

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 23
提出年月日	平成 30 年 7 月 6 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>
改 23	H30. 7. 6	<ul style="list-style-type: none"> <li>・改 6 のうち, 7 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 屋外重要土木構造部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 23 H30. 7. 6]



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。

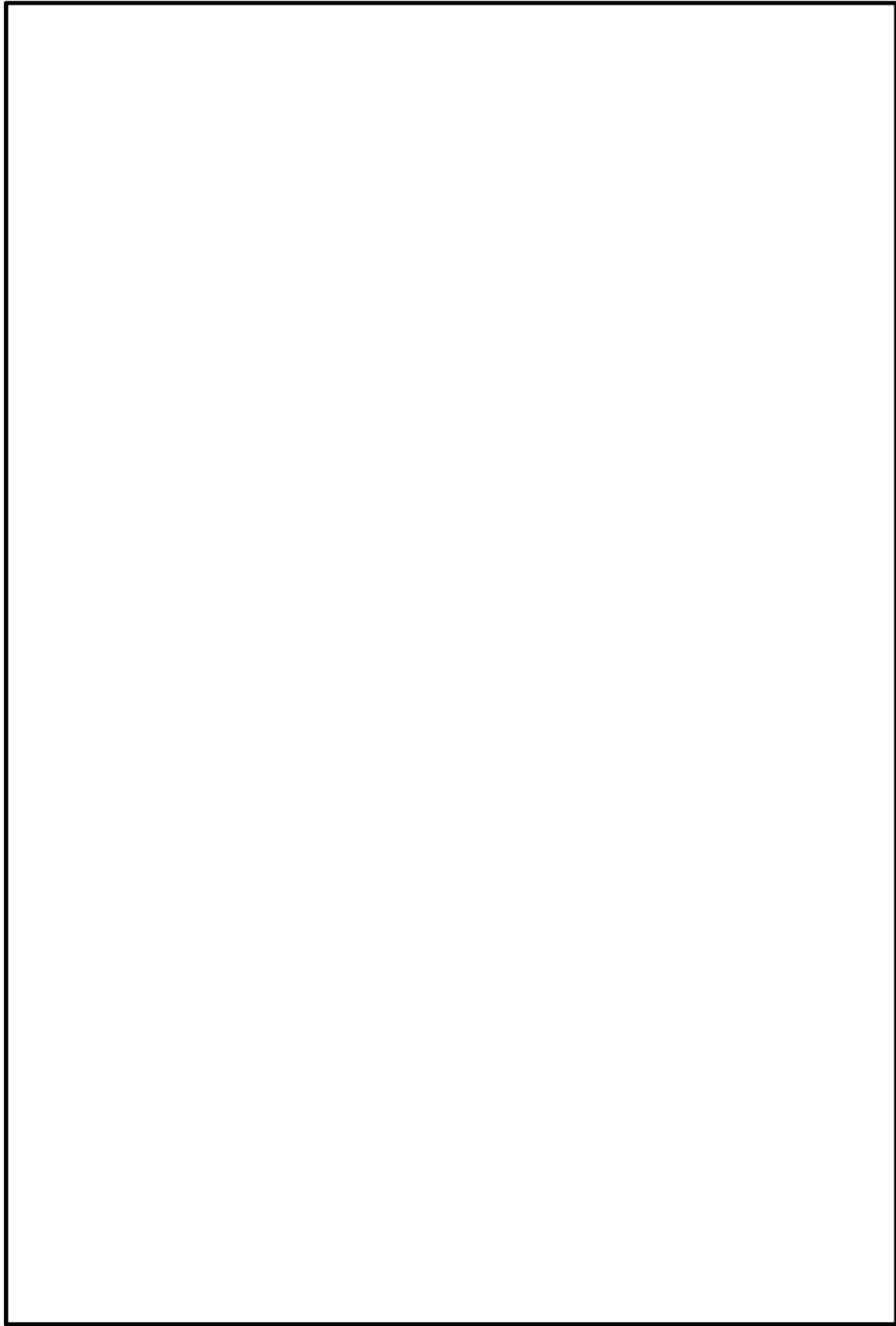


图 1.1-1 屋外重要土木构造物等位置图



## 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

### 目次

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	7-1
7.1 評価方法	7-2
7.2 評価条件	7-2
7.2.1 適用基準	7-2
7.2.2 耐震安全性評価フロー	7-3
7.2.3 評価対象断面の方向	7-4
7.2.4 評価対象断面の選定	7-7
7.2.5 使用材料及び材料定数	7-9
7.2.6 評価構造物諸元	7-13
7.2.7 地下水位	7-15
7.2.8 地震応答解析手法	7-15
7.2.9 解析モデルの設定	7-16
7.2.10 減衰定数	7-27
7.2.11 荷重の組合せ	7-31
7.2.12 地震応答解析の検討ケース	7-34
7.3 評価内容	7-36
7.3.1 入力地震動の設定	7-36
7.3.2 許容限界の設定	7-53
7.4 評価結果	7-56
7.4.1 地震応答解析結果	7-56
7.4.2 カルバートの耐震評価結果	7-181
7.4.3 杭基礎の耐震評価結果	7-220
7.5 まとめ（追而）	7-229
1. 減衰の設定について	7-3

## 7.1 評価方法

常設代替高圧電源装置用カルバート（カルバート部）（以下、「カルバート」という。）は、耐震安全上重要な機器・配管系を間接支持する機能を求められる構造物である。カルバート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。

構造部材の曲げ、せん断評価については地震応答解析に基づく発生応力又は発生せん断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、地震応答解析に基づく接地圧が許容限界以下であることを確認する。

## 7.2 評価条件

### 7.2.1 適用基準

カルバート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）等を適用するが、鉄筋コンクリートの曲げ及びせん断の許容限界については、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24年3月）を適用する。

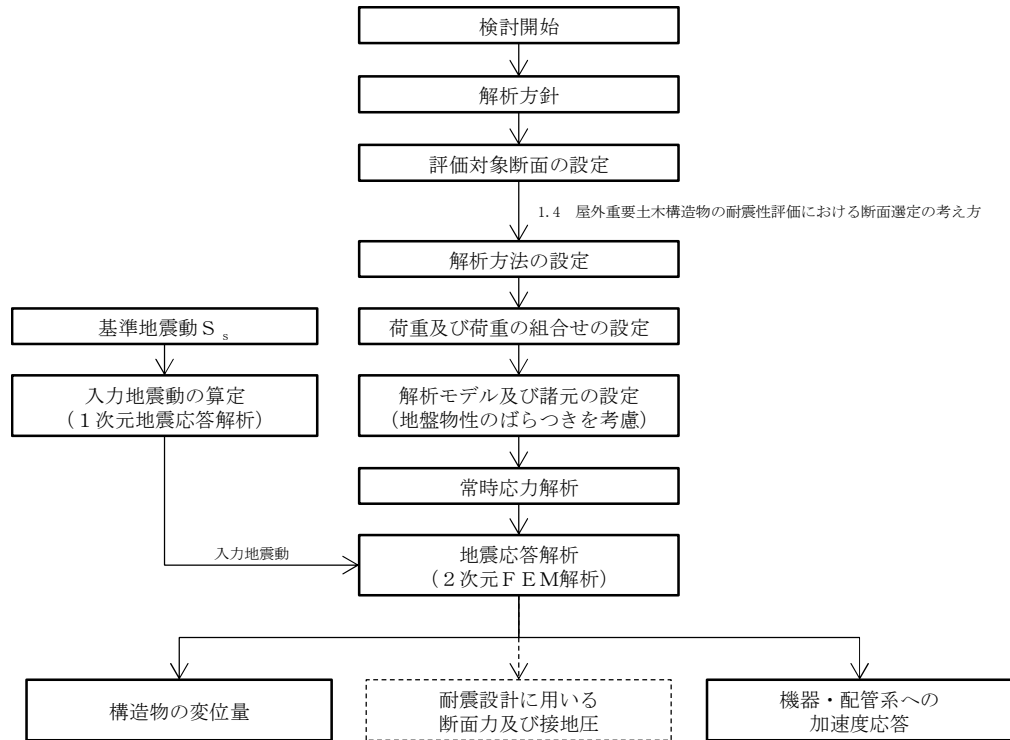
表7.2-1に適用する規格、基準類を示す。

表 7.2-1 適用する規格，基準類

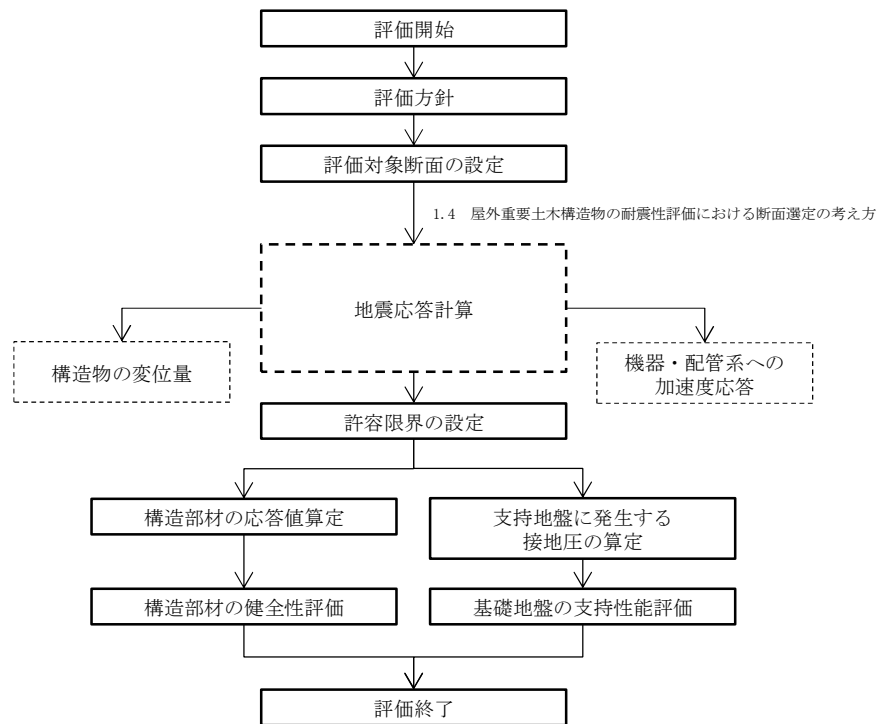
項目	適用する規格，基準類	備考
使用材料及び材料定数	・コンクリート標準示方書〔構造性能照査編〕（2002年制定）	—
荷重及び荷重の組合せ	・コンクリート標準示方書〔構造性能照査編〕（2002年制定）	・永久荷重＋偶発荷重＋従たる変動荷重の適切な組合せを検討
許容限界	・コンクリート標準示方書〔構造性能照査編〕（2002年制定） ・道路橋示方書（I 共通編・IV 下部構造編）・同解説（平成24年3月）	・曲げに対する照査は、発生応力が、許容限界以下であることを確認 ・せん断に対する照査は、発生応力又は発生せん断力が、許容限界以下であることを確認
地震応答解析	・ J E A G 4 6 0 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

7.2.2 耐震安全性評価フロー

図7.2-1にカルバート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 7.2-1 カルバートの耐震安全性評価フロー

### 7.2.3 評価対象断面の方向

カルバートの位置を図 7.2-2 に示す。

カルバートは2つの構造物に大別される。軽油移送配管を支持するカルバート（以下、「軽油カルバート」という。）は、延長 5.0 m、幅 5.5 m、高さ 7.5 m の鉄筋コンクリート造である。

電源ケーブル及び水配管を支持するカルバート（以下、「水電気カルバート」という。）は、延長約 35 m、幅 13.9 m、高さ 6.7 m の鉄筋コンクリート造である。

表 7.2-2 に示すとおり、カルバート部の縦断方向は東側に剛な原子炉建屋が存在し、加振方向に耐震壁が多く存在することから、強軸断面方向となる。一方、横断方向は、耐震設計上見込める構造部材が少ないことから、弱軸断面方向となる。

以上のことから、カルバートの耐震評価では、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。

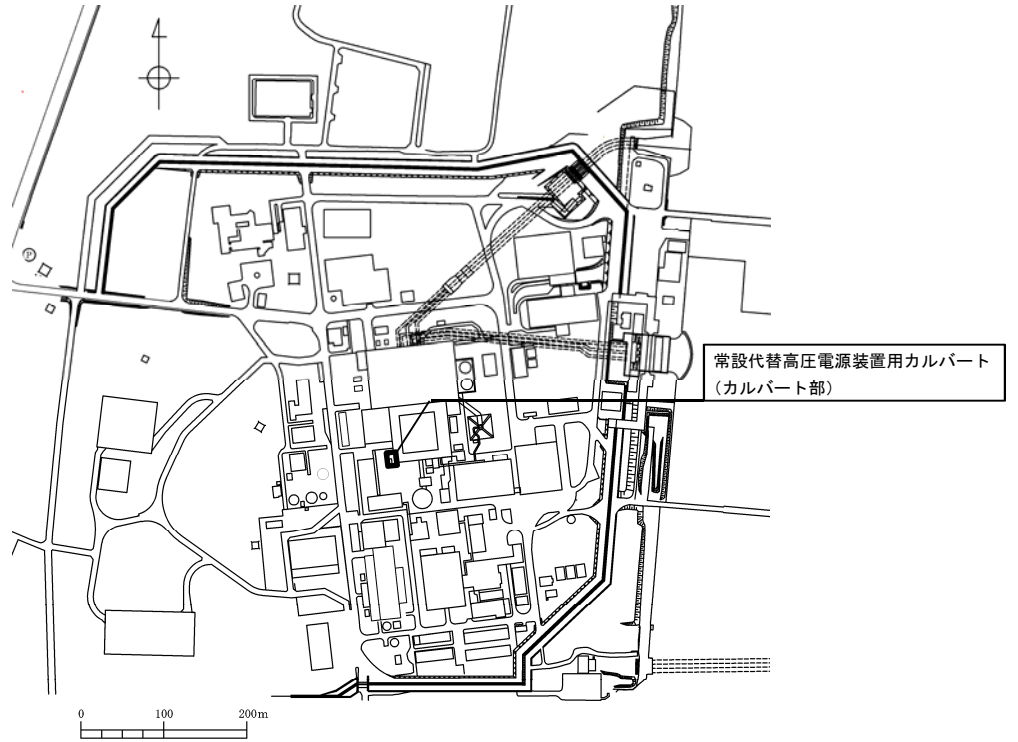


図 7.2-2 (1) カルバートの平面配置図 (全体平面図)

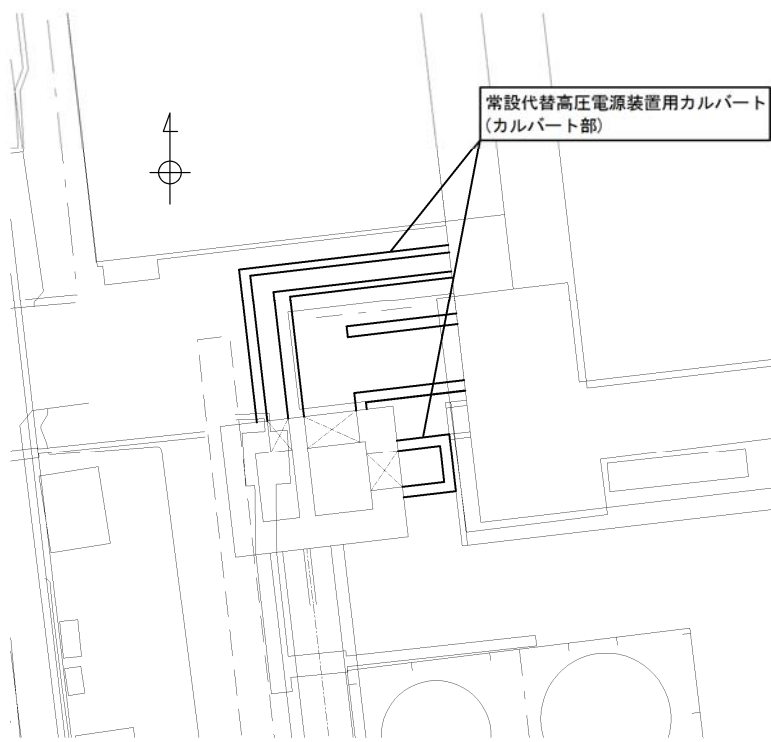
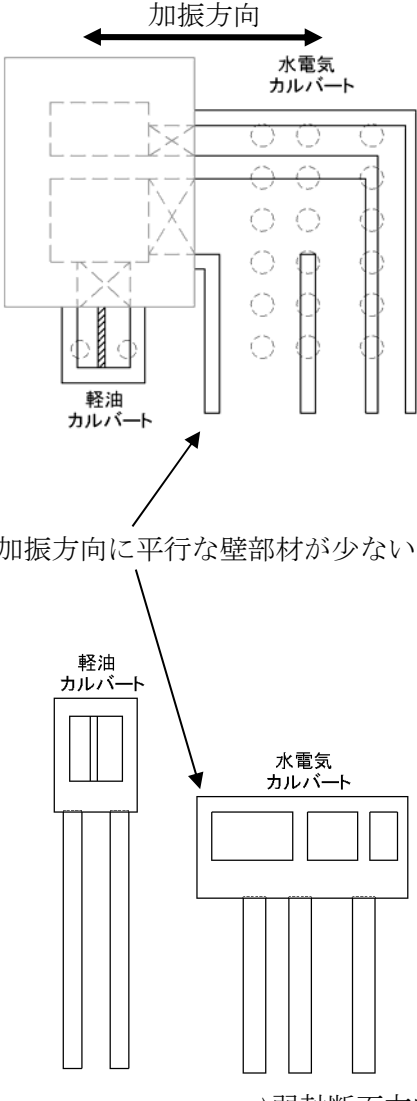
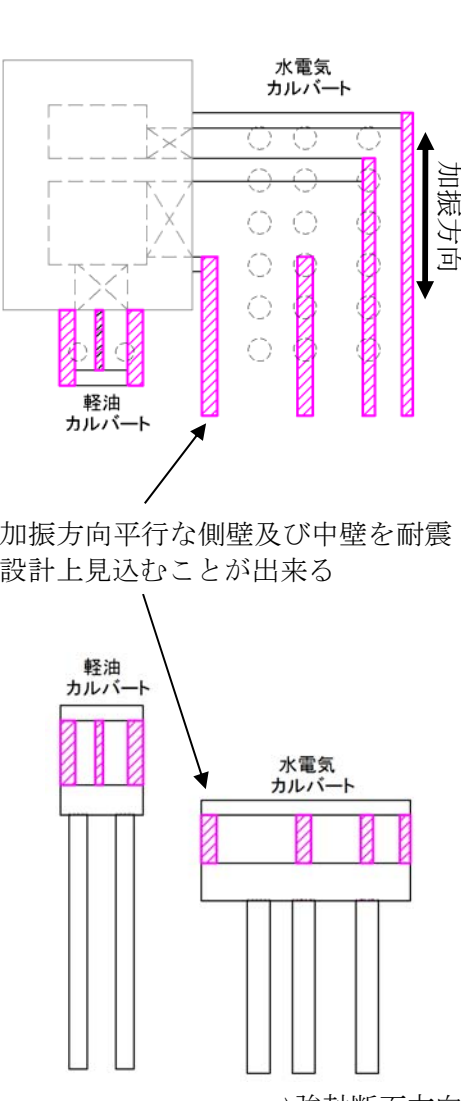


