 4.11-10 鉄筋の曲げ軸力照査が最も厳しい時刻の断面力図

(①-①断面南基礎 中央 (下))

( $S_s - 3.1$  [H+, V+]  $t = 8.87$  s)

(地盤ケース④：敷地に存在しない豊浦標準砂の液状化強度特性により地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース)



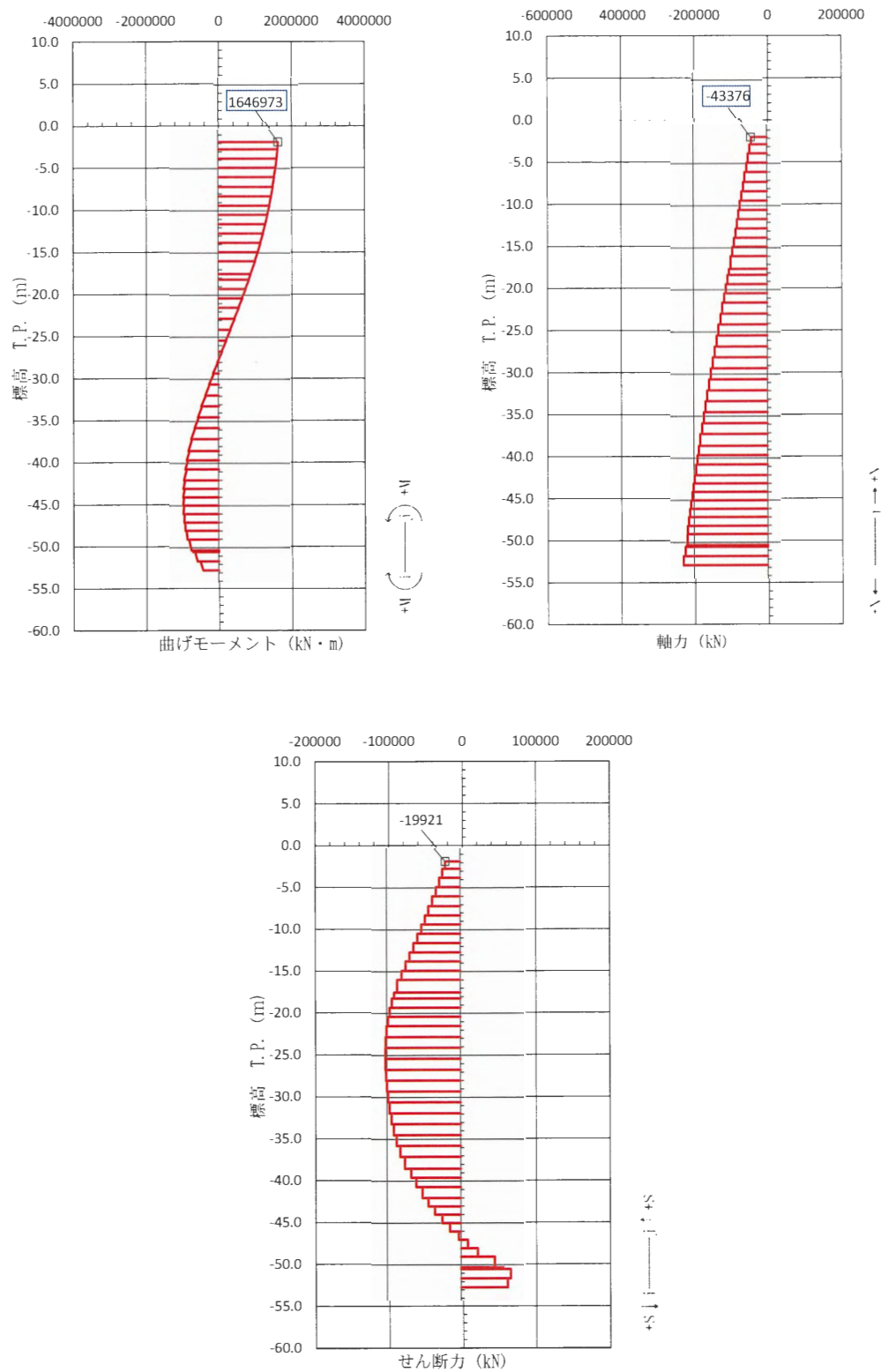


図 4.11-12 コンクリートの曲げ軸力照査が最も厳しい時刻の断面力図

(②-②断面北基礎)

