

本資料のうち、枠囲みの内容は  
営業秘密又は防護上の観点から  
公開できません。

東海第二発電所 工事計画審査資料	
資料番号	補足-340-8 改 22
提出年月日	平成 30 年 7 月 5 日

工事計画に係る補足説明資料

耐震性に関する説明書のうち

補足-340-8

**【屋外重要土木構造物の耐震安全性評価について】**

平成 30 年 7 月

日本原子力発電株式会社

## 改定履歴

改定	改定日 (提出年月日)	改定内容
改0	H30.2.5	補足-348 改0として提出 ・1.1章, 1.4.1章, 1.4.4~1.4.7章を提出
改1	H30.2.15	補足-348 改1として提出 ・1.5章を新規作成し, 改0に追加
改2	H30.2.19	補足-348 改2として提出 ・改1のうち, 1.1章, 1.4.4~1.4.7章を修正
改0	H30.3.7	資料番号を修正 補足-340-8 改0 ・「1.4. 屋外重要土木構造物の耐震評価における断面選定の考え方」のうち, 1.4.3章, 1.4.8~1.4.10章, 1.4.12章を新規作成し, 追加
改1	H30.3.26	・P.3~5に補足説明資料と添付書類との関連を記載 ・1.4.1章, 1.4.4章~1.4.7章を修正 ・4章を新規作成し, 追加
改2	H30.4.6	・1.4.2章, 1.4.11章, 1.4.17章を新規作成し, 追加 ・4章を修正 ・12章を新規作成し, 追加
改3	H30.4.9	・1.3章, 2章を新規作成し, 追加 ・4.4章を修正
改4	H30.4.9	・1.2章, 8章, 11章を新規作成し, 追加
改5	H30.4.12	・10章を新規作成し, 追加
改6	H30.4.13	・1.4.13章, 1.4.14章, 1.4.15章, 1.4.16章, 1.4.18章を新規作成し, 追加 ・1.5章, 1.6章を新規作成し, 追加 ・5章, 6章, 7章, 9章, 14章, 16章, 17章を新規作成し, 追加
改7	H30.4.23	・10章, 11章, 17章を修正 ・3章, 13章, 15章, 18章を新規作成し, 追加
改8	H30.4.27	・既提出分を一式取り纏めて, 再提出
改9	H30.5.2	・改6のうち, 1.6章及び5章を改定 ・改3のうち, 4章を改訂
改10	H30.5.14	・1.7章, 1.8章を新規作成し, 追加
改11	H30.5.23	・改0のうち, 1.4.10章を改定 ・改7のうち, 10章を改定 ・改9のうち, 1.6章を改定
改12	H30.5.28	・改3のうち, 1.4.2章を改定 ・改3のうち, 2章を改定
改13	H30.5.31	・改0のうち, 1.4.3章を改定
改14	H30.6.6	・1.9章を新規作成し, 追加 ・1.10章を新規作成し, 追加 ・改7のうち, 3章を改定
改15	H30.6.7	・改7のうち, 17章, 18章を改定 ・改14のうち, 3章を改定
改16	H30.6.12	・改14のうち, 1.10章を改定
改17	H30.6.18	・改13のうち, 1.4.3章を改定 ・改3のうち, 1.4.11章を改定

改定	改定日 (提出年月日)	改定内容
改 18	H30. 6. 20	<ul style="list-style-type: none"> <li>・改 6 のうち, 1. 4. 13 章及び 1. 4. 15 章を改定</li> <li>・改 7 のうち, 13 章及び 14 章を改定</li> </ul>
改 19	H30. 6. 25	<ul style="list-style-type: none"> <li>・改 7 のうち, 11 章を改定</li> <li>・改 15 のうち, 3 章を改定</li> </ul>
改 20	H30. 6. 28	<ul style="list-style-type: none"> <li>・改 6 のうち, 1. 5 章を改定</li> <li>・改 14 のうち, 1. 9 章を改定</li> <li>・改 19 のうち, 11 章を改定</li> </ul>
改 21	H30. 7. 5	<ul style="list-style-type: none"> <li>・改 9 のうち, 4 章及び 5 章を改定</li> </ul>
改 22	H30. 7. 5	<ul style="list-style-type: none"> <li>・改 12 のうち, 2 章を改定</li> <li>・改 20 のうち, 1. 9 章を改定</li> </ul>

## 目次

[ ]内は、当該箇所を提出（最新）したときの改訂を示す。

1. 共通事項
  - 1.1 対象設備[改 7 H30. 4. 23]
  - 1.2 屋外重要土木構造物の要求性能と要求性能に対する耐震評価内容[改 4 H30. 4. 9]
  - 1.3 安全係数[改 3 H30. 4. 9]
  - 1.4 屋外重要土木構造物の耐震評価における断面選定の考え方
    - 1.4.1 方針[改 3 H30. 4. 9]
    - 1.4.2 取水構造物の断面選定の考え方[改 12 H30. 5. 28]
    - 1.4.3 屋外二重管の断面選定の考え方[改 17 H30. 6. 18]
    - 1.4.4 常設代替高圧電源装置置場及び西側淡水貯水設備の断面選定の考え方[改 1 H30. 3. 26]
    - 1.4.5 常設代替高圧電源装置用カルバート（トンネル部）の断面選定の考え方[改 1 H30. 3. 26]
    - 1.4.6 常設代替高圧電源装置用カルバート（立坑部）の断面選定の考え方[改 1 H30. 3. 26]
    - 1.4.7 常設代替高圧電源装置用カルバート（カルバート部）の断面選定の考え方[改 1 H30. 3. 26]
    - 1.4.8 代替淡水貯槽の断面選定の考え方[改 0 H30. 3. 8]
    - 1.4.9 常設低圧代替注水系ポンプ室の断面選定の考え方[改 0 H30. 3. 8]
    - 1.4.10 常設低圧代替注水系配管カルバートの断面選定の考え方[改 11 H30. 3. 8]
    - 1.4.11 格納容器圧力逃がし装置用カルバートの断面選定の考え方[改 17 H30. 6. 18]
    - 1.4.12 緊急用海水ポンプピットの断面選定の考え方[改 0 H30. 3. 8]
    - 1.4.13 緊急用海水取水管の断面選定の考え方[改 18 H30. 6. 20]
    - 1.4.14 S A用海水ピットの断面選定の考え方[改 6 H30. 4. 16]
    - 1.4.15 海水引込み管の断面選定の考え方[改 18 H30. 6. 20]
    - 1.4.16 S A用海水ピット取水塔の断面選定の考え方[改 6 H30. 4. 16]
    - 1.4.17 緊急時対策所用発電機燃料油貯蔵タンク基礎の断面選定の考え方[改 3 H30. 4. 9]
    - 1.4.18 可搬型設備用軽油タンク基礎の断面選定の考え方[改 6 H30. 4. 16]
  - 1.5 地盤物性のばらつきの考慮方法[改 20 H30. 6. 28]
  - 1.6 許容応力度法における許容限界について[改 11 H30. 5. 23]
  - 1.7 ジョイント要素のばね設定について[改 10 H30. 5. 14]
  - 1.8 有効応力解析モデルへの入力地震動の算定方法について[改 10 H30. 5. 14]
  - 1.9 地震応答解析における構造物の減衰定数について[改 22 H30. 7. 5]
  - 1.10 屋外重要土木構造物の地震応答解析結果及び耐震評価結果の記載方針について[改 16 H30. 6. 15]
2. 取水構造物の耐震安全性評価[改 22 H30. 7. 5]
3. 屋外二重管の耐震安全性評価[改 19 H30. 6. 25]
4. 常設代替高圧電源装置置場及び西側淡水貯水設備の耐震安全性評価[改 21 H30. 7. 5]
5. 常設代替高圧電源装置用カルバート（トンネル部）の耐震安全性評価[改 21 H30. 7. 5]
6. 常設代替高圧電源装置用カルバート（立坑部）の耐震安全性評価[改 6 H30. 4. 16]
7. 常設代替高圧電源装置用カルバート（カルバート部）の耐震安全性評価[改 6 H30. 4. 16]

8. 代替淡水貯槽の耐震安全性評価[改 4 H30. 4. 9]
9. 常設低圧代替注水系ポンプ室の耐震安全性評価[改 6 H30. 4. 16]
10. 常設低圧代替注水系配管カルバートの耐震安全性評価[改 11 H30. 5. 23]
11. 格納容器圧力逃がし装置用カルバートの耐震安全性評価[改 20 H30. 6. 28]
12. 緊急用海水ポンプピットの耐震安全性評価[改 3 H30. 4. 9]
13. 緊急用海水取水管の耐震安全性評価[改 18 H30. 6. 20]
14. S A用海水ピットの耐震安全性評価[改 6 H30. 4. 16]
15. 海水引込み管の耐震安全性評価[改 18 H30. 6. 20]
16. S A用海水ピット取水塔の耐震安全性評価[改 6 H30. 4. 16]
17. 緊急時対策所用発電機燃料油貯蔵タンク基礎の耐震安全性評価[改 15 H30. 6. 7]
18. 可搬型設備用軽油タンク基礎の耐震安全性評価[改 15 H30. 6. 7]

本補足説明資料は、耐震性に関する説明書のうち屋外重要土木構造物の耐震安全性評価についての内容を補足するものである。本補足説明資料と添付書類との関連を以下に示す。

補足説明資料と添付書類との関連

工事計画に係る補足説明資料 耐震性に関する説明書のうち 補足-340-8 【屋外重要土木構造物の耐震安全性評価について】		該当添付書類	
1. 共通事項	1.1 対象設備	共通事項	
	1.2 屋外重要土木構造物の要求性能と要求性能に対する耐震評価内容	共通事項	
	1.3 安全係数	共通事項	
	1.4 屋外重要土木構造物の耐震評価における断面選定の考え方	1.4.1 方針	共通事項
		1.4.2 取水構造物の断面選定の考え方	V-2-2-6 取水構造物の地震応答計算書
		1.4.3 屋外二重管	V-2-2-8 屋外二重管の地震応答計算書
		1.4.4 常設代替高圧電源装置置場及び西側淡水貯水設備	V-2-2-21-1 常設代替高圧電源装置置場及び西側淡水貯水設備の地震応答計算書
		1.4.5 常設代替高圧電源装置用カルバート（トンネル部）	V-2-2-21-3 常設代替高圧電源装置用カルバート（トンネル部）の地震応答計算書
		1.4.6 常設代替高圧電源装置用カルバート（立坑部）	V-2-2-21-4 常設代替高圧電源装置用カルバート（立坑部）の地震応答計算書
		1.4.7 常設代替高圧電源装置用カルバート（カルバート部）	V-2-2-21-2 常設代替高圧電源装置用カルバート（カルバート部）の地震応答計算書
		1.4.8 代替淡水貯槽	V-2-2-27 代替淡水貯槽の地震応答計算書
		1.4.9 常設低圧代替注水系ポンプ室	V-2-2-25 常設低圧代替注水系ポンプ室の地震応答計算書
		1.4.10 常設低圧代替注水系配管カルバート	V-2-2-29 常設低圧代替注水系配管カルバートの地震応答計算書
		1.4.11 格納容器圧力逃がし装置用カルバート	V-2-2-19 格納容器圧力逃がし装置用配管カルバートの地震応答計算書
		1.4.12 緊急用海水ポンプピット	V-2-2-33 緊急用海水ポンプピットの地震応答計算書
		1.4.13 緊急用海水取水管	V-2-10-4-5 緊急用海水取水管の耐震性についての計算書
		1.4.14 SA用海水ピット	V-2-2-31 SA用海水ピットの地震応答計算書
		1.4.15 海水引込み管	V-2-10-4-3 海水引込み管の耐震性についての計算書
		1.4.16 SA用海水ピット取水塔	V-2-10-4-2 SA用海水ピット取水塔の耐震性についての計算書
1.4.17 緊急時対策所用発電機燃料油貯蔵タンク基礎		V-2-2-11 緊急時対策所用発電機燃料油貯蔵タンク基礎の地震応答計算書	
1.4.18 可搬型設備用軽油タンク基礎		V-2-2-23 可搬型設備用軽油タンク基礎の地震応答計算書	

	1.5 地盤物性・材料物性のばらつきの考慮方法	共通事項
	1.6 許容応力度法における許容限界について	共通事項
	1.7 ジョイント要素のばね設定について	共通事項
	1.8 有効応力解析モデルへの入力地震動の算定方法について	共通事項
2.	取水構造物の耐震安全性評価	V-2-2-6 取水構造物の地震応答計算書 V-2-2-7 取水構造物の耐震性についての計算書
3.	屋外二重管の耐震安全性評価	V-2-2-8 屋外二重管の地震応答計算書 V-2-2-9 屋外二重管の耐震性についての計算書
4.	常設代替高圧電源装置置場及び西側淡水貯水設備の耐震安全性評価	V-2-2-21-1 常設代替高圧電源装置置場及び西側淡水貯水設備の地震応答計算書 V-2-2-22-1 常設代替高圧電源装置置場及び西側淡水貯水設備の耐震性についての計算書
5.	常設代替高圧電源装置用カルバート（トンネル部）の耐震安全性評価	V-2-2-21-3 常設代替高圧電源装置用カルバート（トンネル部）の地震応答計算書 V-2-2-22-3 常設代替高圧電源装置用カルバート（トンネル部）の耐震性についての計算書
6.	常設代替高圧電源装置用カルバート（立坑部）の耐震安全性評価	V-2-2-21-4 常設代替高圧電源装置用カルバート（立坑部）の地震応答計算書 V-2-2-22-4 常設代替高圧電源装置用カルバート（立坑部）の耐震性についての計算書
7.	常設代替高圧電源装置用カルバート（カルバート部）の耐震安全性評価	V-2-2-21-2 常設代替高圧電源装置用カルバート（カルバート部）の地震応答計算書 V-2-2-22-2 常設代替高圧電源装置用カルバート（カルバート部）の耐震性についての計算書
8.	代替淡水貯槽の耐震安全性評価	V-2-2-27 代替淡水貯槽の地震応答計算書 V-2-2-28 代替淡水貯槽の耐震性についての計算書
9.	常設低圧代替注水系ポンプ室の耐震安全性評価	V-2-2-25 常設低圧代替注水系ポンプ室の地震応答計算書 V-2-2-26 常設低圧代替注水系ポンプ室の耐震性についての計算書
10.	常設低圧代替注水系配管カルバートの耐震安全性評価	V-2-2-29 常設低圧代替注水系配管カルバートの地震応答計算書 V-2-2-30 常設低圧代替注水系配管カルバートの耐震性についての計算書

11. 格納容器圧力逃がし装置用カルバートの耐震安全性評価	V-2-2-19 格納容器圧力逃がし装置用配管カルバートの地震応答計算書 V-2-2-20 格納容器圧力逃がし装置用配管カルバートの耐震性についての計算書
12. 緊急用海水ポンプピットの耐震安全性評価	V-2-2-33 緊急用海水ポンプピットの地震応答計算書 V-2-2-34 緊急用海水ポンプピットの耐震性についての計算書
13. 緊急用海水取水管の耐震安全性評価	V-2-10-4-5 緊急用海水取水管の耐震性についての計算書
14. SA用海水ピットの耐震安全性評価	V-2-2-31 SA用海水ピットの地震応答計算書 V-2-2-32 SA用海水ピットの耐震性についての計算書
15. 海水引込み管の耐震安全性評価	V-2-10-4-3 海水引込み管の耐震性についての計算書
16. SA用海水ピット取水塔の耐震安全性評価	V-2-10-4-2 SA用海水ピット取水塔の耐震性についての計算書
17. 緊急時対策所用発電機燃料油貯蔵タンク基礎の耐震安全性評価	V-2-2-11 緊急時対策所用発電機燃料油貯蔵タンク基礎の地震応答計算書 V-2-2-12 緊急時対策所用発電機燃料油貯蔵タンク基礎の耐震性についての計算書
18. 可搬型設備用軽油タンク基礎の耐震安全性評価	V-2-2-23 可搬型設備用軽油タンク基礎の地震応答計算書 V-2-2-24 可搬型設備用軽油タンク基礎の耐震性についての計算書





## 1. 共通事項

## 1.1 対象設備

耐震安全性評価の対象とする屋外重要土木構造物は、Sクラスの機器・配管の間接支持構造物若しくは非常時における海水の通水機能・貯水機能を求められる取水構造物，屋外二重管，貯留堰，常設代替高圧電源装置置場及び常設代替高圧電源装置用カルバートである。

また，同様に耐震安全性評価の対象とする「常設耐震重要重大事故防止設備又は常設重大事故緩和設備」及び「常設耐震重要重大事故防止設備又は常設重大事故緩和設備が設置される重大事故等対処施設」に該当する土木構造物である代替淡水貯槽，常設低圧代替注水系ポンプ室，常設低圧代替注水系配管カルバート，格納容器圧力逃がし装置用カルバート，緊急用海水ポンプピット，緊急用海水取水管，SA用海水ピット，海水引込み管，SA用海水ピット取水塔，緊急時対策所用発電機燃料油貯蔵タンク基礎，可搬型設備用軽油タンク基礎についても記載する。

なお，防潮堤及び貯留堰については，津波防護施設としての耐震安全性評価を別途実施する。これらの屋外重要土木構造物等の位置図を図1.1-1に示す。

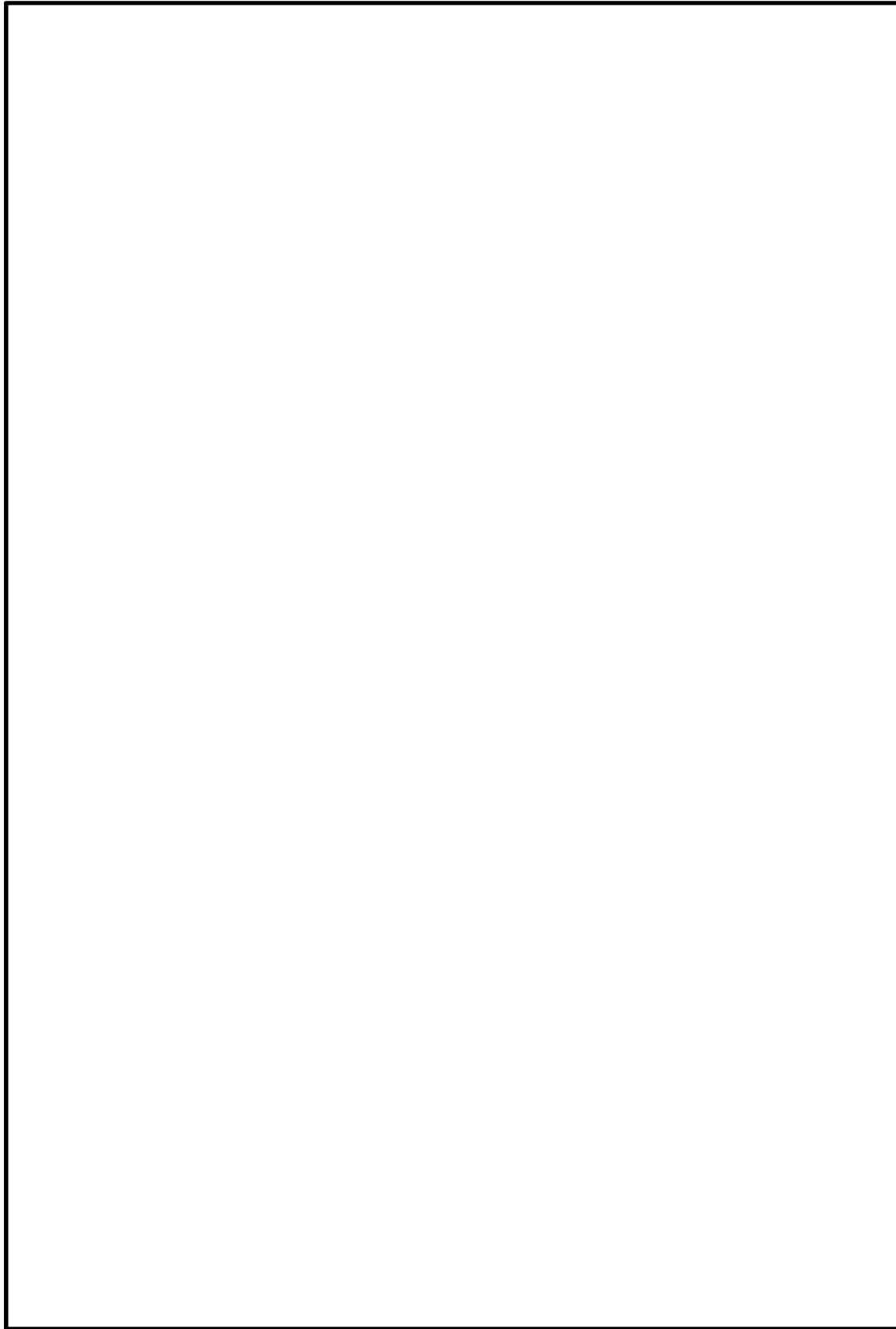


图 1.1-1 屋外重要土木构造物等位置图

### 1.9 地震応答解析における構造物の減衰定数について

地震応答解析においては、線形材料としてモデル化する鋼材の減衰定数は 3%（道路橋示方書（V耐震設計編）同解説（平成 24 年 3 月））とし、線形材料としてモデル化するコンクリートの減衰定数は 5%（J E A G 4 6 0 1 -1987）としている。

本資料においては、線形材料としてモデル化する鋼材の減衰定数を 2%と仮定したケースとコンクリートの減衰定数を 4%及び 3%と仮定したケースの地震応答解析をケーススタディとして実施し、構造物の照査値に対しては、構造物の減衰定数の設定値による影響が支配的ではないこと、すなわち減衰定数の設定値の違いにより構造物の照査値（発生応力度/短期許容応力度）に有意な差が生じないことを確認する。

#### 1.9.1 評価方法

鋼材及びコンクリートの減衰定数についてケーススタディを実施する。具体的には、この度の工事計画認可申請にて、道路橋示方書及び J E A G 4 6 0 1 に従い設定している減衰定数（鋼材 3%及びコンクリート 5%）に対して、鋼材の減衰定数を 2%と仮定した場合及びコンクリートの減衰定数を 4%及び 3%と仮定した場合の解析を実施し、構造物の照査値の比較を行う。

評価対象施設は、鋼材（鋼管杭）及びコンクリートの両方の材料から構成される屋外重要土木構造物である常設代替高圧電源装置用カルバート（カルバート部）とする。また、鋼材（鋼管杭）を上部構造に有する評価対象施設は、上部構造及び下部構造ともに鋼材（鋼管杭）を構成部材に有する津波防護施設である鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁とする。

地盤物性値には、地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース（豊浦標準砂モデル）の解析用物性値を用い、地震動には、幅広い周期帯で比較的応答加速度が大きい S<sub>1</sub>-D1 を用いる。

その他の解析条件は、この度の工事計画認可申請における耐震計算書と同じである。

表 1.9-1 に構造物の減衰定数に係るケーススタディの検討ケース、図 1.9-1 に常設代替高圧電源装置用カルバート（カルバート部）の平面配置、図 1.9-2 に鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁の平面配置、図 1.9-3 に耐震評価対象断面、図 1.9-4 に解析モデルをそれぞれ示す。

表 1.9-1 (1) 検討ケース（常設代替高圧電源装置用カルバート（カルバート部））

ケース	鋼材の減衰定数	コンクリートの減衰定数
①	3%	5%
②	2%	5%
③	3%	4%
④	3%	3%

表 1.9-1 (2) 検討ケース（鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁）

ケース	鋼材の減衰定数
①	3%
②	2%

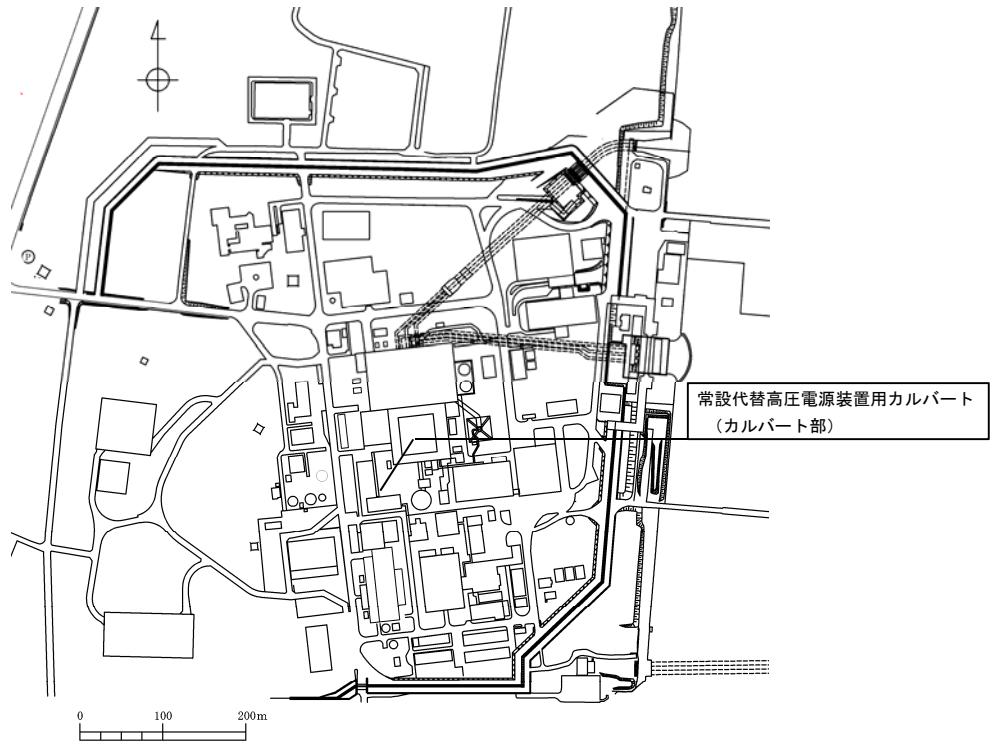


図 1.9-1 (1) 常設代替高圧電源装置用カルバート (カルバート部) の  
平面配置図 (全体平面図)

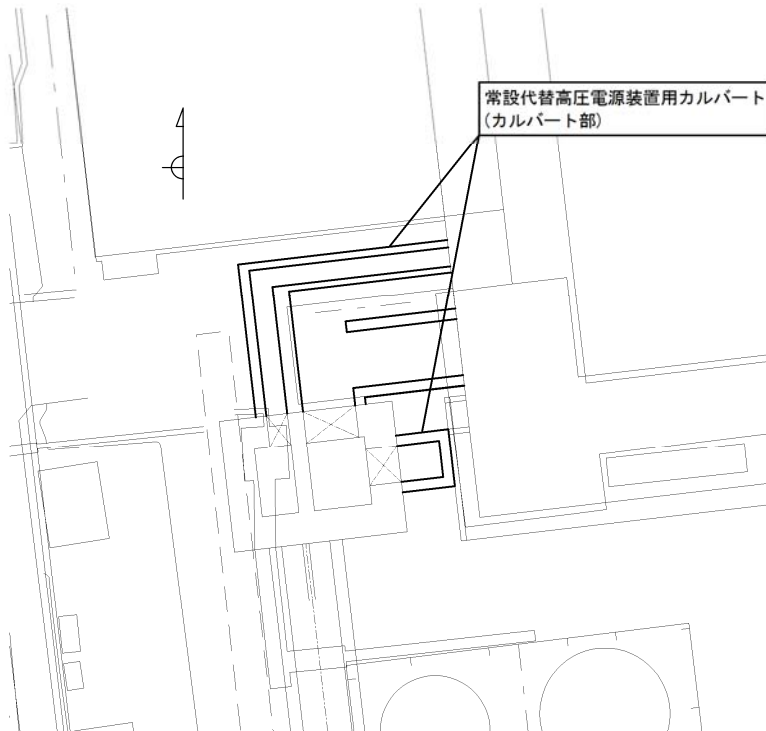


図 1.9-1 (2) 常設代替高圧電源装置用カルバート (カルバート部) の  
平面配置図 (拡大図)

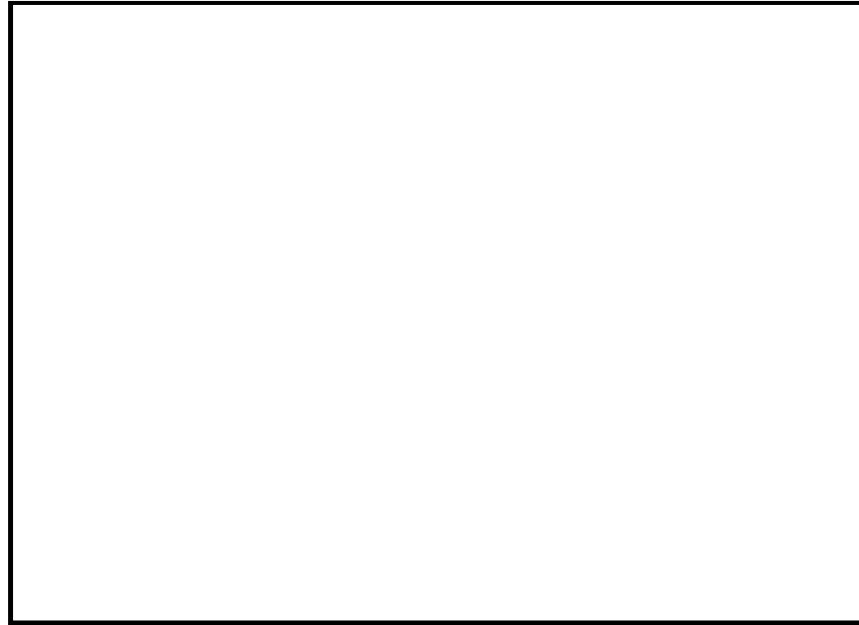


図 1.9-1 (3) 常設代替高圧電源装置用カルバート（カルバート部）の平面図

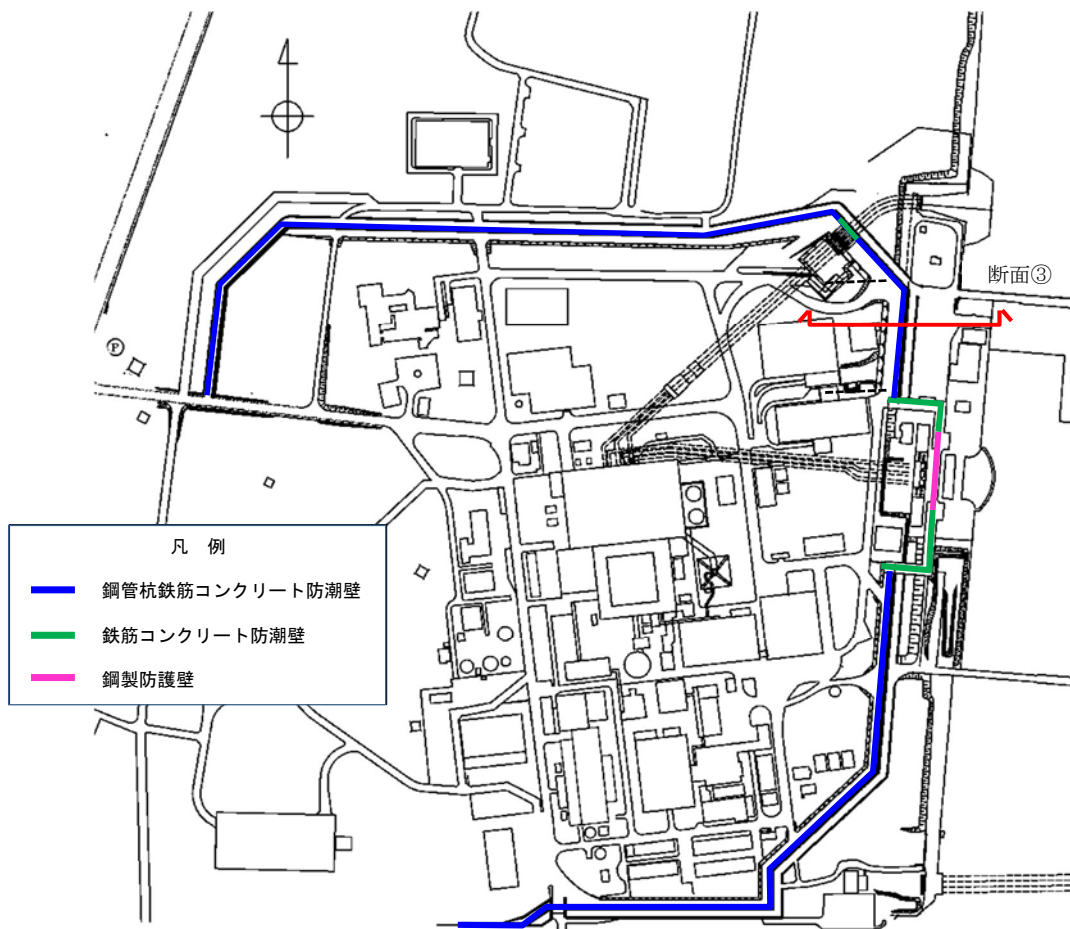


図 1.9-2 鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁の平面配置図（全体平面図）

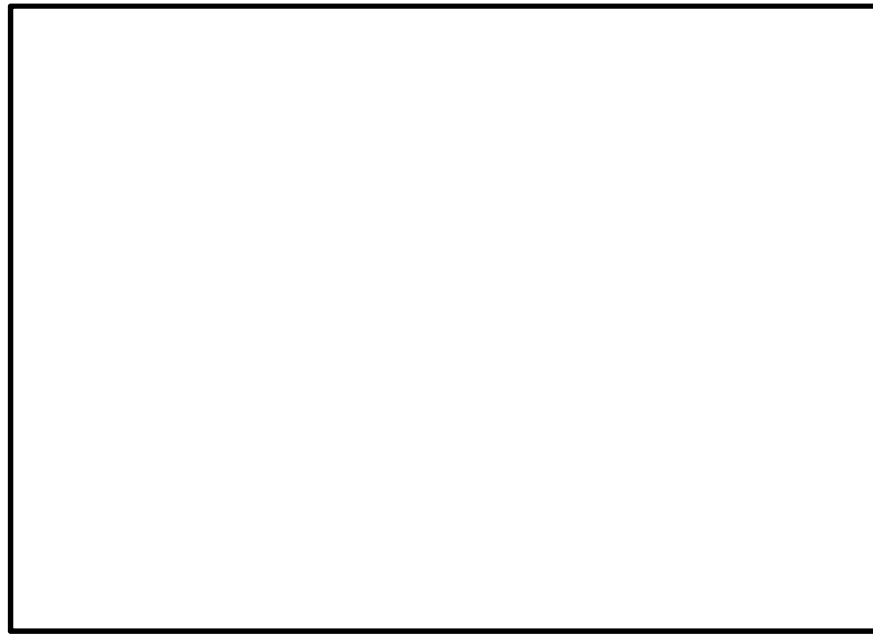


図 1.9-3 (1) 耐震評価対象断面 (常設代替高压電源装置用カルバート (カルバート部) ①—①断面)

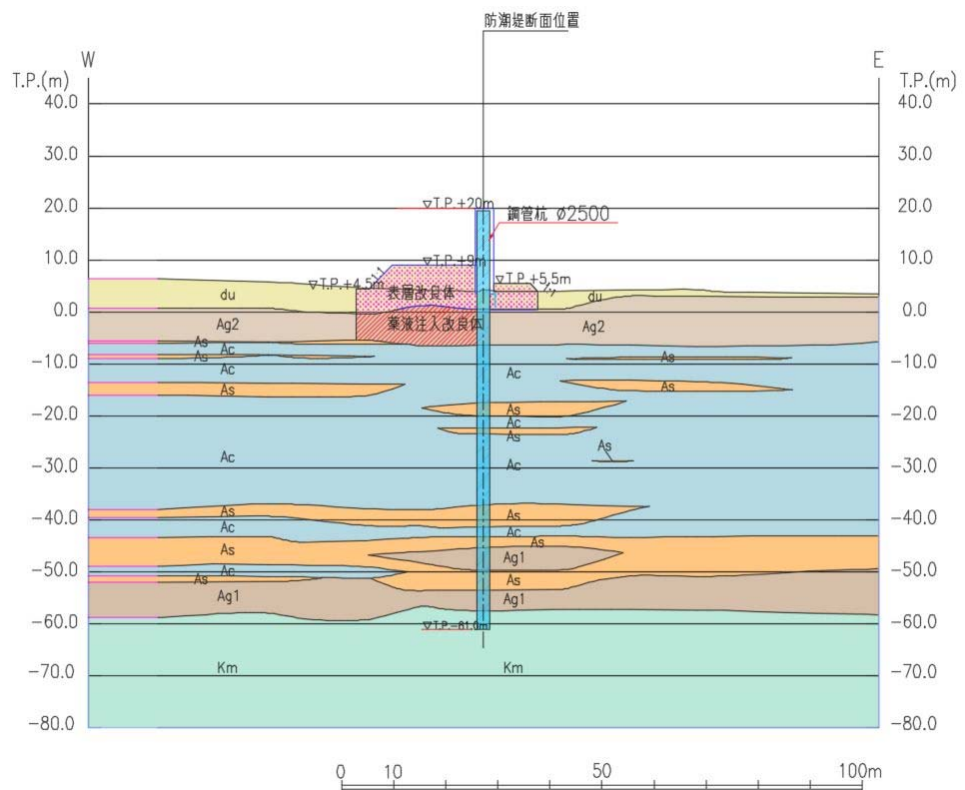


図 1.9-3 (2) 耐震評価対象断面 (鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁 断面③)



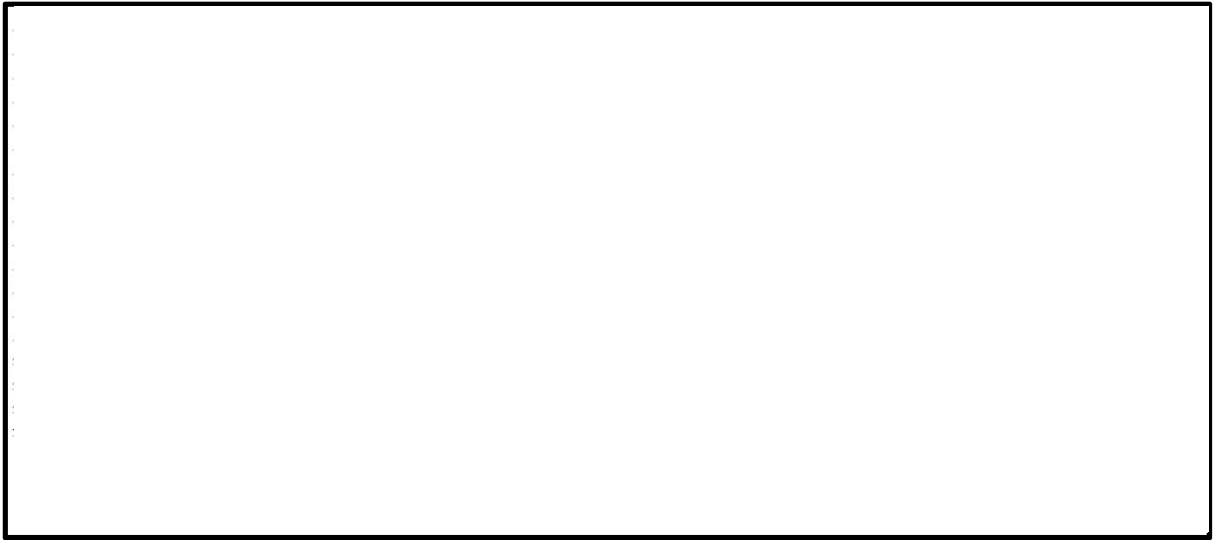


図 1.9-4 (1) 解析モデル 常設代替高圧電源装置用カルバート (カルバート部)

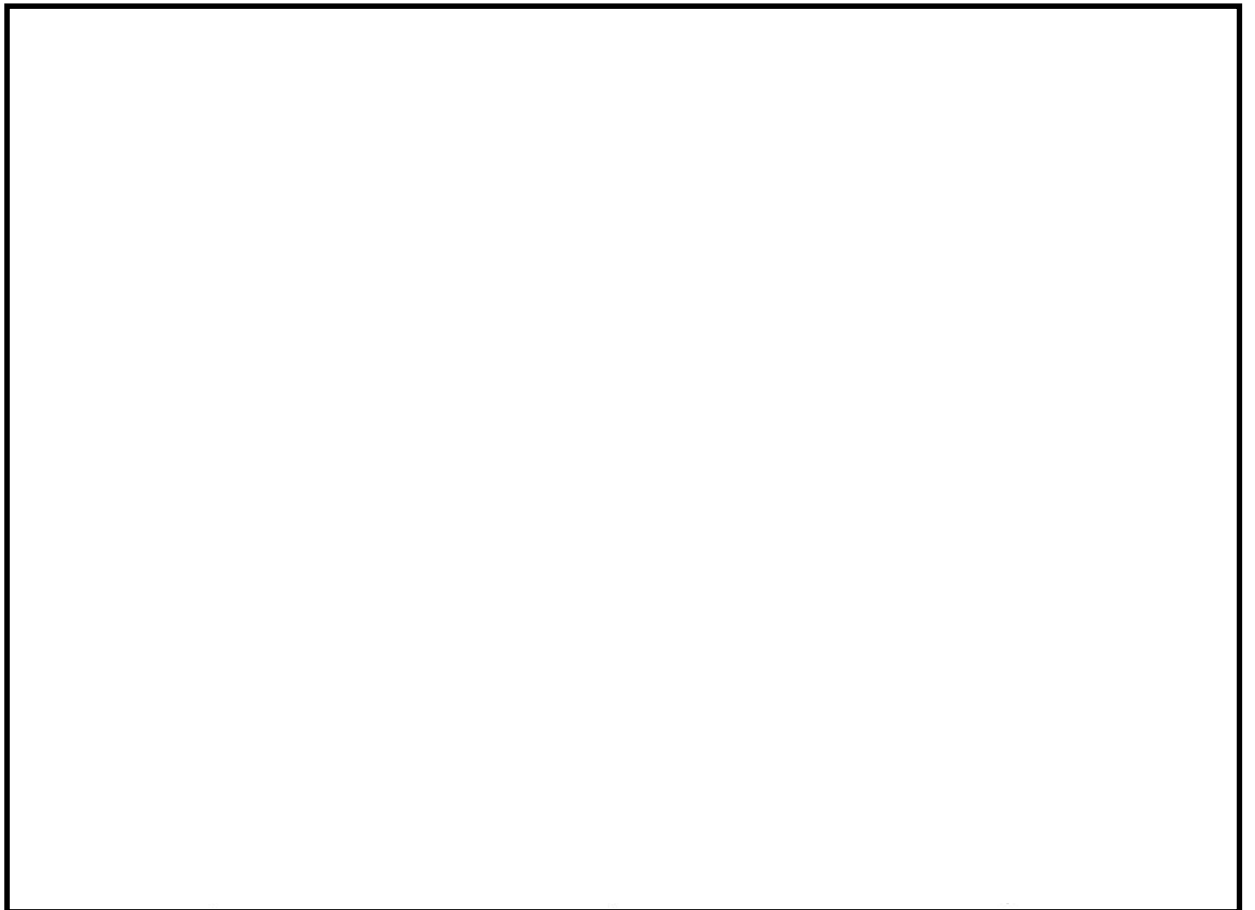


図 1.9-4 (2) 解析モデル 鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁

### 1.9.2 評価結果

構造物の減衰定数に係るケーススタディの解析による構造物の照査値が最も厳しい要素での比較結果を表 1.9-2～表 1.9-4 に示す。なお、図 1.9-5 に常設代替高圧電源装置用カルバート（カルバート部）の杭位置，図 1.9-6 に鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁の杭要素番号，図 1.9-7 にカルバートの評価部材名称をそれぞれ示す。

また，図 1.9-8 に示す節点において検討ケースの床応答を抽出し，応答スペクトルを比較する。図 1.9-9～図 1.9-11 に比較した床応答加速度スペクトル（水平，鉛直）を示す。

表 1.9-2 鋼材（下部構造の鋼管杭）の減衰定数に関する解析結果の比較  
（常設代替高圧電源装置用カルバート（カルバート部））

杭位置		照査項目	照査値（発生応力度/短期許容応力度）		備考	
カルバート	杭		鋼材の減衰定数 3%	鋼材の減衰定数 2%		
軽油	南側	曲げ軸力	0.30	0.30	鋼材仕様 鋼管杭 φ 1200mm t=50mm SM570	
		せん断力	0.12	0.12		
	北側	曲げ軸力	0.29	0.29		
		せん断力	0.11	0.11		
水電気	南側	曲げ軸力	0.15	0.15		鋼材仕様 鋼管杭 φ 1500mm t=25mm SM570
		せん断力	0.08	0.08		
	中央	曲げ軸力	0.14	0.14		
		せん断力	0.11	0.11		
	北側	曲げ軸力	0.29	0.30		
		せん断力	0.24	0.24		

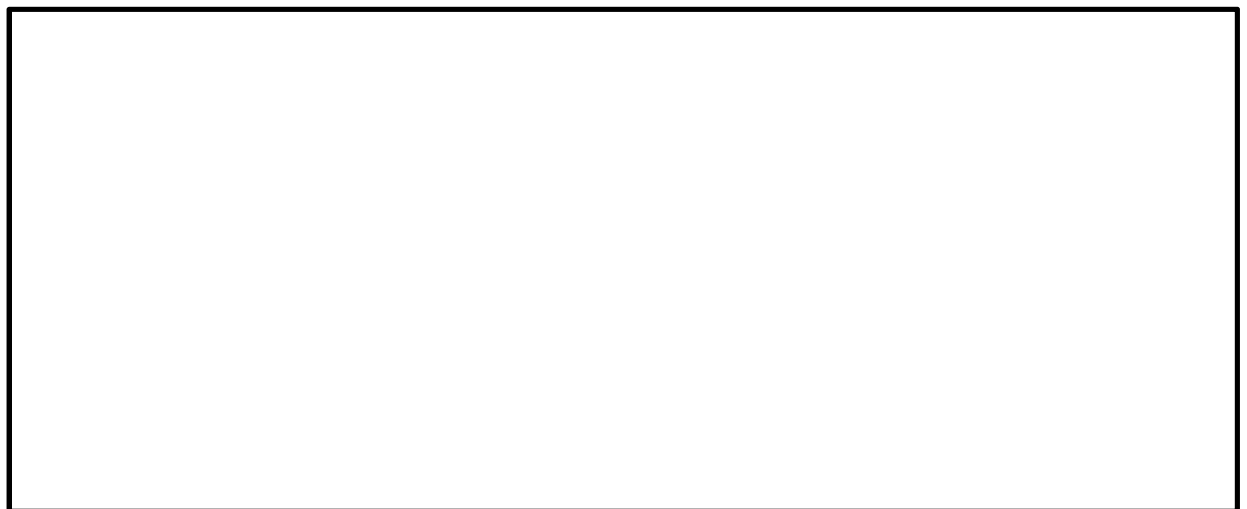


図 1.9-5 常設代替高圧電源装置用カルバート（カルバート部）の杭位置

表 1.9-3 鋼材（上部構造及び下部構造の鋼管杭）の減衰定数に関する解析結果の比較  
（鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁）

杭位置 要素番号	照査項目	照査値（発生応力度/短期許容応力度）		備考
		鋼材の減衰定数 3%	鋼材の減衰定数 2%	
71	曲げ軸力	0.65	0.65	鋼材仕様 鋼管杭 φ2500mm t=35mm SM570
75	せん断力	0.27	0.27	

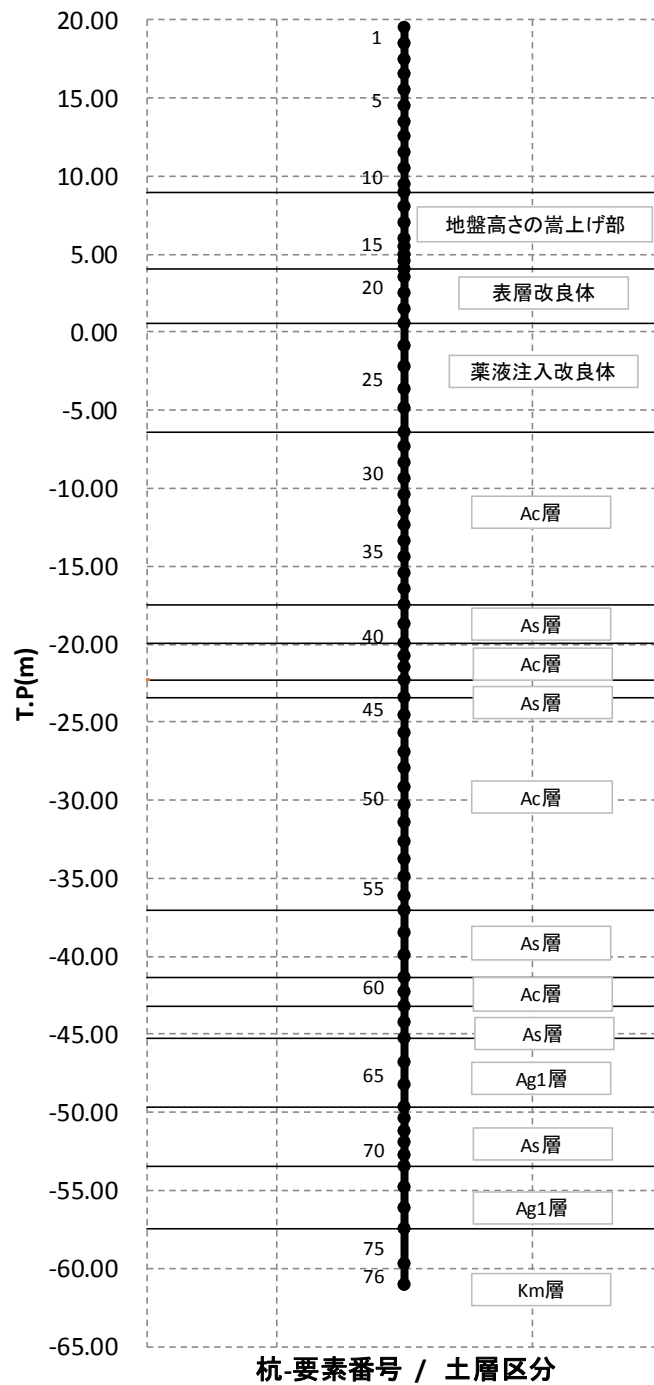


図 1.9-6 杭要素番号（鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁）

表 1.9-4 コンクリートの減衰定数に関する解析結果の比較  
(常設代替高圧電源装置用カルバート (カルバート部))

部材位置		照査項目		照査値 (発生応力度/短期許容応力度)			仕様 (暫定)
カルバート	部材			コンクリートの減衰定数 5%	コンクリートの減衰定数 4%	コンクリートの減衰定数 3%	
軽油	底版	曲げ軸力	コンクリート	0.16	0.17	0.17	f'ck=40 N/mm2
			鉄筋(内空側)	0.27	0.27	0.27	D32@200
			鉄筋(地山側)	0.25	0.25	0.25	D32@200
		せん断力		0.37	0.37	0.37	D16@200ctc400
	北側壁	曲げ軸力	コンクリート	0.32	0.32	0.32	f'ck=40 N/mm2
			鉄筋(内空側)	0.56	0.57	0.57	D22@200
			鉄筋(地山側)	0.62	0.62	0.62	D29@200
		せん断力		0.57	0.57	0.57	D16@200ctc400
	頂版	曲げ軸力	コンクリート	0.17	0.18	0.18	f'ck=40 N/mm2
			鉄筋(内空側)	0.21	0.22	0.22	D22@200
			鉄筋(地山側)	0.34	0.34	0.34	D25@200
		せん断力		0.17	0.17	0.17	D16@200ctc200
	南側壁	曲げ軸力	コンクリート	0.29	0.29	0.29	f'ck=40 N/mm2
			鉄筋(内空側)	0.47	0.47	0.47	D22@200
			鉄筋(地山側)	0.45	0.45	0.46	D29@200
せん断力		0.47	0.47	0.47	D16@200ctc400		
中壁	曲げ軸力	コンクリート	0.44	0.45	0.45	f'ck=40 N/mm2	
		鉄筋(北側)	0.72	0.72	0.73	D16@200	
		鉄筋(南側)	0.65	0.66	0.66	D16@200	
	せん断力		0.19	0.19	0.19	D16@200ctc400	
水電気	底版	曲げ軸力	コンクリート	0.14	0.14	0.15	f'ck=40 N/mm2
			鉄筋(内空側)	0.32	0.32	0.32	D35@200
			鉄筋(地山側)	0.13	0.13	0.13	D35@200
		せん断力		0.18	0.18	0.18	D19@200ctc400
	北側壁	曲げ軸力	コンクリート	0.33	0.33	0.33	f'ck=40 N/mm2
			鉄筋(内空側)	0.38	0.38	0.38	D19@200
			鉄筋(地山側)	0.28	0.28	0.28	D32@200
		せん断力		0.59	0.59	0.60	D22@200ctc400
	頂版	曲げ軸力	コンクリート	0.31	0.31	0.31	f'ck=40 N/mm2
			鉄筋(内空側)	0.62	0.63	0.63	D22@200
			鉄筋(地山側)	0.49	0.49	0.50	D29@200
		せん断力		0.23	0.23	0.24	D22@200ctc200
	南側壁	曲げ軸力	コンクリート	0.25	0.25	0.25	f'ck=40 N/mm2
			鉄筋(内空側)	0.47	0.47	0.48	D22@200
			鉄筋(地山側)	0.12	0.12	0.12	D32@200
せん断力		0.57	0.57	0.58	D22@200ctc400		
南中壁	曲げ軸力	コンクリート	0.15	0.15	0.15	f'ck=40 N/mm2	
		鉄筋(北側)	0.06	0.06	0.06	D22@200	
		鉄筋(南側)	0.02	0.02	0.02	D22@200	
	せん断力		0.22	0.23	0.23	D16@200ctc400	
北中壁	曲げ軸力	コンクリート	0.26	0.26	0.26	f'ck=40 N/mm2	
		鉄筋(北側)	0.36	0.36	0.37	D29@200	
		鉄筋(南側)	0.24	0.24	0.24	D25@200	
	せん断力		0.30	0.30	0.30	D16@200ctc400	

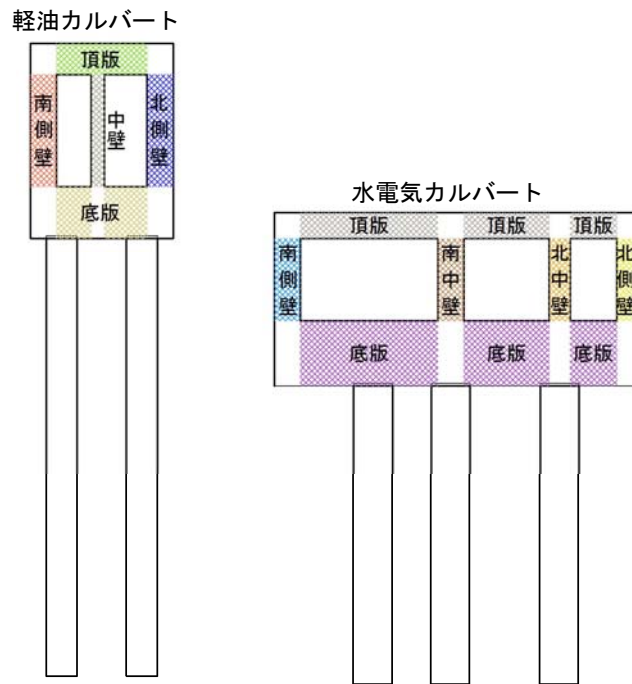


図 1.9-7 カルバートの評価部材名称 (常設代替高圧電源装置用カルバート (カルバート部))

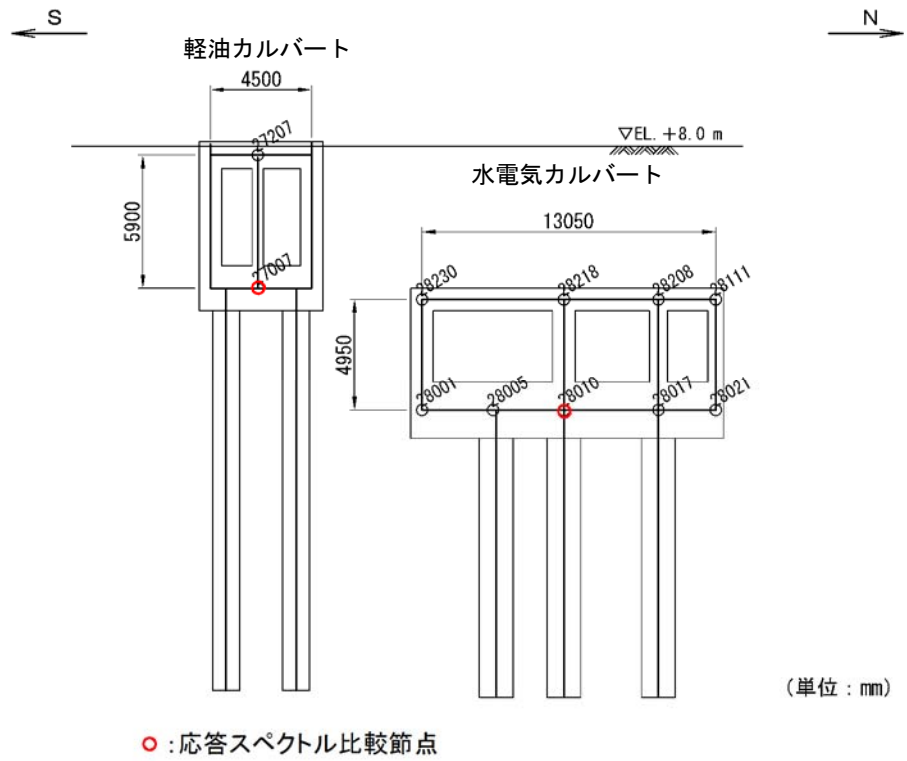


図 1.9-8 (1) 加速度応答抽出点 (常設代替高圧電源装置用カルバート (カルバート部))

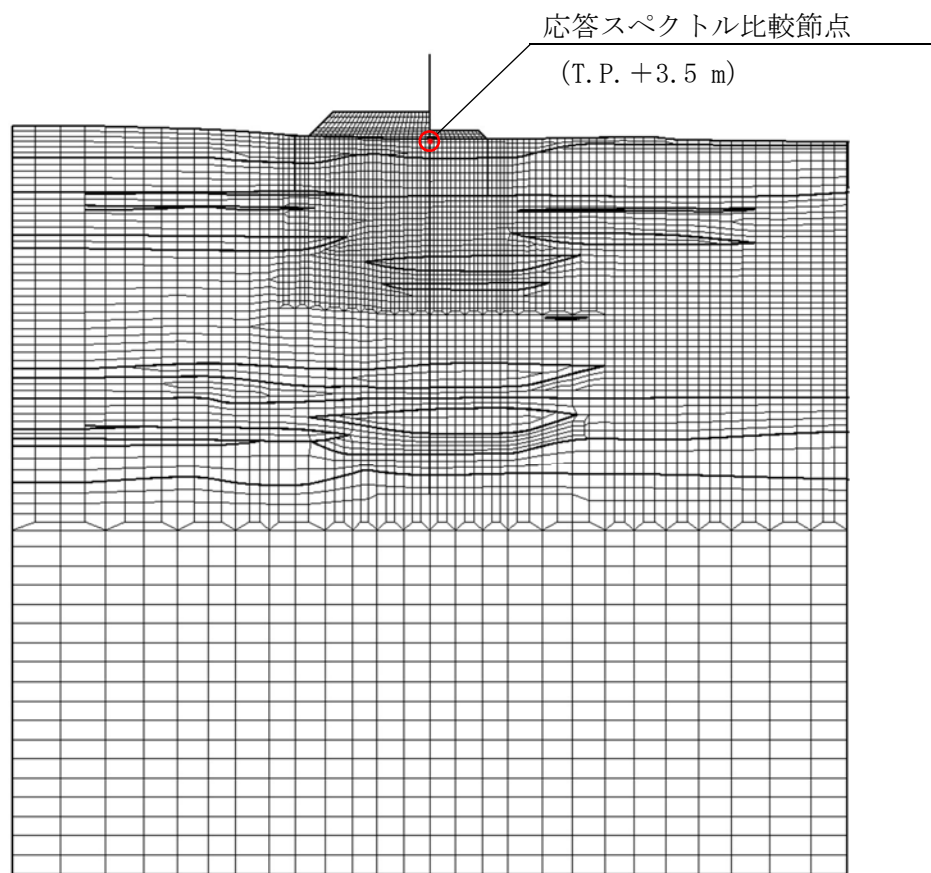


図 1.9-8 (2) 加速度応答抽出点 (鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁)

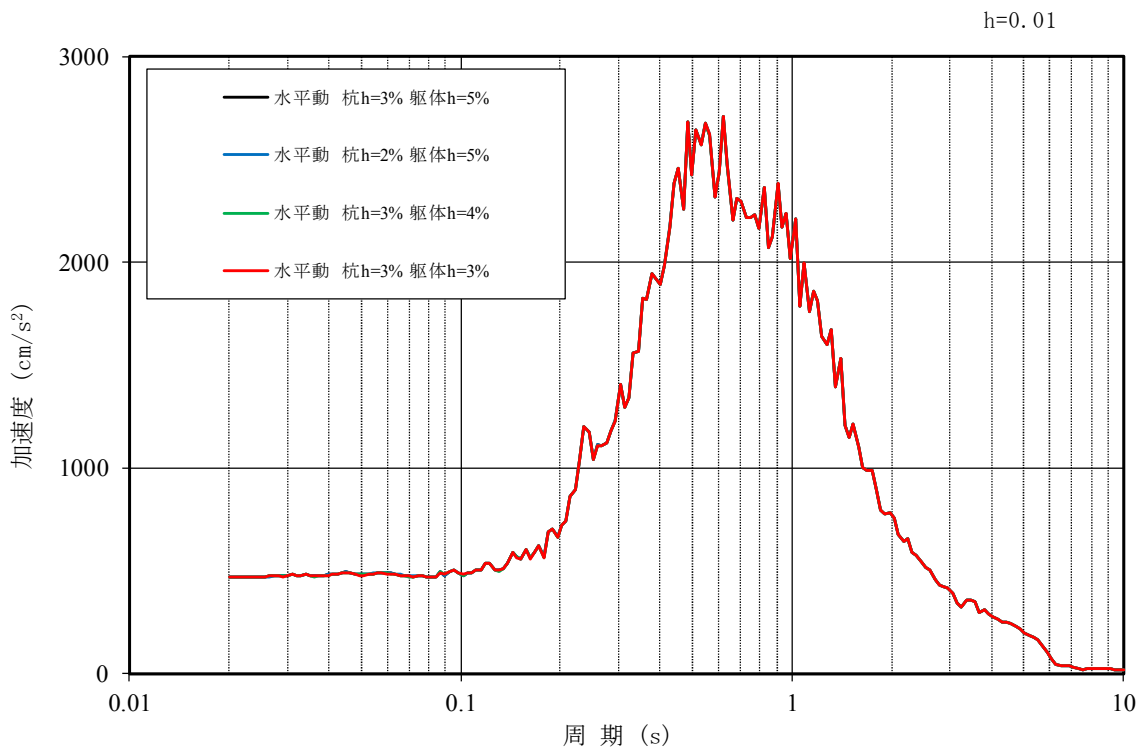


図 1.9-9 (1) 加速度応答スペクトル：水平方向  
(軽油カルバート底版中央付近)

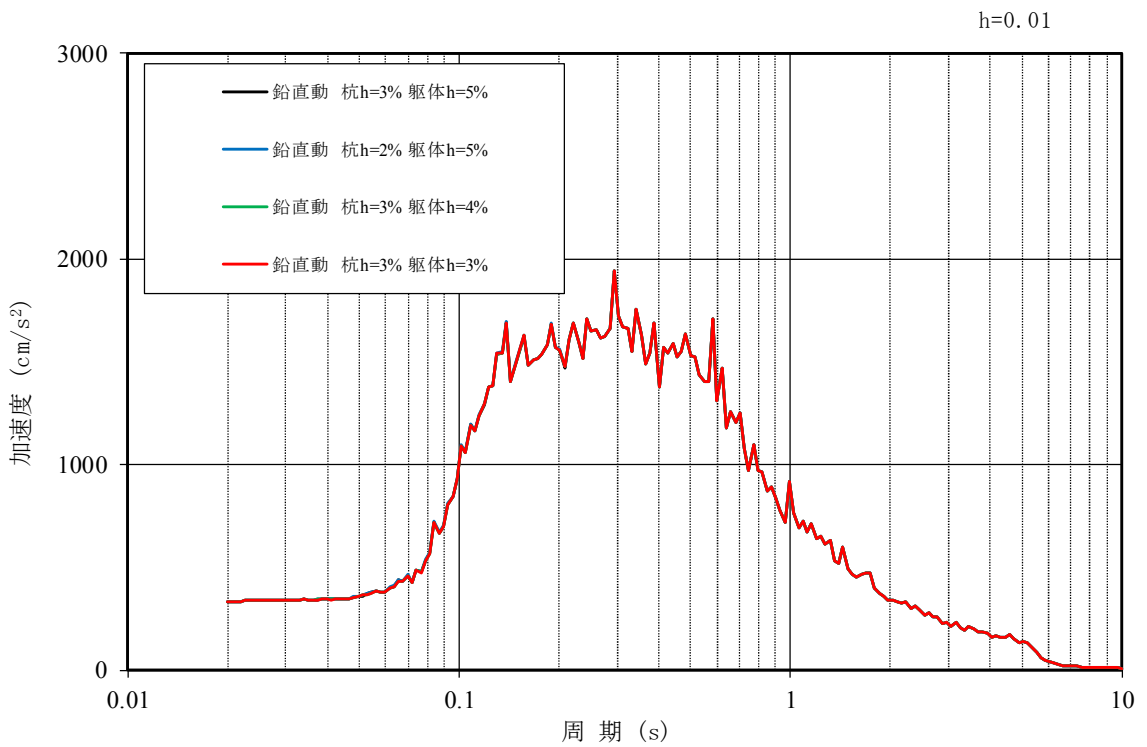


図 1.9-9 (2) 加速度応答スペクトル：鉛直方向  
(軽油カルバート底版中央付近)

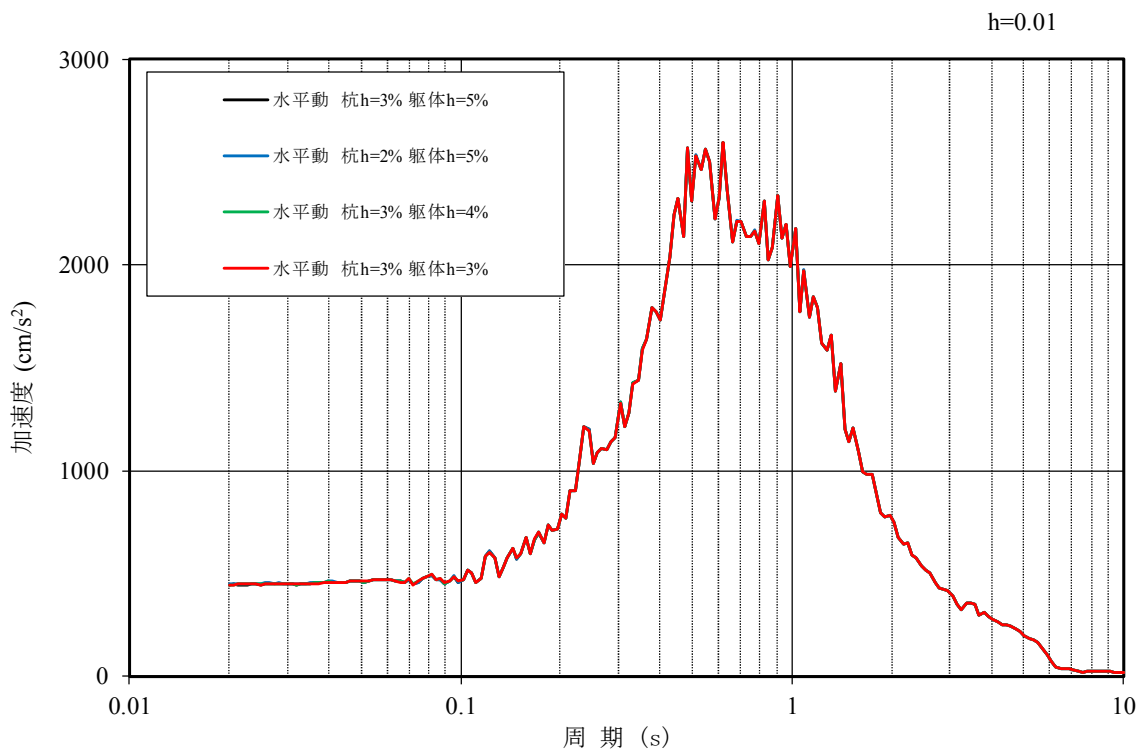


図 1.9-10 (1) 加速度応答スペクトル：水平方向  
(水電気カルバート底版中央付近)

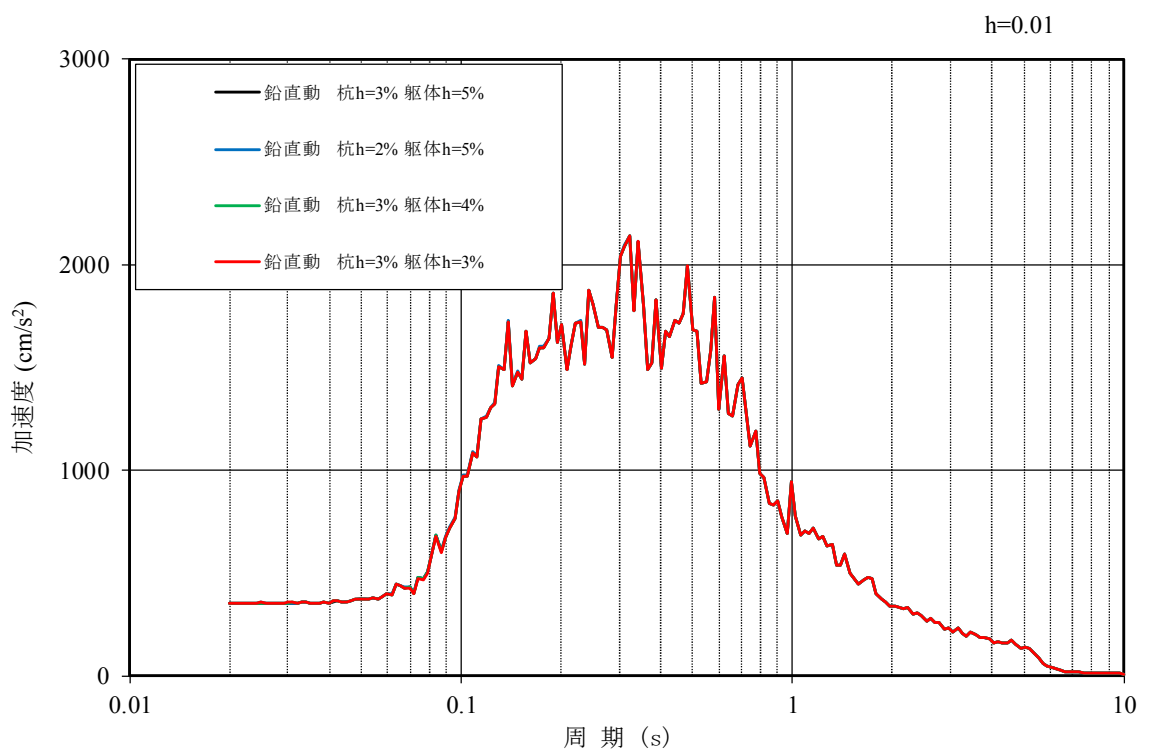


図 1.9-10 (2) 床応答鉛直加速度応答スペクトル：鉛直方向  
(水電気カルバート底版中央付近)



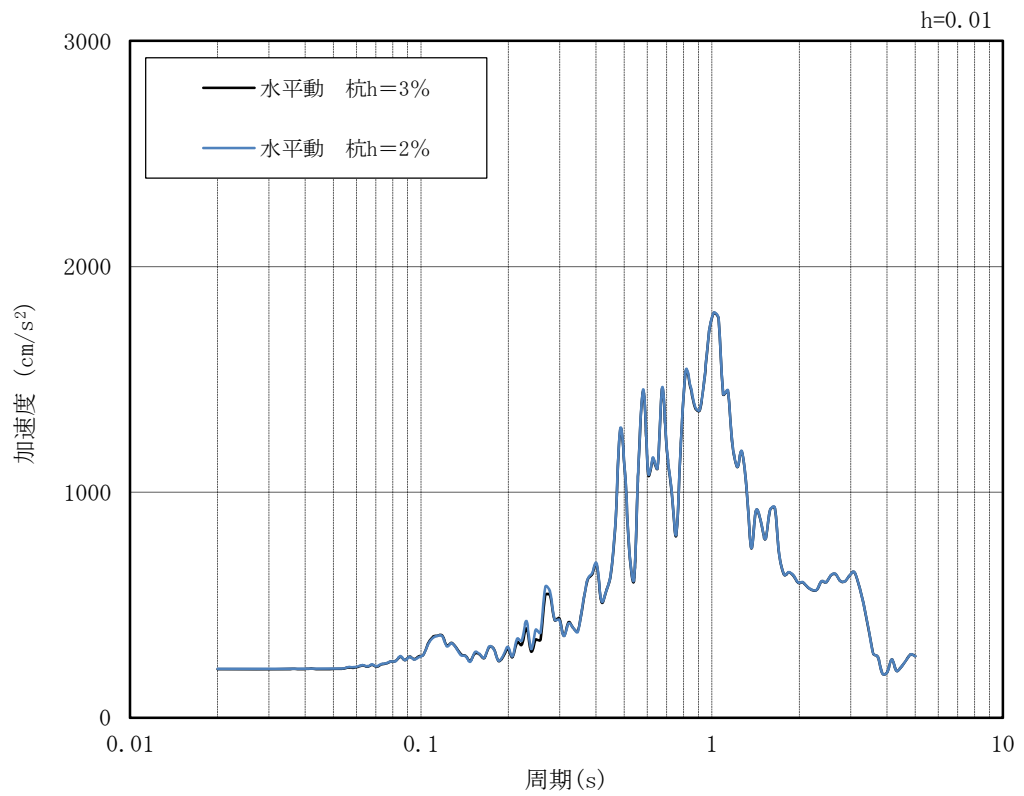


図 1.9-11 (1) 加速度応答スペクトル：水平方向  
 (鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁)

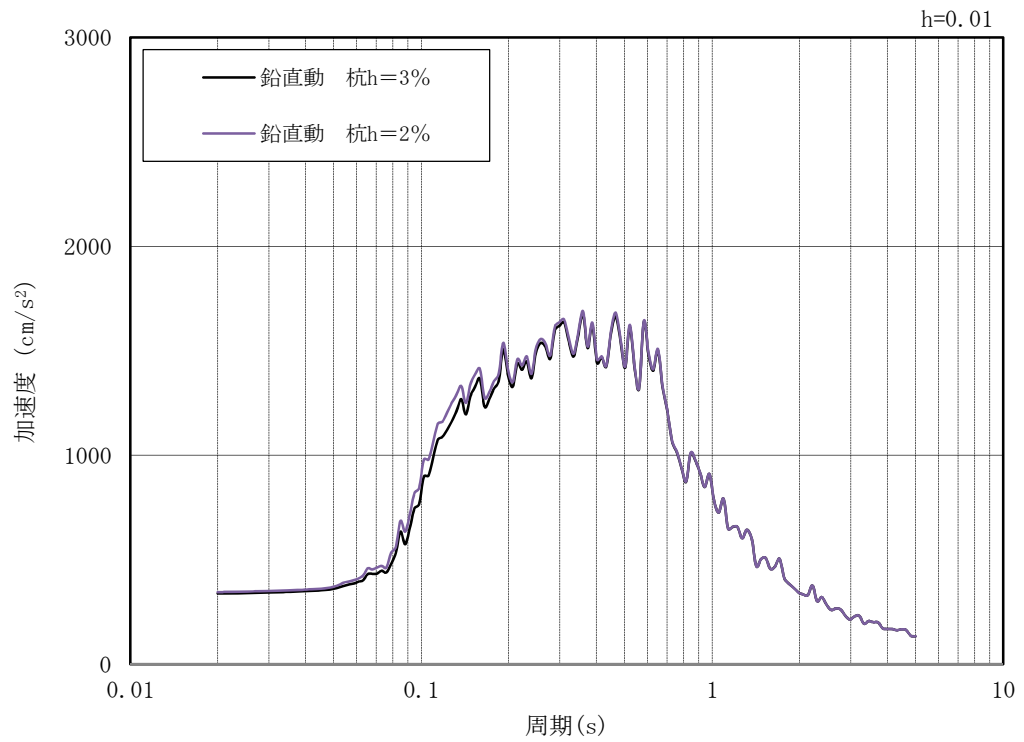


図 1.9-11 (2) 加速度応答スペクトル：鉛直方向  
 (鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁)

表 1.9-2～表 1.9-4, 図 1.9-9～図 1.9-11 のとおり, この度の工事計画認可申請にて道路橋示方書及び J E A G 4 6 0 1 に従い設定している減衰定数 (鋼材 3%及びコンクリート 5%) に対して, 鋼材の減衰定数を 2%と仮定した場合及びコンクリートの減衰定数を 4%及び 3%と仮定した場合の解析を実施した結果, 構造物の照査値に有意な差がないことを確認した。

## 2. 取水構造物の耐震安全性評価

### 目次

2.	取水構造物の耐震安全性評価	1
2.1	評価方法	2
2.2	評価条件	2
2.2.1	適用基準	2
2.2.2	耐震安全性評価フロー	3
2.2.3	評価対象断面の方向	4
2.2.4	評価対象断面の選定	7
2.2.5	使用材料及び材料定数	10
2.2.6	評価構造物諸元	13
2.2.7	地下水位	15
2.2.8	地震応答解析手法	15
2.2.9	解析モデルの設定	16
2.2.10	減衰定数	32
2.2.11	荷重の組合せ	38
2.2.12	地震応答解析の検討ケース	50
2.3	評価内容	52
2.3.1	入力地震動の設定	52
2.3.2	許容限界の設定	81
2.4	評価結果	91
2.4.1	地震応答解析結果	91
2.4.2	RC 構造物の耐震性評価結果	154
2.4.3	杭基礎の耐震性評価結果	180
2.4.4	杭基礎の支持性能に対する評価結果	186
2.5	まとめ（追而）	189

## 2.1 評価方法

取水構造物は、Sクラス設備である非常用海水ポンプ、取水路点検用開口部浸水防止蓋、海水ポンプグラウンドドレン排出口逆止弁、取水ピット空気抜き配管逆止弁、潮位計、取水ピット水位計等を間接支持する機能を求められる土木構造物である。また、取水構造物は非常用取水設備であり、通水性能及び貯水性能が要求されることに加え、浸水防止設備を間接支持する頂版においては止水機能を要求される。取水構造物について基準地震動 $S_s$ による耐震安全性評価として、構造部材の曲げ、せん断評価及び地盤の支持性能評価を実施する。

構造部材の健全性評価については、構造部材の発生応力が許容限界以下であることを確認する。基礎地盤の支持性能評価については、基礎地盤に作用する接地圧が極限支持力に基づく許容限界以下であることを確認する。

## 2.2 評価条件

### 2.2.1 適用基準

取水構造物の耐震評価に当たっては、原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1 - 1987 ((社) 日本電気協会)、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) を適用するが、鉄筋コンクリート部材の曲げ及びせん断の許容限界については、原子力発電所屋外重要土木構造物の耐震性能照査指針・マニュアル ((社) 土木学会、2005 年) (以下、「土木学会マニュアル」という。) を適用する。また、鋼管杭の曲げ及びせん断の許容限界は、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 J E A C 4 6 1 6 - 2009 ((社) 日本電気協会)、鋼・合成構造標準示方書 [耐震設計編] ((社) 土木学会、2008 年制定) を適用する。

表 2.2-1 に適用する規格、基準類を示す。

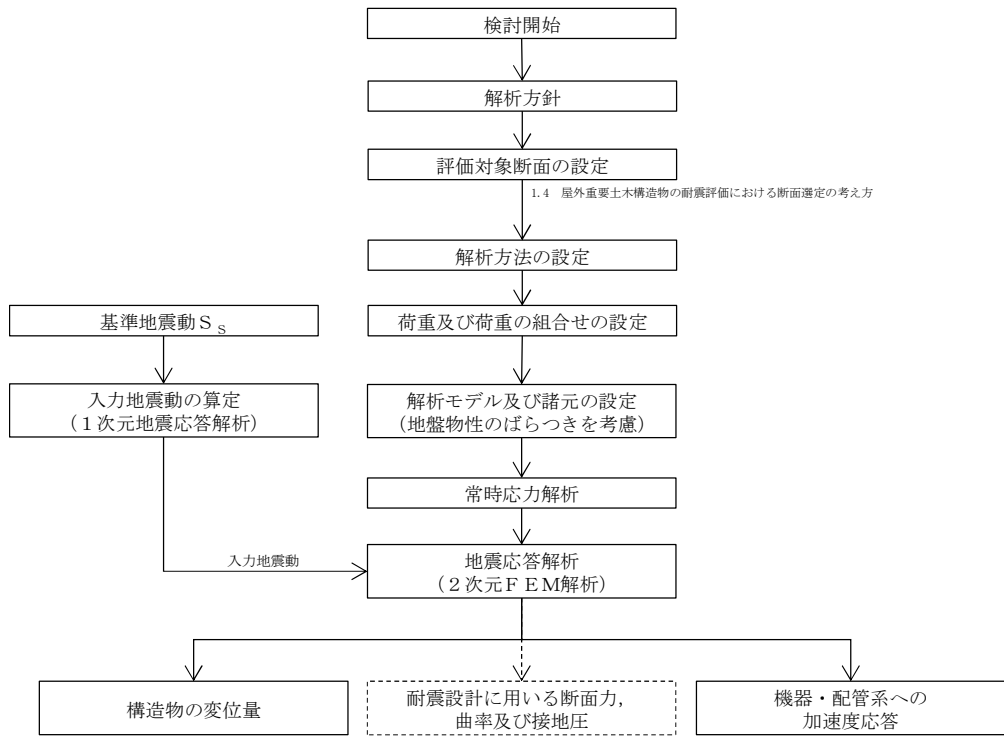
表 2.2-1 適用する規格、基準類

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 [構造性能照査編] (2002 年制定)	—
荷重及び荷重の組合せ	・コンクリート標準示方書 [構造性能照査編] (2002 年制定)	・永久荷重+偶発荷重+従たる変動荷重の適切な組合せを検討する。
許容限界	【鉄筋コンクリート部材】 ・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 (2005 年)	・曲げに対する照査は、全塑性モーメントに相当する限界曲率を設定した上で、発生曲率が限界曲率*を下回ることを確認する。 ・せん断に対する照査は、発生せん断力がせん断耐力*を下回ることを確認する。
	【鋼管杭】 ・ J E A C 4 6 1 6 - 2009 ・鋼・合成構造標準示方書 [耐震設計編] (2008 年制定)	
地震応答解析	・ J E A G 4 6 0 1 - 1987	・有限要素法による 2 次元モデルを用いた時刻歴非線形解析である。

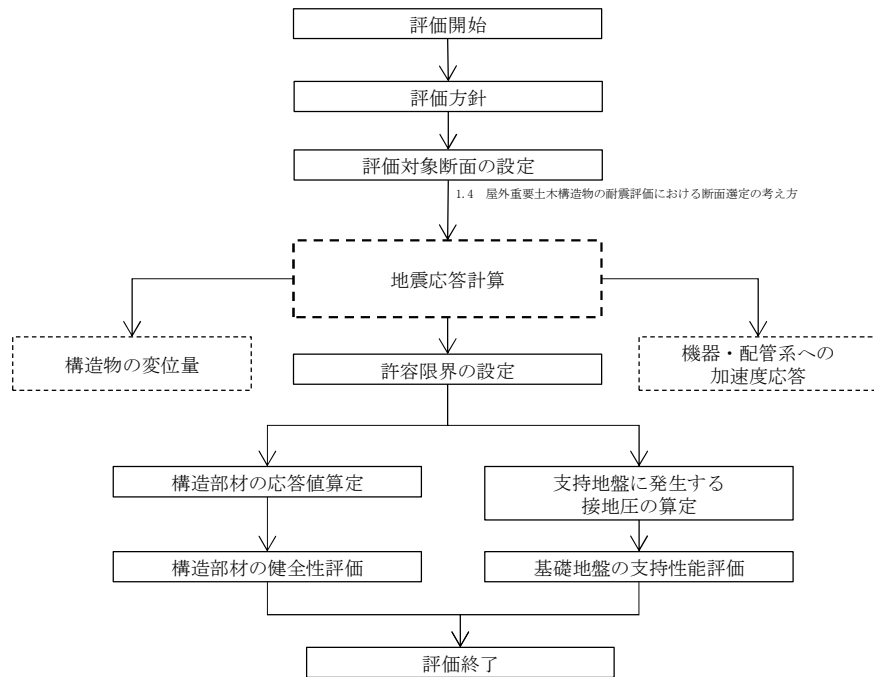
注記 \* : 妥当な安全余裕を考慮する。

## 2.2.2 耐震安全性評価フロー

図 2.2-1 に取水構造物の耐震安全性評価フローを示す。



### <地震応答計算>



### <耐震性評価>

図 2.2-1 取水構造物の耐震安全性評価フロー

### 2.2.3 評価対象断面の方向

取水構造物の位置を図 2.2-2 に示す。

取水構造物は、延長約 57 m、幅約 43 m、高さ約 12m の鉄筋コンクリート造の地中構造物である。取水構造物においては、縦断方向（通水方向、東西方向）は、加振方向と平行に配置される側壁又は隔壁を耐震設計上見込むことができることから、強軸断面方向となる。一方、横断方向（通水方向に対し直交する方向、南北方向）は、通水機能を確保するため、加振方向と平行に配置される構造部材が少ないことから、弱軸断面方向となる。評価対象断面の方向の選定に係る考え方を表 2.2-2 に示す。

以上のことから、取水構造物の耐震評価では、構造の安定性に支配的な弱軸断面方向である横断方向を評価対象断面の方向とする。

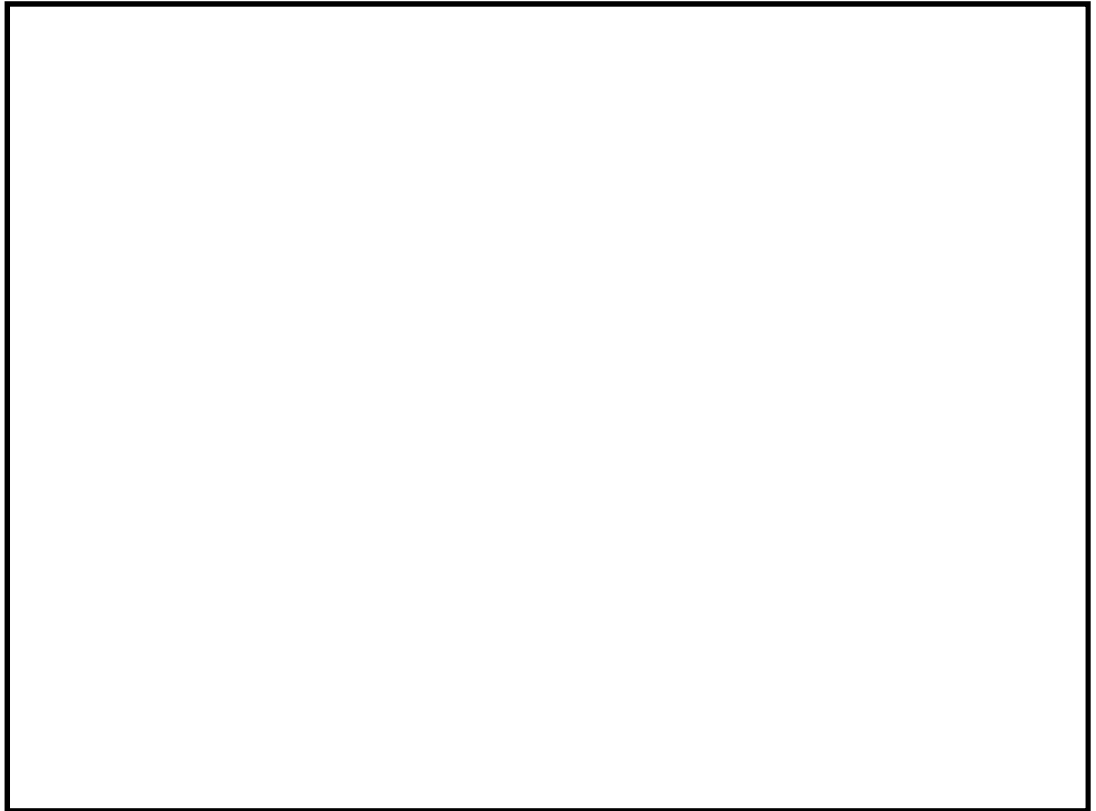


図 2.2-2 (1) 取水構造物の平面配置図 (全体平面図)



図 2.2-2 (2) 取水構造物の平面配置図 (拡大図)

表 2.2-2 取水構造物の評価対象断面の方向の選定





#### 2.2.4 評価対象断面の選定

図 2.2-3 に取水構造物の平面図及び縦断図を、図 2.2-4 に取水構造物の断面図を示す。

取水構造物は、延長約 57 m、幅約 43 m、高さ約 12m の鉄筋コンクリート造の地中構造物であり、杭を介して十分な支持性能を有する岩盤に設置する。取水方向に対して複数の断面形状を示すが、構造的には多連ボックスカルバート状のラーメン構造である。

評価対象断面は、「1.4.2 取水構造物の断面選定の考え方」で記載したとおり、構造物の内空寸法や上載荷重等の観点で比較的耐震裕度が小さく、構造物の弱軸断面方向である①-①断面及び④-④断面を代表として耐震評価を実施する。なお、構造物の強軸断面方向である⑥-⑥断面についても、設備の床応答算定の観点から地震応答解析を実施する。

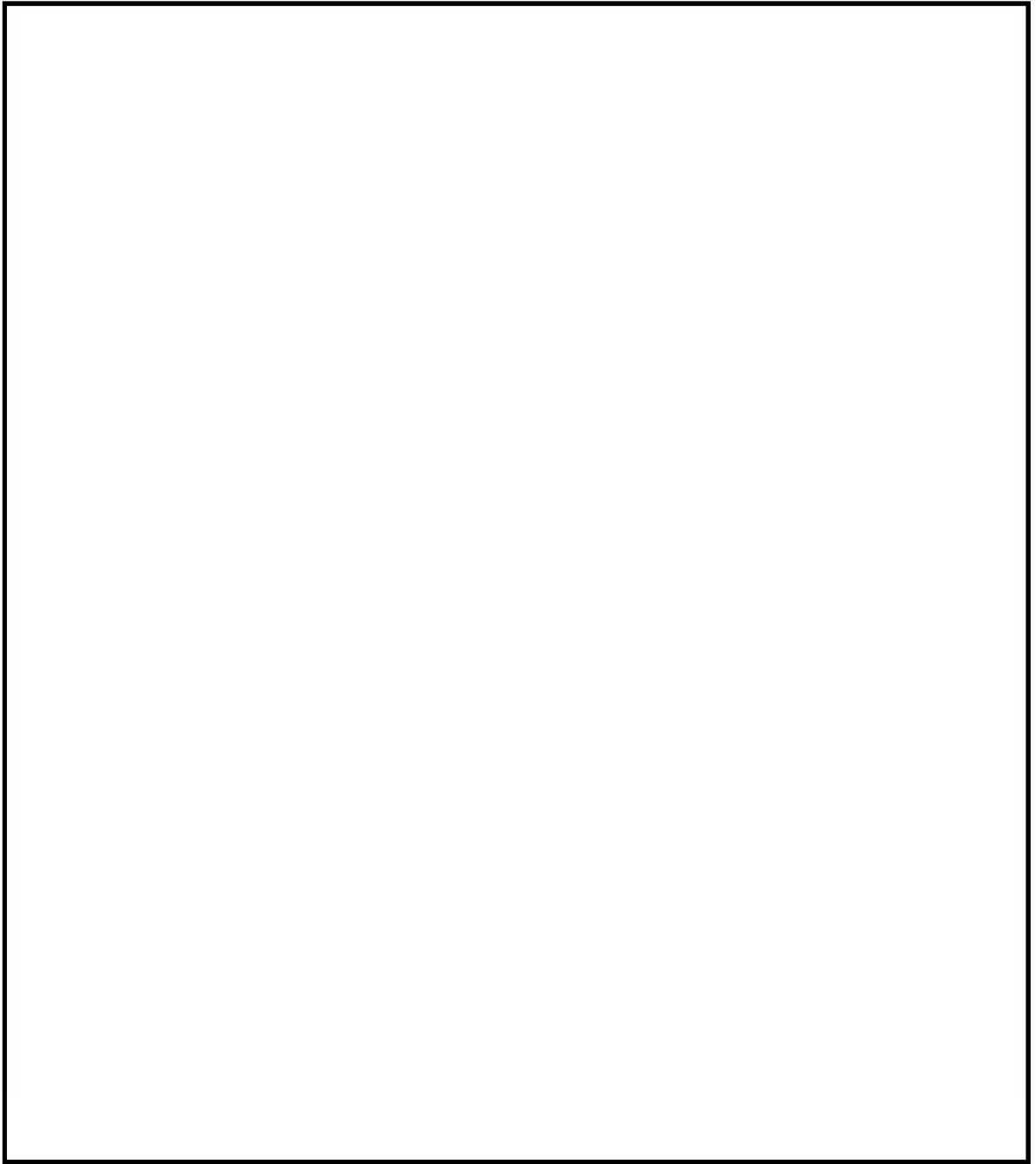


図 2.2-3 取水構造物の平面図及び縦断図



図 2.2-4 (1) 取水構造物の断面図 (①-①断面)

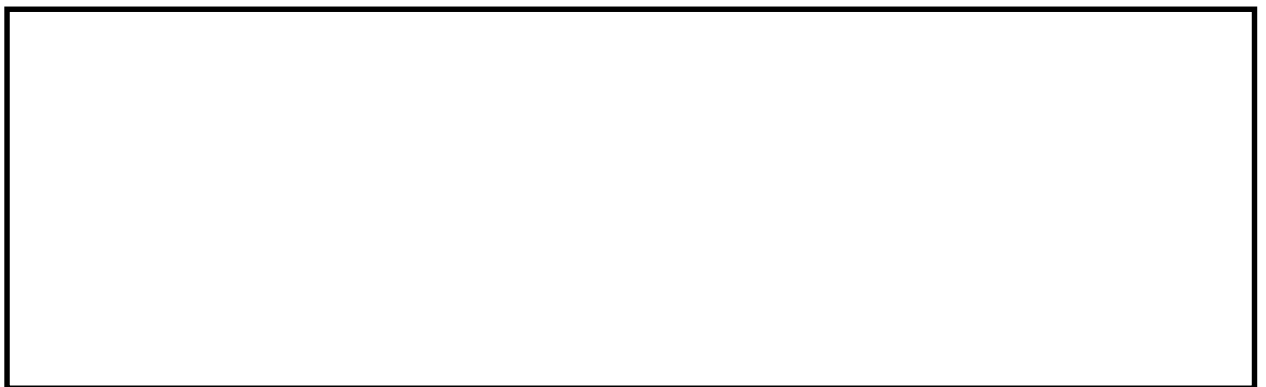


図 2.2-4 (2) 取水構造物の断面図 (④-④断面)

### 2.2.5 使用材料及び材料定数

耐震評価に用いる材料定数は、設計図書及び適用基準類を基に設定する。構造物の使用材料を表 2.2-3 に、材料物性値を表 2.2-4 に示す。

地盤の諸元は、V-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。なお、地盤については、有効応力の変化に応じた地震時挙動を適切に考慮できるモデル化とする。地盤の物性値を表 2.2-5 に示す。また、地盤改良体（薬液注入）については、原地盤の解析用物性値と同等の基礎物理特性を用いると共に、非液化化層とする。

表 2.2-3 使用材料

諸元	
コンクリート	設計基準強度 20.6 N/mm <sup>2</sup>
鉄筋	SD30 (SD295 相当)
鋼管杭	STK41 (STK400 相当)

表 2.2-4 材料の物性値

材料	単位体積重量 (kN/m <sup>3</sup> )	ヤング係数 (N/mm <sup>2</sup> )	ポアソン比	減衰定数 (%)
鉄筋コンクリート	24 <sup>*1</sup>	2.59×10 <sup>4</sup> <sup>*1</sup>	0.2 <sup>*1</sup>	1 <sup>*2</sup> (非線形) 5 <sup>*3</sup> (線形)
鋼管杭	77 <sup>*4</sup>	2.00×10 <sup>5</sup> <sup>*4</sup>	0.3 <sup>*4</sup>	3 <sup>*5</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：解析における減衰は、ひずみが大きい領域では履歴減衰が支配的となることから、解析上の安定のためになるべく小さい値として 1%を採用している。

\*3：J E A G 4 6 0 1 -1987

\*4：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)

\*5：道路橋示方書 (V 耐震設計編)・同解説 ((社) 日本道路協会, 平成 14 年 3 月)

表 2.2-5 (1) 地盤の解析用物性値一覧 (液状化検討対象層)

パラメータ				原地盤								豊浦標準砂
				埋戻土	第四系 (液状化検討対象層)							
					f1	du	Ag2	As	Ag1	D2s-3	D2g-3	
物理特性	密度 ( ) は地下水位以浅	$\rho$	g/cm <sup>3</sup>	1.98 (1.82)	1.98 (1.82)	2.01 (1.89)	1.74	2.01 (1.89)	1.92	2.15 (2.11)	2.01 (1.89)	1.958
	間隙比	e	—	0.75	0.75	0.67	1.2	0.67	0.79	0.43	0.67	0.702
変形特性	ポアソン比	$\nu_{CD}$	—	0.26	0.26	0.25	0.26	0.25	0.19	0.26	0.25	0.333
	基準平均有効主応力 ( ) は地下水位以浅	$\sigma'_{ma}$	kN/m <sup>2</sup>	358 (312)	358 (312)	497 (299)	378	814 (814)	966	1167 (1167)	1695 (1710)	12.6
	基準初期せん断剛性 ( ) は地下水位以浅	$G_{ma}$	kN/m <sup>2</sup>	253529 (220739)	253529 (220739)	278087 (167137)	143284	392073 (392073)	650611	1362035 (1362035)	947946 (956776)	18975
	最大履歴減衰率	$h_{max}$	—	0.220	0.220	0.233	0.216	0.221	0.192	0.130	0.233	0.287
強度特性	粘着力	$C_{CD}$	N/mm <sup>2</sup>	0	0	0	0.012	0	0.01	0	0	0
	内部摩擦角	$\phi_{CD}$	度	37.3	37.3	37.4	41	37.4	35.8	44.4	37.4	30
液状化特性	液状化パラメータ	$\phi_p$	—	34.8	34.8	34.9	38.3	34.9	33.4	41.4	34.9	28
	液状化パラメータ	$S_1$	—	0.047	0.047	0.028	0.046	0.029	0.048	0.030	0.020	0.005
	液状化パラメータ	$W_1$	—	6.5	6.5	56.5	6.9	51.6	17.6	45.2	10.5	5.06
	液状化パラメータ	$P_1$	—	1.26	1.26	9.00	1.00	12.00	4.80	8.00	7.00	0.57
	液状化パラメータ	$P_2$	—	0.80	0.80	0.60	0.75	0.60	0.96	0.60	0.50	0.80
	液状化パラメータ	$C_1$	—	2.00	2.00	3.40	2.27	3.35	3.15	3.82	2.83	1.44

表 2.2-5 (2) 地盤の解析用物性値一覧 (非液状化層)

パラメータ				原地盤						
				第四系 (非液状化層)				新第三系		捨石
				Ac	D2c-3	1m	D1c-1*1	Km		
物理特性	密度 ( ) は地下水位以浅	$\rho$	g/cm <sup>3</sup>	1.65	1.77	1.47 (1.43)	—	1.72-1.03×10 <sup>-4</sup> ・z		2.04 (1.84)
	間隙比	e	—	1.59	1.09	2.8	—	1.16		0.82
変形特性	ポアソン比	$\nu_{CD}$	—	0.10	0.22	0.14	—	0.16+0.00025・z		0.33
	基準平均有効主応力 ( ) は地下水位以浅	$\sigma'_{ma}$	kN/m <sup>2</sup>	480	696	249 (223)	—	表4.1-1の 動的変形特性に基づき z (標高) 毎に物性値を 設定		98
	基準初期せん断剛性 ( ) は地下水位以浅	$G_{ma}$	kN/m <sup>2</sup>	121829	285223	38926 (35783)	—			180000
	最大履歴減衰率	$h_{max}$	—	0.200	0.186	0.151	—			0.24
強度特性	粘着力	$C_{CD}$	N/mm <sup>2</sup>	0.025	0.026	0.042	—	0.358-0.00603・z		0.02
	内部摩擦角	$\phi_{CD}$	度	29.1	35.6	27.3	—	23.2+0.0990・z		35

注記 \*1: 施設の耐震評価に影響を与えるものではないことから、解析用物性値として本表には記載しない。

z: 標高 (m)



2.2.6 評価構造物諸元

照査を行う取水構造物の評価構造物諸元を表 2.2-6 に、評価部位を図 2.2-5 に示す。

表 2.2-6 (1) 構造物の評価部位とその仕様 (①-①断面) : RC 部材

部位	仕様		材料		機能要求
	部材幅 (m)	部材高 (m)	コンクリート $f'_{ck}$ (N/mm <sup>2</sup> )	鉄筋	
左側壁	1.000	1.500	20.6	SD30	間接支持, 通水, 貯水機能
隔壁	1.000	1.000	20.6	SD30	間接支持, 通水, 貯水機能
右側壁	1.000	1.500	20.6	SD30	間接支持, 通水, 貯水機能
左頂板	1.000	1.000	20.6	SD30	間接支持, 通水
中頂板	1.000	1.000	20.6	SD30	間接支持, 通水
右頂板	1.000	1.000	20.6	SD30	間接支持, 通水
左底板	1.000	1.000	20.6	SD30	間接支持, 通水, 貯水機能
中底板	1.000	1.000	20.6	SD30	間接支持, 通水, 貯水機能
右底板	1.000	1.000	20.6	SD30	間接支持, 通水, 貯水機能