図 7.2-2 (2) カルバートの平面配置図 (拡大図)

表 7.2-2 カルバートの評価対象断面の方向の選定

	横断方向（南北方向）の加振	縦断方向（東西方向）の加振
カルバート	<p>加振方向</p>  <p>水電気カルバート</p> <p>軽油カルバート</p> <p>加振方向に平行な壁部材が少ない</p> <p>⇒弱軸断面方向</p>	 <p>水電気カルバート</p> <p>軽油カルバート</p> <p>加振方向平行な側壁及び中壁を耐震設計上見込むことが出来る</p> <p>⇒強軸断面方向</p>

#### 7.2.4 評価対象断面の選定

図7.2-3及び図7.2-4にカルバートの平面図及び断面図を示す。

軽油カルバートは、延長約5 mの鉄筋コンクリート造である。1層2連ボックスカルバート状のラーメン構造である。

水電気カルバートは、延長35 mの鉄筋コンクリート造である。1層3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、「1.4.7 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」に記載したとおり、軽油移送配管、電気ケーブル及び水配管を支持しており、地震荷重による影響が大きく、弱軸断面方向である横断方向の①-①断面を代表として耐震評価を実施する。

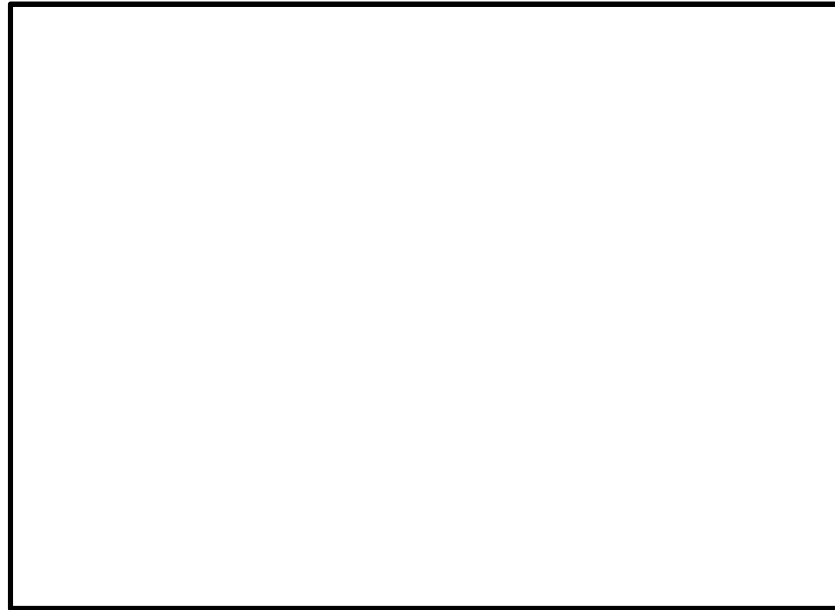


図 7.2-3 カルバートの平面図



図 7.2-4 カルバートの断面図 (①-①断面)



### 7.2.5 使用材料及び材料定数

耐震評価に用いる材料定数は、適用基準類を基に設定する。構造物の使用材料を表7.2-3に、材料物性値を表7.2-4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7.2-5に示す。

表 7.2-3 使用材料

材料	諸元
コンクリート	設計基準強度 40N/mm <sup>2</sup>
鉄筋	SD345, SD490
鋼管杭	SM570 φ 1200 mm t50 mm (軽油カルバート)
	SM570 φ 1500 mm t25 mm (水電気カルバート)

表 7.2-4 材料物性値

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	設計基準強度 40 N/mm <sup>2</sup> *1	24.5 *1	3.1×10 <sup>4</sup> *1	0.2 *1	5 *2
鋼材	SM570	77.0 *3	2.0×10 <sup>5</sup> *3	0.3 *3	3 *4

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：J E A G 4 6 0 1 -1987（（社）日本電気協会）

\*3：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）

\*4：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 7.2-5 (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 7.2-5 (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
				Ac	D2c-3	lm	D1c-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)	1.77	$1.72-1.03 \times 10^{-4} \cdot z$
	間隙比	e	—	1.59	1.09	2.8	1.09	1.16
変形特性	ポアソン比	$\nu_{CD}$	—	0.10	0.22	0.14	0.22	$0.16+0.00025 \cdot z$
	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)	696	動の変形特性に基づき z (標高) 毎に物性値を 設定
	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)	285223	
	最大履歴減衰率	$h_{max}$	—	0.200	0.186	0.151	0.186	
強度特性	粘着力	$C_{CD}$	N/mm <sup>2</sup>	0.025	0.026	0.042	0.026	$0.358-0.00603 \cdot z$
	内部摩擦角	$\phi_{CD}$	度	29.1	35.6	27.3	35.6	$23.2+0.0990 \cdot z$

z : 標高 (m)



表 7.2-5 (4) 地盤の解析用物性値一覧 (地盤改良)

パラメータ				地盤改良
物理 特性	密度 ( $\rho$ )は地下水位以浅	$\rho$	$\text{g/cm}^3$	2.18 (2)
	間隙比	$e$	-	0.75
変形 特性	ポアソン比	$\nu_{CD}$	-	0.26
	基準平均有効主応力 ( $\sigma'_{ma}$ )は地下水位以浅	$\sigma'_{ma}$	$\text{kN/m}^2$	1 (1)
	基準初期せん断剛性 ( $G_{ma}$ )は地下水位以浅	$G_{ma}$	$\text{kN/m}^2$	822662 (756184)
	最大履歴減衰率	$h_{max}$	-	0.152
強度 特性	粘着力	$C_{CD}$	$\text{kN/m}^2$	0.66
	内部摩擦角	$\phi_{CD}$	度	41.200
液 状 化 特 性	変相角	$\phi_p$	-	-
	液状化パラメータ	$S_1$	-	-
		$w_1$	-	-
		$p_1$	-	-
		$p_2$	-	-
		$c_1$	-	-

### 7.2.6 評価構造物諸元

許容応力度による照査を行うカルバートの評価構造物諸元を表7.2-6に示す。

表 7.2-6 評価部位とその仕様

部位		仕様		材料		機能要求 (追而)
		部材幅 (m)	部材高 (m)	コンクリート $f'_{ck}$ (N/mm <sup>2</sup> )	鉄筋	
軽油 カルバート	底版	1.000	2.000	40	SD345 SD490	機器・配管系を間接支持する機能の健全性を確保
	北側壁	1.000	1.000	40	SD345 SD490	
	中壁	1.000	0.500	40	SD345 SD490	
	南側壁	1.000	1.000	40	SD345 SD490	
	頂版	1.000	1.200	40	SD345 SD490	
水電気 カルバート	底版	1.000	2.500	40	SD345 SD490	
	北側壁	1.000	0.700	40	SD345 SD490	
	北中壁	1.000	0.800	40	SD345 SD490	
	南中壁	1.000	1.000	40	SD345 SD490	
	南側壁	1.000	1.000	40	SD345 SD490	
	頂版	1.000	1.000	40	SD345 SD490	

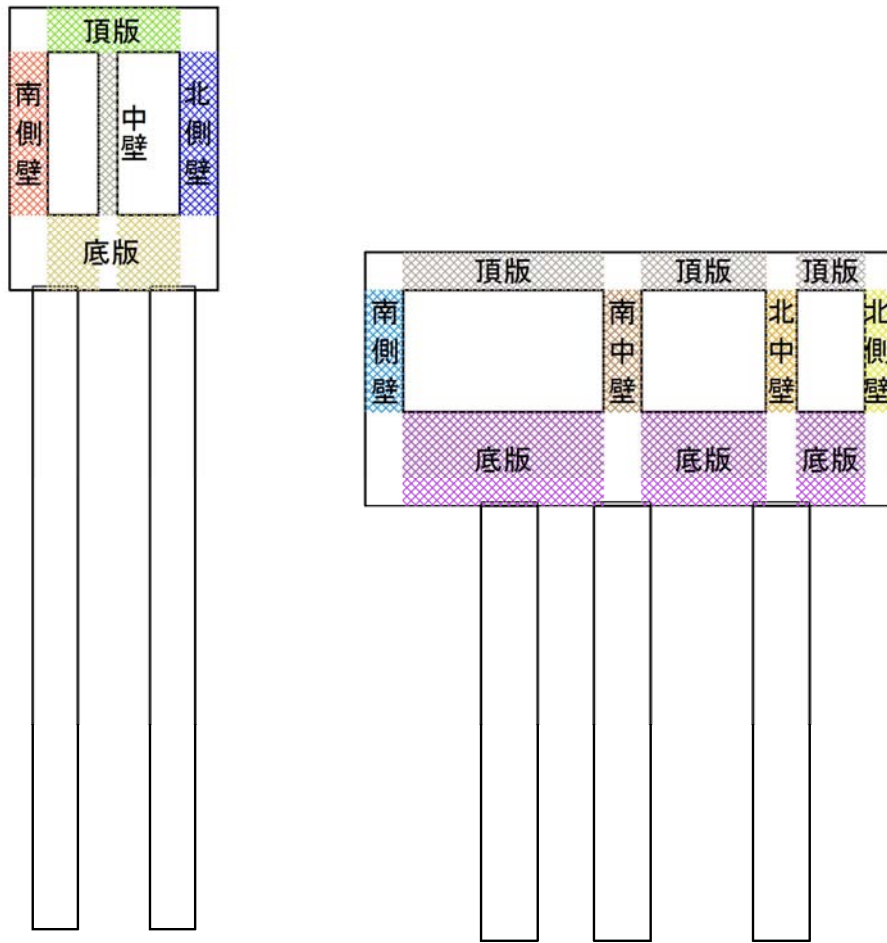


图 7.2-5 評価部位

### 7.2.7 地下水位

地下水位は地表面として設定する。

### 7.2.8 地震応答解析手法

カルバートの地震応答解析は、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、線形はり要素を用いることとする。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7.2-6に示す。

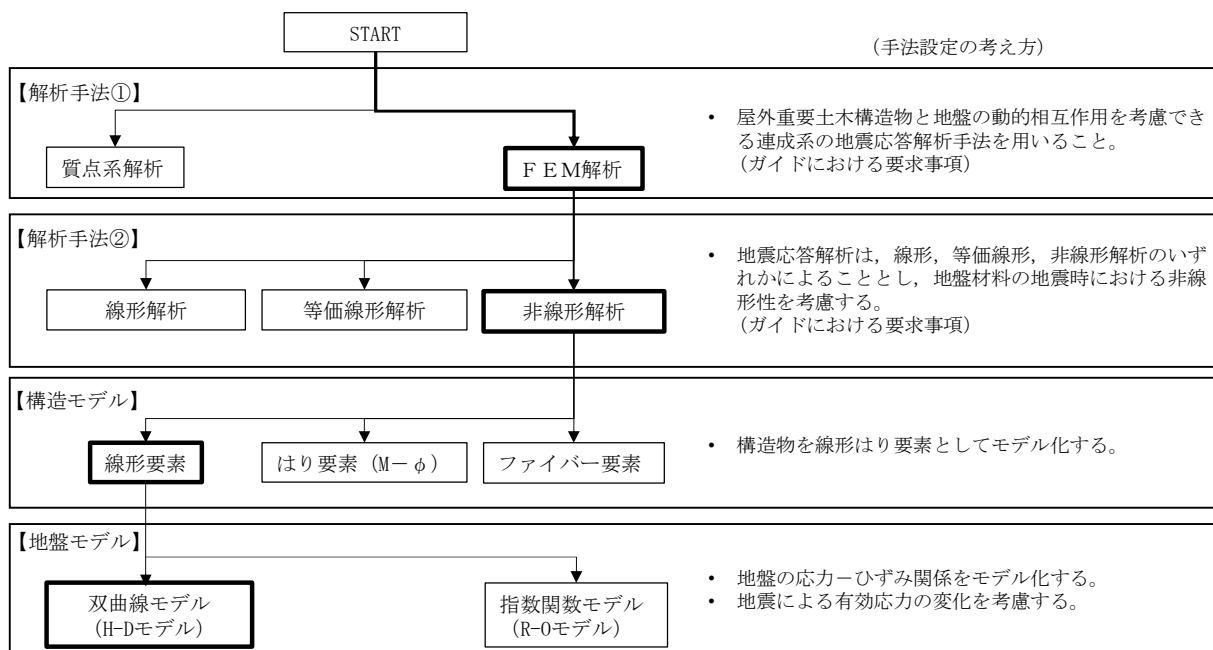


図 7.2-6 地震応答解析手法の選定フロー

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。

## 7.2.9 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7.2-7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。

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 20 Hz 及びせん断波速度  $V_s$  で算定される波長の 5 又は 4 分割、すなわち  $V_s/100$  又は  $V_s/80$  を考慮し、要素高さを 1 m 程度まで細分割して設定する。

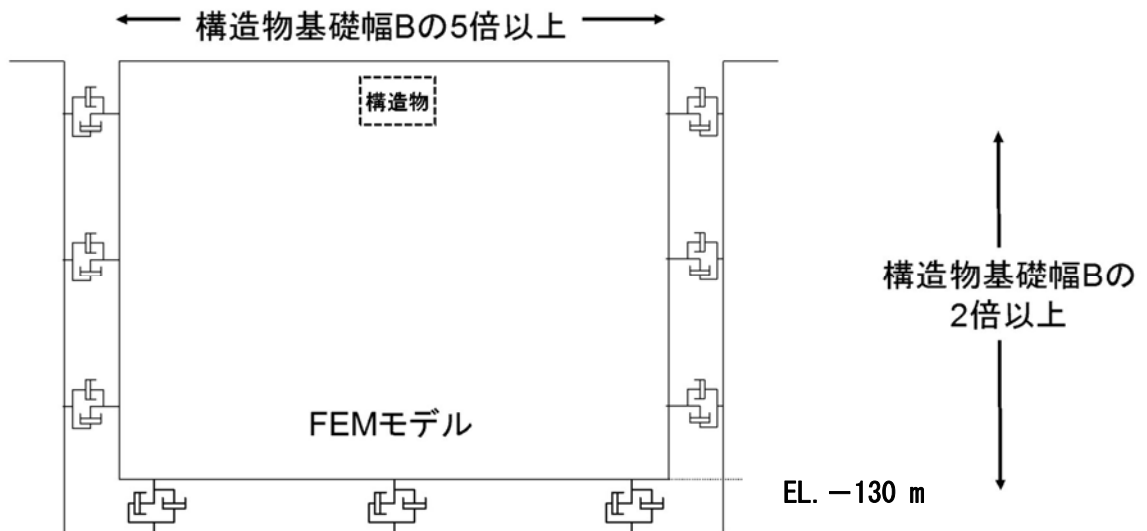


図 7.2-7 モデル範囲の考え方



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初期応力解析から不整形地盤の地震応答解析までのフローを図7.2-8に示す。また、カルバート周辺の地質断面図を図7.2-9に示す。

