

図 5. 10. 2-13 鋼管式鉛直壁（一般部）の評価候補断面における地点Cでの最大せん断応力分布

(d) II区間の評価対象断面選定結果

評価対象断面としては、「b. 評価候補断面の選定」に示すとおり、II区間のうち、盛土堤防（セメント改良土）厚さが最も厚く、耐震評価上影響を及ぼすことが想定されるII-①断面（断面④）を選定した。

評価対象断面として選定した、I-①断面（断面①），I-②断面（断面②），I-③断面（断面③），II-①断面（断面④）の断面図を図5.10.2-14～図5.10.2-17に示す。

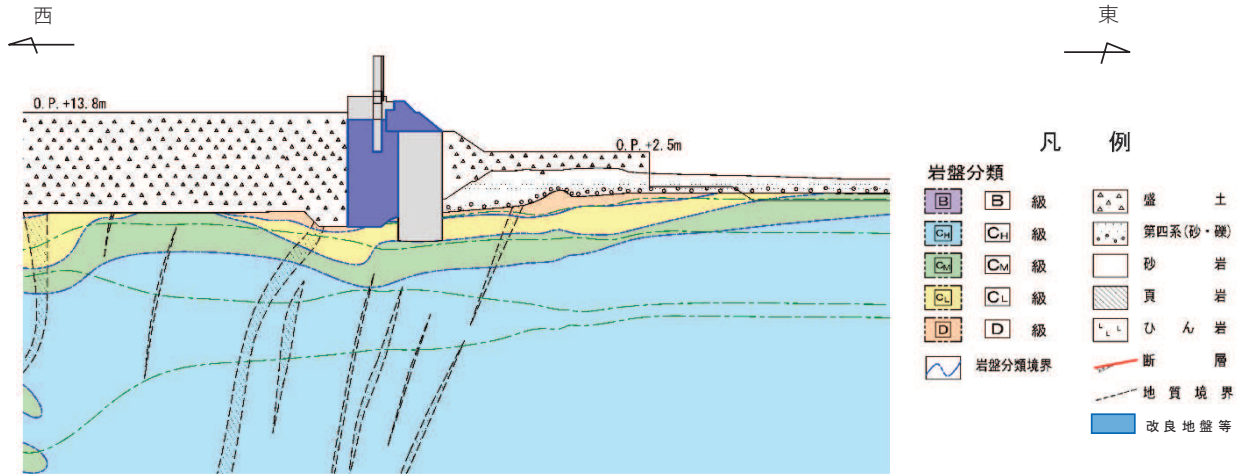


図5.10.2-14 鋼管式鉛直壁（一般部）I-①断面（断面①）

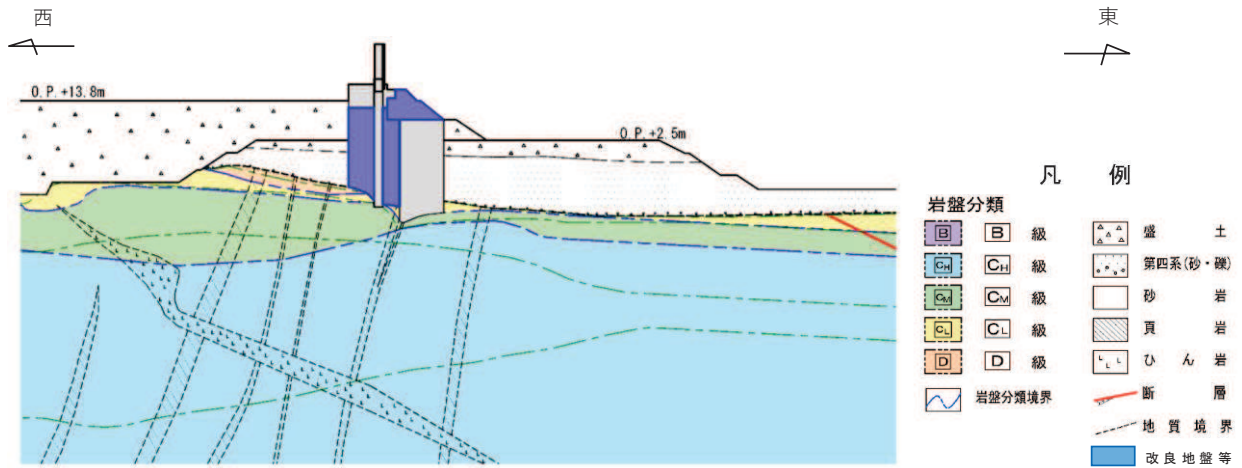


図5.10.2-15 鋼管式鉛直壁（一般部）I-②断面（断面②）



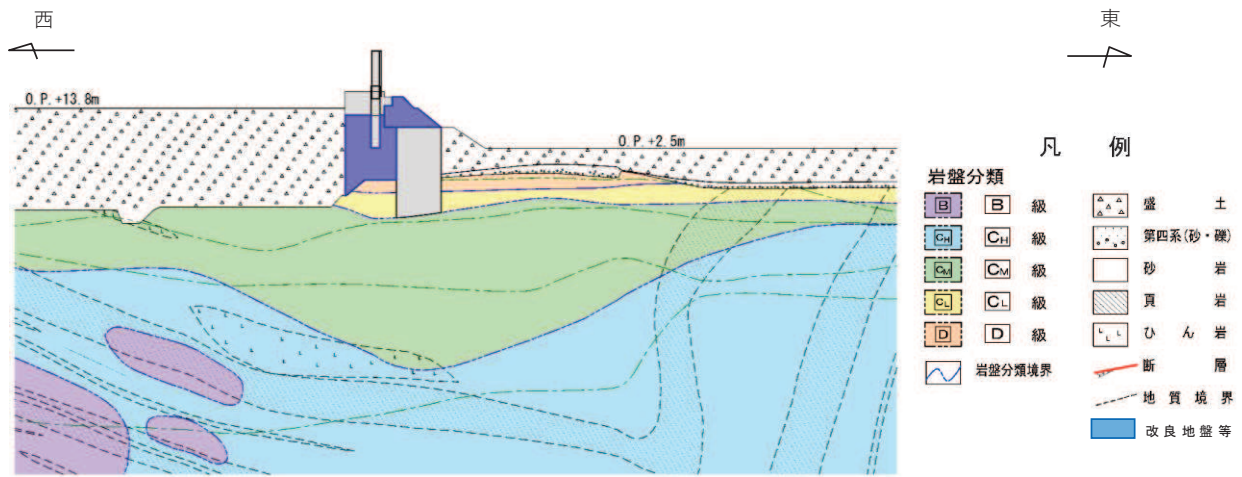


図5.10.2-16 鋼管式鉛直壁（一般部）I-③断面（断面③）

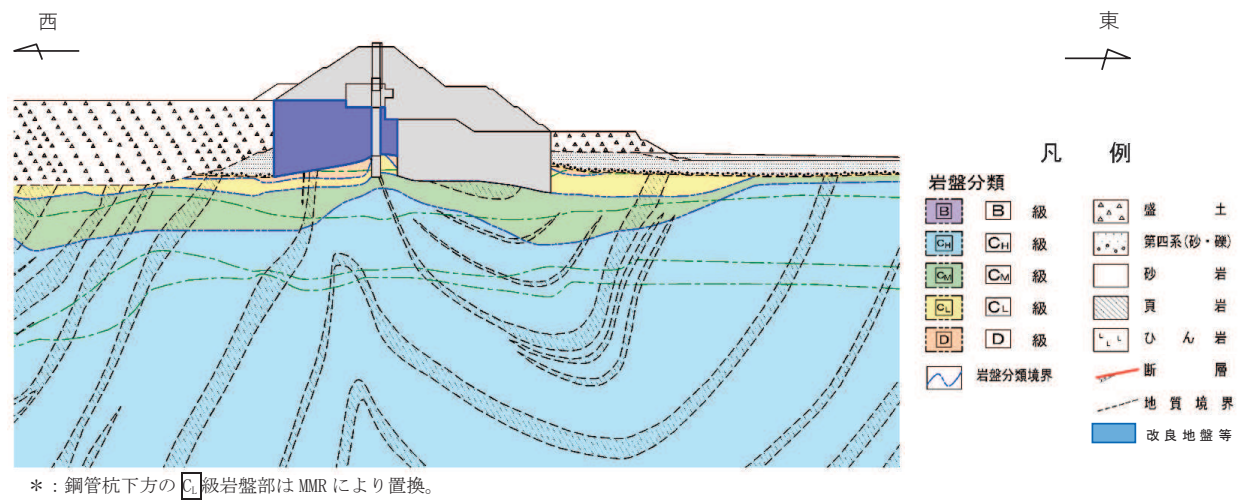


図5.10.2-17 鋼管式鉛直壁（一般部）II-①断面（断面④）

(e) 隣接構造物による影響確認断面の選定

鋼管式鉛直壁（一般部）は、第2号機海水ポンプ室、第3号機海水ポンプ室、防潮壁（第2号機海水ポンプ室）、防潮壁（第3号機海水ポンプ室）、第1号機取水路、第2号機取水路及び第3号機取水路が隣接している（図5.10.2-18）。

鋼管式鉛直壁（一般部）は、鋼管杭周辺の改良地盤及び海側の置換コンクリートの設置により地震時に変位が生じにくい構造となっている。さらに陸側に改良地盤や第2号機海水ポンプ室のように盛土より剛性の高いものをモデル化したとしても、大きな影響は無いと考えられるが、念のため、第2号機海水ポンプ室及び周辺の改良地盤をモデル化した場合の影響確認を行う（図5.10.2-19）。

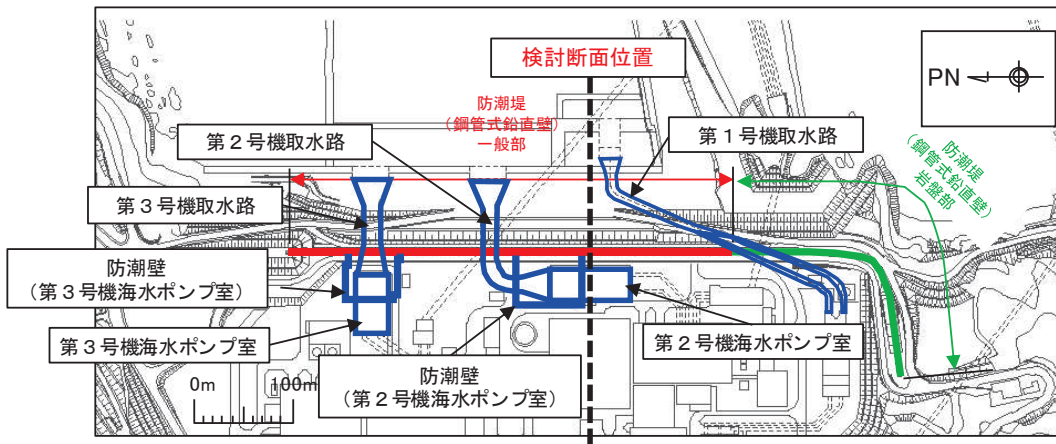


図 5.10.2-18 鋼管式鉛直壁（一般部）と隣接する構造物位置

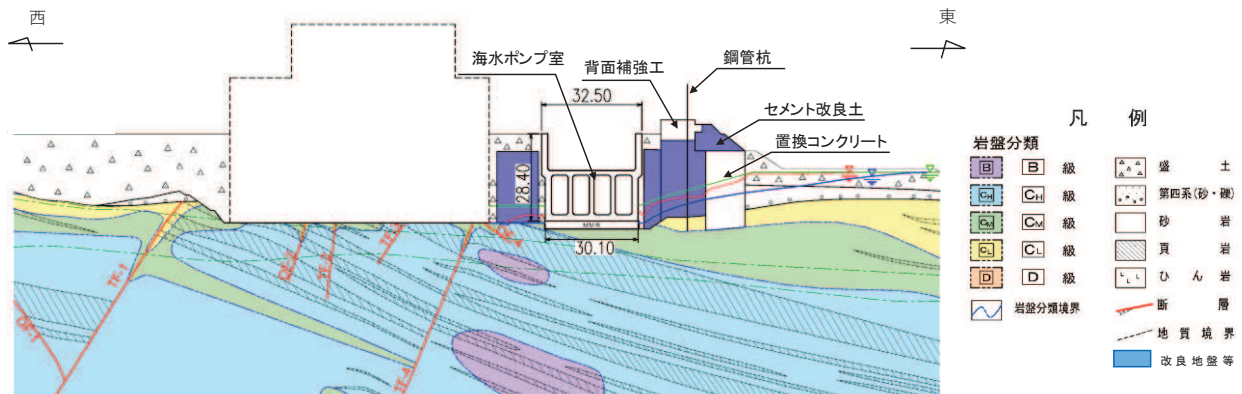


図 5.10.2-19 鋼管式鉛直壁（一般部）と隣接する構造物位置の断面図（第2号機海水ポンプ室）

(f) 断層交差部による影響確認断面の選定

鋼管式鉛直壁（一般部）は、SF-2①及びSF-2②断層と交差する（図 5.10.2-20）。

SF-2 断層は高角度の傾斜をもち、地震時にずれることは考えにくい、防潮堤の直下にあることを踏まえ、影響確認を行うこととする。鋼管式鉛直壁（一般部）とSF-2断層が交差する区間において、「A:背面補強工が改良地盤を介してSF-2断層と接する場合」及び「B:置換コンクリートが底面で直接SF-2断層と接する場合」の2ケースについて影響確認を行う。

防潮堤への影響が厳しくなる影響確認断面を以下の考えで選定する。

- ・ 鋼管式鉛直壁（一般部）とSF-2断層が交差する区間において、断面選定上の主な観点である「改良地盤の厚さ」及び「 $C_M$ 級岩盤上面の深さ」から、構造物にとって厳しくなることが想定される断面を、影響確認断面として選定する（図 5.10.2-21）。
- ・ 選定された断面におけるSF-2断層を、「A:背面補強工が改良地盤を介してSF-2断層と接する場合」及び「B:置換コンクリートが底面で直接SF-2断層と接する場合」に該当するように平行移動し、影響確認を行う（図 5.10.2-22）。
- ・ なお、断層幅については、破碎帯の膨縮や風化によって、各断層で必ずしも一様とはならないことから、評価に用いる断層幅は、解析モデル領域で得られた試掘坑調査、底盤スケッチ、ボーリング調査の結果により得られた値を俯瞰して、平均値により設定することとする。

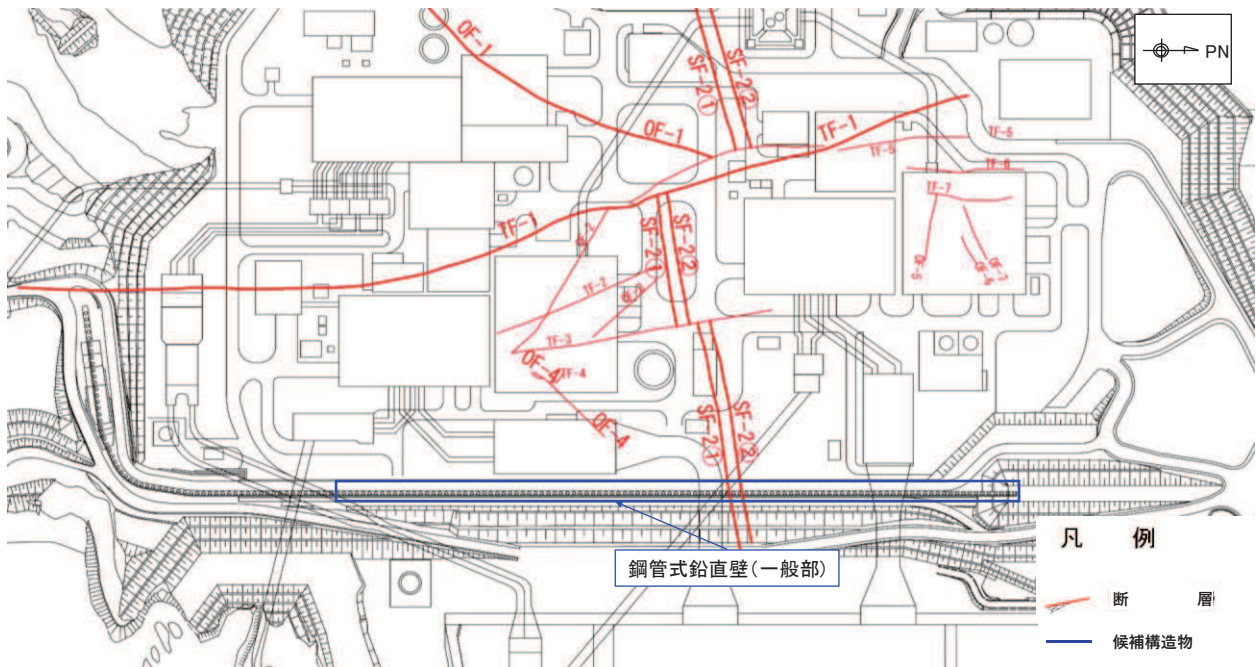


図 5.10.2-20 鋼管式鉛直壁（一般部）と断層の位置関係



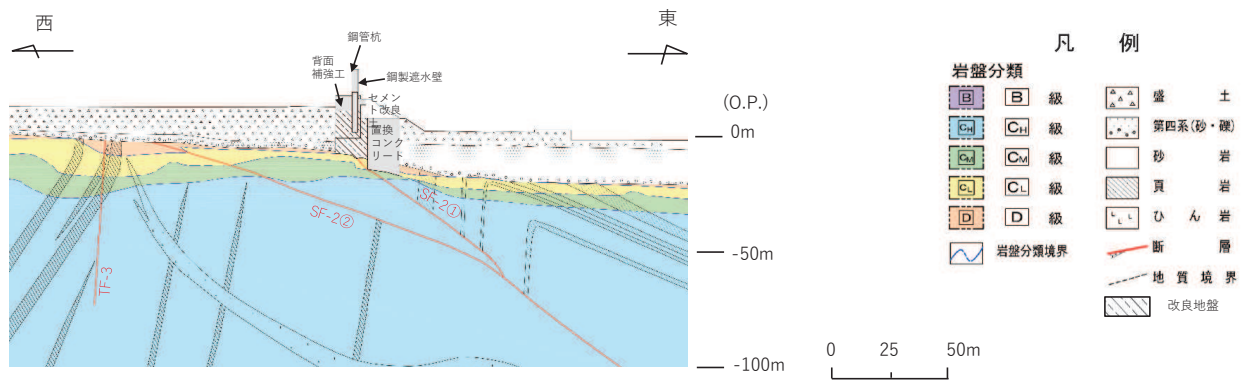


図 5.10.2-21 SF-2 断層影響確認用断面

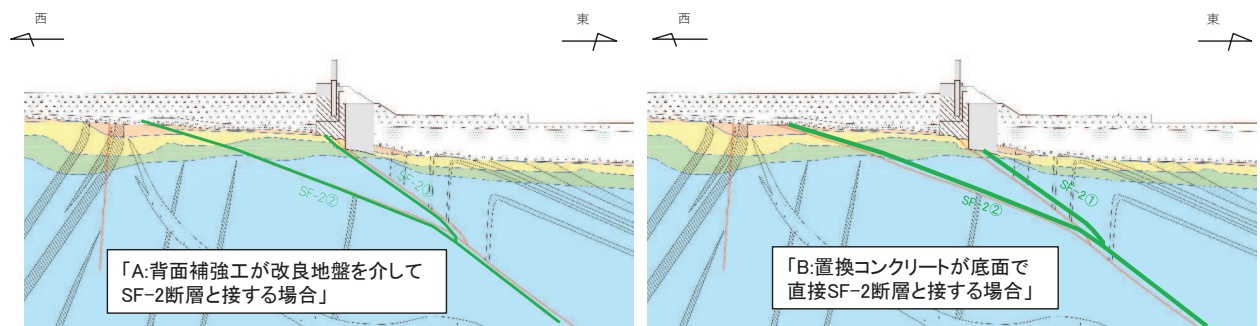


図 5.10.2-22 SF-2 断層影響確認方法

(2) 鋼管式鉛直壁（岩盤部）

鋼管式鉛直壁（岩盤部）の平面配置図を図 5.10.2-23 に、地質縦断図を図 5.10.2-24 に、正面図及び断面図を図 5.10.2-25～図 5.10.2-27 に示す。

鋼管式鉛直壁（岩盤部）の評価対象断面は、5.10.1(1)の考え方にに基づき、耐震・耐津波評価を行う上で厳しい断面を選定する。

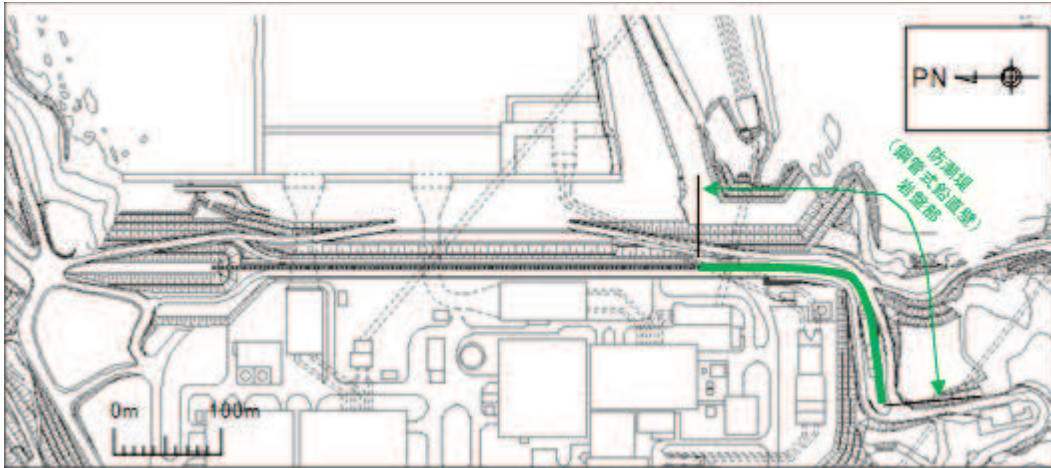


図 5.10.2-23 鋼管式鉛直壁（岩盤部）の平面配置図

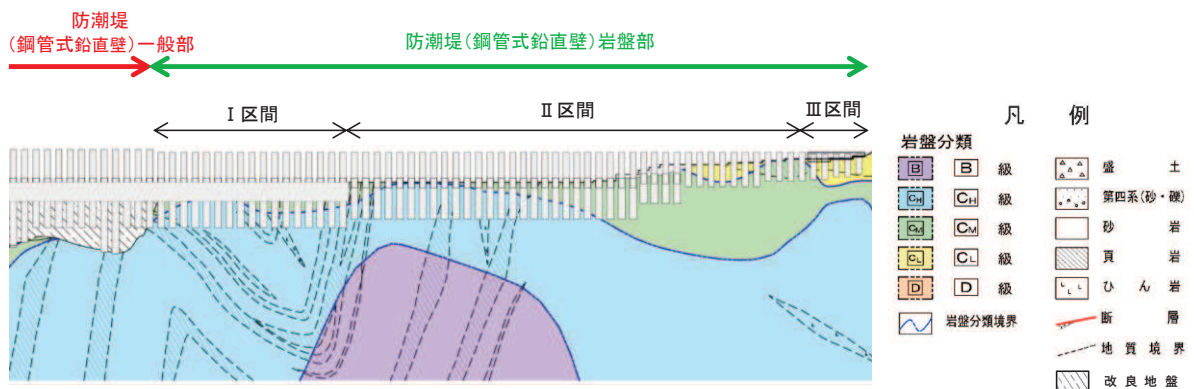
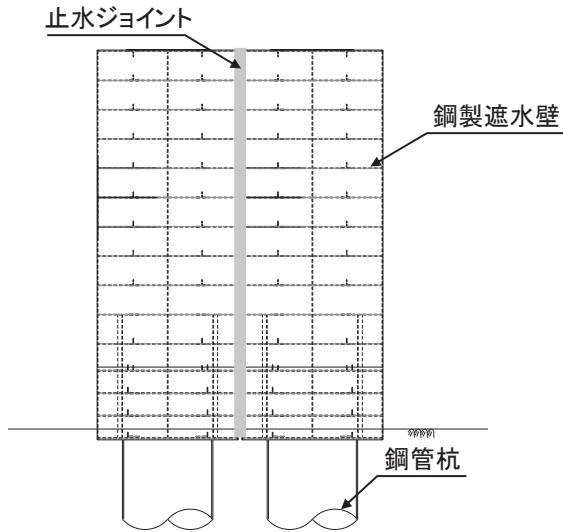
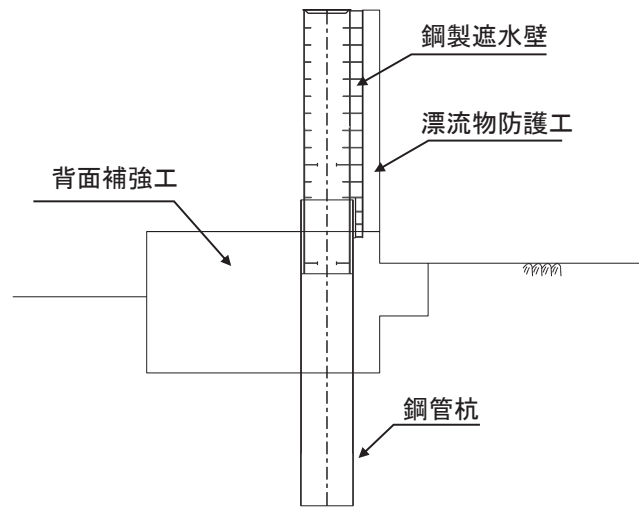


図 5.10.2-24 鋼管式鉛直壁（岩盤部）の縦断図

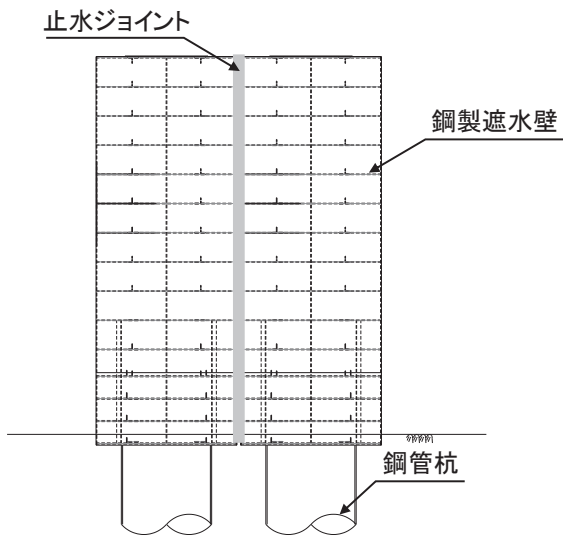


正面図

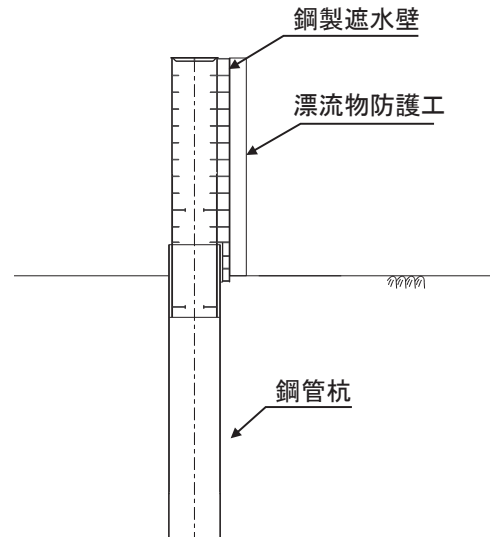


断面図

図 5. 10. 2-25 鋼管式鉛直壁（岩盤部） 正面図及び断面図（Ⅰ区間）



正面図



断面図

図 5. 10. 2-26 鋼管式鉛直壁（岩盤部） 正面図及び断面図（Ⅱ区間）



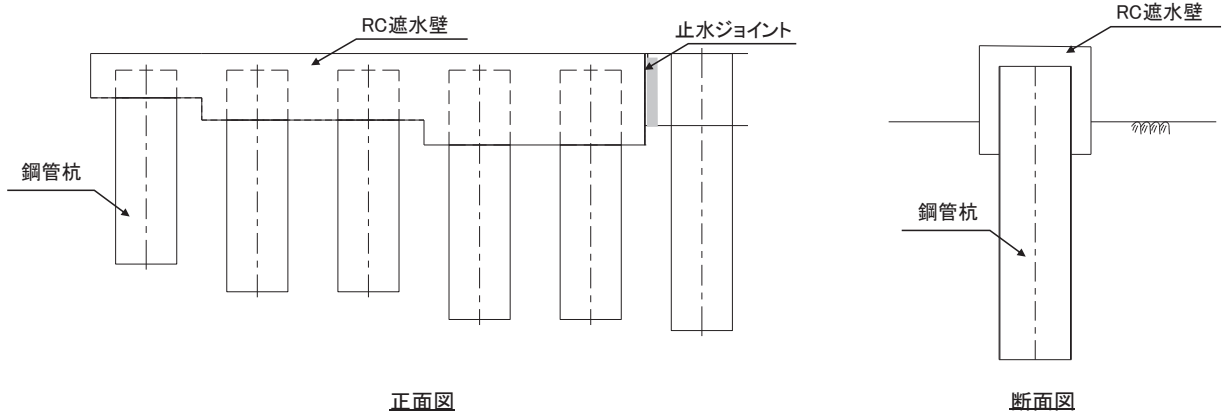


図 5.10.2-27 鋼管式鉛直壁（岩盤部） 正面図及び断面図（Ⅲ区間）

a. 評価候補断面の選定方針

鋼管式鉛直壁（岩盤部）の区間の特徴を表 5.10.2-6 に示す。

鋼管式鉛直壁（岩盤部）は、構造的特徴により大きく 3 区間に分類される。鋼管杭，鋼製遮水壁，背面補強工，漂流物防護工及び止水ジョイントからなり，鋼管式鉛直壁（一般部）と連続している区間をⅠ区間，鋼管杭，鋼製遮水壁，漂流物防護工及び止水ジョイントからなる区間をⅡ区間，敷地とのすり付け部であり，鋼管杭及び RC 遮水壁からなる区間をⅢ区間とする。

(a) Ⅰ区間

[構造的特徴]

- ・ 天端高さは O.P. +29.0m で一定である。
- ・ 鋼管杭，鋼製遮水壁，背面補強工，漂流物防護工及び止水ジョイントからなる構造物である（図 5.10.2-25）。
- ・ 縦断方向（延長方向）に断面及び材質の変化がない線状構造物である。
- ・ 間接支持する耐震重要施設は無い。
- ・ 入力津波高さは，O.P. +24.4m で一定である。

[周辺状況]

- ・ 横断方向に施設の前面と背面で地盤の標高が異なる斜面形状を有し，鋼管杭は  $C_H$  級以上の岩盤に，鋼製遮水壁，止水ジョイント及び漂流物防護工は鋼管杭を介して  $C_H$  級以上の岩盤に，背面補強工は  $C_M$  級以上の岩盤に設置される（図 5.10.2-24，図 5.10.2-25）。
- ・ 縦断方向について，おおむね一定の地質状況の分布となる。
- ・ 施設周辺には岩盤が分布する（液状化検討対象層は分布しない）（図 5.10.2-24，図 5.10.2-25）。
- ・ 設計用地下水位は地表面で一定とする。
- ・ 隣接構造物として，防潮壁（第 2 号機放水立坑）及び屋外排水路逆流防止設備（防潮堤南側）が存在する。
- ・ 断層交差部は存在しない。

(b) Ⅱ区間

[構造的特徴]

- ・ 天端高さは O.P. +29.0m で一定である。
- ・ 鋼管杭，鋼製遮水壁，漂流物防護工及び止水ジョイントからなる構造物である（図 5.10.2-26）。
- ・ 鋼管杭の突出長が，断面位置に応じて異なる。
- ・ 縦断方向（延長方向）に部材幅及び材質の変化がない線状構造物である。
- ・ 間接支持する耐震重要施設は無い。
- ・ 入力津波高さは，O.P. +24.4m で一定である。

[周辺状況]

- ・ 鋼管杭は  $C_M$  級以上の岩盤に、鋼製遮水壁、止水ジョイント及び漂流物防護工は鋼管杭を介して  $C_M$  級以上の岩盤に設置される（図 5.10.2-24, 図 5.10.2-26）。
- ・ 縦断方向において、岩盤表面深さ、 $C_L$  級及び  $C_M$  級岩盤厚さが異なる。
- ・ 施設周辺には岩盤が分布する（液状化検討対象層は分布しない）（図 5.10.2-24, 図 5.10.2-26）。
- ・ 設計用地下水位は地表面で一定とする。
- ・ 隣接構造物は存在しない。
- ・ 断層交差部は存在しない。

(c) III 区間

[構造的特徴]

- ・ 天端高さは 0.P. +29.0m で一定である。
- ・ 鋼管杭、RC 遮水壁からなり、5 本の鋼管杭と RC 遮水壁が一体となった構造物である（図 5.10.2-27）。
- ・ 鋼管杭及び RC 遮水壁の地表面からの高さが、断面位置に応じて異なる。
- ・ 縦断方向（延長方向）に部材幅及び材質の変化がない線状構造物である。
- ・ 間接支持する耐震重要施設は無い。
- ・ 入力津波高さは、0.P. +24.4m で一定であるが、地表面高さが 0.P. +25.7m 以上であり、入力津波高さよりも標高が高い場所に設置される。

[周辺状況]

- ・ 鋼管杭は  $C_L$  級以上の岩盤に、RC 遮水壁は鋼管杭を介して  $C_L$  級以上の岩盤に設置される（図 5.10.2-24, 図 5.10.2-27）。
- ・ 施設周辺には岩盤が分布する（液状化検討対象層は分布しない）（図 5.10.2-24, 図 5.10.2-27）。
- ・ 設計用地下水位は地表面とする。
- ・ 隣接構造物は存在しない。
- ・ 断層交差部は存在しない。

表 5. 10. 2 - 6 区間の特徴 (鋼管式鉛直壁 (岩盤部) )

| 区間                | 構造的特徴            |         |         |        |                   |       |   |        |              |   | 周辺状況             |                                |             |                                      |       |    |
|-------------------|------------------|---------|---------|--------|-------------------|-------|---|--------|--------------|---|------------------|--------------------------------|-------------|--------------------------------------|-------|----|
|                   | 天端高さ             | 鋼管杭     |         |        |                   | 鋼製遮水壁 |   | 背面補強工幅 | 漂流物防護工       |   | 間接支持構造物          | 入力津波高さ (m)                     | 周辺地質        | 地下水位                                 | 隣接構造物 | 断層 |
|                   |                  | 杭種      | 杭径      | 杭板厚    | 鋼種                | 板厚    | 幅 |        | 厚さ           |   |                  |                                |             |                                      |       |    |
| I 区間              | 0. P.<br>+29. 0m | 上杭      | φ 2. 2m | 25mm   | SKK490            | 25mm  |   | 0. 5m  | 9mm~<br>22mm | - | 0. P.<br>+24. 4m | 防潮堤前背面に盛土・旧表土が分布せず, 岩盤内に設置される。 | 設計用地下水位は地表面 | 防潮壁 (第2号機放水立坑) 及び屋外排水路逆流防止設備 (防潮堤南側) | -     |    |
|                   |                  |         |         | 40mm   | SM570             |       |   |        |              |   |                  |                                |             |                                      |       |    |
|                   |                  | 下杭      | φ 2. 5m | 35mm   | SM570             |       |   |        |              |   |                  |                                |             |                                      |       |    |
|                   |                  |         |         | 25mm   | SKK490            |       |   |        |              |   |                  |                                |             |                                      |       |    |
| II 区間             | 0. P.<br>+29. 0m | 上杭      | φ 2. 2m | 25mm   | SKK490            | 25mm  |   | 0. 5m  | 9mm~<br>22mm | - | 0. P.<br>+24. 4m | 防潮堤前背面に盛土・旧表土が分布せず, 岩盤内に設置される。 | 設計用地下水位は地表面 | -                                    | -     |    |
|                   |                  |         |         | 40mm   | SM570             |       |   |        |              |   |                  |                                |             |                                      |       |    |
|                   |                  | 下杭      | φ 2. 5m | 35mm   | SM570             |       |   |        |              |   |                  |                                |             |                                      |       |    |
|                   |                  |         |         | 25mm   | SKK490            |       |   |        |              |   |                  |                                |             |                                      |       |    |
| III 区間<br>(南側取付部) | 0. P.<br>+29. 0m | φ 2. 2m | 25mm    | SKK490 | 3. 4m<br>(RC遮水壁幅) |       | - | -      | -            | - | 0. P.<br>+24. 4m | 防潮堤前背面に盛土・旧表土が分布せず, 岩盤内に設置される。 | 設計用地下水位は地表面 | -                                    | -     |    |

評価候補断面は、構造的特徴及び周辺状況により分類される上記の 3 区間毎に、周辺状況の観点から耐震・耐津波評価を行う上で厳しくなる断面を選定する。

なお、断面の選定に当たっては、鋼管式鉛直壁（岩盤部）は複数の部位によって構成されているため、耐震評価上厳しくなる断面が、それぞれの部位において異なるおそれがある。そのため、それぞれの部位において耐震評価上影響を及ぼすことが想定される観点から評価候補断面を選定する。

評価候補断面の選定における観点毎の指標を表 5.10.2-7 に示す。

表 5.10.2-7 評価候補断面の選定における指標（岩盤部）

| 部位           | 照査項目             | 照査での着目点       | 断面選定上の観点                            | 観点とする理由   |
|--------------|------------------|---------------|-------------------------------------|---|
| 鋼管杭          | 断面力<br>(曲げ, せん断) | 加速度応答<br>津波荷重 | ① 鋼管杭の突出長<br>② $D$ 級 + $C_1$ 級岩盤の厚さ | <ul style="list-style-type: none"> <li>鋼管杭の突出長の差により, 鋼管杭に作用する津波荷重を受ける面積や鋼管杭に作用する加速度応答が異なり, 鋼管杭に生じる断面力に影響するため (①)。</li> <li>比較的剛性の小さい <math>D</math>級 + <math>C_1</math>級岩盤の厚さにより, 加速度応答が異なり, 鋼管杭に生じる断面力に影響するため (②)。</li> </ul>                            |
|              | 断面力<br>(曲げ, せん断) | 加速度応答<br>津波荷重 |                                     |   |
| 背面補強工        | 内的安定<br>(すべり安全率) | せん断応力         | —                                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>背面補強工は断面によらず全て <math>C_1</math>級以上の岩盤に設置されるため, 断面選定の観点の対象外とする。</li> </ul>  |
|              | 変位               | 変位            | ① 鋼管杭の突出長<br>② $D$ 級 + $C_1$ 級岩盤の厚さ | <ul style="list-style-type: none"> <li>鋼管杭の突出長の差で, 鋼管杭に作用する津波荷重及び加速度応答が異なり, 鋼管杭に生じる変位に影響するため (①)。</li> <li>比較的剛性の小さい <math>D</math>級 + <math>C_1</math>級岩盤の厚さにより, 加速度応答が異なり, 鋼管杭に生じる変位に影響するため (②)。</li> <li>①, ②については, 鋼管杭及び鋼製遮水壁における観点と同様である。</li> </ul> |
| 基礎地盤<br>(岩盤) | 支持力              | 加速度応答<br>津波荷重 | ① 鋼管杭の突出長<br>② $D$ 級 + $C_1$ 級岩盤の厚さ | <ul style="list-style-type: none"> <li>鋼管杭の突出長の差で, 鋼管杭に作用する津波荷重及び加速度応答が異なり, 支持力に影響するため (①)。</li> <li>比較的剛性の小さい <math>D</math>級 + <math>C_1</math>級岩盤の厚さにより, 加速度応答が異なり, 支持力に影響するため (②)。</li> <li>①, ②については, 鋼管杭及び鋼製遮水壁における観点と同様である。</li> </ul>             |
|              |                  |               |                                     |   |



## b. 評価候補断面の選定

評価候補断面の選定結果を表 5.10.2-8 に、評価候補断面の平面配置図を図 5.10.2-28 に、評価候補断面の地質縦断図を図 5.10.2-29 に示す。

### (a) I 区間

I 区間の評価候補断面としては、表 5.10.2-7 に示した評価候補断面選定の指標を踏まえ、I-①断面を選定した。断面を選定した理由を以下に示す。

#### [ I-①断面 ]

(選定理由)

- ・鋼管杭の長さは一定で、地質状況についても、縦断方向におおむね一定の分布となることから、断面位置によって構造物の評価に有意な差は無いと想定される。断面としては、屋外排水路逆流防止設備（防潮堤南側）が設置される断面を選定した。

### (b) II 区間

II 区間の評価候補断面としては、表 5.10.2-7 に示した評価候補断面選定の指標を踏まえ、II-①～③断面を選定した。各断面を選定した理由を以下に示す。

#### [ II-①断面 ]

(選定理由)

- ・鋼管杭の突出長が最も長くなることから、鋼管杭に作用する津波荷重が最も大きくなり、鋼管杭に発生する断面力（曲げ、せん断）も大きくなる（観点①）。
- ・鋼管杭の突出長が最も長くなることから、地震時に鋼管杭に発生する断面力（曲げ、せん断）が大きくなり、耐震評価上影響を及ぼすことが想定される（観点①）。
- ・D 級 + C<sub>L</sub> 級岩盤が分布しないことから、地震時の加速度応答が異なり、鋼管杭に生じる断面力及び変位に影響を及ぼすことが想定される（観点②）。
- ・鋼管杭の突出長が同一である区間の中で、海側斜面の傾きが最も急勾配である。

#### [ II-②断面 ]

(選定理由)

- ・D 級 + C<sub>L</sub> 級岩盤が最も厚くなることから、加速度応答が異なり、鋼管杭に生じる断面力及び変位に影響を及ぼすことが想定される（観点②）。

#### [ II-③断面 ]

(選定理由)

- ・鋼管杭の突出長が最も短くなることから、鋼管杭に発生する断面力（曲げ、せん断）が他断面と異なり、耐震評価上影響を及ぼすことが想定される（観点①）。

### (c) III 区間

III 区間については、5本の鋼管杭とRC遮水壁が一体となった構造であり、一体構造としての評価を実施する。

表 5.10.2-8 評価候補断面選定結果

| 評価候補断面        | ①鋼管杭の突出長 | ②D級+C <sub>L</sub> 級岩盤厚さ  | 備考  |
|---------------|----------|---|---|
| I<br>区<br>間   | I-①断面    | <ul style="list-style-type: none"> <li>I 区間において区間内の突出長は同一であることから、I 区間の評価候補断面選定については鋼管杭の突出長を観点としない。</li> <li>D 級, C<sub>L</sub> 級岩盤は分布せず, 周辺地質はおおむね同一であり, 断面位置によって構造物の評価に有意な差は無い。</li> <li>断面としては, 屋外排水路逆流防止設備 (防潮堤南側) が設置される I-①断面を選定した。</li> </ul> |   |
| II<br>区<br>間  | II-①断面   | ○: 鋼管杭の突出長が最も長い   | ○: D 級, C <sub>L</sub> 級岩盤が分布しない<br>• 海側斜面の傾きが最も急勾配である。 |
|               | II-②断面   | —   | ○: D 級+C <sub>L</sub> 級岩盤厚さが最も厚い                        |
|               | II-③断面   | ○: 鋼管杭の突出長が最も短い   | —   |
| III<br>区<br>間 | —        |   | • III 区間は, 5本の鋼管杭とRC遮水壁からなる一体構造として評価を実施する。              |

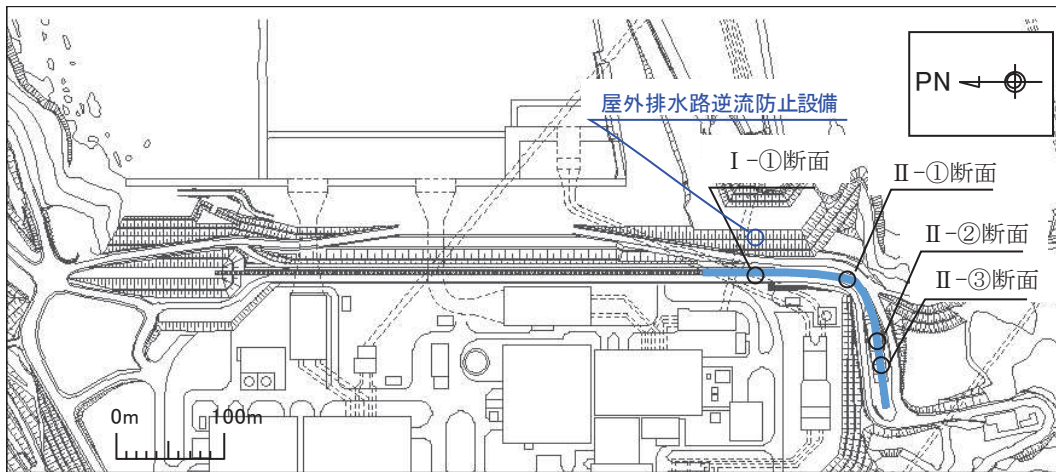


図 5.10.2-28 評価候補断面の平面配置図

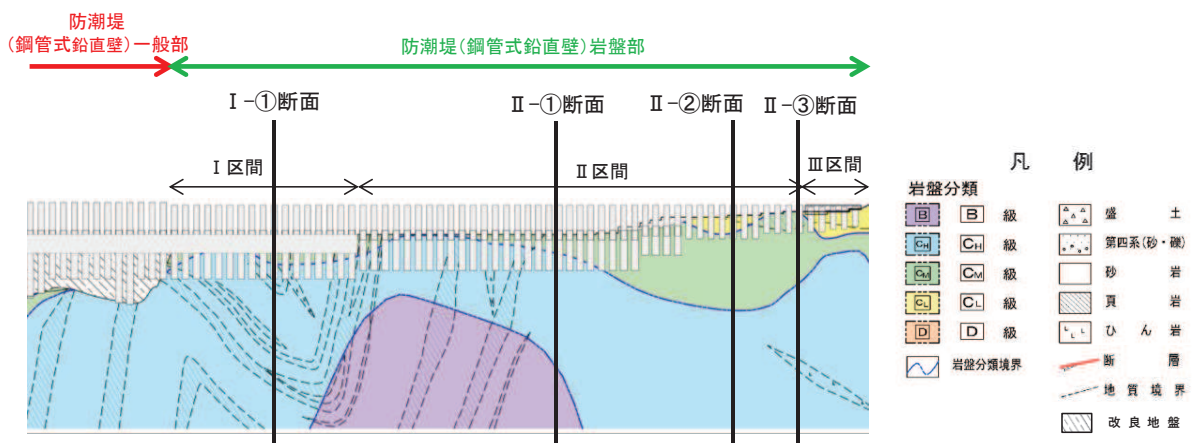


図 5.10.2-29 評価候補断面の地質縦断図

c. 評価対象断面の選定

(a) 1次元地震応答解析による評価対象断面の選定方針

Ⅱ区間の各評価候補断面においては、図 5.10.2-30 に示す鋼管杭直下にて1次元地震応答解析を実施し、その結果に基づき評価対象断面を選定する。1次元地震応答解析結果から、評価対象断面を選定するための定量的な観点を表 5.10.2-9 に示す。

鋼管杭及び鋼製遮水壁については、鋼管杭及び鋼製遮水壁に発生する断面力（曲げ，せん断）が照査項目であることから、杭の固有周期における加速度スペクトルに着目し評価対象断面を選定する。

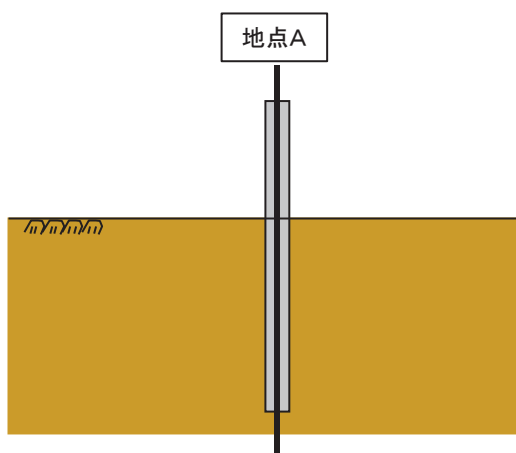


図 5.10.2-30 各評価候補断面における1次元地震応答解析実施地点

表 5.10.2-9 評価対象断面選定における観点

| 部位 |                     | 照査項目             | 1次元地震応答解析での定量的な観点   |
|----|---------------------|------------------|---------------------|
| 施設 | 鋼管杭                 | 断面力<br>(曲げ, せん断) | ・杭の固有周期における加速度スペクトル |
|    | 鋼製遮水壁<br>(漂流物防護工含む) | 断面力<br>(曲げ, せん断) | ・杭の固有周期における加速度スペクトル |

(b) 解析手法の選定

鋼管式鉛直壁（岩盤部）は岩盤内に設置され、液状化検討対象外の施設であることから、全応力にて1次元地震応答解析を実施する。

(c) I 区間の評価対象断面選定結果

評価対象断面としては、「b. 評価候補断面の選定」に示すとおり、解析領域に屋外排水路逆流防止設備（防潮堤南側）が設置されるI-①断面（断面⑤）を選定した。

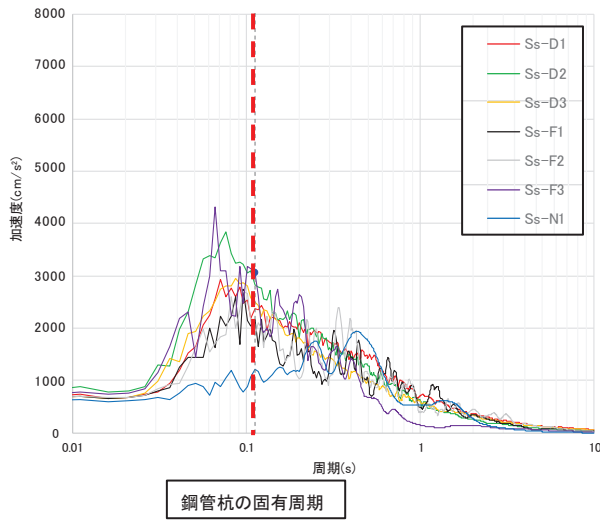
(d) II 区間の評価対象断面選定結果

II 区間の評価対象断面選定結果を表 5.10.2-10 に、II 区間の評価候補断面における、地表面の加速度応答スペクトルを図 5.10.2-31 に示す。

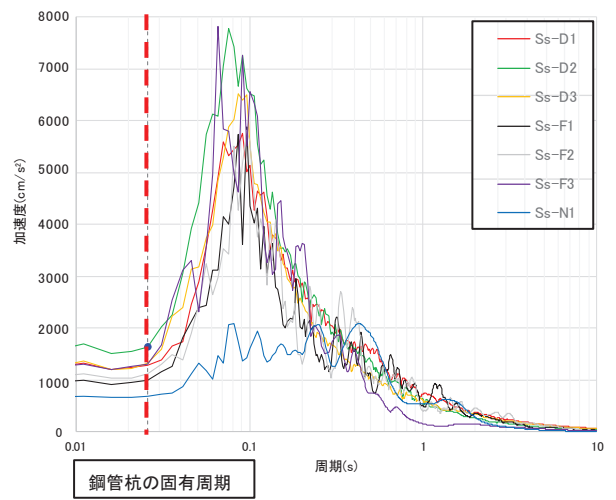
II 区間においては、表 5.10.2-10 に示すように、鋼管杭の突出長が最も大きく津波荷重が最も大きくなること、鋼管杭及び鋼製遮水壁の加速度が最も大きいことからII-①断面（断面⑥）を評価対象断面に選定する。

表 5.10.2-10 II 区間の評価対象断面選定結果

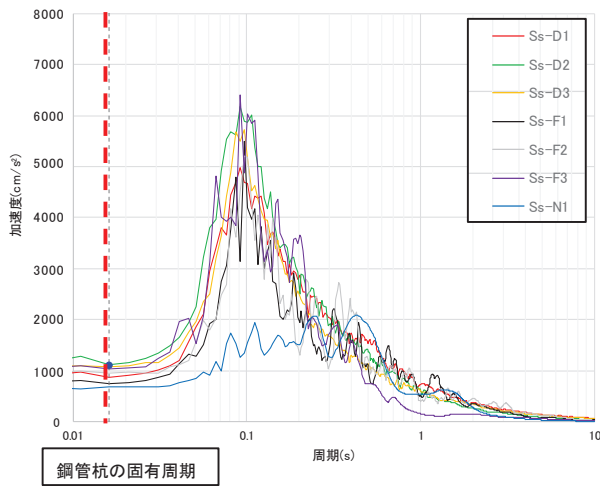
| 評価候補断面 | 加速度 (cm/s <sup>2</sup> )      | 評価断面 | 選定結果   |
|--------|-------------------------------|------|--|
| II 区間  | II-①断面<br>3054<br>(S s - F 3) | ○    | <ul style="list-style-type: none"><li>鋼管杭の突出長が最も大きいため、津波荷重が最も大きくなることから、評価対象断面に選定する。</li><li>鋼管杭及び鋼製遮水壁の加速度が最も大きいため、評価対象断面に選定する。【断面⑥】</li></ul> |
|        | II-②断面<br>1631<br>(S s - D 2) | —    | <ul style="list-style-type: none"><li>鋼管杭及び鋼製遮水壁の加速度が、II-①断面より小さいため、評価対象断面としない。</li></ul>  |
|        | II-③断面<br>1105<br>(S s - D 2) | —    | <ul style="list-style-type: none"><li>鋼管杭及び鋼製遮水壁の加速度が、II-①断面より小さいため、評価対象断面としない。</li></ul>  |



II-①断面



II-②断面



II-③断面

図 5.10.2-31 II 区間の評価候補断面における加速度応答スペクトル (地点A)

(e) III 区間

III 区間については、5 本の鋼管杭と RC 遮水壁が一体となった構造であり、一体構造としての評価を実施する (断面⑦)。

評価対象断面として選定した、I-①断面 (断面⑤)、II-①断面 (断面⑥) の断面図を図 5.10.2-32、図 5.10.2-33 に示す。





### 5.10.3 防潮堤（盛土堤防）

防潮壁（盛土堤防）（以下「盛土堤防」という。）の平面配置図を図 5.10.3-1 に、縦断面図を図 5.10.3-2 に、断面図を図 5.10.3-3 及び図 5.10.3-4 に示す。

盛土堤防は、総延長は約 120m、天端高さは 0.P.+29.0m である。

盛土堤防の評価対象断面は、斜面形状であり傾斜方向への変形が支配的である横断方向を対象に、設置変更許可段階における構造成立性評価断面として選定した断面を基本とし、5.10.1(1)の考え方に基づき、必要に応じて耐震・耐津波評価を行う上で厳しくなる断面を追加する。

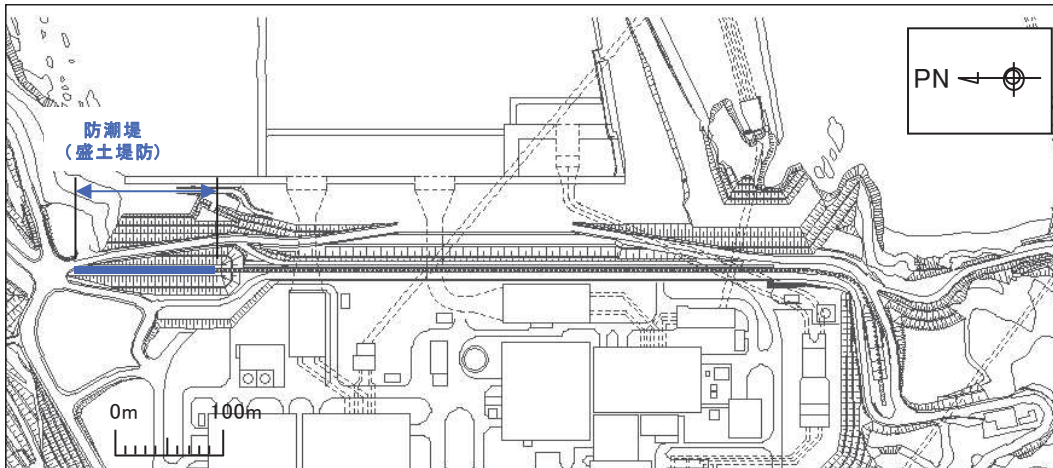
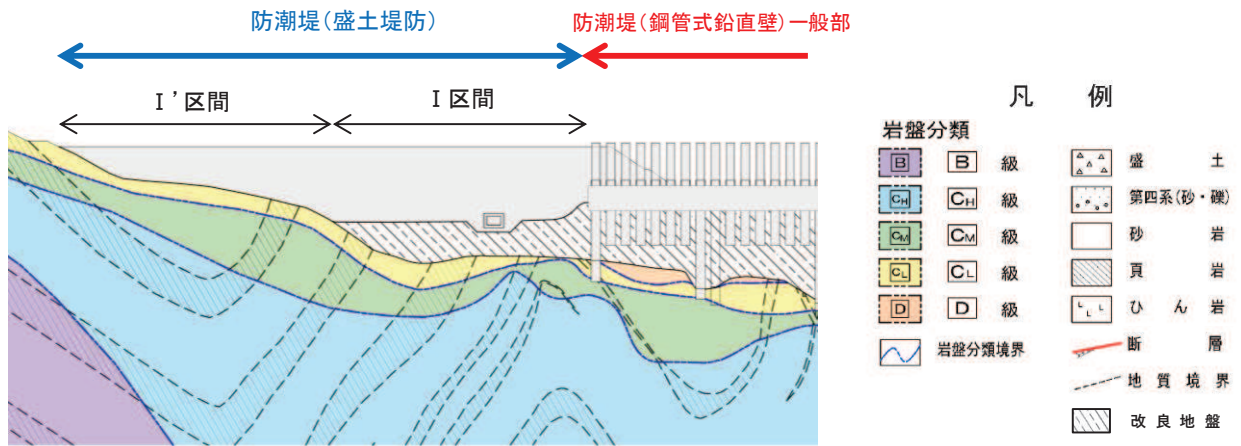


図 5.10.3-1 盛土堤防の平面配置図



\* : 鋼管杭下方の CL 級岩盤部は MMR により置換

図 5.10.3-2 盛土堤防の縦断面図

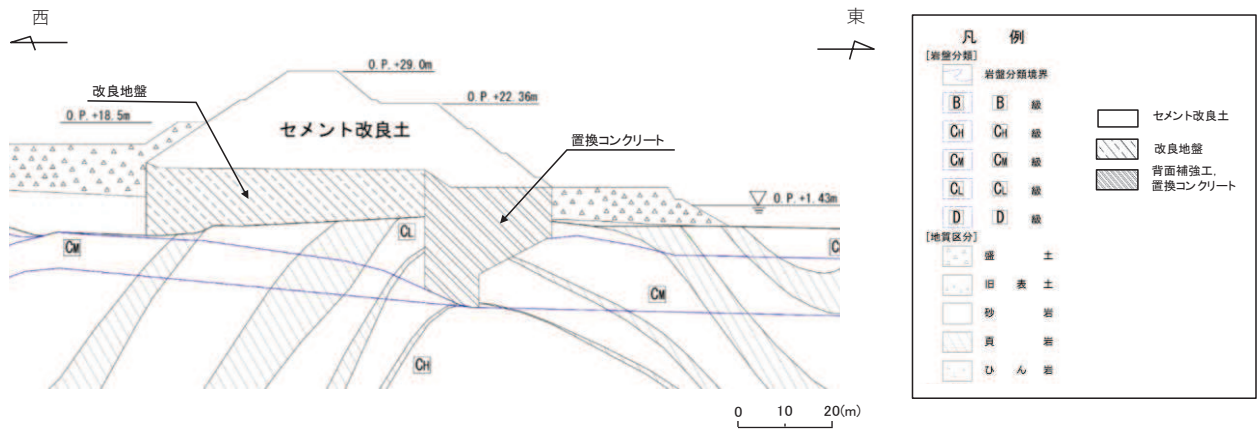


図 5.10.3-3 盛土堤防断面図 (I 区間)

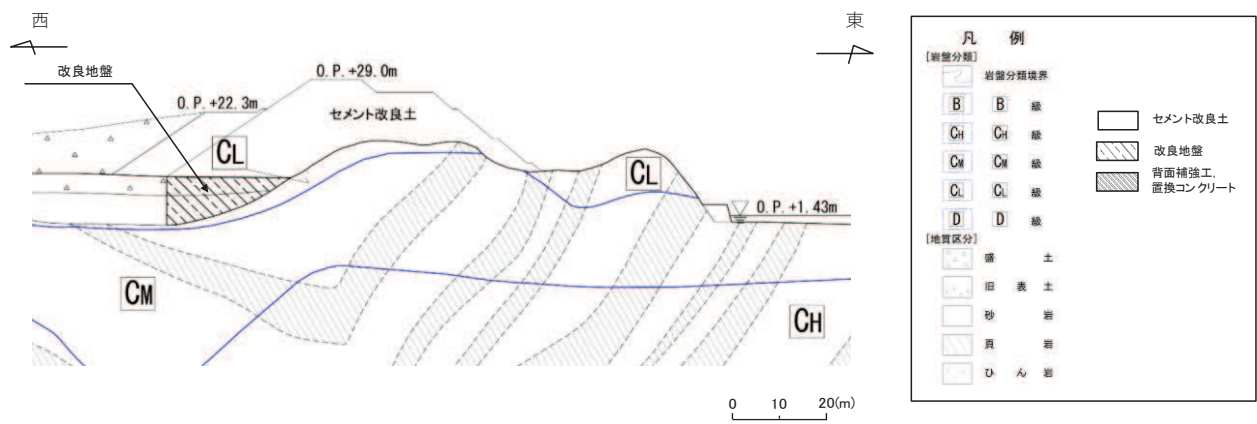


図 5.10.3-4 盛土堤防断面図 (I' 区間)

a. 評価候補断面の選定方針

盛土堤防の区間の特徴を表 5.10.3-1 に示す。

盛土堤防は、構造的特徴の大きな違いはないが、堤体（セメント改良土）及び置換コンクリートからなり、堤体（セメント改良土）が改良地盤に設置される区間を I 区間、堤体（セメント改良土）の中心線が岩盤に設置される区間を I' 区間とする。

(a) I 区間

[構造的特徴]

- ・ 天端高さは O.P. +29.0m で一定である。
- ・ 堤体（セメント改良土）及び置換コンクリートからなる構造物である（図 5.10.3-2, 図 5.10.3-3）。
- ・ 縦断方向（延長方向）に堤体（セメント改良土）厚さ及び置換コンクリート厚さが変化する線状構造物である（材質は変化なし）。
- ・ 津波監視カメラを支持する。
- ・ 入力津波高さは、O.P. +24.4m で一定である。

[周辺状況]

- ・ 横断方向に施設の前面（海側）と背面（山側）で地盤の標高が異なり、堤体（セメント改良土）は改良地盤に、置換コンクリートは  $C_M$  級以上の岩盤に設置される（図 5.10.3-2, 図 5.10.3-3）。
- ・ 盛土堤防は長尺な構造物であるため、断面位置に応じて置換コンクリートが設置される  $C_M$  級岩盤上面の深さ及び改良地盤が設置される岩盤上面の深さが異なるとともに、周辺には厚さが異なる液状化検討対象層（盛土・旧表土）が分布する（図 5.10.3-2, 図 5.10.3-3）。
- ・ 設計用地下水位について、山側は O.P. +13.8m（地表面）で一定、海側は O.P. +1.43m で一定とする。
- ・ 隣接構造物は存在しない。
- ・ 断層交差部は存在しない。

(b) I' 区間

[構造的特徴]

- ・ 天端高さは O.P. +29.0m で一定である。
- ・ 堤体（セメント改良土）からなる構造物である（図 5.10.3-2, 図 5.10.3-4）。
- ・ 縦断方向（延長方向）に堤体（セメント改良土）厚さが変化する線状構造物である（材質は変化なし）。
- ・ 間接支持する耐震重要施設は無い。
- ・ 入力津波高さは、O.P. +24.4m で一定である。

[周辺状況]

- ・ 横断方向に施設の前面と背面で地盤の標高が異なり、堤体（セメント改良土）は岩盤又は改良地盤に設置される（図 5.10.3-2, 図 5.10.3-4）。

- ・ 盛土堤防は長尺な構造物であるため、断面位置に応じて岩盤上面の深さが異なり、同時に、周辺には厚さが異なる液状化検討対象層（盛土・旧表土）が分布する（図 5.10.3-2，図 5.10.3-4）。
- ・ 設計用地下水位について、山側は O.P.+13.8m（地表面）で一定、海側は O.P.+1.43m で一定とする。
- ・ 隣接構造物は存在しない。
- ・ 断層交差部は存在しない。

表 5.10.3-1 区間の特徴 (盛土堤防)

| 区間    | 構造的特徴         |               |                   |         |                   | 周辺状況   |   |       |    |
|-------|---------------|---------------|-------------------|---------|-------------------|--|---|-------|----|
|       | 天端高さ          | 堤体(セメント改良土)厚さ | 置換コンクリート厚さ        | 間接支持構造物 | 入力津波高さ            | 周辺地質   | 地下水位  | 隣接構造物 | 断層 |
| I 区間  | 0. P. +29. 0m | 約15～約20m      | 最大約25m (幅は区間内で一定) | 津波監視カメラ | 0. P. +24. 4m で一定 | 防潮堤前背面に盛土・旧表土が分布しており、堤体(セメント改良土)直下は地盤改良されている。      | 設計用地下水位は山側で0. P. +13. 8m (地表面)、海側で0. P. +1. 43m で一定 | —     | —  |
| I' 区間 | 0. P. +29. 0m | 0～約15m        | —                 | —       | 0. P. +24. 4m で一定 | 防潮堤前背面に盛土・旧表土が分布しており、堤体(セメント改良土)は岩盤又は改良地盤に設置されている。 | 設計用地下水位は山側で0. P. +13. 8m (地表面)、海側で0. P. +1. 43m で一定 | —     | —  |



I 区間及び I' 区間の中から，周辺状況の観点から耐震・耐津波評価を実施する上で厳しくなる断面を評価候補断面として選定する。

I 区間と I' 区間は構造として大きな違いは無いが，堤体（セメント改良土）の下の改良地盤が応答に及ぼす影響を考慮するため，それぞれの区間から評価候補断面を選定する。

また，機器・配管系への応答加速度及び応答変位算出位置の観点から，間接支持構造物が存在する I 区間より選定する。

なお，断面の選定に当たっては，盛土堤防は複数の部位によって構成されているため，耐震評価上厳しくなる断面が，それぞれの部位において異なるおそれがある。そのため，それぞれの部位において耐震評価上影響を及ぼすことが想定される観点から評価候補断面を選定する。

評価候補断面の選定における観点毎の指標を表 5.10.3-2 に示す。

表 5.10.3-2 評価候補断面の選定における指標

| 部位 | 照査項目            | 照査での着目点          | 断面選定上の観点  | 観点とする理由   |  |
|----|-----------------|------------------|---|---|--|
| 施設 | 堤体<br>(セメント改良土) | 内的安定<br>(すべり安全率) | せん断応力<br>津波荷重   | ①セメント改良土の厚さ   | <ul style="list-style-type: none"> <li>セメント改良土の厚さの差で、地震時及び津波時にセメント改良土に発生するせん断応力が異なり、すべり安全率に影響を及ぼすため (①)。</li> </ul>  |
|    | 置換コンクリート        | 内的安定<br>(すべり安全率) | せん断応力   | ② C <sub>u</sub> 級岩盤上面の深さ<br>(置換コンクリートの形状)<br>③ 盛土+旧表土の厚さ<br>④ 旧表土の厚さ   | <ul style="list-style-type: none"> <li>置換コンクリート上面レベル及び東西方向の幅は一定であるため、置換コンクリートの底面が深いほど形状が縦長となり、置換コンクリートに発生する曲げ応力が大きくなることで、すべり安全率に影響を及ぼすため (②)。</li> <li>盛土及び旧表土が厚くなるほど、地盤変位が大きくなり、置換コンクリートに発生する曲げ応力が大きくなることで、すべり安全率に影響を及ぼすため (③, ④)。</li> </ul> |
| 地盤 | 支持力 (接地圧)       | 施設重量             | ①セメント改良土の厚さ<br>② C <sub>u</sub> 級岩盤上面の深さ<br>(置換コンクリートの厚さ) | <ul style="list-style-type: none"> <li>セメント改良土が厚いほど、重量が大きくなり、支持力が厳しくなるため (①)。</li> <li>置換コンクリートが厚いほど、重量が大きくなり、支持力が厳しくなるため (②)。</li> <li>①, ②については、堤体及び置換コンクリートの観点と同様である。</li> </ul> |  |

## b. 評価候補断面の選定

評価候補断面の選定結果を表 5.10.3-3 に、評価候補断面の平面配置図を図 5.10.3-5 に、評価候補断面の地質縦断図を図 5.10.3-6 に示す。

### (a) I 区間

I 区間は、断面位置に応じて堤体（セメント改良土）厚さ、置換コンクリート厚さが異なるとともに、周辺には厚さが異なる液状化検討対象層（盛土・旧表土）が分布する。

評価候補断面としては、表 5.10.3-2 に示した評価候補断面選定の指標を踏まえ、I-①断面を選定した。各断面を選定した理由を以下に示す。

#### [ I-①断面 ]

(選定理由)

- ・セメント改良土が最も厚く、堤体に作用する津波荷重が最も大きくなる。
- ・セメント改良土が最も厚く、セメント改良土の耐震評価に影響を及ぼすことが想定される。
- ・C<sub>M</sub>級岩盤上面が最も深く、置換コンクリートの耐震評価に影響を及ぼすことが想定される。
- ・盛土+旧表土厚さ及び旧表土厚さが最も厚く、防潮堤前背面の地盤変位が大きくなることで、耐震評価に影響を及ぼすことが想定される。
- ・設置変更許可段階において、基礎地盤の安定性評価及び構造成立性評価で示した断面である。

### (b) I' 区間

I' 区間は、断面位置に応じて堤体（セメント改良土）厚さが異なるとともに、周辺には厚さが異なる液状化検討対象層（盛土・旧表土）が分布する。

評価候補断面としては、表5.10.3-2に示した評価候補断面選定の指標を踏まえ、I-②断面及びI-③断面を選定した。各断面を選定した理由を以下に示す。

#### [ I-②断面 ]

(選定理由)

- ・セメント改良土が I' 区間で最も厚く、セメント改良土の耐震評価に影響を及ぼすことが想定される。

#### [ I-③断面 ]

(選定理由)

- ・セメント改良土厚さが小さく、セメント改良土の耐震評価に影響を及ぼすことが想定される。

表 5.10.3-3 評価候補断面選定結果

| 評価候補断面       |        | ①セメント改良土<br>厚さ                | ② C <sub>30</sub> 級岩盤上面<br>深さ    | ③盛土+旧表土<br>厚さ     | ④旧表土厚さ         |
|--------------|--------|-------------------------------|----------------------------------|-------------------|----------------|
| I<br>区<br>間  | I-①断面* | ○：セメント改良土<br>が最も厚い            | ○：C <sub>30</sub> 級岩盤上面が<br>最も深い | ○：盛土+旧表土が<br>最も厚い | ○：旧表土が最も厚<br>い |
| I'<br>区<br>間 | I-②断面  | ○：セメント改良土<br>がI'区間の中で<br>最も厚い | —                                | —                 | —              |
|              | I-③断面  | ○：セメント改良土<br>が薄い              | —                                | —                 | —              |

\*：設置変更許可段階における基礎地盤の安定性評価及び構造成立性評価で示した断面

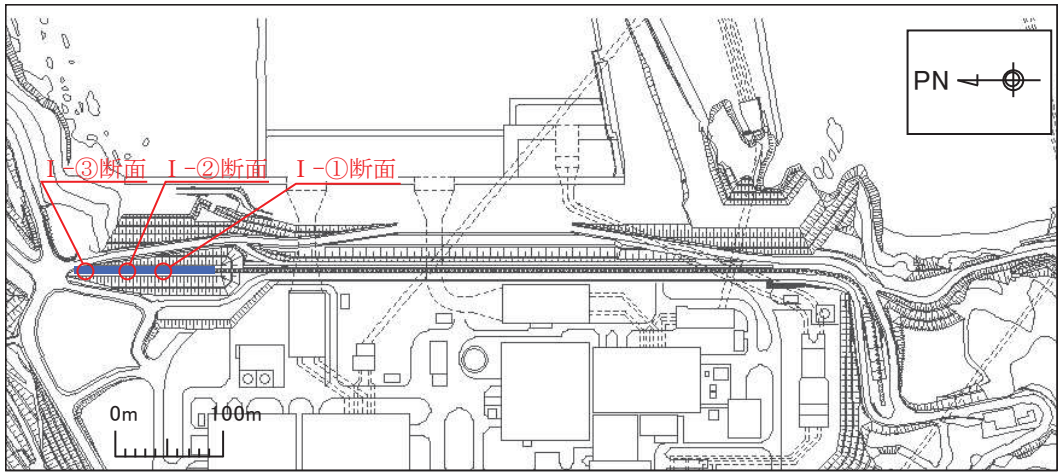
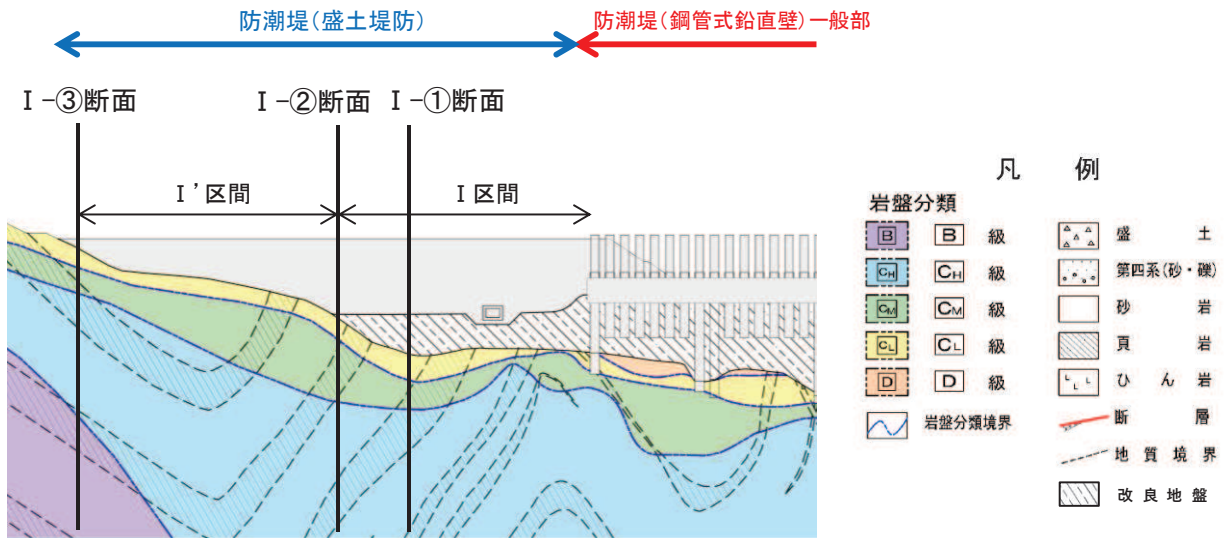


図 5.10.3-5 評価候補断面の平面配置図



\* : 鋼管杭下方の C<sub>L</sub> 級岩盤部は MMR により置換

図 5.10.3-6 評価候補断面の地質縦断図

c. 評価対象断面の選定

(a) 1次元地震応答解析による評価対象断面の選定方針

各評価候補断面において1次元地震応答解析を実施し、その結果に基づき評価対象断面を選定する。

また、盛土堤防は複数の部位からなる構造物であることから、それぞれの部位にとって耐震評価上厳しくなる断面を選定するため、各評価候補断面につき、図5.10.3-7に示す3地点で1次元地震応答解析を実施する。地点選定の理由を以下に示す。

- ・ 地点Aは、防潮堤背面の盛土・旧表土が防潮堤の耐震評価に及ぼす影響を確認する観点で選定した。
- ・ 地点Bは、堤体（セメント改良土）の耐震評価に及ぼす影響を確認する観点で選定した。
- ・ 地点Cは、堤体（セメント改良土）及び置換コンクリートの耐震評価に及ぼす影響を確認する観点で選定した。

上記3地点での1次元地震応答解析結果から、評価対象断面を選定するための定量的な観点を表5.10.3-4に示す。

堤体（セメント改良土）及び置換コンクリートについては、すべり安全率が照査項目であることから、各部位における最大せん断応力に着目し評価対象断面を選定する。

盛土・旧表土については、変位が大きくなることで、防潮堤の耐震評価上影響を及ぼすことが想定されることから、地表面最大水平変位に着目し評価対象断面を選定する。

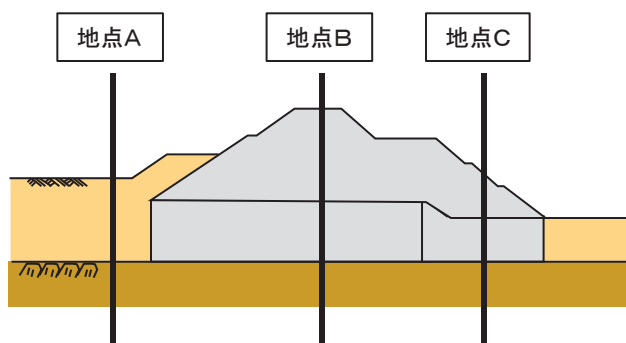


図 5.10.3-7 各評価候補断面における1次元地震応答解析実施地点

表 5. 10. 3-4 評価対象断面選定における観点

| 部位 |             | 照査項目   | 1次元地震応答解析での<br>定量的な観点 |
|----|-------------|--|-----------------------|
| 施設 | 堤体（セメント改良土） | 内的安定<br>（すべり安全率）                                       | 地点B<br>・最大せん断応力       |
|    | 置換コンクリート    | 内的安定<br>（すべり安全率）                                       | 地点C<br>・最大せん断応力       |
| 地盤 | 盛土・旧表土      | 変位<br>（側方地盤の変位が大きくなると、<br>防潮堤の耐震評価に影響を及ぼす<br>ことが想定される） | 地点A<br>・地表面最大水平変位     |

(b)解析手法の選定

盛土堤防は、セメント改良土の下が改良地盤又は置換コンクリートにより置換されているが、防潮堤の前背面に高さの違う液状化検討対象層（盛土・旧表土）が分布しているため、液状化の影響を受けて盛土・旧表土の剛性が小さくなると、地震時に受働側となる土の層が柔らかくなることにより、防潮堤全体の変形が大きくなって残留変位も大きくなることが考えられる。

この影響を考慮するため、盛土堤防の解析手法については、液状化の影響を考慮できる有効応力解析を選定する。

(c)評価対象断面選定結果

評価対象断面選定結果を表 5. 10. 3-5 に、評価候補断面における地点Aの最大水平変位分布を図 5. 10. 3-8、地点Bでの最大せん断応力分布を図 5. 10. 3-9、地点Cでの最大せん断応力分布を図 5. 10. 3-10 に示す。

表 5. 10. 3-5 に示すように、堤体（セメント改良土）及び置換コンクリートの最大せん断応力、盛土・旧表土の最大水平変位が最も大きいため、I-①断面を評価対象断面に選定する。

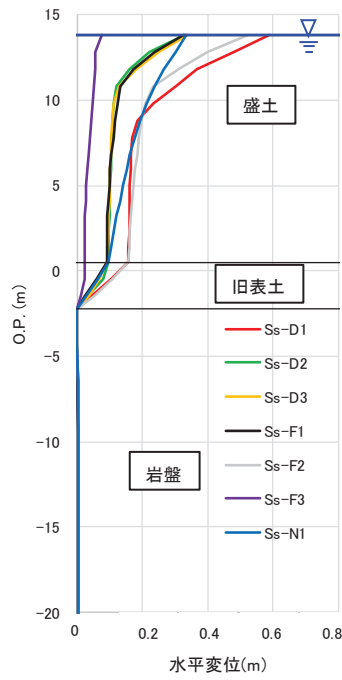
評価対象断面として選定した、I-①断面（断面⑧）の断面図を図 5. 10. 3-11 に示す。

表 5.10.3-5 I 区間及び I' 区間の評価対象断面選定結果

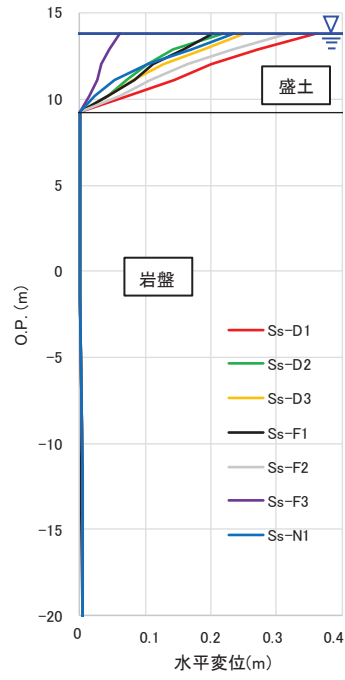
| 評価候補断面 | 地点 A                        |  | 地点 B   |      | 地点 C |   | 選定結果 |
|--------|-----------------------------|--|--|------|------|---|------|
|        | 盛土・旧表土<br>地表面最大<br>水平変位 (m) | 堤体 (セメント<br>改良土)<br>最大せん断<br>応力 (kN/m <sup>2</sup> ) | 置換<br>コンクリート<br>最大せん断<br>応力 (kN/m <sup>2</sup> ) | 評価断面 |      |   |      |
|        |                             |  |  | ○    | —    |   |      |
| I-①断面* | 0.589<br>(S s-D 1)          | 492<br>(S s-N 1)                                     | 375<br>(S s-D 2)                                 | ○    |      | <ul style="list-style-type: none"> <li>堤体 (セメント改良土) が最も厚いため、受ける津波荷重が最も大きくなり、評価対象断面に選定する。</li> <li>堤体 (セメント改良土) 及び置換コンクリートの最大せん断応力、盛土・旧表土の水平変位が最も大きいため、評価対象断面に選定する。<br/>【断面⑧】</li> </ul> |      |
| I-②断面  | 0.360<br>(S s-D 1)          | 452<br>(S s-N 1)                                     | 201<br>(S s-D 1)                                 | —    |      | <ul style="list-style-type: none"> <li>堤体 (セメント改良土) 及び置換コンクリートの最大せん断応力、盛土・旧表土の水平変位が I-①断面より小さいため、評価対象断面としない。</li> </ul>   |      |
| I-③断面  | —                           | 153<br>(S s-D 2)                                     | —  | —    |      | <ul style="list-style-type: none"> <li>堤体 (セメント改良土) の最大せん断応力が I-①断面より小さいため、評価対象断面としない。</li> </ul>   |      |

\* : 設置変更許可段階における基礎地盤の安定性評価及び構造成立性評価で示した断面



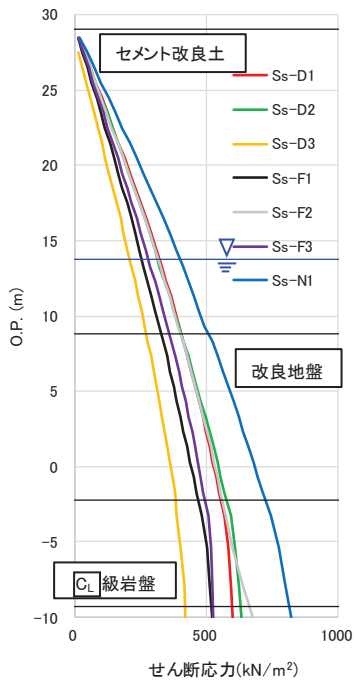


I-①断面

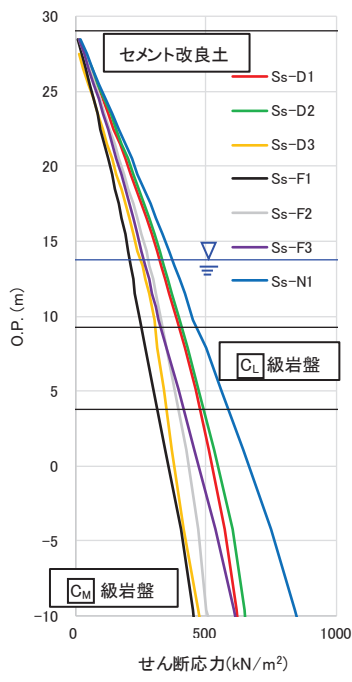


II-①断面

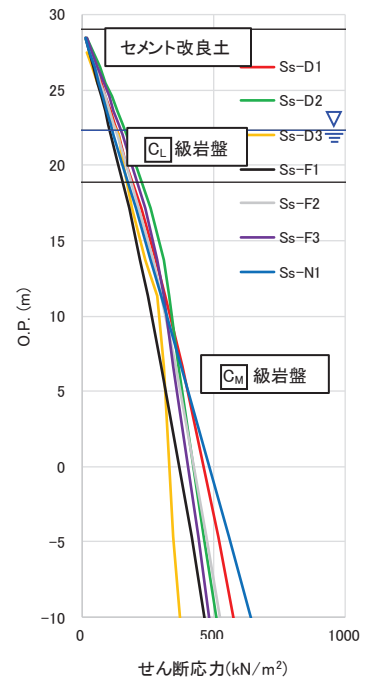
図 5. 10. 3-8 盛土堤防の評価候補断面における地点Aでの最大水平変位分布



I-①断面

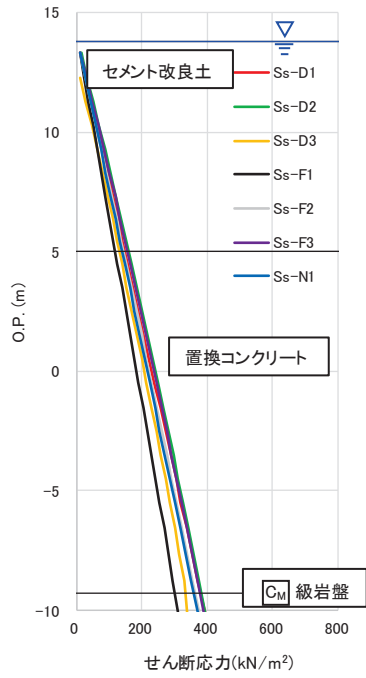


II-①断面

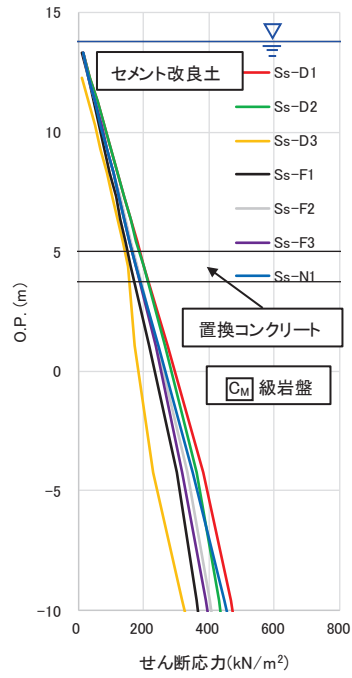


II-②断面

図 5. 10. 3-9 盛土堤防の評価候補断面における地点Bでの最大せん断応力分布



I-①断面



II-①断面

図 5.10.3-10 盛土堤防の評価候補断面における地点Cでの最大せん断応力分布

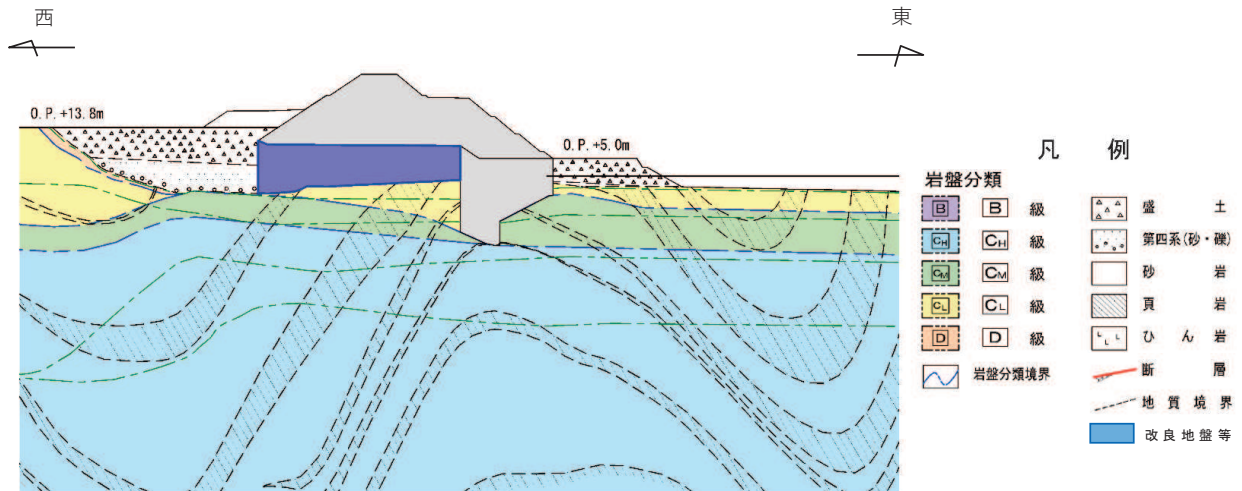


図 5.10.3-11 盛土堤防 I-①断面 (断面⑧)

#### 5.10.4 防潮壁（第2号機海水ポンプ室，第2号機放水立坑，第3号機海水ポンプ室，第3号機放水立坑）

防潮壁（第2号機海水ポンプ室，第2号機放水立坑，第3号機海水ポンプ室，第3号機放水立坑）（以下「防潮壁（杭基礎）」という。）の平面配置図を図5.10.4-1に示す。

防潮壁（杭基礎）は，総延長が約630m，天端高さがO.P.+19.0m又はO.P.+20.0mで，第2号機及び第3号機海水ポンプ室並びに第2号機及び第3号機放水立坑を取り囲むように設置する。

鋼管杭と基礎フーチングからなる下部工と，鋼製の上部工から構成され，4箇所を設置される防潮壁（杭基礎）はいずれも，上部工の構造形式や下部工の配置状況などの構造的特徴により，鋼製遮水壁（鋼板），鋼製遮水壁（鋼桁）及び鋼製扉の3種類の構造形式に区分されることから，設置箇所単位ではなくそれぞれの構造形式単位で評価対象断面を選定する。

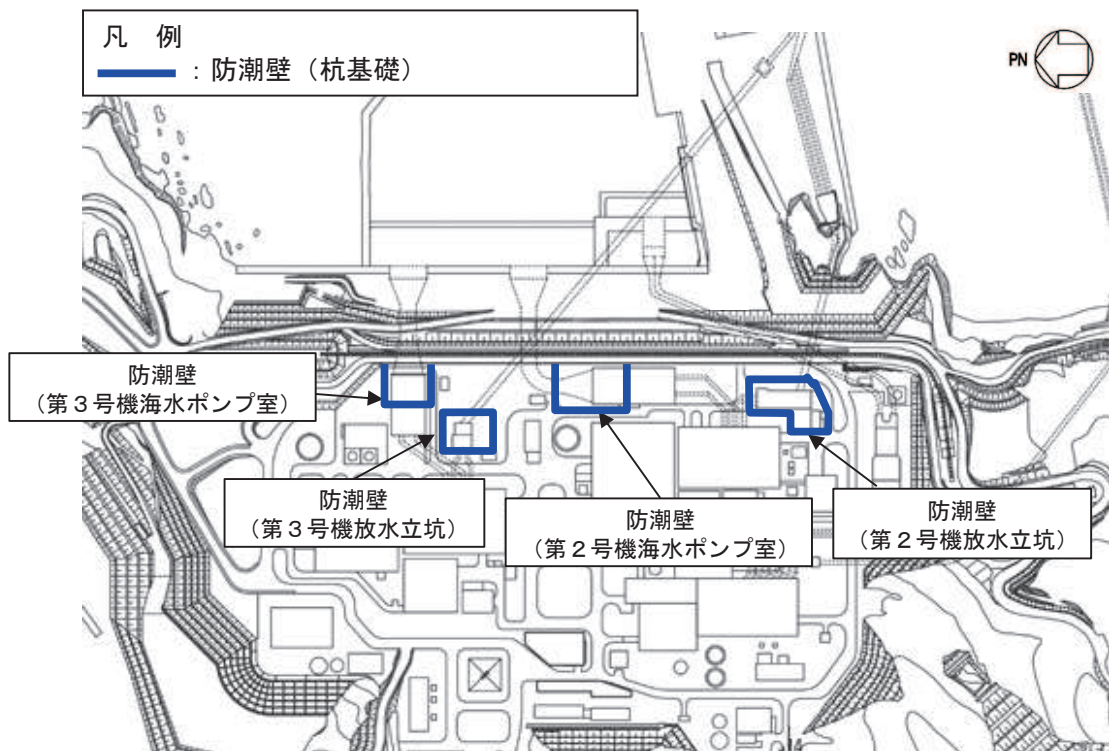


図 5.10.4-1 防潮壁（杭基礎）の平面配置図

##### (1) 鋼製遮水壁（鋼板）

鋼製遮水壁（鋼板）の平面配置図を図5.10.4-2に，正面図及び断面図を図5.10.4-3に示す。

鋼製遮水壁（鋼板）は，フーチング上に設置するH形鋼に，鋼板をボルトで接合した構造物であり，フーチングと一体化した鋼管杭を介して十分な支持性能を有する岩盤に設置する。

上部工の天端は入力津波高さに応じて第3号機海水ポンプ室でO.P.+20.0mと，第2号機海水ポンプ室，第2号機放水立坑及び第3号機放水立坑でO.P.+19.0mとする。

防潮壁（杭基礎）は線状構造物であり，鋼製遮水壁（鋼板）の縦断方向加振時には，加振方向と平行に配置される躯体及び杭基礎を耐震設計上見込むことができるため縦断方向断面が強軸となる。一方，横断方向加振時には，加振方向と平行に躯体及び杭基礎が配置されないことから，横断方向断面が弱軸となる。よって，弱軸となる横断方向断面から構造物の応答が最も厳しくなると考えられる断面を評価対象断面として選定する。

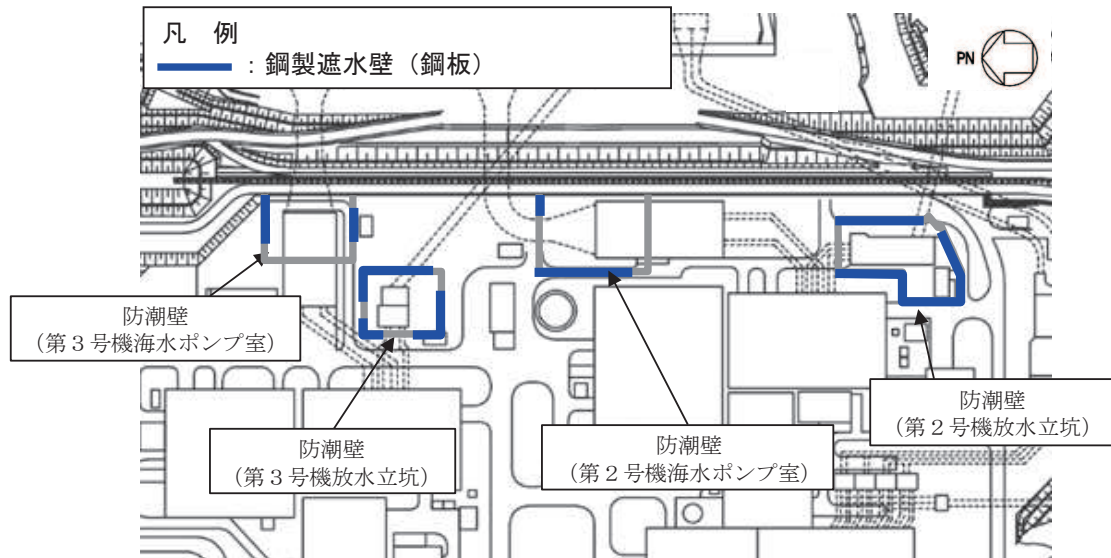


図 5.10.4-2 鋼製遮水壁（鋼板）の平面配置図

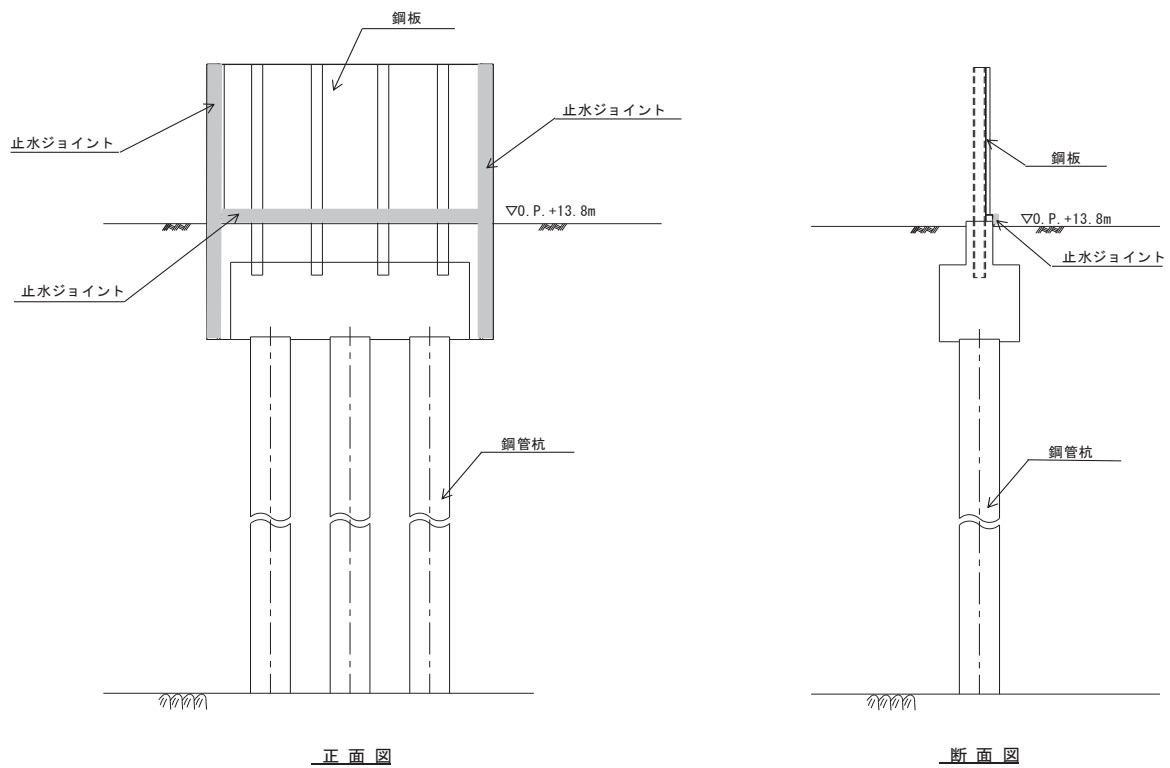


図 5.10.4-3 鋼製遮水壁（鋼板）の構造概要

a. 評価候補断面の選定方針

鋼製遮水壁（鋼板）は、盛土・旧表土の分布状況や津波高さ等に応じて構造的特徴により、以下の4区間に分類される。

I 区間：盛土・旧表土が分布し、入力津波高さが高く防潮壁天端高さが O. P. +20.0m となる区間

II 区間：盛土・旧表土が分布し、入力津波高さが低く防潮壁天端高さが O. P. +19.0m となる区間

III 区間：岩盤が露頭又は地盤改良により盛土・旧表土が分布しない区間

IV 区間：補機冷却海水系放水路逆流防止設備を間接支持する区間

上部工の鋼板については、地震力伝播特性に応じて板厚を設定し、岩盤が露頭又は全深度の盛土・旧表土を地盤改良している区間Ⅲで板厚 20mm とし、盛土・旧表土が分布するそれ以外の区間で板厚 16mm とする。また、下部工の鋼管杭については、地盤の変形特性に応じて、盛土・旧表土が分布しないⅢ区間で直径 1.5m、板厚 25mm とし、盛土・旧表土が分布する I 区間及び II 区間で直径 1.5m、板厚 30mm とする。なお、補機冷却海水系放水路逆流防止設備を有する区間Ⅳにおいては、構造的制約により直径 1.2m、板厚 20mm とする。

それぞれの区間の位置図を図 5.10.4-4 に、区間毎の特徴を表 5.10.4-1 に、正面図及び断面図を図 5.10.4-5～図 5.10.4-8 に示す。

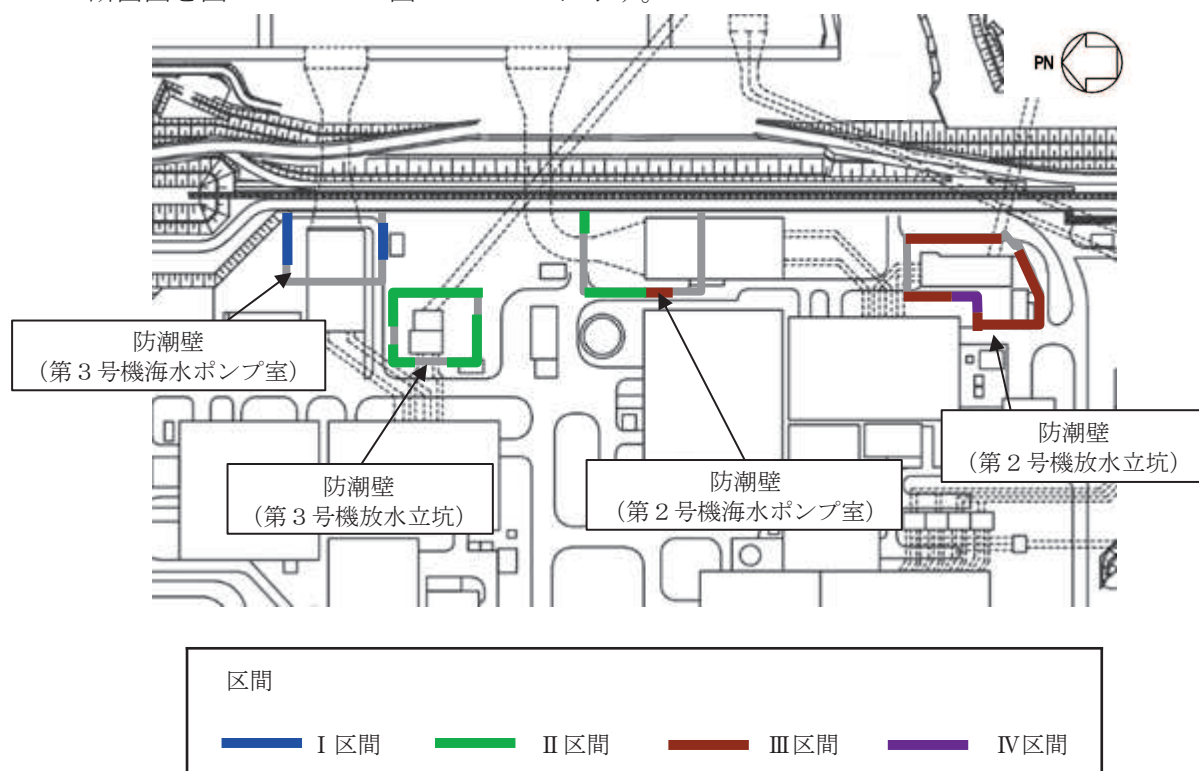


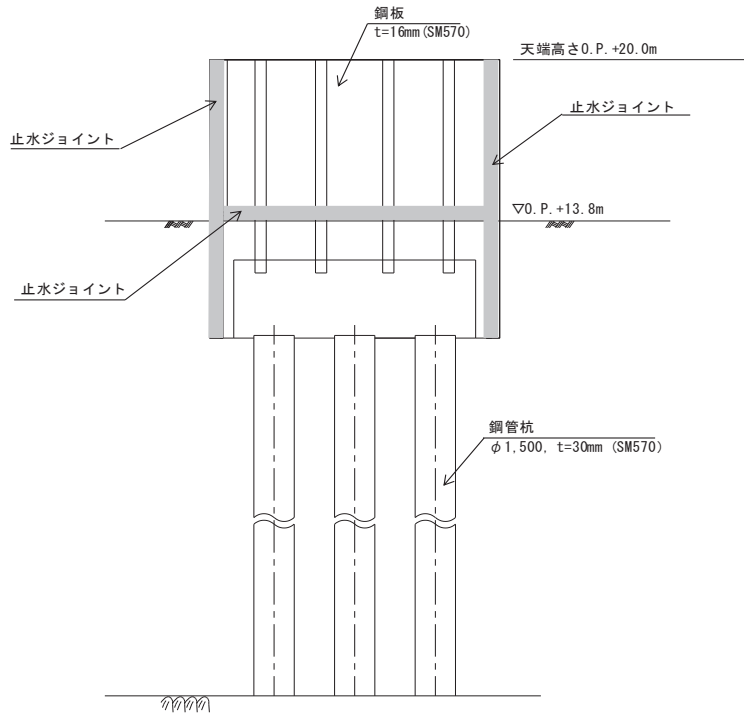
図 5.10.4-4 鋼製遮水壁（鋼板） 区間位置図

表 5.10.4-1 区間毎の特徴

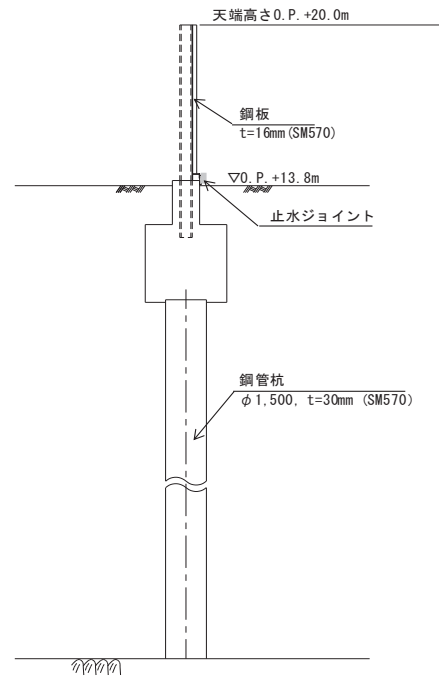
| 区間  | 天端高さ<br>(m) | 鋼管杭<br>(SM570) |            | 鋼板<br>(SM570) | 間接<br>支持<br>構造物 | 入力津波<br>高さ<br>(m)  | 周辺地質   |
|-----|-------------|----------------|------------|---------------|-----------------|--|--|
|     |             | 杭径<br>(mm)     | 板厚<br>(mm) | 板厚<br>(mm)    |                 |  |  |
| I   | O.P. +20.0  | φ 1500         | 30         | 16            | —               | O.P. +19.0<br>(第 3 号機海水<br>ポンプ室)                                   | 盛土・旧表土が厚く堆積し、岩盤上面標高が低い。なお、地下水位以深の盛土・旧表土は地盤改良されている。 |
| II  | O.P. +19.0  | φ 1500         | 30         | 16            | —               | O.P. +18.1<br>(第 2 号機海水<br>ポンプ室)<br>O.P. +17.5<br>(第 3 号機放水<br>立坑) | 盛土・旧表土が厚く堆積し、岩盤上面標高が低い。なお、地下水位以深の盛土・旧表土は地盤改良されている。 |
| III | O.P. +19.0  | φ 1500         | 25         | 20            | —               | O.P. +18.1<br>(第 2 号機海水<br>ポンプ室)<br>O.P. +17.4<br>(第 2 号機放水<br>立坑) | 岩盤上面が露頭又は盛土・旧表土が地盤改良されており、盛土・旧表土が分布しない。            |
| IV  | O.P. +19.0  | φ 1200         | 20         | 16            | ○*              | O.P. +17.4<br>(第 2 号機放水<br>立坑)                                     | 盛土・旧表土が地盤改良されており、盛土・旧表土が分布しない。                     |

\* : 補機冷却海水系放水路逆流防止設備 (フラップゲート)



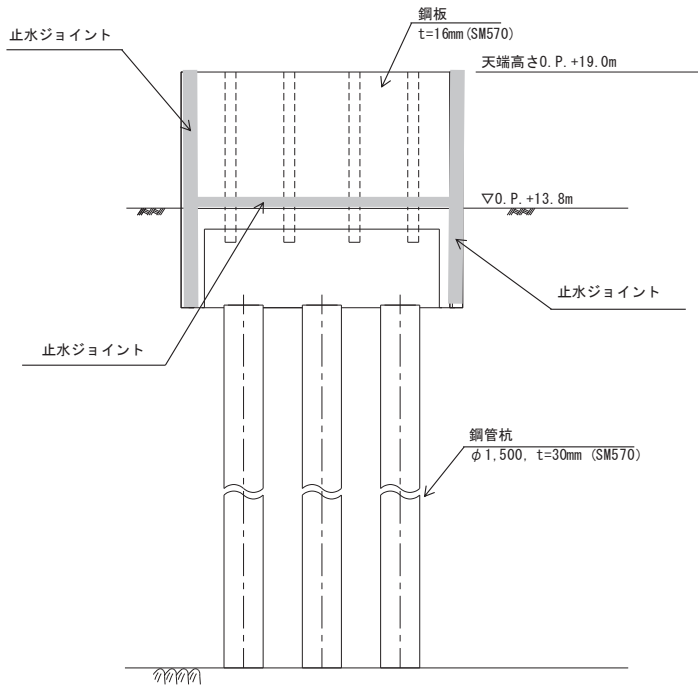


正面図

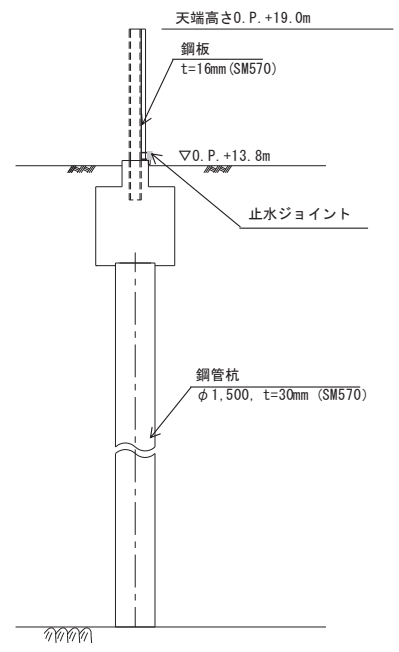


断面図

図 5.10.4-5 鋼製遮水壁（鋼板） 正面図及び断面図  
（I 区間）

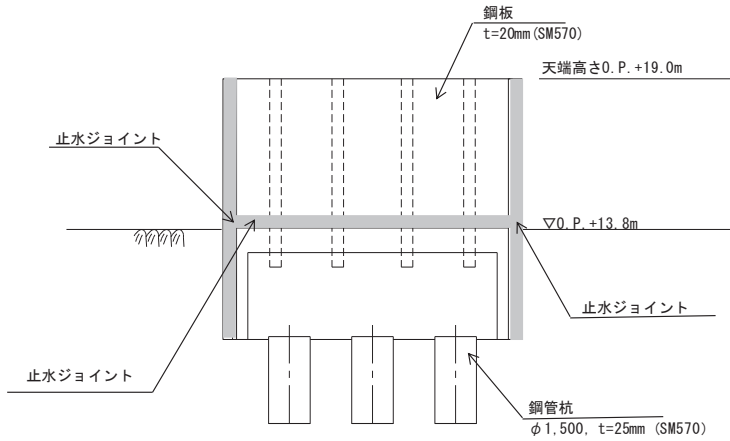


正面図

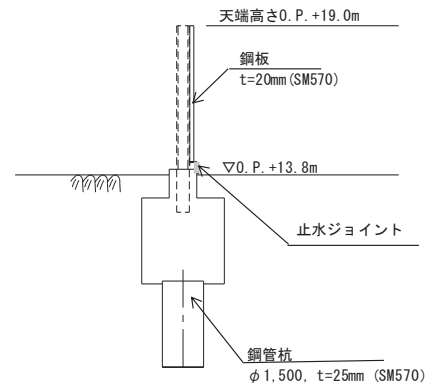


断面図

図 5.10.4-6 鋼製遮水壁（鋼板） 正面図及び断面図  
（II 区間）

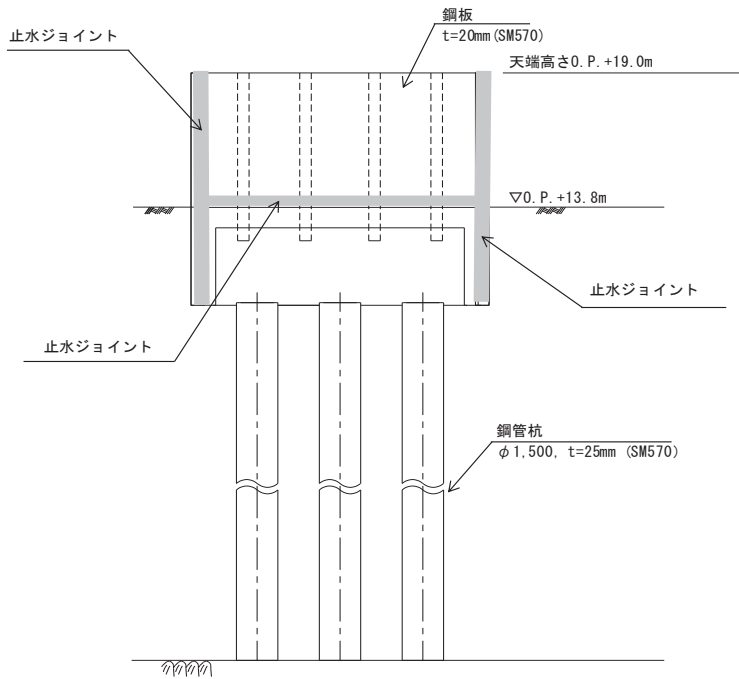


正面図

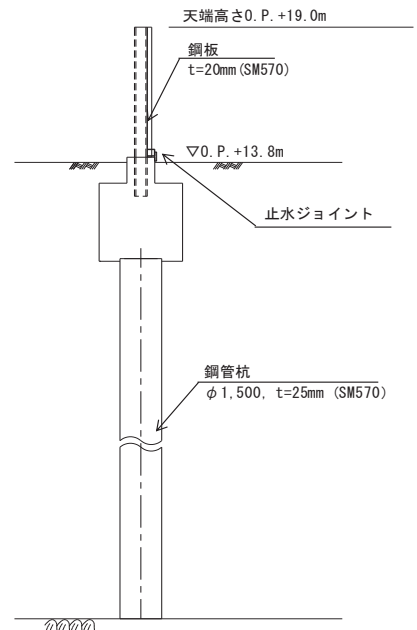


断面図

(岩盤露頭部)



正面図

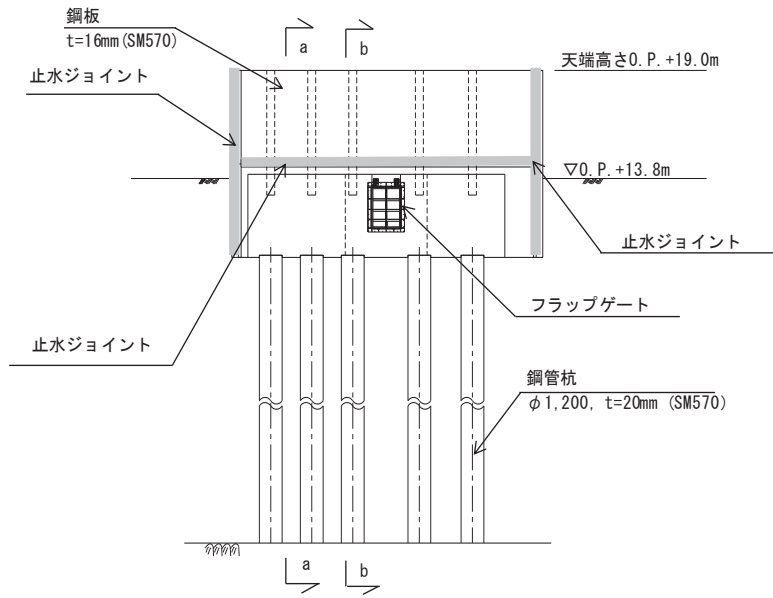


断面図

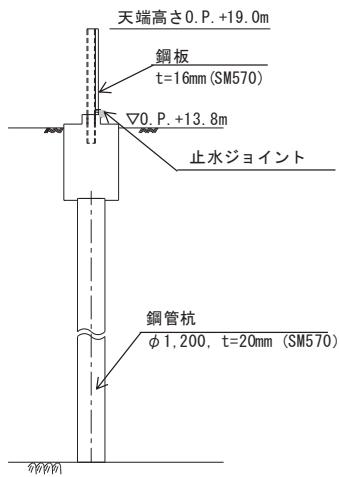
(全深度地盤改良部)

図 5.10.4-7 鋼製遮水壁 (鋼板) 正面図及び断面図  
(Ⅲ区間)

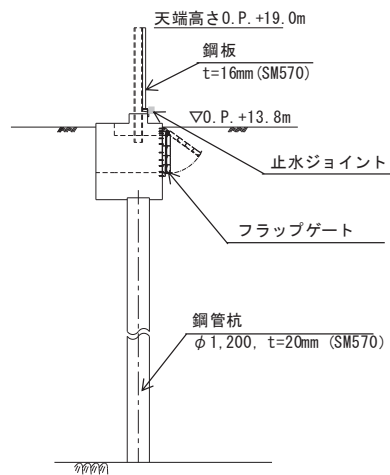




正面図



断面図  
(a-a断面)



断面図  
(b-b断面)

図 5. 10. 4-8 鋼製遮水壁（鋼板） 正面図及び断面図  
(IV区間)

評価候補断面は、構造的特徴により分類される前述の 4 区間毎に、周辺状況や地震波の伝播特性の観点から耐震・耐津波評価上厳しくなる断面を選定する。

断面の選定にあたっては、上部工（鋼板、支柱等）への影響として慣性力と津波荷重が支配的となること、下部工（杭体、フーチング等）への影響は、地盤変形の影響と上部工からの反力が支配的となることが想定される。よって、上部工と下部工それぞれに与える耐震・耐津波評価上の影響の大小に対して指標が一致しない可能性があることから、上部工・下部工それぞれに与える影響の観点で評価候補断面を選定する。

なお、杭周辺の地下水位以深の盛土・旧表土については、後述する地質断面図に示すように、屋外重要土木構造物の耐震裕度向上や防潮壁の変形抑制を目的とした地盤改良を行う計画としており、杭周辺に液状化検討対象層が分布せず、改良地盤周辺の地盤の液状化による影響が及ぶおそれがないと考えられることから、地下水位は評価候補断面の選定の観点には含めない。

評価候補断面の選定における観点毎の指標を表 5.10.4-2 に示す。

表 5.10.10.4-2 評価候補断面の選定における指標

| 部位  | 照査項目          | 構造設計に支配的な外力           | 断面選定上の観点  | 観点とする理由   | 備考   |
|-----|---------------|-----------------------|---|---|--|
| 上部工 | 鋼板            | 加速度応答<br>津波荷重         | ①岩盤上面深さ<br>②改良地盤天端<br>深さ<br>③入力津波水位   | <ul style="list-style-type: none"> <li>上部工の加速度応答（慣性力）や津波荷重（静水圧、動水圧）の影響により、鋼板に生じる断面力が大きくなることを想定されるため（①～③）。</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>①～②については、地盤の加速度応答に関する地震動の伝播特性に着目し、より地震動が減衰しにくい断面を選定する。</li> <li>①：岩盤上面が浅い断面</li> <li>②：改良地盤天端が浅い断面</li> <li>③については、有意な入力津波の水位差がない区間単位で断面を選定する。</li> </ul> |
|     | 鋼製支柱          | 加速度応答<br>津波荷重         | ①岩盤上面深さ<br>②改良地盤天端<br>深さ<br>③入力津波水位   | <ul style="list-style-type: none"> <li>上部工の加速度応答（慣性力）や津波荷重（静水圧、動水圧）の影響により、鋼板に生じる断面力が大きくなることを想定されるため（①～③）。</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>①～③については、鋼板・鋼製支柱の観点での候補断面の選定の考え方と同様である。</li> <li>④～⑤については、鋼管杭の観点での候補断面の選定の考え方と同様である。</li> <li>⑥については、同一基礎内の杭長差が最も大きい断面を選定する。</li> </ul>                   |
| 下部工 | フーチング<br>(RC) | 加速度応答<br>津波荷重<br>地盤変位 | ①岩盤上面深さ<br>②改良地盤天端<br>深さ<br>③入力津波水位<br>④杭長<br>⑤盛土・旧表土<br>層の厚さ<br>⑥同一基礎内の<br>杭長差 | <ul style="list-style-type: none"> <li>加速度応答や津波荷重及び地盤変位の影響により、上部工と鋼管杭から伝達される荷重が大きくなり、フーチングに生じる断面力が大きくなることを想定されるため（①～⑤）。</li> <li>同一基礎内の杭長差が大きい場合には、応答差による鋼板へのねじれモードの断面力が生じることが想定されるため（⑥）。</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>①～③については、鋼板・鋼製支柱の観点での候補断面の選定の考え方と同様である。</li> <li>④～⑤については、鋼管杭の観点での候補断面の選定の考え方と同様である。</li> <li>⑥については、同一基礎内の杭長差が最も大きい断面を選定する。</li> </ul>                   |
|     | 鋼管杭           | 地盤変位                  | ④杭長<br>⑤盛土・旧表土<br>層の厚さ<br>⑦改良地盤厚さ   | <ul style="list-style-type: none"> <li>杭長が長い程、地盤変位に対する杭の絶対変位量が大きくなり、鋼管杭に生じる断面力が大きくなることとが想定されるため（④）。</li> <li>盛土・旧表土層が厚い程、地盤変位が大きくなり、鋼管杭に生じる断面力が大きくなることを想定されるため（⑤）。</li> <li>改良地盤層が厚い程、改良地盤とその上層の盛土・旧表土の地震力伝播特性の違いにより改良地盤上面付近でせん断力断みが増大することが想定されるため（⑦）。</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>④については、杭長が長い断面を選定する。</li> <li>⑤については、改良地盤天端からの地盤変位量に着目し、改良地盤上層の盛土・旧表土層が厚い断面を選定する。</li> <li>⑦については、改良地盤の厚さによる地震の伝播特性への影響に着目し、改良地盤層が厚い断面を選定する。</li> </ul>   |

b. 評価候補断面の選定

表 5.10.4-2 に示した指標により，Ⅰ区間～Ⅳ区間の評価候補断面を選定した。

評価候補断面の選定結果を表 5.10.4-3 に，評価候補断面の平面配置図を図 5.10.4-9 に，評価候補断面の地質縦断図を図 5.10.4-10 に示す。

表 5.10.4-3 (1) 評価候補断面の選定結果 (I 区間)

| 評価候補断面                 | 上部工の耐震・耐津波評価上の観点 |               |                      | 下部工の耐震・耐津波評価上の観点 |                   |                                   | 備考                  |                               |   |
|------------------------|------------------|---------------|----------------------|------------------|-------------------|-----------------------------------|---------------------|-------------------------------|---|
|                        | ①岩盤上面深さ          | ②地盤改良天端深さ     | ③入力津波水位              | ④杭長              | ⑤盛土・旧表土層厚さ        | ⑥同一基礎内の杭長差                        |                     | ⑦改良地盤層厚さ                      |   |
| I-1 断面<br>(第3号機海水ポンプ室) | ○:岩盤上面が最も浅い      | ○:改良地盤天端が最も浅い | —<br>(入力津波水位は全断面で同じ) | —                | —                 | —<br>(有意な杭長差がないため、III-3 断面の評価で代表) | —                   | *1:改良地盤天端が最も浅い断面の中で、岩盤上面が最も浅い |   |
| I-2 断面<br>(第3号機海水ポンプ室) | —                | —             |                      | ○:杭長が最も長い        | ○:盛土・旧表土層の厚さが最も厚い |                                   | —                   |                               | — |
| I-3 断面<br>(第3号機海水ポンプ室) | —                | ○:改良地盤天端が最も浅い |                      | —                | —                 |                                   | ○:杭周辺の改良地盤層の厚さが最も厚い |                               | — |

表 5.10.4-3 (2) 評価候補断面の選定結果 (II 区間)

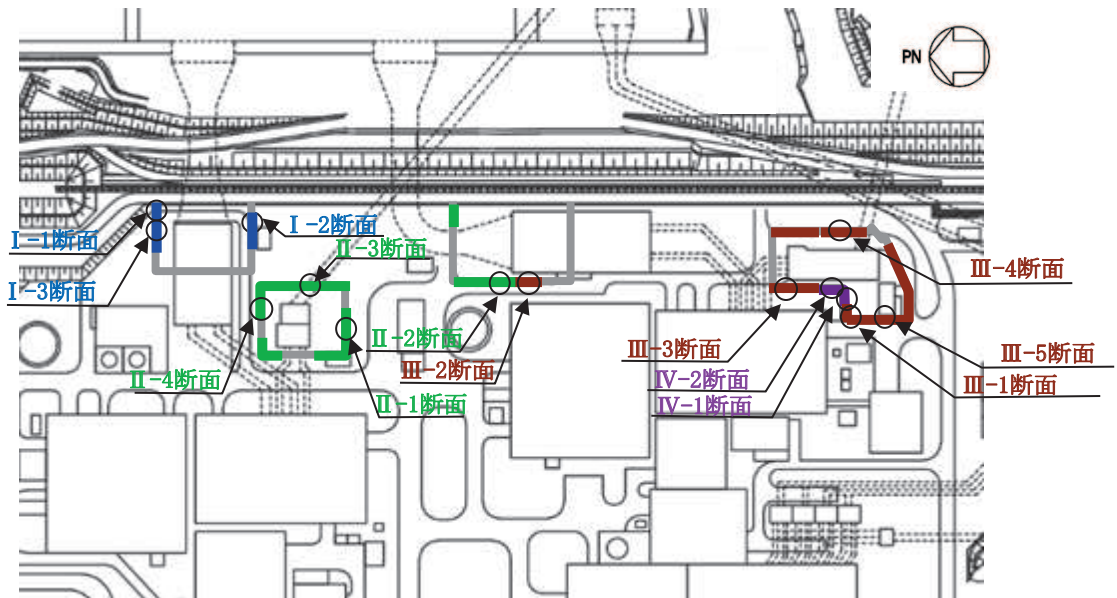
| 評価候補断面                    | 上部工の耐震・耐津波評価上の観点 |               |                       | 下部工の耐震・耐津波評価上の観点 |                   |                                   | 備考 |                            |                     |
|---------------------------|------------------|---------------|-----------------------|------------------|-------------------|-----------------------------------|----|----------------------------|---------------------|
|                           | ①岩盤上面深さ          | ②地盤改良天端深さ     | ③入力津波水位               | ④杭長              | ⑤盛土・旧表土層厚さ        | ⑥同一基礎内の杭長差                        |    | ⑦改良地盤層厚さ                   |                     |
| II-1 断面<br>(第3号機放水立坑)     | ○:岩盤上面が最も浅い      | —             | —<br>(入力津波水位に有意な差が無い) | —                | —                 | —<br>(有意な杭長差がないため、III-3 断面の評価で代表) | —  | *1: II 区間の中で入力津波水位が最も高いエリア |                     |
| II-2 断面<br>(第2号機海水ポンプ室) * | —                | ○:改良地盤天端が最も浅い |                       | —                | —                 |                                   | —  |                            | ○:杭周辺の改良地盤層の厚さが最も厚い |
| II-3 断面<br>(第3号機放水立坑)     | —                | —             |                       | ○:杭長が最も長い        | —                 |                                   | —  |                            | —                   |
| II-4 断面<br>(第3号機放水立坑)     | —                | —             |                       | —                | ○:盛土・旧表土層の厚さが最も厚い |                                   | —  |                            | —                   |

表 5.10.4-3 (3) 評価候補断面の選定結果 (Ⅲ区間)

| 評価候補断面 | 上部工の耐震・耐津波評価上の観点                     |                           |                       | 下部工の耐震・耐津波評価上の観点   |                  |  | 備考 |  |  |
|--------|--------------------------------------|---------------------------|-----------------------|--|------------------|--|----|--|--|
|        | ①岩盤上面深さ                              | ②地盤改良天端深さ                 | ③入力津波水位               | ④杭長  | ⑤盛土・旧表土層厚さ       | ⑥同一基礎内の杭長差   |    | ⑦改良地盤層厚さ                                   |  |
| Ⅲ区間    | Ⅲ-1 断面<br>(第2号機放水立坑)                 | ○:岩盤上面が最も浅い <sup>*1</sup> | —<br>(全断面で全深度が改良地盤)   | —<br>(杭長の差が認められるもの下部工への影響が想定される盛土・旧表土が分布しないため、上部工の観点での抽出断面で代表する) | —<br>(全断面で分布しない) | —  | —  | *1: Ⅲ区間のうち、地表面に岩盤露頭している断面以外の中で、岩盤上面が最も浅い断面 |  |
|        | Ⅲ-2 断面<br>(第2号機海水ポンプ室) <sup>*2</sup> | —                         |                       |  |                  |  |    | ○:杭周辺の改良地盤厚さが最も厚い                          | *2: Ⅲ区間の中で入力津波水位が最も高いエリア                   |
|        | Ⅲ-3 断面<br>(第2号機放水立坑)                 | —                         | —<br>(入力津波水位に有意な差が無い) | —  | —                | ○:同一基礎内の杭長差が全断面の中で最も大きい <sup>*3</sup> ため、評価対象断面に選定する | —  | —  | *3: Ⅲ区間のうち、地表面に岩盤が露頭する断面の中で、第3速度層上面が最も浅い断面 |
|        | Ⅲ-4 断面<br>(第2号機放水立坑)                 | ○ <sup>*3,4</sup>         |                       |  |                  |  |    |  | —<br>(全断面で地表面に岩盤が露頭)                       |
|        | Ⅲ-5 断面<br>(第2号機放水立坑)                 | —                         | —                     | —  | —                | —  | —  | —  |  |

表 5.10.4-3 (4) 評価候補断面の選定結果 (Ⅳ区間)

| 評価候補断面 | 上部工の耐震・耐津波評価上の観点     |               |               | 下部工の耐震・耐津波評価上の観点 |                  |                                | 備考            |               |        |
|--------|----------------------|---------------|---------------|------------------|------------------|--------------------------------|---------------|---------------|--------|
|        | ①岩盤上面深さ              | ②地盤改良天端深さ     | ③入力津波水位       | ④杭長              | ⑤盛土・旧表土層厚さ       | ⑥同一基礎内の杭長差                     |               | ⑦改良地盤層厚さ      |        |
| Ⅳ区間    | Ⅳ-1 断面<br>(第2号機放水立坑) | —<br>(全断面で同じ) | —<br>(全断面で同じ) | —<br>(全断面で同じ)    | —<br>(全断面で分布しない) | —<br>(有意な杭長差がないため、Ⅲ-3断面の評価で代表) | —<br>(全断面で同じ) | —<br>(全断面で同じ) | 全断面を選定 |
|        | Ⅳ-2 断面<br>(第2号機放水立坑) |               |               |                  |                  |                                |               |               |        |



| 区間  | 天端高さ<br>(m) | 鋼管杭<br>(SM570) |             | 鋼板<br>(SM570) | 間接<br>支持<br>構造物 |
|---|-------------|----------------|-------------|---------------|-----------------|
|   |             | 杭径<br>(mm)     | 杭板厚<br>(mm) | 板厚<br>(mm)    |                 |
| <span style="color: blue;">■</span> I 区間    | O.P.+20.0   | φ 1500         | 30          | 16            | —               |
| <span style="color: green;">■</span> II 区間  | O.P.+19.0   |                |             |               | —               |
| <span style="color: brown;">■</span> III 区間 | O.P.+19.0   | φ 1500         | 25          | 20            | —               |
| <span style="color: purple;">■</span> IV 区間 | O.P.+19.0   | φ 1200         | 20          | 16            | ○*              |

\*: 補機冷却海水系放水路逆流防止設備(フラップゲート)

図 5. 10. 4-9 評価候補断面の平面配置図





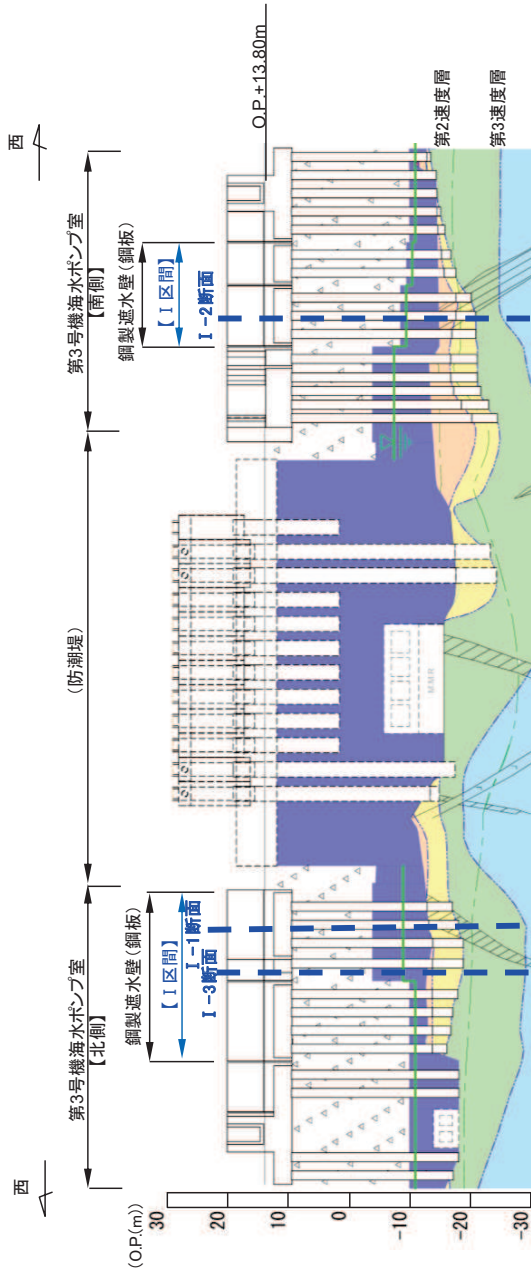
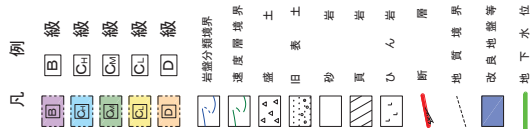


図 5.10.4-10(3) 評価候補断面の地質縦断面 (第3号機海水ポンプ室)

\*: 鋼管杭下方の C<sub>1</sub>級岩盤部は MMR により置換

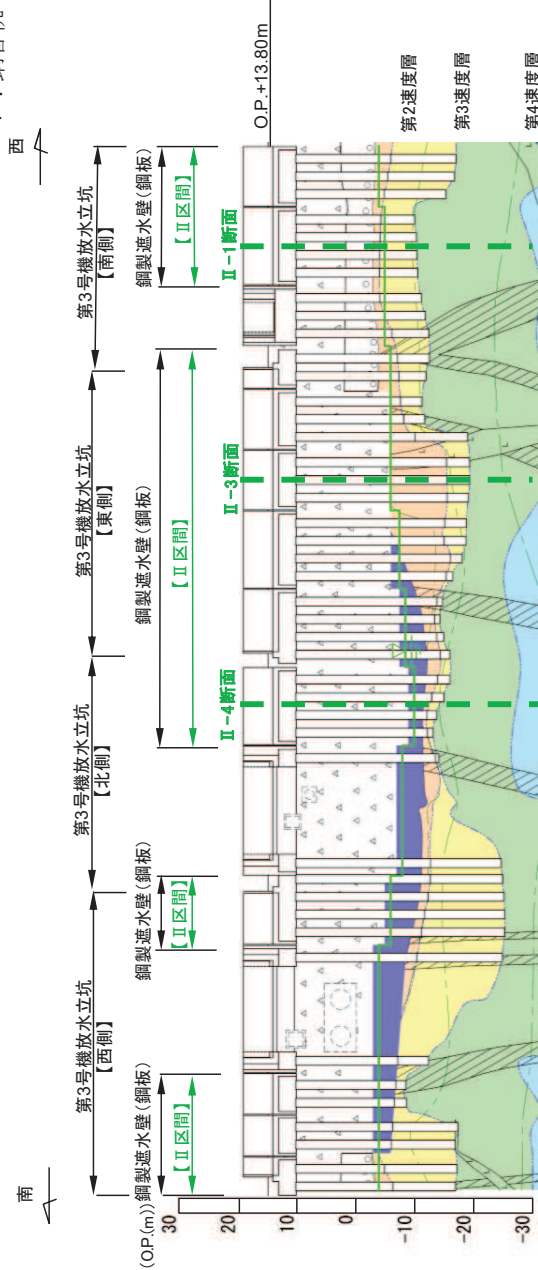
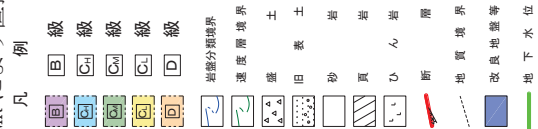


図 5.10.4-10(4) 評価候補断面の地質縦断面 (第3号機放水立坑)

\*: 鋼管杭下方の C<sub>1</sub>級岩盤部は MMR により置換

## (Ⅰ区間)

Ⅰ区間は第3号機海水ポンプ室に位置し、入力津波高さが0.P.+19.0mである。この区間は、岩盤上面が0.P.-15.0m付近に分布し、盛土・旧表土層が厚く堆積する。盛土・旧表土はおおむね水平成層をなしているが、地下水位以深の盛土・旧表土は液状化による影響を防止するために地盤改良を行う設計としている。

評価候補断面としては、表5.10.4-2に示した評価候補断面選定の指標を踏まえ、Ⅰ-1断面～Ⅰ-3断面を選定した。各断面を選定した理由を以下に示す。

### (選定理由)

#### [Ⅰ-1断面]

・岩盤上面が最も浅く改良地盤上面が最も浅い断面のため、より地震動が減衰しにくく、上部工に作用する慣性力が大きくなることにより、鋼板、鋼製支柱等の上部工及び下部工のフーチングに対して耐震・耐津波評価上影響を及ぼすことが想定される。

#### [Ⅰ-2断面]

・杭長が最も長く、改良地盤上層の盛土・旧表土が最も厚い断面のため、杭及び地盤の変位量が大きくなることにより、鋼管杭、フーチング等の主に下部工に対して耐震・耐津波評価上影響を及ぼすことが想定される。

#### [Ⅰ-3断面]

・Ⅰ-1断面同様、改良地盤上面が最も浅い断面のため、より地震動が減衰しにくく、上部工に作用する慣性力が大きくなることにより、鋼板、鋼製支柱等の上部工及び下部工のフーチングに対して耐震・耐津波評価上影響を及ぼすことが想定される。また、杭周辺の改良地盤が最も厚い断面でもあるため、改良地盤とその上層の盛土・旧表土との地震力の伝播特性の違い等により、鋼管杭、フーチング等、主に下部工に対して耐震・耐津波評価上影響を及ぼすことが想定される。

## (Ⅱ区間)

Ⅱ区間は第2号機海水ポンプ室の一部及び第3号機放水立坑に位置し、入力津波高さが0.P.+17.5m又は0.P.+18.1mである。この区間は、岩盤上面が0.P.-15.0m～0.P.-5.0m付近に分布し、Ⅰ区間と同様に盛土・旧表土層が厚く堆積する。盛土・旧表土はおおむね水平成層をなしており、地下水位以深の盛土・旧表土は液状化による影響を防止するために地盤改良を行う設計としている。

評価候補断面としては、表5.10.4-2に示した評価候補断面選定の指標を踏まえ、Ⅱ-1断面～Ⅱ-4断面を選定した。各断面を選定した理由を以下に示す。

### (選定理由)

#### [Ⅱ-1断面]

・岩盤上面が最も浅い断面であり、より地震動が減衰しにくく、上部工に作用する慣性力が大きくなることにより、鋼板、鋼製支柱等の上部工及び下部工のフーチングに対して耐震・耐津波評価上影響を及ぼすことが想定される。

#### [Ⅱ-2 断面]

- ・改良地盤上面が最も浅い断面で、上部工に作用する慣性力・津波荷重が大きくなることにより、鋼板、鋼製支柱等の上部工及び下部工のフーチングに対して耐震・耐津波評価上影響を及ぼすことが想定されるとともに、杭周辺の改良地盤層が最も厚い断面のため、改良地盤とその上層の盛土・旧表土との地震力の伝播特性の違い等により、鋼管杭、フーチング等、主に下部工に対して耐震・耐津波評価上影響を及ぼすことが想定される。

#### [Ⅱ-3 断面]

- ・杭長が最も長い断面のため、杭の変位量が大きくなることにより、鋼管杭、フーチング等、主に下部工に対して耐震・耐津波評価上影響を及ぼすことが想定される。

#### [Ⅱ-4 断面]

- ・改良地盤上層の盛土・旧表土が最も厚い断面のため、地盤の変位量が大きくなることにより、鋼管杭、フーチング等、主に下部工に対して耐震・耐津波評価上影響を及ぼすことが想定される。

### (Ⅲ区間)

Ⅲ区間は第2号機海水ポンプ室の一部及び第2号機放水立坑の一部に位置し、入力津波高さがO.P.+17.4m又はO.P.+18.1mである。この区間は、岩盤上面が露頭又は盛土・旧表土層を全深度地盤改良している。

評価候補断面としては、表5.10.4-2に示した評価候補断面選定の指標を踏まえ、盛土・旧表土層を全深度地盤改良している断面よりⅢ-1断面～Ⅲ-3断面を、岩盤上面が露頭している断面よりⅢ-4断面及びⅢ-5断面を選定した。各断面を選定した理由を以下に示す。

#### (選定理由)

##### [Ⅲ-1 断面]

- ・盛土・旧表土層を全深度地盤改良している断面のうち、岩盤上面が最も浅い断面であり、より地震動が減衰しにくく、上部工に作用する慣性力が大きくなることにより、鋼板、鋼製支柱等の上部工及び下部工のフーチングに対して耐震・耐津波評価上影響を及ぼすことが想定される。

##### [Ⅲ-2 断面]

- ・盛土・旧表土層を全深度地盤改良している断面のうち、杭周辺の改良地盤が最も厚い断面で、入力津波水位も最も高い断面のため、上部工に作用する慣性力・津波荷重が大きくなることにより、鋼板、鋼製支柱等の上部工及び下部工のフーチングに対して耐震・耐津波評価上影響を及ぼすことが想定される。

##### [Ⅲ-3 断面]

- ・同一基礎内の杭長差が全区間の中で最も大きい断面のため、応答差による鋼板へのねじれモードの影響等が大きくなることが想定されるため、耐震評価におけるフーチング等への影響について確認する断面として、評価対象断面として選定する。

##### [Ⅲ-4 断面, Ⅲ-5 断面]

- ・岩盤露頭部においては、断面毎に周辺状況等に有意な差が無い。そのため、第3速度層上

面の深さに着目し，第3速度層上面が最も浅い断面としてⅢ-4断面を，第3速度層上面が最も深い断面としてⅢ-5断面を選定する。

#### (IV区間)

IV区間は第2号機放水立坑の一部に位置し，入力津波高さがO.P.+17.4mである。この区間は，盛土・旧表土が分布しているが，盛土・旧表土は液状化による影響を防止するために地盤改良を行う設計としている。また，補機冷却海水系放水路逆流防止設備をフーチング部に間接支持する。

評価候補断面としては，全断面において周辺の地質等に有意な差が無いため，この区間の全断面（IV-1断面及びIV-2断面）を選定した。

c. 評価対象断面の絞り込み

下部工及び上部工それぞれの観点で選定した評価候補断面から、評価対象断面の絞り込みを行う。絞り込みは、1次元地震応答解析を用い、耐震・耐津波評価を行う上で厳しい断面を選定する。なお、1次元地震応答解析は、杭周辺の地下水位以深の盛土・旧表土が分布する場合には、地盤改良する設計としており、杭周辺に液状化検討対象層が分布せず、改良地盤周辺の地盤の液状化による影響が及ぶおそれがないと考えられることから、1次元全応力解析を用いる。

(a) 下部工の観点での評価対象断面の選定

下部工に関しては、鋼管杭径φ1500mmで杭板厚30mmの区間（Ⅰ区間及びⅡ区間）、鋼管杭径φ1500mmで杭板厚25mmの区間（Ⅲ区間）、鋼管杭径φ1200mmで杭板厚20mmの区間（Ⅳ区間）のそれぞれで、表5.10.4-3のうち下部工の観点で抽出した評価候補断面の中から評価対象断面を選定する。

なお、Ⅲ区間及びⅣ区間においては、岩盤中又は改良地盤中に鋼管杭が設置されており、下部工に対する地盤変形の影響は小さく、上部工の応答が支配的となることが想定されることから、(b)で選定される上部工に対する評価対象断面により代表する。

(Ⅰ区間)

耐震評価における下部工への影響として、杭上端（フーチング下面）の変位と最大せん断ひずみに着目し絞り込みを行う。

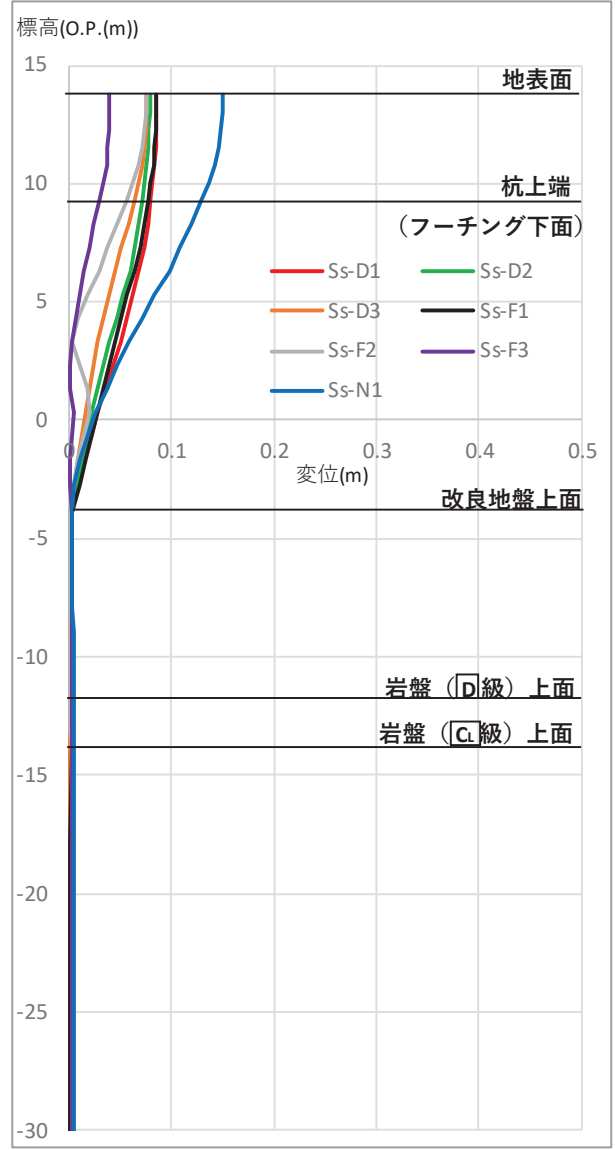
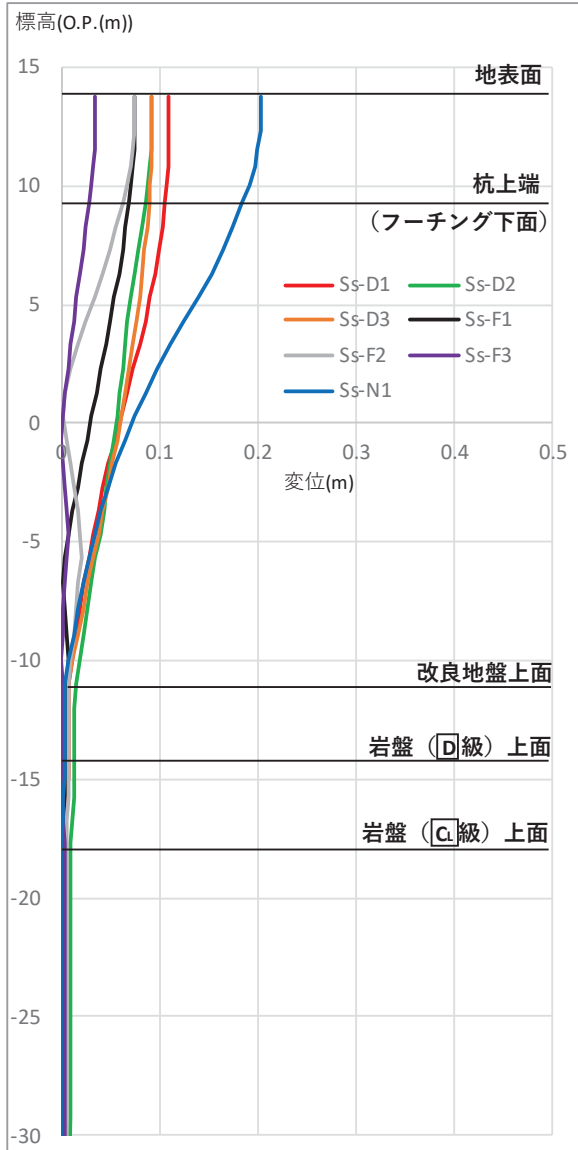
Ⅰ区間の評価対象断面選定結果を表5.10.4-4に、Ⅰ区間の評価候補断面における杭上端の最大変位発生時刻の変位分布を図5.10.4-11、最大せん断ひずみ発生時刻のせん断ひずみ分布を図5.10.4-12に示す。

Ⅰ区間よりⅠ-2断面を評価対象断面に選定する。

表 5.10.4-4 Ⅰ区間の評価対象断面選定結果

| 断面    | 杭上端変位<br>(m)               | 最大せん断<br>ひずみ               | 評価<br>対象<br>断面 | 選定結果  |
|-------|----------------------------|----------------------------|----------------|---|
| Ⅰ-2断面 | $\frac{0.185}{(S_s - N1)}$ | $\frac{0.015}{(S_s - N1)}$ | ○              | 変位、せん断ひずみ共に大きく、鋼管杭他に生じる断面力が大きくなることが想定されるため、評価対象断面に選定する。 |
| Ⅰ-3断面 | $\frac{0.129}{(S_s - N1)}$ | $\frac{0.014}{(S_s - N1)}$ | —              | —   |

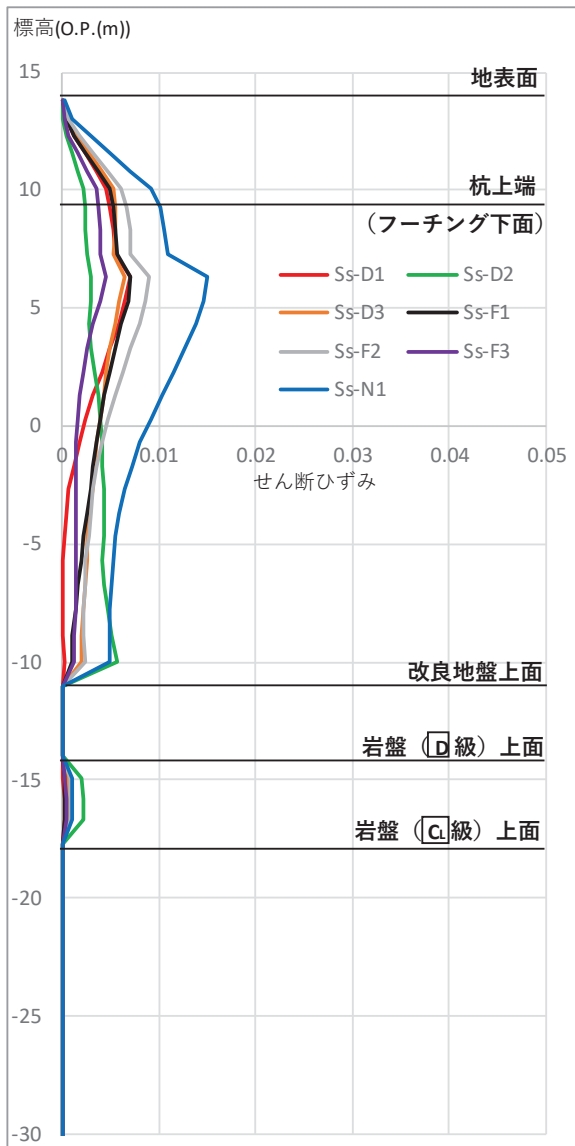
注記 ( ) 内は最大値が発生した地震動名を示す



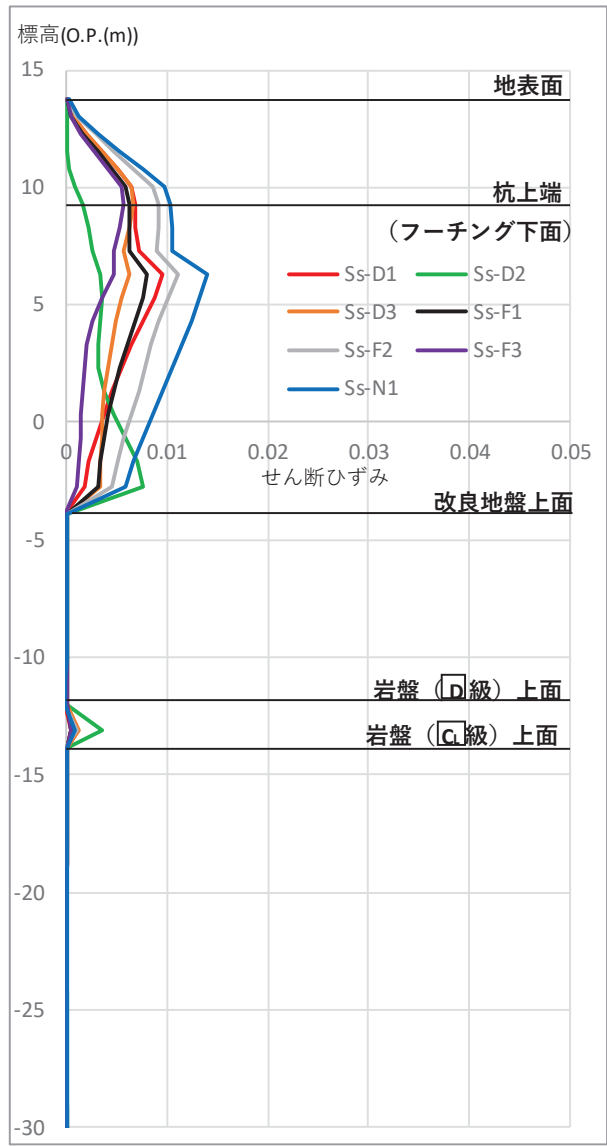
( I - 2 断面)

( I - 3 断面)

図 5. 10. 4-11 I 区間の評価候補断面における杭上端の最大変位発生時刻の変位分布



( I - 2 断面 )



( I - 3 断面 )

図 5.10.4-12 I 区間の評価候補断面における最大せん断ひずみ発生時刻のせん断ひずみ分布



(II 区間)

耐震評価における下部工への影響として、杭上端の変位と最大せん断ひずみに着目し絞り込みを行う。

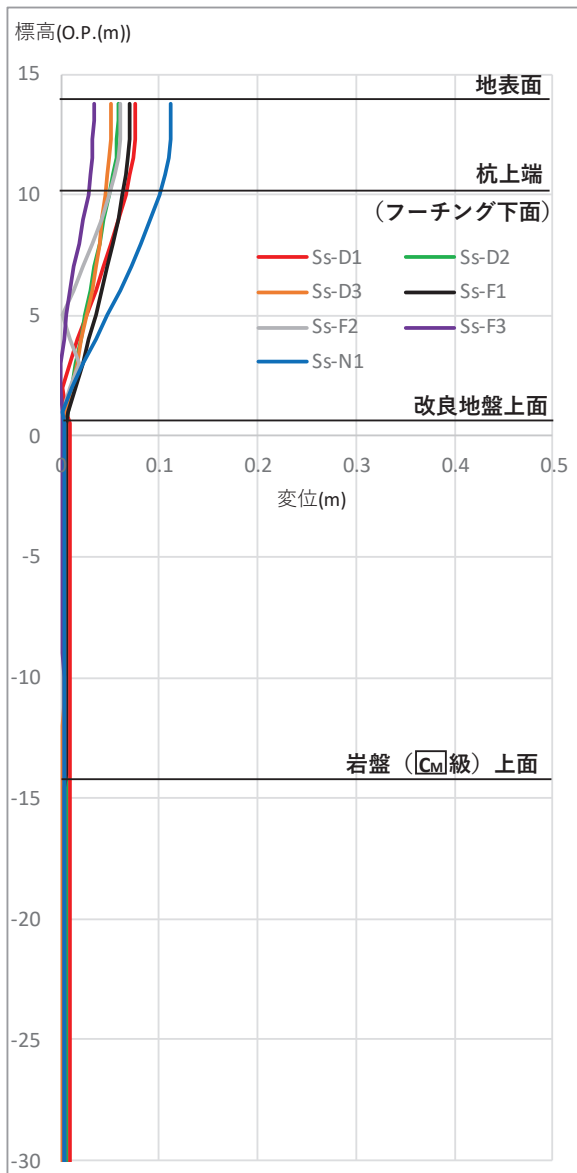
II 区間の評価対象断面選定結果を表 5.10.4-5 に、II 区間の評価候補断面における杭上端の最大変位発生時刻の変位分布を図 5.10.4-13、最大せん断ひずみ発生時刻のせん断ひずみ分布を図 5.10.4-14 に示す。

II 区間より II-3 断面を評価対象断面に選定する。

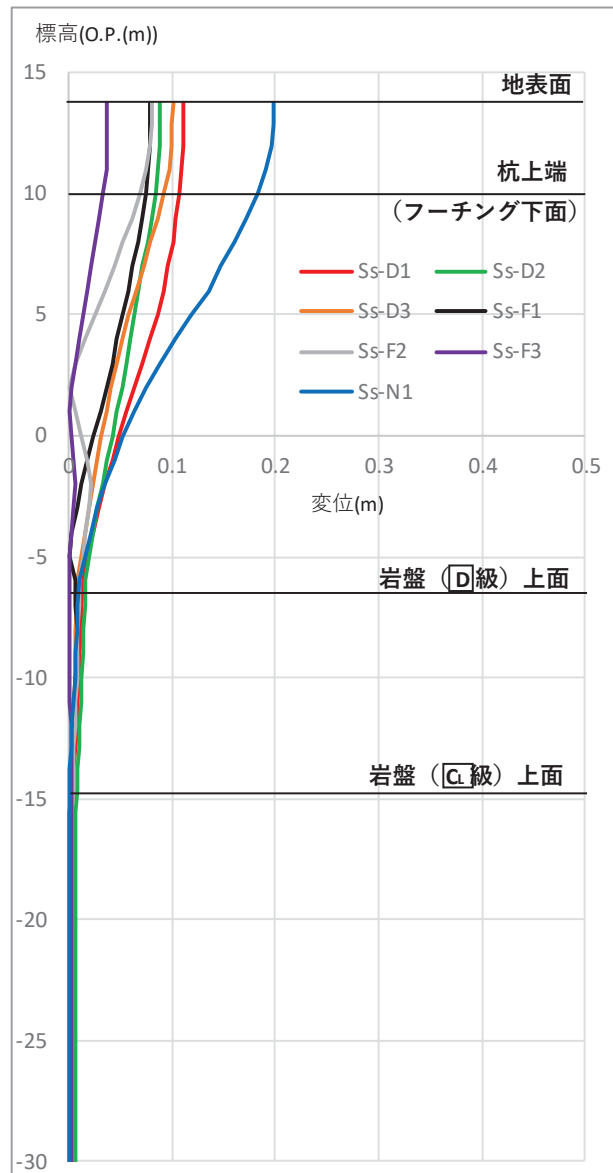
表 5.10.4-5 II 区間の評価対象断面選定結果

| 断面      | 杭上端変位<br>(m)                | 最大せん断<br>ひずみ                | 評価<br>対象<br>断面 | 選定結果  |
|---------|-----------------------------|-----------------------------|----------------|---|
| II-2 断面 | 0.100<br>(S s - N 1)        | 0.013<br>(S s - N 1)        | —              | —   |
| II-3 断面 | <u>0.183</u><br>(S s - N 1) | <u>0.017</u><br>(S s - N 1) | ○              | 変位，せん断ひずみ共に大きく，鋼管杭他に生じる断面力が大きくなることが想定されるため，評価対象断面に選定する。 |
| II-4 断面 | 0.168<br>(S s - N 1)        | 0.014<br>(S s - N 1)        | —              | —   |

注記 ( ) 内は最大値が発生した地震動名を示す。

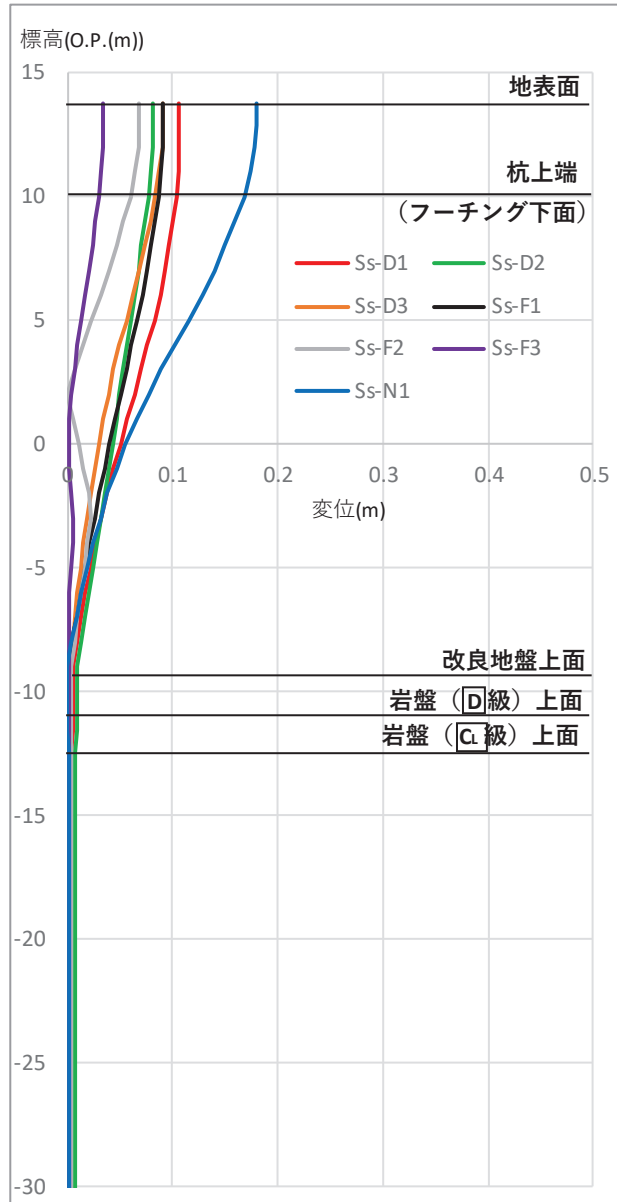


(II-2 断面)



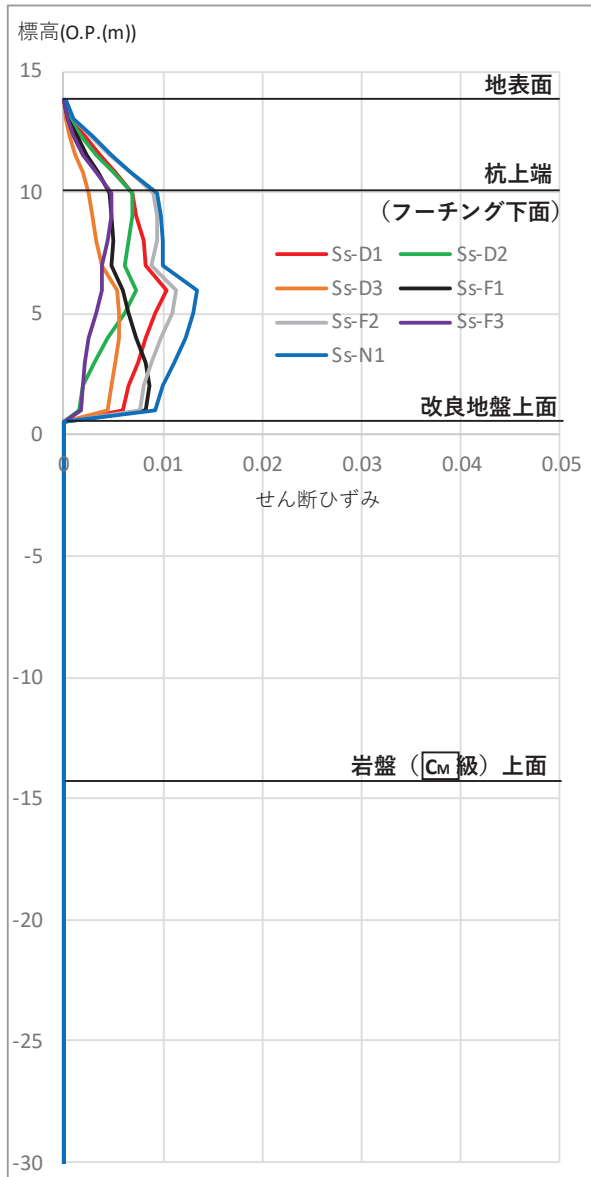
(II-3 断面)

図 5.10.4-13 (1) II 区間の評価候補断面における杭上端の最大変位発生時刻の変位分布

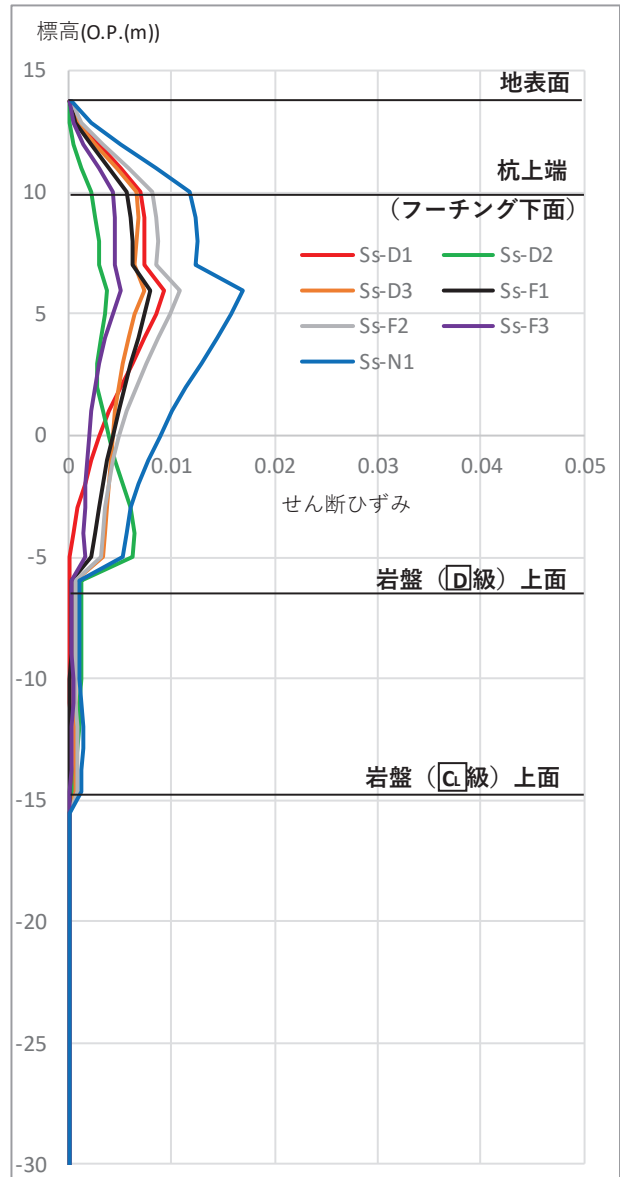


(Ⅱ-4断面)

図 5.10.4-13 (2) Ⅱ区間の評価候補断面における杭上端の最大変位発生時刻の変位分布

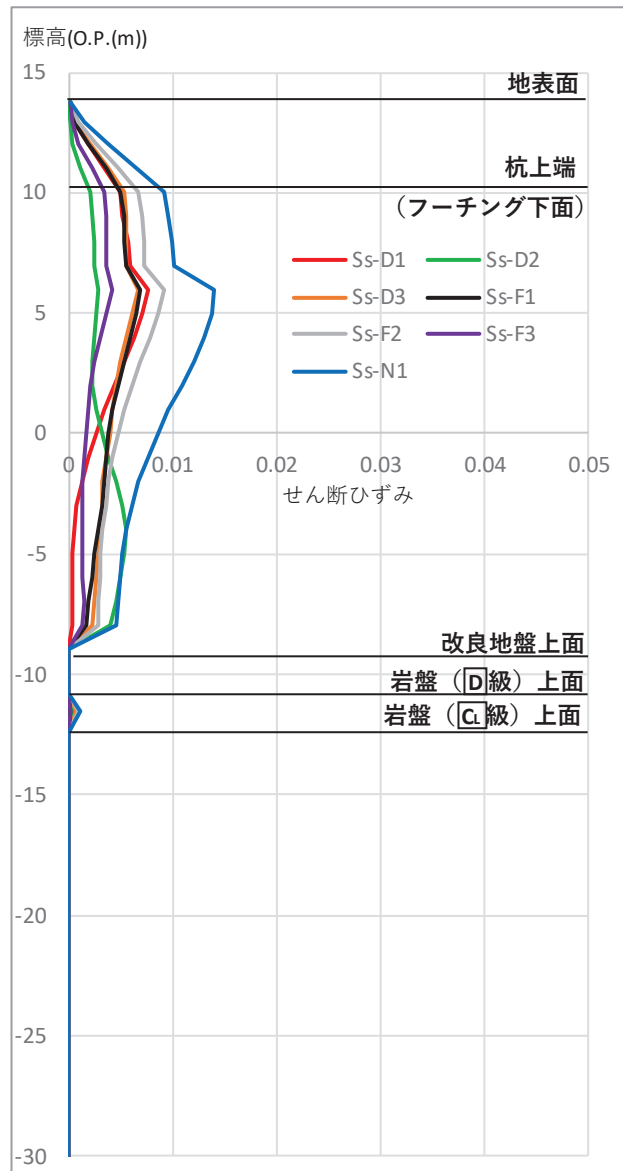


(II-2 断面)



(II-3 断面)

図 5.10.4-14 (1) II 区間の評価候補断面における最大せん断ひずみ発生時刻のせん断ひずみ分布



(Ⅱ-4断面)

図 5.10.4-14 (2) Ⅱ区間の評価候補断面における最大せん断ひずみ発生時刻のせん断ひずみ分布

(b) 上部工の観点での評価対象断面の選定

上部工に関しては、天端高さ 0.P.+20.0m 又は 0.P.+19.0m で鋼板板厚 16mm の区間（Ⅰ区間及びⅡ区間）、天端高さ 0.P.+19.0m で鋼板板厚 20mm の区間（Ⅲ区間）及び補機冷却海水系放水路逆流防止設備を間接支持する区間（Ⅳ区間）のそれぞれで評価対象断面を選定する。

（Ⅰ区間、Ⅱ区間）

Ⅰ区間及びⅡ区間の評価候補断面における水平震度、躯体自重及び慣性力を表 5.10.4-6 に、各断面における慣性力及び津波波圧並びに評価対象断面の選定結果を表 5.10.4-7 に示す。Ⅰ区間及びⅡ区間ではⅠ-1断面を評価対象断面に選定する。

表 5.10.4-6 Ⅰ区間及びⅡ区間における慣性力の整理

| 断面    | フーチング下面最大加速度<br>( $\text{cm/s}^2$ ) | 躯体自重*1<br>( $\text{kN/m}$ ) | 慣性力*2<br>( $\text{kN/m}$ ) | 備考       |
|-------|-------------------------------------|-----------------------------|----------------------------|----------|
| Ⅰ-1断面 | 474 (S s - D 1)                     | 350                         | 169                        | 地震時      |
|       | 325 (S d - D 2)                     |                             | 116                        | 津波+余震重畳時 |
| Ⅰ-2断面 | 451 (S s - N 1)                     | 350                         | 161                        | 地震時      |
|       | 222 (S d - D 2)                     |                             | 79                         | 津波+余震重畳時 |
| Ⅰ-3断面 | 464 (S s - D 2)                     | 350                         | 165                        | 地震時      |
|       | 319 (S d - D 2)                     |                             | 114                        | 津波+余震重畳時 |
| Ⅱ-1断面 | 497 (S s - N 1)                     | 300                         | 152                        | 地震時      |
|       | 339 (S d - D 2)                     |                             | 104                        | 津波+余震重畳時 |
| Ⅱ-2断面 | 487 (S s - F 2)                     | 300                         | 149                        | 地震時      |
|       | 369 (S d - D 2)                     |                             | 113                        | 津波+余震重畳時 |
| Ⅱ-3断面 | 525 (S s - N 1)                     | 300                         | 161                        | 地震時      |
|       | 256 (S d - D 2)                     |                             | 78                         | 津波+余震重畳時 |
| Ⅱ-4断面 | 451 (S s - N 1)                     | 300                         | 138                        | 地震時      |
|       | 235 (S d - D 2)                     |                             | 72                         | 津波+余震重畳時 |

注記（ ）内は最大値が発生した地震動名を示す。

\*1：単位長さ当たりの鋼製パネル，鋼製支柱，フーチング重量の合計

\*2：躯体自重×応答震度（フーチング下面最大加速度/980.665 ( $\text{cm/s}^2$ ））により算定

表 5. 10. 4-7 I 区間及びII 区間における評価対象断面選定結果

| 断面        | 地震時        | 津波+余震重畳時     |              |            |            | 評価対象断面 | 選定結果                                       |
|-----------|------------|--------------|--------------|------------|------------|--------|--|
|           | 慣性力 (kN/m) | 静水圧*1 (kN/m) | 動水圧*2 (kN/m) | 慣性力 (kN/m) | 計 (kN/m)   |        |  |
| I - 1 断面  | <u>169</u> | 137          | 53           | 116        | <u>306</u> | ○      | 地震時及び津波+余震重畳時における作用荷重が最も大きいため、評価対象断面に選定する。 |
| I - 2 断面  | 161        | 137          | 36           | 79         | 252        | (○)    | 下部工の観点で選定                                  |
| I - 3 断面  | 165        | 137          | 52           | 114        | 303        | —      | —  |
| II - 1 断面 | 152        | 69           | 28           | 104        | 201        | —      | —  |
| II - 2 断面 | 149        | 93           | 41           | 113        | 247        | —      | —  |
| II - 3 断面 | 161        | 69           | 21           | 78         | 168        | (○)    | 下部工の観点で選定                                  |
| II - 4 断面 | 138        | 69           | 19           | 72         | 160        | —      | —  |

\*1：各エリアの入力津波水位に基づく静水圧。

( I - 1 ~ I - 3 断面：0. P. +19. 0m (第 3 号機海水ポンプ室) ， II - 1 断面：0. P. +17. 5m (第 3 号機放水立坑) ， II - 2 断面：0. P. +18. 1m (第 2 号機海水ポンプ室) ， II - 3 ~ II - 4 断面：0. P. +17. 5m (第 3 号機放水立坑) )

\*2：各エリア別の入力津波水位に基づく動水圧として、表 5. 10. 4-6 に示す Sd-D2 の応答加速度を用いて、Westergaard 式により算定。



(Ⅲ区間)

Ⅲ区間の評価候補断面における水平震度と躯体自重を表 5.10.4-8 に、各断面における慣性力及び津波波圧並びに評価対象断面の選定結果を表 5.10.4-9 に示す。Ⅲ区間ではⅢ-2 断面及びⅢ-5 断面を評価対象断面に選定する。なお、同一基礎内の杭長差がⅠ～Ⅳ区間の全断面の中で最も大きいⅢ-3 断面についても、評価対象断面に選定する。

表 5.10.4-8 Ⅲ区間における慣性力の整理

| 断面     | フーチング下面最大加速度<br>( $\text{cm/s}^2$ ) | 躯体自重*1<br>( $\text{kN/m}$ ) | 慣性力*2<br>( $\text{kN/m}$ ) | 備考      |
|--------|-------------------------------------|-----------------------------|----------------------------|---------|
| Ⅲ-1 断面 | 1203 (S s - D 2)                    | 300                         | 368                        | 地震時     |
|        | 687 (S d - D 2)                     |                             | 210                        | 津波余震重畳時 |
| Ⅲ-2 断面 | 1193 (S s - D 2)                    | 300                         | 365                        | 地震時     |
|        | 693 (S d - D 2)                     |                             | 212                        | 津波余震重畳時 |
| Ⅲ-4 断面 | 706 (S s - F 3)                     | 300                         | 216                        | 地震時     |
|        | 386 (S d - D 2)                     |                             | 118                        | 津波余震重畳時 |
| Ⅲ-5 断面 | 1265 (S s - D 2)                    | 300                         | 387                        | 地震時     |
|        | 714 (S d - D 2)                     |                             | 218                        | 津波余震重畳時 |

注記 ( ) 内は最大値が発生した地震動名を示す。

\*1：単位長さあたりの鋼製パネル，鋼製支柱，フーチング重量の合計

\*2：躯体自重×応答震度（フーチング下面最大加速度/980.665 ( $\text{cm/s}^2$ ））により算定

表 5.10.4-9 III区間における評価対象断面選定結果

| 断面       | 地震時        | 津波+余震重畳時     |              |            |            | 評価対象断面 | 選定結果                                     |
|----------|------------|--------------|--------------|------------|------------|--------|--|
|          | 慣性力 (kN/m) | 静水圧*1 (kN/m) | 動水圧*2 (kN/m) | 慣性力 (kN/m) | 計 (kN/m)   |        |  |
| III-1 断面 | 368        | 65           | 53           | 210        | 328        | —      | —  |
| III-2 断面 | 365        | 93           | 77           | 212        | <u>382</u> | ○      | 津波余震重畳時における作用荷重が最も大きい<br>ため、評価対象断面に選定する。 |
| III-4 断面 | 216        | 65           | 30           | 118        | 213        | —      | —  |
| III-5 断面 | <u>387</u> | 65           | 56           | 218        | 339        | ○      | 地震時における作用荷重が最も<br>大きい<br>ため、評価対象断面に選定する。 |

\*1：各エリアの入力津波水位に基づく静水圧。

(III-1, III-4, III-5 断面：O.P.+17.4m (第2号機放水立坑), III-2 断面：O.P.+18.1m (第2号機海水ポンプ室))

\*2：各エリア別の入力津波水位に基づく動水圧として、表 5.10.4-8 に示す Sd-D2 の応答加速度を用いて、Westergaard 式により算定。

(IV区間)

IV区間の評価候補断面における水平震度と躯体自重を表 5.10.4-10 に、各断面における慣性力及び津波波圧並びに評価対象断面の選定結果を表 5.10.4-11 に示す。IV区間ではIV-2 断面を評価対象断面に選定する。

表 5.10.4-10 IV区間における慣性力の整理

| 断面      | フーチング下面最大加速度 (cm/s <sup>2</sup> ) | 躯体自重*1 (kN/m) | 慣性力*2 (kN/m) | 備考 |
|---------|-----------------------------------|---------------|--------------|----|
| IV-1 断面 | 1114 (S s - D 2)                  | 300           | 341          |    |
|         | 643 (S d - D 2)                   |               | 197          |    |
| IV-2 断面 | 1186 (S s - D 2)                  | 300           | 363          |    |
|         | 685 (S d - D 2)                   |               | 209          |    |

注記 ( ) 内は最大値が発生した地震動名を示す。

\*1：単位長さあたりの鋼製パネル，鋼製支柱，フーチング重量の合計

\*2：躯体自重×応答震度 (フーチング下面最大加速度/980.665 (cm/s<sup>2</sup>)) により算定

表 5. 10. 4-11 IV区間における評価対象断面選定結果

| 断面      | 地震時           | 津波+余震重畳時                    |                             |               |             | 評価対象断面 | 選定結果                                      |
|---------|---------------|-----------------------------|-----------------------------|---------------|-------------|--------|---|
|         | 慣性力<br>(kN/m) | 静水圧* <sup>1</sup><br>(kN/m) | 動水圧* <sup>2</sup><br>(kN/m) | 慣性力<br>(kN/m) | 計<br>(kN/m) |        |   |
| IV-1 断面 | 341           | 65                          | 50                          | 197           | 312         | —      | —   |
| IV-2 断面 | <u>363</u>    | 65                          | 53                          | 209           | <u>327</u>  | ○      | 地震時及び津波余震重畳時における作用荷重が最も大きいため、評価対象断面に選定する。 |

\*1：第2号機放水立坑の入力津波水位（O.P.+17.4m）に基づく静水圧。

\*2：各エリア別の入力津波水位に基づく動水圧として、表 5. 10. 4-10 に示す Sd-D2 の応答加速度を用いて、Westergaard 式により算定。

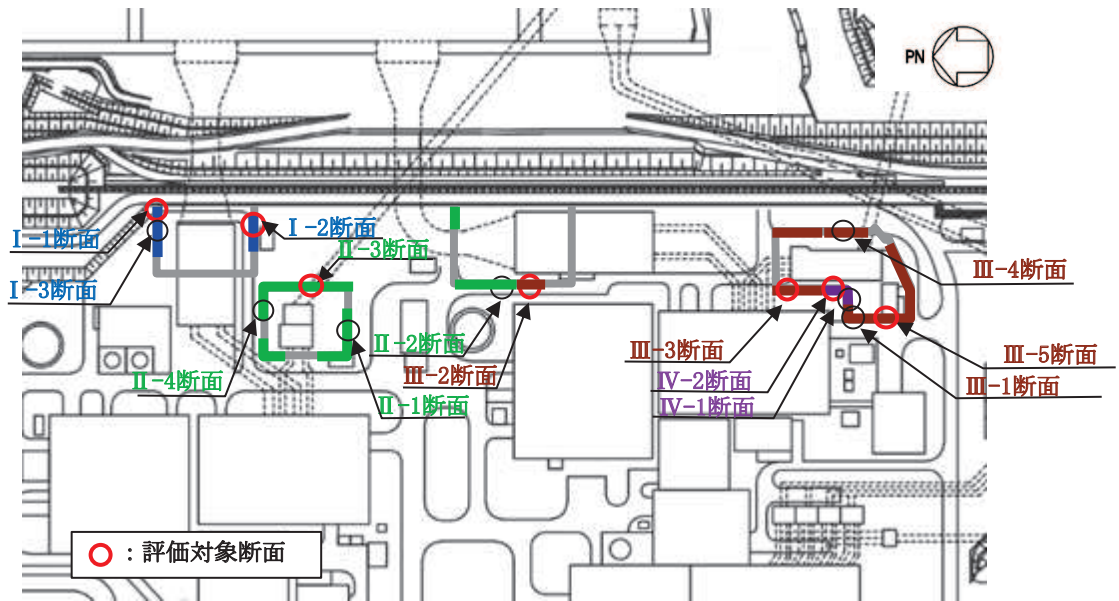
c. 断面選定結果

評価対象断面の選定結果を表 5. 10. 4-12 に、選定した評価対象断面図を図 5. 10. 4-15～図 5. 10. 4-16 に示す。

表 5.10.4-12 評価対象断面の選定結果

| 区間     | 断面    | 設置エリア<br>(入力津波水位)           | 周辺地質  | 間接支持<br>する設備 | 評価対象断面     |            | 選定理由  |
|--------|-------|-----------------------------|---|--------------|------------|------------|---|
|        |       |                             |   |              | 上部工の<br>観点 | 下部工<br>の観点 |   |
| I 区間   | I-1   | 第3号機海水ポンプ室<br>(O.P.+19.0 m) | 盛土・旧表土層が厚く堆積し、岩盤上面標高が低い。なお、地下水位が深い。盛土・旧表土層が地盤改良されている。 | -            | ○          | -          | I・II 区間の中で、地震時及び津波余震重畳時における作用荷重が最も大きく、上部工に生じる断面力が大きくなることが想定されるため評価対象断面に選定する。  |
|        | I-2   |                             |   |              | -          | ○          |   |
| II 区間  | II-3  | 第3号機放水立坑<br>(O.P.+17.5 m)   | 盛土・旧表土層が厚く堆積し、岩盤上面標高が低い。なお、地下水位が深い。盛土・旧表土層が地盤改良されている。 | -            | -          | ○          | II 区間の中で、杭上端の変位及び地盤に生じる最大せん断ひずみが最も大きく、下部工に生じる断面力が大きくなることが想定されるため、評価対象断面に選定する。 |
|        | III-2 | 第2号機海水ポンプ室<br>(O.P.+18.1 m) | 盛土・旧表土層が全深度地盤改良されており、盛土・旧表土層が分布しない。                   | -            | ○          | -          |   |
| III 区間 | III-3 | 第2号機放水立坑<br>(O.P.+17.4 m)   | 岩盤上面が露頭しており、盛土・旧表土層が分布しない。                            | -            | ○          | -          | 同一基礎内の杭長差が I～IV 区間の全断面の中で最も大きいいため、評価対象断面に選定する。                                |
|        | III-5 |                             |   |              | -          | ○          |   |
| IV 区間  | IV-2  | 第2号機放水立坑<br>(O.P.+17.4 m)   | 盛土・旧表土層が全深度地盤改良されており、盛土・旧表土層が分布しない。                   | ○*           | ○          | -          | IV 区間の中で、地震時及び津波+余震重畳時における作用荷重が最も大きく、上部工に生じる断面力が大きくなることが想定されるため評価対象断面に選定する。   |

\*：補機冷却海水系放水路逆流防止設備（フラップゲート）



| 区間       | 天端高さ<br>(m) | 鋼管杭<br>(SM570) |             | 鋼板<br>(SM570) | 間接<br>支持<br>構造物 |
|----------|-------------|----------------|-------------|---------------|-----------------|
|          |             | 杭径<br>(mm)     | 杭板厚<br>(mm) | 板厚<br>(mm)    |                 |
| ■ I 区間   | O.P.+20.0   | φ 1500         | 30          | 16            | —               |
| ■ II 区間  | O.P.+19.0   |                |             |               | —               |
| ■ III 区間 | O.P.+19.0   | φ 1500         | 25          | 20            | —               |
| ■ IV 区間  | O.P.+19.0   | φ 1200         | 20          | 16            | ○*              |

\*: 補機冷却海水系放水路逆流防止設備 (フラップゲート)

図 5.10.4-15 評価対象断面の平面配置図





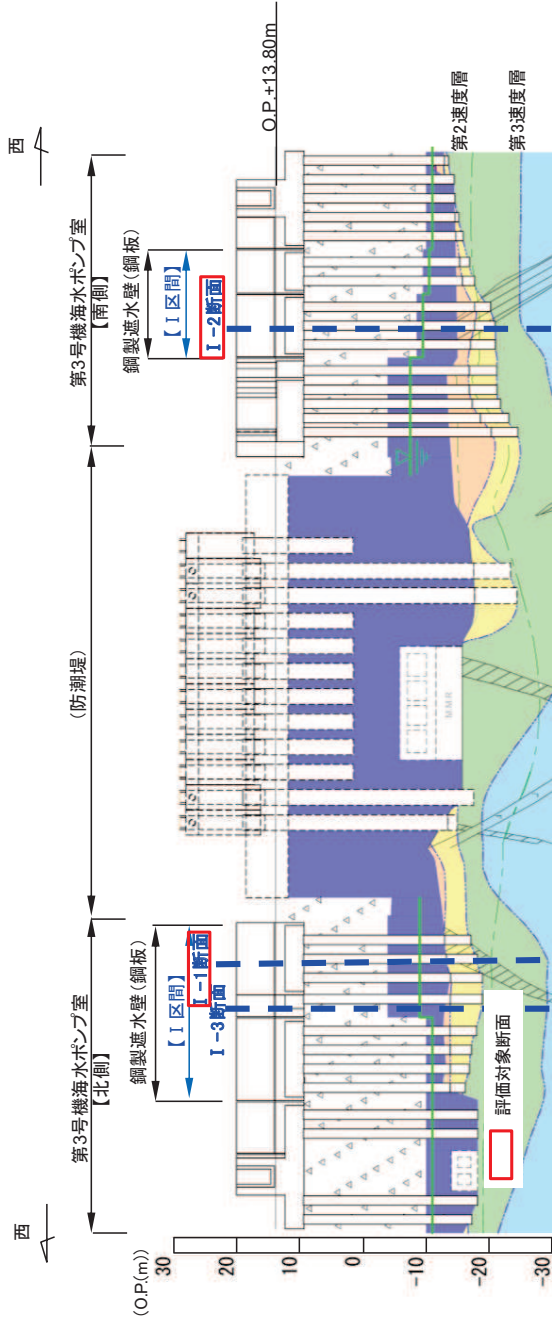
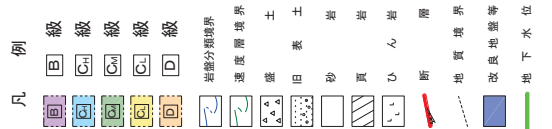


図 5.10.4-16(3) 評価対象断面の地質縦断面図 (第3号機海水ポンプ室)  
\* : 鋼管杭下方の C<sub>1</sub> 級岩盤部は MMR により置換

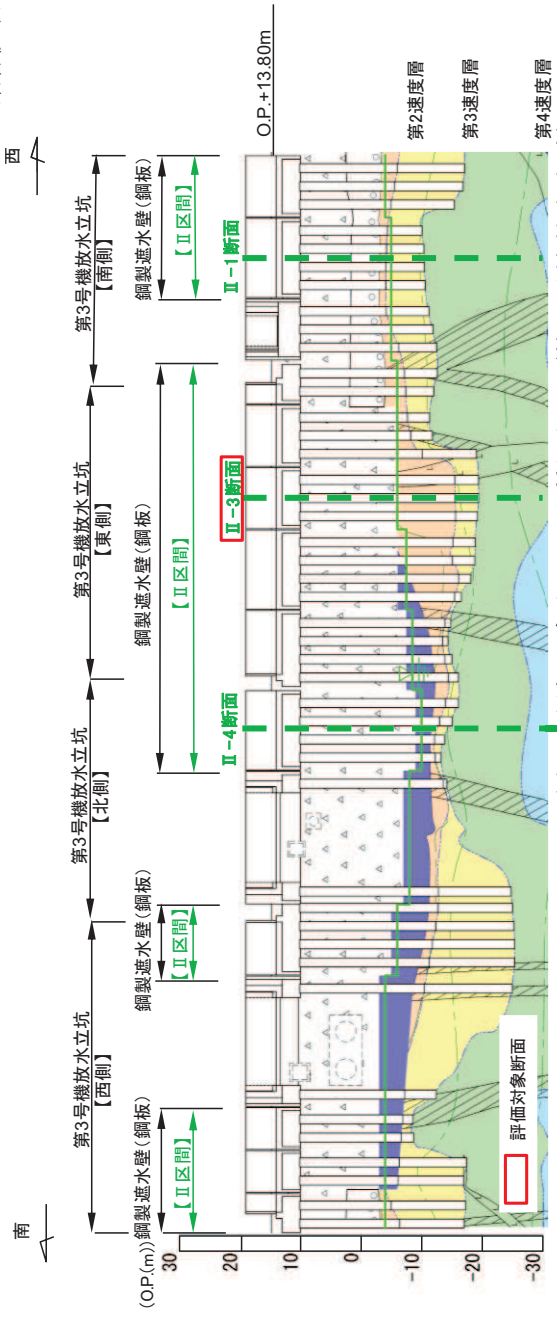
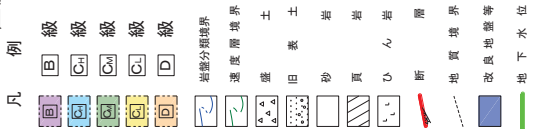


図 5.10.4-16(4) 評価対象断面の地質縦断面図 (第3号機放水立坑)  
\* : 鋼管杭下方の C<sub>1</sub> 級岩盤部は MMR により置換



(2) 鋼製遮水壁（鋼桁）

鋼製遮水壁（鋼桁）の平面配置図を図 5.10.4-17 に、正面図及び断面図を図 5.10.4-18～図 5.10.4-23 に示す。

鋼製遮水壁（鋼桁）は、海水ポンプ室及び地中構造物を横断し、フーチング上に設置した鉄筋コンクリート（RC）支柱に、支承ゴムを介して鋼桁を設置する構造物であり、フーチングと一体化した鋼管杭（一部、場所打ち杭）を介して十分な支持性能を有する岩盤に設置する。

上部工の天端は入力津波高さに応じて第 3 号機海水ポンプ室で O.P.+20.0m と第 2 号機海水ポンプ室、第 2 号機放水立坑及び第 3 号機放水立坑で O.P.+19.0m とし、鋼桁については、横断する構造物や設置状況、入力津波水位に応じて幅（奥行）1.0m～2.4m、たて 5.0m～6.0m、横 15.7m～47.1m とする。

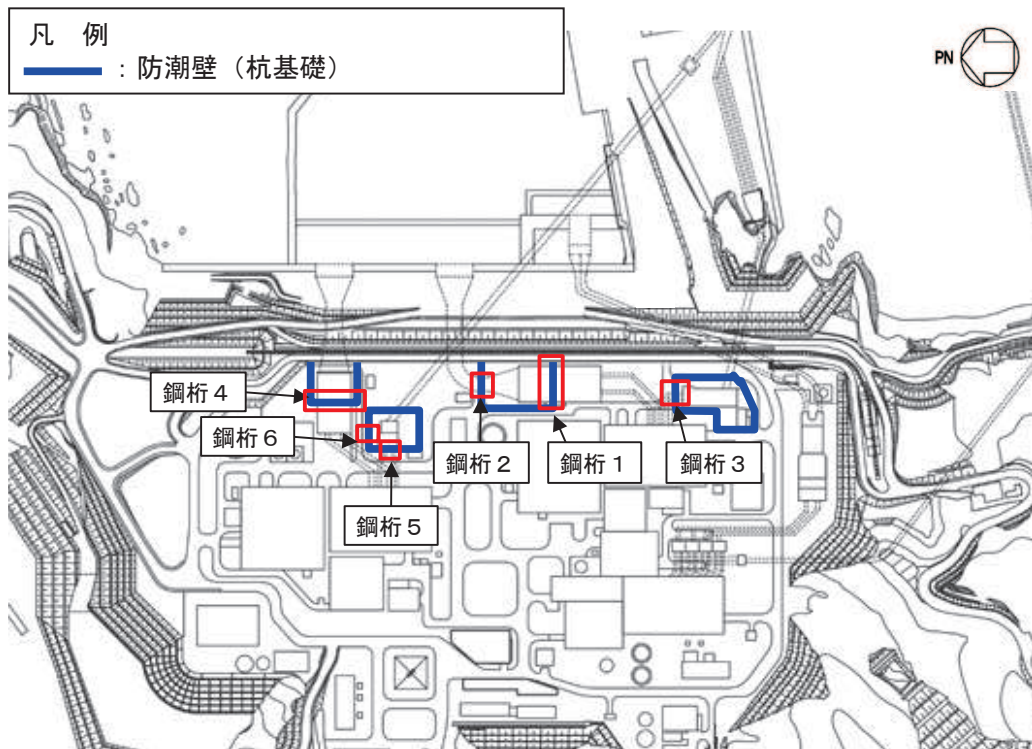
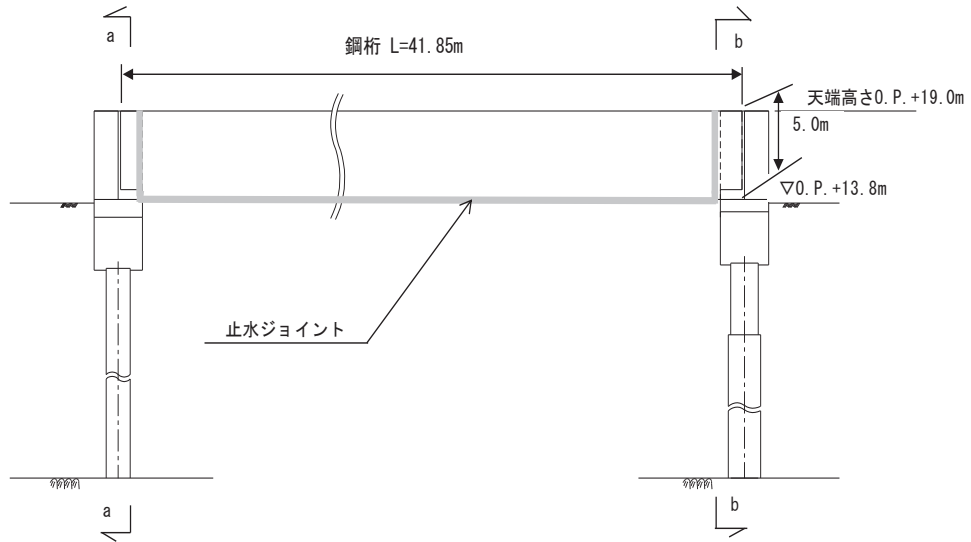
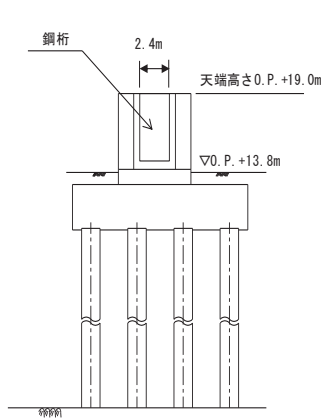


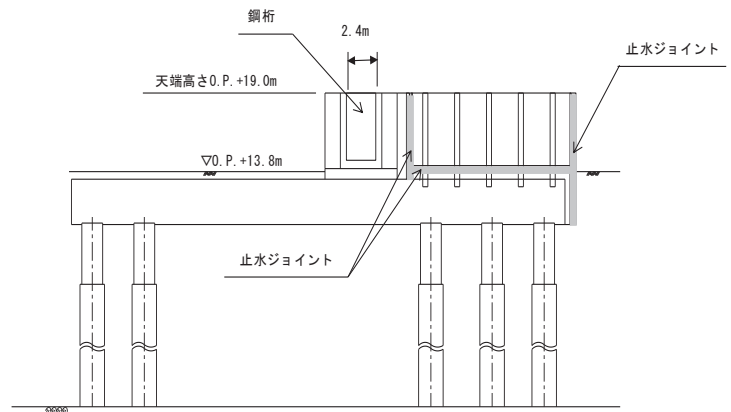
図 5.10.4-17 鋼製遮水壁（鋼桁）の平面配置図



正面図

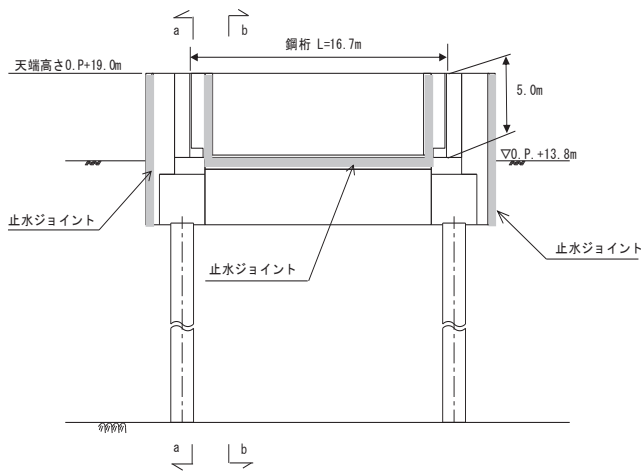


断面図  
(a-a断面)

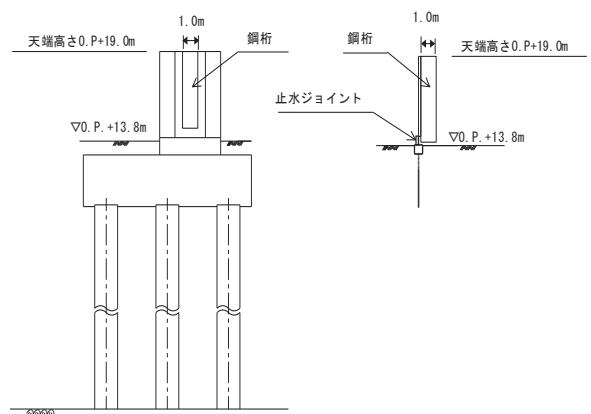


断面図  
(b-b断面)

図 5.10.4-18 鋼製遮水壁（鋼桁1） 正面図及び断面図



正面図



断面図  
(a-a断面)

断面図  
(b-b断面)

図 5.10.4-19 鋼製遮水壁（鋼桁2） 正面図及び断面図

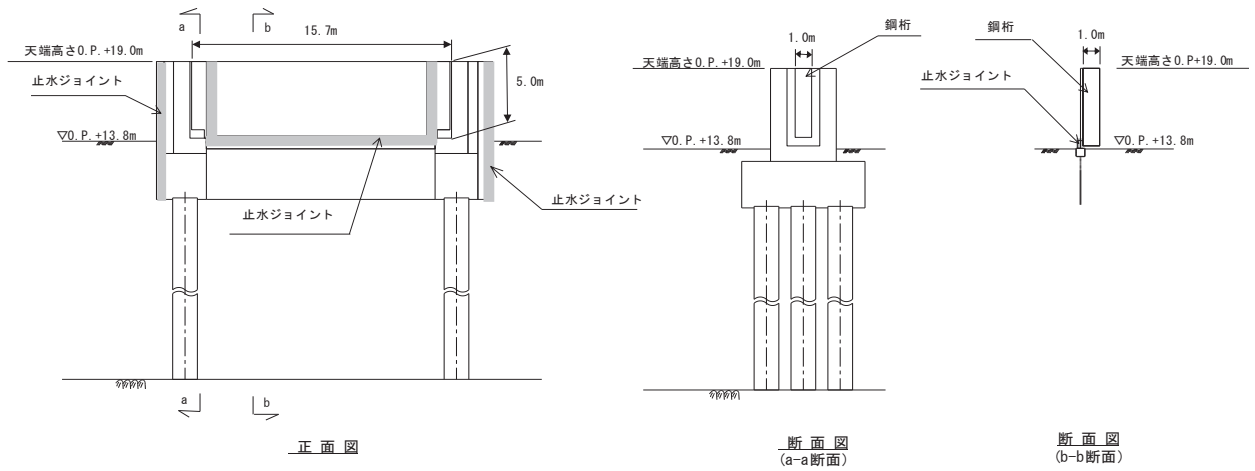


図 5.10.4-20 鋼製遮水壁（鋼桁 3） 正面図及び断面図

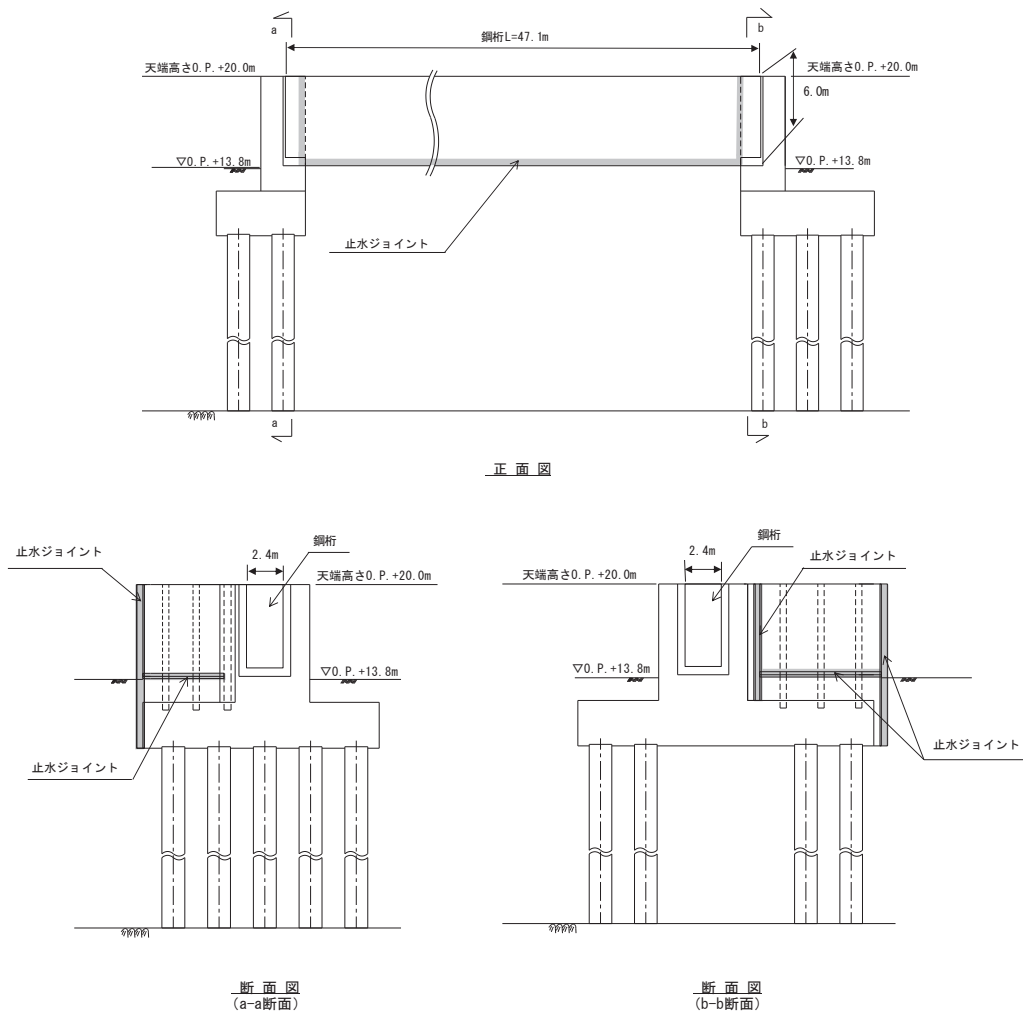


図 5.10.4-21 鋼製遮水壁（鋼桁 4） 正面図及び断面図

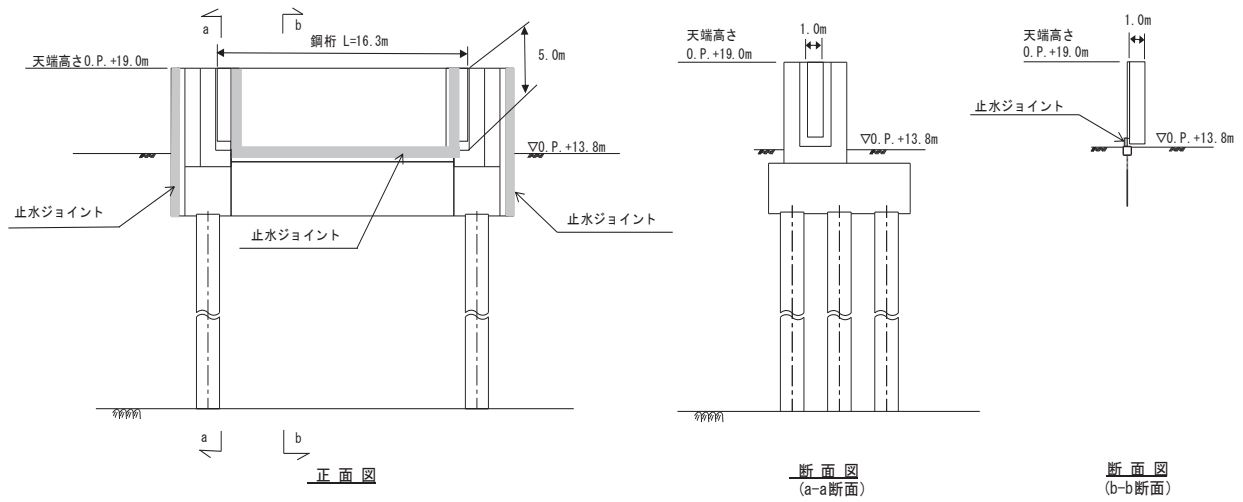


図 5.10.4-22 鋼製遮水壁（鋼桁 5） 正面図及び断面図

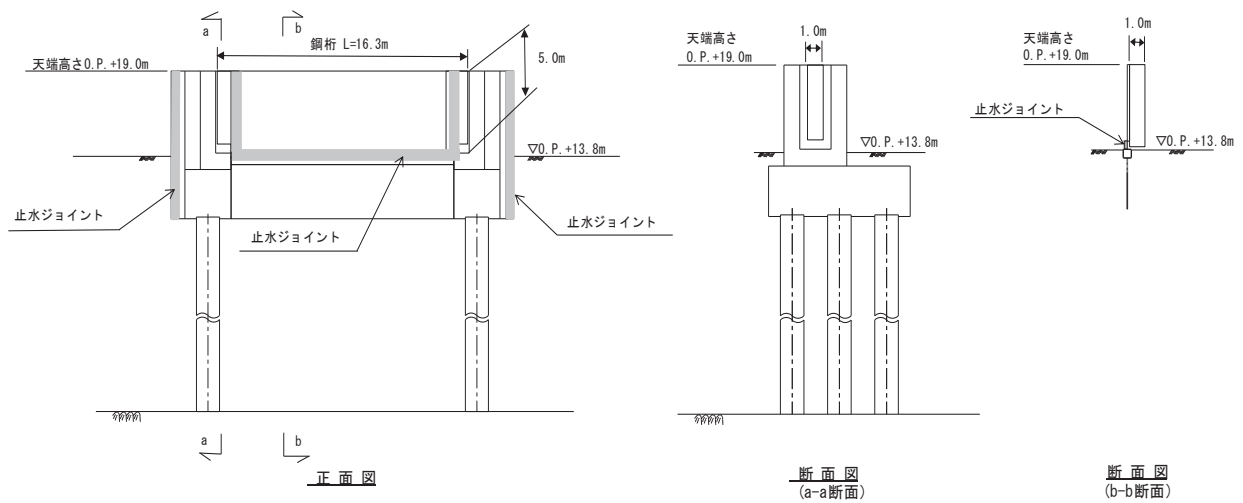


図 5.10.4-23 鋼製遮水壁（鋼桁 6） 正面図及び断面図

a. 評価対象断面の選定

鋼製遮水壁（鋼桁）の構造概要を表 5.10.4-13 に、地質縦断図を図 5.10.4-24 に示す。

鋼製遮水壁（鋼桁）は、海水ポンプ室や地中構造物を横断する箇所を設置しており、横断する構造物の大きさ等に応じて、鋼桁の幅が異なる等、構造的特徴が一律ではない。また、入力津波水位や周辺地質状況等についても設置位置毎に異なることから、評価断面の代表性は明確ではない。よって、鋼製遮水壁（鋼桁）は、すべての構造を評価対象断面とする。

また、鋼製遮水壁（鋼桁）は、上部工について、相対的に断面係数が大きい壁軸方向が強軸断面方向となる一方、下部工は上部工の壁軸直角方向加振時に鋼管杭基礎が連続的に配置されていることから、壁軸直角方向が強軸方向となる。よって、鋼製遮水壁（鋼桁）においては上部工、下部工それぞれの観点から壁軸方向及び壁軸直角方向それぞれの断面方向を評価対象断面とする。

評価対象断面の選定結果を表 5.10.4-14 に示す。

表 5.10.4-13 構造概要

| 断面   | 天端高さ<br>(m) | 鋼桁       |           |          | 入力津波高さ<br>(m)                    | 周辺地質  |
|------|-------------|----------|-----------|----------|----------------------------------|---|
|      |             | 幅<br>(m) | たて<br>(m) | 横<br>(m) |                                  |   |
| 鋼桁 1 | O.P. +19.0  | 2.4      | 5.0       | 41.85    | 0.P. +18.1<br>(第 2 号機海水<br>ポンプ室) | 盛土・旧表土層が厚く堆積し、岩盤上面標高が低い。なお、盛土・旧表土は地盤改良されている。        |
| 鋼桁 2 | O.P. +19.0  | 1.0      | 5.0       | 16.7     | 0.P. +18.1<br>(第 2 号機海水<br>ポンプ室) | 盛土・旧表土層が厚く堆積し、岩盤上面標高が低い。なお、地下水位以深の盛土・旧表土は地盤改良されている。 |
| 鋼桁 3 | O.P. +19.0  | 1.0      | 5.0       | 15.7     | 0.P. +17.4<br>(第 2 号機放水<br>立坑)   | 盛土・旧表土層が厚く堆積し、岩盤上面標高が低い。なお、盛土・旧表土は地盤改良されている。        |
| 鋼桁 4 | O.P. +20.0  | 2.4      | 6.0       | 47.1     | 0.P. +19.0<br>(第 3 号機海水<br>ポンプ室) | 盛土・旧表土層が厚く堆積し、岩盤上面標高が低い。なお、地下水位以深の盛土・旧表土は地盤改良されている。 |
| 鋼桁 5 | O.P. +19.0  | 1.0      | 5.0       | 16.3     | 0.P. +17.5<br>(第 3 号機放水<br>立坑)   | 盛土・旧表土層が厚く堆積し、岩盤上面標高が低い。なお、地下水位以深の盛土・旧表土は地盤改良されている。 |
| 鋼桁 6 | O.P. +19.0  | 1.0      | 5.0       | 16.3     | 0.P. +17.5<br>(第 3 号機放水<br>立坑)   | 盛土・旧表土層が厚く堆積し、岩盤上面標高が低い。なお、地下水位以深の盛土・旧表土は地盤改良されている。 |

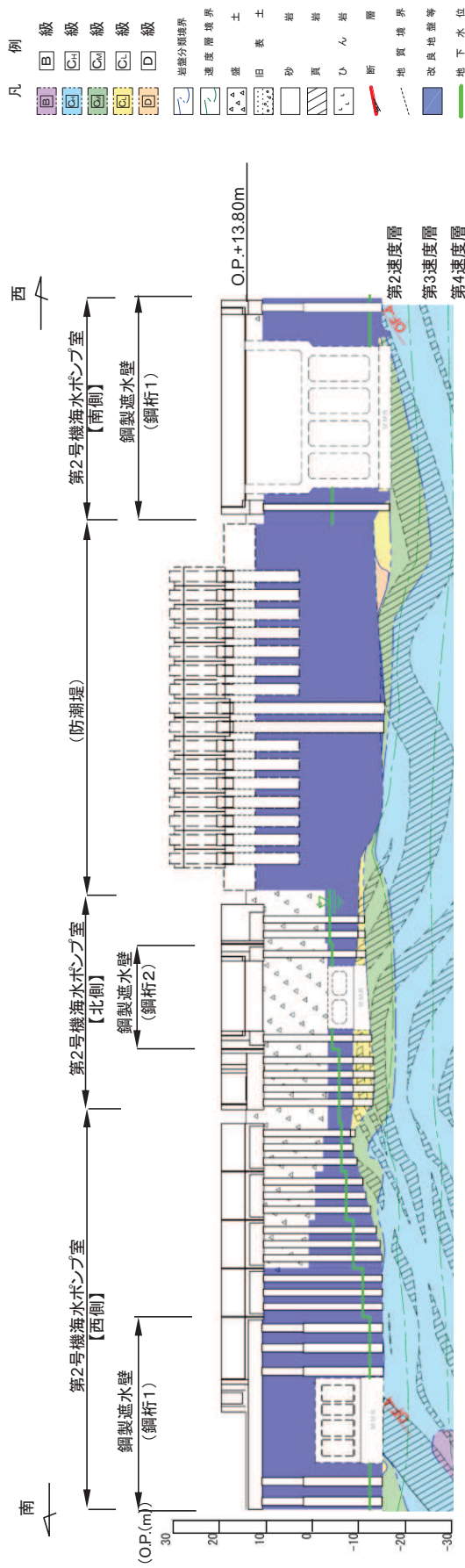


図 5.10.4-24(1) 鋼製遮水壁 (鋼桁) 周辺の地質状況 (第2号機海水ポンプ室)

\* : 鋼管杭下方の C<sub>4</sub> 級岩盤部は MMR により置換

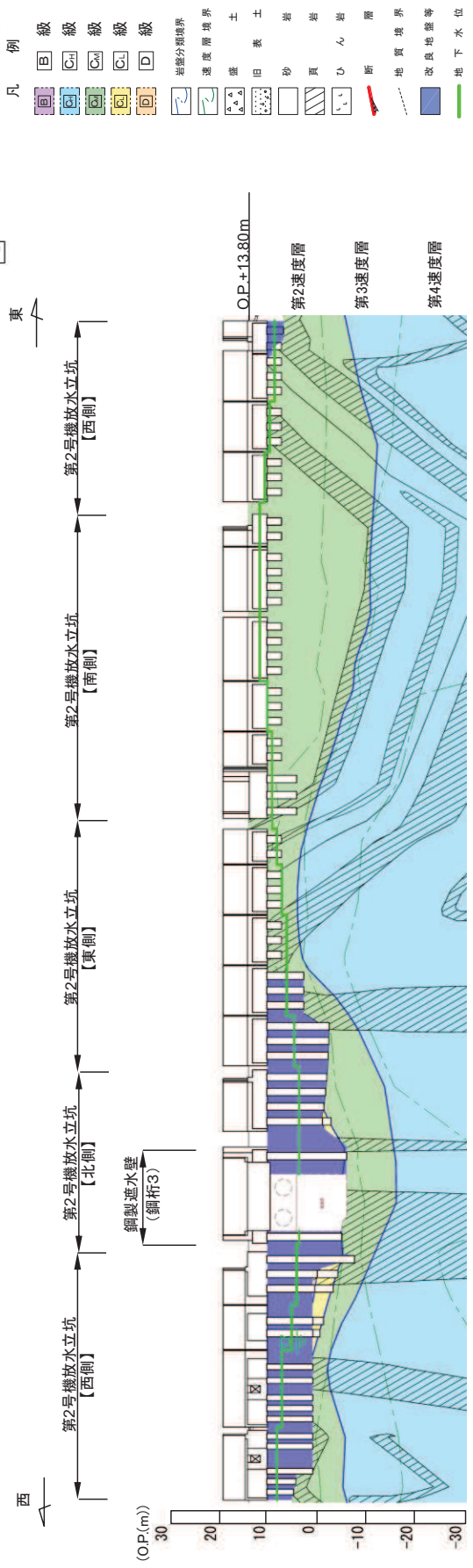


図 5.10.4-24(2) 鋼製遮水壁 (鋼桁) 周辺の地質状況 (第2号機放水立坑)

\* : 鋼管杭下方の C<sub>4</sub> 級岩盤部は MMR により置換



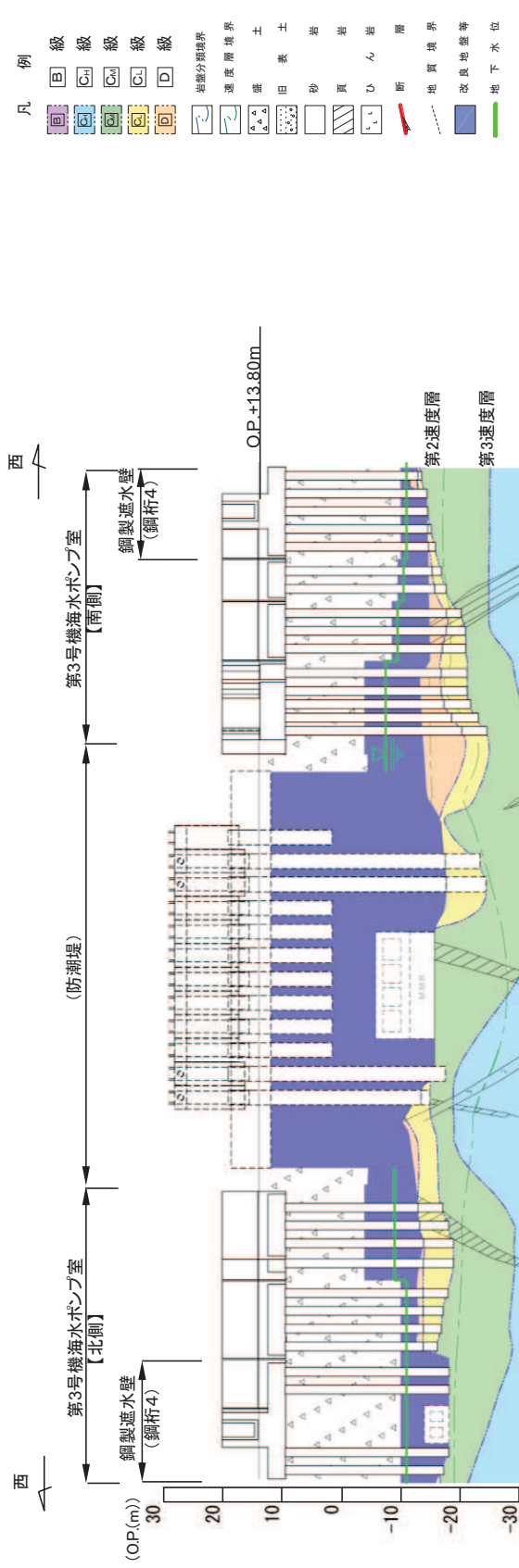


図 5.10.4-24(3) 鋼製遮水壁 (鋼桁) 周辺の地質状況 (第 3 号機海水ポンプ室)

\* : 鋼管杭下方の C<sub>1</sub> 級岩盤部は MMR により置換

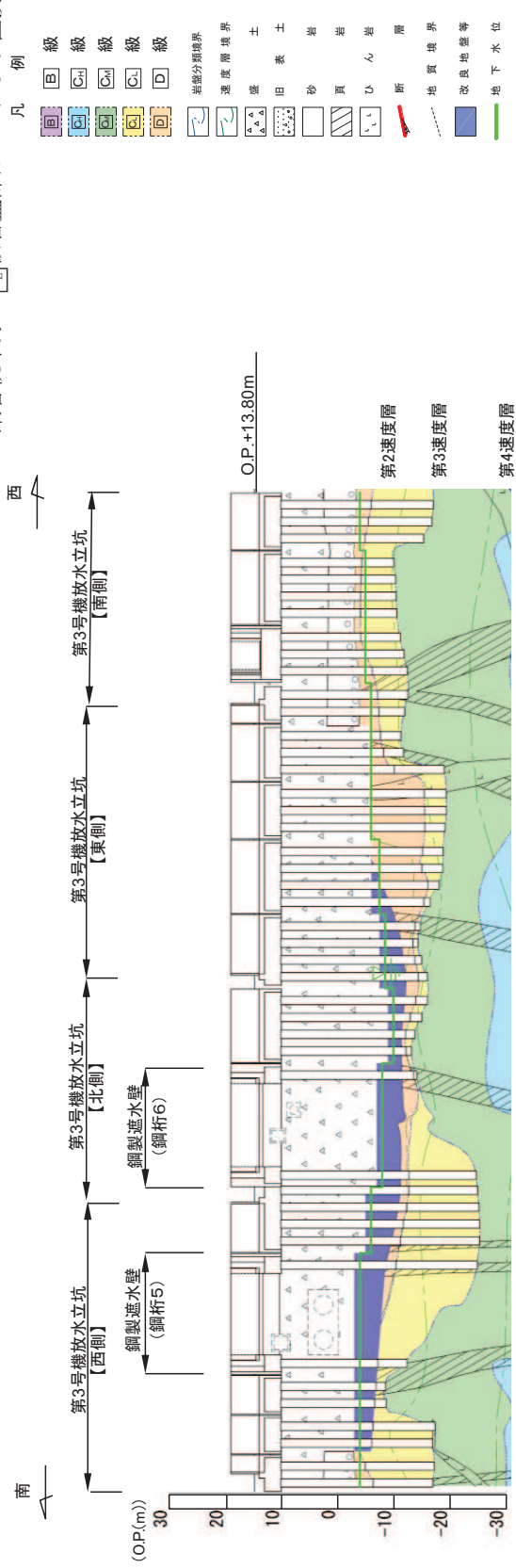


図 5.10.4-24(4) 鋼製遮水壁 (鋼桁) 周辺の地質状況 (第 3 号機放水立坑)

\* : 鋼管杭下方の C<sub>1</sub> 級岩盤部は MMR により置換

表 5.10.4-14 評価対象断面の選定結果

| 断面  | 天端高さ<br>(m) | 鋼桁       |           |          | 入力津波高さ<br>(m)             | 周辺地質   | 間接支持<br>する設備 | 評価対象<br>断面 | 選定結果   |
|-----|-------------|----------|-----------|----------|---------------------------|--|--------------|------------|--|
|     |             | 幅<br>(m) | たて<br>(m) | 横<br>(m) |                           |  |              |            |  |
| 鋼桁1 | O.P.+19.0   | 2.4      | 5.0       | 41.85    | O.P.+18.1<br>(第2号機海水ポンプ室) | 盛土・旧表土が厚く堆積し、岩盤上面<br>標高が低い。なお、盛土・旧表土は地<br>盤改良されている。        | —            | ○          | 上部工、下部工そ<br>れぞれの観点から<br>壁軸方向及び壁軸<br>直角方向それぞれ<br>の断面方向を評価<br>対象断面とする。 |
| 鋼桁2 | O.P.+19.0   | 1.0      | 5.0       | 16.7     |                           | 盛土・旧表土が厚く堆積し、岩盤上面<br>標高が低い。なお、地下水位以深の<br>盛土・旧表土は地盤改良されている。 | —            | ○          |  |
| 鋼桁3 | O.P.+19.0   | 1.0      | 5.0       | 15.7     | O.P.+17.4<br>(第2号機放水立坑)   | 盛土・旧表土が厚く堆積し、岩盤上面<br>標高が低い。なお、盛土・旧表土は地<br>盤改良されている。        | —            | ○          |  |
| 鋼桁4 | O.P.+20.0   | 2.4      | 6.0       | 47.1     |                           | 盛土・旧表土が厚く堆積し、岩盤上面<br>標高が低い。なお、地下水位以深の<br>盛土・旧表土は地盤改良されている。 | —            | ○          |  |
| 鋼桁5 | O.P.+19.0   | 1.0      | 5.0       | 16.3     | O.P.+17.5<br>(第3号機放水立坑)   | 盛土・旧表土が厚く堆積し、岩盤上面<br>標高が低い。なお、地下水位以深の<br>盛土・旧表土は地盤改良されている。 | 貫通部<br>止水処置  | ○          |  |
| 鋼桁6 | O.P.+19.0   | 1.0      | 5.0       | 16.3     |                           | 盛土・旧表土が厚く堆積し、岩盤上面<br>標高が低い。なお、地下水位以深<br>の盛土・旧表土は地盤改良されている。 | 貫通部<br>止水処置  | ○          |  |

### (3) 鋼製扉

鋼製扉の平面配置図を図 5.10.4-25 に、正面図及び断面図を図 5.10.4-26～図 5.10.4-29 に示す。

鋼製扉は、フーチング上に設置した鉄筋コンクリート（RC）支柱と鋼製扉を、扉取付部（ヒンジ）により接合した片開き式の構造物であり、フーチングと一体化した鋼管杭を介して十分な支持性能を有する岩盤に設置する。

上部工の天端は入力津波高さに応じて第 3 号機海水ポンプ室で O.P. +20.0m と第 2 号機海水ポンプ室、第 2 号機放水立坑及び第 3 号機放水立坑で O.P. +19.0m とし、扉体については、いずれも幅（奥行）0.6m、横 5.9m とする。

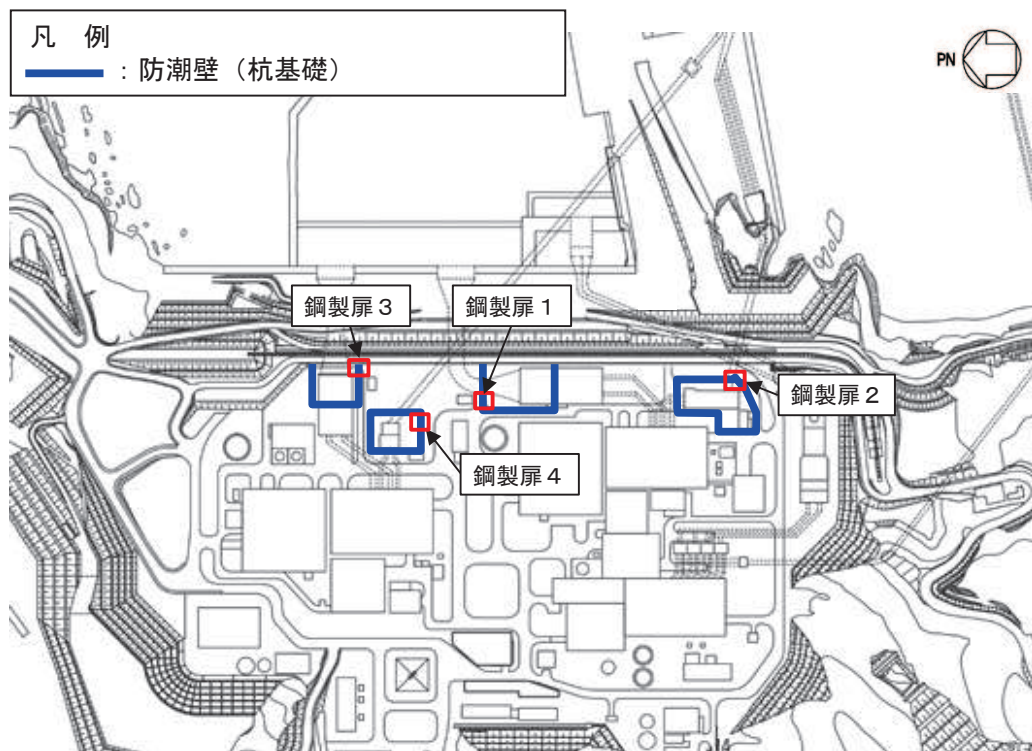


図 5.10.4-25 鋼製扉の平面配置図

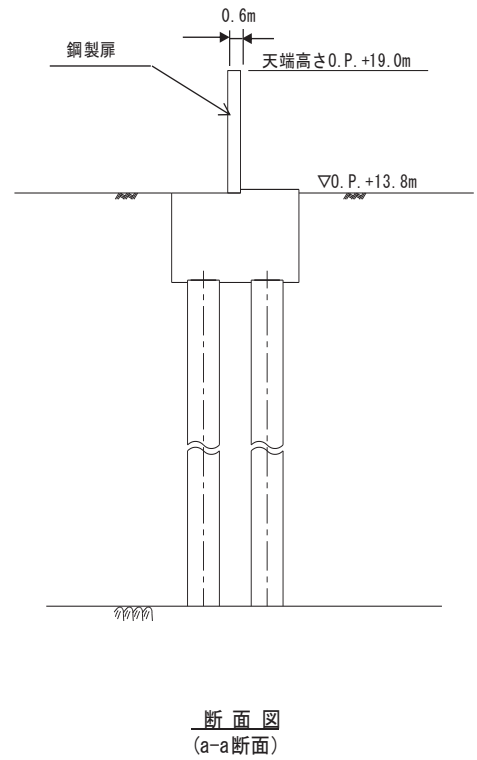
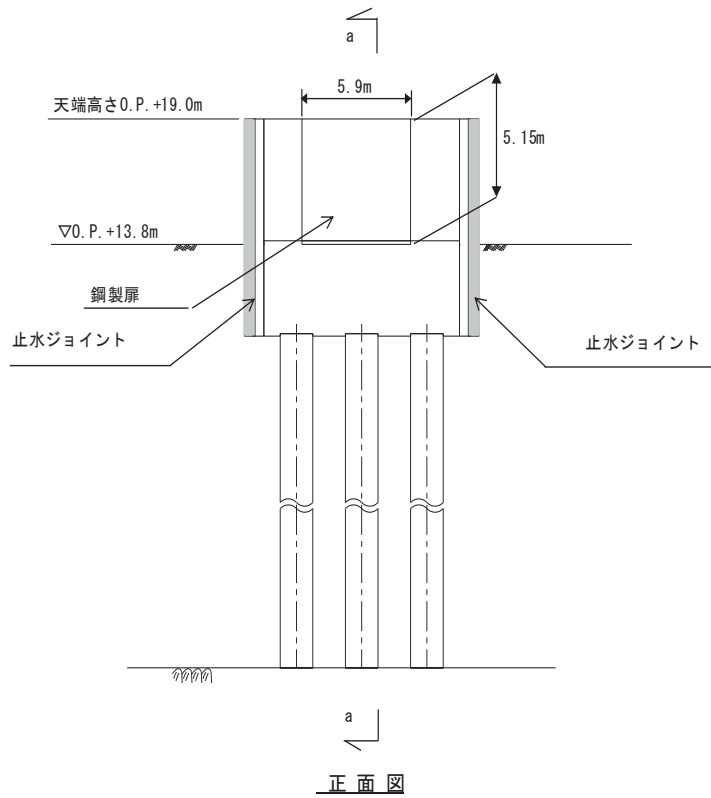


図 5.10.4-26 鋼製扉 1 正面図及び断面図  
(第 2 号機海水ポンプ室)

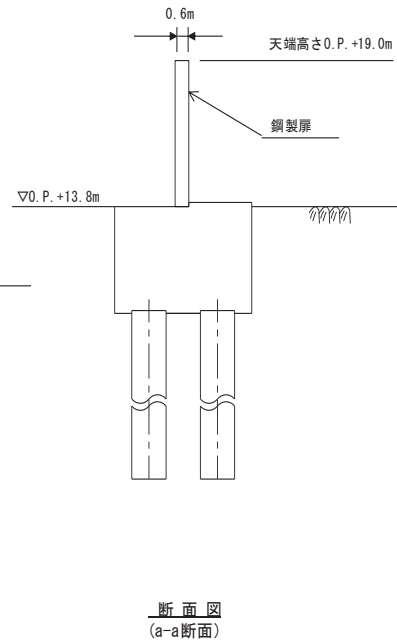
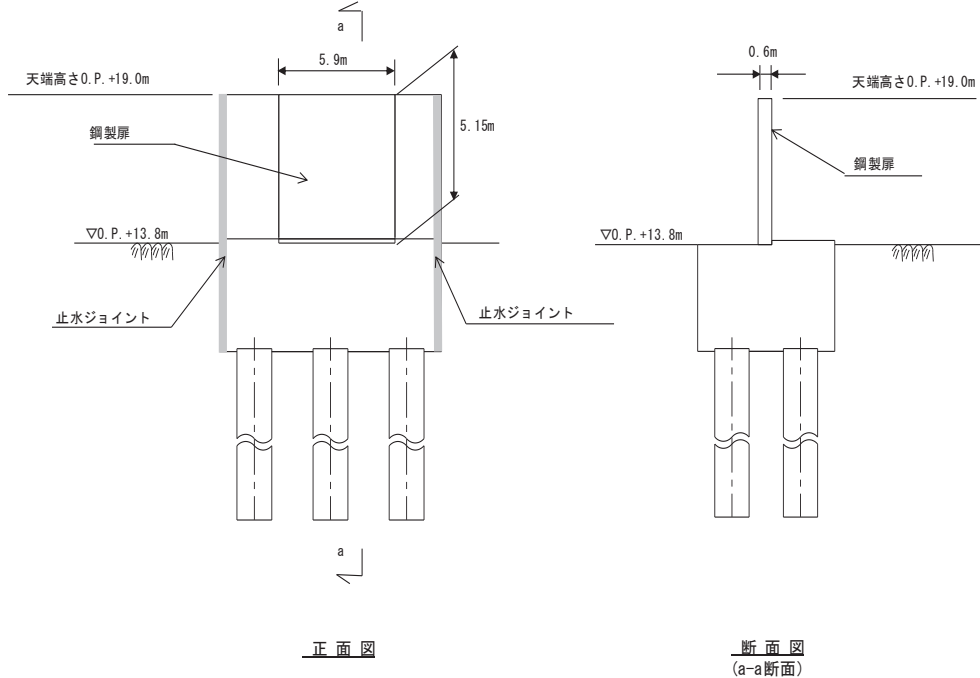


図 5.10.4-27 鋼製扉 2 正面図及び断面図  
(第 2 号機放水立坑)

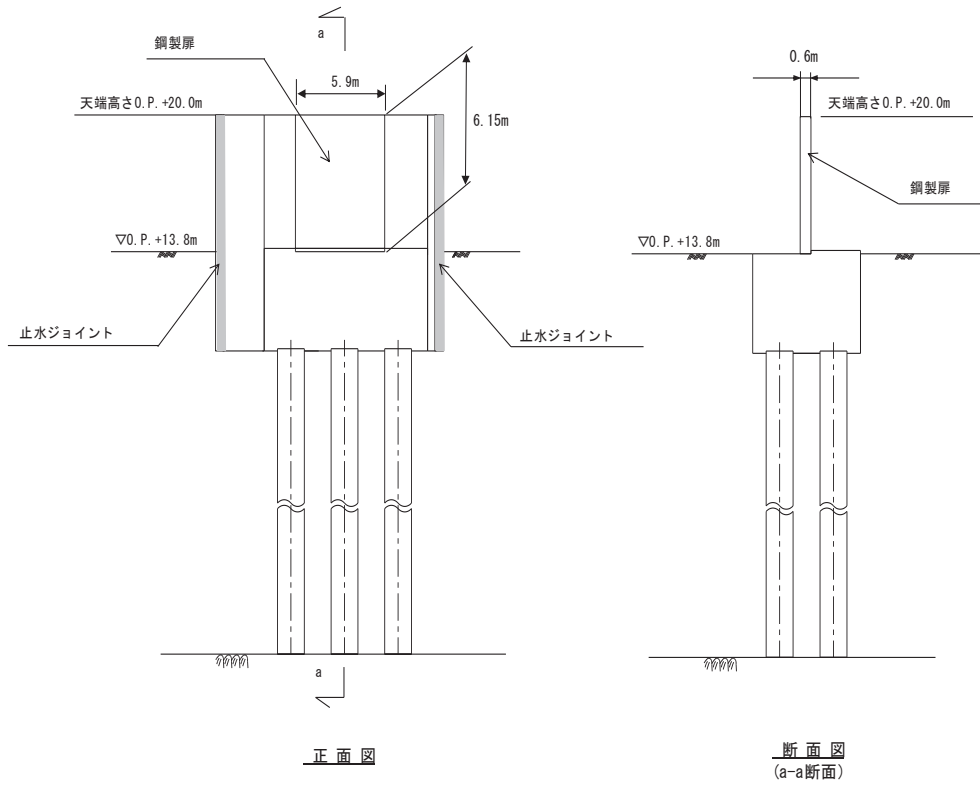


図 5. 10. 4-28 鋼製扉 3 正面図及び断面図  
(第 3 号機海水ポンプ室)

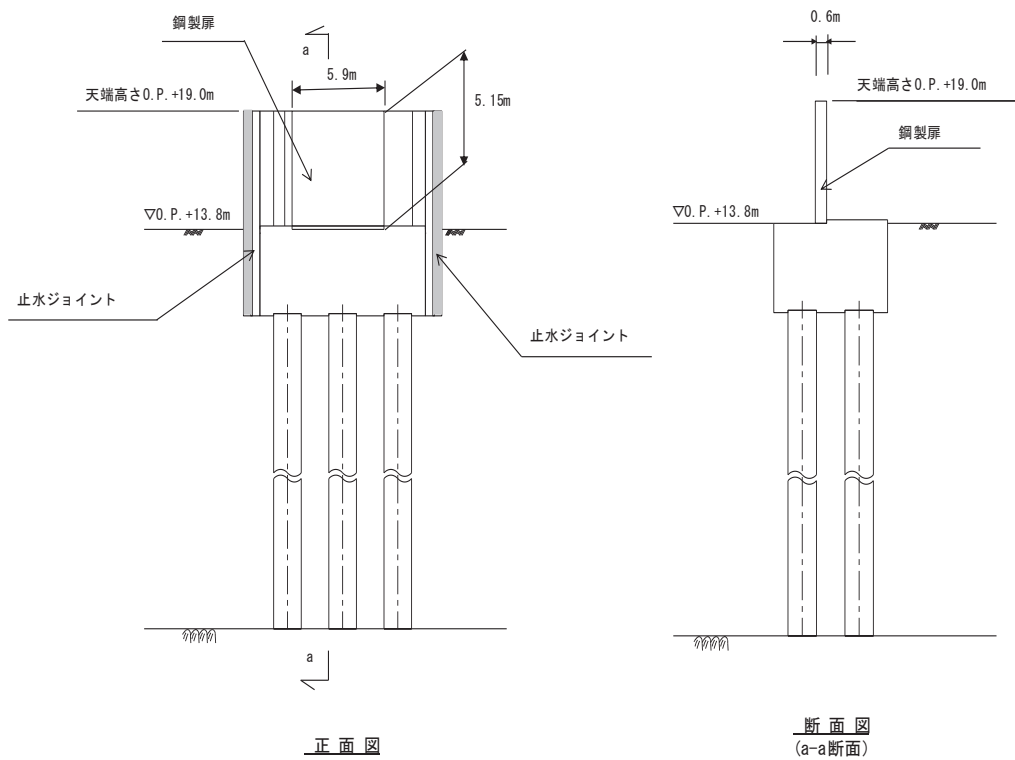


図 5. 10. 4-29 鋼製扉 4 正面図及び断面図  
(第 3 号機放水立坑)

a. 評価候補断面の整理

設置位置毎の構造概要を表 5.10.4-15 に、周辺の地質状況を図 5.10.4-30 に示す。

評価対象断面の選定にあたっては、上部工（扉体、支柱等）への影響として慣性力と津波荷重が支配的となること、下部工（杭体、フーチング等）への影響は、地盤変形の影響と上部工からの反力が支配的となることが想定される。よって、上部工と下部工それぞれに与える耐震評価上の影響の大小に対して指標が一致しないおそれがあることから、上部工・下部工それぞれに与える影響の観点で評価対象断面を選定する。

表 5.10.4-15 構造概要

| 断面       | 天端高さ<br>(m)  | 鋼管杭        |             | 扉体       |           |          | 入力津波高さ<br>(m)                      | 周辺地質   |
|----------|--------------|------------|-------------|----------|-----------|----------|------------------------------------|--|
|          |              | 杭径<br>(mm) | 杭板厚<br>(mm) | 幅<br>(m) | たて<br>(m) | 横<br>(m) |                                    |  |
| 鋼製扉<br>1 | 0. P. +19. 0 | φ 1500     | 30          | 0. 6     | 5. 15     | 5. 9     | 0. P. +18. 1<br>(第 2 号機海水<br>ポンプ室) | 盛土・旧表土が厚く<br>堆積し、岩盤上面標<br>高が低い。なお、地<br>下水位以深の盛土・<br>旧表土は地盤改良さ<br>れている。 |
| 鋼製扉<br>2 | 0. P. +19. 0 | φ 1500     | 25          | 0. 6     | 5. 15     | 5. 9     | 0. P. +17. 4<br>(第 2 号機放水<br>立坑)   | 盛土・旧表土が分布<br>せず、岩盤上面が露<br>頭している。                                       |
| 鋼製扉<br>3 | 0. P. +20. 0 | φ 1500     | 30          | 0. 6     | 6. 15     | 5. 9     | 0. P. +19. 0<br>(第 3 号機海水<br>ポンプ室) | 盛土・旧表土が厚く<br>堆積し、岩盤上面標<br>高が低い。なお、地<br>下水位以深の盛土・<br>旧表土は地盤改良さ<br>れている。 |
| 鋼製扉<br>4 | 0. P. +19. 0 | φ 1500     | 30          | 0. 6     | 5. 15     | 5. 9     | 0. P. +17. 5<br>(第 3 号機放水<br>立坑)   | 盛土・旧表土が厚く<br>堆積し、岩盤上面標<br>高が低い。  |



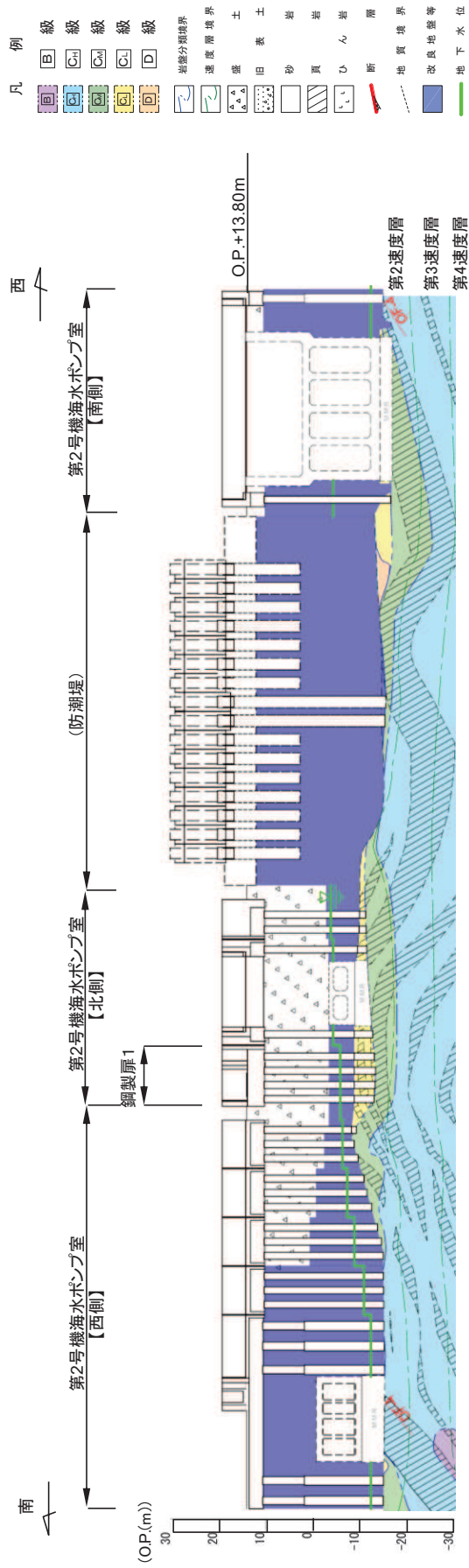


図 5.10.4-30(1) 鋼製扉周辺の地質状況 (第2号機海水ポンプ室)

\*: 鋼管杭下方のC<sub>1</sub>級岩盤部は MMR により置換

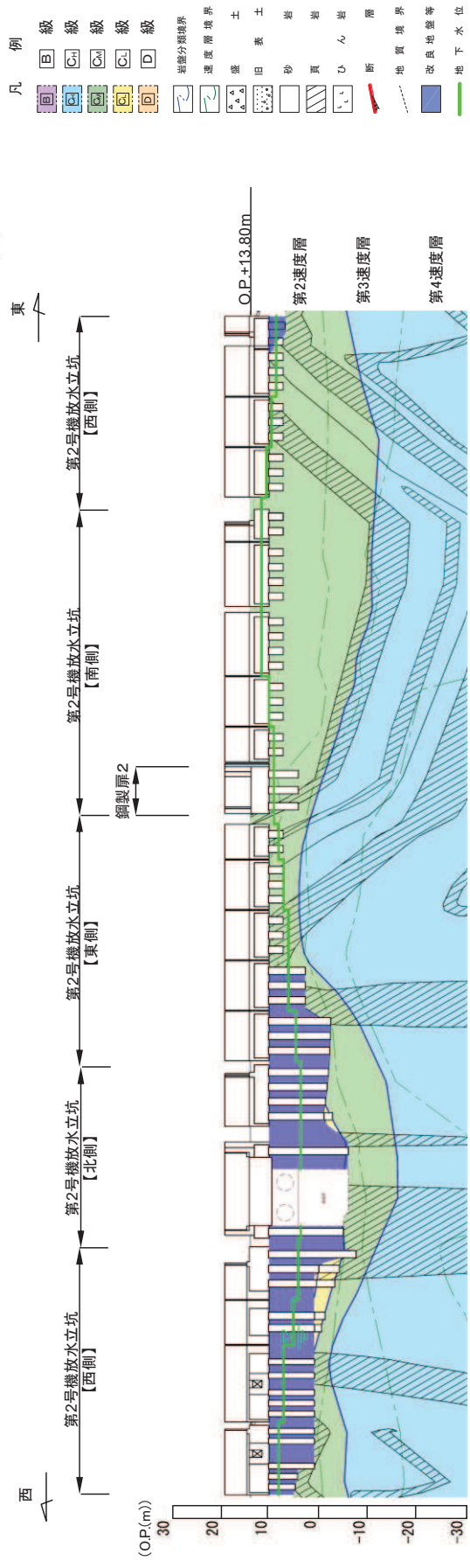


図 5.10.4-30(2) 鋼製扉周辺の地質状況 (第2号機放水立坑)

\*: 鋼管杭下方のC<sub>1</sub>級岩盤部は MMR により置換



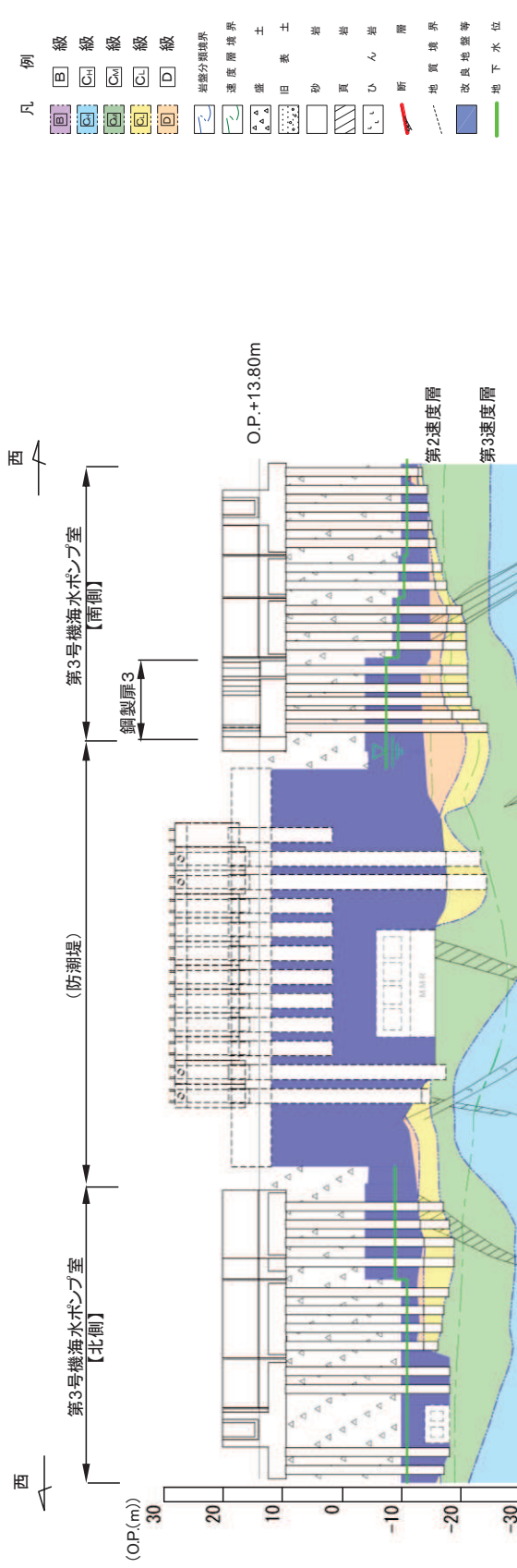


図 5.10.4-30(3) 鋼製扉周辺の地質状況 (第3号機海水ポンプ室)

\*: 鋼管杭下方の C<sub>1</sub> 級岩盤部は MMR により置換

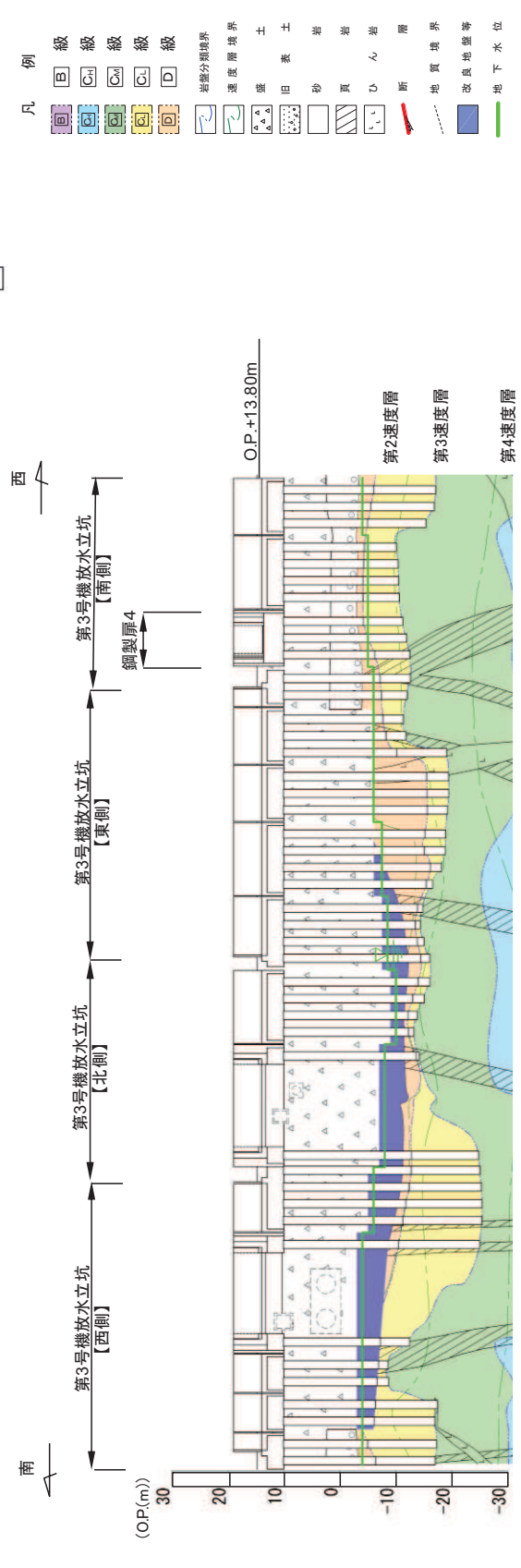


図 5.10.4-30(4) 鋼製扉周辺の地質状況 (第3号機放水立坑)

\*: 鋼管杭下方の C<sub>1</sub> 級岩盤部は MMR により置換

b. 評価対象断面の選定

下部工及び上部工それぞれの観点で選定した評価候補断面から、評価対象断面の絞り込みを行う。絞り込みは、1次元地震応答解析を用い、耐震・耐津波評価を行う上で厳しい断面を選定する。なお、1次元地震応答解析は、杭周辺の地下水位以深の盛土・旧表土が分布する場合には、地盤改良する設計としており、杭周辺に液状化検討対象層が分布せず、改良地盤周辺の地盤の液状化による影響が及ぶおそれがないと考えられることから、1次元全応力解析を用いる。

(a) 下部工の観点での評価対象断面の選定

下部工に関しては、鋼管杭径φ1500mmで板厚25mmの鋼製扉2を選定するとともに、鋼管杭径φ1500mmで板厚30mmの鋼製扉1、鋼製扉3及び鋼製扉4の中からも評価対象断面を選定する。

選定は、耐震評価における下部工への影響として、杭上端の変位と最大せん断ひずみに着目し絞り込みを行う。

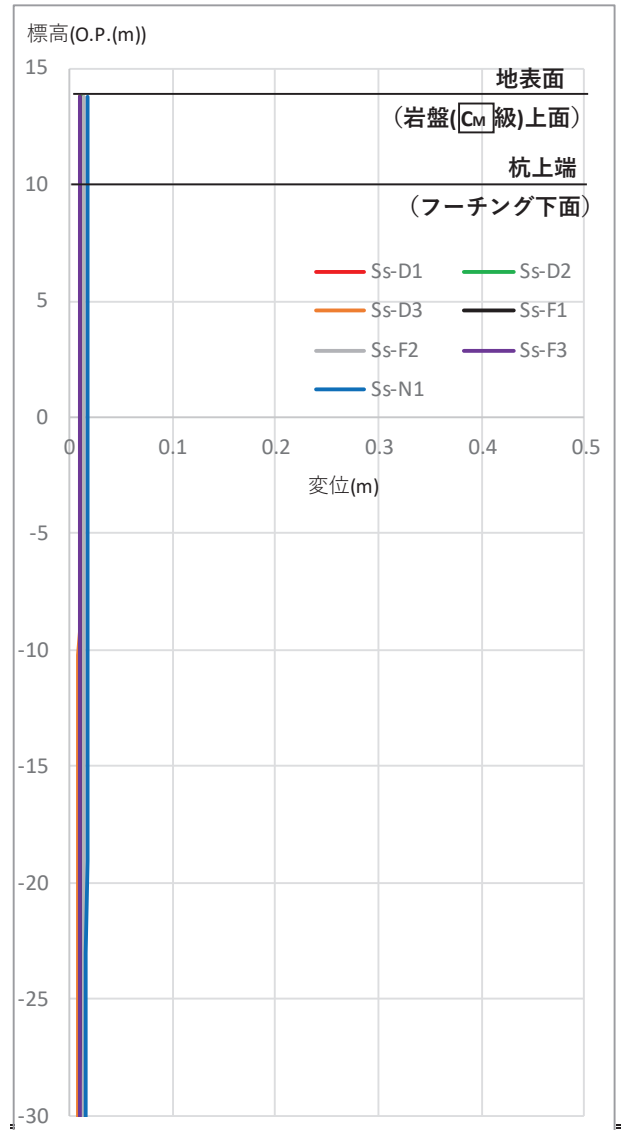
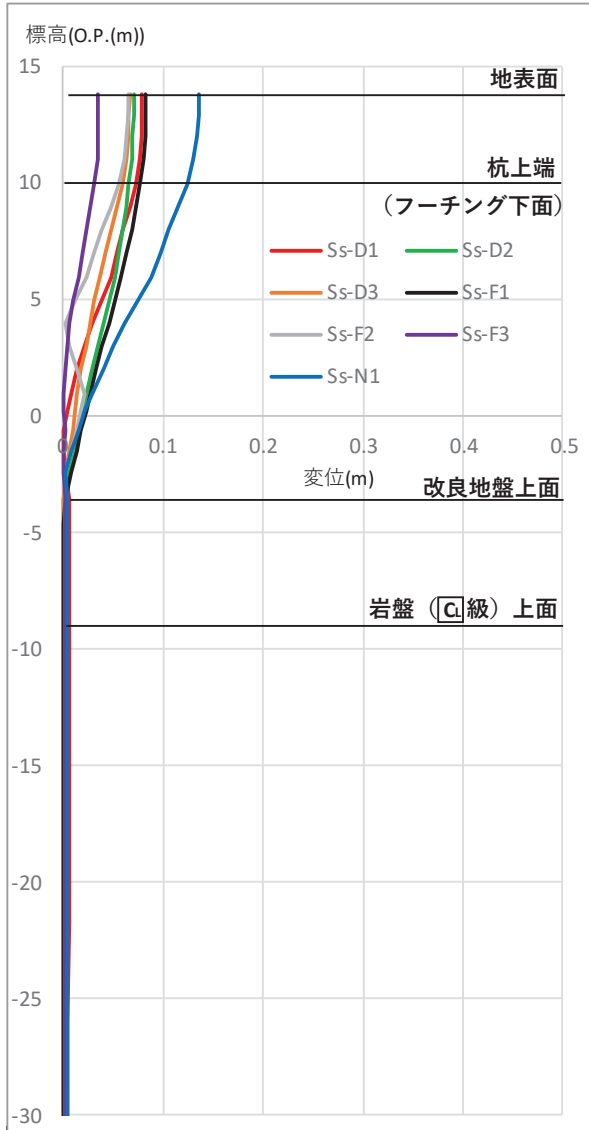
各構造の評価対象断面選定結果を表5.10.4-16に、杭上端（フーチング下面）の最大変位発生時刻の変位分布を図5.10.4-31、最大せん断ひずみ発生時刻のせん断ひずみ分布を図5.10.4-32に示す。

下部工の観点では、鋼製扉2及び鋼製扉3を評価対象断面に選定する。

表 5.10.4-16 評価対象断面の選定結果

| 断面   | 杭上端変位<br>(m)                         | 最大せん断<br>ひずみ                         | 評価<br>対象<br>断面 | 選定結果  |
|------|--------------------------------------|--------------------------------------|----------------|---|
| 鋼製扉1 | 0.125<br>(S <sub>s</sub> -N1)        | 0.013<br>(S <sub>s</sub> -N1)        | —              | —   |
| 鋼製扉2 | 0.017<br>(S <sub>s</sub> -N1)        | 0.001以下<br>(S <sub>s</sub> -N1)      | ○              | 下部工の構造的特徴（杭板厚）が異なるため、選定。                                |
| 鋼製扉3 | <u>0.162</u><br>(S <sub>s</sub> -N1) | <u>0.019</u><br>(S <sub>s</sub> -N1) | ○              | 変位、せん断ひずみ共に大きく、鋼管杭他に生じる断面力が大きくなることが想定されるため、評価対象断面に選定する。 |
| 鋼製扉4 | 0.114<br>(S <sub>s</sub> -N1)        | 0.014<br>(S <sub>s</sub> -N1)        | —              | —   |

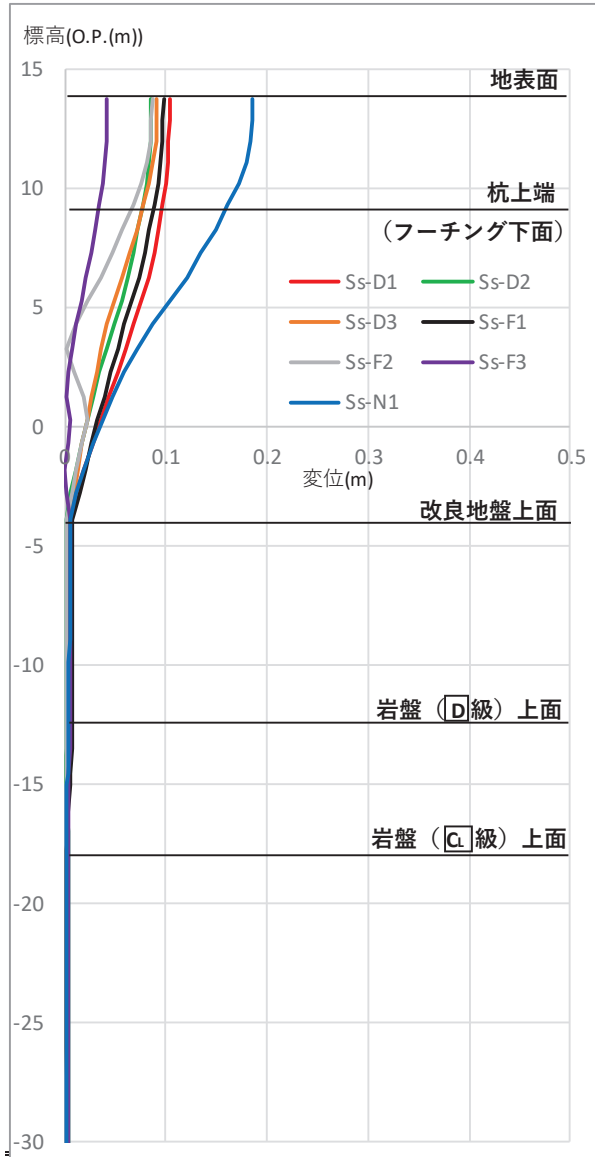
注記（ ）内は最大値が発生した地震動名を示す。



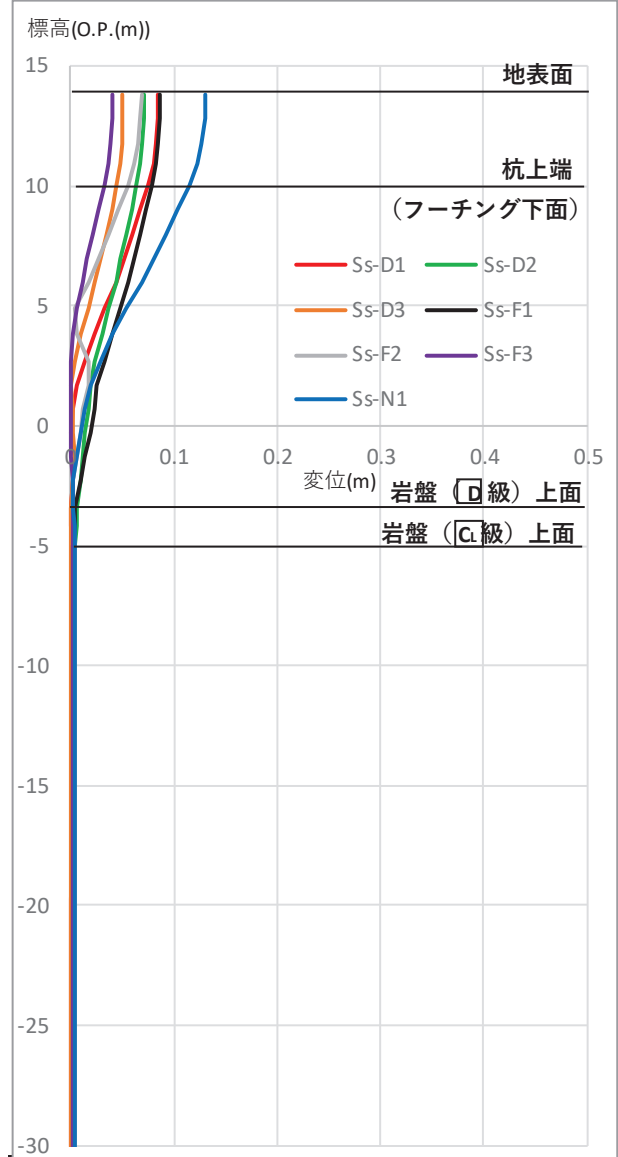
鋼製扉 1

鋼製扉 2

図 5. 10. 4-31(1) 杭上端の最大変位発生時刻の変位分布

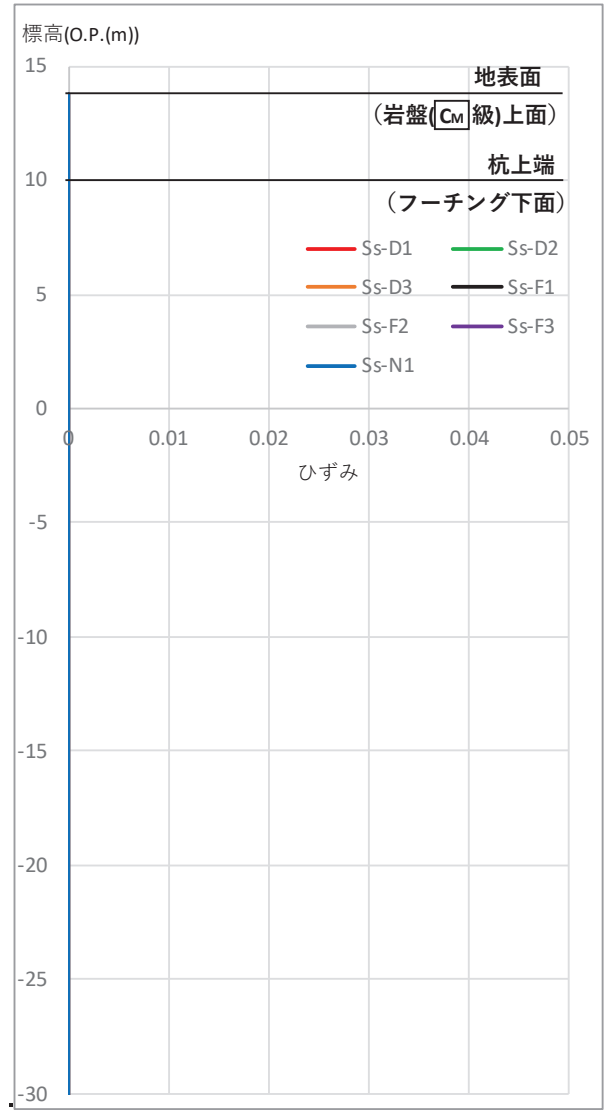
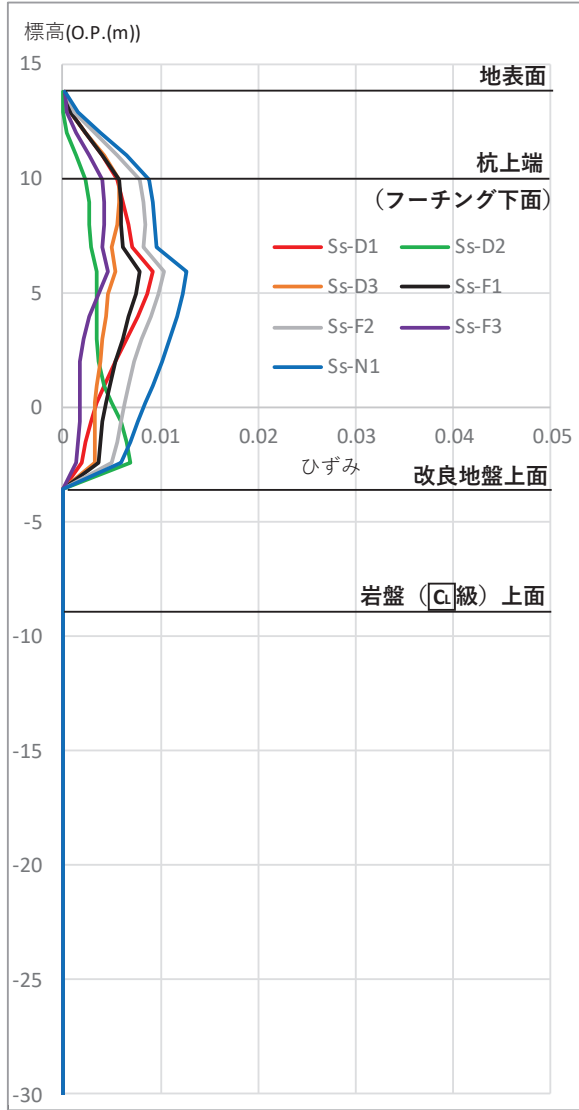


鋼製扉 3



鋼製扉 4

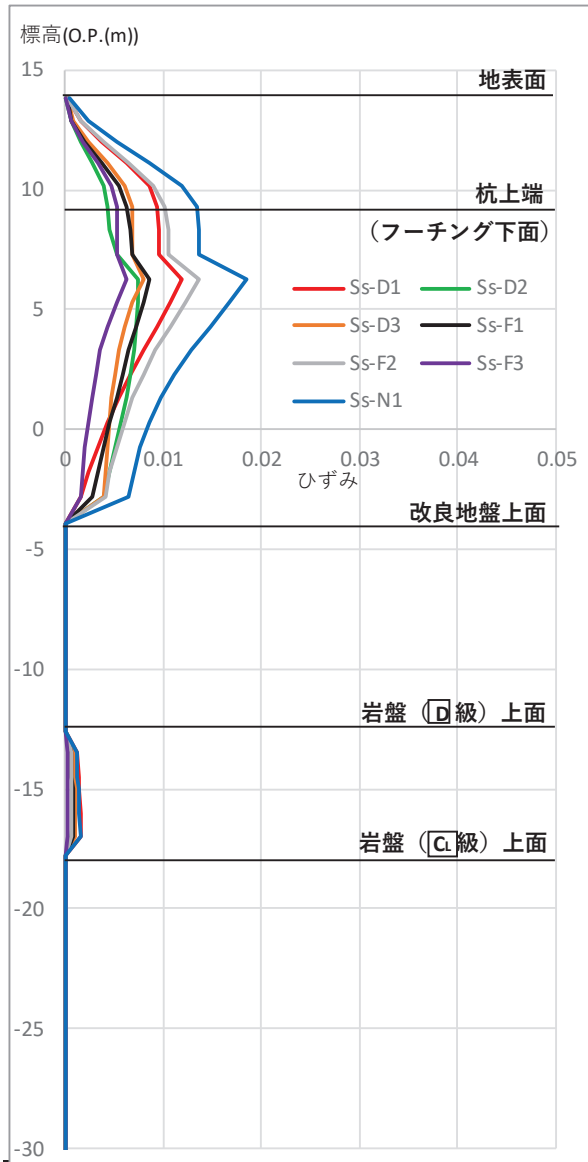
図 5. 10. 4-31(2) 杭上端の最大変位発生時刻の変位分布



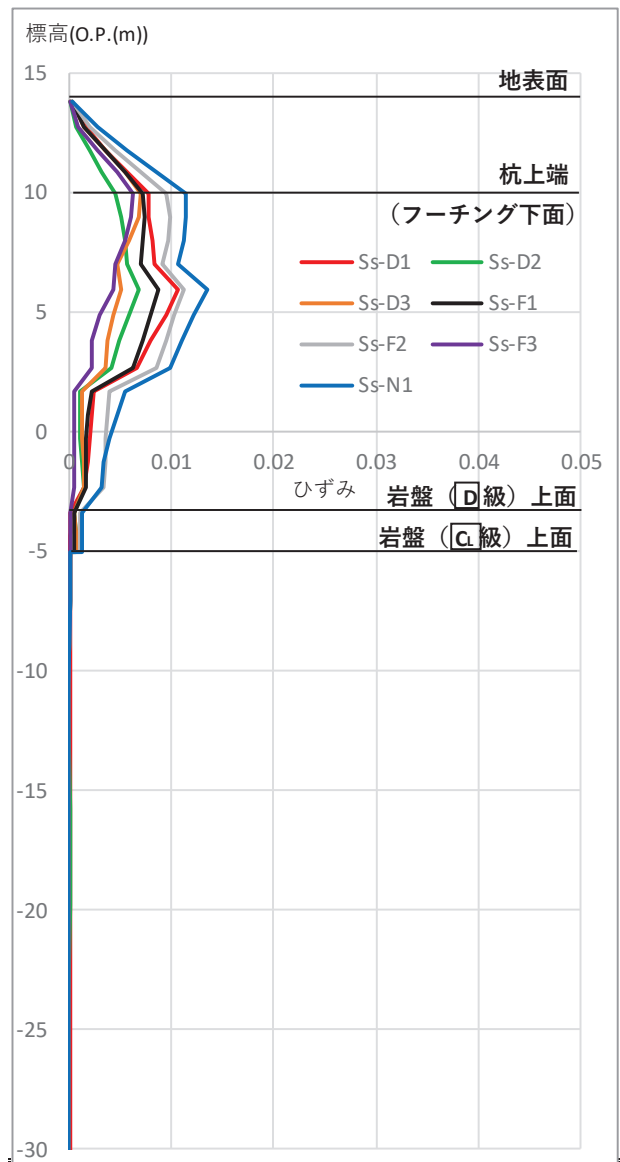
鋼製扉 1

鋼製扉 2

図 5. 10. 4-32(1) 最大せん断ひずみ発生時刻のせん断ひずみ分布



鋼製扉 3



鋼製扉 4

図 5. 10. 4-32(2) 最大せん断ひずみ発生時刻のせん断ひずみ分布

(b) 上部工の観点での評価対象断面の選定

上部工に関しては、天端高さが 0.P.+20.0m と高い鋼製扉 3 を評価対象断面として選定するとともに、天端高さ 0.P.+19.0m の鋼製扉 1、鋼製扉 2 及び鋼製扉 4 の中から評価対象断面を選定する。

水平震度、躯体自重及び慣性力を表 5.10.4-17 に、各断面における慣性力及び津波波圧並びに評価対象断面の選定結果を表 5.10.4-18 に示す。

上部工の観点では、下部工の観点で選定された鋼製扉 2 及び鋼製扉 3 の評価で代表する。

表 5.10.4-17 鋼製扉における慣性力の整理

| 断面    | フーチング下面最大加速度<br>(cm/s <sup>2</sup> ) | 躯体自重* <sup>1</sup><br>(kN/m) | 慣性力* <sup>2</sup><br>(kN/m) | 備考       |
|-------|--------------------------------------|------------------------------|-----------------------------|----------|
| 鋼製扉 1 | 446 (S s - N 1)                      | 580                          | 264                         | 地震時      |
|       | 282 (S d - D 2)                      |                              | 167                         | 津波+余震重畳時 |
| 鋼製扉 2 | 806 (S s - F 3)                      | 580                          | 477                         | 地震時      |
|       | 454 (S d - D 2)                      |                              | 268                         | 津波+余震重畳時 |
| 鋼製扉 3 | 530 (S s - N 1)                      | 600                          | 324                         | 地震時      |
|       | 254 (S d - D 2)                      |                              | 155                         | 津波+余震重畳時 |
| 鋼製扉 4 | 507 (S s - N 1)                      | 580                          | 300                         | 地震時      |
|       | 340 (S d - D 2)                      |                              | 201                         | 津波+余震重畳時 |

注記 ( ) 内は最大値が発生した地震動名を示す。

\*1: 単位長さあたりの鋼製扉, RC 支柱, フーチング重量の合計

\*2: 躯体自重×応答震度 (フーチング下面最大加速度/980.665cm/s<sup>2</sup>) により算定

表 5. 10. 4-18 鋼製扉における評価対象断面選定結果（上部工）

| 断面    | 地震時        | 津波+余震重畳時     |              |            |            | 評価対象断面 | 選定結果  |
|-------|------------|--------------|--------------|------------|------------|--------|---|
|       | 慣性力 (kN/m) | 静水圧*1 (kN/m) | 動水圧*2 (kN/m) | 慣性力 (kN/m) | 計 (kN/m)   |        |   |
| 鋼製扉 1 | 264        | 93           | 31           | 167        | 291        | —      |   |
| 鋼製扉 2 | <u>477</u> | 65           | 35           | 268        | <u>369</u> | ○      | 地震時及び津波+余震重畳時における作用荷重が最も大きいため、評価対象断面に選定する。（なお、下部工の観点でも選定） |
| 鋼製扉 3 | 324        | 137          | 41           | 155        | 333        | ○      | 上部工の構造的特徴（天端高さ）が異なるため、評価対象断面に選定。（なお、下部工の観点でも選定）           |
| 鋼製扉 4 | 300        | 69           | 28           | 201        | 298        | —      |   |

\*1：各エリアの入力津波水位に基づく静水圧。

（鋼製扉 1：O.P.+18.1m（第 2 号機海水ポンプ室），鋼製扉 2：O.P.+17.4m（第 2 号機放水立坑），鋼製扉 3：O.P.+19.0m（第 3 号機海水ポンプ室），鋼製扉 4：O.P.+17.5m（第 3 号機放水立坑））

\*2：各エリア別の入力津波水位に基づく動水圧として、表 5. 10. 4-17 に示す Sd-D2 の応答加速度を用いて、Westergaard 式により算定。

c. 断面選定結果

評価対象断面の選定結果を表 5. 10. 4-19 に示す。



表 5.10.4-19 評価対象断面の選定結果

| 断面   | 設置エリア<br>(入力津波水位)           | 周辺地質   | 間接支持<br>する設備 | 評価対象断面     |            | 選定理由   |
|------|-----------------------------|--|--------------|------------|------------|--|
|      |                             |  |              | 上部工の<br>観点 | 下部工の<br>観点 |  |
| 鋼製扉2 | 第2号機放水立坑<br>(O.P.+17.4 m)   | 岩盤上面が露頭しており、<br>盛土・旧表土層が分布しない。                           | —            | ○          | ○*1        | 上部工の構造諸元が同じ鋼製扉1、鋼製扉2及び鋼製扉4の中で、地震時及び津波余震重量時における作用荷重が最も大きく、上部工に生じる断面力が大きくなることが想定されるため、評価対象断面に選定する。<br>*1: 下部工の構造的特徴(杭板厚)が鋼製扉1、鋼製扉3及び鋼製扉4と異なるため、下部工の観点でも選定  |
| 鋼製扉3 | 第3号機海水ポンプ室<br>(O.P.+19.0 m) | 盛土・旧表土層が厚く堆積し、岩盤上面標高が低い。<br>なお、地下水位以深の盛土・旧表土層が地盤改良されている。 | —            | ○*2        | ○          | 下部工の構造諸元が同じ鋼製扉1、鋼製扉3及び鋼製扉4の中で、杭上端の変位及び地盤に生じる最大せん断ひずみも大きく、下部工に生じる断面力が大きくなることが想定されるため、評価対象断面に選定する。<br>*2: 上部工の構造的特徴(天端高さ)が鋼製扉1、鋼製扉2及び鋼製扉4と異なるため、上部工の観点でも選定 |

5.10.5 取放水路流路縮小工（第1号機取水路，第1号機放水路）

取放水路流路縮小工（第1号機取水路）及び取放水路流路縮小工（第1号機放水路）の平面配置図を図5.10.5-1に、断面図を図5.10.5-2～図5.10.5-5に示す。取放水路流路縮小工は、第1号機取水路及び第1号機放水路内に設置するコンクリートに貫通部を設けた構造物である。

取放水路流路縮小工は、第1号機取水路及び第1号機放水路からの津波の流入を抑制し、敷地への津波の流入を防止するため、第1号機取水路内に幅3.5m×外径□（貫通部径□），第1号機放水路内に幅5.0m×外径□（貫通部径□）のコンクリートを設置する設計とする。取放水路流路縮小工は、第1号機取水路に2箇所（No.1），（No.2），第1号機放水路に1箇所設置する。

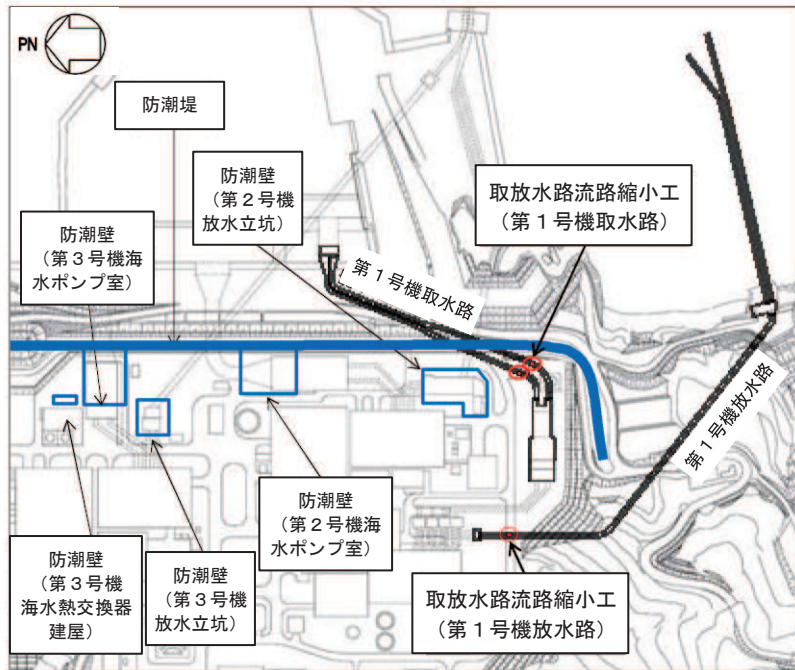


図5.10.5-1 取放水路流路縮小工の平面配置図

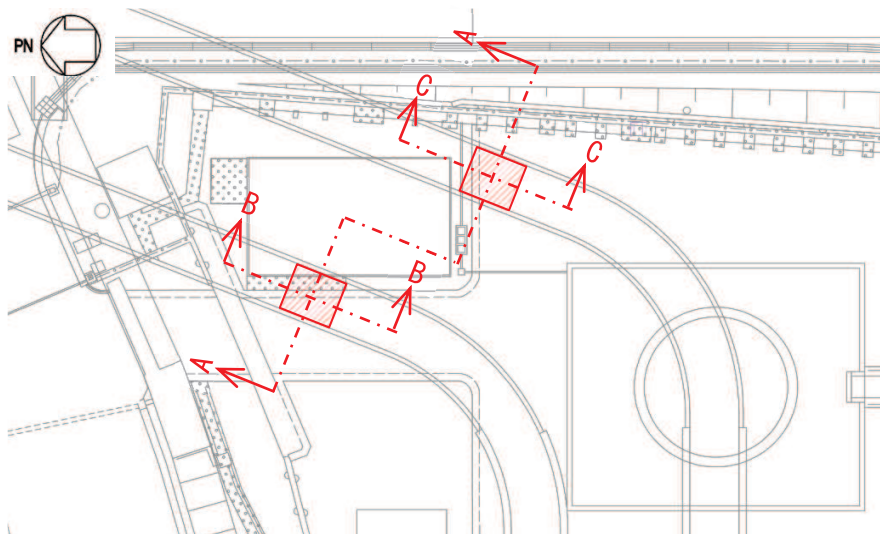


図5.10.5-2 取放水路流路縮小工（第1号機取水路）（No.1），（No.2）の平面配置図

枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。

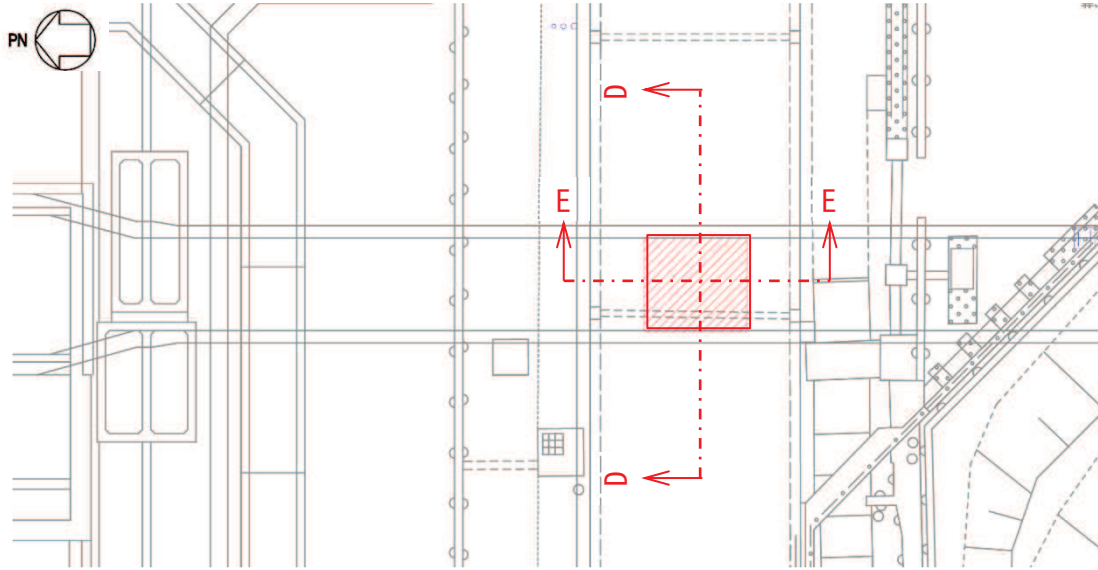


図 5.10.5-3 取放水路流路縮小工（第 1 号機放水路）の平面配置図

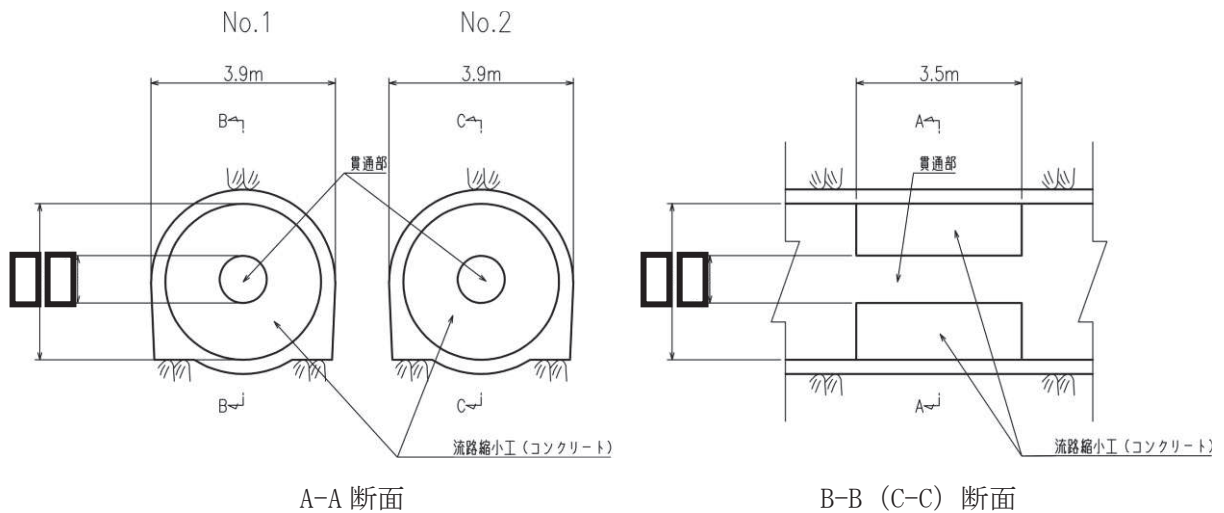


図 5.10.5-4 取放水路流路縮小工（第 1 号機取水路）(No. 1), (No. 2) の断面図

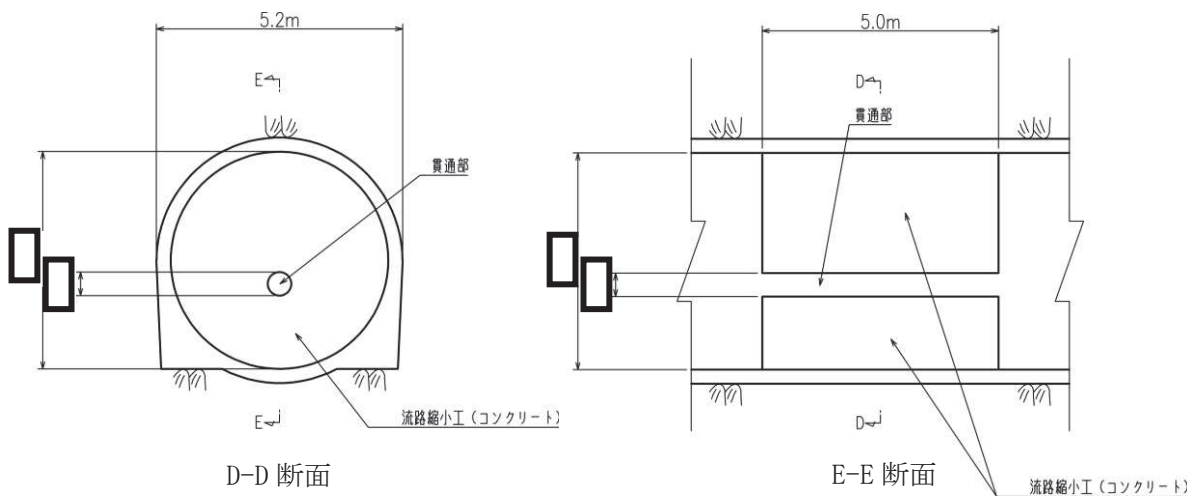


図 5.10.5-5 取放水路流路縮小工（第 1 号機放水路）の断面図

枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。

(1) 評価対象断面の考え方

取放水路流路縮小工（第1号機取水路）(No. 1), (No. 2)及び取放水路流路縮小工（第1号機放水路）は、それぞれが縦断方向に同一断面となっていることから、耐震評価においては、線状構造物と同様に横断断面を評価対象断面とする。

一方、津波時及び重畳時の評価においては、津波荷重が取放水路流路縮小工の縦断方向に作用することから、縦断断面を評価対象断面とする。

(2) 評価対象断面の選定

a. 耐震評価における評価対象断面の選定

取放水路流路縮小工（第1号機取水路）(No. 1), (No. 2)は、2系統（No. 1, No. 2）が岩盤を介して隣接していること、縦断方向の地質に有意な差がないことから、No. 1 と No. 2 の中央位置を評価対象断面として選定する。

取放水路流路縮小工（第1号機放水路）は、1 系統のみであり、縦断方向の地質に有意な差がないことから、取放水路流路縮小工（第1号機放水路）の中心位置を評価対象断面として選定する。

取放水路流路縮小工（第1号機取水路）(No. 1), (No. 2)の評価対象断面を図 5.10.5-6 に、取放水路流路縮小工（第1号機放水路）の評価対象断面を図 5.10.5-7 に示す。

b. 津波時及び重畳評価における評価対象断面の選定

取放水路流路縮小工（第1号機取水路）(No. 1), (No. 2)は、2系統（No. 1, No. 2）の縦断方向の地質に有意な差がないことから、No. 1, No. 2それぞれの位置で1次元地震応答解析を実施し、応答値が大きくなる断面を評価対象断面として選定する。

取放水路流路縮小工（第1号機取水路）は、1 系統のみであり、縦断方向の周辺の地質に有意な差がないことから、中心位置を評価対象断面として選定する。

KEY PLAN

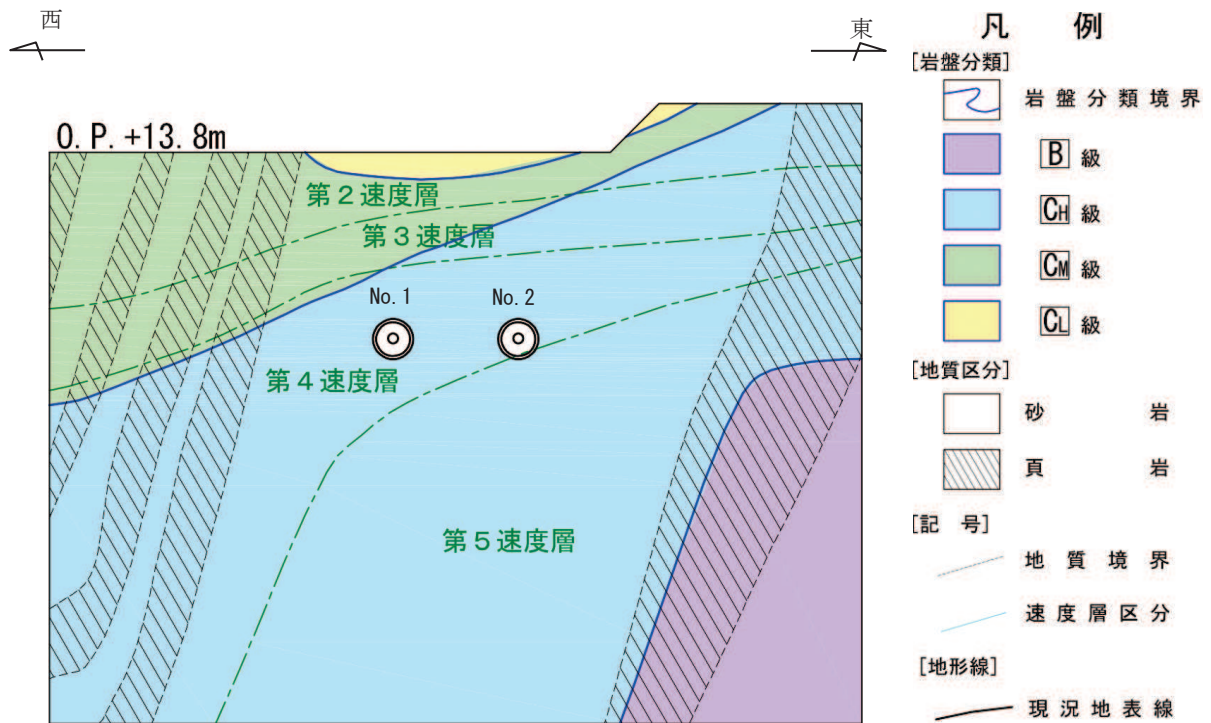
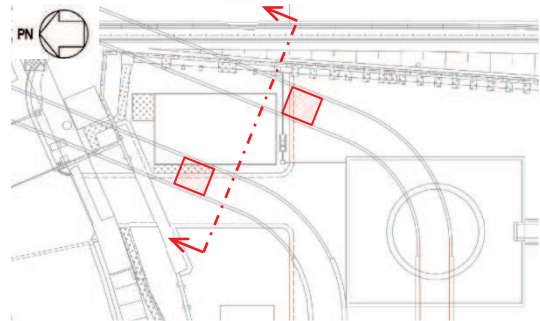