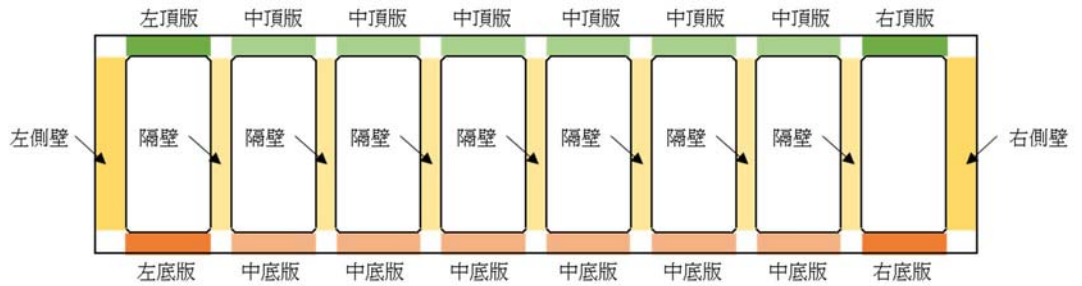


図 2.2-5 (1) 評価部位 (①-①断面) : RC 部材

表 2.2-6 (2) 構造物の評価部位とその仕様 (①-①断面) : 鋼管杭

部位	仕様		材料	機能要求
	杭径 (m)	板厚 (m)		
杭①~⑨	1.016	0.016	STK41	間接支持

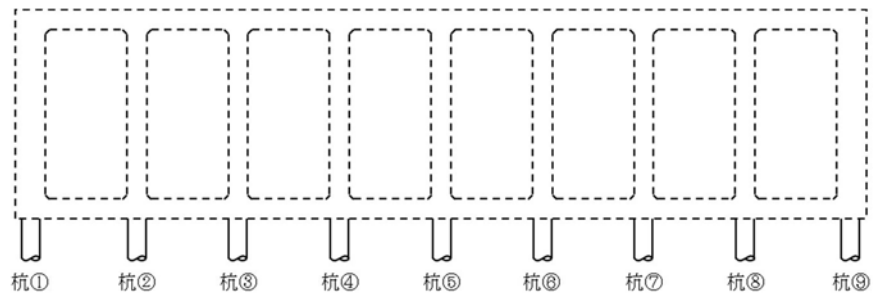


図 2.2-5 (2) 評価部位 (①-①断面) : 鋼管杭

表 2.2-6 (3) 構造物の評価部位とその仕様 (④-④断面) : RC 部材

部位	仕様		材料		機能要求
	部材幅 (m)	部材高 (m)	コンクリート $f'_{ck}$ (N/mm <sup>2</sup> )	鉄筋	
左突出部	1.000	1.000	20.6	SD30	間接支持
左側壁	1.000	1.500	20.6	SD30	間接支持, 通水, 貯水機能
隔壁	1.000	1.200	20.6	SD30	間接支持, 通水, 貯水機能
右側壁	1.000	1.500	20.6	SD30	間接支持, 通水, 貯水機能
右突出部	1.000	1.000	20.6	SD30	間接支持
左張出版	1.000	1.000	20.6	SD30	間接支持
左頂版	1.000	1.000	20.6	SD30	間接支持, 通水, 貯水, 止水機能
中頂版	1.000	3.190	20.6	SD30	間接支持, 通水, 貯水, 止水機能
右頂版	1.000	1.000	20.6	SD30	間接支持, 通水, 貯水, 止水機能
左底板	1.000	1.200	20.6	SD30	間接支持, 通水, 貯水機能
中底板	1.000	1.200	20.6	SD30	間接支持, 通水, 貯水機能
右底板	1.000	1.200	20.6	SD30	間接支持, 通水, 貯水機能

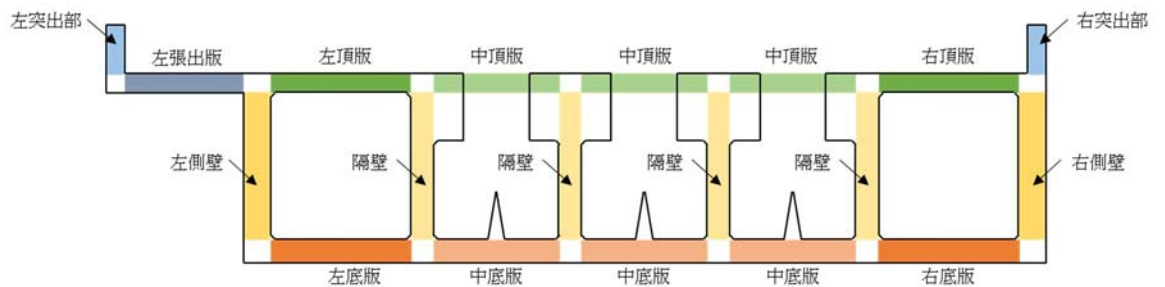


図 2.2-5 (3) 評価部位 (④-④断面) : RC 部材

表 2.2-6 (4) 構造物の評価部位とその仕様 (④-④断面) : 鋼管杭

部位	仕様		材料	機能要求
	杭径 (m)	板厚 (m)		
杭①~⑫	1.016	0.016	STK41	間接支持

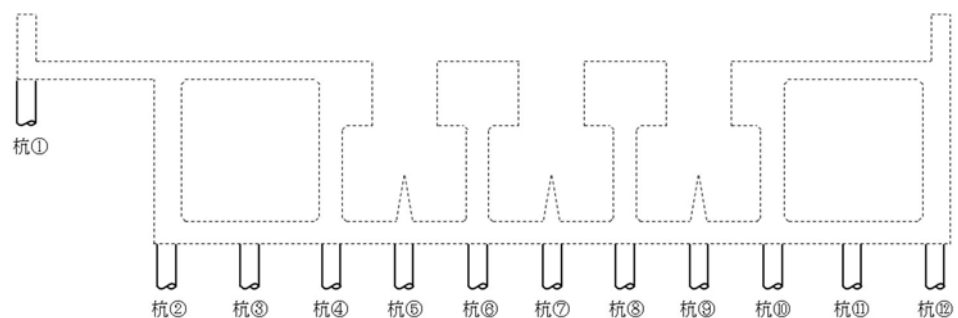


図 2.2-5 (4) 評価部位 (④-④断面) : 鋼管杭



## 2.2.7 地下水位

地下水位は地表面に設定する。

## 2.2.8 地震応答解析手法

取水構造物の地震応答解析は、地盤と構造物の相互作用を考慮できる2次元有限要素法を用いて、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。部材については、はり要素及び平面ひずみ要素を用いることとするが、非線形特性についてはコンクリートのM- $\phi$ 関係を適切にモデル化する。また、地盤については、有効応力の変化に応じた地震時挙動を適切に考慮できるようにモデル化する。地震応答解析については、解析コード「FLIP ver. 7.3.0\_2」を使用する。なお、解析コードの検証及び妥当性確認等の概要については、V-5-10「計算機プログラム（解析コード）の概要」に示す。

地震応答解析手法の選定フローを図2.2-6に示す。

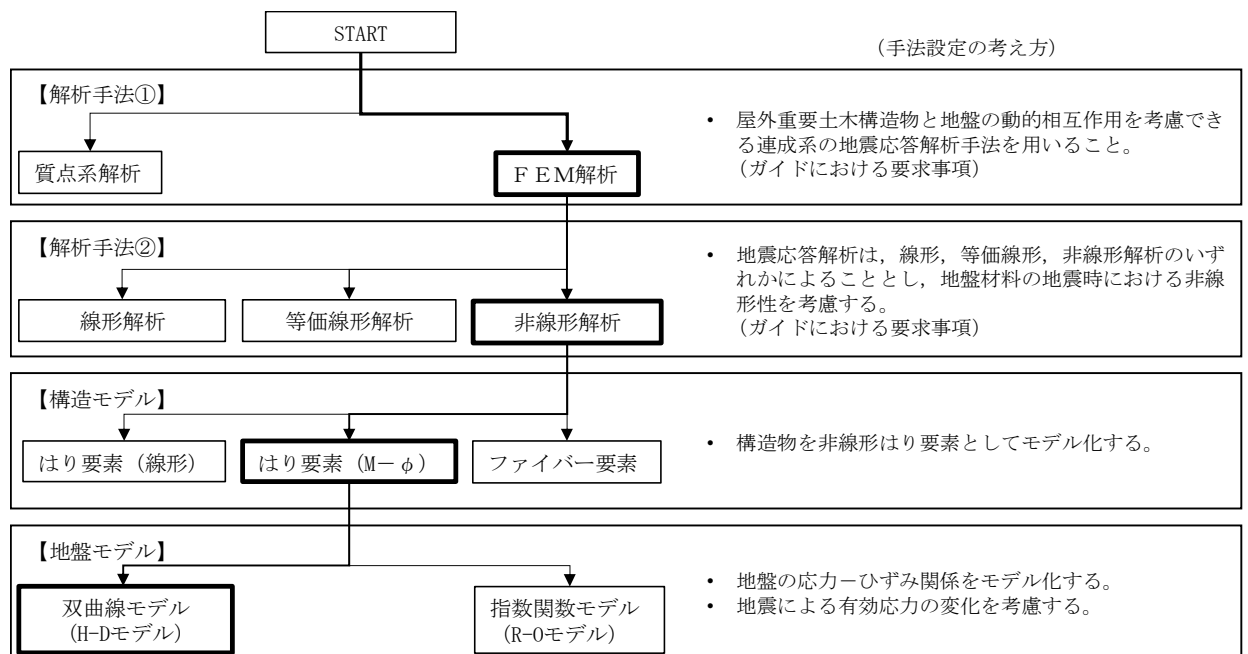


図 2.2-6 地震応答解析手法の選定フロー

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

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

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

(H-Dモデル)を選定する。

## 2.2.9 解析モデルの設定

### (1) 解析モデル領域

地震応答解析モデルは、境界条件の影響が地盤及び構造物の応力状態に影響を及ぼさないよう、十分広い領域とする。具体的には、J E A G 4 6 0 1 -1987を適用し、図2.2-7に示すとおりモデル幅を構造物基礎幅の5倍以上、モデル高さを構造物幅の2倍以上確保する。

取水構造物周辺の地質断面図を図2.2-8に示す。

なお、解析モデルの境界条件は、側面及び底面ともに粘性境界とする。

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

鉄筋コンクリート部材の要素分割については、「原子力発電所屋外重要土木構造物の耐震性能照査指針・同マニュアル」(土木学会原子力土木委員会, 2002年5月)に、線材モデルの要素分割については、要素長さを部材の断面厚さまたは有効高さの2.0倍以下とし、1.0倍程度とするのが良い旨が示されていることを考慮し、部材の断面厚さまたは有効高さの1.0倍程度まで細分割して設定する。また、鋼管杭については杭に接する地盤と同じ要素高さで分割する。

なお、①-①断面と④-④断面は近接しており、周辺地質構造も概ね同じであることから、これらの地震応答解析モデルにおいては、④-④断面の地層構成を共通で使用する。

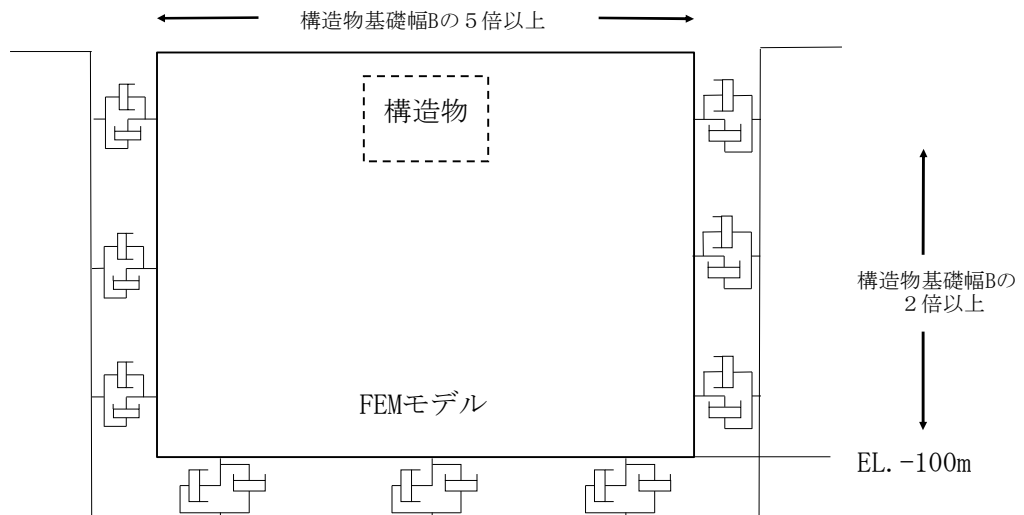


図 2.2-7 モデル範囲の考え方

2次元有効応力解析モデルは、検討対象構造物とその周辺地盤をモデル化した不整形地盤に加え、この不整形地盤の左右に広がる地盤をモデル化した自由地盤で構成される。この自由地盤は、不整形地盤の左右端と同じ地層構成を有する1次元地盤モデル（不整形地盤左右端のそれぞれ縦1列の要素列と同じ地層構成で、水平方向に連続することを表現するために循環境界条件を設定したモデル）である。2次元有効応力解析における自由地盤の自重解析から不整形地盤の地震応答解析までのフローを図2.2-8に示す。また、取水構造物周辺の地質断面図を図2.2-9に示す。

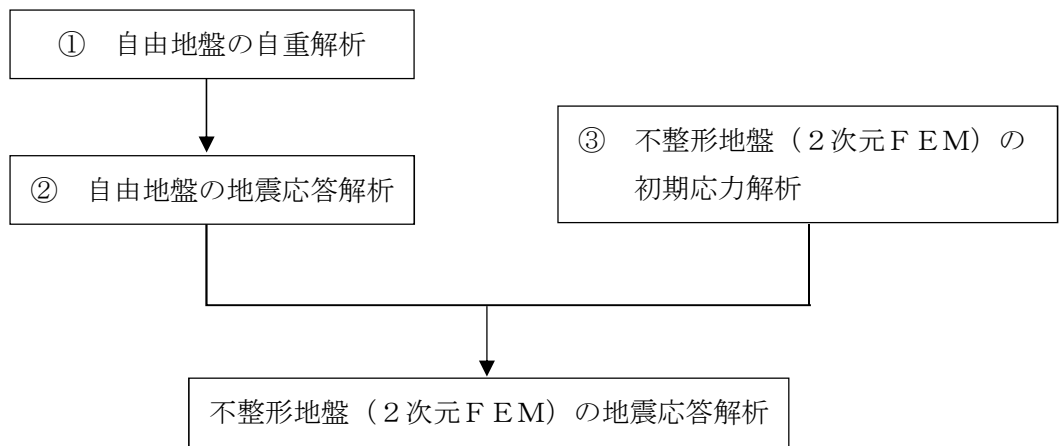


図2.2-8 自由地盤の自重解析から不整形地盤（2次元FEM）の地震応答解析までのフロー

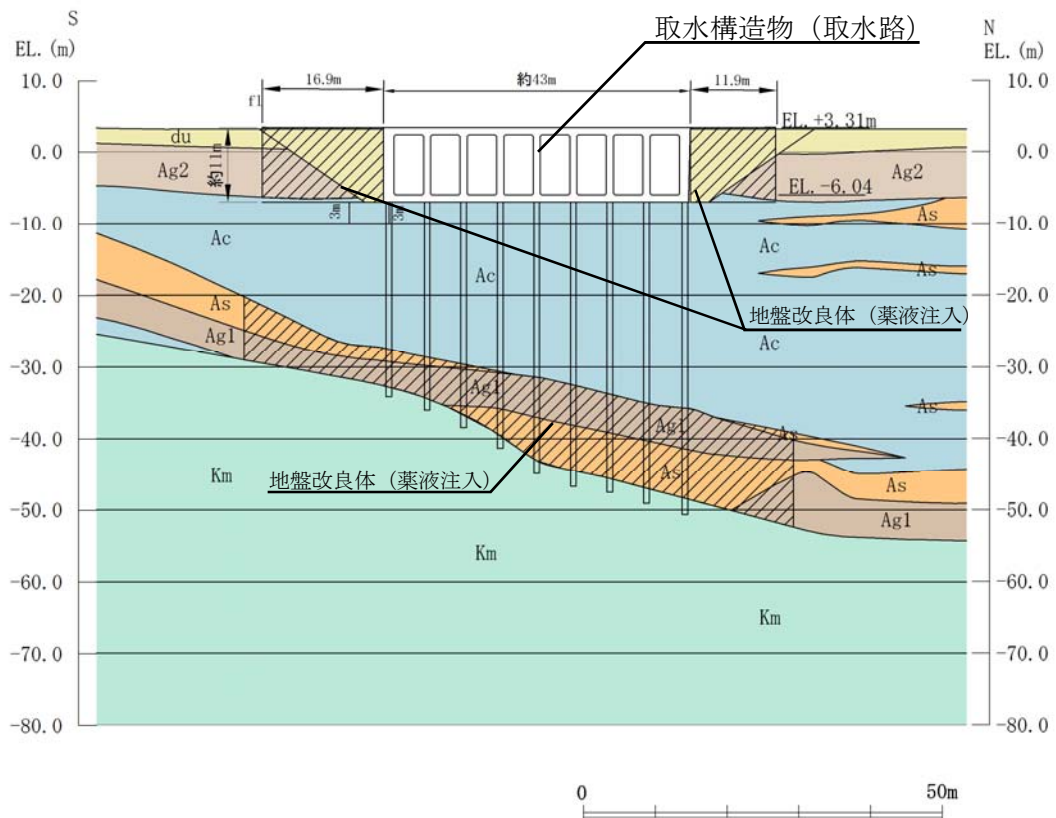


図2.2-9 (1) 地質断面図 (①-①断面)

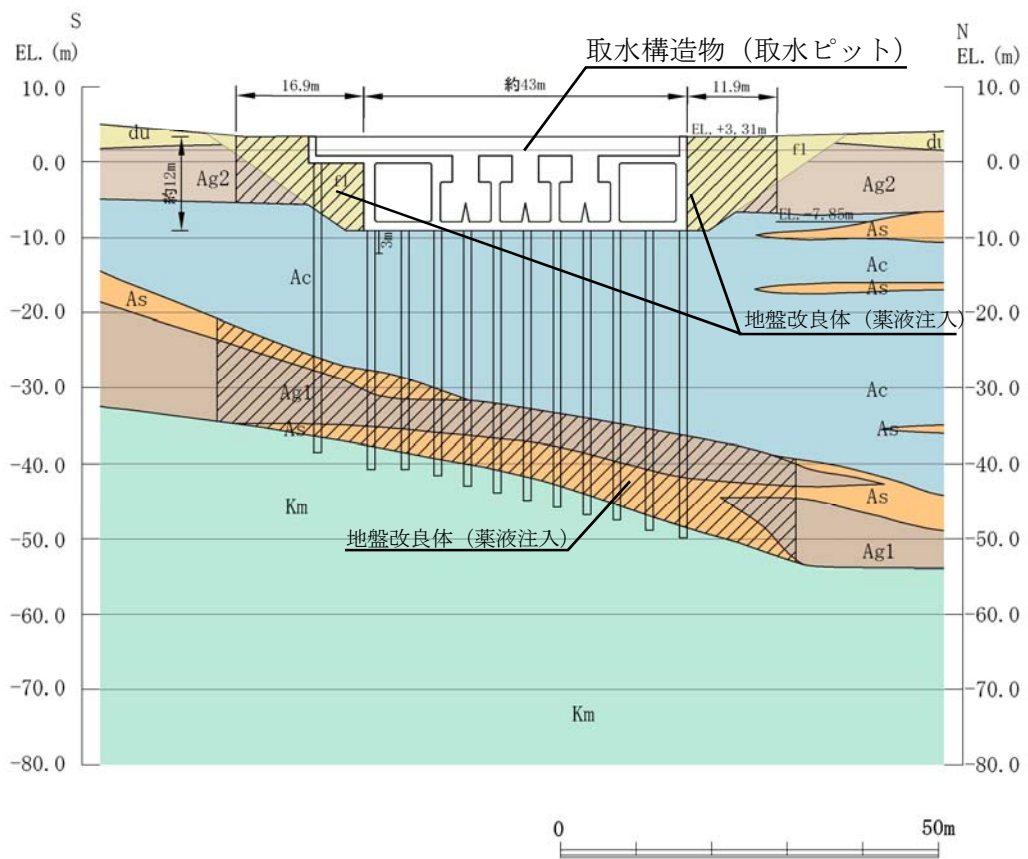


図 2.2-9 (2) 地質断面図 (④-④断面)

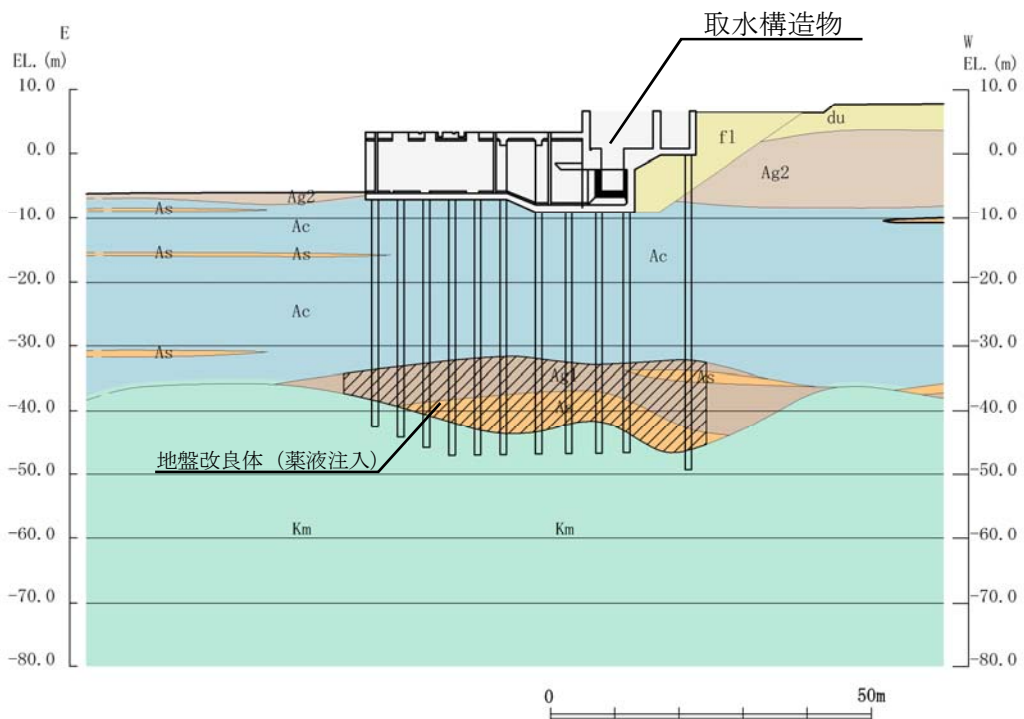


図 2.2-9 (3) 地質断面図 (⑥-⑥断面)

## (2) 境界条件

### 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 2.2-10 に示す。

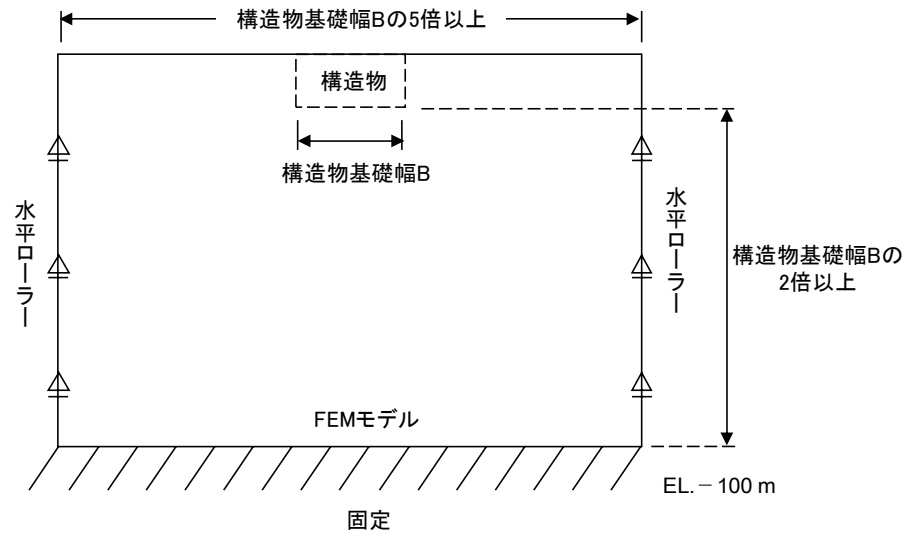


図 2.2-10 固有値解析における境界条件の概念図

### 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 2.2-11 に示す。

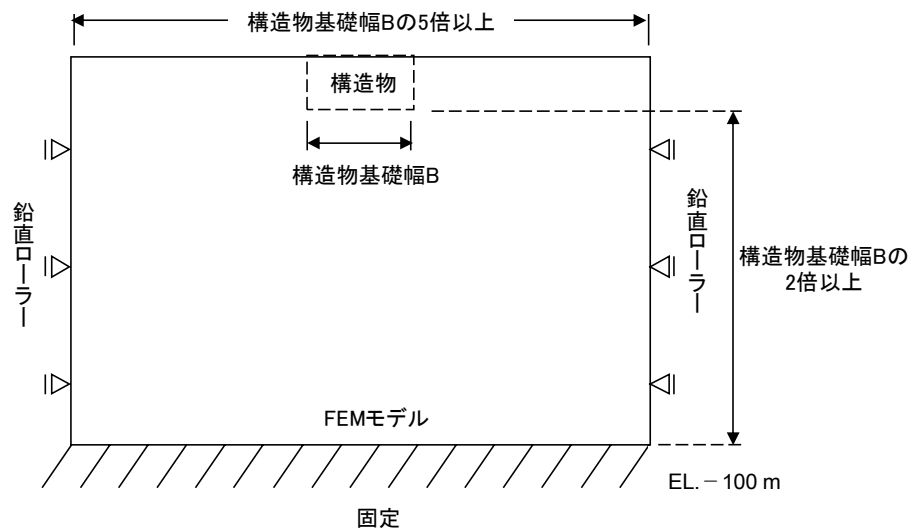


図 2.2-11 初期応力解析における境界条件の概念図

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整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。取水構造物の地震応答解析モデルを図 2.2-12 に示す。

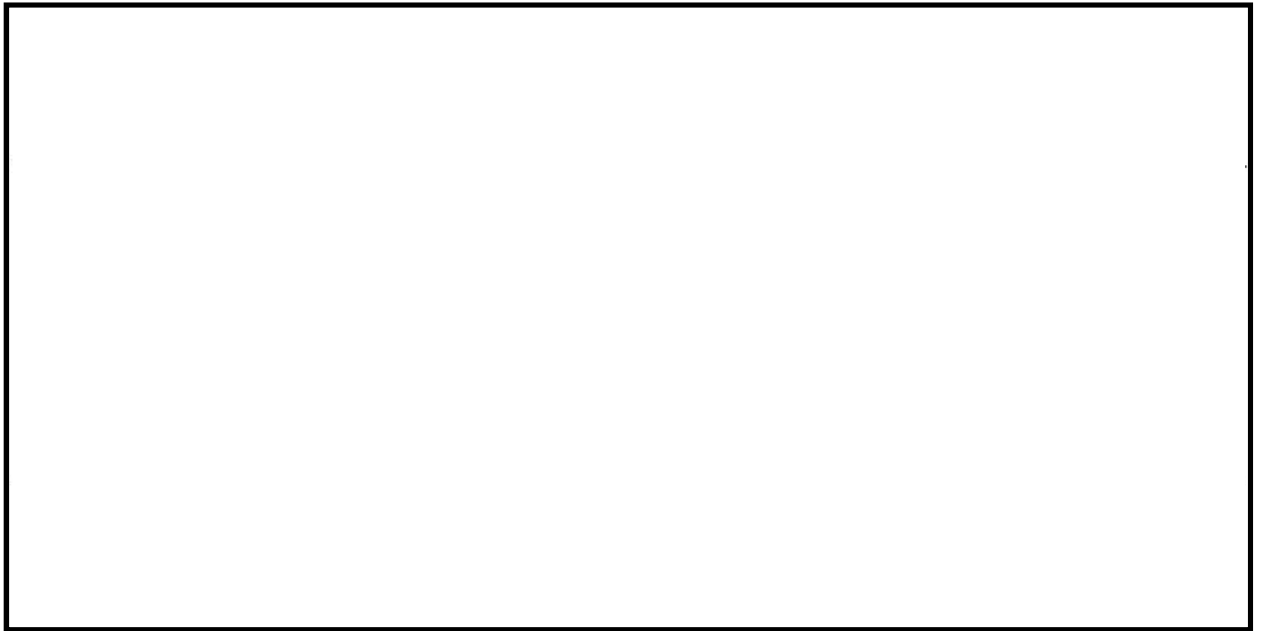


図 2.2-12 (1) 取水構造物の地震応答解析モデル (①-①断面)



図 2.2-12 (2) 取水構造物の地震応答解析モデル (④-④断面)

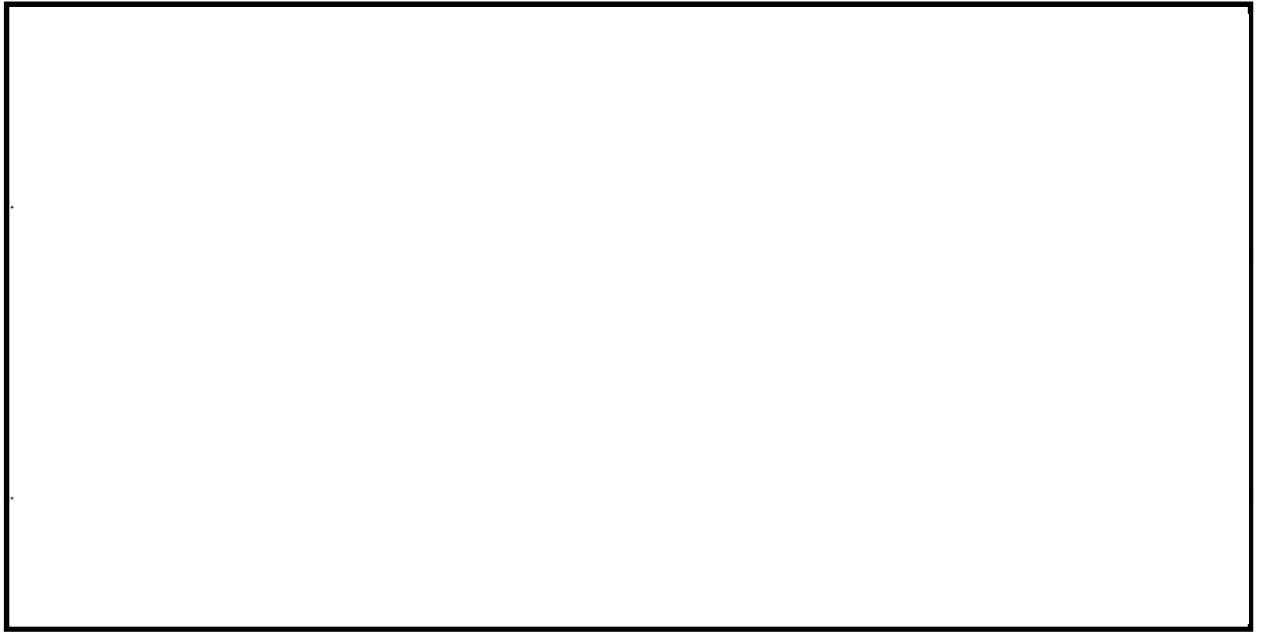


図 2.2-12 (3) 取水構造物の地震応答解析モデル (⑥-⑥断面)

### (3) 構造物のモデル化

取水構造物の横断面である①-①断面及び④-④断面では、構造部材として、鉄筋コンクリート部材である側壁、隔壁、底版、頂版及び鋼管杭を非線形はり要素でモデル化する。

それぞれの非線形はり要素の交点には、「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)」に基づき剛域を設ける。

取水構造物の横断面である①-①断面及び④-④断面の解析モデルにおける、構造物部分の拡大図を図 2.2-13 に示す。

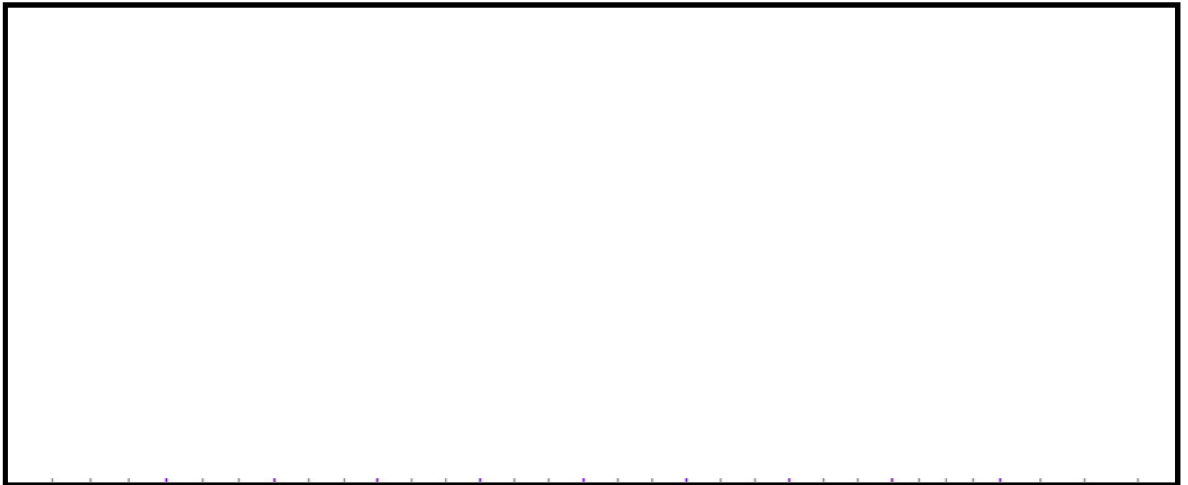


図 2.2-13 (1) 取水構造物の解析モデル (構造物部分拡大部, ①-①断面)



図 2.2-13 (2) 取水構造物の解析モデル (構造物部分拡大部, ④-④断面)

取水構造物の頂版には設備を設置するための開口が存在する。構造物のモデル化においては、開口部分の「開口率」を算定し、これに乗じることで、等価な剛性及び重量にて部材をモデル化する。各部材における「開口率」の考え方を図 2.2-14 に示す。

$$\text{開口率} = \frac{\text{構造物の奥行き(m)} - \text{開口幅(m)}}{\text{構造物の奥行き(m)}}$$



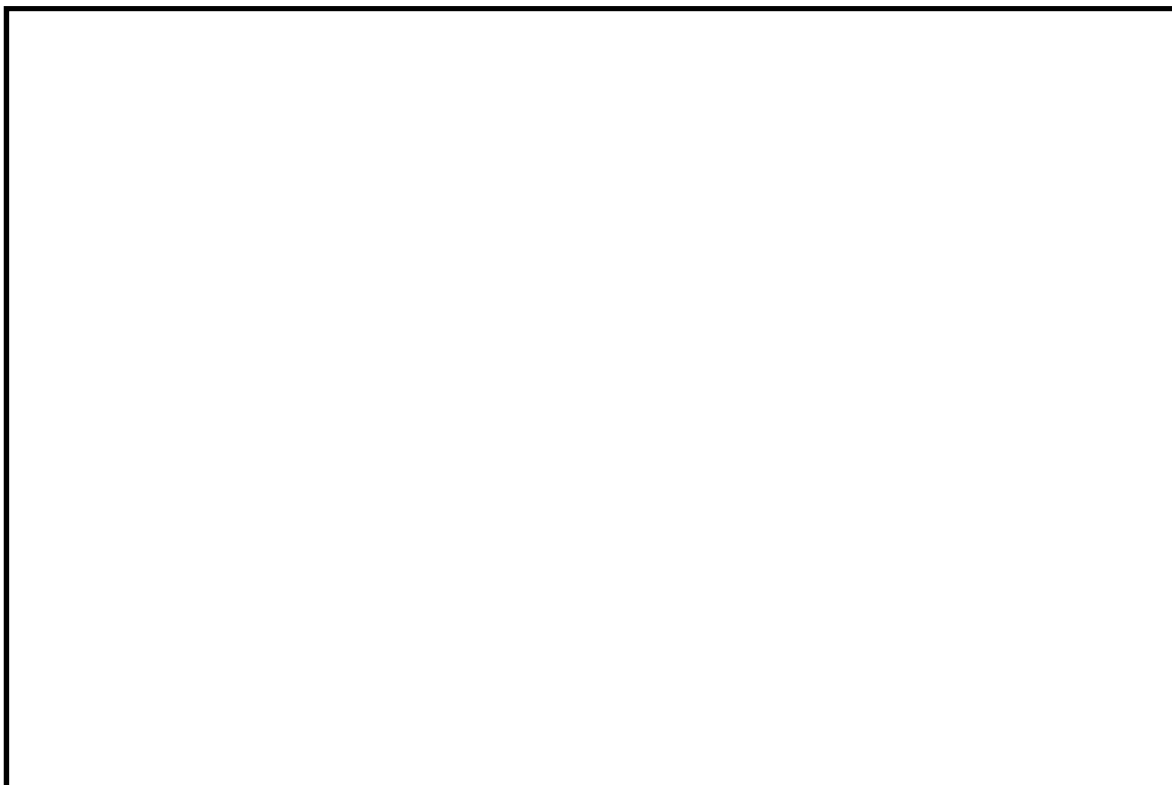


図 2.2-14 (1) 開口率の考え方 (①-①断面)



図 2.2-14 (2) 開口率の考え方 (④-④断面)

取水構造物の縦断面である⑥-⑥断面は、構造部材として鉄筋コンクリート部材である側壁、底版、頂版及び鋼管杭を線形はり要素で、耐震壁の効果进行期待する側壁及び隔壁を平面ひずみ要素でモデル化する。

取水構造物の縦断面には、断面方向と平行な壁部材（側壁及び隔壁）が密に配置されることから、縦断面は、これら壁部材の耐震壁としての効果を期待できる構造的な強軸断面方向である。したがって、線形はり要素間の中空部については、壁部材の剛性を反映した平面ひずみ要素を配置する。具体的には、図 2.2-15 に示す通り、壁部材の全部材厚を全奥行き幅で薄めた等価剛性を持つ平面ひずみ要素を設定する。なお、解析モデル上、線形はり要素は平面ひずみ要素と節点を共有しており、十分に剛であることから、線形はり要素の交点には剛域を設けない。

取水構造物の縦断面である⑥-⑥断面の解析モデルにおける、構造物部分の拡大図を図 2.2-16 に示す。

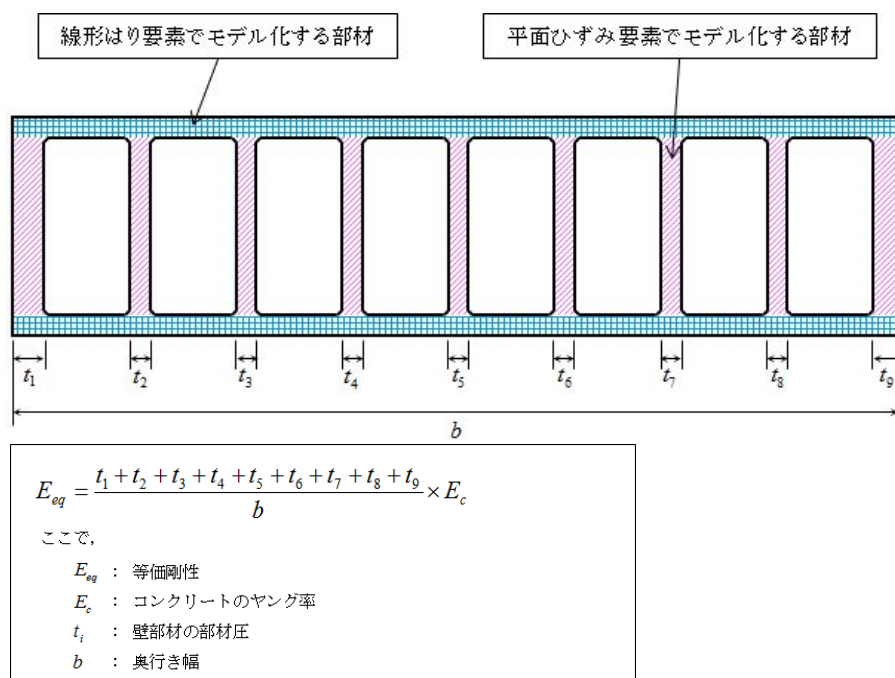


図 2.2-15 平面ひずみ要素の剛性設定の考え方

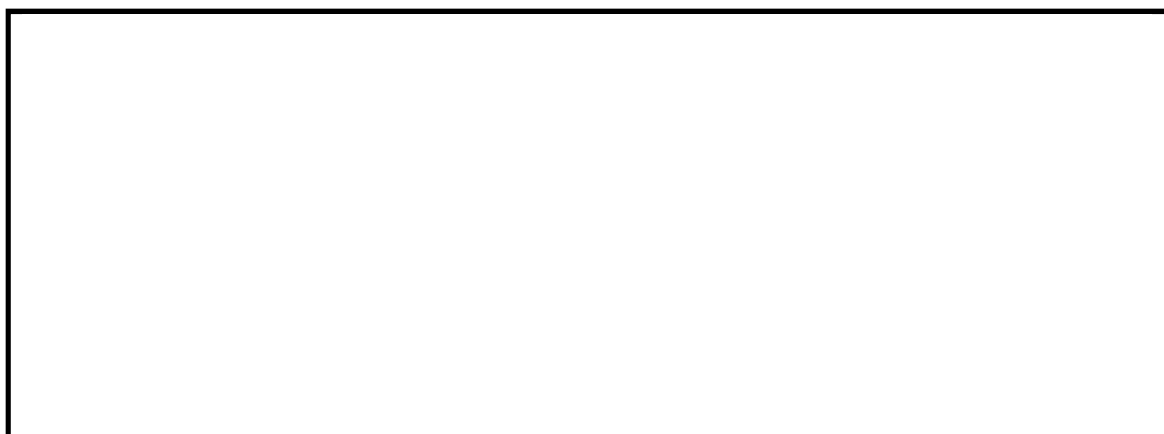


図 2.2-16 取水構造物の解析モデル（構造物部分拡大部、⑥-⑥断面）

(4) 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、強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。

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応荷重が生じた場合、せん断剛性をゼロとし、すべりを考慮する。

なお、せん断強度  $\tau_f$  は次式の Mohr-Coulomb 式により規定される。c、 $\phi$  は周辺地盤の c、 $\phi$  とする。(表 2.2-7 参照)

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

ここで、

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

表 2.2-7 周辺地盤及び隣接構造物との境界に用いる強度特性

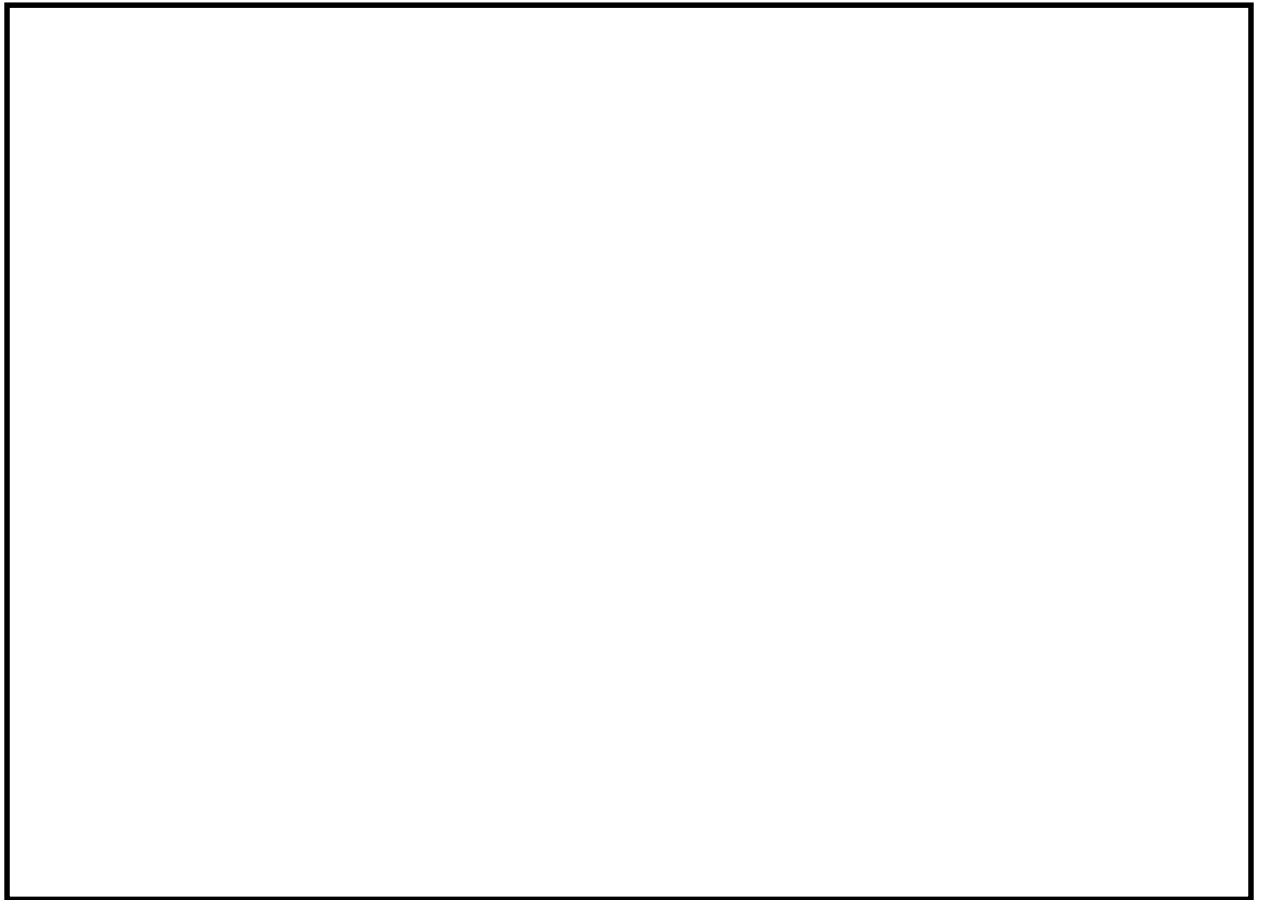
周辺の状況		粘着力 c (N/mm <sup>2</sup> )	内部摩擦角 (度)	備考
第四紀層	f1 層	0	37.3	—
	du 層	0	37.3	—
	Ag2 層	0	37.4	—
	As 層	0.012	41.0	—
	Ac 層	0.025	29.1	—
	Ag1 層	0	37.4	—
新第三系	Km 層	$c = 0.358 - 0.00603 \cdot z$	$\phi = 23.2 + 0.0990 \cdot z$	—

z : 標高 (m)

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大きい値として、港湾構造物設計事例集(沿岸技術研究センター)に従い、表 2.2-8 の通り設定する。ジョイント要素設定の考え方を図 2.2-17 に示す。

表 2.2-8 ジョイント要素のばね定数

	せん断剛性 $k_s$ (kN/m <sup>3</sup> )	圧縮剛性 $k_n$ (kN/m <sup>3</sup> )
側方及び底面	$1.0 \times 10^6$	$1.0 \times 10^6$



— : ジョイント要素

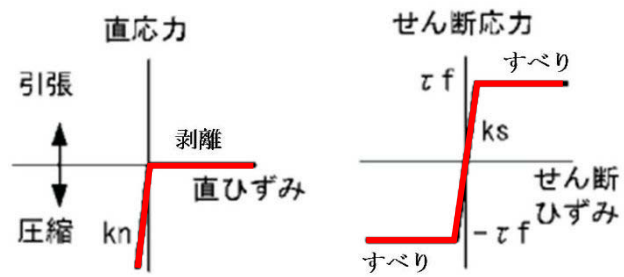


図 2.2-17 ジョイント要素の考え方

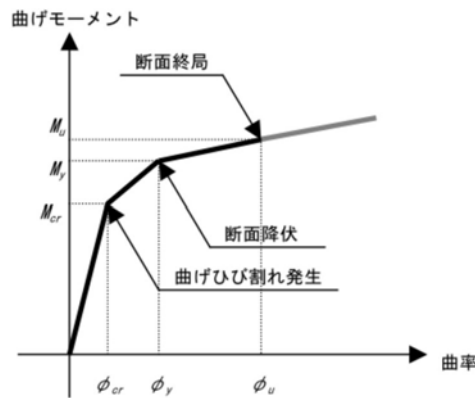
5) 材料特性の設定

①-①断面及び④-④断面については、鉄筋コンクリート部材及び鋼管杭は非線形はり要素を用いてモデル化する。非線形特性の設定においては、コンクリート及び鉄筋について、それぞれの非線形性を考慮する。材料の非線形特性は「コンクリート標準示方書」に準拠し設定する。

部材の非線形特性は以下のとおりである。

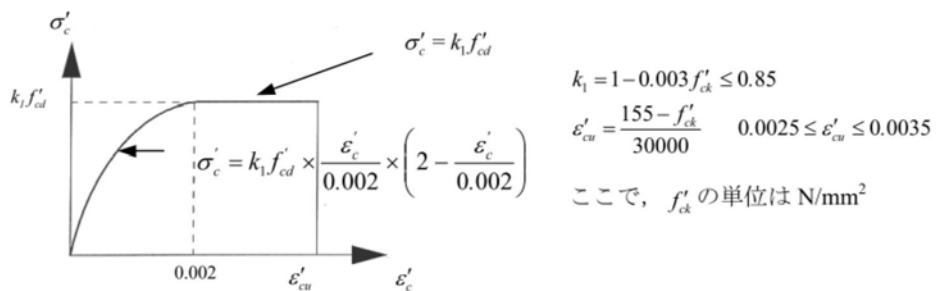
図 2.2-18 (土木学会マニュアル) に、鉄筋コンクリート部材における M-φ 関係のトリリニアモデルを示す。また、コンクリート及び鉄筋の非線形特性を図 2.2-19 及び図 2.2-20 に示す。なお、復元力特性として修正武田モデルを適用する。

有効応力解析コード「FLIP ver. 7.3.0\_2」における当該非線形特性では、地震時における部材の軸力は一定とされることから、常時応力解析により各部材に発生する軸力にて当該非線形特性を設定する。



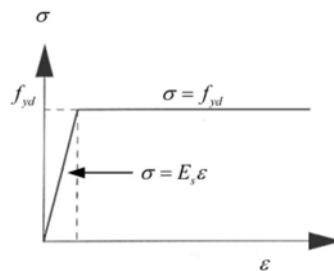
(原子力発電所屋外重要構造物の耐震性能照査指針・マニュアル ((社) 土木学会 2005 年) より引用)

図 2.2-18 M-φ 関係のトリリニアモデル (鉄筋コンクリート部材)



(コンクリート標準示方書[設計編] ((社) 土木学会 2007 年制定) より引用)

図 2.2-19 コンクリートの応力-ひずみ曲線



(コンクリート標準示方書[設計編] ((社) 土木学会 2007 年制定) より引用)

図 2.2-20 鉄筋の応力-ひずみ曲線

図 2.2-21 に、鋼管杭における M- $\phi$  関係のバイリニアモデルを示す。また、鋼材の非線形特性を図 2.2-22 に示す。

有効応力解析コード「FLIP ver. 7.3.0\_2」における当該非線形特性では、地震時における部材の軸力は一定とされることから、常時応力解析により各部材に発生する軸力にて当該非線形特性を設定する。

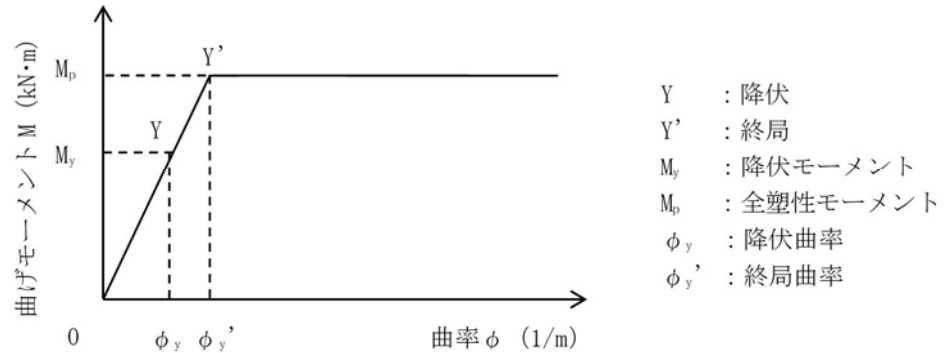


図 2.2-21 M- $\phi$  関係のバイリニアモデル (鋼管杭)

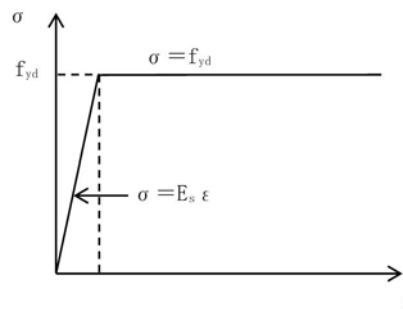


図 2.2-22 鋼材の応力-ひずみ関係

⑥-⑥断面について、鉄筋コンクリート部材は線形はり要素、耐震壁の効果を見込む側壁及び隔壁は平面ひずみ要素を用いてモデル化する。鋼管杭は①-①断面及び④-④断面と同様に、非線形はり要素を用いてモデル化する。

地盤は、マルチスプリング要素及び間隙水要素にてモデル化し、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。

(6) 竜巻等防護設備

取水構造物のうち取水ピットには、竜巻等防護設備が設置されることから、当該構造物を考慮した地震応答解析を実施する。なお、取水ピットに設置される竜巻等防護設備の耐震安全性については、V-2-11-2-9「海水ポンプエリア竜巻防護対策施設の耐震性についての計算書」にて評価を実施している。

竜巻等防護設備の平面図及び断面図を図 2.2-23 に示す。また、取水ピットの既設 RC 部材との取り合いについての詳細を図 2.2-24 に示す。

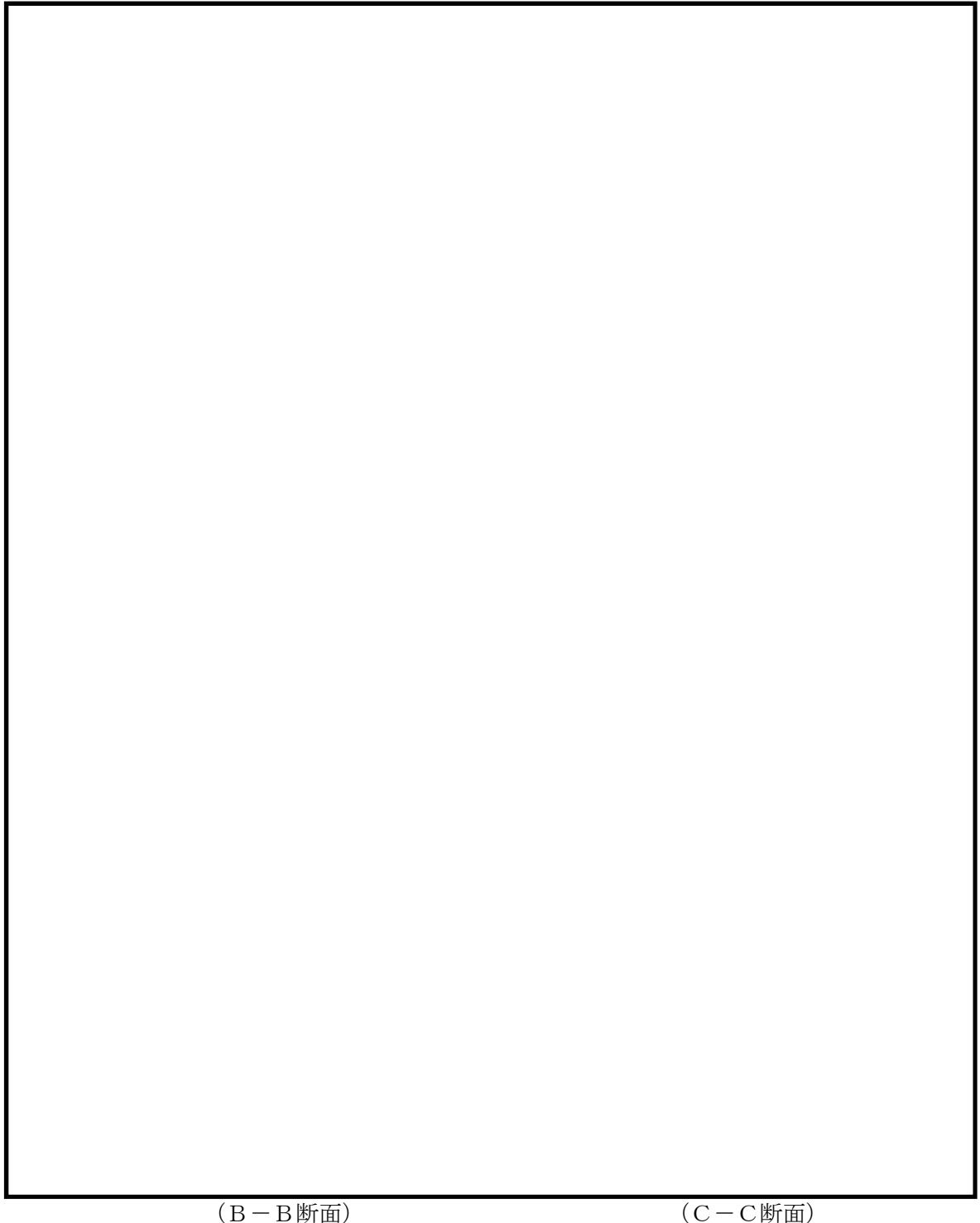


図 2.2-23 竜巻等防護設備の概要図



図 2.2-24 取水ピットの既設 RC 部材との取り合い

竜巻等防護設備のうち、主要構造部（赤ハッチ及び緑ハッチの区間）の荷重は、解析断面と平行方向に配置されている既設 RC 部材で受ける設計であり、④－④断面における評価対象部材である側壁、隔壁及び頂版に竜巻等防護対策の当該区間から有意な荷重は作用しない。

なお、④－④断面における評価対象部材である側壁及び隔壁については、一部の増設 RC 部材（裾上げ壁）の荷重を受ける設計としている。

以上のように、竜巻等防護設備が、取水構造物の耐震評価（④－④断面における評価対象部材）に及ぼす影響は軽微であると想定されるが、④－④断面の解析モデルにおいては、耐震評価における保守的な配慮として、これらの竜巻等防護設備を図 2.2-25 に示すように、分布質量として頂版部に作用させる。



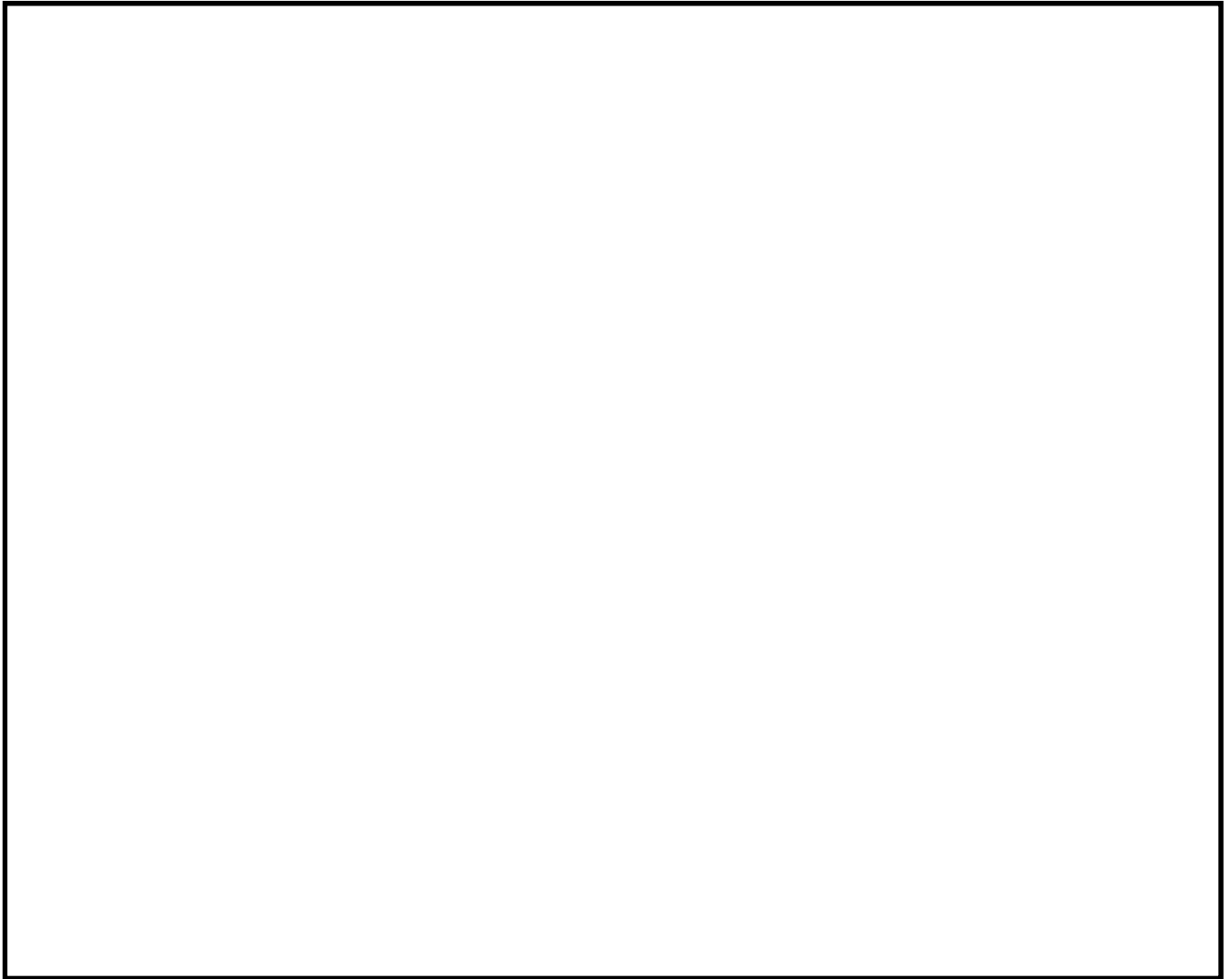


図 2.2-25 ④-④断面における竜巻等防護設備のモデル化について

## 2.2.10 減衰定数

動的解析における地盤及び構造物の減衰については、固有値解析にて求まる固有周期及び減衰比に基づき、質量マトリックス及び剛性マトリックスの線形結合で表される以下のRayleigh減衰にて与える。なお、Rayleigh減衰を $\alpha=0$ となる剛性比例型減衰とする。

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

一方、有効応力解析における低振動数帯で減衰 $\alpha$  [M]の影響がない剛性比例型減衰では、地盤の1次固有振動数が時系列で低振動数側へシフトしていくのに伴い、1次固有振動モードに対する減衰定数が初期減衰定数より保守的に小さい側へ変化していくことを考慮できる。

ゆえに、有効応力解析では、地震力により時系列での地盤剛性の軟化に伴う1次固有振動数の低振動数側へのシフトに応じて、1次固有振動モードに対する減衰定数として、初期減衰定数よりも保守的に小さい側のモード減衰定数を適用し、地震応答の適切な評価が行えるように、低振動数帯で減衰 $\alpha$  [M]の影響がない剛性比例型減衰を採用した。

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

ここで、

[C] : 減衰係数マトリックス

[M] : 質量マトリックス

[K] : 剛性マトリックス

$\alpha, \beta$  : 係数

係数 $\alpha$ 、 $\beta$ は以下のように求めている。

$$\alpha = 0$$

$$\beta = \frac{h}{\pi f}$$

ここで、

f : 固有値解析により求められた1次固有振動数

h : 各材料の減衰定数

非線形特性を考慮する地盤、コンクリート及び鋼材の減衰定数は1%（解析における減衰は、ひずみが大きい領域では履歴減衰が支配的となる。そのため、解析上の安定のためになるべく小さい値として1%を採用している。）とする。また、線形材料としてモデル化するコンクリートの減衰定数は5%（J E A G 4 6 0 1 -1987）とする。

図 2.2-26 に Rayleigh 減衰の設定フローを、表 2.2-9 に固有値解析結果を示す。

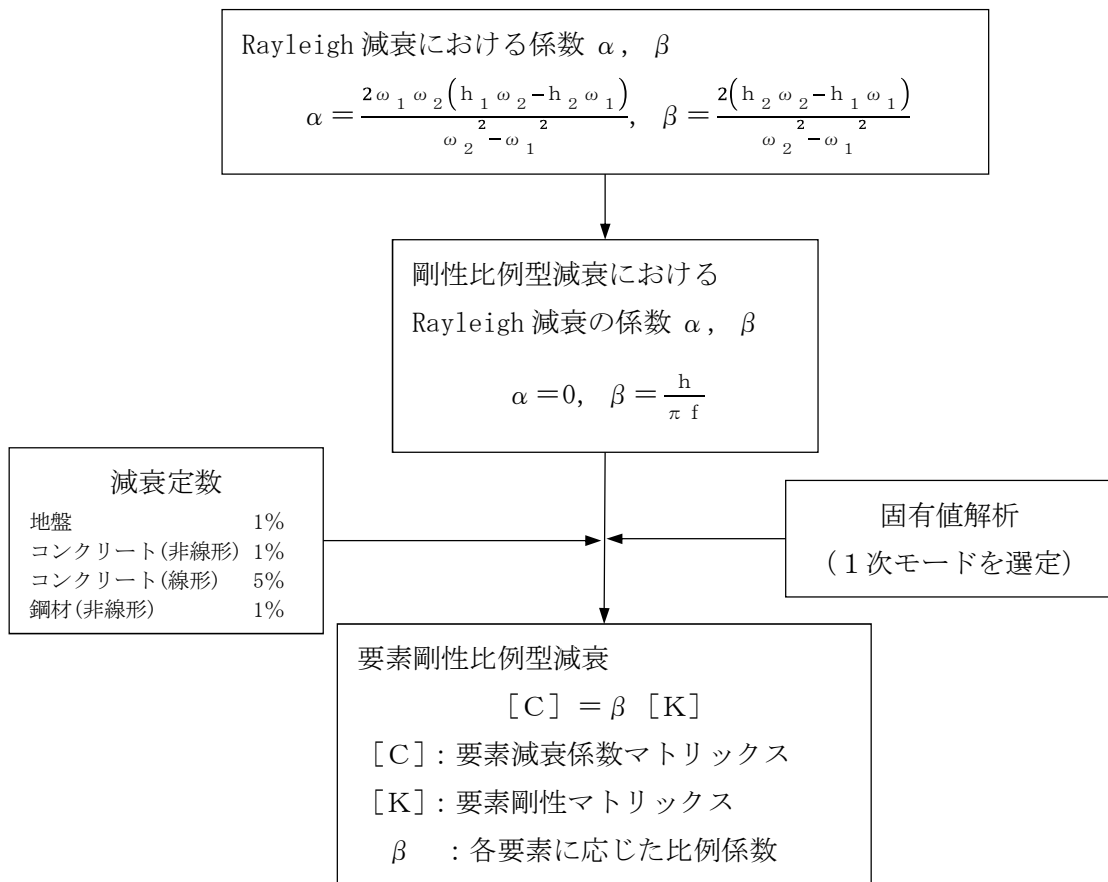


図 2.2-26 Rayleigh 減衰の設定フロー

表 2.2-9 (1) 固有値解析結果

(検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)

(a) ①-①断面

モード次数	固有振動数 (Hz)	刺激係数	備考
1	0.727	167.28	1次として採用
2	1.007	-99.57	
3	1.198	61.69	
4	1.399	-11.21	
5	1.603	-16.74	
6	1.694	1.03	
7	1.791	-32.32	
8	1.807	79.04	
9	1.928	-2.65	

(b) ④-④断面

モード次数	固有振動数 (Hz)	刺激係数	備考
1	0.738	171.33	1次として採用
2	1.014	94.57	
3	1.217	-60.12	
4	1.411	9.07	
5	1.617	-17.39	
6	1.730	4.95	
7	1.813	63.65	
8	1.822	56.82	
9	1.937	16.69	

(c) ⑥-⑥断面

モード次数	固有振動数 (Hz)	刺激係数	備考
1	0.732	172.78	1次として採用
2	0.843	63.42	
3	0.998	54.98	
4	1.102	-35.12	
5	1.161	-21.51	
6	1.284	-1.24	
7	1.387	8.19	
8	1.496	-8.39	
9	1.545	-4.01	

表 2.2-9 (2) 固有値解析結果

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

(a) ①-①断面

モード次数	固有振動数 (Hz)	刺激係数	備考
1	0.783	178.58	1次として採用
2	1.051	-96.69	
3	1.286	-39.98	
4	1.523	-5.44	
5	1.739	18.58	
6	1.823	8.12	
7	1.857	39.40	
8	1.904	72.46	
9	2.018	1.00	

(b) ④-④断面

モード次数	固有振動数 (Hz)	刺激係数	備考
1	0.793	183.05	1次として採用
2	1.058	-88.16	
3	1.300	42.89	
4	1.531	-3.57	
5	1.748	-20.43	
6	1.839	-13.61	
7	1.878	-50.89	
8	1.924	63.29	
9	2.036	16.10	

(c) ⑥-⑥断面

モード次数	固有振動数 (Hz)	刺激係数	備考
1	0.775	178.63	1次として採用
2	0.902	67.66	
3	1.068	55.96	
4	1.186	-32.43	
5	1.254	-19.61	
6	1.390	1.40	
7	1.499	-12.09	
8	1.616	-15.46	
9	1.663	-44.25	

表 2.2-9 (3) 固有値解析結果

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

(a) ①-①断面

モード次数	固有振動数 (Hz)	刺激係数	備考
1	0.665	156.52	1次として採用
2	0.945	-91.21	
3	1.126	85.89	
4	1.266	-20.95	
5	1.449	15.34	
6	1.552	-11.34	
7	1.676	-58.95	
8	1.730	56.54	
9	1.794	24.90	

(b) ④-④断面

モード次数	固有振動数 (Hz)	刺激係数	備考
1	0.674	159.43	1次として採用
2	0.952	-89.43	
3	1.140	83.07	
4	1.277	19.72	
5	1.462	15.53	
6	1.597	-9.88	
7	1.701	67.85	
8	1.732	-43.47	
9	1.802	33.53	

表 2.2-9 (4) 固有値解析結果

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

(a) ①-①断面

モード次数	固有振動数 (Hz)	刺激係数	備考
1	0.696	169.59	1次として採用
2	0.913	-84.68	
3	1.016	27.26	
4	1.113	31.37	
5	1.332	20.01	
6	1.402	37.06	
7	1.569	3.74	
8	1.677	-40.48	
9	1.723	46.76	

(b) ④-④断面

モード次数	固有振動数 (Hz)	刺激係数	備考
1	0.703	173.27	1次として採用
2	0.913	78.68	
3	1.089	30.65	
4	1.132	-12.97	
5	1.321	28.91	
6	1.375	-33.04	
7	1.568	-5.22	
8	1.661	-37.52	
9	1.707	18.50	

(c) ⑥-⑥断面

モード次数	固有振動数 (Hz)	刺激係数	備考
1	0.690	157.35	1次として採用
2	0.809	-84.71	
3	0.931	58.05	
4	1.047	-31.98	
5	1.100	-36.31	
6	1.196	-10.06	
7	1.290	11.67	
8	1.394	19.01	
9	1.452	-28.01	

### 2.2.11 荷重の組合せ

耐震性能照査にて考慮する荷重は、通常運転時の荷重（永久荷重）及び地震荷重を抽出し、それぞれを組み合わせて設定する。地震荷重には、地震時土圧、動水圧、機器・配管系からの反力による荷重が含まれるものとする。

風荷重及び風荷重以外の変動荷重（温度荷重）については、発電所の立地特性や取水構造物が地中に埋設された構造物であることを考慮すると、構造物に与える影響は軽微であると判断し、地震力と組合せる荷重としては除外した。

なお、取水構造物は、地盤内に埋設されている構造物であることから運転時の異常な過度変化時の状態及び設計基準事故時の状態の影響を受けないと考えられるため当該状態についての組合せは考慮しないものとする。また、重大事故等対処時においても、地盤内で設計基準事故時の条件を上回るような事象は発生しないため、設計基準事故時の条件を上回る荷重はない。

荷重の組合せを表 2.2-10 に示す。

地震時に取水構造物に作用する機器・配管系からの反力については、機器・配管系を、解析モデルに付加質量として与えることで考慮する。

表 2.2-10 荷重の組合せ

種別		荷重		算定方法
永久荷重	常時考慮荷重	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
		機器・配管自重	○	・機器・配管の重さに基づいて設定
		土被り荷重	○	・常時応力解析により設定
		永久上載荷重	○	・竜巻等防護設備の荷重を考慮
		静止土圧	○	・常時応力解析により算定
		外水圧	○	・地下水位に応じた静水圧として設定 ・地下水の密度を考慮
		内水圧	○	・海水面に応じた静水圧として設定 ・海水の密度を考慮
		雪荷重	○	・雪荷重を考慮
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、偶発荷重（地震荷重）と組合せるべき変動荷重はない	
	風荷重	—	・地中に埋設された構造物であるため、考慮しない	
偶発荷重（地震荷重）	水平地震動	○	・基準地震動 $S_s$ による水平・鉛直同時加振 ・躯体、機器・配管の慣性力、動土圧を考慮	
	鉛直地震動	○		
	動水圧	○	・水位条件、密度は、永久荷重のうち内水圧と同様 ・地震時動水圧を付加質量により考慮	



(1) 機器・配管荷重

a. ①-①断面（取水路）

①-①断面における機器・配管荷重を図 2.2-27 に示す。

機器・配管荷重は解析単位奥行き（1 m）あたりの荷重および付加質量として考慮する。

左右の側壁には潮位計を，頂版には3つのスクリーン（固定スクリーン，トラベリングスクリーン，回転バースクリーン）のうち，最も重い回転バースクリーンを考慮する。

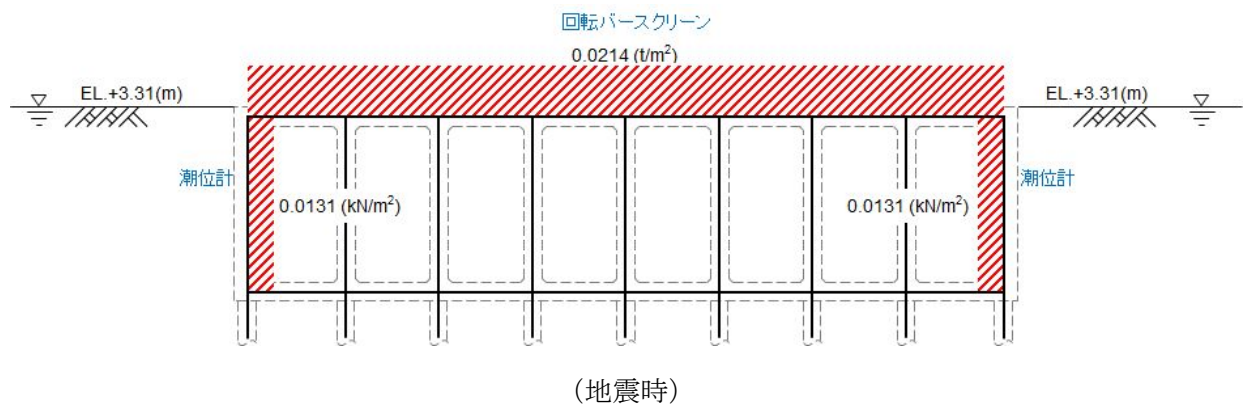
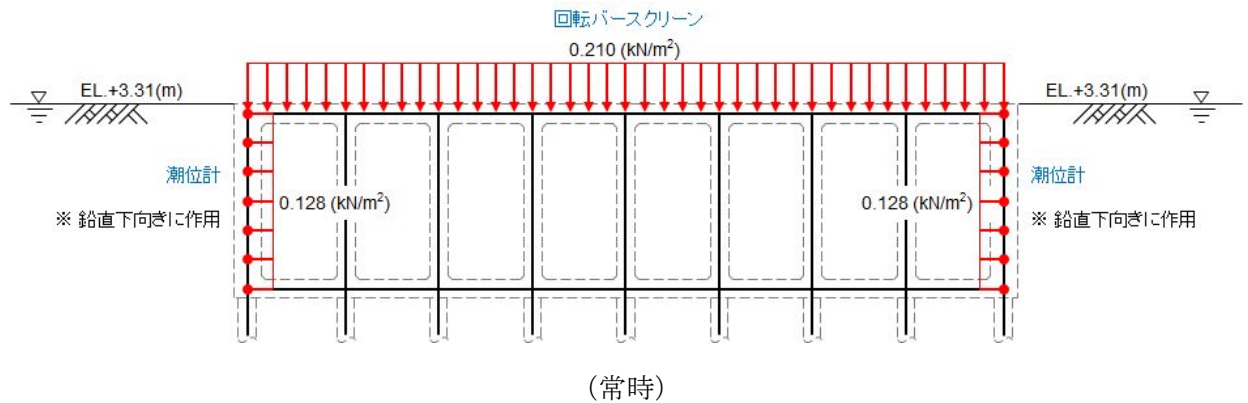


図 2.2-27 機器・配管荷重図（①-①断面）

b. ④－④断面（取水ピット）

④－④断面における機器・配管荷重図を図 2.2-28 に示す。

機器・配管荷重は解析単位奥行き（1 m）あたりの荷重および付加質量として考慮する。頂版には非常用海水ポンプ及びCWポンプを考慮する。

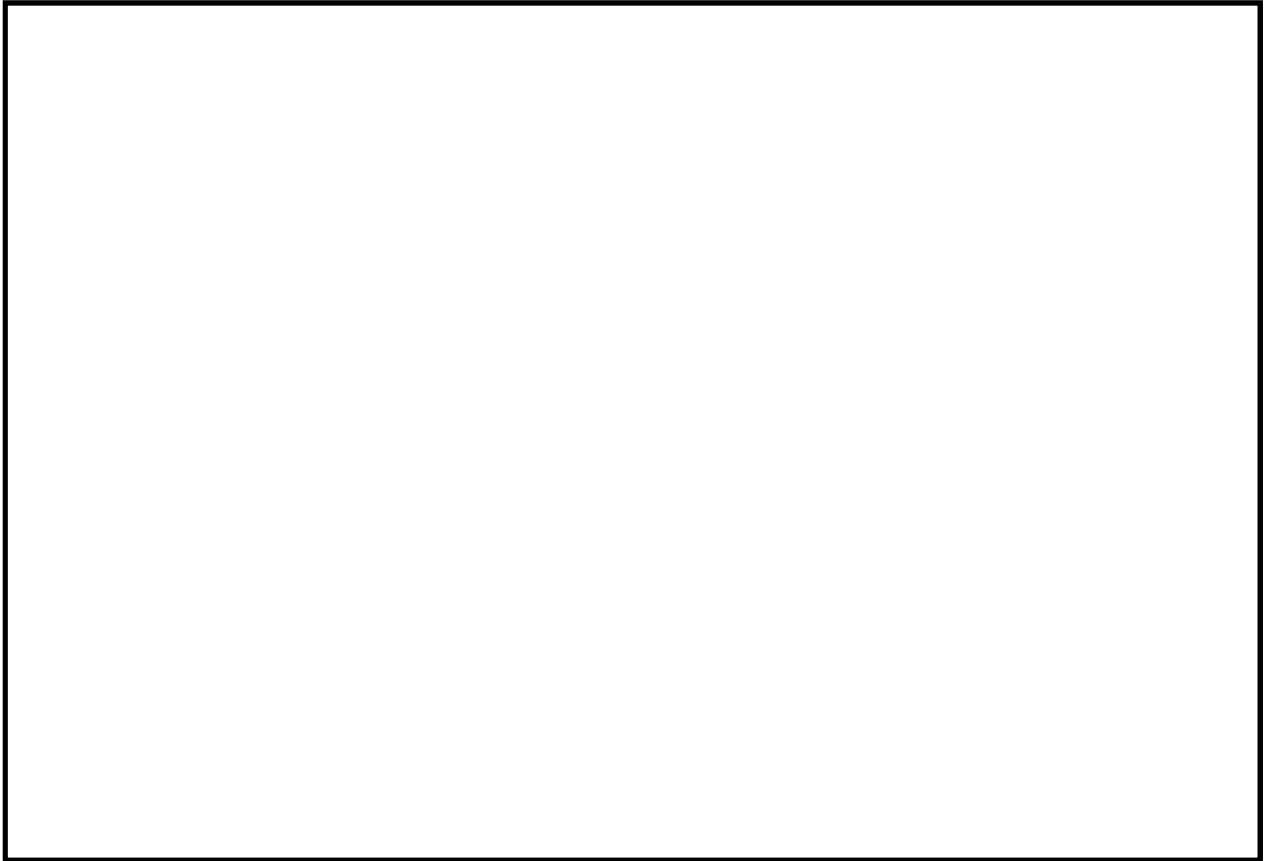


図 2.2-28 機器・配管荷重図（④－④断面）

c. ⑥-⑥断面（縦断図）

⑥-⑥断面における機器・配管荷重図を図 2.2-29 に示す。

機器・配管荷重は解析単位奥行き（1 m）あたりの荷重および付加質量として考慮する。

頂版には，比較的大きな荷重となる設備として，非常用海水ポンプ，止水機構，スクリーン（回転バースクリーン，トラベリングスクリーン）を考慮する。また，側壁には潮位計を考慮する。

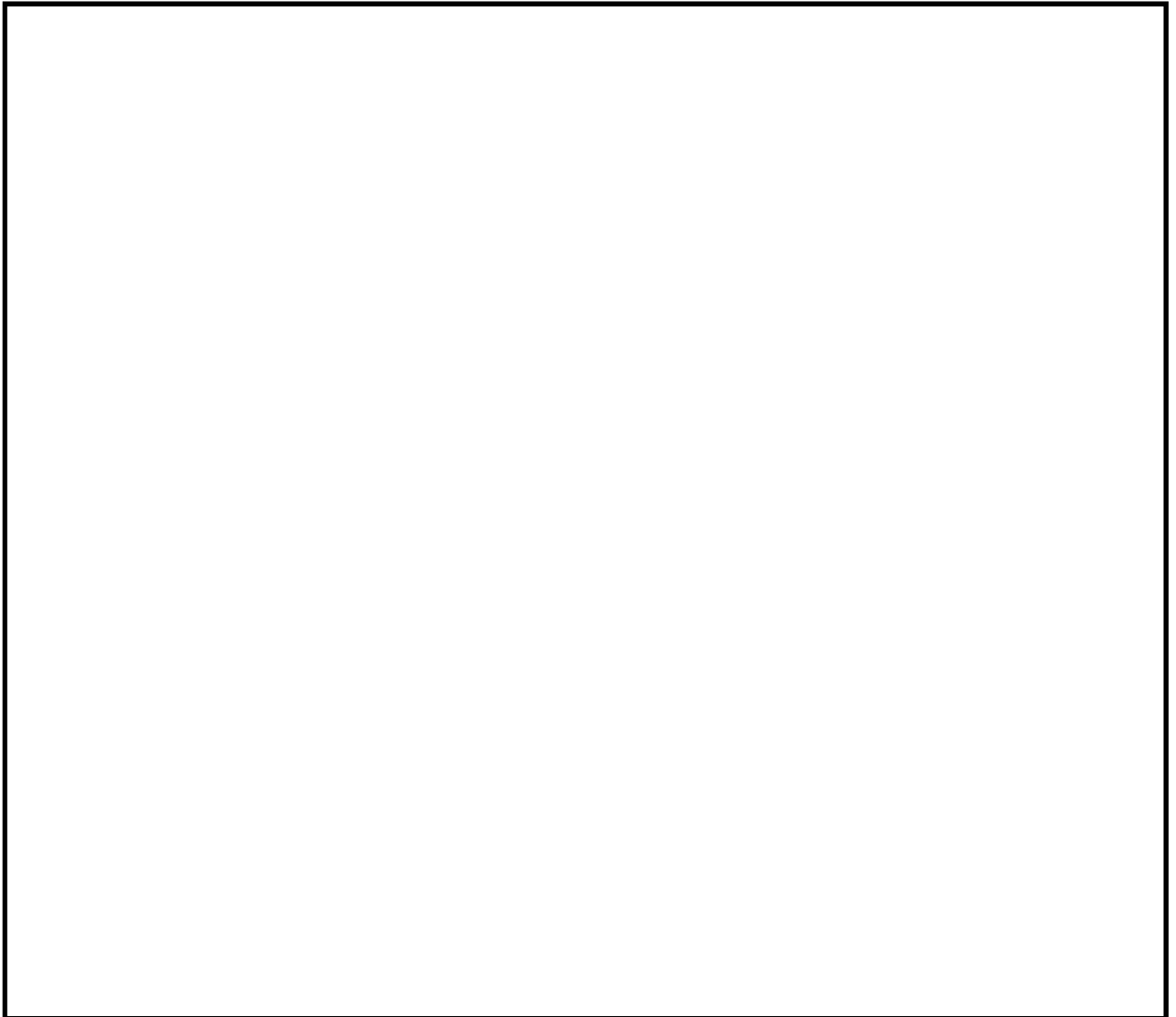


図 2.2-29 機器・配管荷重図（⑥-⑥断面）

(2) 外水圧

地下水位は地表面として設定する。設定の際は，地下水の密度として， $1.00\text{g}/\text{cm}^3$ を考慮する。

(3) 内水圧

取水構造物の内部には朔望平均満潮位である  $EL. +0.61$  m を静水面とした静水圧を内水圧として設定する。設定の際は海水の密度として、 $1.03\text{g/cm}^3$  を考慮する。

a. ①-①断面 (取水路)

図 2.2-30 に、①-①断面における内水圧図を示す。

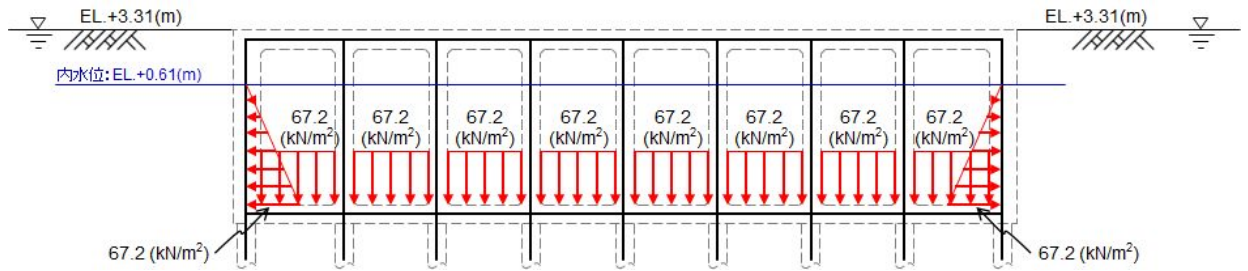


図 2.2-30 内水圧図 (①-①断面)

b. ④-④断面 (取水ピット)

図 2.2-31 に、④-④断面における内水圧図を示す。

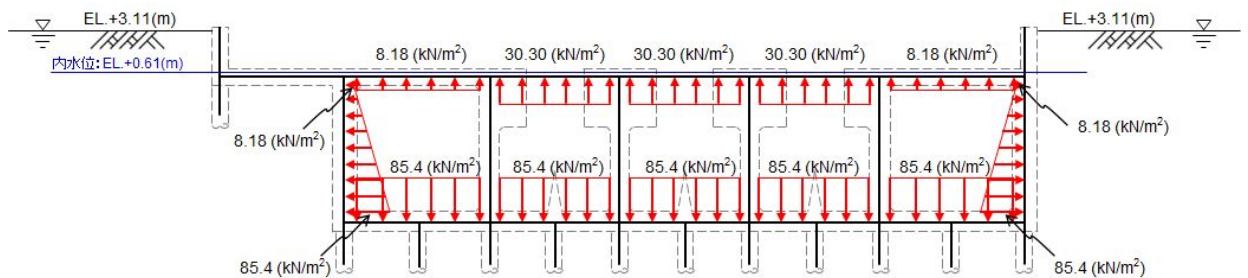


図 2.2-31 内水圧図 (④-④断面)

c. ⑥-⑥断面 (縦断面)

図 2.2-32 に、⑥-⑥断面における内水圧図を示す。

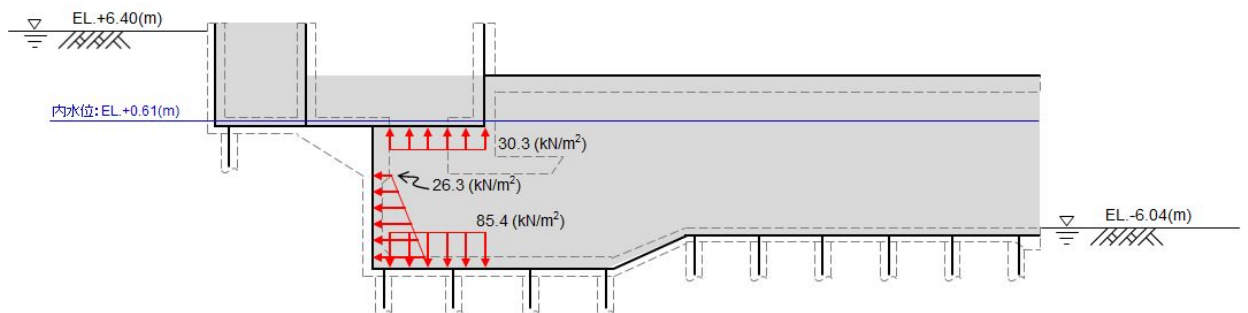


図 2.2-32 内水圧図 (⑥-⑥断面)

(4) 雪荷重

雪荷重については、「建築基準法施行令第86条」及び「茨城県建築基準法施行細則 第16条の4」に従って設定する。積雪の厚さ1cmあたりの荷重を $20\text{N/m}^2/\text{cm}$ として、積雪量は30cmとしていることから、積雪荷重は $600\text{N/m}^2$ であるが、地震時短期荷重として積雪荷重の0.35倍である $0.21\text{kN/m}^2$ を考慮する。

a. ①-①断面（取水路）

①-①断面における雪荷重図を図2.2-33に示す。

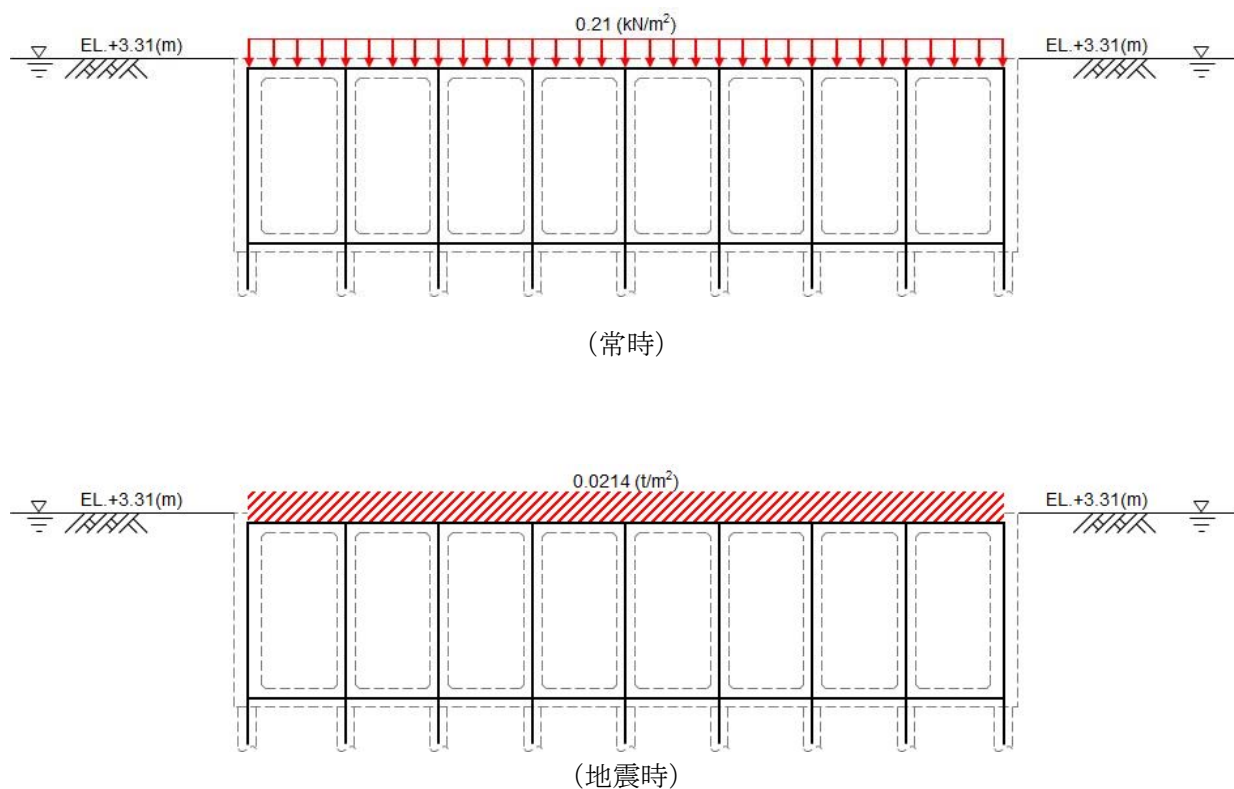


図 2.2-33 雪荷重図 (①-①断面)

b. ④-④断面 (取水ピット)

④-④断面における雪荷重図を図 2.2-34 に示す。

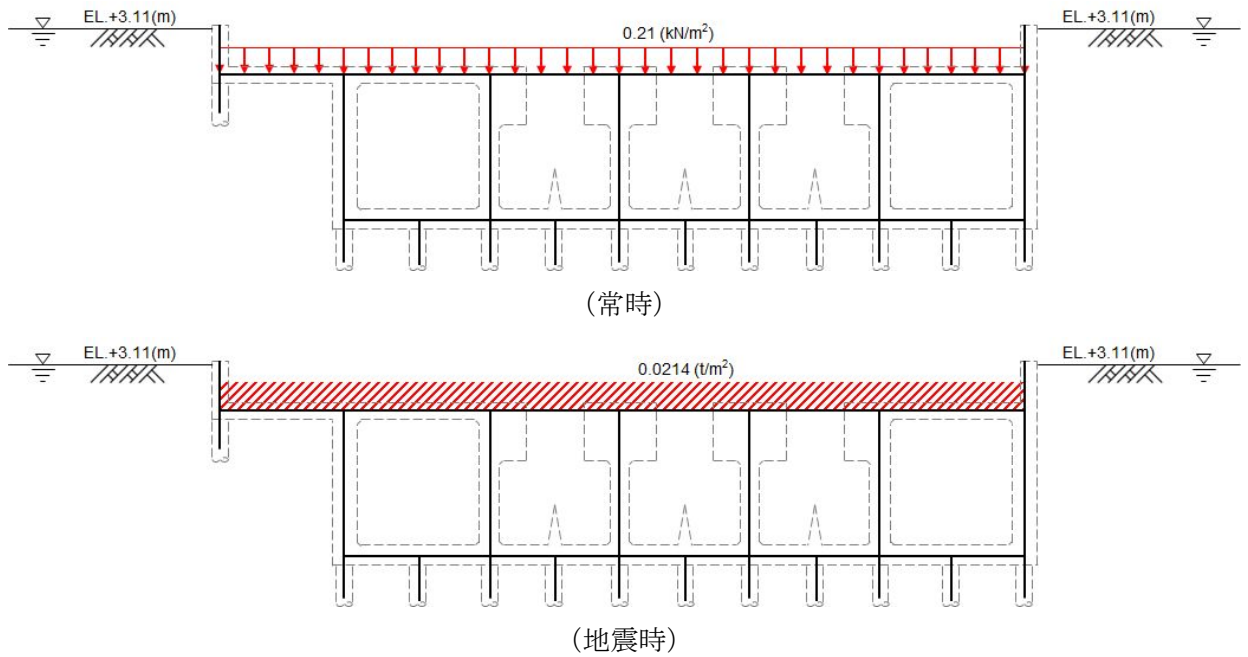


図 2.2-34 雪荷重図 (④-④断面)

c. ⑥-⑥断面 (縦断面)

⑥-⑥断面における雪荷重図を図 2.2-35 に示す。

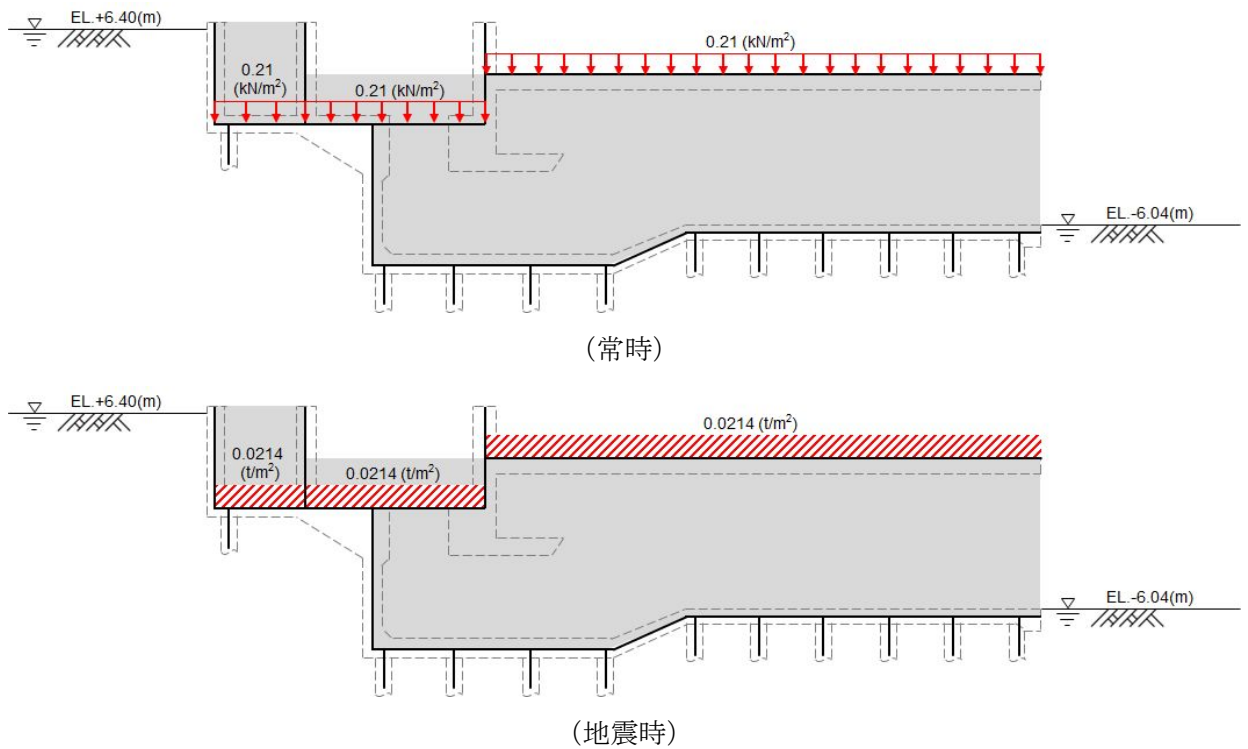


図 2.2-35 雪荷重図 (⑥-⑥断面)

(5) 動水圧

取水構造物の内部には朔望平均満潮位である **EL. +0.61 m** を水面とした動水圧を付加質量として設定し、地震時の影響を考慮する。設定の際は海水の密度として、 $1.03\text{g}/\text{cm}^3$  を考慮する。

a. ①-①断面（取水路）

①-①断面における動水圧図を図 2.2-36 に示す。

①-①断面には自由水面が存在するため、Westergaard 式による動水圧を設定する。

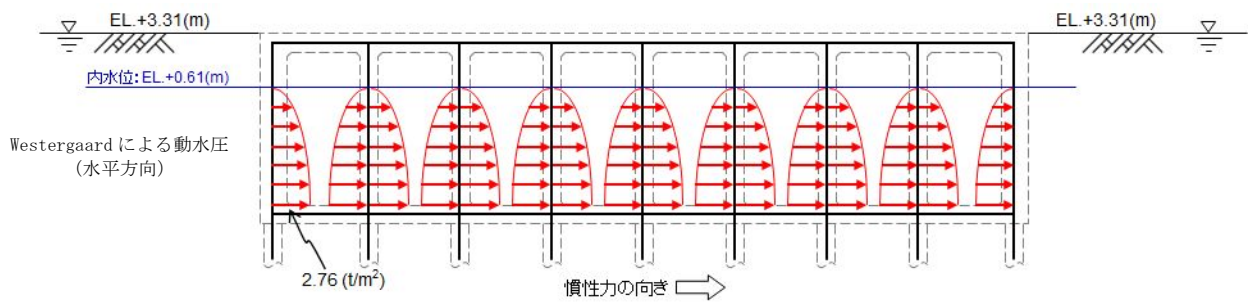


図 2.2-36 (1) 水平動による動水圧図 (①-①断面)

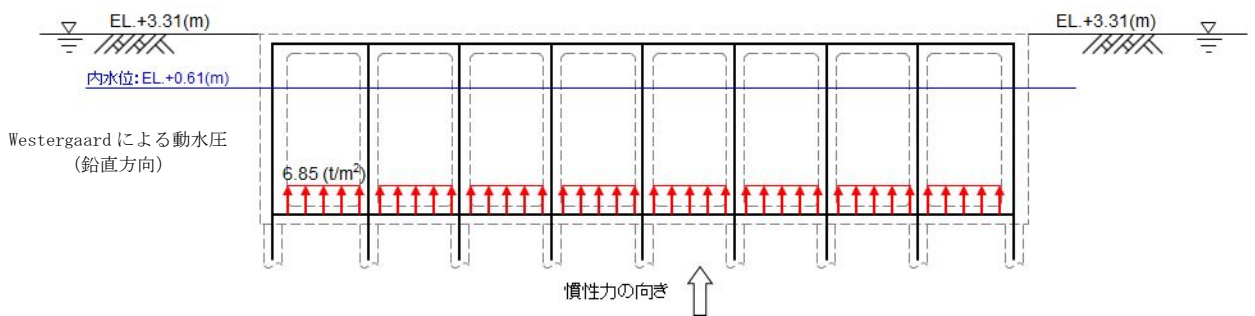


図 2.2-36 (2) 鉛直動による動水圧図 (①-①断面)

b. ④-④断面（取水ピット）

④-④断面における動水圧図を図 2.2-37 に示す。

④-④断面は満水状態で自由水面が存在しないため、付加質量を設定する際は、水平動による動水圧は左右の壁に半分ずつ等しく作用させ、鉛直動による動水圧は上下スラブに半分ずつ作用させるものとする。