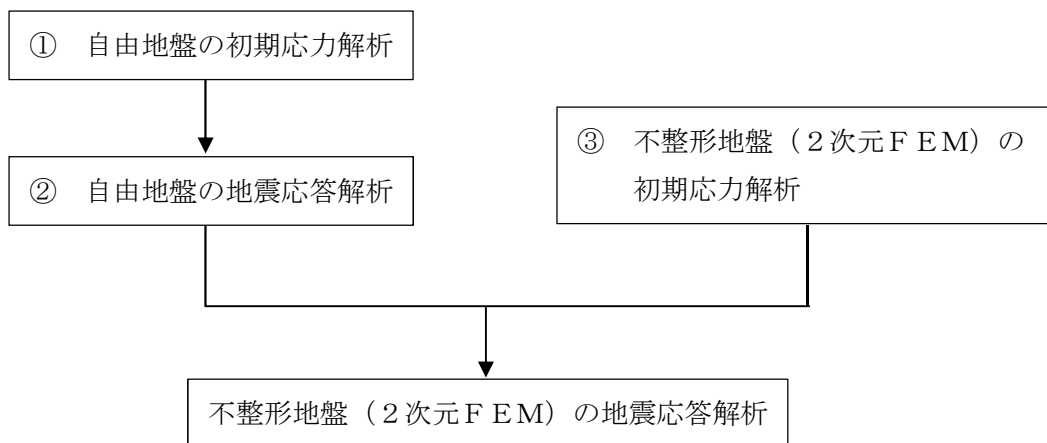


図7.2-8 自由地盤の初期応力解析から不整形地盤（2次元FEM）の地震応答解析までのフロー

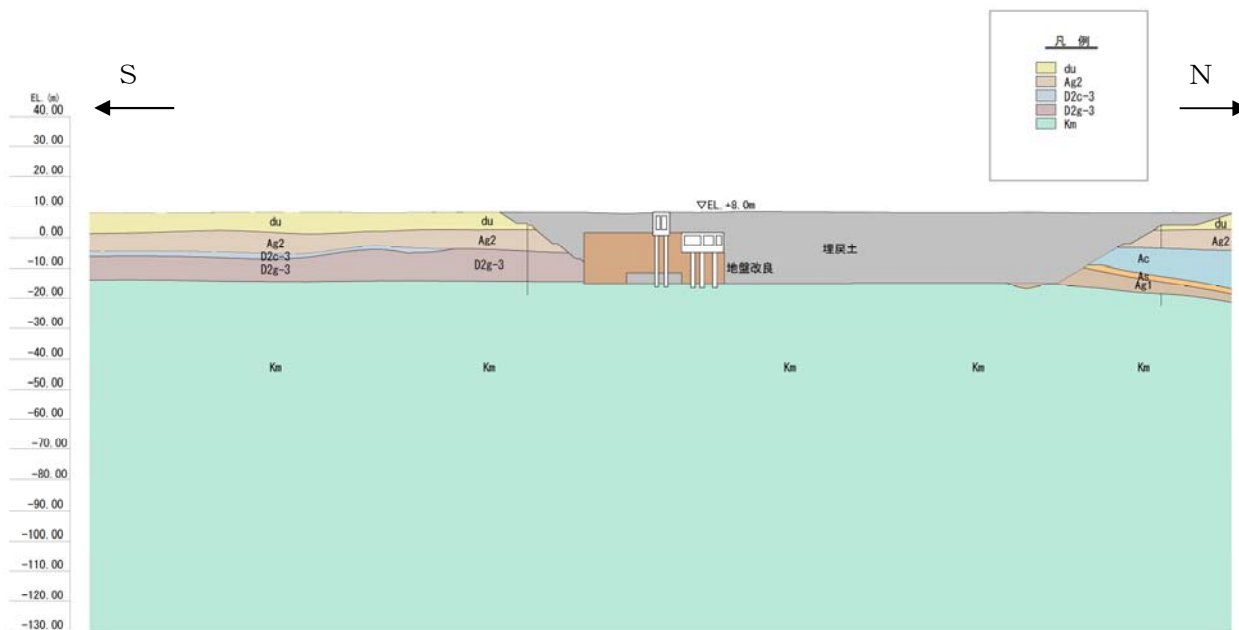


図7.2-9 地質断面図（①-①断面）

## (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 7.2-10 に示す。

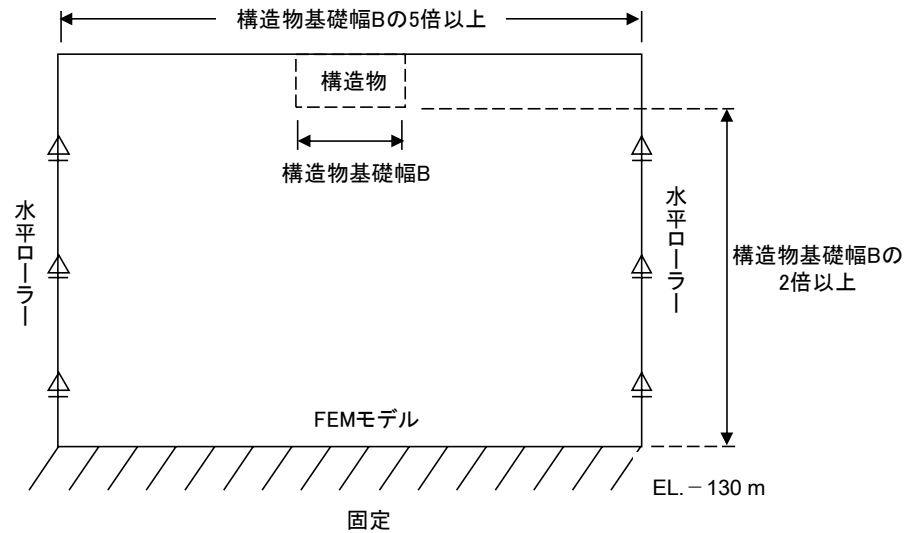


図 7.2-10 固有値解析における境界条件の概念図

### 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 7.2-11 に示す。

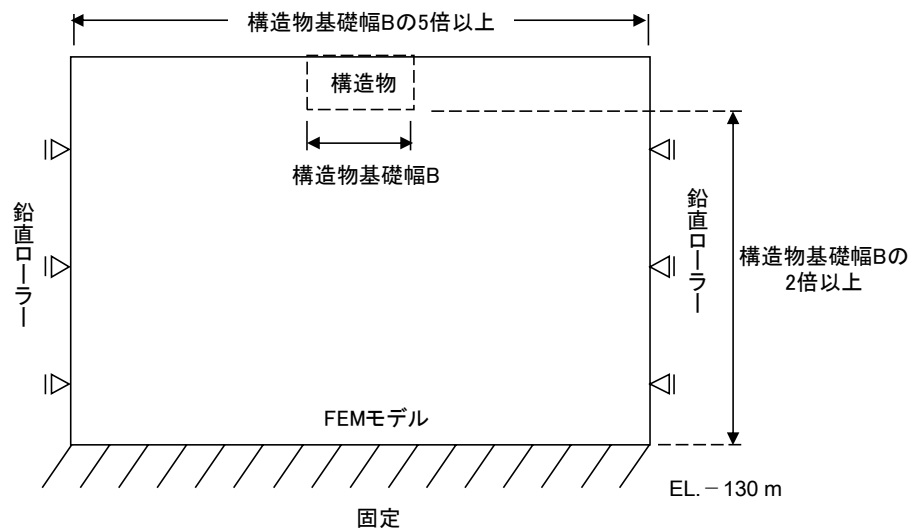


図 7.2-11 常時解析における境界条件の概念図

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。

地震応答解析モデルを図 7.2-12 に示す。

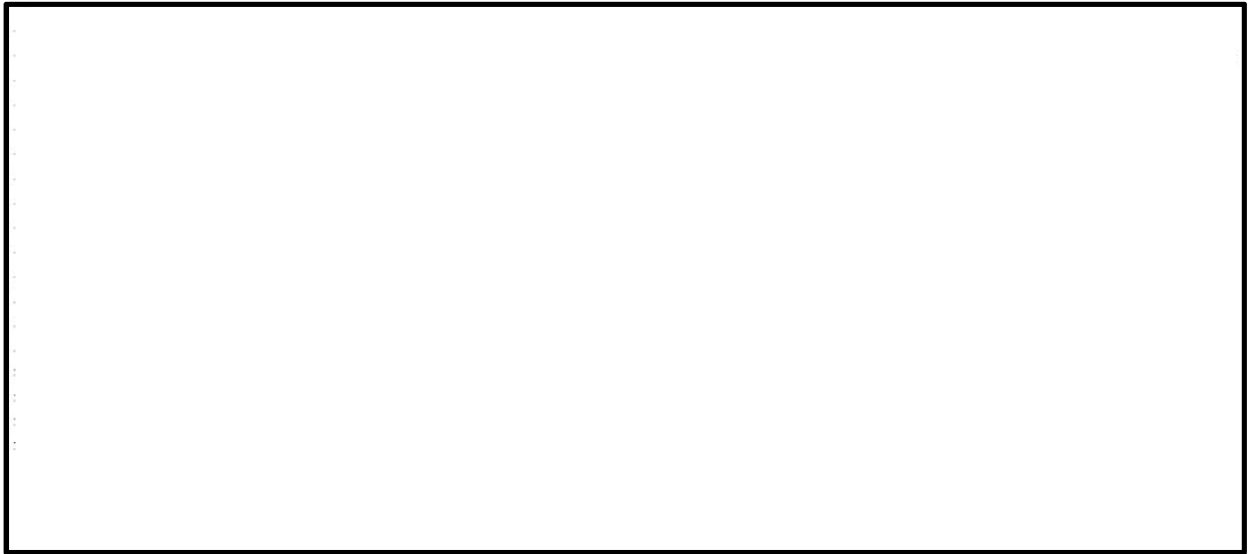


図 7.2-12 カルバートの地震応答解析モデル

### (3) 構造物のモデル化

カルバートは、構造部材として考慮する底版、側壁、中壁、頂版及び杭を線形はり要素でモデル化する。

それぞれの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。カルバートの解析における、構造物部分の拡大図を図7.2-13に示す。

カルバート底版と杭の結合部は、「道路橋示方書（IV下部構造編）・同解説（（社）日本道路協会，平成24年3月）及び「杭基礎設計便覧（（社）日本道路協会，平成4年10月）」に準拠し、方法Bを採用し剛結合としての設計を行う。杭がカルバート底版に埋込まれる範囲は剛域を設ける。

底版は杭頭部の補強鉄筋の定着を考慮した部材厚となっている。これにより、底版厚は側壁厚に比べて厚いことから、底版と側壁隅角部に剛域を定義しない場合がある。 $(D/4 > H/2 : D : \text{底版厚}, H : \text{側壁厚})$  この場合は「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）」に準拠し、底版の全要素を曲げモーメントに対する照査対象とする。



図 7.2-13 カルバートの解析モデル（構造物部分拡大図）

構造物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又は有効高さの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、部材の断面厚さ又は有効高さの1.0倍程度まで細分割して設定する。

なお、構造物は構築後に周囲を地表面まで埋戻すが、原地盤と同等以上の強度を有する流動化処理土により埋戻すものとし、構造物と側方地盤の境界部は保守的に原地盤でモデル化する。

(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荷重が生じた場合、せん断剛性をゼロとし、すべりを考慮する。図 7.2-14 に、ジョイント要素の考え方を示す。

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7.2-7参照)

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

ここで、

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

表 7.2-7 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	埋戻土層	0	37.3	—
	du 層	0	37.3	—
新第三系	Km 層	$c = 0.358 - 0.00603 \cdot z$	$\phi = 23.2 + 0.0990 \cdot z$	—
地盤改良体		0.5	0	—

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に大きい値として、港湾構造物設計事例集(沿岸技術研究センター)に従い、表7.2-8のとおり設定する。

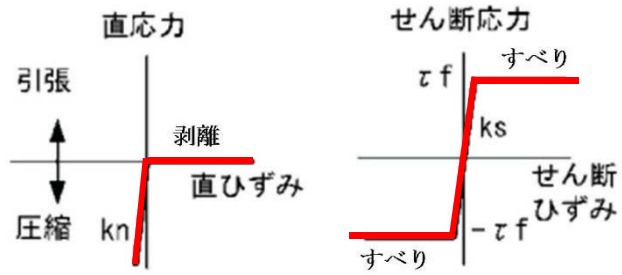
表 7.2-8 ジョイント要素のばね定数

	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	$1.0 \times 10^6$	$1.0 \times 10^6$



(横断方向①-①断面)

— : ジョイント要素



(ジョイント要素の力学的特性)

図 7.2-14 ジョイント要素の考え方

(5) 杭－地盤相互作用ばねの設定

地盤と杭の接合面に杭－地盤相互作用ばねを設けることにより、強震時の地盤と杭の接合面における相互作用の3次元効果を2次元モデルで適切に考慮する。

杭－地盤相互作用ばねの杭軸方向については、地盤と杭の接合面におけるせん断抵抗力以上のせん断荷重が発生した場合、せん断剛性をゼロとし、すべりを考慮する。図 7.2-15 に杭－地盤相互作用ばねの考え方を示す。

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 7.2-9 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 7.2-9 周辺地盤及び杭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	埋戻土層	0	37.3	—
新第三系	Km 層	$c = 0.358 - 0.00603 \cdot z$	$\phi = 23.2 + 0.0990 \cdot z$	—
地盤改良体		0.5	0	—

z : 標高 (m)

杭－地盤相互作用ばねの杭軸方向のばね定数は、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、表 7.2-10 のとおり設定する。

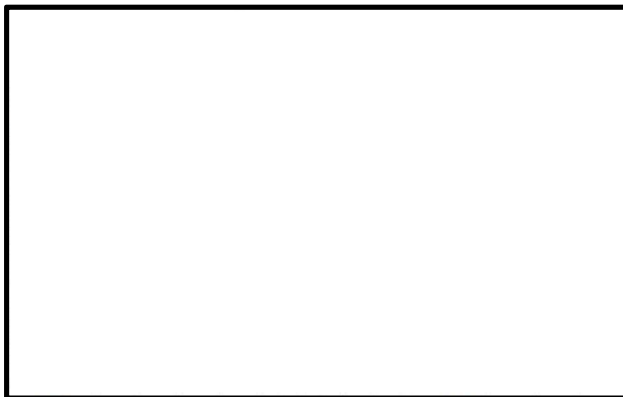
また、杭－地盤相互作用ばねの杭軸直角方向のばね定数については、杭径及び杭間隔より設定される\*。

※ FLIP 研究会の 14 年間の研究成果「理論編」

表 7.2-10 杭－地盤相互作用ばねのばね定数

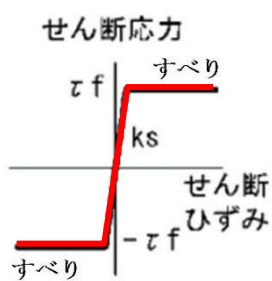
	せん断剛性 $k_s$ (kN/m <sup>3</sup> )
杭軸方向	$1.0 \times 10^6$





(横断方向①-①断面)

— : 杭-地盤相互作用ばね要素



(杭-地盤相互作用ばね (杭軸方向) の力学的特性)

図 7.2-15 杭-地盤相互作用ばねの考え方

(6) 杭下端ジョイントばねの設定

杭下端境界部に圧縮応力の上限値を有さないジョイントばねを設けることにより、杭下端における地盤と杭の相互作用を適切に考慮する。

杭下端の杭軸方向について設定するジョイントばねは、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。

杭下端ジョイントばねのばね定数は、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、表 7.2-11 のとおり設定する。図 7.2-16 に杭下端ジョイントばねの考え方を示す。

表 7.2-11 杭下端ジョイントばねのばね定数

	圧縮剛性 $k_v$ (kN/m)
杭軸方向	$1.0 \times 10^6$

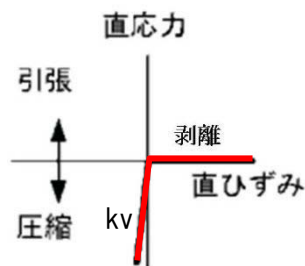


図 7.2-16 杭下端ジョイントばねの考え方

(7) 材料特性の設定

カルバート部材及び鋼管杭は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。

#### 7.2.10 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行くことから、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、地震力による時系列での地盤剛性の軟化に伴う1次固有振動数の低振動数側へのシフトに応じて、1次固有振動モードに対する減衰定数として、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、地盤応答の適切な評価が行えるように、低振動数帯で減衰 $\alpha$  [M]の影響がない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

地盤の減衰定数は1%（解析における減衰は、ひずみが多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）とする。

図7.2-17にRayleigh減衰の設定フローを、表7.2-12に固有値解析結果を示す。

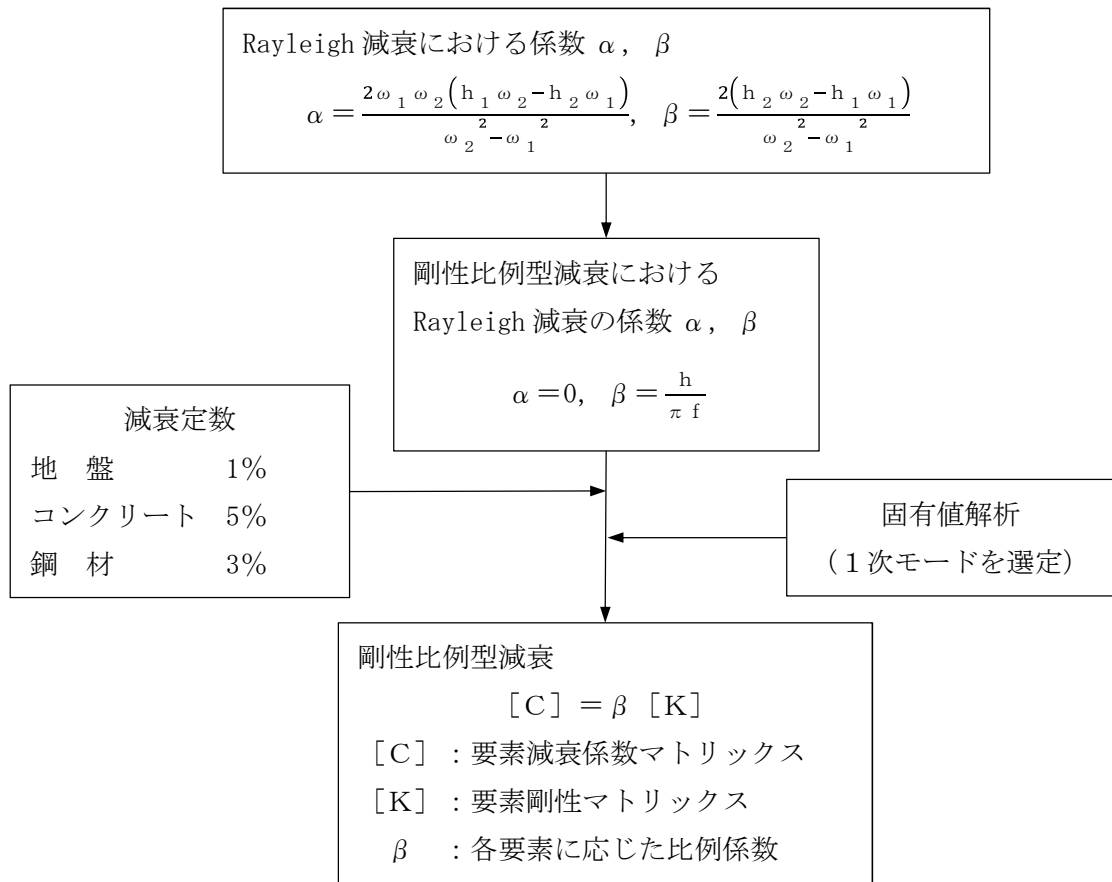


図 7.2-17 Rayleigh 減衰の設定フロー

表 7.2-12 (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)

モード次数	固有振動数 (Hz)	刺激係数	備考
1	0.775	283.42	1次として採用
2	1.044	-23.21	—
3	1.388	-34.38	—
4	1.501	11.88	—
5	1.669	-4.02	—
6	1.902	-1.90	—
7	1.935	21.18	—
8	2.051	0.29	—
9	2.169	-84.20	—

表 7.2-12 (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)

モード次数	固有振動数 (Hz)	刺激係数	備考
1	0.778	284.60	1次として採用
2	1.061	-14.84	—
3	1.450	-22.36	—
4	1.534	22.50	—
5	1.672	5.86	—
6	1.908	2.42	—
7	1.960	22.98	—
8	2.117	9.82	—
9	2.188	83.46	—

表 7.2-12 (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)

モード次数	固有振動数 (Hz)	刺激係数	備考
1	0.771	281.32	1次として採用
2	1.020	-36.39	—
3	1.311	39.99	—
4	1.492	6.73	—
5	1.667	-3.20	—
6	1.890	15.73	—
7	1.897	-9.77	—
8	1.942	-3.25	—
9	2.078	-0.32	—

表 7.2-12 (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)

モード次数	固有振動数 (Hz)	刺激係数	備考
1	0.758	272.08	1次として採用
2	0.952	-64.79	—
3	1.194	-41.90	—
4	1.496	3.60	—
5	1.535	-17.13	—
6	1.623	5.38	—
7	1.653	5.23	—
8	1.724	27.15	—
9	1.790	27.55	—

### 7.2.11 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、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。

なお、カルバートは、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渡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7.2-13に示す。