図 5.10.5-6 取放水路流路縮小工（第1号機取水路）(No.1), (No.2)の地質断面図



KEY PLAN

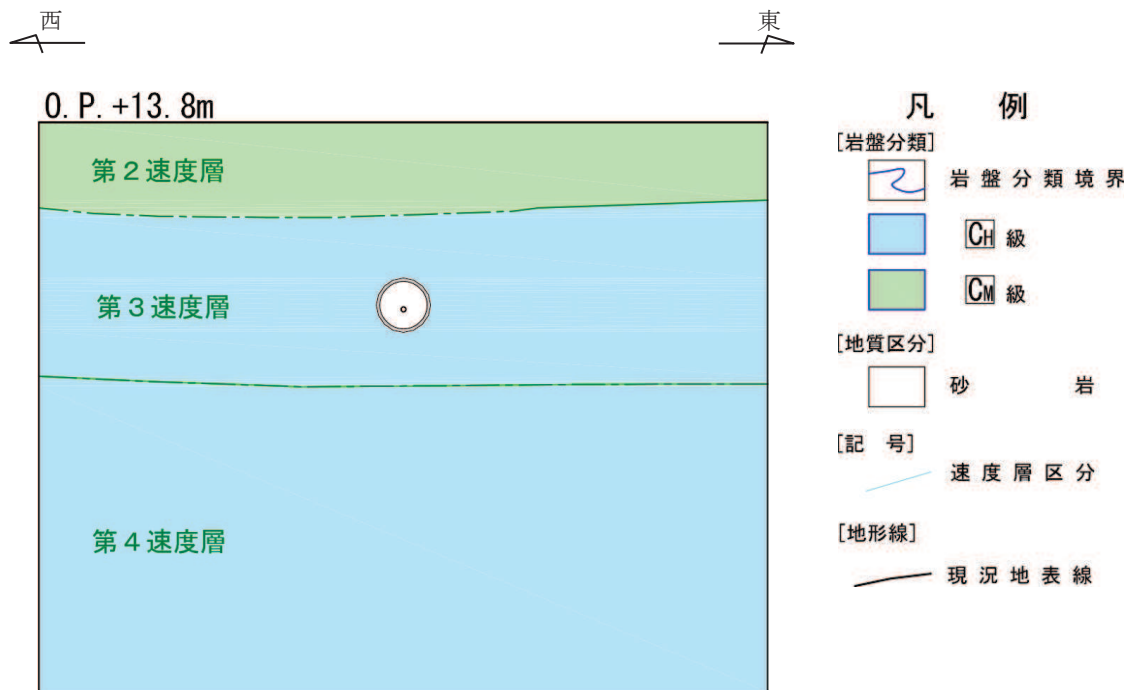
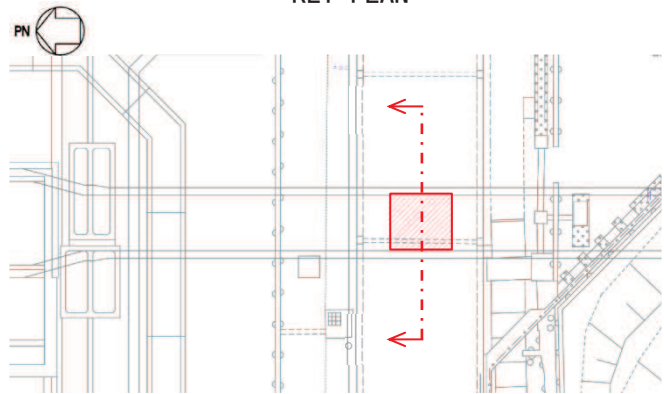


図 5.10.5-7 取放水路流路縮小工（第1号機放水路）の地質断面図

### 5.10.6 貯留堰

貯留堰の平面配置図を図 5.10.6-1 及び図 5.10.6-2 に、断面図を図 5.10.6-3 及び図 5.10.6-4 に示す。貯留堰は、取水口底盤に設置する鉄筋コンクリート製の堰で構成され、取水口と一体構造である。

貯留堰は、非常用海水ポンプの取水性を確保するため、天端高さを O.P. -6.3m としており、1.2m の堰高さを有する。貯留堰の寸法は、横 4.0m×幅 2.5m であり、取水口上に 6 個設置する。

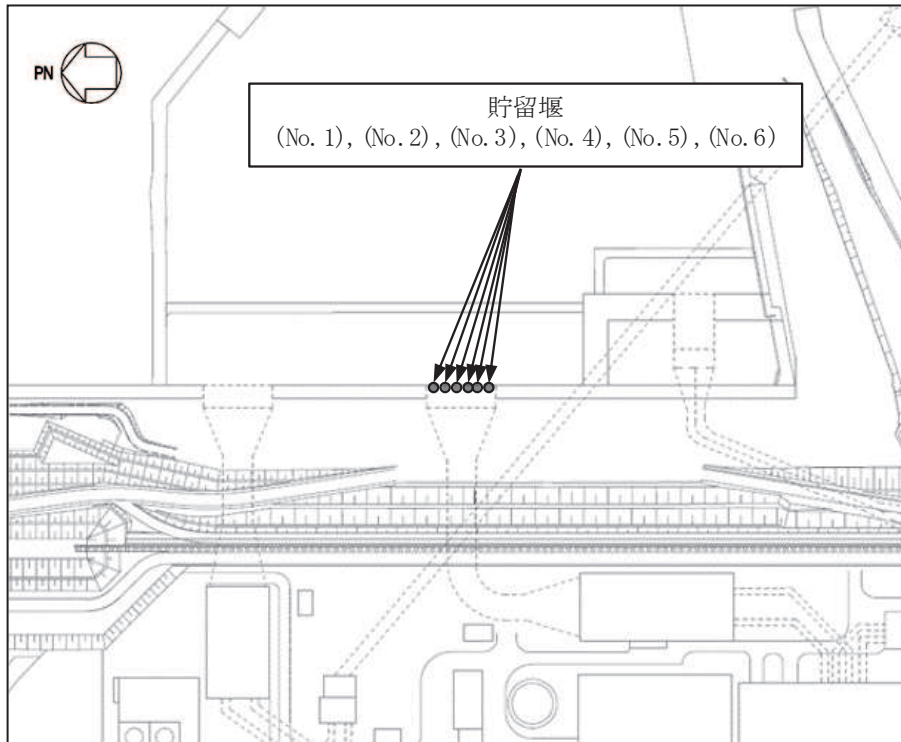


図 5.10.6-1 貯留堰（取水口）の平面配置図

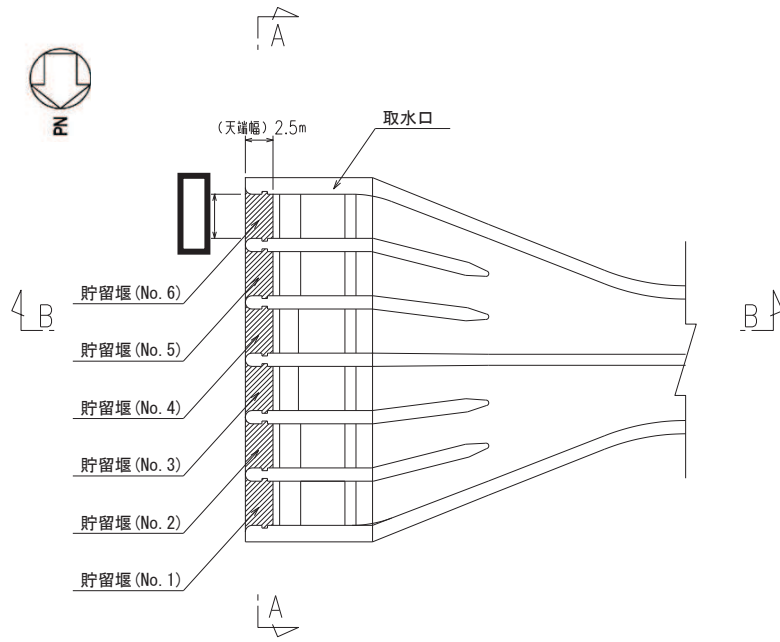


図 5.10.6-2 貯留堰（取水口）の平面配置図

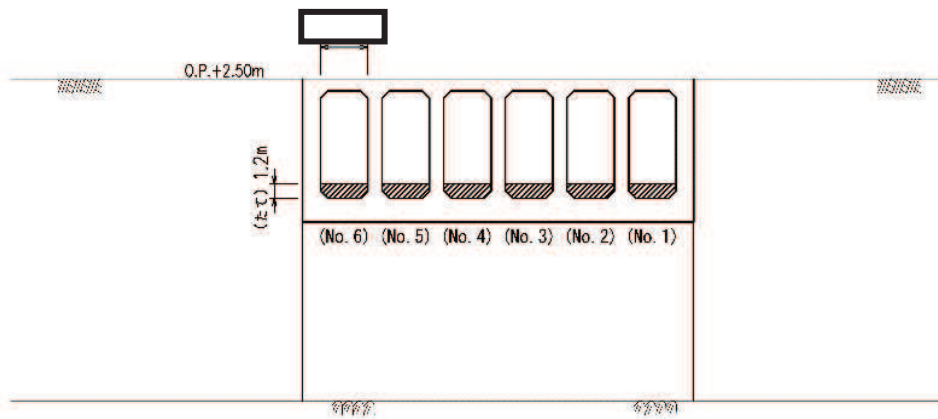


図 5.10.6-3 貯留堰（取水口）断面図（A-A）

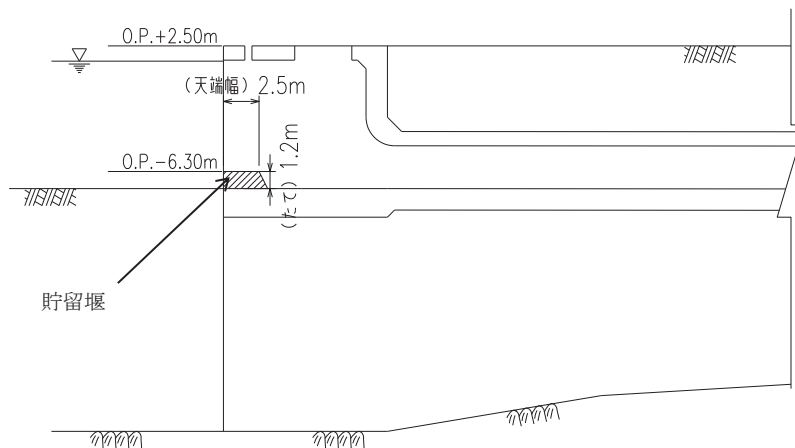


図 5.10.6-4 貯留堰（取水口）縦断面図（B-B）



(1) 評価対象断面の考え方

貯留堰は取水口と一体構造であり、取水口の断面が延長方向で異なり、加振方向に平行に配置される妻壁や隔壁等の面部材を耐震部材として考慮する構造物（箱形構造物）となることから、貯留堰を含めた取水口の三次元モデルを用いて耐震評価を行う。耐震評価における解析手法選定及び断面選定の考え方については、「補足-610-20 屋外重要土木構造物の耐震安全性評価について」に示す。

一方、津波時及び重畳時の検討（強度評価）については、津波荷重及び漂流物衝突荷重が貯留堰の横断方向（取水口の縦断方向）に作用することから、貯留堰の横断方向（EW 方向）の評価対象断面を選定する。

(2) 強度評価における評価対象断面の選定

貯留堰は取水口上に6個設置されるが、各貯留堰は同一構造で近接していることから、図 5.10.6-5 に示すように各貯留堰位置での地質状況に有意な差が無い。したがって、6個の貯留堰のNS方向の中央位置で作成したEW方向断面（図 5.10.6-6）を評価対象断面として選定する。

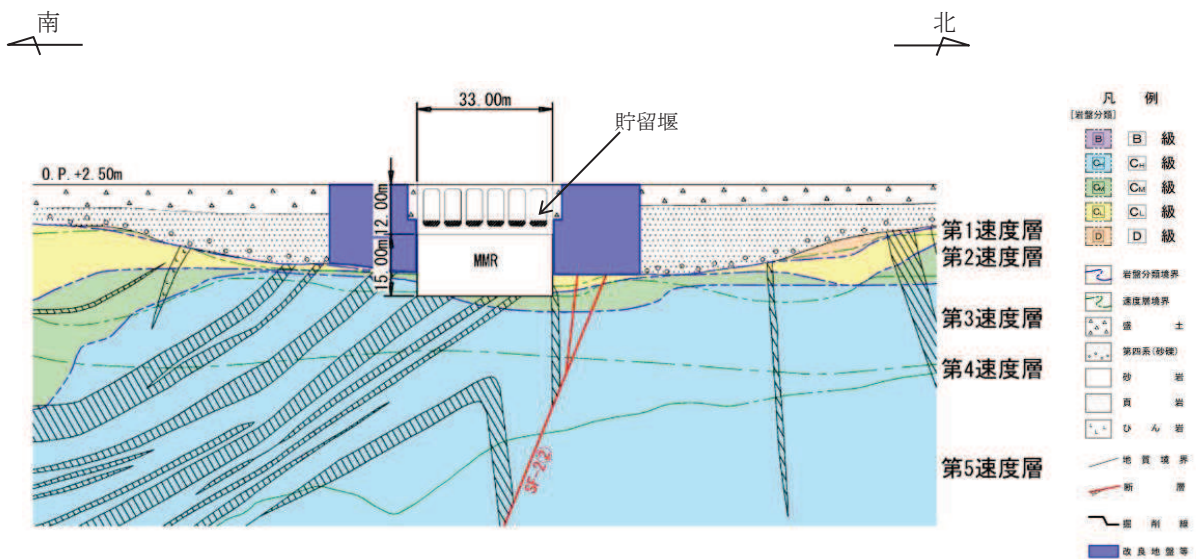


図 5.10.6-5 貯留堰（取水口）地質断面図（A-A）

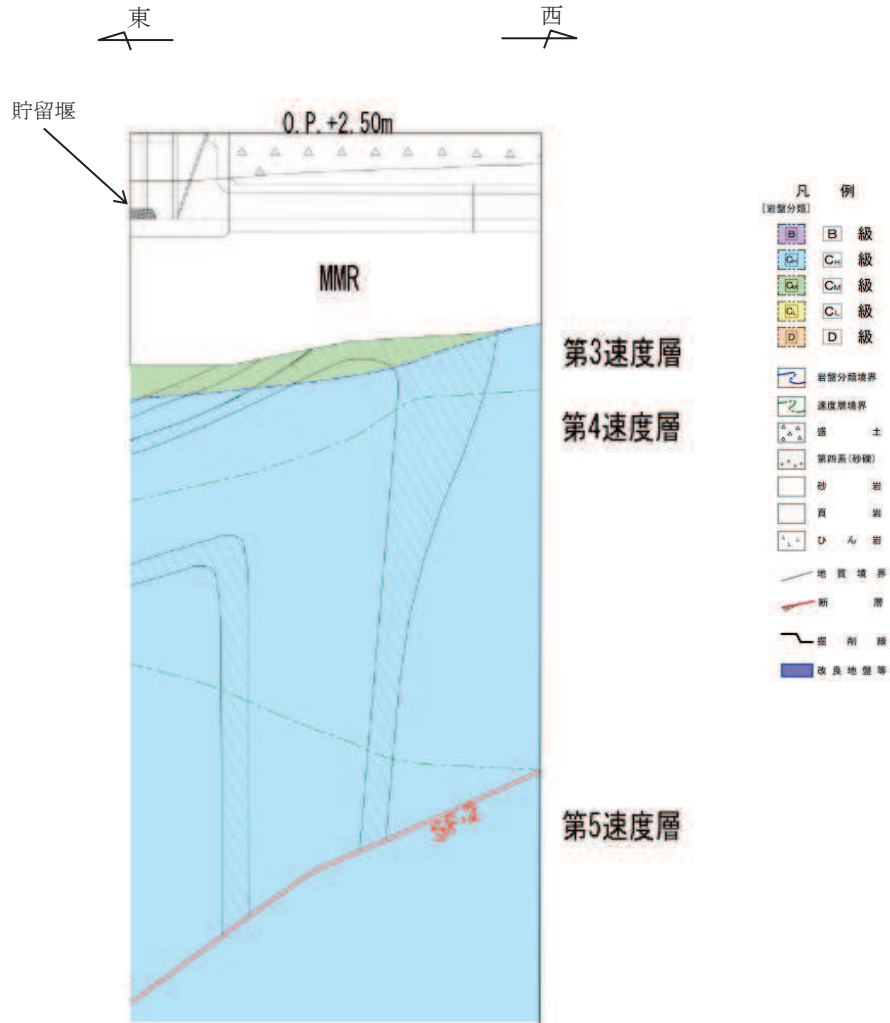


图 5.10.6-6 貯留堰（取水口）地質断面图（B-B）

#### 5.11 地殻変動後の津波襲来時における海水ポンプの取水性への影響について

設計基準対象施設の耐津波設計においては、津波による水位低下に対して原子炉補機冷却海水ポンプ及び高圧炉心スプレイ補機冷却海水ポンプ（以下、「非常用海水ポンプ」という。）の取水性について評価している。また、重大事故等対処施設の耐津波設計においては、非常用海水ポンプに加えて大容量送水ポンプ（タイプⅠ）及び大容量送水ポンプ（タイプⅡ）の取水性について評価している。

入力津波の設定に当たっては、入力津波高さに影響を与える影響因子のひとつとして、基準津波の波源である東北地方太平洋沖型地震による広域的な地殻変動及び平成23年（2011年）東北地方太平洋沖地震による広域的な地殻変動を考慮している。

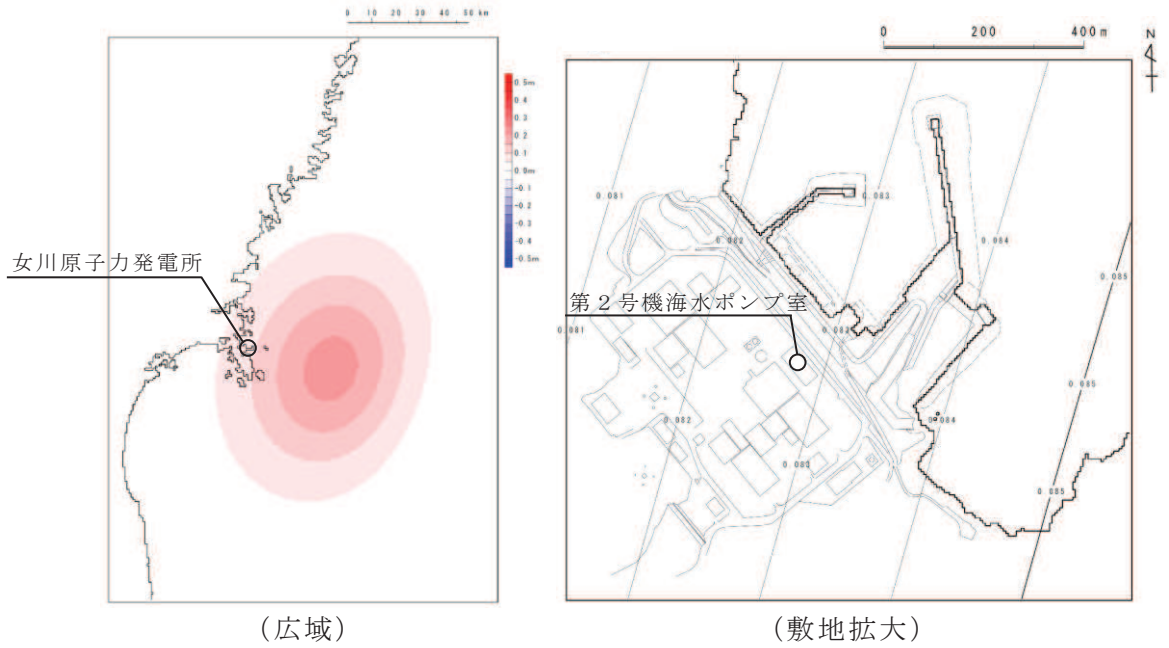
下降側の基準津波に対して、非常用海水ポンプの取水可能水位を下回ることから、海水を貯留するための貯留堰を設置し、非常用海水ポンプの取水性を確保する設計としている。貯留堰は、非常用海水ポンプが10分以上運転可能な容量を有する設計としている。これに対して、引き波によって津波高さが貯留堰の天端高さ（O.P.-6.3m）を下回る継続時間は約4分であり、貯留堰は十分な余裕を確保した設計となっている。

なお、大容量送水ポンプ（タイプⅠ）及び大容量送水ポンプ（タイプⅡ）は、津波が収束した後に使用することから、津波による水位低下に対するポンプの取水性に影響しない設計となっている。

基準地震動  $S_s$  として選定している震源は入力津波と同様の東北地方太平洋沖型地震（プレート間地震）と2011年4月7日宮城県沖型地震（海洋プレート内地震）である。東北地方太平洋沖型地震について、発電所敷地は沈下傾向にあるが、海洋プレート内地震については、0.10m以下の隆起となる。2011年4月7日宮城県沖型地震（海洋プレート内地震）による地殻変動の鉛直変位量分布を図5.11-1に示す。

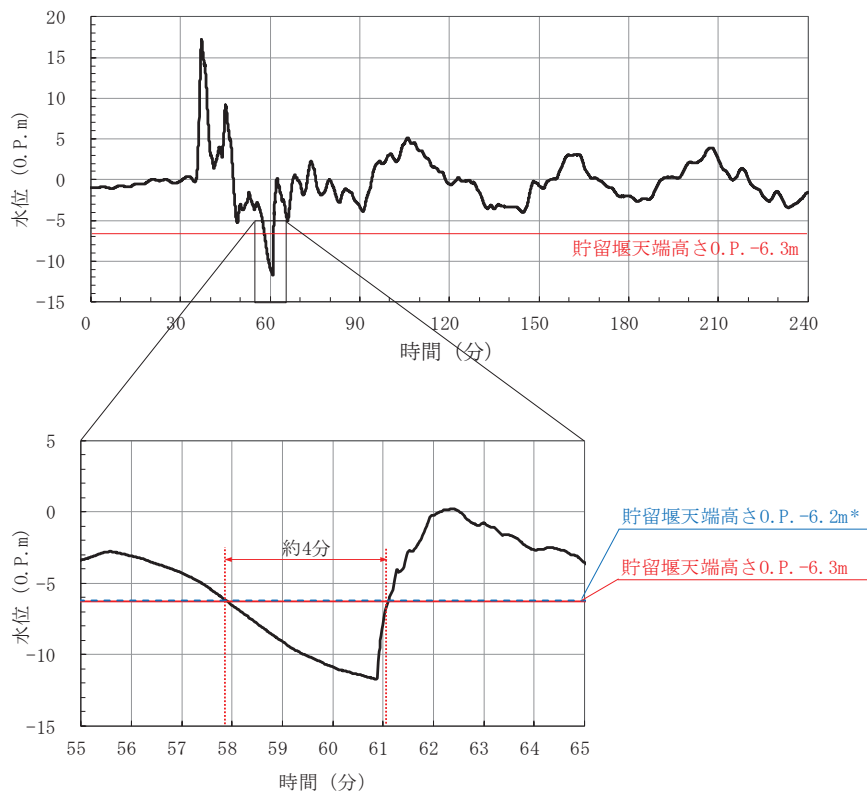
このため、非常用海水ポンプの基準地震動  $S_s$  による地殻変動を考慮した場合の取水性への影響を確認した。

地殻変動（0.10mの隆起）により、貯留堰の天端高さがO.P.-6.3mからO.P.-6.2mに変化したと仮定する。このときの引き波によって津波高さが貯留堰の天端高さを下回る継続時間は、図5.11-2に示されるように僅かに長くなるものの約4分に変更はなく、非常用海水ポンプの取水性への影響はないことを確認した。



(2011年4月7日宮城県沖型地震(海洋プレート内地震))

図 5.11-1 基準地震動  $S_s$  による地殻変動の鉛直変位量分布図



\* : 基準地震動  $S_s$  による地殻変動の影響を安全側に評価するため、地殻変動 (0.10m の隆起) により貯留堰の天端高さのみが上昇すると仮定し設定した高さを示す。

図 5.11-2 地殻変動により貯留堰の天端高さが変化した時の津波高さが天端高さを下回る継続時間への影響

#### 5.12 浸水防護施設のアンカーボルトの設計について

浸水防護施設で使用するアンカーボルトについては、新規の構築物への設置又は既設構築物のコンクリート躯体のはつりが可能な場合には、原則として先付け工法として、頭つきアンカーボルトとする。頭つきアンカーボルトについては、「各種合成構造設計指針・同解説（（社）日本建築学会 2010 年 11 月）」に基づき設計し評価を実施する。また、頭つきアンカーボルトは、「各種合成構造設計指針・同解説（（社）日本建築学会 2010 年 11 月）」に示される構造・材料のものを設定することとする。

既設の構築物にアンカーボルトを設置する等の理由により、先付け工法ができないため後打ち工法を採用する場合は、接着系アンカーボルトにより施工する。接着系アンカーボルトについては、「各種合成構造設計指針・同解説（（社）日本建築学会 2010 年 11 月）」に基づき設計し評価を実施する。また、接着系アンカーボルトは、「各種合成構造設計指針・同解説（（社）日本建築学会 2010 年 11 月）」に示される構造・材料のものを設定することとする。浸水防護施設の支持構造とアンカーの種類について、表 5.12-1 に示す。

表 5.12-1 浸水防護施設の支持構造とアンカーの種類について (1/6)

| 浸水防護施設             | 間接支持構造物への支持構造  | アンカーの種類                     | 備考             |
|--------------------|--|-----------------------------|----------------|
| 防潮堤 (鋼管式鉛直壁)       | 鋼管杭の一部は上杭と下杭に分割して施工するが、上杭 (上部工) と下杭 (下部工) は、ソケット方式の接合により一体化した構造とする。                | -                           | 上部工と下部工の接続を示す。 |
| 防潮壁 (第2号機海水ポンプ室)   | 鋼製遮水壁 (鋼板), 鋼製遮水壁 (鋼桁), 鋼製扉及びRC遮水壁について、上部工と下部工が、鉄筋コンクリート (フーチング, RC壁) で一体化した構造とする。 | -                           | 上部工と下部工の接続を示す。 |
| 防潮壁 (第2号機放水立坑)     | 鋼製遮水壁 (鋼板), 鋼製遮水壁 (鋼桁) 及び鋼製扉について、上部工と下部工が、鉄筋コンクリート (フーチング) で一体化した構造とする。            | -                           | 上部工と下部工の接続を示す。 |
| 防潮壁 (第3号機海水ポンプ室)   | 鋼製遮水壁 (鋼板), 鋼製遮水壁 (鋼桁), 鋼製扉及びRC遮水壁について、上部工と下部工が、鉄筋コンクリート (フーチング, RC壁) で一体化した構造とする。 | -                           | 上部工と下部工の接続を示す。 |
| 防潮壁 (第3号機放水立坑)     | 鋼製遮水壁 (鋼板), 鋼製遮水壁 (鋼桁) 及び鋼製扉について、上部工と下部工が、鉄筋コンクリート (フーチング) で一体化した構造とする。            | -                           | 上部工と下部工の接続を示す。 |
| 防潮壁 (第3号機海水熱交換器建屋) | 防潮壁 (第3号機海水熱交換器建屋) は、間接支持構造物に埋め込まれたアンカーボルトにより支持する。                                 | アンカーボルト: 後打ち工法 (接着系アンカーボルト) |                |

表 5.12-1 浸水防護施設の支持構造とアンカーの種類について (2/6)

| 浸水防護施設  | 間接支持構造物への支持構造   | アンカーの種類                        | 備考 |
|---|---|--------------------------------|----|
| 屋外排水路逆流防止設備 (防潮堤南側)<br>(No. 1), (No. 2), (No. 3)        | 屋外排水路逆流防止設備 (防潮堤南側) は, 間接支持構造物に埋め込まれたアンカーボルトにより支持する。          | アンカーボルト: 先付け工法<br>(頭つきアンカーボルト) |    |
| 屋外排水路逆流防止設備 (防潮堤北側)                                     | 屋外排水路逆流防止設備 (防潮堤北側) は, 間接支持構造物に埋め込まれたアンカーボルトにより支持する。          | アンカーボルト: 先付け工法<br>(頭つきアンカーボルト) |    |
| 補機冷却海水系放水路逆流防止設備 (No. 1), (No. 2)                       | 補機冷却海水系放水路逆流防止設備は, 間接支持構造物に埋め込まれたアンカーボルトにより支持する。              | アンカーボルト: 先付け工法<br>(頭つきアンカーボルト) |    |
| 水密扉 (第3号機海水熱交換器建屋海水ポンプ設置エリア) (No. 1), (No. 2)           | 水密扉 (第3号機海水熱交換器建屋海水ポンプ設置エリア) は, 間接支持構造物に埋め込まれたアンカーボルトにより支持する。 | アンカーボルト: 後打ち工法<br>(接着系アンカーボルト) |    |
| 原子炉建屋浸水防止水密扉 (No. 1), (No. 2)                           | 原子炉建屋浸水防止水密扉は, 間接支持構造物に埋め込まれたアンカーボルトにより支持する。                  | アンカーボルト: 後打ち工法<br>(接着系アンカーボルト) |    |
| 制御建屋浸水防止水密扉 (No. 1), (No. 2), (No. 3), (No. 4), (No. 5) | 制御建屋浸水防止水密扉は, 間接支持構造物に埋め込まれたアンカーボルトにより支持する。                   | アンカーボルト: 後打ち工法<br>(接着系アンカーボルト) |    |
| 計測制御電源室 (B) 浸水防止水密扉 (No. 3)                             | 計測制御電源室 (B) 浸水防止水密扉は, 間接支持構造物に埋め込まれたアンカーボルトにより支持する。           | アンカーボルト: 後打ち工法<br>(接着系アンカーボルト) |    |



表 5.12-1 浸水防護施設の支持構造とアンカーの種類について (3/6)

| 浸水防護施設                             | 間接支持構造物への支持構造  | アンカーの種類                       | 備考 |
|------------------------------------|--|-------------------------------|----|
| 制御建屋空調機械 (A) 室<br>浸水防止水密扉          | 制御建屋空調機械 (A) 室浸水防止水密扉は、間接支持構造物に埋め込まれたアンカーボルトにより支持する。               | アンカーボルト：後打ち工法<br>(接着系アンカーボルト) |    |
| 制御建屋空調機械 (B) 室<br>浸水防止水密扉          | 制御建屋空調機械 (B) 室浸水防止水密扉は、間接支持構造物に埋め込まれたアンカーボルトにより支持する。               | アンカーボルト：後打ち工法<br>(接着系アンカーボルト) |    |
| 第2号機 MCR 浸水防止水密扉                   | 2号機 MCR 浸水防止水密扉は、間接支持構造物に埋め込まれたアンカーボルトにより支持する。                     | アンカーボルト：後打ち工法<br>(接着系アンカーボルト) |    |
| 浸水防止蓋 (原子炉機器冷却海水配管ダクト)             | 浸水防止蓋 (原子炉機器冷却海水配管ダクト) は、間接支持構造物に埋め込まれたアンカーボルトにより支持する。             | アンカーボルト：後打ち工法<br>(接着系アンカーボルト) |    |
| 浸水防止蓋 (第3号機補機冷却海水系放水ピット)           | 浸水防止蓋 (第3号機補機冷却海水系放水ピット) は、間接支持構造物に埋め込まれたアンカーボルトにより支持する。           | アンカーボルト：後打ち工法<br>(接着系アンカーボルト) |    |
| 浸水防止蓋 (第3号機海水熱交換器建屋海水ポンプ設置エリア角落し部) | 浸水防止蓋 (第3号機海水熱交換器建屋海水ポンプ設置エリア角落し部) は、間接支持構造物に埋め込まれたアンカーボルトにより支持する。 | アンカーボルト：後打ち工法<br>(接着系アンカーボルト) |    |



表 5.12-1 浸水防護施設の支持構造とアンカーの種類について (4/6)

| 浸水防護施設                               | 間接支持構造への支持構造  | アンカーの種類                       | 備考 |
|--------------------------------------|---|-------------------------------|----|
| 浸水防止蓋 (第3号機海水熱交換器建屋海水ポンプ設置エリア点検用開口部) | 浸水防止蓋 (第3号機海水熱交換器建屋海水ポンプ設置エリア点検用開口部) は、間接支持構造に埋め込まれたアンカーボルトにより支持する。 | アンカーボルト：後打ち工法<br>(接着系アンカーボルト) |    |
| 浸水防止蓋 (揚水井戸 (第2号機海水ポンプ室防潮壁区画内))      | 浸水防止蓋 (揚水井戸 (第2号機海水ポンプ室防潮壁区画内)) は、間接支持構造に埋め込まれたアンカーボルトにより支持する。      | アンカーボルト：後打ち工法<br>(接着系アンカーボルト) |    |
| 浸水防止蓋 (揚水井戸 (第3号機海水ポンプ室防潮壁区画内))      | 浸水防止蓋 (揚水井戸 (第3号機海水ポンプ室防潮壁区画内)) は、間接支持構造に埋め込まれたアンカーボルトにより支持する。      | アンカーボルト：先付け工法<br>(頭つきアンカーボルト) |    |
| 地下軽油タンク燃料移送ポンプ室アクセス用浸水防止蓋            | 地下軽油タンク燃料移送ポンプ室アクセス用浸水防止蓋は、間接支持構造に埋め込まれたアンカーボルトにより支持する。             | アンカーボルト：先付け工法<br>(頭付きアンカーボルト) |    |
| 地下軽油タンク機器搬出入用浸水防止蓋 (No.1), (No.2)    | 地下軽油タンク機器搬出入用浸水防止蓋は、間接支持構造に埋め込まれたアンカーボルトにより支持する。                    | アンカーボルト：先付け工法<br>(頭付きアンカーボルト) |    |

表 5.12-1 浸水防護施設の支持構造とアンカーの種類について (5/6)

| 浸水防護施設  | 間接支持構造物への支持構造  | アンカーの種類                       | 備考 |
|---|--|-------------------------------|----|
| 第2号機海水ポンプ室浸水防止壁   | 第2号機海水ポンプ室浸水防止壁は、間接支持構造物に埋め込まれたアンカーボルトにより支持する。                     | アンカーボルト：後打ち工法<br>(接着系アンカーボルト) |    |
| 第2号機原子炉補機冷却海水ポンプ (A) (C) 室逆止弁付ファンネル (No. 1), (No. 2), (No. 3) | 第2号機原子炉補機冷却海水ポンプ (A) (C) 室逆止弁付ファンネルは、間接支持構造物にねじ込み継手で固定することにより支持する。 | —                             |    |
| 第2号機原子炉補機冷却海水ポンプ (B) (D) 室逆止弁付ファンネル (No. 1), (No. 2), (No. 3) | 第2号機原子炉補機冷却海水ポンプ (B) (D) 室逆止弁付ファンネルは、間接支持構造物にねじ込み継手で固定することにより支持する。 | —                             |    |
| 第2号機高圧炉心スプレイ補機冷却海水ポンプ室逆止弁付ファンネル (No. 1), (No. 2)              | 第2号機高圧炉心スプレイ補機冷却海水ポンプ室逆止弁付ファンネルは、間接支持構造物にねじ込み継手で固定することにより支持する。     | —                             |    |
| 第2号機タービン補機冷却海水ポンプ室逆止弁付ファンネル (No. 1), (No. 2), (No. 3)         | 第2号機タービン補機冷却海水ポンプ室逆止弁付ファンネルは、間接支持構造物にねじ込み継手で固定することにより支持する。         | —                             |    |

表 5.12-1 浸水防護施設の支持構造とアンカーの種類について (6/6)

| 浸水防護施設  | 間接支持構造への支持構造   | アンカーの種類                       | 備考 |
|---|--|-------------------------------|----|
| 第3号機原子炉補機冷却海水ポンプ (A) (C) 室逆止弁付ファンネル (No. 1), (No. 2)  | 第3号機原子炉補機冷却海水ポンプ (A) (C) 室逆止弁付ファンネルは、間接支持構造物にねじ込み継手で固定することにより支持する。 | —                             |    |
| 第3号機原子炉補機冷却海水ポンプ (B) (D) 室逆止弁付ファンネル (No. 1), (No. 2)  | 第3号機原子炉補機冷却海水ポンプ (B) (D) 室逆止弁付ファンネルは、間接支持構造物にねじ込み継手で固定することにより支持する。 | —                             |    |
| 第3号機高圧炉心スプレイ補機冷却海水ポンプ室逆止弁付ファンネル (No. 1), (No. 2)      | 第3号機高圧炉心スプレイ補機冷却海水ポンプ室逆止弁付ファンネルは、間接支持構造物にねじ込み継手で固定することにより支持する。     | —                             |    |
| 第3号機タービン補機冷却海水ポンプ室逆止弁付ファンネル (No. 1), (No. 2), (No. 3) | 第3号機タービン補機冷却海水ポンプ室は、間接支持構造物にねじ込み継手で固定することにより支持する。                  | —                             |    |
| 津波監視カメラ   | 津波監視カメラは、間接支持構造物に埋め込まれたアンカーボルトにより支持する。                             | アンカーボルト：後打ち工法<br>(接着系アンカーボルト) |    |
| 取水ピット水位計  | 取水ピット水位計は、間接支持構造物に埋め込まれたアンカーボルトにより支持する。                            | アンカーボルト：後打ち工法<br>(接着系アンカーボルト) |    |

## 5.13 強度計算に用いた規格・基準類の適用性について

### (1) 規格・基準の適用性について

規格・基準の適用性について、表 5.13-1 に示す。

なお、表の記載ルールは以下のとおりである。

・「審査ガイド記載有無」については、以下のとおり、分類を行う。

△：審査ガイドに記載がある規格・基準であり、年度が異なるもの

－：審査ガイドに記載のない規格・基準

表 5.13-1(1) 規格・基準の適用性について(1/3)

| No. | 規格・基準名   | 審査ガイド<br>記載有無 | 対象設備  | 適用性   |
|-----|--|---------------|---|---|
| 1   | <p>道路橋示方書（Ⅰ共通編・Ⅱ鋼橋編）・<br/>同解説（（社）日本道路協会，平成 14 年<br/>3 月）</p>   | -             | <ul style="list-style-type: none"> <li>・防潮堤（鋼管式鉛直壁）</li> <li>・屋外排水路逆流防止設備（防潮堤北側）</li> <li>・防潮壁（第 2 号機海水ポンプ室）</li> <li>・防潮壁（第 2 号機放水立坑）</li> <li>・防潮壁（第 3 号機海水ポンプ室）</li> <li>・防潮壁（第 3 号機放水立坑）</li> </ul> | <p>橋，高架の道路などの技術基準として国土交通省から通知され，高速自動車国道，一般国道等の鋼構造物の設計に用いられる基準であり，適用性がある<br/>と判断している。</p>  |
| 2   | <p>コンクリート標準示方書〔ダムコンク<br/>リート編〕（土木学会，2013 年制定）</p>              | -             | <ul style="list-style-type: none"> <li>・防潮堤（鋼管式鉛直壁）</li> <li>・防潮堤（盛土堤防）</li> <li>・取放水路流路縮小工（第 1 号機取水路）</li> <li>・取放水路流路縮小工（第 1 号機放水路）</li> </ul>  | <p>先行プラントにおいて採用実績のある規格であり，防潮堤の置換コンクリートや取放水路流路縮小工のせん断破壊に対する許容限界の設定に適用性<br/>があると判断している。</p> |
| 3   | <p>道路橋示方書（Ⅰ共通編・Ⅳ下部構造<br/>編）・同解説（（社）日本道路協会，平成<br/>24 年 3 月）</p> | △             | <ul style="list-style-type: none"> <li>・防潮壁（第 2 号機海水ポンプ室）</li> <li>・防潮壁（第 2 号機放水立坑）</li> <li>・防潮壁（第 3 号機海水ポンプ室）</li> <li>・防潮壁（第 3 号機放水立坑）</li> </ul>  | <p>審査ガイドに記載の基準の改訂版であり，適用性があると判断している。</p>  |

表 5.13-1(2) 規格・基準の適用性について(2/3)

|   | 規格・基準名  | 審査ガイド<br>記載有無 | 対象設備   | 適用性  |
|---|---|---------------|--|--|
| 4 | 道路橋支承便覧（(社)日本道路協会，平成16年4月）                        | —             | <ul style="list-style-type: none"> <li>防潮壁（第2号機海水ポンプ室）</li> <li>防潮壁（第2号機放水立坑）</li> <li>防潮壁（第3号機海水ポンプ室）</li> <li>防潮壁（第3号機放水立坑）</li> </ul> | 橋梁の支承の設計基準として，高速自動車国道，一般国道等で多数の採用実績があり，一部に同種構造を有する防潮壁の設計に適用性があると判断している。                        |
| 5 | 道路土工-カルバート工指針（日本道路協会，平成21年度版）                     | —             | <ul style="list-style-type: none"> <li>防潮壁（第2号機海水ポンプ室）</li> <li>防潮壁（第2号機放水立坑）</li> <li>防潮壁（第3号機海水ポンプ室）</li> <li>防潮壁（第3号機放水立坑）</li> </ul> | 先行プラントにおいて採用実績のある規格であり，防潮壁のフーチングに使用するコンクリートの許容限界の設定に適用性があると判断している。                             |
| 6 | 土地改良事業計画設計基準 設計[ダム] 技術書[コンクリートダム編]（農林水産省，平成15年4月） | —             | <ul style="list-style-type: none"> <li>取放水路流路縮小工（第1号機取水路）（No.1），（No.2）</li> <li>取放水路流路縮小工（第1号機放水路）</li> </ul>                            | 国土土地改良事業に伴うダムの設計に関する技術基準として農林水産省から通知される基準である。水路の閉塞工の設計方法が規定されており，同種構造の取放水路流路縮小工に適用性があると判断している。 |

表 5.13-1(3) 規格・基準の適用性について(3/3)

|   | 規格・基準名  | 審査ガイド<br>記載有無 | 対象設備  | 適用性                                    |
|---|---|---------------|---|--|
| 7 | 水門鉄管技術基準 水門扉編((社)水門鉄管協会, 平成 31 年)                           | —             | <ul style="list-style-type: none"> <li>・屋外排水路逆流防止設備(防潮堤南側)(No.1), (No.2), (No.3)</li> <li>・屋外排水路逆流防止設備(防潮堤北側)</li> <li>・補機冷却海水系放水路逆流防止設備(No.1), (No.2)</li> </ul> | 先行プラントにおいて採用実績のある規格であり, 適用性があると判断している。 |
| 8 | 各種合成構造設計指針・同解説((社)日本建築学会, 平成 22 年)                          | —             | <ul style="list-style-type: none"> <li>・屋外排水路逆流防止設備(防潮堤南側)(No.1), (No.2), (No.3)</li> <li>・屋外排水路逆流防止設備(防潮堤北側)</li> <li>・補機冷却海水系放水路逆流防止設備(No.1), (No.2)</li> </ul> | 先行プラントにおいて採用実績のある規格であり, 適用性があると判断している。 |
| 9 | ダム・堰施設技術基準(案)(基準解説編・設備計画マニュアル編)((社)ダム・堰施設技術協会, 平成 28 年 3 月) | —             | <ul style="list-style-type: none"> <li>・補機冷却海水系放水路逆流防止設備(No.1), (No.2)</li> </ul>   | 先行プラントにおいて採用実績のある規格であり, 適用性があると判断している。 |



【その他，審査ガイドに記載のある規格・基準】

・耐津波設計に係る工認審査ガイド

|   | 規格・基準名  |
|---|---|
| 1 | コンクリート標準示方書 [構造性能照査編] ((社) 土木学会, 2002 年制定)              |
| 2 | 建築基準法・同施行令  |
| 3 | 原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG4601-1987 ((社) 日本電気協会)               |
| 4 | 原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG4601-1991 追補版 ((社) 日本電気協会)           |
| 5 | 原子力発電所耐震設計技術指針 重要度分類・許容応力編 JEAG4601・補-1984 ((社) 日本電気協会) |
| 6 | 港湾の施設の技術上の基準・同解説 (国土交通省港湾局, 2007 年版)                    |
| 7 | 鉄筋コンクリート構造計算基準・同解説 ((社) 日本建築学会, 平成 14 年 3 月)            |
| 8 | 道路橋示方書 (I 共通編・IV 下部構造編)・同解説 ((社) 日本道路協会, 平成 14 年 3 月)   |
| 9 | J S M E S N C 1 -2005/2007 発電用原子力設備規格 設計・建設規格           |

・耐震設計に係る工認審査ガイド

|   | 規格・基準名                                  |
|---|---|
| 1 | 鋼構造設計規準－許容応力度設計法－ ((社) 日本建築学会, 2005 改定) |

## 5.14 自然現象を考慮する浸水防護施設の選定について

### (1) 基本方針

自然現象を考慮する浸水防護施設の風荷重については、屋外の直接風を受ける場所に設置されている施設のうち、風の受圧面積が小さい施設、コンクリート構造物等の自重が大きい施設等を除いて、風荷重の影響が地震荷重又は津波荷重と比べて相対的に無視できないような構造、形状及び仕様の施設においては、組合せを考慮する。また、積雪荷重については、屋外の積雪が生じる場所に設置されている施設のうち、積雪による受圧面積が小さい施設、設置場所及び積雪の影響が小さい施設等を除いては、積雪荷重を考慮する。

### (2) 選定対象施設

選定を行う浸水防護施設を以下に示す。

#### a. 津波防護施設

##### (a) 防潮堤

- イ. 防潮堤（鋼管式鉛直壁）
- ロ. 防潮堤（盛土堤防）

##### (b) 防潮壁

- イ. 防潮壁（第2号機海水ポンプ室）
- ロ. 防潮壁（第2号機放水立坑）
- ハ. 防潮壁（第3号機海水ポンプ室）
- ニ. 防潮壁（第3号機放水立坑）
- ホ. 防潮壁（第3号機海水熱交換器建屋）

##### (c) 取放水路流路縮小工

- イ. 取放水路流路縮小工（第1号機取水路）(No.1), (No.2)
- ロ. 取放水路流路縮小工（第1号機放水路）

##### (d) 貯留堰 (No.1), (No.2), (No.3), (No.4), (No.5), (No.6)

#### b. 浸水防止設備

##### (a) 逆流防止設備

- イ. 屋外排水路逆流防止設備（防潮堤南側）(No.1), (No.2), (No.3)
- ロ. 屋外排水路逆流防止設備（防潮堤北側）
- ハ. 補機冷却海水系放水路逆流防止設備 (No.1), (No.2)

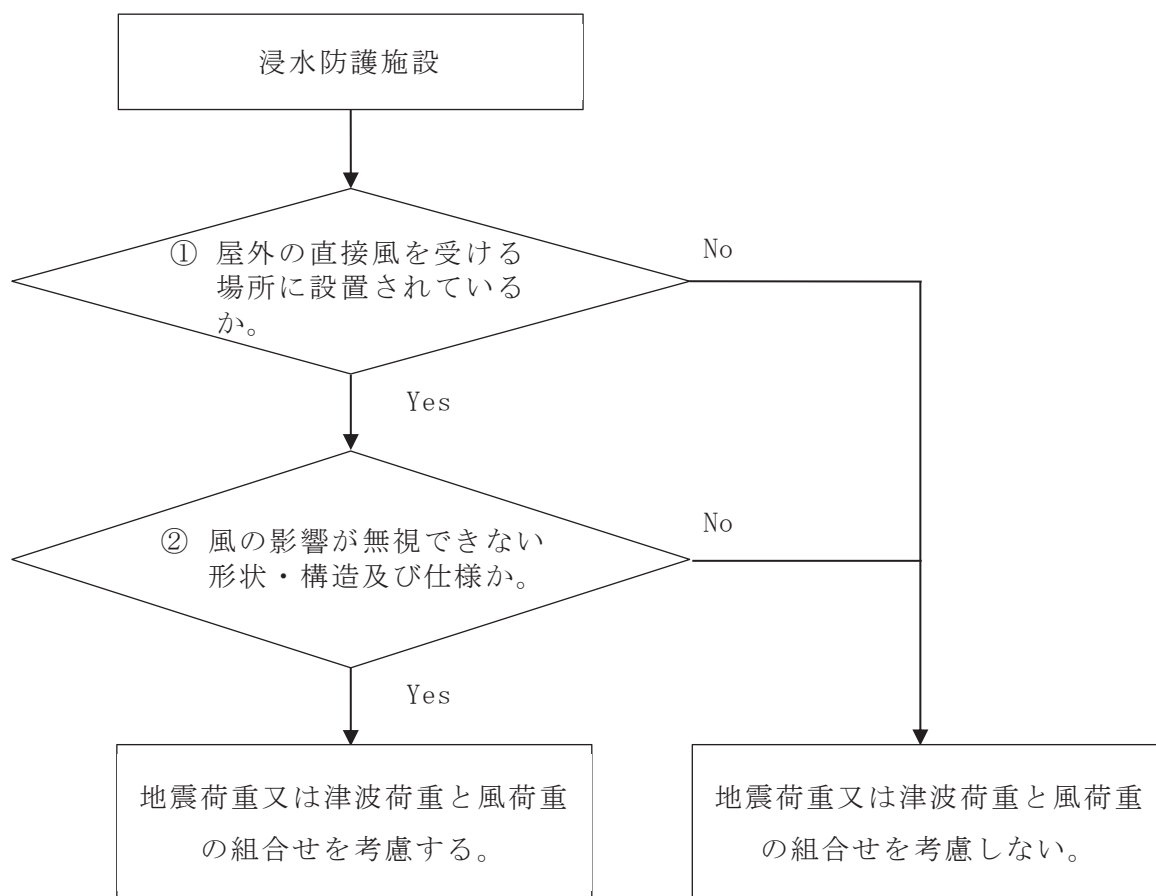
##### (b) 水密扉

- イ. 水密扉（第3号機海水熱交換器建屋海水ポンプ設置エリア）(No.1)
- ロ. 水密扉（第3号機海水熱交換器建屋海水ポンプ設置エリア）(No.2)
- ハ. 原子炉建屋浸水防止水密扉 (No.1)
- ニ. 原子炉建屋浸水防止水密扉 (No.2)

- ホ. 制御建屋浸水防止水密扉 (No. 1)
  - ヘ. 制御建屋浸水防止水密扉 (No. 2)
  - ト. 制御建屋浸水防止水密扉 (No. 3)
  - チ. 計測制御電源室 (B) 浸水防止水密扉 (No. 3)
  - リ. 制御建屋空調機械 (A) 室浸水防止水密扉
  - ヌ. 制御建屋空調機械 (B) 室浸水防止水密扉
  - ル. 第 2 号機 MCR 浸水防止水密扉
  - ヲ. 制御建屋浸水防止水密扉 (No. 4)
  - ワ. 制御建屋浸水防止水密扉 (No. 5)
- (c) 浸水防止蓋
- イ. 浸水防止蓋 (原子炉機器冷却海水配管ダクト)
  - ロ. 浸水防止蓋 (第 3 号機補機冷却海水系放水ピット)
  - ハ. 浸水防止蓋 (第 3 号機海水熱交換器建屋海水ポンプ設置エリア角落し部)
  - ニ. 浸水防止蓋 (第 3 号機海水熱交換器建屋海水ポンプ設置エリア点検用開口部) (No. 1), (No. 2)
  - ホ. 浸水防止蓋 (揚水井戸 (第 2 号機海水ポンプ室防潮壁区画内))
  - ヘ. 浸水防止蓋 (揚水井戸 (第 3 号機海水ポンプ室防潮壁区画内))
  - ト. 地下軽油タンク燃料移送ポンプ室アクセス用浸水防止蓋 (No. 1), (No. 2)
  - チ. 地下軽油タンク機器搬出入用浸水防止蓋
- (d) 浸水防止壁
- イ. 第 2 号機海水ポンプ室浸水防止壁
- (e) 逆止弁付ファンネル
- イ. 第 2 号機原子炉補機冷却海水ポンプ (A) (C) 室逆止弁付ファンネル (No. 1), (No. 2), (No. 3)
  - ロ. 第 2 号機原子炉補機冷却海水ポンプ (B) (D) 室逆止弁付ファンネル (No. 1), (No. 2), (No. 3)
  - ハ. 第 2 号機高圧炉心スプレイ補機冷却海水ポンプ室逆止弁付ファンネル (No. 1), (No. 2)
  - ニ. 第 2 号機タービン補機冷却海水ポンプ室逆止弁付ファンネル (No. 1), (No. 2), (No. 3)
  - ホ. 第 3 号機原子炉補機冷却海水ポンプ (A) (C) 室逆止弁付ファンネル (No. 1), (No. 2)
  - ヘ. 第 3 号機原子炉補機冷却海水ポンプ (B) (D) 室逆止弁付ファンネル (No. 1), (No. 2)

- ト. 第3号機高圧炉心スプレイ補機冷却海水ポンプ室逆止弁付ファンネル (No. 1), (No. 2)
- チ. 第3号機タービン補機冷却海水ポンプ室逆止弁付ファンネル (No. 1), (No. 2), (No. 3)
- (f) 貫通部水処置
  - イ. 貫通部止水処置 (第2号機海水ポンプ室防潮壁横断部)
  - ロ. 貫通部止水処置 (第2号機放水立坑防潮壁横断部)
  - ハ. 貫通部止水処置 (第3号機海水ポンプ室防潮壁横断部)
  - ニ. 貫通部止水処置 (第3号機放水立坑防潮壁横断部)
  - ホ. 貫通部止水処置 (第2号機原子炉建屋)
  - ヘ. 貫通部止水処置 (第2号機制御建屋)
  - ト. 貫通部止水処置 (第2号機軽油タンクエリア)
- c. 津波監視設備
  - (a) 津波監視カメラ
  - (b) 取水ピット水位計
- (3) 風荷重を考慮する浸水防護施設の選定
  - a. 風荷重を組み合わせる施設の選定方法

屋外の直接風を受ける場所に設置されている浸水防護施設のうち、風荷重の影響が無視できない構造や形状として、中空構造物や鉄塔のように寸法に対して比較的軽量かつ長大な構造物を選定する。地震荷重又は津波荷重と風荷重の組合せを考慮する施設の選定フローを図 5.14-1 に示す。



以下に示す項目に該当する場合は除外（風荷重との組合せは考慮しない。）する。

- ① 屋外の直接風を受ける場所に設置されているか。
  - ・海中又は地中に設置
  - ・壁等に囲われた場所に設置
- ② 風の影響が無視できない形状・構造及び仕様か。
  - ・受圧面積が小さい
  - ・自重が大きい
  - ・床下に設置

図 5.14-1 地震荷重又は津波荷重と風荷重の組合せを考慮する施設の選定フロー

b. 風荷重を組み合わせる施設の選定結果

風荷重を考慮する浸水防護施設の選定結果を表 5.14-1 に示す。

表 5.14-1 風荷重を考慮する浸水防護施設の選定結果 (1/8)

| 強度計算の対象施設 | ①屋外の直接風を受ける場所に設置されているか | ②風の影響が無視できない形状・構造及び仕様か | 風荷重の組合せ | 備考   |
|-----------|------------------------|------------------------|---------|--|
| 防潮堤       | 防潮堤 (鋼管式鉛直壁)           | ○                      | 考慮する    | 敷地周辺の地上部に設置。なお、津波荷重作用時には、風荷重の受圧面がないため、考慮しない。                   |
|           | 防潮堤 (盛土堤防)             | ○                      | 考慮する    |  |
| 防潮壁       | 防潮壁 (第2号機海水ポンプ室)       | ○                      | 考慮する    | 海水ポンプ室及び放水立坑周辺の地上部に設置。なお、津波荷重作用時には、風荷重の受圧面となる入力津波水位より上部のみ考慮する。 |
|           | 防潮壁 (第2号機放水立坑)         | ○                      | 考慮する    |  |
|           | 防潮壁 (第3号機海水ポンプ室)       | ○                      | 考慮する    |  |
|           | 防潮壁 (第3号機放水立坑)         | ○                      | 考慮する    |  |
|           | 防潮壁 (第3号機海水熱交換器建屋)     | ○                      | 考慮する    |  |

○：該当する (Yes)    ×：該当しない (No)    -：直接風を受けない場所に設置されるため対象外

表 5.14-1 風荷重を考慮する浸水防護施設の選定結果 (2/8)

| 強度計算の対象施設  | ①屋外の直接風を受ける場所に設置されているか | ②風の影響が無視できな形状・構造及び仕様か | 風荷重の組合せ | 備考  |
|--|------------------------|-----------------------|---------|---|
| 取放水路流路縮小工 (第 1 号機取水路) (No. 1), (No. 2)                   | ×                      | —                     | 考慮しない   | 地下部にある第 1 号機取水路内に設置するため、直接風を受ける場所がない。             |
| 取放水路流路縮小工 (第 1 号機放水路)                                    | ×                      | —                     | 考慮しない   | 地下部にある第 1 号機放水路内に設置するため、直接風を受ける場所がない。             |
| 貯留堰 (No. 1), (No. 2), (No. 3), (No. 4), (No. 5), (No. 6) | ×                      | —                     | 考慮しない   | 海中に設置するため、直接風を受ける場所がない。                           |
| 屋外排水路逆流防止設備 (防潮堤南側) (No. 1), (No. 2), (No. 3)            | ×                      | —                     | 考慮しない   | 防潮堤前面の地下部の集水ピット内に設置するため、直接風を受ける場所がない。             |
| 屋外排水路逆流防止設備 (防潮堤北側)                                      | ×                      | —                     | 考慮しない   | 防潮堤前面の集水ピット内に設置するため、壁等で囲まれており、直接風を受ける場所がない。       |
| 補機冷却海水系放水路逆流防止設備 (No. 1), (No. 2)                        | ×                      | —                     | 考慮しない   | 防潮壁直下部の補機冷却海水系放水路内に設置するため、壁等で囲まれており、直接風を受ける場所がない。 |

○：該当する (Yes)    ×：該当しない (No)    —：直接風を受けない場所に設置されるため対象外

表 5.14-1 風荷重を考慮する浸水防護施設の選定結果 (3/8)

| 強度計算の対象施設  | ①屋外の直接風を受ける場所に設置されているか | ②風の影響が無視できな形状・構造及び仕様か | 風荷重の組合せ | 備考   |
|--|------------------------|-----------------------|---------|--|
| 水密扉 (第 3 号機海水熱交換器建屋海水ポンプ設置エリア) (No. 1), (No. 2)  | ×                      | —                     | 考慮しない   | 第 3 号機海水熱交換器建屋の地下階壁面に設置するため, 風荷重の影響を無視できる。 |
| 原子炉建屋浸水防止水密扉 (No. 1), (No. 2)  | ×                      | —                     | 考慮しない   | 原子炉建屋内に設置するため, 風荷重の影響を無視できる。               |
| 制御建屋浸水防止水密扉 (No. 1), (No. 2), (No. 3), (No. 4), (No. 5), 計測制御電源室 (B) 浸水防止水密扉 (No. 3), 制御建屋空調機械 (A) 室浸水防止水密扉, 制御建屋空調機械 (B) 室浸水防止水密扉, 第 2 号機 MCR 浸水防止水密扉 | ×                      | —                     | 考慮しない   | 制御建屋内に設置するため, 風荷重の影響を無視できる。                |

○ : 該当する (Yes)    × : 該当しない (No)    — : 直接風を受けない場所に設置されるため対象外



表 5.14-1 風荷重を考慮する浸水防護施設の選定結果 (4/8)

| 強度計算の対象施設   | ①屋外の直接風を受ける場所に設置されているか | ②風の影響が無視できない形状・構造及び仕様か | 風荷重の組合せ | 備考   |
|---|------------------------|------------------------|---------|--|
| 浸水防止蓋 (原子炉機器冷却海水配管ダクト)                              | ○                      | ×                      | 考慮しない   | 原子炉機器冷却海水配管ダクトの上面に設置するため、風荷重の影響を無視できる。             |
| 浸水防止蓋 (第3号機補機冷却海水系放水ピット)                            | ○                      | ×                      | 考慮しない   | 第3号機補機冷却海水系放水ピットの上面に設置するため、風荷重の影響を無視できる。           |
| 浸水防止蓋 (第3号機海水熱交換器建屋海水ポンプ設置エリア角落し部)                  | ×                      | —                      | 考慮しない   | 第3号機海水熱交換器建屋の地下階の海水ポンプ設置エリア床面に設置するため、風荷重の影響を無視できる。 |
| 浸水防止蓋 (第3号機海水熱交換器建屋海水ポンプ設置エリア点検用開口部) (No.1), (No.2) | ×                      | —                      | 考慮しない   | 第3号機海水熱交換器建屋の地下階の海水ポンプ設置エリア床面に設置するため、風荷重の影響を無視できる。 |
| 浸水防止蓋 (揚水井戸 (第2号機海水ポンプ室防潮壁区画内) )                    | ○                      | ×                      | 考慮しない   | 揚水井戸 (第2号機海水ポンプ室防潮壁区画内) の上面に設置するため、風荷重の影響を無視できる。   |
| 浸水防止蓋 (揚水井戸 (第3号機海水ポンプ室防潮壁区画内) )                    | ○                      | ×                      | 考慮しない   | 揚水井戸 (第3号機海水ポンプ室防潮壁区画内) の上面に設置するため、風荷重の影響を無視できる。   |

○：該当する (Yes)    ×：該当しない (No)    —：直接風を受けない場所に設置されるため対象外

表 5.14-1 風荷重を考慮する浸水防護施設の選定結果 (5/8)

| 強度計算の対象施設                                       | ①屋外の直接風を受ける場所に設置されているか | ②風の影響が無視できない形状・構造及び仕様か | 風荷重の組合せ | 備考                                    |
|---|------------------------|------------------------|---------|---------------------------------------|
| 地下軽油タンク燃料移送ポンプ室アークセ<br>ス用浸水防止蓋 (No. 1), (No. 2) | ○                      | ×                      | 考慮しない   | 軽油タンクエリア上部に設置するため、構造上風荷重の影響を無視できる。    |
| 地下軽油タンク機器搬出入用浸水防止蓋                              | ○                      | ×                      | 考慮しない   | 軽油タンクエリア上部に設置するため、構造上風荷重の影響を無視できる。    |
| 第2号機海水ポンプ室浸水防止壁                                 | ○                      | ○                      | 考慮する    | 海水ポンプ室の上部に設置され、受圧面積が大きいため風の影響を無視できない。 |

○：該当する (Yes)    ×：該当しない (No)    -：直接風を受けない場所に設置されるため対象外

表 5.14-1 風荷重を考慮する浸水防護施設の選定結果 (6/8)

| 強度計算の対象施設  | ①屋外の直接風を受ける場所に設置されているか | ②風の影響が無視できない形状・構造及び仕様か | 風荷重の組合せ | 備考                                      |
|--|------------------------|------------------------|---------|---|
| 第2号機原子炉補機冷却海水ポンプ<br>(A) (C) 室逆止弁付ファンネル(No. 1),<br>(No. 2), (No. 3) | ×                      | —                      | 考慮しない   | 海水ポンプ室の床面に設置するため、直接風を受ける場所がない。          |
| 第2号機原子炉補機冷却海水ポンプ<br>(B) (D) 室逆止弁付ファンネル(No. 1),<br>(No. 2), (No. 3) | ×                      | —                      | 考慮しない   | 海水ポンプ室の床面に設置するため、直接風を受ける場所がない。          |
| 第2号機高圧炉心スプレイ補機冷却海水<br>ポンプ室逆止弁付ファンネル(No. 1),<br>(No. 2)             | ×                      | —                      | 考慮しない   | 海水ポンプ室の床面に設置するため、直接風を受ける場所がない。          |
| 第2号機タービン補機冷却海水ポンプ<br>逆止弁付ファンネル(No. 1), (No. 2),<br>(No. 3)         | ×                      | —                      | 考慮しない   | 海水ポンプ室の床面に設置するため、直接風を受ける場所がない。          |
| 第3号機原子炉補機冷却海水ポンプ<br>(A) (C) 室逆止弁付ファンネル(No. 1),<br>(No. 2)          | ×                      | —                      | 考慮しない   | 第3号機海水熱交換器建屋の地下階床面に設置するため、風荷重の影響を無視できる。 |
| 第3号機原子炉補機冷却海水ポンプ<br>(B) (D) 室逆止弁付ファンネル(No. 1),<br>(No. 2)          | ×                      | —                      | 考慮しない   | 第3号機海水熱交換器建屋の地下階床面に設置するため、風荷重の影響を無視できる。 |

○：該当する (Yes)    ×：該当しない (No)    —：直接風を受けない場所に設置されるため対象外

表 5.14-1 風荷重を考慮する浸水防護施設の選定結果 (7/8)

| 強度計算の対象施設   | ①屋外の直接風を受ける場所に設置されているか | ②風の影響が無視できない形状・構造及び仕様か | 風荷重の組合せ | 備考                                      |
|---|------------------------|------------------------|---------|---|
| 第3号機高圧炉心スプレイ補機冷却海水ポンプ室逆止弁付ファンネル(No.1), (No.2)     | ×                      | —                      | 考慮しない   | 第3号機海水熱交換器建屋の地下階床面に設置するため、風荷重の影響を無視できる。 |
| 第3号機タービン補機冷却海水ポンプ室逆止弁付ファンネル(No.1), (No.2), (No.3) | ×                      | —                      | 考慮しない   | 第3号機海水熱交換器建屋の地下階床面に設置するため、風荷重の影響を無視できる。 |
| 貫通部止水処置(第2号機海水ポンプ室防潮壁横断部)                         | ×                      | —                      | 考慮しない   | 海水ポンプ室の壁面に設置するため、直接風を受ける場所にならない。        |
| 貫通部止水処置(第2号機放水立坑防潮壁横断部)                           | ×                      | —                      | 考慮しない   | 放水立坑の壁面に設置するため、直接風を受ける場所にならない。          |
| 貫通部止水処置(第3号機海水ポンプ室防潮壁横断部)                         | ×                      | —                      | 考慮しない   | 海水ポンプ室の壁面に設置するため、直接風を受ける場所にならない。        |
| 貫通部止水処置(第3号機放水立坑防潮壁横断部)                           | ×                      | —                      | 考慮しない   | 放水立坑の壁面に設置するため、直接風を受ける場所にならない。          |

○：該当する (Yes)    ×：該当しない (No)    —：直接風を受けない場所に設置されるため対象外

表 5.14-1 風荷重を考慮する浸水防護施設の選定結果 (8/8)

| 強度計算の対象施設              | ①屋外の直接風を受ける場所に設置されているか | ②風の影響が無視できない形状・構造及び仕様か | 風荷重の組合せ | 備考  |
|------------------------|------------------------|------------------------|---------|---|
| 貫通部止水処置 (第2号機原子炉建屋)    | ×                      | —                      | 考慮しない   | 原子炉建屋の外壁に設置されるが、隣接する建屋との境界であり、風の影響を直接受けない。              |
| 貫通部止水処置 (第2号機制御建屋)     | ×                      | —                      | 考慮しない   | 原子炉建屋の外壁に設置されるが、隣接する建屋との境界であり、風の影響を直接受けない。              |
| 貫通部止水処置 (第2号機軽油タンクエリア) | ○                      | ×                      | 考慮しない   | 壁の貫通部と配管の隙間をシール材等により止水するもので、隙間部の寸法を考慮すると、風荷重の影響を無視できない。 |
| 津波監視カメラ                | ○                      | ○                      | 考慮する    | 原子炉建屋屋上及び防潮堤北側エリアに設置                                    |
| 取水ピット水位計               | ×                      | —                      | 考慮しない   | 海水ポンプ室の床面に設置するため、直接風を受ける場所にならない。                        |

○：該当する (Yes)    ×：該当しない (No)    —：直接風を受けない場所に設置されるため対象外

(4) 積雪荷重を考慮する浸水防護施設の選定

a. 積雪荷重を組み合わせる施設の選定方法

屋外の積雪の可能性が大きい場所に設置されている浸水防護施設のうち、積雪が生じやすい形状や設置位置の施設を選定の対象とする。地震荷重又は津波荷重と積雪荷重の組合せを考慮する施設の選定フローを図 5.14-2 に示す。

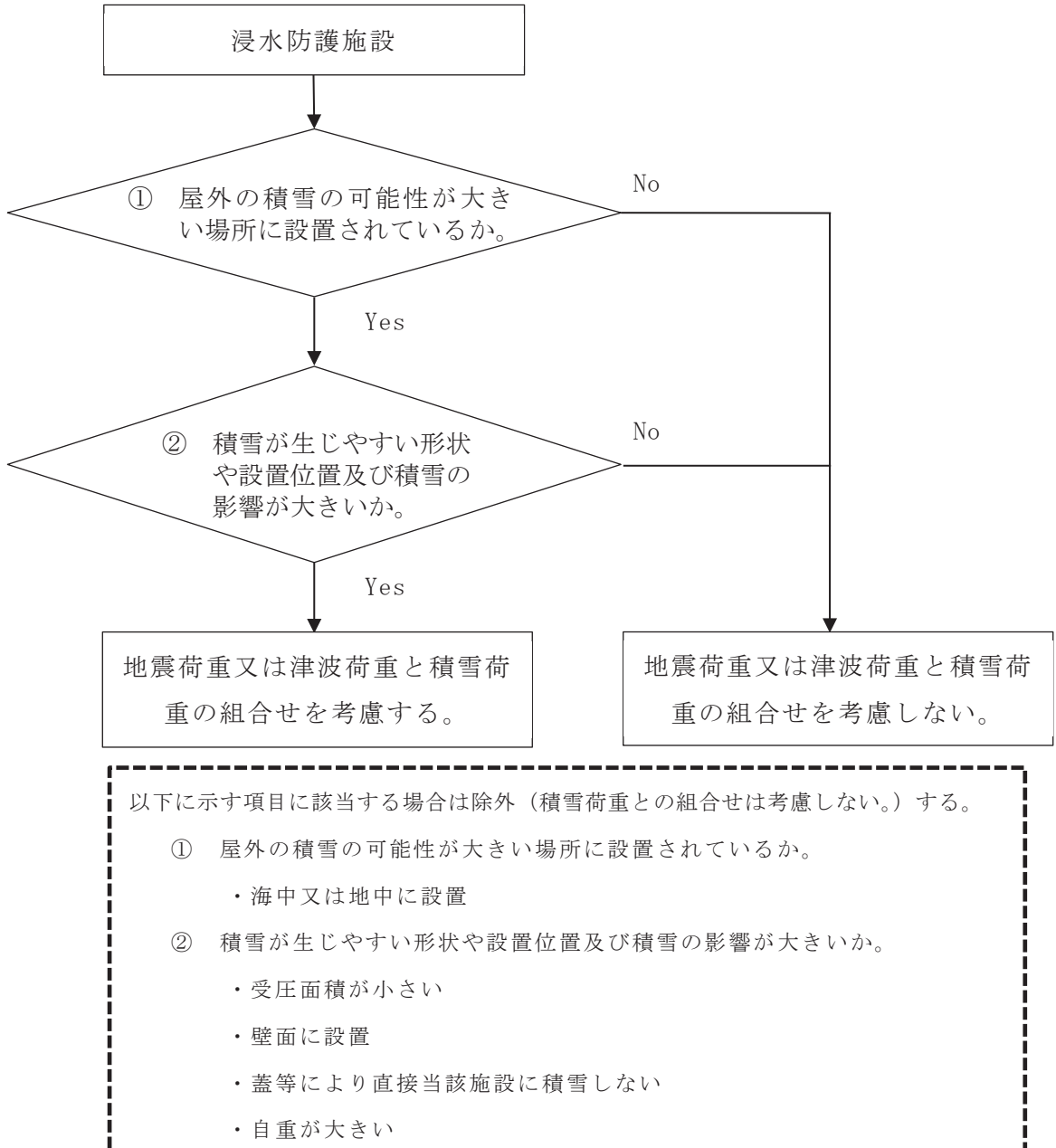


図 5.14-2 地震荷重又は津波荷重と積雪荷重の組合せを考慮する施設の選定フロー

b. 積雪荷重を組み合わせる施設の選定結果

積雪荷重を考慮する浸水防護施設の選定結果を表 5.14-2 に示す。

表 5.14-2 積雪荷重を考慮する浸水防護施設の選定結果 (1/10)

| 強度計算の対象施設 | ①屋外の積雪の可能性が大きい場所に設置されているか | ②積雪が生じやすい形状や設置位置及び積雪の影響が大きいか | 積雪荷重の組合せ | 備考                    |
|-----------|---------------------------|------------------------------|----------|-----------------------|
| 防潮堤       | 防潮堤 (鋼管式鉛直壁)              | ○                            | 考慮する     | 敷地周辺の地上部に設置           |
|           | 防潮堤 (盛土堤防)                | ○                            | 考慮する     |                       |
| 防潮壁       | 防潮壁 (第2号機海水ポンプ室)          | ○                            | 考慮する     | 海水ポンプ室及び放水立坑周辺の地上部に設置 |
|           | 防潮壁 (第2号機放水立坑)            | ○                            | 考慮する     |                       |
|           | 防潮壁 (第3号機海水ポンプ室)          | ○                            | 考慮する     |                       |
|           | 防潮壁 (第3号機放水立坑)            | ○                            | 考慮する     |                       |
|           | 防潮壁 (第3号機海水熱交換器建物)        | ○                            | 考慮しない    |                       |
|           | 防潮壁 (第3号機海水熱交換器建物)        | ×                            | 考慮しない    |                       |

○：該当する (Yes)    ×：該当しない (No)    -：積雪の可能性が大きい場所に設置されていないため対象外

表 5.14-2 積雪荷重を考慮する浸水防護施設の選定結果 (2/10)

| 強度計算の対象施設   | ①屋外の積雪の可能性が大きい場所に設置されているか | ②積雪が生じやすい形状や設置位置及び積雪の影響が大きいか | 積雪荷重の組合せ | 備考  |
|---|---------------------------|------------------------------|----------|---|
| 取放水路流路縮小工 (第1号機取水路)<br>(No. 1), (No. 2)                     | ×                         | —                            | 考慮しない    | 地下部にある第1号機取水路内に設置するため、積雪する場所がない。                      |
| 取放水路流路縮小工 (第1号機放水路)   | ×                         | —                            | 考慮しない    | 地下部にある第1号機放水路内に設置するため、積雪する場所がない。                      |
| 貯留堰 (No. 1), (No. 2), (No. 3), (No. 4),<br>(No. 5), (No. 6) | ×                         | —                            | 考慮しない    | 海中に設置するため、積雪する場所がない。                                  |
| 屋外排水路逆流防止設備 (防潮堤南側)<br>(No. 1), (No. 2), (No. 3)            | ×                         | —                            | 考慮しない    | 防潮堤前面の地下部の集水ピット内に設置するため、積雪する場所がない。                    |
| 屋外排水路逆流防止設備 (防潮堤北側)   | ○                         | ×                            | 考慮しない    | 防潮堤前面の集水ピットの壁面に設置し、受圧面積が小さく積雪しにくい形状のため、積雪荷重の影響を無視できる。 |
| 補機冷却海水系放水路逆流防止設備<br>(No. 1), (No. 2)                        | ○                         | ×                            | 考慮しない    | 防潮壁直下のフーチングの壁面に設置し、受圧面積が小さく積雪しにくい形状のため、積雪荷重の影響を無視できる。 |

○：該当する (Yes)    ×：該当しない (No)    —：積雪の可能性が大きい場所に設置されていないため対象外



表 5.14-2 積雪荷重を考慮する浸水防護施設の選定結果 (3/10)

| 強度計算の対象施設   | ①屋外の積雪の可能性が大きい場所に設置されているか | ②積雪が生じやすい形状や設置位置及び積雪の影響が大きいか | 積雪荷重の組合せ | 備考   |
|---|---------------------------|------------------------------|----------|--|
| 水密扉(第3号機海水熱交換器建屋海水ポンプ設置エリア)(No.1), (No.2)   | ○                         | ×                            | 考慮しない    | 第3号機海水熱交換器建屋の地下階壁面に設置されるが, 受圧面積が小さく積雪しにくい形状のため, 積雪荷重の影響を無視できる。 |
| 原子炉建屋浸水防止水密扉(No.1), (No.2)  | ×                         | —                            | 考慮しない    | 原子炉建屋内に設置するため, 積雪荷重の影響を受けない。                                   |
| 制御建屋浸水防止水密扉(No.1), (No.2), (No.3), (No.4), (No.5), 計測制御電源室(B) 浸水防止水密扉(No.3), 制御建屋空調機械(A) 室浸水防止水密扉, 制御建屋空調機械(B) 室浸水防止水密扉, 第2号機 MCR 浸水防止水密扉 | ×                         | —                            | 考慮しない    | 制御建屋内に設置するため, 積雪荷重の影響を受けない。                                    |

○ : 該当する (Yes)    × : 該当しない (No)    — : 積雪の可能性が大きい場所に設置されていないため対象外

表 5.14-2 積雪荷重を考慮する浸水防護施設の選定結果 (4/10)

| 強度計算の対象施設                            | ①屋外の積雪の可能性が大きい場所に設置されているか | ②積雪が生じやすい形状や設置位置及び積雪の影響が大きいか | 積雪荷重の組合せ | 備考                             |
|--------------------------------------|---------------------------|------------------------------|----------|--------------------------------|
| 浸水防止蓋 (原子炉機器冷却海水配管ダクト)               | ○                         | ○                            | 考慮する     | 原子炉機器冷却海水配管ダクトの上面に設置           |
| 浸水防止蓋 (第3号機補機冷却海水系放水ピット)             | ○                         | ○                            | 考慮する     | 第3号機補機冷却海水系放水ピットに上面に設置         |
| 浸水防止蓋 (第3号機海水熱交換器建屋海水ポンプ設置エリア角落し部)   | ○                         | ○                            | 考慮する     | 地下階の海水ポンプ室設置エリアの床面に設置          |
| 浸水防止蓋 (第3号機海水熱交換器建屋海水ポンプ設置エリア点検用開口部) | ○                         | ○                            | 考慮する     | 地下階の海水ポンプ室設置エリアの床面に設置          |
| 浸水防止蓋 (揚水井戸 (第2号機海水ポンプ室防潮壁区画内))      | ○                         | ○                            | 考慮する     | 揚水井戸 (第2号機海水ポンプ室防潮壁区画内) の上面に設置 |
| 浸水防止蓋 (揚水井戸 (第3号機海水ポンプ室防潮壁区画内))      | ○                         | ○                            | 考慮する     | 揚水井戸 (第3号機海水ポンプ室防潮壁区画内) の上面に設置 |

○：該当する (Yes) ×：該当しない (No) -：積雪の可能性が大きい場所に設置されていないため対象外

表 5.14-2 積雪荷重を考慮する浸水防護施設の選定結果 (5/10)

| 強度計算の対象施設                                  | ①屋外の積雪の可能性が大きい場所に設置されるか | ②積雪が生じやすい形状や設置位置及び積雪の影響が大きいか | 積雪荷重の組合せ | 備考  |
|--|-------------------------|------------------------------|----------|---|
| 第2号機海水ポンプ室浸水防止壁                            | ○                       | ×                            | 考慮しない    | 海水ポンプ室の上部に設置されるが、受圧面積が小さく積雪しにくい形状のため、積雪荷重の影響を無視できる。 |
| 地下軽油タンク燃料移送ポンプ室アクセス用浸水防止蓋 (No. 1), (No. 2) | ○                       | ○                            | 考慮する     | 軽油タンクエリアの上部に設置                                      |
| 地下軽油タンク機器搬出入用浸水防止蓋                         | ○                       | ○                            | 考慮する     | 軽油タンクエリアの上部に設置                                      |

○：該当する (Yes)    ×：該当しない (No)    -：積雪の可能性が大きい場所に設置されていないため対象外

表 5.14-2 積雪荷重を考慮する浸水防護施設の選定結果 (6/10)

| 強度計算の対象施設  | ①屋外の積雪の可能性が大きい場所に設置されているか | ②積雪が生じやすい形状や設置位置及び積雪の影響が大きいのか | 積雪荷重の組合せ | 備考   |
|--|---------------------------|-------------------------------|----------|--|
| 第2号機原子炉補機冷却海水ポンプ(A)(C)室逆止弁付ファンネル(No.1),(No.2),(No.3) | ○                         | ×                             | 考慮しない    | 海水ポンプ室床面に設置されるが、受圧面積が小さく積雪しにくい形状のため、積雪荷重の影響を無視できる。 |
| 第2号機原子炉補機冷却海水ポンプ(B)(D)室逆止弁付ファンネル(No.1),(No.2),(No.3) | ○                         | ×                             | 考慮しない    | 海水ポンプ室床面に設置されるが、受圧面積が小さく積雪しにくい形状のため、積雪荷重の影響を無視できる。 |
| 第2号機高圧炉心スプレイ補機冷却海水ポンプ室逆止弁付ファンネル(No.1),(No.2)         | ○                         | ×                             | 考慮しない    | 海水ポンプ室床面に設置されるが、受圧面積が小さく積雪しにくい形状のため、積雪荷重の影響を無視できる。 |
| 第2号機タービン補機冷却海水ポンプ室逆止弁付ファンネル(No.1),(No.2),(No.3)      | ○                         | ×                             | 考慮しない    | 海水ポンプ室床面に設置されるが、受圧面積が小さく積雪しにくい形状のため、積雪荷重の影響を無視できる。 |

○：該当する (Yes)    ×：該当しない (No)    -：積雪の可能性が大きい場所に設置されていないため対象外

表 5.14-2 積雪荷重を考慮する浸水防護施設の選定結果 (7/10)

| 強度計算の対象施設   | ①屋外の積雪の可能性が大きい場所に設置されているか | ②積雪が生じやすい形状や設置位置及び積雪の影響が大きいのか | 積雪荷重の組合せ | 備考   |
|---|---------------------------|-------------------------------|----------|--|
| 第3号機原子炉補機冷却海水ポンプ(A)(C)室逆止弁付ファンネル(No.1), (No.2)    | ○                         | ×                             | 考慮しない    | 第3号機海水熱交換器建屋床面に設置されるが、受圧面積が小さく積雪しにくい形状のため、積雪荷重の影響を無視できる。 |
| 第3号機原子炉補機冷却海水ポンプ(B)(D)室逆止弁付ファンネル(No.1), (No.2)    | ○                         | ×                             | 考慮しない    | 第3号機海水熱交換器建屋床面に設置されるが、受圧面積が小さく積雪しにくい形状のため、積雪荷重の影響を無視できる。 |
| 第3号機高压炉心スプレイ補機冷却海水ポンプ室逆止弁付ファンネル(No.1), (No.2)     | ○                         | ×                             | 考慮しない    | 第3号機海水熱交換器建屋床面に設置されるが、受圧面積が小さく積雪しにくい形状のため、積雪荷重の影響を無視できる。 |
| 第3号機タービン補機冷却海水ポンプ室逆止弁付ファンネル(No.1), (No.2), (No.3) | ○                         | ×                             | 考慮しない    | 第3号機海水熱交換器建屋床面に設置されるが、受圧面積が小さく積雪しにくい形状のため、積雪荷重の影響を無視できる。 |

○：該当する (Yes)    ×：該当しない (No)    -：積雪の可能性が大きい場所に設置されていないため対象外

表 5.14-2 積雪荷重を考慮する浸水防護施設の選定結果 (8/10)

| 強度計算の対象施設                  | ①屋外の積雪の可能性が大きい場所に設置されるか | ②積雪が生じやすい形状や設置位置及び積雪の影響が大きいか | 積雪荷重の組合せ | 備考  |
|----------------------------|-------------------------|------------------------------|----------|---|
| 貫通部止水処置 (第2号機海水ポンプ室防潮壁横断部) | ○                       | ×                            | 考慮しない    | 壁面に設置している又は受圧面積が小さく積雪しにくい形状のため、積雪荷重の影響を無視できる。 |
| 貫通部止水処置 (第2号機放水立坑防潮壁横断部)   | ○                       | ×                            | 考慮しない    | 壁面に設置している又は受圧面積が小さく積雪しにくい形状のため、積雪荷重の影響を無視できる。 |
| 貫通部止水処置 (第3号機海水ポンプ室防潮壁横断部) | ○                       | ×                            | 考慮しない    | 壁面に設置している又は受圧面積が小さく積雪しにくい形状のため、積雪荷重の影響を無視できる。 |
| 貫通部止水処置 (第3号機放水立坑防潮壁横断部)   | ○                       | ×                            | 考慮しない    | 壁面に設置している又は受圧面積が小さく積雪しにくい形状のため、積雪荷重の影響を無視できる。 |

○：該当する (Yes)    ×：該当しない (No)    -：積雪の可能性が大きい場所に設置されていないため対象外

表 5.14-2 積雪荷重を考慮する浸水防護施設の選定結果 (9/10)

| 強度計算の対象施設              | ①屋外の積雪の可能性が大<br>きい場所に設置されてい<br>るか | ②積雪が生じやすい形状や<br>設置位置及び積雪の影響が<br>大きい | 積雪荷重の組合せ | 備考  |
|------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------|----------|---|
| 貫通部止水処置 (第2号機原子炉建屋)    | ○                                 | ×                                   | 考慮しない    | 壁面に設置している又は受圧面積が小さく積雪しにくい形状のため、積雪荷重の影響を無視できる。 |
| 貫通部止水処置 (第2号機制御建屋)     | ○                                 | ×                                   | 考慮しない    | 壁面に設置している又は受圧面積が小さく積雪しにくい形状のため、積雪荷重の影響を無視できる。 |
| 貫通部止水処置 (第2号機軽油タンクエリア) | ○                                 | ×                                   | 考慮しない    | 壁面に設置している又は受圧面積が小さく積雪しにくい形状のため、積雪荷重の影響を無視できる。 |

○：該当する (Yes)    ×：該当しない (No)    -：積雪の可能性が大きい場所に設置されていないため対象外

表 5.14-2 積雪荷重を考慮する浸水防護施設の選定結果 (10/10)

| 強度計算の対象施設 | ①屋外の積雪の可能性が大きい場所に設置されているか | ②積雪が生じやすい形状や設置位置及び積雪の影響が大きいか | 積雪荷重の組合せ | 備考   |
|-----------|---------------------------|------------------------------|----------|--|
| 津波監視カメラ   | ○                         | ○                            | 考慮する     | 原子炉建屋屋上及び防潮堤北側エリアに設置                               |
| 取水ピット水位計  | ○                         | ×                            | 考慮しない    | 海水ポンプ室床面に設置されるが、受圧面積が小さく積雪しにくい形状のため、積雪荷重の影響を無視できる。 |

○：該当する (Yes)    ×：該当しない (No)    -：積雪の可能性が大きい場所に設置されていないため対象外



## 5.15 浸水量評価について

### (1) 基本方針

本資料は、添付書類「VI-1-1-2-2-4 入力津波による津波防護対象設備への影響評価」にて実施している、漏水による重要な安全機能及び重大事故等に対処するために必要な機能への影響防止（外郭防護2）に係る評価のうち、原子炉補機冷却海水ポンプ及び高圧炉心スプレイ補機冷却海水ポンプ（以下「非常用海水ポンプ」という。）が設置される海水ポンプ室に津波の直接の流入経路となる逆止弁付ファンネルがあることから、漏水が継続することによる「浸水想定範囲」として、海水ポンプ室を設定し、浸水量評価を行うことにより、非常用海水ポンプへの影響を確認する。

### (2) 浸水想定範囲の選定

#### a. 浸水想定範囲及び漏水を想定する設備

浸水想定範囲は、逆止弁付ファンネルを設置している海水ポンプ室とした。

なお、浸水想定範囲の選定においては、海水ポンプエリア内にある津波防護対象設備が海水ポンプエリア内及びエリア外で発生する溢水の影響を受けて、安全機能を損なわない設計であることを考慮する。

逆止弁付ファンネル配置図及び浸水想定範囲と防水区画を図 5.15-1 示す。



図 5.15-1 逆止弁付ファンネル配置図及び浸水想定範囲と防水区画

枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。

(3) 浸水量評価における漏水量算出方法

a. 漏水継続時間

漏水継続時間は、海水ポンプ室の上昇側の入力津波の時刻歴波形から、逆止弁付ファンネルの設置高さを上回る時間を設定する。

b. 機能喪失高さ

海水ポンプ室が浸水した場合に、非常用海水ポンプの機能に影響を及ぼす可能性のある設備の設置高さのうち、防水区画化範囲内で最も設置高さの低い設備を機能喪失高さとして設定する。具体的には、非常用海水ポンプの基礎高さを機能喪失高さとする。

c. 漏水発生高さ

津波により漏水が発生する高さは、海水ポンプ室においては、逆止弁付ファンネル設置高さとする。

d. 最大漏えい量

最大漏えい量の設定については、漏えい試験結果から最大となる値を設定する。漏えい試験結果より、水頭圧 1.0m時の値を最大漏えい量とする。なお、漏えい試験結果を表 5.15-1 に示す。

表 5.15-1 逆止弁付ファンネル絵漏えい試験結果

| 試験圧力<br>(MPa) | 水頭圧<br>(m) | 漏えい量<br>(m <sup>3</sup> /h) |
|---------------|------------|-----------------------------|
| 0.0006        | 0.06       | 0                           |
| 0.005         | 0.5        | $2.4 \times 10^{-4}$        |
| 0.01          | 1.0        | $3.4 \times 10^{-2}$        |
| 0.02          | 2.0        | $2.4 \times 10^{-2}$        |
| 0.04          | 4.0        | $2.4 \times 10^{-2}$        |
| 0.06          | 6.0        | $4.3 \times 10^{-3}$        |
| 0.12          | 12.0       | $1.3 \times 10^{-3}$        |

e. 漏水量の算定

a. 及び d. にて求めた漏水継続時間及び逆止弁付ファンネルの漏えい試験にて得られた最大漏えい量を用いて漏水量を算出する。

なお、津波高さが逆止弁付ファンネルの設置高さを下回る時間帯があり、都度、漏水した海水が排水されるものと想定されるが、排水を期待せずに漏水量を積算し、算出するものとする。

(4) 浸水量評価

a. 漏水量算出に用いる基準津波の時刻歴波形

逆止弁付ファンネルからの漏水量の算出に用いる時刻歴波形は、海水ポンプ室における上昇側の入力津波の時刻歴波形とする。海水ポンプ室における上昇側の入力津波の時刻歴波形を図 5.15-2 に示す

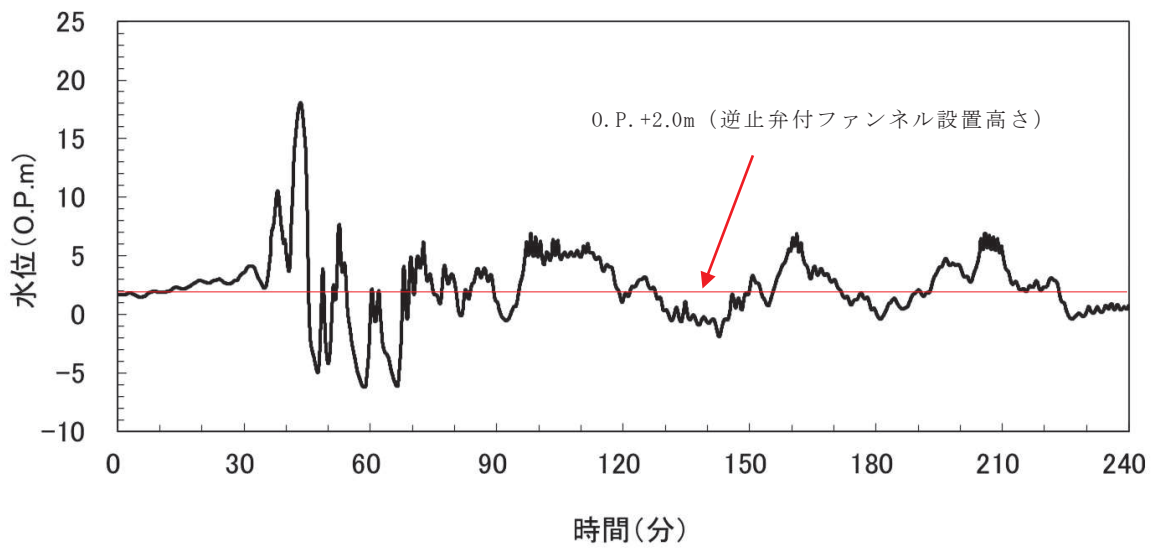


図 5.15-2 第 2 号機海水ポンプ室水位と逆止弁付ファンネル設置高さ

b. 機能喪失高さ及び漏水発生高さの設定

機能喪失高さは、ポンプ（電動機、端子箱）、電動弁及び計装品の設置高さを考慮し、各区画に設置される設備のうち、機能喪失高さの最も低い、ポンプの基礎高さに設定する。原子炉補機冷却海水ポンプ(A)(C)室及び原子炉補機冷却海水ポンプ(B)(D)室では 0.275m（浸水深）、高圧炉心スプレイ補機冷却海水ポンプ室では 0.065m（浸水深）を設定する。

第 2 号機海水ポンプ関連設備の位置関係図を図 5.15-3、機能喪失高さの一覧を表 5.15-2 に示す。

また、漏水発生高さは、逆止弁付ファンネルの設置の高さである 0. P. +2.0m に設定する。

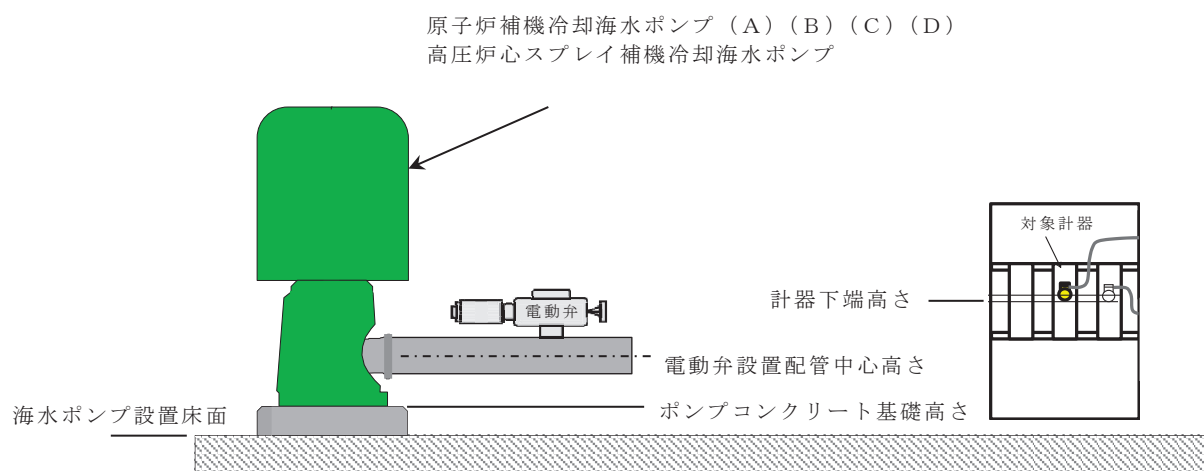


表 5.15-2 (1) 機能喪失高さ一覧

| 機器名称                                     | 機能喪失高さの<br>評価部位 | 機能喪失<br>高さ (m) * | 浸水量評価<br>に用いる高さ |
|--|-----------------|------------------|-----------------|
| 原子炉補機冷却海水ポンプ (A)<br>(P45-C001A)          | ポンプコンクリート基礎高さ   | 0.275            | ○               |
| 原子炉補機冷却海水ポンプ (C)<br>(P45-C001C)          | ポンプコンクリート基礎高さ   | 0.29             | —               |
| R S Wポンプ (A) 吐出弁<br>(P45-F002A)          | 電動弁設置配管中心高さ     | 1.025            | —               |
| R S Wポンプ (C) 吐出弁<br>(P45-F002C)          | 電動弁設置配管中心高さ     | 1.045            | —               |
| R S Wポンプ吐出連絡管 (A) 止め弁<br>(P45-F006A)     | 電動弁設置配管中心高さ     | 1.045            | —               |
| R S Wポンプ (A) 出口圧力伝送器<br>(P45-PT001A)     | 計器下端高さ          | 1.18             | —               |
| R S Wポンプ (A) 出口圧力保安器<br>(P45-I/AR001A-1) | 計器下端高さ          | 1.225            | —               |
| R S Wポンプ (A) 出口圧力指示計<br>(P45-PI001A)     | 計器下端高さ          | 1.24             | —               |
| R S Wポンプ (C) 出口圧力伝送器<br>(P45-PT001C)     | 計器下端高さ          | 1.18             | —               |
| R S Wポンプ (C) 出口圧力保安器<br>(P45-I/AR001C-1) | 計器下端高さ          | 1.225            | —               |
| R S Wポンプ (C) 出口圧力指示計<br>(P45-PI001C)     | 計器下端高さ          | 1.24             | —               |

\* 最大水上高さ (0.055m) を差し引いた値

表 5.15-2 (2) 機能喪失高さ一覧

| 機器名称                                   | 機能喪失高さの<br>評価部位   | 機能喪失<br>高さ(m) * | 浸水量評価<br>に用いる高さ |
|--|-------------------|-----------------|-----------------|
| 原子炉補機冷却海水ポンプ(B)<br>(P45-C001B)         | ポンプコンクリート<br>基礎高さ | 0.275           | ○               |
| 原子炉補機冷却海水ポンプ(D)<br>(P45-C001D)         | ポンプコンクリート<br>基礎高さ | 0.285           | —               |
| R S Wポンプ(B)吐出弁<br>(P45-F002B)          | 電動弁設置配管中<br>心高さ   | 1.045           | —               |
| R S Wポンプ(D)吐出弁<br>(P45-F002D)          | 電動弁設置配管中<br>心高さ   | 1.045           | —               |
| R S Wポンプ吐出連絡管(B)止め弁<br>(P45-F006B)     | 電動弁設置配管中<br>心高さ   | 1.045           | —               |
| R S Wポンプ(B)出口圧力伝送器<br>(P45-PT001B)     | 計器下端高さ            | 1.195           | —               |
| R S Wポンプ(B)出口圧力保安器<br>(P45-I/AR001B-1) | 計器下端高さ            | 1.225           | —               |
| R S Wポンプ(B)出口圧力指示計<br>(P45-PI001B)     | 計器下端高さ            | 1.24            | —               |
| R S Wポンプ(D)出口圧力伝送器<br>(P45-PT001D)     | 計器下端高さ            | 1.195           | —               |
| R S Wポンプ(D)出口圧力保安器<br>(P45-I/AR001D-1) | 計器下端高さ            | 1.225           | —               |
| R S Wポンプ(D)出口圧力指示計<br>(P45-PI001D)     | 計器下端高さ            | 1.24            | —               |

\* 最大水上高さ(0.055m)を差し引いた値

表 5.15-2 (3) 機能喪失高さ一覧

| 機器名称                                 | 機能喪失高さの<br>評価部位   | 機能喪失<br>高さ(m) * | 浸水量評価<br>に用いる高さ |
|--------------------------------------|-------------------|-----------------|-----------------|
| 高圧炉心スプレー補機冷却海水ポ<br>ンプ(P48-C001)      | ポンプコンクリート<br>基礎高さ | 0.065           | ○               |
| H P S Wポンプ吐出弁<br>(P48-F002)          | 電動弁設置配管中心<br>高さ   | 0.385           | —               |
| H P S Wポンプ出口圧力伝送器<br>(P48-PT001)     | 計器下端高さ            | 1.185           | —               |
| H P S Wポンプ出口圧力保安器<br>(P48-I/AR001-1) | 計器下端高さ            | 1.225           | —               |
| H P S Wポンプ出口圧力指示計<br>(P48-PI001)     | 計器下端高さ            | 1.24            | —               |
| H P S Wストレーナ差圧指示計<br>(P48-dPI002)    | 計器下端高さ            | 4.43            | —               |

\* 最大水上高さ(0.055m)を差し引いた値

c. 浸水量評価結果

逆止弁付ファンネルの設置高さである O.P. +2.0m を超える継続時間を，入力津波の時刻歴波形から算出し，逆止弁付ファンネルの漏えい試験時の最大漏えい量 ( $3.4 \times 10^{-2} \text{m}^3/\text{h}$ ) にて評価した結果，各区画での最大漏水量は， $0.3 \text{m}^3$ 程度とわずかであり，安全機能を有する非常用海水ポンプへの漏水による影響はない。浸水量評価結果を表 5.15-3 に示す。

なお，評価に用いる各区画の床面積の算出に当たっては，当該区画に設置されている各機器により占有されている領域等を考慮し，保守的な有効面積を算出している。

表 5.15-3 海水ポンプ室の浸水量評価結果

| 設置区画                | 逆止弁付ファンネル設置数 | 浸水量 ( $\text{m}^3$ ) | 区画有効面積 ( $\text{m}^2$ ) | 機能喪失高さ <sup>*1</sup> (m) | 浸水高さ (m) |
|---------------------|--------------|----------------------|-------------------------|--------------------------|----------|
| 原子炉補機冷却海水ポンプ(A)(C)室 | 3            | 0.3                  | 63.7                    | 0.275                    | 0.01     |
| 原子炉補機冷却海水ポンプ(B)(D)室 | 3            | 0.3                  | 128.5                   | 0.275                    | 0.01     |
| 高圧炉心スプレイ補機冷却海水ポンプ室  | 2            | 0.2                  | 17.2                    | 0.065                    | 0.02     |
| タービン補機冷却海水ポンプ室      | 3            | 0.3                  | 120.5                   | $0.13^{*2}$              | 0.01     |

\* 1 : ポンプ (電動機, 端子箱), 電動弁及び計装品の機能喪失高さの設定については，それぞれ浸水により実際に機能を損なうおそれのある設置高さ (実力高さ) があることから，全ての設置高さ (実力高さ) に対して余裕を考慮し，機能喪失高さを保守的にポンプのコンクリート基礎高さに設定する

\* 2 : タービン補機冷却海水ポンプ室の扉開口下端の高さ (防水区画化範囲への流入高さ) より十分低いことから，隣接する防水区画化範囲が浸水することはない。

(5) 逆止弁付ファンネルの動作不良 (異物噛み込み) を考慮した影響評価

a. 浸水量評価における漏水量算出方法

(a) 評価対象区画の選定

逆止弁付ファンネルの設置数及び区画有効面積を踏まえ，海水ポンプ室が浸水した場合に，浸水高さが一番高くなり，浸水量評価の条件が最も厳しい，高圧炉心スプレイ補機冷却海水ポンプ室を評価対象とする (表 5.15-2)。

(b) 漏水継続時間

漏水継続時間は、海水ポンプ室の上昇側の入力津波の時刻歴波形から、逆止弁付ファンネルの設置高さを上回る時間を設定する。

(c) 機能喪失高さ（実力高さ）の設定

高圧炉心スプレイ補機冷却海水ポンプ室に設置される機器（ポンプ（電動機、端子箱）、電動弁及び計装品）が、浸水した場合に、実際に安全機能を損なうおそれのある高さを機能喪失高さ（実力高さ）として設定する。

なお、高圧炉心スプレイ補機冷却海水ポンプ室に設置される機器のうち、機能喪失高さ（実力高さ）が最も低い、HP SWポンプ吐出弁の電動機下端高さを機能喪失高さとする。

(d) 漏水発生高さ

津波による漏水発生高さは、海水ポンプ室においては、逆止弁付ファンネル設置高さとする。

(e) 漏水量の算定式

(a)にて求めた漏水継続時間を用いて、以下の式にて漏水量を算出する。

なお、逆止弁付ファンネルの動作不良（異物噛み込み）を考慮した漏水量の算出に当たっては、入力津波の時刻歴波形の津波高さ（ $h$ ：水頭）が高いほど漏水量が大きくなることから、漏水量が保守的に算出されるよう、津波高さを6パターンに分類し、実際の津波高さより高い条件で漏水量を算出する。

また、津波高さが逆止弁付ファンネルの設置高さを下回る時間帯があり、都度、漏水した海水が排水されるものと想定されるが、排水を期待せずに漏水量を積算し、算出するものとする。

逆止弁付ファンネルについては設置されているすべてのファンネル（高圧炉心スプレイ補機冷却海水ポンプ室では2台）が、同時に動作不良（異物噛み込み）が発生するものとして評価する。

【漏水量算出式】

$$Q = A \times C \sqrt{2 \times g \times h \times t}$$

ここで、 $Q$ ：漏水量（ $m^3$ ）

$A$ ：漏水部面積（異物噛み込みによる開口面積）

$g$ ：重力加速度（ $9.80665m/s^2$ ）

$h$ ：水頭（ $m$ ）（評価用津波高さ（O.P.m）－漏水発生高さ（O.P.m））

$C$ ：損失係数

$t$ ：漏水発生時間（秒）



b. 浸水量評価

(a) 漏水量算出に用いる基準津波の時刻歴波形

漏水継続時間は、海水ポンプ室の上昇側の入力津波の時刻歴波形から、逆止弁付ファンネルの設置高さを上回る時間を設定する。

(b) 機能喪失高さ及び漏水発生高さの設定

機能喪失高さは、高圧炉心スプレイ補機冷却海水ポンプ室に設置している、H P S Wポンプ吐出弁の電動機下端高さである、0.641m(浸水深)を設定する。

第2号機海水ポンプ関連設備の位置関係図(実力高さ)を図5.15-4、機能喪失高さの一覧(実力高さ)を表5.15-4に示す。

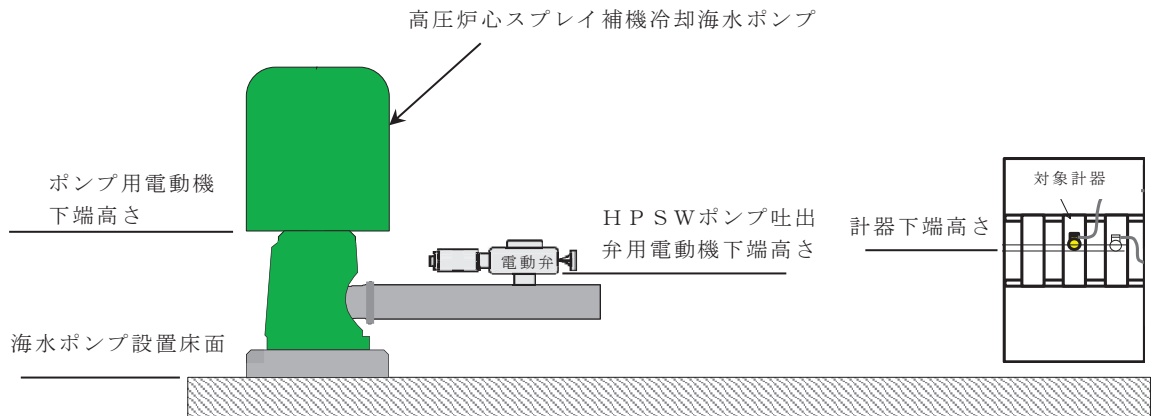


図 5.15-4 第2号機海水ポンプ関連設備の位置関係図(実力高さ)

表 5.15-4 機能喪失高さ一覧(実力高さ)

| 機器名称                             | 機能喪失高さの評価部位 | 機能喪失高さ(m)* | 浸水量評価に用いる高さ |
|----------------------------------|-------------|------------|-------------|
| 高圧炉心スプレイ補機冷却海水ポンプ(P48-C001)      | ポンプ用電動機下端高さ | 1.045      | —           |
| H P S Wポンプ吐出弁(P48-F002)          | 電動弁用電動機下端高さ | 0.641      | ○           |
| H P S Wポンプ出口圧力伝送器(P48-PT001)     | 計器下端高さ      | 1.185      | —           |
| H P S Wポンプ出口圧力保安器(P48-I/AR001-1) | 計器下端高さ      | 1.225      | —           |
| H P S Wポンプ出口圧力指示計(P48-PI001)     | 計器下端高さ      | 1.24       | —           |
| H P S Wストレーナ差圧指示計(P48-dPI002)    | 計器下端高さ      | 4.43       | —           |

\* 最大水上高さ(0.055m)を差し引いた値

(c) 浸水量評価結果

イ. 溢水継続時間及び津波高さ

逆止弁付ファンネルの設置高さである O.P. +2.0m を超える継続時間については、入力津波の時刻歴波形から、津波高さを6パターンに分類し、津波高さごとの、漏水継続時間により漏水量を算定した。第2号機海水ポンプ室における上昇側の入力津波の時刻歴波形の分類図を図 5.15-5、第2号機海水ポンプ室における上昇側の入力津波の時刻歴波形の分類表を表 5.15-5 に示す。

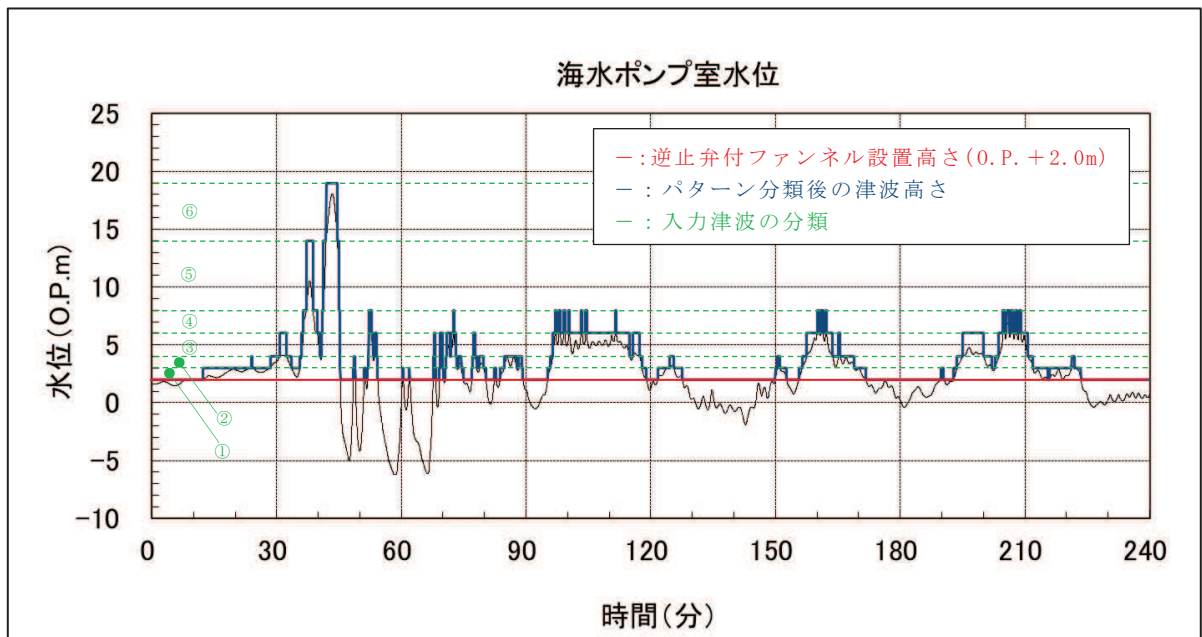


図 5.15-5 第2号機海水ポンプ室における上昇側の入力津波の時刻歴波形の分類図

表 5.15-5 第2号機海水ポンプ室における上昇側の入力津波の時刻歴波形の分類表

| 入力津波分類 | 入力津波高さ (O.P. m)  | 逆止弁付ファンネル設置高さ (O.P. +2.0m) との差 (m) | 溢水量計算時の水頭 h (m) | 漏水発生時間 t (秒) |
|--------|------------------|------------------------------------|-----------------|--------------|
| ①      | 2.0 超過 ~ 3.0 未満  | 0 ~ 1.0                            | 1               | 2,930        |
| ②      | 3.0 以上 ~ 4.0 未満  | 1.0 ~ 2.0                          | 2               | 1,717        |
| ③      | 4.0 以上 ~ 6.0 未満  | 2.0 ~ 4.0                          | 4               | 2,366        |
| ④      | 6.0 以上 ~ 8.0 未満  | 4.0 ~ 6.0                          | 6               | 532          |
| ⑤      | 8.0 以上 ~ 14.0 未満 | 6.0 ~ 12.0                         | 12              | 160          |
| ⑥      | 14.0 以上          | 12.0 ~ 16.1                        | 17              | 164          |
| 計      | —                | —                                  | —               | 7,869        |

ロ. 溢水量及び溢水高さ

図 5.15-5 及び表 5.15-5 において、津波高さを 6 パターンに分類した保守的な浸水高さに基づき、高圧炉心スプレイ補機冷却海水ポンプ室に設置される逆止弁付ファンネルの動作不良（異物噛み込み）を想定した場合の浸水量を評価した。

評価の結果、漏水量は  $5.38\text{m}^3$ 、浸水高さは  $0.313\text{m}$  であり、機能喪失高さとして設定した、高圧炉心スプレイ補機冷却海水ポンプ室に設置している、H P S W ポンプ吐出弁の電動機下端高さである、 $0.641\text{m}$ （浸水深）に対して余裕があることを確認した。

以上より、逆止付ファンネルの動作不良（異物噛み込み）を想定した漏水の発生によっても、非常用海水ポンプの機能に影響がない。逆止弁付ファンネルの作動不良時（異物噛み込み）の浸水量評価結果を表 5.15-6 に示す。

表 5.15-6 逆止弁付ファンネル動作不良（異物噛み込み）時の浸水量評価

| 項目                         | 高圧炉心スプレイ補機冷却海水ポンプ室 |               |              |
|----------------------------|--------------------|---------------|--------------|
|                            | 分類                 | 浸水量評価水頭 h (m) | 漏水発生時間 t (秒) |
| 評価津波高さ及び<br>漏水継続時間         | ①                  | 1             | 2,930        |
|                            | ②                  | 2             | 1,717        |
|                            | ③                  | 4             | 2,366        |
|                            | ④                  | 6             | 532          |
|                            | ⑤                  | 12            | 160          |
|                            | ⑥                  | 17            | 164          |
|                            | ① 逆止付ファンネル設置数      | 2             |              |
| ② 漏水量 (m <sup>3</sup> )    | 5.38               |               |              |
| ③ 有効区画面積 (m <sup>2</sup> ) | 17.2               |               |              |
| ④ 浸水深さ (m) (②/③)           | 0.313              |               |              |
| ⑤ 機能喪失高さ (m)               | 0.641              |               |              |
| ⑥ 裕度 (⑤-④)                 | 0.328              |               |              |
| ⑦ 評価結果                     | 機能喪失しない            |               |              |

【漏水量算出式】

$$Q = A \times C \sqrt{2 \times g \times h \times t}$$

ここで、Q：漏水量 (m<sup>3</sup>)

A：漏水部面積（異物噛み込みによる開口面積）

$$\begin{aligned} A &= 2 \times \pi \times r \times (\text{開口高さ}) / 2 \\ &= 2 \times \pi \times 30.5 \times 0.5 / 2 = 47.91 \approx 48 \text{mm}^2 \\ &= 4.8 \times 10^{-5} \text{m}^2 \end{aligned}$$

g：重力加速度 (9.80665m/s<sup>2</sup>)

h：水頭 (m)

C：損失係数（保守的に1とする。）

t：漏水発生時間 (秒)

r：ファンネル開口部半径 (mm)

開口高さ（異物サイズ）：0.5 (mm)

c. 逆止弁付ファンネルの異物混入への配慮について

- (a) 逆止弁付ファンネルは、通常時全閉状態であり、津波襲来前から閉止状態を維持する設計としていることから、ファンネルの下側から湧き上がる津波に対して直接シート面が接することはないため、津波襲来に伴い流入してくる異物に対して噛み込みしづらい構造である。
- (b) 海水ポンプ室側から流入する雨水等の排水に対しては、逆止弁付ファンネルの上流側に異物混入防止の網を設置することで、ファンネルシート部への異物の噛み込みが発生し難い設計としている（図 5.15-5）。

また、定期パトロールにて逆止弁付ファンネルからの排水状況の確認や定期的な清掃・点検を実施している。

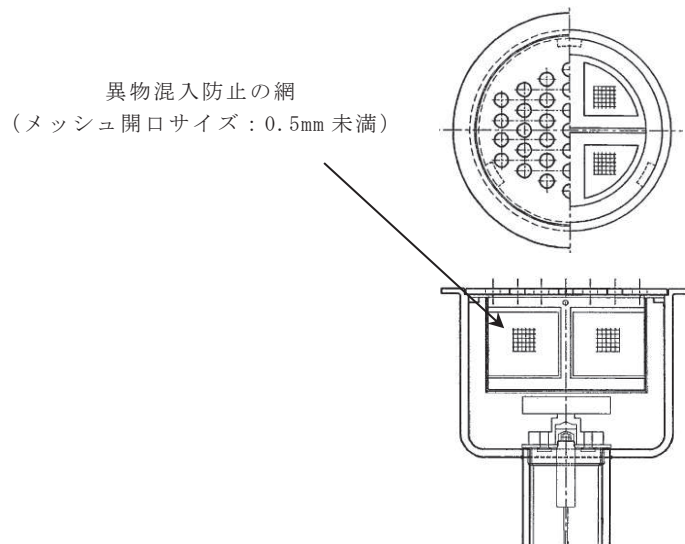


図 5.15-5 逆止弁付ファンネル異物混入防止概要図

5.16 強度評価における津波荷重等の鉛直方向荷重の考え方について

浸水防止蓋，逆止弁付ファンネルのうち，構築物の床面又は上版に水平に設置する設備について，津波荷重等の鉛直方向に作用する荷重の考え方について，以下に示す。

(1) 津波荷重が設備の下側から作用する場合の鉛直方向荷重の考え方について

構築物の床面又は上版に水平に設置する設備の鉛直方向に作用する荷重については，自重，積雪荷重，余震荷重及び津波荷重を組み合わせる評価を行う。荷重の組合せについては，荷重が作用する向きを考慮し，安全側の評価となるように適切に組み合わせる。それぞれの荷重が作用する向きは表 5.16-1 及び図 5.16-1 に示される向きとなることから，津波荷重及び鉛直上向きの余震荷重を考慮し，自重，積雪荷重及び鉛直下向きの余震荷重は考慮しないこととする。ただし，余震の震度が 1G 以下となる場合は，余震荷重より自重の方が大きくなることから，余震による上向きの荷重が生じないため，鉛直上向きの余震荷重についても考慮しないこととする。

表 5.16-1 に設備に作用する鉛直方向荷重一覧，図 5.16-1 に設備に作用する鉛直方向荷重の概念図を示す。

表 5.16-1 設備に作用する鉛直方向荷重一覧  
(津波荷重が設備の下側から作用する場合)

|   | 荷重の種類 | 荷重の向き     | 評価上の扱い | 備考                      |
|---|-------|-----------|--------|-------------------------|
| ① | 自重    | 鉛直下向き (↓) | 考慮しない  |                         |
| ② | 積雪荷重  | 鉛直下向き (↓) | 考慮しない  |                         |
| ③ | 余震荷重  | 鉛直上向き (↑) | 考慮する   | 余震の震度が 1G 以下の場合は，考慮しない。 |
| ④ |       | 鉛直下向き (↓) | 考慮しない  |                         |
| ⑤ | 津波荷重  | 鉛直上向き (↑) | 考慮する   |                         |

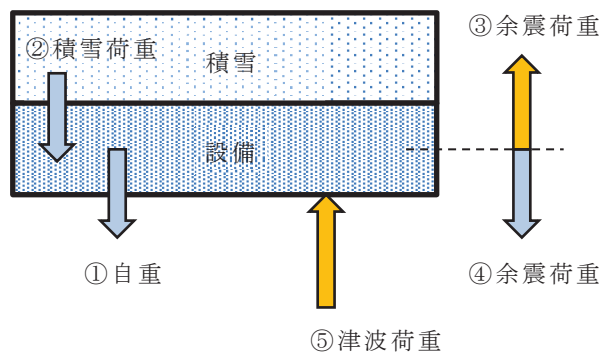


図 5.16-1 設備に作用する鉛直方向荷重の概念図  
(津波荷重が設備の下側から作用する場合)

(2) 津波荷重が設備の上側から作用する場合の鉛直方向荷重の考え方について

構築物の床面又は上版に水平に設置する設備の鉛直方向に作用する荷重については、自重、積雪荷重、余震荷重及び津波荷重を組み合わせる評価を行う。荷重の組み合わせについては、荷重が作用する向きを考慮し、安全側の評価となるように適切に組み合わせる。それぞれの荷重が作用する向きは表 5.16-2 及び図 5.16-2 に示される向きとなることから、自重、積雪荷重、津波荷重及び鉛直下向きの余震荷重を考慮し、鉛直上向きの余震荷重は考慮しないこととする。

表 5.16-2 設備に作用する鉛直方向荷重一覧

(津波荷重が設備の上側から作用する場合 (基礎ボルト, 固定ボルト以外))

|   | 荷重の種類 | 荷重の向き     | 評価上の扱い | 備考 |
|---|-------|-----------|--------|----|
| ① | 自重    | 鉛直下向き (↓) | 考慮する   |    |
| ② | 積雪荷重  | 鉛直下向き (↓) | 考慮する   |    |
| ③ | 余震荷重  | 鉛直上向き (↑) | 考慮しない  |    |
| ④ |       | 鉛直下向き (↓) | 考慮する   |    |
| ⑤ | 津波荷重  | 鉛直下向き (↓) | 考慮する   |    |

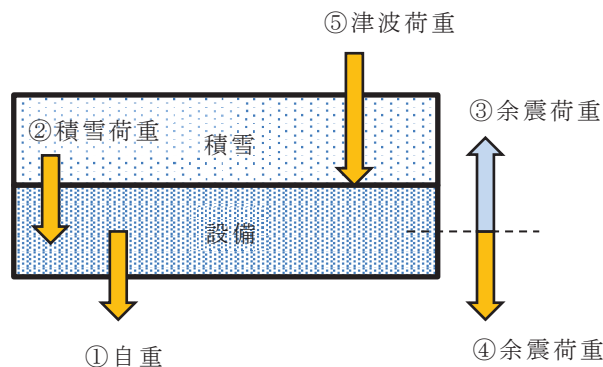


図 5.16-2 設備に作用する鉛直方向荷重の概念図

(津波荷重が設備の上側から作用する場合 (基礎ボルト, 固定ボルト以外))

また、基礎ボルト及び固定ボルトの鉛直方向の荷重については、圧縮荷重となる方向には作用せず、引張荷重となる方向のみに作用する。このため、浸水防止蓋等の設備本体に鉛直上向きの荷重が作用し、基礎ボルト及び固定ボルトに引張荷重が作用する場合について評価する。このときに、それぞれの荷重が作用する向きは表 5.16-3 及び図 5.16-3 に示される向きとなることを考慮して評価する。積雪荷重及び津波荷重については、基礎ボルト及び固定ボルトに引張力が作用する方向と反対となり、作用する条件により荷重が変化することから、安全側に評価するために考

慮しないこととする。

したがって、自重と余震荷重を考慮して評価を実施する。余震の震度が 1G 以下となる場合には、設備に上向きの荷重が作用しないため、基礎ボルト及び固定ボルトには引張荷重が作用しないことから評価を行わない。このため、余震の震度が 1G を超える場合にのみ、自重と余震荷重を考慮して評価することとする。なお、余震として  $S_d - D_2$  を考慮しているため、 $S_s - D_2$  の 1/2 となることから、耐震評価にて包絡できる条件となっている。

表 5.16-3 設備に作用する鉛直方向荷重一覧

(津波荷重が設備の上側から作用する場合 (基礎ボルト, 固定ボルト))

|   | 荷重の種類 | 荷重の向き     | 評価上の扱い | 備考  |
|---|-------|-----------|--------|---|
| ① | 自重    | 鉛直下向き (↓) | 考慮する   | 余震の震度が 1G 以下の場合には、基礎ボルト及び固定ボルトに引張荷重が作用しないため、評価を実施しない。 |
| ② | 積雪荷重  | 鉛直下向き (↓) | 考慮しない  |   |
| ③ | 余震荷重  | 鉛直上向き (↑) | 考慮する   | 余震の震度が 1G 以下の場合には、基礎ボルト及び固定ボルトに引張荷重が作用しないため、評価を実施しない。 |
| ④ |       | 鉛直下向き (↓) | 考慮しない  |   |
| ⑤ | 津波荷重  | 鉛直下向き (↓) | 考慮しない  |   |

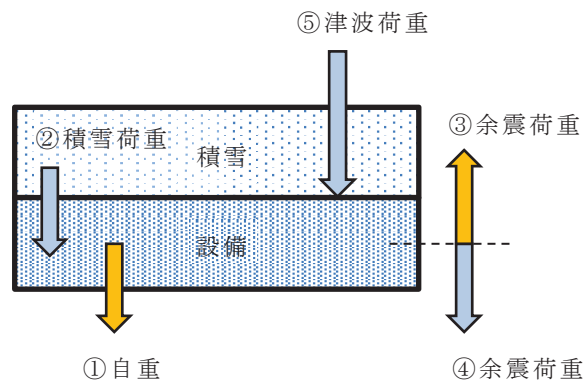


図 5.16-3 設備に作用する鉛直方向荷重の概念図

(津波荷重が設備の上側から作用する場合 (基礎ボルト, 固定ボルト))



## 5.17 津波に対する止水機能を有する施設の評価について

### 5.17.1 概要

海水ポンプ室，原子炉機器冷却海水配管ダクト，第3号機海水ポンプ室及び第3号機海水熱交換器建屋に設置される浸水防護に関する施設としては，防潮壁，逆止弁付ファンネル，貫通部止水処置，浸水防止蓋及び水密扉があり，これらは耐震Sクラスであるとともに，地震時・津波時においても止水機能が要求される設備である。

海水ポンプ室，原子炉機器冷却海水配管ダクト，第3号機海水ポンプ室及び第3号機海水熱交換器建屋は，添付書類「V-2-1-4 耐震重要度分類及び重大事故等対処施設の施設区分の基本方針」に示すとおり，耐震Sクラスの設備が設置される間接支持構造物であり，地震時の止水機能を保持する設計としている。

これらの津波に対する止水機能を有する施設の基準上の位置付け並びに耐震及び強度評価に係る図書構成を表5.17-1に示す。

表5.17-1 津波に対する止水機能を有する施設の評価について

|                               |                                       | 耐震設計   |   |  | 耐津波設計                         |   |   |
|-------------------------------|---------------------------------------|--|---|--|-------------------------------|---|---|
| 施設・設備                         | 施設区分                                  | 技術基準規則の解釈<br>(第5条 地震による損傷の防止)  | 機能維持の基本方針<br>(VI-2-1-9)   | 評価記録記載箇所                                       | 技術基準規則の解釈<br>(第6条 津波による損傷の防止) | 津波又は溢水への配慮が必要な施設の強度計算書の方針<br>(VI-9-別添3-1) | 評価記録記載箇所  |
| 海水ポンプ室<br>(隔壁、中床版)            | 屋外重要土木構造物<br>(津波防護施設及び溢水防止設備の間接支持構造物) | 1 第1項の規定は、設置許可基準規則第4条第1項の規定に基づき設置許可で確認した設計方針に基づき、設置基準対策施設が、設置許可基準規則第4条第2項の地震力に対し、施設の機能を維持していること又は構造強度を確保していることという。<br>2 第2項の規定は、設置許可基準規則第4条第3項の規定に基づき設置許可で確認した設計方針に基づき、耐震重要施設が、設置許可基準規則第4条第3項の基準地震動による地震力に対し、施設の機能を維持していること又は構造強度を確保していることという。 | 止水性の維持が要求される施設が取付けられた、建物・構造物及び土木構造物の壁など、止水性の維持が要求される部位についても、基準地震動Ssによる地震力に伴い生じる荷重又は応力に対して、おおむね弾性状態に留まることを計算により確認する。 | VI-2-2-8<br>海水ポンプ室の耐震性についての計算書                 |                               | (隔壁、中床版の津波に対する強度評価は、補足説明資料にて実施。)          | 補足-610-20【屋外重要土木構造物の耐震安全性評価について】資料9 海水ポンプ室の耐震安全性評価              |
| 原子炉機器冷却海水配管ダクト<br>(鉛直部)(頂版)   | 屋外重要土木構造物<br>(津波防護施設及び溢水防止設備の間接支持構造物) |  |   | VI-2-2-12-2<br>原子炉機器冷却海水配管ダクト(鉛直部)の耐震性についての計算書 |                               | (頂版の津波に対する強度評価は、補足説明資料にて実施。)              | 補足-610-20【屋外重要土木構造物の耐震安全性評価について】資料6 原子炉機器冷却海水配管ダクト(鉛直部)の耐震安全性評価 |
| 第3号機海水ポンプ室<br>(隔壁)            | 屋外重要土木構造物<br>(津波防護施設及び溢水防止設備の間接支持構造物) |  |   | VI-2-2-10<br>第3号機海水ポンプ室の耐震性についての計算書            |                               | (隔壁の津波に対する強度評価は、補足説明資料にて実施。)              | 補足-610-20【屋外重要土木構造物の耐震安全性評価について】資料14 第3号機海水ポンプ室の耐震安全性評価         |
| 第3号機海水熱交換器建屋<br>(止水機能を有する壁、床) | 建物・構造物<br>(津波防護施設及び溢水防止設備の間接支持構造物)    |  |   | VI-2-2-30<br>第3号機海水熱交換器建屋の耐震性についての計算書          |                               | (止水機能を有する壁、床の津波に対する強度評価は、補足説明資料にて実施。)     | 補足-610-12【第3号機海水熱交換器建屋の耐震性について】資料11 補足説明資料                      |

## 5.18 防潮壁内のスロッシングによる非常用海水ポンプへの被水影響について

### 5.18.1 概要

スロッシングは、繰り返し作用する地震動により水面が自由振動する現象であり、水の固有周期と地震動の固有周期が一致すると水面は大きく励起される。また、水面の変化量は水深の影響を受け、水深が浅いほど（流速が増大するほど）、流体の粘性減衰が大きくなり、水面変化量は小さくなる。

上記に対し、第2号機、第3号機海水ポンプ室及び放水立坑位置の入力津波は、第1波の影響が支配的で、各防潮壁内に津波水位（水の固有周期）は時々刻々変化し、津波が貯留する継続時間は短いのが特徴で、スロッシングによる水面変化は生じにくいと考えられる。その一例として、第2号機海水ポンプ室における入力津波の水位時刻歴波形、防潮壁（第2号機海水ポンプ室）（以下、「防潮壁」という。）内に津波が貯留する継続時間を図5.18-1に示す。防潮壁内の津波水位は時間とともに変動しており、津波が貯留する継続時間は168秒（2.8分）、最高水位（O.P.+18.06m）の継続時間は4秒と短くなっている。

ただし、第2号機海水ポンプ室は補機ポンプを支持しており、そのエリアは防潮壁に隣接し（図5.18-2）、かつ入力津波水位（O.P.+18.1m）に対して防潮壁高さ（O.P.+19.0m）との差異が0.9mと最も少ないことを踏まえ、保守的な評価を実施する観点から、防潮壁内の津波水位が一定の条件下（入力津波水位：O.P.+18.1m）で、余震（弾性設計用地震動Sd-D2）を作用させたスロッシング解析（計算時間：200秒（3.3分））を実施し、非常用海水ポンプに及ぼす影響を確認する。

スロッシング解析に用いる入力地震動について、水平1方向+鉛直方向に加え、水平2方向同時加振+鉛直方向についても考慮する。なお、水平2方向同時加振の検討は、保守的に水平1方向の検討から得られる水位の最大変動幅の足し合わせにより算定する。詳細は、「（別紙3）水平2方向同時加振による影響評価」に示す。

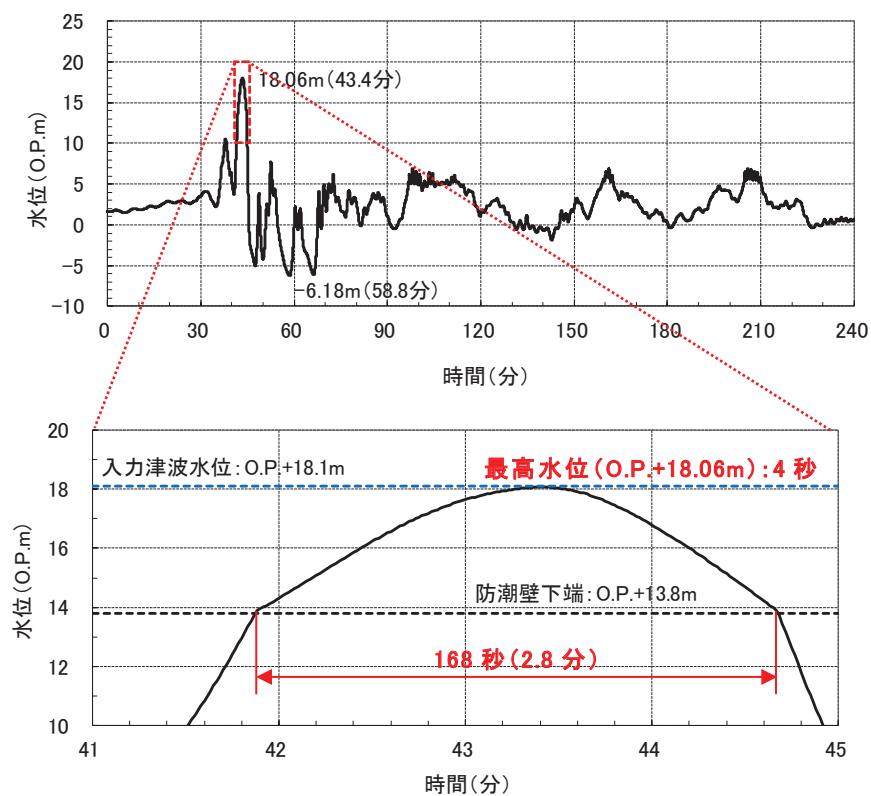
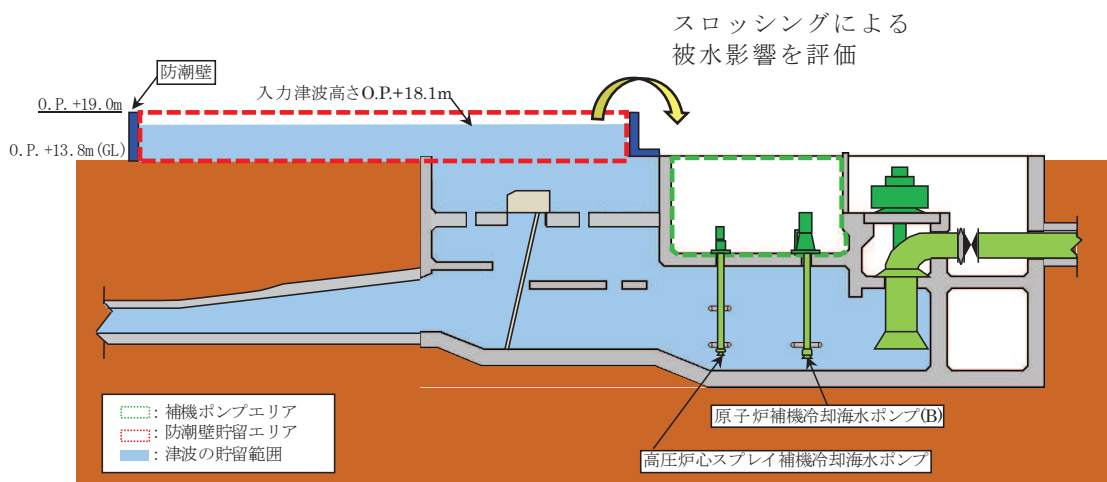


図 5.18-1 第 2 号機海水ポンプ室における入力津波の水位時刻歴波形  
及び防潮壁内に津波を貯留する継続時間



(平面図)



(A-A 断面図)

図 5.18-2 第2号機海水ポンプ室及び防潮壁の配置

枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。

### 5.18.2 解析範囲と入力地震動の考え方

解析範囲は、防潮壁とする。解析範囲の詳細を図 5.18-3 に示す。

スロッシング解析に用いる入力地震動について、防潮壁と海水ポンプ室は各々独立しており、防潮壁内の水面に対し、防潮壁範囲と海水ポンプ室範囲（取水路範囲を含む）で地震力は異なる。スロッシング波高は入力する地震動の速度応答スペクトルに比例することを踏まえ、保守的な評価を実施する観点から、岩盤上に設置される海水ポンプ室に対して、水平速度が大きい盛土表面にある防潮壁底面（地表面、O.P.+13.8m）の地震動を解析範囲に一律に与える。

\*：容器構造設計指針・同解説（日本建築学会）

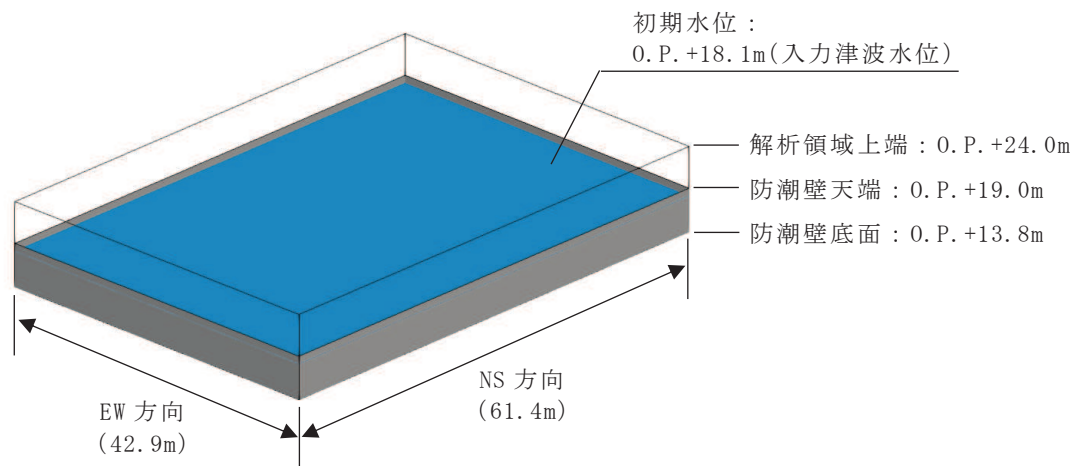


図 5.18-3 解析範囲

### 5.18.3 入力地震動

#### (1) 地震動の引き戻し及び引き上げ手法

入力地震動は、添付書類「VI-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。

スロッシング解析に用いる入力地震動は解放基盤表面で定義される弾性設計用地震動  $S_d - D2$  を基に、検討対象構造物の地盤条件を適切に考慮したうえで、1次元波動論により、地表面 (O.P. +13.8m) で評価したものをを用いる。入力地震動の概念図を 図 5.18-4 に示す。

解放基盤表面から地震応答解析モデル底面位置までの地震動の引き戻し及び引き上げ解析は、1次元地震応答解析 (Soilplus Ver.2015Builds3) により行うものとする。解析コードの検証及び妥当性確認の概要については、添付書類「VI-5 計算機プログラム (解析コード) の概要」に示す。

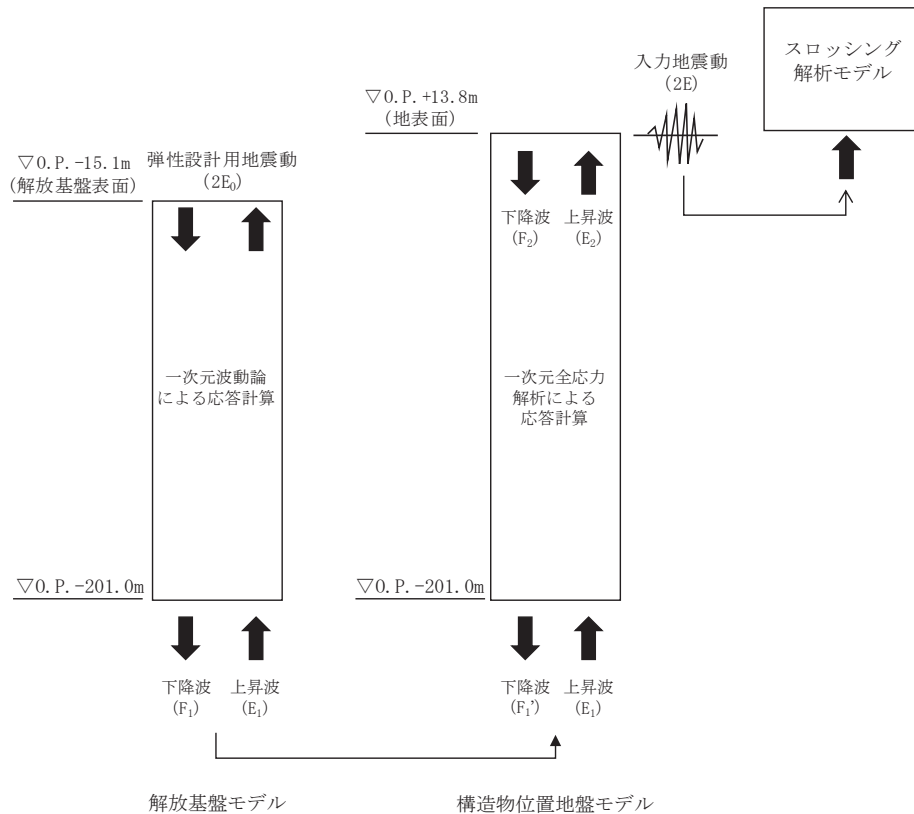


図 5.18-4 入力地震動の概念図

(2) 地震動の引き上げ位置

地震動の引き上げ位置について，防潮壁内の貯留水のスロッシングを評価する観点から，地表面（O.P.+13.8m）まで引き上げた地震動を使用する。地震動の引き上げ位置図を図 5.18-5 に，地震応答解析モデル図を図 5.18-6 に示す。地震動の引き上げ位置に関する検討の詳細は，「(別紙 1) 地震動の引き上げ位置に関する検討」に示す。

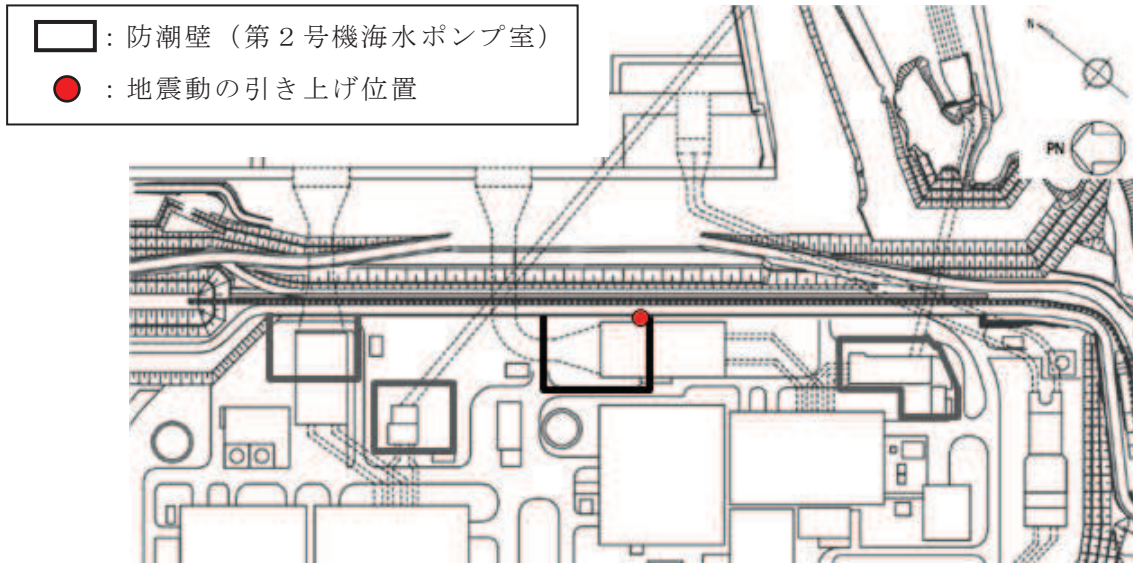


図 5.18-5 地震動の引き上げ位置図（平面図）

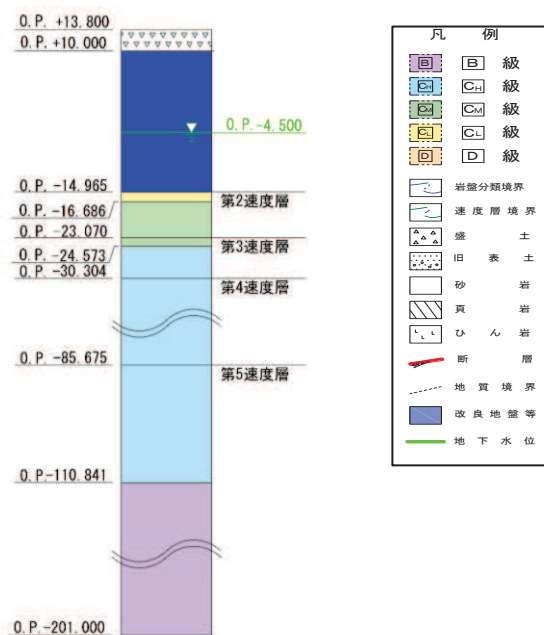


図 5.18-6 地震応答解析モデル図



(3) 地盤物性値

地盤の物性値は、添付書類「VI-2-1-3 地盤の支持性能に係る基本方針」にて設定している物性値を用いる。

(4) 地震動の選定

a. 地震動の選定概要

スロッシング解析に用いる地震動の選定は、Sd-D2に対して地盤物性のばらつきを考慮したものとする。また、スロッシング波高は入力する地震動の速度応答スペクトルに比例することを踏まえ、解析モデル下端（地表面（O.P.+13.8m））における速度応答スペクトルを比較し、貯留水面の固有周期を考慮した地震動の選定を行う。

b. 地震動の選定に用いる地盤物性

地震動の選定において考慮する地盤物性は表 5.18-1 に示す 3 ケースとする。

ばらつきの設定方法の詳細は、補足説明資料「補足-600-1 地盤の支持性能について」に示す。

表 5.18-1 地震動の選定において考慮する地盤物性検討ケース

| 解析ケース           | 地盤物性                           |
|-----------------|--------------------------------|
|                 | 盛土，改良地盤<br>( $G_0$ ：初期せん断弾性係数) |
| ケース①<br>(基本ケース) | 平均値                            |
| ケース②            | 平均値 + $1\sigma$                |
| ケース③            | 平均値 - $1\sigma$                |

c. 貯留水面の固有周期の算出

防潮壁の幅、水深及び加振方向を考慮して、ポテンシャル理論により貯留水面の固有周期を算出する。算出には以下の式\*を用いる。貯留水面の固有周期算定結果を表 5.18-2 に示す。

NS 方向の 1 次固有周期は 19.1 秒，2 次固有周期は 6.7 秒，EW 方向の 1 次固有周期は 13.4 秒，2 次固有周期は 5.0 秒であり，NS・EW 方向ともに 1 次固有周期は弾性設計用地震動 S d - D 2 が有する周期帯（0.02 秒～10 秒）の範囲外にあるが，第 2 号機海水ポンプ室の津波水位（水の固有周期）は時々刻々変化してスロッシングによる水面変化が生じにくい特徴を有するのに対し（「5.18.1 概要」），津波水位一定の条件下で検討すること，また，非常用海水ポンプは NS 方向のスロッシングにより被水影響を受けると考えられるが，固有周期がより短い EW 方向も検討に加えることから，本検討は安全側の評価になっているものと考えられる。

$$T_n = \frac{2\pi}{\sqrt{\lambda_n g \tanh(\lambda_n H)}}$$

$$\lambda_n = \frac{(2n - 1)\pi}{L}$$

ここに，

$T_n$  : n 次固有周期 (s)

$g$  : 重力加速度 ( $m/s^2$ )

$L$  : 幅 (m)

$H$  : 水深 (m)

\* : Abramson, H. N., ed. (1966) : The Dynamic Behavior of Liquids in Moving Containers, NASA SP-106

表 5.18-2 貯留水面の固有周期算定結果

| 加振方向  | 幅 (m) | 水深 (m) | 貯留水面の固有周期  |            |
|-------|-------|--------|------------|------------|
|       |       |        | 1 次モード (s) | 2 次モード (s) |
| NS 方向 | 61.4m | 4.3    | 19.1       | 6.7        |
| EW 方向 | 42.9m | 4.3    | 13.4       | 5.0        |

d. 地震動の選定

解析モデル下端における速度応答スペクトル（水平方向）の比較を図 5.18-7 に示す。

貯留水面の2次固有周期帯における速度応答スペクトルは、地盤物性のばらつきによる有意な差がないことから、標準物性を用いたケース①（平均値）の地震動をスロッシング解析に用いる入力地震動として選定する。

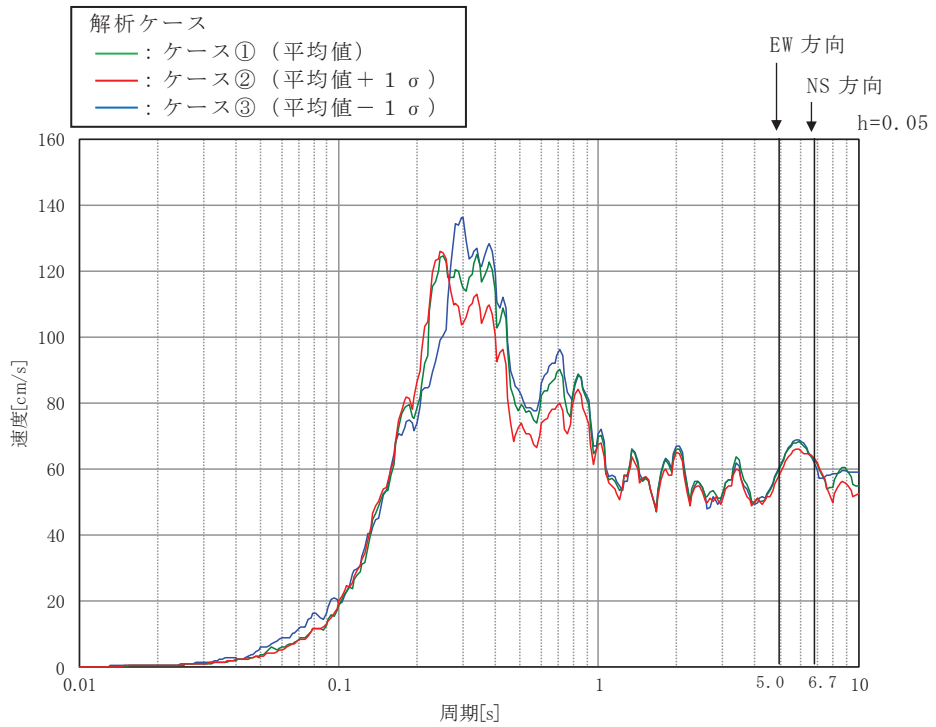
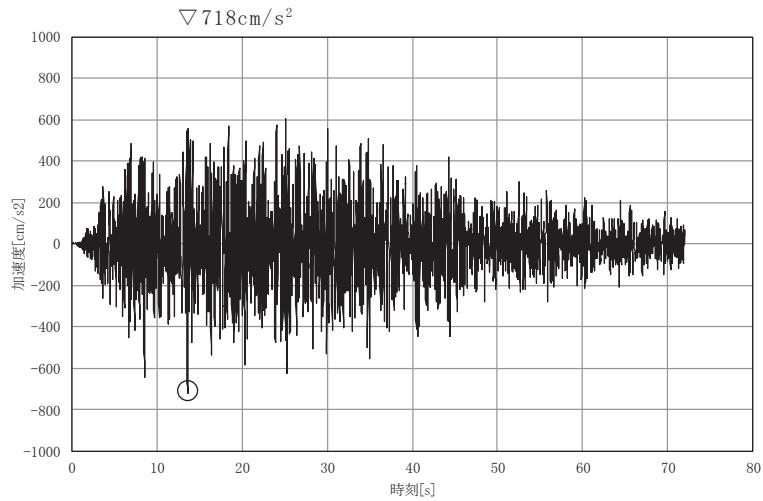


図 5.18-7 速度応答スペクトル（水平方向）の比較

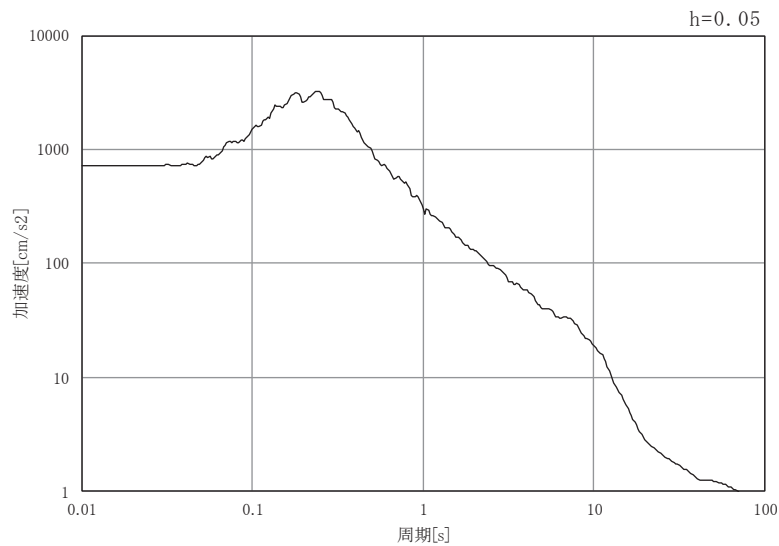
(5) 入力地震動

解析モデル下端における S d - D 2 の加速度時刻歴及び加速度応答スペクトル（水平方向及び鉛直方向）を図 5. 18-8 に示す。

スロッシング解析は，S d - D 2 を NS 方向に加振した場合と EW 方向に加振した場合の 2 ケース実施する。

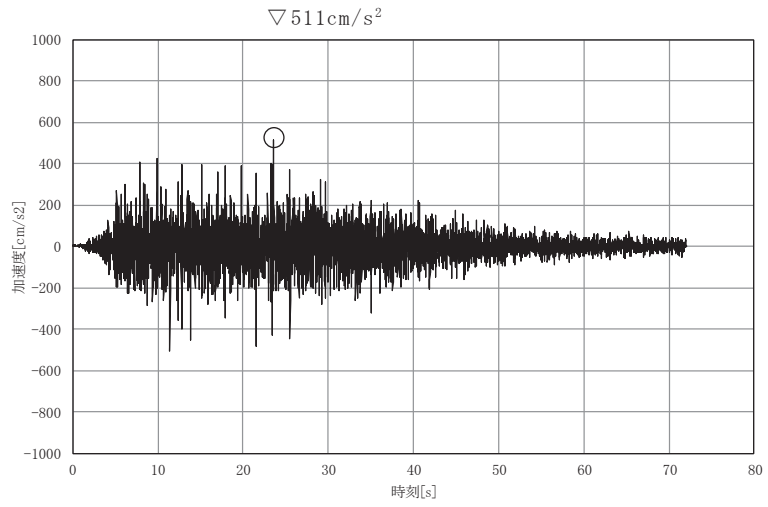


(a) 加速度時刻歴波形

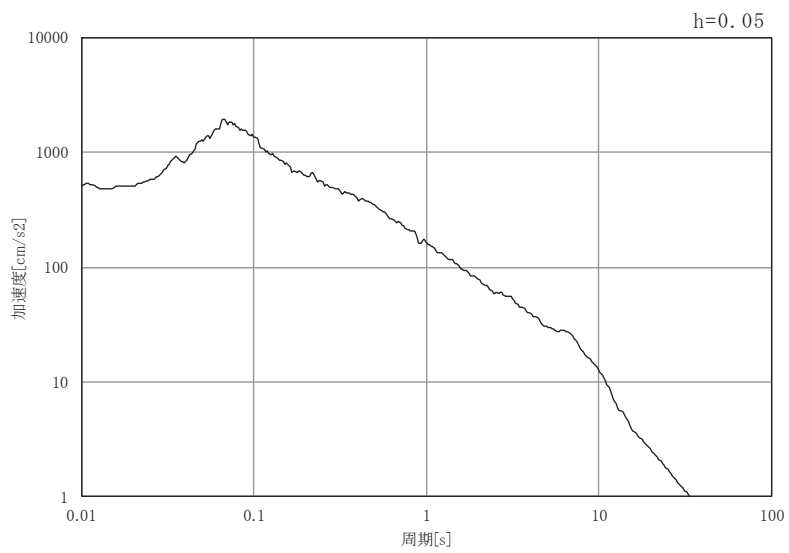


(b) 加速度応答スペクトル

図 5. 18-8 (1) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル  
(水平方向)



(a) 加速度時刻歴波形



(b) 加速度応答スペクトル

図 5.18-8 (2) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル  
(鉛直方向)

#### 5.18.4 検討条件の整理

##### (1) 初期水位

図 5.18-1 に示す第 2 号機海水ポンプ室における入力津波の水位時刻歴波形のとおり、防潮壁内に貯留される津波水位は時間とともに変化するが、保守的な評価を実施するため、初期水位は入力津波水位の O.P. +18.1m（一定）とする。解析に用いる初期水位を表 5.18-3 に示す。

表 5.18-3 初期水位

|        |              |
|--------|--------------|
|        | 初期水位         |
| 入力津波水位 | O.P. +18.1 m |

##### (2) 計算時間

防潮壁内に津波を貯留する継続時間（168 秒）より長い 200 秒とする。計算時間を表 5.18-4 に示す。

表 5.18-4 計算時間

|       |
|-------|
| 計算時間  |
| 200 秒 |

### 5.18.5 解析条件

スロッシング解析は、オープンソースの有限体積法 (Finite Volume Method), 解析コード OpenFOAM を用いた三次元解析を実施する。解析コードの概要については、補足説明資料「補足-900-1 計算機プログラム (解析コード) の概要に係る補足説明資料」に示す。

本検討では、VOF 法による 2 相流解析ソルバー interFlow を用いる。計算メッシュ全体に加速度時刻歴を入力することにより、計算領域内部の気相 (空気) 及び液相 (海水) の挙動を解析する。

解析条件を表 5.18-5 に示す。

表 5.18-5 解析条件

| 項目            | 内容   |
|---------------|--|
| 解析コード         | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ OpenFOAM (Version6)</li> <li>・ オープンソースの流体解析ソフトウェアであり、実験結果等との比較を行い、スロッシング現象を精度よく計算できることが確認されている。</li> </ul>  |
| 解析モデル         | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 61.4m (NS 方向) × 42.9m (EW 方向) × 10.2m (O.P. +24.0m - O.P. +13.8m)</li> <li>・ 格子サイズ: 水平 25cm × 鉛直 25cm を基本とし、水面付近は水平 25cm × 鉛直 10cm とする (図 5.18-9)。</li> </ul> |
| 境界条件          | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 底面及び壁面の摩擦: 水面変化量を安全側に評価するためスリップ条件 (摩擦は考慮しない) とする。</li> </ul>  |
| 初期水位          | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ O.P. +18.1m (入力津波水位)</li> </ul>   |
| 計算時間          | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 200 秒間 (防潮壁内に津波が貯留する継続時間 168 秒を保守的に考慮)</li> <li>・ 地震動による加振 (余震継続時間 72.03 秒) 終了後も解析を継続する。</li> </ul>   |
| 水位及び時刻歴波形抽出位置 | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 非常用海水ポンプへの影響確認及び加振方向を考慮し、図 5.18-10 に示す 6 点で水位及び時刻歴波形を抽出する。</li> </ul>   |
| その他           | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 海水密度: 1.03g/cm<sup>3</sup></li> </ul>   |

- : 気相 (空気)
- : 液相 (海水)
- : 防潮壁 (0. P. +13. 8m~0. P. +19. 0m)

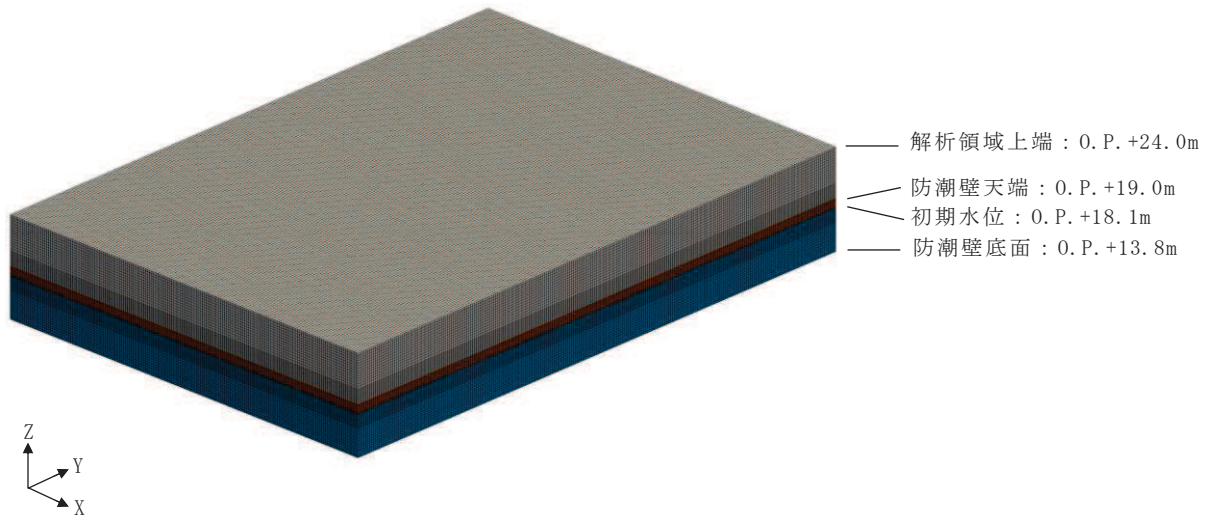


図 5. 18-9 解析モデル

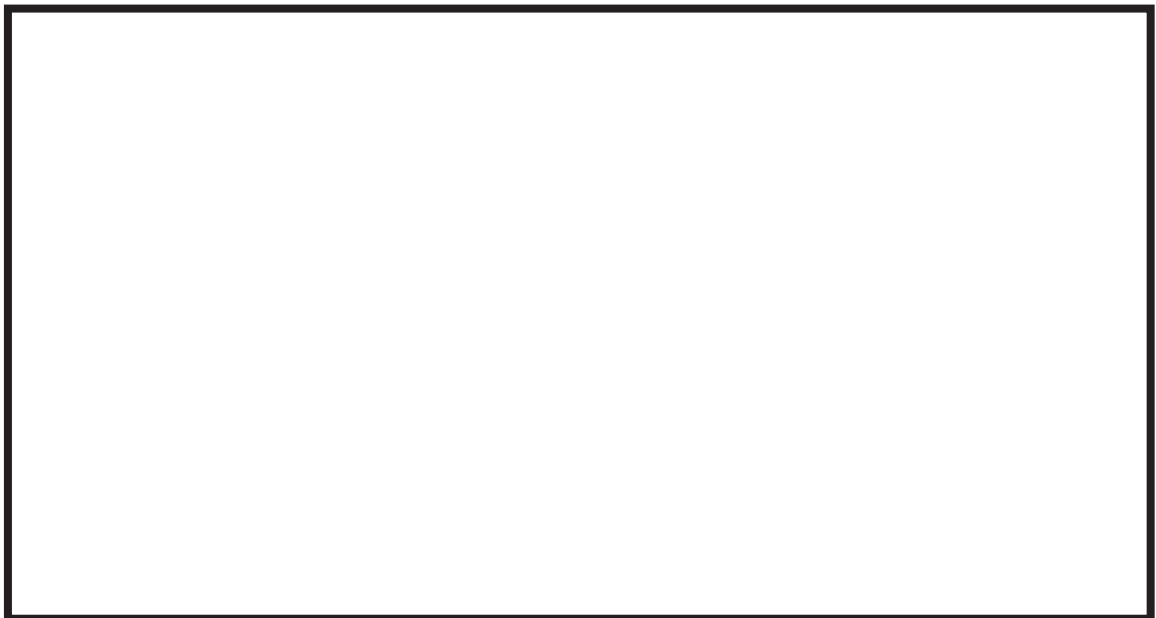


図 5. 18-10 水位及び時刻歴波形抽出位置

枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。

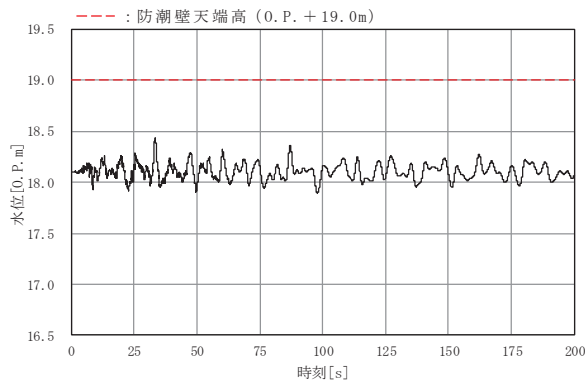


### 5.18.6 解析結果

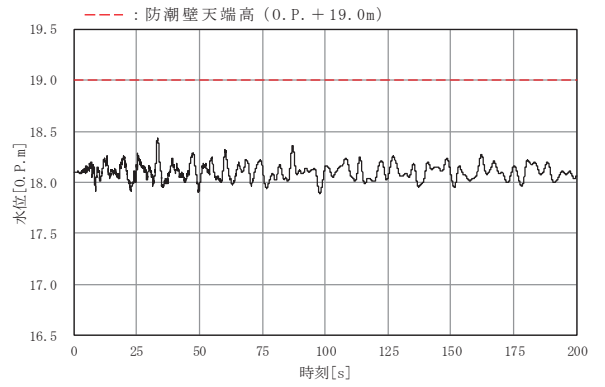
スロッシングによる最高水位及び水面の時間変化をそれぞれ表 5.18-6, 図 5.18-11 に示す。また, スロッシング時のスナップショットを「(別紙 2) スロッシング時のスナップショット」に示す。

表 5.18-6 最高水位

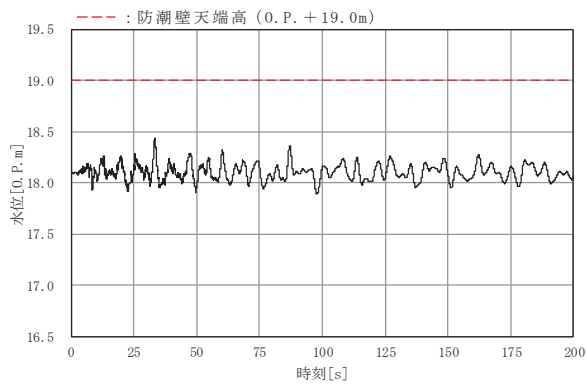
| 抽出位置 | 水平加振方向       |                 | 防潮壁<br>天端高さ<br>(O.P.) |
|------|--------------|-----------------|-----------------------|
|      | NS 方向 (O.P.) | EW 方向 (O.P.)    |                       |
| N-1  | +18.432m     | <u>+18.526m</u> | +19.0m                |
| N-2  | +18.433m     | +18.197m        |                       |
| N-3  | +18.431m     | +18.509m        |                       |
| S-1  | +18.321m     | +18.525m        |                       |
| S-2  | +18.322m     | +18.196m        |                       |
| S-3  | +18.320m     | +18.509m        |                       |



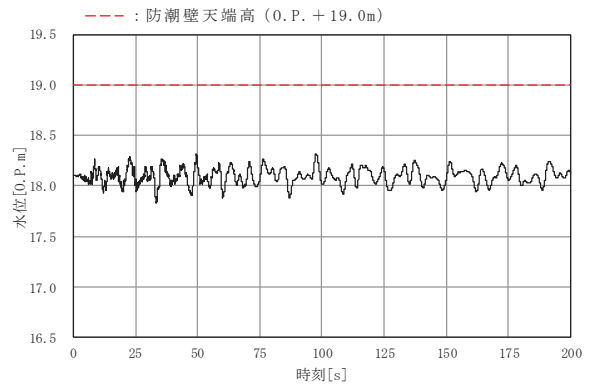
(a) N-1



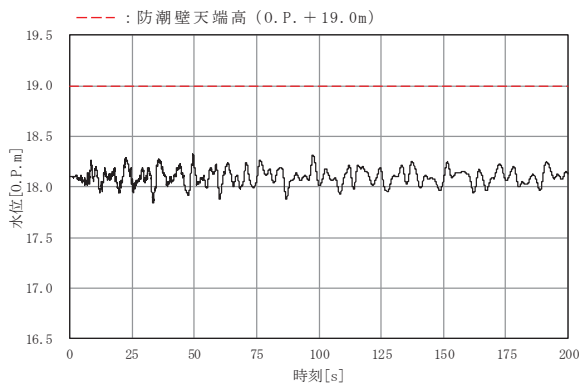
(b) N-2



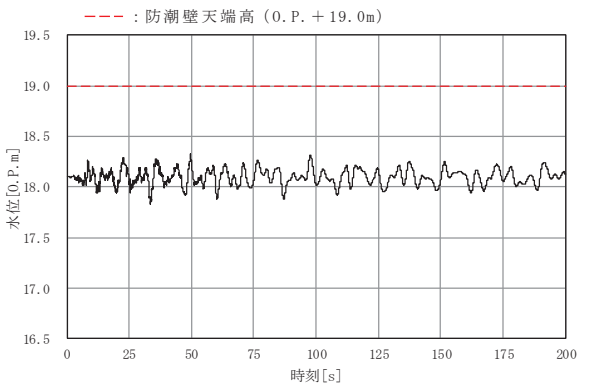
(c) N-3



(d) S-1

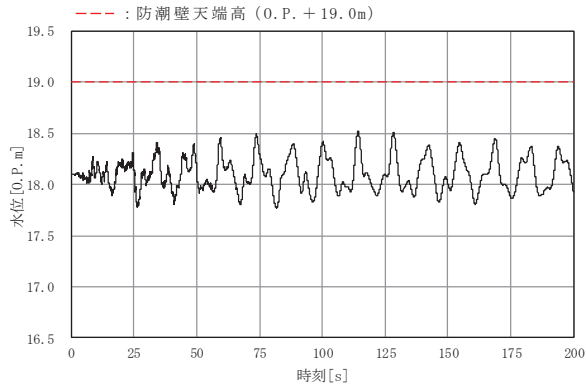


(e) S-2

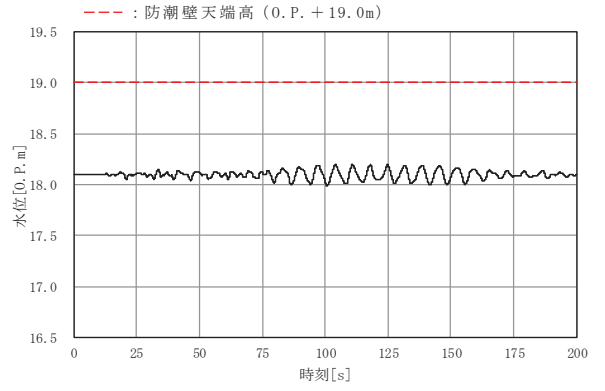


(f) S-3

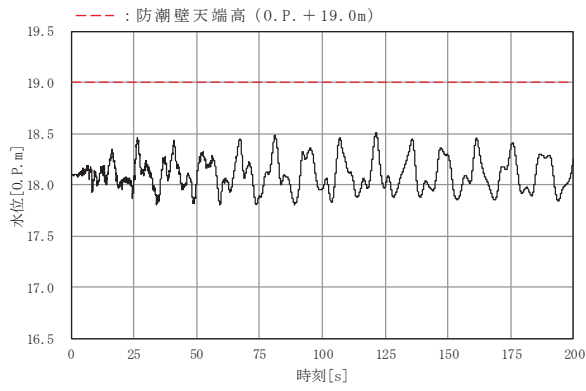
図 5.18-11 (1) 水面の時間変化 (水平加振方向: NS 方向)



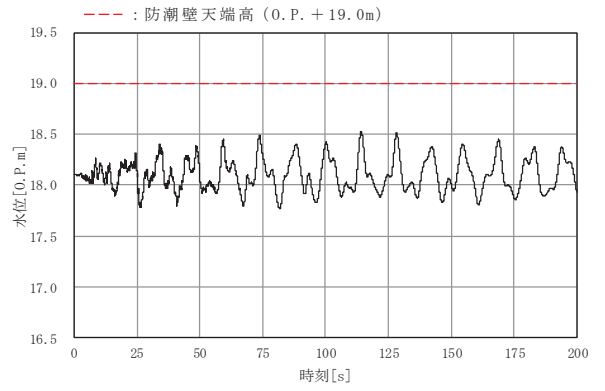
(a) N-1



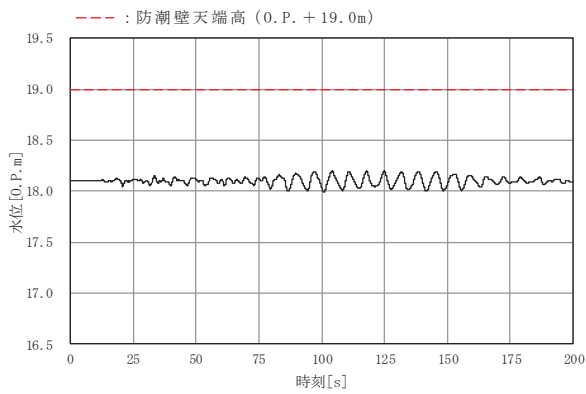
(b) N-2



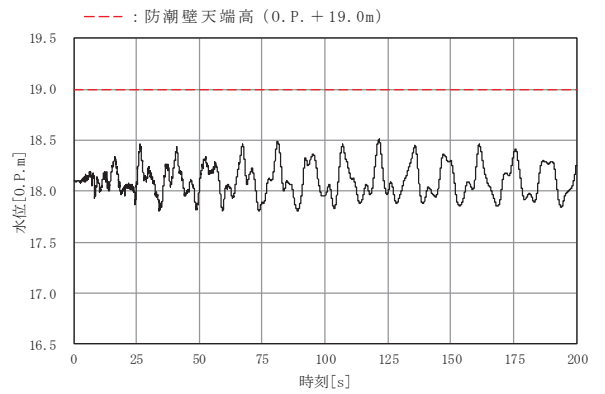
(c) N-3



(d) S-1



(e) S-2



(f) S-3

図 5.18-11 (2) 水面の時間変化 (水平加振方向: EW 方向)

#### 5.18.7 検討結果のまとめ

防潮壁内に津波を貯留している状態時に，余震（弾性設計用地震動 S d - D 2）によるスロッシングが発生した場合の非常用海水ポンプに及ぼす影響を確認するため，初期水位，解析範囲及び入力地震動について保守的な条件でスロッシング解析を実施した結果，スロッシングによる最高水位は O.P. +18.53m であり，防潮壁天端高さ O.P. +19.0m を上回らず，非常用海水ポンプへの被水影響はないことを確認した。

・スロッシングによる最高水位 = O.P. +18.526m ⇒ O.P. +18.53m

・防潮壁天端高さ = O.P. +19.0m

(別紙1) 地震動の引き上げ位置に関する検討

1. 概要

スロッシング解析に用いる地震動の引き上げ位置について、防潮壁は面的な広がりを持ち、場所により盛土厚等の地質が異なることから、防潮壁内の地質を網羅する複数地点の速度応答スペクトルを比較し、スロッシング評価に影響が大きい位置を地震動の引き上げ位置として選定した。検討対象地点を図 1.1 に、各地点の地質応答解析モデル図を図 1.2 に示す。

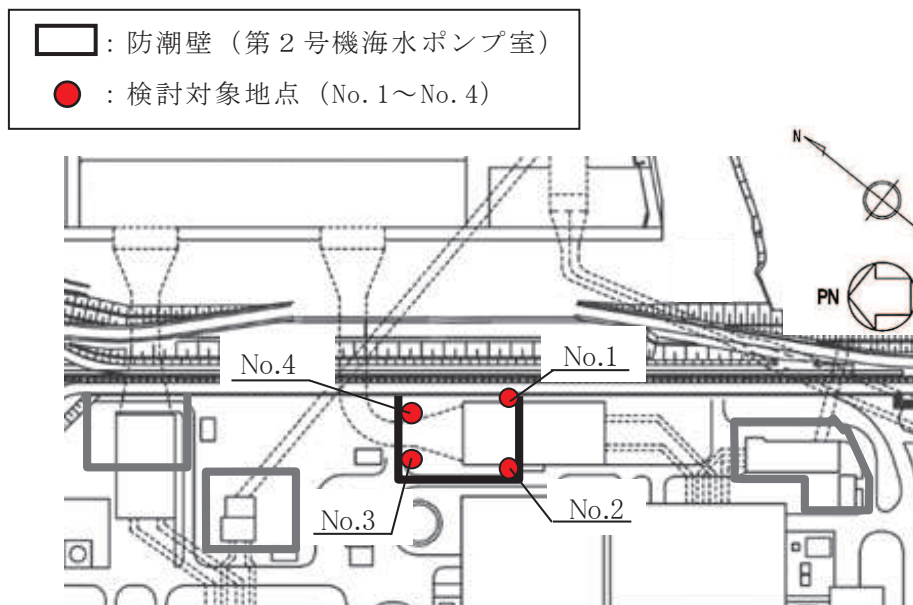
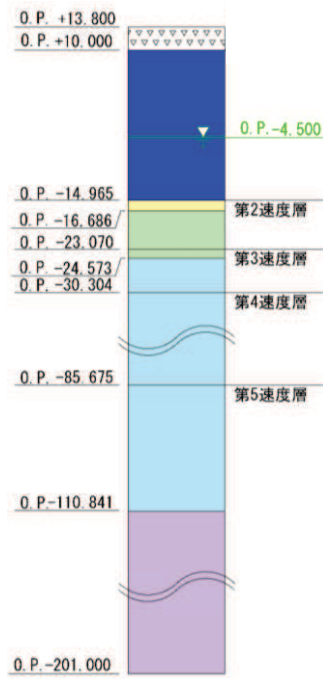
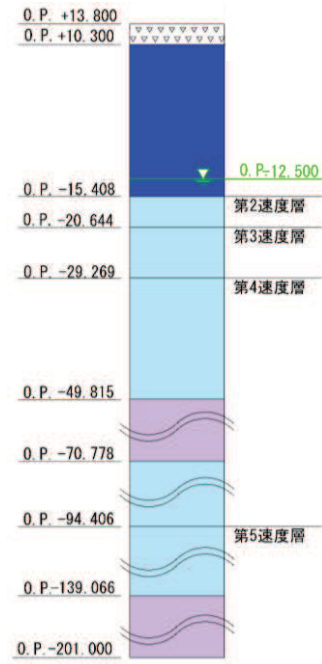


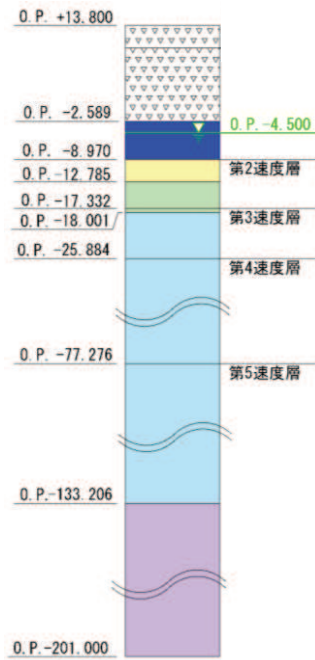
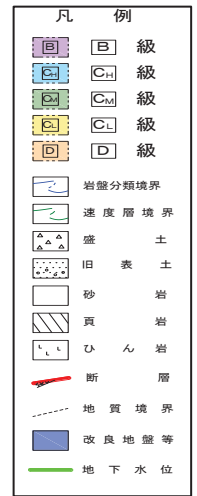
図 1.1 検討対象地点 (平面図)



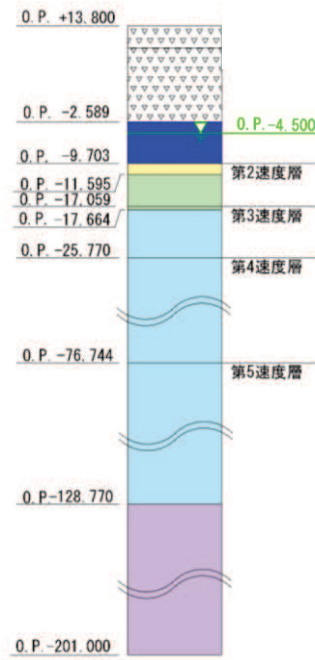
(No. 1)



(No. 2)



(No. 3)



(No. 4)

図 1.2 地震応答解析モデル図

## 2. 検討結果

解析モデル下端（地表面（O.P. +13.8m））における速度応答スペクトル（水平方向）の比較を図 1.3 に示す。

貯留水面の固有周期帯である 5 秒以上の周期帯（本文：表 5.18-2）の速度応答スペクトル（水平方向）は No.1 地点の影響が最も大きいことから、No.1 地点を地震動の引き上げ位置として設定する。

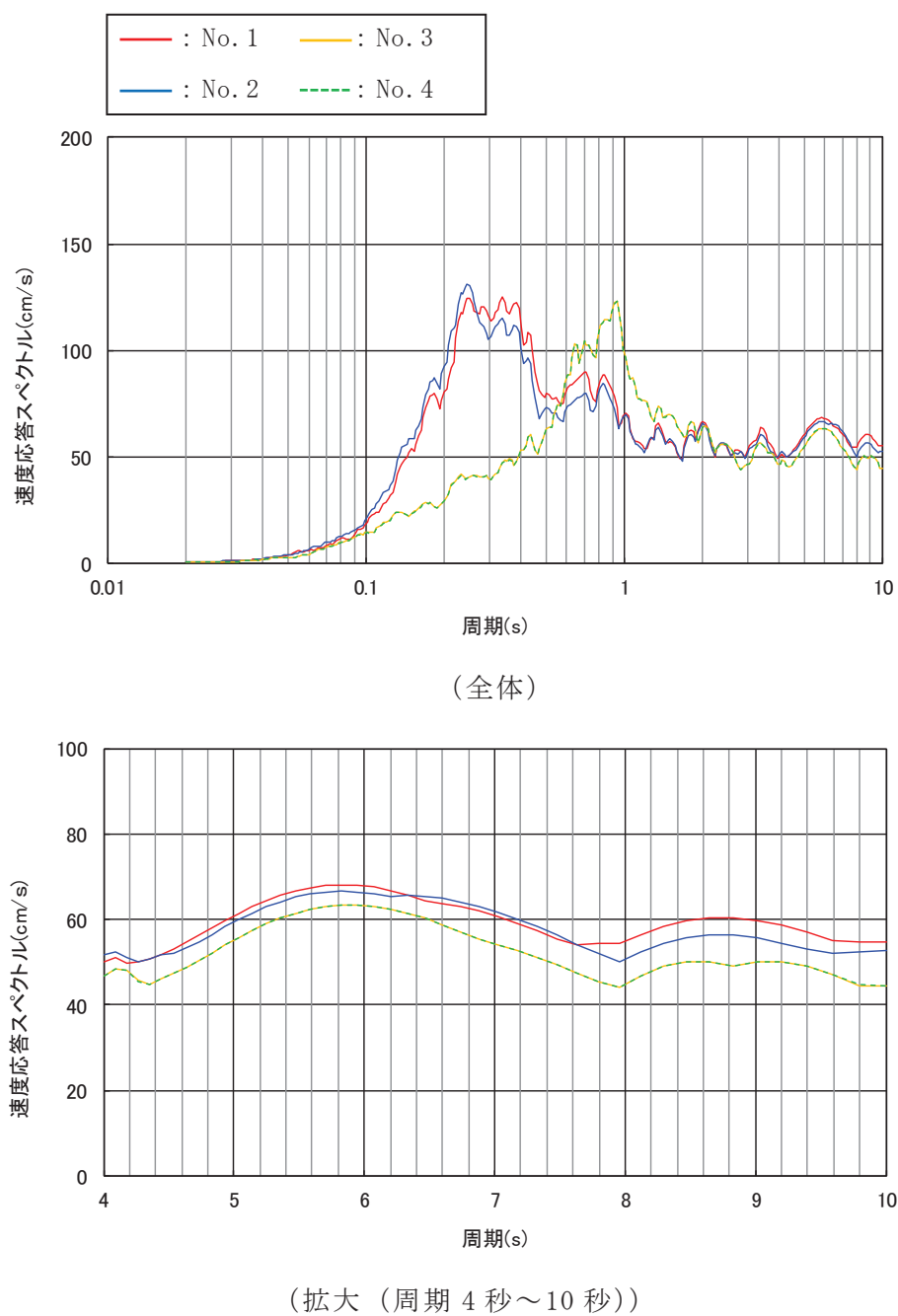


図 1.3 速度応答スペクトル（水平方向）の比較

(別紙2) スロッシング時のスナップショット

1. NS 方向 + 鉛直方向

NS 方向の貯水面の一連の動き（様子）が分かる範囲として計算開始 1 秒～20 秒のスナップショットを示す。図 2.1-1 にスナップショットの作成範囲（時刻歴波形抽出点：N-1），図 2.1-2 にスナップショットを示す。

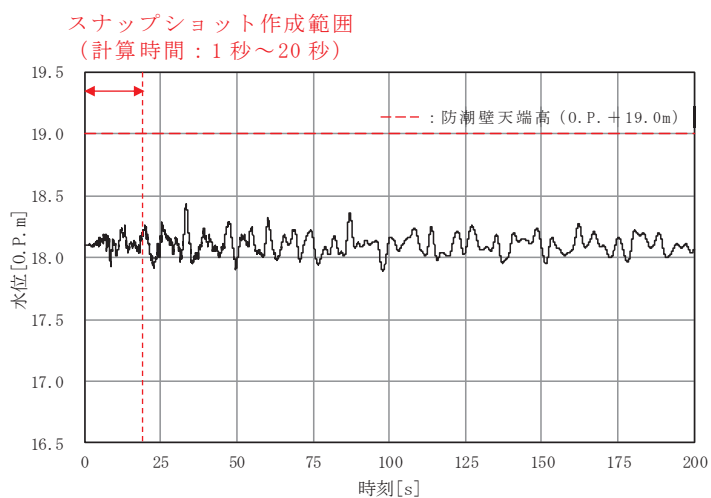


図 2.1-1 スナップショットの作成範囲  
(時刻歴波形抽出点：N-1)



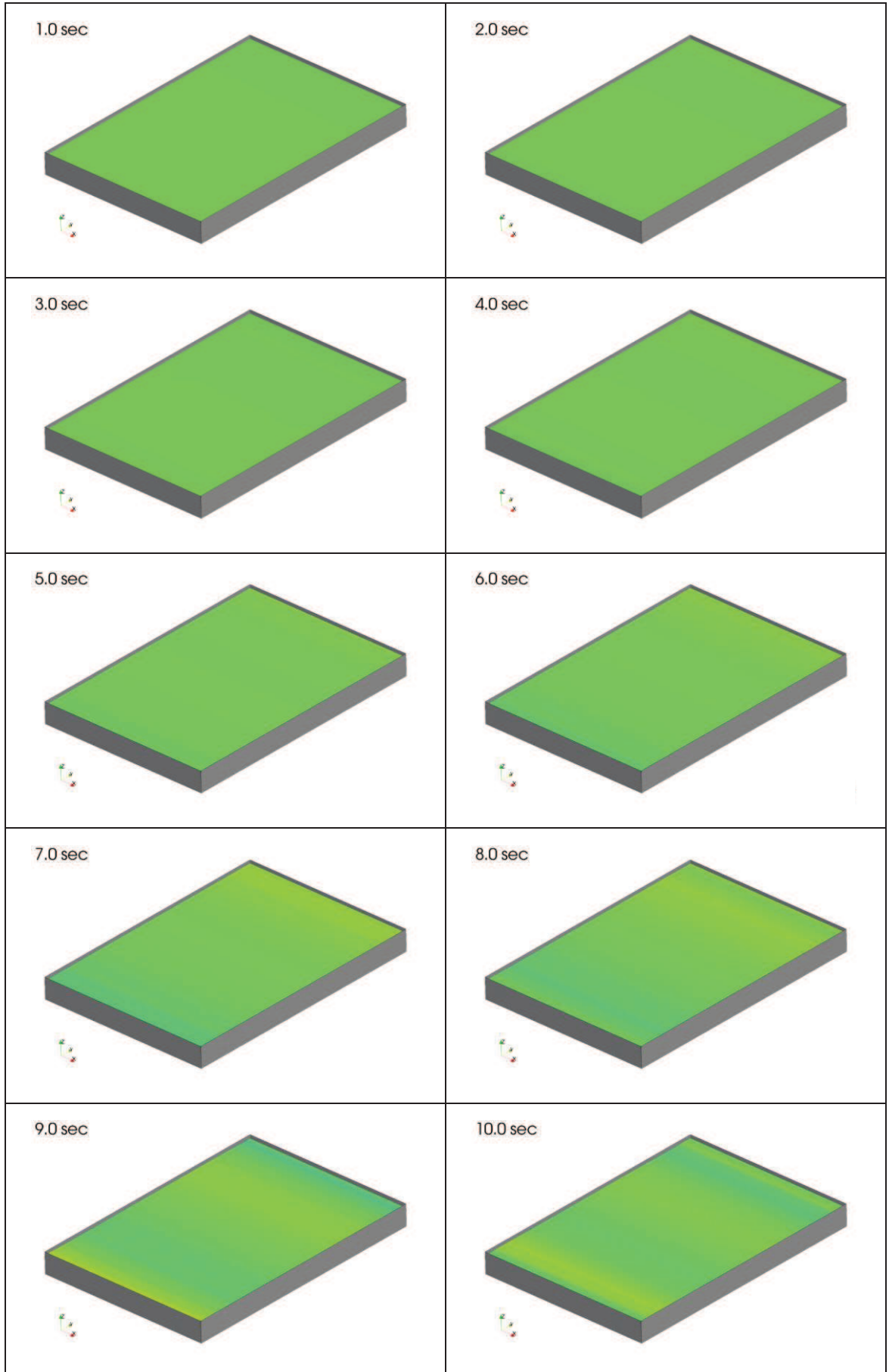
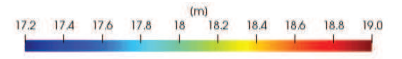


図 2.1-2 (1) スナップショット (NS 方向に加振, 計算時間 1 秒~10 秒)

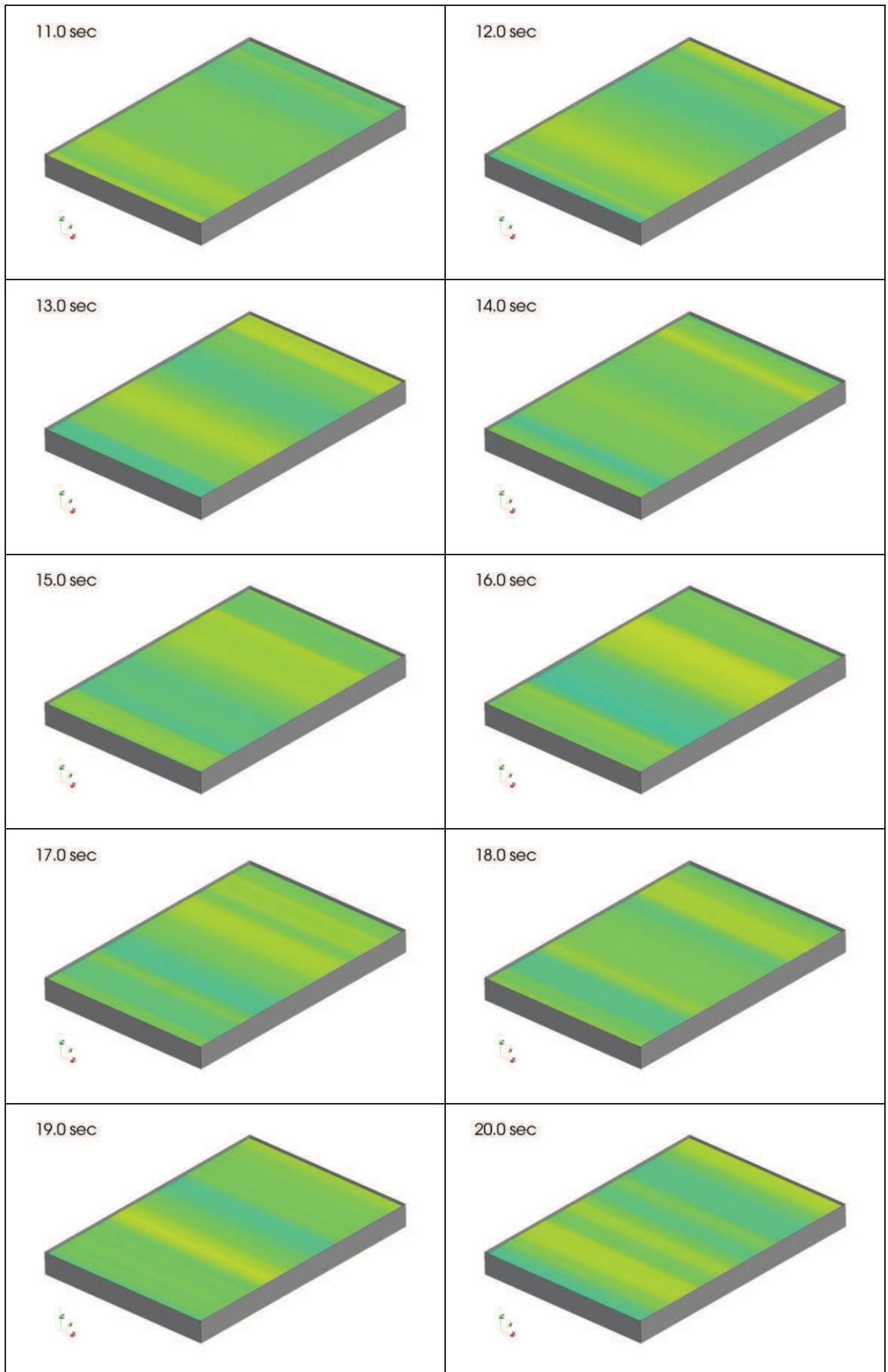
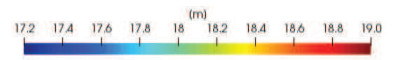


図 2.1-2 (2) スナップショット (NS 断方向に加振, 計算時間 11 秒~20 秒)

## 2. EW 方向 + 鉛直方向

EW 方向の貯水面の一連の動き（様子）が分かる範囲として計算開始 1 秒～20 秒のスナップショットを示す。図 2.2-1 にスナップショットの作成範囲（時刻歴波形抽出点：N-1），図 2.2-2 にスナップショットを示す。

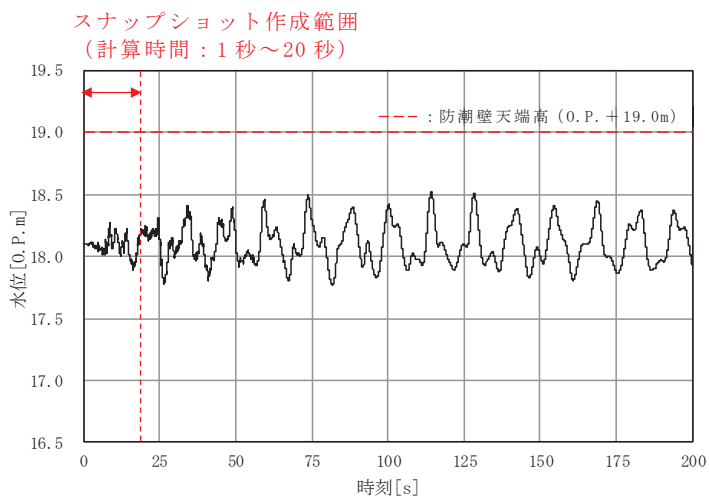


図 2.2-1 スナップショットの作成範囲  
(時刻歴波形抽出点：N-1)

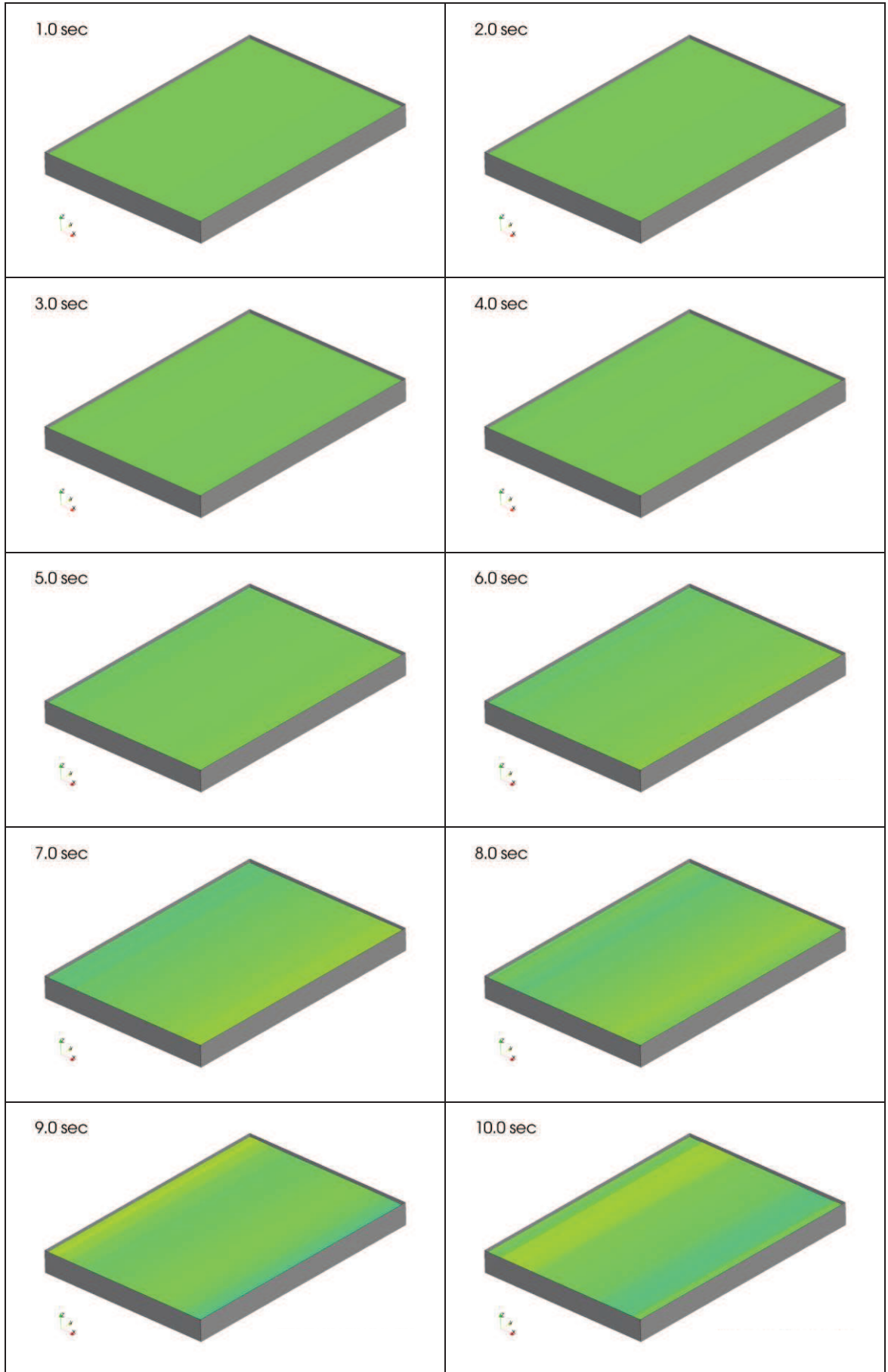
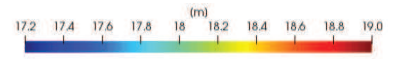


図 2.2-2 (1) スナップショット (EW 方向に加振, 計算時間 1 秒~10 秒)

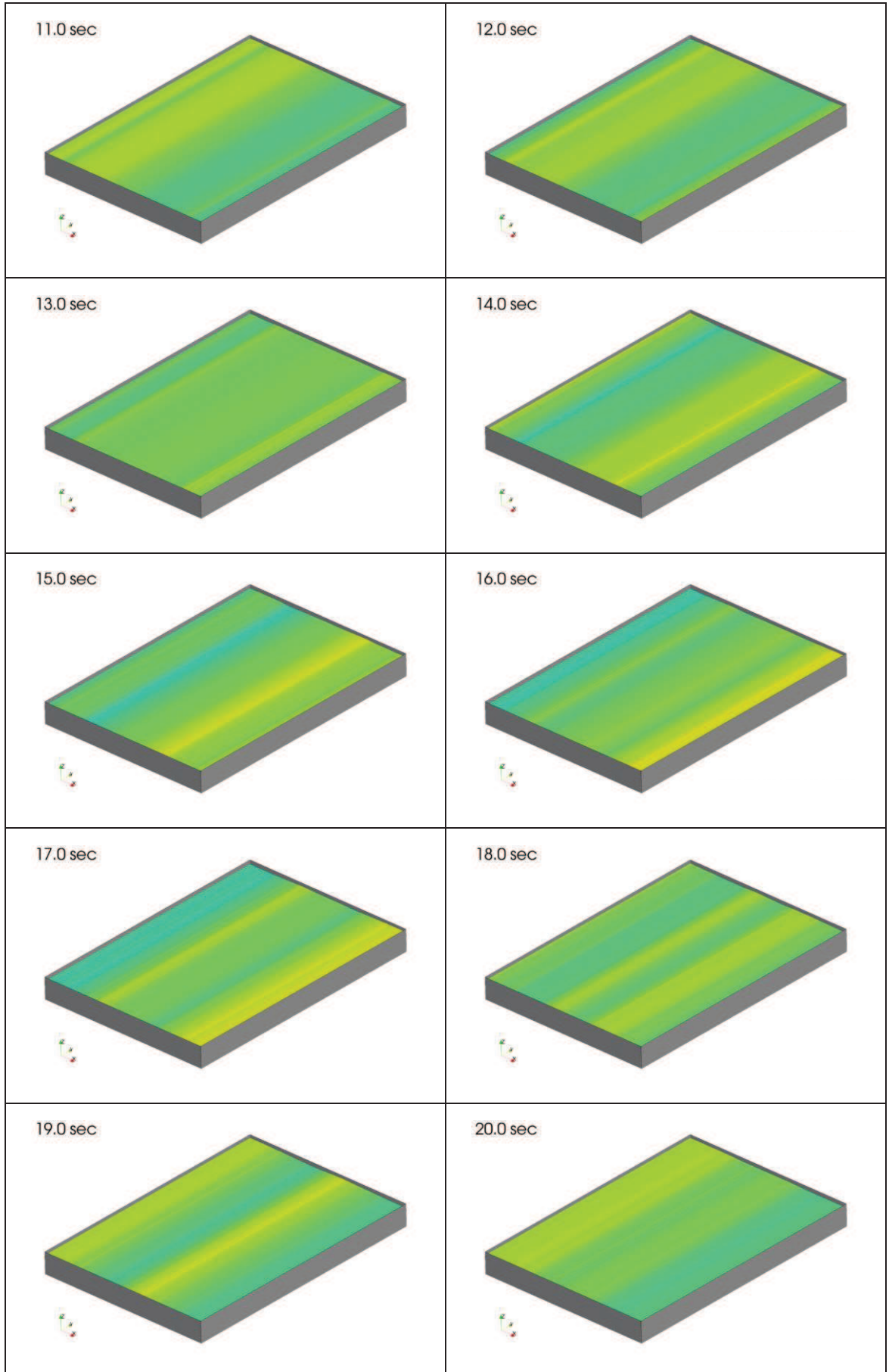
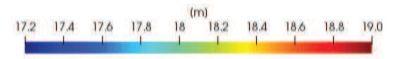


図 2.2-2 (2) スナップショット (EW 方向に加振, 計算時間 11 秒~20 秒)

(別紙3) 水平2方向同時加振による影響評価

1. 概要

「5.18 防潮壁内のスロッシングによる非常用海水ポンプへの被水影響について」では、水平成分に方向を持たない余震（弾性設計用地震動 S d - D 2）を入力地震動として、NS 方向に加振した場合と EW 方向に加振した場合の2ケースのスロッシング解析を実施し、非常用海水ポンプに及ぼす影響を評価した。

ここでは、MS 方向と EW 方向の同時加振した場合の最高水位を算定し、非常用海水ポンプへの影響を評価する。なお、2方向同時加振による最高水位は、保守的に、NS 方向と EW 方向の水位の最大変動幅の足し合わせにより算定する。

2. 検討結果

2方向同時加振による最高水位を表3.1に示す。2方向同時加振による最高水位は O.P.+18.86m であり、防潮壁天端高さ O.P.+19.0m を上回らず、非常用海水ポンプへの被水影響はないことを確認した。

表 3.1 2方向同時加振による最高水位

| 抽出位置 | 項目          | 水平加振方向    |           | 2方向同時加振 (A+B)   | 防潮壁天端高さ (O.P.) |
|------|-------------|-----------|-----------|-----------------|----------------|
|      |             | (A) NS 方向 | (B) EW 方向 |                 |                |
| N-1  | 最高水位 (O.P.) | +18.432m  | +18.526m  | <u>+18.858m</u> | +19.0m         |
|      | 変動幅*        | 0.332m    | 0.426m    | 0.758m          |                |
| N-2  | 最高水位 (O.P.) | +18.433m  | +18.197m  | +18.530m        |                |
|      | 変動幅*        | 0.333m    | 0.097m    | 0.430m          |                |
| N-3  | 最高水位 (O.P.) | +18.431m  | +18.509m  | +18.840m        |                |
|      | 変動幅*        | 0.331m    | 0.409m    | 0.740m          |                |
| S-1  | 最高水位 (O.P.) | +18.321m  | +18.525m  | +18.746m        |                |
|      | 変動幅*        | 0.221m    | 0.425m    | 0.646m          |                |
| S-2  | 最高水位 (O.P.) | +18.322m  | +18.196m  | +18.418m        |                |
|      | 変動幅*        | 0.222m    | 0.096m    | 0.318m          |                |
| S-3  | 最高水位 (O.P.) | +18.320m  | +18.509m  | +18.729m        |                |
|      | 変動幅*        | 0.220m    | 0.409m    | 0.629m          |                |

\* : 初期水位 (O.P.+18.1m) からの最大変動幅

・ 2方向同時加振による最高水位 = O.P.+18.858m ⇒ O.P.+18.86m

・ 防潮壁天端高さ = O.P.+19.0m

## 6. 浸水防護施設に関する補足資料

### 6.1 防潮堤に関する補足説明

#### 目 次

- 6.1.1 防潮堤（鋼管式鉛直壁）の耐震性についての計算書に関する補足説明
- 6.1.2 防潮堤（鋼管式鉛直壁）の強度計算書に関する補足説明
- 6.1.3 防潮堤（盛土堤防）の耐震性についての計算書に関する補足説明
- 6.1.4 防潮堤（盛土堤防）の強度計算書に関する補足説明
- 6.1.5 防潮堤（鋼管式鉛直壁）の止水ジョイント部材について
- 6.1.6 防潮堤（鋼管式鉛直壁）の止水ジョイント部材の相対変位量に関する補足説明
- 6.1.7 背面補強工及び置換コンクリートに使用するコンクリートのせん断強度について
- 6.1.8 セメント改良土の品質確認方針
- 6.1.9 防潮堤の設計・施工に関する補足説明



- 6. 浸水防護施設に関する補足説明
- 6.1 防潮堤の設計に関する補足説明
- 6.1.1 防潮堤（鋼管式鉛直壁）の耐震性についての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   |
| 2.3 評価方針                    | 9   |
| 2.4 適用基準                    | 21  |
| 3. 耐震評価                     | 23  |
| 3.1 評価対象断面                  | 23  |
| 3.2 解析方法                    | 31  |
| 3.3 荷重及び荷重の組合せ              | 47  |
| 3.4 入力地震動                   | 49  |
| 3.5 解析モデル及び諸元               | 152 |
| 3.6 評価対象部位                  | 179 |
| 3.7 許容限界                    | 181 |
| 3.8 評価方法                    | 195 |
| 4. 評価結果                     | 215 |
| 4.1 地震応答解析結果                | 215 |
| 4.2 鋼管杭                     | 348 |
| 4.3 鋼製遮水壁及び漂流物防護工           | 370 |
| 4.4 RC 遮水壁                  | 372 |
| 4.5 背面補強工                   | 381 |
| 4.6 置換コンクリート                | 386 |
| 4.7 改良地盤                    | 390 |
| 4.8 セメント改良土                 | 398 |
| 4.9 止水ジョイント部材の相対変位量に対する評価結果 | 406 |
| 4.10 基礎地盤                   | 410 |
| 5. 防潮堤（鋼管式鉛直壁）の耐震性に関する影響検討  | 431 |
| 5.1 コンクリートの剛性の影響について        | 431 |
| 5.2 防潮堤前背面での地下水位差の影響検討について  | 438 |
| 5.3 断層交差部による影響検討について        | 443 |
| 5.4 隣接構造物による影響検討について        | 455 |
| 5.5 液状化しない場合の不確かさの影響検討について  | 463 |
| 5.6 漂流物防護工の偏心による影響について      | 470 |



(参考資料 1) 短杭の影響検討について

(参考資料 2) 断面④の鋼管杭の軸力について

## 1. 概要

本資料は、添付書類「VI-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（鋼管式鉛直壁）が基準地震動 $S_s$ に対して十分な構造強度及び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（鋼管式鉛直壁）に要求される機能の維持を確認するにあたっては、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を行う。

なお、本資料においては各照査値が最も厳しいケースだけでなく、検討した全ケースの結果を示している。

また、防潮堤（鋼管式鉛直壁）の耐震評価においては、平成23年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震による地殻変動に伴い、牡鹿半島全体で約1mの地盤沈下が発生したことを考慮し、地盤沈下量を考慮した敷地高さや施設高さ等を記載する。

## 2. 基本方針

### 2.1 位置

防潮堤（鋼管式鉛直壁）の範囲を図 2.1-1 に示す。なお、防潮堤（鋼管式鉛直壁）は一般部、岩盤部に分類される。

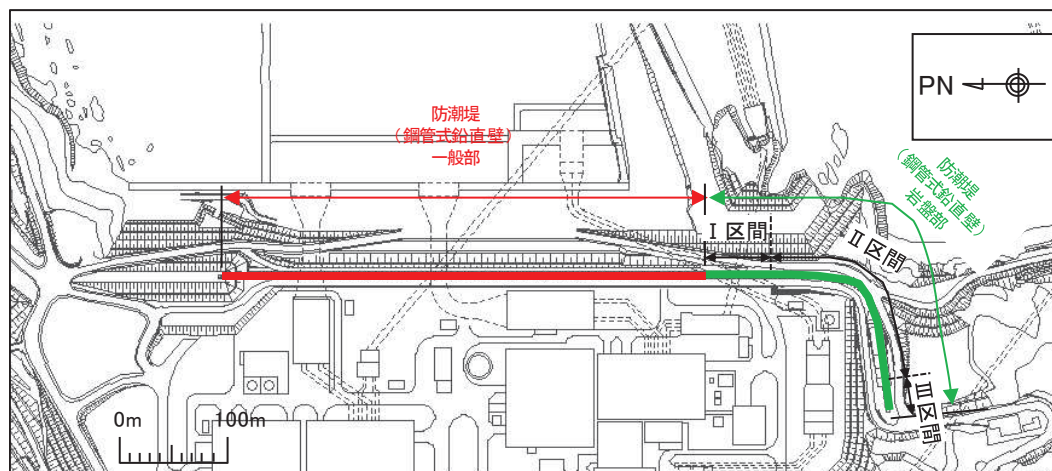


図 2.1-1 防潮堤（鋼管式鉛直壁）の範囲

## 2.2 構造概要

防潮堤（鋼管式鉛直壁）は、一般部と岩盤部に分類される。

防潮堤（鋼管式鉛直壁）は、入力津波による浸水高さ（防潮堤前面：O.P.+24.4m）に対して余裕を考慮した天端高さ（O.P.+29.0m）とする。

防潮堤（鋼管式鉛直壁）のうち一般部は、鋼管杭、鋼製遮水壁、漂流物防護工及び背面補強工による上部構造と、鋼管杭及び置換コンクリートによる下部構造から構成され、背面補強工の下方に改良地盤を、置換コンクリートの上方にセメント改良土をそれぞれ設置する。

防潮堤（鋼管式鉛直壁）のうち岩盤部は、鋼管杭、鋼製遮水壁、RC 遮水壁、漂流物防護工及び背面補強工による上部構造と、鋼管杭による下部構造から構成される。

鋼管杭は、施工性を考慮し、上部工の鋼管杭と下部工の鋼管杭に分けて施工しており、接続部周辺をコンクリートで充填している。また、防潮堤（鋼管式鉛直壁）のうち一般部は基礎地盤のすべり安定性を確保する観点から、改良地盤の海側に置換コンクリートを設置する構造とした。

上部工の境界部及び地震時に異なる挙動を示す可能性がある構造体の境界部には止水ジョイントを設置する。

防潮堤（鋼管式鉛直壁）のうち一般部の構造概要図及び構造図を図 2.2-1 及び図 2.2-2 に、防潮堤（鋼管式鉛直壁）のうち岩盤部の構造図を図 2.2-3 に、止水ジョイント概念図を図 2.2-4 に示す。

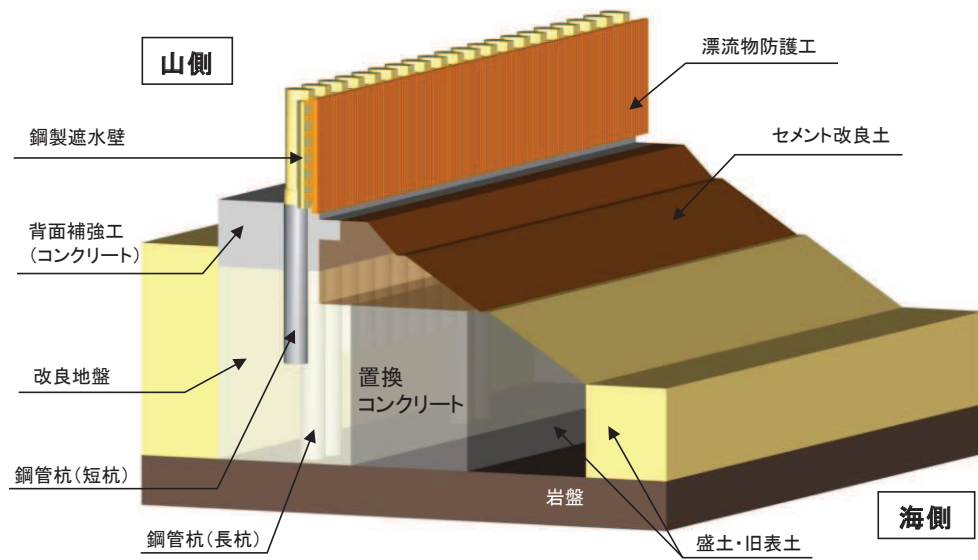


図 2.2-1 防潮堤（鋼管式鉛直壁）のうち一般部の構造概要図

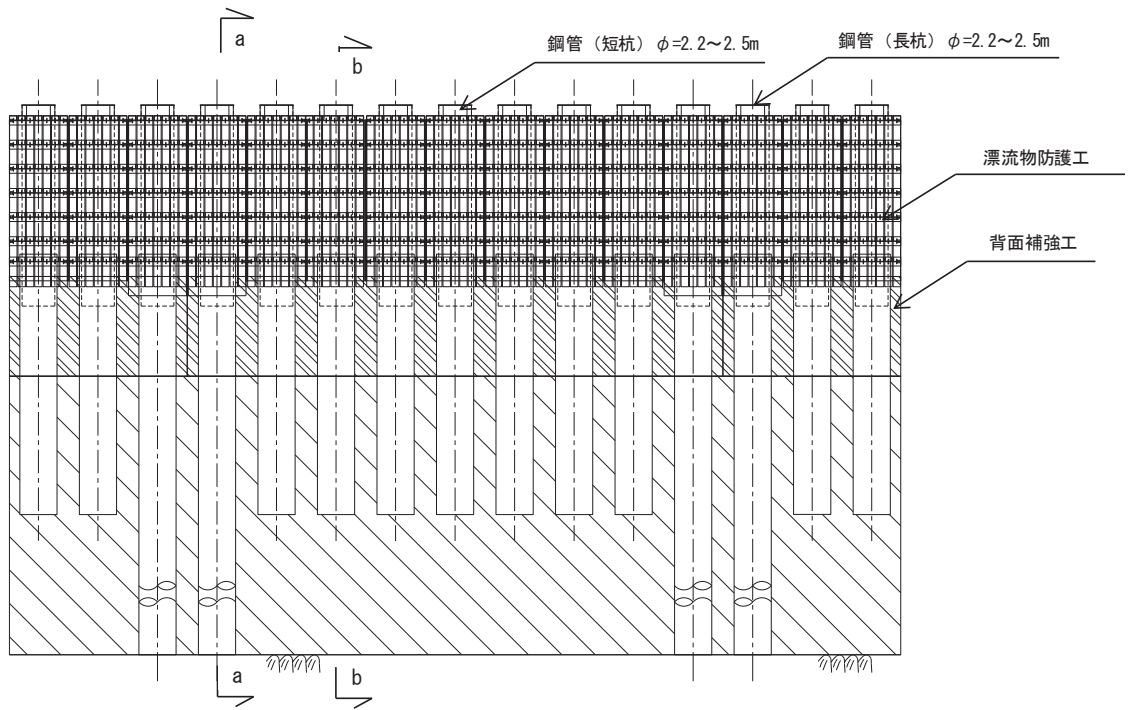


図 2.2-2(1) 防潮堤（鋼管式鉛直壁）のうち一般部の構造図（正面図，漂流物防護工）

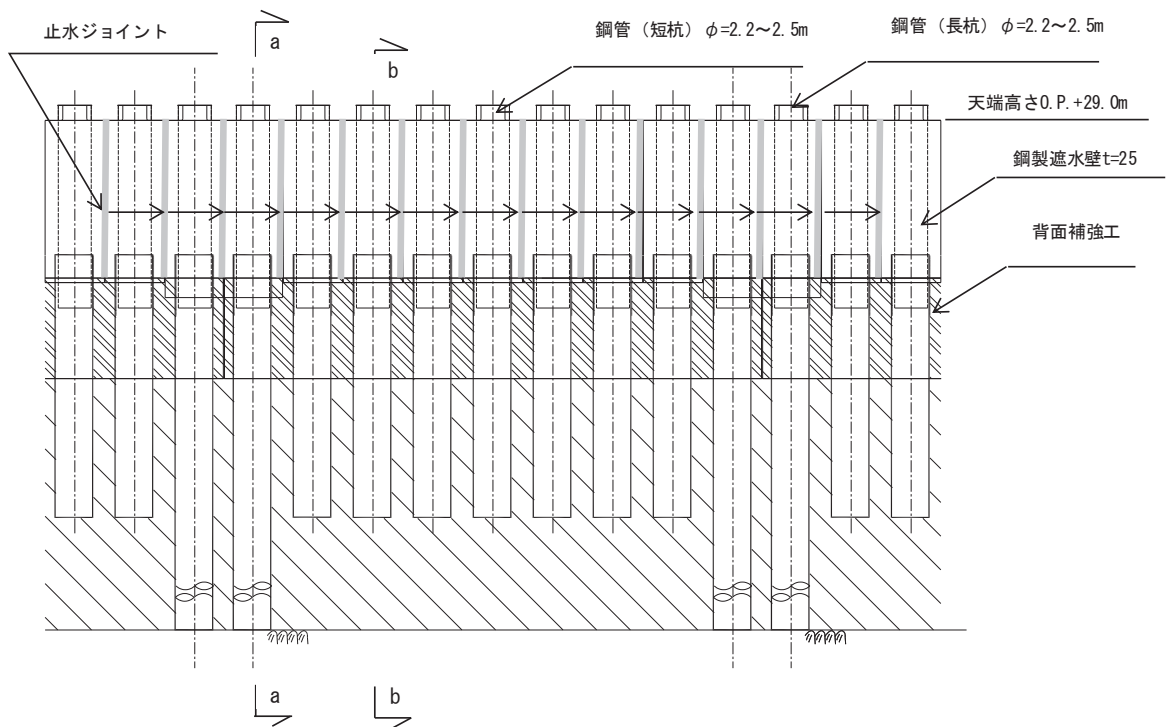


図 2.2-2(2) 防潮堤（鋼管式鉛直壁）のうち一般部の構造図（正面図，鋼製遮水壁）

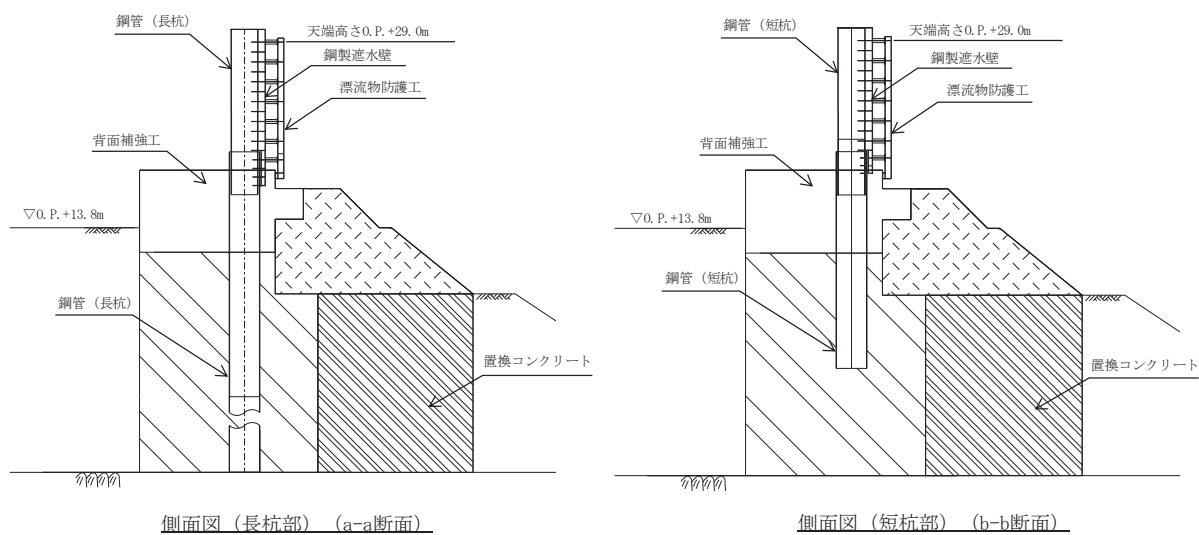


図 2.2-2(3) 防潮堤 (鋼管式鉛直壁) のうち一般部の構造図 (断面図)

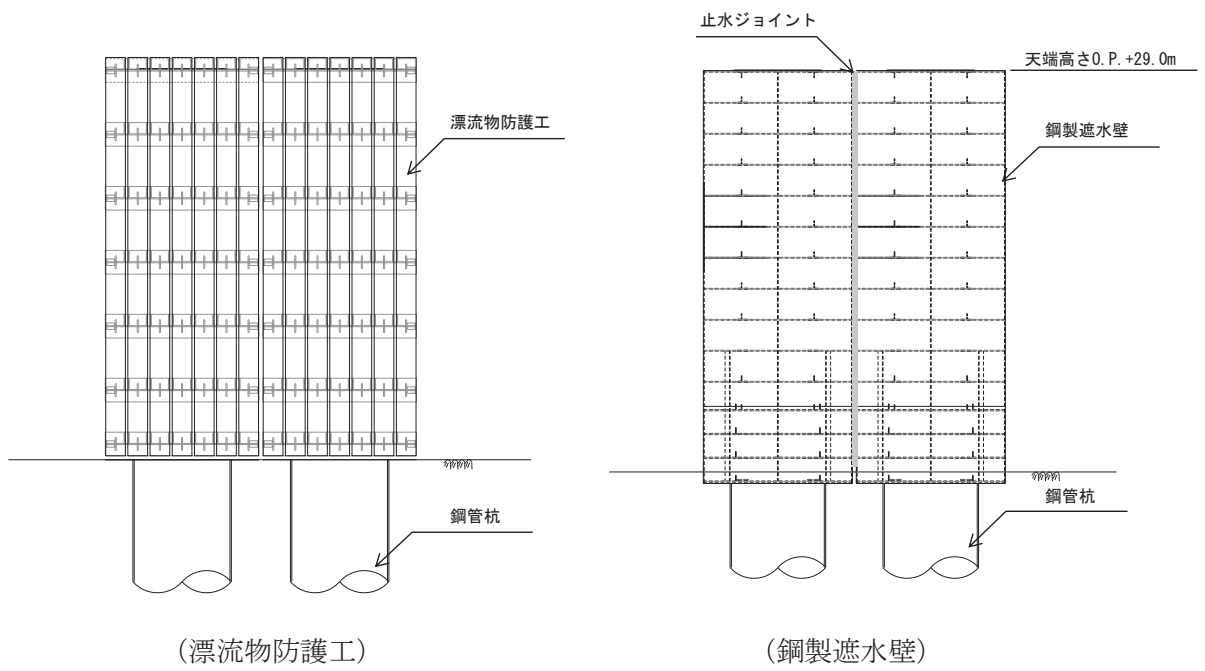


図 2. 2-3(1) 防潮堤（鋼管式鉛直壁）のうち岩盤部の構造図（正面図， I ・ II 区間）

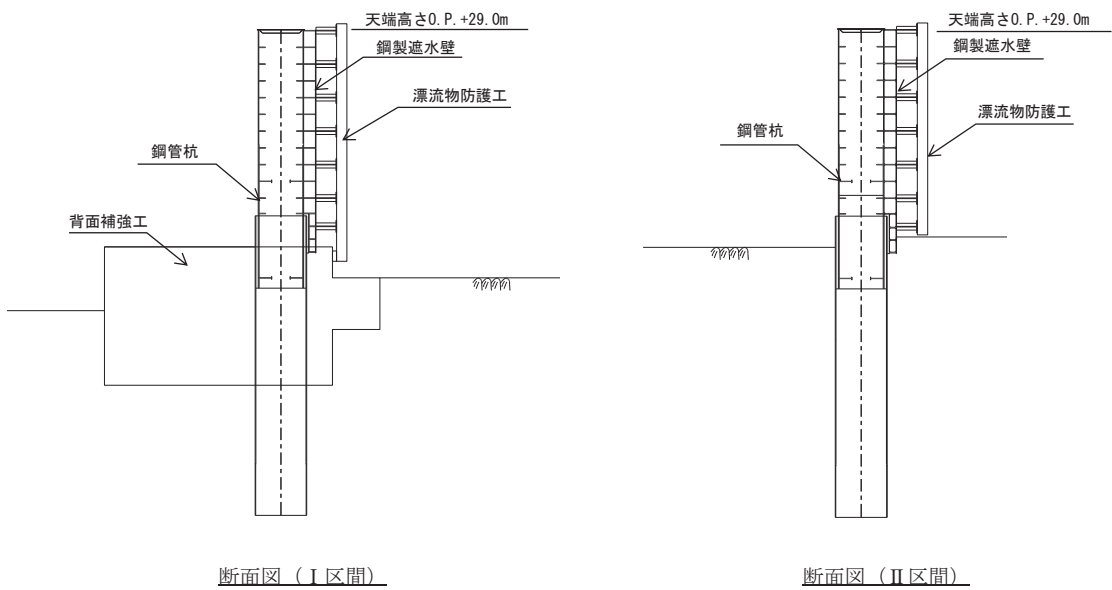


図 2. 2-3(2) 防潮堤（鋼管式鉛直壁）のうち岩盤部の構造図（断面図， I ・ II 区間）



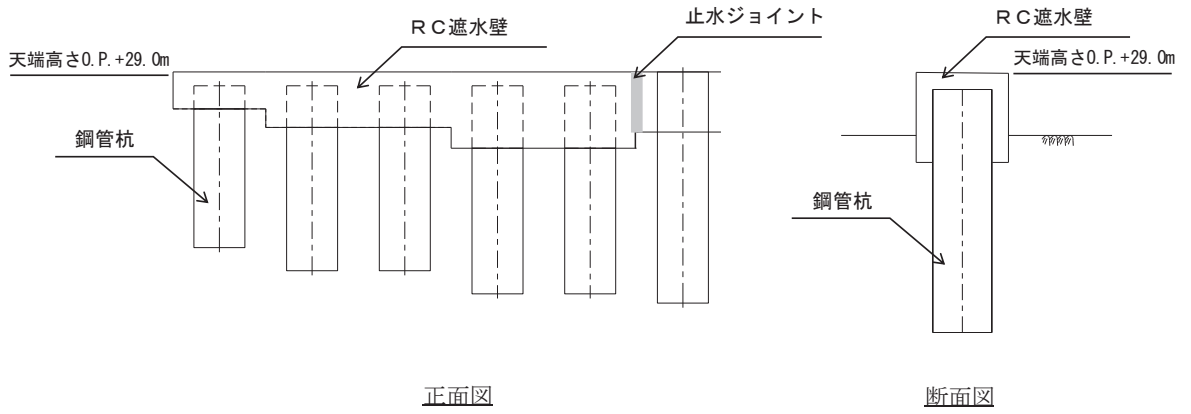


図 2.2-3(3) 防潮堤（鋼管式鉛直壁）のうち岩盤部の構造図（Ⅲ区間）

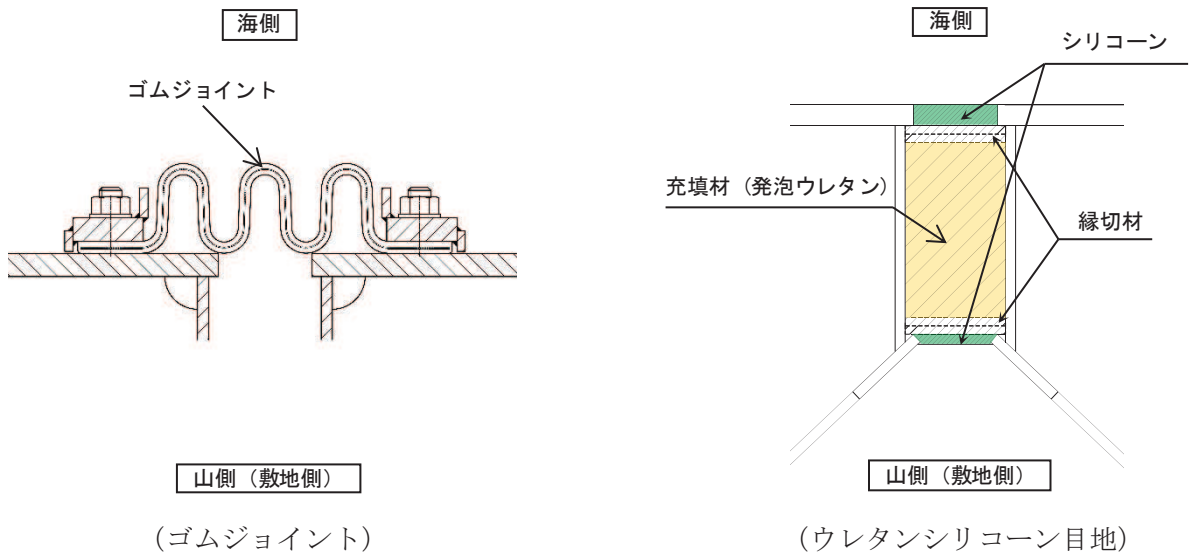


図 2.2-4 防潮堤（鋼管式鉛直壁）の止水ジョイント概念図

## 2.3 評価方針

### 2.3.1 各部位の性能目標

防潮堤（鋼管式鉛直壁）は、Sクラス施設である津波防護施設に分類される。

新規制基準への適合性において、防潮堤直下の盛土・旧表土は沈下対策として地盤改良を行うことを踏まえ、鋼管式鉛直壁における設置許可基準規則の各条文に対する検討要旨を表2.3-1に示す。鋼管式鉛直壁は一般部と岩盤部があるが、各部位の性能目標と許容限界については、一般部の整理結果を岩盤部にも展開するため、以下では一般部を対象に整理する。

表 2.3-1 鋼管式鉛直壁における検討要旨

| 規 則                  | 検 討 要 旨  |
|----------------------|--|
| 第3条<br>(設計基準対象施設の地盤) | <ul style="list-style-type: none"><li>施設（鋼管杭，鋼製遮水壁，背面補強工及び置換コンクリート）を支持する地盤を対象とし，地盤内にすべり線を想定し，安定性を確認する。</li></ul>       |
| 第4条<br>(地震による損傷の防止)  | <ul style="list-style-type: none"><li>施設と地盤との動的相互作用や液状化検討対象層の地震時の挙動を考慮した上で，施設の耐震安全性を確認する。</li></ul>                    |
| 第5条<br>(津波による損傷の防止)  | <ul style="list-style-type: none"><li>地震（本震及び余震）による影響を考慮した上で，機能を保持できることを確認する。</li><li>液状化検討対象層の地震時の挙動の考慮を含む。</li></ul> |

鋼管式鉛直壁（一般部）における条文に対応する施設の範囲及び各部位の役割を図2.3-1，図2.3-2及び表2.3-2に示す。なお，以下では，津波を遮断する役割を『遮水性』，材料として津波を通しにくい役割を『難透水性』とし，これらを総称して『止水性』と整理する。

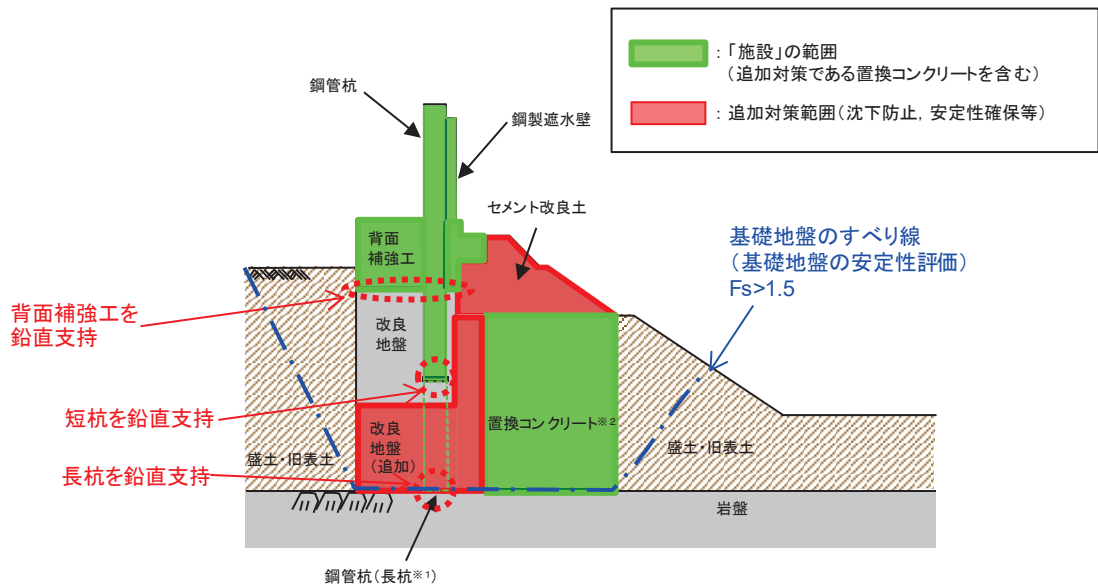


図 2.3-1 鋼管式鉛直壁（一般部）の「施設」の範囲

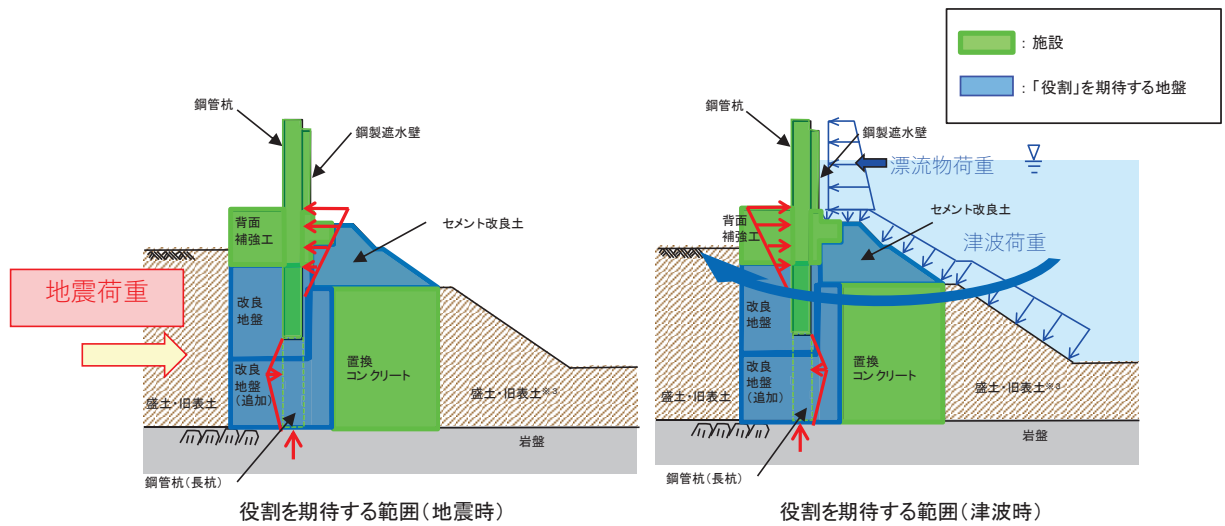


図 2.3-2 鋼管式鉛直壁（一般部）の役割を期待する範囲

表 2.3-2 鋼管式鉛直壁（一般部）の各部位の役割

|    | 部位の名称    | 地震時の役割*1  | 津波時の役割*1   |
|----|----------|---|--|
| 施設 | 鋼管杭（長杭）  | ・ 鋼製遮水壁を支持する。   | ・ 鋼製遮水壁を支持する。  |
|    | 鋼管杭（短杭）  | ・ 鋼製遮水壁を支持する。   | ・ 鋼製遮水壁を支持する。  |
|    | 鋼製遮水壁    | ・ 漂流物防護工及び止水目地を支持する。  | ・ 漂流物防護工及び止水目地を支持するとともに、遮水性を保持する。  |
|    | 漂流物防護工   | —   | ・ 漂流物の荷重を鋼製遮水壁及び鋼管杭に伝達する。  |
|    | 止水目地     | ・ 鋼製遮水壁間の変位に追従する。   | ・ 鋼製遮水壁間の変位に追従し、遮水性を保持する。  |
|    | 背面補強工    | ・ 長杭・短杭の変形を抑制する。  | ・ 遮水性を保持する。<br>・ 長杭・短杭の変形を抑制する。  |
|    | 置換コンクリート | ・ コンクリート強度を考慮して基礎地盤のすべり安定性を確保する。<br>・ 長杭・短杭の変形を抑制する。                          | ・ 長杭・短杭の変形を抑制する。<br>・ 地盤中からの回り込みによる浸水を防止する（難透水性を保持する）。                                       |
| 地盤 | セメント改良土  | ・ 長杭・短杭の変形を抑制する。  | ・ 長杭・短杭の変形を抑制する。<br>・ 地盤中からの回り込みによる浸水を防止する（難透水性を保持する）。<br>・ 津波荷重を置換コンクリート等を介して岩盤に伝達する。       |
|    | 改良地盤     | ・ 短杭及び背面補強工を鉛直支持する（下方の岩盤に荷重を伝達する）。<br>・ 基礎地盤のすべり安定性に寄与する。<br>・ 長杭・短杭の変形を抑制する。 | ・ 短杭及び背面補強工を鉛直支持する（下方の岩盤に荷重を伝達する）。<br>・ 長杭・短杭の変形を抑制する。<br>・ 地盤中からの回り込みによる浸水を防止する（難透水性を保持する）。 |
|    | 岩盤       | ・ 長杭・短杭、背面補強工及び置換コンクリートを（改良地盤を介して）鉛直支持する。<br>・ 基礎地盤のすべり安定性に寄与する。              | ・ 長杭・短杭、背面補強工及び置換コンクリートを（改良地盤を介して）鉛直支持する。  |

注記 \*1：津波＋余震時は地震時及び津波時の両方の役割を参照する。

各部位の『施設』と『地盤』を区分するに当たり、背面補強工、置換コンクリート、改良地盤及びセメント改良土の具体的な役割を表 2.3-3 のとおり整理した。

要求機能を満たすために設計上必要な項目（表 2.3-3 中「◎」と記載）を持つ部位として、背面補強工は津波時に鋼製遮水壁や止水目地とともに止水性（第5条）としての遮水性を保持すること、置換コンクリートは地震時にすべり安定性確保（第3条）の役割を主体的に果たすことから、『施設』と区分する。また、支持地盤や側方地盤としての役割（表 2.3-3 中「○」と記載）を有する改良地盤及びセメント改良土は『地盤』と区分する。

なお、施設の役割を維持するための条件として設計に反映する項目「○」と評価した具体的な考え方を以下に示す。

- ・ 改良地盤の役割である鉛直支持については、鋼管杭（短杭）及び背面補強工を鉛直支持するために支持力を設計に反映することから「○」とした。
- ・ 改良地盤及びセメント改良土の役割であるすべり安定性については、基礎地盤のすべり安定性を確保するために滑動抵抗力（強度特性）を設計に反映することから「○」とした。

- ・ 背面補強工，置換コンクリート，改良地盤及びセメント改良土の役割である健全性については，鋼管杭の変形を抑制するために剛性（変形特性）を設計に反映することから「○」とした。
- ・ 置換コンクリート，改良地盤及びセメント改良土の役割である止水性については，地盤中からの回り込みによる浸水を防止するために透水係数を設計に反映することから「○」とした。なお，透水係数を保守的に考慮しても津波の滞水時間中に敷地に浸水しないことを浸透流解析により確認する。

以上を踏まえ，鋼管式鉛直壁（一般部）における各部位の役割に対する性能目標を表 2.3-4 に示す。

表 2.3-3 鋼管式鉛直壁（一般部）の各部位の具体的な役割

凡 例  
 ◎：要求機能を主体的に満たすために設計上必要な項目  
 ○：該当する部位を施設と区分とする  
 ○：施設の役割を維持するための条件として設計に反映する項目  
 ー：設計上考慮しない項目

| 部位       | 具体的な役割  |   |            |                                   | 『施設』と『地盤』の区分の考え方 |   |
|----------|---|---|------------|-----------------------------------|------------------|---|
|          | 地震時   | 津波時   | *1<br>鉛直支持 | すべり安定性<br>*1<br>健全性<br>(鋼管杭の変形抑制) |                  | (透水性・難透水性)<br>止水性   |
| 背面補強工    | <ul style="list-style-type: none"> <li>鋼管杭の周囲を剛性の高いコンクリートとすることで鋼管杭の変形を抑制するとともに、鋼管杭の突出長を短縮することで鋼管杭の断面力を低減する。</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>遮水性を有するコンクリートを鋼製止水壁や止水目地と連続配置することで、津波時の水みちを形成しない。</li> <li>鋼管杭の周囲を剛性の高いコンクリートとすることで鋼管杭の変形を抑制するとともに、鋼管杭の突出長を短縮することで鋼管杭の断面力を低減する。</li> </ul>       | —          | —                                 | ◎                | 津波時に鋼製止水壁や止水目地とともに遮水性の役割を果たすことから、『施設』と区分する。   |
| 置換コンクリート | <ul style="list-style-type: none"> <li>コンクリート強度を考慮して置換範囲を設計することで、基礎地盤のすべり安定性を確保する(第3条)。</li> <li>鋼管杭の海側に必要な強度を有するコンクリートを設置することで改良地盤の変形や発生応力を低減し、鋼管杭の変形を抑制する。</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>鋼管杭の海側に必要な強度を有するコンクリートを設置することで改良地盤の変形や発生応力を低減し、鋼管杭の海側への変形に抵抗する。</li> <li>難透水性を保持することで、遮水性を有する鋼製止水壁・止水目地・背面補強工の下部地盤中からの回り込みによる浸水を防止する。</li> </ul> | —          | ◎                                 | *2<br>○          | 地震時にすべり安定性確保の役割を主体的に果たすことから、『施設』と区分する。  |
| セメント改良土  | <ul style="list-style-type: none"> <li>鋼管杭の海側にセメント改良土を設置することで鋼管杭の変形を抑制する。</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>鋼管杭の海側にセメント改良土を設置することで鋼管杭の海側への変形を抑制する。</li> <li>遮水性を有する鋼製止水壁・止水目地・背面補強工の周囲で難透水性を保持することで、地盤中からの回り込みによる浸水を防止する。</li> </ul>                         | —          | ○                                 | *2<br>○          | すべり安定性への寄与及び鋼管杭の変形抑制が主な役割であり、施設の支持地盤や側方の役割と同様であること、難透水性の保持の役割をもつことから、『地盤』と区分する。         |
| 改良地盤     | <ul style="list-style-type: none"> <li>鋼管杭(短杭)及び背面補強工の下方の盛土・旧表土を地盤改良(沈下防止)することで、防潮堤を鉛直支持するとともに基礎地盤のすべり安定性に寄与する。</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>鋼管杭(短杭)及び背面補強工の下方の盛土・旧表土を地盤改良(沈下防止)することで、防潮堤を鉛直支持する。</li> <li>難透水性を保持することで、遮水性を有する鋼製止水壁・止水目地・背面補強工の下部地盤中からの回り込みによる浸水を防止する。</li> </ul>            | ○          | ○                                 | *2<br>○          | 施設の鉛直支持、すべり安定性への寄与及び鋼管杭の変形抑制が主な役割であり、施設の支持地盤や側方の役割と同様であること、難透水性の保持の役割をもつことから、『地盤』と区分する。 |

注記 \*1: 鉛直支持については岩盤が、健全性(鋼管杭の変形抑制)については鋼管杭が、それぞれ主体的に役割を果たす。  
 \*2: 施設及び地盤を含む範囲の浸透流解析により、置換コンクリート、改良地盤及びセメント改良土の透水係数を保守的に考慮しても津波の滞水時間中に敷地に浸水しないことを確認する。

表 2.3-4 鋼管式鉛直壁（一般部）の各部位の役割に対する性能目標

| 部位 |          | 性能目標  |  |  |  |
|----|----------|---|--|--|--|
|    |          | 鉛直支持<br>(第3条)                               | すべり安定性<br>(第3条)  | 健全性<br>(鋼管杭の変形抑制)<br>(第4条)                     | 止水性<br>(透水性, 難透水性)<br>(第5条)                                      |
| 施設 | 鋼管杭      | -   | -  | 構造部材の健全性を保持するために、鋼管杭がおおむね弾性状態に留まること。           | 構造部材の健全性を保持するために、鋼管杭がおおむね弾性状態に留まること。                             |
|    | 鋼製遮水壁    |   |  | 構造部材の健全性を保持するために、鋼製遮水壁がおおむね弾性状態に留まること。         | 止水目地の支持機能を喪失して鋼製遮水壁間から有意な漏えいを生じないために、鋼製遮水壁がおおむね弾性状態に留まること。       |
|    | 止水目地     |   |  | 鋼製遮水壁間から有意な漏えいを生じないために、止水目地の変形性能を保持すること。       | 鋼製遮水壁間から有意な漏えいを生じないために、止水目地の変形・遮水性を保持すること。                       |
|    | 背面補強工    |   |  | 鋼管杭の変形を抑制するため、背面補強工がすべり破壊しないこと(内的安定を保持)。       | 背面補強工内に鋼管杭を横断する水みちが形成されて有意な漏洩を生じないために、背面補強工がすべり破壊しないこと(内的安定を保持)。 |
|    | 置換コンクリート |   |  | 基礎地盤のすべり安定性を確保するため、コンクリートの強度を維持し、すべり抵抗を保持すること。 | 鋼管杭の変形を抑制するため、置換コンクリートがすべり破壊しないこと(内的安定を保持)。                      |
| 地盤 | セメント改良土  | -   | 基礎地盤のすべり安定性を確保するため、コンクリートのすべり抵抗も考慮した上で、十分なすべり安定性を保持すること。 | 鋼管杭の変形を抑制するため、セメント改良土がすべり破壊しないこと(内的安定を保持)。     | 地盤中からの回り込みによる浸水を防止(難透水性を保持)するため、セメント改良土がすべり破壊しないこと(内的安定を保持)。     |
|    | 改良地盤     | 鋼管杭及び背面補強工を鉛直支持するため、十分な支持力を保持すること。          |  | 鋼管杭の変形を抑制するため、改良地盤がすべり破壊しないこと(内的安定を保持)。        | 地盤中からの回り込みによる浸水を防止(難透水性を保持)するため、改良地盤がすべり破壊しないこと(内的安定を保持)。        |
|    | 岩盤       | 鋼管杭、背面補強工及び置換コンクリートを鉛直支持するため、十分な支持力を保持すること。 |  | -  | -  |

### 2.3.2 評価方針

防潮堤（鋼管式鉛直壁）の耐震評価は、地震応答解析の結果に基づき、設計基準対象施設として、表 2.3-5 に示すとおり、施設・地盤の健全性評価、基礎地盤の支持性能評価及び施設の変形性評価を行う。

施設・地盤の健全性評価及び基礎地盤の支持性能評価及び施設の変形性評価を実施することで、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。

施設・地盤の健全性評価については、施設・地盤ごとに定める照査項目（発生応力、すべり安全率）が許容限界を満足することを確認する。

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許容限界以下であることを確認する。

施設の変形性評価については、止水ジョイント部材の変形量を算定し、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。

なお、止水ジョイント部材における相対変位量の算出方法は、「6.1.4 防潮堤の止水ジョイント部材の相対変位量に関する補足説明」に示す。

防潮堤（鋼管式鉛直壁）の耐震評価フローを図 2.3-3～図 2.3-5 に示す。



表 2.3-5(1) 防潮堤（鋼管式鉛直壁）の評価項目（一般部）

| 評価方針        | 評価項目      | 部位        | 評価方法                             | 許容限界                  |
|-------------|-----------|-----------|----------------------------------|-----------------------|
| 構造強度を有すること  | 施設・地盤の健全性 | 鋼管杭       | 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               |
|             |           | 鋼製遮水壁     | 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               |
|             |           | 漂流物防護工    | 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               |
|             |           | 背面補強工     | すべり破壊しないこと（内的安定を保持）を確認           | すべり安全率 1.2 以上         |
|             |           | 置換コンクリート  | すべり破壊しないこと（内的安定を保持）を確認           | すべり安全率 1.2 以上         |
|             |           | 改良地盤      | すべり破壊しないこと（内的安定を保持）を確認           | すべり安全率 1.2 以上         |
|             |           | セメント改良土   | すべり破壊しないこと（内的安定を保持）を確認           | すべり安全率 1.2 以上         |
|             | 基礎地盤の支持性能 | 基礎地盤      | 発生する応力（接地圧）が許容限界以下であることを確認       | 極限支持力*                |
| 止水性を損なわないこと | 施設・地盤の健全性 | 鋼管杭       | 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               |
|             |           | 鋼製遮水壁     | 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               |
|             |           | 漂流物防護工    | 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               |
|             |           | 背面補強工     | すべり破壊しないこと（内的安定を保持）を確認           | すべり安全率 1.2 以上         |
|             |           | 置換コンクリート  | すべり破壊しないこと（内的安定を保持）を確認           | すべり安全率 1.2 以上         |
|             |           | 改良地盤      | すべり破壊しないこと（内的安定を保持）を確認           | すべり安全率 1.2 以上         |
|             |           | セメント改良土   | すべり破壊しないこと（内的安定を保持）を確認           | すべり安全率 1.2 以上         |
|             | 基礎地盤の支持性能 | 基礎地盤      | 発生する応力（接地圧）が許容限界以下であることを確認       | 極限支持力*                |
|             | 構造物の変形性   | 止水ジョイント部材 | 発生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 |

注記 \*：妥当な安全余裕を考慮する。

表 2.3-5(2) 防潮堤（鋼管式鉛直壁）の評価項目（岩盤部）

| 評価方針        | 評価項目      | 部位        | 評価方法                             | 許容限界                  |
|-------------|-----------|-----------|----------------------------------|-----------------------|
| 構造強度を有すること  | 施設・地盤の健全性 | 鋼管杭       | 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               |
|             |           | 鋼製遮水壁     | 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               |
|             |           | RC 遮水壁    | 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               |
|             |           | 漂流物防護工    | 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               |
|             |           | 背面補強工     | すべり破壊しないこと（内的安定を保持）を確認           | すべり安全率 1.2 以上         |
|             | 基礎地盤の支持性能 | 基礎地盤      | 発生する応力（接地圧）が許容限界以下であることを確認       | 極限支持力*                |
| 止水性を損なわないこと | 施設・地盤の健全性 | 鋼管杭       | 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               |
|             |           | 鋼製遮水壁     | 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               |
|             |           | RC 遮水壁    | 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               |
|             |           | 漂流物防護工    | 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               |
|             |           | 背面補強工     | すべり破壊しないこと（内的安定を保持）を確認           | すべり安全率 1.2 以上         |
|             | 基礎地盤の支持性能 | 基礎地盤      | 発生する応力（接地圧）が許容限界以下であることを確認       | 極限支持力*                |
|             | 構造物の変形性   | 止水ジョイント部材 | 発生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 |

注記 \*：妥当な安全余裕を考慮する。

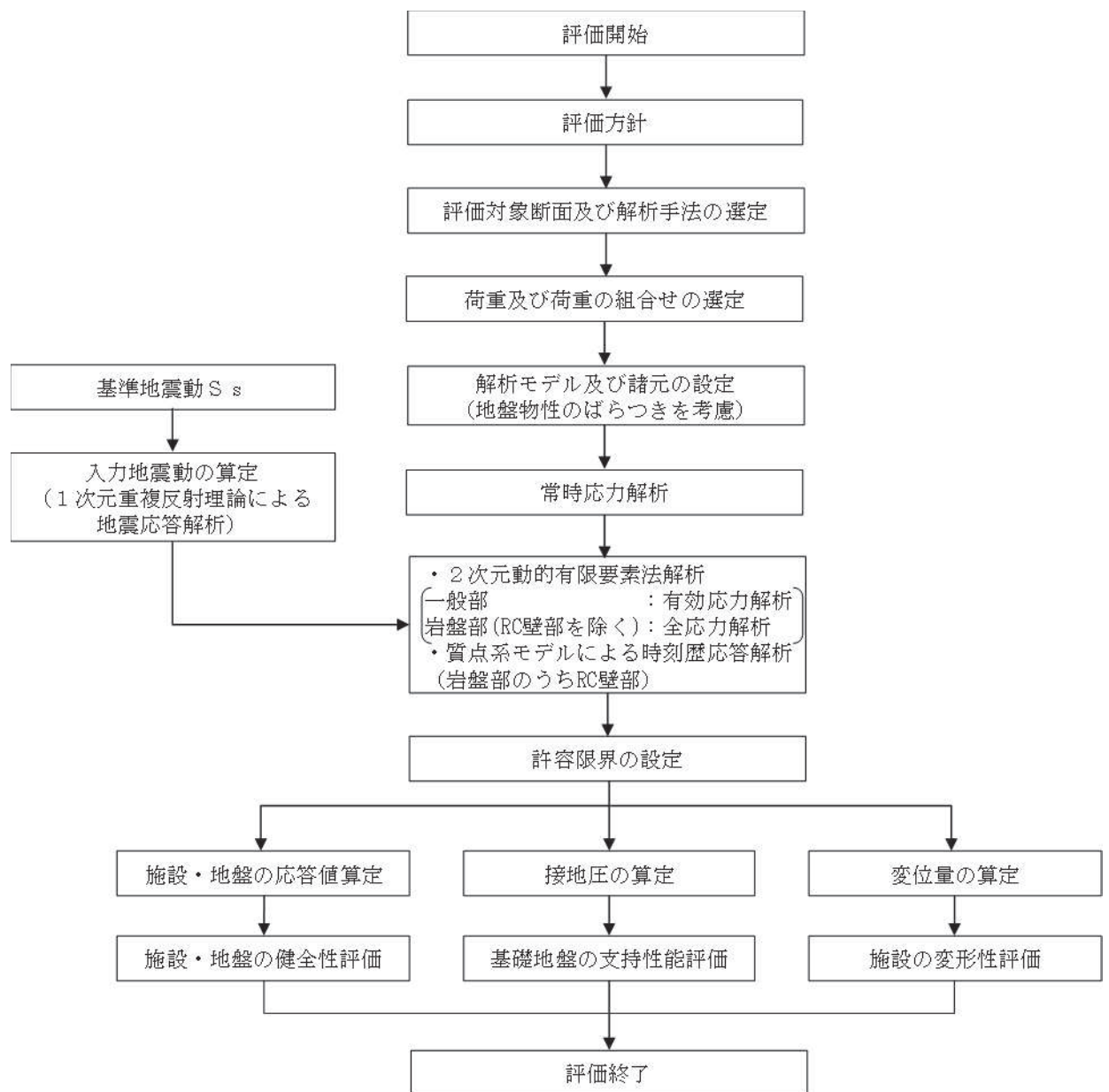


図 2.3-3 防潮堤（鋼管式鉛直壁）の耐震評価フロー

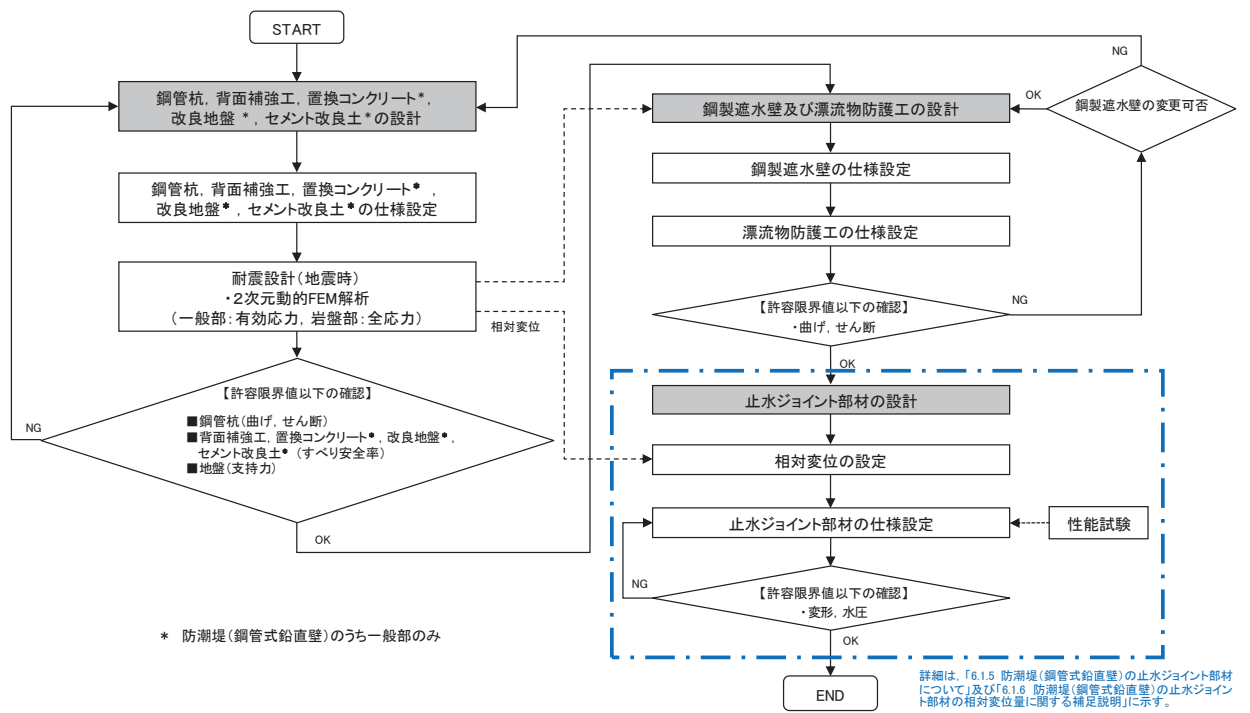


図 2.3-4 防潮堤（鋼管式鉛直壁）の詳細耐震評価フロー

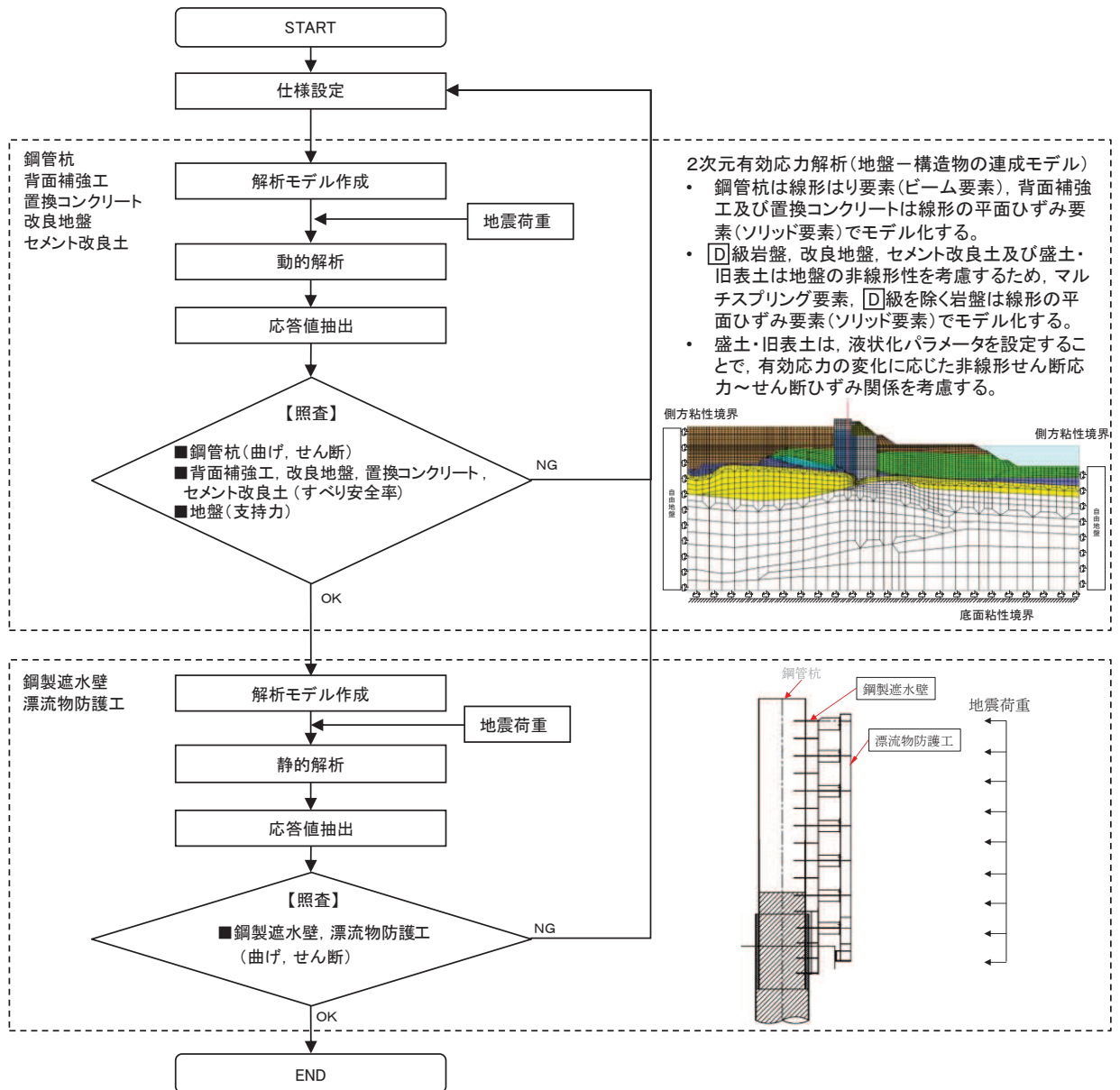


図 2.3-5 地震時の防潮堤 (鋼管式鉛直壁) の詳細設計フロー

## 2.4 適用基準

適用する規格，基準等を以下に示す。

- ・ コンクリート標準示方書〔構造性能照査編〕（土木学会，2002年制定）
- ・ 耐津波設計に係る工認審査ガイド（原子力規制委員会，平成25年6月制定）（以下「耐津波設計に係る工認審査ガイド」という。）
- ・ 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（Ⅰ共通編・Ⅳ下部構造編）・同解説（日本道路協会，平成14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14年3月）
- ・ コンクリート標準示方書〔ダムコンクリート編〕（土木学会，2013年制定）
- ・ 原子力発電所屋外重要土木構造物の耐震性能照査指針・マニュアル（土木学会 原子力土木委員会，2005年6月）
- ・ 乾式キャスクを用いる使用済燃料中間貯蔵建屋の基礎構造の設計に関する技術規定 J E A C 4 6 1 6 - 2009（日本電気協会）
- ・ 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）

表 2.4-1 適用する規格，基準類

| 項目         |                   | 適用する規格，基準類   | 備考   |   |
|------------|-------------------|--|--|---|
| 使用材料及び材料定数 |                   | コンクリート標準示方書<br>[構造性能照査編] (2002年)   | —  |   |
| 荷重及び荷重の組合せ |                   | コンクリート標準示方書<br>[構造性能照査編] (2002年)   | 永久荷重＋偶発荷重＋<br>従たる変動荷重の適切な<br>組み合わせを検討            |   |
| 許容限界       | 鋼管杭               | 道路橋示方書 (I 共通編・II 鋼橋<br>編)・同解説 (平成 14 年 3 月)  | 曲げ軸力に対する照査<br>は，発生応力が，短期<br>許容応力度以下である<br>ことを確認。 |   |
|            | 鋼製遮水壁             | 鋼材   |  | 道路橋示方書 (I 共通編・II 鋼橋<br>編)・同解説 (平成 14 年 3 月) |
|            | 漂流物防護工            | 鋼材   |  | 道路橋示方書 (I 共通編・II 鋼橋<br>編)・同解説 (平成 14 年 3 月) |
|            | 背面補強工             | コンクリート標準示方書<br>[構造性能照査編] (2002年)<br>コンクリート標準示方書<br>[ダムコンクリート編] (土木学<br>会，2013年制定)<br>耐津波設計に係る工認審査ガイド | すべり安全率が 1.2 以<br>上であることを確認。                      |   |
|            | 置換コンクリート          | コンクリート標準示方書<br>[構造性能照査編] (2002年)<br>コンクリート標準示方書<br>[ダムコンクリート編] (土木学<br>会，2013年制定)<br>耐津波設計に係る工認審査ガイド |  |   |
|            | 改良地盤及び<br>セメント改良土 | 耐津波設計に係る工認審査ガイド  |  |   |
|            |                   |  |  |   |
| 地震応答解析     |                   | 原子力発電所耐震設計技術指針<br>J E A G 4 6 0 1 -1987 ((社)日本<br>電気協会)  | 有限要素法による 2 次<br>元モデルを用いた時刻<br>歴非線形解析             |   |
|            |                   | 乾式キャスクを用いる使用済燃料中<br>間貯蔵建屋の基礎構造の設計に關す<br>る技術規定<br>J E A C 4 6 1 6 -2009 (日本電気<br>協会)                  | 水平・鉛直地盤ばねの<br>設定                                 |   |

### 3. 耐震評価

#### 3.1 評価対象断面

防潮堤（鋼管式鉛直壁）の評価対象断面は、設置変更許可段階における構造成立性評価断面として選定した断面を基本とした上で、「補足-140-1 津波への配慮に関する説明書の補足説明資料」の「5.10 津波防護施設の設計における評価対象断面の選定について」に記載したとおり、耐震評価においては、構造的特徴、周辺地盤状況、地下水位、近接構造物の有無、間接支持される機器・配管系の有無及び断層の有無が耐震評価結果に及ぼす影響の観点から、耐震評価上厳しいと考えられる断面を評価対象断面として選定する。

##### 3.1.1 一般部

防潮堤（鋼管式鉛直壁）のうち一般部の評価対象断面は、斜面形状であり傾斜方向への変形が支配的である横断方向を対象とする。

評価対象断面の選定は、防潮堤（鋼管式鉛直壁）のうち一般部を構造的特徴及び周辺状況により2区間に分類した上で、区間毎に周辺状況の観点から評価候補断面を整理し、耐震評価上厳しくなる断面を選定する。

評価対象断面選定結果を表3.1-1に、評価対象断面位置を図3.1-1に、評価対象断面を図3.1-2～図3.1-3に示す。

評価対象断面選定の詳細については、「5.10 津波防護施設の設計における評価対象断面の選定について」の「5.10.2 防潮堤（鋼管式鉛直壁）」に示す。

表 3.1-1 評価対象断面選定結果（一般部）

| 評価対象断面       |       | ①岩盤上面<br>深さ  | ② $D$ 級+ $C_1$<br>級岩盤厚さ          | ③鋼管杭<br>突出長             | ④ $C_2$ 級岩盤上<br>面深さ         | ⑤盛土+旧表土<br>厚さ         | ⑥旧表土<br>厚さ     |
|--------------|-------|--|----------------------------------|-------------------------|-----------------------------|-----------------------|----------------|
| I<br>区<br>間  | 断面①*1 | ○：岩盤上面が<br>最も深い  | —                                | —<br>(鋼管突出長は<br>全断面で同じ) | ○： $C_2$ 級岩盤<br>上面が最も<br>深い | ○：盛土+旧表<br>土が最も厚<br>い | —              |
|              | 断面②*2 | —  | ○： $D$ 級、 $C_1$<br>級岩盤が分<br>布しない |                         | —                           | —                     | ○：旧表土が最<br>も厚い |
|              | 断面③   | —  | ○： $D$ 級+ $C_1$<br>級岩盤が最<br>も厚い  |                         | —                           | —                     | —              |
| II<br>区<br>間 | 断面④   | <ul style="list-style-type: none"> <li>II区間は区間の長さが短く、縦断方向の地質状況が大きく変わらないと考えられるため、II区間の評価候補断面選定については、II区間の構造的特徴から選定する。</li> <li>評価候補断面としては、II区間のうち、盛土堤防（セメント改良土）厚さが最も厚く、耐震評価に影響を及ぼすと考えられるII-①断面を選定する。</li> </ul> |                                  |                         |                             |                       |                |

注記 \*1：設置変更許可段階における基礎地盤の安定性評価で示した断面  
\*2：設置変更許可段階における構造成立性評価で示した断面



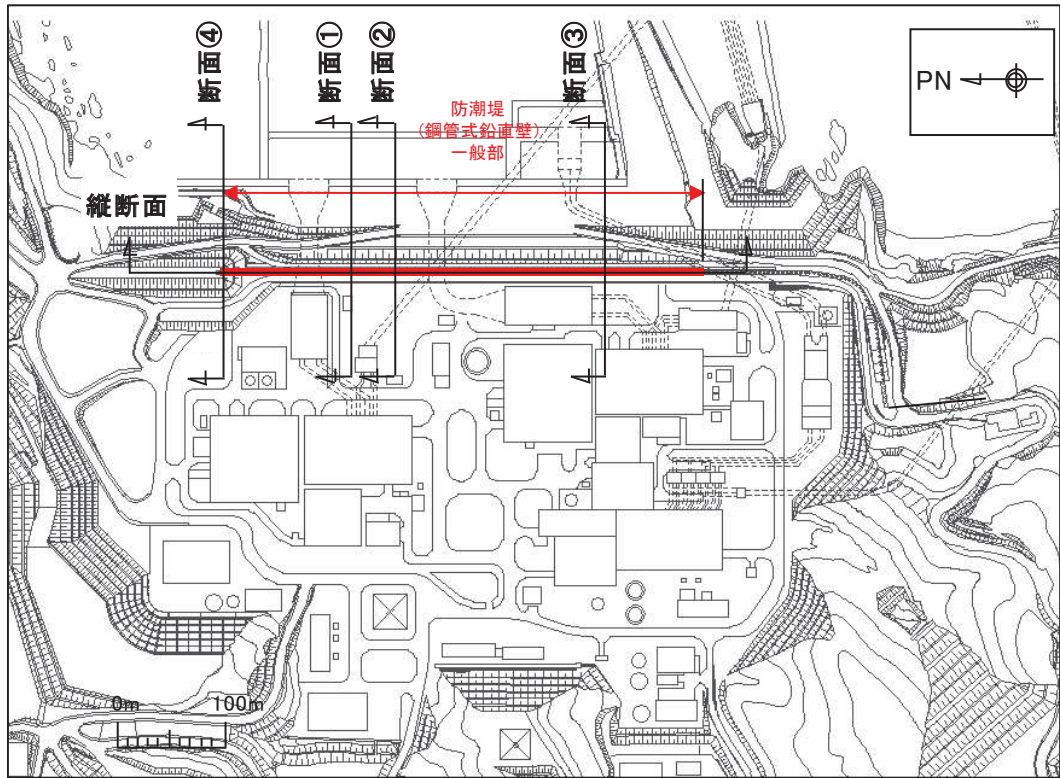


図 3.1-1 防潮堤（鋼管式鉛直壁）のうち一般部 評価対象断面位置図

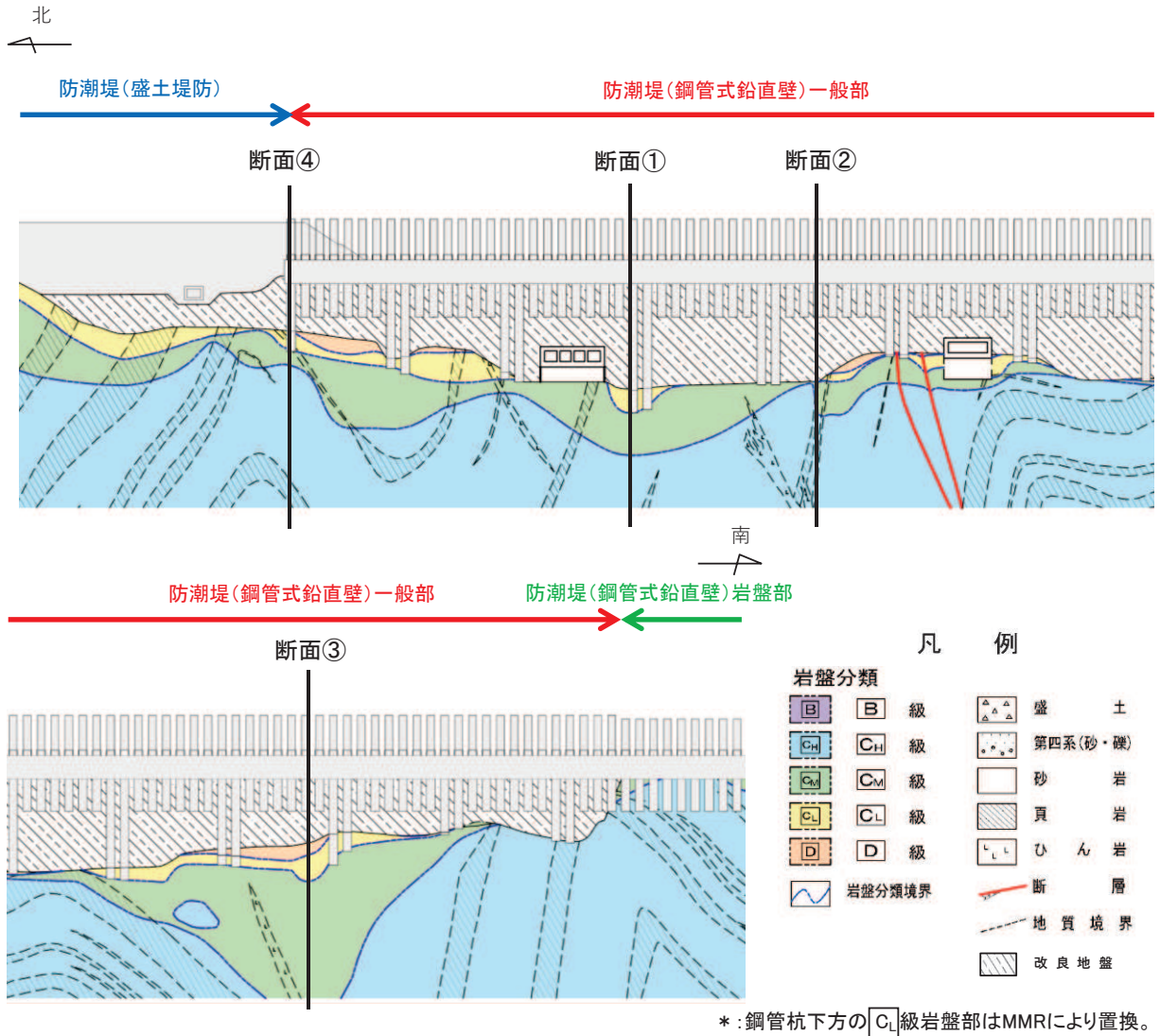


図 3.1-2 防潮堤（鋼管式鉛直壁）のうち一般部 評価対象断面縦断図

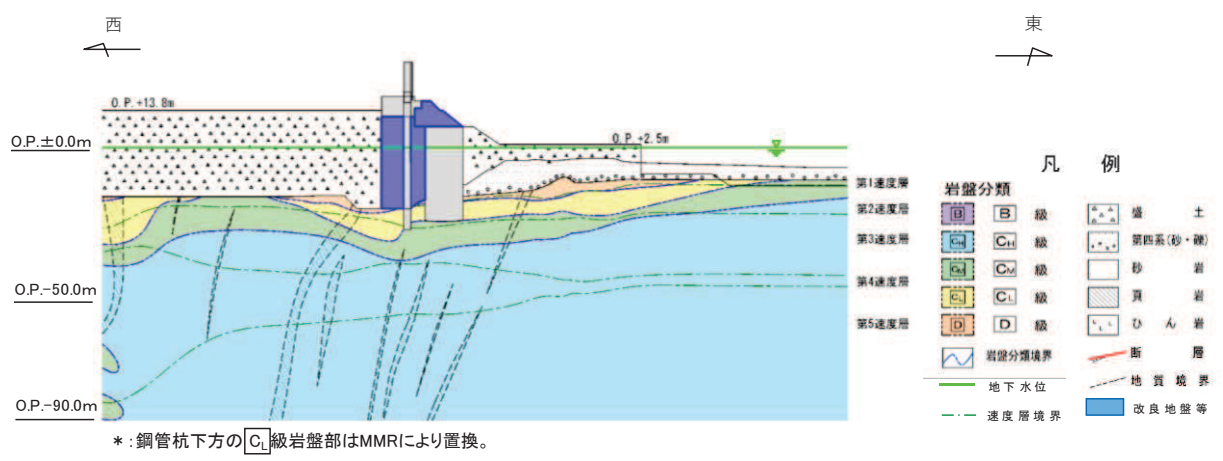


図 3.1-3 (1) 評価対象断面（断面①）

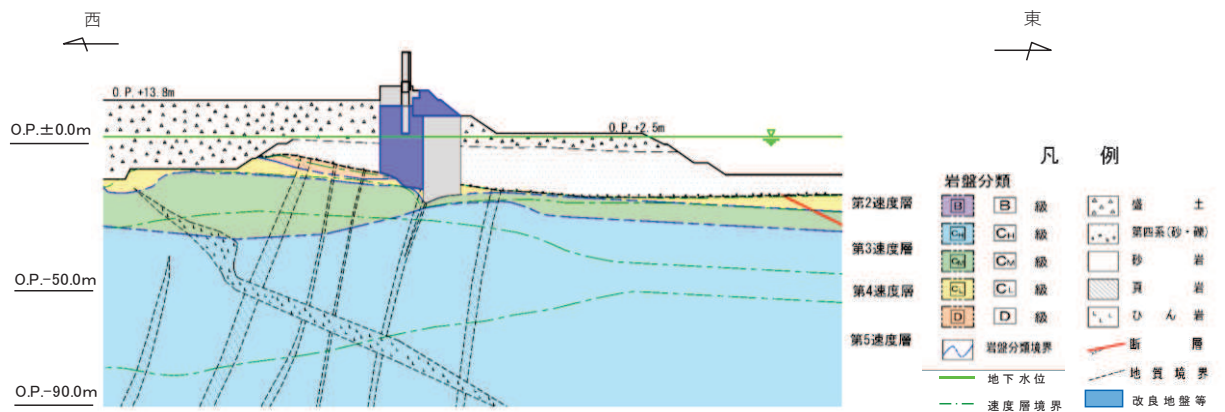


図 3.1-3 (2) 評価対象断面 (断面②)

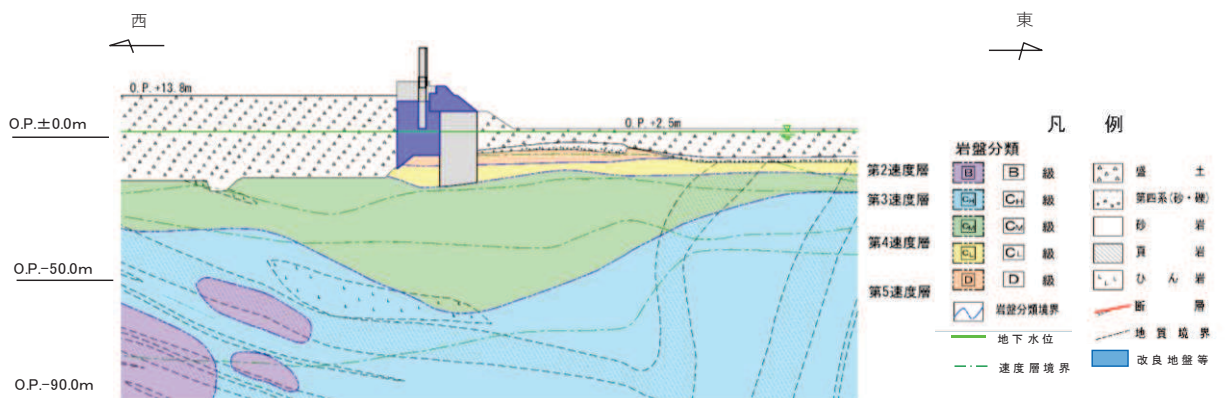


図 3.1-3 (3) 評価対象断面 (断面③)

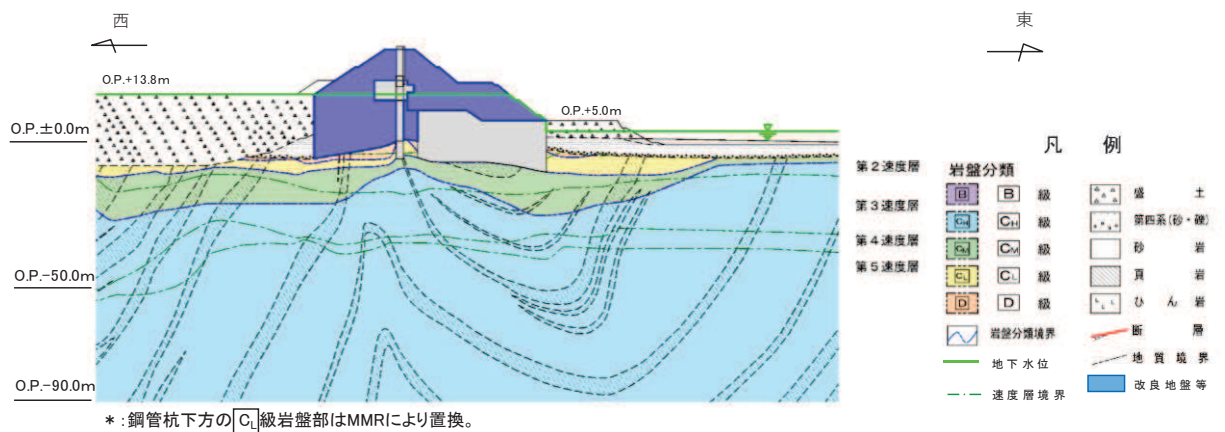


図 3.1-3 (4) 評価対象断面 (断面④)

### 3.1.2 岩盤部

評価対象断面の選定は、防潮堤（鋼管式鉛直壁）のうち岩盤部を構造的特徴及び周辺状況により3区間に分類した上で、区間毎に周辺状況の観点から評価候補断面を選定し、耐震評価上厳しくなる断面を選定する。

評価対象断面選定結果を表3.1-2に、評価対象断面位置を図3.1-4に、評価対象断面を図3.1-5～図3.1-6に示す。

評価対象断面選定の詳細については、「5.10 津波防護施設の設計における評価対象断面の選定について 5.10.2 防潮堤（鋼管式鉛直壁）」に示す。

表 3.1-2 評価対象断面選定結果（岩盤部）

| 評価対象断面        |     | ①鋼管杭の突出長   | ②[D]級+[C] <sub>L</sub> 級岩盤<br>厚さ  | 備考  |
|---------------|-----|--|-----------------------------------|---|
| I<br>区<br>間   | 断面⑤ | <ul style="list-style-type: none"> <li>I区間において区間内の突出長は同一であることから、I区間の評価対象断面選定については鋼管杭の突出長を観点としない。</li> <li>[D]級、[C]<sub>L</sub>級岩盤は分布せず、周辺地質はおおむね同一であり、断面位置によって構造物の評価に有意な差は無い。</li> <li>断面としては、屋外排水路逆流防止設備（防潮堤南側）が設置される⑤断面を選定した。</li> </ul> |                                   |   |
| II<br>区<br>間  | 断面⑥ | ○：鋼管杭の突出長が最も長い   | ○：[D]級、[C] <sub>L</sub> 級岩盤が分布しない | <ul style="list-style-type: none"> <li>海側斜面の傾きが最も急勾配である。</li> </ul> |
| III<br>区<br>間 | 断面⑦ | <ul style="list-style-type: none"> <li>III区間は、5本の鋼管杭とRC遮水壁からなる一体構造として評価を実施する。</li> </ul>   |                                   |   |



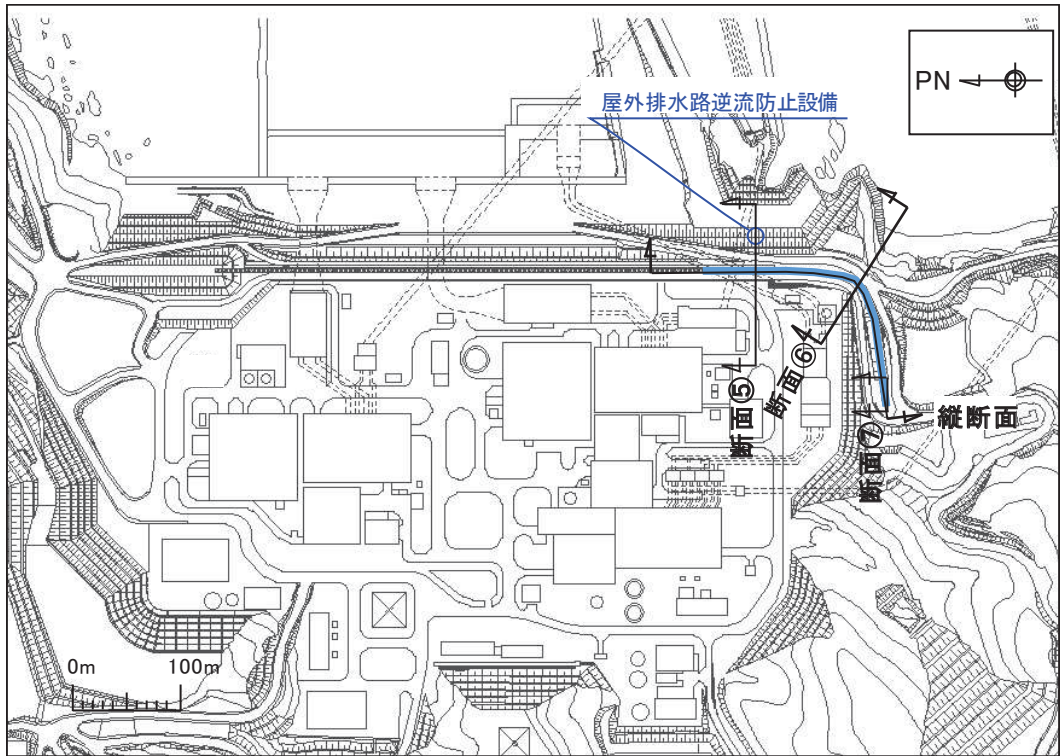


図 3.1-4 防潮堤（鋼管式鉛直壁）のうち岩盤部 評価対象断面位置図

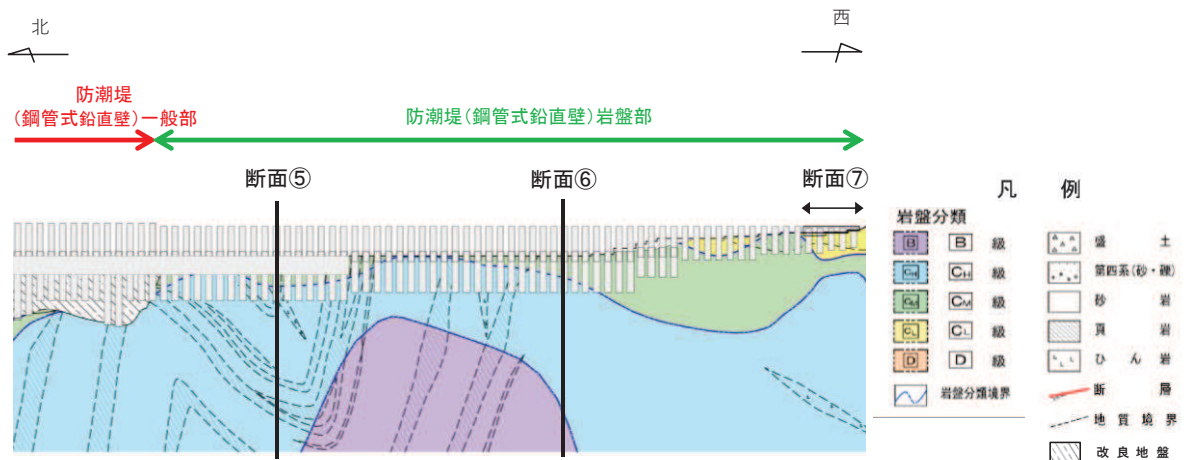


図 3.1-5 防潮堤（鋼管式鉛直壁）のうち岩盤部 評価対象縦断面図

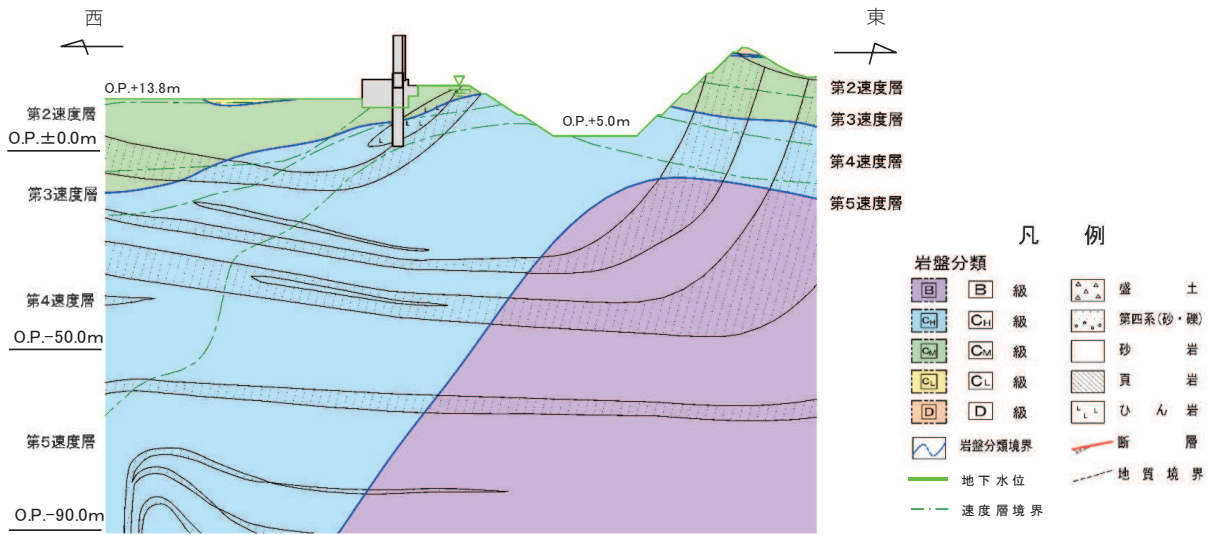


図 3.1-6 (1) 評価対象断面 (岩盤部) (断面⑤)

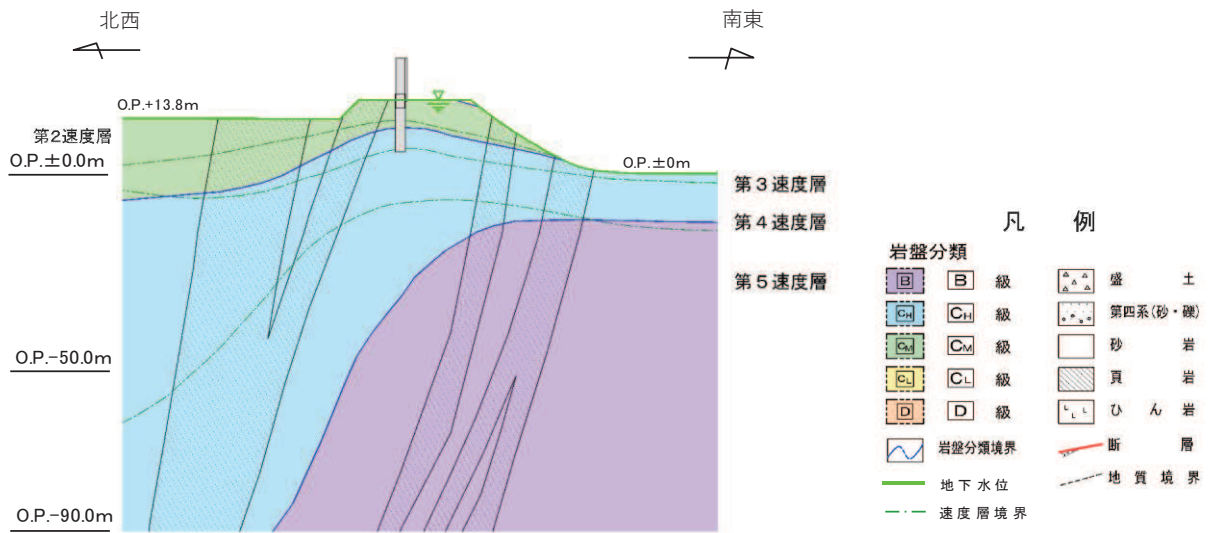


図 3.1-6 (2) 評価対象断面 (岩盤部) (断面⑥)

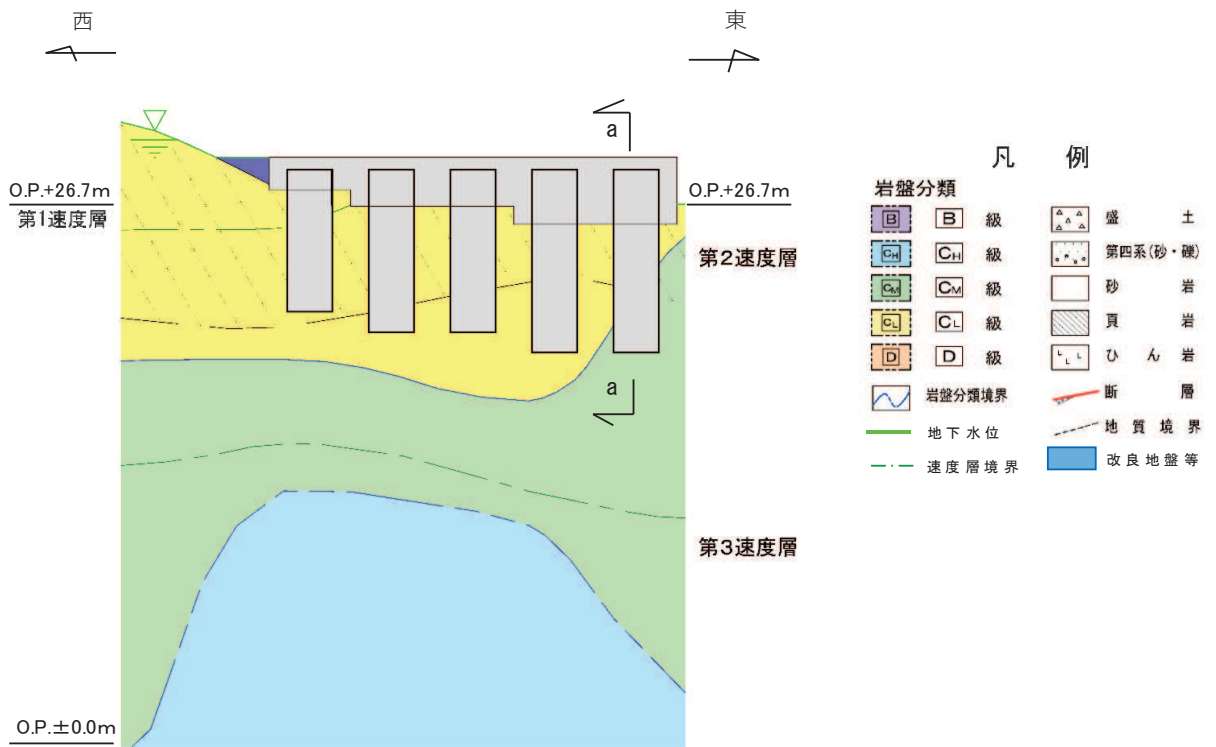


图 3.1-6 (3) 評価対象断面 (岩盤部) (断面⑦)

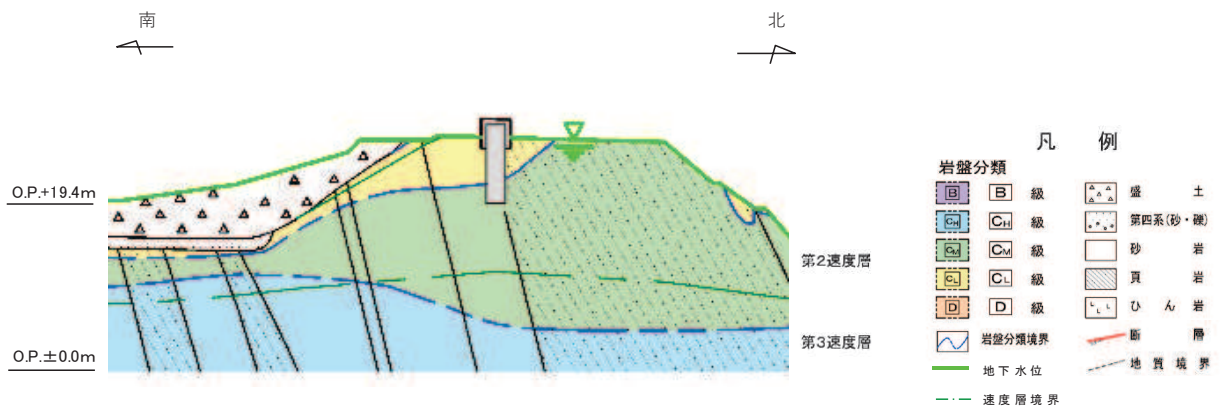


图 3.1-6 (4) 評価対象断面 (岩盤部) (断面⑦, a-a 断面)