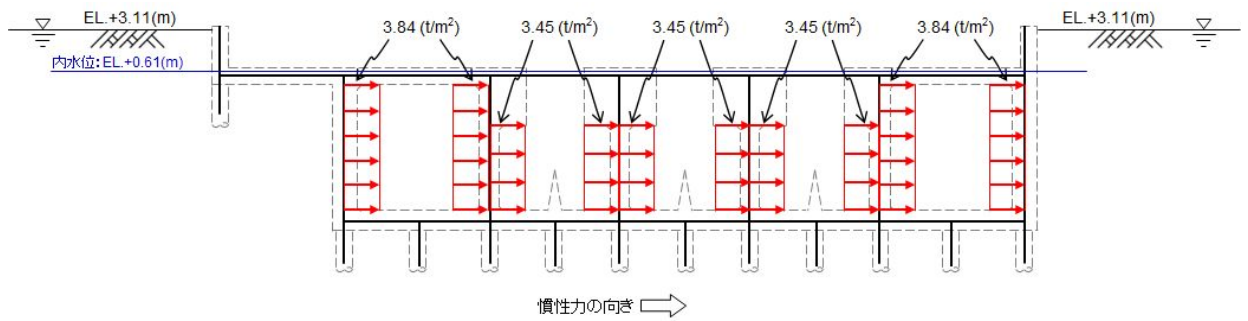


図 2.2-37 (1) 水平動による動水圧図（④-④断面）

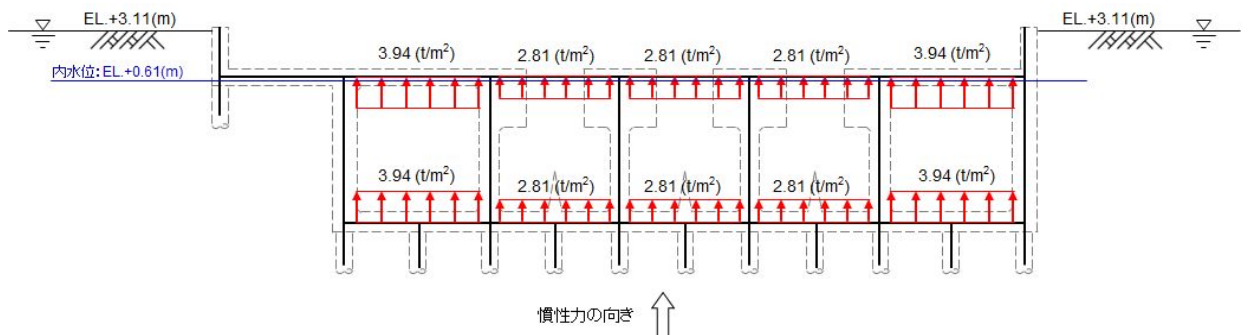


図 2.2-37 (2) 鉛直動による動水圧図（④-④断面）



c. ⑥-⑥断面（縦断面）

⑥-⑥断面における動水圧図を図 2.2-38 に示す。

⑥-⑥断面は取水ピットと取水路にまたがる縦断面であるが、取水路については、海に開放されており、かつ自由水面が存在する区間であることから動水圧は考慮しない。一方で、取水ピットは満水状態であり、かつ側壁には水平動による動水圧が作用すると考えられるため、これを考慮する。

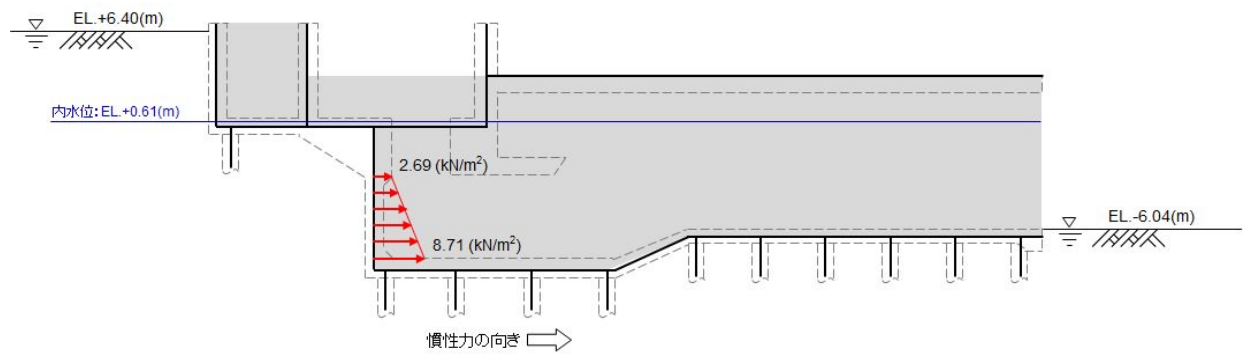


図 2.2-38 (1) 水平動による動水圧図（⑥-⑥断面）

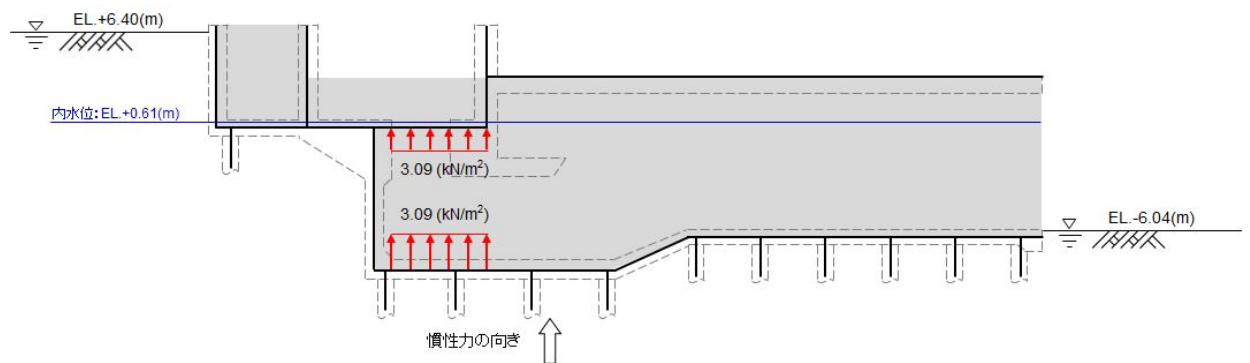


図 2.2-38 (2) 鉛直動による動水圧図（⑥-⑥断面）

(6) 竜巻等防護設備

竜巻等防護設備の荷重は解析の単位奥行き(1m)あたりの荷重および付加質量として考慮する。

a. ④-④断面 (取水ピット)

④-④断面における竜巻等防護設備の荷重図を図 2.2-39 に示す。

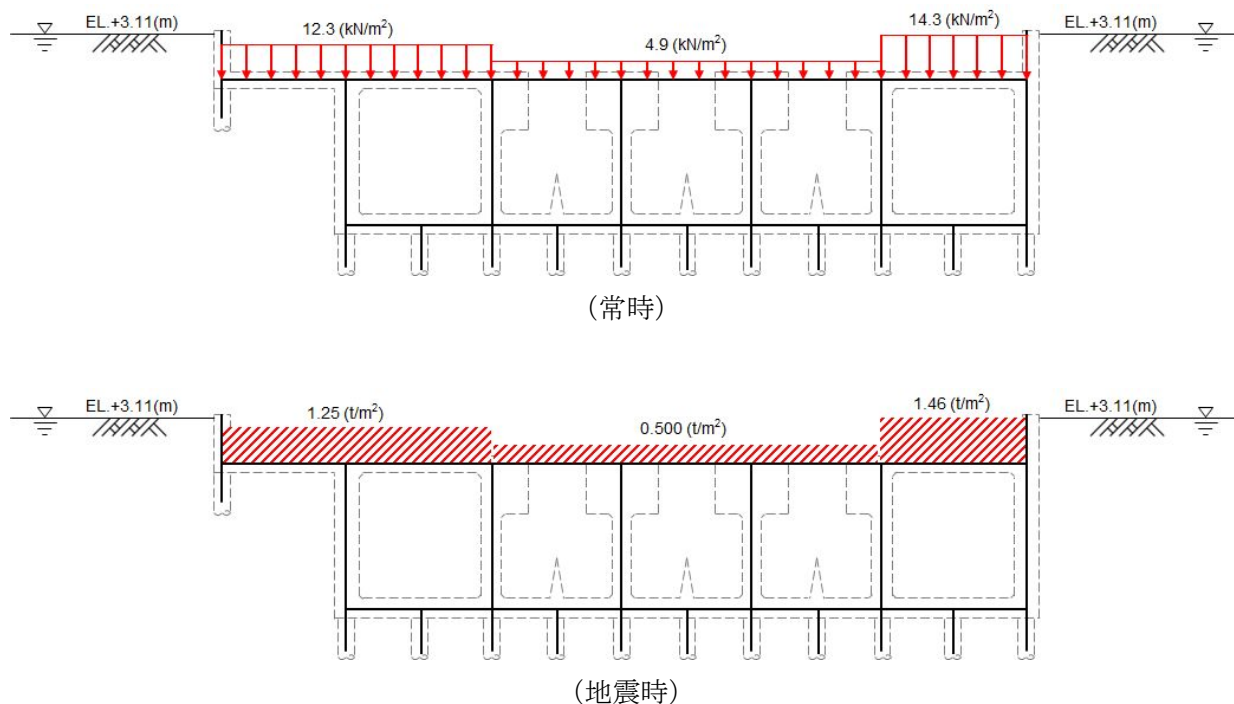


図 2.2-39 竜巻等防護設備の荷重図 (④-④断面)

b. ⑥-⑥断面（縦断図）

⑥-⑥断面における竜巻等防護設備の荷重図を図 2.2-40 に示す。

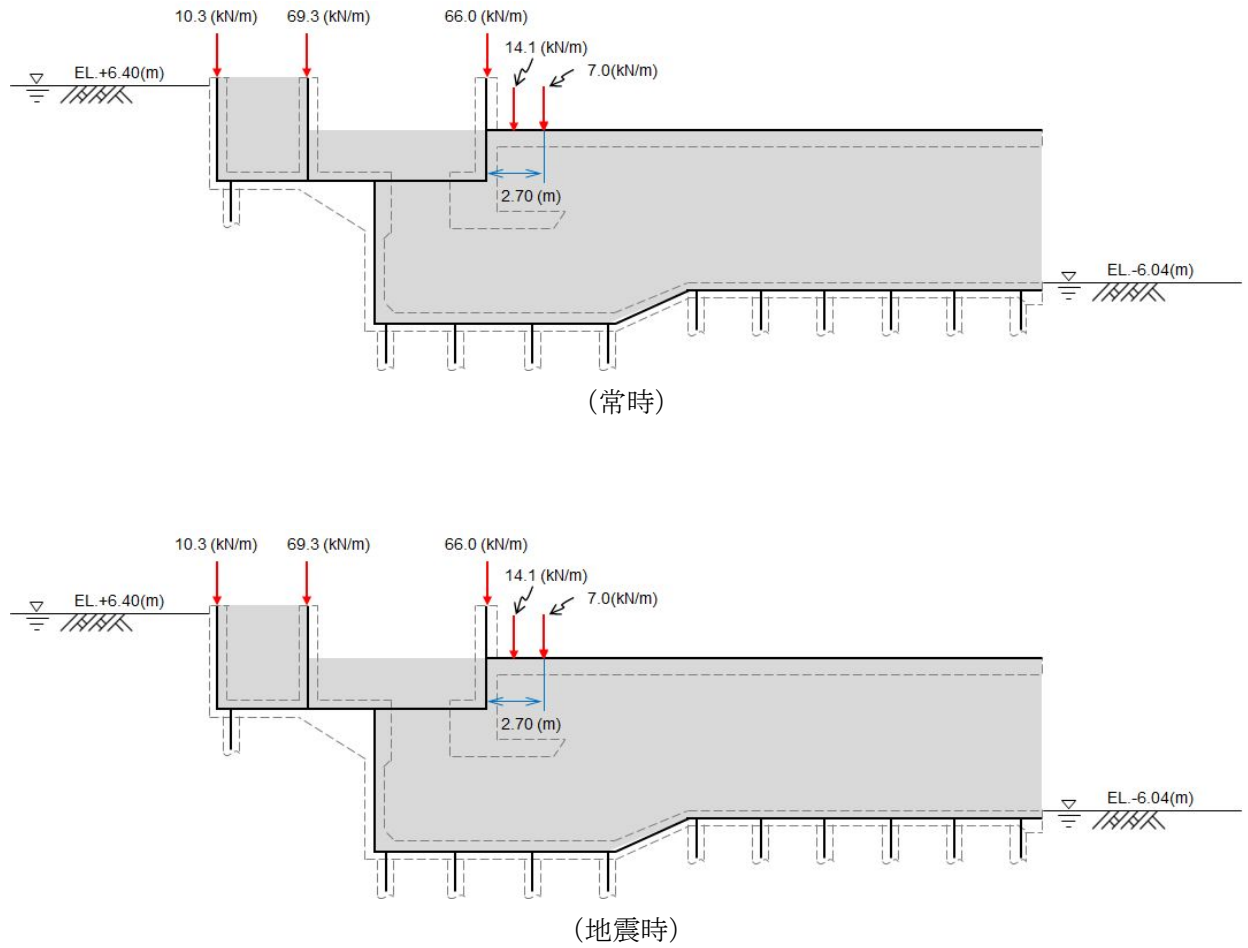


図 2.2-40 竜巻等防護設備の荷重図（⑥-⑥断面）

## 2.2.12 地震応答解析の検討ケース

### (1) 耐震設計における検討ケース

取水構造物の耐震設計における検討ケースを表 2.2-11 に示す。

全ての基準地震動  $S_s$  に対して実施する①の検討ケースにおいて、せん断力照査及び曲げ軸力照査をはじめとした全ての評価項目について、各照査値が最も厳しい（許容限界に対する余裕が最も小さい）地震動を用い、②～⑥の中から追加検討ケースを実施する。

表 2.2-11 耐震設計における検討ケース

検討ケース	① 原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース (基本ケース)	② 地盤物性のばらつきを考慮 (+1 $\sigma$ )した解析ケース	③ 地盤物性のばらつきを考慮 (-1 $\sigma$ )した解析ケース	④ 地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース	⑤ 原地盤において非液状化の条件を仮定した解析ケース	⑥ 地盤物性のばらつきを考慮 (+1 $\sigma$ )して非液状化の条件を仮定した解析ケース
液状化強度特性の設定	原地盤に基づく液状化強度特性(標準偏差を考慮)	原地盤に基づく液状化強度特性(標準偏差を考慮)	原地盤に基づく液状化強度特性(標準偏差を考慮)	敷地に存在しない豊浦標準砂に基づく液状化強度特性	液状化パラメータを非適用	液状化パラメータを非適用

注記 \* : 異なる構築物間の相対変位の算定は、上記ケースの中で、相対変位量が最も大きいケースにて行う。

(2) 機器・配管系に対する加速度応答抽出のための検討ケース

機器・配管系に対する加速度応答の抽出における検討ケースを表 2.2-12 に示す。

表 2.2-12 機器・配管系への加速度応答の抽出における検討ケース

検討ケース		④ 地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース	⑤ 原地盤において非液状化の条件を仮定した解析ケース	⑥ 地盤物性のばらつきを考慮 (+1σ) して非液状化の条件を仮定した解析ケース			
液状化強度特性の設定		敷地に存在しない豊浦標準砂に基づく液状化強度特性	液状化パラメータを非適用	液状化パラメータを非適用			
地震波 (位相)	S <sub>s</sub> -D1	(++)	1	1	1		
		(+-)		1			
		(-+)		1			
		(--)		1			
	S <sub>s</sub> -11	(++)		⑤において、上載される機器・配管系の固有振動数帯で加速度応答が最も大きくなる地震動を用いて実施する。		1	⑤において、上載される機器・配管系の固有振動数帯で加速度応答が最も大きくなる地震動を用いて実施する。
	S <sub>s</sub> -12	(++)		1			
	S <sub>s</sub> -13	(++)		1			
	S <sub>s</sub> -14	(++)		1			
	S <sub>s</sub> -21	(++)		1			
	S <sub>s</sub> -22	(++)		1			
S <sub>s</sub> -31	(++)	1					
	(-+)	1					
計		1	12	1			

## 2.3 評価内容

### 2.3.1 入力地震動の設定

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次元波動論により地震応答解析モデルの底面位置で評価したものをを用いる。入力地震動の設定においては、V-2-1-3「地盤の支持性能に係る基本方針」に示す地下構造モデルを用いる。

入力地震動算定の概念図を図 2.3-1 に、入力地震動の加速度時刻歴波形と加速度応答スペクトルを図 2.3-2 に示す。入力地震動の算定には解析コード「k-SHAKE Ver. 6.2.0」を使用する。

なお、特定の方向性を有しない地震動については、位相を反転させた場合の影響も確認する。断層モデル波である  $S_s-11 \sim S_s-22$  については、特定の方向性を有することから、構造物の評価対象断面方向を考慮し、方位補正を行う。具体的には南北方向及び東西方向の地震動について構造物の評価断面方向の成分を求め、各々を足し合わせることで方位補正した地震動を設定する。

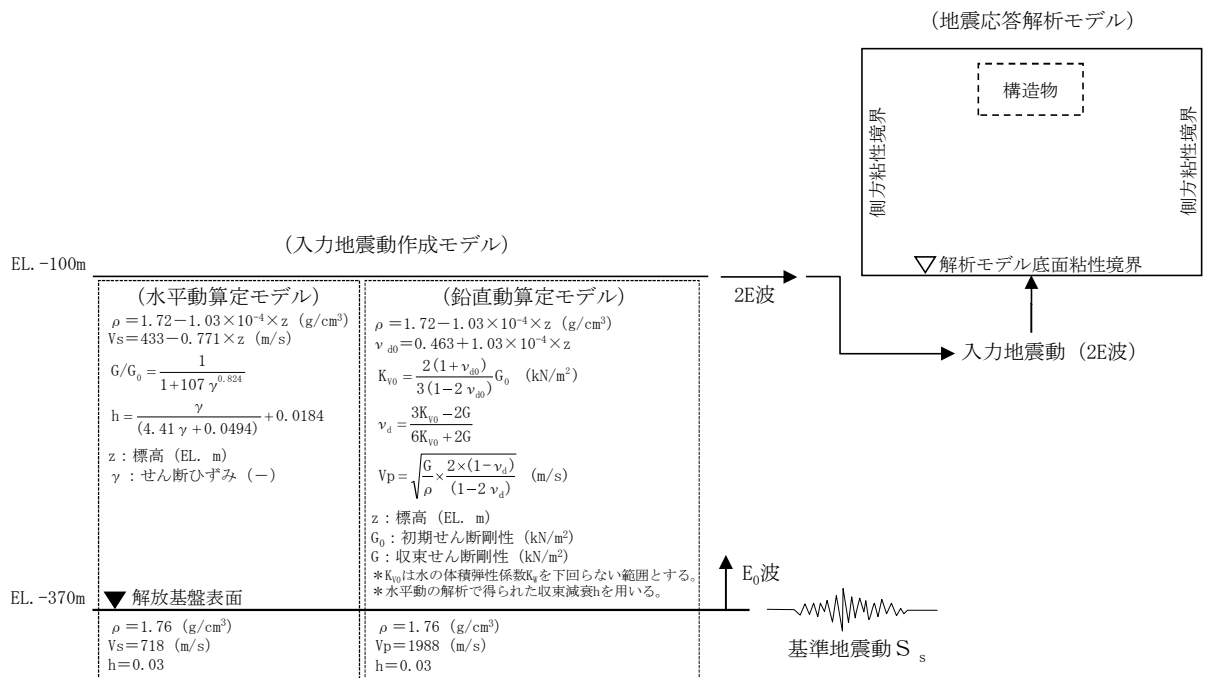
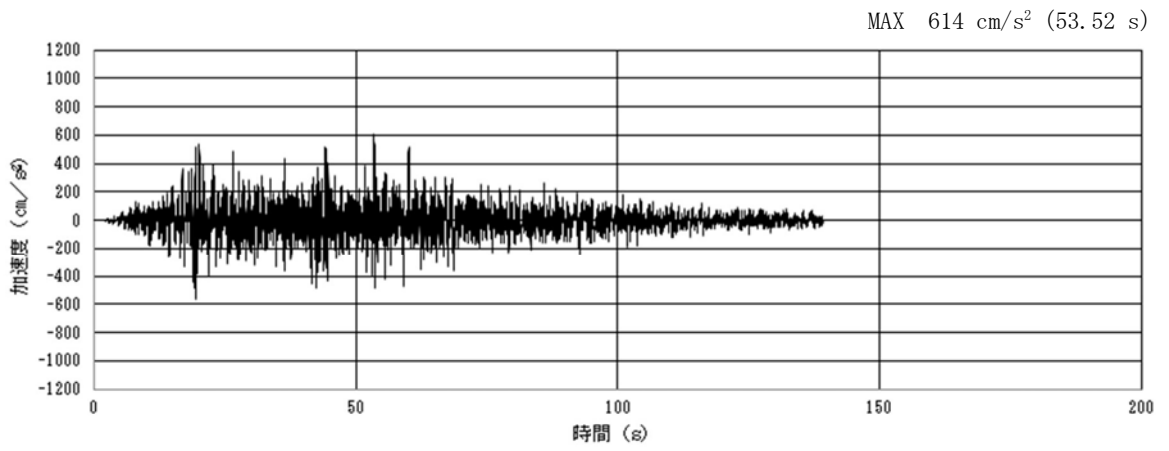
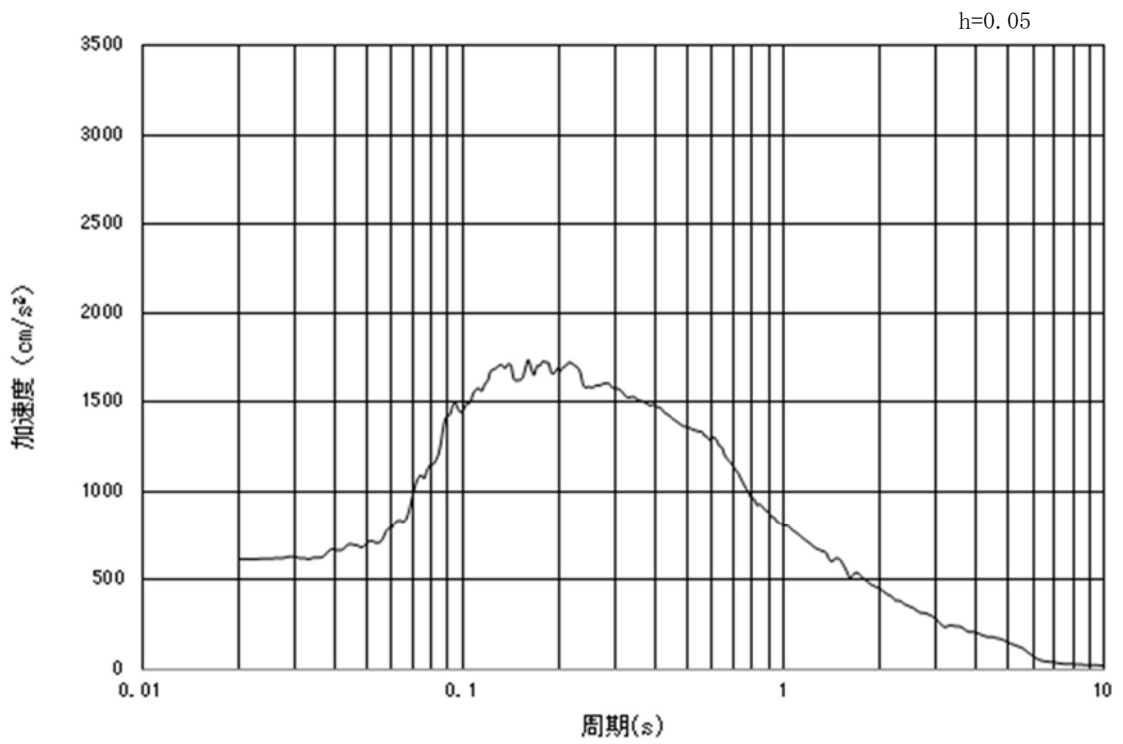


図 2.3-1 入力地震動算定の概念図

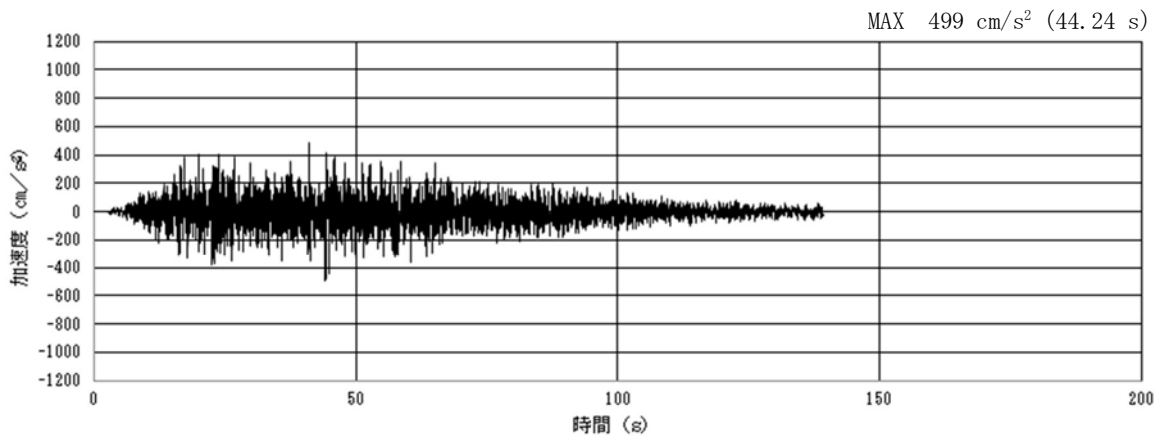


(a) 加速度時刻歴波形

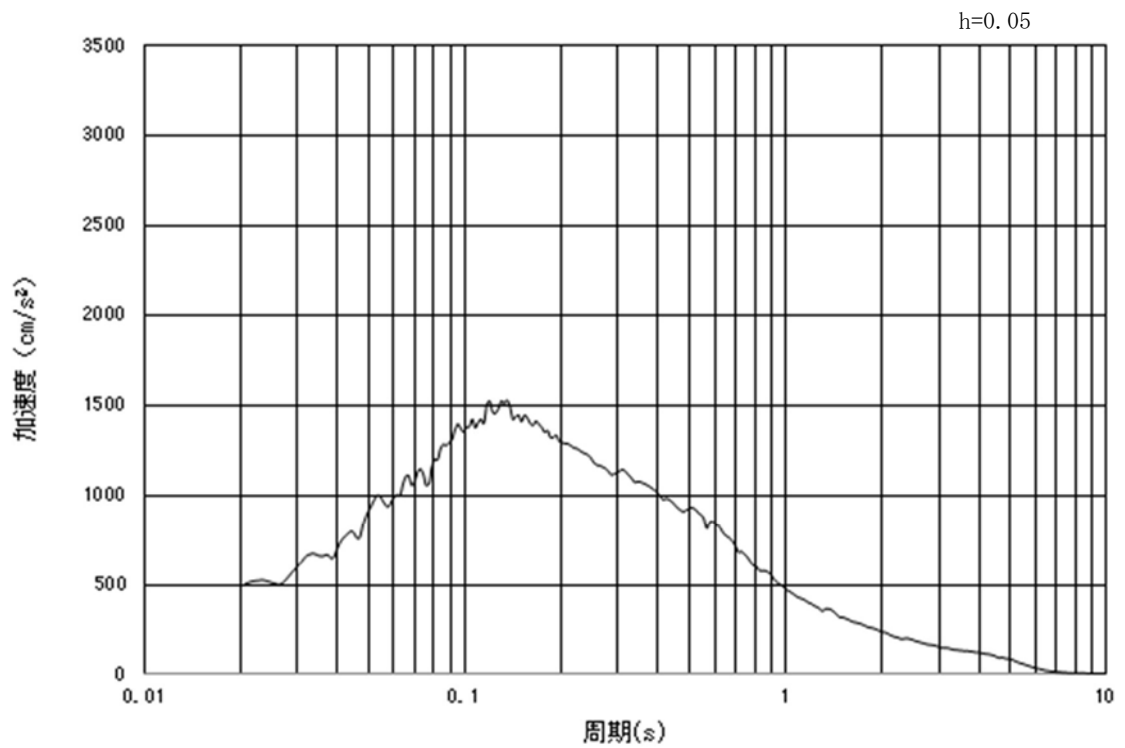


(b) 加速度応答スペクトル

図 2.3-2 (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 :  $S_s-D1$ )



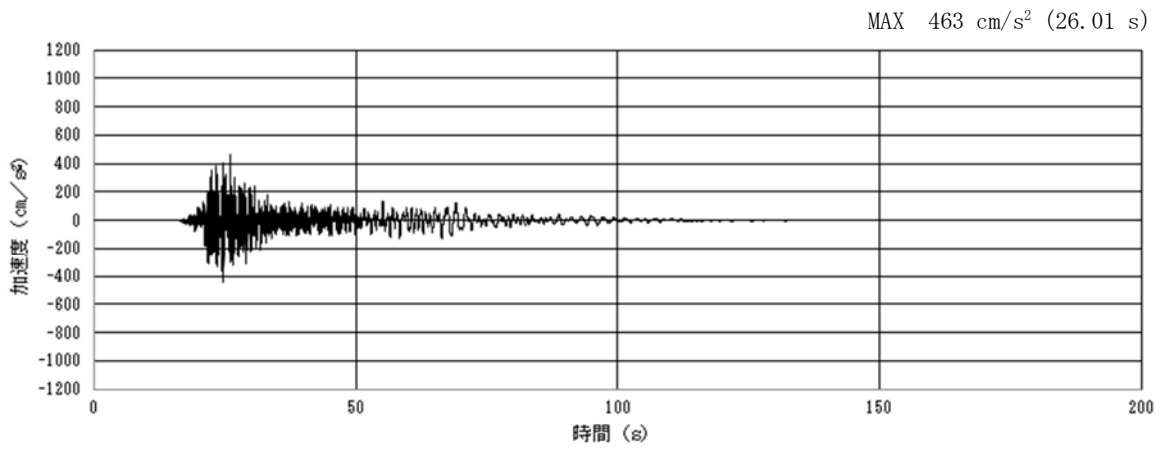
(a) 加速度時刻歴波形



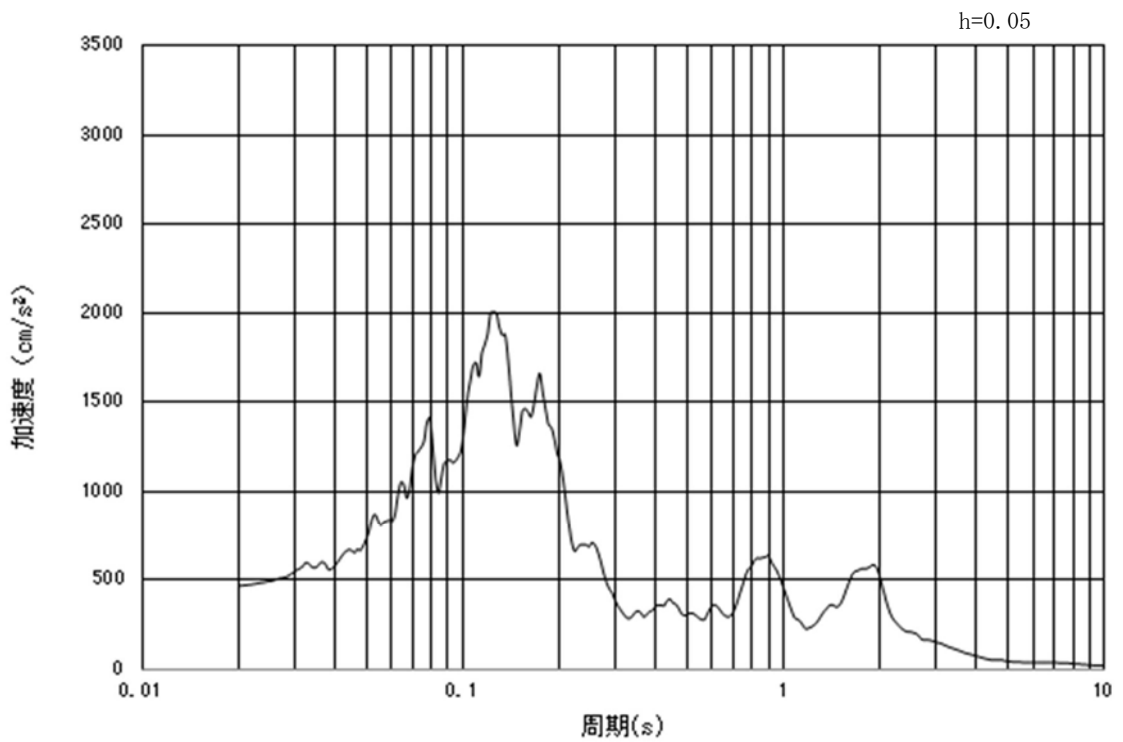
(b) 加速度応答スペクトル

図 2.3-2 (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<sub>s</sub>-D1)



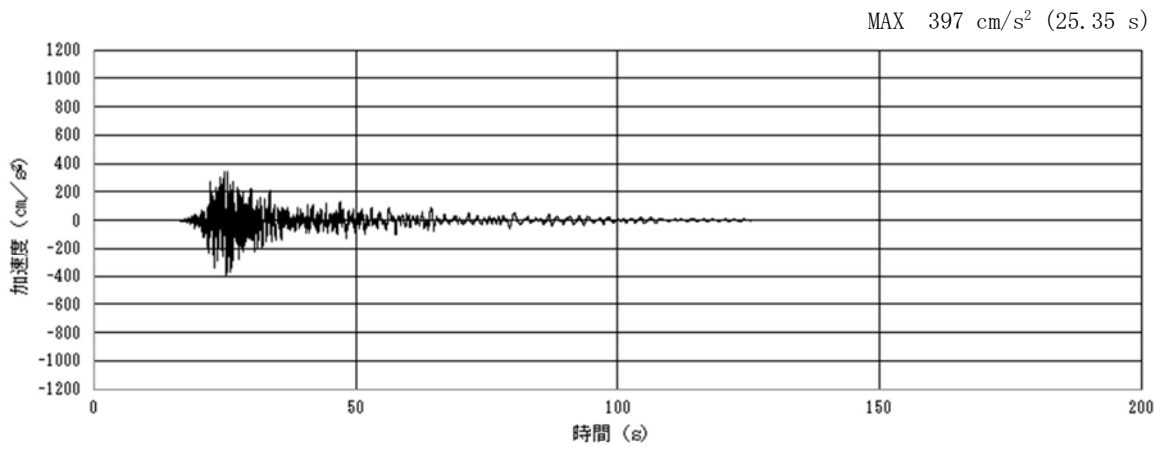


(a) 加速度時刻歴波形

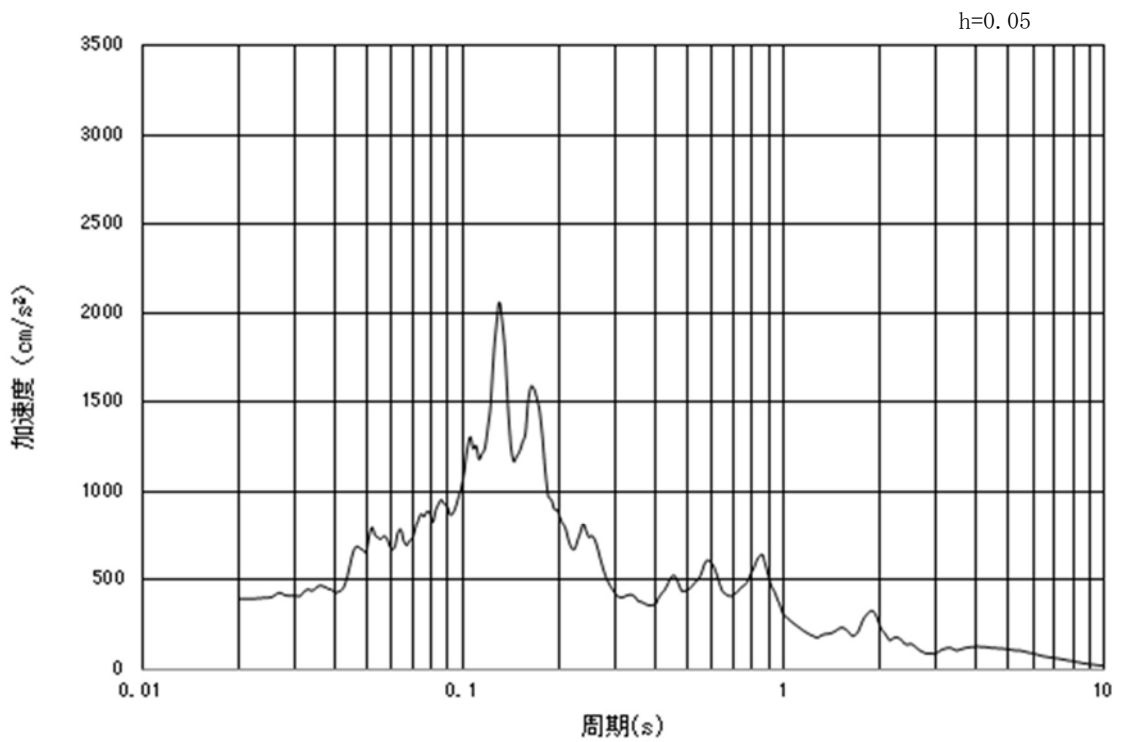


(b) 加速度応答スペクトル

図 2.3-2 (3) 南北方向断面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 :  $S_s - 1.1$ )

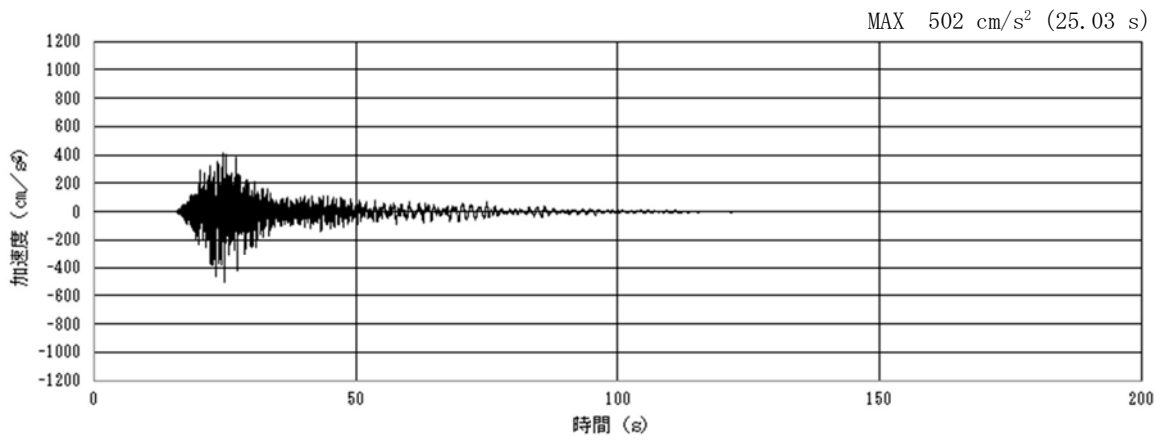


(a) 加速度時刻歴波形

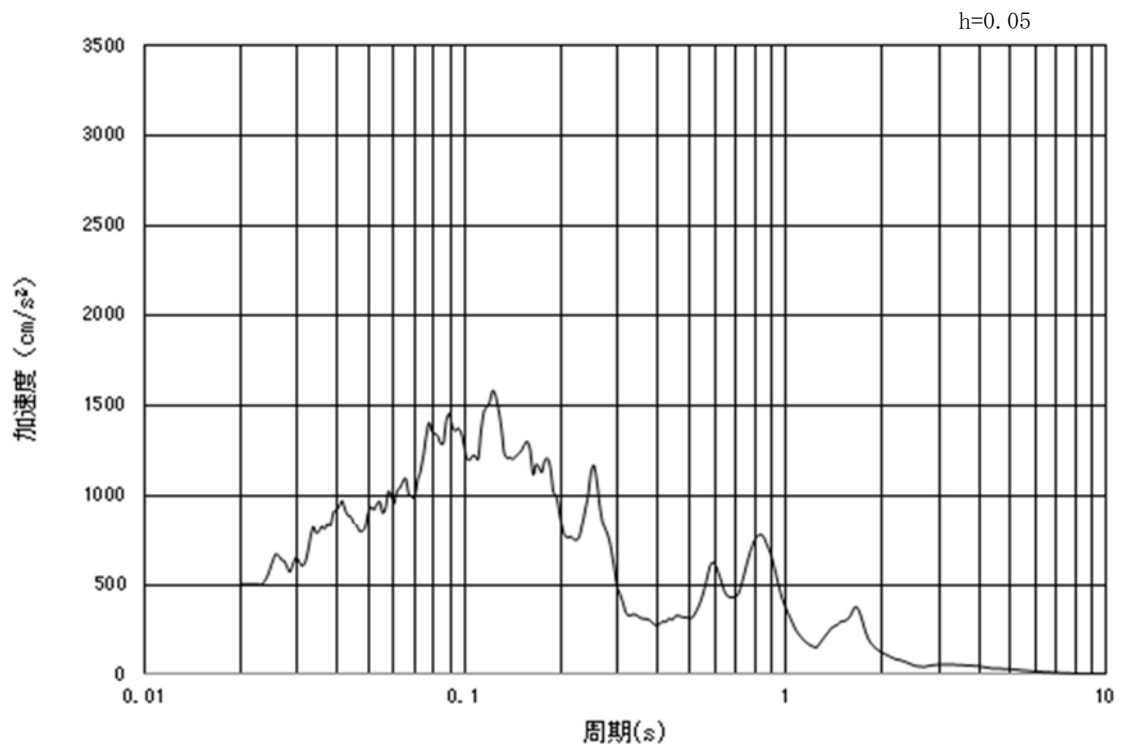


(b) 加速度応答スペクトル

図 2.3-2 (4) 東西方向断面の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 :  $S_s - 1.1$ )

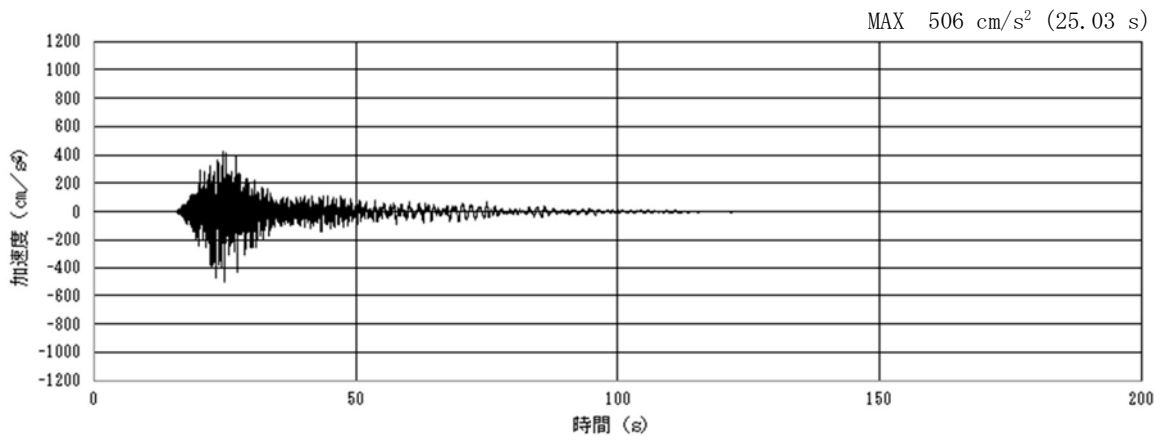


(a) 加速度時刻歴波形

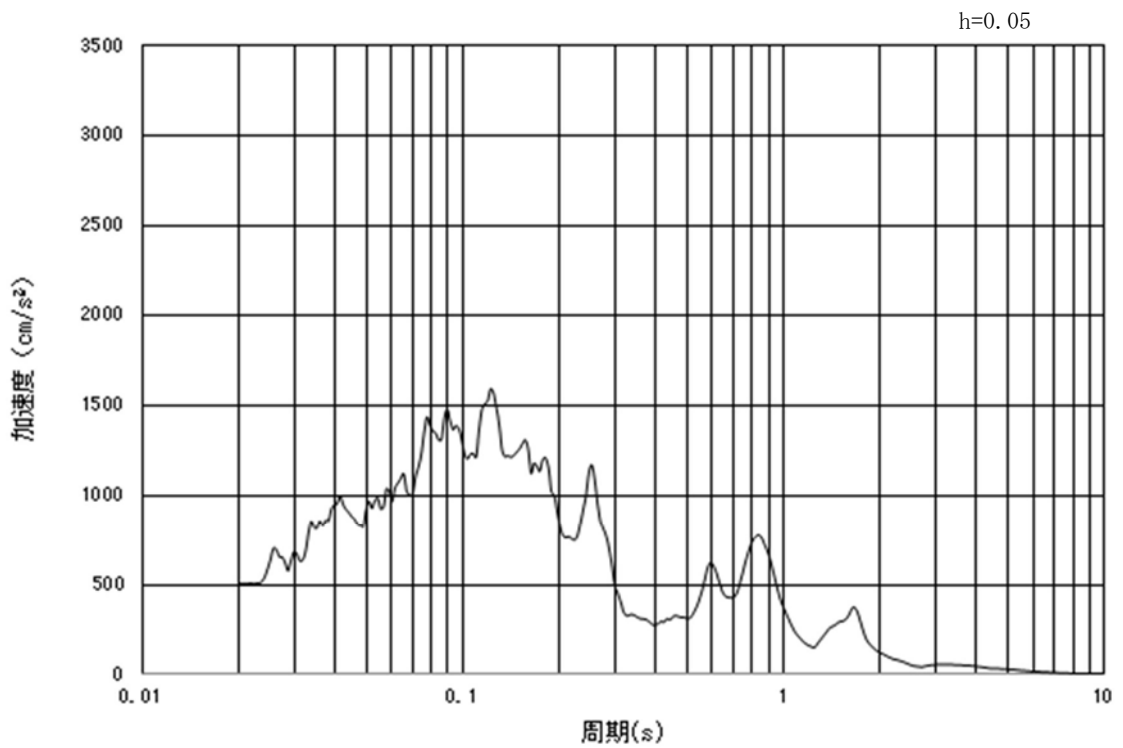


(b) 加速度応答スペクトル

図 2.3-2 (5) 南北方向断面の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： $S_s-11$ )

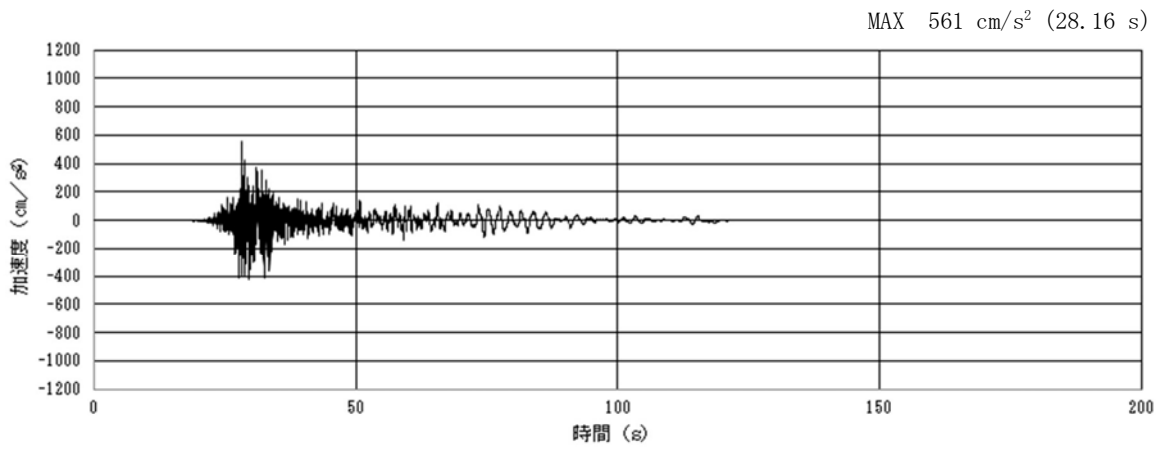


(a) 加速度時刻歴波形

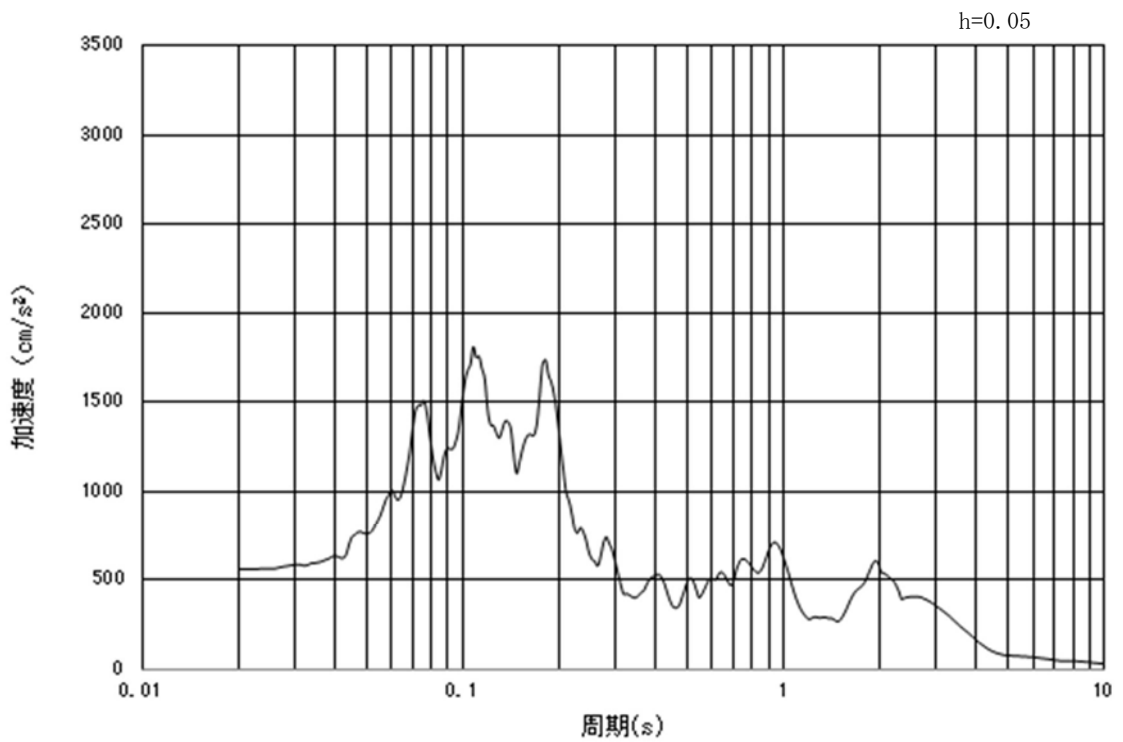


(b) 加速度応答スペクトル

図 2.3-2 (6) 東西方向断面の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： $S_s-11$ )

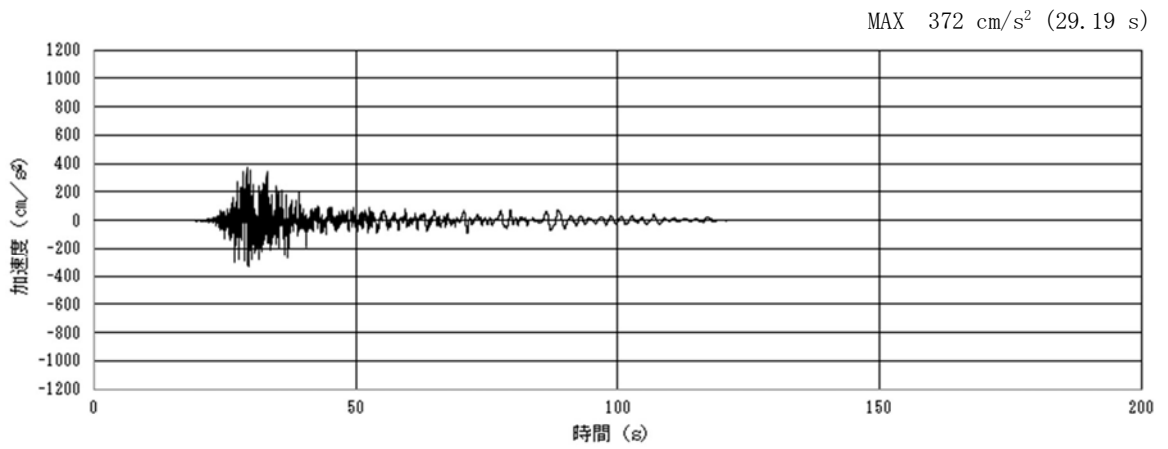


(a) 加速度時刻歴波形

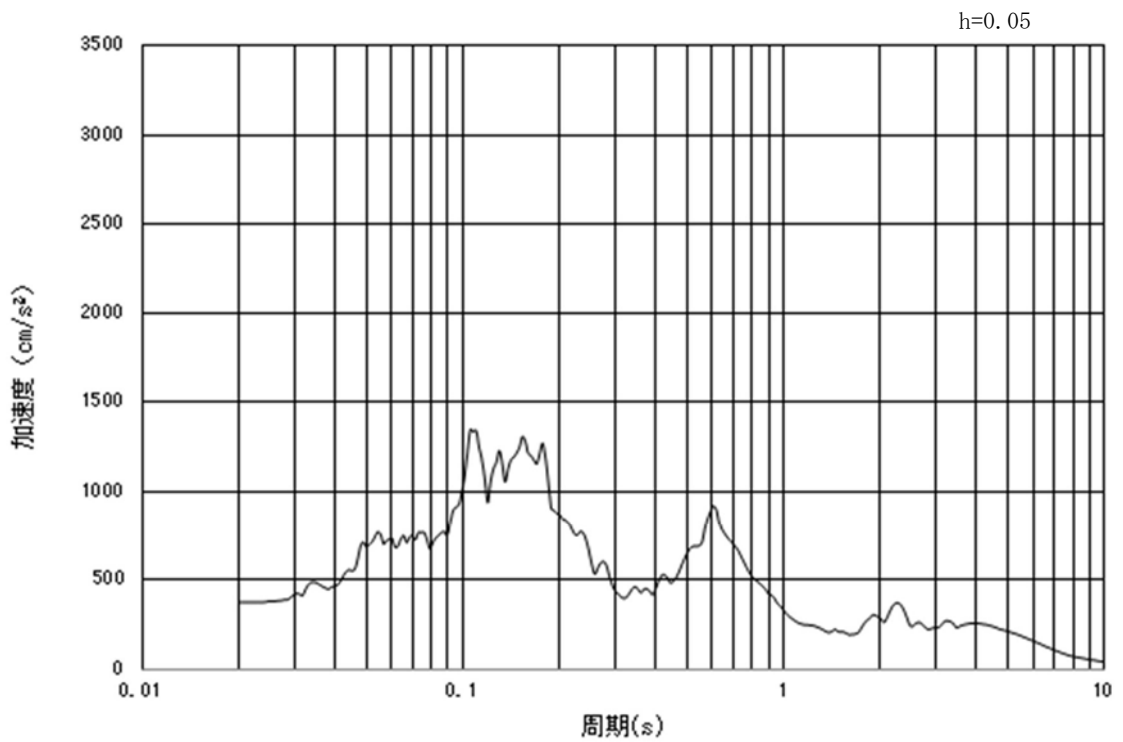


(b) 加速度応答スペクトル

図 2.3-2 (7) 南北方向断面の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 :  $S_s-12$ )

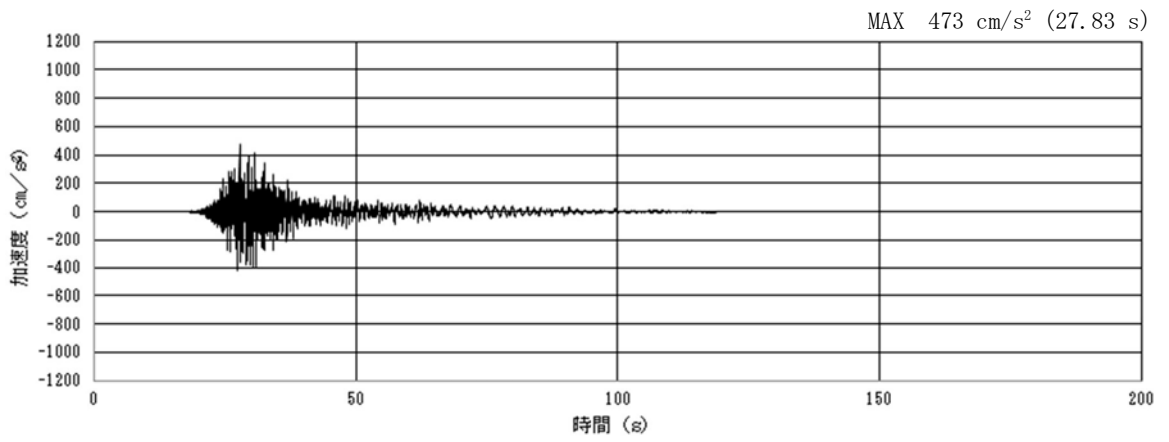


(a) 加速度時刻歴波形

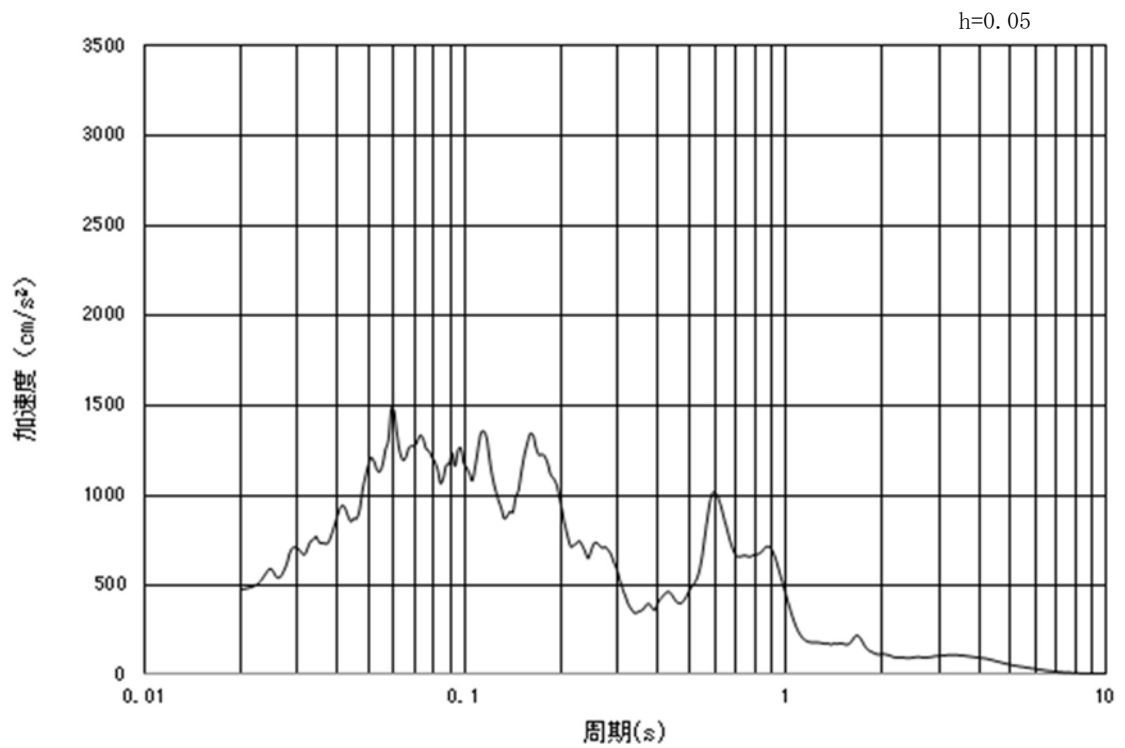


(b) 加速度応答スペクトル

図 2.3-2 (8) **東西方向断面の**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 :  $S_s-12$ )

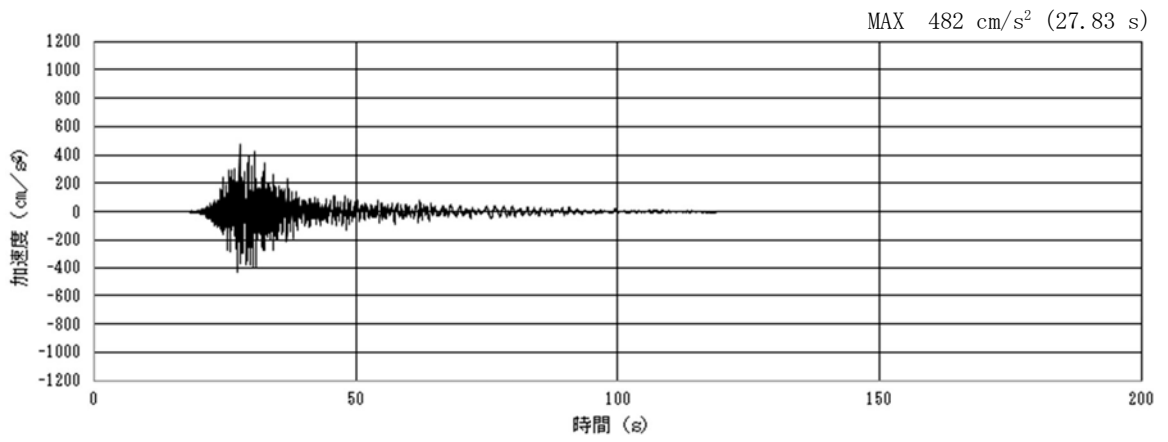


(a) 加速度時刻歴波形

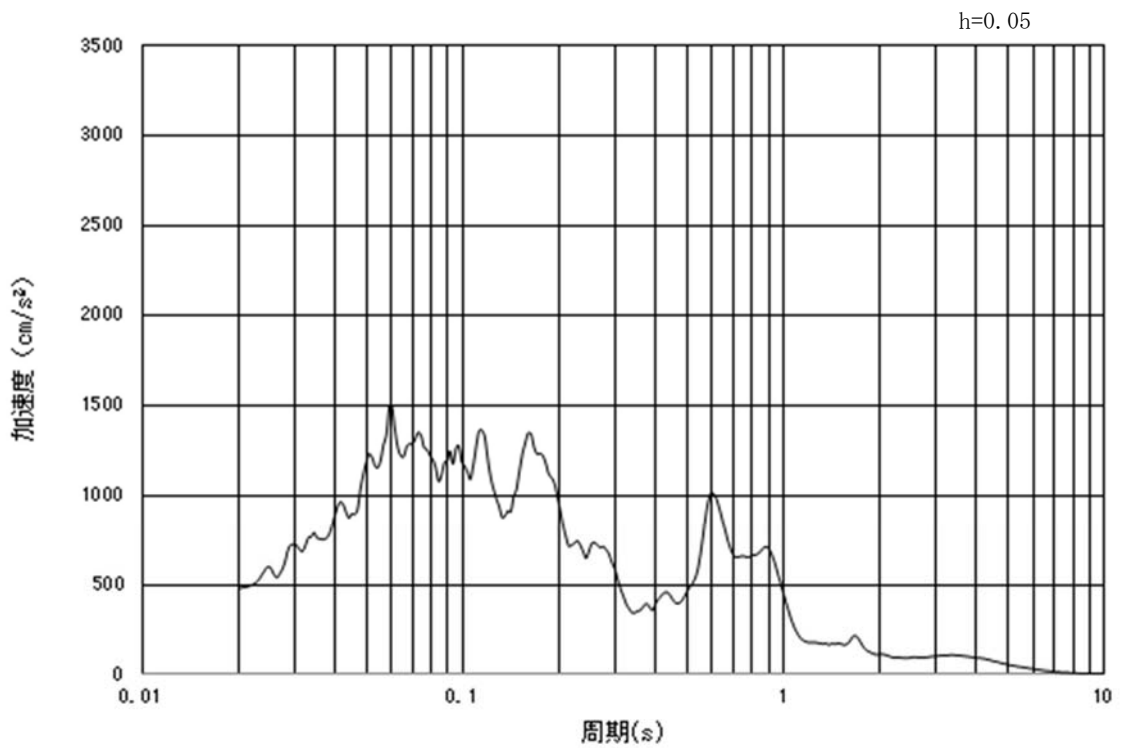


(b) 加速度応答スペクトル

図 2.3-2 (9) **東西方向断面の**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:  $S_s-1.2$ )



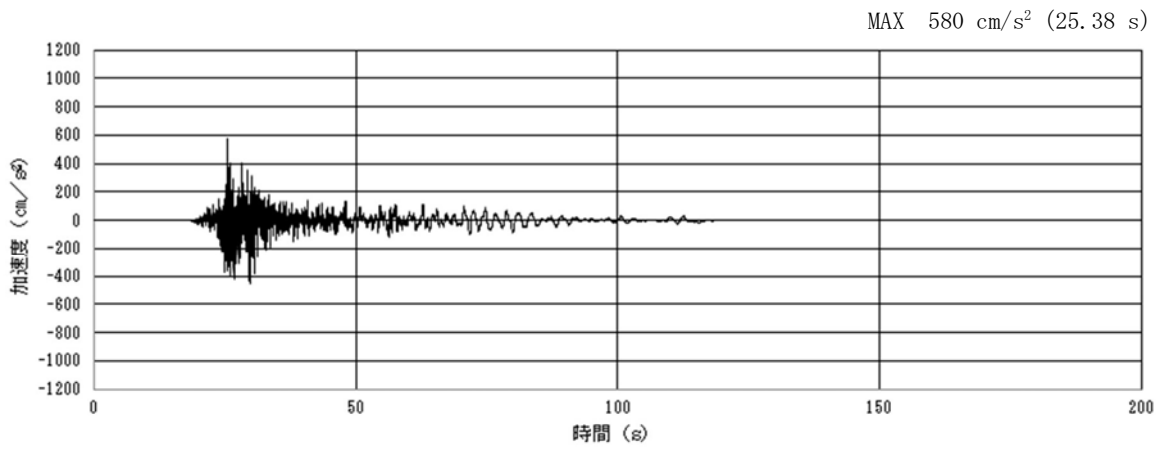
(a) 加速度時刻歴波形



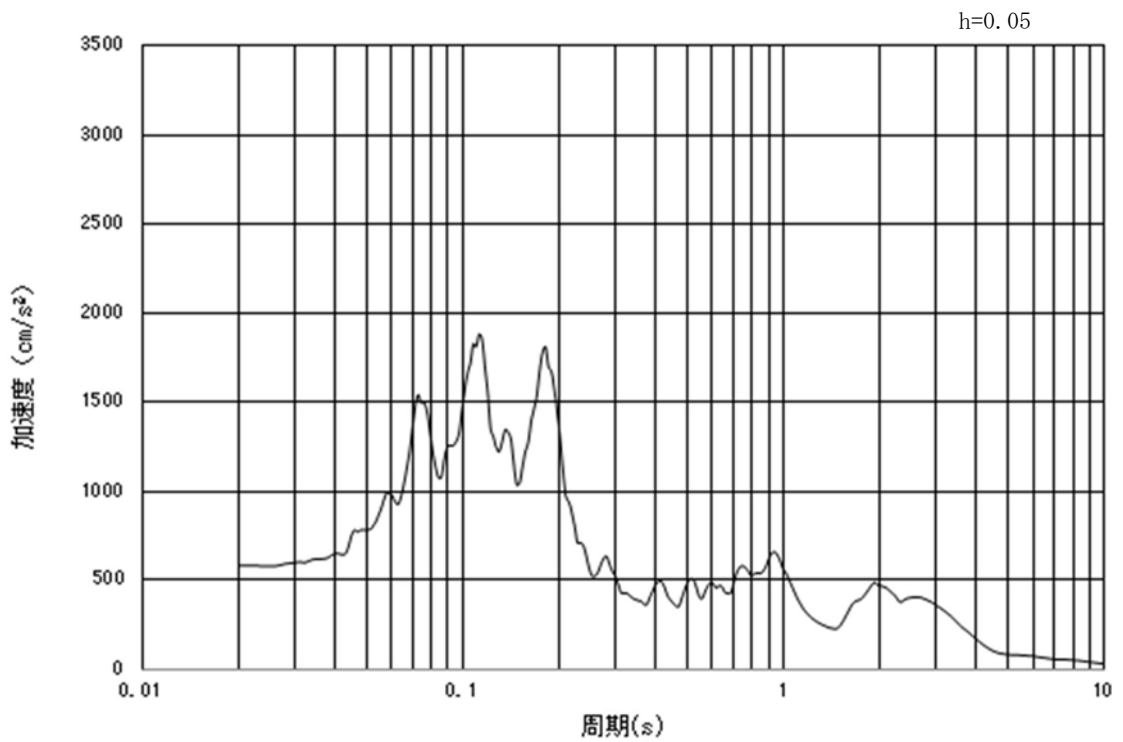
(b) 加速度応答スペクトル

図 2.3-2 (10) 東西方向断面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 :  $S_s - 1.2$ )



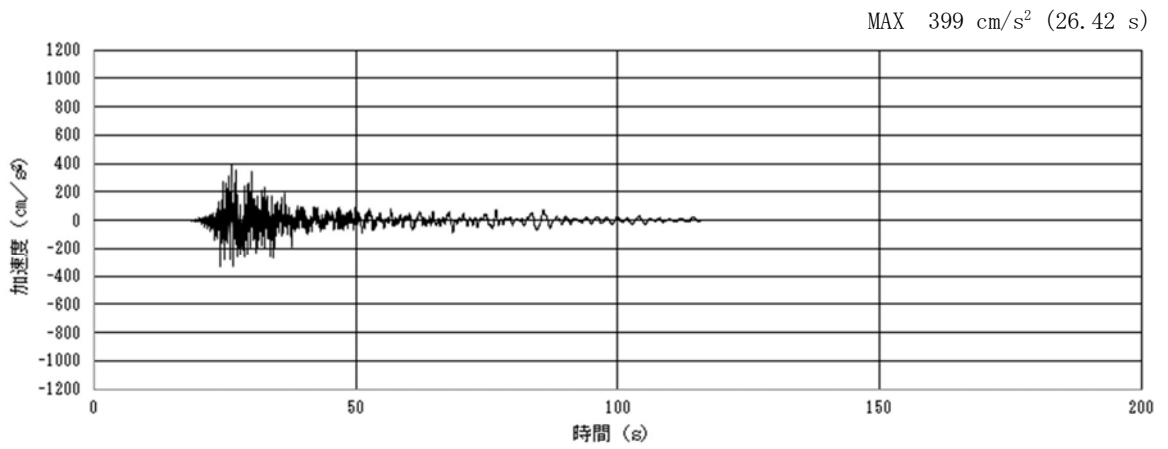


(a) 加速度時刻歴波形

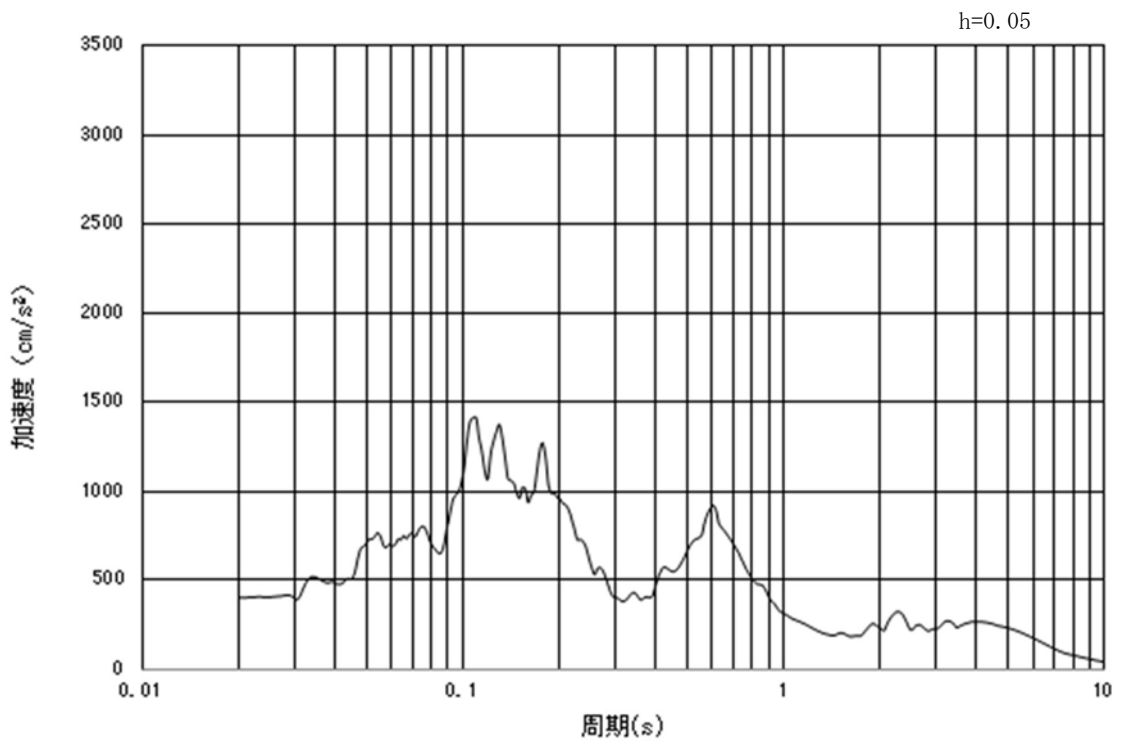


(b) 加速度応答スペクトル

図 2.3-2 (11) 南北方向断面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 :  $S_s-1.3$ )

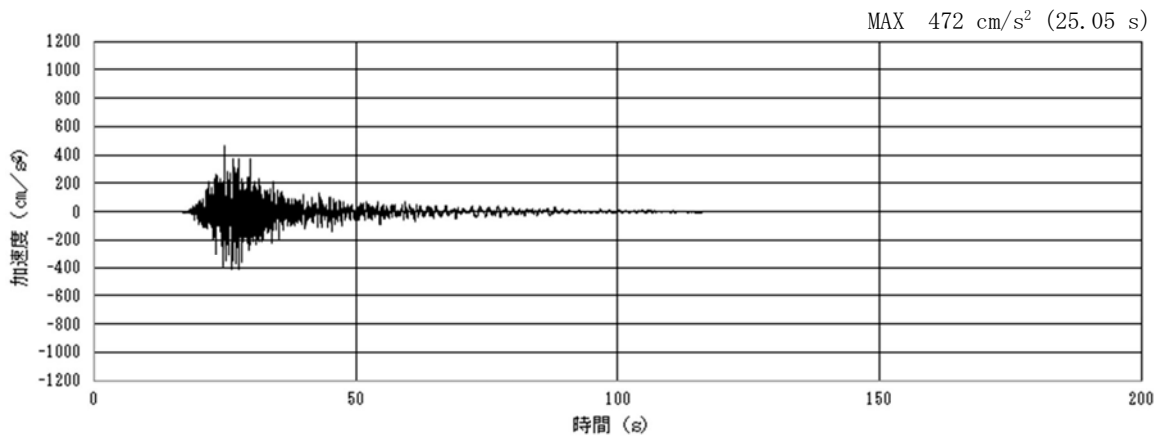


(a) 加速度時刻歴波形

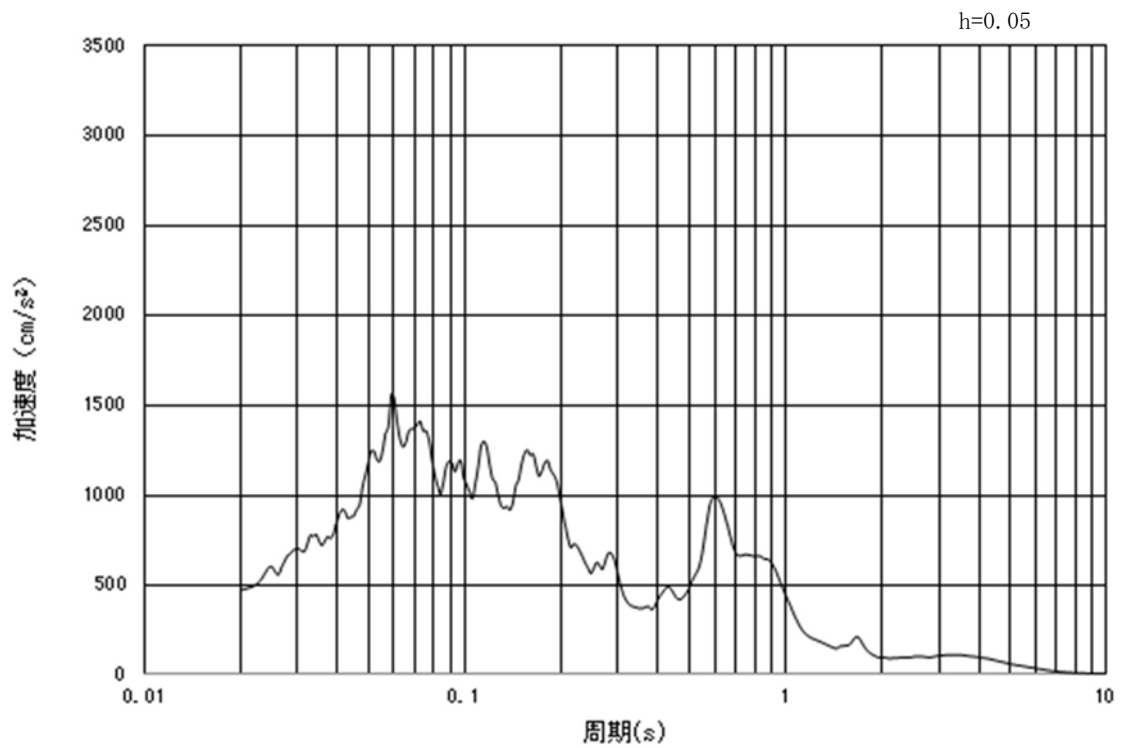


(b) 加速度応答スペクトル

図 2.3-2 (12) 東西方向断面の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 :  $S_s-1.3$ )

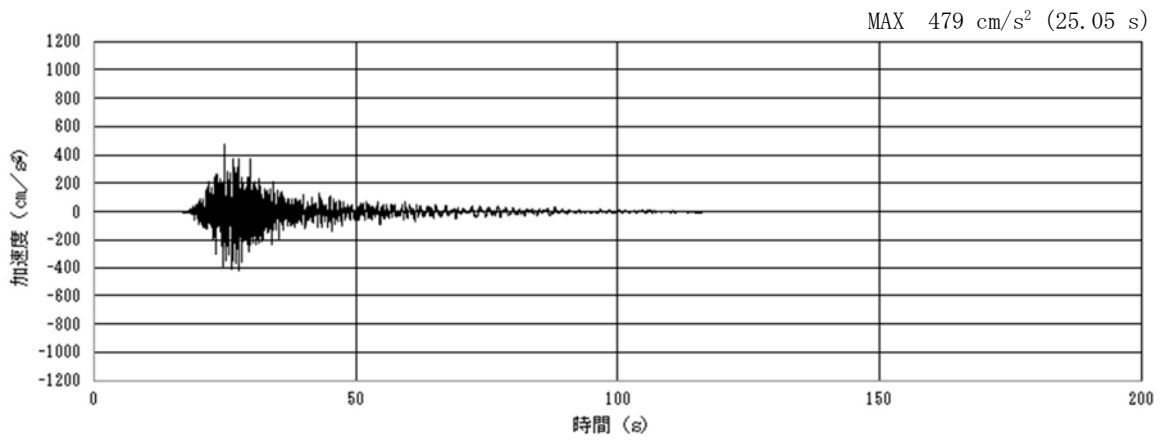


(a) 加速度時刻歴波形

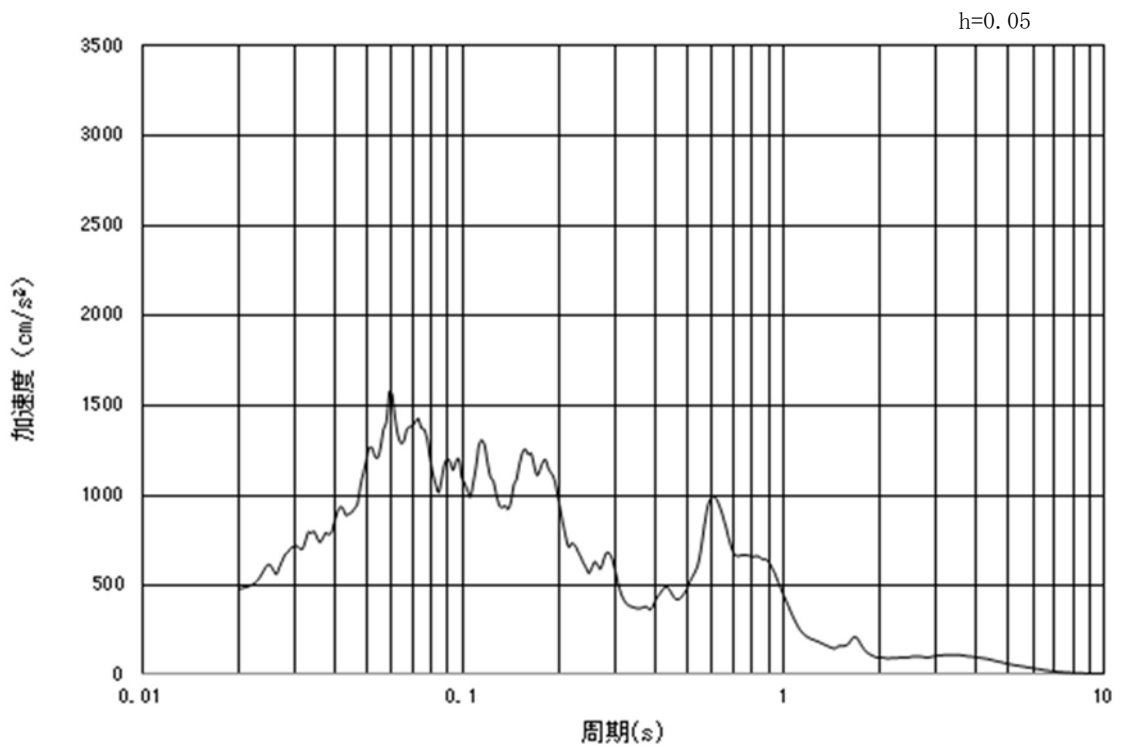


(b) 加速度応答スペクトル

図 2.3-2 (13) 南北方向断面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 :  $S_s - 1.3$ )

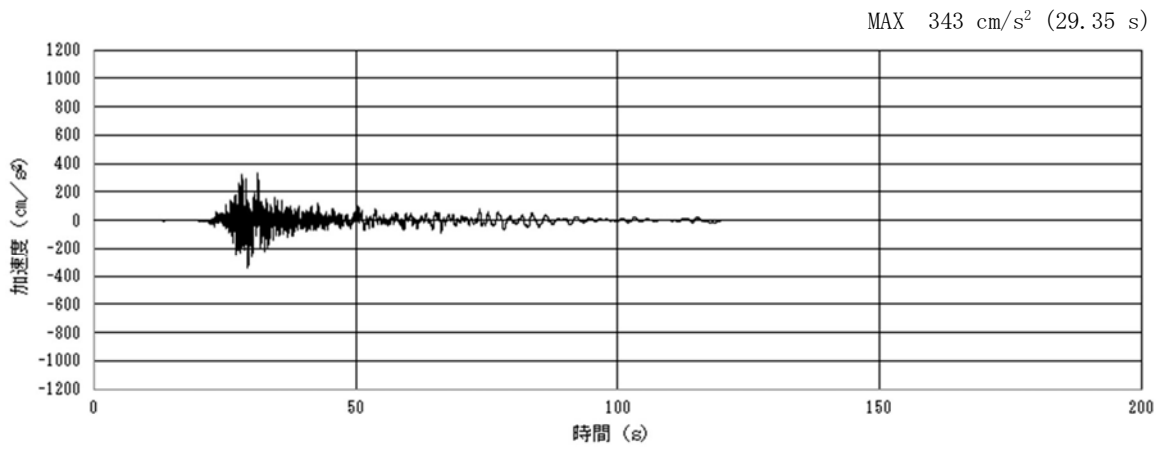


(a) 加速度時刻歴波形

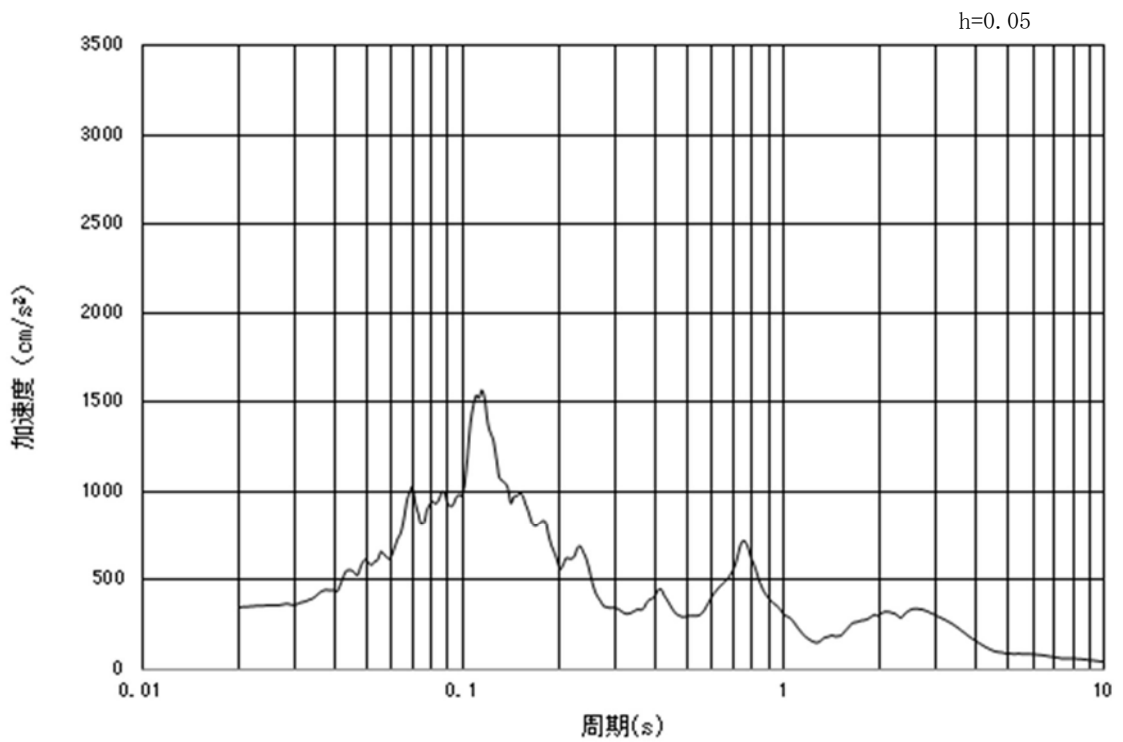


(b) 加速度応答スペクトル

図 2.3-2 (14) 東西方向断面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 :  $S_s - 1.3$ )

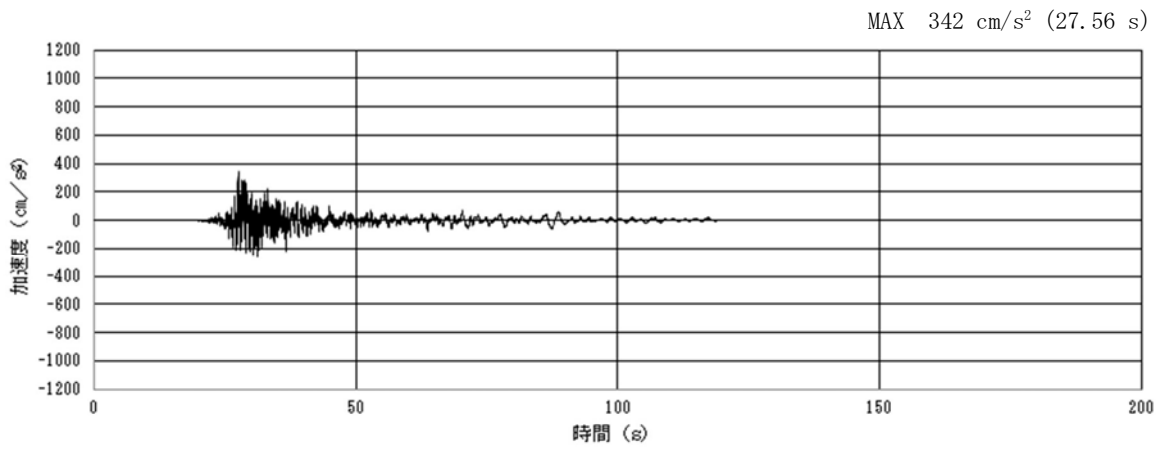


(a) 加速度時刻歴波形

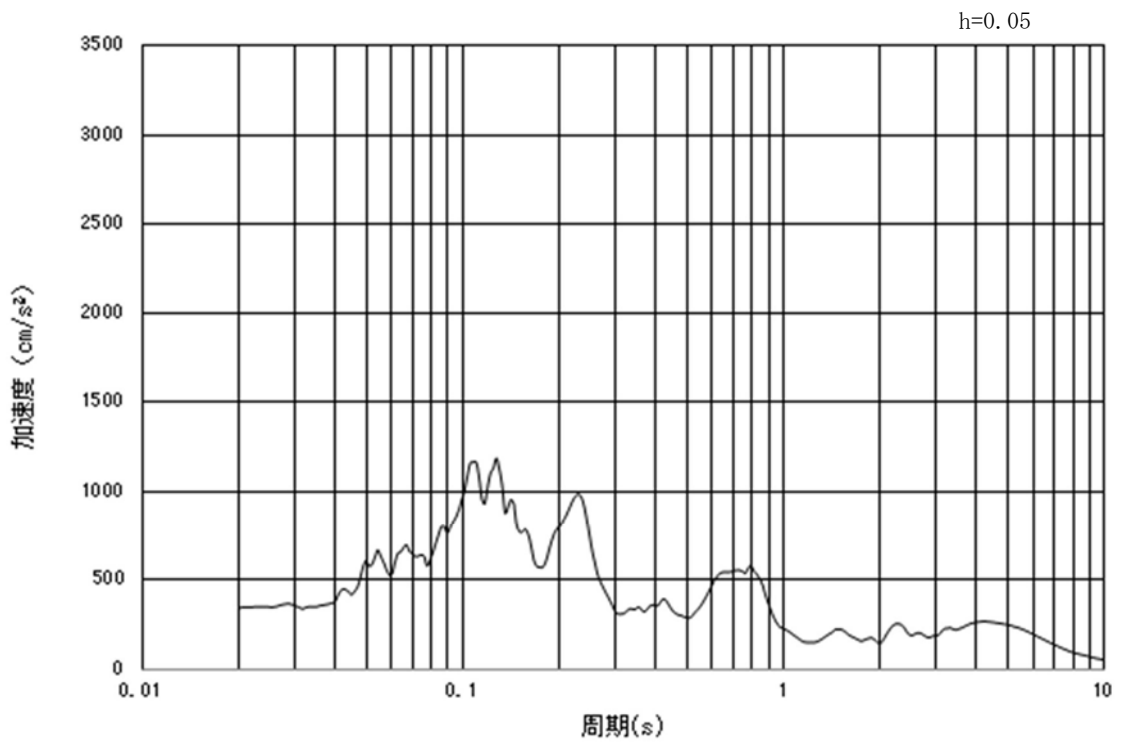


(b) 加速度応答スペクトル

図 2.3-2 (15) 南北方向断面の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:  $S_s-1.4$ )

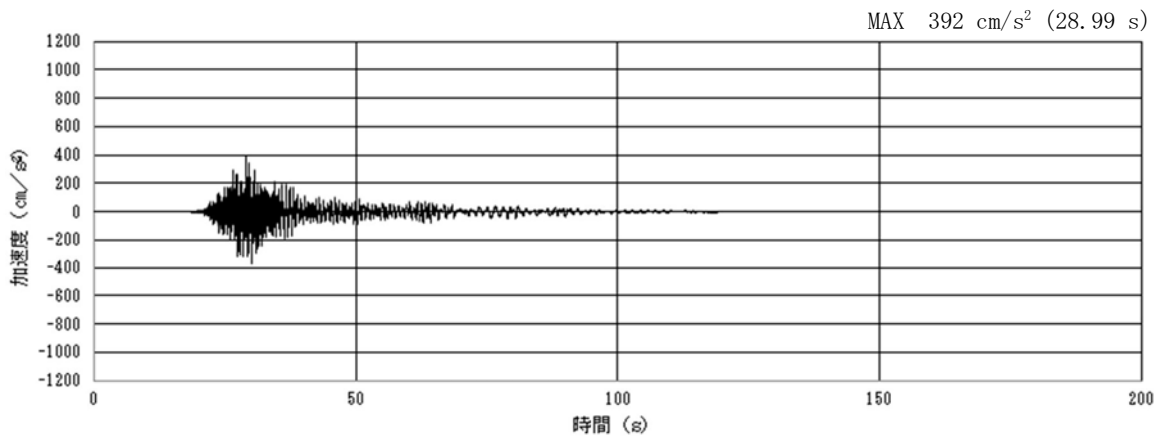


(a) 加速度時刻歴波形

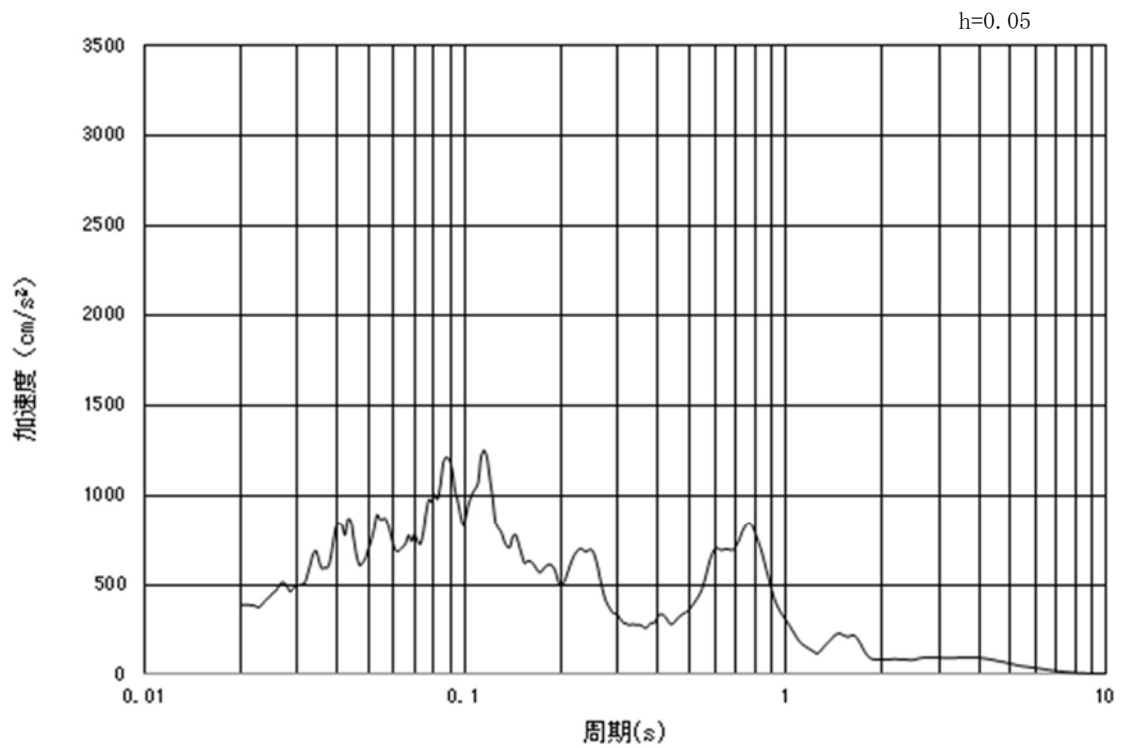


(b) 加速度応答スペクトル

図 2.3-2 (16) 東西方向断面の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:  $S_s-1.4$ )

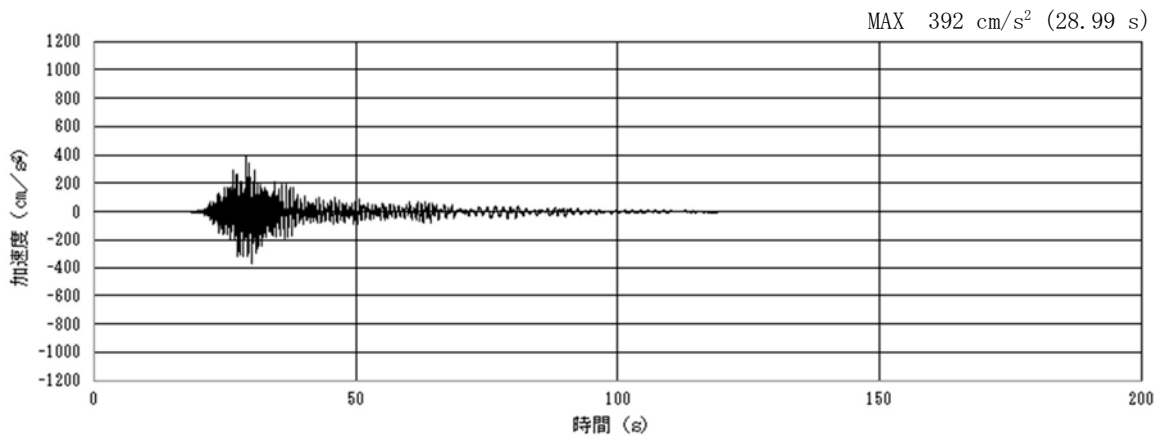


(a) 加速度時刻歴波形

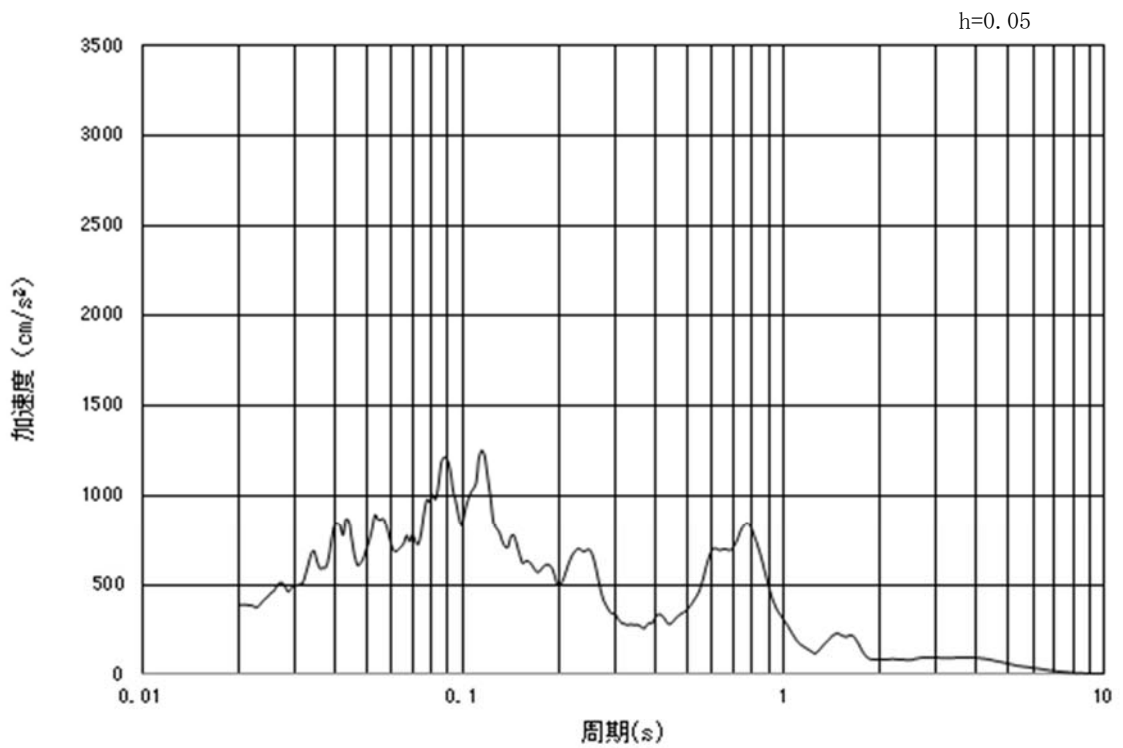


(b) 加速度応答スペクトル

図 2.3-2 (17) 南北方向断面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： $S_s-1.4$ )



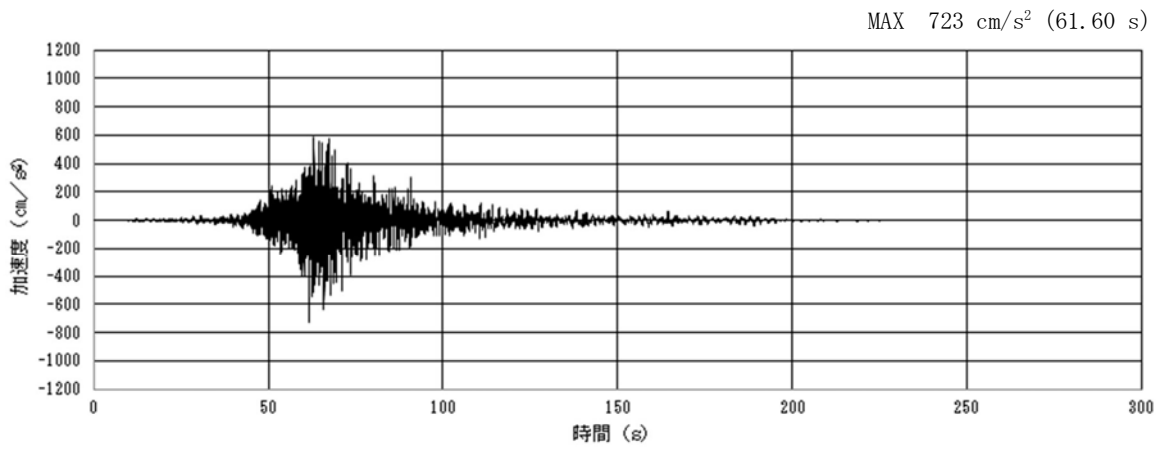
(a) 加速度時刻歴波形



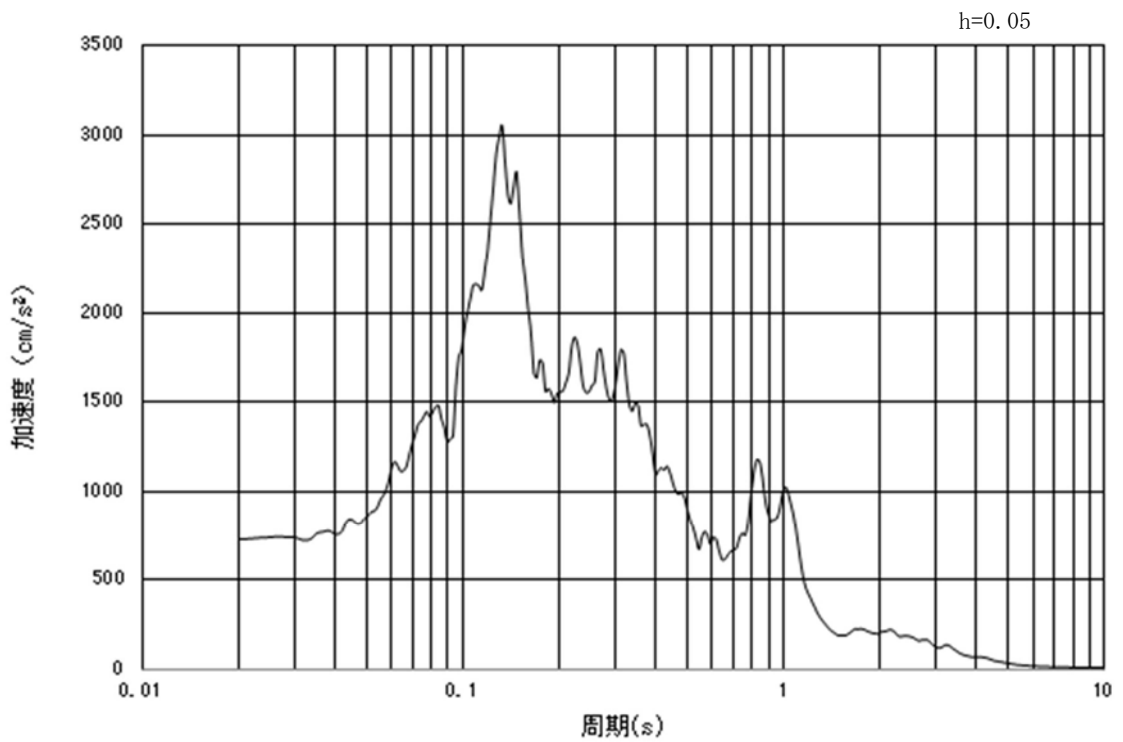
(b) 加速度応答スペクトル

図 2.3-2 (18) 東西方向断面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 :  $S_s - 1.4$ )