地震時にカルバートに作用する機器・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 7.2-13 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	—	・恒常的に配置された設備等はないことから、考慮しない
	静止土圧		○	・常時応力解析により設定
	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		—	・内水がないことから、考慮しない
変動荷重	雪荷重		○	・軽油カルバートについて雪荷重を考慮
	風荷重		—	・躯体が地中にあることから、風荷重を考慮しない
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	—	・内水がないことから、考慮しない	

(1) 機器・配管荷重

図7.2-18に①-①断面における機器・配管荷重図を示す。

機器・配管荷重は解析の単位奥行き（1 m）あたりの付加質量として考慮する。

軽油カルバートについては，南北両内空の頂版に0.1 t/mの消火配管荷重を考慮する。また底版には0.2 t/mの軽油配管荷重を考慮する。

水電気カルバートについては，区画1の底版に0.7 t/mの水配管荷重を考慮する。また南中壁には0.1 t/mの消火配管荷重を考慮する。

北中壁には電気ケーブル荷重及び消火配管荷重として0.8 t/mを考慮する。

北側壁には消火配管荷重として0.1 t/mを考慮する。

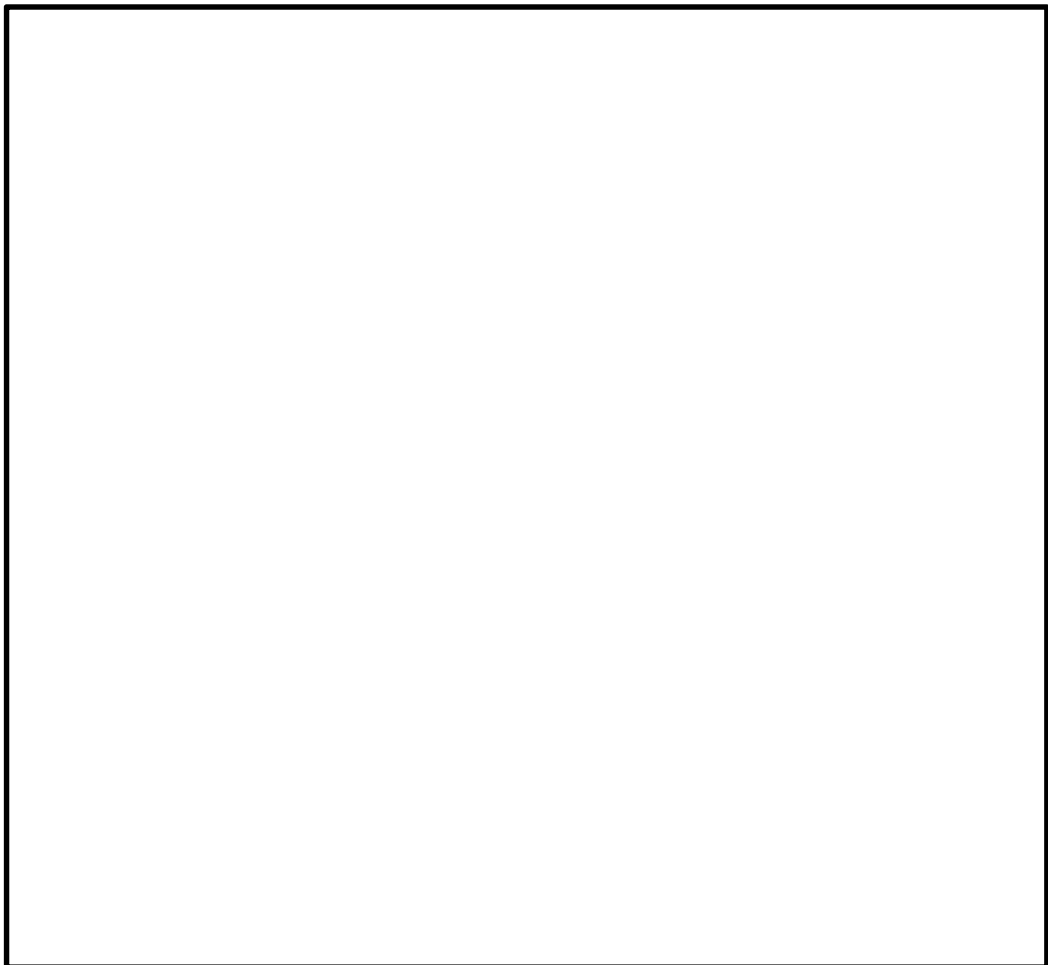


図 7.2-18 機器・配管荷重図（①-①断面）



(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， $1.00 \text{ g/cm}^3$ を考慮する。

(3) 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1 cmあたりの荷重を $20 \text{ N/m}^2/\text{cm}$ として，積雪量は30 cmとしていることから積雪荷重は $600 \text{ N/m}^2$ であるが，地震時短期荷重として図7.2-19に示すように積雪荷重の0.35倍である $0.21 \text{ kN/m}^2$ を考慮する。

積雪荷重は構造物上面に付加質量として考慮する。

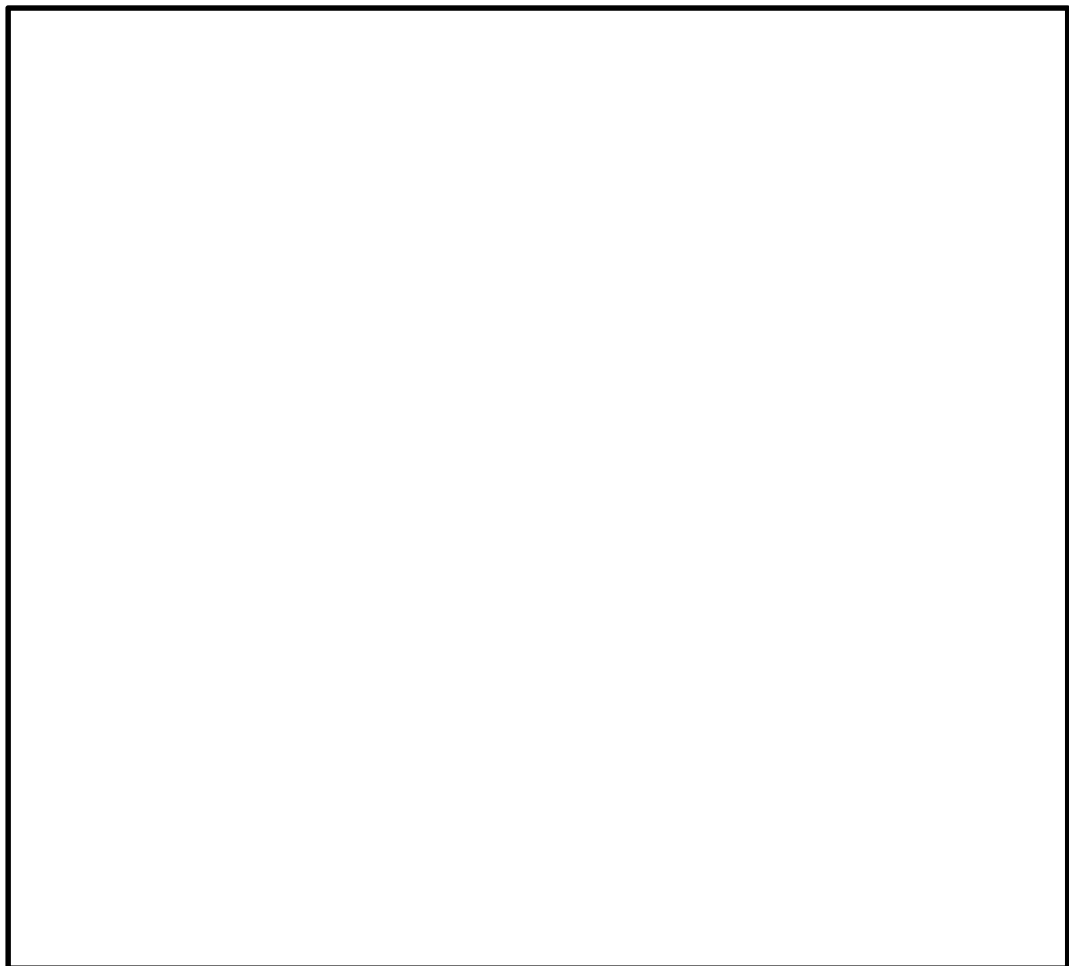


図 7.2-19 雪荷重図 (①-①断面)

### 7.2.12 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

耐震設計における検討ケースを表7.2-14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照査項目について、各照査値が最も厳しい（許容限界に対する余裕が最も小さい）地震動を用い、②～⑥の中から追加検討ケースを実施する。

表 7.2-14 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

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7.2-15に示す。

表 7.2-15 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  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
		(+-)		1
		(-+)		1
		(--)		1
	S <sub>s</sub> -11	(++)		1
	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

## 7.3 評価内容

### 7.3.1 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。

図7.3-1に入力地震動算定の概念図を、図7.3-2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示す。入力地震動の算定には解析コード「microSHAKE/3D Ver. 2.2.3.311」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NS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。

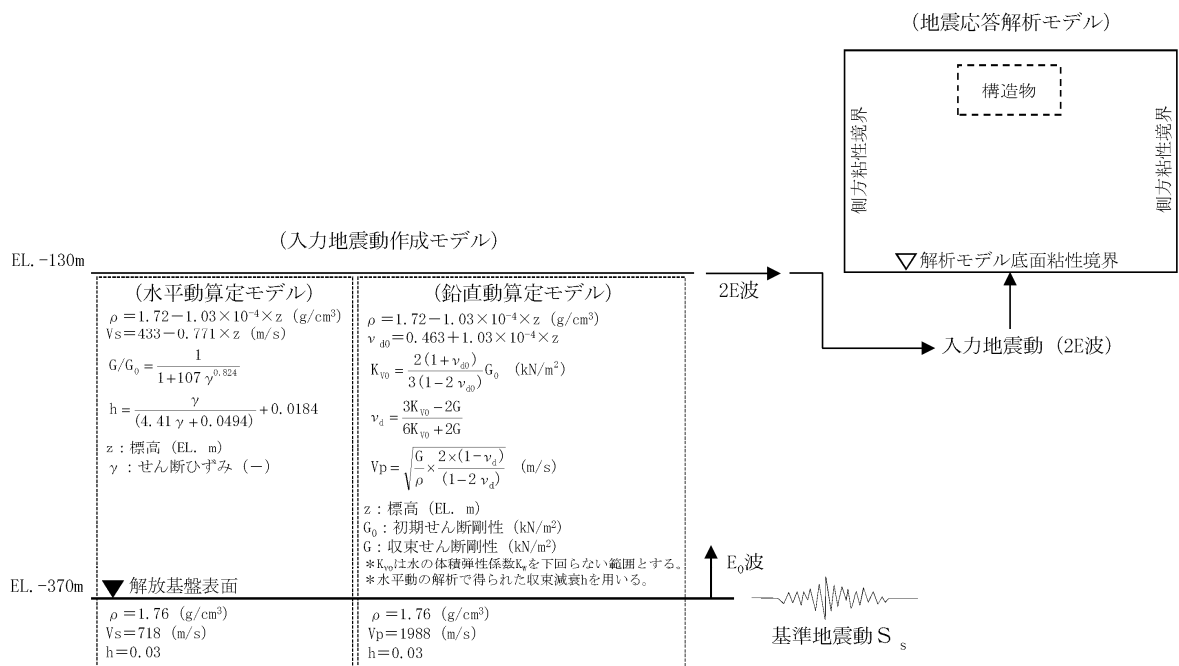
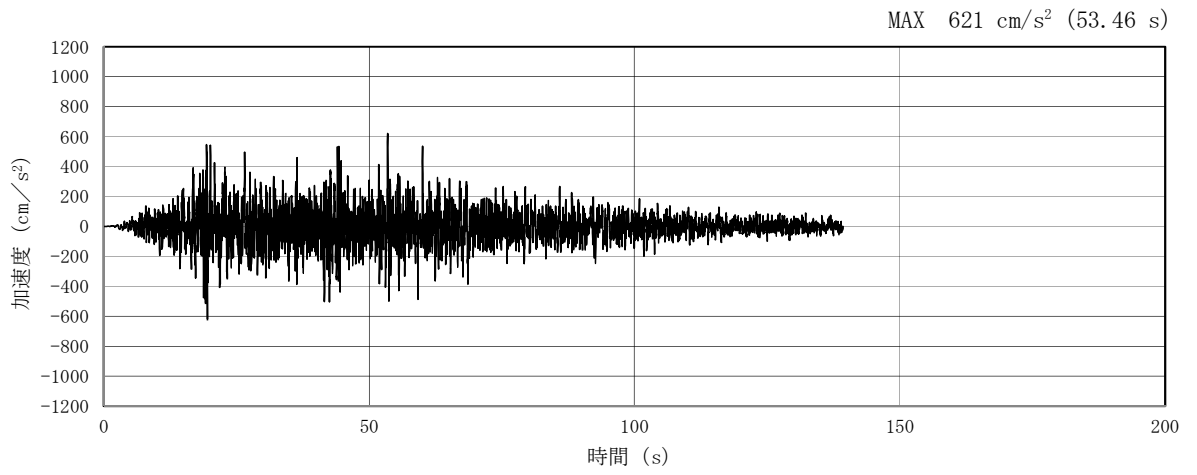
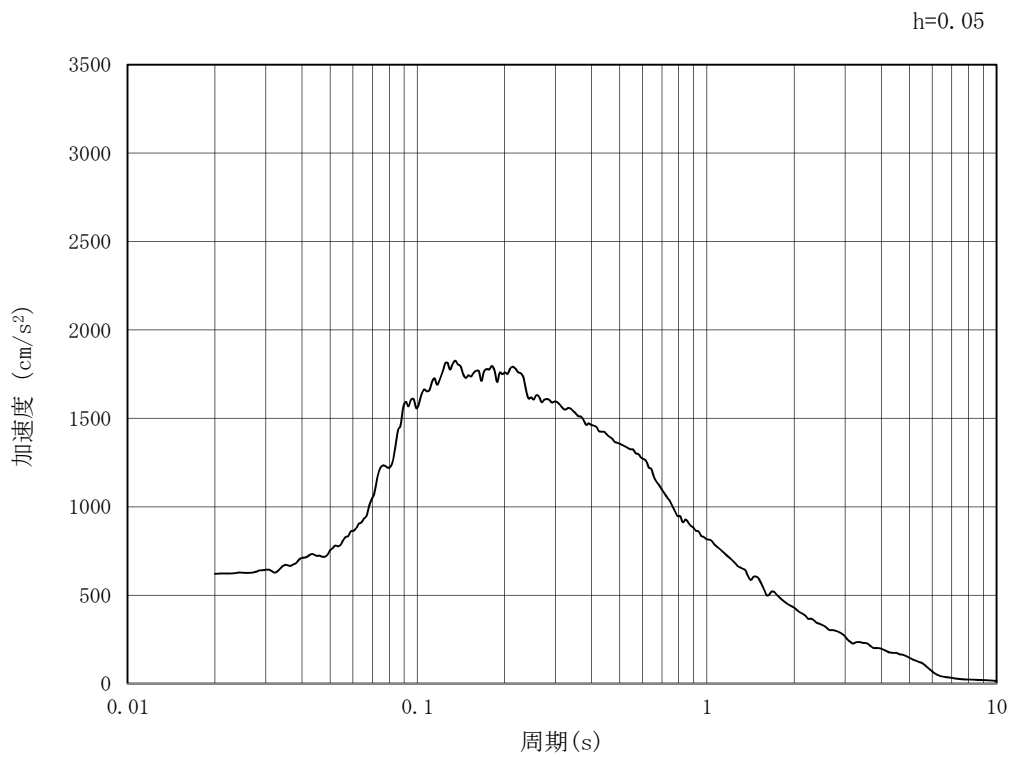


図 7.3-1 入力地震動算定の概念図

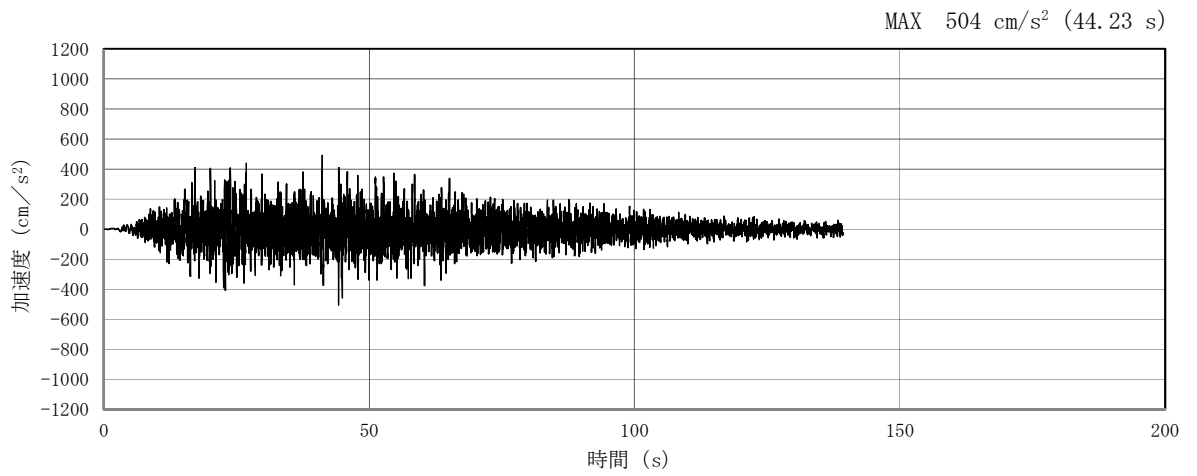


(a) 加速度時刻歴波形

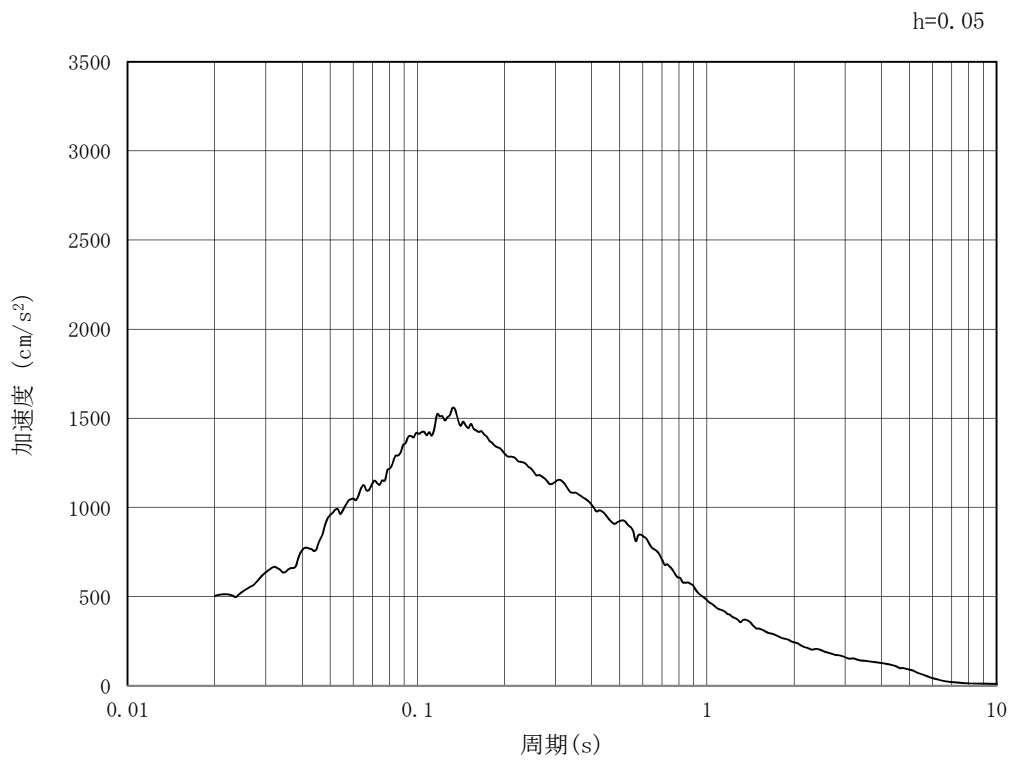


(b) 加速度応答スペクトル

図 7.3-2 (1) 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 :  $S_s - D 1$ )