### 3.2 解析方法

地震応答解析は、添付書類「VI-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。

地震応答解析は、構造物と地盤の相互作用を考慮できる2次元動的有限要素法により、基準地震動 $S_s$ 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を行う。なお、岩盤部のうちRC壁部の地震応答解析は、RC壁部がRC遮水壁と5本の鋼管杭が縦断方向に一体となった構造であることを踏まえ、質点系モデルによる時刻歴応答解析により行う。

一般部については、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とする。

岩盤部については岩盤内に設置され、液状化検討対象外の施設であることから、全応力解析とする。

岩盤部のうちRC壁部の縦断方向加振時には、加振方向と平行に配置される躯体及び杭基礎を耐震設計上見込むことができるため縦断方向断面が強軸となる。一方、横断方向加振時には、加振方向と平行に躯体及び杭基礎が配置されないことから、横断方向断面が弱軸となる。よって、弱軸となる横断方向を評価対象とする。

一般部の地震応答解析（有効応力解析）については、解析コード「FLIP Ver. 7.3.0\_2」を使用する。

岩盤部の地震応答解析（全応力解析）については、解析コード「TDAPⅢ Ver3.08」を使用し、岩盤部のうちRC壁部の地震応答解析（全応力解析）については、解析コード「TDAPⅢ Ver3.11」を使用する。解析コードの検証及び妥当性確認の概要については、添付書類「VI-5 計算機プログラム（解析コード）の概要」に示す。



### 3.2.1 地震応答解析手法

防潮堤（鋼管式鉛直壁）の地震応答解析は、地盤と構造物の動的相互作用を考慮できる連成系の地震応答解析を用いて、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。

地震応答解析手法の選定フローを図 3.2-1 に示す。

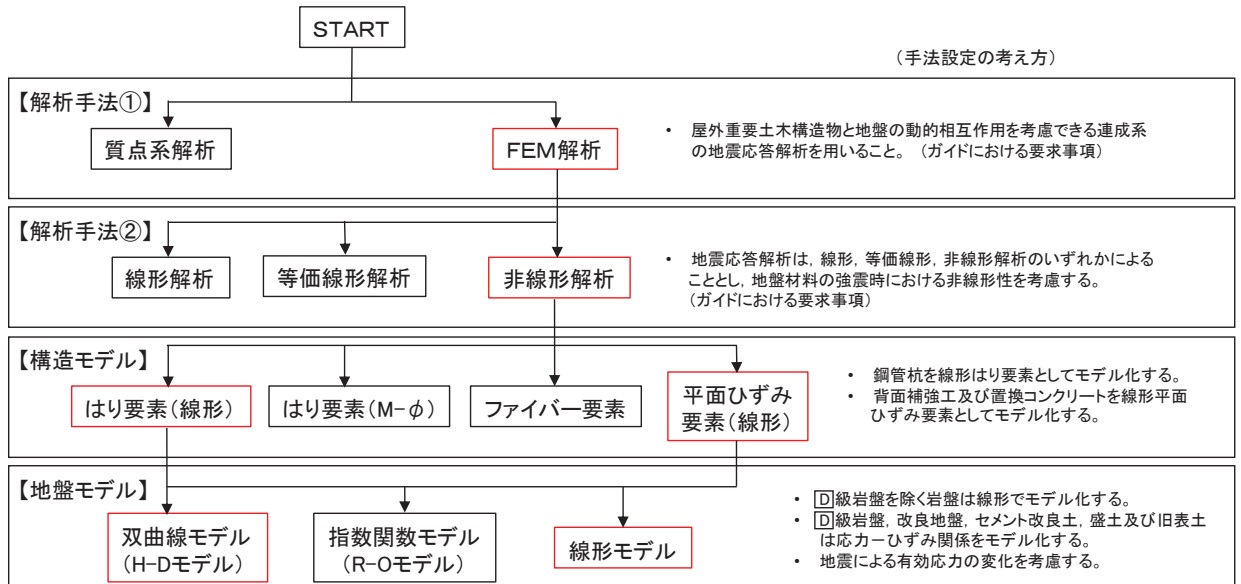


図 3.2-1(1) 地震応答解析手法の選定フロー（一般部）

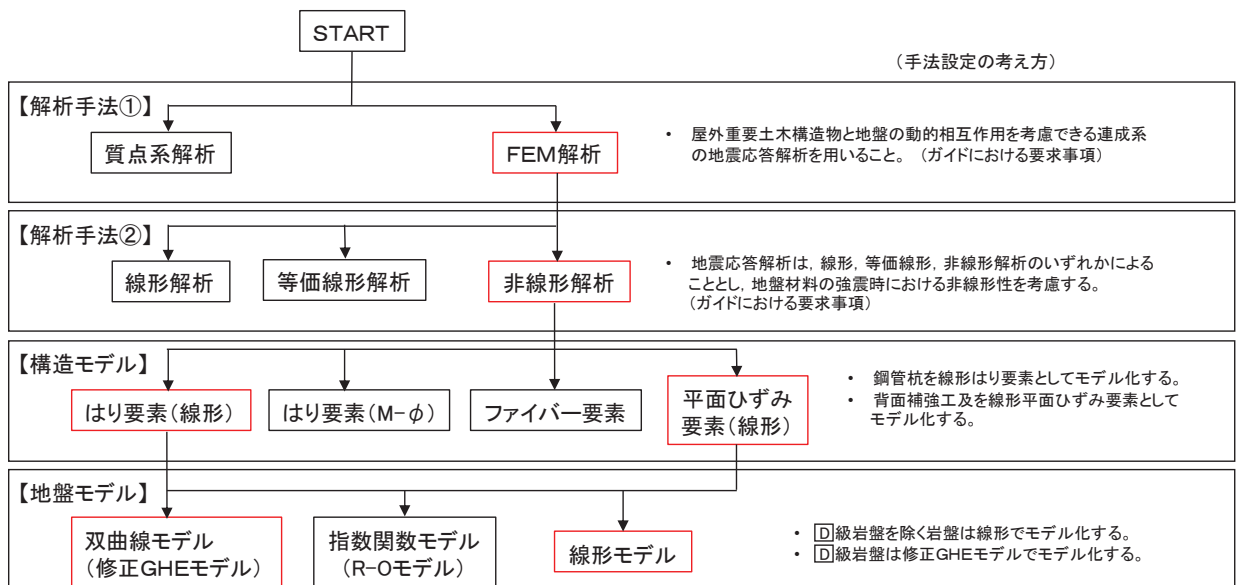


図 3.2-1(2) 地震応答解析手法の選定フロー（岩盤部）

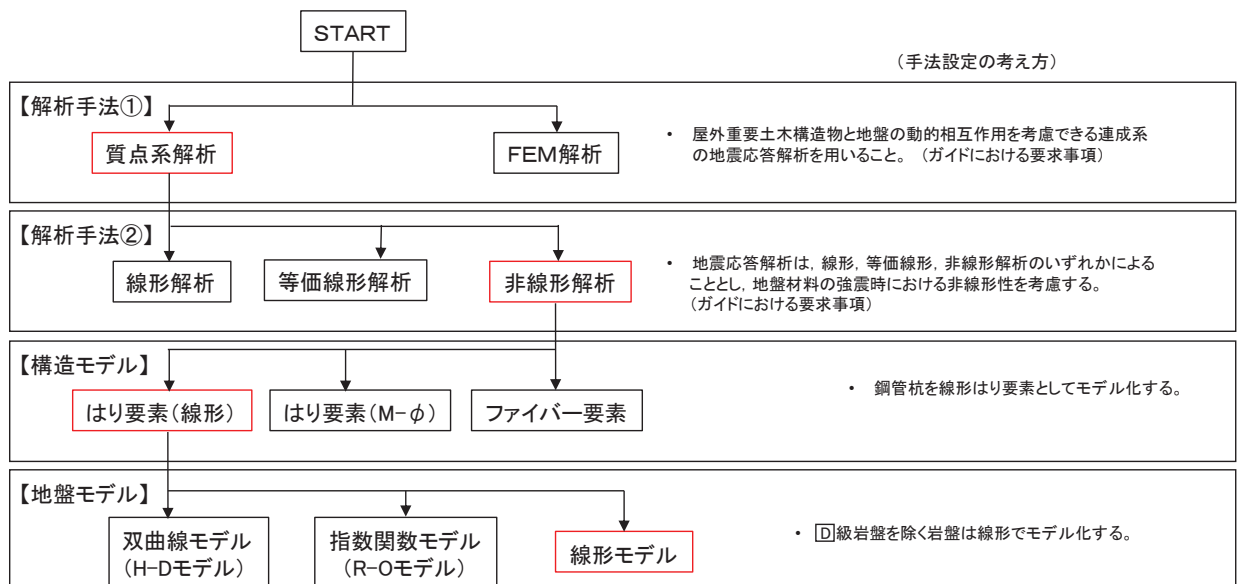


図 3. 2-1 (3) 地震応答解析手法の選定フロー (岩盤部のうち RC 壁部)

### 3. 2. 2 施設

鋼管杭は、線形はり要素（ビーム要素）でモデル化する。背面補強工及び置換コンクリートは線形の平面ひずみ要素（ソリッド要素）でモデル化する。

また、岩盤部のうち RC 壁部は、鋼管杭及び RC 遮水壁を質点及び線形はり要素（ビーム要素）でモデル化する。

### 3. 2. 3 材料物性及び地盤物性のばらつき

防潮堤（鋼管式鉛直壁）の地震時の応答は、周辺地盤との相互作用によることから、地盤物性のばらつきの影響を評価する。地盤物性のばらつきについては、防潮堤（鋼管式鉛直壁）周辺の地盤状況に応じて一般部と岩盤部の 2 種類に分類し、表 3. 2-1 に示す解析ケースにて行う。

#### (1) 防潮堤（鋼管式鉛直壁）一般部

図 3. 1-2～図 3. 1-3 に示すとおり、防潮堤（鋼管式鉛直壁）一般部の周辺には、主として旧表土、盛土、**D**級岩盤、セメント改良土及び改良地盤といった、動的変形特性にひずみ依存性がある地盤が分布しており、これらの地盤のせん断変形が地震時に防潮堤（鋼管式鉛直壁）の応答に大きく影響を与えると判断されることから、これらの地盤の物性（せん断弾性係数）のばらつきについて影響を確認する。

#### (2) 防潮堤（鋼管式鉛直壁）岩盤部

図 3. 1-5～図 3. 1-6 に示すとおり、防潮堤（鋼管式鉛直壁）岩盤部の周辺には、主として、**C<sub>L</sub>**級岩盤、**C<sub>M</sub>**級岩盤、**C<sub>H</sub>**級岩盤及び **B**級岩盤が分布しており、これらの地盤のせん断変形が地震時に防潮堤（鋼管式鉛直壁）の応答に大きく影響を与えると判断されることから、これらの地盤の物性（せん断弾性係数）のばらつきについて影響を確認する。

表 3.2-1 (1) 解析ケース (防潮堤 (鋼管式鉛直壁) 一般部)

| 解析ケース           | 材料物性<br>(コンクリート)<br>( $E_0$ : ヤング係数) | 地盤物性   |  |
|-----------------|--------------------------------------|--|--|
|                 |                                      | 旧表土, 盛土, $D$ 級岩盤,<br>セメント改良土, 改良地盤<br>( $G_0$ : 初期せん断弾性係数) | $C_L$ 級岩盤, $C_M$ 級岩盤,<br>$C_H$ 級岩盤, $B$ 級岩盤<br>( $G_d$ : 動せん断弾性係数) |
| ケース①<br>(基本ケース) | 設計基準強度                               | 平均値  | 平均値  |
| ケース②            | 設計基準強度                               | 平均値 + 1 $\sigma$   | 平均値  |
| ケース③            | 設計基準強度                               | 平均値 - 1 $\sigma$   | 平均値  |

表 3.2-1 (2) 解析ケース (防潮堤 (鋼管式鉛直壁) 岩盤部)

| 解析ケース           | 材料物性<br>(コンクリート)<br>( $E_0$ : ヤング係数) | 地盤物性   |  |
|-----------------|--------------------------------------|--|--|
|                 |                                      | 旧表土, 盛土, $D$ 級岩盤,<br>セメント改良土, 改良地盤<br>( $G_0$ : 初期せん断弾性係数) | $C_L$ 級岩盤, $C_M$ 級岩盤,<br>$C_H$ 級岩盤, $B$ 級岩盤<br>( $G_d$ : 動せん断弾性係数) |
| ケース①<br>(基本ケース) | 設計基準強度                               | 平均値  | 平均値  |
| ケース②            | 設計基準強度                               | 平均値  | 平均値 + 1 $\sigma$   |
| ケース③            | 設計基準強度                               | 平均値  | 平均値 - 1 $\sigma$   |

### 3.2.4 減衰定数

減衰定数は、「補足 610-20 屋外重要土木構造物の耐震安全性評価について」に従い、構造部材の減衰定数は、粘性減衰及び履歴減衰で考慮する。

粘性減衰は、固有値解にて求められる固有周期と各材料の減衰比に基づき、質量マトリクス及び剛性マトリクスの線形結合で表される以下の Rayleigh 減衰を解析モデル全体に与える。なお、構造部材を線形はり要素でモデル化する場合は、Rayleigh 減衰のみを設定する。

$$[C] = \alpha [M] + \beta [K]$$

[C] : 減衰係数マトリクス, [M] : 質量マトリクス,

[K] : 剛性マトリクス

$\alpha$ ,  $\beta$  : 係数

Rayleigh 減衰は、一般部 (有効応力解析) では剛性比例型減衰 ( $\alpha=0$ ,  $\beta=0.002$ ) を考慮する。なお、係数  $\beta$  の設定については、「FLIP 研究会 14 年間の検討成果のまとめ「理論編」」を基に設定している。

岩盤部 (全応力解析) では質量比例型減衰と剛性比例型減衰の組み合わせによる減衰を設定する。岩盤部 (全応力解析) における Rayleigh 減衰の設定フローを図 3.2-2 に示す。

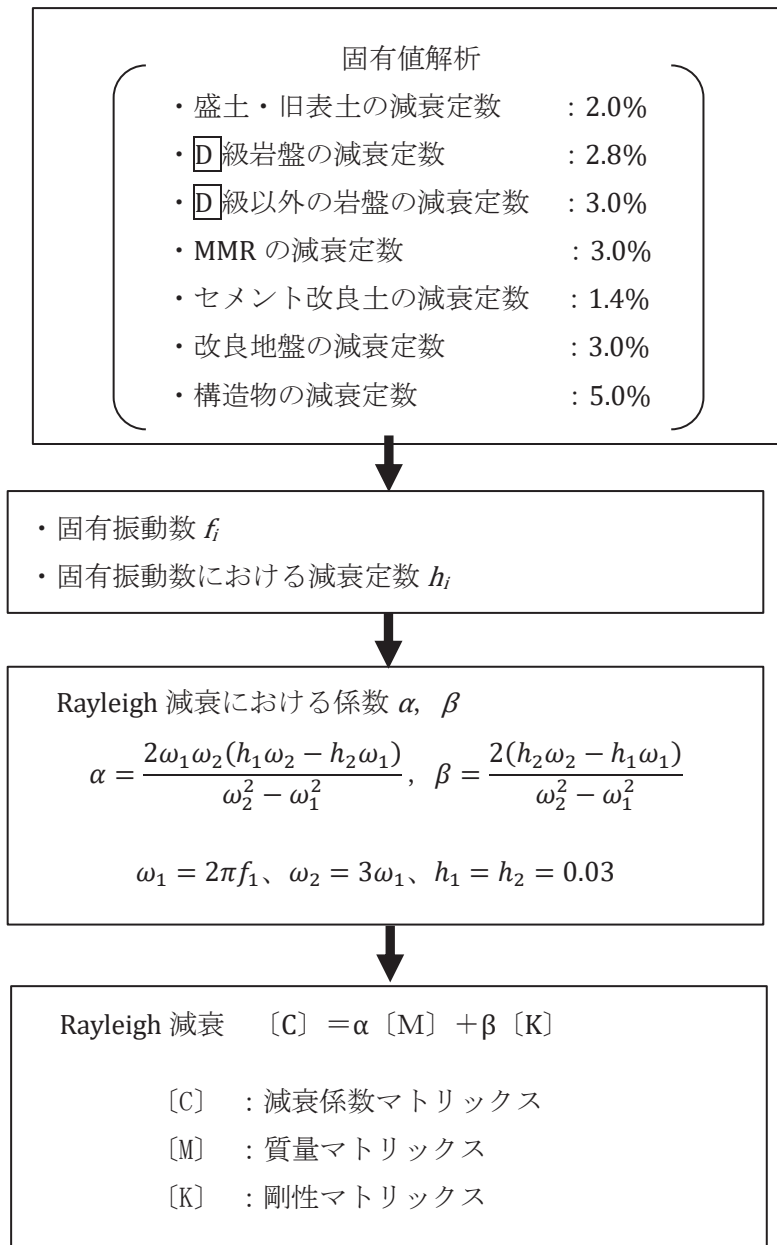


図 3.2-2 岩盤部（全応力解析）における Rayleigh 減衰の設定フロー

Rayleigh 減衰における係数  $\alpha$ ,  $\beta$  の設定にあたっては、解析モデルの低次のモードが特に支配的となる地盤および構造物連成系に対して、その特定のモードの影響が大きいことを考慮し、かつ振動モードの全体系に占める割合の観点から刺激係数に着目し、1 次及び 2 次モードの固有振動数に基づき定めることとする。2 次モードの固有円振動数 ( $\omega_2$ ) は、水平成層地盤の 2 次固有振動数が 1 次固有振動数の 3 倍であることから、1 次モードの固有円振動数 ( $\omega_1$ ) の 3 倍とする。

固有値解析におけるモード図を図 3.2-3 に、固有値解析結果の一覧を表 3.2-2 に、固有値解析結果に基づき設定した Rayleigh 減衰を図 3.2-4 に係数  $\alpha$ ,  $\beta$  を表 3.2-3 に示す。

表 3.2-2 (1) 固有値解析結果 (断面⑤)

|    | 固有振動数 (Hz) | 有効質量比 (%) |    | 刺激係数      |           | 備考       |
|----|------------|-----------|----|-----------|-----------|----------|
|    |            | Tx        | Ty | $\beta_x$ | $\beta_y$ |          |
| 1  | 5.848      | 84        | 0  | 192.80    | 2.27      | 1 次として採用 |
| 2  | 7.585      | 84        | 0  | 9.83      | 0.26      | —        |
| 3  | 11.054     | 85        | 3  | 19.24     | 35.67     | —        |
| 4  | 11.366     | 85        | 57 | 6.86      | -148.70   | —        |
| 5  | 13.324     | 85        | 57 | 13.34     | -8.74     | —        |
| 6  | 14.847     | 89        | 58 | -40.71    | 26.87     | —        |
| 7  | 17.616     | 92        | 60 | -34.11    | -21.59    | —        |
| 8  | 18.405     | 92        | 60 | -2.30     | 0.59      | —        |
| 9  | 19.625     | 92        | 76 | -16.12    | -83.23    | —        |
| 10 | 20.668     | 94        | 78 | 26.98     | -23.90    | —        |

表 3.2-2 (2) 固有値解析結果 (断面⑥)

|    | 固有振動数 (Hz) | 有効質量比 (%) |    | 刺激係数      |           | 備考       |
|----|------------|-----------|----|-----------|-----------|----------|
|    |            | Tx        | Ty | $\beta_x$ | $\beta_y$ |          |
| 1  | 6.035      | 84        | 0  | 177.60    | -0.28     | 1 次として採用 |
| 2  | 7.228      | 84        | 0  | 17.68     | -0.08     | —        |
| 3  | 11.528     | 84        | 58 | -0.91     | -142.40   | —        |
| 4  | 14.022     | 87        | 59 | 31.85     | 18.22     | —        |
| 5  | 14.656     | 88        | 59 | -20.18    | -2.82     | —        |
| 6  | 17.711     | 92        | 63 | -39.83    | 35.48     | —        |
| 7  | 19.593     | 93        | 71 | 8.10      | 51.52     | —        |
| 8  | 21.271     | 93        | 73 | -13.56    | 29.54     | —        |
| 9  | 23.186     | 96        | 74 | 30.90     | 19.11     | —        |
| 10 | 24.495     | 96        | 78 | -8.54     | -36.04    | —        |

表 3.2-2 (3) 固有値解析結果 (断面⑦)

|    | 固有振動数 (Hz) | 有効質量比 (%) |    |    | 刺激係数      |           |           | 備考      |
|----|------------|-----------|----|----|-----------|-----------|-----------|---------|
|    |            | Tx        | Ty | Tz | $\beta_x$ | $\beta_y$ | $\beta_z$ |         |
| 1  | 40.2       | 0         | 0  | 53 | 0.00      | 0.00      | 19.28     | 1次として採用 |
| 2  | 48.3       | 3         | 55 | 53 | -4.59     | 19.60     | 0.00      | —       |
| 3  | 54.1       | 17        | 76 | 53 | 10.02     | 12.09     | 0.00      | —       |
| 4  | 60.1       | 17        | 76 | 58 | 0.00      | 0.00      | -5.91     | —       |
| 5  | 62.0       | 72        | 76 | 58 | -19.59    | 1.04      | 0.00      | —       |
| 6  | 74.2       | 73        | 79 | 58 | 1.92      | -4.64     | 0.00      | —       |
| 7  | 86.5       | 73        | 79 | 62 | 0.00      | 0.00      | -4.87     | —       |
| 8  | 114.4      | 73        | 79 | 62 | -1.95     | 0.43      | 0.00      | —       |
| 9  | 126.3      | 73        | 80 | 62 | -0.55     | -1.69     | 0.00      | —       |
| 10 | 131.5      | 73        | 89 | 62 | 0.58      | -8.35     | 0.00      | —       |

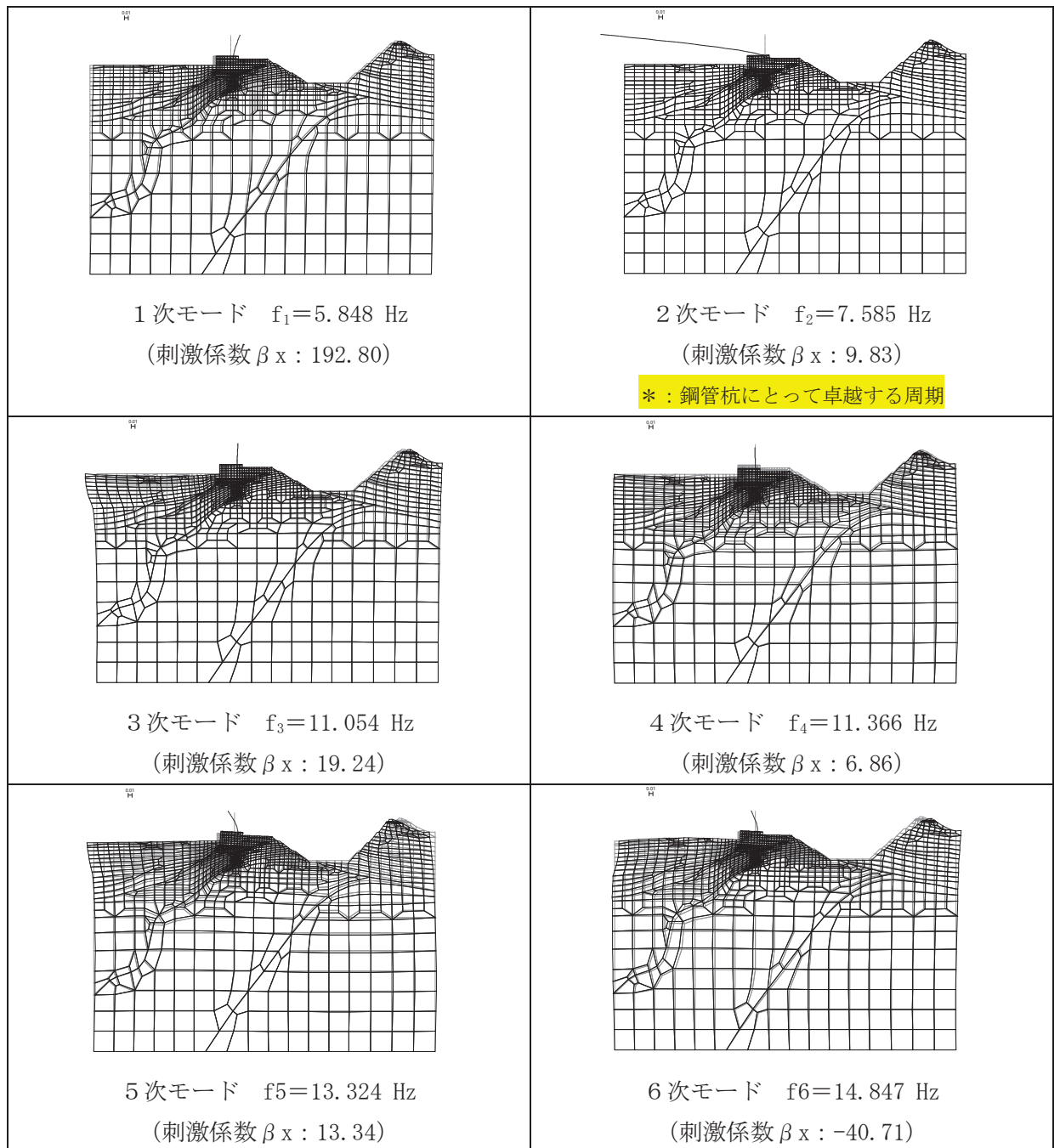


図 3.2-3 (1) 固有値解析結果 (断面⑤ : モード図)

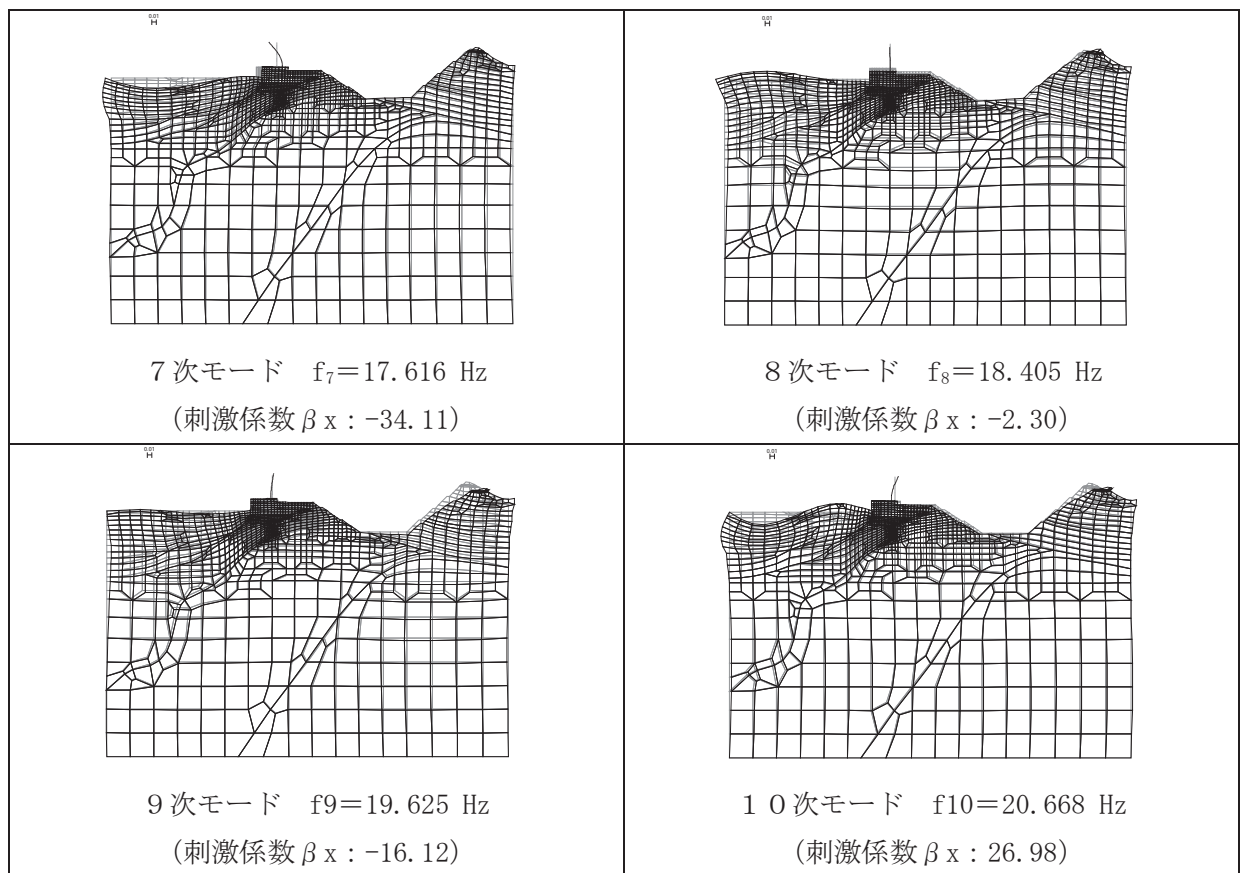


図 3.2-3 (2) 固有値解析結果 (断面⑤ : モード図)



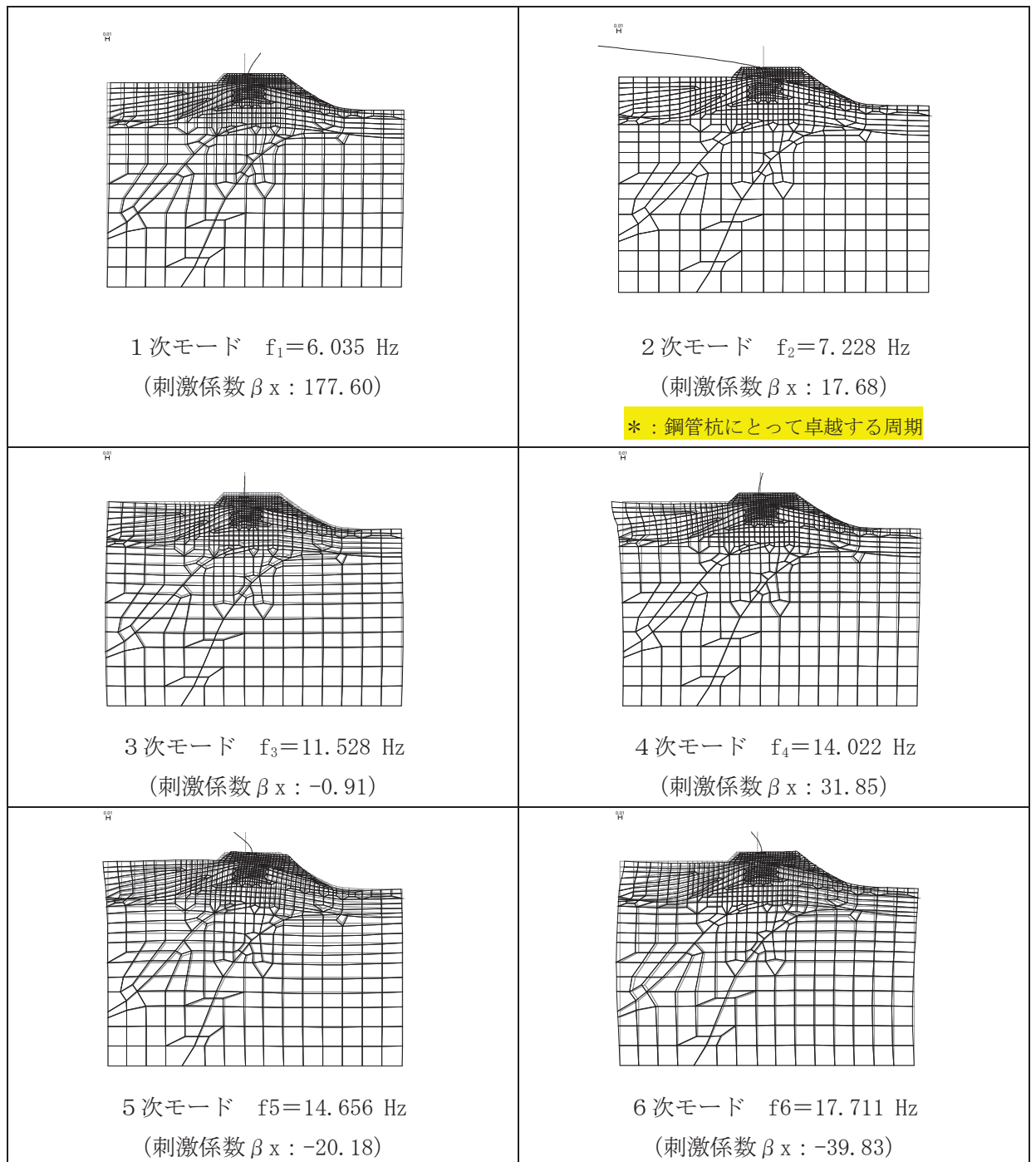


図 3.2-3 (3) 固有値解析結果 (断面⑥ : モード図)

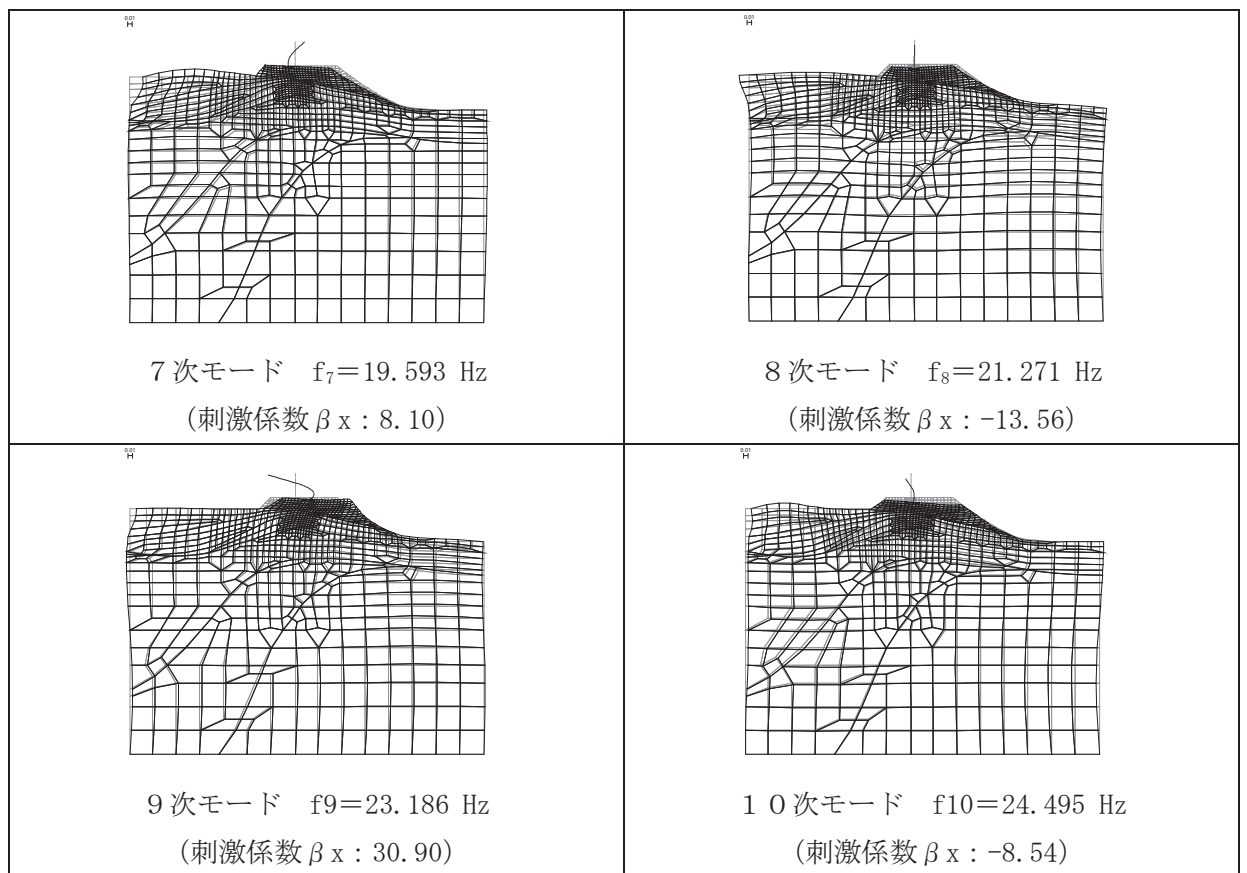


図 3.2-3 (4) 固有値解析結果 (断面⑥ : モード図)

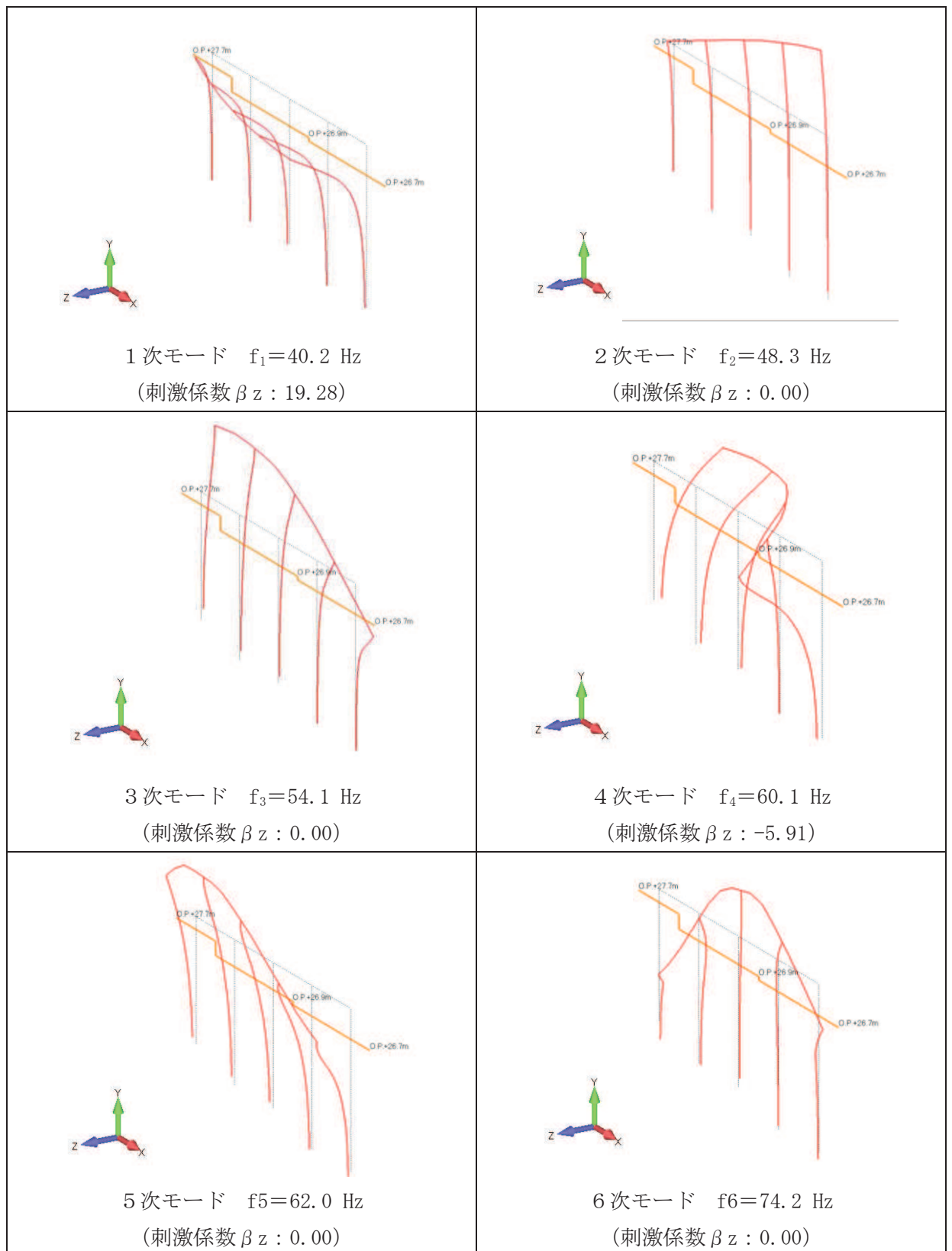


図 3.2-3 (5) 固有値解析結果 (断面⑦ : モード図)

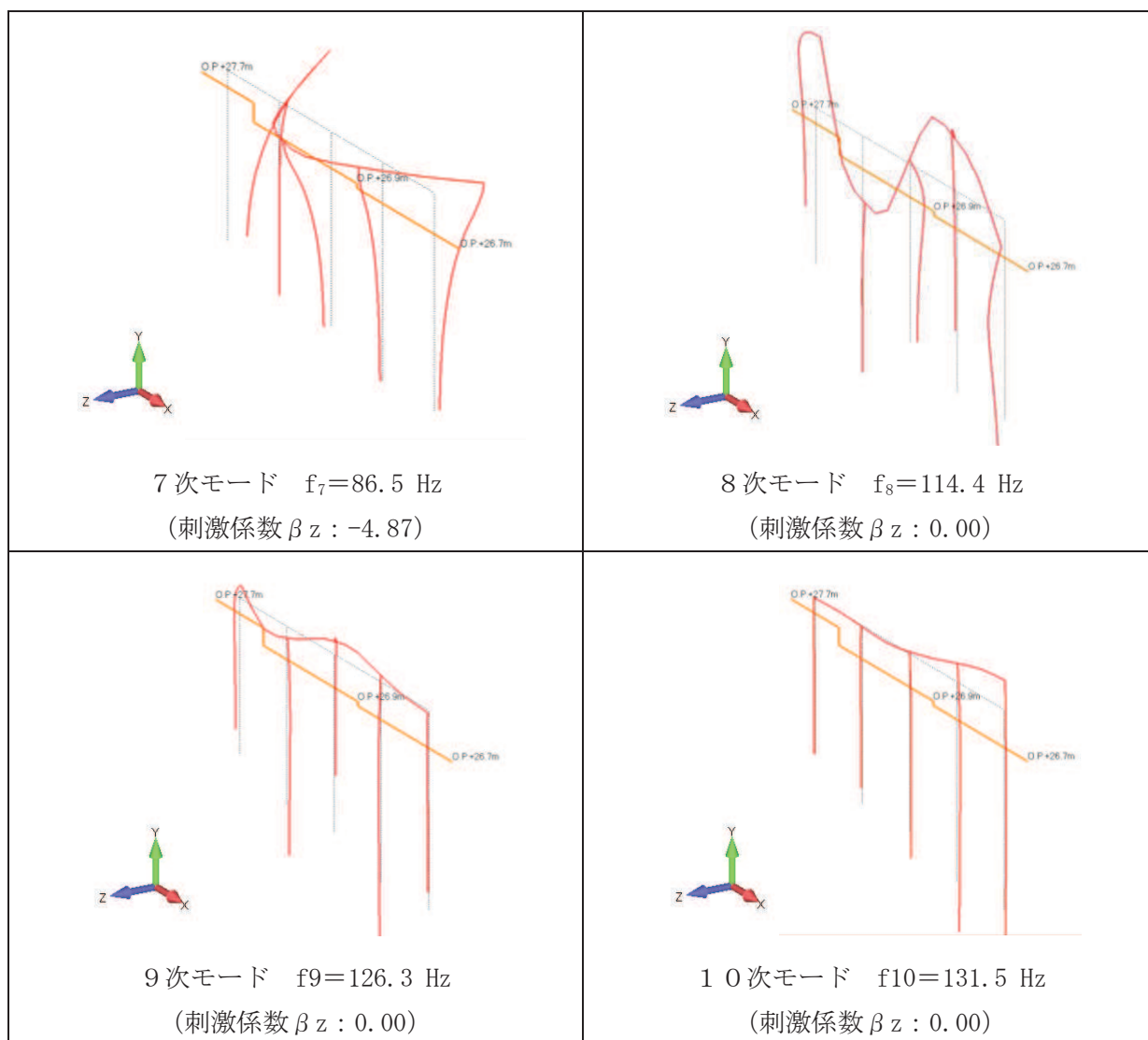


図 3.2-3 (6) 固有値解析結果 (断面⑦ : モード図)

表 3.2-3 Rayleigh 減衰における係数  $\alpha$ ,  $\beta$  の設定結果

| 評価対象断面 | $\alpha$          | $\beta$                |
|--------|-------------------|------------------------|
| 断面⑤    | 1.653             | $4.803 \times 10^{-4}$ |
| 断面⑥    | 1.706             | $3.956 \times 10^{-4}$ |
| 断面⑦    | $1.136 \times 10$ | $5.944 \times 10^{-5}$ |

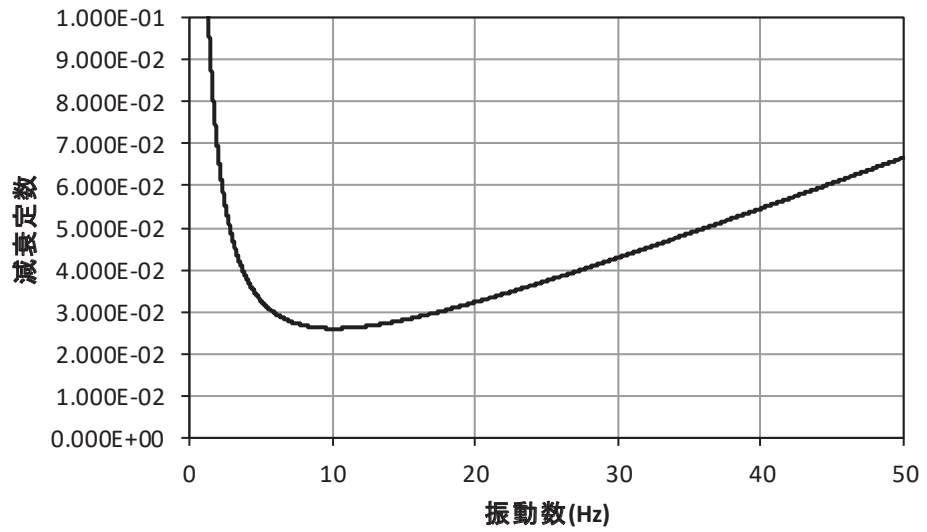


図 3.2-4 (1) 設定した Rayleigh 減衰 (断面⑤)

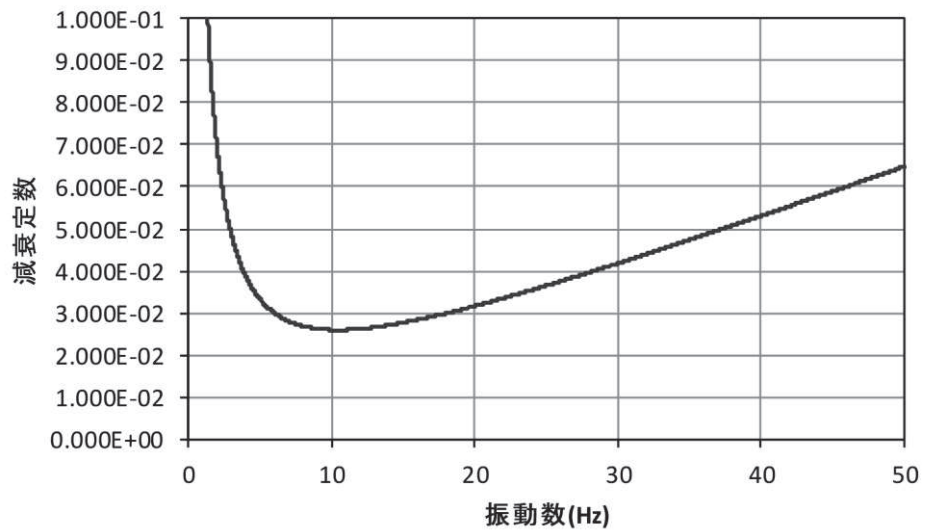


図 3.2-4 (2) 設定した Rayleigh 減衰 (断面⑥)

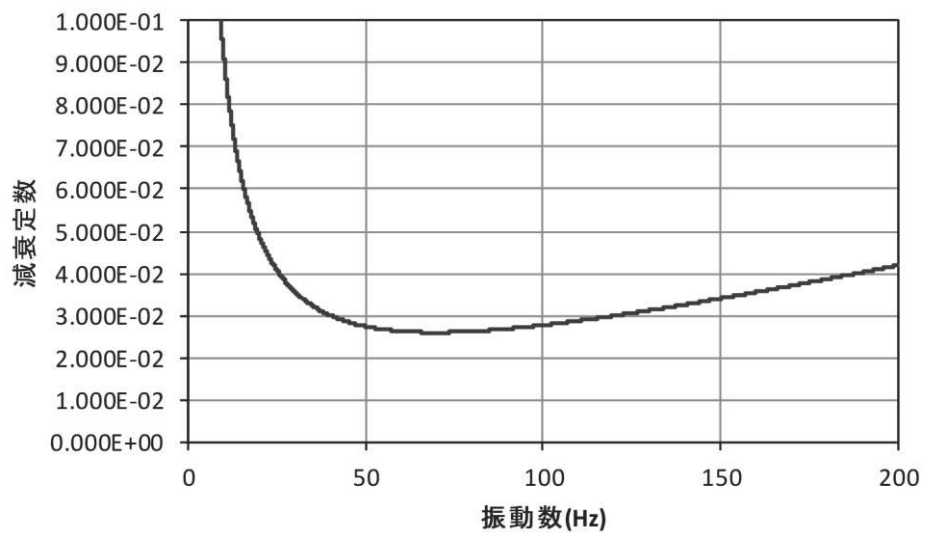


図 3.2-4 (3) 設定した Rayleigh 減衰 (断面⑦)

### 3.2.5 解析ケース

耐震評価においては、全ての基準地震動 $S_s$ に対し、ケース①（基本ケース）を実施する。全ての基準地震動 $S_s$ に対して実施したケース①において、各照査値が最も厳しい地震動を用い、表 3.2-4 に示すケース②～③を実施する。耐震評価における解析ケースを表 3.2-4 に示す。

表 3.2-4 解析ケース

| 解析ケース       |           | ケース①  |   | ケース②  | ケース③                       |
|-------------|-----------|-------|---|---|----------------------------|
|             |           | 基本ケース |   | 地盤物性のばらつき (+1σ) を考慮した解析ケース  | 地盤物性のばらつき (-1σ) を考慮した解析ケース |
| 地盤物性        |           | 平均値   |   | 平均値+1σ  | 平均値-1σ                     |
| 地震動<br>(位相) | S s - D 1 | ++*1  | ○ | 基準地震動 S s (7 波) 及び位相反転を考慮した地震動 (13 波) を加えた全 20 波により照査を行ったケース① (基本ケース) の結果から、曲げ・軸力系の破壊、せん断破壊及び基礎地盤の支持力照査において照査値が 0.5 以上となる又はすべり安全率が 2.4 以下*2 となる全ての照査項目に対して、最も厳しい地震動を用いてケース②～③を実施する。<br>照査値がいずれも 0.5 未満の場合は、照査値が最も厳しくなる地震動を用いてケース②～③を実施する。 |                            |
|             |           | -+*1  | ○ |   |                            |
|             |           | +-*1  | ○ |   |                            |
|             |           | --*1  | ○ |   |                            |
|             | S s - D 2 | ++*1  | ○ |   |                            |
|             |           | -+*1  | ○ |   |                            |
|             |           | +-*1  | ○ |   |                            |
|             |           | --*1  | ○ |   |                            |
|             | S s - D 3 | ++*1  | ○ |   |                            |
|             |           | -+*1  | ○ |   |                            |
|             |           | +-*1  | ○ |   |                            |
|             |           | --*1  | ○ |   |                            |
|             | S s - F 1 | ++*1  | ○ |   |                            |
|             |           | -+*1  | ○ |   |                            |
|             | S s - F 2 | ++*1  | ○ |   |                            |
|             |           | -+*1  | ○ |   |                            |
| S s - F 3   | ++*1      | ○     |   |   |                            |
|             | -+*1      | ○     |   |   |                            |
| S s - N 1   | ++*1      | ○     |   |   |                            |
|             | -+*1      | ○     |   |   |                            |

注記 \*1：地震動の位相について (++) の左側は水平動，右側は鉛直動を表し、「-」は位相を反転させたケースを示す。

\*2：許容限界であるすべり安全率 1.2 に対して 2 倍の裕度

### 3.3 荷重及び荷重の組合せ

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

#### 3.3.1 耐震評価上考慮する状態

防潮堤（鋼管式鉛直壁）の地震応答解析において、地震以外に考慮する状態を以下に示す。

##### (1) 運転時の状態

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

##### (2) 設計基準事故時の状態

設計基準事故時の影響を受けないことから考慮しない。

##### (3) 設計用自然条件

積雪及び風の影響を考慮する。

##### (4) 重大事故等時の状態

重大事故等時の状態の影響を受けないことから考慮しない。

#### 3.3.2 荷重

防潮堤（鋼管式鉛直壁）の地震応答解析において、考慮する荷重を以下に示す。

##### (1) 固定荷重(G)

固定荷重として、躯体自重を考慮する。

##### (2) 積載荷重(P)

積載荷重として、積雪荷重を含めて地表面に  $4.9\text{kN/m}^2$  を考慮する。

##### (3) 積雪荷重( $P_s$ )

積雪荷重として、発電所の最寄りの気象官署である石巻特別地域気象観測所で観測された月最深積雪の最大値である  $43\text{cm}$  に平均的な積雪荷重を与えるための係数  $0.35$  を考慮した値を設定する。また、建築基準法施行令第86条第2項により、積雪量  $1\text{cm}$  ごとに  $20\text{N/m}^2$  の積雪荷重が作用することを考慮する。

##### (4) 風荷重( $P_k$ )

風荷重については、設計基準風速を  $30\text{m/s}$  とし、建築基準法に基づき算定する。

##### (5) 地震荷重( $S_s$ )

基準地震動  $S_s$  による荷重を考慮する。



### 3.3.3 荷重の組合せ

荷重の組合せを表 3.3-1 及び表 3.3-2 に示す。

表 3.3-1 荷重の組合せ

| 外力の状態         | 荷重の組合せ              |
|---------------|---------------------|
| 地震時 ( $S_s$ ) | $G + P + P_k + S_s$ |

G : 固定荷重

P : 積載荷重 (積雪荷重  $P_s$  を含めて  $4.9\text{kN/m}^2$ )

$P_k$  : 風荷重

$S_s$  : 地震荷重

表 3.3-2 荷重の組合せ

| 種別       |                | 荷重      |   | 算定方法                                 |
|----------|----------------|---------|---|--------------------------------------|
| 永久<br>荷重 | 常時<br>考慮<br>荷重 | 躯体自重    | ○ | 設計図書に基づいて、対象構造物の体積に材料の密度を乗じて設定する。    |
|          |                | 機器・配管自重 | — | 対象構造物に作用する機器・配管はないため考慮しない。           |
|          |                | 土被り荷重   | — | 土被りはないため考慮しない。                       |
|          |                | 積載荷重    | ○ | 積雪荷重を含めて $4.9\text{kN/m}^2$ を考慮する。   |
|          | 静止土圧           |         | ○ | 常時応力解析により設定する。                       |
|          | 外水圧            |         | — | 外水圧は考慮しない。                           |
|          | 内水圧            |         | — | 内水はないため考慮しない。                        |
|          | 積雪荷重           |         | ○ | 積雪荷重 ( $0.301\text{kN/m}^2$ ) を考慮する。 |
|          | 風荷重            |         | ○ | 風荷重を考慮する。                            |
| 偶発荷重     |                | 水平地震動   | ○ | 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。      |
|          |                | 鉛直地震動   | ○ |                                      |
|          |                | 動水圧     | ○ | 朔望平均満潮位での動水圧を考慮する。                   |

### 3.4 入力地震動

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

地震応答解析に用いる入力地震動は、解放基盤表面で定義される基準地震動 $S_s$ を1次元重複反射理論により地震応答解析モデル下端位置で評価したものをを用いる。なお、入力地震動の設定に用いる地下構造モデルは、添付書類「VI-2-1-3 地盤の支持性能に係る基本方針」のうち「6.1 入力地震動の設定に用いる地下構造モデル」を用いる。

入力地震動算定の概念図を図3.4-1に、1次元解析モデル図を図3.4-2に示す。図3.4-3～図3.4-9に入力地震動の加速度時刻歴波形及び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「SHAKE Ver 1.6」及び「microSHAKE Ver2.3.3」（岩盤部のうちRC壁部）を使用する。解析コードの検証及び妥当性確認の概要については、添付書類「VI-5 計算機プログラム(解析コード)の概要」に示す。

#### ①引戻し解析

引戻し地盤モデル（解放基盤モデル）を用いて、水平方向地震動及び鉛直方向地震動をそれぞれ引戻し地盤モデル底面位置まで引戻す。

#### ②水平方向地震動の引上げ解析

引上げ地盤モデル（水平方向地震動用）を用いて、構造物－地盤連成系解析モデル底面位置まで水平方向地震動を引き上げる。

#### ③鉛直方向地震動の引上げ解析

引上げ地盤モデル（鉛直方向地震動用）を用いて、構造物－地盤連成系解析モデル下端位置まで鉛直方向地震動を引き上げる。

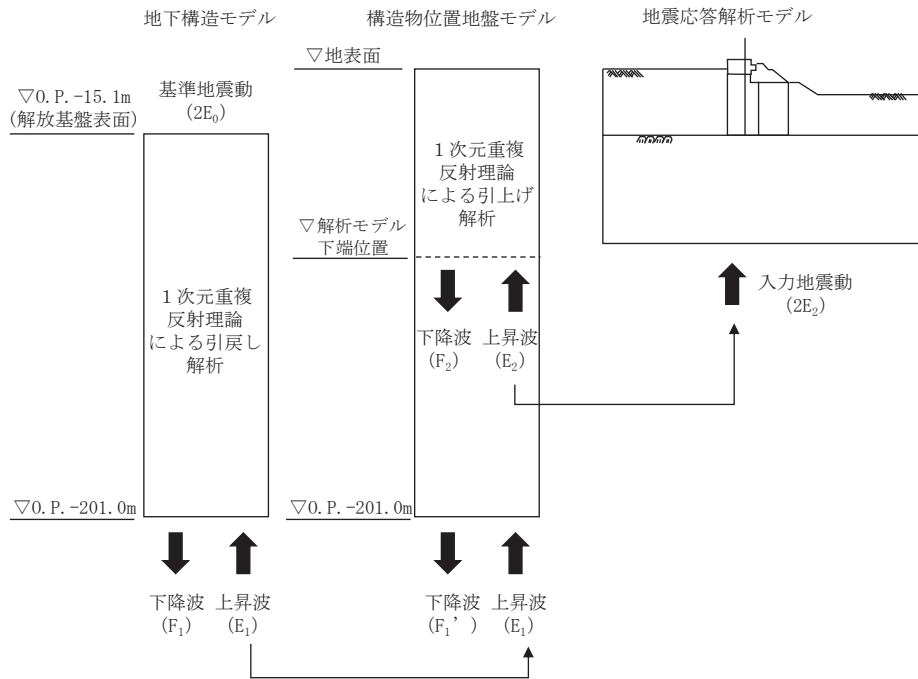


図 3.4-1(1) 入力地震動算定の概念図

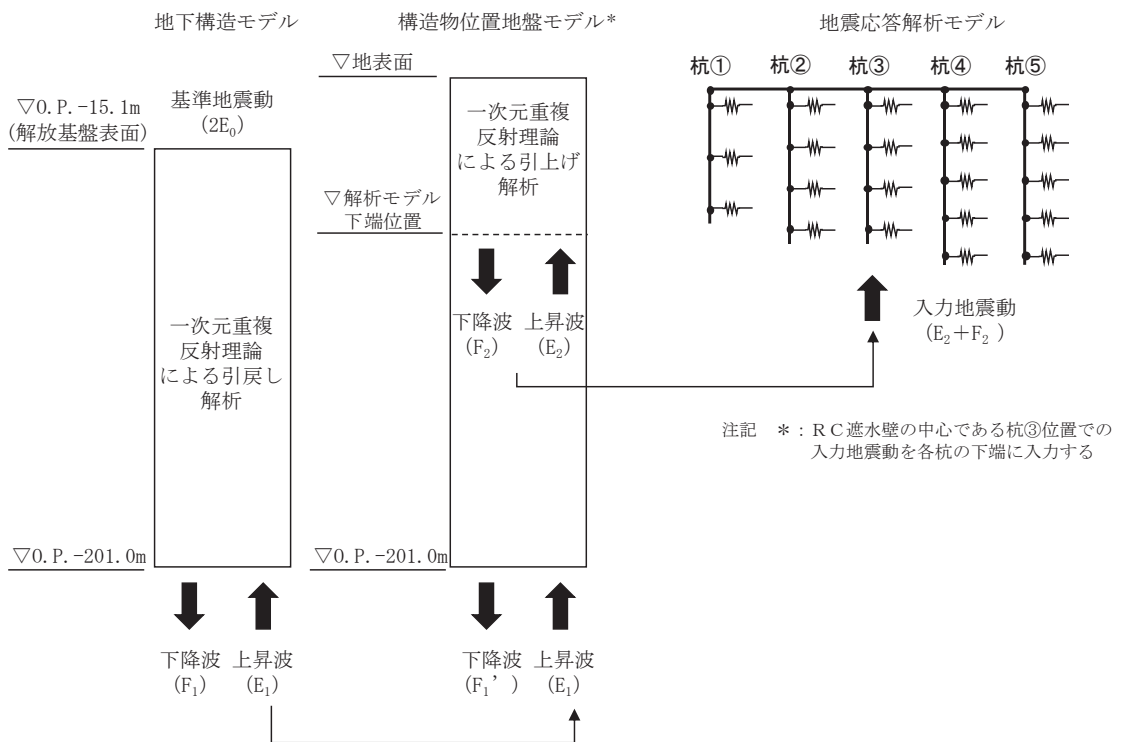


図 3.4-1(2) 入力地震動算定の概念図 (岩盤部のうち RC 壁部)

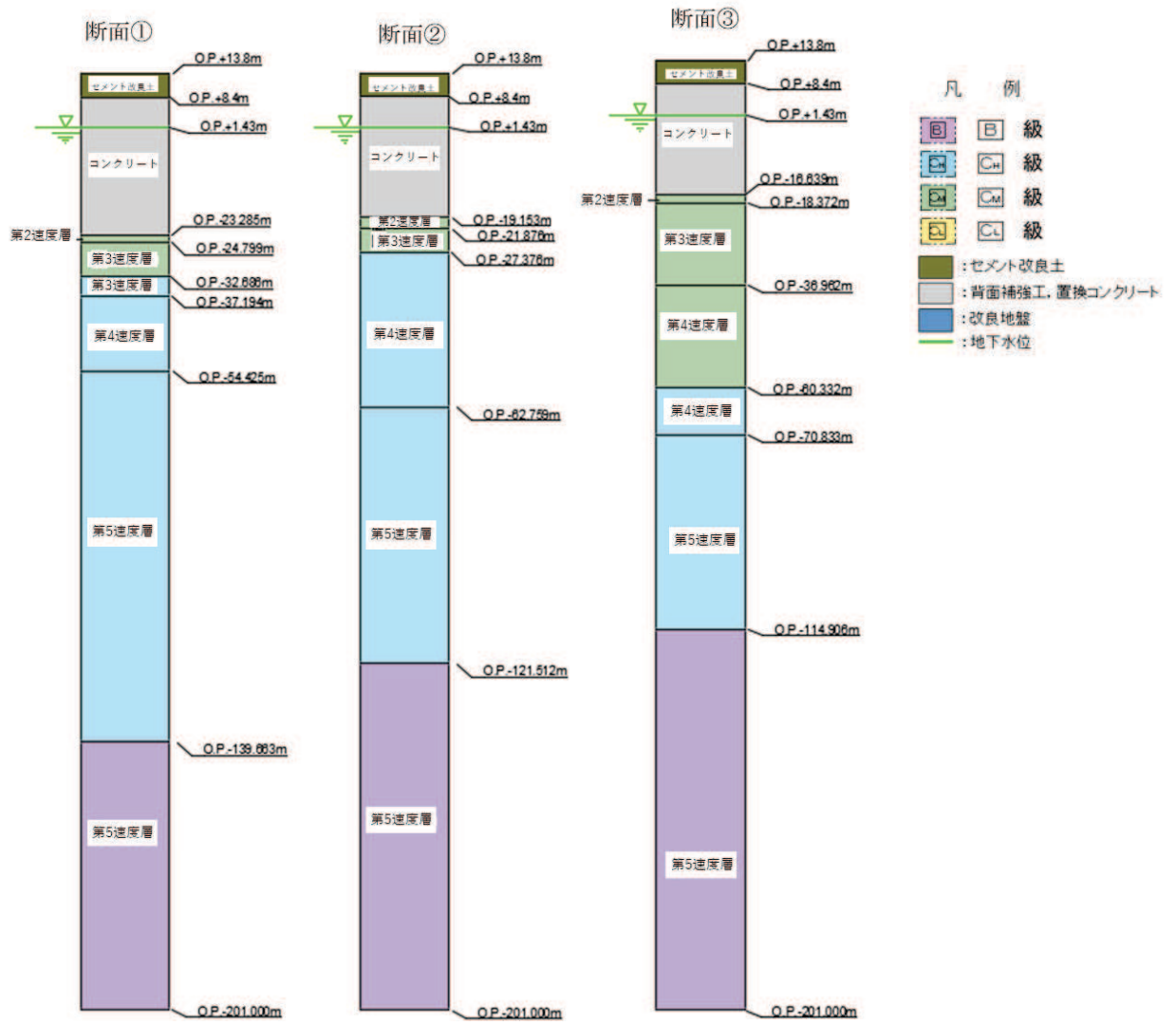


図 3.4-2 (1) 1次元解析モデル図 (断面①～③)

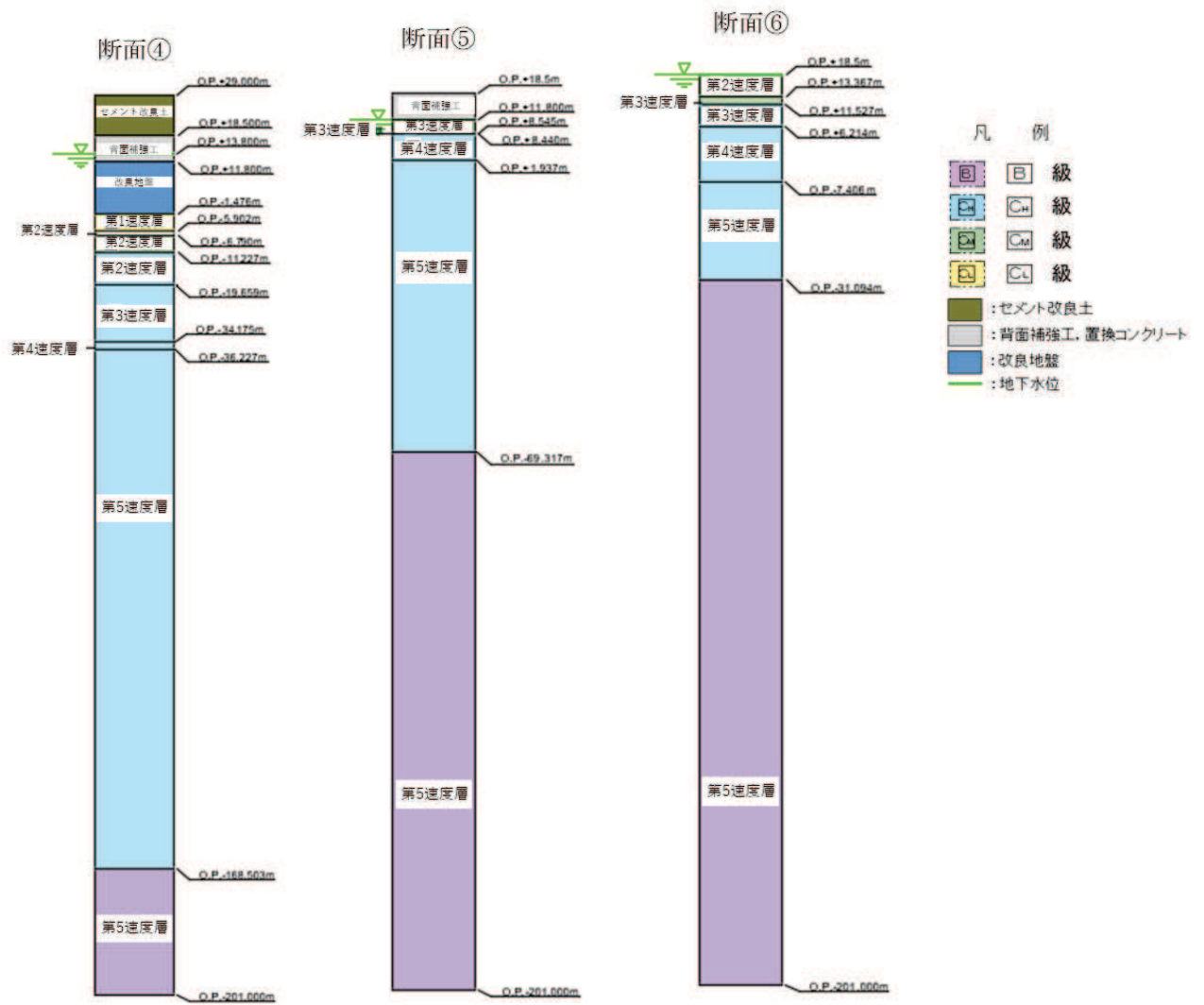


図 3.4-2 (2) 1次元解析モデル図 (断面④～⑥)

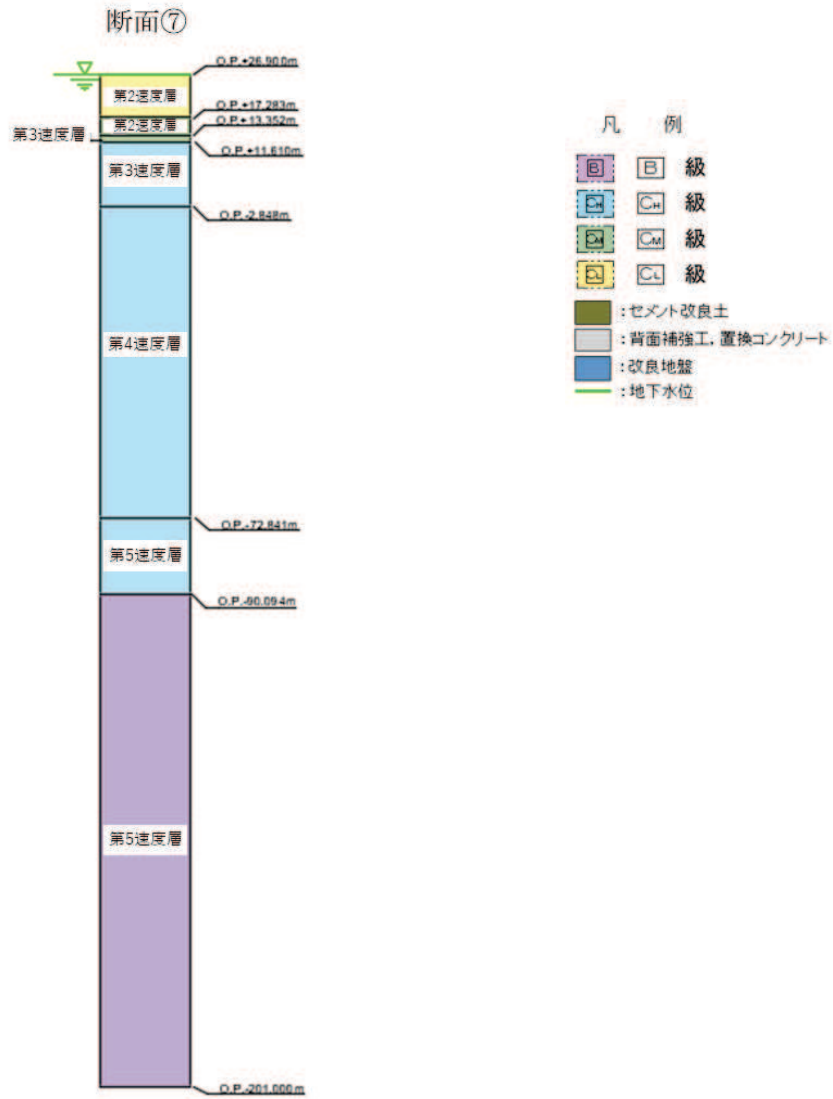
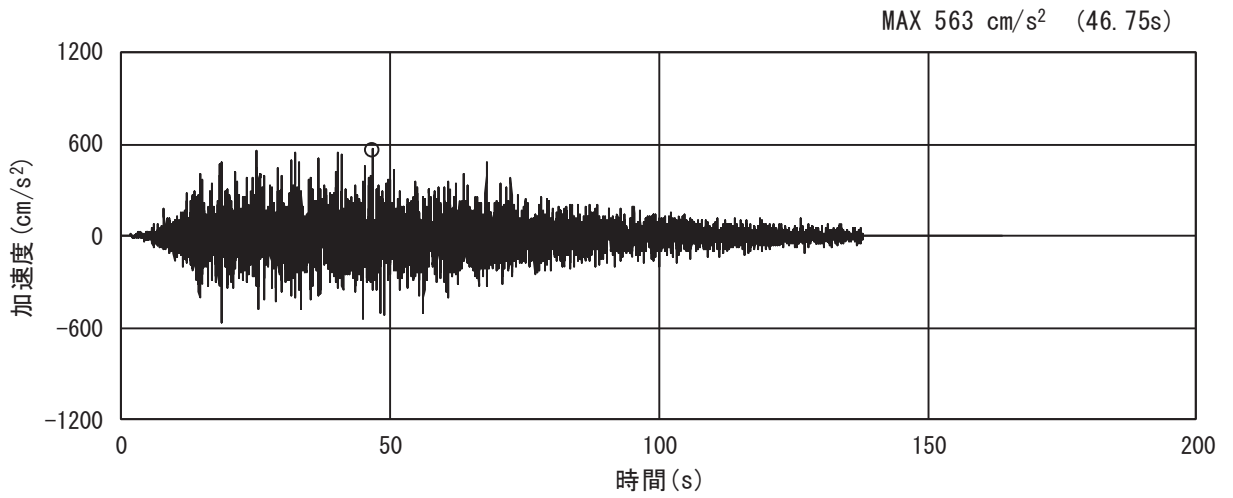


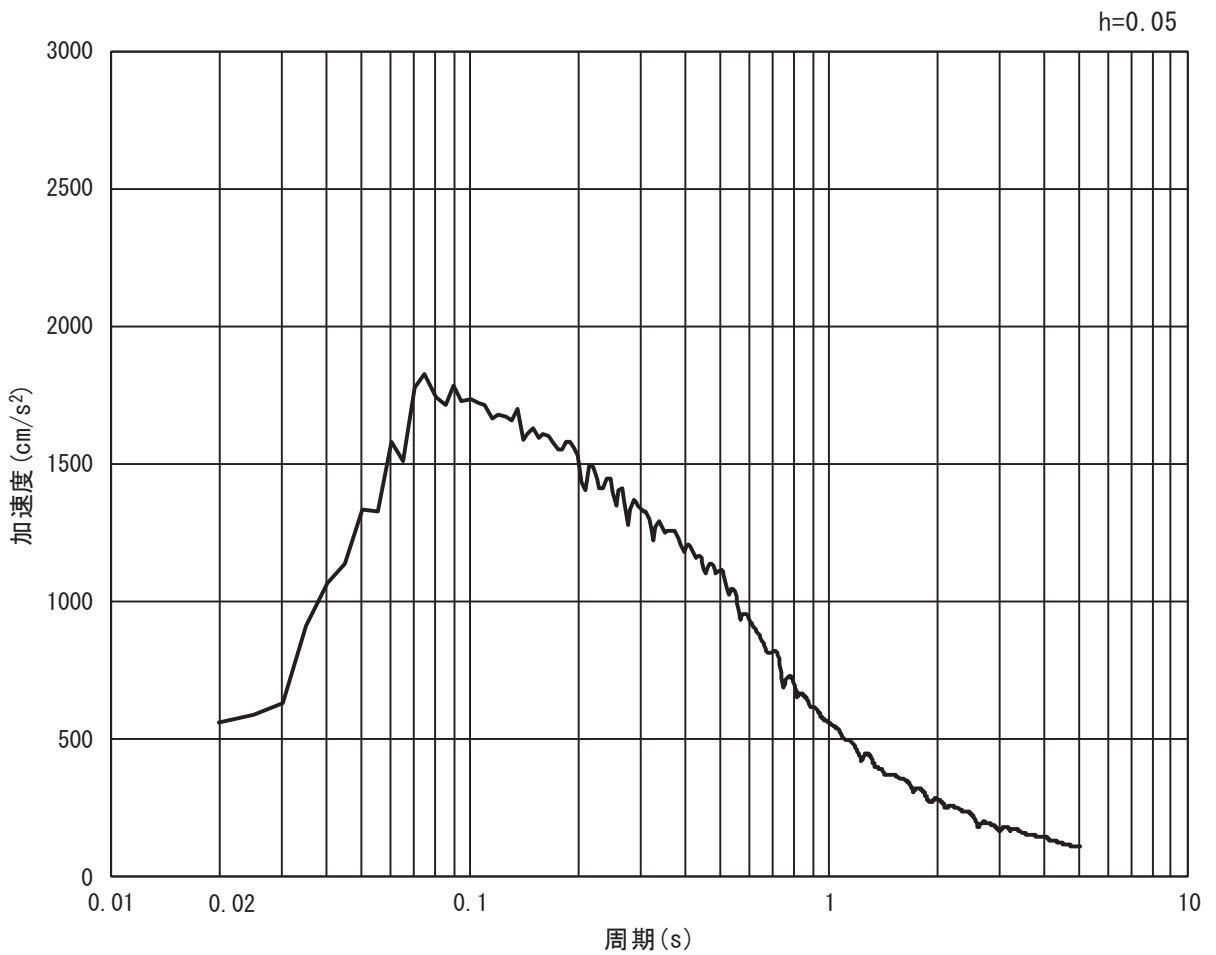
図 3.4-2 (3) 1次元解析モデル図 (断面⑦)

3.4.1 一般部

(1) 断面①

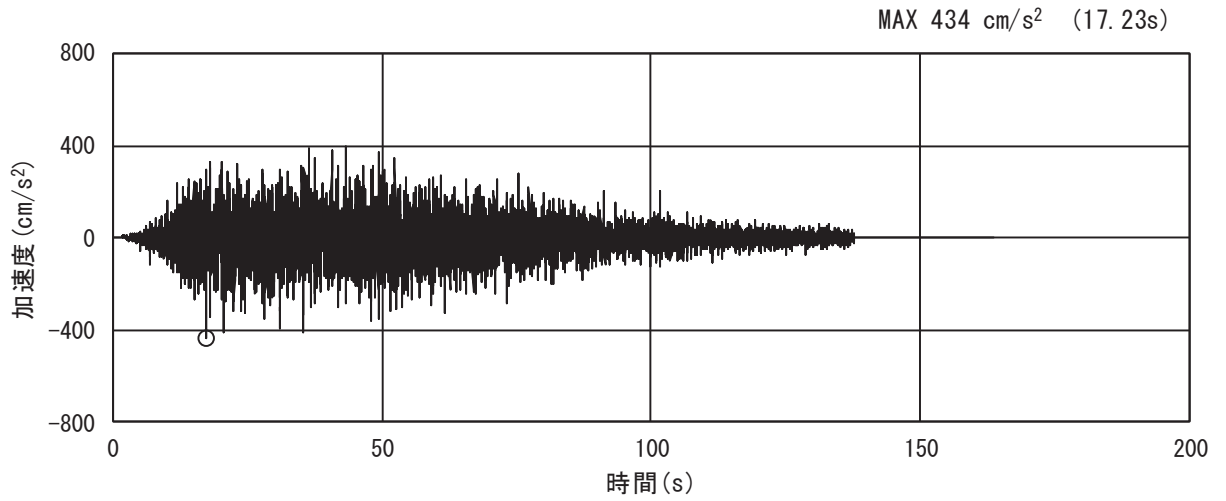


(a) 加速度時刻歴波形

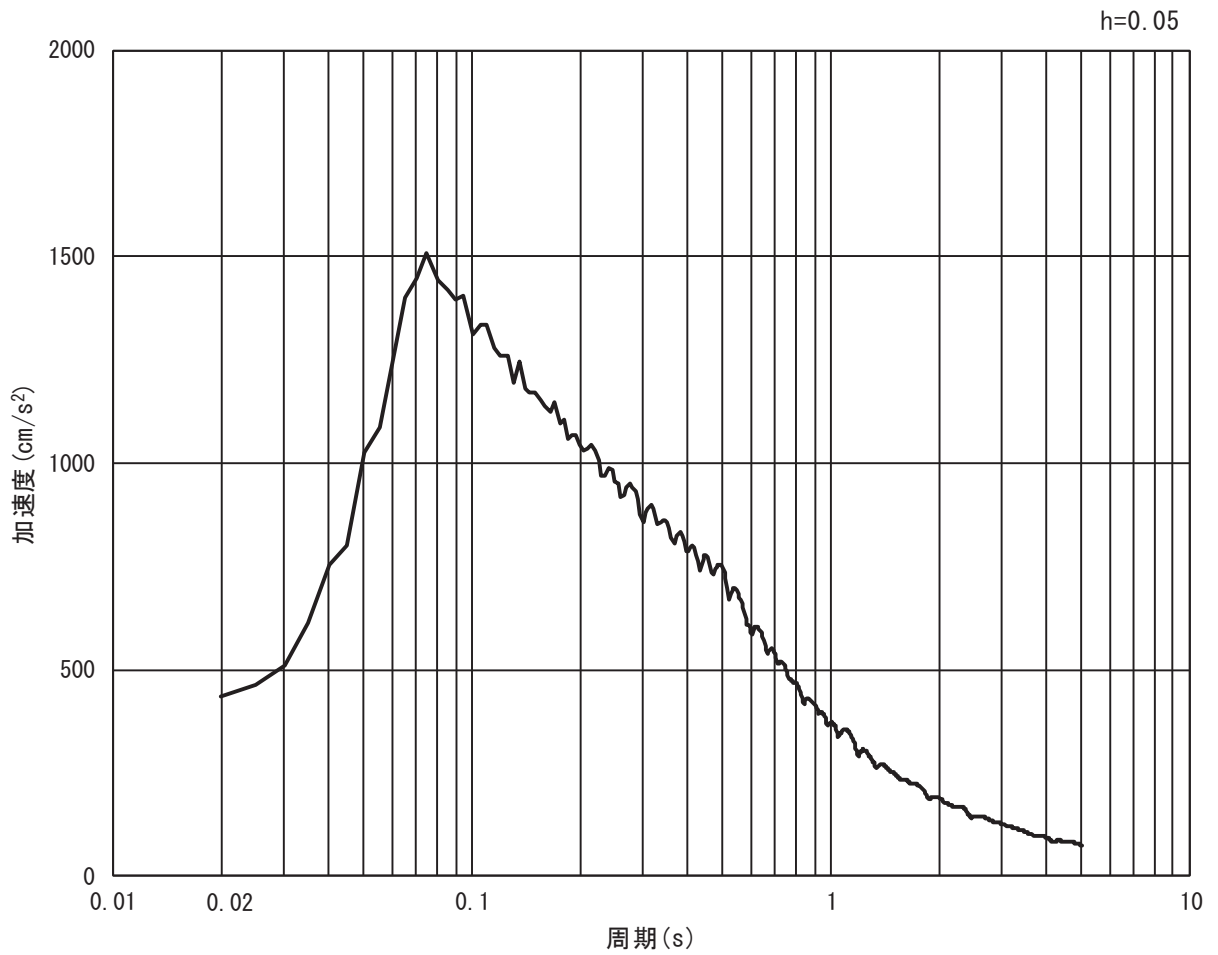


(b) 加速度応答スペクトル

図 3.4-3(1) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル  
(水平方向 : S s - D 1)



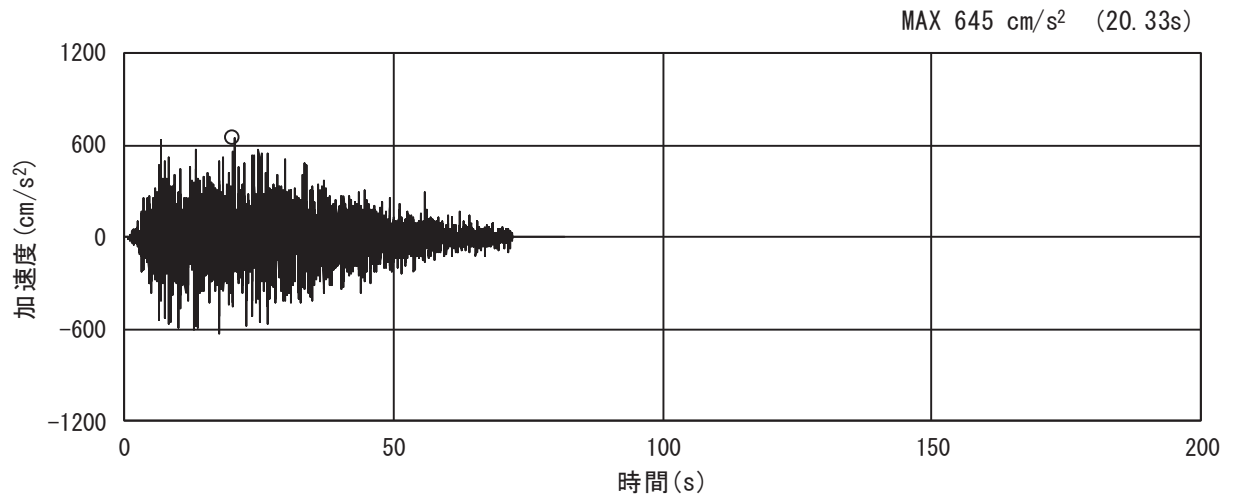
(a) 加速度時刻歴波形



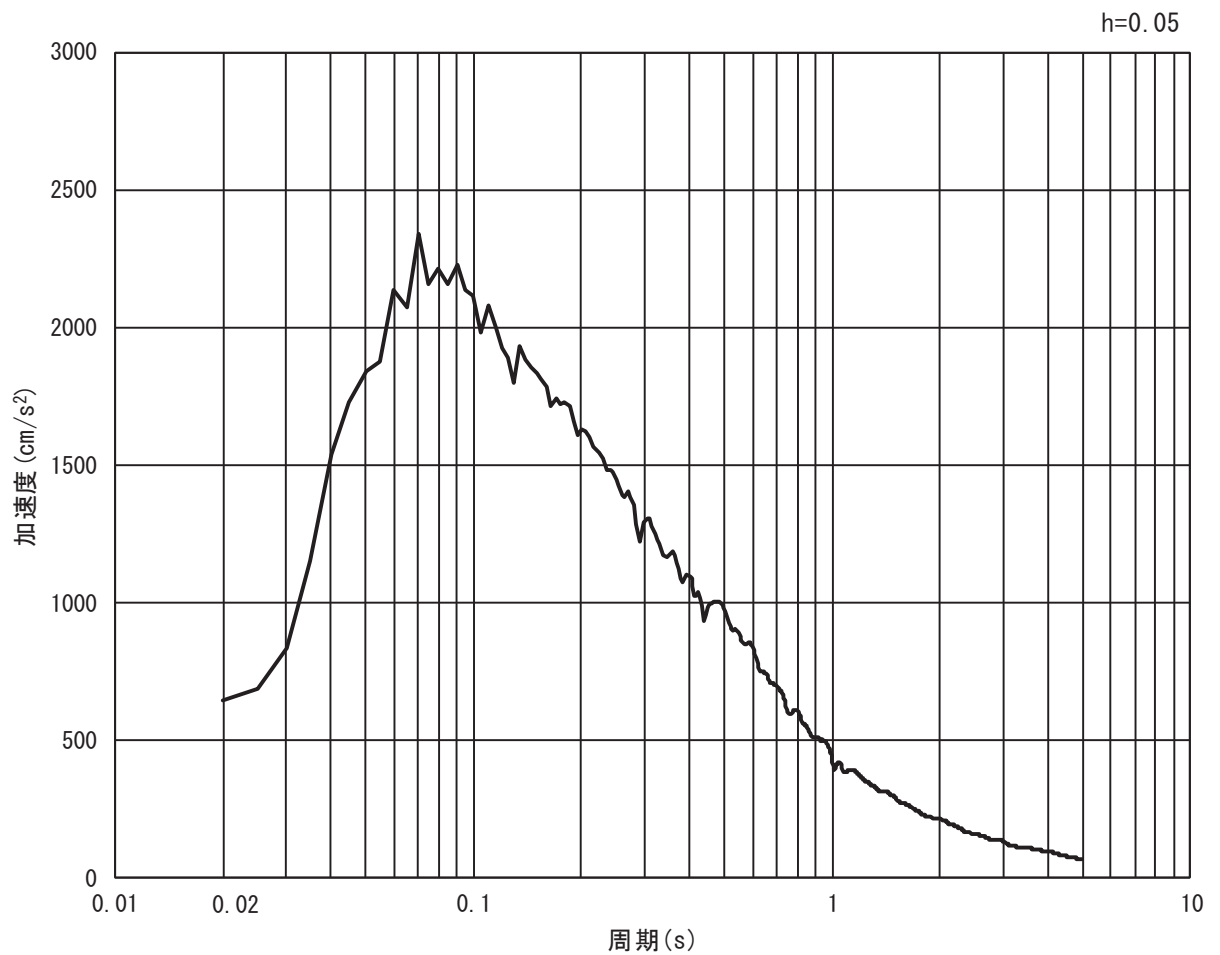
(b) 加速度応答スペクトル

図 3.4-3(2) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル  
(鉛直方向: S s - D 1)



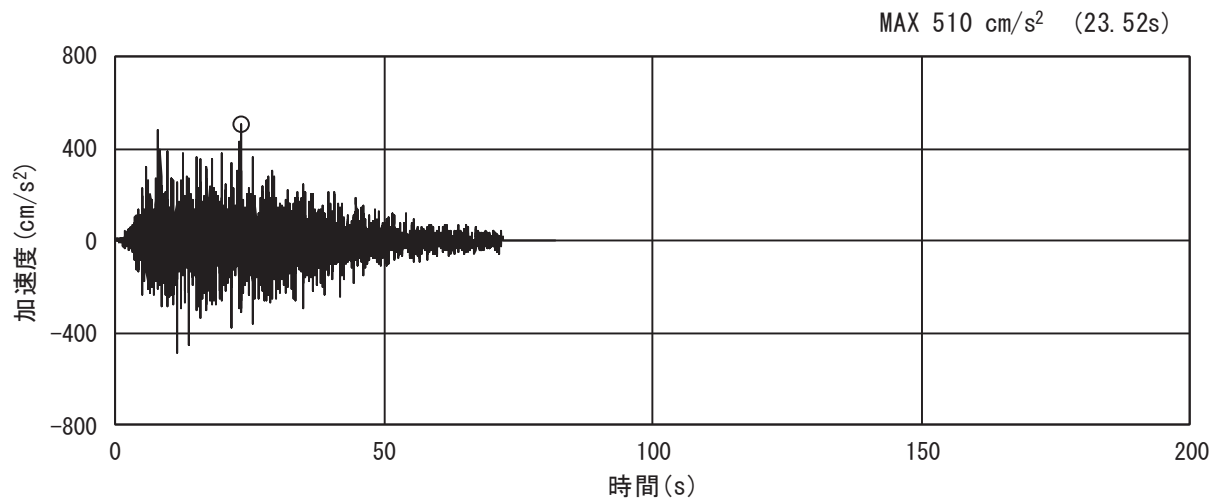


(a) 加速度時刻歴波形

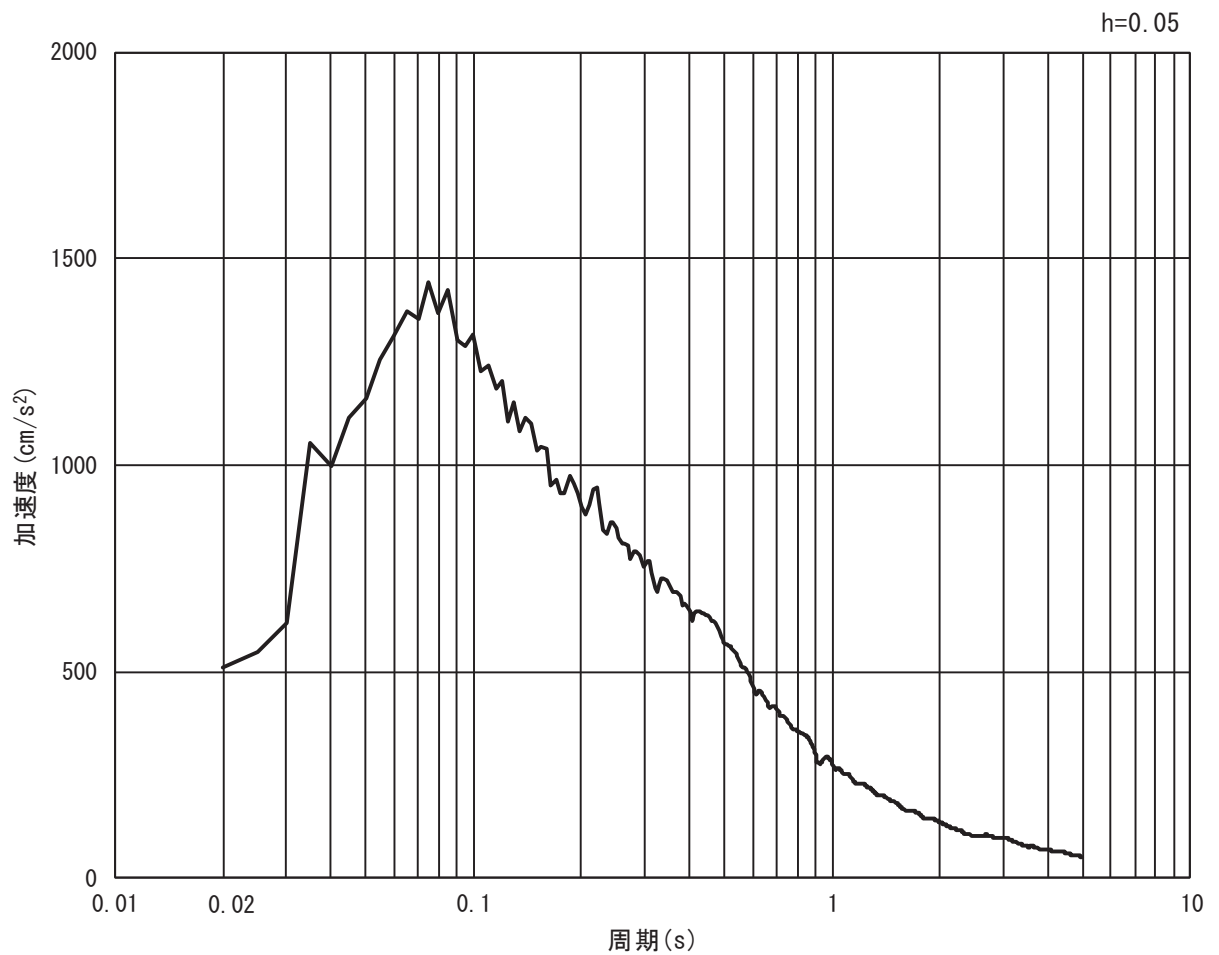


(b) 加速度応答スペクトル

図 3.4-3(3) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル  
(水平方向 : S s - D 2)

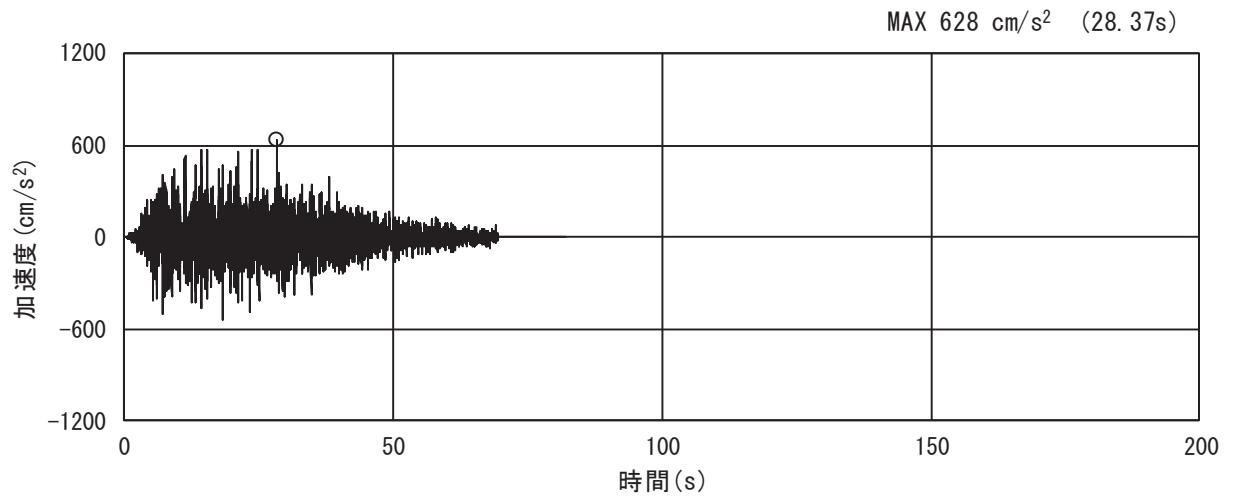


(a) 加速度時刻歴波形

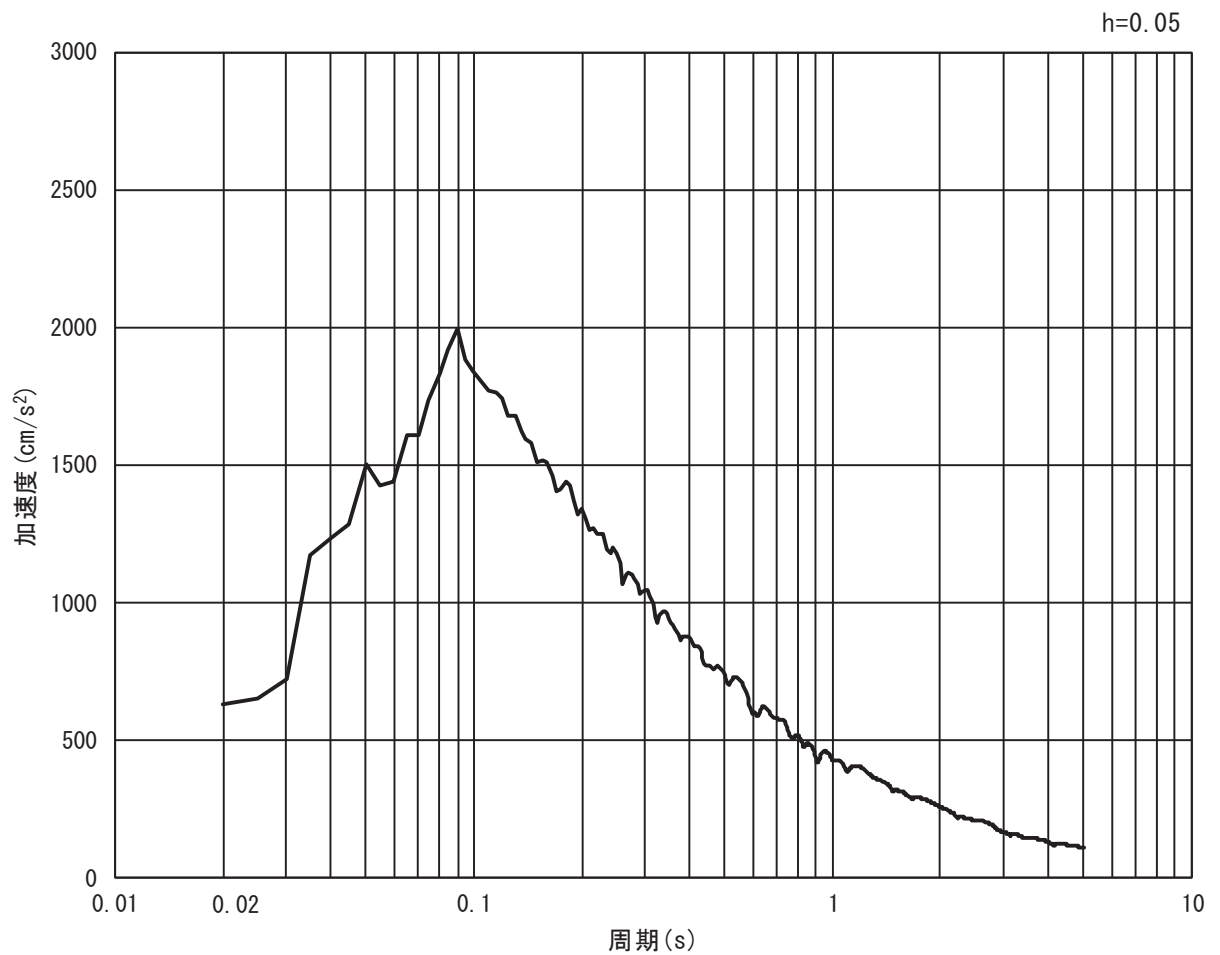


(b) 加速度応答スペクトル

図 3.4-3(4) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル  
(鉛直方向：S s - D 2)

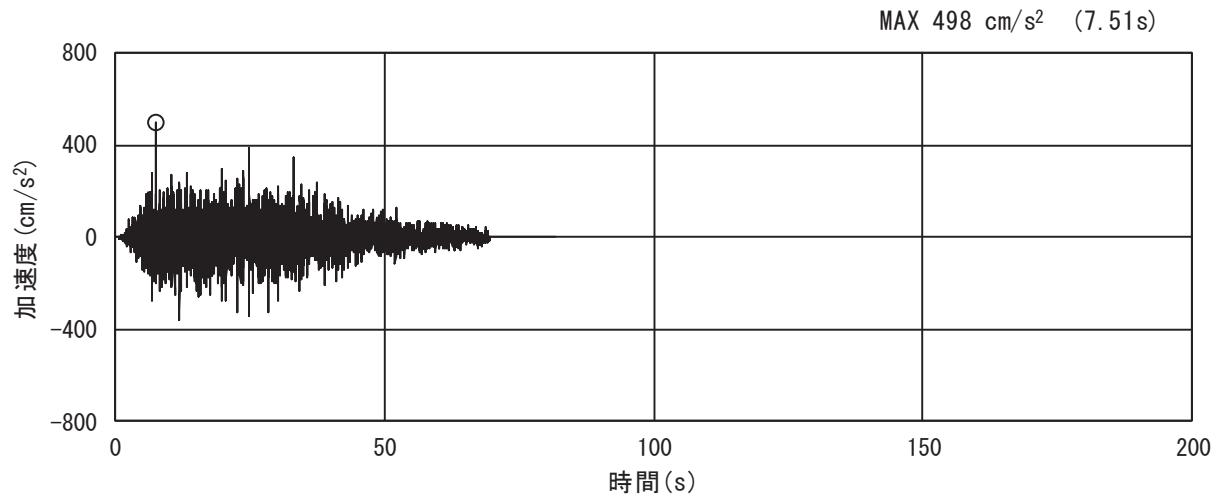


(a) 加速度時刻歴波形

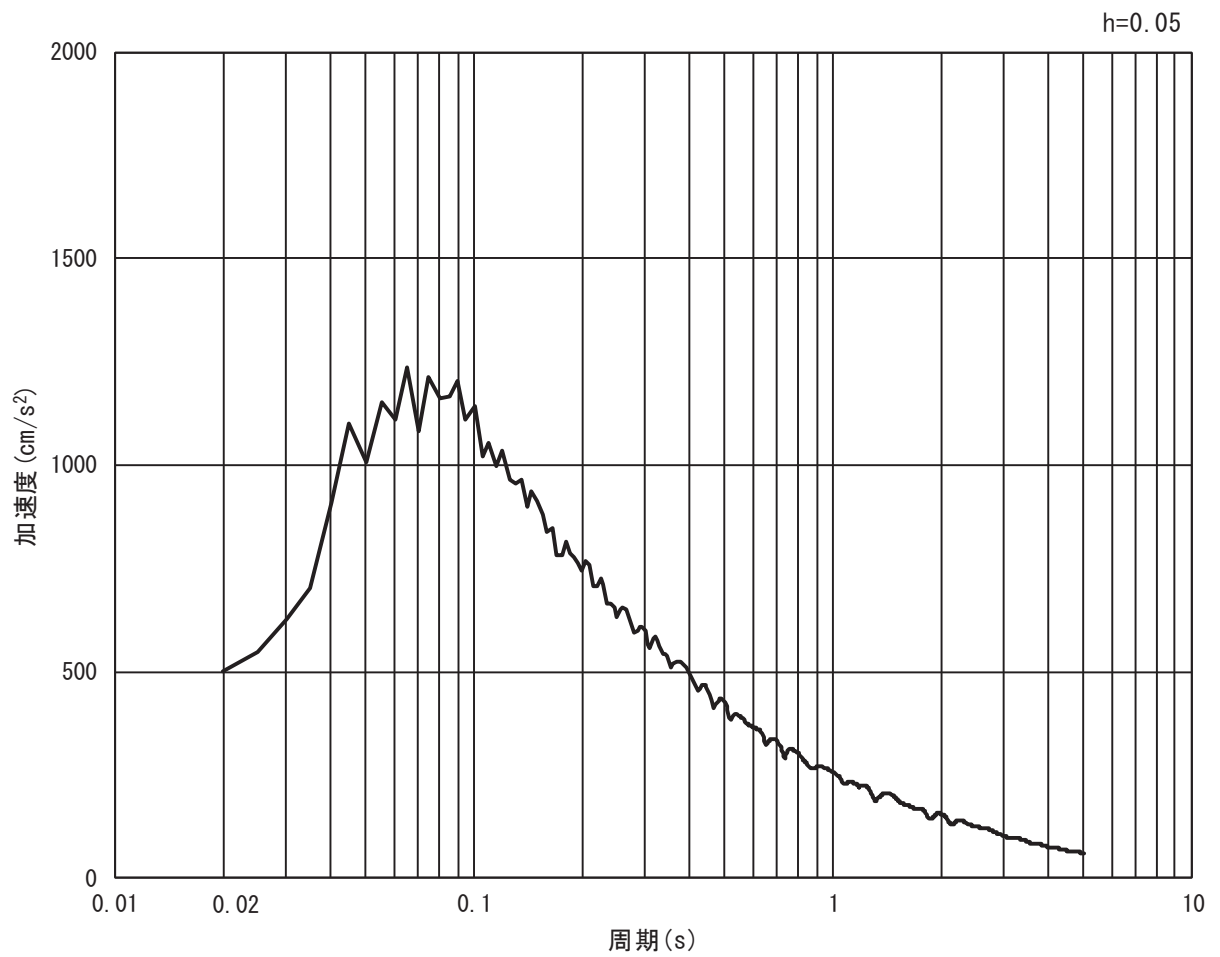


(b) 加速度応答スペクトル

図 3.4-3(5) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル  
(水平方向 : S s - D 3)

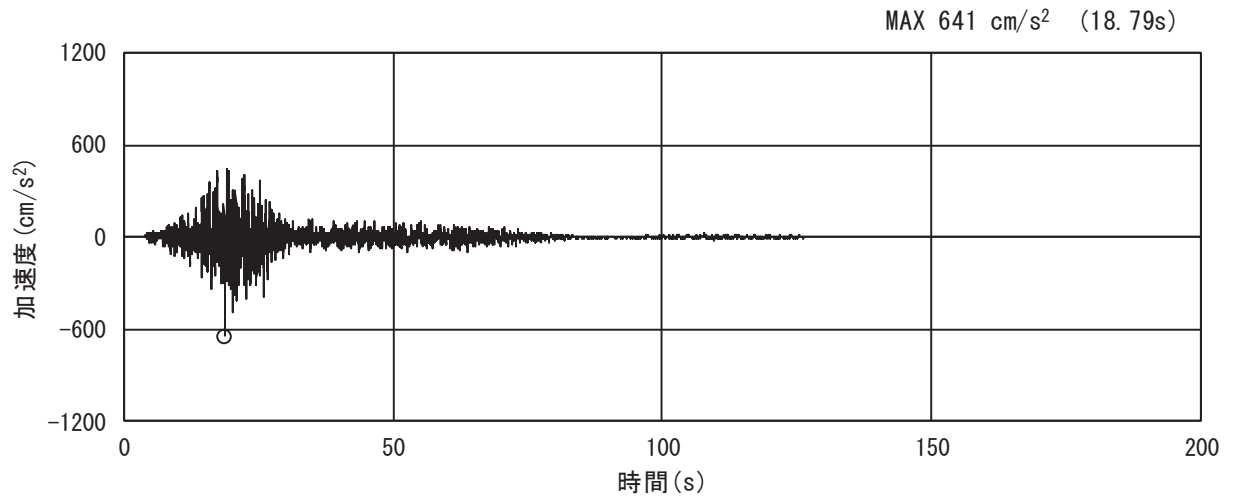


(a) 加速度時刻歴波形

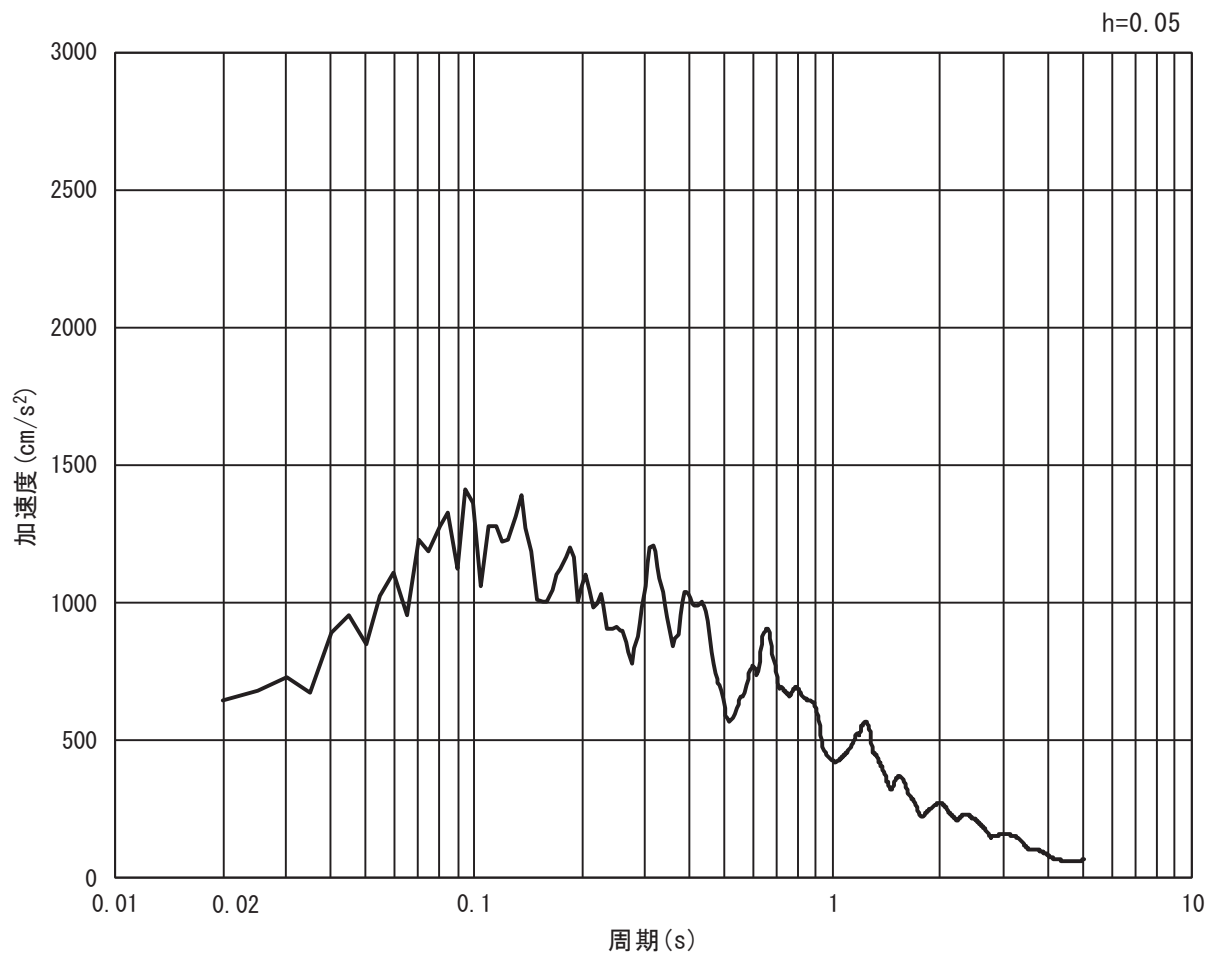


(b) 加速度応答スペクトル

図 3.4-3(6) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル  
(鉛直方向：S s - D 3)

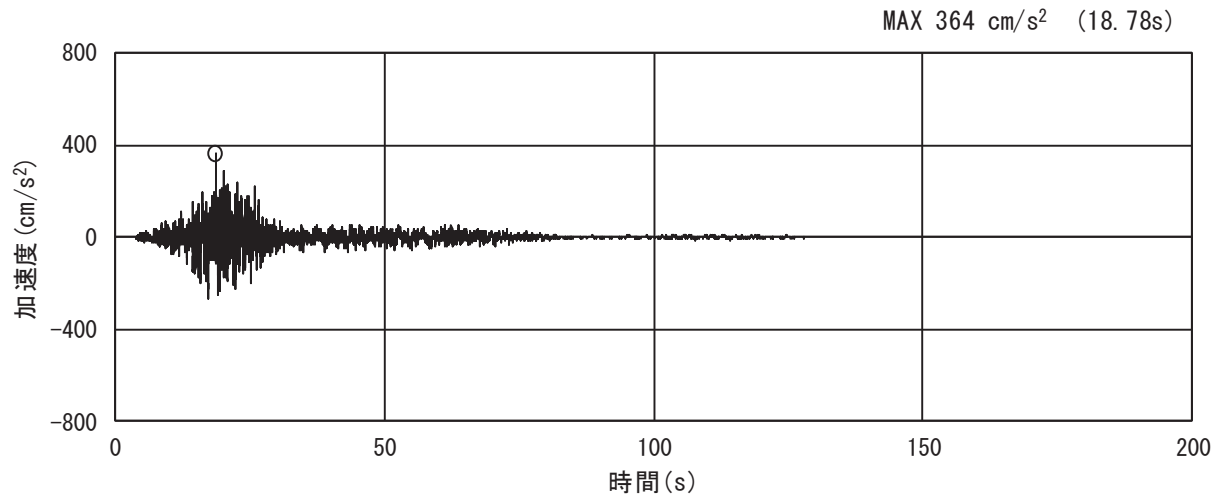


(a) 加速度時刻歴波形

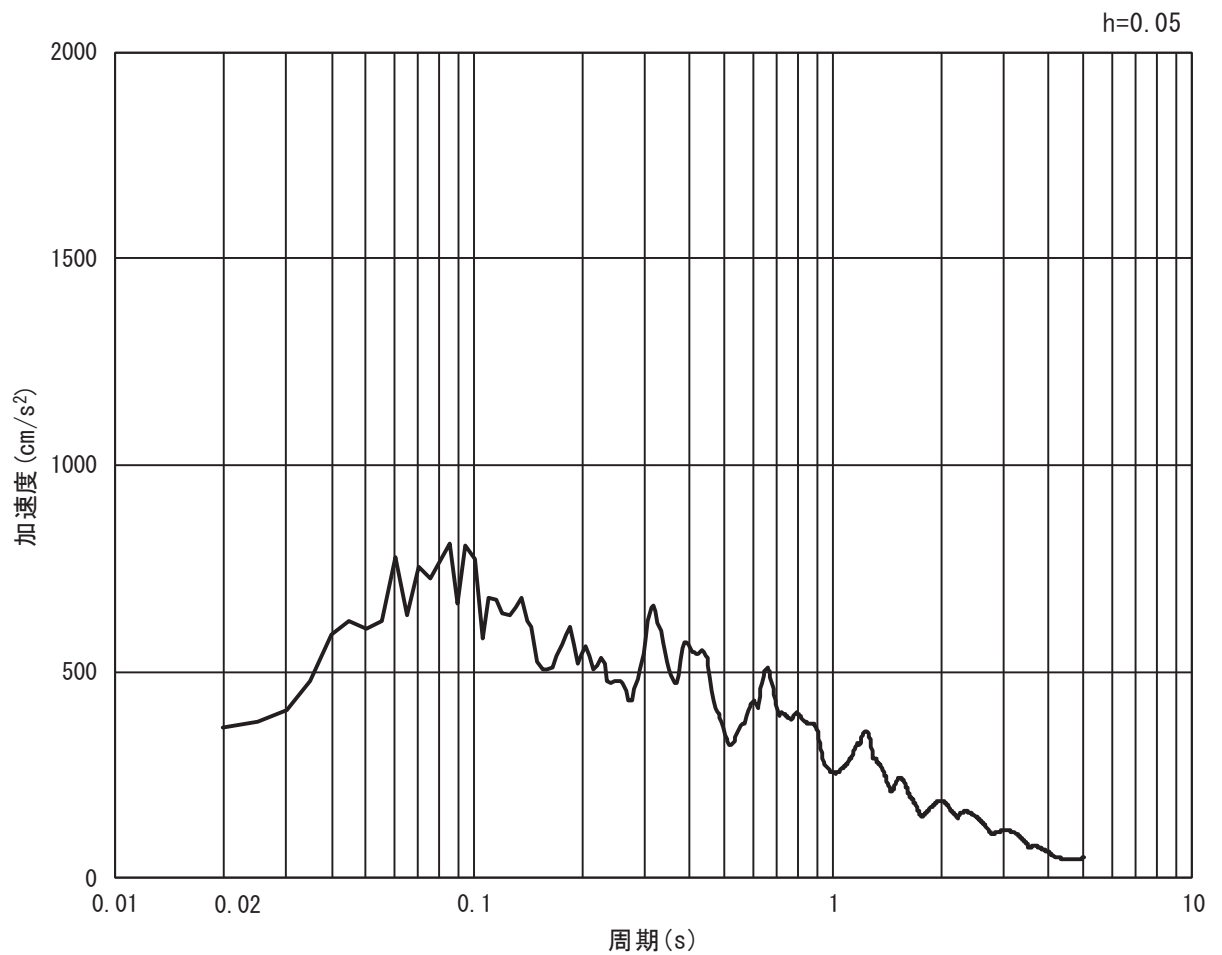


(b) 加速度応答スペクトル

図 3.4-3(7) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル  
(水平方向 : S s - F 1)

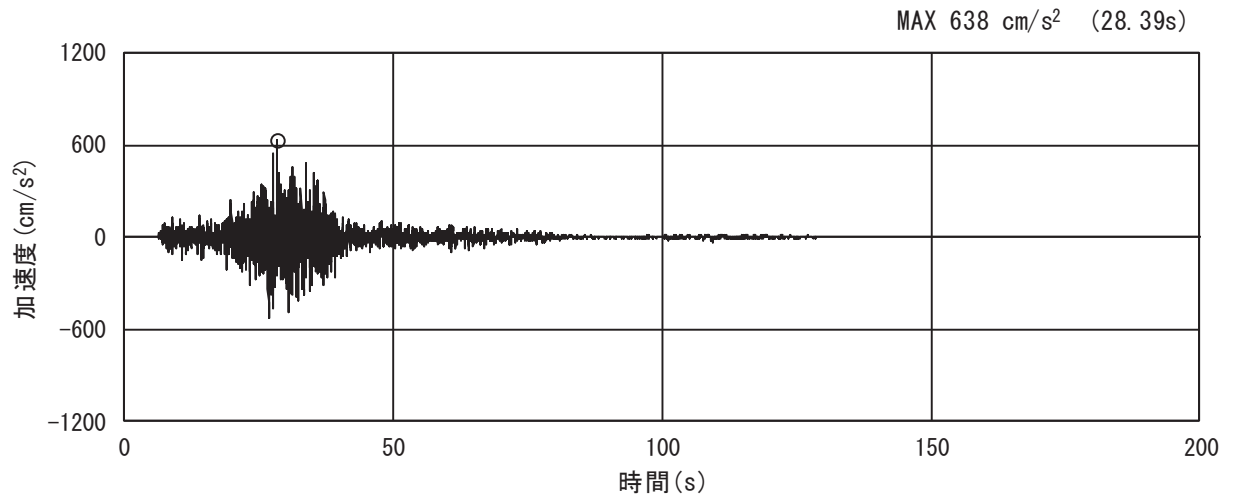


(a) 加速度時刻歴波形

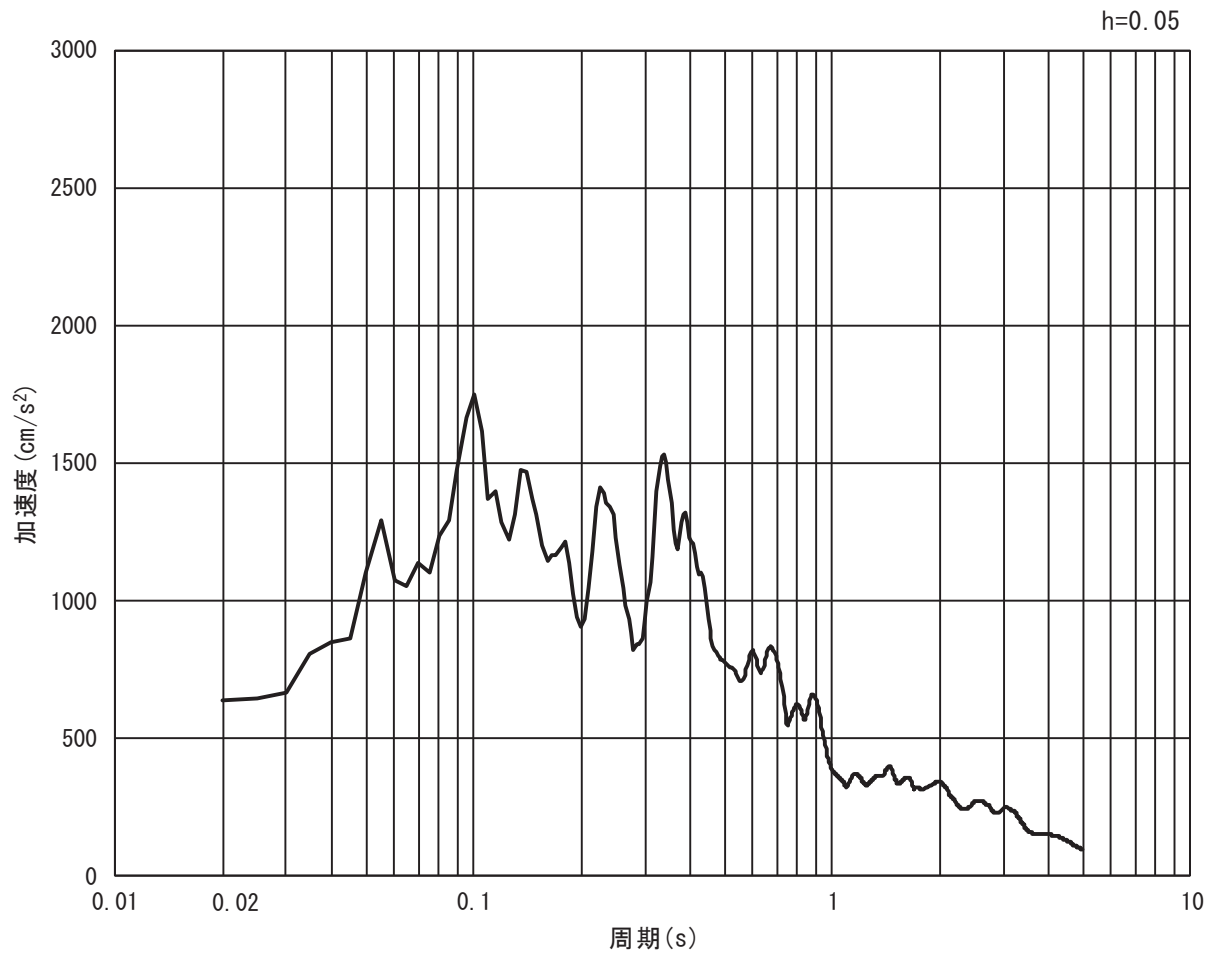


(b) 加速度応答スペクトル

図 3.4-3(8) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル  
(鉛直方向：S s - F 1)

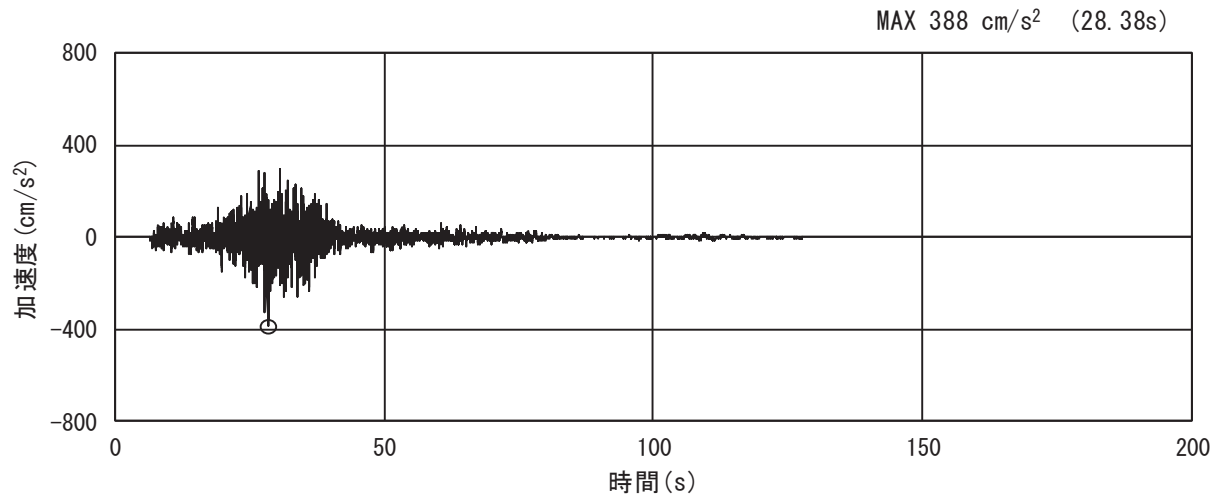


(a) 加速度時刻歴波形

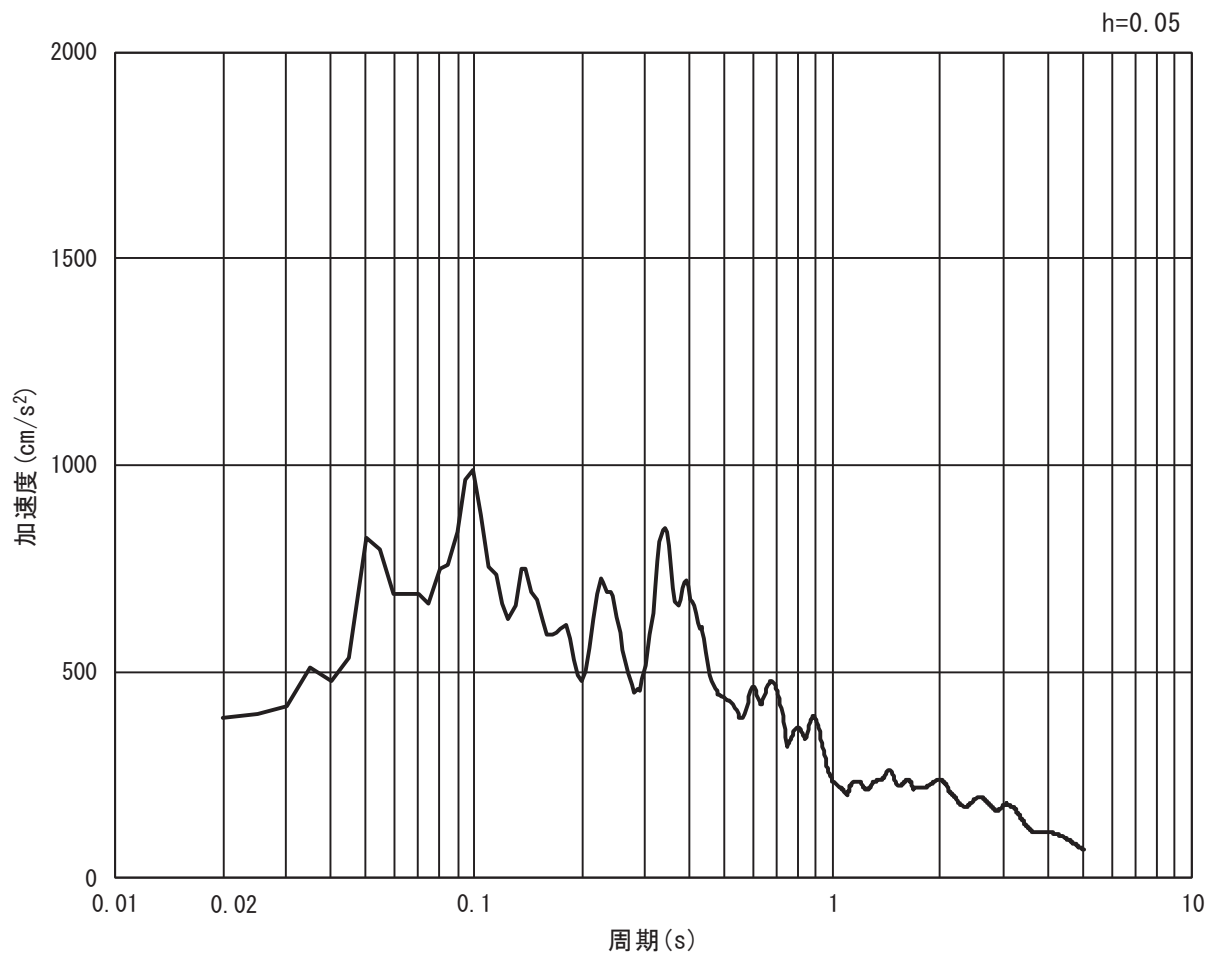


(b) 加速度応答スペクトル

図 3.4-3(9) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル  
(水平方向 : S s - F 2)



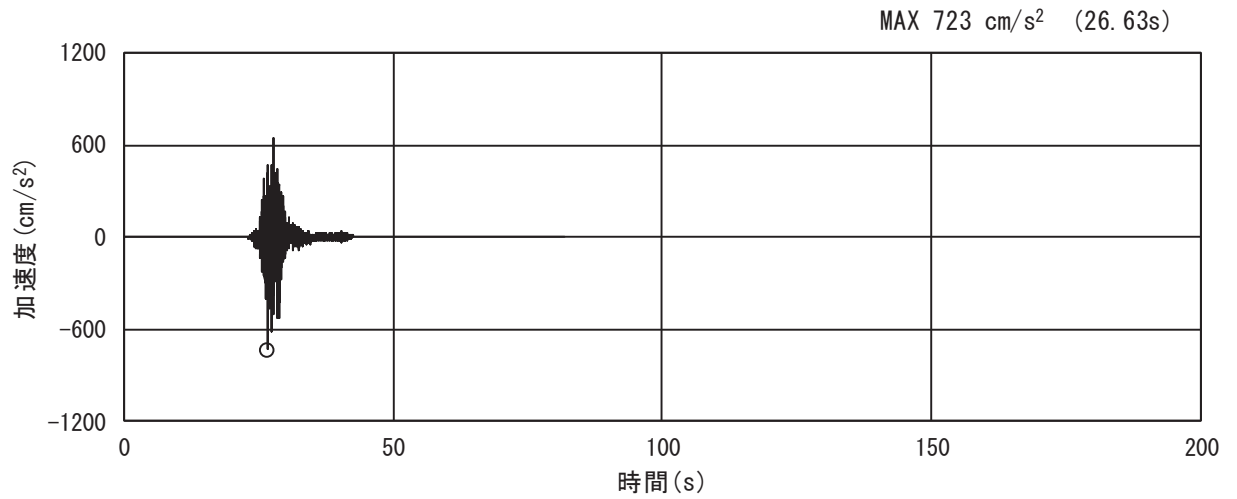
(a) 加速度時刻歴波形



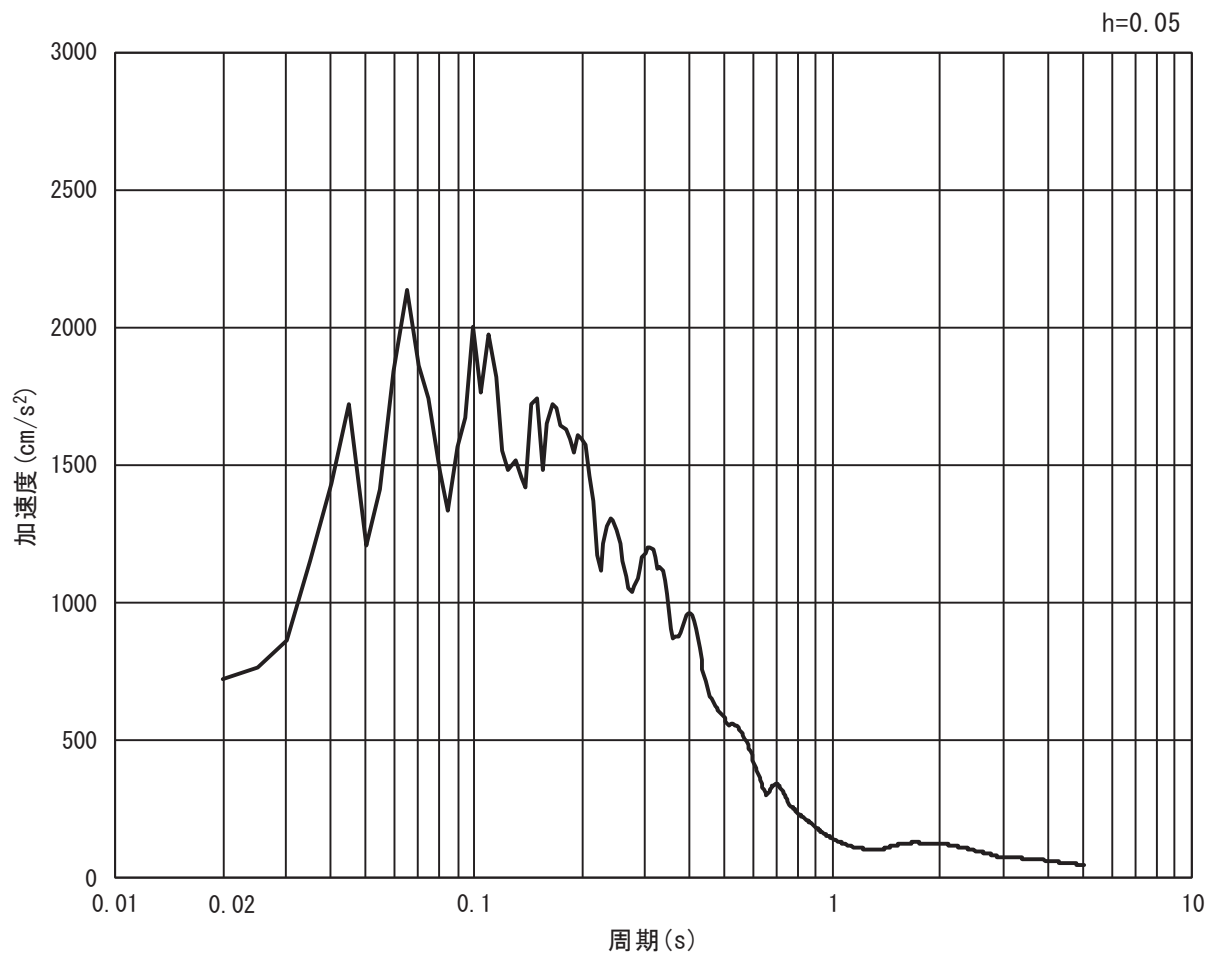
(b) 加速度応答スペクトル

図 3.4-3(10) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル  
(鉛直方向: S s - F 2)



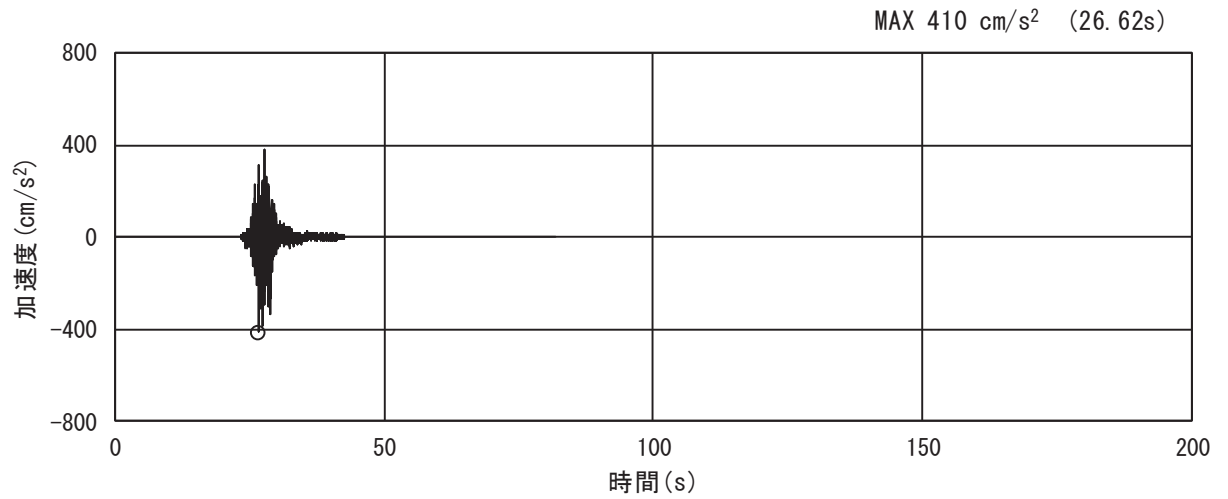


(a) 加速度時刻歴波形

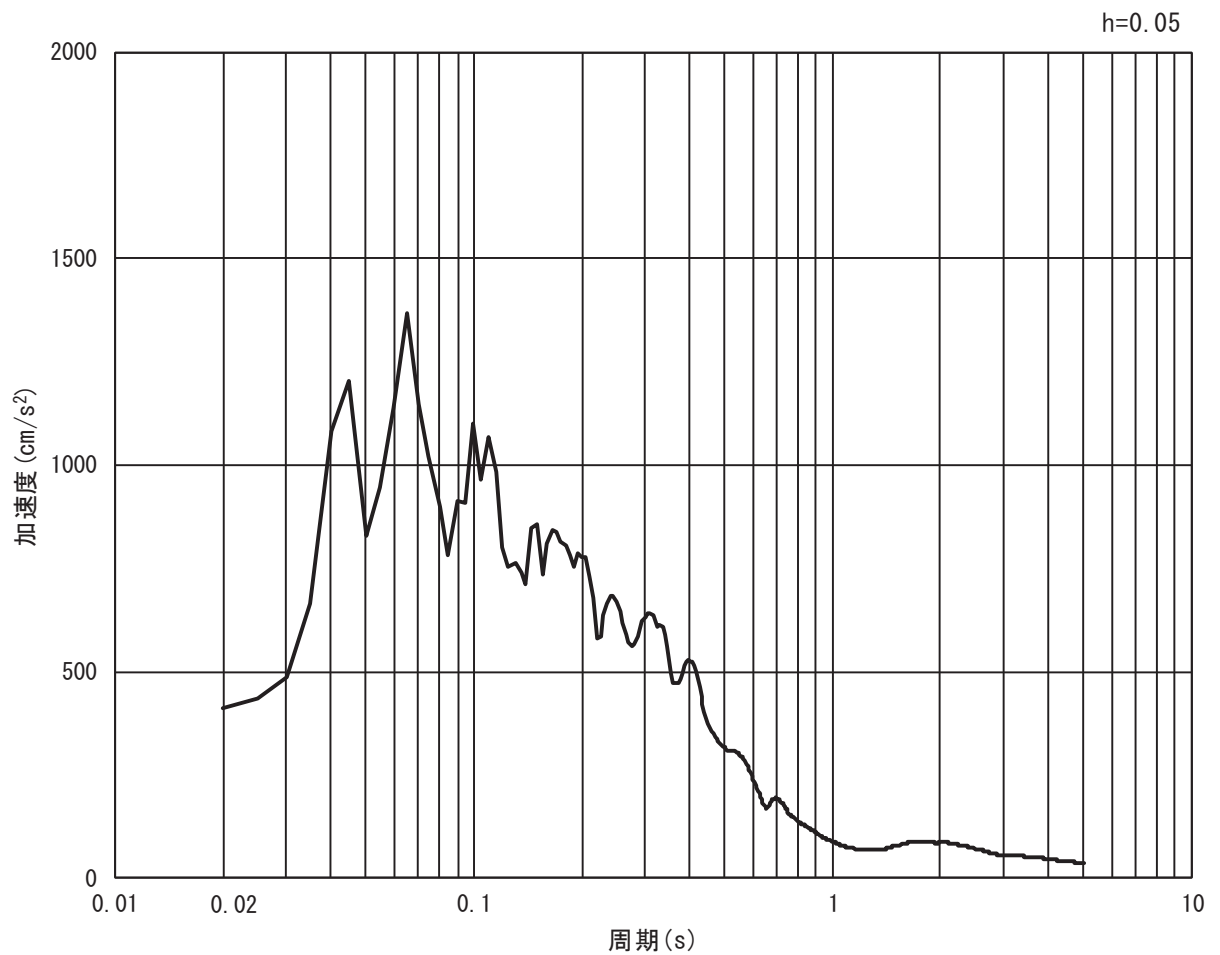


(b) 加速度応答スペクトル

図 3.4-3(11) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル  
(水平方向 : S s - F 3)

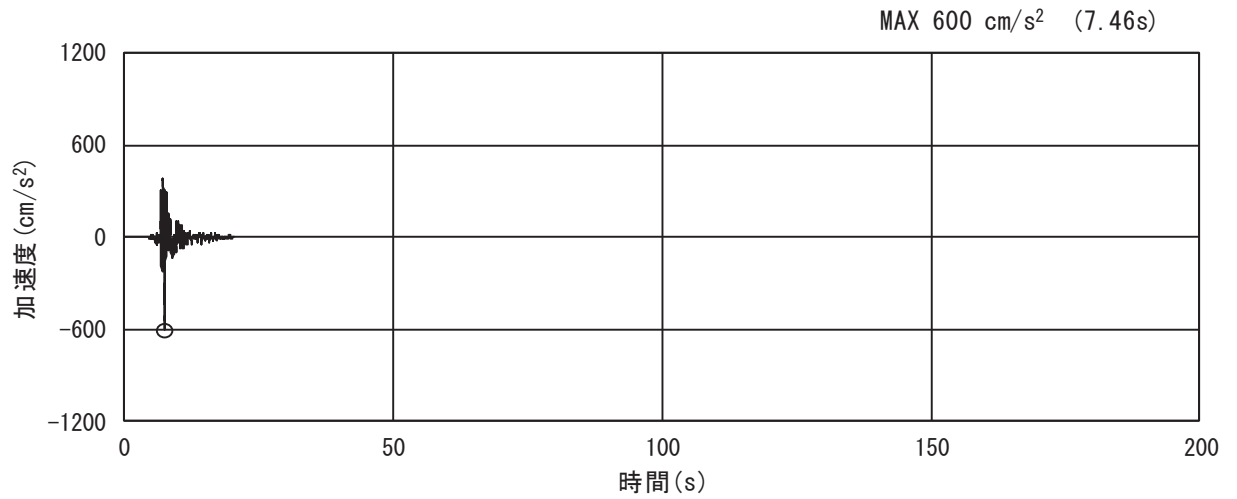


(a) 加速度時刻歴波形

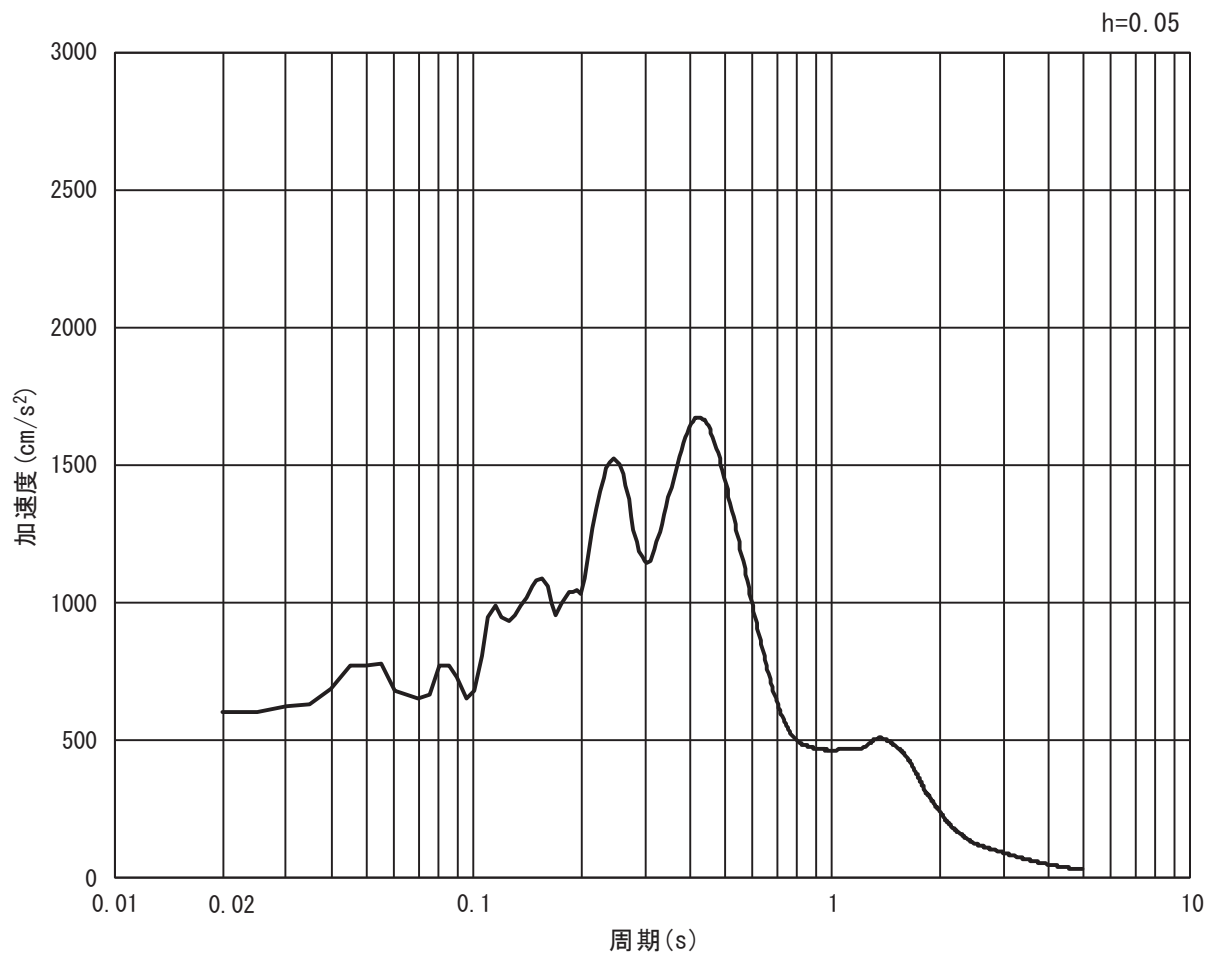


(b) 加速度応答スペクトル

図 3.4-3(12) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル  
(鉛直方向：S s - F 3)

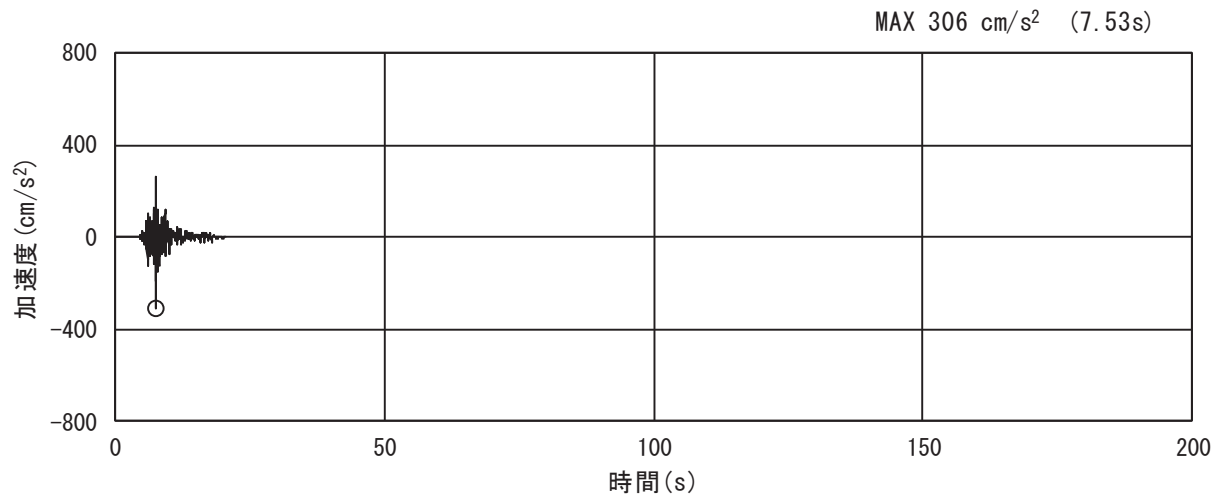


(a) 加速度時刻歴波形

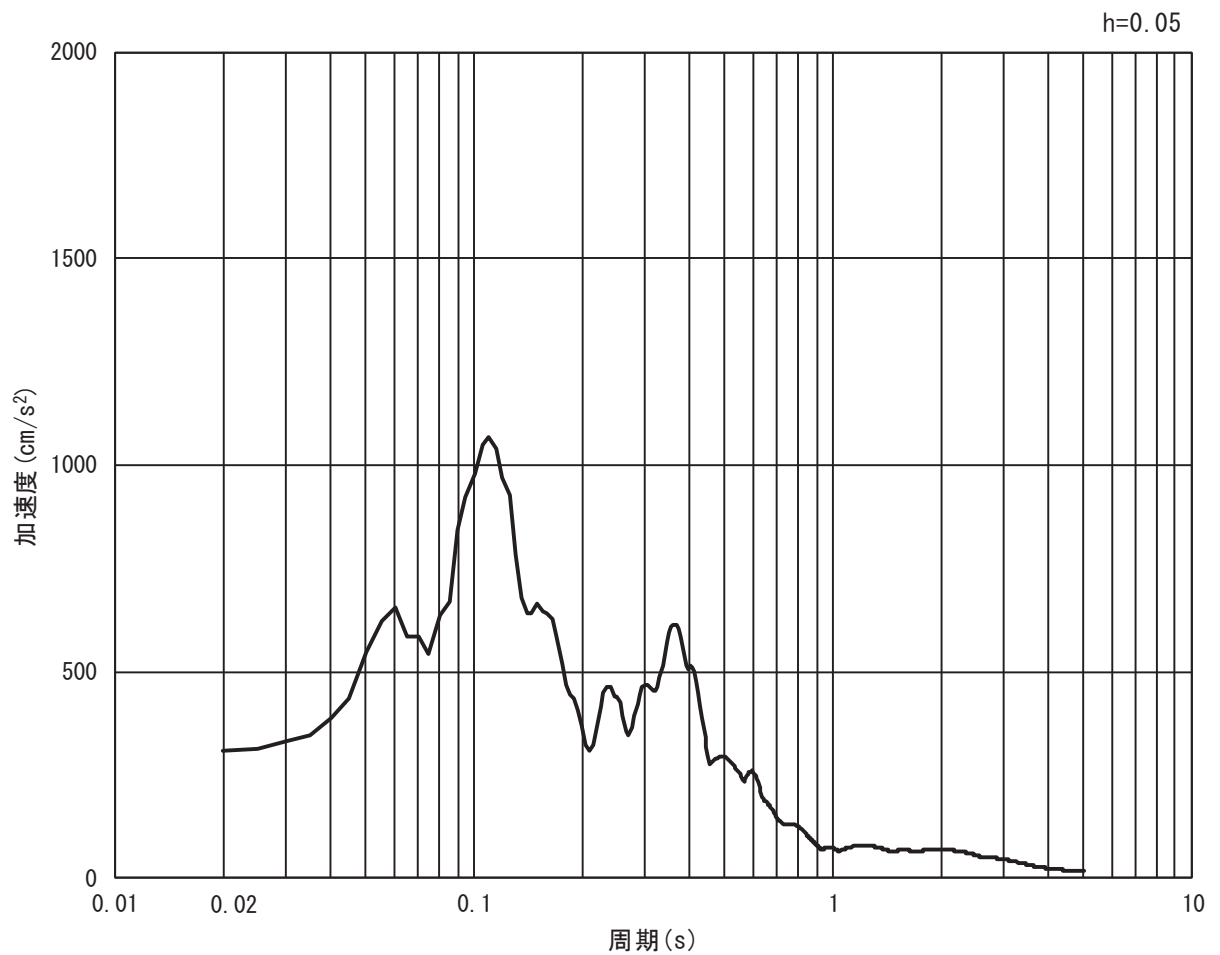


(b) 加速度応答スペクトル

図 3.4-3(13) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル  
(水平方向 : S s - N 1)



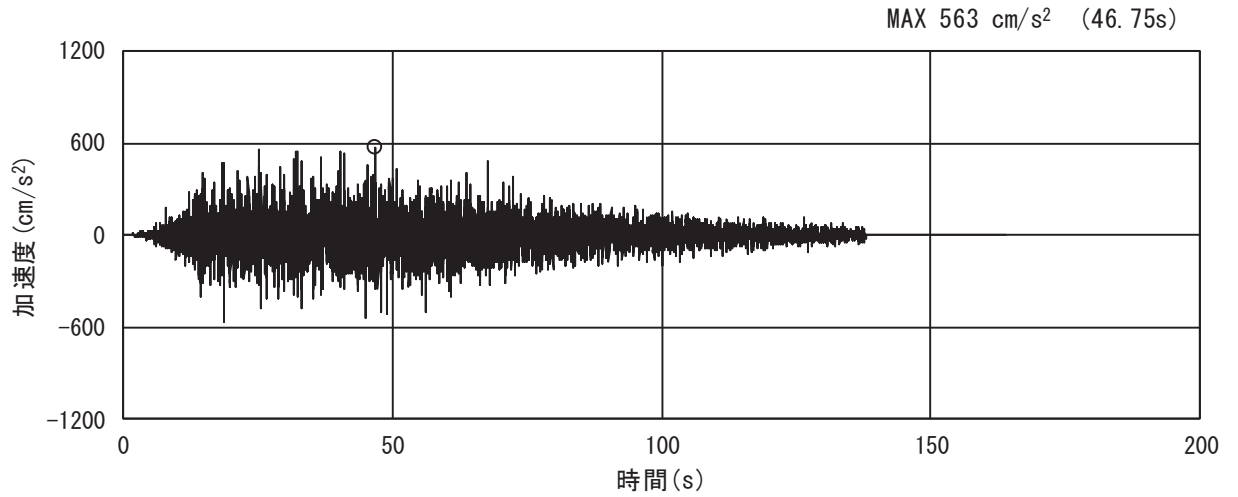
(a) 加速度時刻歴波形



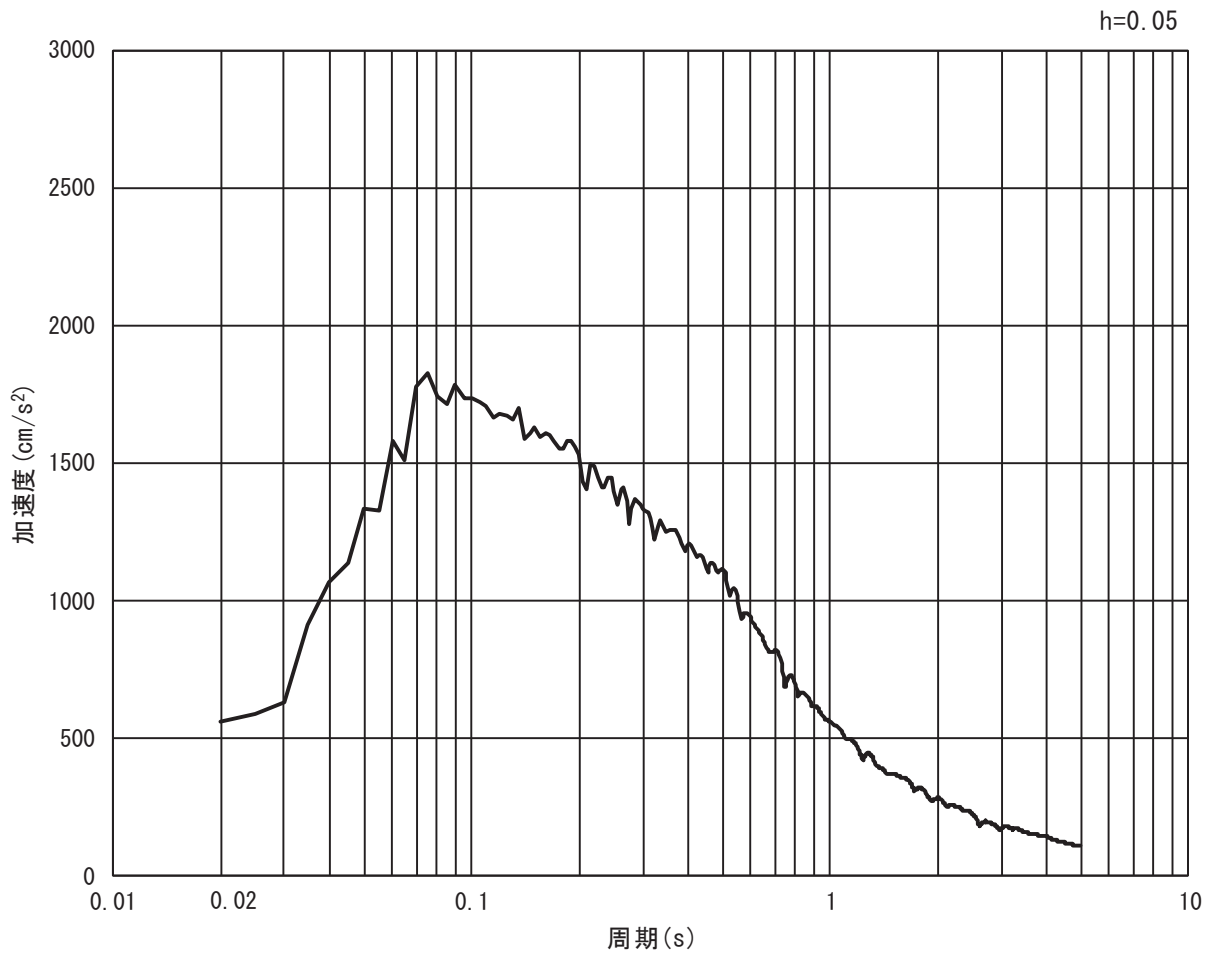
(b) 加速度応答スペクトル

図 3.4-3(14) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル  
(鉛直方向：S s - N 1)

(2) 断面②

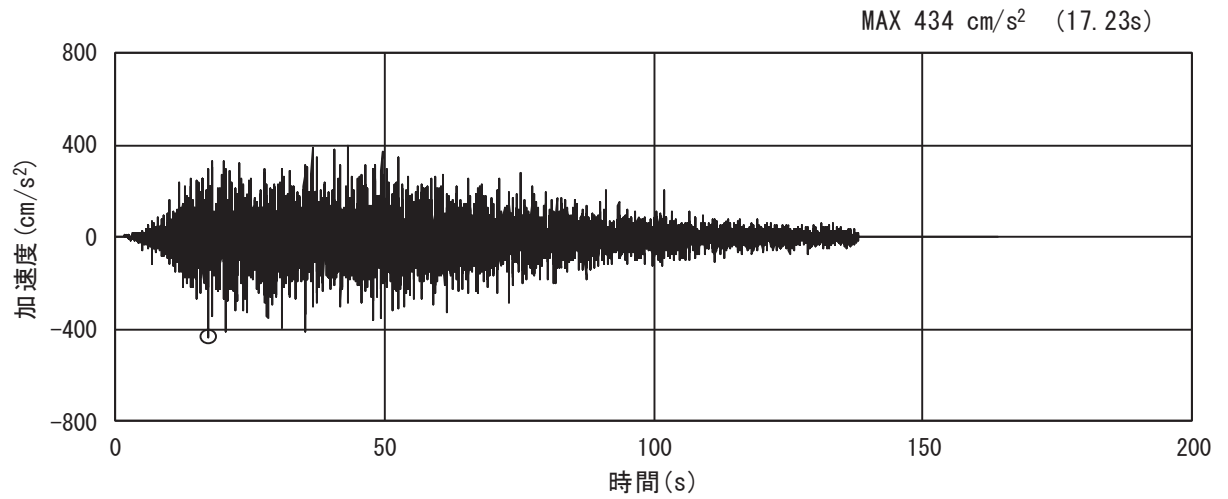


(a) 加速度時刻歴波形

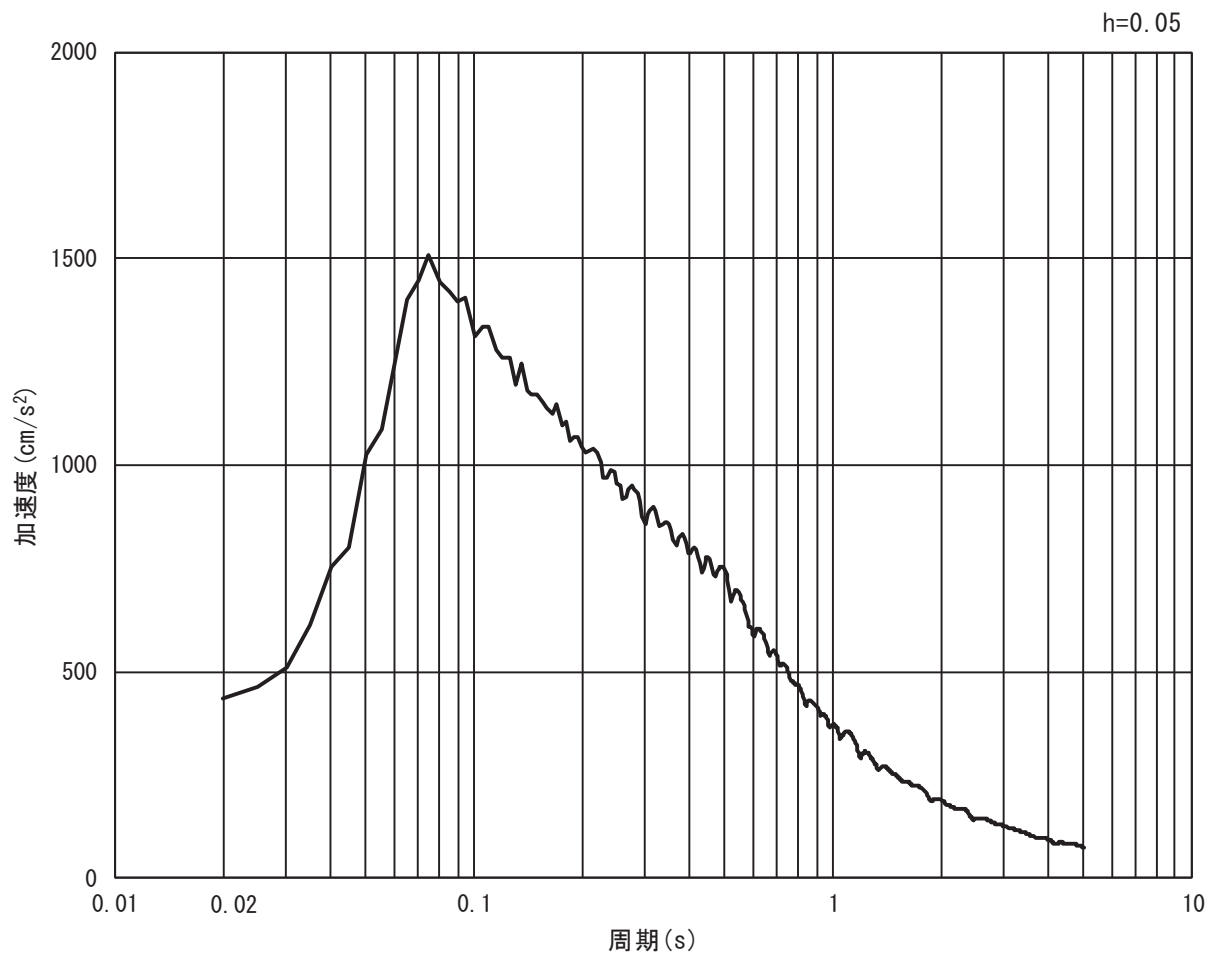


(b) 加速度応答スペクトル

図 3.4-4(1) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル  
(水平方向 : S s - D 1)

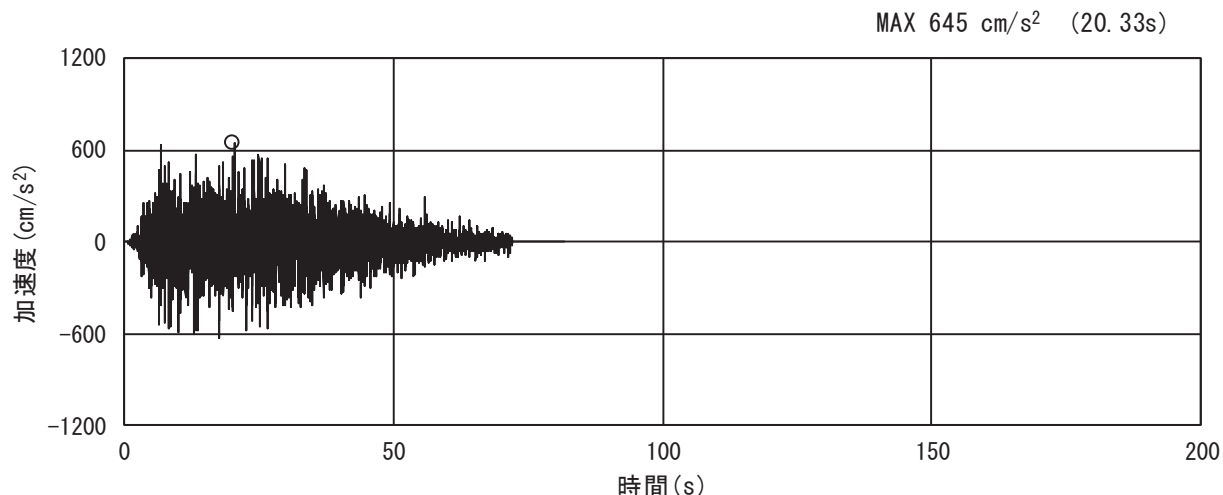


(a) 加速度時刻歴波形

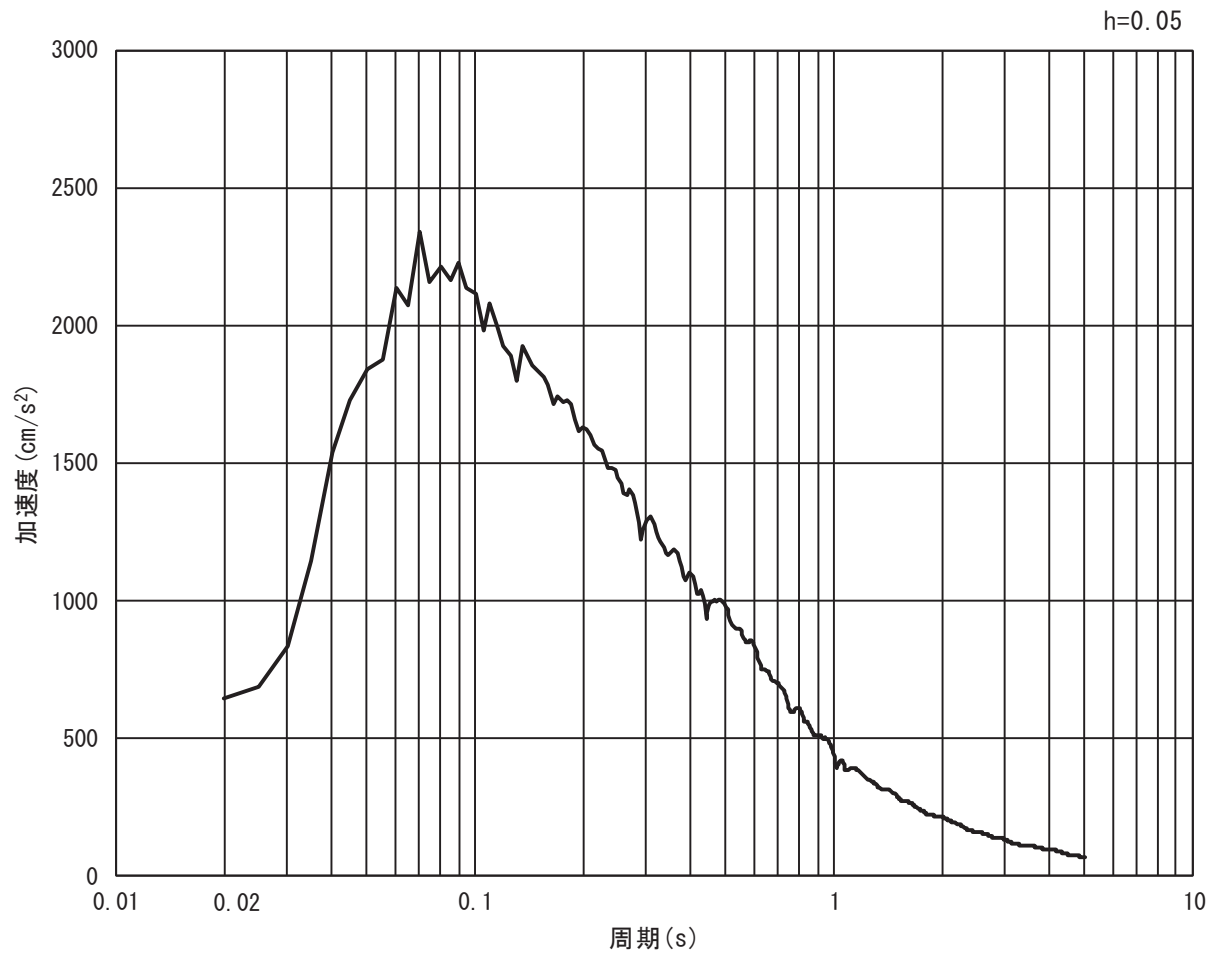


(b) 加速度応答スペクトル

図 3.4-4(2) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル  
(鉛直方向：S s - D 1)

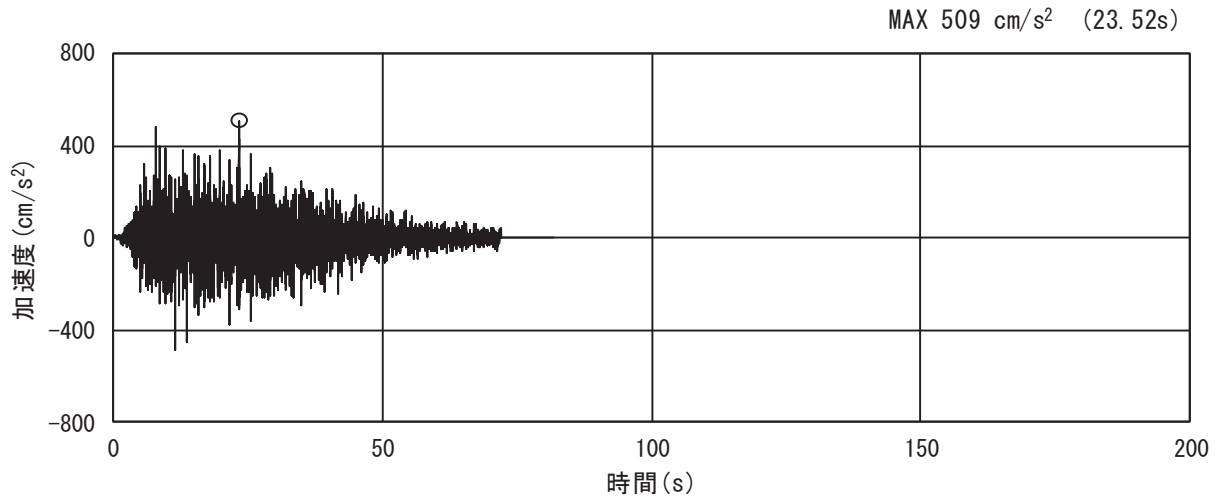


(a) 加速度時刻歴波形

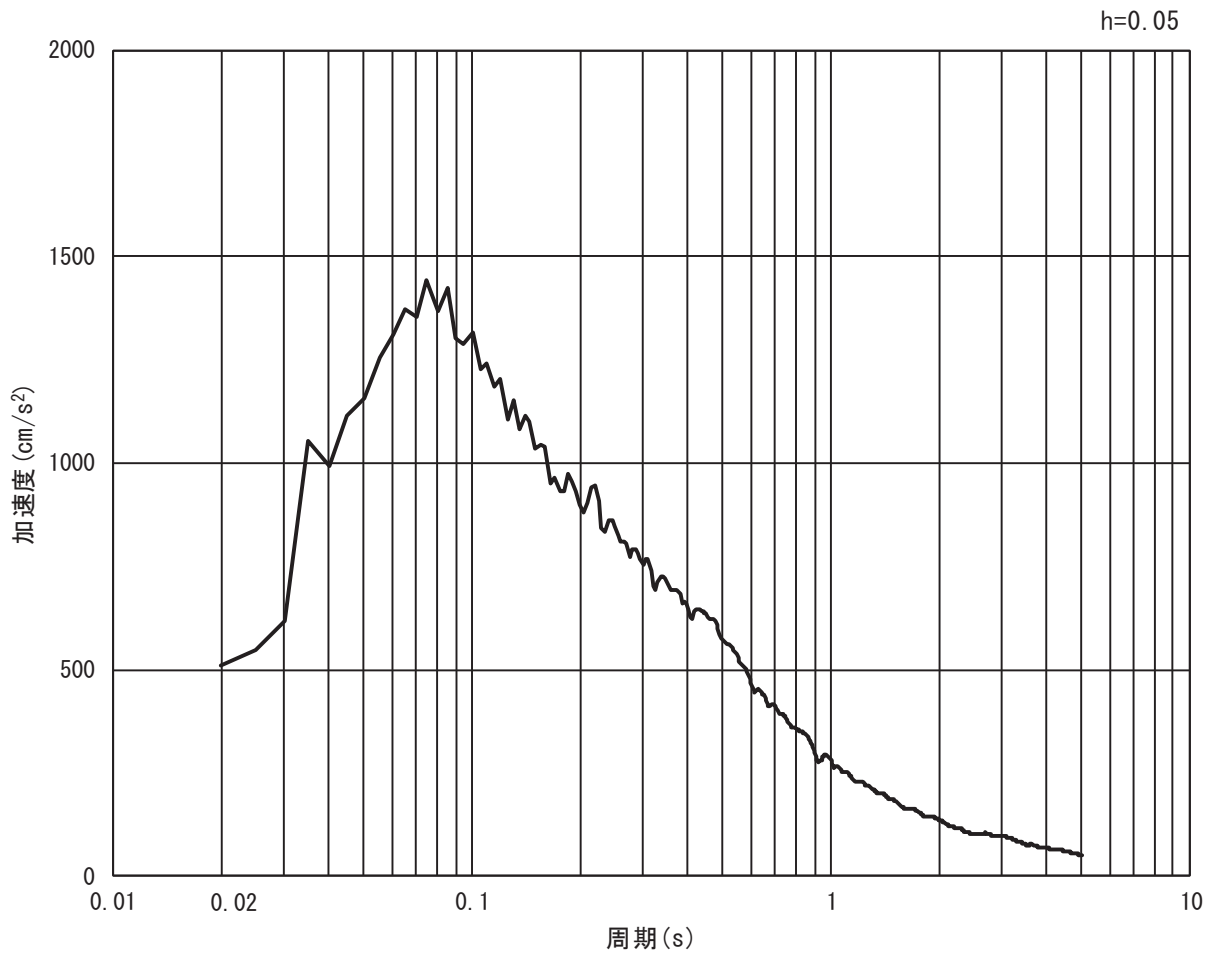


(b) 加速度応答スペクトル

図 3.4-4(3) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル  
(水平方向 :  $S_s - D_2$ )



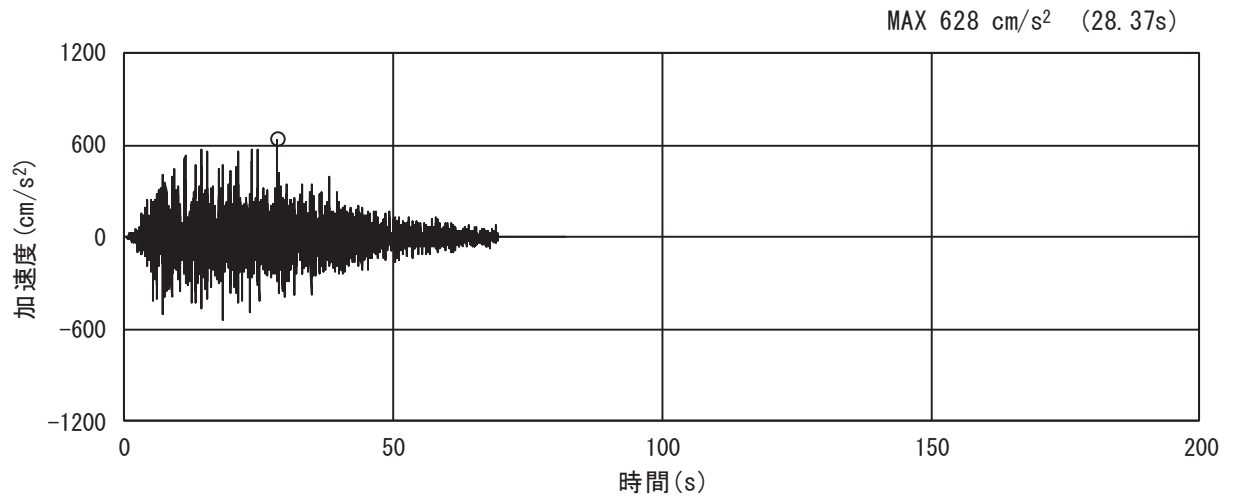
(a) 加速度時刻歴波形



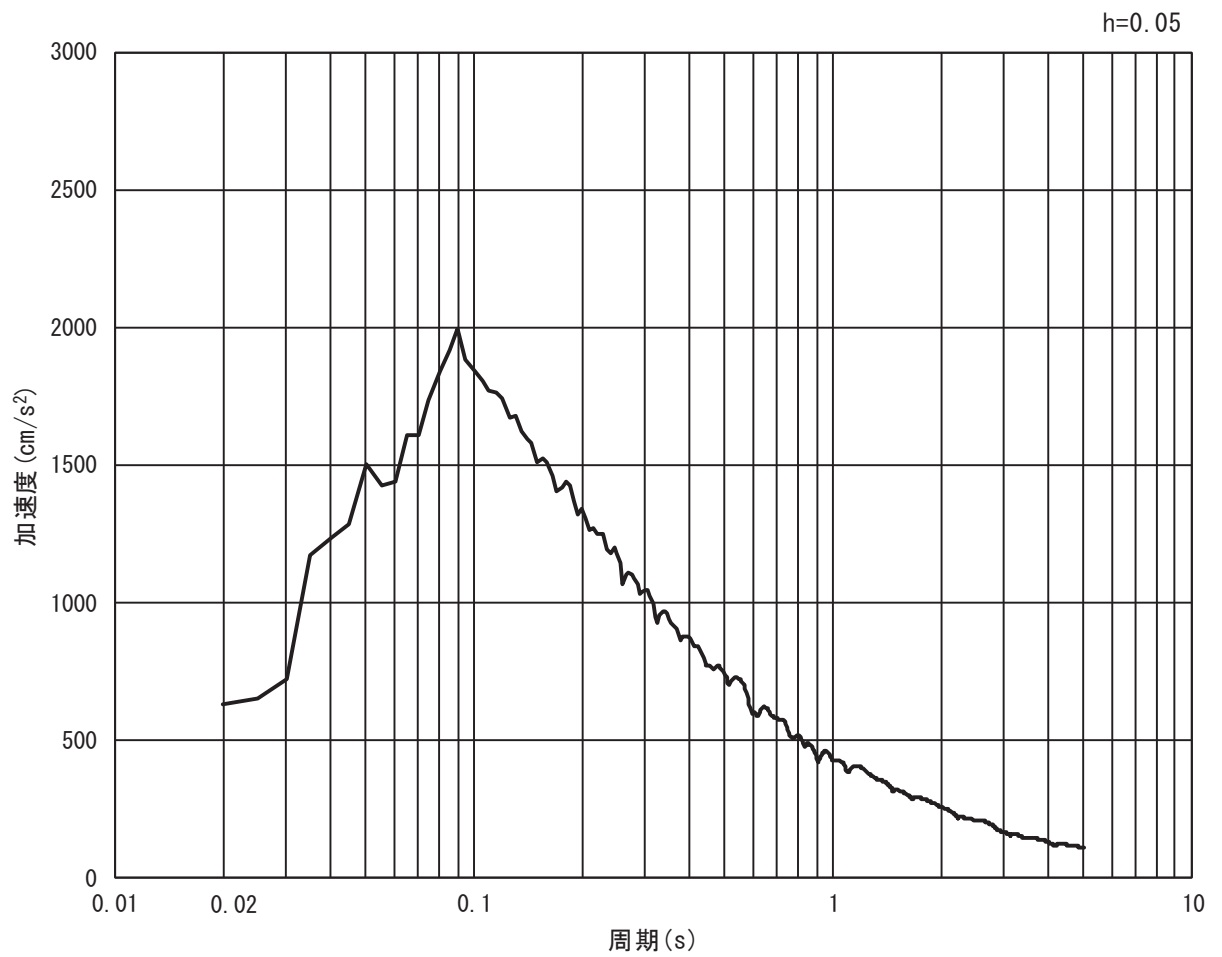
(b) 加速度応答スペクトル

図 3.4-4(4) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル  
(鉛直方向：S s - D 2)



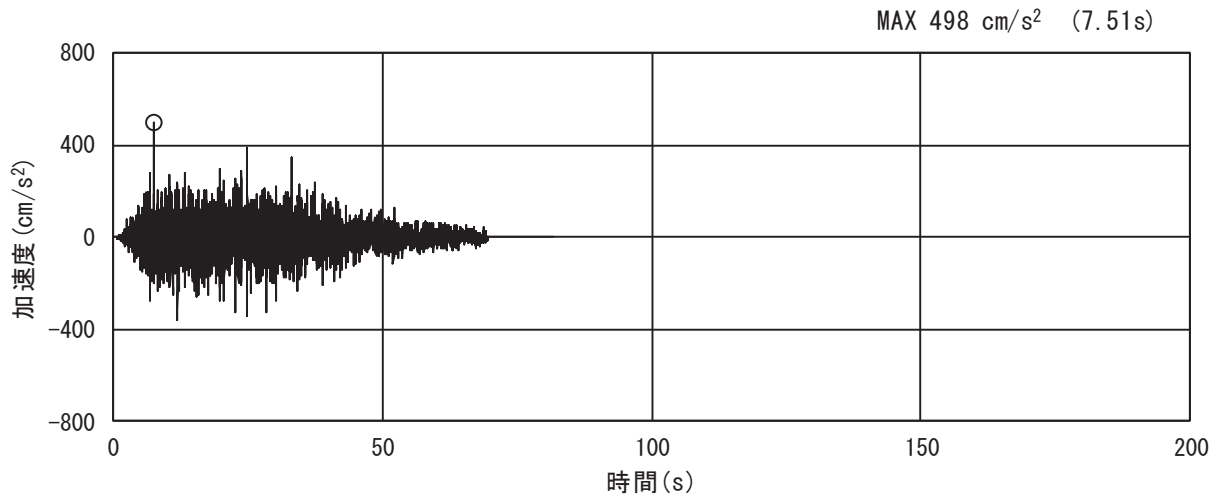


(a) 加速度時刻歴波形

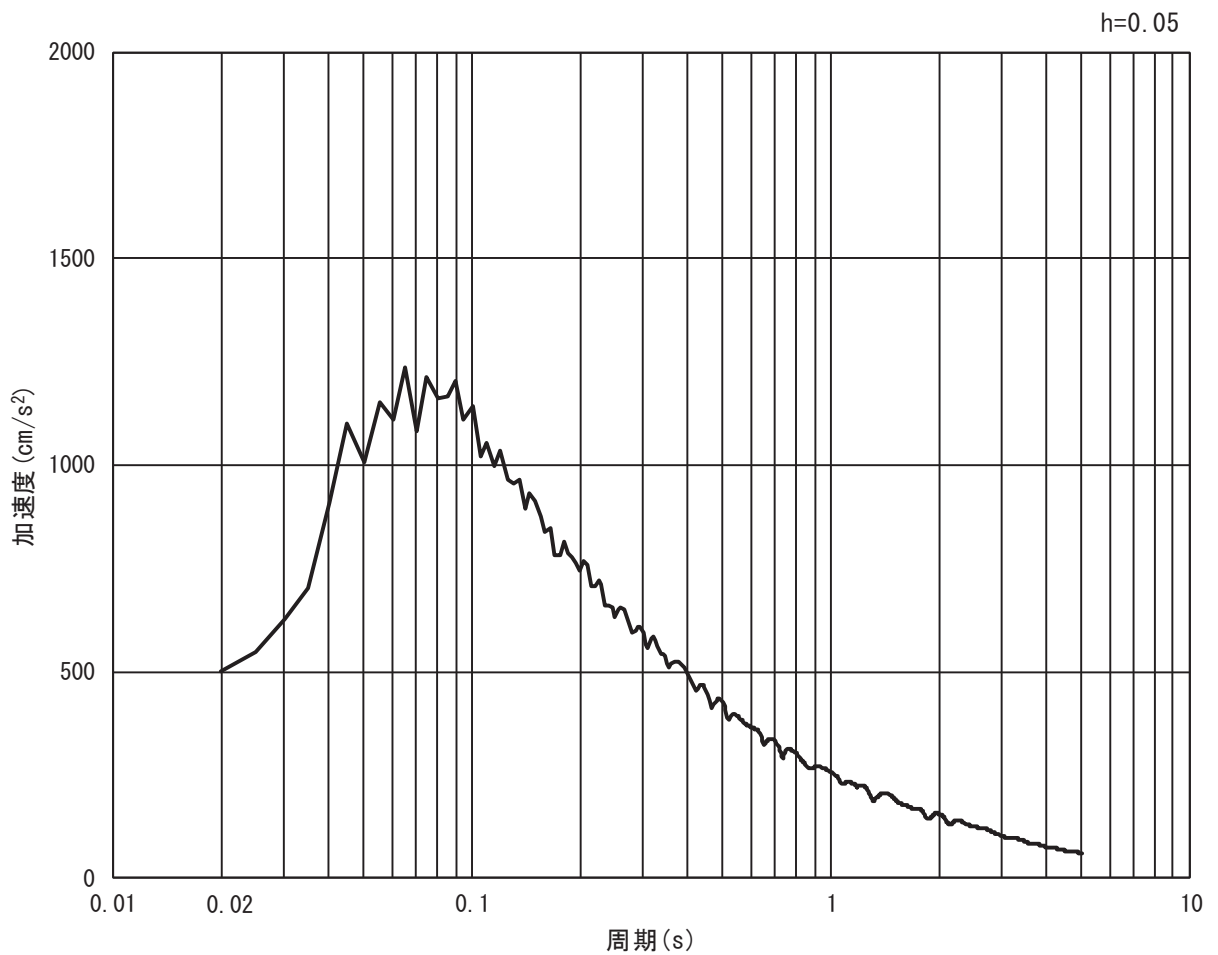


(b) 加速度応答スペクトル

図 3.4-4(5) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル  
(水平方向 : S s - D 3)

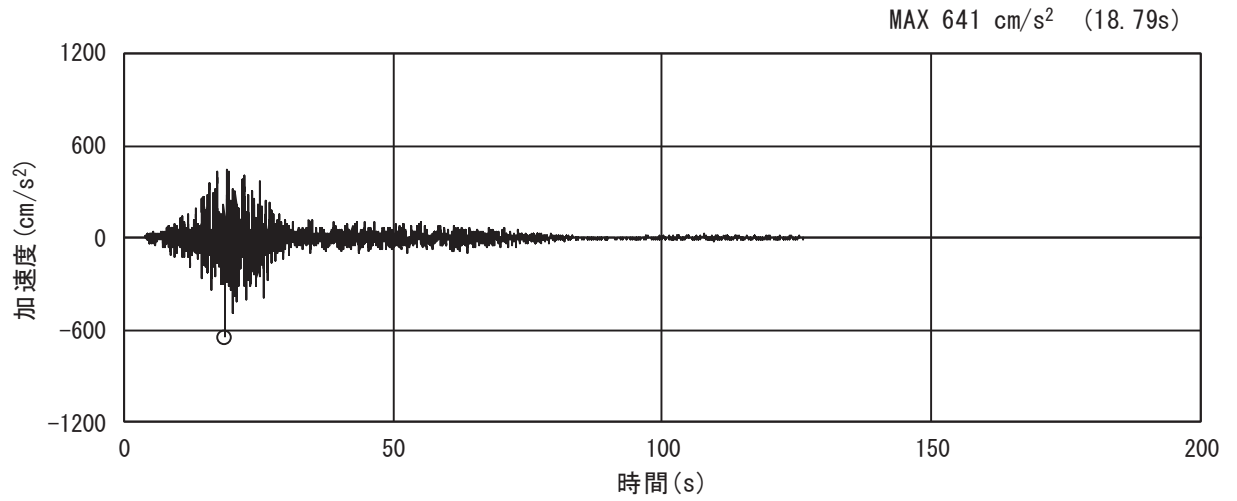


(a) 加速度時刻歴波形

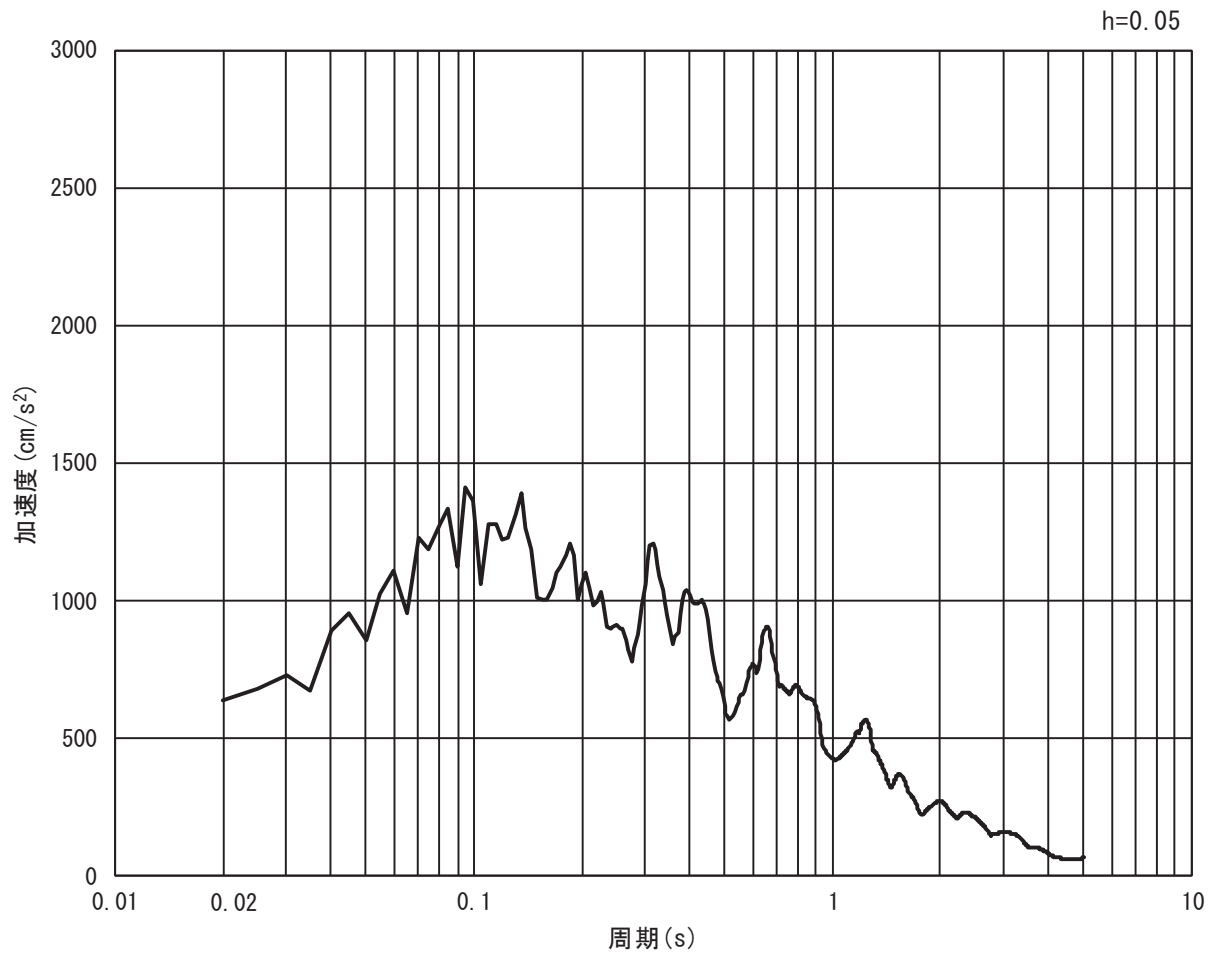


(b) 加速度応答スペクトル

図 3.4-4(6) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル  
(鉛直方向: S s - D 3)

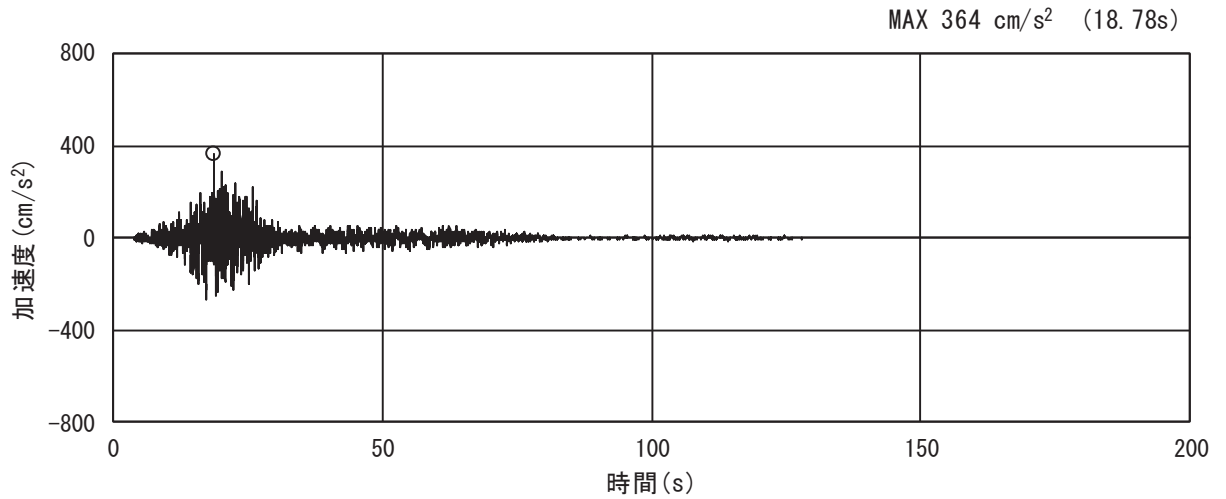


(a) 加速度時刻歴波形

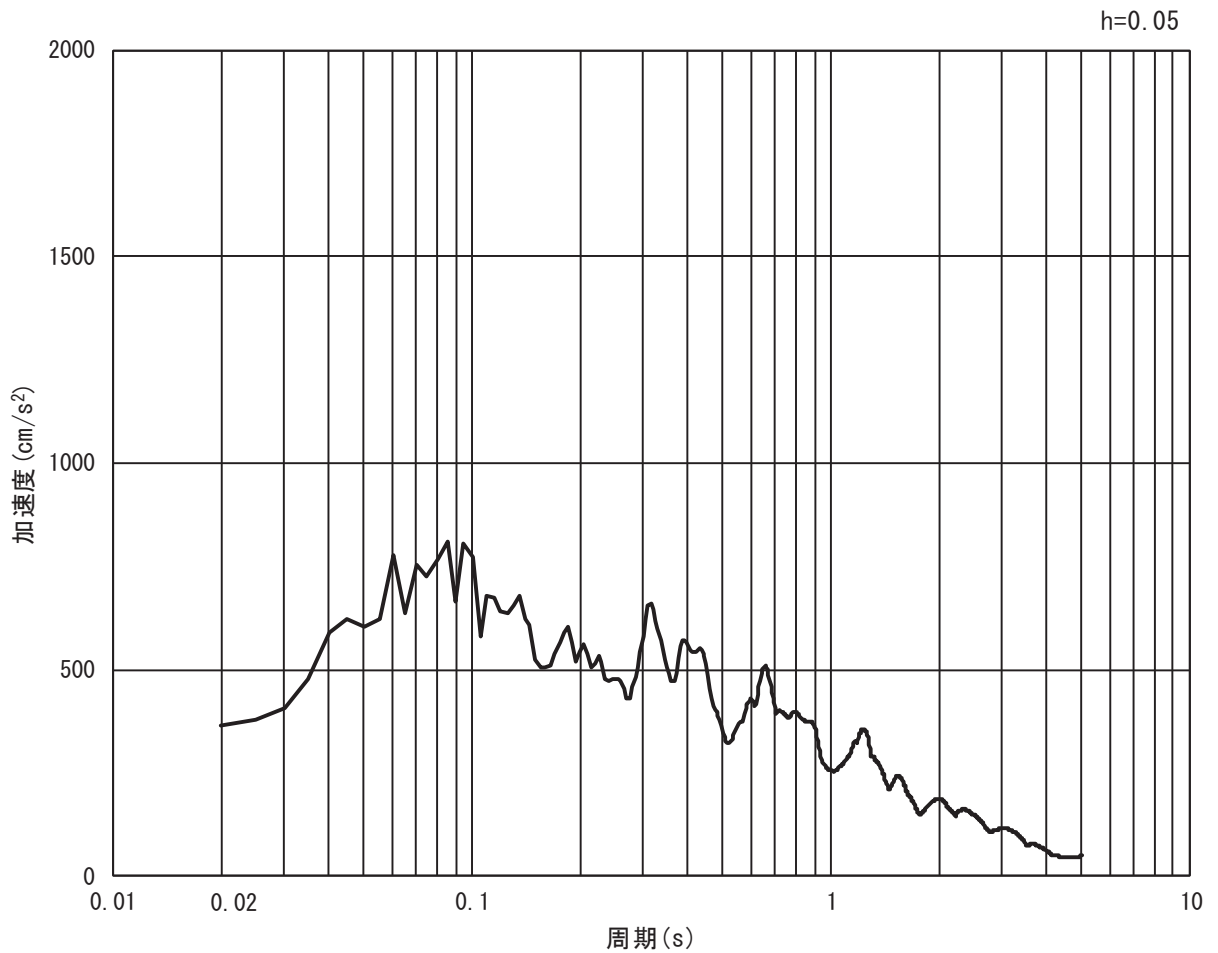


(b) 加速度応答スペクトル

図 3.4-4(7) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル  
(水平方向 : S s - F 1)

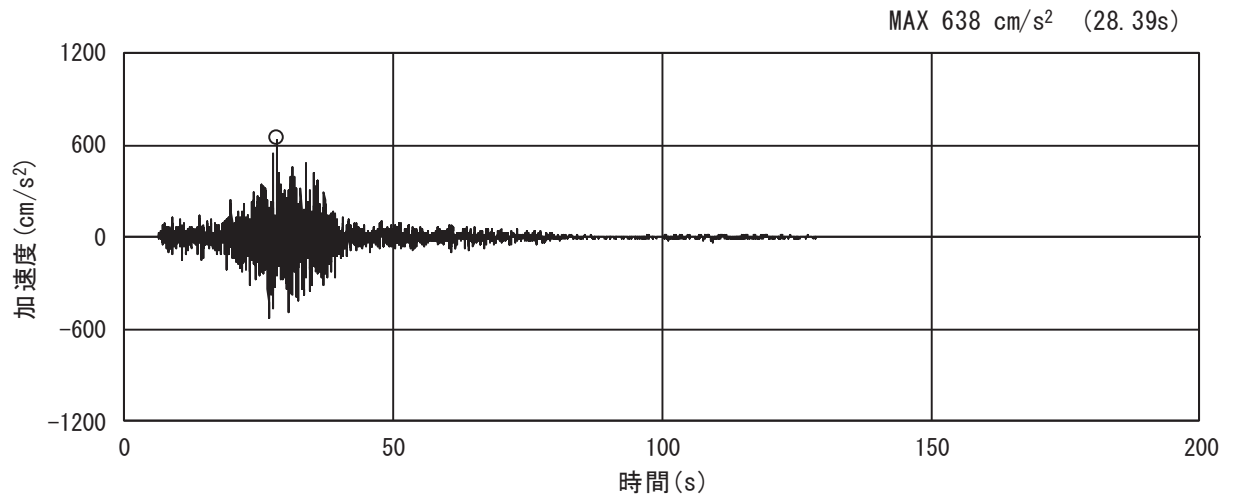


(a) 加速度時刻歴波形

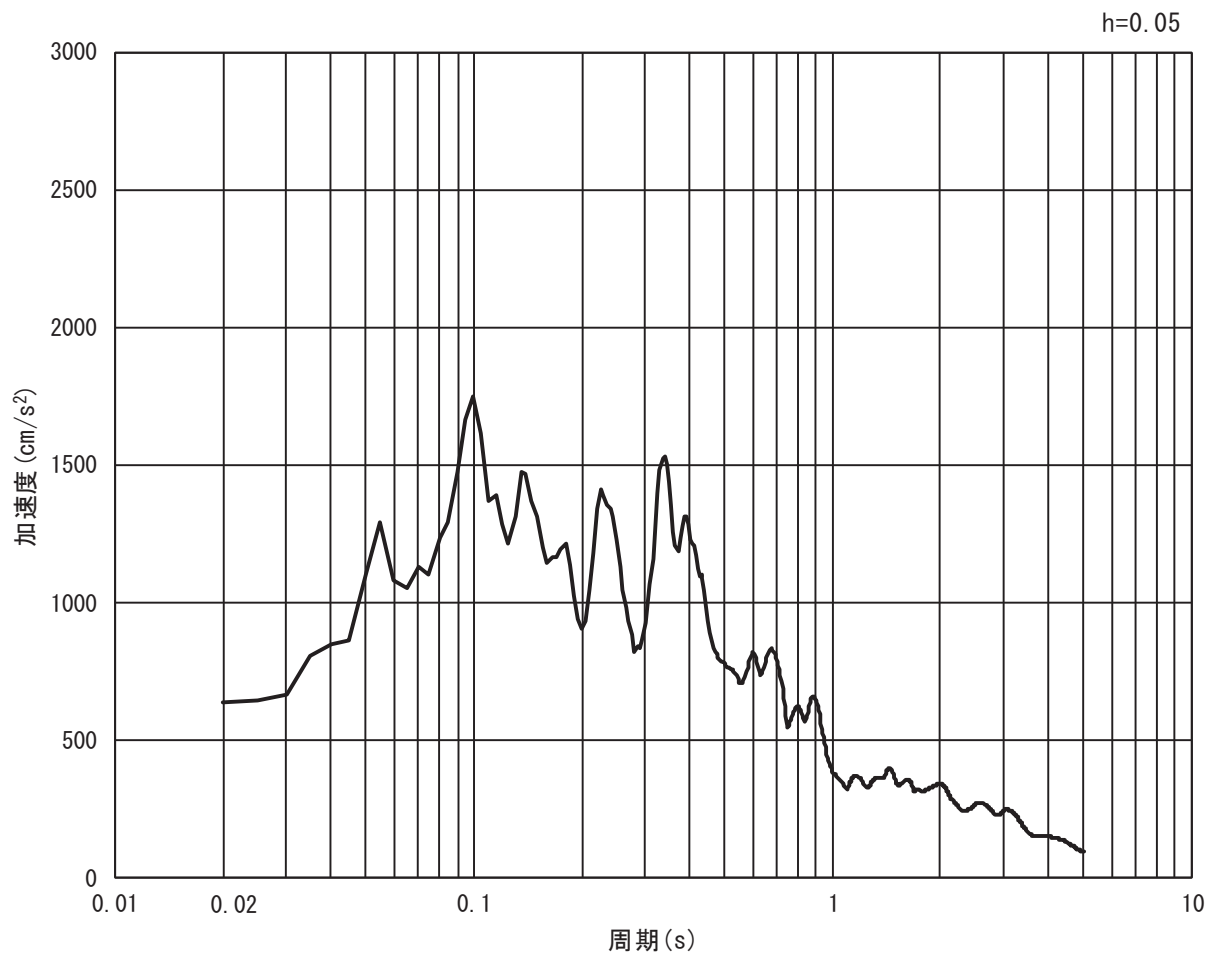


(b) 加速度応答スペクトル

図 3.4-4(8) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル  
(鉛直方向：S s - F 1)

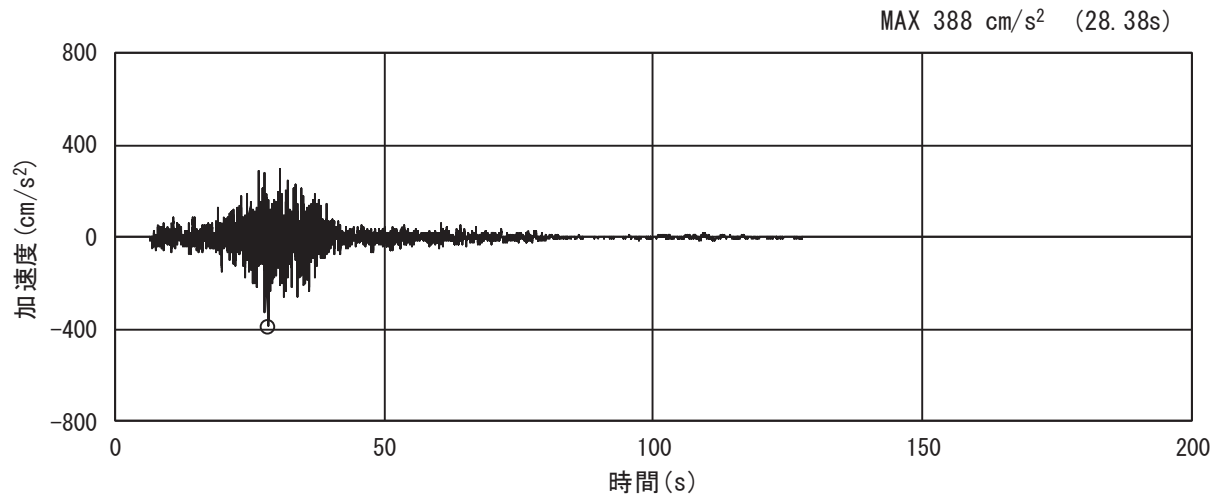


(a) 加速度時刻歴波形

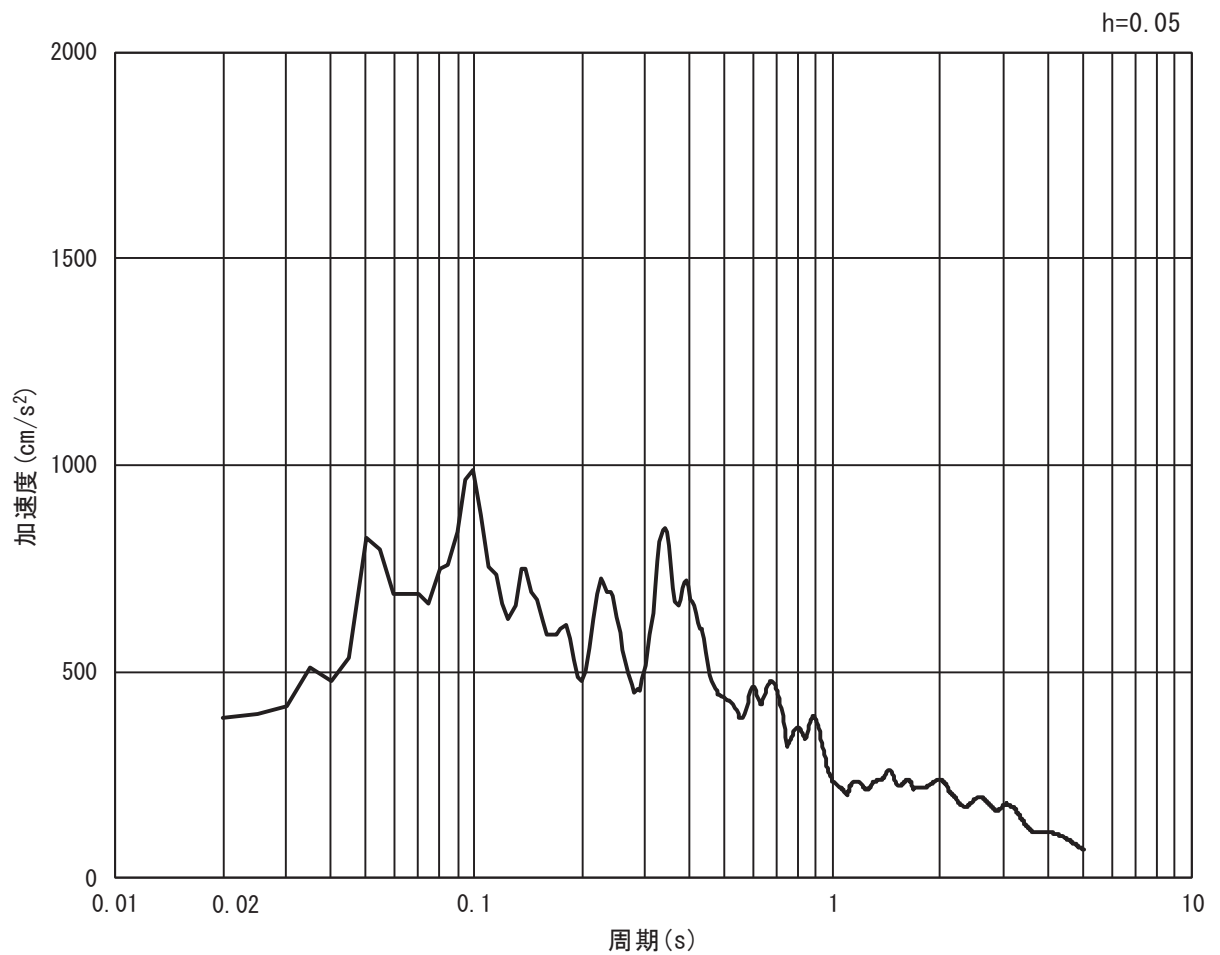


(b) 加速度応答スペクトル

図 3.4-4(9) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル  
(水平方向 : S s - F 2)

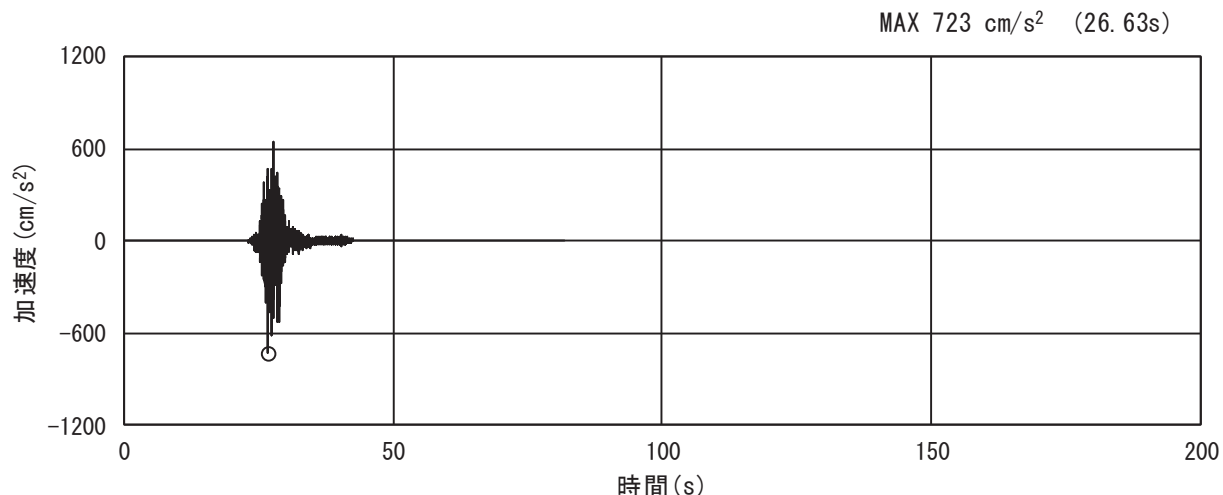


(a) 加速度時刻歴波形

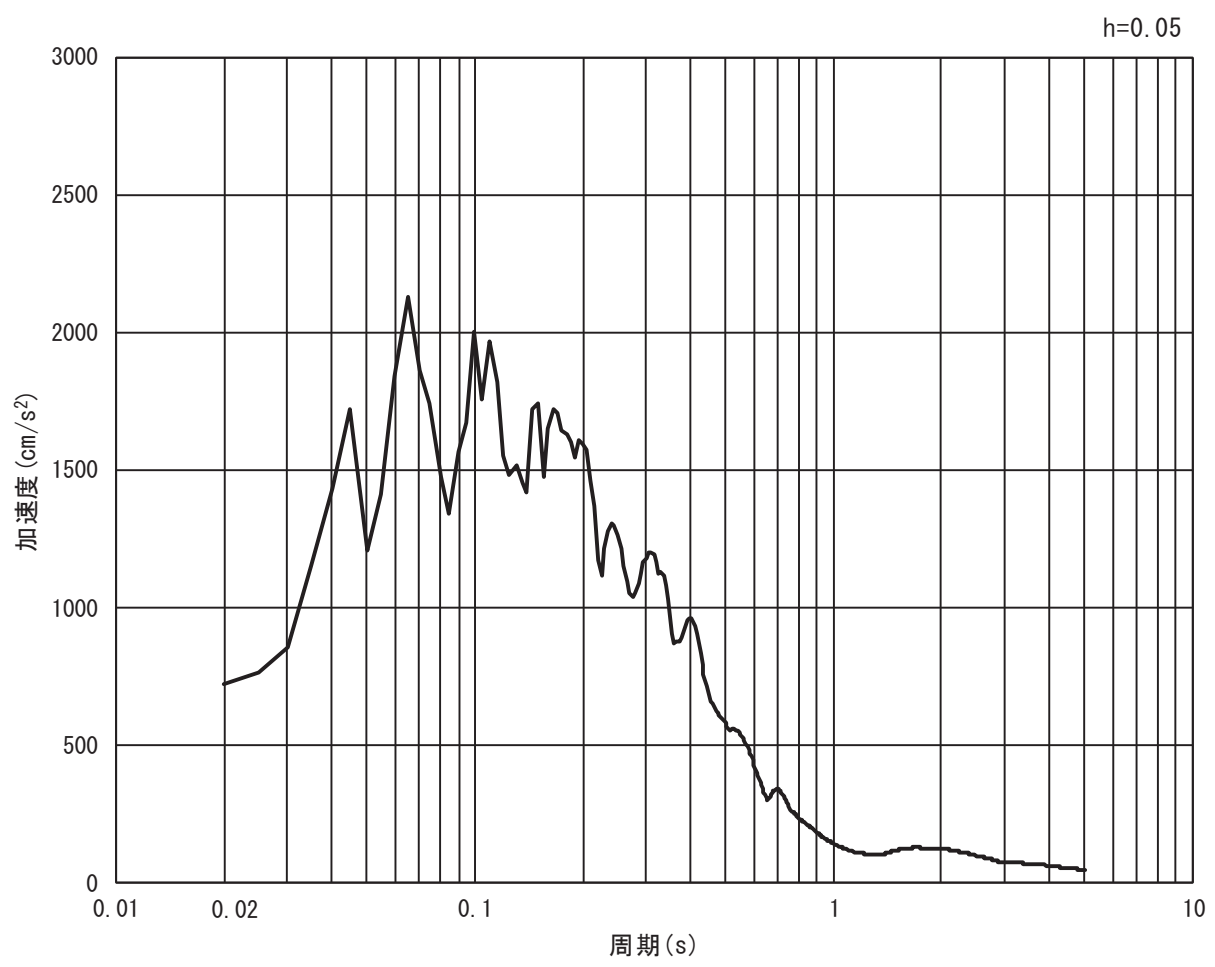


(b) 加速度応答スペクトル

図 3.4-4(10) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル  
(鉛直方向: S s - F 2)

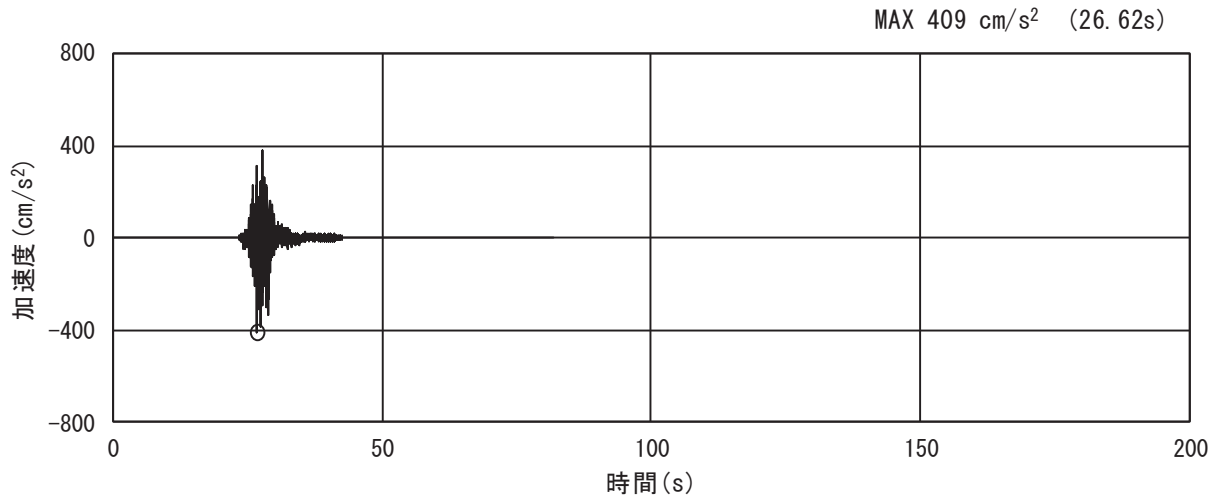


(a) 加速度時刻歴波形

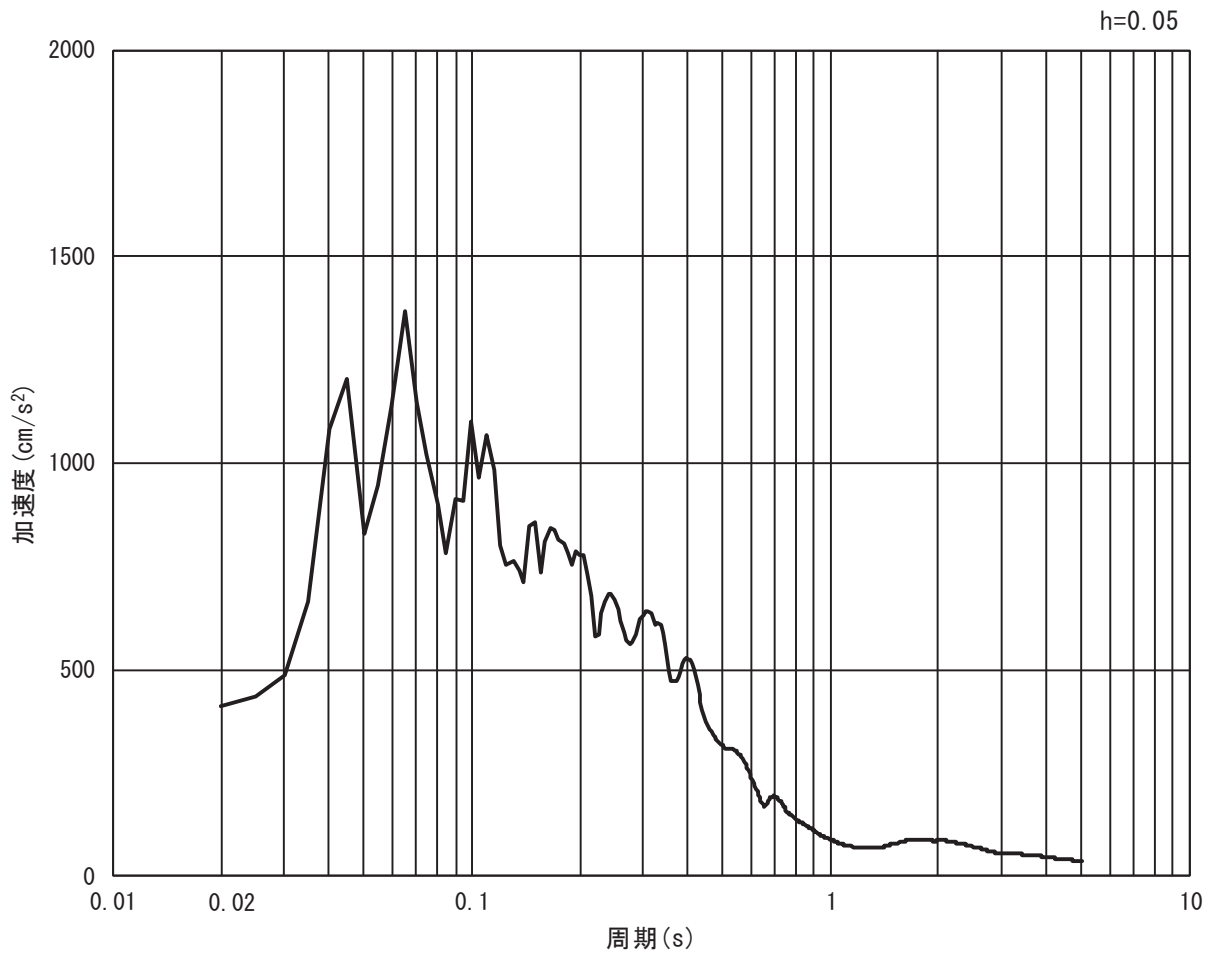


(b) 加速度応答スペクトル

図 3.4-4(11) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル  
(水平方向 : S s - F 3)



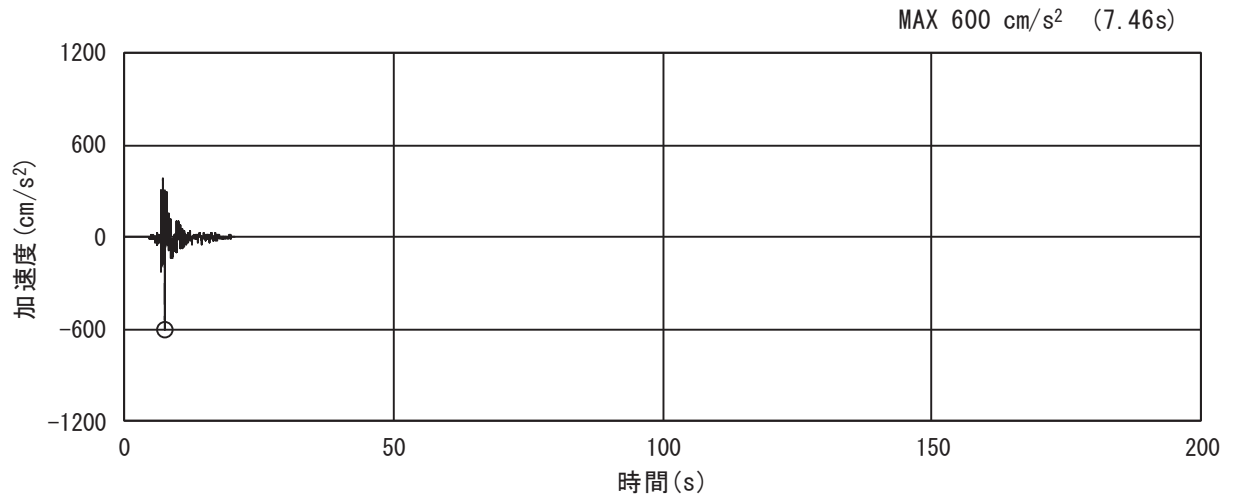
(a) 加速度時刻歴波形



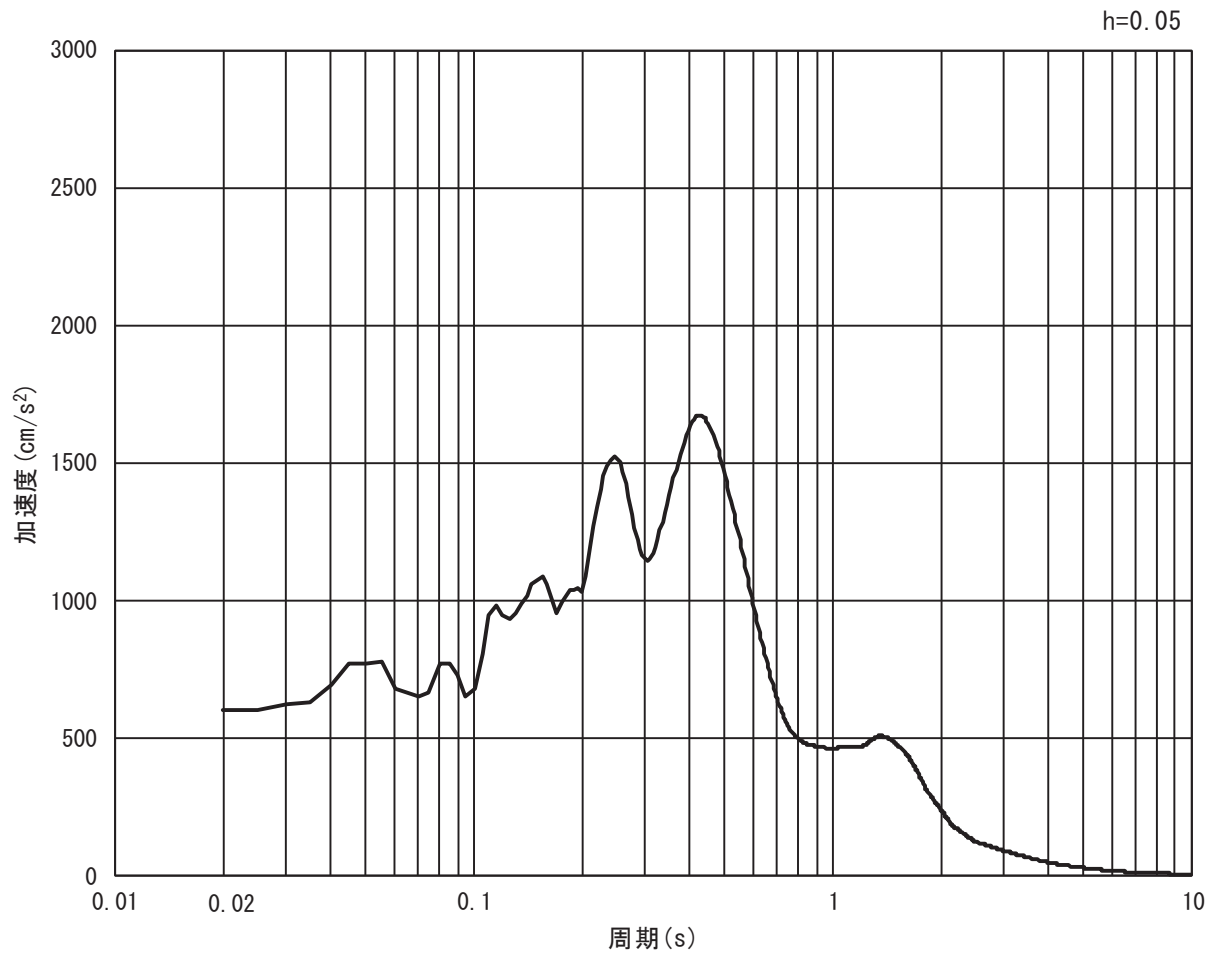
(b) 加速度応答スペクトル

図 3.4-4(12) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル  
(鉛直方向: S s - F 3)



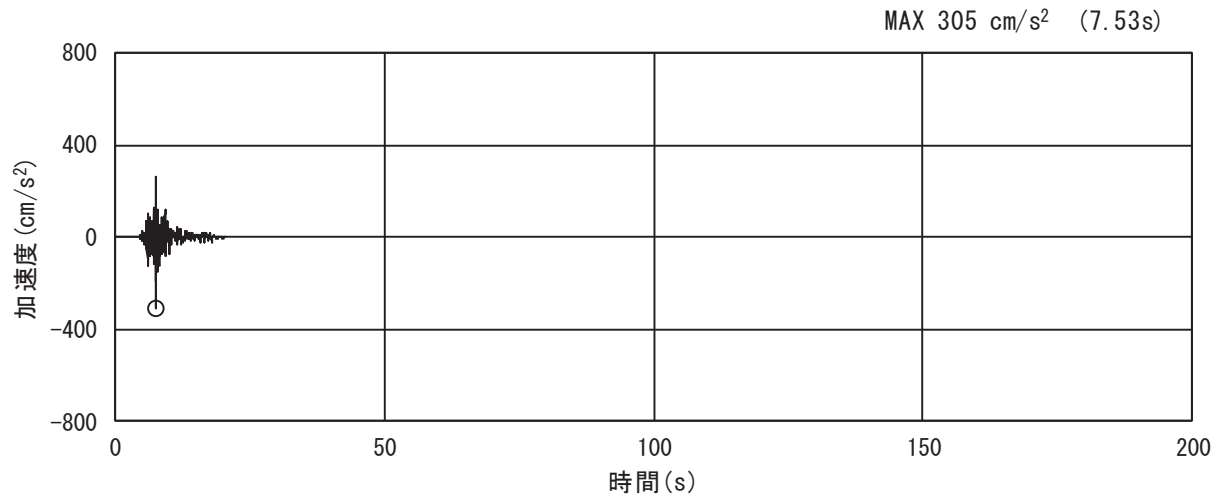


(a) 加速度時刻歴波形

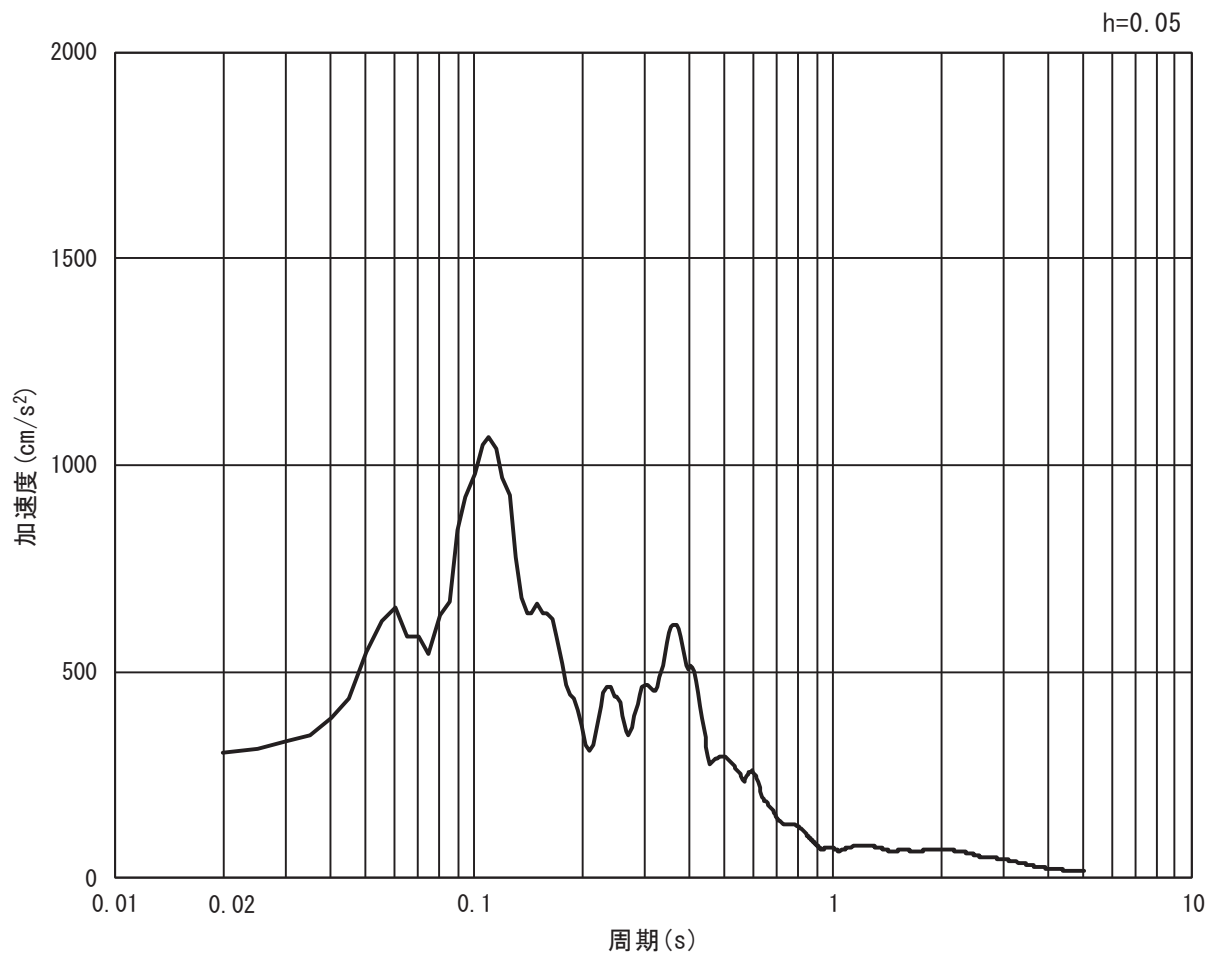


(b) 加速度応答スペクトル

図 3.4-4(13) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル  
(水平方向 : S s - N 1)



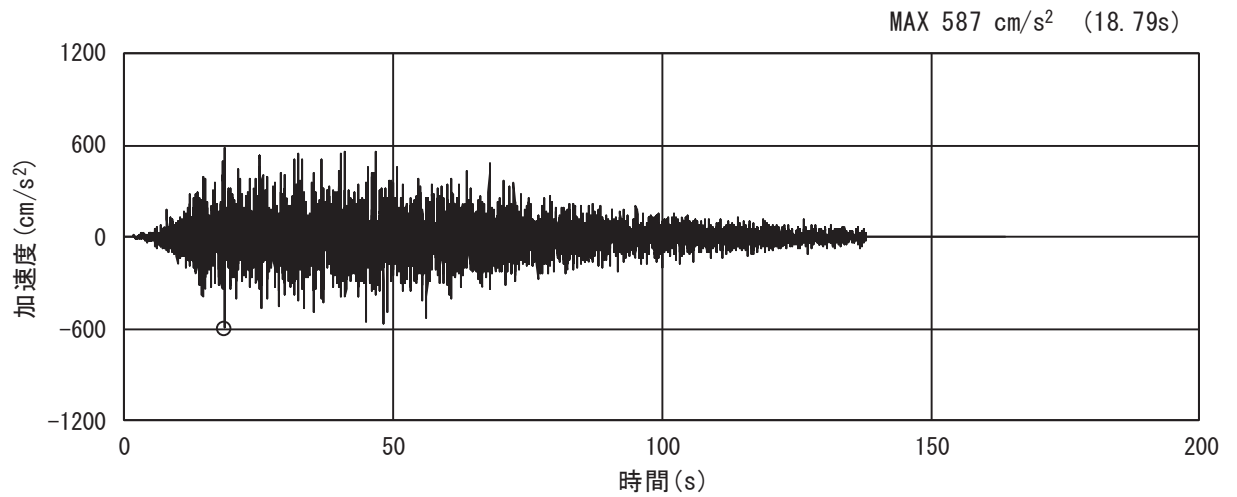
(a) 加速度時刻歴波形



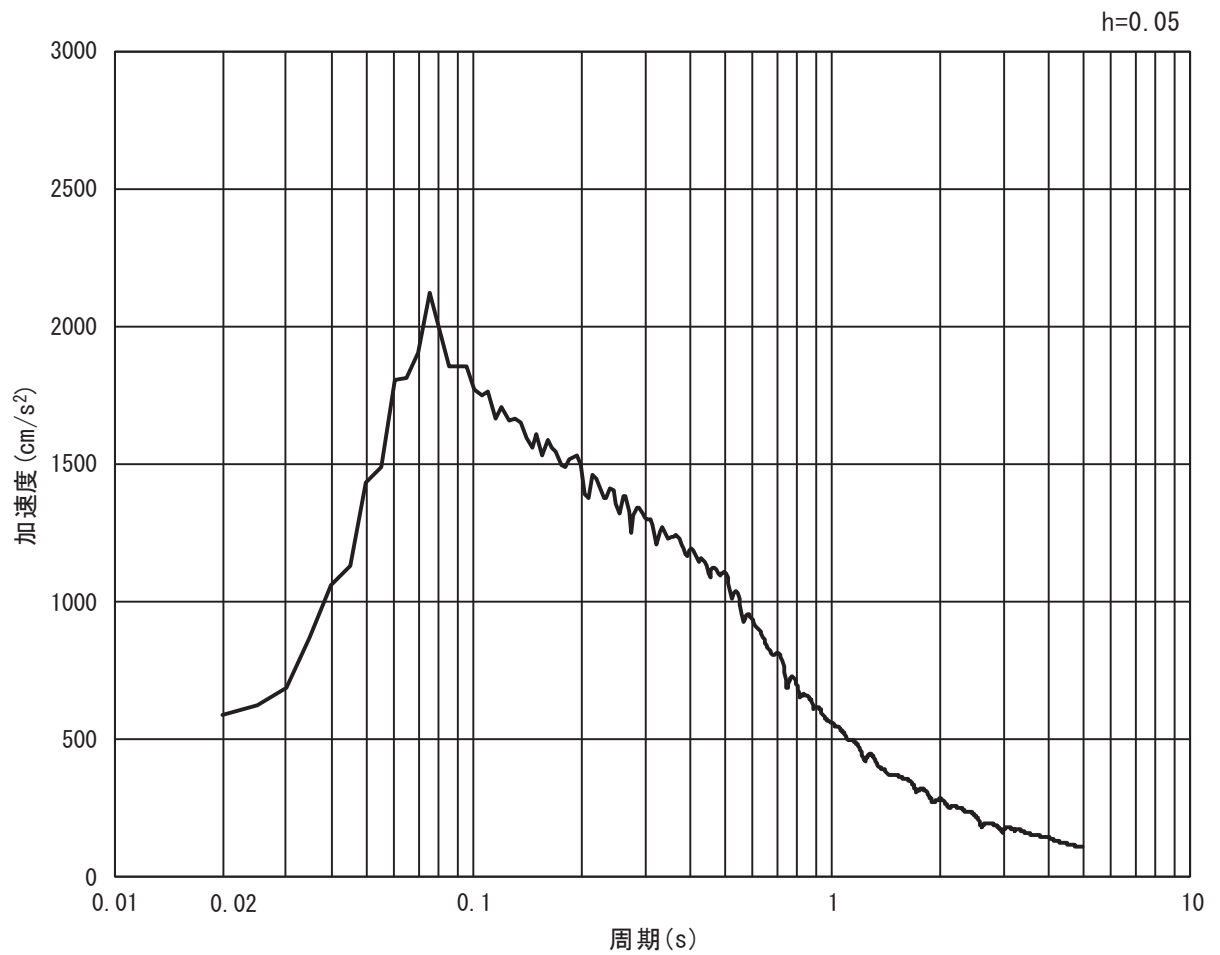
(b) 加速度応答スペクトル

図 3.4-4(14) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル  
(鉛直方向：S s - N 1)

(3) 断面③

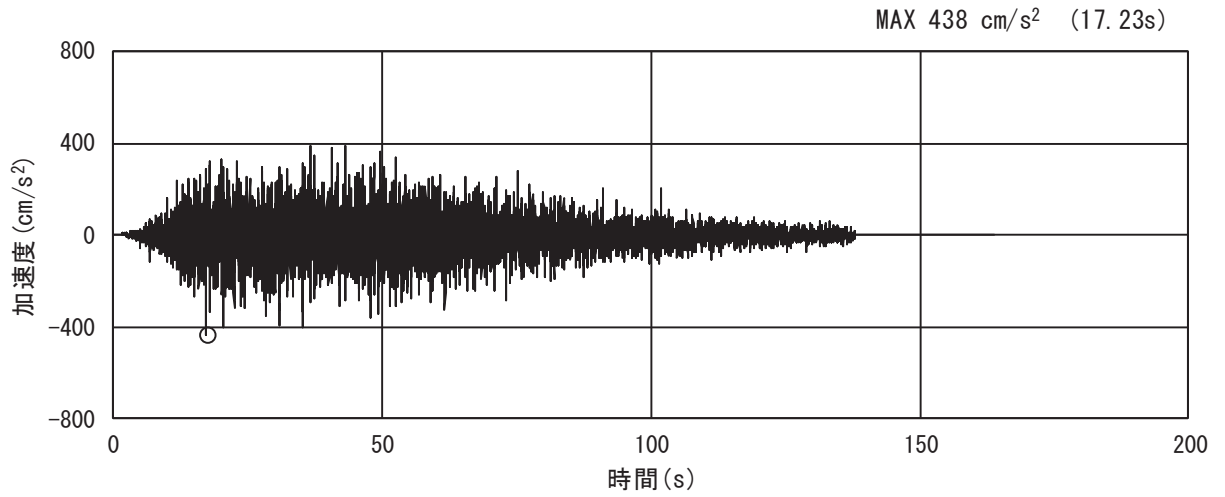


(a) 加速度時刻歴波形

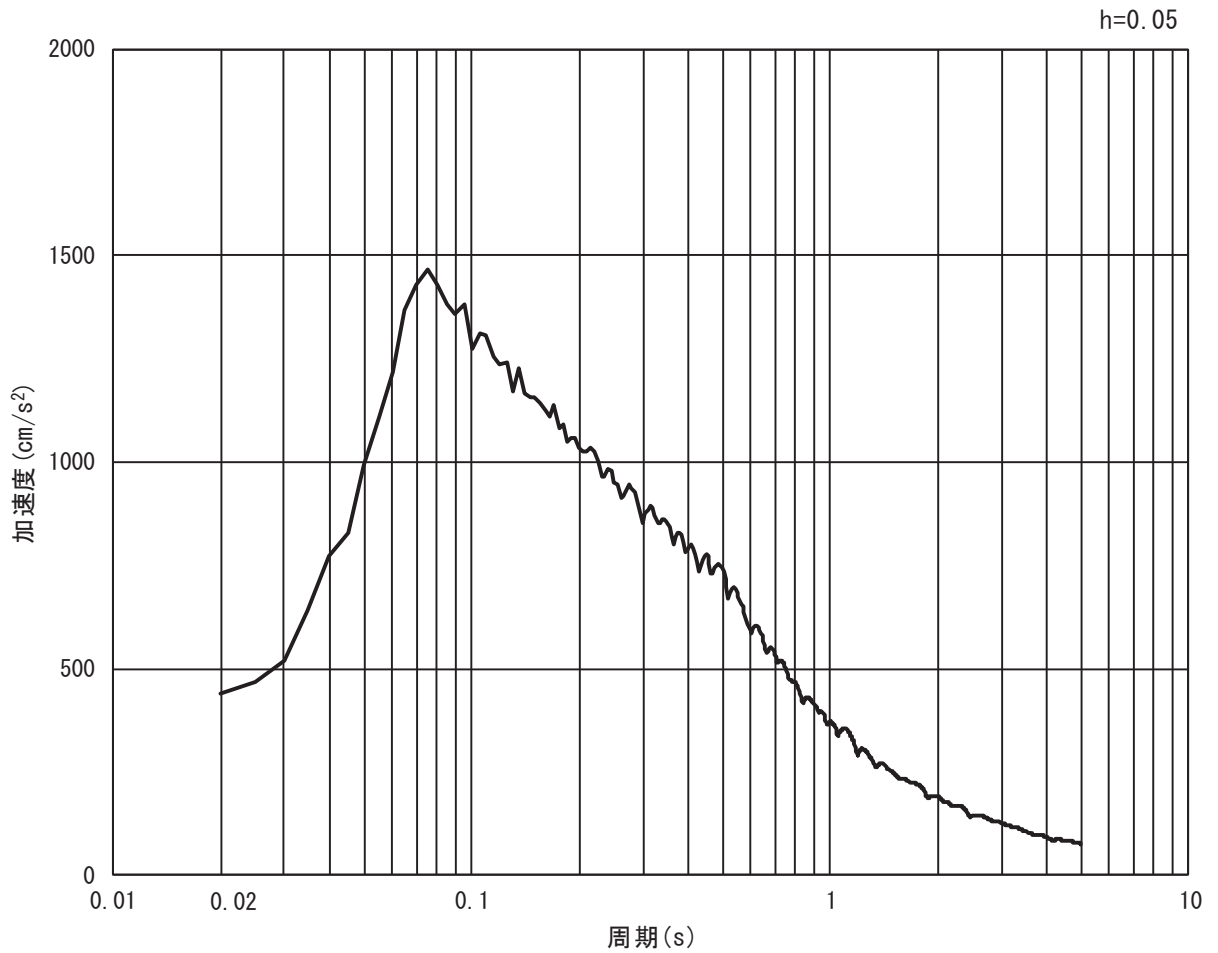


(b) 加速度応答スペクトル

図 3.4-5(1) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル  
(水平方向: S s - D 1)

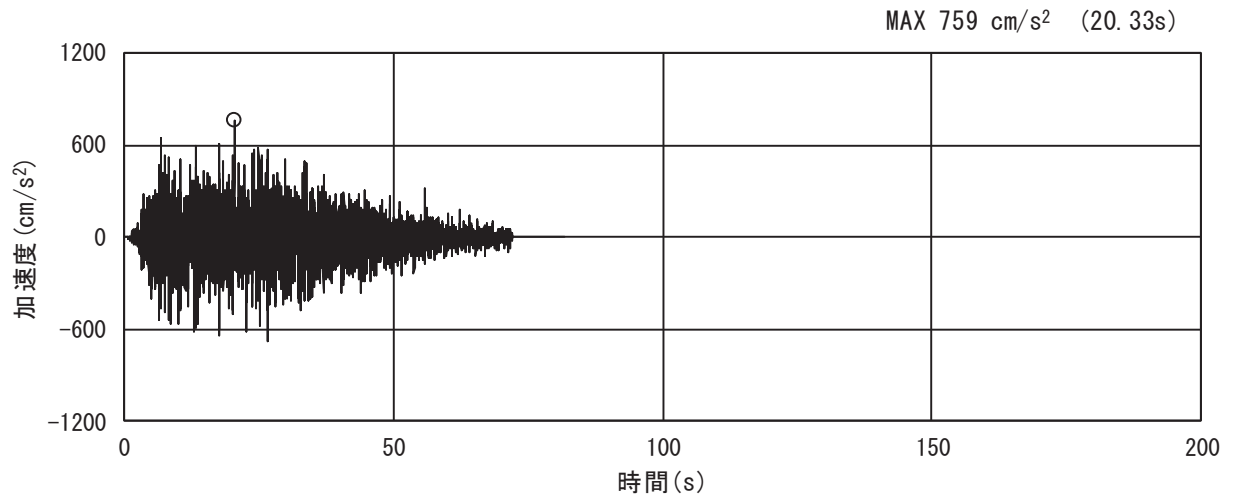


(a) 加速度時刻歴波形

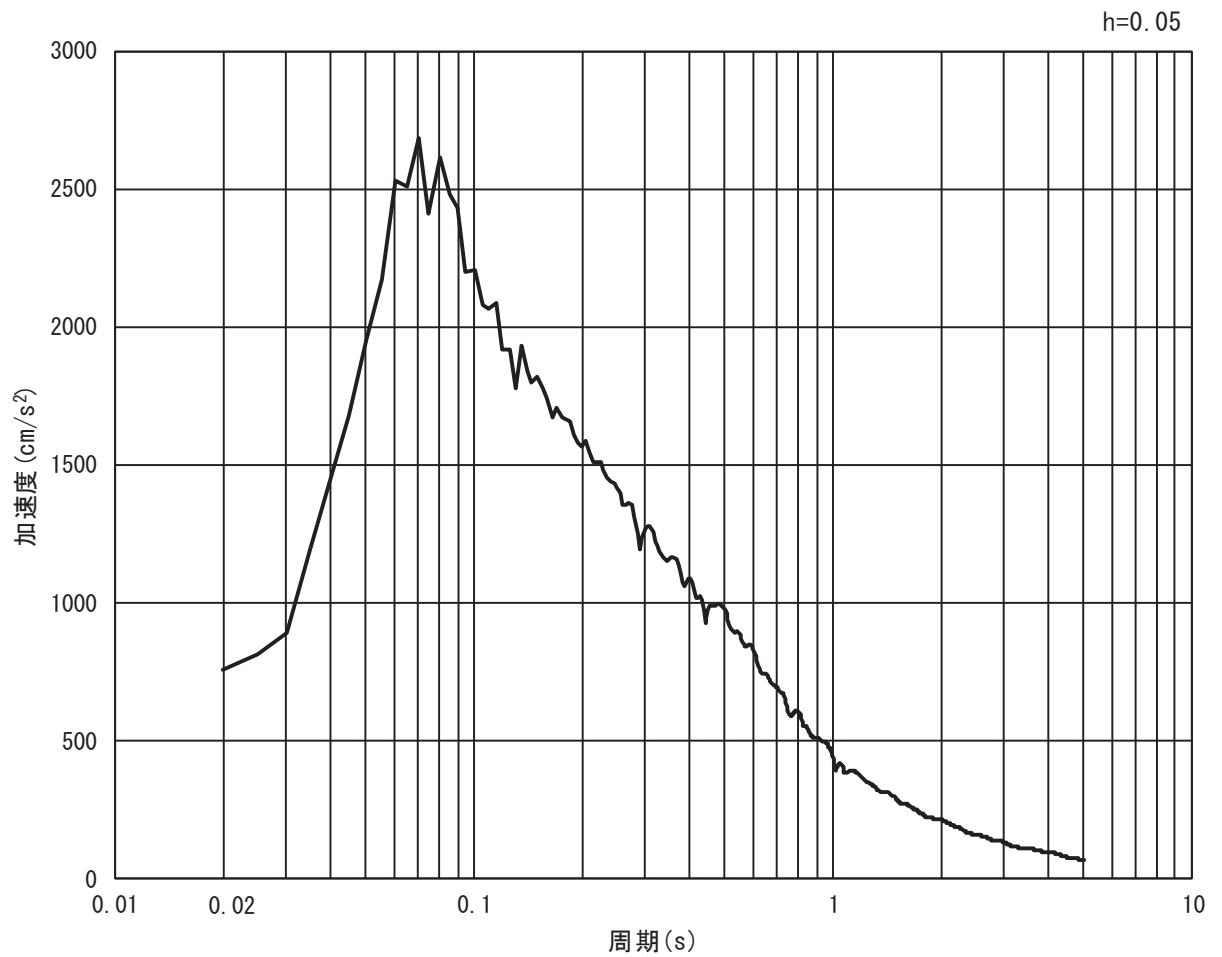


(b) 加速度応答スペクトル

図 3.4-5(2) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル  
(鉛直方向：S s - D 1)

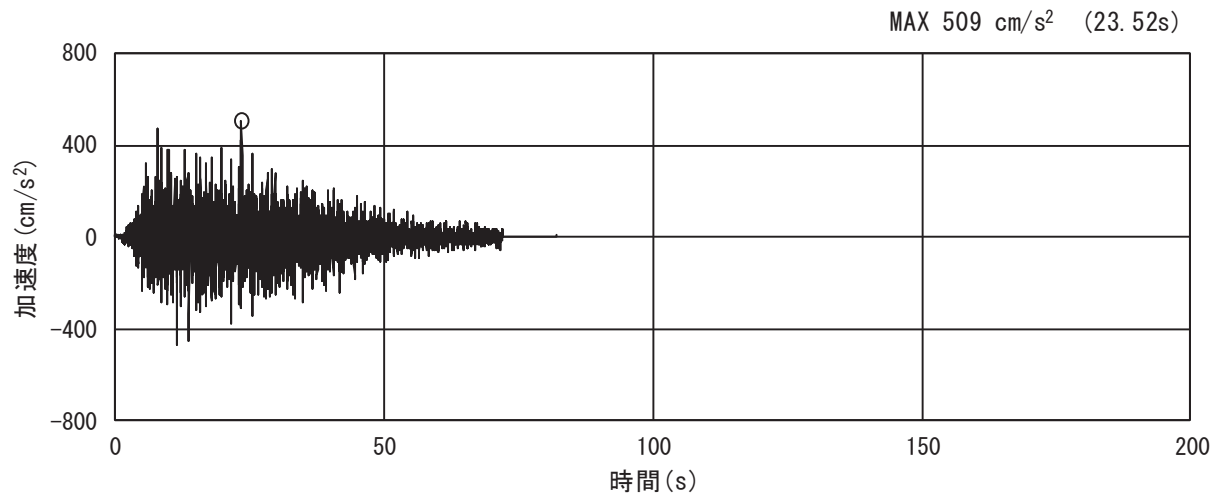


(a) 加速度時刻歴波形

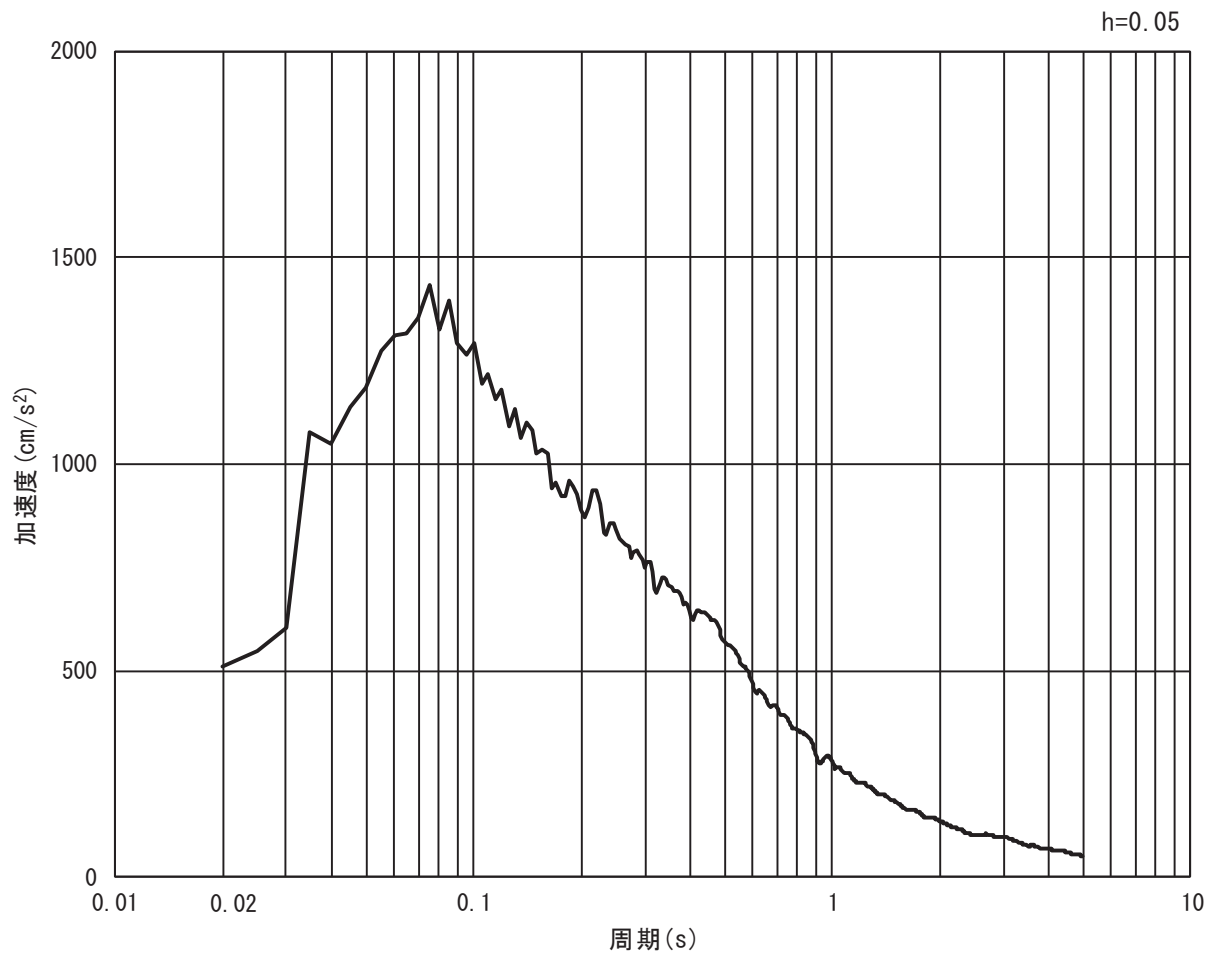


(b) 加速度応答スペクトル

図 3.4-5(3) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル  
(水平方向 : S s - D 2)

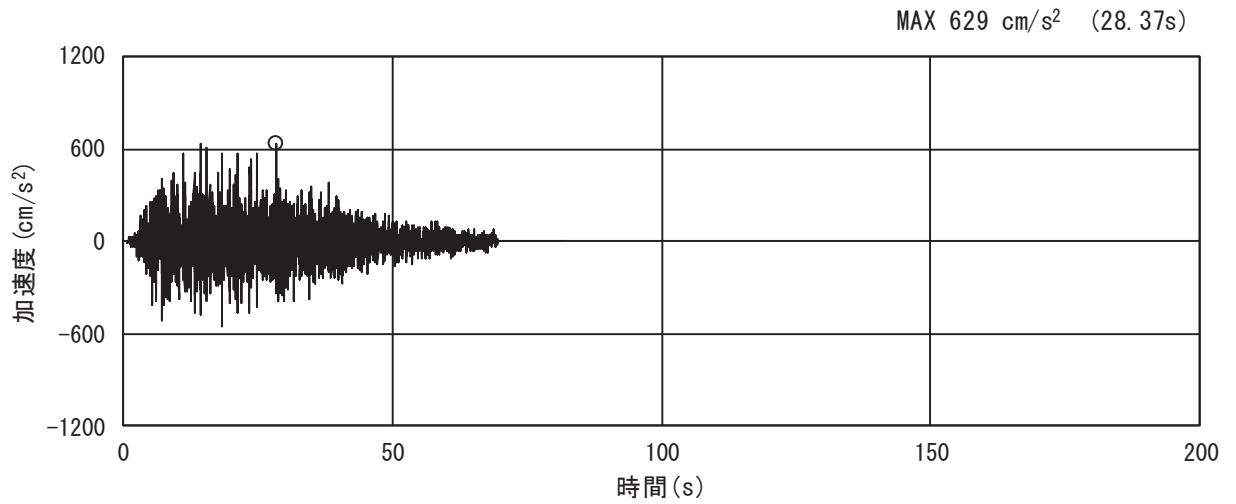


(a) 加速度時刻歴波形

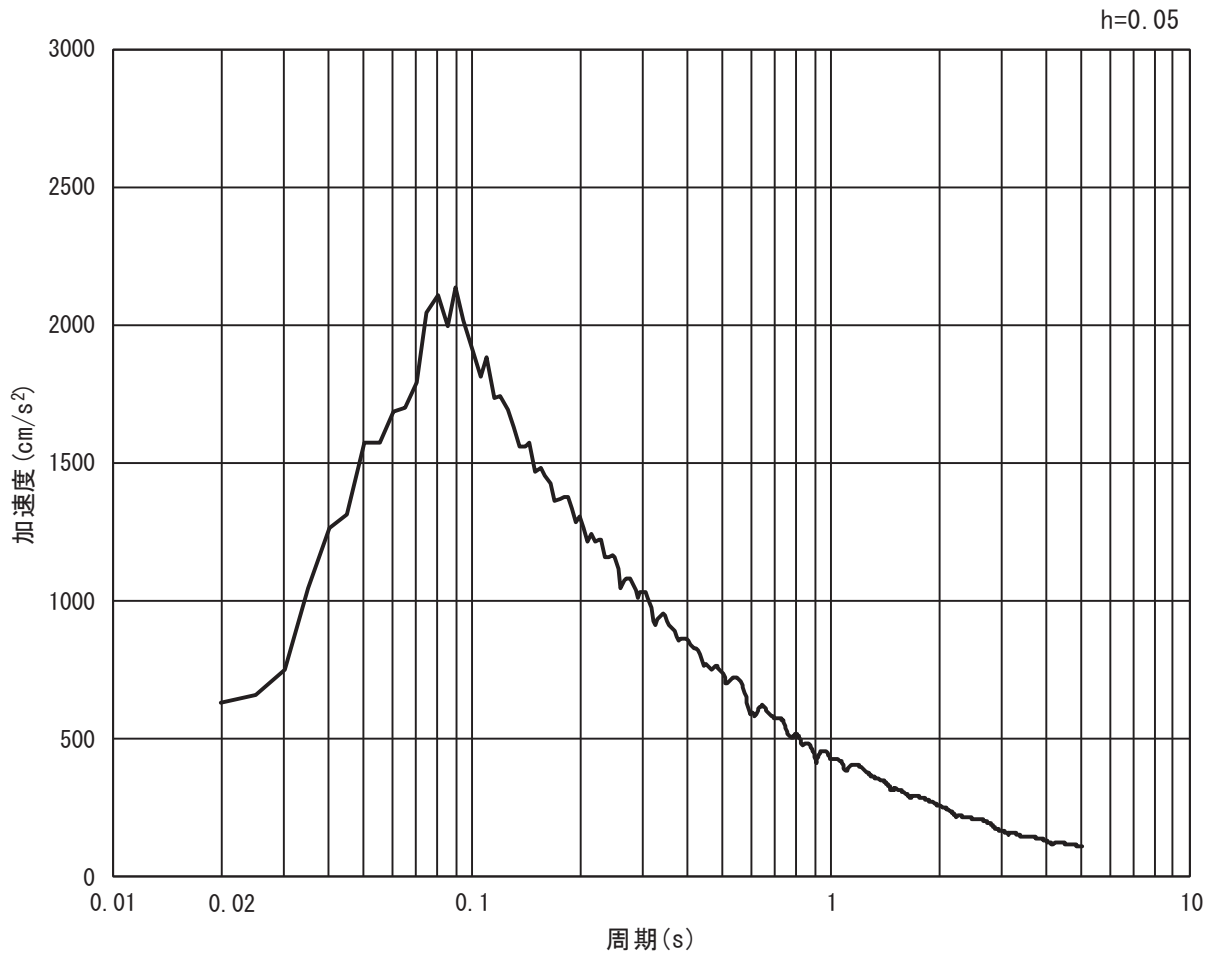


(b) 加速度応答スペクトル

図 3.4-5(4) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル  
(鉛直方向: S s - D 2)

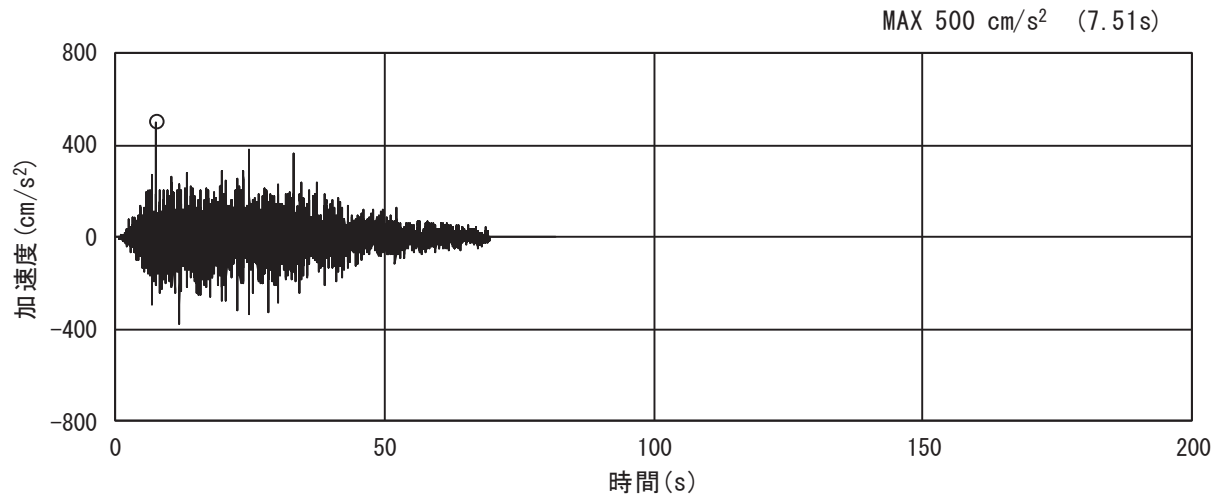


(a) 加速度時刻歴波形

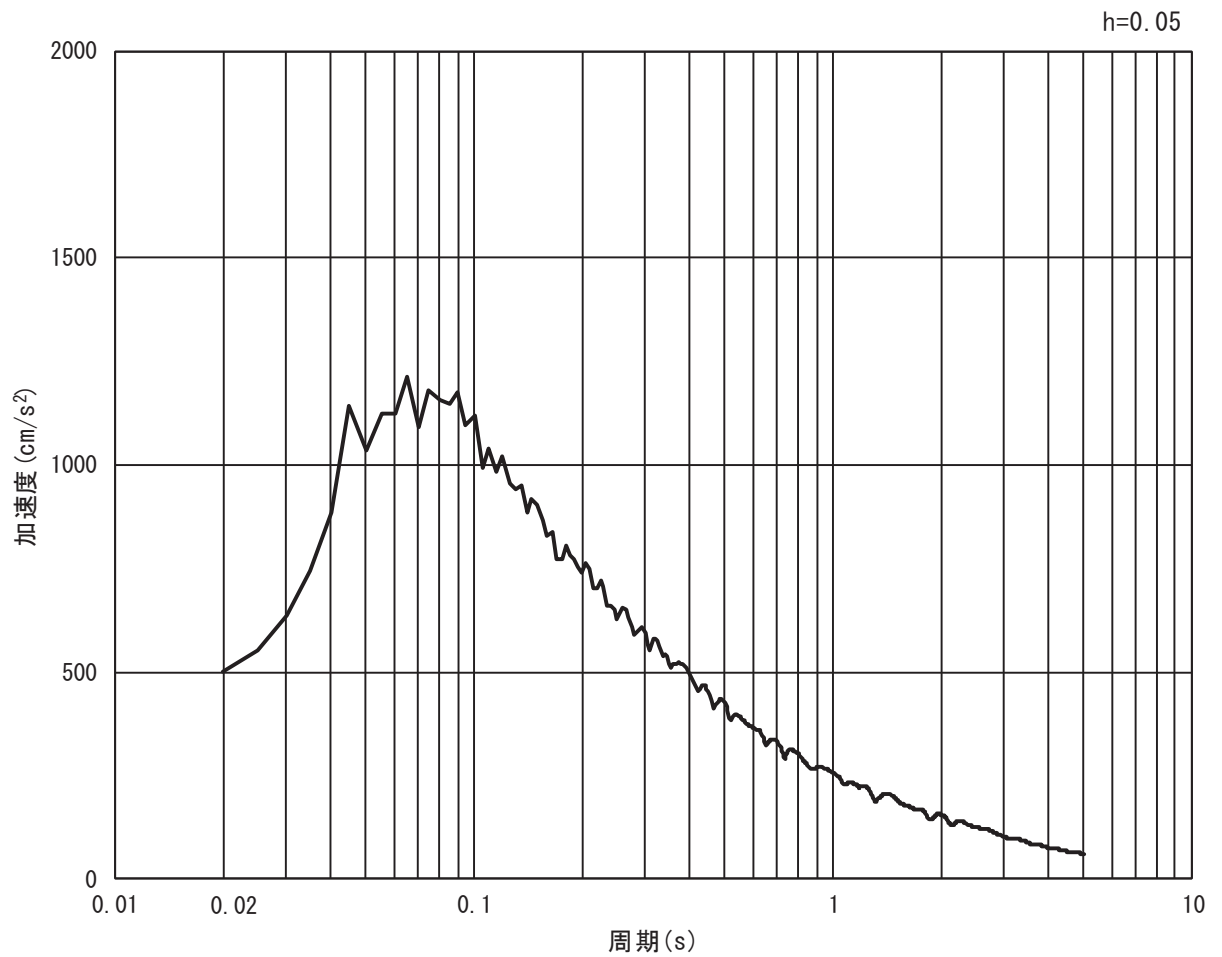


(b) 加速度応答スペクトル

図 3.4-5(5) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル  
(水平方向 : S s - D 3)



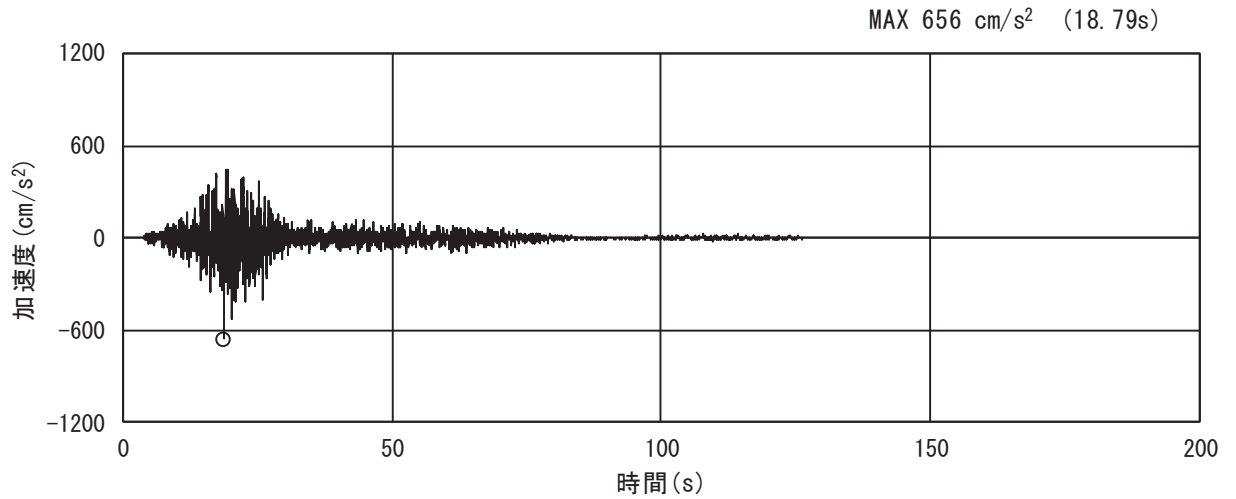
(a) 加速度時刻歴波形



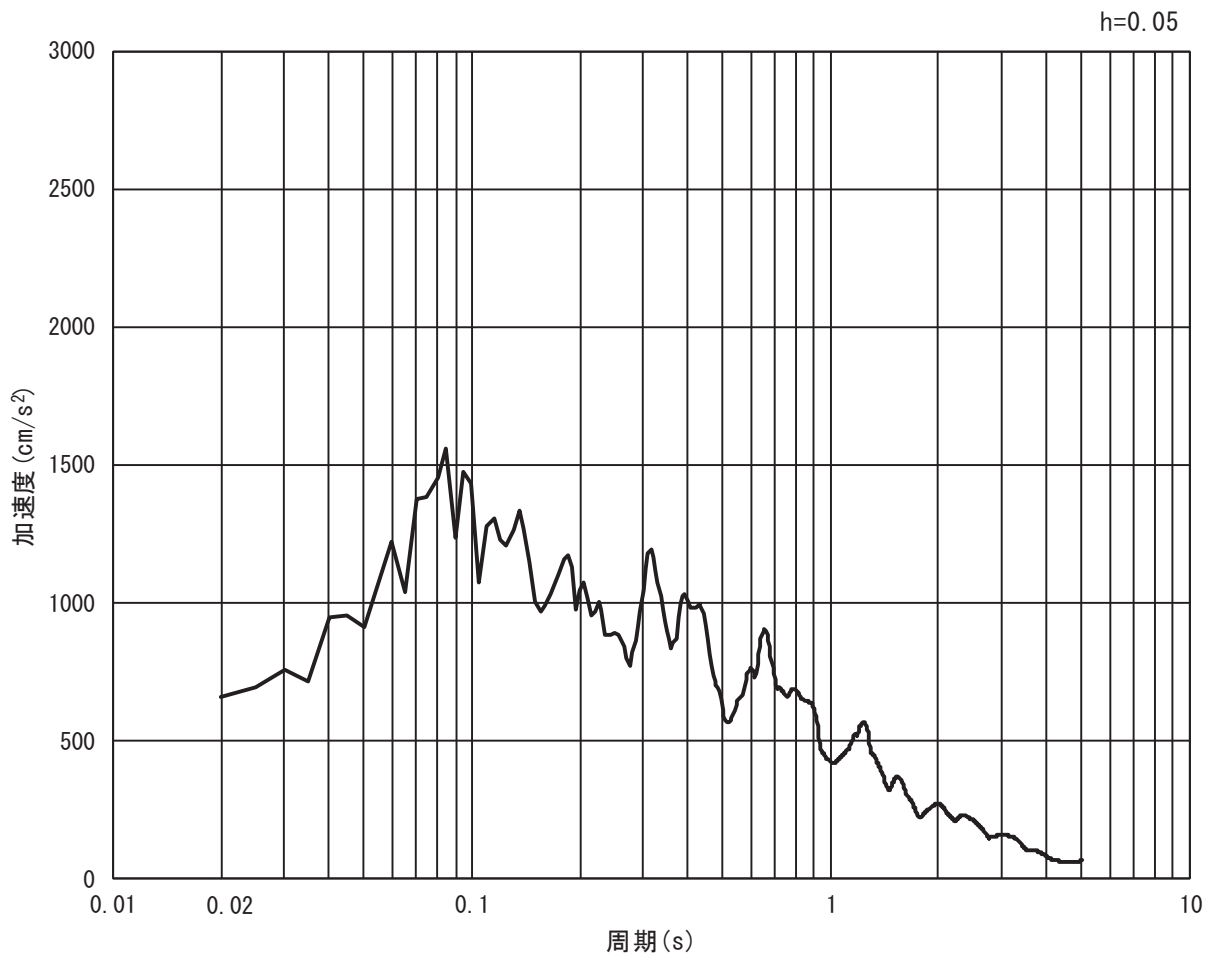
(b) 加速度応答スペクトル

図 3.4-5(6) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル  
(鉛直方向: S s - D 3)



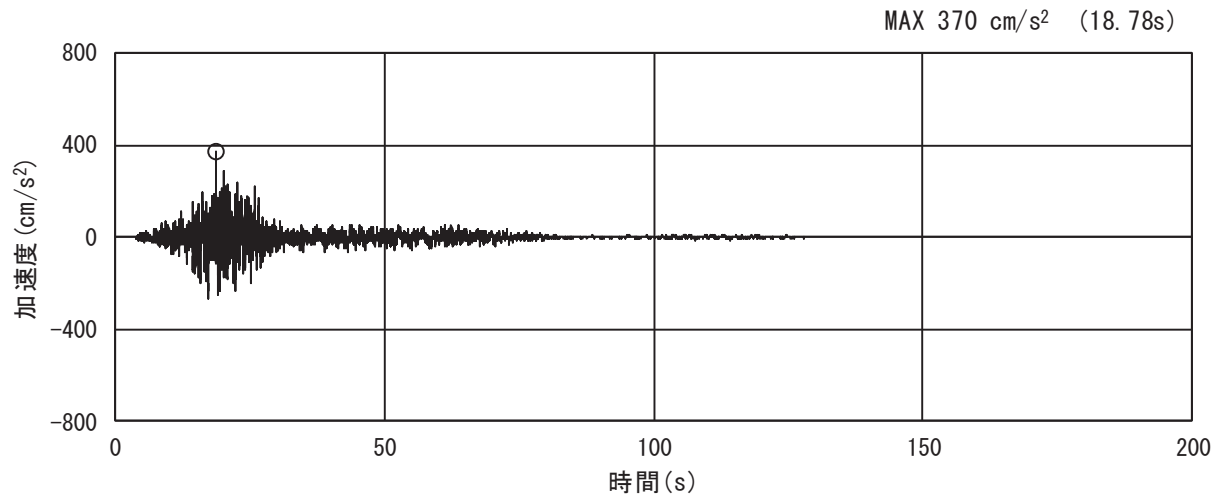


(a) 加速度時刻歴波形

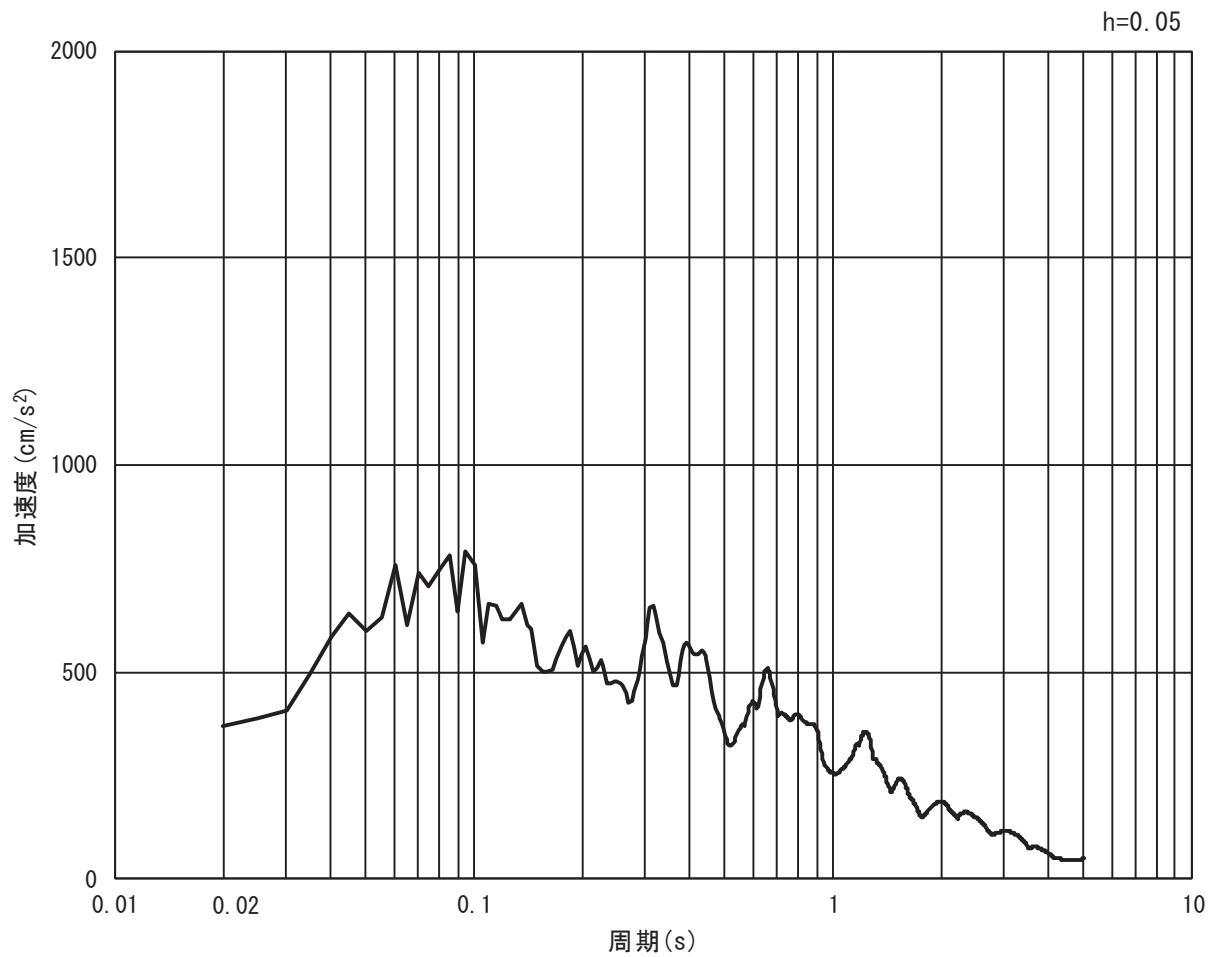


(b) 加速度応答スペクトル

図 3.4-5(7) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル  
(水平方向 : S s - F 1)

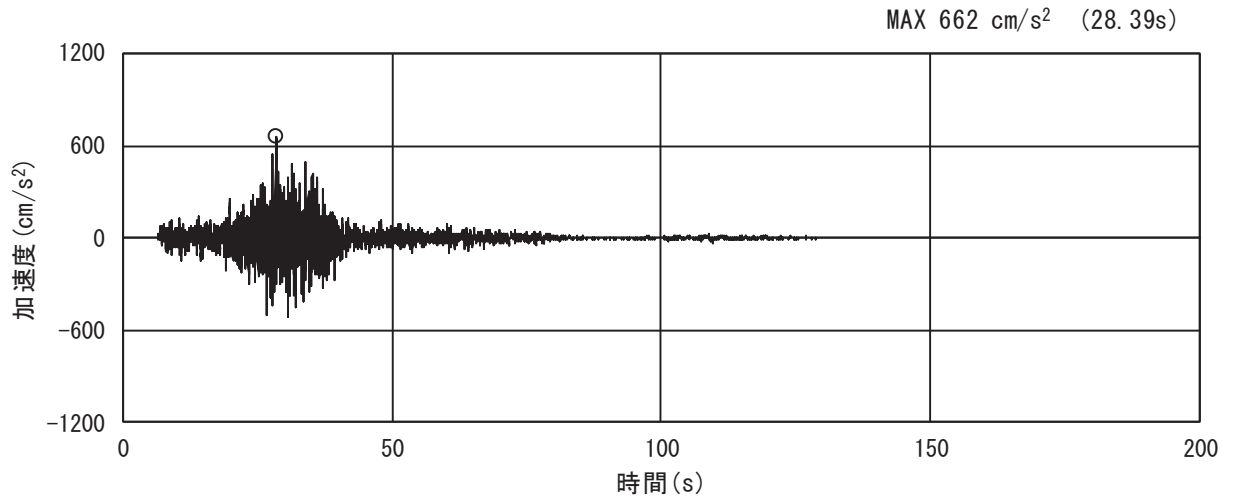


(a) 加速度時刻歴波形

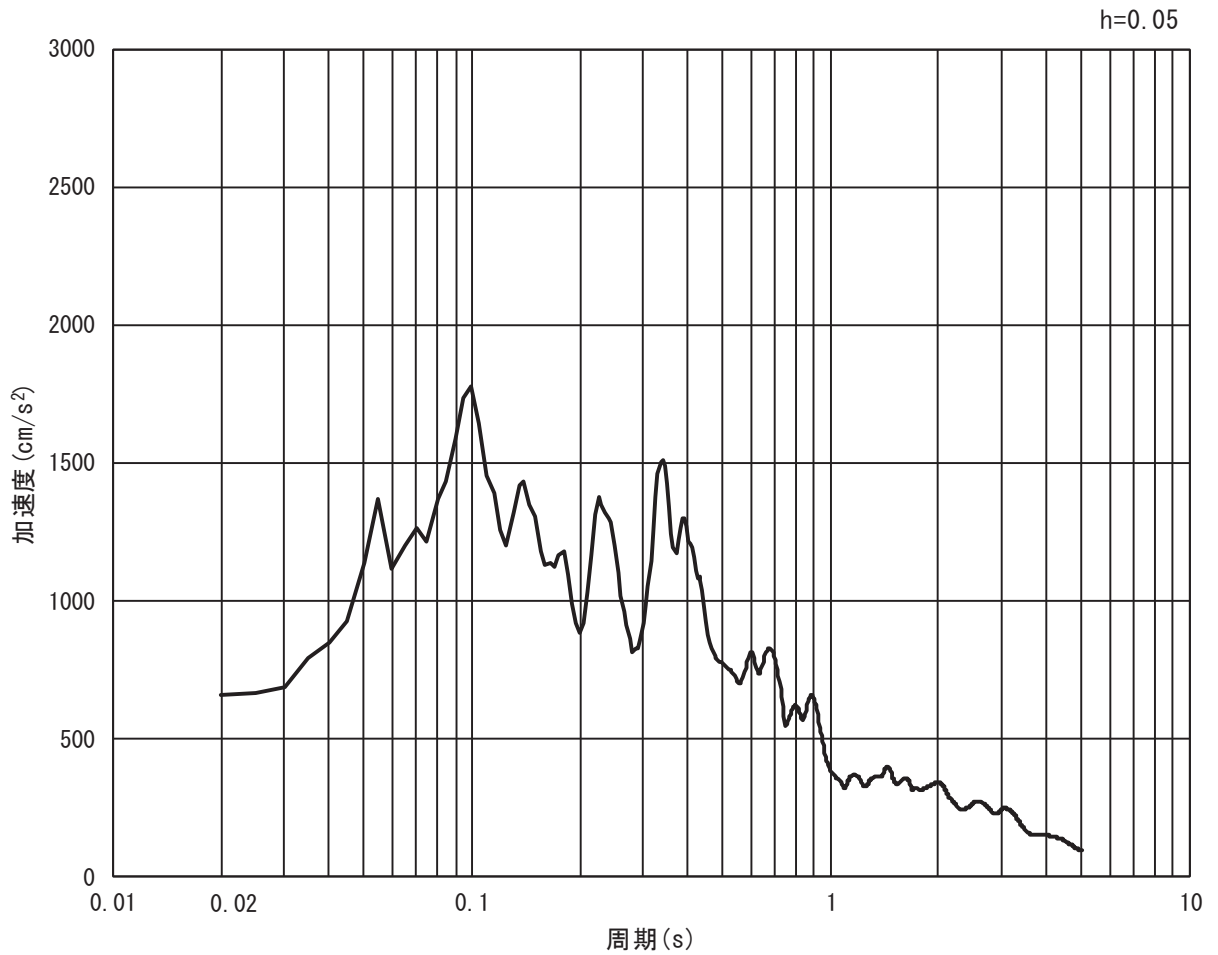


(b) 加速度応答スペクトル

図 3.4-5(8) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル  
(鉛直方向：S s - F 1)

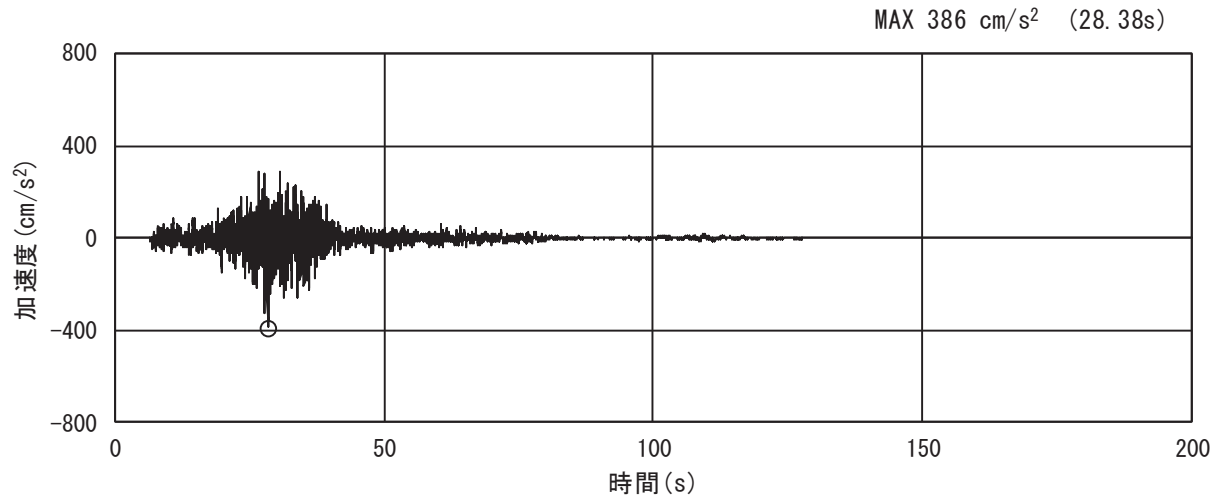


(a) 加速度時刻歴波形

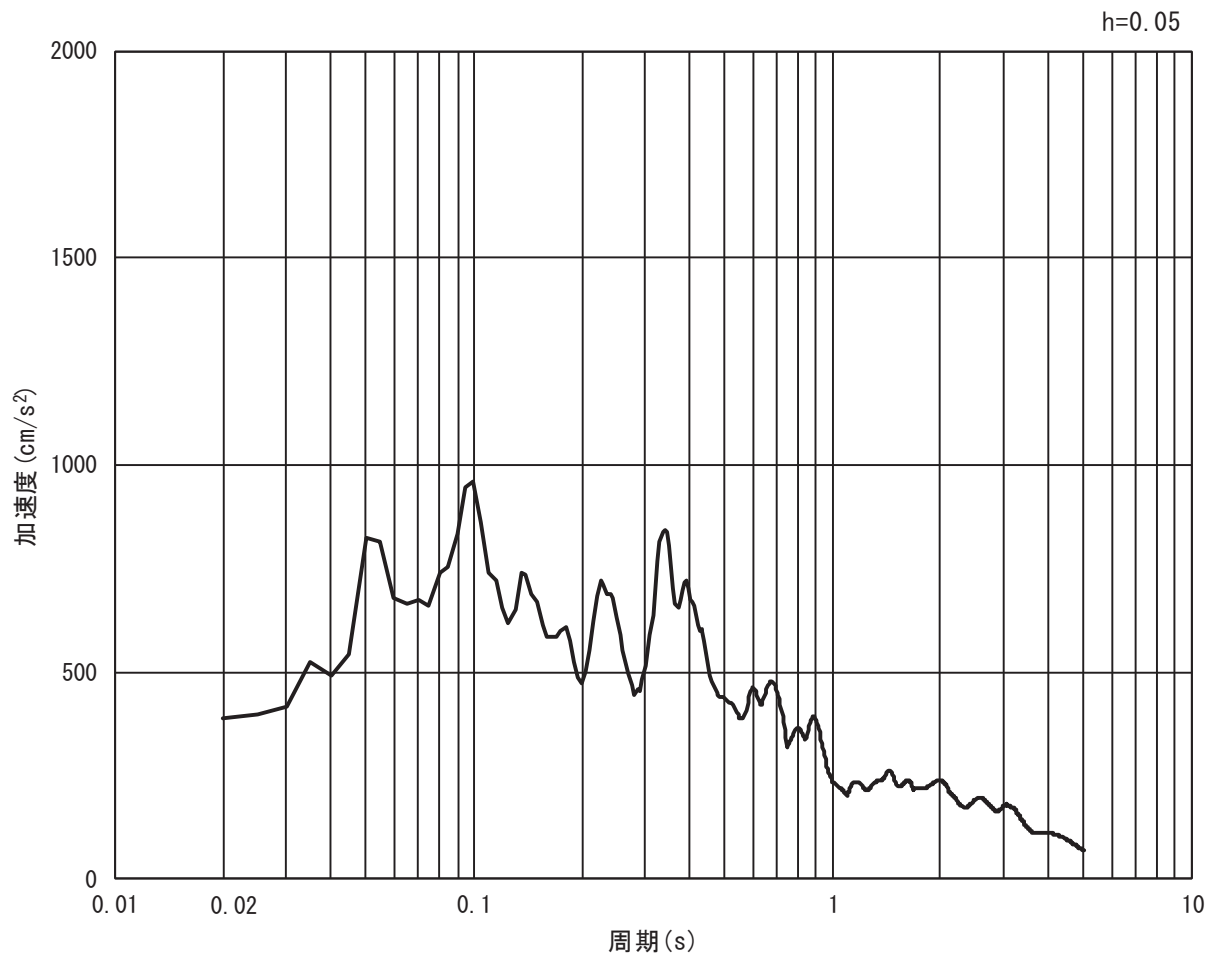


(b) 加速度応答スペクトル

図 3.4-5(9) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル  
(水平方向 : S s - F 2)

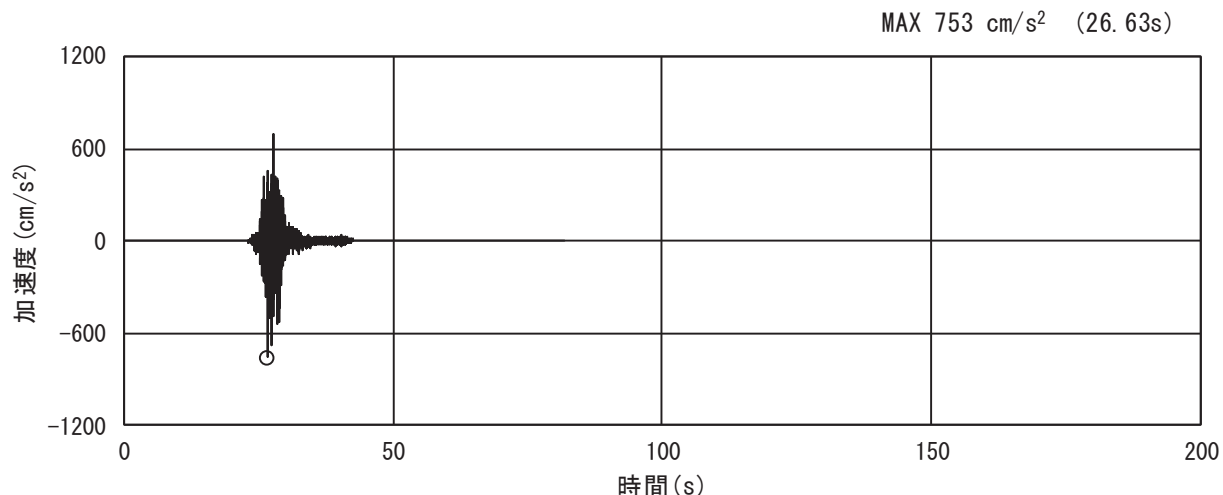


(a) 加速度時刻歴波形

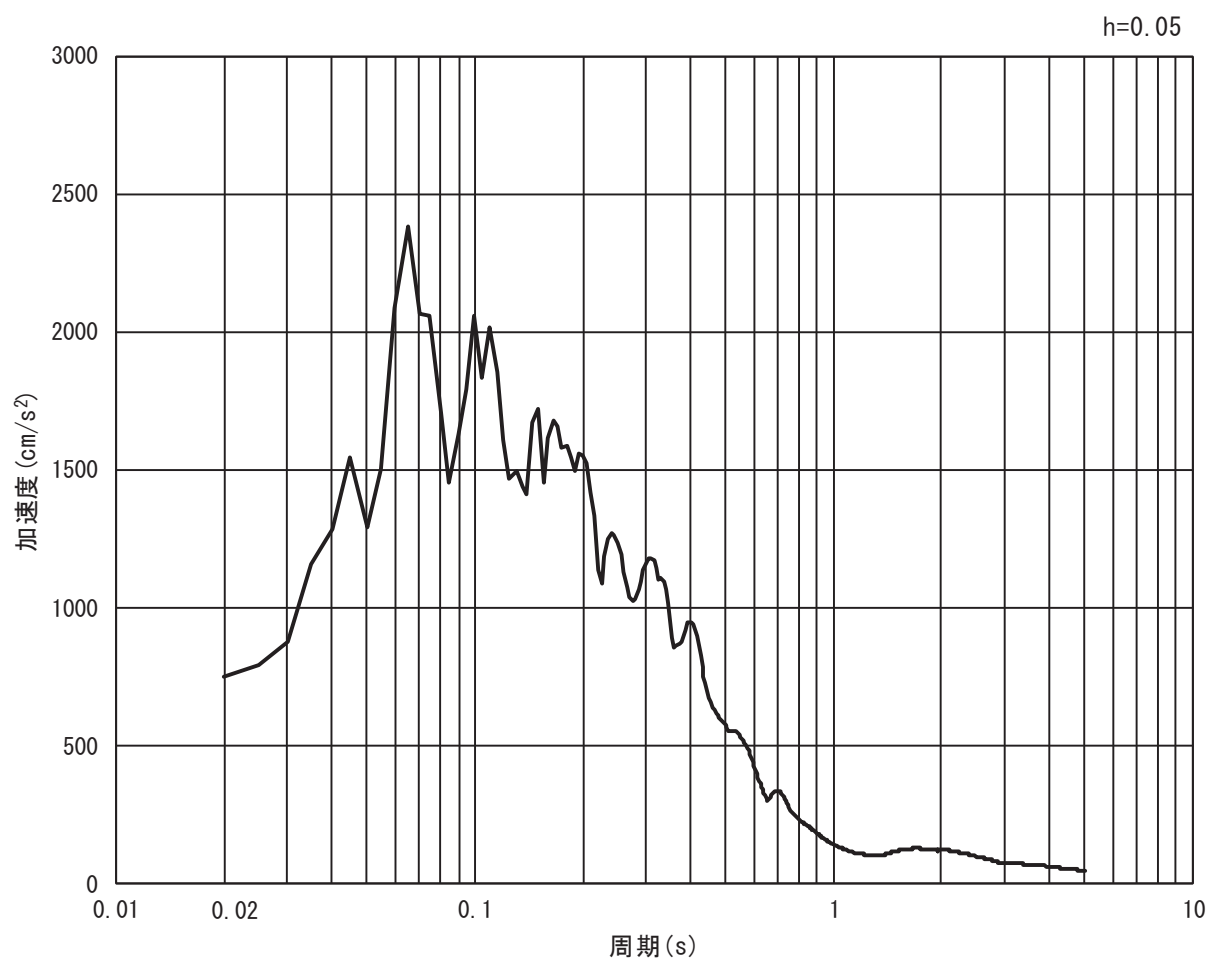


(b) 加速度応答スペクトル

図 3.4-5(10) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル  
(鉛直方向：S s - F 2)