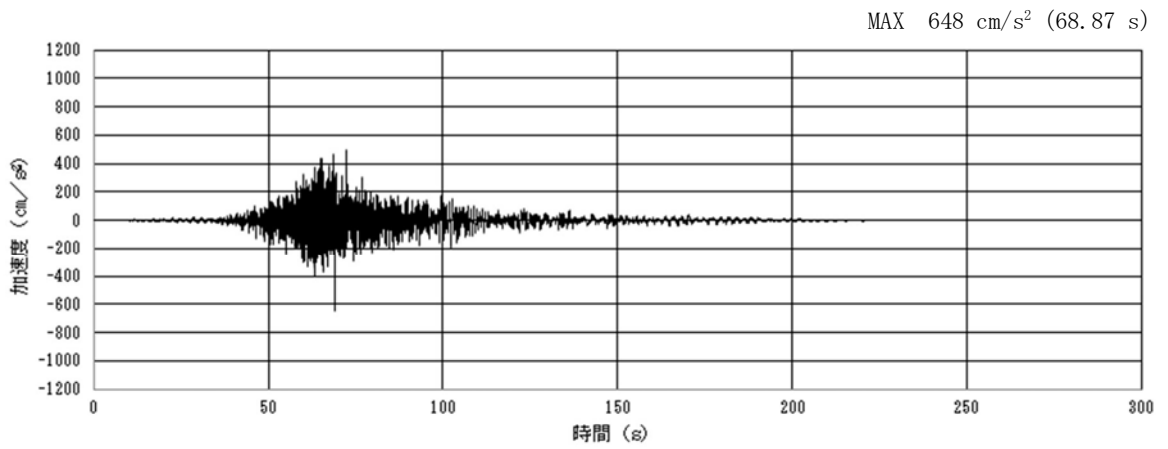


(a) 加速度時刻歴波形

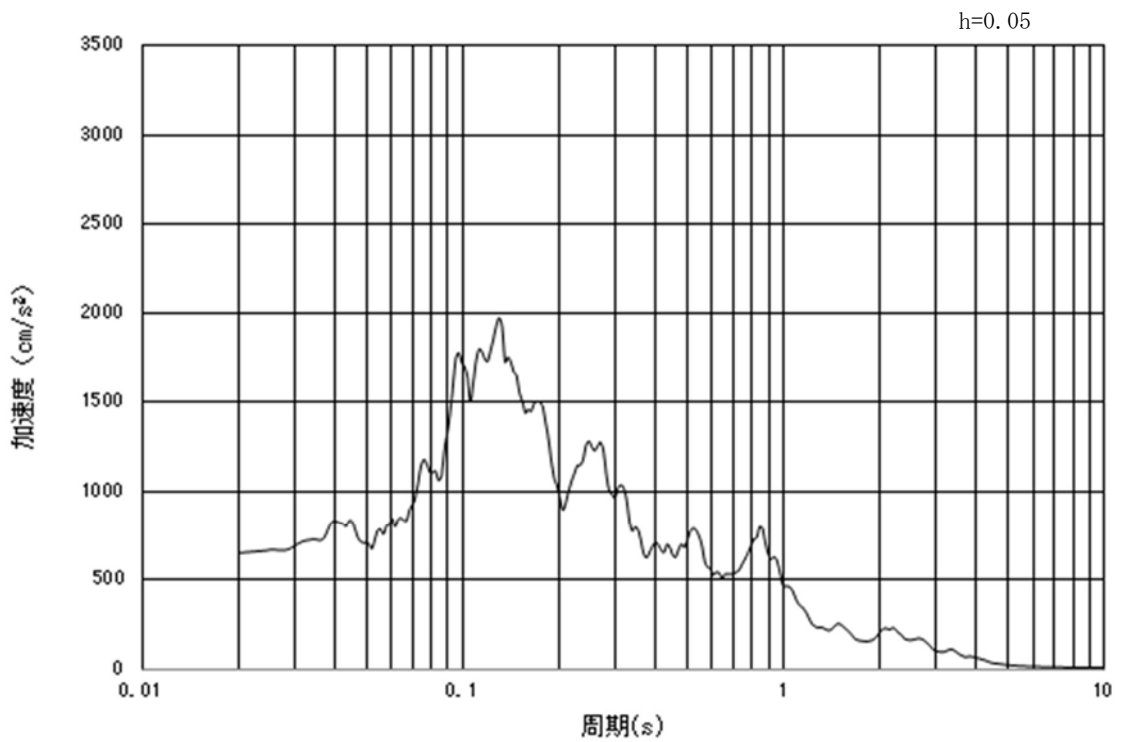


(b) 加速度応答スペクトル

図 2.3-2 (19) 南北方向断面の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 :  $S_s - 2.1$ )

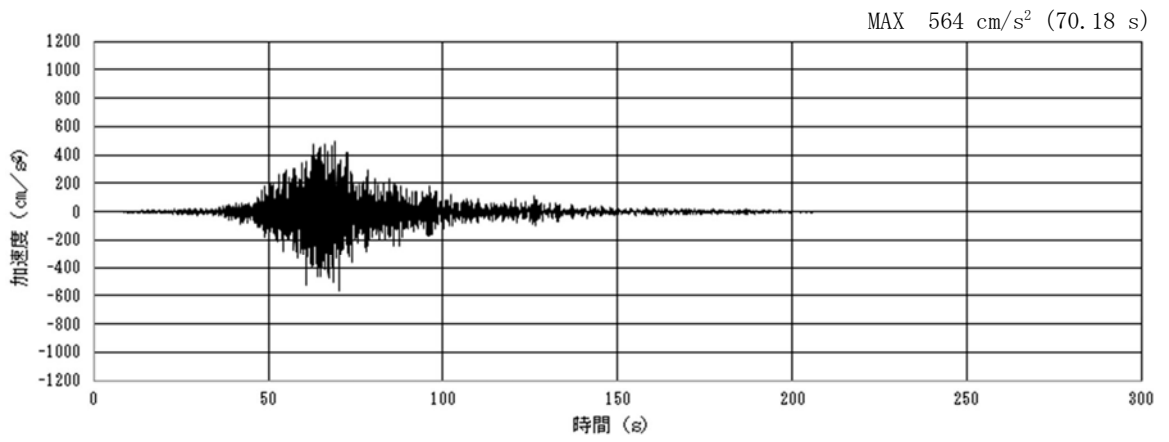


(a) 加速度時刻歴波形

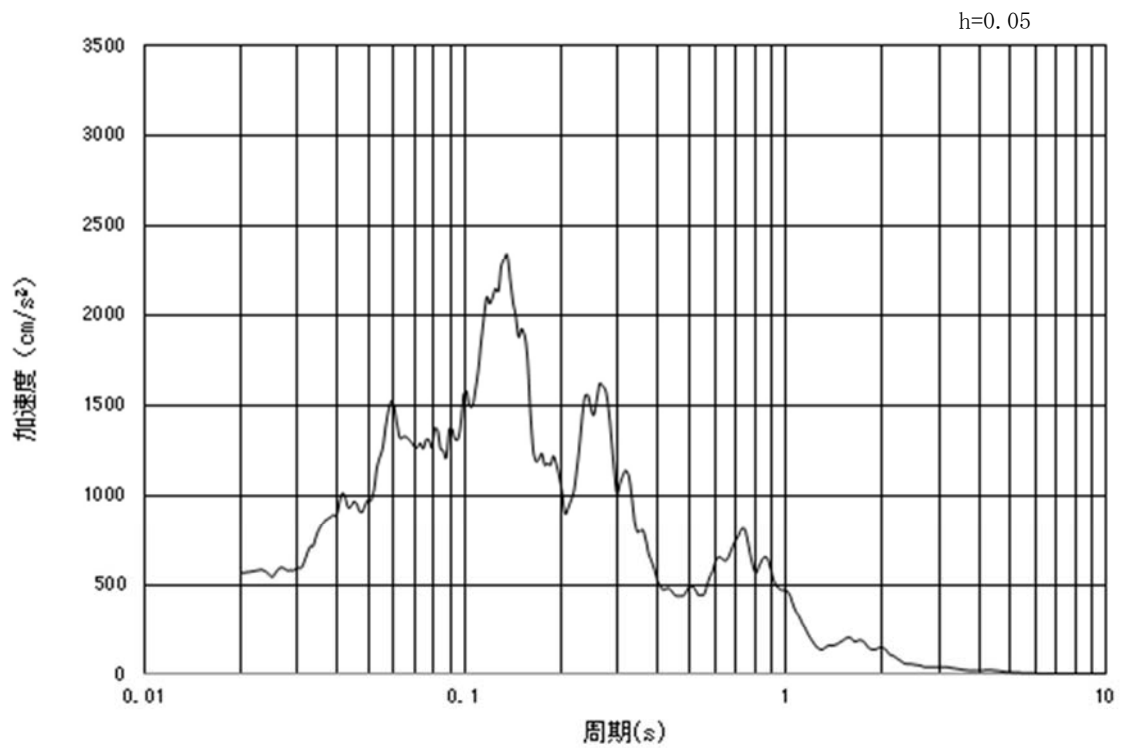


(b) 加速度応答スペクトル

図 2.3-2 (20) 東西方向断面の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 :  $S_s - 2.1$ )

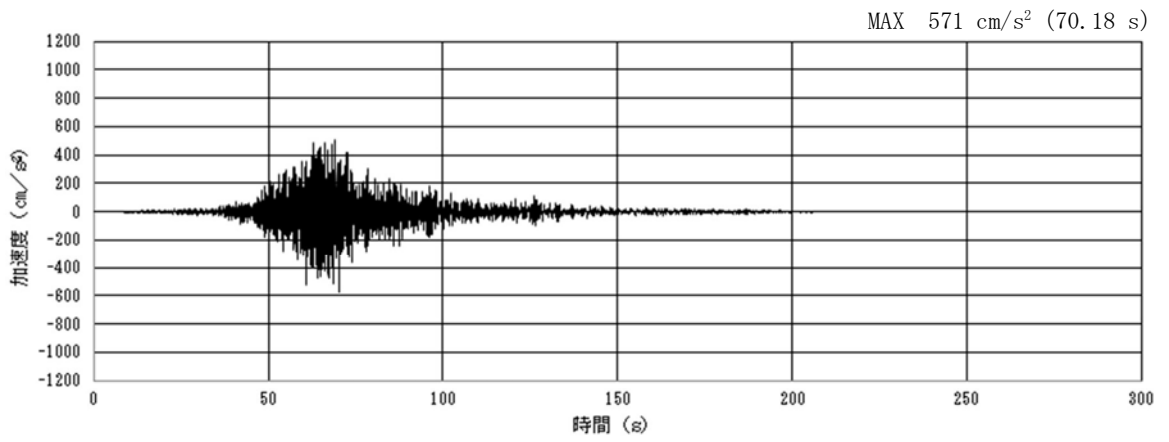


(a) 加速度時刻歴波形

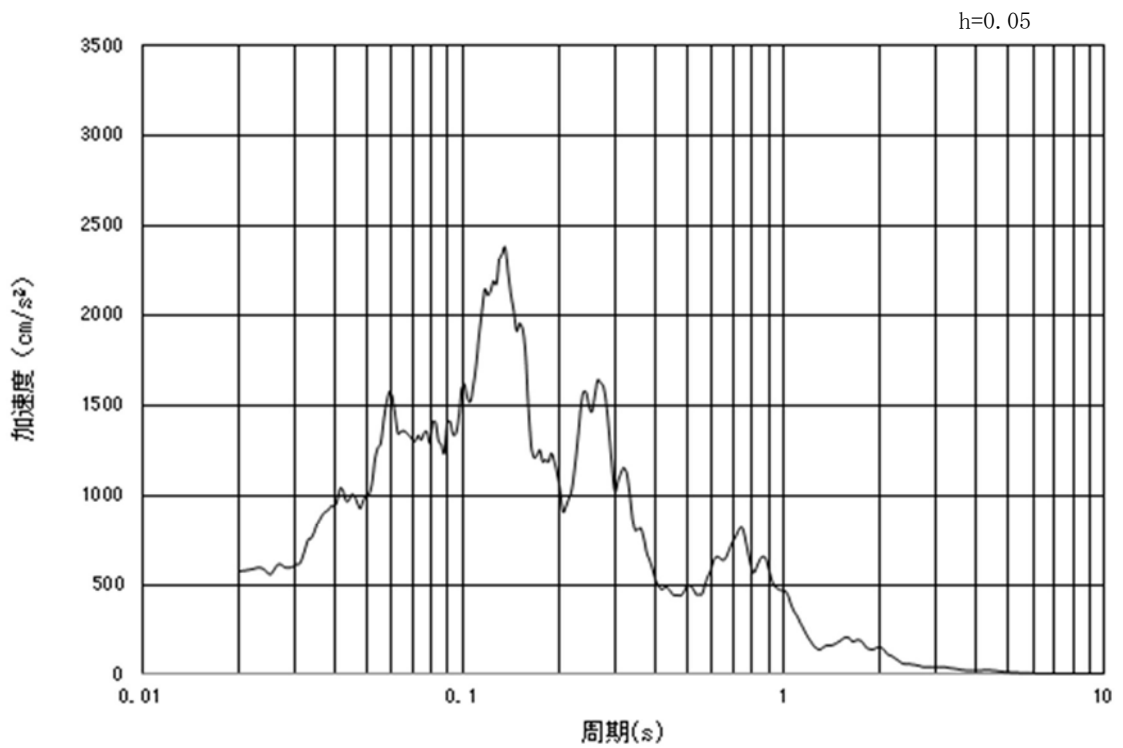


(b) 加速度応答スペクトル

図 2.3-2 (21) 南北方向断面の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 :  $S_s - 2.1$ )

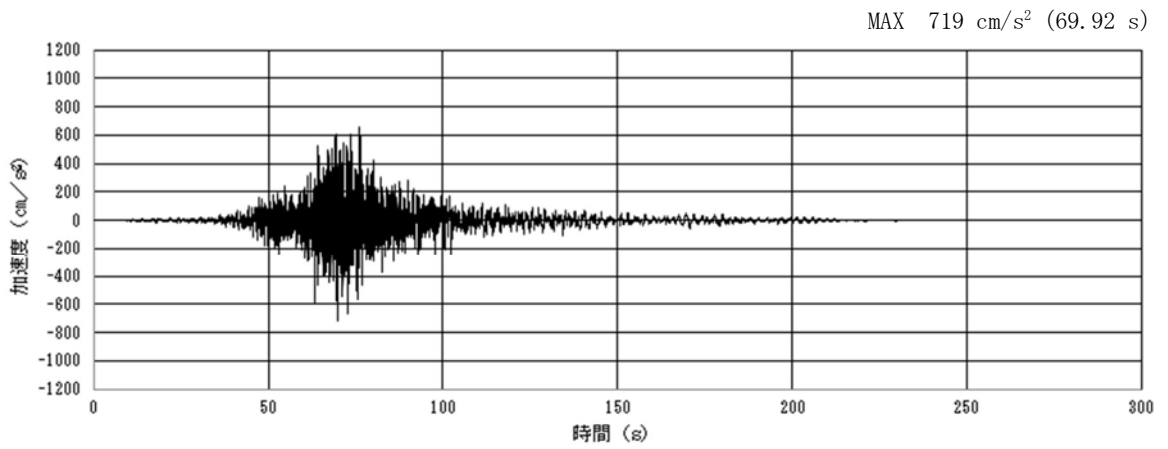


(a) 加速度時刻歴波形

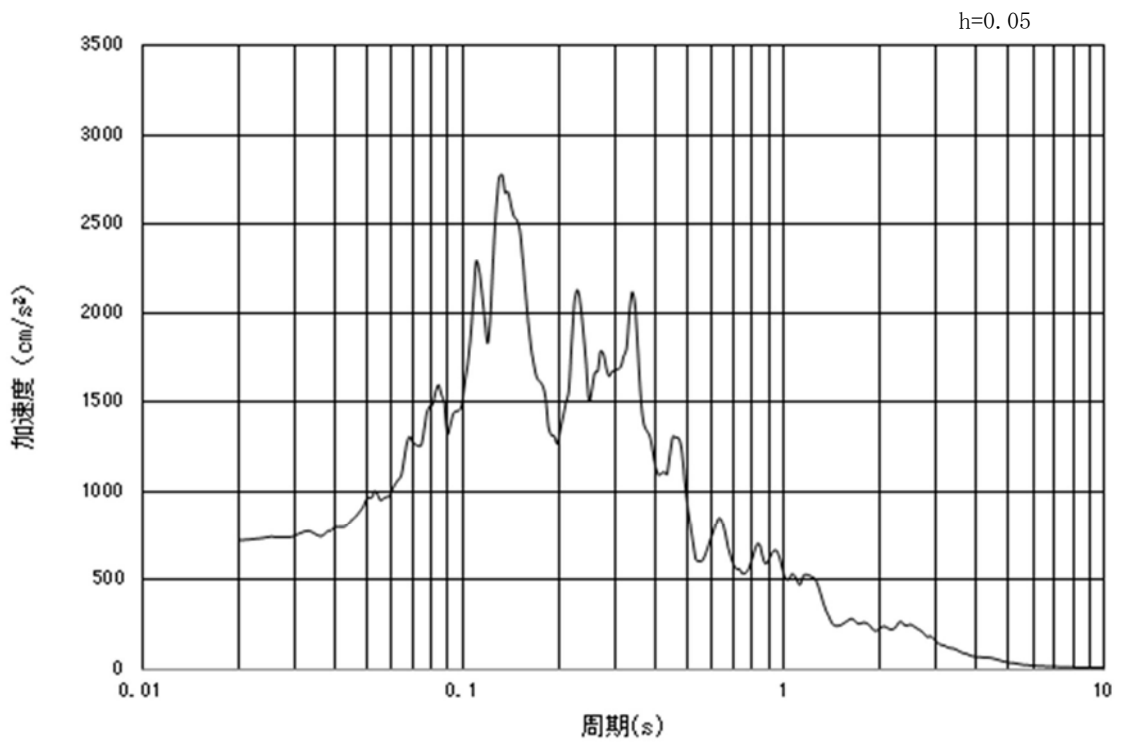


(b) 加速度応答スペクトル

図 2.3-2 (22) **東西方向断面の**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 :  $S_s - 2.1$ )

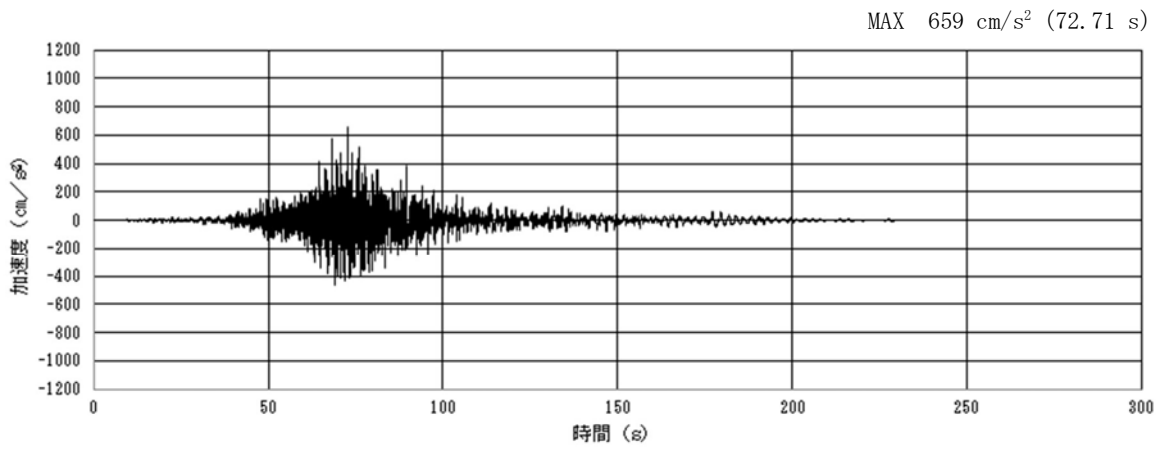


(a) 加速度時刻歴波形

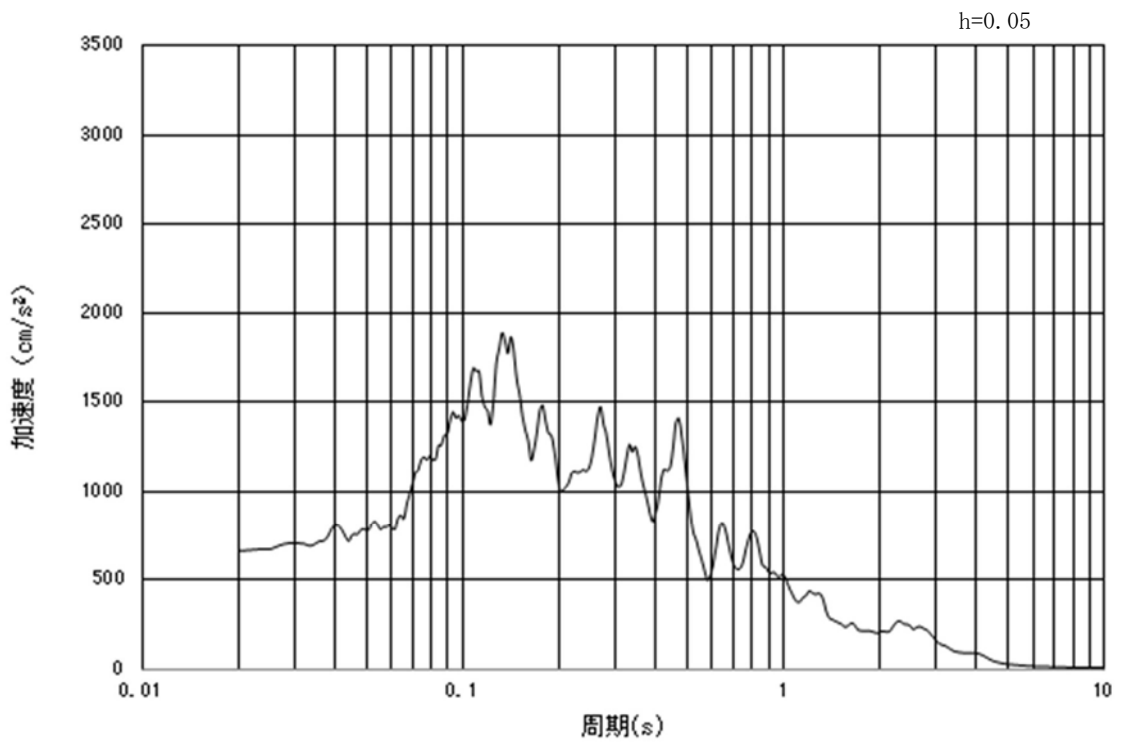


(b) 加速度応答スペクトル

図 2.3-2 (23) 南北方向断面の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 :  $S_s - 2.2$ )

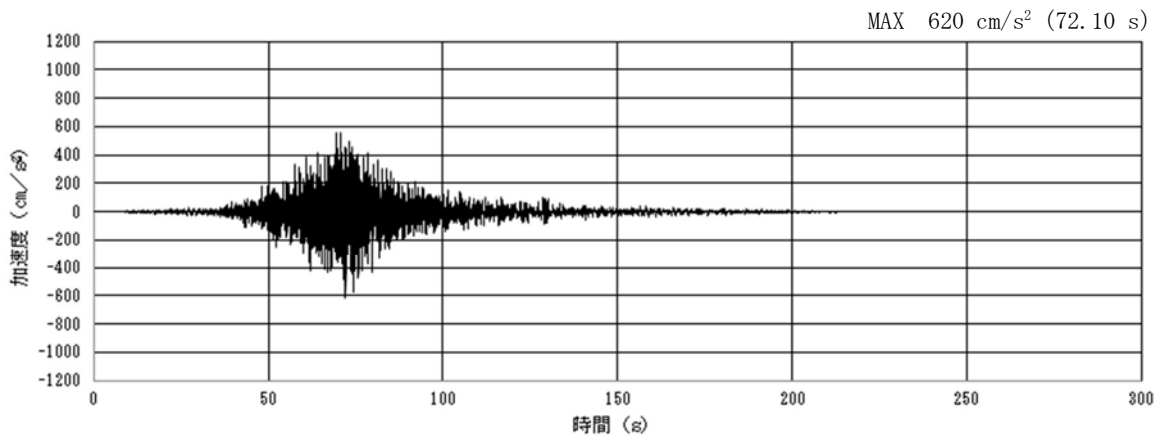


(a) 加速度時刻歴波形

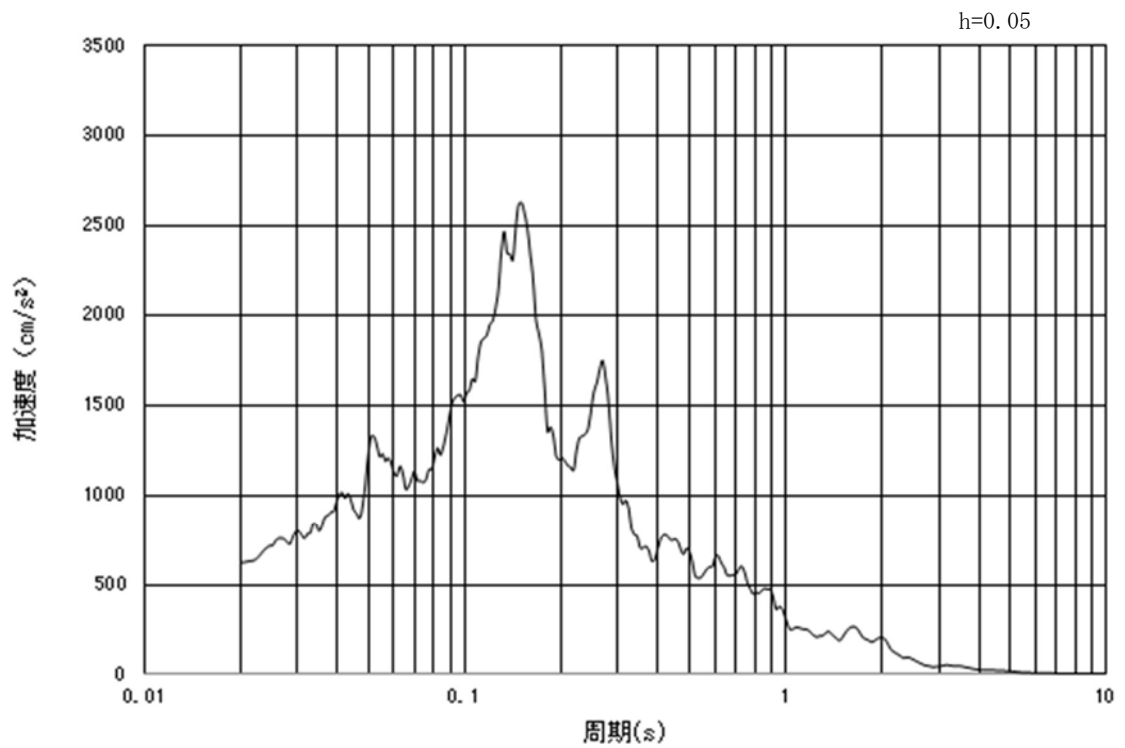


(b) 加速度応答スペクトル

図 2.3-2 (24) 東西方向断面の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 :  $S_s - 2.2$ )

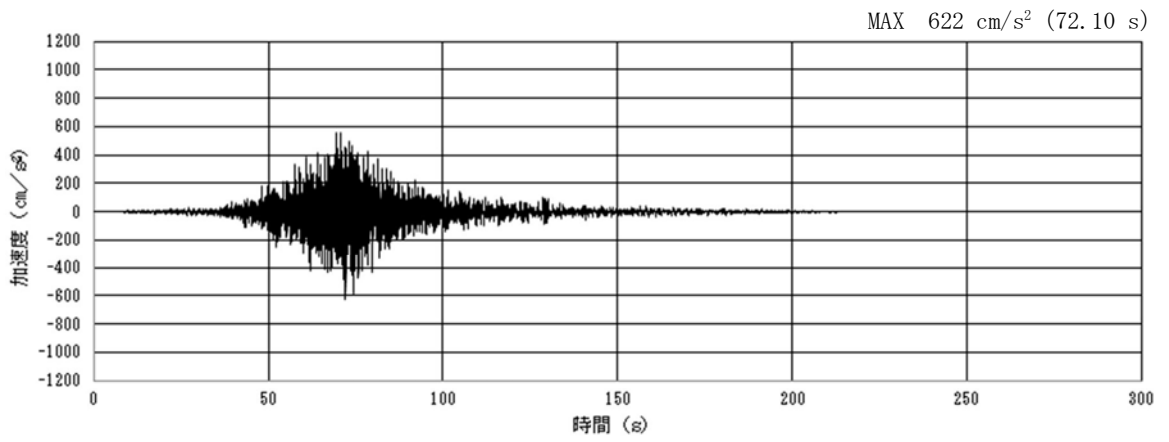


(a) 加速度時刻歴波形

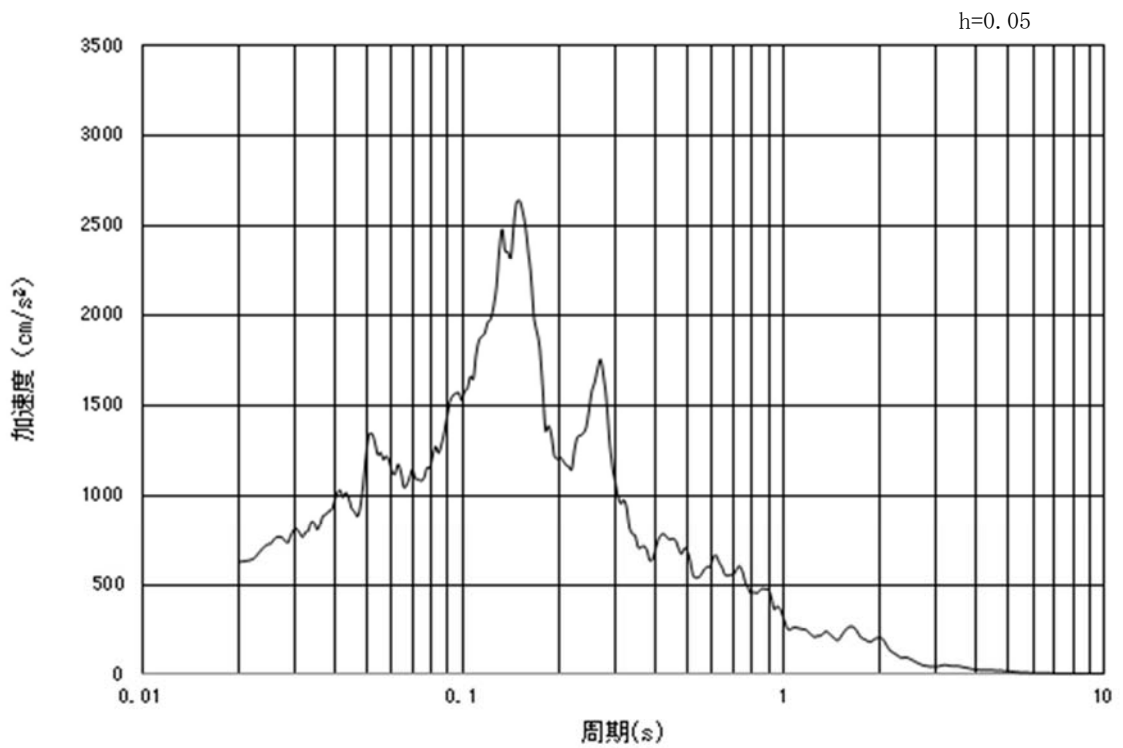


(b) 加速度応答スペクトル

図 2.3-2 (25) 南北方向断面の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 :  $S_s - 2.2$ )



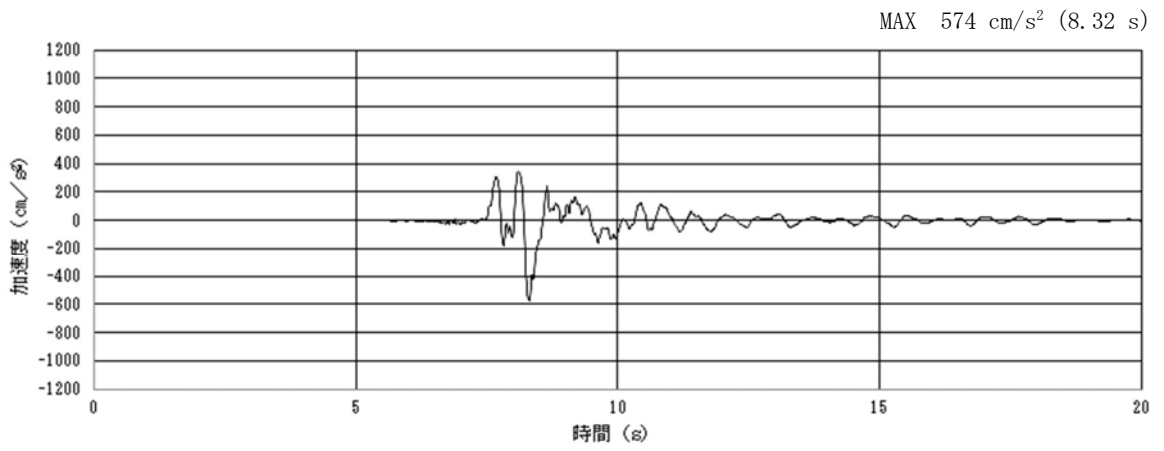
(a) 加速度時刻歴波形



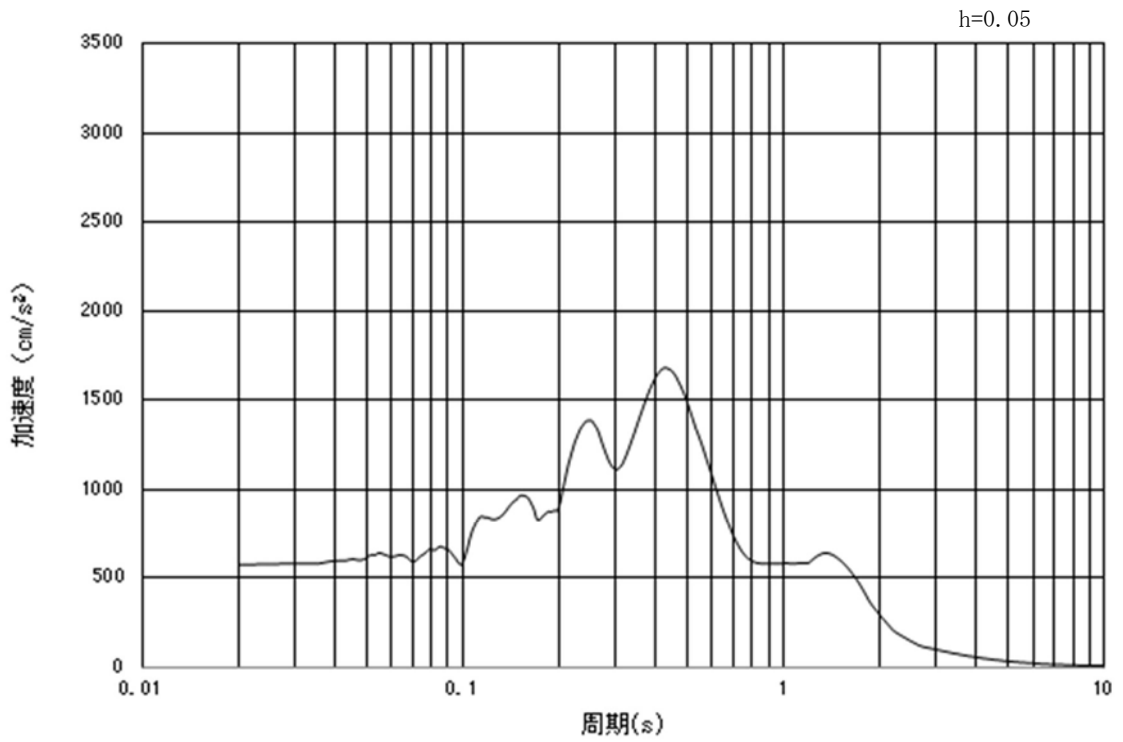
(b) 加速度応答スペクトル

図 2.3-2 (26) **東西方向断面の**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 :  $S_s - 2.2$ )



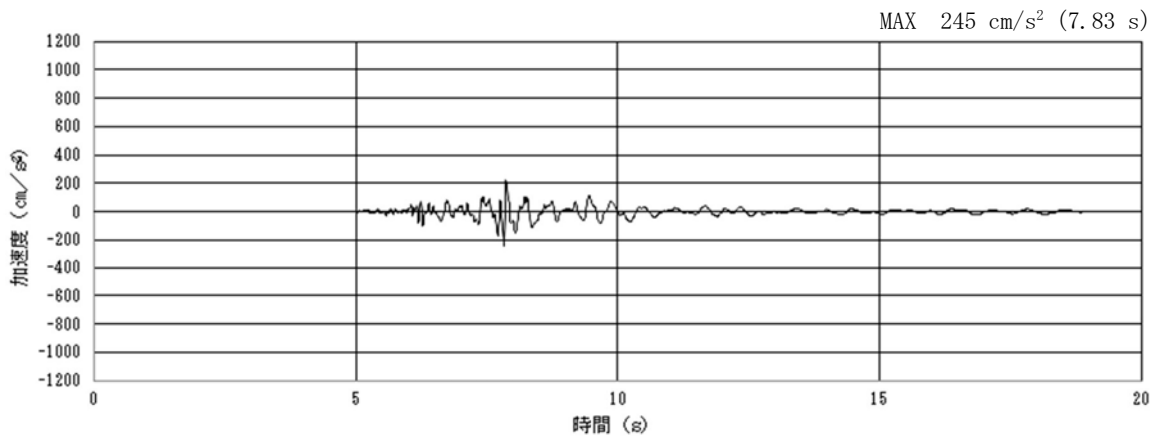


(a) 加速度時刻歴波形

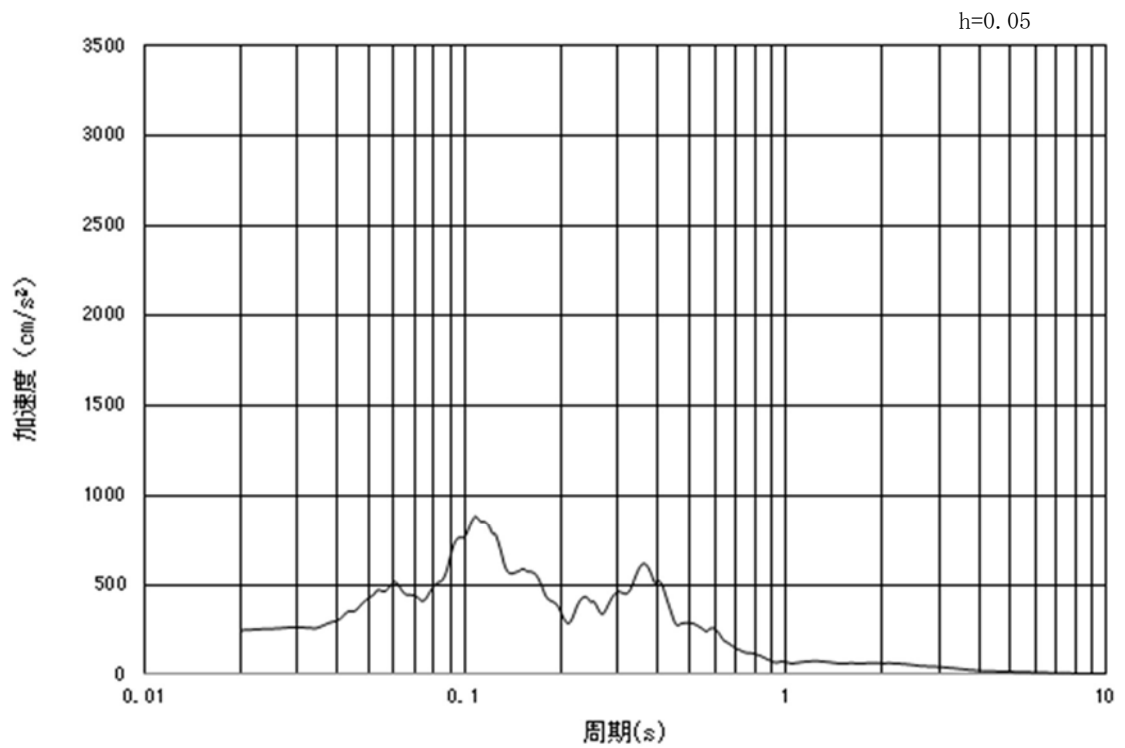


(b) 加速度応答スペクトル

図 2.3-2 (27) 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 :  $S_s - 31$ )



(a) 加速度時刻歴波形



(b) 加速度応答スペクトル

図 2.3-2 (28) 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:  $S_s-31$ )

## 2.3.2 許容限界の設定

### (1) 曲げに対する許容限界

#### a. 鉄筋コンクリート部材

鉄筋コンクリート部材の曲げに対する照査は、全塑性モーメントを許容限界とする。具体的には、全塑性モーメント相当として、土木学会マニュアルに基づき、圧縮縁コンクリートひずみ 1.0% に対応する曲率（以下、「限界曲率」という。）を許容限界とし、照査用曲率が限界曲率を下回ることを確認する。限界曲率と全塑性モーメントの関係を図 2.3-3 に示す。

土木学会マニュアルでは、曲げ系の破壊に対する限界状態は、コンクリートの圧縮縁のかぶりが剥落しないこととされている。

圧縮縁コンクリートひずみが 1% の状態は、かぶりコンクリートの剥落が発生する前の状態であることが、屋外重要土木構造物を模したラーメン構造の破壊実験及び数値シミュレーション等の結果より確認されている。この状態を限界値とすることで構造全体としての安定性が確保できるとして設定されたものである。

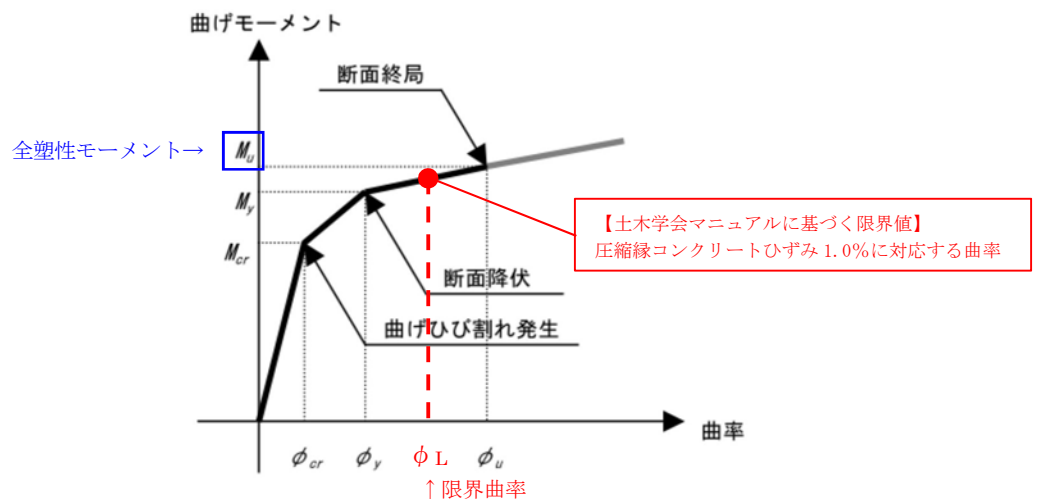


図 2.3-3 限界曲率と全塑性モーメントの関係

鉄筋コンクリート部材の曲げ照査に用いる照査用曲率は、地震応答解析により得られた曲率に安全係数（構造解析係数）1.2 を乗じることにより、曲げ破壊に対して安全余裕を見込んだ評価を実施する。

$$\gamma_i \frac{\phi_d}{\phi_L} \leq 1.0$$

$\gamma_i$  = 構造物係数 (=1.0)

$\phi_L$  = 鉄筋コンクリート部材の限界曲率（圧縮縁コンクリートひずみ 1.0% に対応）

$$\phi_d = \gamma_a \cdot \phi$$

$\gamma_a$  = 構造解析係数 (=1.2)

$\phi$  = 応答計算による最大曲率

b. 鋼管杭

鋼管杭の曲げに対する照査は、全塑性モーメントを許容限界とする。具体的には、全塑性モーメント相当として、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 及び鋼・合成構造標準示方書 [耐震設計編] ((社) 土木学会, 2008 年制定) に基づき、鋼管杭の終局曲率を許容限界とし、照査用曲率が終局曲率を下回ることを確認する。

鋼管杭の曲げ照査に用いる照査用曲率は、地震応答解析により得られた曲率に安全係数 (構造解析係数) 1.05 を乗じることにより、曲げ破壊に対して安全余裕を見込んだ評価を実施する。

$$\gamma_i \frac{\phi_d}{\phi_u} \leq 1.0$$

$$\gamma_i = \text{構造物係数} (=1.0)$$

$$\phi_d = \gamma_a \cdot \phi$$

$$\gamma_a = \text{構造解析係数} (=1.05)$$

$$\phi = \text{応答計算による最大曲率}$$

杭基礎の終局曲率  $\phi_u$  は下記式より算出する。

$$\phi_u(N) = \varepsilon_{\max} / [r \cdot \{1 + \sin(\pi N / 2N_y)\}] / \gamma_b \quad (N < 0 : \text{引張}, N > 0 : \text{圧縮})$$

ここに、

$\varepsilon_{\max}$  : 局部座屈発生時ひずみ

$$\varepsilon_{\max} = 0.22t/r$$

ここに、  $t$  : 腐食しろを除いた鋼材の厚さ

$r$  : 杭の半径

$N$  : 発生軸力

$N_y$  : 鋼材降伏時の軸力

$$N_y = 2\pi r t \sigma_y$$

ここに、  $\sigma_y$  : 鋼材の降伏点応力

$\gamma_b$  : 部材係数 (=1.1)

(2) せん断に対する許容限界

a. 鉄筋コンクリート部材

鉄筋コンクリート部材のせん断に対する許容限界は、土木学会マニュアルに基づき、(a)棒部材式及び(b)ディープビーム式で求まるせん断耐力のうち、いずれか大きい方とする。

取水構造物の鉄筋コンクリート部材においては、せん断力に対する耐震性向上を目的として後施工せん断補強筋による耐震補強を計画している。後施工せん断補強筋による耐震補強の概略を図 2.3-4 に示す。後施工せん断補強筋が分担するせん断耐力については、「建設技術審査証明報告書 技術名称 後施工プレート定着型せん断補強鉄筋「Post-Head-bar」」(以下、「建設技術審査証明報告書」という。)に基づき設定し、適用部材の軸方向鉄筋間隔と後施工せん断補強筋の必要定着長から評価される有効係数  $\beta_{aw}$  を考慮する。取水構造物において有効係数  $\beta_{aw}$  を算定した結果、全ての補強対象部材において有効係数  $\beta_{aw}$  は 0.9 となった。

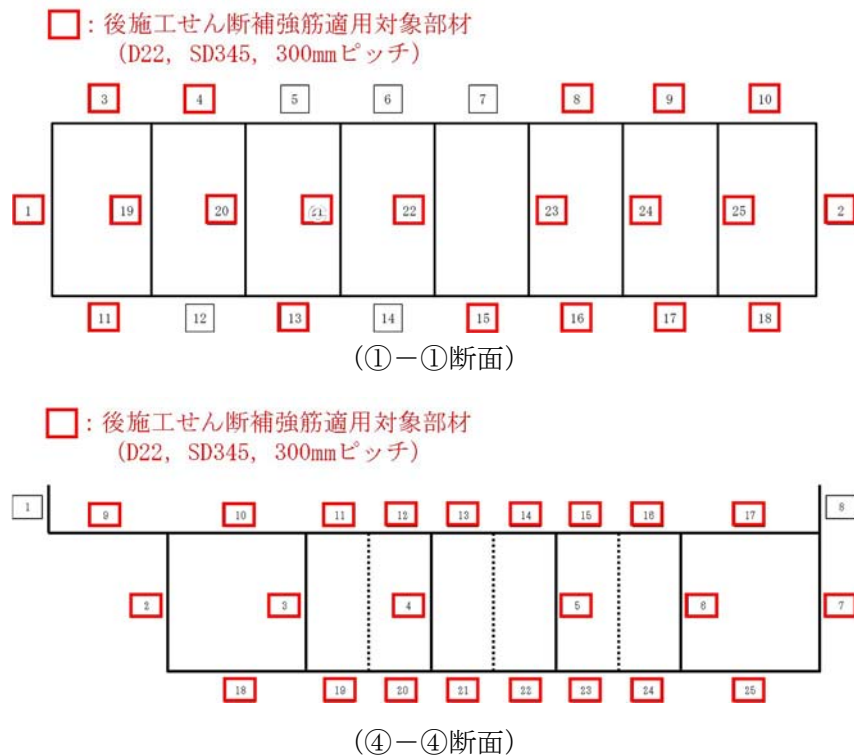


図 2.3-4 後施工せん断補強筋による耐震補強の概略

(a) 棒部材式

$$V_{yd} = V_{cd} + V_{sd} + V_{phb}$$

ここで、 $V_{cd}$  : コンクリートが分担するせん断耐力

$V_{sd}$  : せん断補強筋が分担するせん断耐力

$V_{phb}$  : 後施工せん断補強筋が分担するせん断耐力

$$V_{cd} = \beta_d \cdot \beta_p \cdot \beta_n \cdot \beta_a \cdot f_{vcd} \cdot b_w \cdot d / \gamma_{bc}$$

$$f_{vcd} = 0.20 \sqrt[3]{f'_{cd}}$$

ただし、 $f_{vcd} > 0.72$  (N/mm<sup>2</sup>) となる場合は  $f_{vcd} = 0.72$  (N/mm<sup>2</sup>)

$$\beta_d = \sqrt[4]{1/d} \quad \text{ただし、} \beta_d > 1.5 \text{ となる場合は } \beta_d = 1.5$$

$$\beta_p = \sqrt[3]{100p_v} \quad \text{ただし、} \beta_p > 1.5 \text{ となる場合は } \beta_p = 1.5$$

$$\beta_n = 1 + M_0/M_d \quad (N'_d \geq 0) \quad \text{ただし、} \beta_n > 2.0 \text{ となる場合は } \beta_n = 2.0$$

$$= 1 + 2M_0/M_d \quad (N'_d < 0) \quad \text{ただし、} \beta_n < 0 \text{ となる場合は } \beta_n = 0$$

$$\beta_a = 0.75 + \frac{1.4}{a/d} \quad \text{ただし、} \beta_a < 1.0 \text{ となる場合は } \beta_a = 1.0$$

$f_{cd}'$  :コンクリート圧縮強度の設計用値 (N/mm<sup>2</sup>) で設計基準強度  $f_{ck}'$  を材料係数  $\gamma_{mc}$  (=1.3) で除したもの

$p_v=A_s(b_w/d)$  :引張鉄筋比

$A_s$  :引張側鋼材の断面積

$b_w$  :部材の有効幅

$d$  :部材の有効高さ

$N_d'$  :設計軸圧縮力

$M_d$  :設計曲げモーメント

$M_0=N_d' \cdot D/6$  : $M_d$  に対する引張縁において、軸方向力によって発生する応力を打ち消すのに必要なモーメント (デコンプレッションモーメント)

$D$  :断面高さ

$a/d$  :せん断スパン比

$\gamma_{bc}$  :部材係数 (=1.3)

$$V_{sd} = \{A_w f_{wyd} (\sin \alpha + \cos \alpha) / s\} z / \gamma_{bs}$$

$A_w$  :区間  $s$  におけるせん断補強筋の総断面積

$f_{wyd}$  :せん断補強筋の降伏強度を材料係数  $\gamma_{ms}$  (1.0) で除したもので、400N/mm<sup>2</sup> 以下とする。ただし、コンクリートの圧縮強度の特性値  $f_{ck}'$  が 60N/mm<sup>2</sup> 以上の時は、800N/mm<sup>2</sup> 以下とする。

$\alpha$  :せん断補強筋と部材軸のなす角

$s$  :せん断補強筋の配置間隔

$z$  :圧縮応力の合力の作用位置から引張鋼材図心までの距離で  $d/1.15$  とする。

$\gamma_{bs}$  :部材係数 (=1.1)

$$V_{phb} = \beta_{aw} \{A_w' f_{wyd}' (\sin \alpha + \cos \alpha) / s'\} z / \gamma_{bs}$$

$\beta_{aw}$  :後施工せん断補強筋のせん断耐力向上への有効性を示す係数

$$\beta_{aw} = 1 - l_y / \{2 \cdot (d - d')\} \quad (\text{ただし, } \beta_{aw} \leq 0.9)$$

$l_y$  :後施工せん断補強筋の埋込側に必要な定着長

$d - d'$  :補強対象部材の圧縮-引張鉄筋の間隔 ( $d - d' \geq l_y$ )

$A_w'$  :区間  $s'$  における後施工せん断補強筋の総断面積

$f_{wyd}'$  :後施工せん断補強筋の降伏強度を材料係数  $\gamma_{ms}$  (1.0) で除したもので、400N/mm<sup>2</sup> 以下とする。

$s'$  :後施工せん断補強筋の配置間隔

(b) デイープビーム式

$$V_{ydd} = V_{cdd} + V_{sdd} + V_{phbd}$$

ここで,  $V_{cdd}$  : コンクリートが分担するせん断耐力

$V_{sdd}$  : せん断補強筋が分担するせん断耐力

$V_{phbd}$  : 後施工せん断補強筋が分担するせん断耐力

$$V_{cdd} = \beta_a \cdot \beta_p \cdot \beta_a \cdot f_{dd} \cdot b_w \cdot d / \gamma_{bc}$$

$$f_{dd} = 0.19 \sqrt{f'_{cd}}$$

$$\beta_d = \sqrt[4]{1/d}$$

ただし,  $\beta_d > 1.5$  となる場合は  $\beta_d = 1.5$

$$\beta_p = \sqrt[3]{100p_v}$$

ただし,  $\beta_p > 1.5$  となる場合は  $\beta_p = 1.5$

$$\beta_a = \frac{5}{1+(a/d)^2}$$

$\gamma_{bc} =$  : 部材係数 (=1.3)

$$V_{sdd} = \phi \cdot V_{sd}$$

$$V_{phbd} = \phi \cdot V_{phb}$$

$$\phi = -0.17 + 0.3a/d + 0.33/p_{wb} \quad \text{ただし, } 0 \leq \phi \leq 1$$

$p_{wb}$  : せん断補強鉄筋比 (%)



また、分布荷重を受ける部材のせん断耐力については、図 2.3-5 に示す等価せん断スパンの考え方にに基づき、せん断耐力を算定する。

(c) 等価せん断スパンの設定

時刻歴地震応答解析で得られる断面力分布に基づいて、支承全面あるいははり・柱前面から曲げモーメントが発生する位置（あるいはせん断力が零となる点）までを照査対象区間と考える。この区間において、等価せん断スパンを以下のように設定する。

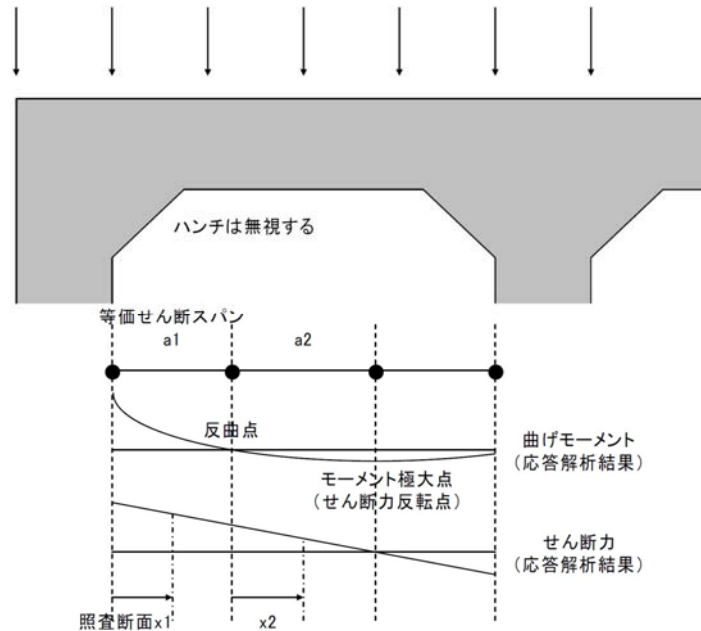
イ. 区間内に曲げモーメントの反曲点（曲げモーメントがゼロ）が存在する場合は、以下の 2 種類の等価せん断スパンを設定する。

第 1 等価せん断スパン(a1)：支承前面あるいははり・柱前面から反曲点までの距離

第 2 等価せん断スパン(a2)：反曲点から最大曲げモーメント点までの距離

ロ. 区間内に曲げモーメントの反曲点（曲げモーメントがゼロ）が無い場合は、以下のように等価せん断スパンを設定する。

等価せん断スパン(a)：支承前面あるいははり・柱前面から最大曲げモーメント点までの距離



(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 (社) 土木学会, 2005 年) より引用)

図 2.3-5 等価せん断スパンの設定方法

土木学会マニュアルでは、コンクリート標準示方書におけるせん断耐力式のうち棒部材式において等価せん断スパンにより設定可能な係数 $\beta_a$ を考慮している。これは、地中に埋設されたラーメン構造で、分布荷重が卓越、スパン内に曲げモーメントの反曲点が存在する等の载荷形態にある条件下では、せん断耐力が増大するという実験的知見を踏まえ、より合理的なせん断耐力を与えるよう、コンクリート標準示方書のせん断耐力式を精緻化したものである。

また、土木学会マニュアルにおけるせん断耐力式による評価においては、表 2.3-1 に示すとおり、複数の安全係数（部材係数、構造解析係数）が見込まれていることから、せん断破壊に対して安全余裕を見込んだ評価を実施することが可能である。

表 2.3-1 せん断耐力式において考慮している安全係数

安全係数		値	内容	
部材係数	コンクリート	$\gamma_{bc}$	1.30	コンクリートが負担するせん断力を低減
	鉄筋	$\gamma_{bs}$	1.10	せん断補強筋が負担するせん断力を低減
構造解析係数		$\gamma_a$	1.05	応答値（断面力）を割り増し

b. 鋼管杭

鋼管杭のせん断に対する許容限界は、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 J E A C 4 6 1 6 -2009 及び鋼・合成構造標準示方書〔耐震設計編〕（(社) 土木学会, 2008 年制定）に基づき、以下の式で求まるせん断耐力とする。

鋼管杭のせん断照査に用いる照査用せん断力は、地震応答解析により得られたせん断力に安全係数（構造解析係数）1.05 を乗じることにより、せん断破壊に対して安全余裕を見込んだ評価を実施する。

$$\gamma_i \frac{Q_d}{Q_u} \leq 1.0$$

$\gamma_i$  = 構造物係数 (=1.0)

$$Q_d = \gamma_a \cdot Q$$

$\gamma_a$  = 構造解析係数 (=1.05)

Q = 応答計算による最大せん断力

杭基礎のせん断耐力  $Q_u$  は下記式より算定する。

$$Q_u = A_e \cdot f_s / \kappa / \gamma_b$$

ここに、 $A_e$  : 腐食代を除いた杭の断面積

$f_s$  : 鋼材の短期許容せん断応力度

$\kappa$  : せん断応力度の分布係数で 2.0 とする。

$\gamma_b$  : 部材係数 (=1.1)

(3) 基礎地盤の支持性能に対する許容限界

基礎地盤に作用する接地圧に対する許容限界は、V-2-1-3「地盤の支持性能に係る基本方針」を考慮し、極限支持力に基づき設定する。

取水構造物の基礎形式は、打込み工法による杭基礎であることから、極限支持力については、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）の杭基礎（打ち込み工法）の設計に基づき、以下の通り設定する。

$$R_u = P_u + U \sum L_i f_i$$

$R_u$  : 地盤から決まる杭の極限支持力 (kN)

$P_u$  : 杭先端における極限支持力 (kN)

$$P_u = 440 \cdot q_u^{1/2} \cdot A_t^{2/5} \cdot A_i^{1/3}$$

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

$A_t$  : 鋼管杭の先端純断面積 (m<sup>2</sup>)

$A_i$  : 鋼管杭の先端閉塞面積 (m<sup>2</sup>)

$A$  : 鋼管杭の先端面積 (m<sup>2</sup>)

$U$  : 杭の周長 (m)

$L_i$  : 周面摩擦力を考慮する層の層厚 (m)

$f_i$  : 周面摩擦力を考慮する層の最大周面摩擦力度 (kN/m<sup>2</sup>)

## 2.4 評価結果

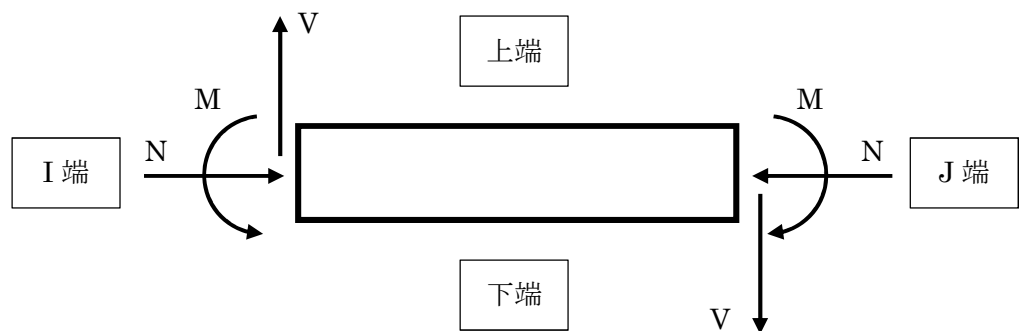
### 2.4.1 地震応答解析結果

地震応答解析結果として「断面力分布」「最大せん断ひずみ分布」「過剰間隙水圧比分布」及び「最大加速度応答分布」を記載する。なお、断面力分布は単位奥行きあたりの断面力を図示する。

#### (1) 断面力分布（鉄筋コンクリート構造物の部材に着目した断面力図）

鉄筋コンクリート構造物（以下、「RC 構造物」という。）の曲げ軸力に対する照査，せん断力に対する照査の 2 つの照査に対して，検討ケースのうち最も厳しい照査値となった時刻における断面力（曲げモーメント，軸力，せん断力）の分布を図示する。断面力分布における断面力の方向を，図 2.4-1 および図 2.4-2 に補足する。

記載する断面力分布において該当する照査値及び検討ケースの一覧表を表 2.4-1 および表 2.4-2 に示す。図 2.4-3～図 2.4-4 に RC 構造物の曲げ軸力に対する照査，図 2.4-5～図 2.4-6 にせん断力に対する照査の 2 つの照査に対して，検討ケースのうち最も厳しい照査値となった時刻における断面力（曲げモーメント，軸力，せん断力）の分布を図示する。



#### 記号の説明

曲げモーメント : M

軸力 : N

せん断力 : V

#### 応力の符号

曲げモーメント (M) 正 : 上端が引張となる曲げモーメント

負 : 上端が圧縮となる曲げモーメント

軸力 (N) 正 : 圧縮

負 : 引張

図 2.4-1 照査における断面力の方向

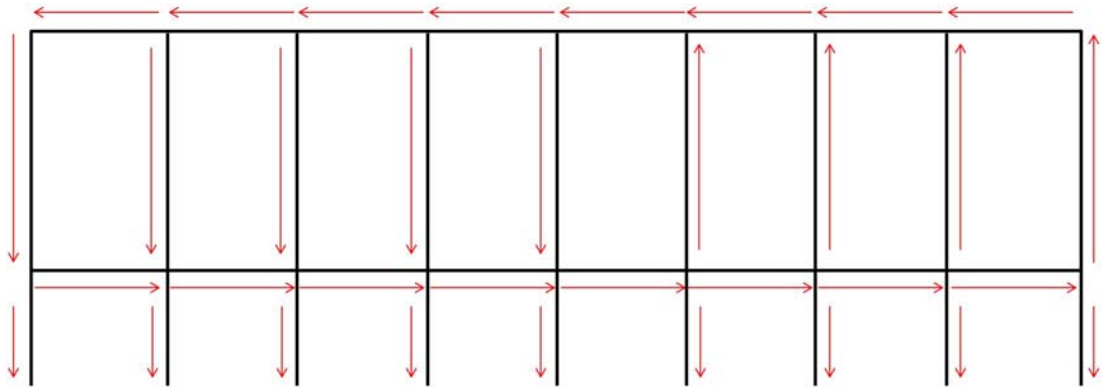


図 2.4-2(1) はり要素の方向(I 端→J 端) (①-①断面)

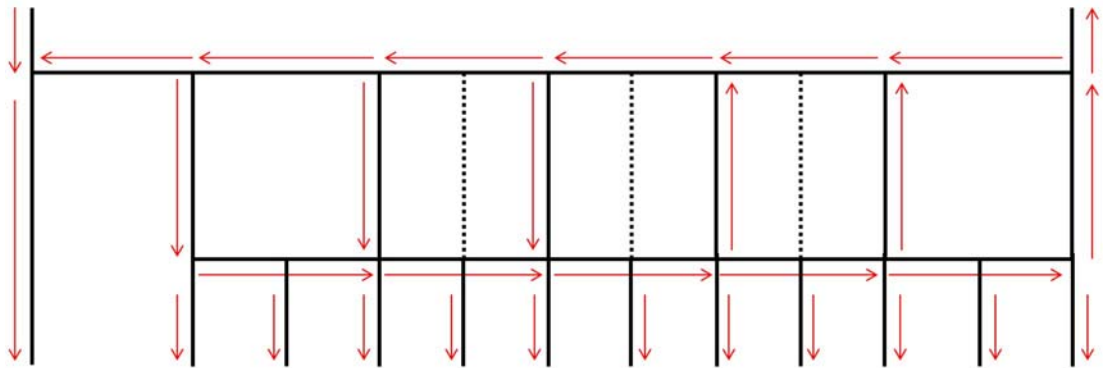


図 2.4-2(2) はり要素の方向(I 端→J 端) (④-④断面)

(a) 曲げ軸力照査

表 2.4-1(1) RC 構造物の曲げ軸力に対する照査結果 (①-①断面)  
(最も厳しい照査値とその地震波)

評価位置	断面性状			鉄筋仕様		軸方向ひずみ $\epsilon_a [-]$	曲率 $\phi_m [1/m]$	曲率 (圧縮ひずみ1%) $\phi [1/m]$	照査値 $\gamma_i \cdot \phi_m / \phi$	検討ケース
	部材幅 b (mm)	部材高 h (mm)	有効高 d (m)	上端	下端					
側壁	1500	1000	1500	D22	D25	$-7.14 \times 10^{-5}$	$-1.02 \times 10^{-3}$	$1.33 \times 10^{-2}$	0.077	④ S <sub>s</sub> -D1 (H-, V+)
頂板1	1000	1000	925	D19	D25	$-1.51 \times 10^{-5}$	$1.31 \times 10^{-3}$	$1.99 \times 10^{-2}$	0.066	④ S <sub>s</sub> -D1 (H-, V+)
頂板2	1000	1000	925	D19	D22	$-2.36 \times 10^{-5}$	$-6.56 \times 10^{-4}$	$1.99 \times 10^{-2}$	0.033	④ S <sub>s</sub> -D1 (H-, V+)
底版1	1000	1000	925	D19	D25	$-3.88 \times 10^{-5}$	$1.96 \times 10^{-3}$	$1.99 \times 10^{-2}$	0.098	④ S <sub>s</sub> -D1 (H-, V+)
底版2	1000	1000	925	D19	D25	$-3.66 \times 10^{-5}$	$-3.75 \times 10^{-4}$	$1.99 \times 10^{-2}$	0.019	④ S <sub>s</sub> -D1 (H-, V+)
隔壁	1000	1000	925	D22	D22	$-1.21 \times 10^{-5}$	$1.35 \times 10^{-3}$	$1.99 \times 10^{-2}$	0.068	④ S <sub>s</sub> -D1 (H-, V+)

注記 \* : 評価位置は下図に示す。

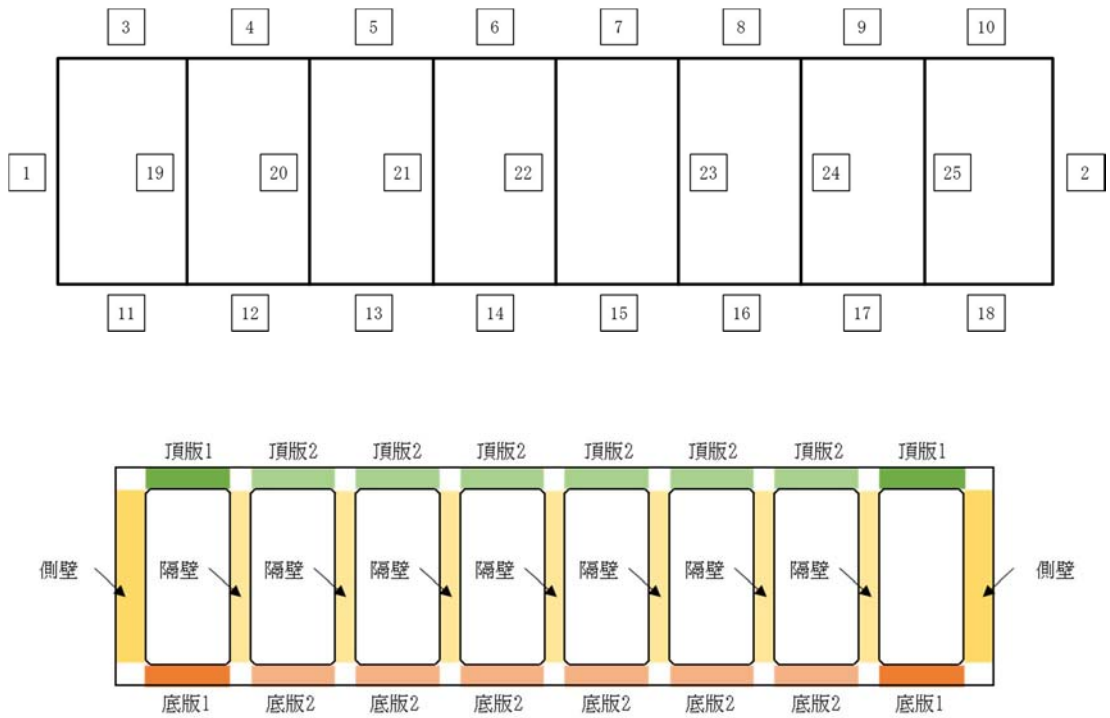
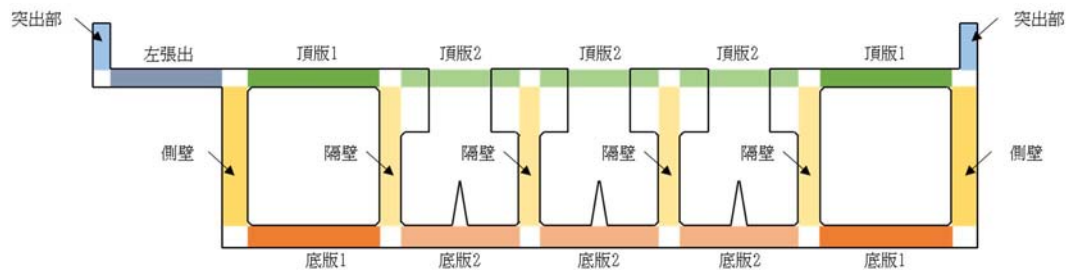
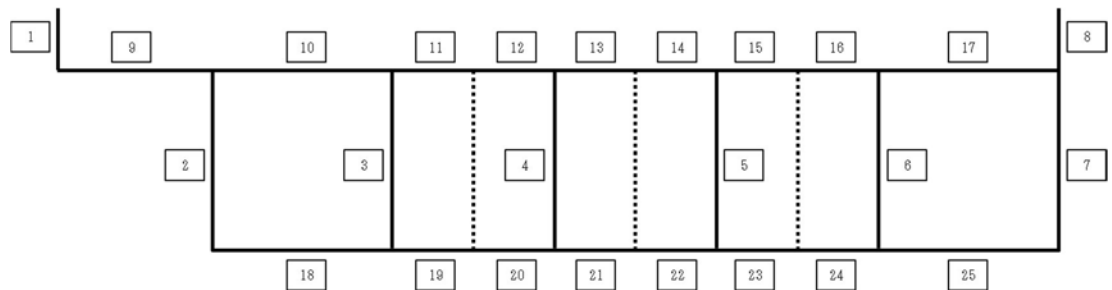


表 2.4-1(2) RC 構造物の曲げ軸力に対する照査結果 (④-④断面)

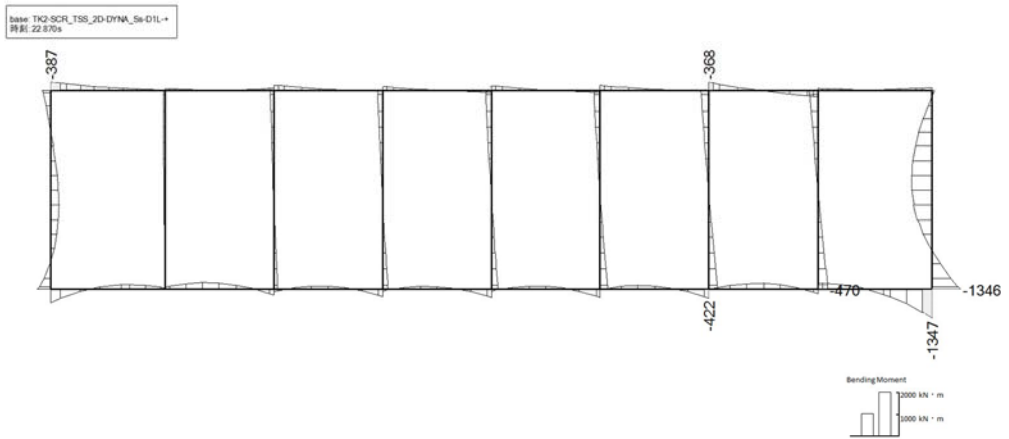
(最も厳しい照査値とその地震波)

評価位置	断面性状			鉄筋仕様		軸方向ひずみ $\epsilon_a$ [-]	曲率 $\phi_m$ [1/m]	曲率 (圧縮ひずみ1%) $\phi$ [1/m]	照査値 $\gamma_i \cdot \phi_m / \phi$	検討ケース	
	部材幅 b (mm)	部材高 h (mm)	有効高 d (mm)	上端	下端						
突出部	1	1000	1000	925	D22	D25	$-6.40 \times 10^{-7}$	$8.01 \times 10^{-5}$	$1.99 \times 10^{-2}$	0.004	④ S <sub>s</sub> -D1 (H-, V-)
側壁	2	1000	1500	1425	D19	D25	$5.55 \times 10^{-6}$	$6.39 \times 10^{-4}$	$1.33 \times 10^{-2}$	0.048	④ S <sub>s</sub> -D1 (H-, V-)
隔壁	6	1000	1200	1125	D19	D22	$-3.64 \times 10^{-5}$	$-1.78 \times 10^{-3}$	$1.66 \times 10^{-2}$	0.107	④ S <sub>s</sub> -D1 (H-, V-)
左張出	9	1000	1000	925	D19	D25	$-9.57 \times 10^{-6}$	$-2.20 \times 10^{-3}$	$1.99 \times 10^{-2}$	0.111	④ S <sub>s</sub> -D1 (H-, V-)
頂板1	17	1000	1000	925	D19	D25	$-3.05 \times 10^{-5}$	$2.05 \times 10^{-3}$	$1.99 \times 10^{-2}$	0.103	④ S <sub>s</sub> -D1 (H-, V-)
頂板2	13	1000	3190	3115	D22	D22	$-2.49 \times 10^{-5}$	$-7.79 \times 10^{-5}$	$6.25 \times 10^{-3}$	0.012	④ S <sub>s</sub> -D1 (H-, V-)
底版1	25	1000	1200	1125	D19	D25	$-3.70 \times 10^{-5}$	$1.58 \times 10^{-3}$	$1.66 \times 10^{-2}$	0.095	④ S <sub>s</sub> -D1 (H-, V-)
底版2	19	1000	1200	1125	D22	D22	$-2.44 \times 10^{-5}$	$7.26 \times 10^{-4}$	$1.66 \times 10^{-2}$	0.044	④ S <sub>s</sub> -D1 (H-, V-)

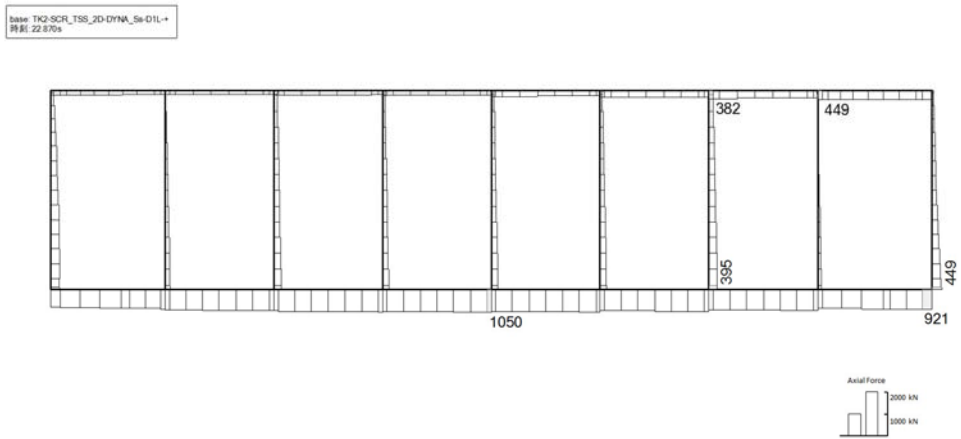
注記 \* : 評価位置は下図に示す。



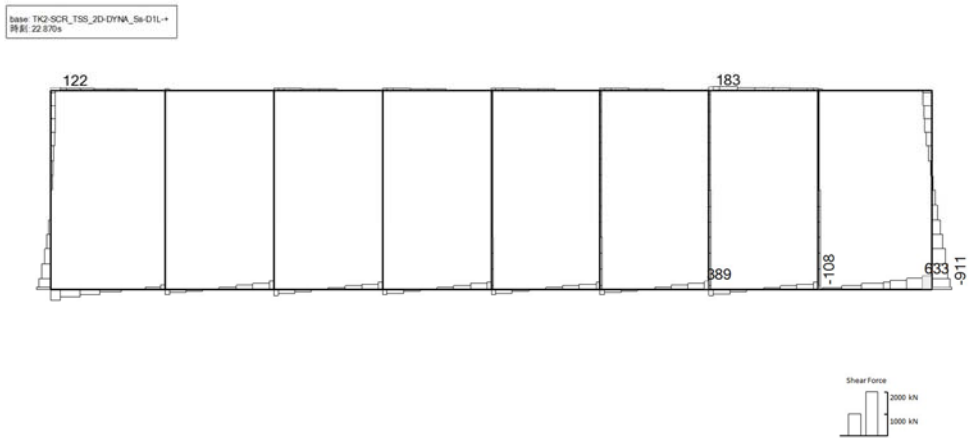




(a) 曲げモーメント (kN・m)

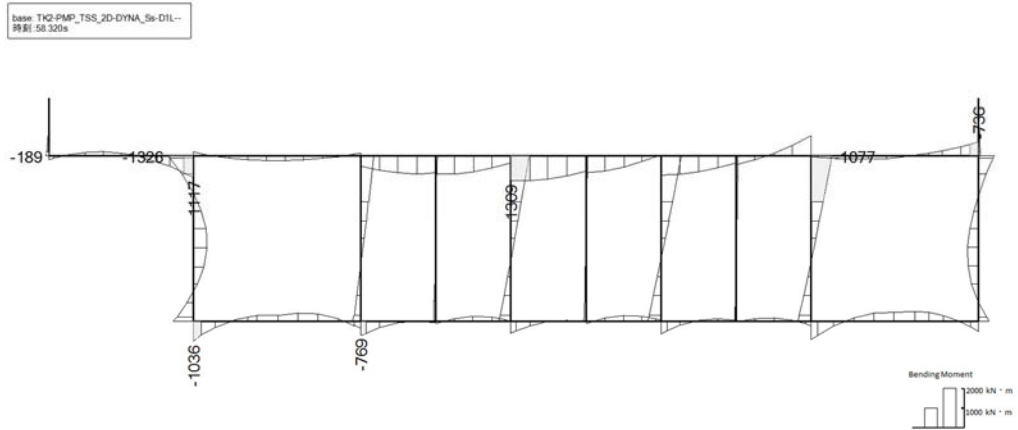


(b) 軸力 (kN)

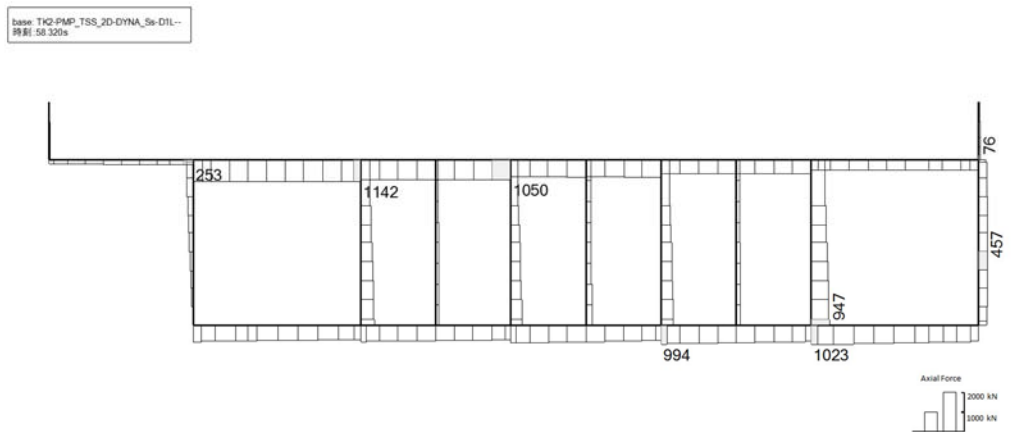


(c) せん断力 (kN)

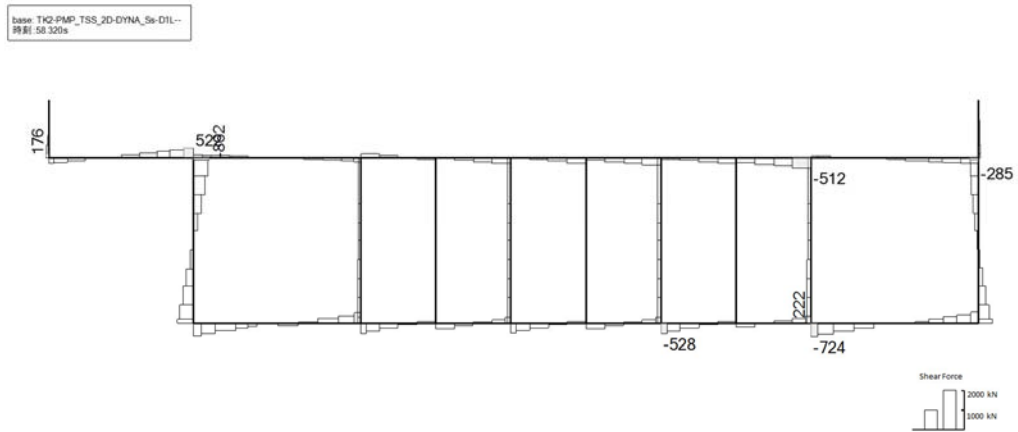
図 2.4-3 取水路(①-①断面)の曲げ軸力照査(RC)において最も厳しい照査値の地震時断面力  
 (S<sub>s</sub>-D 1 (H-, V+), t=22.87s)  
 (検討ケース④: 敷地に存在しない豊浦標準砂の液状化強度特性により  
 地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース)



(a) 曲げモーメント (kN・m)



(b) 軸力 (kN)



(c) せん断力 (kN)

図 2.4-4 取水ピット(④-④断面)の曲げ軸力照査(RC)において最も厳しい照査値の地震時断面力  
 (S<sub>s</sub>-D1(H-, V-), t=58.32s)  
 (検討ケース④: 敷地に存在しない豊浦標準砂の液状化強度特性により  
 地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース)

(b) せん断力照査

表 2.4-2(1) RC 構造物のせん断力に対する照査結果 (①-①断面)  
(最も厳しい照査値とその地震波)

評価位置	断面性状			鉄筋仕様		発生せん断力 Vd (kN)	せん断耐力 Vyd (kN)	照査値 $\gamma_i \cdot Vd/Vyd$	検討ケース
	部材幅 b (mm)	部材高 h (mm)	有効高 d (m)	PHbせん断補強筋	備考				
側壁	1	1000	1500	1425	SD345 D22 @300×300	859	1887	0.455	④ S <sub>s</sub> -D 1 (H+, V+)
頂板1	10	1000	1000	925	SD345 D22 @300×300	-200	345	0.580	① S <sub>s</sub> -1 4
頂板2	7	1000	1000	925	- ※ 5, 6, 7 : PHbなし	-195	281	0.694	④ S <sub>s</sub> -D 1 (H+, V+)
底版1	11	1000	1000	925	SD345 D22 @300×300	-651	1318	0.494	④ S <sub>s</sub> -D 1 (H+, V+)
底版2	12	1000	1000	925	- ※ 12, 14 : PHbなし	-264	383	0.689	④ S <sub>s</sub> -D 1 (H+, V+)
隔壁	19	1000	1000	925	SD345 D22 @300×300	159	270	0.589	① S <sub>s</sub> -2 1

注記 \* : 評価位置は下図に示す。

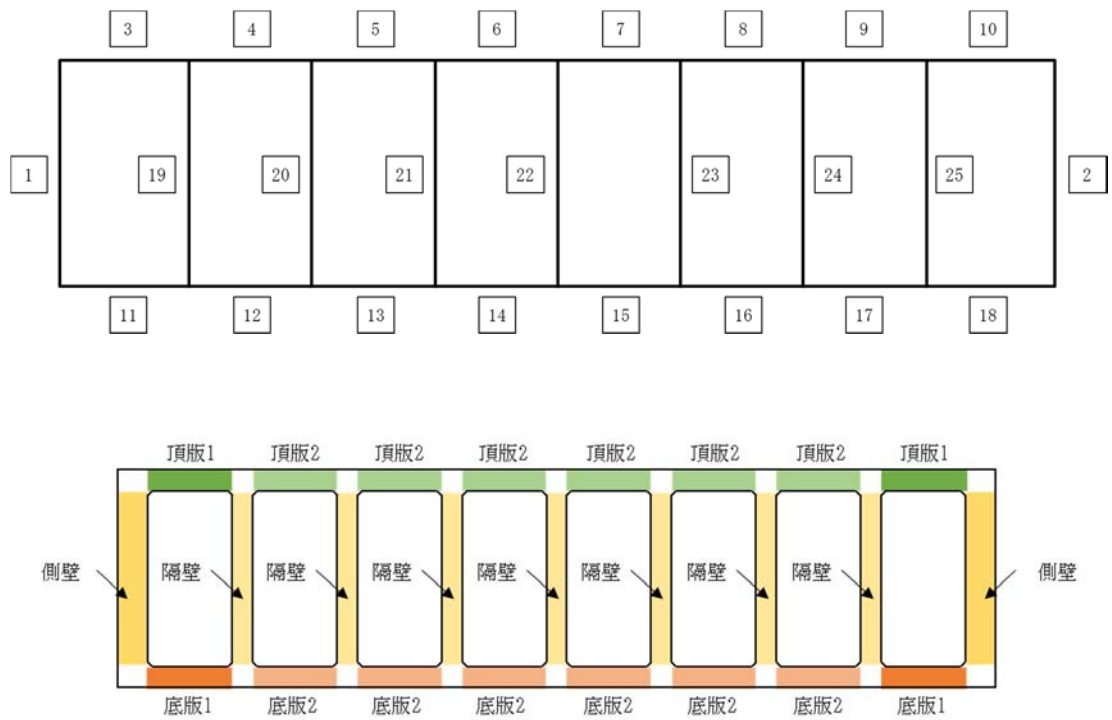
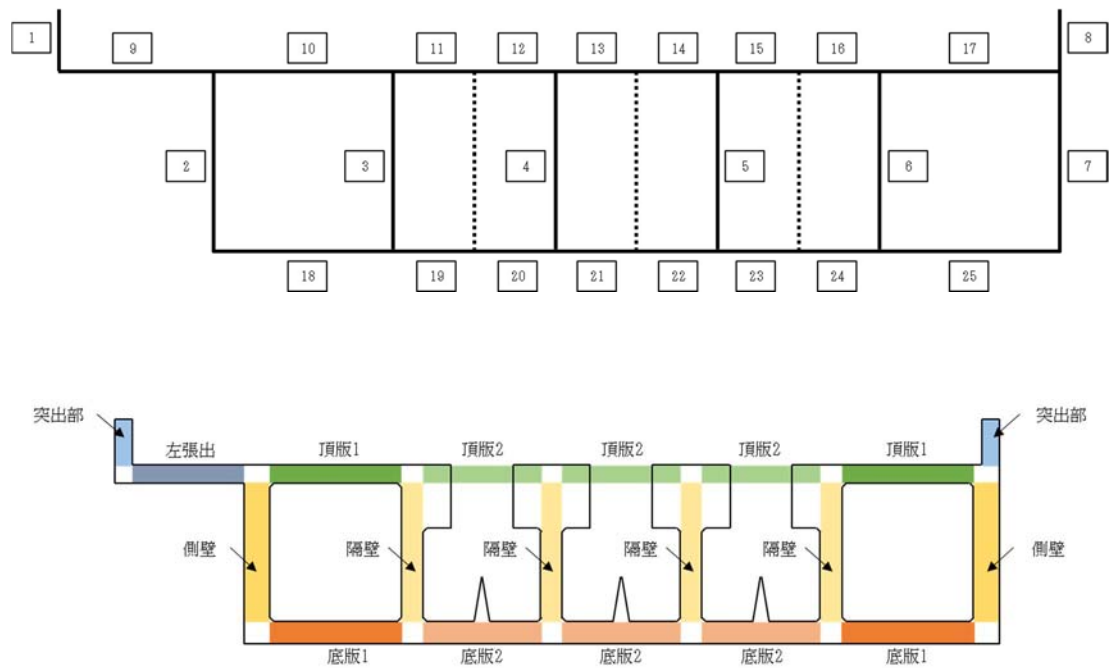
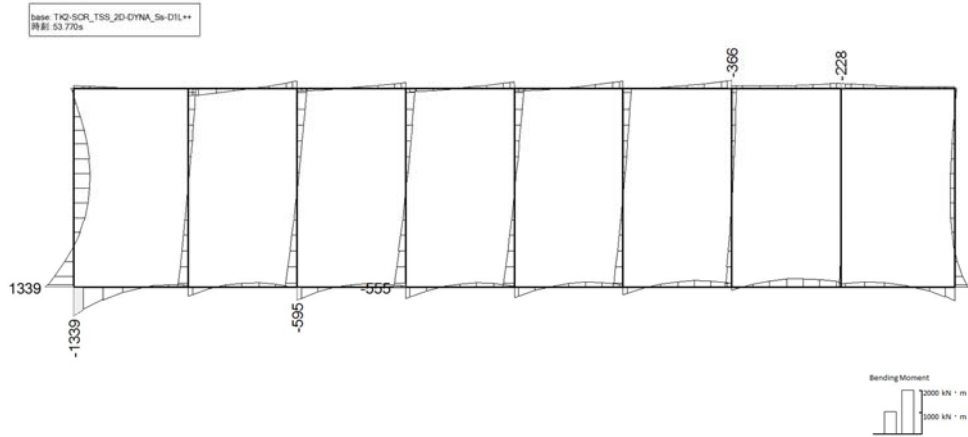


表 2.4-2(2) RC 構造物のせん断力に対する照査結果 (④-④断面)  
(最も厳しい照査値とその地震波)

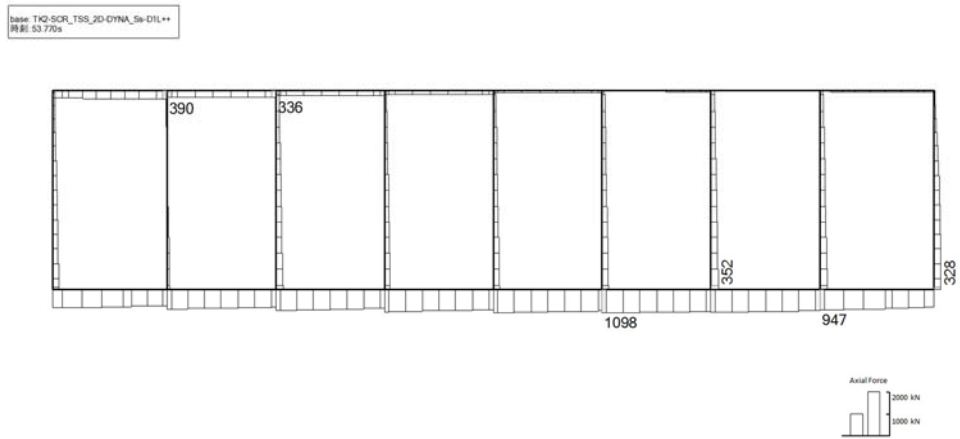
評価位置	断面性状			鉄筋仕様		発生せん断力 Vd (kN)	せん断耐力 Vyd (kN)	照査値 $\gamma_i \cdot V_d / V_{yd}$	検討ケース
	部材幅 b (mm)	部材高 h (mm)	有効高 d (mm)	PHbせん断補強筋	備考				
突出部	1	1000	1500	1425	-	135	312	0.433	④ S <sub>s</sub> -D1 (H-, V-)
側壁	2	1000	1000	925	SD345 D22 @300×300	-733	1805	0.406	④ S <sub>s</sub> -D1 (H-, V-)
隔壁	6	1000	1000	925	SD345 D22 @300×300	523	1503	0.348	④ S <sub>s</sub> -D1 (H-, V-)
左張出	9	1000	1000	925	SD345 D22 @300×300	392	1230	0.319	④ S <sub>s</sub> -D1 (H-, V-)
頂板1	17	1000	1000	925	SD345 D22 @300×300	-497	1325	0.375	④ S <sub>s</sub> -D1 (H-, V-)
頂板2	16	1000	1000	925	SD345 D22 @300×300	-1338	4607	0.290	④ S <sub>s</sub> -D1 (H-, V-)
底版1	25	1000	1000	925	SD345 D22 @300×300	641	1586	0.404	⑥ S <sub>s</sub> -D1 (H-, V-)
底版2	23	1000	1000	925	SD345 D22 @300×300	-372	1584	0.235	④ S <sub>s</sub> -D1 (H-, V-)

注記 \* : 評価位置は下図に示す。

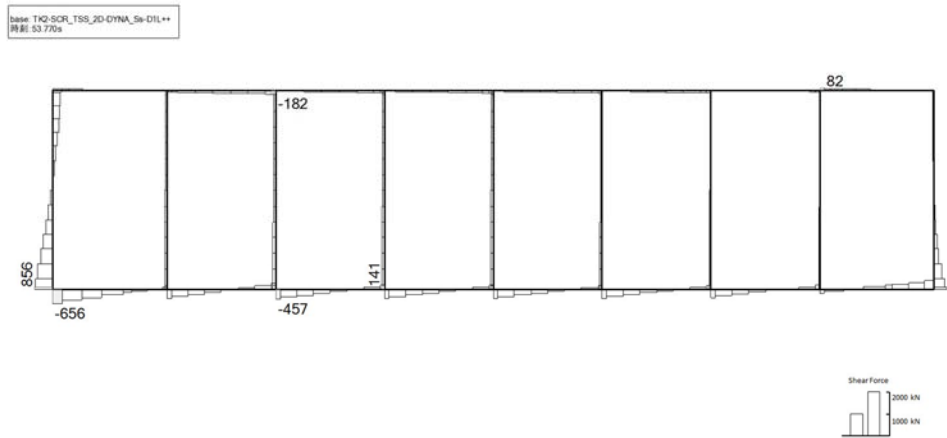




(a) 曲げモーメント (kN・m)

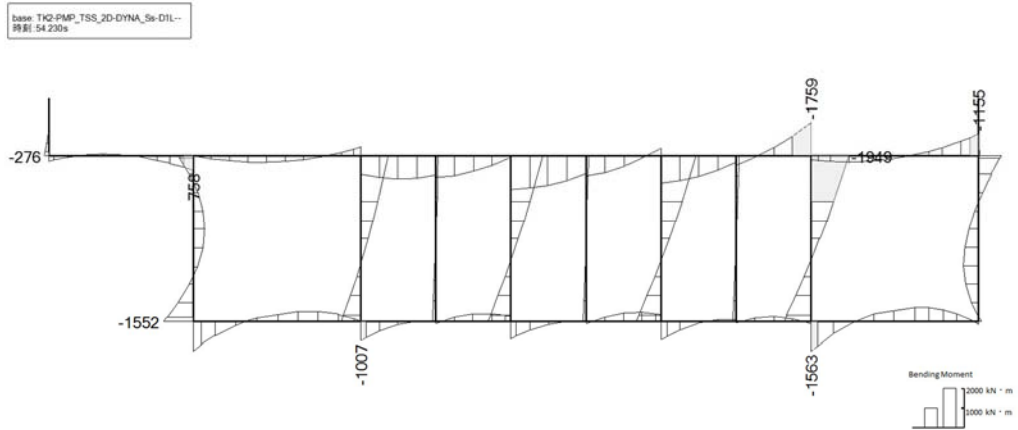


(b) 軸力 (kN)

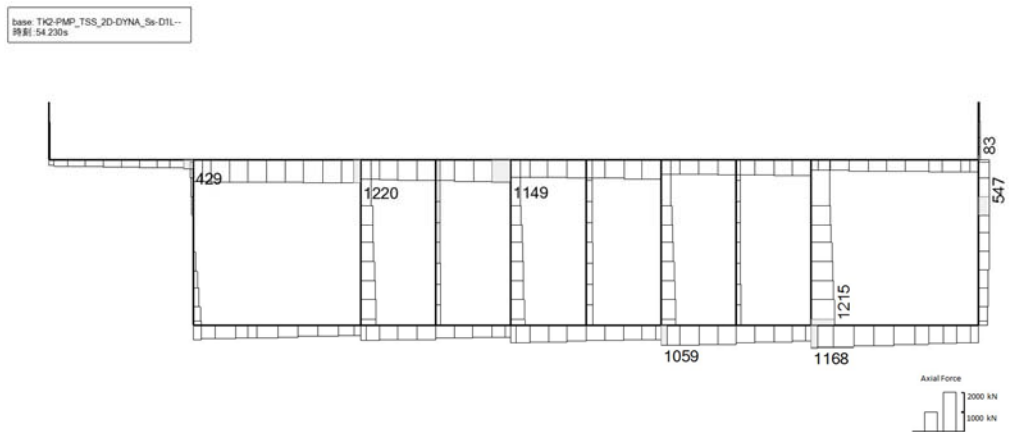


(c) せん断力 (kN)

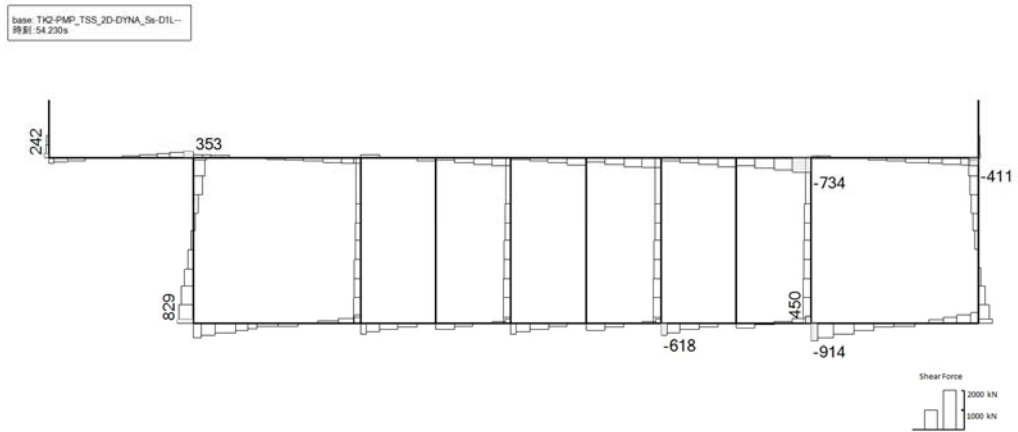
図 2.4-5 取水路(①-①断面)のせん断力照査(RC)において最も厳しい照査値の地震時断面力  
( $S_s-D 1 (H+, V+)$ ,  $t=53.77s$ )  
(検討ケース④: 敷地に存在しない豊浦標準砂の液化化強度特性により  
地盤を強制的に液化化させることを仮定した解析ケース)



(a) 曲げモーメント (kN・m)



(b) 軸力 (kN)



(c) せん断力 (kN)

図 2.4-6 取水ピット(④-④断面)のせん断力照査(RC)において最も厳しい照査値の地震時断面力  
 (S<sub>s</sub>-D1 (H-, V-), t=54.23s)  
 (検討ケース④: 敷地に存在しない豊浦標準砂の液状化強度特性により  
 地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース)

(2) 断面力分布（鋼管杭の部材に着目した断面力図）

杭基礎の曲げ軸力に対する照査，せん断力に対する照査の2つの照査に対して，検討ケースのうち最も厳しい照査値となった時刻における断面力（曲げモーメント，軸力，せん断力）の分布を図示する。

記載する断面力分布において該当する照査値及び検討ケースの一覧を表 2.4-3 および表 2.4-4 に示す。図 2.4-7～図 2.4-8 に杭基礎の曲げ軸力に対する照査，図 2.4-9～図 2.4-10 にせん断力に対する照査の2つの照査に対して，検討ケースのうち最も厳しい照査値となった時刻における断面力（曲げモーメント，軸力，せん断力）の分布を図示する。

(a) 曲げ軸力照査

表 2.4-3(1) 鋼管杭の曲げ軸力照査結果 (①-①断面)

(最も厳しい照査値とその地震波)

評価位置	設計曲率 $\phi d$ (1/m)	終局曲率 $\phi u$ (1/m)	照査値 $\gamma_i \cdot \phi d / \phi u$	検討ケース
1	$2.06 \times 10^{-3}$	$9.44 \times 10^{-3}$	0.218	④ S <sub>S</sub> -3 1 (H+, V+)