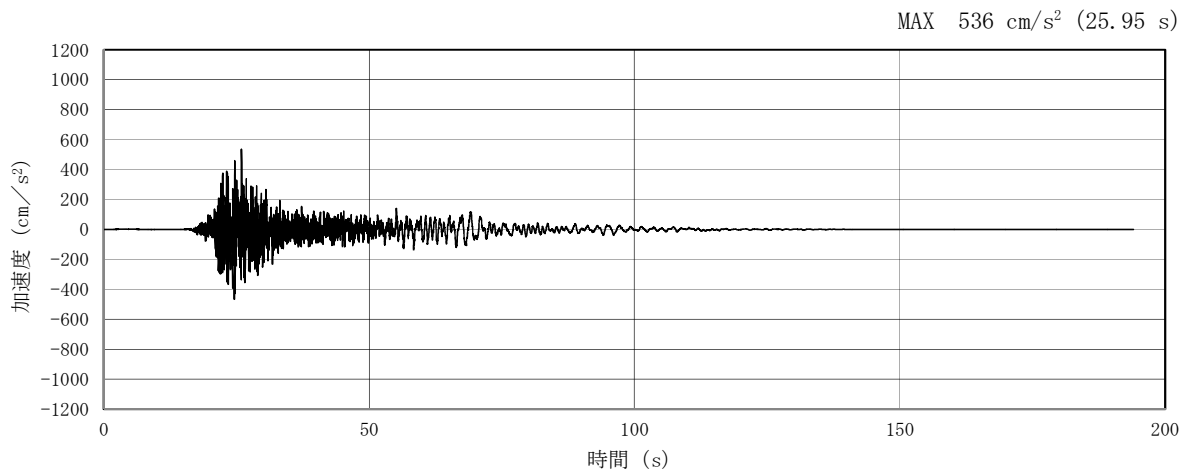


(a) 加速度時刻歴波形

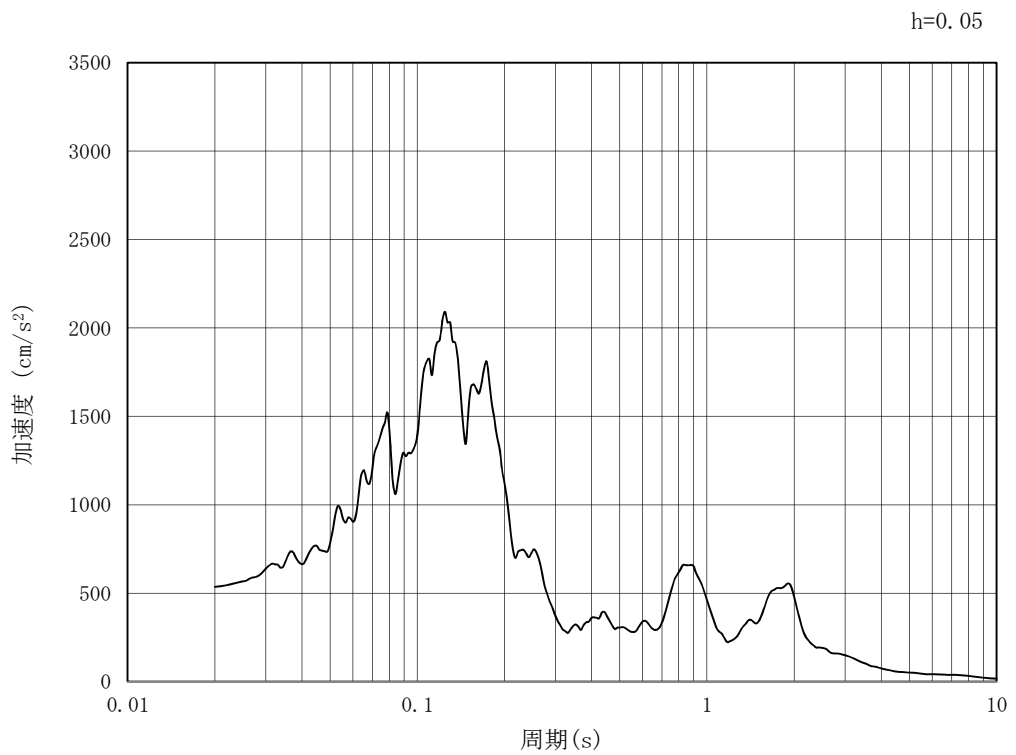


(b) 加速度応答スペクトル

図 7.3-2 (2) 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<sub>s</sub>-D 1)

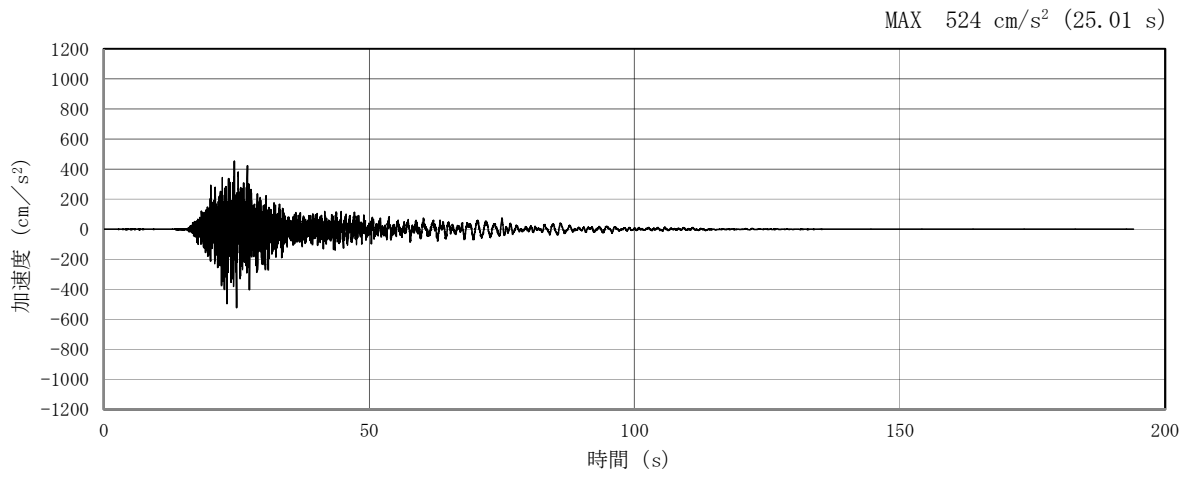


(a) 加速度時刻歴波形

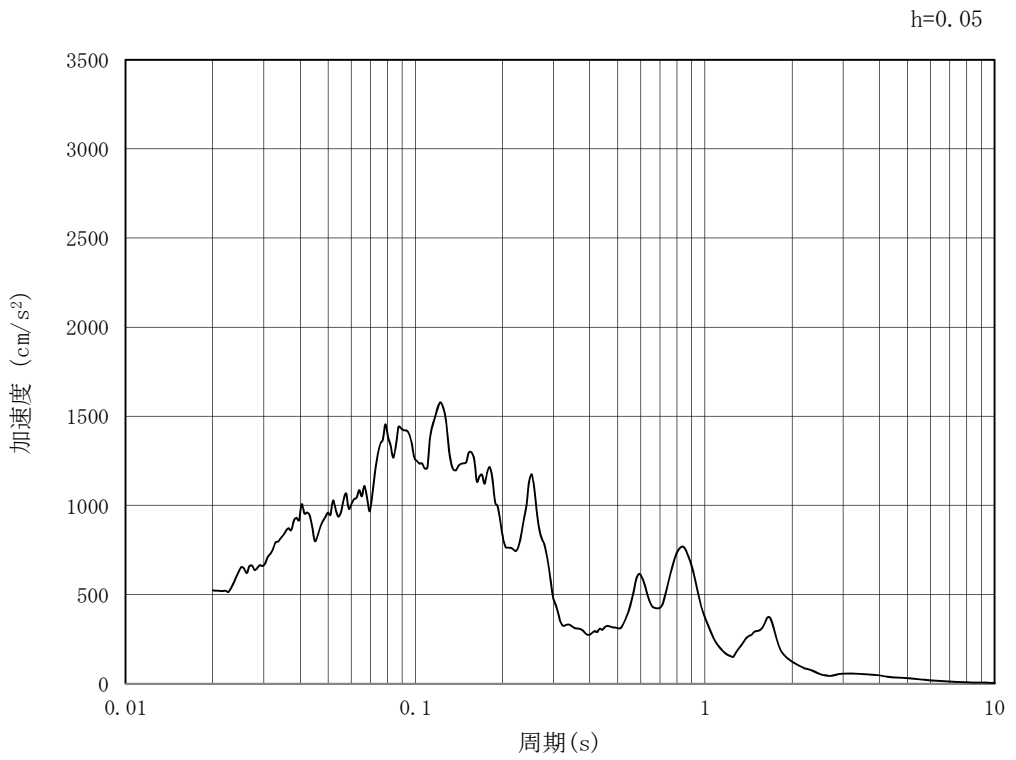


(b) 加速度応答スペクトル

図 7.3-2 (3) 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 :  $S_s - 1.1$ )



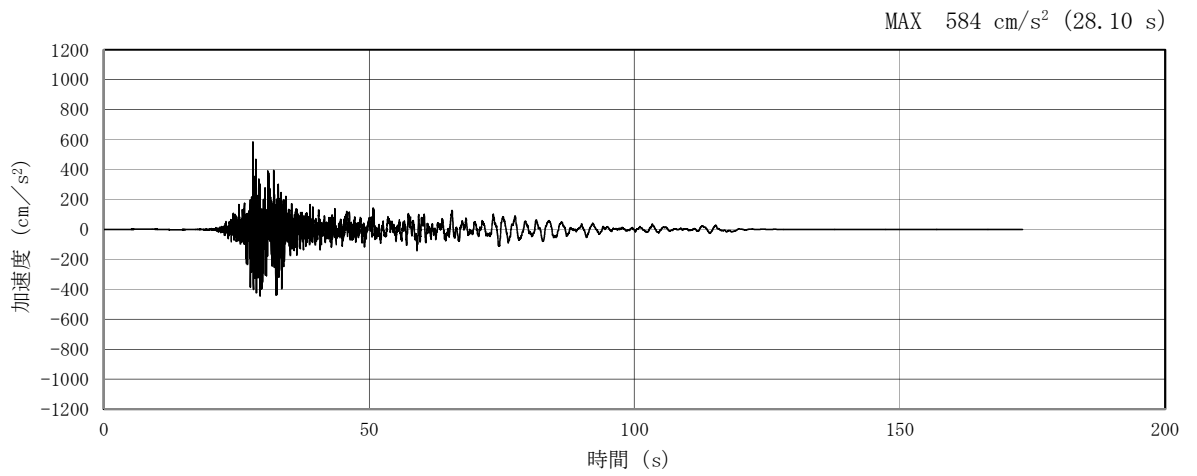
(a) 加速度時刻歴波形



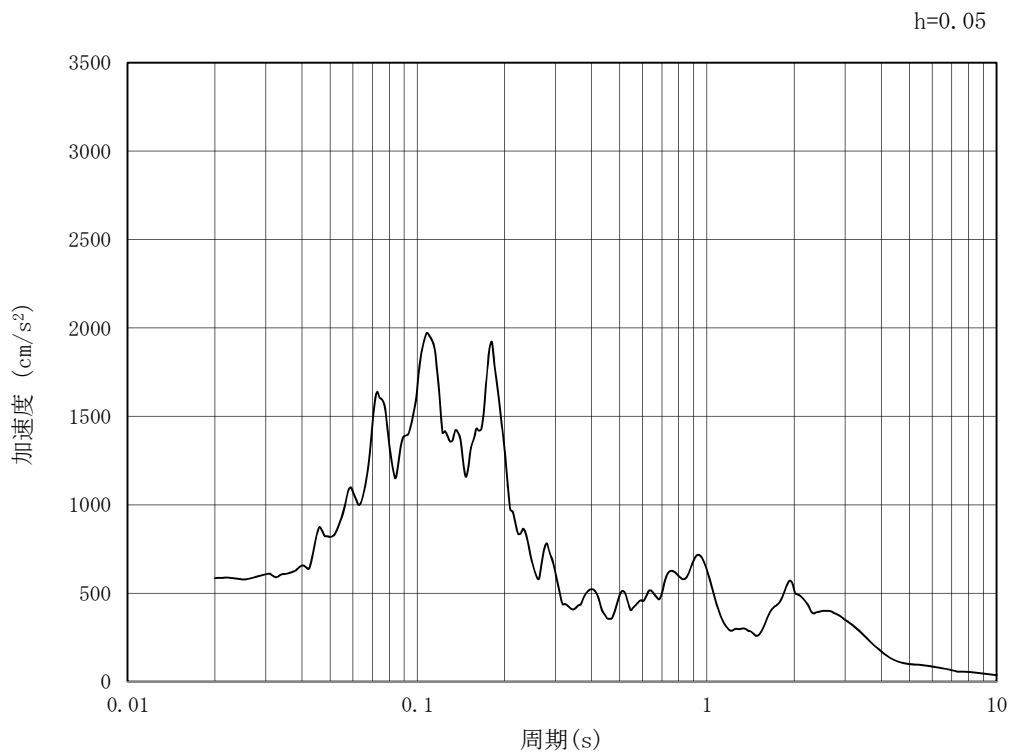
(b) 加速度応答スペクトル

図 7.3-2 (4) 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 :  $S_s - 1.1$ )



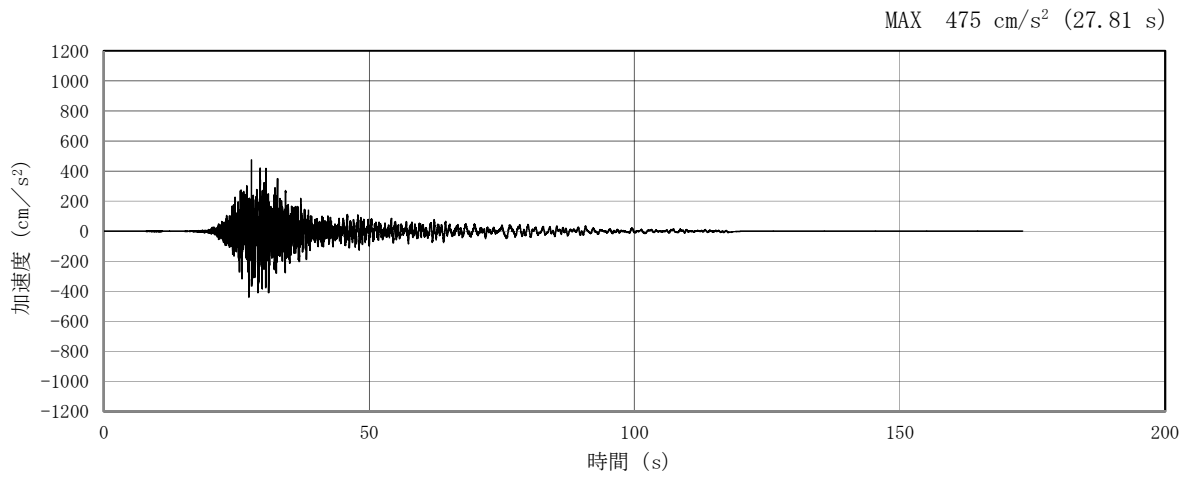


(a) 加速度時刻歴波形

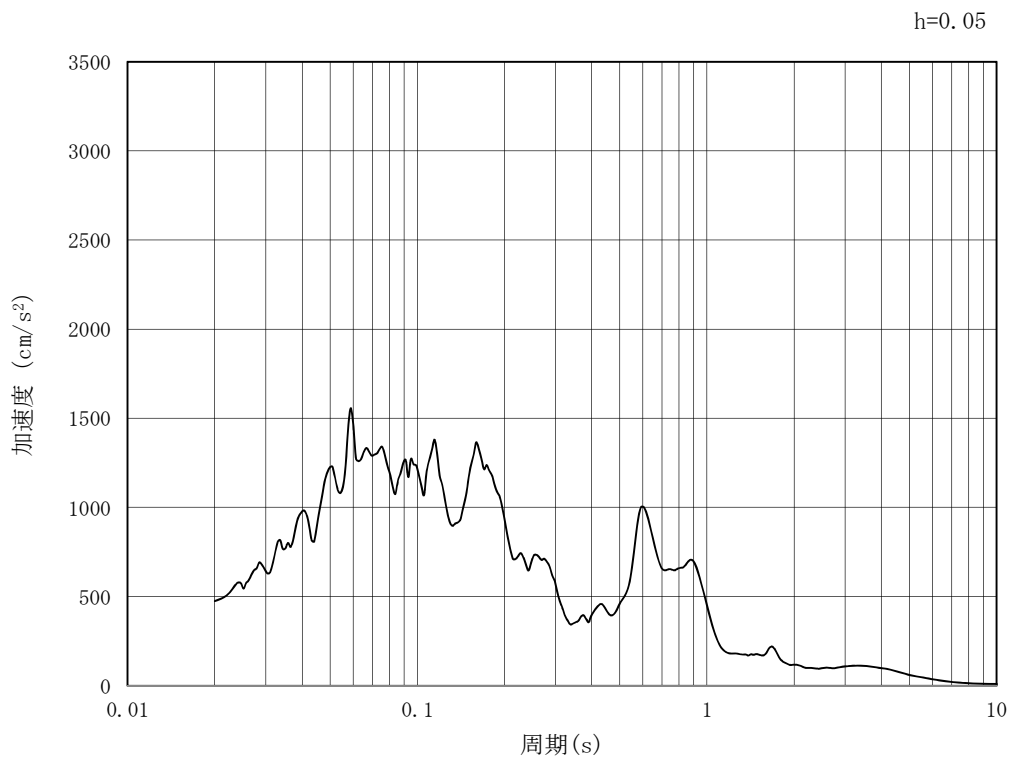


(b) 加速度応答スペクトル

図 7.3-2 (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  
(水平方向 : S<sub>s</sub> - 1 2)