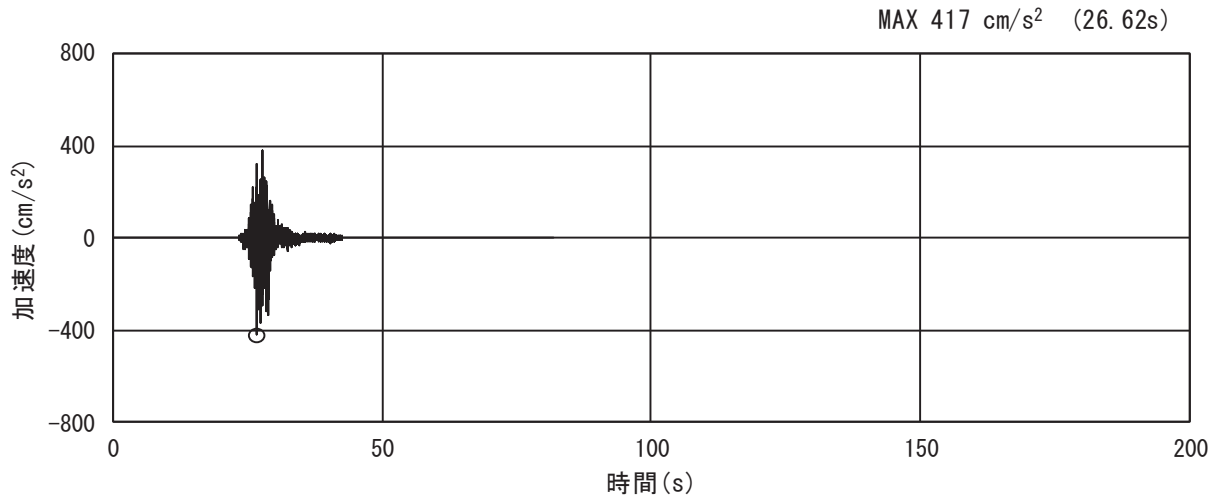


(a) 加速度時刻歴波形

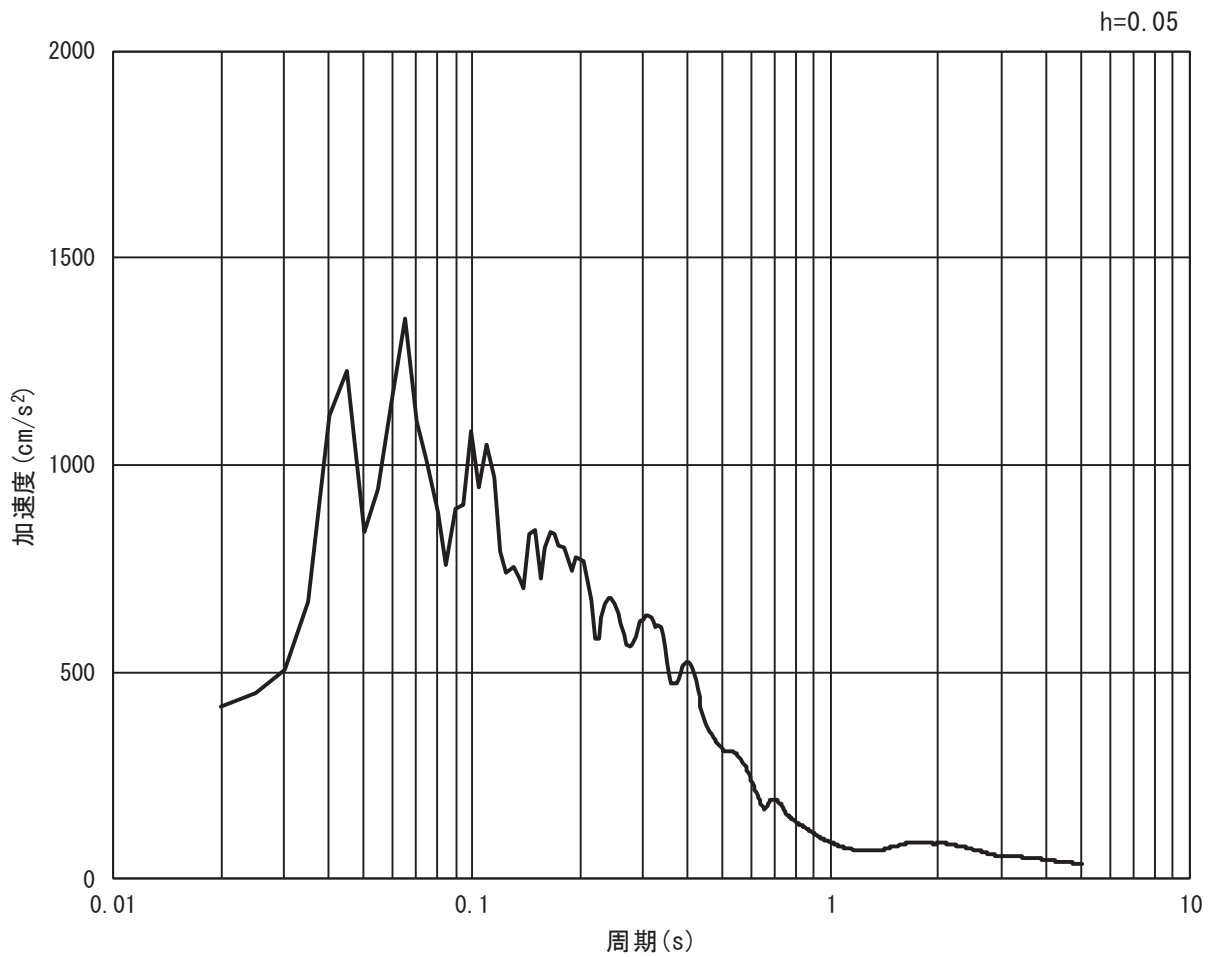


(b) 加速度応答スペクトル

図 3.4-5(11) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル  
(水平方向 : S s - F 3)

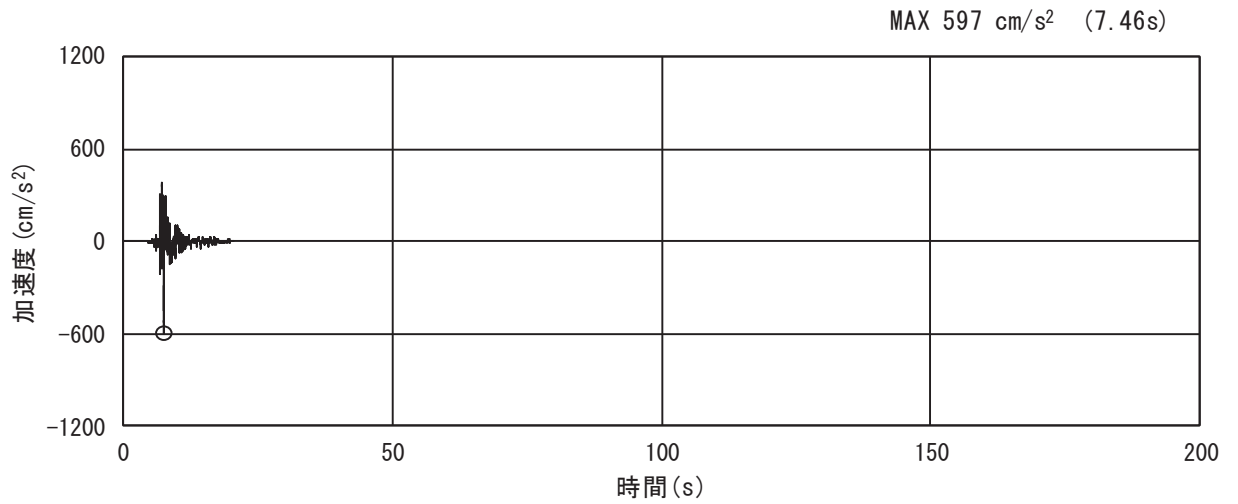


(a) 加速度時刻歴波形

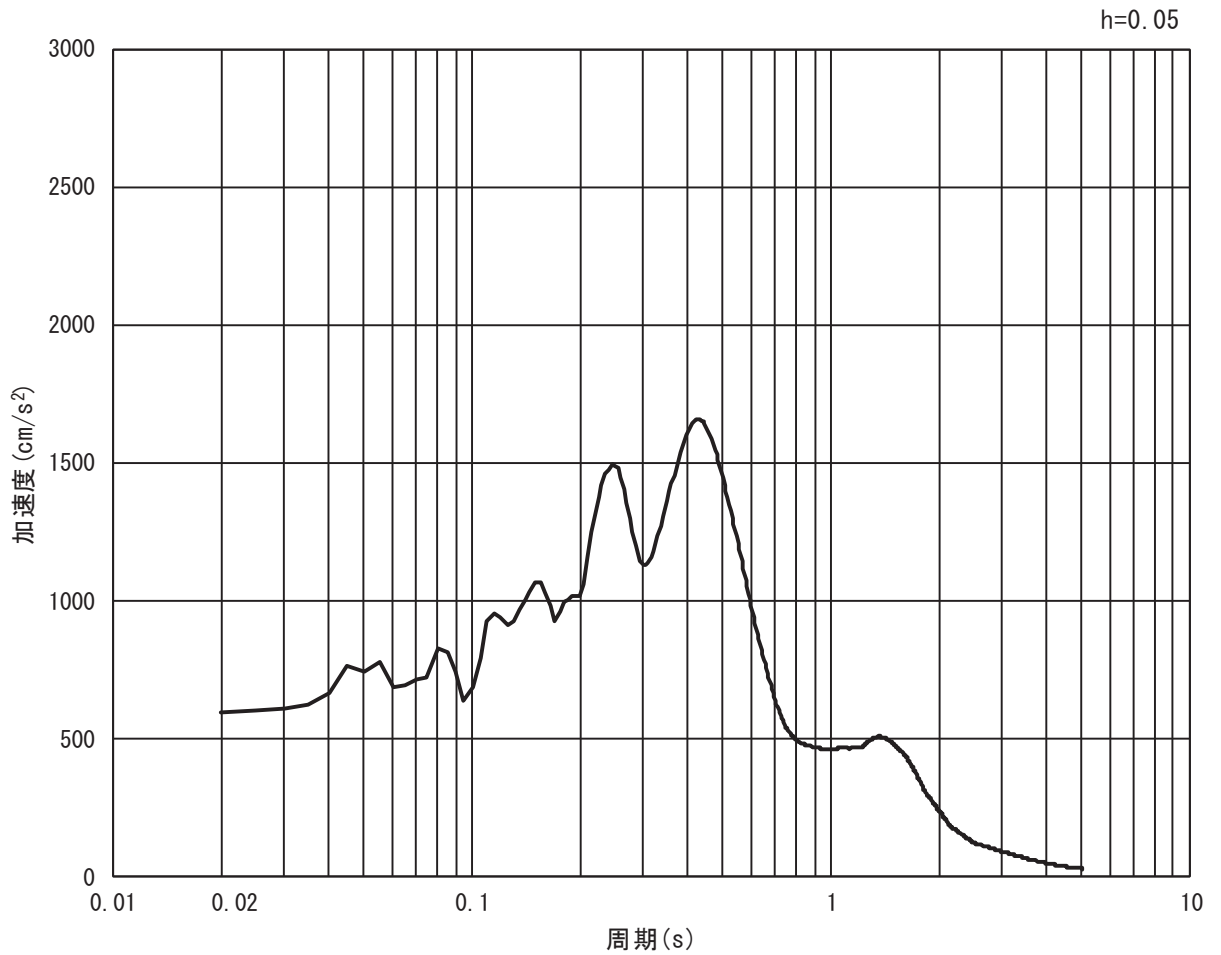


(b) 加速度応答スペクトル

図 3.4-5(12) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル  
(鉛直方向: S s - F 3)

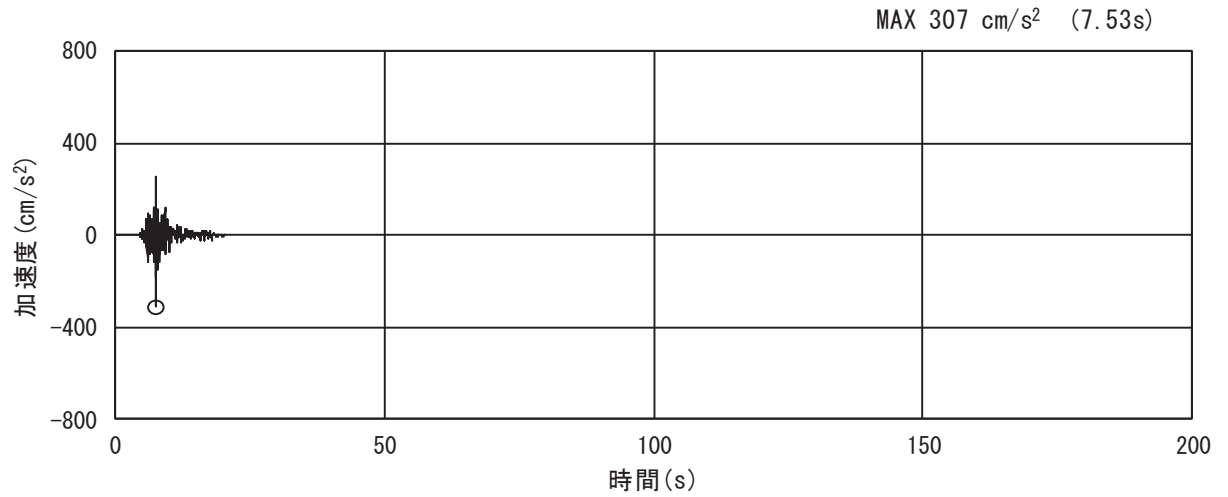


(a) 加速度時刻歴波形

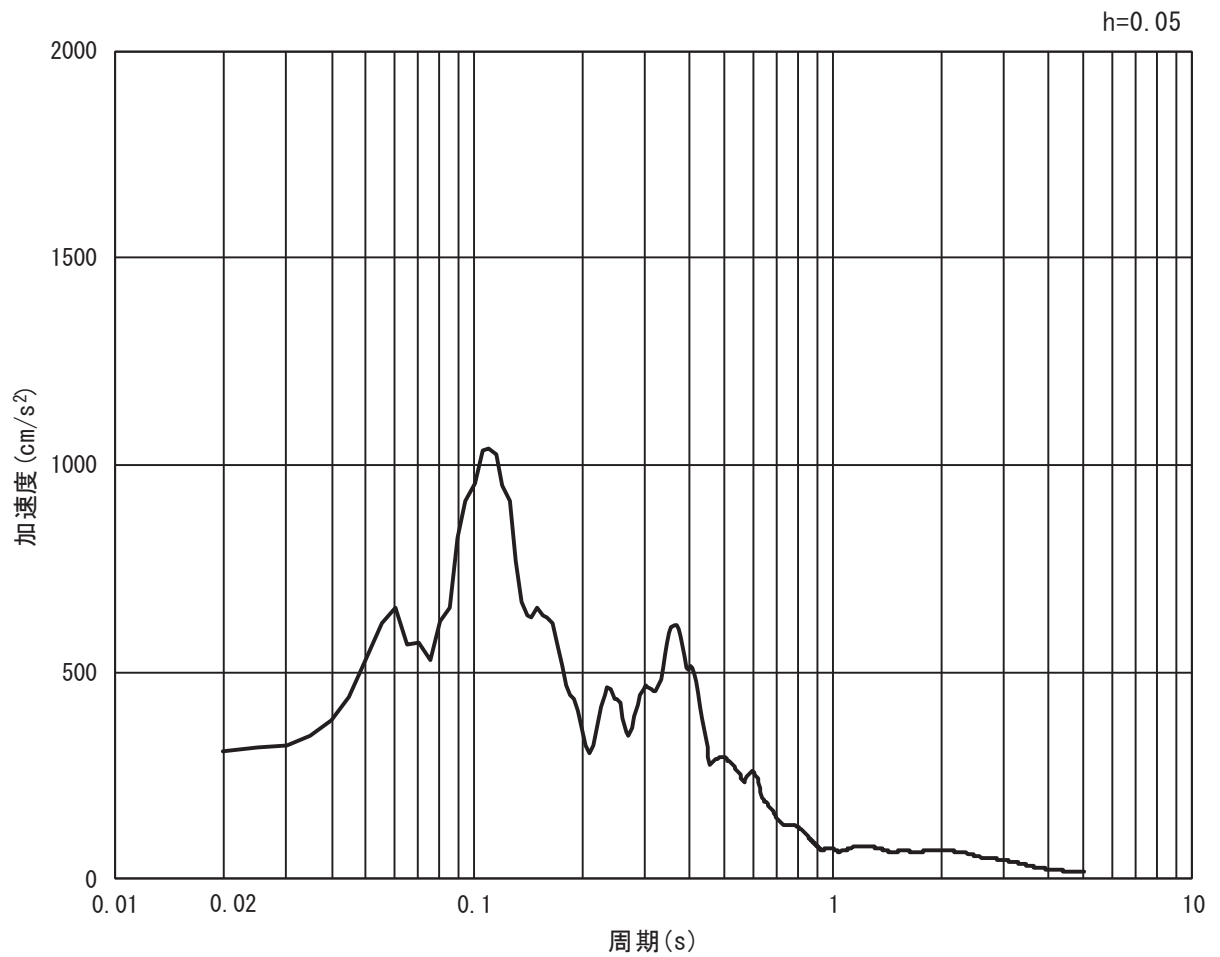


(b) 加速度応答スペクトル

図 3.4-5(13) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル  
(水平方向 : S s - N 1)



(a) 加速度時刻歴波形

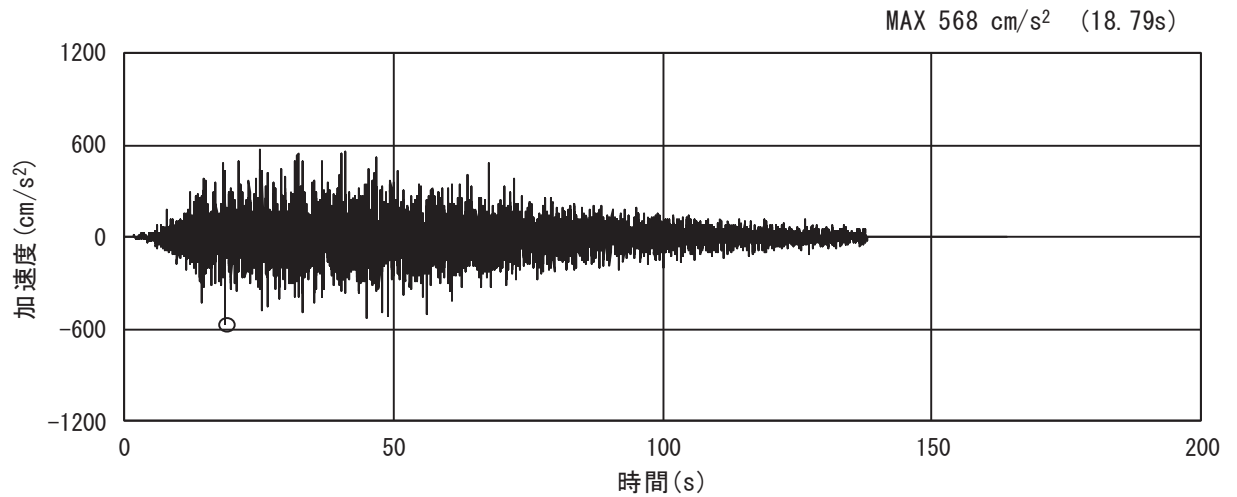


(b) 加速度応答スペクトル

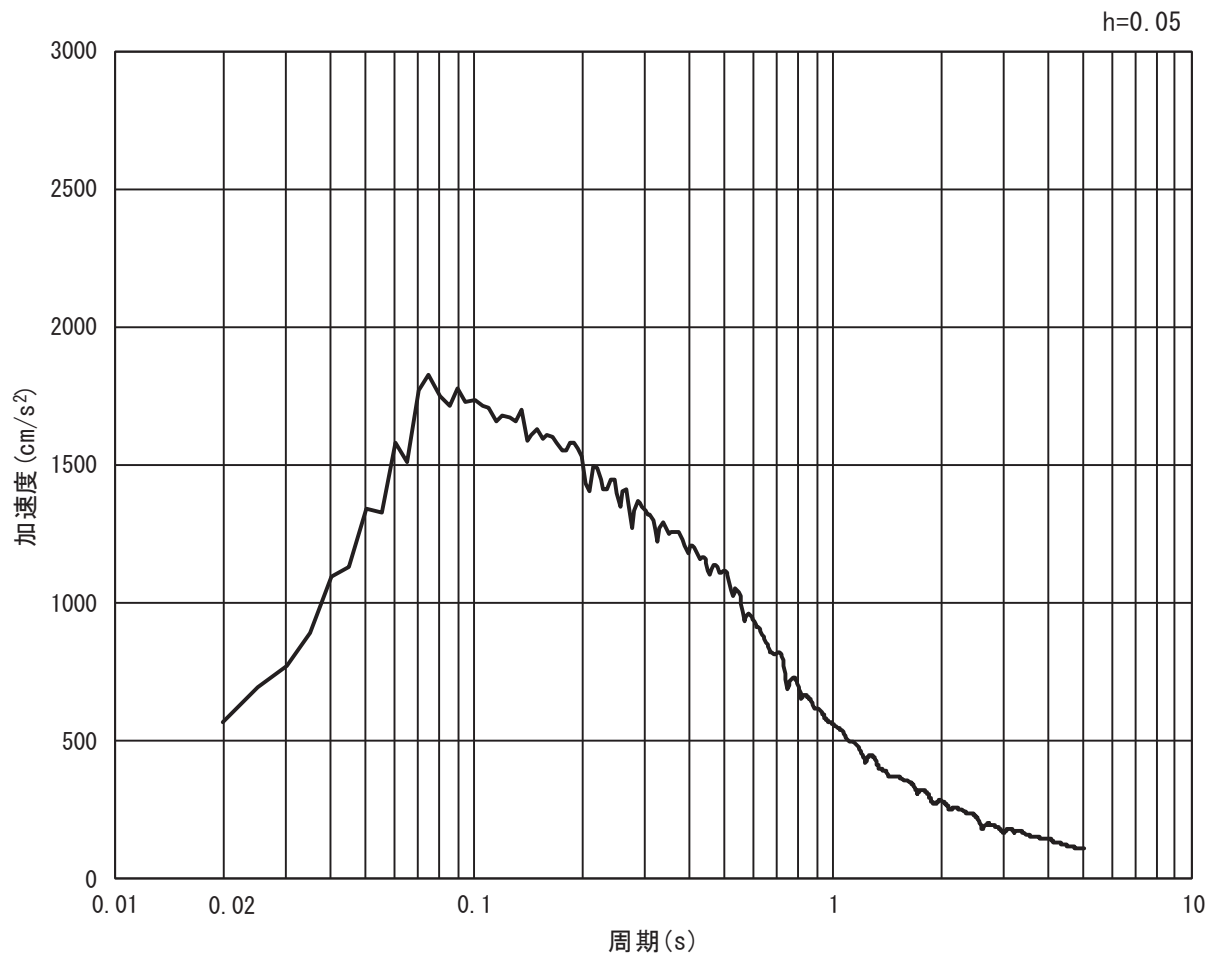
図 3.4-5(14) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル  
(鉛直方向：S s - N 1)



(4) 断面④

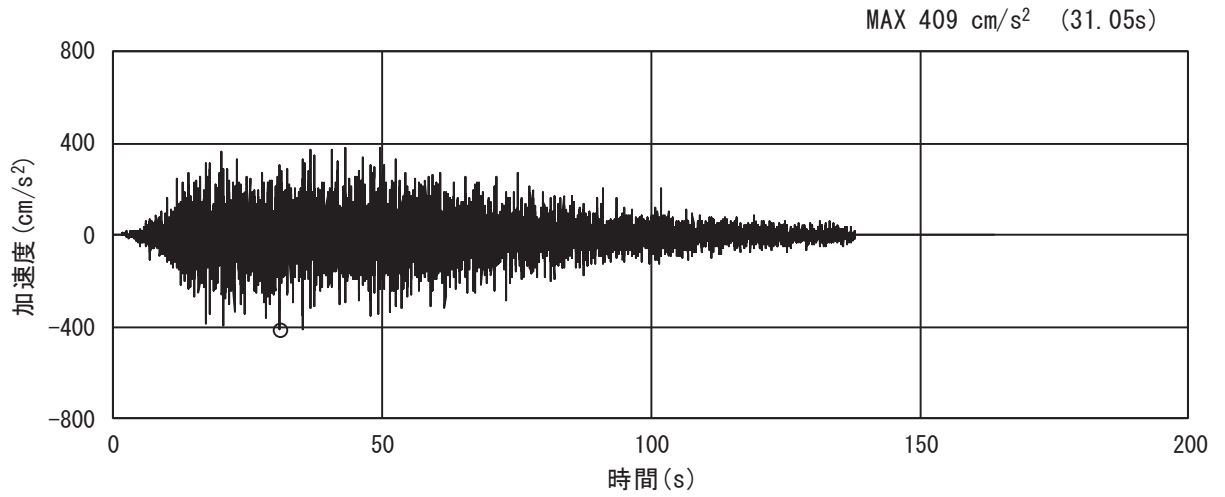


(a) 加速度時刻歴波形

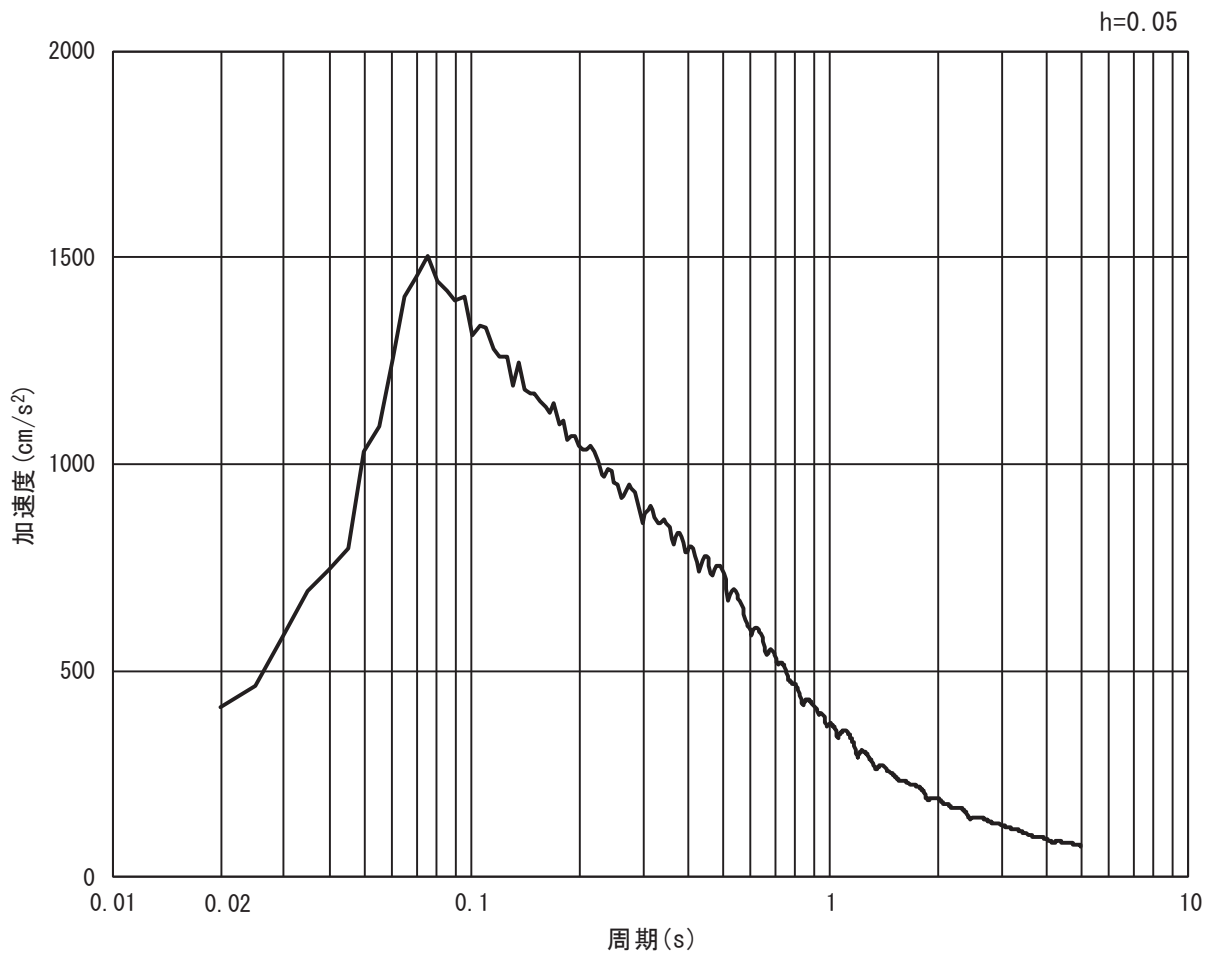


(b) 加速度応答スペクトル

図 3.4-6(1) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル  
(水平方向 : S s - D 1)

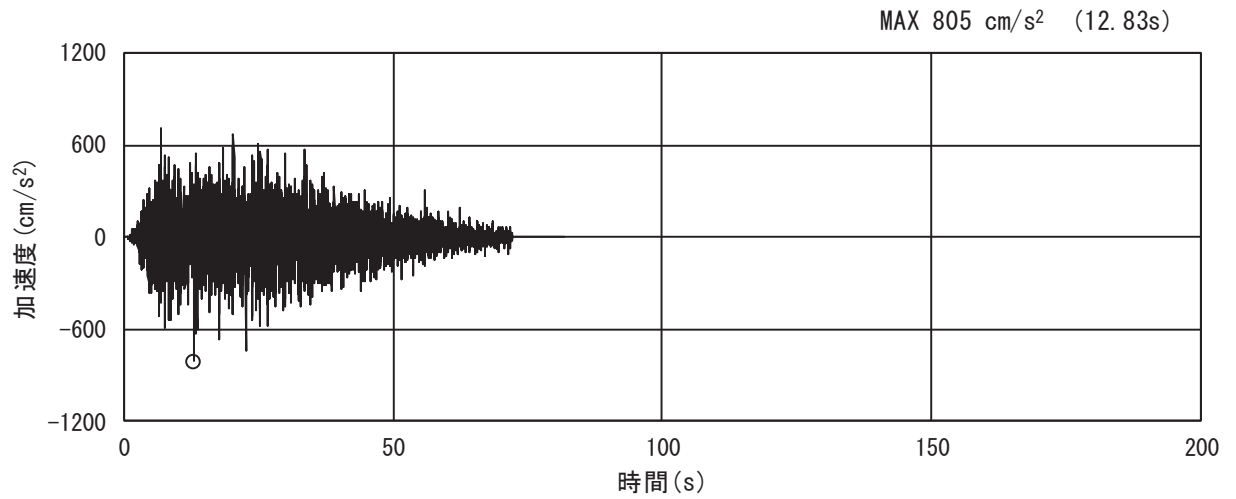


(a) 加速度時刻歴波形

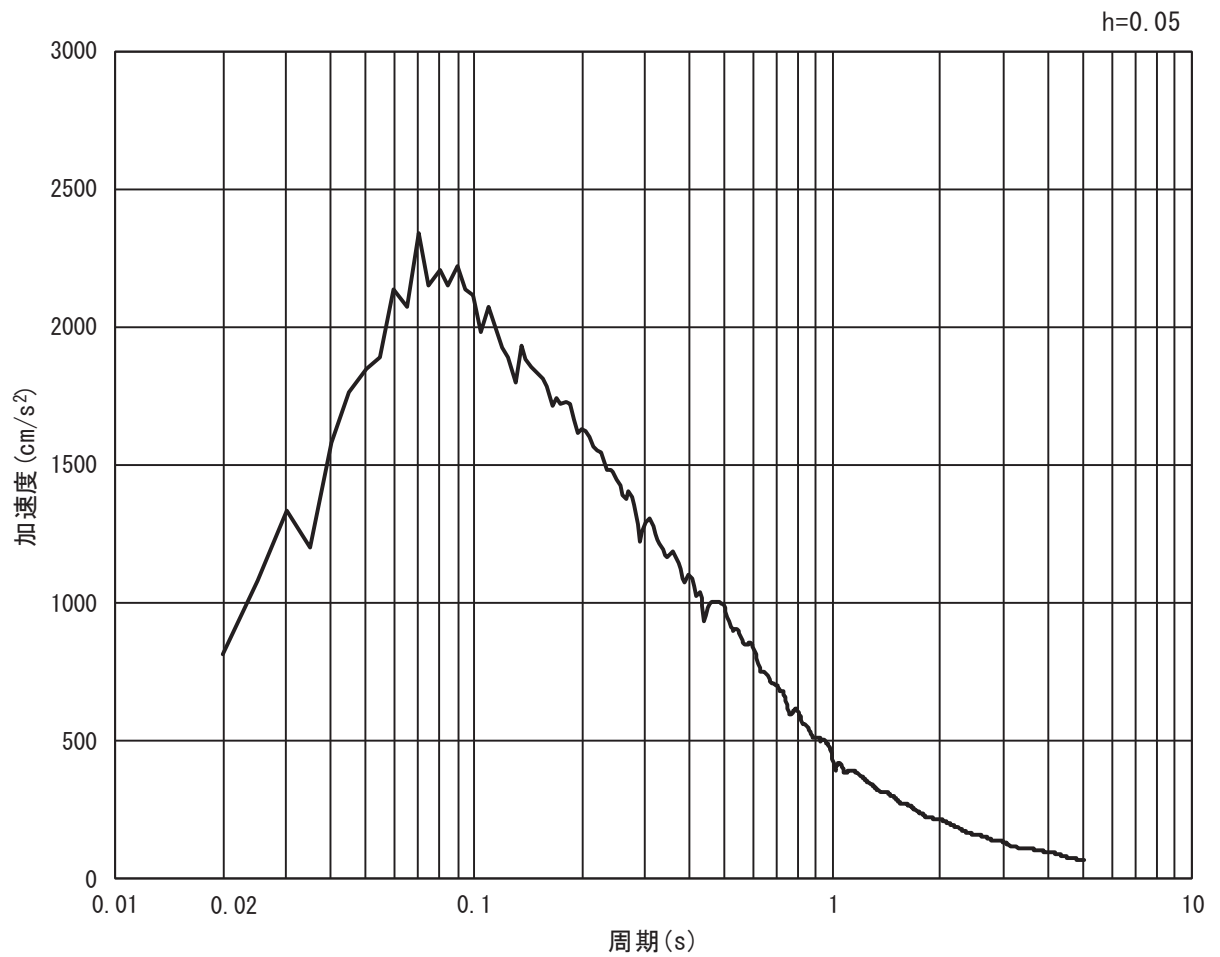


(b) 加速度応答スペクトル

図 3.4-6(2) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル  
(鉛直方向：S s - D 1)

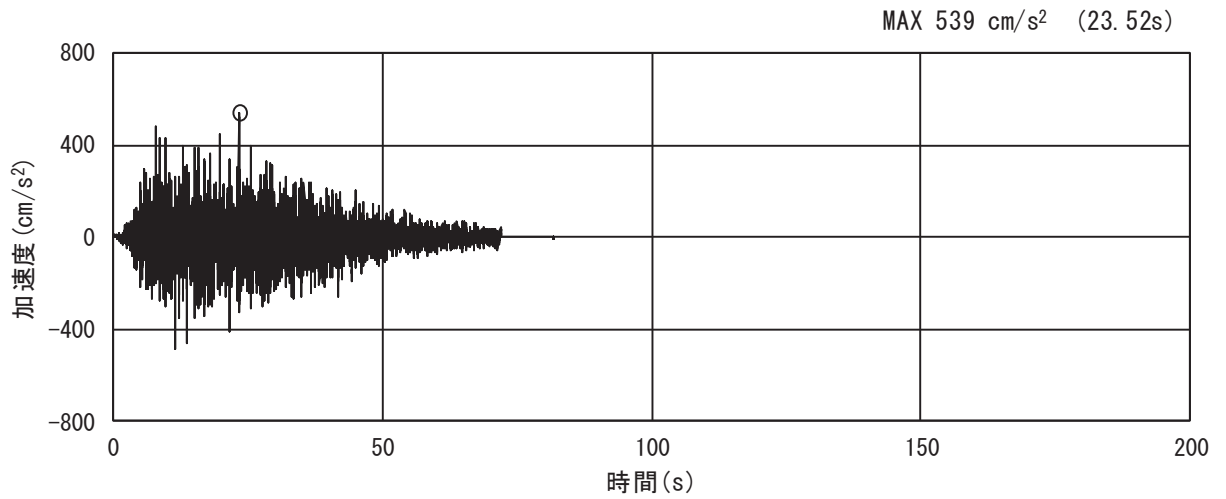


(a) 加速度時刻歴波形

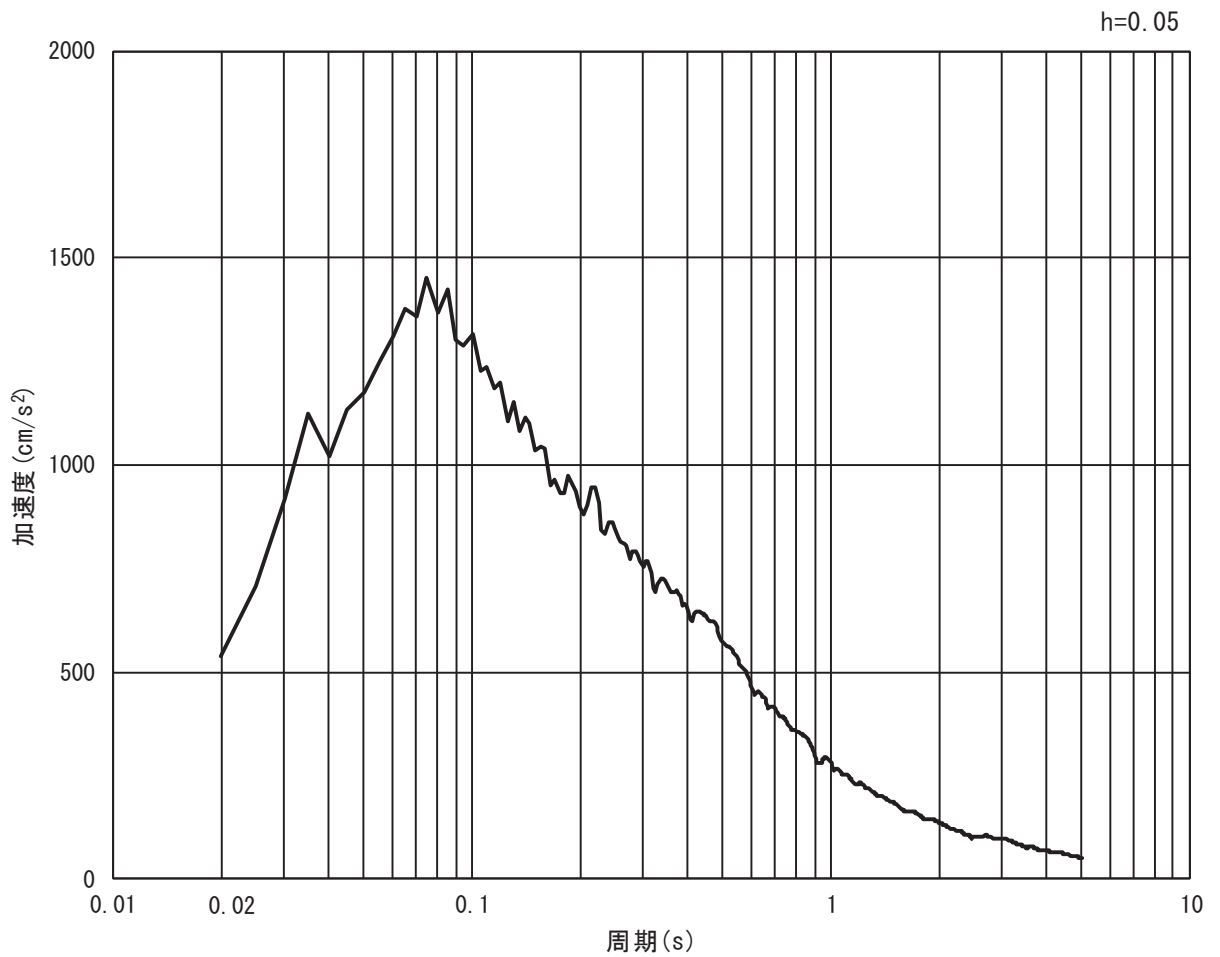


(b) 加速度応答スペクトル

図 3.4-6(3) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル  
(水平方向 : S s - D 2)

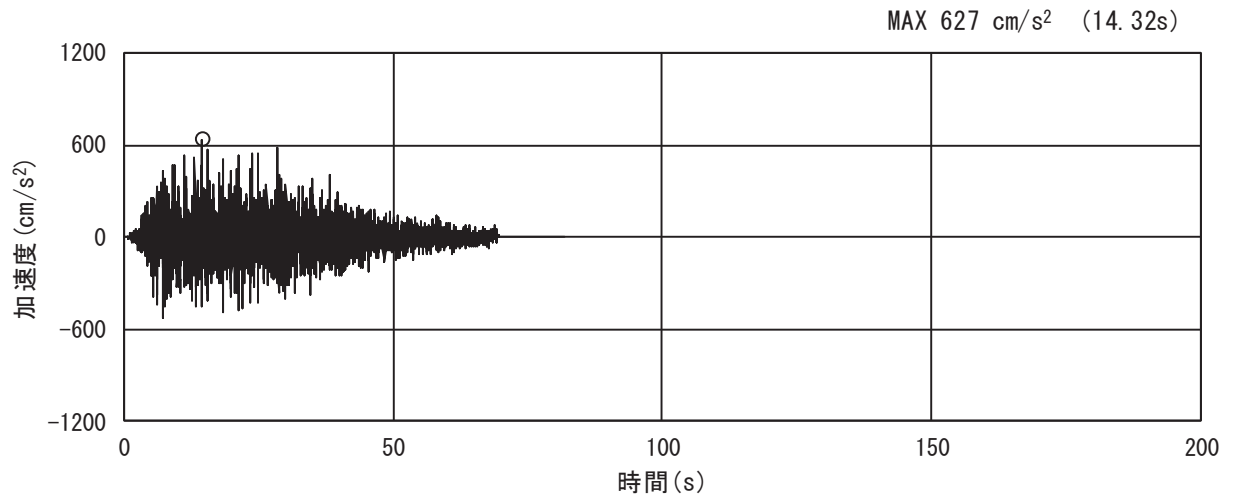


(a) 加速度時刻歴波形

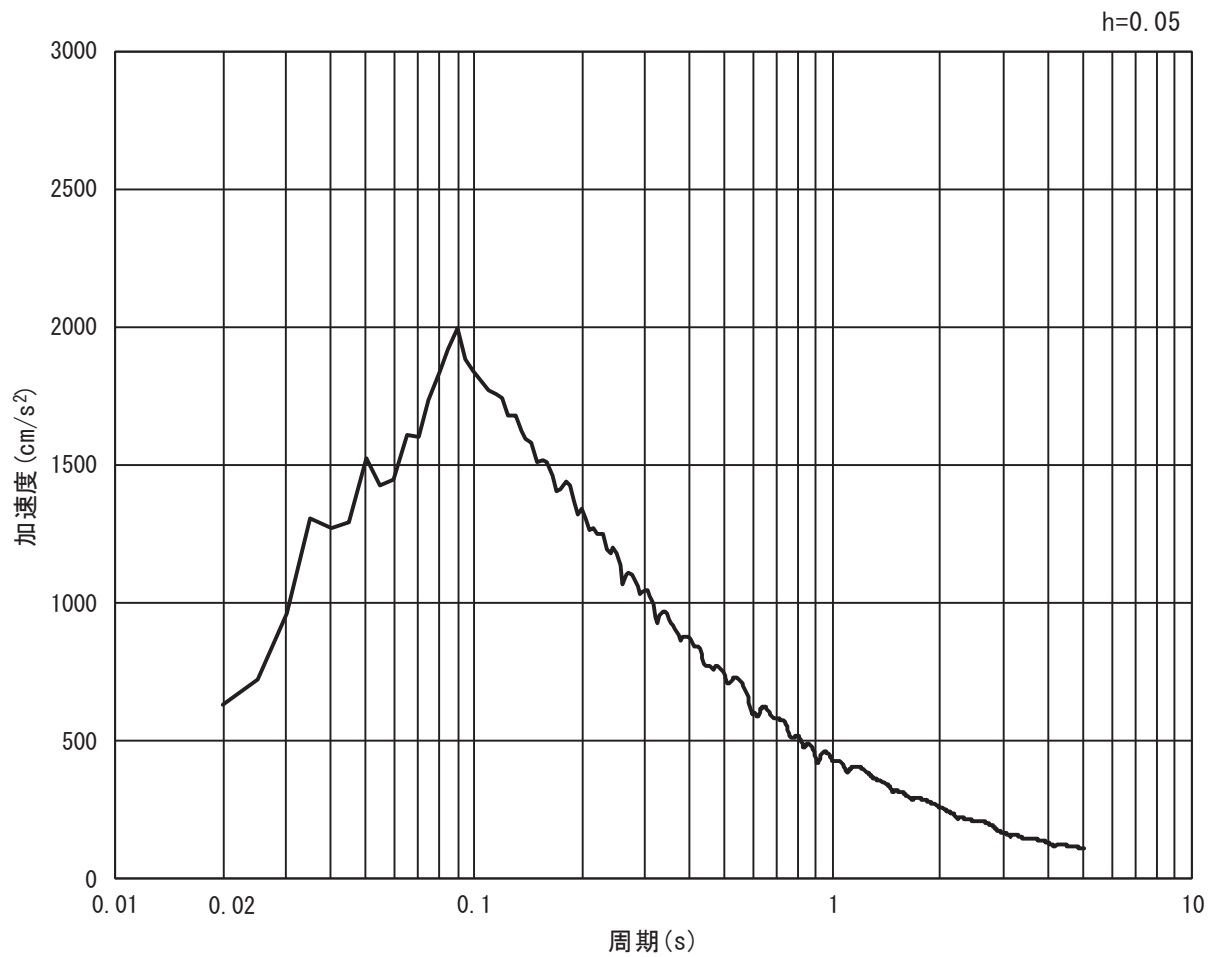


(b) 加速度応答スペクトル

図 3.4-6(4) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル  
(鉛直方向 : S s - D 2)

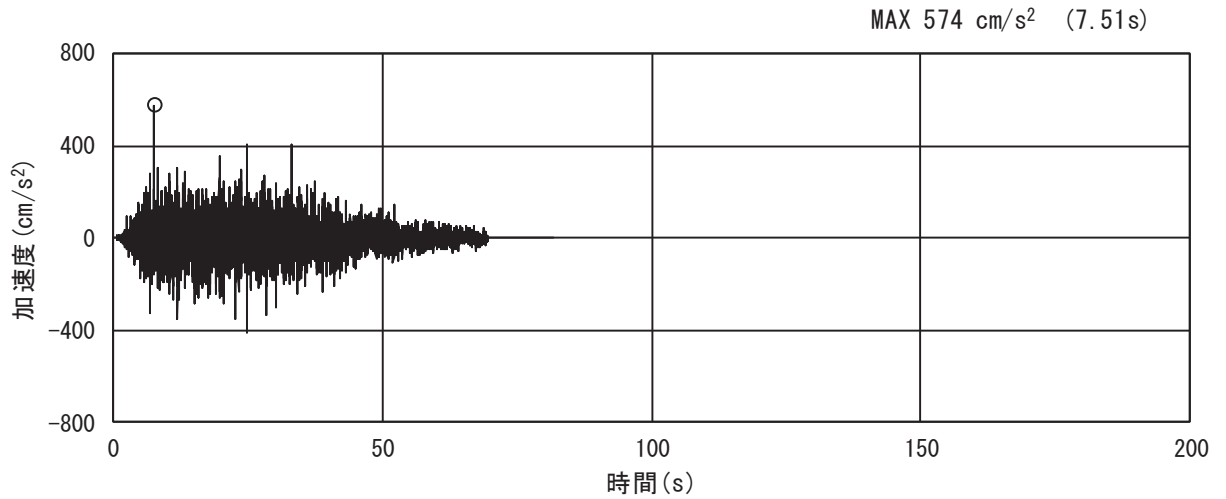


(a) 加速度時刻歴波形

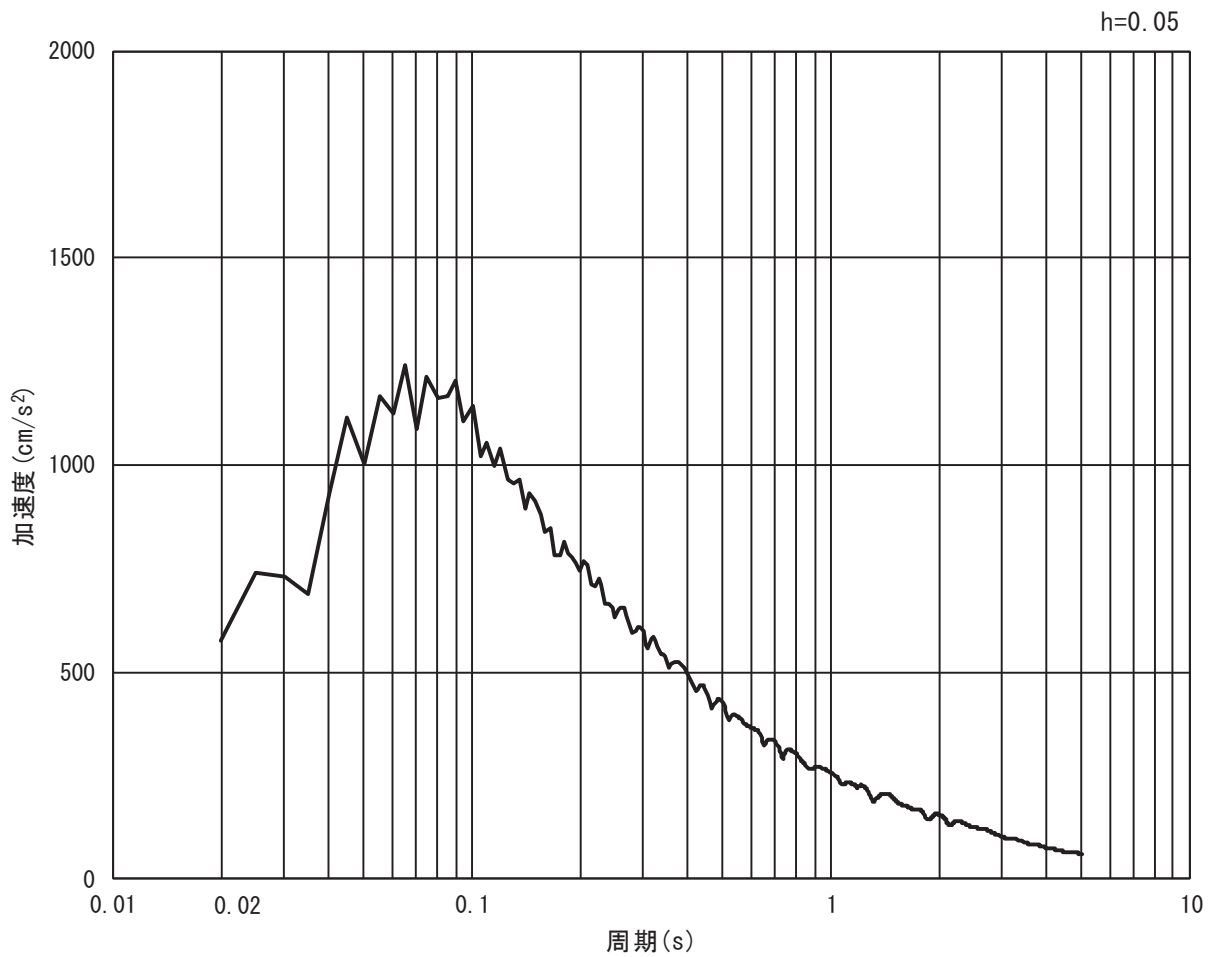


(b) 加速度応答スペクトル

図 3.4-6(5) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル  
(水平方向 : S s - D 3)

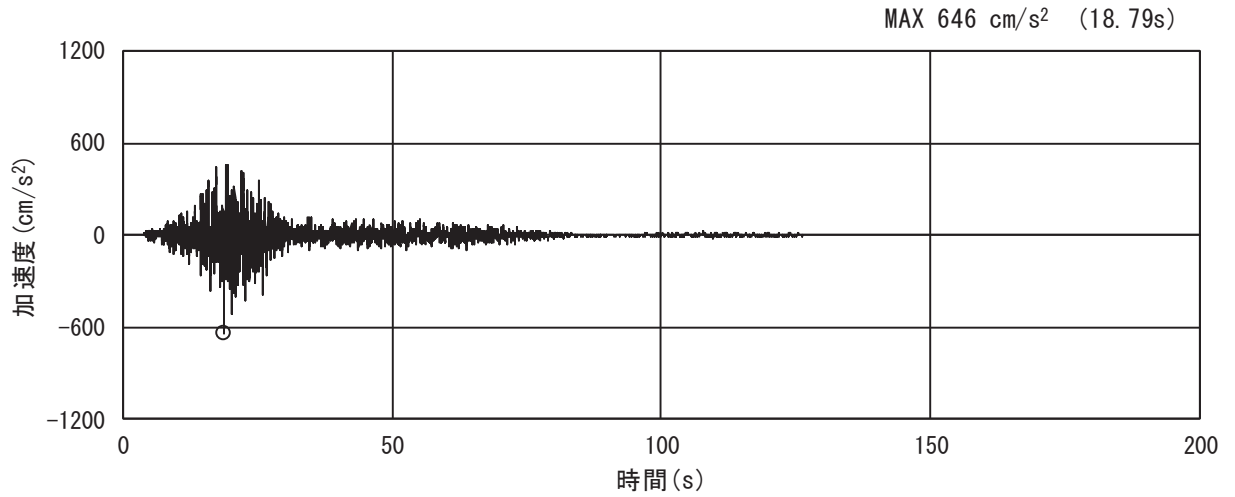


(a) 加速度時刻歴波形

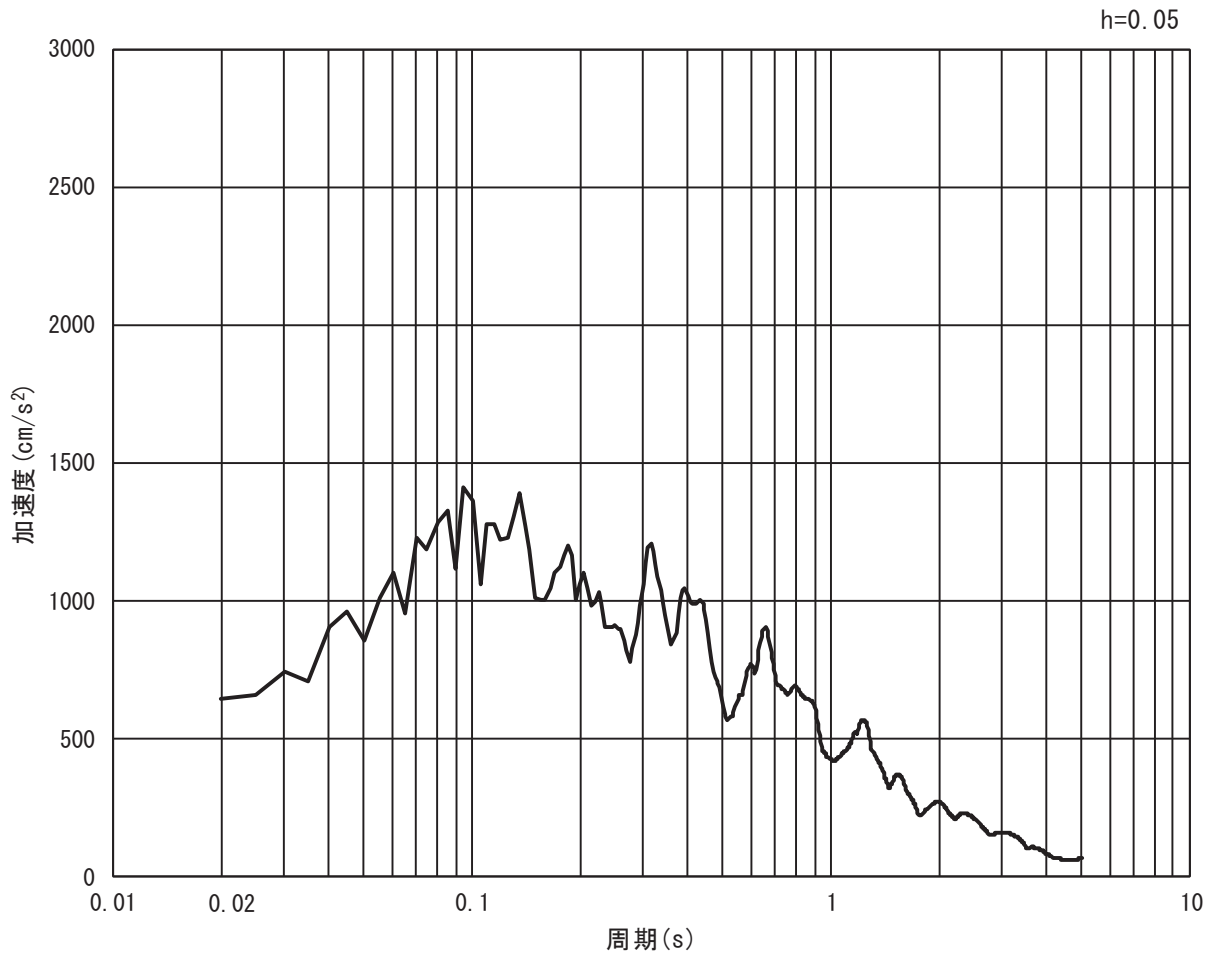


(b) 加速度応答スペクトル

図 3.4-6(6) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル  
(鉛直方向：S s - D 3)

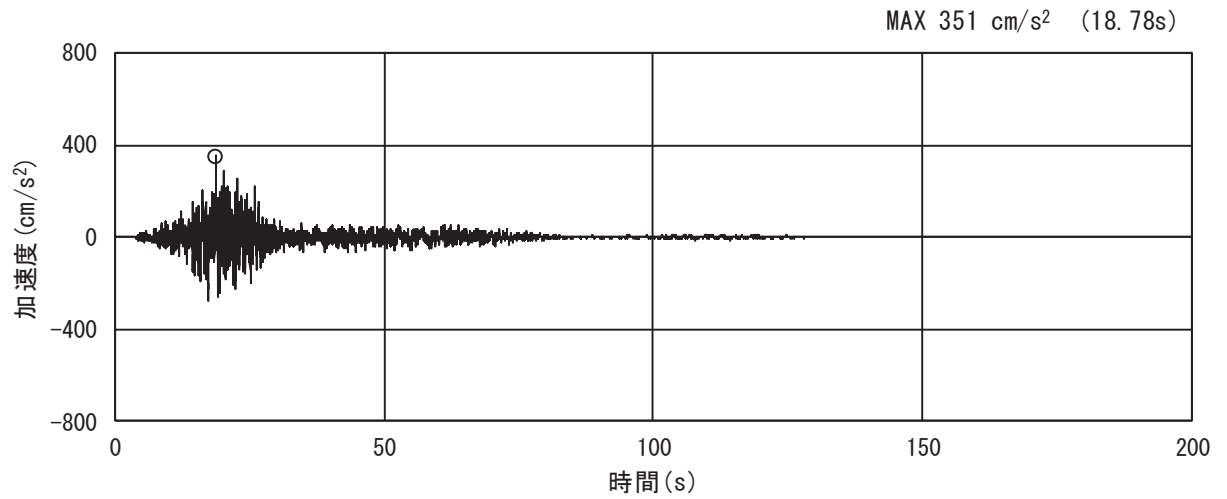


(a) 加速度時刻歴波形

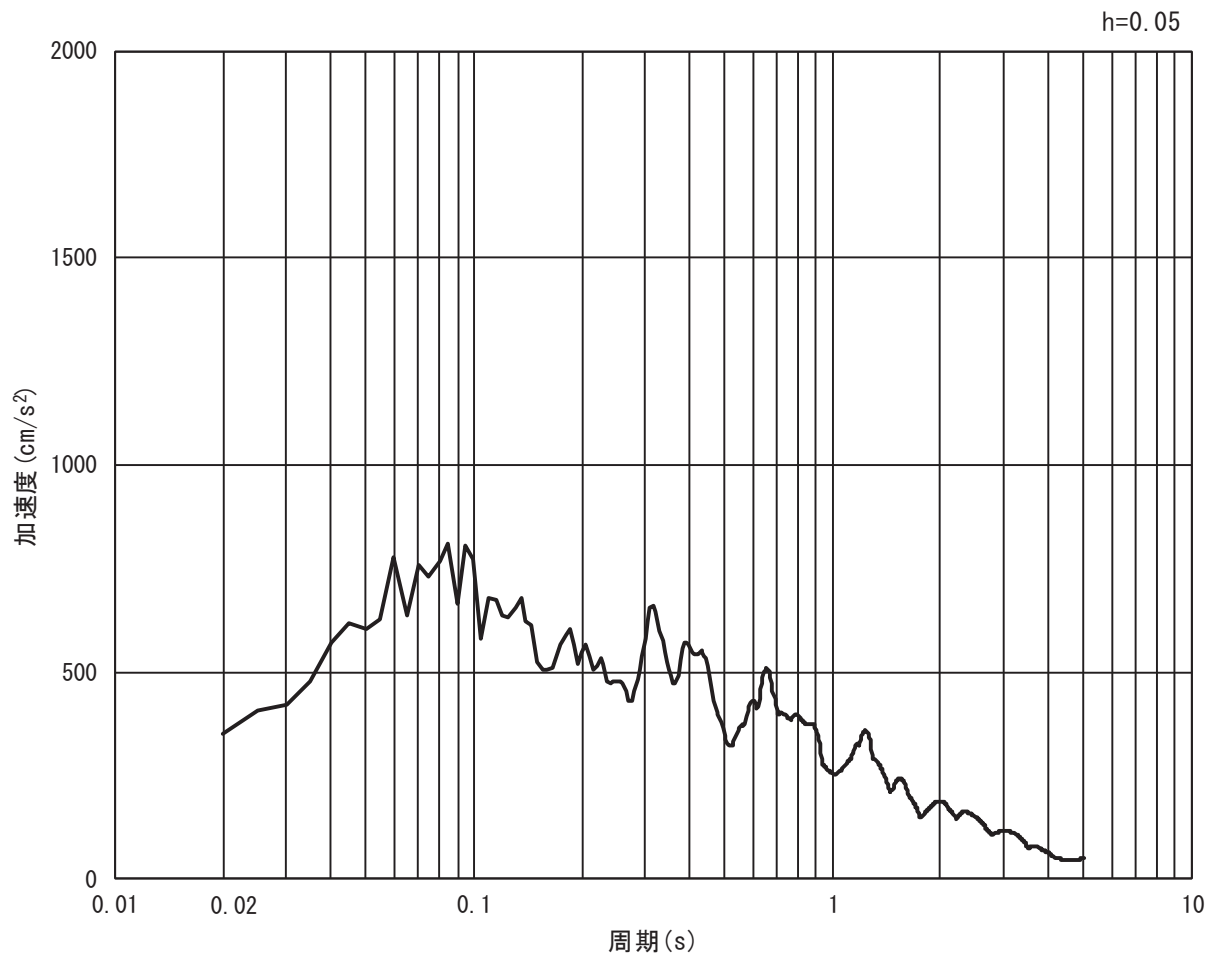


(b) 加速度応答スペクトル

図 3.4-6(7) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル  
(水平方向 : S s - F 1)



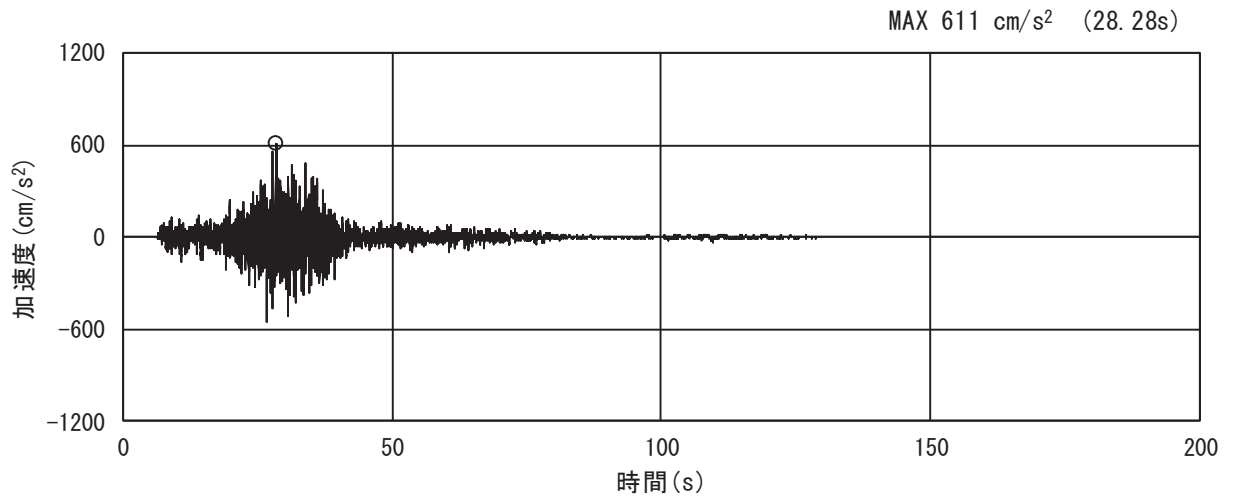
(a) 加速度時刻歴波形



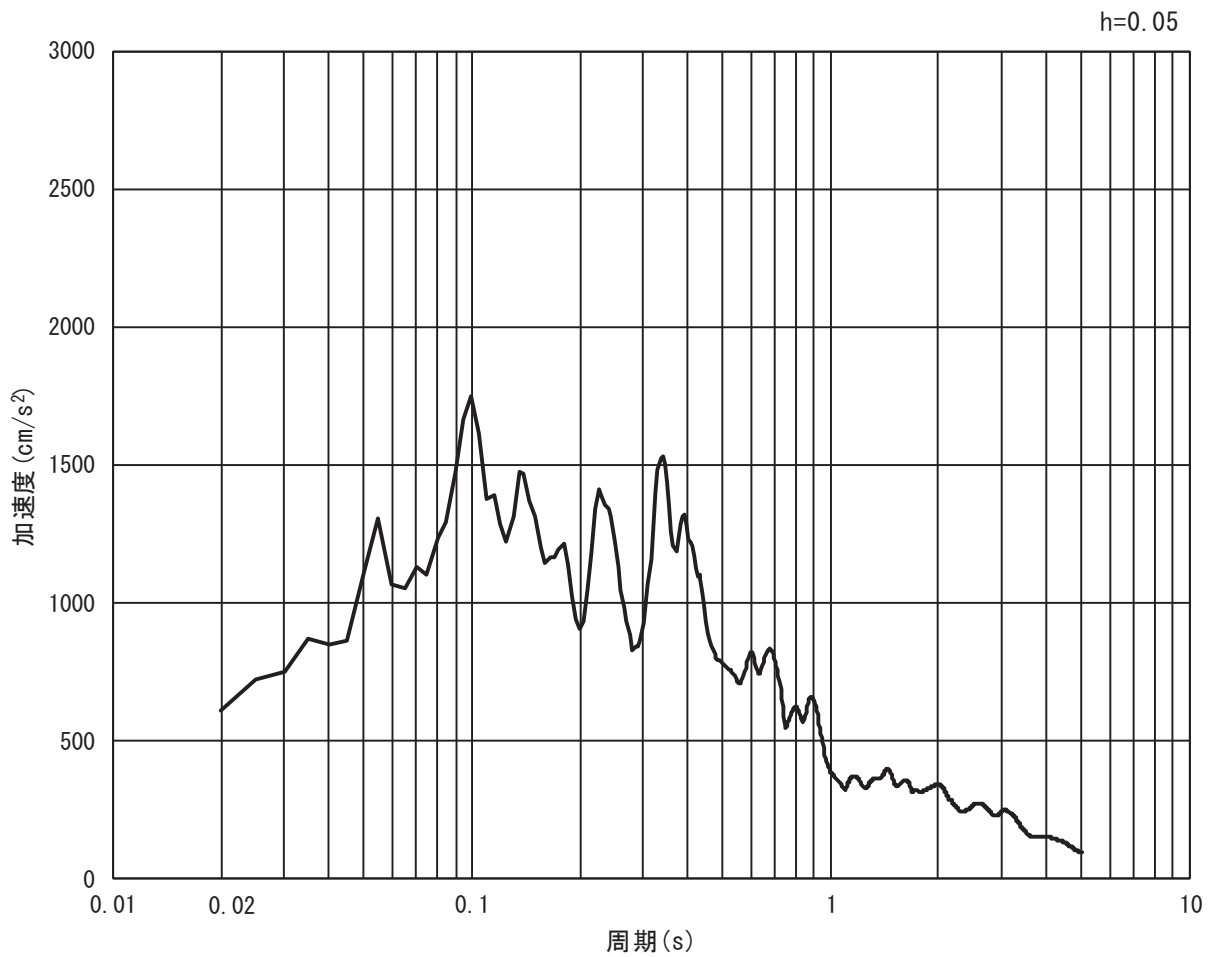
(b) 加速度応答スペクトル

図 3.4-6(8) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル  
(鉛直方向：S s - F 1)



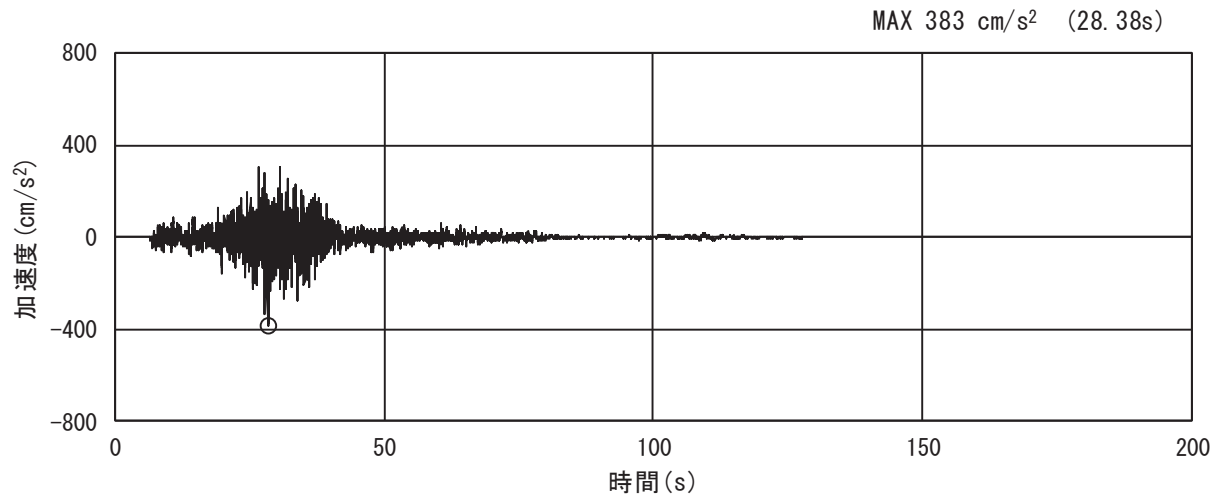


(a) 加速度時刻歴波形

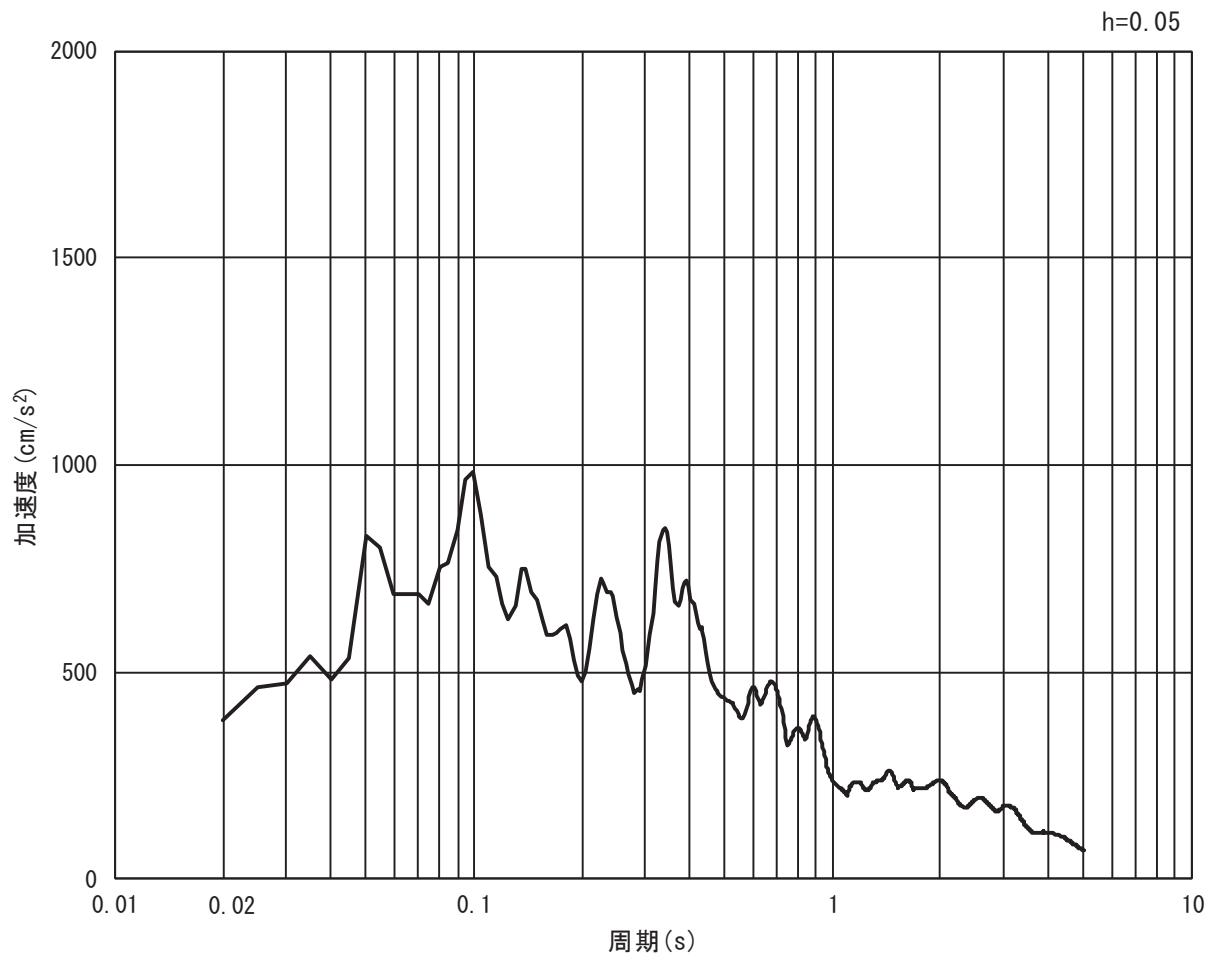


(b) 加速度応答スペクトル

図 3.4-6(9) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル  
(水平方向 : S s - F 2)

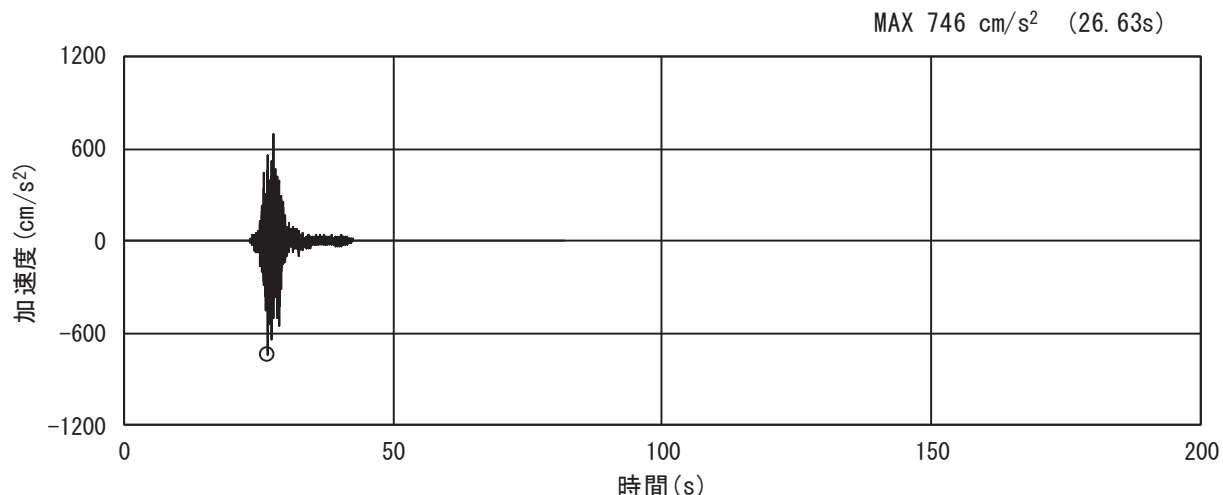


(a) 加速度時刻歴波形

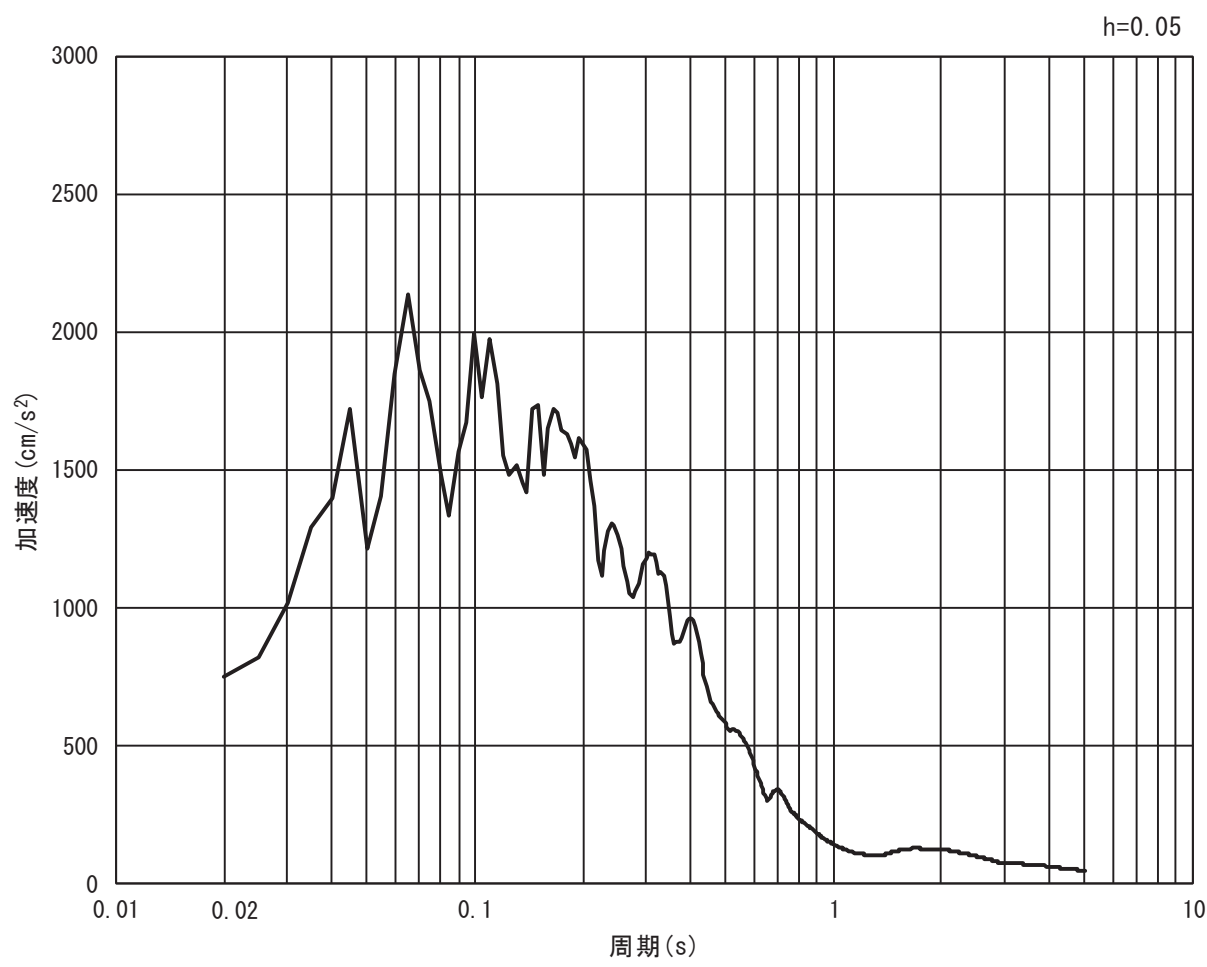


(b) 加速度応答スペクトル

図 3.4-6(10) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル  
(鉛直方向：S s - F 2)

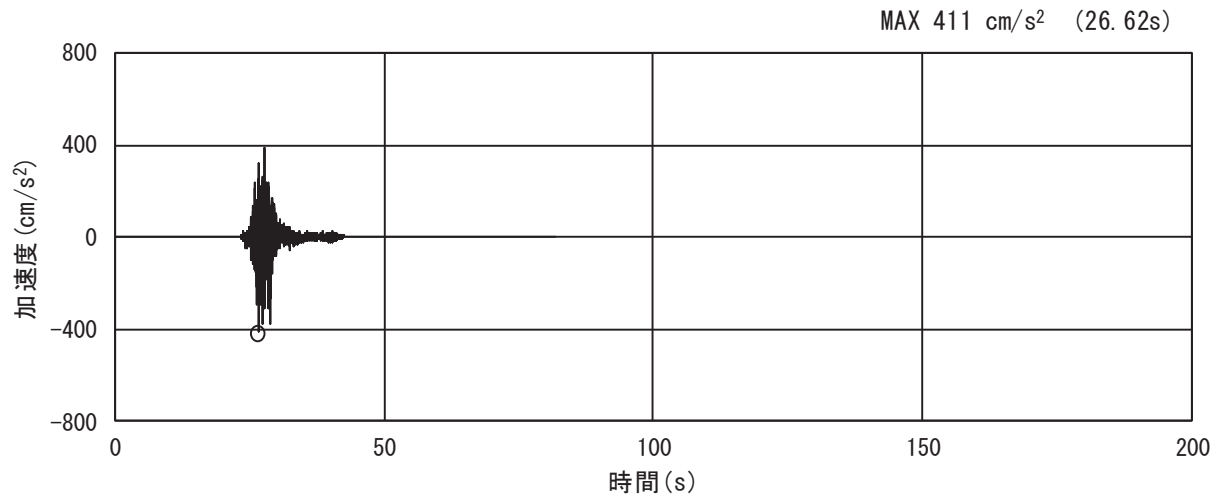


(a) 加速度時刻歴波形

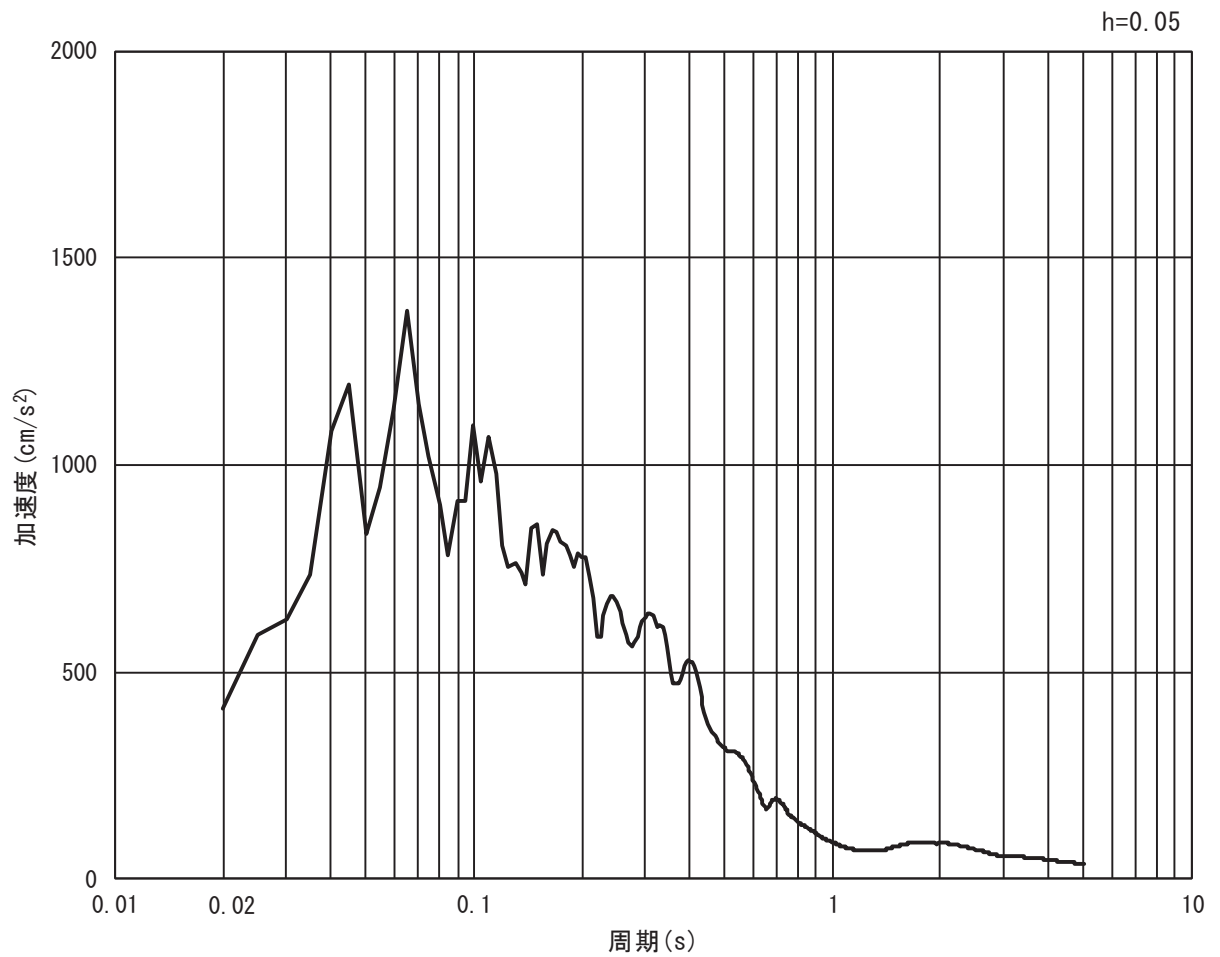


(b) 加速度応答スペクトル

図 3.4-6(11) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル  
(水平方向 : S s - F 3)

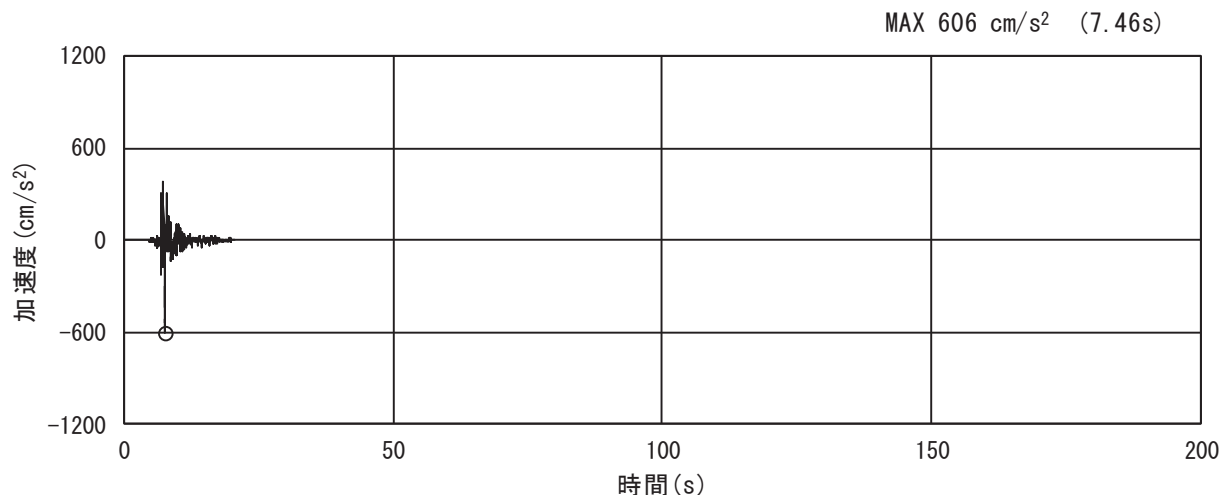


(a) 加速度時刻歴波形

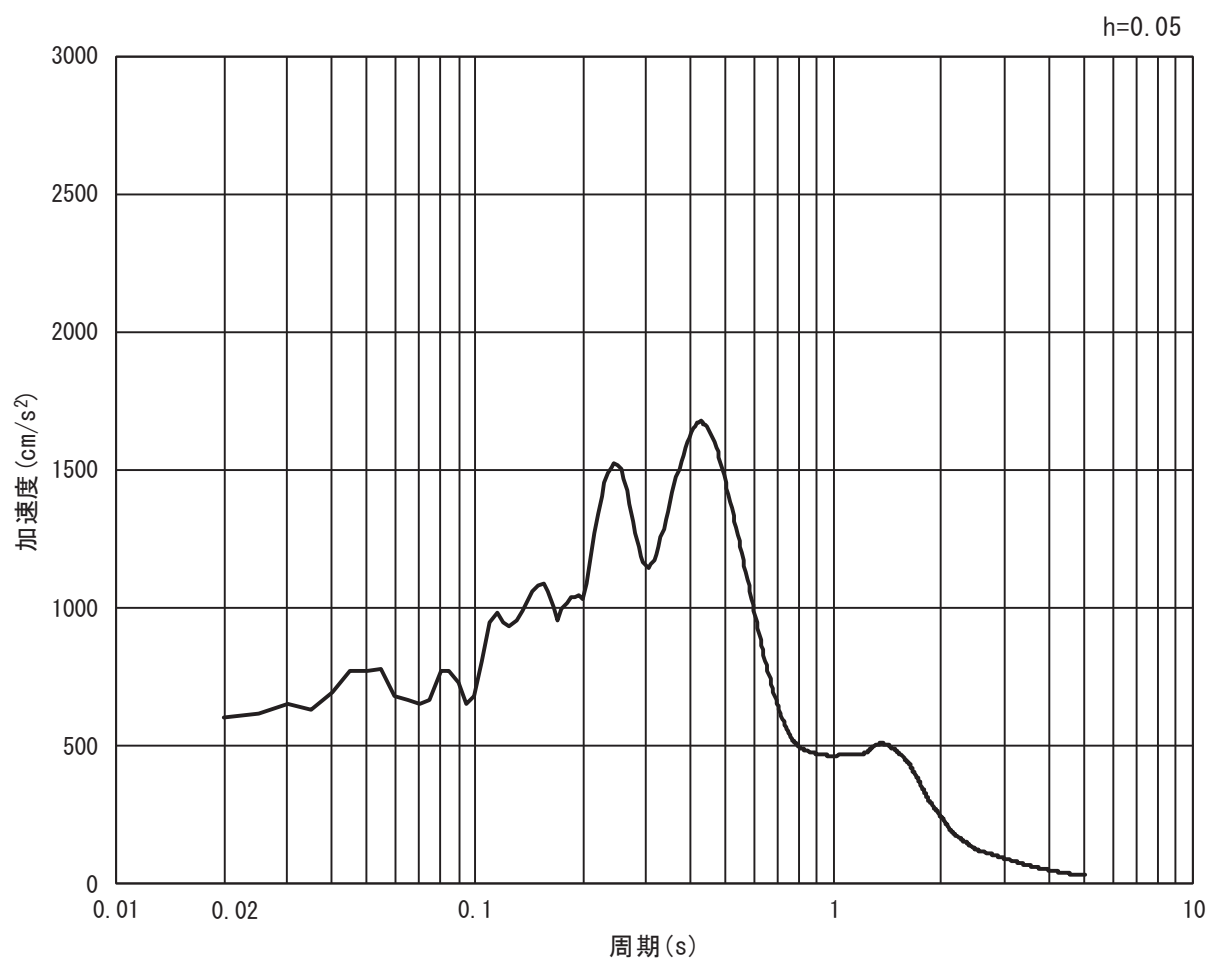


(b) 加速度応答スペクトル

図 3.4-6(12) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル  
(鉛直方向：S s - F 3)

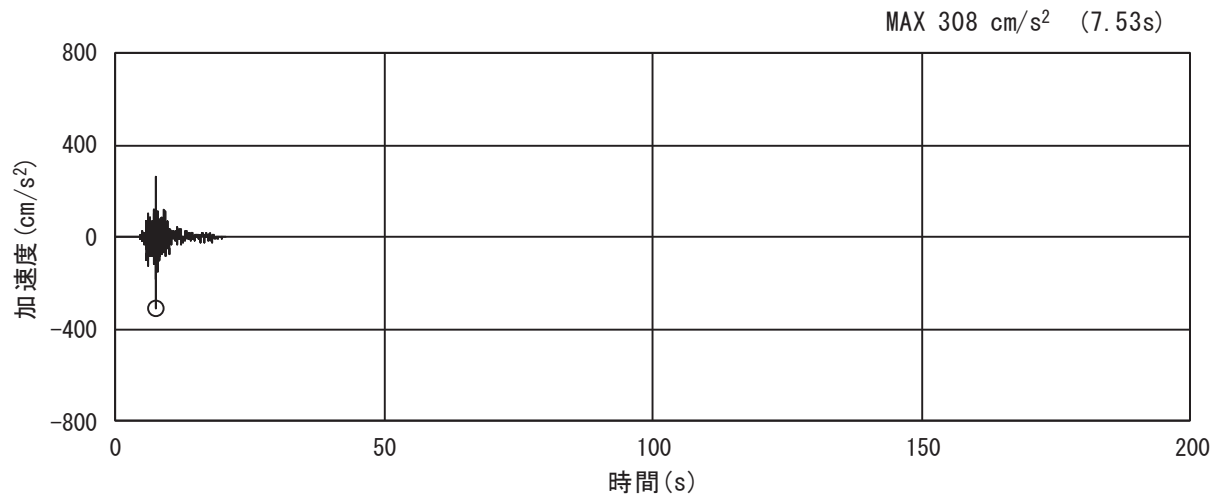


(a) 加速度時刻歴波形

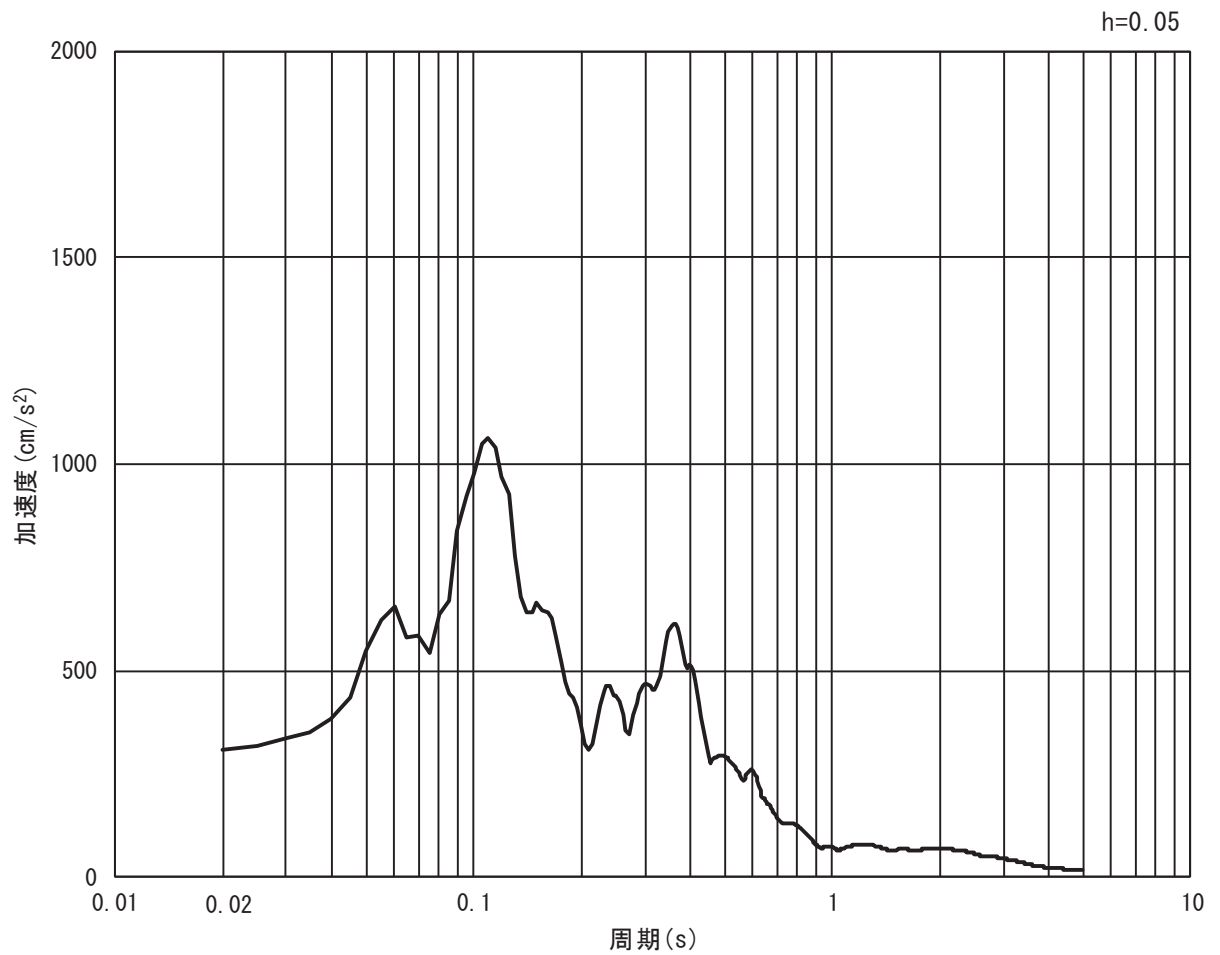


(b) 加速度応答スペクトル

図 3.4-6(13) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル  
(水平方向 : S s - N 1)



(a) 加速度時刻歴波形

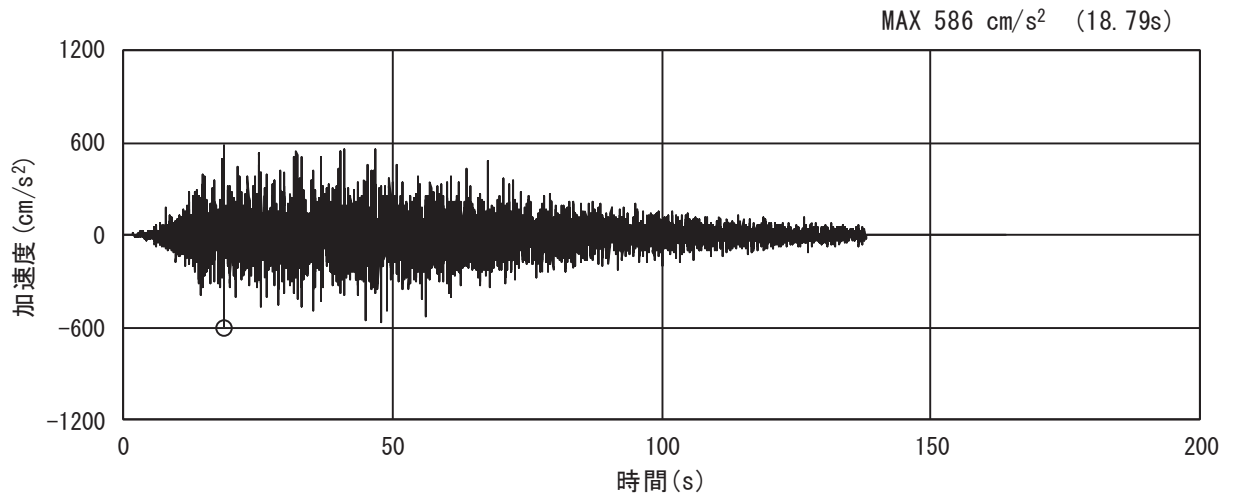


(b) 加速度応答スペクトル

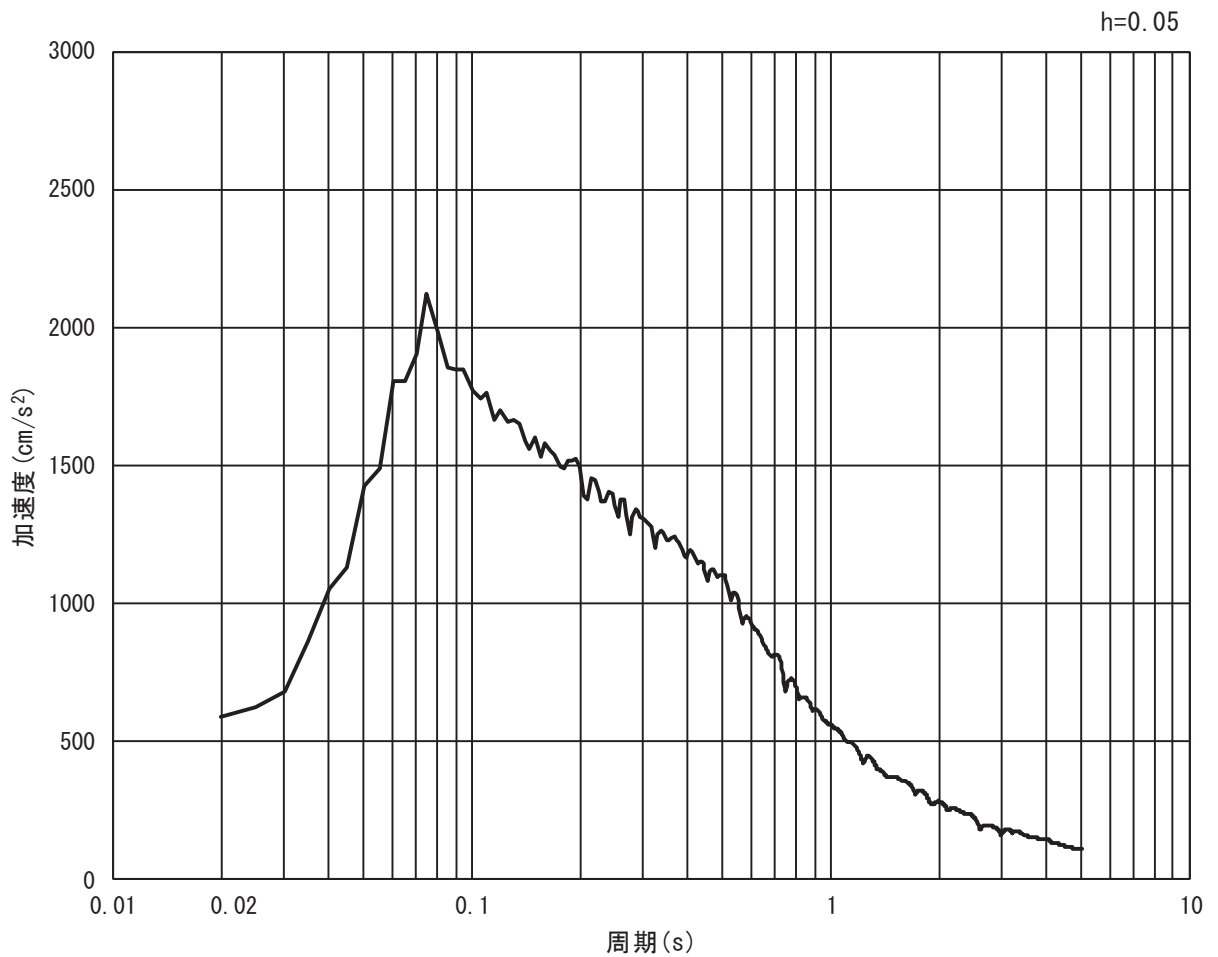
図 3.4-6(14) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル  
(鉛直方向：S s - N 1)

3.4.2 岩盤部

(1) 断面⑤

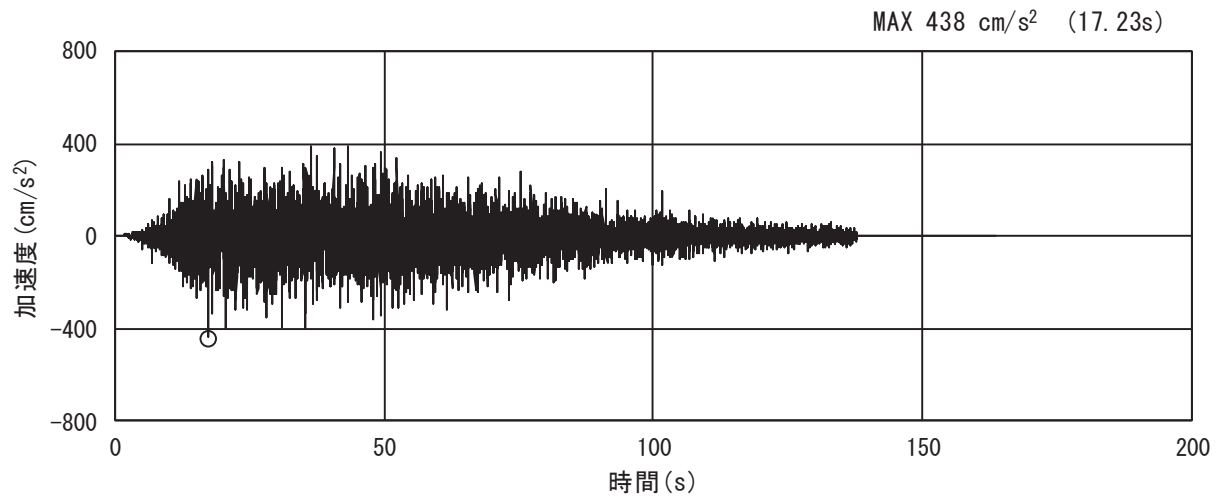


(a) 加速度時刻歴波形

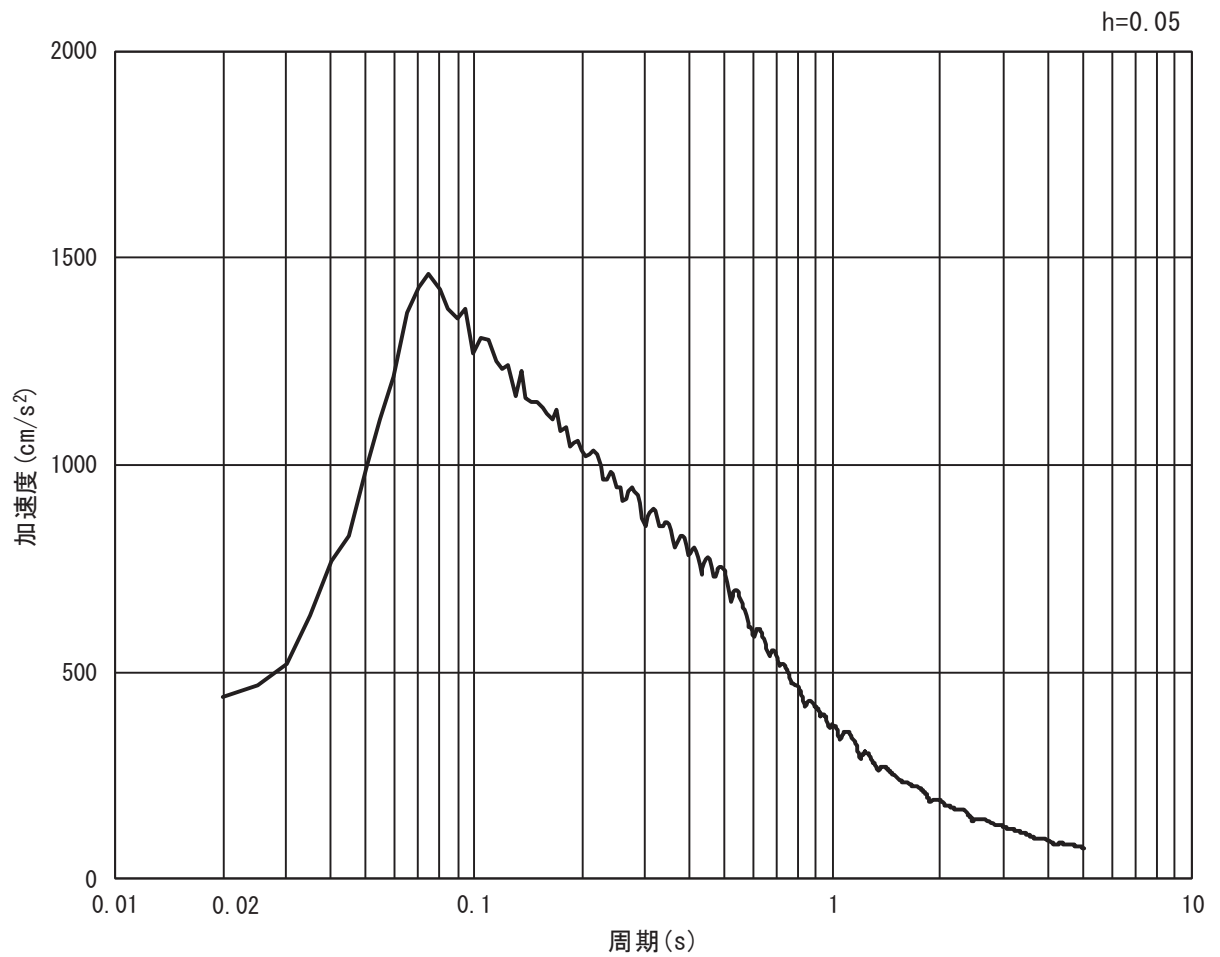


(b) 加速度応答スペクトル

図 3.4-7(1) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル  
(水平方向 : S s - D 1)



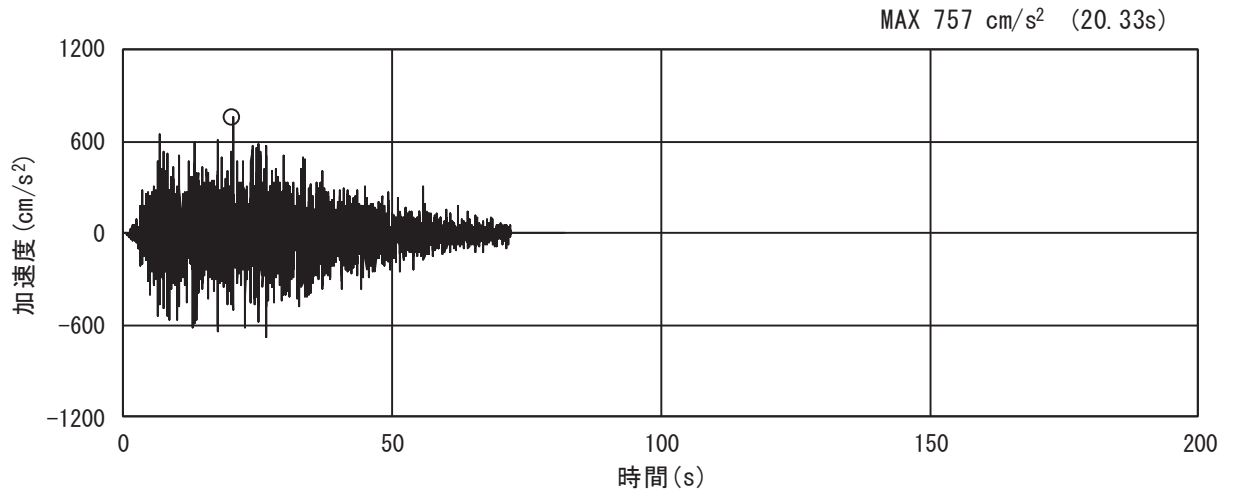
(a) 加速度時刻歴波形



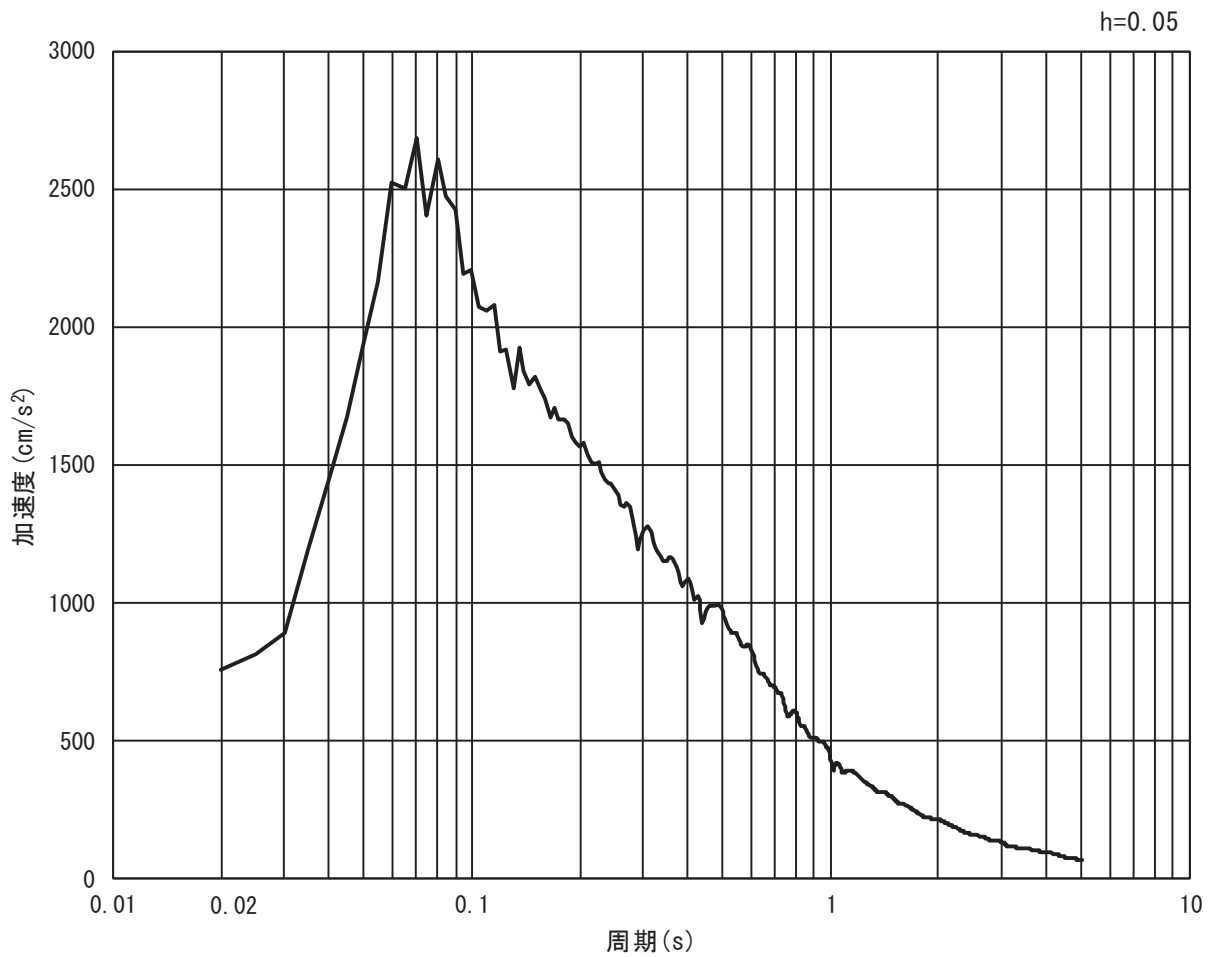
(b) 加速度応答スペクトル

図 3.4-7(2) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル  
(鉛直方向：S s - D 1)



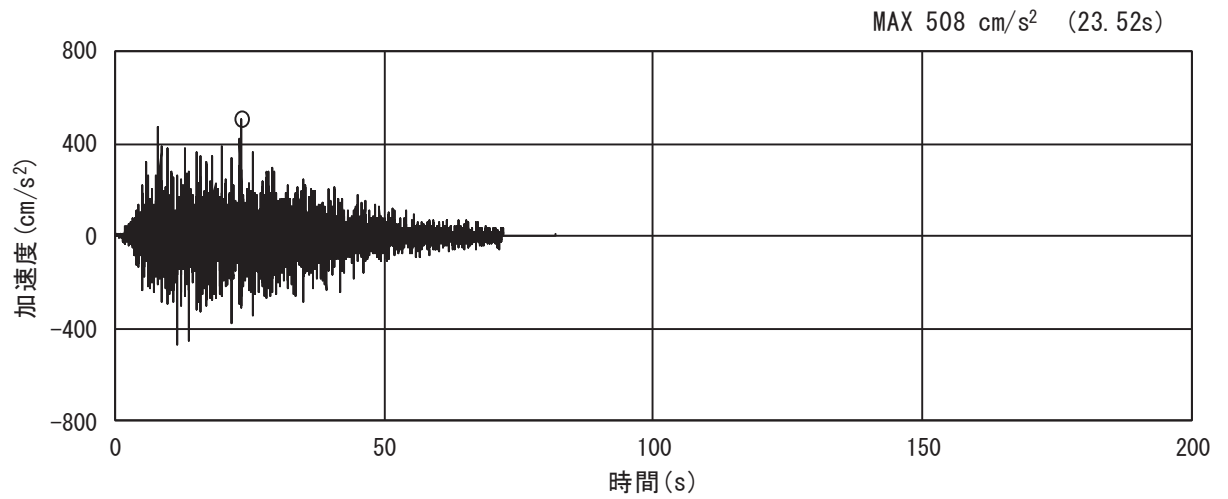


(a) 加速度時刻歴波形

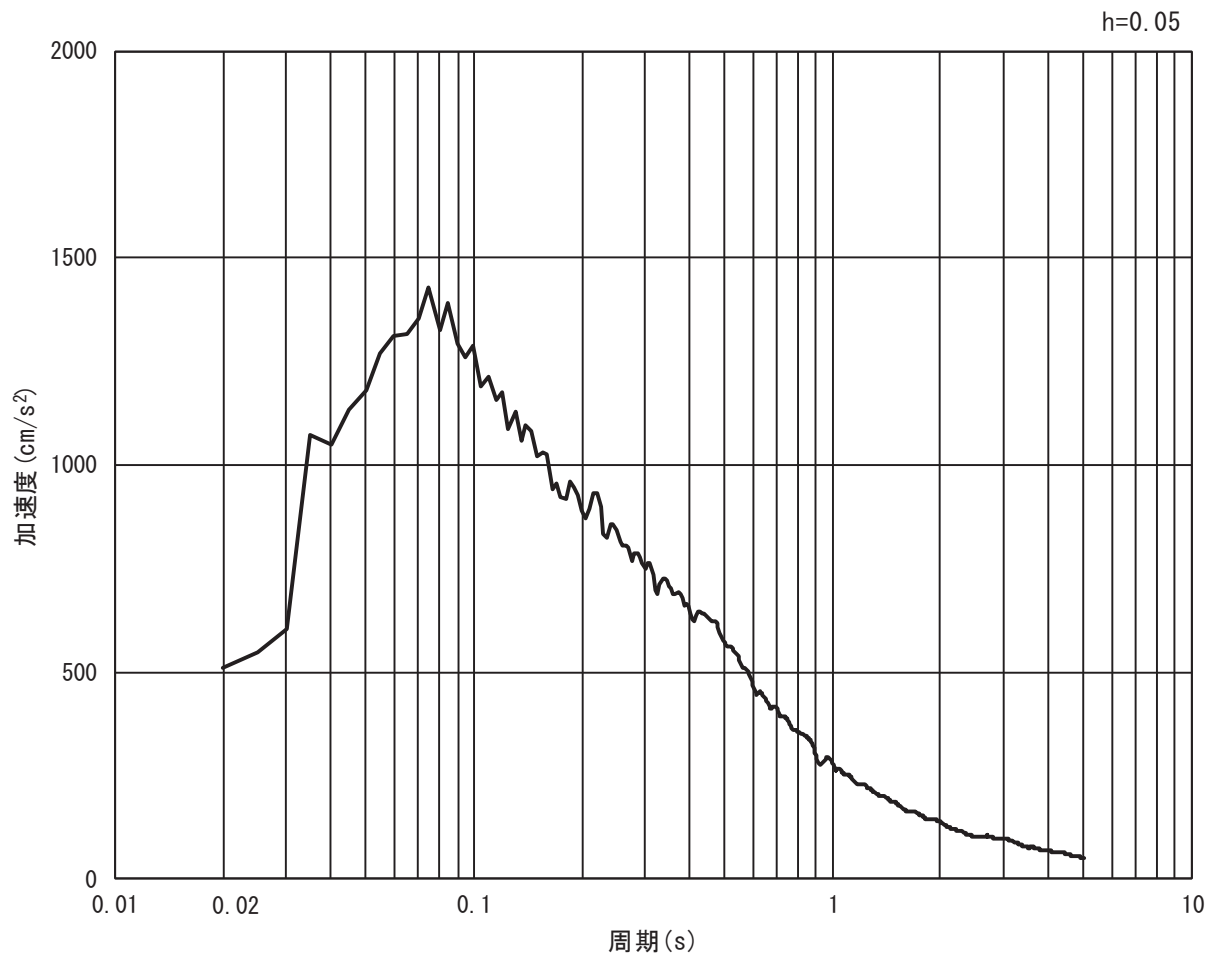


(b) 加速度応答スペクトル

図 3.4-7(3) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル  
(水平方向 :  $S_s - D_2$ )

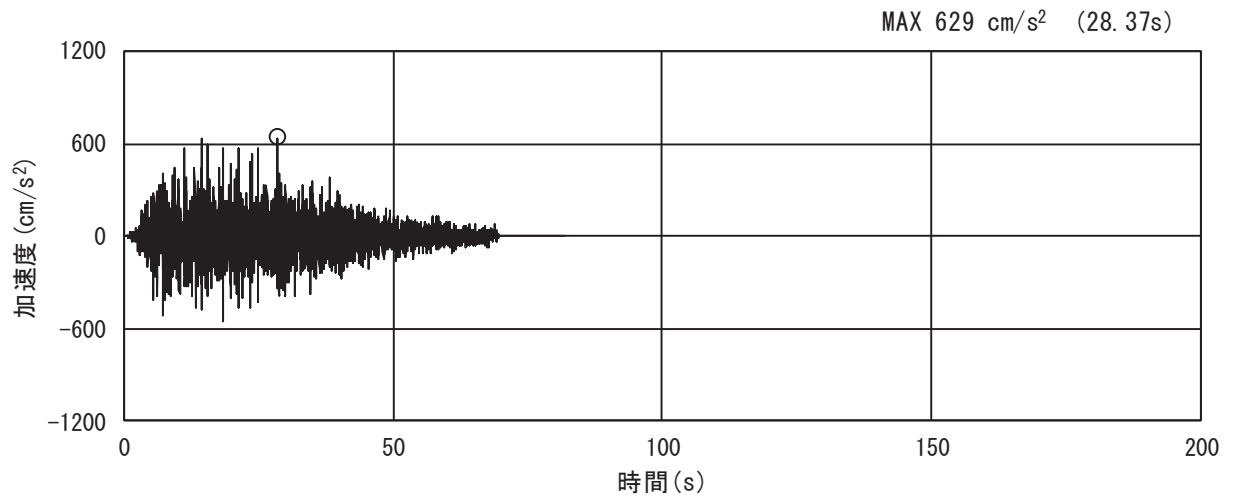


(a) 加速度時刻歴波形

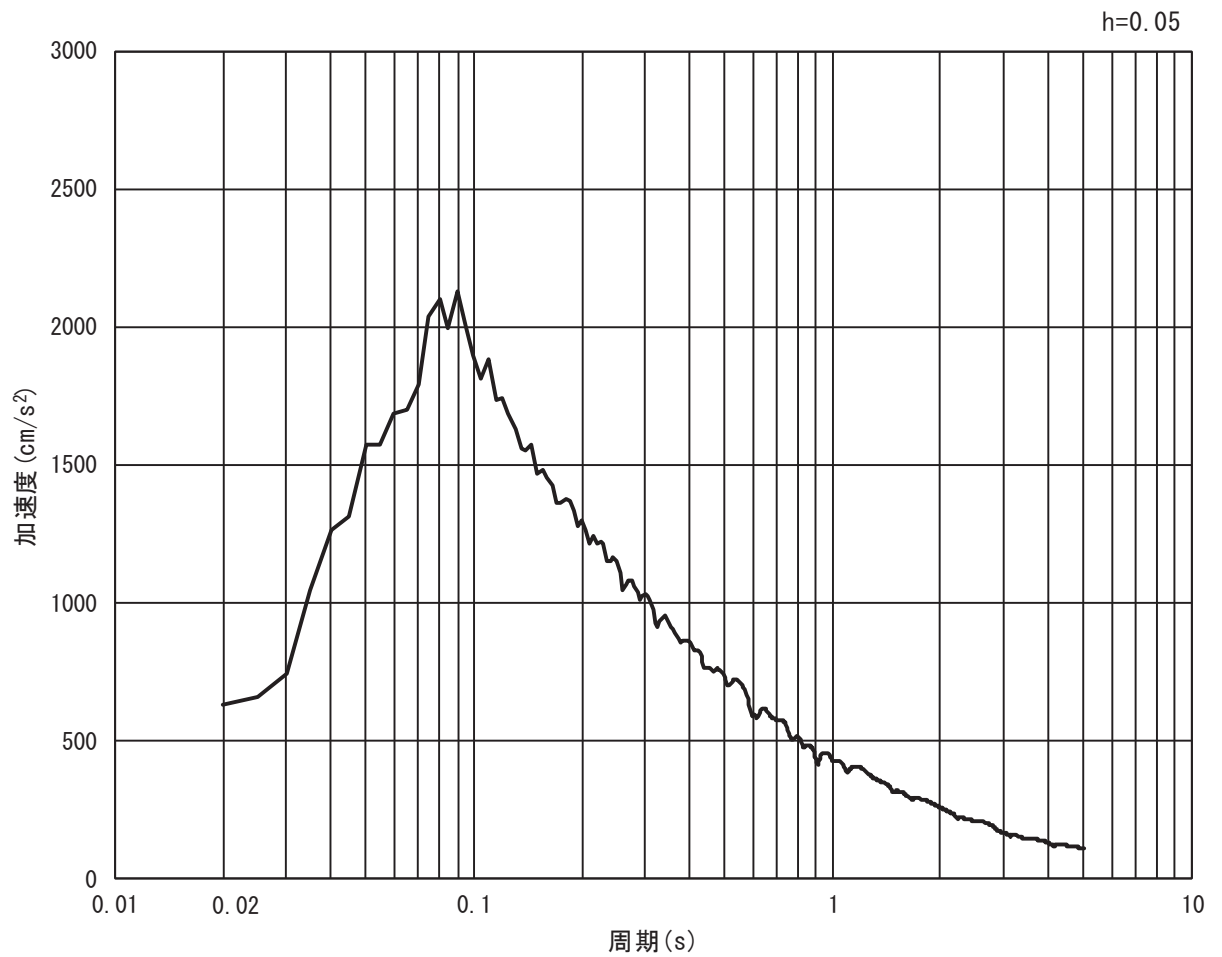


(b) 加速度応答スペクトル

図 3.4-7(4) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル  
(鉛直方向: S s - D 2)

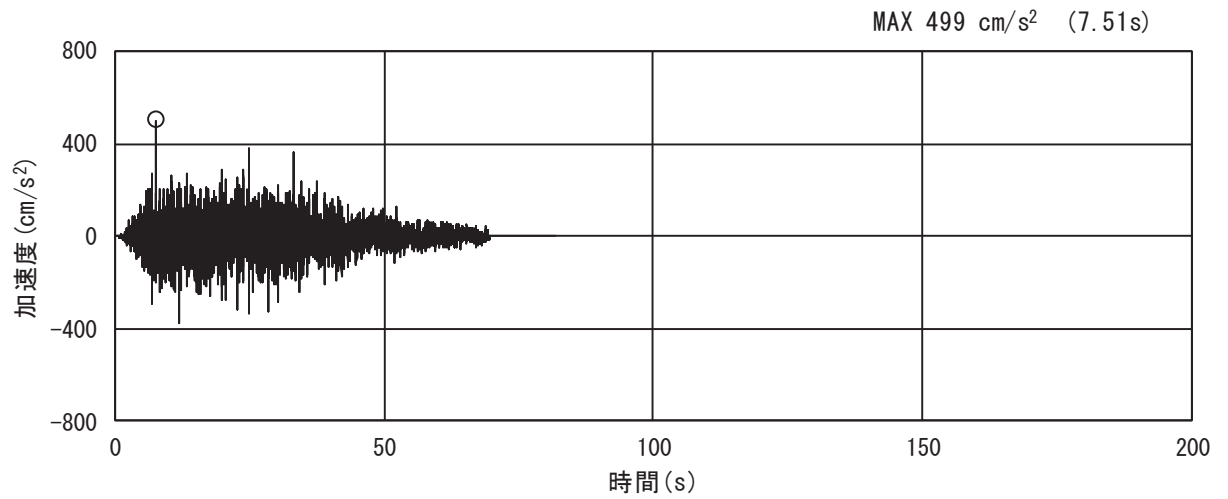


(a) 加速度時刻歴波形

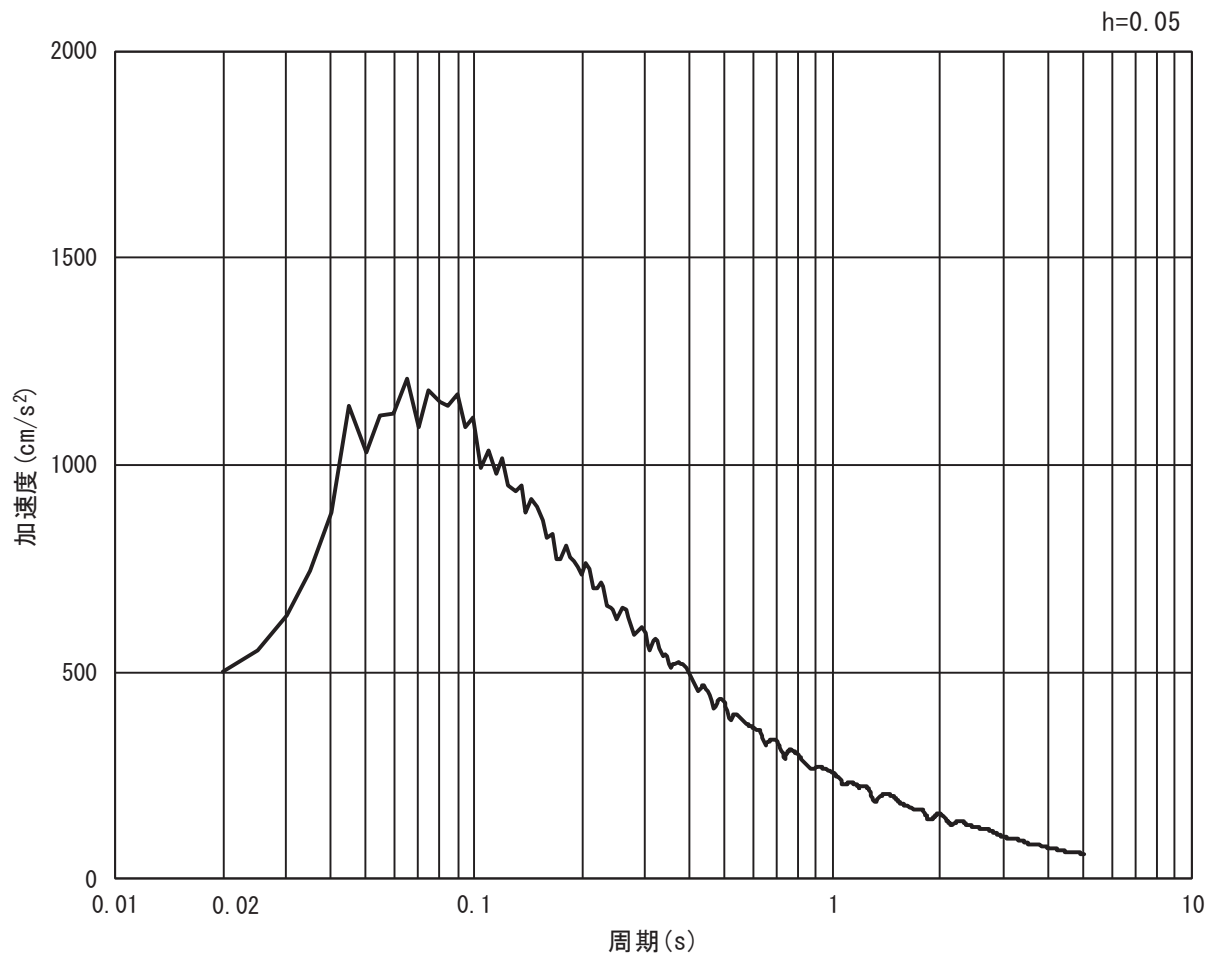


(b) 加速度応答スペクトル

図 3.4-7(5) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル  
(水平方向 : S s - D 3)

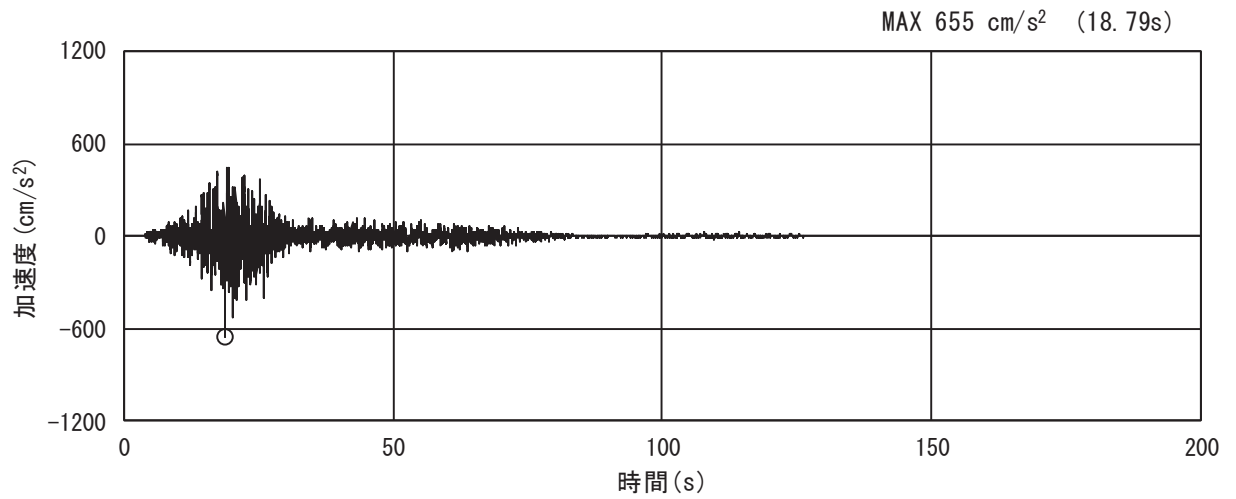


(a) 加速度時刻歴波形

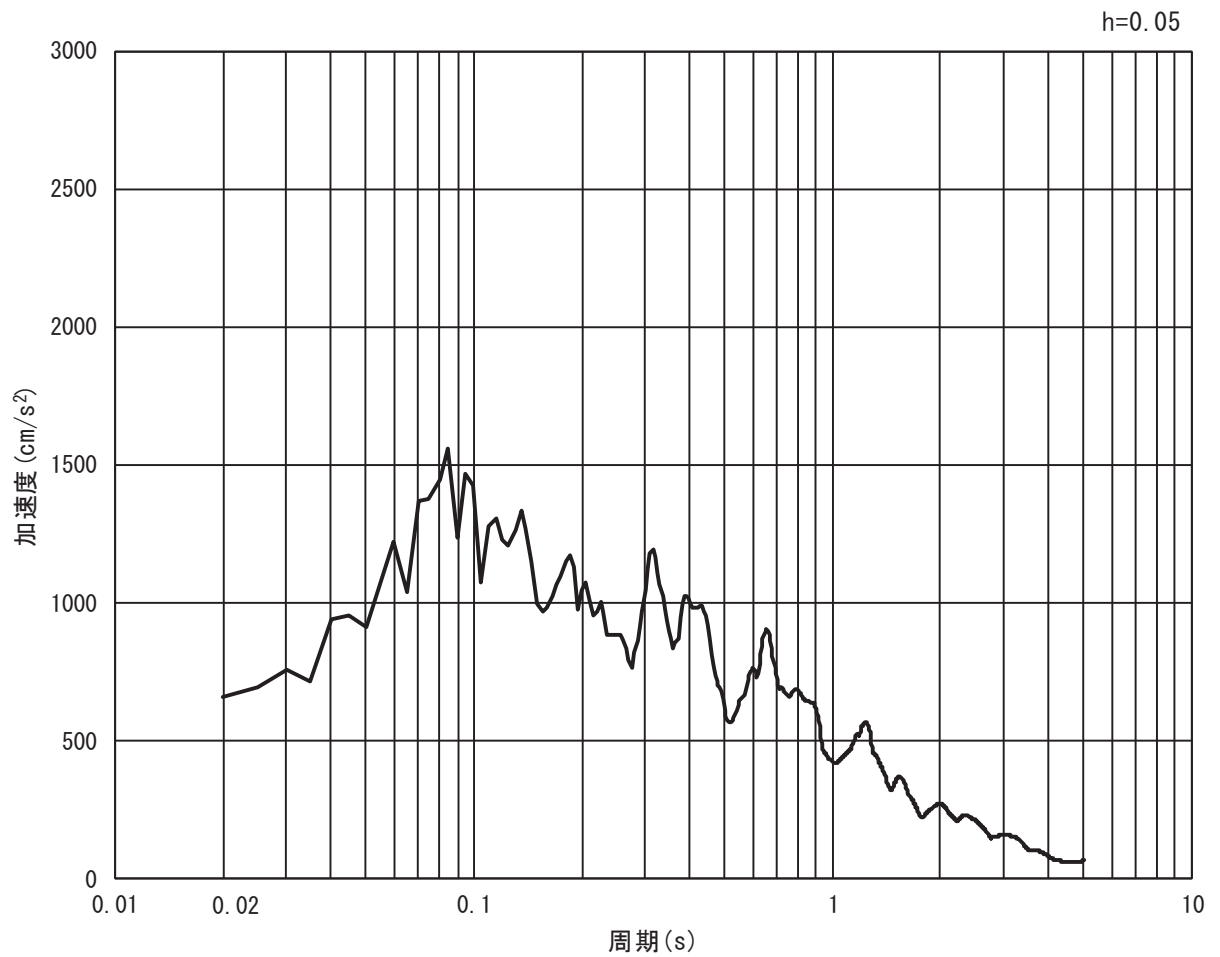


(b) 加速度応答スペクトル

図 3.4-7(6) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル  
(鉛直方向：S s - D 3)

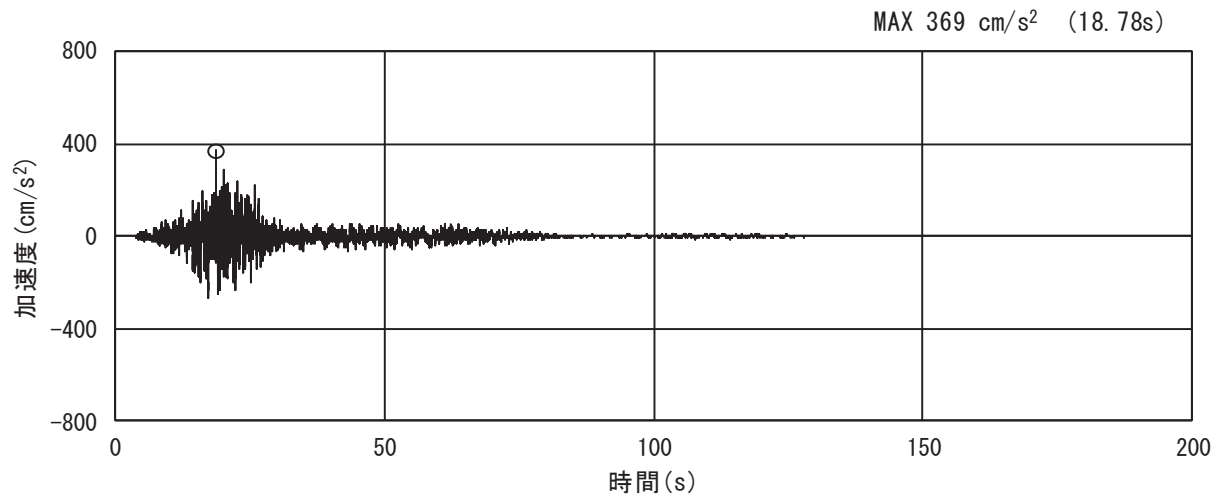


(a) 加速度時刻歴波形

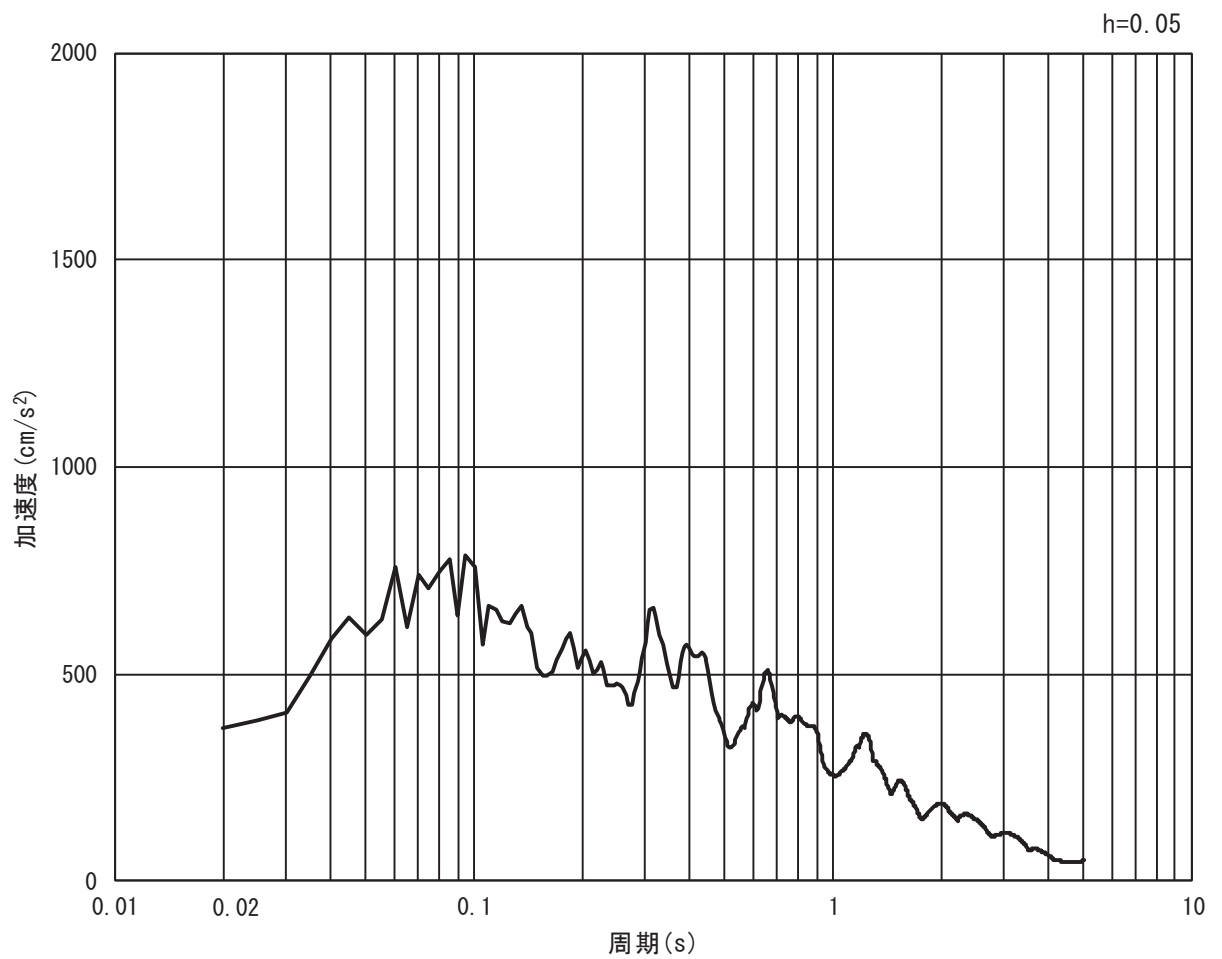


(b) 加速度応答スペクトル

図 3.4-7(7) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル  
(水平方向 : S s - F 1)

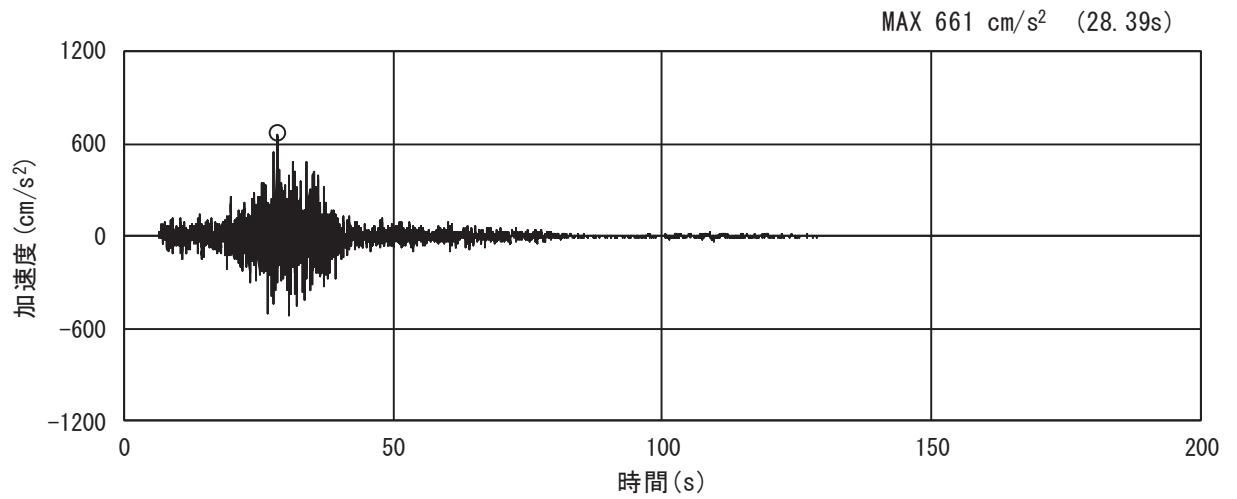


(a) 加速度時刻歴波形

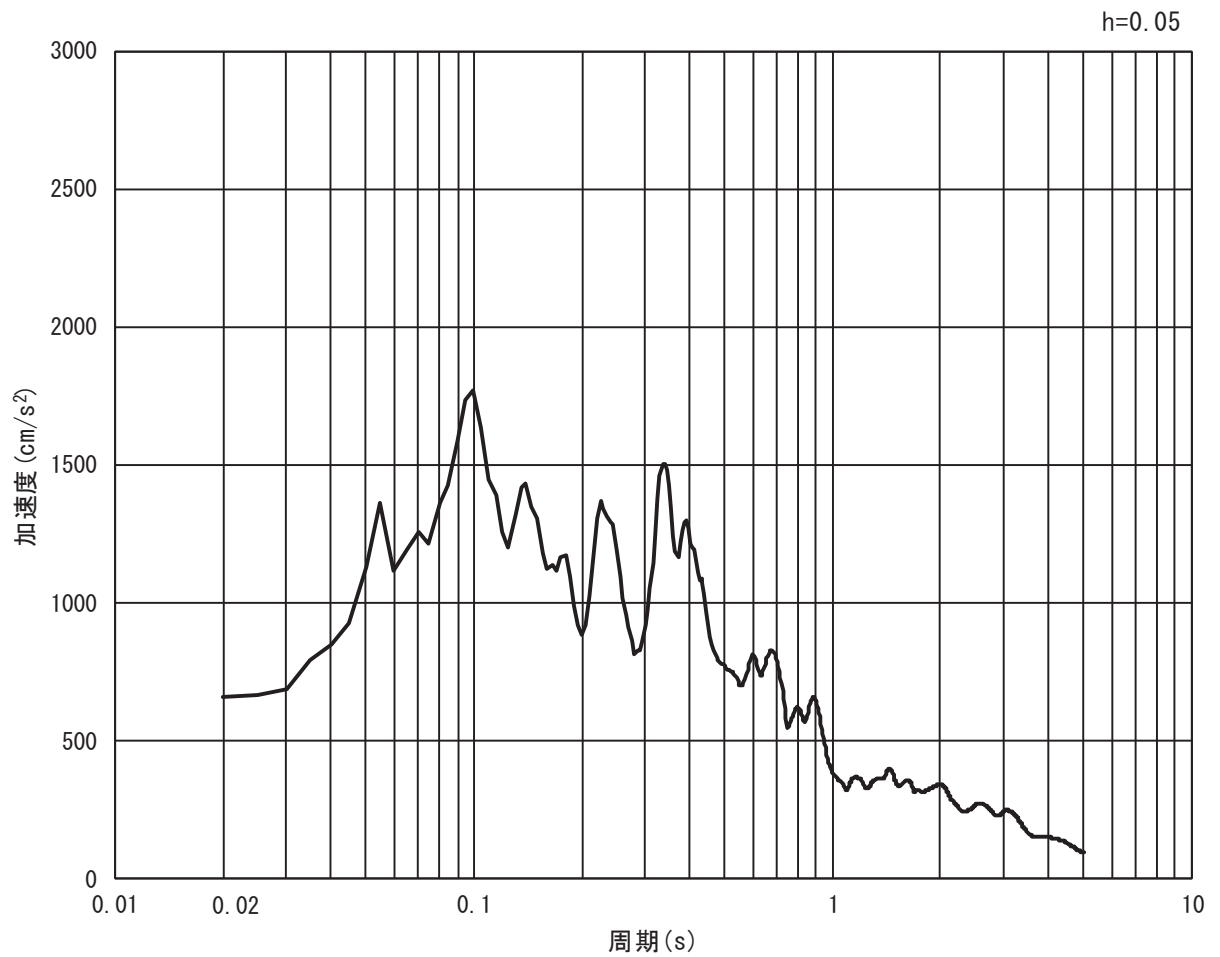


(b) 加速度応答スペクトル

図 3.4-7(8) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル  
(鉛直方向：S s - F 1)

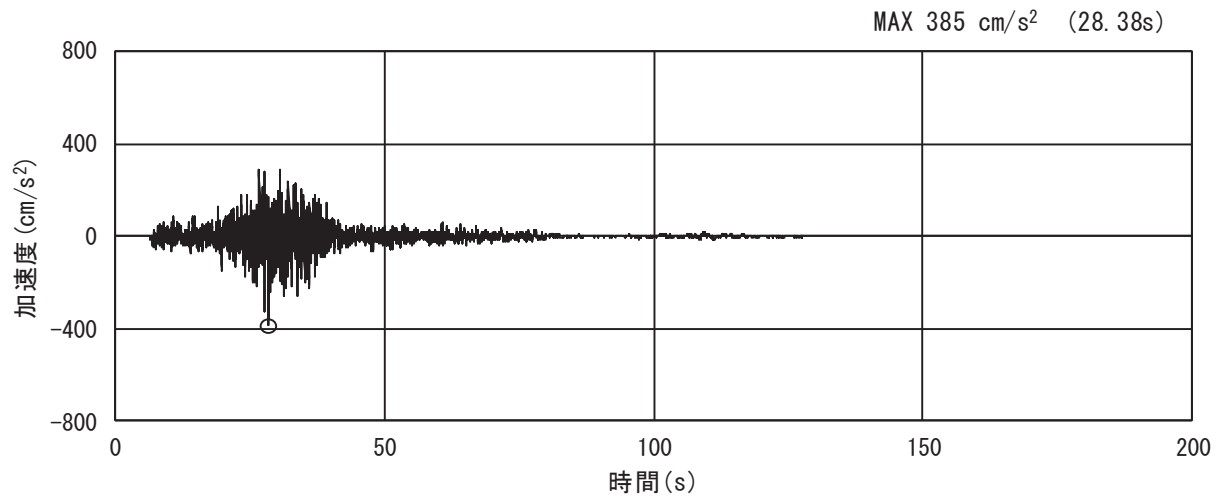


(a) 加速度時刻歴波形

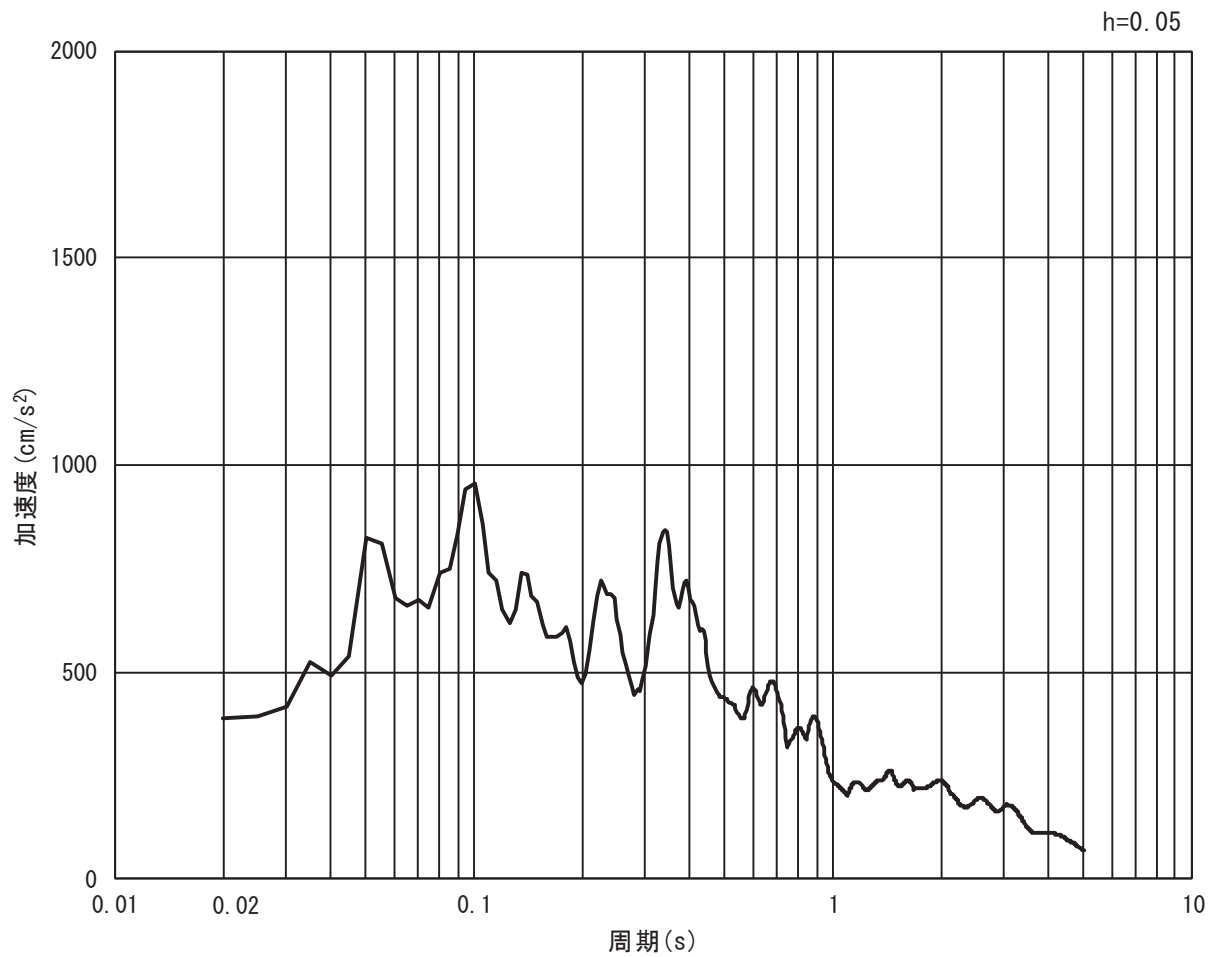


(b) 加速度応答スペクトル

図 3.4-7(9) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル  
(水平方向 : S s - F 2)



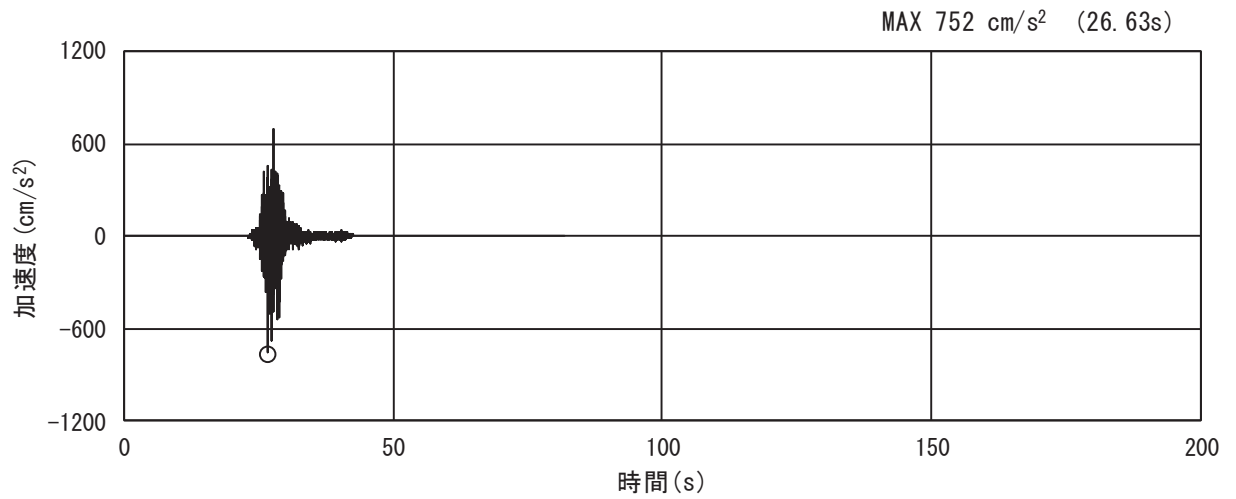
(a) 加速度時刻歴波形



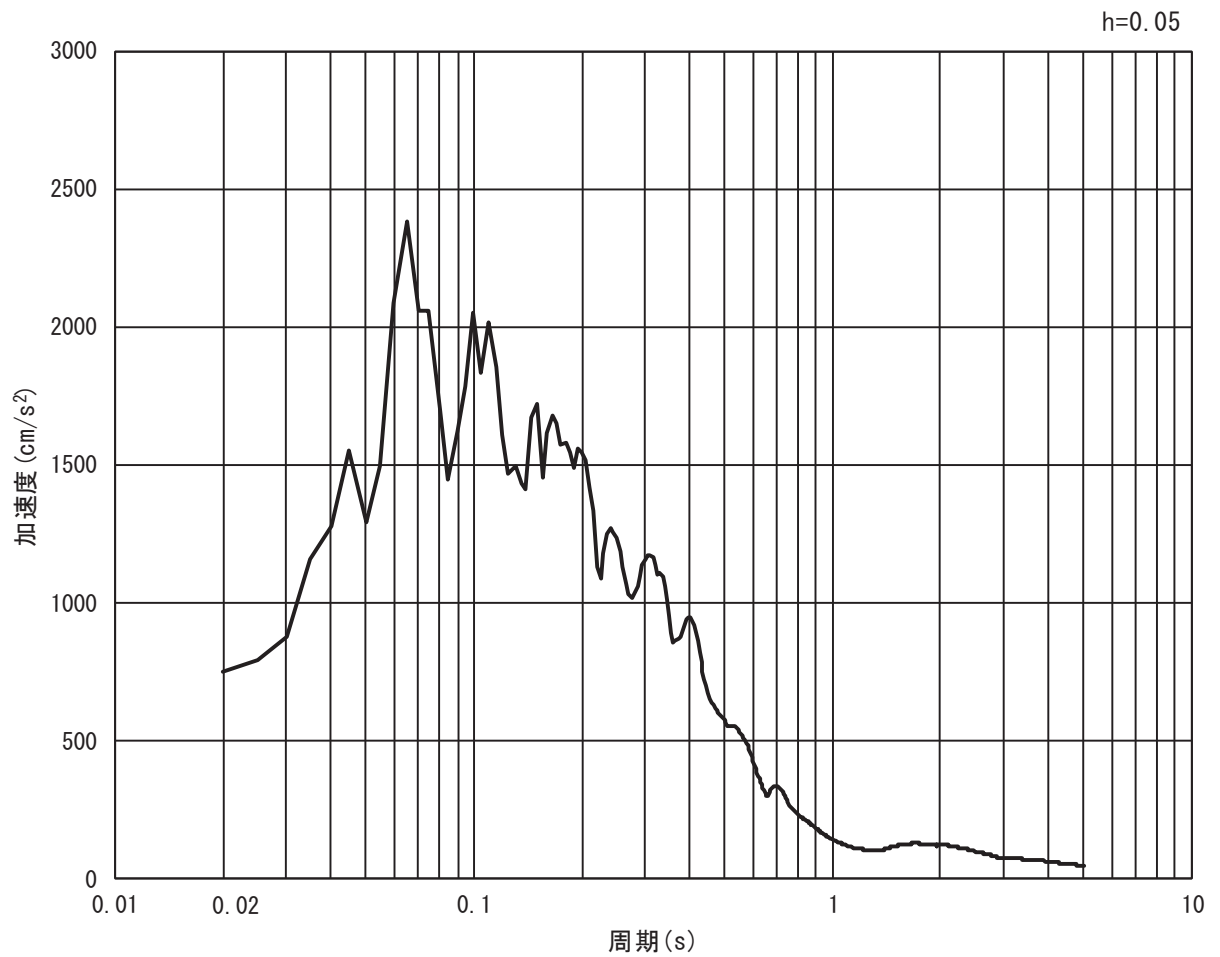
(b) 加速度応答スペクトル

図 3.4-7(10) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル  
(鉛直方向：S s - F 2)



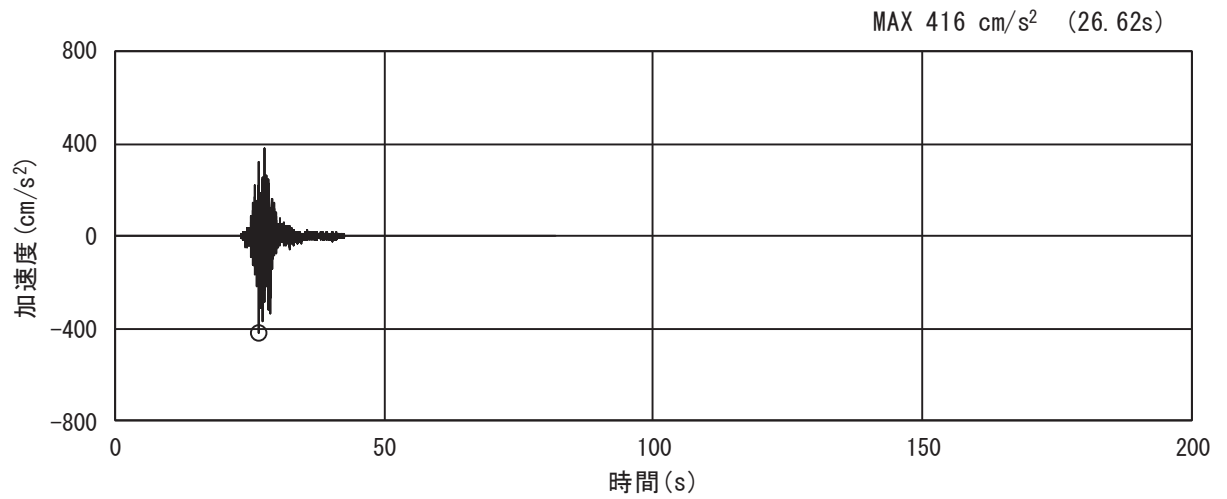


(a) 加速度時刻歴波形

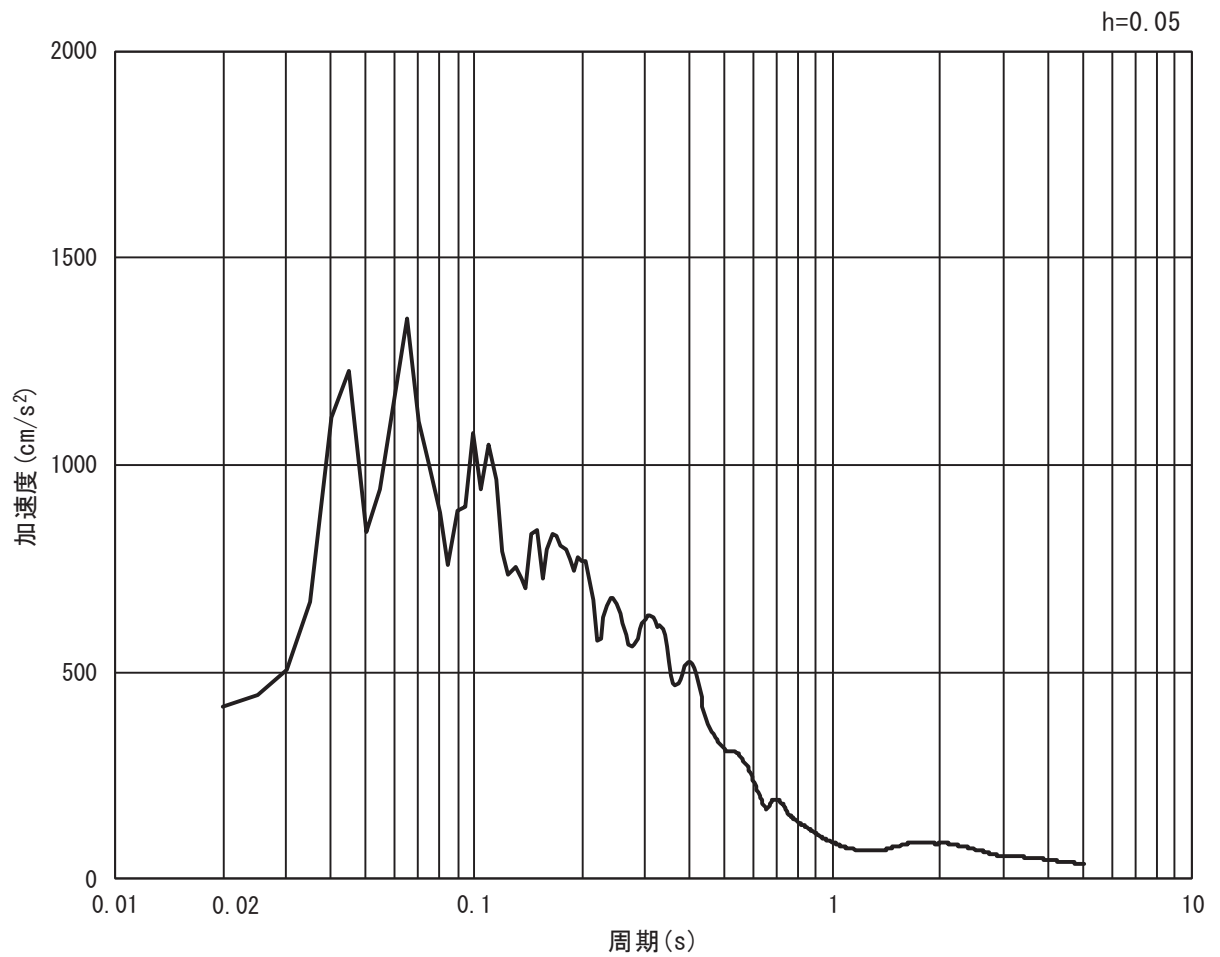


(b) 加速度応答スペクトル

図 3.4-7(11) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル  
(水平方向 : S s - F 3)

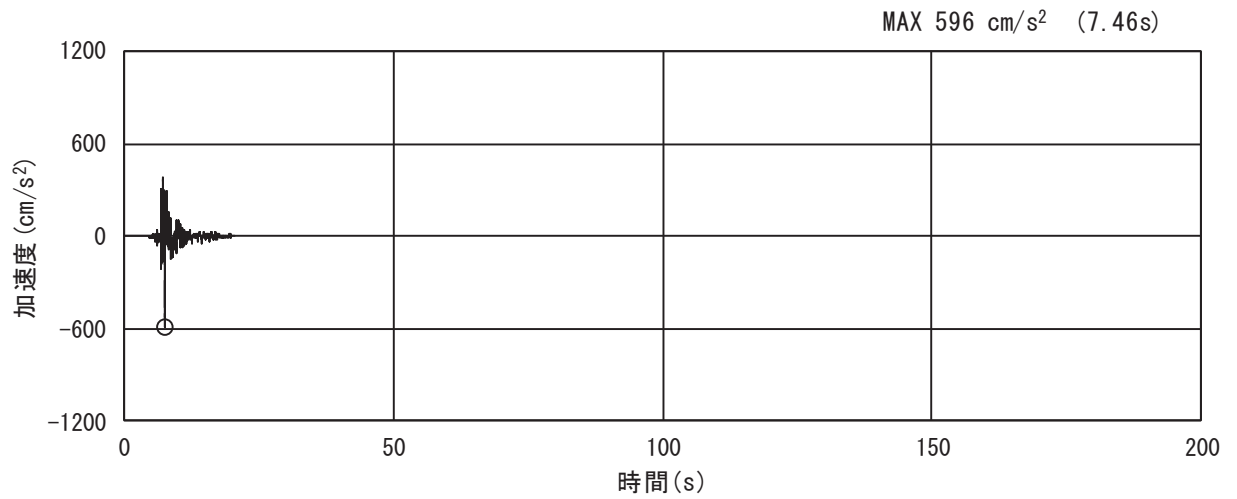


(a) 加速度時刻歴波形

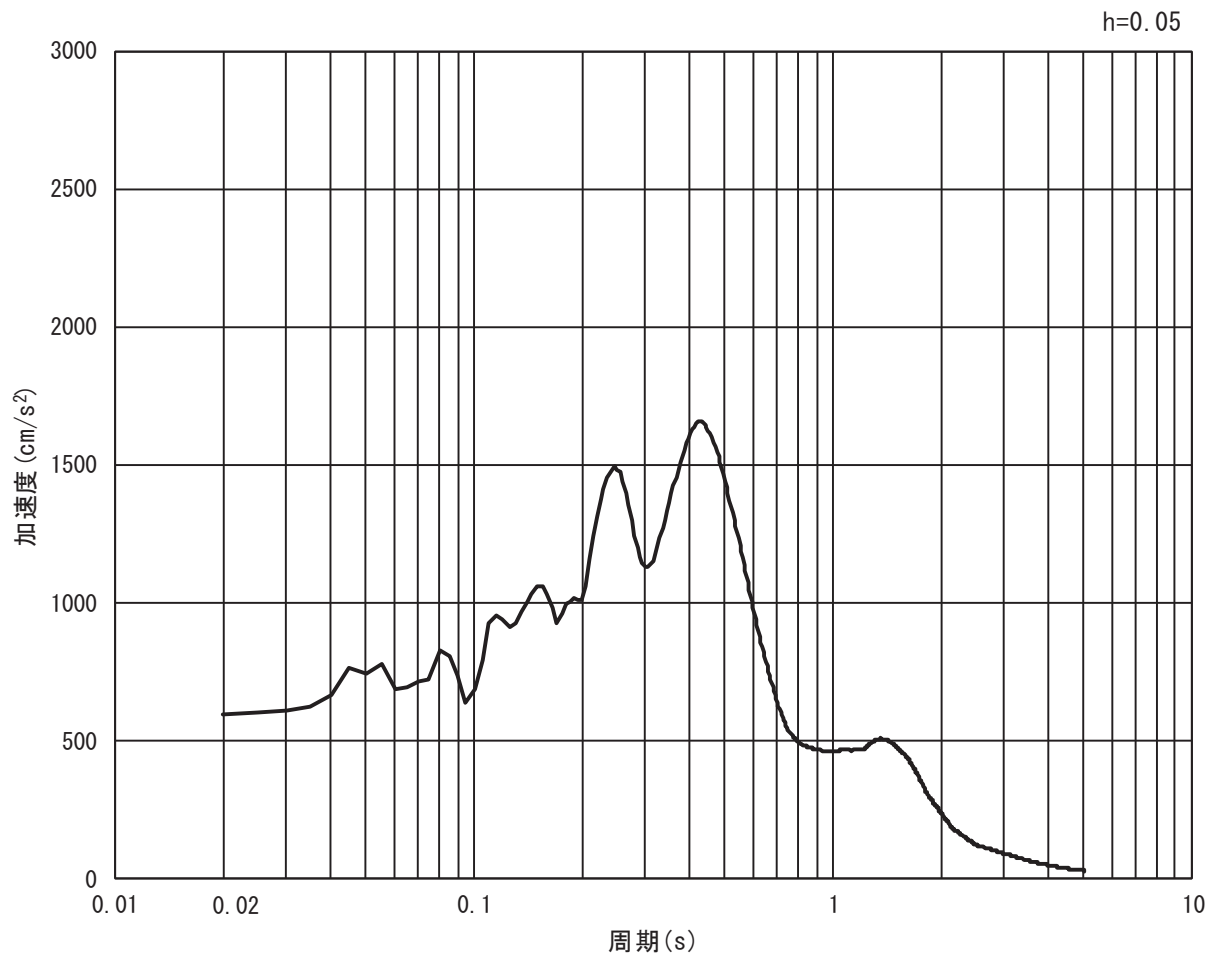


(b) 加速度応答スペクトル

図 3.4-7(12) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル  
(鉛直方向：S s - F 3)

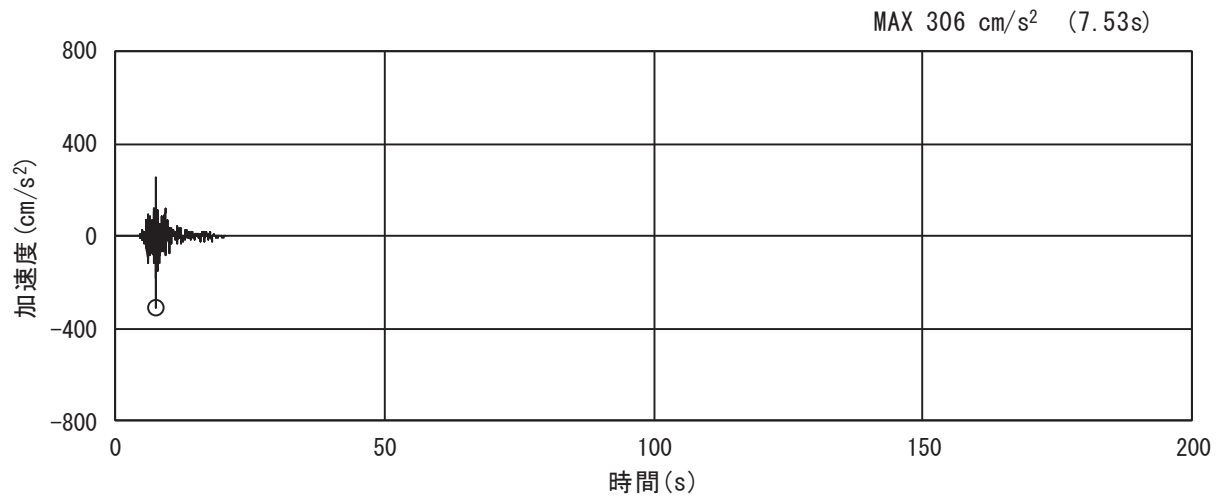


(a) 加速度時刻歴波形

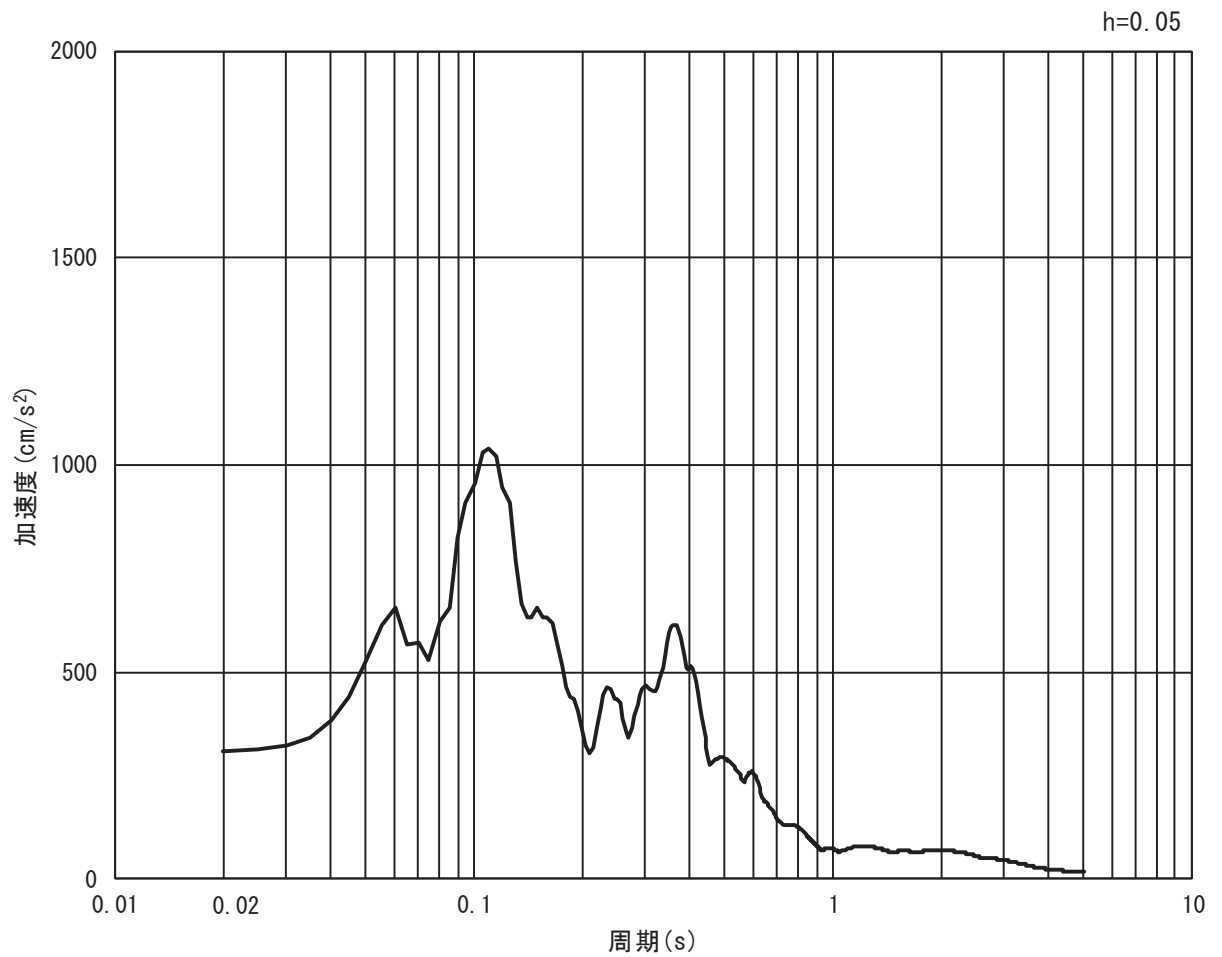


(b) 加速度応答スペクトル

図 3.4-7(13) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル  
(水平方向 : S s - N 1)



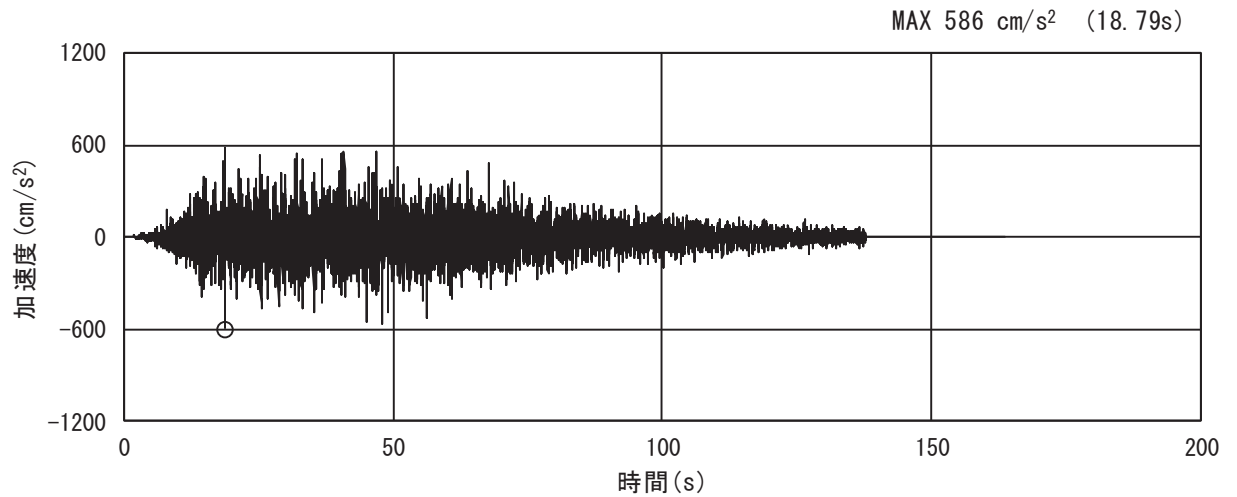
(a) 加速度時刻歴波形



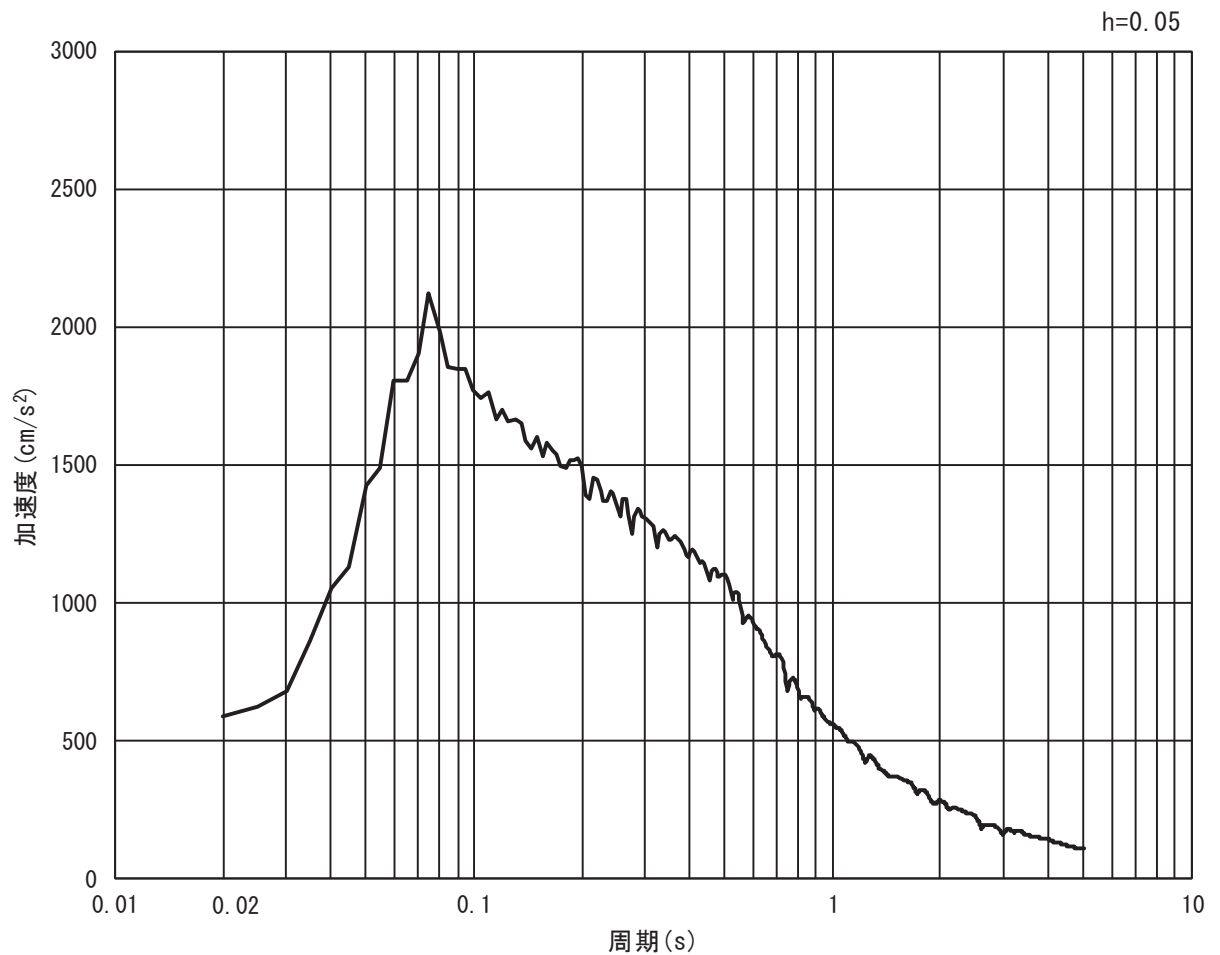
(b) 加速度応答スペクトル

図 3.4-7(14) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル  
(鉛直方向：S s - N 1)

(2) 断面⑥

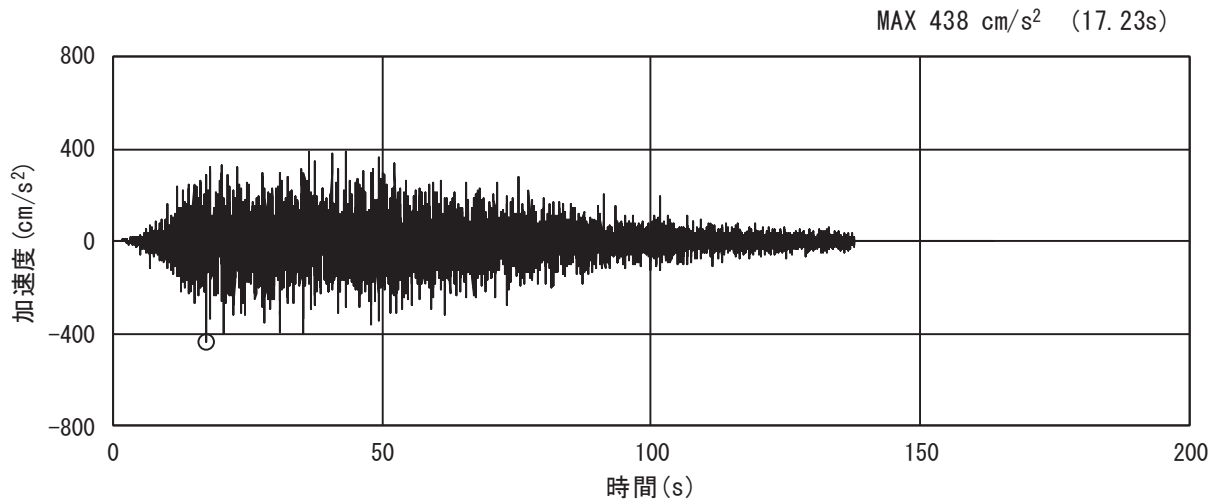


(a) 加速度時刻歴波形

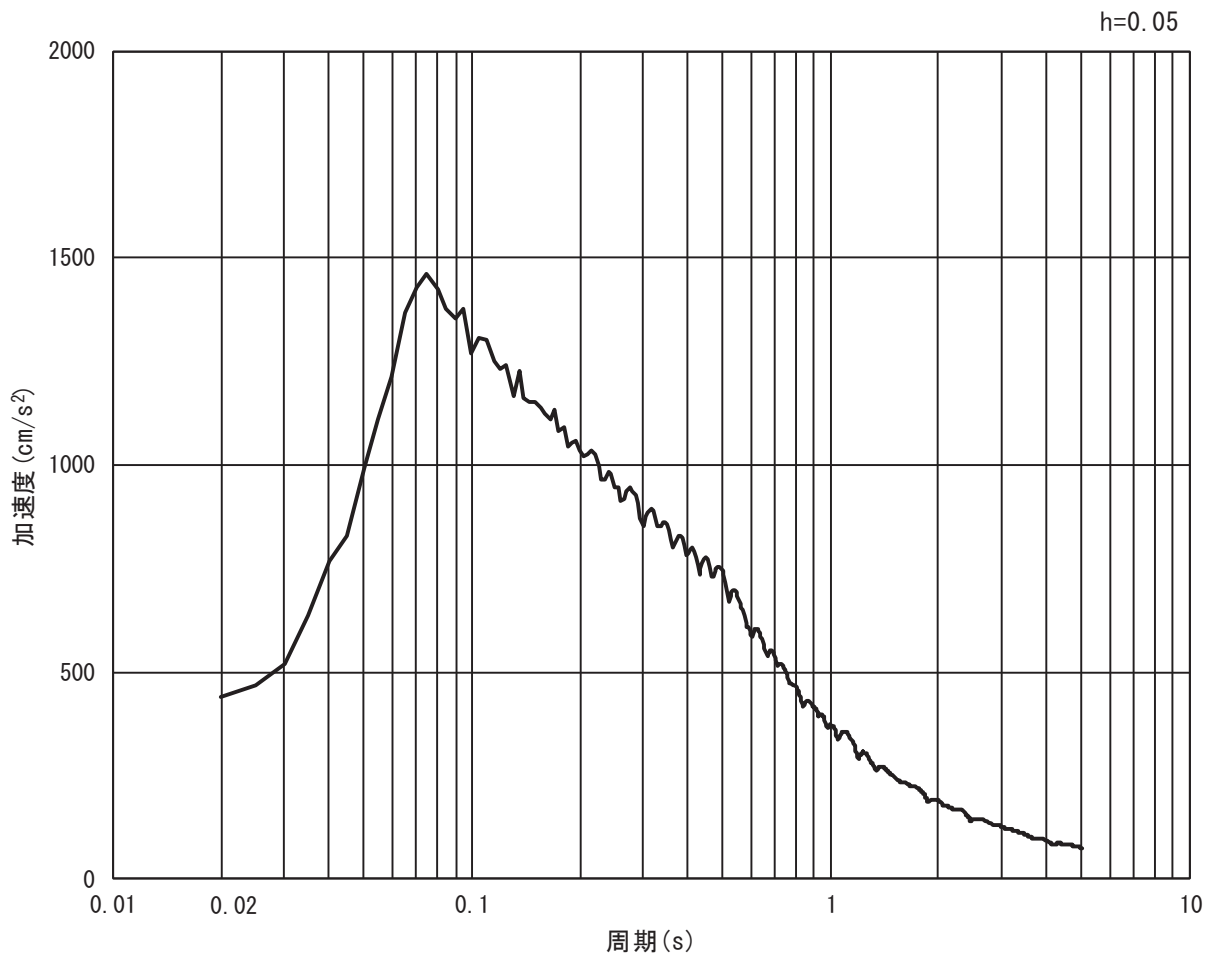


(b) 加速度応答スペクトル

図 3.4-8(1) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル  
(水平方向 : S s - D 1)

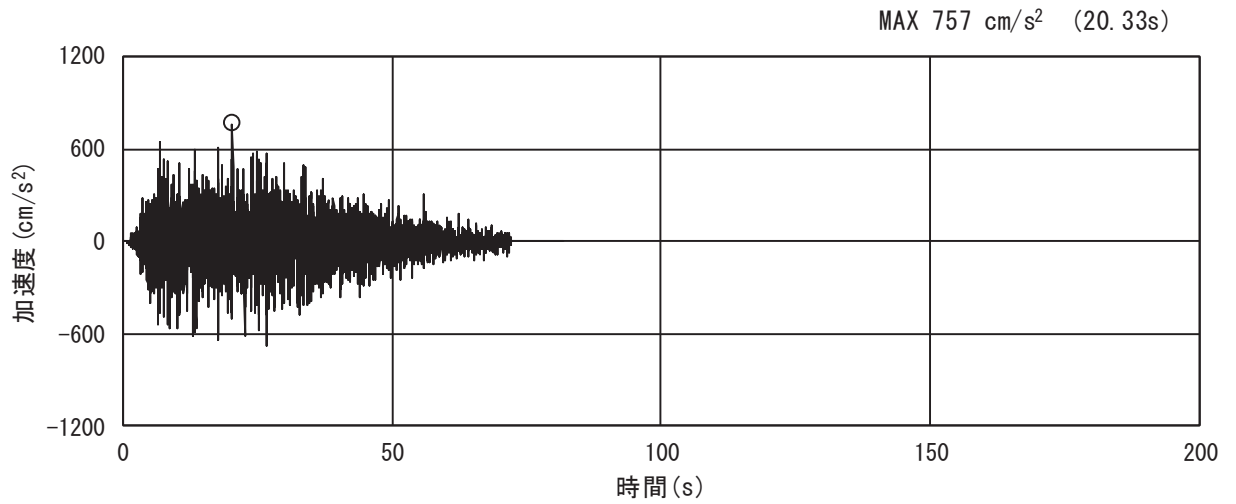


(a) 加速度時刻歴波形

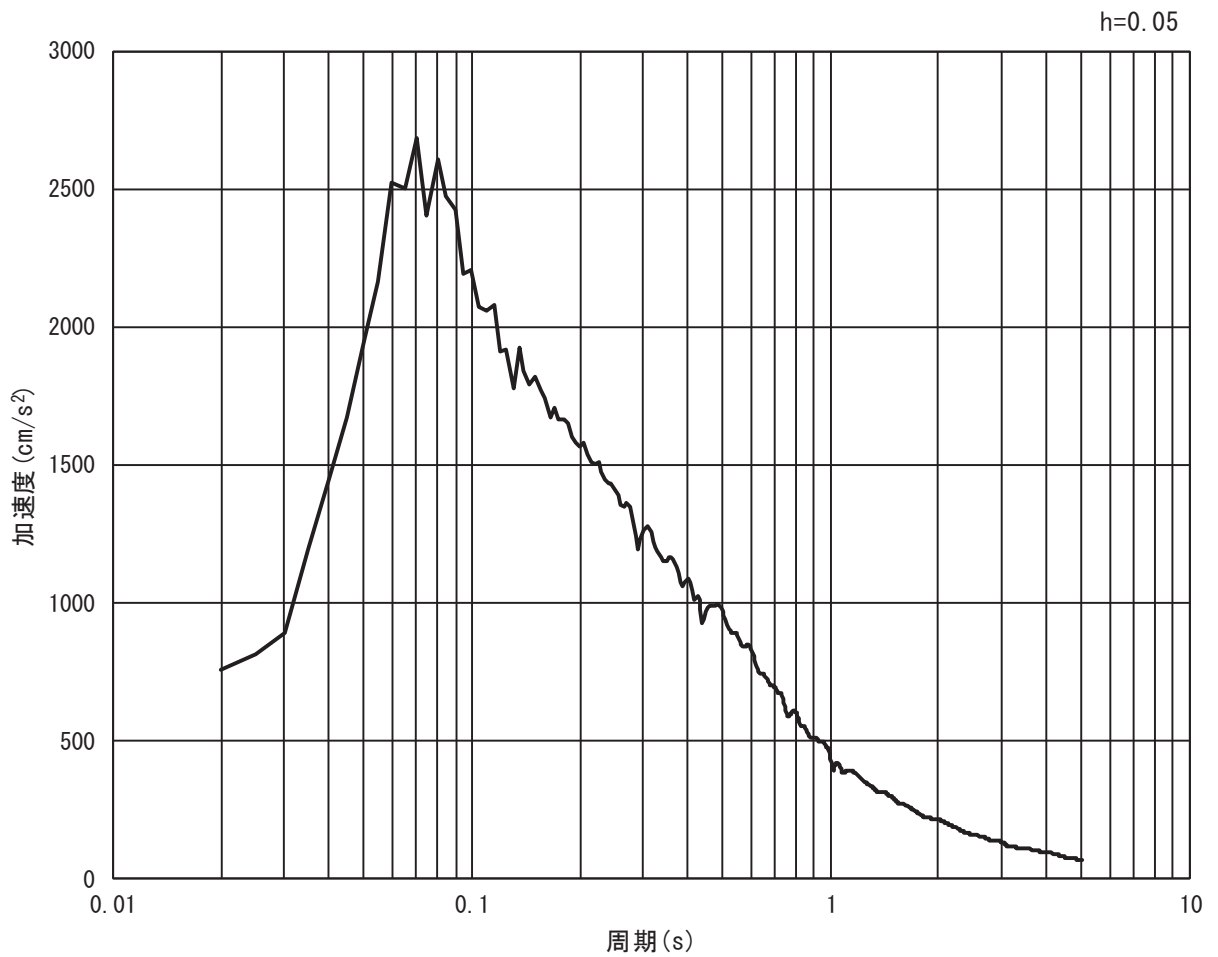


(b) 加速度応答スペクトル

図 3.4-8(2) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル  
(鉛直方向：S s - D 1)

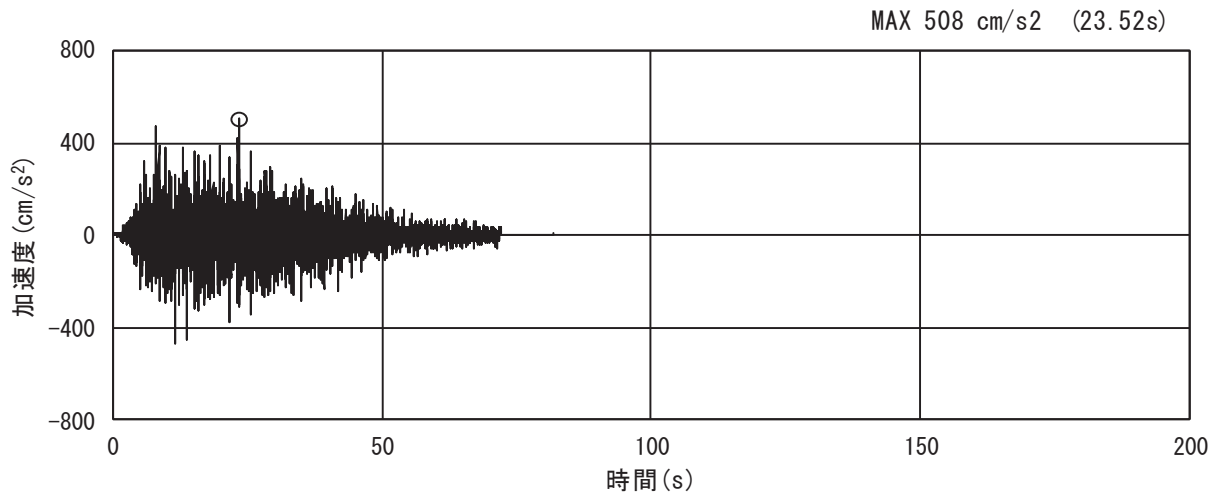


(a) 加速度時刻歴波形

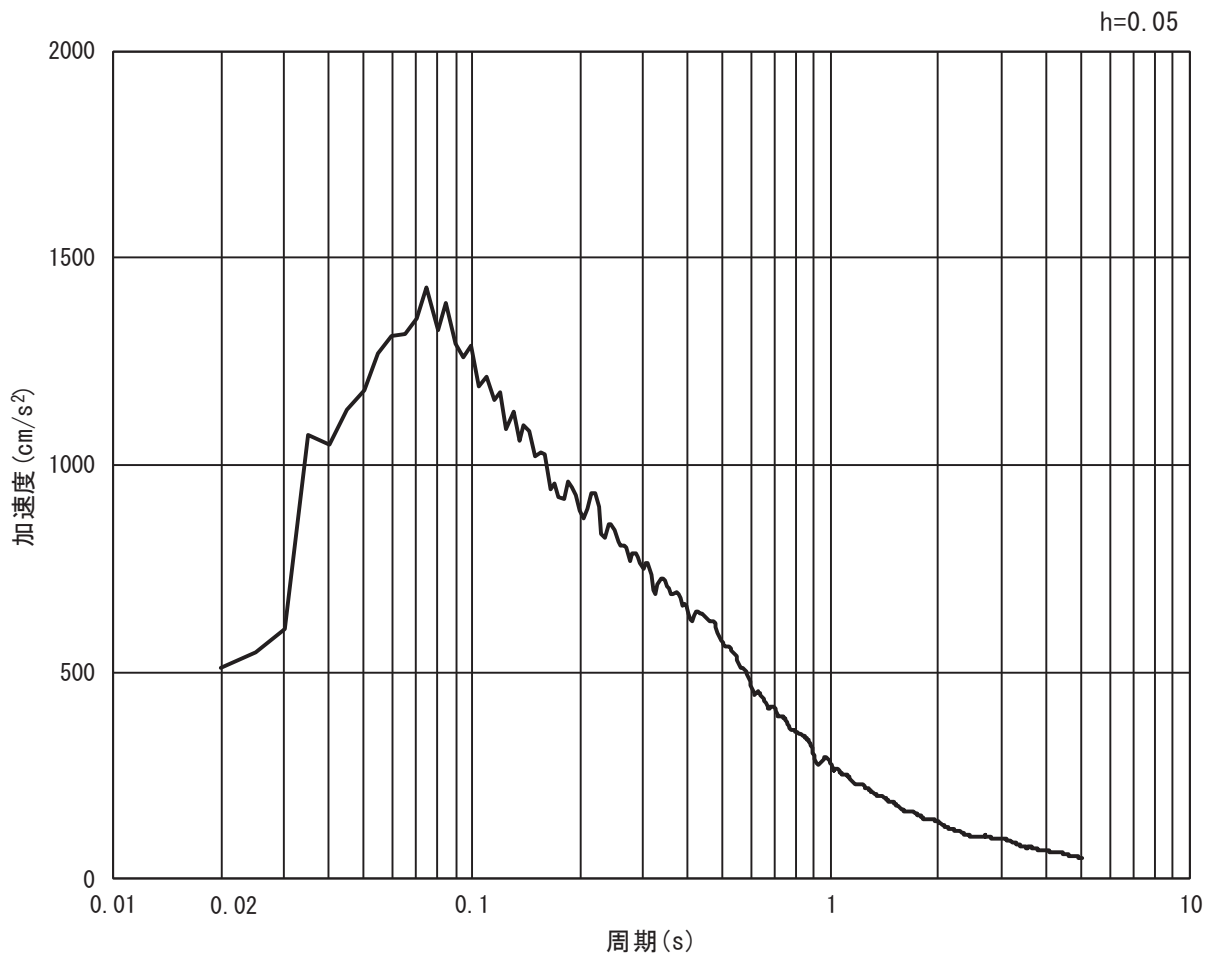


(b) 加速度応答スペクトル

図 3.4-8(3) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル  
(水平方向 : S s - D 2)



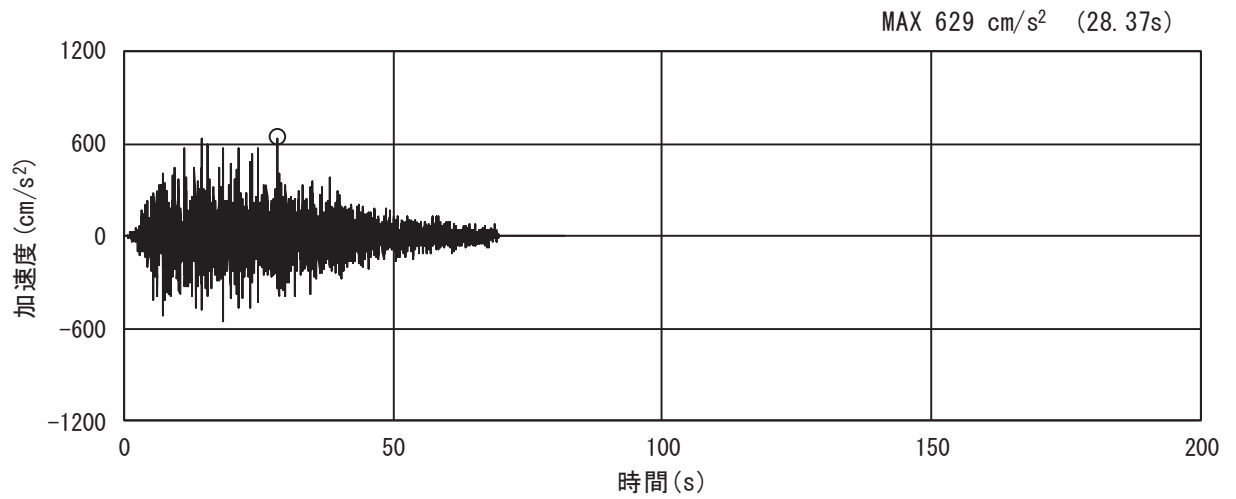
(a) 加速度時刻歴波形



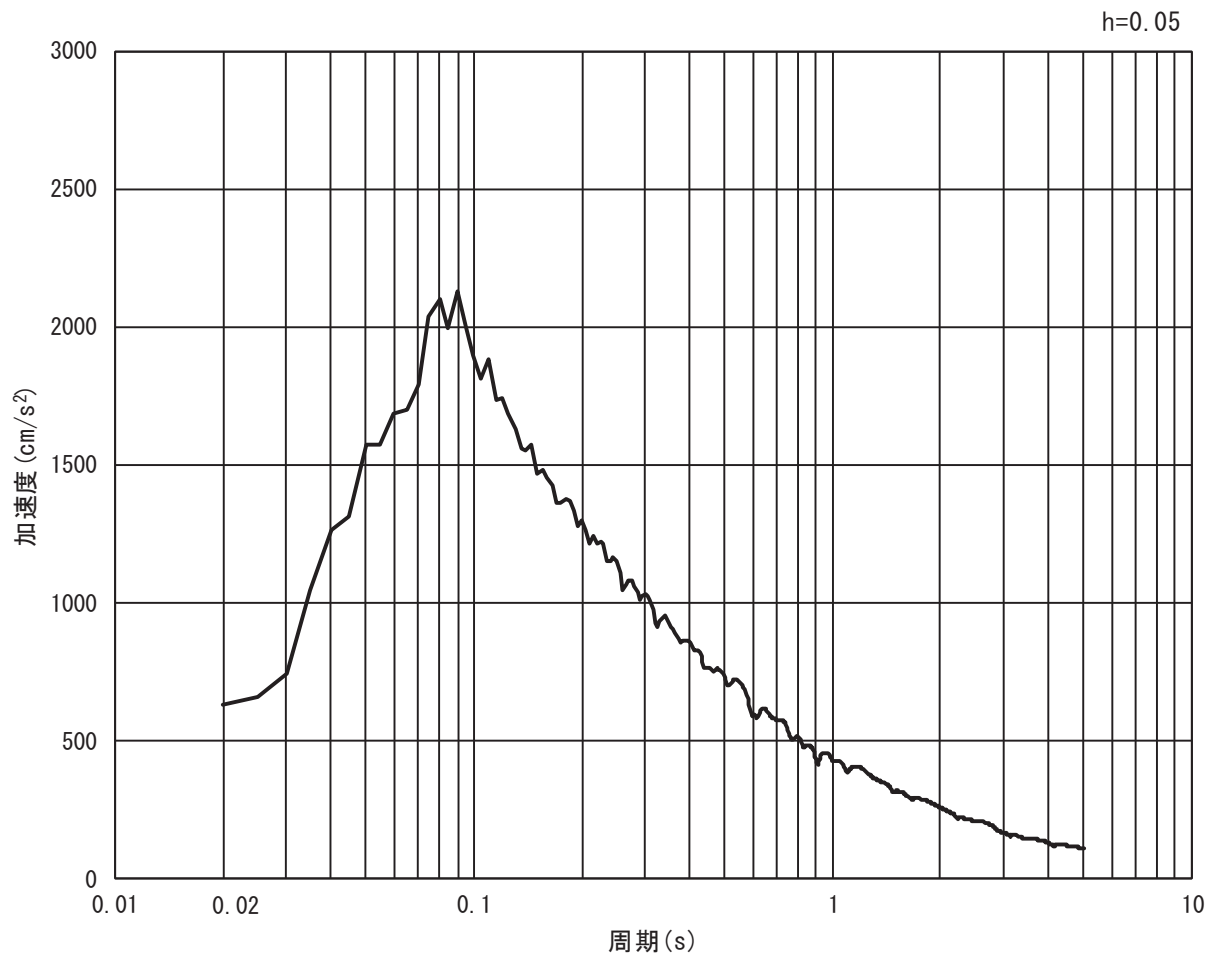
(b) 加速度応答スペクトル

図 3.4-8(4) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル  
(鉛直方向 : S s - D 2)



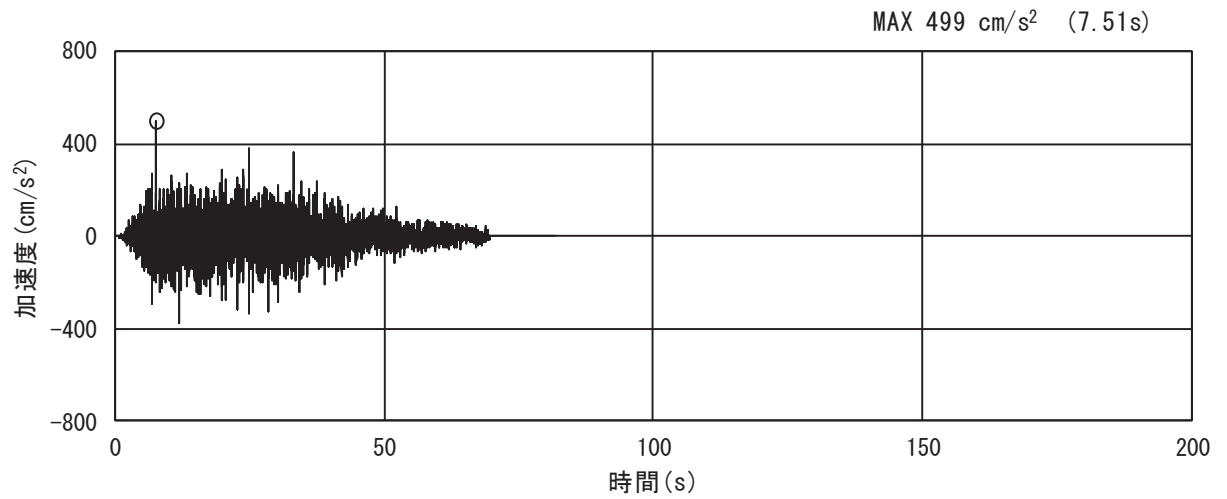


(a) 加速度時刻歴波形

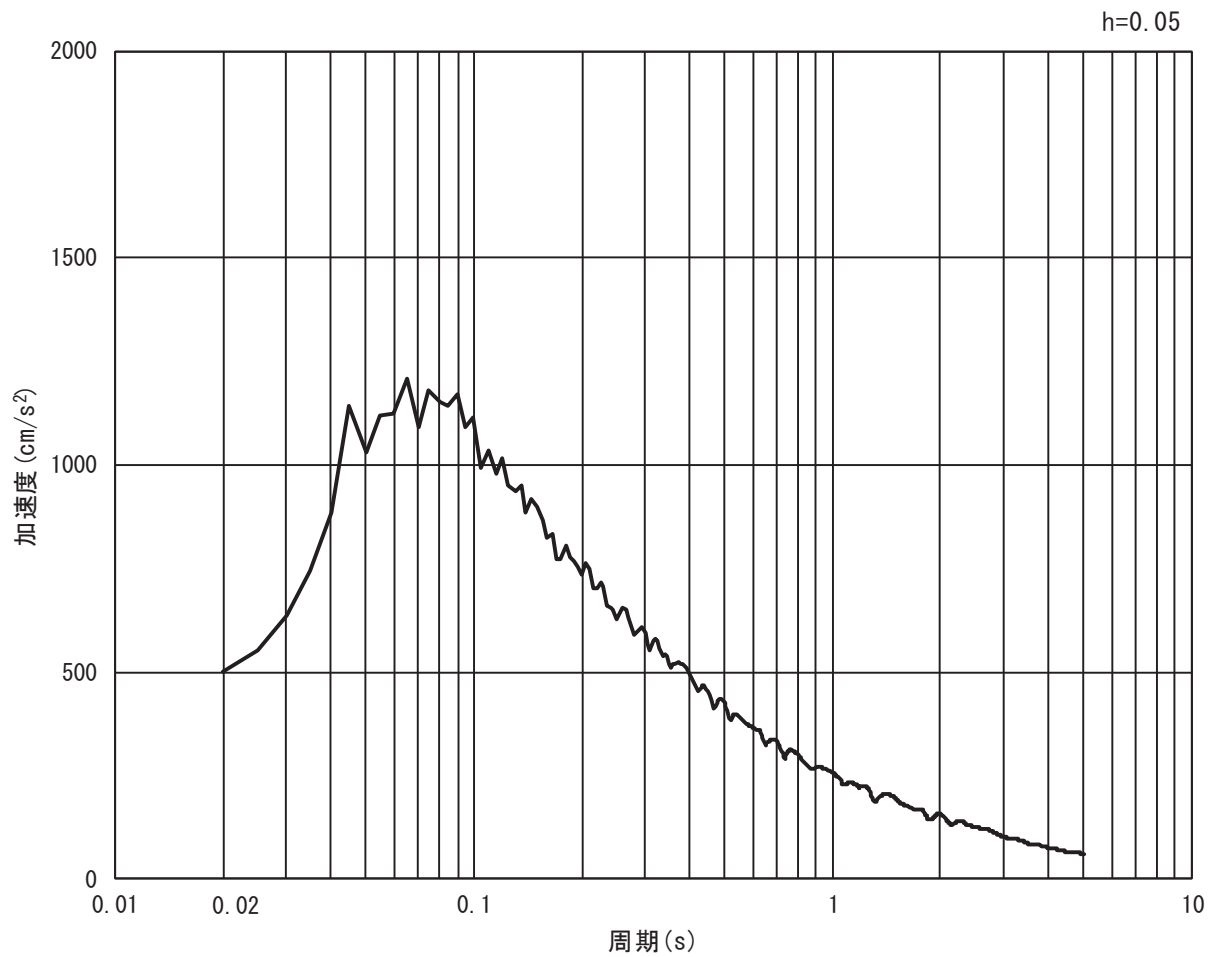


(b) 加速度応答スペクトル

図 3.4-8(5) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル  
(水平方向 : S s - D 3)

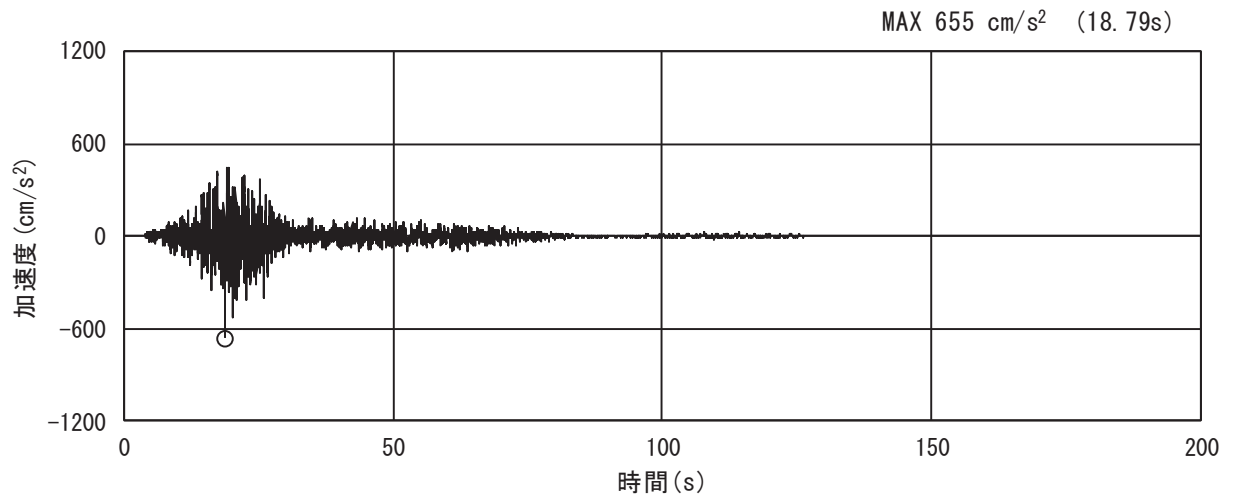


(a) 加速度時刻歴波形

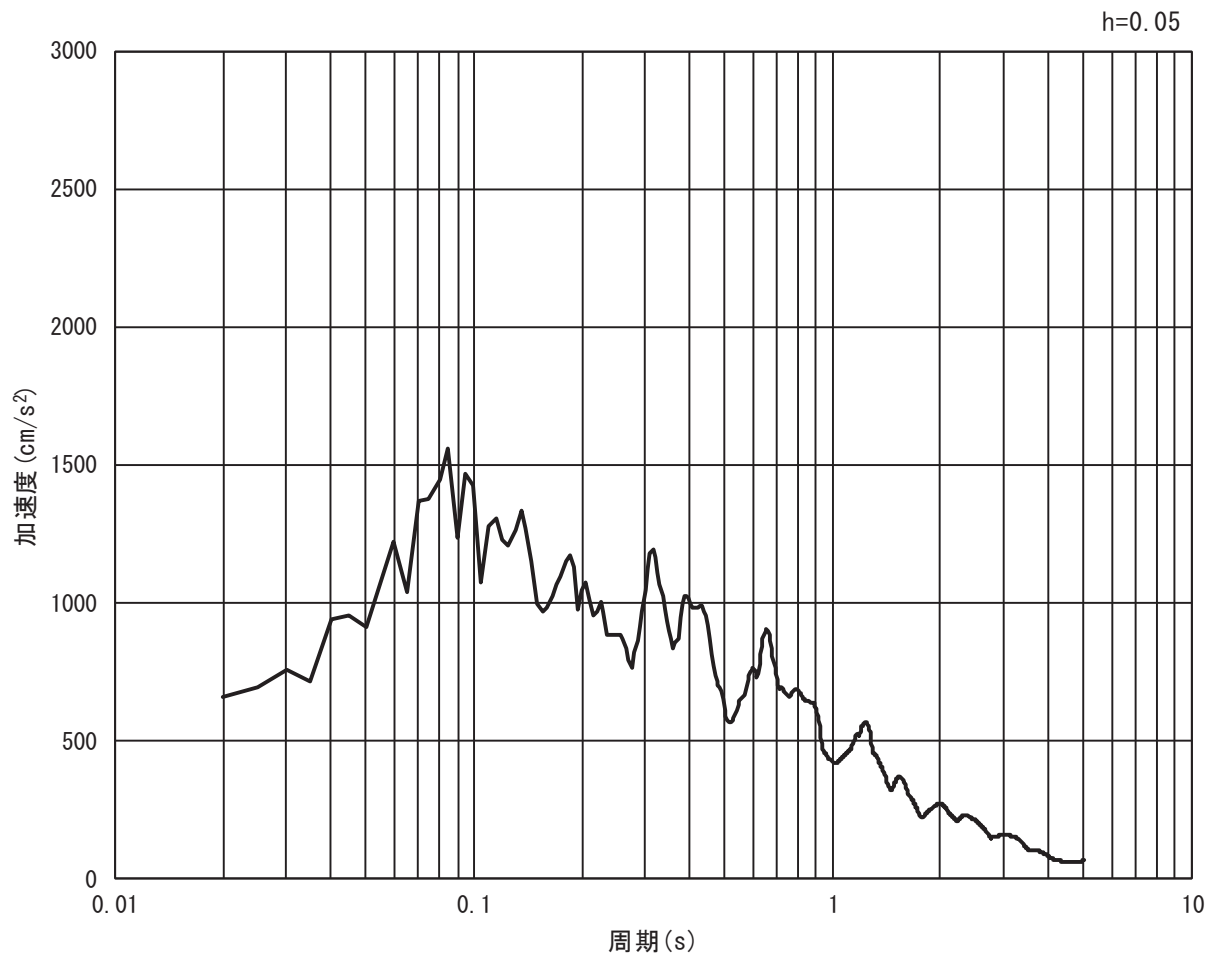


(b) 加速度応答スペクトル

図 3.4-8(6) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル  
(鉛直方向：S s - D 3)

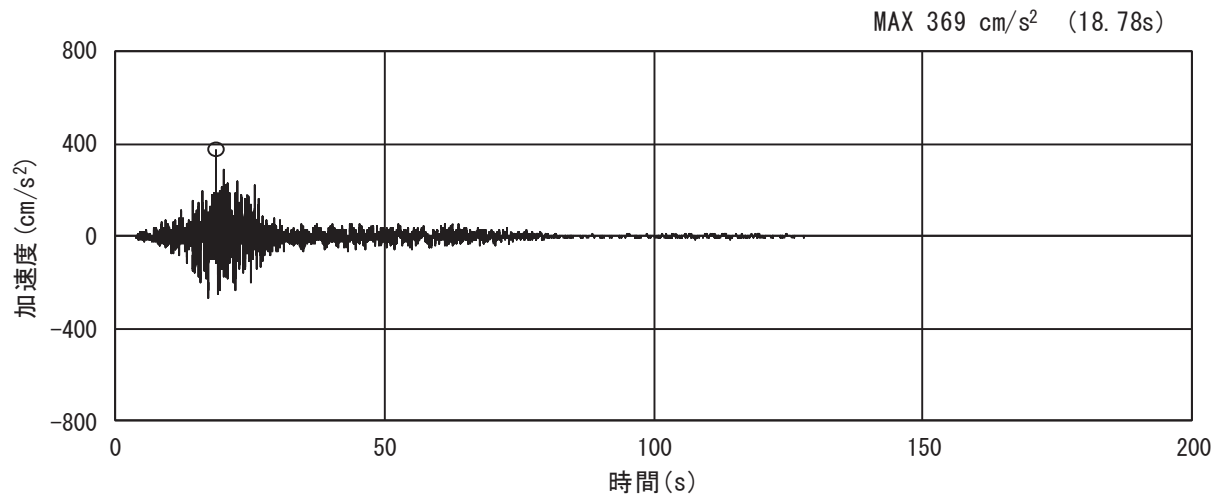


(a) 加速度時刻歴波形

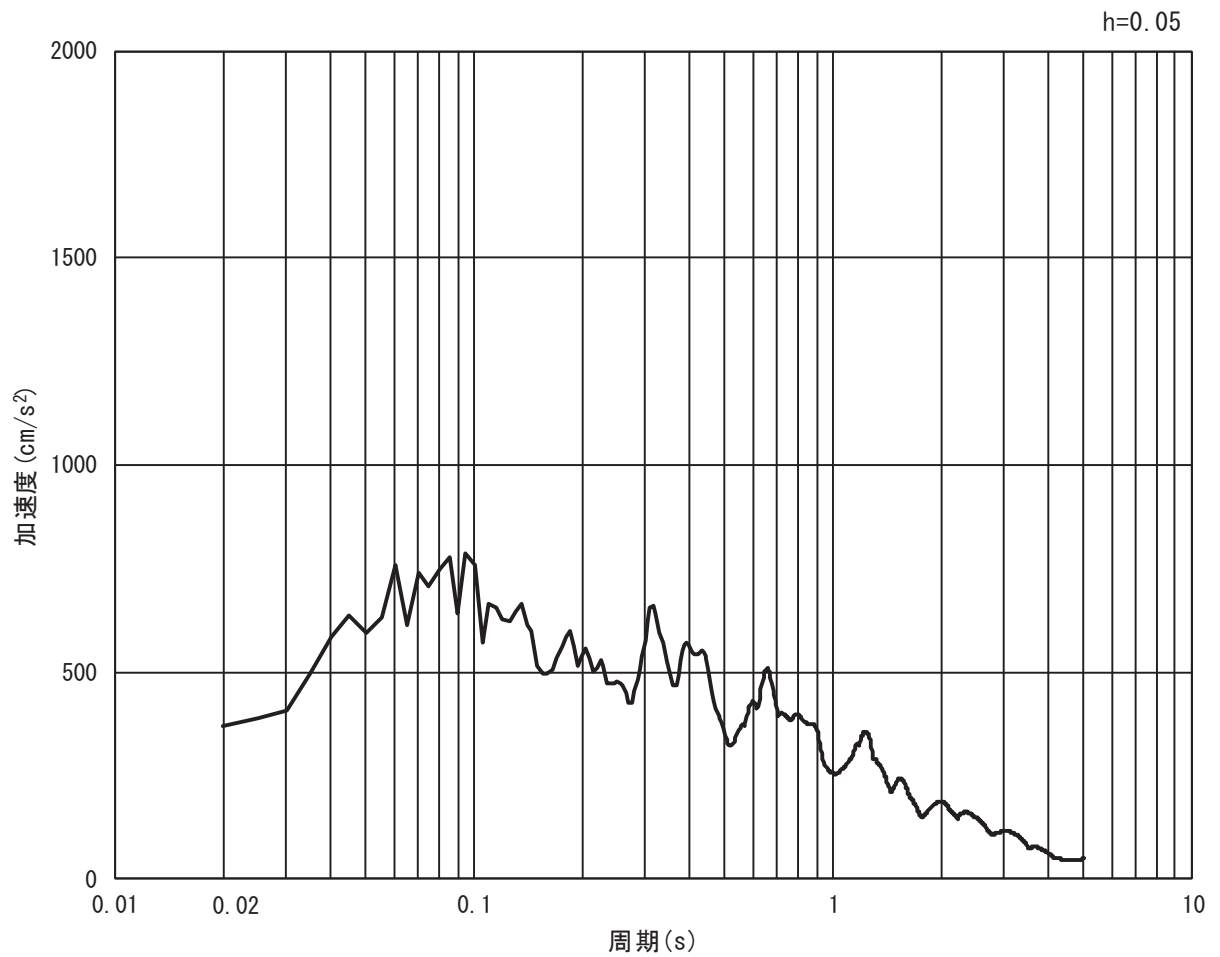


(b) 加速度応答スペクトル

図 3.4-8(7) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル  
(水平方向 : S s - F 1)

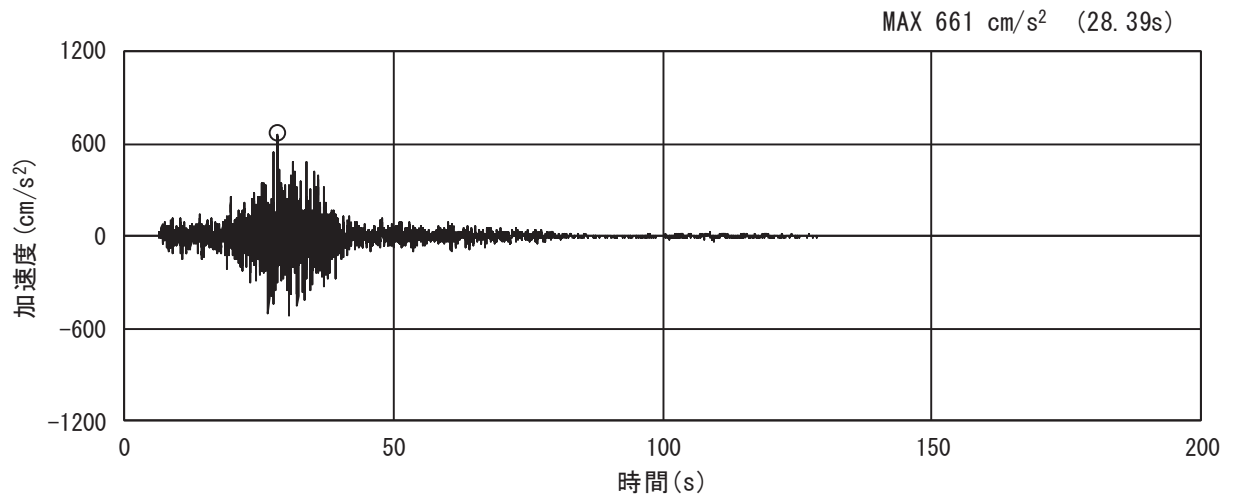


(a) 加速度時刻歴波形

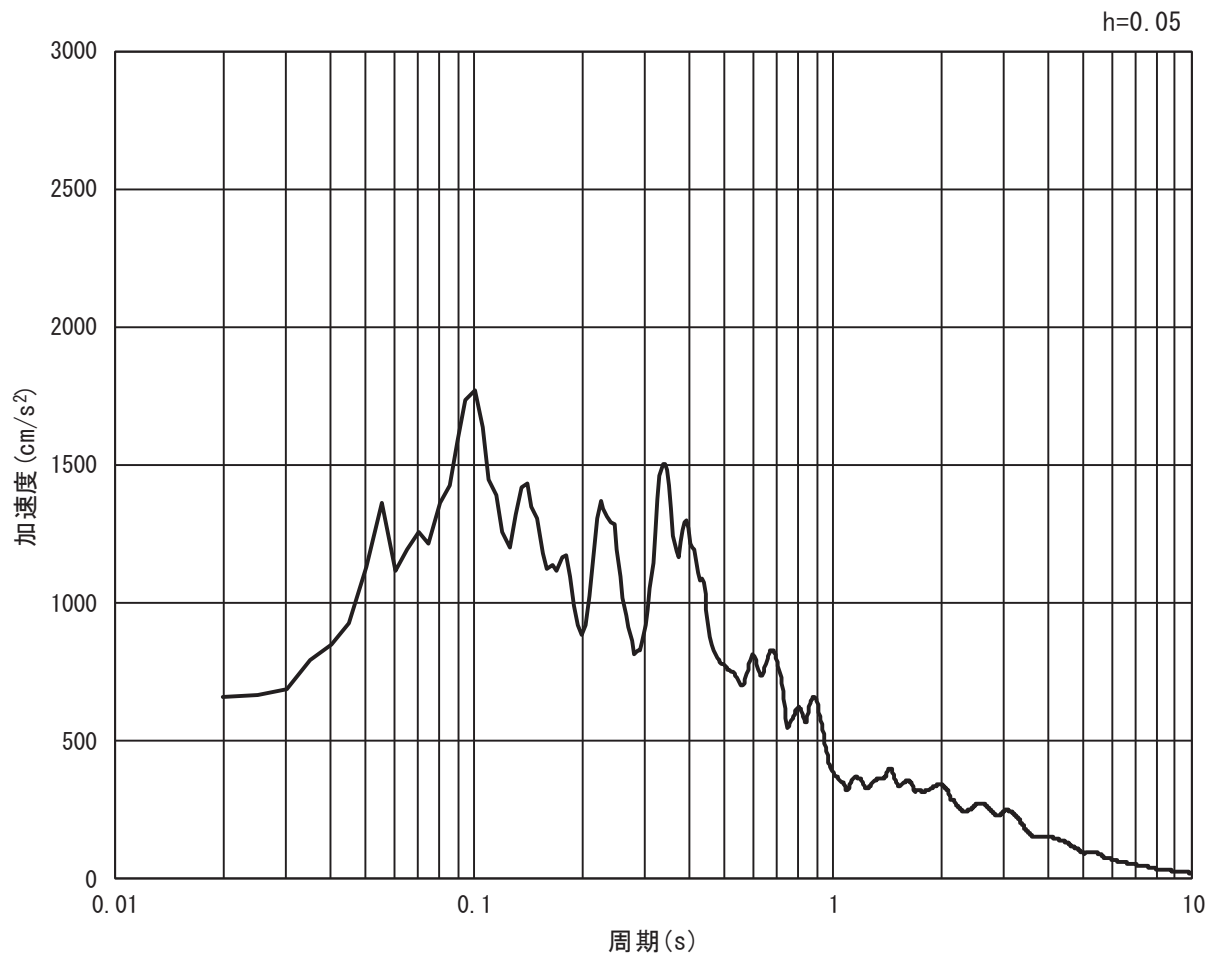


(b) 加速度応答スペクトル

図 3.4-8(8) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル  
(鉛直方向：S s - F 1)

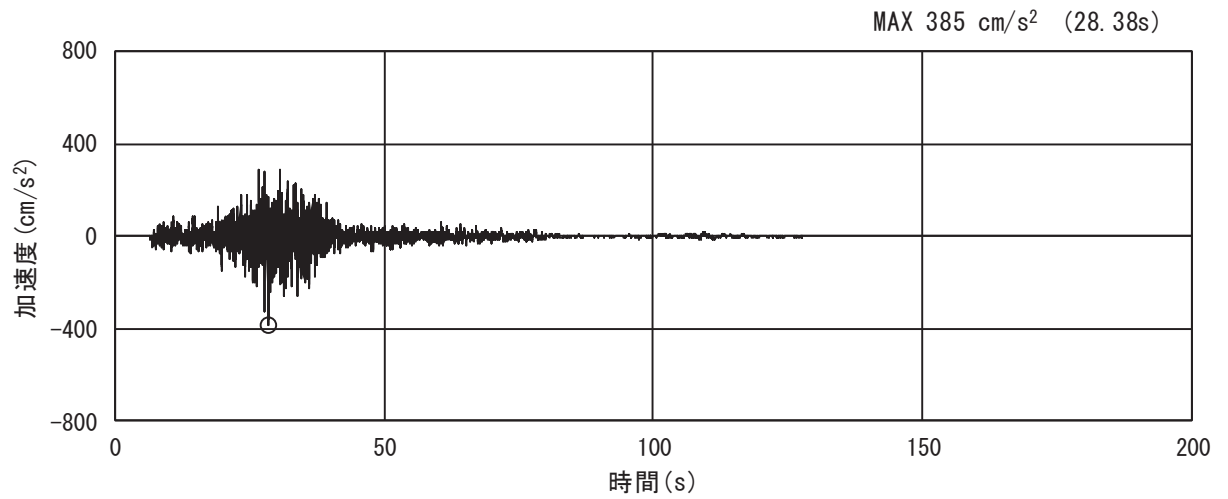


(a) 加速度時刻歴波形

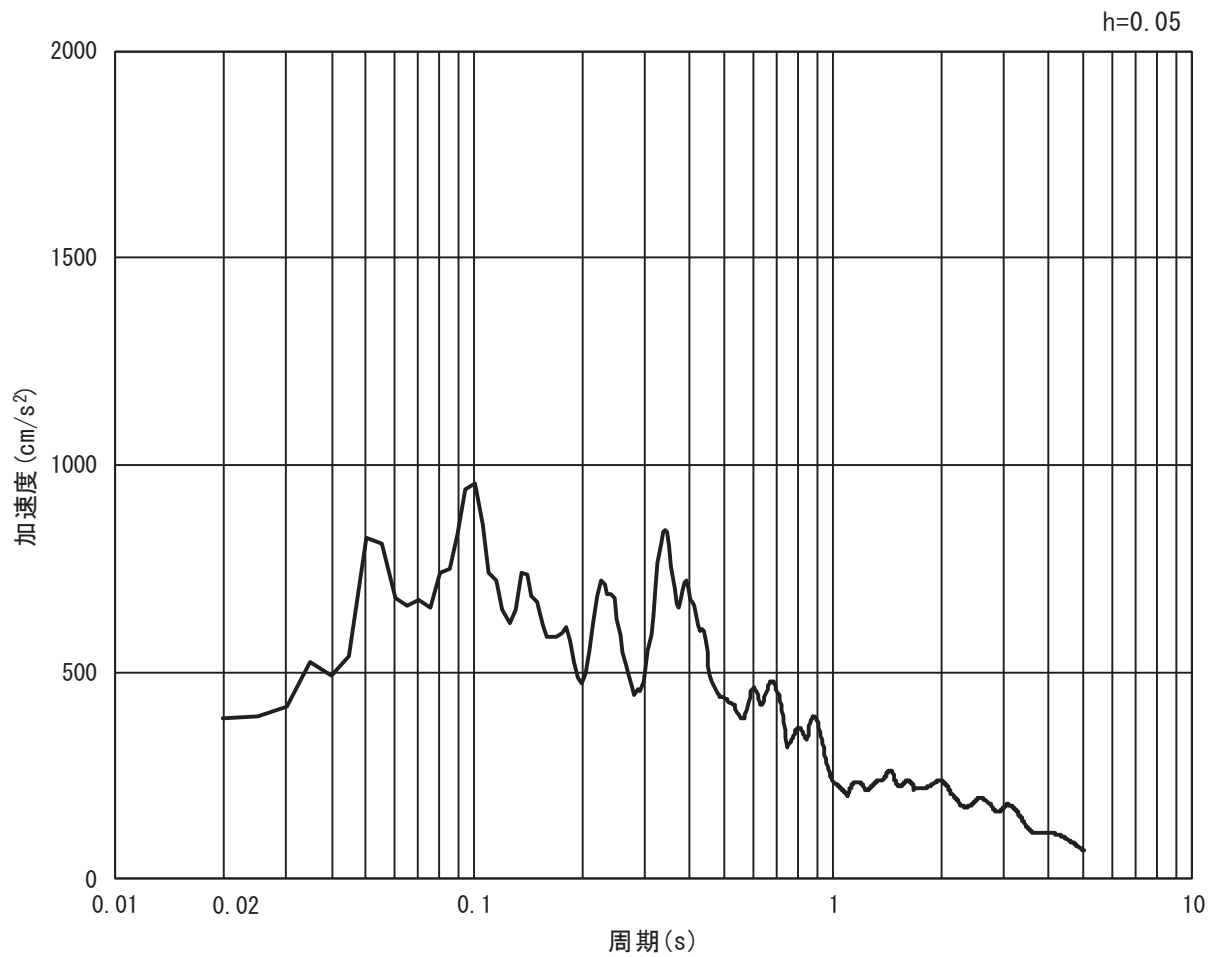


(b) 加速度応答スペクトル

図 3.4-8(9) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル  
(水平方向 : S s - F 2)

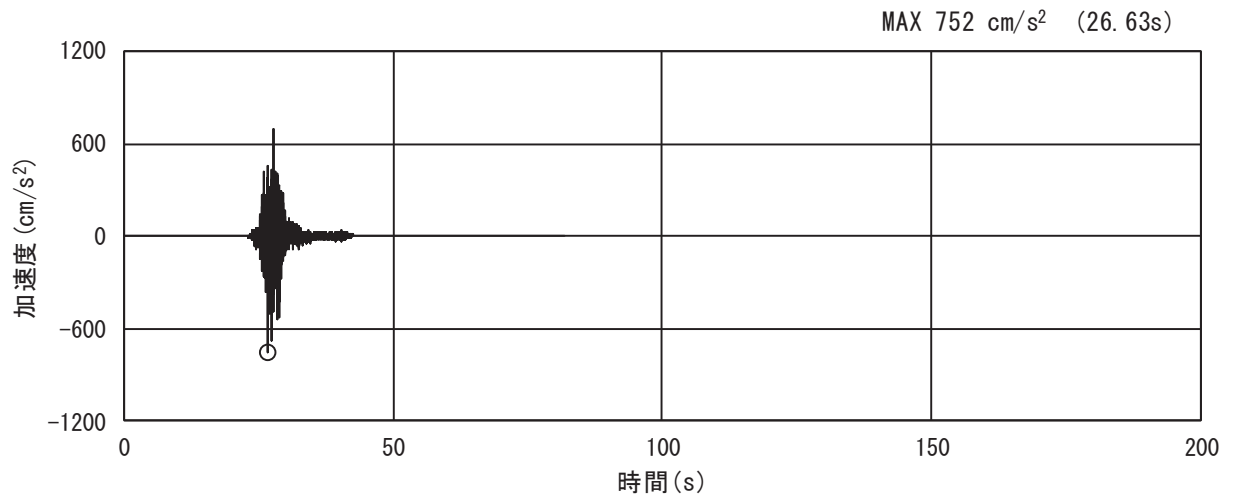


(a) 加速度時刻歴波形

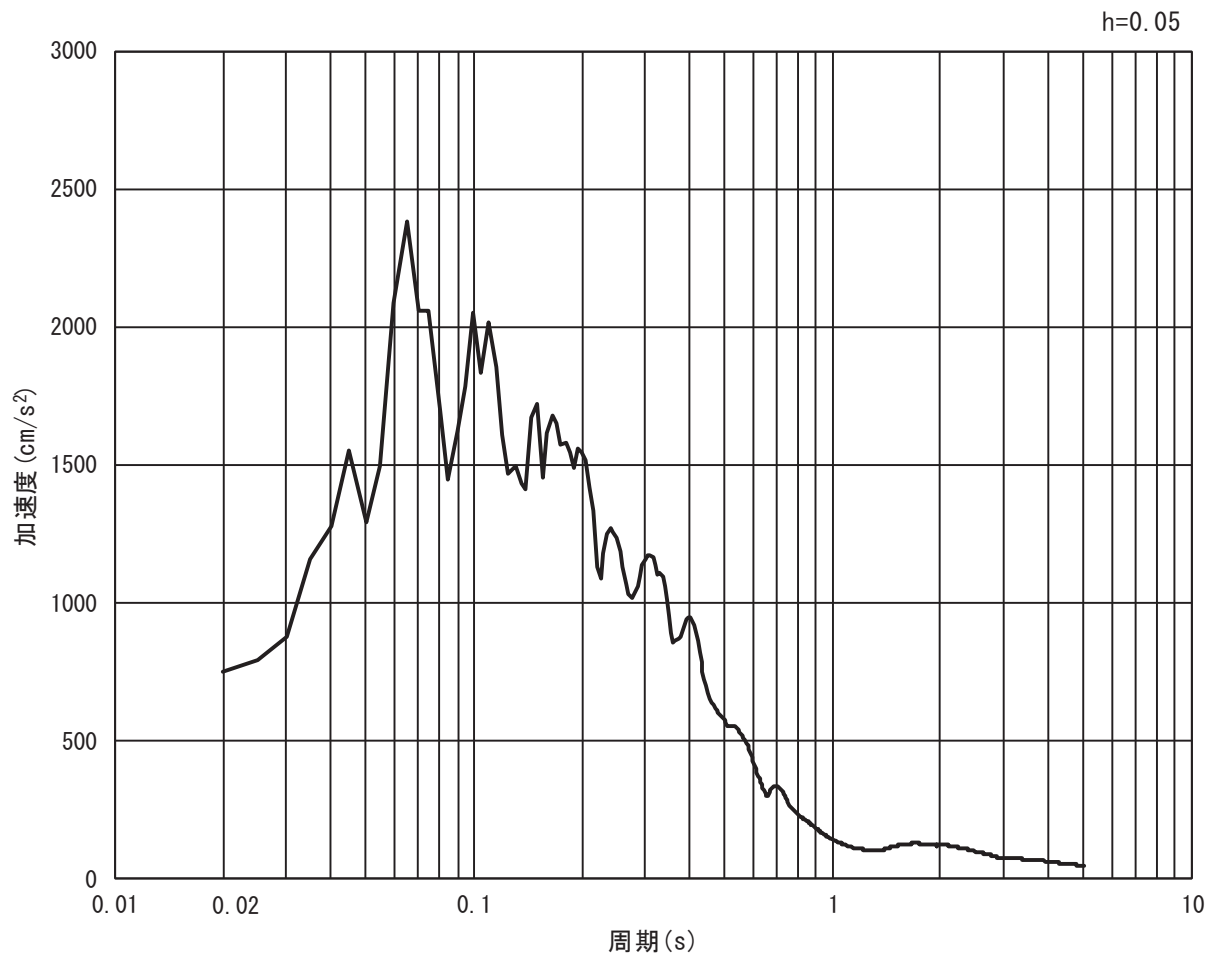


(b) 加速度応答スペクトル

図 3.4-8(10) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル  
(鉛直方向：S s - F 2)

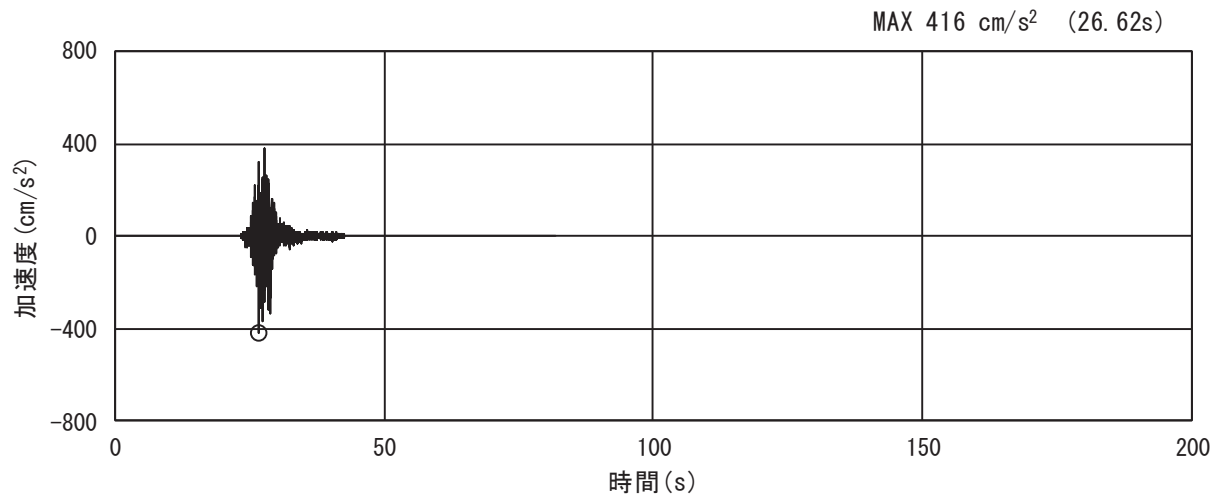


(a) 加速度時刻歴波形

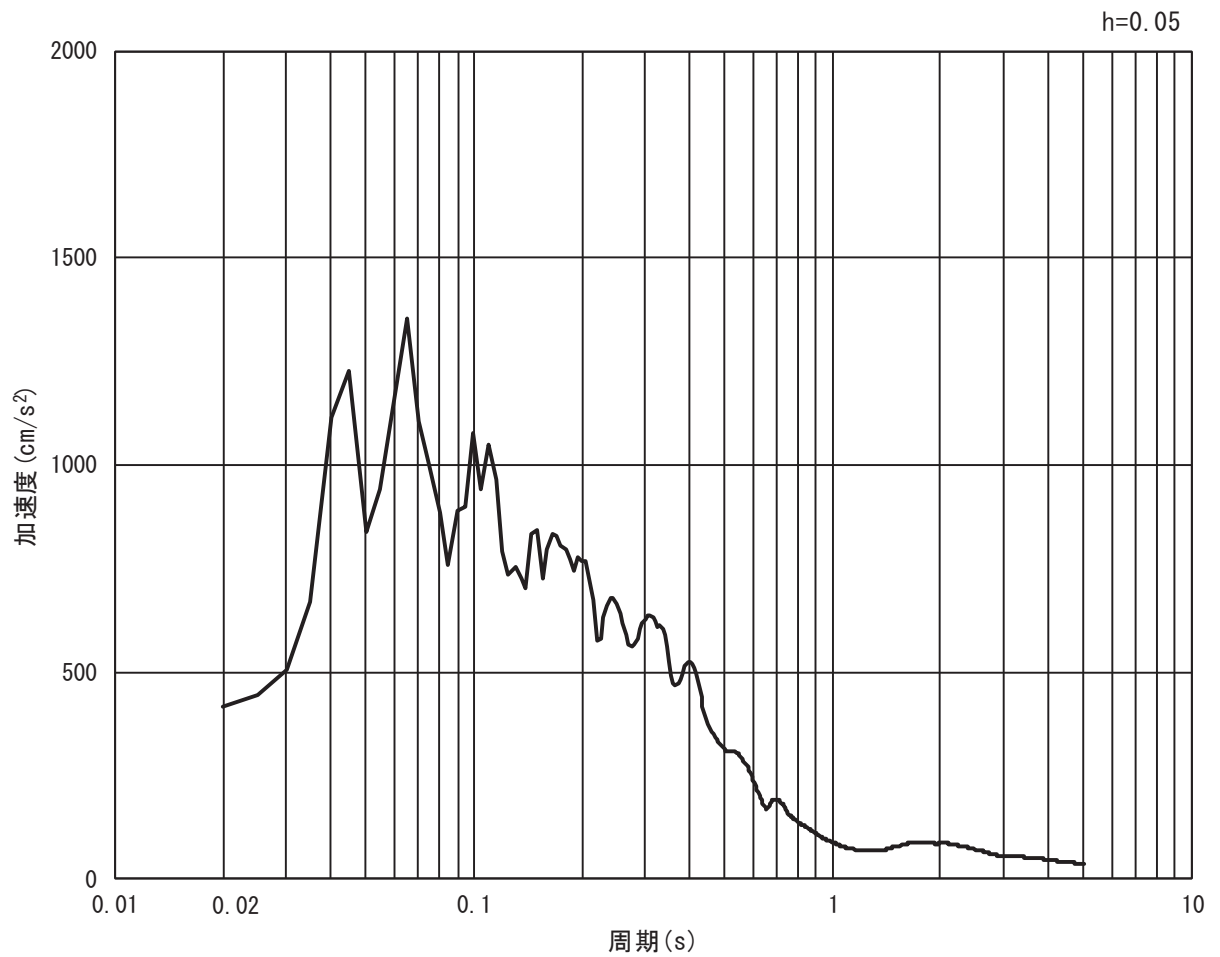


(b) 加速度応答スペクトル

図 3.4-8(11) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル  
(水平方向 : S s - F 3)



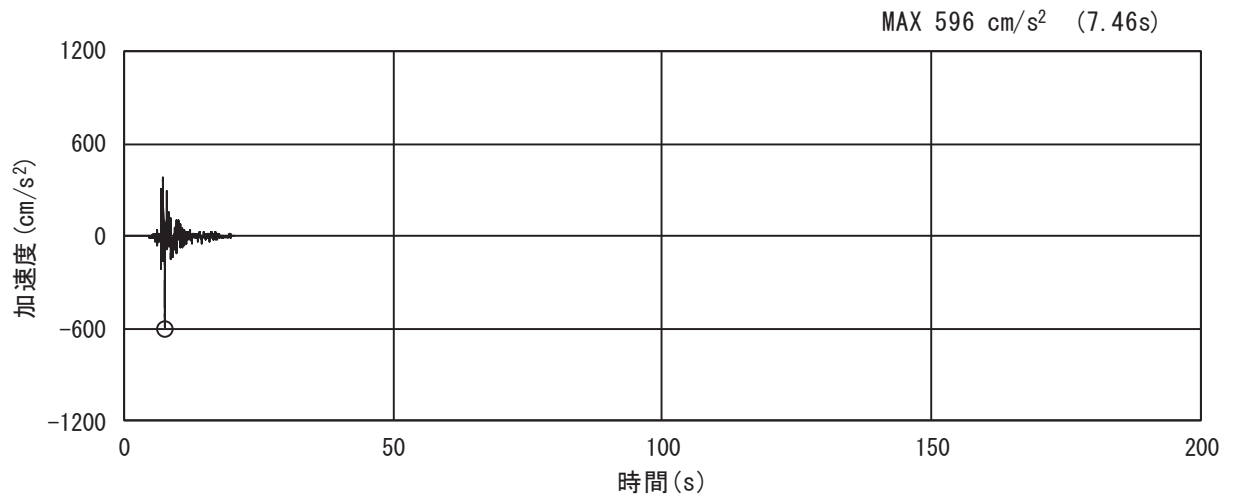
(a) 加速度時刻歴波形



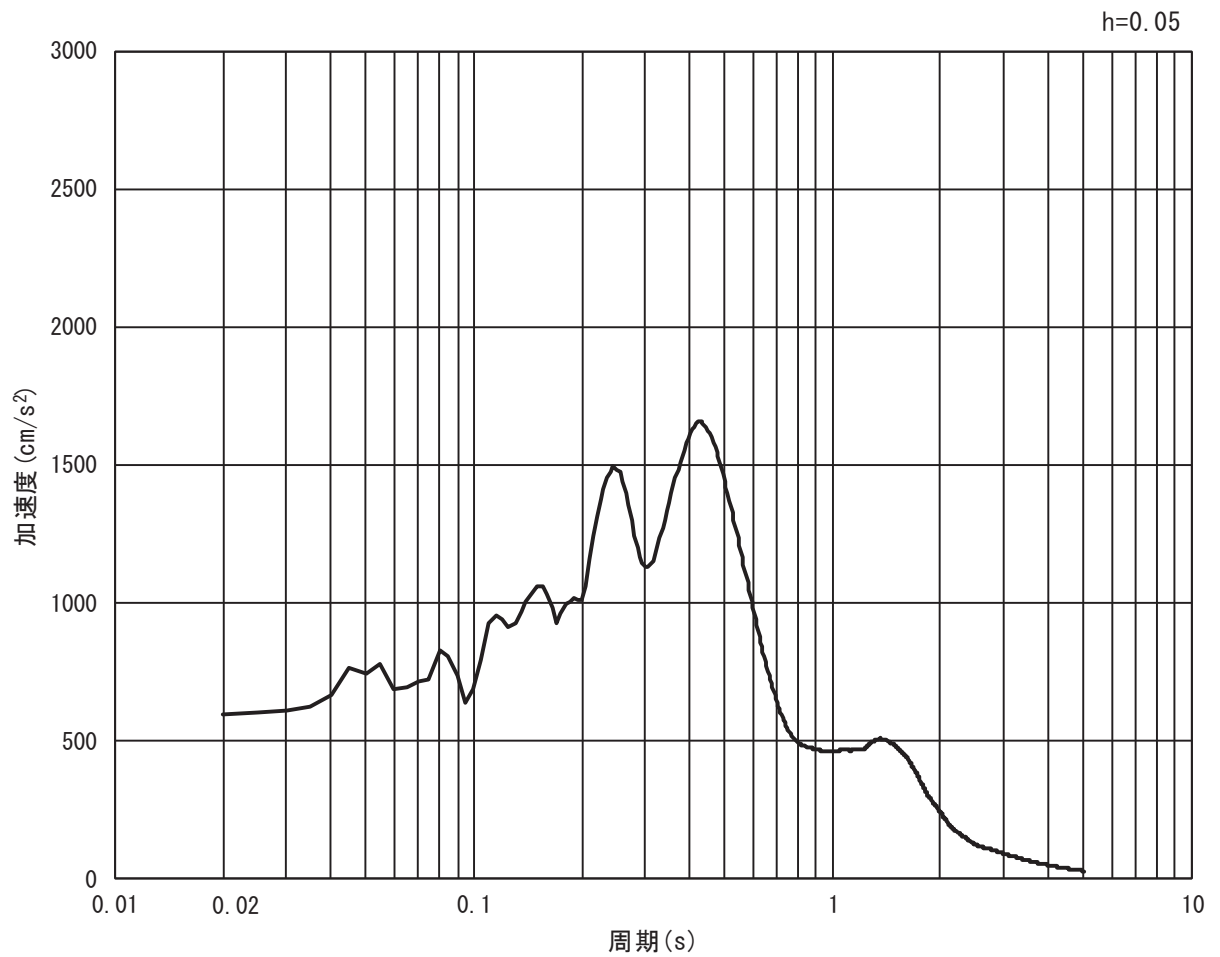
(b) 加速度応答スペクトル

図 3.4-8(12) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル  
(鉛直方向：S s - F 3)



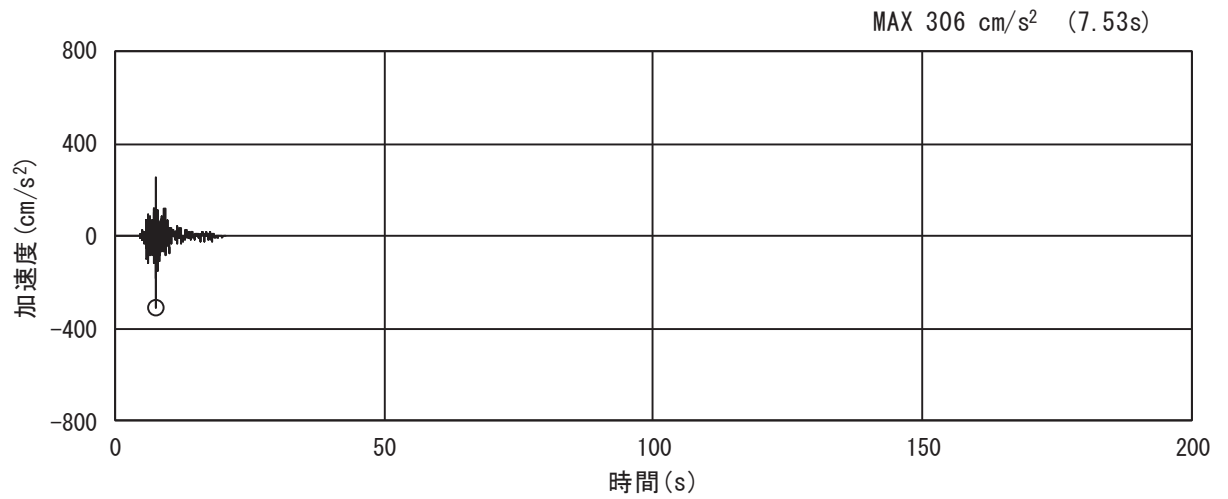


(a) 加速度時刻歴波形

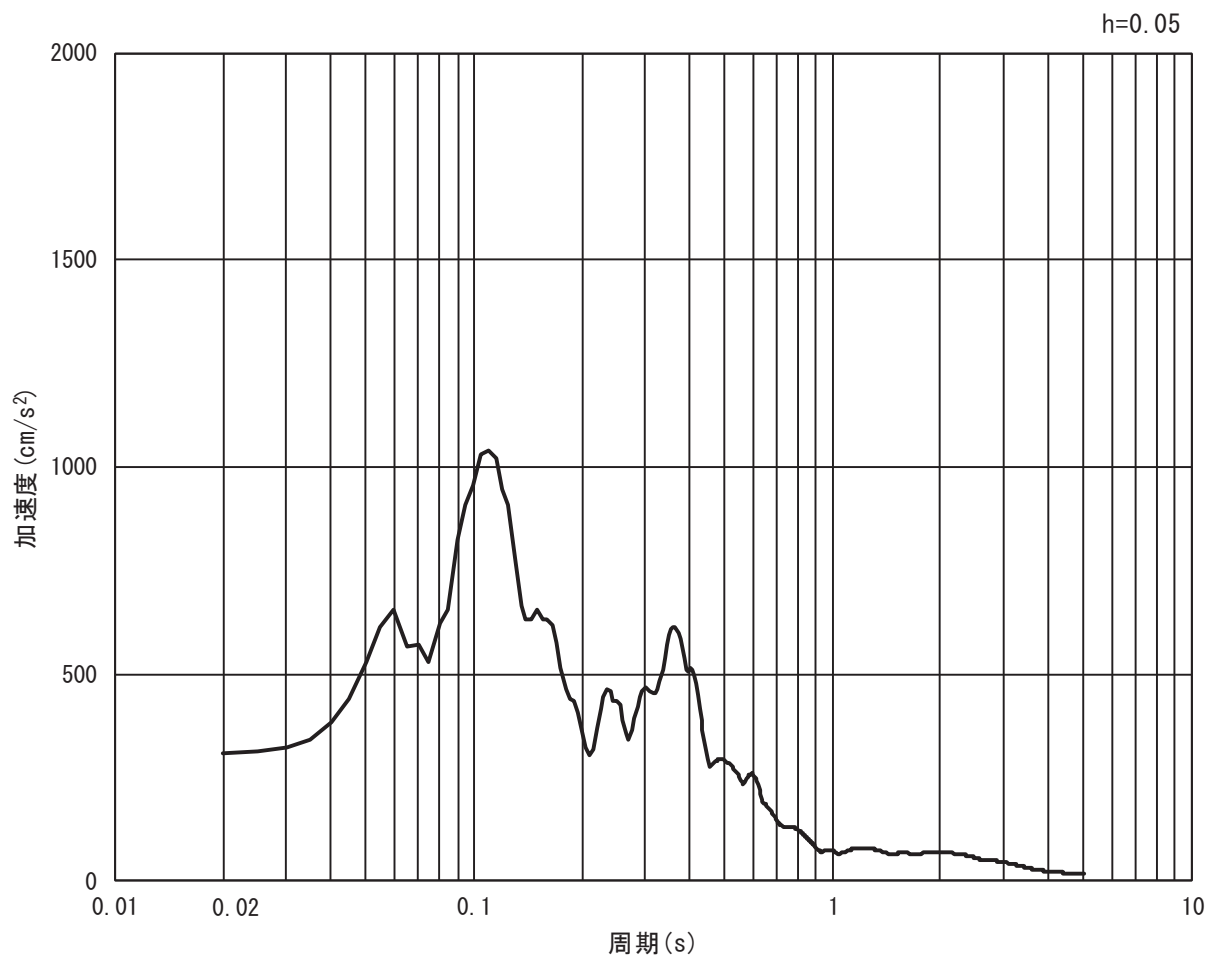


(b) 加速度応答スペクトル

図 3.4-8(13) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル  
(水平方向 : S s - N 1)



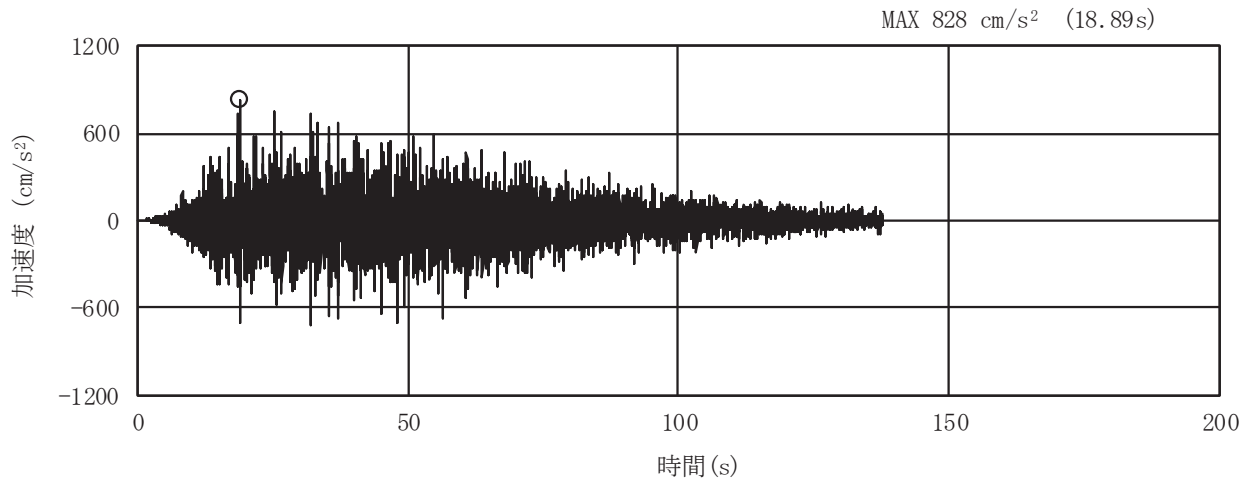
(a) 加速度時刻歴波形



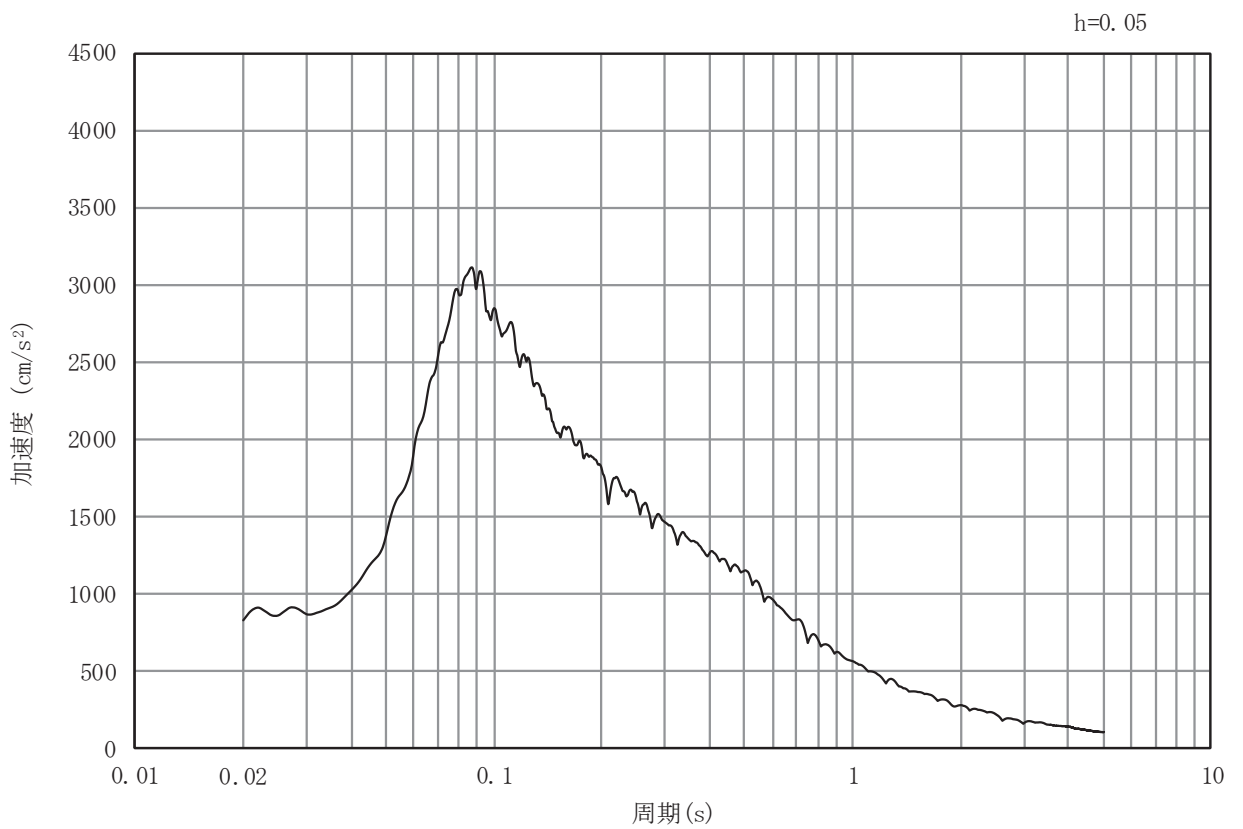
(b) 加速度応答スペクトル

図 3.4-8(14) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル  
(鉛直方向：S s - N 1)

(3) 断面⑦

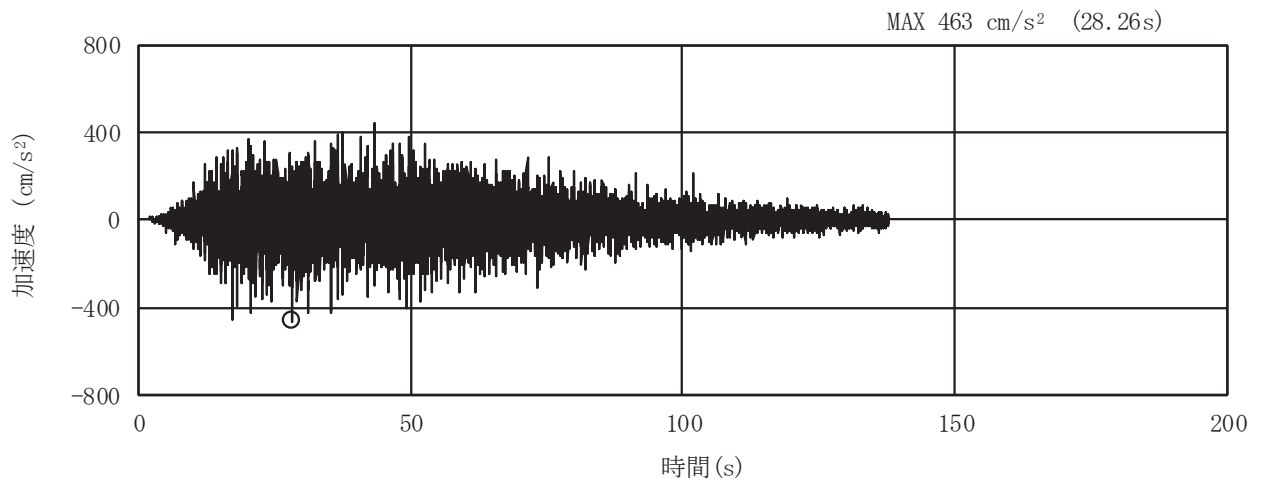


(a) 加速度時刻歴波形

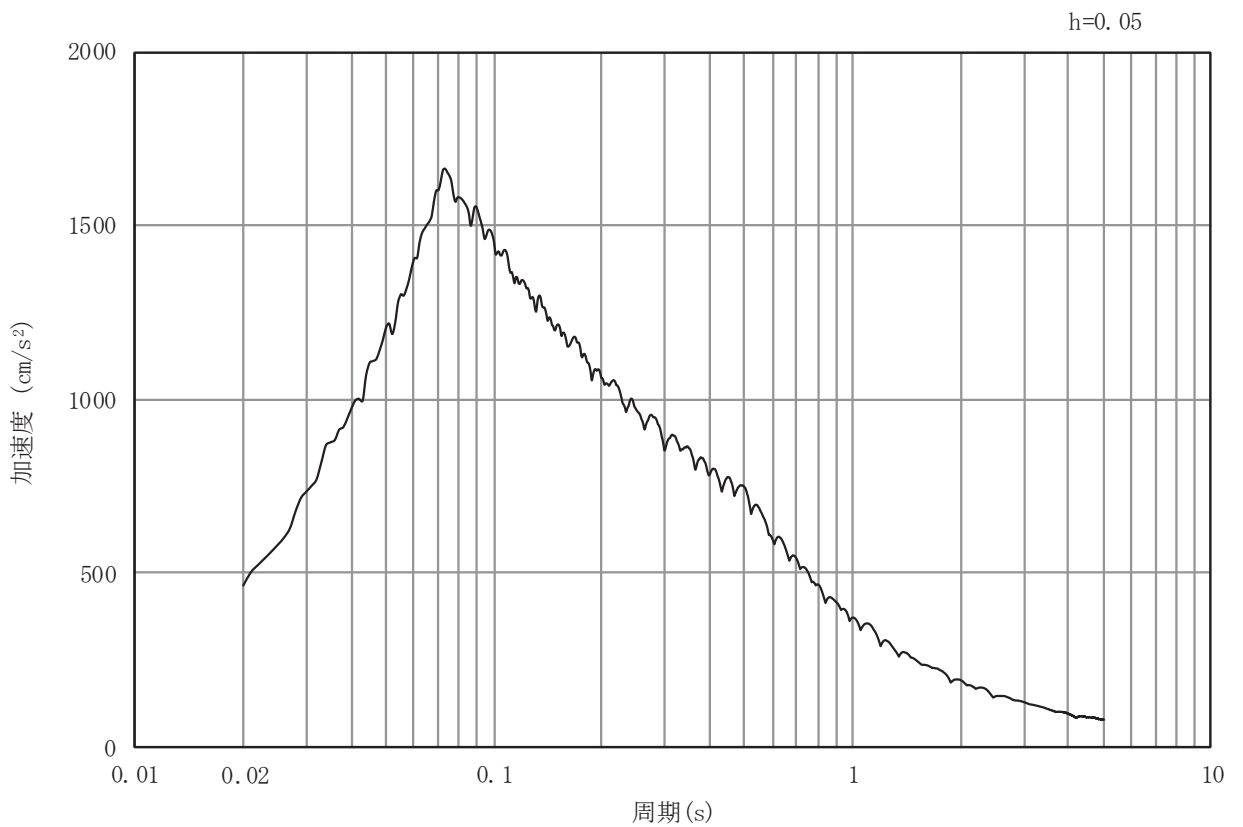


(b) 加速度応答スペクトル

図 3.4-9(1) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル  
(水平方向 : S s - D 1)

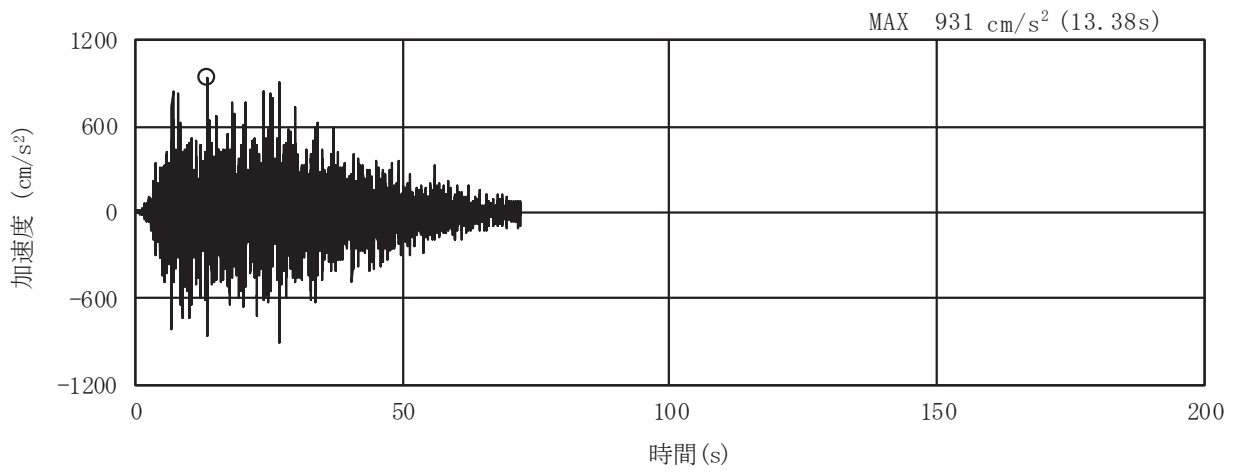


(a) 加速度時刻歴波形

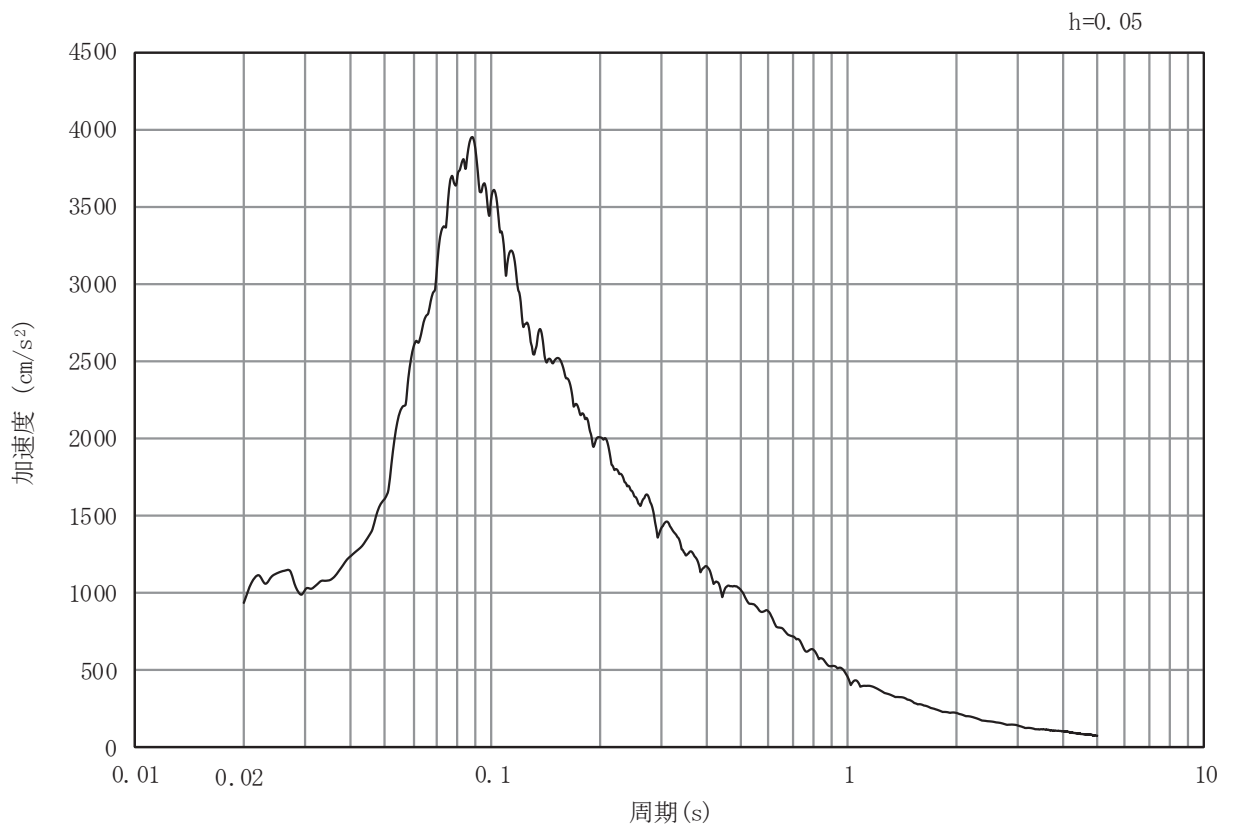


(b) 加速度応答スペクトル

図 3.4-9(2) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル  
(鉛直方向：S s - D 1)

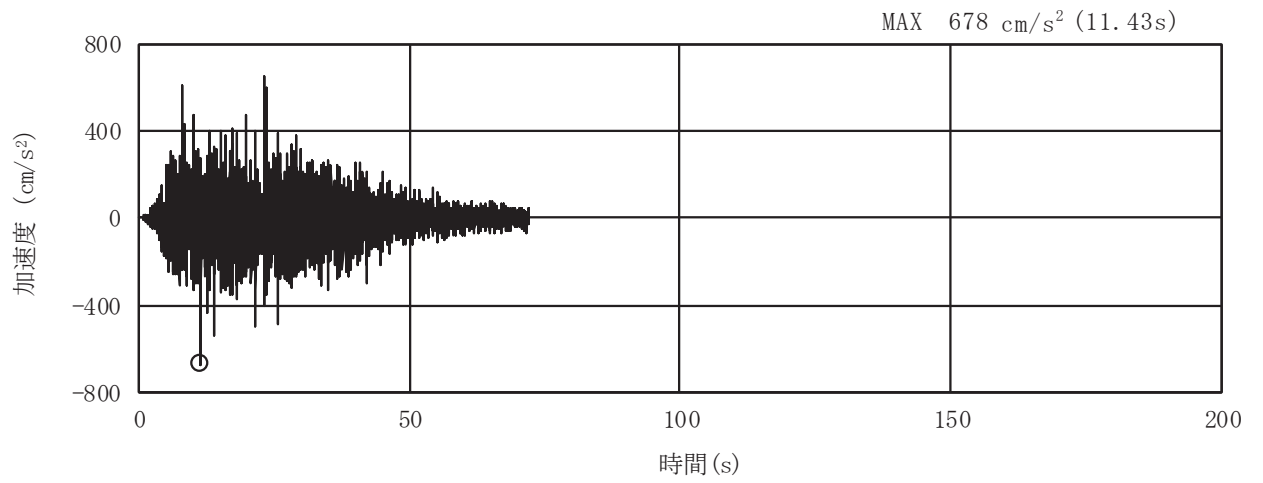


(a) 加速度時刻歴波形

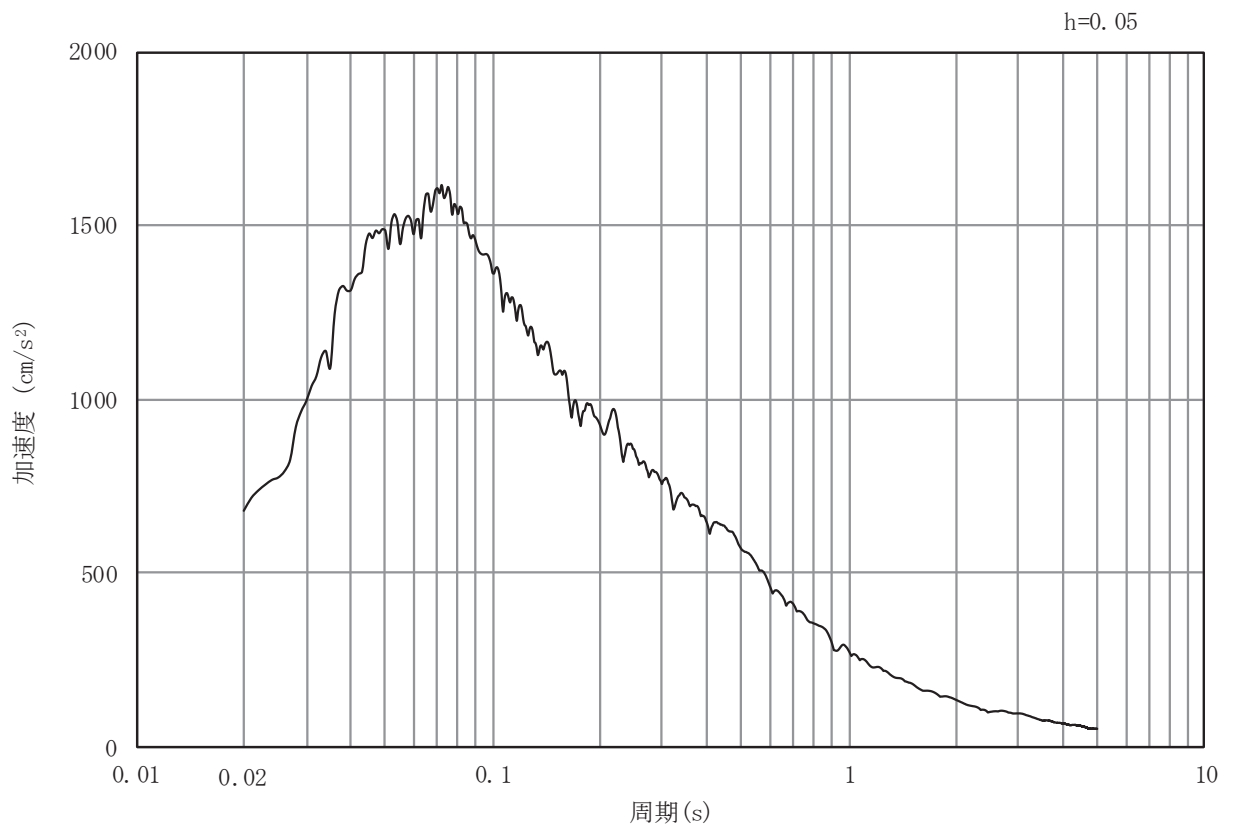


(b) 加速度応答スペクトル

図 3.4-9(3) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル  
(水平方向 : S s - D 2)

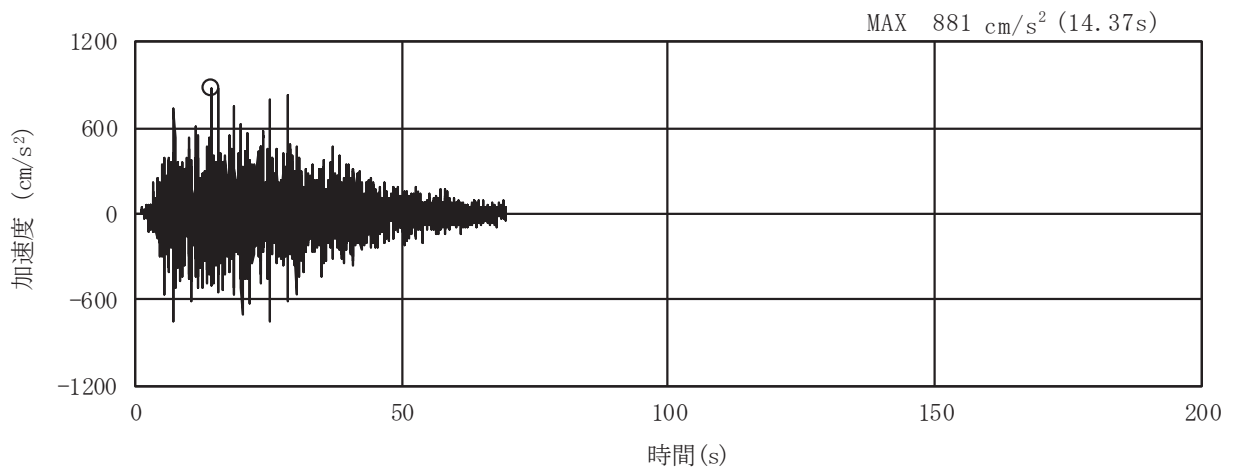


(a) 加速度時刻歴波形

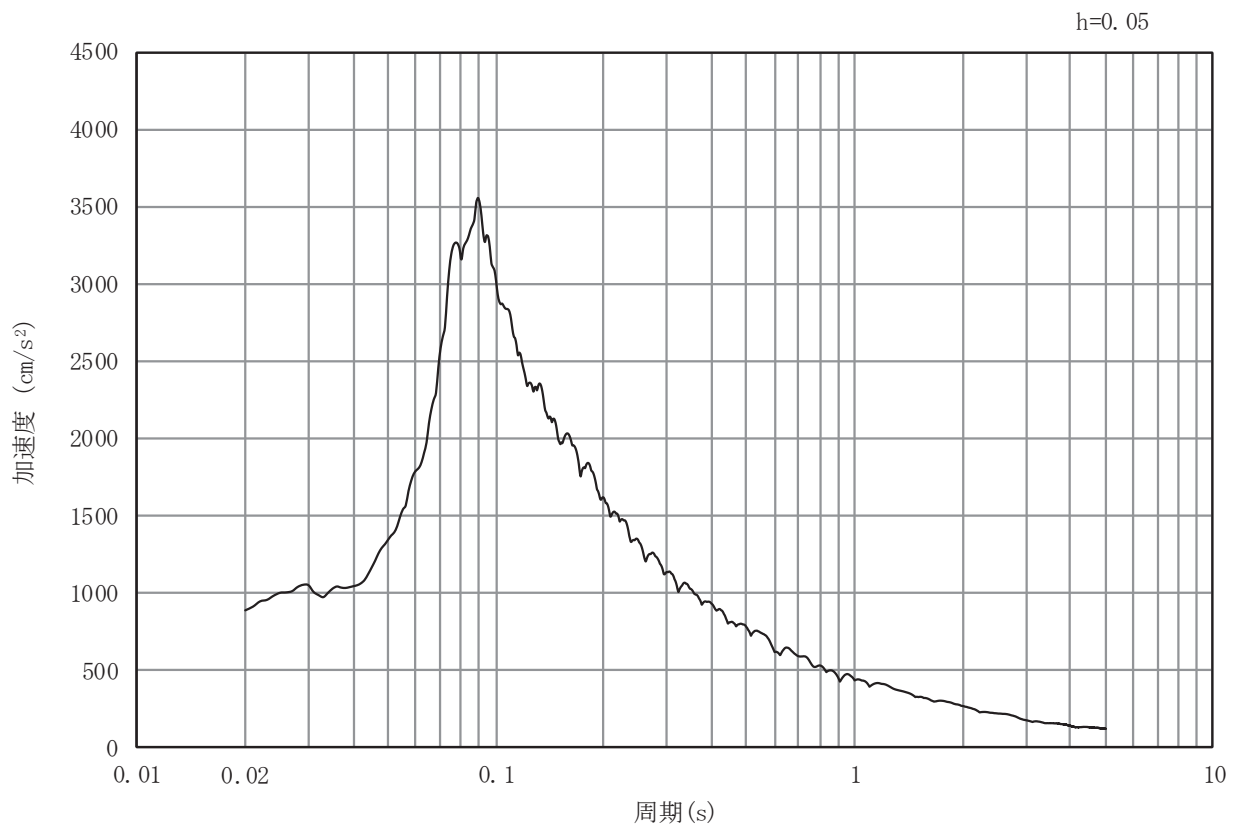


(b) 加速度応答スペクトル

図 3.4-9(4) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル  
(鉛直方向: S s - D 2)

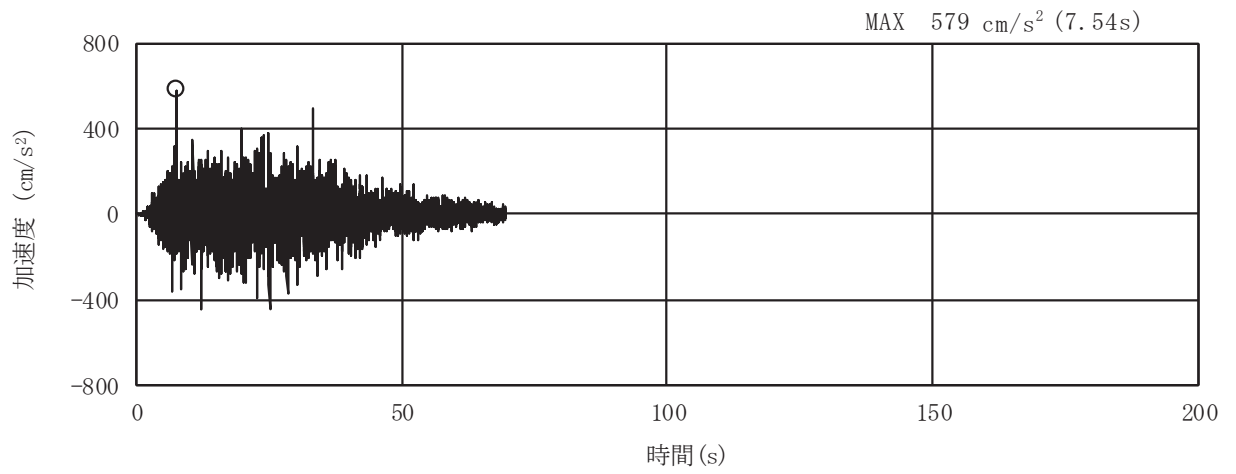


(a) 加速度時刻歴波形

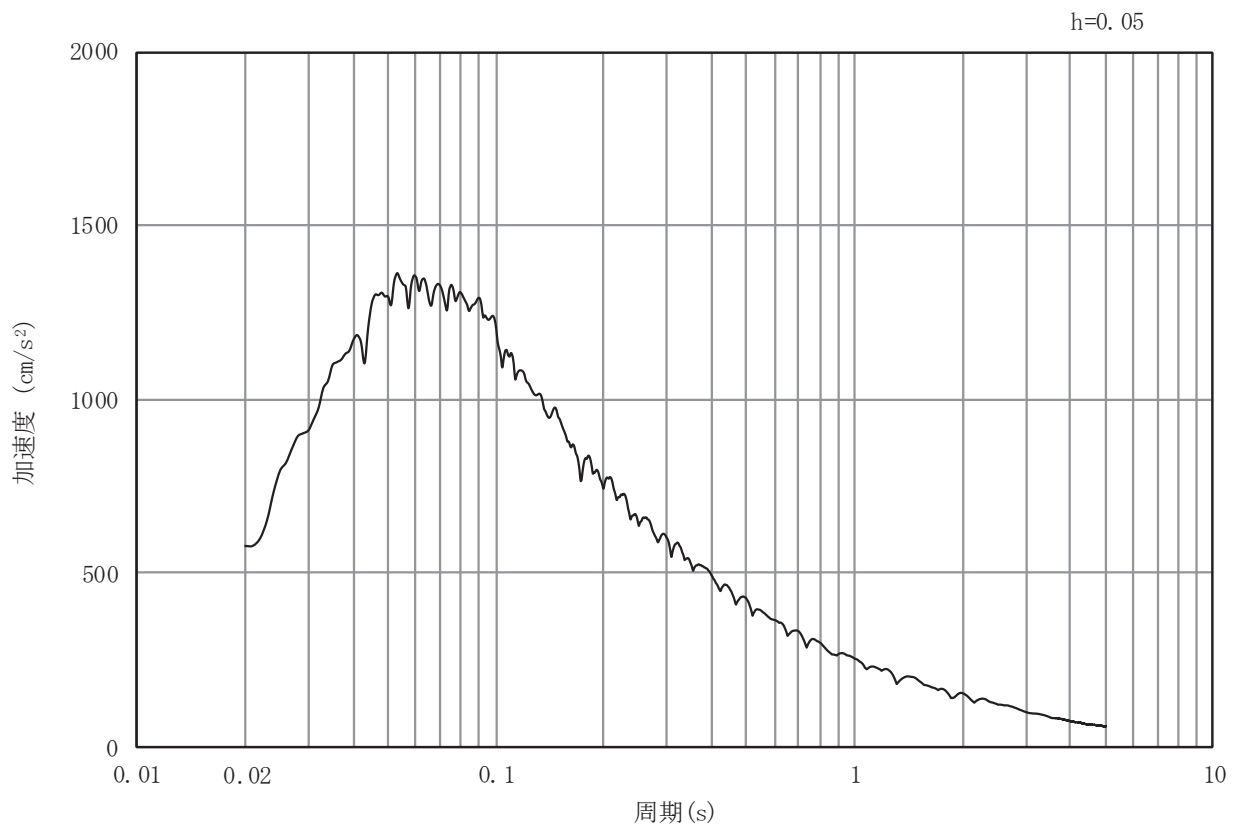


(b) 加速度応答スペクトル

図 3.4-9(5) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル  
(水平方向: S s - D 3)