注記 \* : 評価位置は下図に示す。

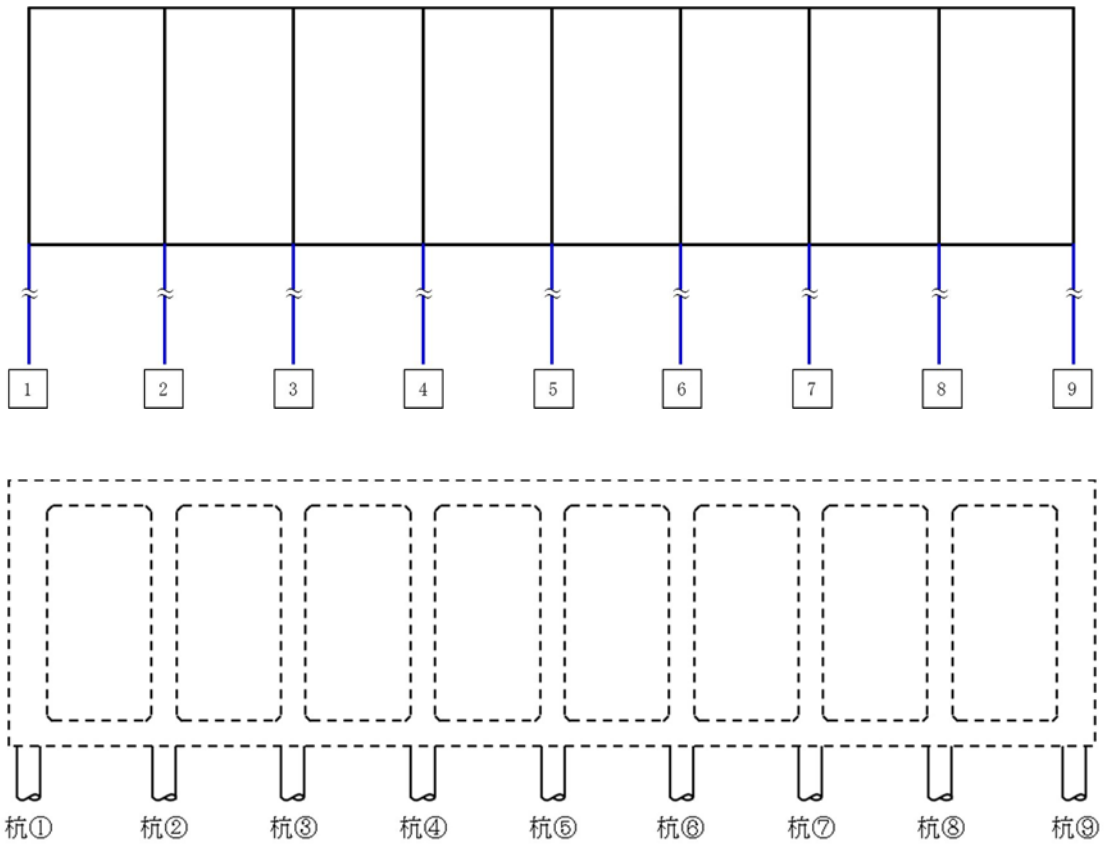
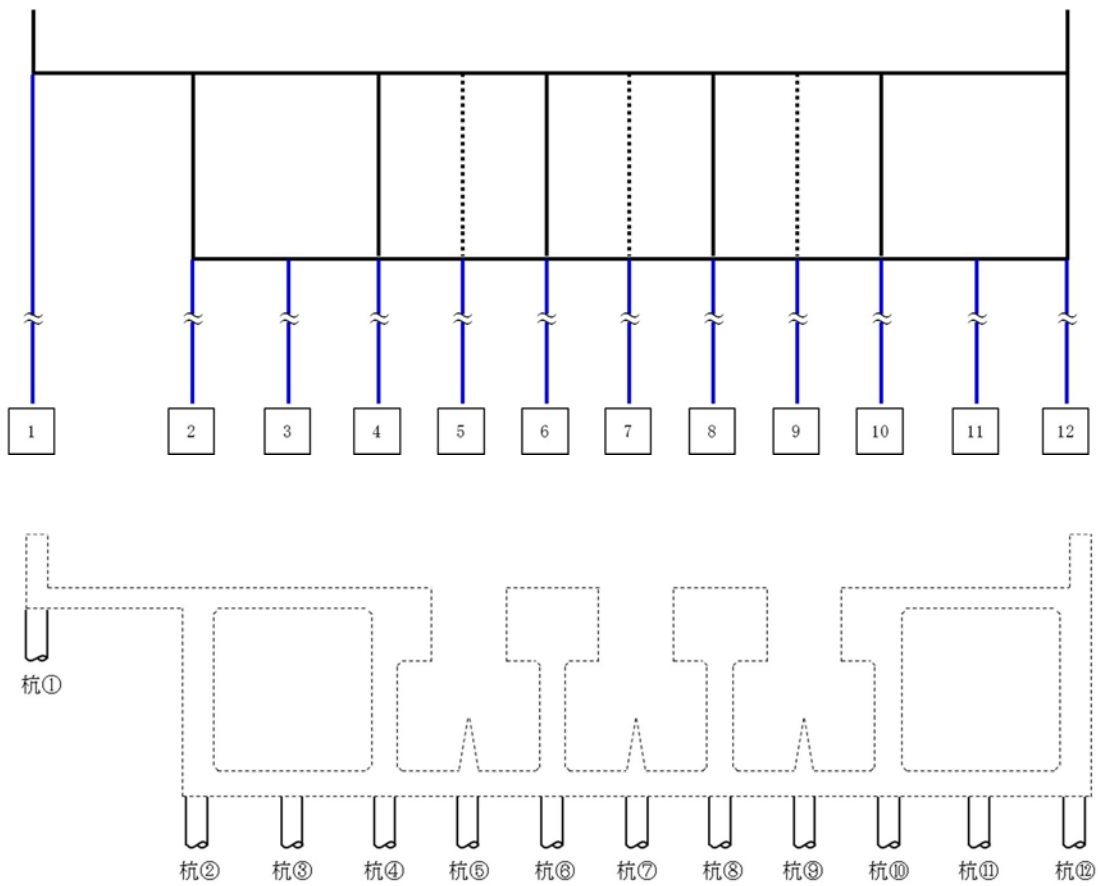




表 2.4-3(2) 鋼管杭の曲げ軸力照査結果 (④-④断面)  
(最も厳しい照査値とその地震波)

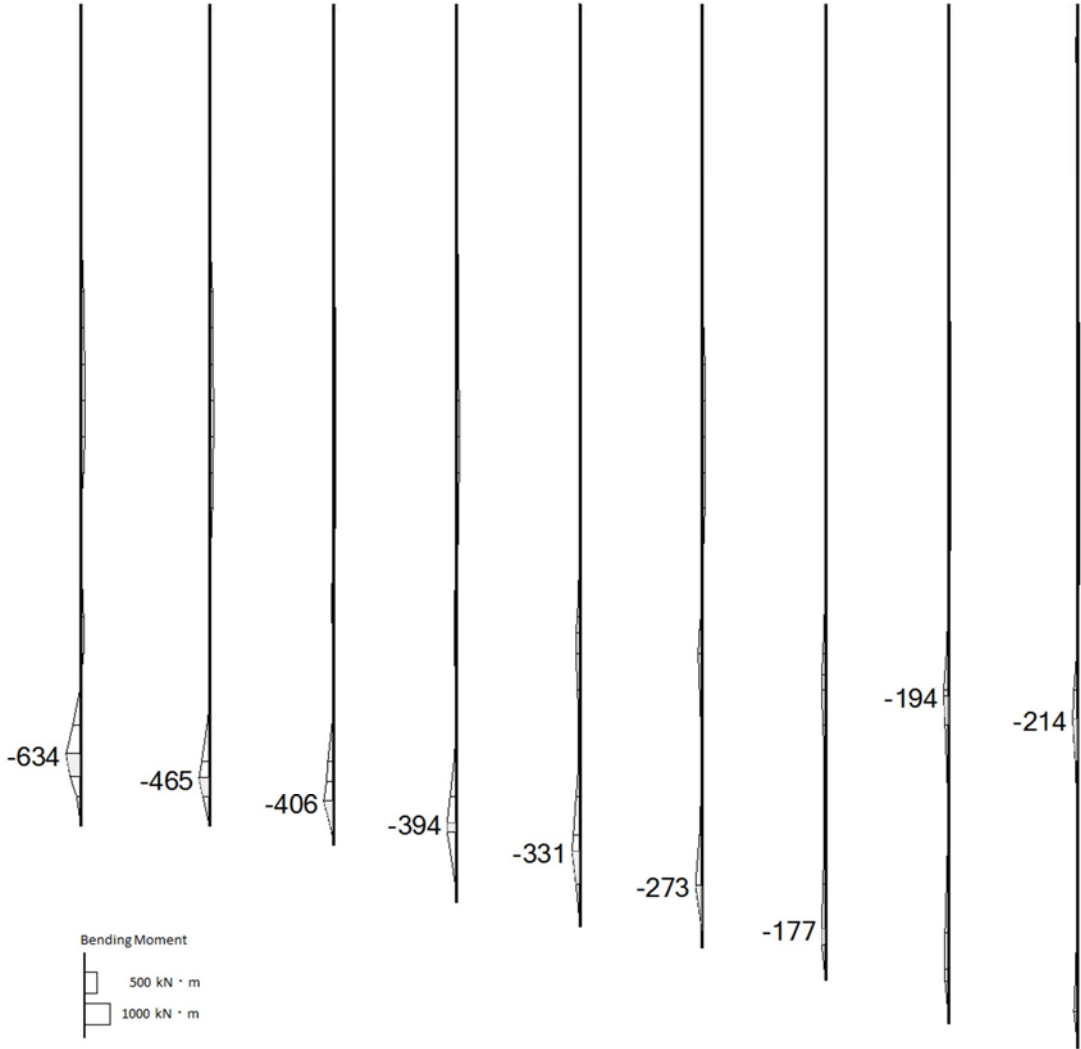
評価位置	設計曲率 $\phi d$ (1/m)	終局曲率 $\phi u$ (1/m)	照査値 $\gamma_i \cdot \phi d / \phi u$	検討ケース
1	$1.83 \times 10^{-3}$	$8.06 \times 10^{-3}$	0.227	③ S <sub>S</sub> -D1 (H-, V-)

注記 \* : 評価位置は下図に示す。



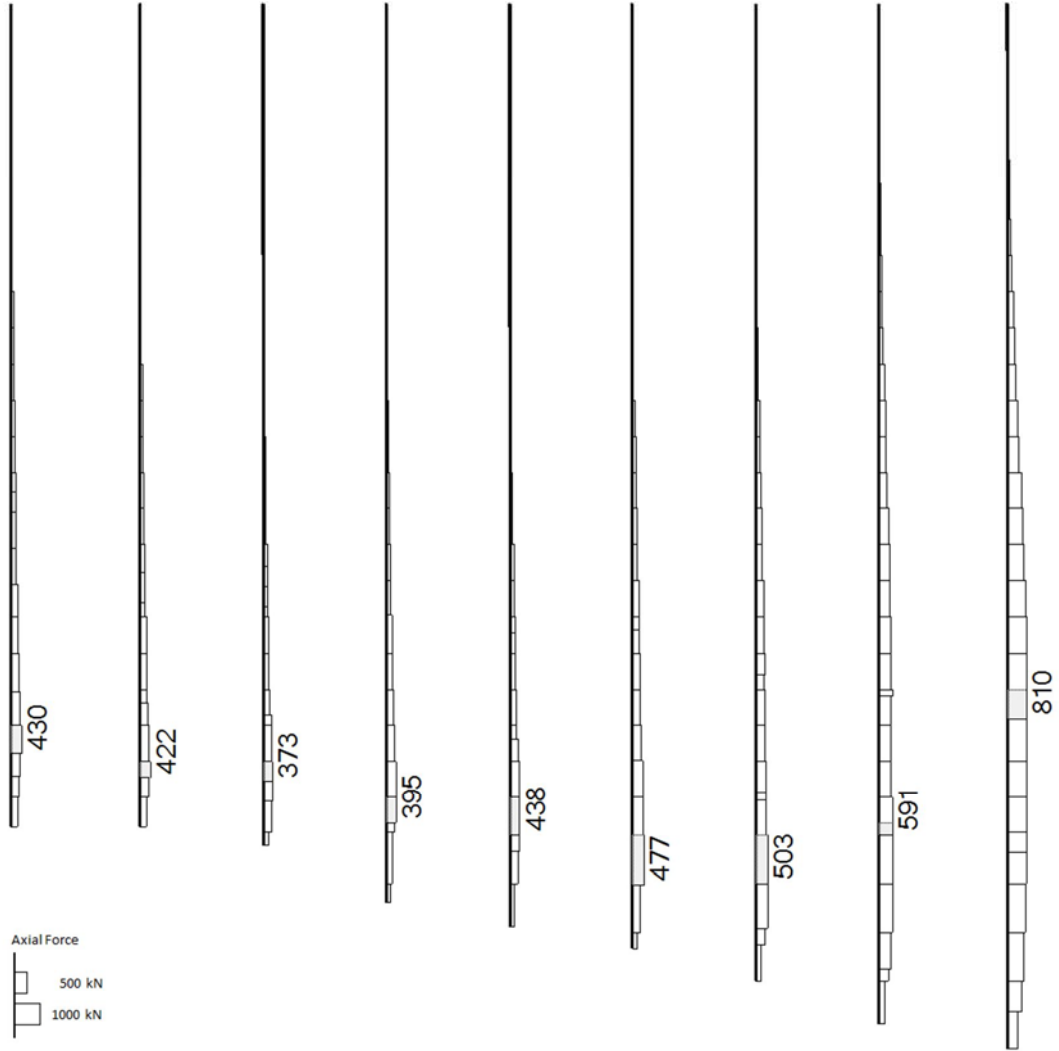
◆ ①-①断面

base: TK2-SCR\_TSS\_2D-DYNA\_Ss-31++  
時刻: 8.780s



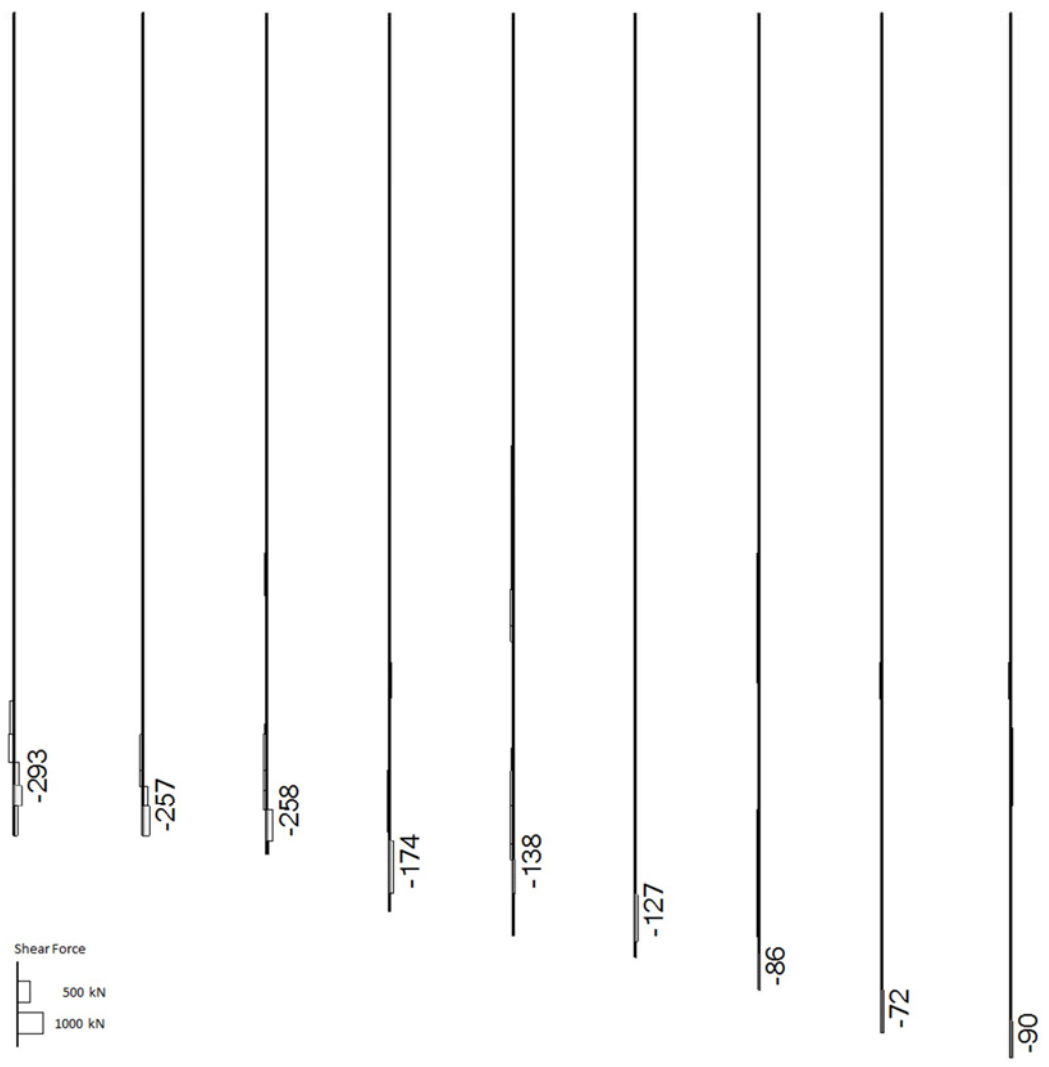
(a) 曲げモーメント (kN・m)

base: TK2-SCR\_TSS\_2D-DYNA\_Ss-31++  
時刻: 8.780s



(b) 軸力 (kN)

base: TK2-SCR\_TSS\_2D-DYNA\_Ss-31++  
時刻: 8.780s



(c) せん断力 (kN)

図 2.4-7 取水路(①-①断面)の曲げ軸力照査(杭)において最も厳しい照査値の地震時断面力

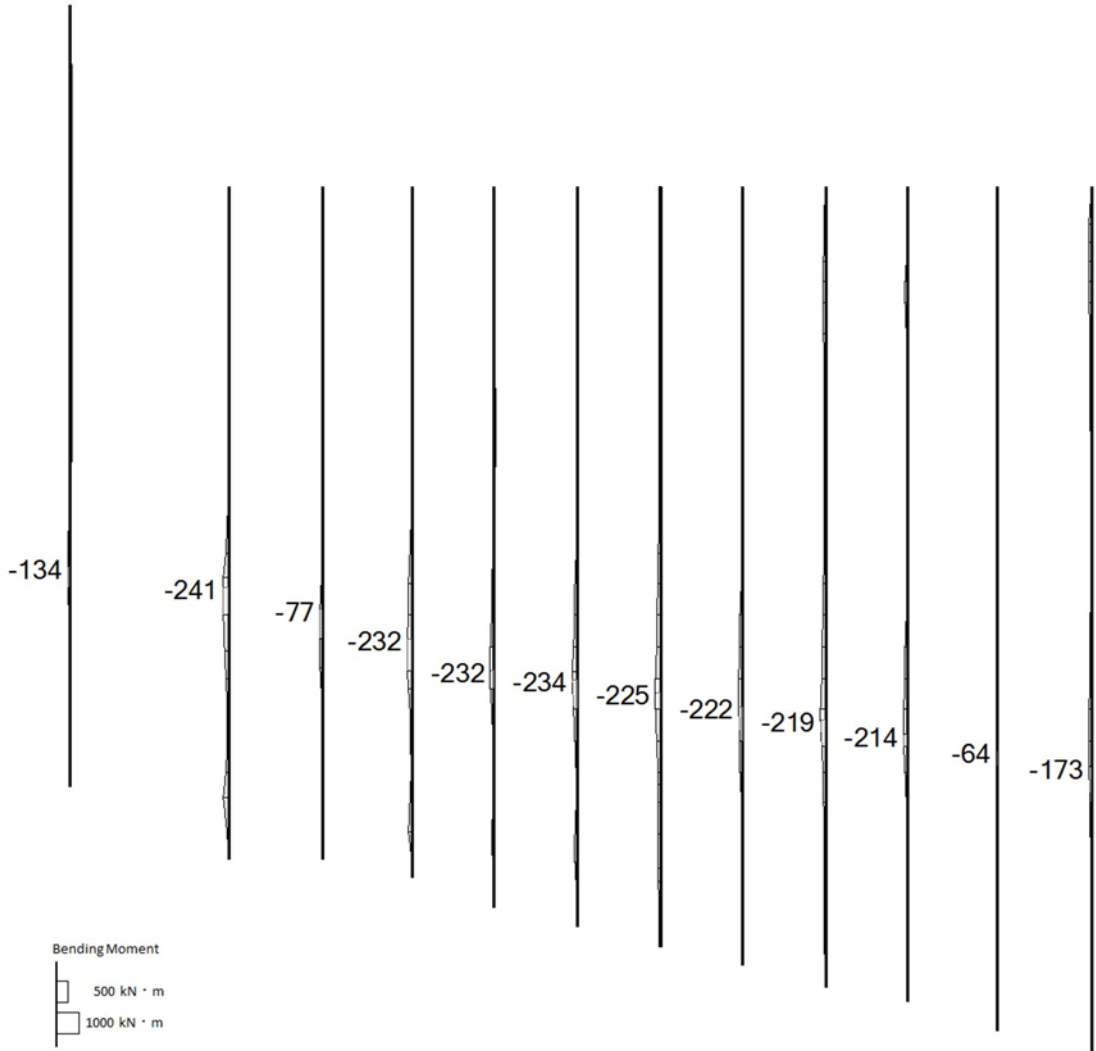
( $S_s=3.1$  (H+, V+),  $t=8.78s$ )

(検討ケース④: 敷地に存在しない豊浦標準砂の液化強度特性により

地盤を強制的に液化化させることを仮定した解析ケース)

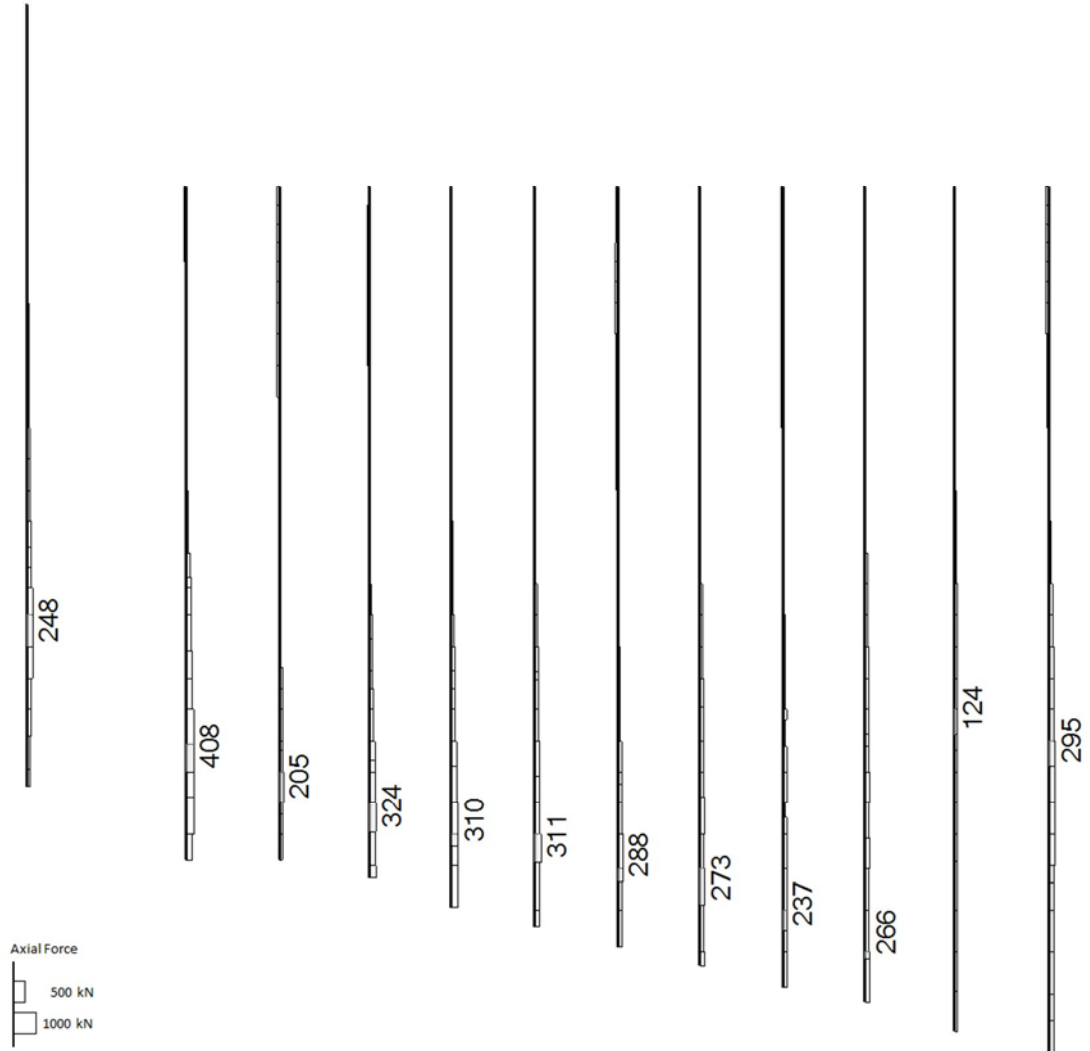
◆ ④—④断面

base: TK2-PMP\_1S\_2D-DYNA\_Ss-D1L--  
時刻: 23.450s



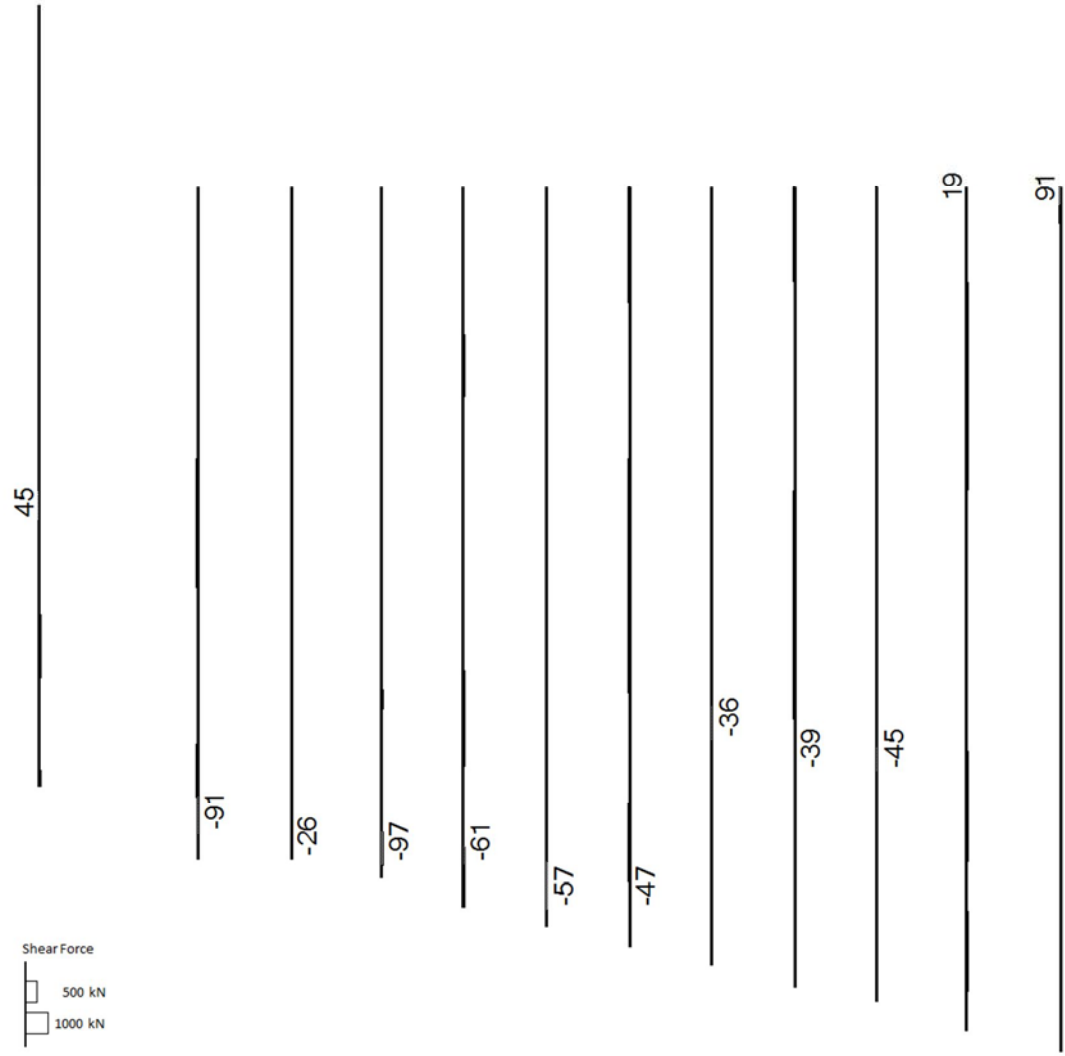
(a) 曲げモーメント (kN · m)

base: TK2-PMP\_1S\_2D-DYNA\_Ss-D1L--  
時刻: 23.450s



(b) 軸力(kN)

base: TK2-PMP\_1S\_2D-DYNA\_Ss-D1L--  
時刻: 23.450s



(c) せん断力 (kN)

図 2.4-8 取水ピット(④-④断面)の曲げ軸力照査(杭)において最も厳しい照査値の地震時断面力

( $S_s-D1(H-, V-)$ ,  $t=23.45s$ )

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

(b) せん断力照査

表 2.4-4(1) 鋼管杭のせん断力に対する照査結果 (①-①断面)

(最も厳しい照査値とその地震波)

評価位置	設計せん断力 Qd (kN)	終局せん断耐力 Qu (kN)	照査値 $\gamma_i \cdot Qd/Qu$	検討ケース
1	-1392	2904	0.479	④ S <sub>s</sub> -3 1 (H+, V+)

注記 \* : 評価位置は下図に示す。

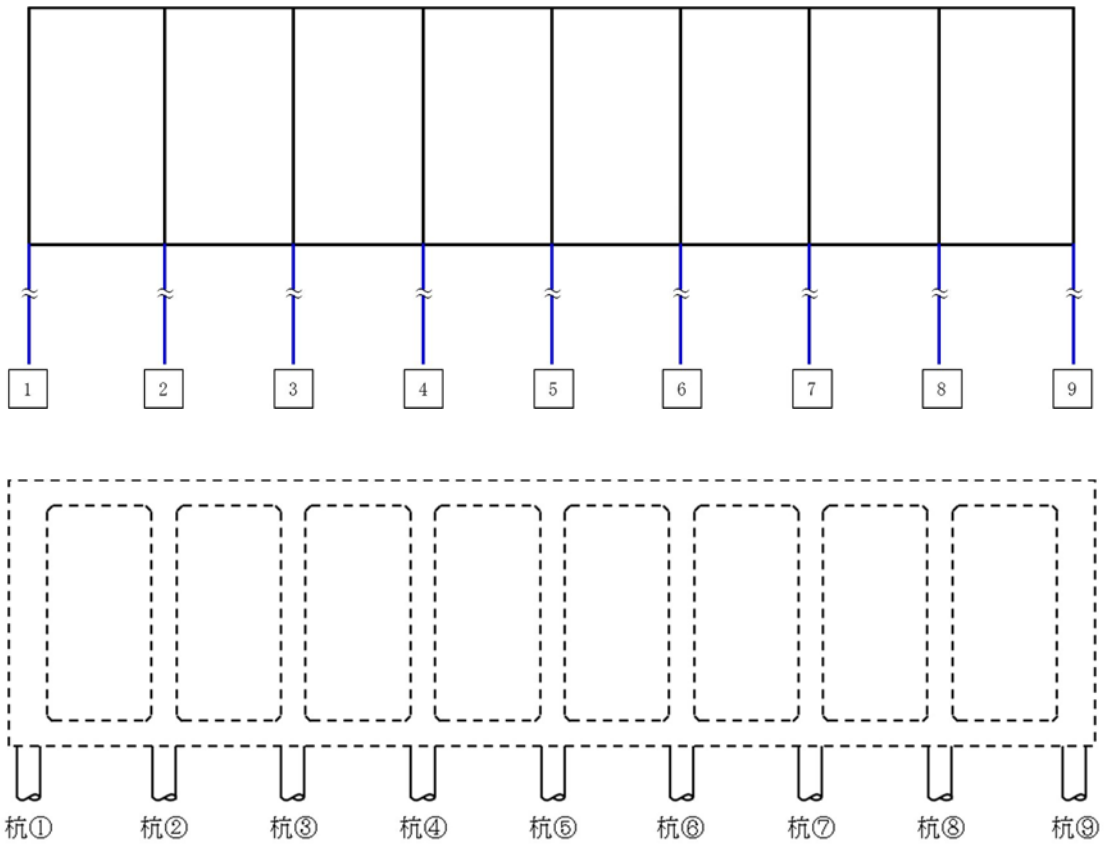
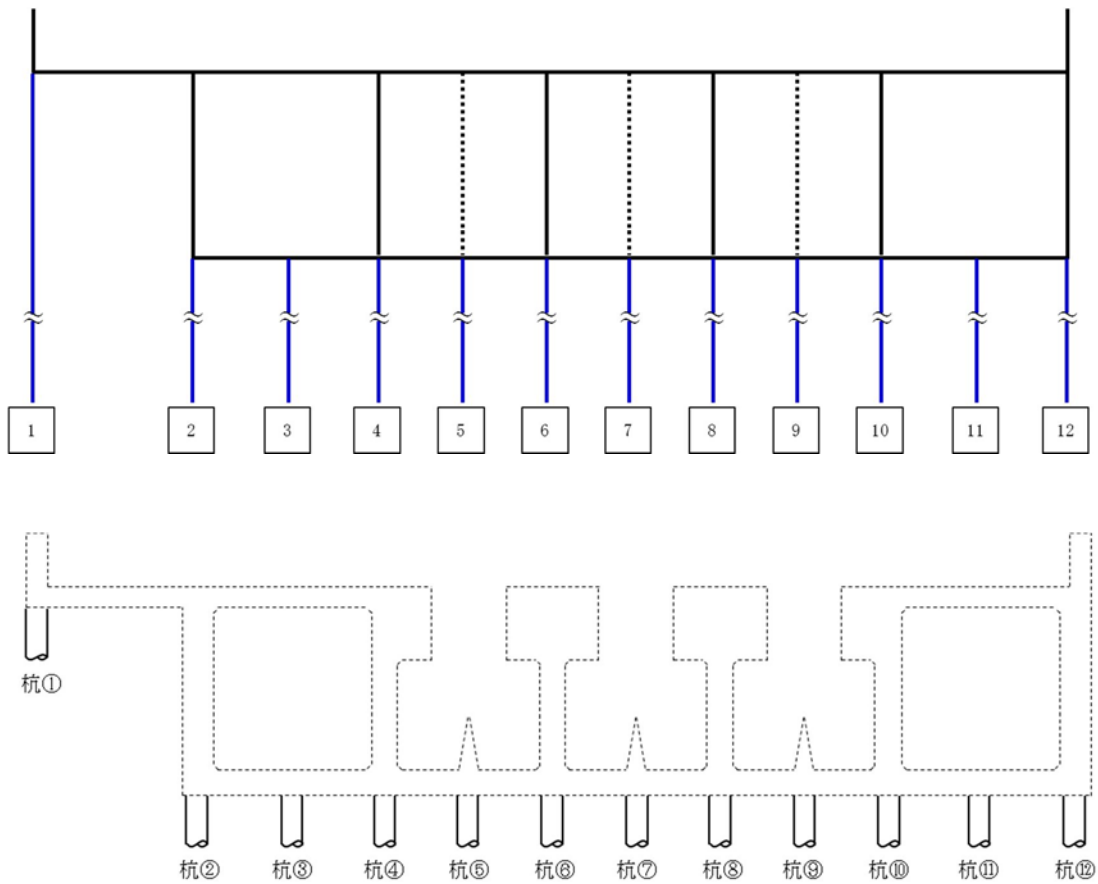




表 2.4-4(2) 鋼管杭のせん断力に対する照査結果 (④-④断面)  
 (最も厳しい照査値とその地震波)

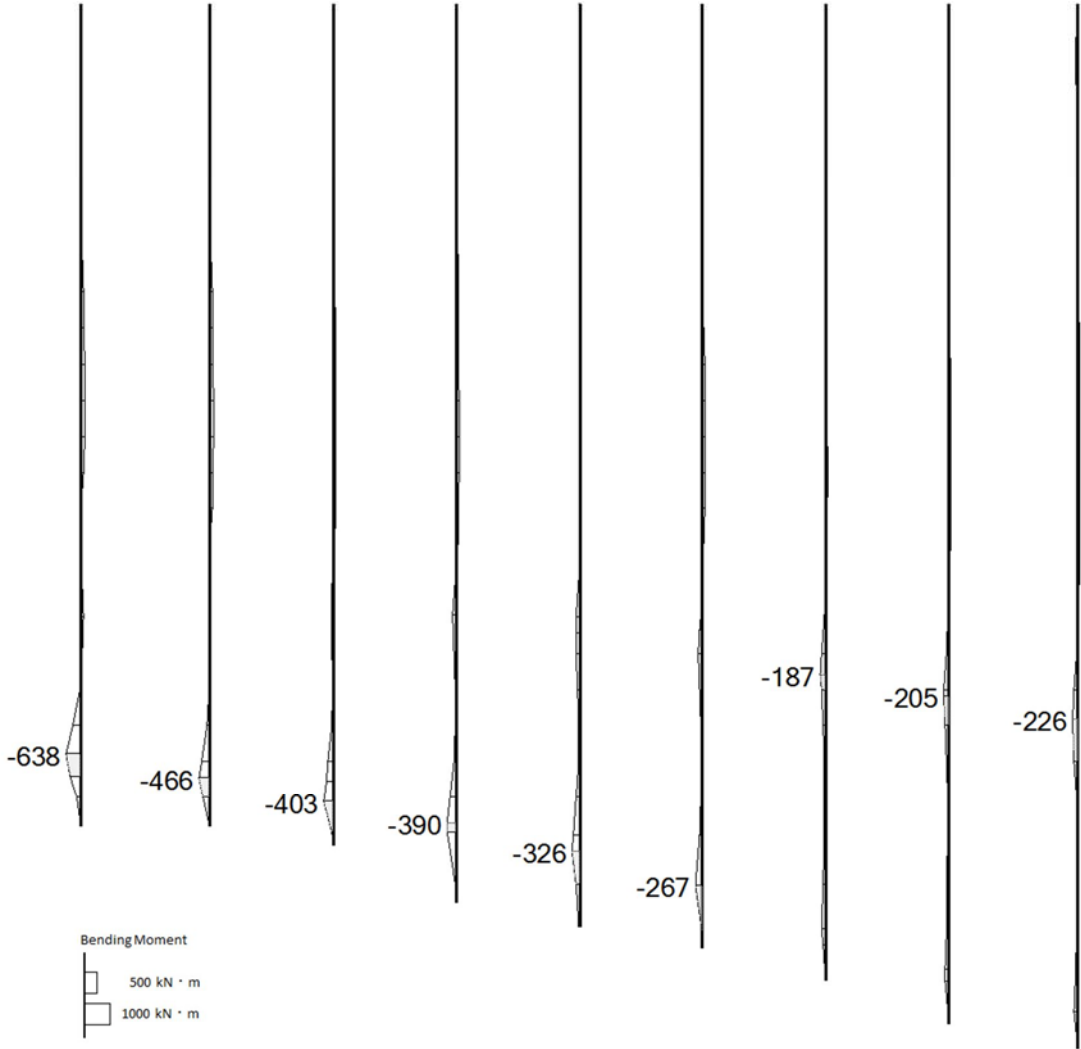
評価位置	設計せん断力 Qd (kN)	終局せん断耐力 Qu (kN)	照査値 $\gamma_i \cdot Qd/Qu$	検討ケース
2	1327	2904	0.457	④ S <sub>s</sub> -3 1 (H+, V+)

注記 \* : 評価位置は下図に示す。



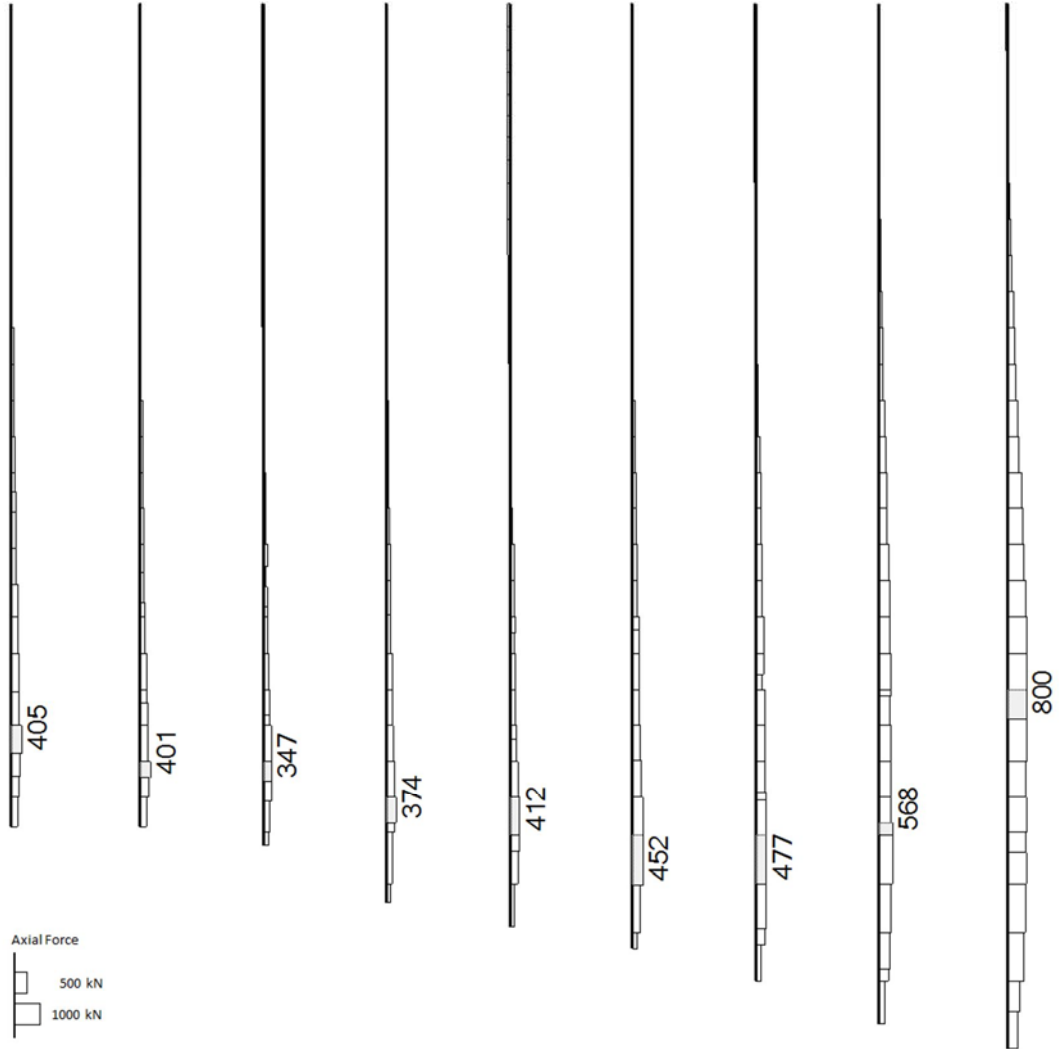
◆ ①-①断面

base: TK2-SCR\_TSS\_2D-DYNA\_Ss-31++  
時刻: 8.790s



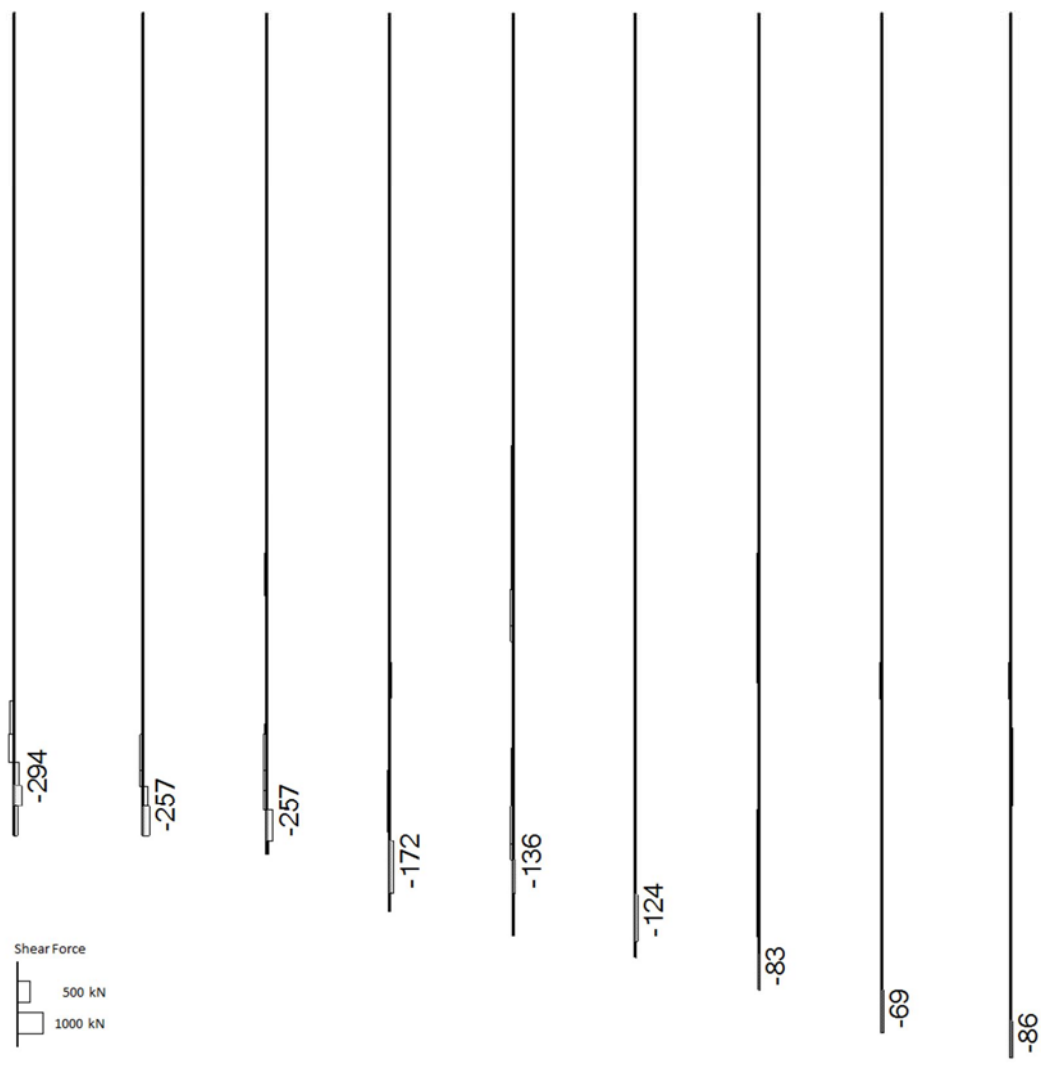
(a) 曲げモーメント (kN · m)

base: TK2-SCR\_TSS\_2D-DYNA\_Ss-31++  
時刻: 8.790s



(b) 軸力(kN)

base: TK2-SCR\_TSS\_2D-DYNA\_Ss-31++  
時刻: 8.790s



(c) せん断力 (kN)

図 2.4-9 取水路(①-①断面)のせん断力照査(杭)において最も厳しい照査値の地震時断面力

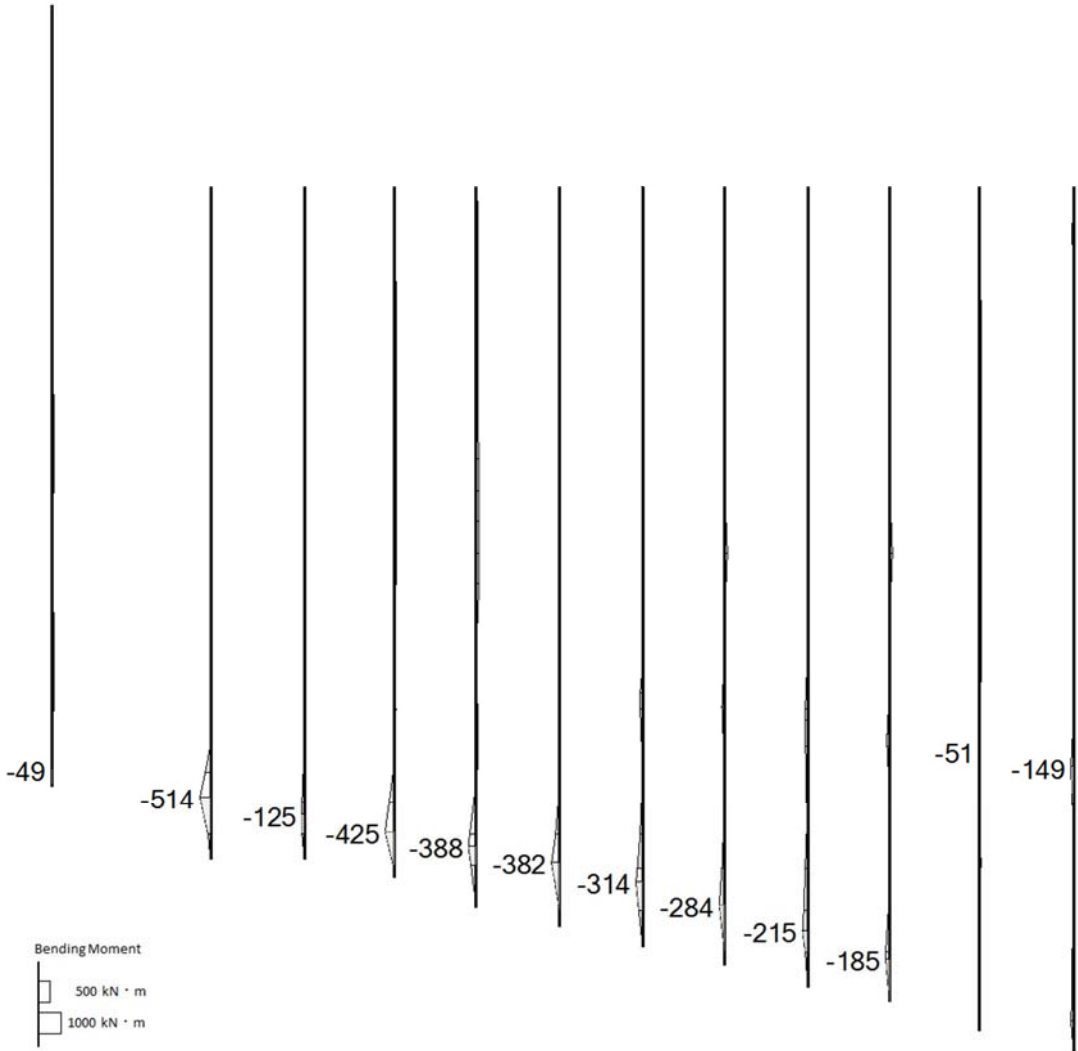
( $S_s-31(H+, V+)$ ,  $t=8.79s$ )

(検討ケース④: 敷地に存在しない豊浦標準砂の液化強度特性により

地盤を強制的に液化化させることを仮定した解析ケース)

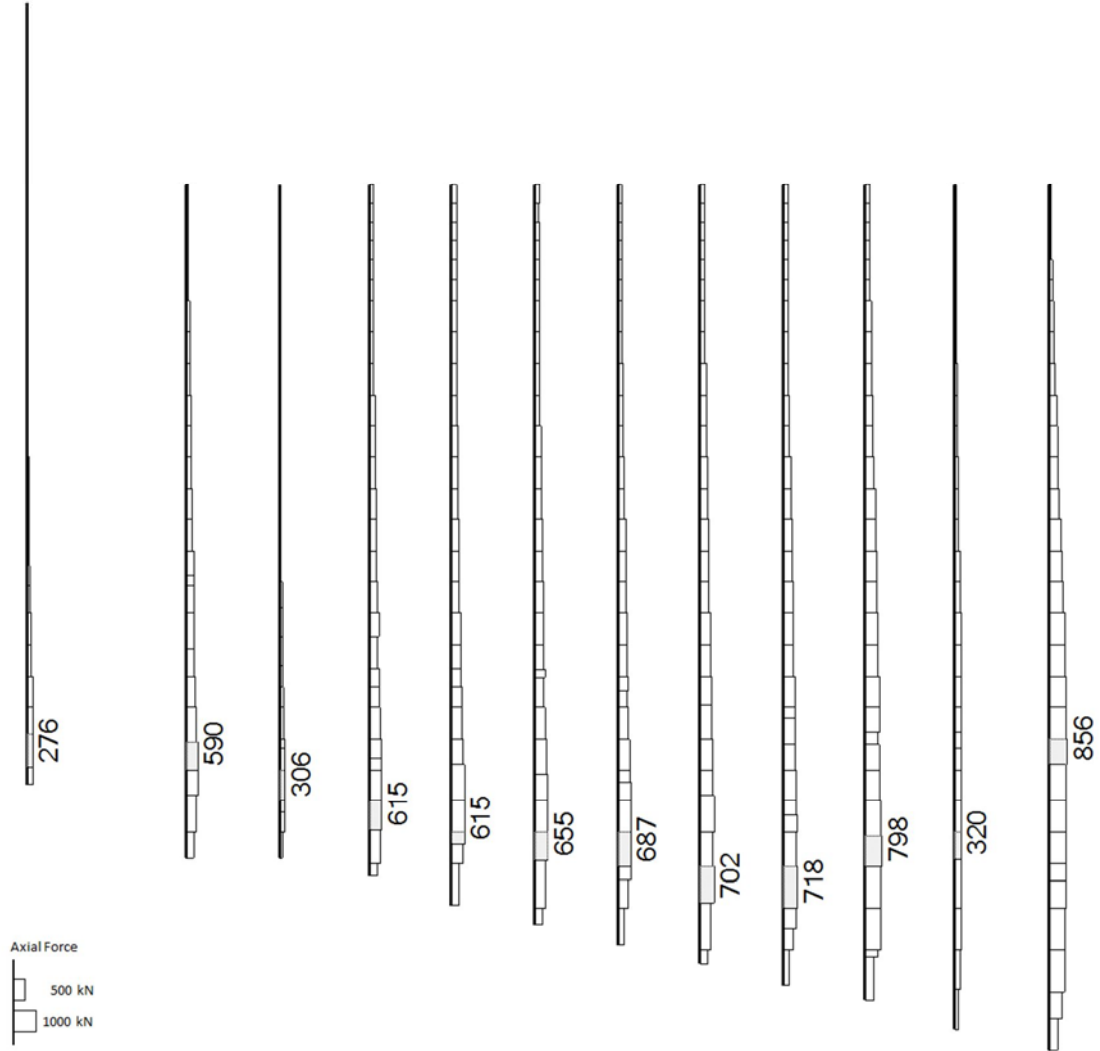
◆ ④-④断面

base: TK2-PMP\_TSS\_2D-DYNA\_Ss-31++  
時刻: 8.740s



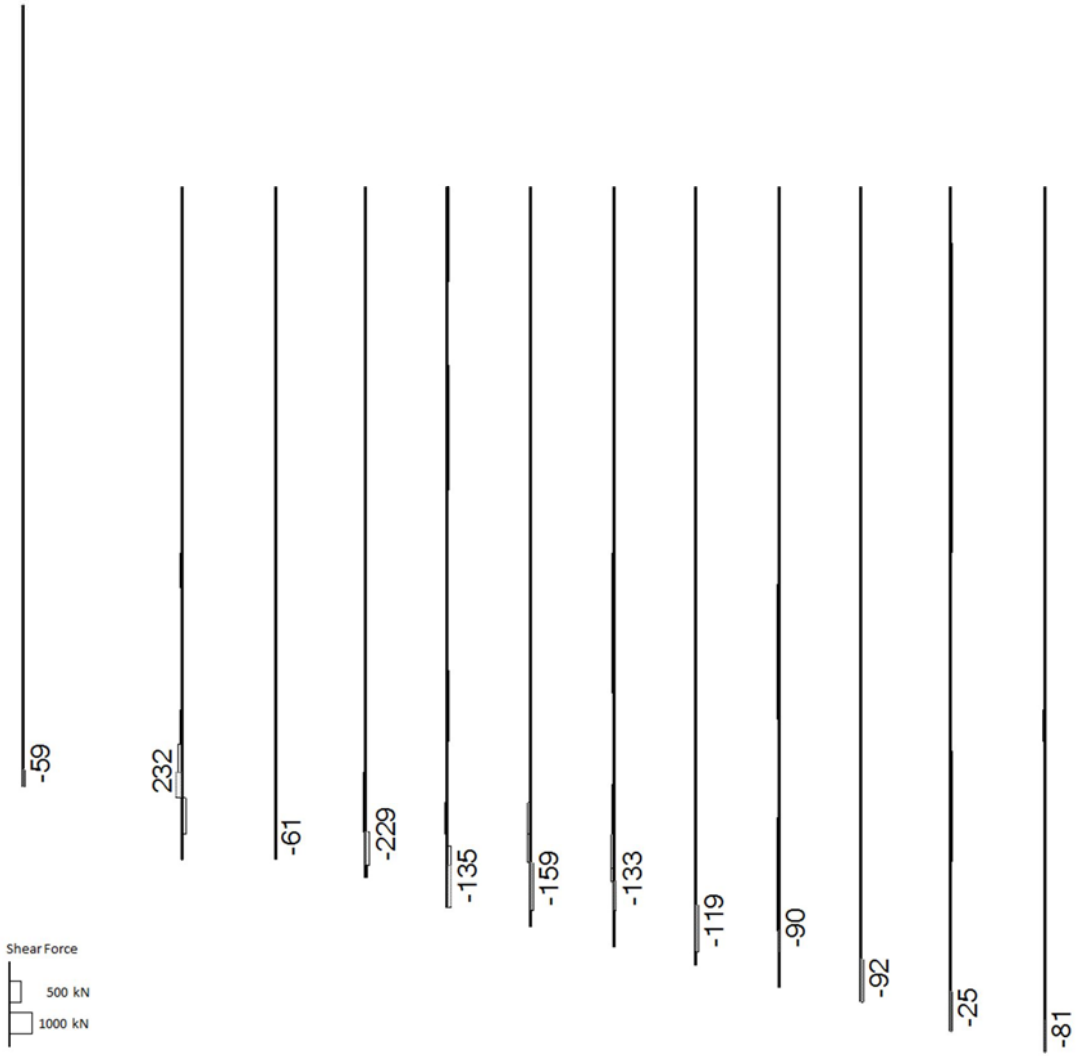
(a) 曲げモーメント (kN · m)

base: TK2-PMP\_TSS\_2D-DYNA\_Ss-31++  
時刻: 8.740s



(b) 軸力(kN)

base: TK2-PMP\_TSS\_2D-DYNA\_Ss-31++  
時刻: 8.740s



(c) せん断力 (kN)

図 2.4-10 取水ピット(④-④断面)のせん断力照査(杭)において最も厳しい照査値の地震時断面力

( $S_s - 31$  (H+, V+),  $t = 8.74s$ )

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

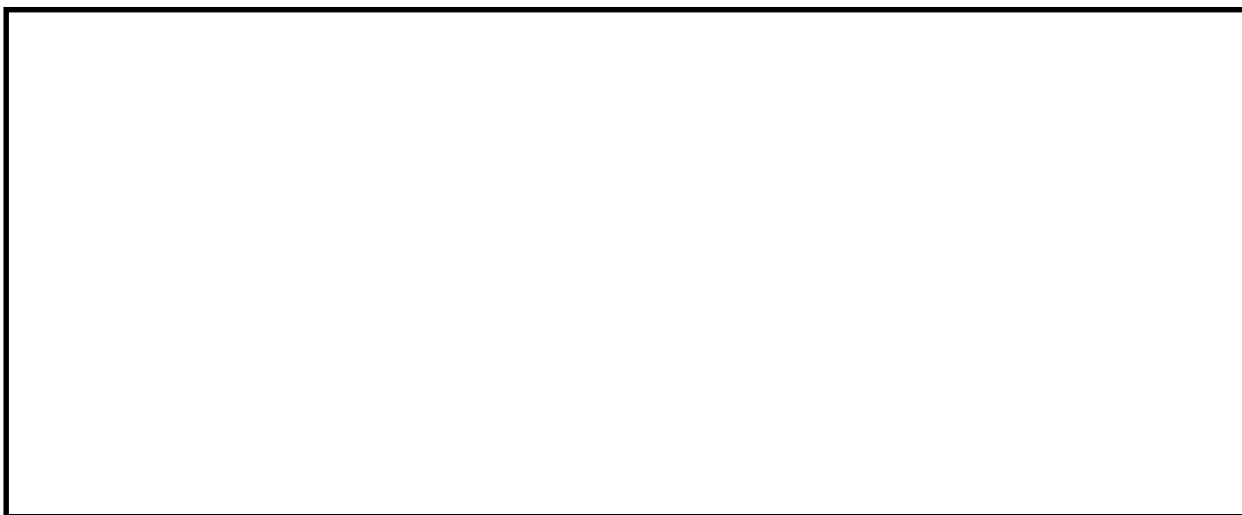
## (3) 最大せん断ひずみ分布

各要素に発生した最大せん断ひずみを確認するため、地震応答解析の全時刻における最大せん断ひずみの分布を示す。①-①断面における最大せん断ひずみ分布を図 2.4-11 に、④-④断面における最大せん断ひずみ分布を図 2.4-12 に示す。

## ◆ ①-①断面

図 2.4-11(1) 取水路(①-①断面)の最大せん断ひずみ分布 ( $S_s-D1(H+, V+)$ )

(検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)

図 2.4-11(2) 取水路(①-①断面)の最大せん断ひずみ分布 ( $S_s-D1(H+, V-)$ )

(検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)



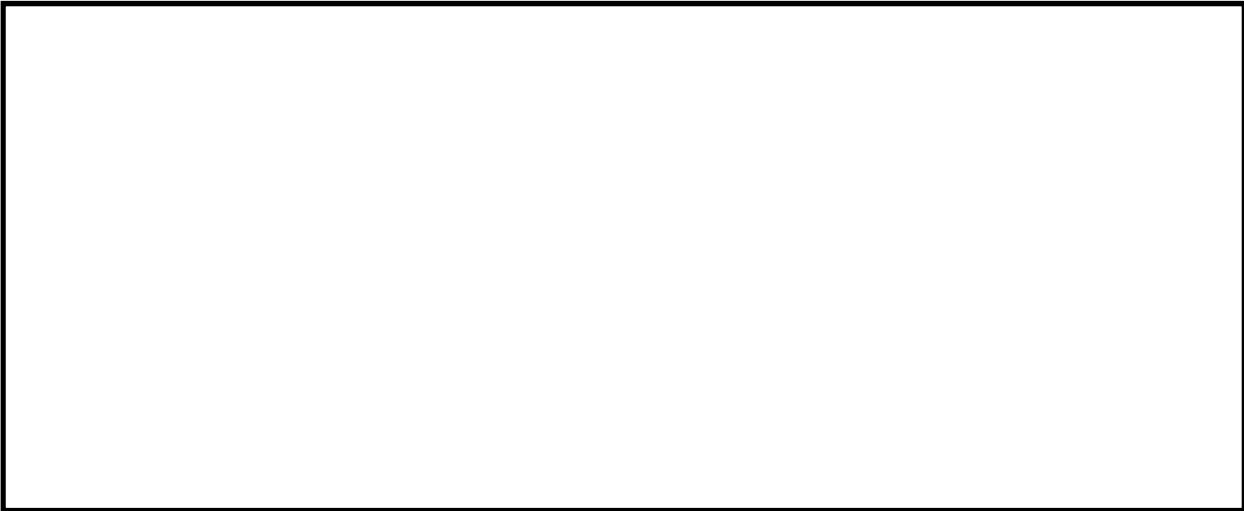


図 2.4-11(3) 取水路(①-①断面)の最大せん断ひずみ分布 ( $S_s-D1(H-, V+)$ )  
(検討ケース①: 原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)

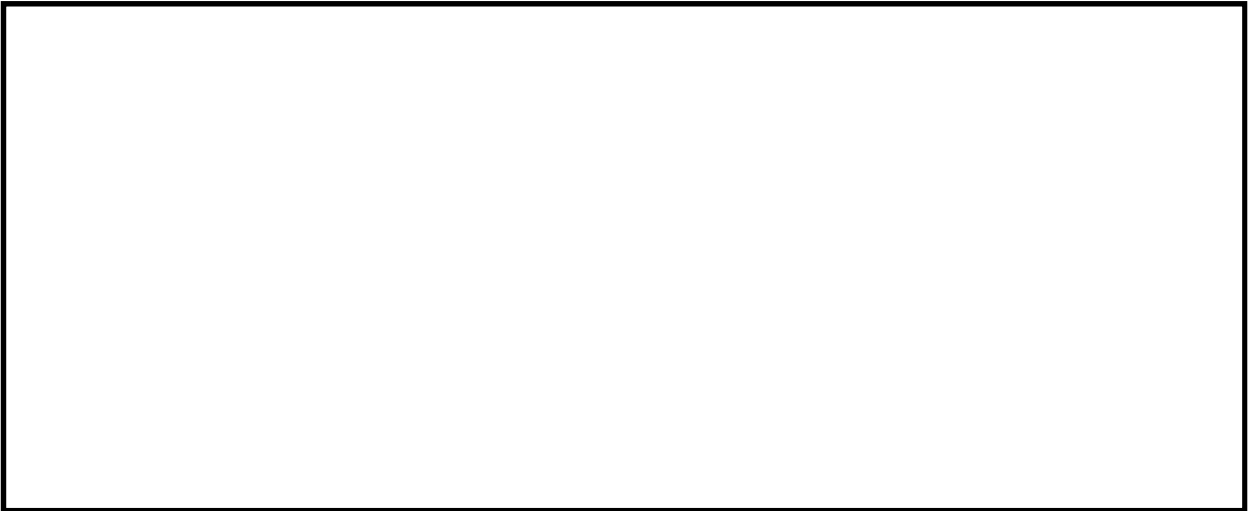


図 2.4-11(4) 取水路(①-①断面)の最大せん断ひずみ分布 ( $S_s-D1(H-, V-)$ )  
(検討ケース①: 原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)

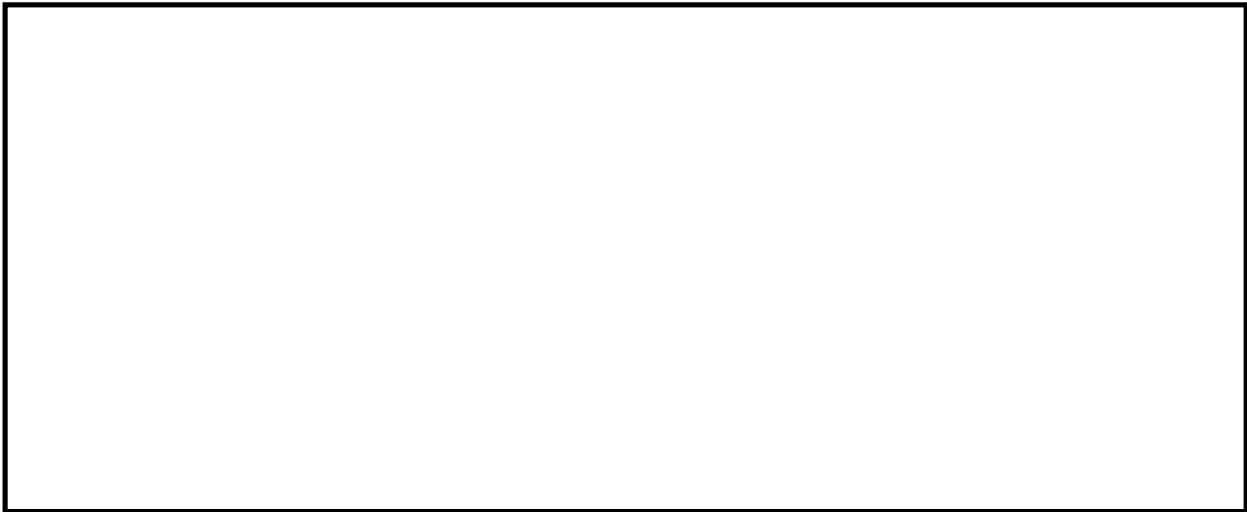


図 2.4-11(5) 取水路(①-①断面)の最大せん断ひずみ分布 ( $S_s-11$ )  
(検討ケース①: 原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)

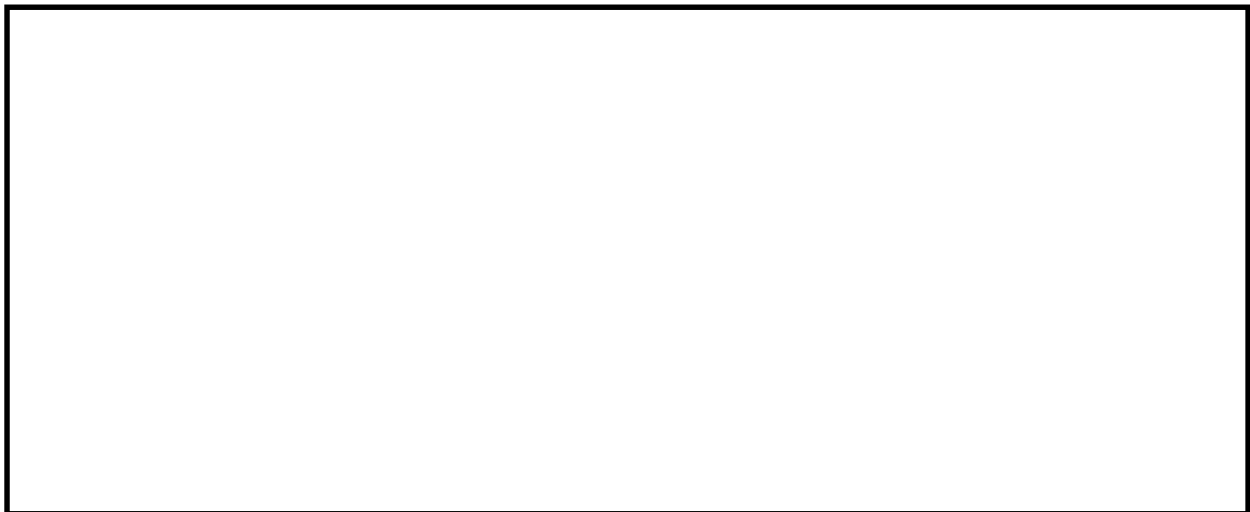


図 2.4-11(6) 取水路(①-①断面)の最大せん断ひずみ分布 ( $S_s-12$ )  
(検討ケース①: 原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)



図 2.4-11(7) 取水路(①-①断面)の最大せん断ひずみ分布 ( $S_s-13$ )  
(検討ケース①: 原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)

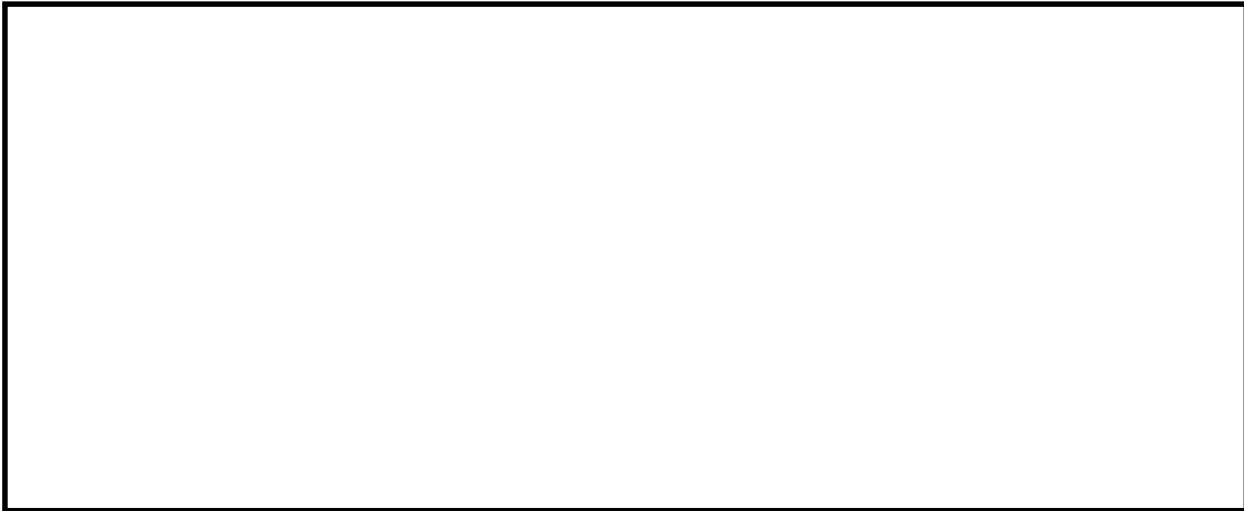


図 2.4-11(8) 取水路(①-①断面)の最大せん断ひずみ分布 ( $S_s-14$ )  
(検討ケース①: 原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)

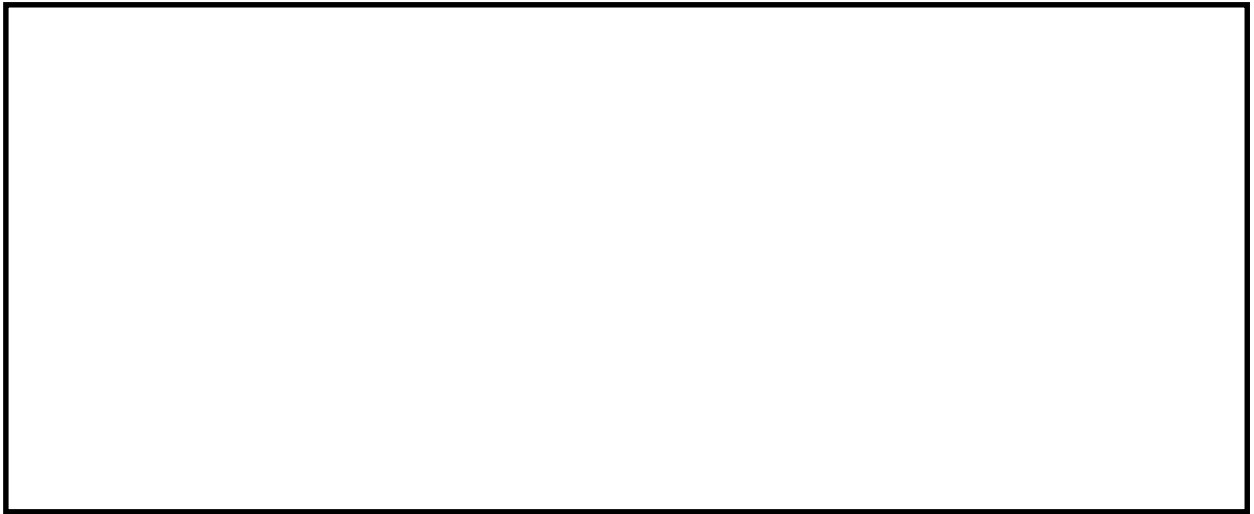


図 2.4-11(9) 取水路(①-①断面)の最大せん断ひずみ分布 ( $S_s-21$ )  
(検討ケース①: 原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)



図 2.4-11(10) 取水路(①-①断面)の最大せん断ひずみ分布 ( $S_s-22$ )  
(検討ケース①: 原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)



図 2.4-11(11) 取水路(①-①断面)の最大せん断ひずみ分布 ( $S_s - 3.1$  (H+, V+))  
(検討ケース①: 原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)

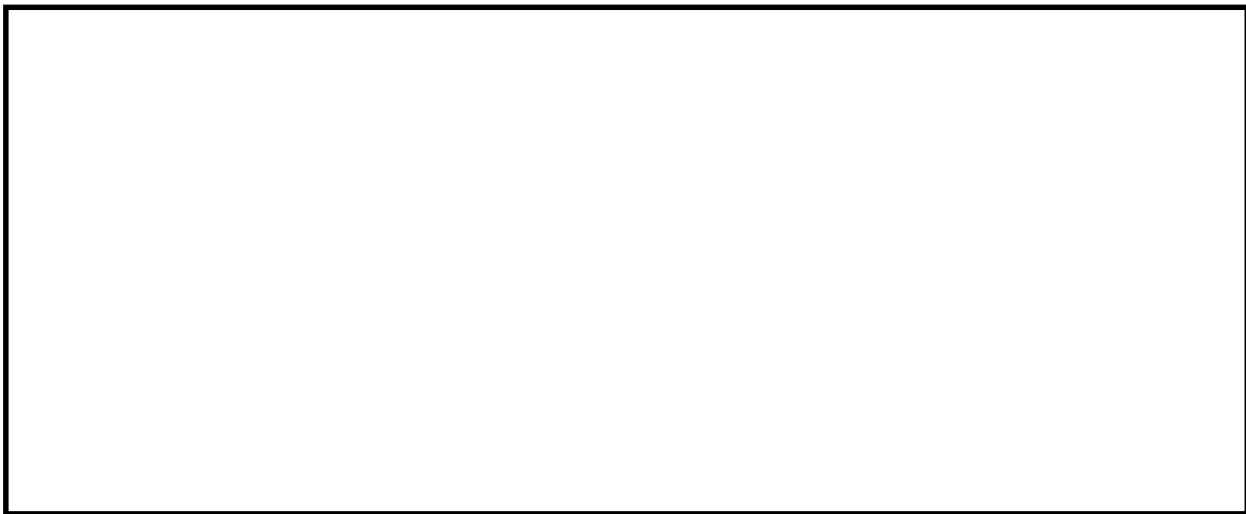


図 2.4-11(12) 取水路(①-①断面)の最大せん断ひずみ分布 ( $S_s - 3.1$  (H-, V+))  
(検討ケース①: 原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)

◆ ④-④断面

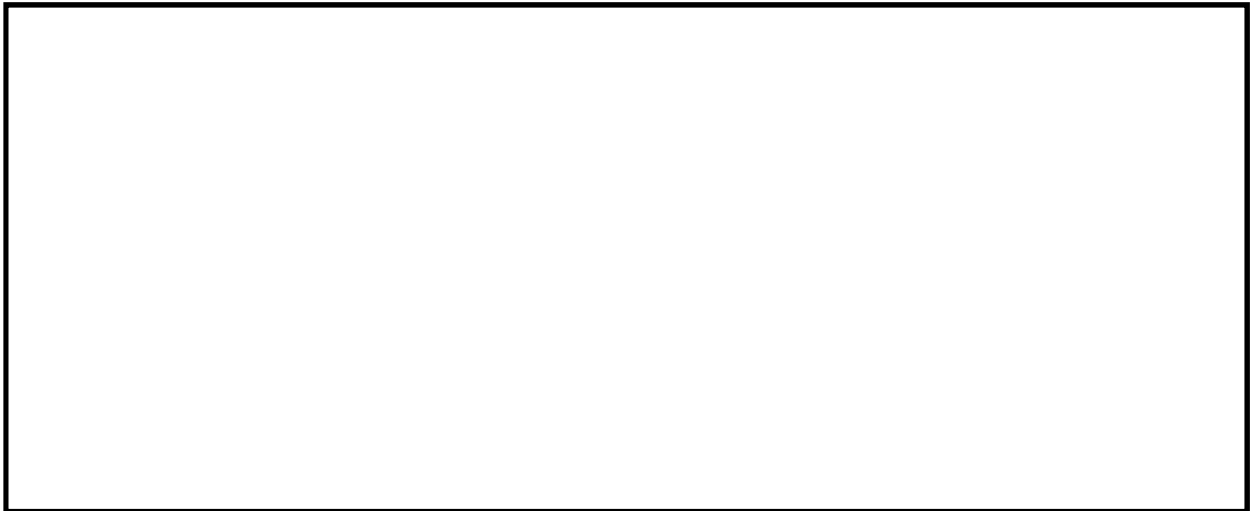


図 2.4-12(1) 取水ピット(④-④断面)の最大せん断ひずみ分布 ( $S_s-D1(H+, V+)$ )  
(検討ケース①: 原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)

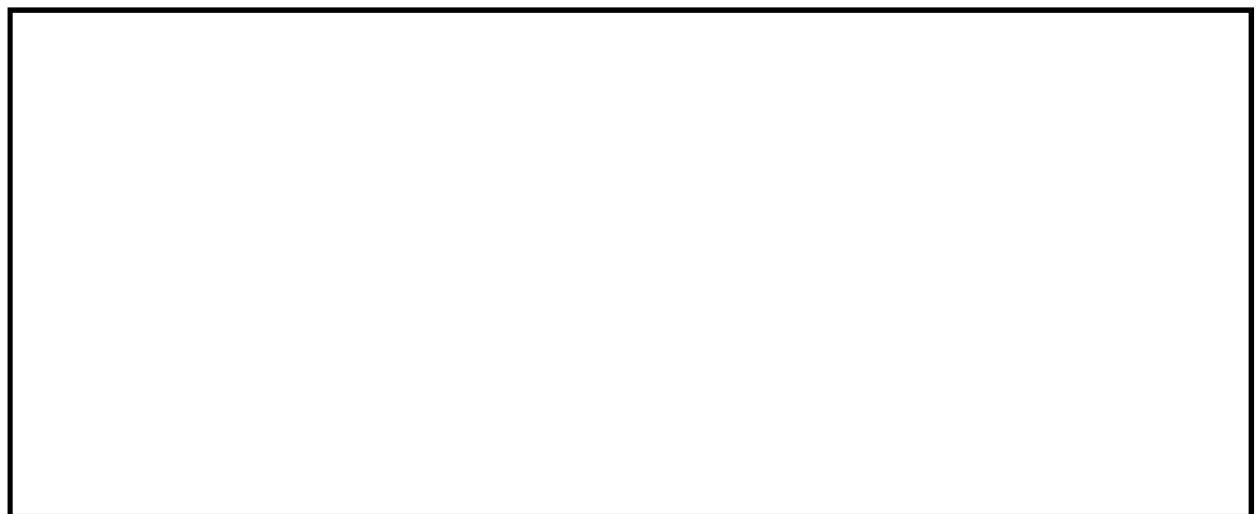


図 2.4-12(2) 取水ピット(④-④断面)の最大せん断ひずみ分布 ( $S_s-D1(H+, V-)$ )  
(検討ケース①: 原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)

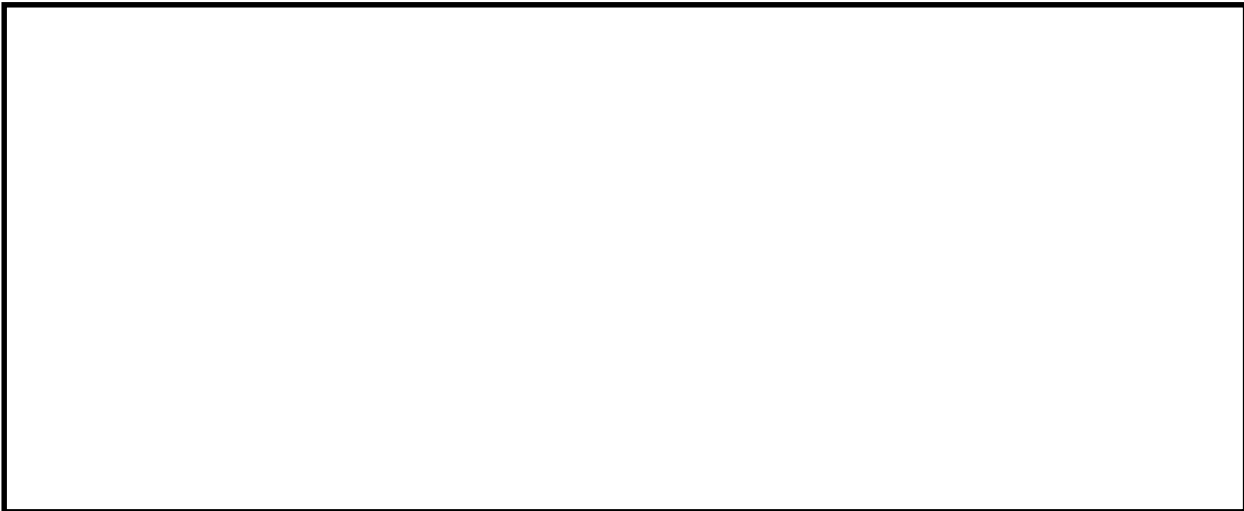


図 2.4-12(3) 取水ピット(④-④断面)の最大せん断ひずみ分布 ( $S_s-D1(H-, V+)$ )  
(検討ケース①: 原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)

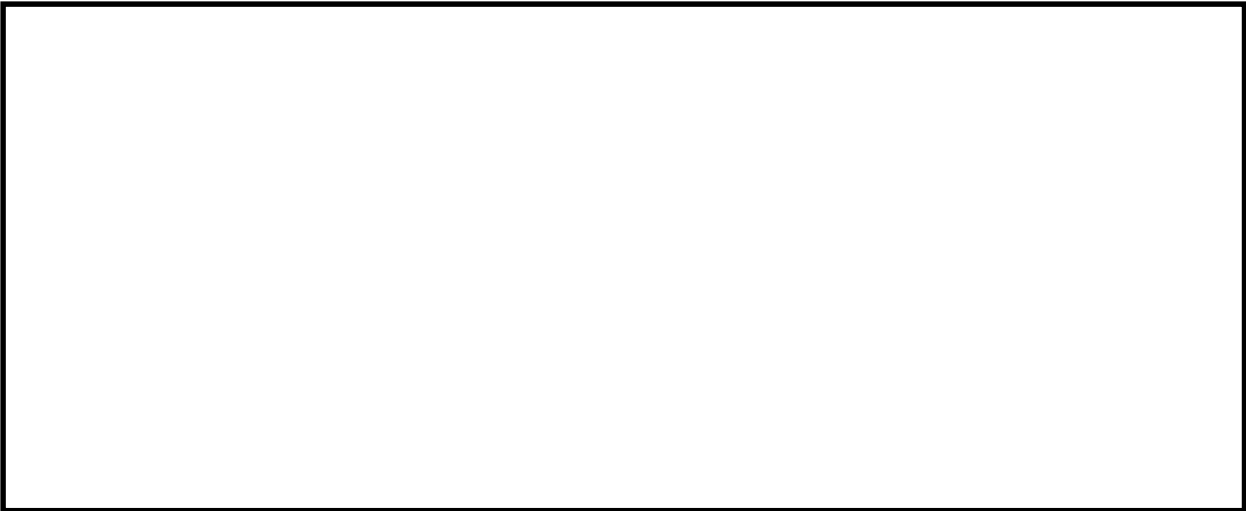


図 2.4-12(4) 取水ピット(④-④断面)の最大せん断ひずみ分布 ( $S_s-D1(H-, V-)$ )  
(検討ケース①: 原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)



図 2.4-12(5) 取水ピット(④-④断面)の最大せん断ひずみ分布 ( $S_s-11$ )  
(検討ケース①: 原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)

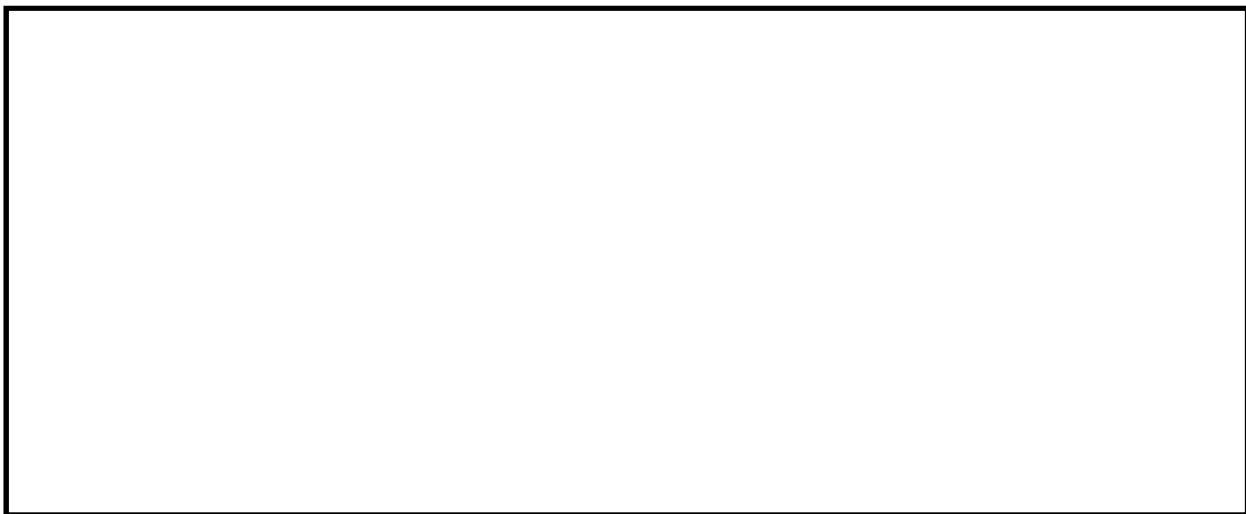


図 2.4-12(6) 取水ピット(④-④断面)の最大せん断ひずみ分布 ( $S_s-12$ )  
(検討ケース①: 原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)





図 2.4-12(7) 取水ピット(④-④断面)の最大せん断ひずみ分布 ( $S_s-13$ )  
(検討ケース①: 原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)



図 2.4-12(8) 取水ピット(④-④断面)の最大せん断ひずみ分布 ( $S_s-14$ )  
(検討ケース①: 原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)



図 2.4-12(9) 取水ピット(④-④断面)の最大せん断ひずみ分布 ( $S_s-21$ )  
(検討ケース①: 原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)



図 2.4-12(10) 取水ピット(④-④断面)の最大せん断ひずみ分布 ( $S_s-22$ )  
(検討ケース①: 原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)



図 2.4-12(11) 取水ピット(④-④断面)の最大せん断ひずみ分布 ( $S_s-31$  (H+, V+))  
(検討ケース①: 原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)



図 2.4-12(12) 取水ピット(④-④断面)の最大せん断ひずみ分布 ( $S_s-31$  (H-, V+))  
(検討ケース①: 原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)

(4) 過剰間隙水圧比分布

各要素に発生した過剰間隙水圧比を確認するため、地震応答解析の全時刻における過剰間隙水圧比の最大値の分布を示す。①-①断面における過剰間隙水圧比分布を図 2.4-13 に、④-④断面における過剰間隙水圧比分布を図 2.4-14 に示す。

◆ ①-①断面

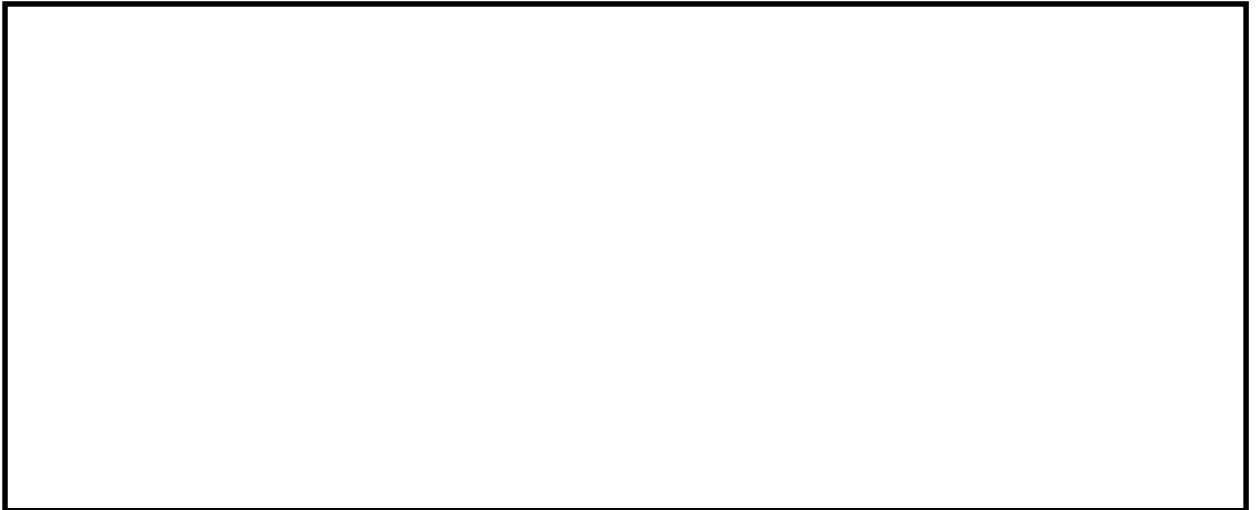


図 2.4-13(1) 取水路(①-①断面)の過剰間隙水圧比分布 ( $S_s-D1 (H+, V+)$ )

(検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)



図 2.4-13(2) 取水路(①-①断面)の過剰間隙水圧比分布 ( $S_s-D1 (H+, V-)$ )

(検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)

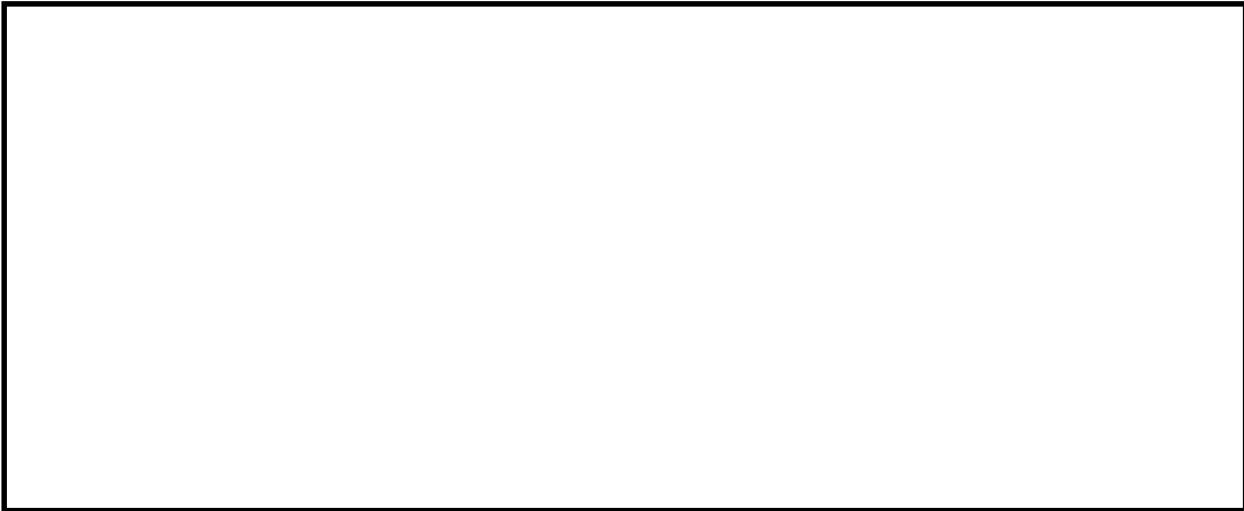


図 2.4-13(3) 取水路(①-①断面)の過剰間隙水圧比分布 ( $S_s-D1(H-, V+)$ )  
(検討ケース①: 原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)

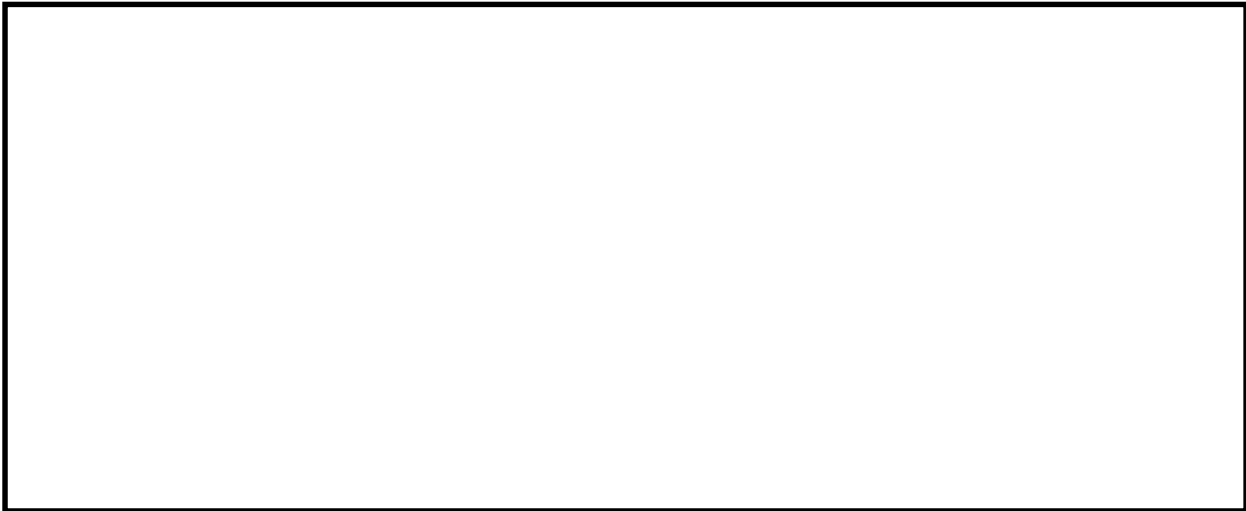


図 2.4-13(4) 取水路(①-①断面)の過剰間隙水圧比分布 ( $S_s-D1(H-, V-)$ )  
(検討ケース①: 原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)

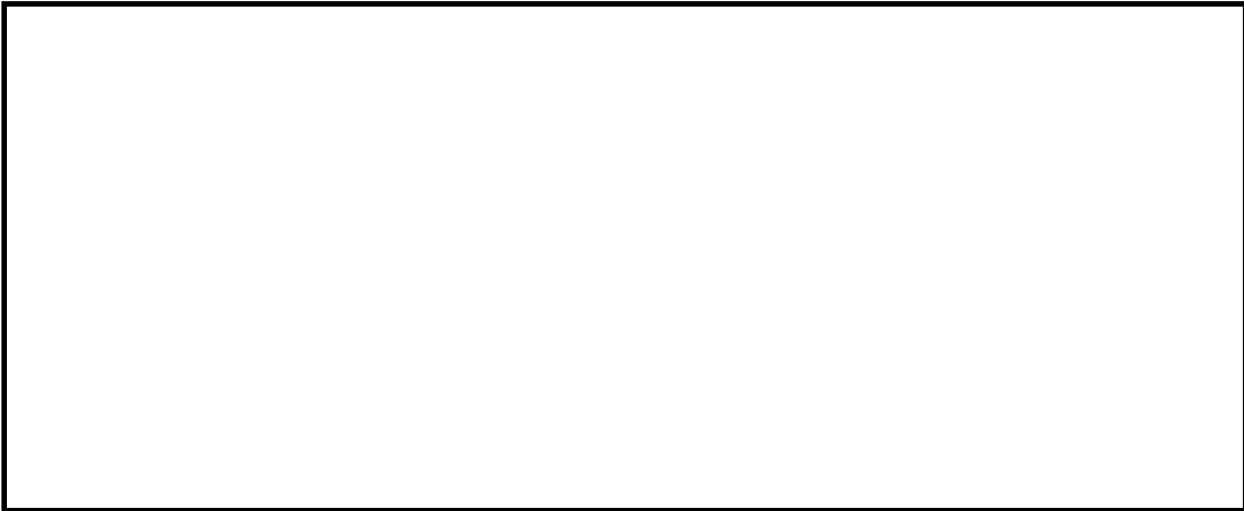


図 2.4-13(5) 取水路(①-①断面)の過剰間隙水圧比分布 ( $S_s-11$ )  
(検討ケース①: 原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)

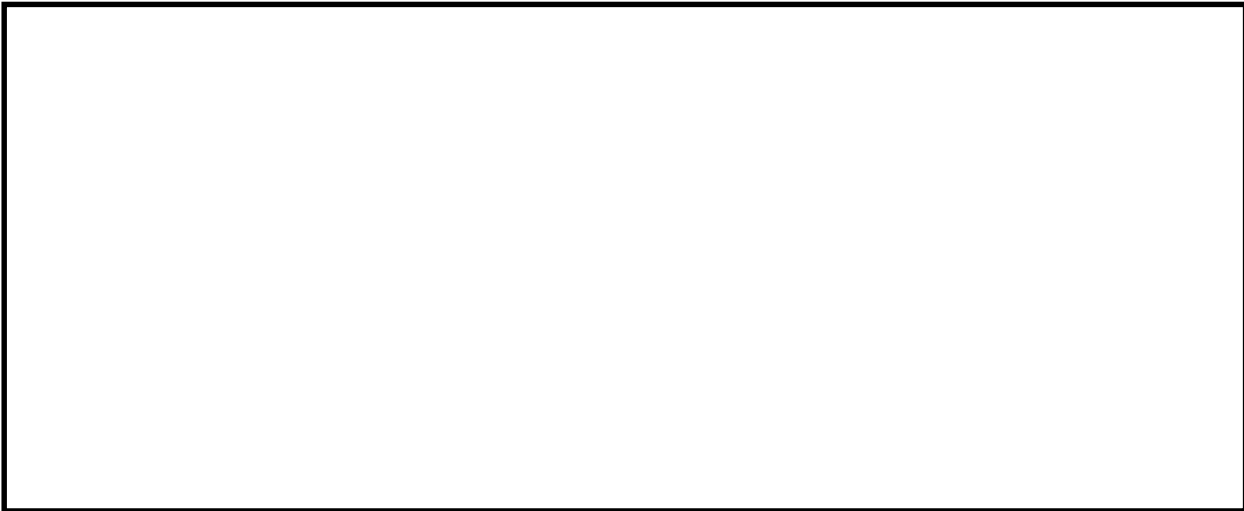


図 2.4-13(6) 取水路(①-①断面)の過剰間隙水圧比分布 ( $S_s-12$ )  
(検討ケース①: 原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)



図 2.4-13(7) 取水路(①-①断面)の過剰間隙水圧比分布 ( $S_s-13$ )  
(検討ケース①: 原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)



図 2.4-13(8) 取水路(①-①断面)の過剰間隙水圧比分布 ( $S_s-14$ )  
(検討ケース①: 原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)

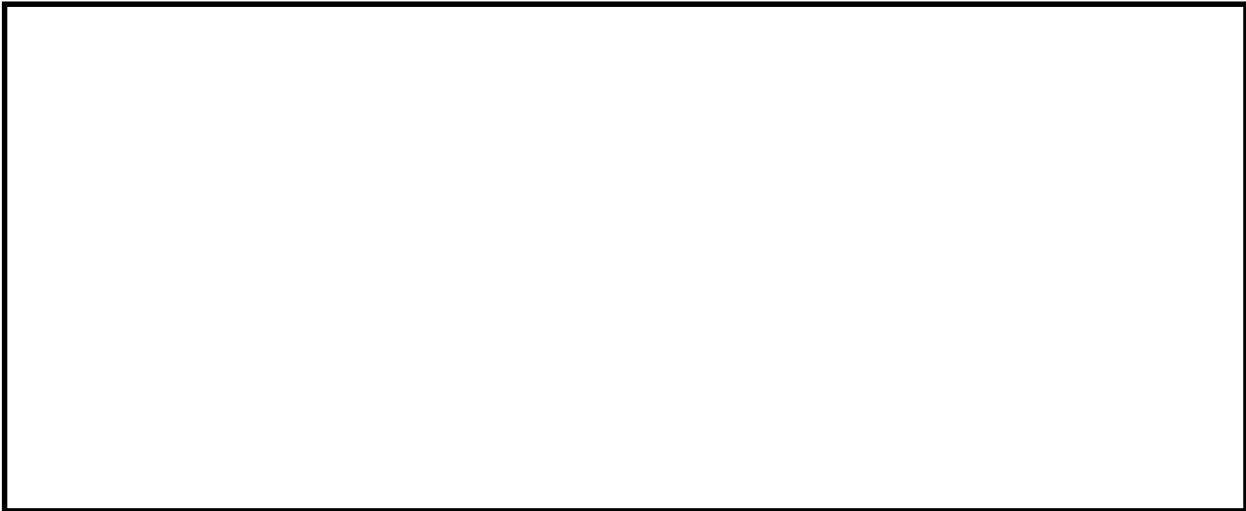


図 2.4-13(9) 取水路(①-①断面)の過剰間隙水圧比分布 ( $S_s-21$ )  
(検討ケース①: 原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)