( $S_s - 3.1$  [H+, V+]  $t = 8.97$  s)

(地盤ケース③：地盤物性のばらつきを考慮 ( $-1\sigma$ ) した解析ケース)



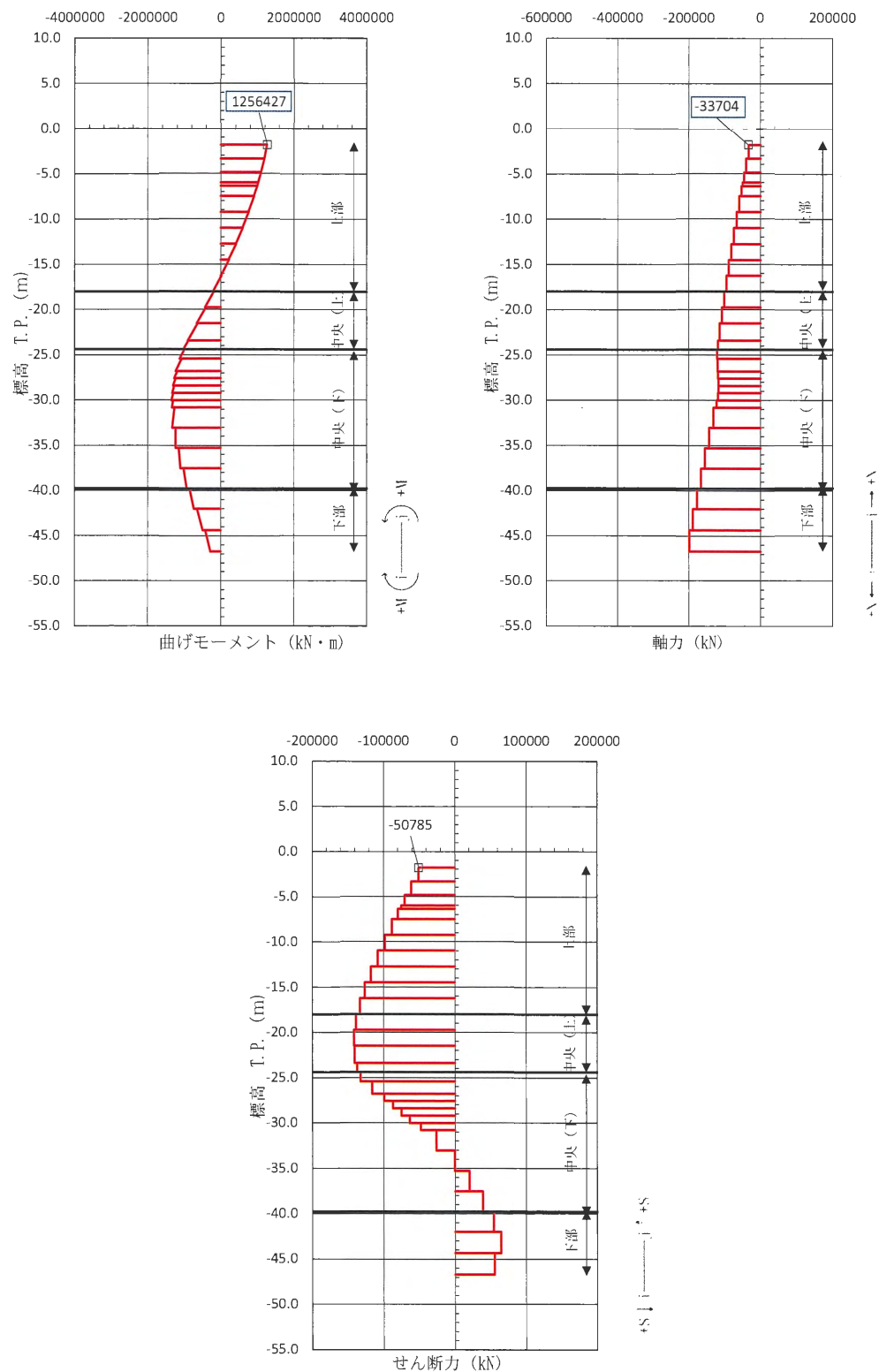


図 4.11-13 コンクリートの曲げ軸力照査が最も厳しい時刻の断面力図

(③-③断面南基礎 上部)

( $S_s - 3.1$  [H+, V+]  $t = 8.82$  s)

(地盤ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)