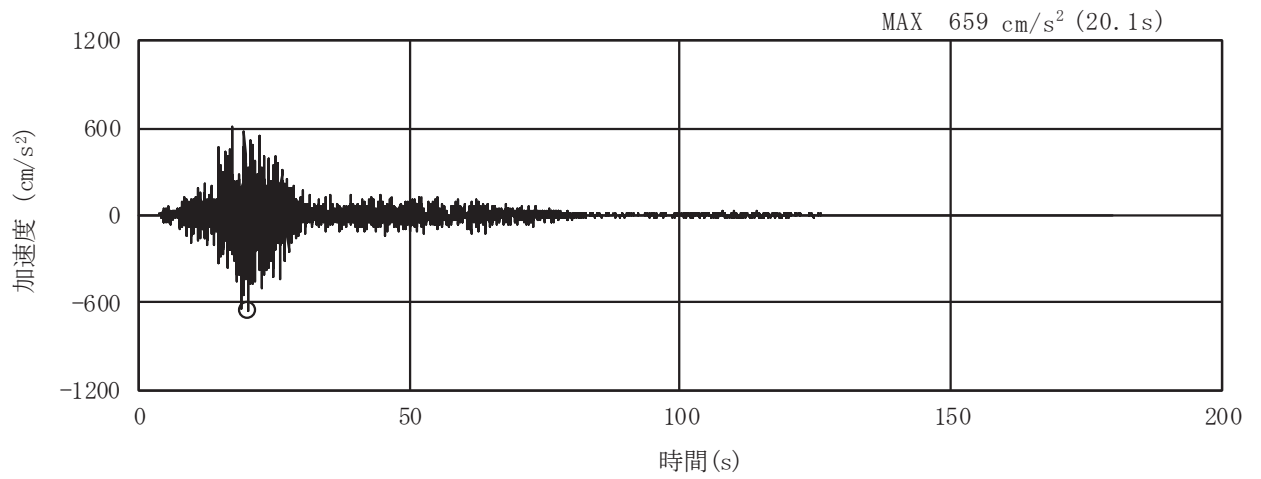
(a) 加速度時刻歴波形



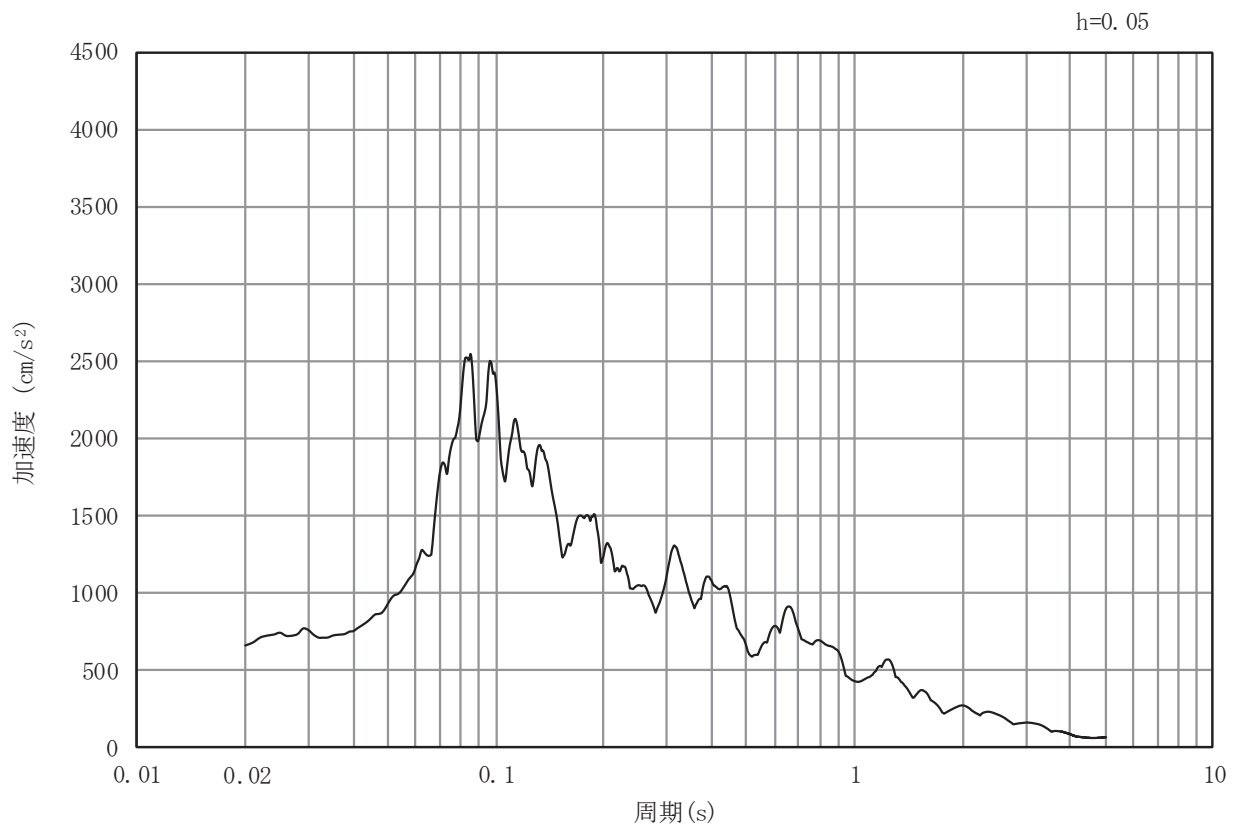
(b) 加速度応答スペクトル

図 3.4-9(6) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル  
(鉛直方向：S s - D 3)



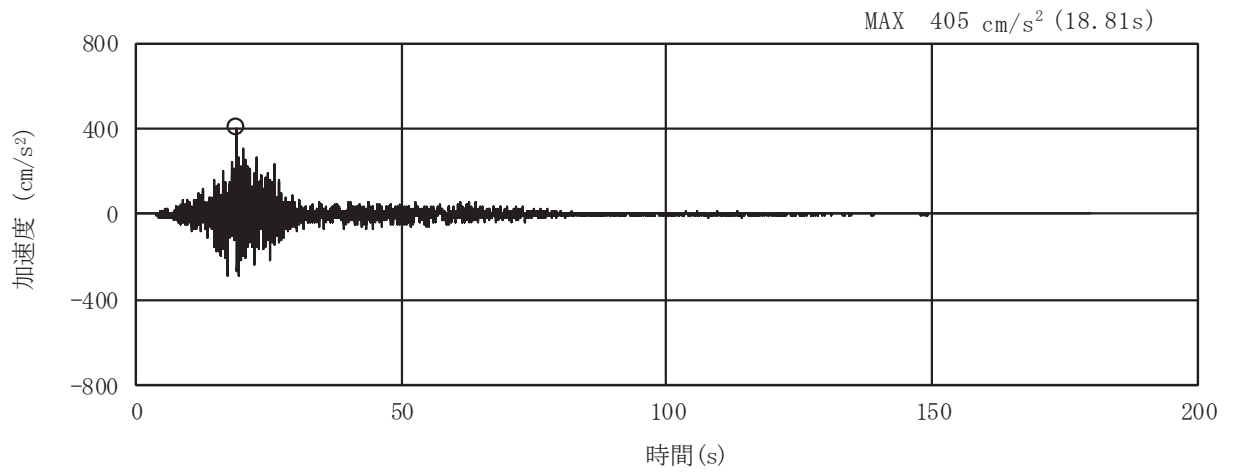


(a) 加速度時刻歴波形

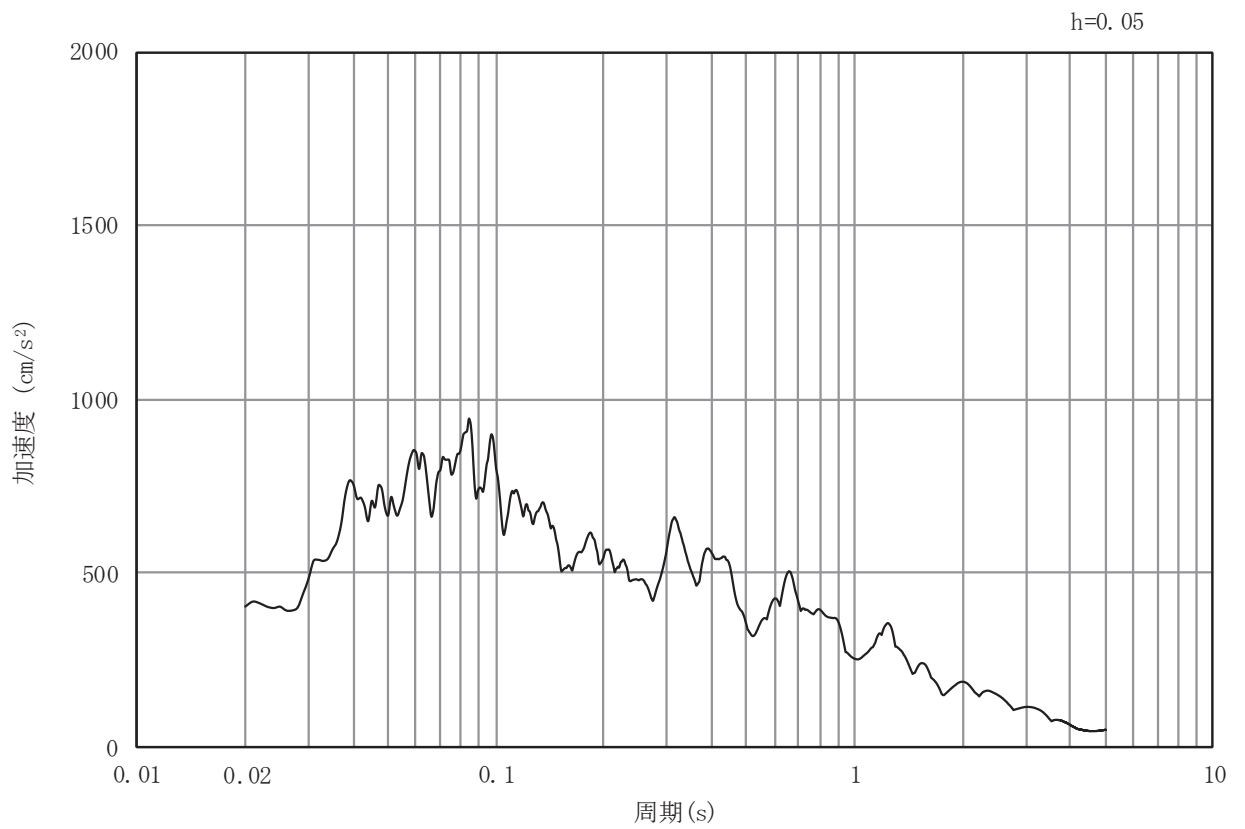


(b) 加速度応答スペクトル

図 3.4-9(7) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル  
(水平方向 : S s - F 1)

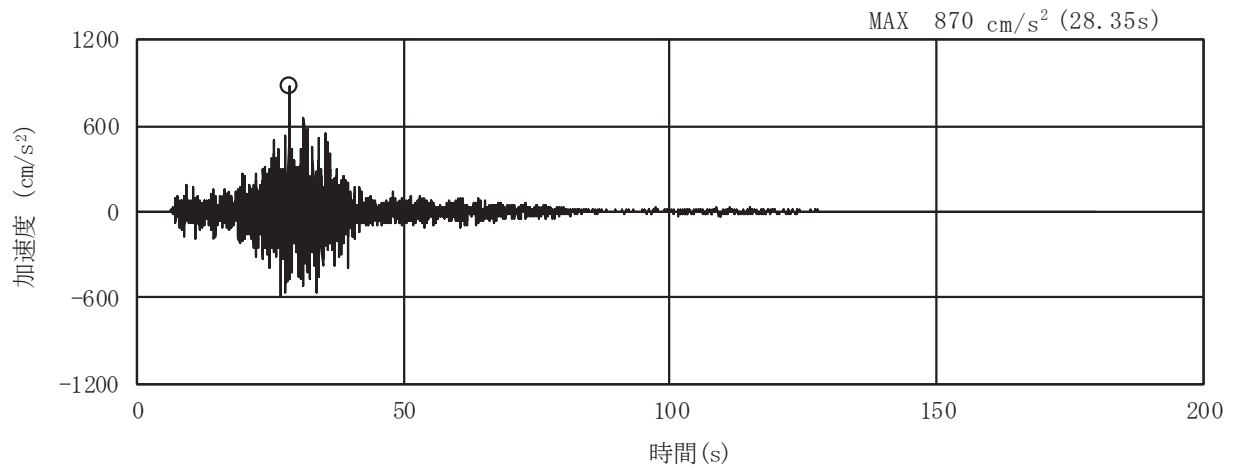


(a) 加速度時刻歴波形

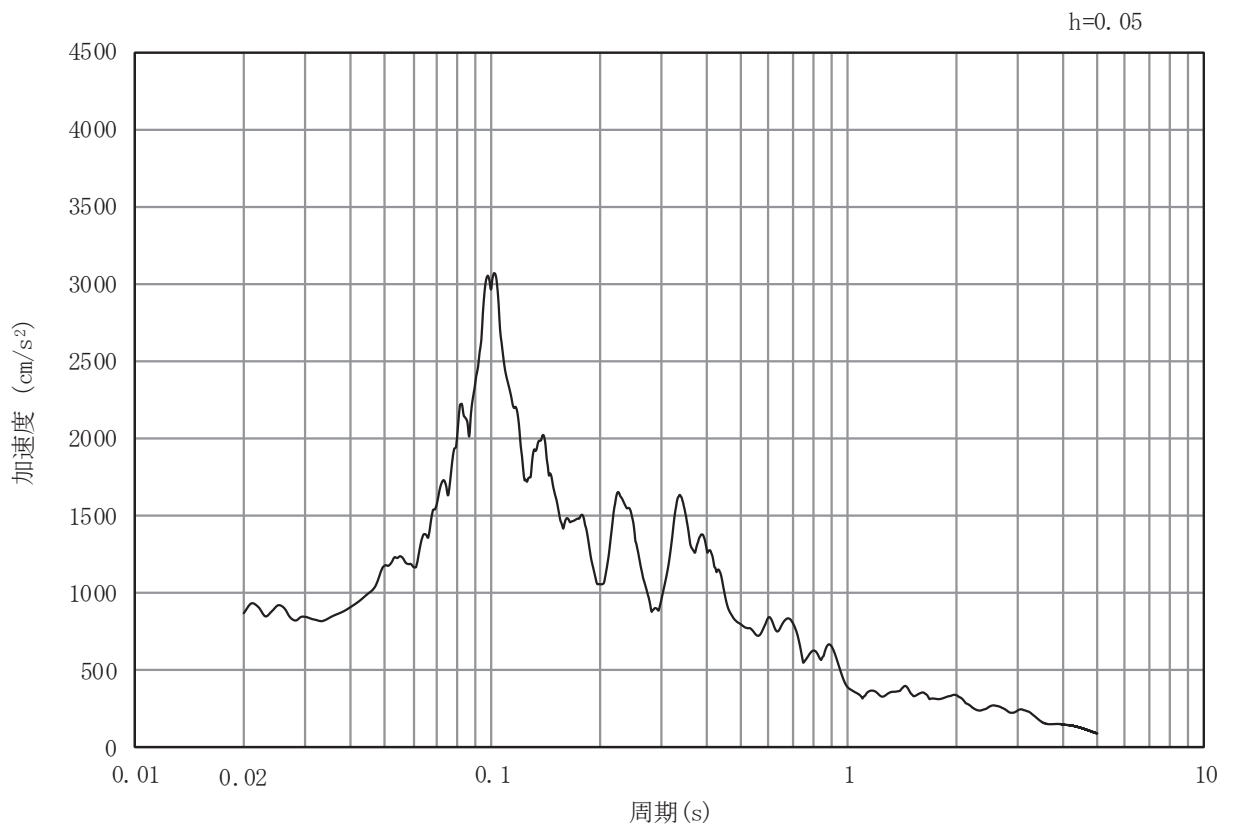


(b) 加速度応答スペクトル

図 3.4-9(8) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル  
(鉛直方向: S s - F 1)

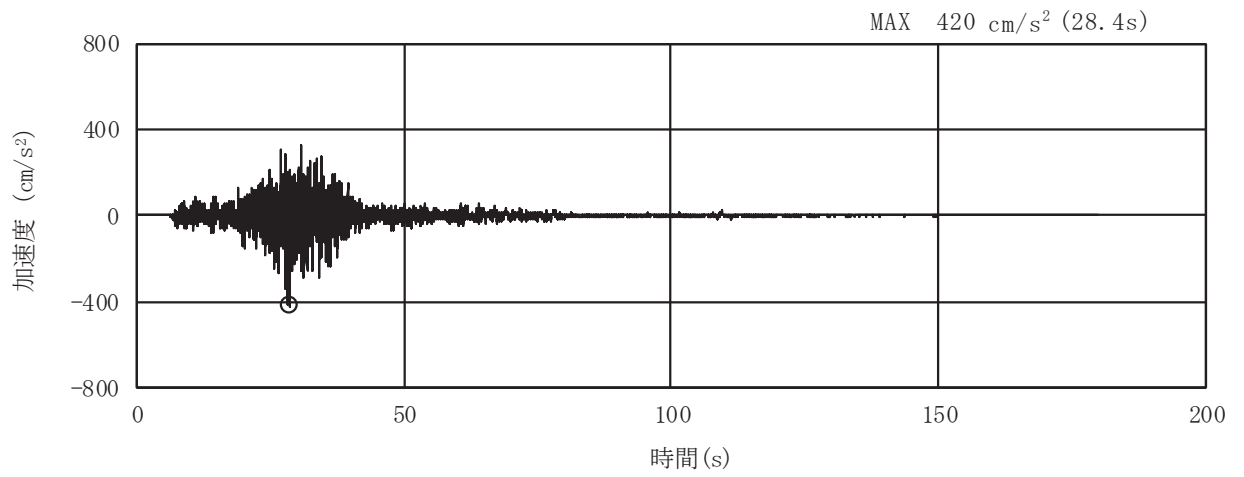


(a) 加速度時刻歴波形

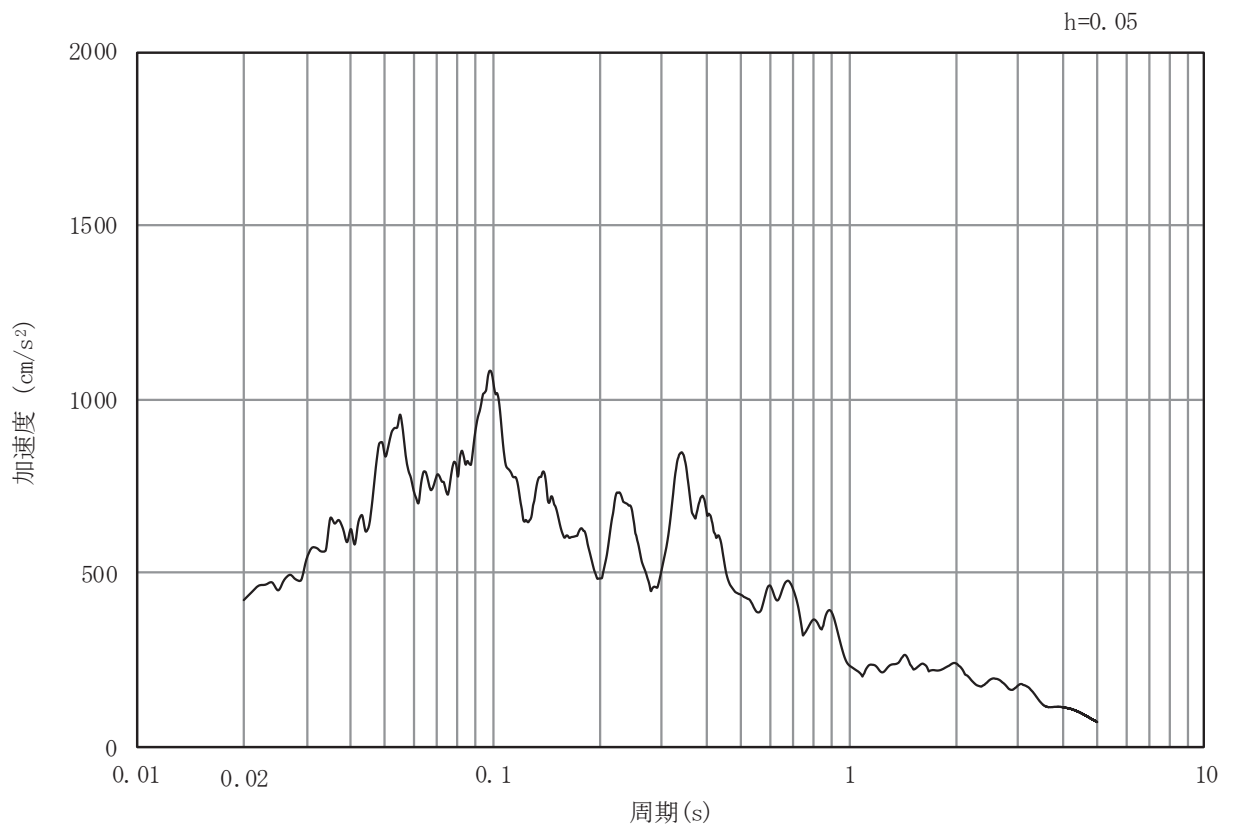


(b) 加速度応答スペクトル

図 3.4-9(9) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル  
(水平方向 : S s - F 2)

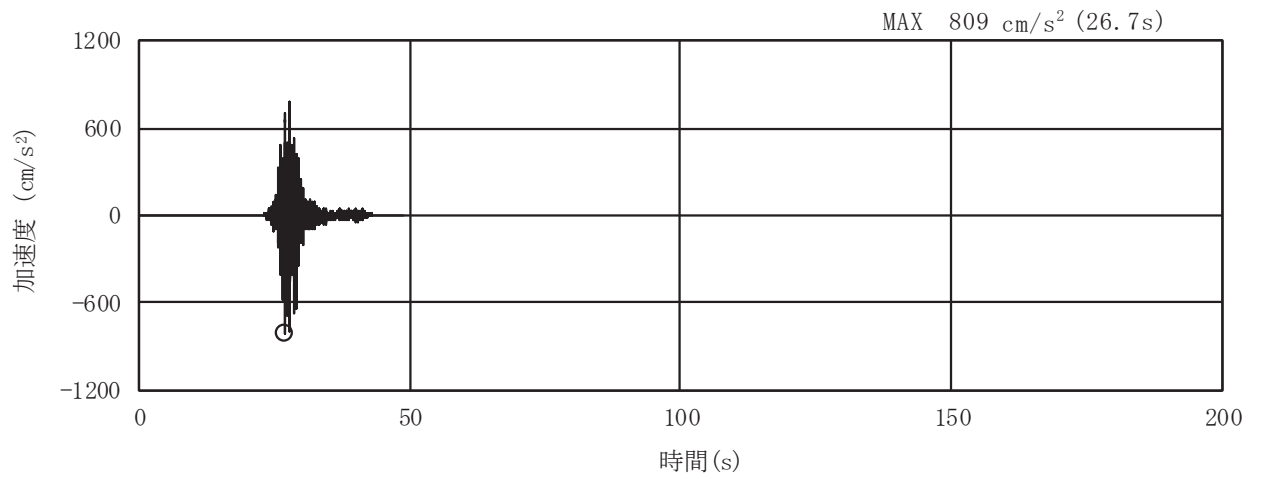


(a) 加速度時刻歴波形

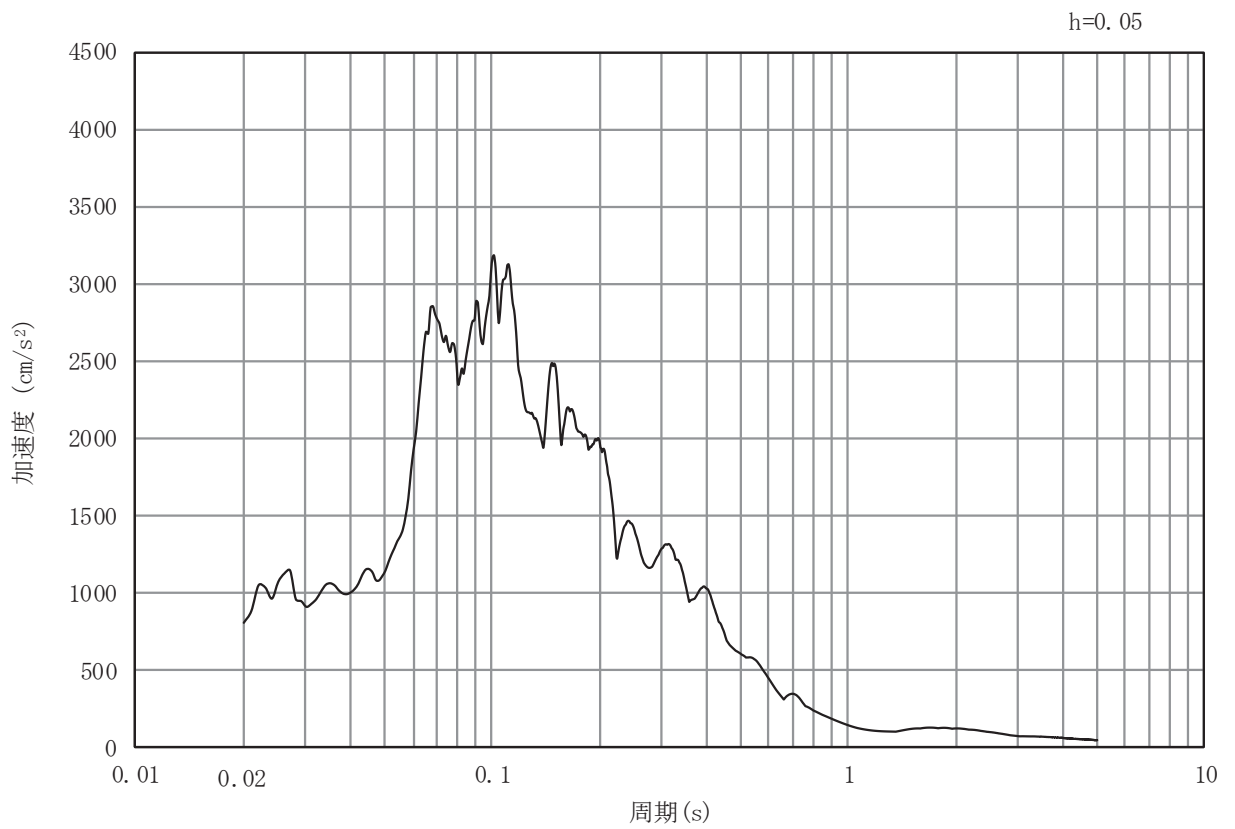


(b) 加速度応答スペクトル

図 3.4-9(10) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル  
(鉛直方向: S s - F 2)

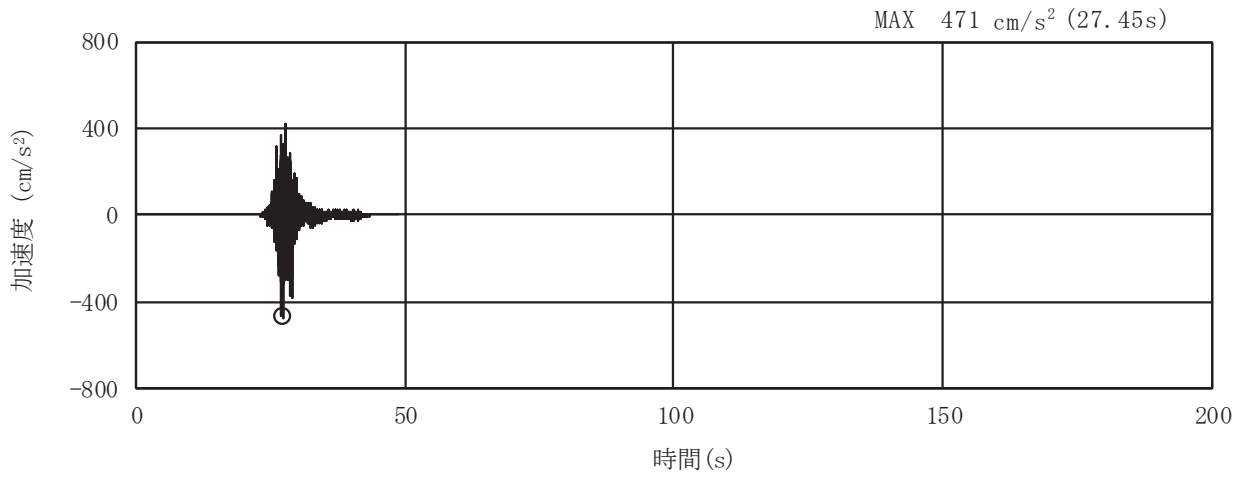


(a) 加速度時刻歴波形

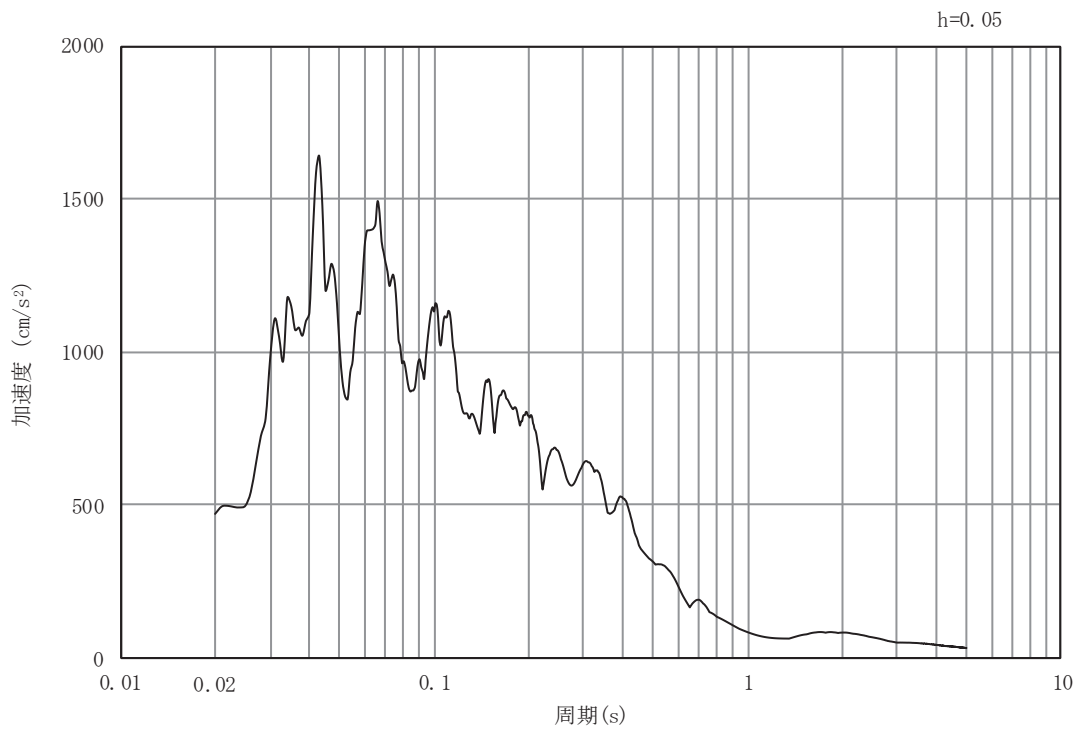


(b) 加速度応答スペクトル

図 3.4-9(11) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル  
(水平方向 : S s - F 3)

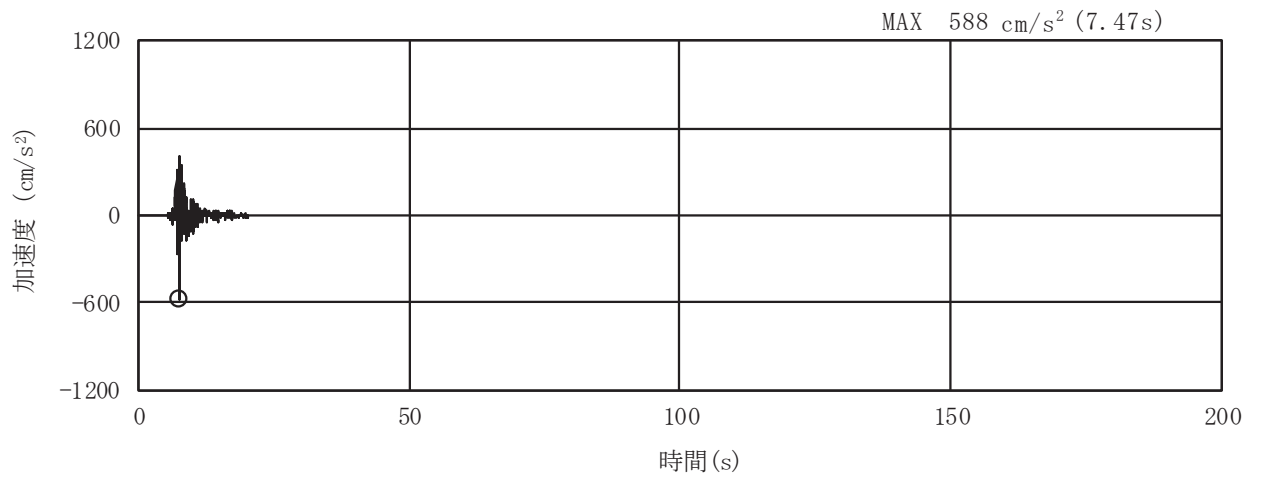


(a) 加速度時刻歴波形

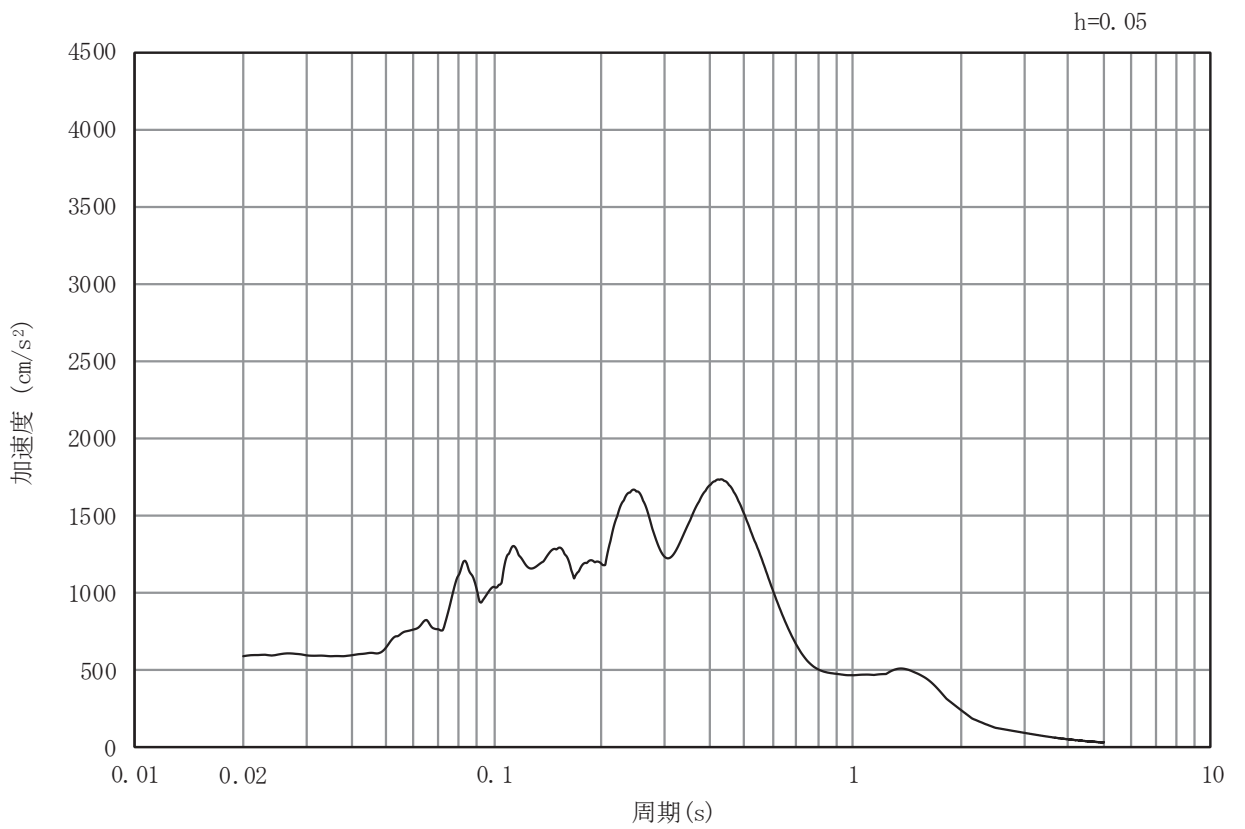


(b) 加速度応答スペクトル

図 3.4-9(12) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル  
(鉛直方向：S s - F 3)

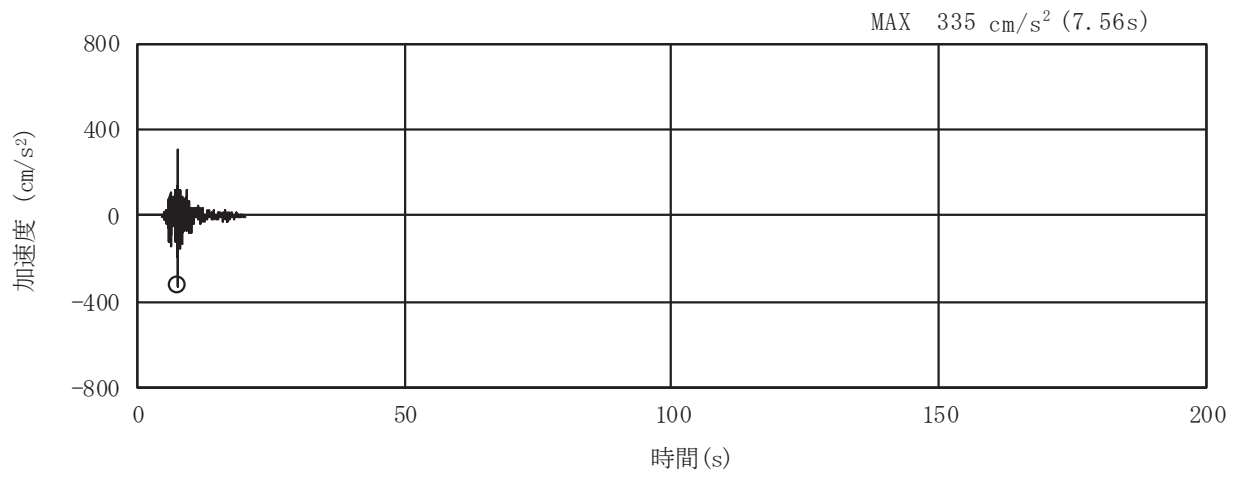


(a) 加速度時刻歴波形

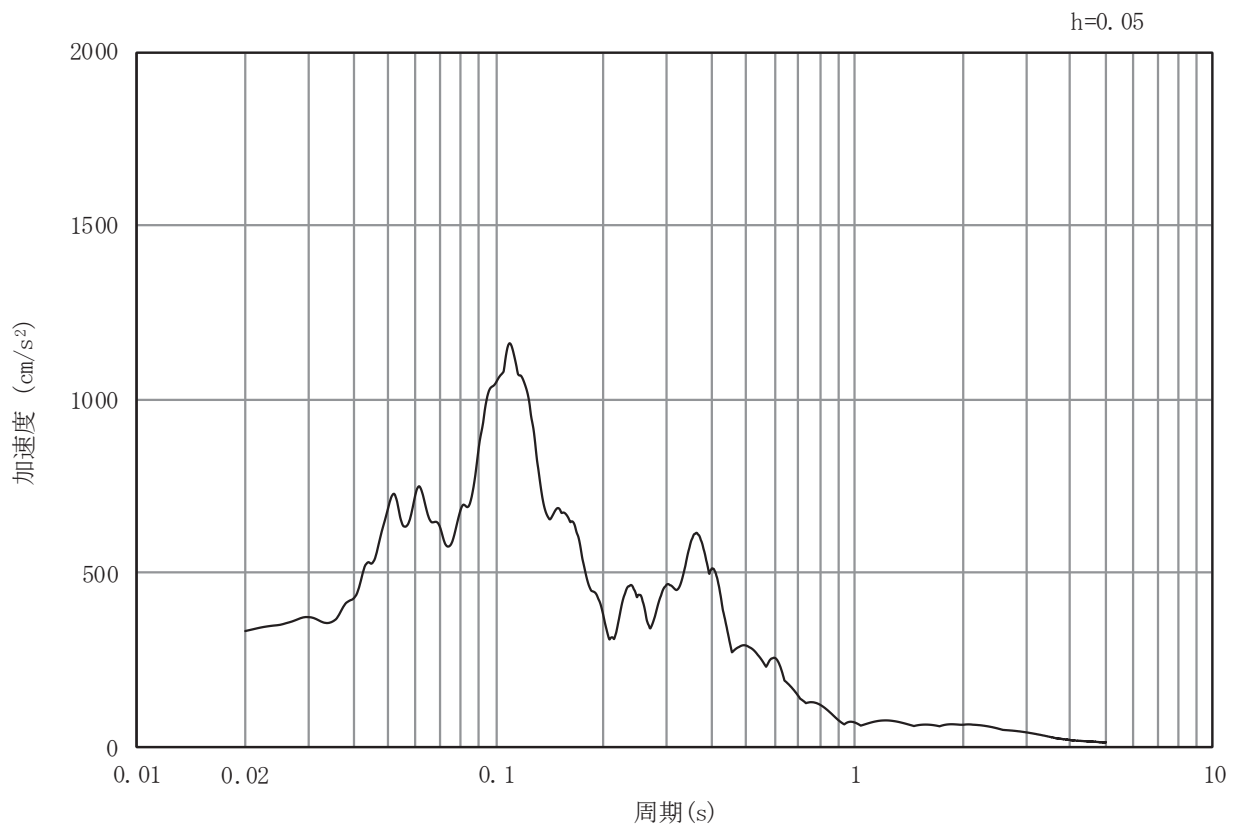


(b) 加速度応答スペクトル

図 3.4-9(13) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル  
(水平方向 : S s - N 1)



(a) 加速度時刻歴波形



(b) 加速度応答スペクトル

図 3.4-9(14) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル  
(鉛直方向：S s - N 1)



### 3.5 解析モデル及び諸元

#### 3.5.1 解析モデル

防潮堤（鋼管式鉛直壁）の地震応答解析モデルを図 3.5-1 に示す。

##### (1) 解析領域（断面①～断面⑥）

地震応答解析モデルは、境界条件の影響が構造物及び地盤の応力状態に影響を及ぼさないよう、十分に広い領域とする。原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1 - 1987（社団法人 日本電気協会 電気技術基準調査委員会）を参考に、図 3.5-1 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幅の 2 倍以上確保する。なお、対象断面によって、地層形状に合わせてモデル化領域を調整する。

地盤の要素分割については、波動をなめらかに表現するために、対象とする波長の 5 分の 1 程度を考慮し、要素高さを 1m 程度以下まで細分割して設定する。

解析モデルの下端については、O.P. -90.0m までモデル化する。

2次元地震応答解析モデルは、検討対象構造物とその周辺地盤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質構成を有する 1次元地盤モデルである。2次元地震応答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 3.5-2 に示す。

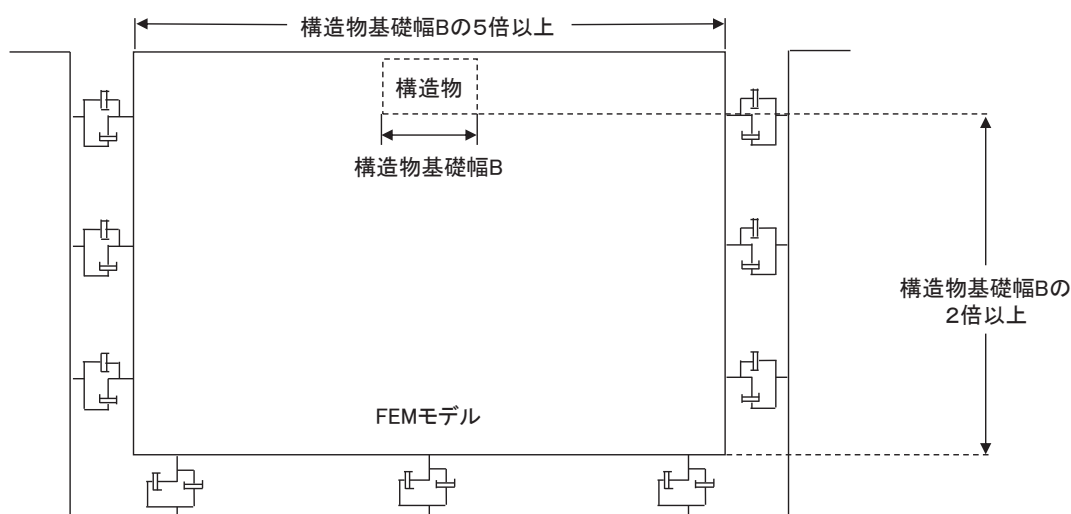


図 3.5-1 モデル化範囲の考え方

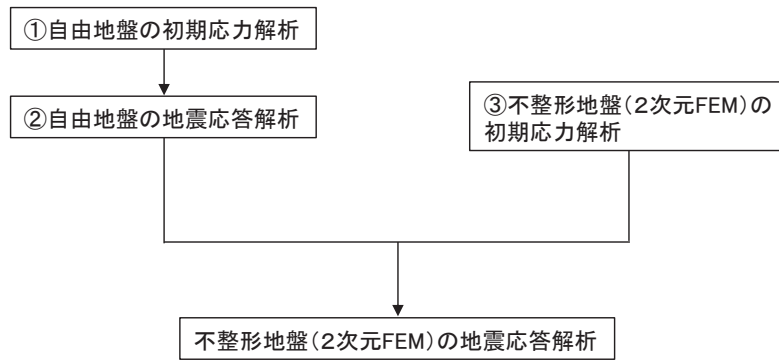


図 3.5-2 自由地盤の初期応力解析から不整形地盤の地震応答解析までのフロー

(2) 境界条件 (断面①～断面⑥)

a. 固有値解析時

固有値解析を実施する際の境界条件は、境界が構造物を含めた周辺地盤の振動特性に影響を与えないよう設定する。ここで、底面境界は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、側面は実地盤が側方に連続していることを模擬するため水平ローラーとする。境界条件の概念図を図 3.5-3 に示す。

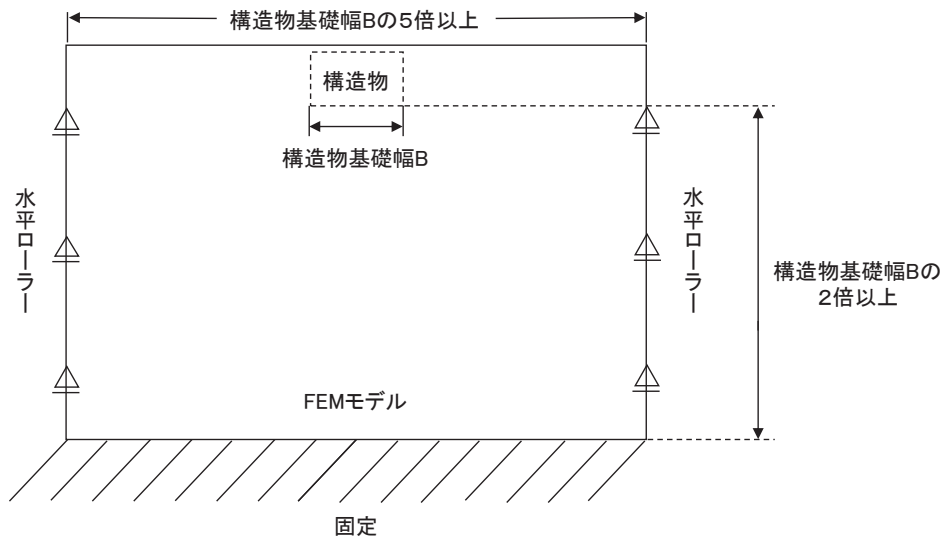


図 3.5-3 固有値解析における境界条件の概念図

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。そこで、初期応力解析時の境界条件は底面固定とし、側方は自重等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ーとする。境界条件の概念図を図 3.5-4 に示す。

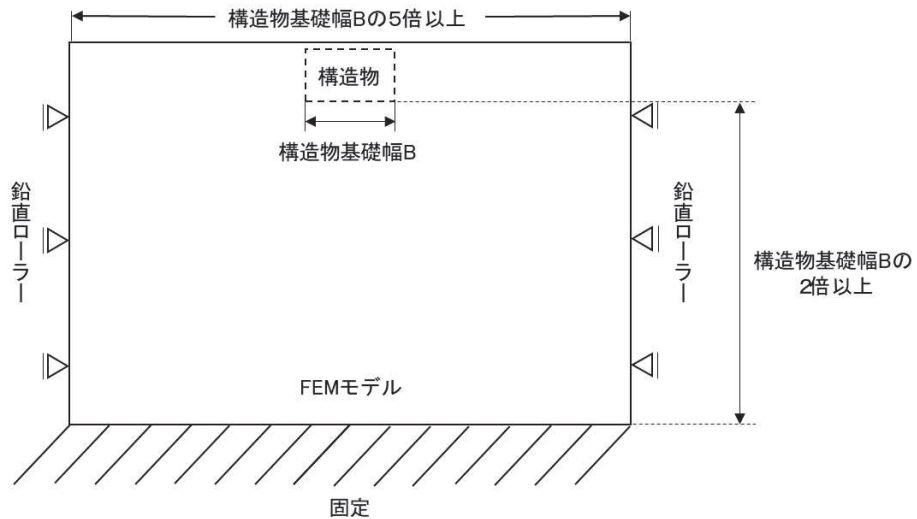


図 3.5-4 初期応力解析における境界条件の概念図

c. 地震応答解析時

地震応答解析時の境界条件については、有限要素解析における半無限地盤を模擬するため、粘性境界を設ける。底面の粘性境界については、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、ダッシュポットを設定する。側方の粘性境界については、自由地盤の地盤振動と不成形地盤側方の地盤振動の差分が側方を通過していく状態を模擬するため、自由地盤の側方にダッシュポットを設定する。

(3) 構造物のモデル化

鋼管杭は、線形はり要素（ビーム要素）でモデル化することとし、長杭と短杭で上部工は構造・重量ともに大きな差は無く、短杭位置での応力状態も確認できることから、長杭としてモデル化する。なお、短杭としてモデル化した場合の影響検討を参考資料 1 に示す。

背面補強工及び置換コンクリート（一般部のみ）は線形の平面ひずみ要素（ソリッド要素）でモデル化する。

また、岩盤部のうち RC 壁部は、鋼管杭及び RC 遮水壁を線形はり要素（ビーム要素）でモデル化する。

(4) 地盤のモデル化

2次元有限要素法解析においてはD級を除く岩盤は線形の平面ひずみ要素（ソリッド要素）でモデル化する。

一般部に分布するD級岩盤、改良地盤、セメント改良土及び盛土・旧表土は、地盤の非線形性を考慮するためマルチスプリング要素でモデル化することとし、ばね特性は双曲線モデル（H-Dモデル）を用いる。そのうち、盛土・旧表土は、液状化パラメータを設定することで、地震時の有効応力の変化に応じた非線形せん断応力～せん断ひずみ関係を考慮する。なお、岩盤は砂岩でモデル化する。

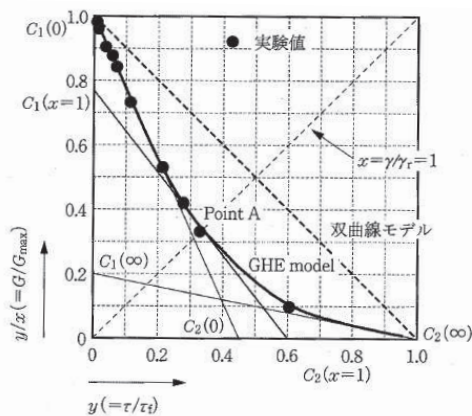
また、岩盤部に分布するD級岩盤は、地盤の非線形性を考慮するためマルチスプリング

グ要素でモデル化することとし、ばね特性は双曲線モデル（修正 GHE モデル）を用いる。修正 GHE モデルは、骨格曲線は GHE モデルを適用し、履歴曲線は Masing 則を改良することにより、任意の  $G/G_{max} \sim \gamma$  関係、 $h \sim \gamma$  関係及び強度特性（せん断応力の上限值）を満足できるモデルである。モデルの概要を図 3.5-5 に示す。

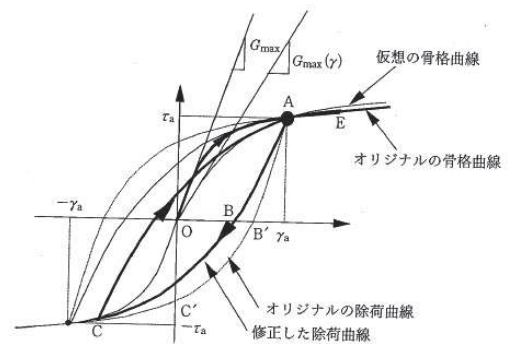
岩盤部のうち RC 壁部における質点系モデルによる時刻歴応答解析では、周辺地盤を地盤ばねとダッシュポットでモデル化する。地盤ばねは「乾式キャスクを用いる使用済燃料中間貯蔵建屋の基礎構造の設計に関する技術規定（JEAC4616-2009）」に基づき、Francis・Randolf のばねを用いて水平・鉛直地盤ばねを評価する。地盤ばねの設定方法を図 3.5-6 及び図 3.5-7 に示す。なお、鋼管杭の周面摩擦力に係る鉛直地盤ばねについては、 $C_L$  級岩盤に設置されることを踏まえ、線形でモデル化する。

また、杭の周辺地盤と自由地盤における地盤剛性の違いによる変位差を考慮する為にせん断ばねを使用するものであるため、杭（杭節点）と地盤（地盤ばね節点）の間に相対変位分変位するような仮想節点を設け、上下の仮想節点の変位差を考慮するために、仮想節点同士を結ぶようにせん断ばねを設置する。せん断地盤ばねは、解析用物性値に基づき適切に設定する。

設定した地盤ばね及びダッシュポットに変位及び速度を入力する。地盤ばねのモデル化イメージ及び地震応答作成モデルを図 3.5-8～図 3.5-10 に示す。



(a) GHEモデルによる実験データのフィッティング方法



(b) Masing則の修正方法の概念図

$$\frac{G}{G_{max}} = \frac{1}{(1/C_1) + (x/C_2)}$$

$$C_1 = \frac{C_1(0) + C_1(\infty)}{2} + \frac{C_1(0) - C_1(\infty)}{2} \cdot \cos\left\{\frac{\pi}{\alpha/x + 1}\right\}$$

$$C_2 = \frac{C_2(0) + C_2(\infty)}{2} + \frac{C_2(0) - C_2(\infty)}{2} \cdot \cos\left\{\frac{\pi}{\beta/x + 1}\right\}$$

ここに、

$x$  : 正規化ひずみ ( $= \gamma / \gamma_r$ )

$\gamma_r$  : 基準ひずみ ( $= \tau_f / G_{max}$ )

$C_1(0)$ ,  $C_1(\infty)$ ,  $C_2(0)$ ,  $C_2(\infty)$ ,  $\alpha$ ,  $\beta$  : GHE モデルのパラメータ

図 3.5-5 修正 GHE モデルの概要

水平地盤ばね

$$\text{剛性: } K_x = (k_h \cdot D \cdot \ell') \cdot N_p \cdot \alpha_{HH}^4 \dots\dots\dots \text{(附2.7-1)}$$

$$k_h \cdot D = \frac{1.3E_s}{1-\nu^2} \cdot \left( \frac{E_s \cdot D^4}{E_p \cdot I_p} \right)^{\frac{1}{2}} \text{ (Francisのばね)} \dots\dots\dots \text{(附2.7-2)}$$

$$E_s = 2G \cdot (1+\nu)$$

$$\text{減衰係数: } C_x = (c_h \cdot D \cdot \ell') \cdot N_p \dots\dots\dots \text{(附2.7-3)}$$

$$c_h \cdot D = 1.57\rho \cdot (V_s + V_{La}) \cdot D \text{ (Gazetas and Dobryによる (附2.7-7))} \dots\dots\dots \text{(附2.7-4)}$$

$$V_{La} = \frac{3.4 V_s}{\pi \cdot (1-\nu)}$$

せん断地盤ばね

$$\text{剛性: } K_{b(G)} = N_p \cdot K_{b(S)} \dots\dots\dots \text{(附2.7-5)}$$

$$K_{b(S)} = \frac{G \cdot A_{S(S)}}{\ell} \dots\dots\dots \text{(附2.7-6)}$$

$$\frac{A_{S(S)}}{A_{S0(S)}} = \frac{\ell}{1.25D} \quad \left( \frac{\ell}{D} > 1.25 \text{のとき} \right) \dots\dots\dots \text{(附2.7-7)}$$

$$\frac{A_{S(S)}}{A_{S0(S)}} = 1.0 \quad \left( \frac{\ell}{D} \leq 1.25 \text{のとき} \right) \dots\dots\dots \text{(附2.7-8)}$$

$$\frac{A_{S0(S)}}{D^2} = 2.15 \left( \frac{V_s}{V_p} \right)^{-6.35} \dots\dots\dots \text{(附2.7-9)}$$

$$\frac{V_s}{V_p} = \sqrt{\frac{1-2\nu}{2(1-\nu)}} \dots\dots\dots \text{(附2.7-10)}$$

$$\text{減衰係数: } C_b = 0 \dots\dots\dots \text{(附2.7-11)}$$

ここで,  $G$  : 地盤のせん断弾性係数 (kN/m<sup>2</sup>)

$N_p$  : 杭本数

$V_s$  : 地盤のS波速度 (m/s)

$\ell'$  : 杭の質点の支配長さ (m)

$V_{La}$  : Lysmerの波動速度 (m/s)

$\ell$  : 杭の質点間距離 (杭要素の長さ) (m)

$\nu$  : 地盤のポアソン比

$\alpha_{HH}$  : 杭頭における水平ばねの群杭係数

$\rho$  : 地盤の密度 (t/m<sup>3</sup>)

$\alpha_{HH}^{\frac{4}{3}*}$  : Francisのばねに考慮する群杭効果

$E_p \cdot I_p$  : 杭体の曲げ剛性 (kN・m<sup>2</sup>)

$K_{b(G)}$  : 群杭のせん断地盤ばね剛性 (kN/m)

$K_{b(S)}$  : 単杭のせん断地盤ばね剛性 (kN/m)

$A_{S(S)}$  : 単杭の等価土柱面積 (m<sup>2</sup>)

$A_{S0(S)}$  : 単杭の等価土柱面積の下限値 (m<sup>2</sup>)

$D$  : 杭径 (m)

$V_p$  : 地盤のP波速度 (m/s)

「乾式キャスクを用いる使用済燃料中間貯蔵建屋の基礎構造の設計に関する技術規定 (JEAC4616-2009)」より抜粋

注記 \* : 群杭効果は見込まず,  $\alpha_{HH}=1$  とする

図 3.5-6(1) 水平地盤ばね及びせん断地盤ばね算定式

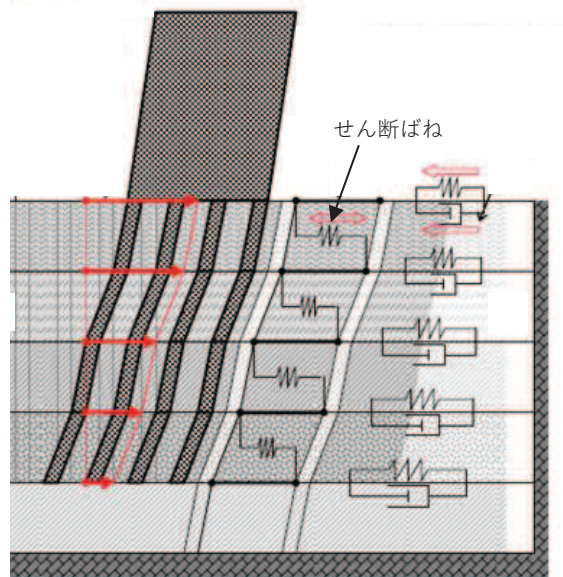


図 3.5-6(2) せん断ばねイメージ図



剛性（杭周部分）：

$$K_V = S_V \cdot \ell \cdot e_V \cdot N_p \dots\dots\dots (附 2.7-12)$$

$$S_V = \frac{2\pi \cdot G}{\log_e \left( \frac{2r_m}{D} \right)} \dots\dots\dots (附 2.7-13)$$

$$r_m = 2.5L \cdot (1 - \nu)$$

剛性（杭底面部分）：

$$K_V' = \frac{\pi \cdot \rho \cdot D \cdot V_S^2}{2(1 - \nu)} \cdot e_V \cdot N_p \dots\dots\dots (附 2.7-14)$$

減衰係数（杭周部分）：

$$C_{V(G)} = C_{V(S)} \cdot \ell' \cdot N_p \dots\dots\dots (附 2.7-15)$$

$$C_{V(S)} = \pi \cdot \rho \cdot D \cdot V_S \dots\dots\dots (附 2.7-16)$$

減衰係数（杭底面部分）：

$$C_V' = \pi \cdot \frac{D^2}{4} \cdot \rho \cdot V_p \cdot N_p \dots\dots\dots (附 2.7-17)$$

ここで、 $e_V$  ：「d. 群杭効果  $e_V$  の評価方法」による鉛直分布ばねの群杭効果

$N_p$  ：杭本数

$\ell'$  ：杭の質点の支配長さ (m)

$G$  ：地盤のせん断弾性係数 (kN/m<sup>2</sup>)

$L$  ：杭長 (m)

$\nu$  ：地盤のポアソン比

$D$  ：杭径 (m)

$\rho$  ：地盤の密度 (t/m<sup>3</sup>)

$V_S$  ：地盤のS波速度 (m/s)

$C_{V(G)}$  ：群杭の杭周部分の減衰係数 (kN・s/m)

$C_{V(S)}$  ：単杭の杭周部分の単位長さあたりの減衰係数 (kN・s/m)

$V_p$  ：地盤のP波速度 (m/s)

「乾式キャスクを用いる使用済燃料中間貯蔵建屋の基礎構造の設計に関する技術規定 (JEAC4616-2009)」より抜粋

注記 \*：群杭効果は見込まず、 $e_V = 1$  とする

図 3.5-7 鉛直地盤ばね算定式

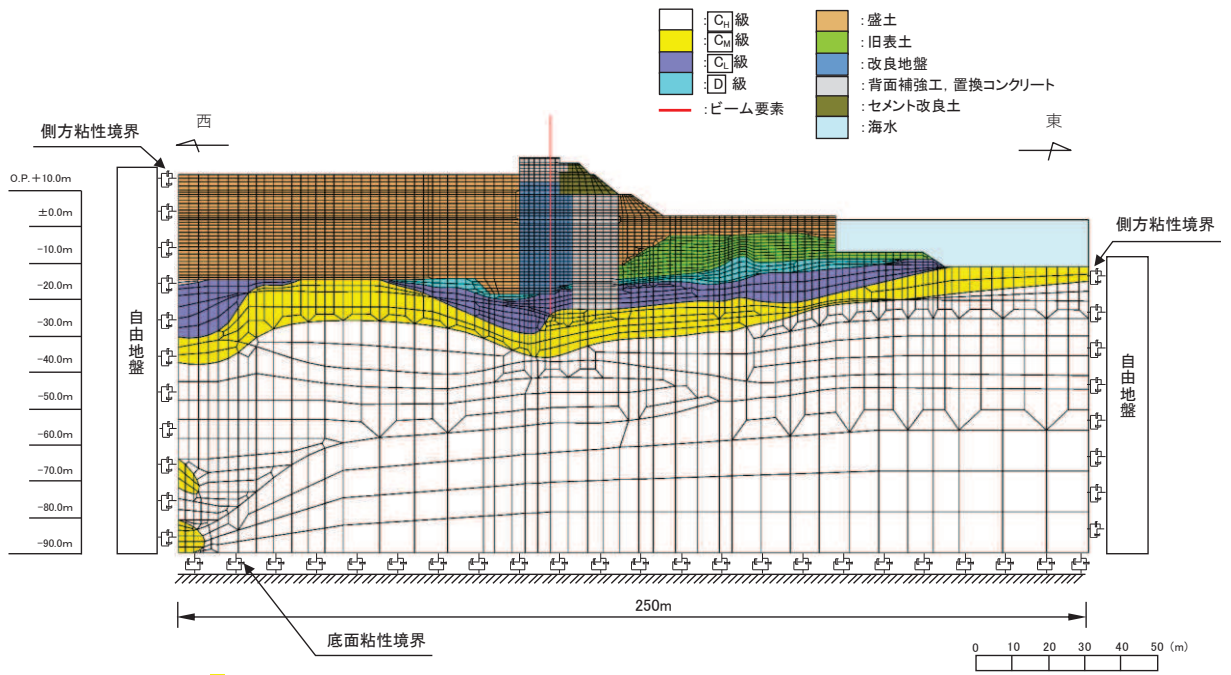


図 3.5-8 (1) 防潮堤（鋼管式鉛直壁）のうち一般部の解析モデル（断面①）

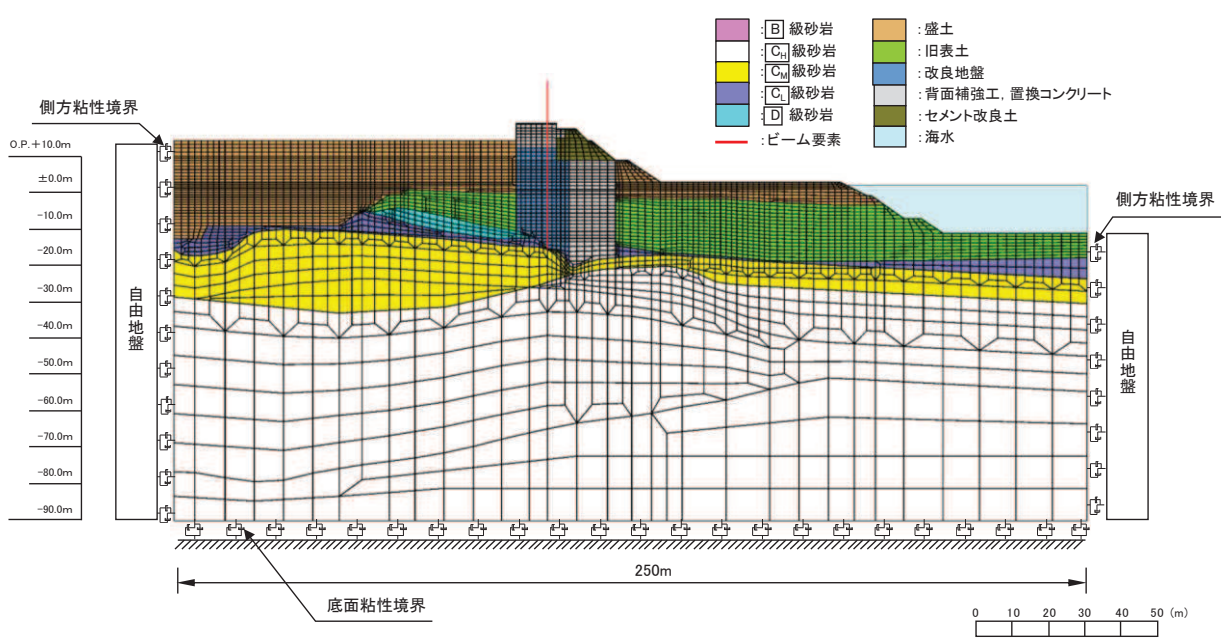


図 3.5-8 (2) 防潮堤（鋼管式鉛直壁）のうち一般部の解析モデル（断面②）



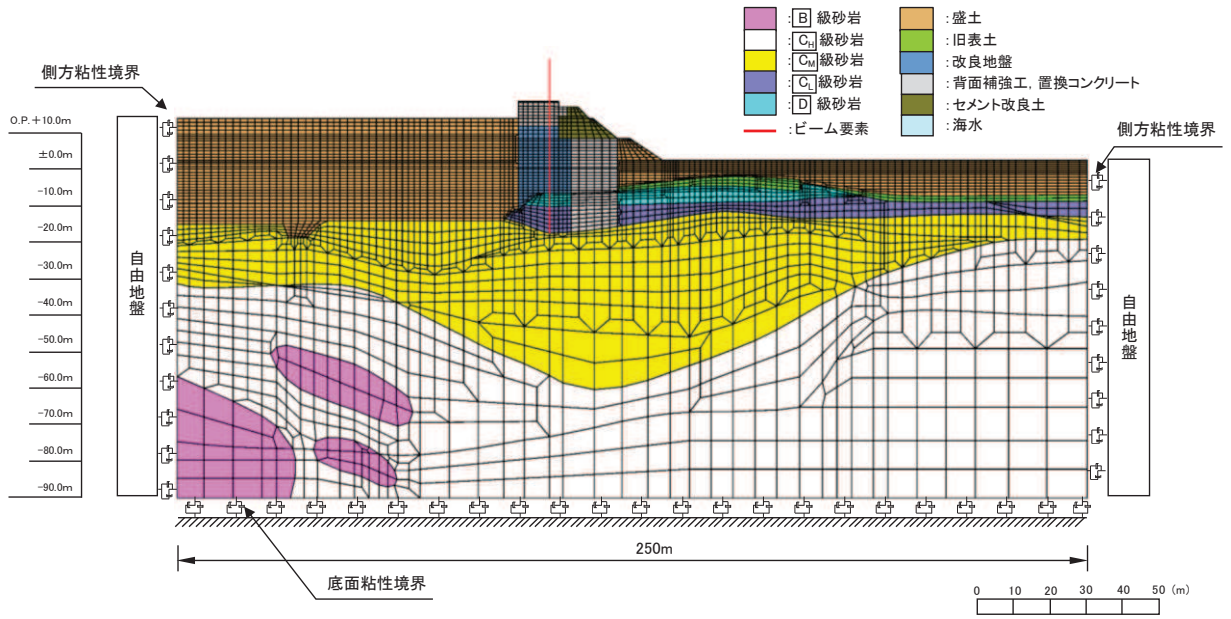


図 3.5-8 (3) 防潮堤（鋼管式鉛直壁）のうち一般部の解析モデル（断面③）

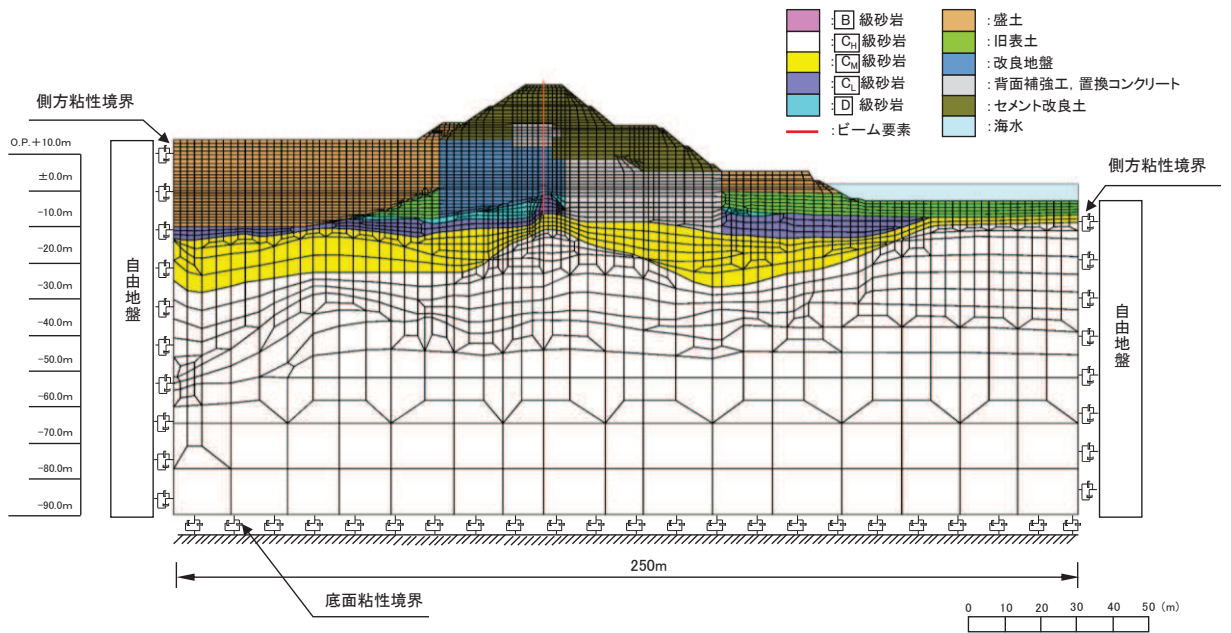


図 3.5-8 (4) 防潮堤（鋼管式鉛直壁）のうち一般部の解析モデル（断面④）

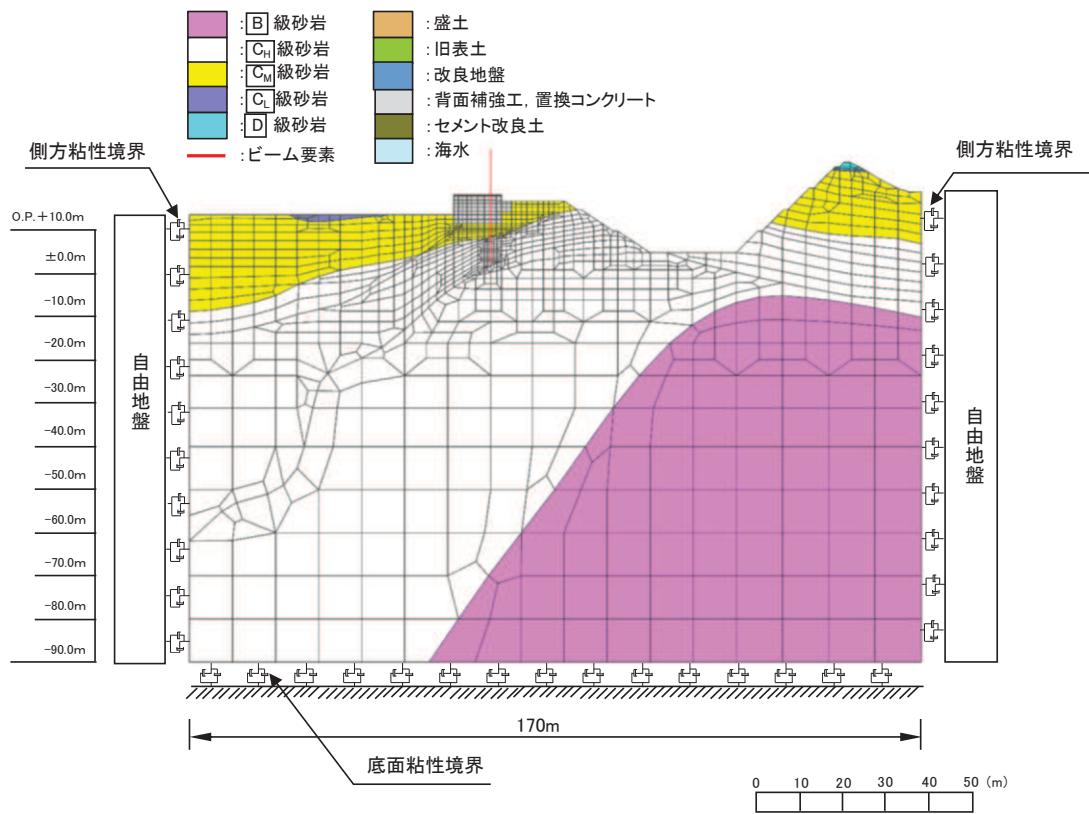


図 3.5-9 (1) 防潮堤（鋼管式鉛直壁）のうち岩盤部の解析モデル（断面⑤）

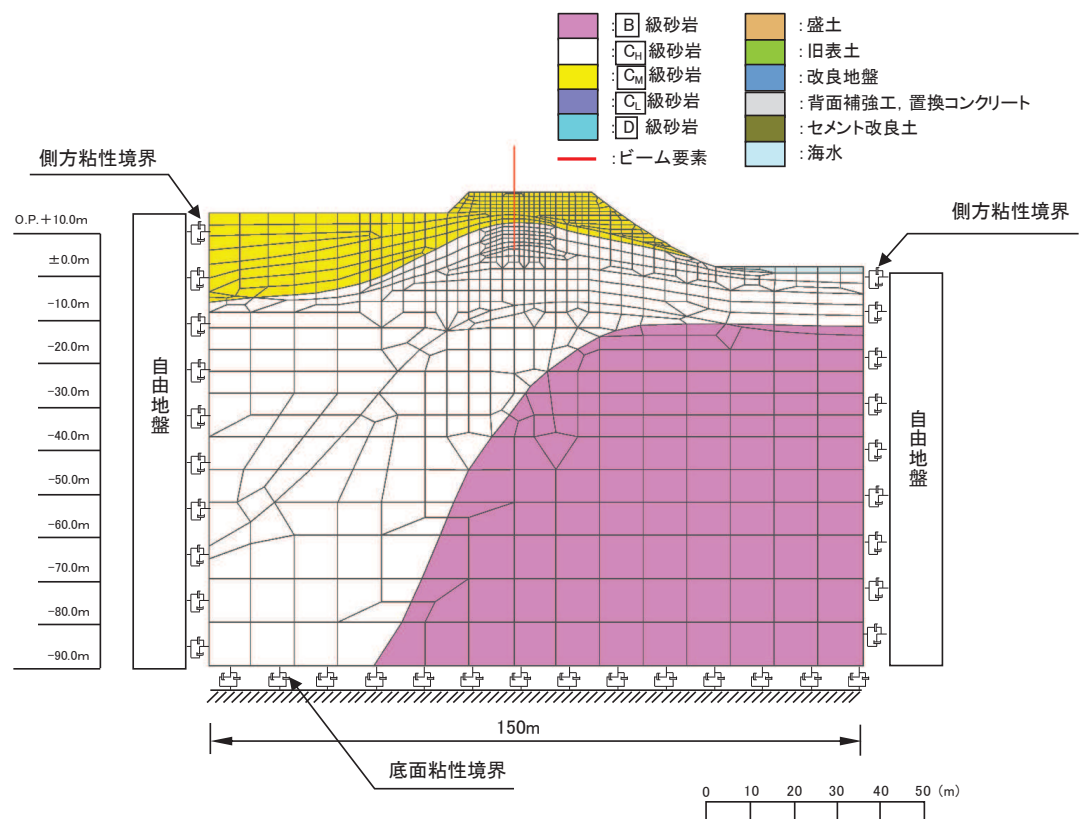


図 3.5-9 (2) 防潮堤（鋼管式鉛直壁）のうち岩盤部の解析モデル（断面⑥）

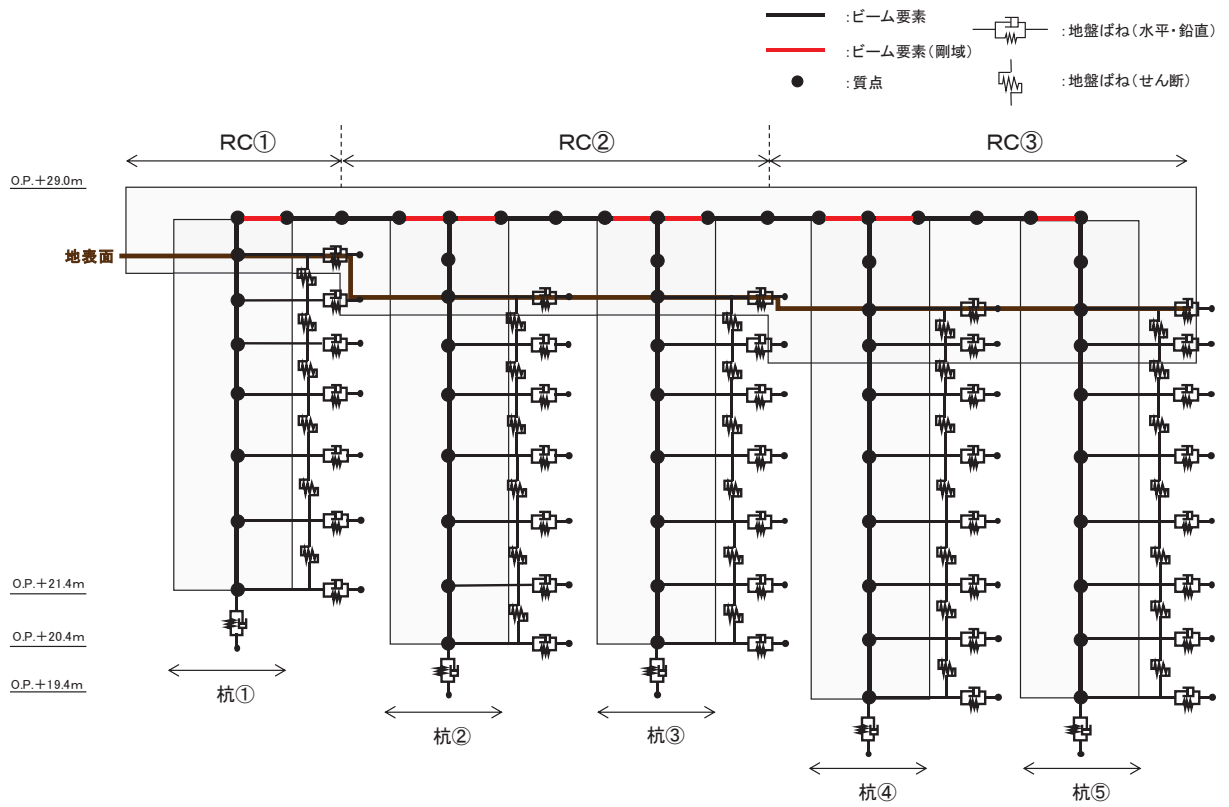
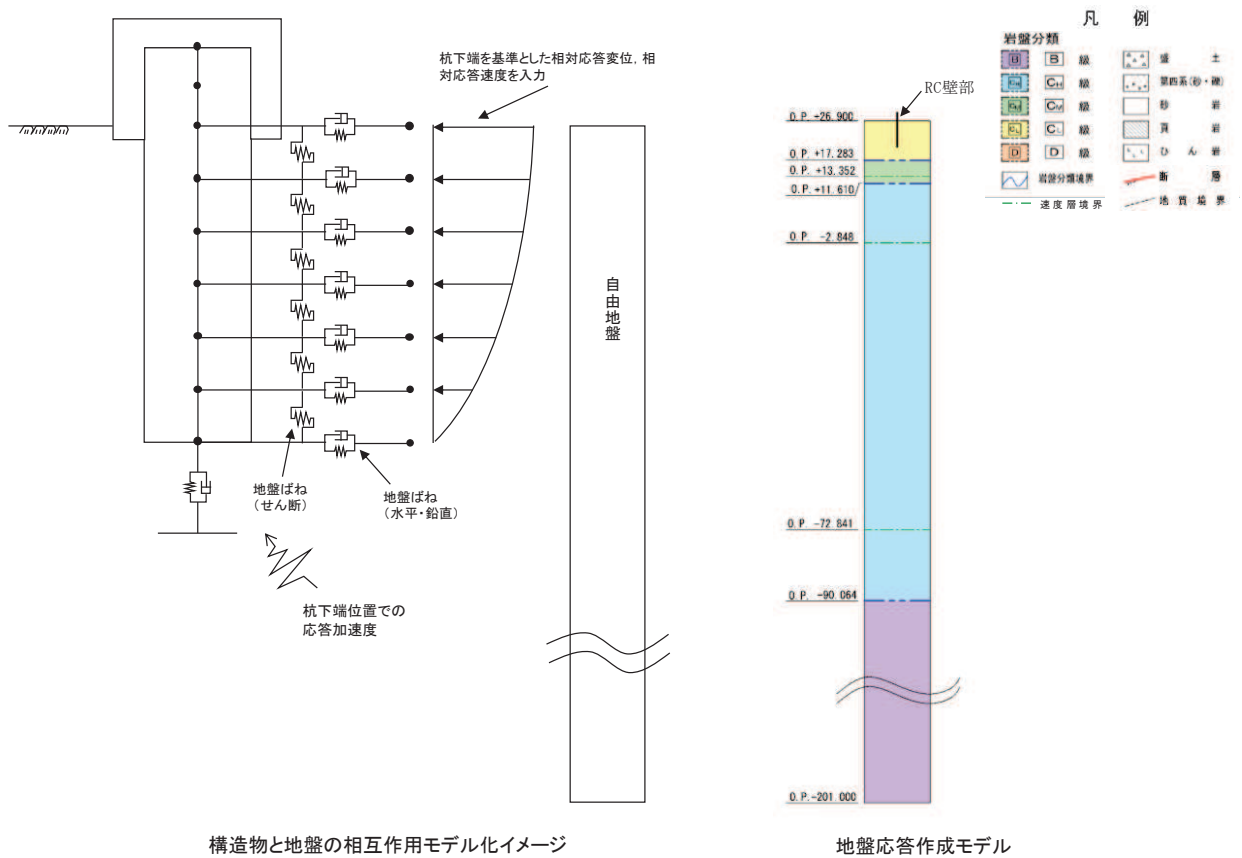


図 3.5-9 (3) 防潮堤（鋼管式鉛直壁）のうち岩盤部の解析モデル（断面⑦）



構造物と地盤の相互作用モデル化イメージ

地盤応答作成モデル

図 3.5-10 岩盤部のうち RC 壁部の地盤ばねのモデル化（断面⑦）

(5) ジョイント要素の設定

地盤と構造体の接合面に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体の接合面における剥離及びすべりを考慮する。

ただし、表面を露出させて打継処理が可能である箇所については、ジョイント要素を設定しない。具体的には、背面補強工（コンクリート）と改良地盤の水平境界及びセメント改良土とコンクリートの水平境界については、双方の材料がセメント系の材料であって一体化しやすいこと及び打継処理が可能であることから、ジョイント要素を設定しない。なお、背面補強工と改良地盤の境界は鋼管杭が貫いていることから、剥離を考慮した場合に鋼管杭に与える影響を確認するため、この箇所にジョイントを設定した場合の影響について確認することとする。

一方、コンクリートと岩盤の境界や改良地盤と岩盤の境界については、岩盤の引張強度を0として設定していることから、これらの境界にはジョイント要素を設定する。

ジョイント要素は、地盤と構造体の接合面で法線方向及びせん断方向に対して設定する。法線方向については、常時状態以上の引張荷重が生じた場合、剛性及び応力をゼロとし、剥離を考慮する。せん断方向については、地盤と構造体の接合面におけるせん断抵抗力以上のせん断荷重が生じた場合、せん断剛性をゼロとし、すべりを考慮する。図 3.5-11 にジョイント要素の力学特性、図 3.5-12 にジョイント要素の配置図を示す。

せん断強度  $\tau_f$  は次式の Mohr-Coulomb 式により規定される。粘着力  $c$  及び内部摩擦角  $\phi$  は周辺地盤の  $c$ 、 $\phi$  とし、添付書類「VI-2-1-3 地盤の支持性能に係る基本方針」に基づき表 3.5-1～表 3.5-2 のとおりとする。また、要素間の粘着力  $c$  及び内部摩擦角  $\phi$  は、表 3.5-3 のとおり設定する。

$$\tau_f = c + \sigma' \tan \phi$$

ここで、

- $\tau_f$  : せん断強度
- $c$  : 粘着力
- $\phi$  : 内部摩擦角

表 3.5-1 (1) 周辺地盤との境界に用いる強度特性（狐崎部層）

| 地盤                | 粘着力 $c$ (N/mm <sup>2</sup> ) | 内部摩擦角 $\phi$ (°) |
|-------------------|------------------------------|------------------|
| C <sub>M</sub> 級* | 0.49                         | 47.0             |
| C <sub>H</sub> 級* | 1.72                         | 43.0             |

注記\*：砂岩

表 3.5-1 (2) 周辺地盤との境界に用いる強度特性（牧の浜部層）

| 地盤                | 粘着力 $c$ (N/mm <sup>2</sup> ) | 内部摩擦角 $\phi$ (°) |
|-------------------|------------------------------|------------------|
| C <sub>M</sub> 級* | 0.78                         | 50.0             |
| C <sub>H</sub> 級* | 1.29                         | 54.0             |

注記\*：砂岩

表 3.5-2 周辺地盤との境界に用いる強度特性（共通）

| 地盤               | 粘着力 $c$ (N/mm <sup>2</sup> ) | 内部摩擦角 $\phi$ (°) |
|------------------|------------------------------|------------------|
| 盛土* <sup>1</sup> | 0.10                         | 33.9             |
| 盛土* <sup>2</sup> | 0.00                         | 30.0             |
| 旧表土              | 0.00                         | 26.2             |
| セメント改良土          | 0.65                         | 44.3             |
| 改良地盤             | 1.39                         | 22.1             |
| D級               | 0.10                         | 24.0             |
| C <sub>L</sub> 級 | 0.46                         | 44.0             |

注記 \*1：地下水位以浅

\*2：地下水位以深

表 3.5-3 要素間の粘着力と内部摩擦角

| 条件              | 粘着力 $c$<br>(N/mm <sup>2</sup> ) | 内部摩擦角 $\phi$<br>(度) |
|-----------------|---------------------------------|---------------------|
| 背面補強工-盛土        | 盛土の $c$                         | 盛土の $\phi$          |
| 改良地盤-盛土・旧表土     | 盛土・旧表土の $c$                     | 盛土・旧表土の $\phi$      |
| 改良地盤-岩盤         | 岩盤の $c$                         | 岩盤の $\phi$          |
| 置換コンクリート-岩盤     | 岩盤の $c$                         | 岩盤の $\phi$          |
| 置換コンクリート-盛土・旧表土 | 盛土・旧表土の $c$                     | 盛土・旧表土の $\phi$      |
| 改良地盤-セメント改良土    | セメント改良土の $c$                    | セメント改良土の $\phi$     |
| 背面補強工-セメント改良土   | セメント改良土の $c$                    | セメント改良土の $\phi$     |
| 改良地盤-置換コンクリート   | 改良地盤の $c$                       | 改良地盤の $\phi$        |

ジョイント要素のばね定数は、数値解析上、不安定な挙動を起こさない程度に十分な値とし、松本らの方法（松本ら：基礎構造物における地盤・構造物境界面の実用的な剛性評価法，応用力学論文集 Vol.12 pp10612070，2009）に従い、表 3.5-4 のとおり設定する。

表 3.5-4 ジョイント要素のばね定数

| 地盤              | せん断剛性 $k_s$<br>(kN/m <sup>3</sup> ) | 圧縮剛性 $k_n$<br>(kN/m <sup>3</sup> ) |
|-----------------|-------------------------------------|------------------------------------|
| 盛土・旧表土          | $1.0 \times 10^6$                   | $1.0 \times 10^6$                  |
| 岩盤・セメント改良土・改良地盤 | $1.0 \times 10^7$                   | $1.0 \times 10^7$                  |



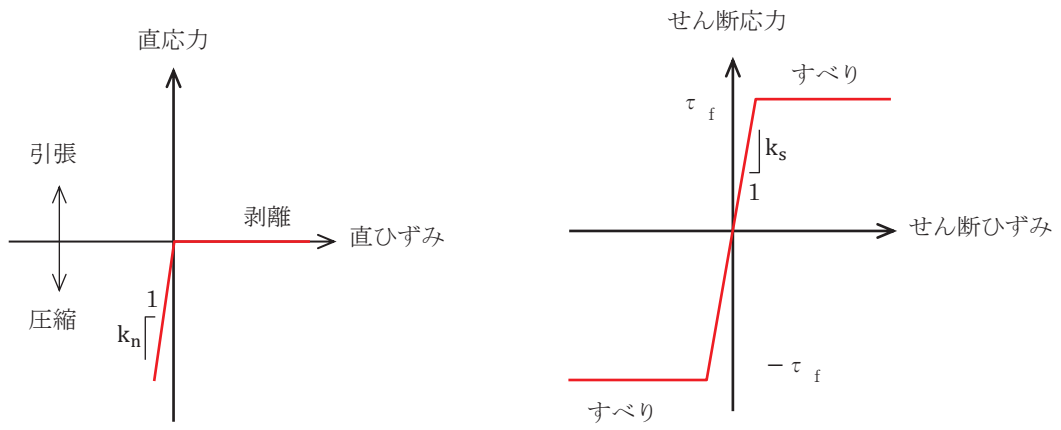


図 3.5-11 ジョイント要素の力学特性

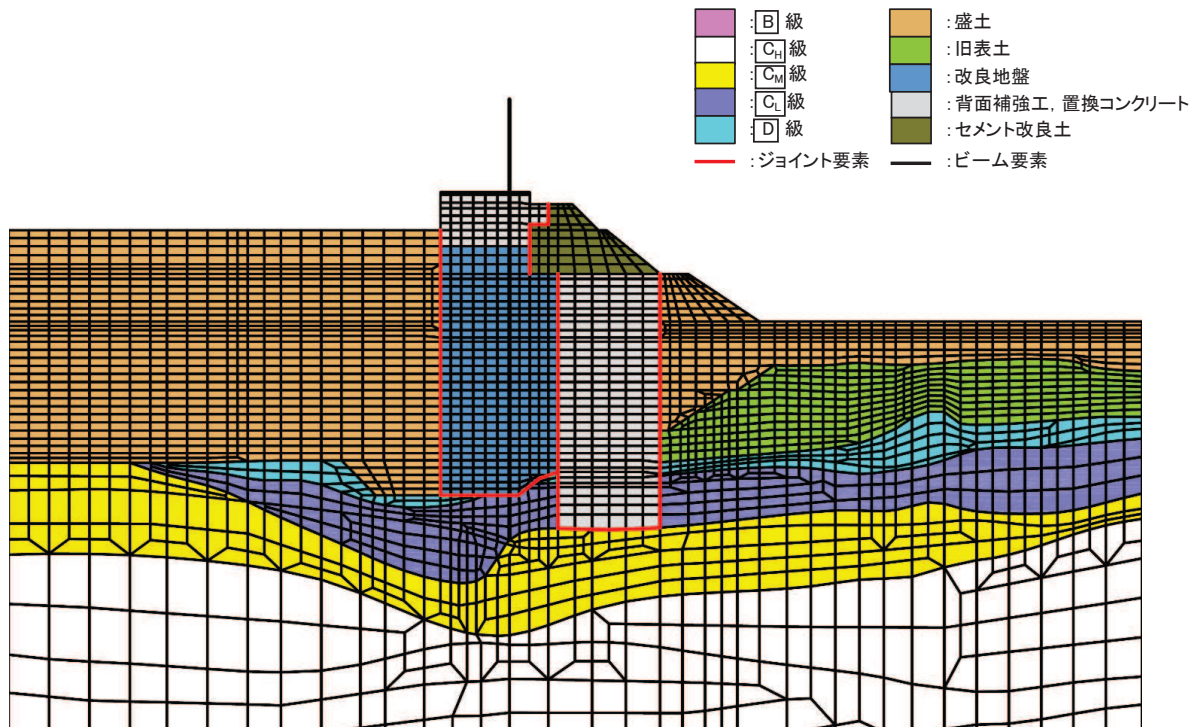


図 3.5-12 (1) 断面①におけるジョイント要素の配置図

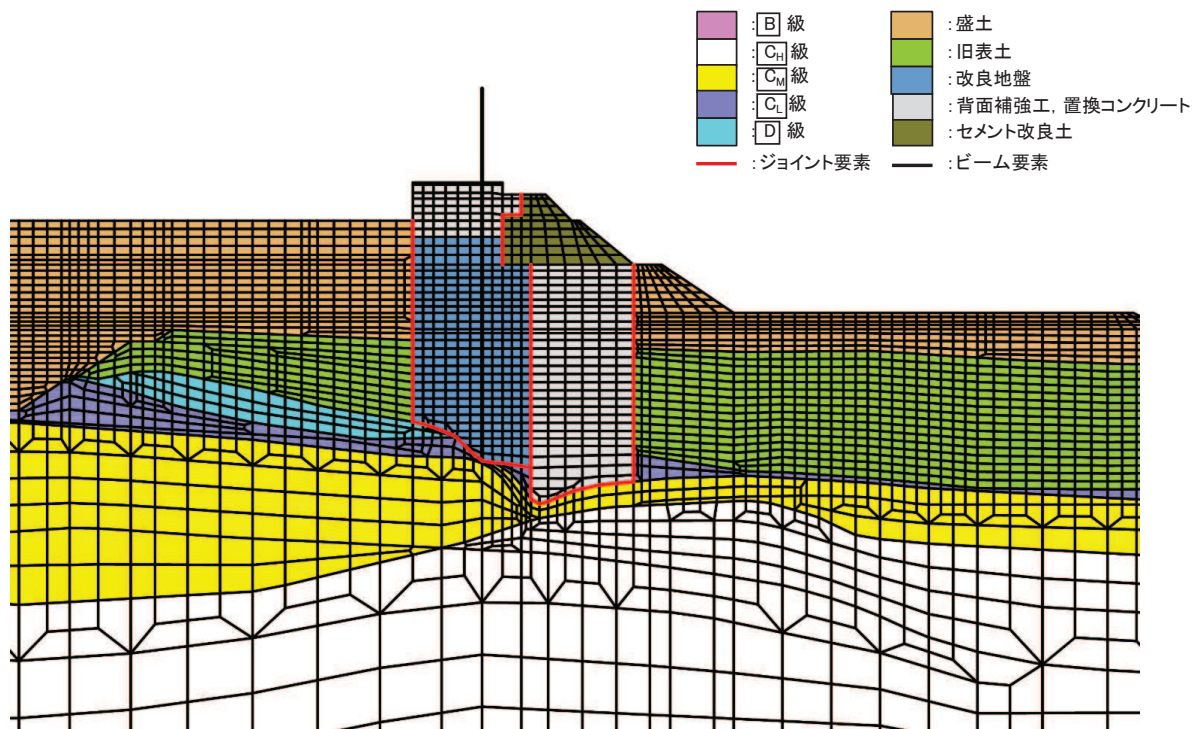


図 3.5-12 (2) 断面②におけるジョイント要素の配置図

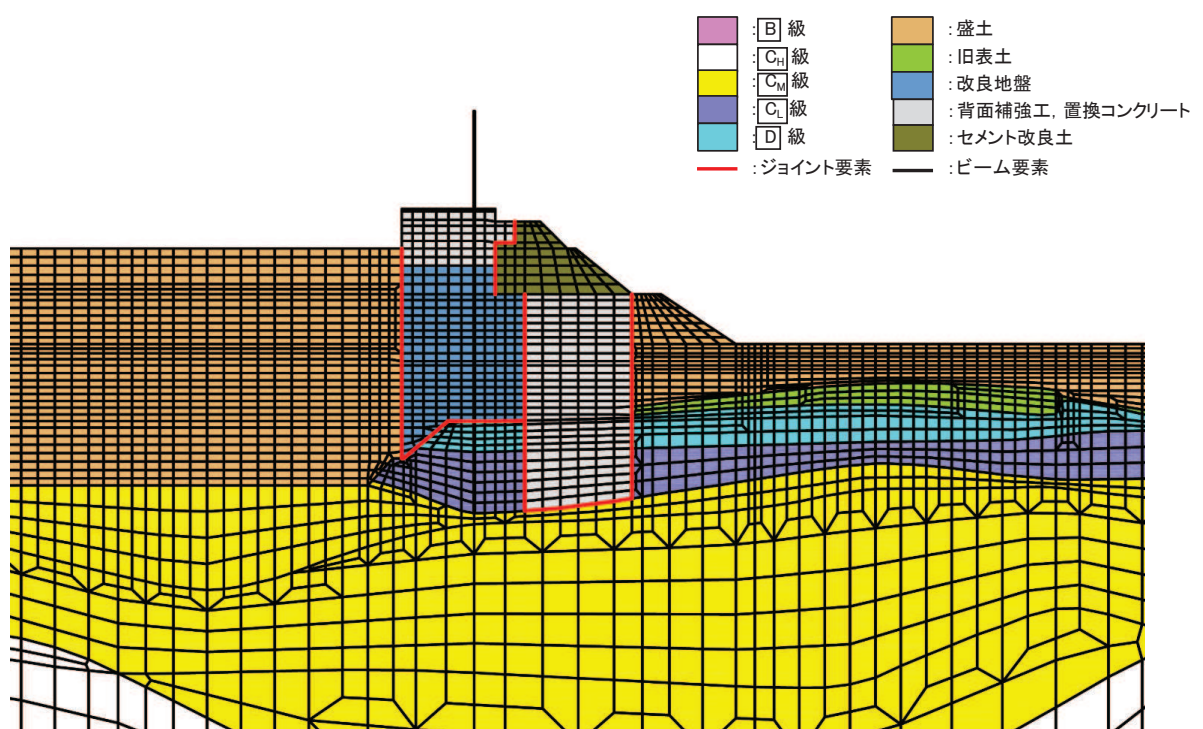


図 3.5-12 (3) 断面③におけるジョイント要素の配置図

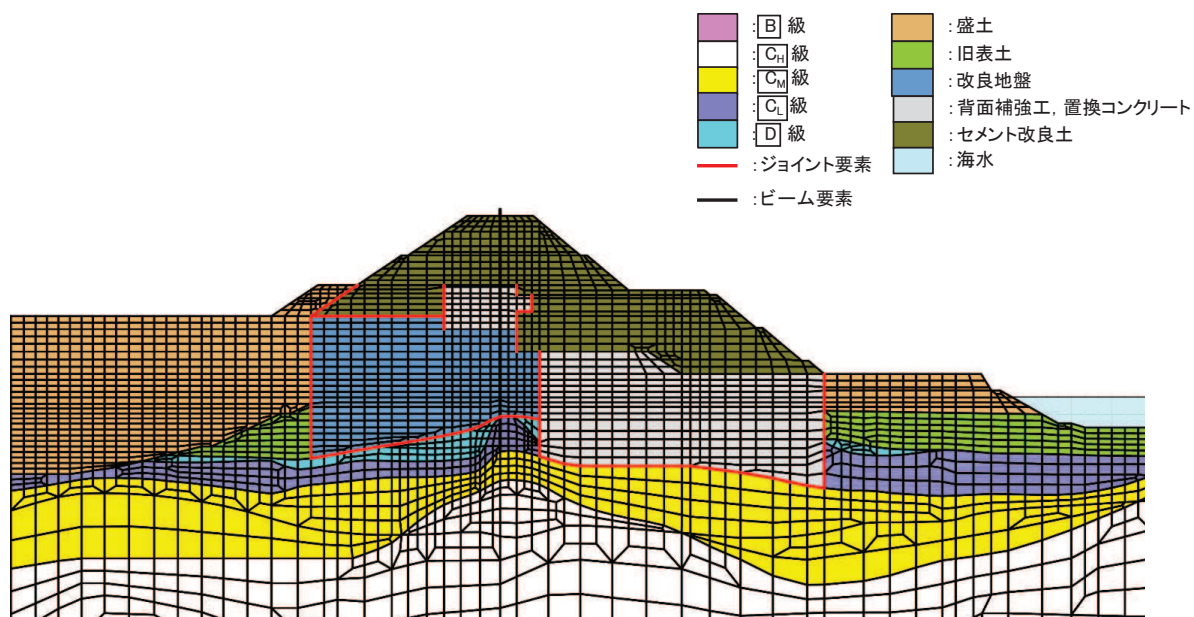


図 3.5-12 (4) 断面④におけるジョイント要素の配置図

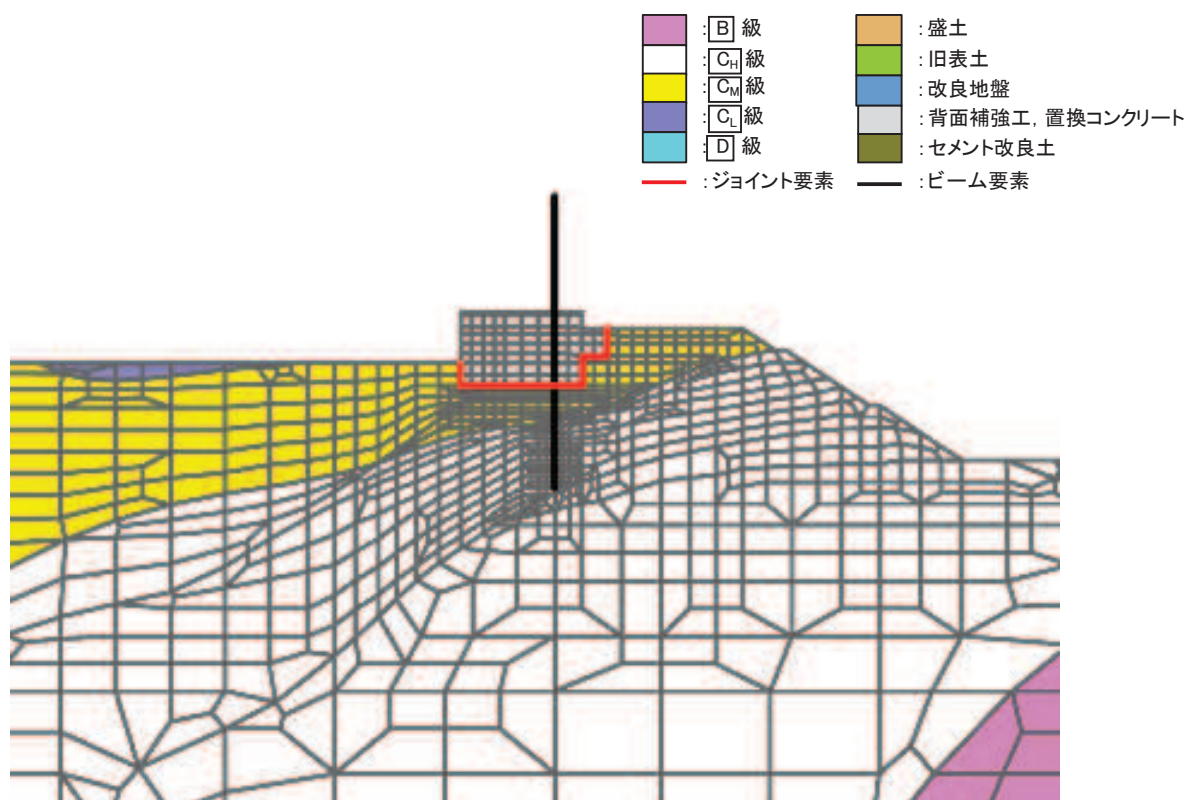


図 3.5-12 (5) 断面⑤におけるジョイント要素の配置図



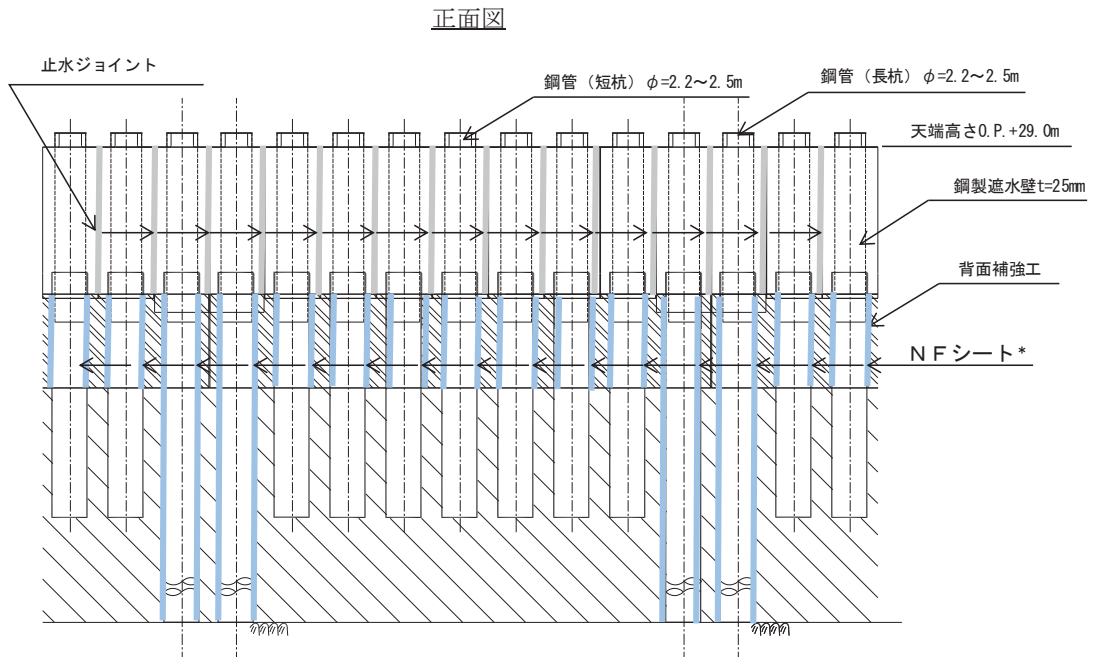
(6) 杭と地盤の境界条件

a. 防潮堤（鋼管式鉛直壁）一般部（断面①～断面④）

一般部の鋼管杭の周面には、図 3.5-13 に示すとおり NF シート\* を施工している。一方、NF シートは瞬間的な挙動変化に対して追従できない可能性がある。

上記及び鋼管杭の軸力にとって保守的な評価とするため、鋼管杭と背面補強工及び地盤の接合方法については剛結とする。鋼管杭と背面補強工及び地盤の接合を図 3.5-14 に示す。

なお、鋼製遮水壁が根入れする部分及び鋼管杭がセメント改良土に囲まれる部分（断面④のみ）については地盤ばねを設定することとし、水平方向は、引張荷重が生じた場合に剛性及び応力を零とし、剥離を考慮するノーテンションばねを設定し、鉛直方向はフリーとする。



注記 \* : アスファルトをシートに成形したものであり、本資料では『NF シート』と呼ぶ。ネガティブフリクション対策として施工したが、沈下しない設計に変更したため、役割を期待しない。

図 3.5-13 NF シートの配置

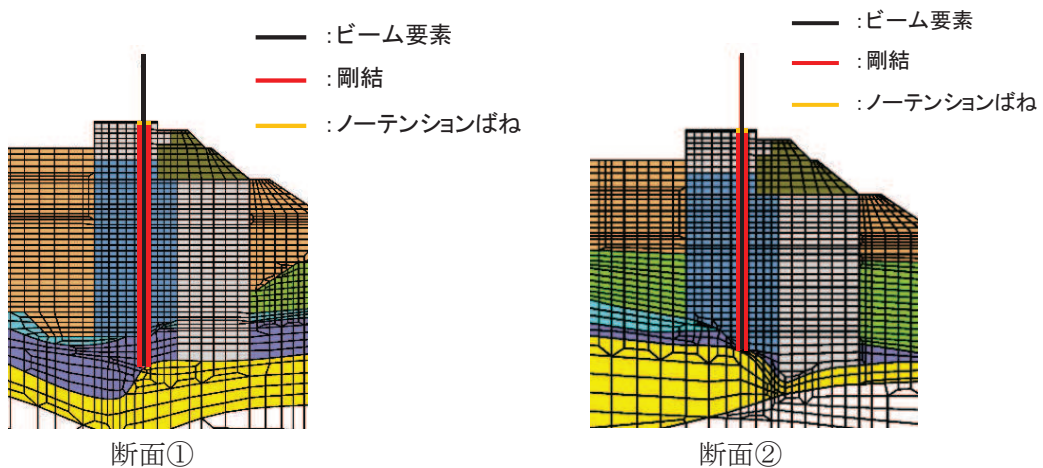


図 3.5-14(1) 鋼管杭周面の接合方法（一般部）

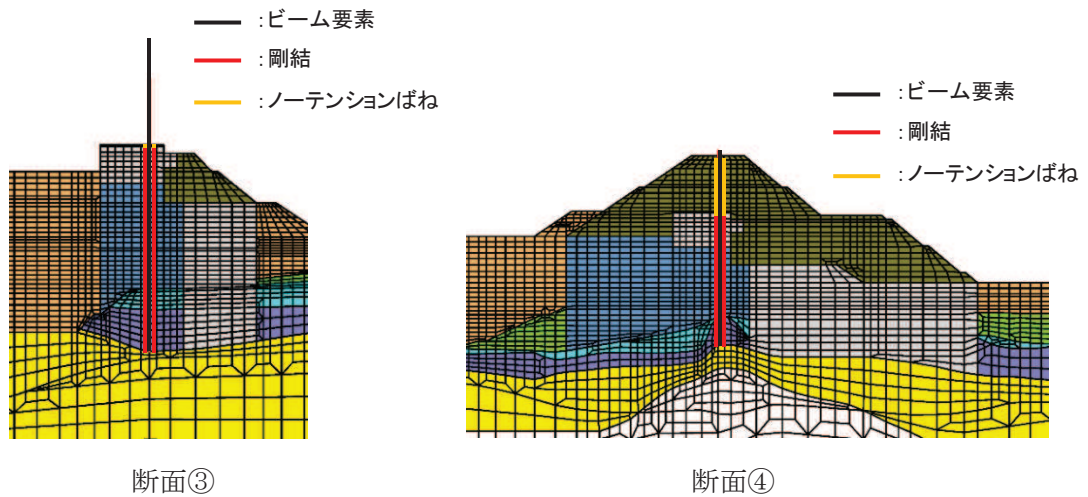


図 3.5-14(2) 鋼管杭周面の接合方法（一般部）

b. 防潮堤（鋼管式鉛直壁）岩盤部（断面⑤～断面⑥）

鋼管杭の周面は背面補強工及び岩盤で囲まれていることを踏まえ、鋼管杭と背面補強工及び岩盤の接合方法については剛結とする。鋼管杭と背面補強工及び岩盤の接合方法を図 3.5-12 に示す。

なお、鋼製遮水壁が根入れする部分については地盤ばねを設定することとし、水平方向は、引張荷重が生じた場合に剛性及び応力を零とし、剥離を考慮するノーテンションばねを設定し、鉛直方向はフリーとする。

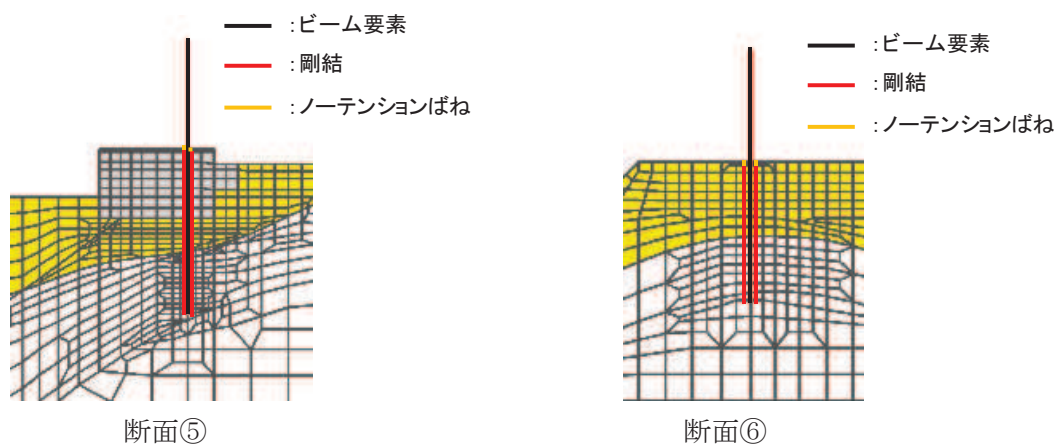


図 3.5-14(3) 鋼管杭周面の接合方法（岩盤部）

### 3.5.2 使用材料及び材料の物性値

使用材料を表 3.5-5 に、材料の物性値を表 3.5-6 に示す。

表 3.5-5 使用材料

| 材料     |          | 諸元                            |                                 |
|--------|----------|-------------------------------|---------------------------------|
| コンクリート | 背面補強工    | 設計基準強度 : 30 N/mm <sup>2</sup> |                                 |
|        | 置換コンクリート | 設計基準強度 : 30 N/mm <sup>2</sup> |                                 |
|        | RC 遮水壁   | 設計基準強度 : 40 N/mm <sup>2</sup> |                                 |
| 鋼材     | 鋼管杭*     | φ 2200mm                      | t=25mm (SKK490), t=40mm (SM570) |
|        |          | φ 2500mm                      | t=25mm (SKK490), t=35mm (SM570) |
|        | 鋼製遮水壁*   |                               | SM570, SM490Y                   |
|        | 漂流物防護工*  |                               | SM570, SM490Y                   |
|        | 鉄筋       |                               | SD345                           |

注記 \* : 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 14 年 3 月 ) に基づき腐食代 1 mm を考慮する。杭体, 鋼製遮水壁 ( スキンプレート ) 及び漂流物防護工の断面照査において, 腐食代 1 mm による断面積の低減を考慮する。

表 3.5-6(1) 材料の物性値

| 材料     |               | 単位体積重量<br>(kN/m <sup>3</sup> ) | ヤング係数<br>(N/mm <sup>2</sup> )       | ポアソン比             | 減衰定数<br>(%) |
|--------|---------------|--------------------------------|-------------------------------------|-------------------|-------------|
| コンクリート | 背面補強工         | 24.0* <sup>1</sup>             | 2.8×10 <sup>4</sup> * <sup>1</sup>  | 0.2* <sup>1</sup> | -           |
|        | 置換コンクリート      | 22.5* <sup>1</sup>             | 2.8×10 <sup>4</sup> * <sup>1</sup>  | 0.2* <sup>1</sup> | -           |
|        | RC 遮水壁        | 24.0* <sup>1</sup>             | 3.1×10 <sup>4</sup> * <sup>1</sup>  | 0.2* <sup>1</sup> | -           |
| 鋼管杭    | SM570, SKK490 | 77.0* <sup>2</sup>             | 2.00×10 <sup>5</sup> * <sup>2</sup> | 0.3* <sup>2</sup> | -           |
| 鋼材     | SM570, SM490Y | 77.0* <sup>2</sup>             | 2.00×10 <sup>5</sup> * <sup>2</sup> | 0.3* <sup>2</sup> | -           |

注記 \* 1 : 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 )

\* 2 : 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 14 年 3 月 )

表 3.5-6(2) 材料の物性値 ( コンクリートの強度特性 )

| 材料     |          | せん断<br>強度<br>(N/mm <sup>2</sup> ) | 内部<br>摩擦角<br>(°) | 引張<br>強度<br>(N/mm <sup>2</sup> ) | 残留<br>強度<br>(N/mm <sup>2</sup> ) |
|--------|----------|-----------------------------------|------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| コンクリート | 背面補強工    | 6.00* <sup>1</sup>                | -* <sup>2</sup>  | 2.22* <sup>3</sup>               | -* <sup>2</sup>                  |
|        | 置換コンクリート |                                   |                  |                                  |                                  |

注記 \* 1 : コンクリート標準示方書 [ ダムコンクリート編 ] ( 土木学会, 2013 年制定 )

\* 2 : 内部摩擦角及び残留強度は保守的に考慮しない。

\* 3 : 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 )

### 3.5.3 地盤の物性値

地盤の物性値は、添付書類「VI-2-1-3 地盤の支持性能に係る基本方針」にて設定している物性値を用いる。地盤の物性値を表 3.5-7～表 3.5-11 に示す。

なお、有効応力解析に用いる液状化強度特性は、敷地の原地盤における代表性及び網羅性を踏まえた上で、下限値として設定する。

表 3.5-7(1) 地盤の解析用物性値 (狐崎部層)

| 岩種・岩級            | 物理特性<br>単位体積重量<br>$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> ) | 強度特性                                   |                     |                                     |                                     | 変形特性              |   |  |           |
|------------------|---|--|---------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------|---|--|-----------|
|                  |   | 静的・動的特性                                |                     | 静的特性                                |                                     | 静的特性              |   | 動的特性   |           |
|                  |   | せん断強度<br>$\tau_0$ (N/mm <sup>2</sup> ) | 内部摩擦角<br>$\phi$ (°) | 残留強度<br>$\tau$ (N/mm <sup>2</sup> ) | 静弾性係数<br>$E_s$ (N/mm <sup>2</sup> ) | 静ポアソン比<br>$\nu_s$ | 動せん断弾性係数<br>$G_d$ (N/mm <sup>2</sup> )  | 動ポアソン比<br>$\nu_d$  | 減衰定数<br>h |
| B級               | 26.4  | 1.72                                   | 43.0                | 1.30 $\sigma^{0.73}$                | 1,770                               | 0.25              | 表 3.5-7(2) 参照   | 0.03   |           |
| C <sub>H</sub> 級 | 26.2  | 1.72                                   | 43.0                | 1.30 $\sigma^{0.73}$                | 1,770                               | 0.24              |   | 0.03   |           |
| C <sub>M</sub> 級 | 25.2  | 0.49                                   | 47.0                | 1.16 $\sigma^{0.62}$                | 980                                 | 0.26              |   | 0.03   |           |
| C <sub>L</sub> 級 | 24.1  | 0.46                                   | 44.0                | 0.73 $\sigma^{0.76}$                | 400                                 | 0.31              |   | 0.03   |           |
| D級               | 20.2  | 0.10                                   | 24.0                | 0.41 $\sigma^{0.49}$                | 78                                  | 0.38              | $G_0 = 255.4 \sigma^{0.26}$<br>$G_d / G_0 =$<br>$1 / (1 + 119 \gamma^{0.63})$ | $h =$<br>$0.085 \gamma /$<br>$(0.00026 + \gamma)$<br>$+ 0.028$ |           |

表 3.5-7(2) 地盤の解析用物性値 (狐崎部層)

| 岩種・岩級                        |    | 速度層   | 動的変形特性                    |                   |
|------------------------------|----|-------|---------------------------|-------------------|
|                              |    |       | 動せん断弾性係数<br>$G_d(N/mm^2)$ | 動ポアソン比<br>$\nu_d$ |
| B級<br>及び<br>C <sub>H</sub> 級 | 砂岩 | 第2速度層 | $1.5 \times 10^3$         | 0.44              |
|                              |    | 第3速度層 | $5.9 \times 10^3$         | 0.40              |
|                              |    | 第4速度層 | $13.2 \times 10^3$        | 0.36              |
|                              |    | 第5速度層 | $16.5 \times 10^3$        | 0.35              |
|                              |    | 第1速度層 | $0.2 \times 10^3$         | 0.48              |
| C <sub>M</sub> 級             | 砂岩 | 第2速度層 | $1.5 \times 10^3$         | 0.44              |
|                              |    | 第3速度層 | $5.7 \times 10^3$         | 0.40              |
|                              |    | 第4速度層 | $12.7 \times 10^3$        | 0.36              |
|                              |    | 第5速度層 | $15.8 \times 10^3$        | 0.35              |
| C <sub>L</sub> 級             | 砂岩 | 第1速度層 | $0.2 \times 10^3$         | 0.48              |
|                              |    | 第2速度層 | $1.4 \times 10^3$         | 0.44              |
|                              |    | 第3速度層 | $5.5 \times 10^3$         | 0.40              |
| D級                           | 砂岩 | 第1速度層 | 表 3.5-7(1) 参照             | 0.48              |
|                              |    | 第2速度層 |                           | 0.44              |

表 3.5-8(1) 地盤の解析用物性値 (牧の浜部層)

| 岩種・岩級            | 物理特性                                    |  | 強度特性                |                                     |                                     |                   | 変形特性                                   |   |           |
|------------------|---|--|---------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------|--|---|-----------|
|                  | 単位体積重量<br>$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> ) | 静的・動的特性                                |                     |                                     | 静的特性                                |                   | 動的特性                                   |   | 減衰定数<br>h |
|                  |   | せん断強度<br>$\tau_0$ (N/mm <sup>2</sup> ) | 内部摩擦角<br>$\phi$ (°) | 残留強度<br>$\tau$ (N/mm <sup>2</sup> ) | 静弾性係数<br>$E_s$ (N/mm <sup>2</sup> ) | 静ポアソン比<br>$\nu_s$ | 動せん断弾性係数<br>$G_d$ (N/mm <sup>2</sup> ) | 動ポアソン比<br>$\nu_d$   |           |
| B級               | 26.4                                    | 1.29                                   | 54.0                | $1.12\sigma^{0.74}$                 | 4,100                               | 0.21              | 表 3.5-8(2) 参照                          | 0.03  |           |
| C <sub>H</sub> 級 | 26.2                                    | 1.29                                   | 54.0                | $1.12\sigma^{0.74}$                 | 1,900                               | 0.19              |  | 0.03  |           |
| C <sub>M</sub> 級 | 25.5                                    | 0.78                                   | 50.0                | $1.09\sigma^{0.72}$                 | 1,200                               | 0.24              |  | 0.03  |           |
| C <sub>L</sub> 級 | 23.1                                    | 0.46                                   | 44.0                | $0.73\sigma^{0.76}$                 | 250                                 | 0.26              |  | 0.03  |           |
| D級               | 20.2                                    | 0.10                                   | 24.0                | $0.41\sigma^{0.49}$                 | 78                                  | 0.38              |  | h =<br>$0.085\gamma /$<br>$(0.00026 + \gamma)$<br>$+ 0.028$ |           |

表 3.5-8(2) 地盤の解析用物性値 (牧の浜部層)

| 岩種・岩級                        |       | 速度層               | 動的変形特性                    |                   |
|------------------------------|-------|-------------------|---------------------------|-------------------|
|                              |       |                   | 動せん断弾性係数<br>$G_d(N/mm^2)$ | 動ポアソン比<br>$\nu_d$ |
| B級<br>及び<br>C <sub>H</sub> 級 | 砂岩    | 第2速度層             | $1.2 \times 10^3$         | 0.45              |
|                              |       | 第3速度層             | $4.7 \times 10^3$         | 0.41              |
|                              |       | 第4速度層             | $11.5 \times 10^3$        | 0.34              |
|                              |       | 第5速度層             | $16.8 \times 10^3$        | 0.33              |
| C <sub>M</sub> 級             |       | 第1速度層             | $0.2 \times 10^3$         | 0.48              |
|                              |       | 第2速度層             | $1.2 \times 10^3$         | 0.45              |
|                              |       | 第3速度層             | $4.7 \times 10^3$         | 0.41              |
|                              |       | 第4速度層             | $11.5 \times 10^3$        | 0.34              |
| C <sub>L</sub> 級             |       | 第5速度層             | $16.8 \times 10^3$        | 0.33              |
|                              | 第1速度層 | $0.2 \times 10^3$ | 0.48                      |                   |
|                              | 第2速度層 | $1.2 \times 10^3$ | 0.45                      |                   |
| D級                           | 第3速度層 | $4.7 \times 10^3$ | 0.41                      |                   |
|                              | 第1速度層 | 表 3.5-8(1) 参照     | 0.48                      |                   |
| 第2速度層                        | 0.45  |                   |                           |                   |



表 3.5-9 地盤の解析用物性値 (盛土他)

| 岩種・岩級                     | 物理特性                                    |  | 強度特性                |   |                                     |   |                   | 変形特性   |                   |  |  |
|---------------------------|---|--|---------------------|---|-------------------------------------|---|-------------------|--|-------------------|--|--|
|                           | 単位体積重量<br>$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> ) | せん断強度<br>$\tau_0$ (N/mm <sup>2</sup> ) | 静的・動的特性             |   |                                     | 静的特性  |                   | 動的特性   |                   | 減衰定数<br>h  |  |
|                           |   |  | 内部摩擦角<br>$\phi$ (°) | 引張強度<br>$\sigma_t$ (N/mm <sup>2</sup> ) | 残留強度<br>$\tau$ (N/mm <sup>2</sup> ) | 静弾性係数<br>$E_s$ (N/mm <sup>2</sup> )                             | 静ポアソン比<br>$\nu_s$ | 動せん断弾性係数<br>$G_d$ (N/mm <sup>2</sup> )                                     | 動ポアソン比<br>$\nu_d$ |  |  |
| 盛土                        | 20.6                                    | 0.06                                   | 30.0                | —                                       | 0.06 + $\sigma$ tan30.0°            | 198 $\sigma^{0.60}$   | 0.40              | $G_0 = 382 \sigma^{0.71}$<br>$G_d/G_0 =$<br>$1/(1 + \gamma/0.00036)^{*1}$  | 0.48              | $h = 0.183 \gamma / (\gamma + 0.000261)$   |  |
| 旧表土                       | 19.0                                    | 0.08                                   | 26.2                | —                                       | 0.08 + $\sigma$ tan26.2°            | 302 $\sigma^{0.80}$   | 0.40              | $G_0 = 211 \sigma^{0.42}$<br>$G_d/G_0 =$<br>$1/(1 + \gamma/0.00087)$       | 0.46              | $\gamma < 3 \times 10^{-4}$<br>$h = 0.125 + 0.020 \log \gamma$<br>$3 \times 10^{-4} \leq \gamma < 2 \times 10^{-2}$<br>$h = 0.374 + 0.091 \log \gamma$<br>$2 \times 10^{-2} \leq \gamma$<br>$h = 0.22$ |  |
| 断層<br>及びシーム <sup>*2</sup> | 18.6                                    | 0.067                                  | 22.2                | —                                       | 0.067 + $\sigma$ tan22.2°           | 圧縮方向<br>124.5 $\sigma^{0.90}$<br>せん断方向<br>44.43 $\sigma^{0.90}$ | 0.40              | $G_0 = 192.3 \sigma^{0.74}$<br>$G_d/G_0 =$<br>$1/(1 + \gamma/0.0012)^{*1}$ | 0.46              | $\gamma < 1 \times 10^{-4}$<br>$h = 0.024$<br>$1 \times 10^{-4} \leq \gamma < 1.6 \times 10^{-2}$<br>$h = 0.024 + 0.089 (\log \gamma + 4)$<br>$1.6 \times 10^{-2} \leq \gamma$<br>$h = 0.22$           |  |
| セメント改良土                   | 21.6                                    | 0.65                                   | 44.3                | 0.46                                    | 0.21 + $\sigma$ tan40.9°            | 690   | 0.26              | $G_0 = 1670$<br>$G_d/G_0 =$<br>$1/(1 + \gamma/0.00085)$                    | 0.36              | $\gamma < 3.8 \times 10^{-5}$<br>$h = 0.014$<br>$3.8 \times 10^{-5} \leq \gamma$<br>$h = 0.151 + 0.031 \log \gamma$  |  |
| 改良地盤                      | 20.6                                    | 1.39                                   | 22.1                | 0.65                                    | 0.51 + $\sigma$ tan34.6°            | 4,480   | 0.19              | $G_0 = 1940$<br>$G_d/G_0 =$<br>$1/(1 + \gamma/0.00136)$                    | 0.35              | $\gamma < 1.2 \times 10^{-4}$<br>$h = 0.031$<br>$1.2 \times 10^{-4} \leq \gamma < 5.2 \times 10^{-3}$<br>$h = 0.227 + 0.050 \log \gamma$<br>$5.2 \times 10^{-3} \leq \gamma$<br>$h = 0.113$            |  |

\*1: 残存剛性率 ( $G_d/G_0$ ) が小さい領域は次式で補間

$$G_0 = E_s / 2 (1 + \nu_s), \quad G_d/G_0 = 1 / (1 + \gamma / \gamma_m), \quad \gamma_m = \tau / G_0$$

\*2: 断層及びシームの存在物は、「粘土状」、「砂状」、「鱗片上」等の性状が確認されているが、そのうち最も強度の小さい粘土状物質にて試験を行い解析用物性値を設定している

表 3.5-10 地盤の解析用物性値（有効応力解析，液状化検討対象層）

|       |  | 旧表土                 | 盛土                  |       |
|-------|--|---------------------|---------------------|-------|
| 物理特性  | 密度 $\rho$ (g/cm <sup>3</sup> )                   | 1.94<br>(1.88) *    | 2.10<br>(1.90) *    |       |
|       | 間隙率 $n$  | 0.437               | 0.363               |       |
| 変形特性  | 動せん断<br>弾性係数 $G_{ma}$ (kN/m <sup>2</sup> )       | $2.110 \times 10^5$ | $7.071 \times 10^4$ |       |
|       | 基準平均<br>有効拘束圧 $\sigma_{ma}$ (kN/m <sup>2</sup> ) | $1.0 \times 10^3$   | $1.0 \times 10^3$   |       |
|       | ポアソン比 $\nu$                                      | 0.40                | 0.40                |       |
|       | 減衰定数<br>の上限値 $h_{max}$                           | 0.220               | 0.183               |       |
| 強度特性  | 粘着力 $c$ (N/mm <sup>2</sup> )                     | 0.08<br>(0.00) *    | 0.06<br>(0.10) *    |       |
|       | 内部摩擦角 $\phi$ (°)                                 | 26.2<br>(38.7) *    | 30.0<br>(33.9) *    |       |
| 液状化特性 | 変相角 $\phi_p$ (°)                                 | 28.0                | 28.0                |       |
|       | 液状化パラメータ   | $S_1$               | 0.005               | 0.005 |
|       |  | $w_1$               | 1.3                 | 14.0  |
|       |  | $p_1$               | 1.2                 | 1.0   |
|       |  | $p_2$               | 0.8                 | 0.6   |
|       |  | $c_1$               | 2.75                | 2.8   |

注記 \* : 括弧内の数値は，地下水位以浅の値を表す。

表 3.5-11 地盤の解析用物性値（有効応力解析，非液状化検討対象層）

|      |   | D 級岩盤               | 改良地盤   | セメント改良土            |      |
|------|---|---------------------|--|--------------------|------|
| 物理特性 | 密度 $\rho$ (g/cm <sup>3</sup> )                    | 2.06<br>(1.95)*     | 2.10<br>(2.00)*                              | 2.20               |      |
|      | 間隙率 $n$   | 0.349               | 0.00   | 0.00               |      |
| 変形特性 | 動せん断<br>弾性係数 $G_{ma}$ (kN/m <sup>2</sup> )        | $2.000 \times 10^5$ | $1.94 \times 10^6$<br>( $1.84 \times 10^6$ ) | $1.67 \times 10^6$ |      |
|      | 基準平均<br>有効拘束圧 $\sigma'_{ma}$ (kN/m <sup>2</sup> ) | $1.0 \times 10^3$   | $1.0 \times 10^3$                            | $1.0 \times 10^3$  |      |
|      | ポアソン比 $\nu$                                       | 第1<br>速度層           | 0.48   | 0.35               | 0.36 |
|      |   | 第2<br>速度層           | 0.44(狐崎部層)<br>0.45(牧の浜部層)                    |                    |      |
|      | 減衰定数<br>の上限値 $h_{max}$                            | 0.113               | 0.113  | 0.080              |      |
| 強度特性 | 粘着力 $c$ (N/mm <sup>2</sup> )                      | 0.10                | 1.39   | 0.65               |      |
|      | 内部摩擦角 $\phi$ (°)                                  | 24.0                | 22.1   | 44.3               |      |

注記 \* : 括弧内の数値は，地下水位以浅の値を表す。

### 3.5.4 地下水位

地下水位については，添付書類「VI-2-1-3 地盤の支持性能に係る基本方針」に従って設定した設計用地下水位を図 3-3～図 3-6 及び図 3-9～図 3-11 に示す。また，設計用地下水位の一覧を表 3.5-12 に示す。

表 3.5-12 設計用地下水位の一覧

| 施設名称        | 評価対象断面 | 設計用地下水位  |
|-------------|--------|--|
| 防潮堤（鋼管式鉛直壁） | 断面①    | O. P. +1.43m（朔望平均満潮位）  |
|             | 断面②    |  |
|             | 断面③    |  |
|             | 断面④    | 防潮堤より山側で地表面，海側で O. P. +1.43m（朔望平均満潮位）に設定する。（盛土堤防との境界部であることも踏まえ，盛土堤防と同様の設定） |
|             | 断面⑤    | 岩盤表面   |
|             | 断面⑥    |  |
|             | 断面⑦    |  |

### 3.6 評価対象部位

評価対象部位は、防潮堤（鋼管式鉛直壁）のうち一般部の構造的特徴や周辺状況の特徴を踏まえて設定する。

#### 3.6.1 施設・地盤の健全性評価

##### (1) 一般部

施設・地盤の健全性に係る評価対象部位は、鋼管杭，鋼製遮水壁，漂流物防護工，背面補強工，置換コンクリート，改良地盤及びセメント改良土とする。

##### (2) 岩盤部

施設・地盤の健全性に係る評価対象部位は、鋼管杭，鋼製遮水壁，漂流物防護工及び背面補強工とする。

##### (3) 岩盤部のうち RC 壁部

施設・地盤の健全性に係る評価対象部位は、鋼管杭及び RC 遮水壁とする。

#### 3.6.2 施設の変形性評価

施設の変形性評価に係る評価対象部位は、構造物間に設置する止水ジョイント部材のゴムジョイント及びウレタンシリコン目地とする。

### 3.6.3 基礎地盤の支持性能評価

#### (1) 一般部

基礎地盤の支持性能に係る評価対象部位は、表 3.6-1 のとおり鋼管杭、背面補強工及び置換コンクリートを支持する基礎地盤とする。

表 3.6-1 各施設を支持する基礎地盤

| 評価断面      | 施設       | 基礎地盤   |
|-----------|----------|--------|
| 断面①, ②, ④ | 鋼管杭      | 牧の浜部層* |
|           | 背面補強工    | 改良地盤   |
|           | 置換コンクリート | 牧の浜部層* |
| 断面③       | 鋼管杭      | 狐崎部層*  |
|           | 背面補強工    | 改良地盤   |
|           | 置換コンクリート | 狐崎部層*  |

\* : C<sub>M</sub>級岩盤以上の岩盤が対象

#### (2) 岩盤部

基礎地盤の支持性能に係る評価対象部位は、表 3.6-2 のとおり鋼管杭及び背面補強工を支持する基礎地盤とする。

表 3.6-2 各施設を支持する基礎地盤

| 評価断面   | 施設    | 基礎地盤  |
|--------|-------|-------|
| 断面⑤, ⑥ | 鋼管杭   | 狐崎部層* |
|        | 背面補強工 |       |

\* : C<sub>M</sub>級岩盤以上の岩盤が対象

#### (3) 岩盤部のうち RC 遮水壁

基礎地盤の支持性能に係る評価対象部位は、表 3.6-3 のとおり鋼管杭を支持する基礎地盤とする。

表 3.6-3 各施設を支持する基礎地盤

| 評価断面 | 施設  | 基礎地盤                     |
|------|-----|--------------------------|
| 断面⑦  | 鋼管杭 | C <sub>L</sub> 級岩盤 (杭基礎) |

### 3.7 許容限界

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

#### 3.7.1 鋼管杭

鋼管杭の許容限界は「道路橋示方書（Ⅰ共通編・Ⅱ鋼橋編・Ⅳ下部構造編）・同解説（日本道路協会、平成14年3月）」に基づき、短期許容応力度とする。

鋼管杭の許容応力度の考え方を図3.7-1に示す。

地中部(O.P.+18.5m以下)の下杭は、下部構造として取り扱うこととし、道路橋示方書・同解説（Ⅳ下部構造編）に準拠した許容応力度を用いる。道路橋示方書・同解説（Ⅳ下部構造編）によると、「全長が地中に埋込まれた杭では、一般に座屈の影響を考慮しなくてよい。これは杭側面の地盤が軟弱である場合でも座屈を拘束するからである。」との記載がある。防潮堤（鋼管式鉛直壁）においては、杭は背面補強工（コンクリート）及び改良地盤に埋め込まれており、かつすべりに対する安定性（内的安定）を確保することで、座屈に対する拘束効果を見込めることから、座屈非考慮とする。断面④においては、セメント改良土に埋め込まれる部分を含めて座屈非考慮とする。

地上部(O.P.+18.5m以上)の上杭は、上部構造として取り扱うこととし、道路橋示方書・同解説（Ⅱ鋼橋編）に準拠し、局部座屈を考慮した許容応力度を用いる。ただし、鋼管内部にコンクリート充填されているO.P.+18.5m～21.0mの範囲はコンクリートと一体化されていること、上杭と下杭の接合部であるO.P.+16.5m～20.0mの範囲で、モルタル充填により一体化\*されていることから、道路橋示方書・同解説（Ⅱ鋼橋編）に準拠し、座屈非考慮とする。座屈を考慮する場合の許容応力度の考え方を図3.7-2～図3.7-4に示す。

上記に基づいた鋼管杭の許容限界を表3.7-1に示す。

注記\*：上杭と下杭の接合部は、複合構造標準示方書（土木学会）に準拠したソケット方式の接合とし、十分な裕度を確保する。

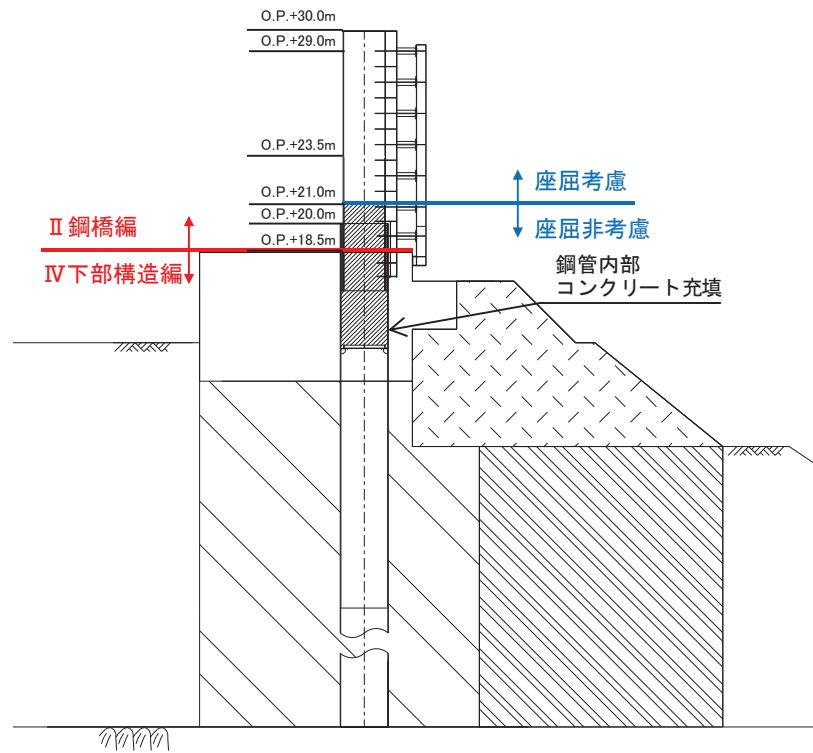


図 3.7-1(1) 鋼管杭の許容応力度の考え方 (一般部)

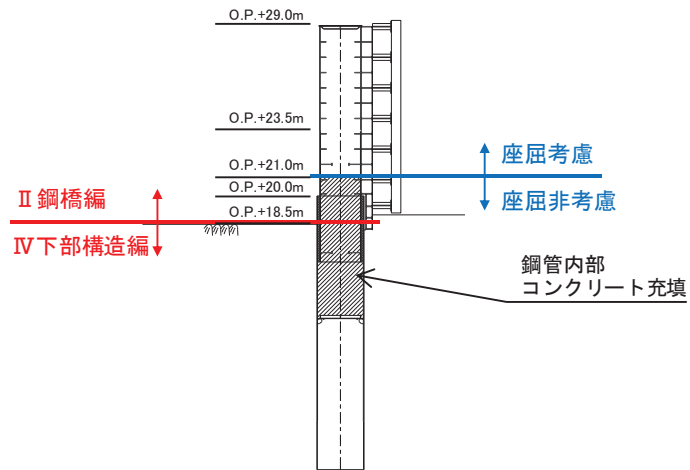


図 3.7-1(2) 鋼管杭の許容応力度の考え方 (岩盤部)

【座屈を考慮する場合の許容曲げ圧縮応力度（SKK490）\*1】

$$\sigma_{ca} = \sigma_{cag} \cdot \sigma_{cal} / \sigma_{ca0}$$

$$\sigma_{cag} = 185 - 1.2 \left( \frac{l}{r} - 16 \right)$$

$$l = \beta \cdot L$$

$$\sigma_{cal} = 185 - 0.57 \left( \frac{R}{a \cdot t} - 35 \right) : 35 \leq \frac{R}{a \cdot t} \leq 200$$

$$a = 1 + \frac{\phi^{*2}}{10}$$

$$\phi^{*2} = \frac{\sigma_1 - \sigma_2}{\sigma_1}, \quad 0 \leq \phi \leq 2$$

ここで、

- $\sigma_{ca}$  : 許容軸方向圧縮応力度 (N/mm<sup>2</sup>)
- $\sigma_{cag}$  : 局部座屈を考慮しない許容軸方向圧縮応力度 (N/mm<sup>2</sup>)
- $\sigma_{cal}$  : 局部座屈に対する許容応力度 (N/mm<sup>2</sup>)
- $\sigma_{ca0}$  : 局部座屈を考慮しない許容軸方向圧縮応力度の上限値 : 185 (N/mm<sup>2</sup>)
- $l$  : 有効座屈長 (mm)
- $L$  : 部材長 (mm)
- $r$  : 断面二次半径 (mm)
- $R$  : 鋼管の半径 (中心から外線までの距離) (mm)
- $t$  : 鋼管の板厚 (mm)
- $\sigma_1$  : 曲げにより鋼管に圧縮が生じる側の合応力度 (N/mm<sup>2</sup>)
- $\sigma_2$  : 曲げにより鋼管に引張が生じる側の合応力度 (N/mm<sup>2</sup>)

注記 \*1 : 道路橋示方書・同解説（Ⅱ鋼橋編）の許容軸方向圧縮応力度の考え方を参照。

\*2 : 鋼管の応力状態によって変化する。



【座屈を考慮する場合の許容曲げ圧縮応力度 (SM570) \*1】

$$\sigma_{ca} = \sigma_{cag} \cdot \sigma_{cal} / \sigma_{ca0}$$
$$\sigma_{cag} = 255 - 2.1 \left( \frac{l}{r} - 18 \right)$$

$$l = \beta \cdot L$$

$$\sigma_{cal} = 255 : \frac{R}{a \cdot t} \leq 25$$

$$a = 1 + \frac{\phi^{*2}}{10}$$

$$\phi^{*2} = \frac{\sigma_1 - \sigma_2}{\sigma_1}, \quad 0 \leq \phi \leq 2$$

ここで、

- $\sigma_{ca}$  : 許容軸方向圧縮応力度 (N/mm<sup>2</sup>)
- $\sigma_{cag}$  : 局部座屈を考慮しない許容軸方向圧縮応力度 (N/mm<sup>2</sup>)
- $\sigma_{cal}$  : 局部座屈に対する許容応力度 (N/mm<sup>2</sup>)
- $\sigma_{ca0}$  : 局部座屈を考慮しない許容軸方向圧縮応力度の上限値 : 185 (N/mm<sup>2</sup>)
- $l$  : 有効座屈長 (mm)
- $L$  : 部材長 (mm)
- $r$  : 断面二次半径 (mm)
- $R$  : 鋼管の半径 (中心から外線までの距離) (mm)
- $t$  : 鋼管の板厚 (mm)
- $\sigma_1$  : 曲げにより鋼管に圧縮が生じる側の合応力度 (N/mm<sup>2</sup>)
- $\sigma_2$  : 曲げにより鋼管に引張が生じる側の合応力度 (N/mm<sup>2</sup>)

注記 \*1 : 道路橋示方書・同解説 (Ⅱ鋼橋編) の許容軸方向圧縮応力度の考え方を参照。

\*2 : 鋼管の応力状態によって変化する。

| 鋼種         | SS400<br>SM400<br>SMA400W   | SM490  | SM490Y<br>SM520<br>SMA490W   | SM570<br>SMA570W   |
|------------|---|--|--|--|
| 40以下       | $140 : \frac{l}{r} \leq 18$<br>$140 - 0.82 \left( \frac{l}{r} - 18 \right) :$<br>$18 < \frac{l}{r} \leq 92$<br>$\frac{1,200,000}{6,700 + \left( \frac{l}{r} \right)^2} :$<br>$92 < \frac{l}{r}$ | $185 : \frac{l}{r} \leq 16$<br>$185 - 1.2 \left( \frac{l}{r} - 16 \right) :$<br>$16 < \frac{l}{r} \leq 79$<br>$\frac{1,200,000}{5,000 + \left( \frac{l}{r} \right)^2} :$<br>$79 < \frac{l}{r}$ | $210 : \frac{l}{r} \leq 15$<br>$210 - 1.5 \left( \frac{l}{r} - 15 \right) :$<br>$15 < \frac{l}{r} \leq 75$<br>$\frac{1,200,000}{4,400 + \left( \frac{l}{r} \right)^2} :$<br>$75 < \frac{l}{r}$ | $255 : \frac{l}{r} \leq 18$<br>$255 - 2.1 \left( \frac{l}{r} - 18 \right) :$<br>$18 < \frac{l}{r} \leq 67$<br>$\frac{1,200,000}{3,500 + \left( \frac{l}{r} \right)^2} :$<br>$67 < \frac{l}{r}$ |
| 40を超え75以下  | $125 : \frac{l}{r} \leq 19$<br>$125 - 0.68 \left( \frac{l}{r} - 19 \right) :$<br>$19 < \frac{l}{r} \leq 96$<br>$\frac{1,200,000}{7,300 + \left( \frac{l}{r} \right)^2} :$<br>$96 < \frac{l}{r}$ | $175 : \frac{l}{r} \leq 16$<br>$175 - 1.1 \left( \frac{l}{r} - 16 \right) :$<br>$16 < \frac{l}{r} \leq 82$<br>$\frac{1,200,000}{5,300 + \left( \frac{l}{r} \right)^2} :$<br>$82 < \frac{l}{r}$ | $195 : \frac{l}{r} \leq 15$<br>$195 - 1.3 \left( \frac{l}{r} - 15 \right) :$<br>$15 < \frac{l}{r} \leq 77$<br>$\frac{1,200,000}{4,700 + \left( \frac{l}{r} \right)^2} :$<br>$77 < \frac{l}{r}$ | $245 : \frac{l}{r} \leq 17$<br>$245 - 2.0 \left( \frac{l}{r} - 17 \right) :$<br>$17 < \frac{l}{r} \leq 69$<br>$\frac{1,200,000}{3,600 + \left( \frac{l}{r} \right)^2} :$<br>$69 < \frac{l}{r}$ |
| 75を超え100以下 | $190 : \frac{l}{r} \leq 16$<br>$190 - 1.3 \left( \frac{l}{r} - 16 \right) :$<br>$16 < \frac{l}{r} \leq 78$<br>$\frac{1,200,000}{4,800 + \left( \frac{l}{r} \right)^2} :$<br>$78 < \frac{l}{r}$  | $240 : \frac{l}{r} \leq 17$<br>$240 - 1.9 \left( \frac{l}{r} - 17 \right) :$<br>$17 < \frac{l}{r} \leq 69$<br>$\frac{1,200,000}{3,700 + \left( \frac{l}{r} \right)^2} :$<br>$69 < \frac{l}{r}$ | $190 : \frac{l}{r} \leq 16$<br>$190 - 1.3 \left( \frac{l}{r} - 16 \right) :$<br>$16 < \frac{l}{r} \leq 78$<br>$\frac{1,200,000}{4,800 + \left( \frac{l}{r} \right)^2} :$<br>$78 < \frac{l}{r}$ | $240 : \frac{l}{r} \leq 17$<br>$240 - 1.9 \left( \frac{l}{r} - 17 \right) :$<br>$17 < \frac{l}{r} \leq 69$<br>$\frac{1,200,000}{3,700 + \left( \frac{l}{r} \right)^2} :$<br>$69 < \frac{l}{r}$ |
| 備考         | $l$ : 部材の有効座屈長 (mm)<br>$r$ : 部材の総断面の断面二次半径 (mm)   |  |  |  |

(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) より抜粋)

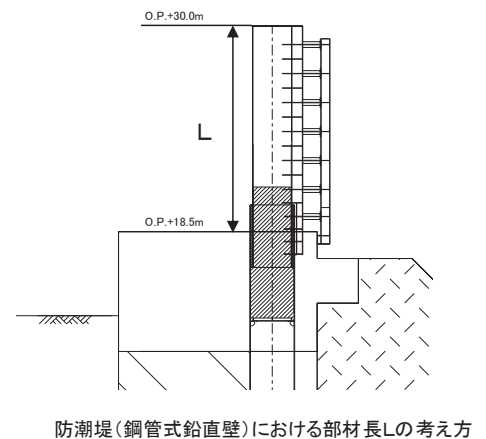
図 3.7-2 局部座屈を考慮しない許容軸方向圧縮応力度

表-解 3.2.2 柱の有効座屈長  $L$  : 部材長 (mm)

|              | 1    | 2   | 3   | 4   | 5   | 6   |
|--------------|------|-----|-----|-----|-----|-----|
| 座屈形が点線のような場合 |      |     |     |     |     |     |
| $\beta$ の理論値 | 0.5  | 0.7 | 1.0 | 1.0 | 2.0 | 2.0 |
| $\beta$ の推奨値 | 0.65 | 0.8 | 1.2 | 1.0 | 2.1 | 2.0 |

| 材端条件 | 回転に対して | 水平変位に対して |
|------|--------|----------|
|      | 固定     | 固定       |
|      | 自由     | 固定       |
|      | 固定     | 自由       |
|      | 自由     | 自由       |



(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) より抜粋)

図 3.7-3 有効座屈長

| 鋼種               | 鋼管の板厚(mm)        | 局部座屈に対する許容応力度(N/mm <sup>2</sup> )  |
|------------------|------------------|--|
| SM490<br>STK490  | 40 以下            | 185 : $\frac{R}{at} \leq 35$<br>185 - 0.57 $\left(\frac{R}{at} - 35\right)$ : $35 < \frac{R}{at} \leq 200$ |
|                  | 40 を超え<br>100 以下 | 175 : $\frac{R}{at} \leq 40$<br>175 - 0.56 $\left(\frac{R}{at} - 40\right)$ : $40 < \frac{R}{at} \leq 200$ |
| SM570<br>SMA570W | 40 以下            | 255 : $\frac{R}{at} \leq 25$<br>255 - 0.82 $\left(\frac{R}{at} - 25\right)$ : $25 < \frac{R}{at} \leq 200$ |
|                  | 40 を超え<br>75 以下  | 245 : $\frac{R}{at} \leq 25$<br>245 - 0.78 $\left(\frac{R}{at} - 25\right)$ : $25 < \frac{R}{at} \leq 200$ |
|                  | 75 を超え<br>100 以下 | 240 : $\frac{R}{at} \leq 25$<br>240 - 0.77 $\left(\frac{R}{at} - 25\right)$ : $25 < \frac{R}{at} \leq 200$ |

(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) より抜粋)

図 3.7-4 (1) 局部座屈に対する許容応力度

【座屈を考慮する場合の許容せん断応力度 (SKK490)】

$$\tau_a = 105 - 0.0039 \left(\frac{R}{t}\right)^2 : \frac{R}{t} \leq 95$$

ここで,

- $\tau_a$  : 許容せん断応力度 (N/mm<sup>2</sup>)
- R : 鋼管の半径 (中心から外線までの距離) (mm)
- t : 鋼管の板厚 (mm)

【座屈を考慮する場合の許容せん断応力度 (SM570)】

$$\tau_a = 145 - 0.0096 \left(\frac{R}{t}\right)^2 : \frac{R}{t} \leq 70$$

ここで,

- $\tau_a$  : 許容せん断応力度 (N/mm<sup>2</sup>)
- R : 鋼管の半径 (中心から外線までの距離) (mm)
- t : 鋼管の板厚 (mm)

表-15.3.2 許容せん断応力度

| 鋼種               | 鋼材の板厚<br>(mm)    | 局部座屈に対する許容応力度(N/mm <sup>2</sup> )   |            |
|------------------|------------------|---|------------|
|                  |                  | 補剛材を設ける場合   | 補剛材を設けない場合 |
| SM490<br>STK490  | 40 以下            | $105 - 0.0039 \left(\frac{R}{t}\right)^2$ : $\frac{R}{t} \leq 95$<br>$7,500 / \left(\frac{R}{t}\right) - 9.0$ : $95 < \frac{R}{t} \leq 200$   | 60         |
|                  | 40 を超え<br>100 以下 | $100 - 0.0034 \left(\frac{R}{t}\right)^2$ : $\frac{R}{t} \leq 100$<br>$7,500 / \left(\frac{R}{t}\right) - 9.0$ : $100 < \frac{R}{t} \leq 200$ |            |
| SM570<br>SMA570W | 40 以下            | $145 - 0.0096 \left(\frac{R}{t}\right)^2$ : $\frac{R}{t} \leq 70$<br>$7,500 / \left(\frac{R}{t}\right) - 9.0$ : $70 < \frac{R}{t} \leq 200$   | —          |
|                  | 40 を超え<br>75 以下  | $140 - 0.0087 \left(\frac{R}{t}\right)^2$ : $\frac{R}{t} \leq 75$<br>$7,500 / \left(\frac{R}{t}\right) - 9.0$ : $75 < \frac{R}{t} \leq 200$   |            |
|                  | 75 を超え<br>100 以下 | $135 - 0.0078 \left(\frac{R}{t}\right)^2$ : $\frac{R}{t} \leq 75$<br>$7,500 / \left(\frac{R}{t}\right) - 9.0$ : $75 < \frac{R}{t} \leq 200$   |            |

(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) より抜粋)

図 3.7-4 (2) 局部座屈に対する許容せん断応力度

表 3.7-1(1) 鋼管杭の許容限界（一般部，断面①～断面③）

| 杭種                    |                    | 設置標高                          |                              | 座屈        | 許容応力度 (N/mm <sup>2</sup> ) |              | 短期許容応力度 (N/mm <sup>2</sup> ) * 2 |              |
|-----------------------|--------------------|-------------------------------|------------------------------|-----------|----------------------------|--------------|----------------------------------|--------------|
|                       |                    |                               |                              |           | 許容曲げ<br>圧縮応力度              | 許容せん断<br>応力度 | 許容曲げ<br>圧縮応力度                    | 許容せん断<br>応力度 |
| 鋼管杭<br>(上杭)<br>φ 2200 | SKK490<br>(t=25mm) | O. P. +30.0m～<br>O. P. +23.5m |                              | 座屈<br>考慮  | 161* 1                     | 96* 1        | 241* 1                           | 145* 1       |
|                       | SM570<br>(t=40mm)  | O. P. +23.5m～<br>O. P. +21.0m |                              |           | 224* 1                     | 137* 1       | 336* 1                           | 206* 1       |
|                       |                    | O. P. +21.0m～<br>O. P. +20.0m |                              | 255       | 145                        | 382          | 217                              |              |
| 鋼管杭<br>(下杭)<br>φ 2500 | SM570<br>(t=35mm)  | 長杭                            | O. P. +20.0m～<br>O. P. ±0.0m | 座屈<br>非考慮 | 255                        | 145          | 382                              | 217          |
|                       |                    | 短杭                            | O. P. +20.0m～<br>O. P. +5.0m |           |                            |              |                                  |              |
|                       | SKK490<br>(t=25mm) | 長杭                            | O. P. ±0.0m～<br>杭下端          |           | 185                        | 105          | 277                              | 157          |
|                       |                    | 短杭                            | O. P. +5.0m～<br>O. P. +2.5m  |           |                            |              |                                  |              |

注記 \* 1 : 座屈を考慮する場合，鋼管杭の応力状態に応じた許容応力度を用いるが，ここでは許容応力度が最小となるように算定した値を示す。

\* 2 : 短期許容応力度は，道路橋示方書により許容応力度に対して 1.5 倍の割増を考慮する。

表 3.7-1(2) 鋼管杭の許容限界（一般部，断面④）

| 杭種                    |                    | 設置標高                          |                                | 座屈            | 許容応力度 (N/mm <sup>2</sup> ) |              | 短期許容応力度 (N/mm <sup>2</sup> ) *2 |              |
|-----------------------|--------------------|-------------------------------|--------------------------------|---------------|----------------------------|--------------|---------------------------------|--------------|
|                       |                    |                               |                                |               | 許容曲げ<br>圧縮応力度              | 許容せん断<br>応力度 | 許容曲げ<br>圧縮応力度                   | 許容せん断<br>応力度 |
| 鋼管杭<br>(上杭)<br>φ 2200 | SKK490<br>(t=25mm) | O. P. +30.0m～<br>O. P. +29.0m |                                | 座屈<br>考慮      | 178*1                      | 96*1         | 268*1                           | 145*1        |
|                       |                    | O. P. +29.0m～<br>O. P. +23.5m |                                |               | 185                        | 105          | 277                             | 157          |
|                       | SM570<br>(t=40mm)  | O. P. +23.5m～<br>O. P. +20.0m |                                |               | 255                        | 145          | 382                             | 217          |
| 鋼管杭<br>(下杭)<br>φ 2500 | SM570<br>(t=35mm)  | 長杭                            | O. P. +20.0m～<br>O. P. +1.024m | 座屈<br>非<br>考慮 | 255                        | 145          | 382                             | 217          |
|                       |                    | 短杭                            | O. P. +20.0m～<br>O. P. +5.0m   |               |                            |              |                                 |              |
|                       | SKK490<br>(t=25mm) | 長杭                            | O. P. +1.024m～杭<br>下端          |               | 185                        | 105          | 277                             | 157          |
|                       |                    | 短杭                            | O. P. +5.0m～<br>O. P. +2.5m    |               |                            |              |                                 |              |

注記 \*1：座屈を考慮する場合，鋼管杭の応力状態に応じた許容応力度を用いるが，ここでは許容応力度が最小となるように算定した値を示す。

\*2：短期許容応力度は，道路橋示方書により許容応力度に対して1.5倍の割増を考慮する。

表 3.7-1(3) 鋼管杭の許容限界（岩盤部，断面⑤～⑥）

| 杭種                    |                    | 設置標高                          |                              | 座屈        | 許容応力度 (N/mm <sup>2</sup> ) |              | 短期許容応力度 (N/mm <sup>2</sup> ) *2 |              |
|-----------------------|--------------------|-------------------------------|------------------------------|-----------|----------------------------|--------------|---------------------------------|--------------|
|                       |                    |                               |                              |           | 許容曲げ<br>圧縮応力度              | 許容せん<br>断応力度 | 許容曲げ<br>圧縮応力度                   | 許容せん断<br>応力度 |
| 鋼管杭<br>(上杭)<br>φ 2200 | SKK490<br>(t=25mm) | O. P. +29.0m～<br>O. P. +23.5m |                              | 座屈<br>考慮  | 164*1                      | 96*1         | 246*1                           | 145*1        |
|                       | SM570<br>(t=40mm)  | O. P. +23.5m～<br>O. P. +21.0m |                              |           | 229*1                      | 137*1        | 344*1                           | 206*1        |
|                       |                    | O. P. +21.0m～<br>O. P. +20.0m |                              | 255       | 145                        | 382          | 217                             |              |
| 鋼管杭<br>(下杭)<br>φ 2500 | SM570<br>(t=35mm)  | ⑤断面                           | O. P. +20.0m<br>～O. P. +5.0m | 座屈<br>非考慮 | 255                        | 145          | 382                             | 217          |
|                       |                    | ⑥断面                           | O. P. +20.0m<br>～O. P. +8.0m |           |                            |              |                                 |              |
|                       | SKK490<br>(t=25mm) | ⑤断面                           | O. P. +5.0m～<br>O. P. +2.5m  |           | 185                        | 105          | 277                             | 157          |
|                       |                    | ⑥断面                           | O. P. +8.0m～<br>O. P. +5.5m  |           |                            |              |                                 |              |

注記 \*1：座屈を考慮する場合，鋼管杭の応力状態に応じた許容応力度を用いるが，ここでは許容応力度が最小となるように算定した値を示す。

\*2：短期許容応力度は，道路橋示方書により許容応力度に対して1.5倍の割増を考慮する。

表 3.7-1(4) 鋼管杭の許容限界（岩盤部，断面⑦）

| 杭種                 | 座屈        | 許容応力度 (N/mm <sup>2</sup> ) |     | 短期許容応力度*             |
|--------------------|-----------|----------------------------|-----|----------------------|
|                    |           | 許容曲げ圧縮応力度 $\sigma_{sa}$    |     | (N/mm <sup>2</sup> ) |
| SKK490<br>(t=25mm) | 座屈<br>非考慮 | 許容曲げ圧縮応力度 $\sigma_{sa}$    | 185 | 277                  |
|                    |           | 許容せん断応力度 $\tau_{sa}$       | 105 | 157                  |

注記 \*：短期許容応力度は，道路橋示方書により許容応力度に対して1.5倍の割増を考慮する。

### 3.7.2 鋼製遮水壁及び漂流物防護工

鋼製遮水壁及び漂流物防護工の許容限界は、「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，表3.7-2～表3.7-3に示す短期許容応力度とする。

表 3.7-2 鋼製遮水壁及び漂流物防護工の許容限界

| 部材         |             | 材質     | 座屈                   | 許容応力度<br>(N/mm <sup>2</sup> )        |     | 短期許容応力度* <sup>2</sup><br>(N/mm <sup>2</sup> ) |
|------------|-------------|--------|----------------------|--------------------------------------|-----|---|
| 鋼製<br>遮水壁  | スキン<br>プレート | SM490Y | 非考慮                  | 許容曲げ圧縮応力度 $\sigma_{sa}$              | 210 | 315   |
|            | 垂直リブ        | SM490Y | 考慮                   | 許容圧縮応力度 $\sigma_{ca}$ * <sup>1</sup> | 127 | 190   |
|            | 水平リブ        | SM490Y | 非考慮                  | 許容曲げ圧縮応力度 $\sigma_{sa}$              | 210 | 315   |
| 非考慮        |             |        | 許容せん断応力度 $\tau_{sa}$ | 120                                  | 180 |   |
| 漂流物<br>防護工 | 架台          | SM490Y | 非考慮                  | 許容曲げ圧縮応力度 $\sigma_{sa}$              | 210 | 315   |
|            |             |        | 非考慮                  | 許容せん断応力度 $\tau_{sa}$                 | 120 | 180   |
|            | 防護工         | SM570  | 非考慮                  | 許容曲げ圧縮応力度 $\sigma_{sa}$              | 255 | 382   |
|            |             |        | 非考慮                  | 許容せん断応力度 $\tau_{sa}$                 | 145 | 217   |

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）」に基づき， $\sigma_{ca} = \sigma_{sa} \cdot (t \cdot f / L)^2$  より算出する。tは鋼製遮水壁の垂直リブの板厚(mm)，fは応力勾配による係数，Lは鋼製遮水壁の水平リブ間隔(mm)を示す。なお，t=20(mm)，L=811(mm)であり，fは保守的に最小値となるf=1とし，以下のとおり算出される。

$$\sigma_{ca} = 210 \cdot (20 \cdot 1 / 811)^2 = 127.7 \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

\*2：短期許容応力度は，道路橋示方書により許容応力度に対して1.5倍の割増を考慮する。

表 3.7-2 鋼製遮水壁及び漂流物防護工の許容限界

| 鋼材     | 座屈    | 許容応力度<br>(N/mm <sup>2</sup> ) |     | 短期許容応力度* <sup>2</sup><br>(N/mm <sup>2</sup> ) |
|--------|-------|-------------------------------|-----|---|
| SM570  | 座屈非考慮 | 許容曲げ圧縮応力度 $\sigma_{sa}$       | 255 | 382   |
|        |       | 許容せん断応力度 $\tau_{sa}$          | 145 | 217   |
| SM490Y |       | 許容曲げ圧縮応力度 $\sigma_{sa}$       | 210 | 315   |
|        |       | 許容せん断応力度 $\tau_{sa}$          | 120 | 180   |
|        | 座屈考慮  | 許容圧縮応力度 $\sigma_{ca}$         | 127 | 190   |

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）」に基づき， $\sigma_{ca} = \sigma_{sa} \cdot (t \cdot f / L)^2$  より算出する。tは鋼製遮水壁の垂直リブの板厚(mm)，fは応力勾配による係数，Lは鋼製遮水壁の水平リブ間隔(mm)を示す。なお，t=20(mm)，L=811(mm)であり，fは保守的に最小値とな



る  $f = 1$  とする。

\*2：短期許容応力度は，道路橋示方書により許容応力度に対して 1.5 倍の割増を考慮する。

表 3.7-3 漂流物防護工（防護工取付けボルト）の許容限界

| 鋼材                | 許容応力度<br>(N/mm <sup>2</sup> ) |                       | 短期許容応力度*<br>(N/mm <sup>2</sup> ) |
|-------------------|-------------------------------|-----------------------|----------------------------------|
|                   | 強度区分<br>8.8                   | 許容引張応力度 $\sigma_{sa}$ | 360                              |
| 許容応力度 $\tau_{sa}$ |                               | 200                   | 300                              |

注記 \*：短期許容応力度は，道路橋示方書により許容応力度に対して 1.5 倍の割増を考慮する。

### 3.7.3 RC 遮水壁

RC 遮水壁の鉄筋コンクリートの許容限界は，「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，表 3.7-4 に示す短期許容応力度とする。

表 3.7-4 RC 遮水壁の許容限界

| 種別                   | 許容応力度<br>(N/mm <sup>2</sup> )           |                         | 短期許容応力度*<br>(N/mm <sup>2</sup> ) |
|----------------------|---|-------------------------|----------------------------------|
|                      | コンクリート<br>( $f'_{ck}=40\text{N/mm}^2$ ) | 許容曲げ圧縮応力度 $\sigma_{ca}$ | 14                               |
| 許容せん断応力度 $\tau_{al}$ |   | 0.55                    | 0.82                             |
| 鉄筋 (SD345)           | 許容曲げ引張応力度 $\sigma_{sa}$                 | 196                     | 294                              |

注記 \* : 短期許容応力度は、コンクリートの標準示方書により許容応力度に対して 1.5 倍の割増を考慮する。

### 3.7.4 背面補強工

背面補強工の許容限界は、「耐津波設計に係る工認審査ガイド」を準用し、表 3.7-5 に示すすべり安全率とする。

表 3.7-5 背面補強工の許容限界

| 評価項目   | 許容限界   |
|--------|--------|
| すべり安全率 | 1.2 以上 |

### 3.7.5 置換コンクリート

置換コンクリートの許容限界は、「耐津波設計に係る工認審査ガイド」を準用し、表 3.7-6 に示すすべり安全率とする。

表 3.7-6 置換コンクリートの許容限界

| 評価項目   | 許容限界   |
|--------|--------|
| すべり安全率 | 1.2 以上 |

### 3.7.6 改良地盤

改良地盤の許容限界は、「耐津波設計に係る工認審査ガイド」を準用し、表 3.7-7 に示すすべり安全率とする。

表 3.7-7 改良地盤の許容限界

| 評価項目   | 許容限界   |
|--------|--------|
| すべり安全率 | 1.2 以上 |

### 3.7.7 セメント改良土

セメント改良土の許容限界は、「耐津波設計に係る工認審査ガイド」を準用し、表 3.7-8 に示すすべり安全率とする。

表 3.7-8 セメント改良土の許容限界

| 評価項目   | 許容限界   |
|--------|--------|
| すべり安全率 | 1.2 以上 |

### 3.7.8 止水ジョイント部材

止水ジョイント部材の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とする。表 3.7-9 に止水ジョイント部材の変形量の許容限界を示す。

表 3.7-9 止水ジョイント部材の変形量の許容限界

| 評価項目       | 許容限界 (mm) |          |          |
|------------|-----------|----------|----------|
|            | 変形量       | ゴムジョイント  | 防潮堤軸直交方向 |
| 防潮堤軸方向     |           |          | 150      |
| ウレタンシリコン目地 |           | 防潮堤軸直交方向 | 30       |
|            |           | 防潮堤軸方向   | 6        |

### 3.7.9 基礎地盤

基礎地盤に発生する接地圧に対する許容限界は、添付書類「VI-2-1-3 地盤の支持性能に係る基本方針」に基づき、支持力試験及び道路橋示方書（I 共通編・IV 下部構造編）・同解説（日本道路協会，平成 14 年 3 月）により設定する。基礎地盤の許容限界を表 3.7-10 に示す。

表 3.7-10 基礎地盤の支持力に対する許容限界

| 評価項目  | 基礎地盤                    | 許容限界 (N/mm <sup>2</sup> ) |
|-------|-------------------------|---------------------------|
| 極限支持力 | 狐崎部層*                   | 13.7                      |
|       | 牧の浜部層*                  | 11.4                      |
|       | 改良地盤                    | 4.4                       |
|       | C <sub>L</sub> 級岩盤（杭基礎） | 3.9                       |

\* : C<sub>M</sub>級岩盤以上の岩盤が対象

### 3.8 評価方法

防潮堤（鋼管式鉛直壁）の耐震評価は、地震応答解析に基づき算定した発生応力が「3.7 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。

#### 3.8.1 鋼管杭

鋼管杭の評価は、杭体の曲げモーメント及び軸力より算定される応力及びせん断力より算定されるせん断応力が許容限界以下であることを確認する。

##### (1) 曲げ軸力照査

曲げモーメント及び軸力を用いて次式により算定される応力が許容限界以下であることを確認する。

$$\sigma_1 = \frac{N_1}{A_1} \pm \frac{M_1}{Z_1} \dots \dots \dots (3.1)$$

ここで、

$\sigma_1$  : 鋼管杭の曲げモーメント及び軸力より算定される応力 (kN/m<sup>2</sup>)

$M_1$  : 鋼管杭に発生する曲げモーメント (kN・m)

$Z_1$  : 鋼管杭の断面係数 (mm<sup>3</sup>) \*

$N_1$  : 鋼管杭の軸力 (kN)

$A_1$  : 鋼管杭の断面積 (mm<sup>2</sup>) \*

注記 \* : 鋼管杭の外側 1mm を腐食代として考慮する。

##### (2) せん断力照査

せん断力を用いて次式により算定されるせん断応力がせん断強度に基づく許容限界以下であることを確認する。

$$\tau_1 = \kappa_1 \frac{S_1}{A_1} \dots \dots \dots (3.2)$$

ここで、

$\tau_1$  : 鋼管杭のせん断力より算定されるせん断応力 (N/mm<sup>2</sup>)

$S_1$  : 鋼管杭に発生するせん断力 (kN)

$A_1$  : 鋼管杭の断面積 (mm<sup>2</sup>) \*

$\kappa_1$  : せん断応力の分布係数 (2.0)

注記 \* : 鋼管杭の外側 1mm を腐食代として考慮する。

### 3.8.2 鋼製遮水壁及び漂流物防護工

鋼製遮水壁は、スキンプレート、垂直リブ及び水平リブで構成され、漂流物防護工は架台及び防護工で構成されている。防護工は架台に取り付けられており、架台はスキンプレートを挟んで水平リブと同じ高さに取り付けられている。鋼製遮水壁及び漂流物防護工の構造図を図 3.8-1 に示す。

これらの各部材について、単純ばり又は片持ちばりでモデル化し、それぞれ許容限界以下であることを確認する。

地震荷重については、鋼製遮水壁及び漂流物防護工の評価部材ごとにその自重を算定して設計用水平震度との積として設定する。設計水平震度については、地震応答解析の結果に基づき、鋼製遮水壁及び漂流物防護工が設置される断面①～③、⑤及び⑥の鋼管杭に発生する最大水平加速度から以下の式により各断面の最大水平震度  $k_h$  を算定した上で、保守的に設計水平震度を設定し、高さ方向に一律作用させることとする。

また、風荷重については、 $1\text{kN/m}^2$  を高さ方向に一律作用させることとする。

(水平震度算定式)

$$k_h = \frac{\alpha_{\max}}{g} \dots \dots \dots (3.3)$$

$\alpha_{\max}$  : 最大水平加速度 ( $\text{m/s}^2$ )

$g$  : 重力加速度 ( $\text{m/s}^2$ )

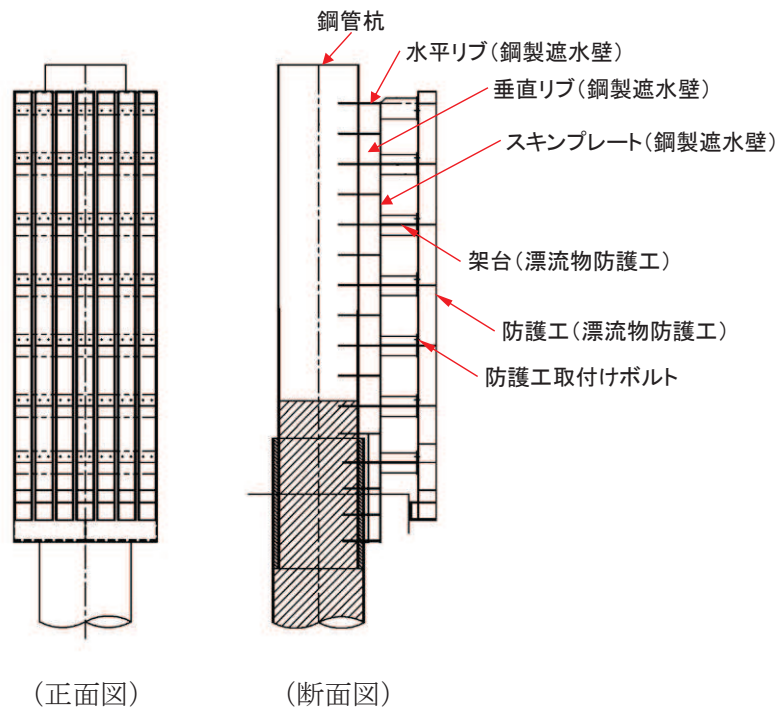


図 3. 8-1 (1) 鋼製遮水壁及び漂流物防護工の構造図 (正面図, 断面図)

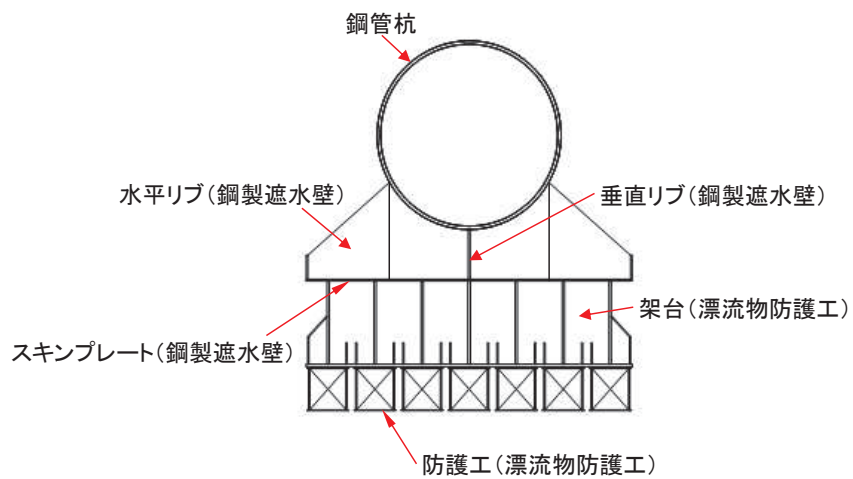


図 3. 8-1 (2) 鋼製遮水壁及び漂流物防護工の構造図 (平面図)

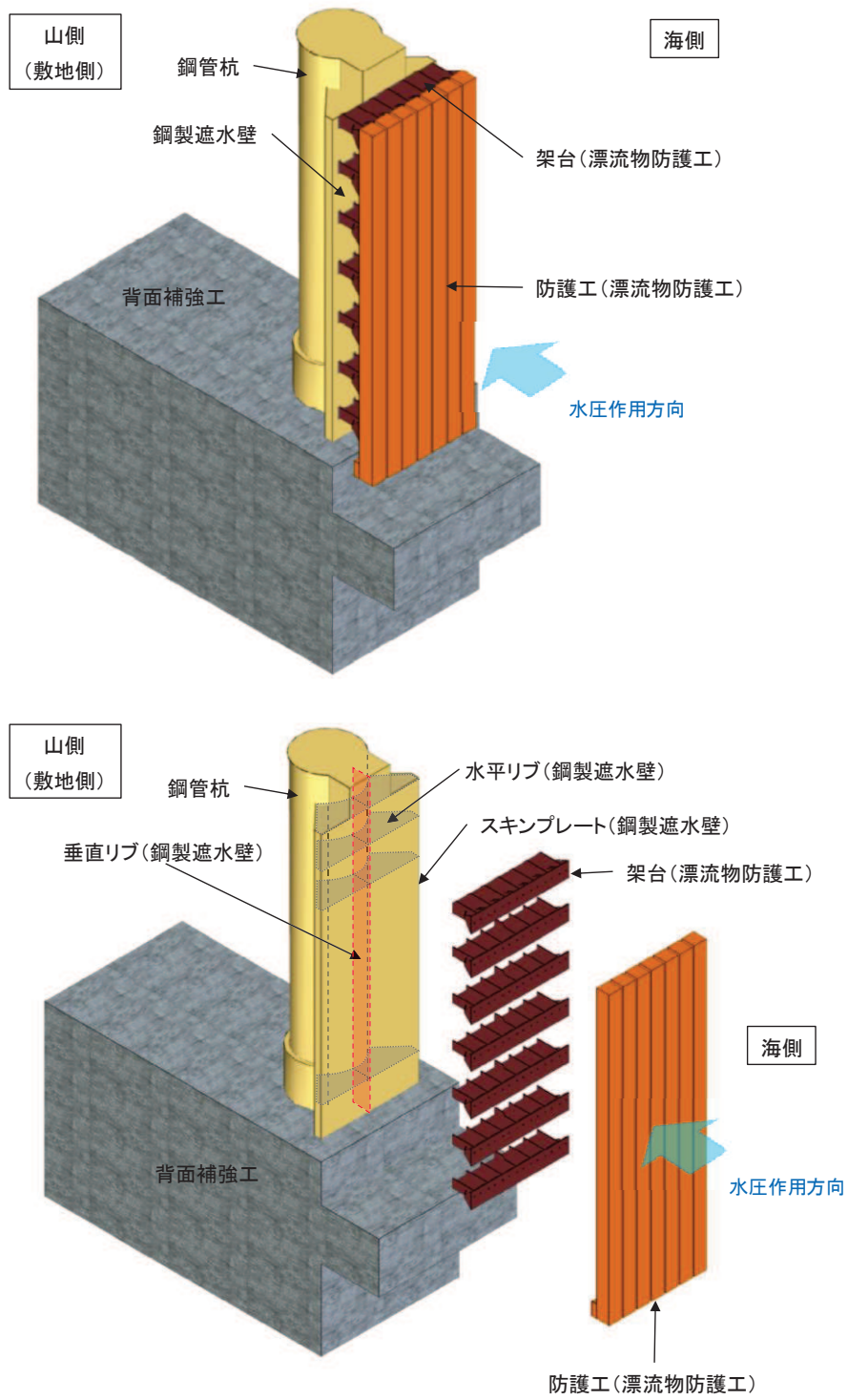


図 3.8-1 (3) 鋼製遮水壁及び漂流物防護工の構造概要図

(1) スキンプレート

スキンプレートの照査方法を図 3.8-2 に示す。水平リブを支点とする単純ばりでモデル化し、曲げモーメントを用いて次式により算定される応力が許容限界以下であることを確認する。なお、照査箇所については、スキンプレートの材質及び水平リブ間隔  $L$  を考慮し、図 3.8-2 に示す箇所とした。

$$\sigma_2 = \frac{M_2}{Z_2} \dots \dots \dots (3.4)$$

$$M_2 = (P_2 + P_k) \frac{L^2}{8} \dots \dots \dots (3.5)$$

ここで、

- $\sigma_2$  : 曲げモーメントによるスキンプレートの発生応力度 (N/mm<sup>2</sup>)
- $M_2$  : スキンプレートに発生する曲げモーメント (kN・m)
- $Z_2$  : スキンプレートの断面係数 (mm<sup>3</sup>) \*
- $P_2$  : スキンプレートに作用する単位幅あたりの地震慣性力 (kN/m)
- $P_k$  : スキンプレートに作用する単位幅あたりの風荷重 (kN/m)
- $L$  : 水平リブ間隔 (mm)

注記 \* : スキンプレートの外側 1mm を腐食代として考慮する。

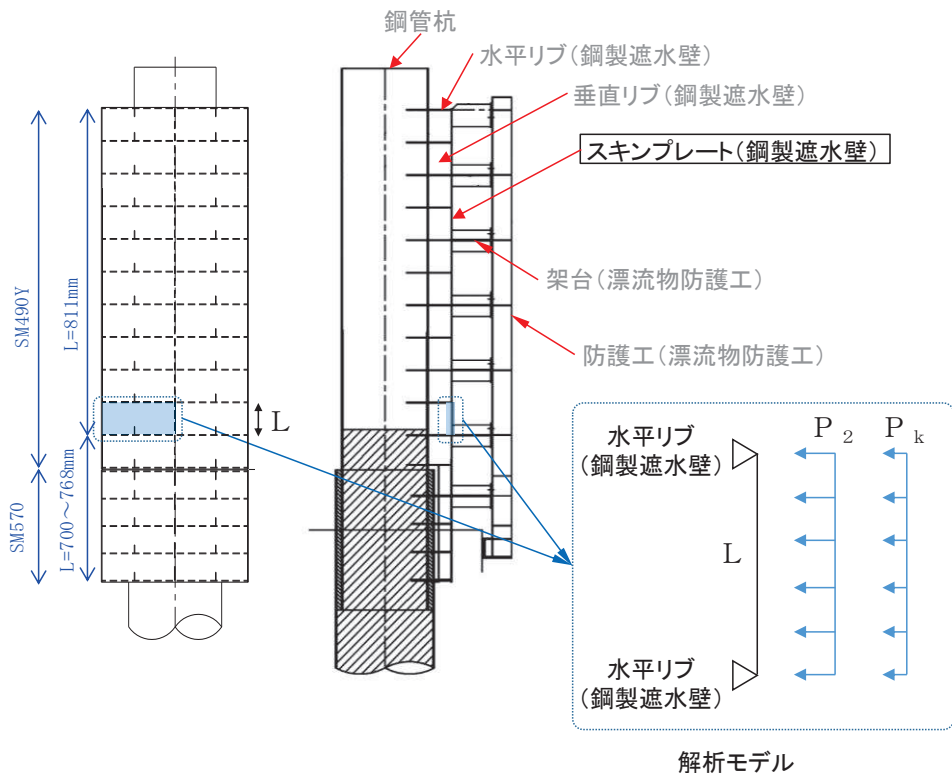


図 3.8-2 スキンプレートの照査概念図



(2) 垂直リブ

垂直リブの照査方法を図 3.8-3 に示す。垂直リブに作用する軸力から算定される応力が許容限界以下であることを確認する。なお、照査箇所については、水平リブ間隔  $L$  を考慮し、図 3.8-3 に示す箇所とした。

$$\sigma_3 = \frac{P}{t \cdot L} \dots \dots \dots (3.6)$$

$$P = (P_3 + P_k) \cdot L \cdot B \dots \dots \dots (3.7)$$

ここで、

- $\sigma_3$  : 垂直リブに発生する圧縮応力度 (N/mm<sup>2</sup>)
- $P$  : 受圧面積に発生する水平荷重 (kN)
- $t$  : 垂直リブの板厚 (mm)
- $L$  : 水平リブ間隔 (mm)
- $P_3$  : 垂直リブに作用する地震慣性力 (kN/m<sup>2</sup>)
- $P_k$  : 垂直リブに作用する風荷重 (kN/m<sup>2</sup>)
- $B$  : 鋼製遮水壁の総幅 (m)

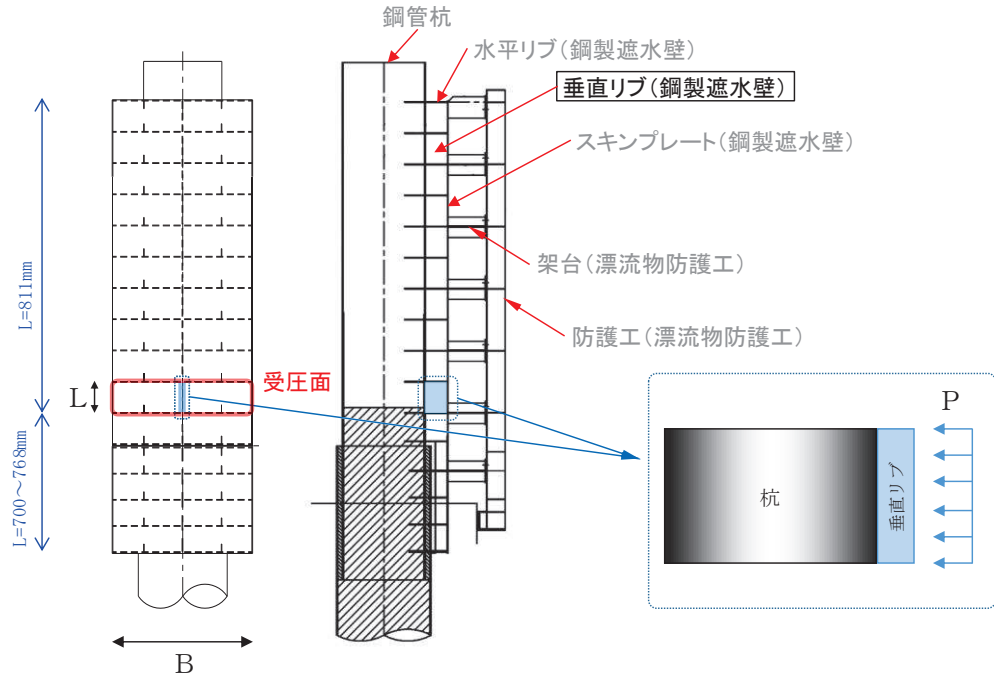


図 3.8-3 垂直リブの照査概念図

(3) 水平リブ及び架台

水平リブ、スキンプレート及び架台を一つの充腹形断面とみなして、鋼管杭中心線上を固定支点とする片持ちばりでモデル化し、曲げモーメント及びせん断力よりそれぞれ算定される応力が許容限界以下であることを確認する。また、合成応力に対しても許容限界以下であることを確認する。

なお、照査箇所については、評価条件が同一であるため、図 3.8-4 に示す中央付近の箇所とした。

水平リブ及び架台の照査方法を図 3.8-4 に示す。

曲げ応力照査 (水平リブ)

$$\sigma_4 = \frac{M_4}{Z_4} \dots \dots \dots (3.8)$$

$$M_4 = \frac{1}{2}(P_4 + P_k) \cdot \ell \cdot b^2 \dots \dots \dots (3.9)$$

せん断力照査 (水平リブ)

$$\tau_4 = \frac{S_4}{A_w} \dots \dots \dots (3.10)$$

$$S_4 = (P_4 + P_k) \cdot \ell \cdot b \dots \dots \dots (3.11)$$

合成応力照査 (水平リブ)

$$\left(\frac{\sigma_4}{\sigma_{sa}}\right)^2 + \left(\frac{\tau_4}{\tau_{sa}}\right)^2 \leq 1.2 \dots \dots \dots (3.12)$$

曲げ応力照査 (架台)

$$\sigma_5 = \frac{M_5}{Z_5} \dots \dots \dots (3.13)$$

$$M_5 = \frac{1}{2}(P_4 + P_k) \cdot \ell \cdot b^2 \dots \dots \dots (3.14)$$

せん断力照査 (架台)

$$\tau_5 = \frac{S_5}{A_w} \dots \dots \dots (3.15)$$

$$S_5 = (P_4 + P_k) \cdot \ell \cdot b \dots \dots \dots (3.16)$$

合成応力照査 (架台)

$$\left( \frac{\sigma_5}{\sigma_{sa}} \right)^2 + \left( \frac{\tau_5}{\tau_{sa}} \right)^2 \leq 1.2 \dots \dots \dots (3.17)$$

ここで、

- $\sigma_4$  : 曲げモーメントによる水平リブの発生応力度 (N/mm<sup>2</sup>)
- $M_4$  : 水平リブに発生する曲げモーメント (kN・m)
- $Z_4$  : 水平リブの断面係数 (mm<sup>3</sup>) \*1
- $P_4$  : 水平リブ及び架台に作用する地震慣性力 (kN/m<sup>2</sup>)
- $P_k$  : 水平リブ及び架台に作用する風荷重 (kN/m<sup>2</sup>)
- $\tau_4$  : せん断力による水平リブの発生応力度 (N/mm<sup>2</sup>)
- $S_4$  : 水平リブに発生するせん断力 (kN)
- $\sigma_5$  : 曲げモーメントによる架台の発生応力度 (N/mm<sup>2</sup>)
- $M_5$  : 架台に発生する曲げモーメント (kN・m)
- $Z_5$  : 架台の断面係数 (mm<sup>3</sup>) \*1\*2
- $\tau_5$  : せん断力による架台の発生応力度 (N/mm<sup>2</sup>)
- $S_5$  : 架台に発生するせん断力 (kN)
- $\ell$  : 架台間隔 (mm)
- $b$  : モーメントアーム長 (m)
- $A_w$  : 水平リブ及び架台のせん断抵抗断面積 (mm<sup>2</sup>) \*2
- $\sigma_{sa}$  : 短期許容曲げ圧縮応力度 (N/mm<sup>2</sup>)
- $\tau_{sa}$  : 短期許容せん断応力度 (N/mm<sup>2</sup>)

注記 \*1 : 水平リブ及び架台の断面係数の算出方法は図 3.8-5 に示す。  
 \*2 : 架台は腐食代 2mm を考慮する。

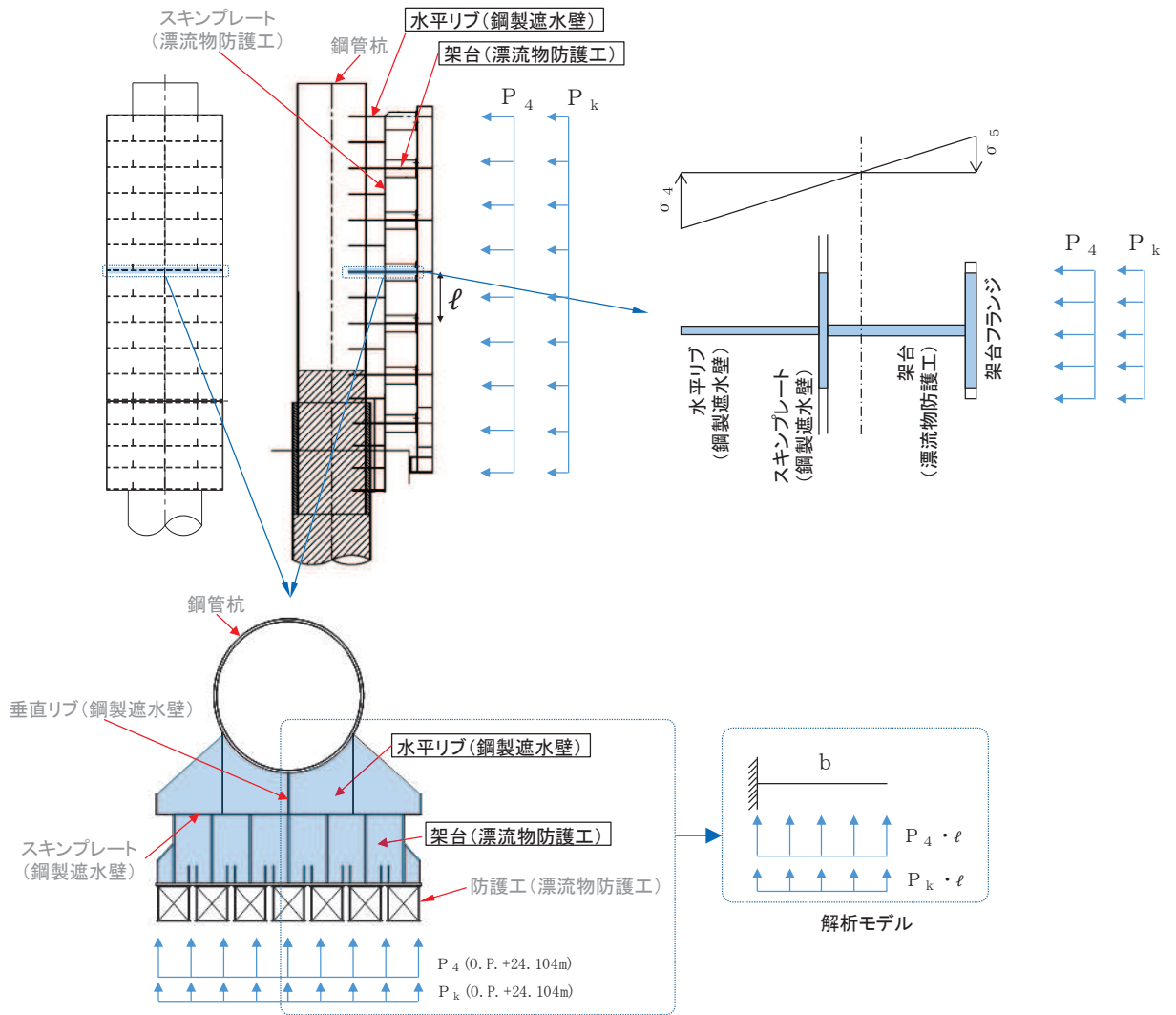
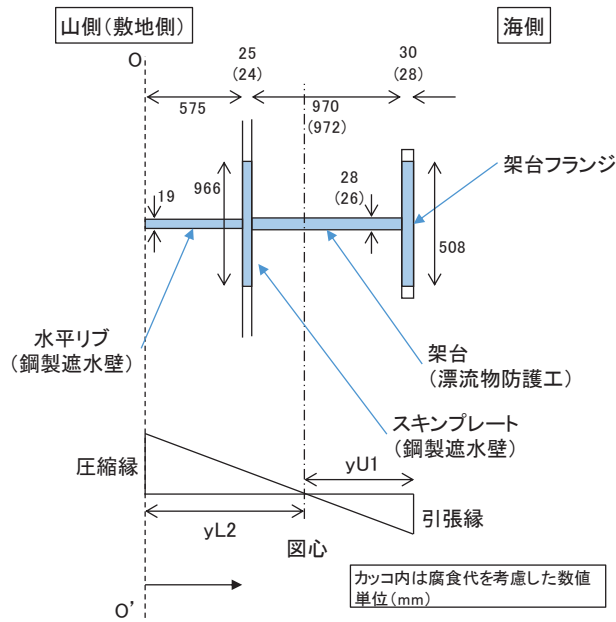


図 3.8-4 水平リブ及び架台の照査概念図



**架台フランジの幅(有効幅)の算出**

$bg/La = 300/4000 = 0.075$        $bg$  : 架台フランジ片側張出長(幅600÷2)  
 $= 0.075$        $La$  : 等価支間長(2×b(=2000))

0.02 <  $bg/La$  < 0.30 であることから、道路橋示方書(H24)の式を用いて、 $\lambda$ (片側有効幅)を算出する。

$\lambda g = (1.06 - 3.2 \times (bg/La) + 4.5 \times (bg/La)^2) \times bg$   
 $= 254$

以上から、架台フランジの幅(有効幅)は508mmとする。

**スキンプレートの幅(有効幅)の算出**

$bs/La = 811/4000 = 0.203$        $bs$  : スキンプレート片側張出長(811)  
 $= 0.203$        $La$  : 等価支間長(2×b(=2000))

0.02 <  $bs/La$  < 0.30 であることから、道路橋示方書(H24)の式を用いて、 $\lambda$ (片側有効幅)を算出する。

$\lambda s = (1.06 - 3.2 \times (bs/La) + 4.5 \times (bs/La)^2) \times bs$   
 $= 483$

以上から、架台フランジの幅(有効幅)は966mmとする。

|         | 幅<br>(有効幅)<br>a(mm) | 高さ<br>b<br>(mm) | 断面積<br>A<br>(mm <sup>2</sup> ) | O-O' 軸から<br>要素図心までの<br>距離y(mm) | 断面一次<br>モーメント<br>Ay(mm <sup>2</sup> ) | Ay <sup>2</sup><br>(mm <sup>3</sup> ) | 要素図心回りの要素単体の<br>断面二次モーメント<br>I' (mm <sup>4</sup> ) (ab <sup>3</sup> /12) | O-O' 軸回りの要素単体の<br>断面二次モーメント<br>Ay <sup>2</sup> +I' (mm <sup>4</sup> ) |
|---------|---------------------|-----------------|--------------------------------|--------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|--|---|
| 架台フランジ  | 508                 | 28              | 14224                          | 1585                           | 2.255 × 10 <sup>7</sup>               | 3.573 × 10 <sup>10</sup>              | 9.293 × 10 <sup>5</sup>  | 3.573 × 10 <sup>10</sup>  |
| 架台      | 26                  | 972             | 25272                          | 1085                           | 2.742 × 10 <sup>7</sup>               | 2.975 × 10 <sup>10</sup>              | 1.990 × 10 <sup>9</sup>  | 3.174 × 10 <sup>10</sup>  |
| スキンプレート | 966                 | 24              | 23184                          | 587                            | 1.361 × 10 <sup>7</sup>               | 7.988 × 10 <sup>9</sup>               | 1.113 × 10 <sup>6</sup>  | 7.990 × 10 <sup>9</sup>   |
| 水平リブ    | 19                  | 575             | 10925                          | 287.5                          | 0.314 × 10 <sup>7</sup>               | 9.030 × 10 <sup>8</sup>               | 3.010 × 10 <sup>8</sup>  | 1.204 × 10 <sup>9</sup>   |
| 合計      | -                   | -               | ①<br>73605                     | -                              | ②<br>6.672 × 10 <sup>7</sup>          | -                                     | -  | ③<br>7.667 × 10 <sup>10</sup>   |

**O-O' 軸から図心までの長さ**

$e = (②断面一次モーメントの合計) / (①面積の合計)$   
 $= 906.4 \text{ (mm)}$

**図心回りの断面二次モーメント**

$I = (③O-O' 軸回りの要素単体の断面二次モーメントの合計) - (e^2 \times (①面積の合計))$   
 $= 1.620 \times 10^{10} \text{ (mm}^4\text{)}$

**水平リブ(下縁)の断面係数**

$yL2$  (圧縮縁から図心までの長さ) =  $e$   
 $= 906.4 \text{ (mm)}$

$Z_4$  (断面係数) =  $I / yL2$   
 $= 1.787 \times 10^7 \text{ (mm}^3\text{)}$

**架台(上縁)の断面係数**

$yU1$  (引張縁から図心までの長さ) =  $1599 - 906.4$   
 $= 692.6 \text{ (mm)}$

$Z_5$  (断面係数) =  $I / yU1$   
 $= 2.339 \times 10^7 \text{ (mm}^3\text{)}$

図 3.8-5 水平リブ及び架台の断面係数の算出方法

(4) 防護工

防護工の照査方法を図 3.8-6 に示す。防護工は架台を支点とする単純ばりでモデル化し、曲げモーメント及びせん断力よりそれぞれ算定される応力が許容限界以下であることを確認する。また、合成応力に対しても許容限界以下であることを確認する。

なお、照査箇所については、評価条件が同一であるため、図 3.8-6 に示す中央付近の箇所とした。

曲げ応力照査

$$\sigma_6 = \frac{M_6}{Z_6} \dots \dots \dots (3.18)$$

$$M_6 = (P_6 + P_k) \cdot b'' \cdot \frac{\ell^2}{8} \dots \dots \dots (3.19)$$

せん断力照査

$$\tau_6 = \frac{S_6}{A_{wc}} \dots \dots \dots (3.20)$$

$$S_6 = (P_6 + P_k) \cdot b'' \cdot \frac{\ell}{2} \dots \dots \dots (3.21)$$

合成応力照査

$$\left( \frac{\sigma_6}{\sigma_{sa}} \right)^2 + \left( \frac{\tau_6}{\tau_{sa}} \right)^2 \leq 1.2 \dots \dots \dots (3.22)$$

ここで、

- $\sigma_6$  : 曲げモーメントによる防護工の発生応力度 (N/mm<sup>2</sup>)
- $M_6$  : 防護工に発生する曲げモーメント (kN・m)
- $Z_6$  : 防護工の断面係数 (mm<sup>3</sup>) \*
- $P_6$  : 防護工に作用する地震慣性力 (kN/m<sup>2</sup>)
- $P_k$  : 防護工に作用する風荷重 (kN/m<sup>2</sup>)
- $\tau_6$  : せん断力による防護工の発生応力度 (N/mm<sup>2</sup>)
- $S_6$  : 防護工に発生するせん断力 (kN)
- $b''$  : 防護工の幅 (m)
- $A_{wc}$  : 防護工のせん断抵抗断面積 (mm<sup>2</sup>) \*
- $\ell$  : 架台間隔 (mm)
- $\sigma_{sa}$  : 短期許容曲げ圧縮応力度 (N/mm<sup>2</sup>)
- $\tau_{sa}$  : 短期許容せん断応力度 (N/mm<sup>2</sup>)

注記 \* : 防護工は外側 1mm を腐食代として考慮する。

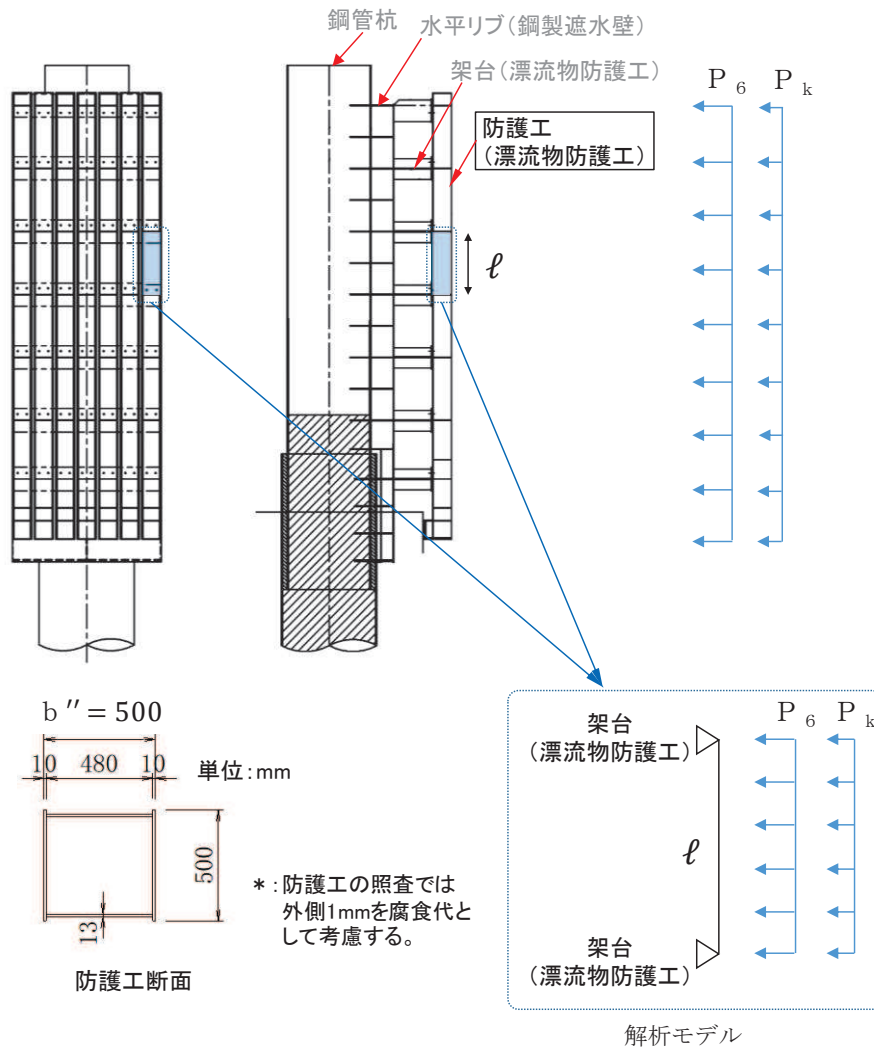


図 3.8-6 防護工の照査概念図

(5) 防護工取付けボルト

防護工取付けボルトの照査方法を図 3.8-7 に示す。防護工取付けボルトは、引張力及びせん断力よりそれぞれ算定される応力が許容限界以下であることを確認する。

なお、照査箇所については、評価条件が同一であるため、図 3.8-7 に示す中央付近の箇所とした。

引張力照査

$$\sigma_7 = \frac{N_7}{A_e} \dots \dots \dots (3.23)$$

$$N_7 = P_{h7} \cdot b'' \cdot \ell \cdot \frac{1}{n} \dots \dots \dots (3.24)$$

せん断力照査

$$\tau_7 = \frac{S_7}{A_e} \dots \dots \dots (3.25)$$

$$S_7 = P_{v7} \cdot b'' \cdot \ell \cdot \frac{1}{n} \dots \dots \dots (3.26)$$

ここで、

- $\sigma_7$  : 引張力による防護工取付けボルト 1 本あたりの発生応力度 (N/mm<sup>2</sup>)
- $N_7$  : 防護工取付けボルト 1 本あたりに発生する引張力 (kN)
- $A_e$  : 防護工取付けボルトの断面積 (mm<sup>2</sup>) \*
- $P_{h7}$  : 防護工取付けボルトに作用する水平地震慣性力 (kN/m<sup>2</sup>)
- $b''$  : 防護工の幅 (m)
- $\ell$  : 架台間隔 (mm)
- $n$  : 防護工取付けボルト 1 箇所あたりの本数 (本)
- $\tau_7$  : せん断力による防護工取付けボルト 1 本あたりの発生応力度 (N/mm<sup>2</sup>)
- $S_7$  : 防護工取付けボルト 1 本あたりに発生するせん断力 (kN)
- $P_{v7}$  : 防護工取付けボルトに作用する鉛直地震慣性力 (kN/m<sup>2</sup>)



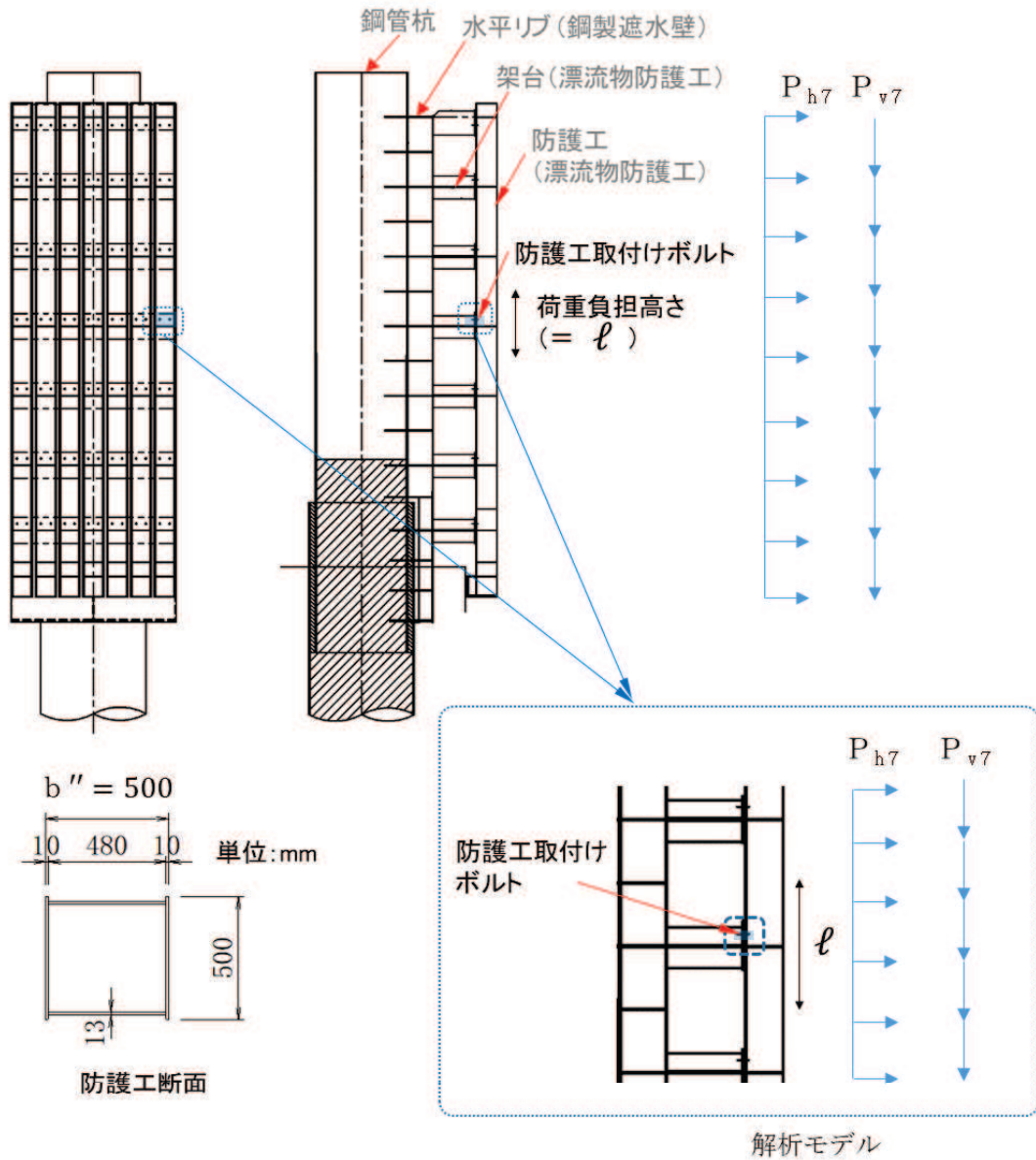


図 3.8-7 防護工取付けボルトの照査概念図

### 3.8.3 RC 遮水壁

RC 遮水壁は、コンクリートの曲げ圧縮応力、せん断応力及び鉄筋の引張応力が許容限界以下であることを確認する。

RC 遮水壁の応力度算定は、解析コード「UC-win/section Ver.6.02.02」を使用する。

解析コードの検証及び妥当性確認の概要については、添付書類「VI-5 計算機プログラム(解析コード)の概要」に示す。

### 3.8.4 背面補強工

背面補強工の評価は、背面補強工を通るすべり線のすべり安全率が 1.2 以上であることを確認する。

すべり安全率の算定フローを図 3.8-8 に示す。すべり安全率は、想定したすべり線上の応力状態をもとに、すべり線上のせん断抵抗力の和をせん断力の和で除した値として時々刻々求め、最小すべり安全率のすべり線を選定する。想定すべり線は、背面補強工の端部を基点として±5° 間隔で設定する。背面補強工の想定すべり線を図 3.8-9 に示す。

また、すべり線設定の考え方は「6.1.9 12. すべり線設定の考え方」に示す。

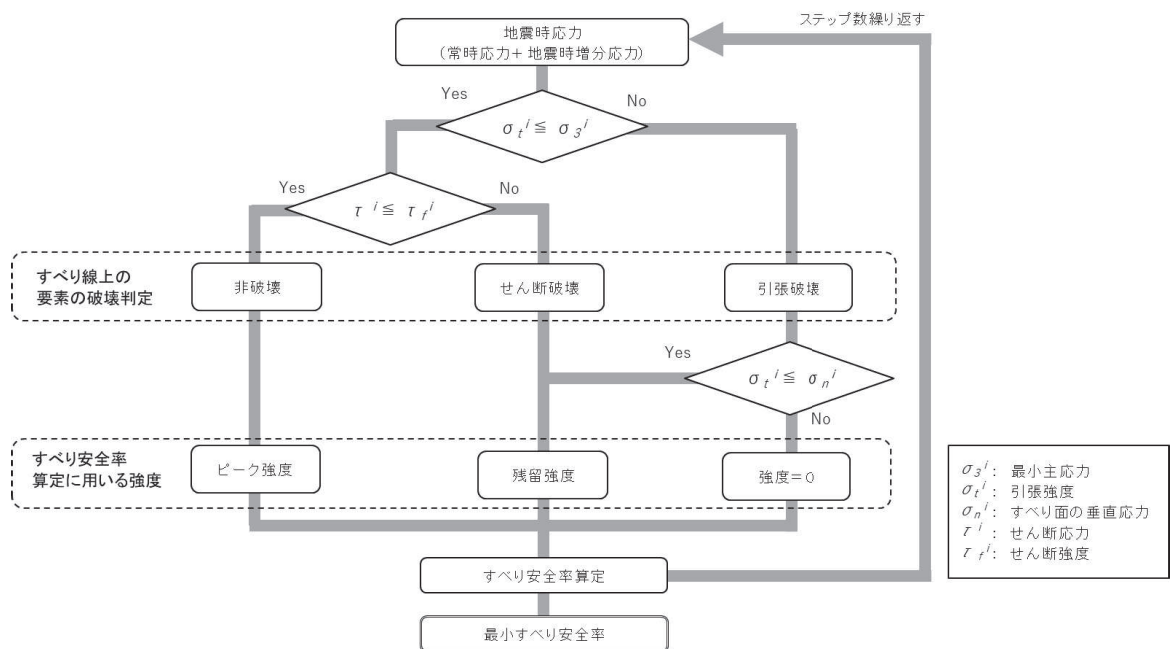


図 3.8-8 すべり安全率算定のフロー

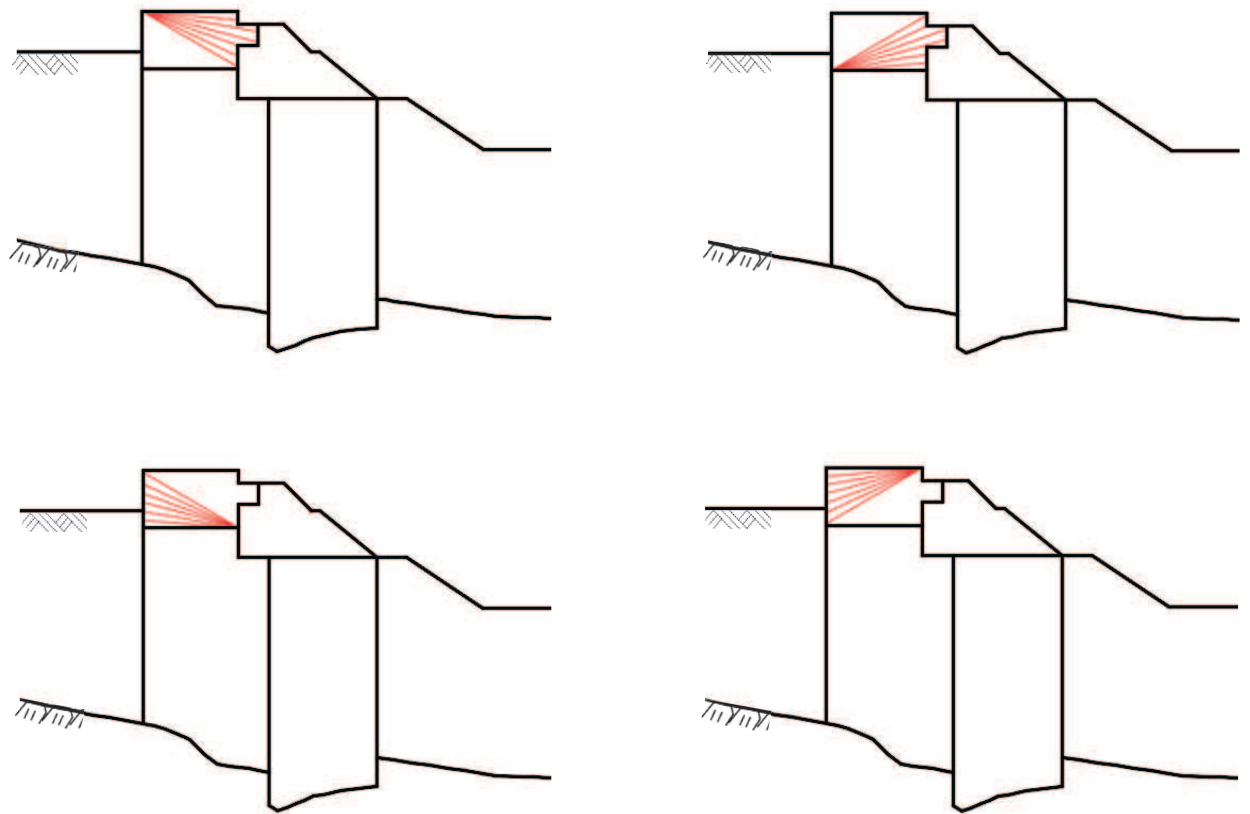


図 3.8-9 背面補強工の想定すべり線（断面①～⑤共通）

### 3.8.5 置換コンクリート

置換コンクリートの評価は、置換コンクリートを通るすべり線のすべり安全率が 1.2 以上であることを確認する。なお、地盤と施設を連成した 2 次元動的有限要素法解析により、各要素の破壊状況についても確認し、必要に応じて破壊の進展を考慮した検討（非線形解析等）を行う。

すべり安全率の算定フローを図 3.8-8 に示す。すべり安全率は、想定したすべり線上の応力状態をもとに、すべり線上のせん断抵抗力の和をせん断力の和で除した値として時々刻々求め、最小すべり安全率のすべり線を選定する。想定すべり線は、背面補強工の端部を基点として  $\pm 5^\circ$  間隔で設定する。置換コンクリートの想定すべり線を図 3.8-10 に示す。

また、すべり線設定の考え方は「6.1.9 12. すべり線設定の考え方」に示す。

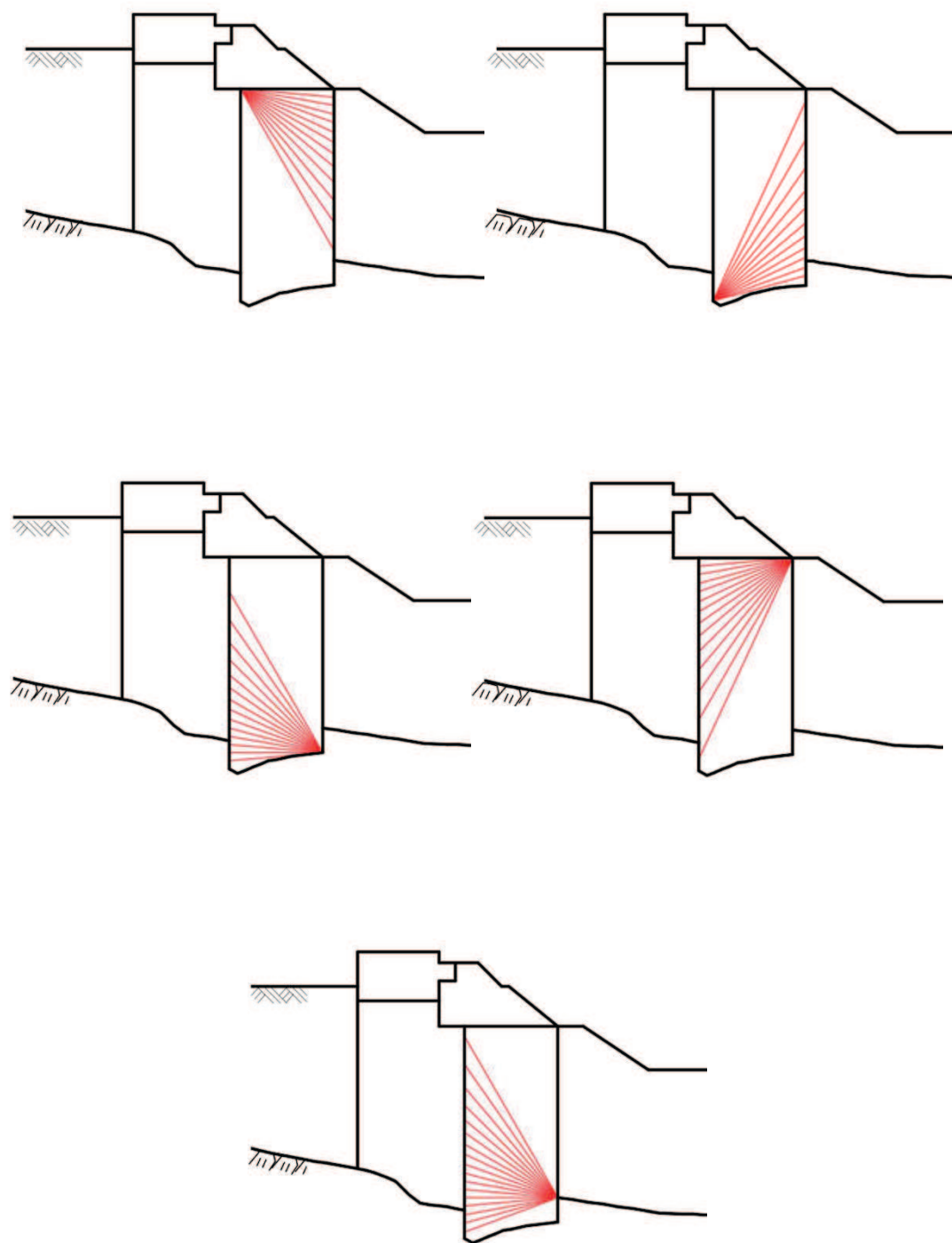


図 3.8-10 置換コンクリートの想定すべり線

### 3.8.6 改良地盤

改良地盤の評価は、改良地盤を通るすべり線のすべり安全率が1.2以上であることを確認する。なお、地盤と施設を連成した2次元動的有限要素法解析により、各要素の破壊状況についても確認し、必要に応じて破壊の進展を考慮した検討（非線形解析等）を行う。

また、改良地盤の強度特性のばらつきを考慮した評価（平均値 $-1\sigma$ 強度）についても実施する。その際の解析ケースはケース①（基本ケース）とする。

すべり安全率の算定フローを図3.8-8に示す。すべり安全率は、想定したすべり線上の応力状態をもとに、すべり線上のせん断抵抗力の和をせん断力の和で除した値として時々刻々求め、最小すべり安全率のすべり線を選定する。想定すべり線は、背面補強工の端部を基点として $\pm 5^\circ$ 間隔で設定する。改良地盤の想定すべり線を図3.8-11に示す。

また、すべり線設定の考え方は「6.1.9 12. すべり線設定の考え方」に示す。

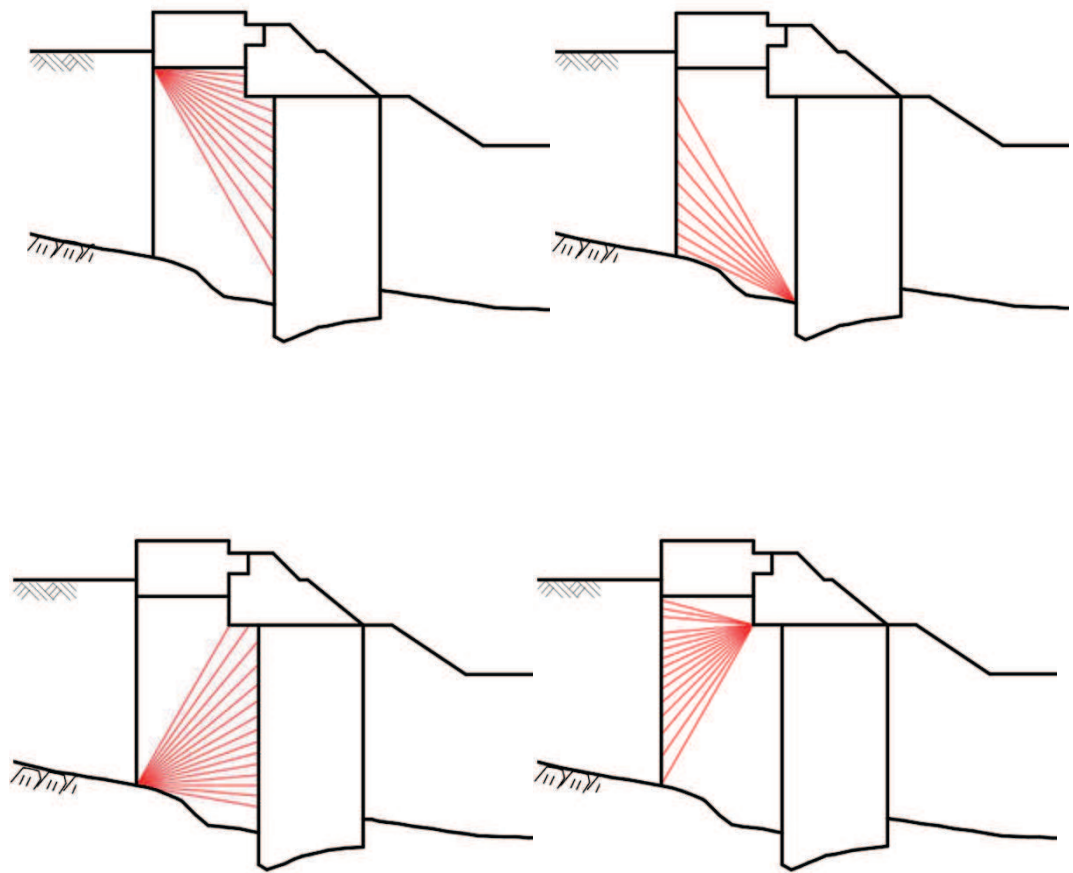


図3.8-11 改良地盤の想定すべり線

### 3.8.7 セメント改良土

セメント改良土の評価は、セメント改良土を通るすべり線のすべり安全率が1.2以上であることを確認する。なお、地盤と施設を連成した2次元動的有限要素法解析により、各要素の破壊状況についても確認し、必要に応じて破壊の進展を考慮した検討（非線形解析等）を行う。

また、セメント改良土の強度特性のばらつきを考慮した評価（平均値 $-1\sigma$ 強度）についても実施する。その際の解析ケースはケース①（基本ケース）とする。

すべり安全率の算定フローを図3.8-8に示す。すべり安全率は、想定したすべり線上の応力状態をもとに、すべり線上のせん断抵抗力の和をせん断力の和で除した値として時々刻々求め、最小すべり安全率のすべり線を選定する。想定すべり線は、背面補強工の端部を基点として $\pm 5^\circ$  間隔で設定する。セメント改良土の想定すべり線を図3.8-12に示す。また、すべり線設定の考え方は「6.1.9 12. すべり線設定の考え方」に示す。

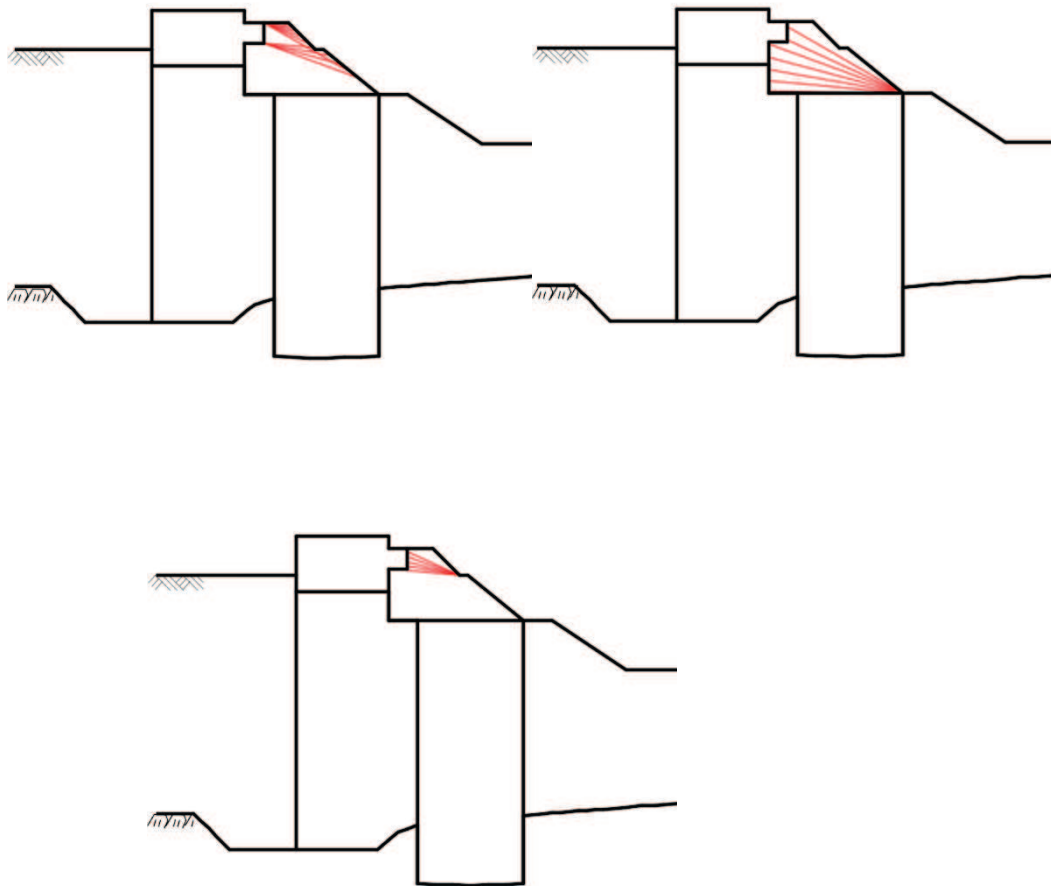


図3.8-12(1) セメント改良土の想定すべり線（断面①～③共通）

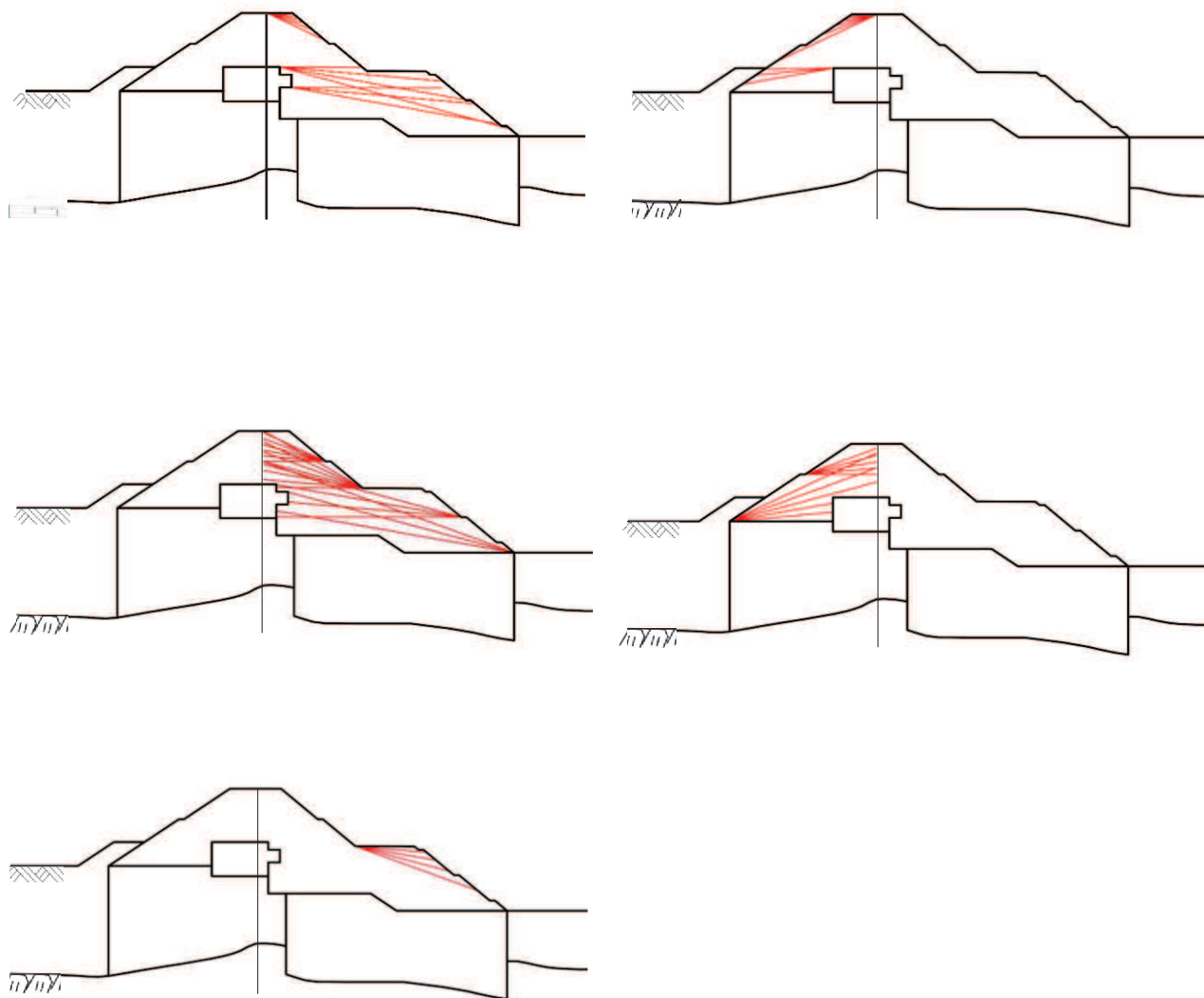


図 3.8-12(2) セメント改良土の想定すべり線（断面④）

### 3.8.8 止水ジョイントの変形性評価

止水ジョイント部材の地震時の評価について、防潮堤軸直交方向（以下、「軸直交方向」という）及び防潮堤軸方向（以下、「軸方向」という）ともに、地震荷重による最大相対変位が許容限界以下であることを確認する。

### 3.8.9 基礎地盤

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許容限界以下であることを確認する。

#### 4. 評価結果

##### 4.1 地震応答解析結果

地震応答解析結果として「断面力分布図」，「最大せん断ひずみ分布」，「最大過剰間隙水圧比分布」を記載する。なお，断面力分布について，鋼管杭は杭1本あたり，RC 遮水壁は単位奥行きあたりの断面力を図示する。

耐震評価においては，「補足 610-20 屋外重要土木構造物の耐震安全性評価について」に基づき，全ての基準地震動  $S_s$  に対して実施するケース①において，曲げ・軸力系の破壊に対する照査，せん断破壊に対する照査及び基礎地盤の支持性能に対する照査の各評価項目について，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，追加解析ケース②，③を実施する。

##### 4.1.1 解析ケースと照査値

###### (1) 断面①

###### a. 鋼管杭の曲げ・軸力系の破壊に対する照査

表 4.1-1 に鋼管杭の曲げ・軸力系の破壊に対する照査の実施ケースと照査値を示す。

表 4.1-1 鋼管杭の曲げ・軸力系の破壊に対する実施ケースと照査値（断面①）

| 解析ケース<br>地震動 |    | 曲げ・軸力系の破壊に対する照査 |      |      |
|--------------|----|-----------------|------|------|
|              |    | ①               | ②    | ③    |
| $S_s - D 1$  | ++ | 0.38            |      |      |
|              | -+ | 0.34            |      |      |
|              | +- | 0.30            |      |      |
|              | -- | 0.37            |      |      |
| $S_s - D 2$  | ++ | 0.40            |      |      |
|              | -+ | 0.37            |      |      |
|              | +- | 0.39            |      |      |
|              | -- | 0.42            | 0.40 | 0.41 |
| $S_s - D 3$  | ++ | 0.26            |      |      |
|              | -+ | 0.30            |      |      |
|              | +- | 0.29            |      |      |
|              | -- | 0.28            |      |      |
| $S_s - F 1$  | ++ | 0.27            |      |      |
|              | -+ | 0.17            |      |      |
| $S_s - F 2$  | ++ | 0.30            |      |      |
|              | -+ | 0.21            |      |      |
| $S_s - F 3$  | ++ | 0.25            |      |      |
|              | -+ | 0.37            |      |      |
| $S_s - N 1$  | ++ | 0.22            |      |      |
|              | -+ | 0.21            |      |      |



b. 鋼管杭のせん断破壊に対する照査

表 4.1-2 に鋼管杭のせん断破壊に対する照査の実施ケースと照査値を示す。

表 4.1-2 鋼管杭のせん断破壊に対する実施ケースと照査値（断面①）

| 解析ケース<br>地震動 |    | せん断破壊に対する照査 |      |      |
|--------------|----|-------------|------|------|
|              |    | ①           | ②    | ③    |
| S s - D 1    | ++ | 0.22        |      |      |
|              | -+ | 0.19        |      |      |
|              | +- | 0.17        |      |      |
|              | -- | 0.25        |      |      |
| S s - D 2    | ++ | 0.27        |      |      |
|              | -+ | 0.25        |      |      |
|              | +- | 0.23        |      |      |
|              | -- | 0.24        | 0.23 | 0.24 |
| S s - D 3    | ++ | 0.18        |      |      |
|              | -+ | 0.17        |      |      |
|              | +- | 0.18        |      |      |
|              | -- | 0.16        |      |      |
| S s - F 1    | ++ | 0.19        |      |      |
|              | -+ | 0.11        |      |      |
| S s - F 2    | ++ | 0.18        |      |      |
|              | -+ | 0.13        |      |      |
| S s - F 3    | ++ | 0.14        |      |      |
|              | -+ | 0.24        |      |      |
| S s - N 1    | ++ | 0.13        |      |      |
|              | -+ | 0.15        |      |      |

c. 背面補強工のすべり安全率照査

表 4.1-3 に背面補強工のすべり安全率照査の実施ケースと照査値を示す。

表 4.1-3 背面補強工のすべり安全率照査に対する実施ケースと照査値（断面①）

| 地震動       |    | 解析ケース |      |      | すべり安全率照査 |  |  |
|-----------|----|-------|------|------|----------|--|--|
|           |    | ①     | ②    | ③    |          |  |  |
| S s - D 1 | ++ | 24.8  |      |      |          |  |  |
|           | -+ | 25.7  |      |      |          |  |  |
|           | +- | 25.8  |      |      |          |  |  |
|           | -- | 21.9  |      |      |          |  |  |
| S s - D 2 | ++ | 23.1  |      |      |          |  |  |
|           | -+ | 22.1  |      |      |          |  |  |
|           | +- | 25.2  |      |      |          |  |  |
|           | -- | 24.7  | 24.8 | 23.8 |          |  |  |
| S s - D 3 | ++ | 27.9  |      |      |          |  |  |
|           | -+ | 31.1  |      |      |          |  |  |
|           | +- | 29.3  |      |      |          |  |  |
|           | -- | 31.5  |      |      |          |  |  |
| S s - F 1 | ++ | 25.9  |      |      |          |  |  |
|           | -+ | 40.2  |      |      |          |  |  |
| S s - F 2 | ++ | 25.5  |      |      |          |  |  |
|           | -+ | 33.4  |      |      |          |  |  |
| S s - F 3 | ++ | 35.7  |      |      |          |  |  |
|           | -+ | 20.7  |      |      |          |  |  |
| S s - N 1 | ++ | 35.5  |      |      |          |  |  |
|           | -+ | 29.3  |      |      |          |  |  |

d. 置換コンクリートのすべり安全率照査

表 4.1-4 に置換コンクリートのすべり安全率照査の実施ケースと照査値を示す。

表 4.1-4 置換コンクリートのすべり安全率照査に対する実施ケースと照査値（断面①）

| 解析ケース<br>地震動       |     | すべり安全率照査 |     |     |
|--------------------|-----|----------|-----|-----|
|                    |     | ①        | ②   | ③   |
| S <sub>s</sub> -D1 | ++  | 5.2      |     |     |
|                    | -+  | 5.1      |     |     |
|                    | + - | 5.1      |     |     |
|                    | --  | 5.1      |     |     |
| S <sub>s</sub> -D2 | ++  | 5.2      |     |     |
|                    | -+  | 4.9      |     |     |
|                    | + - | 5.3      |     |     |
|                    | --  | 4.9      | 4.6 | 5.3 |
| S <sub>s</sub> -D3 | ++  | 6.4      |     |     |
|                    | -+  | 6.3      |     |     |
|                    | + - | 6.6      |     |     |
|                    | --  | 6.2      |     |     |
| S <sub>s</sub> -F1 | ++  | 5.3      |     |     |
|                    | -+  | 6.0      |     |     |
| S <sub>s</sub> -F2 | ++  | 5.9      |     |     |
|                    | -+  | 5.1      |     |     |
| S <sub>s</sub> -F3 | ++  | 6.6      |     |     |
|                    | -+  | 5.8      |     |     |
| S <sub>s</sub> -N1 | ++  | 4.2      |     |     |
|                    | -+  | 6.2      |     |     |

e. 改良地盤のすべり安全率照査

表 4.1-5 に改良地盤のすべり安全率照査の実施ケースと照査値を示す。

表 4.1-5 改良地盤のすべり安全率照査に対する実施ケースと照査値（断面①）

| 解析ケース<br>地震動 |    | すべり安全率照査 |                 |     |     |
|--------------|----|----------|-----------------|-----|-----|
|              |    | ①        | ①（平均値－<br>1σ強度） | ②   | ③   |
| S s - D 1    | ++ | 3.0      | 3.0             |     |     |
|              | -+ | 3.2      | 3.1             |     |     |
|              | +- | 2.8      | 2.8             |     |     |
|              | -- | 3.4      | 3.4             |     |     |
| S s - D 2    | ++ | 3.3      | 3.3             |     |     |
|              | -+ | 3.1      | 3.1             |     |     |
|              | +- | 3.0      | 2.9             |     |     |
|              | -- | 3.1      | 3.1             | 2.9 | 3.6 |
| S s - D 3    | ++ | 3.6      | 3.5             |     |     |
|              | -+ | 3.0      | 3.0             |     |     |
|              | +- | 3.4      | 3.4             |     |     |
|              | -- | 3.3      | 3.2             |     |     |
| S s - F 1    | ++ | 2.9      | 2.9             |     |     |
|              | -+ | 3.1      | 3.1             |     |     |
| S s - F 2    | ++ | 3.1      | 3.1             |     |     |
|              | -+ | 3.3      | 3.3             |     |     |
| S s - F 3    | ++ | 3.2      | 3.1             |     |     |
|              | -+ | 3.3      | 3.2             |     |     |
| S s - N 1    | ++ | 3.0      | 3.0             |     |     |
|              | -+ | 2.6      | 2.5             |     |     |

f. セメント改良土のすべり安全率照査

表 4.1-6 にセメント改良土のすべり安全率照査の実施ケースと照査値を示す。

表 4.1-6 セメント改良土のすべり安全率照査に対する実施ケースと照査値（断面①）

| 解析ケース<br>地震動 |    | すべり安全率照査 |                 |     |     |
|--------------|----|----------|-----------------|-----|-----|
|              |    | ①        | ①（平均値－<br>1σ強度） | ②   | ③   |
| S s - D 1    | ++ | 3.8      | 3.7             |     |     |
|              | -+ | 4.2      | 4.1             |     |     |
|              | +- | 4.0      | 3.8             |     |     |
|              | -- | 3.7      | 3.5             |     |     |
| S s - D 2    | ++ | 3.7      | 3.5             |     |     |
|              | -+ | 4.0      | 3.8             |     |     |
|              | +- | 4.0      | 3.8             |     |     |
|              | -- | 3.9      | 3.7             | 4.3 | 3.2 |
| S s - D 3    | ++ | 4.3      | 4.1             |     |     |
|              | -+ | 4.7      | 4.5             |     |     |
|              | +- | 4.6      | 4.4             |     |     |
|              | -- | 5.0      | 4.8             |     |     |
| S s - F 1    | ++ | 4.4      | 4.2             |     |     |
|              | -+ | 5.8      | 5.5             |     |     |
| S s - F 2    | ++ | 4.0      | 3.9             |     |     |
|              | -+ | 4.9      | 4.7             |     |     |
| S s - F 3    | ++ | 5.2      | 5.0             |     |     |
|              | -+ | 3.5      | 3.3             |     |     |
| S s - N 1    | ++ | 4.4      | 4.3             |     |     |
|              | -+ | 6.3      | 6.0             |     |     |

g. 基礎地盤の支持性能に対する照査

(a) 鋼管杭

表 4.1-7 に鋼管杭の基礎地盤の支持性能に対する照査の実施ケースと照査値を示す。

表 4.1-7 基礎地盤の支持性能に対する実施ケースと照査値（断面①，鋼管杭）

| 解析ケース<br>地震動 |    | 基礎地盤の支持性能に対する照査 |      |      |
|--------------|----|-----------------|------|------|
|              |    | ①               | ②    | ③    |
| S s - D 1    | ++ | 0.16            |      |      |
|              | -+ | 0.15            |      |      |
|              | +- | 0.17            |      |      |
|              | -- | 0.16            |      |      |
| S s - D 2    | ++ | 0.14            |      |      |
|              | -+ | 0.12            |      |      |
|              | +- | 0.15            |      |      |
|              | -- | 0.15            | 0.15 | 0.15 |
| S s - D 3    | ++ | 0.12            |      |      |
|              | -+ | 0.11            |      |      |
|              | +- | 0.12            |      |      |
|              | -- | 0.11            |      |      |
| S s - F 1    | ++ | 0.15            |      |      |
|              | -+ | 0.09            |      |      |
| S s - F 2    | ++ | 0.13            |      |      |
|              | -+ | 0.09            |      |      |
| S s - F 3    | ++ | 0.11            |      |      |
|              | -+ | 0.15            |      |      |
| S s - N 1    | ++ | 0.12            |      |      |
|              | -+ | 0.17            |      |      |

(b) 背面補強工

表 4.1-8 に背面補強工の基礎地盤の支持性能に対する照査の実施ケースと照査値を示す。

表 4.1-8 基礎地盤の支持性能に対する実施ケースと照査値（断面①，背面補強工）

| 地震動       |    | 基礎地盤の支持性能に対する照査 |      |      |
|-----------|----|-----------------|------|------|
|           |    | ①               | ②    | ③    |
| S s - D 1 | ++ | 0.19            |      |      |
|           | -+ | 0.19            |      |      |
|           | +- | 0.19            |      |      |
|           | -- | 0.21            |      |      |
| S s - D 2 | ++ | 0.21            |      |      |
|           | -+ | 0.21            |      |      |
|           | +- | 0.19            |      |      |
|           | -- | 0.21            | 0.21 | 0.21 |
| S s - D 3 | ++ | 0.19            |      |      |
|           | -+ | 0.16            |      |      |
|           | +- | 0.16            |      |      |
|           | -- | 0.16            |      |      |
| S s - F 1 | ++ | 0.19            |      |      |
|           | -+ | 0.14            |      |      |
| S s - F 2 | ++ | 0.19            |      |      |
|           | -+ | 0.16            |      |      |
| S s - F 3 | ++ | 0.16            |      |      |
|           | -+ | 0.21            |      |      |
| S s - N 1 | ++ | 0.14            |      |      |
|           | -+ | 0.16            |      |      |

(b) 置換コンクリート

表 4.1-9 に置換コンクリートの基礎地盤の支持性能に対する照査の実施ケースと照査値を示す。

表 4.1-9 基礎地盤の支持性能に対する実施ケースと照査値（断面①，置換コンクリート）

| 解析ケース<br>地震動 |    | 基礎地盤の支持性能に対する照査 |      |      |
|--------------|----|-----------------|------|------|
|              |    | ①               | ②    | ③    |
| S s - D 1    | ++ | 0.36            |      |      |
|              | -+ | 0.35            |      |      |
|              | +- | 0.35            |      |      |
|              | -- | 0.36            |      |      |
| S s - D 2    | ++ | 0.34            |      |      |
|              | -+ | 0.35            |      |      |
|              | +- | 0.32            |      |      |
|              | -- | 0.36            | 0.38 | 0.33 |
| S s - D 3    | ++ | 0.32            |      |      |
|              | -+ | 0.28            |      |      |
|              | +- | 0.29            |      |      |
|              | -- | 0.30            |      |      |
| S s - F 1    | ++ | 0.31            |      |      |
|              | -+ | 0.30            |      |      |
| S s - F 2    | ++ | 0.35            |      |      |
|              | -+ | 0.29            |      |      |
| S s - F 3    | ++ | 0.32            |      |      |
|              | -+ | 0.34            |      |      |
| S s - N 1    | ++ | 0.41            |      |      |
|              | -+ | 0.32            |      |      |



(2) 断面②

a. 鋼管杭の曲げ・軸力系の破壊に対する照査

表 4.1-10 に鋼管杭の曲げ・軸力系の破壊に対する照査の実施ケースと照査値を示す。

表 4.1-10 鋼管杭の曲げ・軸力系の破壊に対する実施ケースと照査値 (断面②)

| 解析ケース<br>地震動 |    | 曲げ・軸力系の破壊に対する照査 |      |      |
|--------------|----|-----------------|------|------|
|              |    | ①               | ②    | ③    |
| S s - D 1    | ++ | 0.39            |      |      |
|              | -+ | 0.34            |      |      |
|              | +- | 0.33            |      |      |
|              | -- | 0.39            |      |      |
| S s - D 2    | ++ | 0.47            |      |      |
|              | -+ | 0.35            |      |      |
|              | +- | 0.35            |      |      |
|              | -- | 0.50            | 0.52 | 0.48 |
| S s - D 3    | ++ | 0.28            |      |      |
|              | -+ | 0.33            |      |      |
|              | +- | 0.32            |      |      |
|              | -- | 0.30            |      |      |
| S s - F 1    | ++ | 0.37            |      |      |
|              | -+ | 0.20            |      |      |
| S s - F 2    | ++ | 0.30            |      |      |
|              | -+ | 0.28            |      |      |
| S s - F 3    | ++ | 0.38            |      |      |
|              | -+ | 0.37            |      |      |
| S s - N 1    | ++ | 0.21            |      |      |
|              | -+ | 0.26            |      |      |

b. 鋼管杭のせん断破壊に対する照査

表 4.1-11 に鋼管杭のせん断破壊に対する照査の実施ケースと照査値を示す。

表 4.1-11 鋼管杭のせん断破壊に対する実施ケースと照査値（断面②）

| 解析ケース<br>地震動 |    | せん断破壊に対する照査 |      |      |
|--------------|----|-------------|------|------|
|              |    | ①           | ②    | ③    |
| S s - D 1    | ++ | 0.22        |      |      |
|              | -+ | 0.19        |      |      |
|              | +- | 0.20        |      |      |
|              | -- | 0.26        |      |      |
| S s - D 2    | ++ | 0.31        |      |      |
|              | -+ | 0.22        |      |      |
|              | +- | 0.21        |      |      |
|              | -- | 0.29        | 0.29 | 0.28 |
| S s - D 3    | ++ | 0.18        |      |      |
|              | -+ | 0.20        |      |      |
|              | +- | 0.21        |      |      |
|              | -- | 0.17        |      |      |
| S s - F 1    | ++ | 0.20        |      |      |
|              | -+ | 0.12        |      |      |
| S s - F 2    | ++ | 0.18        |      |      |
|              | -+ | 0.16        |      |      |
| S s - F 3    | ++ | 0.21        |      |      |
|              | -+ | 0.21        |      |      |
| S s - N 1    | ++ | 0.12        |      |      |
|              | -+ | 0.19        |      |      |

c. 背面補強工のすべり安全率照査

表 4.1-12 に背面補強工のすべり安全率照査の実施ケースと照査値を示す。

表 4.1-12 背面補強工のすべり安全率照査に対する実施ケースと照査値（断面②）

| 地震動       |    | 解析ケース |      |      | すべり安全率照査 |   |   |
|-----------|----|-------|------|------|----------|---|---|
|           |    | ①     | ②    | ③    | ①        | ② | ③ |
| S s - D 1 | ++ | 26.6  |      |      |          |   |   |
|           | -+ | 29.3  |      |      |          |   |   |
|           | +- | 25.3  |      |      |          |   |   |
|           | -- | 24.2  |      |      |          |   |   |
| S s - D 2 | ++ | 20.7  |      |      |          |   |   |
|           | -+ | 27.1  |      |      |          |   |   |
|           | +- | 26.9  |      |      |          |   |   |
|           | -- | 21.0  | 20.3 | 21.8 |          |   |   |
| S s - D 3 | ++ | 27.4  |      |      |          |   |   |
|           | -+ | 30.7  |      |      |          |   |   |
|           | +- | 29.5  |      |      |          |   |   |
|           | -- | 32.4  |      |      |          |   |   |
| S s - F 1 | ++ | 29.1  |      |      |          |   |   |
|           | -+ | 38.3  |      |      |          |   |   |
| S s - F 2 | ++ | 28.7  |      |      |          |   |   |
|           | -+ | 32.6  |      |      |          |   |   |
| S s - F 3 | ++ | 27.7  |      |      |          |   |   |
|           | -+ | 22.9  |      |      |          |   |   |
| S s - N 1 | ++ | 34.4  |      |      |          |   |   |
|           | -+ | 26.5  |      |      |          |   |   |

d. 置換コンクリートのすべり安全率照査

表 4.1-13 に置換コンクリートのすべり安全率照査の実施ケースと照査値を示す。

表 4.1-13 置換コンクリートのすべり安全率照査に対する実施ケースと照査値（断面②）

| 解析ケース<br>地震動 |     | すべり安全率照査 |     |     |
|--------------|-----|----------|-----|-----|
|              |     | ①        | ②   | ③   |
| S s - D 1    | ++  | 5.9      |     |     |
|              | -+  | 5.8      |     |     |
|              | + - | 6.6      |     |     |
|              | --  | 5.7      |     |     |
| S s - D 2    | ++  | 5.9      |     |     |
|              | -+  | 5.8      |     |     |
|              | + - | 6.0      |     |     |
|              | --  | 5.3      | 5.2 | 5.6 |
| S s - D 3    | ++  | 6.8      |     |     |
|              | -+  | 7.6      |     |     |
|              | + - | 7.5      |     |     |
|              | --  | 7.0      |     |     |
| S s - F 1    | ++  | 7.2      |     |     |
|              | -+  | 7.2      |     |     |
| S s - F 2    | ++  | 6.9      |     |     |
|              | -+  | 6.4      |     |     |
| S s - F 3    | ++  | 6.6      |     |     |
|              | -+  | 6.2      |     |     |
| S s - N 1    | ++  | 4.6      |     |     |
|              | -+  | 7.1      |     |     |

e. 改良地盤のすべり安全率照査

表 4.1-14 に改良地盤のすべり安全率照査の実施ケースと照査値を示す。

表 4.1-14 改良地盤のすべり安全率照査に対する実施ケースと照査値（断面②）

| 解析ケース<br>地震動 |    | すべり安全率照査 |                 |     |     |
|--------------|----|----------|-----------------|-----|-----|
|              |    | ①        | ①（平均値－<br>1σ強度） | ②   | ③   |
| S s - D 1    | ++ | 3.5      | 3.5             |     |     |
|              | -+ | 3.4      | 3.4             |     |     |
|              | +- | 3.5      | 3.5             |     |     |
|              | -- | 3.9      | 3.8             |     |     |
| S s - D 2    | ++ | 3.5      | 3.5             |     |     |
|              | -+ | 3.8      | 3.8             |     |     |
|              | +- | 3.6      | 3.5             |     |     |
|              | -- | 3.7      | 3.7             | 3.6 | 3.8 |
| S s - D 3    | ++ | 4.3      | 4.3             |     |     |
|              | -+ | 4.4      | 4.4             |     |     |
|              | +- | 4.2      | 4.2             |     |     |
|              | -- | 4.4      | 4.4             |     |     |
| S s - F 1    | ++ | 3.9      | 3.8             |     |     |
|              | -+ | 5.1      | 5.1             |     |     |
| S s - F 2    | ++ | 3.1      | 3.1             |     |     |
|              | -+ | 4.4      | 4.4             |     |     |
| S s - F 3    | ++ | 3.8      | 3.8             |     |     |
|              | -+ | 3.7      | 3.7             |     |     |
| S s - N 1    | ++ | 3.9      | 3.9             |     |     |
|              | -+ | 2.6      | 2.6             |     |     |

f. セメント改良土のすべり安全率照査

表 4.1-15 にセメント改良土のすべり安全率照査の実施ケースと照査値を示す。

表 4.1-15 セメント改良土のすべり安全率照査に対する実施ケースと照査値（断面②）

| 解析ケース<br>地震動 |    | すべり安全率照査 |                 |     |     |
|--------------|----|----------|-----------------|-----|-----|
|              |    | ①        | ①（平均値－<br>1σ強度） | ②   | ③   |
| S s - D 1    | ++ | 4.0      | 3.9             |     |     |
|              | -+ | 4.0      | 3.8             |     |     |
|              | +- | 4.1      | 4.0             |     |     |
|              | -- | 3.8      | 3.6             |     |     |
| S s - D 2    | ++ | 3.5      | 3.4             |     |     |
|              | -+ | 4.1      | 3.9             |     |     |
|              | +- | 3.9      | 3.7             |     |     |
|              | -- | 3.7      | 3.6             | 4.0 | 3.5 |
| S s - D 3    | ++ | 4.3      | 4.1             |     |     |
|              | -+ | 4.2      | 4.0             |     |     |
|              | +- | 4.3      | 4.1             |     |     |
|              | -- | 3.9      | 3.7             |     |     |
| S s - F 1    | ++ | 4.3      | 4.1             |     |     |
|              | -+ | 5.6      | 5.4             |     |     |
| S s - F 2    | ++ | 3.7      | 3.6             |     |     |
|              | -+ | 5.5      | 5.3             |     |     |
| S s - F 3    | ++ | 5.0      | 4.8             |     |     |
|              | -+ | 3.7      | 3.6             |     |     |
| S s - N 1    | ++ | 4.5      | 4.3             |     |     |
|              | -+ | 6.4      | 6.2             |     |     |

g. 基礎地盤の支持性能に対する照査

(a) 鋼管杭

表 4.1-16 に鋼管杭の基礎地盤の支持性能に対する照査の実施ケースと照査値を示す。

表 4.1-16 基礎地盤の支持性能に対する実施ケースと照査値（断面②，鋼管杭）

| 解析ケース<br>地震動 |    | 基礎地盤の支持性能に対する照査 |      |      |
|--------------|----|-----------------|------|------|
|              |    | ①               | ②    | ③    |
| S s - D 1    | ++ | 0.10            |      |      |
|              | -+ | 0.09            |      |      |
|              | +- | 0.12            |      |      |
|              | -- | 0.10            |      |      |
| S s - D 2    | ++ | 0.10            |      |      |
|              | -+ | 0.12            |      |      |
|              | +- | 0.09            |      |      |
|              | -- | 0.12            | 0.11 | 0.14 |
| S s - D 3    | ++ | 0.09            |      |      |
|              | -+ | 0.08            |      |      |
|              | +- | 0.08            |      |      |
|              | -- | 0.08            |      |      |
| S s - F 1    | ++ | 0.08            |      |      |
|              | -+ | 0.08            |      |      |
| S s - F 2    | ++ | 0.09            |      |      |
|              | -+ | 0.08            |      |      |
| S s - F 3    | ++ | 0.08            |      |      |
|              | -+ | 0.09            |      |      |
| S s - N 1    | ++ | 0.07            |      |      |
|              | -+ | 0.13            |      |      |

(b) 背面補強工

表 4.1-17 に背面補強工の基礎地盤の支持性能に対する照査の実施ケースと照査値を示す。

表 4.1-17 基礎地盤の支持性能に対する実施ケースと照査値（断面②，背面補強工）

| 解析ケース<br>地震動 |    | 基礎地盤の支持性能に対する照査 |      |      |
|--------------|----|-----------------|------|------|
|              |    | ①               | ②    | ③    |
| S s - D 1    | ++ | 0.19            |      |      |
|              | -+ | 0.16            |      |      |
|              | +- | 0.19            |      |      |
|              | -- | 0.19            |      |      |
| S s - D 2    | ++ | 0.19            |      |      |
|              | -+ | 0.19            |      |      |
|              | +- | 0.16            |      |      |
|              | -- | 0.21            | 0.21 | 0.19 |
| S s - D 3    | ++ | 0.19            |      |      |
|              | -+ | 0.16            |      |      |
|              | +- | 0.16            |      |      |
|              | -- | 0.16            |      |      |
| S s - F 1    | ++ | 0.16            |      |      |
|              | -+ | 0.14            |      |      |
| S s - F 2    | ++ | 0.16            |      |      |
|              | -+ | 0.16            |      |      |
| S s - F 3    | ++ | 0.16            |      |      |
|              | -+ | 0.21            |      |      |
| S s - N 1    | ++ | 0.16            |      |      |
|              | -+ | 0.16            |      |      |



(c) 置換コンクリート

表 4.1-18 に置換コンクリートの基礎地盤の支持性能に対する照査の実施ケースと照査値を示す。

表 4.1-18 基礎地盤の支持性能に対する実施ケースと照査値（断面②，置換コンクリート）

| 解析ケース<br>地震動 |    | 基礎地盤の支持性能に対する照査 |      |      |
|--------------|----|-----------------|------|------|
|              |    | ①               | ②    | ③    |
| S s - D 1    | ++ | 0.29            |      |      |
|              | -+ | 0.30            |      |      |
|              | +- | 0.27            |      |      |
|              | -- | 0.30            |      |      |
| S s - D 2    | ++ | 0.29            |      |      |
|              | -+ | 0.29            |      |      |
|              | +- | 0.28            |      |      |
|              | -- | 0.31            | 0.31 | 0.30 |
| S s - D 3    | ++ | 0.29            |      |      |
|              | -+ | 0.24            |      |      |
|              | +- | 0.25            |      |      |
|              | -- | 0.25            |      |      |
| S s - F 1    | ++ | 0.24            |      |      |
|              | -+ | 0.28            |      |      |
| S s - F 2    | ++ | 0.26            |      |      |
|              | -+ | 0.31            |      |      |
| S s - F 3    | ++ | 0.29            |      |      |
|              | -+ | 0.28            |      |      |
| S s - N 1    | ++ | 0.33            |      |      |
|              | -+ | 0.29            |      |      |

(3) 断面③

a. 鋼管杭の曲げ・軸力系の破壊に対する照査

表 4.1-19 に鋼管杭の曲げ・軸力系の破壊に対する照査の実施ケースと照査値を示す。

表 4.1-19 鋼管杭の曲げ・軸力系の破壊に対する実施ケースと照査値 (断面③)

| 解析ケース<br>地震動 |    | 曲げ・軸力系の破壊に対する照査 |      |      |
|--------------|----|-----------------|------|------|
|              |    | ①               | ②    | ③    |
| S s - D 1    | ++ | 0.42            |      |      |
|              | -+ | 0.32            |      |      |
|              | +- | 0.31            |      |      |
|              | -- | 0.41            |      |      |
| S s - D 2    | ++ | 0.43            |      |      |
|              | -+ | 0.33            |      |      |
|              | +- | 0.34            |      |      |
|              | -- | 0.46            | 0.47 | 0.45 |
| S s - D 3    | ++ | 0.27            |      |      |
|              | -+ | 0.32            |      |      |
|              | +- | 0.31            |      |      |
|              | -- | 0.30            |      |      |
| S s - F 1    | ++ | 0.26            |      |      |
|              | -+ | 0.19            |      |      |
| S s - F 2    | ++ | 0.27            |      |      |
|              | -+ | 0.25            |      |      |
| S s - F 3    | ++ | 0.31            |      |      |
|              | -+ | 0.34            |      |      |
| S s - N 1    | ++ | 0.26            |      |      |
|              | -+ | 0.24            |      |      |

b. 鋼管杭のせん断破壊に対する照査

表 4.1-20 に鋼管杭のせん断破壊に対する照査の実施ケースと照査値を示す。

表 4.1-20 鋼管杭のせん断破壊に対する実施ケースと照査値（断面③）

| 解析ケース<br>地震動        |     | せん断破壊に対する照査 |      |      |
|---------------------|-----|-------------|------|------|
|                     |     | ①           | ②    | ③    |
| S <sub>s</sub> -D 1 | ++  | 0.24        |      |      |
|                     | -+  | 0.18        |      |      |
|                     | + - | 0.18        |      |      |
|                     | --  | 0.27        |      |      |
| S <sub>s</sub> -D 2 | ++  | 0.28        |      |      |
|                     | -+  | 0.22        |      |      |
|                     | + - | 0.22        |      |      |
|                     | --  | 0.26        | 0.26 | 0.25 |
| S <sub>s</sub> -D 3 | ++  | 0.18        |      |      |
|                     | -+  | 0.19        |      |      |
|                     | + - | 0.19        |      |      |
|                     | --  | 0.18        |      |      |
| S <sub>s</sub> -F 1 | ++  | 0.16        |      |      |
|                     | -+  | 0.11        |      |      |
| S <sub>s</sub> -F 2 | ++  | 0.18        |      |      |
|                     | -+  | 0.14        |      |      |
| S <sub>s</sub> -F 3 | ++  | 0.17        |      |      |
|                     | -+  | 0.23        |      |      |
| S <sub>s</sub> -N 1 | ++  | 0.16        |      |      |
|                     | -+  | 0.13        |      |      |

c. 背面補強工のすべり安全率照査

表 4.1-21 に背面補強工のすべり安全率照査の実施ケースと照査値を示す。

表 4.1-21 背面補強工のすべり安全率照査に対する実施ケースと照査値（断面③）

| 地震動       |     | 解析ケース    |      |      |
|-----------|-----|----------|------|------|
|           |     | すべり安全率照査 |      |      |
|           |     | ①        | ②    | ③    |
| S s - D 1 | ++  | 24.3     |      |      |
|           | -+  | 28.5     |      |      |
|           | + - | 28.7     |      |      |
|           | --  | 23.6     |      |      |
| S s - D 2 | ++  | 23.0     |      |      |
|           | -+  | 28.1     |      |      |
|           | + - | 26.5     |      |      |
|           | --  | 23.3     | 22.8 | 23.9 |
| S s - D 3 | ++  | 29.7     |      |      |
|           | -+  | 31.0     |      |      |
|           | + - | 32.2     |      |      |
|           | --  | 31.0     |      |      |
| S s - F 1 | ++  | 34.0     |      |      |
|           | -+  | 37.5     |      |      |
| S s - F 2 | ++  | 31.1     |      |      |
|           | -+  | 37.3     |      |      |
| S s - F 3 | ++  | 31.2     |      |      |
|           | -+  | 21.9     |      |      |
| S s - N 1 | ++  | 31.0     |      |      |
|           | -+  | 30.9     |      |      |

d. 置換コンクリートのすべり安全率照査

表 4.1-22 に置換コンクリートのすべり安全率照査の実施ケースと照査値を示す。

表 4.1-22 置換コンクリートのすべり安全率照査に対する実施ケースと照査値（断面③）

| 地震動       |    | 解析ケース    |     |     |
|-----------|----|----------|-----|-----|
|           |    | すべり安全率照査 |     |     |
|           |    | ①        | ②   | ③   |
| S s - D 1 | ++ | 6.9      |     |     |
|           | -+ | 6.3      |     |     |
|           | +- | 7.5      |     |     |
|           | -- | 6.5      |     |     |
| S s - D 2 | ++ | 7.1      |     |     |
|           | -+ | 6.9      |     |     |
|           | +- | 7.2      |     |     |
|           | -- | 6.5      | 6.4 | 6.8 |
| S s - D 3 | ++ | 8.5      |     |     |
|           | -+ | 8.2      |     |     |
|           | +- | 7.7      |     |     |
|           | -- | 8.0      |     |     |
| S s - F 1 | ++ | 9.0      |     |     |
|           | -+ | 9.1      |     |     |
| S s - F 2 | ++ | 8.3      |     |     |
|           | -+ | 7.9      |     |     |
| S s - F 3 | ++ | 8.3      |     |     |
|           | -+ | 6.9      |     |     |
| S s - N 1 | ++ | 5.6      |     |     |
|           | -+ | 8.0      |     |     |

e. 改良地盤のすべり安全率照査

表 4. 1-23 に改良地盤のすべり安全率照査の実施ケースと照査値を示す。

表 4. 1-23 改良地盤のすべり安全率照査に対する実施ケースと照査値 (断面③)

| 解析ケース<br>地震動 |    | すべり安全率照査 |                  |     |     |
|--------------|----|----------|------------------|-----|-----|
|              |    | ①        | ① (平均値－<br>1σ強度) | ②   | ③   |
| S s - D 1    | ++ | 2.9      | 2.9              |     |     |
|              | -+ | 3.4      | 3.4              |     |     |
|              | +- | 2.9      | 2.9              |     |     |
|              | -- | 3.5      | 3.4              |     |     |
| S s - D 2    | ++ | 3.3      | 3.2              |     |     |
|              | -+ | 3.1      | 3.1              |     |     |
|              | +- | 3.1      | 3.1              |     |     |
|              | -- | 3.3      | 3.3              | 3.1 | 3.7 |
| S s - D 3    | ++ | 3.4      | 3.4              |     |     |
|              | -+ | 3.4      | 3.4              |     |     |
|              | +- | 3.3      | 3.3              |     |     |
|              | -- | 3.4      | 3.4              |     |     |
| S s - F 1    | ++ | 3.5      | 3.5              |     |     |
|              | -+ | 4.2      | 4.1              |     |     |
| S s - F 2    | ++ | 3.2      | 3.2              |     |     |
|              | -+ | 3.5      | 3.5              |     |     |
| S s - F 3    | ++ | 3.4      | 3.4              |     |     |
|              | -+ | 3.3      | 3.3              |     |     |
| S s - N 1    | ++ | 3.7      | 3.7              |     |     |
|              | -+ | 2.8      | 2.7              |     |     |

f. セメント改良土のすべり安全率照査

表 4.1-24 にセメント改良土のすべり安全率照査の実施ケースと照査値を示す。

表 4.1-24 セメント改良土のすべり安全率照査に対する実施ケースと照査値（断面③）

| 解析ケース<br>地震動 |    | すべり安全率照査 |                 |     |     |
|--------------|----|----------|-----------------|-----|-----|
|              |    | ①        | ①（平均値－<br>1σ強度） | ②   | ③   |
| S s - D 1    | ++ | 4.3      | 4.1             |     |     |
|              | -+ | 4.4      | 4.3             |     |     |
|              | +- | 4.5      | 4.3             |     |     |
|              | -- | 3.8      | 3.6             |     |     |
| S s - D 2    | ++ | 3.9      | 3.7             |     |     |
|              | -+ | 4.5      | 4.3             |     |     |
|              | +- | 4.4      | 4.2             |     |     |
|              | -- | 4.0      | 3.8             | 4.5 | 3.8 |
| S s - D 3    | ++ | 4.6      | 4.4             |     |     |
|              | -+ | 4.6      | 4.4             |     |     |
|              | +- | 4.7      | 4.5             |     |     |
|              | -- | 4.1      | 3.9             |     |     |
| S s - F 1    | ++ | 4.6      | 4.4             |     |     |
|              | -+ | 6.4      | 6.1             |     |     |
| S s - F 2    | ++ | 4.2      | 4.0             |     |     |
|              | -+ | 6.3      | 6.1             |     |     |
| S s - F 3    | ++ | 5.4      | 5.2             |     |     |
|              | -+ | 3.6      | 3.5             |     |     |
| S s - N 1    | ++ | 4.3      | 4.2             |     |     |
|              | -+ | 6.3      | 6.1             |     |     |

g. 基礎地盤の支持性能に対する照査

(a) 鋼管杭

表 4.1-25 に鋼管杭の基礎地盤の支持性能に対する照査の実施ケースと照査値を示す。

表 4.1-25 基礎地盤の支持性能に対する実施ケースと照査値（断面③，鋼管杭）

| 解析ケース<br>地震動 |    | 基礎地盤の支持性能に対する照査 |      |      |
|--------------|----|-----------------|------|------|
|              |    | ①               | ②    | ③    |
| S s - D 1    | ++ | 0.11            |      |      |
|              | -+ | 0.09            |      |      |
|              | +- | 0.11            |      |      |
|              | -- | 0.09            |      |      |
| S s - D 2    | ++ | 0.11            |      |      |
|              | -+ | 0.12            |      |      |
|              | +- | 0.11            |      |      |
|              | -- | 0.14            | 0.13 | 0.15 |
| S s - D 3    | ++ | 0.10            |      |      |
|              | -+ | 0.09            |      |      |
|              | +- | 0.10            |      |      |
|              | -- | 0.09            |      |      |
| S s - F 1    | ++ | 0.11            |      |      |
|              | -+ | 0.08            |      |      |
| S s - F 2    | ++ | 0.11            |      |      |
|              | -+ | 0.09            |      |      |
| S s - F 3    | ++ | 0.11            |      |      |
|              | -+ | 0.13            |      |      |
| S s - N 1    | ++ | 0.09            |      |      |
|              | -+ | 0.17            |      |      |



(b) 背面補強工

表 4.1-26 に背面補強工の基礎地盤の支持性能に対する照査の実施ケースと照査値を示す。

表 4.1-26 基礎地盤の支持性能に対する実施ケースと照査値（断面③，背面補強工）

| 地震動       |    | 基礎地盤の支持性能に対する照査 |      |      |
|-----------|----|-----------------|------|------|
|           |    | ①               | ②    | ③    |
| S s - D 1 | ++ | 0.19            |      |      |
|           | -+ | 0.16            |      |      |
|           | +- | 0.16            |      |      |
|           | -- | 0.19            |      |      |
| S s - D 2 | ++ | 0.21            |      |      |
|           | -+ | 0.19            |      |      |
|           | +- | 0.19            |      |      |
|           | -- | 0.19            | 0.19 | 0.19 |
| S s - D 3 | ++ | 0.16            |      |      |
|           | -+ | 0.14            |      |      |
|           | +- | 0.14            |      |      |
|           | -- | 0.16            |      |      |
| S s - F 1 | ++ | 0.14            |      |      |
|           | -+ | 0.14            |      |      |
| S s - F 2 | ++ | 0.14            |      |      |
|           | -+ | 0.14            |      |      |
| S s - F 3 | ++ | 0.16            |      |      |
|           | -+ | 0.19            |      |      |
| S s - N 1 | ++ | 0.14            |      |      |
|           | -+ | 0.14            |      |      |

(c) 置換コンクリート

表 4.1-27 に置換コンクリートの基礎地盤の支持性能に対する照査の実施ケースと照査値を示す。

表 4.1-27 基礎地盤の支持性能に対する実施ケースと照査値（断面③，置換コンクリート）

| 解析ケース<br>地震動 |    | 基礎地盤の支持性能に対する照査 |      |      |
|--------------|----|-----------------|------|------|
|              |    | ①               | ②    | ③    |
| S s - D 1    | ++ | 0.19            |      |      |
|              | -+ | 0.19            |      |      |
|              | +- | 0.18            |      |      |
|              | -- | 0.21            |      |      |
| S s - D 2    | ++ | 0.21            |      |      |
|              | -+ | 0.19            |      |      |
|              | +- | 0.19            |      |      |
|              | -- | 0.20            | 0.21 | 0.20 |
| S s - D 3    | ++ | 0.18            |      |      |
|              | -+ | 0.17            |      |      |
|              | +- | 0.18            |      |      |
|              | -- | 0.18            |      |      |
| S s - F 1    | ++ | 0.16            |      |      |
|              | -+ | 0.18            |      |      |
| S s - F 2    | ++ | 0.18            |      |      |
|              | -+ | 0.17            |      |      |
| S s - F 3    | ++ | 0.21            |      |      |
|              | -+ | 0.20            |      |      |
| S s - N 1    | ++ | 0.22            |      |      |
|              | -+ | 0.19            |      |      |

(4) 断面④

a. 鋼管杭の曲げ・軸力系の破壊に対する照査

表 4.1-28 に鋼管杭の曲げ・軸力系の破壊に対する照査の実施ケースと照査値を示す。

表 4.1-28 鋼管杭の曲げ・軸力系の破壊に対する実施ケースと照査値 (断面④)

| 解析ケース<br>地震動 |    | 曲げ・軸力系の破壊に対する照査 |      |      |
|--------------|----|-----------------|------|------|
|              |    | ①               | ②    | ③    |
| S s - D 1    | ++ | 0.33            |      |      |
|              | -+ | 0.33            |      |      |
|              | +- | 0.45            |      |      |
|              | -- | 0.32            |      |      |
| S s - D 2    | ++ | 0.36            |      |      |
|              | -+ | 0.40            |      |      |
|              | +- | 0.38            |      |      |
|              | -- | 0.45            | 0.39 | 0.50 |
| S s - D 3    | ++ | 0.29            |      |      |
|              | -+ | 0.28            |      |      |
|              | +- | 0.30            |      |      |
|              | -- | 0.29            |      |      |
| S s - F 1    | ++ | 0.26            |      |      |
|              | -+ | 0.24            |      |      |
| S s - F 2    | ++ | 0.27            |      |      |
|              | -+ | 0.29            |      |      |
| S s - F 3    | ++ | 0.29            |      |      |
|              | -+ | 0.26            |      |      |
| S s - N 1    | ++ | 0.20            |      |      |
|              | -+ | 0.36            |      |      |

b. 鋼管杭のせん断破壊に対する照査

表 4.1-29 に鋼管杭のせん断破壊に対する照査の実施ケースと照査値を示す。

表 4.1-29 鋼管杭のせん断破壊に対する実施ケースと照査値（断面④）

| 解析ケース<br>地震動        |     | せん断破壊に対する照査 |      |      |
|---------------------|-----|-------------|------|------|
|                     |     | ①           | ②    | ③    |
| S <sub>s</sub> -D 1 | ++  | 0.09        |      |      |
|                     | -+  | 0.10        |      |      |
|                     | + - | 0.10        |      |      |
|                     | --  | 0.09        |      |      |
| S <sub>s</sub> -D 2 | ++  | 0.09        |      |      |
|                     | -+  | 0.11        |      |      |
|                     | + - | 0.10        |      |      |
|                     | --  | 0.11        | 0.09 | 0.11 |
| S <sub>s</sub> -D 3 | ++  | 0.08        |      |      |
|                     | -+  | 0.08        |      |      |
|                     | + - | 0.08        |      |      |
|                     | --  | 0.08        |      |      |
| S <sub>s</sub> -F 1 | ++  | 0.06        |      |      |
|                     | -+  | 0.07        |      |      |
| S <sub>s</sub> -F 2 | ++  | 0.08        |      |      |
|                     | -+  | 0.08        |      |      |
| S <sub>s</sub> -F 3 | ++  | 0.08        |      |      |
|                     | -+  | 0.06        |      |      |
| S <sub>s</sub> -N 1 | ++  | 0.06        |      |      |
|                     | -+  | 0.10        |      |      |

c. 背面補強工のすべり安全率照査

表 4. 1-30 に背面補強工のすべり安全率照査の実施ケースと照査値を示す。

表 4. 1-30 背面補強工のすべり安全率照査に対する実施ケースと照査値（断面④）

| 地震動       |    | すべり安全率照査 |      |      |
|-----------|----|----------|------|------|
|           |    | ①        | ②    | ③    |
| S s - D 1 | ++ | 12.6     |      |      |
|           | -+ | 12.9     |      |      |
|           | +- | 12.5     |      |      |
|           | -- | 12.7     |      |      |
| S s - D 2 | ++ | 13.6     |      |      |
|           | -+ | 11.6     |      |      |
|           | +- | 14.4     |      |      |
|           | -- | 13.5     | 13.4 | 12.9 |
| S s - D 3 | ++ | 14.7     |      |      |
|           | -+ | 14.3     |      |      |
|           | +- | 14.6     |      |      |
|           | -- | 14.5     |      |      |
| S s - F 1 | ++ | 14.9     |      |      |
|           | -+ | 15.6     |      |      |
| S s - F 2 | ++ | 15.6     |      |      |
|           | -+ | 15.0     |      |      |
| S s - F 3 | ++ | 13.0     |      |      |
|           | -+ | 14.2     |      |      |
| S s - N 1 | ++ | 12.6     |      |      |
|           | -+ | 13.4     |      |      |

d. 置換コンクリートのすべり安全率照査

表 4.1-31 に置換コンクリートのすべり安全率照査の実施ケースと照査値を示す。

表 4.1-31 置換コンクリートのすべり安全率照査に対する実施ケースと照査値（断面④）

| 地震動 \ 解析ケース |    | すべり安全率照査 |     |     |
|-------------|----|----------|-----|-----|
|             |    | ①        | ②   | ③   |
| S s - D 1   | ++ | 9.0      |     |     |
|             | -+ | 8.7      |     |     |
|             | +- | 8.4      |     |     |
|             | -- | 8.5      |     |     |
| S s - D 2   | ++ | 8.8      |     |     |
|             | -+ | 8.2      |     |     |
|             | +- | 8.9      |     |     |
|             | -- | 8.3      | 8.5 | 8.7 |
| S s - D 3   | ++ | 11.3     |     |     |
|             | -+ | 11.0     |     |     |
|             | +- | 11.5     |     |     |
|             | -- | 10.5     |     |     |
| S s - F 1   | ++ | 11.1     |     |     |
|             | -+ | 11.1     |     |     |
| S s - F 2   | ++ | 11.4     |     |     |
|             | -+ | 8.6      |     |     |
| S s - F 3   | ++ | 9.8      |     |     |
|             | -+ | 8.5      |     |     |
| S s - N 1   | ++ | 6.3      |     |     |
|             | -+ | 8.9      |     |     |

e. 改良地盤のすべり安全率照査

表 4.1-32 に改良地盤のすべり安全率照査の実施ケースと照査値を示す。

表 4.1-32 改良地盤のすべり安全率照査に対する実施ケースと照査値 (断面④)

| 解析ケース<br>地震動 |    | すべり安全率照査 |                  |     |     |
|--------------|----|----------|------------------|-----|-----|
|              |    | ①        | ① (平均値－<br>1σ強度) | ②   | ③   |
| S s - D 1    | ++ | 3.6      | 3.6              |     |     |
|              | -+ | 4.1      | 4.1              |     |     |
|              | +- | 3.5      | 3.4              |     |     |
|              | -- | 4.0      | 4.0              |     |     |
| S s - D 2    | ++ | 4.0      | 4.0              |     |     |
|              | -+ | 3.3      | 3.3              |     |     |
|              | +- | 3.9      | 3.9              |     |     |
|              | -- | 3.5      | 3.5              | 3.6 | 3.3 |
| S s - D 3    | ++ | 4.0      | 3.9              |     |     |
|              | -+ | 4.1      | 4.1              |     |     |
|              | +- | 3.9      | 3.9              |     |     |
|              | -- | 4.3      | 4.2              |     |     |
| S s - F 1    | ++ | 4.2      | 4.1              |     |     |
|              | -+ | 4.5      | 4.5              |     |     |
| S s - F 2    | ++ | 4.5      | 4.4              |     |     |
|              | -+ | 4.3      | 4.3              |     |     |
| S s - F 3    | ++ | 3.6      | 3.6              |     |     |
|              | -+ | 3.9      | 3.9              |     |     |
| S s - N 1    | ++ | 4.2      | 4.2              |     |     |
|              | -+ | 3.6      | 3.6              |     |     |

f. セメント改良土のすべり安全率照査

表 4.1-33 にセメント改良土のすべり安全率照査の実施ケースと照査値を示す。

表 4.1-33 セメント改良土のすべり安全率照査に対する実施ケースと照査値（断面④）

| 解析ケース<br>地震動 |    | すべり安全率照査 |                 |     |     |
|--------------|----|----------|-----------------|-----|-----|
|              |    | ①        | ①（平均値－<br>1σ強度） | ②   | ③   |
| S s - D 1    | ++ | 3.8      | 3.7             |     |     |
|              | -+ | 3.4      | 3.3             |     |     |
|              | +- | 3.7      | 3.5             |     |     |
|              | -- | 3.5      | 3.3             |     |     |
| S s - D 2    | ++ | 3.8      | 3.7             |     |     |
|              | -+ | 3.7      | 3.5             |     |     |
|              | +- | 3.8      | 3.7             |     |     |
|              | -- | 3.7      | 3.6             | 3.8 | 3.9 |
| S s - D 3    | ++ | 4.2      | 4.0             |     |     |
|              | -+ | 4.1      | 4.0             |     |     |
|              | +- | 4.3      | 4.1             |     |     |
|              | -- | 4.1      | 3.9             |     |     |
| S s - F 1    | ++ | 4.1      | 4.0             |     |     |
|              | -+ | 4.2      | 4.1             |     |     |
| S s - F 2    | ++ | 4.3      | 4.2             |     |     |
|              | -+ | 3.5      | 3.4             |     |     |
| S s - F 3    | ++ | 3.9      | 3.8             |     |     |
|              | -+ | 3.5      | 3.4             |     |     |
| S s - N 1    | ++ | 2.8      | 2.7             |     |     |
|              | -+ | 4.1      | 3.9             |     |     |



g. 基礎地盤の支持性能に対する照査

(a) 鋼管杭

表 4.1-34 に鋼管杭の基礎地盤の支持性能に対する照査の実施ケースと照査値を示す。

表 4.1-34 基礎地盤の支持性能に対する実施ケースと照査値（断面④，鋼管杭）

| 解析ケース<br>地震動 |    | 基礎地盤の支持性能に対する照査 |      |      |
|--------------|----|-----------------|------|------|
|              |    | ①               | ②    | ③    |
| S s - D 1    | ++ | 0.29            |      |      |
|              | -+ | 0.28            |      |      |
|              | +- | 0.39            |      |      |
|              | -- | 0.29            |      |      |
| S s - D 2    | ++ | 0.32            |      |      |
|              | -+ | 0.34            |      |      |
|              | +- | 0.35            |      |      |
|              | -- | 0.38            | 0.35 | 0.43 |
| S s - D 3    | ++ | 0.25            |      |      |
|              | -+ | 0.23            |      |      |
|              | +- | 0.26            |      |      |
|              | -- | 0.24            |      |      |
| S s - F 1    | ++ | 0.22            |      |      |
|              | -+ | 0.21            |      |      |
| S s - F 2    | ++ | 0.24            |      |      |
|              | -+ | 0.24            |      |      |
| S s - F 3    | ++ | 0.24            |      |      |
|              | -+ | 0.22            |      |      |
| S s - N 1    | ++ | 0.18            |      |      |
|              | -+ | 0.32            |      |      |

(b) 背面補強工

表 4.1-35 に背面補強工の基礎地盤の支持性能に対する照査の実施ケースと照査値を示す。

表 4.1-35 基礎地盤の支持性能に対する実施ケースと照査値（断面④，背面補強工）

| 解析ケース<br>地震動 |    | 基礎地盤の支持性能に対する照査 |      |      |
|--------------|----|-----------------|------|------|
|              |    | ①               | ②    | ③    |
| S s - D 1    | ++ | 0.32            |      |      |
|              | -+ | 0.30            |      |      |
|              | +- | 0.35            |      |      |
|              | -- | 0.30            |      |      |
| S s - D 2    | ++ | 0.32            |      |      |
|              | -+ | 0.35            |      |      |
|              | +- | 0.32            |      |      |
|              | -- | 0.35            | 0.35 | 0.30 |
| S s - D 3    | ++ | 0.28            |      |      |
|              | -+ | 0.28            |      |      |
|              | +- | 0.28            |      |      |
|              | -- | 0.28            |      |      |
| S s - F 1    | ++ | 0.28            |      |      |
|              | -+ | 0.28            |      |      |
| S s - F 2    | ++ | 0.30            |      |      |
|              | -+ | 0.28            |      |      |
| S s - F 3    | ++ | 0.28            |      |      |
|              | -+ | 0.28            |      |      |
| S s - N 1    | ++ | 0.23            |      |      |
|              | -+ | 0.32            |      |      |

(c) 置換コンクリート

表 4.1-36 に置換コンクリートの基礎地盤の支持性能に対する照査の実施ケースと照査値を示す。

表 4.1-36 基礎地盤の支持性能に対する実施ケースと照査値（断面④，置換コンクリート）

| 解析ケース<br>地震動 |    | 基礎地盤の支持性能に対する照査 |      |      |
|--------------|----|-----------------|------|------|
|              |    | ①               | ②    | ③    |
| S s - D 1    | ++ | 0.23            |      |      |
|              | -+ | 0.20            |      |      |
|              | +- | 0.24            |      |      |
|              | -- | 0.21            |      |      |
| S s - D 2    | ++ | 0.23            |      |      |
|              | -+ | 0.22            |      |      |
|              | +- | 0.22            |      |      |
|              | -- | 0.22            | 0.24 | 0.22 |
| S s - D 3    | ++ | 0.20            |      |      |
|              | -+ | 0.19            |      |      |
|              | +- | 0.22            |      |      |
|              | -- | 0.19            |      |      |
| S s - F 1    | ++ | 0.19            |      |      |
|              | -+ | 0.19            |      |      |
| S s - F 2    | ++ | 0.23            |      |      |
|              | -+ | 0.20            |      |      |
| S s - F 3    | ++ | 0.22            |      |      |
|              | -+ | 0.21            |      |      |
| S s - N 1    | ++ | 0.23            |      |      |
|              | -+ | 0.28            |      |      |

(5) 断面⑤

a. 鋼管杭の曲げ・軸力系の破壊に対する照査

表 4.1-37 に鋼管杭の曲げ・軸力系の破壊に対する照査の実施ケースと照査値を示す。

表 4.1-37 鋼管杭の曲げ・軸力系の破壊に対する実施ケースと照査値 (断面⑤)

| 解析ケース<br>地震動 |    | 曲げ・軸力系の破壊に対する照査 |      |      |
|--------------|----|-----------------|------|------|
|              |    | ①               | ②    | ③    |
| S s - D 1    | ++ | 0.18            |      |      |
|              | -+ | 0.19            |      |      |
|              | +- | 0.18            |      |      |
|              | -- | 0.19            |      |      |
| S s - D 2    | ++ | 0.20            |      |      |
|              | -+ | 0.20            | 0.20 | 0.20 |
|              | +- | 0.20            |      |      |
|              | -- | 0.20            |      |      |
| S s - D 3    | ++ | 0.18            |      |      |
|              | -+ | 0.19            |      |      |
|              | +- | 0.18            |      |      |
|              | -- | 0.18            |      |      |
| S s - F 1    | ++ | 0.14            |      |      |
|              | -+ | 0.14            |      |      |
| S s - F 2    | ++ | 0.17            |      |      |
|              | -+ | 0.18            |      |      |
| S s - F 3    | ++ | 0.18            |      |      |
|              | -+ | 0.16            |      |      |
| S s - N 1    | ++ | 0.11            |      |      |
|              | -+ | 0.10            |      |      |

b. 鋼管杭のせん断破壊に対する照査

表 4.1-38 に鋼管杭のせん断破壊に対する照査の実施ケースと照査値を示す。

表 4.1-38 鋼管杭のせん断破壊に対する実施ケースと照査値（断面⑤）

| 解析ケース<br>地震動        |    | せん断破壊に対する照査 |      |      |
|---------------------|----|-------------|------|------|
|                     |    | ①           | ②    | ③    |
| S <sub>s</sub> -D 1 | ++ | 0.12        |      |      |
|                     | -+ | 0.13        |      |      |
|                     | +- | 0.12        |      |      |
|                     | -- | 0.13        |      |      |
| S <sub>s</sub> -D 2 | ++ | 0.13        |      |      |
|                     | -+ | 0.13        | 0.13 | 0.13 |
|                     | +- | 0.13        |      |      |
|                     | -- | 0.14        |      |      |
| S <sub>s</sub> -D 3 | ++ | 0.12        |      |      |
|                     | -+ | 0.13        |      |      |
|                     | +- | 0.12        |      |      |
|                     | -- | 0.13        |      |      |
| S <sub>s</sub> -F 1 | ++ | 0.10        |      |      |
|                     | -+ | 0.10        |      |      |
| S <sub>s</sub> -F 2 | ++ | 0.12        |      |      |
|                     | -+ | 0.12        |      |      |
| S <sub>s</sub> -F 3 | ++ | 0.12        |      |      |
|                     | -+ | 0.12        |      |      |
| S <sub>s</sub> -N 1 | ++ | 0.07        |      |      |
|                     | -+ | 0.07        |      |      |

c. 背面補強工のすべり安全率照査

表 4. 1-39 に背面補強工のすべり安全率照査の実施ケースと照査値を示す。

表 4. 1-39 背面補強工のすべり安全率照査に対する実施ケースと照査値（断面⑤）

| 地震動       |    | 解析ケース    |      |      |
|-----------|----|----------|------|------|
|           |    | すべり安全率照査 |      |      |
|           |    | ①        | ②    | ③    |
| S s - D 1 | ++ | 36.9     |      |      |
|           | -+ | 42.4     |      |      |
|           | +- | 37.5     |      |      |
|           | -- | 40.1     |      |      |
| S s - D 2 | ++ | 36.5     |      |      |
|           | -+ | 37.9     | 39.3 | 35.8 |
|           | +- | 36.1     |      |      |
|           | -- | 37.4     |      |      |
| S s - D 3 | ++ | 40.4     |      |      |
|           | -+ | 46.8     |      |      |
|           | +- | 40.1     |      |      |
|           | -- | 43.8     |      |      |
| S s - F 1 | ++ | 51.3     |      |      |
|           | -+ | 43.1     |      |      |
| S s - F 2 | ++ | 37.5     |      |      |
|           | -+ | 41.3     |      |      |
| S s - F 3 | ++ | 35.0     |      |      |
|           | -+ | 36.0     |      |      |
| S s - N 1 | ++ | 56.2     |      |      |
|           | -+ | 40.6     |      |      |

d. 基礎地盤の支持性能に対する照査

(a) 鋼管杭

表 4.1-40 に鋼管杭の基礎地盤の支持性能に対する照査の実施ケースと照査値を示す。

表 4.1-40 基礎地盤の支持性能に対する実施ケースと照査値（断面⑤，鋼管杭）

| 解析ケース<br>地震動 |    | 基礎地盤の支持性能に対する照査 |      |      |
|--------------|----|-----------------|------|------|
|              |    | ①               | ②    | ③    |
| S s - D 1    | ++ | 0.04            |      |      |
|              | -+ | 0.04            |      |      |
|              | +- | 0.04            |      |      |
|              | -- | 0.04            |      |      |
| S s - D 2    | ++ | 0.04            |      |      |
|              | -+ | 0.04            | 0.04 | 0.04 |
|              | +- | 0.04            |      |      |
|              | -- | 0.04            |      |      |
| S s - D 3    | ++ | 0.04            |      |      |
|              | -+ | 0.04            |      |      |
|              | +- | 0.04            |      |      |
|              | -- | 0.04            |      |      |
| S s - F 1    | ++ | 0.04            |      |      |
|              | -+ | 0.04            |      |      |
| S s - F 2    | ++ | 0.04            |      |      |
|              | -+ | 0.04            |      |      |
| S s - F 3    | ++ | 0.04            |      |      |
|              | -+ | 0.04            |      |      |
| S s - N 1    | ++ | 0.04            |      |      |
|              | -+ | 0.04            |      |      |