図 2.4-13(10) 取水路(①-①断面)の過剰間隙水圧比分布 ( $S_s-22$ )  
(検討ケース①: 原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)



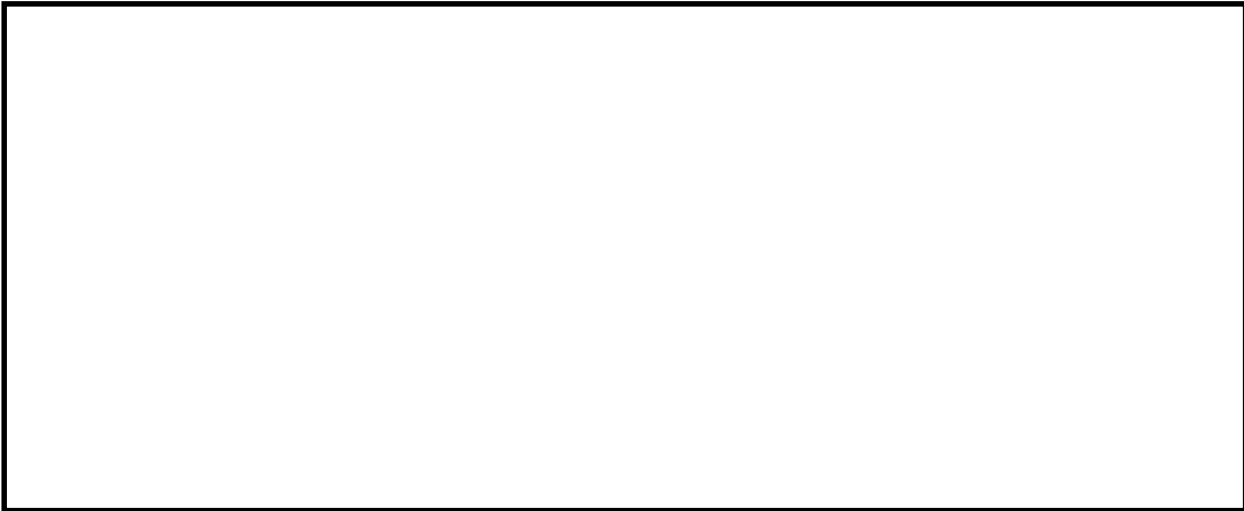


図 2.4-13(11) 取水路(①-①断面)の過剰間隙水圧比分布 ( $S_s - 3.1 (H+, V+)$ )  
(検討ケース①: 原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)

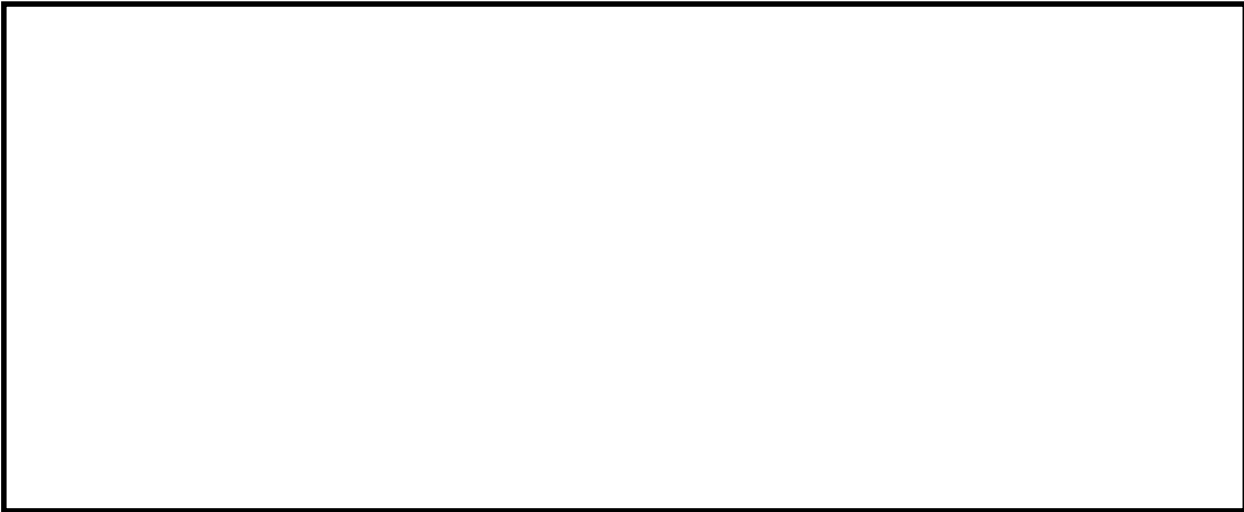


図 2.4-13(12) 取水路(①-①断面)の過剰間隙水圧比分布 ( $S_s - 3.1 (H-, V+)$ )  
(検討ケース①: 原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)

◆ ④-④断面



図 2.4-14(1) 取水ピット(④-④断面)の過剰間隙水圧比分布 ( $S_s - D 1 (H+, V+)$ )  
(検討ケース①: 原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)



図 2.4-14(2) 取水ピット(④-④断面)の過剰間隙水圧比分布 ( $S_s - D 1 (H+, V-)$ )  
(検討ケース①: 原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)

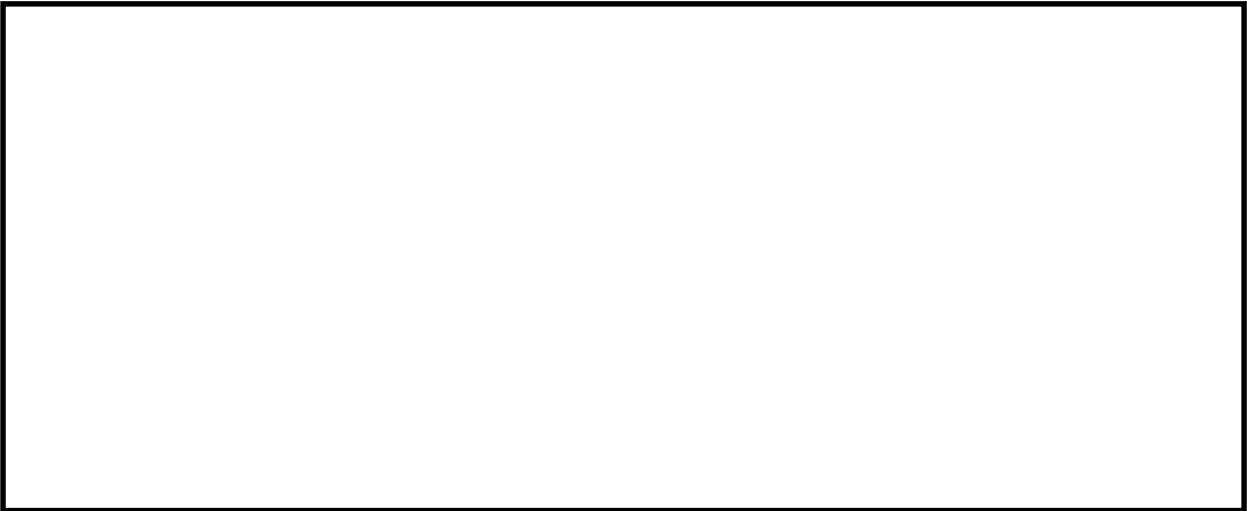


図 2.4-14(3) 取水ピット(④-④断面)の過剰間隙水圧比分布 ( $S_s - D 1 (H-, V+)$ )  
(検討ケース①: 原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)

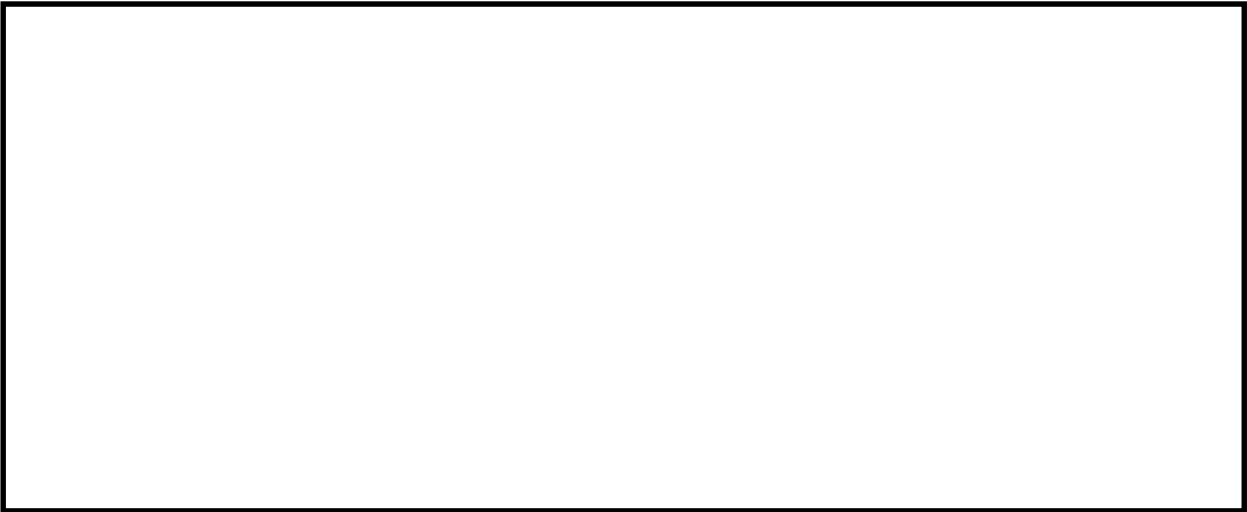


図 2.4-14(4) 取水ピット(④-④断面)の過剰間隙水圧比分布 ( $S_s - D 1 (H-, V-)$ )  
(検討ケース①: 原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)

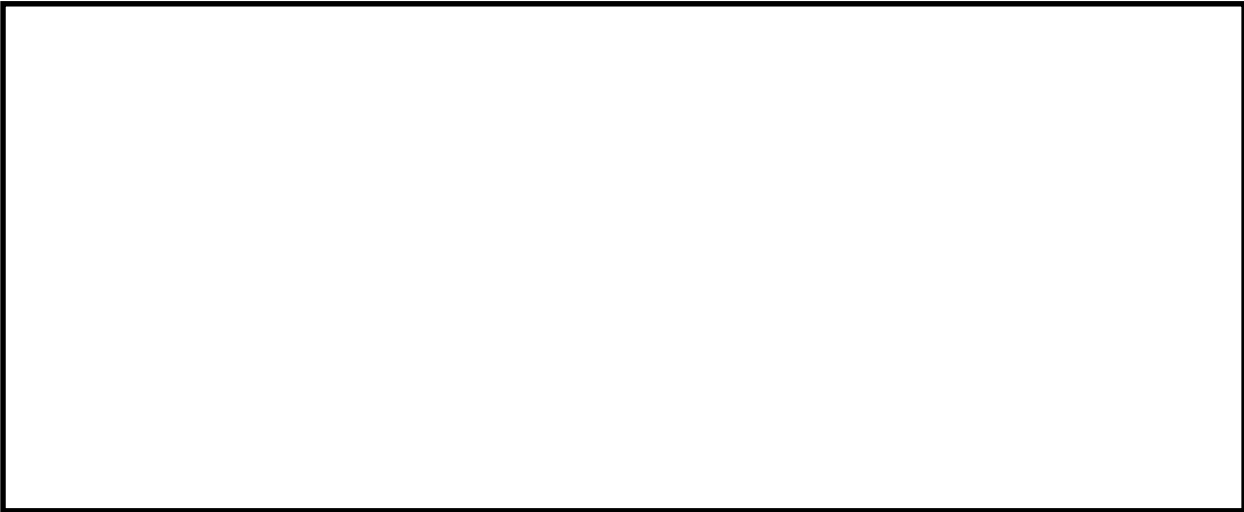


図 2.4-14(5) 取水ピット(④-④断面)の過剰間隙水圧比分布 ( $S_s - 1 1$ )  
(検討ケース①: 原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)

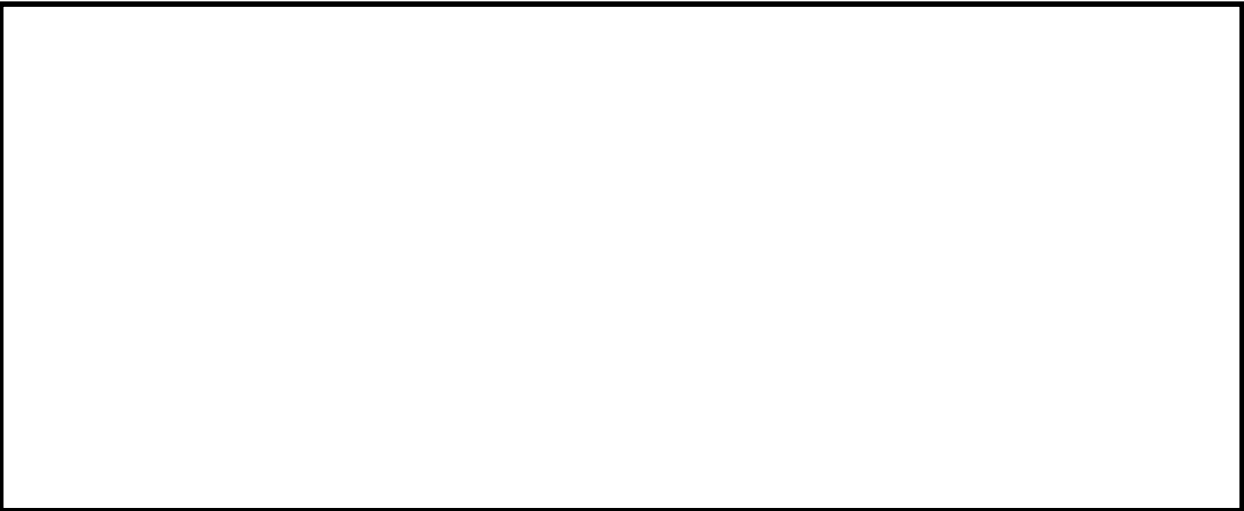


図 2.4-14(6) 取水ピット(④-④断面)の過剰間隙水圧比分布 ( $S_s - 1 2$ )  
(検討ケース①: 原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)

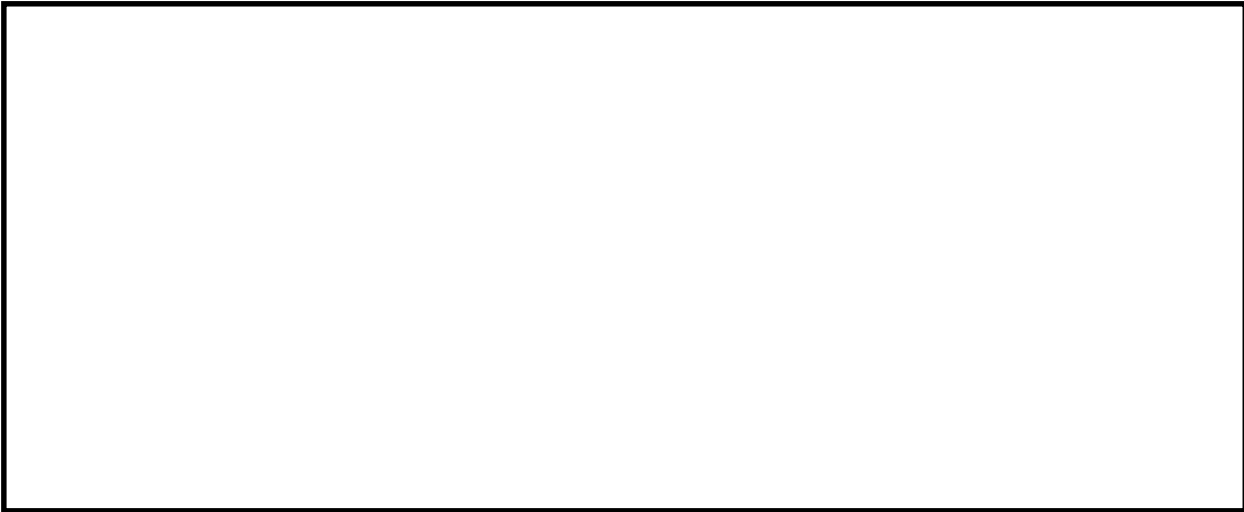


図 2.4-14(7) 取水ピット(④-④断面)の過剰間隙水圧比分布 ( $S_s-13$ )  
(検討ケース①: 原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)

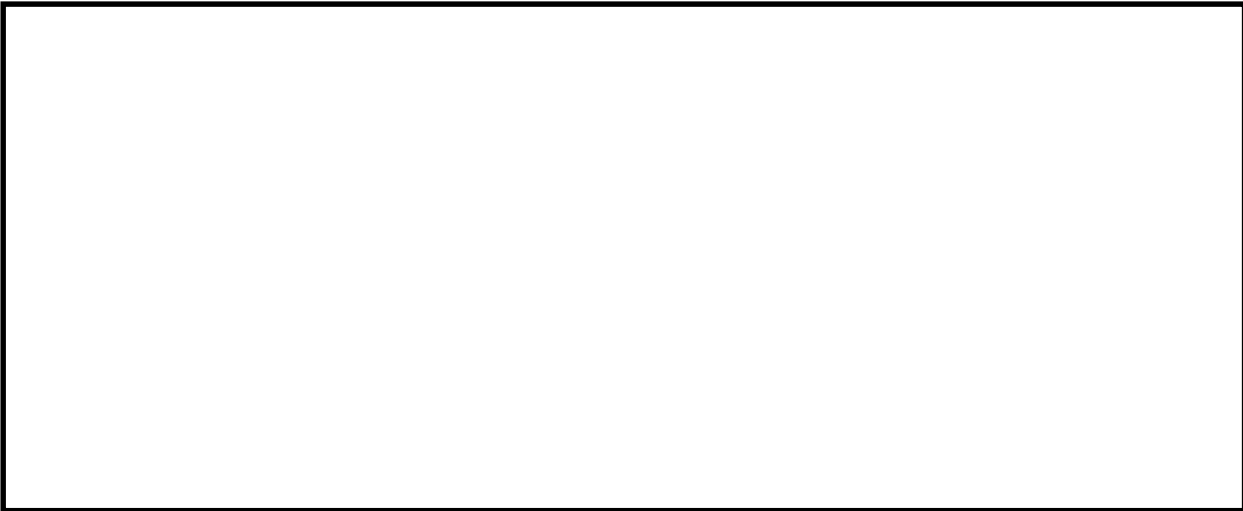


図 2.4-14(8) 取水ピット(④-④断面)の過剰間隙水圧比分布 ( $S_s-14$ )  
(検討ケース①: 原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)



図 2.4-14(9) 取水ピット(④-④断面)の過剰間隙水圧比分布 ( $S_s-21$ )  
(検討ケース①: 原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)



図 2.4-14(10) 取水ピット(④-④断面)の過剰間隙水圧比分布 ( $S_s-22$ )  
(検討ケース①: 原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)



図 2.4-14(11) 取水ピット(④-④断面)の過剰間隙水圧比分布 ( $S_s - 3 1 (H+, V+)$ )  
(検討ケース①: 原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)

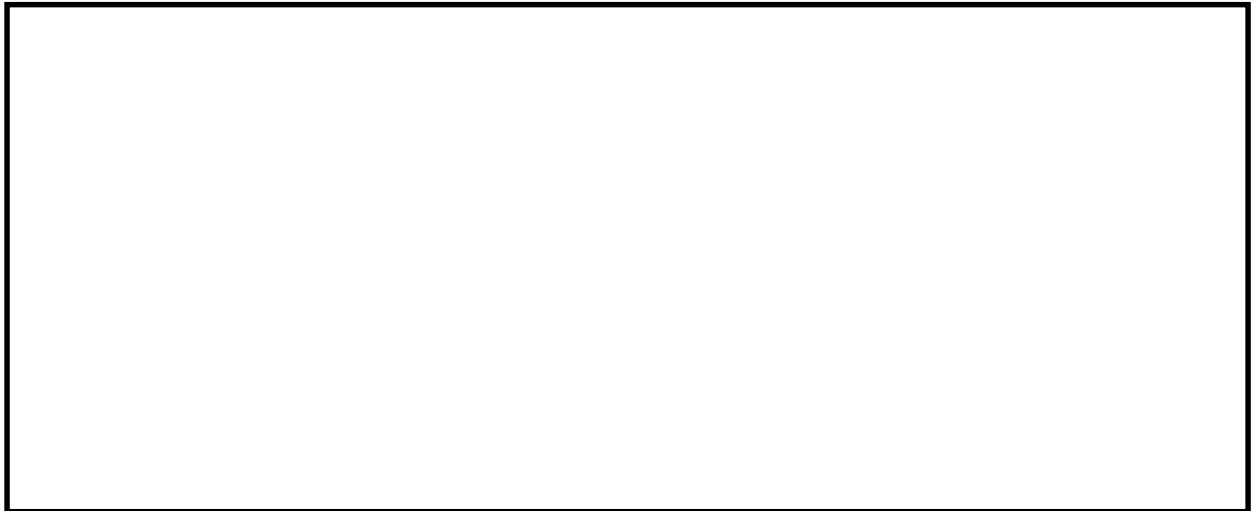


図 2.4-14(12) 取水ピット(④-④断面)の過剰間隙水圧比分布 ( $S_s - 3 1 (H-, V+)$ )  
(検討ケース①: 原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)

## (5) 最大加速度分布

各要素に発生した最大加速度を確認するため、地震応答解析の全時刻における水平方向の最大加速度の分布を示す。①-①断面における最大加速度分布を図 2.4-15 に、④-④断面における最大加速度分布を図 2.4-16 に示す。

## ◆ ①-①断面

図 2.4-15(1) 取水路(①-①断面)の最大加速度分布 ( $S_s-D1 (H+, V+)$ )

(検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)

図 2.4-15(2) 取水路(①-①断面)の最大加速度分布 ( $S_s-D1 (H+, V-)$ )

(検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)



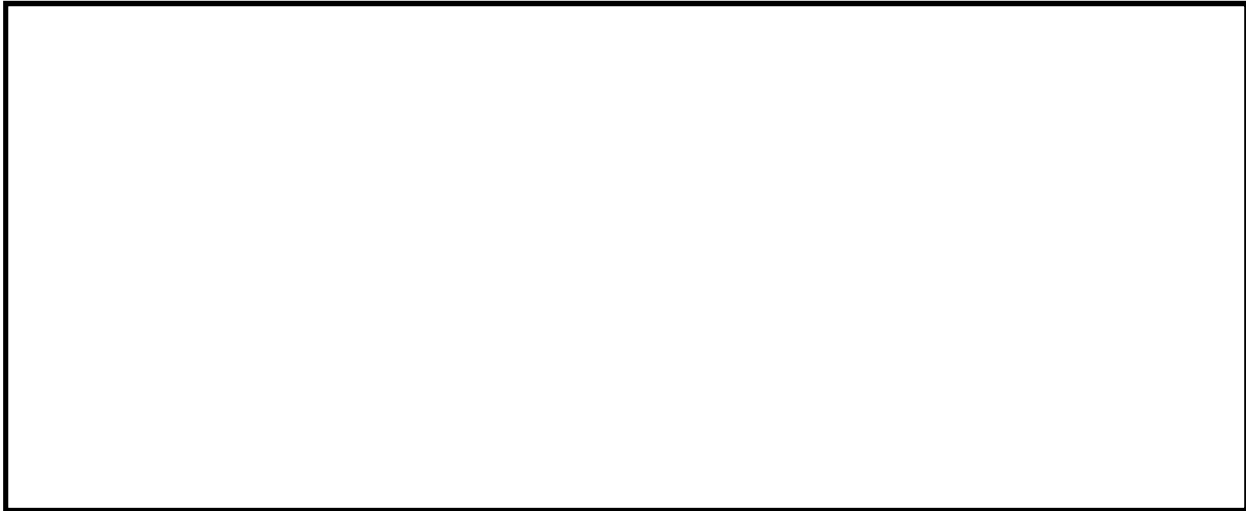


図 2.4-15(3) 取水路①-①断面の最大加速度分布 ( $S_s-D1(H-, V+)$ )  
(検討ケース①: 原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)

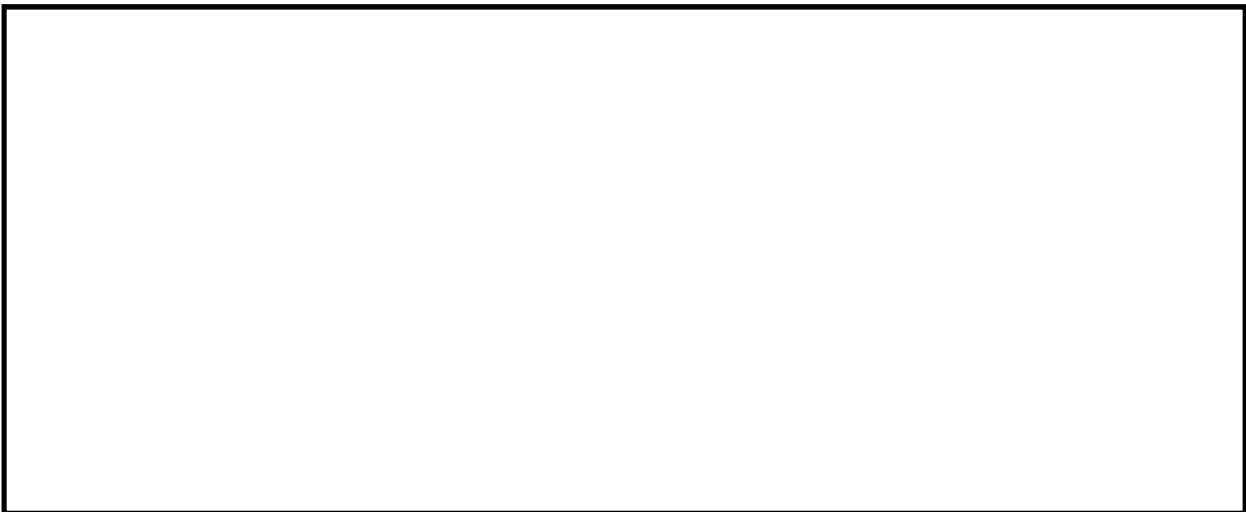


図 2.4-15(4) 取水路①-①断面の最大加速度分布 ( $S_s-D1(H-, V-)$ )  
(検討ケース①: 原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)



図 2.4-15(5) 取水路(①-①断面)の最大加速度分布 ( $S_s-11$ )  
(検討ケース①: 原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)

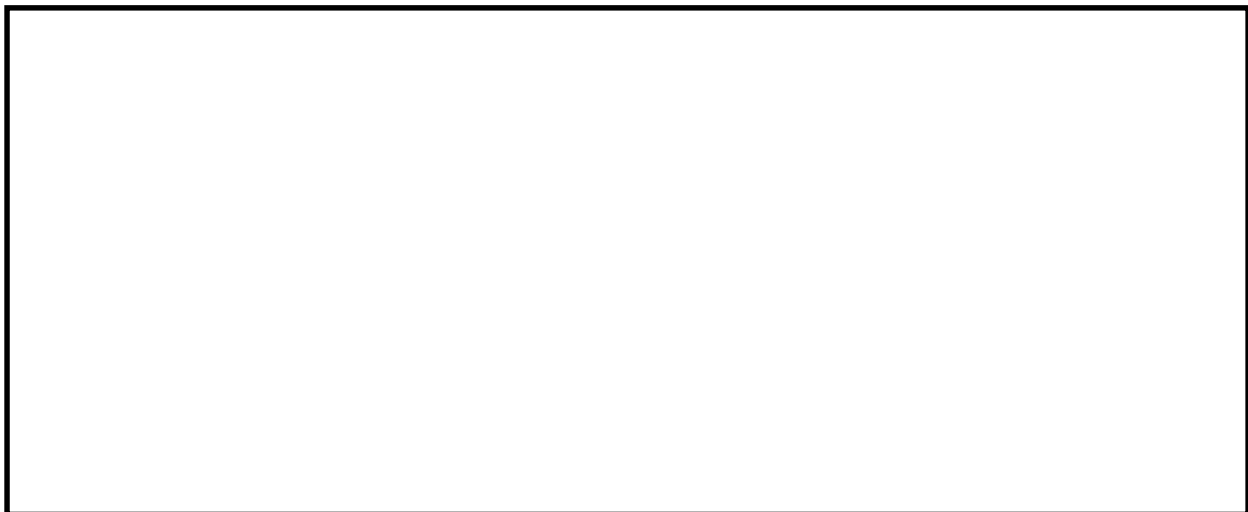


図 2.4-15(6) 取水路(①-①断面)の最大加速度分布 ( $S_s-12$ )  
(検討ケース①: 原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)

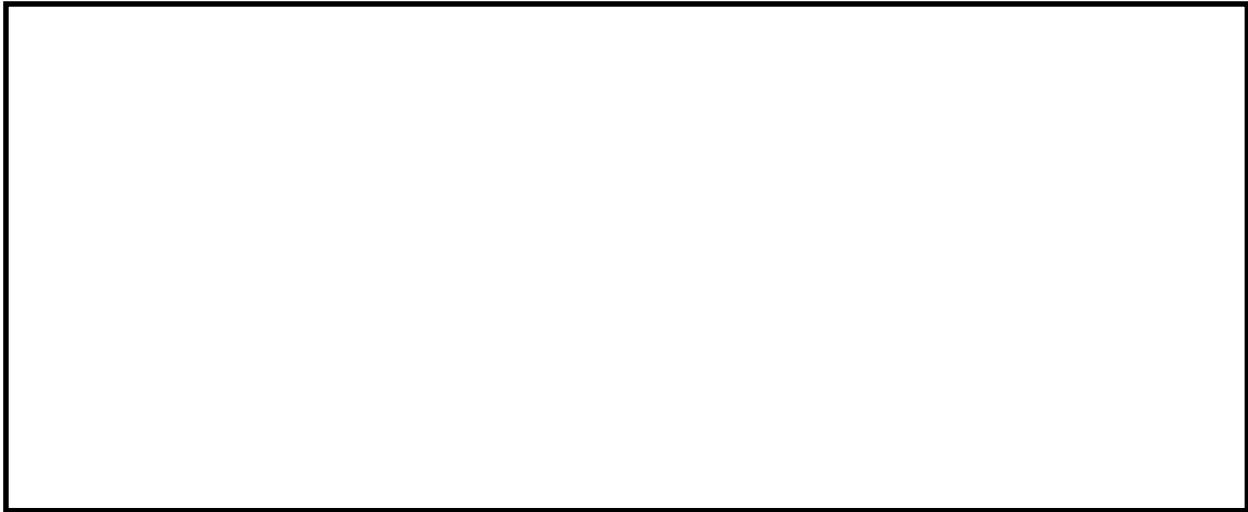


図 2.4-15(7) 取水路(①-①断面)の最大加速度分布 ( $S_s-13$ )  
(検討ケース①: 原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)

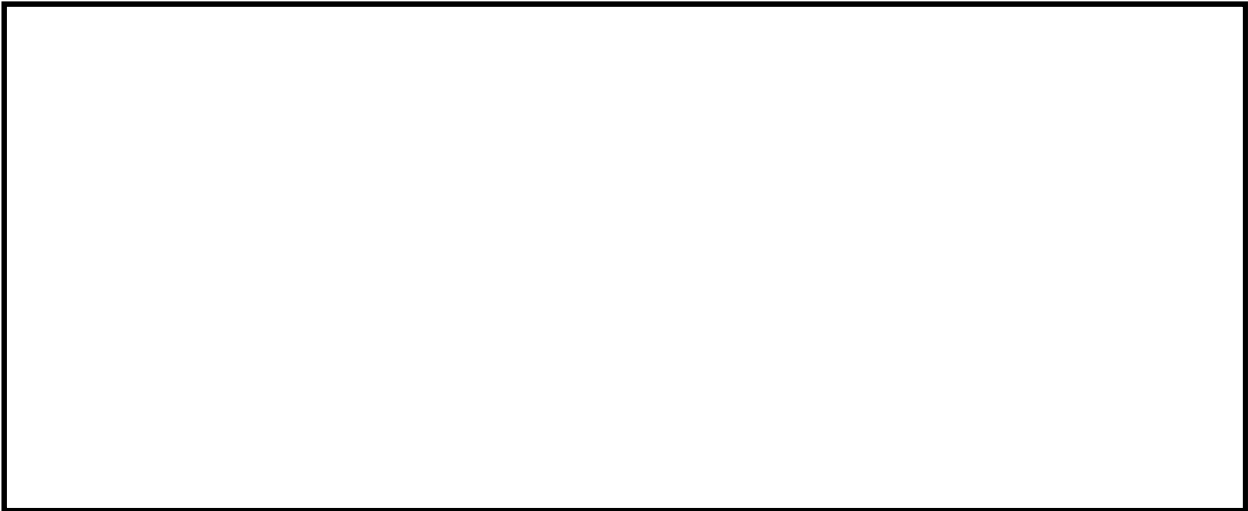


図 2.4-15(8) 取水路(①-①断面)の最大加速度分布 ( $S_s-14$ )  
(検討ケース①: 原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)



図 2.4-15(9) 取水路(①-①断面)の最大加速度分布 ( $S_s-21$ )  
(検討ケース①: 原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)



図 2.4-15(10) 取水路(①-①断面)の最大加速度分布 ( $S_s-22$ )  
(検討ケース①: 原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)

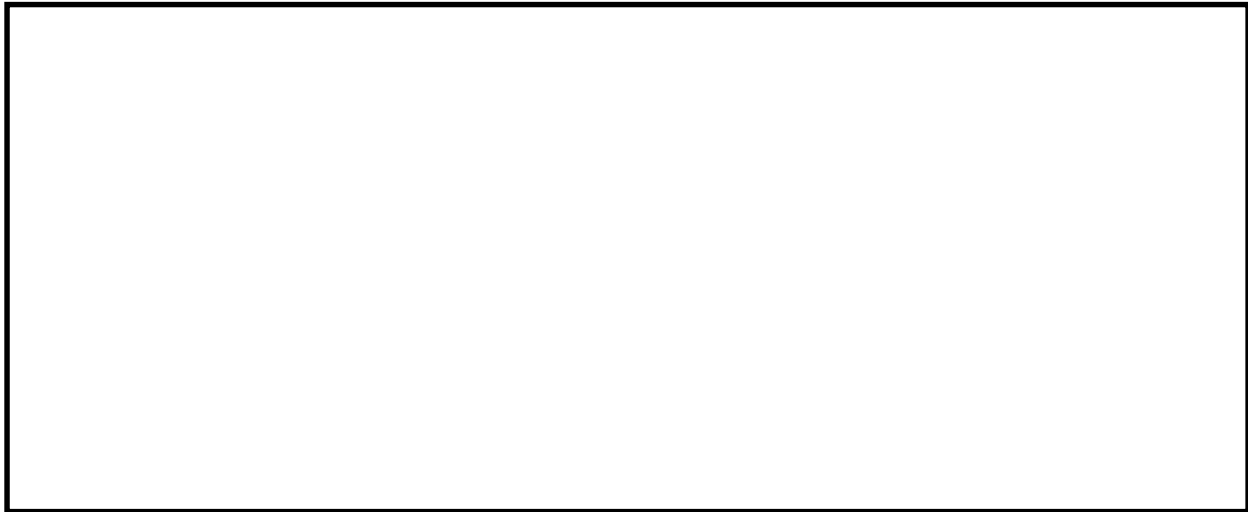


図 2.4-15(11) 取水路(①-①断面)の最大加速度分布 ( $S_s = 3.1$  (H+, V+))  
(検討ケース①: 原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)

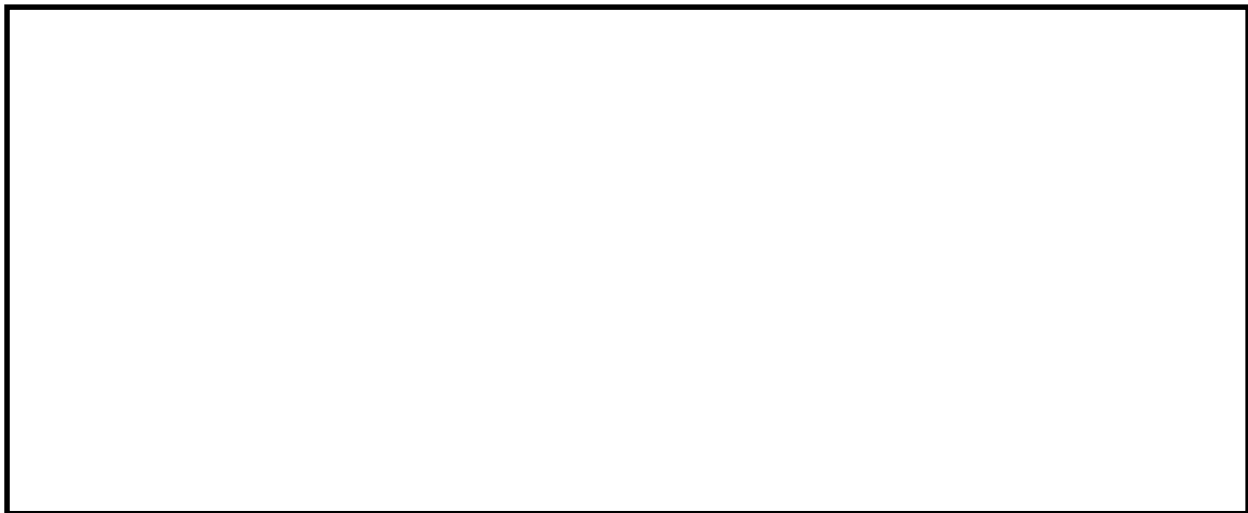


図 2.4-15(12) 取水路(①-①断面)の最大加速度分布 ( $S_s = 3.1$  (H-, V+))  
(検討ケース①: 原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)

◆ ④-④断面



図 2.4-16(1) 取水ピット(④-④断面)の最大加速度分布 ( $S_s-D1 (H+, V+)$ )  
(検討ケース①: 原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)

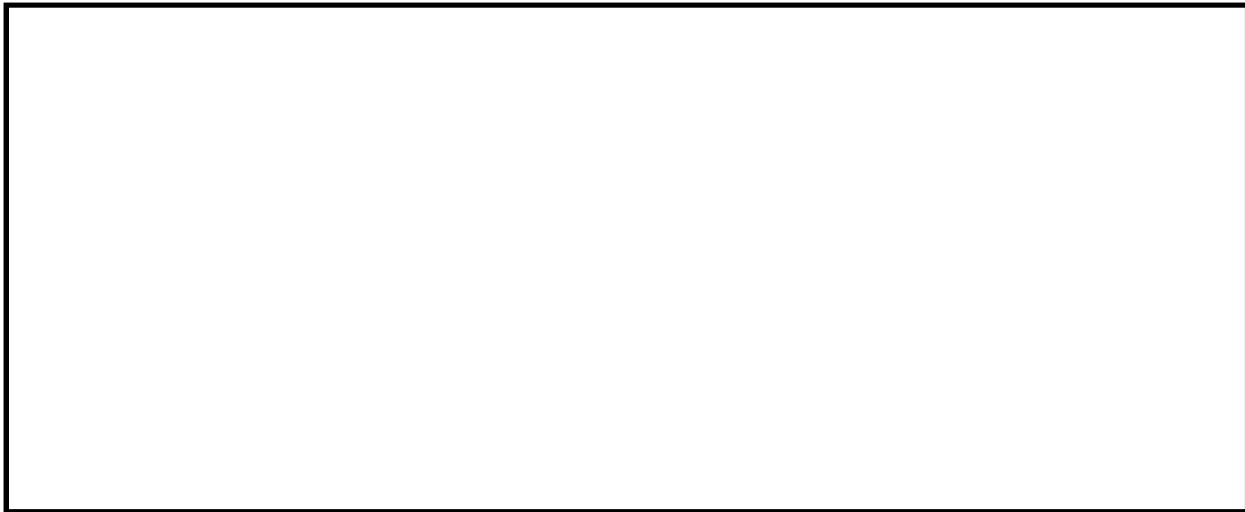


図 2.4-16(2) 取水ピット(④-④断面)の最大加速度分布 ( $S_s-D1 (H+, V-)$ )  
(検討ケース①: 原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)

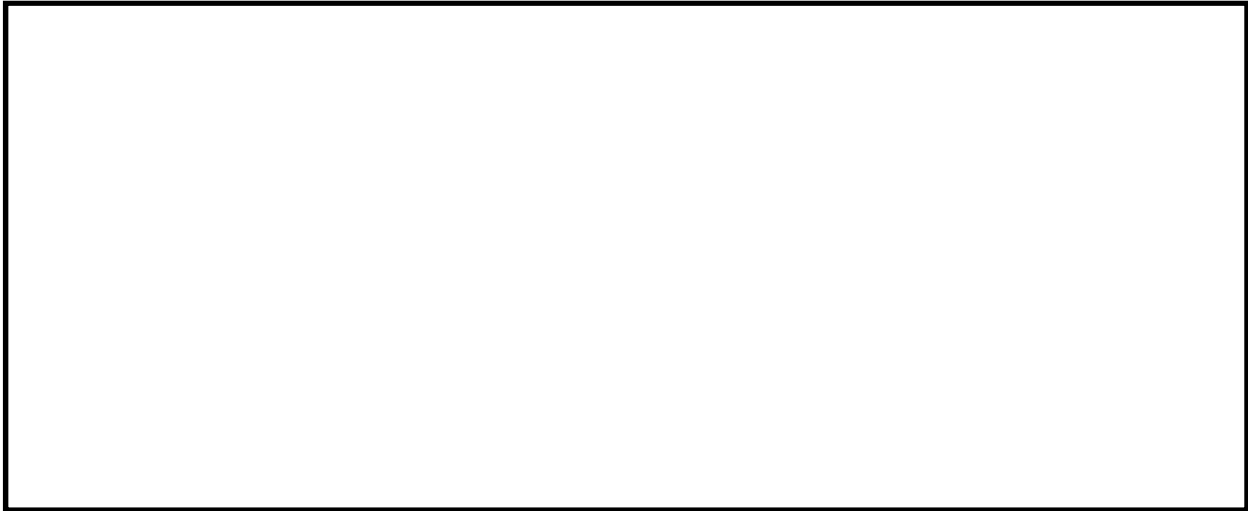


図 2.4-16(3) 取水ピット(④-④断面)の最大加速度分布 ( $S_s-D1$  (H-, V+))  
(検討ケース①: 原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)

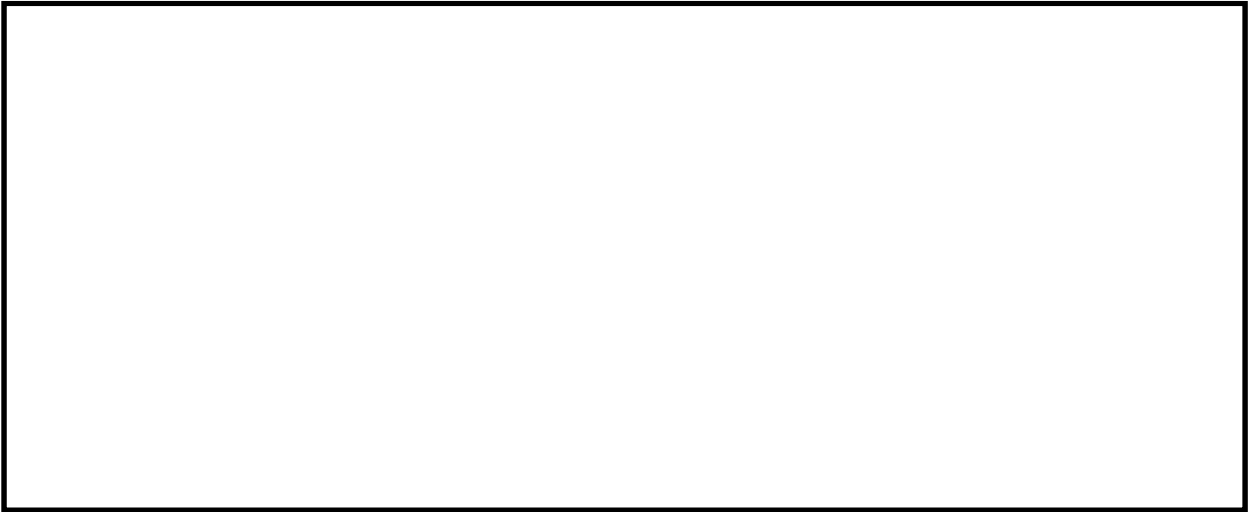


図 2.4-16(4) 取水ピット(④-④断面)の最大加速度分布 ( $S_s-D1$  (H-, V-))  
(検討ケース①: 原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)



図 2.4-16(5) 取水ピット(④-④断面)の最大加速度分布 ( $S_s-11$ )  
(検討ケース①: 原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)



図 2.4-16(6) 取水ピット(④-④断面)の最大加速度分布 ( $S_s-12$ )  
(検討ケース①: 原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)





図 2.4-16(7) 取水ピット(④-④断面)の最大加速度分布 ( $S_s-13$ )  
(検討ケース①: 原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)



図 2.4-16(8) 取水ピット(④-④断面)の最大加速度分布 ( $S_s-14$ )  
(検討ケース①: 原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)

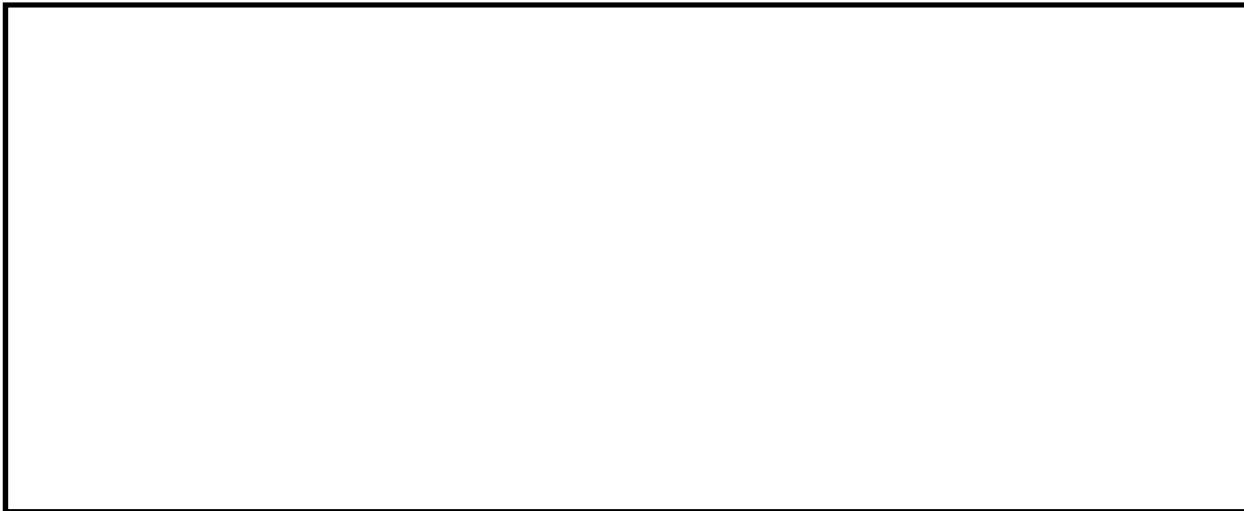


図 2.4-16(9) 取水ピット(④-④断面)の最大加速度分布 ( $S_s-21$ )  
(検討ケース①: 原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)



図 2.4-16(10) 取水ピット(④-④断面)の最大加速度分布 ( $S_s-22$ )  
(検討ケース①: 原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)



図 2.4-16(11) 取水ピット(④-④断面)の最大加速度分布 ( $S_s - 3.1 (H+, V+)$ )  
(検討ケース①: 原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)



図 2.4-16(12) 取水ピット(④-④断面)の最大加速度分布 ( $S_s - 3.1 (H-, V+)$ )  
(検討ケース①: 原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)

## 2.4.2 RC 構造物の耐震性評価結果

### (1) 構造部材の曲げ軸力に対する評価結果

表 2.4-5 および表 2.4-6 に RC 構造物の曲げ軸力に対する評価結果を示す。

RC 構造物の全塑性モーメント相当として、土木学会マニュアルに基づき、圧縮縁コンクリートひずみ 1.0%に対応する曲率（以下、「限界曲率」という。）を許容限界とし、照査用曲率が限界曲率を下回ることを確認した。なお、照査用曲率は、各地震動、各部材において最大となる値を示している。

以上より、取水路および取水ピットで RC 構造物の各部材に発生する曲率は、限界曲率以下であることを確認した。

表 2.4-5(1) RC 構造物の曲げ軸力照査結果 (①-①断面) (1/3)

検討ケース	評価位置		断面性状			鉄筋仕様		軸方向ひずみ $\epsilon_a [-]$	曲率 $\phi_m (1/m)$	曲率 (圧縮ひずみ1%) $\phi (1/m)$	照査値 $\gamma_i \cdot \phi_m / \phi$
			部材幅 b (mm)	部材高 h (mm)	有効高 d (mm)	上端	下端				
① S <sub>s</sub> -D 1 (H+, V+)	側壁	2	1000	1500	1425	D22	D25	$-6.97 \times 10^{-6}$	$-6.14 \times 10^{-4}$	$1.33 \times 10^{-2}$	0.046
	頂板1	3	1000	1000	925	D19	D25	$-1.64 \times 10^{-5}$	$7.37 \times 10^{-4}$	$1.99 \times 10^{-2}$	0.037
	頂板2	8	1000	1000	925	D19	D22	$-5.65 \times 10^{-6}$	$1.84 \times 10^{-4}$	$1.99 \times 10^{-2}$	0.009
	底板1	18	1000	1000	925	D19	D25	$-3.63 \times 10^{-5}$	$1.58 \times 10^{-3}$	$1.99 \times 10^{-2}$	0.079
	底板2	17	1000	1000	925	D19	D25	$-3.27 \times 10^{-5}$	$-1.75 \times 10^{-4}$	$1.99 \times 10^{-2}$	0.009
	隔壁	25	1000	1000	925	D22	D22	$-9.11 \times 10^{-6}$	$1.17 \times 10^{-3}$	$1.99 \times 10^{-2}$	0.059
① S <sub>s</sub> -D 1 (H+, V-)	側壁	1	1000	1500	1425	D22	D25	$-6.00 \times 10^{-6}$	$-6.00 \times 10^{-4}$	$1.33 \times 10^{-2}$	0.045
	頂板1	3	1000	1000	925	D19	D25	$-1.76 \times 10^{-5}$	$7.83 \times 10^{-4}$	$1.99 \times 10^{-2}$	0.039
	頂板2	9	1000	1000	925	D19	D22	$-1.44 \times 10^{-5}$	$2.03 \times 10^{-4}$	$1.99 \times 10^{-2}$	0.010
	底板1	18	1000	1000	925	D19	D25	$-3.14 \times 10^{-5}$	$1.63 \times 10^{-3}$	$1.99 \times 10^{-2}$	0.082
	底板2	17	1000	1000	925	D19	D25	$-2.89 \times 10^{-5}$	$-1.62 \times 10^{-4}$	$1.99 \times 10^{-2}$	0.008
	隔壁	25	1000	1000	925	D22	D22	$-1.45 \times 10^{-5}$	$1.13 \times 10^{-3}$	$1.99 \times 10^{-2}$	0.057
① S <sub>s</sub> -D 1 (H-, V+)	側壁	2	1000	1500	1425	D22	D25	$-5.50 \times 10^{-6}$	$-7.51 \times 10^{-4}$	$1.33 \times 10^{-2}$	0.056
	頂板1	10	1000	1000	925	D19	D25	$-1.27 \times 10^{-5}$	$1.01 \times 10^{-3}$	$1.99 \times 10^{-2}$	0.051
	頂板2	8	1000	1000	925	D19	D22	$-9.67 \times 10^{-6}$	$1.55 \times 10^{-4}$	$1.99 \times 10^{-2}$	0.008
	底板1	18	1000	1000	925	D19	D25	$-4.26 \times 10^{-5}$	$1.78 \times 10^{-3}$	$1.99 \times 10^{-2}$	0.089
	底板2	17	1000	1000	925	D19	D25	$-2.86 \times 10^{-5}$	$-1.75 \times 10^{-4}$	$1.99 \times 10^{-2}$	0.009
	隔壁	19	1000	1000	925	D22	D22	$-8.47 \times 10^{-6}$	$1.02 \times 10^{-3}$	$1.99 \times 10^{-2}$	0.051
① S <sub>s</sub> -D 1 (H-, V-)	側壁	2	1000	1500	1425	D22	D25	$-7.26 \times 10^{-6}$	$-7.32 \times 10^{-4}$	$1.33 \times 10^{-2}$	0.055
	頂板1	10	1000	1000	925	D19	D25	$-1.82 \times 10^{-5}$	$1.09 \times 10^{-3}$	$1.99 \times 10^{-2}$	0.055
	頂板2	4	1000	1000	925	D19	D22	$-1.39 \times 10^{-5}$	$2.12 \times 10^{-4}$	$1.99 \times 10^{-2}$	0.011
	底板1	18	1000	1000	925	D19	D25	$-3.66 \times 10^{-5}$	$1.71 \times 10^{-3}$	$1.99 \times 10^{-2}$	0.086
	底板2	17	1000	1000	925	D19	D25	$-2.76 \times 10^{-5}$	$-1.68 \times 10^{-4}$	$1.99 \times 10^{-2}$	0.008
	隔壁	19	1000	1000	925	D22	D22	$-1.14 \times 10^{-5}$	$1.05 \times 10^{-3}$	$1.99 \times 10^{-2}$	0.053

注記 \* : 評価位置は下図に示す。

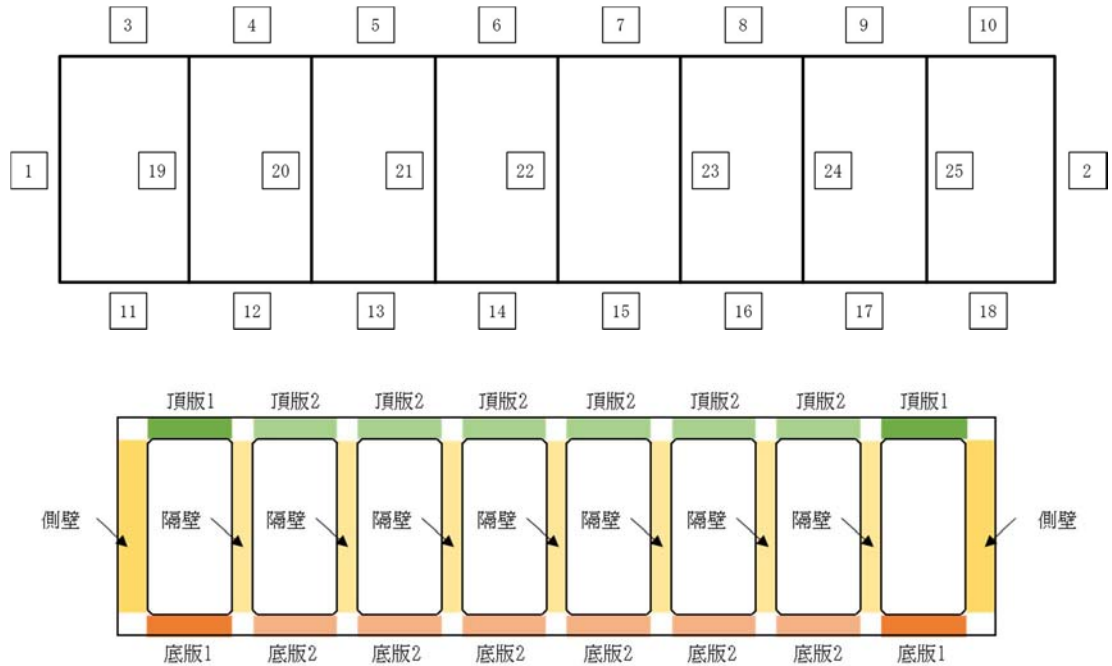


表 2.4-5(2) RC 構造物の曲げ軸力照査結果 (①-①断面) (2/3)

検討ケース	評価位置		断面性状			鉄筋仕様		軸方向ひずみ $\epsilon_a$ [-]	曲率 $\phi_m$ (1/m)	曲率 (圧縮ひずみ1%) $\phi$ (1/m)	照査値 $\gamma_i \cdot \phi_m / \phi$
			部材幅 b (mm)	部材高 h (mm)	有効高 d (mm)	上端	下端				
① S <sub>S</sub> -1 1	側壁	2	1000	1500	1425	D22	D25	$-3.80 \times 10^{-6}$	$-3.97 \times 10^{-4}$	$1.33 \times 10^{-2}$	0.030
	頂板1	3	1000	1000	925	D19	D25	$-1.84 \times 10^{-5}$	$3.78 \times 10^{-4}$	$1.99 \times 10^{-2}$	0.019
	頂板2	4	1000	1000	925	D19	D22	$-1.65 \times 10^{-5}$	$1.19 \times 10^{-4}$	$1.99 \times 10^{-2}$	0.006
	底板1	18	1000	1000	925	D19	D25	$-3.15 \times 10^{-5}$	$1.12 \times 10^{-3}$	$1.99 \times 10^{-2}$	0.056
	底板2	13	1000	1000	925	D19	D25	$-2.32 \times 10^{-5}$	$1.12 \times 10^{-4}$	$1.99 \times 10^{-2}$	0.006
	隔壁	25	1000	1000	925	D22	D22	$-8.55 \times 10^{-6}$	$6.21 \times 10^{-4}$	$1.99 \times 10^{-2}$	0.031
① S <sub>S</sub> -1 2	側壁	2	1000	1500	1425	D22	D25	$-5.03 \times 10^{-6}$	$-7.22 \times 10^{-4}$	$1.33 \times 10^{-2}$	0.054
	頂板1	10	1000	1000	925	D19	D25	$-2.93 \times 10^{-5}$	$7.11 \times 10^{-4}$	$1.99 \times 10^{-2}$	0.036
	頂板2	4	1000	1000	925	D19	D22	$-6.23 \times 10^{-6}$	$1.43 \times 10^{-4}$	$1.99 \times 10^{-2}$	0.007
	底板1	18	1000	1000	925	D19	D25	$-3.87 \times 10^{-5}$	$1.51 \times 10^{-3}$	$1.99 \times 10^{-2}$	0.076
	底板2	17	1000	1000	925	D19	D25	$-2.61 \times 10^{-5}$	$-1.32 \times 10^{-4}$	$1.99 \times 10^{-2}$	0.007
	隔壁	25	1000	1000	925	D22	D22	$-4.38 \times 10^{-6}$	$7.35 \times 10^{-4}$	$1.99 \times 10^{-2}$	0.037
① S <sub>S</sub> -1 3	側壁	2	1000	1500	1425	D22	D25	$-6.13 \times 10^{-6}$	$-6.92 \times 10^{-4}$	$1.33 \times 10^{-2}$	0.052
	頂板1	10	1000	1000	925	D19	D25	$-2.13 \times 10^{-5}$	$6.64 \times 10^{-4}$	$1.99 \times 10^{-2}$	0.033
	頂板2	4	1000	1000	925	D19	D22	$-4.61 \times 10^{-6}$	$1.48 \times 10^{-4}$	$1.99 \times 10^{-2}$	0.007
	底板1	18	1000	1000	925	D19	D25	$-3.32 \times 10^{-5}$	$1.44 \times 10^{-3}$	$1.99 \times 10^{-2}$	0.072
	底板2	17	1000	1000	925	D19	D25	$-3.76 \times 10^{-5}$	$-1.28 \times 10^{-4}$	$1.99 \times 10^{-2}$	0.006
	隔壁	25	1000	1000	925	D22	D22	$-4.78 \times 10^{-6}$	$7.59 \times 10^{-4}$	$1.99 \times 10^{-2}$	0.038
① S <sub>S</sub> -1 4	側壁	2	1000	1500	1425	D22	D25	$-4.96 \times 10^{-6}$	$-4.67 \times 10^{-4}$	$1.33 \times 10^{-2}$	0.035
	頂板1	10	1000	1000	925	D19	D25	$-2.22 \times 10^{-5}$	$4.83 \times 10^{-4}$	$1.99 \times 10^{-2}$	0.024
	頂板2	4	1000	1000	925	D19	D22	$-1.34 \times 10^{-5}$	$1.25 \times 10^{-4}$	$1.99 \times 10^{-2}$	0.006
	底板1	18	1000	1000	925	D19	D25	$-3.42 \times 10^{-5}$	$1.14 \times 10^{-3}$	$1.99 \times 10^{-2}$	0.057
	底板2	17	1000	1000	925	D19	D25	$-4.17 \times 10^{-5}$	$-1.05 \times 10^{-4}$	$1.99 \times 10^{-2}$	0.005
	隔壁	19	1000	1000	925	D22	D22	$-1.30 \times 10^{-5}$	$5.73 \times 10^{-4}$	$1.99 \times 10^{-2}$	0.029

注記 \* : 評価位置は下図に示す。

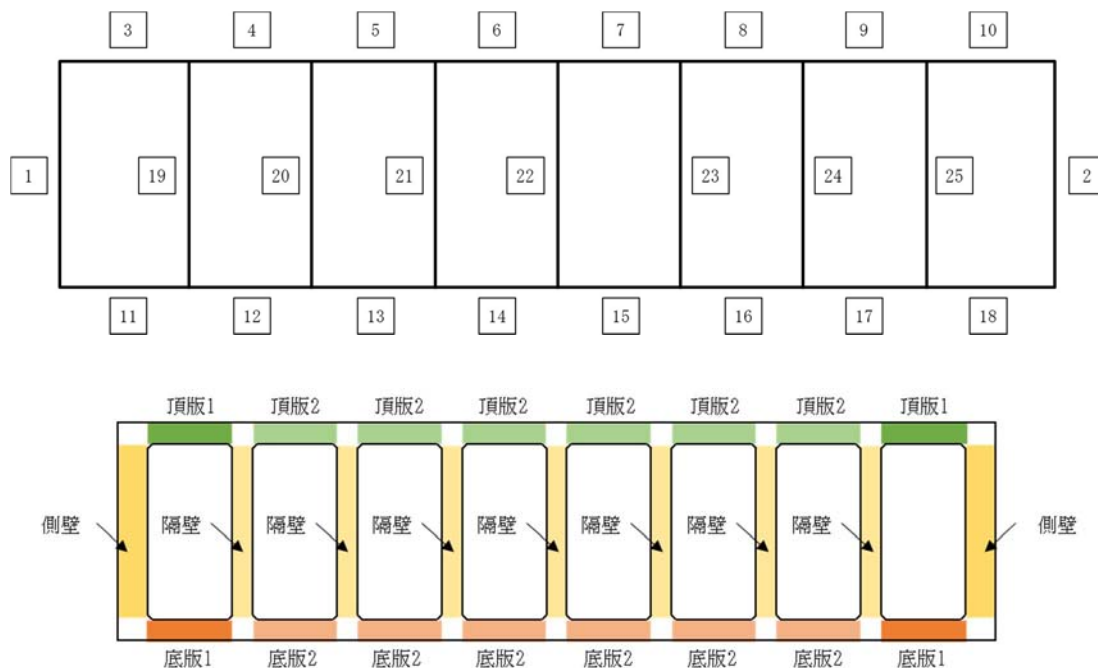


表 2.4-5(3) RC 構造物の曲げ軸力照査結果 (①-①断面) (3/3)

検討ケース	評価位置		断面性状			鉄筋仕様		軸方向ひずみ $\epsilon_a [-]$	曲率 $\phi_m (1/m)$	曲率 (圧縮ひずみ1%) $\phi (1/m)$	照査値 $\gamma_i \cdot \phi_m / \phi$
			部材幅 b (mm)	部材高 h (mm)	有効高 d (mm)	上端	下端				
① S <sub>S</sub> -2 1	側壁	1	1000	1500	1425	D22	D25	$-6.54 \times 10^{-6}$	$-4.88 \times 10^{-4}$	$1.33 \times 10^{-2}$	0.037
	頂板1	3	1000	1000	925	D19	D25	$-2.33 \times 10^{-5}$	$6.00 \times 10^{-4}$	$1.99 \times 10^{-2}$	0.030
	頂板2	4	1000	1000	925	D19	D22	$-1.30 \times 10^{-5}$	$1.51 \times 10^{-4}$	$1.99 \times 10^{-2}$	0.008
	底板1	11	1000	1000	925	D19	D25	$-3.24 \times 10^{-5}$	$1.26 \times 10^{-3}$	$1.99 \times 10^{-2}$	0.063
	底板2	12	1000	1000	925	D19	D25	$-3.13 \times 10^{-5}$	$-1.33 \times 10^{-4}$	$1.99 \times 10^{-2}$	0.007
	隔壁	19	1000	1000	925	D22	D22	$-1.10 \times 10^{-5}$	$8.16 \times 10^{-4}$	$1.99 \times 10^{-2}$	0.041
① S <sub>S</sub> -2 2	側壁	2	1000	1500	1425	D22	D25	$-4.95 \times 10^{-6}$	$-5.55 \times 10^{-4}$	$1.33 \times 10^{-2}$	0.042
	頂板1	3	1000	1000	925	D19	D25	$-2.12 \times 10^{-5}$	$6.99 \times 10^{-4}$	$1.99 \times 10^{-2}$	0.035
	頂板2	9	1000	1000	925	D19	D22	$-1.84 \times 10^{-5}$	$-1.35 \times 10^{-4}$	$1.99 \times 10^{-2}$	0.007
	底板1	18	1000	1000	925	D19	D25	$-3.22 \times 10^{-5}$	$1.28 \times 10^{-3}$	$1.99 \times 10^{-2}$	0.064
	底板2	17	1000	1000	925	D19	D25	$-3.44 \times 10^{-5}$	$-1.24 \times 10^{-4}$	$1.99 \times 10^{-2}$	0.006
	隔壁	19	1000	1000	925	D22	D22	$-8.62 \times 10^{-6}$	$6.91 \times 10^{-4}$	$1.99 \times 10^{-2}$	0.035
① S <sub>S</sub> -3 1 (H+, V+)	側壁	2	1000	1500	1425	D22	D25	$-2.89 \times 10^{-6}$	$-4.24 \times 10^{-4}$	$1.33 \times 10^{-2}$	0.032
	頂板1	3	1000	1000	925	D19	D25	$-5.91 \times 10^{-6}$	$-6.54 \times 10^{-4}$	$1.99 \times 10^{-2}$	0.033
	頂板2	4	1000	1000	925	D19	D22	$-5.71 \times 10^{-6}$	$2.36 \times 10^{-4}$	$1.99 \times 10^{-2}$	0.012
	底板1	18	1000	1000	925	D19	D25	$-3.19 \times 10^{-5}$	$1.24 \times 10^{-3}$	$1.99 \times 10^{-2}$	0.062
	底板2	12	1000	1000	925	D19	D25	$-2.57 \times 10^{-5}$	$-1.40 \times 10^{-4}$	$1.99 \times 10^{-2}$	0.007
	隔壁	19	1000	1000	925	D22	D22	$-1.42 \times 10^{-5}$	$1.11 \times 10^{-3}$	$1.99 \times 10^{-2}$	0.056
① S <sub>S</sub> -3 1 (H-, V+)	側壁	2	1000	1500	1425	D22	D25	$-4.67 \times 10^{-6}$	$-5.10 \times 10^{-4}$	$1.33 \times 10^{-2}$	0.038
	頂板1	10	1000	1000	925	D19	D25	$-2.32 \times 10^{-5}$	$5.04 \times 10^{-4}$	$1.99 \times 10^{-2}$	0.025
	頂板2	4	1000	1000	925	D19	D22	$-7.77 \times 10^{-7}$	$1.43 \times 10^{-4}$	$1.99 \times 10^{-2}$	0.007
	底板1	18	1000	1000	925	D19	D25	$-3.14 \times 10^{-5}$	$1.42 \times 10^{-3}$	$1.99 \times 10^{-2}$	0.071
	底板2	17	1000	1000	925	D19	D25	$-3.11 \times 10^{-5}$	$-1.28 \times 10^{-4}$	$1.99 \times 10^{-2}$	0.006
	隔壁	25	1000	1000	925	D22	D22	$-8.45 \times 10^{-6}$	$9.15 \times 10^{-4}$	$1.99 \times 10^{-2}$	0.046

注記 \* : 評価位置は下図に示す。

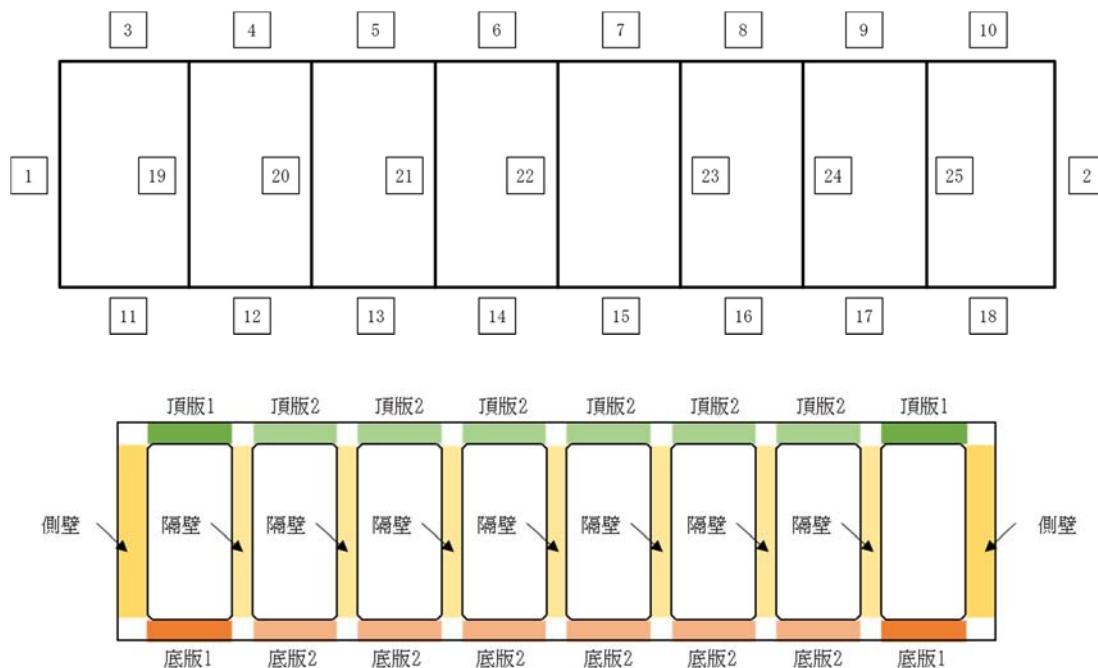


表 2.4-5(4) RC 構造物の曲げ軸力照査結果 (①-①断面)

検討ケース	評価位置		断面性状			鉄筋仕様		軸方向ひずみ $\epsilon_a$ [-]	曲率 $\phi_m$ [1/m]	曲率 (圧縮ひずみ1%) $\phi$ [1/m]	照査値 $\gamma_i \cdot \phi_m / \phi$
			部材幅 b (mm)	部材高 h (mm)	有効高 d (m)	上端	下端				
② S <sub>s</sub> -D 1 (H-, V+)	側壁	2	1000	1500	1425	D22	D25	$-5.92 \times 10^{-6}$	$-6.98 \times 10^{-4}$	$1.33 \times 10^{-2}$	0.052
	頂板1	10	1000	1000	925	D19	D25	$-1.25 \times 10^{-5}$	$9.37 \times 10^{-4}$	$1.99 \times 10^{-2}$	0.047
	頂板2	8	1000	1000	925	D19	D22	$-8.74 \times 10^{-6}$	$1.62 \times 10^{-4}$	$1.99 \times 10^{-2}$	0.008
	底版1	18	1000	1000	925	D19	D25	$-4.09 \times 10^{-5}$	$1.60 \times 10^{-3}$	$1.99 \times 10^{-2}$	0.080
	底版2	17	1000	1000	925	D19	D25	$-2.89 \times 10^{-5}$	$-1.77 \times 10^{-4}$	$1.99 \times 10^{-2}$	0.009
	隔壁	19	1000	1000	925	D22	D22	$-8.71 \times 10^{-6}$	$1.09 \times 10^{-3}$	$1.99 \times 10^{-2}$	0.055

表 2.4-5(5) RC 構造物の曲げ軸力照査結果 (①-①断面)

検討ケース	評価位置		断面性状			鉄筋仕様		軸方向ひずみ $\epsilon_a$ [-]	曲率 $\phi_m$ [1/m]	曲率 (圧縮ひずみ1%) $\phi$ [1/m]	照査値 $\gamma_i \cdot \phi_m / \phi$
			部材幅 b (mm)	部材高 h (mm)	有効高 d (m)	上端	下端				
③ S <sub>s</sub> -D 1 (H-, V+)	側壁	2	1000	1500	1425	D22	D25	$-4.76 \times 10^{-6}$	$-7.98 \times 10^{-4}$	$1.33 \times 10^{-2}$	0.060
	頂板1	10	1000	1000	925	D19	D25	$-1.24 \times 10^{-5}$	$1.03 \times 10^{-3}$	$1.99 \times 10^{-2}$	0.052
	頂板2	9	1000	1000	925	D19	D22	$-1.44 \times 10^{-5}$	$1.91 \times 10^{-4}$	$1.99 \times 10^{-2}$	0.010
	底版1	18	1000	1000	925	D19	D25	$-4.27 \times 10^{-5}$	$1.93 \times 10^{-3}$	$1.99 \times 10^{-2}$	0.097
	底版2	17	1000	1000	925	D19	D25	$-2.85 \times 10^{-5}$	$-1.74 \times 10^{-4}$	$1.99 \times 10^{-2}$	0.009
	隔壁	25	1000	1000	925	D22	D22	$-9.73 \times 10^{-6}$	$9.93 \times 10^{-4}$	$1.99 \times 10^{-2}$	0.050

注記 \* : 評価位置は下図に示す。

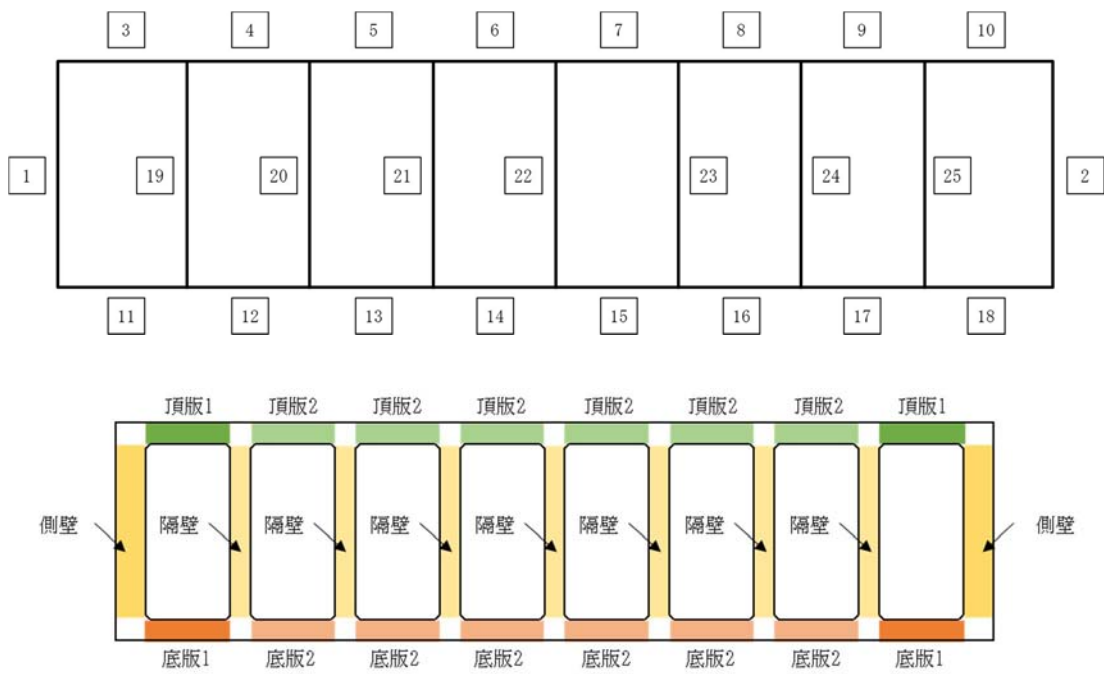




表 2.4-5(6) RC 構造物の曲げ軸力照査結果 (①-①断面)

検討ケース	評価位置		断面性状			鉄筋仕様		軸方向ひずみ $\epsilon_a$ [-]	曲率 $\phi_m$ [1/m]	曲率 (圧縮ひずみ1%) $\phi$ [1/m]	照査値 $\gamma_i \cdot \phi_m / \phi$
			部材幅 b (mm)	部材高 h (mm)	有効高 d (m)	上端	下端				
④ S <sub>S</sub> -D 1 (H-, V+)	側壁	1	1000	1500	1425	D22	D25	$-7.14 \times 10^{-6}$	$-1.02 \times 10^{-3}$	$1.33 \times 10^{-2}$	0.077
	頂板1	10	1000	1000	925	D19	D25	$-1.51 \times 10^{-5}$	$1.31 \times 10^{-3}$	$1.99 \times 10^{-2}$	0.066
	頂板2	4	1000	1000	925	D19	D22	$-2.36 \times 10^{-5}$	$-6.56 \times 10^{-4}$	$1.99 \times 10^{-2}$	0.033
	底版1	11	1000	1000	925	D19	D25	$-3.88 \times 10^{-5}$	$1.96 \times 10^{-3}$	$1.99 \times 10^{-2}$	0.098
	底版2	17	1000	1000	925	D19	D25	$-3.66 \times 10^{-5}$	$-3.75 \times 10^{-4}$	$1.99 \times 10^{-2}$	0.019
	隔壁	22	1000	1000	925	D22	D22	$-1.21 \times 10^{-5}$	$1.35 \times 10^{-3}$	$1.99 \times 10^{-2}$	0.068

表 2.4-5(7) RC 構造物の曲げ軸力照査結果 (①-①断面)

検討ケース	評価位置		断面性状			鉄筋仕様		軸方向ひずみ $\epsilon_a$ [-]	曲率 $\phi_m$ [1/m]	曲率 (圧縮ひずみ1%) $\phi$ [1/m]	照査値 $\gamma_i \cdot \phi_m / \phi$
			部材幅 b (mm)	部材高 h (mm)	有効高 d (m)	上端	下端				
⑤ S <sub>S</sub> -D 1 (H-, V+)	側壁	2	1000	1500	1425	D22	D25	$-5.74 \times 10^{-6}$	$-6.10 \times 10^{-4}$	$1.33 \times 10^{-2}$	0.046
	頂板1	10	1000	1000	925	D19	D25	$-2.17 \times 10^{-5}$	$8.74 \times 10^{-4}$	$1.99 \times 10^{-2}$	0.044
	頂板2	4	1000	1000	925	D19	D22	$-8.74 \times 10^{-6}$	$1.75 \times 10^{-4}$	$1.99 \times 10^{-2}$	0.009
	底版1	18	1000	1000	925	D19	D25	$-2.62 \times 10^{-5}$	$1.48 \times 10^{-3}$	$1.99 \times 10^{-2}$	0.074
	底版2	17	1000	1000	925	D19	D25	$-3.84 \times 10^{-5}$	$-1.42 \times 10^{-4}$	$1.99 \times 10^{-2}$	0.007
	隔壁	19	1000	1000	925	D22	D22	$-1.13 \times 10^{-5}$	$1.10 \times 10^{-3}$	$1.99 \times 10^{-2}$	0.055

注記 \* : 評価位置は下図に示す。

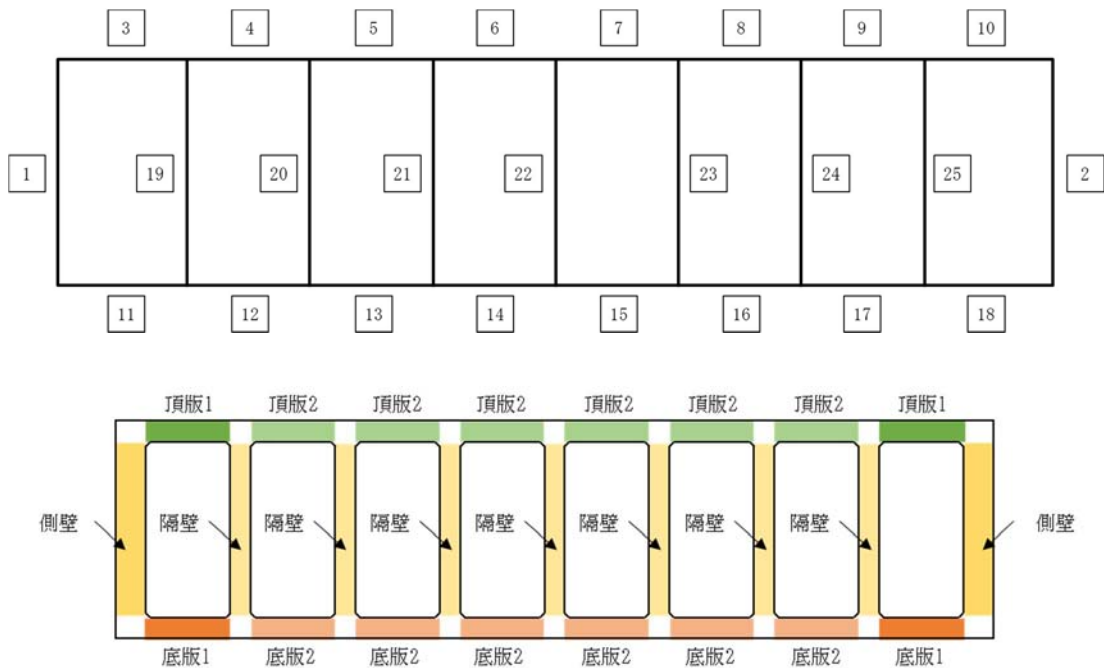


表 2.4-5(8) RC 構造物の曲げ軸力照査結果 (①-①断面)

検討ケース	評価位置		断面性状			鉄筋仕様		軸方向ひずみ $\epsilon_a$ [-]	曲率 $\phi_m$ [1/m]	曲率 (圧縮ひずみ%) $\phi$ [1/m]	照査値 $\gamma_i \cdot \phi_m / \phi$
			部材幅 b (mm)	部材高 h (mm)	有効高 d (mm)	上端	下端				
⑥ S <sub>s</sub> -D 1 (H-, V+)	側壁	2	1000	1500	1425	D22	D25	$-5.23 \times 10^{-6}$	$-5.35 \times 10^{-4}$	$1.33 \times 10^{-2}$	0.040
	頂板1	10	1000	1000	925	D19	D25	$-2.02 \times 10^{-5}$	$7.68 \times 10^{-4}$	$1.99 \times 10^{-2}$	0.039
	頂板2	4	1000	1000	925	D19	D22	$-9.25 \times 10^{-6}$	$1.85 \times 10^{-4}$	$1.99 \times 10^{-2}$	0.009
	底版1	18	1000	1000	925	D19	D25	$-2.66 \times 10^{-5}$	$1.44 \times 10^{-3}$	$1.99 \times 10^{-2}$	0.072
	底版2	17	1000	1000	925	D19	D25	$-3.82 \times 10^{-5}$	$-1.40 \times 10^{-4}$	$1.99 \times 10^{-2}$	0.007
	隔壁	19	1000	1000	925	D22	D22	$-1.11 \times 10^{-5}$	$1.14 \times 10^{-3}$	$1.99 \times 10^{-2}$	0.057

注記 \* : 評価位置は下図に示す。

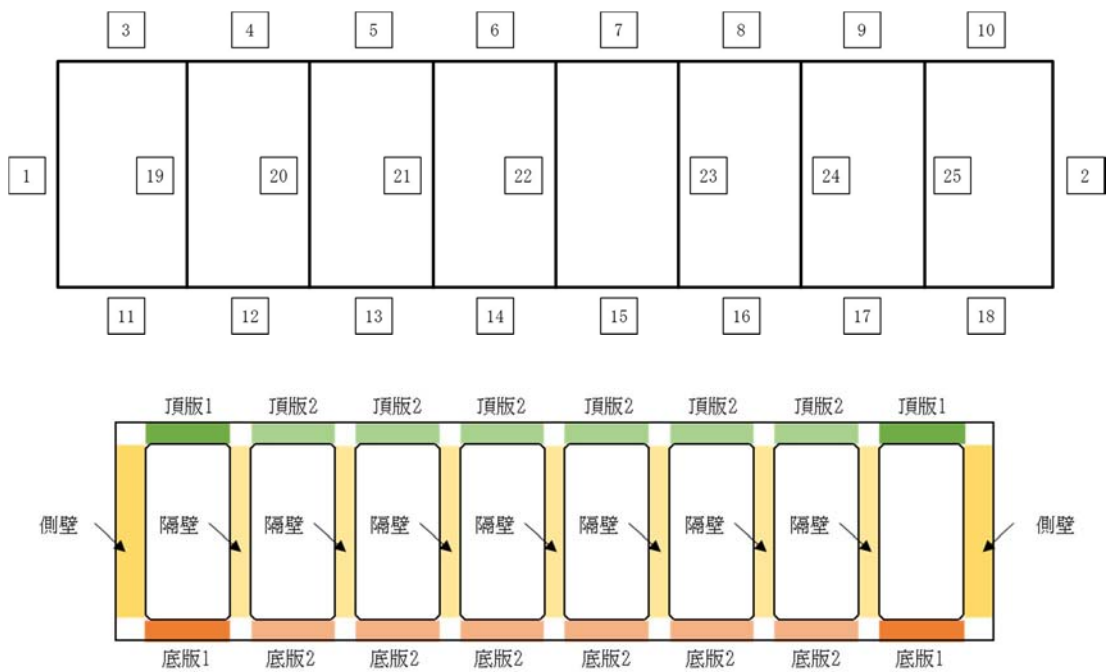


表 2.4-6(1) RC 構造物の曲げ軸力照査結果 (④-④断面) (1/3)

検討ケース	評価位置		断面性状			鉄筋仕様		軸方向ひずみ $\epsilon_a$ [-]	曲率 $\phi_m$ [1/m]	曲率 (圧縮ひずみ1%) $\phi$ [1/m]	照査値 $\gamma_i \cdot \phi_m / \phi$
			部材幅 b (mm)	部材高 h (mm)	有効高 d (mm)	上端	下端				
① S <sub>s</sub> -D 1 (H+, V+)	突出部	1	1000	1000	925	D19	D22	$-9.52 \times 10^{-7}$	$6.42 \times 10^{-5}$	$1.99 \times 10^{-2}$	0.003
	側壁	2	1000	1500	1425	D25	D29	$-1.67 \times 10^{-7}$	$5.06 \times 10^{-4}$	$1.33 \times 10^{-2}$	0.038
	隔壁	6	1000	1200	1125	D22	D22	$-2.29 \times 10^{-5}$	$8.00 \times 10^{-4}$	$1.66 \times 10^{-2}$	0.048
	左張出	9	1000	1000	925	D22	D22	$-4.12 \times 10^{-6}$	$-1.19 \times 10^{-3}$	$1.99 \times 10^{-2}$	0.060
	頂板1	17	1000	1000	925	D22	D29	$-2.47 \times 10^{-5}$	$1.10 \times 10^{-3}$	$1.99 \times 10^{-2}$	0.055
	頂板2	13	1000	3190	3115	D22	D29	$-2.46 \times 10^{-5}$	$-3.64 \times 10^{-5}$	$6.25 \times 10^{-3}$	0.006
	底版1	25	1000	1200	1125	D22	D29	$-1.84 \times 10^{-5}$	$8.96 \times 10^{-4}$	$1.66 \times 10^{-2}$	0.054
	底版2	19	1000	1200	1125	D22	D22	$-2.28 \times 10^{-5}$	$2.99 \times 10^{-4}$	$1.66 \times 10^{-2}$	0.018
① S <sub>s</sub> -D 1 (H+, V-)	突出部	1	1000	1000	925	D19	D22	$-2.09 \times 10^{-6}$	$6.47 \times 10^{-5}$	$1.99 \times 10^{-2}$	0.003
	側壁	2	1000	1500	1425	D25	D29	$1.02 \times 10^{-6}$	$4.74 \times 10^{-4}$	$1.33 \times 10^{-2}$	0.036
	隔壁	6	1000	1200	1125	D22	D22	$-2.44 \times 10^{-5}$	$8.39 \times 10^{-4}$	$1.66 \times 10^{-2}$	0.051
	左張出	9	1000	1000	925	D22	D22	$-2.13 \times 10^{-6}$	$-1.22 \times 10^{-3}$	$1.99 \times 10^{-2}$	0.061
	頂板1	17	1000	1000	925	D22	D29	$-2.78 \times 10^{-5}$	$1.16 \times 10^{-3}$	$1.99 \times 10^{-2}$	0.058
	頂板2	13	1000	3190	3115	D22	D29	$-2.33 \times 10^{-5}$	$-3.64 \times 10^{-5}$	$6.25 \times 10^{-3}$	0.006
	底版1	25	1000	1200	1125	D22	D29	$-2.79 \times 10^{-5}$	$9.86 \times 10^{-4}$	$1.66 \times 10^{-2}$	0.059
	底版2	21	1000	1200	1125	D22	D22	$-3.56 \times 10^{-5}$	$3.01 \times 10^{-4}$	$1.66 \times 10^{-2}$	0.018
① S <sub>s</sub> -D 1 (H-, V+)	突出部	1	1000	1000	925	D19	D22	$-1.38 \times 10^{-6}$	$6.59 \times 10^{-5}$	$1.99 \times 10^{-2}$	0.003
	側壁	2	1000	1500	1425	D25	D29	$2.52 \times 10^{-6}$	$5.11 \times 10^{-4}$	$1.33 \times 10^{-2}$	0.038
	隔壁	6	1000	1200	1125	D22	D22	$-2.75 \times 10^{-5}$	$-1.20 \times 10^{-3}$	$1.66 \times 10^{-2}$	0.072
	左張出	9	1000	1000	925	D22	D22	$-5.35 \times 10^{-6}$	$-1.31 \times 10^{-3}$	$1.99 \times 10^{-2}$	0.066
	頂板1	17	1000	1000	925	D22	D29	$-2.57 \times 10^{-5}$	$1.52 \times 10^{-3}$	$1.99 \times 10^{-2}$	0.076
	頂板2	13	1000	3190	3115	D22	D29	$-1.98 \times 10^{-5}$	$-4.44 \times 10^{-5}$	$6.25 \times 10^{-3}$	0.007
	底版1	25	1000	1200	1125	D22	D29	$-2.75 \times 10^{-5}$	$1.08 \times 10^{-3}$	$1.66 \times 10^{-2}$	0.065
	底版2	19	1000	1200	1125	D22	D22	$-2.55 \times 10^{-5}$	$3.59 \times 10^{-4}$	$1.66 \times 10^{-2}$	0.022
① S <sub>s</sub> -D 1 (H-, V-)	突出部	1	1000	1000	925	D19	D22	$-1.04 \times 10^{-6}$	$7.17 \times 10^{-5}$	$1.99 \times 10^{-2}$	0.004
	側壁	2	1000	1500	1425	D25	D29	$1.83 \times 10^{-6}$	$5.73 \times 10^{-4}$	$1.33 \times 10^{-2}$	0.043
	隔壁	6	1000	1200	1125	D22	D22	$-3.10 \times 10^{-5}$	$-1.21 \times 10^{-3}$	$1.66 \times 10^{-2}$	0.073
	左張出	9	1000	1000	925	D22	D22	$-4.36 \times 10^{-6}$	$-1.37 \times 10^{-3}$	$1.99 \times 10^{-2}$	0.069
	頂板1	17	1000	1000	925	D22	D29	$-3.00 \times 10^{-5}$	$1.68 \times 10^{-3}$	$1.99 \times 10^{-2}$	0.084
	頂板2	13	1000	3190	3115	D22	D29	$-2.07 \times 10^{-5}$	$-4.46 \times 10^{-5}$	$6.25 \times 10^{-3}$	0.007
	底版1	25	1000	1200	1125	D22	D29	$-3.25 \times 10^{-5}$	$1.15 \times 10^{-3}$	$1.66 \times 10^{-2}$	0.069
	底版2	19	1000	1200	1125	D22	D22	$-2.13 \times 10^{-5}$	$3.82 \times 10^{-4}$	$1.66 \times 10^{-2}$	0.023

注記 \* : 評価位置は下図に示す。

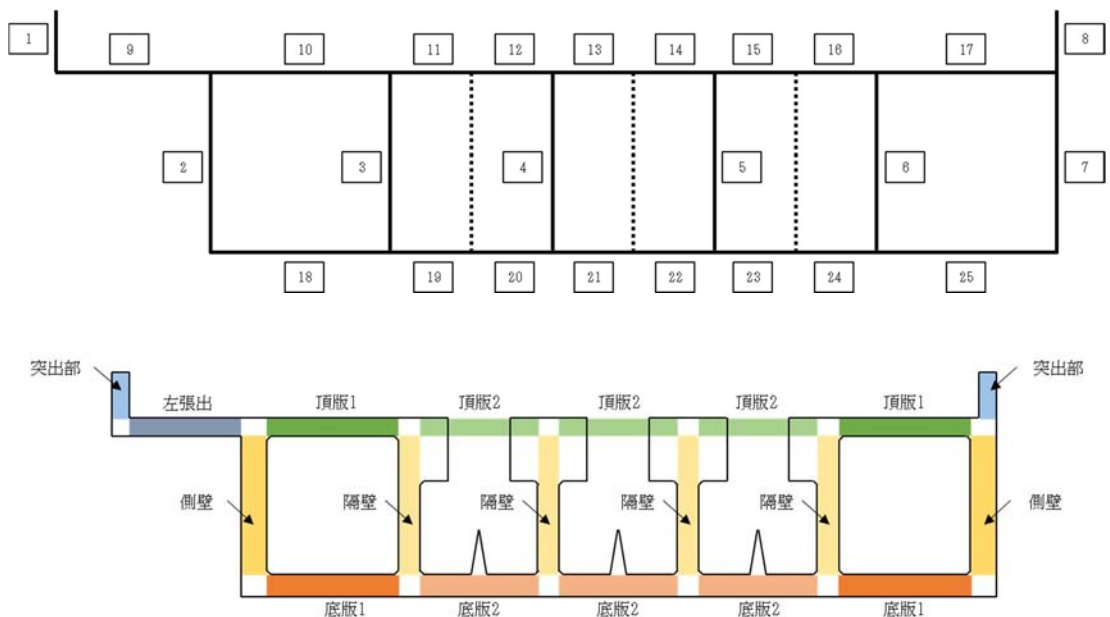


表 2.4-6(2) RC 構造物の曲げ軸力照査結果 (④-④断面) (2/3)

検討ケース	評価位置		断面性状			鉄筋仕様		軸方向ひずみ $\epsilon_a$ [-]	曲率 $\phi_m$ [1/m]	曲率 (圧縮ひずみ1%) $\phi$ [1/m]	照査値 $\gamma_i \cdot \phi_m / \phi$
			部材幅 b (mm)	部材高 h (mm)	有効高 d (mm)	上端	下端				
① S <sub>s</sub> -1 1	突出部	1	1000	1000	925	D19	D22	$-1.11 \times 10^{-6}$	$5.15 \times 10^{-5}$	$1.99 \times 10^{-2}$	0.003
	側壁	2	1000	1500	1425	D25	D29	$8.44 \times 10^{-7}$	$2.70 \times 10^{-4}$	$1.33 \times 10^{-2}$	0.020
	隔壁	6	1000	1200	1125	D22	D22	$-2.62 \times 10^{-5}$	$-4.37 \times 10^{-4}$	$1.66 \times 10^{-2}$	0.026
	左張出	9	1000	1000	925	D22	D22	$-4.72 \times 10^{-6}$	$-7.38 \times 10^{-4}$	$1.99 \times 10^{-2}$	0.037
	頂板1	17	1000	1000	925	D22	D29	$-2.69 \times 10^{-5}$	$8.02 \times 10^{-4}$	$1.99 \times 10^{-2}$	0.040
	頂板2	13	1000	3190	3115	D22	D29	$-1.49 \times 10^{-5}$	$-2.43 \times 10^{-5}$	$6.26 \times 10^{-3}$	0.004
	底版1	25	1000	1200	1125	D22	D29	$-2.51 \times 10^{-5}$	$5.83 \times 10^{-4}$	$1.66 \times 10^{-2}$	0.035
	底版2	21	1000	1200	1125	D22	D22	$-2.18 \times 10^{-5}$	$1.66 \times 10^{-4}$	$1.66 \times 10^{-2}$	0.010
① S <sub>s</sub> -1 2	突出部	1	1000	1000	925	D19	D22	$-7.57 \times 10^{-7}$	$6.08 \times 10^{-5}$	$1.99 \times 10^{-2}$	0.003
	側壁	2	1000	1500	1425	D25	D29	$-1.11 \times 10^{-6}$	$4.66 \times 10^{-4}$	$1.33 \times 10^{-2}$	0.035
	隔壁	6	1000	1200	1125	D22	D22	$-2.29 \times 10^{-5}$	$5.93 \times 10^{-4}$	$1.66 \times 10^{-2}$	0.036
	左張出	9	1000	1000	925	D22	D22	$-2.04 \times 10^{-6}$	$-1.08 \times 10^{-3}$	$1.99 \times 10^{-2}$	0.054
	頂板1	10	1000	1000	925	D22	D29	$-4.67 \times 10^{-5}$	$1.02 \times 10^{-3}$	$1.99 \times 10^{-2}$	0.051
	頂板2	14	1000	3190	3115	D22	D29	$-2.43 \times 10^{-5}$	$-3.12 \times 10^{-5}$	$6.25 \times 10^{-3}$	0.005
	底版1	18	1000	1200	1125	D22	D29	$-3.77 \times 10^{-5}$	$7.48 \times 10^{-4}$	$1.66 \times 10^{-2}$	0.045
	底版2	21	1000	1200	1125	D22	D22	$-2.60 \times 10^{-5}$	$1.99 \times 10^{-4}$	$1.66 \times 10^{-2}$	0.012
① S <sub>s</sub> -1 3	突出部	1	1000	1000	925	D19	D22	$-9.00 \times 10^{-7}$	$5.76 \times 10^{-5}$	$1.99 \times 10^{-2}$	0.003
	側壁	2	1000	1500	1425	D25	D29	$-9.53 \times 10^{-7}$	$4.41 \times 10^{-4}$	$1.33 \times 10^{-2}$	0.033
	隔壁	6	1000	1200	1125	D22	D22	$-2.28 \times 10^{-5}$	$5.04 \times 10^{-4}$	$1.66 \times 10^{-2}$	0.030
	左張出	9	1000	1000	925	D22	D22	$-2.58 \times 10^{-6}$	$-1.01 \times 10^{-3}$	$1.99 \times 10^{-2}$	0.051
	頂板1	10	1000	1000	925	D22	D29	$-4.61 \times 10^{-5}$	$9.31 \times 10^{-4}$	$1.99 \times 10^{-2}$	0.047
	頂板2	14	1000	3190	3115	D22	D29	$-2.49 \times 10^{-5}$	$-2.89 \times 10^{-5}$	$6.25 \times 10^{-3}$	0.005
	底版1	25	1000	1200	1125	D22	D29	$-2.55 \times 10^{-5}$	$6.61 \times 10^{-4}$	$1.66 \times 10^{-2}$	0.040
	底版2	21	1000	1200	1125	D22	D22	$-2.53 \times 10^{-5}$	$1.80 \times 10^{-4}$	$1.66 \times 10^{-2}$	0.011
① S <sub>s</sub> -1 4	突出部	8	1000	1000	925	D19	D22	$-1.74 \times 10^{-6}$	$5.25 \times 10^{-5}$	$1.99 \times 10^{-2}$	0.003
	側壁	2	1000	1500	1425	D25	D29	$-1.02 \times 10^{-6}$	$3.13 \times 10^{-4}$	$1.33 \times 10^{-2}$	0.024
	隔壁	6	1000	1200	1125	D22	D22	$-2.55 \times 10^{-5}$	$-3.44 \times 10^{-4}$	$1.66 \times 10^{-2}$	0.021
	左張出	9	1000	1000	925	D22	D22	$-6.61 \times 10^{-6}$	$-6.31 \times 10^{-4}$	$1.99 \times 10^{-2}$	0.032
	頂板1	17	1000	1000	925	D22	D29	$-2.43 \times 10^{-5}$	$8.97 \times 10^{-4}$	$1.99 \times 10^{-2}$	0.045
	頂板2	13	1000	3190	3115	D22	D29	$-2.16 \times 10^{-5}$	$-2.19 \times 10^{-5}$	$6.25 \times 10^{-3}$	0.004
	底版1	18	1000	1200	1125	D22	D29	$-2.46 \times 10^{-5}$	$5.26 \times 10^{-4}$	$1.66 \times 10^{-2}$	0.032
	底版2	23	1000	1200	1125	D22	D22	$-2.90 \times 10^{-5}$	$1.33 \times 10^{-4}$	$1.66 \times 10^{-2}$	0.008

注記 \* : 評価位置は下図に示す。

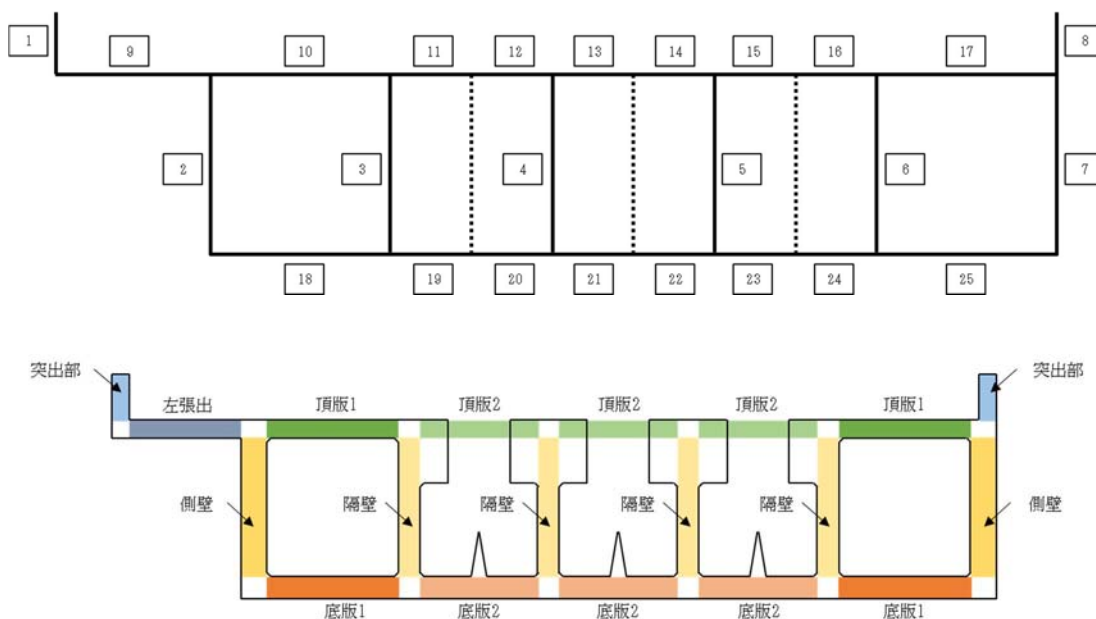


表 2.4-6(3) RC 構造物の曲げ軸力照査結果 (④-④断面) (3/3)