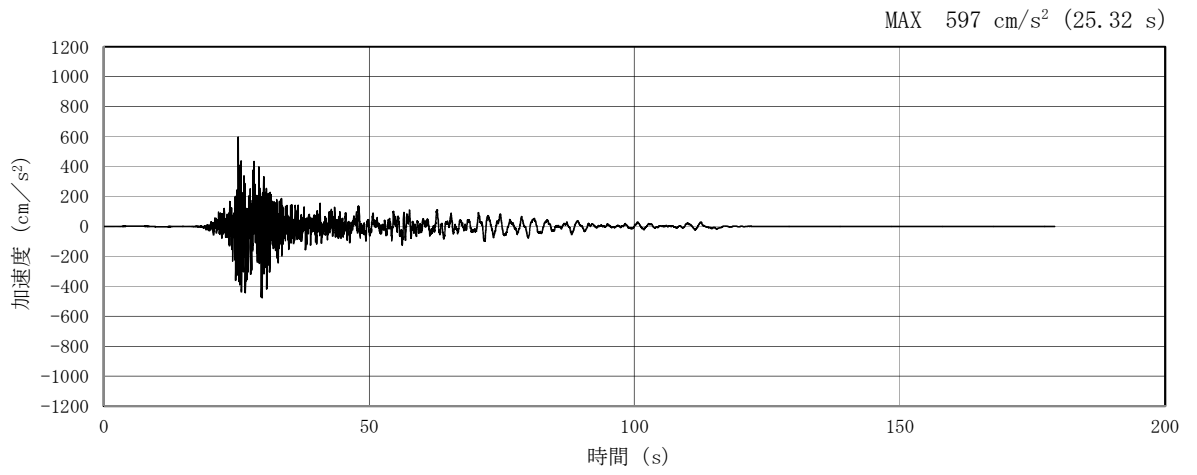


(a) 加速度時刻歴波形

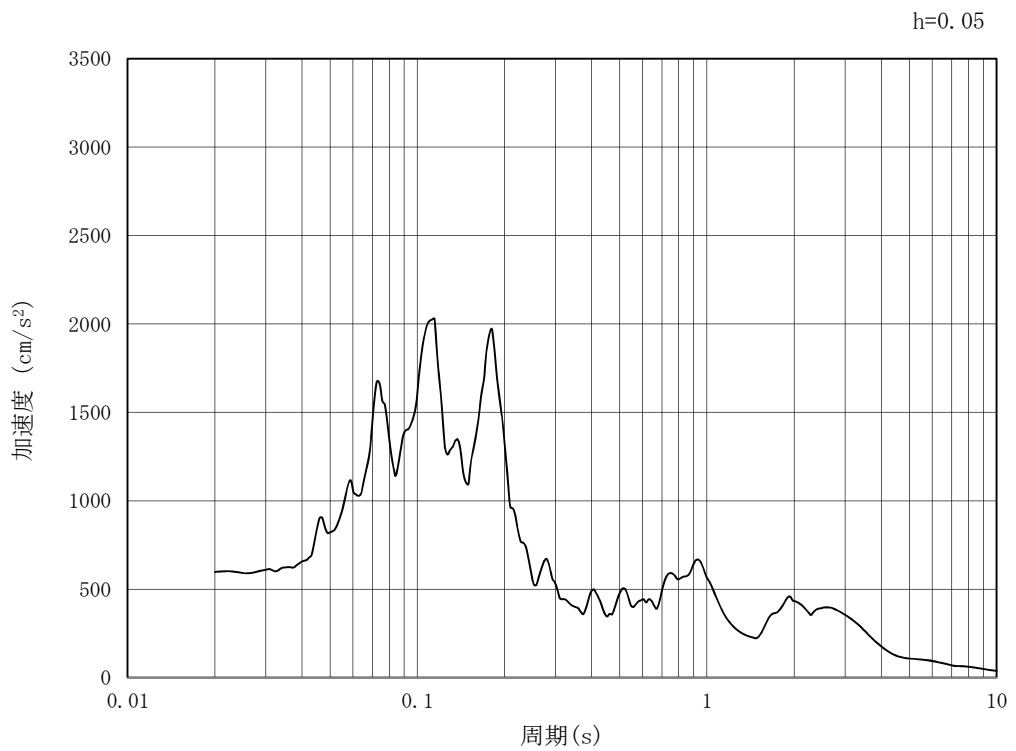


(b) 加速度応答スペクトル

図 7.3-2 (6) 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 :  $S_s - 1.2$ )

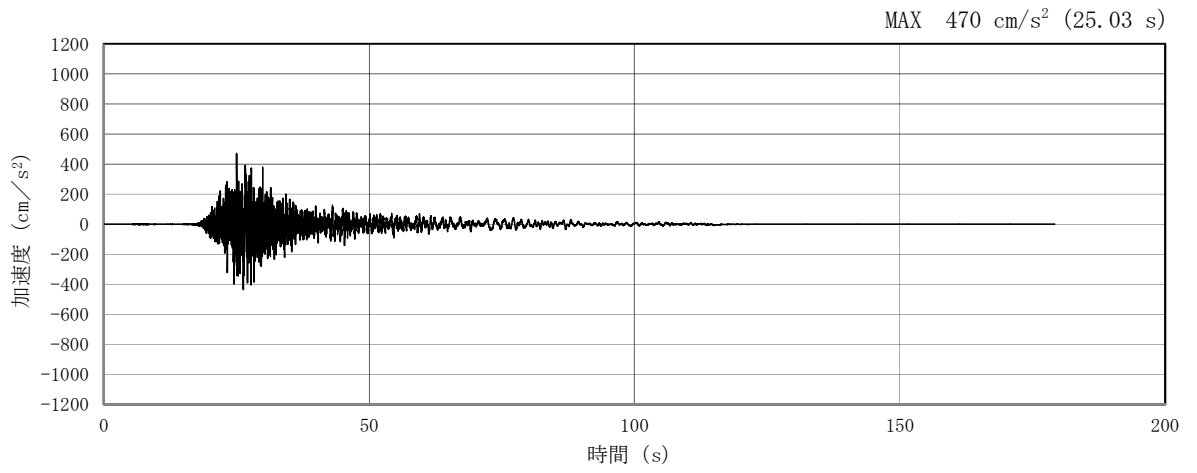


(a) 加速度時刻歴波形

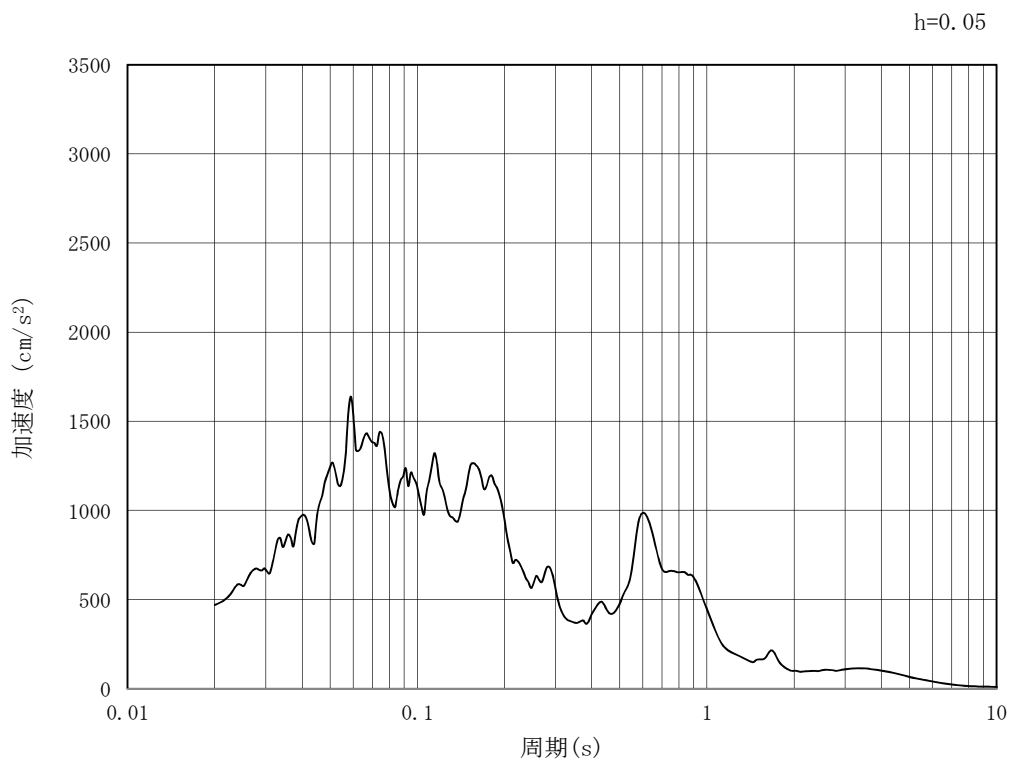


(b) 加速度応答スペクトル

図 7.3-2 (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 :  $S_s - 1.3$ )

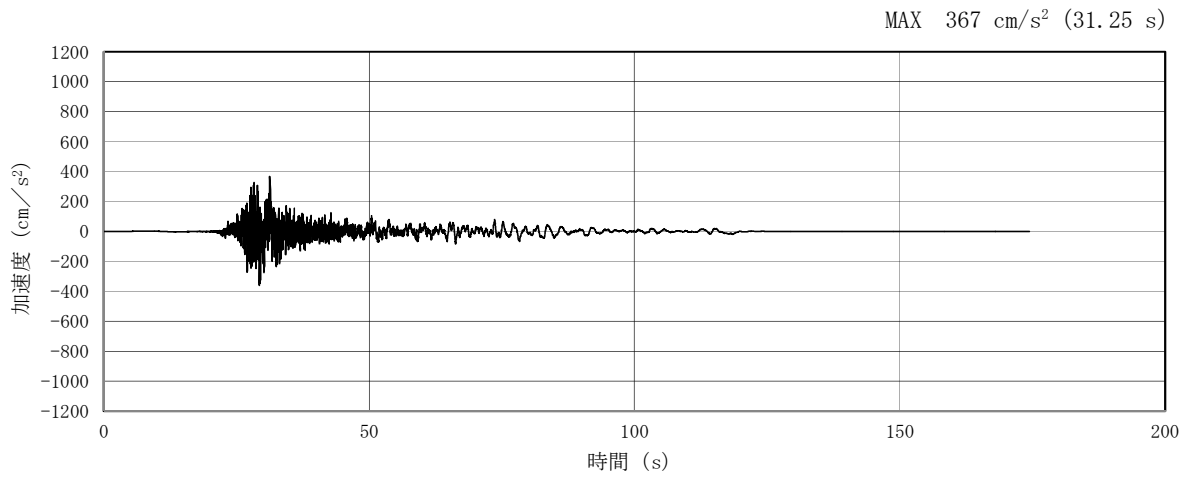


(a) 加速度時刻歴波形

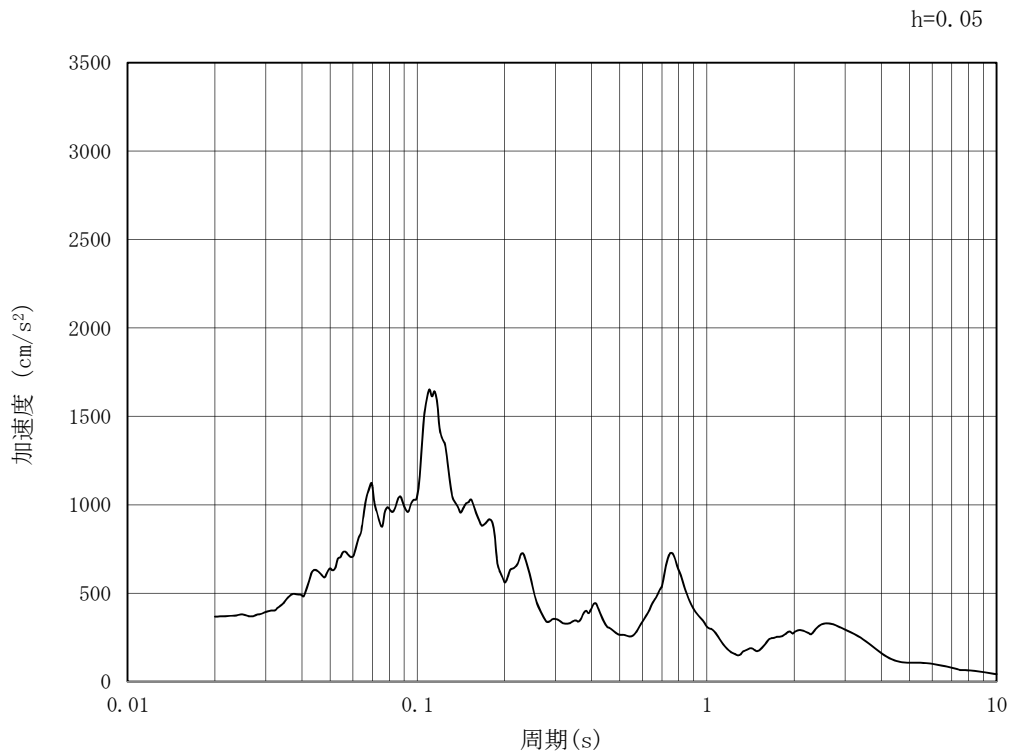


(b) 加速度応答スペクトル

図 7.3-2 (8) 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 :  $S_s - 13$ )

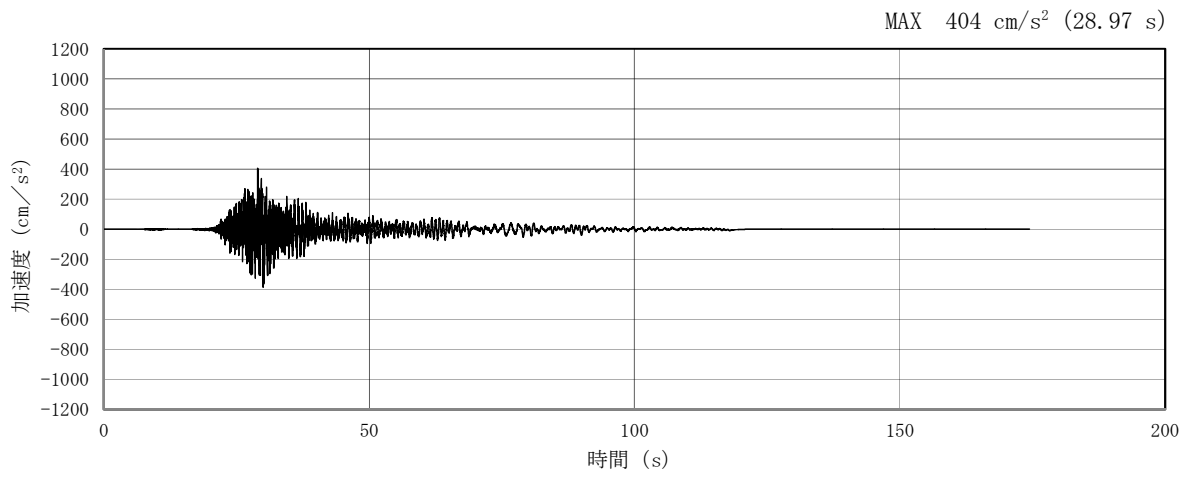


(a) 加速度時刻歴波形

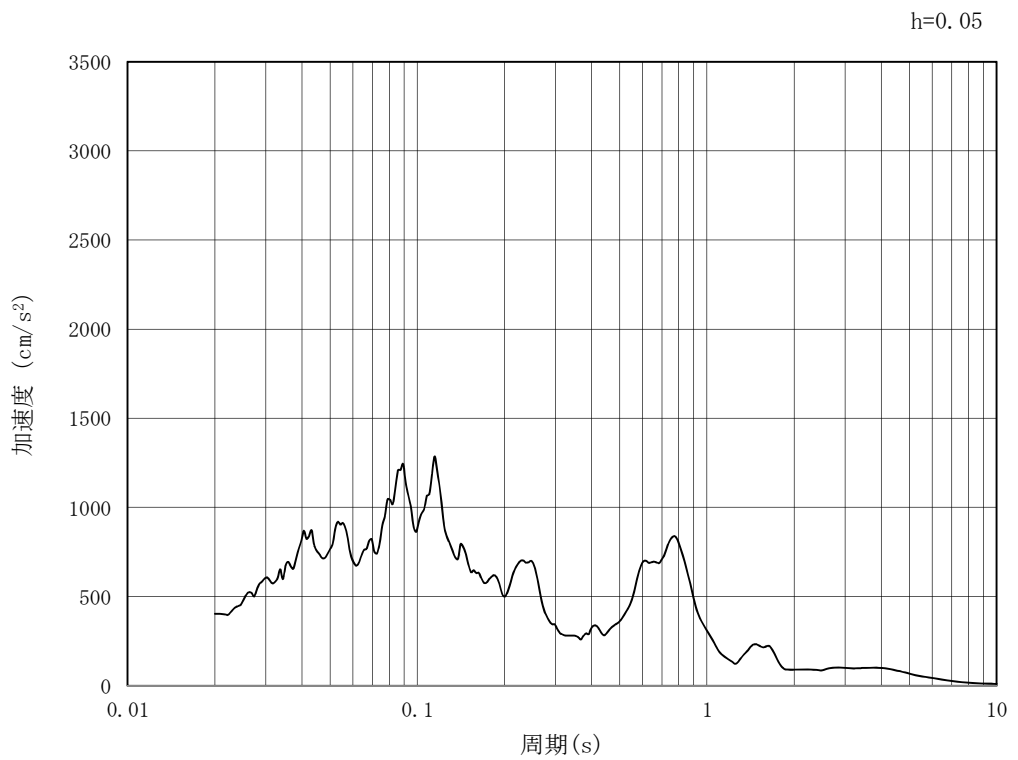


(b) 加速度応答スペクトル

図 7.3-2 (9) 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<sub>s</sub> - 1 4)