(b) 背面補強工

表 4.1-41 に背面補強工の基礎地盤の支持性能に対する照査の実施ケースと照査値を示す。

表 4.1-41 基礎地盤の支持性能に対する実施ケースと照査値（断面⑤，背面補強工）

| 地震動       |    | 基礎地盤の支持性能に対する照査 |      |      |
|-----------|----|-----------------|------|------|
|           |    | ①               | ②    | ③    |
| S s - D 1 | ++ | 0.04            |      |      |
|           | -+ | 0.04            |      |      |
|           | +- | 0.04            |      |      |
|           | -- | 0.04            |      |      |
| S s - D 2 | ++ | 0.04            |      |      |
|           | -+ | 0.04            | 0.04 | 0.04 |
|           | +- | 0.04            |      |      |
|           | -- | 0.04            |      |      |
| S s - D 3 | ++ | 0.04            |      |      |
|           | -+ | 0.04            |      |      |
|           | +- | 0.04            |      |      |
|           | -- | 0.04            |      |      |
| S s - F 1 | ++ | 0.04            |      |      |
|           | -+ | 0.03            |      |      |
| S s - F 2 | ++ | 0.04            |      |      |
|           | -+ | 0.03            |      |      |
| S s - F 3 | ++ | 0.04            |      |      |
|           | -+ | 0.04            |      |      |
| S s - N 1 | ++ | 0.03            |      |      |
|           | -+ | 0.03            |      |      |



(6) 断面⑥

a. 鋼管杭の曲げ・軸力系の破壊に対する照査

表 4.1-42 に鋼管杭の曲げ・軸力系の破壊に対する照査の実施ケースと照査値を示す。

表 4.1-42 鋼管杭の曲げ・軸力系の破壊に対する実施ケースと照査値 (断面⑥)

| 解析ケース<br>地震動 |    | 曲げ・軸力系の破壊に対する照査 |      |      |
|--------------|----|-----------------|------|------|
|              |    | ①               | ②    | ③    |
| S s - D 1    | ++ | 0.21            |      |      |
|              | -+ | 0.21            |      |      |
|              | +- | 0.20            |      |      |
|              | -- | 0.21            |      |      |
| S s - D 2    | ++ | 0.24            |      |      |
|              | -+ | 0.25            |      |      |
|              | +- | 0.24            |      |      |
|              | -- | 0.24            |      |      |
| S s - D 3    | ++ | 0.21            |      |      |
|              | -+ | 0.20            |      |      |
|              | +- | 0.20            |      |      |
|              | -- | 0.21            |      |      |
| S s - F 1    | ++ | 0.16            |      |      |
|              | -+ | 0.16            |      |      |
| S s - F 2    | ++ | 0.18            |      |      |
|              | -+ | 0.19            |      |      |
| S s - F 3    | ++ | 0.27            | 0.25 | 0.26 |
|              | -+ | 0.24            |      |      |
| S s - N 1    | ++ | 0.13            |      |      |
|              | -+ | 0.12            |      |      |

b. 鋼管杭のせん断破壊に対する照査

表 4.1-43 に鋼管杭のせん断破壊に対する照査の実施ケースと照査値を示す。

表 4.1-43 鋼管杭のせん断破壊に対する実施ケースと照査値（断面⑥）

| 地震動       |     | せん断破壊に対する照査 |      |      |
|-----------|-----|-------------|------|------|
|           |     | ①           | ②    | ③    |
| S s - D 1 | ++  | 0.12        |      |      |
|           | -+  | 0.12        |      |      |
|           | + - | 0.12        |      |      |
|           | --  | 0.12        |      |      |
| S s - D 2 | ++  | 0.13        |      |      |
|           | -+  | 0.13        |      |      |
|           | + - | 0.13        |      |      |
|           | --  | 0.13        |      |      |
| S s - D 3 | ++  | 0.12        |      |      |
|           | -+  | 0.12        |      |      |
|           | + - | 0.12        |      |      |
|           | --  | 0.12        |      |      |
| S s - F 1 | ++  | 0.09        |      |      |
|           | -+  | 0.09        |      |      |
| S s - F 2 | ++  | 0.11        |      |      |
|           | -+  | 0.11        |      |      |
| S s - F 3 | ++  | 0.15        | 0.15 | 0.15 |
|           | -+  | 0.14        |      |      |
| S s - N 1 | ++  | 0.07        |      |      |
|           | -+  | 0.07        |      |      |

c. 基礎地盤の支持性能に対する照査

表 4.1-44 に鋼管杭の基礎地盤の支持性能に対する照査の実施ケースと照査値を示す。

表 4.1-44 基礎地盤の支持性能に対する実施ケースと照査値（断面⑥，鋼管杭）

| 解析ケース<br>地震動        |     | 基礎地盤の支持性能に対する照査 |      |      |
|---------------------|-----|-----------------|------|------|
|                     |     | ①               | ②    | ③    |
| S <sub>s</sub> -D 1 | ++  | 0.04            |      |      |
|                     | -+  | 0.04            |      |      |
|                     | + - | 0.04            |      |      |
|                     | --  | 0.04            |      |      |
| S <sub>s</sub> -D 2 | ++  | 0.04            |      |      |
|                     | -+  | 0.04            |      |      |
|                     | + - | 0.04            |      |      |
|                     | --  | 0.04            |      |      |
| S <sub>s</sub> -D 3 | ++  | 0.04            |      |      |
|                     | -+  | 0.04            |      |      |
|                     | + - | 0.04            |      |      |
|                     | --  | 0.04            |      |      |
| S <sub>s</sub> -F 1 | ++  | 0.04            |      |      |
|                     | -+  | 0.04            |      |      |
| S <sub>s</sub> -F 2 | ++  | 0.04            |      |      |
|                     | -+  | 0.04            |      |      |
| S <sub>s</sub> -F 3 | ++  | 0.04            | 0.04 | 0.04 |
|                     | -+  | 0.04            |      |      |
| S <sub>s</sub> -N 1 | ++  | 0.04            |      |      |
|                     | -+  | 0.04            |      |      |

(7) 断面⑦

a. 鋼管杭の曲げ・軸力系の破壊に対する照査

表 4.1-45 に鋼管杭の曲げ・軸力系の破壊に対する照査の実施ケースと照査値を示す。

表 4.1-45 (1) 鋼管杭の曲げ・軸力系の破壊に対する実施ケースと照査値 (断面⑦, 杭①)

| 地震動       |    | 解析ケース           |      |      |
|-----------|----|-----------------|------|------|
|           |    | 曲げ・軸力系の破壊に対する照査 |      |      |
|           |    | ①               | ②    | ③    |
| S s - D 1 | ++ | 0.06            |      |      |
|           | -+ | 0.06            |      |      |
|           | +- | 0.05            |      |      |
|           | -- | 0.05            |      |      |
| S s - D 2 | ++ | 0.07            |      |      |
|           | -+ | 0.07            | 0.06 | 0.07 |
|           | +- | 0.07            |      |      |
|           | -- | 0.07            |      |      |
| S s - D 3 | ++ | 0.06            |      |      |
|           | -+ | 0.06            |      |      |
|           | +- | 0.06            |      |      |
|           | -- | 0.06            |      |      |
| S s - F 1 | ++ | 0.05            |      |      |
|           | -+ | 0.05            |      |      |
| S s - F 2 | ++ | 0.05            |      |      |
|           | -+ | 0.05            |      |      |
| S s - F 3 | ++ | 0.06            |      |      |
|           | -+ | 0.06            |      |      |
| S s - N 1 | ++ | 0.04            |      |      |
|           | -+ | 0.04            |      |      |

表 4.1-45 (2) 鋼管杭の曲げ・軸力系の破壊に対する実施ケースと照査値 (断面⑦, 杭②)

| 地震動       |    | 解析ケース |      | 曲げ・軸力系の破壊に対する照査 |  |  |
|-----------|----|-------|------|-----------------|--|--|
|           |    | ①     | ②    | ③               |  |  |
| S s - D 1 | ++ | 0.06  |      |                 |  |  |
|           | -+ | 0.06  |      |                 |  |  |
|           | +- | 0.05  |      |                 |  |  |
|           | -- | 0.05  |      |                 |  |  |
| S s - D 2 | ++ | 0.07  |      |                 |  |  |
|           | -+ | 0.07  | 0.07 | 0.08            |  |  |
|           | +- | 0.07  |      |                 |  |  |
|           | -- | 0.07  |      |                 |  |  |
| S s - D 3 | ++ | 0.06  |      |                 |  |  |
|           | -+ | 0.06  |      |                 |  |  |
|           | +- | 0.06  |      |                 |  |  |
|           | -- | 0.06  |      |                 |  |  |
| S s - F 1 | ++ | 0.05  |      |                 |  |  |
|           | -+ | 0.05  |      |                 |  |  |
| S s - F 2 | ++ | 0.05  |      |                 |  |  |
|           | -+ | 0.05  |      |                 |  |  |
| S s - F 3 | ++ | 0.06  |      |                 |  |  |
|           | -+ | 0.06  |      |                 |  |  |
| S s - N 1 | ++ | 0.04  |      |                 |  |  |
|           | -+ | 0.04  |      |                 |  |  |

表 4.1-45 (3) 鋼管杭の曲げ・軸力系の破壊に対する実施ケースと照査値 (断面⑦, 杭③)

| 地震動                 |    | 解析ケース |      | 曲げ・軸力系の破壊に対する照査 |   |   |
|---------------------|----|-------|------|-----------------|---|---|
|                     |    | ①     | ②    | ③               | ④ | ⑤ |
| S <sub>s</sub> -D 1 | ++ | 0.07  |      |                 |   |   |
|                     | -+ | 0.07  |      |                 |   |   |
|                     | +- | 0.06  |      |                 |   |   |
|                     | -- | 0.06  |      |                 |   |   |
| S <sub>s</sub> -D 2 | ++ | 0.09  |      |                 |   |   |
|                     | -+ | 0.09  | 0.08 | 0.09            |   |   |
|                     | +- | 0.09  |      |                 |   |   |
|                     | -- | 0.09  |      |                 |   |   |
| S <sub>s</sub> -D 3 | ++ | 0.08  |      |                 |   |   |
|                     | -+ | 0.07  |      |                 |   |   |
|                     | +- | 0.07  |      |                 |   |   |
|                     | -- | 0.07  |      |                 |   |   |
| S <sub>s</sub> -F 1 | ++ | 0.06  |      |                 |   |   |
|                     | -+ | 0.06  |      |                 |   |   |
| S <sub>s</sub> -F 2 | ++ | 0.06  |      |                 |   |   |
|                     | -+ | 0.06  |      |                 |   |   |
| S <sub>s</sub> -F 3 | ++ | 0.08  |      |                 |   |   |
|                     | -+ | 0.08  |      |                 |   |   |
| S <sub>s</sub> -N 1 | ++ | 0.05  |      |                 |   |   |
|                     | -+ | 0.05  |      |                 |   |   |

表 4.1-45 (4) 鋼管杭の曲げ・軸力系の破壊に対する実施ケースと照査値 (断面⑦, 杭④)

| 地震動 \ 解析ケース         |     | 曲げ・軸力系の破壊に対する照査 |      |      |
|---------------------|-----|-----------------|------|------|
|                     |     | ①               | ②    | ③    |
| S <sub>s</sub> -D 1 | ++  | 0.07            |      |      |
|                     | -+  | 0.07            |      |      |
|                     | + - | 0.07            |      |      |
|                     | --  | 0.06            |      |      |
| S <sub>s</sub> -D 2 | ++  | 0.09            |      |      |
|                     | -+  | 0.09            | 0.08 | 0.10 |
|                     | + - | 0.10            |      |      |
|                     | --  | 0.10            |      |      |
| S <sub>s</sub> -D 3 | ++  | 0.08            |      |      |
|                     | -+  | 0.08            |      |      |
|                     | + - | 0.07            |      |      |
|                     | --  | 0.07            |      |      |
| S <sub>s</sub> -F 1 | ++  | 0.06            |      |      |
|                     | -+  | 0.06            |      |      |
| S <sub>s</sub> -F 2 | ++  | 0.07            |      |      |
|                     | -+  | 0.06            |      |      |
| S <sub>s</sub> -F 3 | ++  | 0.08            |      |      |
|                     | -+  | 0.08            |      |      |
| S <sub>s</sub> -N 1 | ++  | 0.05            |      |      |
|                     | -+  | 0.05            |      |      |

表 4.1-45 (5) 鋼管杭の曲げ・軸力系の破壊に対する実施ケースと照査値 (断面⑦, 杭⑤)

| 地震動       |    | 解析ケース |      | 曲げ・軸力系の破壊に対する照査 |  |  |
|-----------|----|-------|------|-----------------|--|--|
|           |    | ①     | ②    | ③               |  |  |
| S s - D 1 | ++ | 0.07  |      |                 |  |  |
|           | -+ | 0.07  |      |                 |  |  |
|           | +- | 0.07  |      |                 |  |  |
|           | -- | 0.07  |      |                 |  |  |
| S s - D 2 | ++ | 0.10  |      |                 |  |  |
|           | -+ | 0.10  | 0.09 | 0.10            |  |  |
|           | +- | 0.10  |      |                 |  |  |
|           | -- | 0.10  |      |                 |  |  |
| S s - D 3 | ++ | 0.08  |      |                 |  |  |
|           | -+ | 0.08  |      |                 |  |  |
|           | +- | 0.08  |      |                 |  |  |
|           | -- | 0.08  |      |                 |  |  |
| S s - F 1 | ++ | 0.07  |      |                 |  |  |
|           | -+ | 0.07  |      |                 |  |  |
| S s - F 2 | ++ | 0.07  |      |                 |  |  |
|           | -+ | 0.07  |      |                 |  |  |
| S s - F 3 | ++ | 0.08  |      |                 |  |  |
|           | -+ | 0.08  |      |                 |  |  |
| S s - N 1 | ++ | 0.05  |      |                 |  |  |
|           | -+ | 0.05  |      |                 |  |  |



b. 鋼管杭のせん断破壊に対する照査

表 4.1-46 に鋼管杭のせん断破壊に対する照査の実施ケースと照査値を示す。

表 4.1-46 (1) 鋼管杭のせん断破壊に対する実施ケースと照査値 (断面⑦, 杭①)

| 地震動       |    | 解析ケース       |      |      |
|-----------|----|-------------|------|------|
|           |    | せん断破壊に対する照査 |      |      |
|           |    | ①           | ②    | ③    |
| S s - D 1 | ++ | 0.10        |      |      |
|           | -+ | 0.10        |      |      |
|           | +- | 0.10        |      |      |
|           | -- | 0.10        |      |      |
| S s - D 2 | ++ | 0.14        |      |      |
|           | -+ | 0.14        | 0.13 | 0.14 |
|           | +- | 0.14        |      |      |
|           | -- | 0.14        |      |      |
| S s - D 3 | ++ | 0.11        |      |      |
|           | -+ | 0.11        |      |      |
|           | +- | 0.11        |      |      |
|           | -- | 0.11        |      |      |
| S s - F 1 | ++ | 0.08        |      |      |
|           | -+ | 0.09        |      |      |
| S s - F 2 | ++ | 0.09        |      |      |
|           | -+ | 0.09        |      |      |
| S s - F 3 | ++ | 0.11        |      |      |
|           | -+ | 0.11        |      |      |
| S s - N 1 | ++ | 0.06        |      |      |
|           | -+ | 0.06        |      |      |

表 4.1-46 (2) 鋼管杭のせん断破壊に対する実施ケースと照査値 (断面⑦, 杭②)

| 解析ケース<br>地震動        |    | せん断破壊に対する照査 |      |      |
|---------------------|----|-------------|------|------|
|                     |    | ①           | ②    | ③    |
| S <sub>s</sub> -D 1 | ++ | 0.13        |      |      |
|                     | -+ | 0.13        |      |      |
|                     | +- | 0.13        |      |      |
|                     | -- | 0.13        |      |      |
| S <sub>s</sub> -D 2 | ++ | 0.17        |      |      |
|                     | -+ | 0.17        | 0.16 | 0.17 |
|                     | +- | 0.17        |      |      |
|                     | -- | 0.17        |      |      |
| S <sub>s</sub> -D 3 | ++ | 0.15        |      |      |
|                     | -+ | 0.14        |      |      |
|                     | +- | 0.15        |      |      |
|                     | -- | 0.14        |      |      |
| S <sub>s</sub> -F 1 | ++ | 0.11        |      |      |
|                     | -+ | 0.11        |      |      |
| S <sub>s</sub> -F 2 | ++ | 0.11        |      |      |
|                     | -+ | 0.11        |      |      |
| S <sub>s</sub> -F 3 | ++ | 0.14        |      |      |
|                     | -+ | 0.14        |      |      |
| S <sub>s</sub> -N 1 | ++ | 0.07        |      |      |
|                     | -+ | 0.08        |      |      |

表 4.1-46 (3) 鋼管杭のせん断破壊に対する実施ケースと照査値 (断面⑦, 杭③)

| 解析ケース<br>地震動        |    | せん断破壊に対する照査 |      |      |
|---------------------|----|-------------|------|------|
|                     |    | ①           | ②    | ③    |
| S <sub>s</sub> -D 1 | ++ | 0.15        |      |      |
|                     | -+ | 0.15        |      |      |
|                     | +- | 0.15        |      |      |
|                     | -- | 0.15        |      |      |
| S <sub>s</sub> -D 2 | ++ | 0.20        |      |      |
|                     | -+ | 0.20        | 0.19 | 0.20 |
|                     | +- | 0.20        |      |      |
|                     | -- | 0.20        |      |      |
| S <sub>s</sub> -D 3 | ++ | 0.16        |      |      |
|                     | -+ | 0.16        |      |      |
|                     | +- | 0.16        |      |      |
|                     | -- | 0.16        |      |      |
| S <sub>s</sub> -F 1 | ++ | 0.12        |      |      |
|                     | -+ | 0.12        |      |      |
| S <sub>s</sub> -F 2 | ++ | 0.13        |      |      |
|                     | -+ | 0.13        |      |      |
| S <sub>s</sub> -F 3 | ++ | 0.16        |      |      |
|                     | -+ | 0.16        |      |      |
| S <sub>s</sub> -N 1 | ++ | 0.08        |      |      |
|                     | -+ | 0.08        |      |      |

表 4.1-46 (4) 鋼管杭のせん断破壊に対する実施ケースと照査値 (断面⑦, 杭④)

| 解析ケース<br>地震動        |    | せん断破壊に対する照査 |      |      |
|---------------------|----|-------------|------|------|
|                     |    | ①           | ②    | ③    |
| S <sub>s</sub> -D 1 | ++ | 0.14        |      |      |
|                     | -+ | 0.14        |      |      |
|                     | +- | 0.14        |      |      |
|                     | -- | 0.14        |      |      |
| S <sub>s</sub> -D 2 | ++ | 0.19        |      |      |
|                     | -+ | 0.20        | 0.18 | 0.19 |
|                     | +- | 0.19        |      |      |
|                     | -- | 0.20        |      |      |
| S <sub>s</sub> -D 3 | ++ | 0.16        |      |      |
|                     | -+ | 0.16        |      |      |
|                     | +- | 0.16        |      |      |
|                     | -- | 0.16        |      |      |
| S <sub>s</sub> -F 1 | ++ | 0.11        |      |      |
|                     | -+ | 0.12        |      |      |
| S <sub>s</sub> -F 2 | ++ | 0.13        |      |      |
|                     | -+ | 0.12        |      |      |
| S <sub>s</sub> -F 3 | ++ | 0.15        |      |      |
|                     | -+ | 0.16        |      |      |
| S <sub>s</sub> -N 1 | ++ | 0.08        |      |      |
|                     | -+ | 0.08        |      |      |

表 4.1-46 (5) 鋼管杭のせん断破壊に対する実施ケースと照査値 (断面⑦, 杭⑤)

| 解析ケース<br>地震動        |    | せん断破壊に対する照査 |      |      |
|---------------------|----|-------------|------|------|
|                     |    | ①           | ②    | ③    |
| S <sub>s</sub> -D 1 | ++ | 0.14        |      |      |
|                     | -+ | 0.14        |      |      |
|                     | +- | 0.14        |      |      |
|                     | -- | 0.14        |      |      |
| S <sub>s</sub> -D 2 | ++ | 0.19        |      |      |
|                     | -+ | 0.20        | 0.18 | 0.19 |
|                     | +- | 0.19        |      |      |
|                     | -- | 0.20        |      |      |
| S <sub>s</sub> -D 3 | ++ | 0.16        |      |      |
|                     | -+ | 0.16        |      |      |
|                     | +- | 0.16        |      |      |
|                     | -- | 0.16        |      |      |
| S <sub>s</sub> -F 1 | ++ | 0.11        |      |      |
|                     | -+ | 0.12        |      |      |
| S <sub>s</sub> -F 2 | ++ | 0.13        |      |      |
|                     | -+ | 0.12        |      |      |
| S <sub>s</sub> -F 3 | ++ | 0.16        |      |      |
|                     | -+ | 0.16        |      |      |
| S <sub>s</sub> -N 1 | ++ | 0.08        |      |      |
|                     | -+ | 0.08        |      |      |

c. RC 遮水壁のコンクリートの曲げ・軸力系の破壊に対する照査

表 4.1-47 に RC 遮水壁のコンクリートの曲げ・軸力系の破壊に対する照査の実施ケースと照査値を示す。

表 4.1-47 (1) RC 遮水壁のコンクリートの曲げ・軸力系の破壊に対する実施ケースと照査値  
(断面⑦, RC①)

| 地震動       |    | 解析ケース           |      |      |
|-----------|----|-----------------|------|------|
|           |    | 曲げ・軸力系の破壊に対する照査 |      |      |
|           |    | ①               | ②    | ③    |
| S s - D 1 | ++ | 0.02            |      |      |
|           | -+ | 0.02            |      |      |
|           | +- | 0.02            |      |      |
|           | -- | 0.02            |      |      |
| S s - D 2 | ++ | 0.03            |      |      |
|           | -+ | 0.03            | 0.03 | 0.04 |
|           | +- | 0.03            |      |      |
|           | -- | 0.03            |      |      |
| S s - D 3 | ++ | 0.03            |      |      |
|           | -+ | 0.03            |      |      |
|           | +- | 0.03            |      |      |
|           | -- | 0.03            |      |      |
| S s - F 1 | ++ | 0.02            |      |      |
|           | -+ | 0.02            |      |      |
| S s - F 2 | ++ | 0.02            |      |      |
|           | -+ | 0.02            |      |      |
| S s - F 3 | ++ | 0.03            |      |      |
|           | -+ | 0.03            |      |      |
| S s - N 1 | ++ | 0.02            |      |      |
|           | -+ | 0.02            |      |      |

表 4.1-47 (2) RC 遮水壁のコンクリートの曲げ・軸力系の破壊に対する実施ケースと照査値  
(断面⑦, RC②)

| 解析ケース<br>地震動        |    | 曲げ・軸力系の破壊に対する照査 |      |      |
|---------------------|----|-----------------|------|------|
|                     |    | ①               | ②    | ③    |
| S <sub>s</sub> -D 1 | ++ | 0.03            |      |      |
|                     | -+ | 0.03            |      |      |
|                     | +- | 0.03            |      |      |
|                     | -- | 0.03            |      |      |
| S <sub>s</sub> -D 2 | ++ | 0.04            |      |      |
|                     | -+ | 0.04            | 0.03 | 0.04 |
|                     | +- | 0.04            |      |      |
|                     | -- | 0.04            |      |      |
| S <sub>s</sub> -D 3 | ++ | 0.03            |      |      |
|                     | -+ | 0.03            |      |      |
|                     | +- | 0.03            |      |      |
|                     | -- | 0.03            |      |      |
| S <sub>s</sub> -F 1 | ++ | 0.02            |      |      |
|                     | -+ | 0.02            |      |      |
| S <sub>s</sub> -F 2 | ++ | 0.02            |      |      |
|                     | -+ | 0.02            |      |      |
| S <sub>s</sub> -F 3 | ++ | 0.03            |      |      |
|                     | -+ | 0.03            |      |      |
| S <sub>s</sub> -N 1 | ++ | 0.02            |      |      |
|                     | -+ | 0.02            |      |      |

表 4.1-47 (3) RC 遮水壁のコンクリートの曲げ・軸力系の破壊に対する実施ケースと照査値  
(断面⑦, RC③)

| 解析ケース<br>地震動 |    | 曲げ・軸力系の破壊に対する照査 |      |      |
|--------------|----|-----------------|------|------|
|              |    | ①               | ②    | ③    |
| S s - D 1    | ++ | 0.02            |      |      |
|              | -+ | 0.02            |      |      |
|              | +- | 0.02            |      |      |
|              | -- | 0.02            |      |      |
| S s - D 2    | ++ | 0.03            |      |      |
|              | -+ | 0.03            | 0.02 | 0.03 |
|              | +- | 0.03            |      |      |
|              | -- | 0.03            |      |      |
| S s - D 3    | ++ | 0.02            |      |      |
|              | -+ | 0.02            |      |      |
|              | +- | 0.02            |      |      |
|              | -- | 0.02            |      |      |
| S s - F 1    | ++ | 0.02            |      |      |
|              | -+ | 0.02            |      |      |
| S s - F 2    | ++ | 0.02            |      |      |
|              | -+ | 0.02            |      |      |
| S s - F 3    | ++ | 0.02            |      |      |
|              | -+ | 0.02            |      |      |
| S s - N 1    | ++ | 0.01            |      |      |
|              | -+ | 0.01            |      |      |



d. RC 遮水壁の鉄筋の曲げ・軸力系の破壊に対する照査

表 4.1-48 に RC 遮水壁の鉄筋の曲げ・軸力系の破壊に対する照査の実施ケースと照査値を示す。

表 4.1-48 (1) RC 遮水壁の鉄筋の曲げ・軸力系の破壊に対する実施ケースと照査値  
(断面⑦, RC①)

| 解析ケース<br>地震動 |    | 曲げ・軸力系の破壊に対する照査 |      |      |
|--------------|----|-----------------|------|------|
|              |    | ①               | ②    | ③    |
| S s - D 1    | ++ | 0.12            |      |      |
|              | -+ | 0.12            |      |      |
|              | +- | 0.13            |      |      |
|              | -- | 0.12            |      |      |
| S s - D 2    | ++ | 0.18            |      |      |
|              | -+ | 0.18            | 0.17 | 0.21 |
|              | +- | 0.18            |      |      |
|              | -- | 0.18            |      |      |
| S s - D 3    | ++ | 0.15            |      |      |
|              | -+ | 0.14            |      |      |
|              | +- | 0.15            |      |      |
|              | -- | 0.15            |      |      |
| S s - F 1    | ++ | 0.10            |      |      |
|              | -+ | 0.11            |      |      |
| S s - F 2    | ++ | 0.12            |      |      |
|              | -+ | 0.12            |      |      |
| S s - F 3    | ++ | 0.14            |      |      |
|              | -+ | 0.14            |      |      |
| S s - N 1    | ++ | 0.07            |      |      |
|              | -+ | 0.07            |      |      |

表 4.1-48 (2) RC 遮水壁の鉄筋の曲げ・軸力系の破壊に対する実施ケースと照査値  
(断面⑦, RC②)

| 地震動 \ 解析ケース |    | 曲げ・軸力系の破壊に対する照査 |      |      |
|-------------|----|-----------------|------|------|
|             |    | ①               | ②    | ③    |
| S s - D 1   | ++ | 0.12            |      |      |
|             | -+ | 0.12            |      |      |
|             | +- | 0.13            |      |      |
|             | -- | 0.13            |      |      |
| S s - D 2   | ++ | 0.21            |      |      |
|             | -+ | 0.21            | 0.18 | 0.24 |
|             | +- | 0.20            |      |      |
|             | -- | 0.21            |      |      |
| S s - D 3   | ++ | 0.16            |      |      |
|             | -+ | 0.16            |      |      |
|             | +- | 0.16            |      |      |
|             | -- | 0.16            |      |      |
| S s - F 1   | ++ | 0.11            |      |      |
|             | -+ | 0.11            |      |      |
| S s - F 2   | ++ | 0.12            |      |      |
|             | -+ | 0.11            |      |      |
| S s - F 3   | ++ | 0.15            |      |      |
|             | -+ | 0.15            |      |      |
| S s - N 1   | ++ | 0.07            |      |      |
|             | -+ | 0.07            |      |      |

表 4.1-48 (3) RC 遮水壁の鉄筋の曲げ・軸力系の破壊に対する実施ケースと照査値  
(断面⑦, RC③)

| 地震動 \ 解析ケース |    | 曲げ・軸力系の破壊に対する照査 |      |      |
|-------------|----|-----------------|------|------|
|             |    | ①               | ②    | ③    |
| S s - D 1   | ++ | 0.07            |      |      |
|             | -+ | 0.07            |      |      |
|             | +- | 0.07            |      |      |
|             | -- | 0.07            |      |      |
| S s - D 2   | ++ | 0.12            |      |      |
|             | -+ | 0.12            | 0.09 | 0.13 |
|             | +- | 0.12            |      |      |
|             | -- | 0.12            |      |      |
| S s - D 3   | ++ | 0.09            |      |      |
|             | -+ | 0.08            |      |      |
|             | +- | 0.09            |      |      |
|             | -- | 0.09            |      |      |
| S s - F 1   | ++ | 0.06            |      |      |
|             | -+ | 0.06            |      |      |
| S s - F 2   | ++ | 0.06            |      |      |
|             | -+ | 0.06            |      |      |
| S s - F 3   | ++ | 0.08            |      |      |
|             | -+ | 0.08            |      |      |
| S s - N 1   | ++ | 0.04            |      |      |
|             | -+ | 0.04            |      |      |

e. RC 遮水壁のコンクリートのせん断破壊に対する照査

表 4.1-49 に RC 遮水壁のコンクリートのせん断破壊に対する照査の実施ケースと照査値を示す。

表 4.1-49 (1) RC 遮水壁のコンクリートのせん断破壊に対する実施ケースと照査値  
(断面⑦, RC①)

| 解析ケース<br>地震動        |     | せん断破壊に対する照査 |      |      |
|---------------------|-----|-------------|------|------|
|                     |     | ①           | ②    | ③    |
| S <sub>s</sub> -D 1 | ++  | 0.13        |      |      |
|                     | -+  | 0.13        |      |      |
|                     | + - | 0.13        |      |      |
|                     | --  | 0.13        |      |      |
| S <sub>s</sub> -D 2 | ++  | 0.13        |      |      |
|                     | -+  | 0.13        | 0.13 | 0.13 |
|                     | + - | 0.13        |      |      |
|                     | --  | 0.13        |      |      |
| S <sub>s</sub> -D 3 | ++  | 0.13        |      |      |
|                     | -+  | 0.13        |      |      |
|                     | + - | 0.13        |      |      |
|                     | --  | 0.13        |      |      |
| S <sub>s</sub> -F 1 | ++  | 0.13        |      |      |
|                     | -+  | 0.13        |      |      |
| S <sub>s</sub> -F 2 | ++  | 0.13        |      |      |
|                     | -+  | 0.13        |      |      |
| S <sub>s</sub> -F 3 | ++  | 0.13        |      |      |
|                     | -+  | 0.13        |      |      |
| S <sub>s</sub> -N 1 | ++  | 0.13        |      |      |
|                     | -+  | 0.13        |      |      |

表 4.1-49 (2) RC 遮水壁のコンクリートのせん断破壊に対する実施ケースと照査値  
(断面⑦, RC②)

| 地震動 \ 解析ケース |    | せん断破壊に対する照査 |      |      |
|-------------|----|-------------|------|------|
|             |    | ①           | ②    | ③    |
| S s - D 1   | ++ | 0.13        |      |      |
|             | -+ | 0.13        |      |      |
|             | +- | 0.13        |      |      |
|             | -- | 0.13        |      |      |
| S s - D 2   | ++ | 0.13        |      |      |
|             | -+ | 0.13        | 0.13 | 0.13 |
|             | +- | 0.13        |      |      |
|             | -- | 0.13        |      |      |
| S s - D 3   | ++ | 0.13        |      |      |
|             | -+ | 0.13        |      |      |
|             | +- | 0.13        |      |      |
|             | -- | 0.13        |      |      |
| S s - F 1   | ++ | 0.13        |      |      |
|             | -+ | 0.13        |      |      |
| S s - F 2   | ++ | 0.13        |      |      |
|             | -+ | 0.13        |      |      |
| S s - F 3   | ++ | 0.13        |      |      |
|             | -+ | 0.13        |      |      |
| S s - N 1   | ++ | 0.13        |      |      |
|             | -+ | 0.13        |      |      |

表 4.1-49 (3) RC 遮水壁のコンクリートのせん断破壊に対する実施ケースと照査値  
(断面⑦, RC③)

| 解析ケース<br>地震動 |    | せん断破壊に対する照査 |      |      |
|--------------|----|-------------|------|------|
|              |    | ①           | ②    | ③    |
| S s - D 1    | ++ | 0.13        |      |      |
|              | -+ | 0.13        |      |      |
|              | +- | 0.13        |      |      |
|              | -- | 0.13        |      |      |
| S s - D 2    | ++ | 0.13        |      |      |
|              | -+ | 0.13        | 0.13 | 0.13 |
|              | +- | 0.13        |      |      |
|              | -- | 0.13        |      |      |
| S s - D 3    | ++ | 0.13        |      |      |
|              | -+ | 0.13        |      |      |
|              | +- | 0.13        |      |      |
|              | -- | 0.13        |      |      |
| S s - F 1    | ++ | 0.13        |      |      |
|              | -+ | 0.13        |      |      |
| S s - F 2    | ++ | 0.13        |      |      |
|              | -+ | 0.13        |      |      |
| S s - F 3    | ++ | 0.13        |      |      |
|              | -+ | 0.13        |      |      |
| S s - N 1    | ++ | 0.13        |      |      |
|              | -+ | 0.13        |      |      |

f. 基礎地盤の支持性能に対する照査

(a) 鋼管杭

表 4.1-50 に鋼管杭の基礎地盤の支持性能に対する照査の実施ケースと照査値を示す。

表 4.1-50 (1) 基礎地盤の支持性能に対する実施ケースと照査値 (断面⑦, 杭①)

| 解析ケース<br>地震動        |    | 基礎地盤の支持性能に対する照査 |      |      |
|---------------------|----|-----------------|------|------|
|                     |    | ①               | ②    | ③    |
| S <sub>s</sub> -D 1 | ++ | 0.09            |      |      |
|                     | -+ | 0.09            |      |      |
|                     | +- | 0.09            |      |      |
|                     | -- | 0.09            |      |      |
| S <sub>s</sub> -D 2 | ++ | 0.09            |      |      |
|                     | -+ | 0.09            | 0.09 | 0.09 |
|                     | +- | 0.09            |      |      |
|                     | -- | 0.09            |      |      |
| S <sub>s</sub> -D 3 | ++ | 0.09            |      |      |
|                     | -+ | 0.09            |      |      |
|                     | +- | 0.09            |      |      |
|                     | -- | 0.09            |      |      |
| S <sub>s</sub> -F 1 | ++ | 0.09            |      |      |
|                     | -+ | 0.09            |      |      |
| S <sub>s</sub> -F 2 | ++ | 0.09            |      |      |
|                     | -+ | 0.09            |      |      |
| S <sub>s</sub> -F 3 | ++ | 0.09            |      |      |
|                     | -+ | 0.09            |      |      |
| S <sub>s</sub> -N 1 | ++ | 0.09            |      |      |
|                     | -+ | 0.09            |      |      |

表 4.1-50 (2) 基礎地盤の支持性能に対する実施ケースと照査値 (断面⑦, 杭②)

| 地震動 \ 解析ケース |    | 基礎地盤の支持性能に対する照査 |      |      |
|-------------|----|-----------------|------|------|
|             |    | ①               | ②    | ③    |
| S s - D 1   | ++ | 0.10            |      |      |
|             | -+ | 0.10            |      |      |
|             | +- | 0.10            |      |      |
|             | -- | 0.10            |      |      |
| S s - D 2   | ++ | 0.10            |      |      |
|             | -+ | 0.10            | 0.10 | 0.10 |
|             | +- | 0.10            |      |      |
|             | -- | 0.10            |      |      |
| S s - D 3   | ++ | 0.10            |      |      |
|             | -+ | 0.10            |      |      |
|             | +- | 0.10            |      |      |
|             | -- | 0.10            |      |      |
| S s - F 1   | ++ | 0.10            |      |      |
|             | -+ | 0.10            |      |      |
| S s - F 2   | ++ | 0.10            |      |      |
|             | -+ | 0.10            |      |      |
| S s - F 3   | ++ | 0.10            |      |      |
|             | -+ | 0.10            |      |      |
| S s - N 1   | ++ | 0.10            |      |      |
|             | -+ | 0.10            |      |      |



表 4.1-50 (3) 基礎地盤の支持性能に対する実施ケースと照査値 (断面⑦, 杭③)

| 地震動 \ 解析ケース |    | 基礎地盤の支持性能に対する照査 |      |      |
|-------------|----|-----------------|------|------|
|             |    | ①               | ②    | ③    |
| S s - D 1   | ++ | 0.11            |      |      |
|             | -+ | 0.11            |      |      |
|             | +- | 0.11            |      |      |
|             | -- | 0.11            |      |      |
| S s - D 2   | ++ | 0.11            |      |      |
|             | -+ | 0.11            | 0.11 | 0.11 |
|             | +- | 0.11            |      |      |
|             | -- | 0.11            |      |      |
| S s - D 3   | ++ | 0.11            |      |      |
|             | -+ | 0.11            |      |      |
|             | +- | 0.11            |      |      |
|             | -- | 0.11            |      |      |
| S s - F 1   | ++ | 0.11            |      |      |
|             | -+ | 0.11            |      |      |
| S s - F 2   | ++ | 0.11            |      |      |
|             | -+ | 0.11            |      |      |
| S s - F 3   | ++ | 0.11            |      |      |
|             | -+ | 0.11            |      |      |
| S s - N 1   | ++ | 0.11            |      |      |
|             | -+ | 0.11            |      |      |

表 4.1-50 (4) 基礎地盤の支持性能に対する実施ケースと照査値 (断面⑦, 杭④)

| 地震動 \ 解析ケース |    | 基礎地盤の支持性能に対する照査 |      |      |
|-------------|----|-----------------|------|------|
|             |    | ①               | ②    | ③    |
| S s - D 1   | ++ | 0.11            |      |      |
|             | -+ | 0.11            |      |      |
|             | +- | 0.11            |      |      |
|             | -- | 0.11            |      |      |
| S s - D 2   | ++ | 0.11            |      |      |
|             | -+ | 0.11            | 0.11 | 0.11 |
|             | +- | 0.12            |      |      |
|             | -- | 0.12            |      |      |
| S s - D 3   | ++ | 0.11            |      |      |
|             | -+ | 0.11            |      |      |
|             | +- | 0.11            |      |      |
|             | -- | 0.11            |      |      |
| S s - F 1   | ++ | 0.11            |      |      |
|             | -+ | 0.11            |      |      |
| S s - F 2   | ++ | 0.11            |      |      |
|             | -+ | 0.11            |      |      |
| S s - F 3   | ++ | 0.11            |      |      |
|             | -+ | 0.11            |      |      |
| S s - N 1   | ++ | 0.11            |      |      |
|             | -+ | 0.11            |      |      |

表 4.1-50 (5) 基礎地盤の支持性能に対する実施ケースと照査値 (断面⑦, 杭⑤)

| 地震動 \ 解析ケース |    | 基礎地盤の支持性能に対する照査 |      |      |
|-------------|----|-----------------|------|------|
|             |    | ①               | ②    | ③    |
| S s - D 1   | ++ | 0.11            |      |      |
|             | -+ | 0.11            |      |      |
|             | +- | 0.12            |      |      |
|             | -- | 0.12            |      |      |
| S s - D 2   | ++ | 0.12            |      |      |
|             | -+ | 0.12            | 0.12 | 0.12 |
|             | +- | 0.12            |      |      |
|             | -- | 0.12            |      |      |
| S s - D 3   | ++ | 0.12            |      |      |
|             | -+ | 0.12            |      |      |
|             | +- | 0.12            |      |      |
|             | -- | 0.12            |      |      |
| S s - F 1   | ++ | 0.11            |      |      |
|             | -+ | 0.11            |      |      |
| S s - F 2   | ++ | 0.11            |      |      |
|             | -+ | 0.11            |      |      |
| S s - F 3   | ++ | 0.11            |      |      |
|             | -+ | 0.11            |      |      |
| S s - N 1   | ++ | 0.11            |      |      |
|             | -+ | 0.11            |      |      |

#### 4.1.2 断面力分布（鋼管杭の曲げ・軸力系の破壊に対する照査）

断面照査に用いた断面諸元を表 4.1-51～表 4.1-52 に、鋼管杭の曲げ・軸力系の破壊に対する照査において、各解析ケースのうち最も厳しい照査値となる結果を表 4.1-53 に示す。また、該当する解析ケースの断面力図を図 4.1-1 に示す。

表 4.1-51 鋼管杭断面諸元（断面①～断面⑥）

| 杭種 |                                 | 設置標高               | 板厚* <sup>2</sup><br>(mm)                       | 断面積 (mm <sup>2</sup> )         | 断面係数 (mm <sup>3</sup> ) |                        |                        |
|----|---------------------------------|--------------------|--|--------------------------------|-------------------------|------------------------|------------------------|
| A  | 鋼管杭<br>(上杭)<br>φ 2200           | SKK490<br>(t=25mm) | 0. P. +30. 0m* <sup>1</sup> ～<br>0. P. +23. 5m | 24                             | 1. 639×10 <sup>5</sup>  | 8. 813×10 <sup>7</sup> |                        |
| B  |                                 | SM570<br>(t=40mm)  | 0. P. +23. 5m～<br>0. P. +21. 0m                | 39                             | 2. 645×10 <sup>5</sup>  | 1. 403×10 <sup>8</sup> |                        |
|    | 0. P. +21. 0m～<br>0. P. +20. 0m |                    |  |                                |                         |                        |                        |
| C  | 鋼管杭<br>(下杭)<br>φ 2500           | SM570<br>(t=35mm)  | 長杭   | 0. P. +20. 0m～<br>0. P. ±0. 0m | 34                      | 2. 632×10 <sup>5</sup> | 1. 599×10 <sup>8</sup> |
|    |                                 |                    | 短杭<br>断面⑤                                      | 0. P. +20. 0m～<br>0. P. +5. 0m |                         |                        |                        |
|    |                                 |                    | 断面⑥  | 0. P. +20. 0m<br>～ +8. 0m      |                         |                        |                        |
| D  | 鋼管杭<br>(下杭)<br>φ 2500           | SKK490<br>(t=25mm) | 長杭   | 0. P. ±0. 0m～<br>杭下端           | 24                      | 1. 865×10 <sup>5</sup> | 1. 143×10 <sup>8</sup> |
|    |                                 |                    | 短杭<br>断面⑤                                      | 0. P. +5. 0m～<br>0. P. +2. 5m  |                         |                        |                        |
|    |                                 |                    | 断面⑥  | 0. P. +8. 0m<br>～ +5. 5m       |                         |                        |                        |

注記 \*1：岩盤部（断面⑤及び断面⑥）は 0. P. +29. 0m

\*2：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 14 年 3 月）に基づき腐食代 1 mm を考慮する。杭体の断面照査において，腐食代 1 mm による断面積の低減を考慮する。

表 4.1-52 鋼管杭断面諸元 (断面⑦)

| 杭種                    |                    | 設置標高  | 板厚*<br>(mm) | 断面積 (mm <sup>2</sup> ) | 断面係数 (mm <sup>3</sup> ) |
|-----------------------|--------------------|---|-------------|------------------------|-------------------------|
| 鋼管杭<br>(上杭)<br>φ 2200 | SKK490<br>(t=25mm) | 0. P. +28. 4m~0. P. +21. 4m<br>0. P. +28. 4m~0. P. +20. 4m<br>0. P. +28. 4m~0. P. +19. 4m | 24          | 1. 639×10 <sup>5</sup> | 8. 813×10 <sup>7</sup>  |

注記 \* : 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 14 年 3 月) に基づき腐食代 1 mm を考慮する。杭体の断面照査において, 腐食代 1 mm による断面積の低減を考慮する。

表 4.1-53 (1) 鋼管杭の曲げ・軸力系の破壊に対する照査における最大照査値 (断面①)

| 杭種 | 地震動                       | 解析<br>ケース | 発生断面力             |            | 曲げ圧縮<br>応力度<br>$\sigma_s$ (N/mm <sup>2</sup> ) | 短期許容<br>応力度<br>$\sigma_{sa}$ (N/mm <sup>2</sup> ) | 照査値<br>$\sigma_s / \sigma_{sa}$ |
|----|---------------------------|-----------|-------------------|------------|--|---|---------------------------------|
|    |                           |           | 曲げモーメント<br>(kN・m) | 軸力<br>(kN) |  |   |                                 |
| A  | S <sub>s</sub> -D 2 (---) | ①         | 8663              | 503        | 102  | 247   | 0. 42                           |

表 4.1-53 (2) 鋼管杭の曲げ・軸力系の破壊に対する照査における最大照査値 (断面②)

| 杭種 | 地震動                       | 解析<br>ケース | 発生断面力             |            | 曲げ圧縮<br>応力度<br>$\sigma_s$ (N/mm <sup>2</sup> ) | 短期許容<br>応力度<br>$\sigma_{sa}$ (N/mm <sup>2</sup> ) | 照査値<br>$\sigma_s / \sigma_{sa}$ |
|----|---------------------------|-----------|-------------------|------------|--|---|---------------------------------|
|    |                           |           | 曲げモーメント<br>(kN・m) | 軸力<br>(kN) |  |   |                                 |
| A  | S <sub>s</sub> -D 2 (---) | ②         | 10728             | 537        | 126  | 247   | 0. 52                           |

表 4.1-53 (3) 鋼管杭の曲げ・軸力系の破壊に対する照査における最大照査値 (断面③)

| 杭種 | 地震動                       | 解析<br>ケース | 発生断面力             |            | 曲げ圧縮<br>応力度<br>$\sigma_s$ (N/mm <sup>2</sup> ) | 短期許容<br>応力度<br>$\sigma_{sa}$ (N/mm <sup>2</sup> ) | 照査値<br>$\sigma_s / \sigma_{sa}$ |
|----|---------------------------|-----------|-------------------|------------|--|---|---------------------------------|
|    |                           |           | 曲げモーメント<br>(kN・m) | 軸力<br>(kN) |  |   |                                 |
| A  | S <sub>s</sub> -D 2 (---) | ③         | 9673              | 622        | 114  | 247   | 0. 47                           |

表 4.1-53 (4) 鋼管杭の曲げ・軸力系の破壊に対する照査における最大照査値 (断面④)

| 杭種 | 地震動                       | 解析<br>ケース | 発生断面力             |            | 曲げ圧縮<br>応力度<br>$\sigma_s$ (N/mm <sup>2</sup> ) | 短期許容<br>応力度<br>$\sigma_{sa}$ (N/mm <sup>2</sup> ) | 照査値<br>$\sigma_s / \sigma_{sa}$ |
|----|---------------------------|-----------|-------------------|------------|--|---|---------------------------------|
|    |                           |           | 曲げモーメント<br>(kN・m) | 軸力<br>(kN) |  |   |                                 |
| D  | S <sub>s</sub> -D 2 (---) | ④         | 1334              | 23425      | 138  | 277   | 0. 50                           |

表 4.1-53 (5) 鋼管杭の曲げ・軸力系の破壊に対する照査における最大照査値 (断面⑤)

| 杭種 | 地震動                    | 解析<br>ケース | 発生断面力             |            | 曲げ圧縮<br>応力度<br>$\sigma_s$ (N/mm <sup>2</sup> ) | 短期許容<br>応力度<br>$\sigma_{sa}$ (N/mm <sup>2</sup> ) | 照査値<br>$\sigma_s / \sigma_{sa}$ |
|----|------------------------|-----------|-------------------|------------|--|---|---------------------------------|
|    |                        |           | 曲げモーメント<br>(kN・m) | 軸力<br>(kN) |  |   |                                 |
| A  | S <sub>s</sub> -D2(-+) | ③         | 4060              | 502        | 50   | 251   | 0.20                            |

表 4.1-53 (6) 鋼管杭の曲げ・軸力系の破壊に対する照査における最大照査値 (断面⑥)

| 杭種 | 地震動                    | 解析<br>ケース | 発生断面力             |            | 曲げ圧縮<br>応力度<br>$\sigma_s$ (N/mm <sup>2</sup> ) | 短期許容<br>応力度<br>$\sigma_{sa}$ (N/mm <sup>2</sup> ) | 照査値<br>$\sigma_s / \sigma_{sa}$ |
|----|------------------------|-----------|-------------------|------------|--|---|---------------------------------|
|    |                        |           | 曲げモーメント<br>(kN・m) | 軸力<br>(kN) |  |   |                                 |
| A  | S <sub>s</sub> -F3(++) | ①         | 5467              | 497        | 66   | 251   | 0.27                            |

表 4.1-53 (7) 鋼管杭の曲げ・軸力系の破壊に対する照査における最大照査値 (断面⑦)

| 部材 | 地震動                    | 解析<br>ケース | 発生断面力             |            | 曲げ圧縮<br>応力度 $\sigma_s$<br>(N/mm <sup>2</sup> ) | 短期許容<br>応力度 $\sigma_{sa}$<br>(N/mm <sup>2</sup> ) | 照査値<br>$\sigma_s / \sigma_{sa}$ |
|----|------------------------|-----------|-------------------|------------|--|---|---------------------------------|
|    |                        |           | 曲げモーメント<br>(kN・m) | 軸力<br>(kN) |  |   |                                 |
| 杭⑤ | S <sub>s</sub> -D2(--) | ①         | 1765              | -854       | 26   | 277   | 0.10                            |

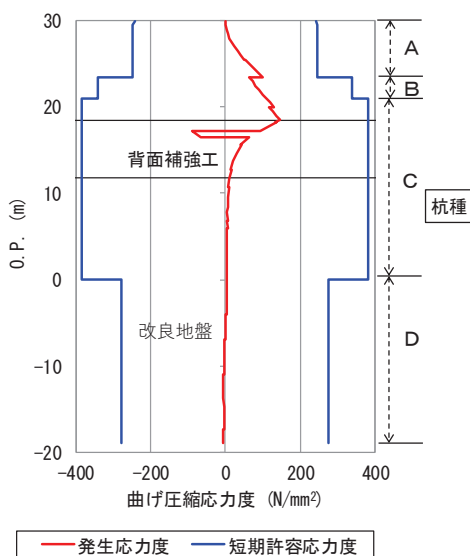
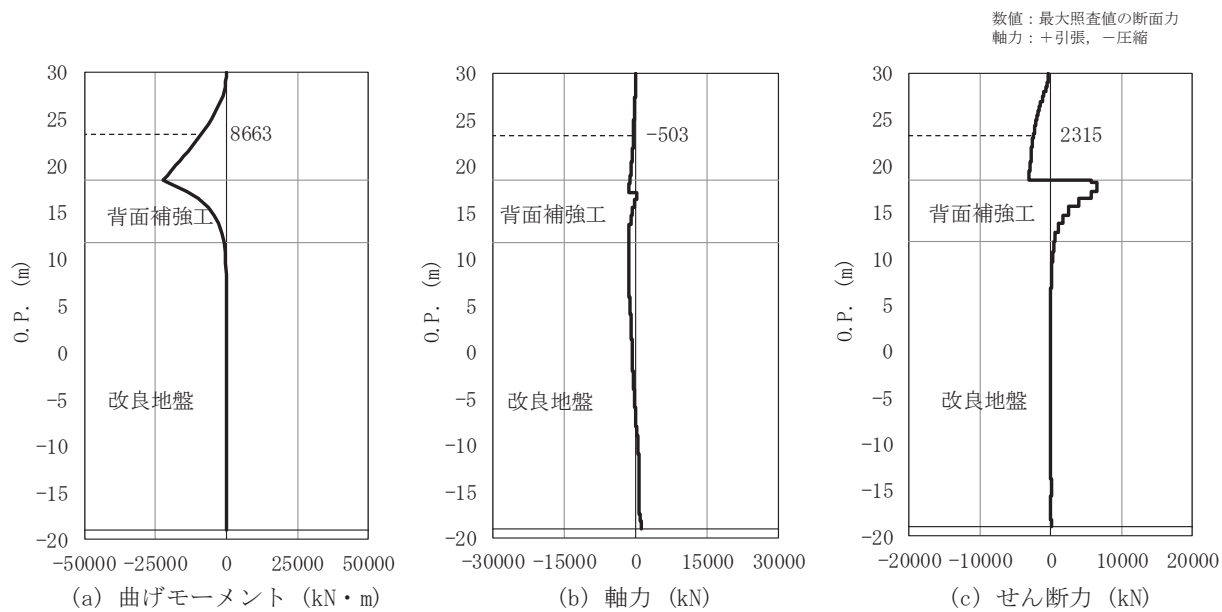
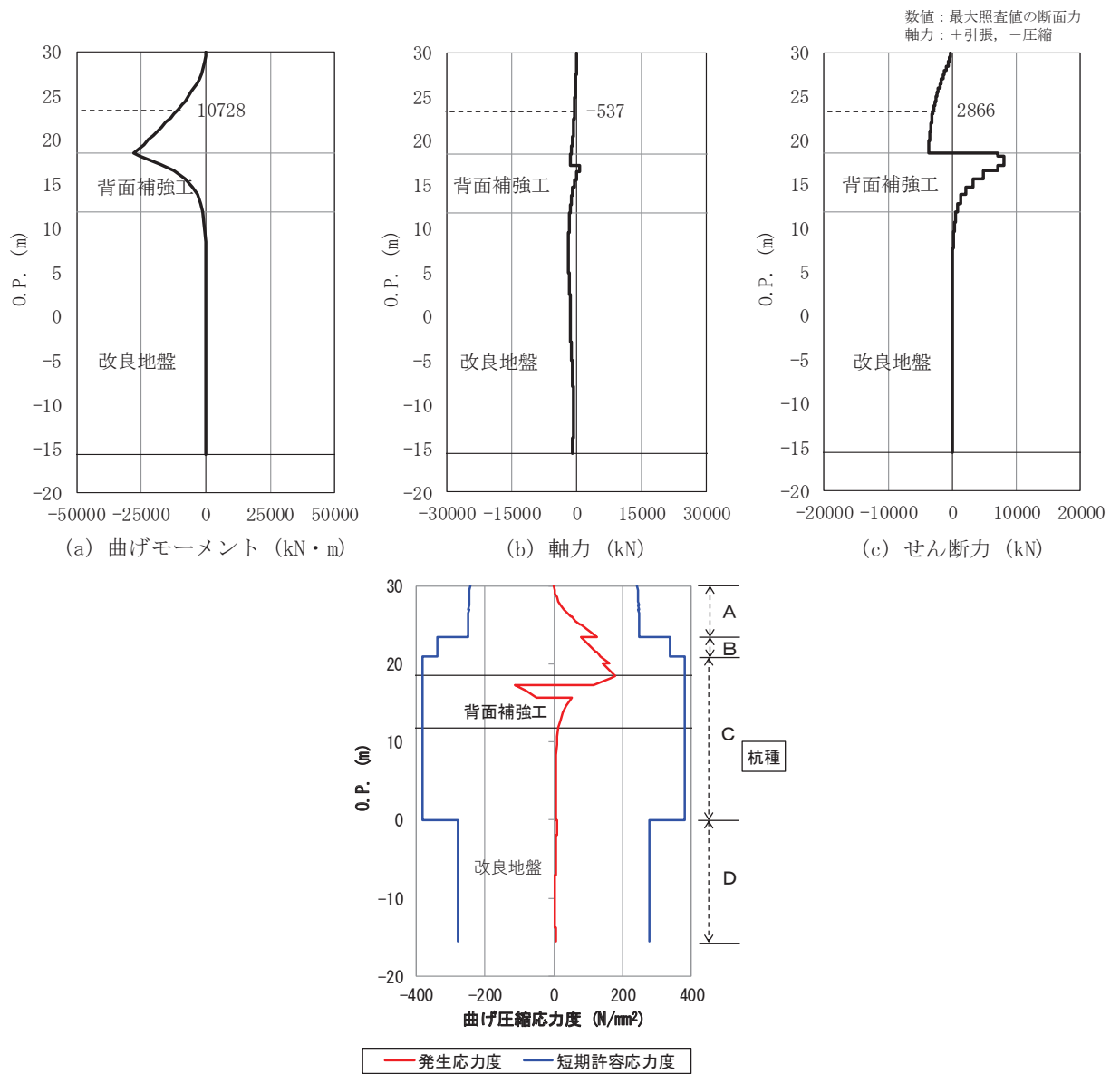


図 4. 1-1 (1) 鋼管杭の曲げ・軸力系の破壊に対する照査における最大照査値の評価時刻での断面力及び曲げ圧縮応力度  
(断面①, S s - D 2 (---), t=6.92s)  
解析ケース①：基本ケース





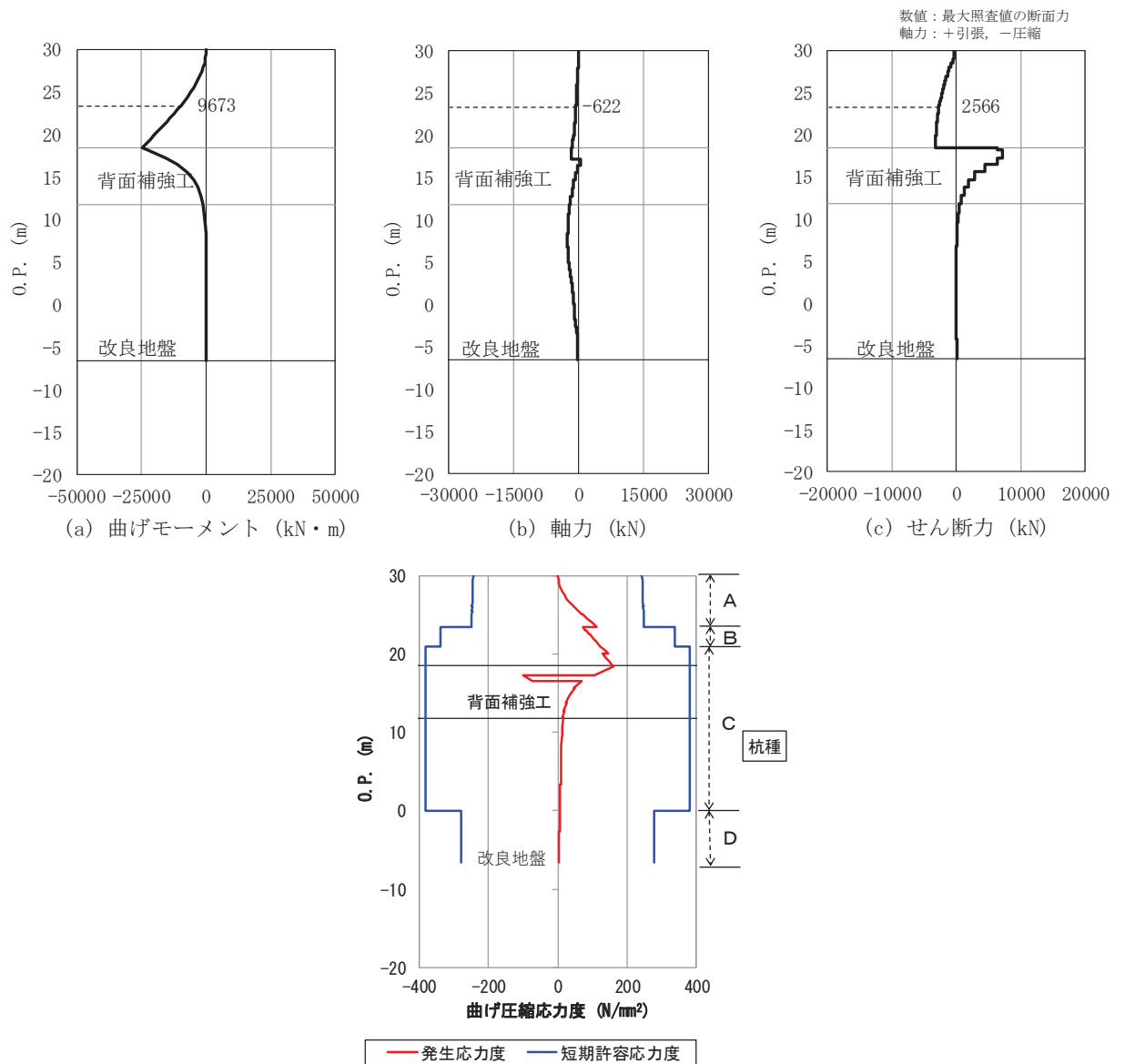


図 4.1-1 (3) 鋼管杭の曲げ・軸力系の破壊に対する照査における最大照査値の評価時刻での断面力及び曲げ圧縮応力度

(断面③, S s - D 2 (---), t=6.91s)

解析ケース②：地盤物性のばらつきを考慮した解析ケース (平均値 + 1σ)

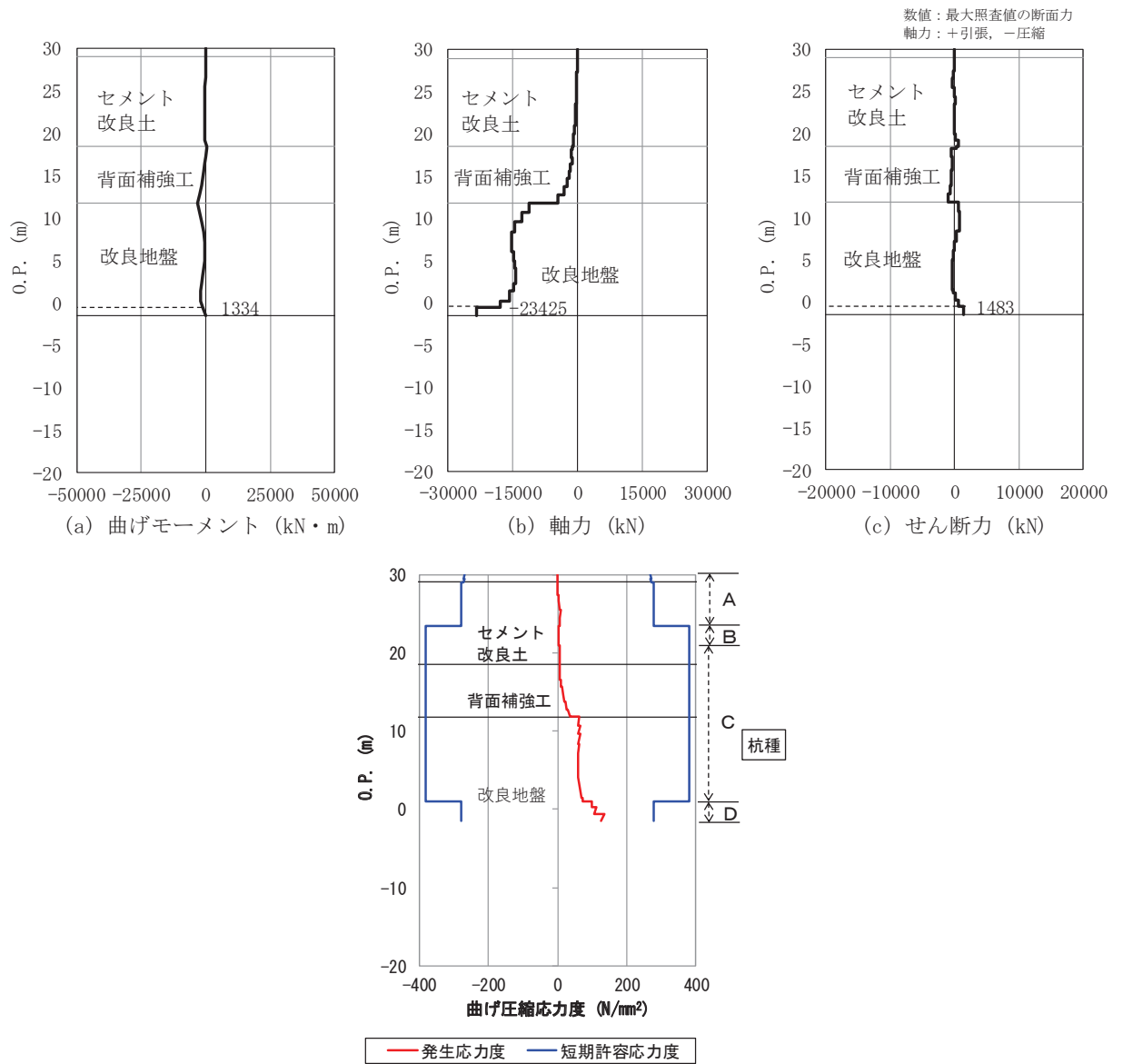


図 4. 1-1 (4) 鋼管杭の曲げ・軸力系の破壊に対する照査における最大照査値の評価時刻での断面力及び曲げ圧縮応力度

(断面④，S s - D 2 (---)，t=13.59s)

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

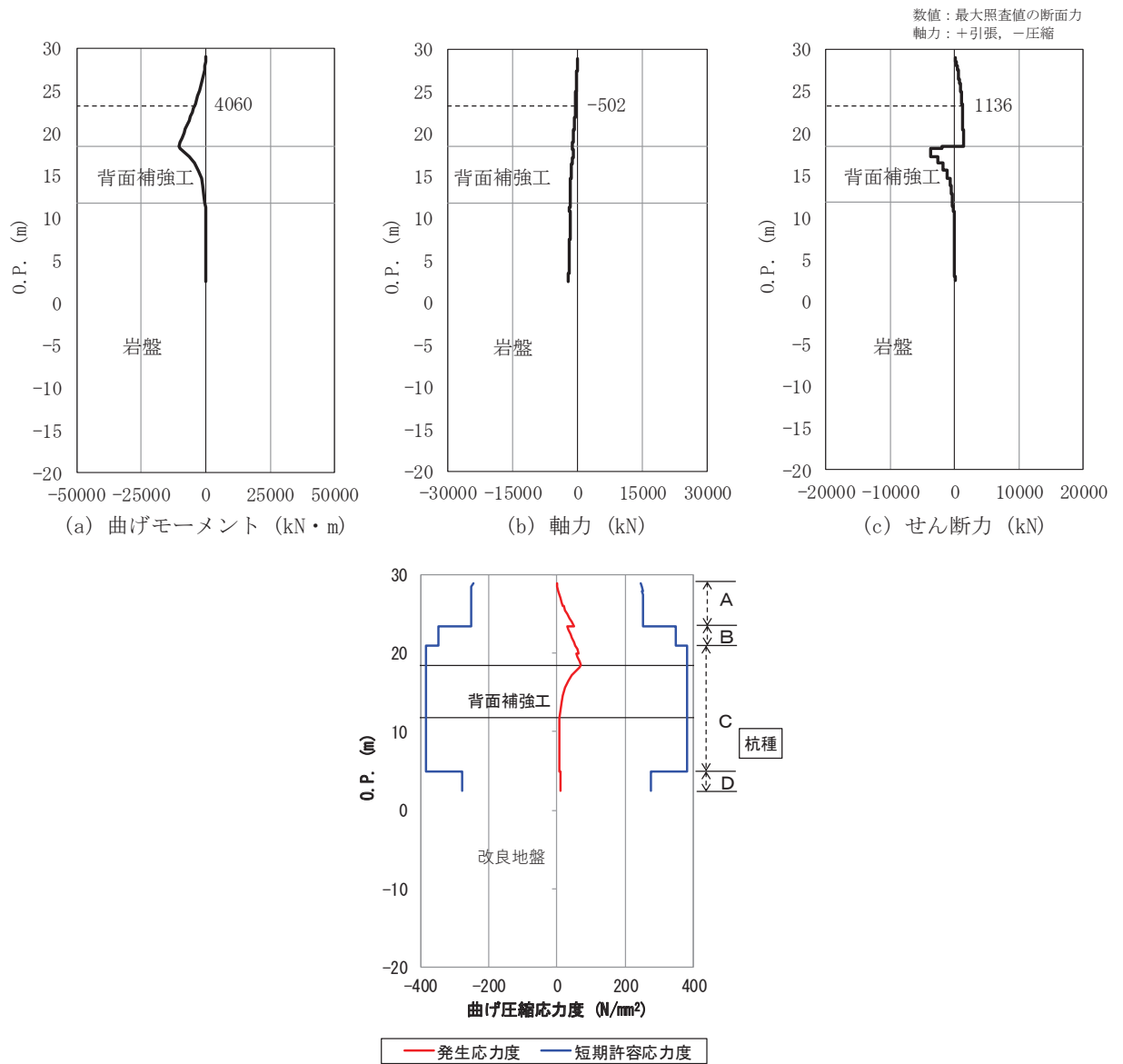


図 4. 1-1 (5) 鋼管杭の曲げ・軸力系の破壊に対する照査における最大照査値の評価時刻での  
断面力及び曲げ圧縮応力度

(断面⑤, S s - D 2 (- +), t=6.84s)

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

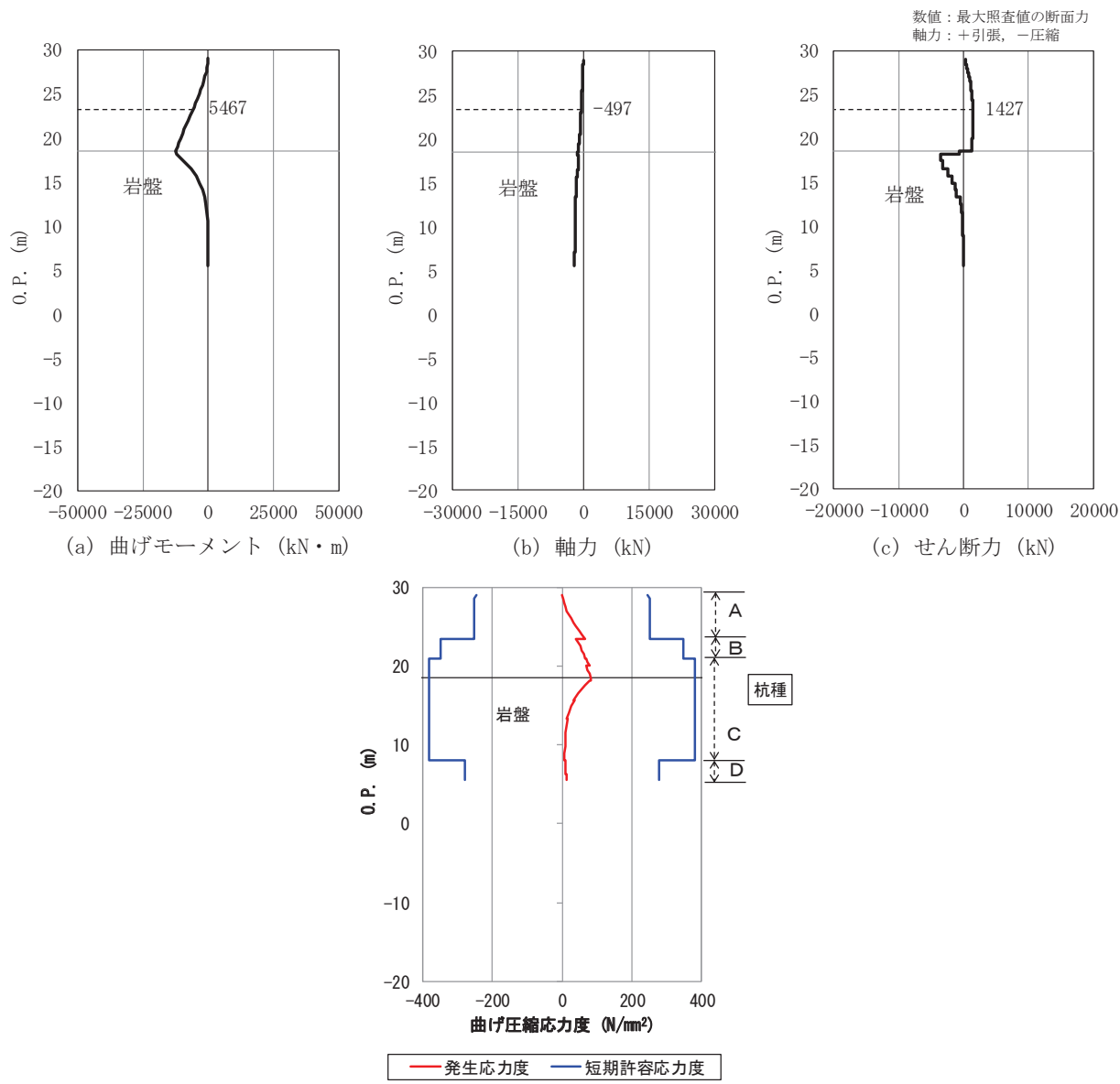
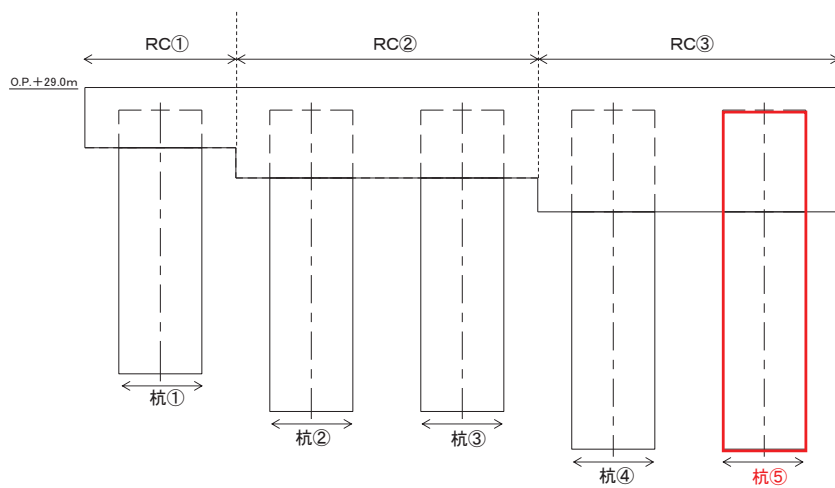
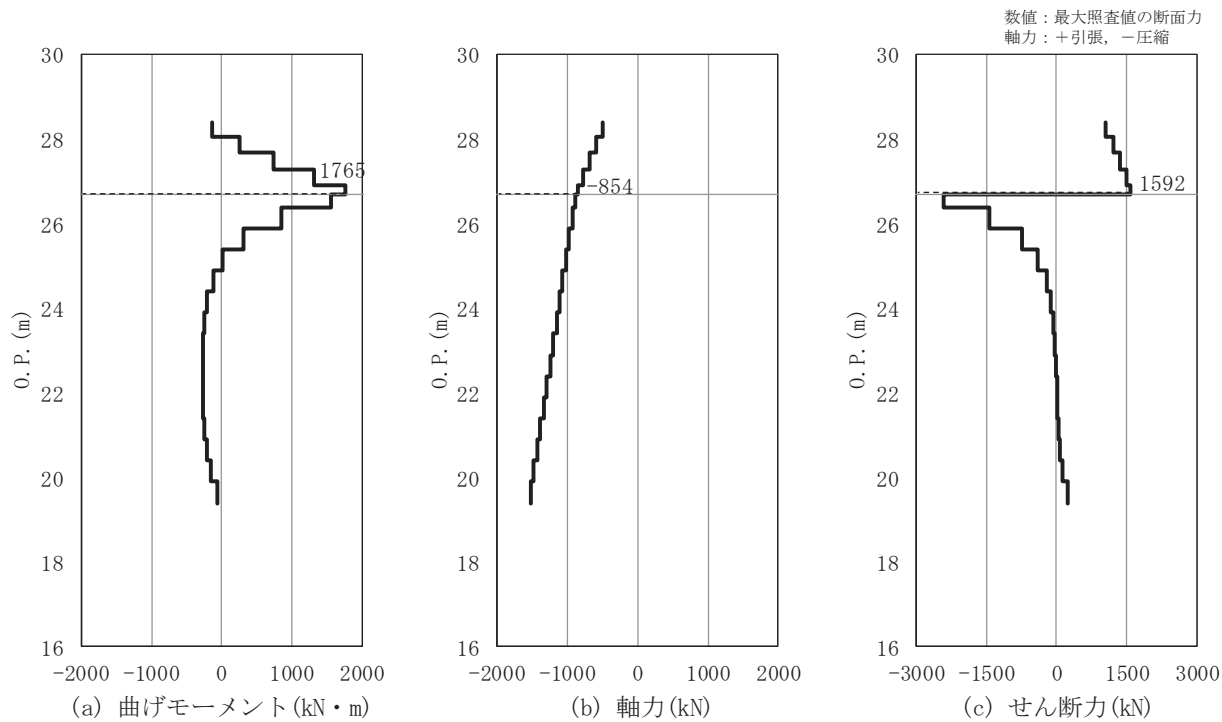


図 4. 1-1 (6) 鋼管杭の曲げ・軸力系の破壊に対する照査における最大照査値の評価時刻での断面力及び曲げ圧縮応力度  
(断面⑥, S s - F 3 (++) , t=28.04s)  
解析ケース①：基本ケース



(d) 照査部材 (杭⑤)

図 4.1-1 (7) 鋼管杭の曲げ・軸力系の破壊に対する照査における最大照査値の評価時刻での断面力

(断面⑦, S s - D 2 (---), t=22.57s)

解析ケース①：基本ケース

#### 4.1.3 断面力分布（鋼管杭のせん断破壊に対する照査）

断面照査に用いた断面諸元を表 4.1-51～表 4.1-52 に、鋼管杭のせん断破壊に対する照査において、各解析ケースのうち最も厳しい照査値となる結果を表 4.1-55 に示す。また、該当する解析ケースの断面力図を図 4.1-2 に示す。

表 4.1-55 (1) 鋼管杭のせん断破壊に対する照査における最大照査値（断面①）

| 杭種 | 地震動                    | 解析<br>ケース | 発生断面力        | せん断<br>応力度<br>$\tau_s$ (N/mm <sup>2</sup> ) | 短期許容<br>応力度<br>$\tau_{sa}$ (N/mm <sup>2</sup> ) | 照査値<br>$\tau_s / \tau_{sa}$ |
|----|------------------------|-----------|--------------|---|---|-----------------------------|
|    |                        |           | せん断力<br>(kN) |   |   |                             |
| C  | S <sub>s</sub> -D2(++) | ①         | 7435         | 57  | 217   | 0.27                        |

表 4.1-55 (2) 鋼管杭のせん断破壊に対する照査における最大照査値（断面②）

| 杭種 | 地震動                    | 解析<br>ケース | 発生断面力        | せん断<br>応力度<br>$\tau_s$ (N/mm <sup>2</sup> ) | 短期許容<br>応力度<br>$\tau_{sa}$ (N/mm <sup>2</sup> ) | 照査値<br>$\tau_s / \tau_{sa}$ |
|----|------------------------|-----------|--------------|---|---|-----------------------------|
|    |                        |           | せん断力<br>(kN) |   |   |                             |
| C  | S <sub>s</sub> -D2(++) | ①         | 8734         | 67  | 217   | 0.31                        |

表 4.1-55 (3) 鋼管杭のせん断破壊に対する照査における最大照査値（断面③）

| 杭種 | 地震動                    | 解析<br>ケース | 発生断面力        | せん断<br>応力度<br>$\tau_s$ (N/mm <sup>2</sup> ) | 短期許容<br>応力度<br>$\tau_{sa}$ (N/mm <sup>2</sup> ) | 照査値<br>$\tau_s / \tau_{sa}$ |
|----|------------------------|-----------|--------------|---|---|-----------------------------|
|    |                        |           | せん断力<br>(kN) |   |   |                             |
| C  | S <sub>s</sub> -D2(++) | ①         | 7851         | 60  | 217   | 0.28                        |

表 4.1-55 (4) 鋼管杭のせん断破壊に対する照査における最大照査値（断面④）

| 杭種 | 地震動                    | 解析<br>ケース | 発生断面力        | せん断<br>応力度<br>$\tau_s$ (N/mm <sup>2</sup> ) | 短期許容<br>応力度<br>$\tau_{sa}$ (N/mm <sup>2</sup> ) | 照査値<br>$\tau_s / \tau_{sa}$ |
|----|------------------------|-----------|--------------|---|---|-----------------------------|
|    |                        |           | せん断力<br>(kN) |   |   |                             |
| D  | S <sub>s</sub> -D2(--) | ①         | 1569         | 17  | 157   | 0.11                        |

表 4.1-55 (5) 鋼管杭のせん断破壊に対する照査における最大照査値（断面⑤）

| 杭種 | 地震動                    | 解析<br>ケース | 発生断面力        | せん断<br>応力度<br>$\tau_s$ (N/mm <sup>2</sup> ) | 短期許容<br>応力度<br>$\tau_{sa}$ (N/mm <sup>2</sup> ) | 照査値<br>$\tau_s / \tau_{sa}$ |
|----|------------------------|-----------|--------------|---|---|-----------------------------|
|    |                        |           | せん断力<br>(kN) |   |   |                             |
| C  | S <sub>s</sub> -D2(--) | ①         | 3703         | 29  | 217   | 0.14                        |

表 4.1-55 (6) 鋼管杭のせん断破壊に対する照査における最大照査値 (断面⑥)

| 杭種 | 地震動                    | 解析<br>ケース | 発生断面力        | せん断<br>応力度<br>$\tau_s$ (N/mm <sup>2</sup> ) | 短期許容<br>応力度<br>$\tau_{sa}$ (N/mm <sup>2</sup> ) | 照査値<br>$\tau_s / \tau_{sa}$ |
|----|------------------------|-----------|--------------|---|---|-----------------------------|
|    |                        |           | せん断力<br>(kN) |   |   |                             |
| C  | S <sub>s</sub> -F3(++) | ②         | 4159         | 32  | 217   | 0.15                        |

表 4.1-55 (7) 鋼管杭のせん断破壊に対する照査における最大照査値 (断面⑦)

| 部材 | 地震動                    | 解析<br>ケース | 発生断面力        | せん断<br>応力度<br>$\tau_s$ (N/mm <sup>2</sup> ) | 短期許容<br>応力度<br>$\tau_{sa}$ (N/mm <sup>2</sup> ) | 照査値<br>$\tau_s / \tau_{sa}$ |
|----|------------------------|-----------|--------------|---|---|-----------------------------|
|    |                        |           | せん断力<br>(kN) |   |   |                             |
| 杭③ | S <sub>s</sub> -D2(-+) | ①         | -2462        | 31  | 157   | 0.20                        |

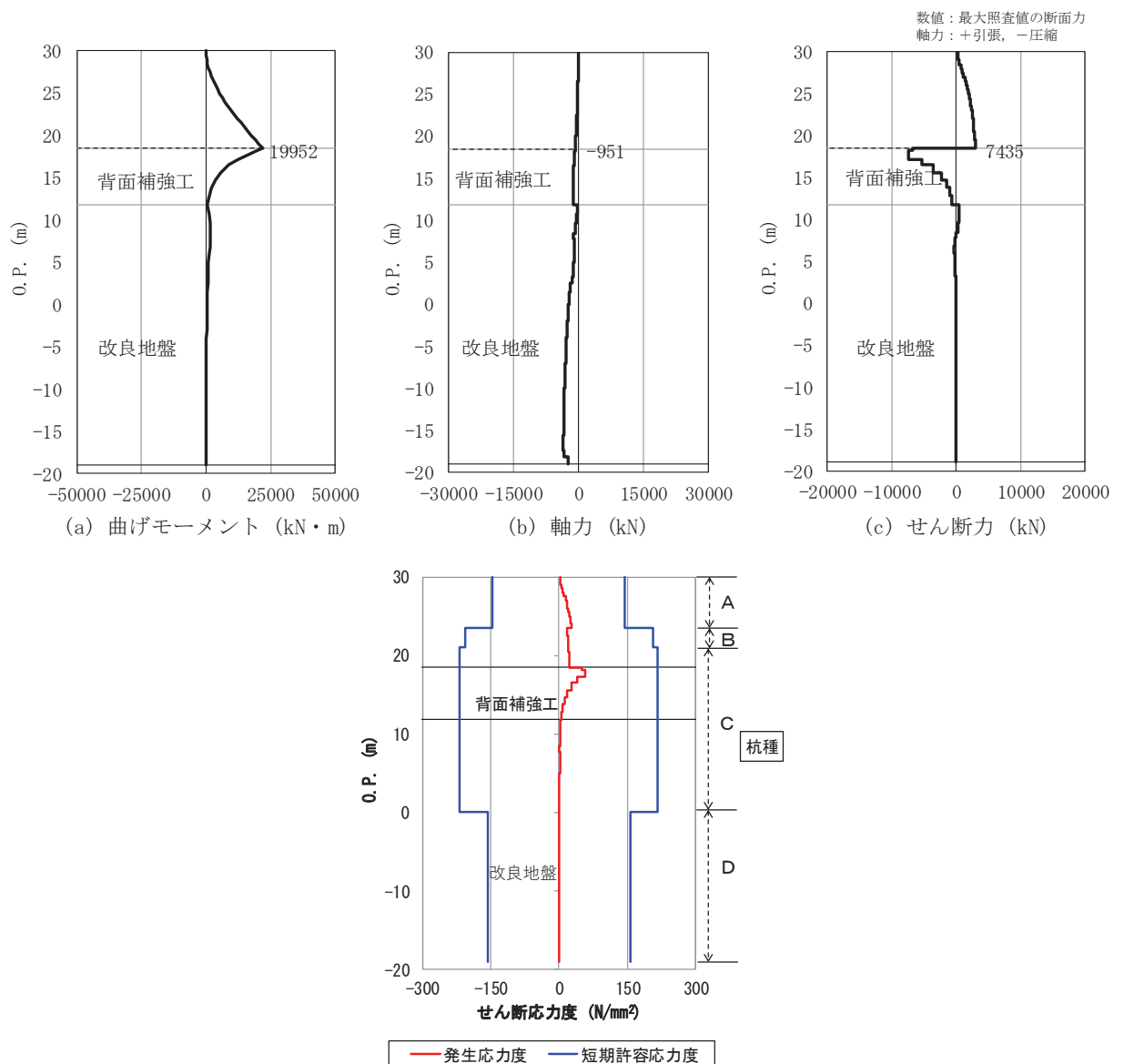


図 4.1-2 (1) 鋼管杭のせん断破壊に対する照査における最大照査値の評価時刻での断面力

及びせん断応力度

(断面①, S<sub>s</sub>-D2(++), t=6.92s)

解析ケース①：基本ケース

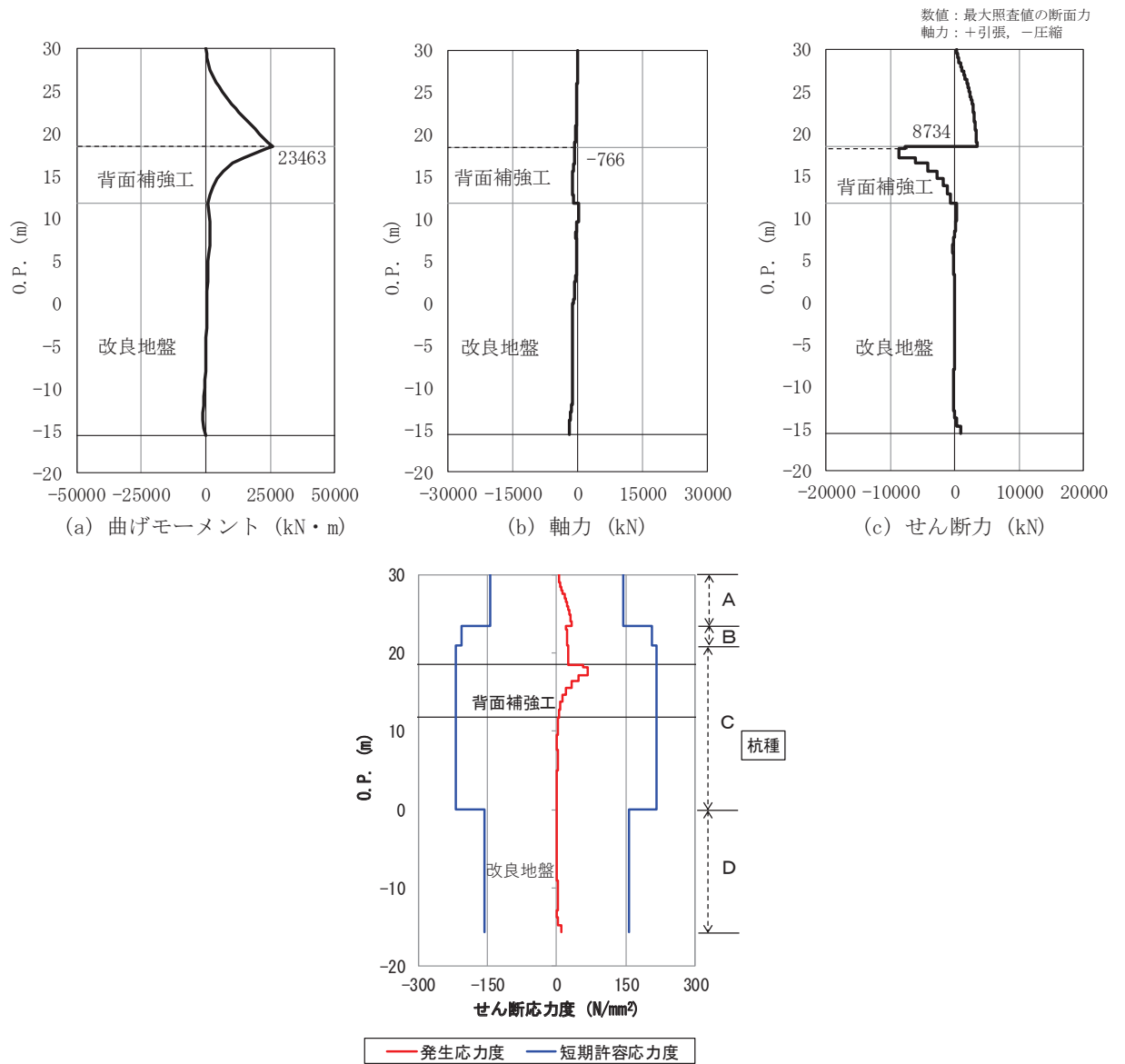


図 4.1-2 (2) 鋼管杭のせん断破壊に対する照査における最大照査値の評価時刻での断面力  
及びせん断応力度  
(断面②，S s - D 2 (++)，t=6.92s)  
解析ケース①：基本ケース



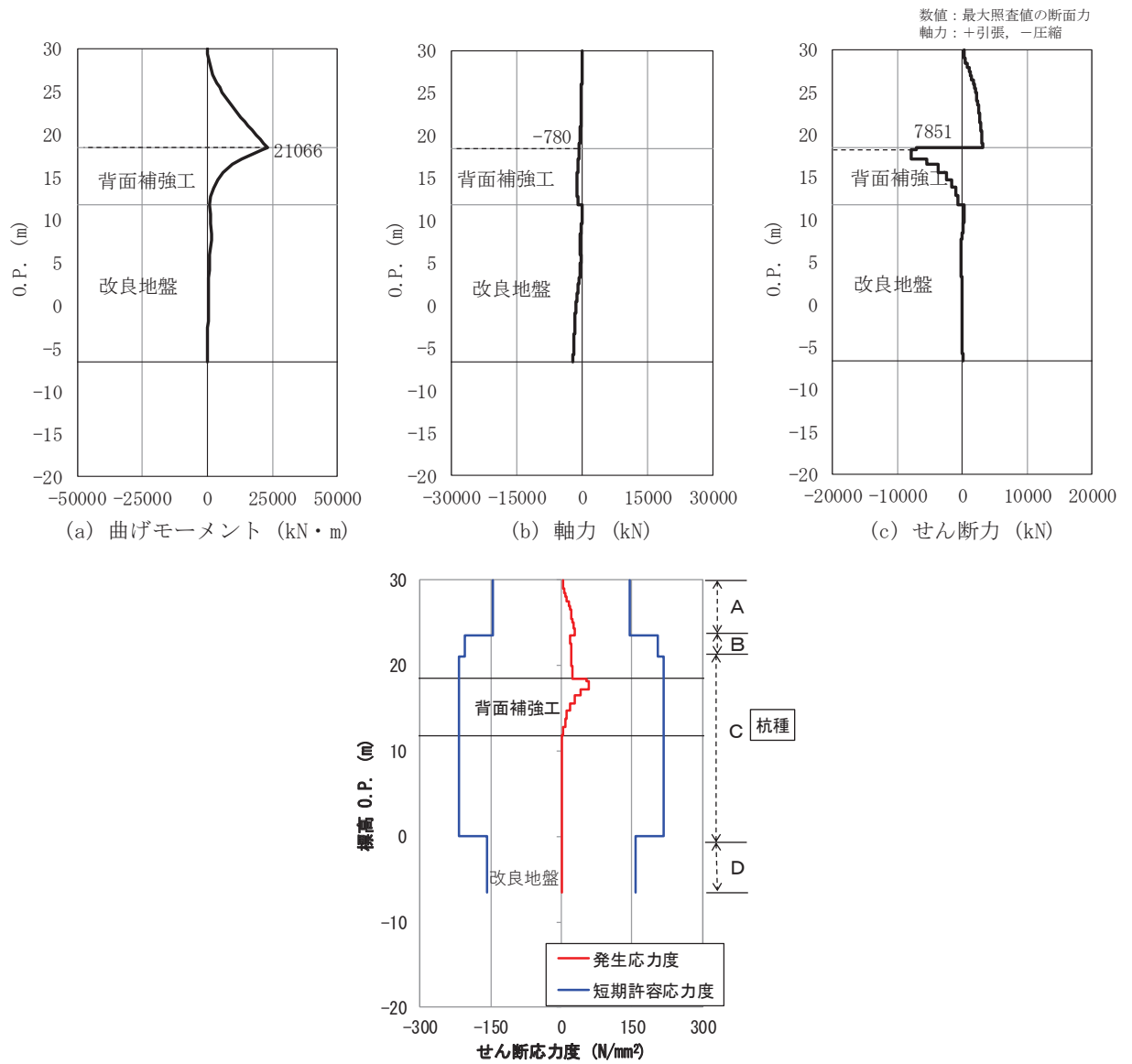


図 4.1-2 (3) 鋼管杭のせん断破壊に対する照査における最大照査値の評価時刻での断面力  
及びせん断応力度  
(断面③, S s - D 2 (++) , t=6.91s)  
解析ケース①：基本ケース

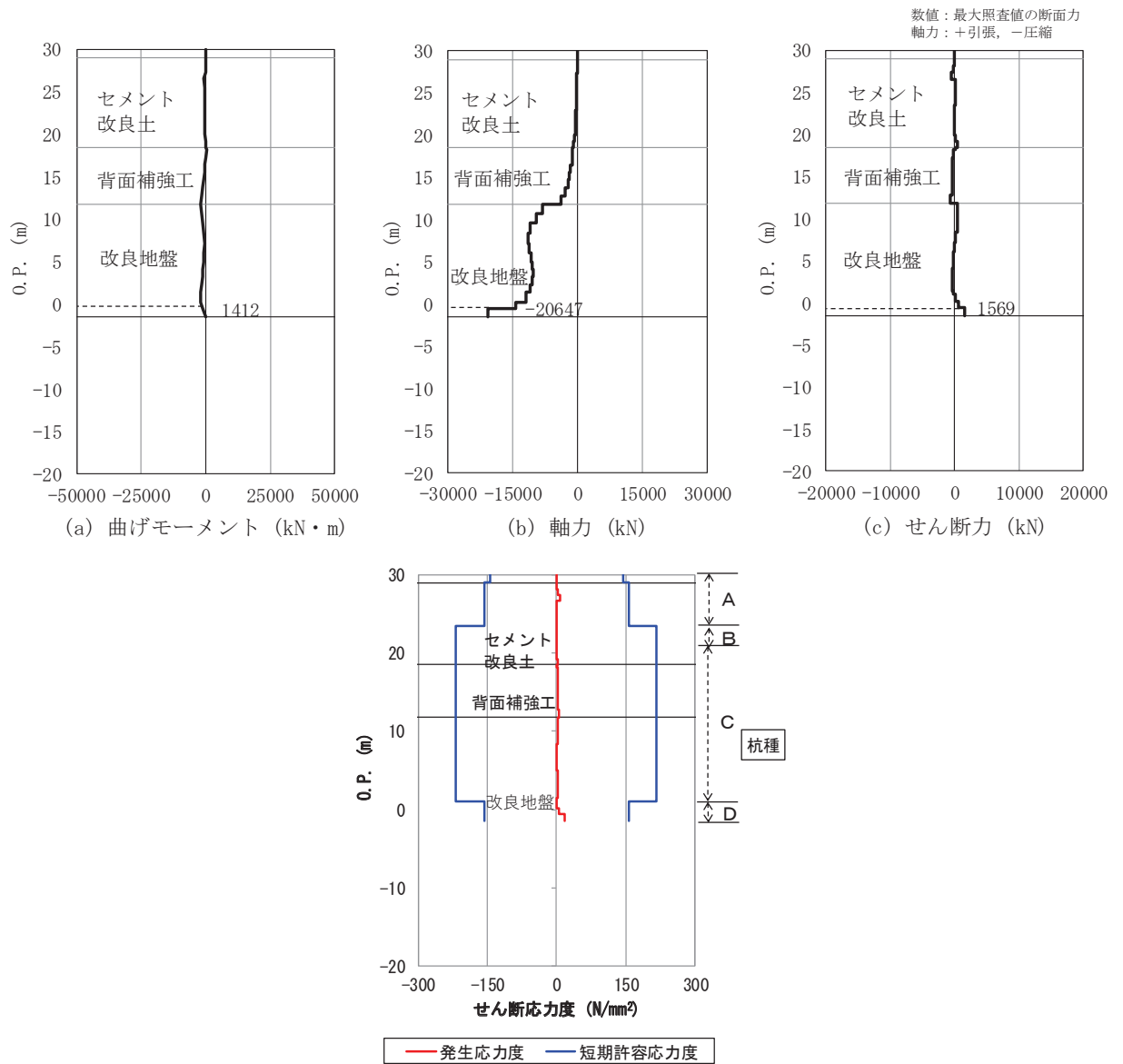


図 4.1-2 (4) 鋼管杭のせん断破壊に対する照査における最大照査値の評価時刻での断面力  
及びせん断応力度

(断面④，S s - D 2 (—)，t=13.59s)

解析ケース①：基本ケース

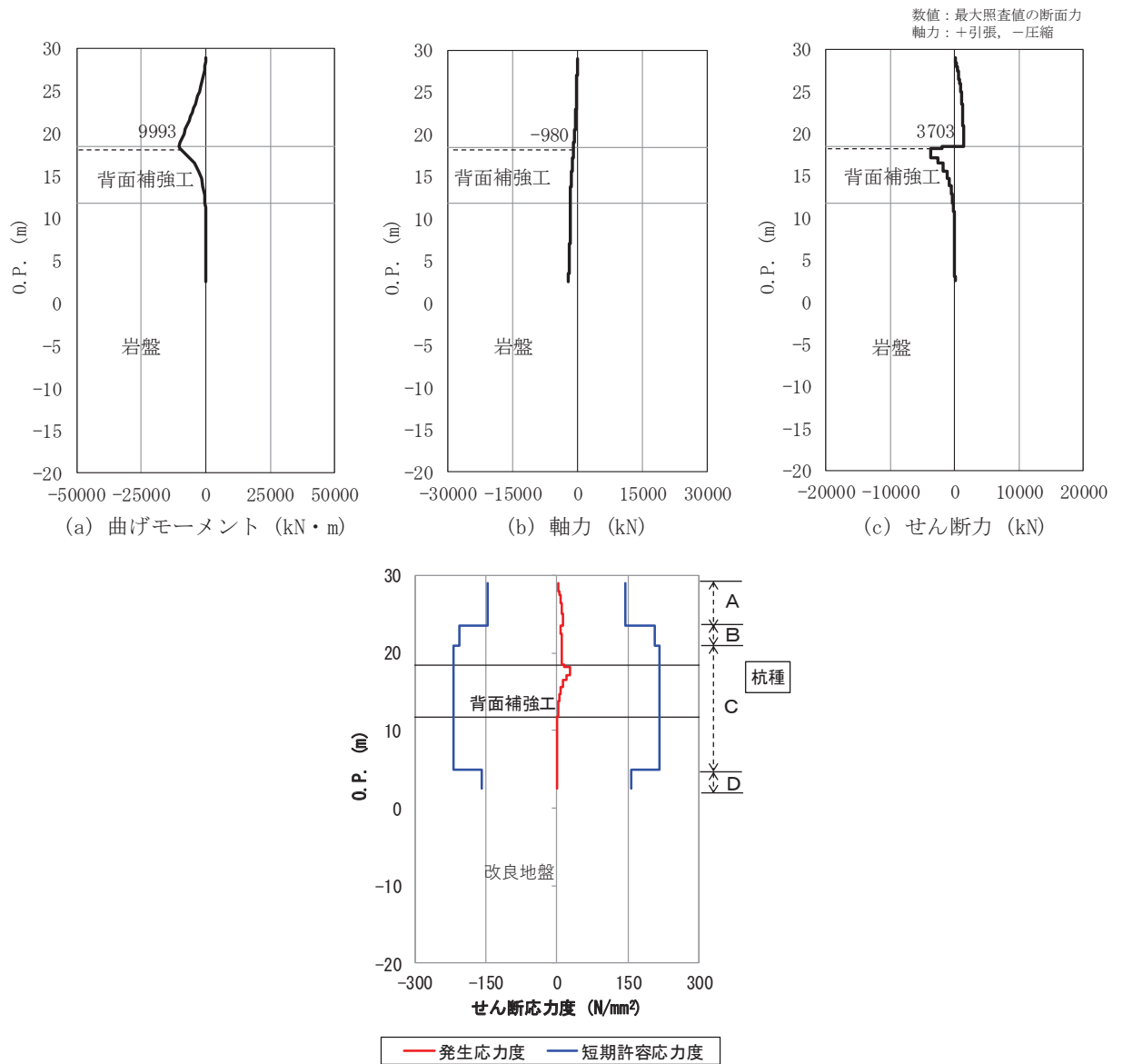


図 4.1-2 (5) 鋼管杭のせん断破壊に対する照査における最大照査値の評価時刻での断面力及びせん断応力度  
(断面⑤, S s - D 2 (---), t=6.84s)  
解析ケース①：基本ケース

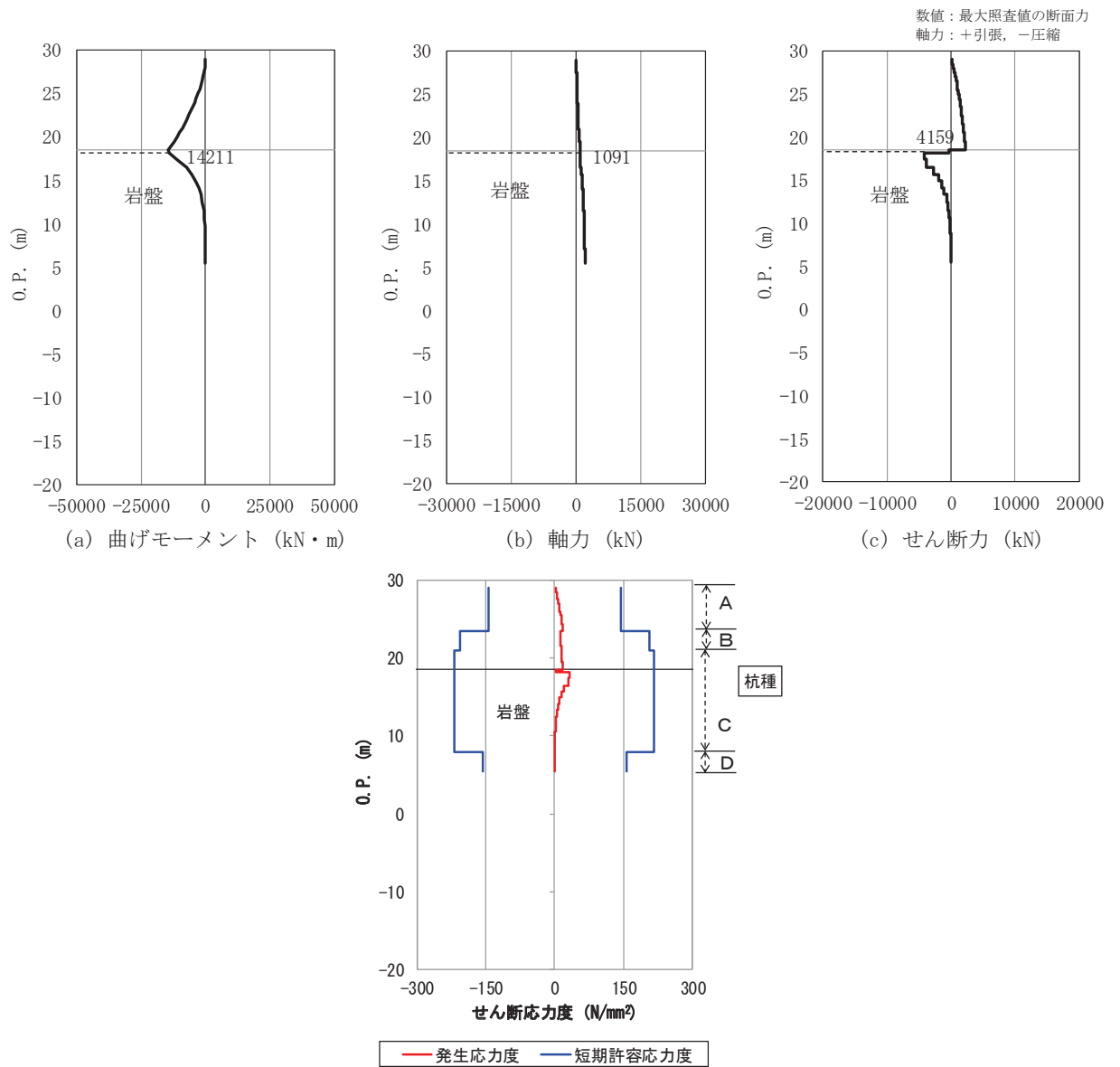
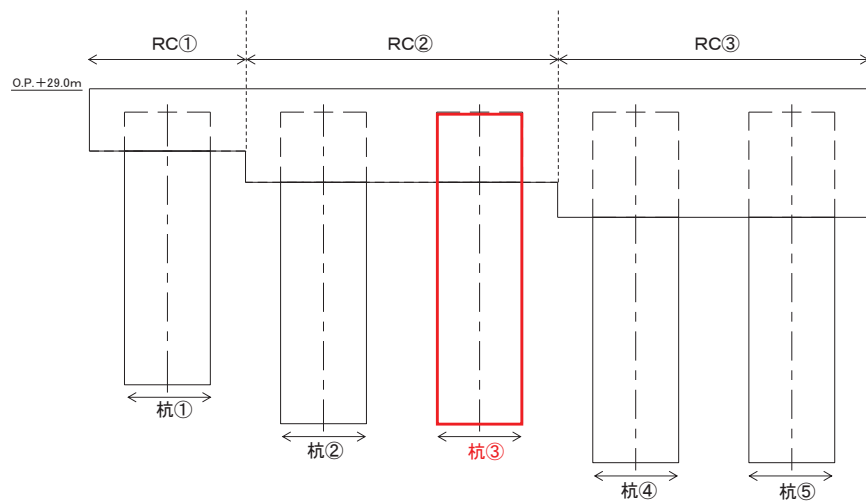
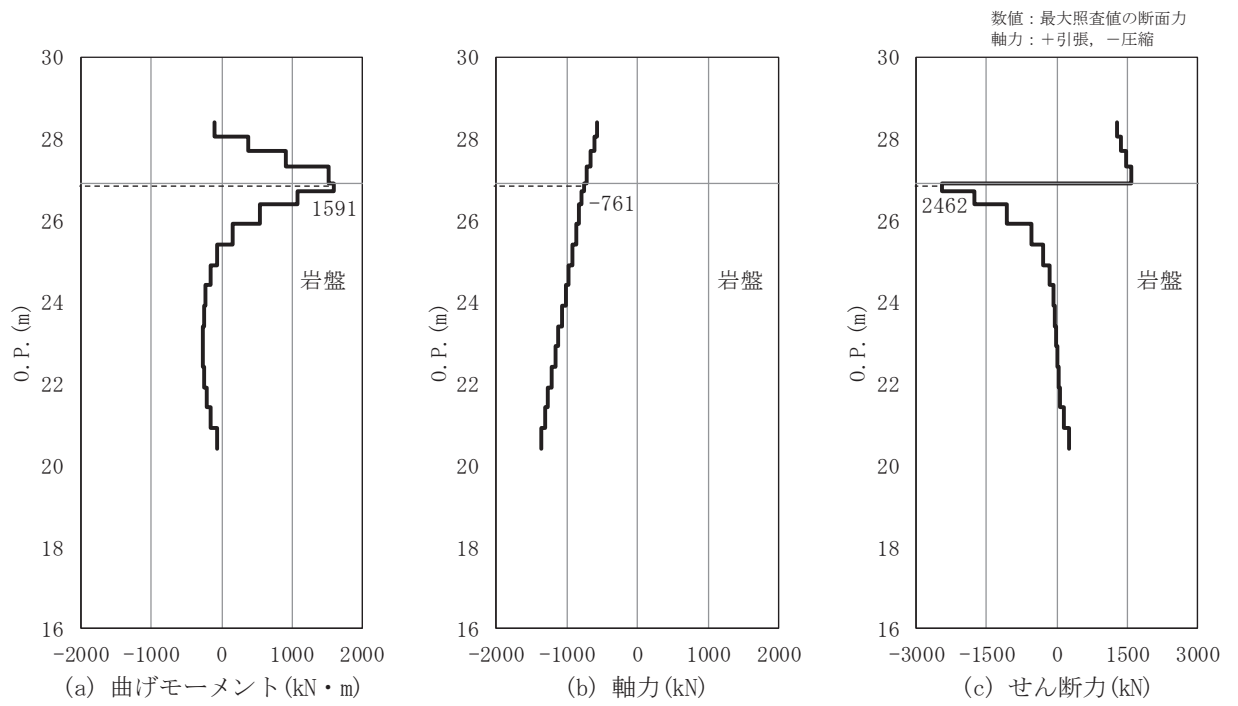


図 4.1-2 (6) 鋼管杭のせん断破壊に対する照査における最大照査値の評価時刻での断面力及びせん断応力度

(断面⑥, S<sub>s</sub>-F3 (++) , t=27.74s)

解析ケース②：地盤物性のばらつきを考慮した解析ケース (平均値 + 1σ)



(d) 照査部材 (杭③)

図 4.1-2 (7) 鋼管杭のせん断破壊に対する照査における最大照査値の評価時刻での断面力  
(断面⑦, S s - D 2 ( - + ), t=22.57s)  
解析ケース①：基本ケース

#### 4.1.4 断面力分布 (RC 遮水壁に対する照査)

RC 遮水壁のコンクリートの曲げ・軸力系の破壊に対する照査、鉄筋の曲げ・軸力系の破壊に対する照査及びコンクリートのせん断破壊に対する照査において、各解析ケースのうち最も厳しい照査値となる結果を表 4.1-54～表 4.1-56 に示す。また、該当する解析ケースの断面力図を図 4.1-3～図 4.1-4 に示す。

表 4.1-54 コンクリートの曲げ・軸力系の破壊に対する照査値

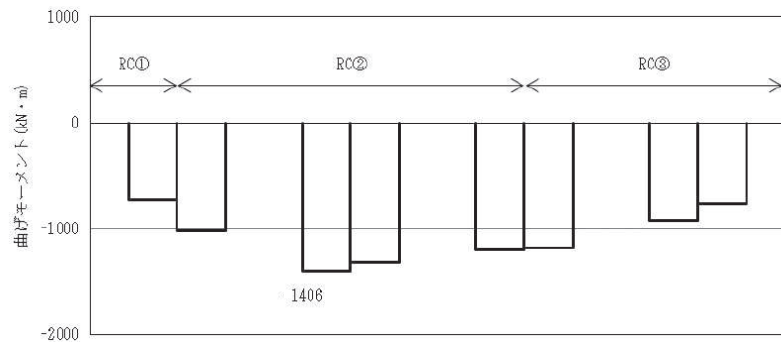
| 部材  | 地震動                    | 解析<br>ケース | 発生断面力             |            | 曲げ圧縮<br>応力度<br>$\sigma_s$<br>(N/mm <sup>2</sup> ) | 短期許容<br>応力度<br>$\sigma_{sa}$<br>(N/mm <sup>2</sup> ) | 照査値<br>$\sigma_s / \sigma_{sa}$ |
|-----|------------------------|-----------|-------------------|------------|---|--|---------------------------------|
|     |                        |           | 曲げモーメント<br>(kN・m) | 軸力<br>(kN) |   |  |                                 |
| RC② | S <sub>s</sub> -D2(-+) | ③         | -1406             | 50         | 0.8   | 21   | 0.04                            |

表 4.1-55 鉄筋の曲げ・軸力系の破壊に対する照査値

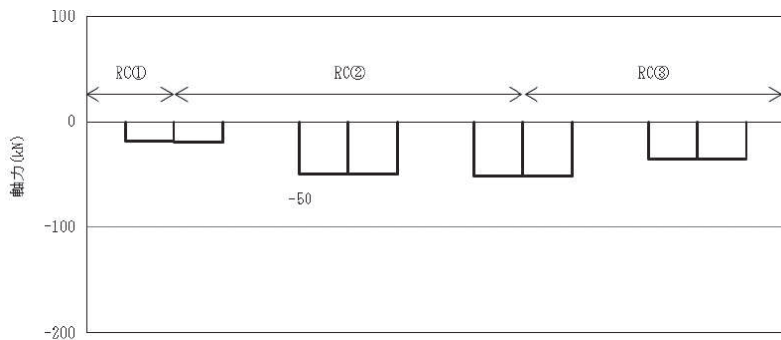
| 部材  | 地震動                    | 解析<br>ケース | 発生断面力             |            | 曲げ引張<br>応力度<br>$\sigma_s$<br>(N/mm <sup>2</sup> ) | 短期許容<br>応力度<br>$\sigma_{sa}$<br>(N/mm <sup>2</sup> ) | 照査値<br>$\sigma_s / \sigma_{sa}$ |
|-----|------------------------|-----------|-------------------|------------|---|--|---------------------------------|
|     |                        |           | 曲げモーメント<br>(kN・m) | 軸力<br>(kN) |   |  |                                 |
| RC② | S <sub>s</sub> -D2(-+) | ③         | -1406             | 50         | 68  | 294  | 0.24                            |

表 4.1-56 コンクリートのせん断破壊に対する照査値

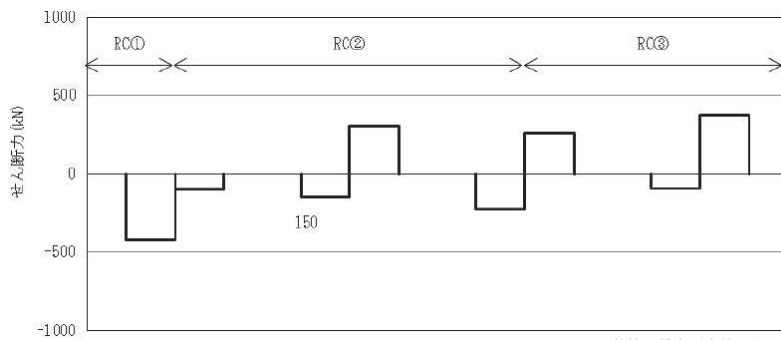
| 部材  | 地震動                    | 解析<br>ケース | 発生断面力        | せん断<br>応力度<br>$\tau_s$ (N/mm <sup>2</sup> ) | 短期許容<br>応力度<br>$\tau_{sa}$ (N/mm <sup>2</sup> ) | 照査値<br>$\tau_s / \tau_{sa}$ |
|-----|------------------------|-----------|--------------|---|---|-----------------------------|
|     |                        |           | せん断力<br>(kN) |   |   |                             |
| RC① | S <sub>s</sub> -D2(-+) | ③         | -420         | 0.1   | 0.82  | 0.13                        |



(a) 曲げモーメント\*

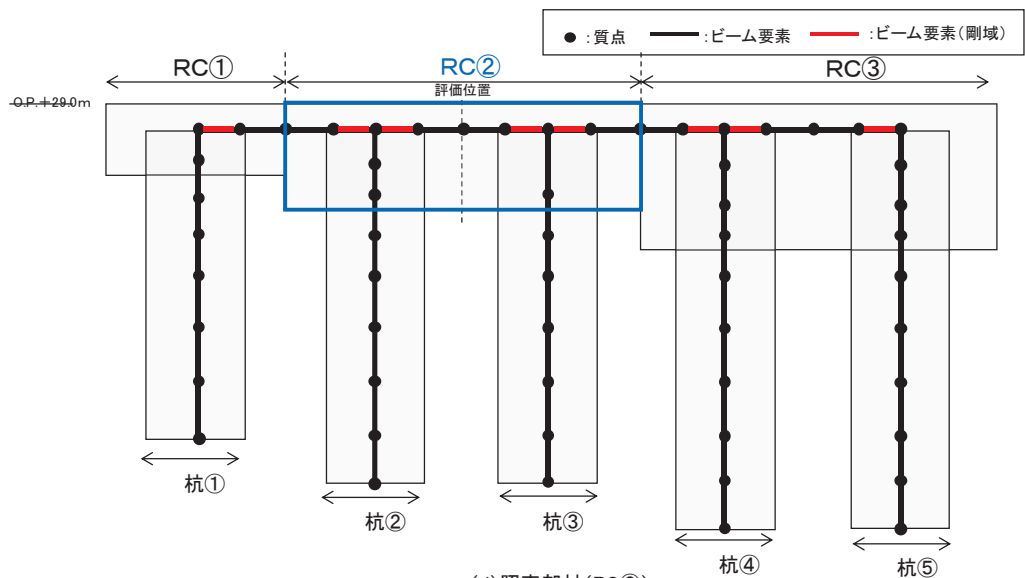


(b) 軸力\*



(c) せん断力\*

数値：最大照査値の断面力  
軸力：+引張，-圧縮



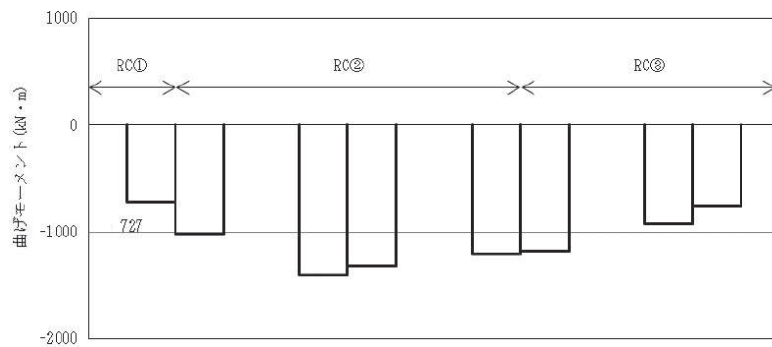
(d) 照査部材 (RC②)

注記 \*：剛域を除く各ビーム要素の最大値による断面力図

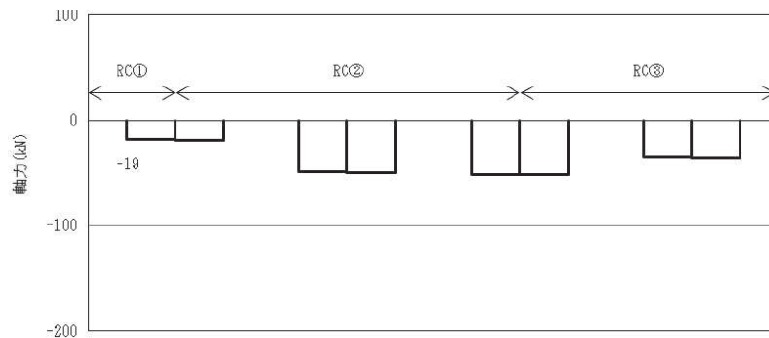
図 4.1-3 コンクリート及び鉄筋の曲げ・軸力系に対する照査における照査時刻での断面力

(断面⑦, S s - D 2 (-+), t=22.58s)

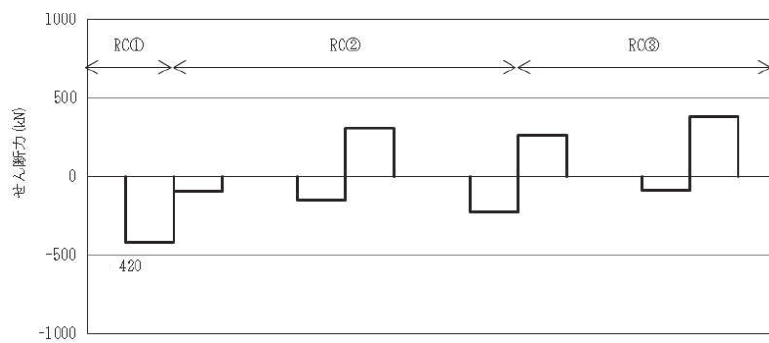
解析ケース③：地盤物性のばらつきを考慮した解析ケース (平均値 - 1σ)



(a) 曲げモーメント\*

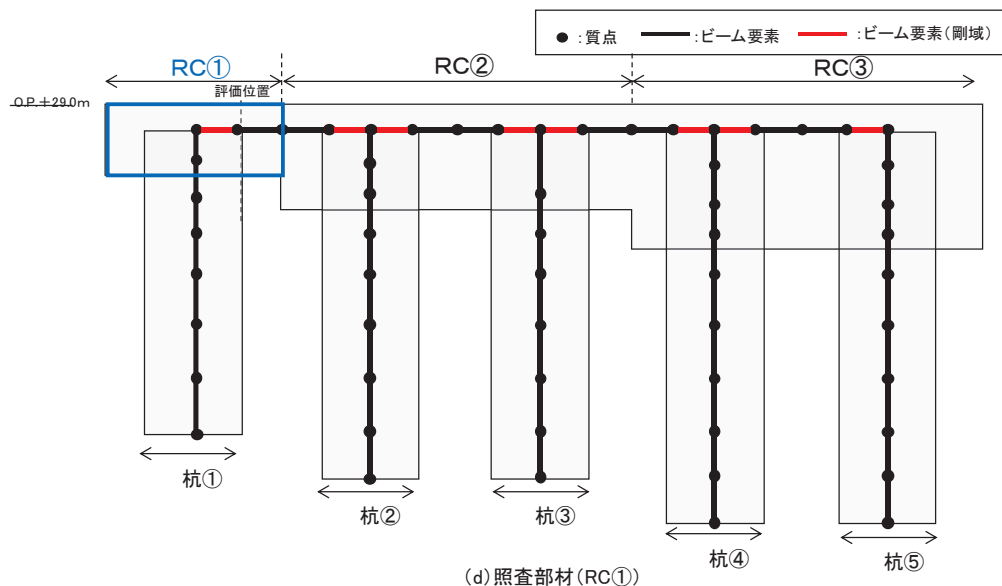


(b) 軸力\*



(c) せん断力\*

数値：最大照査値の断面力  
軸力：+引張，-圧縮



注記 \*：剛域を除く各ビーム要素の最大値による断面力図

図 4.1-4 コンクリートのせん断破壊に対する照査における照査時刻での断面力

(断面⑦,  $S_s - D 2 (-+)$ ,  $t=22.58s$ )

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



#### 4.1.5 局所安全係数分布（背面補強工）

背面補強工のすべり安全率による照査において、各解析ケースのうち最小すべり安全率となる結果を表 4.1-57 に示す。また、該当する解析ケースの局所安全係数分布を図 4.1-5 に示す。

表 4.1-57 (1) 背面補強工のすべり安全率評価結果（断面①）

| 地震動            | 解析ケース | 発生時刻(s) | 最小すべり安全率 |
|----------------|-------|---------|----------|
| S s - F 3 (-+) | ①     | 28.66   | 20.7     |

表 4.1-57 (2) 背面補強工のすべり安全率評価結果（断面②）

| 地震動            | 解析ケース | 発生時刻(s) | 最小すべり安全率 |
|----------------|-------|---------|----------|
| S s - D 2 (--) | ②     | 6.91    | 20.3     |

表 4.1-57 (3) 背面補強工のすべり安全率評価結果（断面③）

| 地震動            | 解析ケース | 発生時刻(s) | 最小すべり安全率 |
|----------------|-------|---------|----------|
| S s - F 3 (-+) | ①     | 28.65   | 21.9     |

表 4.1-57 (4) 背面補強工のすべり安全率評価結果（断面④）

| 地震動            | 解析ケース | 発生時刻(s) | 最小すべり安全率 |
|----------------|-------|---------|----------|
| S s - D 2 (-+) | ①     | 13.56   | 11.6     |

表 4.1-57 (5) 背面補強工のすべり安全率評価結果（断面⑤）

| 地震動            | 解析ケース | 発生時刻(s) | 最小すべり安全率 |
|----------------|-------|---------|----------|
| S s - F 3 (++) | ①     | 27.64   | 35.0     |



図 4.1-5 (1) 背面補強工の最小すべり安全率時刻における局所安全係数分布  
 （断面①，S s - F 3 (-+)，t=28.66s）  
 解析ケース①：基本ケース

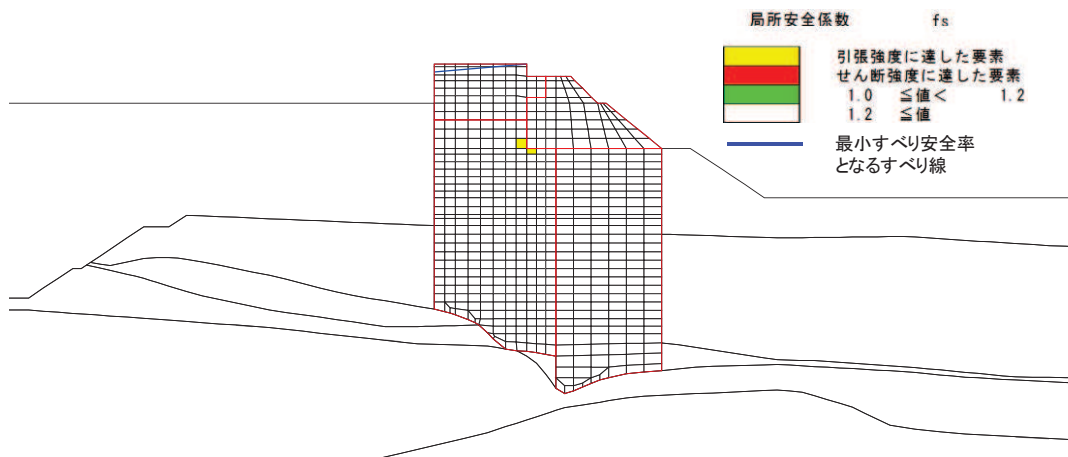


図 4.1-5 (2) 背面補強工の最小すべり安全率時刻における局所安全係数分布  
(断面②, S s - D 2 ( - - ) , t=6.91s)

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

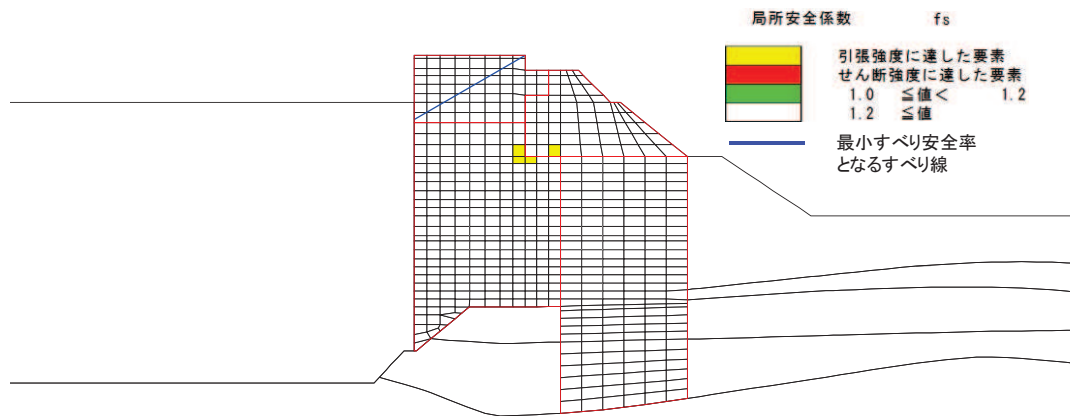


図 4.1-5 (3) 背面補強工の最小すべり安全率時刻における局所安全係数分布  
(断面③, S s - F 3 ( - + ) , t=28.65s)

解析ケース①：基本ケース

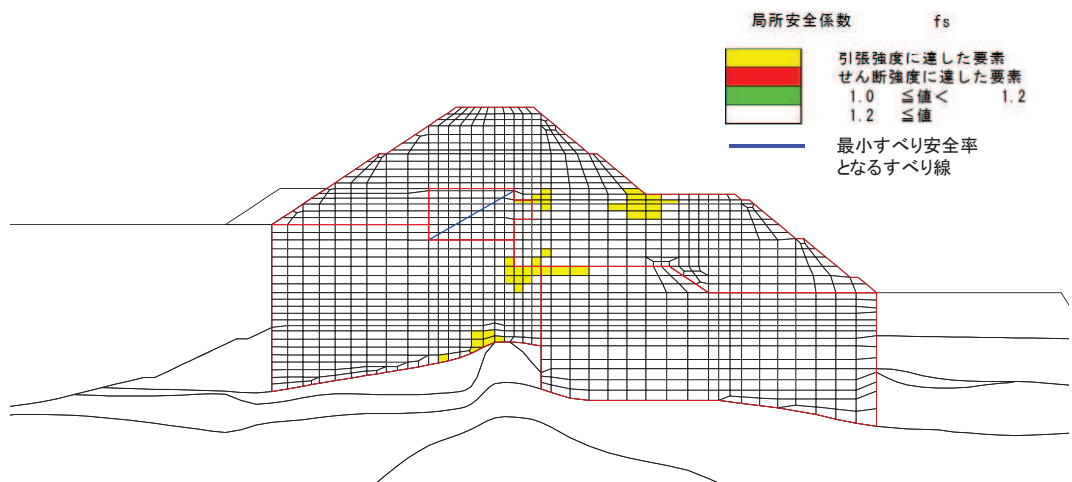


図 4.1-5 (4) 背面補強工の最小すべり安全率時刻における局所安全係数分布  
(断面④, S s - D 2 ( - + ) , t=13.56s)

解析ケース①：基本ケース

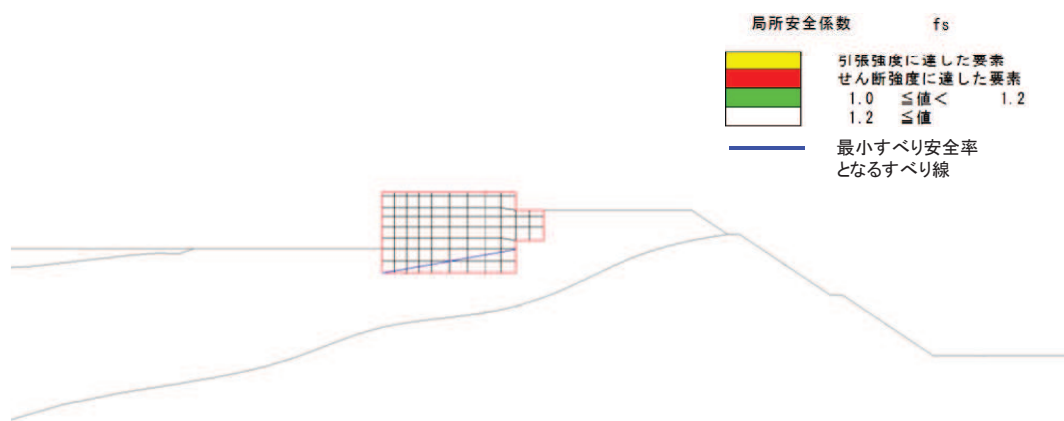


図 4.1-5 (5) 背面補強工の最小すべり安全率時刻における局所安全係数分布  
 (断面⑤, S s - F 3 (++) ,  $t=27.64s$ )  
 解析ケース①: 基本ケース

#### 4.1.6 局所安全係数分布（置換コンクリート）

置換コンクリートのすべり安全率による照査において、各解析ケースのうち最小すべり安全率となる結果を表 4.1-58 に示す。また、該当する解析ケースの局所安全係数分布を図 4.1-6 に示す。

表 4.1-58 (1) 置換コンクリートのすべり安全率評価結果（断面①）

| 地震動            | 解析ケース | 発生時刻(s) | 最小すべり安全率 |
|----------------|-------|---------|----------|
| S s - N 1 (++) | ①     | 7.54    | 4.2      |

表 4.1-58 (2) 置換コンクリートのすべり安全率評価結果（断面②）

| 地震動            | 解析ケース | 発生時刻(s) | 最小すべり安全率 |
|----------------|-------|---------|----------|
| S s - N 1 (++) | ①     | 7.52    | 4.6      |

表 4.1-58 (3) 置換コンクリートのすべり安全率評価結果（断面③）

| 地震動            | 解析ケース | 発生時刻(s) | 最小すべり安全率 |
|----------------|-------|---------|----------|
| S s - N 1 (++) | ①     | 7.53    | 5.6      |

表 4.1-58 (4) 置換コンクリートのすべり安全率評価結果（断面④）

| 地震動            | 解析ケース | 発生時刻(s) | 最小すべり安全率 |
|----------------|-------|---------|----------|
| S s - N 1 (++) | ①     | 7.53    | 6.3      |

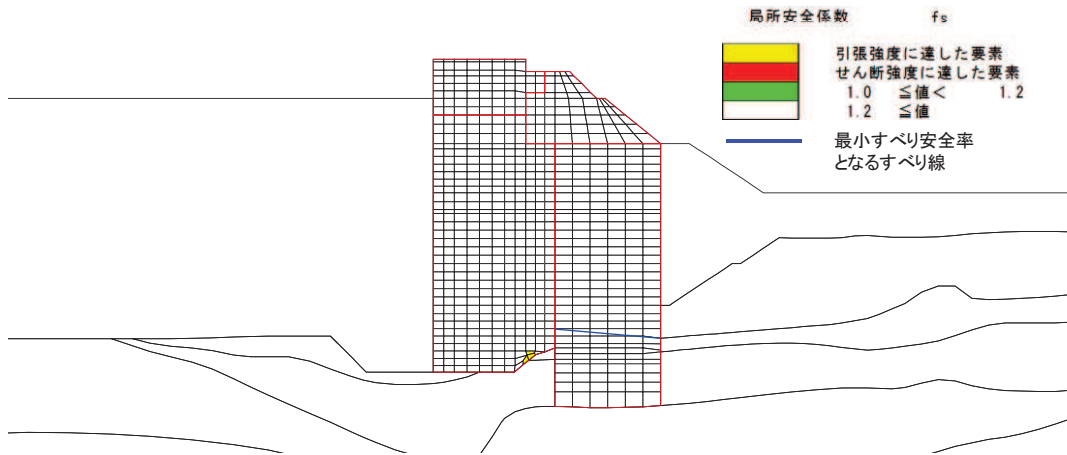


図 4.1-6 (1) 置換コンクリートの最小すべり安全率時刻における局所安全係数分布  
 (断面①, S s - N 1 (++) , t=7.54s)  
 解析ケース①: 基本ケース

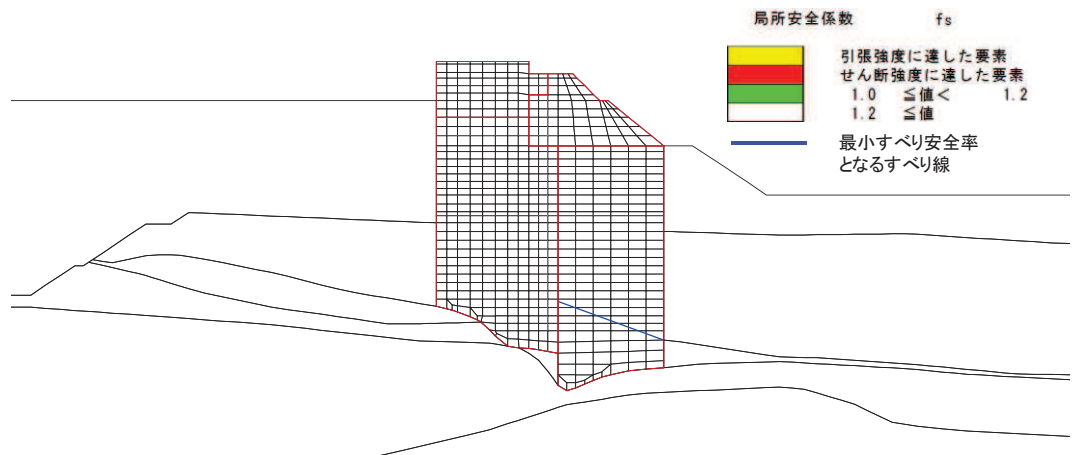


図 4.1-6 (2) 置換コンクリートの最小すべり安全率時刻における局所安全係数分布  
 (断面②,  $S_s - N1$  (++) ,  $t=7.52s$ )  
 解析ケース①：基本ケース

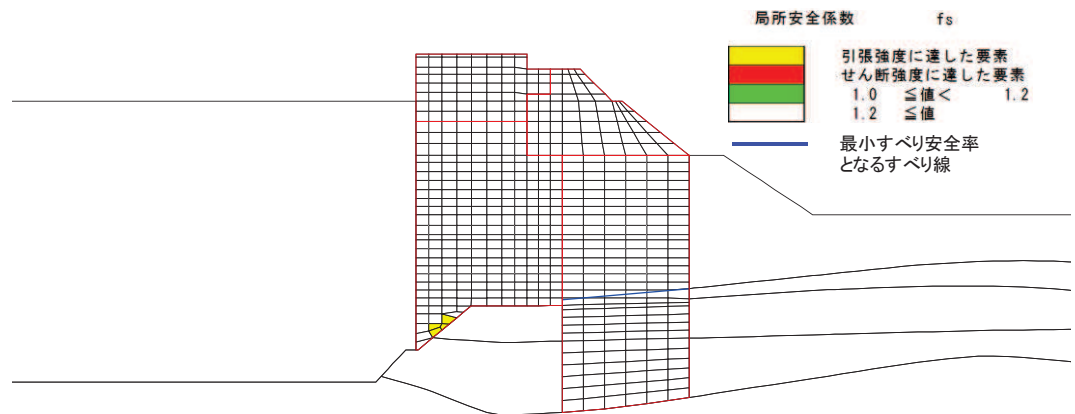


図 4.1-6 (3) 置換コンクリートの最小すべり安全率時刻における局所安全係数分布  
 (断面③,  $S_s - N1$  (++) ,  $t=7.53s$ )  
 解析ケース①：基本ケース

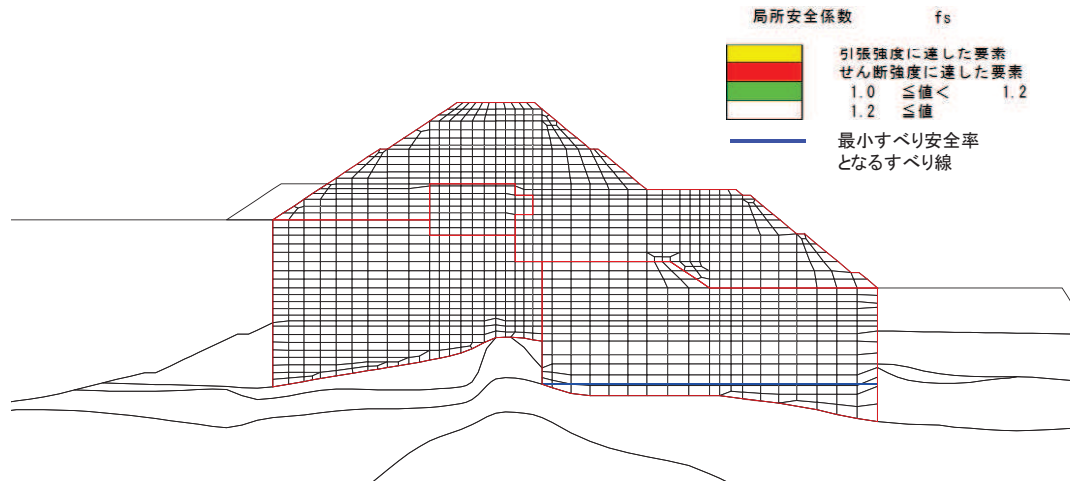


図 4.1-6 (4) 置換コンクリートの最小すべり安全率時刻における局所安全係数分布  
 (断面④,  $S_s - N1$  (++) ,  $t=7.53s$ )  
 解析ケース①: 基本ケース

#### 4.1.7 局所安全係数分布 (改良地盤)

改良地盤のすべり安全率による照査において、各解析ケースのうち最小すべり安全率となる結果を表 4.1-59 に示す。また、該当する解析ケースの局所安全係数分布を図 4.1-7 に示す。

表 4.1-59 (1) 改良地盤のすべり安全率評価結果 (断面①)

| 地震動                    | 解析ケース        | 発生時刻 (s) | 最小すべり安全率 |
|------------------------|--------------|----------|----------|
| S <sub>s</sub> -N1(-+) | ①            | 7.66     | 2.6      |
| S <sub>s</sub> -N1(-+) | ① (平均値-1σ強度) | 7.66     | 2.5      |

表 4.1-59 (2) 改良地盤のすべり安全率評価結果 (断面②)

| 地震動                    | 解析ケース        | 発生時刻 (s) | 最小すべり安全率 |
|------------------------|--------------|----------|----------|
| S <sub>s</sub> -N1(-+) | ①            | 7.65     | 2.6      |
| S <sub>s</sub> -N1(-+) | ① (平均値-1σ強度) | 7.65     | 2.6      |

表 4.1-59 (3) 改良地盤のすべり安全率評価結果 (断面③)

| 地震動                    | 解析ケース        | 発生時刻 (s) | 最小すべり安全率 |
|------------------------|--------------|----------|----------|
| S <sub>s</sub> -N1(-+) | ①            | 7.64     | 2.8      |
| S <sub>s</sub> -N1(-+) | ① (平均値-1σ強度) | 7.64     | 2.7      |

表 4.1-59 (4) 改良地盤のすべり安全率評価結果 (断面④)

| 地震動                    | 解析ケース        | 発生時刻 (s) | 最小すべり安全率 |
|------------------------|--------------|----------|----------|
| S <sub>s</sub> -D2(-+) | ①            | 13.56    | 3.3      |
| S <sub>s</sub> -D2(-+) | ① (平均値-1σ強度) | 13.56    | 3.3      |

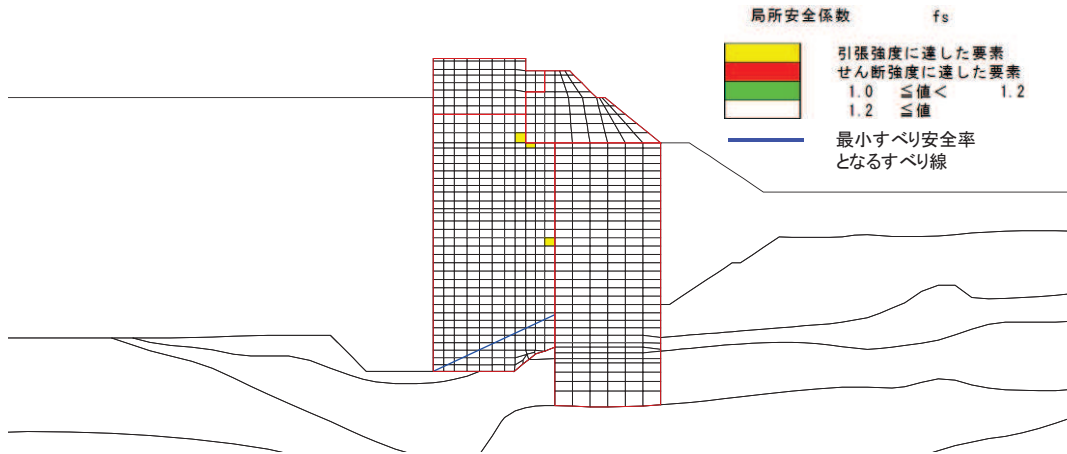


図 4.1-7 (1) 改良地盤の最小すべり安全率時刻における局所安全係数分布  
 (断面①,  $S_s - N1 (-+)$ ,  $t=7.66s$ )  
 解析ケース①: 基本ケース

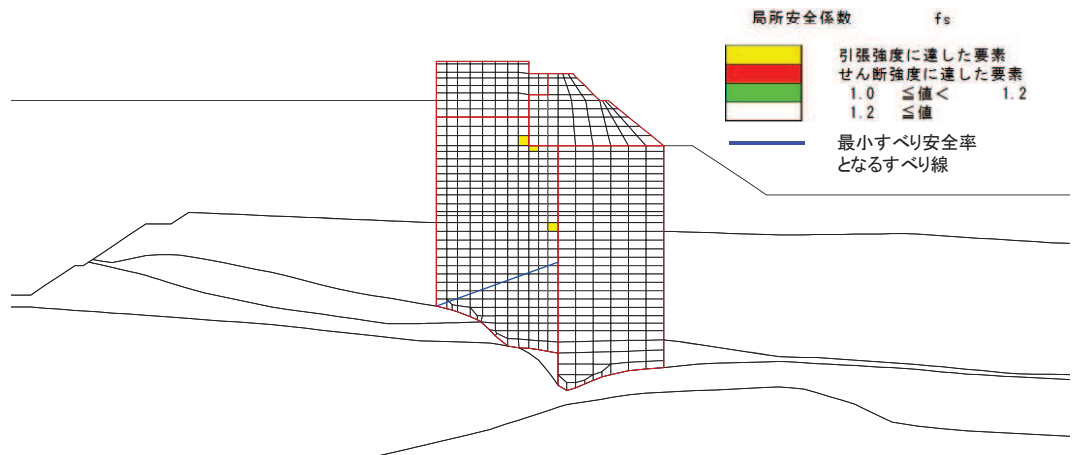


図 4.1-7 (2) 改良地盤の最小すべり安全率時刻における局所安全係数分布  
 (断面②,  $S_s - N1 (-+)$ ,  $t=7.65s$ )  
 解析ケース①: 基本ケース



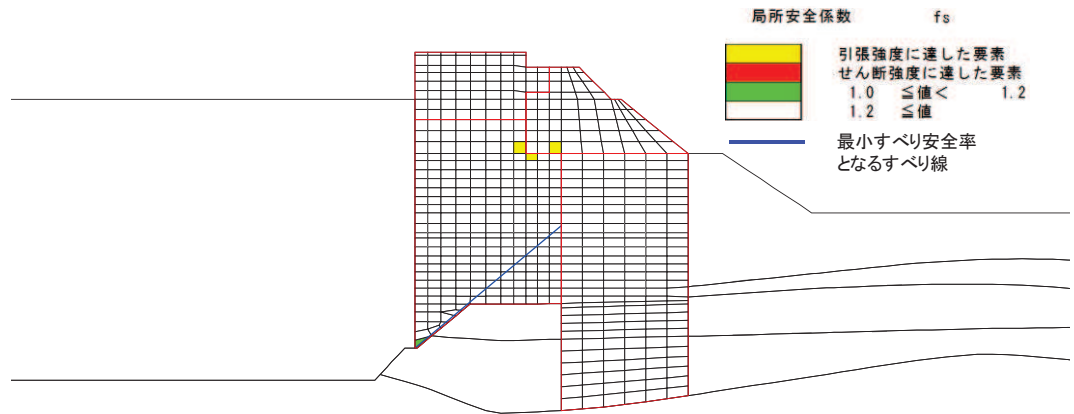


図 4.1-7 (3) 改良地盤の最小すべり安全率時刻における局所安全係数分布  
(断面③,  $S_s - N1 (-+)$ ,  $t=7.64s$ )

解析ケース①：基本ケース

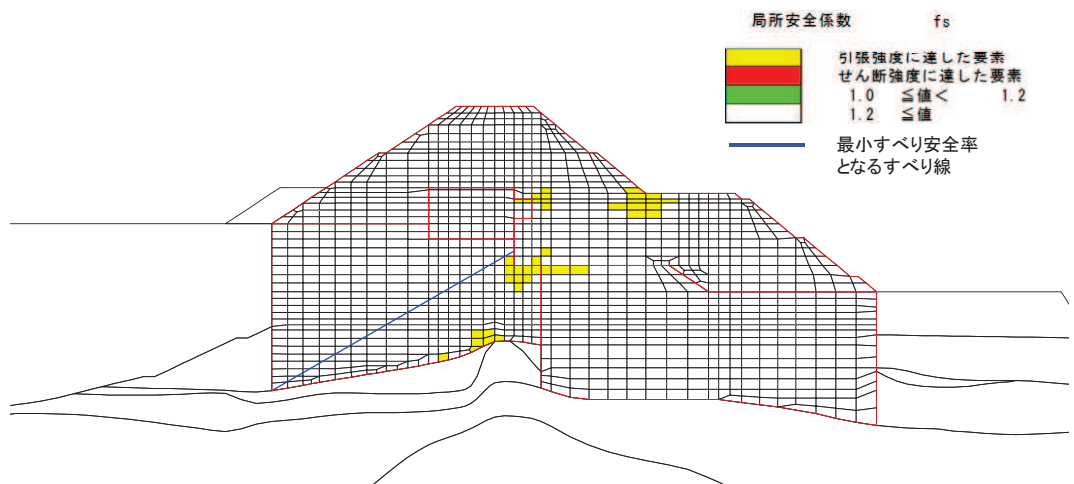


図 4.1-7 (4) 改良地盤の最小すべり安全率時刻における局所安全係数分布  
(断面④,  $S_s - D2 (-+)$ ,  $t=13.56s$ )

解析ケース①：基本ケース

#### 4.1.8 局所安全係数分布（セメント改良土）

セメント改良土のすべり安全率による照査において、各解析ケースのうち最小すべり安全率となる結果を表 4.1-60 に示す。また、該当する解析ケースの局所安全係数分布を図 4.1-8 に示す。

表 4.1-60 (1) セメント改良土のすべり安全率評価結果（断面①）

| 地震動                    | 解析ケース        | 発生時刻 (s) | 最小すべり安全率 |
|------------------------|--------------|----------|----------|
| S <sub>s</sub> -D2(--) | ③            | 13.47    | 3.2      |
| S <sub>s</sub> -F3(-+) | ① (平均値-1σ強度) | 28.75    | 3.3      |

表 4.1-60 (2) セメント改良土のすべり安全率評価結果（断面②）

| 地震動                    | 解析ケース        | 発生時刻 (s) | 最小すべり安全率 |
|------------------------|--------------|----------|----------|
| S <sub>s</sub> -D2(--) | ③            | 6.76     | 3.5      |
| S <sub>s</sub> -D2(++) | ① (平均値-1σ強度) | 6.82     | 3.4      |

表 4.1-60 (3) セメント改良土のすべり安全率評価結果（断面③）

| 地震動                    | 解析ケース        | 発生時刻 (s) | 最小すべり安全率 |
|------------------------|--------------|----------|----------|
| S <sub>s</sub> -F3(-+) | ①            | 28.74    | 3.6      |
| S <sub>s</sub> -F3(-+) | ① (平均値-1σ強度) | 28.74    | 3.5      |

表 4.1-60 (4) セメント改良土のすべり安全率評価結果（断面④）

| 地震動                    | 解析ケース        | 発生時刻 (s) | 最小すべり安全率 |
|------------------------|--------------|----------|----------|
| S <sub>s</sub> -N1(++) | ①            | 7.53     | 2.8      |
| S <sub>s</sub> -N1(++) | ① (平均値-1σ強度) | 7.53     | 2.7      |



図 4.1-8 (1) セメント改良土の最小すべり安全率時刻における局所安全係数分布  
（断面①, S<sub>s</sub>-D2(--) , t=13.47s)

解析ケース③：地盤物性のばらつきを考した解析ケース（平均値-1σ）

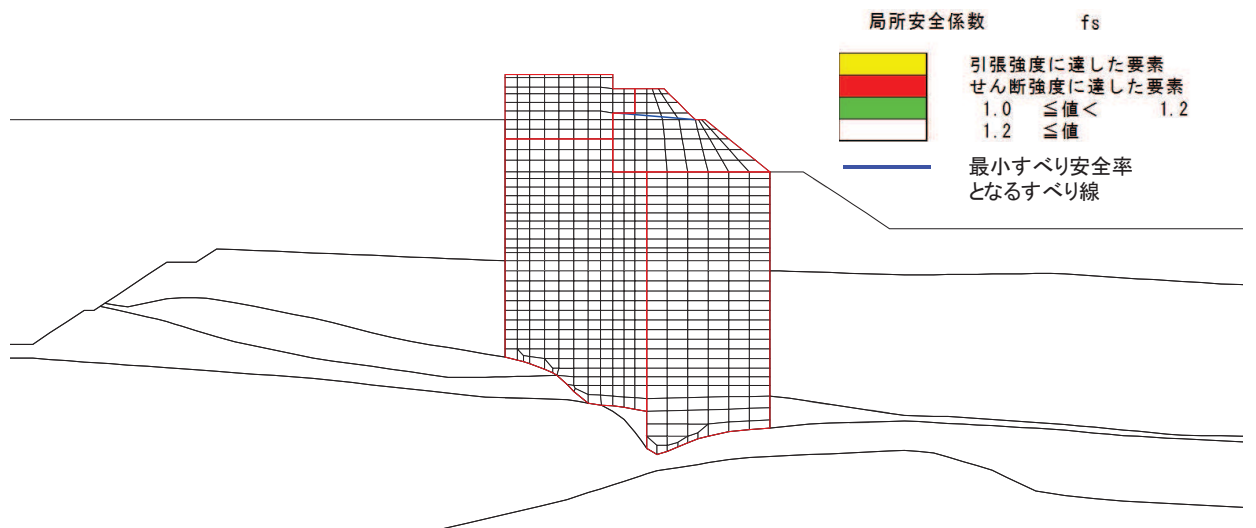


図 4.1-8 (2) セメント改良土の最小すべり安全率時刻における局所安全係数分布  
 (断面②, S s - D 2 ( - - ) , t=6.76s)

解析ケース③：地盤物性のばらつきを考慮した解析ケース (平均値 - 1σ)

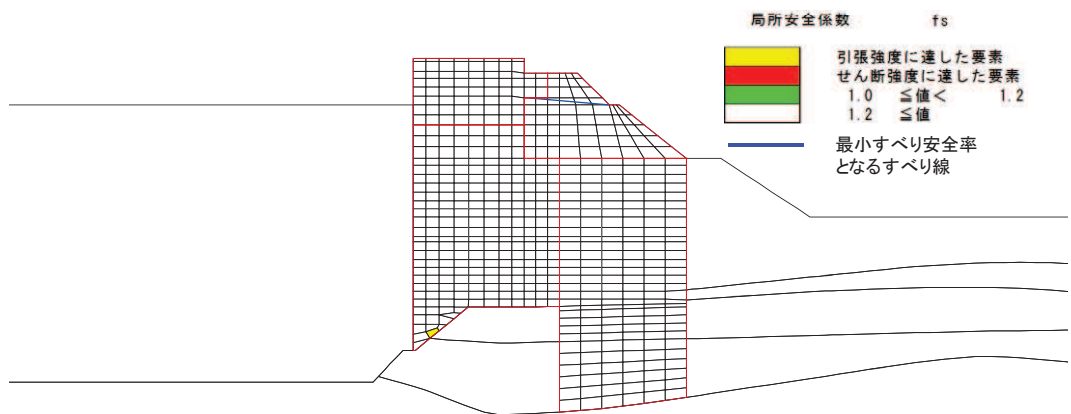


図 4.1-8 (3) セメント改良土の最小すべり安全率時刻における局所安全係数分布  
 (断面③, S s - F 3 ( - + ) , t=28.74s)

解析ケース①：基本ケース

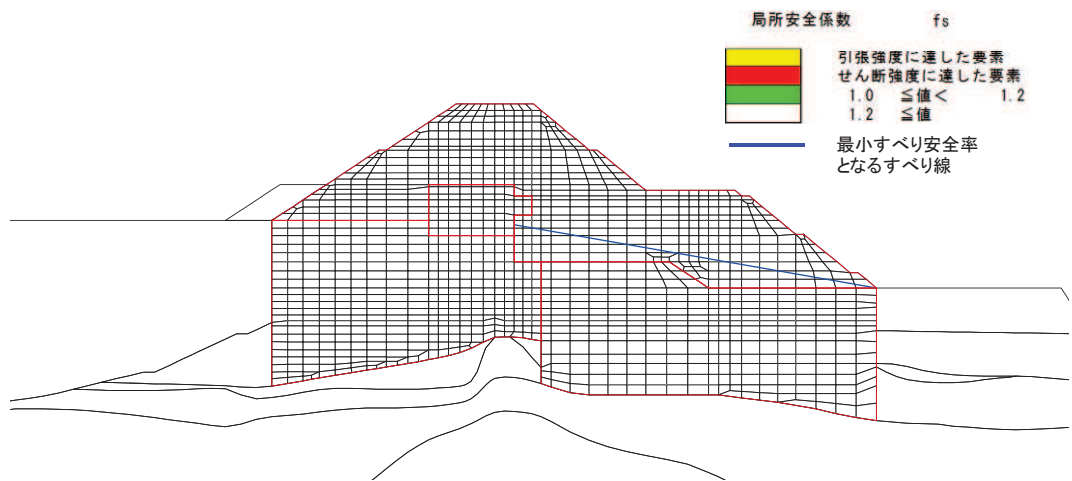


図 4.1-8 (4) セメント改良土の最小すべり安全率時刻における局所安全係数分布  
 (断面④, S s - N 1 (++) , t=7.53s)  
 解析ケース①: 基本ケース

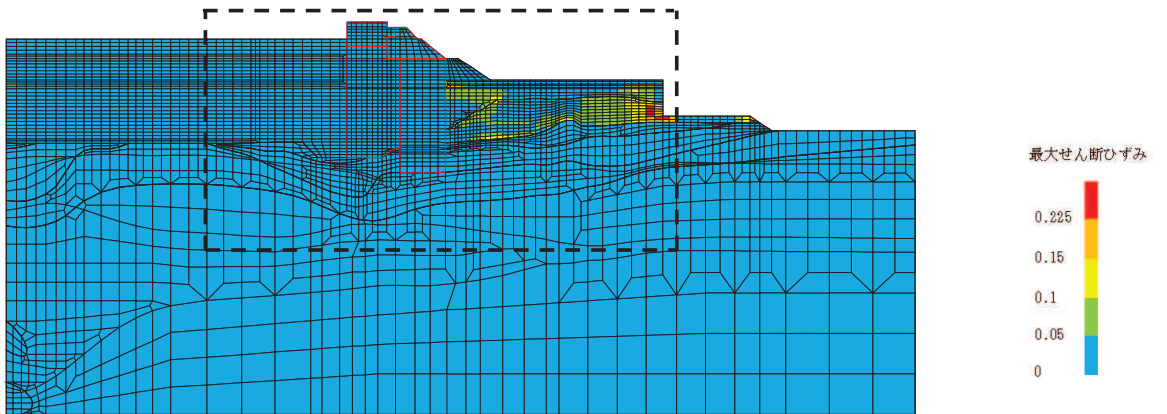
#### 4.1.9 最大せん断ひずみ分布

各施設の照査で最大照査値及び最小すべり安全率を示す解析ケースについて、地盤に発生した最大せん断ひずみを確認する。最大照査値及び最小すべり安全率を示す解析ケースの一覧を表 4.1-61 に示す。

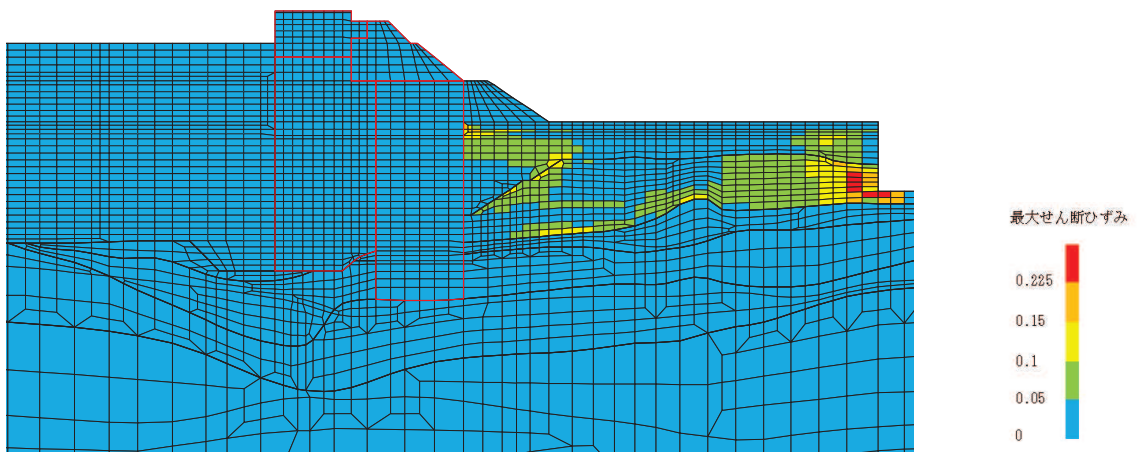
断面①～断面④における最大せん断ひずみ分布図を、それぞれ図 4.1-9～図 4.1-12 に示す。

表 4.1-61 最大照査値を示す解析ケースの一覧（断面①～断面④）

| 断面  | 評価項目                       |                            |                             |                            |
|-----|----------------------------|----------------------------|-----------------------------|----------------------------|
|     | 鋼管杭                        |                            | 背面補強工                       | 置換コンクリート                   |
|     | 曲げ・軸力系                     | せん断                        | すべり安全率                      | すべり安全率                     |
| 断面① | 解析ケース①<br>S s - D 2 ( -- ) | 解析ケース①<br>S s - D 2 ( ++ ) | 解析ケース①<br>S s - F 3 ( - + ) | 解析ケース①<br>S s - N 1 ( ++ ) |
| 断面② | 解析ケース②<br>S s - D 2 ( -- ) | 解析ケース①<br>S s - D 2 ( ++ ) | 解析ケース②<br>S s - D 2 ( -- )  | 解析ケース①<br>S s - N 1 ( ++ ) |
| 断面③ | 解析ケース②<br>S s - D 2 ( -- ) | 解析ケース①<br>S s - D 2 ( ++ ) | 解析ケース①<br>S s - F 3 ( - + ) | 解析ケース①<br>S s - N 1 ( ++ ) |
| 断面④ | 解析ケース③<br>S s - D 2 ( -- ) | 解析ケース①<br>S s - D 2 ( -- ) | 解析ケース①<br>S s - D 2 ( - + ) | 解析ケース①<br>S s - N 1 ( ++ ) |

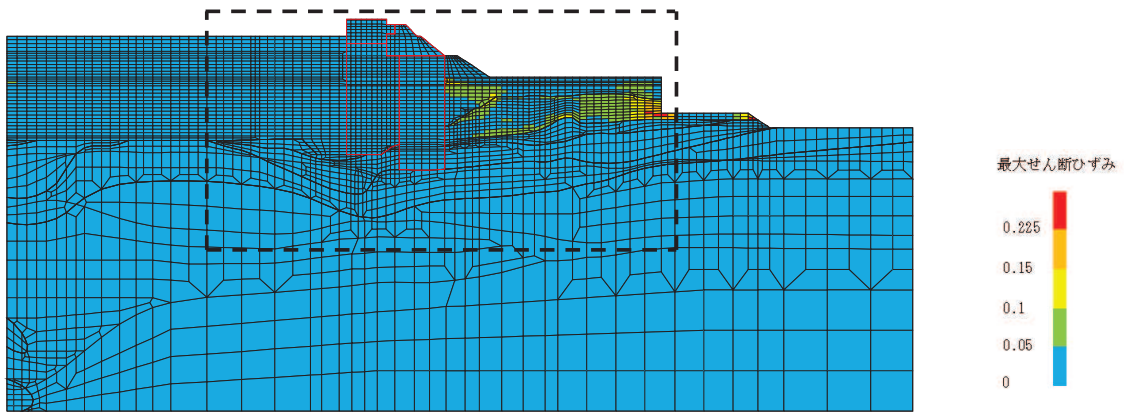


(a) 全体図

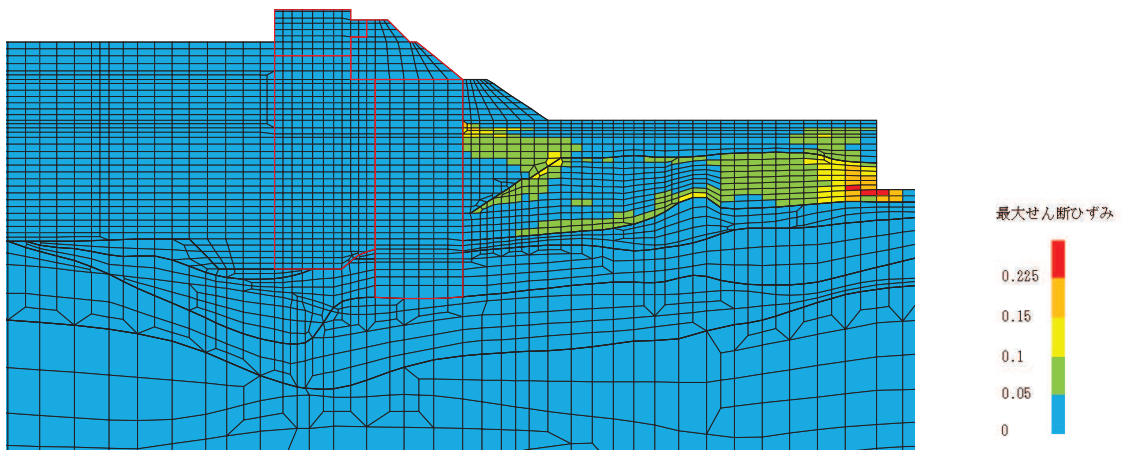


(b) 構造物周辺拡大図

図 4.1-9 (1) 断面①の最大せん断ひずみ分布  
(解析ケース①, S s - D 2 ( - - ) )

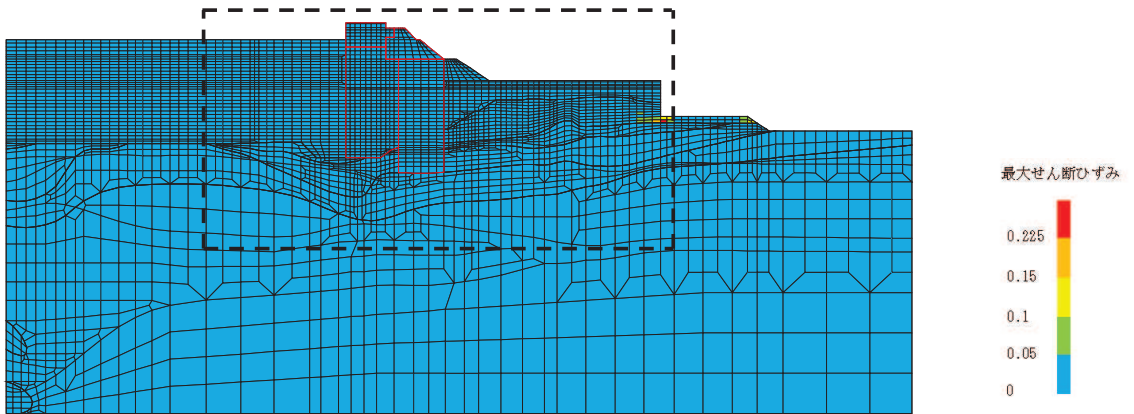


(a) 全体図

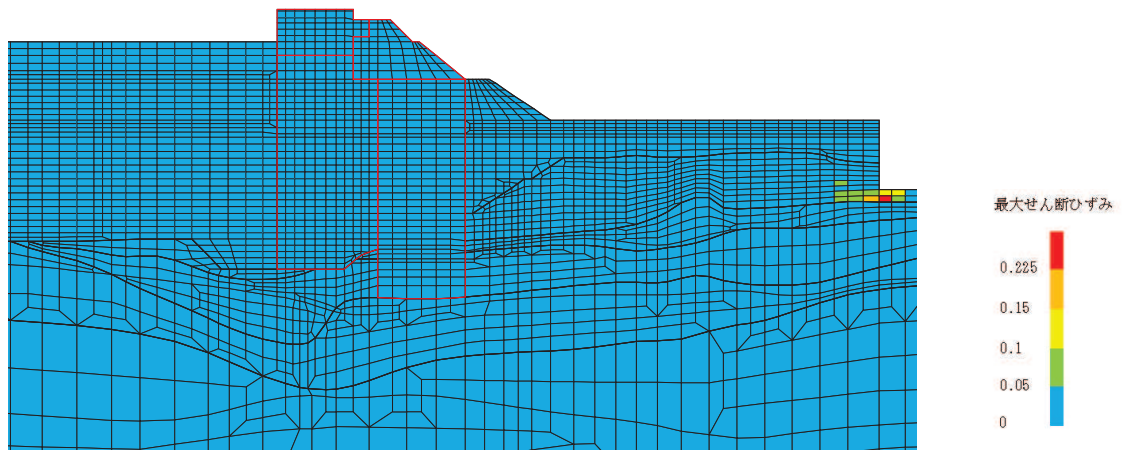


(b) 構造物周辺拡大図

図 4.1-9 (2) 断面①の最大せん断ひずみ分布  
(解析ケース①,  $S_s - D2$  (++) )



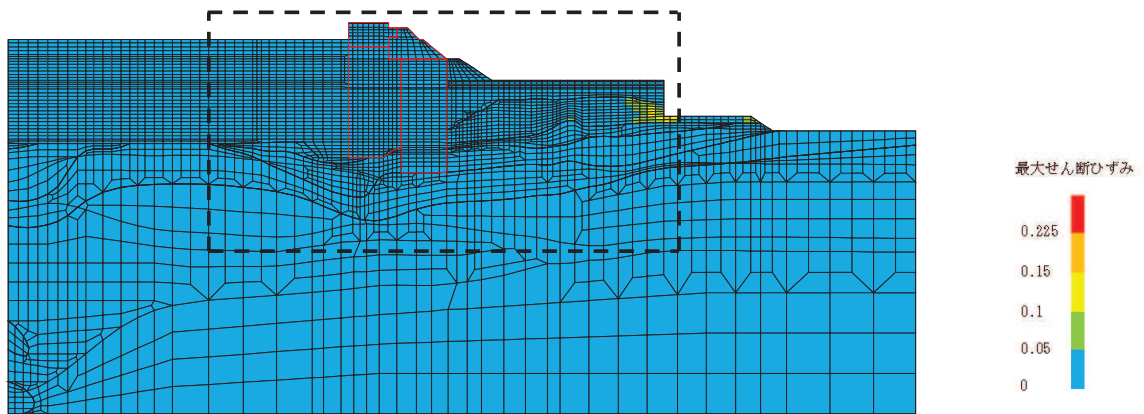
(a) 全体図



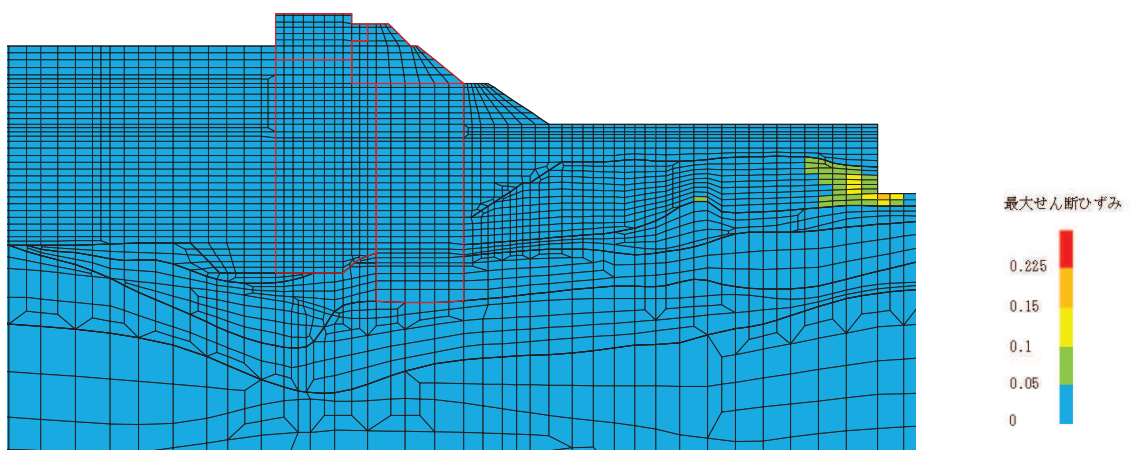
(b) 構造物周辺拡大図

図 4.1-9 (3) 断面①の最大せん断ひずみ分布  
(解析ケース①,  $S_s - F_3 (-+)$ )



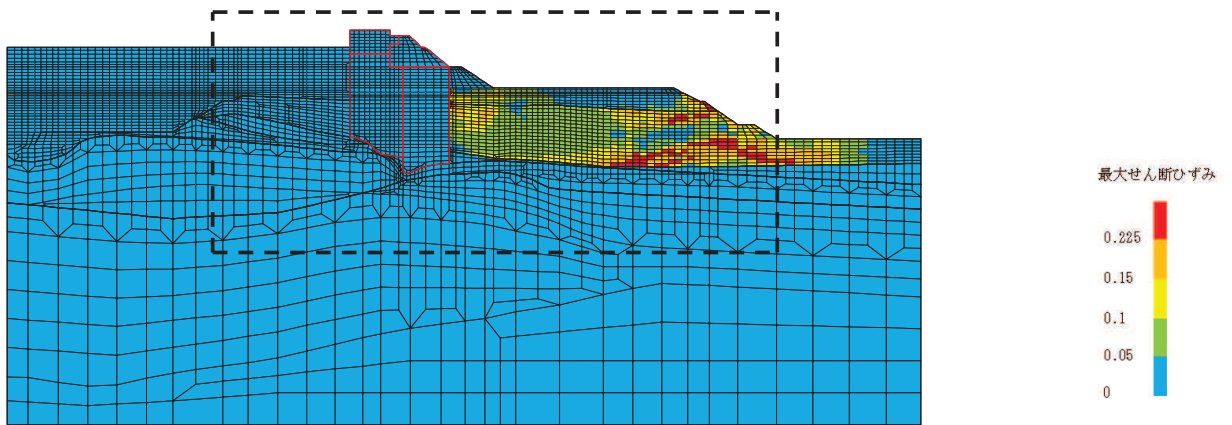


(a) 全体図

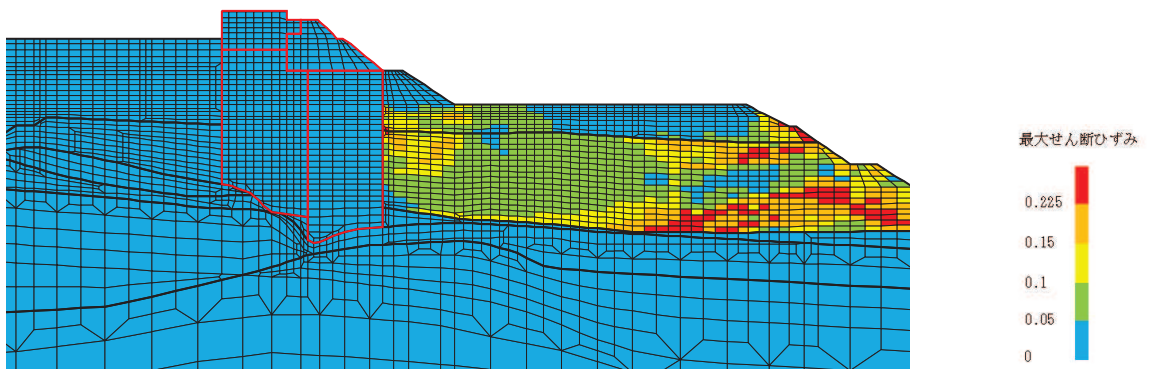


(b) 構造物周辺拡大図

図 4.1-9 (4) 断面①の最大せん断ひずみ分布  
(解析ケース①, S s - N 1 (++) )

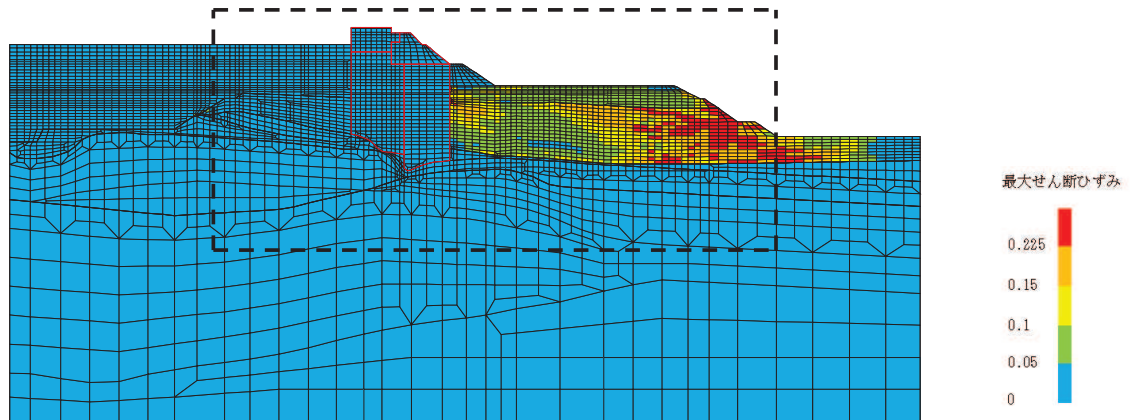


(a) 全体図

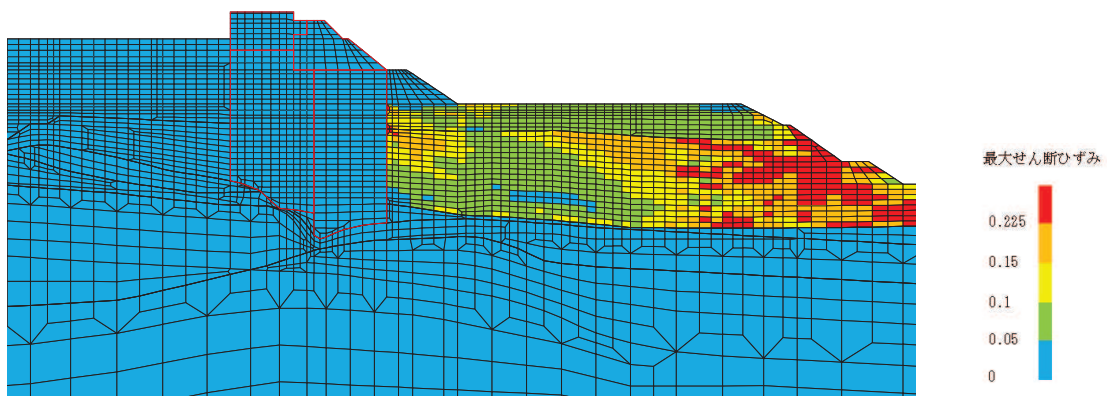


(b) 構造物周辺拡大図

図 4.1-10 (1) 断面②の最大せん断ひずみ分布  
(解析ケース②,  $S_s - D2$  (一一))

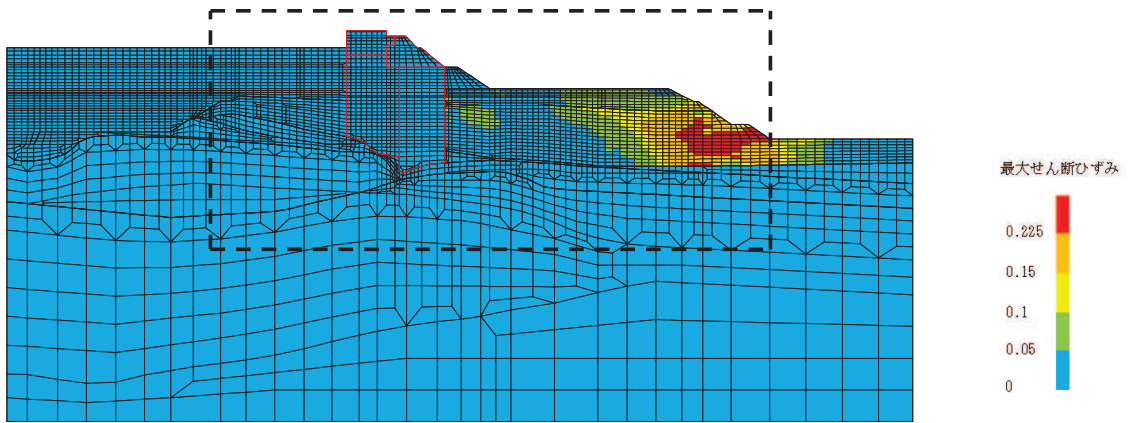


(a) 全体図

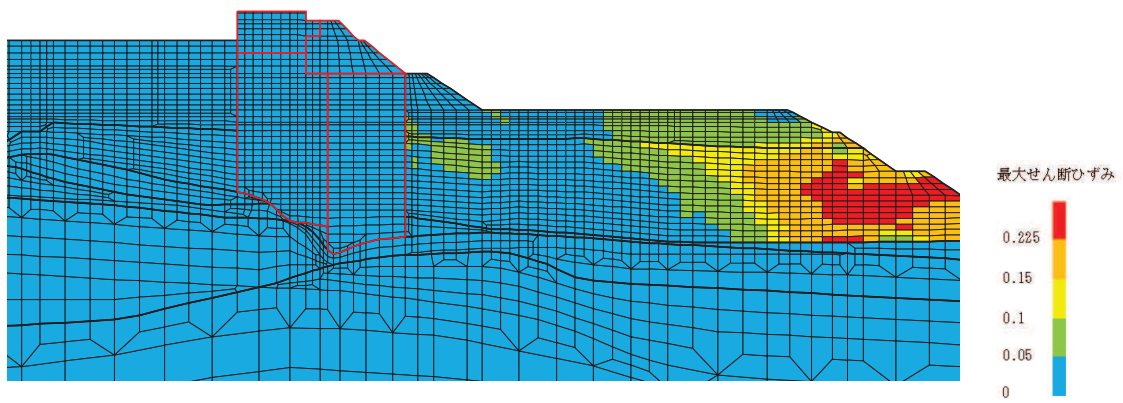


(b) 構造物周辺拡大図

図 4.1-10 (2) 断面②の最大せん断ひずみ分布  
(解析ケース①, S s - D 2 (++) )

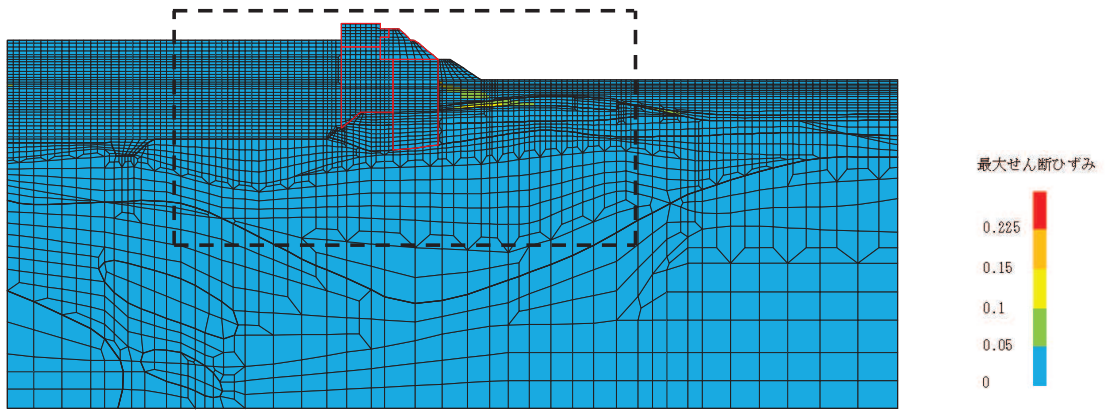


(a) 全体図

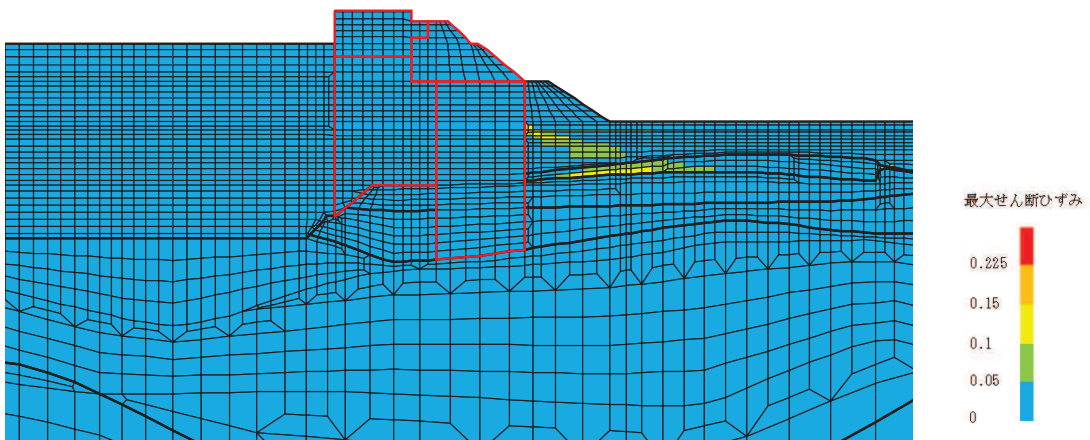


(b) 構造物周辺拡大図

図 4.1-10 (3) 断面②の最大せん断ひずみ分布  
(解析ケース①,  $S_s - N1$  (++) )

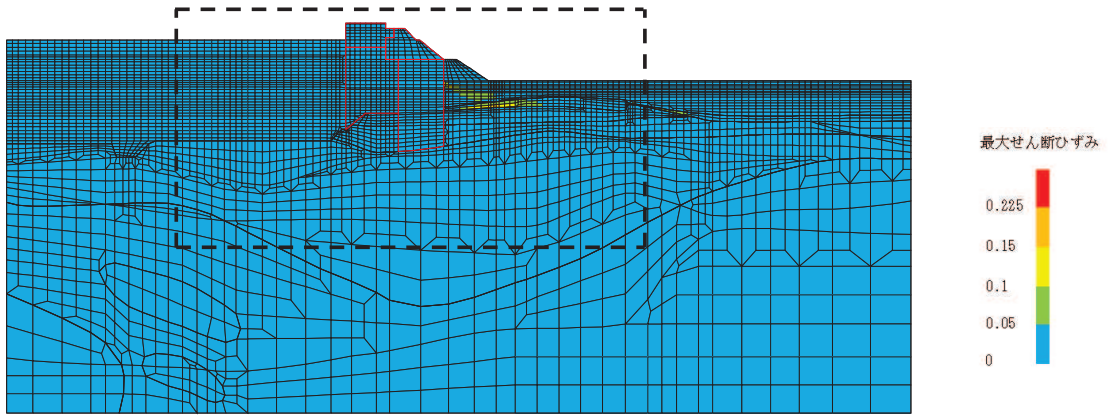


(a) 全体図

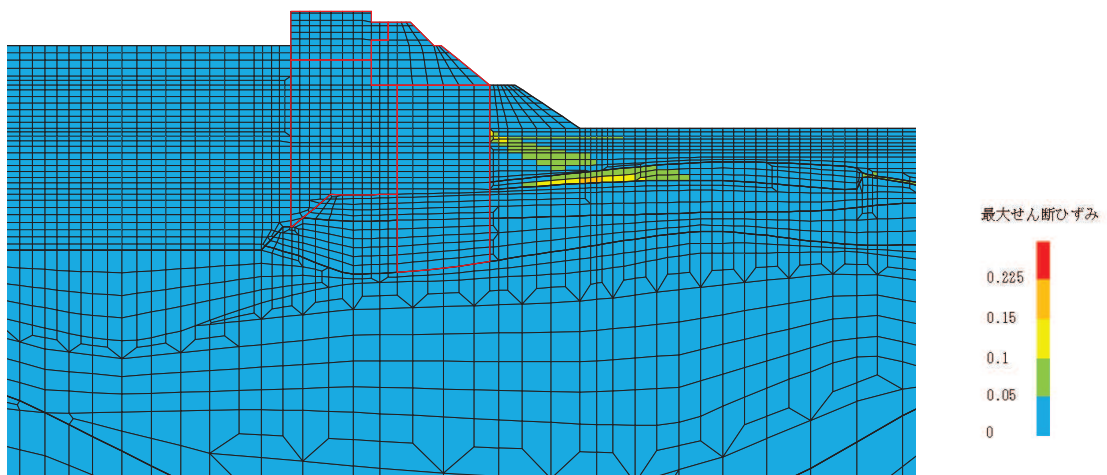


(b) 構造物周辺拡大図

図 4.1-11 (1) 断面③の最大せん断ひずみ分布  
(解析ケース②, S<sub>s</sub>-D2 (一一))

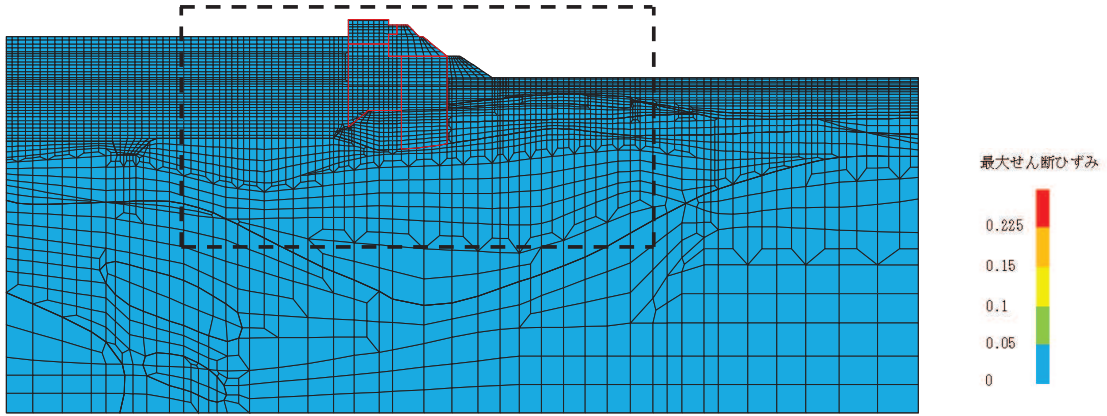


(a) 全体図

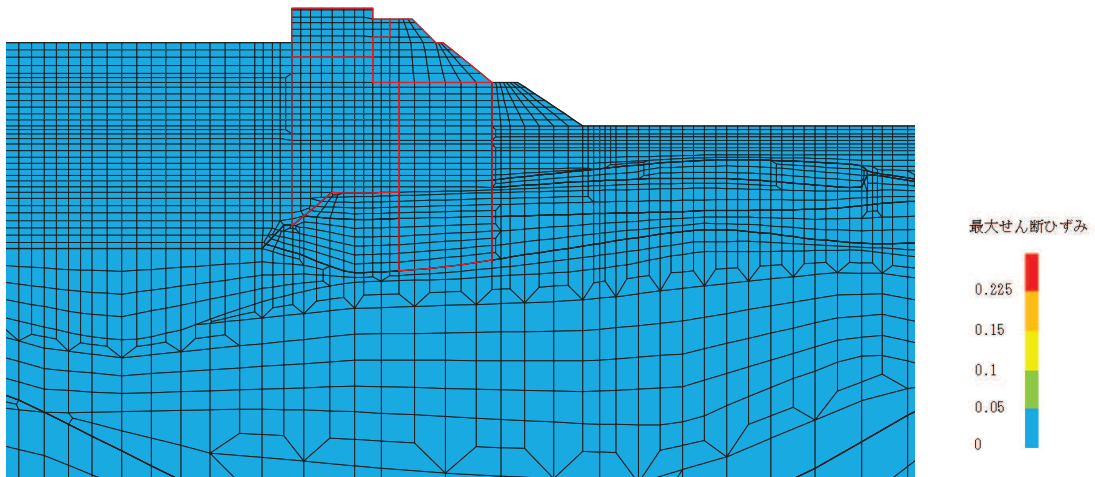


(b) 構造物周辺拡大図

図 4.1-11 (2) 断面③の最大せん断ひずみ分布  
(解析ケース①, S s - D 2 (++) )

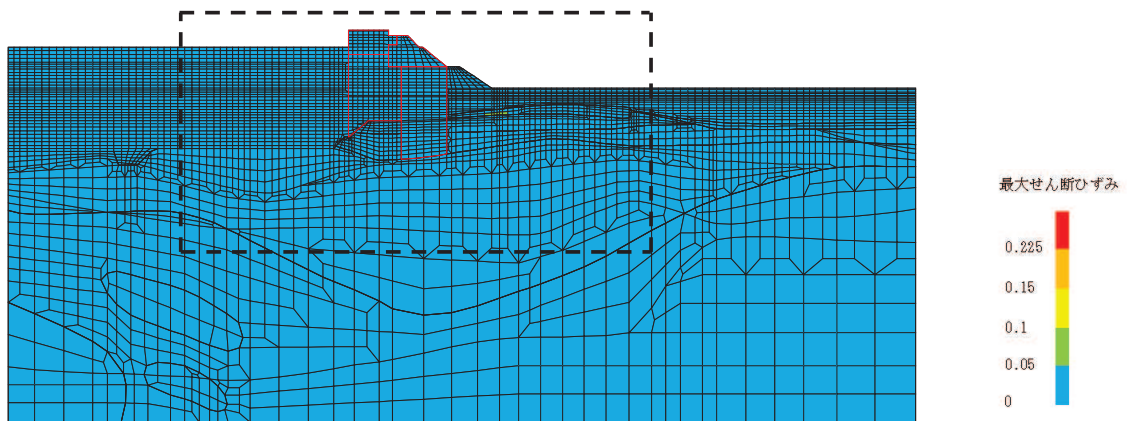


(a) 全体図

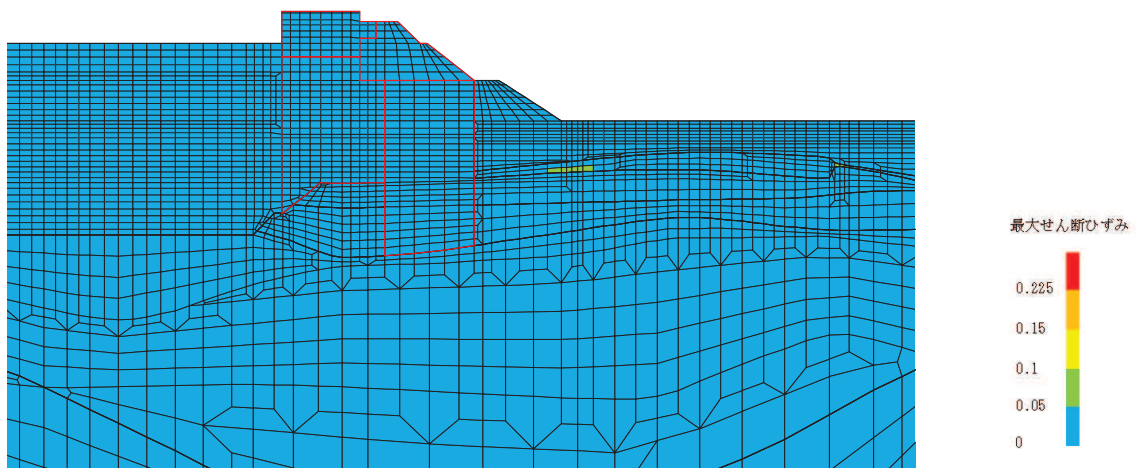


(b) 構造物周辺拡大図

図 4.1-11 (3) 断面③の最大せん断ひずみ分布  
(解析ケース①,  $S_s - F3 (-+)$ )



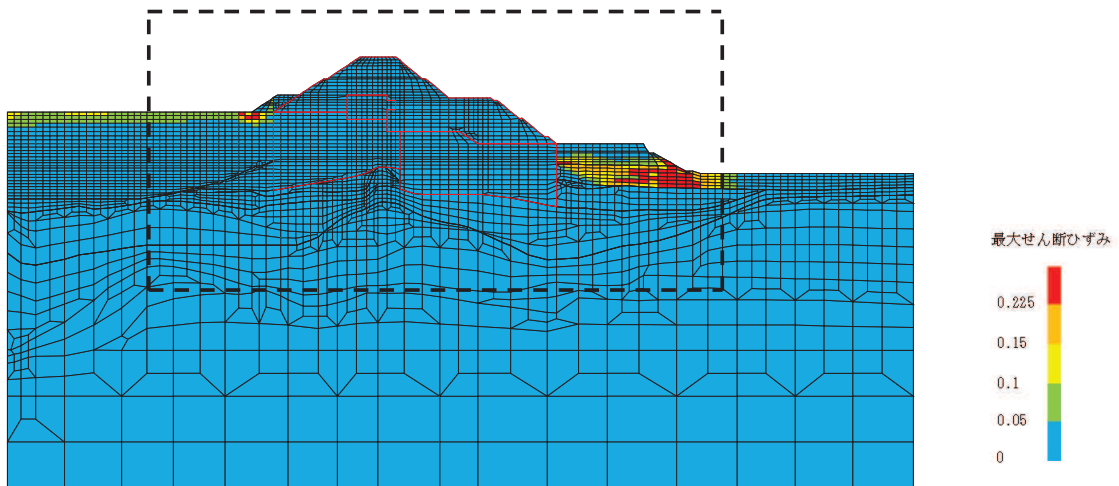
(a) 全体図



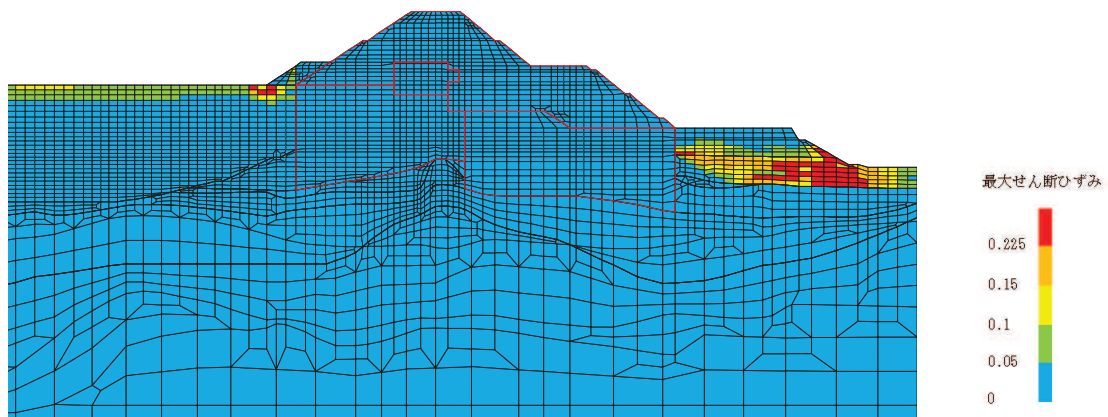
(b) 構造物周辺拡大図

図 4.1-11 (4) 断面③の最大せん断ひずみ分布  
(解析ケース①,  $S_s - N1$  (++) )



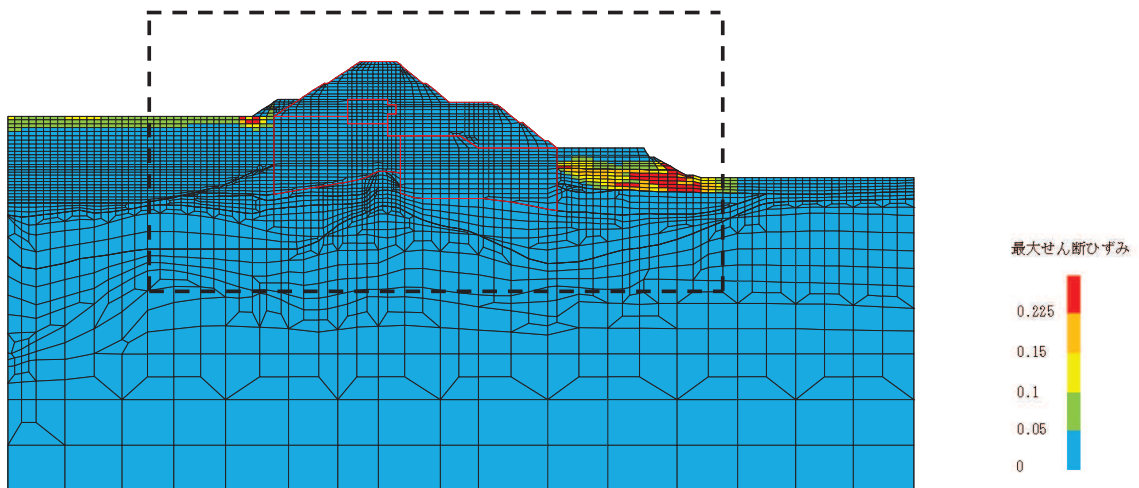


(a) 全体図

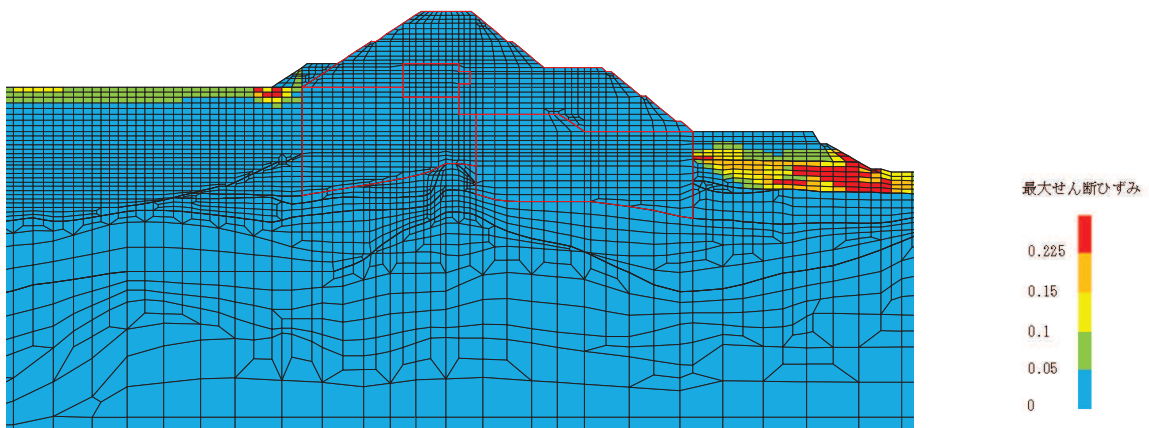


(b) 構造物周辺拡大図

図 4.1-12 (1) 断面④の最大せん断ひずみ分布  
(解析ケース③,  $S_s - D2$  (—))

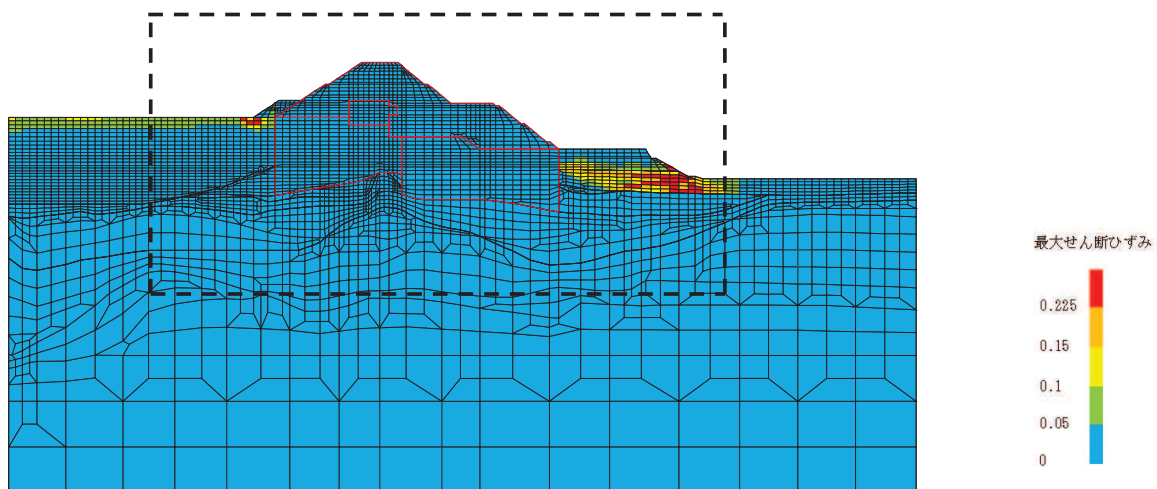


(a) 全体図

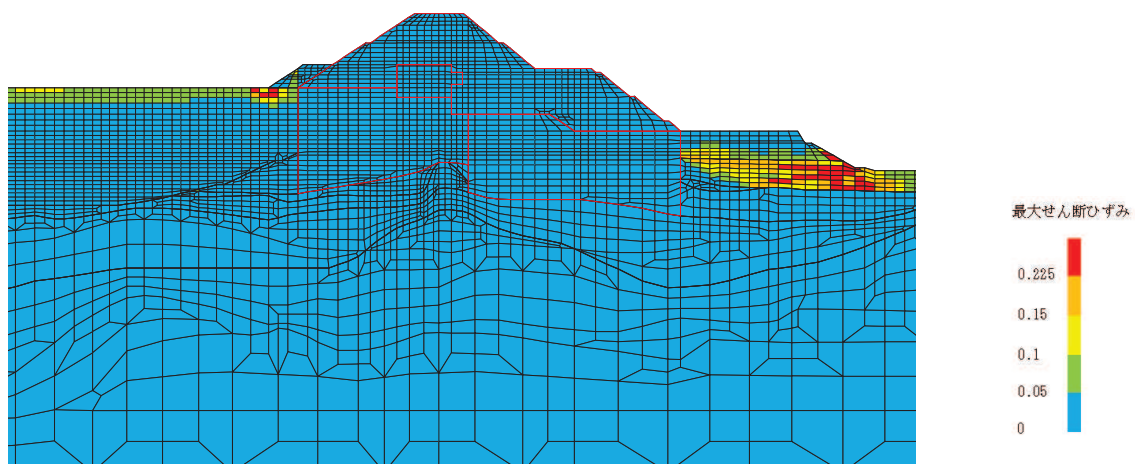


(b) 構造物周辺拡大図

図 4.1-12 (2) 断面④の最大せん断ひずみ分布  
(解析ケース①,  $S_s - D2$  (—))

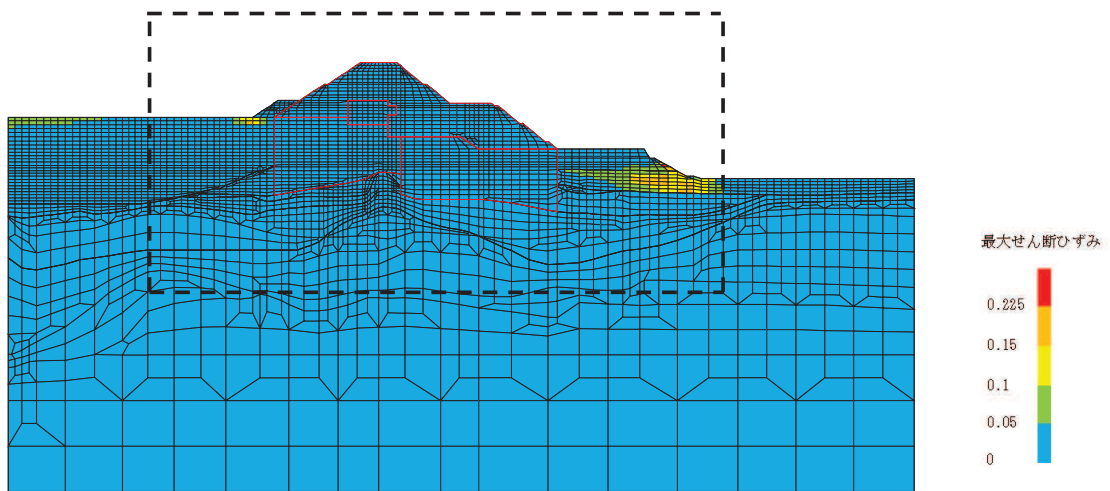


(a) 全体図

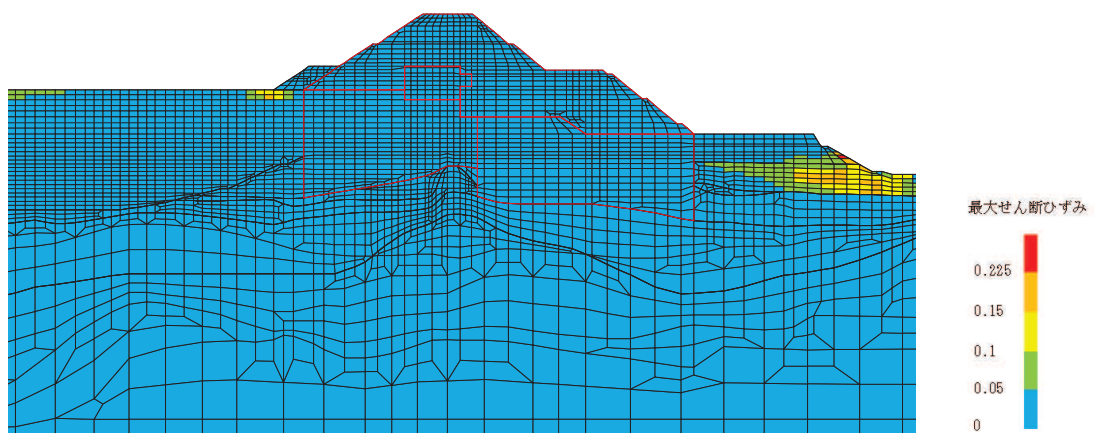


(b) 構造物周辺拡大図

図 4.1-12 (3) 断面④の最大せん断ひずみ分布  
(解析ケース①, S s - D 2 ( - + ) )



(a) 全体図



(b) 構造物周辺拡大図

図 4.1-12 (4) 断面④の最大せん断ひずみ分布  
(解析ケース①,  $S_s - N1$  (++) )

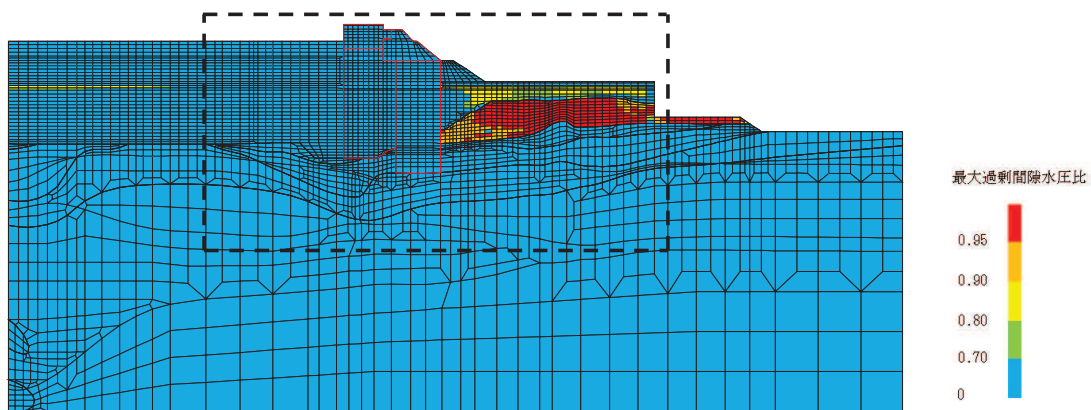
#### 4.1.10 過剰間隙水圧比分布

地盤に発生した過剰間隙水圧比を確認するため、各施設の照査で最大照査値及び最小すべり安全率を示す解析ケースについて、地震応答解析の全時刻における過剰間隙水圧比の最大値分布を示す。最大照査値及び最小すべり安全率を示す解析ケースの一覧を表 4.1-62 に示す。

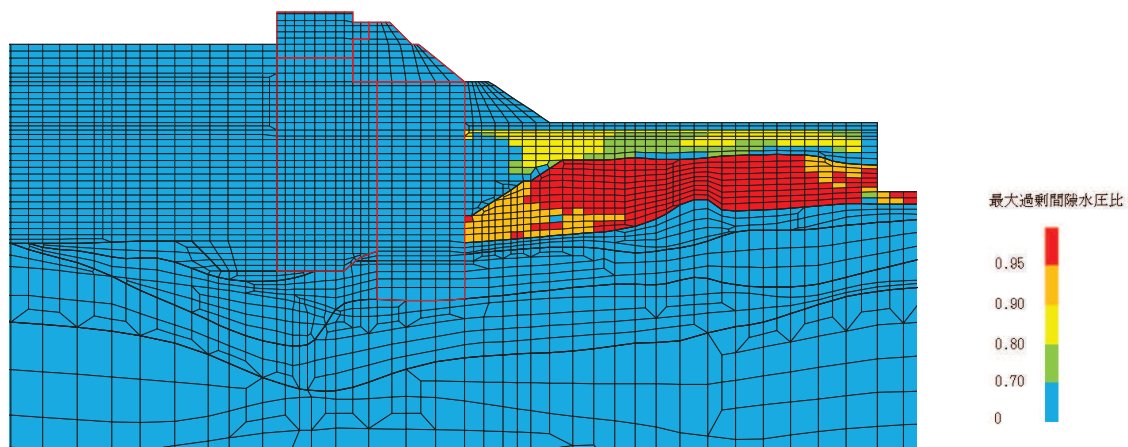
断面①～断面④における過剰間隙水圧比分布を、それぞれ図 4.1-13～図 4.1-16 に示す。

表 4.1-62 最大照査値を示す解析ケースの一覧（断面①～断面④）

| 断面  | 評価項目                       |                            |                             |                            |
|-----|----------------------------|----------------------------|-----------------------------|----------------------------|
|     | 鋼管杭                        |                            | 背面補強工                       | 置換コンクリート                   |
|     | 曲げ・軸力系                     | せん断                        | すべり安全率                      | すべり安全率                     |
| 断面① | 解析ケース①<br>S s - D 2 ( -- ) | 解析ケース①<br>S s - D 2 ( ++ ) | 解析ケース①<br>S s - F 3 ( - + ) | 解析ケース①<br>S s - N 1 ( ++ ) |
| 断面② | 解析ケース②<br>S s - D 2 ( -- ) | 解析ケース①<br>S s - D 2 ( ++ ) | 解析ケース②<br>S s - D 2 ( -- )  | 解析ケース①<br>S s - N 1 ( ++ ) |
| 断面③ | 解析ケース②<br>S s - D 2 ( -- ) | 解析ケース①<br>S s - D 2 ( ++ ) | 解析ケース①<br>S s - F 3 ( - + ) | 解析ケース①<br>S s - N 1 ( ++ ) |
| 断面④ | 解析ケース③<br>S s - D 2 ( -- ) | 解析ケース①<br>S s - D 2 ( -- ) | 解析ケース①<br>S s - D 2 ( - + ) | 解析ケース①<br>S s - N 1 ( ++ ) |

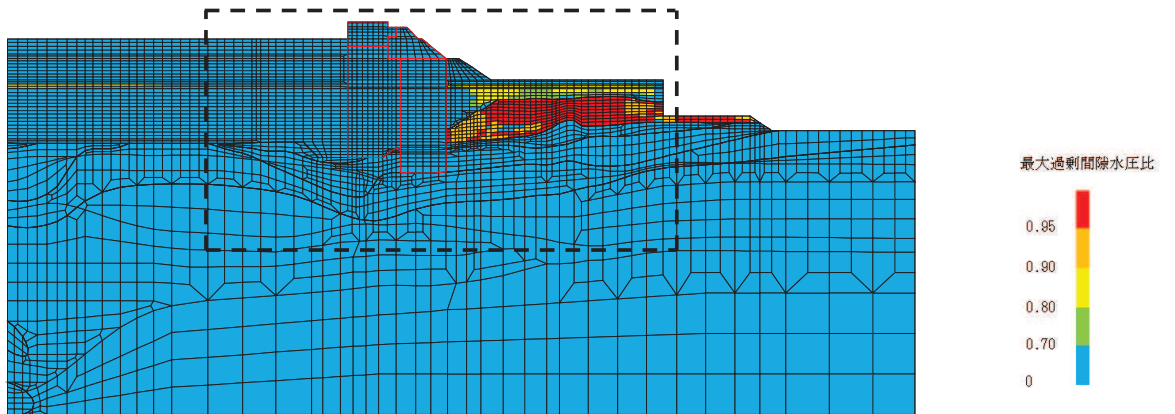


(a) 全体図

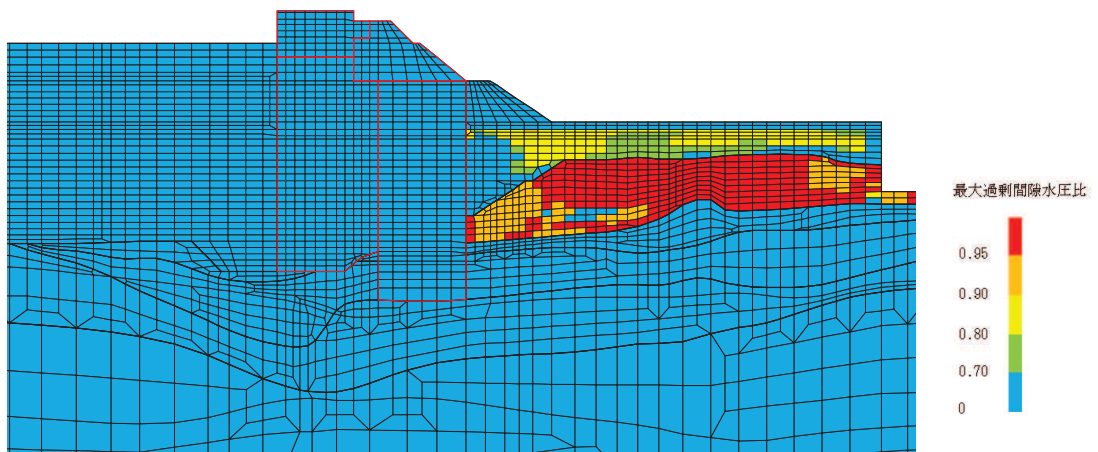


(b) 構造物周辺拡大図

図 4.1-13 (1) 断面①の過剰間隙水圧比最大値分布  
(解析ケース①,  $S_s - D2$  (—))

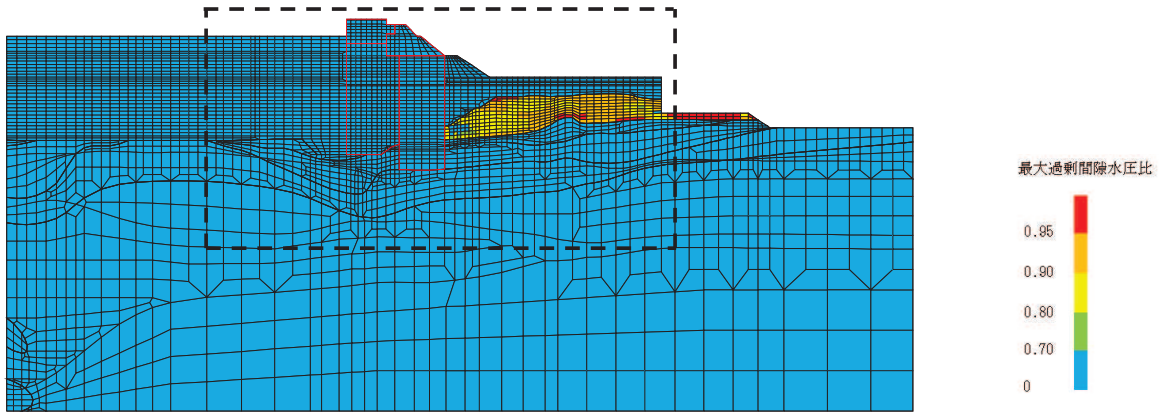


(a) 全体図

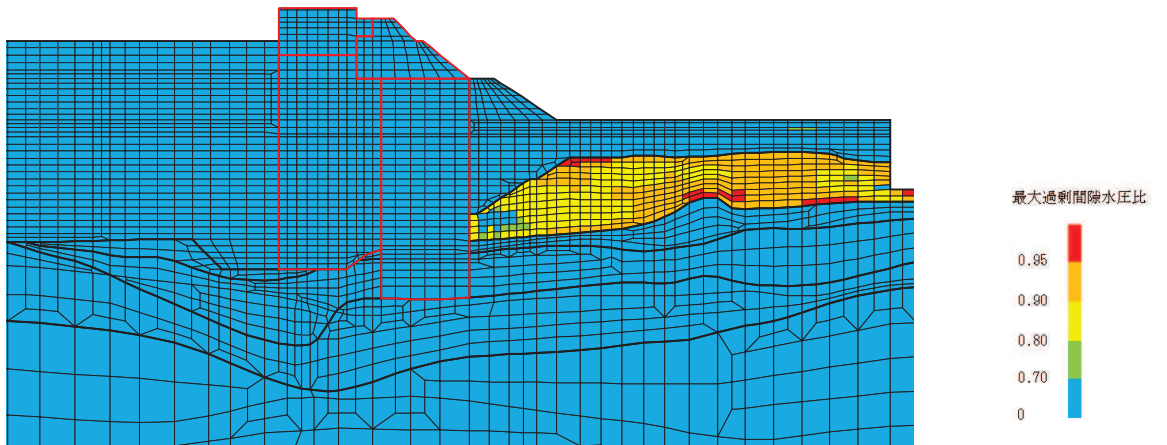


(b) 構造物周辺拡大図

図 4.1-13 (2) 断面①の過剰間隙水圧比最大値分布  
(解析ケース①,  $S_s - D 2 (+ +)$ )



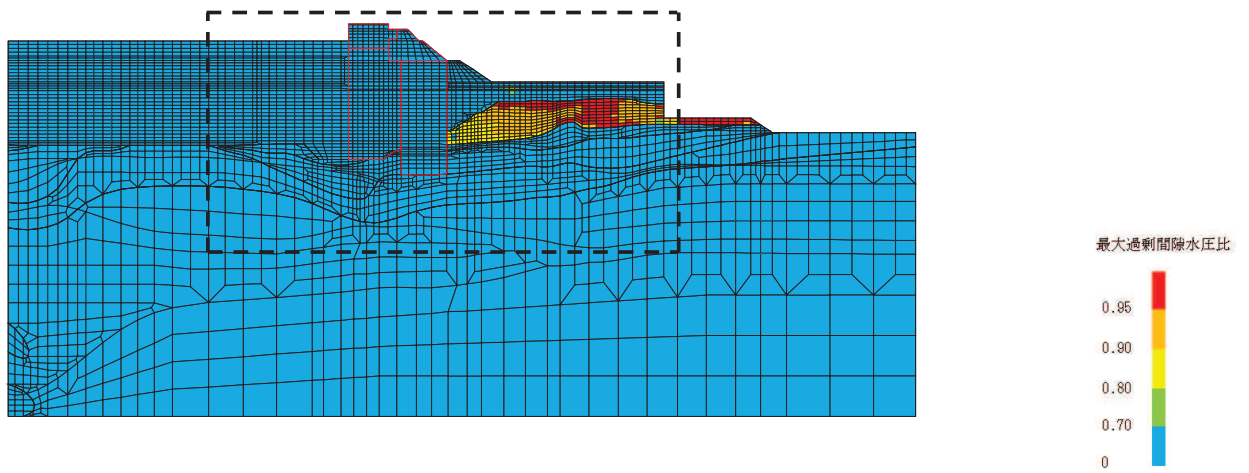
(a) 全体図



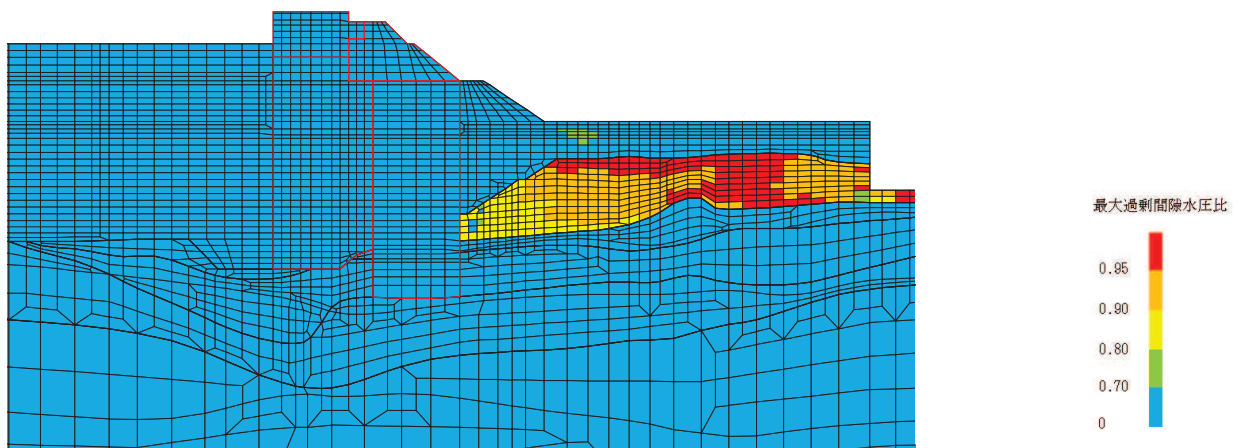
(b) 構造物周辺拡大図

図 4.1-13 (3) 断面①の過剰間隙水圧比最大値分布  
(解析ケース①,  $S_s - F3$  (一十))



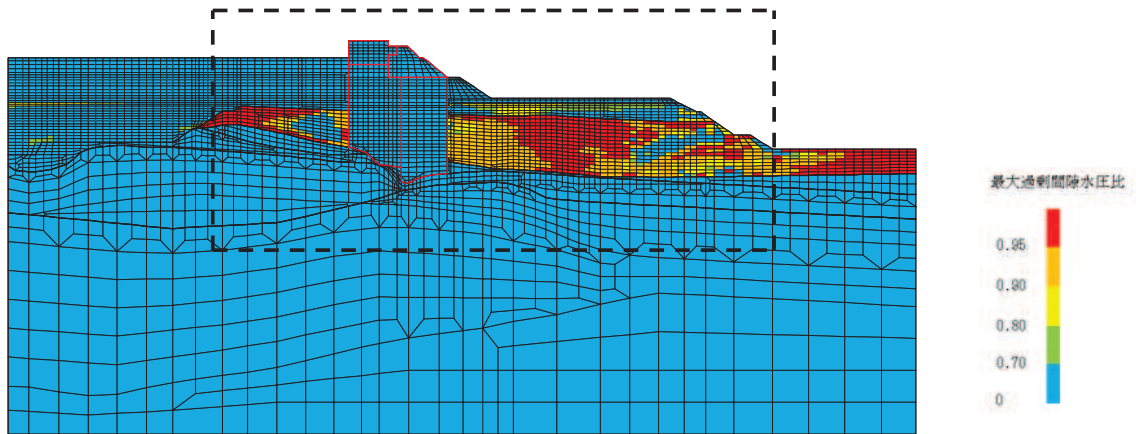


(a) 全体図

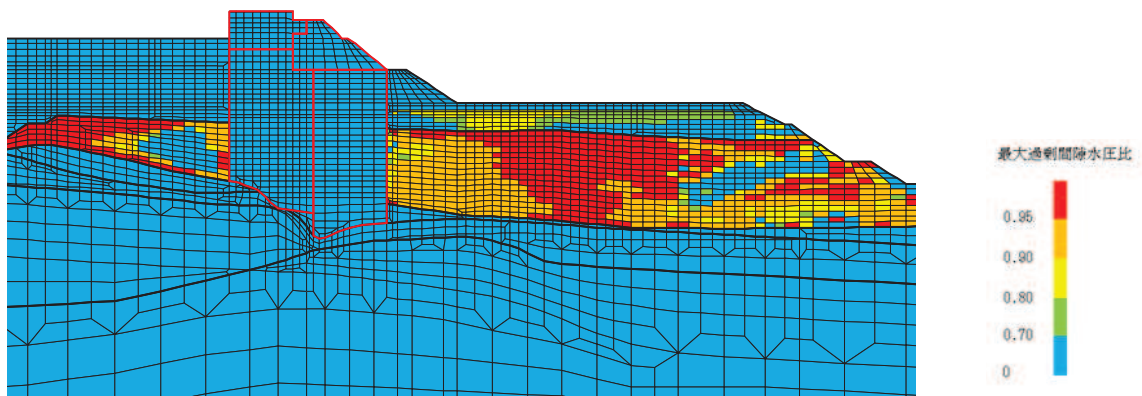


(b) 構造物周辺拡大図

図 4.1-13 (4) 断面①の過剰間隙水圧比最大値分布  
(解析ケース①,  $S_s - N1$  (++) )

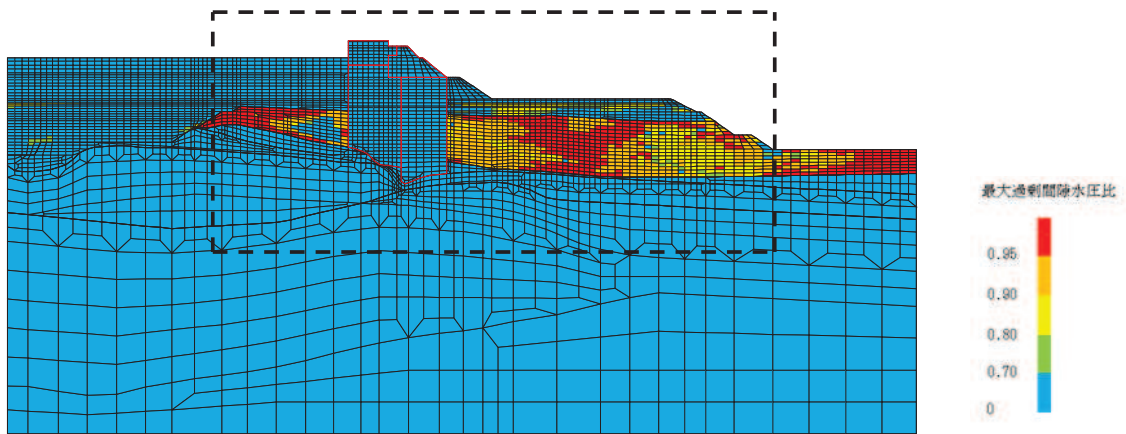


(a) 全体図

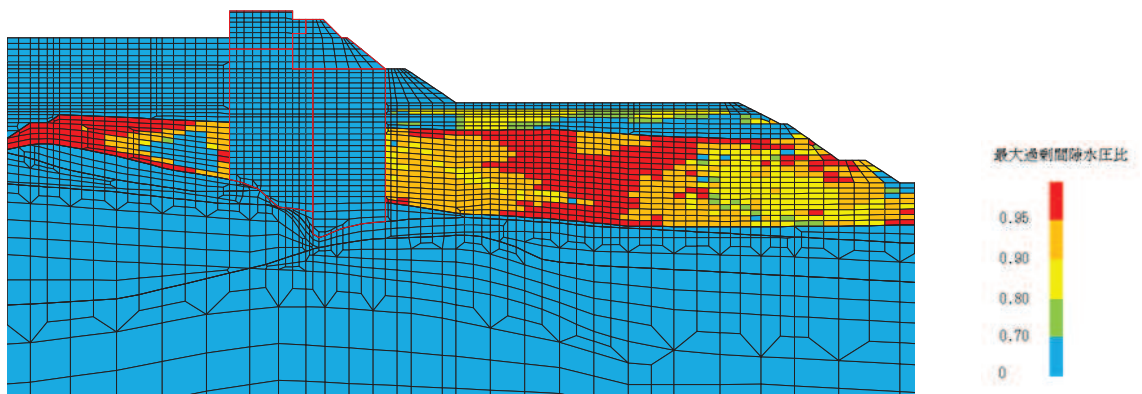


(b) 構造物周辺拡大図

図 4.1-14 (1) 断面②の過剰間隙水圧比最大値分布  
(解析ケース②,  $S_s - D2$  (一一))

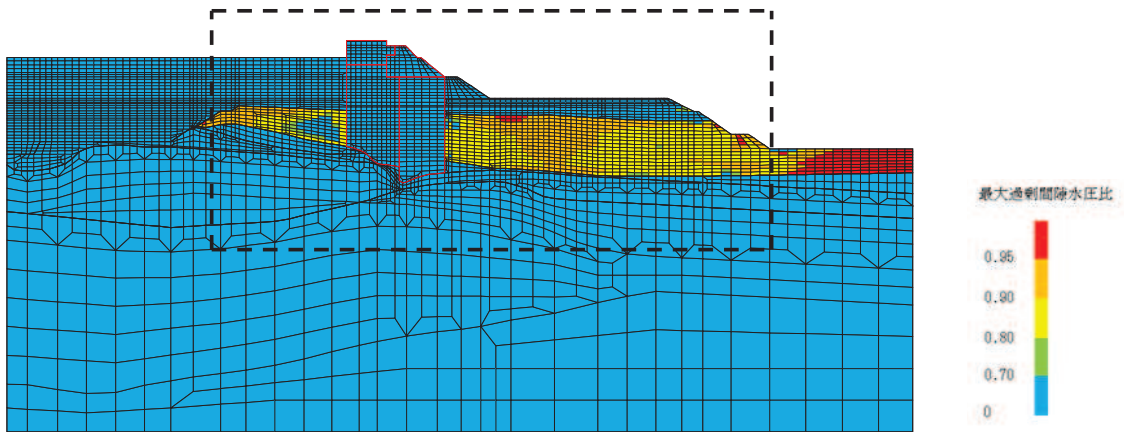


(a) 全体図

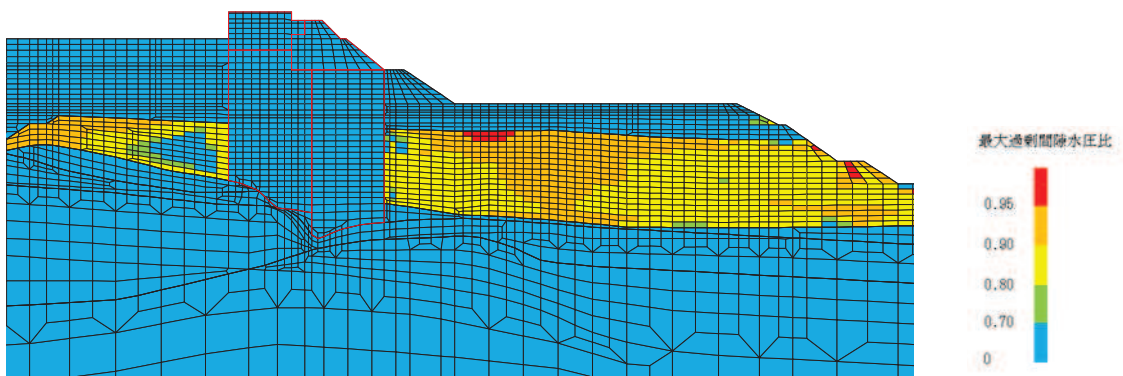


(b) 構造物周辺拡大図

図 4.1-14 (2) 断面②の過剰間隙水圧比最大値分布  
(解析ケース①,  $S_s - D2$  (++) )

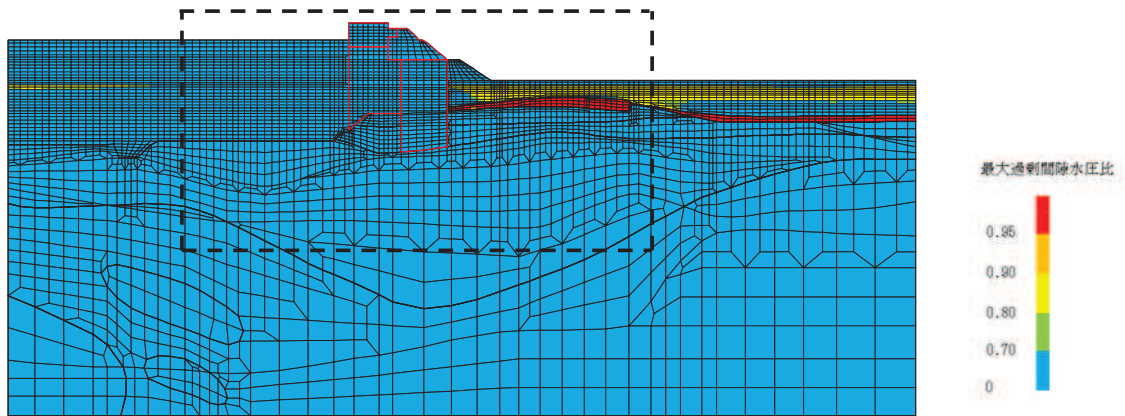


(a) 全体図

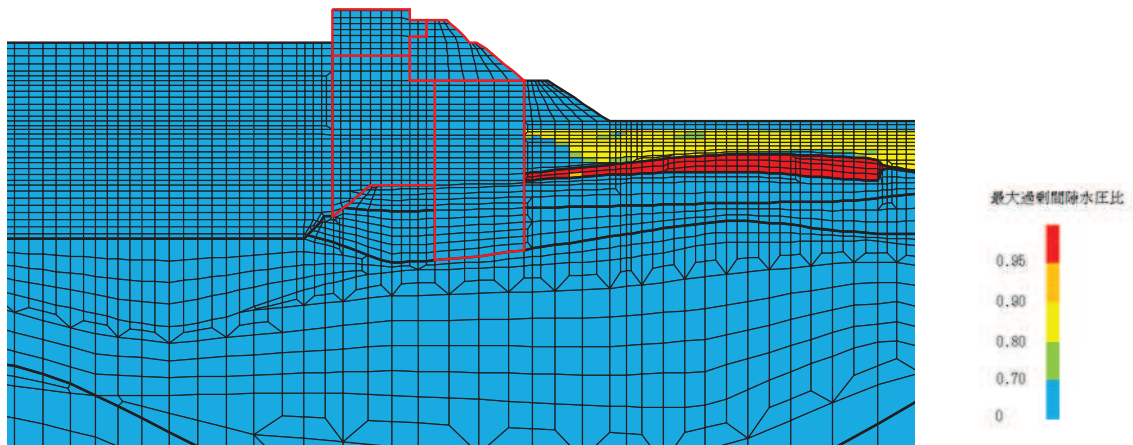


(b) 構造物周辺拡大図

図 4.1-14 (3) 断面②の過剰間隙水圧比最大値分布  
(解析ケース①,  $S_s - N1$  (++) )

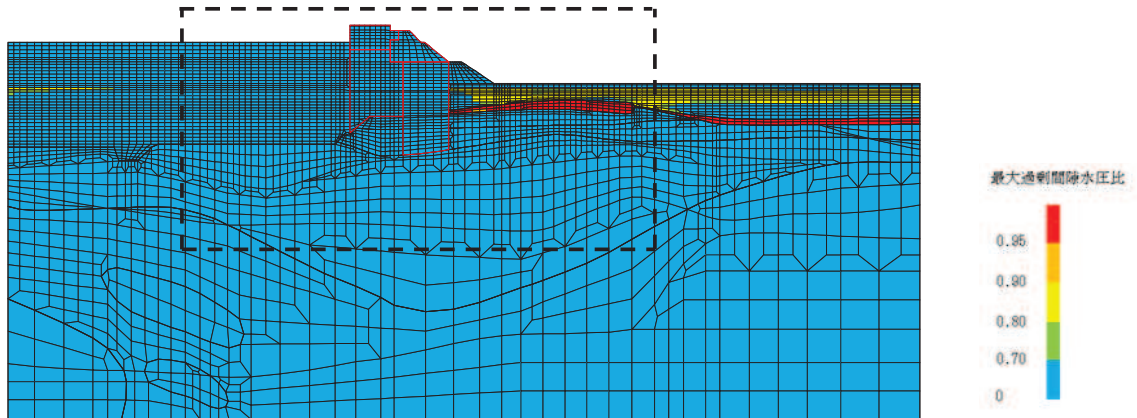


(a) 全体図

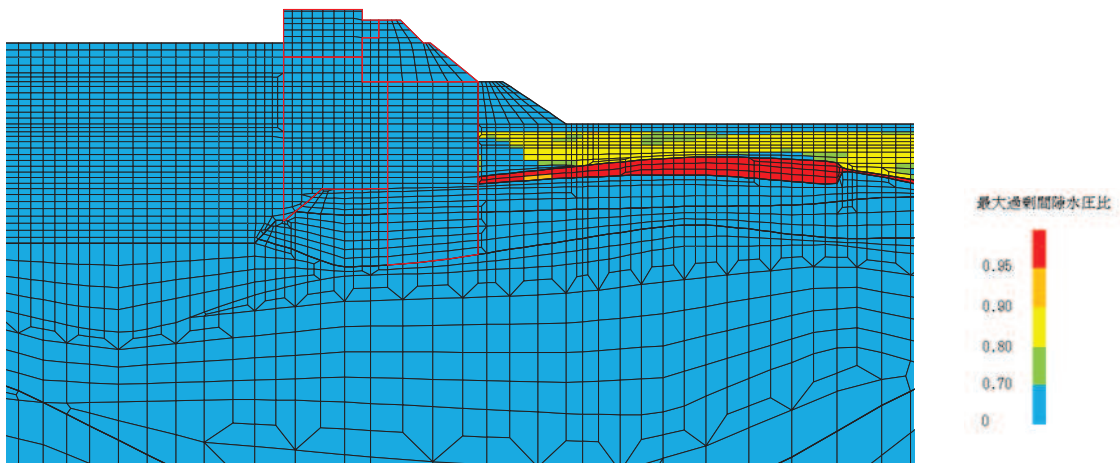


(b) 構造物周辺拡大図

図 4.1-15 (1) 断面③の過剰間隙水圧比最大値分布  
(解析ケース②,  $S_s - D2$  (一一))

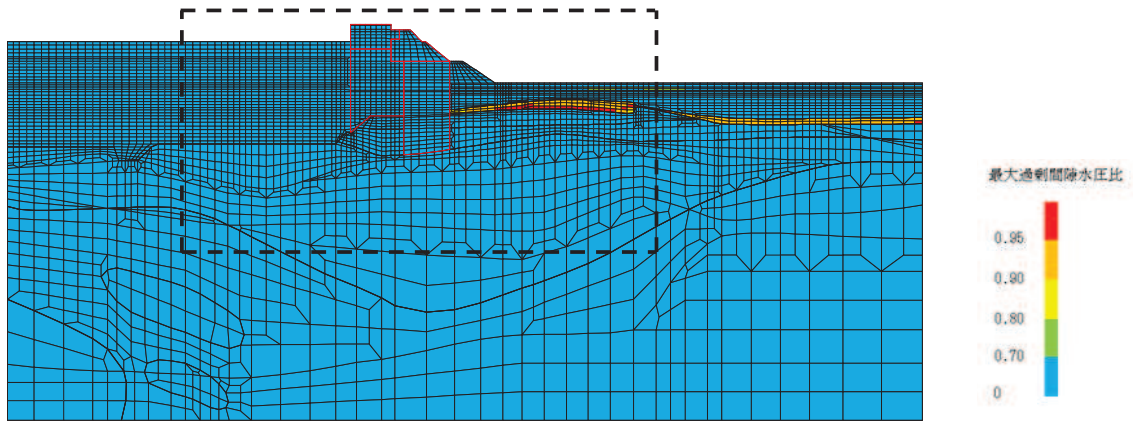


(a) 全体図

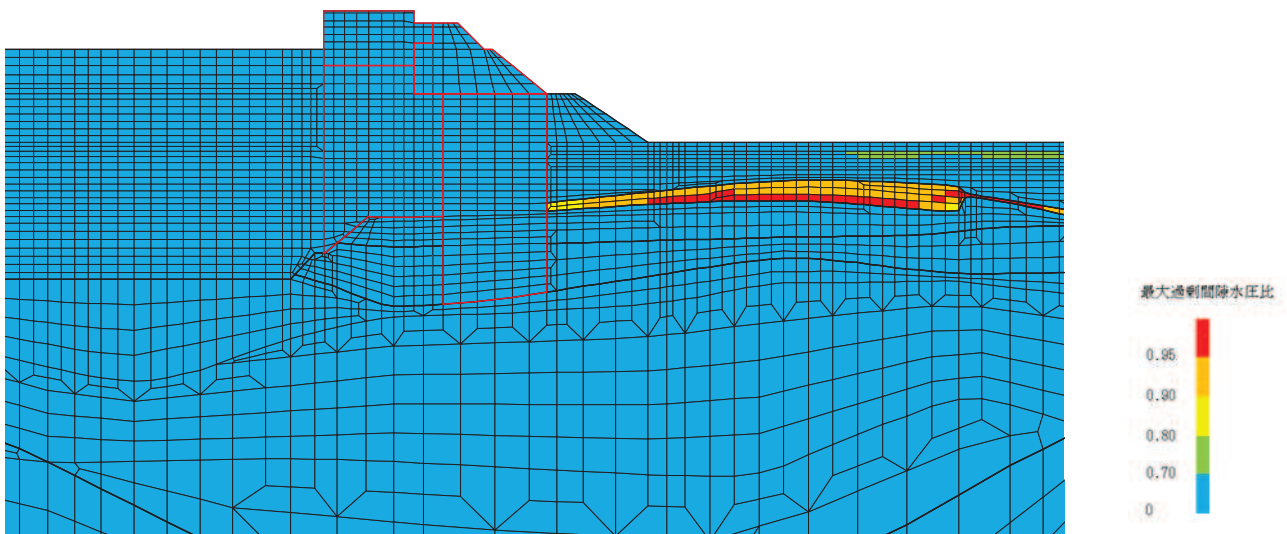


(b) 構造物周辺拡大図

図 4.1-15 (2) 断面③の過剰間隙水圧比最大値分布  
(解析ケース①,  $S_s - D2$  (++) )

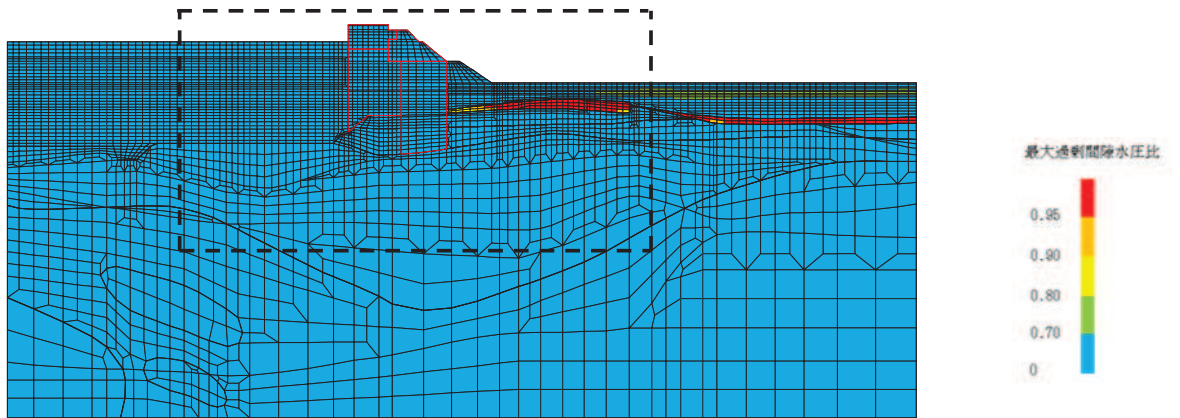


(a) 全体図

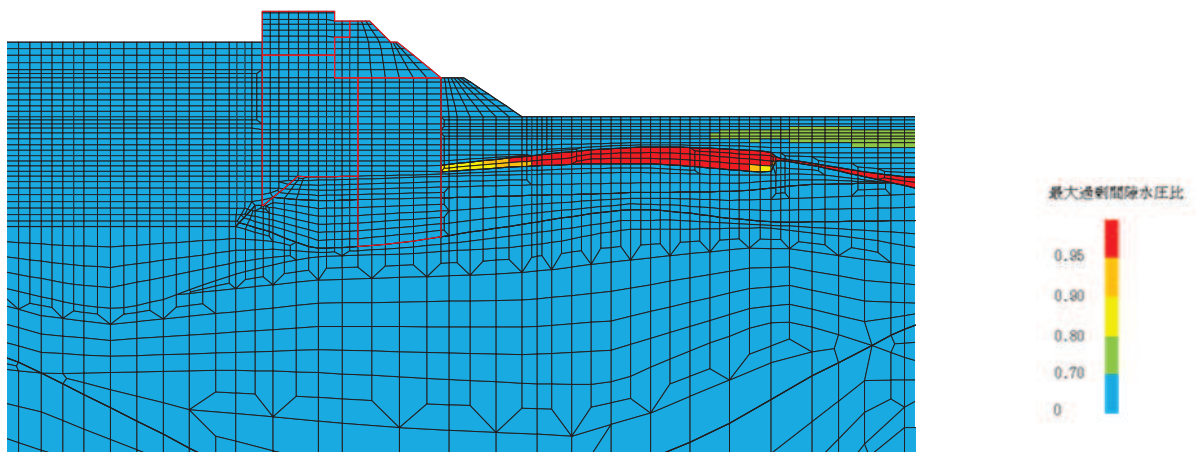


(b) 構造物周辺拡大図

図 4.1-15 (3) 断面③の過剰間隙水圧比最大値分布  
(解析ケース①,  $S_s - F3 (-+)$ )



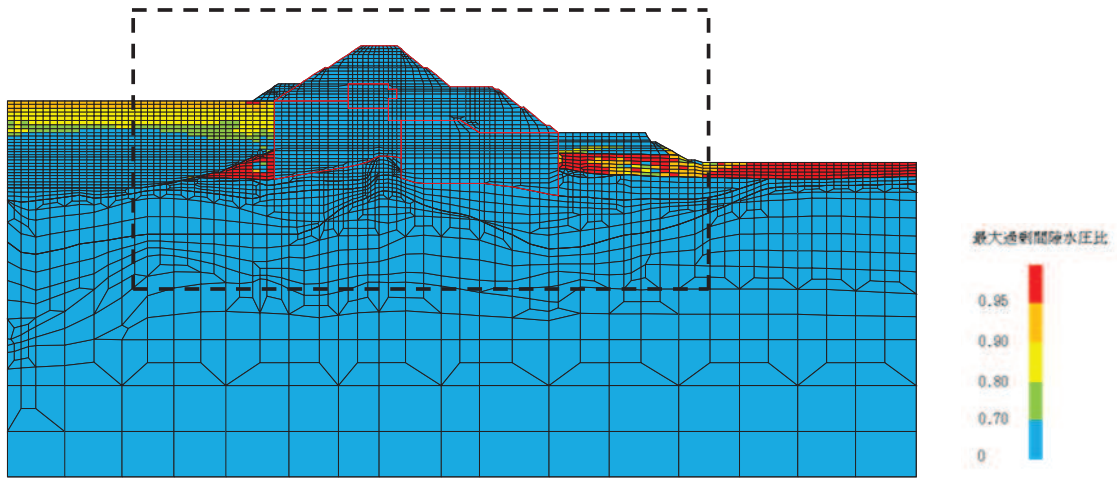
(a) 全体図



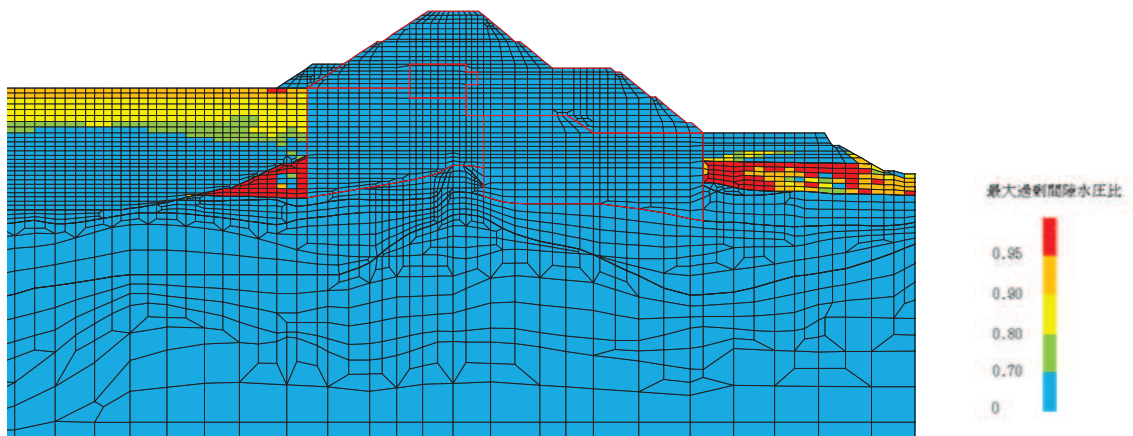
(b) 構造物周辺拡大図

図 4.1-15 (4) 断面③の過剰間隙水圧比最大値分布  
(解析ケース①,  $S_s - N1$  (++) )



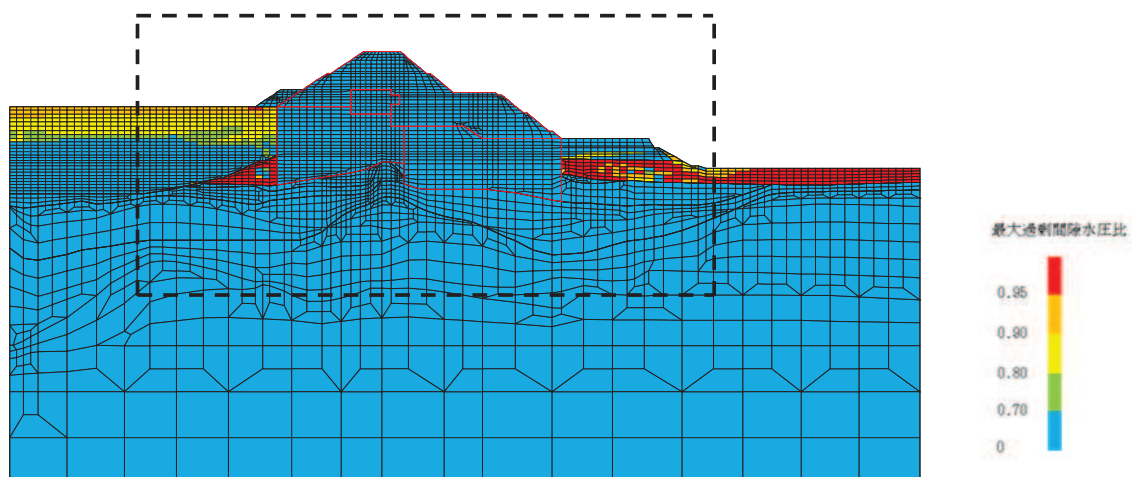


(a) 全体図

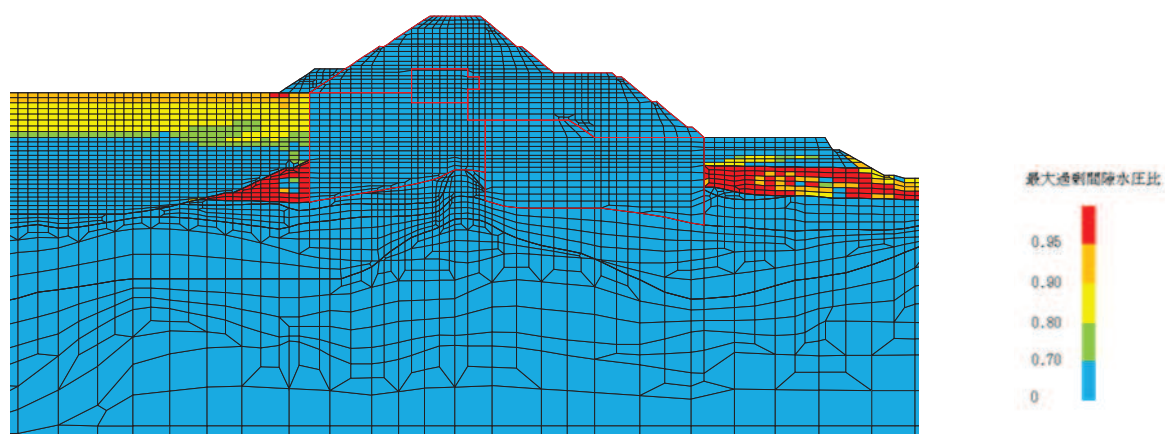


(b) 構造物周辺拡大図

図 4.1-16 (1) 断面④の過剰間隙水圧比最大値分布  
(解析ケース③,  $S_s - D2$  (---))

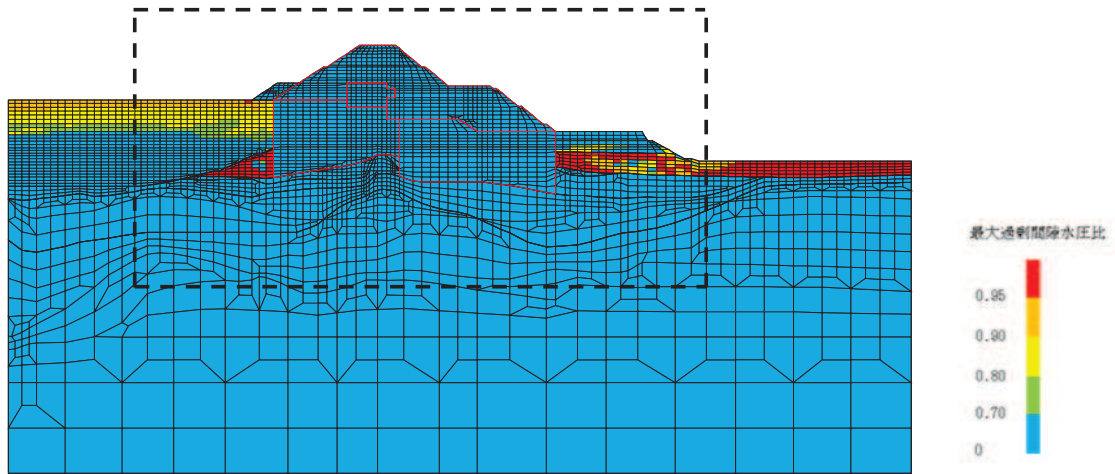


(a) 全体図

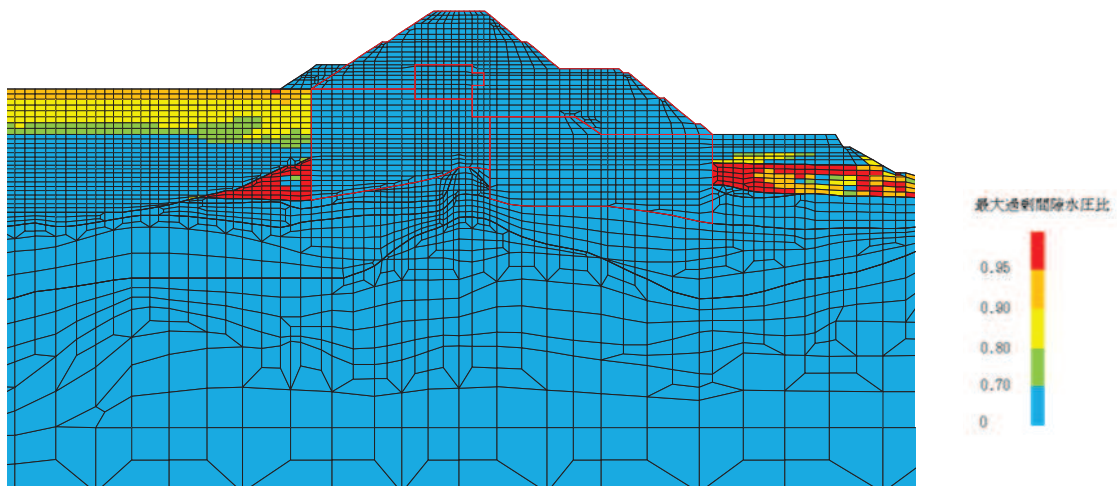


(b) 構造物周辺拡大図

図 4.1-16 (2) 断面④の過剰間隙水圧比最大値分布  
(解析ケース①,  $S_s - D2$  (一一))

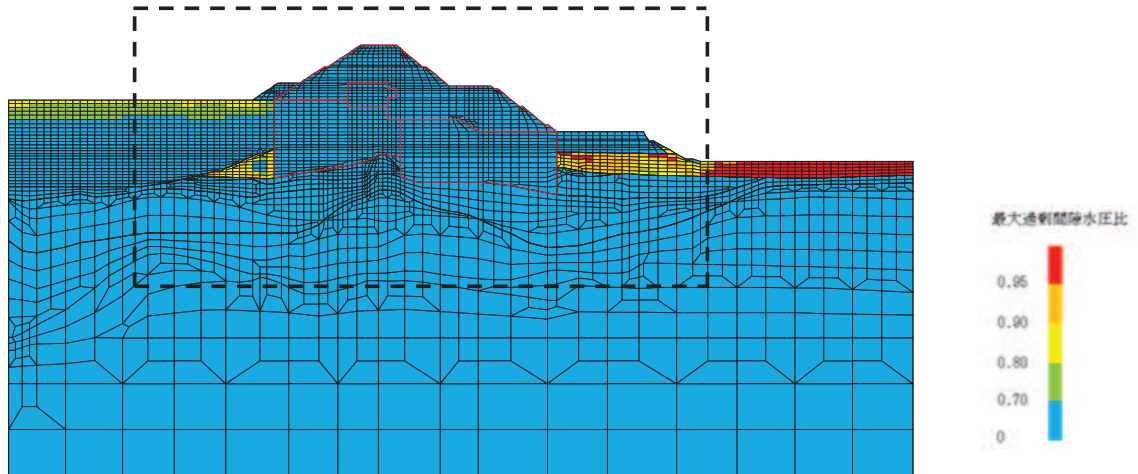


(a) 全体図

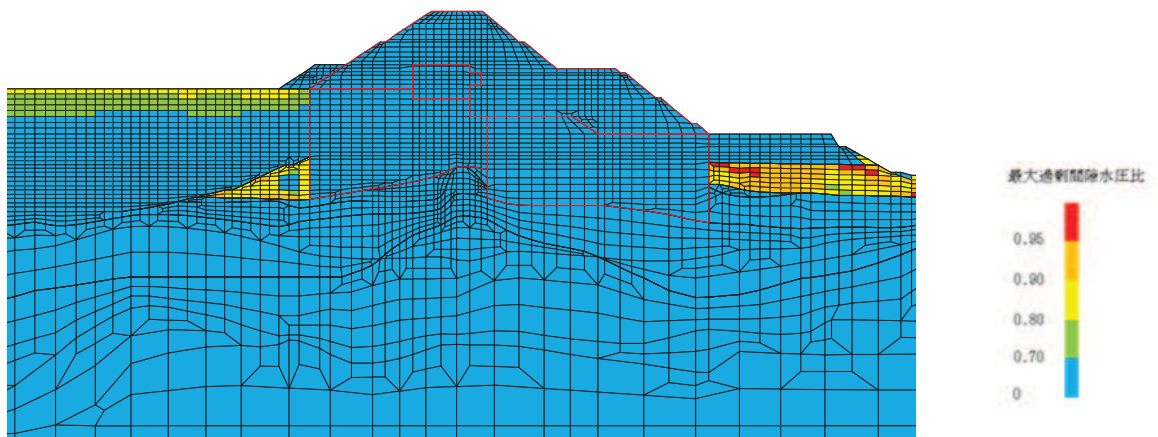


(b) 構造物周辺拡大図

図 4.1-16 (3) 断面④の過剰間隙水圧比最大値分布  
(解析ケース①, S s - D 2 ( - + ) )



(a) 全体図



(b) 構造物周辺拡大図

図 4.1-16 (4) 断面④の過剰間隙水圧比最大値分布  
(解析ケース①, S s - N 1 (++) )

## 4.2 鋼管杭

### 4.2.1 曲げ軸力照査

断面計算に用いた断面諸元を表 4.1-51～表 4.1-52 に示す。

鋼管杭の曲げ・軸力系の破壊に対する照査結果を表 4.2-1 に示す。鋼管杭に対して許容応力度法による照査を行った結果、鋼管杭に発生する曲げ圧縮応力度が許容限界以下であることを確認した。

表 4.2-1 (1) 鋼管杭の曲げ圧縮照査における最大照査値 (断面①)

| 解析<br>ケース | 地震動                |      | 杭<br>種 | 曲げモーメント<br>(kN・m) | 軸力<br>(kN) | 曲げ圧縮<br>応力度<br>$\sigma_s$ (N/mm <sup>2</sup> ) | 短期許容<br>応力度<br>$\sigma_{sa}$ (N/mm <sup>2</sup> ) | 照査値<br>$\sigma_s/\sigma_{sa}$ |
|-----------|--------------------|------|--------|-------------------|------------|--|---|-------------------------------|
| ①         | S <sub>s</sub> -D1 | (++) | A      | 7828              | 361        | 92   | 247   | 0.38                          |
|           |                    | (-+) | A      | 7086              | 402        | 83   | 247   | 0.34                          |
|           |                    | (+-) | A      | 6028              | 624        | 73   | 247   | 0.30                          |
|           |                    | (--) | A      | 7560              | 533        | 90   | 247   | 0.37                          |
|           | S <sub>s</sub> -D2 | (++) | A      | 8361              | 332        | 97   | 247   | 0.40                          |
|           |                    | (-+) | A      | 7642              | 505        | 90   | 247   | 0.37                          |
|           |                    | (+-) | A      | 8171              | 328        | 95   | 247   | 0.39                          |
|           |                    | (--) | A      | 8663              | 503        | 102  | 247   | 0.42                          |
|           | S <sub>s</sub> -D3 | (++) | A      | 5164              | 518        | 62   | 247   | 0.26                          |
|           |                    | (-+) | A      | 6198              | 401        | 73   | 247   | 0.30                          |
|           |                    | (+-) | A      | 5907              | 376        | 70   | 247   | 0.29                          |
|           |                    | (--) | A      | 5662              | 385        | 67   | 247   | 0.28                          |
|           | S <sub>s</sub> -F1 | (++) | A      | 5590              | 349        | 66   | 247   | 0.27                          |
|           |                    | (-+) | A      | 3352              | 426        | 41   | 247   | 0.17                          |
|           | S <sub>s</sub> -F2 | (++) | A      | 6096              | 400        | 72   | 247   | 0.30                          |
|           |                    | (-+) | A      | 4090              | 445        | 50   | 247   | 0.21                          |
|           | S <sub>s</sub> -F3 | (++) | A      | 5147              | 329        | 61   | 247   | 0.25                          |
|           |                    | (-+) | A      | 7728              | 473        | 91   | 247   | 0.37                          |
|           | S <sub>s</sub> -N1 | (++) | A      | 4529              | 284        | 54   | 247   | 0.22                          |
|           |                    | (-+) | C      | 11987             | 985        | 79   | 382   | 0.21                          |
| ②         | S <sub>s</sub> -D2 | (--) | A      | 8287              | 527        | 98   | 247   | 0.40                          |
| ③         | S <sub>s</sub> -D2 | (--) | A      | 8522              | 486        | 100  | 247   | 0.41                          |

表 4.2-1 (2) 鋼管杭の曲げ圧縮照査における最大照査値 (断面②)

| 解析<br>ケース          | 地震動                |      | 杭<br>種 | 曲げモーメント<br>(kN・m) | 軸力<br>(kN) | 曲げ圧縮<br>応力度<br>$\sigma_s$ (N/mm <sup>2</sup> ) | 短期許容<br>応力度<br>$\sigma_{sa}$ (N/mm <sup>2</sup> ) | 照査値<br>$\sigma_s / \sigma_{sa}$ |
|--------------------|--------------------|------|--------|-------------------|------------|--|---|---------------------------------|
| ①                  | S <sub>s</sub> -D1 | (++) | A      | 8102              | 315        | 94   | 247   | 0.39                            |
|                    |                    | (-+) | A      | 6938              | 373        | 82   | 247   | 0.34                            |
|                    |                    | (+-) | A      | 6698              | 610        | 80   | 247   | 0.33                            |
|                    |                    | (--) | A      | 8047              | 450        | 95   | 247   | 0.39                            |
|                    | S <sub>s</sub> -D2 | (++) | A      | 10009             | 265        | 116  | 247   | 0.47                            |
|                    |                    | (-+) | A      | 7263              | 412        | 85   | 247   | 0.35                            |
|                    |                    | (+-) | A      | 7211              | 447        | 85   | 247   | 0.35                            |
|                    |                    | (--) | A      | 10481             | 586        | 123  | 247   | 0.50                            |
|                    | S <sub>s</sub> -D3 | (++) | A      | 5584              | 452        | 67   | 247   | 0.28                            |
|                    |                    | (-+) | A      | 6847              | 398        | 81   | 247   | 0.33                            |
|                    |                    | (+-) | A      | 6582              | 418        | 78   | 247   | 0.32                            |
|                    |                    | (--) | A      | 6140              | 329        | 72   | 247   | 0.30                            |
|                    | S <sub>s</sub> -F1 | (++) | A      | 7592              | 341        | 89   | 247   | 0.37                            |
|                    |                    | (-+) | A      | 4033              | 415        | 49   | 247   | 0.20                            |
|                    | S <sub>s</sub> -F2 | (++) | A      | 6181              | 357        | 73   | 247   | 0.30                            |
|                    |                    | (-+) | A      | 5666              | 443        | 67   | 247   | 0.28                            |
|                    | S <sub>s</sub> -F3 | (++) | A      | 7894              | 405        | 93   | 247   | 0.38                            |
|                    |                    | (-+) | A      | 7704              | 411        | 90   | 247   | 0.37                            |
| S <sub>s</sub> -N1 | (++)               | A    | 4242   | 337               | 51         | 247  | 0.21  |                                 |
|                    | (-+)               | A    | 5530   | 128               | 64         | 247  | 0.26  |                                 |
| ②                  | S <sub>s</sub> -D2 | (--) | A      | 10728             | 537        | 126  | 247   | 0.52                            |
| ③                  | S <sub>s</sub> -D2 | (--) | A      | 10106             | 536        | 118  | 247   | 0.48                            |

表 4.2-1 (3) 鋼管杭の曲げ圧縮照査における最大照査値 (断面③)

| 解析<br>ケース          | 地震動                |      | 杭<br>種 | 曲げモーメント<br>(kN・m) | 軸力<br>(kN) | 曲げ圧縮<br>応力度<br>$\sigma_s$ (N/mm <sup>2</sup> ) | 短期許容<br>応力度<br>$\sigma_{sa}$ (N/mm <sup>2</sup> ) | 照査値<br>$\sigma_s / \sigma_{sa}$ |
|--------------------|--------------------|------|--------|-------------------|------------|--|---|---------------------------------|
| ①                  | S <sub>s</sub> -D1 | (++) | A      | 8752              | 365        | 102  | 247   | 0.42                            |
|                    |                    | (-+) | A      | 6640              | 403        | 78   | 247   | 0.32                            |
|                    |                    | (+-) | A      | 6387              | 302        | 75   | 247   | 0.31                            |
|                    |                    | (--) | A      | 8506              | 470        | 100  | 247   | 0.41                            |
|                    | S <sub>s</sub> -D2 | (++) | A      | 8983              | 270        | 104  | 247   | 0.43                            |
|                    |                    | (-+) | A      | 6767              | 471        | 80   | 247   | 0.33                            |
|                    |                    | (+-) | A      | 6995              | 535        | 83   | 247   | 0.34                            |
|                    |                    | (--) | A      | 9557              | 603        | 113  | 247   | 0.46                            |
|                    | S <sub>s</sub> -D3 | (++) | A      | 5550              | 456        | 66   | 247   | 0.27                            |
|                    |                    | (-+) | A      | 6493              | 468        | 77   | 247   | 0.32                            |
|                    |                    | (+-) | A      | 6343              | 377        | 75   | 247   | 0.31                            |
|                    |                    | (--) | A      | 6138              | 324        | 72   | 247   | 0.30                            |
|                    | S <sub>s</sub> -F1 | (++) | A      | 5203              | 350        | 62   | 247   | 0.26                            |
|                    |                    | (-+) | A      | 3757              | 380        | 45   | 247   | 0.19                            |
|                    | S <sub>s</sub> -F2 | (++) | A      | 5575              | 313        | 66   | 247   | 0.27                            |
|                    |                    | (-+) | A      | 5073              | 436        | 61   | 247   | 0.25                            |
| S <sub>s</sub> -F3 | (++)               | A    | 6458   | 436               | 76         | 247  | 0.31  |                                 |
|                    | (-+)               | A    | 6943   | 415               | 82         | 247  | 0.34  |                                 |
| S <sub>s</sub> -N1 | (++)               | A    | 5345   | 374               | 63         | 247  | 0.26  |                                 |
|                    | (-+)               | D    | 691    | 10673             | 64         | 277  | 0.24  |                                 |
| ②                  | S <sub>s</sub> -D2 | (--) | A      | 9673              | 622        | 114  | 247   | 0.47                            |
| ③                  | S <sub>s</sub> -D2 | (--) | A      | 9285              | 662        | 110  | 247   | 0.45                            |

表 4.2-1 (4) 鋼管杭の曲げ圧縮照査における最大照査値 (断面④)

| 解析<br>ケース          | 地震動                |      | 杭<br>種 | 曲げモーメント<br>(kN・m) | 軸力<br>(kN) | 曲げ圧縮<br>応力度<br>$\sigma_s$ (N/mm <sup>2</sup> ) | 短期許容<br>応力度<br>$\sigma_{sa}$ (N/mm <sup>2</sup> ) | 照査値<br>$\sigma_s / \sigma_{sa}$ |
|--------------------|--------------------|------|--------|-------------------|------------|--|---|---------------------------------|
| ①                  | S <sub>s</sub> -D1 | (++) | D      | 528               | 16074      | 91   | 277   | 0.33                            |
|                    |                    | (-+) | D      | 1145              | 14609      | 89   | 277   | 0.33                            |
|                    |                    | (+-) | D      | 695               | 21541      | 122  | 277   | 0.45                            |
|                    |                    | (--) | D      | 868               | 14736      | 87   | 277   | 0.32                            |
|                    | S <sub>s</sub> -D2 | (++) | D      | 358               | 17546      | 98   | 277   | 0.36                            |
|                    |                    | (-+) | D      | 977               | 18558      | 109  | 277   | 0.40                            |
|                    |                    | (+-) | D      | 419               | 18889      | 105  | 277   | 0.38                            |
|                    |                    | (--) | D      | 1412              | 20647      | 124  | 277   | 0.45                            |
|                    | S <sub>s</sub> -D3 | (++) | D      | 890               | 13454      | 80   | 277   | 0.29                            |
|                    |                    | (-+) | D      | 836               | 12666      | 76   | 277   | 0.28                            |
|                    |                    | (+-) | D      | 906               | 13987      | 83   | 277   | 0.30                            |
|                    |                    | (--) | D      | 900               | 13078      | 78   | 277   | 0.29                            |
|                    | S <sub>s</sub> -F1 | (++) | D      | 702               | 11767      | 70   | 277   | 0.26                            |
|                    |                    | (-+) | D      | 758               | 10922      | 66   | 277   | 0.24                            |
|                    | S <sub>s</sub> -F2 | (++) | D      | 348               | 13156      | 74   | 277   | 0.27                            |
|                    |                    | (-+) | D      | 890               | 13010      | 78   | 277   | 0.29                            |
| S <sub>s</sub> -F3 | (++)               | D    | 805    | 13067             | 78         | 277  | 0.29  |                                 |
|                    | (-+)               | D    | 648    | 12250             | 72         | 277  | 0.26  |                                 |
| S <sub>s</sub> -N1 | (++)               | D    | 34     | 9644              | 53         | 277  | 0.20  |                                 |
|                    | (-+)               | D    | 496    | 17637             | 99         | 277  | 0.36  |                                 |
| ②                  | S <sub>s</sub> -D2 | (--) | D      | 620               | 18828      | 107  | 277   | 0.39                            |
| ③                  | S <sub>s</sub> -D2 | (--) | D      | 1334              | 23425      | 138  | 277   | 0.50                            |



表 4.2-1 (5) 鋼管杭の曲げ圧縮照査における最大照査値 (断面⑤)

| 解析<br>ケース          | 地震動                |      | 杭<br>種 | 曲げモーメント<br>(kN・m) | 軸力<br>(kN) | 曲げ圧縮<br>応力度<br>$\sigma_s$ (N/mm <sup>2</sup> ) | 短期許容<br>応力度<br>$\sigma_{sa}$ (N/mm <sup>2</sup> ) | 照査値<br>$\sigma_s / \sigma_{sa}$ |
|--------------------|--------------------|------|--------|-------------------|------------|--|---|---------------------------------|
| ①                  | S <sub>s</sub> -D1 | (++) | A      | 3671              | 488        | 45   | 251   | 0.18                            |
|                    |                    | (-+) | A      | 3872              | 476        | 47   | 251   | 0.19                            |
|                    |                    | (+-) | A      | 3722              | 399        | 45   | 251   | 0.18                            |
|                    |                    | (--) | A      | 3789              | 400        | 46   | 251   | 0.19                            |
|                    | S <sub>s</sub> -D2 | (++) | A      | 3957              | 441        | 48   | 251   | 0.20                            |
|                    |                    | (-+) | A      | 4028              | 506        | 49   | 251   | 0.20                            |
|                    |                    | (+-) | A      | 3906              | 483        | 48   | 251   | 0.20                            |
|                    |                    | (--) | A      | 4060              | 369        | 49   | 251   | 0.20                            |
|                    | S <sub>s</sub> -D3 | (++) | C      | 9733              | 1248       | 66   | 382   | 0.18                            |
|                    |                    | (-+) | C      | 10206             | 1248       | 69   | 382   | 0.19                            |
|                    |                    | (+-) | A      | 3536              | 485        | 44   | 251   | 0.18                            |
|                    |                    | (--) | A      | 3692              | 491        | 45   | 251   | 0.18                            |
|                    | S <sub>s</sub> -F1 | (++) | C      | 7723              | 1215       | 53   | 382   | 0.14                            |
|                    |                    | (-+) | C      | 7411              | 1240       | 52   | 382   | 0.14                            |
|                    | S <sub>s</sub> -F2 | (++) | C      | 9352              | 1219       | 64   | 382   | 0.17                            |
|                    |                    | (-+) | A      | 3586              | 456        | 44   | 251   | 0.18                            |
|                    | S <sub>s</sub> -F3 | (++) | C      | 9467              | 1281       | 65   | 382   | 0.18                            |
|                    |                    | (-+) | C      | 8869              | 1256       | 61   | 382   | 0.16                            |
| S <sub>s</sub> -N1 | (++)               | C    | 5498   | 1309              | 40         | 382  | 0.11  |                                 |
|                    | (-+)               | C    | 4994   | 1290              | 37         | 382  | 0.10  |                                 |
| ②                  | S <sub>s</sub> -D2 | (-+) | A      | 3883              | 518        | 48   | 251   | 0.20                            |
| ③                  | S <sub>s</sub> -D2 | (-+) | A      | 4060              | 502        | 50   | 251   | 0.20                            |

表 4.2-1 (6) 鋼管杭の曲げ圧縮照査における最大照査値 (断面⑥)

| 解析<br>ケース          | 地震動                |      | 杭<br>種 | 曲げモーメント<br>(kN・m) | 軸力<br>(kN) | 曲げ圧縮<br>応力度<br>$\sigma_s$ (N/mm <sup>2</sup> ) | 短期許容<br>応力度<br>$\sigma_{sa}$ (N/mm <sup>2</sup> ) | 照査値<br>$\sigma_s / \sigma_{sa}$ |
|--------------------|--------------------|------|--------|-------------------|------------|--|---|---------------------------------|
| ①                  | S <sub>s</sub> -D1 | (++) | A      | 4152              | 481        | 51   | 251   | 0.21                            |
|                    |                    | (-+) | A      | 4259              | 490        | 52   | 251   | 0.21                            |
|                    |                    | (+-) | A      | 4137              | 397        | 50   | 251   | 0.20                            |
|                    |                    | (--) | A      | 4275              | 406        | 51   | 251   | 0.21                            |
|                    | S <sub>s</sub> -D2 | (++) | A      | 4943              | 504        | 60   | 251   | 0.24                            |
|                    |                    | (-+) | A      | 5057              | 490        | 61   | 251   | 0.25                            |
|                    |                    | (+-) | A      | 4937              | 398        | 59   | 251   | 0.24                            |
|                    |                    | (--) | A      | 5066              | 385        | 60   | 251   | 0.24                            |
|                    | S <sub>s</sub> -D3 | (++) | A      | 4212              | 548        | 52   | 251   | 0.21                            |
|                    |                    | (-+) | A      | 4074              | 548        | 50   | 251   | 0.20                            |
|                    |                    | (+-) | A      | 4191              | 342        | 50   | 251   | 0.20                            |
|                    |                    | (--) | A      | 4276              | 528        | 52   | 251   | 0.21                            |
|                    | S <sub>s</sub> -F1 | (++) | A      | 3111              | 481        | 39   | 251   | 0.16                            |
|                    |                    | (-+) | A      | 3065              | 471        | 38   | 251   | 0.16                            |
|                    | S <sub>s</sub> -F2 | (++) | A      | 3637              | 503        | 45   | 251   | 0.18                            |
|                    |                    | (-+) | A      | 3838              | 450        | 47   | 251   | 0.19                            |
|                    | S <sub>s</sub> -F3 | (++) | A      | 5467              | 497        | 66   | 251   | 0.27                            |
|                    |                    | (-+) | A      | 5022              | 463        | 60   | 251   | 0.24                            |
| S <sub>s</sub> -N1 | (++)               | C    | 6593   | 1314              | 47         | 382  | 0.13  |                                 |
|                    | (-+)               | C    | 6149   | 1337              | 44         | 382  | 0.12  |                                 |
| ②                  | S <sub>s</sub> -F3 | (++) | C      | 14317             | 1078       | 94   | 382   | 0.25                            |
| ③                  | S <sub>s</sub> -F3 | (++) | C      | 14772             | 1064       | 97   | 382   | 0.26                            |

表 4.2-1 (7) 鋼管杭の曲げ圧縮照査における最大照査値 (断面⑦, 杭①)

| 解析<br>ケース | 地震動                |      | 曲げモーメント<br>(kN・m) | 軸力<br>(kN) | 曲げ圧縮<br>応力度<br>$\sigma_s$ (N/mm <sup>2</sup> ) | 短期許容<br>応力度<br>$\sigma_{sa}$ (N/mm <sup>2</sup> ) | 照査値<br>$\sigma_s / \sigma_{sa}$ |
|-----------|--------------------|------|-------------------|------------|--|---|---------------------------------|
| ①         | S <sub>s</sub> -D1 | (++) | 857               | -603       | 14   | 277   | 0.06                            |
|           |                    | (-+) | -840              | -603       | 14   | 277   | 0.06                            |
|           |                    | (+-) | 857               | -484       | 13   | 277   | 0.05                            |
|           |                    | (--) | -840              | -484       | 13   | 277   | 0.05                            |
|           | S <sub>s</sub> -D2 | (++) | -1262             | -515       | 18   | 277   | 0.07                            |
|           |                    | (-+) | 1279              | -515       | 18   | 277   | 0.07                            |
|           |                    | (+-) | -1262             | -571       | 18   | 277   | 0.07                            |
|           |                    | (--) | 1279              | -571       | 18   | 277   | 0.07                            |
|           | S <sub>s</sub> -D3 | (++) | 1006              | -610       | 16   | 277   | 0.06                            |
|           |                    | (-+) | -989              | -610       | 15   | 277   | 0.06                            |
|           |                    | (+-) | 966               | -566       | 15   | 277   | 0.06                            |
|           |                    | (--) | -949              | -566       | 15   | 277   | 0.06                            |
|           | S <sub>s</sub> -F1 | (++) | -712              | -605       | 12   | 277   | 0.05                            |
|           |                    | (-+) | 729               | -605       | 12   | 277   | 0.05                            |
|           | S <sub>s</sub> -F2 | (++) | 760               | -623       | 13   | 277   | 0.05                            |
|           |                    | (-+) | -743              | -623       | 13   | 277   | 0.05                            |
|           | S <sub>s</sub> -F3 | (++) | -987              | -626       | 16   | 277   | 0.06                            |
|           |                    | (-+) | 1004              | -626       | 16   | 277   | 0.06                            |
|           | S <sub>s</sub> -N1 | (++) | -427              | -615       | 9  | 277   | 0.04                            |
|           |                    | (-+) | 444               | -615       | 9  | 277   | 0.04                            |
| ②         | S <sub>s</sub> -D2 | (-+) | -1113             | -523       | 16   | 277   | 0.06                            |
| ③         | S <sub>s</sub> -D2 | (-+) | 1359              | -538       | 19   | 277   | 0.07                            |

表 4.2-1 (8) 鋼管杭の曲げ圧縮照査における最大照査値 (断面⑦, 杭②)

| 解析<br>ケース | 地震動                |      | 曲げモーメント<br>(kN・m) | 軸力<br>(kN) | 曲げ圧縮<br>応力度<br>$\sigma_s$ (N/mm <sup>2</sup> ) | 短期許容<br>応力度<br>$\sigma_{sa}$ (N/mm <sup>2</sup> ) | 照査値<br>$\sigma_s / \sigma_{sa}$ |
|-----------|--------------------|------|-------------------|------------|--|---|---------------------------------|
| ①         | S <sub>s</sub> -D1 | (++) | 796               | -730       | 14   | 277   | 0.06                            |
|           |                    | (-+) | -777              | -730       | 14   | 277   | 0.06                            |
|           |                    | (+-) | 651               | -846       | 13   | 277   | 0.05                            |
|           |                    | (--) | 678               | -764       | 13   | 277   | 0.05                            |
|           | S <sub>s</sub> -D2 | (++) | -1219             | -651       | 18   | 277   | 0.07                            |
|           |                    | (-+) | 1237              | -651       | 19   | 277   | 0.07                            |
|           |                    | (+-) | -1219             | -732       | 19   | 277   | 0.07                            |
|           |                    | (--) | 1237              | -732       | 19   | 277   | 0.07                            |
|           | S <sub>s</sub> -D3 | (++) | 942               | -778       | 16   | 277   | 0.06                            |
|           |                    | (-+) | -924              | -778       | 16   | 277   | 0.06                            |
|           |                    | (+-) | 909               | -729       | 15   | 277   | 0.06                            |
|           |                    | (--) | -890              | -729       | 15   | 277   | 0.06                            |
|           | S <sub>s</sub> -F1 | (++) | -655              | -774       | 13   | 277   | 0.05                            |
|           |                    | (-+) | 673               | -774       | 13   | 277   | 0.05                            |
|           | S <sub>s</sub> -F2 | (++) | 699               | -797       | 13   | 277   | 0.05                            |
|           |                    | (-+) | -681              | -797       | 13   | 277   | 0.05                            |
|           | S <sub>s</sub> -F3 | (++) | -930              | -797       | 16   | 277   | 0.06                            |
|           |                    | (-+) | 948               | -797       | 16   | 277   | 0.06                            |
|           | S <sub>s</sub> -N1 | (++) | 163               | -1221      | 10   | 277   | 0.04                            |
|           |                    | (-+) | 375               | -851       | 10   | 277   | 0.04                            |
| ②         | S <sub>s</sub> -D2 | (-+) | 1013              | -774       | 17   | 277   | 0.07                            |
| ③         | S <sub>s</sub> -D2 | (-+) | 1318              | -687       | 20   | 277   | 0.08                            |

表 4.2-1 (9) 鋼管杭の曲げ圧縮照査における最大照査値 (断面⑦, 杭③)

| 解析<br>ケース | 地震動                |      | 曲げモーメント<br>(kN・m) | 軸力<br>(kN) | 曲げ圧縮<br>応力度<br>$\sigma_s$ (N/mm <sup>2</sup> ) | 短期許容<br>応力度<br>$\sigma_{sa}$ (N/mm <sup>2</sup> ) | 照査値<br>$\sigma_s / \sigma_{sa}$ |
|-----------|--------------------|------|-------------------|------------|--|---|---------------------------------|
| ①         | S <sub>s</sub> -D1 | (++) | 987               | -900       | 17   | 277   | 0.07                            |
|           |                    | (-+) | -965              | -900       | 17   | 277   | 0.07                            |
|           |                    | (+-) | 987               | -719       | 16   | 277   | 0.06                            |
|           |                    | (--) | -965              | -719       | 16   | 277   | 0.06                            |
|           | S <sub>s</sub> -D2 | (++) | -1569             | -761       | 23   | 277   | 0.09                            |
|           |                    | (-+) | 1591              | -761       | 23   | 277   | 0.09                            |
|           |                    | (+-) | -1569             | -858       | 24   | 277   | 0.09                            |
|           |                    | (--) | 1591              | -858       | 24   | 277   | 0.09                            |
|           | S <sub>s</sub> -D3 | (++) | 1201              | -907       | 20   | 277   | 0.08                            |
|           |                    | (-+) | -1179             | -907       | 19   | 277   | 0.07                            |
|           |                    | (+-) | 1150              | -860       | 19   | 277   | 0.07                            |
|           |                    | (--) | -1128             | -860       | 19   | 277   | 0.07                            |
|           | S <sub>s</sub> -F1 | (++) | -837              | -906       | 16   | 277   | 0.06                            |
|           |                    | (-+) | 859               | -906       | 16   | 277   | 0.06                            |
|           | S <sub>s</sub> -F2 | (++) | 886               | -932       | 16   | 277   | 0.06                            |
|           |                    | (-+) | -864              | -932       | 16   | 277   | 0.06                            |
|           | S <sub>s</sub> -F3 | (++) | -1182             | -929       | 20   | 277   | 0.08                            |
|           |                    | (-+) | 1204              | -929       | 20   | 277   | 0.08                            |
|           | S <sub>s</sub> -N1 | (++) | -456              | -993       | 12   | 277   | 0.05                            |
|           |                    | (-+) | 478               | -993       | 12   | 277   | 0.05                            |
| ②         | S <sub>s</sub> -D2 | (-+) | 1317              | -905       | 21   | 277   | 0.08                            |
| ③         | S <sub>s</sub> -D2 | (-+) | 1649              | -806       | 24   | 277   | 0.09                            |

表 4.2-1 (10) 鋼管杭の曲げ圧縮照査における最大照査値 (断面⑦, 杭④)

| 解析<br>ケース          | 地震動                |       | 曲げモーメント<br>(kN・m) | 軸力<br>(kN) | 曲げ圧縮<br>応力度<br>$\sigma_s$ (N/mm <sup>2</sup> ) | 短期許容<br>応力度<br>$\sigma_{sa}$ (N/mm <sup>2</sup> ) | 照査値<br>$\sigma_s / \sigma_{sa}$ |
|--------------------|--------------------|-------|-------------------|------------|--|---|---------------------------------|
| ①                  | S <sub>s</sub> -D1 | (++)  | 1079              | -836       | 18   | 277   | 0.07                            |
|                    |                    | (-+)  | -1055             | -836       | 18   | 277   | 0.07                            |
|                    |                    | (+-)  | 1079              | -648       | 17   | 277   | 0.07                            |
|                    |                    | (--)  | -1055             | -648       | 16   | 277   | 0.06                            |
|                    | S <sub>s</sub> -D2 | (++)  | -1710             | -689       | 24   | 277   | 0.09                            |
|                    |                    | (-+)  | 1734              | -689       | 24   | 277   | 0.09                            |
|                    |                    | (+-)  | -1710             | -795       | 25   | 277   | 0.10                            |
|                    |                    | (--)  | 1734              | -795       | 25   | 277   | 0.10                            |
|                    | S <sub>s</sub> -D3 | (++)  | 1307              | -838       | 20   | 277   | 0.08                            |
|                    |                    | (-+)  | -1283             | -838       | 20   | 277   | 0.08                            |
|                    |                    | (+-)  | 1236              | -801       | 19   | 277   | 0.07                            |
|                    |                    | (--)  | -1212             | -801       | 19   | 277   | 0.07                            |
|                    | S <sub>s</sub> -F1 | (++)  | -913              | -844       | 16   | 277   | 0.06                            |
|                    |                    | (-+)  | 937               | -844       | 16   | 277   | 0.06                            |
|                    | S <sub>s</sub> -F2 | (++)  | 962               | -870       | 17   | 277   | 0.07                            |
|                    |                    | (-+)  | -938              | -870       | 16   | 277   | 0.06                            |
| S <sub>s</sub> -F3 | (++)               | -1285 | -861              | 20         | 277  | 0.08  |                                 |
|                    | (-+)               | 1309  | -861              | 21         | 277  | 0.08  |                                 |
| S <sub>s</sub> -N1 | (++)               | -499  | -930              | 12         | 277  | 0.05  |                                 |
|                    | (-+)               | 523   | -930              | 12         | 277  | 0.05  |                                 |
| ②                  | S <sub>s</sub> -D2 | (-+)  | 1447              | -837       | 22   | 277   | 0.08                            |
| ③                  | S <sub>s</sub> -D2 | (-+)  | 1765              | -742       | 25   | 277   | 0.10                            |

表 4.2-1 (11) 鋼管杭の曲げ圧縮照査における最大照査値 (断面⑦, 杭⑤)

| 解析<br>ケース | 地震動                |      | 曲げモーメント<br>(kN・m) | 軸力<br>(kN) | 曲げ圧縮<br>応力度<br>$\sigma_s$ (N/mm <sup>2</sup> ) | 短期許容<br>応力度<br>$\sigma_{sa}$ (N/mm <sup>2</sup> ) | 照査値<br>$\sigma_s / \sigma_{sa}$ |
|-----------|--------------------|------|-------------------|------------|--|---|---------------------------------|
| ①         | S <sub>s</sub> -D1 | (++) | 1095              | -894       | 18   | 277   | 0.07                            |
|           |                    | (-+) | -1070             | -894       | 18   | 277   | 0.07                            |
|           |                    | (+-) | 1095              | -702       | 17   | 277   | 0.07                            |
|           |                    | (--) | -1070             | -702       | 17   | 277   | 0.07                            |
|           | S <sub>s</sub> -D2 | (++) | -1740             | -741       | 25   | 277   | 0.10                            |
|           |                    | (-+) | 1765              | -741       | 25   | 277   | 0.10                            |
|           |                    | (+-) | -1740             | -854       | 25   | 277   | 0.10                            |
|           |                    | (--) | 1765              | -854       | 26   | 277   | 0.10                            |
|           | S <sub>s</sub> -D3 | (++) | 1324              | -889       | 21   | 277   | 0.08                            |
|           |                    | (-+) | -1299             | -889       | 21   | 277   | 0.08                            |
|           |                    | (+-) | 1240              | -865       | 20   | 277   | 0.08                            |
|           |                    | (--) | -1215             | -865       | 20   | 277   | 0.08                            |
|           | S <sub>s</sub> -F1 | (++) | -926              | -903       | 17   | 277   | 0.07                            |
|           |                    | (-+) | 951               | -903       | 17   | 277   | 0.07                            |
|           | S <sub>s</sub> -F2 | (++) | 972               | -927       | 17   | 277   | 0.07                            |
|           |                    | (-+) | -947              | -927       | 17   | 277   | 0.07                            |
|           | S <sub>s</sub> -F3 | (++) | -1300             | -912       | 21   | 277   | 0.08                            |
|           |                    | (-+) | 1325              | -912       | 21   | 277   | 0.08                            |
|           | S <sub>s</sub> -N1 | (++) | -506              | -985       | 12   | 277   | 0.05                            |
|           |                    | (-+) | 531               | -985       | 13   | 277   | 0.05                            |
| ②         | S <sub>s</sub> -D2 | (--) | 1476              | -893       | 23   | 277   | 0.09                            |
| ③         | S <sub>s</sub> -D2 | (--) | 1778              | -798       | 26   | 277   | 0.10                            |

#### 4.2.2 せん断力照査

断面計算に用いた断面諸元を表 4.1-51～表 4.1-52 に示す。

鋼管杭のせん断破壊に対する照査結果を表 4.2-2 に示す。鋼管杭に対して許容応力度法による照査を行った結果、鋼管杭に発生するせん断応力度が許容限界以下であることを確認した。