検討ケース	評価位置		断面性状			鉄筋仕様		軸方向ひずみ $\epsilon_a$ [-]	曲率 $\phi_m$ [1/m]	曲率 (圧縮ひずみ1%) $\phi$ [1/m]	照査値 $\gamma_i \cdot \phi_m / \phi$
			部材幅 b (mm)	部材高 h (mm)	有効高 d (mm)	上端	下端				
① S <sub>s</sub> -2 1	突出部	1	1000	1000	925	D19	D22	$-2.06 \times 10^{-6}$	$5.78 \times 10^{-5}$	$1.99 \times 10^{-2}$	0.003
	側壁	2	1000	1500	1425	D25	D29	$-1.36 \times 10^{-6}$	$3.51 \times 10^{-4}$	$1.33 \times 10^{-2}$	0.026
	隔壁	6	1000	1200	1125	D22	D22	$-2.94 \times 10^{-5}$	$-5.68 \times 10^{-4}$	$1.66 \times 10^{-2}$	0.034
	左張出	9	1000	1000	925	D22	D22	$-6.50 \times 10^{-6}$	$-7.35 \times 10^{-4}$	$1.99 \times 10^{-2}$	0.037
	頂板1	17	1000	1000	925	D22	D29	$-1.97 \times 10^{-5}$	$1.05 \times 10^{-3}$	$1.99 \times 10^{-2}$	0.053
	頂板2	13	1000	3190	3115	D22	D29	$-1.54 \times 10^{-5}$	$-2.91 \times 10^{-5}$	$6.25 \times 10^{-3}$	0.005
	底版1	18	1000	1200	1125	D22	D29	$-3.05 \times 10^{-5}$	$7.90 \times 10^{-4}$	$1.66 \times 10^{-2}$	0.048
	底版2	21	1000	1200	1125	D22	D22	$-1.82 \times 10^{-5}$	$2.11 \times 10^{-4}$	$1.66 \times 10^{-2}$	0.013
① S <sub>s</sub> -2 2	突出部	1	1000	1000	925	D19	D22	$-1.78 \times 10^{-6}$	$5.74 \times 10^{-5}$	$1.99 \times 10^{-2}$	0.003
	側壁	2	1000	1500	1425	D25	D29	$-2.85 \times 10^{-6}$	$3.51 \times 10^{-4}$	$1.33 \times 10^{-2}$	0.026
	隔壁	6	1000	1200	1125	D22	D22	$-2.66 \times 10^{-5}$	$-5.12 \times 10^{-4}$	$1.66 \times 10^{-2}$	0.031
	左張出	9	1000	1000	925	D22	D22	$-4.05 \times 10^{-6}$	$-8.26 \times 10^{-4}$	$1.99 \times 10^{-2}$	0.042
	頂板1	17	1000	1000	925	D22	D29	$-2.97 \times 10^{-5}$	$1.19 \times 10^{-3}$	$1.99 \times 10^{-2}$	0.060
	頂板2	13	1000	3190	3115	D22	D29	$-2.07 \times 10^{-5}$	$-2.87 \times 10^{-5}$	$6.25 \times 10^{-3}$	0.005
	底版1	18	1000	1200	1125	D22	D29	$-2.68 \times 10^{-5}$	$6.36 \times 10^{-4}$	$1.66 \times 10^{-2}$	0.038
	底版2	23	1000	1200	1125	D22	D22	$-3.54 \times 10^{-5}$	$2.34 \times 10^{-4}$	$1.66 \times 10^{-2}$	0.014
① S <sub>s</sub> -3 1 (H+, V+)	突出部	8	1000	1000	925	D19	D22	$-1.56 \times 10^{-6}$	$5.38 \times 10^{-5}$	$1.99 \times 10^{-2}$	0.003
	側壁	2	1000	1500	1425	D25	D29	$4.71 \times 10^{-7}$	$4.25 \times 10^{-4}$	$1.33 \times 10^{-2}$	0.032
	隔壁	6	1000	1200	1125	D22	D22	$-2.81 \times 10^{-5}$	$-5.17 \times 10^{-4}$	$1.66 \times 10^{-2}$	0.031
	左張出	9	1000	1000	925	D22	D22	$-3.09 \times 10^{-6}$	$-9.14 \times 10^{-4}$	$1.99 \times 10^{-2}$	0.046
	頂板1	17	1000	1000	925	D22	D29	$-1.38 \times 10^{-5}$	$8.58 \times 10^{-4}$	$1.99 \times 10^{-2}$	0.043
	頂板2	14	1000	3190	3115	D22	D29	$-2.28 \times 10^{-5}$	$-2.51 \times 10^{-5}$	$6.25 \times 10^{-3}$	0.004
	底版1	18	1000	1200	1125	D22	D29	$-2.25 \times 10^{-5}$	$9.25 \times 10^{-4}$	$1.66 \times 10^{-2}$	0.056
	底版2	21	1000	1200	1125	D22	D22	$-2.00 \times 10^{-5}$	$2.02 \times 10^{-4}$	$1.66 \times 10^{-2}$	0.012
① S <sub>s</sub> -3 1 (H-, V+)	突出部	8	1000	1000	925	D19	D22	$-1.54 \times 10^{-6}$	$5.84 \times 10^{-5}$	$1.99 \times 10^{-2}$	0.003
	側壁	2	1000	1500	1425	D25	D29	$8.43 \times 10^{-7}$	$4.63 \times 10^{-4}$	$1.33 \times 10^{-2}$	0.035
	隔壁	3	1000	1200	1125	D22	D22	$-2.69 \times 10^{-5}$	$-6.07 \times 10^{-4}$	$1.66 \times 10^{-2}$	0.037
	左張出	9	1000	1000	925	D22	D22	$-4.74 \times 10^{-6}$	$-9.78 \times 10^{-4}$	$1.99 \times 10^{-2}$	0.049
	頂板1	10	1000	1000	925	D22	D29	$-3.84 \times 10^{-5}$	$8.89 \times 10^{-4}$	$1.99 \times 10^{-2}$	0.045
	頂板2	14	1000	3190	3115	D22	D29	$-2.04 \times 10^{-5}$	$-2.91 \times 10^{-5}$	$6.25 \times 10^{-3}$	0.005
	底版1	25	1000	1200	1125	D22	D29	$-2.45 \times 10^{-5}$	$8.01 \times 10^{-4}$	$1.66 \times 10^{-2}$	0.048
	底版2	20	1000	1200	1125	D22	D22	$-3.07 \times 10^{-5}$	$2.08 \times 10^{-4}$	$1.66 \times 10^{-2}$	0.013

注記 \* : 評価位置は下図に示す。

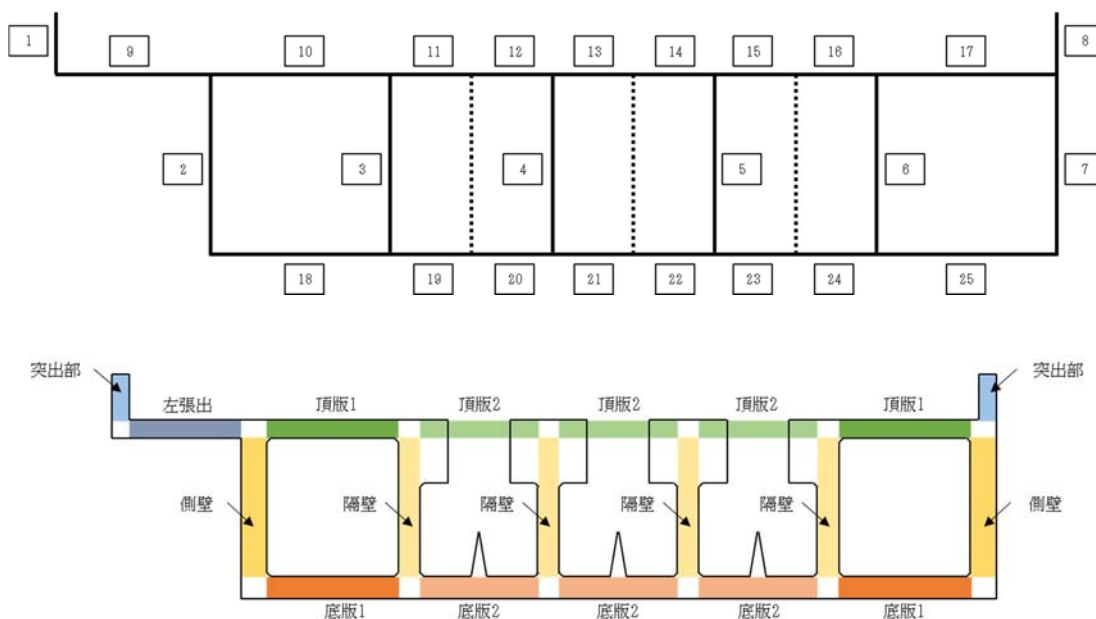


表 2.4-6(4) RC 構造物の曲げ軸力照査結果 (④-④断面)

検討ケース	評価位置		断面性状			鉄筋仕様		軸方向ひずみ $\epsilon_a$ [-]	曲率 $\phi_m$ [1/m]	曲率 (圧縮ひずみ1%) $\phi$ [1/m]	照査値 $\gamma_i \cdot \phi_m / \phi$
			部材幅 b (mm)	部材高 h (mm)	有効高 d (mm)	上端	下端				
② S <sub>s</sub> -D1 (H+, V+)	突出部	1	1000	1000	925	D19	D22	$-1.34 \times 10^{-6}$	$7.17 \times 10^{-5}$	$1.99 \times 10^{-2}$	0.004
	側壁	2	1000	1500	1425	D25	D29	$1.84 \times 10^{-6}$	$6.12 \times 10^{-4}$	$1.33 \times 10^{-2}$	0.046
	隔壁	6	1000	1200	1125	D22	D22	$-2.99 \times 10^{-5}$	$-1.25 \times 10^{-3}$	$1.66 \times 10^{-2}$	0.075
	左張出	9	1000	1000	925	D22	D22	$-3.58 \times 10^{-6}$	$-1.41 \times 10^{-3}$	$1.99 \times 10^{-2}$	0.071
	頂板1	17	1000	1000	925	D22	D29	$-2.92 \times 10^{-5}$	$1.63 \times 10^{-3}$	$1.99 \times 10^{-2}$	0.082
	頂板2	14	1000	3190	3115	D22	D29	$-2.99 \times 10^{-5}$	$-4.35 \times 10^{-5}$	$6.25 \times 10^{-3}$	0.007
	底版1	25	1000	1200	1125	D22	D29	$-3.11 \times 10^{-5}$	$1.15 \times 10^{-3}$	$1.66 \times 10^{-2}$	0.069
	底版2	19	1000	1200	1125	D22	D22	$-2.05 \times 10^{-5}$	$3.78 \times 10^{-4}$	$1.66 \times 10^{-2}$	0.023

表 2.4-6(5) RC 構造物の曲げ軸力照査結果 (④-④断面)

検討ケース	評価位置		断面性状			鉄筋仕様		軸方向ひずみ $\epsilon_a$ [-]	曲率 $\phi_m$ [1/m]	曲率 (圧縮ひずみ1%) $\phi$ [1/m]	照査値 $\gamma_i \cdot \phi_m / \phi$
			部材幅 b (mm)	部材高 h (mm)	有効高 d (mm)	上端	下端				
③ S <sub>s</sub> -D1 (H+, V+)	突出部	1	1000	1000	925	D19	D22	$-1.38 \times 10^{-6}$	$7.17 \times 10^{-5}$	$1.99 \times 10^{-2}$	0.004
	側壁	2	1000	1500	1425	D25	D29	$1.54 \times 10^{-6}$	$4.99 \times 10^{-4}$	$1.33 \times 10^{-2}$	0.038
	隔壁	6	1000	1200	1125	D22	D22	$-3.44 \times 10^{-5}$	$-1.12 \times 10^{-3}$	$1.66 \times 10^{-2}$	0.067
	左張出	9	1000	1000	925	D22	D22	$-4.43 \times 10^{-6}$	$-1.27 \times 10^{-3}$	$1.99 \times 10^{-2}$	0.064
	頂板1	17	1000	1000	925	D22	D29	$-2.99 \times 10^{-5}$	$1.66 \times 10^{-3}$	$1.99 \times 10^{-2}$	0.083
	頂板2	13	1000	3190	3115	D22	D29	$-1.97 \times 10^{-5}$	$-4.27 \times 10^{-5}$	$6.25 \times 10^{-3}$	0.007
	底版1	25	1000	1200	1125	D22	D29	$-3.28 \times 10^{-5}$	$1.01 \times 10^{-3}$	$1.66 \times 10^{-2}$	0.061
	底版2	19	1000	1200	1125	D22	D22	$-2.23 \times 10^{-5}$	$3.64 \times 10^{-4}$	$1.66 \times 10^{-2}$	0.022

注記 \* : 評価位置は下図に示す。

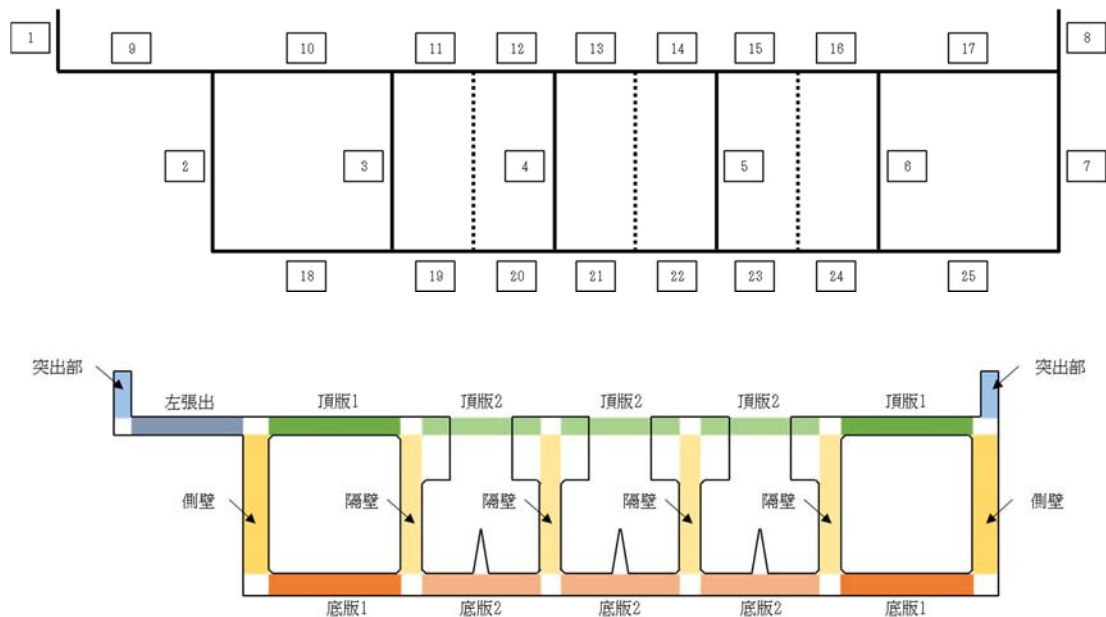


表 2.4-6(6) RC 構造物の曲げ軸力照査結果 (④-④断面)

検討ケース	評価位置		断面性状			鉄筋仕様		軸方向ひずみ $\epsilon_a$ [-]	曲率 $\phi_m$ [1/m]	曲率 (圧縮ひずみ1%) $\phi$ [1/m]	照査値 $\gamma_i \cdot \phi_m / \phi$
			部材幅 b (mm)	部材高 h (mm)	有効高 d (mm)	上端	下端				
④ S <sub>s</sub> -D1 (H+, V+)	突出部	1	1000	1000	925	D19	D22	$-6.40 \times 10^{-7}$	$8.01 \times 10^{-5}$	$1.99 \times 10^{-2}$	0.004
	側壁	2	1000	1500	1425	D25	D29	$5.55 \times 10^{-6}$	$6.39 \times 10^{-4}$	$1.33 \times 10^{-2}$	0.048
	隔壁	6	1000	1200	1125	D22	D22	$-3.64 \times 10^{-5}$	$-1.78 \times 10^{-3}$	$1.66 \times 10^{-2}$	0.107
	左張出	9	1000	1000	925	D22	D22	$-9.57 \times 10^{-6}$	$-2.20 \times 10^{-3}$	$1.99 \times 10^{-2}$	0.111
	頂板1	17	1000	1000	925	D22	D29	$-3.05 \times 10^{-5}$	$2.05 \times 10^{-3}$	$1.99 \times 10^{-2}$	0.103
	頂板2	13	1000	3190	3115	D22	D29	$-2.49 \times 10^{-5}$	$-7.79 \times 10^{-5}$	$6.25 \times 10^{-3}$	0.012
	底版1	25	1000	1200	1125	D22	D29	$-3.70 \times 10^{-5}$	$1.58 \times 10^{-3}$	$1.66 \times 10^{-2}$	0.095
	底版2	19	1000	1200	1125	D22	D22	$-2.44 \times 10^{-5}$	$7.26 \times 10^{-4}$	$1.66 \times 10^{-2}$	0.044

表 2.4-6(7) RC 構造物の曲げ軸力照査結果 (④-④断面)

検討ケース	評価位置		断面性状			鉄筋仕様		軸方向ひずみ $\epsilon_a$ [-]	曲率 $\phi_m$ [1/m]	曲率 (圧縮ひずみ1%) $\phi$ [1/m]	照査値 $\gamma_i \cdot \phi_m / \phi$
			部材幅 b (mm)	部材高 h (mm)	有効高 d (mm)	上端	下端				
⑤ S <sub>s</sub> -D1 (H+, V+)	突出部	8	1000	1000	925	D19	D22	$-2.72 \times 10^{-6}$	$6.04 \times 10^{-5}$	$1.99 \times 10^{-2}$	0.003
	側壁	2	1000	1500	1425	D25	D29	$-1.22 \times 10^{-6}$	$5.65 \times 10^{-4}$	$1.33 \times 10^{-2}$	0.042
	隔壁	6	1000	1200	1125	D22	D22	$-3.08 \times 10^{-5}$	$-8.60 \times 10^{-4}$	$1.66 \times 10^{-2}$	0.052
	左張出	9	1000	1000	925	D22	D22	$-3.44 \times 10^{-6}$	$-1.10 \times 10^{-3}$	$1.99 \times 10^{-2}$	0.055
	頂板1	17	1000	1000	925	D22	D29	$-2.65 \times 10^{-5}$	$1.39 \times 10^{-3}$	$1.99 \times 10^{-2}$	0.070
	頂板2	13	1000	3190	3115	D22	D29	$-1.56 \times 10^{-5}$	$-3.40 \times 10^{-5}$	$6.25 \times 10^{-3}$	0.005
	底版1	18	1000	1200	1125	D22	D29	$-2.69 \times 10^{-5}$	$1.06 \times 10^{-3}$	$1.66 \times 10^{-2}$	0.064
	底版2	23	1000	1200	1125	D22	D22	$-2.63 \times 10^{-5}$	$2.66 \times 10^{-4}$	$1.66 \times 10^{-2}$	0.016

注記 \* : 評価位置は下図に示す。

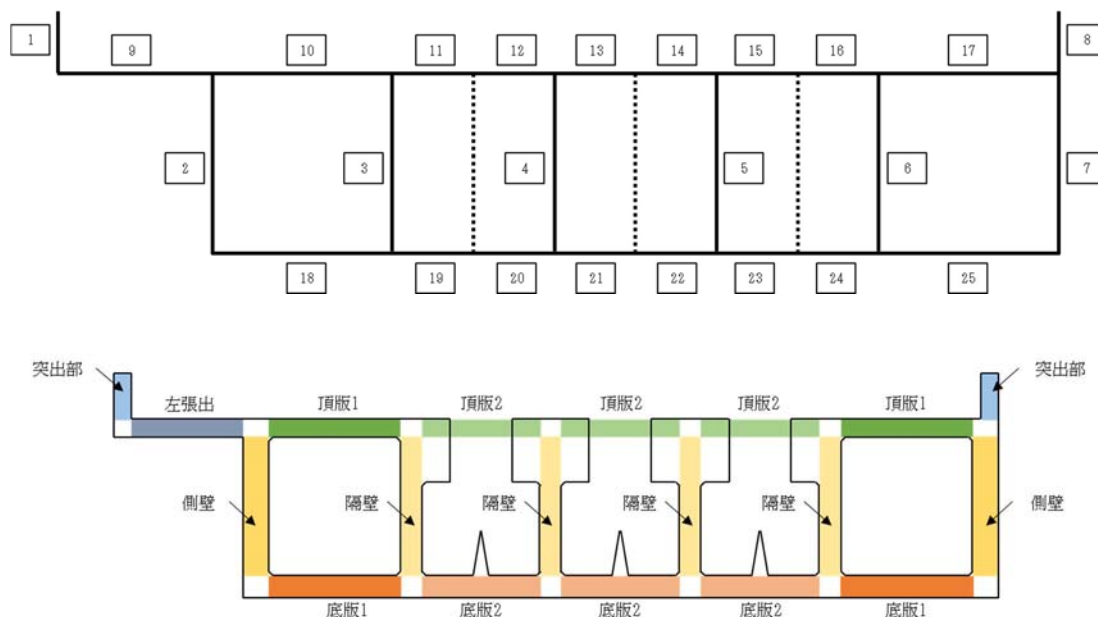
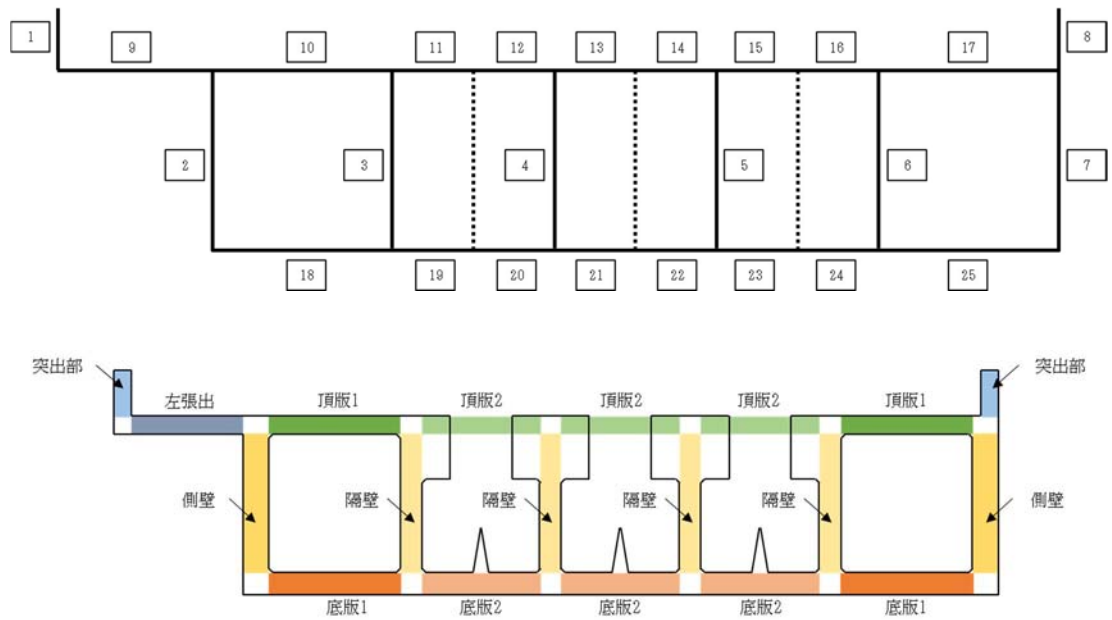


表 2.4-6(8) RC 構造物の曲げ軸力照査結果 (④-④断面)

検討ケース	評価位置		断面性状			鉄筋仕様		軸方向ひずみ $\epsilon_a$ [-]	曲率 $\phi_m$ [1/m]	曲率 (圧縮ひずみ1%) $\phi$ [1/m]	照査値 $\gamma_i \cdot \phi_m / \phi$
			部材幅 b (mm)	部材高 h (mm)	有効高 d (mm)	上端	下端				
⑥ S <sub>s</sub> -D1 (H+, V+)	突出部	8	1000	1000	925	D19	D22	$-2.65 \times 10^{-6}$	$6.01 \times 10^{-5}$	$1.99 \times 10^{-2}$	0.003
	側壁	2	1000	1500	1425	D25	D29	$-2.36 \times 10^{-6}$	$5.77 \times 10^{-4}$	$1.33 \times 10^{-2}$	0.043
	隔壁	6	1000	1200	1125	D22	D22	$-2.78 \times 10^{-5}$	$-8.64 \times 10^{-4}$	$1.66 \times 10^{-2}$	0.052
	左張出	9	1000	1000	925	D22	D22	$-3.14 \times 10^{-6}$	$-1.12 \times 10^{-3}$	$1.99 \times 10^{-2}$	0.056
	頂板1	17	1000	1000	925	D22	D29	$-2.66 \times 10^{-5}$	$1.30 \times 10^{-3}$	$1.99 \times 10^{-2}$	0.065
	頂板2	13	1000	3190	3115	D22	D29	$-1.59 \times 10^{-5}$	$-3.39 \times 10^{-5}$	$6.25 \times 10^{-3}$	0.005
	底版1	18	1000	1200	1125	D22	D29	$-2.64 \times 10^{-5}$	$1.10 \times 10^{-3}$	$1.66 \times 10^{-2}$	0.066
	底版2	20	1000	1200	1125	D22	D22	$-3.60 \times 10^{-5}$	$2.85 \times 10^{-4}$	$1.66 \times 10^{-2}$	0.017

注記 \* : 評価位置は下図に示す。





(2) 構造部材のせん断力に対する評価結果

RC 構造物のせん断力に対する評価結果を表 2.4-7 および表 2.4-8 に示す。

RC 構造物の評価位置において発生せん断力 ( $V$ ) がコンクリートの負担するせん断力 ( $V_{cd}$ ) と斜め引張鉄筋の負担するせん断力 ( $V_{sd}$ )、建設技術審査証明報告書による後施工せん断補強筋が負担するせん断力 ( $V_{phb}$ ) を合わせたせん断耐力 ( $V_{yd}$ ) を下回ることを確認した。 $(V_{yd} = V_{cd} + V_s + V_{phb} \geq V)$ 。なお、発生断面力は各地震動、各部材において最大となる値を示している。

以上より、取水路および取水ピットで RC 構造物の各部材に発生するせん断力は、せん断耐力以下であることを確認した。

表 2.4-7(1) RC 構造物のせん断力照査結果 (①-①断面) (1/3)

検討ケース	評価位置		断面性状			鉄筋仕様		発生せん断力 Vd (kN)	せん断耐力 Vyd (kN)	照査値 $\gamma_i \cdot V_d/V_{yd}$
			部材幅 b (mm)	部材高 h (mm)	有効高 d (mm)	PHbせん断補強筋	備考			
① S <sub>s</sub> -D 1 (H+, V+)	側壁	2	1000	1500	1425	SD345 D22 @300×300		-630	1911	0.330
	頂板1	10	1000	1000	925	SD345 D22 @300×300		-240	1322	0.182
	頂板2	7	1000	1000	925	-	※ 5, 6, 7 : PHbなし	-169	276	0.612
	底板1	11	1000	1000	925	SD345 D22 @300×300		-523	1318	0.397
	底板2	14	1000	1000	925	-	※ 12, 14 : PHbなし	-228	413	0.552
	隔壁	25	1000	1000	925	SD345 D22 @300×300		-187	1238	0.151
① S <sub>s</sub> -D 1 (H+, V-)	側壁	1	1000	1500	1425	SD345 D22 @300×300		623	1909	0.326
	頂板1	3	1000	1000	925	SD345 D22 @300×300		239	1297	0.184
	頂板2	7	1000	1000	925	-	※ 5, 6, 7 : PHbなし	-122	202	0.604
	底板1	11	1000	1000	925	SD345 D22 @300×300		-537	1324	0.406
	底板2	14	1000	1000	925	-	※ 12, 14 : PHbなし	-192	331	0.580
	隔壁	25	1000	1000	925	SD345 D22 @300×300		-185	1243	0.149
① S <sub>s</sub> -D 1 (H-, V+)	側壁	2	1000	1500	1425	SD345 D22 @300×300		-696	1921	0.362
	頂板1	10	1000	1000	925	SD345 D22 @300×300		-302	1313	0.230
	頂板2	7	1000	1000	925	-	※ 5, 6, 7 : PHbなし	-168	307	0.547
	底板1	11	1000	1000	925	SD345 D22 @300×300		-517	1328	0.389
	底板2	14	1000	1000	925	-	※ 12, 14 : PHbなし	-261	431	0.606
	隔壁	19	1000	1000	925	SD345 D22 @300×300		171	1236	0.138
① S <sub>s</sub> -D 1 (H-, V-)	側壁	2	1000	1500	1425	SD345 D22 @300×300		-681	1929	0.353
	頂板1	10	1000	1000	925	SD345 D22 @300×300		-297	1291	0.230
	頂板2	7	1000	1000	925	-	※ 5, 6, 7 : PHbなし	-175	318	0.550
	底板1	11	1000	1000	925	SD345 D22 @300×300		-534	1320	0.405
	底板2	14	1000	1000	925	-	※ 12, 14 : PHbなし	-255	424	0.601
	隔壁	19	1000	1000	925	SD345 D22 @300×300		172	1238	0.139

注記 \* : 評価位置は下図に示す。

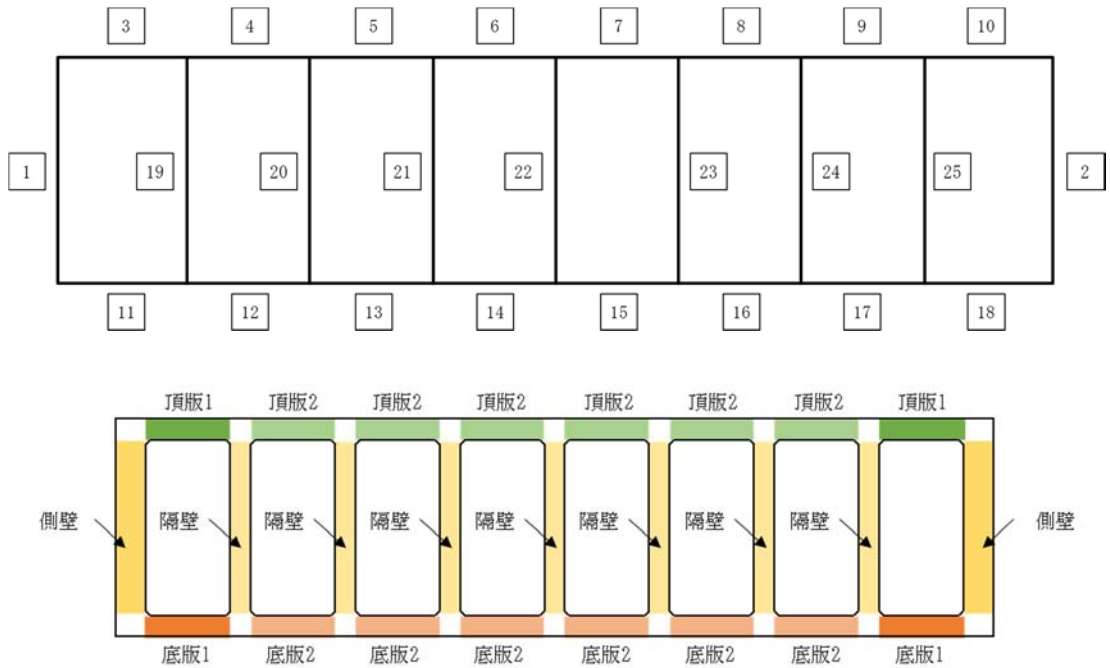


表 2.4-7(2) RC 構造物のせん断力照査結果 (①-①断面) (2/3)

検討ケース	評価位置		断面性状			鉄筋仕様		発生せん断力 Vd (kN)	せん断耐力 Vyd (kN)	照査値 $\gamma_i \cdot V_d/V_{yd}$
			部材幅 b (mm)	部材高 h (mm)	有効高 d (mm)	PHbせん断補強筋	備考			
① S <sub>S</sub> -1 1	側壁	2	1000	1500	1425	SD345 D22 @300×300		-528	1922	0.275
	頂板1	3	1000	1000	925	SD345 D22 @300×300		180	335	0.537
	頂板2	7	1000	1000	925	-	※ 5, 6, 7 : PHbなし	-140	331	0.423
	底板1	11	1000	1000	925	SD345 D22 @300×300		-428	1324	0.323
	底板2	14	1000	1000	925	-	※ 12, 14 : PHbなし	-205	470	0.436
	隔壁	25	1000	1000	925	SD345 D22 @300×300		-136	261	0.521
① S <sub>S</sub> -1 2	側壁	2	1000	1500	1425	SD345 D22 @300×300		-698	1942	0.359
	頂板1	10	1000	1000	925	SD345 D22 @300×300		-231	1331	0.174
	頂板2	7	1000	1000	925	-	※ 5, 6, 7 : PHbなし	-79	152	0.520
	底板1	18	1000	1000	925	SD345 D22 @300×300		442	1337	0.331
	底板2	14	1000	1000	925	-	※ 12, 14 : PHbなし	-222	467	0.475
	隔壁	25	1000	1000	925	SD345 D22 @300×300		-149	1228	0.121
① S <sub>S</sub> -1 3	側壁	2	1000	1500	1425	SD345 D22 @300×300		-622	1888	0.329
	頂板1	3	1000	1000	925	SD345 D22 @300×300		-228	1284	0.178
	頂板2	7	1000	1000	925	-	※ 5, 6, 7 : PHbなし	-94	162	0.580
	底板1	18	1000	1000	925	SD345 D22 @300×300		425	1327	0.320
	底板2	12	1000	1000	925	-	※ 12, 14 : PHbなし	232	510	0.455
	隔壁	25	1000	1000	925	SD345 D22 @300×300		-151	1231	0.123
① S <sub>S</sub> -1 4	側壁	2	1000	1500	1425	SD345 D22 @300×300		-570	1952	0.292
	頂板1	10	1000	1000	925	SD345 D22 @300×300		-200	345	0.580
	頂板2	6	1000	1000	925	-	※ 5, 6, 7 : PHbなし	-121	308	0.393
	底板1	11	1000	1000	925	SD345 D22 @300×300		-390	1343	0.290
	底板2	12	1000	1000	925	-	※ 12, 14 : PHbなし	169	462	0.366
	隔壁	25	1000	1000	925	SD345 D22 @300×300		-128	254	0.504

注記 \* : 評価位置は下図に示す。

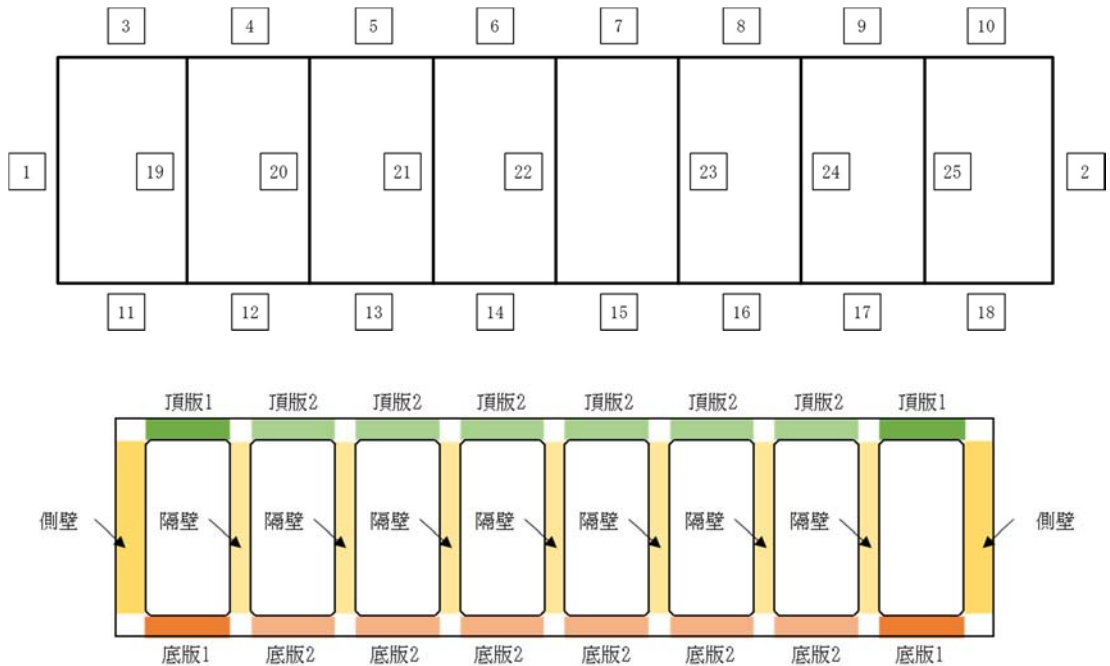


表 2.4-7(3) RC 構造物のせん断力照査結果 (①-①断面) (3/3)

検討ケース	評価位置		断面性状			鉄筋仕様		発生せん断力 Vd (kN)	せん断耐力 Vyd (kN)	照査値 $\gamma_i \cdot V_d/V_{y_d}$
			部材幅 b (mm)	部材高 h (mm)	有効高 d (mm)	PHbせん断補強筋	備考			
① S <sub>s</sub> -2 1	側壁	1	1000	1500	1425	SD345 D22 @300×300		582	1929	0.302
	頂板1	3	1000	1000	925	SD345 D22 @300×300		222	1318	0.168
	頂板2	5	1000	1000	925	-	※ 5, 6, 7 : PHbなし	-130	283	0.459
	底板1	11	1000	1000	925	SD345 D22 @300×300		-495	1332	0.372
	底板2	14	1000	1000	925	-	※ 12, 14 : PHbなし	-195	403	0.484
	隔壁	19	1000	1000	925	SD345 D22 @300×300		159	270	0.589
① S <sub>s</sub> -2 2	側壁	2	1000	1500	1425	SD345 D22 @300×300		-602	1971	0.305
	頂板1	10	1000	1000	925	SD345 D22 @300×300		-241	1311	0.184
	頂板2	5	1000	1000	925	-	※ 5, 6, 7 : PHbなし	-131	285	0.460
	底板1	11	1000	1000	925	SD345 D22 @300×300		-487	1340	0.363
	底板2	12	1000	1000	925	-	※ 12, 14 : PHbなし	223	510	0.437
	隔壁	19	1000	1000	925	SD345 D22 @300×300		150	263	0.570
① S <sub>s</sub> -3 1 (H+, V+)	側壁	2	1000	1500	1425	SD345 D22 @300×300		-559	1896	0.295
	頂板1	3	1000	1000	925	SD345 D22 @300×300		-264	1283	0.206
	頂板2	7	1000	1000	925	-	※ 5, 6, 7 : PHbなし	-135	250	0.540
	底板1	11	1000	1000	925	SD345 D22 @300×300		-391	1310	0.298
	底板2	12	1000	1000	925	-	※ 12, 14 : PHbなし	-202	462	0.437
	隔壁	19	1000	1000	925	SD345 D22 @300×300		178	1249	0.143
① S <sub>s</sub> -3 1 (H-, V+)	側壁	2	1000	1500	1425	SD345 D22 @300×300		-590	1882	0.313
	頂板1	3	1000	1000	925	SD345 D22 @300×300		-242	1246	0.194
	頂板2	7	1000	1000	925	-	※ 5, 6, 7 : PHbなし	-123	222	0.554
	底板1	18	1000	1000	925	SD345 D22 @300×300		419	1322	0.317
	底板2	12	1000	1000	925	-	※ 12, 14 : PHbなし	246	510	0.482
	隔壁	25	1000	1000	925	SD345 D22 @300×300		-172	1237	0.139

注記 \* : 評価位置は下図に示す。

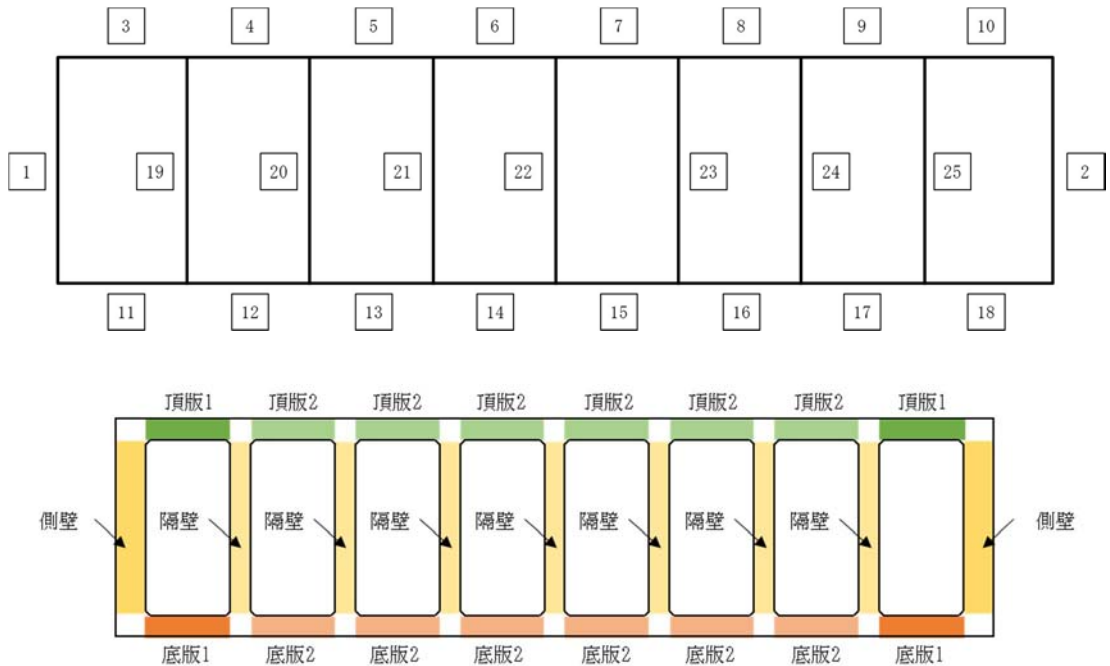


表 2.4-7(4) RC 構造物のせん断力照査結果 (①-①断面)

検討ケース	評価位置		断面性状			鉄筋仕様		発生せん断力 Vd (kN)	せん断耐力 Vyd (kN)	照査値 $\gamma_i \cdot V_d / V_{yd}$
			部材幅 b (mm)	部材高 h (mm)	有効高 d (m)	PHbせん断補強筋	備考			
② S <sub>s</sub> -D1 (H+, V+)	側壁	1	1000	1500	1425	SD345 D22 @300×300		615	1898	0.324
	頂板1	10	1000	1000	925	SD345 D22 @300×300		-248	1320	0.188
	頂板2	7	1000	1000	925	-	※ 5, 6, 7 : PHbなし	-173	273	0.634
	底版1	11	1000	1000	925	SD345 D22 @300×300		-516	1320	0.391
	底版2	12	1000	1000	925	-	※ 12, 14 : PHbなし	271	510	0.531
	隔壁	25	1000	1000	925	SD345 D22 @300×300		-189	1240	0.152

表 2.4-7(5) RC 構造物のせん断力照査結果 (①-①断面)

検討ケース	評価位置		断面性状			鉄筋仕様		発生せん断力 Vd (kN)	せん断耐力 Vyd (kN)	照査値 $\gamma_i \cdot V_d / V_{yd}$
			部材幅 b (mm)	部材高 h (mm)	有効高 d (m)	PHbせん断補強筋	備考			
③ S <sub>s</sub> -D1 (H+, V+)	側壁	1	1000	1500	1425	SD345 D22 @300×300		-637	1902	0.335
	頂板1	10	1000	1000	925	SD345 D22 @300×300		-262	1310	0.200
	頂板2	7	1000	1000	925	-	※ 5, 6, 7 : PHbなし	-56	87	0.644
	底版1	11	1000	1000	925	SD345 D22 @300×300		-518	1319	0.393
	底版2	12	1000	1000	925	-	※ 12, 14 : PHbなし	-223	405	0.551
	隔壁	25	1000	1000	925	SD345 D22 @300×300		-185	1235	0.150

注記 \* : 評価位置は下図に示す。

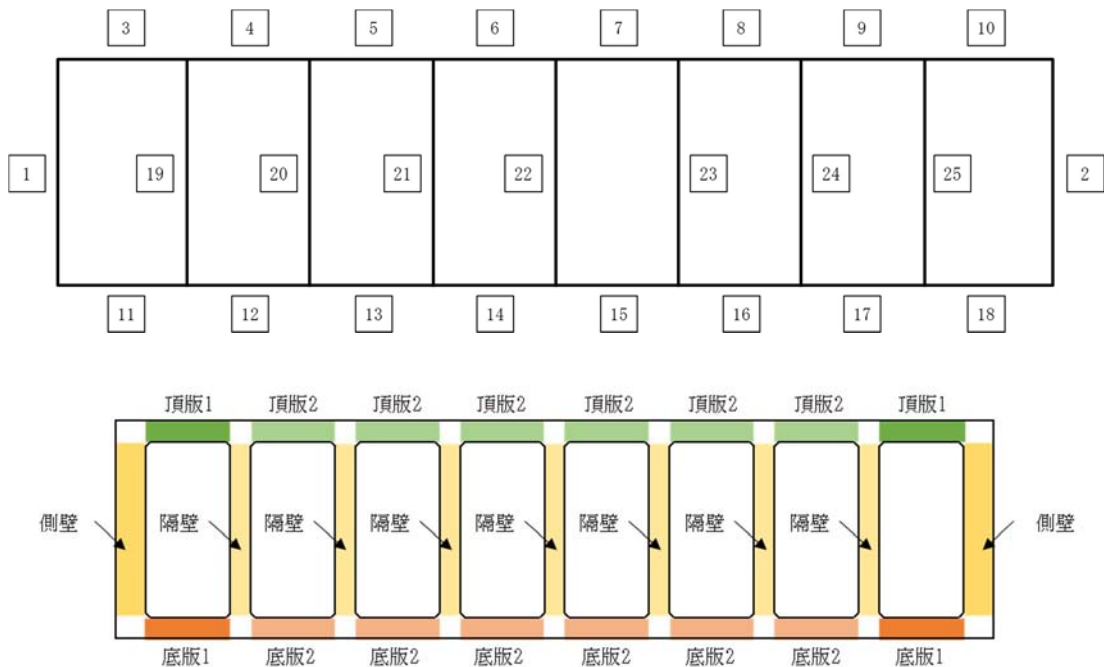


表 2.4-7(6) RC 構造物のせん断力照査結果 (①-①断面)

検討ケース	評価位置		断面性状			鉄筋仕様		発生せん断力 Vd (kN)	せん断耐力 Vyd (kN)	照査値 $\gamma_i \cdot V_d / V_{yd}$
			部材幅	部材高	有効高	PHbせん断補強筋	備考			
			b (mm)	h (mm)	d (m)					
④ S <sub>s</sub> -D1 (H+, V+)	側壁	1	1000	1500	1425	SD345 D22 @300×300		859	1887	0.455
	頂板1	10	1000	1000	925	SD345 D22 @300×300		303	1300	0.233
	頂板2	7	1000	1000	925	-	※ 5, 6, 7 : PHbなし	-195	281	0.694
	底版1	11	1000	1000	925	SD345 D22 @300×300		-651	1318	0.494
	底版2	12	1000	1000	925	-	※ 12, 14 : PHbなし	-264	383	0.689
	隔壁	25	1000	1000	925	SD345 D22 @300×300		-186	1240	0.150

表 2.4-7(7) RC 構造物のせん断力照査結果 (①-①断面)

検討ケース	評価位置		断面性状			鉄筋仕様		発生せん断力 Vd (kN)	せん断耐力 Vyd (kN)	照査値 $\gamma_i \cdot V_d / V_{yd}$
			部材幅	部材高	有効高	PHbせん断補強筋	備考			
			b (mm)	h (mm)	d (m)					
⑤ S <sub>s</sub> -D1 (H+, V+)	側壁	1	1000	1500	1425	SD345 D22 @300×300		-622	1897	0.328
	頂板1	10	1000	1000	925	SD345 D22 @300×300		-225	1273	0.177
	頂板2	7	1000	1000	925	-	※ 5, 6, 7 : PHbなし	-149	298	0.500
	底版1	11	1000	1000	925	SD345 D22 @300×300		-478	1351	0.354
	底版2	12	1000	1000	925	-	※ 12, 14 : PHbなし	269	510	0.527
	隔壁	25	1000	1000	925	SD345 D22 @300×300		-187	1239	0.151

注記 \* : 評価位置は下図に示す。

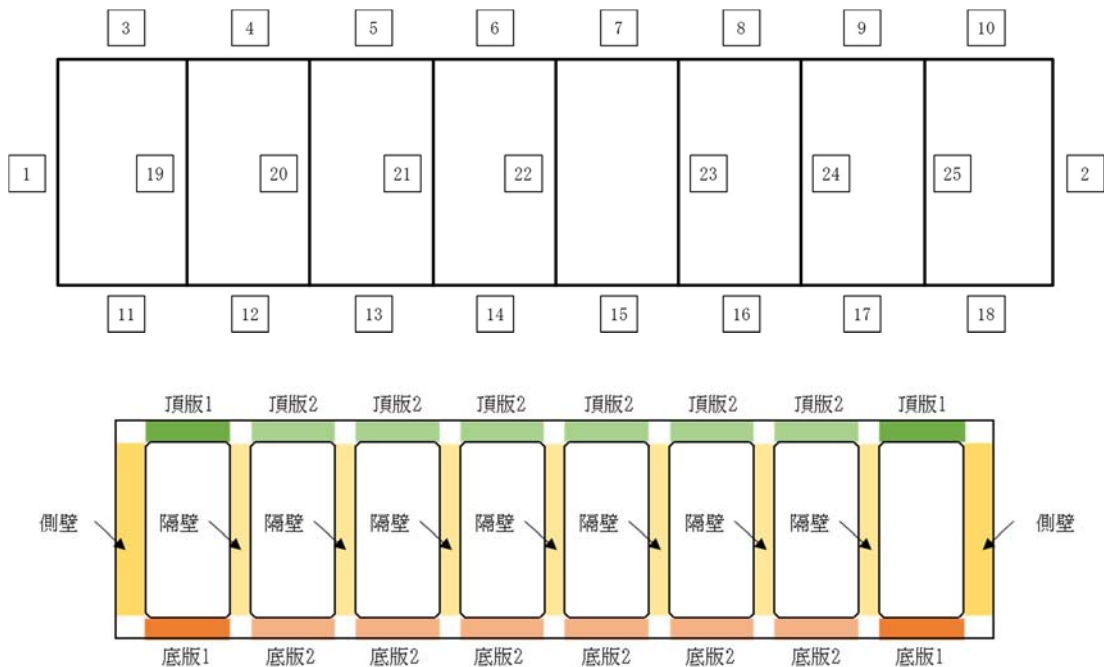


表 2.4-7(8) RC 構造物のせん断力照査結果 (①-①断面)

検討ケース	評価位置		断面性状			鉄筋仕様		発生せん断力 Vd (kN)	せん断耐力 Vyd (kN)	照査値 $\gamma_i \cdot V_d / V_{yd}$
			部材幅 b (mm)	部材高 h (mm)	有効高 d (mm)	PHbせん断補強筋	備考			
⑥ S <sub>s</sub> -D1 (H+, V+)	側壁	1	1000	1500	1425	SD345 D22 @300×300		-615	1901	0.324
	頂板1	10	1000	1000	925	SD345 D22 @300×300		-232	1326	0.175
	頂板2	7	1000	1000	925	-	※ 5, 6, 7 : PHbなし	-146	289	0.505
	底版1	11	1000	1000	925	SD345 D22 @300×300		-478	1353	0.353
	底版2	12	1000	1000	925	-	※ 12, 14 : PHbなし	230	420	0.548
	隔壁	25	1000	1000	925	SD345 D22 @300×300		-185	1242	0.149

注記 \* : 評価位置は下図に示す。

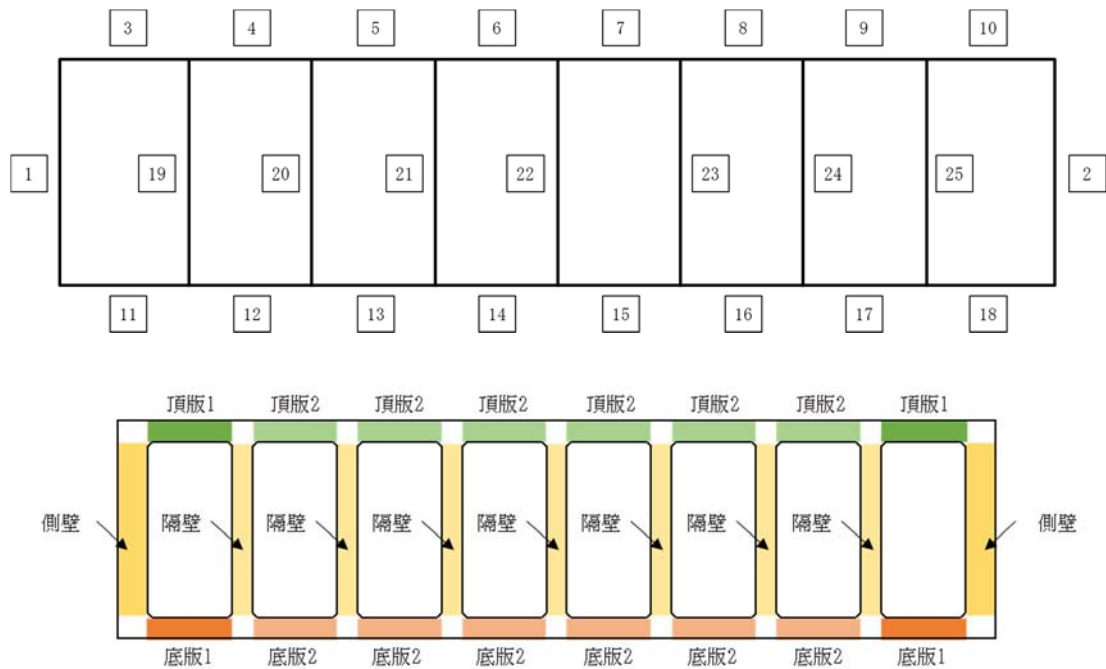


表 2.4-8(1) RC 構造物のせん断力照査結果 (④-④断面) (1/3)

検討ケース	評価位置		断面性状			鉄筋仕様		発生せん断力 Vd (kN)	せん断耐力 Vyd (kN)	照査値 $\gamma_i \cdot V_d / V_{yd}$
			部材幅 b (mm)	部材高 h (mm)	有効高 d (mm)	PHbせん断補強筋	備考			
① S <sub>s</sub> -D1 (H+, V+)	突出部	1	1000	1000	925	-		110	317	0.347
	側壁	2	1000	1500	1425	SD345 D22 $\emptyset 300 \times 300$		-609	1839	0.331
	隔壁	6	1000	1200	1125	SD345 D22 $\emptyset 300 \times 300$		364	1522	0.239
	左張出	9	1000	1000	925	SD345 D22 $\emptyset 300 \times 300$		251	1228	0.204
	頂板1	17	1000	1000	925	SD345 D22 $\emptyset 300 \times 300$		-386	1308	0.295
	頂板2	16	1000	3190	3115	SD345 D22 $\emptyset 300 \times 300$		-895	4158	0.215
	底板1	18	1000	1200	1125	SD345 D22 $\emptyset 300 \times 300$		-528	1583	0.334
	底板2	23	1000	1200	1125	SD345 D22 $\emptyset 300 \times 300$		-339	1605	0.211
① S <sub>s</sub> -D1 (H+, V-)	突出部	1	1000	1000	925	-		111	319	0.348
	側壁	2	1000	1500	1425	SD345 D22 $\emptyset 300 \times 300$		695	1964	0.354
	隔壁	6	1000	1200	1125	SD345 D22 $\emptyset 300 \times 300$		369	1519	0.243
	左張出	9	1000	1000	925	SD345 D22 $\emptyset 300 \times 300$		257	1230	0.209
	頂板1	17	1000	1000	925	SD345 D22 $\emptyset 300 \times 300$		-410	1318	0.311
	頂板2	16	1000	3190	3115	SD345 D22 $\emptyset 300 \times 300$		-905	4205	0.215
	底板1	18	1000	1200	1125	SD345 D22 $\emptyset 300 \times 300$		-569	1582	0.360
	底板2	23	1000	1200	1125	SD345 D22 $\emptyset 300 \times 300$		-362	1643	0.220
① S <sub>s</sub> -D1 (H-, V+)	突出部	1	1000	1000	925	-		112	322	0.348
	側壁	7	1000	1500	1425	SD345 D22 $\emptyset 300 \times 300$		-759	2009	0.378
	隔壁	6	1000	1200	1125	SD345 D22 $\emptyset 300 \times 300$		443	1508	0.294
	左張出	9	1000	1000	925	SD345 D22 $\emptyset 300 \times 300$		262	1230	0.213
	頂板1	17	1000	1000	925	SD345 D22 $\emptyset 300 \times 300$		-404	1341	0.301
	頂板2	16	1000	3190	3115	SD345 D22 $\emptyset 300 \times 300$		-1125	4607	0.244
	底板1	25	1000	1200	1125	SD345 D22 $\emptyset 300 \times 300$		581	1602	0.363
	底板2	23	1000	1200	1125	SD345 D22 $\emptyset 300 \times 300$		-343	1620	0.212
① S <sub>s</sub> -D1 (H-, V-)	突出部	1	1000	1000	925	-		121	316	0.383
	側壁	7	1000	1500	1425	SD345 D22 $\emptyset 300 \times 300$		-735	1993	0.369
	隔壁	6	1000	1200	1125	SD345 D22 $\emptyset 300 \times 300$		442	1512	0.292
	左張出	9	1000	1000	925	SD345 D22 $\emptyset 300 \times 300$		283	1226	0.231
	頂板1	17	1000	1000	925	SD345 D22 $\emptyset 300 \times 300$		-449	1310	0.343
	頂板2	16	1000	3190	3115	SD345 D22 $\emptyset 300 \times 300$		-1132	4607	0.246
	底板1	25	1000	1200	1125	SD345 D22 $\emptyset 300 \times 300$		597	1585	0.377
	底板2	23	1000	1200	1125	SD345 D22 $\emptyset 300 \times 300$		-339	1569	0.216

注記 \* : 評価位置は下図に示す。

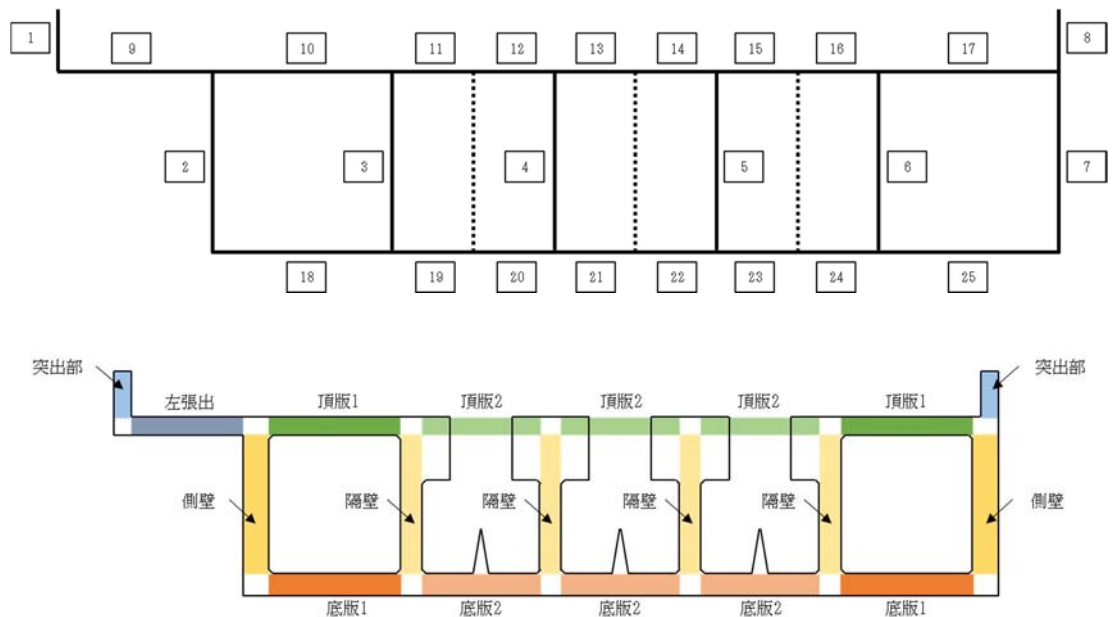




表 2.4-8(2) RC 構造物のせん断力照査結果 (④-④断面) (2/3)

検討ケース	評価位置		断面性状			鉄筋仕様		発生せん断力 Vd (kN)	せん断耐力 Vyd (kN)	照査値 $\gamma_i \cdot V_d / V_{yd}$
			部材幅 b (mm)	部材高 h (mm)	有効高 d (mm)	PHbせん断補強筋	備考			
① S <sub>s</sub> -11	突出部	1	1000	1000	925	-		90	327	0.275
	側壁	7	1000	1500	1425	SD345 D22 $\emptyset 300 \times 300$		-548	1980	0.277
	隔壁	6	1000	1200	1125	SD345 D22 $\emptyset 300 \times 300$		303	1526	0.199
	左張出	9	1000	1000	925	SD345 D22 $\emptyset 300 \times 300$		190	1231	0.154
	頂板1	17	1000	1000	925	SD345 D22 $\emptyset 300 \times 300$		-361	1331	0.271
	頂板2	16	1000	3190	3115	SD345 D22 $\emptyset 300 \times 300$		-804	4473	0.180
	底版1	25	1000	1200	1125	SD345 D22 $\emptyset 300 \times 300$		-405	1563	0.259
	底版2	23	1000	1200	1125	SD345 D22 $\emptyset 300 \times 300$		-285	1570	0.182
① S <sub>s</sub> -12	突出部	1	1000	1000	925	-		105	316	0.332
	側壁	7	1000	1500	1425	SD345 D22 $\emptyset 300 \times 300$		-730	2025	0.360
	隔壁	6	1000	1200	1125	SD345 D22 $\emptyset 300 \times 300$		326	1525	0.214
	左張出	9	1000	1000	925	SD345 D22 $\emptyset 300 \times 300$		233	1221	0.191
	頂板1	10	1000	1000	925	SD345 D22 $\emptyset 300 \times 300$		376	1368	0.275
	頂板2	11	1000	3190	3115	SD345 D22 $\emptyset 300 \times 300$		891	4402	0.202
	底版1	25	1000	1200	1125	SD345 D22 $\emptyset 300 \times 300$		543	1606	0.338
	底版2	20	1000	1200	1125	SD345 D22 $\emptyset 300 \times 300$		298	1606	0.186
① S <sub>s</sub> -13	突出部	1	1000	1000	925	-		100	320	0.313
	側壁	2	1000	1500	1425	SD345 D22 $\emptyset 300 \times 300$		-635	1858	0.342
	隔壁	3	1000	1200	1125	SD345 D22 $\emptyset 300 \times 300$		-314	1526	0.206
	左張出	9	1000	1000	925	SD345 D22 $\emptyset 300 \times 300$		237	1225	0.193
	頂板1	17	1000	1000	925	SD345 D22 $\emptyset 300 \times 300$		-358	1344	0.266
	頂板2	11	1000	3190	3115	SD345 D22 $\emptyset 300 \times 300$		831	4402	0.189
	底版1	25	1000	1200	1125	SD345 D22 $\emptyset 300 \times 300$		492	1583	0.311
	底版2	23	1000	1200	1125	SD345 D22 $\emptyset 300 \times 300$		-287	1588	0.181
① S <sub>s</sub> -14	突出部	1	1000	1000	925	-		89	327	0.272
	側壁	7	1000	1500	1425	SD345 D22 $\emptyset 300 \times 300$		-580	2006	0.289
	隔壁	6	1000	1200	1125	SD345 D22 $\emptyset 300 \times 300$		283	1528	0.185
	左張出	9	1000	1000	925	SD345 D22 $\emptyset 300 \times 300$		186	1239	0.150
	頂板1	17	1000	1000	925	SD345 D22 $\emptyset 300 \times 300$		-325	1329	0.245
	頂板2	16	1000	3190	3115	SD345 D22 $\emptyset 300 \times 300$		-778	4607	0.169
	底版1	25	1000	1200	1125	SD345 D22 $\emptyset 300 \times 300$		438	1594	0.275
	底版2	23	1000	1200	1125	SD345 D22 $\emptyset 300 \times 300$		-272	1592	0.171

注記 \* : 評価位置は下図に示す。

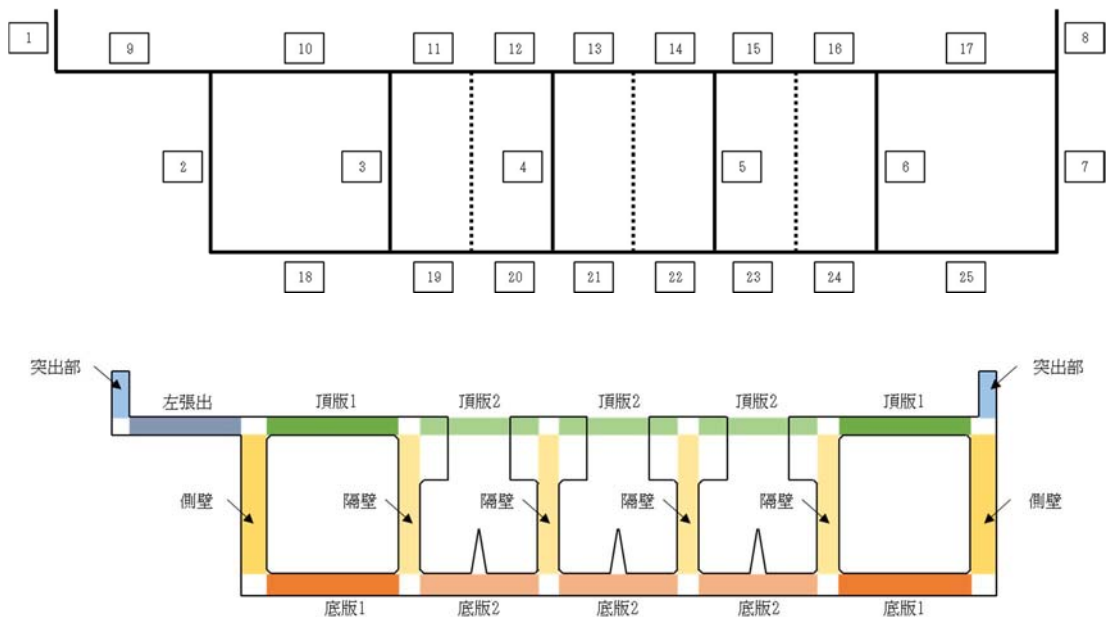


表 2.4-8(3) RC 構造物のせん断力照査結果 (④-④断面) (3/3)

検討ケース	評価位置		断面性状			鉄筋仕様		発生せん断力 Vd (kN)	せん断耐力 Vyd (kN)	照査値 $\gamma_i \cdot V_d / V_{yd}$
			部材幅 b (mm)	部材高 h (mm)	有効高 d (mm)	PHbせん断補強筋	備考			
① S <sub>s</sub> -21	突出部	1	1000	1000	925	-		100	337	0.297
	側壁	2	1000	1500	1425	SD345 D22 $\phi 300 \times 300$		674	1988	0.339
	隔壁	6	1000	1200	1125	SD345 D22 $\phi 300 \times 300$		340	1518	0.224
	左張出	9	1000	1000	925	SD345 D22 $\phi 300 \times 300$		210	1235	0.170
	頂板1	17	1000	1000	925	SD345 D22 $\phi 300 \times 300$		-410	1342	0.306
	頂板2	16	1000	3190	3115	SD345 D22 $\phi 300 \times 300$		-861	4607	0.187
	底板1	18	1000	1200	1125	SD345 D22 $\phi 300 \times 300$		-520	1590	0.327
	底板2	23	1000	1200	1125	SD345 D22 $\phi 300 \times 300$		-331	1641	0.202
① S <sub>s</sub> -22	突出部	1	1000	1000	925	-		97	323	0.300
	側壁	2	1000	1500	1425	SD345 D22 $\phi 300 \times 300$		657	2019	0.325
	隔壁	6	1000	1200	1125	SD345 D22 $\phi 300 \times 300$		330	1542	0.214
	左張出	9	1000	1000	925	SD345 D22 $\phi 300 \times 300$		220	1229	0.179
	頂板1	17	1000	1000	925	SD345 D22 $\phi 300 \times 300$		-432	1337	0.323
	頂板2	16	1000	3190	3115	SD345 D22 $\phi 300 \times 300$		-872	4607	0.189
	底板1	25	1000	1200	1125	SD345 D22 $\phi 300 \times 300$		520	1620	0.321
	底板2	23	1000	1200	1125	SD345 D22 $\phi 300 \times 300$		-333	1606	0.207
① S <sub>s</sub> -31 (H+, V+)	突出部	8	1000	1000	925	-		-89	333	0.267
	側壁	7	1000	1500	1425	SD345 D22 $\phi 300 \times 300$		-580	1961	0.296
	隔壁	6	1000	1200	1125	SD345 D22 $\phi 300 \times 300$		338	1528	0.221
	左張出	9	1000	1000	925	SD345 D22 $\phi 300 \times 300$		227	1222	0.186
	頂板1	10	1000	1000	925	SD345 D22 $\phi 300 \times 300$		317	1351	0.235
	頂板2	11	1000	3190	3115	SD345 D22 $\phi 300 \times 300$		808	4402	0.184
	底板1	25	1000	1200	1125	SD345 D22 $\phi 300 \times 300$		444	1575	0.282
	底板2	23	1000	1200	1125	SD345 D22 $\phi 300 \times 300$		-278	1557	0.179
① S <sub>s</sub> -31 (H-, V+)	突出部	8	1000	1000	925	-		-96	330	0.291
	側壁	7	1000	1500	1425	SD345 D22 $\phi 300 \times 300$		-613	1938	0.316
	隔壁	3	1000	1200	1125	SD345 D22 $\phi 300 \times 300$		-350	1523	0.230
	左張出	9	1000	1000	925	SD345 D22 $\phi 300 \times 300$		232	1226	0.189
	頂板1	10	1000	1000	925	SD345 D22 $\phi 300 \times 300$		322	1345	0.239
	頂板2	11	1000	3190	3115	SD345 D22 $\phi 300 \times 300$		868	4402	0.197
	底板1	25	1000	1200	1125	SD345 D22 $\phi 300 \times 300$		513	1567	0.327
	底板2	23	1000	1200	1125	SD345 D22 $\phi 300 \times 300$		-283	1581	0.179

注記 \* : 評価位置は下図に示す。

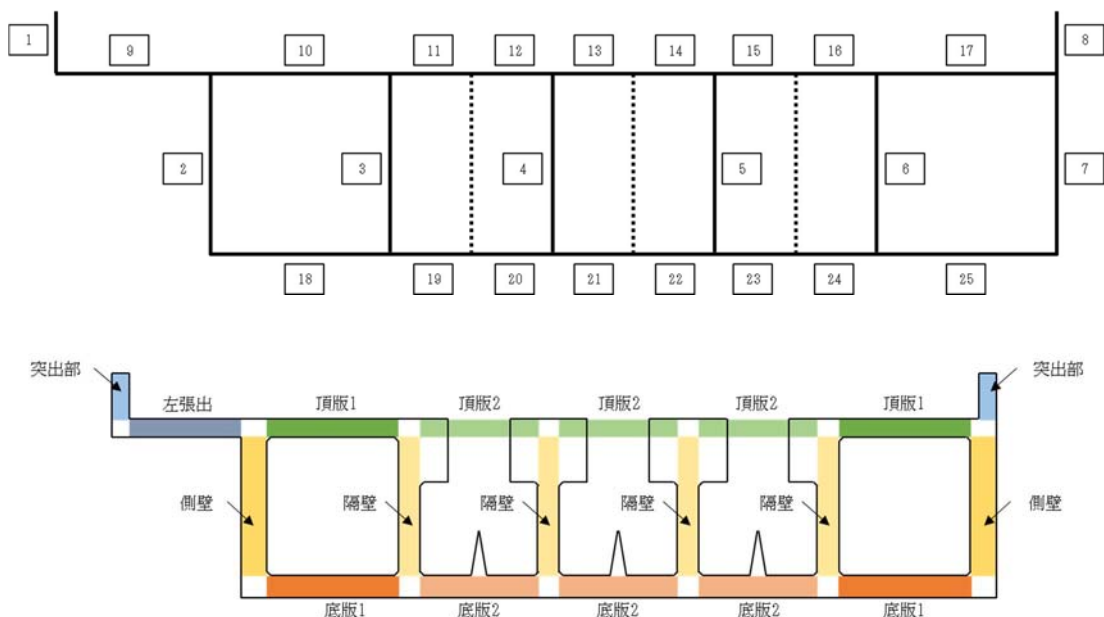


表 2.4-8(4) RC 構造物のせん断力照査結果 (④-④断面)

検討ケース	評価位置		断面性状			鉄筋仕様		発生せん断力 Vd (kN)	せん断耐力 Vyd (kN)	照査値 $\gamma_i \cdot V_d / V_{yd}$
			部材幅 b (mm)	部材高 h (mm)	有効高 d (mm)	PHbせん断補強筋	備考			
② S <sub>s</sub> -D1 (H-, V-)	突出部	1	1000	1000	925	-		121	320	0.378
	側壁	7	1000	1500	1425	SD345 D22 $\emptyset 300 \times 300$		-739	1993	0.371
	隔壁	6	1000	1200	1125	SD345 D22 $\emptyset 300 \times 300$		449	1509	0.298
	左張出	9	1000	1000	925	SD345 D22 $\emptyset 300 \times 300$		292	1224	0.239
	頂板1	17	1000	1000	925	SD345 D22 $\emptyset 300 \times 300$		-444	1311	0.339
	頂板2	16	1000	3190	3115	SD345 D22 $\emptyset 300 \times 300$		-1131	4607	0.245
	底版1	25	1000	1200	1125	SD345 D22 $\emptyset 300 \times 300$		598	1586	0.377
	底版2	23	1000	1200	1125	SD345 D22 $\emptyset 300 \times 300$		-339	1577	0.215

表 2.4-8(5) RC 構造物のせん断力照査結果 (④-④断面)

検討ケース	評価位置		断面性状			鉄筋仕様		発生せん断力 Vd (kN)	せん断耐力 Vyd (kN)	照査値 $\gamma_i \cdot V_d / V_{yd}$
			部材幅 b (mm)	部材高 h (mm)	有効高 d (mm)	PHbせん断補強筋	備考			
③ S <sub>s</sub> -D1 (H-, V-)	突出部	1	1000	1000	925	-		120	321	0.374
	側壁	7	1000	1500	1425	SD345 D22 $\emptyset 300 \times 300$		-728	1995	0.365
	隔壁	6	1000	1200	1125	SD345 D22 $\emptyset 300 \times 300$		431	1513	0.285
	左張出	9	1000	1000	925	SD345 D22 $\emptyset 300 \times 300$		261	1226	0.213
	頂板1	17	1000	1000	925	SD345 D22 $\emptyset 300 \times 300$		-457	1336	0.342
	頂板2	16	1000	3190	3115	SD345 D22 $\emptyset 300 \times 300$		-1098	4607	0.238
	底版1	25	1000	1200	1125	SD345 D22 $\emptyset 300 \times 300$		591	1586	0.373
	底版2	23	1000	1200	1125	SD345 D22 $\emptyset 300 \times 300$		-338	1580	0.214

注記 \* : 評価位置は下図に示す。

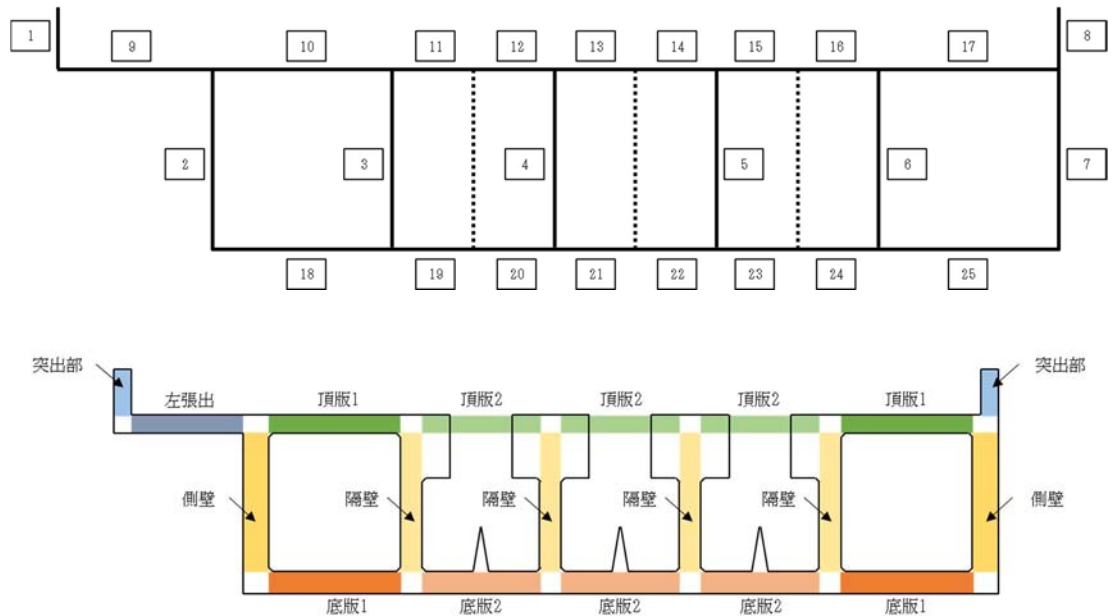


表 2.4-8(6) RC 構造物のせん断力照査結果 (④-④断面)

検討ケース	評価位置		断面性状			鉄筋仕様		発生せん断力 Vd (kN)	せん断耐力 Vyd (kN)	照査値 $\gamma_i \cdot V_d / V_{yd}$
			部材幅 b (mm)	部材高 h (mm)	有効高 d (mm)	PHbせん断補強筋	備考			
④ S <sub>s</sub> -D1 (H-, V-)	突出部	1	1000	1000	925	-		135	312	0.433
	側壁	2	1000	1500	1425	SD345 D22 @300×300		-733	1805	0.406
	隔壁	6	1000	1200	1125	SD345 D22 @300×300		523	1503	0.348
	左張出	9	1000	1000	925	SD345 D22 @300×300		392	1230	0.319
	頂板1	17	1000	1000	925	SD345 D22 @300×300		-497	1325	0.375
	頂板2	16	1000	3190	3115	SD345 D22 @300×300		-1338	4607	0.290
	底版1	25	1000	1200	1125	SD345 D22 @300×300		-613	1539	0.398
	底版2	23	1000	1200	1125	SD345 D22 @300×300		-372	1584	0.235

表 2.4-8(7) RC 構造物のせん断力照査結果 (④-④断面)

検討ケース	評価位置		断面性状			鉄筋仕様		発生せん断力 Vd (kN)	せん断耐力 Vyd (kN)	照査値 $\gamma_i \cdot V_d / V_{yd}$
			部材幅 b (mm)	部材高 h (mm)	有効高 d (mm)	PHbせん断補強筋	備考			
⑤ S <sub>s</sub> -D1 (H-, V-)	突出部	8	1000	1000	925	-		-101	346	0.292
	側壁	7	1000	1500	1425	SD345 D22 @300×300		-730	1977	0.369
	隔壁	6	1000	1200	1125	SD345 D22 @300×300		395	1517	0.260
	左張出	9	1000	1000	925	SD345 D22 @300×300		259	1221	0.212
	頂板1	17	1000	1000	925	SD345 D22 @300×300		-421	1312	0.321
	頂板2	16	1000	3190	3115	SD345 D22 @300×300		-941	4607	0.204
	底版1	25	1000	1200	1125	SD345 D22 @300×300		636	1588	0.401
	底版2	20	1000	1200	1125	SD345 D22 @300×300		339	1622	0.209

注記 \* : 評価位置は下図に示す。

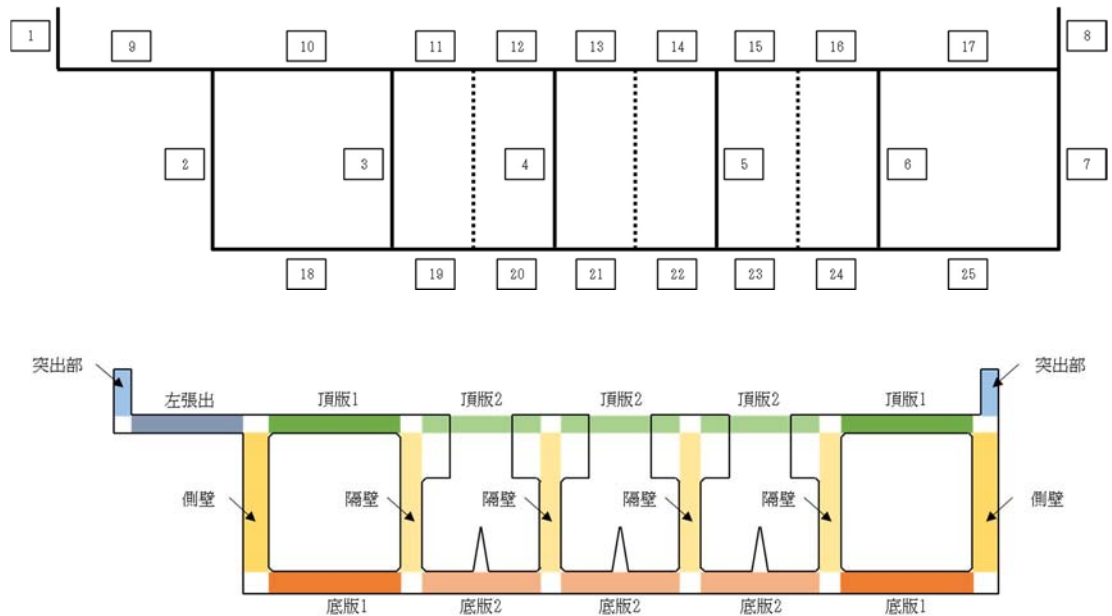
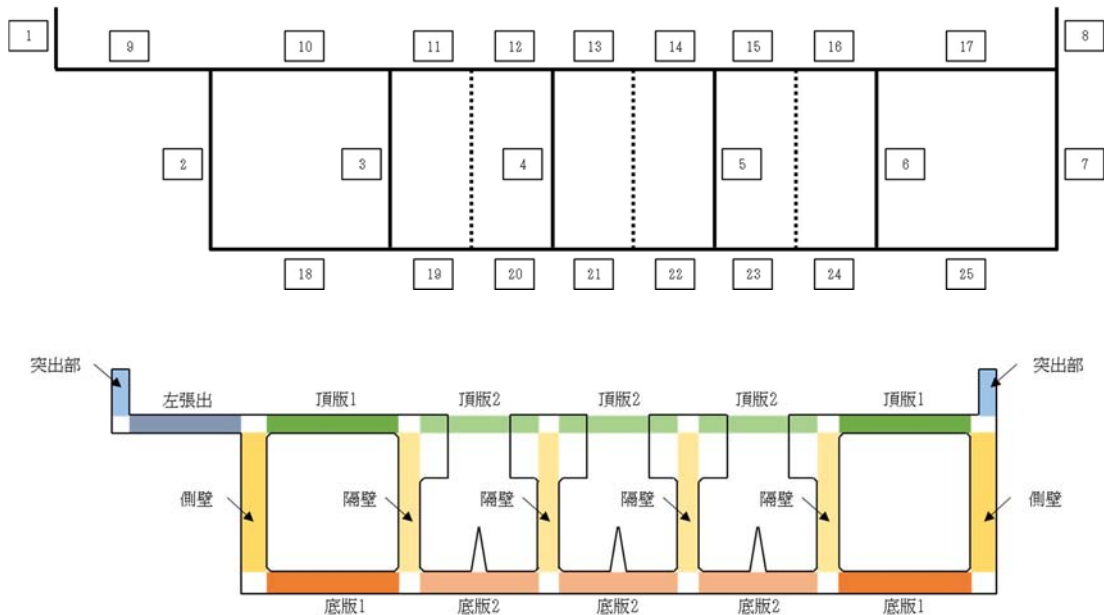


表 2.4-8(8) RC 構造物のせん断力照査結果 (④-④断面)

検討ケース	評価位置		断面性状			鉄筋仕様		発生せん断力 Vd (kN)	せん断耐力 Vyd (kN)	照査値 $\gamma_i \cdot V_d / V_{yd}$
			部材幅 b (mm)	部材高 h (mm)	有効高 d (mm)	PHbせん断補強筋	備考			
⑥ S <sub>s</sub> -D1 (H-, V-)	突出部	8	1000	1000	925	-		-101	347	0.291
	側壁	7	1000	1500	1425	SD345 D22 $\emptyset 300 \times 300$		-724	1973	0.367
	隔壁	6	1000	1200	1125	SD345 D22 $\emptyset 300 \times 300$		396	1516	0.261
	左張出	9	1000	1000	925	SD345 D22 $\emptyset 300 \times 300$		259	1218	0.213
	頂板1	17	1000	1000	925	SD345 D22 $\emptyset 300 \times 300$		-409	1316	0.311
	頂板2	11	1000	3190	3115	SD345 D22 $\emptyset 300 \times 300$		921	4402	0.209
	底版1	25	1000	1200	1125	SD345 D22 $\emptyset 300 \times 300$		641	1586	0.404
	底版2	20	1000	1200	1125	SD345 D22 $\emptyset 300 \times 300$		343	1624	0.211

注記 \* : 評価位置は下図に示す。



### 2.4.3 杭基礎の耐震性評価結果

#### (1) 杭基礎の曲げ軸力に対する評価結果

杭基礎の曲げ軸力に対する評価結果を表 2.4-9 および表 2.4-10 に示す。

杭基礎の全塑性モーメント相当として、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 及び鋼・合成構造標準示方書〔耐震設計編〕（社）土木学会，2008 年制定）に基づき、杭基礎の終局曲率を許容限界とし、照査用曲率が終局曲率を下回ることを確認した。なお、照査用曲率は、各地震動、各部材において最大となる値を示している。

以上より、取水路および取水ピットで杭基礎の各部材に発生する曲率は、限界曲率以下であることを確認した。

表 2.4-9 杭基礎の曲げ軸力照査結果 (①-①断面)

検討ケース	評価位置	設計曲率 $\phi d$ (1/m)	終局曲率 $\phi u$ (1/m)	照査値 $\gamma_i \cdot \phi d / \phi u$
① $S_S-D1$ (H+, V+)	1	$1.14 \times 10^{-3}$	$9.48 \times 10^{-3}$	0.120
① $S_S-D1$ (H+, V-)	1	$1.18 \times 10^{-3}$	$9.21 \times 10^{-3}$	0.128
① $S_S-D1$ (H-, V+)	1	$1.21 \times 10^{-3}$	$1.07 \times 10^{-2}$	0.113
① $S_S-D1$ (H-, V-)	1	$1.33 \times 10^{-3}$	$1.06 \times 10^{-2}$	0.125
① $S_S-11$	1	$1.03 \times 10^{-3}$	$1.10 \times 10^{-2}$	0.094
① $S_S-12$	1	$1.07 \times 10^{-3}$	$9.78 \times 10^{-3}$	0.109
① $S_S-13$	1	$9.49 \times 10^{-4}$	$9.90 \times 10^{-3}$	0.096
① $S_S-14$	1	$5.90 \times 10^{-4}$	$9.80 \times 10^{-3}$	0.060
① $S_S-21$	1	$8.43 \times 10^{-4}$	$9.44 \times 10^{-3}$	0.089
① $S_S-22$	1	$7.82 \times 10^{-4}$	$1.10 \times 10^{-2}$	0.071
① $S_S-31$ (H+, V+)	1	$1.38 \times 10^{-3}$	$9.30 \times 10^{-3}$	0.148
① $S_S-31$ (H-, V+)	1	$1.17 \times 10^{-3}$	$8.90 \times 10^{-3}$	0.131
② $S_S-31$ (H+, V+)	1	$1.30 \times 10^{-3}$	$8.94 \times 10^{-3}$	0.145
③ $S_S-31$ (H+, V+)	1	$1.39 \times 10^{-3}$	$9.24 \times 10^{-3}$	0.150
④ $S_S-31$ (H+, V+)	1	$2.06 \times 10^{-3}$	$9.44 \times 10^{-3}$	0.218
⑤ $S_S-31$ (H+, V+)	1	$1.47 \times 10^{-3}$	$9.42 \times 10^{-3}$	0.156
⑥ $S_S-31$ (H+, V+)	1	$1.40 \times 10^{-3}$	$9.14 \times 10^{-3}$	0.153

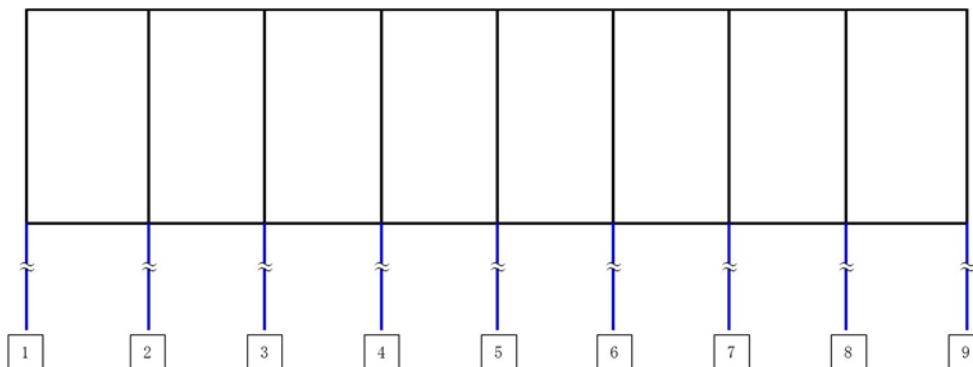
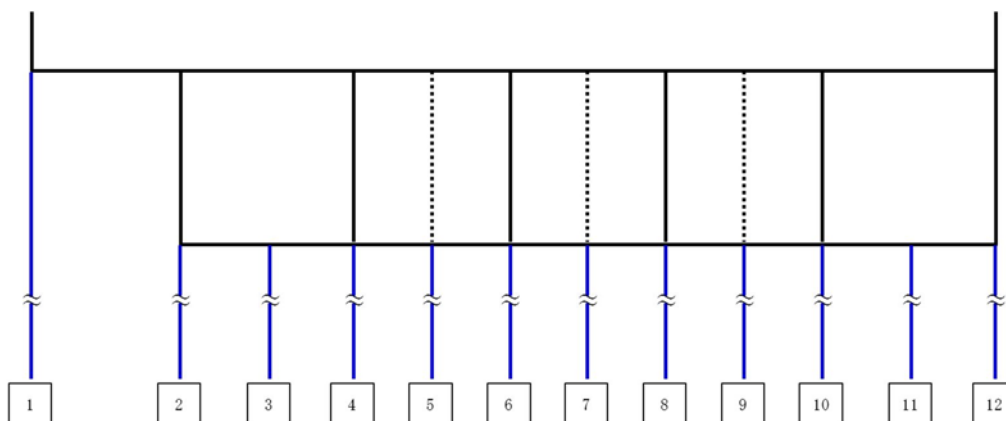


表 2.4-10 杭基礎の曲げ軸力照査結果 (④-④断面)

検討ケース	評価位置	設計曲率 $\phi d$ (1/m)	終局曲率 $\phi u$ (1/m)	照査値 $\gamma_i \cdot \phi d / \phi u$
① $S_S-D1$ (H+, V+)	1	$1.75 \times 10^{-3}$	$9.47 \times 10^{-3}$	0.185
① $S_S-D1$ (H+, V-)	1	$1.77 \times 10^{-3}$	$9.38 \times 10^{-3}$	0.189
① $S_S-D1$ (H-, V+)	1	$1.76 \times 10^{-3}$	$9.51 \times 10^{-3}$	0.185
① $S_S-D1$ (H-, V-)	1	$1.85 \times 10^{-3}$	$8.40 \times 10^{-3}$	0.220
① $S_S-11$	1	$1.61 \times 10^{-3}$	$1.00 \times 10^{-2}$	0.161
① $S_S-12$	1	$1.47 \times 10^{-3}$	$9.70 \times 10^{-3}$	0.152
① $S_S-13$	1	$1.41 \times 10^{-3}$	$8.86 \times 10^{-3}$	0.159
① $S_S-14$	1	$1.01 \times 10^{-3}$	$1.17 \times 10^{-2}$	0.086
① $S_S-21$	1	$1.19 \times 10^{-3}$	$8.94 \times 10^{-3}$	0.133
① $S_S-22$	1	$1.13 \times 10^{-3}$	$1.04 \times 10^{-2}$	0.109
① $S_S-31$ (H+, V+)	1	$1.43 \times 10^{-3}$	$7.66 \times 10^{-3}$	0.187
① $S_S-31$ (H-, V+)	2	$1.14 \times 10^{-3}$	$8.13 \times 10^{-3}$	0.140
② $S_S-D1$ (H-, V-)	1	$1.76 \times 10^{-3}$	$8.33 \times 10^{-3}$	0.211
③ $S_S-D1$ (H-, V-)	1	$1.83 \times 10^{-3}$	$8.06 \times 10^{-3}$	0.227
④ $S_S-D1$ (H-, V-)	2	$2.18 \times 10^{-3}$	$9.73 \times 10^{-3}$	0.224
⑤ $S_S-D1$ (H-, V-)	1	$-1.68 \times 10^{-3}$	$8.38 \times 10^{-3}$	0.200
⑥ $S_S-D1$ (H-, V-)	2	$1.59 \times 10^{-3}$	$8.05 \times 10^{-3}$	0.198





(2) 杭基礎のせん断力に対する評価結果

杭基礎のせん断力に対する評価結果を表 2.4-11 および表 2.4-12 に示す。

杭基礎のせん断力に対する許容限界は、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 J E A C 4 6 1 6 - 2009 及び鋼・合成構造標準示方書 [耐震設計編] ((社) 土木学会, 2008 年制定) に基づき、杭基礎の発生せん断力がせん断耐力を下回ることを確認した。なお、発生せん断力は、各地震動、各部材において最大となる値を示している。

以上より、取水路および取水ピットで杭基礎の各部材に発生するせん断力は、せん断耐力以下であることを確認した。

表 2.4-11 杭基礎のせん断力照査結果 (①-①断面)

検討ケース	評価位置	設計せん断力 Qd (kN)	終局せん断耐力 Qu (kN)	照査値 $\gamma_i \cdot Qd/Qu$
① S <sub>S</sub> -D1 (H+, V+)	3	-849	2904	0.292
① S <sub>S</sub> -D1 (H+, V-)	3	-875	2904	0.301
① S <sub>S</sub> -D1 (H-, V+)	1	-748	2904	0.258
① S <sub>S</sub> -D1 (H-, V-)	1	-739	2904	0.254
① S <sub>S</sub> -11	3	-522	2904	0.180
① S <sub>S</sub> -12	3	-730	2904	0.251
① S <sub>S</sub> -13	3	-652	2904	0.225
① S <sub>S</sub> -14	1	424	2904	0.146
① S <sub>S</sub> -21	3	-612	2904	0.211
① S <sub>S</sub> -22	3	-417	2904	0.144
① S <sub>S</sub> -31 (H+, V+)	1	-921	2904	0.317
① S <sub>S</sub> -31 (H-, V+)	3	-829	2904	0.285
② S <sub>S</sub> -31 (H+, V+)	3	-899	2904	0.310
③ S <sub>S</sub> -31 (H+, V+)	1	-937	2904	0.323
④ S <sub>S</sub> -31 (H+, V+)	1	-1392	2904	0.479
⑤ S <sub>S</sub> -31 (H+, V+)	1	-986	2904	0.340
⑥ S <sub>S</sub> -31 (H+, V+)	1	-954	2904	0.329

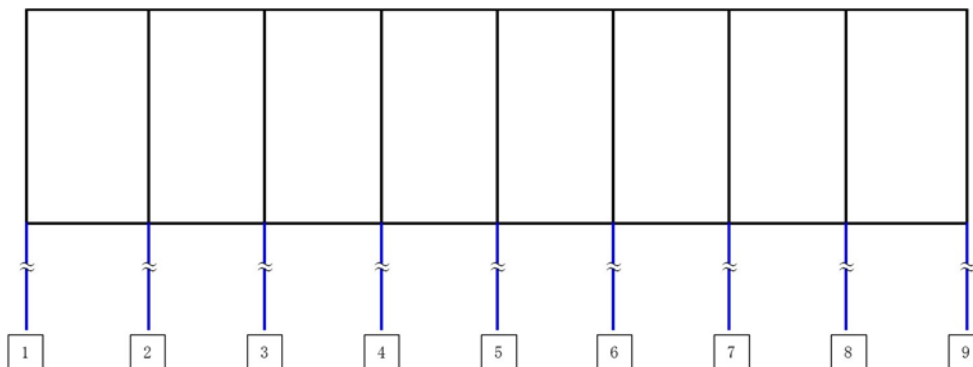
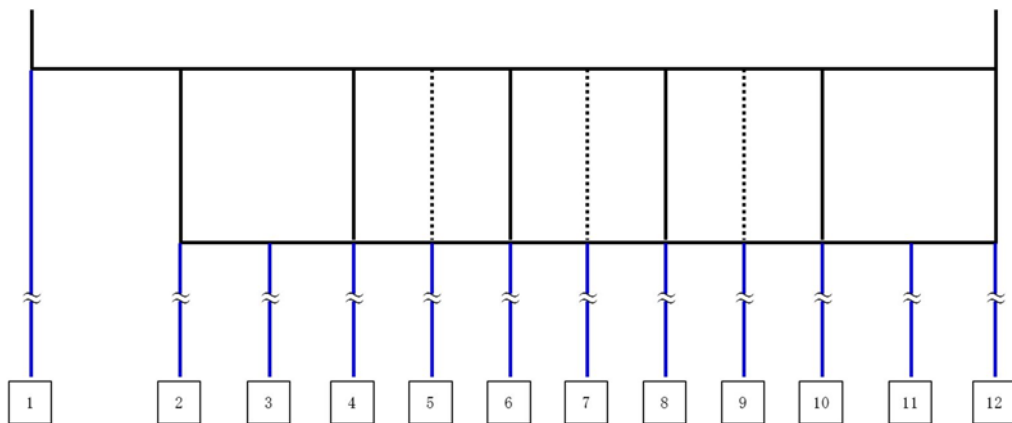


表 2.4-12 杭基礎のせん断力照査結果 (④-④断面)

検討ケース	評価位置	設計せん断力 Qd (kN)	終局せん断耐力 Qu (kN)	照査値 $\gamma_i \cdot Qd/Qu$
① S <sub>S</sub> -D1 (H+, V+)	2	840	2904	0.289
① S <sub>S</sub> -D1 (H+, V-)	2	873	2904	0.301
① S <sub>S</sub> -D1 (H-, V+)	2	-760	2904	0.262
① S <sub>S</sub> -D1 (H-, V-)	1	823	2904	0.283
① S <sub>S</sub> -11	1	677	2904	0.233
① S <sub>S</sub> -12	2	778	2904	0.268
① S <sub>S</sub> -13	2	704	2904	0.242
① S <sub>S</sub> -14	2	467	2904	0.161
① S <sub>S</sub> -21	2	627	2904	0.216
① S <sub>S</sub> -22	12	547	2904	0.188
① S <sub>S</sub> -31 (H+, V+)	2	976	2904	0.336
① S <sub>S</sub> -31 (H-, V+)	2	914	2904	0.315
② S <sub>S</sub> -31 (H+, V+)	2	-946	2904	0.326
③ S <sub>S</sub> -31 (H+, V+)	2	1081	2904	0.372
④ S <sub>S</sub> -31 (H+, V+)	2	1327	2904	0.457
⑤ S <sub>S</sub> -31 (H+, V+)	2	1005	2904	0.346
⑥ S <sub>S</sub> -31 (H+, V+)	2	-987	2904	0.340



#### 2.4.4 杭基礎の支持性能に対する評価結果

##### (1) 押込み力に対する杭基礎の支持力評価

押込み力に対する杭基礎の支持性能の評価結果を表 2.4-13 に示す。

取水路 (①-①断面) および取水ピット (④-④断面) においては、第四系の杭周面摩擦力を支持力として考慮せず、杭先端の支持岩盤への接地圧に対する支持力評価を実施した。

取水路 (①-①断面) において、最大接地圧が最大となるケースは、① $S_s-D1(H+, V-)$  および① $S_s-D1(H-, V+)$  で、最大接地圧が  $740 \text{ kN/m}^2$  であり、極限支持力度  $6564 \text{ kN/m}^2$  以下である。

取水ピット (④-④断面) において、最大接地圧が最大となるのは① $S_s-D1(H+, V-)$  で、最大接地圧が  $768 \text{ kN/m}^2$  であり、極限支持力度  $6564 \text{ kN/m}^2$  以下である。

以上より、取水路および取水ピットの杭基礎は、基準地震動  $S_s$  に対し、支持性能を有する。

表 2.4-13(1) 押込み力に対する杭基礎の支持性能照査結果 (①-①断面)

検討ケース	照査位置	最大接地圧 (kN/m <sup>2</sup> )	極限支持力度 (kN/m <sup>2</sup> )
① S <sub>S</sub> -D 1 (H+, V+)	9	701	6564
① S <sub>S</sub> -D 1 (H+, V-)	9	740	6564
① S <sub>S</sub> -D 1 (H-, V+)	9	740	6564
① S <sub>S</sub> -D 1 (H-, V-)	9	702	6564
① S <sub>S</sub> -1 1	9	680	6564
① S <sub>S</sub> -1 2	9	687	6564
① S <sub>S</sub> -1 3	9	687	6564
① S <sub>S</sub> -1 4	9	666	6564
① S <sub>S</sub> -2 1	9	708	6564
① S <sub>S</sub> -2 2	9	716	6564
① S <sub>S</sub> -3 1 (H+, V+)	9	524	6564
① S <sub>S</sub> -3 1 (H-, V+)	9	567	6564
② S <sub>S</sub> -3 1 (H+, V+)	9	531	6564
③ S <sub>S</sub> -3 1 (H+, V+)	9	515	6564
④ S <sub>S</sub> -3 1 (H+, V+)	9	578	6564
⑤ S <sub>S</sub> -3 1 (H+, V+)	9	527	6564
⑥ S <sub>S</sub> -3 1 (H+, V+)	9	532	6564