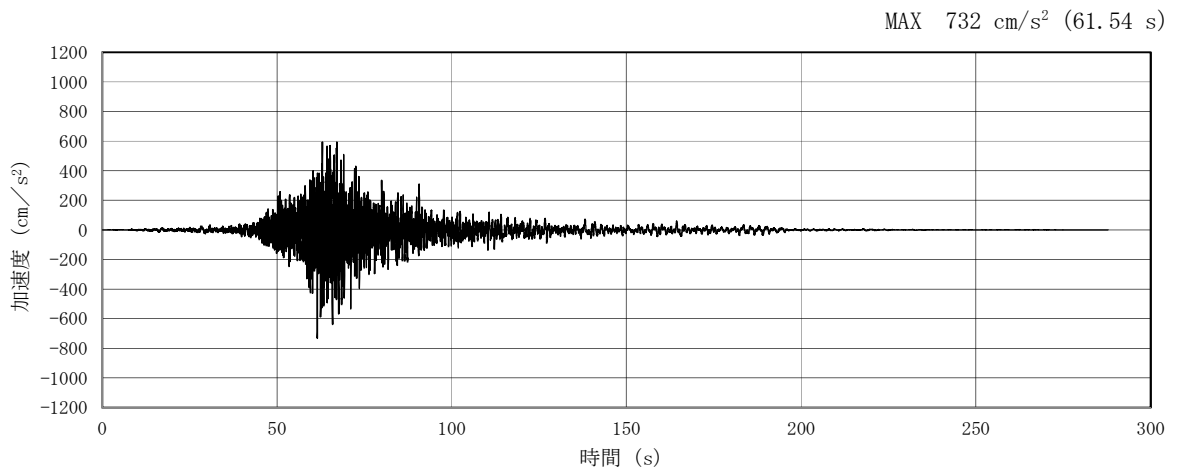


(a) 加速度時刻歴波形

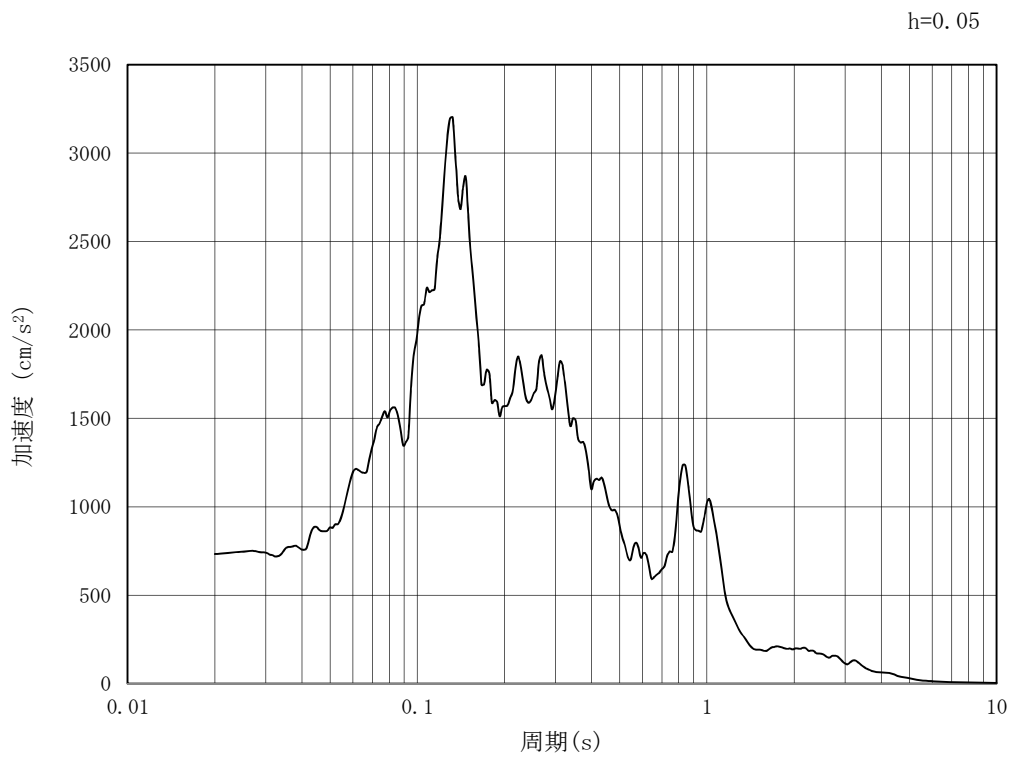


(b) 加速度応答スペクトル

図 7.3-2 (10) 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 :  $S_s - 1.4$ )

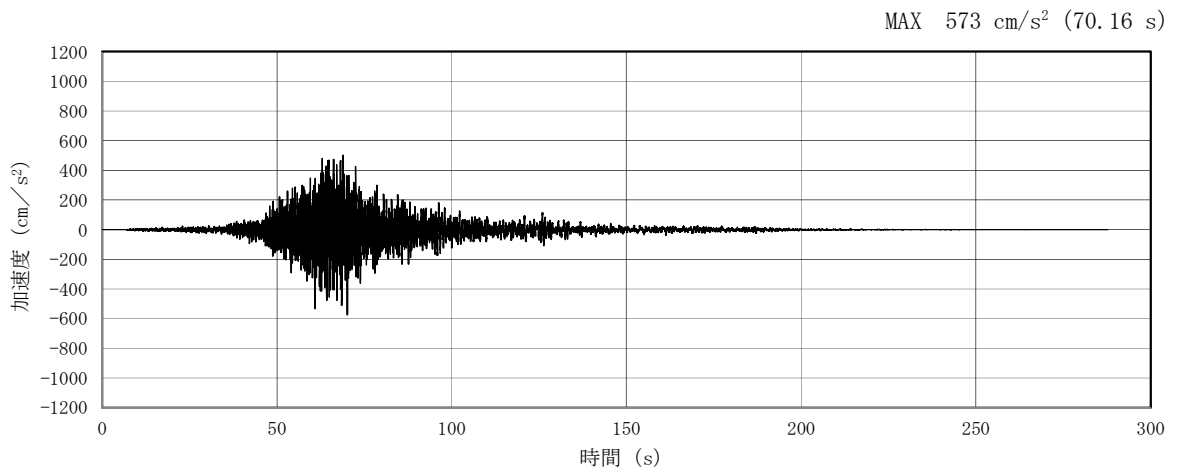


(a) 加速度時刻歴波形

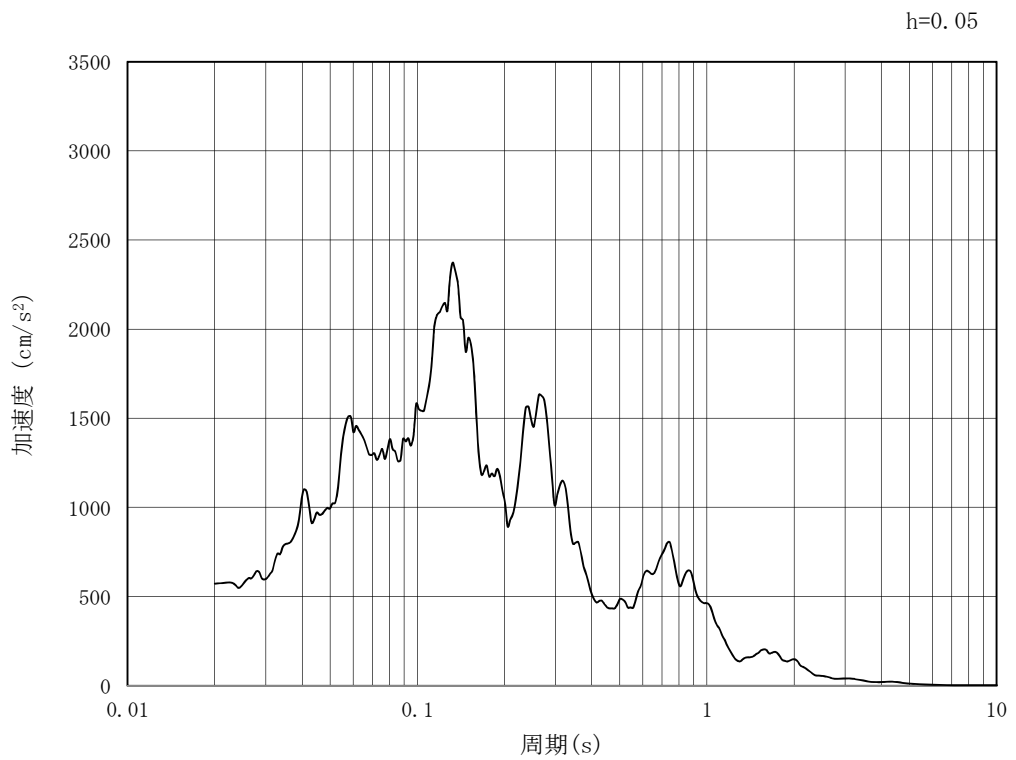


(b) 加速度応答スペクトル

図 7.3-2 (11) 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<sub>s</sub> - 2 1)



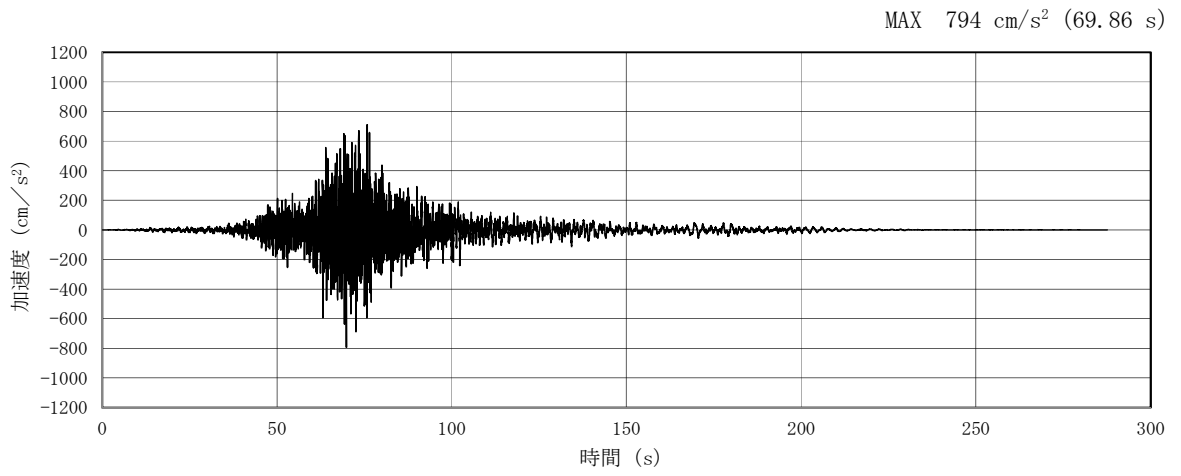
(a) 加速度時刻歴波形



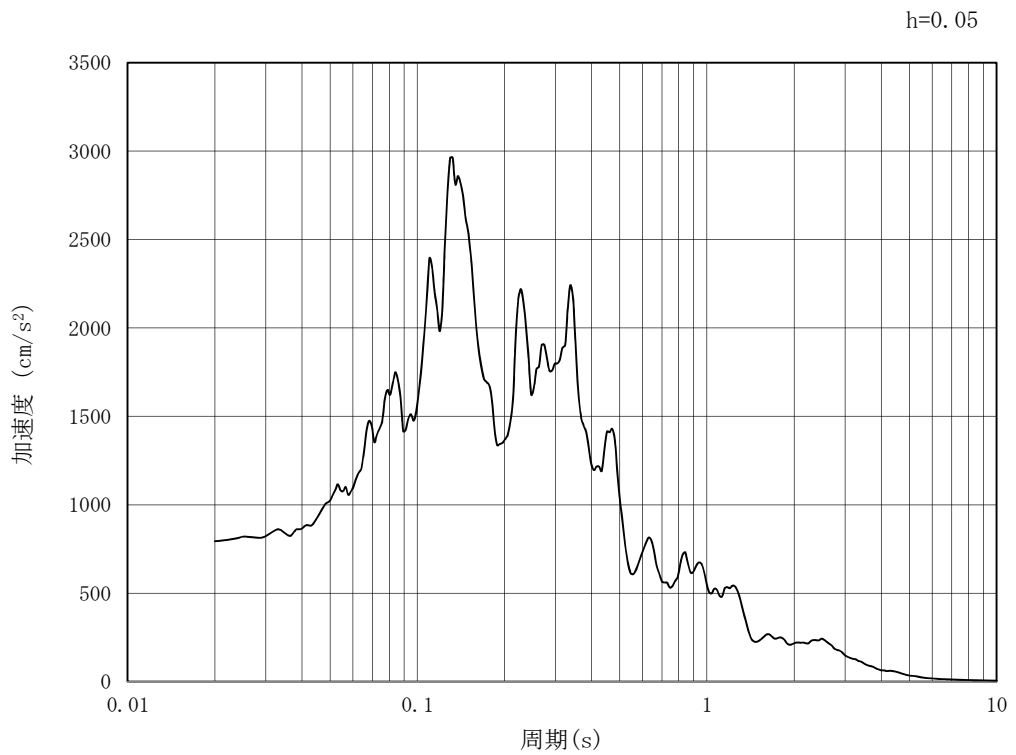
(b) 加速度応答スペクトル

図 7.3-2 (12) 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<sub>s</sub> - 2 1)



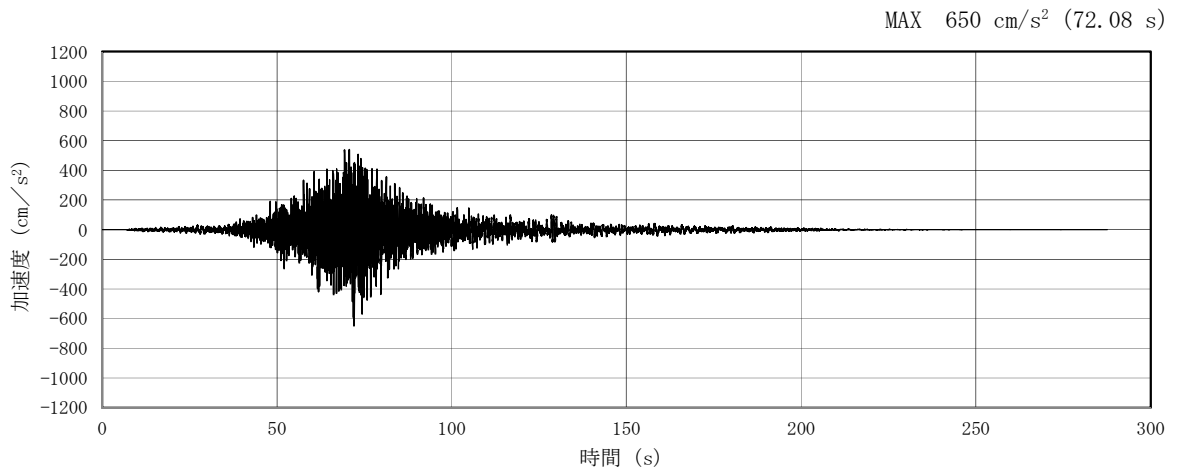


(a) 加速度時刻歴波形

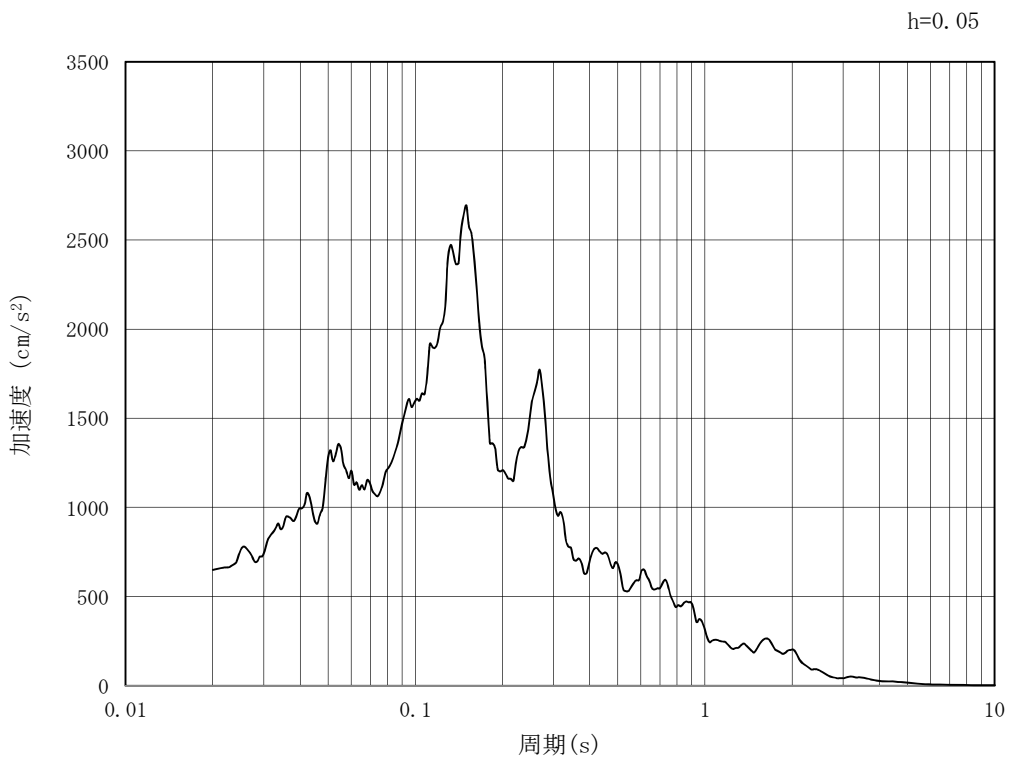


(b) 加速度応答スペクトル

図 7.3-2 (13) 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<sub>s</sub>-22)