表 4.2-2 (1) 鋼管杭のせん断力照査における最大照査値 (断面①)

| 解析<br>ケース | 地震動                |      | 杭<br>種 | せん断力<br>(kN) | せん断<br>応力度                    | 短期許容<br>応力度                      | 照査値<br>$\tau_s / \tau_{sa}$ |
|-----------|--------------------|------|--------|--------------|-------------------------------|----------------------------------|-----------------------------|
|           |                    |      |        |              | $\tau_s$ (N/mm <sup>2</sup> ) | $\tau_{sa}$ (N/mm <sup>2</sup> ) |                             |
| ①         | S <sub>s</sub> -D1 | (++) | C      | 6074         | 47                            | 217                              | 0.22                        |
|           |                    | (-+) | C      | 5376         | 41                            | 217                              | 0.19                        |
|           |                    | (+-) | C      | 4681         | 36                            | 217                              | 0.17                        |
|           |                    | (--) | C      | 6948         | 53                            | 217                              | 0.25                        |
|           | S <sub>s</sub> -D2 | (++) | C      | 7435         | 57                            | 217                              | 0.27                        |
|           |                    | (-+) | C      | 7012         | 54                            | 217                              | 0.25                        |
|           |                    | (+-) | C      | 6200         | 48                            | 217                              | 0.23                        |
|           |                    | (--) | C      | 6589         | 51                            | 217                              | 0.24                        |
|           | S <sub>s</sub> -D3 | (++) | C      | 4810         | 37                            | 217                              | 0.18                        |
|           |                    | (-+) | C      | 4663         | 36                            | 217                              | 0.17                        |
|           |                    | (+-) | C      | 4859         | 37                            | 217                              | 0.18                        |
|           |                    | (--) | C      | 4354         | 34                            | 217                              | 0.16                        |
|           | S <sub>s</sub> -F1 | (++) | C      | 5213         | 40                            | 217                              | 0.19                        |
|           |                    | (-+) | D      | 1471         | 16                            | 157                              | 0.11                        |
|           | S <sub>s</sub> -F2 | (++) | C      | 4875         | 38                            | 217                              | 0.18                        |
|           |                    | (-+) | C      | 3632         | 28                            | 217                              | 0.13                        |
|           | S <sub>s</sub> -F3 | (++) | C      | 3892         | 30                            | 217                              | 0.14                        |
|           |                    | (-+) | C      | 6654         | 51                            | 217                              | 0.24                        |
|           | S <sub>s</sub> -N1 | (++) | C      | 3652         | 28                            | 217                              | 0.13                        |
|           |                    | (-+) | C      | 4067         | 31                            | 217                              | 0.15                        |
| ②         | S <sub>s</sub> -D2 | (--) | C      | 6367         | 49                            | 217                              | 0.23                        |
| ③         | S <sub>s</sub> -D2 | (--) | C      | 6475         | 50                            | 217                              | 0.24                        |



表 4.2-2 (2) 鋼管杭のせん断力照査における最大照査値 (断面②)

| 解析<br>ケース | 地震動                |      | 杭<br>種 | せん断力<br>(kN) | せん断<br>応力度                    | 短期許容<br>応力度                      | 照査値<br>$\tau_s / \tau_{sa}$ |
|-----------|--------------------|------|--------|--------------|-------------------------------|----------------------------------|-----------------------------|
|           |                    |      |        |              | $\tau_s$ (N/mm <sup>2</sup> ) | $\tau_{sa}$ (N/mm <sup>2</sup> ) |                             |
| ①         | S <sub>s</sub> -D1 | (++) | C      | 6171         | 47                            | 217                              | 0.22                        |
|           |                    | (-+) | C      | 5256         | 40                            | 217                              | 0.19                        |
|           |                    | (+-) | C      | 5543         | 43                            | 217                              | 0.20                        |
|           |                    | (--) | C      | 7210         | 55                            | 217                              | 0.26                        |
|           | S <sub>s</sub> -D2 | (++) | C      | 8734         | 67                            | 217                              | 0.31                        |
|           |                    | (-+) | C      | 6106         | 47                            | 217                              | 0.22                        |
|           |                    | (+-) | C      | 5828         | 45                            | 217                              | 0.21                        |
|           |                    | (--) | C      | 7946         | 61                            | 217                              | 0.29                        |
|           | S <sub>s</sub> -D3 | (++) | C      | 5014         | 39                            | 217                              | 0.18                        |
|           |                    | (-+) | C      | 5487         | 42                            | 217                              | 0.20                        |
|           |                    | (+-) | C      | 5676         | 44                            | 217                              | 0.21                        |
|           |                    | (--) | C      | 4623         | 36                            | 217                              | 0.17                        |
|           | S <sub>s</sub> -F1 | (++) | C      | 5546         | 43                            | 217                              | 0.20                        |
|           |                    | (-+) | C      | 3276         | 25                            | 217                              | 0.12                        |
|           | S <sub>s</sub> -F2 | (++) | C      | 4935         | 38                            | 217                              | 0.18                        |
|           |                    | (-+) | C      | 4335         | 33                            | 217                              | 0.16                        |
|           | S <sub>s</sub> -F3 | (++) | C      | 5876         | 45                            | 217                              | 0.21                        |
|           |                    | (-+) | C      | 5837         | 45                            | 217                              | 0.21                        |
|           | S <sub>s</sub> -N1 | (++) | C      | 3395         | 26                            | 217                              | 0.12                        |
|           |                    | (-+) | C      | 5188         | 40                            | 217                              | 0.19                        |
| ②         | S <sub>s</sub> -D2 | (--) | C      | 8130         | 62                            | 217                              | 0.29                        |
| ③         | S <sub>s</sub> -D2 | (--) | C      | 7684         | 59                            | 217                              | 0.28                        |

表 4.2-2 (3) 鋼管杭のせん断力照査における最大照査値 (断面③)

| 解析<br>ケース          | 地震動                |      | 杭<br>種 | せん断力<br>(kN) | せん断<br>応力度<br>$\tau_s$ (N/mm <sup>2</sup> ) | 短期許容<br>応力度<br>$\tau_{sa}$ (N/mm <sup>2</sup> ) | 照査値<br>$\tau_s / \tau_{sa}$ |
|--------------------|--------------------|------|--------|--------------|---|---|-----------------------------|
| ①                  | S <sub>s</sub> -D1 | (++) | C      | 6688         | 51  | 217   | 0.24                        |
|                    |                    | (-+) | C      | 5013         | 39  | 217   | 0.18                        |
|                    |                    | (+-) | C      | 4819         | 37  | 217   | 0.18                        |
|                    |                    | (--) | C      | 7560         | 58  | 217   | 0.27                        |
|                    | S <sub>s</sub> -D2 | (++) | C      | 7851         | 60  | 217   | 0.28                        |
|                    |                    | (-+) | C      | 5950         | 46  | 217   | 0.22                        |
|                    |                    | (+-) | C      | 6037         | 46  | 217   | 0.22                        |
|                    |                    | (--) | C      | 7178         | 55  | 217   | 0.26                        |
|                    | S <sub>s</sub> -D3 | (++) | C      | 5019         | 39  | 217   | 0.18                        |
|                    |                    | (-+) | C      | 5279         | 41  | 217   | 0.19                        |
|                    |                    | (+-) | C      | 5354         | 41  | 217   | 0.19                        |
|                    |                    | (--) | C      | 4849         | 37  | 217   | 0.18                        |
|                    | S <sub>s</sub> -F1 | (++) | C      | 4290         | 33  | 217   | 0.16                        |
|                    |                    | (-+) | C      | 2999         | 23  | 217   | 0.11                        |
|                    | S <sub>s</sub> -F2 | (++) | C      | 4793         | 37  | 217   | 0.18                        |
|                    |                    | (-+) | C      | 3814         | 29  | 217   | 0.14                        |
| S <sub>s</sub> -F3 | (++)               | C    | 4734   | 36           | 217   | 0.17  |                             |
|                    | (-+)               | C    | 6355   | 49           | 217   | 0.23  |                             |
| S <sub>s</sub> -N1 | (++)               | C    | 4262   | 33           | 217   | 0.16  |                             |
|                    | (-+)               | C    | 3478   | 27           | 217   | 0.13  |                             |
| ②                  | S <sub>s</sub> -D2 | (--) | C      | 7206         | 55  | 217   | 0.26                        |
| ③                  | S <sub>s</sub> -D2 | (--) | C      | 6952         | 53  | 217   | 0.25                        |

表 4.2-2 (4) 鋼管杭のせん断力照査における最大照査値 (断面④)

| 解析<br>ケース          | 地震動                |      | 杭<br>種 | せん断力<br>(kN) | せん断<br>応力度<br>$\tau_s$ (N/mm <sup>2</sup> ) | 短期許容<br>応力度<br>$\tau_{sa}$ (N/mm <sup>2</sup> ) | 照査値<br>$\tau_s / \tau_{sa}$ |
|--------------------|--------------------|------|--------|--------------|---|---|-----------------------------|
| ①                  | S <sub>s</sub> -D1 | (++) | D      | 1186         | 13  | 157   | 0.09                        |
|                    |                    | (-+) | D      | 1307         | 15  | 157   | 0.10                        |
|                    |                    | (+-) | D      | 1343         | 15  | 157   | 0.10                        |
|                    |                    | (--) | D      | 1304         | 14  | 157   | 0.09                        |
|                    | S <sub>s</sub> -D2 | (++) | D      | 1176         | 13  | 157   | 0.09                        |
|                    |                    | (-+) | D      | 1488         | 16  | 157   | 0.11                        |
|                    |                    | (+-) | D      | 1357         | 15  | 157   | 0.10                        |
|                    |                    | (--) | D      | 1569         | 17  | 157   | 0.11                        |
|                    | S <sub>s</sub> -D3 | (++) | D      | 1042         | 12  | 157   | 0.08                        |
|                    |                    | (-+) | D      | 995          | 11  | 157   | 0.08                        |
|                    |                    | (+-) | D      | 1085         | 12  | 157   | 0.08                        |
|                    |                    | (--) | D      | 1015         | 11  | 157   | 0.08                        |
|                    | S <sub>s</sub> -F1 | (++) | D      | 832          | 9   | 157   | 0.06                        |
|                    |                    | (-+) | D      | 865          | 10  | 157   | 0.07                        |
|                    | S <sub>s</sub> -F2 | (++) | D      | 1045         | 12  | 157   | 0.08                        |
|                    |                    | (-+) | D      | 989          | 11  | 157   | 0.08                        |
| S <sub>s</sub> -F3 | (++)               | D    | 1113   | 12           | 157   | 0.08  |                             |
|                    | (-+)               | D    | 835    | 9            | 157   | 0.06  |                             |
| S <sub>s</sub> -N1 | (++)               | C    | 1568   | 12           | 217   | 0.06  |                             |
|                    | (-+)               | A    | 1166   | 15           | 157   | 0.10  |                             |
| ②                  | S <sub>s</sub> -D2 | (--) | D      | 1242         | 14  | 157   | 0.09                        |
| ③                  | S <sub>s</sub> -D2 | (--) | D      | 1543         | 17  | 157   | 0.11                        |

表 4.2-2 (5) 鋼管杭のせん断力照査における最大照査値 (断面⑤)

| 解析<br>ケース | 地震動                |      | 杭<br>種 | せん断力<br>(kN) | せん断<br>応力度                    | 短期許容<br>応力度                      | 照査値<br>$\tau_s / \tau_{sa}$ |
|-----------|--------------------|------|--------|--------------|-------------------------------|----------------------------------|-----------------------------|
|           |                    |      |        |              | $\tau_s$ (N/mm <sup>2</sup> ) | $\tau_{sa}$ (N/mm <sup>2</sup> ) |                             |
| ①         | S <sub>s</sub> -D1 | (++) | C      | 3339         | 26                            | 217                              | 0.12                        |
|           |                    | (-+) | C      | 3539         | 27                            | 217                              | 0.13                        |
|           |                    | (+-) | C      | 3416         | 26                            | 217                              | 0.12                        |
|           |                    | (--) | C      | 3451         | 27                            | 217                              | 0.13                        |
|           | S <sub>s</sub> -D2 | (++) | C      | 3553         | 27                            | 217                              | 0.13                        |
|           |                    | (-+) | C      | 3675         | 28                            | 217                              | 0.13                        |
|           |                    | (+-) | C      | 3519         | 27                            | 217                              | 0.13                        |
|           |                    | (--) | C      | 3703         | 29                            | 217                              | 0.14                        |
|           | S <sub>s</sub> -D3 | (++) | C      | 3407         | 26                            | 217                              | 0.12                        |
|           |                    | (-+) | C      | 3576         | 28                            | 217                              | 0.13                        |
|           |                    | (+-) | C      | 3417         | 26                            | 217                              | 0.12                        |
|           |                    | (--) | C      | 3576         | 28                            | 217                              | 0.13                        |
|           | S <sub>s</sub> -F1 | (++) | C      | 2704         | 21                            | 217                              | 0.10                        |
|           |                    | (-+) | C      | 2591         | 20                            | 217                              | 0.10                        |
|           | S <sub>s</sub> -F2 | (++) | C      | 3276         | 25                            | 217                              | 0.12                        |
|           |                    | (-+) | C      | 3355         | 26                            | 217                              | 0.12                        |
|           | S <sub>s</sub> -F3 | (++) | C      | 3317         | 26                            | 217                              | 0.12                        |
|           |                    | (-+) | C      | 3099         | 24                            | 217                              | 0.12                        |
|           | S <sub>s</sub> -N1 | (++) | C      | 1942         | 15                            | 217                              | 0.07                        |
|           |                    | (-+) | C      | 1772         | 14                            | 217                              | 0.07                        |
| ②         | S <sub>s</sub> -D2 | (-+) | C      | 3612         | 28                            | 217                              | 0.13                        |
| ③         | S <sub>s</sub> -D2 | (-+) | C      | 3681         | 28                            | 217                              | 0.13                        |

表 4.2-2 (6) 鋼管杭のせん断力照査における最大照査値 (断面⑥)

| 解析<br>ケース | 地震動                |      | 杭<br>種 | せん断力<br>(kN) | せん断<br>応力度                    | 短期許容<br>応力度                      | 照査値<br>$\tau_s / \tau_{sa}$ |
|-----------|--------------------|------|--------|--------------|-------------------------------|----------------------------------|-----------------------------|
|           |                    |      |        |              | $\tau_s$ (N/mm <sup>2</sup> ) | $\tau_{sa}$ (N/mm <sup>2</sup> ) |                             |
| ①         | S <sub>s</sub> -D1 | (++) | C      | 3139         | 24                            | 217                              | 0.12                        |
|           |                    | (-+) | C      | 3206         | 25                            | 217                              | 0.12                        |
|           |                    | (+-) | C      | 3148         | 24                            | 217                              | 0.12                        |
|           |                    | (--) | C      | 3199         | 25                            | 217                              | 0.12                        |
|           | S <sub>s</sub> -D2 | (++) | C      | 3522         | 27                            | 217                              | 0.13                        |
|           |                    | (-+) | C      | 3590         | 28                            | 217                              | 0.13                        |
|           |                    | (+-) | C      | 3528         | 27                            | 217                              | 0.13                        |
|           |                    | (--) | C      | 3583         | 28                            | 217                              | 0.13                        |
|           | S <sub>s</sub> -D3 | (++) | C      | 3134         | 24                            | 217                              | 0.12                        |
|           |                    | (-+) | C      | 3146         | 24                            | 217                              | 0.12                        |
|           |                    | (+-) | C      | 3128         | 24                            | 217                              | 0.12                        |
|           |                    | (--) | C      | 3163         | 25                            | 217                              | 0.12                        |
|           | S <sub>s</sub> -F1 | (++) | C      | 2298         | 18                            | 217                              | 0.09                        |
|           |                    | (-+) | C      | 2264         | 18                            | 217                              | 0.09                        |
|           | S <sub>s</sub> -F2 | (++) | C      | 2869         | 22                            | 217                              | 0.11                        |
|           |                    | (-+) | C      | 2950         | 23                            | 217                              | 0.11                        |
|           | S <sub>s</sub> -F3 | (++) | C      | 4030         | 31                            | 217                              | 0.15                        |
|           |                    | (-+) | C      | 3932         | 30                            | 217                              | 0.14                        |
|           | S <sub>s</sub> -N1 | (++) | C      | 1888         | 15                            | 217                              | 0.07                        |
|           |                    | (-+) | C      | 1830         | 14                            | 217                              | 0.07                        |
| ②         | S <sub>s</sub> -F3 | (++) | C      | 4159         | 32                            | 217                              | 0.15                        |
| ③         | S <sub>s</sub> -F3 | (++) | C      | 3964         | 31                            | 217                              | 0.15                        |

表 4.2-2 (7) 鋼管杭のせん断照査における最大照査値 (断面⑦, 杭①)

| 解析<br>ケース | 地震動                |      | せん断力<br>(kN) | せん断<br>応力度                    | 短期許容<br>応力度                      | 照査値<br>$\tau_s / \tau_{sa}$ |
|-----------|--------------------|------|--------------|-------------------------------|----------------------------------|-----------------------------|
|           |                    |      |              | $\tau_s$ (N/mm <sup>2</sup> ) | $\tau_{sa}$ (N/mm <sup>2</sup> ) |                             |
| ①         | S <sub>s</sub> -D1 | (++) | -1196        | 15                            | 157                              | 0.10                        |
|           |                    | (-+) | 1177         | 15                            | 157                              | 0.10                        |
|           |                    | (+-) | -1196        | 15                            | 157                              | 0.10                        |
|           |                    | (--) | 1177         | 15                            | 157                              | 0.10                        |
|           | S <sub>s</sub> -D2 | (++) | 1651         | 21                            | 157                              | 0.14                        |
|           |                    | (-+) | -1670        | 21                            | 157                              | 0.14                        |
|           |                    | (+-) | 1651         | 21                            | 157                              | 0.14                        |
|           |                    | (--) | -1670        | 21                            | 157                              | 0.14                        |
|           | S <sub>s</sub> -D3 | (++) | -1360        | 17                            | 157                              | 0.11                        |
|           |                    | (-+) | 1341         | 17                            | 157                              | 0.11                        |
|           |                    | (+-) | -1360        | 17                            | 157                              | 0.11                        |
|           |                    | (--) | 1341         | 17                            | 157                              | 0.11                        |
|           | S <sub>s</sub> -F1 | (++) | 980          | 12                            | 157                              | 0.08                        |
|           |                    | (-+) | -999         | 13                            | 157                              | 0.09                        |
|           | S <sub>s</sub> -F2 | (++) | -1062        | 13                            | 157                              | 0.09                        |
|           |                    | (-+) | 1043         | 13                            | 157                              | 0.09                        |
|           | S <sub>s</sub> -F3 | (++) | 1329         | 17                            | 157                              | 0.11                        |
|           |                    | (-+) | -1348        | 17                            | 157                              | 0.11                        |
|           | S <sub>s</sub> -N1 | (++) | 642          | 8                             | 157                              | 0.06                        |
|           |                    | (-+) | -661         | 9                             | 157                              | 0.06                        |
| ②         | S <sub>s</sub> -D2 | (-+) | 1565         | 20                            | 157                              | 0.13                        |
| ③         | S <sub>s</sub> -D2 | (-+) | -1688        | 21                            | 157                              | 0.14                        |

表 4.2-2 (8) 鋼管杭のせん断照査における最大照査値 (断面⑦, 杭②)

| 解析<br>ケース | 地震動                |      | せん断力<br>(kN) | せん断<br>応力度                    | 短期許容<br>応力度                      | 照査値<br>$\tau_s / \tau_{sa}$ |
|-----------|--------------------|------|--------------|-------------------------------|----------------------------------|-----------------------------|
|           |                    |      |              | $\tau_s$ (N/mm <sup>2</sup> ) | $\tau_{sa}$ (N/mm <sup>2</sup> ) |                             |
| ①         | S <sub>s</sub> -D1 | (++) | -1521        | 19                            | 157                              | 0.13                        |
|           |                    | (-+) | 1498         | 19                            | 157                              | 0.13                        |
|           |                    | (+-) | -1521        | 19                            | 157                              | 0.13                        |
|           |                    | (--) | 1498         | 19                            | 157                              | 0.13                        |
|           | S <sub>s</sub> -D2 | (++) | 2077         | 26                            | 157                              | 0.17                        |
|           |                    | (-+) | -2100        | 26                            | 157                              | 0.17                        |
|           |                    | (+-) | 2077         | 26                            | 157                              | 0.17                        |
|           |                    | (--) | -2100        | 26                            | 157                              | 0.17                        |
|           | S <sub>s</sub> -D3 | (++) | -1722        | 22                            | 157                              | 0.15                        |
|           |                    | (-+) | 1699         | 21                            | 157                              | 0.14                        |
|           |                    | (+-) | -1722        | 22                            | 157                              | 0.15                        |
|           |                    | (--) | 1699         | 21                            | 157                              | 0.14                        |
|           | S <sub>s</sub> -F1 | (++) | 1243         | 16                            | 157                              | 0.11                        |
|           |                    | (-+) | -1266        | 16                            | 157                              | 0.11                        |
|           | S <sub>s</sub> -F2 | (++) | -1351        | 17                            | 157                              | 0.11                        |
|           |                    | (-+) | 1328         | 17                            | 157                              | 0.11                        |
|           | S <sub>s</sub> -F3 | (++) | 1683         | 21                            | 157                              | 0.14                        |
|           |                    | (-+) | -1707        | 21                            | 157                              | 0.14                        |
|           | S <sub>s</sub> -N1 | (++) | 817          | 10                            | 157                              | 0.07                        |
|           |                    | (-+) | -840         | 11                            | 157                              | 0.08                        |
| ②         | S <sub>s</sub> -D2 | (-+) | 2007         | 25                            | 157                              | 0.16                        |
| ③         | S <sub>s</sub> -D2 | (-+) | -2092        | 26                            | 157                              | 0.17                        |

表 4.2-2 (9) 鋼管杭のせん断照査における最大照査値 (断面⑦, 杭③)

| 解析<br>ケース | 地震動                |      | せん断力<br>(kN) | せん断<br>応力度                    | 短期許容<br>応力度                      | 照査値<br>$\tau_s / \tau_{sa}$ |
|-----------|--------------------|------|--------------|-------------------------------|----------------------------------|-----------------------------|
|           |                    |      |              | $\tau_s$ (N/mm <sup>2</sup> ) | $\tau_{sa}$ (N/mm <sup>2</sup> ) |                             |
| ①         | S <sub>s</sub> -D1 | (++) | -1753        | 22                            | 157                              | 0.15                        |
|           |                    | (-+) | 1726         | 22                            | 157                              | 0.15                        |
|           |                    | (+-) | -1753        | 22                            | 157                              | 0.15                        |
|           |                    | (--) | 1726         | 22                            | 157                              | 0.15                        |
|           | S <sub>s</sub> -D2 | (++) | 2434         | 30                            | 157                              | 0.20                        |
|           |                    | (-+) | -2462        | 31                            | 157                              | 0.20                        |
|           |                    | (+-) | 2434         | 30                            | 157                              | 0.20                        |
|           |                    | (--) | -2462        | 31                            | 157                              | 0.20                        |
|           | S <sub>s</sub> -D3 | (++) | -1998        | 25                            | 157                              | 0.16                        |
|           |                    | (-+) | 1970         | 25                            | 157                              | 0.16                        |
|           |                    | (+-) | -1998        | 25                            | 157                              | 0.16                        |
|           |                    | (--) | 1970         | 25                            | 157                              | 0.16                        |
|           | S <sub>s</sub> -F1 | (++) | 1436         | 18                            | 157                              | 0.12                        |
|           |                    | (-+) | -1464        | 18                            | 157                              | 0.12                        |
|           | S <sub>s</sub> -F2 | (++) | -1552        | 19                            | 157                              | 0.13                        |
|           |                    | (-+) | 1524         | 19                            | 157                              | 0.13                        |
|           | S <sub>s</sub> -F3 | (++) | 1952         | 24                            | 157                              | 0.16                        |
|           |                    | (-+) | -1979        | 25                            | 157                              | 0.16                        |
|           | S <sub>s</sub> -N1 | (++) | 939          | 12                            | 157                              | 0.08                        |
|           |                    | (-+) | -966         | 12                            | 157                              | 0.08                        |
| ②         | S <sub>s</sub> -D2 | (-+) | 2356         | 29                            | 157                              | 0.19                        |
| ③         | S <sub>s</sub> -D2 | (-+) | -2385        | 30                            | 157                              | 0.20                        |



表 4.2-2 (10) 鋼管杭のせん断照査における最大照査値 (断面⑦, 杭④)

| 解析<br>ケース | 地震動                |      | せん断力<br>(kN) | せん断<br>応力度                    | 短期許容<br>応力度                      | 照査値<br>$\tau_s / \tau_{sa}$ |
|-----------|--------------------|------|--------------|-------------------------------|----------------------------------|-----------------------------|
|           |                    |      |              | $\tau_s$ (N/mm <sup>2</sup> ) | $\tau_{sa}$ (N/mm <sup>2</sup> ) |                             |
| ①         | S <sub>s</sub> -D1 | (++) | -1679        | 21                            | 157                              | 0.14                        |
|           |                    | (-+) | 1652         | 21                            | 157                              | 0.14                        |
|           |                    | (+-) | -1679        | 21                            | 157                              | 0.14                        |
|           |                    | (--) | 1652         | 21                            | 157                              | 0.14                        |
|           | S <sub>s</sub> -D2 | (++) | 2356         | 29                            | 157                              | 0.19                        |
|           |                    | (-+) | -2384        | 30                            | 157                              | 0.20                        |
|           |                    | (+-) | 2356         | 29                            | 157                              | 0.19                        |
|           |                    | (--) | -2384        | 30                            | 157                              | 0.20                        |
|           | S <sub>s</sub> -D3 | (++) | -1921        | 24                            | 157                              | 0.16                        |
|           |                    | (-+) | 1894         | 24                            | 157                              | 0.16                        |
|           |                    | (+-) | -1921        | 24                            | 157                              | 0.16                        |
|           |                    | (--) | 1894         | 24                            | 157                              | 0.16                        |
|           | S <sub>s</sub> -F1 | (++) | 1377         | 17                            | 157                              | 0.11                        |
|           |                    | (-+) | -1404        | 18                            | 157                              | 0.12                        |
|           | S <sub>s</sub> -F2 | (++) | -1482        | 19                            | 157                              | 0.13                        |
|           |                    | (-+) | 1455         | 18                            | 157                              | 0.12                        |
|           | S <sub>s</sub> -F3 | (++) | 1876         | 23                            | 157                              | 0.15                        |
|           |                    | (-+) | -1904        | 24                            | 157                              | 0.16                        |
|           | S <sub>s</sub> -N1 | (++) | 896          | 11                            | 157                              | 0.08                        |
|           |                    | (-+) | -923         | 12                            | 157                              | 0.08                        |
| ②         | S <sub>s</sub> -D2 | (-+) | 2239         | 28                            | 157                              | 0.18                        |
| ③         | S <sub>s</sub> -D2 | (-+) | -2310        | 29                            | 157                              | 0.19                        |

表 4.2-2 (11) 鋼管杭のせん断照査における最大照査値 (断面⑦, 杭⑤)

| 解析<br>ケース | 地震動                |      | せん断力<br>(kN) | せん断<br>応力度                    | 短期許容<br>応力度                      | 照査値<br>$\tau_s / \tau_{sa}$ |
|-----------|--------------------|------|--------------|-------------------------------|----------------------------------|-----------------------------|
|           |                    |      |              | $\tau_s$ (N/mm <sup>2</sup> ) | $\tau_{sa}$ (N/mm <sup>2</sup> ) |                             |
| ①         | S <sub>s</sub> -D1 | (++) | -1694        | 21                            | 157                              | 0.14                        |
|           |                    | (-+) | 1665         | 21                            | 157                              | 0.14                        |
|           |                    | (+-) | -1694        | 21                            | 157                              | 0.14                        |
|           |                    | (--) | 1665         | 21                            | 157                              | 0.14                        |
|           | S <sub>s</sub> -D2 | (++) | 2370         | 29                            | 157                              | 0.19                        |
|           |                    | (-+) | -2399        | 30                            | 157                              | 0.20                        |
|           |                    | (+-) | 2370         | 29                            | 157                              | 0.19                        |
|           |                    | (--) | -2399        | 30                            | 157                              | 0.20                        |
|           | S <sub>s</sub> -D3 | (++) | -1933        | 24                            | 157                              | 0.16                        |
|           |                    | (-+) | 1905         | 24                            | 157                              | 0.16                        |
|           |                    | (+-) | -1933        | 24                            | 157                              | 0.16                        |
|           |                    | (--) | 1905         | 24                            | 157                              | 0.16                        |
|           | S <sub>s</sub> -F1 | (++) | 1385         | 17                            | 157                              | 0.11                        |
|           |                    | (-+) | -1414        | 18                            | 157                              | 0.12                        |
|           | S <sub>s</sub> -F2 | (++) | -1491        | 19                            | 157                              | 0.13                        |
|           |                    | (-+) | 1463         | 18                            | 157                              | 0.12                        |
|           | S <sub>s</sub> -F3 | (++) | 1886         | 24                            | 157                              | 0.16                        |
|           |                    | (-+) | -1915        | 24                            | 157                              | 0.16                        |
|           | S <sub>s</sub> -N1 | (++) | 902          | 12                            | 157                              | 0.08                        |
|           |                    | (-+) | -931         | 12                            | 157                              | 0.08                        |
| ②         | S <sub>s</sub> -D2 | (-+) | -2262        | 28                            | 157                              | 0.18                        |
| ③         | S <sub>s</sub> -D2 | (-+) | -2308        | 29                            | 157                              | 0.19                        |

#### 4.3 鋼製遮水壁及び漂流物防護工

鋼管杭に発生する最大水平加速度から算出される最大水平震度  $k_h$  は表 4.3-1 のとおりである。また、最大水平震度を示す地震動における各断面の深度分布を図 4.3-1 に示す。

上記より、保守的に評価に用いる設計水平震度は 9 とし、鋼製遮水壁及び漂流物防護工の高さ方向に一様に作用するものとし、風荷重については  $1\text{kN/m}^2$  を考慮して評価を行った。

鋼製遮水壁及び漂流物防護工の主部材の照査結果を表 4.3-2 に示す。この結果から、鋼製遮水壁及び漂流物防護工の主部材の発生応力が許容限界以下であることを確認した。

表 4.3-1 各評価断面における最大震度及び設計震度

| 断面  | 最大加速度となる標高   | 最大水平震度 $k_h$ | 設計水平震度 | 最大鉛直震度 $k_v$ | 設計鉛直震度 |
|-----|--------------|--------------|--------|--------------|--------|
| 断面① | O. P. +29.0m | 7.0          | 9      | 1.6          | 2      |
| 断面② | O. P. +29.0m | 8.6          |        | 1.6          |        |
| 断面③ | O. P. +29.0m | 7.8          |        | 1.0          |        |
| 断面⑤ | O. P. +29.0m | 3.8          |        | 0.7          |        |
| 断面⑥ | O. P. +29.0m | 5.6          |        | 0.8          |        |

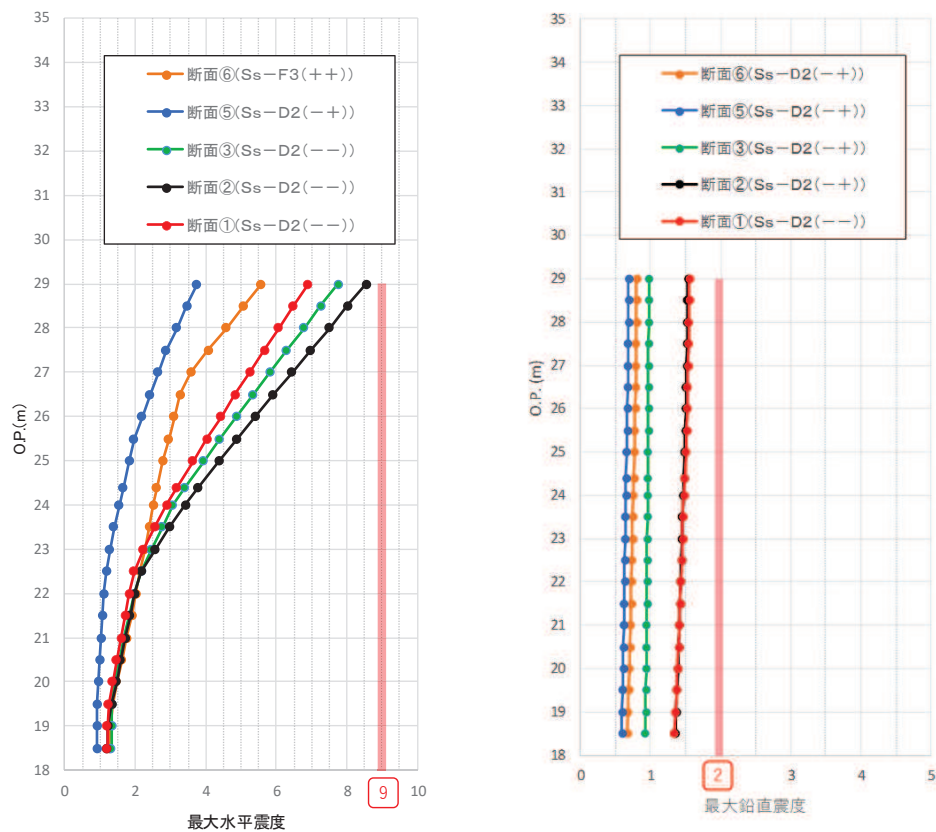


図 4.3-1 最大震度分布

表 4.3-2 鋼製遮水壁及び漂流物防護工の主要部材の照査結果

| 部材     |               | 材質          | 応力成分                           | 応力度<br>(a) | 許容限界<br>(b) | 照査値<br>(a/b) |
|--------|---------------|-------------|--------------------------------|------------|-------------|--------------|
| 鋼製遮水壁  | スキンプレート       | SM490Y      | 曲げ応力度<br>(N/mm <sup>2</sup> )  | 24         | 315         | 0.08         |
|        | 垂直リブ          | SM490Y      | 圧縮応力度<br>(N/mm <sup>2</sup> )  | 6          | 190         | 0.04         |
|        | 水平リブ          | SM490Y      | 曲げ応力度<br>(N/mm <sup>2</sup> )  | 27         | 315         | 0.09         |
|        |               |             | せん断応力度<br>(N/mm <sup>2</sup> ) | 13         | 180         | 0.08         |
|        |               |             | 合成応力度*                         | 0.02       | 1.20        | 0.02         |
| 漂流物防護工 | 架台            | SM490Y      | 曲げ応力度<br>(N/mm <sup>2</sup> )  | 21         | 315         | 0.08         |
|        |               |             | せん断応力度<br>(N/mm <sup>2</sup> ) | 13         | 180         | 0.08         |
|        |               |             | 合成応力度*                         | 0.01       | 1.20        | 0.01         |
|        | 防護工           | SM570       | 曲げ応力度<br>(N/mm <sup>2</sup> )  | 3          | 382         | 0.01         |
|        |               |             | せん断応力度<br>(N/mm <sup>2</sup> ) | 2          | 217         | 0.01         |
|        |               |             | 合成応力度*                         | 0.01       | 1.20        | 0.01         |
|        | 防護工取付け<br>ボルト | 強度区分<br>8.8 | 引張応力度<br>(N/mm <sup>2</sup> )  | 52         | 540         | 0.10         |
|        |               |             | せん断応力度<br>(N/mm <sup>2</sup> ) | 18         | 300         | 0.06         |

注記 \* : 同じ荷重条件の曲げ応力度及びせん断応力度から算出する。

#### 4.4 RC 遮水壁

RC 遮水壁のコンクリートの曲げ・軸力系の破壊に対する照査結果を表 4.4-1 に、鉄筋の曲げ・軸力系の破壊に対する照査結果を表 4.4-2 に、コンクリートのせん断破壊に対する照査結果を表 4.4-3 に示す。RC 遮水壁に対して許容応力度法による照査を行った結果、RC 遮水壁の主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。

表 4.4-1 (1) コンクリートの曲げ圧縮照査における最大照査値 (断面⑦, RC①)

| 解析<br>ケース | 地震動                |      | 曲げモーメント<br>(kN・m) | 軸力<br>(kN) | 曲げ圧縮                                   | 短期許容                                      | 照査値<br>$\sigma_s / \sigma_{sa}$ |
|-----------|--------------------|------|-------------------|------------|--|---|---------------------------------|
|           |                    |      |                   |            | 応力度<br>$\sigma_s$ (N/mm <sup>2</sup> ) | 応力度<br>$\sigma_{sa}$ (N/mm <sup>2</sup> ) |                                 |
| ①         | S <sub>s</sub> -D1 | (++) | -445              | 24         | 0.4                                    | 21  | 0.02                            |
|           |                    | (-+) | 437               | 24         | 0.4                                    | 21  | 0.02                            |
|           |                    | (+-) | -445              | 15         | 0.4                                    | 21  | 0.02                            |
|           |                    | (--) | 437               | 15         | 0.4                                    | 21  | 0.02                            |
|           | S <sub>s</sub> -D2 | (++) | 631               | 19         | 0.6                                    | 21  | 0.03                            |
|           |                    | (-+) | -639              | 19         | 0.6                                    | 21  | 0.03                            |
|           |                    | (+-) | 631               | 20         | 0.6                                    | 21  | 0.03                            |
|           |                    | (--) | -639              | 20         | 0.6                                    | 21  | 0.03                            |
|           | S <sub>s</sub> -D3 | (++) | -524              | 23         | 0.5                                    | 21  | 0.03                            |
|           |                    | (-+) | 516               | 23         | 0.5                                    | 21  | 0.03                            |
|           |                    | (+-) | -524              | 17         | 0.5                                    | 21  | 0.03                            |
|           |                    | (--) | 516               | 17         | 0.5                                    | 21  | 0.03                            |
|           | S <sub>s</sub> -F1 | (++) | 370               | 23         | 0.4                                    | 21  | 0.02                            |
|           |                    | (-+) | -378              | 23         | 0.4                                    | 21  | 0.02                            |
|           | S <sub>s</sub> -F2 | (++) | -410              | 12         | 0.4                                    | 21  | 0.02                            |
|           |                    | (-+) | 401               | 12         | 0.4                                    | 21  | 0.02                            |
|           | S <sub>s</sub> -F3 | (++) | 515               | 30         | 0.5                                    | 21  | 0.03                            |
|           |                    | (-+) | -523              | 30         | 0.5                                    | 21  | 0.03                            |
|           | S <sub>s</sub> -N1 | (++) | 239               | 14         | 0.3                                    | 21  | 0.02                            |
|           |                    | (-+) | -248              | 14         | 0.3                                    | 21  | 0.02                            |
| ②         | S <sub>s</sub> -D2 | (-+) | 590               | 16         | 0.6                                    | 21  | 0.03                            |
| ③         | S <sub>s</sub> -D2 | (-+) | -727              | 19         | 0.7                                    | 21  | 0.04                            |

表 4.4-1 (2) コンクリートの曲げ圧縮照査における最大照査値 (断面⑦, RC②)

| 解析<br>ケース | 地震動                |      | 曲げモーメント<br>(kN・m) | 軸力<br>(kN) | 曲げ圧縮<br>応力度<br>$\sigma_s$ (N/mm <sup>2</sup> ) | 短期許容<br>応力度<br>$\sigma_{sa}$ (N/mm <sup>2</sup> ) | 照査値<br>$\sigma_s / \sigma_{sa}$ |
|-----------|--------------------|------|-------------------|------------|--|---|---------------------------------|
| ①         | S <sub>s</sub> -D1 | (++) | -773              | 58         | 0.5  | 21  | 0.03                            |
|           |                    | (-+) | 760               | 58         | 0.5  | 21  | 0.03                            |
|           |                    | (+-) | -773              | 45         | 0.5  | 21  | 0.03                            |
|           |                    | (--) | 760               | 45         | 0.5  | 21  | 0.03                            |
|           | S <sub>s</sub> -D2 | (++) | 1218              | 50         | 0.7  | 21  | 0.04                            |
|           |                    | (-+) | -1231             | 50         | 0.7  | 21  | 0.04                            |
|           |                    | (+-) | 1218              | 53         | 0.7  | 21  | 0.04                            |
|           |                    | (--) | -1231             | 53         | 0.7  | 21  | 0.04                            |
|           | S <sub>s</sub> -D3 | (++) | -961              | 53         | 0.6  | 21  | 0.03                            |
|           |                    | (-+) | 948               | 53         | 0.6  | 21  | 0.03                            |
|           |                    | (+-) | -961              | 50         | 0.6  | 21  | 0.03                            |
|           |                    | (--) | 948               | 50         | 0.6  | 21  | 0.03                            |
|           | S <sub>s</sub> -F1 | (++) | 667               | 57         | 0.4  | 21  | 0.02                            |
|           |                    | (-+) | -680              | 57         | 0.4  | 21  | 0.02                            |
|           | S <sub>s</sub> -F2 | (++) | -711              | 61         | 0.4  | 21  | 0.02                            |
|           |                    | (-+) | 697               | 61         | 0.4  | 21  | 0.02                            |
|           | S <sub>s</sub> -F3 | (++) | 931               | 64         | 0.6  | 21  | 0.03                            |
|           |                    | (-+) | -944              | 64         | 0.6  | 21  | 0.03                            |
|           | S <sub>s</sub> -N1 | (++) | 415               | 44         | 0.3  | 21  | 0.02                            |
|           |                    | (-+) | -428              | 44         | 0.3  | 21  | 0.02                            |
| ②         | S <sub>s</sub> -D2 | (-+) | 1038              | 48         | 0.6  | 21  | 0.03                            |
| ③         | S <sub>s</sub> -D2 | (-+) | -1406             | 50         | 0.8  | 21  | 0.04                            |

表 4.4-1 (3) コンクリートの曲げ圧縮照査における最大照査値 (断面⑦, RC③)

| 解析<br>ケース          | 地震動                |      | 曲げモーメント<br>(kN・m) | 軸力<br>(kN) | 曲げ圧縮<br>応力度<br>$\sigma_s$ (N/mm <sup>2</sup> ) | 短期許容<br>応力度<br>$\sigma_{sa}$ (N/mm <sup>2</sup> ) | 照査値<br>$\sigma_s / \sigma_{sa}$ |
|--------------------|--------------------|------|-------------------|------------|--|---|---------------------------------|
| ①                  | S <sub>s</sub> -D1 | (++) | -599              | 60         | 0.3  | 21  | 0.02                            |
|                    |                    | (-+) | 589               | 60         | 0.3  | 21  | 0.02                            |
|                    |                    | (+-) | -599              | 48         | 0.3  | 21  | 0.02                            |
|                    |                    | (--) | 589               | 48         | 0.3  | 21  | 0.02                            |
|                    | S <sub>s</sub> -D2 | (++) | 1070              | 51         | 0.5  | 21  | 0.03                            |
|                    |                    | (-+) | -1080             | 51         | 0.5  | 21  | 0.03                            |
|                    |                    | (+-) | 1070              | 56         | 0.5  | 21  | 0.03                            |
|                    |                    | (--) | -1080             | 56         | 0.5  | 21  | 0.03                            |
|                    | S <sub>s</sub> -D3 | (++) | -772              | 62         | 0.3  | 21  | 0.02                            |
|                    |                    | (-+) | 762               | 62         | 0.3  | 21  | 0.02                            |
|                    |                    | (+-) | -772              | 45         | 0.3  | 21  | 0.02                            |
|                    |                    | (--) | 762               | 45         | 0.3  | 21  | 0.02                            |
|                    | S <sub>s</sub> -F1 | (++) | 538               | 59         | 0.3  | 21  | 0.02                            |
|                    |                    | (-+) | -548              | 59         | 0.3  | 21  | 0.02                            |
|                    | S <sub>s</sub> -F2 | (++) | -548              | 62         | 0.3  | 21  | 0.02                            |
|                    |                    | (-+) | 538               | 62         | 0.3  | 21  | 0.02                            |
| S <sub>s</sub> -F3 | (++)               | 755  | 64                | 0.3        | 21   | 0.02  |                                 |
|                    | (-+)               | -765 | 64                | 0.3        | 21   | 0.02  |                                 |
| S <sub>s</sub> -N1 | (++)               | 318  | 47                | 0.2        | 21   | 0.01  |                                 |
|                    | (-+)               | -328 | 47                | 0.2        | 21   | 0.01  |                                 |
| ②                  | S <sub>s</sub> -D2 | (-+) | -844              | 62         | 0.4  | 21  | 0.02                            |
| ③                  | S <sub>s</sub> -D2 | (-+) | -1181             | 52         | 0.5  | 21  | 0.03                            |

表 4.4-2 (1) 鉄筋の曲げ圧縮照査における最大照査値 (断面⑦, RC①)

| 解析<br>ケース | 地震動                |      | 曲げモーメント<br>(kN・m) | 軸力<br>(kN) | 曲げ圧縮<br>応力度<br>$\sigma_s$ (N/mm <sup>2</sup> ) | 短期許容<br>応力度<br>$\sigma_{sa}$ (N/mm <sup>2</sup> ) | 照査値<br>$\sigma_s / \sigma_{sa}$ |
|-----------|--------------------|------|-------------------|------------|--|---|---------------------------------|
| ①         | S <sub>s</sub> -D1 | (++) | -445              | 24         | 35   | 294   | 0.12                            |
|           |                    | (-+) | 437               | 24         | 34   | 294   | 0.12                            |
|           |                    | (+-) | -445              | 15         | 36   | 294   | 0.13                            |
|           |                    | (--) | 437               | 15         | 35   | 294   | 0.12                            |
|           | S <sub>s</sub> -D2 | (++) | 631               | 19         | 51   | 294   | 0.18                            |
|           |                    | (-+) | -639              | 19         | 52   | 294   | 0.18                            |
|           |                    | (+-) | 631               | 20         | 51   | 294   | 0.18                            |
|           |                    | (--) | -639              | 20         | 52   | 294   | 0.18                            |
|           | S <sub>s</sub> -D3 | (++) | -524              | 23         | 42   | 294   | 0.15                            |
|           |                    | (-+) | 516               | 23         | 41   | 294   | 0.14                            |
|           |                    | (+-) | -521              | 11         | 43   | 294   | 0.15                            |
|           |                    | (--) | 512               | 11         | 42   | 294   | 0.15                            |
|           | S <sub>s</sub> -F1 | (++) | 370               | 23         | 29   | 294   | 0.10                            |
|           |                    | (-+) | -378              | 23         | 30   | 294   | 0.11                            |
|           | S <sub>s</sub> -F2 | (++) | -410              | 12         | 34   | 294   | 0.12                            |
|           |                    | (-+) | 401               | 12         | 33   | 294   | 0.12                            |
|           | S <sub>s</sub> -F3 | (++) | 495               | 14         | 41   | 294   | 0.14                            |
|           |                    | (-+) | -504              | 14         | 41   | 294   | 0.14                            |
|           | S <sub>s</sub> -N1 | (++) | 239               | 14         | 19   | 294   | 0.07                            |
|           |                    | (-+) | -248              | 14         | 20   | 294   | 0.07                            |
| ②         | S <sub>s</sub> -D2 | (-+) | 590               | 16         | 48   | 294   | 0.17                            |
| ③         | S <sub>s</sub> -D2 | (-+) | -727              | 19         | 59   | 294   | 0.21                            |



表 4.4-2 (2) 鉄筋の曲げ圧縮照査における最大照査値 (断面⑦, RC②)

| 解析<br>ケース          | 地震動                |      | 曲げモーメント<br>(kN・m) | 軸力<br>(kN) | 曲げ圧縮<br>応力度<br>$\sigma_s$ (N/mm <sup>2</sup> ) | 短期許容<br>応力度<br>$\sigma_{sa}$ (N/mm <sup>2</sup> ) | 照査値<br>$\sigma_s / \sigma_{sa}$ |
|--------------------|--------------------|------|-------------------|------------|--|---|---------------------------------|
| ①                  | S <sub>s</sub> -D1 | (++) | -773              | 58         | 35   | 294   | 0.12                            |
|                    |                    | (-+) | 760               | 58         | 35   | 294   | 0.12                            |
|                    |                    | (+-) | -773              | 45         | 36   | 294   | 0.13                            |
|                    |                    | (--) | 760               | 45         | 36   | 294   | 0.13                            |
|                    | S <sub>s</sub> -D2 | (++) | 1218              | 50         | 59   | 294   | 0.21                            |
|                    |                    | (-+) | -1231             | 50         | 59   | 294   | 0.21                            |
|                    |                    | (+-) | 1218              | 53         | 58   | 294   | 0.20                            |
|                    |                    | (--) | -1231             | 53         | 59   | 294   | 0.21                            |
|                    | S <sub>s</sub> -D3 | (++) | -961              | 53         | 45   | 294   | 0.16                            |
|                    |                    | (-+) | 948               | 53         | 45   | 294   | 0.16                            |
|                    |                    | (+-) | -961              | 50         | 46   | 294   | 0.16                            |
|                    |                    | (--) | 948               | 50         | 45   | 294   | 0.16                            |
|                    | S <sub>s</sub> -F1 | (++) | 667               | 57         | 30   | 294   | 0.11                            |
|                    |                    | (-+) | -680              | 57         | 31   | 294   | 0.11                            |
|                    | S <sub>s</sub> -F2 | (++) | -695              | 41         | 33   | 294   | 0.12                            |
|                    |                    | (-+) | 682               | 41         | 32   | 294   | 0.11                            |
| S <sub>s</sub> -F3 | (++)               | 899  | 41                | 43         | 294  | 0.15  |                                 |
|                    | (-+)               | -912 | 41                | 44         | 294  | 0.15  |                                 |
| S <sub>s</sub> -N1 | (++)               | 415  | 44                | 18         | 294  | 0.07  |                                 |
|                    | (-+)               | -428 | 44                | 19         | 294  | 0.07  |                                 |
| ②                  | S <sub>s</sub> -D2 | (-+) | 1038              | 48         | 50   | 294   | 0.18                            |
| ③                  | S <sub>s</sub> -D2 | (-+) | -1406             | 50         | 68   | 294   | 0.24                            |

表 4.4-2 (3) 鉄筋の曲げ圧縮照査における最大照査値 (断面⑦, RC③)

| 解析<br>ケース | 地震動                |      | 曲げモーメント<br>(kN・m) | 軸力<br>(kN) | 曲げ圧縮<br>応力度<br>$\sigma_s$ (N/mm <sup>2</sup> ) | 短期許容<br>応力度<br>$\sigma_{sa}$ (N/mm <sup>2</sup> ) | 照査値<br>$\sigma_s / \sigma_{sa}$ |
|-----------|--------------------|------|-------------------|------------|--|---|---------------------------------|
| ①         | S <sub>s</sub> -D1 | (++) | -599              | 60         | 18   | 294   | 0.07                            |
|           |                    | (-+) | 589               | 60         | 18   | 294   | 0.07                            |
|           |                    | (+-) | -599              | 48         | 18   | 294   | 0.07                            |
|           |                    | (--) | 589               | 48         | 18   | 294   | 0.07                            |
|           | S <sub>s</sub> -D2 | (++) | 1070              | 51         | 34   | 294   | 0.12                            |
|           |                    | (-+) | -1080             | 51         | 35   | 294   | 0.12                            |
|           |                    | (+-) | 1070              | 56         | 34   | 294   | 0.12                            |
|           |                    | (--) | -1080             | 56         | 34   | 294   | 0.12                            |
|           | S <sub>s</sub> -D3 | (++) | -763              | 53         | 24   | 294   | 0.09                            |
|           |                    | (-+) | 753               | 53         | 23   | 294   | 0.08                            |
|           |                    | (+-) | -772              | 45         | 24   | 294   | 0.09                            |
|           |                    | (--) | 762               | 45         | 24   | 294   | 0.09                            |
|           | S <sub>s</sub> -F1 | (++) | 538               | 59         | 16   | 294   | 0.06                            |
|           |                    | (-+) | -548              | 59         | 16   | 294   | 0.06                            |
|           | S <sub>s</sub> -F2 | (++) | -548              | 62         | 16   | 294   | 0.06                            |
|           |                    | (-+) | 538               | 62         | 16   | 294   | 0.06                            |
|           | S <sub>s</sub> -F3 | (++) | 755               | 64         | 23   | 294   | 0.08                            |
|           |                    | (-+) | -765              | 64         | 23   | 294   | 0.08                            |
|           | S <sub>s</sub> -N1 | (++) | 318               | 47         | 9  | 294   | 0.04                            |
|           |                    | (-+) | -328              | 47         | 9  | 294   | 0.04                            |
| ②         | S <sub>s</sub> -D2 | (-+) | -844              | 62         | 26   | 294   | 0.09                            |
| ③         | S <sub>s</sub> -D2 | (-+) | -1181             | 52         | 38   | 294   | 0.13                            |

表 4.4-3 (1) コンクリートのせん断照査における最大照査値 (断面⑦, RC①)

| 解析<br>ケース | 地震動                |      | せん断力<br>(kN) | せん断<br>応力度                    | 短期許容<br>応力度                      | 照査値<br>$\tau_s / \tau_{sa}$ |
|-----------|--------------------|------|--------------|-------------------------------|----------------------------------|-----------------------------|
|           |                    |      |              | $\tau_s$ (N/mm <sup>2</sup> ) | $\tau_{sa}$ (N/mm <sup>2</sup> ) |                             |
| ①         | S <sub>s</sub> -D1 | (++) | -254         | 0.1                           | 0.82                             | 0.13                        |
|           |                    | (-+) | 250          | 0.1                           | 0.82                             | 0.13                        |
|           |                    | (+-) | -254         | 0.1                           | 0.82                             | 0.13                        |
|           |                    | (--) | 250          | 0.1                           | 0.82                             | 0.13                        |
|           | S <sub>s</sub> -D2 | (++) | 364          | 0.1                           | 0.82                             | 0.13                        |
|           |                    | (-+) | -368         | 0.1                           | 0.82                             | 0.13                        |
|           |                    | (+-) | 364          | 0.1                           | 0.82                             | 0.13                        |
|           |                    | (--) | -368         | 0.1                           | 0.82                             | 0.13                        |
|           | S <sub>s</sub> -D3 | (++) | -301         | 0.1                           | 0.82                             | 0.13                        |
|           |                    | (-+) | 297          | 0.1                           | 0.82                             | 0.13                        |
|           |                    | (+-) | -301         | 0.1                           | 0.82                             | 0.13                        |
|           |                    | (--) | 297          | 0.1                           | 0.82                             | 0.13                        |
|           | S <sub>s</sub> -F1 | (++) | 212          | 0.1                           | 0.82                             | 0.13                        |
|           |                    | (-+) | -217         | 0.1                           | 0.82                             | 0.13                        |
|           | S <sub>s</sub> -F2 | (++) | -233         | 0.1                           | 0.82                             | 0.13                        |
|           |                    | (-+) | 229          | 0.1                           | 0.82                             | 0.13                        |
|           | S <sub>s</sub> -F3 | (++) | 295          | 0.1                           | 0.82                             | 0.13                        |
|           |                    | (-+) | -299         | 0.1                           | 0.82                             | 0.13                        |
|           | S <sub>s</sub> -N1 | (++) | 137          | 0.1                           | 0.82                             | 0.13                        |
|           |                    | (-+) | -142         | 0.1                           | 0.82                             | 0.13                        |
| ②         | S <sub>s</sub> -D2 | (-+) | 337          | 0.1                           | 0.82                             | 0.13                        |
| ③         | S <sub>s</sub> -D2 | (-+) | -420         | 0.1                           | 0.82                             | 0.13                        |

表 4.4-3 (2) コンクリートのせん断照査における最大照査値 (断面⑦, RC②)

| 解析<br>ケース          | 地震動                |      | せん断力<br>(kN) | せん断<br>応力度                    | 短期許容<br>応力度                      | 照査値<br>$\tau_s / \tau_{sa}$ |
|--------------------|--------------------|------|--------------|-------------------------------|----------------------------------|-----------------------------|
|                    |                    |      |              | $\tau_s$ (N/mm <sup>2</sup> ) | $\tau_{sa}$ (N/mm <sup>2</sup> ) |                             |
| ①                  | S <sub>s</sub> -D1 | (++) | 207          | 0.1                           | 0.82                             | 0.13                        |
|                    |                    | (-+) | -203         | 0.1                           | 0.82                             | 0.13                        |
|                    |                    | (+-) | 207          | 0.1                           | 0.82                             | 0.13                        |
|                    |                    | (--) | -203         | 0.1                           | 0.82                             | 0.13                        |
|                    | S <sub>s</sub> -D2 | (++) | -292         | 0.1                           | 0.82                             | 0.13                        |
|                    |                    | (-+) | 295          | 0.1                           | 0.82                             | 0.13                        |
|                    |                    | (+-) | -292         | 0.1                           | 0.82                             | 0.13                        |
|                    |                    | (--) | 295          | 0.1                           | 0.82                             | 0.13                        |
|                    | S <sub>s</sub> -D3 | (++) | 239          | 0.1                           | 0.82                             | 0.13                        |
|                    |                    | (-+) | -235         | 0.1                           | 0.82                             | 0.13                        |
|                    |                    | (+-) | 239          | 0.1                           | 0.82                             | 0.13                        |
|                    |                    | (--) | -235         | 0.1                           | 0.82                             | 0.13                        |
|                    | S <sub>s</sub> -F1 | (++) | -170         | 0.1                           | 0.82                             | 0.13                        |
|                    |                    | (-+) | 174          | 0.1                           | 0.82                             | 0.13                        |
|                    | S <sub>s</sub> -F2 | (++) | 189          | 0.1                           | 0.82                             | 0.13                        |
|                    |                    | (-+) | -185         | 0.1                           | 0.82                             | 0.13                        |
| S <sub>s</sub> -F3 | (++)               | -236 | 0.1          | 0.82                          | 0.13                             |                             |
|                    | (-+)               | 240  | 0.1          | 0.82                          | 0.13                             |                             |
| S <sub>s</sub> -N1 | (++)               | -111 | 0.1          | 0.82                          | 0.13                             |                             |
|                    | (-+)               | 115  | 0.1          | 0.82                          | 0.13                             |                             |
| ②                  | S <sub>s</sub> -D2 | (-+) | -280         | 0.1                           | 0.82                             | 0.13                        |
| ③                  | S <sub>s</sub> -D2 | (-+) | 310          | 0.1                           | 0.82                             | 0.13                        |

表 4.4-3 (3) コンクリートのせん断照査における最大照査値 (断面⑦, RC③)

| 解析<br>ケース | 地震動                |      | せん断力<br>(kN) | せん断<br>応力度                    | 短期許容<br>応力度                      | 照査値<br>$\tau_s / \tau_{sa}$ |
|-----------|--------------------|------|--------------|-------------------------------|----------------------------------|-----------------------------|
|           |                    |      |              | $\tau_s$ (N/mm <sup>2</sup> ) | $\tau_{sa}$ (N/mm <sup>2</sup> ) |                             |
| ①         | S <sub>s</sub> -D1 | (++) | 209          | 0.1                           | 0.82                             | 0.13                        |
|           |                    | (-+) | -206         | 0.1                           | 0.82                             | 0.13                        |
|           |                    | (+-) | 209          | 0.1                           | 0.82                             | 0.13                        |
|           |                    | (--) | -206         | 0.1                           | 0.82                             | 0.13                        |
|           | S <sub>s</sub> -D2 | (++) | -363         | 0.1                           | 0.82                             | 0.13                        |
|           |                    | (-+) | 367          | 0.1                           | 0.82                             | 0.13                        |
|           |                    | (+-) | -363         | 0.1                           | 0.82                             | 0.13                        |
|           |                    | (--) | 367          | 0.1                           | 0.82                             | 0.13                        |
|           | S <sub>s</sub> -D3 | (++) | 262          | 0.1                           | 0.82                             | 0.13                        |
|           |                    | (-+) | -259         | 0.1                           | 0.82                             | 0.13                        |
|           |                    | (+-) | 262          | 0.1                           | 0.82                             | 0.13                        |
|           |                    | (--) | -259         | 0.1                           | 0.82                             | 0.13                        |
|           | S <sub>s</sub> -F1 | (++) | -184         | 0.1                           | 0.82                             | 0.13                        |
|           |                    | (-+) | 187          | 0.1                           | 0.82                             | 0.13                        |
|           | S <sub>s</sub> -F2 | (++) | 187          | 0.1                           | 0.82                             | 0.13                        |
|           |                    | (-+) | -184         | 0.1                           | 0.82                             | 0.13                        |
|           | S <sub>s</sub> -F3 | (++) | -258         | 0.1                           | 0.82                             | 0.13                        |
|           |                    | (-+) | 261          | 0.1                           | 0.82                             | 0.13                        |
|           | S <sub>s</sub> -N1 | (++) | -112         | 0.1                           | 0.82                             | 0.13                        |
|           |                    | (-+) | 115          | 0.1                           | 0.82                             | 0.13                        |
| ②         | S <sub>s</sub> -D2 | (-+) | 313          | 0.1                           | 0.82                             | 0.13                        |
| ③         | S <sub>s</sub> -D2 | (-+) | 377          | 0.1                           | 0.82                             | 0.13                        |

#### 4.5 背面補強工

背面補強工のすべり安全率による評価結果を表 4.5-1 に示す。これらの結果から、背面補強工のすべり安全率が 1.2 以上あることを確認した。

表 4.5-1 (1) 背面補強工のすべり安全率評価結果 (断面①)

| 解析ケース | 地震動                | 発生時刻(s) | 最小すべり安全率 |      |
|-------|--------------------|---------|----------|------|
| ①     | S <sub>s</sub> -D1 | (++)    | 25.52    | 24.8 |
|       |                    | (-+)    | 45.09    | 25.7 |
|       |                    | (+-)    | 46.90    | 25.8 |
|       |                    | (--)    | 37.06    | 21.9 |
|       | S <sub>s</sub> -D2 | (++)    | 13.49    | 23.1 |
|       |                    | (-+)    | 17.47    | 22.1 |
|       |                    | (+-)    | 17.47    | 25.2 |
|       |                    | (--)    | 6.92     | 24.7 |
|       | S <sub>s</sub> -D3 | (++)    | 20.99    | 27.9 |
|       |                    | (-+)    | 20.01    | 31.1 |
|       |                    | (+-)    | 28.53    | 29.3 |
|       |                    | (--)    | 21.11    | 31.5 |
|       | S <sub>s</sub> -F1 | (++)    | 16.02    | 25.9 |
|       |                    | (-+)    | 18.92    | 40.2 |
|       | S <sub>s</sub> -F2 | (++)    | 27.80    | 25.5 |
|       |                    | (-+)    | 30.72    | 33.4 |
|       | S <sub>s</sub> -F3 | (++)    | 27.74    | 35.7 |
|       |                    | (-+)    | 28.66    | 20.7 |
|       | S <sub>s</sub> -N1 | (++)    | 7.39     | 35.5 |
|       |                    | (-+)    | 7.60     | 29.3 |
| ②     | S <sub>s</sub> -D2 | (--)    | 6.92     | 24.8 |
| ③     |                    | 20.34   | 23.8     |      |

表 4.5-1 (2) 背面補強工のすべり安全率評価結果 (断面②)

| 解析ケース | 地震動                | 発生時刻(s) | 最小すべり安全率 |      |
|-------|--------------------|---------|----------|------|
| ①     | S <sub>s</sub> -D1 | (++)    | 37.05    | 26.6 |
|       |                    | (-+)    | 18.74    | 29.3 |
|       |                    | (+-)    | 46.88    | 25.3 |
|       |                    | (--)    | 37.05    | 24.2 |
|       | S <sub>s</sub> -D2 | (++)    | 6.91     | 20.7 |
|       |                    | (-+)    | 17.45    | 27.1 |
|       |                    | (+-)    | 13.46    | 26.9 |
|       |                    | (--)    | 6.92     | 21.0 |
|       | S <sub>s</sub> -D3 | (++)    | 20.98    | 27.4 |
|       |                    | (-+)    | 7.33     | 30.7 |
|       |                    | (+-)    | 7.80     | 29.5 |
|       |                    | (--)    | 6.35     | 32.4 |
|       | S <sub>s</sub> -F1 | (++)    | 19.53    | 29.1 |
|       |                    | (-+)    | 22.72    | 38.3 |
|       | S <sub>s</sub> -F2 | (++)    | 27.77    | 28.7 |
|       |                    | (-+)    | 30.71    | 32.6 |
|       | S <sub>s</sub> -F3 | (++)    | 27.82    | 27.7 |
|       |                    | (-+)    | 28.65    | 22.9 |
|       | S <sub>s</sub> -N1 | (++)    | 7.37     | 34.4 |
|       |                    | (-+)    | 7.57     | 26.5 |
| ②     | S <sub>s</sub> -D2 | (--)    | 6.91     | 20.3 |
| ③     |                    |         | 6.92     | 21.8 |

表 4.5-1 (3) 背面補強工のすべり安全率評価結果 (断面③)

| 解析ケース | 地震動                | 発生時刻(s) | 最小すべり安全率 |      |
|-------|--------------------|---------|----------|------|
| ①     | S <sub>s</sub> -D1 | (++)    | 37.13    | 24.3 |
|       |                    | (-+)    | 45.06    | 28.5 |
|       |                    | (+-)    | 45.42    | 28.7 |
|       |                    | (--)    | 37.05    | 23.6 |
|       | S <sub>s</sub> -D2 | (++)    | 6.91     | 23.0 |
|       |                    | (-+)    | 16.34    | 28.1 |
|       |                    | (+-)    | 13.67    | 26.5 |
|       |                    | (--)    | 6.91     | 23.3 |
|       | S <sub>s</sub> -D3 | (++)    | 11.15    | 29.7 |
|       |                    | (-+)    | 20.00    | 31.0 |
|       |                    | (+-)    | 20.95    | 32.2 |
|       |                    | (--)    | 21.08    | 31.0 |
|       | S <sub>s</sub> -F1 | (++)    | 16.54    | 34.0 |
|       |                    | (-+)    | 22.71    | 37.5 |
|       | S <sub>s</sub> -F2 | (++)    | 27.78    | 31.1 |
|       |                    | (-+)    | 30.71    | 37.3 |
|       | S <sub>s</sub> -F3 | (++)    | 26.83    | 31.2 |
|       |                    | (-+)    | 28.65    | 21.9 |
|       | S <sub>s</sub> -N1 | (++)    | 7.56     | 31.0 |
|       |                    | (-+)    | 7.63     | 30.9 |
| ②     | S <sub>s</sub> -D2 | (--)    | 6.91     | 22.8 |
| ③     |                    |         | 6.92     | 23.9 |



表 4.5-1 (4) 背面補強工のすべり安全率評価結果 (断面④)

| 解析ケース | 地震動                | 発生時刻(s) | 最小すべり安全率 |      |
|-------|--------------------|---------|----------|------|
| ①     | S <sub>s</sub> -D1 | (++)    | 32.31    | 12.6 |
|       |                    | (-+)    | 32.31    | 12.9 |
|       |                    | (+-)    | 29.17    | 12.5 |
|       |                    | (--)    | 32.31    | 12.7 |
|       | S <sub>s</sub> -D2 | (++)    | 13.41    | 13.6 |
|       |                    | (-+)    | 13.56    | 11.6 |
|       |                    | (+-)    | 13.57    | 14.4 |
|       |                    | (--)    | 13.58    | 13.5 |
|       | S <sub>s</sub> -D3 | (++)    | 30.17    | 14.7 |
|       |                    | (-+)    | 21.41    | 14.3 |
|       |                    | (+-)    | 15.60    | 14.6 |
|       |                    | (--)    | 29.73    | 14.5 |
|       | S <sub>s</sub> -F1 | (++)    | 19.50    | 14.9 |
|       |                    | (-+)    | 22.45    | 15.6 |
|       | S <sub>s</sub> -F2 | (++)    | 35.96    | 15.6 |
|       |                    | (-+)    | 27.86    | 15.0 |
|       | S <sub>s</sub> -F3 | (++)    | 26.84    | 13.0 |
|       |                    | (-+)    | 26.73    | 14.2 |
|       | S <sub>s</sub> -N1 | (++)    | 7.53     | 12.6 |
|       |                    | (-+)    | 7.52     | 13.4 |
| ②     | S <sub>s</sub> -D2 | (--)    | 13.58    | 13.4 |
| ③     |                    |         | 13.58    | 12.9 |

表 4.5-1 (5) 背面補強工のすべり安全率評価結果 (断面⑤)

| 解析ケース | 地震動                | 発生時刻(s) | 最小すべり安全率 |      |
|-------|--------------------|---------|----------|------|
| ①     | S <sub>s</sub> -D1 | (++)    | 40.36    | 36.9 |
|       |                    | (-+)    | 56.34    | 42.4 |
|       |                    | (+-)    | 40.36    | 37.5 |
|       |                    | (--)    | 48.09    | 40.1 |
|       | S <sub>s</sub> -D2 | (++)    | 20.38    | 36.5 |
|       |                    | (-+)    | 17.67    | 37.9 |
|       |                    | (+-)    | 20.38    | 36.1 |
|       |                    | (--)    | 26.73    | 37.4 |
|       | S <sub>s</sub> -D3 | (++)    | 11.32    | 40.4 |
|       |                    | (-+)    | 21.31    | 46.8 |
|       |                    | (+-)    | 24.96    | 40.1 |
|       |                    | (--)    | 18.23    | 43.8 |
|       | S <sub>s</sub> -F1 | (++)    | 19.44    | 51.3 |
|       |                    | (-+)    | 18.84    | 43.1 |
|       | S <sub>s</sub> -F2 | (++)    | 28.34    | 37.5 |
|       |                    | (-+)    | 30.63    | 41.3 |
|       | S <sub>s</sub> -F3 | (++)    | 27.64    | 35.0 |
|       |                    | (-+)    | 26.68    | 36.0 |
|       | S <sub>s</sub> -N1 | (++)    | 7.28     | 56.2 |
|       |                    | (-+)    | 7.48     | 40.6 |
| ②     | S <sub>s</sub> -D2 | (-+)    | 10.15    | 39.3 |
| ③     |                    |         | 17.67    | 35.8 |

#### 4.6 置換コンクリート

置換コンクリートのすべり安全率による評価結果を表 4.6-1 に示す。これらの結果から、置換コンクリートのすべり安全率が 1.2 以上あることを確認した。

表 4.6-1 (1) 置換コンクリートのすべり安全率評価結果 (断面①)

| 解析ケース | 地震動                | 発生時刻(s) | 最小すべり安全率 |     |
|-------|--------------------|---------|----------|-----|
| ①     | S <sub>s</sub> -D1 | (++)    | 25.50    | 5.2 |
|       |                    | (-+)    | 46.84    | 5.1 |
|       |                    | (+-)    | 25.50    | 5.1 |
|       |                    | (--)    | 46.85    | 5.1 |
|       | S <sub>s</sub> -D2 | (++)    | 12.92    | 5.2 |
|       |                    | (-+)    | 25.50    | 4.9 |
|       |                    | (+-)    | 25.30    | 5.3 |
|       |                    | (--)    | 25.49    | 4.9 |
|       | S <sub>s</sub> -D3 | (++)    | 8.83     | 6.4 |
|       |                    | (-+)    | 28.90    | 6.3 |
|       |                    | (+-)    | 28.70    | 6.6 |
|       |                    | (--)    | 13.20    | 6.2 |
|       | S <sub>s</sub> -F1 | (++)    | 20.11    | 5.3 |
|       |                    | (-+)    | 15.94    | 6.0 |
|       | S <sub>s</sub> -F2 | (++)    | 28.22    | 5.9 |
|       |                    | (-+)    | 28.46    | 5.1 |
|       | S <sub>s</sub> -F3 | (++)    | 26.71    | 6.6 |
|       |                    | (-+)    | 26.86    | 5.8 |
|       | S <sub>s</sub> -N1 | (++)    | 7.54     | 4.2 |
|       |                    | (-+)    | 7.35     | 6.2 |
| ②     | S <sub>s</sub> -D2 | (--)    | 25.49    | 4.6 |
| ③     |                    |         | 25.49    | 5.3 |

表 4.6-1 (2) 置換コンクリートのすべり安全率評価結果 (断面②)

| 解析ケース              | 地震動                | 発生時刻(s) | 最小すべり安全率 |     |
|--------------------|--------------------|---------|----------|-----|
| ①                  | S <sub>s</sub> -D1 | (++)    | 25.48    | 5.9 |
|                    |                    | (-+)    | 46.83    | 5.8 |
|                    |                    | (+-)    | 25.48    | 6.6 |
|                    |                    | (--)    | 29.15    | 5.7 |
|                    | S <sub>s</sub> -D2 | (++)    | 12.91    | 5.9 |
|                    |                    | (-+)    | 25.49    | 5.8 |
|                    |                    | (+-)    | 25.29    | 6.0 |
|                    |                    | (--)    | 25.49    | 5.3 |
|                    | S <sub>s</sub> -D3 | (++)    | 8.82     | 6.8 |
|                    |                    | (-+)    | 28.88    | 7.6 |
|                    |                    | (+-)    | 29.71    | 7.5 |
|                    |                    | (--)    | 13.18    | 7.0 |
|                    | S <sub>s</sub> -F1 | (++)    | 20.10    | 7.2 |
|                    |                    | (-+)    | 19.47    | 7.2 |
|                    | S <sub>s</sub> -F2 | (++)    | 30.67    | 6.9 |
|                    |                    | (-+)    | 28.47    | 6.4 |
|                    | S <sub>s</sub> -F3 | (++)    | 26.71    | 6.6 |
|                    |                    | (-+)    | 26.83    | 6.2 |
| S <sub>s</sub> -N1 | (++)               | 7.52    | 4.6      |     |
|                    | (-+)               | 7.37    | 7.1      |     |
| ②                  | S <sub>s</sub> -D2 | (--)    | 25.48    | 5.2 |
| ③                  |                    |         | 25.49    | 5.6 |

表 4.6-1 (3) 置換コンクリートのすべり安全率評価結果 (断面③)

| 解析ケース | 地震動                | 発生時刻(s) | 最小すべり安全率 |     |
|-------|--------------------|---------|----------|-----|
| ①     | S <sub>s</sub> -D1 | (++)    | 25.48    | 6.9 |
|       |                    | (-+)    | 32.30    | 6.3 |
|       |                    | (+-)    | 46.98    | 7.5 |
|       |                    | (--)    | 32.30    | 6.5 |
|       | S <sub>s</sub> -D2 | (++)    | 13.55    | 7.1 |
|       |                    | (-+)    | 13.40    | 6.9 |
|       |                    | (+-)    | 25.29    | 7.2 |
|       |                    | (--)    | 25.48    | 6.5 |
|       | S <sub>s</sub> -D3 | (++)    | 29.71    | 8.5 |
|       |                    | (-+)    | 15.60    | 8.2 |
|       |                    | (+-)    | 29.71    | 7.7 |
|       |                    | (--)    | 15.58    | 8.0 |
|       | S <sub>s</sub> -F1 | (++)    | 22.69    | 9.0 |
|       |                    | (-+)    | 22.31    | 9.1 |
|       | S <sub>s</sub> -F2 | (++)    | 28.16    | 8.3 |
|       |                    | (-+)    | 27.75    | 7.9 |
|       | S <sub>s</sub> -F3 | (++)    | 26.71    | 8.3 |
|       |                    | (-+)    | 26.84    | 6.9 |
|       | S <sub>s</sub> -N1 | (++)    | 7.53     | 5.6 |
|       |                    | (-+)    | 7.38     | 8.0 |
| ②     | S <sub>s</sub> -D2 | (--)    | 25.48    | 6.4 |
| ③     |                    | (--)    | 13.42    | 6.8 |

表 4.6-1 (4) 置換コンクリートのすべり安全率評価結果 (断面④)

| 解析ケース              | 地震動                | 発生時刻(s) | 最小すべり安全率 |      |
|--------------------|--------------------|---------|----------|------|
| ①                  | S <sub>s</sub> -D1 | (++)    | 25.48    | 9.0  |
|                    |                    | (-+)    | 46.83    | 8.7  |
|                    |                    | (+-)    | 25.48    | 8.4  |
|                    |                    | (--)    | 46.84    | 8.5  |
|                    | S <sub>s</sub> -D2 | (++)    | 25.30    | 8.8  |
|                    |                    | (-+)    | 25.50    | 8.2  |
|                    |                    | (+-)    | 25.29    | 8.9  |
|                    |                    | (--)    | 25.48    | 8.3  |
|                    | S <sub>s</sub> -D3 | (++)    | 8.82     | 11.3 |
|                    |                    | (-+)    | 15.61    | 11.0 |
|                    |                    | (+-)    | 8.50     | 11.5 |
|                    |                    | (--)    | 15.61    | 10.5 |
|                    | S <sub>s</sub> -F1 | (++)    | 22.45    | 11.1 |
|                    |                    | (-+)    | 15.93    | 11.1 |
|                    | S <sub>s</sub> -F2 | (++)    | 25.14    | 11.4 |
|                    |                    | (-+)    | 28.38    | 8.6  |
|                    | S <sub>s</sub> -F3 | (++)    | 26.71    | 9.8  |
|                    |                    | (-+)    | 26.86    | 8.5  |
| S <sub>s</sub> -N1 | (++)               | 7.53    | 6.3      |      |
|                    | (-+)               | 7.53    | 8.9      |      |
| ②                  | S <sub>s</sub> -D2 | (--)    | 25.48    | 8.5  |
| ③                  |                    |         | 25.48    | 8.7  |

#### 4.7 改良地盤

改良地盤のすべり安全率による評価結果を表 4.7-1 に示す。これらの結果から、改良地盤のすべり安全率が 1.2 以上あることを確認した。

表 4.7-1 (1) 改良地盤のすべり安全率評価結果 (断面①)

| 解析ケース              | 地震動                | 発生時刻(s) | 最小すべり安全率 |     |
|--------------------|--------------------|---------|----------|-----|
| ①                  | S <sub>s</sub> -D1 | (++)    | 32.33    | 3.0 |
|                    |                    | (-+)    | 25.52    | 3.2 |
|                    |                    | (+-)    | 46.84    | 2.8 |
|                    |                    | (--)    | 14.63    | 3.4 |
|                    | S <sub>s</sub> -D2 | (++)    | 13.44    | 3.3 |
|                    |                    | (-+)    | 25.29    | 3.1 |
|                    |                    | (+-)    | 8.36     | 3.0 |
|                    |                    | (--)    | 25.31    | 3.1 |
|                    | S <sub>s</sub> -D3 | (++)    | 28.91    | 3.6 |
|                    |                    | (-+)    | 8.85     | 3.0 |
|                    |                    | (+-)    | 15.63    | 3.4 |
|                    |                    | (--)    | 8.85     | 3.3 |
|                    | S <sub>s</sub> -F1 | (++)    | 17.27    | 2.9 |
|                    |                    | (-+)    | 20.12    | 3.1 |
|                    | S <sub>s</sub> -F2 | (++)    | 35.99    | 3.1 |
|                    |                    | (-+)    | 28.22    | 3.3 |
| S <sub>s</sub> -F3 | (++)               | 26.87   | 3.2      |     |
|                    | (-+)               | 26.72   | 3.3      |     |
| S <sub>s</sub> -N1 | (++)               | 7.35    | 3.0      |     |
|                    | (-+)               | 7.66    | 2.6      |     |
| ②                  | S <sub>s</sub> -D2 | (--)    | 25.30    | 2.9 |
| ③                  |                    |         | 25.31    | 3.6 |

表 4.7-1 (2) 改良地盤のすべり安全率評価結果 (断面①, 平均値-1σ強度)

| 解析ケース               | 地震動                | 発生時刻(s) | 最小すべり安全率 |     |
|---------------------|--------------------|---------|----------|-----|
| ①<br>(平均値-<br>1σ強度) | S <sub>s</sub> -D1 | (++)    | 32.33    | 3.0 |
|                     |                    | (-+)    | 25.52    | 3.1 |
|                     |                    | (+-)    | 46.84    | 2.8 |
|                     |                    | (--)    | 14.63    | 3.4 |
|                     | S <sub>s</sub> -D2 | (++)    | 13.44    | 3.3 |
|                     |                    | (-+)    | 25.29    | 3.1 |
|                     |                    | (+-)    | 8.36     | 2.9 |
|                     |                    | (--)    | 25.31    | 3.1 |
|                     | S <sub>s</sub> -D3 | (++)    | 28.91    | 3.5 |
|                     |                    | (-+)    | 8.85     | 3.0 |
|                     |                    | (+-)    | 15.63    | 3.4 |
|                     |                    | (--)    | 8.85     | 3.2 |
|                     | S <sub>s</sub> -F1 | (++)    | 17.27    | 2.9 |
|                     |                    | (-+)    | 20.12    | 3.1 |
|                     | S <sub>s</sub> -F2 | (++)    | 35.99    | 3.1 |
|                     |                    | (-+)    | 28.22    | 3.3 |
|                     | S <sub>s</sub> -F3 | (++)    | 26.87    | 3.1 |
|                     |                    | (-+)    | 26.72    | 3.2 |
|                     | S <sub>s</sub> -N1 | (++)    | 7.35     | 3.0 |
|                     |                    | (-+)    | 7.66     | 2.5 |



表 4.7-1 (3) 改良地盤のすべり安全率評価結果 (断面②)

| 解析ケース              | 地震動                | 発生時刻(s) | 最小すべり安全率 |     |
|--------------------|--------------------|---------|----------|-----|
| ①                  | S <sub>s</sub> -D1 | (++)    | 32.31    | 3.5 |
|                    |                    | (-+)    | 25.50    | 3.4 |
|                    |                    | (+-)    | 46.83    | 3.5 |
|                    |                    | (--)    | 25.49    | 3.9 |
|                    | S <sub>s</sub> -D2 | (++)    | 13.42    | 3.5 |
|                    |                    | (-+)    | 25.28    | 3.8 |
|                    |                    | (+-)    | 25.50    | 3.6 |
|                    |                    | (--)    | 25.30    | 3.7 |
|                    | S <sub>s</sub> -D3 | (++)    | 15.59    | 4.3 |
|                    |                    | (-+)    | 29.73    | 4.4 |
|                    |                    | (+-)    | 15.60    | 4.2 |
|                    |                    | (--)    | 7.61     | 4.4 |
|                    | S <sub>s</sub> -F1 | (++)    | 19.49    | 3.9 |
|                    |                    | (-+)    | 22.48    | 5.1 |
|                    | S <sub>s</sub> -F2 | (++)    | 28.48    | 3.1 |
|                    |                    | (-+)    | 27.16    | 4.4 |
| S <sub>s</sub> -F3 | (++)               | 26.84   | 3.8      |     |
|                    | (-+)               | 26.71   | 3.7      |     |
| S <sub>s</sub> -N1 | (++)               | 7.54    | 3.9      |     |
|                    | (-+)               | 7.65    | 2.6      |     |
| ②                  | S <sub>s</sub> -D2 | (--)    | 25.29    | 3.6 |
| ③                  |                    |         | 25.30    | 3.8 |

表 4.7-1 (4) 改良地盤のすべり安全率評価結果 (断面②, 平均値-1 $\sigma$ 強度)

| 解析ケース                        | 地震動                | 発生時刻(s) | 最小すべり安全率 |     |
|------------------------------|--------------------|---------|----------|-----|
| ①<br>(平均値-<br>1 $\sigma$ 強度) | S <sub>s</sub> -D1 | (++)    | 32.31    | 3.5 |
|                              |                    | (-+)    | 25.50    | 3.4 |
|                              |                    | (+-)    | 46.83    | 3.5 |
|                              |                    | (--)    | 25.49    | 3.8 |
|                              | S <sub>s</sub> -D2 | (++)    | 13.42    | 3.5 |
|                              |                    | (-+)    | 25.28    | 3.8 |
|                              |                    | (+-)    | 25.50    | 3.5 |
|                              |                    | (--)    | 25.30    | 3.7 |
|                              | S <sub>s</sub> -D3 | (++)    | 15.60    | 4.3 |
|                              |                    | (-+)    | 29.75    | 4.4 |
|                              |                    | (+-)    | 15.59    | 4.2 |
|                              |                    | (--)    | 7.61     | 4.4 |
|                              | S <sub>s</sub> -F1 | (++)    | 19.49    | 3.8 |
|                              |                    | (-+)    | 22.48    | 5.1 |
|                              | S <sub>s</sub> -F2 | (++)    | 28.48    | 3.1 |
|                              |                    | (-+)    | 27.16    | 4.4 |
|                              | S <sub>s</sub> -F3 | (++)    | 26.84    | 3.8 |
|                              |                    | (-+)    | 26.71    | 3.7 |
|                              | S <sub>s</sub> -N1 | (++)    | 7.54     | 3.9 |
|                              |                    | (-+)    | 7.65     | 2.6 |

表 4.7-1 (5) 改良地盤のすべり安全率評価結果 (断面③)

| 解析ケース | 地震動                | 発生時刻(s) | 最小すべり安全率 |     |
|-------|--------------------|---------|----------|-----|
| ①     | S <sub>s</sub> -D1 | (++)    | 32.30    | 2.9 |
|       |                    | (-+)    | 46.99    | 3.4 |
|       |                    | (+-)    | 29.16    | 2.9 |
|       |                    | (--)    | 46.97    | 3.5 |
|       | S <sub>s</sub> -D2 | (++)    | 8.31     | 3.3 |
|       |                    | (-+)    | 13.55    | 3.1 |
|       |                    | (+-)    | 13.44    | 3.1 |
|       |                    | (--)    | 25.26    | 3.3 |
|       | S <sub>s</sub> -D3 | (++)    | 30.16    | 3.4 |
|       |                    | (-+)    | 29.72    | 3.4 |
|       |                    | (+-)    | 15.58    | 3.3 |
|       |                    | (--)    | 29.72    | 3.4 |
|       | S <sub>s</sub> -F1 | (++)    | 19.49    | 3.5 |
|       |                    | (-+)    | 22.69    | 4.2 |
|       | S <sub>s</sub> -F2 | (++)    | 28.48    | 3.2 |
|       |                    | (-+)    | 27.87    | 3.5 |
|       | S <sub>s</sub> -F3 | (++)    | 26.82    | 3.4 |
|       |                    | (-+)    | 26.72    | 3.3 |
|       | S <sub>s</sub> -N1 | (++)    | 7.40     | 3.7 |
|       |                    | (-+)    | 7.64     | 2.8 |
| ②     | S <sub>s</sub> -D2 | (--)    | 13.55    | 3.1 |
| ③     |                    | 25.30   | 3.7      |     |

表 4.7-1 (6) 改良地盤のすべり安全率評価結果 (断面③, 平均値-1 $\sigma$ 強度)

| 解析ケース                        | 地震動                | 発生時刻(s) | 最小すべり安全率 |     |
|------------------------------|--------------------|---------|----------|-----|
| ①<br>(平均値-<br>1 $\sigma$ 強度) | S <sub>s</sub> -D1 | (++)    | 32.30    | 2.9 |
|                              |                    | (-+)    | 46.99    | 3.4 |
|                              |                    | (+-)    | 29.16    | 2.9 |
|                              |                    | (--)    | 46.97    | 3.4 |
|                              | S <sub>s</sub> -D2 | (++)    | 8.31     | 3.2 |
|                              |                    | (-+)    | 13.55    | 3.1 |
|                              |                    | (+-)    | 13.44    | 3.1 |
|                              |                    | (--)    | 25.26    | 3.3 |
|                              | S <sub>s</sub> -D3 | (++)    | 30.16    | 3.4 |
|                              |                    | (-+)    | 29.72    | 3.4 |
|                              |                    | (+-)    | 15.58    | 3.3 |
|                              |                    | (--)    | 29.72    | 3.4 |
|                              | S <sub>s</sub> -F1 | (++)    | 19.49    | 3.5 |
|                              |                    | (-+)    | 22.69    | 4.1 |
|                              | S <sub>s</sub> -F2 | (++)    | 28.48    | 3.2 |
|                              |                    | (-+)    | 27.87    | 3.5 |
|                              | S <sub>s</sub> -F3 | (++)    | 26.82    | 3.4 |
|                              |                    | (-+)    | 26.72    | 3.3 |
|                              | S <sub>s</sub> -N1 | (++)    | 7.40     | 3.7 |
|                              |                    | (-+)    | 7.64     | 2.7 |

表 4.7-1 (7) 改良地盤のすべり安全率評価結果 (断面④)

| 解析ケース | 地震動                | 発生時刻(s) | 最小すべり安全率 |     |
|-------|--------------------|---------|----------|-----|
| ①     | S <sub>s</sub> -D1 | (++)    | 32.32    | 3.6 |
|       |                    | (-+)    | 32.32    | 4.1 |
|       |                    | (+-)    | 29.18    | 3.5 |
|       |                    | (--)    | 32.33    | 4.0 |
|       | S <sub>s</sub> -D2 | (++)    | 13.47    | 4.0 |
|       |                    | (-+)    | 13.56    | 3.3 |
|       |                    | (+-)    | 13.45    | 3.9 |
|       |                    | (--)    | 13.58    | 3.5 |
|       | S <sub>s</sub> -D3 | (++)    | 15.60    | 4.0 |
|       |                    | (-+)    | 21.41    | 4.1 |
|       |                    | (+-)    | 15.61    | 3.9 |
|       |                    | (--)    | 29.73    | 4.3 |
|       | S <sub>s</sub> -F1 | (++)    | 19.51    | 4.2 |
|       |                    | (-+)    | 22.43    | 4.5 |
|       | S <sub>s</sub> -F2 | (++)    | 35.96    | 4.5 |
|       |                    | (-+)    | 27.89    | 4.3 |
|       | S <sub>s</sub> -F3 | (++)    | 26.84    | 3.6 |
|       |                    | (-+)    | 26.74    | 3.9 |
|       | S <sub>s</sub> -N1 | (++)    | 7.56     | 4.2 |
|       |                    | (-+)    | 7.53     | 3.6 |
| ②     | S <sub>s</sub> -D2 | (--)    | 13.58    | 3.6 |
| ③     |                    |         | 13.58    | 3.3 |

表 4.7-1 (8) 改良地盤のすべり安全率評価結果 (断面④, 平均値-1 $\sigma$ 強度)

| 解析ケース                        | 地震動                | 発生時刻(s) | 最小すべり安全率 |     |
|------------------------------|--------------------|---------|----------|-----|
| ①<br>(平均値-<br>1 $\sigma$ 強度) | S <sub>s</sub> -D1 | (++)    | 32.32    | 3.6 |
|                              |                    | (-+)    | 32.32    | 4.1 |
|                              |                    | (+-)    | 29.18    | 3.4 |
|                              |                    | (--)    | 32.33    | 4.0 |
|                              | S <sub>s</sub> -D2 | (++)    | 13.47    | 4.0 |
|                              |                    | (-+)    | 13.56    | 3.3 |
|                              |                    | (+-)    | 13.45    | 3.9 |
|                              |                    | (--)    | 13.58    | 3.5 |
|                              | S <sub>s</sub> -D3 | (++)    | 15.60    | 3.9 |
|                              |                    | (-+)    | 21.41    | 4.1 |
|                              |                    | (+-)    | 15.61    | 3.9 |
|                              |                    | (--)    | 29.73    | 4.2 |
|                              | S <sub>s</sub> -F1 | (++)    | 19.51    | 4.1 |
|                              |                    | (-+)    | 22.43    | 4.5 |
|                              | S <sub>s</sub> -F2 | (++)    | 35.96    | 4.4 |
|                              |                    | (-+)    | 27.88    | 4.3 |
|                              | S <sub>s</sub> -F3 | (++)    | 26.84    | 3.6 |
|                              |                    | (-+)    | 26.74    | 3.9 |
|                              | S <sub>s</sub> -N1 | (++)    | 7.56     | 4.2 |
|                              |                    | (-+)    | 7.53     | 3.6 |

#### 4.8 セメント改良土

セメント改良土のすべり安全率による評価結果を表 4.8-1 に示す。これらの結果から、セメント改良土のすべり安全率が 1.2 以上あることを確認した。

表 4.8-1 (1) セメント改良土のすべり安全率評価結果 (断面①)

| 解析ケース | 地震動                | 発生時刻(s) | 最小すべり安全率 |     |
|-------|--------------------|---------|----------|-----|
| ①     | S <sub>s</sub> -D1 | (++)    | 25.52    | 3.8 |
|       |                    | (-+)    | 32.32    | 4.2 |
|       |                    | (+-)    | 45.06    | 4.0 |
|       |                    | (--)    | 29.17    | 3.7 |
|       | S <sub>s</sub> -D2 | (++)    | 13.58    | 3.7 |
|       |                    | (-+)    | 17.55    | 4.0 |
|       |                    | (+-)    | 13.57    | 4.0 |
|       |                    | (--)    | 13.44    | 3.9 |
|       | S <sub>s</sub> -D3 | (++)    | 21.43    | 4.3 |
|       |                    | (-+)    | 21.34    | 4.7 |
|       |                    | (+-)    | 7.23     | 4.6 |
|       |                    | (--)    | 11.14    | 5.0 |
|       | S <sub>s</sub> -F1 | (++)    | 22.44    | 4.4 |
|       |                    | (-+)    | 15.63    | 5.8 |
|       | S <sub>s</sub> -F2 | (++)    | 27.88    | 4.0 |
|       |                    | (-+)    | 28.40    | 4.9 |
|       | S <sub>s</sub> -F3 | (++)    | 26.73    | 5.2 |
|       |                    | (-+)    | 28.75    | 3.5 |
|       | S <sub>s</sub> -N1 | (++)    | 7.54     | 4.4 |
|       |                    | (-+)    | 7.40     | 6.3 |
| ②     | S <sub>s</sub> -D2 | (--)    | 13.48    | 4.3 |
| ③     |                    |         | 13.47    | 3.2 |

表 4.8-1 (2) セメント改良土のすべり安全率評価結果 (断面①, 平均値-1 $\sigma$ 強度)

| 解析ケース                        | 地震動                | 発生時刻(s) | 最小すべり安全率 |     |
|------------------------------|--------------------|---------|----------|-----|
| ①<br>(平均値-<br>1 $\sigma$ 強度) | S <sub>s</sub> -D1 | (++)    | 25.52    | 3.7 |
|                              |                    | (-+)    | 32.32    | 4.1 |
|                              |                    | (+-)    | 45.06    | 3.8 |
|                              |                    | (--)    | 29.17    | 3.5 |
|                              | S <sub>s</sub> -D2 | (++)    | 13.58    | 3.5 |
|                              |                    | (-+)    | 17.55    | 3.8 |
|                              |                    | (+-)    | 13.57    | 3.8 |
|                              |                    | (--)    | 13.44    | 3.7 |
|                              | S <sub>s</sub> -D3 | (++)    | 21.43    | 4.1 |
|                              |                    | (-+)    | 21.34    | 4.5 |
|                              |                    | (+-)    | 7.23     | 4.4 |
|                              |                    | (--)    | 11.14    | 4.8 |
|                              | S <sub>s</sub> -F1 | (++)    | 22.44    | 4.2 |
|                              |                    | (-+)    | 15.63    | 5.5 |
|                              | S <sub>s</sub> -F2 | (++)    | 27.88    | 3.9 |
|                              |                    | (-+)    | 28.40    | 4.7 |
|                              | S <sub>s</sub> -F3 | (++)    | 26.73    | 5.0 |
|                              |                    | (-+)    | 28.75    | 3.3 |
|                              | S <sub>s</sub> -N1 | (++)    | 7.54     | 4.3 |
|                              |                    | (-+)    | 7.40     | 6.0 |



表 4.8-1 (3) セメント改良土のすべり安全率評価結果 (断面②)

| 解析ケース | 地震動                | 発生時刻(s) | 最小すべり安全率 |     |
|-------|--------------------|---------|----------|-----|
| ①     | S <sub>s</sub> -D1 | (++)    | 37.21    | 4.0 |
|       |                    | (-+)    | 32.29    | 4.0 |
|       |                    | (+-)    | 45.04    | 4.1 |
|       |                    | (--)    | 29.14    | 3.8 |
|       | S <sub>s</sub> -D2 | (++)    | 6.82     | 3.5 |
|       |                    | (-+)    | 24.01    | 4.1 |
|       |                    | (+-)    | 13.55    | 3.9 |
|       |                    | (--)    | 6.75     | 3.7 |
|       | S <sub>s</sub> -D3 | (++)    | 21.06    | 4.3 |
|       |                    | (-+)    | 6.23     | 4.2 |
|       |                    | (+-)    | 21.39    | 4.3 |
|       |                    | (--)    | 15.57    | 3.9 |
|       | S <sub>s</sub> -F1 | (++)    | 22.41    | 4.3 |
|       |                    | (-+)    | 16.51    | 5.6 |
|       | S <sub>s</sub> -F2 | (++)    | 27.85    | 3.7 |
|       |                    | (-+)    | 28.49    | 5.5 |
|       | S <sub>s</sub> -F3 | (++)    | 28.45    | 5.0 |
|       |                    | (-+)    | 28.73    | 3.7 |
|       | S <sub>s</sub> -N1 | (++)    | 7.52     | 4.5 |
|       |                    | (-+)    | 7.35     | 6.4 |
| ②     | S <sub>s</sub> -D2 | (--)    | 25.11    | 4.0 |
| ③     |                    |         | 6.76     | 3.5 |

表 4.8-1 (4) セメント改良土のすべり安全率評価結果 (断面②, 平均値 - 1 $\sigma$ 強度)

| 解析ケース                         | 地震動                | 発生時刻(s) | 最小すべり安全率 |     |
|-------------------------------|--------------------|---------|----------|-----|
| ①<br>(平均値 -<br>1 $\sigma$ 強度) | S <sub>s</sub> -D1 | (++)    | 37.21    | 3.9 |
|                               |                    | (-+)    | 32.29    | 3.8 |
|                               |                    | (+-)    | 45.04    | 4.0 |
|                               |                    | (--)    | 29.14    | 3.6 |
|                               | S <sub>s</sub> -D2 | (++)    | 6.82     | 3.4 |
|                               |                    | (-+)    | 24.01    | 3.9 |
|                               |                    | (+-)    | 13.55    | 3.7 |
|                               |                    | (--)    | 6.75     | 3.6 |
|                               | S <sub>s</sub> -D3 | (++)    | 21.06    | 4.1 |
|                               |                    | (-+)    | 6.23     | 4.0 |
|                               |                    | (+-)    | 21.39    | 4.1 |
|                               |                    | (--)    | 15.57    | 3.7 |
|                               | S <sub>s</sub> -F1 | (++)    | 22.41    | 4.1 |
|                               |                    | (-+)    | 16.51    | 5.4 |
|                               | S <sub>s</sub> -F2 | (++)    | 27.85    | 3.6 |
|                               |                    | (-+)    | 28.49    | 5.3 |
|                               | S <sub>s</sub> -F3 | (++)    | 28.45    | 4.8 |
|                               |                    | (-+)    | 28.73    | 3.6 |
|                               | S <sub>s</sub> -N1 | (++)    | 7.52     | 4.3 |
|                               |                    | (-+)    | 7.35     | 6.2 |

表 4.8-1 (5) セメント改良土のすべり安全率評価結果 (断面③)

| 解析ケース | 地震動                | 発生時刻(s) | 最小すべり安全率 |     |
|-------|--------------------|---------|----------|-----|
| ①     | S <sub>s</sub> -D1 | (++)    | 37.21    | 4.3 |
|       |                    | (-+)    | 32.30    | 4.4 |
|       |                    | (+-)    | 45.04    | 4.5 |
|       |                    | (--)    | 29.16    | 3.8 |
|       | S <sub>s</sub> -D2 | (++)    | 6.82     | 3.9 |
|       |                    | (-+)    | 17.54    | 4.5 |
|       |                    | (+-)    | 13.55    | 4.4 |
|       |                    | (--)    | 6.75     | 4.0 |
|       | S <sub>s</sub> -D3 | (++)    | 21.07    | 4.6 |
|       |                    | (-+)    | 15.57    | 4.6 |
|       |                    | (+-)    | 21.05    | 4.7 |
|       |                    | (--)    | 15.57    | 4.1 |
|       | S <sub>s</sub> -F1 | (++)    | 22.43    | 4.6 |
|       |                    | (-+)    | 15.57    | 6.4 |
|       | S <sub>s</sub> -F2 | (++)    | 27.86    | 4.2 |
|       |                    | (-+)    | 31.29    | 6.3 |
|       | S <sub>s</sub> -F3 | (++)    | 28.44    | 5.4 |
|       |                    | (-+)    | 28.74    | 3.6 |
|       | S <sub>s</sub> -N1 | (++)    | 7.52     | 4.3 |
|       |                    | (-+)    | 7.35     | 6.3 |
| ②     | S <sub>s</sub> -D2 | (--)    | 6.75     | 4.5 |
| ③     |                    | 24.01   | 3.8      |     |

表 4.8-1 (6) セメント改良土のすべり安全率評価結果 (断面③, 平均値-1 $\sigma$ 強度)

| 解析ケース                        | 地震動                | 発生時刻(s) | 最小すべり安全率 |     |
|------------------------------|--------------------|---------|----------|-----|
| ①<br>(平均値-<br>1 $\sigma$ 強度) | S <sub>s</sub> -D1 | (++)    | 37.21    | 4.1 |
|                              |                    | (-+)    | 32.30    | 4.3 |
|                              |                    | (+-)    | 45.04    | 4.3 |
|                              |                    | (--)    | 29.16    | 3.6 |
|                              | S <sub>s</sub> -D2 | (++)    | 6.82     | 3.7 |
|                              |                    | (-+)    | 17.54    | 4.3 |
|                              |                    | (+-)    | 13.55    | 4.2 |
|                              |                    | (--)    | 6.75     | 3.8 |
|                              | S <sub>s</sub> -D3 | (++)    | 21.07    | 4.4 |
|                              |                    | (-+)    | 15.57    | 4.4 |
|                              |                    | (+-)    | 21.05    | 4.5 |
|                              |                    | (--)    | 15.57    | 3.9 |
|                              | S <sub>s</sub> -F1 | (++)    | 22.43    | 4.4 |
|                              |                    | (-+)    | 15.57    | 6.1 |
|                              | S <sub>s</sub> -F2 | (++)    | 27.86    | 4.0 |
|                              |                    | (-+)    | 31.29    | 6.1 |
|                              | S <sub>s</sub> -F3 | (++)    | 28.44    | 5.2 |
|                              |                    | (-+)    | 28.74    | 3.5 |
|                              | S <sub>s</sub> -N1 | (++)    | 7.52     | 4.2 |
|                              |                    | (-+)    | 7.35     | 6.1 |

表 4.8-1 (7) セメント改良土のすべり安全率評価結果 (断面④)

| 解析ケース              | 地震動                | 発生時刻(s) | 最小すべり安全率 |     |
|--------------------|--------------------|---------|----------|-----|
| ①                  | S <sub>s</sub> -D1 | (++)    | 25.49    | 3.8 |
|                    |                    | (-+)    | 32.32    | 3.4 |
|                    |                    | (+-)    | 25.49    | 3.7 |
|                    |                    | (--)    | 32.32    | 3.5 |
|                    | S <sub>s</sub> -D2 | (++)    | 25.31    | 3.8 |
|                    |                    | (-+)    | 8.34     | 3.7 |
|                    |                    | (+-)    | 13.57    | 3.8 |
|                    |                    | (--)    | 8.34     | 3.7 |
|                    | S <sub>s</sub> -D3 | (++)    | 8.51     | 4.2 |
|                    |                    | (-+)    | 7.77     | 4.1 |
|                    |                    | (+-)    | 8.51     | 4.3 |
|                    |                    | (--)    | 15.61    | 4.1 |
|                    | S <sub>s</sub> -F1 | (++)    | 20.12    | 4.1 |
|                    |                    | (-+)    | 15.93    | 4.2 |
|                    | S <sub>s</sub> -F2 | (++)    | 25.14    | 4.3 |
|                    |                    | (-+)    | 28.38    | 3.5 |
|                    | S <sub>s</sub> -F3 | (++)    | 26.72    | 3.9 |
|                    |                    | (-+)    | 26.85    | 3.5 |
| S <sub>s</sub> -N1 | (++)               | 7.53    | 2.8      |     |
|                    | (-+)               | 7.37    | 4.1      |     |
| ②                  | S <sub>s</sub> -D2 | (--)    | 8.33     | 3.8 |
| ③                  |                    | (--)    | 8.34     | 3.9 |

表 4.8-1 (8) セメント改良土のすべり安全率評価結果 (断面④, 平均値-1 $\sigma$ 強度)

| 解析ケース                        | 地震動                |      | 発生時刻(s) | 最小すべり安全率 |
|------------------------------|--------------------|------|---------|----------|
| ①<br>(平均値-<br>1 $\sigma$ 強度) | S <sub>s</sub> -D1 | (++) | 25.49   | 3.7      |
|                              |                    | (-+) | 32.32   | 3.3      |
|                              |                    | (+-) | 25.49   | 3.5      |
|                              |                    | (--) | 32.32   | 3.3      |
|                              | S <sub>s</sub> -D2 | (++) | 25.31   | 3.7      |
|                              |                    | (-+) | 8.34    | 3.5      |
|                              |                    | (+-) | 13.57   | 3.7      |
|                              |                    | (--) | 8.34    | 3.6      |
|                              | S <sub>s</sub> -D3 | (++) | 8.51    | 4.0      |
|                              |                    | (-+) | 7.77    | 4.0      |
|                              |                    | (+-) | 8.51    | 4.1      |
|                              |                    | (--) | 15.61   | 3.9      |
|                              | S <sub>s</sub> -F1 | (++) | 20.12   | 4.0      |
|                              |                    | (-+) | 15.93   | 4.1      |
|                              | S <sub>s</sub> -F2 | (++) | 25.14   | 4.2      |
|                              |                    | (-+) | 28.38   | 3.4      |
|                              | S <sub>s</sub> -F3 | (++) | 26.72   | 3.8      |
|                              |                    | (-+) | 26.85   | 3.4      |
|                              | S <sub>s</sub> -N1 | (++) | 7.53    | 2.7      |
|                              |                    | (-+) | 7.37    | 3.9      |

#### 4.9 止水ジョイント部材の相対変位量に対する評価結果

地震時の止水ジョイント部材の相対変位量に対する照査結果を表 4.9-1 及び表 4.9-2 に示す。また、止水ジョイント部材の相対変位量評価区間を図 4.9-1 に示す。

地震時の止水ジョイント部材の相対変位量に対する照査を行った結果、相対変位量が許容限界以下であることを確認した。

なお、止水ジョイント部材の相対変位量の詳細については、「6.1.6 防潮堤（鋼管式鉛直壁）の止水ジョイント部材の相対変位量に関する補足説明」に示す。

表 4.9-1 (1) ゴムジョイント部材設置箇所地震時相対変位量

(A 区間：構造境界部（一般部のうち突出長変化部），鋼製遮水壁天端部：O. P. +29.0m)

| 方向    | 地震動              | 解析<br>ケース | 地震時相対変位量<br>(mm) | 許容限界<br>(mm) |
|-------|------------------|-----------|------------------|--------------|
| 軸直交方向 | S s - D 2 ( -- ) | ②         | 95.5             | 350          |
| 軸方向   | S s - F 3 ( ++ ) | ②         | 12.3             | 150          |

表 4.9-1 (2) ゴムジョイント部材設置箇所地震時相対変位量

(B 区間：構造境界部（一般部のうち背面補強工間），鋼製遮水壁天端部：O. P. +29.0m)

| 方向    | 地震動               | 解析<br>ケース | 地震時相対変位量<br>(mm) | 許容限界<br>(mm) |
|-------|-------------------|-----------|------------------|--------------|
| 軸直交方向 | S s - F 2 ( ++ )  | ③         | 209.5            | 350          |
| 軸方向   | S s - N 1 ( - + ) | ③         | 22.2             | 150          |

表 4.9-1 (3) ゴムジョイント部材設置箇所地震時相対変位量

(C 区間：構造境界部（一般部と岩盤部の境界），鋼製遮水壁天端部：O. P. +29.0m)

| 方向    | 地震動               | 解析<br>ケース | 地震時相対変位量<br>(mm) | 許容限界<br>(mm) |
|-------|-------------------|-----------|------------------|--------------|
| 軸直交方向 | S s - F 2 ( ++ )  | ③         | 209.5            | 350          |
| 軸方向   | S s - F 2 ( - + ) | ③         | 14.1             | 150          |

表 4.9-1 (4) ゴムジョイント部材設置箇所地震時相対変位量

(D 区間：構造境界部（岩盤部のうち背面補強工間），鋼製遮水壁天端部：O. P. +29.0m)

| 方向    | 地震動              | 解析<br>ケース | 地震時相対変位量<br>(mm) | 許容限界<br>(mm) |
|-------|------------------|-----------|------------------|--------------|
| 軸直交方向 | S s - D 2 ( ++ ) | ③         | 35.5             | 350          |
| 軸方向   | S s - N 1 ( ++ ) | ②         | 2.0              | 150          |

表 4.9-1 (5) ゴムジョイント部材設置箇所地震時相対変位量

(E 区間：構造境界部（岩盤部のうち背面補強工端部），鋼製遮水壁天端部：O. P. +29. 0m)

| 方向    | 地震動            | 解析<br>ケース | 地震時相対変位量<br>(mm) | 許容限界<br>(mm) |
|-------|----------------|-----------|------------------|--------------|
| 軸直交方向 | S s - F 3 (++) | ③         | 52. 6            | 350          |
| 軸方向   | S s - F 3 (-+) | ②         | 6. 7             | 150          |

表 4.9-1 (6) ゴムジョイント部材設置箇所地震時相対変位量

(F 区間：構造境界部（岩盤部のうち突出長変化部），鋼製遮水壁天端部：O. P. +29. 0m)

| 方向    | 地震動            | 解析<br>ケース | 地震時相対変位量<br>(mm) | 許容限界<br>(mm) |
|-------|----------------|-----------|------------------|--------------|
| 軸直交方向 | S s - F 3 (++) | ③         | 52. 6            | 350          |
| 軸方向   | - *            | - *       | 52. 6            | 150          |

注記 \*：保守的に軸直交方向と同等の変位量を考慮。

表 4.9-1 (7) ゴムジョイント部材設置箇所地震時相対変位量

(G 区間：構造境界部（岩盤部のうち RC 壁との境界），鋼製遮水壁天端部：O. P. +29. 0m)

| 方向    | 地震動            | 解析<br>ケース | 地震時相対変位量<br>(mm) | 許容限界<br>(mm) |
|-------|----------------|-----------|------------------|--------------|
| 軸直交方向 | S s - F 3 (++) | ③         | 52. 6            | 350          |
| 軸方向   | - *            | - *       | 52. 6            | 150          |

注記 \*：保守的に軸直交方向と同等の変位量を考慮。

表 4.9-2 (1) ウレタンシリコン目地設置箇所地震時相対変位量

(H 区間：構造同一部（一般部のうち背面補強工内），鋼製遮水壁天端部：O. P. +29. 0m)

| 方向    | 地震動            | 解析<br>ケース | 地震時相対変位量<br>(mm) | 許容限界<br>(mm) |
|-------|----------------|-----------|------------------|--------------|
| 軸直交方向 | S s - D 1 (--) | ①×③*      | 18. 8            | 30           |
| 軸方向   | S s - F 2 (-+) | ③         | 1. 6             | 6            |

注記 \*：解析ケース①と解析ケース③の時刻歴相対変位を示す。

表 4.9-2 (2) ウレタンシリコン目地設置箇所地震時相対変位量

(I 区間：構造同一部（岩盤部のうち突出長同一部），鋼製遮水壁天端部：O. P. +29. 0m)

| 方向    | 地震動            | 解析<br>ケース | 地震時相対変位量<br>(mm) | 許容限界<br>(mm) |
|-------|----------------|-----------|------------------|--------------|
| 軸直交方向 | S s - F 3 (++) | ①×③*      | 7. 7             | 30           |
| 軸方向   | S s - F 3 (-+) | ③         | 1. 2             | 6            |

注記 \*：解析ケース①と解析ケース③の時刻歴相対変位を示す。



表 4.9-2 (3) ウレタンシリコン目地設置箇所地震時相対変位量

(J 区間：構造同一部（岩盤部のうち背面補強工内），鋼製遮水壁天端部：O. P. +29.0m)

| 方向    | 地震動            | 解析<br>ケース | 地震時相対変位量<br>(mm) | 許容限界<br>(mm) |
|-------|----------------|-----------|------------------|--------------|
| 軸直交方向 | S s - D 2 (++) | ①×③*      | 2.7              | 30           |
| 軸方向   | S s - F 2 (-+) | ③         | 1.0              | 6            |

注記 \*：解析ケース①と解析ケース③の時刻歴相対変位を示す。



#### 4.10 基礎地盤

基礎地盤の支持性能評価結果を表 4.10-1～表 4.10-3 に示す。

また、背面補強工及び置換コンクリートの最大接地圧分布図を図 4.10-1～図 4.10-2 に示す。

防潮堤（鋼管式鉛直壁）の基礎地盤に生じる最大接地圧が極限支持力度以下であることを確認した。

表 4.10-1 (1) 基礎地盤の支持性能評価結果（鋼管杭，断面①）

| 解析<br>ケース | 地震動                 |      | 最大接地圧<br>$R_a$ (N/mm <sup>2</sup> ) | 極限支持力<br>$R_{ua}$ (N/mm <sup>2</sup> ) | 照査値<br>$R_a/R_{ua}$ |
|-----------|---------------------|------|-------------------------------------|--|---------------------|
| ①         | S <sub>s</sub> -D 1 | (++) | 1.8                                 | 11.4                                   | 0.16                |
|           |                     | (-+) | 1.6                                 | 11.4                                   | 0.15                |
|           |                     | (+-) | 1.9                                 | 11.4                                   | 0.17                |
|           |                     | (--) | 1.8                                 | 11.4                                   | 0.16                |
|           | S <sub>s</sub> -D 2 | (++) | 1.5                                 | 11.4                                   | 0.14                |
|           |                     | (-+) | 1.3                                 | 11.4                                   | 0.12                |
|           |                     | (+-) | 1.6                                 | 11.4                                   | 0.15                |
|           |                     | (--) | 1.7                                 | 11.4                                   | 0.15                |
|           | S <sub>s</sub> -D 3 | (++) | 1.3                                 | 11.4                                   | 0.12                |
|           |                     | (-+) | 1.2                                 | 11.4                                   | 0.11                |
|           |                     | (+-) | 1.3                                 | 11.4                                   | 0.12                |
|           |                     | (--) | 1.2                                 | 11.4                                   | 0.11                |
|           | S <sub>s</sub> -F 1 | (++) | 1.6                                 | 11.4                                   | 0.15                |
|           |                     | (-+) | 1.0                                 | 11.4                                   | 0.09                |
|           | S <sub>s</sub> -F 2 | (++) | 1.4                                 | 11.4                                   | 0.13                |
|           |                     | (-+) | 1.0                                 | 11.4                                   | 0.09                |
|           | S <sub>s</sub> -F 3 | (++) | 1.2                                 | 11.4                                   | 0.11                |
|           |                     | (-+) | 1.6                                 | 11.4                                   | 0.15                |
|           | S <sub>s</sub> -N 1 | (++) | 1.3                                 | 11.4                                   | 0.12                |
|           |                     | (-+) | 1.9                                 | 11.4                                   | 0.17                |
| ②         | S <sub>s</sub> -D 2 | (--) | 1.7                                 | 11.4                                   | 0.15                |
| ③         |                     |      | 1.6                                 | 11.4                                   | 0.15                |

表 4.10-1 (2) 基礎地盤の支持性能評価結果 (鋼管杭, 断面②)

| 解析<br>ケース | 地震動                |      | 最大接地圧<br>$R_a$ (N/mm <sup>2</sup> ) | 極限支持力<br>$R_{ua}$ (N/mm <sup>2</sup> ) | 照査値<br>$R_a/R_{ua}$ |
|-----------|--------------------|------|-------------------------------------|--|---------------------|
| ①         | S <sub>s</sub> -D1 | (++) | 1.1                                 | 11.4                                   | 0.10                |
|           |                    | (-+) | 1.0                                 | 11.4                                   | 0.09                |
|           |                    | (+-) | 1.3                                 | 11.4                                   | 0.12                |
|           |                    | (--) | 1.1                                 | 11.4                                   | 0.10                |
|           | S <sub>s</sub> -D2 | (++) | 1.1                                 | 11.4                                   | 0.10                |
|           |                    | (-+) | 1.3                                 | 11.4                                   | 0.12                |
|           |                    | (+-) | 1.0                                 | 11.4                                   | 0.09                |
|           |                    | (--) | 1.3                                 | 11.4                                   | 0.12                |
|           | S <sub>s</sub> -D3 | (++) | 1.0                                 | 11.4                                   | 0.09                |
|           |                    | (-+) | 0.9                                 | 11.4                                   | 0.08                |
|           |                    | (+-) | 0.9                                 | 11.4                                   | 0.08                |
|           |                    | (--) | 0.9                                 | 11.4                                   | 0.08                |
|           | S <sub>s</sub> -F1 | (++) | 0.9                                 | 11.4                                   | 0.08                |
|           |                    | (-+) | 0.9                                 | 11.4                                   | 0.08                |
|           | S <sub>s</sub> -F2 | (++) | 1.0                                 | 11.4                                   | 0.09                |
|           |                    | (-+) | 0.8                                 | 11.4                                   | 0.08                |
|           | S <sub>s</sub> -F3 | (++) | 0.9                                 | 11.4                                   | 0.08                |
|           |                    | (-+) | 1.0                                 | 11.4                                   | 0.09                |
|           | S <sub>s</sub> -N1 | (++) | 0.7                                 | 11.4                                   | 0.07                |
|           |                    | (-+) | 1.4                                 | 11.4                                   | 0.13                |
| ②         | S <sub>s</sub> -D2 | (--) | 1.2                                 | 11.4                                   | 0.11                |
| ③         |                    |      | 1.5                                 | 11.4                                   | 0.14                |

表 4.10-1 (3) 基礎地盤の支持性能評価結果 (鋼管杭, 断面③)

| 解析<br>ケース | 地震動                |      | 最大接地圧<br>$R_a$ (N/mm <sup>2</sup> ) | 極限支持力<br>$R_{ua}$ (N/mm <sup>2</sup> ) | 照査値<br>$R_a/R_{ua}$ |
|-----------|--------------------|------|-------------------------------------|--|---------------------|
| ①         | S <sub>s</sub> -D1 | (++) | 1.4                                 | 13.7                                   | 0.11                |
|           |                    | (-+) | 1.2                                 | 13.7                                   | 0.09                |
|           |                    | (+-) | 1.5                                 | 13.7                                   | 0.11                |
|           |                    | (--) | 1.1                                 | 13.7                                   | 0.09                |
|           | S <sub>s</sub> -D2 | (++) | 1.5                                 | 13.7                                   | 0.11                |
|           |                    | (-+) | 1.6                                 | 13.7                                   | 0.12                |
|           |                    | (+-) | 1.5                                 | 13.7                                   | 0.11                |
|           |                    | (--) | 1.8                                 | 13.7                                   | 0.14                |
|           | S <sub>s</sub> -D3 | (++) | 1.3                                 | 13.7                                   | 0.10                |
|           |                    | (-+) | 1.2                                 | 13.7                                   | 0.09                |
|           |                    | (+-) | 1.3                                 | 13.7                                   | 0.10                |
|           |                    | (--) | 1.2                                 | 13.7                                   | 0.09                |
|           | S <sub>s</sub> -F1 | (++) | 1.5                                 | 13.7                                   | 0.11                |
|           |                    | (-+) | 1.0                                 | 13.7                                   | 0.08                |
|           | S <sub>s</sub> -F2 | (++) | 1.5                                 | 13.7                                   | 0.11                |
|           |                    | (-+) | 1.1                                 | 13.7                                   | 0.09                |
|           | S <sub>s</sub> -F3 | (++) | 1.5                                 | 13.7                                   | 0.11                |
|           |                    | (-+) | 1.7                                 | 13.7                                   | 0.13                |
|           | S <sub>s</sub> -N1 | (++) | 1.1                                 | 13.7                                   | 0.09                |
|           |                    | (-+) | 2.2                                 | 13.7                                   | 0.17                |
| ②         | S <sub>s</sub> -D2 | (--) | 1.7                                 | 13.7                                   | 0.13                |
| ③         |                    |      | 2.0                                 | 13.7                                   | 0.15                |

表 4.10-1 (4) 基礎地盤の支持性能評価結果 (鋼管杭, 断面④)

| 解析<br>ケース | 地震動                |      | 最大接地圧<br>$R_a$ (N/mm <sup>2</sup> ) | 極限支持力<br>$R_{ua}$ (N/mm <sup>2</sup> ) | 照査値<br>$R_a/R_{ua}$ |
|-----------|--------------------|------|-------------------------------------|--|---------------------|
| ①         | S <sub>s</sub> -D1 | (++) | 3.3                                 | 11.4                                   | 0.29                |
|           |                    | (-+) | 3.1                                 | 11.4                                   | 0.28                |
|           |                    | (+-) | 4.4                                 | 11.4                                   | 0.39                |
|           |                    | (--) | 3.2                                 | 11.4                                   | 0.29                |
|           | S <sub>s</sub> -D2 | (++) | 3.6                                 | 11.4                                   | 0.32                |
|           |                    | (-+) | 3.8                                 | 11.4                                   | 0.34                |
|           |                    | (+-) | 3.9                                 | 11.4                                   | 0.35                |
|           |                    | (--) | 4.3                                 | 11.4                                   | 0.38                |
|           | S <sub>s</sub> -D3 | (++) | 2.8                                 | 11.4                                   | 0.25                |
|           |                    | (-+) | 2.6                                 | 11.4                                   | 0.23                |
|           |                    | (+-) | 2.9                                 | 11.4                                   | 0.26                |
|           |                    | (--) | 2.7                                 | 11.4                                   | 0.24                |
|           | S <sub>s</sub> -F1 | (++) | 2.4                                 | 11.4                                   | 0.22                |
|           |                    | (-+) | 2.3                                 | 11.4                                   | 0.21                |
|           | S <sub>s</sub> -F2 | (++) | 2.7                                 | 11.4                                   | 0.24                |
|           |                    | (-+) | 2.7                                 | 11.4                                   | 0.24                |
|           | S <sub>s</sub> -F3 | (++) | 2.7                                 | 11.4                                   | 0.24                |
|           |                    | (-+) | 2.5                                 | 11.4                                   | 0.22                |
|           | S <sub>s</sub> -N1 | (++) | 2.0                                 | 11.4                                   | 0.18                |
|           |                    | (-+) | 3.6                                 | 11.4                                   | 0.32                |
| ②         | S <sub>s</sub> -D2 | (--) | 3.9                                 | 11.4                                   | 0.35                |
| ③         |                    |      | 4.8                                 | 11.4                                   | 0.43                |

表 4.10-1 (5) 基礎地盤の支持性能評価結果 (鋼管杭, 断面⑤)

| 解析<br>ケース | 地震動                |      | 最大接地圧<br>$R_a$ (N/mm <sup>2</sup> ) | 極限支持力<br>$R_{ua}$ (N/mm <sup>2</sup> ) | 照査値<br>$R_a/R_{ua}$ |
|-----------|--------------------|------|-------------------------------------|--|---------------------|
| ①         | S <sub>s</sub> -D1 | (++) | 0.5                                 | 13.7                                   | 0.04                |
|           |                    | (-+) | 0.5                                 | 13.7                                   | 0.04                |
|           |                    | (+-) | 0.5                                 | 13.7                                   | 0.04                |
|           |                    | (--) | 0.5                                 | 13.7                                   | 0.04                |
|           | S <sub>s</sub> -D2 | (++) | 0.5                                 | 13.7                                   | 0.04                |
|           |                    | (-+) | 0.5                                 | 13.7                                   | 0.04                |
|           |                    | (+-) | 0.5                                 | 13.7                                   | 0.04                |
|           |                    | (--) | 0.5                                 | 13.7                                   | 0.04                |
|           | S <sub>s</sub> -D3 | (++) | 0.5                                 | 13.7                                   | 0.04                |
|           |                    | (-+) | 0.5                                 | 13.7                                   | 0.04                |
|           |                    | (+-) | 0.5                                 | 13.7                                   | 0.04                |
|           |                    | (--) | 0.5                                 | 13.7                                   | 0.04                |
|           | S <sub>s</sub> -F1 | (++) | 0.5                                 | 13.7                                   | 0.04                |
|           |                    | (-+) | 0.5                                 | 13.7                                   | 0.04                |
|           | S <sub>s</sub> -F2 | (++) | 0.5                                 | 13.7                                   | 0.04                |
|           |                    | (-+) | 0.5                                 | 13.7                                   | 0.04                |
|           | S <sub>s</sub> -F3 | (++) | 0.5                                 | 13.7                                   | 0.04                |
|           |                    | (-+) | 0.5                                 | 13.7                                   | 0.04                |
|           | S <sub>s</sub> -N1 | (++) | 0.5                                 | 13.7                                   | 0.04                |
|           |                    | (-+) | 0.5                                 | 13.7                                   | 0.04                |
| ②         | S <sub>s</sub> -D2 | (-+) | 0.5                                 | 13.7                                   | 0.04                |
| ③         |                    |      | 0.5                                 | 13.7                                   | 0.04                |

表 4.10-1 (6) 基礎地盤の支持性能評価結果 (鋼管杭, 断面⑥)

| 解析<br>ケース | 地震動                |      | 最大接地圧<br>$R_a$ (N/mm <sup>2</sup> ) | 極限支持力<br>$R_{ua}$ (N/mm <sup>2</sup> ) | 照査値<br>$R_a/R_{ua}$ |
|-----------|--------------------|------|-------------------------------------|--|---------------------|
| ①         | S <sub>s</sub> -D1 | (++) | 0.5                                 | 13.7                                   | 0.04                |
|           |                    | (-+) | 0.5                                 | 13.7                                   | 0.04                |
|           |                    | (+-) | 0.5                                 | 13.7                                   | 0.04                |
|           |                    | (--) | 0.5                                 | 13.7                                   | 0.04                |
|           | S <sub>s</sub> -D2 | (++) | 0.5                                 | 13.7                                   | 0.04                |
|           |                    | (-+) | 0.5                                 | 13.7                                   | 0.04                |
|           |                    | (+-) | 0.5                                 | 13.7                                   | 0.04                |
|           |                    | (--) | 0.5                                 | 13.7                                   | 0.04                |
|           | S <sub>s</sub> -D3 | (++) | 0.5                                 | 13.7                                   | 0.04                |
|           |                    | (-+) | 0.5                                 | 13.7                                   | 0.04                |
|           |                    | (+-) | 0.5                                 | 13.7                                   | 0.04                |
|           |                    | (--) | 0.5                                 | 13.7                                   | 0.04                |
|           | S <sub>s</sub> -F1 | (++) | 0.5                                 | 13.7                                   | 0.04                |
|           |                    | (-+) | 0.5                                 | 13.7                                   | 0.04                |
|           | S <sub>s</sub> -F2 | (++) | 0.5                                 | 13.7                                   | 0.04                |
|           |                    | (-+) | 0.5                                 | 13.7                                   | 0.04                |
|           | S <sub>s</sub> -F3 | (++) | 0.5                                 | 13.7                                   | 0.04                |
|           |                    | (-+) | 0.5                                 | 13.7                                   | 0.04                |
|           | S <sub>s</sub> -N1 | (++) | 0.5                                 | 13.7                                   | 0.04                |
|           |                    | (-+) | 0.5                                 | 13.7                                   | 0.04                |
| ②         | S <sub>s</sub> -F3 | (++) | 0.5                                 | 13.7                                   | 0.04                |
| ③         |                    |      | 0.5                                 | 13.7                                   | 0.04                |



表 4.10-1 (7) 基礎地盤の支持性能評価結果 (鋼管杭, 断面⑦)

| 解析<br>ケース | 地震動                |      | 最大接地圧<br>$R_a$ (N/mm <sup>2</sup> ) | 極限支持力<br>$R_{ua}$ (N/mm <sup>2</sup> ) | 照査値<br>$R_a/R_{ua}$ |
|-----------|--------------------|------|-------------------------------------|--|---------------------|
| ①         | S <sub>s</sub> -D1 | (++) | 0.5                                 | 3.9                                    | 0.13                |
|           |                    | (-+) | 0.5                                 | 3.9                                    | 0.13                |
|           |                    | (+-) | 0.5                                 | 3.9                                    | 0.13                |
|           |                    | (--) | 0.5                                 | 3.9                                    | 0.13                |
|           | S <sub>s</sub> -D2 | (++) | 0.5                                 | 3.9                                    | 0.13                |
|           |                    | (-+) | 0.5                                 | 3.9                                    | 0.13                |
|           |                    | (+-) | 0.5                                 | 3.9                                    | 0.13                |
|           |                    | (--) | 0.5                                 | 3.9                                    | 0.13                |
|           | S <sub>s</sub> -D3 | (++) | 0.5                                 | 3.9                                    | 0.13                |
|           |                    | (-+) | 0.5                                 | 3.9                                    | 0.13                |
|           |                    | (+-) | 0.5                                 | 3.9                                    | 0.13                |
|           |                    | (--) | 0.5                                 | 3.9                                    | 0.13                |
|           | S <sub>s</sub> -F1 | (++) | 0.5                                 | 3.9                                    | 0.13                |
|           |                    | (-+) | 0.5                                 | 3.9                                    | 0.13                |
|           | S <sub>s</sub> -F2 | (++) | 0.5                                 | 3.9                                    | 0.13                |
|           |                    | (-+) | 0.5                                 | 3.9                                    | 0.13                |
|           | S <sub>s</sub> -F3 | (++) | 0.5                                 | 3.9                                    | 0.13                |
|           |                    | (-+) | 0.5                                 | 3.9                                    | 0.13                |
|           | S <sub>s</sub> -N1 | (++) | 0.5                                 | 3.9                                    | 0.13                |
|           |                    | (-+) | 0.5                                 | 3.9                                    | 0.13                |
| ②         | S <sub>s</sub> -F3 | (++) | 0.5                                 | 3.9                                    | 0.13                |
| ③         |                    |      | 0.5                                 | 3.9                                    | 0.13                |

表 4.10-2 (1) 基礎地盤の支持性能評価結果 (背面補強工、断面①)

| 解析<br>ケース | 地震動                |      | 最大接地圧<br>$R_a$ (N/mm <sup>2</sup> ) | 極限支持力<br>$R_{ua}$ (N/mm <sup>2</sup> ) | 照査値<br>$R_a/R_{ua}$ |
|-----------|--------------------|------|-------------------------------------|--|---------------------|
| ①         | S <sub>s</sub> -D1 | (++) | 0.8                                 | 4.4                                    | 0.19                |
|           |                    | (-+) | 0.8                                 | 4.4                                    | 0.19                |
|           |                    | (+-) | 0.8                                 | 4.4                                    | 0.19                |
|           |                    | (--) | 0.9                                 | 4.4                                    | 0.21                |
|           | S <sub>s</sub> -D2 | (++) | 0.9                                 | 4.4                                    | 0.21                |
|           |                    | (-+) | 0.9                                 | 4.4                                    | 0.21                |
|           |                    | (+-) | 0.8                                 | 4.4                                    | 0.19                |
|           |                    | (--) | 0.9                                 | 4.4                                    | 0.21                |
|           | S <sub>s</sub> -D3 | (++) | 0.8                                 | 4.4                                    | 0.19                |
|           |                    | (-+) | 0.7                                 | 4.4                                    | 0.16                |
|           |                    | (+-) | 0.7                                 | 4.4                                    | 0.16                |
|           |                    | (--) | 0.7                                 | 4.4                                    | 0.16                |
|           | S <sub>s</sub> -F1 | (++) | 0.8                                 | 4.4                                    | 0.19                |
|           |                    | (-+) | 0.6                                 | 4.4                                    | 0.14                |
|           | S <sub>s</sub> -F2 | (++) | 0.8                                 | 4.4                                    | 0.19                |
|           |                    | (-+) | 0.7                                 | 4.4                                    | 0.16                |
|           | S <sub>s</sub> -F3 | (++) | 0.7                                 | 4.4                                    | 0.16                |
|           |                    | (-+) | 0.9                                 | 4.4                                    | 0.21                |
|           | S <sub>s</sub> -N1 | (++) | 0.6                                 | 4.4                                    | 0.14                |
|           |                    | (-+) | 0.7                                 | 4.4                                    | 0.16                |
| ②         | S <sub>s</sub> -D2 | (--) | 0.9                                 | 4.4                                    | 0.21                |
| ③         |                    |      | 0.9                                 | 4.4                                    | 0.21                |

表 4.10-2 (2) 基礎地盤の支持性能評価結果 (背面補強工、断面②)

| 解析<br>ケース | 地震動                |      | 最大接地圧<br>$R_a$ (N/mm <sup>2</sup> ) | 極限支持力<br>$R_{ua}$ (N/mm <sup>2</sup> ) | 照査値<br>$R_a/R_{ua}$ |
|-----------|--------------------|------|-------------------------------------|--|---------------------|
| ①         | S <sub>s</sub> -D1 | (++) | 0.8                                 | 4.4                                    | 0.19                |
|           |                    | (-+) | 0.7                                 | 4.4                                    | 0.16                |
|           |                    | (+-) | 0.8                                 | 4.4                                    | 0.19                |
|           |                    | (--) | 0.8                                 | 4.4                                    | 0.19                |
|           | S <sub>s</sub> -D2 | (++) | 0.8                                 | 4.4                                    | 0.19                |
|           |                    | (-+) | 0.8                                 | 4.4                                    | 0.19                |
|           |                    | (+-) | 0.7                                 | 4.4                                    | 0.16                |
|           |                    | (--) | 0.9                                 | 4.4                                    | 0.21                |
|           | S <sub>s</sub> -D3 | (++) | 0.8                                 | 4.4                                    | 0.19                |
|           |                    | (-+) | 0.7                                 | 4.4                                    | 0.16                |
|           |                    | (+-) | 0.7                                 | 4.4                                    | 0.16                |
|           |                    | (--) | 0.7                                 | 4.4                                    | 0.16                |
|           | S <sub>s</sub> -F1 | (++) | 0.7                                 | 4.4                                    | 0.16                |
|           |                    | (-+) | 0.6                                 | 4.4                                    | 0.14                |
|           | S <sub>s</sub> -F2 | (++) | 0.7                                 | 4.4                                    | 0.16                |
|           |                    | (-+) | 0.7                                 | 4.4                                    | 0.16                |
|           | S <sub>s</sub> -F3 | (++) | 0.7                                 | 4.4                                    | 0.16                |
|           |                    | (-+) | 0.9                                 | 4.4                                    | 0.21                |
|           | S <sub>s</sub> -N1 | (++) | 0.7                                 | 4.4                                    | 0.16                |
|           |                    | (-+) | 0.7                                 | 4.4                                    | 0.16                |
| ②         | S <sub>s</sub> -D2 | (--) | 0.9                                 | 4.4                                    | 0.21                |
| ③         |                    |      | 0.8                                 | 4.4                                    | 0.19                |

表 4.10-2 (3) 基礎地盤の支持性能評価結果 (背面補強工、断面③)

| 解析<br>ケース | 地震動                |      | 最大接地圧<br>$R_a$ (N/mm <sup>2</sup> ) | 極限支持力<br>$R_{ua}$ (N/mm <sup>2</sup> ) | 照査値<br>$R_a/R_{ua}$ |
|-----------|--------------------|------|-------------------------------------|--|---------------------|
| ①         | S <sub>s</sub> -D1 | (++) | 0.8                                 | 4.4                                    | 0.19                |
|           |                    | (-+) | 0.7                                 | 4.4                                    | 0.16                |
|           |                    | (+-) | 0.7                                 | 4.4                                    | 0.16                |
|           |                    | (--) | 0.8                                 | 4.4                                    | 0.19                |
|           | S <sub>s</sub> -D2 | (++) | 0.9                                 | 4.4                                    | 0.21                |
|           |                    | (-+) | 0.8                                 | 4.4                                    | 0.19                |
|           |                    | (+-) | 0.8                                 | 4.4                                    | 0.19                |
|           |                    | (--) | 0.8                                 | 4.4                                    | 0.19                |
|           | S <sub>s</sub> -D3 | (++) | 0.7                                 | 4.4                                    | 0.16                |
|           |                    | (-+) | 0.6                                 | 4.4                                    | 0.14                |
|           |                    | (+-) | 0.6                                 | 4.4                                    | 0.14                |
|           |                    | (--) | 0.7                                 | 4.4                                    | 0.16                |
|           | S <sub>s</sub> -F1 | (++) | 0.6                                 | 4.4                                    | 0.14                |
|           |                    | (-+) | 0.6                                 | 4.4                                    | 0.14                |
|           | S <sub>s</sub> -F2 | (++) | 0.6                                 | 4.4                                    | 0.14                |
|           |                    | (-+) | 0.6                                 | 4.4                                    | 0.14                |
|           | S <sub>s</sub> -F3 | (++) | 0.7                                 | 4.4                                    | 0.16                |
|           |                    | (-+) | 0.8                                 | 4.4                                    | 0.19                |
|           | S <sub>s</sub> -N1 | (++) | 0.6                                 | 4.4                                    | 0.14                |
|           |                    | (-+) | 0.6                                 | 4.4                                    | 0.14                |
| ②         | S <sub>s</sub> -D2 | (--) | 0.8                                 | 4.4                                    | 0.19                |
| ③         |                    |      | 0.8                                 | 4.4                                    | 0.19                |

表 4.10-2 (4) 基礎地盤の支持性能評価結果 (背面補強工、断面④)

| 解析<br>ケース | 地震動                |      | 最大接地圧<br>$R_a$ (N/mm <sup>2</sup> ) | 極限支持力<br>$R_{ua}$ (N/mm <sup>2</sup> ) | 照査値<br>$R_a/R_{ua}$ |
|-----------|--------------------|------|-------------------------------------|--|---------------------|
| ①         | S <sub>s</sub> -D1 | (++) | 1.4                                 | 4.4                                    | 0.32                |
|           |                    | (-+) | 1.3                                 | 4.4                                    | 0.30                |
|           |                    | (+-) | 1.5                                 | 4.4                                    | 0.35                |
|           |                    | (--) | 1.3                                 | 4.4                                    | 0.30                |
|           | S <sub>s</sub> -D2 | (++) | 1.4                                 | 4.4                                    | 0.32                |
|           |                    | (-+) | 1.5                                 | 4.4                                    | 0.35                |
|           |                    | (+-) | 1.4                                 | 4.4                                    | 0.32                |
|           |                    | (--) | 1.5                                 | 4.4                                    | 0.35                |
|           | S <sub>s</sub> -D3 | (++) | 1.2                                 | 4.4                                    | 0.28                |
|           |                    | (-+) | 1.2                                 | 4.4                                    | 0.28                |
|           |                    | (+-) | 1.2                                 | 4.4                                    | 0.28                |
|           |                    | (--) | 1.2                                 | 4.4                                    | 0.28                |
|           | S <sub>s</sub> -F1 | (++) | 1.2                                 | 4.4                                    | 0.28                |
|           |                    | (-+) | 1.2                                 | 4.4                                    | 0.28                |
|           | S <sub>s</sub> -F2 | (++) | 1.3                                 | 4.4                                    | 0.30                |
|           |                    | (-+) | 1.2                                 | 4.4                                    | 0.28                |
|           | S <sub>s</sub> -F3 | (++) | 1.2                                 | 4.4                                    | 0.28                |
|           |                    | (-+) | 1.2                                 | 4.4                                    | 0.28                |
|           | S <sub>s</sub> -N1 | (++) | 1.0                                 | 4.4                                    | 0.23                |
|           |                    | (-+) | 1.4                                 | 4.4                                    | 0.32                |
| ②         | S <sub>s</sub> -D2 | (--) | 1.5                                 | 4.4                                    | 0.35                |
| ③         |                    |      | 1.3                                 | 4.4                                    | 0.30                |

表 4.10-2 (5) 基礎地盤の支持性能評価結果 (背面補強工、断面⑤)

| 解析<br>ケース | 地震動                |      | 最大接地圧<br>$R_a$ (N/mm <sup>2</sup> ) | 極限支持力<br>$R_{ua}$ (N/mm <sup>2</sup> ) | 照査値<br>$R_a/R_{ua}$ |
|-----------|--------------------|------|-------------------------------------|--|---------------------|
| ①         | S <sub>s</sub> -D1 | (++) | 0.5                                 | 13.7                                   | 0.04                |
|           |                    | (-+) | 0.5                                 | 13.7                                   | 0.04                |
|           |                    | (+-) | 0.5                                 | 13.7                                   | 0.04                |
|           |                    | (--) | 0.5                                 | 13.7                                   | 0.04                |
|           | S <sub>s</sub> -D2 | (++) | 0.5                                 | 13.7                                   | 0.04                |
|           |                    | (-+) | 0.5                                 | 13.7                                   | 0.04                |
|           |                    | (+-) | 0.5                                 | 13.7                                   | 0.04                |
|           |                    | (--) | 0.5                                 | 13.7                                   | 0.04                |
|           | S <sub>s</sub> -D3 | (++) | 0.5                                 | 13.7                                   | 0.04                |
|           |                    | (-+) | 0.5                                 | 13.7                                   | 0.04                |
|           |                    | (+-) | 0.5                                 | 13.7                                   | 0.04                |
|           |                    | (--) | 0.5                                 | 13.7                                   | 0.04                |
|           | S <sub>s</sub> -F1 | (++) | 0.5                                 | 13.7                                   | 0.04                |
|           |                    | (-+) | 0.4                                 | 13.7                                   | 0.03                |
|           | S <sub>s</sub> -F2 | (++) | 0.5                                 | 13.7                                   | 0.04                |
|           |                    | (-+) | 0.4                                 | 13.7                                   | 0.03                |
|           | S <sub>s</sub> -F3 | (++) | 0.5                                 | 13.7                                   | 0.04                |
|           |                    | (-+) | 0.5                                 | 13.7                                   | 0.04                |
|           | S <sub>s</sub> -N1 | (++) | 0.4                                 | 13.7                                   | 0.03                |
|           |                    | (-+) | 0.4                                 | 13.7                                   | 0.03                |
| ②         | S <sub>s</sub> -D2 | (-+) | 0.5                                 | 13.7                                   | 0.04                |
| ③         |                    |      | 0.5                                 | 13.7                                   | 0.04                |

表 4.10-3 (1) 基礎地盤の支持性能評価結果 (置換コンクリート、断面①)

| 解析<br>ケース | 地震動                |      | 最大接地圧<br>$R_a$ (N/mm <sup>2</sup> ) | 極限支持力<br>$R_{ua}$ (N/mm <sup>2</sup> ) | 照査値<br>$R_a/R_{ua}$ |
|-----------|--------------------|------|-------------------------------------|--|---------------------|
| ①         | S <sub>s</sub> -D1 | (++) | 4.0                                 | 11.4                                   | 0.36                |
|           |                    | (-+) | 3.9                                 | 11.4                                   | 0.35                |
|           |                    | (+-) | 3.9                                 | 11.4                                   | 0.35                |
|           |                    | (--) | 4.1                                 | 11.4                                   | 0.36                |
|           | S <sub>s</sub> -D2 | (++) | 3.8                                 | 11.4                                   | 0.34                |
|           |                    | (-+) | 3.9                                 | 11.4                                   | 0.35                |
|           |                    | (+-) | 3.6                                 | 11.4                                   | 0.32                |
|           |                    | (--) | 4.1                                 | 11.4                                   | 0.36                |
|           | S <sub>s</sub> -D3 | (++) | 3.6                                 | 11.4                                   | 0.32                |
|           |                    | (-+) | 3.1                                 | 11.4                                   | 0.28                |
|           |                    | (+-) | 3.3                                 | 11.4                                   | 0.29                |
|           |                    | (--) | 3.4                                 | 11.4                                   | 0.30                |
|           | S <sub>s</sub> -F1 | (++) | 3.5                                 | 11.4                                   | 0.31                |
|           |                    | (-+) | 3.4                                 | 11.4                                   | 0.30                |
|           | S <sub>s</sub> -F2 | (++) | 3.9                                 | 11.4                                   | 0.35                |
|           |                    | (-+) | 3.3                                 | 11.4                                   | 0.29                |
|           | S <sub>s</sub> -F3 | (++) | 3.6                                 | 11.4                                   | 0.32                |
|           |                    | (-+) | 3.8                                 | 11.4                                   | 0.34                |
|           | S <sub>s</sub> -N1 | (++) | 4.6                                 | 11.4                                   | 0.41                |
|           |                    | (-+) | 3.6                                 | 11.4                                   | 0.32                |
| ②         | S <sub>s</sub> -D2 | (--) | 4.3                                 | 11.4                                   | 0.38                |
| ③         |                    |      | 3.7                                 | 11.4                                   | 0.33                |

表 4.10-3 (2) 基礎地盤の支持性能評価結果 (置換コンクリート、断面②)

| 解析<br>ケース | 地震動                |      | 最大接地圧<br>$R_a$ (N/mm <sup>2</sup> ) | 極限支持力<br>$R_{ua}$ (N/mm <sup>2</sup> ) | 照査値<br>$R_a/R_{ua}$ |
|-----------|--------------------|------|-------------------------------------|--|---------------------|
| ①         | S <sub>s</sub> -D1 | (++) | 3.3                                 | 11.4                                   | 0.29                |
|           |                    | (-+) | 3.4                                 | 11.4                                   | 0.30                |
|           |                    | (+-) | 3.0                                 | 11.4                                   | 0.27                |
|           |                    | (--) | 3.4                                 | 11.4                                   | 0.30                |
|           | S <sub>s</sub> -D2 | (++) | 3.2                                 | 11.4                                   | 0.29                |
|           |                    | (-+) | 3.3                                 | 11.4                                   | 0.29                |
|           |                    | (+-) | 3.1                                 | 11.4                                   | 0.28                |
|           |                    | (--) | 3.5                                 | 11.4                                   | 0.31                |
|           | S <sub>s</sub> -D3 | (++) | 3.2                                 | 11.4                                   | 0.29                |
|           |                    | (-+) | 2.7                                 | 11.4                                   | 0.24                |
|           |                    | (+-) | 2.8                                 | 11.4                                   | 0.25                |
|           |                    | (--) | 2.8                                 | 11.4                                   | 0.25                |
|           | S <sub>s</sub> -F1 | (++) | 2.7                                 | 11.4                                   | 0.24                |
|           |                    | (-+) | 3.1                                 | 11.4                                   | 0.28                |
|           | S <sub>s</sub> -F2 | (++) | 2.9                                 | 11.4                                   | 0.26                |
|           |                    | (-+) | 3.5                                 | 11.4                                   | 0.31                |
|           | S <sub>s</sub> -F3 | (++) | 3.3                                 | 11.4                                   | 0.29                |
|           |                    | (-+) | 3.1                                 | 11.4                                   | 0.28                |
|           | S <sub>s</sub> -N1 | (++) | 3.7                                 | 11.4                                   | 0.33                |
|           |                    | (-+) | 3.3                                 | 11.4                                   | 0.29                |
| ②         | S <sub>s</sub> -D2 | (--) | 3.5                                 | 11.4                                   | 0.31                |
| ③         |                    |      | 3.4                                 | 11.4                                   | 0.30                |



表 4.10-3 (3) 基礎地盤の支持性能評価結果 (置換コンクリート、断面③)

| 解析<br>ケース | 地震動                |      | 最大接地圧<br>$R_a$ (N/mm <sup>2</sup> ) | 極限支持力<br>$R_{ua}$ (N/mm <sup>2</sup> ) | 照査値<br>$R_a/R_{ua}$ |
|-----------|--------------------|------|-------------------------------------|--|---------------------|
| ①         | S <sub>s</sub> -D1 | (++) | 2.6                                 | 13.7                                   | 0.19                |
|           |                    | (-+) | 2.6                                 | 13.7                                   | 0.19                |
|           |                    | (+-) | 2.4                                 | 13.7                                   | 0.18                |
|           |                    | (--) | 2.8                                 | 13.7                                   | 0.21                |
|           | S <sub>s</sub> -D2 | (++) | 2.8                                 | 13.7                                   | 0.21                |
|           |                    | (-+) | 2.6                                 | 13.7                                   | 0.19                |
|           |                    | (+-) | 2.6                                 | 13.7                                   | 0.19                |
|           |                    | (--) | 2.7                                 | 13.7                                   | 0.20                |
|           | S <sub>s</sub> -D3 | (++) | 2.4                                 | 13.7                                   | 0.18                |
|           |                    | (-+) | 2.3                                 | 13.7                                   | 0.17                |
|           |                    | (+-) | 2.4                                 | 13.7                                   | 0.18                |
|           |                    | (--) | 2.4                                 | 13.7                                   | 0.18                |
|           | S <sub>s</sub> -F1 | (++) | 2.1                                 | 13.7                                   | 0.16                |
|           |                    | (-+) | 2.4                                 | 13.7                                   | 0.18                |
|           | S <sub>s</sub> -F2 | (++) | 2.4                                 | 13.7                                   | 0.18                |
|           |                    | (-+) | 2.3                                 | 13.7                                   | 0.17                |
|           | S <sub>s</sub> -F3 | (++) | 2.8                                 | 13.7                                   | 0.21                |
|           |                    | (-+) | 2.7                                 | 13.7                                   | 0.20                |
|           | S <sub>s</sub> -N1 | (++) | 3.0                                 | 13.7                                   | 0.22                |
|           |                    | (-+) | 2.6                                 | 13.7                                   | 0.19                |
| ②         | S <sub>s</sub> -D2 | (--) | 2.8                                 | 13.7                                   | 0.21                |
| ③         |                    |      | 2.7                                 | 13.7                                   | 0.20                |

表 4.10-3 (4) 基礎地盤の支持性能評価結果 (置換コンクリート、断面④)

| 解析<br>ケース | 地震動                |      | 最大接地圧<br>$R_a$ (N/mm <sup>2</sup> ) | 極限支持力<br>$R_{ua}$ (N/mm <sup>2</sup> ) | 照査値<br>$R_a/R_{ua}$ |
|-----------|--------------------|------|-------------------------------------|--|---------------------|
| ①         | S <sub>s</sub> -D1 | (++) | 2.6                                 | 11.4                                   | 0.23                |
|           |                    | (-+) | 2.2                                 | 11.4                                   | 0.20                |
|           |                    | (+-) | 2.7                                 | 11.4                                   | 0.24                |
|           |                    | (--) | 2.3                                 | 11.4                                   | 0.21                |
|           | S <sub>s</sub> -D2 | (++) | 2.6                                 | 11.4                                   | 0.23                |
|           |                    | (-+) | 2.5                                 | 11.4                                   | 0.22                |
|           |                    | (+-) | 2.5                                 | 11.4                                   | 0.22                |
|           |                    | (--) | 2.5                                 | 11.4                                   | 0.22                |
|           | S <sub>s</sub> -D3 | (++) | 2.2                                 | 11.4                                   | 0.20                |
|           |                    | (-+) | 2.1                                 | 11.4                                   | 0.19                |
|           |                    | (+-) | 2.4                                 | 11.4                                   | 0.22                |
|           |                    | (--) | 2.1                                 | 11.4                                   | 0.19                |
|           | S <sub>s</sub> -F1 | (++) | 2.1                                 | 11.4                                   | 0.19                |
|           |                    | (-+) | 2.1                                 | 11.4                                   | 0.19                |
|           | S <sub>s</sub> -F2 | (++) | 2.6                                 | 11.4                                   | 0.23                |
|           |                    | (-+) | 2.2                                 | 11.4                                   | 0.20                |
|           | S <sub>s</sub> -F3 | (++) | 2.5                                 | 11.4                                   | 0.22                |
|           |                    | (-+) | 2.3                                 | 11.4                                   | 0.21                |
|           | S <sub>s</sub> -N1 | (++) | 2.6                                 | 11.4                                   | 0.23                |
|           |                    | (-+) | 3.1                                 | 11.4                                   | 0.28                |
| ②         | S <sub>s</sub> -D2 | (--) | 2.7                                 | 11.4                                   | 0.24                |
| ③         |                    |      | 2.4                                 | 11.4                                   | 0.22                |

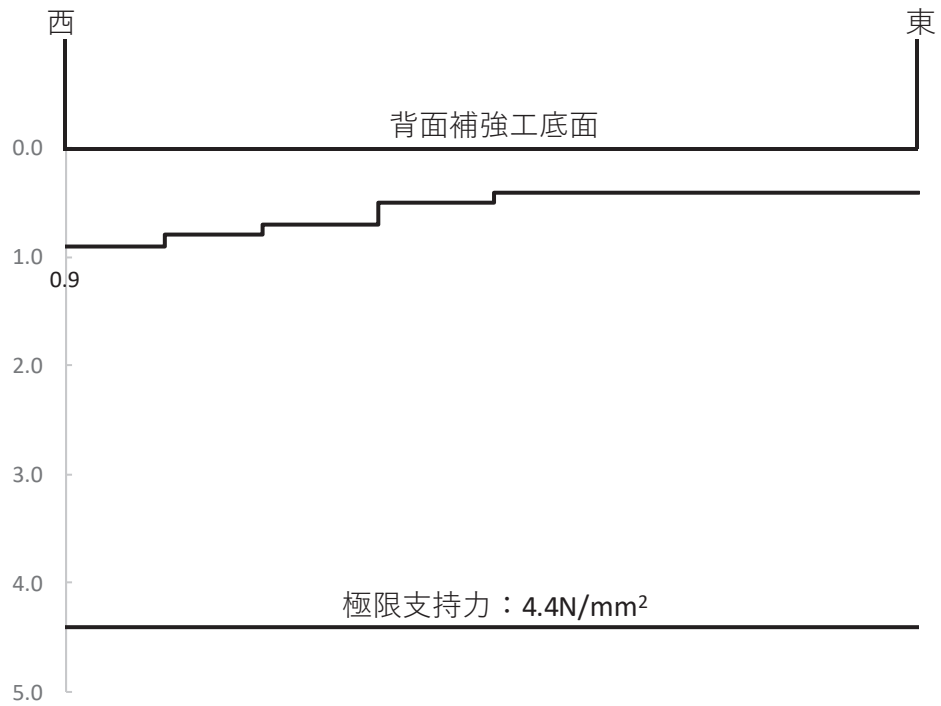


図 4.10-1 (1) 支持地盤の接地圧分布図 (断面①, 背面補強工)  
 (S s - D 1 ( + - ) )  
 解析ケース①: 基本ケース

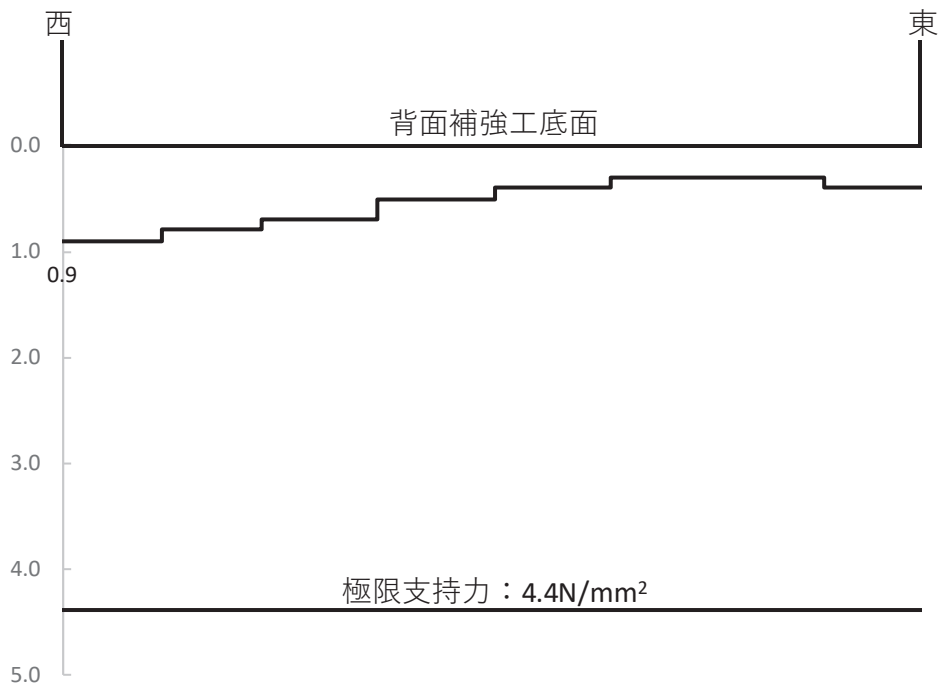


図 4.10-1 (2) 支持地盤の接地圧分布図 (断面②, 背面補強工)  
 (S s - F 3 ( - + ) )  
 解析ケース①: 基本ケース

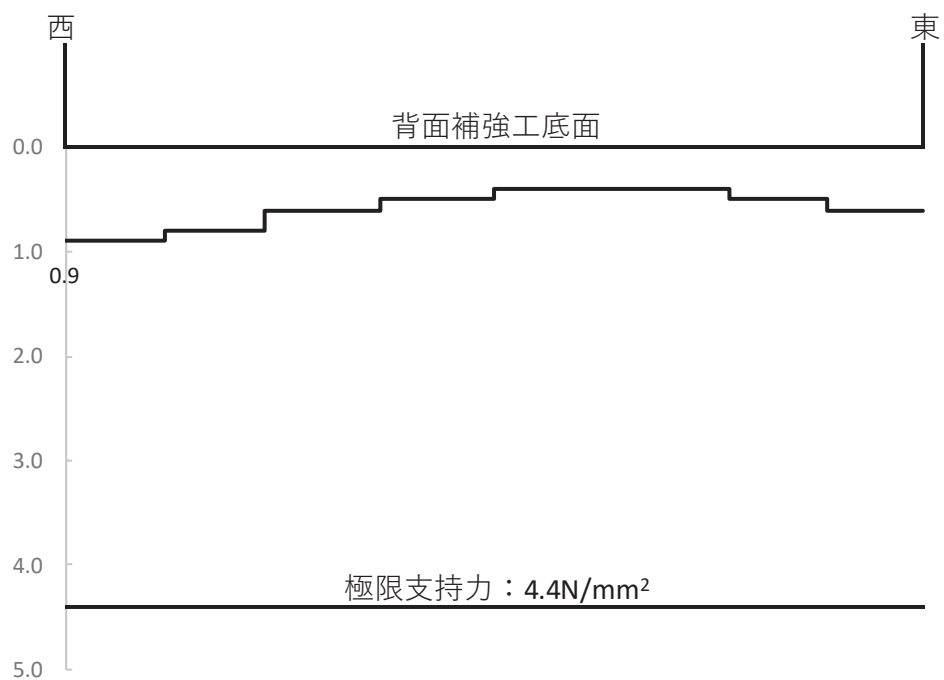


図 4.10-1 (3) 支持地盤の接地圧分布図 (断面③, 背面補強工)  
 (S<sub>s</sub>-D2 (++) )  
 解析ケース①: 基本ケース

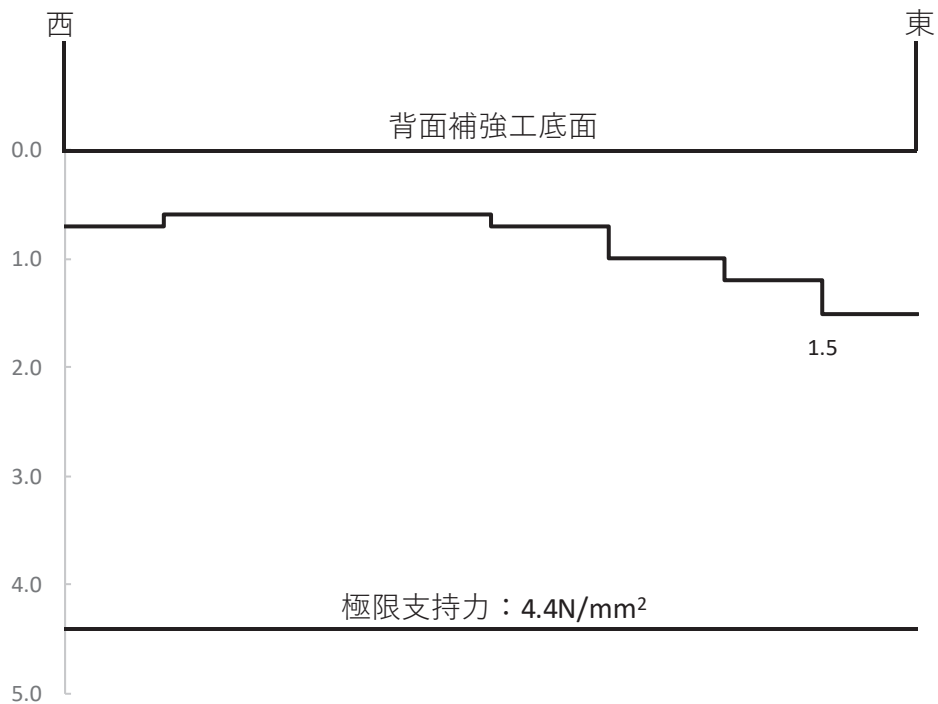


図 4.10-1 (4) 支持地盤の接地圧分布図 (断面④, 背面補強工)  
 (S<sub>s</sub>-D2 (--) )  
 解析ケース②: 地盤物性のばらつきを考慮した解析ケース (平均値+1σ)

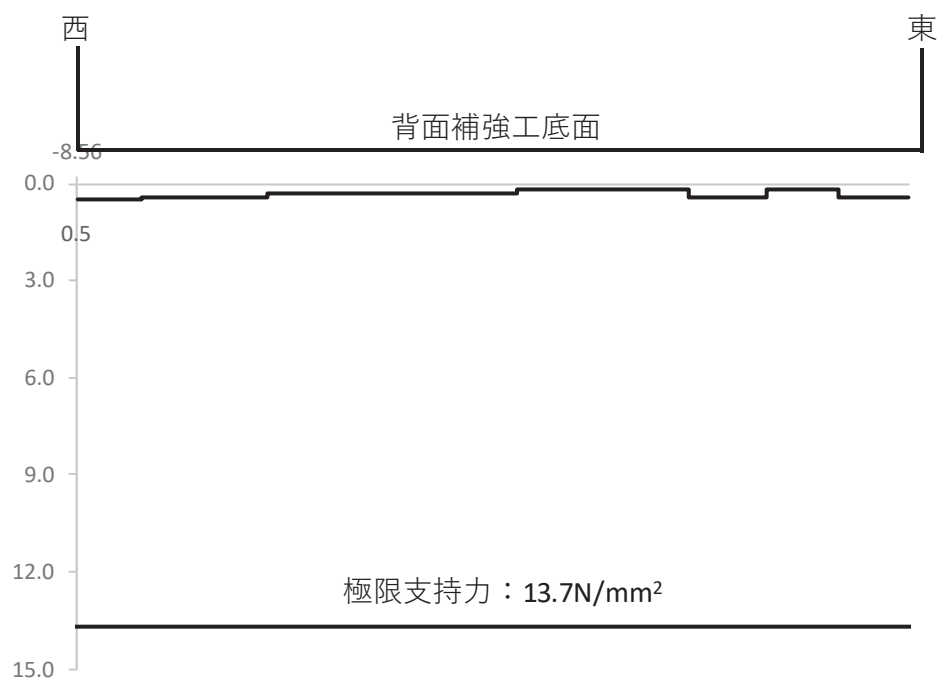


図 4.10-1 (5) 支持地盤の接地圧分布図 (断面⑤, 背面補強工)  
 (S s - F 3 (-+))  
 解析ケース①: 基本ケース

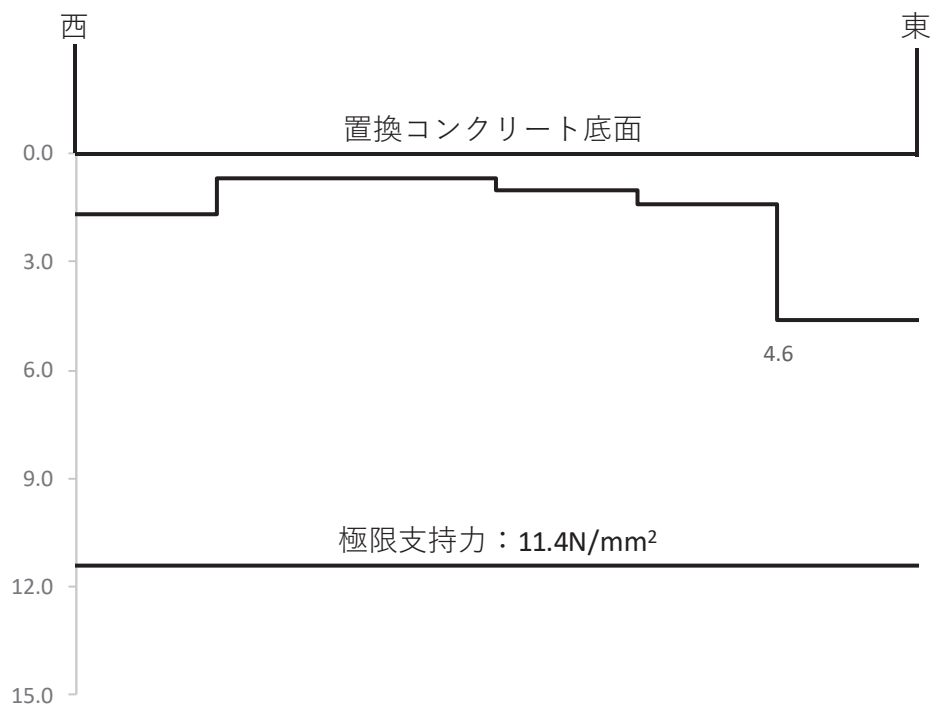


図 4.10-2 (1) 支持地盤の接地圧分布図 (断面①, 置換コンクリート)  
 (S s - N 1 (++) )  
 解析ケース①: 基本ケース

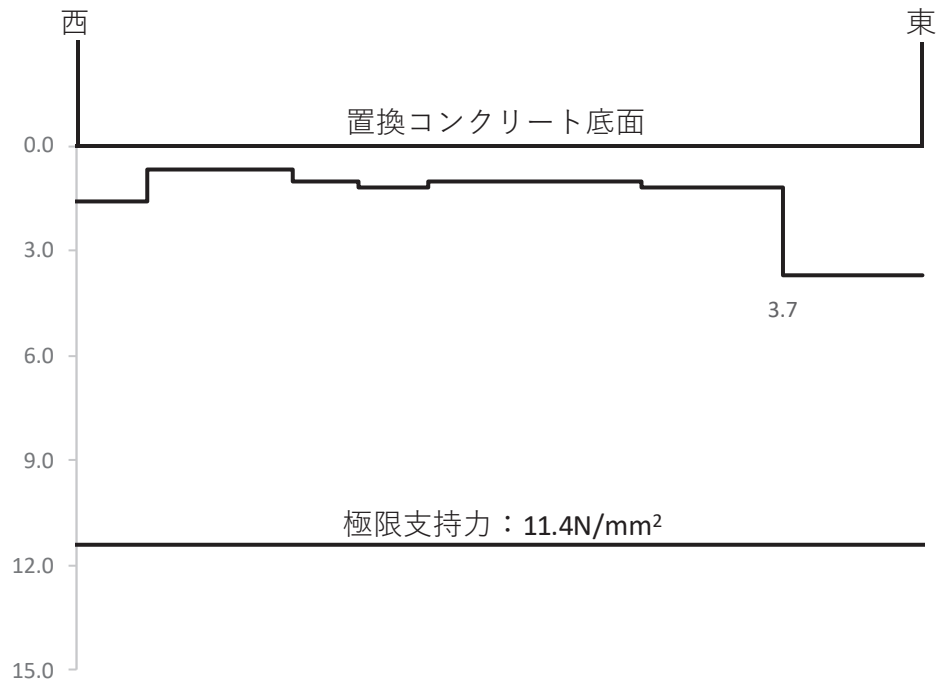


図 4.10-2 (2) 支持地盤の接地圧分布図 (断面②, 置換コンクリート)  
 (S s - N 1 (++) )  
 解析ケース① : 基本ケース

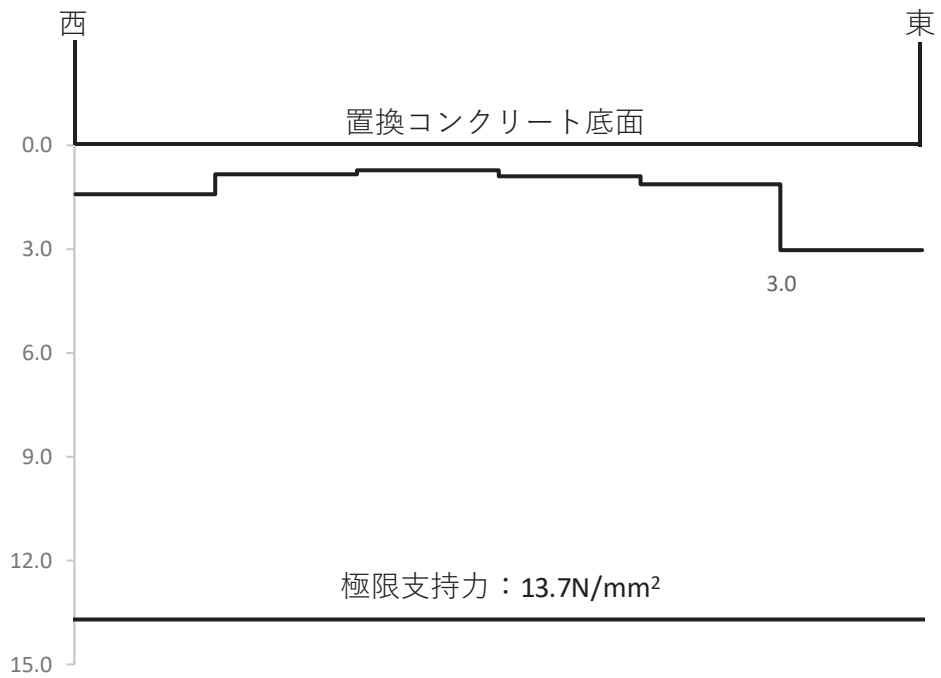


図 4.10-2 (3) 支持地盤の接地圧分布図 (断面③, 置換コンクリート)  
 (S s - N 1 (++) )  
 解析ケース① : 基本ケース

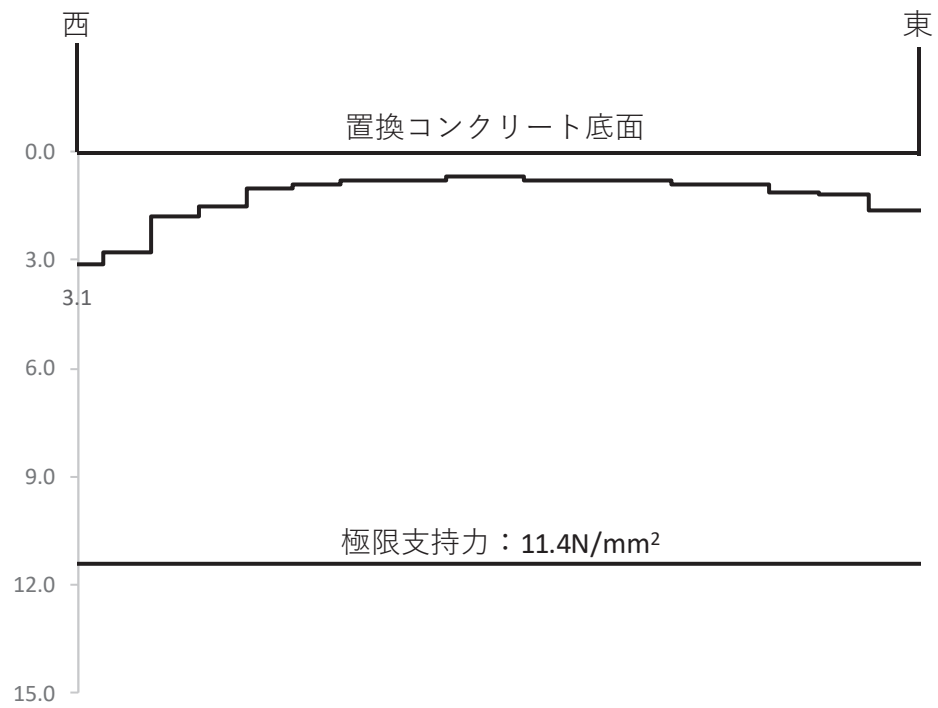


図 4.10-2 (4) 支持地盤の接地圧分布図 (断面④, 置換コンクリート)  
 (S s - N 1 (-+))  
 解析ケース①: 基本ケース

## 5. 防潮堤（鋼管式鉛直壁）の耐震性に関する影響検討

### 5.1 コンクリートの剛性の影響について

#### (1) 概要

防潮堤（鋼管式鉛直壁）は、遡上波が敷地に流入することを防止するために設置するものであり、新設構造物である。

新設構造物については、「補足 610-20 屋外重要土木構造物の耐震安全性評価について」に示すとおり、許容応力度法による設計を行うなど、裕度を確保した設計とすることから、材料物性のばらつきを考慮した構造解析は実施しないこととし、「3.2 解析方法」に示すとおり、背面補強工及び置換コンクリートの材料物性のばらつきは考慮せずに耐震評価を行っている。

一方で、設置変更許可申請時に方針を示したとおり、背面補強工及び置換コンクリートの材料物性のばらつきが、どの程度防潮堤（鋼管式鉛直壁）の耐震性の影響を与えるか検討した。

#### (2) 評価方針

##### a. 評価方針

評価対象断面、評価部位及び入力地震動については、「4. 評価結果」から解析ケース①（基本ケース）の結果において、照査値が最も厳しい「断面②、鋼管杭，S s - D 2（-））」とする。

断面②の地震応答解析モデルを図 5.1-1 に示す。

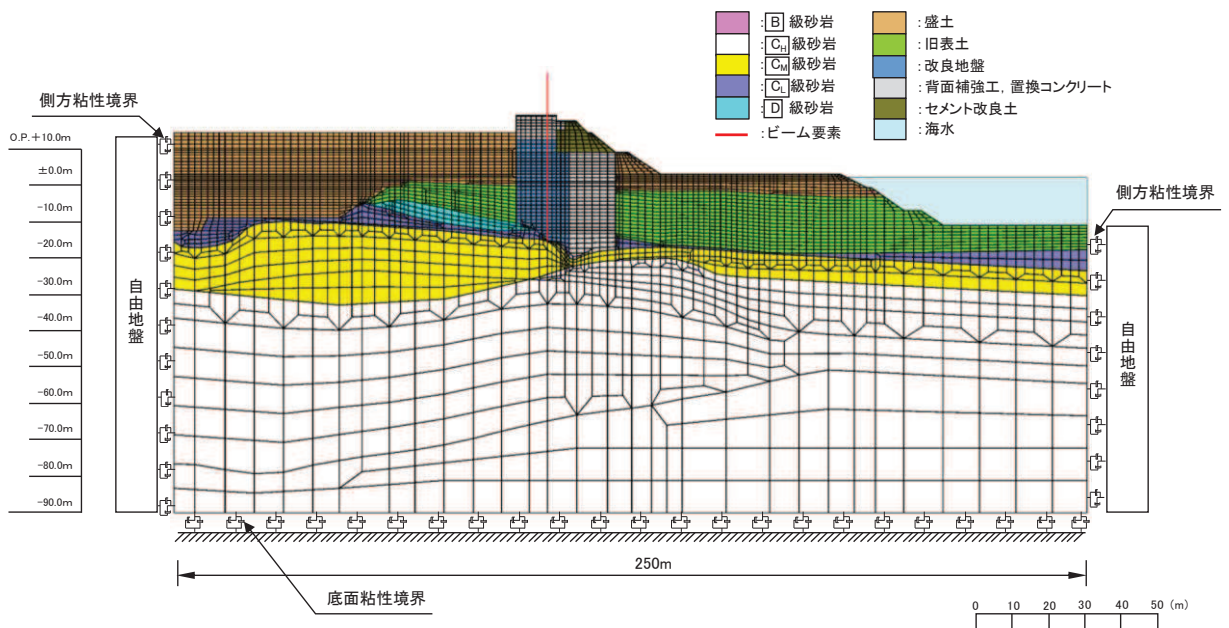


図 5.1-1 防潮堤（鋼管式鉛直壁）の断面②の地震応答解析モデル

また、影響検討を行う解析ケースを表 5.1-1 に示す。材料物性（コンクリート）に対して構造物の実強度に基づく圧縮強度を設定した解析ケース④を実施する。



なお、表 5.1-1 に示す解析ケース①～③については、「4. 評価結果」にて評価を実施している。

表 5.1-1 解析ケース（防潮堤（鋼管式鉛直壁））

| 解析ケース             | 材料物性<br>(コンクリート)<br>( $E_0$ : ヤング係数) | 地盤物性   |  |
|-------------------|--------------------------------------|--|--|
|                   |                                      | 旧表土, 盛土, D級岩盤<br>セメント改良土, 改良地盤<br>( $G_0$ : 初期せん断弾性係数) | C1級岩盤, C2級岩盤<br>C3級岩盤, B級岩盤<br>( $G_d$ : 動せん断弾性係数) |
| ケース①*1<br>(基本ケース) | 設計基準強度                               | 平均値  | 平均値  |
| ケース②*1            | 設計基準強度                               | 平均値 + 1 $\sigma$                                       | 平均値  |
| ケース③*1            | 設計基準強度                               | 平均値 - 1 $\sigma$                                       | 平均値  |
| ケース④              | 実強度に基づく<br>圧縮強度*2                    | 平均値  | 平均値  |

注記\*1: 「4. 評価結果」にて評価済み。

\*2: 新設構造物のため推定した圧縮強度とする。

b. 新設構造物の圧縮強度の設定について

圧縮強度の設定に当たっては、「建築工事標準仕様書・同解説 JASS 5N 原子力発電所における鉄筋コンクリート工事（日本建築学会，2013）」（以下「JASS 5N」という。）による方法，及び「日本原子力学会標準 原子力発電所に対する地震を起因とした確率論的リスク評価に関する実施基準（日本原子力学会，2015）」（以下「日本原子力学会標準」という。）による方法を比較し，保守的な配慮として圧縮強度が大きい方の値を採用する。

(a) JASS 5N による圧縮強度の設定方法

JASS 5N の方法により推定される調合強度は，算定式の違い（以下に示す「式(1)」及び「式(2)」）から 2 つの値が得られるが，圧縮強度の推定値は大きい方の値とする。

JASS 5N による圧縮強度の設定方法を以下に示す。

イ. コンクリートの調合強度の算定

コンクリートの調合強度は，コンクリートの調合管理強度と構造体コンクリートの強度管理用供試体の圧縮強度の標準偏差を用いて算定する。

調合強度は，次の式(1)及び式(2)を満足するように定める。

$$F \geq F_m + 1.73 \sigma \quad \text{式(1)}$$

$$F \geq 0.85F_m + 3 \sigma \quad \text{式(2)}$$

ここに  $F$  : コンクリートの調合強度 (N/mm<sup>2</sup>)

$F_m^{*1}$  : コンクリートの調合管理強度 (N/mm<sup>2</sup>)

$\sigma^{*2}$  : 構造体コンクリートの強度管理用供試体の圧縮強度の標準偏差 (N/mm<sup>2</sup>)

注記\*1 : 以下の「ロ. コンクリートの調合管理強度の算定」に示す方法により求める。

\*2 :  $\sigma$  は以下に示す 2 つの方法により定めるが、設計上の配慮として圧縮強度が大きい方の値を採用する。

a.  $\sigma$  の値が工事の実績から類推できる場合はその値とする。表 5.1-2 に防潮堤（鋼管式鉛直壁）背面補強工の値を示す。

b. 工事の実績がなく、工事初期で  $\sigma$  の値が未知の場合は  $3.5\text{N/mm}^2$  もしくは  $0.1(F_q + {}_mS_n)^{*3}$  の大きい方の値とする。

\*3 :  $F_q$  はコンクリートの品質基準強度（設計基準強度もしくは  $24\text{N/mm}^2$  のうち大きい方の値）、 ${}_mS_n$  は標準養生した供試体の材齢  $m$  日における圧縮強度と構造体コンクリートの材齢  $n$  日における圧縮強度との差によるコンクリート強度の補正值を示す。

表 5.1-2 工事实績より類推する標準偏差 ( $\sigma$ )

| 構造物名称                              | 防潮堤（鋼管式鉛直壁）背面補強工* |
|------------------------------------|-------------------|
| セメントの種類                            | フライアッシュ B 種       |
| 設計基準強度 (N/mm <sup>2</sup> )        | 30                |
| 材齢 (日)                             | 91                |
| 標準偏差 $\sigma$ (N/mm <sup>2</sup> ) | 2.15              |

注記\* : 2015～2016 年の工事实績

#### ロ. コンクリートの調合管理強度の算定

コンクリートの調合管理強度は、コンクリートの品質基準強度（設計基準強度もしくは  $24\text{N/mm}^2$  のうち大きい方の値）とコンクリート強度の補正值から算定する。

$$F_m \geq F_q + {}_mS_n$$

ここに  $F_m$  : コンクリートの調合管理強度 (N/mm<sup>2</sup>)

$F_q^{*1}$  : コンクリートの品質基準強度 (N/mm<sup>2</sup>)

${}_mS_n^{*2}$  : 標準養生した供試体の材齢  $m$  日における圧縮強度と、構造体コンクリートの材齢  $n$  日における圧縮強度との差によるコンクリート強度の補正值を示す (N/mm<sup>2</sup>)。ただし、 ${}_mS_n$  は 0 以上の値とする。

注記\*1 : 設計基準強度もしくは  $24\text{N/mm}^2$  のうち大きい方の値を採用する。

\*2 :  ${}_mS_n$  は図 1-1 を参照して定めるが、圧縮強度が大きくなるよう 6 を採用する。

表 5.1 構造体強度補正值 $_{28}S_{91}$ の標準値

| セメントの種類                                     | コンクリートの打込みから材齢 28 日までの予想平均養生温度 (°C) |                      |
|---|-------------------------------------|----------------------|
|   | $8 \leq \theta$                     | $0 \leq \theta < 8$  |
| 普通ポルトランドセメント                                | $8 \leq \theta$                     | $0 \leq \theta < 8$  |
| フライアッシュセメント B 種                             | $9 \leq \theta$                     | $0 \leq \theta < 9$  |
| 中庸熱ポルトランドセメント                               | $11 \leq \theta$                    | $0 \leq \theta < 11$ |
| 中庸熱フライアッシュセメント                              | $11 \leq \theta$                    | $0 \leq \theta < 11$ |
| 低熱ポルトランドセメント                                | $14 \leq \theta$                    | $0 \leq \theta < 14$ |
| 構造体強度補正值 $_{28}S_{91}$ (N/mm <sup>2</sup> ) | 3                                   | 6                    |

[注] 普通ポルトランドセメントおよびフライアッシュセメント B 種においては、暑中コンクリート工事の適用期間中は、補正值は 6N/mm<sup>2</sup>とする。

図 5.1-2 構造体強度補正值の $_{28}S_{91}$ の標準値 (JASS 5N に加筆)

コンクリートの調合管理強度及び調合強度の算定を踏まえ、式(1)及び式(2)から算定される調合強度のうち大きい方の値を JASS 5N により算定される圧縮強度とする。

(b) 日本原子力学会標準による圧縮強度の設定方法

日本原子力学会標準に示す「コンクリート実強度の標準的なデータベース」に基づき、圧縮強度を設定する。「コンクリート実強度の標準的なデータベース」には、原子力発電所施設を対象に実機の 13 週管理コンクリートの実強度について調査・検討した結果が図 5.1-3 のとおり整理されている。

図 5.1-3 に示すとおり、コンクリートの打設から 1 年後の実強度は、設計基準強度の 1.40 倍 (平均値) であることに基づき、設計基準強度の 1.40 倍を日本原子力学会標準により算定される圧縮強度として設定する。

表 BZ.2 コンクリート実強度の統計値

|                           | 統計値  |      |
|---------------------------|------|------|
|                           | 平均値  | 変動係数 |
| 13週シリンダー強度/設計基準強度 (13週管理) | 1.35 | 0.07 |
| 1年シリンダー強度/13週シリンダー強度      | 1.1  | —    |
| 実強度(1年)/1年シリンダー強度         | 0.95 | 0.11 |
| 実強度(1年)/設計基準強度(13週管理)     | 1.40 | 0.13 |

図 5.1-3 コンクリート実強度の統計値 (日本原子力学会標準に加筆)

(c) 新設する構造物に設定する圧縮強度について

新設する構造物のコンクリートの圧縮強度は、JASS 5Nにより算定される圧縮強度と日本原子力学会標準により算定される圧縮強度のうち大きい方の値を採用する。置換コンクリートで設定する圧縮強度を表 5.1-3 に示す。

なお、同等の配合となる防潮堤（鋼管式鉛直壁）背面補強工は施工済であることから、「1. (1) コンクリートの調合強度の算定（注記\*2）」の「a.」及び「b.」に示す方法のうち大きい方の値を標準偏差 $\sigma$ として定め、圧縮強度を推定した。

表 5.1-3 新設する構造物に設定する圧縮強度

|                                  | 置換コンクリート<br>背面補強工 |
|----------------------------------|-------------------|
| セメントの種類                          | フライアッシュ B 種       |
| 設計基準強度 (N/mm <sup>2</sup> )      | 30                |
| 圧縮強度① (N/mm <sup>2</sup> ) *1    | <u>42.2</u>       |
| 圧縮強度② (N/mm <sup>2</sup> ) *2    | 42.0              |
| 圧縮強度の採用値 (N/mm <sup>2</sup> ) *3 | <u>42.2</u>       |

注記\*1：JASS 5Nにより推定される圧縮強度

\*2：日本原子力学会標準により推定される圧縮強度

\*3：下線：圧縮強度①と圧縮強度②を比較して大きい方の値

(3) 評価結果

材料物性（コンクリート）のばらつきによる評価結果を表 5.1-4 及び表 5.1-5 に示す。本検討の結果、材料物性（コンクリート）のばらつきの影響が小さいことを確認した。

表 5.1-4 鋼管杭の曲げ圧縮照査における最大照査値（断面②，S<sub>s</sub>-D2（--））

| 解析<br>ケース | 杭種 | 曲げモーメント<br>(kN・m) | 軸力<br>(kN) | 曲げ圧縮応力度<br>$\sigma_s$ (N/mm <sup>2</sup> ) | 短期許容応力度<br>$\sigma_{sa}$ (N/mm <sup>2</sup> ) | 照査値<br>$\sigma_s/\sigma_{sa}$ |
|-----------|----|-------------------|------------|--|---|-------------------------------|
| ①*        | A  | 10481             | 586        | 123  | 247   | 0.50                          |
| ②*        | A  | 10728             | 537        | 126  | 247   | 0.52                          |
| ③*        | A  | 10106             | 536        | 118  | 247   | 0.48                          |
| ④         | A  | 10651             | 494        | 124  | 247   | 0.51                          |

注記\*：「4. 評価結果」の値を再掲。

表 5.1-5 鋼管杭のせん断力照査における最大照査値（断面②， $S_s - D2$ （—））

| 解析<br>ケース | 杭種 | せん断力<br>(kN) | せん断応力度<br>$\tau_s$ (N/mm <sup>2</sup> ) | 短期許容応力度<br>$\tau_{sa}$ (N/mm <sup>2</sup> ) | 照査値<br>$\tau_s / \tau_{sa}$ |
|-----------|----|--------------|---|---|-----------------------------|
| ①*        | C  | 7946         | 61                                      | 217   | 0.29                        |
| ②*        | C  | 8130         | 62                                      | 217   | 0.29                        |
| ③*        | C  | 7684         | 59                                      | 217   | 0.28                        |
| ④         | C  | 8191         | 63                                      | 217   | 0.30                        |

注記\*：「4. 評価結果」の値を再掲。

表 5.1-6 背面補強工のすべり安全率

| 解析<br>ケース | 発生時刻<br>(s) | 最小すべり安<br>全率 |
|-----------|-------------|--------------|
| ①*        | 6.92        | 21.0         |
| ②*        | 6.91        | 20.3         |
| ③*        | 6.92        | 21.8         |
| ④         | 6.92        | 20.5         |

注記\*：「4. 評価結果」の値を再掲。

表 5.1-7 置換コンクリートのすべり安全率

| 解析<br>ケース | 発生時刻<br>(s) | 最小すべり安<br>全率 |
|-----------|-------------|--------------|
| ①*        | 25.49       | 5.3          |
| ②*        | 25.48       | 5.2          |
| ③*        | 25.49       | 5.6          |
| ④         | 25.49       | 5.3          |

注記\*：「4. 評価結果」の値を再掲。

表 5.1-8 改良地盤のすべり安全率

| 解析<br>ケース | 発生時刻<br>(s) | 最小すべり安<br>全率 |
|-----------|-------------|--------------|
| ①*        | 25.30       | 3.7          |
| ②*        | 25.29       | 3.6          |
| ③*        | 25.30       | 3.8          |
| ④         | 25.30       | 3.6          |

注記\*：「4. 評価結果」の値を再掲。

表 5.1-9 セメント改良土のすべり安全率

| 解析<br>ケース | 発生時刻<br>(s) | 最小すべり安<br>全率 |
|-----------|-------------|--------------|
| ①*        | 6.75        | 3.7          |
| ②*        | 25.11       | 4.0          |
| ③*        | 6.76        | 3.5          |
| ④         | 6.75        | 3.8          |

注記\*：「4. 評価結果」の値を再掲。

表 5.1-10(1) 基礎地盤の支持性能に対する最大照査値（鋼管杭）

| 解析<br>ケース | 最大接地圧<br>$R_a$ (N/mm <sup>2</sup> ) | 極限支持力<br>$R_{ua}$ (N/mm <sup>2</sup> ) | 照査値<br>$R_a/R_{ua}$ |
|-----------|-------------------------------------|--|---------------------|
| ①*        | 1.3                                 | 11.4                                   | 0.12                |
| ②*        | 1.2                                 | 11.4                                   | 0.11                |
| ③*        | 1.5                                 | 11.4                                   | 0.14                |
| ④         | 1.3                                 | 11.4                                   | 0.12                |

注記\*：「4. 評価結果」の値を再掲。

表 5.1-10 (2) 基礎地盤の支持性能に対する最大照査値（背面補強工）

| 解析<br>ケース | 最大接地圧<br>$R_a$ (N/mm <sup>2</sup> ) | 極限支持力<br>$R_{ua}$ (N/mm <sup>2</sup> ) | 照査値<br>$R_a/R_{ua}$ |
|-----------|-------------------------------------|--|---------------------|
| ①*        | 0.9                                 | 4.4                                    | 0.21                |
| ②*        | 0.9                                 | 4.4                                    | 0.21                |
| ③*        | 0.8                                 | 4.4                                    | 0.19                |
| ④         | 0.9                                 | 4.4                                    | 0.21                |

注記\*：「4. 評価結果」の値を再掲。

表 5.1-10 (3) 基礎地盤の支持性能に対する最大照査値（置換コンクリート）

| 解析<br>ケース | 最大接地圧<br>$R_a$ (N/mm <sup>2</sup> ) | 極限支持力<br>$R_{ua}$ (N/mm <sup>2</sup> ) | 照査値<br>$R_a/R_{ua}$ |
|-----------|-------------------------------------|--|---------------------|
| ①*        | 3.5                                 | 11.4                                   | 0.31                |
| ②*        | 3.5                                 | 11.4                                   | 0.31                |
| ③*        | 3.4                                 | 11.4                                   | 0.30                |
| ④         | 3.5                                 | 11.4                                   | 0.31                |

注記\*：「4. 評価結果」の値を再掲。

## 5.2 防潮堤前面背面での地下水位差の影響検討について

### (1) 概要

防潮堤（鋼管式鉛直壁）の設計用地下水位については、添付書類「VI-2-1-3 地盤の支持性能に係る基本方針」に従い、表 3-7 に示すとおり設定している。

一方、地下水位低下設備は余裕を持った設計を行っており、防潮堤（鋼管式鉛直壁）よりも山側の地下水位は設計用地下水位よりも低くなり、海側の地下水位と水位差が生じる可能性がある。

そのため、防潮堤（鋼管式鉛直壁）よりも山側と海側の地下水位に高低差を設定した場合の検討を行い、地下水位に高低差を与えた場合の耐震性に与える影響を確認する。

### (2) 評価方針

評価対象断面、評価部位及び入力地震動については、「4. 評価結果」から解析ケース①（基本ケース）の結果において、照査値が最も厳しい「断面②，鋼管杭，S s - D 2（-））」とする。

また、検討用の地下水位として、防潮堤よりも山側の地下水位を岩盤表面、海側を O. P. +1.43m（朔望平均満潮位）とし、地下水位の水頭差に応じた静水圧を置換コンクリートの側面に考慮する。検討用の地下水位を反映した断面②の解析モデルを図 5.2-1 に示す。

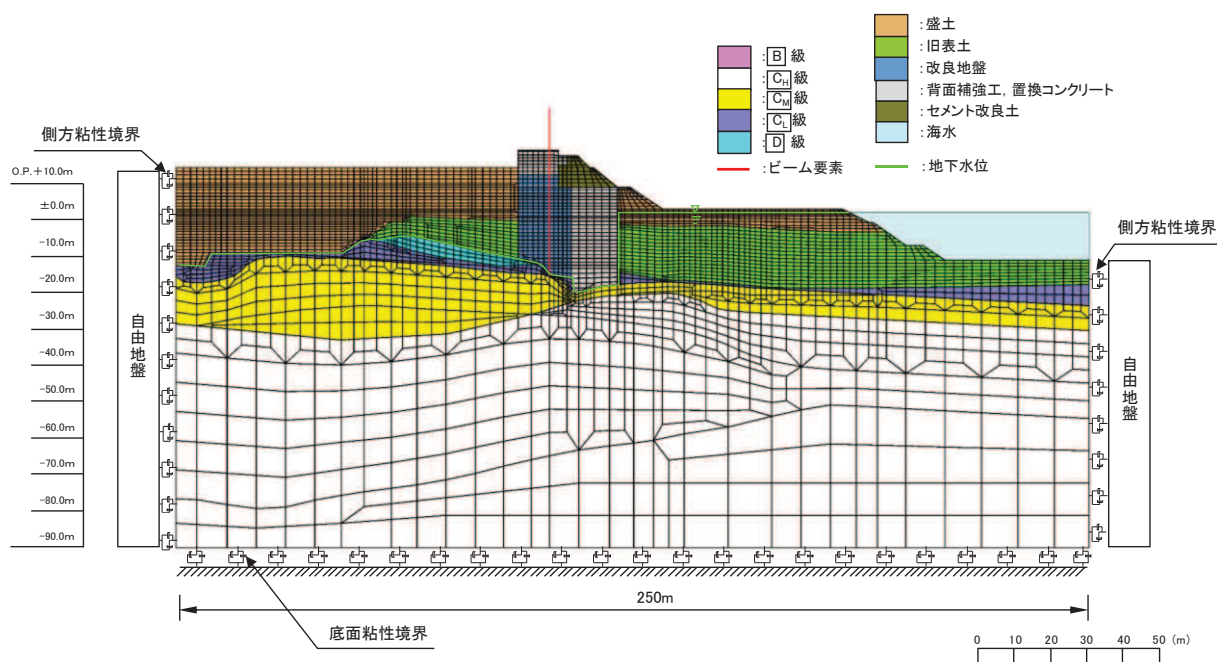


図 5.2-1 防潮堤（鋼管式鉛直壁）の断面②の地震応答解析モデル（地下水位高低差あり）

また、影響検討を行う解析ケースについては、表 5.2-1 に示す解析ケース①（基本ケース）に対して地下水位高低差を考慮する。



表 5.2-1 解析ケース

| 地下<br>水位 | 解析ケース                         | 材料物性<br>(コンクリート)<br>( $E_0$ : ヤング係数) | 地盤物性  |  |
|----------|-------------------------------|--------------------------------------|---|--|
|          |                               |                                      | 旧表土, 盛土, D級岩盤,<br>セメント改良土, 改良地盤<br>( $G_0$ : 初期せん断弾性係数) | C <sub>1</sub> 級岩盤, C <sub>2</sub> 級岩盤,<br>C <sub>3</sub> 級岩盤, B級岩盤<br>( $G_d$ : 動せん断弾性係数) |
| 高低差<br>無 | ケース①* <sup>1</sup><br>(基本ケース) | 設計基準強度                               | 平均値   | 平均値  |
|          | ケース②* <sup>1</sup>            | 設計基準強度                               | 平均値 + 1 $\sigma$  | 平均値  |
|          | ケース③* <sup>1</sup>            | 設計基準強度                               | 平均値 - 1 $\sigma$  | 平均値  |
| 高低差<br>有 | ケース①* <sup>2</sup>            | 設計基準強度                               | 平均値   | 平均値  |

注記\* 1 : 「4. 評価結果」にて評価済

注記\* 2 : 今回検討

(3) 評価結果

地下水位に高低差を設けた場合の評価結果を表 5.2-2 及び表 5.2-3 に示す。

本検討の結果、地下水位に高低差を設けた場合の評価は設計用地下水位とした場合と大きな差異は無く、その影響が小さいことを確認した。

表 5.2-2 鋼管杭の曲げ圧縮照査における最大照査値 (断面②, S<sub>s</sub>-D2 (---))

| 地下<br>水位 | 解析<br>ケース | 杭種 | 曲げモーメント<br>(kN・m) | 軸力<br>(kN) | 曲げ圧縮<br>応力度<br>$\sigma_s$ (N/mm <sup>2</sup> ) | 短期許容<br>応力度<br>$\sigma_{sa}$ (N/mm <sup>2</sup> ) | 照査値<br>$\sigma_s / \sigma_{sa}$ |
|----------|-----------|----|-------------------|------------|--|---|---------------------------------|
| 高低差<br>無 | ①*        | A  | 10481             | 586        | 123  | 247   | 0.50                            |
|          | ②*        | A  | 10728             | 537        | 126  | 247   | 0.52                            |
|          | ③*        | A  | 10106             | 536        | 118  | 247   | 0.48                            |
| 高低差<br>有 | ①         | A  | 11083             | 571        | 130  | 247   | 0.53                            |

注記\* : 「4. 評価結果」の値を再掲。



表 5.2-3 鋼管杭のせん断力照査における最大照査値（断面②， $S_s-D2$ （--））

| 地下<br>水位 | 解析<br>ケース | 杭種 | せん断力<br>(kN) | せん断応力度<br>$\tau_s$ (N/mm <sup>2</sup> ) | 短期許容応力度<br>$\tau_{sa}$ (N/mm <sup>2</sup> ) | 照査値<br>$\tau_s / \tau_{sa}$ |
|----------|-----------|----|--------------|---|---|-----------------------------|
| 高低差<br>無 | ①*        | C  | 7946         | 61                                      | 217   | 0.29                        |
|          | ②*        | C  | 8130         | 62                                      | 217   | 0.29                        |
|          | ③*        | C  | 7684         | 59                                      | 217   | 0.28                        |
| 高低差<br>有 | ①         | C  | 8417         | 64                                      | 217   | 0.30                        |

注記\*：「4. 評価結果」の値を再掲。

表 5.2-4 背面補強工のすべり安全率（断面②， $S_s-D2$ （--））

| 地下<br>水位 | 解析<br>ケース | 発生時刻<br>(s) | 最小すべり安<br>全率 |
|----------|-----------|-------------|--------------|
| 高低差<br>無 | ①*        | 6.92        | 21.0         |
|          | ②*        | 6.91        | 20.3         |
|          | ③*        | 6.92        | 21.8         |
| 高低差<br>有 | ①         | 6.92        | 19.8         |

注記\*：「4. 評価結果」の値を再掲。

表 5.2-5 置換コンクリートのすべり安全率（断面②， $S_s-D2$ （--））

| 地下<br>水位 | 解析<br>ケース | 発生時刻<br>(s) | 最小すべり安<br>全率 |
|----------|-----------|-------------|--------------|
| 高低差<br>無 | ①*        | 25.49       | 5.3          |
|          | ②*        | 25.48       | 5.2          |
|          | ③*        | 25.49       | 5.6          |
| 高低差<br>有 | ①         | 25.48       | 5.5          |

注記\*：「4. 評価結果」の値を再掲。

表 5.2-6 改良地盤のすべり安全率 (断面②, S s - D 2 ( - - ) )

| 地下<br>水位 | 解析<br>ケース | 発生時刻<br>(s) | 最小すべり安<br>全率 |
|----------|-----------|-------------|--------------|
| 高低差<br>無 | ①*        | 25.30       | 3.7          |
|          | ②*        | 25.29       | 3.6          |
|          | ③*        | 25.30       | 3.8          |
| 高低差<br>有 | ①         | 13.55       | 3.3          |

注記\* : 「4. 評価結果」の値を再掲。

表 5.2-7 セメント改良土のすべり安全率 (断面②, S s - D 2 ( - - ) )

| 地下<br>水位 | 解析<br>ケース | 発生時刻<br>(s) | 最小すべり安<br>全率 |
|----------|-----------|-------------|--------------|
| 高低差<br>無 | ①*        | 6.75        | 3.7          |
|          | ②*        | 25.11       | 4.0          |
|          | ③*        | 6.76        | 3.5          |
| 高低差<br>有 | ①         | 25.12       | 3.6          |

注記\* : 「4. 評価結果」の値を再掲。

表 5.2-8(1) 基礎地盤の支持性能に対する最大照査値 (鋼管杭, 断面②, S s - D 2 ( - - ) )

| 地下<br>水位 | 解析<br>ケース | 最大接地圧<br>$R_a$ (N/mm <sup>2</sup> ) | 極限支持力<br>$R_{ua}$ (N/mm <sup>2</sup> ) | 照査値<br>$R_a/R_{ua}$ |
|----------|-----------|-------------------------------------|--|---------------------|
| 高低差<br>無 | ①*        | 1.3                                 | 11.4                                   | 0.12                |
|          | ②*        | 1.2                                 | 11.4                                   | 0.11                |
|          | ③*        | 1.5                                 | 11.4                                   | 0.14                |
| 高低差<br>有 | ①         | 1.0                                 | 11.4                                   | 0.09                |

注記\* : 「4. 評価結果」の値を再掲。

表 5.2-8(2) 基礎地盤の支持性能に対する最大照査値  
 (背面補強工, 断面②, S s - D 2 ( - - ) )

| 地下<br>水位 | 解析<br>ケース | 最大接地圧<br>$R_a$ (N/mm <sup>2</sup> ) | 極限支持力<br>$R_{ua}$ (N/mm <sup>2</sup> ) | 照査値<br>$R_a/R_{ua}$ |
|----------|-----------|-------------------------------------|--|---------------------|
| 高低差<br>無 | ①*        | 0.9                                 | 4.4                                    | 0.21                |
|          | ②*        | 0.9                                 | 4.4                                    | 0.21                |
|          | ③*        | 0.8                                 | 4.4                                    | 0.19                |
| 高低差<br>有 | ①         | 0.9                                 | 4.4                                    | 0.21                |

注記\* : 「4. 評価結果」の値を再掲。

表 5.2-8(3) 基礎地盤の支持性能に対する最大照査値  
 (置換コンクリート, 断面②, S s - D 2 ( - - ) )

| 地下<br>水位 | 解析<br>ケース | 最大接地圧<br>$R_a$ (N/mm <sup>2</sup> ) | 極限支持力<br>$R_{ua}$ (N/mm <sup>2</sup> ) | 照査値<br>$R_a/R_{ua}$ |
|----------|-----------|-------------------------------------|--|---------------------|
| 高低差<br>無 | ①*        | 3.5                                 | 11.4                                   | 0.31                |
|          | ②*        | 3.5                                 | 11.4                                   | 0.31                |
|          | ③*        | 3.4                                 | 11.4                                   | 0.30                |
| 高低差<br>有 | ①         | 3.2                                 | 11.4                                   | 0.31                |

注記\* : 「4. 評価結果」の値を再掲。

### 5.3 断層交差部による影響検討について

#### (1) 概要

「5.10 津波防護施設の設計における評価対象断面の選定について」において、防潮堤（鋼管式鉛直壁）と交差する断層の影響を確認する方針としている。

図 5.3-1 に示すとおり、防潮堤（鋼管式鉛直壁）の直下を SF-2 断層が横断することから、SF-2 断層の変形が防潮堤（鋼管式鉛直壁）の耐震性に与える影響を確認する。

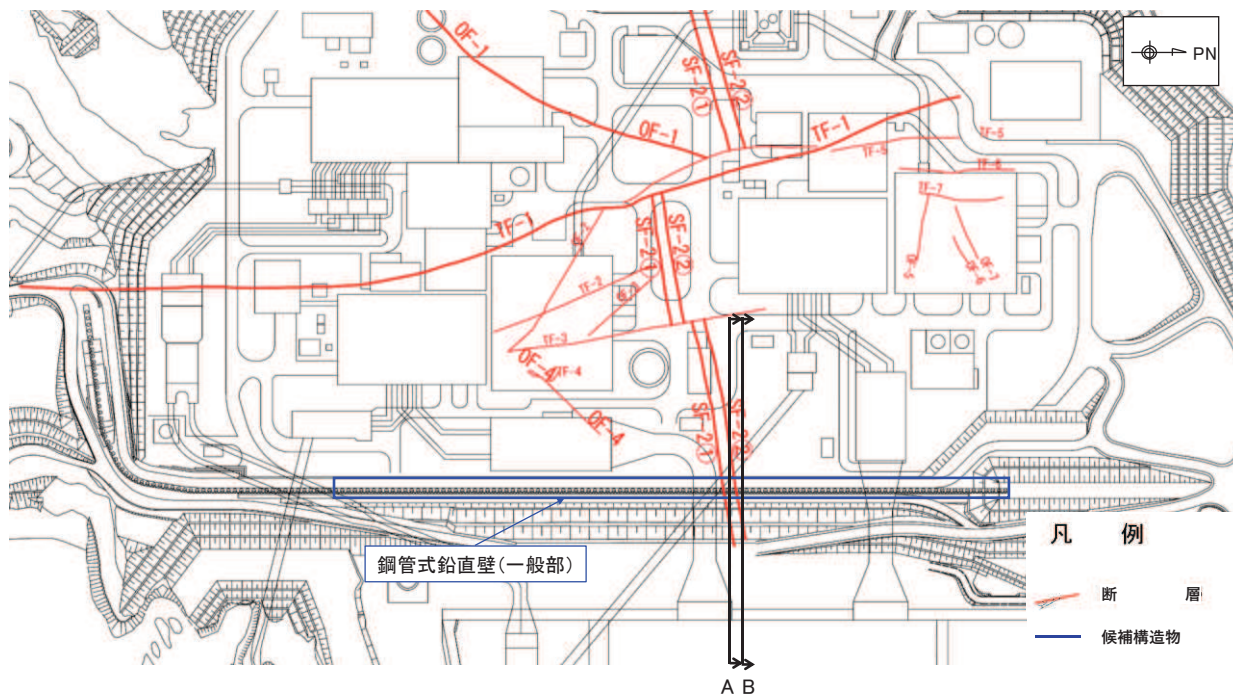


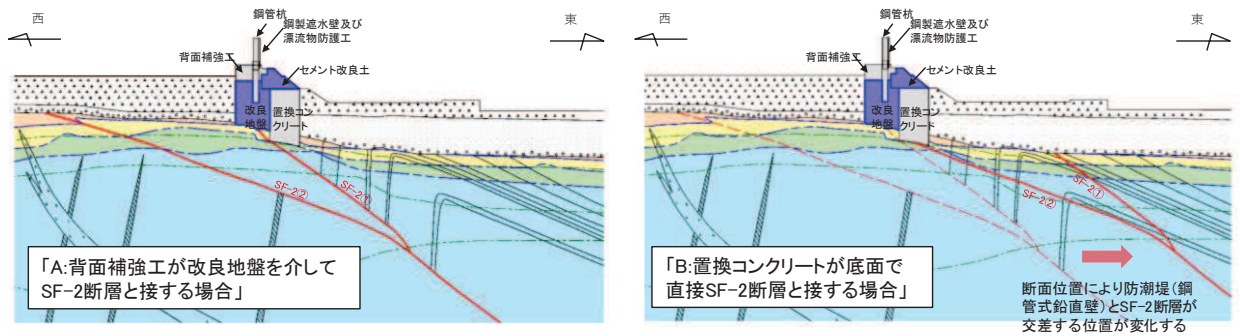
図 5.3-1 防潮堤（鋼管式鉛直壁）と断層の位置関係

#### (2) 評価方針

##### a. 防潮堤（鋼管式鉛直壁）と SF-2 断層の交差状況

防潮堤（鋼管式鉛直壁）の方向と SF-2 断層の走向は直交ではなく角度をもっているため、図 5.3-1 に示す断面位置（断面 A 及び断面 B）により防潮堤（鋼管式鉛直壁）と SF-2 断層が交差する位置が漸次的に変化する。防潮堤（鋼管式鉛直壁）と SF-2 断層の交差のイメージを図 5.3-2 に示す。

図 5.3-2 により、防潮堤（鋼管式鉛直壁）と SF-2 断層の交差は、「A:背面補強工が改良地盤を介して SF-2 断層と接する場合（断面 A）」及び「B:置換コンクリートが底面で直接 SF-2 断層と接する場合（断面 B）」に分類される。



(断面 A)

(断面 B)

図 5.3-2 防潮堤（鋼管式鉛直壁）と SF-2 断層の交差イメージ

b. 評価断面及びモデル化

評価断面は防潮堤（鋼管式鉛直壁）と SF-2 断層が交差する区間において、断面選定上の主な観点である「改良地盤の厚さ」及び「 $C_M$ 級岩盤上面の深さ」から、構造物にとって厳しくなることが想定される断面（断面 A）を選定する（図 5.3-3）。

モデル化に当たっては、断面 A は図 5.3-3 に示す断面をそのままモデル化する。断面 B は「B:置換コンクリートが底面で直接 SF-2 断層と接する場合」になるように SF-2 断層を平行移動してモデル化する。地震応答解析モデルを図 5.3-4 に示す。

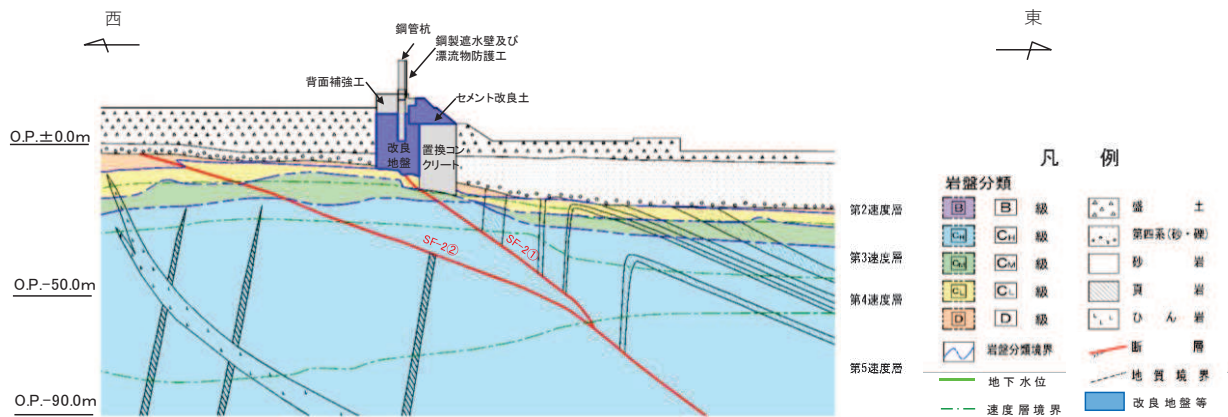


図 5.3-3 防潮堤（鋼管式鉛直壁）の評価断面（断面 A）



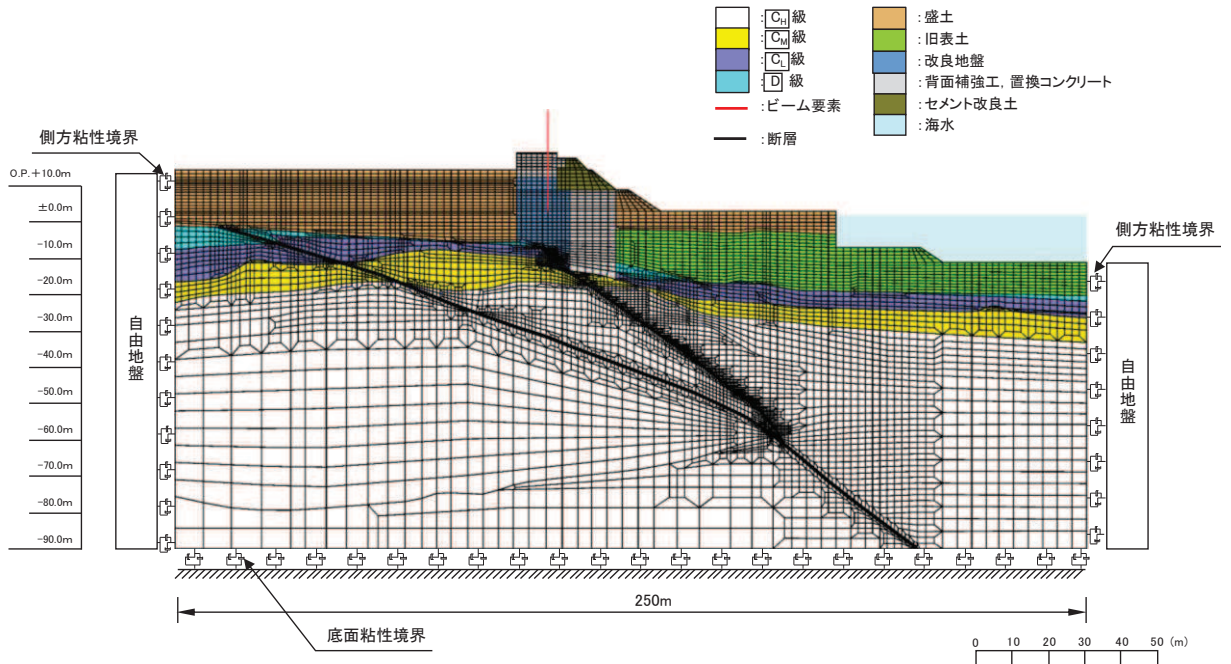


図 5.3-4(1) 地震応答解析モデル  
(断面 A, 背面補強工が改良地盤を介して SF-2 断層と接する場合)

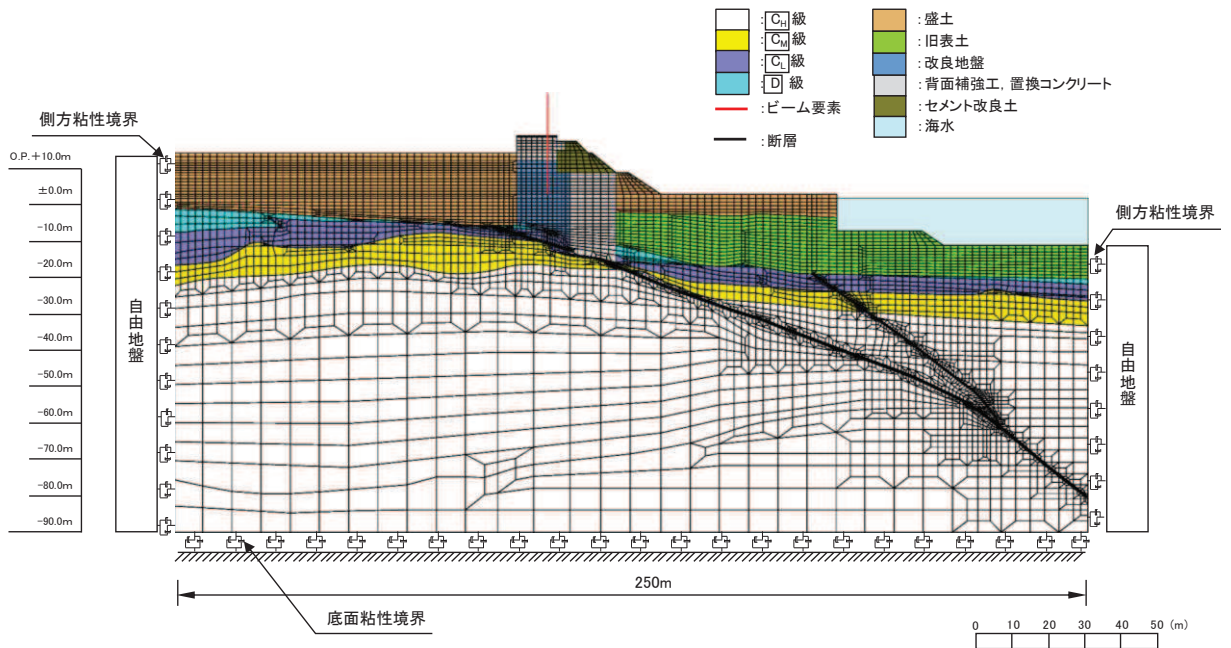


図 5.3-4(2) 地震応答解析モデル  
(断面 B, 置換コンクリートが底面で直接 SF-2 断層と接する場合)

c. 解析ケース

評価に用いる入力地震動は、全基準地震動  $S_s$  とし、地盤物性のばらつきは考慮せずに、表 5.3-1 に示す解析ケース①を実施する。

表 5.3-1 解析ケース

| 解析ケース           | 材料物性<br>(コンクリート)<br>( $E_0$ : ヤング係数) | 地盤物性   |   |
|-----------------|--------------------------------------|--|---|
|                 |                                      | 旧表土, 盛土, D級岩盤<br>セメント改良土, 改良地盤<br>( $G_0$ : 初期せん断弾性係数) | C <sub>1</sub> 級岩盤, C <sub>2</sub> 級岩盤<br>C <sub>3</sub> 級岩盤, B級岩盤<br>( $G_d$ : 動せん断弾性係数) |
| ケース①<br>(基本ケース) | 設計基準強度                               | 平均値  | 平均値   |

d. 断層幅

断層幅については、破碎帯の膨縮や風化によって、各断層で必ずしも同様とはならないことから、評価に用いる断層幅は、解析モデル領域で得られた試掘坑調査、底盤スケッチ、ボーリング調査の結果により得られた値を俯瞰して、平均値により設定することとする。防潮堤に接する SF-2①断層の断層幅の分布を図 5.3-5 に、SF-2②断層の断層幅の分布を図 5.3-6 に、断層幅の調査結果一覧を表 5.3-2 に示す。表 5.3-2 より SF-2①断層は 115mm, SF-2②断層は 205mm として検討する。

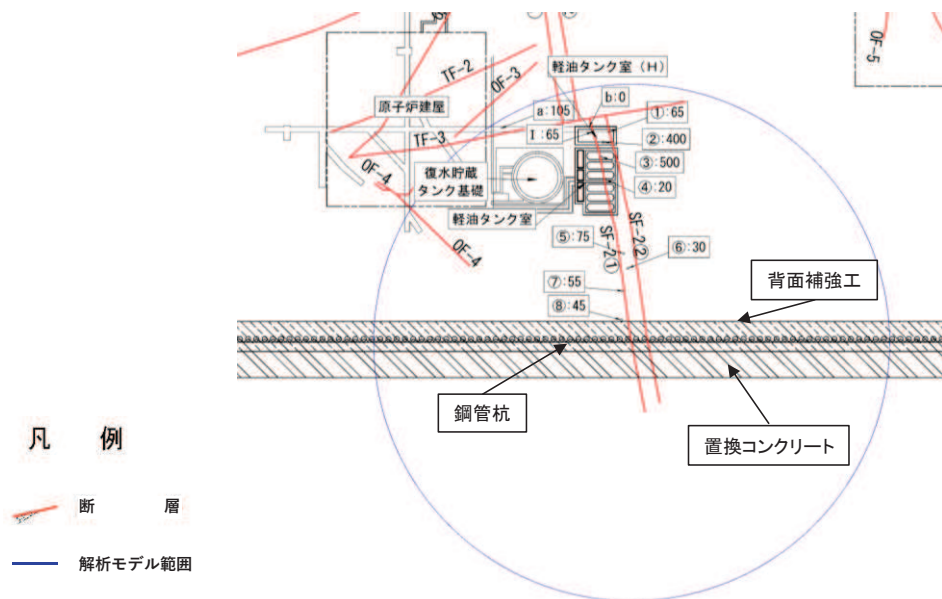


図 5.3-5 防潮堤（鋼管式鉛直壁）に接する SF-2①断層の断層幅の分布

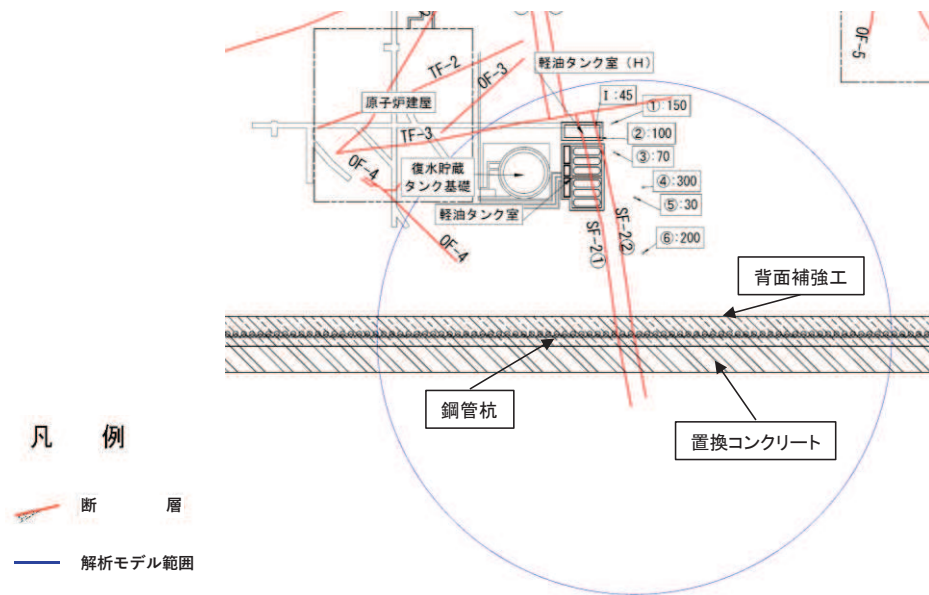


図 5.3-6 防潮堤（鋼管式鉛直壁）に接する SF-2②断層の断層幅の分布

表 5.3-2 防潮堤の断層幅の調査結果の一覧

| 構造物 | 断層          | 調査内容       | No.      | 調査断層幅 (mm) |     | 断層幅*1<br>(mm) |
|-----|-------------|------------|----------|------------|-----|---------------|
|     |             |            |          | 調査値        | 平均値 |               |
| 防潮堤 | SF-2①<br>断層 | 試掘坑        | I        | 5 ~ 110    | 58  | 115           |
|     |             | 底版<br>スケッチ | ①        | 50 ~ 80    | 65  |               |
|     |             |            | ②        | 400        | 400 |               |
|     |             |            | ③        | 10 ~ 500   | 255 |               |
|     |             |            | ④        | 50 ~ 100   | 75  |               |
|     |             |            | ⑤        | 30         | 30  |               |
|     |             |            | ⑥        | 50 ~ 60    | 55  |               |
|     |             |            | ⑦        | 10 ~ 80    | 45  |               |
|     | ホーリング       | a          | 52       | 52         |     |               |
|     | SF-2②<br>断層 | 試掘坑        | I        | 200 ~ 700  | 450 | 205           |
|     |             | 底版<br>スケッチ | ①        | 150        | 150 |               |
|     |             |            | ②        | 50 ~ 150   | 100 |               |
|     |             |            | ③        | 70         | 70  |               |
|     |             |            | ④        | 300        | 300 |               |
| ⑤   |             |            | 30 ~ 300 | 165        |     |               |
| ⑥   | 200         | 200        |          |            |     |               |

注記\*1：平均値（防潮堤に接する断層ごとの平均値）



(3) 評価結果

断層交差部の影響として SF-2 断層をモデル化した場合の評価結果を表 5.3-3～表 5.3-9 に示す。

本検討の結果、断面 A で最も厳しい照査結果となったのは鋼管杭の曲げ圧縮照査で 0.41 (S s - D 2) , 断面 B で最も厳しい照査結果となったのは鋼管杭の曲げ圧縮照査で 0.42 (S s - D 2) であった。これに対して、防潮堤（鋼管式鉛直壁）の評価対象断面である断面②及び断面③の方が照査は厳しい結果であった。

表 5.3-3 鋼管杭の曲げ圧縮照査における最大照査値

| 断面   | 地震動                 |      | 杭種 | 曲げモーメント<br>(kN・m) | 軸力<br>(kN) | 曲げ圧縮                                   | 短期許容                                      | 照査値<br>$\sigma_s / \sigma_{sa}$ |
|------|---------------------|------|----|-------------------|------------|--|---|---------------------------------|
|      |                     |      |    |                   |            | 応力度<br>$\sigma_s$ (N/mm <sup>2</sup> ) | 応力度<br>$\sigma_{sa}$ (N/mm <sup>2</sup> ) |                                 |
| A    | S <sub>s</sub> -D 1 | (++) | A  | 7258              | 350        | 85                                     | 247                                       | 0.35                            |
|      | S <sub>s</sub> -D 2 | (++) | A  | 8523              | 348        | 99                                     | 247                                       | 0.41                            |
|      | S <sub>s</sub> -D 3 | (++) | A  | 5839              | 406        | 69                                     | 247                                       | 0.28                            |
|      | S <sub>s</sub> -F 1 | (++) | A  | 7610              | 371        | 89                                     | 247                                       | 0.37                            |
|      | S <sub>s</sub> -F 2 | (++) | A  | 5823              | 446        | 69                                     | 247                                       | 0.28                            |
|      | S <sub>s</sub> -F 3 | (++) | A  | 5805              | 345        | 68                                     | 247                                       | 0.28                            |
|      | S <sub>s</sub> -N 1 | (++) | A  | 4216              | 508        | 51                                     | 247                                       | 0.21                            |
| B    | S <sub>s</sub> -D 1 | (++) | A  | 7986              | 393        | 94                                     | 247                                       | 0.39                            |
|      | S <sub>s</sub> -D 2 | (++) | A  | 8771              | 333        | 102                                    | 247                                       | 0.42                            |
|      | S <sub>s</sub> -D 3 | (++) | A  | 5599              | 505        | 67                                     | 247                                       | 0.28                            |
|      | S <sub>s</sub> -F 1 | (++) | A  | 6596              | 391        | 78                                     | 247                                       | 0.32                            |
|      | S <sub>s</sub> -F 2 | (++) | A  | 5256              | 356        | 62                                     | 247                                       | 0.26                            |
|      | S <sub>s</sub> -F 3 | (++) | A  | 5670              | 378        | 67                                     | 247                                       | 0.28                            |
|      | S <sub>s</sub> -N 1 | (++) | A  | 3965              | 464        | 48                                     | 247                                       | 0.20                            |
| 断面②* | S <sub>s</sub> -D 2 | (++) | A  | 10009             | 265        | 116                                    | 247                                       | 0.47                            |

注記 \* : 「4. 評価結果」の値を再掲

表 5.3-4 鋼管杭のせん断力照査における最大照査値

| 断面   | 地震動    |      | 杭種 | せん断力<br>(kN) | せん断応力度<br>$\tau_s$ (N/mm <sup>2</sup> ) | 短期許容応力度<br>$\tau_{sa}$ (N/mm <sup>2</sup> ) | 照査値<br>$\tau_s / \tau_{sa}$ |
|------|--------|------|----|--------------|---|---|-----------------------------|
| A    | Ss-D 1 | (++) | C  | 6606         | 51                                      | 217   | 0.24                        |
|      | Ss-D 2 | (++) | C  | 7615         | 58                                      | 217   | 0.27                        |
|      | Ss-D 3 | (++) | C  | 5278         | 41                                      | 217   | 0.19                        |
|      | Ss-F 1 | (++) | C  | 6661         | 51                                      | 217   | 0.24                        |
|      | Ss-F 2 | (++) | C  | 5249         | 40                                      | 217   | 0.19                        |
|      | Ss-F 3 | (++) | C  | 5254         | 40                                      | 217   | 0.19                        |
|      | Ss-N 1 | (++) | C  | 3711         | 29                                      | 217   | 0.14                        |
| B    | Ss-D 1 | (++) | C  | 7172         | 55                                      | 217   | 0.26                        |
|      | Ss-D 2 | (++) | C  | 7689         | 59                                      | 217   | 0.28                        |
|      | Ss-D 3 | (++) | C  | 5257         | 40                                      | 217   | 0.19                        |
|      | Ss-F 1 | (++) | C  | 5801         | 45                                      | 217   | 0.21                        |
|      | Ss-F 2 | (++) | C  | 4741         | 37                                      | 217   | 0.18                        |
|      | Ss-F 3 | (++) | C  | 5184         | 40                                      | 217   | 0.19                        |
|      | Ss-N 1 | (++) | C  | 3831         | 30                                      | 217   | 0.14                        |
| 断面②* | Ss-D 2 | (++) | C  | 8734         | 67                                      | 217   | 0.31                        |

注記 \* : 「4. 評価結果」の値を再掲

表 5.3-5 背面補強工のすべり安全率

| 断面   | 地震動    |      | 発生時刻 (s) | 最小すべり安全率 |
|------|--------|------|----------|----------|
|      |        |      |          |          |
| A    | Ss-D 1 | (++) | 37.22    | 23.8     |
|      | Ss-D 2 | (++) | 6.91     | 22.7     |
|      | Ss-D 3 | (++) | 20.97    | 28.1     |
|      | Ss-F 1 | (++) | 19.62    | 25.0     |
|      | Ss-F 2 | (++) | 31.35    | 30.0     |
|      | Ss-F 3 | (++) | 26.84    | 28.4     |
|      | Ss-N 1 | (++) | 7.91     | 29.7     |
| B    | Ss-D 1 | (++) | 37.04    | 22.8     |
|      | Ss-D 2 | (++) | 6.90     | 23.3     |
|      | Ss-D 3 | (++) | 28.74    | 29.6     |
|      | Ss-F 1 | (++) | 19.61    | 28.9     |
|      | Ss-F 2 | (++) | 28.49    | 31.5     |
|      | Ss-F 3 | (++) | 26.84    | 30.1     |
|      | Ss-N 1 | (++) | 7.92     | 33.2     |
| 断面②* | Ss-D 2 | (++) | 6.91     | 20.7     |

注記 \* : 「4. 評価結果」の値を再掲

表 5.3-6 置換コンクリートのすべり安全率

| 断面   | 地震動    |      | 発生時刻 (s) | 最小すべり安全率 |
|------|--------|------|----------|----------|
|      |        |      |          |          |
| A    | Ss-D 1 | (++) | 18.71    | 5.6      |
|      | Ss-D 2 | (++) | 25.26    | 4.7      |
|      | Ss-D 3 | (++) | 29.71    | 6.3      |
|      | Ss-F 1 | (++) | 18.90    | 6.0      |
|      | Ss-F 2 | (++) | 27.86    | 5.6      |
|      | Ss-F 3 | (++) | 26.71    | 5.9      |
|      | Ss-N 1 | (++) | 7.53     | 4.2      |
| B    | Ss-D 1 | (++) | 25.49    | 5.4      |
|      | Ss-D 2 | (++) | 25.25    | 5.1      |
|      | Ss-D 3 | (++) | 8.82     | 6.4      |
|      | Ss-F 1 | (++) | 18.90    | 6.2      |
|      | Ss-F 2 | (++) | 26.89    | 6.1      |
|      | Ss-F 3 | (++) | 26.71    | 5.8      |
|      | Ss-N 1 | (++) | 7.52     | 4.5      |
| 断面①* | Ss-N 1 | (++) | 7.54     | 4.2      |

注記 \* : 「4. 評価結果」の値を再掲

表 5.3-7 改良地盤のすべり安全率

| 断面   | 地震動    |      | 発生時刻 (s) | 最小すべり安全率 |
|------|--------|------|----------|----------|
|      | SS-D   | SS-F |          |          |
| A    | SS-D 1 | (++) | 32.30    | 3.1      |
|      | SS-D 2 | (++) | 13.41    | 3.4      |
|      | SS-D 3 | (++) | 15.58    | 3.4      |
|      | SS-F 1 | (++) | 19.50    | 3.4      |
|      | SS-F 2 | (++) | 31.31    | 3.1      |
|      | SS-F 3 | (++) | 26.83    | 3.1      |
|      | SS-N 1 | (++) | 7.54     | 3.4      |
| B    | SS-D 1 | (++) | 32.29    | 3.4      |
|      | SS-D 2 | (++) | 13.41    | 3.6      |
|      | SS-D 3 | (++) | 20.94    | 3.8      |
|      | SS-F 1 | (++) | 19.49    | 3.7      |
|      | SS-F 2 | (++) | 28.47    | 3.0      |
|      | SS-F 3 | (++) | 26.83    | 3.5      |
|      | SS-N 1 | (++) | 7.53     | 3.5      |
| 断面①* | SS-F 1 | (++) | 17.27    | 2.9      |
| 断面③* | SS-D 1 | (++) | 32.30    | 2.9      |

注記 \* : 「4. 評価結果」の値を再掲

表 5.3-8 セメント改良土のすべり安全率

| 断面   | 地震動    |      | 発生時刻 (s) | 最小すべり安全率 |
|------|--------|------|----------|----------|
|      | SS-D   | SS-F |          |          |
| A    | SS-D 1 | (++) | 37.21    | 3.8      |
|      | SS-D 2 | (++) | 6.82     | 3.8      |
|      | SS-D 3 | (++) | 15.43    | 4.2      |
|      | SS-F 1 | (++) | 22.41    | 4.0      |
|      | SS-F 2 | (++) | 27.85    | 4.2      |
|      | SS-F 3 | (++) | 28.63    | 4.5      |
|      | SS-N 1 | (++) | 7.52     | 5.1      |
| B    | SS-D 1 | (++) | 37.20    | 3.6      |
|      | SS-D 2 | (++) | 6.81     | 3.6      |
|      | SS-D 3 | (++) | 15.42    | 4.3      |
|      | SS-F 1 | (++) | 22.40    | 4.3      |
|      | SS-F 2 | (++) | 27.85    | 4.3      |
|      | SS-F 3 | (++) | 28.45    | 5.1      |
|      | SS-N 1 | (++) | 7.63     | 5.7      |
| 断面②* | SS-D 2 | (++) | 6.82     | 3.5      |

注記 \* : 「4. 評価結果」の値を再掲

表 5.3-9(1) 基礎地盤の支持性能に対する最大照査値（鋼管杭）\*

| 断面 | 地震動                 |      | 最大接地圧                      | 極限支持力                         | 照査値          |
|----|---------------------|------|----------------------------|-------------------------------|--------------|
|    |                     |      | $R_a$ (N/mm <sup>2</sup> ) | $R_{ua}$ (N/mm <sup>2</sup> ) | $R_a/R_{ua}$ |
| A  | S <sub>s</sub> -D 1 | (++) | 0.9                        | 4.4                           | 0.21         |
|    | S <sub>s</sub> -D 2 | (++) | 0.9                        | 4.4                           | 0.21         |
|    | S <sub>s</sub> -D 3 | (++) | 0.8                        | 4.4                           | 0.19         |
|    | S <sub>s</sub> -F 1 | (++) | 0.8                        | 4.4                           | 0.19         |
|    | S <sub>s</sub> -F 2 | (++) | 0.7                        | 4.4                           | 0.16         |
|    | S <sub>s</sub> -F 3 | (++) | 0.9                        | 4.4                           | 0.21         |
|    | S <sub>s</sub> -N 1 | (++) | 0.8                        | 4.4                           | 0.19         |
| B  | S <sub>s</sub> -D 1 | (++) | 0.8                        | 4.4                           | 0.19         |
|    | S <sub>s</sub> -D 2 | (++) | 0.8                        | 4.4                           | 0.19         |
|    | S <sub>s</sub> -D 3 | (++) | 0.7                        | 4.4                           | 0.16         |
|    | S <sub>s</sub> -F 1 | (++) | 0.8                        | 4.4                           | 0.19         |
|    | S <sub>s</sub> -F 2 | (++) | 0.7                        | 4.4                           | 0.16         |
|    | S <sub>s</sub> -F 3 | (++) | 0.8                        | 4.4                           | 0.19         |
|    | S <sub>s</sub> -N 1 | (++) | 0.7                        | 4.4                           | 0.16         |

注記 \* : 短杭としてモデル化しているため比較対象外

表 5.3-9(2) 基礎地盤の支持性能に対する最大照査値（背面補強工）

| 断面   | 地震動                 |      | 最大接地圧                      | 極限支持力                         | 照査値          |
|------|---------------------|------|----------------------------|-------------------------------|--------------|
|      |                     |      | $R_a$ (N/mm <sup>2</sup> ) | $R_{ua}$ (N/mm <sup>2</sup> ) | $R_a/R_{ua}$ |
| A    | S <sub>s</sub> -D 1 | (++) | 0.8                        | 4.4                           | 0.19         |
|      | S <sub>s</sub> -D 2 | (++) | 0.9                        | 4.4                           | 0.21         |
|      | S <sub>s</sub> -D 3 | (++) | 0.8                        | 4.4                           | 0.19         |
|      | S <sub>s</sub> -F 1 | (++) | 0.7                        | 4.4                           | 0.16         |
|      | S <sub>s</sub> -F 2 | (++) | 0.7                        | 4.4                           | 0.16         |
|      | S <sub>s</sub> -F 3 | (++) | 0.7                        | 4.4                           | 0.16         |
|      | S <sub>s</sub> -N 1 | (++) | 0.8                        | 4.4                           | 0.19         |
| B    | S <sub>s</sub> -D 1 | (++) | 0.8                        | 4.4                           | 0.19         |
|      | S <sub>s</sub> -D 2 | (++) | 0.8                        | 4.4                           | 0.19         |
|      | S <sub>s</sub> -D 3 | (++) | 0.7                        | 4.4                           | 0.16         |
|      | S <sub>s</sub> -F 1 | (++) | 0.7                        | 4.4                           | 0.16         |
|      | S <sub>s</sub> -F 2 | (++) | 0.7                        | 4.4                           | 0.16         |
|      | S <sub>s</sub> -F 3 | (++) | 0.7                        | 4.4                           | 0.16         |
|      | S <sub>s</sub> -N 1 | (++) | 0.7                        | 4.4                           | 0.16         |
| 断面①* | S <sub>s</sub> -D 2 | (++) | 0.9                        | 4.4                           | 0.21         |

注記 \* : 「4. 評価結果」の値を再掲

表 5.3-9(3) 基礎地盤の支持性能に対する最大照査値（置換コンクリート）

| 断面      | 地震動                 |      | 最大接地圧                      | 極限支持力                         | 照査値          |
|---------|---------------------|------|----------------------------|-------------------------------|--------------|
|         |                     |      | $R_a$ (N/mm <sup>2</sup> ) | $R_{ua}$ (N/mm <sup>2</sup> ) | $R_a/R_{ua}$ |
| A       | S <sub>s</sub> -D 1 | (++) | 3.0                        | 13.7                          | 0.22         |
|         | S <sub>s</sub> -D 2 | (++) | 3.2                        | 13.7                          | 0.24         |
|         | S <sub>s</sub> -D 3 | (++) | 2.8                        | 13.7                          | 0.21         |
|         | S <sub>s</sub> -F 1 | (++) | 3.0                        | 13.7                          | 0.22         |
|         | S <sub>s</sub> -F 2 | (++) | 2.7                        | 13.7                          | 0.20         |
|         | S <sub>s</sub> -F 3 | (++) | 3.4                        | 13.7                          | 0.25         |
|         | S <sub>s</sub> -N 1 | (++) | 2.1                        | 13.7                          | 0.16         |
| B       | S <sub>s</sub> -D 1 | (++) | 4.2                        | 13.7                          | 0.31         |
|         | S <sub>s</sub> -D 2 | (++) | 4.5                        | 13.7                          | 0.33         |
|         | S <sub>s</sub> -D 3 | (++) | 3.2                        | 13.7                          | 0.24         |
|         | S <sub>s</sub> -F 1 | (++) | 3.1                        | 13.7                          | 0.23         |
|         | S <sub>s</sub> -F 2 | (++) | 3.4                        | 13.7                          | 0.25         |
|         | S <sub>s</sub> -F 3 | (++) | 3.6                        | 13.7                          | 0.27         |
|         | S <sub>s</sub> -N 1 | (++) | 2.6                        | 13.7                          | 0.19         |
| 断面③*1*2 | S <sub>s</sub> -N 1 | (++) | 3.0                        | 13.7                          | 0.22         |

注記 \*1：「4. 評価結果」の値を再掲

\*2：支持地盤が狐崎部層である断面③の最大照査値を示す

## 5.4 隣接構造物による影響検討について

### (1) 概要

「5.10 津波防護施設の設計における評価対象断面の選定について」において、防潮堤（鋼管式鉛直壁）と隣接する構造物の影響についても確認する方針としている。

防潮堤（鋼管式鉛直壁）と隣接する構造物としては、図 5.4-1 に示すとおり第 2 号機海水ポンプ室、第 3 号機海水ポンプ室、防潮壁（第 2 号機海水ポンプ室）、防潮壁（第 3 号機海水ポンプ室）、第 1 号機取水路、第 2 号機取水路及び第 3 号機取水路が挙げられる。

防潮堤（鋼管式鉛直壁）は、防潮堤に変位が生じやすいよう山側を盛土でモデル化していることから、隣接構造物が防潮堤（鋼管式鉛直壁）に及ぼす影響の程度を確認する。

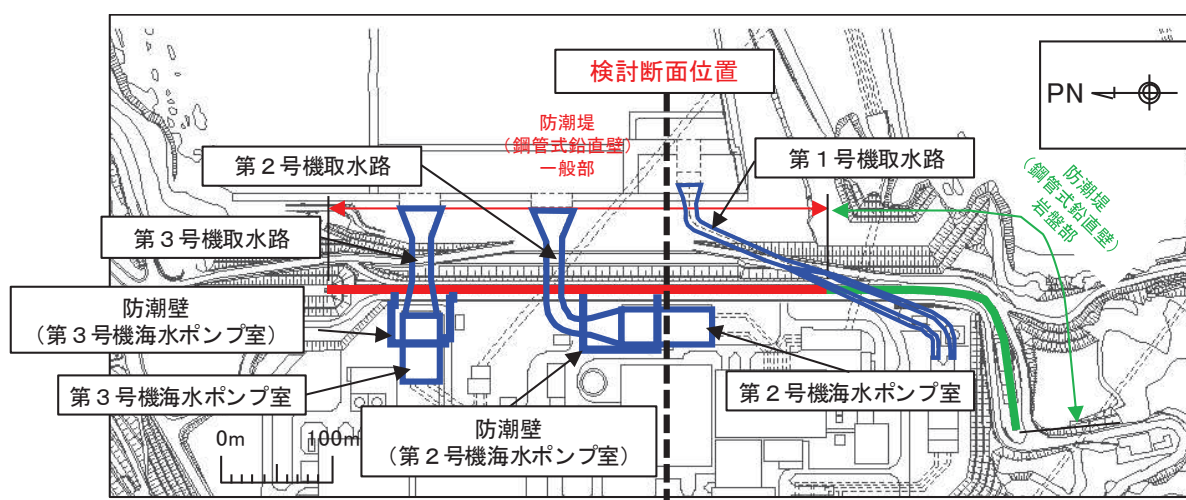


図 5.4-1 防潮堤（鋼管式鉛直壁）と隣接する構造物位置図

### (2) 評価方針

隣接構造物の影響に関しては、防潮堤（鋼管式鉛直壁）の山側（敷地側）に改良地盤や構造物（原子炉建屋）が連続する第 2 号機海水ポンプ室が位置する断面を選定した。選定した評価断面図を図 5.4-2 に、地震応答解析モデルを図 5.4-3 に示す。

評価に用いる入力地震動は、全基準地震動  $S_s$ （位相は（++））とし、地盤物性のばらつきは考慮せずに、表 5.3-1 に示す解析ケース①を実施する。

海水ポンプ室及び原子炉建屋のモデル化に当たっては、防潮堤の山側に位置する構造物の影響が顕著に表れると考え、仮想的にコンクリート剛性を適用したソリッド要素でモデル化する。



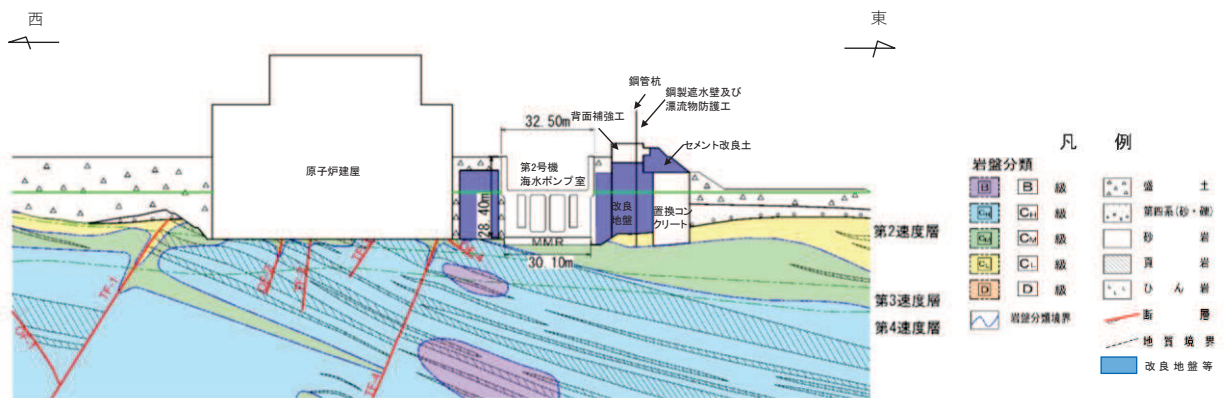


図 5.4-2 隣接構造物影響検討断面図（第2号機海水ポンプ室）

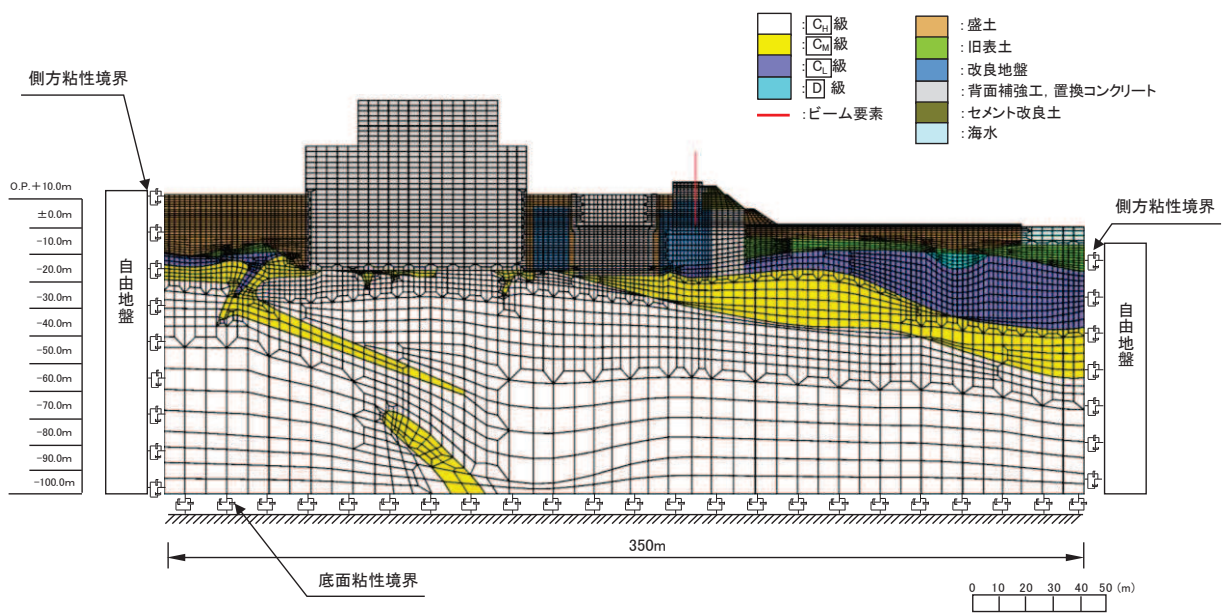


図 5.4-3 地震応答解析モデル（隣接構造物影響検討）

表 5.3-1 解析ケース

| 解析ケース           | 材料物性<br>(コンクリート)<br>( $E_0$ : ヤング係数) | 地盤物性   |  |
|-----------------|--------------------------------------|--|--|
|                 |                                      | 旧表土, 盛土, D級岩盤<br>セメント改良土, 改良地盤<br>( $G_0$ : 初期せん断弾性係数) | C1級岩盤, C3級岩盤<br>C2級岩盤, B級岩盤<br>( $G_d$ : 動せん断弾性係数) |
| ケース①<br>(基本ケース) | 設計基準強度                               | 平均値  | 平均値  |

(3) 評価結果

隣接構造物の影響として第2号機海水ポンプ室をモデル化した場合の評価結果を表5.4-2～表5.4-8に示す。また、比較として、断面①～③のうち、基準地震動 $S_s$ 、位相(++)の中で最も照査値が厳しい値を示す。

本検討の結果、隣接構造物をモデル化することで、鋼管杭の断面力や背面補強工のすべり安全率及び基礎地盤の支持性能の照査値に影響があるものの、成立性に対しては影響がないことを確認した。

表 5.4-2 鋼管杭の曲げ圧縮照査における最大照査値

| 断面                      | 地震動                 |      | 杭種 | 曲げモーメント<br>(kN・m) | 軸力<br>(kN) | 曲げ圧縮<br>応力度                        | 短期許容<br>応力度                           | 照査値<br>$\sigma_s / \sigma_{sa}$ |
|-------------------------|---------------------|------|----|-------------------|------------|------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------|
|                         |                     |      |    |                   |            | $\sigma_s$<br>(N/mm <sup>2</sup> ) | $\sigma_{sa}$<br>(N/mm <sup>2</sup> ) |                                 |
| 隣接<br>構造物<br>影響検討<br>断面 | S <sub>s</sub> -D 1 | (++) | A  | 10541             | 458        | 123                                | 247                                   | 0.50                            |
|                         | S <sub>s</sub> -D 2 | (++) | A  | 10957             | 406        | 127                                | 247                                   | 0.52                            |
|                         | S <sub>s</sub> -D 3 | (++) | A  | 8608              | 485        | 101                                | 247                                   | 0.41                            |
|                         | S <sub>s</sub> -F 1 | (++) | A  | 7217              | 417        | 85                                 | 247                                   | 0.35                            |
|                         | S <sub>s</sub> -F 2 | (++) | A  | 7504              | 355        | 88                                 | 247                                   | 0.36                            |
|                         | S <sub>s</sub> -F 3 | (++) | A  | 8457              | 408        | 99                                 | 247                                   | 0.41                            |
|                         | S <sub>s</sub> -N 1 | (++) | A  | 5609              | 293        | 66                                 | 247                                   | 0.27                            |
| 断面②*                    | S <sub>s</sub> -D 2 | (++) | A  | 10009             | 265        | 116                                | 247                                   | 0.47                            |

注記 \* : 「4. 評価結果」の値を再掲

表 5.4-3 鋼管杭のせん断力照査における最大照査値

| 断面                      | 地震動                 |      | 杭種 | せん断力<br>(kN) | せん断応力度                        | 短期許容応力度                          | 照査値<br>$\tau_s / \tau_{sa}$ |
|-------------------------|---------------------|------|----|--------------|-------------------------------|----------------------------------|-----------------------------|
|                         |                     |      |    |              | $\tau_s$ (N/mm <sup>2</sup> ) | $\tau_{sa}$ (N/mm <sup>2</sup> ) |                             |
| 隣接<br>構造物<br>影響検討<br>断面 | S <sub>s</sub> -D 1 | (++) | C  | 9733         | 74                            | 217                              | 0.35                        |
|                         | S <sub>s</sub> -D 2 | (++) | C  | 9751         | 75                            | 217                              | 0.35                        |
|                         | S <sub>s</sub> -D 3 | (++) | C  | 7513         | 58                            | 217                              | 0.27                        |
|                         | S <sub>s</sub> -F 1 | (++) | C  | 6509         | 50                            | 217                              | 0.24                        |
|                         | S <sub>s</sub> -F 2 | (++) | C  | 6938         | 53                            | 217                              | 0.25                        |
|                         | S <sub>s</sub> -F 3 | (++) | C  | 7400         | 57                            | 217                              | 0.27                        |
|                         | S <sub>s</sub> -N 1 | (++) | C  | 5359         | 41                            | 217                              | 0.19                        |
| 断面②*                    | S <sub>s</sub> -D 2 | (++) | C  | 8734         | 67                            | 217                              | 0.31                        |

注記 \* : 「4. 評価結果」の値を再掲

表 5.4-4 背面補強工のすべり安全率

| 断面                      | 地震動                 |      | 発生時刻<br>(s) | 最小すべり安<br>全率 |
|-------------------------|---------------------|------|-------------|--------------|
| 隣接<br>構造物<br>影響検討<br>断面 | S <sub>s</sub> -D 1 | (++) | 37.21       | 16.1         |
|                         | S <sub>s</sub> -D 2 | (++) | 6.91        | 18.0         |
|                         | S <sub>s</sub> -D 3 | (++) | 6.42        | 22.5         |
|                         | S <sub>s</sub> -F 1 | (++) | 19.61       | 25.4         |
|                         | S <sub>s</sub> -F 2 | (++) | 27.71       | 23.6         |
|                         | S <sub>s</sub> -F 3 | (++) | 28.72       | 18.2         |
|                         | S <sub>s</sub> -N 1 | (++) | 7.52        | 25.9         |
| 断面②*                    | S <sub>s</sub> -D 2 | (++) | 6.91        | 20.7         |

注記 \* : 「4. 評価結果」の値を再掲

表 5.4-5 置換コンクリートのすべり安全率

| 断面                      | 地震動                 |      | 発生時刻<br>(s) | 最小すべり安<br>全率 |
|-------------------------|---------------------|------|-------------|--------------|
| 隣接<br>構造物<br>影響検討<br>断面 | S <sub>s</sub> -D 1 | (++) | 45.03       | 8.4          |
|                         | S <sub>s</sub> -D 2 | (++) | 13.54       | 6.6          |
|                         | S <sub>s</sub> -D 3 | (++) | 21.04       | 8.9          |
|                         | S <sub>s</sub> -F 1 | (++) | 18.88       | 9.5          |
|                         | S <sub>s</sub> -F 2 | (++) | 27.85       | 8.2          |
|                         | S <sub>s</sub> -F 3 | (++) | 28.61       | 7.1          |
|                         | S <sub>s</sub> -N 1 | (++) | 7.51        | 5.6          |
| 断面①*                    | S <sub>s</sub> -N 1 | (++) | 7.54        | 4.2          |

注記 \* : 「4. 評価結果」の値を再掲

表 5.4-6 改良地盤のすべり安全率

| 断面                      | 地震動                 |      | 発生時刻<br>(s) | 最小すべり安<br>全率 |
|-------------------------|---------------------|------|-------------|--------------|
| 隣接<br>構造物<br>影響検討<br>断面 | S <sub>s</sub> -D 1 | (++) | 25.22       | 3.2          |
|                         | S <sub>s</sub> -D 2 | (++) | 13.66       | 3.3          |
|                         | S <sub>s</sub> -D 3 | (++) | 20.93       | 3.7          |
|                         | S <sub>s</sub> -F 1 | (++) | 19.49       | 4.2          |
|                         | S <sub>s</sub> -F 2 | (++) | 31.29       | 3.4          |
|                         | S <sub>s</sub> -F 3 | (++) | 26.82       | 3.4          |
|                         | S <sub>s</sub> -N 1 | (++) | 7.35        | 3.7          |
| 断面①*                    | S <sub>s</sub> -F 1 | (++) | 17.27       | 2.9          |
| 断面③*                    | S <sub>s</sub> -D 1 | (++) | 32.30       | 2.9          |

注記 \* : 「4. 評価結果」の値を再掲

表 5.4-7 セメント改良土のすべり安全率

| 断面                      | 地震動                 |      | 発生時刻<br>(s) | 最小すべり安<br>全率 |
|-------------------------|---------------------|------|-------------|--------------|
| 隣接<br>構造物<br>影響検討<br>断面 | S <sub>s</sub> -D 1 | (++) | 37.20       | 3.8          |
|                         | S <sub>s</sub> -D 2 | (++) | 6.99        | 4.1          |
|                         | S <sub>s</sub> -D 3 | (++) | 21.03       | 4.7          |
|                         | S <sub>s</sub> -F 1 | (++) | 18.89       | 5.3          |
|                         | S <sub>s</sub> -F 2 | (++) | 28.56       | 5.2          |
|                         | S <sub>s</sub> -F 3 | (++) | 28.61       | 3.8          |
|                         | S <sub>s</sub> -N 1 | (++) | 7.51        | 4.5          |
| 断面②*                    | S <sub>s</sub> -D 2 | (++) | 6.82        | 3.5          |

注記 \* : 「4. 評価結果」の値を再掲

表 5.3-8(1) 基礎地盤の支持性能に対する最大照査値（鋼管杭）\*

| 断面                      | 地震動                 |      | 最大接地圧                      | 極限支持力                         | 照査値          |
|-------------------------|---------------------|------|----------------------------|-------------------------------|--------------|
|                         |                     |      | $R_a$ (N/mm <sup>2</sup> ) | $R_{ua}$ (N/mm <sup>2</sup> ) | $R_a/R_{ua}$ |
| 隣接<br>構造物<br>影響検討<br>断面 | S <sub>s</sub> -D 1 | (++) | 0.7                        | 4.4                           | 0.16         |
|                         | S <sub>s</sub> -D 2 | (++) | 0.7                        | 4.4                           | 0.16         |
|                         | S <sub>s</sub> -D 3 | (++) | 0.7                        | 4.4                           | 0.16         |
|                         | S <sub>s</sub> -F 1 | (++) | 0.6                        | 4.4                           | 0.14         |
|                         | S <sub>s</sub> -F 2 | (++) | 0.7                        | 4.4                           | 0.16         |
|                         | S <sub>s</sub> -F 3 | (++) | 0.6                        | 4.4                           | 0.14         |
|                         | S <sub>s</sub> -N 1 | (++) | 0.6                        | 4.4                           | 0.14         |

注記 \* : 短杭としてモデル化しているため比較対象外

表 5.3-8(2) 基礎地盤の支持性能に対する最大照査値（背面補強工）

| 断面                      | 地震動                 |      | 最大接地圧                      | 極限支持力                         | 照査値          |
|-------------------------|---------------------|------|----------------------------|-------------------------------|--------------|
|                         |                     |      | $R_a$ (N/mm <sup>2</sup> ) | $R_{ua}$ (N/mm <sup>2</sup> ) | $R_a/R_{ua}$ |
| 隣接<br>構造物<br>影響検討<br>断面 | S <sub>s</sub> -D 1 | (++) | 1.0                        | 4.4                           | 0.23         |
|                         | S <sub>s</sub> -D 2 | (++) | 1.0                        | 4.4                           | 0.23         |
|                         | S <sub>s</sub> -D 3 | (++) | 0.9                        | 4.4                           | 0.21         |
|                         | S <sub>s</sub> -F 1 | (++) | 0.8                        | 4.4                           | 0.19         |
|                         | S <sub>s</sub> -F 2 | (++) | 0.7                        | 4.4                           | 0.16         |
|                         | S <sub>s</sub> -F 3 | (++) | 1.0                        | 4.4                           | 0.23         |
|                         | S <sub>s</sub> -N 1 | (++) | 0.7                        | 4.4                           | 0.16         |
| 断面①*                    | S <sub>s</sub> -D 2 | (++) | 0.9                        | 4.4                           | 0.21         |

注記 \* : 「4. 評価結果」の値を再掲

表 5.3-8(3) 基礎地盤の支持性能に対する最大照査値（置換コンクリート）

| 断面                      | 地震動    |      | 最大接地圧                      | 極限支持力                         | 照査値          |
|-------------------------|--------|------|----------------------------|-------------------------------|--------------|
|                         |        |      | $R_a$ (N/mm <sup>2</sup> ) | $R_{ua}$ (N/mm <sup>2</sup> ) | $R_a/R_{ua}$ |
| 隣接<br>構造物<br>影響検討断<br>面 | Ss-D 1 | (++) | 2.1                        | 13.7                          | 0.16         |
|                         | Ss-D 2 | (++) | 2.6                        | 13.7                          | 0.19         |
|                         | Ss-D 3 | (++) | 2.0                        | 13.7                          | 0.15         |
|                         | Ss-F 1 | (++) | 2.1                        | 13.7                          | 0.16         |
|                         | Ss-F 2 | (++) | 2.3                        | 13.7                          | 0.17         |
|                         | Ss-F 3 | (++) | 2.4                        | 13.7                          | 0.18         |
|                         | Ss-N 1 | (++) | 2.8                        | 13.7                          | 0.21         |
| 断面③*1*2                 | Ss-N 1 | (++) | 3.0                        | 13.7                          | 0.22         |

注記 \*1：「4. 評価結果」の値を再掲

\*2：支持地盤が狐崎部層である断面③の最大照査値を示す

## 5.5 液状化しない場合の不確かさの影響検討について

### (1) 概要

防潮堤（鋼管式鉛直壁）一般部は、前背面の地表面が傾斜しており、液状化による側方流動の影響を受ける可能性があることも踏まえ、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用いて評価を行っている。

一方で、液状化しない場合に防潮堤（鋼管式鉛直壁）の評価が厳しくなる場合も想定し、非液状化の条件（全応力）を仮定した検討を実施することで、防潮堤（鋼管式鉛直壁）に及ぼす影響の程度を確認する。

### (2) 評価方針

評価対象断面及び入力地震動については、「4. 評価結果」のうち解析ケース①（基本ケース）の結果において、照査値が最も厳しい「断面②， $S_s-D2$ （—）」とする。

断面②の地震応答解析モデルを図 5.5-1 に示す。

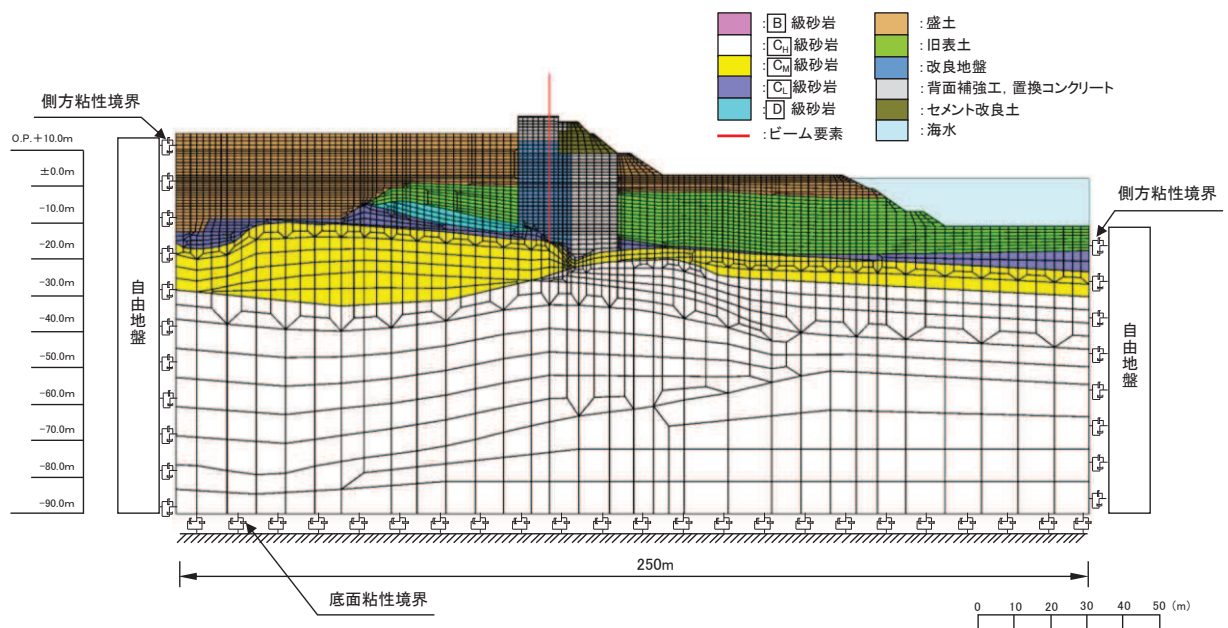


図 5.5-1 防潮堤（鋼管式鉛直壁）の断面②の地震応答解析モデル

影響検討を行う解析ケースについては、表 5.5-1 に示す解析ケース①（基本ケース）に対して、液状化パラメータを非考慮とし、非液状化の条件を仮定した検討を実施する。



表 5.5-1 解析ケース

| 液状化強度特性        | 解析ケース                         | 材料物性<br>(コンクリート)<br>( $E_0$ : ヤング係数) | 地盤物性   |   |
|----------------|-------------------------------|--------------------------------------|--|---|
|                |                               |                                      | 旧表土, 盛土, D級岩盤<br>セメント改良土, 改良地盤<br>( $G_0$ : 初期せん断弾性係数) | C <sub>1</sub> 級岩盤, C <sub>2</sub> 級岩盤<br>C <sub>3</sub> 級岩盤, B級岩盤<br>( $G_d$ : 動せん断弾性係数) |
| 液状化強度特性<br>下限値 | ケース①* <sup>1</sup><br>(基本ケース) | 設計基準強度                               | 平均値  | 平均値   |
|                | ケース②* <sup>1</sup>            | 設計基準強度                               | 平均値 + 1 $\sigma$                                       | 平均値   |
|                | ケース③* <sup>1</sup>            | 設計基準強度                               | 平均値 - 1 $\sigma$                                       | 平均値   |
| 液状化パラメータ非考慮    | ケース①* <sup>2</sup>            | 設計基準強度                               | 平均値  | 平均値   |

注記\* 1 : 「4. 評価結果」にて評価済

注記\* 2 : 今回検討

(3) 評価結果

非液状化の条件を仮定した検討の評価結果を表 5.5-2～表 5.5-8 及び図 5.5-1～図 5.5-5 に示す。

本検討の結果, 液状化を考慮した検討の方が厳しい又はおおむね同等な結果となることから, 液状化しない場合の影響が小さいことを確認した。

表 5.5-2 鋼管杭の曲げ圧縮照査における最大照査値 (断面②, S<sub>s</sub>-D2 (---))

| 液状化強度特性 | 解析ケース | 杭種 | 曲げモーメント<br>(kN・m) | 軸力<br>(kN) | 曲げ圧縮<br>応力度<br>$\sigma_s$ (N/mm <sup>2</sup> ) | 短期許容<br>応力度<br>$\sigma_{sa}$ (N/mm <sup>2</sup> ) | 照査値<br>$\sigma_s / \sigma_{sa}$ |
|---------|-------|----|-------------------|------------|--|---|---------------------------------|
| 下限値     | ①*    | A  | 10481             | 586        | 123  | 247   | 0.50                            |
|         | ②*    | A  | 10728             | 537        | 126  | 247   | 0.52                            |
|         | ③*    | A  | 10106             | 536        | 118  | 247   | 0.48                            |
| 非考慮     | ①     | A  | 8617              | 631        | 102  | 247   | 0.42                            |

注記\* : 「4. 評価結果」の値を再掲。

表 5.5-3 鋼管杭のせん断力照査における最大照査値（断面②， $S_s-D2$ （—））

| 液状化強度特性 | 解析ケース | 杭種 | せん断力 (kN) | せん断応力度 $\tau_s$ (N/mm <sup>2</sup> ) | 短期許容応力度 $\tau_{sa}$ (N/mm <sup>2</sup> ) | 照査値 $\tau_s / \tau_{sa}$ |
|---------|-------|----|-----------|--------------------------------------|--|--------------------------|
| 下限値     | ①*    | C  | 7946      | 61                                   | 217                                      | 0.29                     |
|         | ②*    | C  | 8130      | 62                                   | 217                                      | 0.29                     |
|         | ③*    | C  | 7684      | 59                                   | 217                                      | 0.28                     |
| 非考慮     | ①     | C  | 6551      | 50                                   | 217                                      | 0.24                     |

注記\*：「4. 評価結果」の値を再掲。

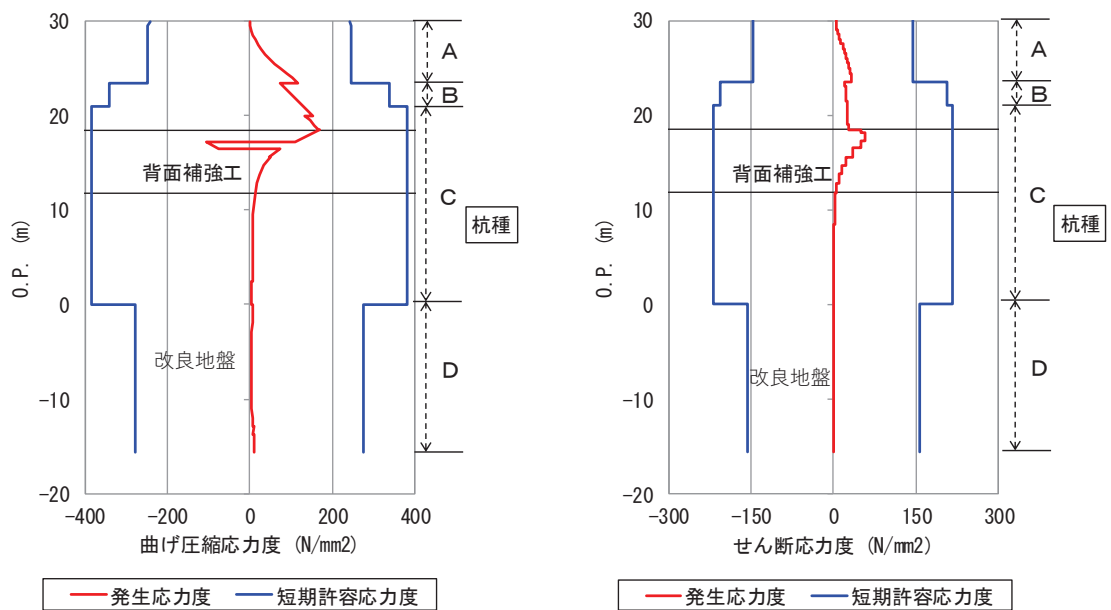


図 5.5-1 鋼管杭の最大照査値の評価時刻での発生応力度  
（断面②， $S_s-D2$ （—））

表 5.5-3 背面補強工のすべり安全率

| 液状化<br>強度特性 | 解析<br>ケース | 発生時刻<br>(s) | 最小すべり安<br>全率 |
|-------------|-----------|-------------|--------------|
| 下限値         | ①*        | 6.92        | 21.0         |
|             | ②*        | 6.91        | 20.3         |
|             | ③*        | 6.92        | 21.8         |
| 非考慮         | ①         | 13.60       | 21.1         |

注記\*：「4. 評価結果」の値を再掲。

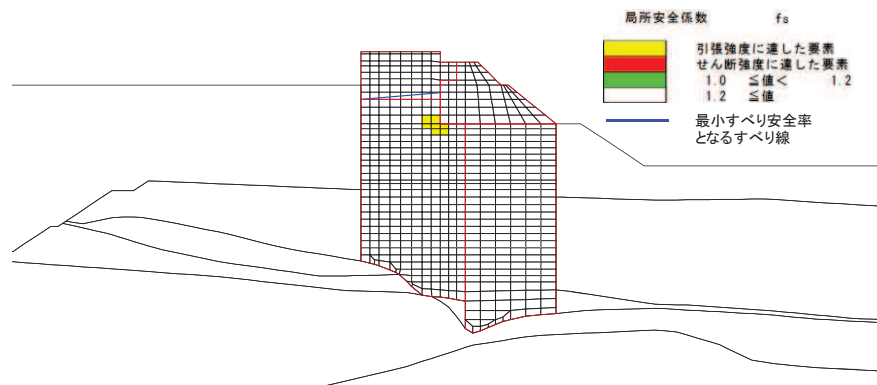


図 5.5-2 背面補強工の最小すべり安全率時刻における局所安全係数分布  
(断面②, S s - D 2 ( - - ) , t=13.60)

表 5.5-5 置換コンクリートのすべり安全率

| 液状化<br>強度特性 | 解析<br>ケース | 発生時刻<br>(s) | 最小すべり安<br>全率 |
|-------------|-----------|-------------|--------------|
| 下限値         | ①*        | 25.49       | 5.3          |
|             | ②*        | 25.48       | 5.2          |
|             | ③*        | 25.49       | 5.6          |
| 非考慮         | ①         | 25.49       | 5.8          |

注記\*：「4. 評価結果」の値を再掲。

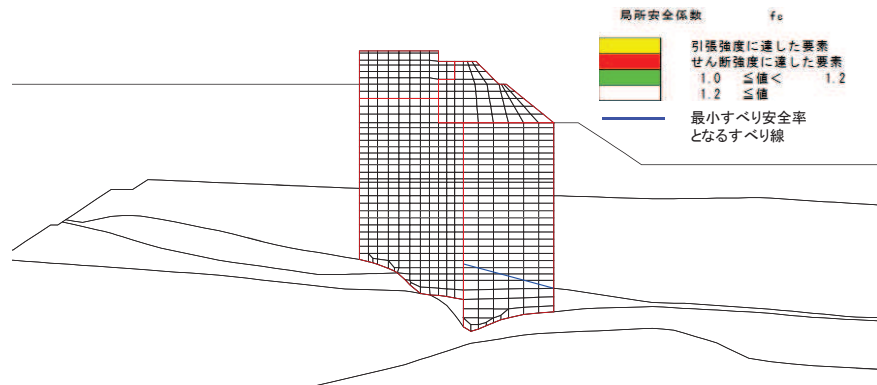


図 5.5-3 置換コンクリートのすべり安全率時刻における局所安全係数分布  
(断面②, S<sub>s</sub>-D2 (---), t=25.49)

表 5.5-6 改良地盤のすべり安全率

| 液状化<br>強度特性 | 解析<br>ケース | 発生時刻<br>(s) | 最小すべり安<br>全率 |
|-------------|-----------|-------------|--------------|
| 下限値         | ①*        | 25.30       | 3.7          |
|             | ②*        | 25.29       | 3.6          |
|             | ③*        | 25.30       | 3.8          |
| 非考慮         | ①         | 13.59       | 3.5          |

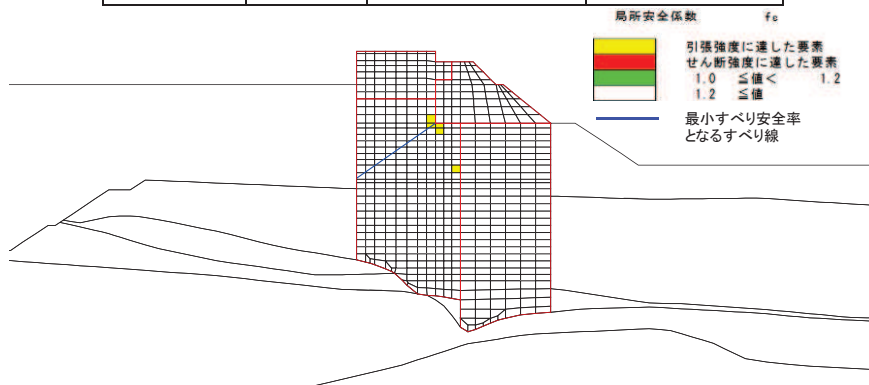


図 5.5-4 改良地盤のすべり安全率時刻における局所安全係数分布  
(断面②, S<sub>s</sub>-D2 (---), t=13.59)

表 5.5-7 セメント改良土のすべり安全率

| 液状化<br>強度特性 | 解析<br>ケース | 発生時刻<br>(s) | 最小すべり安<br>全率 |
|-------------|-----------|-------------|--------------|
| 下限値         | ①*        | 6.75        | 3.7          |
|             | ②*        | 25.11       | 4.0          |
|             | ③*        | 6.76        | 3.5          |
| 非考慮         | ①         | 25.13       | 3.5          |



図 5.5-5 セメント改良土のすべり安全率時刻における局所安全係数分布  
(断面②, S s - D 2 ( - - ) , t=13.58)

表 5.5-8(1) 基礎地盤の支持性能に対する最大照査値 (鋼管杭)

| 液状化<br>強度特性 | 解析<br>ケース | 最大接地圧<br>$R_a$ (N/mm <sup>2</sup> ) | 極限支持力<br>$R_{ua}$ (N/mm <sup>2</sup> ) | 照査値<br>$R_a/R_{ua}$ |
|-------------|-----------|-------------------------------------|--|---------------------|
| 下限値         | ①*        | 1.3                                 | 11.4                                   | 0.12                |
|             | ②*        | 1.2                                 | 11.4                                   | 0.11                |
|             | ③*        | 1.5                                 | 11.4                                   | 0.14                |
| 非考慮         | ①         | 1.4                                 | 11.4                                   | 0.13                |

表 5.5-8(2) 基礎地盤の支持性能に対する最大照査値 (背面補強工)

| 液状化<br>強度特性 | 解析<br>ケース | 最大接地圧<br>$R_a$ (N/mm <sup>2</sup> ) | 極限支持力<br>$R_{ua}$ (N/mm <sup>2</sup> ) | 照査値<br>$R_a/R_{ua}$ |
|-------------|-----------|-------------------------------------|--|---------------------|
| 下限値         | ①*        | 0.9                                 | 4.4                                    | 0.21                |
|             | ②*        | 0.9                                 | 4.4                                    | 0.21                |
|             | ③*        | 0.8                                 | 4.4                                    | 0.19                |
| 非考慮         | ①         | 0.9                                 | 4.4                                    | 0.21                |

表 5.5-8(3) 基礎地盤の支持性能に対する最大照査値（置換コンクリート）

| 液状化<br>強度特性 | 解析<br>ケース | 最大接地圧<br>$R_a$ (N/mm <sup>2</sup> ) | 極限支持力<br>$R_{ua}$ (N/mm <sup>2</sup> ) | 照査値<br>$R_a/R_{ua}$ |
|-------------|-----------|-------------------------------------|--|---------------------|
| 下限値         | ①*        | 3.5                                 | 11.4                                   | 0.31                |
|             | ②*        | 3.5                                 | 11.4                                   | 0.31                |
|             | ③*        | 3.4                                 | 11.4                                   | 0.30                |
| 非考慮         | ①         | 3.4                                 | 11.4                                   | 0.30                |

## 5.6 漂流物防護工の偏心による影響について

### (1) 概要

防潮堤（鋼管式鉛直壁）に設置される漂流物防護工は、図 5.6-1 に示すとおり、鋼管杭（鋼製遮水壁）からの張り出し構造となっている。漂流物防護工が設置されることで、鋼管杭の地震応答へ与える影響を確認するとともに、鋼管杭への偏心荷重への影響について確認する。

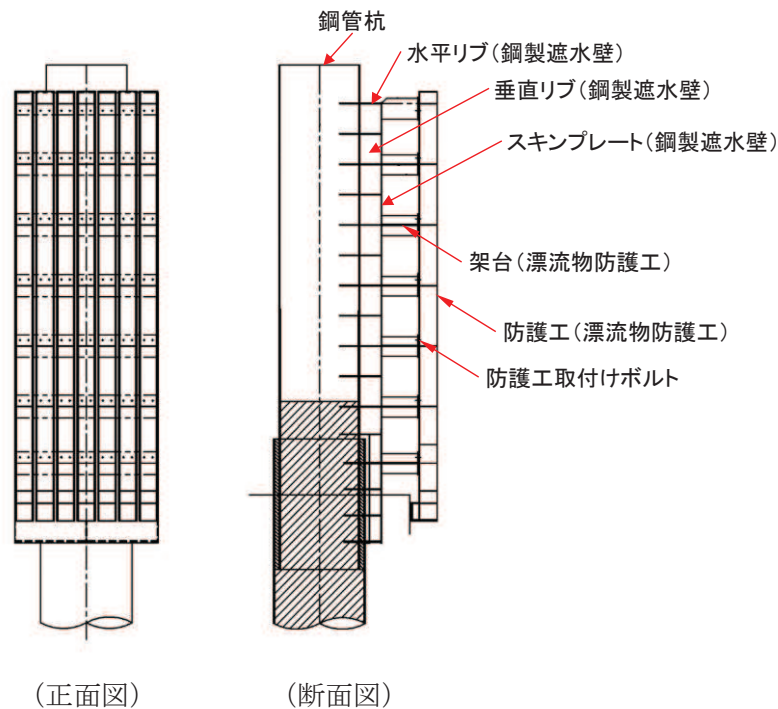


図 5.6-1 鋼製遮水壁及び漂流物防護工の構造図（正面図，断面図）

### (2) 鋼管杭の地震応答へ与える影響について

#### a. 評価方針

漂流物防護工が鋼管杭の地震応答へ与える影響について、漂流物防護工の固有周期により確認する。

#### b. 固有周期の計算

固有周期の計算に用いる寸法は、公称値を使用する。

「構造力学公式集（土木学会，1988 年）」より、片持ち梁の一次固有振動数  $f$  及び固有周期  $T$  は次のとおり与えられる。

$$T = \frac{1}{f}$$

$$f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{3 \cdot E \cdot I \cdot 10^3}{m \cdot L^3}}$$

c. 固有周期の計算条件

漂流物防護工の固有周期は、漂流物防護工について鋼製遮水壁を固定端とした片持ち梁としてモデル化し算出する。モデル図を図 5.6-2 に、必要な諸元を表 5.6-1 に示す。

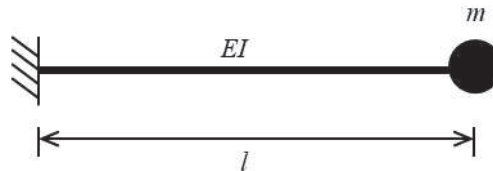


図 5.6-2 固有周期算定モデル

表 5.6-1 固有周期の計算に必要な諸元

| 記号 | 定義            | 数値          | 単位                |
|----|---------------|-------------|-------------------|
| T  | 固有周期          | —           | s                 |
| f  | 一次固有振動数       | —           | Hz                |
| E  | 弾性係数          | 200,000     | N/mm <sup>2</sup> |
| I  | 断面二次モーメント     | 530,177,267 | mm <sup>4</sup>   |
| W  | 漂流物防護工の1段分の質量 | 4,651       | kg/mm             |
| L  | 重心までの長さ       | 955         | mm                |

d. 固有周期の計算結果

漂流物防護工の固有周期の計算結果を表 5.6-2 に示す。固有周期は、0.05s 以下であることから、剛構造である。

よって、漂流物防護工の振動により鋼管杭の地震応答へ与える影響は小さいと考えられる。

表 5.6-2 固有周期の計算結果

| 固有振動数<br>(Hz) | 固有周期<br>(s) |
|---------------|-------------|
| 0.022         | 44.57       |

(3) 鋼管杭への偏心荷重の影響について

a. 評価方針

漂流物防護工から鋼管杭への偏心荷重の影響を確認するため、漂流物防護工の鉛直加振によって鋼管杭に生じる偏心モーメントについて照査を行う。

評価対象断面及び入力地震動については、「4. 評価結果」から、照査値が最も厳しい「断面②，S s-D 2 (—)，解析ケース②」とする。



b. 評価方法

漂流物防護工について鋼製遮水壁を固定端とした片持ち梁としてモデル化し偏心モーメントを算出する。モデル図を図 5.6-3 に示す。また，設計震度は表 4.3-1 に記載の最大鉛直震度  $k_v=1.6$  とする。

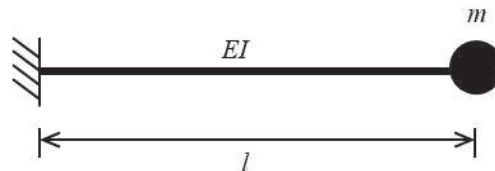


図 5.6-3 モデル図

c. 評価結果

漂流物防護工の鉛直加振によって鋼管杭に生じる偏心モーメントを考慮した評価結果を表 5.6-3 に示す。

漂流物防護工の偏心荷重を考慮することで，曲げ圧縮応力度が 2 割程度上昇するものの，防潮堤（鋼管式鉛直壁）の鋼管杭の曲げ・軸力系の破壊に対する照査において，最も照査値が厳しくなるのは，「6.1.2 防潮堤（鋼管式鉛直壁）の強度計算書に関する補足説明資料 4. 評価結果」に示すとおり，重畳時の照査値 0.71 であり，その照査値よりも本検討の照査値は小さくなることを確認した。

よって，漂流物防護工の偏心荷重が防潮堤（鋼管式鉛直壁）の成立性に影響を及ぼさないことを確認した。

表 5.6-3 鋼管杭の曲げ圧縮照査における最大照査値（断面②，S<sub>s</sub>-D2（--））

| 解析<br>ケース       | 杭種 | 曲げモーメント<br>(kN・m) | 軸力<br>(kN)        | 曲げ圧縮<br>応力度<br>$\sigma_s$ (N/mm <sup>2</sup> ) | 短期許容<br>応力度<br>$\sigma_{sa}$ (N/mm <sup>2</sup> ) | 照査値<br>$\sigma_s / \sigma_{sa}$ |
|-----------------|----|-------------------|-------------------|--|---|---------------------------------|
| ②* <sup>1</sup> | A  | 10728             | 537               | 126  | 247   | 0.52                            |
| ②（偏心考慮）         | A  | 12933             | 537* <sup>2</sup> | 151  | 247   | 0.62                            |

注記\*1：「4. 評価結果」の値を再掲。

\*2：解析ケース②の値を流用した。

(参考資料1) 短杭の影響検討について

1. 概要

防潮堤（鋼管式鉛直壁）のうち一般部の鋼管杭は、岩盤に支持される長杭と、長杭の中間に配置され改良地盤に支持される短杭から構成される。

防潮堤（鋼管式鉛直壁）のうち一般部の構造概要を図 1-1 に、防潮堤（鋼管式鉛直壁）のうち一般部の構造図を図 1-2 に示す。

防潮堤（鋼管式鉛直壁）のうち一般部の耐震評価においては、長杭と短杭で上部工の構造・重量ともに大きな差が無いこと、長杭の検討を実施することで、短杭位置での応力状態も確認できることを踏まえ、長杭を代表としてモデル化し評価を行っている。

一方、短杭の支持地盤である改良地盤の支持性能を確認する観点から、念のため本参考資料においては短杭としてモデル化した場合の影響について検討する。

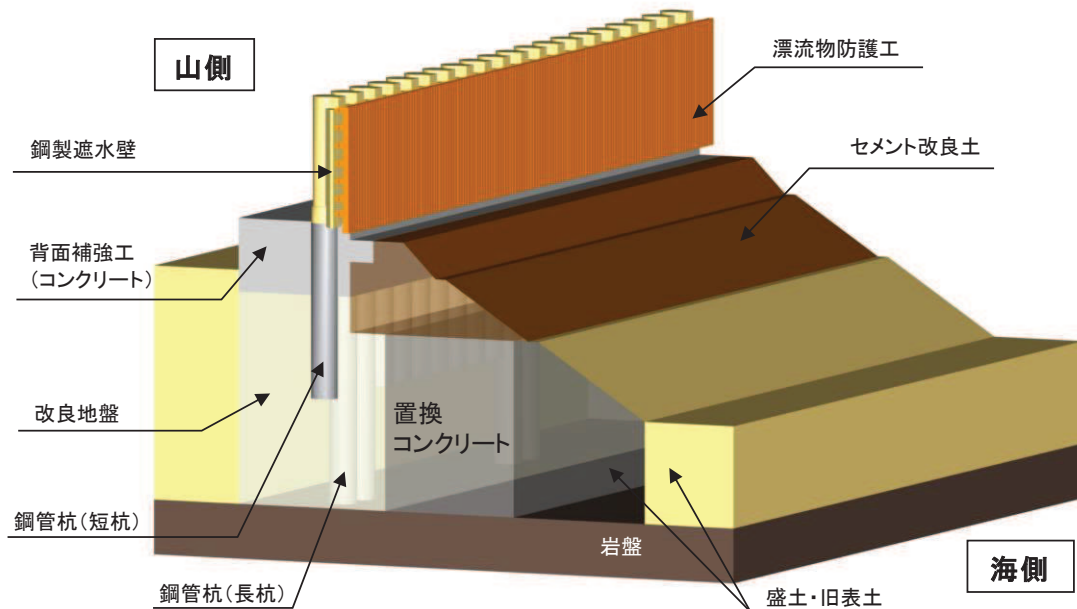


図 1-1 防潮堤（鋼管式鉛直壁）のうち一般部の構造概要

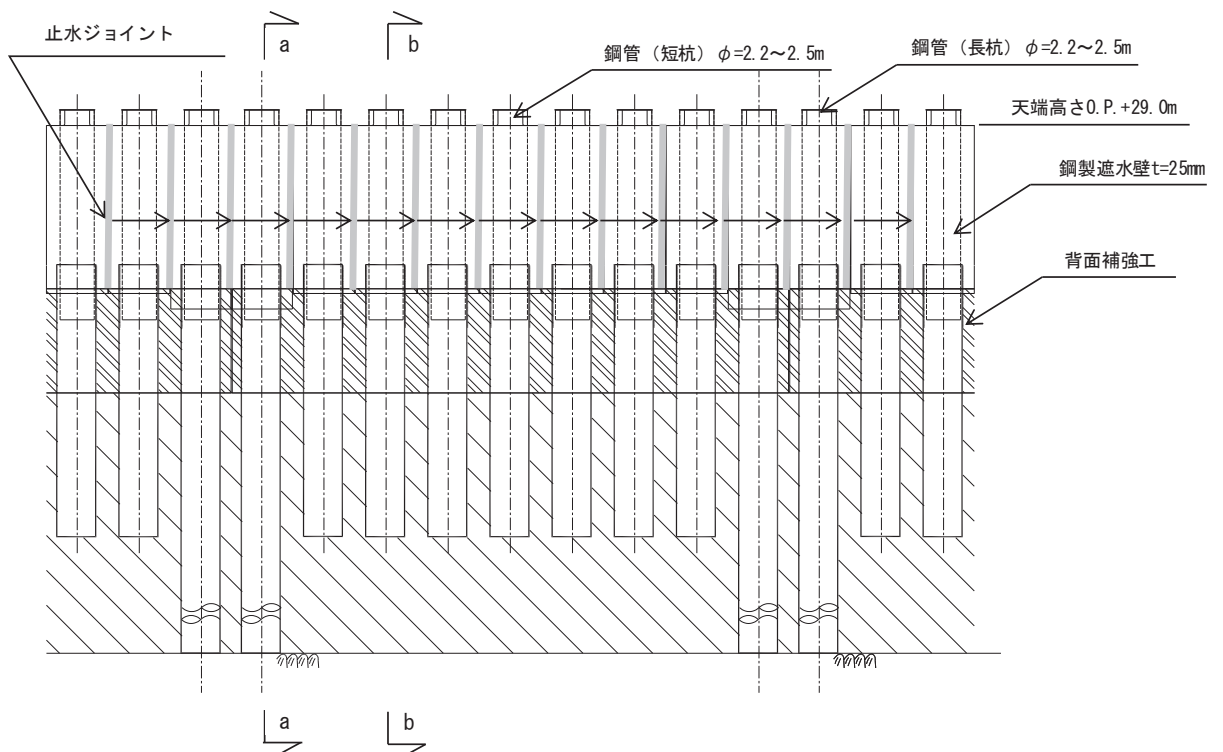


図 1-2(1) 防潮堤（鋼管式鉛直壁）のうち一般部の構造図（正面図，鋼製遮水壁）

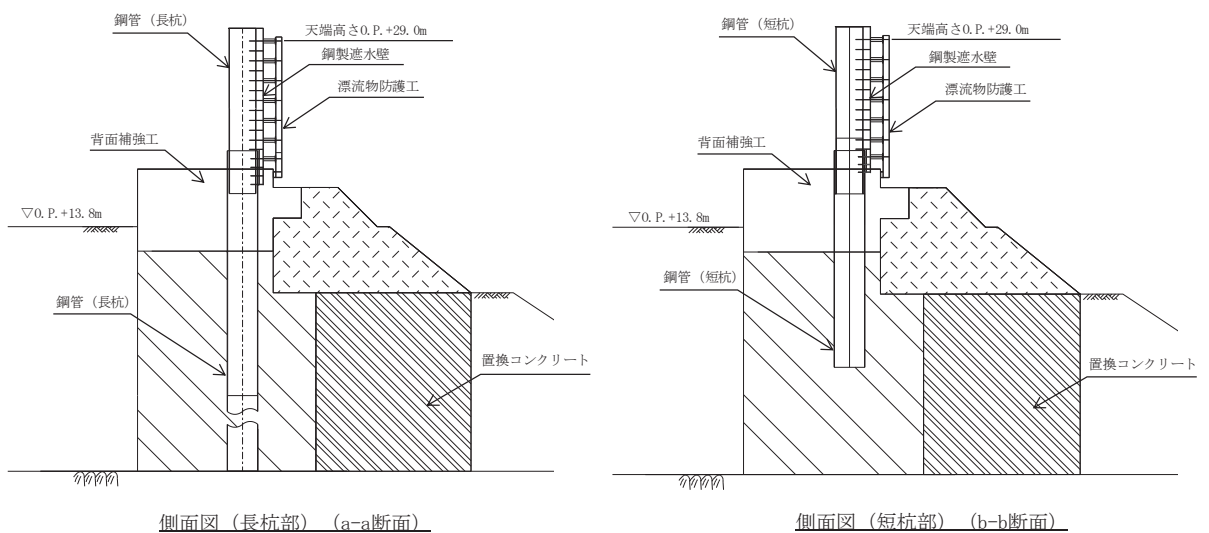


図 1-2(2) 防潮堤（鋼管式鉛直壁）のうち一般部の構造図（断面図）

## 2. 評価方針

評価対象断面，評価部位及び入力地震動については，「4. 評価結果」から解析ケース①（基本ケース）の結果において，照査値が最も厳しい「断面②，鋼管杭，S s - D 2（-）」とし，鋼管杭を短杭でモデル化する。

断面②の地震応答解析モデル（短杭）を図2-1に示す。

また，影響検討を行う解析ケースを表2-1に示す。

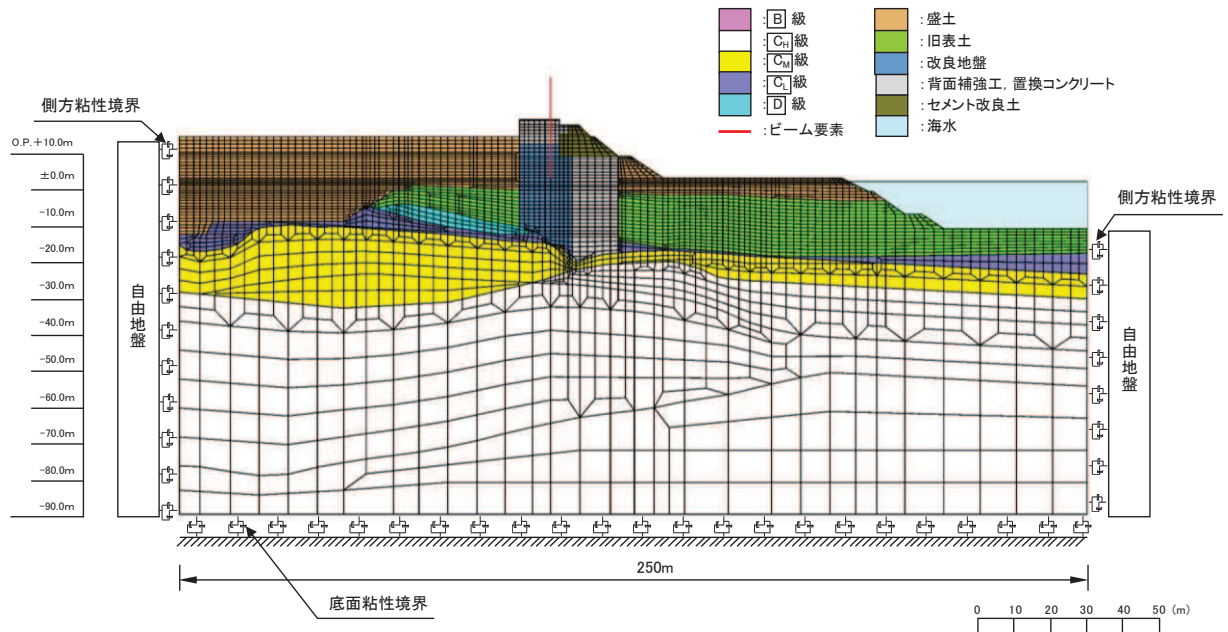


図2-1 防潮堤（鋼管式鉛直壁）のうち一般部の解析モデル（断面②，短杭）

表2-1 解析ケース

| 解析ケース           | 材料物性<br>(コンクリート)<br>( $E_0$ : ヤング係数) | 地盤物性   |  |
|-----------------|--------------------------------------|--|--|
|                 |                                      | 旧表土，盛土，D級岩盤，<br>セメント改良土，改良地盤<br>( $G_0$ : 初期せん断弾性係数) | C <sub>L</sub> 級岩盤，C <sub>M</sub> 級岩盤，<br>C <sub>H</sub> 級岩盤，B級岩盤<br>( $G_d$ : 動せん断弾性係数) |
| ケース①<br>(基本ケース) | 設計基準強度                               | 平均値  | 平均値  |