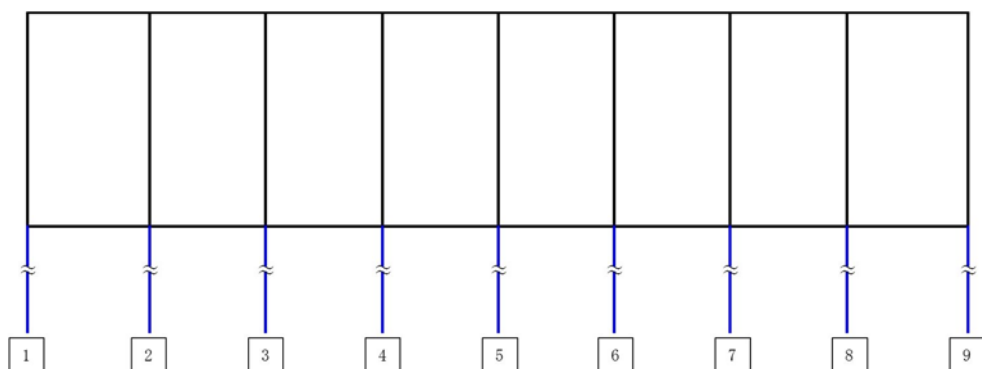
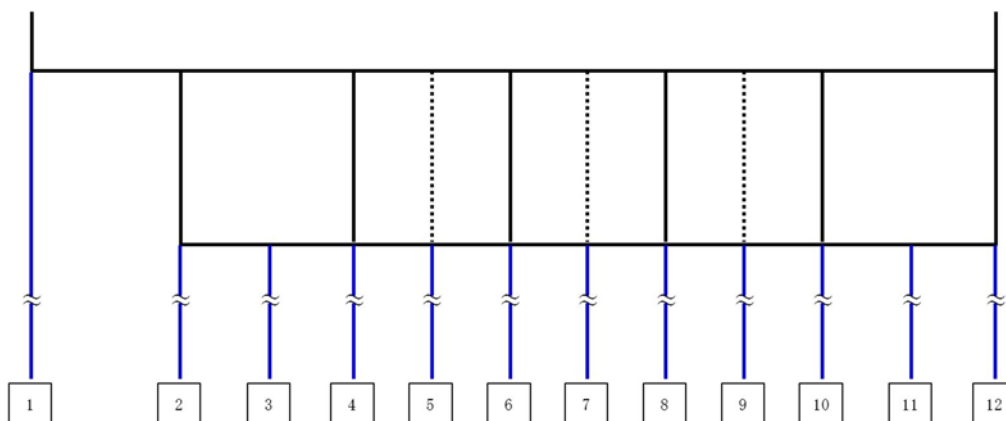


表 2.4-13(2) 押込み力に対する杭基礎の支持性能照査結果 (④-④断面)

検討ケース	照査位置	最大接地圧 (kN/m <sup>2</sup> )	極限支持力度 (kN/m <sup>2</sup> )
① S <sub>S</sub> -D 1 (H+, V+)	12	721	6564
① S <sub>S</sub> -D 1 (H+, V-)	12	768	6564
① S <sub>S</sub> -D 1 (H-, V+)	12	753	6564
① S <sub>S</sub> -D 1 (H-, V-)	12	716	6564
① S <sub>S</sub> -1 1	12	696	6564
① S <sub>S</sub> -1 2	12	712	6564
① S <sub>S</sub> -1 3	12	713	6564
① S <sub>S</sub> -1 4	12	687	6564
① S <sub>S</sub> -2 1	12	728	6564
① S <sub>S</sub> -2 2	12	738	6564
① S <sub>S</sub> -3 1 (H+, V+)	12	544	6564
① S <sub>S</sub> -3 1 (H-, V+)	12	578	6564
② S <sub>S</sub> -D 1 (H-, V-)	12	718	6564
② S <sub>S</sub> -3 1 (H+, V+)	12	550	6564
③ S <sub>S</sub> -D 1 (H-, V-)	12	717	6564
③ S <sub>S</sub> -3 1 (H+, V+)	12	535	6564
④ S <sub>S</sub> -D 1 (H-, V-)	12	723	6564
④ S <sub>S</sub> -3 1 (H+, V+)	12	583	6564
⑤ S <sub>S</sub> -D 1 (H-, V-)	12	725	6564
⑤ S <sub>S</sub> -3 1 (H+, V+)	12	544	6564
⑥ S <sub>S</sub> -D 1 (H-, V-)	12	735	6564
⑥ S <sub>S</sub> -3 1 (H+, V+)	12	548	6564



## 2.5 まとめ (追而)

取水構造物の耐震安全性評価に関する参考資料



1. 曲げ照査に係る土木学会マニュアルの適用性について (追而)
2. せん断照査に係る土木学会マニュアルの適用性について (追而)
3. 鋼管杭の照査に係る J E A C 4 6 1 6 -2009 の適用性について
4. 安全上適切と認められる規格及び基準を用いた評価結果について (追而)
5. 地質断面図について (追而)
6. 物性のばらつきに関する影響検討について (追而)
7. 減衰の設定について
8. 縦断方向の解析について (追而)
9. 静的地震力に対する耐震安全性評価 (追而)
10. 軸力の変動が部材の非線形特性に与える影響について
11. バルブ室における側壁の耐震評価 (追而)
12. 竜巻等防護設備による地震時反力を考慮した取水構造物 RC 部材の耐震評価

### 3. 鋼管杭の照査に係る J E A C 4 6 1 6 - 2009 の適用性について

取水構造物における鋼管杭の耐震評価では、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 J E A C 4 6 1 6 - 2009 に基づき算定した終局曲率及びせん断耐力を許容限界としている。

本項では、J E A C 4 6 1 6 - 2009 における「第 1 章 適用範囲」の記載等に対し、取水構造物における鋼管杭の適用性を確認する。

#### (1) 対象とする建屋

本規程は、「金属製乾式キャスクを用いる使用済燃料中間貯蔵施設のための安全審査指針」(原子力安全委員会) (以下、「貯蔵施設安全審査指針」という。) で規定される使用済燃料貯蔵施設における中間貯蔵建屋 (以下、「中間貯蔵建屋」という。) の基礎構造の設計に適用する。

#### 【解 説】

また、本規程の技術的な内容は、建物の重量、剛性等の構造特性が同等の他の施設の基礎構造の設計において参考にすることができる。

取水構造物は、中間貯蔵建屋と同じく基準地震動  $S_s$  に対して設計された鉄筋コンクリート構造物であり規模も概ね同等であることから、その基礎構造の設計において、J E A C 4 6 1 6 - 2009 を参考にすることができると思う。

#### (2) 対象とする基礎形式

本規程で対象とする基礎形式は、杭基礎、及び直接基礎の 2 種類とする。何れの基礎形式においても、支持地盤としては、基準地震動  $S_s$  に対して液状化の恐れがなく、中間貯蔵建屋を構造耐力上安全に支持し得る地盤を選定する。

#### 【解 説】

基準地震動  $S_s$  に対して液状化の恐れがなく、中間貯蔵建屋を構造耐力上安全に支持しうる地盤としては、地質時代区分の観点から見ると、第三紀の地盤又は第三紀より古期の地盤・岩体、及び第四紀の地盤 (十分な支持力のある更新統) が相当する。

取水構造物は、新第三系 (久米層) を支持地盤とした杭基礎構造であることから、J E A C 4 6 1 6 - 2009 の適用範囲内であると思う。

以上より、取水構造物における鋼管杭の照査に係る J E A C 4 6 1 6 - 2009 の適用性を確認した。

## 7. 減衰の設定について

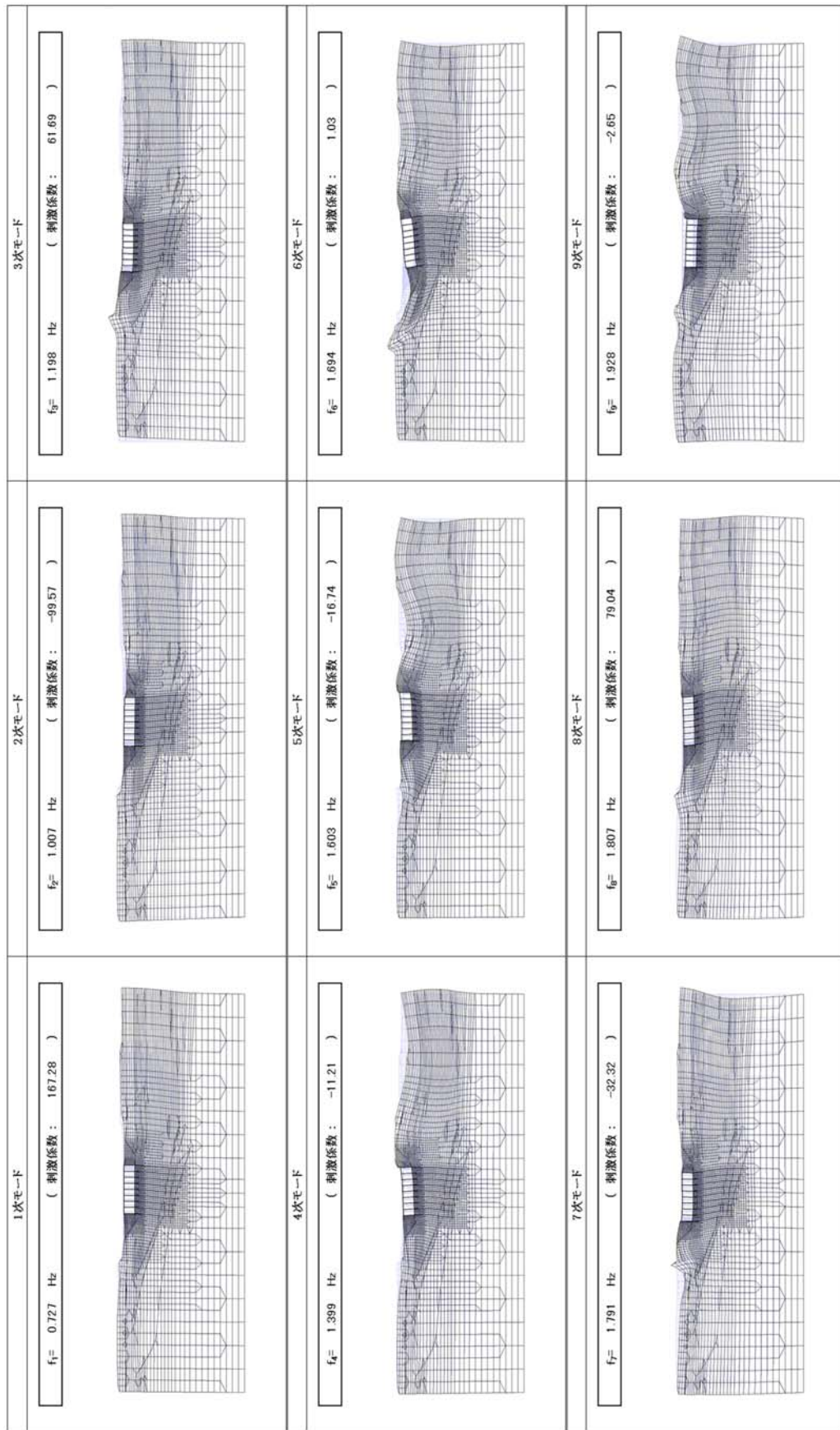
地震応答解析における減衰については、固有値解析にて求まる固有周期及び減衰比に基づき、質量マトリックス及び剛性マトリックスの線形結合で表される以下の Rayleigh 減衰にて与える。なお、Rayleigh 減衰を  $\alpha = 0$  とする剛性比例型減衰とする。

Rayleigh 減衰の設定は、地盤の低次のモードの変形が特に支配的となる地中埋設構造物のような地盤及び構造系全体に対して、その特定の振動モードの影響が大きいことを考慮し、かつ、振動モードの影響が全体系に占める割合の観点から、刺激係数に着目し行う。

固有値解析による刺激係数及びモード図を図 7-1 に示す。また、設定した Rayleigh 減衰を図 7-2 に示す。

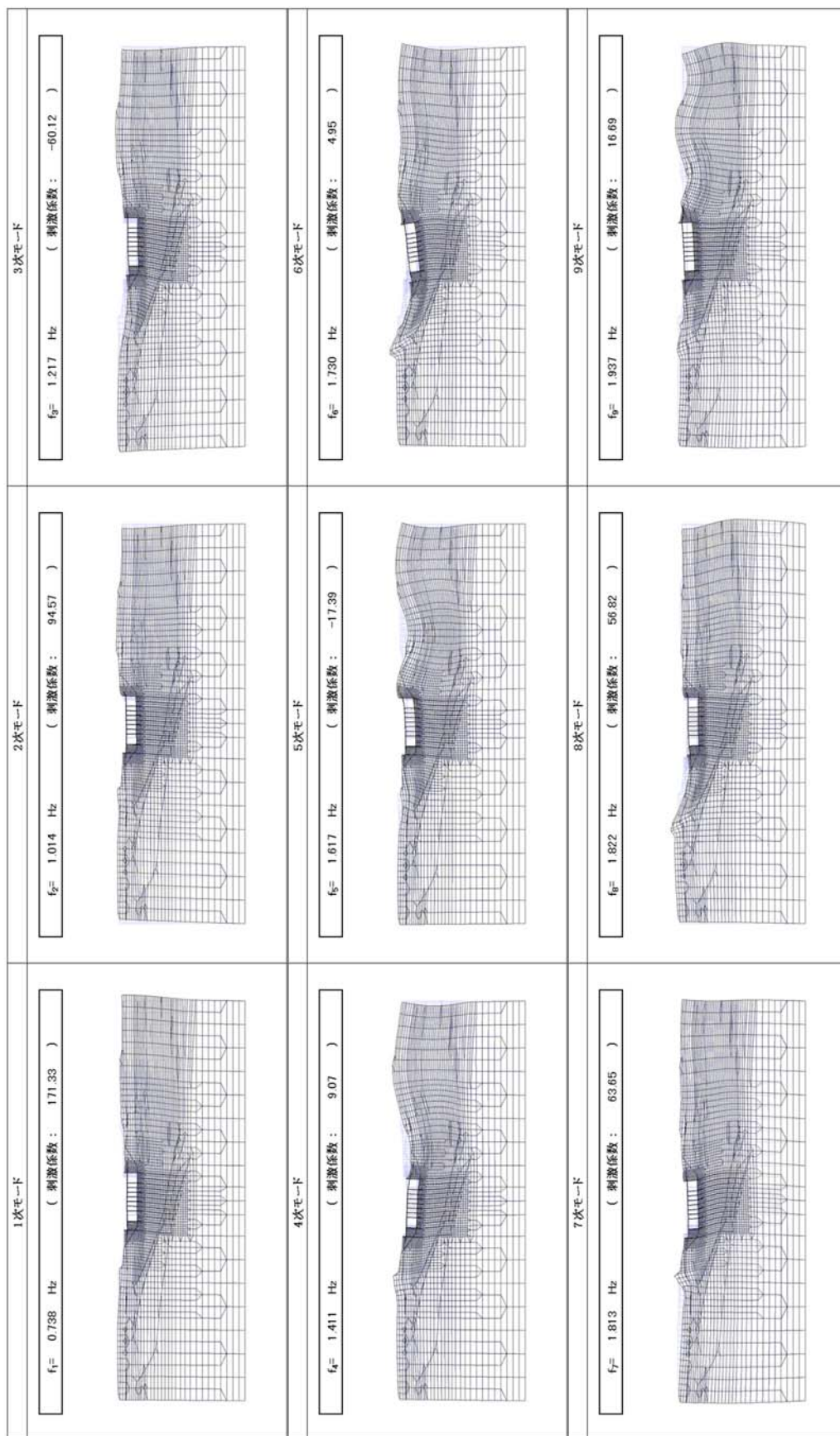
1 次の基準モードについては、地盤及び構造系全体がせん断変形しているモードを選定している。

なお、初期減衰定数は、非線形特性を考慮する地盤、コンクリート及び鋼材の減衰定数は 1%（解析における減衰は、ひずみ大きい領域では履歴減衰が支配的となる。このため、解析上の安定のためになるべく小さい値として 1%を採用している。）とする。また、線形材料としてモデル化するコンクリートの減衰定数は 5%（J E A G 4 6 0 1 -1987）とする。



(a) ①-①断面

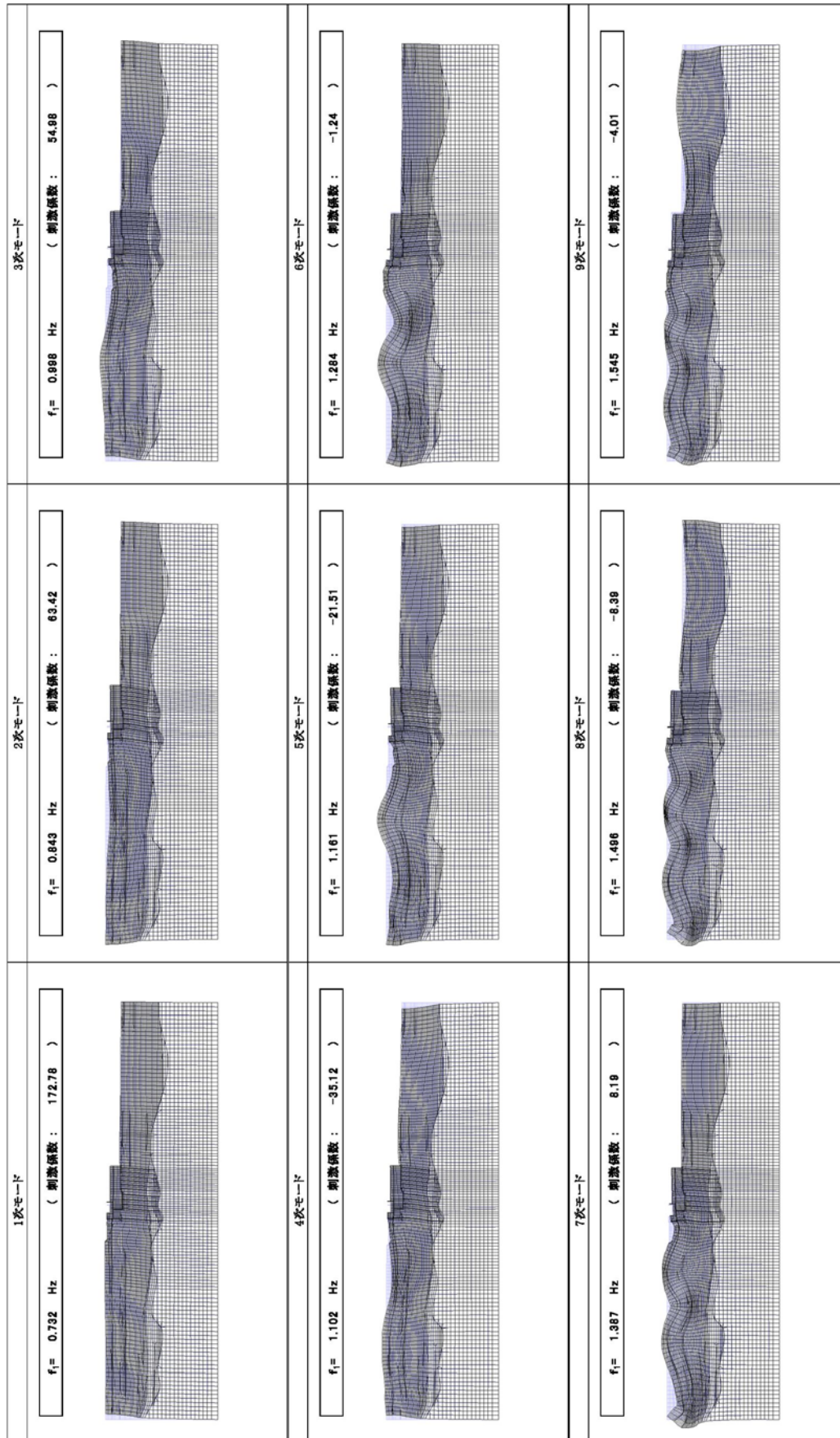
図 7-1 (1) 取水構造物の固有値解析結果  
(検討ケース①: 原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)



(b) ④-④断面

図7-1 (1) 取水構造物の固有値解析結果

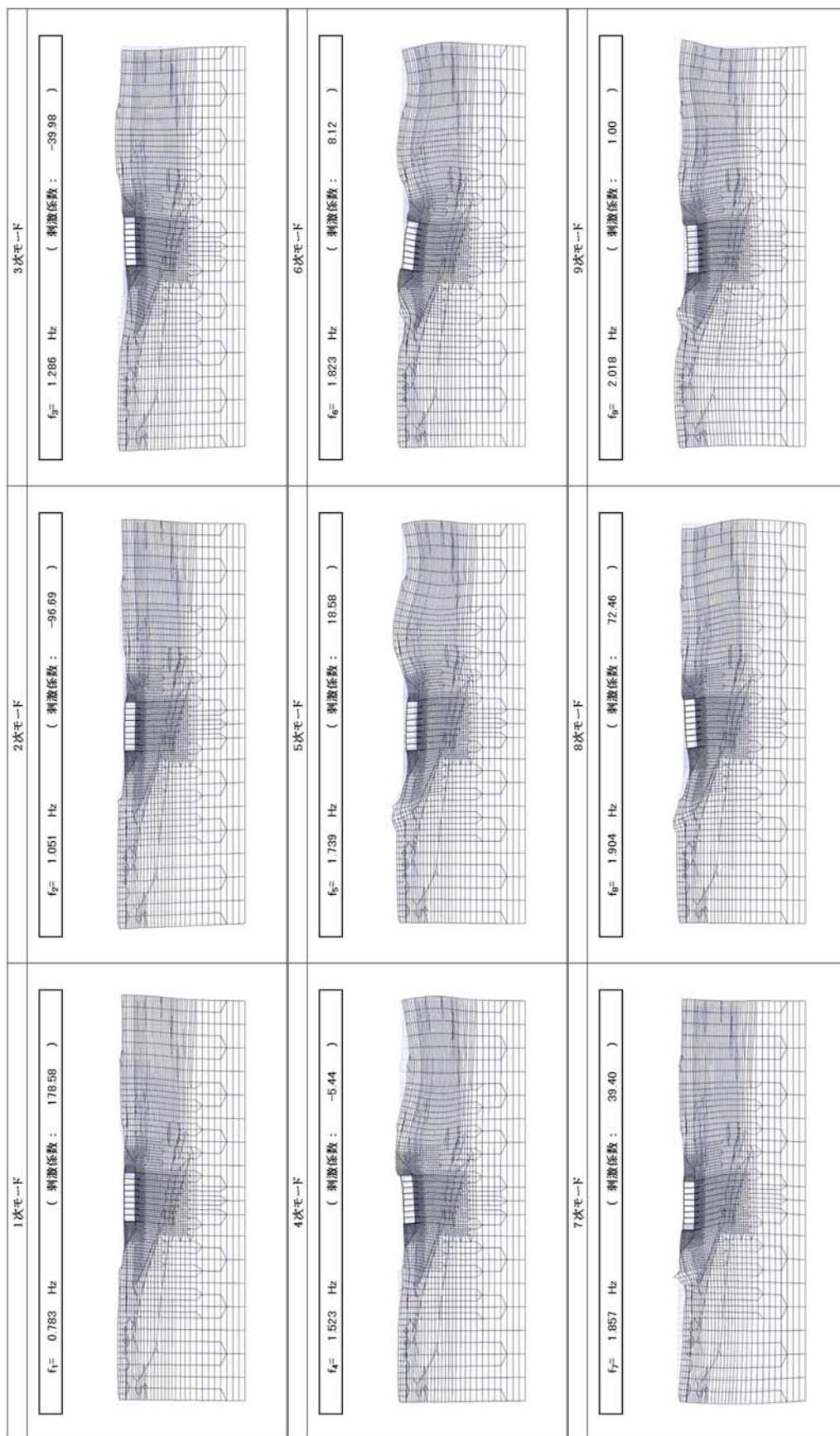
(検討ケース①: 原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)



(c) ⑥-⑥断面

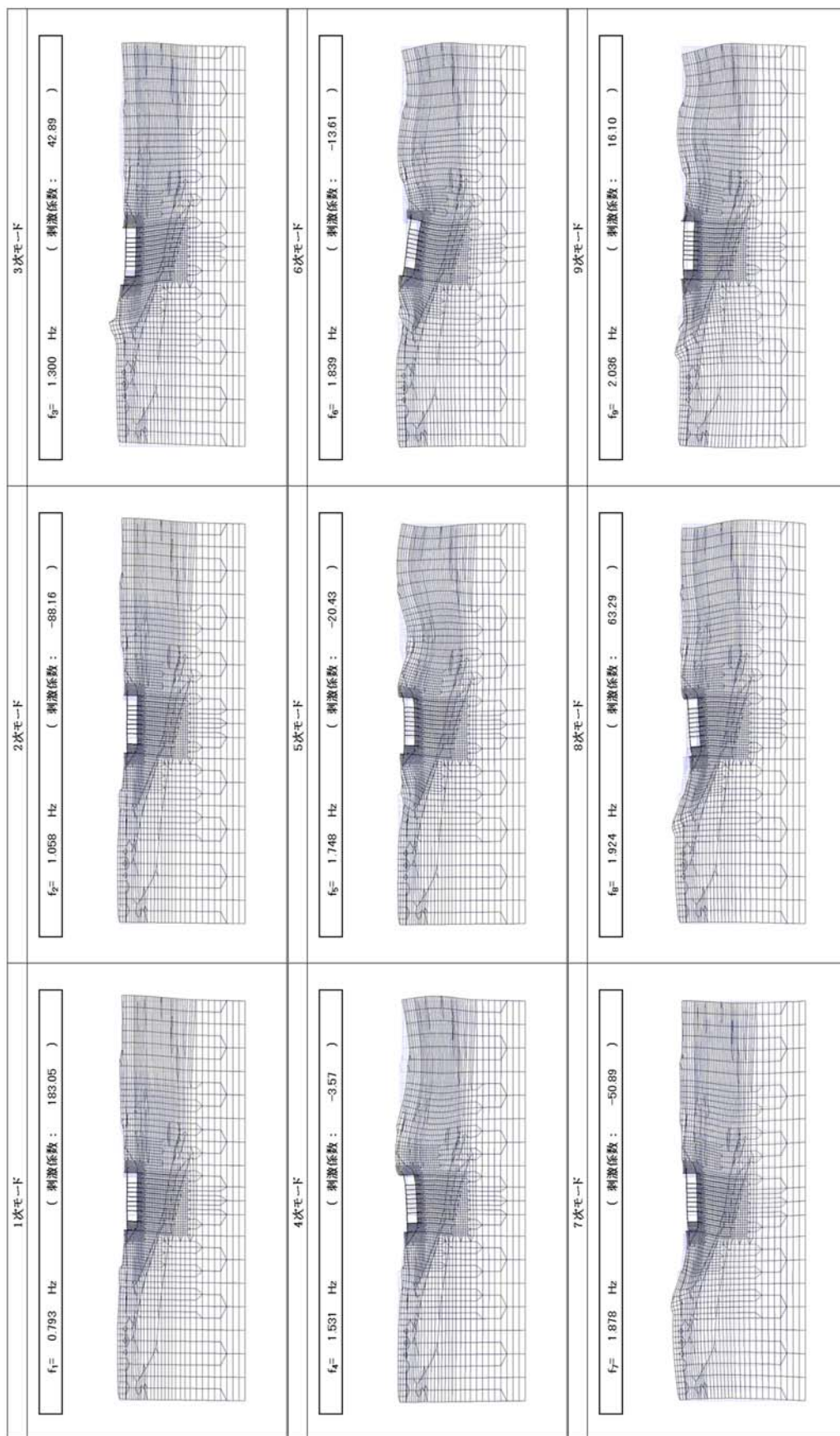
図7-1 (1) 取水構造物の固有値解析結果

(検討ケース①: 原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)



(a) ①-①断面

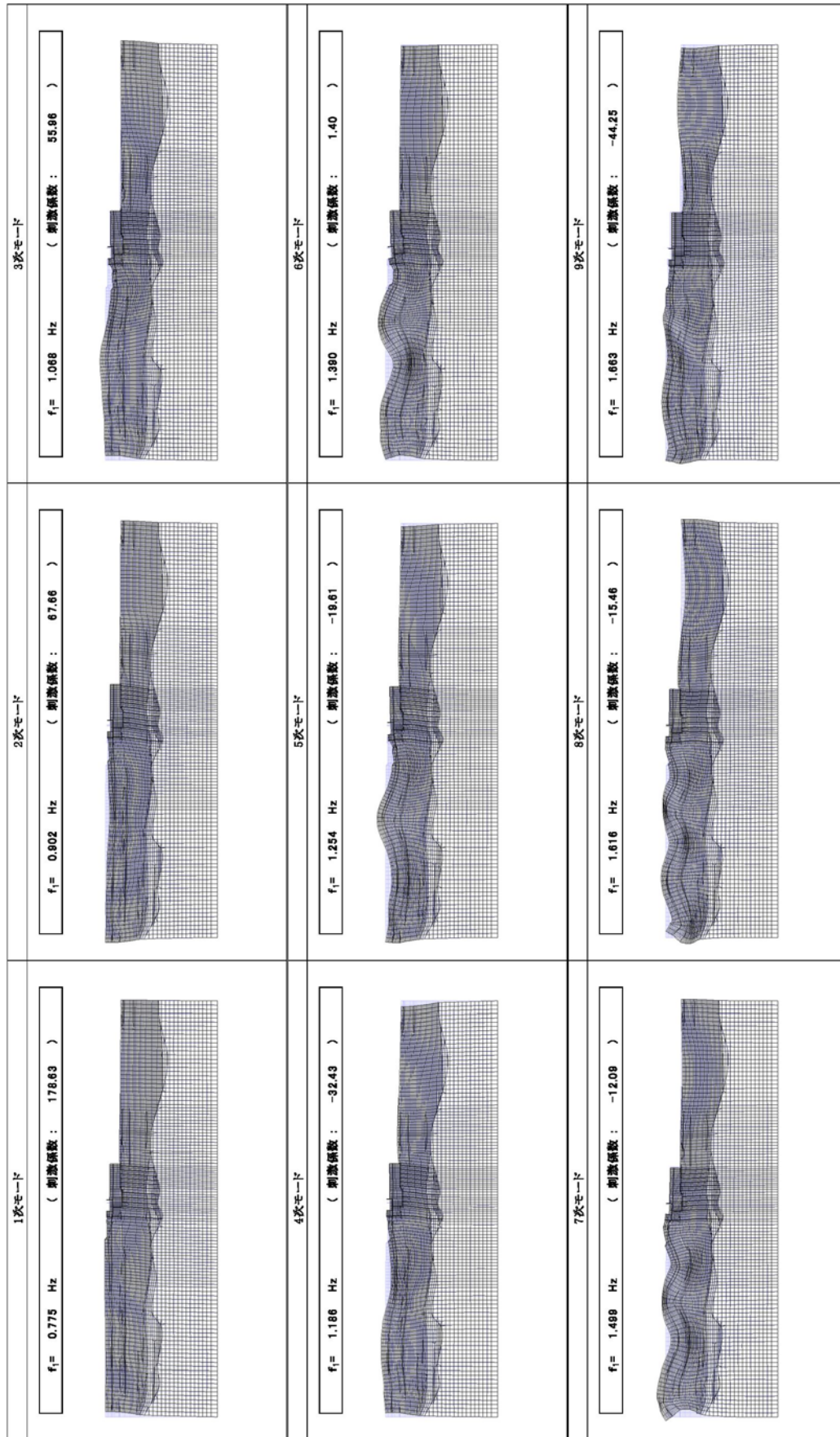
図 7-1 (2) 取水構造物の固有値解析結果  
(検討ケース②: 地盤物性のばらつきを考慮 (+1σ) した解析ケース)



(b) ④-④断面

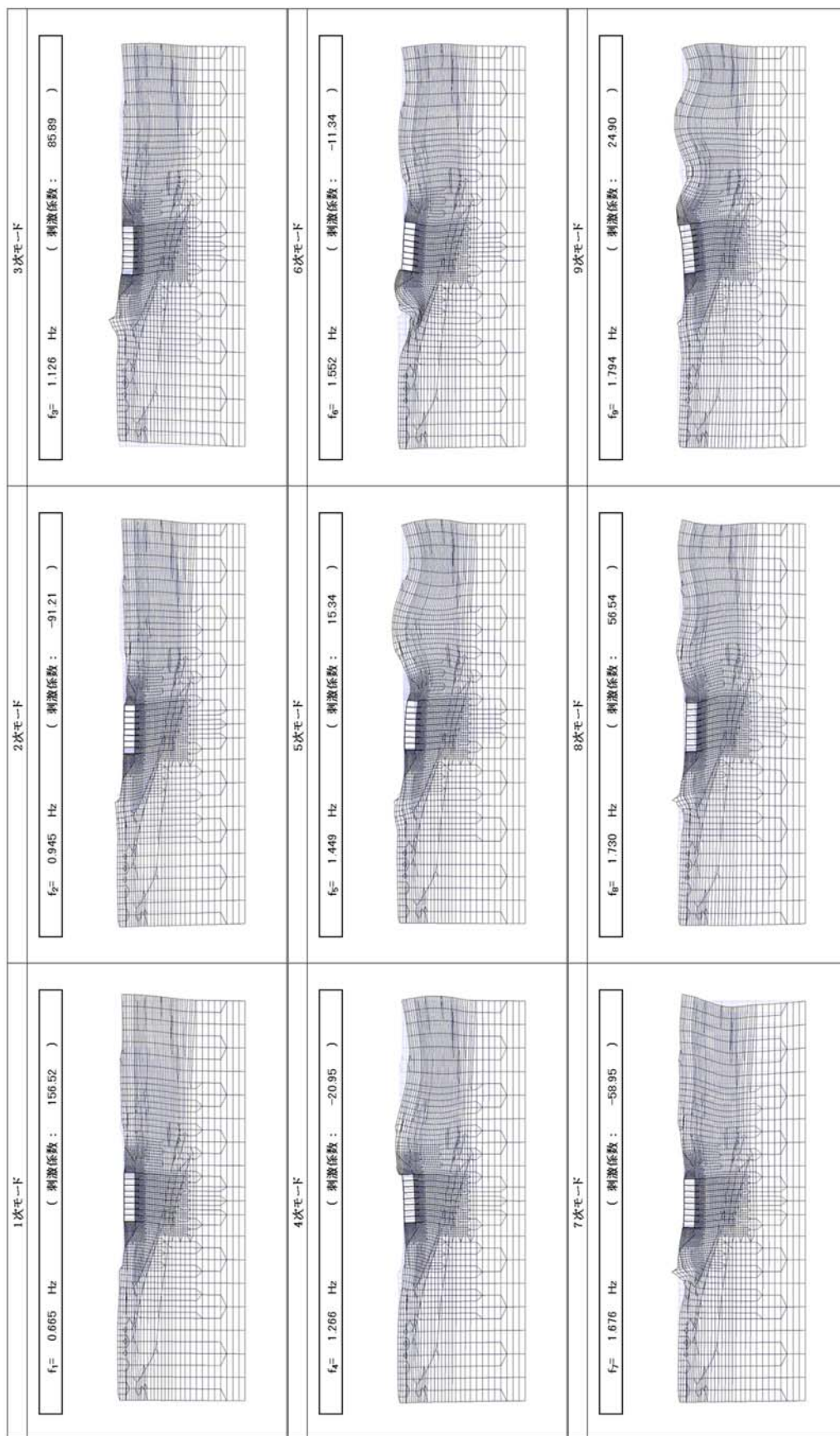
図7-1 (2) 取水構造物の固有値解析結果  
(検討ケース②: 地盤物性のばらつきを考慮 (+1σ) した解析ケース)





(c) ⑥-⑥断面

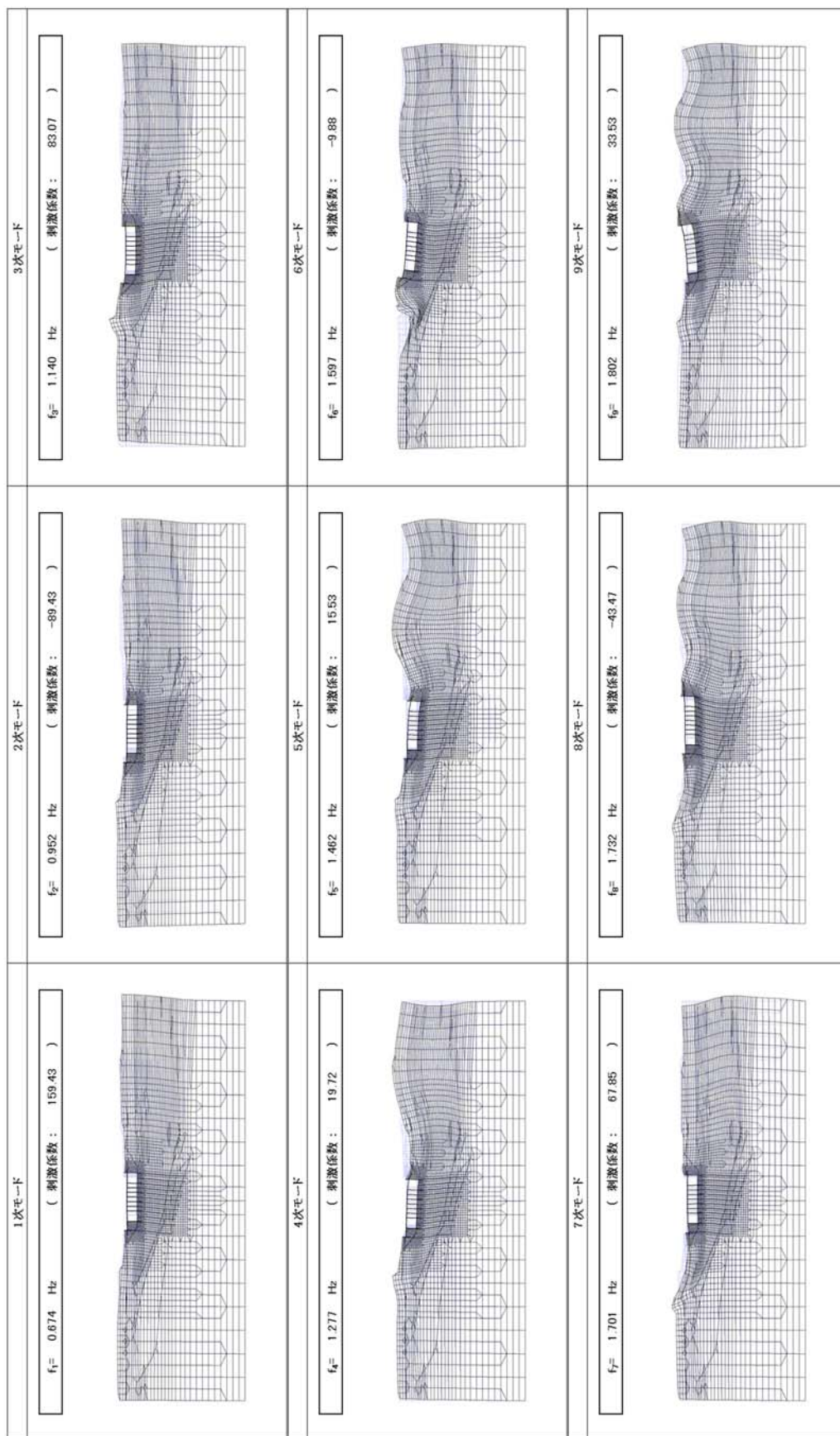
図7-1 (2) 取水構造物の固有値解析結果  
(検討ケース②)：地盤物性のばらつきを考慮 (+1σ) した解析ケース



(a) ①-①断面

図7-1 (3) 取水構造物の固有値解析結果

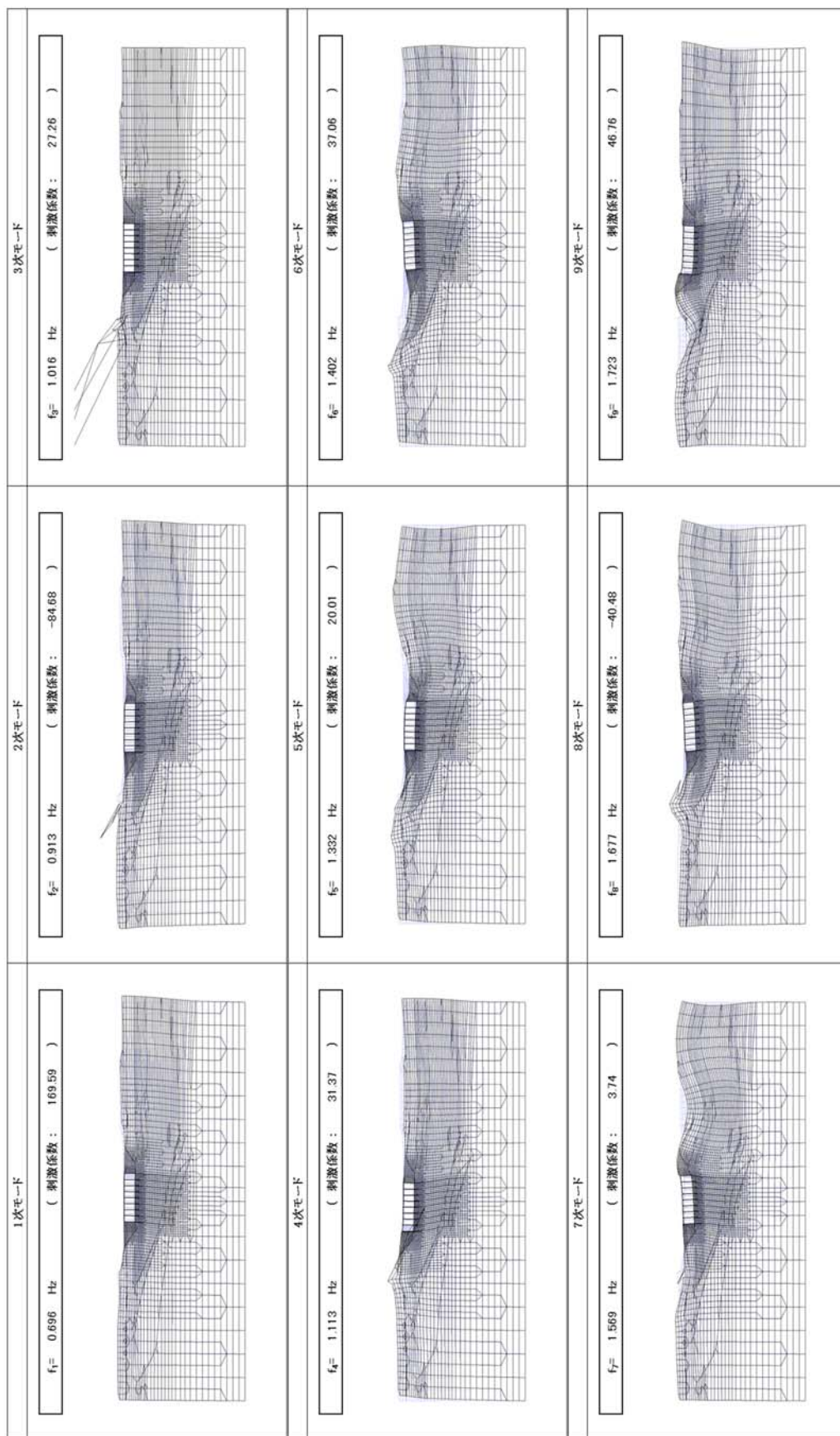
(検討ケース③: 地盤物性のばらつきを考慮 (-1σ) した解析ケース)



(b) ④-④断面

図7-1 (3) 取水構造物の固有値解析結果

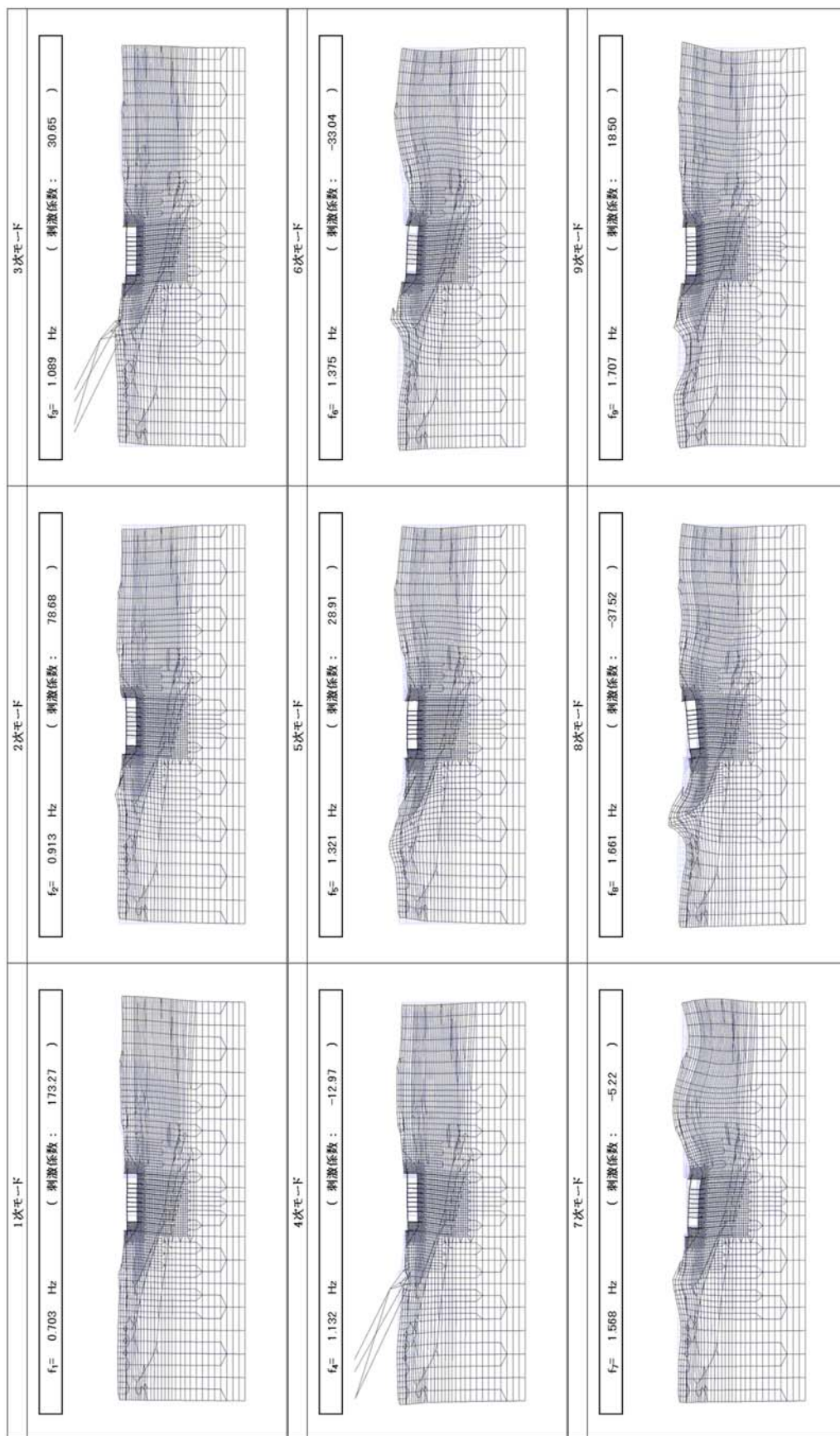
(検討ケース③: 地盤物性のばらつきを考慮 (-1σ) した解析ケース)



(a) ①-①断面

図 7-1 (4) 取水構造物の固有値解析結果

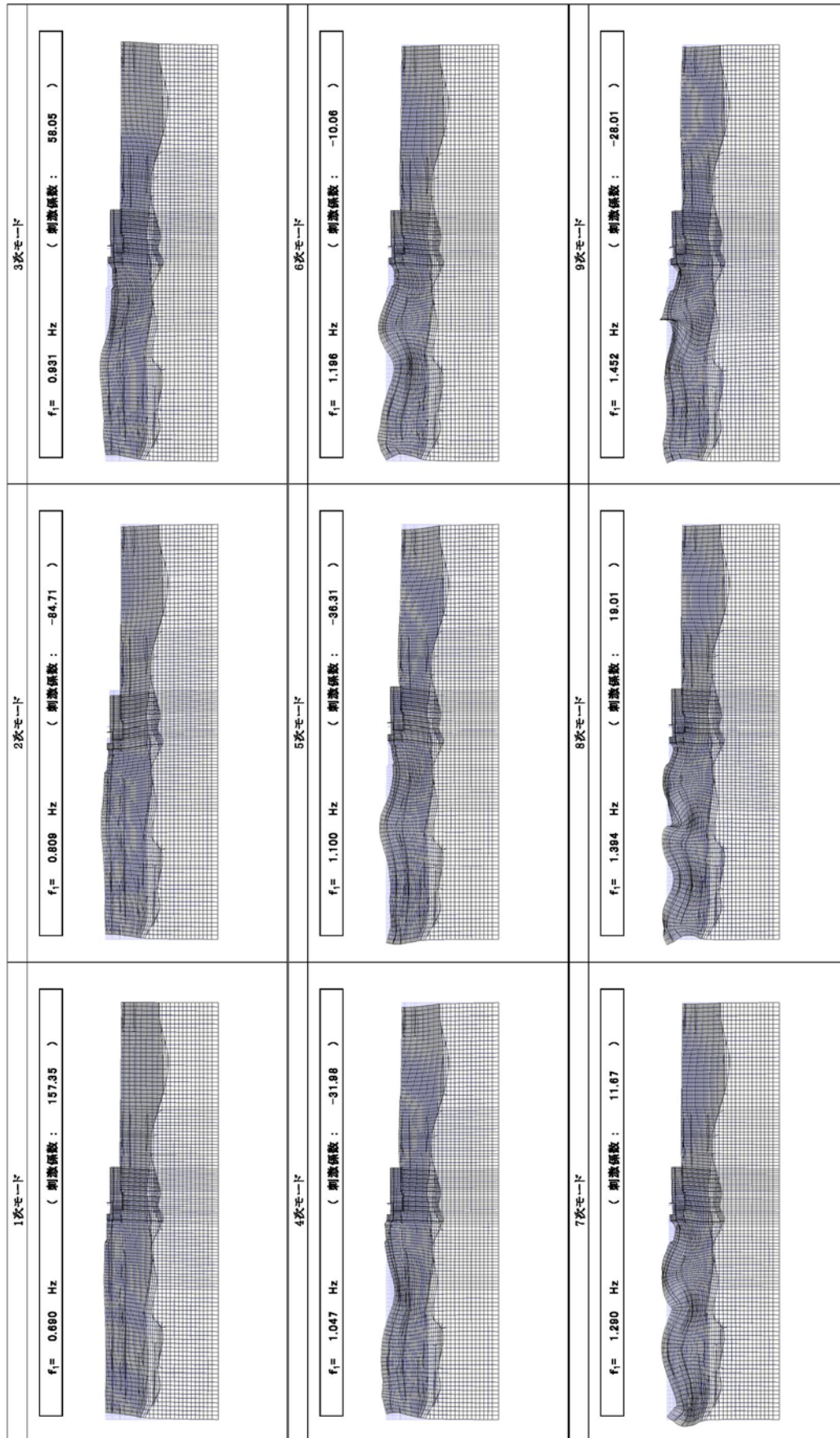
(検討ケース④: 敷地に存在しない、豊浦標準砂の液化強度特性により地盤を強制的に液化化させることを仮定した解析ケース)



(b) ④-④断面

図 7-1 (4) 取水構造物の固有値解析結果

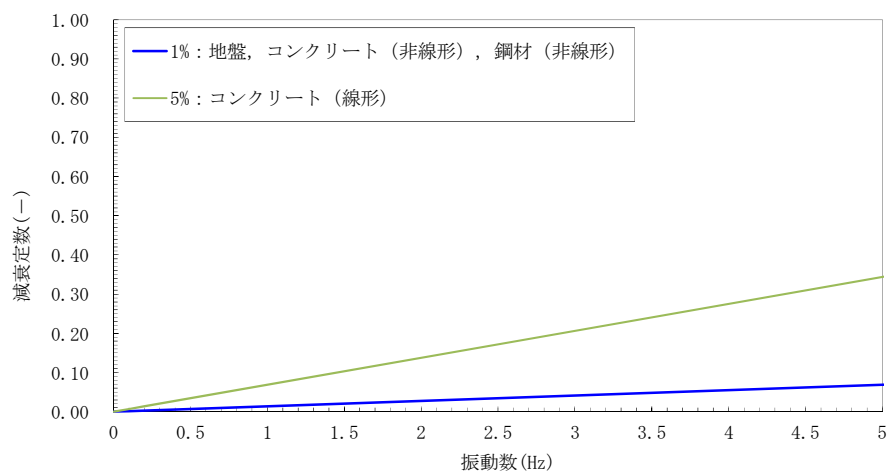
(検討ケース④: 敷地に存在しない豊浦標準砂の液状化強度特性により地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース)



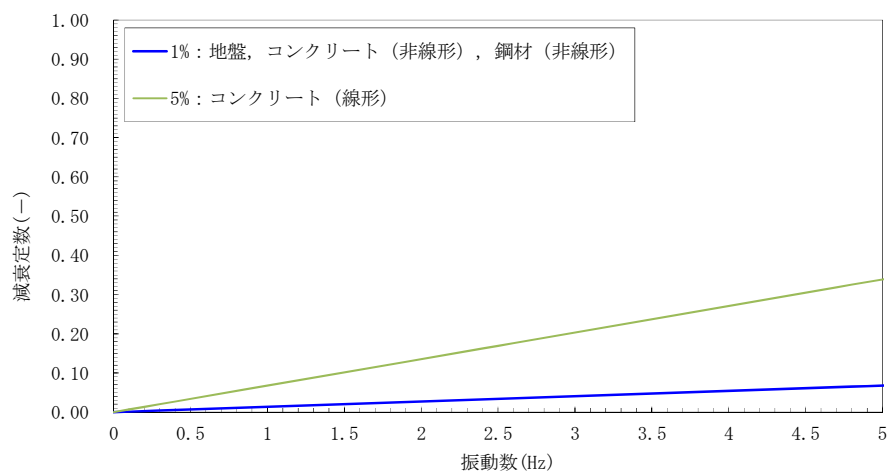
(c) ⑤-⑥断面

図 7-1 (4) 取水構造物の固有値解析結果

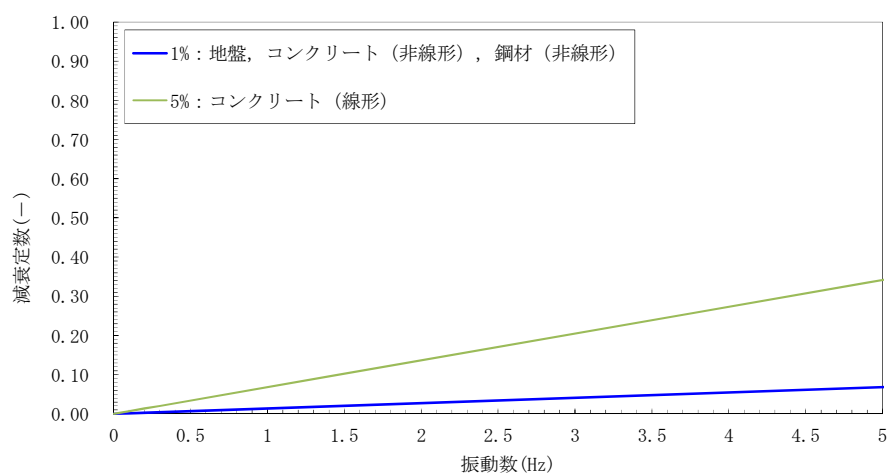
(検討ケース④)：敷地に存在しない豊浦標準砂の液状化強度特性により地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース



(a) ①-①断面



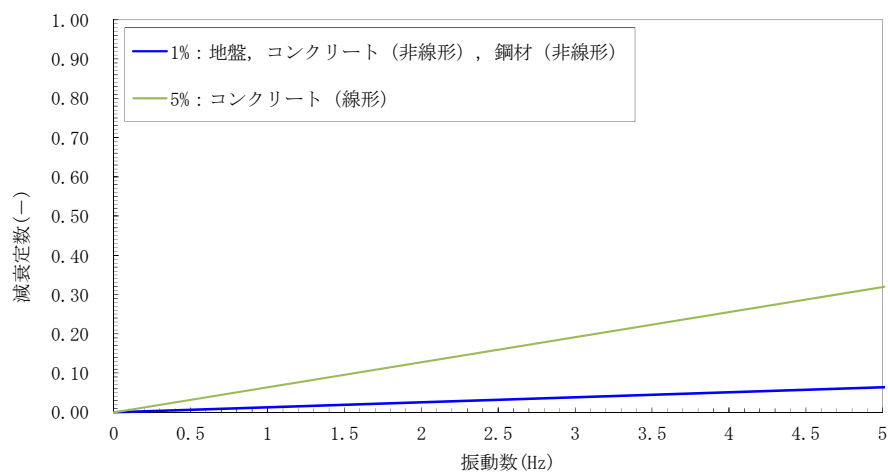
(b) ④-④断面



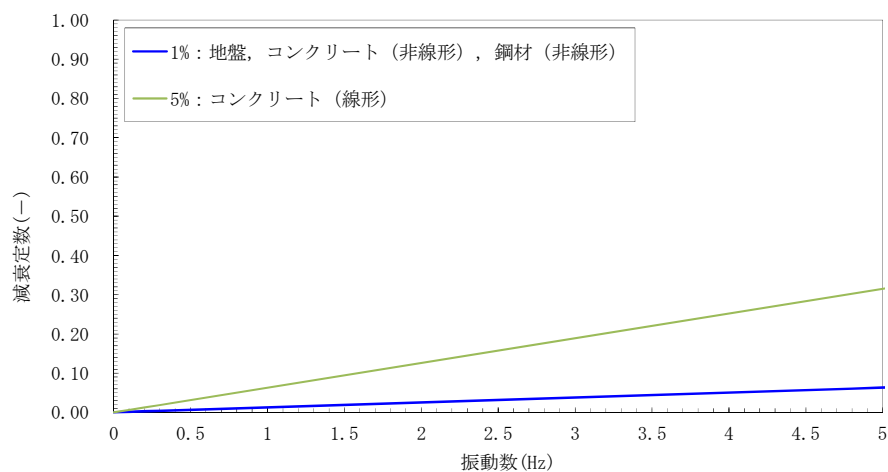
(c) ⑥-⑥断面

図 7-2 (1) 設定した Rayleigh 減衰

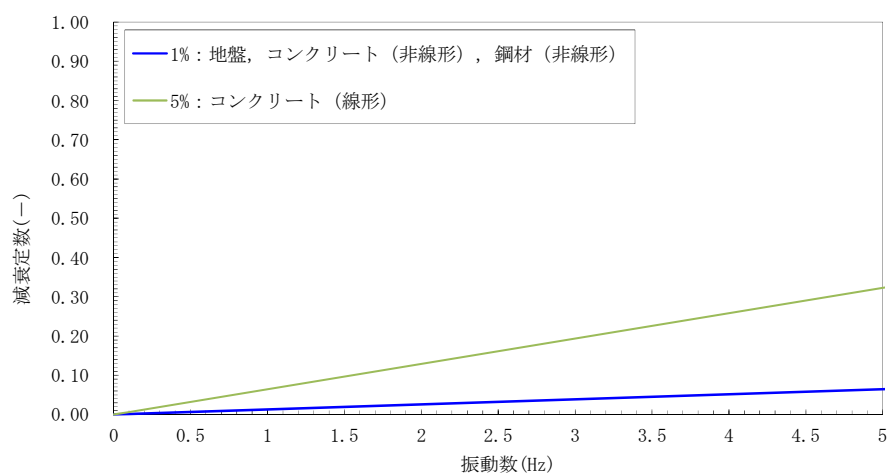
(検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)



(a) ①-①断面



(b) ④-④断面

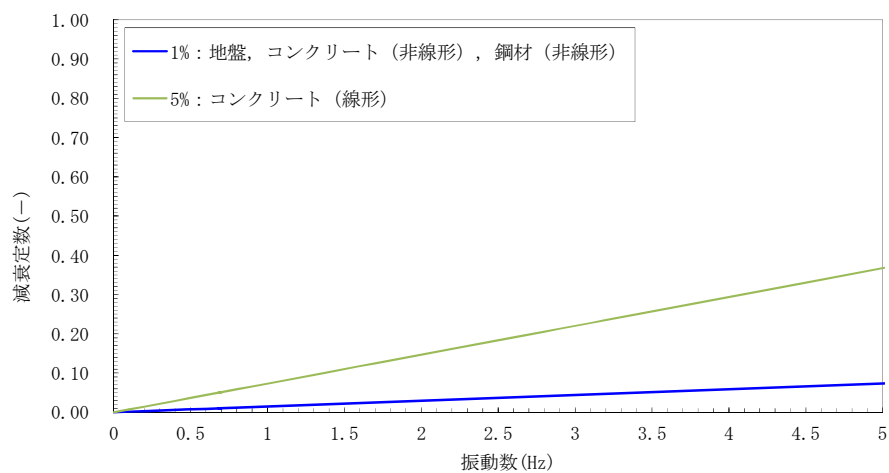


(c) ⑥-⑥断面

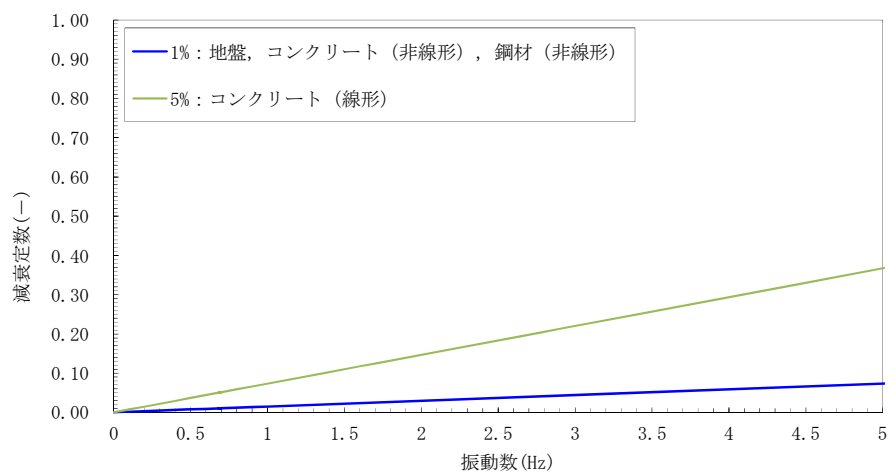
図 7-2 (2) 設定した Rayleigh 減衰

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





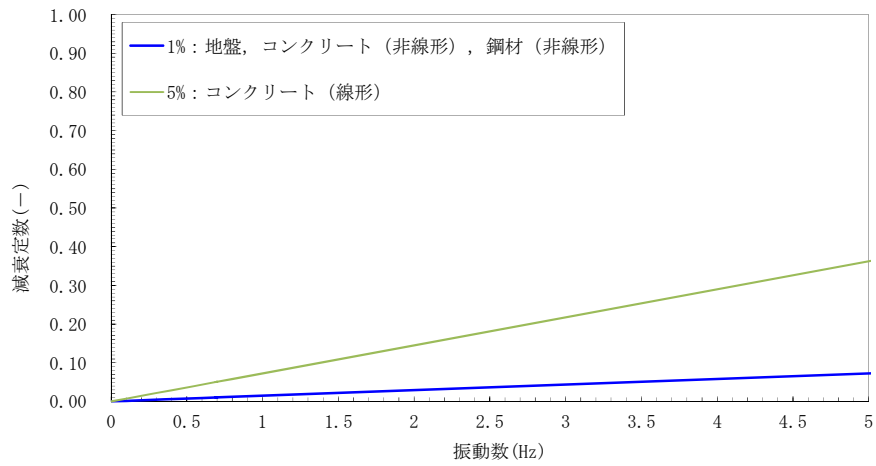
(a) ①-①断面



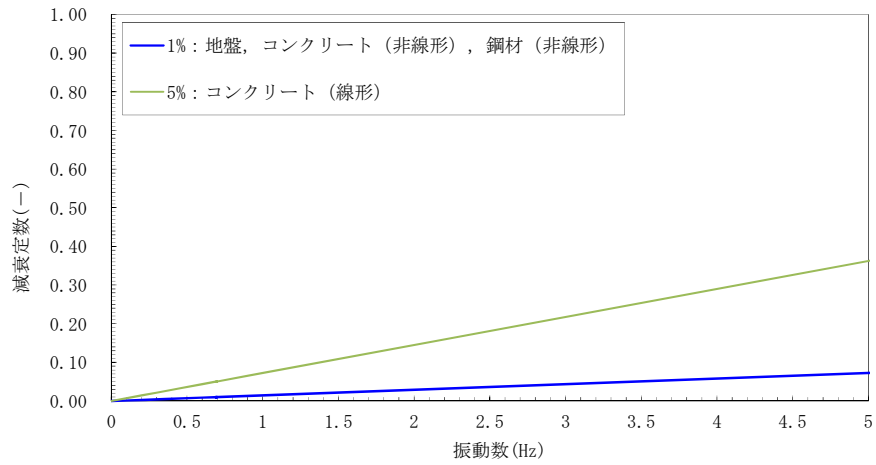
(b) ④-④断面

図 7-2 (3) 設定した Rayleigh 減衰

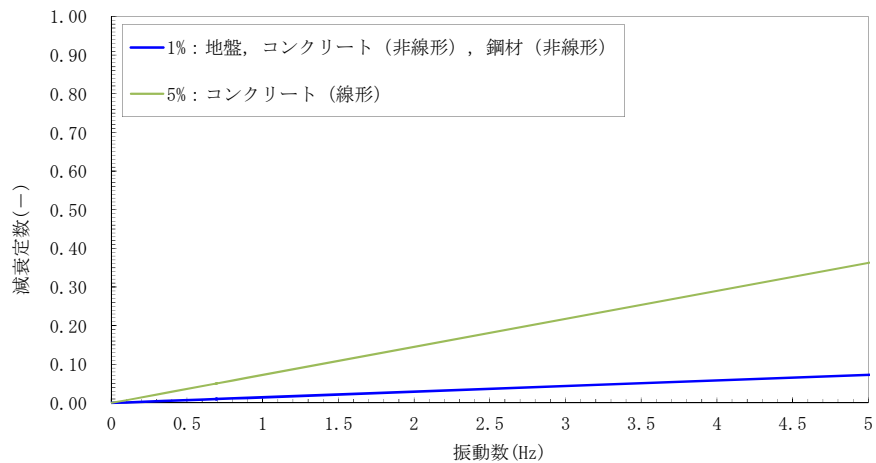
(検討ケース③ : 地盤物性のばらつきを考慮 (-1σ) した解析ケース)



(a) ①-①断面



(b) ④-④断面



(c) ⑥-⑥断面

図 7-2 (4) 設定した Rayleigh 減衰

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

## 10. 軸力の変動が部材の非線形特性に与える影響について

取水構造物の地震応答解析では、鉄筋コンクリート部材及び鋼管杭を非線形はり要素にてモデル化している。この非線形特性として、鉄筋コンクリート部材における非線形特性 ( $M-\phi$  関係) にトリリニアモデル (修正武田モデル) を、鋼管杭における非線形特性 ( $M-\phi$  関係) にバイリニアモデルを適用しているが、有効応力解析コード「FLIP ver. 7.3.0\_2」における当該非線形特性では、地震時における部材の軸力は一定とされる。

よって、本項では、基準地震動  $S_s$  を入力とした地震応答解析による各部材の軸力及び曲げモーメントの変動範囲を踏まえた上で、それが部材の非線形特性に与える影響を検討し、取水構造物の耐震評価において軸力が一定とされる有効応力解析コード「FLIP ver. 7.3.0\_2」の当該非線形特性を用いることの妥当性を検討する。

部材の軸力変動範囲を確認するための解析ケースを以下に示す。

- ・入力地震動： $S_s-D1$  (H+, V+)
- ・検討ケース：①原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース (基本ケース)
- ・解析断面：④-④断面 (取水ピット区間)
- ・確認対象部材：図 10-1 に示す通り。

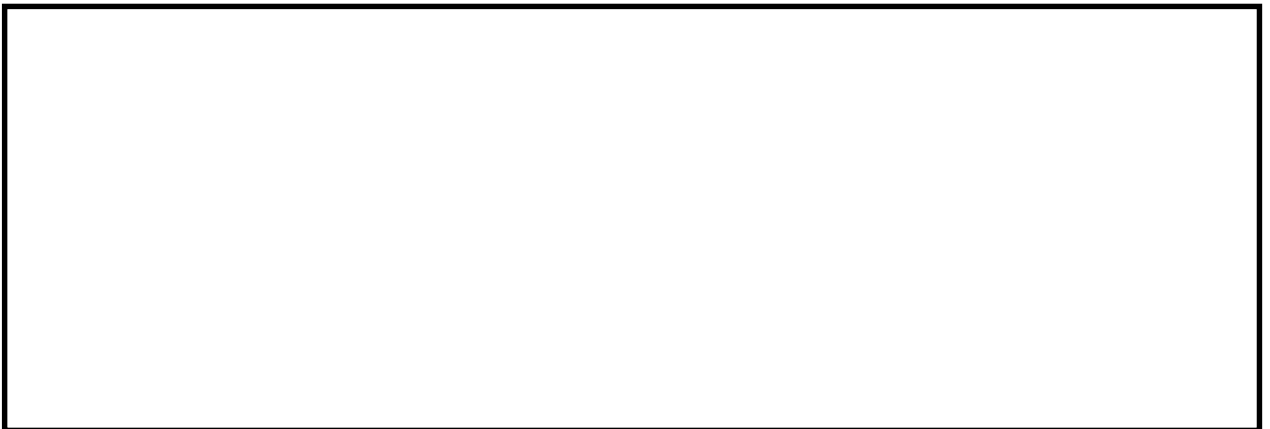


図 10-1 軸力及び曲げモーメントの変動範囲の確認対象部材

図 10-2 にて、鉄筋コンクリート部材における軸力及び曲げモーメントの変動範囲と、当該部材の  $M_u$  (終局モーメント) -  $N$  (軸力) 関係及び  $M_y$  (降伏モーメント) -  $N$  (軸力) 関係を比較した。また、同図には、FLIP にて非線形特性として用いられている  $M_u$  及び  $M_y$  の設定根拠である常時応力解析による当該部材の軸力をプロットしている。

基準地震動  $S_s$  による応答結果によると、地震時の鉄筋コンクリート部材における軸力の変動範囲は限定的であり、概ね常時応力解析における軸力と同等の範囲に収まっている。また、部材に発生する曲げモーメントは  $M_y$  (降伏モーメント) 以下であり、概ね弾性範囲内に収まっている。

以上より、鉄筋コンクリート部材において、軸力の変動が部材の非線形特性に与える影響は軽微であり、耐震評価において軸力が一定とされる有効応力解析コード「FLIP ver. 7.3.0\_2」の当該非線形特性を用いることは妥当であると考えられる。

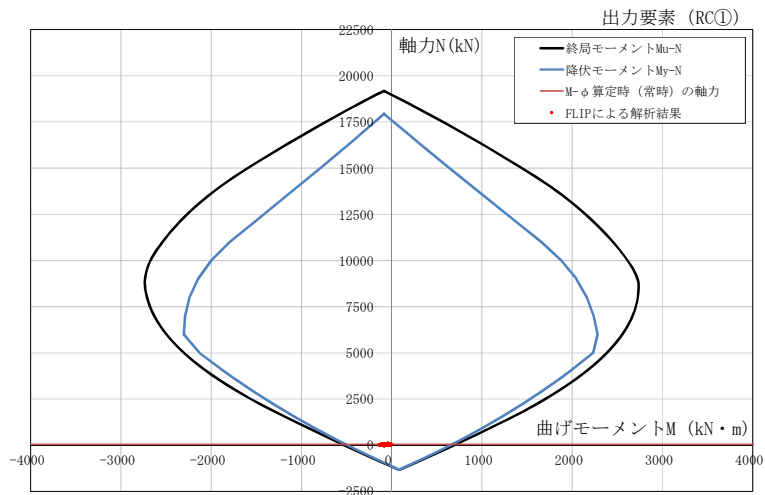


図 10-2 (1) 基準地震動  $S_s$  による取水構造物の部材の応答範囲 (RC①)

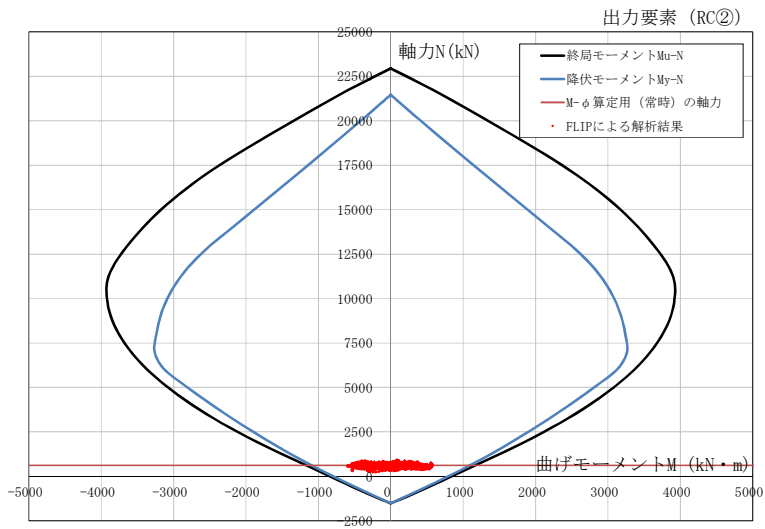


図 10-2 (2) 基準地震動  $S_s$  による取水構造物の部材の応答範囲 (RC②)

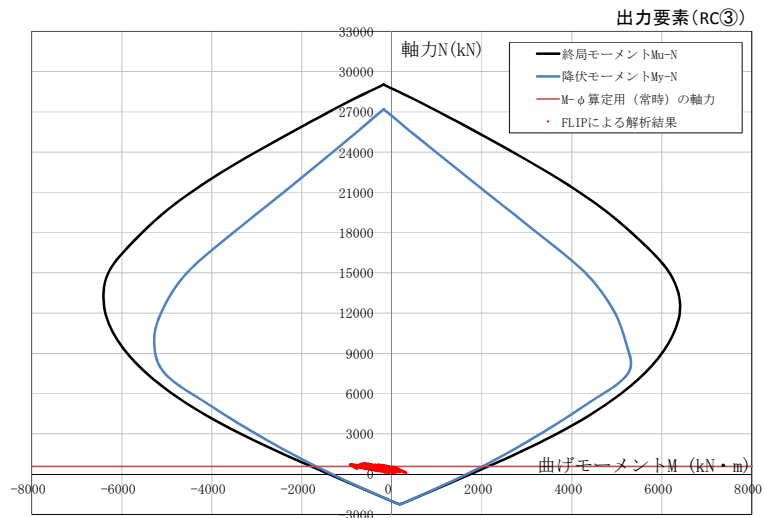


図 10-2 (3) 基準地震動  $S_s$  による取水構造物の部材の応答範囲 (RC③)

また、同様の地震応答解析結果を参照し、鋼管杭における軸力変動範囲を把握した上で、その変動が非線形特性（バイリニアモデル）における  $M_p$ （全塑性モーメント）にどの程度影響するかを検討した。

基準地震動  $S_s$  による地震応答解析により、図 10-1 に示す鋼管杭要素にて得られた最大発生軸力  $N_{max}$  及び最小発生軸力  $N_{min}$  を用いて、 $M_p$ （全塑性モーメント）を算定し、バイリニアモデルを設定した。各軸力におけるバイリニアモデルの比較を図 10-3 に示す。

いずれの軸力においても、 $M_p$ （全塑性モーメント）に有意な差は無いことから、鋼管杭において、軸力の変動が部材の非線形特性に与える影響は軽微であり、耐震評価において軸力が一定とされる有効応力解析コード「FLIP ver. 7.3.0\_2」の当該非線形特性を用いることは妥当であるとする。

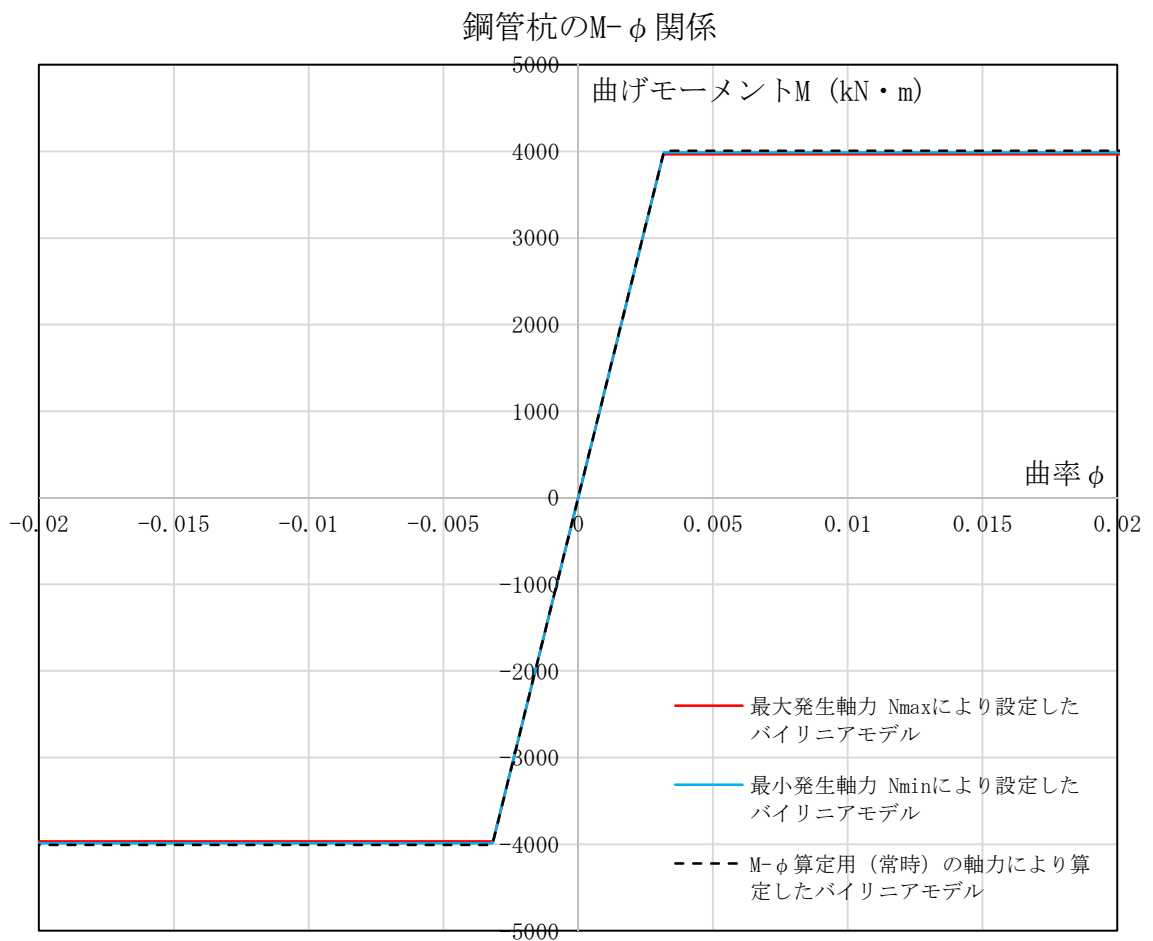


図 10-3 鋼管杭の発生軸力により設定したバイリニアモデル

## 12. 竜巻等防護設備による地震時反力を考慮した取水構造物 RC 部材の耐震評価

### 12.1 概要

取水構造物の耐震評価では、竜巻等防護設備を分布質量として地震応答解析モデルに反映し、その質量による慣性力を考慮した照査を実施している。

また、図 12-1 に示すように、竜巻等防護設備は嵩上げ RC 壁と鋼材によるラーメン構造であることを考慮すると、地震時には既設 RC 部材への反力が発生することが想定される。

よって、本項では竜巻等防護設備による地震時反力を考慮した取水構造物 RC 部材の耐震評価を実施し、その影響について検討する。

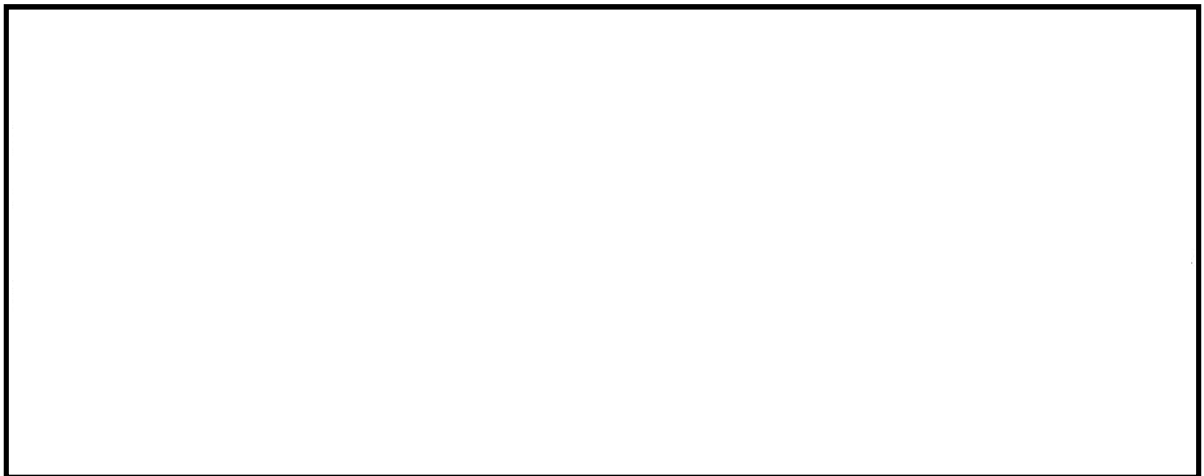


図 12-1 竜巻等防護設備の構造概要と想定される反力

### 12.2 耐震評価フロー

竜巻等防護設備による地震時反力を考慮した取水構造物 RC 部材の耐震評価フロー及び他の解析との関係を図 12-2 に示す。

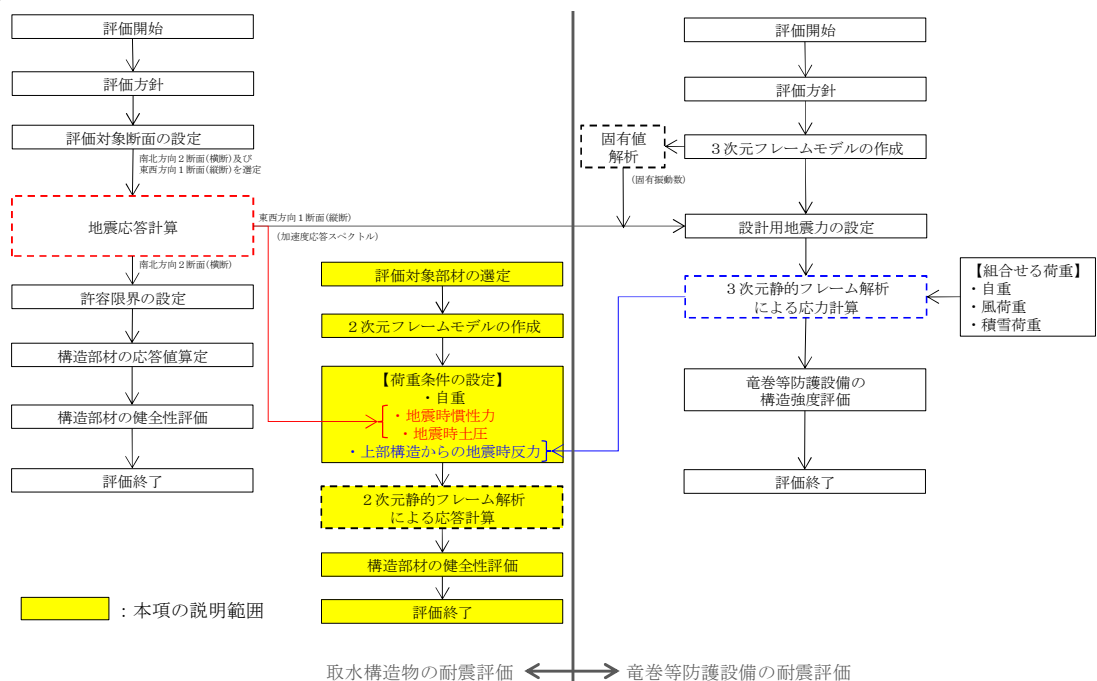


図 12-2 竜巻等防護設備による地震時反力を考慮した取水構造物 RC 部材の耐震評価フロー

## 12.3 評価内容

### 12.3.1 評価対象部材

対象とする構造部材は、取水構造物の縦断面にて竜巻等防護設備を受ける部材のうち、より荷重条件が厳しい部材として以下の評価対象部材①及び②を選択する。各評価対象部材を図 12-3 に示す。

- ・評価対象部材①：壁面の両側で竜巻等防護設備を支持しており、地震時反力が最も大きくなると想定される部材
- ・評価対象部材②：竜巻等防護設備から地震時反力を受けるとともに、地震時土圧を受ける部材

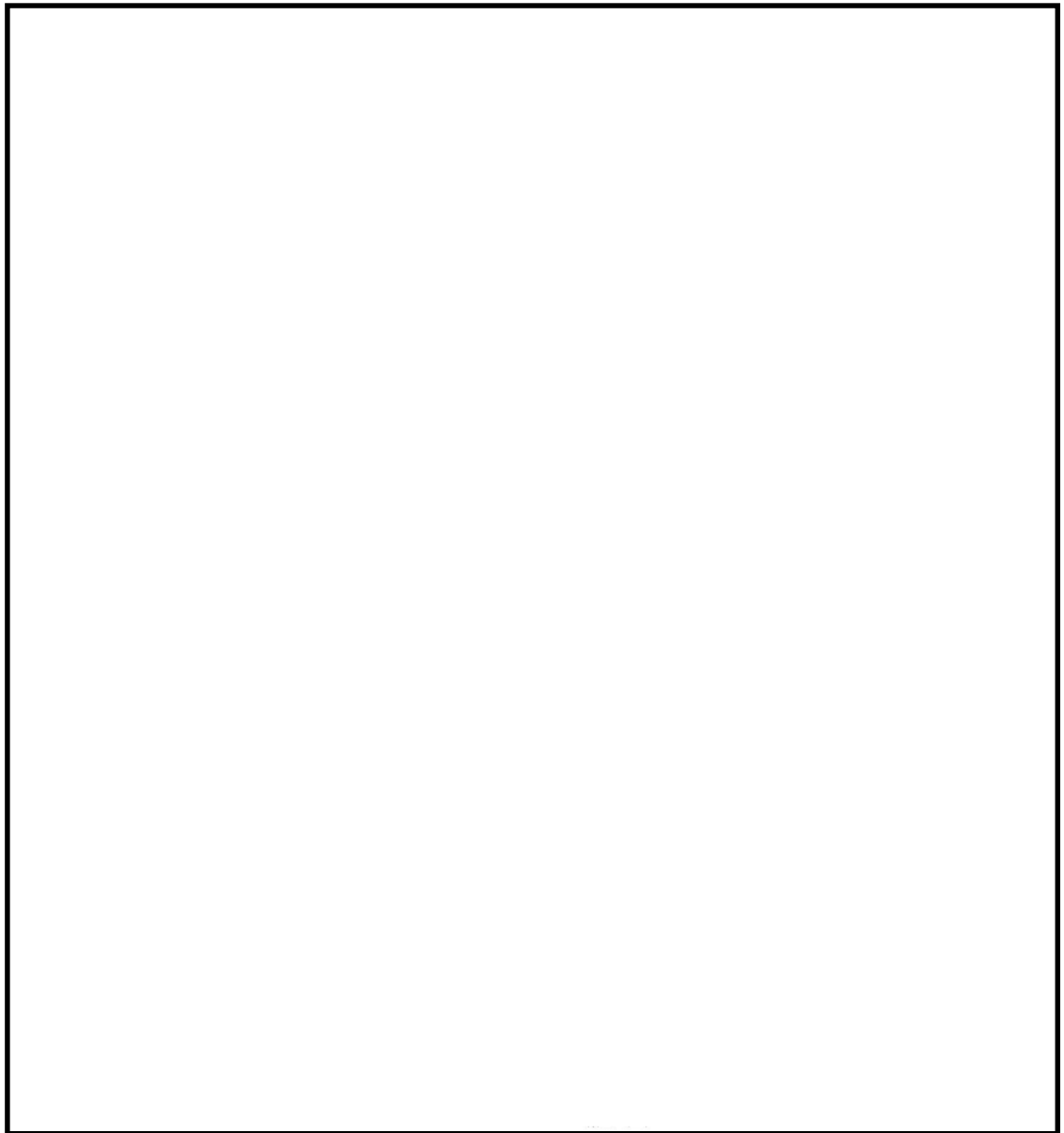


図 12-3 評価対象部材

### 12.3.2 解析モデル

各評価対象部材について、下端固定の片持ちはりとしてモデル化する。解析モデルを図12-4に示す。

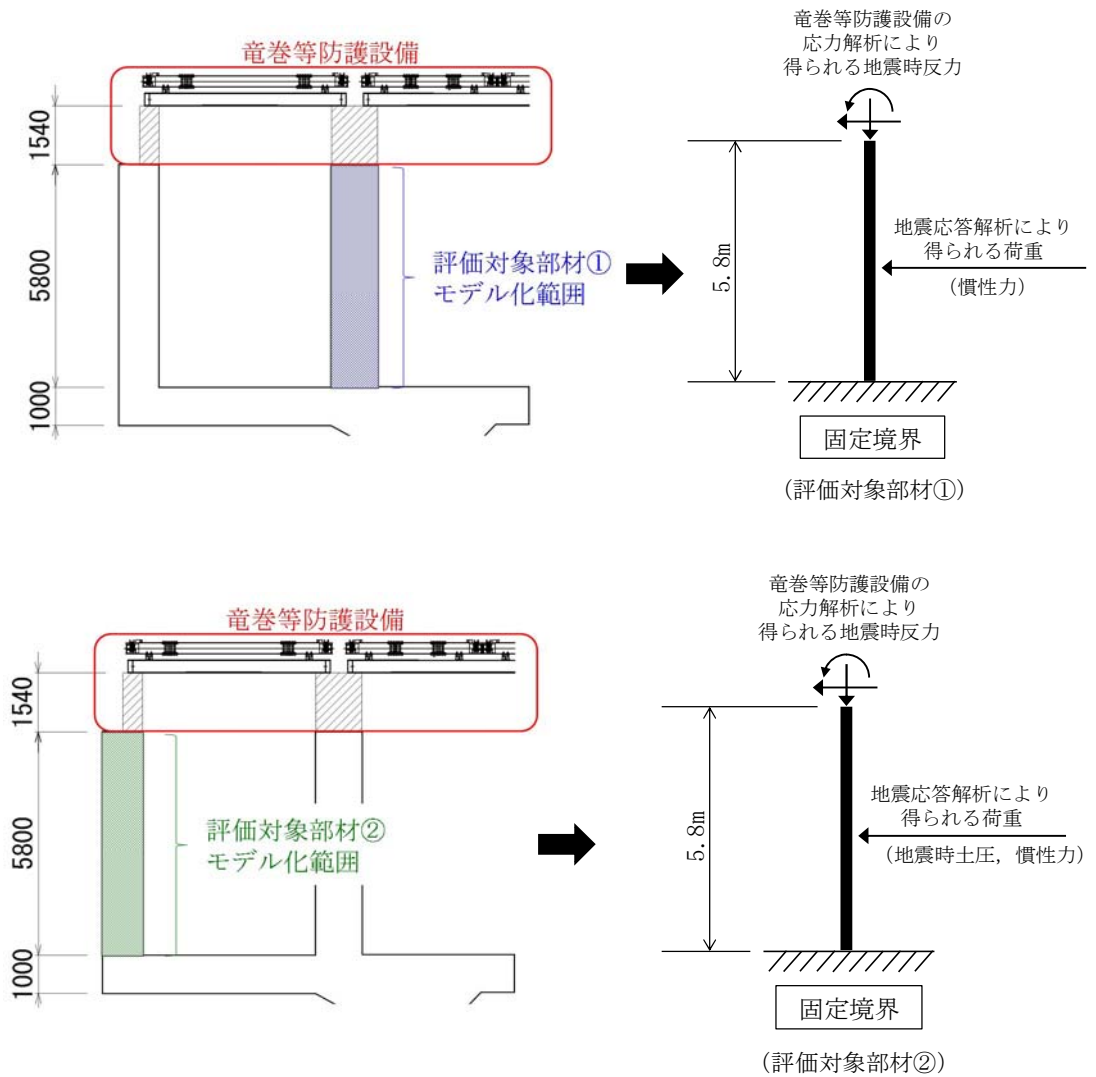
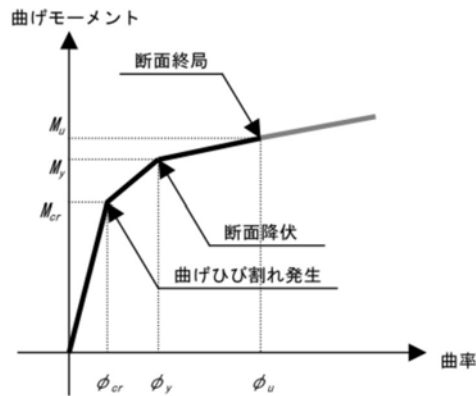


図12-4 解析モデル



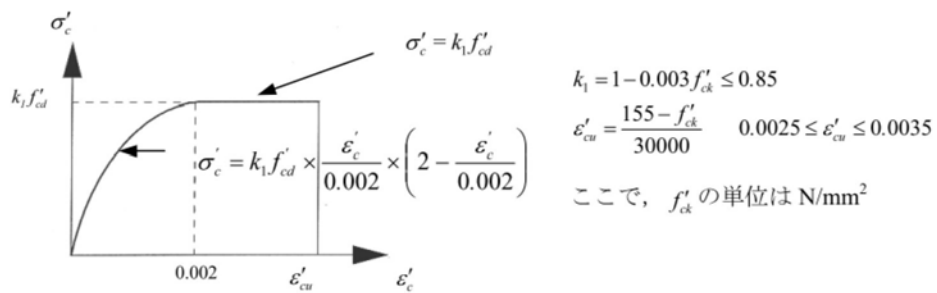
なお、壁部材は非線形はり要素を用いてモデル化する。非線形特性の設定においては、コンクリート及び鉄筋について、それぞれの非線形特性を考慮する。

鉄筋コンクリート部材における M-φ 関係のトリリニアモデルを図 12-5 に示す。また、コンクリート及び鉄筋の非線形特性を図 12-6 及び図 12-7 に示す。



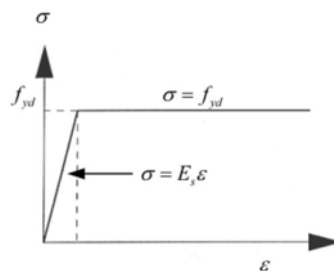
(原子力発電所屋外重要構造物の耐震性能照査指針・マニュアル ( (社) 土木学会 2005 年) より引用)

図 12-5 M-φ 関係のトリリニアモデル (鉄筋コンクリート部材)



(コンクリート標準示方書[設計編] ( (社) 土木学会 2007 年制定) より引用)

図 12-6 コンクリートの応力-ひずみ曲線



(コンクリート標準示方書[設計編] ( (社) 土木学会 2007 年制定) より引用)

図 12-7 鉄筋の応力-ひずみ曲線

### 12.3.3 荷重

解析モデルに入力する荷重は、常時荷重に加え、取水構造物縦断方向（⑥—⑥断面）の地震応答解析から得られる地震時土圧及び慣性力とする。

部材の曲げ及びせん断照査については、取水構造物縦断方向（⑥—⑥断面）の地震応答解析により、各評価対象部材における**加速度及び地震時土圧**が最大となる地震動及び時刻を抽出し、この時刻における地震時土圧及び慣性力を解析モデルに作用させる。図 12-8 に⑥—⑥断面の地震応答解析モデルと評価対象部材を示す。

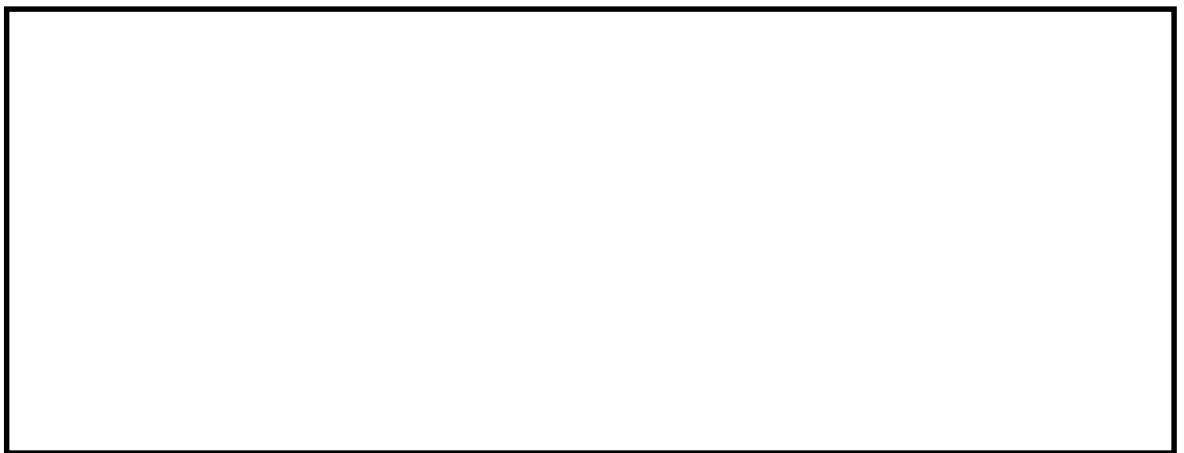


図 12-8 ⑥—⑥断面の地震応答解析モデルと評価対象部材

また、図 12-4 に示す解析モデルの上端には、竜巻等防護設備の応力解析により得られる地震時反力を考慮する。竜巻等防護設備の応力解析モデル及び地震時反力抽出の考え方を以下に示す。

竜巻等防護設備の応力解析においては、鋼材部を 3 次元フレーム、嵩上げ RC 壁部を既設 RC 部材の上端を固定端とする片持ちはりとしてモデル化する。竜巻等防護設備から既設 RC 部材への応力伝達の考え方を図 12-9 に示す。

考慮する荷重は、竜巻等防護設備及び嵩上げ壁自重、積雪荷重、風荷重、慣性力とする。慣性力は、取水構造物縦断方向（⑥—⑥断面）の地震応答解析に基づき算出する。

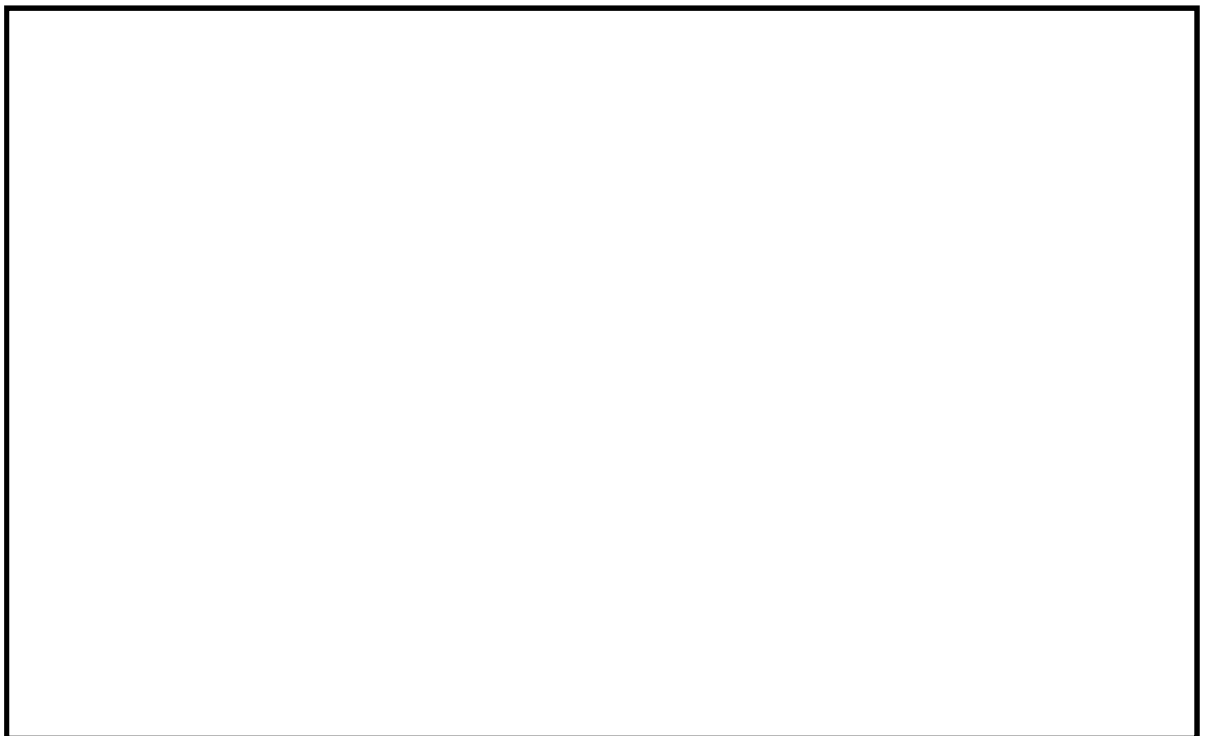


図 12-9 (1) 竜巻等防護設備から既設 RC 部材への応力伝達の考え方

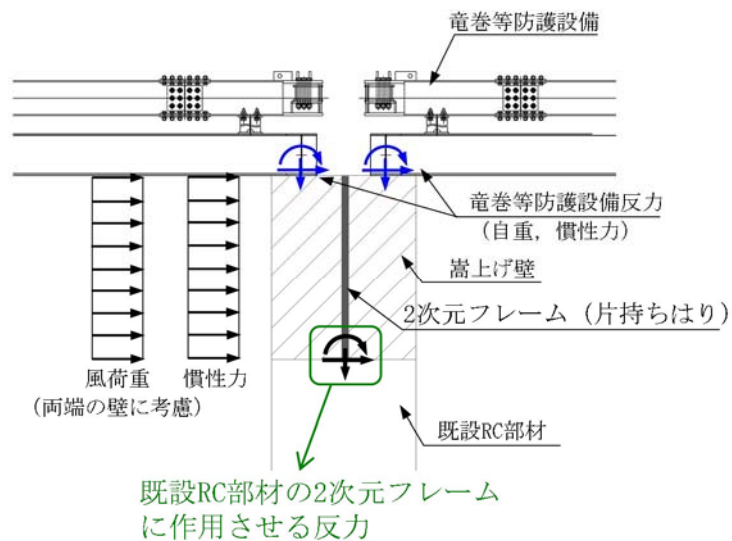


図 12-9 (2) 竜巻等防護設備から既設 RC 部材への応力伝達の考え方 (“a 部” 詳細)

(参考) 2-26

#### 12.3.4 許容限界

耐震評価における許容限界は，土木学会マニュアルに基づき，曲げについては限界曲率（圧縮縁コンクリートひずみ 1.0%に対応する曲率），せん断についてはせん断耐力とする。

#### 12.4 評価結果（**追而**）