## 3. 評価結果

短杭の影響評価結果を表3-1～表3-7に示す。

本検討の結果，短杭としてモデル化した場合においても，防潮堤（鋼管式鉛直壁）の成立性に対する影響は小さいことを確認した。

表 3-1 鋼管杭の曲げ圧縮照査における最大照査値（断面②， $S_s - D2$ （--））

| 解析<br>ケース |    | 杭種 | 曲げモーメン<br>ト<br>(kN・m) | 軸力<br>(kN) | 曲げ圧縮応力<br>度<br>$\sigma_s$ (N/mm <sup>2</sup> ) | 短期許容応力<br>度<br>$\sigma_{sa}$ (N/mm <sup>2</sup> ) | 照査値<br>$\sigma_s / \sigma_{sa}$ |
|-----------|----|----|-----------------------|------------|--|---|---------------------------------|
| 長杭        | ①* | A  | 10481                 | 586        | 123  | 247   | 0.50                            |
|           | ②* | A  | 10728                 | 537        | 126  | 247   | 0.52                            |
|           | ③* | A  | 10106                 | 536        | 118  | 247   | 0.48                            |
| 短杭        | ①  | A  | 10418                 | 503        | 122  | 247   | 0.50                            |

注記\*：「4. 評価結果」の値を再掲。

表 3-2 鋼管杭のせん断力照査における最大照査値（断面②， $S_s - D2$ （--））

| 解析<br>ケース |    | 杭種 | せん断力<br>(kN) | せん断応力<br>度<br>$\tau_s$ (N/mm <sup>2</sup> ) | 短期許容応力<br>度<br>$\tau_{sa}$ (N/mm <sup>2</sup> ) | 照査値<br>$\tau_s / \tau_{sa}$ |
|-----------|----|----|--------------|---|---|-----------------------------|
| 長杭        | ①* | C  | 7946         | 61  | 217   | 0.29                        |
|           | ②* | C  | 8130         | 62  | 217   | 0.29                        |
|           | ③* | C  | 7684         | 59  | 217   | 0.28                        |
| 短杭        | ①  | C  | 9125         | 70  | 217   | 0.33                        |

注記\*：「4. 評価結果」の値を再掲。

表 3-3 背面補強工のすべり安全率

| 解析<br>ケース |    | 発生時刻<br>(s) | 最小すべり<br>安全率 |
|-----------|----|-------------|--------------|
| 長杭        | ①* | 6.92        | 21.0         |
|           | ②* | 6.91        | 20.3         |
|           | ③* | 6.92        | 21.8         |
| 短杭        | ①  | 6.91        | 18.6         |

表 3-4 置換コンクリートのすべり安全率

| 解析<br>ケース |    | 発生時刻<br>(s) | 最小すべり<br>安全率 |
|-----------|----|-------------|--------------|
| 長杭        | ①* | 25.49       | 5.3          |
|           | ②* | 25.48       | 5.2          |
|           | ③* | 25.49       | 5.6          |
| 短杭        | ①  | 25.49       | 5.4          |

表 3-5 改良地盤のすべり安全率

| 解析<br>ケース |    | 発生時刻<br>(s) | 最小すべり<br>安全率 |
|-----------|----|-------------|--------------|
| 長杭        | ①* | 25.30       | 3.7          |
|           | ②* | 25.29       | 3.6          |
|           | ③* | 25.30       | 3.8          |
| 短杭        | ①  | 25.30       | 3.4          |

表 3-6 セメント改良土のすべり安全率

| 解析<br>ケース |    | 発生時刻<br>(s) | 最小すべり<br>安全率 |
|-----------|----|-------------|--------------|
| 長杭        | ①* | 6.75        | 3.7          |
|           | ②* | 25.11       | 4.0          |
|           | ③* | 6.76        | 3.5          |
| 短杭        | ①  | 6.75        | 3.8          |

表 3-7(1) 基礎地盤の支持性能に対する最大照査値 (鋼管杭)

| 解析<br>ケース |    | 最大接地圧<br>$R_a$ (N/mm <sup>2</sup> ) | 極限支持力<br>$R_{ua}$ (N/mm <sup>2</sup> ) | 照査値<br>$R_a/R_{ua}$ |
|-----------|----|-------------------------------------|--|---------------------|
| 長杭        | ①* | 1.3                                 | 11.4                                   | 0.12                |
|           | ②* | 1.2                                 | 11.4                                   | 0.11                |
|           | ③* | 1.5                                 | 11.4                                   | 0.14                |
| 短杭        | ①  | 0.9                                 | 4.4                                    | 0.21                |

表 3-7(2) 基礎地盤の支持性能に対する最大照査値 (背面補強工)

| 解析<br>ケース |    | 最大接地圧<br>$R_a$ (N/mm <sup>2</sup> ) | 極限支持力<br>$R_{ua}$ (N/mm <sup>2</sup> ) | 照査値<br>$R_a/R_{ua}$ |
|-----------|----|-------------------------------------|--|---------------------|
| 長杭        | ①* | 0.9                                 | 4.4                                    | 0.21                |
|           | ②* | 0.9                                 | 4.4                                    | 0.21                |
|           | ③* | 0.8                                 | 4.4                                    | 0.19                |
| 短杭        | ①  | 0.8                                 | 4.4                                    | 0.19                |

表 3-7(3) 基礎地盤の支持性能に対する最大照査値 (置換コンクリート)

| 解析<br>ケース |    | 最大接地圧<br>$R_a$ (N/mm <sup>2</sup> ) | 極限支持力<br>$R_{ua}$ (N/mm <sup>2</sup> ) | 照査値<br>$R_a/R_{ua}$ |
|-----------|----|-------------------------------------|--|---------------------|
| 長杭        | ①* | 3.5                                 | 11.4                                   | 0.31                |
|           | ②* | 3.5                                 | 11.4                                   | 0.31                |
|           | ③* | 3.4                                 | 11.4                                   | 0.30                |
| 短杭        | ①  | 3.5                                 | 11.4                                   | 0.31                |



(参考資料 2) 断面④の鋼管杭の軸力について

1. 概要

防潮堤（鋼管式鉛直壁）のうち断面④については、図 1-1 に示すとおり、鋼管杭の軸力が他断面と比較して大きくなっている。

この要因について、常時による影響と地震時（常時＋地震時増分）による影響に分けて整理した。

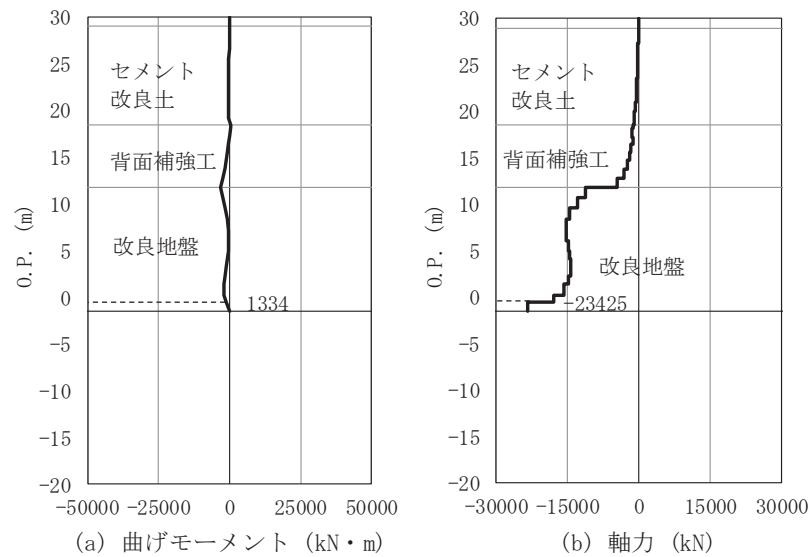


図 1-1 鋼管杭の曲げ・軸力系の破壊に対する照査における  
最大照査値の評価時刻での断面力  
(断面④,  $S_s - D 2$  (—),  $t=13.59s$ )

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

2. 常時と地震時（常時+地震時増分）における鋼管杭軸力の確認

断面④について、常時と地震時の曲げ・軸力系の破壊に対する照査が最も厳しくなる時刻（図 1-1 で示した時刻）における、鋼管杭の断面力を比較した。

比較結果の表を表 2-1 に、断面力分布での比較を図 2-1 に示す。

表 2-1 及び図 2-1 の比較により、断面④の鋼管杭の軸力に対しては、地震時の影響が支配的であることを確認した。

地震時に断面④の鋼管杭の軸力が大きくなる要因としては、図 2-2 に示すとおり、鋼管杭と周辺地盤の相互作用により、鋼管杭に伝達される力が断面①～③よりも大きいことが考えられる。これは、断面④は鋼管式鉛直壁（一般部）と盛土堤防の構造が重なる断面であり、断面①～③よりもセメント改良土の重量が大きいためと考えられる。

表 2-1 断面④における常時と地震時の鋼管杭断面力の比較

| 断面力算出ケース            | 曲げモーメント<br>(kN・m) | 軸力<br>(kN) | 曲げ圧縮<br>応力度<br>$\sigma_s$ (N/mm <sup>2</sup> ) |
|---------------------|-------------------|------------|--|
| 常時解析                | 82                | 1969       | 12   |
| 地震時<br>(曲げ・軸力系照査時刻) | 1334              | 23425      | 138  |

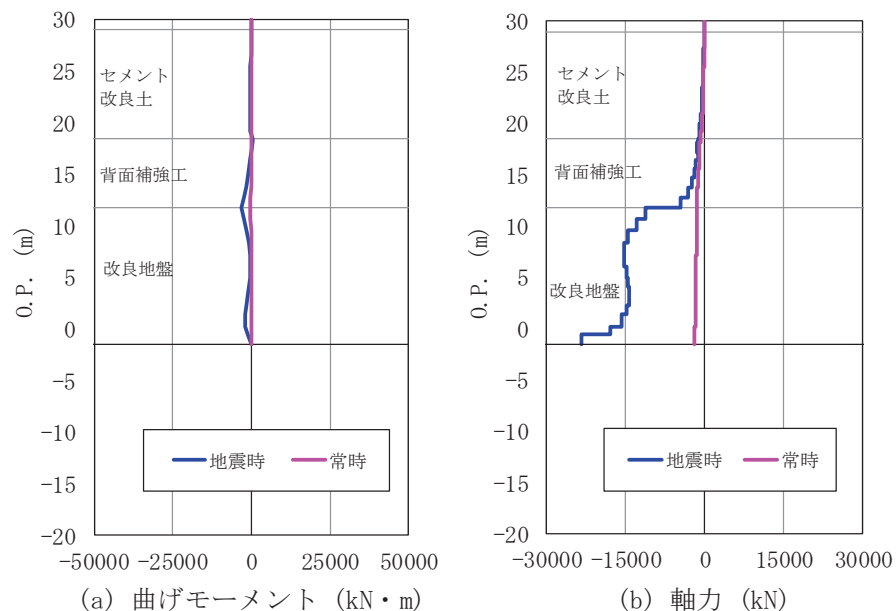


図 2-1 断面④における常時と地震時の鋼管杭断面力分布の比較

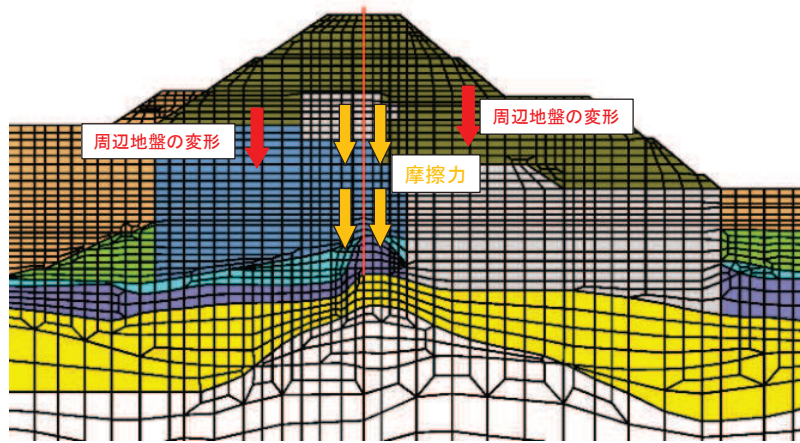


図 2-2 鋼管杭への摩擦力伝達イメージ

- 6. 浸水防護施設に関する補足説明
  - 6.1 防潮堤の設計に関する補足説明
    - 6.1.2 防潮堤（鋼管式鉛直壁）の強度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   |
| 2.3 評価方針                      | 8   |
| 2.4 適用基準                      | 14  |
| 3. 強度評価方法                     | 16  |
| 3.1 記号の定義                     | 16  |
| 3.2 評価対象断面及び部位                | 18  |
| 3.3 荷重及び荷重の組合せ                | 26  |
| 3.4 許容限界                      | 32  |
| 3.5 評価方法                      | 46  |
| 3.6 評価条件                      | 129 |
| 4. 評価結果                       | 144 |
| 4.1 津波時                       | 144 |
| 4.2 重畳時                       | 183 |
| 5. 防潮堤（鋼管式鉛直壁）の強度評価に関する影響検討   | 268 |
| 5.1 基準地震動 $S_s$ 後の剛性低下の影響について | 268 |
| 5.2 O.P. +33.9m 津波による影響について   | 274 |
| 5.3 漂流物衝突による鋼管杭のねじれについて       | 277 |

（参考資料1）短杭の影響検討について

（参考資料2）津波荷重，余震荷重及び衝突荷重を組合せる場合と津波時及び重畳時の比較について

## 1. 概要

本資料は、添付書類「VI-3-別添 3-1 津波への配慮が必要な施設の強度計算の方針」に示すとおり、防潮堤（鋼管式鉛直壁）が地震後の繰返しの襲来を想定した津波荷重、余震、漂流物の衝突、風及び積雪を考慮した荷重に対し、施設・地盤の構造健全性を保持すること、十分な支持性能を有する地盤に設置していること及び主要な構造体の境界部に設置する部材が有意な漏えいを生じない変形に留まることを確認するものである。

なお、本資料においては各照査値が最も厳しいケースだけでなく、検討した全ケースの結果を示している。

また、防潮堤（鋼管式鉛直壁）の強度評価においては、平成 23 年 3 月 11 日に発生した東北地方太平洋沖地震による地殻変動に伴い、牡鹿半島全体で約 1 m の地盤沈下が発生したことを考慮し、地盤沈下量を考慮した敷地高さや施設高さ等を記載する。

## 2. 基本方針

### 2.1 位置

防潮堤（鋼管式鉛直壁）の範囲を図 2.1-1 に示す。なお、防潮堤（鋼管式鉛直壁）は一般部と岩盤部に分類される。

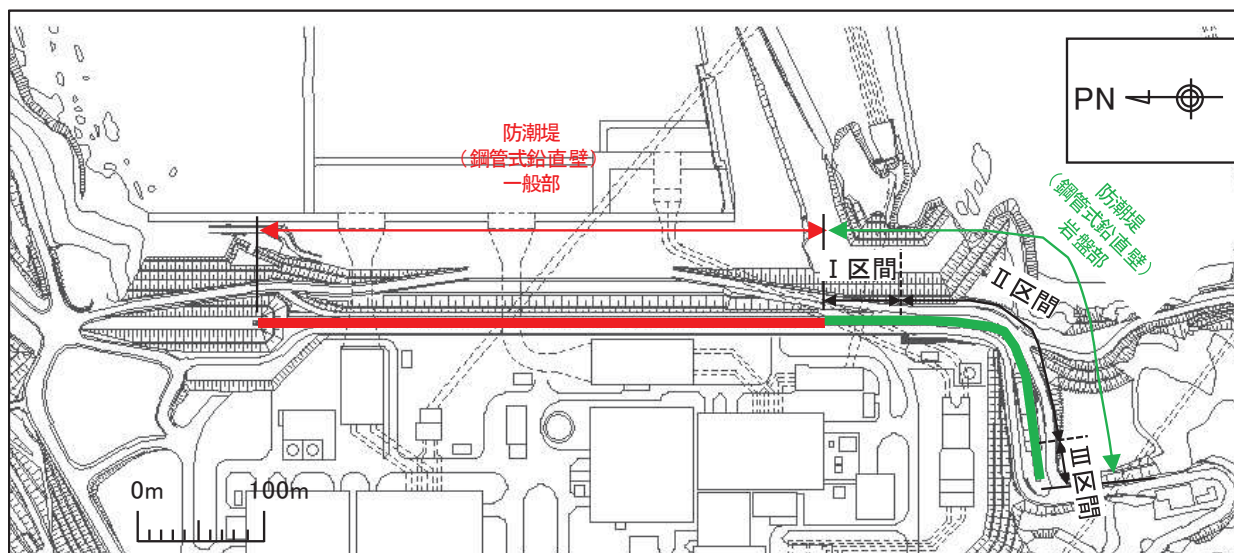


図 2.1-1 防潮堤（鋼管式鉛直壁）の範囲

## 2.2 構造概要

防潮堤（鋼管式鉛直壁）は、一般部と岩盤部（RC壁部を含む）に分類される。

防潮堤（鋼管式鉛直壁）は、入力津波による浸水高さ（防潮堤前面：O.P.+24.4m）に対して余裕を考慮した天端高さ（O.P.+29.0m）とする。

防潮堤（鋼管式鉛直壁）のうち一般部は、鋼管杭、鋼製遮水壁、漂流物防護工及び背面補強工による上部構造と、鋼管杭及び置換コンクリートによる下部構造から構成され、背面補強工の下方に改良地盤を、置換コンクリートの上方にセメント改良土をそれぞれ設置する。

防潮堤（鋼管式鉛直壁）のうち岩盤部は、鋼管杭、鋼製遮水壁、RC遮水壁、漂流物防護工及び背面補強工による上部構造と、鋼管杭による下部構造から構成される。

鋼管杭は、施工性を考慮し、上部工の鋼管杭と下部工の鋼管杭に分けて施工しており、接続部周辺をコンクリートで充填している。また、防潮堤（鋼管式鉛直壁）のうち一般部は基礎地盤のすべり安定性を確保する観点から、改良地盤の海側に置換コンクリートを設置する構造とした。

上部工の境界部及び地震時に異なる挙動を示す可能性がある構造体の境界部には止水ジョイントを設置する。

防潮堤（鋼管式鉛直壁）のうち一般部の構造概要図及び構造図を図2.2-1及び図2.2-2に、防潮堤（鋼管式鉛直壁）のうち岩盤部の構造図を図2.2-3に、止水ジョイント部材の概念図を図2.2-4に示す。

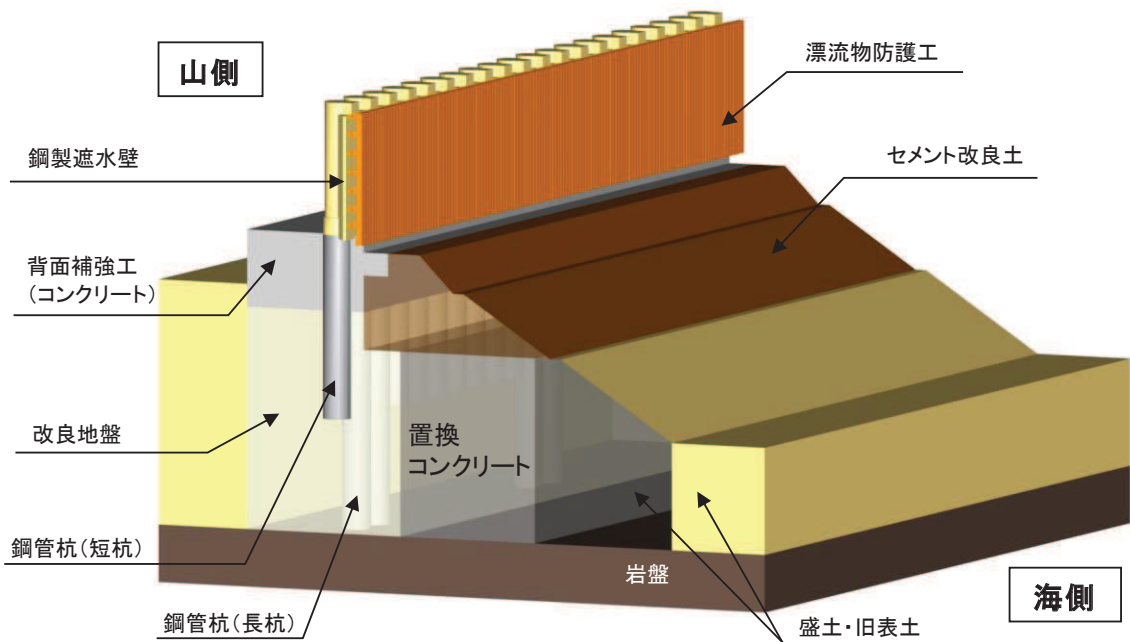


図 2.2-1 防潮堤（鋼管式鉛直壁）のうち一般部の構造概要図

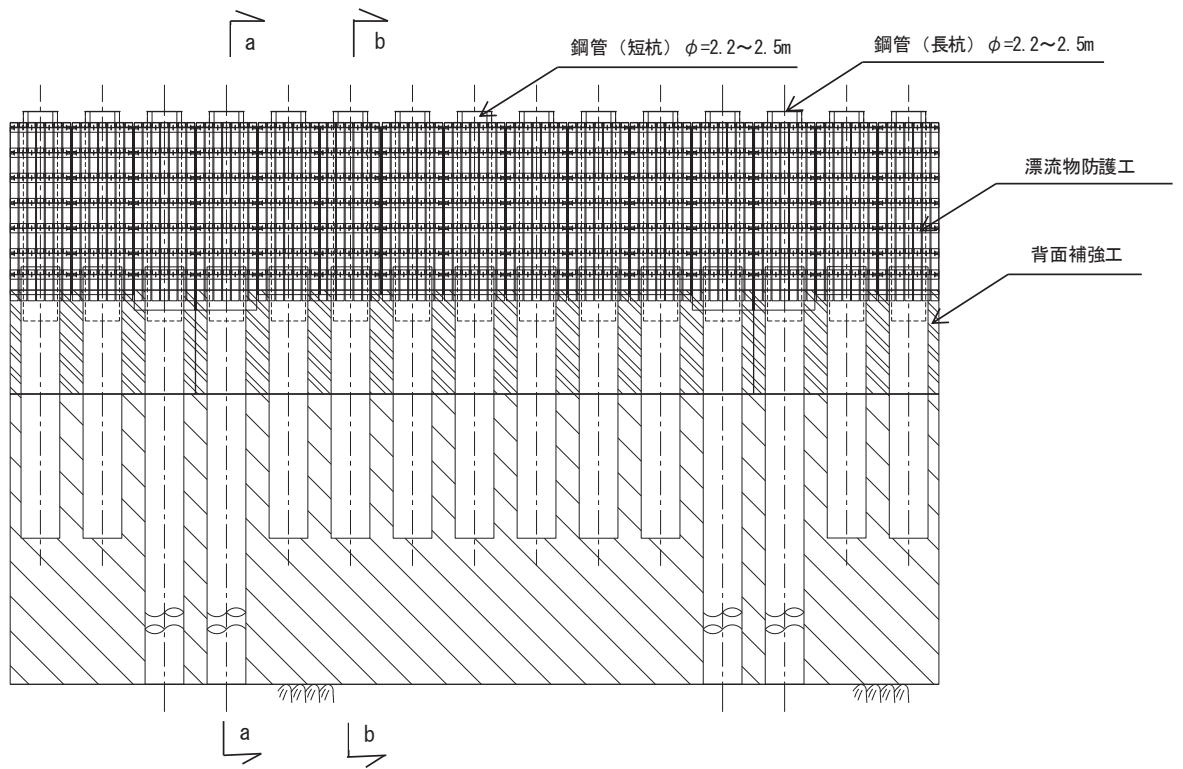


図 2.2-2(1) 防潮堤（鋼管式鉛直壁）のうち一般部の構造図（正面図，漂流物防護工）

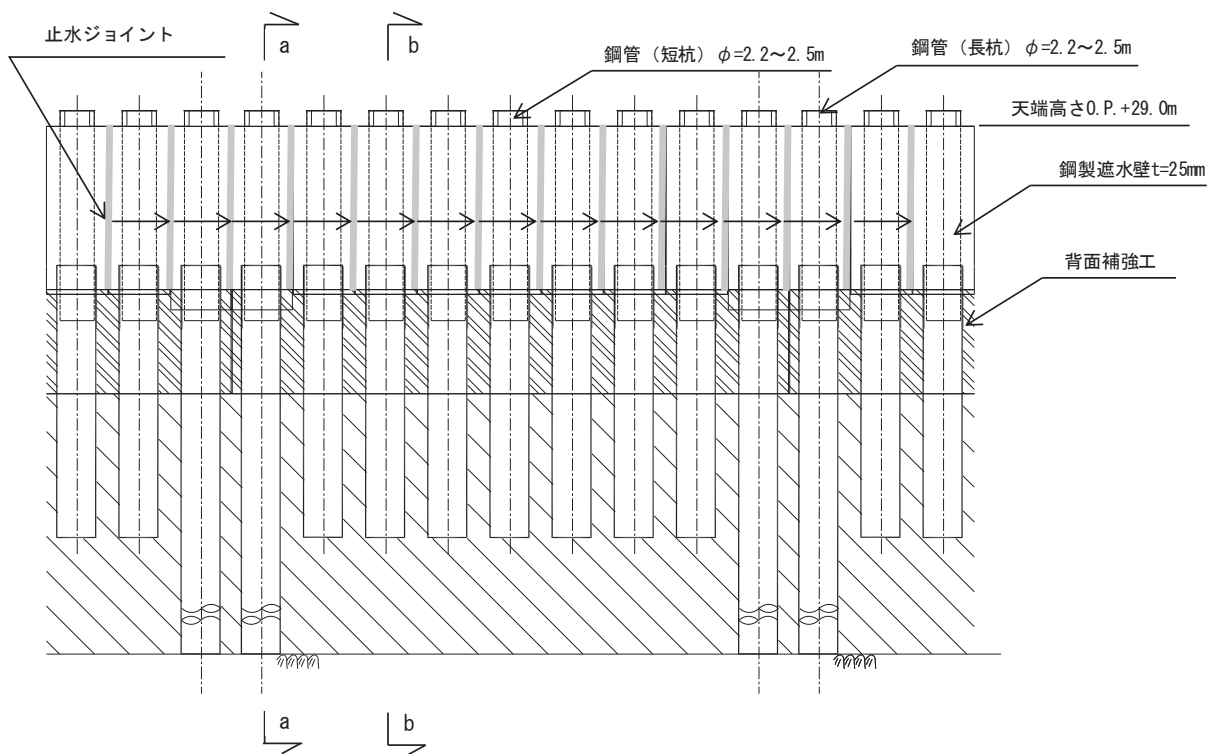


図 2.2-2(2) 防潮堤（鋼管式鉛直壁）のうち一般部の構造図（正面図，鋼製遮水壁）



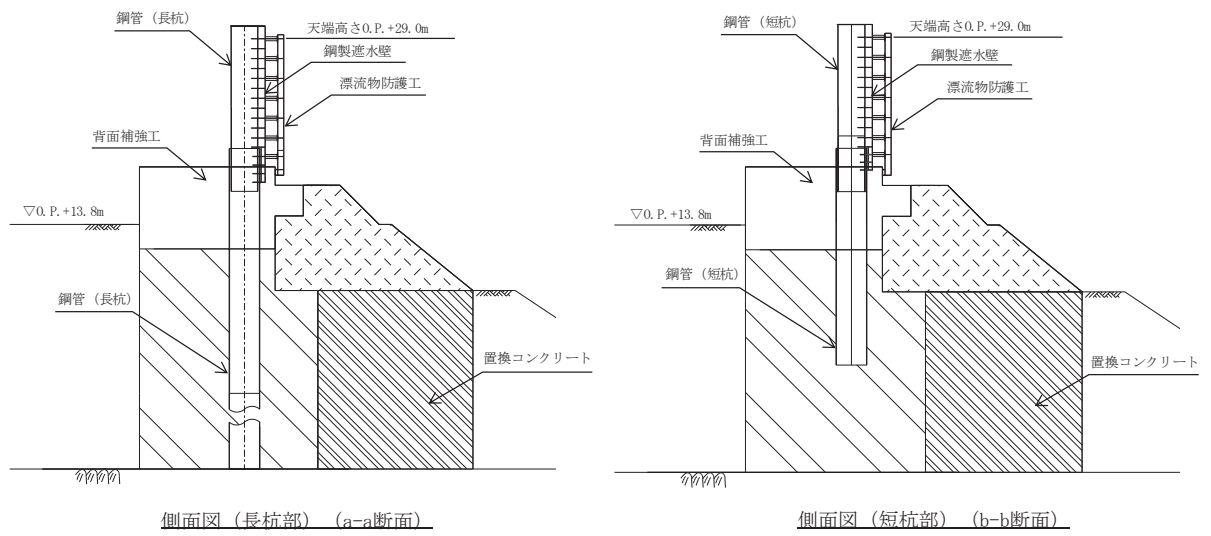


図 2.2-2(3) 防潮堤 (鋼管式鉛直壁) のうち一般部の構造図 (断面図)



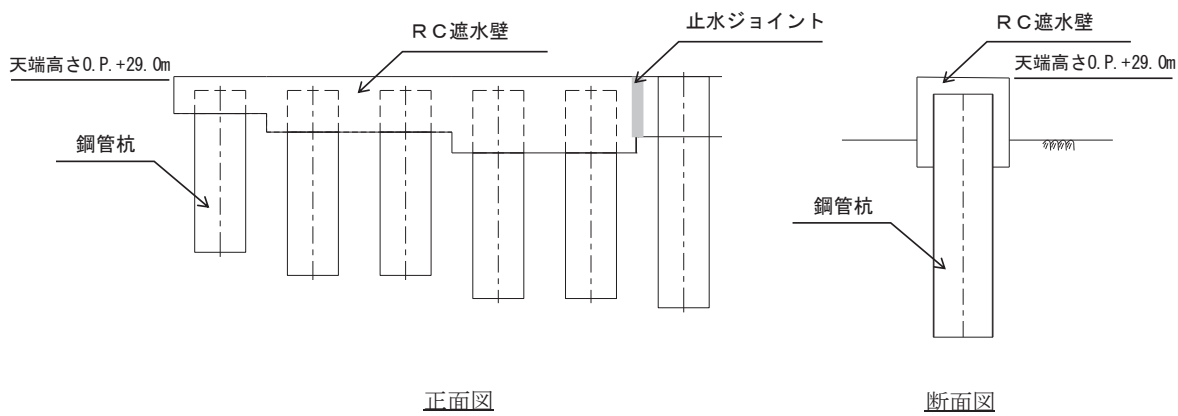


図 2. 2-3 (3) 防潮堤（鋼管式鉛直壁）のうち岩盤部の構造図（Ⅲ区間）

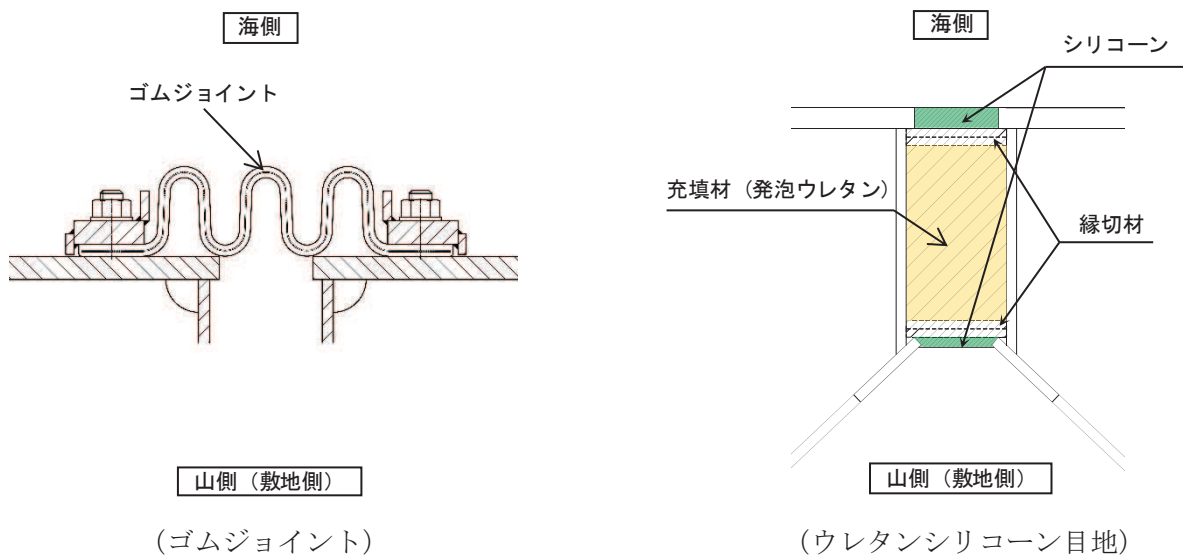


図 2. 2-4 防潮堤（鋼管式鉛直壁）の止水ジョイント概念図

## 2.3 評価方針

### 2.3.1 各部位の性能目標

防潮堤（鋼管式鉛直壁）は、Sクラス施設である津波防護施設に分類される。

新規制基準への適合性において、防潮堤直下の盛土・旧表土は沈下対策として地盤改良を行うことを踏まえ、鋼管式鉛直壁における設置許可基準規則の各条文に対する検討要旨を表 2.3-1 に示す。鋼管式鉛直壁は一般部と岩盤部があるが、各部位の性能目標と許容限界については、一般部の整理結果を岩盤部にも展開するため、以下では一般部を対象に整理する。

表 2.3-1 鋼管式鉛直壁における検討要旨

| 規 則                  | 検 討 要 旨  |
|----------------------|--|
| 第3条<br>(設計基準対象施設の地盤) | <ul style="list-style-type: none"><li>施設（鋼管杭、鋼製遮水壁、背面補強工及び置換コンクリート）を支持する地盤を対象とし、地盤内にすべり線を想定し、安定性を確認する。</li></ul>       |
| 第4条<br>(地震による損傷の防止)  | <ul style="list-style-type: none"><li>施設と地盤との動的相互作用や液状化検討対象層の地震時の挙動を考慮した上で、施設の耐震安全性を確認する。</li></ul>                    |
| 第5条<br>(津波による損傷の防止)  | <ul style="list-style-type: none"><li>地震（本震及び余震）による影響を考慮した上で、機能を保持できることを確認する。</li><li>液状化検討対象層の地震時の挙動の考慮を含む。</li></ul> |

鋼管式鉛直壁（一般部）における条文に対応する施設の範囲及び各部位の役割を図 2.3-1、図 2.3-2 及び表 2.3-2 に示す。なお、以下では、津波を遮断する役割を『遮水性』、材料として津波を通しにくい役割を『難透水性』とし、これらを総称して『止水性』と整理する。

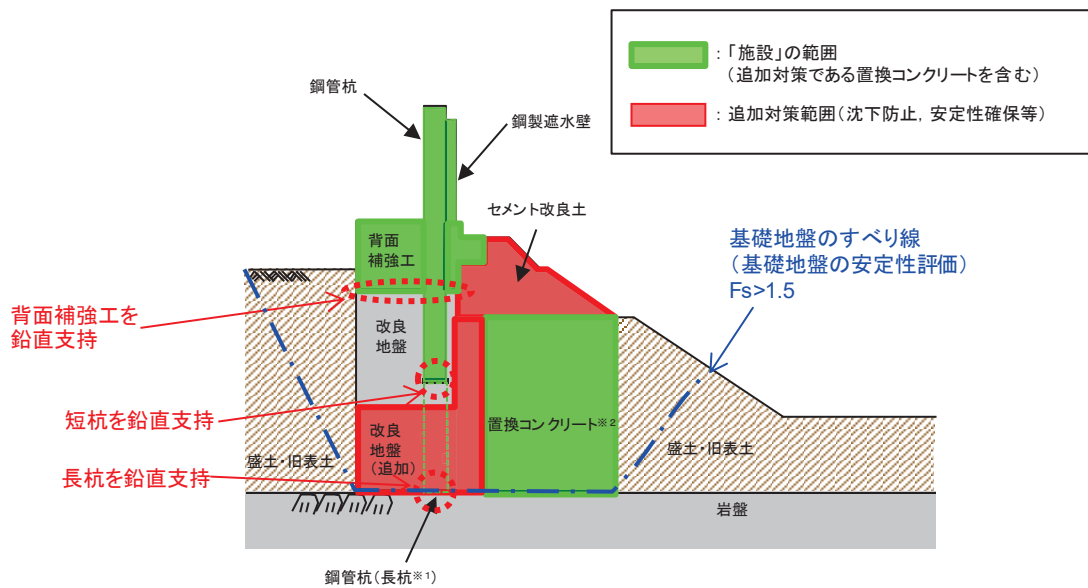


図 2.3-1 鋼管式鉛直壁 (一般部) の「施設」の範囲

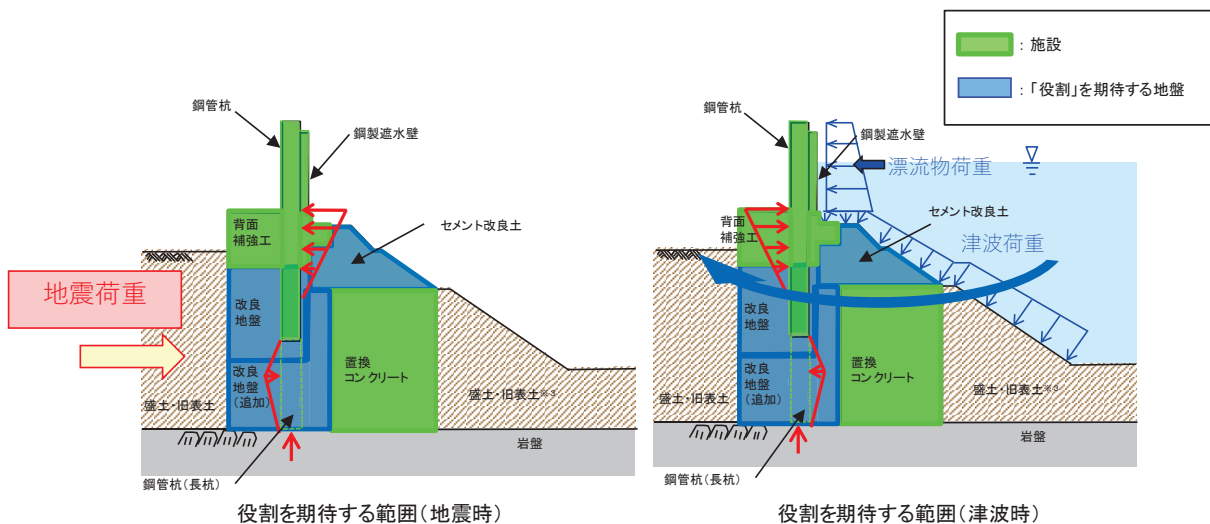


図 2.3-2 鋼管式鉛直壁 (一般部) の役割を期待する範囲

表 2.3-2 鋼管式鉛直壁（一般部）の各部位の役割

|    | 部位の名称       | 地震時の役割*1  | 津波時の役割*1   |
|----|-------------|---|--|
| 施設 | 鋼管杭<br>(長杭) | ・ 鋼製遮水壁を支持する。   | ・ 鋼製遮水壁を支持する。  |
|    | 鋼管杭<br>(短杭) | ・ 鋼製遮水壁を支持する。   | ・ 鋼製遮水壁を支持する。  |
|    | 鋼製遮水壁       | ・ 漂流物防護工及び止水目地を支持する。  | ・ 漂流物防護工及び止水目地を支持するとともに、遮水性を保持する。  |
|    | 漂流物防護工      | —   | ・ 漂流物の荷重を鋼製遮水壁及び鋼管杭に伝達する。  |
|    | 止水目地        | ・ 鋼製遮水壁間の変位に追従する。   | ・ 鋼製遮水壁間の変位に追従し、遮水性を保持する。  |
|    | 背面補強工       | ・ 長杭・短杭の変形を抑制する。  | ・ 遮水性を保持する。<br>・ 長杭・短杭の変形を抑制する。  |
|    | 置換コンクリート    | ・ コンクリート強度を考慮して基礎地盤のすべり安定性を確保する。<br>・ 長杭・短杭の変形を抑制する。                          | ・ 長杭・短杭の変形を抑制する。<br>・ 地盤中からの回り込みによる浸水を防止する（難透水性を保持する）。                                       |
| 地盤 | セメント改良土     | ・ 長杭・短杭の変形を抑制する。  | ・ 長杭・短杭の変形を抑制する。<br>・ 地盤中からの回り込みによる浸水を防止する（難透水性を保持する）。<br>・ 津波荷重を置換コンクリート等を介して岩盤に伝達する。       |
|    | 改良地盤        | ・ 短杭及び背面補強工を鉛直支持する（下方の岩盤に荷重を伝達する）。<br>・ 基礎地盤のすべり安定性に寄与する。<br>・ 長杭・短杭の変形を抑制する。 | ・ 短杭及び背面補強工を鉛直支持する（下方の岩盤に荷重を伝達する）。<br>・ 長杭・短杭の変形を抑制する。<br>・ 地盤中からの回り込みによる浸水を防止する（難透水性を保持する）。 |
|    | 岩盤          | ・ 長杭・短杭、背面補強工及び置換コンクリートを（改良地盤を介して）鉛直支持する。<br>・ 基礎地盤のすべり安定性に寄与する。              | ・ 長杭・短杭、背面補強工及び置換コンクリートを（改良地盤を介して）鉛直支持する。  |

注記 \*1：津波＋余震時は地震時及び津波時の両方の役割を参照する。

各部位の『施設』と『地盤』を区分するに当たり、背面補強工、置換コンクリート、改良地盤及びセメント改良土の具体的な役割を表 2.3-3 のとおり整理した。

要求機能を満たすために設計上必要な項目（表 2.3-3 中「◎」と記載）を持つ部位として、背面補強工は津波時に鋼製遮水壁や止水目地とともに止水性（第5条）としての遮水性を保持すること、置換コンクリートは地震時にすべり安定性確保（第3条）の役割を主体的に果たすことから、『施設』と区分する。また、支持地盤や側方地盤としての役割（表 2.3-3 中「○」と記載）を有する改良地盤及びセメント改良土は『地盤』と区分する。

なお、施設の役割を維持するための条件として設計に反映する項目「○」と評価した具体的な考え方を以下に示す。

- ・ 改良地盤の役割である鉛直支持については、鋼管杭（短杭）及び背面補強工を鉛直支持するために支持力を設計に反映することから「○」とした。
- ・ 改良地盤及びセメント改良土の役割であるすべり安定性については、基礎地盤のすべ

り安定性を確保するために滑動抵抗力（強度特性）を設計に反映することから「○」とした。

- ・ 背面補強工，置換コンクリート，改良地盤及びセメント改良土の役割である健全性については，鋼管杭の変形を抑制するために剛性（変形特性）を設計に反映することから「○」とした。
- ・ 置換コンクリート，改良地盤及びセメント改良土の役割である止水性については，地盤中からの回り込みによる浸水を防止するために透水係数を設計に反映することから「○」とした。なお，透水係数を保守的に考慮しても津波の滞水時間中に敷地に浸水しないことを浸透流解析により確認する。

以上を踏まえ，鋼管式鉛直壁（一般部）における各部位の役割に対する性能目標を表 2.3-4 に示す。

凡 例  
 ◎：要求機能を主体的に満たすために設計上必要な項目  
 (該当する部位を施設と区分とする)  
 ○：施設の役割を維持するための条件として設計に反映する項目  
 一：設計上考慮しない項目

表 2.3-3 鋼管式鉛直壁（一般部）の各部位の具体的な役割

| 部位       | 具体的な役割  |   |            |        |                         | 『施設』と『地盤』の区分の考え方   |
|----------|---|---|------------|--------|-------------------------|--|
|          | 地震時   | 津波時   | *1<br>鉛直支持 | すべり安定性 | (鋼管杭の変形抑制)<br>*1<br>健全性 |  |
| 背面補強工    | <ul style="list-style-type: none"> <li>鋼管杭の周囲を剛性の高いコンクリートとすることで鋼管杭の変形を抑制するとともに、鋼管杭の突出長を短縮することで鋼管杭の断面力を低減する。</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>遮水性を有するコンクリートを鋼製遮水壁や止水目地と連続配置することで、津波時の水みちを形成しない。</li> <li>鋼管杭の周囲を剛性の高いコンクリートとすることで鋼管杭の変形を抑制するとともに、鋼管杭の突出長を短縮することで鋼管杭の断面力を低減する。</li> </ul>       | —          | —      | ◎                       | 津波時に鋼製遮水壁や止水目地とともに遮水性の役割を果たすことから、『施設』と区分する。  |
| 置換コンクリート | <ul style="list-style-type: none"> <li>コンクリート強度を考慮して置換範囲を設計することで、基礎地盤のすべり安定性を確保する(第3条)。</li> <li>鋼管杭の海側に必要な強度を有するコンクリートを設置することで改良地盤の変形や発生応力を低減し、鋼管杭の変形を抑制する。</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>鋼管杭の海側に必要な強度を有するコンクリートを設置することで改良地盤の変形や発生応力を低減し、鋼管杭の海側への変形に抵抗する。</li> <li>難透水性を保持することで、遮水性を有する鋼製遮水壁・止水目地・背面補強工の下部地盤中からの回り込みによる浸水を防止する。</li> </ul> | —          | ◎      | *2<br>○                 | 地震時にすべり安定性確保の役割を主体的に果たすことから、『施設』と区分する。   |
| セメント改良土  | <ul style="list-style-type: none"> <li>鋼管杭の海側にセメント改良土を設置することで鋼管杭の変形を抑制する。</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>鋼管杭の海側にセメント改良土を設置することで鋼管杭の海側への変形を抑制する。</li> <li>遮水性を有する鋼製遮水壁・止水目地・背面補強工の周囲で難透水性を保持することで、地盤中からの回り込みによる浸水を防止する。</li> </ul>                         | —          | ○      | *2<br>○                 | すべり安定性への寄与及び鋼管杭の変形抑制が主な役割であり、施設の支持地盤や側方地盤に要求される役割と同様であること、難透水性の保持の役割をもつことから、『地盤』と区分する。         |
| 改良地盤     | <ul style="list-style-type: none"> <li>鋼管杭(短杭)及び背面補強工の下方の盛土・旧表土を地盤改良(沈下防止)することで、防潮堤を鉛直支持するとともに基礎地盤のすべり安定性に寄与する。</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>鋼管杭(短杭)及び背面補強工の下方の盛土・旧表土を地盤改良(沈下防止)することで、防潮堤を鉛直支持する。</li> <li>難透水性を保持することで、遮水性を有する鋼製遮水壁・止水目地・背面補強工の下部地盤中からの回り込みによる浸水を防止する。</li> </ul>            | ○          | ○      | *2<br>○                 | 施設の鉛直支持、すべり安定性への寄与及び鋼管杭の変形抑制が主な役割であり、施設の支持地盤や側方地盤に要求される役割と同様であること、難透水性の保持の役割をもつことから、『地盤』と区分する。 |

注記 \*1: 鉛直支持については岩盤が、健全性(鋼管杭の変形抑制)については鋼管杭が、それぞれ主体的に役割を果たす。

\*2: 施設及び地盤を含む範囲の浸透流解析により、置換コンクリート、改良地盤及びセメント改良土の透水係数を保守的に考慮しても津波の滞水時間中に敷地に浸水しないことを確認する。



表 2.3-4 鋼管式鉛直壁（一般部）の各部位の役割に対する性能目標

| 部位 |          | 性能目標  |  |  |  |
|----|----------|---|--|--|--|
|    |          | 鉛直支持<br>(第3条)                               | すべり安定性<br>(第3条)  | 健全性<br>(鋼管杭の変形抑制)<br>(第4条)                     | 止水性<br>(漏水性、滲透水性)<br>(第5条)                                       |
| 施設 | 鋼管杭      | -   | -  | 構造部材の健全性を保持するために、鋼管杭がおおむね弾性状態に留まること。           | 構造部材の健全性を保持するために、鋼管杭がおおむね弾性状態に留まること。                             |
|    | 鋼製遮水壁    |   |  | 構造部材の健全性を保持するために、鋼製遮水壁がおおむね弾性状態に留まること。         | 止水目地の支持機能を喪失して鋼製遮水壁間から有意な漏えいを生じないために、鋼製遮水壁がおおむね弾性状態に留まること。       |
|    | 止水目地     |   |  | 鋼製遮水壁間から有意な漏えいを生じないために、止水目地の変形性能を保持すること。       | 鋼製遮水壁間から有意な漏えいを生じないために、止水目地の変形・遮水性能を保持すること。                      |
|    | 背面補強工    |   |  | 鋼管杭の変形を抑制するため、背面補強工がすべり破壊しないこと(内的安定を保持)。       | 背面補強工内に鋼管杭を横断する水みちが形成されて有意な漏洩を生じないために、背面補強工がすべり破壊しないこと(内的安定を保持)。 |
|    | 置換コンクリート |   |  | 基礎地盤のすべり安定性を確保するため、コンクリートの強度を維持し、すべり抵抗を保持すること。 | 鋼管杭の変形を抑制するため、置換コンクリートがすべり破壊しないこと(内的安定を保持)。                      |
| 地盤 | セメント改良土  | -   | 基礎地盤のすべり安定性を確保するため、置換コンクリートのすべり抵抗も考慮した上で、十分なすべり安定性を保持すること。 | 鋼管杭の変形を抑制するため、セメント改良土がすべり破壊しないこと(内的安定を保持)。     | 地盤中からの回り込みによる浸水を防止(難透水性を保持)するため、セメント改良土がすべり破壊しないこと(内的安定を保持)。     |
|    | 改良地盤     | 鋼管杭及び背面補強工を鉛直支持するため、十分な支持力を保持すること。          |  | 鋼管杭の変形を抑制するため、改良地盤がすべり破壊しないこと(内的安定を保持)。        | 地盤中からの回り込みによる浸水を防止(難透水性を保持)するため、改良地盤がすべり破壊しないこと(内的安定を保持)。        |
|    | 岩盤       | 鋼管杭、背面補強工及び置換コンクリートを鉛直支持するため、十分な支持力を保持すること。 |  | -  | -  |

### 2.3.2 評価方針

防潮堤（鋼管式鉛直壁）の強度評価は、添付書類「VI-3-別添 3-1 津波への配慮が必要な施設の強度計算書の方針」の「4.1 荷重及び荷重の組合せ」及び「4.2 許容限界」において設定している荷重及び荷重の組合せ，並びに許容限界を踏まえて実施する。強度評価では、「3. 強度評価方法」に示す方法により、「4. 評価条件」に示す評価条件を用いて評価し、「5. 評価結果」より，防潮堤（鋼管式鉛直壁）の評価対象部位の発生応力，すべり安全率及び発生変形量が許容限界以下であることを確認する。

防潮堤（鋼管式鉛直壁）の強度評価においては，その構造を踏まえ，津波及び余震荷重の作用方向や伝達過程を考慮し，評価対象部位を設定する。強度評価に用いる荷重及び荷重の組合せは，津波に伴う荷重作用時（以下「津波時」という。）及び津波に伴う荷重と余震に伴う荷重作用時（以下「重畳時」という。）について行う。

防潮堤（鋼管式鉛直壁）の耐津波設計における要求機能と設計評価方針を表 2.3-5 に，評価項目を表 2.3-6 に示す。

防潮堤（鋼管式鉛直壁）の強度評価は，設計基準対象施設として表 2.3-6 の防潮堤（鋼管式鉛直壁）の評価項目に示すとおり，施設・地盤の健全性評価，基礎地盤の支持性能評価及び施設の変形性評価を行う。なお，「3.2.1 評価対象断面」に示すとおり，岩盤部（RC壁部）は入力津波高さに余裕を考慮した O.P. +25.0m よりも高い O.P. +26.7m 以上の標高に設置されていることから，評価対象断面から除外している。

施設・地盤の健全性評価及び施設の変形性評価を実施することにより，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。

施設・地盤の健全性評価，基礎地盤の支持性能評価及び施設の変形性評価を実施することにより，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。

表 2.3-5 防潮堤（鋼管式鉛直壁）の耐津波設計における要求機能と設計評価方針

| 資料          | その他発電用原子炉の付属設備（浸水防護施設）  |   | 資料 VI-1-1-1-2-2-5 津波防護二関する施設の設計方針   |   | 機能設計  |   | 構造強度設計  |   | 資料 VI-3-1-別添 3-1-1 津波への配慮が必要な施設の強度計算の方針   |   |
|-------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
|             | 施設名   | 要求機能  | 性能目標  | 機能設計方針  | 性能目標  | 構造強度設計（評価方針）  | 評価対象部位  | 応力等の状態  | 耐震履歴モード   | 設計に用いる許容限界  |
| 防潮堤（鋼管式鉛直壁） | 基本設計方針  | 津波防護施設は、繰返しの襲来を想定した入力津波に対し、余震、漂流物の衝突、風及び積雪を考慮した場合においても、津波防護設備が、要求される機能を損なうおそれがないよう、津波による浸水及び漏水を防止することが要求される。      | 防潮堤（鋼管式鉛直壁）は、地盤後の繰返しの襲来を想定した入力津波に対し、余震、漂流物の衝突、風及び積雪を考慮した場合においても、津波防護設備が、要求される機能を損なうおそれがないよう、津波による浸水及び漏水を防止することを機能設計上の性能目標とする。 | 防潮堤（鋼管式鉛直壁）は、地盤後の繰返しの襲来を想定した入力津波に対し、余震、漂流物の衝突、風及び積雪を考慮した場合においても、津波防護設備が、要求される機能を損なうおそれがないよう、津波による浸水及び漏水を防止することを機能設計上の性能目標とする。 | 地盤後の繰返しの襲来を想定した入力津波に対し、余震、漂流物の衝突、風及び積雪を考慮した場合においても、津波防護設備が、要求される機能を損なうおそれがないよう、津波による浸水及び漏水を防止することを機能設計上の性能目標とする。  | 地盤後の繰返しの襲来を想定した入力津波に対し、余震、漂流物の衝突、風及び積雪を考慮した場合においても、津波防護設備が、要求される機能を損なうおそれがないよう、津波による浸水及び漏水を防止することを機能設計上の性能目標とする。  | 地盤後の繰返しの襲来を想定した入力津波に対し、余震、漂流物の衝突、風及び積雪を考慮した場合においても、津波防護設備が、要求される機能を損なうおそれがないよう、津波による浸水及び漏水を防止することを機能設計上の性能目標とする。  | 地盤後の繰返しの襲来を想定した入力津波に対し、余震、漂流物の衝突、風及び積雪を考慮した場合においても、津波防護設備が、要求される機能を損なうおそれがないよう、津波による浸水及び漏水を防止することを機能設計上の性能目標とする。  | 地盤後の繰返しの襲来を想定した入力津波に対し、余震、漂流物の衝突、風及び積雪を考慮した場合においても、津波防護設備が、要求される機能を損なうおそれがないよう、津波による浸水及び漏水を防止することを機能設計上の性能目標とする。  | 地盤後の繰返しの襲来を想定した入力津波に対し、余震、漂流物の衝突、風及び積雪を考慮した場合においても、津波防護設備が、要求される機能を損なうおそれがないよう、津波による浸水及び漏水を防止することを機能設計上の性能目標とする。  |
|             | 設計  | 【1.4.1(1)津波防護施設】津波防護施設は、津波の流入による浸水及び漏水を防止する設計とする。   | 【1.4.1(1)津波防護施設】津波防護施設は、津波の流入による浸水及び漏水を防止する設計とする。   | 【1.4.1(1)津波防護施設】津波防護施設は、津波の流入による浸水及び漏水を防止する設計とする。   | 【1.4.1(1)津波防護施設】津波防護施設は、津波の流入による浸水及び漏水を防止する設計とする。   | 【1.4.1(1)津波防護施設】津波防護施設は、津波の流入による浸水及び漏水を防止する設計とする。   | 【1.4.1(1)津波防護施設】津波防護施設は、津波の流入による浸水及び漏水を防止する設計とする。   | 【1.4.1(1)津波防護施設】津波防護施設は、津波の流入による浸水及び漏水を防止する設計とする。   | 【1.4.1(1)津波防護施設】津波防護施設は、津波の流入による浸水及び漏水を防止する設計とする。   | 【1.4.1(1)津波防護施設】津波防護施設は、津波の流入による浸水及び漏水を防止する設計とする。   |
| 防潮堤（鋼管式鉛直壁） | 【1.4.2 荷重の組合せ及び許容限界】津波防護設計に当たっては、津波による荷重及び津波以外の荷重を適切に設定し、それらの組合せを考慮する。また、想定される荷重に対する鋼材の健全性を構造安定性について適切な許容限界を設定する。 | 【1.4.2 荷重の組合せ及び許容限界】津波防護設計に当たっては、津波による荷重及び津波以外の荷重を適切に設定し、それらの組合せを考慮する。また、想定される荷重に対する鋼材の健全性を構造安定性について適切な許容限界を設定する。 | 【1.4.2 荷重の組合せ及び許容限界】津波防護設計に当たっては、津波による荷重及び津波以外の荷重を適切に設定し、それらの組合せを考慮する。また、想定される荷重に対する鋼材の健全性を構造安定性について適切な許容限界を設定する。             | 【1.4.2 荷重の組合せ及び許容限界】津波防護設計に当たっては、津波による荷重及び津波以外の荷重を適切に設定し、それらの組合せを考慮する。また、想定される荷重に対する鋼材の健全性を構造安定性について適切な許容限界を設定する。             | 【1.4.2 荷重の組合せ及び許容限界】津波防護設計に当たっては、津波による荷重及び津波以外の荷重を適切に設定し、それらの組合せを考慮する。また、想定される荷重に対する鋼材の健全性を構造安定性について適切な許容限界を設定する。 | 【1.4.2 荷重の組合せ及び許容限界】津波防護設計に当たっては、津波による荷重及び津波以外の荷重を適切に設定し、それらの組合せを考慮する。また、想定される荷重に対する鋼材の健全性を構造安定性について適切な許容限界を設定する。 | 【1.4.2 荷重の組合せ及び許容限界】津波防護設計に当たっては、津波による荷重及び津波以外の荷重を適切に設定し、それらの組合せを考慮する。また、想定される荷重に対する鋼材の健全性を構造安定性について適切な許容限界を設定する。 | 【1.4.2 荷重の組合せ及び許容限界】津波防護設計に当たっては、津波による荷重及び津波以外の荷重を適切に設定し、それらの組合せを考慮する。また、想定される荷重に対する鋼材の健全性を構造安定性について適切な許容限界を設定する。 | 【1.4.2 荷重の組合せ及び許容限界】津波防護設計に当たっては、津波による荷重及び津波以外の荷重を適切に設定し、それらの組合せを考慮する。また、想定される荷重に対する鋼材の健全性を構造安定性について適切な許容限界を設定する。 | 【1.4.2 荷重の組合せ及び許容限界】津波防護設計に当たっては、津波による荷重及び津波以外の荷重を適切に設定し、それらの組合せを考慮する。また、想定される荷重に対する鋼材の健全性を構造安定性について適切な許容限界を設定する。 |

赤字：荷重条件 緑字：要求機能 青字：対応方針

表 2.3-6(1) 防潮堤（鋼管式鉛直壁）の評価項目（一般部）

| 評価方針        | 評価項目      | 部位        | 評価方法                               | 許容限界                  |
|-------------|-----------|-----------|------------------------------------|-----------------------|
| 構造強度を有すること  | 施設・地盤の健全性 | 鋼管杭       | 発生する応力（曲げ・軸力, せん断力）が許容限界以下であることを確認 | 短期許容応力度               |
|             |           | 鋼製遮水壁     | 発生する応力（曲げ・軸力, せん断力）が許容限界以下であることを確認 | 短期許容応力度               |
|             |           | 漂流物防護工    | 発生する応力（曲げ・軸力, せん断力）が許容限界以下であることを確認 | 短期許容応力度               |
|             |           | 背面補強工     | すべり破壊しないこと(内的安定を保持)を確認             | すべり安全率 1.2 以上         |
|             |           | 置換コンクリート  | すべり破壊しないこと(内的安定を保持)を確認             | すべり安全率 1.2 以上         |
|             |           | 改良地盤      | すべり破壊しないこと(内的安定を保持)を確認             | すべり安全率 1.2 以上         |
|             | 基礎地盤の支持性能 | 基礎地盤      | 発生する応力(接地圧)が許容限界以下であることを確認         | 極限支持力*                |
| 止水性を損なわないこと | 施設・地盤の健全性 | 鋼管杭       | 発生する応力（曲げ・軸力, せん断力）が許容限界以下であることを確認 | 短期許容応力度               |
|             |           | 鋼製遮水壁     | 発生する応力（曲げ・軸力, せん断力）が許容限界以下であることを確認 | 短期許容応力度               |
|             |           | 漂流物防護工    | 発生する応力（曲げ・軸力, せん断力）が許容限界以下であることを確認 | 短期許容応力度               |
|             |           | 背面補強工     | すべり破壊しないこと(内的安定を保持)を確認             | すべり安全率 1.2 以上         |
|             |           | 置換コンクリート  | すべり破壊しないこと(内的安定を保持)を確認             | すべり安全率 1.2 以上         |
|             |           | 改良地盤      | すべり破壊しないこと(内的安定を保持)を確認             | すべり安全率 1.2 以上         |
|             | 基礎地盤の支持性能 | 基礎地盤      | 発生する応力(接地圧)が許容限界以下であることを確認         | 極限支持力*                |
|             | 施設の変形性    | 止水ジョイント部材 | 発生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 |

注記 \* : 妥当な安全余裕を考慮する。

表 2.3-6(2) 防潮堤（鋼管式鉛直壁）の評価項目（岩盤部）

| 評価方針        | 評価項目      | 部位        | 評価方法                              | 許容限界                  |
|-------------|-----------|-----------|-----------------------------------|-----------------------|
| 構造強度を有すること  | 施設・地盤の健全性 | 鋼管杭       | 発生する応力（曲げ・軸力、せん断力）が許容限界以下であることを確認 | 短期許容応力度               |
|             |           | 鋼製遮水壁     | 発生する応力（曲げ・軸力、せん断力）が許容限界以下であることを確認 | 短期許容応力度               |
|             |           | 漂流物防護工    | 発生する応力（曲げ・軸力、せん断力）が許容限界以下であることを確認 | 短期許容応力度               |
|             |           | 背面補強工     | すべり破壊しないこと（内的安定を保持）を確認            | すべり安全率 1.2 以上         |
|             | 基礎地盤の支持性能 | 基礎地盤      | 発生する応力（接地圧）が許容限界以下であることを確認        | 極限支持力*                |
| 止水性を損なわないこと | 施設・地盤の健全性 | 鋼管杭       | 発生する応力（曲げ・軸力、せん断力）が許容限界以下であることを確認 | 短期許容応力度               |
|             |           | 鋼製遮水壁     | 発生する応力（曲げ・軸力、せん断力）が許容限界以下であることを確認 | 短期許容応力度               |
|             |           | 漂流物防護工    | 発生する応力（曲げ・軸力、せん断力）が許容限界以下であることを確認 | 短期許容応力度               |
|             |           | 背面補強工     | すべり破壊しないこと（内的安定を保持）を確認            | すべり安全率 1.2 以上         |
|             | 基礎地盤の支持性能 | 基礎地盤      | 発生する応力（接地圧）が許容限界以下であることを確認        | 極限支持力*                |
|             | 施設の変形性    | 止水ジョイント部材 | 発生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 |

注記 \*：妥当な安全余裕を考慮する。

施設・地盤の健全性評価については、施設・地盤ごとに定める照査項目（発生応力、すべり安全率）が許容限界を満足することを確認する。なお、津波時及び重畳時の検討では、表 2.3-7 に示すような地盤物性のばらつきの影響評価を実施する。

表 2.3-7 津波時及び重畳時の検討で実施する地盤物性のばらつき

| 解析ケース | 地盤物性             |
|-------|------------------|
| ①     | 平均値              |
| ②     | 平均値 + 1 $\sigma$ |
| ③     | 平均値 - 1 $\sigma$ |

施設の変形性評価については、止水ジョイント部材の変形量を算定し、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。なお、止水ジョイント部材における相対変位量の算出方法は、「6.1.4 防潮堤（鋼管式鉛直壁）の止水ジョイント部材の相対変位量に関する補足説明」に示す。

防潮堤（鋼管式鉛直壁）の強度評価の検討フローを図 2.3-3 に示す。

なお、重畳時の評価における入力地震動は、解放基盤表面で定義される弾性設計用地震動 S d - D 2 を一次元重複反射理論により地震応答解析モデル底面位置で評価したものをを用いる。

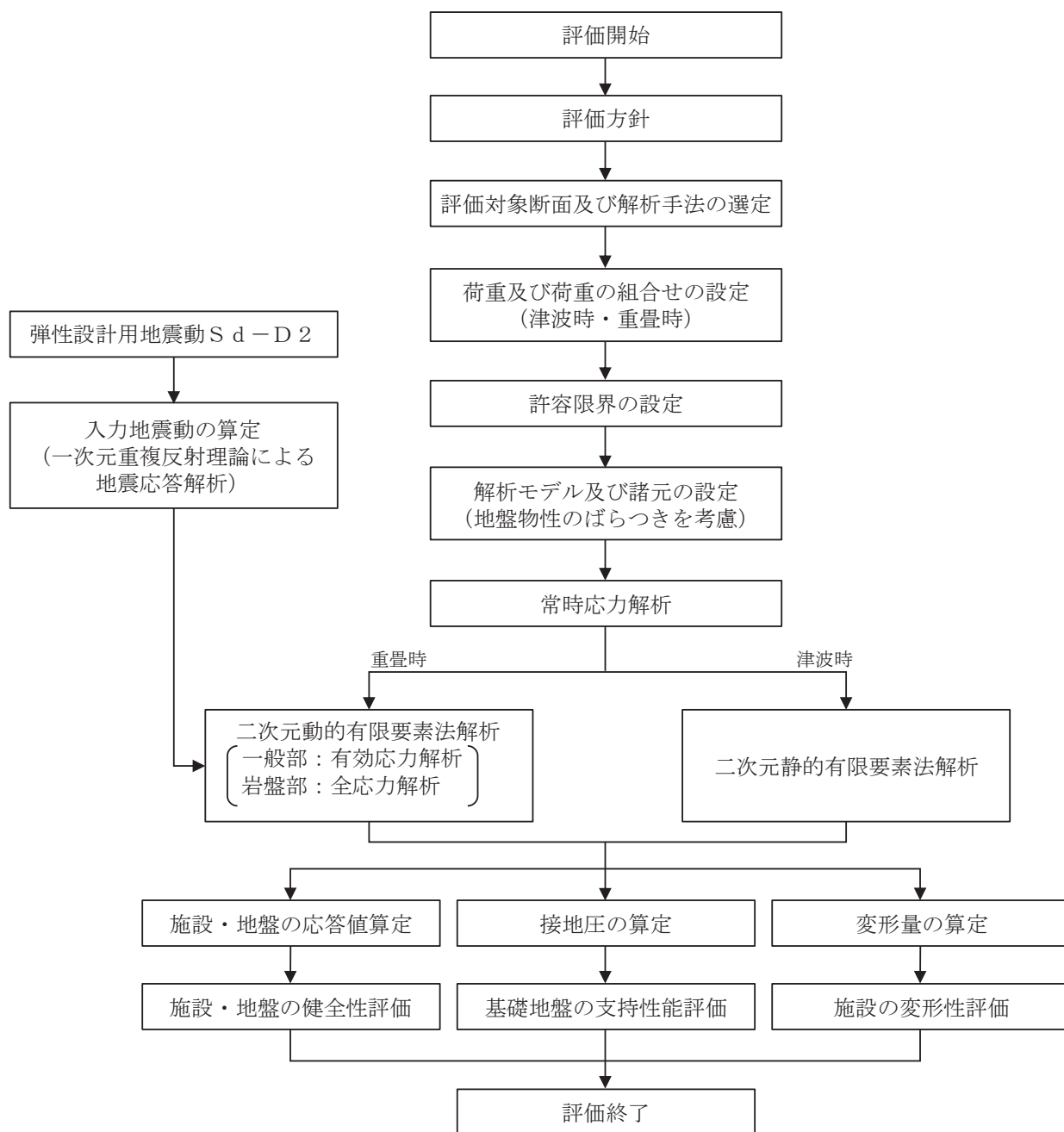


図 2.3-3 防潮堤（鋼管式鉛直壁）の強度評価の検討フロー

## 2.4 適用基準

適用する規格，基準等を以下に示す。

- ・ コンクリート標準示方書 [構造性能照査編] (土木学会, 2002 年制定)
- ・ 道路橋示方書 (I 共通編・IV 下部構造編)・同解説 (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 (I 共通編・IV 下部構造編)・同解説 (日本道路協会, 平成 14 年 3 月)
- ・ コンクリート標準示方書 [ダムコンクリート編] (土木学会, 2013 年制定)
- ・ 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)
- ・ 耐津波設計に係る工認審査ガイド (原子力規制委員会, 平成 25 年 6 月制定)
- ・ 原子力発電所屋外重要土木構造物の耐震性能照査指針・マニュアル (土木学会 原子力土木委員会, 2005 年 6 月)
- ・ 津波漂流物対策施設設計ガイドライン (沿岸技術研究センター, 寒地港湾技術研究センター, 2014 年 3 月)
- ・ 港湾の施設の技術上の基準・同解説 (平成元年 2 月版, 日本港湾協会)
- ・ Guidelines for Design of Structures for Vertical Evacuation from Tsunamis Second Edition, FEMA P-646, Federal Emergency Management Agency, 2012



表 2.4-1 適用する規格，基準類

| 項目         |   | 適用する規格，基準類   | 備考  |   |
|------------|---|--|---|---|
| 使用材料及び材料定数 |   | コンクリート標準示方書<br>[構造性能照査編] (2002 年)  | —   |   |
| 荷重及び荷重の組合せ |   | コンクリート標準示方書<br>[構造性能照査編] (2002 年)  | 永久荷重+偶発荷重+<br>従たる変動荷重の適切な<br>組み合わせを検討           |   |
| 許容限界       | 鋼管杭   | 道路橋示方書 (I 共通編・II 鋼橋編)・<br>同解説 (平成 14 年 3 月)  | 曲げ軸力に対する照査<br>は，発生応力が，短期<br>許容応力度以下である<br>ことを確認 |   |
|            | 鋼製遮水壁   | 鋼材   |   | 道路橋示方書 (I 共通編・II 鋼橋編)・<br>同解説 (平成 14 年 3 月) |
|            | 漂流物防護工  | 鋼材   |   | 道路橋示方書 (I 共通編・II 鋼橋編)・<br>同解説 (平成 14 年 3 月) |
|            | 背面補強工   | コンクリート標準示方書<br>[構造性能照査編] (2002 年)<br>コンクリート標準示方書<br>[ダムコンクリート編] (土木学<br>会，2013 年制定)<br>耐津波設計に係る工認審査ガイド | すべり安全率が 1.2 以<br>上であることを確認。                     |   |
|            | 置換コンクリート  | コンクリート標準示方書<br>[構造性能照査編] (2002 年)<br>コンクリート標準示方書<br>[ダムコンクリート編] (土木学<br>会，2013 年制定)<br>耐津波設計に係る工認審査ガイド |   |   |
|            | 改良地盤及び<br>セメント改良土                               | 耐津波設計に係る工認審査ガイド  |   |   |
| 地震応答解析     | 原子力発電所耐震設計技術指針<br>JEAG4601-1987 ((社)日本電気協<br>会) | 有限要素法による 2 次<br>元モデルを用いた時刻<br>歴非線形解析   |   |   |

### 3. 強度評価方法

#### 3.1 記号の定義

強度評価に用いる記号を表 3.1-1 に示す。

表 3.1-1(1) 強度評価に用いる記号 (1/2)

| 記号                | 単位                | 定義                        |
|-------------------|-------------------|---------------------------|
| G                 | kN                | 固定荷重                      |
| P                 | kN/m <sup>2</sup> | 積載荷重                      |
| P <sub>s</sub>    | kN/m <sup>2</sup> | 積雪荷重                      |
| P <sub>k</sub>    | kN/m <sup>2</sup> | 風荷重                       |
| P <sub>t</sub>    | kN/m <sup>2</sup> | 遡上津波荷重                    |
| P <sub>c</sub>    | kN                | 衝突荷重                      |
| K <sub>Sd</sub>   | —                 | 余震荷重                      |
| P <sub>d</sub>    | kN/m <sup>2</sup> | 動水圧                       |
| γ <sub>w</sub>    | kN/m <sup>3</sup> | 海水の単位体積重量                 |
| ρ                 | kg/m <sup>3</sup> | 海水の密度                     |
| σ <sub>sa</sub>   | N/mm <sup>2</sup> | 鋼材の短期許容曲げ圧縮応力度            |
| τ <sub>sa</sub>   | N/mm <sup>2</sup> | 鋼材の短期許容せん断応力度             |
| σ <sub>ca</sub>   | N/mm <sup>2</sup> | 鋼材の短期許容圧縮応力度              |
| σ <sub>1</sub>    | N/mm <sup>2</sup> | 鋼管杭の曲げモーメント及び軸力より算定される応力度 |
| M <sub>1</sub>    | kN・m              | 鋼管杭に発生する曲げモーメント           |
| Z <sub>1</sub>    | mm <sup>3</sup>   | 鋼管杭の断面係数                  |
| N <sub>1</sub>    | kN                | 鋼管杭の軸力                    |
| τ <sub>1</sub>    | N/mm <sup>2</sup> | 鋼管杭のせん断力より算定されるせん断応力度     |
| S <sub>1</sub>    | kN                | 鋼管杭に発生するせん断力              |
| A <sub>1</sub>    | mm <sup>2</sup>   | 鋼管杭の断面積                   |
| κ <sub>1</sub>    | —                 | せん断応力の分布係数 (2.0)          |
| σ <sub>2</sub>    | N/mm <sup>2</sup> | 曲げモーメントによるスキンプレートの発生応力度   |
| M <sub>2</sub>    | kN・m              | スキンプレートに発生する曲げモーメント       |
| Z <sub>2</sub>    | mm <sup>3</sup>   | スキンプレートの断面係数              |
| P <sub>2</sub>    | kN/m              | スキンプレートに作用する単位幅あたりの津波波圧   |
| P <sub>2</sub> '  | kN/m              | スキンプレートに作用する単位幅あたりの地震慣性力  |
| P <sub>2</sub> '' | kN/m              | スキンプレートに作用する単位幅あたりの動水圧    |
| L                 | mm                | 水平リブ間隔                    |

表 3.1-1(2) 強度評価に用いる記号 (2/2)

| 記号         | 単位                | 定義                   |
|------------|-------------------|----------------------|
| $\sigma_3$ | N/mm <sup>2</sup> | 垂直リブに発生する圧縮応力度       |
| $P_3$      | kN/m <sup>2</sup> | 垂直リブに作用する津波波圧        |
| $P_3'$     | kN/m <sup>2</sup> | 垂直リブに作用する地震慣性力       |
| $P_3''$    | kN/m <sup>2</sup> | 垂直リブに作用する動水圧         |
| $P$        | kN                | 受圧面積に発生する水平荷重        |
| $t$        | mm                | 垂直リブの板厚              |
| $B$        | m                 | 鋼製遮水壁の総幅             |
| $\sigma_4$ | N/mm <sup>2</sup> | 曲げモーメントによる水平リブの発生応力度 |
| $\sigma_5$ | N/mm <sup>2</sup> | 曲げモーメントによる架台の発生応力度   |
| $M_4$      | kN・m              | 水平リブに発生する曲げモーメント     |
| $M_5$      | kN・m              | 架台に発生する曲げモーメント       |
| $Z_4$      | mm <sup>3</sup>   | 水平リブの断面係数            |
| $Z_5$      | mm <sup>3</sup>   | 架台の断面係数              |
| $P_4$      | kN/m <sup>2</sup> | 水平リブ及び架台に作用する津波波圧    |
| $P_4'$     | kN/m <sup>2</sup> | 水平リブ及び架台に作用する地震慣性力   |
| $P_4''$    | kN/m <sup>2</sup> | 水平リブ及び架台に作用する動水圧     |
| $\ell$     | mm                | 架台間隔                 |
| $b$        | m                 | モーメントアーム長            |
| $b'$       | m                 | 衝突荷重のモーメントアーム長       |
| $\tau_4$   | N/mm <sup>2</sup> | せん断力による水平リブの発生応力度    |
| $\tau_5$   | N/mm <sup>2</sup> | せん断力による架台の発生応力度      |
| $S_4$      | kN                | 水平リブに発生するせん断力        |
| $S_5$      | kN                | 架台に発生するせん断力          |
| $A_w$      | mm <sup>2</sup>   | 水平リブ及び架台のせん断抵抗断面積    |
| $\sigma_6$ | N/mm <sup>2</sup> | 曲げモーメントによる防護工の発生応力度  |
| $M_6$      | kN・m              | 防護工に発生する曲げモーメント      |
| $Z_6$      | mm <sup>3</sup>   | 防護工の断面係数             |
| $P_6$      | kN/m <sup>2</sup> | 防護工に作用する津波波圧         |
| $P_6'$     | kN/m <sup>2</sup> | 防護工に作用する地震慣性力        |
| $P_6''$    | kN/m <sup>2</sup> | 防護工に作用する動水圧          |
| $b''$      | m                 | 防護工の幅                |
| $\tau_6$   | N/mm <sup>2</sup> | せん断力による防護工の発生応力度     |
| $S_6$      | kN                | 防護工に発生するせん断力         |
| $A_{wc}$   | mm <sup>2</sup>   | 防護工のせん断抵抗断面積         |

### 3.2 評価対象断面及び部位

#### 3.2.1 評価対象断面

防潮堤（鋼管式鉛直壁）の評価対象断面は、設置変更許可段階における構造成立性評価断面として選定した断面を基本とした上で、「補足-140-1 津波への配慮に関する説明書の補足説明資料」の「5.10 津波防護施設の設計における評価対象断面の選定について」で記載したとおり、耐津波評価においては、構造的特徴、周辺地盤状況、地下水位及び入力津波が耐津波評価結果に及ぼす影響の観点から、耐津波評価上厳しいと考えられる断面を評価対象断面として選定する。

##### (1) 一般部

防潮堤（鋼管式鉛直壁）のうち一般部の評価対象断面は、斜面形状であり傾斜方向への変形が支配的である横断方向を対象とする。

評価対象断面の選定は、防潮堤（鋼管式鉛直壁）のうち一般部を構造的特徴及び周辺状況により2区間に分類した上で、区間毎に周辺状況の観点から評価候補断面を整理し、耐震評価上厳しくなる断面を選定する。

評価対象断面選定結果を表3.2-1に、評価対象断面位置を図3.2-1に、評価対象断面を図3.2-2～図3.2-3に示す。

評価対象断面選定の詳細については、「5.10 津波防護施設の設計における評価対象断面の選定について」の「5.10.2 防潮堤（鋼管式鉛直壁）」に示す。

表 3.2-1 評価対象断面選定結果（一般部）

| 評価対象断面       |       | ①岩盤上面<br>深さ  | ②[D]級+ $C_1$<br>級岩盤厚さ   | ③鋼管杭<br>突出長         | ④ $C_2$ 級岩盤上<br>面深さ | ⑤盛土+旧表土<br>厚さ | ⑥旧表土<br>厚さ |
|--------------|-------|--|-------------------------|---------------------|---------------------|---------------|------------|
| I<br>区<br>間  | 断面①*1 | ○：岩盤上面が最も深い  | —                       | —<br>(鋼管突出長は全断面で同じ) | ○： $C_2$ 級岩盤上面が最も深い | ○：盛土+旧表土が最も厚い | —          |
|              | 断面②*2 | —  | ○：[D]級、 $C_1$ 級岩盤が分布しない |                     | —                   | —             | ○：旧表土が最も厚い |
|              | 断面③   | —  | ○：[D]級+ $C_1$ 級岩盤が最も厚い  |                     | —                   | —             | —          |
| II<br>区<br>間 | 断面④   | <ul style="list-style-type: none"> <li>II区間は区間の長さが短く、縦断方向の地質状況が大きく変わらないと考えられるため、II区間の評価候補断面選定については、II区間の構造的特徴から選定する。</li> <li>評価候補断面としては、II区間のうち、盛土堤防（セメント改良土）厚さが最も厚く、耐震評価に影響を及ぼすと考えられるII-①断面を選定する。</li> </ul> |                         |                     |                     |               |            |

注記 \*1：設置変更許可段階における基礎地盤の安定性評価で示した断面  
\*2：設置変更許可段階における構造成立性評価で示した断面

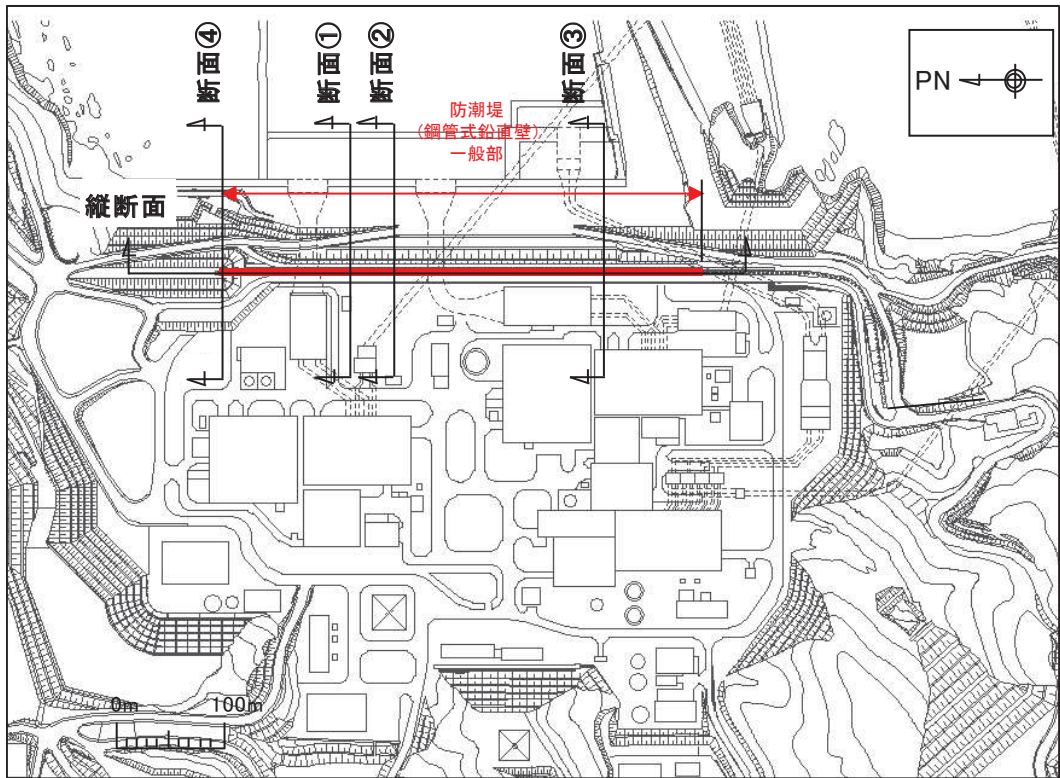


図 3.2-1 防潮堤（鋼管式鉛直壁）のうち一般部の評価対象断面位置図



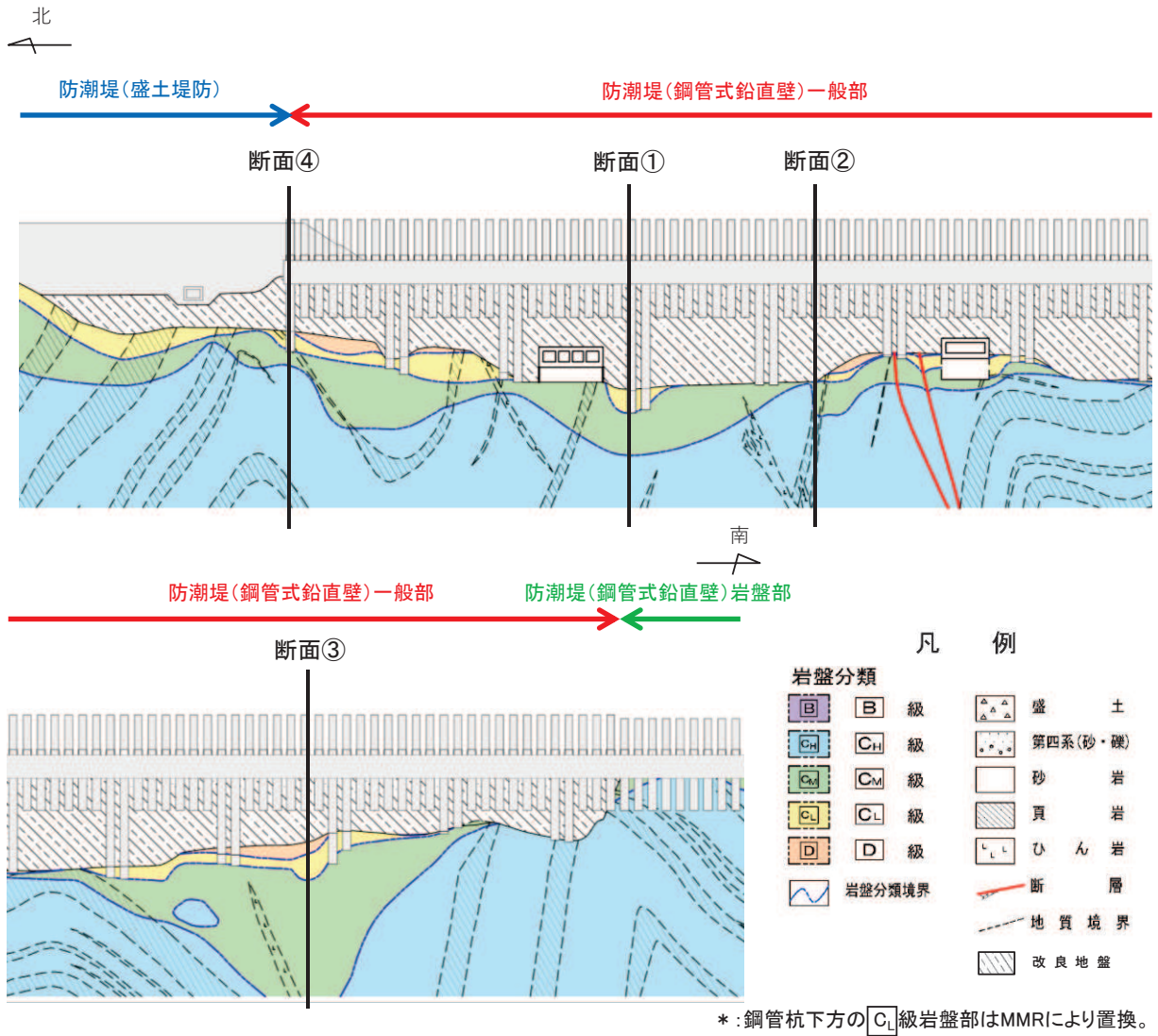


図 3.2-2 防潮堤(鋼管式鉛直壁)のうち一般部 評価対象断面縦断面

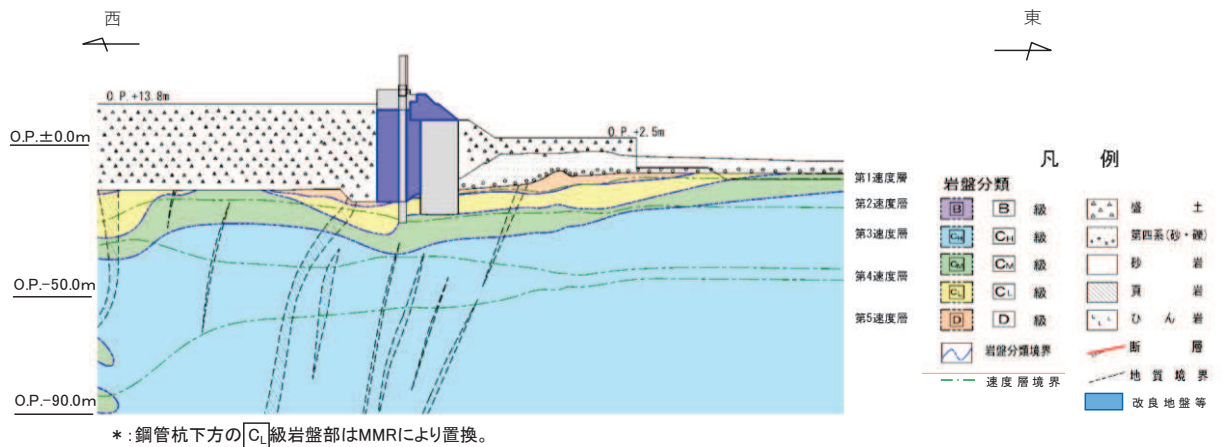


図 3.2-3(1) 評価対象断面(断面①)

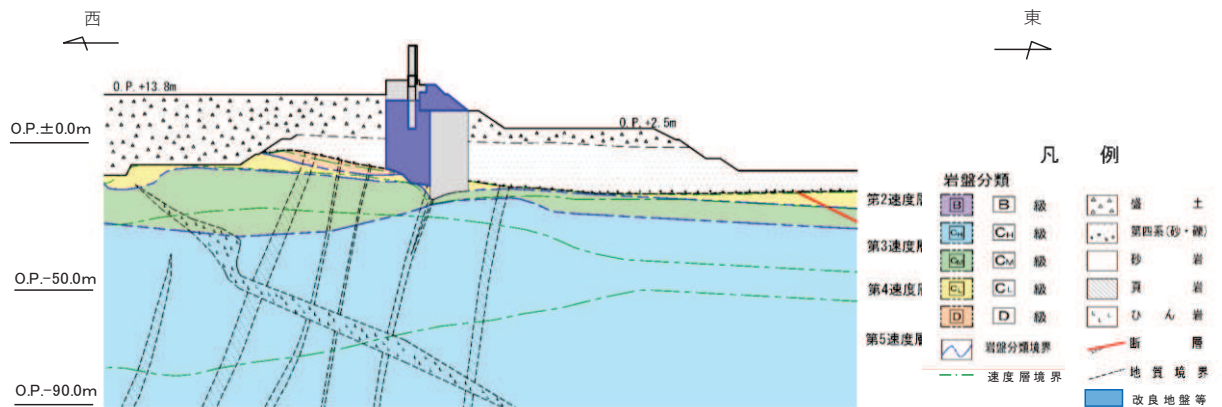


図 3.2-3(2) 評価対象断面 (断面②)

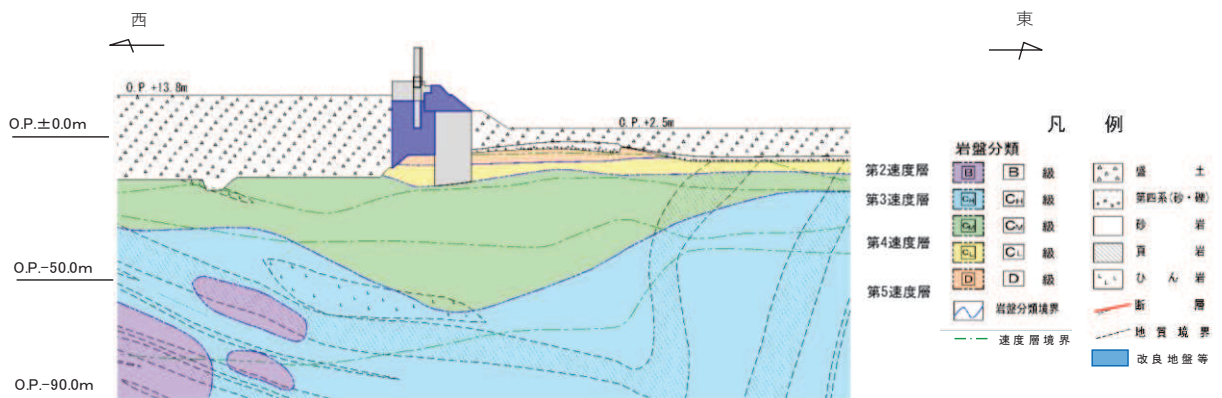


図 3.2-3(3) 評価対象断面 (断面③)

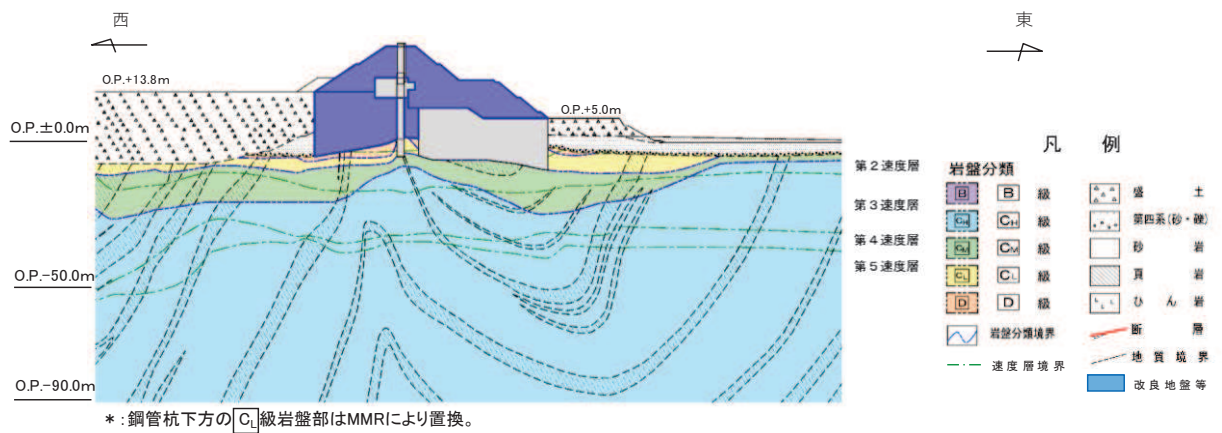


図 3.2-3(4) 評価対象断面 (断面④)

(2) 岩盤部

評価対象断面の選定は、防潮堤（鋼管式鉛直壁）のうち岩盤部を構造的特徴及び周辺状況により3区間に分類した上で、区間毎に周辺状況の観点から評価候補断面を選定し、耐津浪評価上厳しくなる断面を選定する。

評価対象断面選定結果を表 3.2-2 に、評価対象断面位置を図 3.2-4 に、評価対象断面を図 3.2-5～図 3.2-6 に示す。

評価対象断面選定の詳細については、「5.10 津波防護施設の設計における評価対象断面の選定について」の「5.10.2 防潮堤（鋼管式鉛直壁）」に示す。

表 3.2-2 評価対象断面選定結果（岩盤部）

| 評価対象断面       |     | ①鋼管杭の突出長  | ②[D]級+[C <sub>L</sub> ]級岩盤<br>厚さ   | 備考  |
|--------------|-----|---|------------------------------------|---|
| I<br>区<br>間  | 断面⑤ | <ul style="list-style-type: none"> <li>• I 区間において区間内の突出長は同一であることから、I 区間の評価対象断面選定については鋼管杭の突出長を観点としない。</li> <li>• [D]級, [C<sub>L</sub>]級岩盤は分布せず、周辺地質はおおむね同一であり、断面位置によって構造物の評価に有意な差は無い。</li> <li>• 断面としては、屋外排水路逆流防止設備（防潮堤南側）が設置される⑤断面を選定した。</li> </ul> |                                    |   |
| II<br>区<br>間 | 断面⑥ | ○：鋼管杭の突出長が最も長い  | ○：[D]級, [C <sub>L</sub> ]級岩盤が分布しない | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 海側斜面の傾きが最も急勾配である。</li> </ul> |



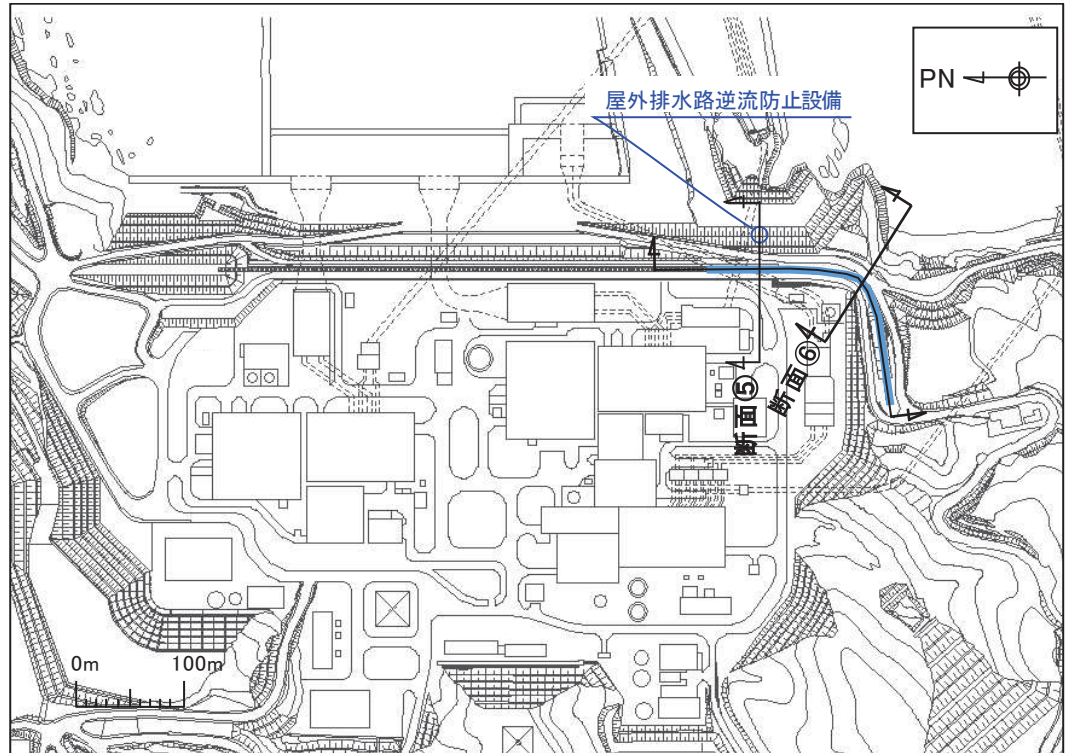


図 3.2-4 防潮堤（鋼管式鉛直壁）のうち岩盤部の評価対象断面位置図

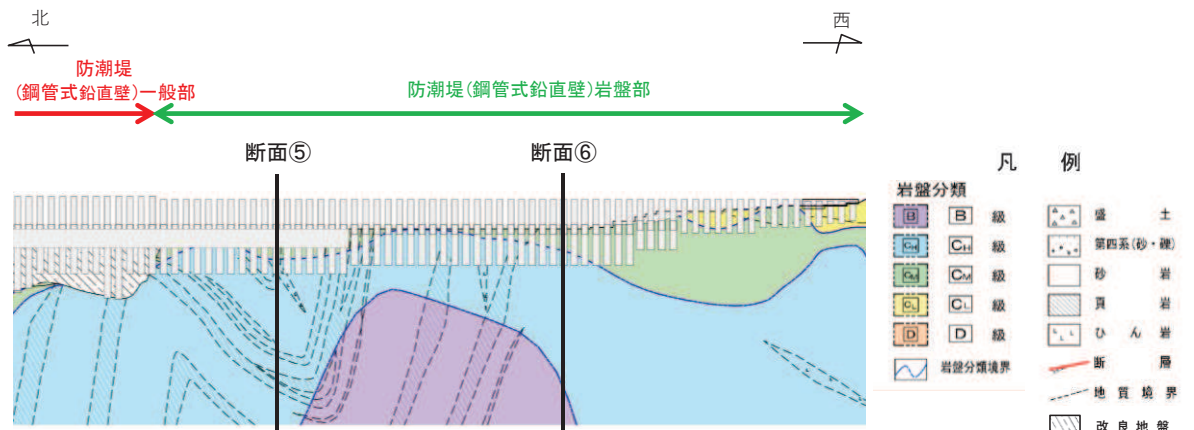


図 3.2-5 防潮堤（鋼管式鉛直壁）のうち岩盤部の縦断面図

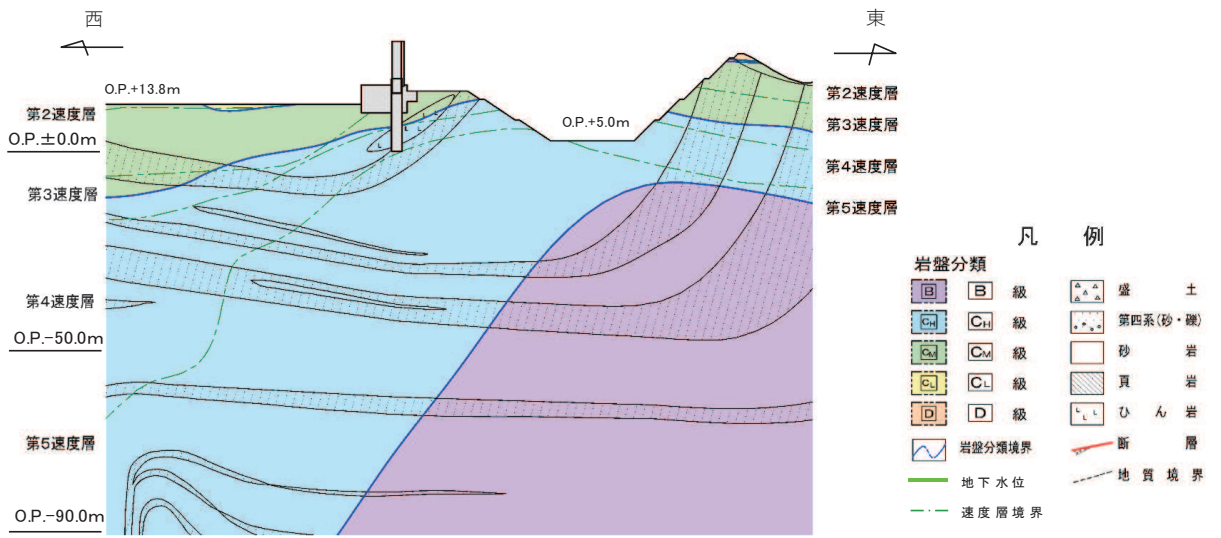


图 3.2-6(1) 評価対象断面 (岩盤部) (断面⑤)

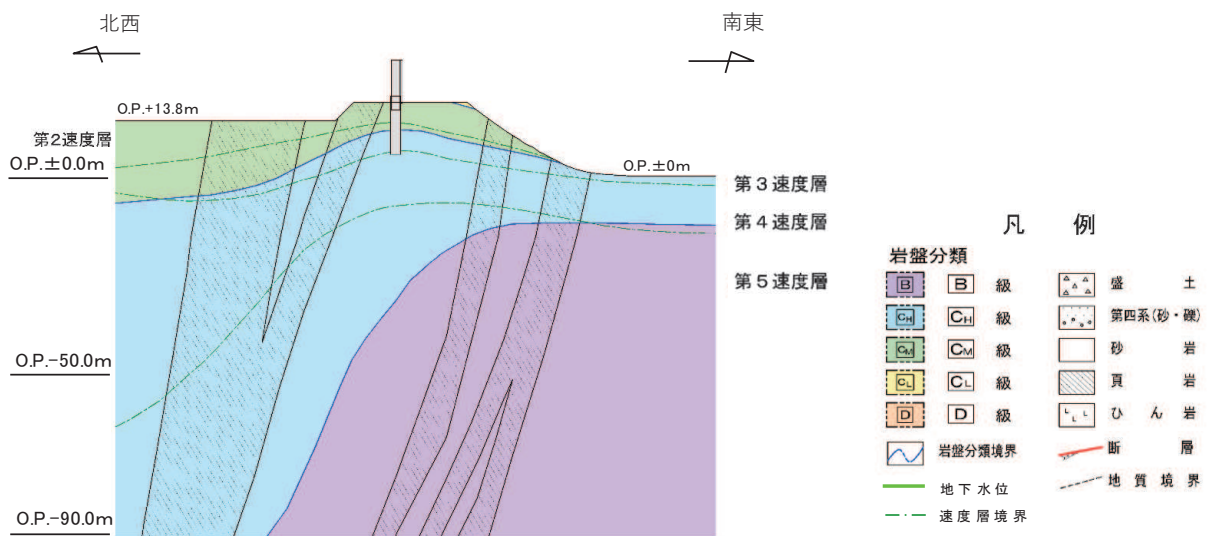


图 3.2-6(2) 評価対象断面 (岩盤部) (断面⑥)

### 3.2.2 評価対象部位

評価対象部位は、防潮堤（鋼管式鉛直壁）の構造的特徴や周辺状況の特徴を踏まえて設定する。

#### (1) 施設・地盤の健全性評価

##### a. 防潮堤（鋼管式鉛直壁）のうち一般部

施設・地盤の健全性に係る評価対象部位は、鋼管杭，鋼製遮水壁，漂流物防護工，背面補強工，置換コンクリート，改良地盤及びセメント改良土とする。

##### b. 防潮堤（鋼管式鉛直壁）のうち岩盤部

施設・地盤の健全性に係る評価対象部位は，鋼管杭，鋼製遮水壁，漂流物防護工及び背面補強工とする。

#### (2) 施設の変形性評価

施設の変形性評価に係る評価対象部位は，構造物間に設置する止水ジョイント部材のゴムジョイント及びウレタンシリコン目地とする。

#### (3) 基礎地盤の支持性能評価

##### a. 防潮堤（鋼管式鉛直壁）のうち一般部

基礎地盤の支持性能に係る評価対象部位は，鋼管杭，背面補強工及び置換コンクリートを支持する基礎地盤とする。

##### b. 防潮堤（鋼管式鉛直壁）のうち岩盤部

基礎地盤の支持性能に係る評価対象部位は，鋼管杭及び背面補強工を支持する基礎地盤とする。

### 3.3 荷重及び荷重の組合せ

強度計算に用いる荷重及び荷重の組合せは、添付書類「VI-3-別添 3-1 津波への配慮が必要な施設の強度計算書の方針」の「4.1 荷重及び荷重の組合せ」にて示している荷重及び荷重の組合せを踏まえて設定する。

#### 3.3.1 荷重

強度評価には、以下の荷重を用いる。

(1) 固定荷重 (G)

固定荷重として、躯体自重を考慮する。

(2) 積載荷重 (P)

積載荷重として、積雪荷重を含めて地表面に  $4.9\text{kN/m}^2$  を考慮する。

(3) 積雪荷重 ( $P_s$ )

積雪荷重として、発電所の最寄りの気象官署である石巻特別地域気象観測所で観測された月最深積雪の最大値である  $43\text{cm}$  に平均的な積雪荷重を与えるための係数  $0.35$  を考慮した値を設定する。また、建築基準法施行令第 86 条第 2 項により、積雪量  $1\text{cm}$  ごとに  $20\text{N/m}^2$  の積雪荷重が作用することを考慮する。

(4) 風荷重 ( $P_k$ )

風荷重については、敷地側から海側に作用する場合は遡上津波荷重を打ち消す側に荷重が作用するため、海側から敷地側の方向で津波水位から防潮堤天端までに作用することを考慮する。

(5) 遡上津波荷重 ( $P_t$ )

遡上津波荷重については、風荷重を含めた荷重とするため、防潮堤前面における入力津波水位  $0. P. +24.4\text{m}$  に余裕を考慮した津波水位  $0. P. +25.0\text{m}$  を用いることとし、その標高と防潮堤前面の地盤標高の差分の  $1/2$  倍を設計用浸水深とし、朝倉式に基づき、その 3 倍を考慮して算定する。

遡上津波波圧を表 3.3-1 に示す。

表 3.3-1 遡上津波荷重

|       | 防潮堤天端高 (O.P. (m)) | 津波水位 (O.P. (m)) | 防潮堤前面の地盤高 (O.P. (m)) | 設計用浸水深 (m) | 防潮堤天端波圧 ( $\text{kN/m}^2$ ) | 防潮堤前面の地盤高での波圧 ( $\text{kN/m}^2$ ) |
|-------|-------------------|-----------------|----------------------|------------|-----------------------------|-----------------------------------|
| 断面①～⑤ | 29.0              | 25.0            | 0.5                  | 12.25      | 83.4                        | 371.2                             |
| 断面⑥   | 29.0              | 25.0            | 0.0                  | 12.5       | 85.9                        | 373.7                             |

(6) 衝突荷重 ( $P_c$ )

衝突荷重については、2.15 t の車両を対象に「FEMA (2012) \*」式による漂流物荷重に余裕を考慮して設定する。

衝突荷重を表 3.3-2 に示す。

注記 \* 1 : FEMA (2012) : Guidelines for Design of Structures for Vertical Evacuation from Tsunamis Second Edition, FEMA P-646, Federal Emergency Management Agency, 2012

表 3.3-2 衝突荷重

| 流速 (m/s) | 衝突荷重 (kN) |
|----------|-----------|
| 13       | 2000      |

(7) 余震荷重 ( $K_{sd}$ )

余震荷重として、弾性設計用地震動  $S_d - D2$  による地震力及び動水圧を考慮する。

3.3.2 荷重の組合せ

荷重の組合せを表 3.3-3 に示す。強度評価に用いる荷重の組合せは津波時及び重畳時に区分し、荷重の組合せを表 3.3-4～表 3.3-5 に示す。荷重の作用図を図 3.3-1～図 3.3-2 に示す。

表 3.3-3 荷重の組合せ

| 区分  | 荷重の組合せ                 |
|-----|------------------------|
| 津波時 | $G + P + P_t + P_c$    |
| 重畳時 | $G + P + P_t + K_{sd}$ |

$G$  : 固定荷重

$P$  : 積載荷重 (積雪荷重  $P_s$  を含めて  $4.9\text{kN/m}^2$ )

$P_t$  : 遡上津波荷重 (風荷重  $P_k$  を含む)

$P_c$  : 衝突荷重

$K_{sd}$  : 余震荷重

表 3.3-4 荷重の組合せ（津波時）

| 種別   |        | 荷重      |   | 算出方法  |
|------|--------|---------|---|---|
| 永久荷重 | 常時考慮荷重 | 躯体重量    | ○ | 設計図書に基づいて、対象構造物の体積に材料の密度を乗じて設定する。                           |
|      |        | 機器・配管荷重 | — | 機器・配管は設置しないため考慮しない。   |
|      |        | 土被り荷重   | — | 土被りはないため考慮しない。  |
|      |        | 積載荷重    | ○ | 積雪荷重を含めて $4.9\text{kN/m}^2$ を考慮する。                          |
|      | 静止土圧   |         | ○ | 常時応力解析により設定する。  |
|      | 外水圧    |         | — | 外水圧は考慮しない。  |
|      | 内水圧    |         | — | 内水はないため考慮しない。   |
|      | 積雪荷重   |         | ○ | 積雪荷重 ( $0.301\text{kN/m}^2$ ) を考慮する。                        |
| 変動荷重 | 風荷重以外  |         | — | 風荷重以外には発電所の立地特性及び構造物の配置状況を踏まえると、偶発的な（地震荷重）と組み合わせるべき変動荷重はない。 |
|      | 風荷重    |         | ○ | 海側から敷地側の方向で津波水位から防潮堤天端までに作用することを考慮する。                       |
| 偶発荷重 | 津波波圧   |         | ○ | 津波による波圧に風荷重を含めて考慮する。  |
|      | 衝突荷重   |         | ○ | 2.15t の車両の漂流物衝突を考慮する。                                       |
|      | 余震荷重   |         | — | 余震荷重は考慮しない。   |
|      | 動水圧    |         | — | 動水圧は考慮しない。  |

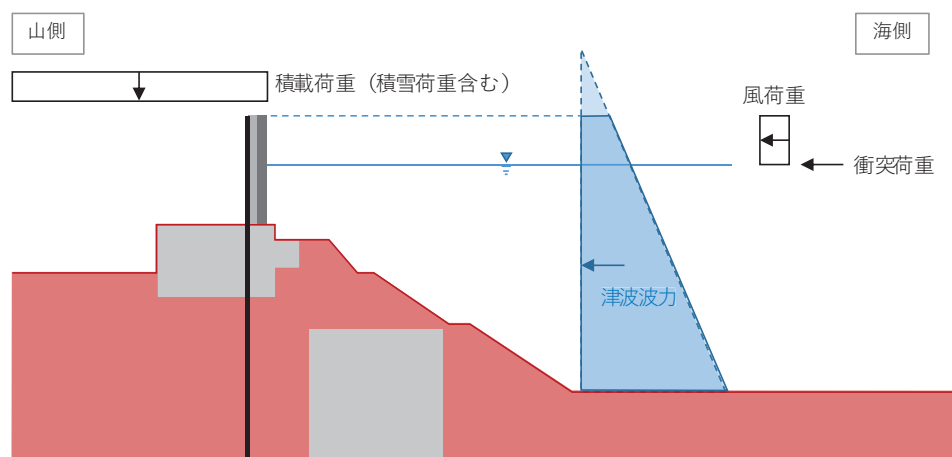


図 3.3-1(1) 荷重作用図（一般部，津波時）

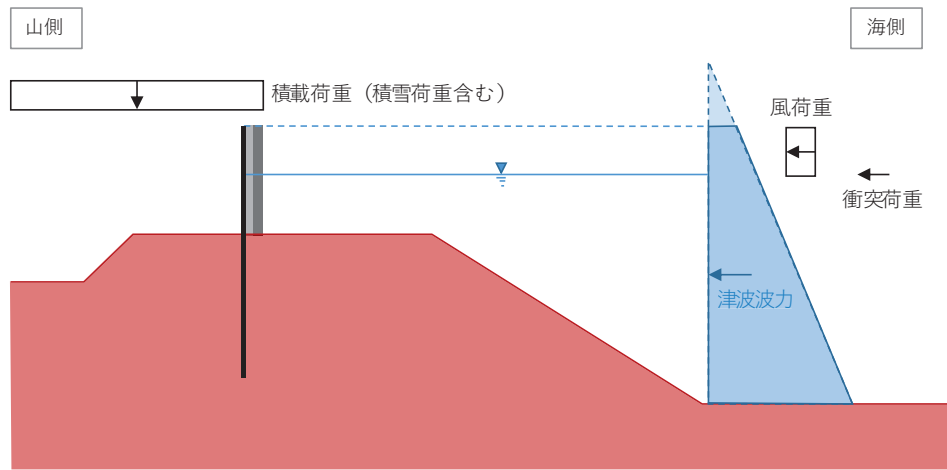


図 3.3-1(2) 荷重作用図 (岩盤部, 津波時)

表 3.3-5 荷重の組合せ（重畳時）

| 種別   |        | 荷重      |                                       | 算出方法  |
|------|--------|---------|---------------------------------------|---|
| 永久荷重 | 常時考慮荷重 | 躯体重量    | ○                                     | 設計図書に基づいて、対象構造物の体積に材料の密度を乗じて設定する。                           |
|      |        | 機器・配管荷重 | －                                     | 機器・配管は設置しないため考慮しない。   |
|      |        | 土被り荷重   | －                                     | 土被りはないため考慮しない。  |
|      |        | 積載荷重    | ○                                     | 積雪荷重を含めて 4.9kN/m <sup>2</sup> を考慮する。                        |
|      | 静止土圧   |         | ○                                     | 常時応力解析により設定する。  |
|      | 外水圧    |         | －                                     | 外水圧は考慮しない。  |
|      | 内水圧    |         | －                                     | 内水はないため考慮しない。   |
|      | 積雪荷重   |         | ○                                     | 積雪荷重 (0.301kN/m <sup>2</sup> ) を考慮する。                       |
| 風荷重  |        | ○       | 海側から敷地側の方向で津波水位から防潮堤天端までに作用することを考慮する。 |   |
| 偶発荷重 | 津波波圧   |         | ○                                     | 津波による波圧に風荷重を含めて考慮する。  |
|      | 衝突荷重   |         | －                                     | 漂流物の衝突は考慮しない。   |
|      | 余震荷重   |         | ○                                     | 弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> -D <sub>2</sub> による水平及び鉛直同時加振を考慮する。 |
|      | 動水圧    |         | ○                                     | 動水圧を考慮する。   |



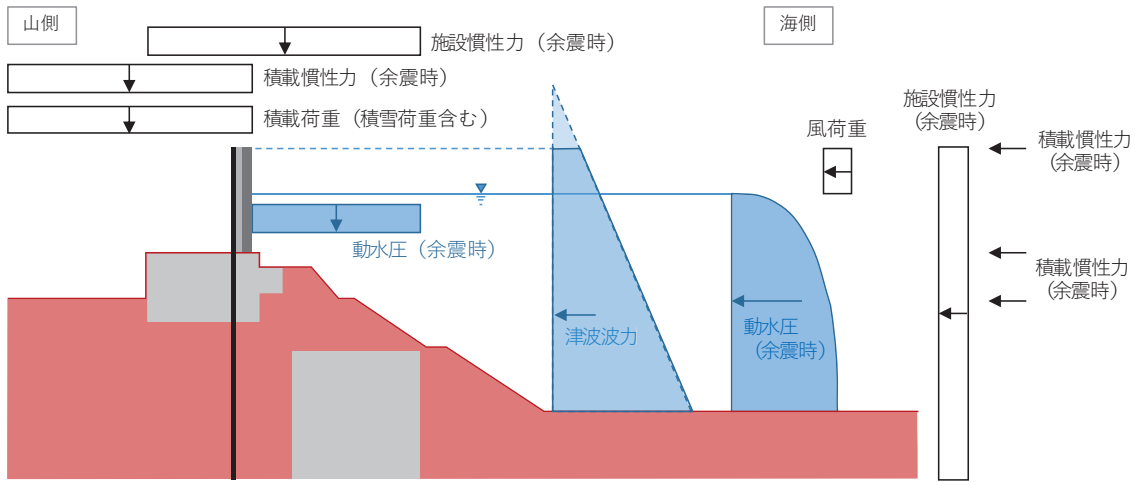


図 3.3-2(1) 荷重作用図 (一般部, 重畳時)

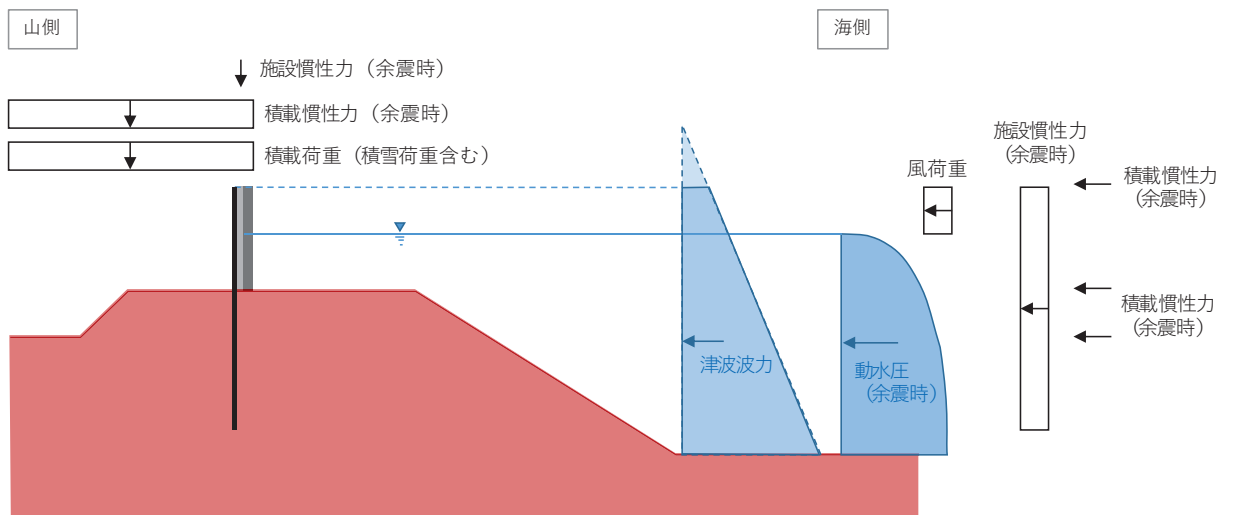


図 3.3-2(2) 荷重作用図 (岩盤部, 重畳時)

### 3.4 許容限界

許容限界は、「3.2 評価対象断面及び部位」にて設定した評価対象部位の応力や変形の状態を考慮し、添付書類「VI-3-別添 3-1 津波への配慮が必要な施設の強度計算書の方針」にて設定している許容限界を踏まえて設定する。

#### 3.4.1 鋼管杭

鋼管杭の許容限界は「道路橋示方書（Ⅰ共通編・Ⅱ鋼橋編・Ⅳ下部構造編）・同解説（日本道路協会，平成14年3月）」に基づき，短期許容応力度とする。

鋼管杭の許容応力度の考え方を図3.4-1に示す。

地中部(O.P.+18.5m以深)の下杭は，下部構造として取り扱うこととし，道路橋示方書・同解説（Ⅳ下部構造編）に準拠した許容応力度を用いる。道路橋示方書・同解説（Ⅳ下部構造編）によると，「全長が地中に埋込まれた杭では，一般に座屈の影響を考慮しなくてよい。これは杭側面の地盤が軟弱である場合でも座屈を拘束するからである。」との記載がある。防潮堤（鋼管式鉛直壁）においては，杭は背面補強工（コンクリート），改良地盤及びセメント改良土（断面④のみ）に埋め込まれており，かつすべりに対する安定性（内的安定）を確保することで，座屈に対する拘束効果を見込めることから，座屈非考慮とする。

地上部(O.P.+18.5m以浅)の上杭は，上部構造として取り扱うこととし，道路橋示方書・同解説（Ⅱ鋼橋編）に準拠し，局部座屈を考慮した許容応力度を用いる。ただし，鋼管内部にコンクリート充填されているO.P.+18.5m～21.0mの範囲はコンクリートと一体化されていること，上杭と下杭の接合部であるO.P.+16.5m～20.0mの範囲で，モルタル充填により一体化\*されていることから，道路橋示方書・同解説（Ⅱ鋼橋編）に準拠し，座屈非考慮とする（図3.4-2）。座屈を考慮する場合の許容応力度の考え方を図3.4-3～図3.4-5に示す。

上記に基づいた鋼管杭の許容限界を表3.4-1に示す。

注記\*：上杭と下杭の接合部は，複合構造標準示方書（土木学会）に準拠したソケット方式の接合とし，十分な裕度を確保する。

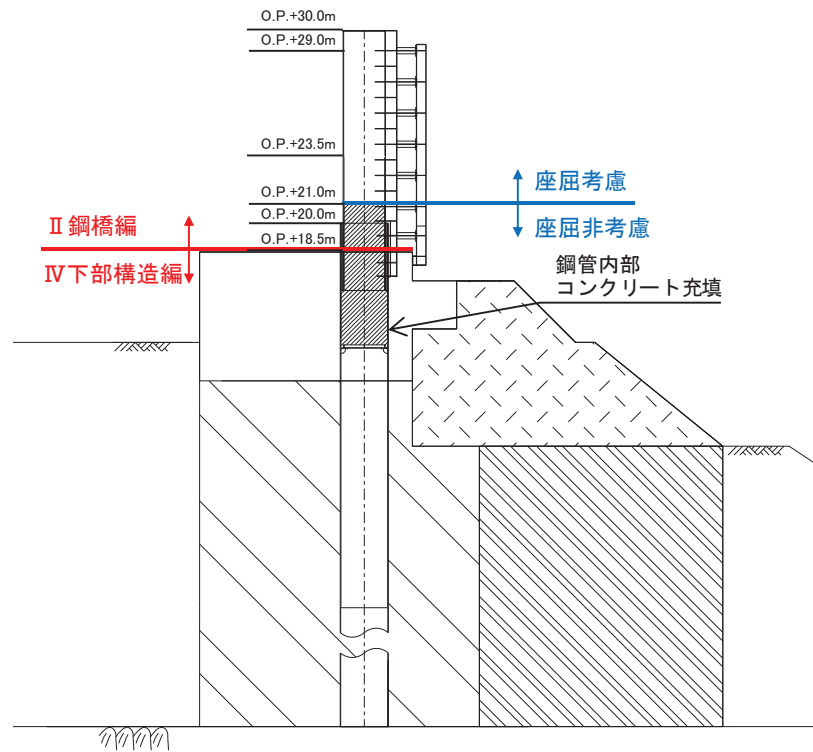


図 3. 4-1 (1) 鋼管杭の許容応力度の考え方 (防潮堤 (鋼管式鉛直壁) のうち一般部)

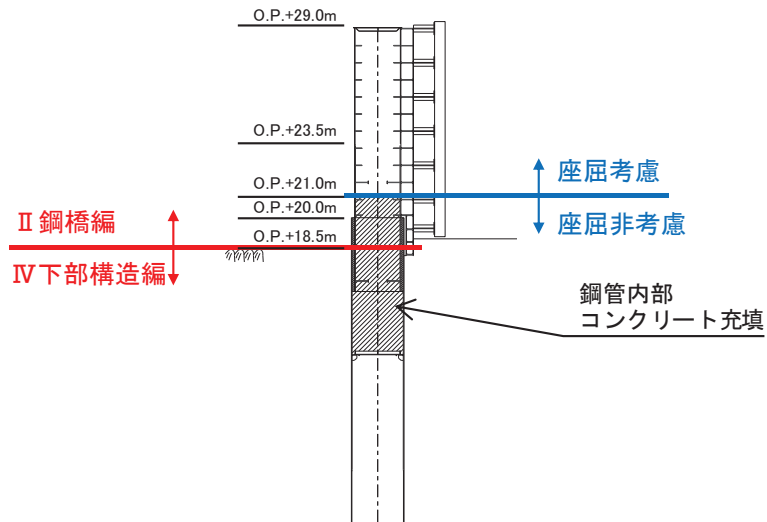


図 3. 4-1 (2) 鋼管杭の許容応力度の考え方 (防潮堤 (鋼管式鉛直壁) のうち岩盤部)

【座屈を考慮する場合の許容曲げ圧縮応力度（SKK490）\*1】

$$\sigma_{ca} = \sigma_{cag} \cdot \sigma_{cal} / \sigma_{ca0}$$

$$\sigma_{cag} = 185 - 1.2 \left( \frac{l}{r} - 16 \right)$$

$$l = \beta \cdot L$$

$$\sigma_{cal} = 185 - 0.57 \left( \frac{R}{at} - 35 \right) : 35 \leq \frac{R}{at} \leq 200$$

$$a = 1 + \frac{\phi^{*2}}{10}$$

$$\phi^{*2} = \frac{\sigma_1 - \sigma_2}{\sigma_1}, \quad 0 \leq \phi \leq 2$$

ここで、

- $\sigma_{ca}$  : 許容軸方向圧縮応力度 (N/mm<sup>2</sup>)
- $\sigma_{cag}$  : 局部座屈を考慮しない許容軸方向圧縮応力度 (N/mm<sup>2</sup>)
- $\sigma_{cal}$  : 局部座屈に対する許容応力度 (N/mm<sup>2</sup>)
- $\sigma_{ca0}$  : 局部座屈を考慮しない許容軸方向圧縮応力度の上限値 : 185 (N/mm<sup>2</sup>)
- $l$  : 有効座屈長 (mm)
- $L$  : 部材長 (mm)
- $r$  : 断面二次半径 (mm)
- $R$  : 鋼管の半径 (中心から外線までの距離) (mm)
- $t$  : 鋼管の板厚 (mm)
- $\sigma_1$  : 曲げにより鋼管に圧縮が生じる側の合応力度 (N/mm<sup>2</sup>)
- $\sigma_2$  : 曲げにより鋼管に引張が生じる側の合応力度 (N/mm<sup>2</sup>)

注記 \*1 : 路橋示方書・同解説（Ⅱ鋼橋編）の許容軸方向圧縮応力度の考え方を参照。

\*2 : 鋼管の応力状態によって変化する。

【座屈を考慮する場合の許容曲げ圧縮応力度 (SM570) \*1】

$$\sigma_{ca} = \sigma_{cag} \cdot \sigma_{cal} / \sigma_{ca0}$$
$$\sigma_{cag} = 255 - 2.1 \left( \frac{l}{r} - 18 \right)$$

$$l = \beta \cdot L$$

$$\sigma_{cal} = 255 : \frac{R}{a \cdot t} \leq 25$$

$$a = 1 + \frac{\phi^{*2}}{10}$$

$$\phi^{*2} = \frac{\sigma_1 - \sigma_2}{\sigma_1}, \quad 0 \leq \phi \leq 2$$

ここで、

- $\sigma_{ca}$  : 許容軸方向圧縮応力度 (N/mm<sup>2</sup>)
- $\sigma_{cag}$  : 局部座屈を考慮しない許容軸方向圧縮応力度 (N/mm<sup>2</sup>)
- $\sigma_{cal}$  : 局部座屈に対する許容応力度 (N/mm<sup>2</sup>)
- $\sigma_{ca0}$  : 局部座屈を考慮しない許容軸方向圧縮応力度の上限値 : 185 (N/mm<sup>2</sup>)
- $l$  : 有効座屈長 (mm)
- $L$  : 部材長 (mm)
- $r$  : 断面二次半径 (mm)
- $R$  : 鋼管の半径 (中心から外線までの距離) (mm)
- $t$  : 鋼管の板厚 (mm)
- $\sigma_1$  : 曲げにより鋼管に圧縮が生じる側の合応力度 (N/mm<sup>2</sup>)
- $\sigma_2$  : 曲げにより鋼管に引張が生じる側の合応力度 (N/mm<sup>2</sup>)

注記 \*1 : 路橋示方書・同解説 (Ⅱ鋼橋編) の許容軸方向圧縮応力度の考え方を参照。

\*2 : 鋼管の応力状態によって変化する。

| 鋼種             | SS400<br>SM400<br>SMA400W  | SM490   | SM490Y<br>SM520<br>SMA490W  | SM570<br>SMA570W  |
|----------------|--|---|---|---|
| 40以下           | $140: \frac{l}{r} \leq 18$<br>$140 - 0.82 \left( \frac{l}{r} - 18 \right)$<br>$18 < \frac{l}{r} \leq 92$<br>$\frac{1,200,000}{6,700 + \left( \frac{l}{r} \right)^2}$<br>$92 < \frac{l}{r}$ | $185: \frac{l}{r} \leq 16$<br>$185 - 1.2 \left( \frac{l}{r} - 16 \right)$<br>$16 < \frac{l}{r} \leq 79$<br>$\frac{1,200,000}{5,000 + \left( \frac{l}{r} \right)^2}$<br>$79 < \frac{l}{r}$ | $210: \frac{l}{r} \leq 15$<br>$210 - 1.5 \left( \frac{l}{r} - 15 \right)$<br>$15 < \frac{l}{r} \leq 75$<br>$\frac{1,200,000}{4,400 + \left( \frac{l}{r} \right)^2}$<br>$75 < \frac{l}{r}$ | $255: \frac{l}{r} \leq 18$<br>$255 - 2.1 \left( \frac{l}{r} - 18 \right)$<br>$18 < \frac{l}{r} \leq 67$<br>$\frac{1,200,000}{3,500 + \left( \frac{l}{r} \right)^2}$<br>$67 < \frac{l}{r}$ |
| 40を超え<br>75以下  | $125: \frac{l}{r} \leq 19$<br>$125 - 0.68 \left( \frac{l}{r} - 19 \right)$<br>$19 < \frac{l}{r} \leq 96$<br>$\frac{1,200,000}{7,300 + \left( \frac{l}{r} \right)^2}$<br>$96 < \frac{l}{r}$ | $175: \frac{l}{r} \leq 16$<br>$175 - 1.1 \left( \frac{l}{r} - 16 \right)$<br>$16 < \frac{l}{r} \leq 82$<br>$\frac{1,200,000}{5,300 + \left( \frac{l}{r} \right)^2}$<br>$82 < \frac{l}{r}$ | $195: \frac{l}{r} \leq 15$<br>$195 - 1.3 \left( \frac{l}{r} - 15 \right)$<br>$15 < \frac{l}{r} \leq 77$<br>$\frac{1,200,000}{4,700 + \left( \frac{l}{r} \right)^2}$<br>$77 < \frac{l}{r}$ | $245: \frac{l}{r} \leq 17$<br>$245 - 2.0 \left( \frac{l}{r} - 17 \right)$<br>$17 < \frac{l}{r} \leq 69$<br>$\frac{1,200,000}{3,600 + \left( \frac{l}{r} \right)^2}$<br>$69 < \frac{l}{r}$ |
| 75を超え<br>100以下 | $190: \frac{l}{r} \leq 16$<br>$190 - 1.3 \left( \frac{l}{r} - 16 \right)$<br>$16 < \frac{l}{r} \leq 78$<br>$\frac{1,200,000}{4,800 + \left( \frac{l}{r} \right)^2}$<br>$78 < \frac{l}{r}$  | $240: \frac{l}{r} \leq 17$<br>$240 - 1.9 \left( \frac{l}{r} - 17 \right)$<br>$17 < \frac{l}{r} \leq 69$<br>$\frac{1,200,000}{3,700 + \left( \frac{l}{r} \right)^2}$<br>$69 < \frac{l}{r}$ | $190: \frac{l}{r} \leq 16$<br>$190 - 1.3 \left( \frac{l}{r} - 16 \right)$<br>$16 < \frac{l}{r} \leq 78$<br>$\frac{1,200,000}{4,800 + \left( \frac{l}{r} \right)^2}$<br>$78 < \frac{l}{r}$ | $240: \frac{l}{r} \leq 17$<br>$240 - 1.9 \left( \frac{l}{r} - 17 \right)$<br>$17 < \frac{l}{r} \leq 69$<br>$\frac{1,200,000}{3,700 + \left( \frac{l}{r} \right)^2}$<br>$69 < \frac{l}{r}$ |
| 備考             | $l$ : 部材の有効座屈長 (mm)<br>$r$ : 部材の総断面の断面二次半径 (mm)  |   |   |   |

(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) より抜粋)

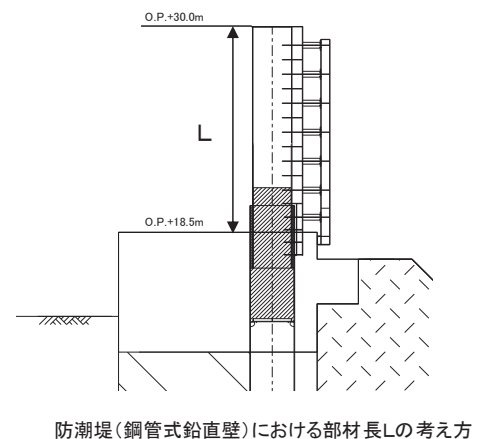
図 3.4-2 局部座屈を考慮しない許容軸方向圧縮応力度

表-解 3.2.2 柱の有効座屈長  $L$ : 部材長 (mm)

|              | 1    | 2   | 3   | 4   | 5   | 6   |
|--------------|------|-----|-----|-----|-----|-----|
| 座屈形が点線のような場合 |      |     |     |     |     |     |
| $\beta$ の理論値 | 0.5  | 0.7 | 1.0 | 1.0 | 2.0 | 2.0 |
| $\beta$ の推奨値 | 0.65 | 0.8 | 1.2 | 1.0 | 2.1 | 2.0 |

| 材端条件 | 回転に対して | 水平変位に対して |
|------|--------|----------|
|      | 固定     | 固定       |
|      | 自由     | 固定       |
|      | 固定     | 自由       |
|      | 自由     | 自由       |



(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) より抜粋)

図 3.4-3 有効座屈長

| 鋼種               | 鋼管の板厚(mm)        | 局部座屈に対する許容応力度(N/mm <sup>2</sup> )  |
|------------------|------------------|--|
| SM490<br>STK490  | 40 以下            | 185 : $\frac{R}{at} \leq 35$<br>185 - 0.57 $\left(\frac{R}{at} - 35\right)$ : $35 < \frac{R}{at} \leq 200$ |
|                  | 40 を超え<br>100 以下 | 175 : $\frac{R}{at} \leq 40$<br>175 - 0.56 $\left(\frac{R}{at} - 40\right)$ : $40 < \frac{R}{at} \leq 200$ |
| SM570<br>SMA570W | 40 以下            | 255 : $\frac{R}{at} \leq 25$<br>255 - 0.82 $\left(\frac{R}{at} - 25\right)$ : $25 < \frac{R}{at} \leq 200$ |
|                  | 40 を超え<br>75 以下  | 245 : $\frac{R}{at} \leq 25$<br>245 - 0.78 $\left(\frac{R}{at} - 25\right)$ : $25 < \frac{R}{at} \leq 200$ |
|                  | 75 を超え<br>100 以下 | 240 : $\frac{R}{at} \leq 25$<br>240 - 0.77 $\left(\frac{R}{at} - 25\right)$ : $25 < \frac{R}{at} \leq 200$ |

(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) より抜粋)

図-3.4-4 局部座屈に対する許容応力度

【座屈を考慮する場合の許容せん断応力度 (SKK490)】

$$\tau_a = 105 - 0.0039 \left(\frac{R}{t}\right)^2 : \frac{R}{t} \leq 95$$

ここで,

$\tau_a$  : 許容せん断応力度 (N/mm<sup>2</sup>)

R : 鋼管の半径 (中心から外線までの距離) (mm)

t : 鋼管の板厚 (mm)

【座屈を考慮する場合の許容せん断応力度 (SM570)】

$$\tau_a = 145 - 0.0096 \left(\frac{R}{t}\right)^2 : \frac{R}{t} \leq 70$$

ここで,

$\tau_a$  : 許容せん断応力度 (N/mm<sup>2</sup>)

R : 鋼管の半径 (中心から外線までの距離) (mm)

t : 鋼管の板厚 (mm)

表-15.3.2 許容せん断応力度

| 鋼種               | 鋼材の板厚<br>(mm)    | 局部座屈に対する許容応力度(N/mm <sup>2</sup> )   |            |
|------------------|------------------|---|------------|
|                  |                  | 補剛材を設ける場合   | 補剛材を設けない場合 |
| SM490<br>STK490  | 40 以下            | $105 - 0.0039 \left(\frac{R}{t}\right)^2$ : $\frac{R}{t} \leq 95$<br>$7,500 / \left(\frac{R}{t}\right) - 9.0$ : $95 < \frac{R}{t} \leq 200$   | 60         |
|                  | 40 を超え<br>100 以下 | $100 - 0.0034 \left(\frac{R}{t}\right)^2$ : $\frac{R}{t} \leq 100$<br>$7,500 / \left(\frac{R}{t}\right) - 9.0$ : $100 < \frac{R}{t} \leq 200$ |            |
| SM570<br>SMA570W | 40 以下            | $145 - 0.0096 \left(\frac{R}{t}\right)^2$ : $\frac{R}{t} \leq 70$<br>$7,500 / \left(\frac{R}{t}\right) - 9.0$ : $70 < \frac{R}{t} \leq 200$   | —          |
|                  | 40 を超え<br>75 以下  | $140 - 0.0087 \left(\frac{R}{t}\right)^2$ : $\frac{R}{t} \leq 75$<br>$7,500 / \left(\frac{R}{t}\right) - 9.0$ : $75 < \frac{R}{t} \leq 200$   |            |
|                  | 75 を超え<br>100 以下 | $135 - 0.0078 \left(\frac{R}{t}\right)^2$ : $\frac{R}{t} \leq 75$<br>$7,500 / \left(\frac{R}{t}\right) - 9.0$ : $75 < \frac{R}{t} \leq 200$   |            |

(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) より抜粋)

図 3.4-5 局部座屈に対する許容せん断応力度



表 3.4-1 (1) 鋼管杭の許容限界 (防潮堤 (鋼管式鉛直壁) のうち一般部, 断面①~③)

| 杭種                    |                    | 設置標高                          |                              | 座屈            | 許容応力度 (N/mm <sup>2</sup> ) |              | 短期許容応力度 (N/mm <sup>2</sup> ) * 2 |              |
|-----------------------|--------------------|-------------------------------|------------------------------|---------------|----------------------------|--------------|----------------------------------|--------------|
|                       |                    |                               |                              |               | 許容曲げ<br>圧縮応力度              | 許容せん断<br>応力度 | 許容曲げ<br>圧縮応力度                    | 許容せん断<br>応力度 |
| 鋼管杭<br>(上杭)<br>φ 2200 | SKK490<br>(t=25mm) | O. P. +30.0m~<br>O. P. +23.5m |                              | 座屈<br>考慮      | 161* 1                     | 96* 1        | 241* 1                           | 145* 1       |
|                       | SM570<br>(t=40mm)  | O. P. +23.5m~<br>O. P. +21.0m |                              |               | 224* 1                     | 137* 1       | 336* 1                           | 206* 1       |
|                       |                    | O. P. +21.0m~<br>O. P. +20.0m |                              | 255           | 145                        | 382          | 217                              |              |
| 鋼管杭<br>(下杭)<br>φ 2500 | SM570<br>(t=35mm)  | 長杭                            | O. P. +20.0m~<br>O. P. ±0.0m | 座屈<br>非<br>考慮 | 255                        | 145          | 382                              | 217          |
|                       |                    | 短杭                            | O. P. +20.0m~<br>O. P. +5.0m |               |                            |              |                                  |              |
|                       | SKK490<br>(t=25mm) | 長杭                            | O. P. ±0.0m~<br>杭下端          |               | 185                        | 105          | 277                              | 157          |
|                       |                    | 短杭                            | O. P. +5.0m~<br>O. P. +2.5m  |               |                            |              |                                  |              |

注記 \* 1 : 座屈を考慮する場合, 鋼管杭の応力状態に応じた許容応力度を用いるが, ここでは許容応力度が最小となるように算定した値を示す。

\* 2 : 短期許容応力度は, 道路橋示方書により許容応力度に対して 1.5 倍の割増を考慮する。

表 3.4-1 (2) 鋼管杭の許容限界 (防潮堤 (鋼管式鉛直壁) のうち一般部, 断面④)

| 杭種                    |                    | 設置標高                          |                                | 座屈                | 許容応力度 (N/mm <sup>2</sup> ) |                  | 短期許容応力度 (N/mm <sup>2</sup> ) * <sup>2</sup> |                   |
|-----------------------|--------------------|-------------------------------|--------------------------------|-------------------|----------------------------|------------------|---|-------------------|
|                       |                    |                               |                                |                   | 許容曲げ<br>圧縮応力度              | 許容せん断<br>応力度     | 許容曲げ<br>圧縮応力度                               | 許容せん断<br>応力度      |
| 鋼管杭<br>(上杭)<br>φ 2200 | SKK490<br>(t=25mm) | O. P. +30.0m~<br>O. P. +29.0m |                                | 座屈<br>考<br>慮      | 178* <sup>1</sup>          | 96* <sup>1</sup> | 268* <sup>1</sup>                           | 145* <sup>1</sup> |
|                       |                    | O. P. +29.0m~<br>O. P. +23.5m |                                |                   | 185                        | 105              | 277   | 157               |
|                       | SM570<br>(t=40mm)  | O. P. +23.5m~<br>O. P. +20.0m |                                |                   | 255                        | 145              | 382   | 217               |
| 鋼管杭<br>(下杭)<br>φ 2500 | SM570<br>(t=35mm)  | 長杭                            | O. P. +20.0m~<br>O. P. +1.024m | 座屈<br>非<br>考<br>慮 | 255                        | 145              | 382   | 217               |
|                       |                    | 短杭                            | O. P. +20.0m~<br>O. P. +5.0m   |                   |                            |                  |   |                   |
|                       | SKK490<br>(t=25mm) | 長杭                            | O. P. +1.024m~杭<br>下端          |                   | 185                        | 105              | 277   | 157               |
|                       |                    | 短杭                            | O. P. +5.0m~<br>O. P. +2.5m    |                   |                            |                  |   |                   |

注記 \*1 : 座屈を考慮する場合, 鋼管杭の応力状態に応じた許容応力度を用いるが, ここでは許容応力度が最小となるように算定した値を示す。

\*2 : 短期許容応力度は, 道路橋示方書により許容応力度に対して 1.5 倍の割増を考慮する。

表 3.4-1 (3) 鋼管杭の許容限界 (防潮堤 (鋼管式鉛直壁) のうち岩盤部, 断面⑤~⑥)

| 杭種                    |                    | 設置標高                          |                              | 座屈            | 許容応力度 (N/mm <sup>2</sup> ) |               | 短期許容応力度 (N/mm <sup>2</sup> ) *2 |               |
|-----------------------|--------------------|-------------------------------|------------------------------|---------------|----------------------------|---------------|---------------------------------|---------------|
|                       |                    |                               |                              |               | 許容曲げ<br>圧縮応力度              | 許容せん断<br>断応力度 | 許容曲げ<br>圧縮応力度                   | 許容せん断<br>断応力度 |
| 鋼管杭<br>(上杭)<br>φ 2200 | SKK490<br>(t=25mm) | O. P. +29.0m~<br>O. P. +23.5m |                              | 座屈<br>考慮      | 164*1                      | 96*1          | 246*1                           | 145*1         |
|                       | SM570<br>(t=40mm)  | O. P. +23.5m~<br>O. P. +21.0m |                              |               | 229*1                      | 137*1         | 344*1                           | 206*1         |
|                       |                    | O. P. +21.0m~<br>O. P. +20.0m |                              | 255           | 145                        | 382           | 217                             |               |
| 鋼管杭<br>(下杭)<br>φ 2500 | SM570<br>(t=35mm)  | ⑤断面                           | O. P. +20.0m<br>~O. P. +5.0m | 座屈<br>非<br>考慮 | 255                        | 145           | 382                             | 217           |
|                       |                    | ⑥断面                           | O. P. +20.0m<br>~O. P. +8.0m |               |                            |               |                                 |               |
|                       | SKK490<br>(t=25mm) | ⑤断面                           | O. P. +5.0m~<br>O. P. +2.5m  |               | 185                        | 105           | 277                             | 157           |
|                       |                    | ⑥断面                           | O. P. +8.0m~<br>O. P. +5.5m  |               |                            |               |                                 |               |

注記 \*1 : 座屈を考慮する場合, 鋼管杭の応力状態に応じた許容応力度を用いるが, ここでは許容応力度が最小となるように算定した値を示す。

\*2 : 短期許容応力度は, 道路橋示方書により許容応力度に対して 1.5 倍の割増を考慮する。

### 3.4.2 鋼製遮水壁及び漂流物防護工

鋼製遮水壁及び漂流物防護工の許容限界は、「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，表3.4-2に示す短期許容応力度とする。

表 3.4-2 鋼製遮水壁及び漂流物防護工の許容限界

| 部材         |             | 材質     | 座屈                   | 許容応力度<br>(N/mm <sup>2</sup> )        |     | 短期許容応力度* <sup>2</sup><br>(N/mm <sup>2</sup> ) |
|------------|-------------|--------|----------------------|--------------------------------------|-----|---|
| 鋼製<br>遮水壁  | スキン<br>プレート | SM490Y | 非考慮                  | 許容曲げ圧縮応力度 $\sigma_{sa}$              | 210 | 315   |
|            | 垂直リブ        | SM490Y | 考慮                   | 許容圧縮応力度 $\sigma_{ca}$ * <sup>1</sup> | 127 | 190   |
|            | 水平リブ        | SM490Y | 非考慮                  | 許容曲げ圧縮応力度 $\sigma_{sa}$              | 210 | 315   |
| 非考慮        |             |        | 許容せん断応力度 $\tau_{sa}$ | 120                                  | 180 |   |
| 漂流物<br>防護工 | 架台          | SM490Y | 非考慮                  | 許容曲げ圧縮応力度 $\sigma_{sa}$              | 210 | 315   |
|            |             |        | 非考慮                  | 許容せん断応力度 $\tau_{sa}$                 | 120 | 180   |
|            | 防護工         | SM570  | 非考慮                  | 許容曲げ圧縮応力度 $\sigma_{sa}$              | 255 | 382   |
|            |             |        | 非考慮                  | 許容せん断応力度 $\tau_{sa}$                 | 145 | 217   |

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）」に基づき， $\sigma_{ca} = \sigma_{sa} \cdot (t \cdot f / L)^2$ より算出する。tは鋼製遮水壁の垂直リブの板厚(mm)，fは応力勾配による係数，Lは鋼製遮水壁の水平リブ間隔(mm)を示す。なお，t=20(mm)，L=811(mm)であり，fは保守的に最小値となるf=1とし，以下のとおり算出される。

$$\sigma_{ca} = 210 \cdot (20 \cdot 1 / 811)^2 = 127.7 \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

\*2:短期許容応力度は，道路橋示方書により許容応力度に対して1.5倍の割増を考慮する。

### 3.4.3 背面補強工

背面補強工の許容限界は、「耐津波設計に係る工認審査ガイド」を準用し，表3.4-3に示すすべり安全率とする。

表 3.4-3 背面補強工の許容限界

| 評価項目   | 許容限界  |
|--------|-------|
| すべり安全率 | 1.2以上 |

#### 3.4.4 置換コンクリート

置換コンクリートの許容限界は、「耐津波設計に係る工認審査ガイド」を準用し、表 3.4-4 に示すすべり安全率とする。

表 3.4-4 置換コンクリートの許容限界

| 評価項目   | 許容限界   |
|--------|--------|
| すべり安全率 | 1.2 以上 |

### 3.4.5 改良地盤

改良地盤の許容限界は、「耐津波設計に係る工認審査ガイド」を準用し、表 3.4-5 に示すすべり安全率とする。

表 3.4-5 改良地盤の許容限界

| 評価項目   | 許容限界   |
|--------|--------|
| すべり安全率 | 1.2 以上 |

### 3.4.6 セメント改良土

セメント改良土の許容限界は、「耐津波設計に係る工認審査ガイド」を準用し、表 3.4-6 に示すすべり安全率とする。

表 3.4-6 セメント改良土の許容限界

| 評価項目   | 許容限界   |
|--------|--------|
| すべり安全率 | 1.2 以上 |

### 3.4.7 止水ジョイント部材

止水ジョイント部材の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とする。表 3.4-7 に止水ジョイント部材の変形量の許容限界を示す。

表 3.4-7 止水ジョイント部材の変形量の許容限界

| 評価項目        | 許容限界 (mm) |          |          |
|-------------|-----------|----------|----------|
|             | 変形量       | ゴムジョイント  | 防潮堤軸直交方向 |
| 防潮堤軸方向      |           |          | 150      |
| ウレタンシリコーン目地 |           | 防潮堤軸直交方向 | 30       |
|             |           | 防潮堤軸方向   | 6        |

### 3.4.8 基礎地盤

基礎地盤に発生する接地圧に対する許容限界は、添付書類「VI-2-1-3 地盤の支持性能に係る基本方針」に基づき、支持力試験により設定する。基礎地盤の許容限界を表 3.4-8 に示す。

表 3.4-8 基礎地盤の支持力に対する許容限界

| 評価項目  | 基礎地盤   | 許容限界 (N/mm <sup>2</sup> ) |
|-------|--------|---------------------------|
| 極限支持力 | 狐崎部層*  | 13.7                      |
|       | 牧の浜部層* | 11.4                      |
|       | 改良地盤   | 4.4                       |

\* : C<sub>M</sub>級岩盤以上の岩盤が対象

### 3.5 評価方法

防潮堤（鋼管式鉛直壁）の強度評価は、添付書類「VI-3-別添 3-1 津波への配慮が必要な施設の強度計算書の方針」の「5. 強度評価方法」に基づき設定する。

#### 3.5.1 津波時

##### (1) 解析方法

津波時に発生する応答値は、「3.3 荷重及び荷重の組合せ」に基づく荷重を作用させて2次元静的有限要素法解析により算定する。なお、衝突荷重は入力津波水位に余裕を考慮した水位（O.P.+25.0m）に作用させる。

2次元静的有限要素法解析に用いる解析コードは、防潮堤（鋼管式鉛直壁）のうち一般部には「FLIP Ver7.3.0\_2」を使用し、防潮堤（鋼管式鉛直壁）のうち岩盤部には「TDAP III Ver3.08」を使用する。解析コードの検証及び妥当性確認の概要については、添付書類「VI-5 計算機プログラム（解析コード）の概要」に示す。

##### a. 応答解析手法

防潮堤（鋼管式鉛直壁）の津波時の解析は、地盤と構造物の相互作用を考慮できる連成系の解析を用いる。

地震応答解析手法の選定フローを図 3.5-1 に示す。

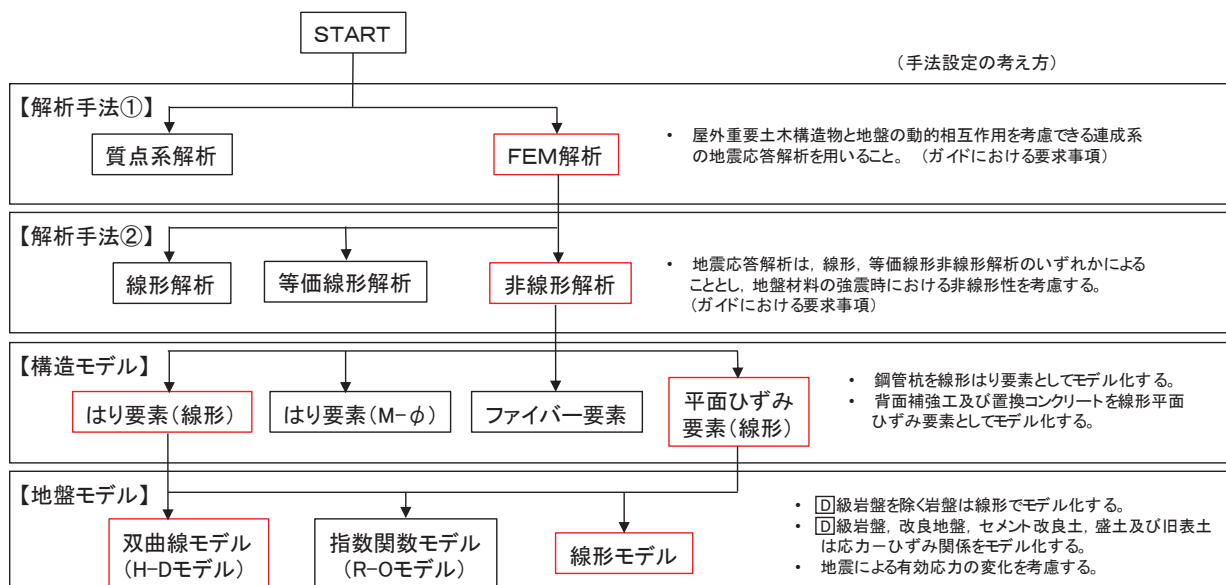


図 3.5-1(1) 地震応答解析手法の選定フロー（一般部）



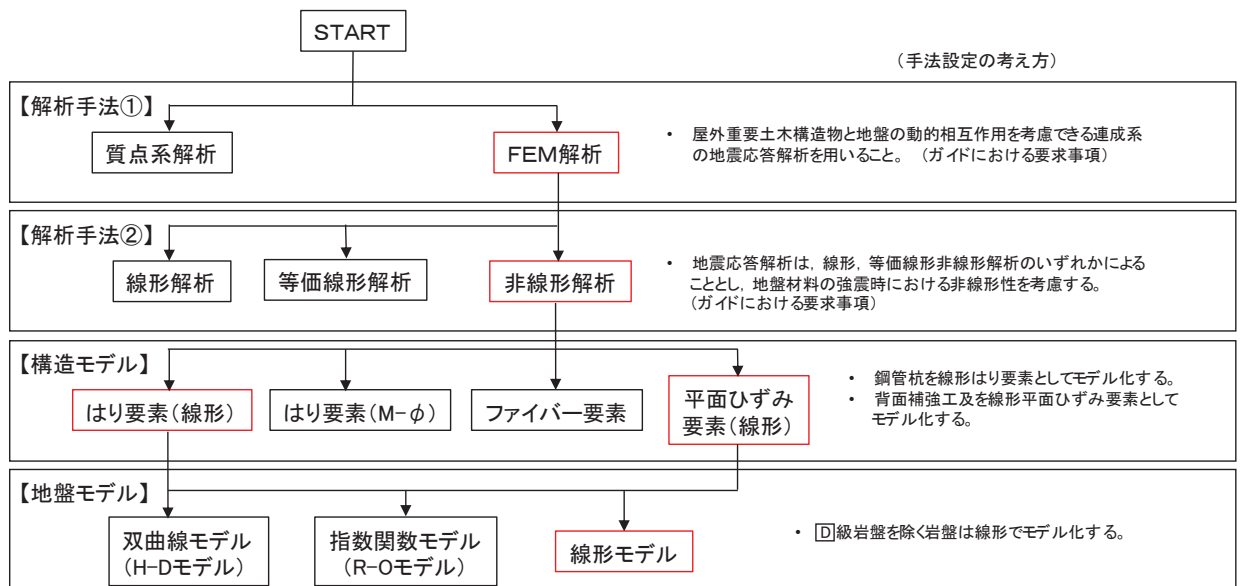


図 3.5-1 (2) 地震応答解析手法の選定フロー (岩盤部)

b. 施設

鋼管杭は線形はり要素（ビーム要素）でモデル化する。背面補強工及び置換コンクリート（一般部のみ）は線形の平面ひずみ要素（ソリッド要素）でモデル化する。

c. 材料物性及び地盤物性のばらつき

防潮堤（鋼管式鉛直壁）の津波時の挙動は、周辺地盤の影響を受けることから、地盤物性のばらつきの影響を評価する。地盤物性のばらつきについては、防潮堤（鋼管式鉛直壁）周辺の地盤状況に応じて一般部と岩盤部の2種類に分類し、表 3.5-1 及び表 3.5-2 に示す解析ケースにて行う。

(a) 防潮堤（鋼管式鉛直壁）一般部

図 3.2-2～図 3.2-3 に示すとおり、防潮堤（鋼管式鉛直壁）一般部の周辺には、主として旧表土、盛土、 $D$ 級岩盤、セメント改良土及び改良地盤が分布しており、これらの地盤の剛性が津波時に防潮堤（鋼管式鉛直壁）の挙動に影響を与えると判断されることから、これらの地盤の物性（せん断弾性係数）のばらつきについて影響を確認する。

(b) 防潮堤（鋼管式鉛直壁）岩盤部

図 3.2-5～図 3.2-6 に示すとおり、防潮堤（鋼管式鉛直壁）岩盤部の周辺には、主として、 $C_L$ 級岩盤、 $C_M$ 級岩盤、 $C_H$ 級岩盤及び  $B$ 級岩盤が分布しており、これらの地盤の剛性が津波時に防潮堤（鋼管式鉛直壁）の挙動に影響を与えると判断されることから、これらの地盤の物性（せん断弾性係数）のばらつきについて影響を確認する。

d. 解析ケースの選定

津波時においては、表 3.5-1 及び表 3.5-2 に示すケース①～③を実施する。

表 3.5-1 解析ケース（防潮堤（鋼管式鉛直壁）一般部）

| 解析ケース           | 材料物性<br>(コンクリート)<br>( $E_0$ : ヤング係数) | 地盤物性  |  |
|-----------------|--------------------------------------|---|--|
|                 |                                      | 旧表土, 盛土, D級岩盤,<br>セメント改良土, 改良地盤<br>( $G_0$ : 初期せん断弾性係数) | C <sub>L</sub> 級岩盤, C <sub>M</sub> 級岩盤,<br>C <sub>H</sub> 級岩盤, B級岩盤<br>( $G_d$ : 動せん断弾性係数) |
| ケース①<br>(基本ケース) | 設計基準強度                               | 平均値   | 平均値  |
| ケース②            | 設計基準強度                               | 平均値 + 1 $\sigma$  | 平均値  |
| ケース③            | 設計基準強度                               | 平均値 - 1 $\sigma$  | 平均値  |

表 3.5-2 解析ケース（防潮堤（鋼管式鉛直壁）岩盤部）

| 解析ケース           | 材料物性<br>(コンクリート)<br>( $E_0$ : ヤング係数) | 地盤物性  |  |
|-----------------|--------------------------------------|---|--|
|                 |                                      | 旧表土, 盛土, D級岩盤,<br>セメント改良土, 改良地盤<br>( $G_0$ : 初期せん断弾性係数) | C <sub>L</sub> 級岩盤, C <sub>M</sub> 級岩盤,<br>C <sub>H</sub> 級岩盤, B級岩盤<br>( $G_d$ : 動せん断弾性係数) |
| ケース①<br>(基本ケース) | 設計基準強度                               | 平均値   | 平均値  |
| ケース②            | 設計基準強度                               | 平均値   | 平均値 + 1 $\sigma$   |
| ケース③            | 設計基準強度                               | 平均値   | 平均値 - 1 $\sigma$   |

(2) 解析モデル及び諸元

a. 解析モデル

防潮堤（鋼管式鉛直壁）の解析モデルを図 3.5-6 に示す。

(a) 解析領域

解析モデルは、境界条件の影響が構造物及び地盤の応力状態に影響を及ぼさないよう、十分に広い領域とする。原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1 -1987 (社団法人 日本電気協会 電気技術基準調査委員会) を参考に、図 3.5-2 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幅の 2 倍以上確保する。

地盤の要素分割については、波動をなめらかに表現するために、対象とする波長の 5 分の 1 程度を考慮し、要素高さを 1m 程度以下まで細分割して設定する。

解析モデルの下端については、O.P. -90.0m までモデル化する。

2次元解析モデルは、検討対象構造物とその周辺地盤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質構成を有する 1次元地盤モデルである。2次元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応答解析までのフローを図 3.5-3 に示す。

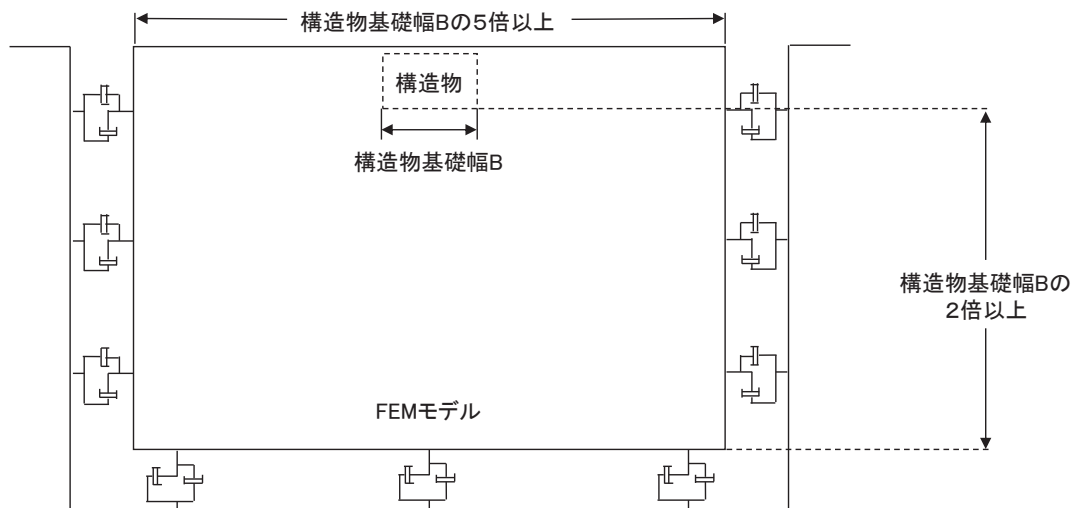


図 3.5-2 モデル化範囲の考え方

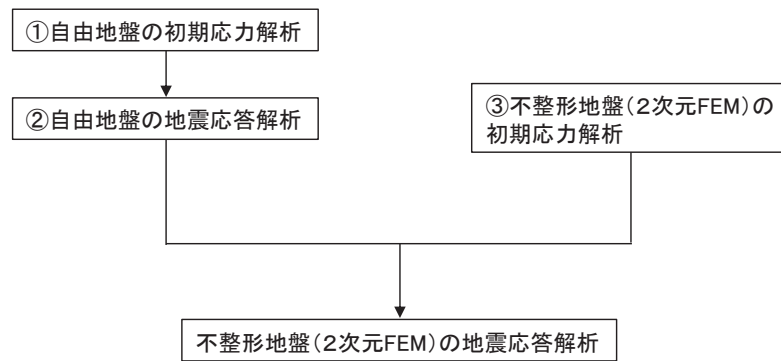


図 3.5-3 自由地盤の初期応力解析から不整形地盤の地震応答解析までのフロー

(b) 境界条件

イ. 固有値解析時

固有値解析を実施する際の境界条件は、境界が構造物を含めた周辺地盤の振動特性に影響を与えないよう設定する。ここで、底面境界は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、側面は実地盤が側方に連続していることを模擬するため水平ローラーとする。境界条件の概念図を図 3.5-4 に示す。

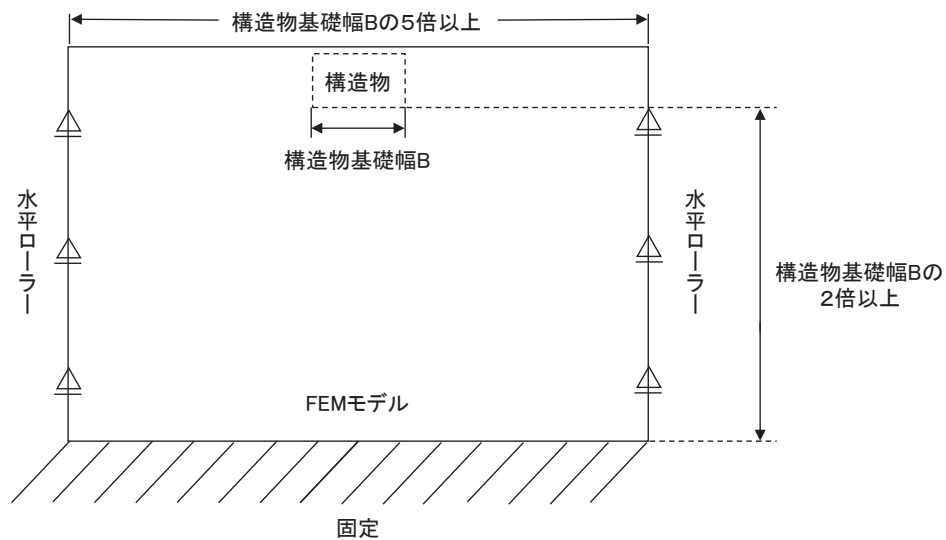


図 3.5-4 固有値解析における境界条件の概念図

ロ. 初期応力解析時

初期応力解析は、地盤や構造物の自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。そこで、初期応力解析時の境界条件は底面固定とし、側方は自重等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ーとする。境界条件の概念図を図 3.5-5 に示す。

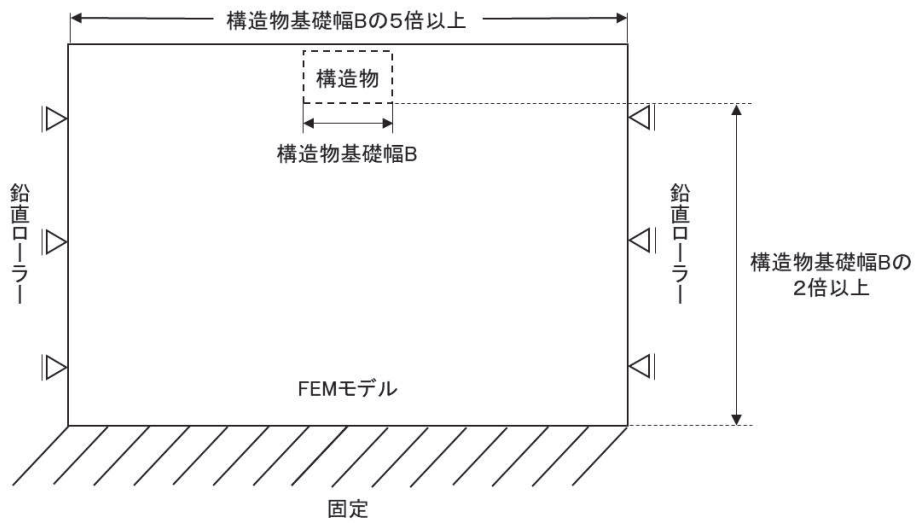


図 3.5-5 初期応力解析における境界条件の概念図

#### ハ. 津波解析時

津波解析時の境界条件については、有限要素解析における半無限地盤を模擬するため、粘性境界を設ける。底面の粘性境界については、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、ダッシュポットを設定する。側方の粘性境界については、自由地盤の地盤振動と不成形地盤側方の地盤振動の差分が側方を通過していく状態を模擬するため、自由地盤の側方にダッシュポットを設定する。

#### (c) 構造物のモデル化

鋼管杭は線形はり要素（ビーム要素）でモデル化する。背面補強工及び置換コンクリート（一般部のみ）は線形の平面ひずみ要素（ソリッド要素）でモデル化する。

#### (d) 地盤のモデル化

Ⅱ級を除く岩盤は線形の平面ひずみ要素（ソリッド要素）でモデル化する。また、一般部に分布するⅡ級岩盤、改良地盤、セメント改良土及び盛土・旧表土は地盤の非線形性を考慮するため、マルチスプリング要素でモデル化する。また、断面①～断面④については、基準地震動 $S_s$ による防潮堤前背面の盛土（断面①～断面③は前面の盛土斜面含む）の地盤沈下を考慮したモデル化とする。

なお、岩盤は砂岩でモデル化する。

#### (e) 海水のモデル化

海水は液体要素でモデル化する。なお、遡上津波荷重は別途考慮する。

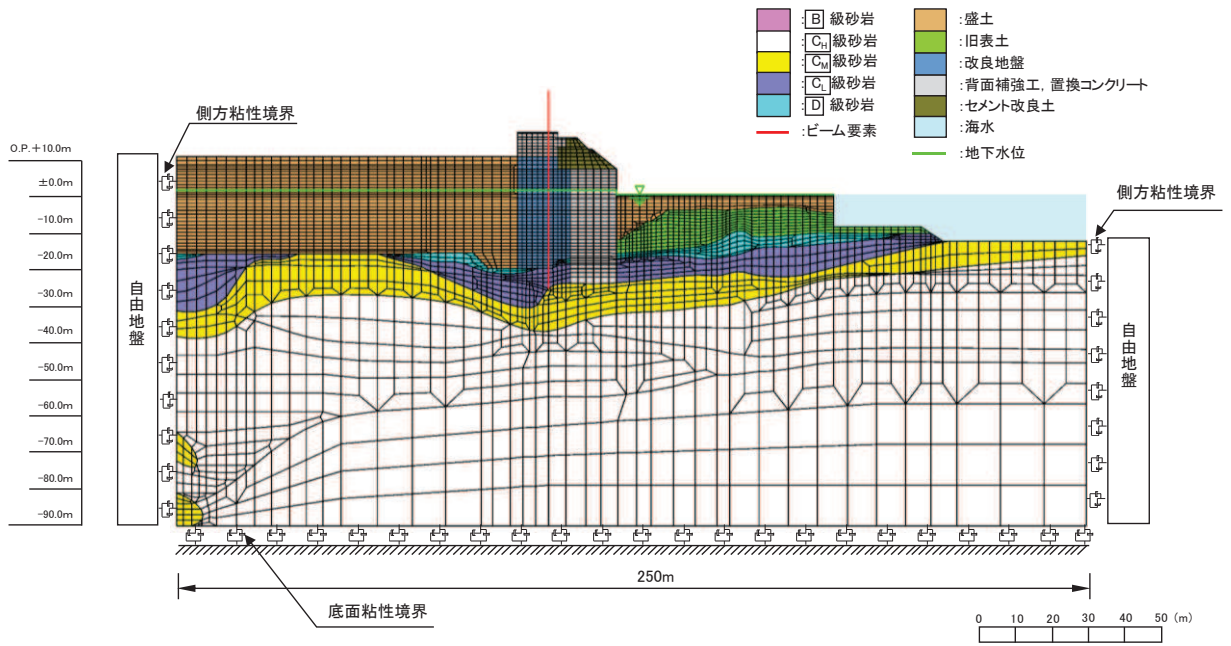


図 3.5-6 (1) 防潮堤（鋼管式鉛直壁）の解析モデル（一般部，断面①）

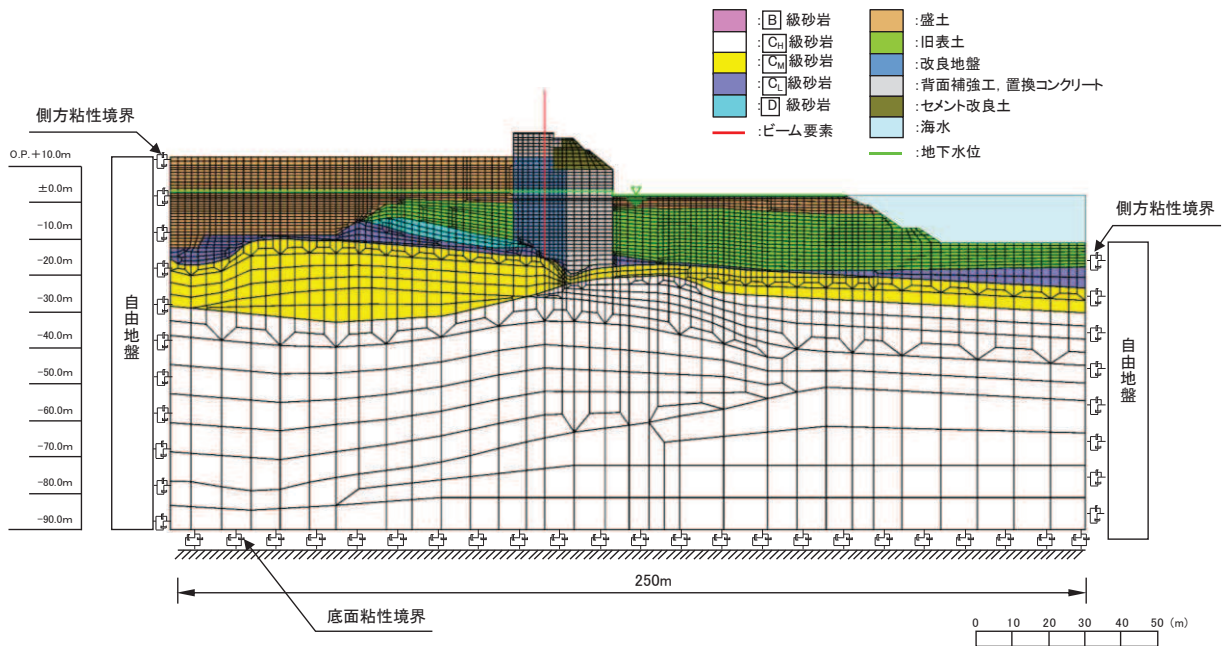


図 3.5-6 (2) 防潮堤（鋼管式鉛直壁）の解析モデル（一般部，断面②）



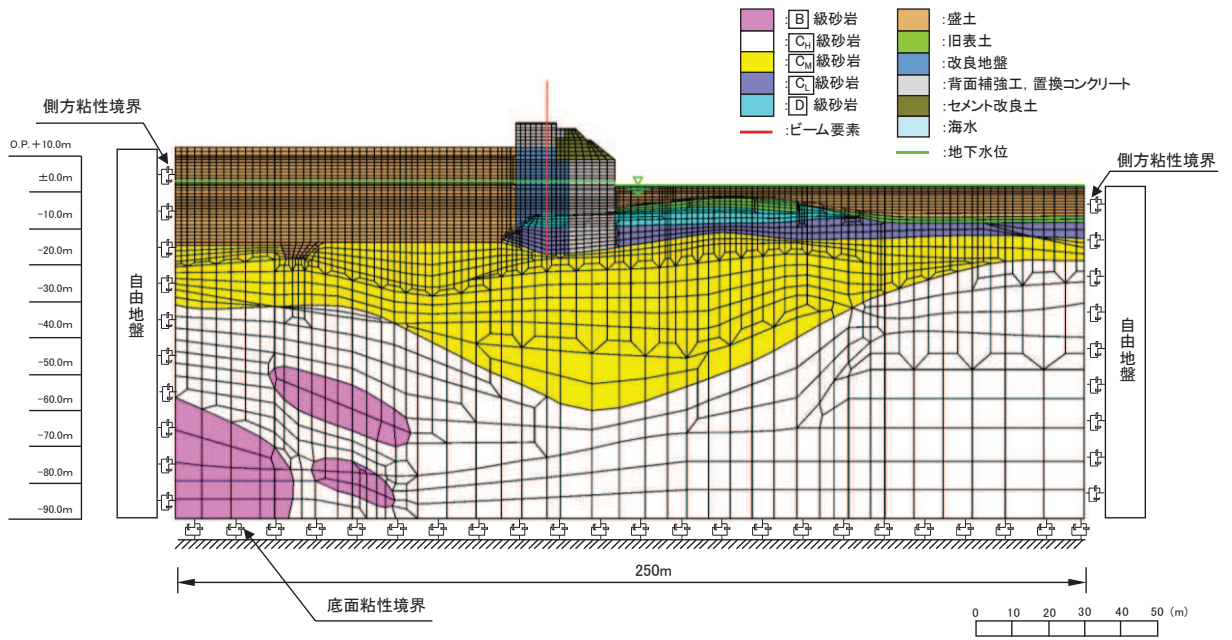


図 3.5-6 (3) 防潮堤（鋼管式鉛直壁）の解析モデル（一般部，断面③）

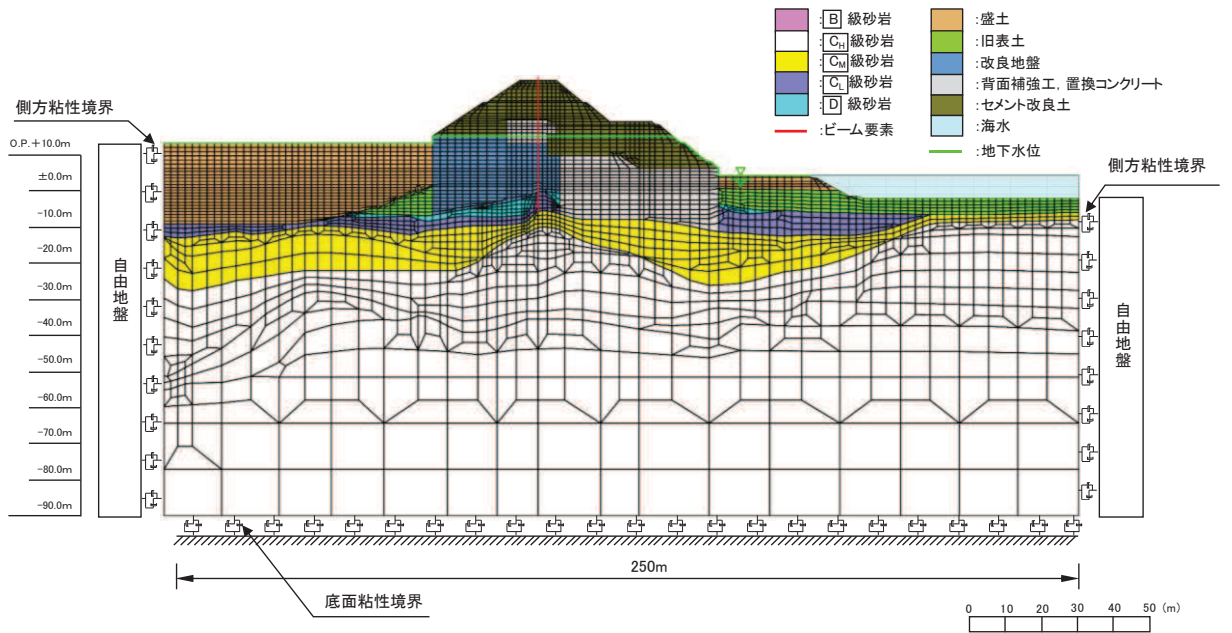


図 3.5-6 (4) 防潮堤（鋼管式鉛直壁）の解析モデル（一般部，断面④）

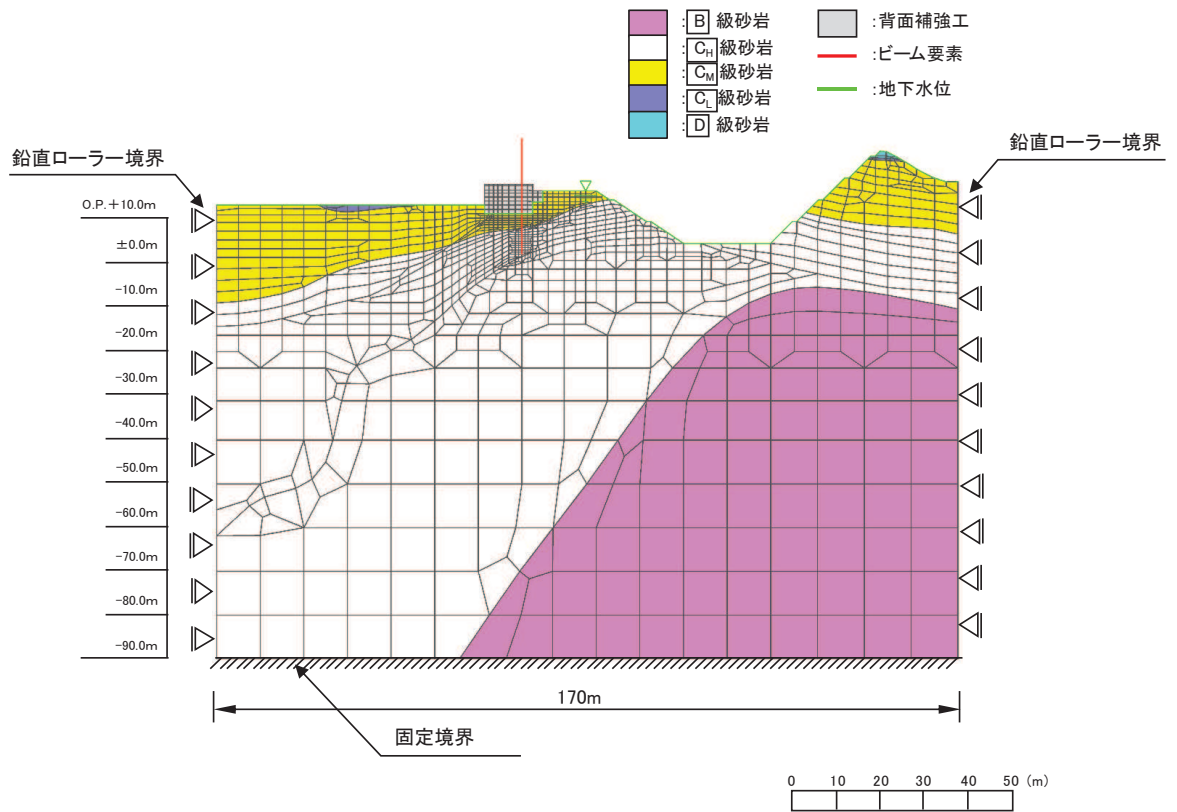


図 3.5-6 (5) 防潮堤（鋼管式鉛直壁）の解析モデル（岩盤部，断面⑤）

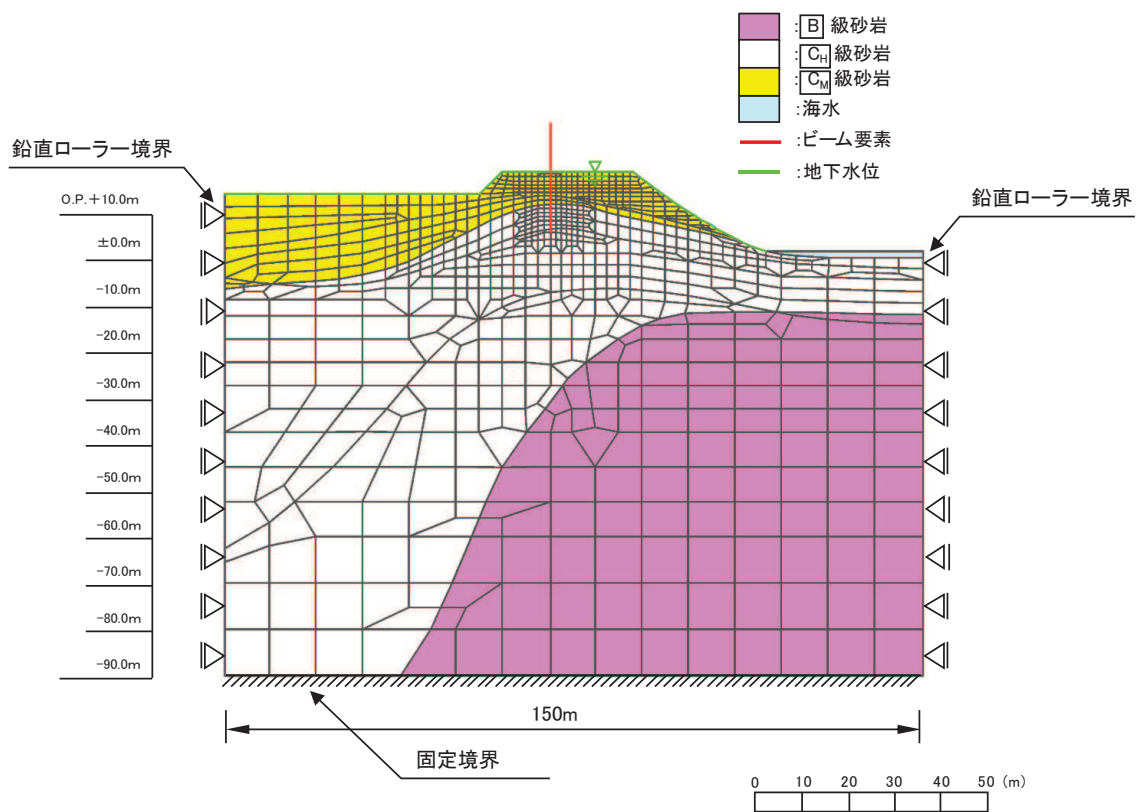


図 3.5-6 (6) 防潮堤（鋼管式鉛直壁）の解析モデル（岩盤部，断面⑥）



b. 使用材料及び材料の物性値

使用材料を表 3.5-3 に、材料の物性値を表 3.5-4 に示す。なお、セメント改良土及び改良地盤の物性値は、添付書類「VI-2-1-3 地盤の支持性能に係る基本方針」にて設定している物性値を用いる。

表 3.5-3 使用材料

| 材料     |          | 諸元                            |                                 |
|--------|----------|-------------------------------|---------------------------------|
| コンクリート | 背面補強工    | 設計基準強度 : 30 N/mm <sup>2</sup> |                                 |
|        | 置換コンクリート | 設計基準強度 : 30 N/mm <sup>2</sup> |                                 |
| 鋼材     | 鋼管杭*     | φ 2200mm                      | t=25mm (SKK490), t=40mm (SM570) |
|        |          | φ 2500mm                      | t=25mm (SKK490), t=35mm (SM570) |
|        | 鋼製遮水壁*   |                               | SM570, SM490Y                   |
|        | 漂流物防護工*  |                               | SM570, SM490Y                   |

注記 \* : 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 14 年 3 月) に基づき腐食代 1 mm を考慮する。杭体, 鋼製遮水壁 (スキンプレート) 及び漂流物防護工の断面照査において, 腐食代 1 mm による断面積の低減を考慮する。

表 3.5-4 (1) 材料の物性値

| 材料     |               | 単位体積重量<br>(kN/m <sup>3</sup> ) | ヤング係数<br>(N/mm <sup>2</sup> )       | ポアソン比             |
|--------|---------------|--------------------------------|-------------------------------------|-------------------|
| コンクリート | 背面補強工         | 24.0* <sup>1</sup>             | 2.80×10 <sup>4</sup> * <sup>1</sup> | 0.2* <sup>1</sup> |
|        | 置換コンクリート      | 22.5* <sup>1</sup>             | 2.80×10 <sup>4</sup> * <sup>1</sup> | 0.2* <sup>1</sup> |
| 鋼管杭    | SM570, SKK490 | 77.0* <sup>2</sup>             | 2.00×10 <sup>5</sup> * <sup>2</sup> | 0.3* <sup>2</sup> |
| 鋼材     | SM570, SM490Y | 77.0* <sup>2</sup>             | 2.00×10 <sup>5</sup> * <sup>2</sup> | 0.3* <sup>2</sup> |

注記 \*<sup>1</sup> : 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)

\*<sup>2</sup> : 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 14 年 3 月)

表 3.5-4 (2) 材料の物性値 (コンクリートの強度特性)

| 材料     |          | せん断<br>強度<br>(N/mm <sup>2</sup> ) | 内部<br>摩擦角<br>(°) | 引張<br>強度<br>(N/mm <sup>2</sup> ) | 残留<br>強度<br>(N/mm <sup>2</sup> ) |
|--------|----------|-----------------------------------|------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| コンクリート | 背面補強工    | 6.00                              | -*               | 2.22                             | -*                               |
|        | 置換コンクリート |                                   |                  |                                  |                                  |

注記 \* : 内部摩擦角及び残留強度は保守的に考慮しない。

c. 地盤の物性値

地盤の物性値は、添付書類「VI-2-1-3 地盤の支持性能に係る基本方針」にて設定している物性値を用いる。地盤の物性値を表 3.5-5～表 3.5-9 に示す。

なお、有効応力解析に用いる液状化強度特性は、敷地の原地盤における代表性及び網羅性を踏まえた上で、下限値として設定する。

表 3.5-5(1) 地盤の解析用物性値 (狐崎部層)

| 岩種・岩級            | 物理特性                                    |  | 強度特性                |                                     |                                       |                   | 変形特性  |   |           |  |
|------------------|---|--|---------------------|-------------------------------------|---------------------------------------|-------------------|---|---|-----------|--|
|                  | 単位体積重量<br>$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> ) | 静的・動的特性                                |                     |                                     | 静的特性                                  |                   | 動的特性  |   | 減衰定数<br>h |  |
|                  |   | せん断強度<br>$\tau_0$ (N/mm <sup>2</sup> ) | 内部摩擦角<br>$\phi$ (°) | 残留強度<br>$\tau$ (N/mm <sup>2</sup> ) | せん断弾性係数<br>$E_s$ (N/mm <sup>2</sup> ) | 静ポアソン比<br>$\nu_s$ | 動せん断弾性係数<br>$G_d$ (N/mm <sup>2</sup> )                                | 動ポアソン比<br>$\nu_d$   |           |  |
| B級               | 26.4                                    | 1.72                                   | 43.0                | $1.30\sigma^{0.73}$                 | 1,770                                 | 0.25              | 表 3.5-5(2) 参照   | 0.03  |           |  |
| C <sub>H</sub> 級 | 26.2                                    | 1.72                                   | 43.0                | $1.30\sigma^{0.73}$                 | 1,770                                 | 0.24              |   | 0.03  |           |  |
| C <sub>M</sub> 級 | 25.2                                    | 0.49                                   | 47.0                | $1.16\sigma^{0.62}$                 | 980                                   | 0.26              |   | 0.03  |           |  |
| C <sub>L</sub> 級 | 24.1                                    | 0.46                                   | 44.0                | $0.73\sigma^{0.76}$                 | 400                                   | 0.31              |   | 0.03  |           |  |
| D級               | 20.2                                    | 0.10                                   | 24.0                | $0.41\sigma^{0.49}$                 | 78                                    | 0.38              | $G_0 = 255.4\sigma^{0.26}$<br>$G_d/G_0 =$<br>$1/(1+119\gamma^{0.63})$ | $h =$<br>$0.085\gamma /$<br>$(0.00026 + \gamma)$<br>$+ 0.028$ |           |  |

表 3.5-5(2) 地盤の解析用物性値 (狐崎部層)

| 岩種・岩級                        |    | 速度層   | 動的変形特性                    |                   |
|------------------------------|----|-------|---------------------------|-------------------|
|                              |    |       | 動せん断弾性係数<br>$G_d(N/mm^2)$ | 動ポアソン比<br>$\nu_d$ |
| B級<br>及び<br>C <sub>H</sub> 級 | 砂岩 | 第2速度層 | $1.5 \times 10^3$         | 0.44              |
|                              |    | 第3速度層 | $5.9 \times 10^3$         | 0.40              |
|                              |    | 第4速度層 | $13.2 \times 10^3$        | 0.36              |
|                              |    | 第5速度層 | $16.5 \times 10^3$        | 0.35              |
|                              |    | 第1速度層 | $0.2 \times 10^3$         | 0.48              |
| C <sub>M</sub> 級             | 砂岩 | 第2速度層 | $1.5 \times 10^3$         | 0.44              |
|                              |    | 第3速度層 | $5.7 \times 10^3$         | 0.40              |
|                              |    | 第4速度層 | $12.7 \times 10^3$        | 0.36              |
|                              |    | 第5速度層 | $15.8 \times 10^3$        | 0.35              |
|                              |    | 第1速度層 | $0.2 \times 10^3$         | 0.48              |
| C <sub>L</sub> 級             | 砂岩 | 第2速度層 | $1.4 \times 10^3$         | 0.44              |
|                              |    | 第3速度層 | $5.5 \times 10^3$         | 0.40              |
|                              |    | 第1速度層 | $0.2 \times 10^3$         | 0.48              |
| D級                           | 砂岩 | 第1速度層 | 表 3.5-5(1) 参照             | 0.48              |
|                              |    | 第2速度層 |                           | 0.44              |

表 3.5-6(1) 地盤の解析用物性値 (牧の浜部層)

| 岩種・岩級 | 物理特性                                    |                               | 強度特性                                   |                     |                                     |                                     | 変形特性  |   |           |                   |
|-------|---|-------------------------------|--|---------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|---|---|-----------|-------------------|
|       | 単位体積重量<br>$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> ) | $\tau_0$ (N/mm <sup>2</sup> ) | 静的・動的特性                                |                     | 静的特性                                |                                     | 動的特性  |   | 減衰定数<br>h |                   |
|       |   |                               | せん断強度<br>$\tau_0$ (N/mm <sup>2</sup> ) | 内部摩擦角<br>$\phi$ (°) | 残留強度<br>$\tau$ (N/mm <sup>2</sup> ) | 静弾性係数<br>$E_s$ (N/mm <sup>2</sup> ) | 静ポアソン比<br>$\nu_s$   | 動せん断弾性係数<br>$G_d$ (N/mm <sup>2</sup> )                        |           | 動ポアソン比<br>$\nu_d$ |
| 砂岩    | B級                                      | 26.4                          | 1.29                                   | 54.0                | $1.12\sigma^{0.74}$                 | 4,100                               | 0.21  | 表 3.5-6(2) 参照   | 0.03      |                   |
|       | C <sub>H</sub> 級                        | 26.2                          | 1.29                                   | 54.0                | $1.12\sigma^{0.74}$                 | 1,900                               | 0.19  |   | 0.03      |                   |
|       | C <sub>M</sub> 級                        | 25.5                          | 0.78                                   | 50.0                | $1.09\sigma^{0.72}$                 | 1,200                               | 0.24  |   | 0.03      |                   |
|       | C <sub>L</sub> 級                        | 23.1                          | 0.46                                   | 44.0                | $0.73\sigma^{0.76}$                 | 250                                 | 0.26  |   | 0.03      |                   |
| D級    | 20.2                                    | 0.10                          | 24.0                                   | $0.41\sigma^{0.49}$ | 78                                  | 0.38                                | $G_0 = 255.4\sigma^{0.26}$<br>$G_d/G_0 =$<br>$1/(1+119\gamma^{0.63})$ | $h =$<br>$0.085\gamma /$<br>$(0.00026 + \gamma)$<br>$+ 0.028$ |           |                   |

表 3.5-6(2) 地盤の解析用物性値 (牧の浜部層)

| 岩種・岩級                        |    | 速度層   | 動的変形特性                    |                   |
|------------------------------|----|-------|---------------------------|-------------------|
|                              |    |       | 動せん断弾性係数<br>$G_d(N/mm^2)$ | 動ポアソン比<br>$\nu_d$ |
| B級<br>及び<br>C <sub>H</sub> 級 | 砂岩 | 第2速度層 | $1.2 \times 10^3$         | 0.45              |
|                              |    | 第3速度層 | $4.7 \times 10^3$         | 0.41              |
|                              |    | 第4速度層 | $11.5 \times 10^3$        | 0.34              |
|                              |    | 第5速度層 | $16.8 \times 10^3$        | 0.33              |
|                              |    | 第1速度層 | $0.2 \times 10^3$         | 0.48              |
| C <sub>M</sub> 級             | 砂岩 | 第2速度層 | $1.2 \times 10^3$         | 0.45              |
|                              |    | 第3速度層 | $4.7 \times 10^3$         | 0.41              |
|                              |    | 第4速度層 | $11.5 \times 10^3$        | 0.34              |
|                              |    | 第5速度層 | $16.8 \times 10^3$        | 0.33              |
| C <sub>L</sub> 級             | 砂岩 | 第1速度層 | $0.2 \times 10^3$         | 0.48              |
|                              |    | 第2速度層 | $1.2 \times 10^3$         | 0.45              |
|                              |    | 第3速度層 | $4.7 \times 10^3$         | 0.41              |
| D級                           | 砂岩 | 第1速度層 | 表 3.5-6(1) 参照             | 0.48              |
|                              |    | 第2速度層 |                           | 0.45              |

表 3.5-7 地盤の解析用物性値 (盛土他)

| 岩種・岩級                     | 物理特性                                    |  |                     | 強度特性                                    |                                     |   |                   |   | 変形特性              |  |  |  |
|---------------------------|---|--|---------------------|---|-------------------------------------|---|-------------------|---|-------------------|--|--|--|
|                           | 単位体積重量<br>$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> ) | 静的・動的特性                                |                     | 静的特性                                    |                                     | 動的特性  |                   | 動せん断弾性係数<br>$G_d$ (N/mm <sup>2</sup> )                                  | 動ポアソン比<br>$\nu_d$ | 減衰定数<br>$h$  |  |  |
|                           |   | せん断強度<br>$\tau_0$ (N/mm <sup>2</sup> ) | 内部摩擦角<br>$\phi$ (°) | 引張強度<br>$\sigma_t$ (N/mm <sup>2</sup> ) | 残留強度<br>$\tau$ (N/mm <sup>2</sup> ) | せん断係数<br>$E_s$ (N/mm <sup>2</sup> )                             | 静ポアソン比<br>$\nu_s$ |   |                   |  |  |  |
| 盛土                        | 20.6                                    | 0.06                                   | 30.0                | —                                       | $0.06 + \sigma \tan 30.0^\circ$     | 198 $\sigma^{0.60}$   | 0.40              | $G_0 = 382 \sigma^{0.71}$<br>$G_d/G_0 =$<br>$1/(1 + \nu/0.00036)^{*1}$  | 0.48              | $h = 0.183 \gamma / (\gamma + 0.000261)$   |  |  |
| 旧表土                       | 19.0                                    | 0.08                                   | 26.2                | —                                       | $0.08 + \sigma \tan 26.2^\circ$     | 302 $\sigma^{0.80}$   | 0.40              | $G_0 = 211 \sigma^{0.42}$<br>$G_d/G_0 =$<br>$1/(1 + \nu/0.00087)$       | 0.46              | $\gamma < 3 \times 10^{-4}$<br>$h = 0.125 + 0.020 \log \gamma$<br>$3 \times 10^{-4} \leq \gamma < 2 \times 10^{-2}$<br>$h = 0.374 + 0.091 \log \gamma$<br>$2 \times 10^{-2} \leq \gamma$<br>$h = 0.22$ |  |  |
| 断層<br>及びシーム <sup>*2</sup> | 18.6                                    | 0.067                                  | 22.2                | —                                       | $0.067 + \sigma \tan 22.2^\circ$    | 圧縮方向<br>$124.5 \sigma^{0.90}$<br>せん断方向<br>$44.43 \sigma^{0.90}$ | 0.40              | $G_0 = 192.3 \sigma^{0.74}$<br>$G_d/G_0 =$<br>$1/(1 + \nu/0.0012)^{*1}$ | 0.46              | $\gamma < 1 \times 10^{-4}$<br>$h = 0.024$<br>$1 \times 10^{-4} \leq \gamma < 1.6 \times 10^{-2}$<br>$h = 0.024 + 0.089 (\log \gamma + 4)$<br>$1.6 \times 10^{-2} \leq \gamma$<br>$h = 0.22$           |  |  |
| セメント改良土                   | 21.6                                    | 0.65                                   | 44.3                | 0.46                                    | $0.21 + \sigma \tan 40.9^\circ$     | 690   | 0.26              | $G_0 = 1670$<br>$G_d/G_0 =$<br>$1/(1 + \nu/0.00085)$                    | 0.36              | $\gamma < 3.8 \times 10^{-5}$<br>$h = 0.014$<br>$3.8 \times 10^{-5} \leq \gamma$<br>$h = 0.151 + 0.031 \log \gamma$  |  |  |
| 改良地盤                      | 20.6                                    | 1.39                                   | 22.1                | 0.65                                    | $0.51 + \sigma \tan 34.6^\circ$     | 4,480   | 0.19              | $G_0 = 1940$<br>$G_d/G_0 =$<br>$1/(1 + \nu/0.00136)$                    | 0.35              | $\gamma < 1.2 \times 10^{-4}$<br>$h = 0.031$<br>$1.2 \times 10^{-4} \leq \gamma < 5.2 \times 10^{-3}$<br>$h = 0.227 + 0.050 \log \gamma$<br>$5.2 \times 10^{-3} \leq \gamma$<br>$h = 0.113$            |  |  |

\*1: 残存剛性率 ( $G_d/G_0$ ) が小さい領域は次式で補間

$$G_0 = E_s/2 (1 + \nu_s), G_d/G_0 = 1/(1 + \nu/\nu_m), \nu_m = \tau/\tau_0$$

\*2: 断層及びシームの存在物は、「粘土状」, 「砂状」, 「鱗片上」等の性状が確認されているが, そのうち最も強度の小さい粘土状物質にて試験を行い解析用物性値を設定している

表 3.5-8 地盤の解析用物性値（有効応力解析，液状化検討対象層）

|       |  | 旧表土                 | 盛土                  |       |
|-------|--|---------------------|---------------------|-------|
| 物理特性  | 密度 $\rho$ (g/cm <sup>3</sup> )                   | 1.94<br>(1.88) *    | 2.10<br>(1.90) *    |       |
|       | 間隙率 n  | 0.437               | 0.363               |       |
| 変形特性  | 動せん断<br>弾性係数 $G_{ma}$ (kN/m <sup>2</sup> )       | $2.110 \times 10^5$ | $7.071 \times 10^4$ |       |
|       | 基準平均<br>有効拘束圧 $\sigma_{ma}$ (kN/m <sup>2</sup> ) | $1.0 \times 10^3$   | $1.0 \times 10^3$   |       |
|       | ポアソン比 $\nu$                                      | 0.40                | 0.40                |       |
|       | 減衰定数<br>の上限値 $h_{max}$                           | 0.220               | 0.183               |       |
| 強度特性  | 粘着力 c (N/mm <sup>2</sup> )                       | 0.08<br>(0.00) *    | 0.06<br>(0.10) *    |       |
|       | 内部摩擦角 $\phi$ (°)                                 | 26.2<br>(38.7) *    | 30.0<br>(33.9) *    |       |
| 液状化特性 | 変相角 $\phi_p$ (°)                                 | 28.0                | 28.0                |       |
|       | 液状化パラメータ   | $S_1$               | 0.005               | 0.005 |
|       |  | $w_1$               | 1.3                 | 14.0  |
|       |  | $p_1$               | 1.2                 | 1.0   |
|       |  | $p_2$               | 0.8                 | 0.6   |
|       |  | $c_1$               | 2.75                | 2.8   |

注記 \* : 括弧内の数値は，地下水位以浅の値を表す。



表 3.5-9 地盤の解析用物性値（有効応力解析，非液状化検討対象層）

|                        |   | D 級岩盤               | 改良地盤   | セメント改良土            |      |
|------------------------|---|---------------------|--|--------------------|------|
| 物理特性                   | 密度 $\rho$ (g/cm <sup>3</sup> )                    | 2.06<br>(1.95)*     | 2.10<br>(2.00)*                              | 2.20               |      |
|                        | 間隙率 $n$   | 0.349               | 0.00   | 0.00               |      |
| 変形特性                   | 動せん断<br>弾性係数 $G_{ma}$ (kN/m <sup>2</sup> )        | $2.000 \times 10^5$ | $1.94 \times 10^6$<br>( $1.84 \times 10^6$ ) | $1.67 \times 10^6$ |      |
|                        | 基準平均<br>有効拘束圧 $\sigma'_{ma}$ (kN/m <sup>2</sup> ) | $1.0 \times 10^3$   | $1.0 \times 10^3$                            | $1.0 \times 10^3$  |      |
|                        | ポアソン比 $\nu$                                       | 第1<br>速度層           | 0.48   | 0.35               | 0.36 |
|                        |   | 第2<br>速度層           | 0.44(狐崎部層)<br>0.45(牧の浜部層)                    |                    |      |
| 減衰定数<br>の上限値 $h_{max}$ |   | 0.113               | 0.113  | 0.080              |      |
| 強度特性                   | 粘着力 $c$ (N/mm <sup>2</sup> )                      | 0.10                | 1.39   | 0.65               |      |
|                        | 内部摩擦角 $\phi$ (°)                                  | 24.0                | 22.1   | 44.3               |      |

注記 \*：括弧内の数値は，地下水位以浅の値を表す。

d. 地下水位

地下水位については，添付書類「VI-2-1-3 地盤の支持性能に係る基本方針」に従って設定した設計用地下水位を図 3.5-6 に示す。また，設計用地下水位の一覧を表 3.5-10 に示す。

表 3.5-10 設計用地下水位の一覧

| 施設名称        | 評価対象断面 | 設計用地下水位  |
|-------------|--------|--|
| 防潮堤（鋼管式鉛直壁） | 断面①    | 防潮堤より山側で O.P. +1.43m（朔望平均満潮位），海側で地表面*          |
|             | 断面②    |  |
|             | 断面③    |  |
|             | 断面④    | 防潮堤より山側及び海側で地表面（盛土堤防との境界部であることも踏まえ，盛土堤防と同様の設定） |
|             | 断面⑤    | 岩盤表面   |
|             | 断面⑥    |  |

注記 \*：基準地震動  $S_s$  による地盤沈下を考慮

(3) 評価方法

防潮堤（鋼管式鉛直壁）の強度評価は、添付書類「VI-3-別添 3-1 津波への配慮が必要な施設の強度計算の方針」の「5. 強度評価方法」に基づき設定する。

a. 鋼管杭

鋼管杭の評価は、杭体の曲げモーメント及び軸力より算定される応力及びせん断力より算定されるせん断応力が許容限界以下であることを確認する。

(a) 曲げ軸力照査

曲げモーメント及び軸力を用いて次式により算定される応力が許容限界以下であることを確認する。

$$\sigma_1 = \frac{N_1}{A_1} \pm \frac{M_1}{Z_1} \dots \dots \dots (3.1)$$

ここで、

$\sigma_1$  : 鋼管杭の曲げモーメント及び軸力より算定される応力度 (N/mm<sup>2</sup>)

$M_1$  : 鋼管杭に発生する曲げモーメント (kN・m)

$Z_1$  : 鋼管杭の断面係数 (mm<sup>3</sup>) \*

$N_1$  : 鋼管杭に発生する軸力 (kN)

$A_1$  : 鋼管杭の断面積 (mm<sup>2</sup>) \*

注記 \* : 鋼管杭の外側 1mm を腐食代として考慮する。

(b) せん断力照査

せん断力を用いて次式により算定されるせん断応力がせん断強度に基づく許容限界以下であることを確認する。

$$\tau_1 = \kappa_1 \frac{S_1}{A_1} \dots \dots \dots (3.2)$$

ここで、

$\tau_1$  : 鋼管杭のせん断力より算定されるせん断応力度 (N/mm<sup>2</sup>)

$S_1$  : 鋼管杭に発生するせん断力 (kN)

$A_1$  : 鋼管杭の断面積 (mm<sup>2</sup>) \*

$\kappa_1$  : せん断応力の分布係数 (2.0)

注記 \* : 鋼管杭の外側 1mm を腐食代として考慮する。

b. 鋼製遮水壁及び漂流物防護工

鋼製遮水壁は、スキンプレート、垂直リブ及び水平リブで構成され、漂流物防護工は架台及び防護工で構成されている。防護工は架台に取り付けられており、架台はスキンプレートを挟んで水平リブと同じ高さに設置されている。鋼製遮水壁及び漂流物防護工の構造図を図 3.5-7 に示す。

これらの各部材について、単純ばり又は片持ちばりでモデル化し、それぞれ許容限界以下であることを確認する。

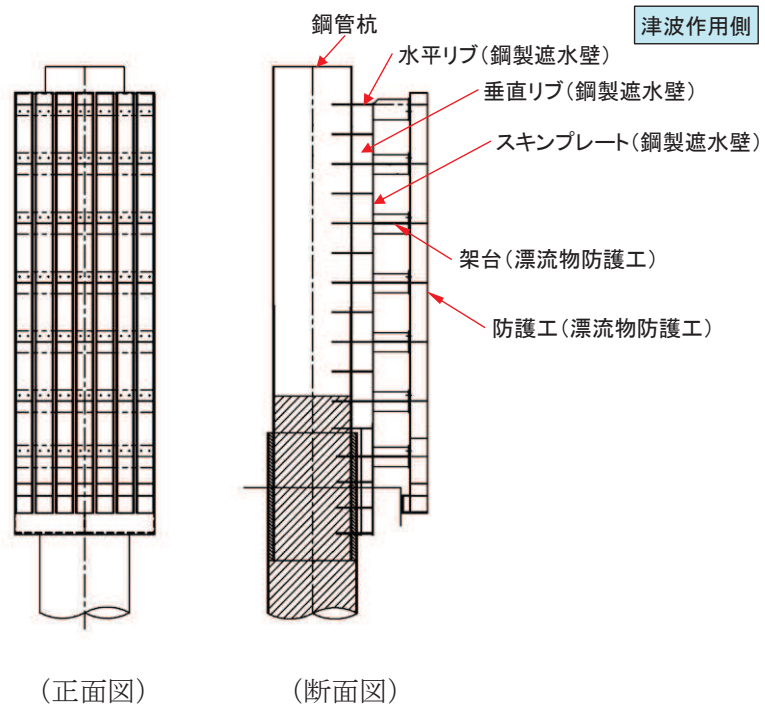


図 3.5-7 (1) 鋼製遮水壁及び漂流物防護工の構造図 (正面図, 断面図)

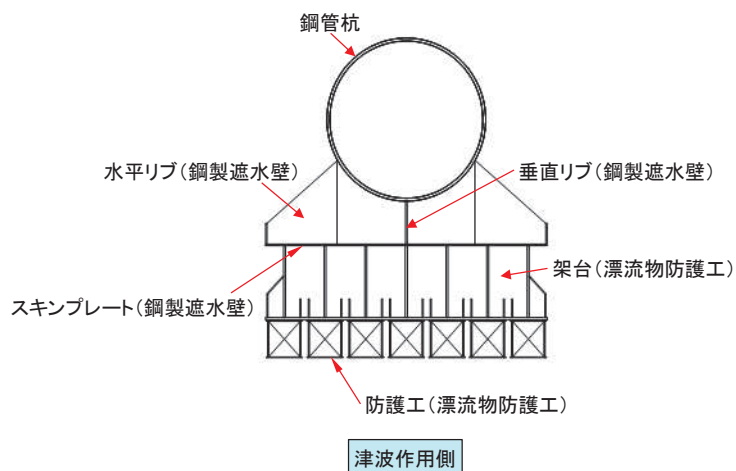


図 3.5-7 (2) 鋼製遮水壁及び漂流物防護工の構造図 (平面図)

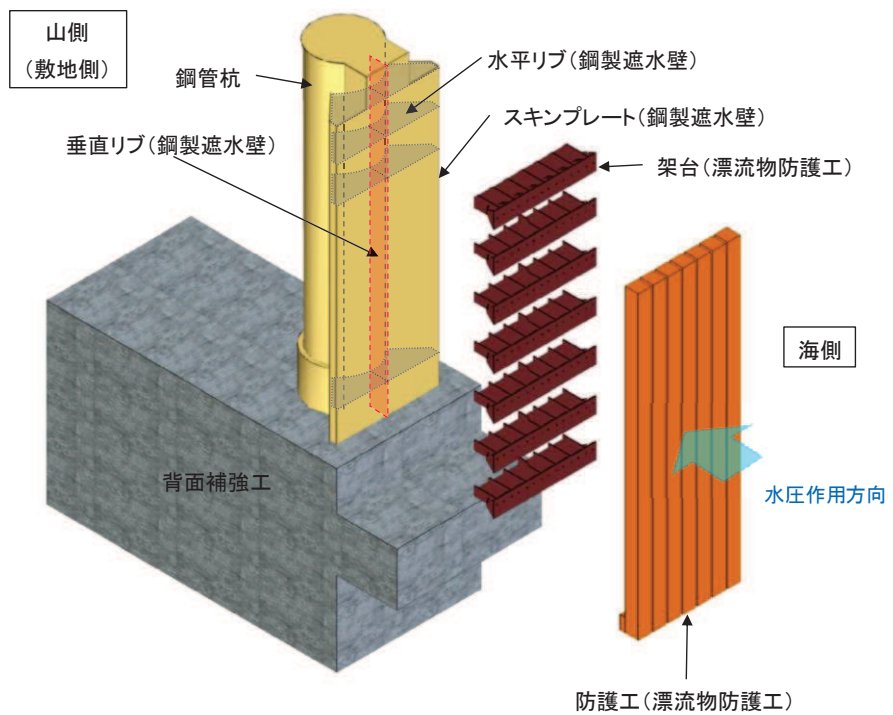
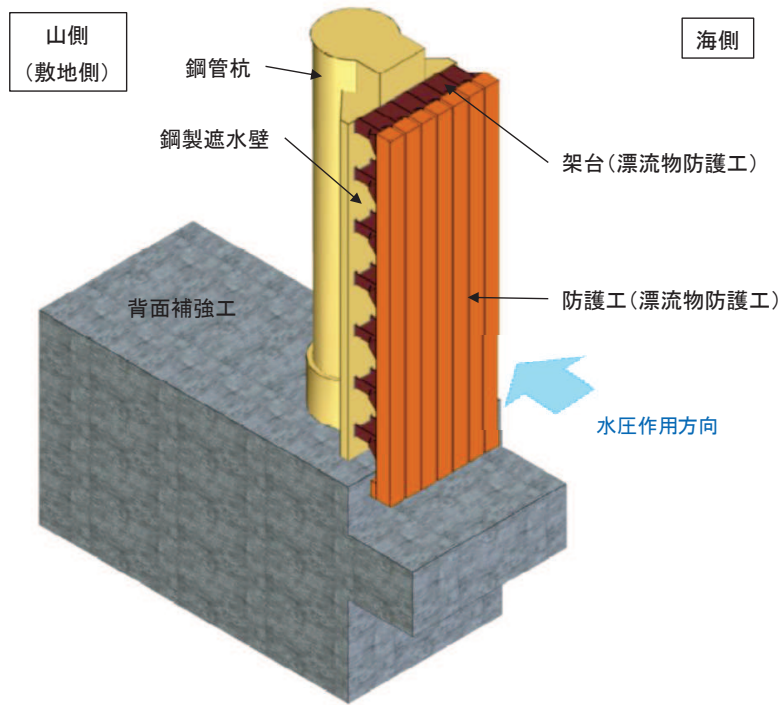


図 3.5-7 (3) 鋼製遮水壁及び漂流物防護工の構造概要図

(a) スキンプレート

スキンプレートの照査方法を図 3.5-8 に示す。水平リブを支点とする単純ばりでモデル化し、曲げモーメントを用いて次式により算定される応力が許容限界以下であることを確認する。なお、照査箇所については、スキンプレートの材質及び水平リブ間隔  $L$  を考慮し、図 3.5-8 に示す箇所とした。

$$\sigma_2 = \frac{M_2}{Z_2} \dots \dots \dots (3.3)$$

$$M_2 = P_2 \frac{L^2}{8} \dots \dots \dots (3.4)$$

ここで、

$\sigma_2$  : 曲げモーメントによるスキンプレートの発生応力度 (N/mm<sup>2</sup>)

$M_2$  : スキンプレートに発生する曲げモーメント (kN・m)

$Z_2$  : スキンプレートの断面係数 (mm<sup>3</sup>) \*

$P_2$  : スキンプレートに作用する単位幅あたりの津波波圧 (kN/m)

$L$  : 水平リブ間隔 (mm)

注記 \* : スキンプレートの外側 1mm を腐食代として考慮する。

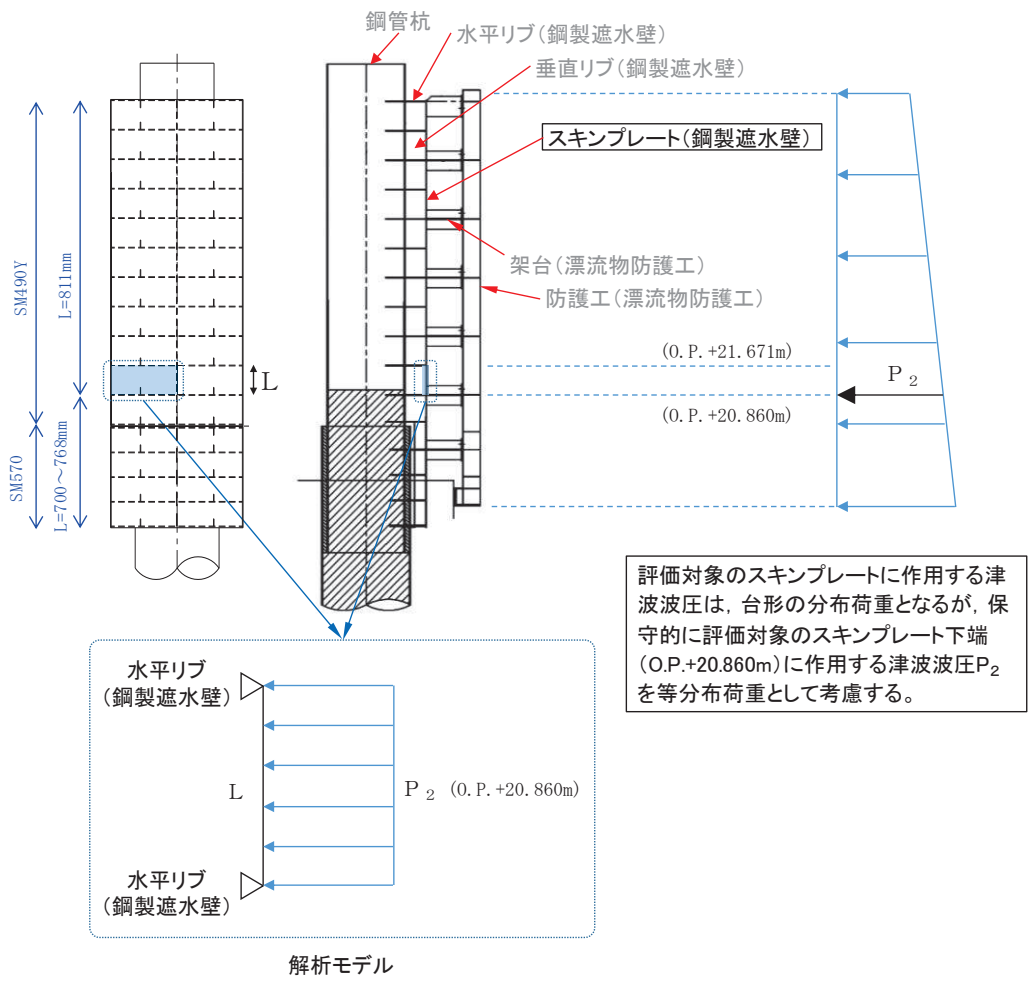


図 3.5-8 スキンプレートの照査概念図 (津波時)

(b) 垂直リブ

垂直リブの照査方法を図 3.5-9 に示す。垂直リブに作用する軸力から算定される応力が許容限界以下であることを確認する。なお、照査箇所については、水平リブ間隔  $L$  を考慮し、図 3.5-9 に示す箇所とした。

$$\sigma_3 = \frac{P}{t \cdot L} \quad \dots \dots \dots (3.5)$$

$$P = P_3 \cdot L \cdot B \quad \dots \dots \dots (3.6)$$

ここで、

- $\sigma_3$  : 垂直リブに発生する圧縮応力度 (N/mm<sup>2</sup>)
- $P$  : 受圧面積に発生する水平荷重 (kN)
- $t$  : 垂直リブの板厚 (mm)
- $L$  : 水平リブ間隔 (mm)
- $P_3$  : 垂直リブに作用する津波波圧 (kN/m<sup>2</sup>)
- $B$  : 鋼製遮水壁の総幅 (m)

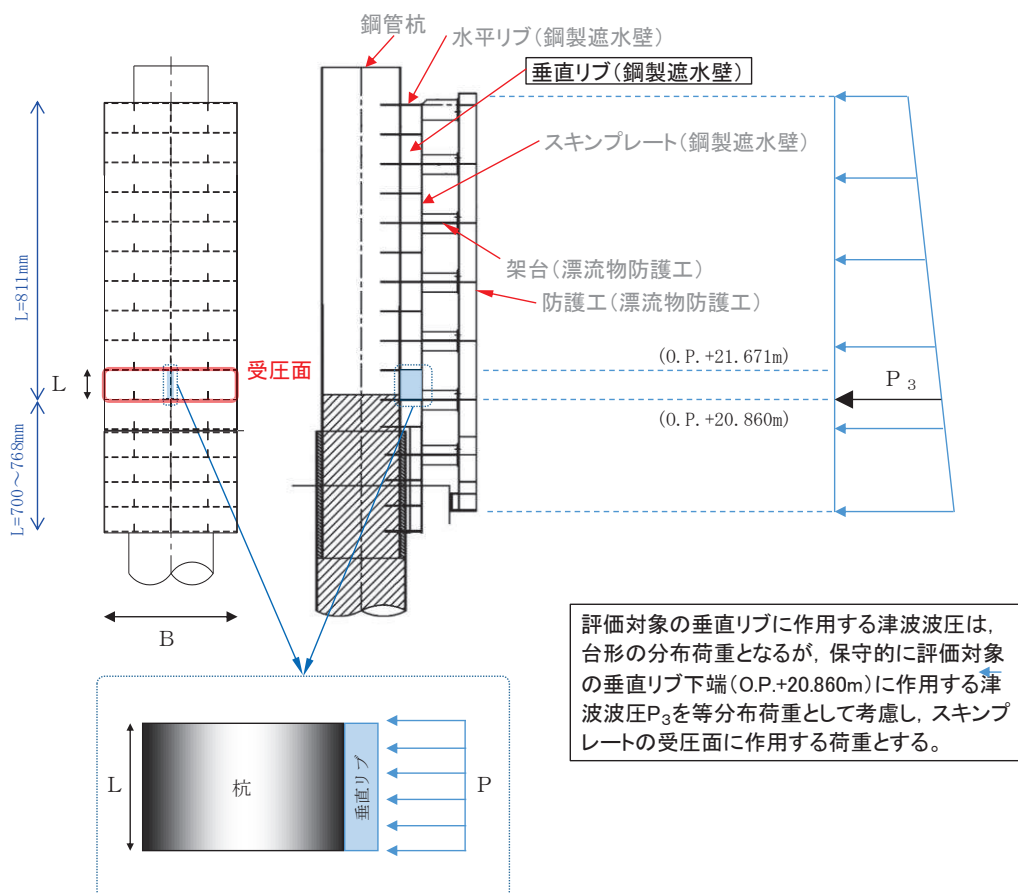


図 3.5-9 垂直リブの照査概念図 (津波時)

(c) 水平リブ及び架台

水平リブ，スキンプレート及び架台を一つの充腹形断面とみなして，鋼管杭中心線上を固定支点とする片持ちばりでモデル化し，曲げモーメント及びせん断力よりそれぞれ算定される応力が許容限界以下であることを確認する。また，合成応力に対しても許容限界以下であることを確認する。

なお，衝突荷重の作用位置については，O.P. +25.0mを基本とするが，水平リブ及び架台で負担する割合が最大となるよう水平リブ及び架台の高さであるO.P. +24.104mに作用させる。

水平リブ及び架台の照査方法を図 3.5-10 に示す。

曲げ応力照査（水平リブ）

$$\sigma_4 = \frac{M_4}{Z_4} \dots \dots \dots (3.7)$$

$$M_4 = \frac{1}{2} P_4 \cdot \ell \cdot b^2 + P_c \cdot b' \dots \dots \dots (3.8)$$

せん断力照査（水平リブ）

$$\tau_4 = \frac{S_4}{A_w} \dots \dots \dots (3.9)$$

$$S_4 = P_4 \cdot \ell \cdot b + P_c \dots \dots \dots (3.10)$$

合成応力照査（水平リブ）

$$\left( \frac{\sigma_4}{\sigma_{sa}} \right)^2 + \left( \frac{\tau_4}{\tau_{sa}} \right)^2 \leq 1.2 \dots \dots \dots (3.11)$$

曲げ応力照査（架台）

$$\sigma_5 = \frac{M_5}{Z_5} \dots \dots \dots (3.12)$$

$$M_5 = \frac{1}{2} P_4 \cdot \ell \cdot b^2 + P_c \cdot b' \dots \dots \dots (3.13)$$



せん断力照査 (架台)

$$\tau_5 = \frac{S_5}{A_w} \dots \dots \dots (3.14)$$

$$S_5 = P_4 \cdot \ell \cdot b + P_c \dots \dots \dots (3.15)$$

合成応力照査 (架台)

$$\left(\frac{\sigma_5}{\sigma_{sa}}\right)^2 + \left(\frac{\tau_5}{\tau_{sa}}\right)^2 \leq 1.2 \dots \dots \dots (3.16)$$

ここで、

- $\sigma_4$  : 曲げモーメントによる水平リブの発生応力度 (N/mm<sup>2</sup>)
- $M_4$  : 水平リブに発生する曲げモーメント (kN・m)
- $Z_4$  : 水平リブの断面係数 (mm<sup>3</sup>) \*1
- $P_4$  : 水平リブ及び架台に作用する津波波圧 (kN/m<sup>2</sup>)
- $\tau_4$  : せん断力による水平リブの発生応力度 (N/mm<sup>2</sup>)
- $S_4$  : 水平リブに発生するせん断力 (kN)
- $\sigma_5$  : 曲げモーメントによる架台の発生応力度 (N/mm<sup>2</sup>)
- $M_5$  : 架台に発生する曲げモーメント (kN・m)
- $Z_5$  : 架台の断面係数 (mm<sup>3</sup>) \*1\*2
- $\tau_5$  : せん断力による架台の発生応力度 (N/mm<sup>2</sup>)
- $S_5$  : 架台に発生するせん断力 (kN)
- $\ell$  : 架台間隔 (mm)
- $P_c$  : 衝突荷重 (kN)
- $b$  : モーメントアーム長 (m)
- $b'$  : 衝突荷重のモーメントアーム長 (m)
- $A_w$  : 水平リブ及び架台のせん断抵抗断面積 (mm<sup>2</sup>) \*2
- $\sigma_{sa}$  : 短期許容曲げ圧縮応力度 (N/mm<sup>2</sup>)
- $\tau_{sa}$  : 短期許容せん断応力度 (N/mm<sup>2</sup>)

注記 \*1 : 水平リブ及び架台の断面係数の算出方法は図 3.5-11 に示す。

\*2 : 架台は腐食代 2mm を考慮する。

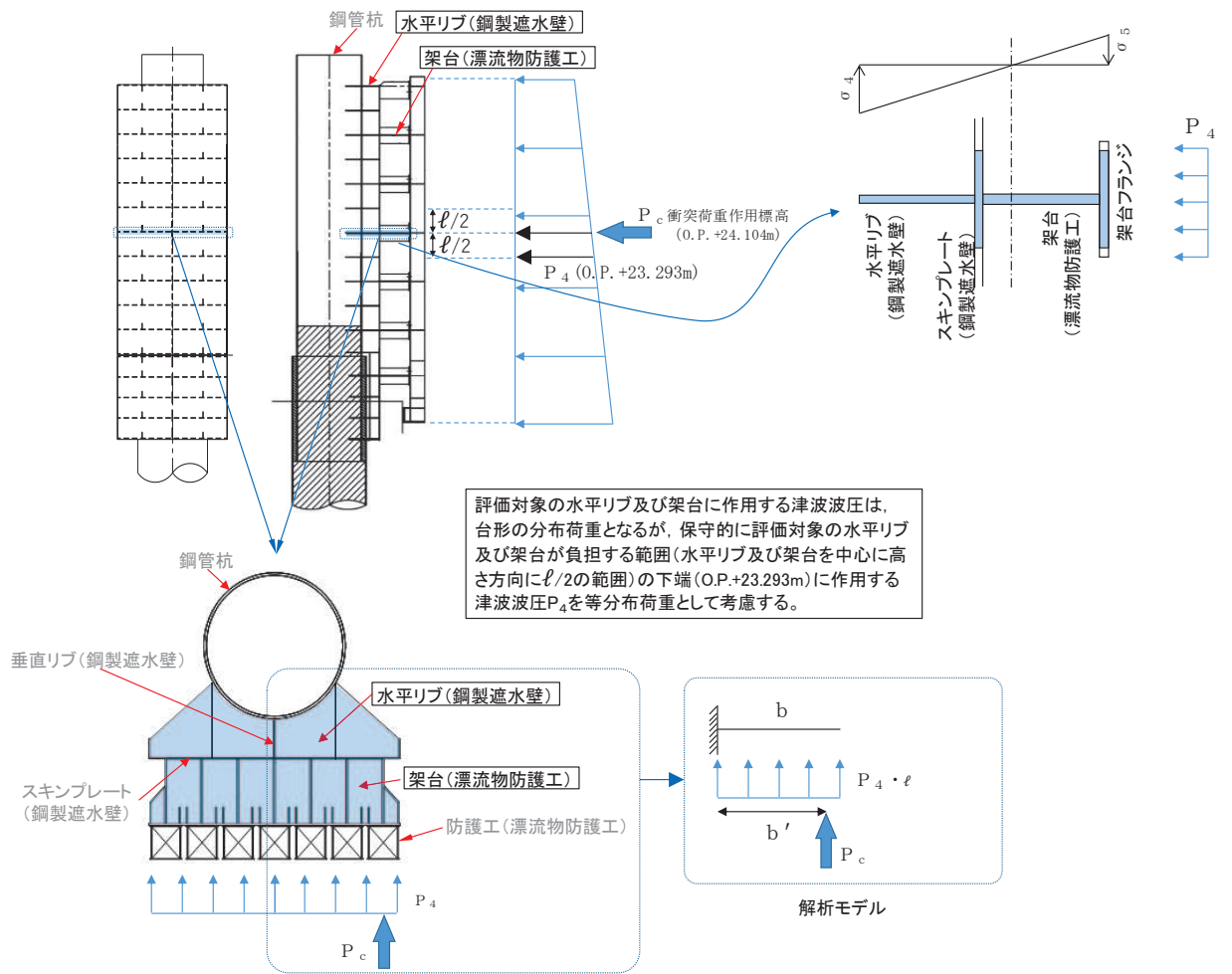
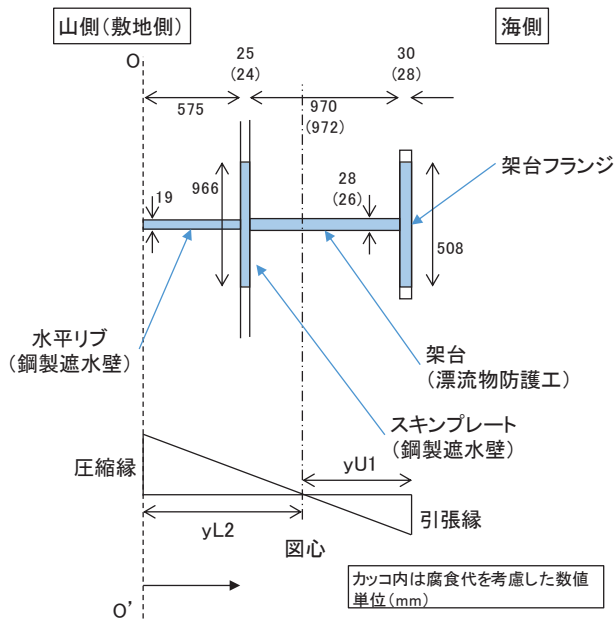


図 3.5-10 水平リブ及び架台の照査概念図 (津波時)



**架台フランジの幅(有効幅)の算出**

$bg/La = 300/4000 = 0.075$        $bg$ : 架台フランジ片側張出長(幅600÷2)  
 $La$ : 等価支間長(2×b(=2000))

0.02 <  $bg/La$  < 0.30 であることから、道路橋示方書(H24)の式を用いて、 $\lambda$ (片側有効幅)を算出する。

$\lambda g = (1.06 - 3.2 \times (bg/La) + 4.5 \times (bg/La)^2) \times bg$   
 $= 254$

以上から、架台フランジの幅(有効幅)は508mmとする。

**スキンプレートの幅(有効幅)の算出**

$bs/La = 811/4000 = 0.203$        $bs$ : スキンプレート片側張出長(811)  
 $La$ : 等価支間長(2×b(=2000))

0.02 <  $bs/La$  < 0.30 であることから、道路橋示方書(H24)の式を用いて、 $\lambda$ (片側有効幅)を算出する。

$\lambda s = (1.06 - 3.2 \times (bs/La) + 4.5 \times (bs/La)^2) \times bs$   
 $= 483$

以上から、架台フランジの幅(有効幅)は966mmとする。

|         | 幅<br>(有効幅)<br>a(mm) | 高さ<br>b<br>(mm) | 断面積<br>A<br>(mm <sup>2</sup> ) | O-O' 軸から<br>要素図心までの<br>距離y(mm) | 断面一次<br>モーメント<br>Ay(mm <sup>2</sup> ) | Ay <sup>2</sup><br>(mm <sup>3</sup> ) | 要素図心回りの要素単体の<br>断面二次モーメント<br>I' (mm <sup>4</sup> ) (ab <sup>3</sup> /12) | O-O' 軸回りの要素単体の<br>断面二次モーメント<br>Ay <sup>2</sup> +I' (mm <sup>4</sup> ) |
|---------|---------------------|-----------------|--------------------------------|--------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|--|---|
| 架台フランジ  | 508                 | 28              | 14224                          | 1585                           | 2.255 × 10 <sup>7</sup>               | 3.573 × 10 <sup>10</sup>              | 9.293 × 10 <sup>5</sup>  | 3.573 × 10 <sup>10</sup>  |
| 架台      | 26                  | 972             | 25272                          | 1085                           | 2.742 × 10 <sup>7</sup>               | 2.975 × 10 <sup>10</sup>              | 1.990 × 10 <sup>9</sup>  | 3.174 × 10 <sup>10</sup>  |
| スキンプレート | 966                 | 24              | 23184                          | 587                            | 1.361 × 10 <sup>7</sup>               | 7.988 × 10 <sup>9</sup>               | 1.113 × 10 <sup>6</sup>  | 7.990 × 10 <sup>9</sup>   |
| 水平リブ    | 19                  | 575             | 10925                          | 287.5                          | 0.314 × 10 <sup>7</sup>               | 9.030 × 10 <sup>8</sup>               | 3.010 × 10 <sup>8</sup>  | 1.204 × 10 <sup>9</sup>   |
| 合計      | -                   | -               | ①<br>73605                     | -                              | ②<br>6.672 × 10 <sup>7</sup>          | -                                     | -  | ③<br>7.667 × 10 <sup>10</sup>   |

**O-O' 軸から図心までの長さ**

$e = (②断面一次モーメントの合計) / (①面積の合計)$   
 $= 906.4$  (mm)

**図心回りの断面二次モーメント**

$I = (③O-O' 軸回りの要素単体の断面二次モーメントの合計) - (e^2 \times (①面積の合計))$   
 $= 1.620 \times 10^{10}$  (mm<sup>4</sup>)

**水平リブ(下縁)の断面係数**

$yL2$  (圧縮縁から図心までの長さ) =  $e$   
 $= 906.4$  (mm)

$Z_4$  (断面係数) =  $I / yL2$   
 $= 1.787 \times 10^7$  (mm<sup>3</sup>)

**架台(上縁)の断面係数**

$yU1$  (引張縁から図心までの長さ) =  $1599 - 906.4$   
 $= 692.6$  (mm)

$Z_5$  (断面係数) =  $I / yU1$   
 $= 2.339 \times 10^7$  (mm<sup>3</sup>)

図 3.5-11 水平リブ及び架台の断面係数の算出方法

(d) 防護工

防護工の照査方法を図 3.5-12 に示す。防護工は架台を支点とする単純ばりモデル化し、曲げモーメント及びせん断力よりそれぞれ算定される応力が許容限界以下であることを確認する。また、合成応力に対しても許容限界以下であることを確認する。

曲げ応力照査（衝突荷重が防護工中心に作用する場合）

$$\sigma_6 = \frac{M_6}{Z_6} \quad \dots \dots \dots (3.17)$$

$$M_6 = P_6 \cdot b'' \cdot \frac{\ell^2}{8} + P_c \cdot \frac{\ell}{4} \quad \dots \dots \dots (3.18)$$

せん断力照査（衝突荷重が防護工端部に作用する場合）

$$\tau_6 = \frac{S_6}{A_{wc}} \quad \dots \dots \dots (3.19)$$

$$S_6 = P_6 \cdot b'' \cdot \frac{\ell}{2} + \frac{P_c}{2} \quad \dots \dots \dots (3.20)$$

合成応力照査

$$\left( \frac{\sigma_6}{\sigma_{sa}} \right)^2 + \left( \frac{\tau_6}{\tau_{sa}} \right)^2 \leq 1.2 \quad \dots \dots \dots (3.21)$$

ここで、

- $\sigma_6$  : 曲げモーメントによる防護工の発生応力度 (N/mm<sup>2</sup>)
- $M_6$  : 防護工に発生する曲げモーメント (kN・m)
- $Z_6$  : 防護工の断面係数 (mm<sup>3</sup>) \*
- $P_6$  : 防護工に作用する津波波圧 (kN/m<sup>2</sup>)
- $\tau_6$  : せん断力による防護工の発生応力度 (N/mm<sup>2</sup>)
- $S_6$  : 防護工に発生するせん断力 (kN)
- $b''$  : 防護工の幅 (m)
- $P_c$  : 衝突荷重 (kN)
- $A_{wc}$  : 防護工のせん断抵抗断面積 (mm<sup>2</sup>) \*
- $\sigma_{sa}$  : 短期許容曲げ圧縮応力度 (N/mm<sup>2</sup>)
- $\tau_{sa}$  : 短期許容せん断応力度 (N/mm<sup>2</sup>)

注記 \* : 防護工は外側 1mm を腐食代として考慮する。

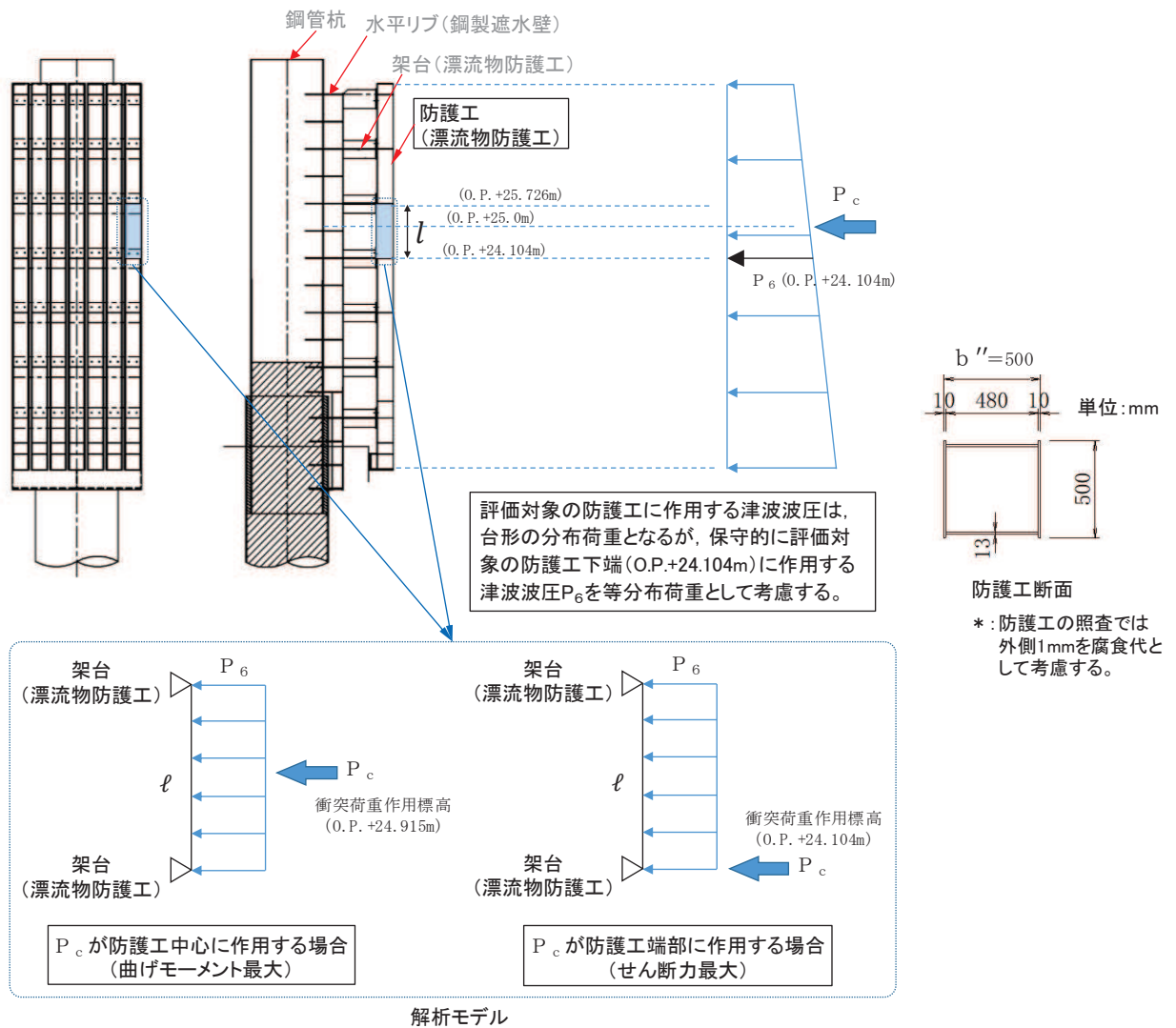


図 3.5-12 防護工の照査概念図 (津波時)

(e) 防護工取付ボルト

防護工取付ボルトは、津波時において津波による波圧により防護工が敷地側に押されるため防護工取付ボルトに引張力は生じない。

c. 背面補強工

背面補強工の評価は、背面補強工を通るすべり線のすべり安全率が1.2以上であることを確認する。

すべり安全率の算定フローを図3.5-13に示す。すべり安全率は、想定したすべり線上の応力状態をもとに、すべり線上のせん断抵抗力の和をせん断力の和で除した値として求める。想定すべり線は、背面補強工の端部を基点として±5° 間隔で設定し、最も厳しいすべり線として、最小すべり安全率のすべり線を選定する。背面補強工の想定すべり線を図3.5-14に示す。

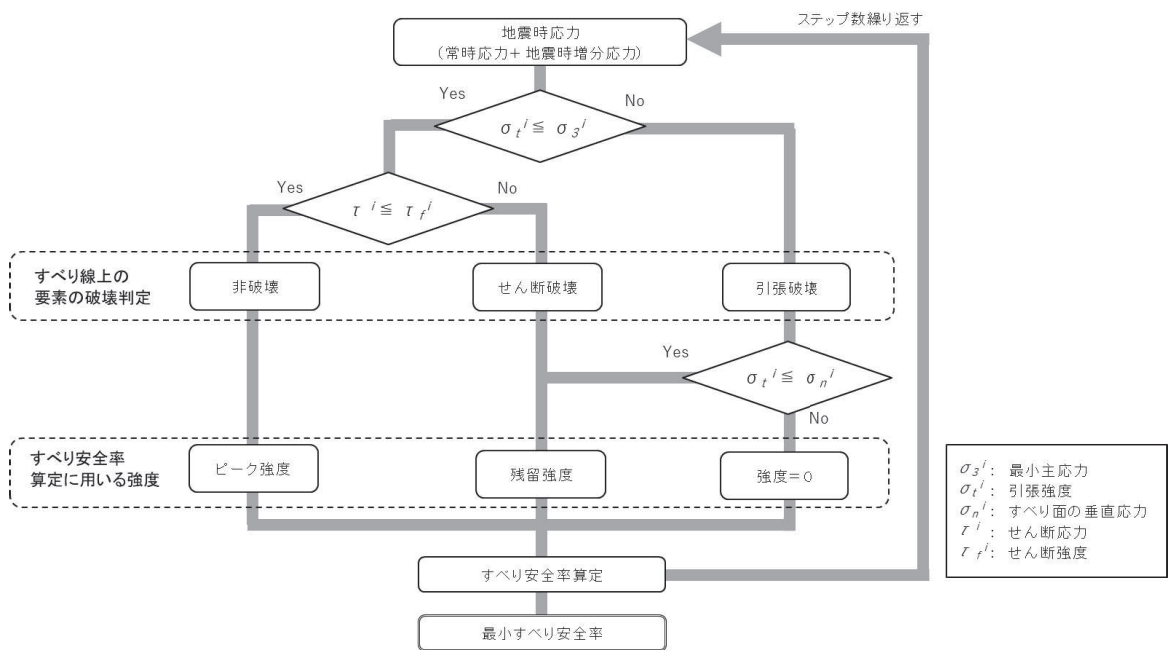


図 3.5-13 すべり安全率算定のフロー

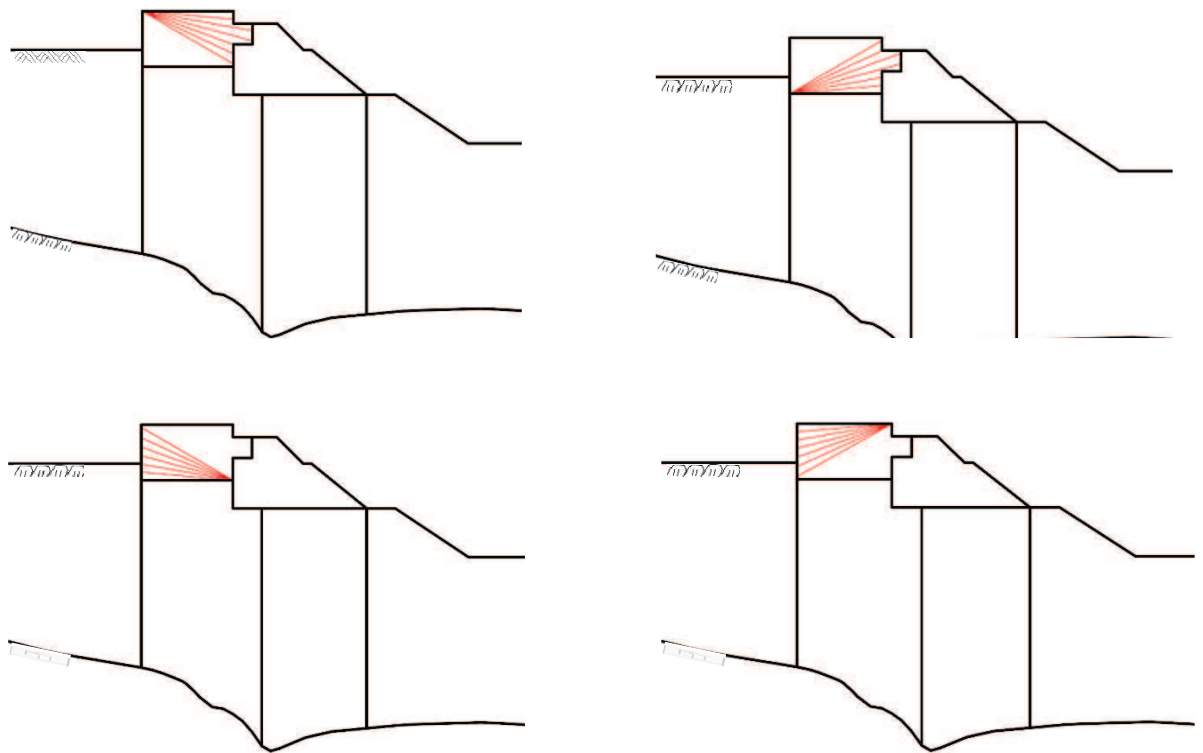


図 3.5-14 背面補強工の想定すべり線（断面①～⑤共通）

d. 置換コンクリート

置換コンクリートの評価は、置換コンクリートを通るすべり線のすべり安全率が 1.2 以上であることを確認する。なお、地盤と施設を連成した 2 次元動的有限要素法解析により、各要素の破壊状況についても確認し、必要に応じて破壊の進展を考慮した検討（非線形解析等）を行う。

すべり安全率の算定フローを 図 3.5-13 に示す。すべり安全率は、想定したすべり線上の応力状態をもとに、すべり線上のせん断抵抗力の和をせん断力の和で除した値として求める。想定すべり線は、置換コンクリートの端部を基点として  $\pm 5^\circ$  間隔で設定し、最も厳しいすべり線として、最小すべり安全率のすべり線を選定する。置換コンクリートの想定すべり線を 図 3.5-15 に示す。

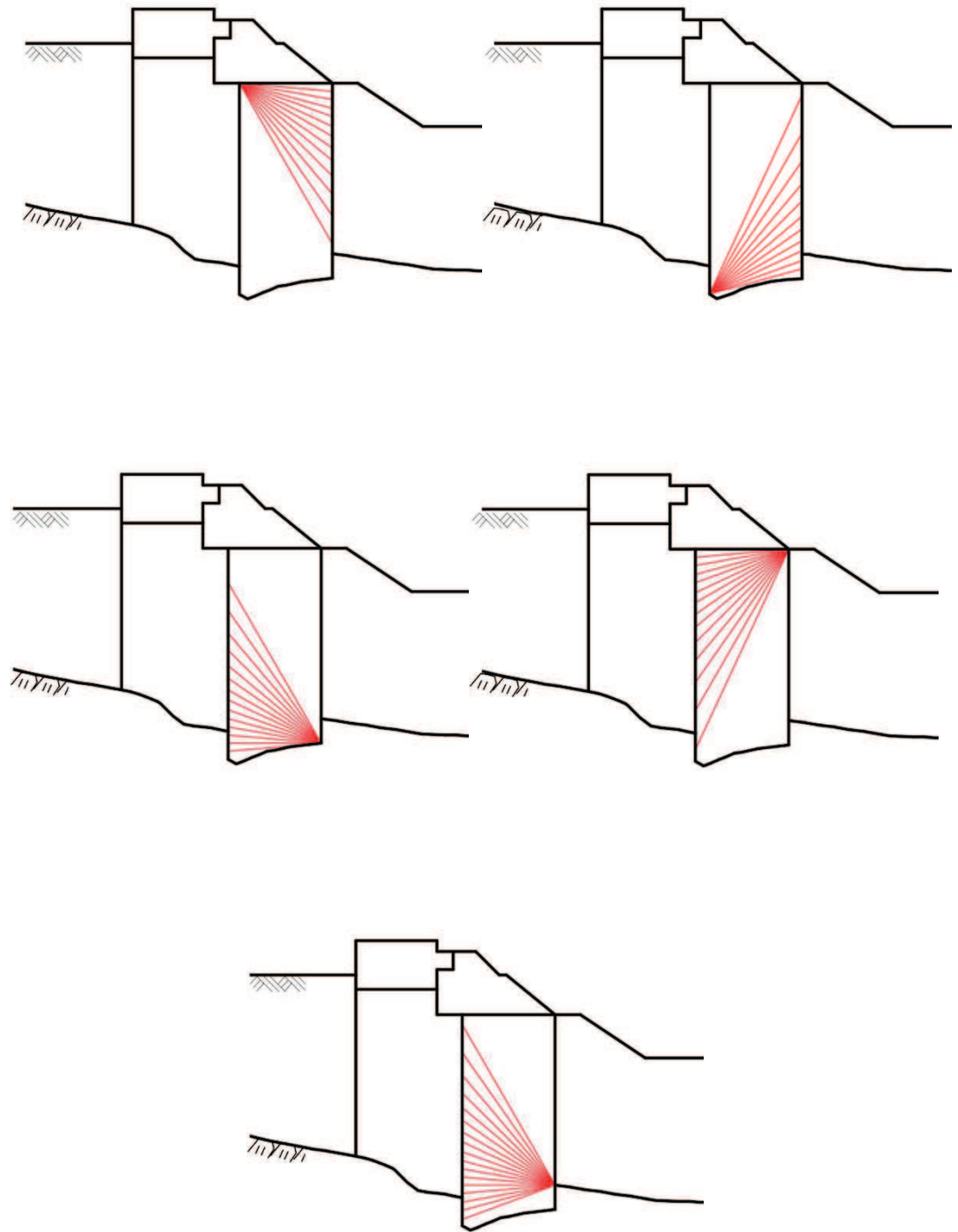


図 3.5-15 置換コンクリートの想定すべり線



e. 改良地盤

改良地盤の評価は、改良地盤を通るすべり線のすべり安全率が 1.2 以上であることを確認する。なお、地盤と施設を連成した 2 次元動的有限要素法解析により、各要素の破壊状況についても確認し、必要に応じて破壊の進展を考慮した検討（非線形解析等）を行う。

また、改良地盤の強度特性のばらつきを考慮した評価（平均値 - 1  $\sigma$  強度）についても実施する。その際の解析ケースはケース①（基本ケース）とする。

すべり安全率の算定フローを [図 3.5-13](#) に示す。すべり安全率は、想定したすべり線上の応力状態をもとに、すべり線上のせん断抵抗力の和をせん断力の和で除した値として求める。想定すべり線は、改良地盤の端部を基点として  $\pm 5^\circ$  間隔で設定し、最も厳しいすべり線として、最小すべり安全率のすべり線を選定する。改良地盤の想定すべり線を [図 3.5-16](#) に示す。

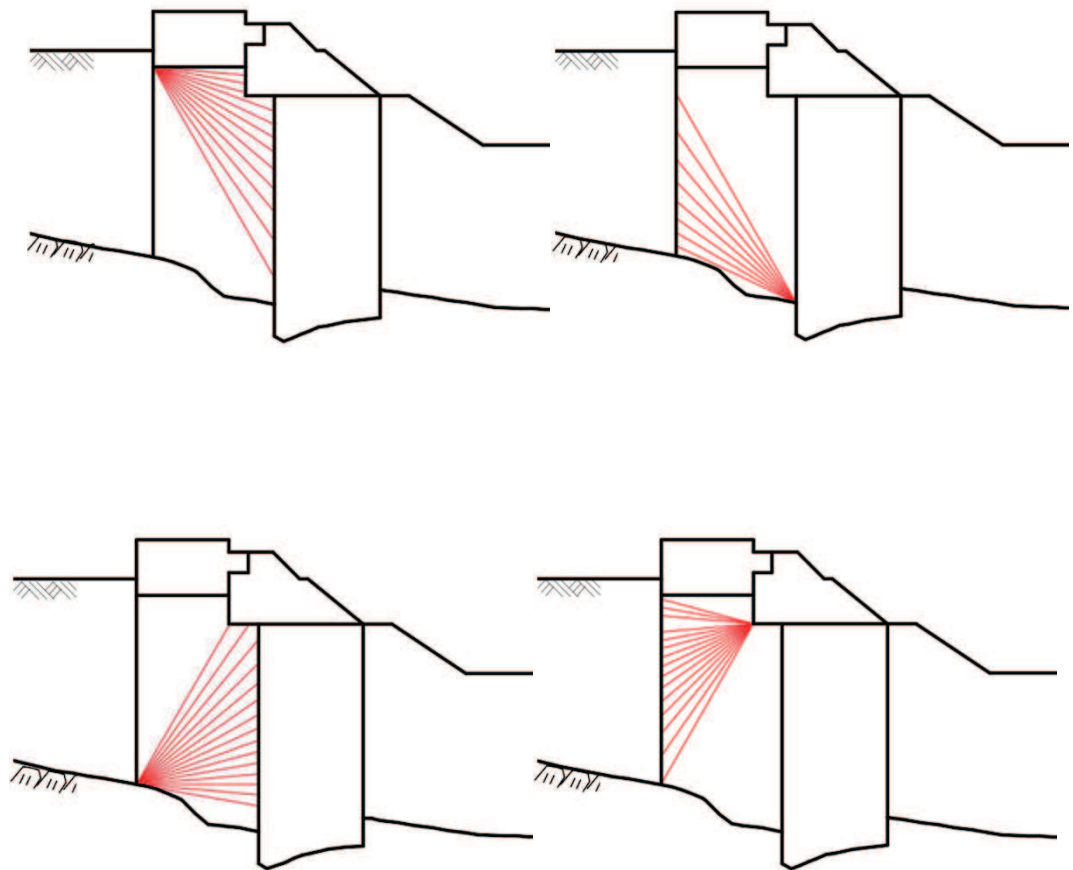


図 3.5-16 改良地盤の想定すべり線

f. セメント改良土

セメント改良土の評価は、セメント改良土を通るすべり線のすべり安全率が1.2以上であることを確認する。なお、地盤と施設を連成した2次元動的有限要素法解析により、各要素の破壊状況についても確認し、必要に応じて破壊の進展を考慮した検討（非線形解析等）を行う。

また、セメント改良土の強度特性のばらつきを考慮した評価（平均値－1 $\sigma$ 強度）についても実施する。その際の解析ケースはケース①（基本ケース）とする。

すべり安全率の算定フローを図 3.5-13 に示す。すべり安全率は、想定したすべり線上の応力状態をもとに、すべり線上のせん断抵抗力の和をせん断力の和で除した値として求める。想定すべり線は、セメント改良土の端部を基点として $\pm 5^\circ$  間隔で設定し、最も厳しいすべり線として、最小すべり安全率のすべり線を選定する。セメント改良土の想定すべり線を図 3.5-17 に示す。

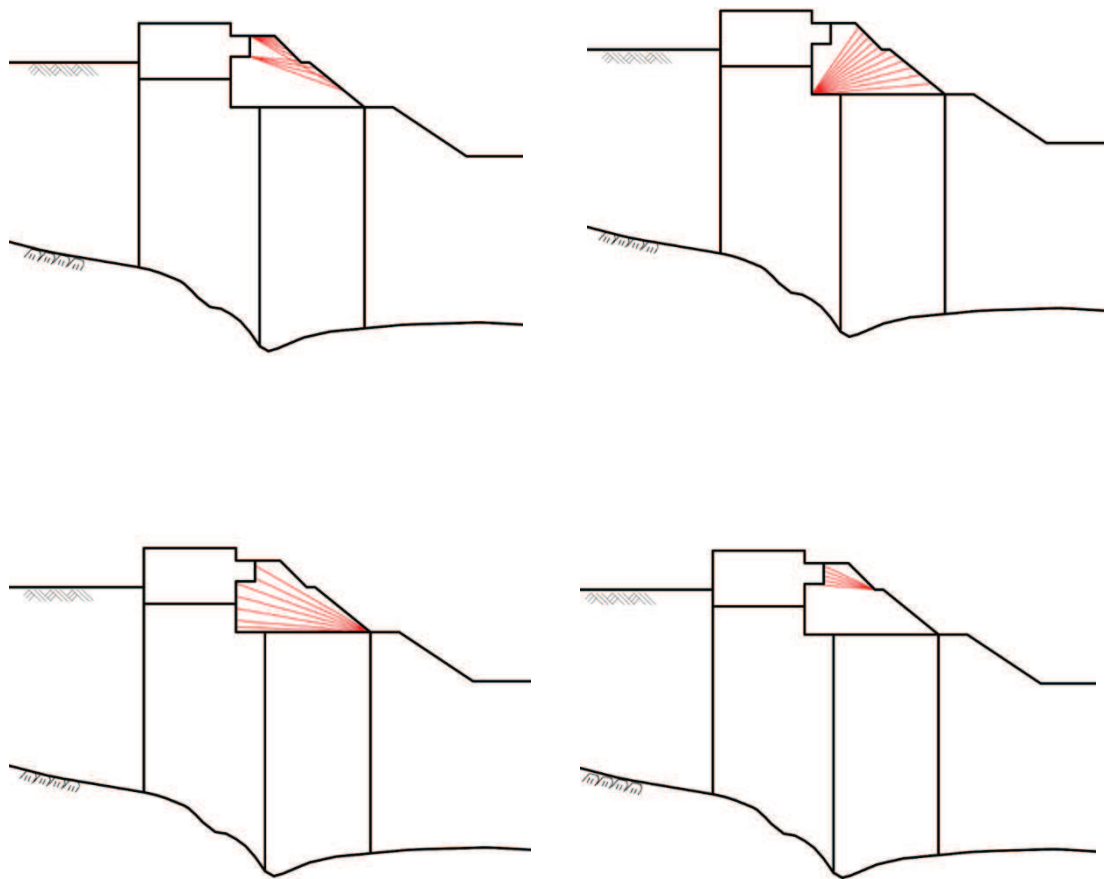


図 3.5-17(1) セメント改良土の想定すべり線（断面①～③）

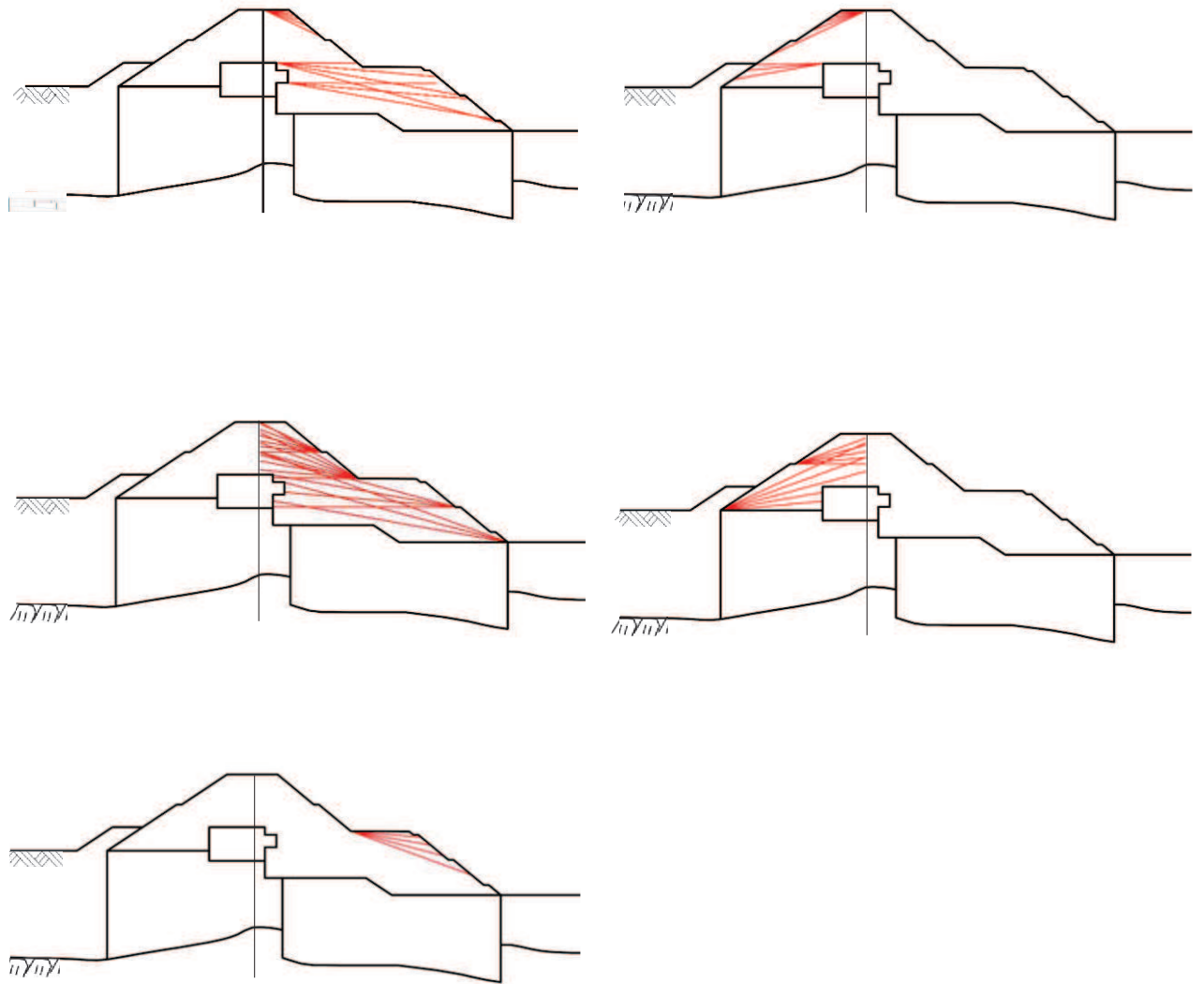


図 3.5-17(2) セメント改良土の想定すべり線 (断面④)

g. 止水ジョイント部材

止水ジョイント部材の津波時の評価について、防潮堤軸直交方向（以下、「軸直交方向」という）は、津波時に生じる相対変位に、残留変位を加えた相対変位量が許容限界以下であることを確認する。

なお、防潮堤軸方向（以下、「軸方向」という）については、主たる荷重が軸直交方向に作用する遡上津波荷重及び衝突荷重であることから、軸方向の相対変位は生じないため、残留変位が許容限界以下であることを確認する。

h. 基礎地盤

津波時における基礎地盤の支持性能に係る評価は、基礎地盤に生じる接地圧が重畳時に包絡されると考えられることから実施しない。

### 3.5.2 重畳時

#### (1) 解析方法

重畳時に発生する応答値は、「3.3 荷重及び荷重の組合せ」に基づく荷重を作用させて2次元動的有限要素法解析により算定する。

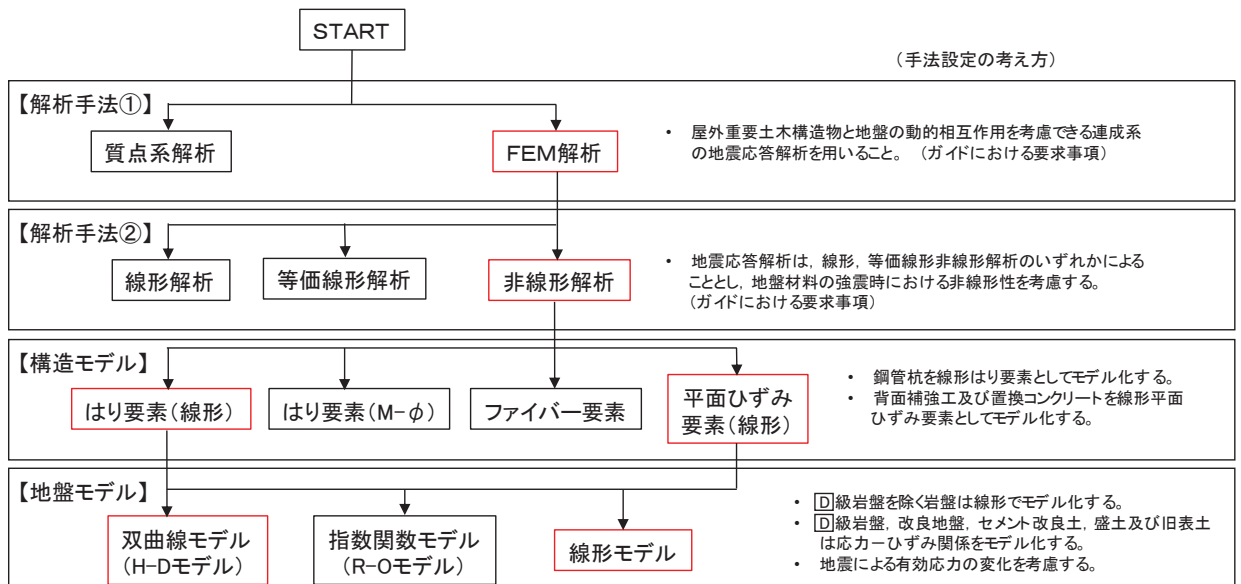
防潮堤（鋼管式鉛直壁）のうち一般部については、地震時における地盤の有効応力の変化に伴う影響を考慮できる有効応力解析とする。防潮堤（鋼管式鉛直壁）のうち岩盤部については岩盤内に設置され、液状化検討対象外の施設であることから、全応力解析とする。

2次元動的有限要素法解析に用いる解析コードは、防潮堤（鋼管式鉛直壁）のうち一般部には「FLIP Ver7.3.0\_2」を使用し、防潮堤（鋼管式鉛直壁）のうち岩盤部には「TDAPⅢ Ver3.08」を使用する。解析コードの検証及び妥当性確認の概要については、添付書類「VI-5 計算機プログラム（解析コード）の概要」に示す。

#### a. 地震応答解析手法

防潮堤（鋼管式鉛直壁）の地震応答解析は、地盤と構造物の動的相互作用を考慮できる連成系の地震応答解析を用いて、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。

地震応答解析手法の選定フローを **図 3.5-18** に示す。



**図 3.5-18(1)** 地震応答解析手法の選定フロー（一般部）

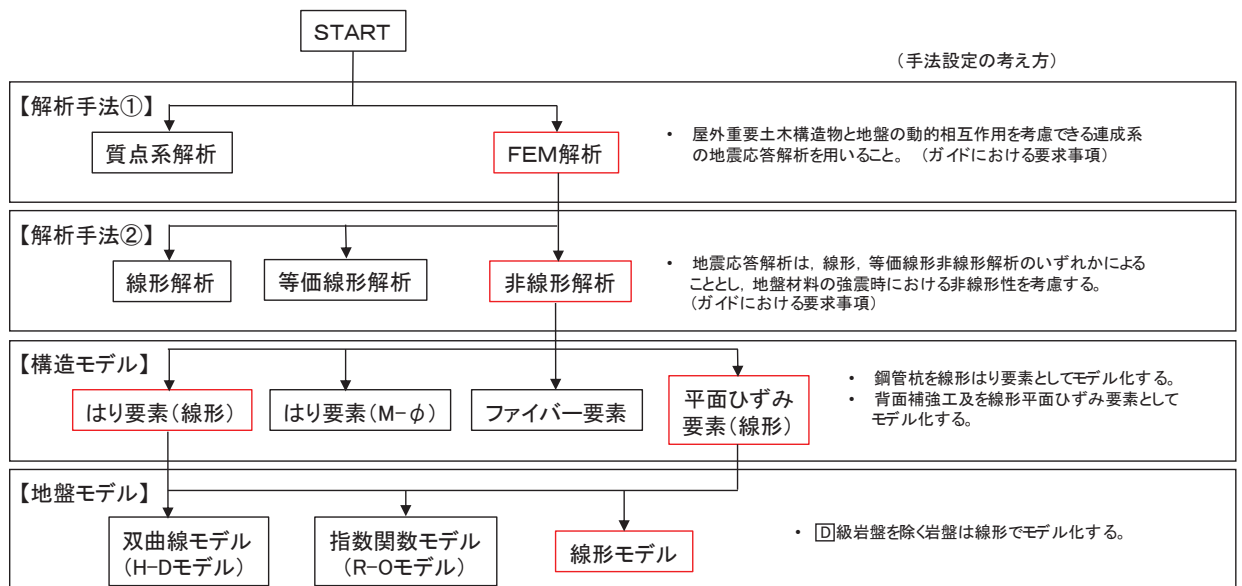


図 3.5-18(2) 地震応答解析手法の選定フロー (岩盤部)

b. 施設

鋼管杭は線形はり要素（ビーム要素）でモデル化する。背面補強工及び置換コンクリート（一般部のみ）は線形の平面ひずみ要素（ソリッド要素）でモデル化する。

c. 材料物性及び地盤物性のばらつき

防潮堤（鋼管式鉛直壁）の重畳時の応答は、周辺地盤の相互作用によることから、地盤物性のばらつきの影響を評価する。地盤物性のばらつきについては、防潮堤（鋼管式鉛直壁）周辺の地盤状況に応じて一般部と岩盤部の2種類に分類し、表 3.5-11 及び表 3.5-12 に示す解析ケースにて行う。

(a) 防潮堤（鋼管式鉛直壁）一般部

図 3.2-2～図 3.2-3 に示すとおり、防潮堤（鋼管式鉛直壁）一般部の周辺には、主として旧表土、盛土、 $\square$ 級岩盤、セメント改良土及び改良地盤といった、動的変形特性にひずみ依存性がある地盤が分布しており、これらの地盤のせん断変形が地震時に防潮堤（鋼管式鉛直壁）の応答に大きく影響を与えると判断されることから、これらの地盤の物性（せん断弾性係数）のばらつきについて影響を確認する。

(b) 防潮堤（鋼管式鉛直壁）岩盤部

図 3.2-5～図 3.2-6 に示すとおり、防潮堤（鋼管式鉛直壁）岩盤部の周辺には、主として、 $\square_L$ 級岩盤、 $\square_M$ 級岩盤、 $\square_H$ 級岩盤及び  $\square$ 級岩盤が分布しており、これらの地盤のせん断変形が地震時に防潮堤（鋼管式鉛直壁）の応答に大きく影響を与えると判断されることから、これらの地盤の物性（せん断弾性係数）のばらつきについて影響を確認する。

表 3.5-11 解析ケース（防潮堤（鋼管式鉛直壁）一般部）

| 解析ケース           | 材料物性<br>(コンクリート)<br>( $E_0$ : ヤング係数) | 地盤物性  |  |
|-----------------|--------------------------------------|---|--|
|                 |                                      | 旧表土, 盛土, D級岩盤,<br>セメント改良土, 改良地盤<br>( $G_0$ : 初期せん断弾性係数) | C <sub>L</sub> 級岩盤, C <sub>M</sub> 級岩盤,<br>C <sub>H</sub> 級岩盤, B級岩盤<br>( $G_d$ : 動せん断弾性係数) |
| ケース①<br>(基本ケース) | 設計基準強度                               | 平均値   | 平均値  |
| ケース②            | 設計基準強度                               | 平均値 + 1 $\sigma$  | 平均値  |
| ケース③            | 設計基準強度                               | 平均値 - 1 $\sigma$  | 平均値  |

表 3.5-12 解析ケース（防潮堤（鋼管式鉛直壁）岩盤部）

| 解析ケース           | 材料物性<br>(コンクリート)<br>( $E_0$ : ヤング係数) | 地盤物性  |  |
|-----------------|--------------------------------------|---|--|
|                 |                                      | 旧表土, 盛土, D級岩盤,<br>セメント改良土, 改良地盤<br>( $G_0$ : 初期せん断弾性係数) | C <sub>L</sub> 級岩盤, C <sub>M</sub> 級岩盤,<br>C <sub>H</sub> 級岩盤, B級岩盤<br>( $G_d$ : 動せん断弾性係数) |
| ケース①<br>(基本ケース) | 設計基準強度                               | 平均値   | 平均値  |
| ケース②            | 設計基準強度                               | 平均値   | 平均値 + 1 $\sigma$   |
| ケース③            | 設計基準強度                               | 平均値   | 平均値 - 1 $\sigma$   |

d. 減衰定数

減衰定数は、「補足 610-20 屋外重要土木構造物の耐震安全性評価について」に従い、構造部材の減衰定数は、粘性減衰及び履歴減衰で考慮する。

粘性減衰は、固有値解にて求められる固有周期と各材料の減衰比に基づき、質量マトリクス及び剛性マトリクスの線形結合で表される以下の Rayleigh 減衰を解析モデル全体に与える。なお、構造部材を線形はり要素でモデル化する場合は、Rayleigh 減衰のみを設定する。

$$[C] = \alpha [M] + \beta [K]$$

[C]: 減衰係数マトリクス, [M]: 質量マトリクス,

[K]: 剛性マトリクス

$\alpha, \beta$ : 係数

Rayleigh 減衰は、一般部（有効応力解析）では剛性比例型減衰（ $\alpha=0, \beta=0.002$ ）を考慮する。岩盤部（全応力解析）では質量比例型減衰と剛性比例型減衰の組み合わせによる減衰を設定する。岩盤部（全応力解析）における Rayleigh 減衰の設定フローを [図 3.5-19](#) に示す。

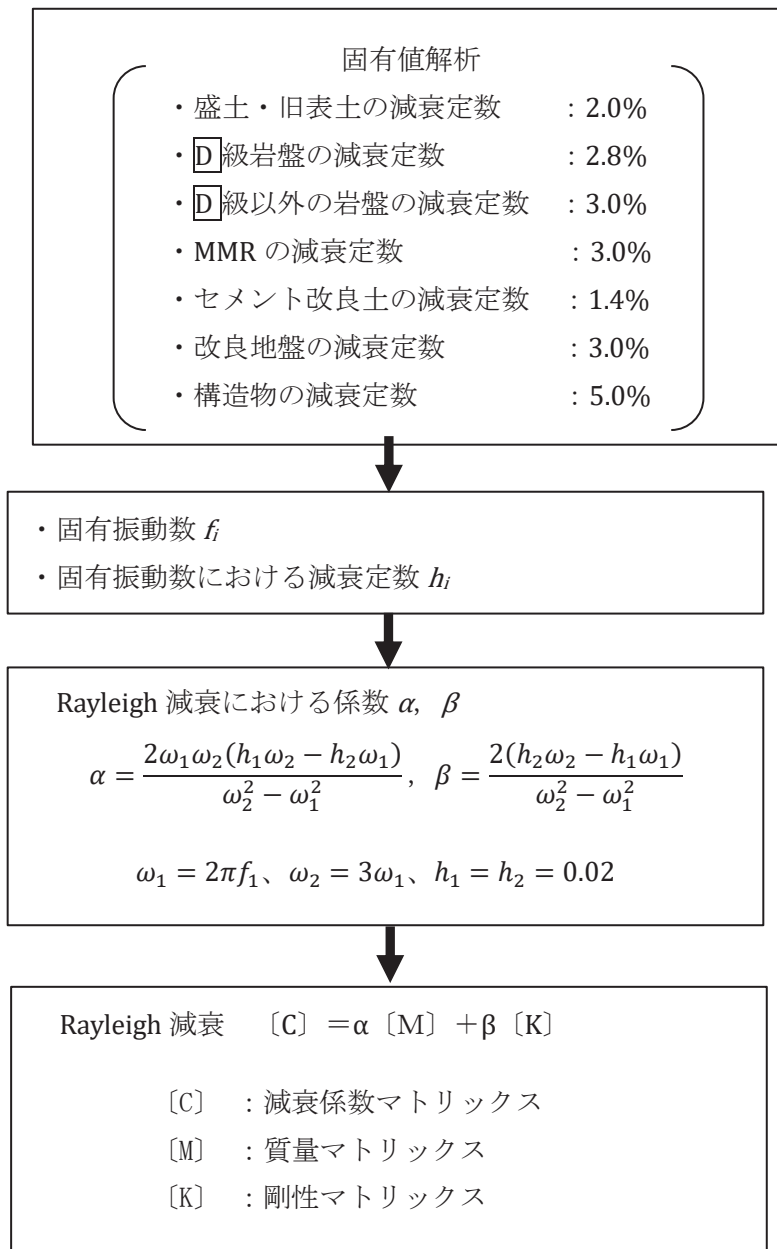


図 3.5-19 岩盤部（全応力解析）における Rayleigh 減衰の設定フロー



Rayleigh 減衰における係数  $\alpha$ ,  $\beta$  の設定にあたっては、解析モデルの低次のモードが特に支配的となる地盤および構造物連成系に対して、その特定のモードの影響が大きいことを考慮し、かつ振動モードの全体系に占める割合の観点から刺激係数に着目し、1次及び2次モードの固有振動数に基づき定めることとする。2次モードの固有円振動数 ( $\omega_2$ ) は、水平成層地盤の2次固有振動数が1次固有振動数の3倍であることから、1次モードの固有円振動数 ( $\omega_1$ ) の3倍とする。

固有値解析におけるモード図を [図 3.5-20](#) に、固有値解析結果の一覧を表 3.5-13 に、固有値解析結果に基づき設定した Rayleigh 減衰を [図 3.5-21](#) に係数  $\alpha$ ,  $\beta$  を表 3.5-14 に示す。

表 3.5-13(1) 固有値解析結果 (断面⑤)

|    | 固有振動数<br>(Hz) | 有効質量比 (%) |    | 刺激係数      |           | 備考      |
|----|---------------|-----------|----|-----------|-----------|---------|
|    |               | Tx        | Ty | $\beta_x$ | $\beta_y$ |         |
| 1  | 5.848         | 84        | 0  | 192.80    | 2.27      | 1次として採用 |
| 2  | 7.585         | 84        | 0  | 9.83      | 0.26      | —       |
| 3  | 11.054        | 85        | 3  | 19.24     | 35.67     | —       |
| 4  | 11.366        | 85        | 57 | 6.86      | -148.70   | —       |
| 5  | 13.324        | 85        | 57 | 13.34     | -8.74     | —       |
| 6  | 14.847        | 89        | 58 | -40.71    | 26.87     | —       |
| 7  | 17.616        | 92        | 60 | -34.11    | -21.59    | —       |
| 8  | 18.405        | 92        | 60 | -2.30     | 0.59      | —       |
| 9  | 19.625        | 92        | 76 | -16.12    | -83.23    | —       |
| 10 | 20.668        | 94        | 78 | 26.98     | -23.90    | —       |

表 3.5-13(2) 固有値解析結果 (断面⑥)

|    | 固有振動数<br>(Hz) | 有効質量比 (%)      |                | 刺激係数      |           | 備考      |
|----|---------------|----------------|----------------|-----------|-----------|---------|
|    |               | T <sub>x</sub> | T <sub>y</sub> | $\beta_x$ | $\beta_y$ |         |
| 1  | 6.035         | 84             | 0              | 177.60    | -0.28     | 1次として採用 |
| 2  | 7.228         | 84             | 0              | 17.68     | -0.08     | —       |
| 3  | 11.528        | 84             | 58             | -0.91     | -142.40   | —       |
| 4  | 14.022        | 87             | 59             | 31.85     | 18.22     | —       |
| 5  | 14.656        | 88             | 59             | -20.18    | -2.82     | —       |
| 6  | 17.711        | 92             | 63             | -39.83    | 35.48     | —       |
| 7  | 19.593        | 93             | 71             | 8.10      | 51.52     | —       |
| 8  | 21.271        | 93             | 73             | -13.56    | 29.54     | —       |
| 9  | 23.186        | 96             | 74             | 30.90     | 19.11     | —       |
| 10 | 24.495        | 96             | 78             | -8.54     | -36.04    | —       |

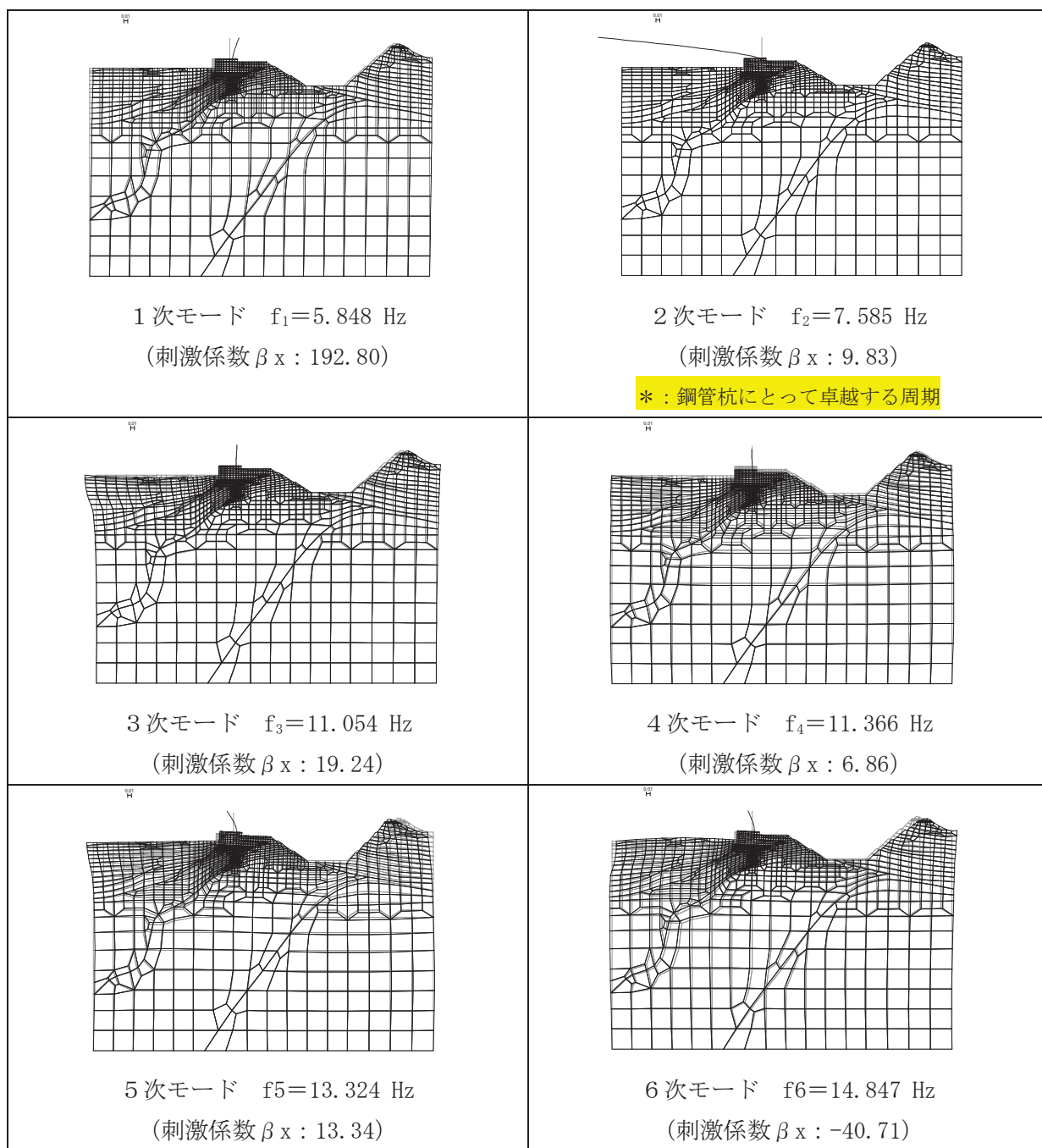


図 3.5-20(1) 固有値解析結果 (断面⑤ : モード図)

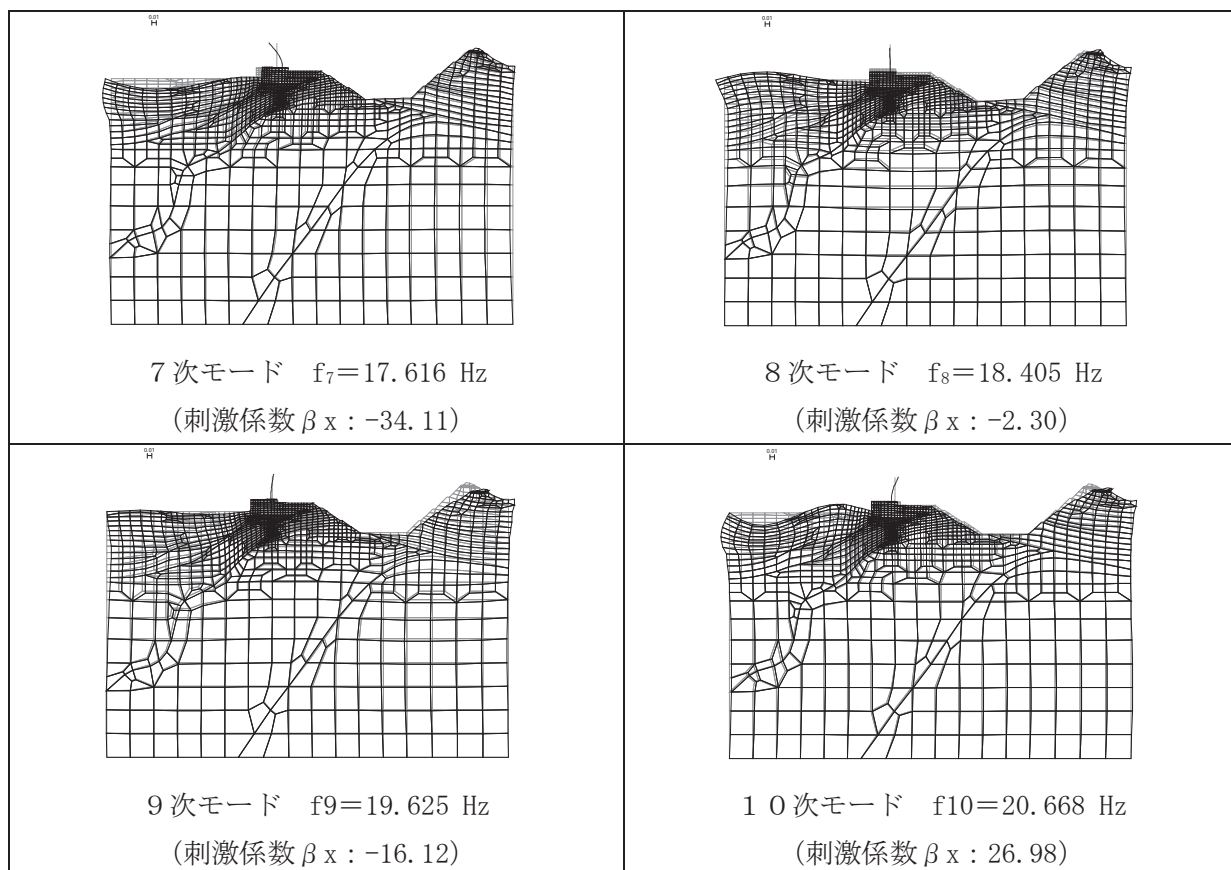


図 3.5-20(2) 固有値解析結果 (断面⑤ : モード図)

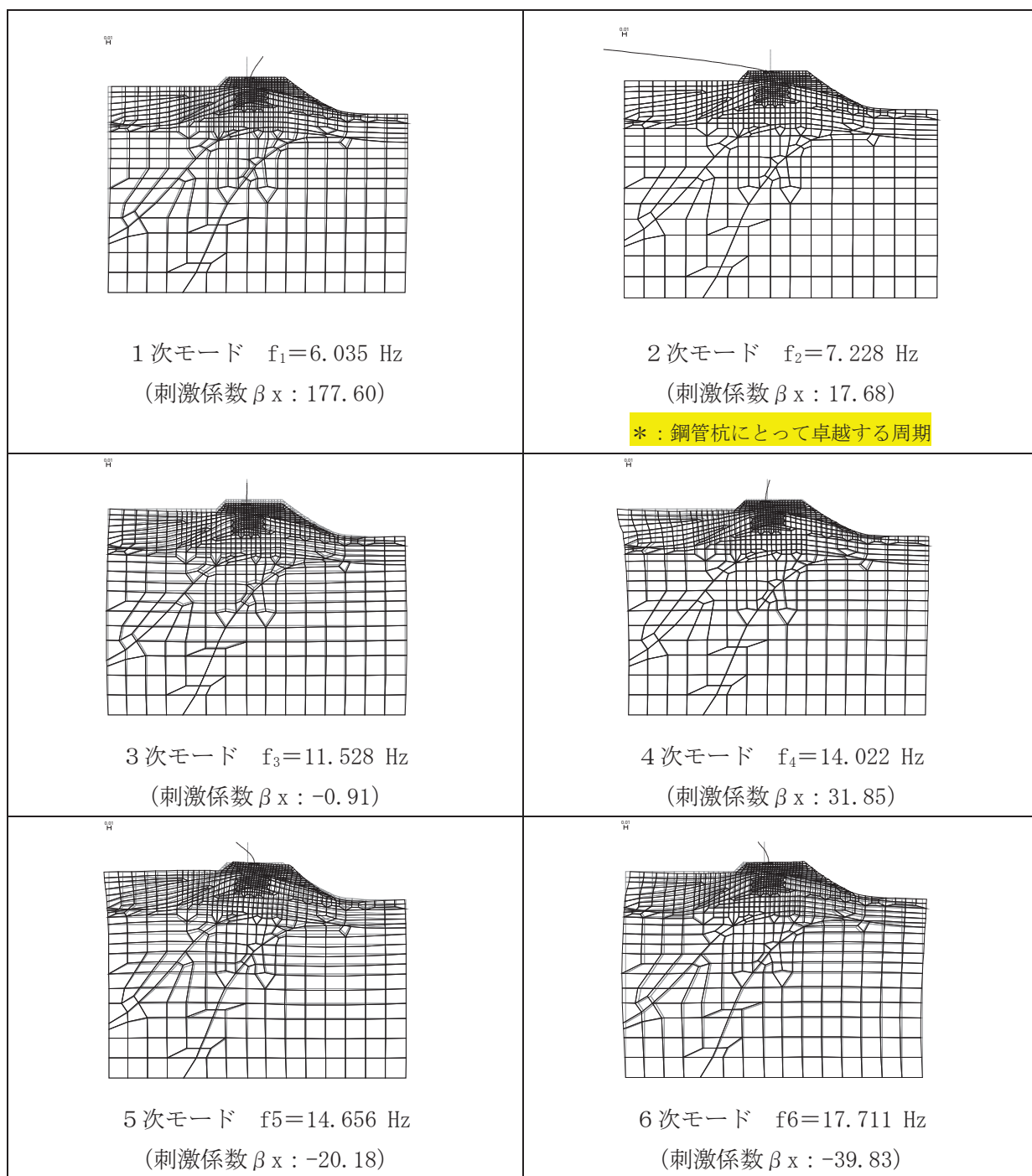


図 3.5-20(3) 固有値解析結果 (断面⑥: モード図)

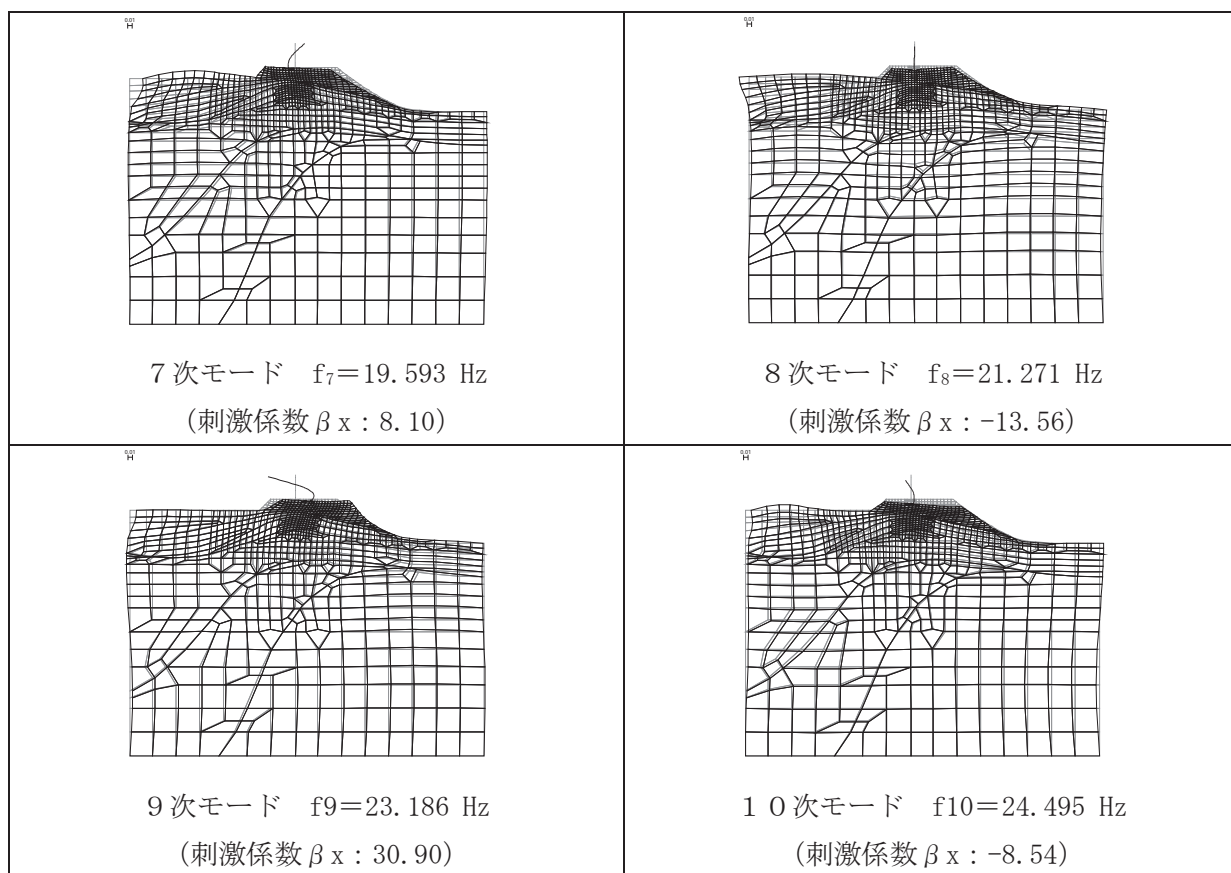


図 3.5-20(4) 固有値解析結果 (断面⑥ : モード図)

表 3.5-14 Rayleigh 減衰における係数  $\alpha$ ,  $\beta$  の設定結果

| 評価対象断面 | $\alpha$ | $\beta$                |
|--------|----------|------------------------|
| 断面⑤    | 1.653    | $4.803 \times 10^{-4}$ |
| 断面⑥    | 1.706    | $3.956 \times 10^{-4}$ |