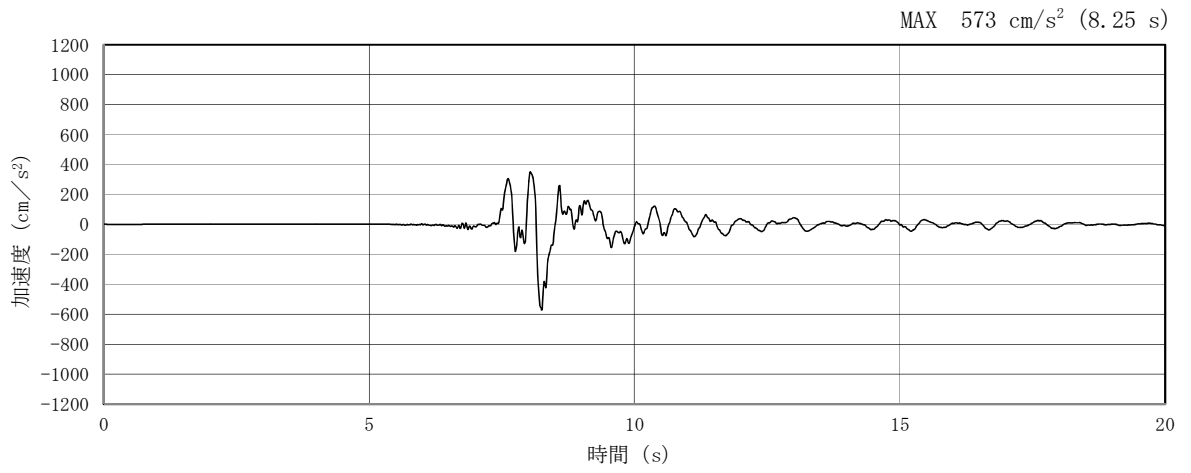


(a) 加速度時刻歴波形

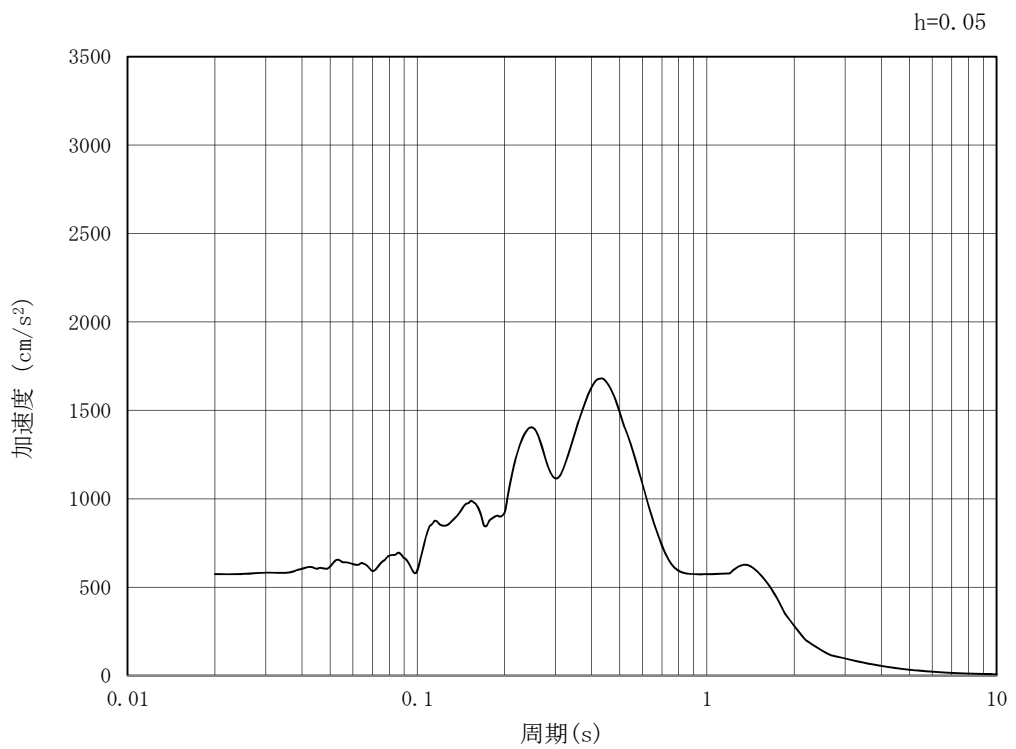


(b) 加速度応答スペクトル

図 7.3-2 (14) 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<sub>s</sub> - 2 2)

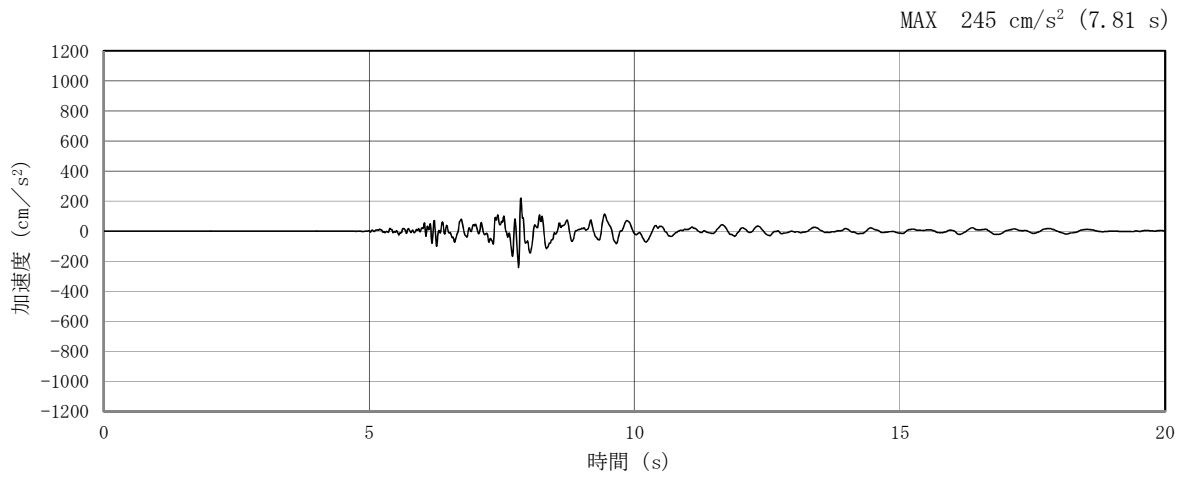


(a) 加速度時刻歴波形

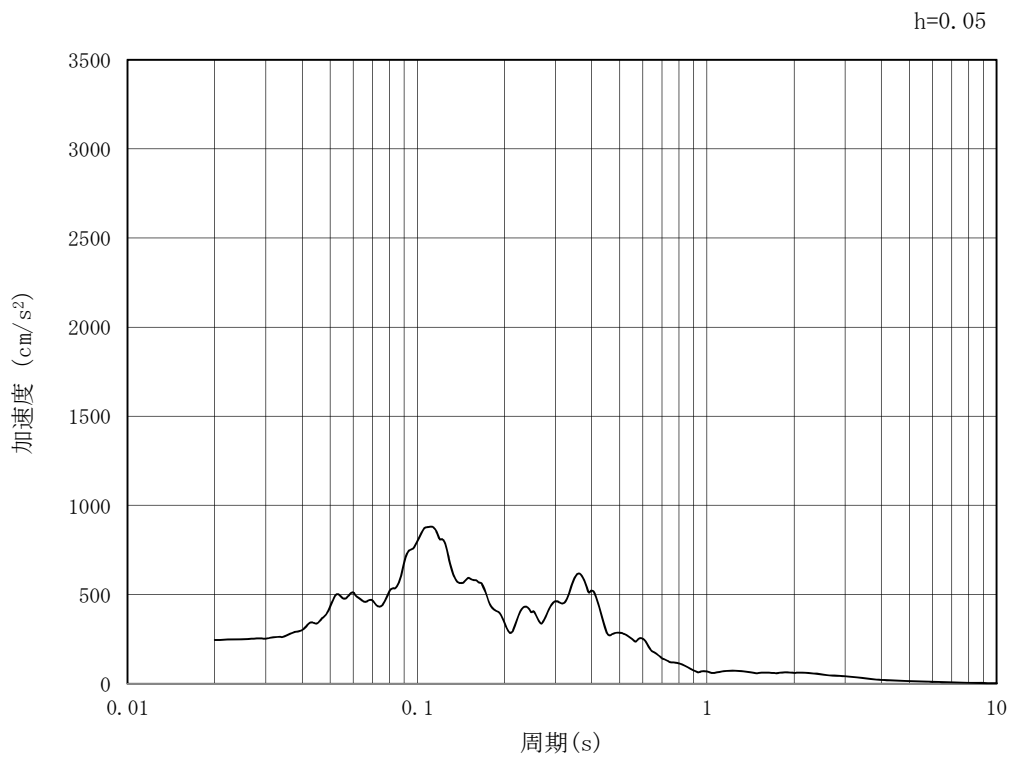


(b) 加速度応答スペクトル

図 7.3-2 (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 :  $S_s - 31$ )



(a) 加速度時刻歴波形



(b) 加速度応答スペクトル

図 7.3-2 (16) 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<sub>s</sub> - 3 1)

### 7.3.2 許容限界の設定

#### (1) 許容応力度による許容限界

カルバートの構造部材は、許容応力度による照査を行う。評価位置においてコンクリートの圧縮応力度、鉄筋の引張応力度、コンクリートのせん断応力度が短期許容応力度以下であることを確認する。

許容応力度については、「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）」及び「道路橋示方書（Ⅰ共通編・Ⅱ鋼橋編・Ⅳ下部構造編）・同解説（（社）日本道路協会、平成24年3月）」に基づき、コンクリート及び鉄筋の許容応力度に対して割増係数1.5を考慮し、表7.3-1のとおり設定する。

表 7.3-1 許容応力度

評価項目		短期許容応力度 (N/mm <sup>2</sup> )
コンクリート*1 (f' <sub>ck</sub> =40 N/mm <sup>2</sup> )	許容曲げ圧縮応力度 $\sigma_{ca}$	21.0
	許容せん断応力度 $\tau_{a1}$	0.825*4
鉄筋(SD490)*2	許容引張応力度 $\sigma_{sa}$ (曲げ)	435
	許容引張応力度 $\sigma_{sa}$ (せん断)	300
鉄筋(SD345)*1	許容引張応力度 $\sigma_{sa}$	294
鋼管杭(SM570)*3 (鋼材板厚：40mm以下)	許容引張・圧縮応力度	382.5
	許容せん断応力度	217.5
鋼管杭(SM570)*3 (鋼材板厚：40mmこえ 75mm以下)	許容引張・圧縮応力度	367.5
	許容せん断応力度	210

注記 \*1：コンクリート標準示方書〔構造性能照査編〕（（社）土木学会，2002年制定）

\*2：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24年3月）

\*3：道路橋示方書（Ⅰ共通編・Ⅱ鋼橋編）・同解説（（社）日本道路協会，平成24年3月）

\*4：斜め引張鉄筋を考慮する場合は、「コンクリート標準示方書〔構造性能照査編〕（（社）土木学会，2002年制定）」に基づき，次式により求められる許容せん断力（ $V_a$ ）を許容限界とする。

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

ここで、

$V_{ca}$  : コンクリートの許容せん断力

$$V_{ca} = 1/2 \cdot \tau_{a1} \cdot b_w \cdot j \cdot d$$

- $V_{s a}$  : 斜め引張鉄筋の許容せん断力  
$$V_{s a} = A_w \cdot \sigma_{s a 2} \cdot j \cdot d / s$$
- $\tau_{a 1}$  : 斜め引張鉄筋を考慮しない場合の許容せん断応力度
- $b_w$  : 有効幅
- $j$  : 1/1.15
- $d$  : 有効高さ
- $A_w$  : 斜め引張鉄筋断面積
- $\sigma_{s a 2}$  : 鉄筋の許容引張応力度
- $s$  : 斜め引張鉄筋間隔

(2) 基礎地盤の支持性能に対する許容限界

極限支持力は、V-2-1-3「地盤の支持性能に係る基本方針」に基づき、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）より設定する。

道路橋示方書による杭基礎（中掘り工法）の支持力算定式を以下に示す。

杭基礎構造を有する耐震重要施設及び常設重大事故等対処施設について、豊浦標準砂の液状化強度特性により強制的に液状化させることを仮定した耐震設計を行う場合は、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行うことを基本とする。ただし、杭を根入れした岩盤及び岩着している地盤改良体とその上方の非液状化層が連続している場合は、杭周面摩擦力を支持力として考慮する場合がある。

・極限支持力算定式（杭基礎〔中掘り工法〕）

$$R_u = q_d A + U \sum L_i f_i$$

ここで、

$R_u$  : 地盤から定まる杭の極限支持力 (kN)

$q_d$  : 杭先端における単位面積あたりの極限支持力度 (kN/m<sup>2</sup>)

$$q_d = 3 \cdot q_u$$

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

\*  $q_u$  は表 7.2-9 における  $K_m$  層の非排水せん断強度  $\times 2$

$A$  : 杭先端面積 (m<sup>2</sup>)

$U$  : 杭の周長 (m)。ただし、鋼管ソイルセメント杭の場合においてはソイルセメント柱の周長とする。

$L_i$  : 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>)

カルバートにおける許容限界を表 7.3-2 に示す。

表 7.3-2 基礎地盤の支持力に対する許容限界

部位	杭下端 標高 (m)	$K_m$ 層 非排水 せん断強度 (kN/m <sup>2</sup> )	支持岩盤の 一軸圧縮強度 (kN/m <sup>2</sup> )	極限支持力度 (kN/m <sup>2</sup> )
軽油 カルバート杭	-16.2	893	1786	5358
水電気 カルバート杭	-16.5	894	1788	5364

## 7.4 評価結果

### 7.4.1 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「最大加速度分布」を示す。

#### (1) 断面力分布（躯体の部材に着目した断面力図）

コンクリートの曲げ軸力に対する照査，鉄筋の曲げ軸力に対する照査，せん断力に対する照査の3つの照査項目それぞれに対して，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）の分布を部材毎に図示する。

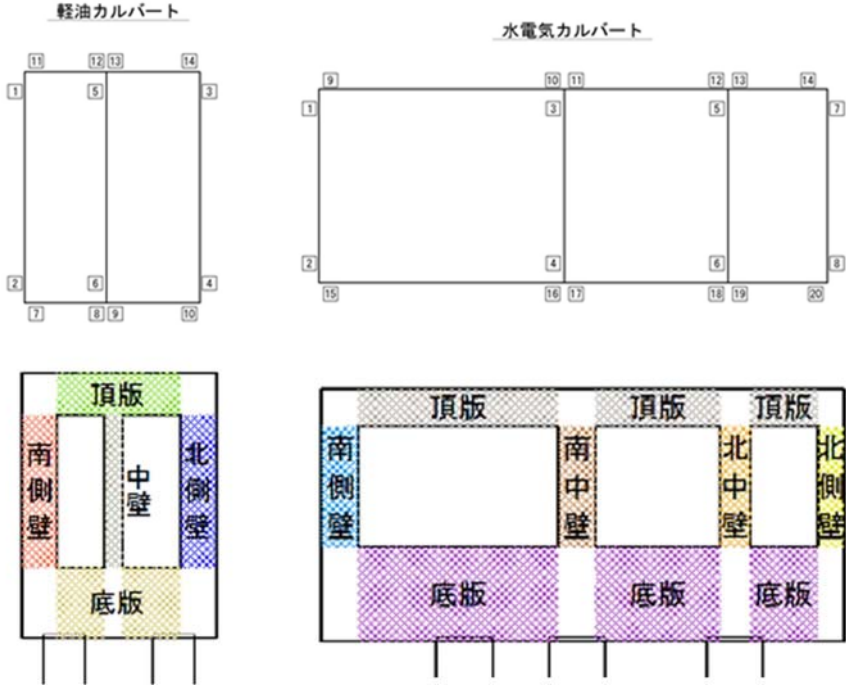
記載する断面力分布において部材毎に該当する照査値及び検討ケースの一覧を表 7.4-1～表 7.4-3 に示す。図 7.4-3～図 7.4-5 にコンクリートの曲げ軸力に対する照査，鉄筋の曲げ軸力に対する照査，せん断力に対する照査の3つの照査に対して，検討ケースのうち最も厳しい照査値となった時刻における断面力（曲げモーメント，軸力，せん断力）の分布を部材毎に図示する。

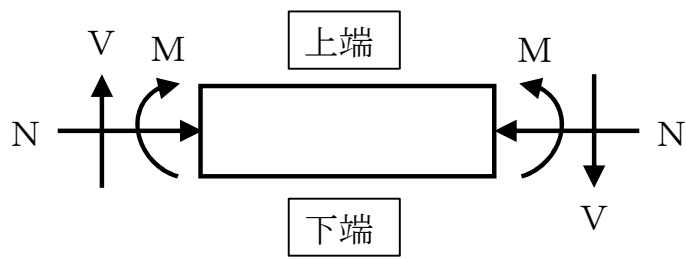


表 7.4-1 コンクリートの曲げ軸力に対する照査結果(カルバート)  
 (各部材において最も厳しい照査値とその地震波)

評価位置	断面性状			鉄筋仕様 (引張鉄筋)	発生断面力		圧縮 応力度 (N/mm <sup>2</sup> )	短期許容 応力度 (N/mm <sup>2</sup> )	照査値	検討ケース	
	部材幅 b (mm)	部材高 h (mm)	有効高さ d (mm)		曲げモーメント (kN・m/m)	軸力 (kN/m)					
軽油 カルバート	底板	10	1000	2000	1700	D32 @200	1227	688	3.60	21.0	0.18 ② S s - D 1 (H+, V-)
	北側壁	4	1000	1000	810	D29 @200	622	-82	7.02	21.0	0.34 ② S s - D 1 (H+, V-)
	中壁	6	1000	500	320	D22 @200	117	39	7.61	21.0	0.37 ② S s - D 1 (H+, V-)
	南側壁	2	1000	1000	810	D29 @200	590	-45	6.67	21.0	0.32 ① S s - D 1 (H-, V-)
	頂版	11	1000	1200	950	D25 @200	408	129	3.88	21.0	0.19 ② S s - D 1 (H+, V-)
水電気 カルバート	底板	17	1000	2500	2190	D35 @200	1814	1477	3.03	21.0	0.15 ④ S s - D 1 (H+, V-)
	北側壁	7	1000	700	500	D32 @200	309	390	7.25	21.0	0.35 ④ S s - D 1 (H+, V-)
	北中壁	5	1000	800	620	D25 @200	291	277	5.52	21.0	0.27 ④ S s - D 1 (H+, V-)
	南中壁	3	1000	1000	820	D22 @200	525	1016	6.12	21.0	0.30 ③ S s - 3 1 (H+, V+)
	南側壁	2	1000	1000	810	D22 @200	-406	317	5.45	21.0	0.26 ③ S s - D 1 (H+, V-)
	頂版	10	1000	1000	790	D29 @200	640	-50	7.61	21.0	0.37 ③ S s - 3 1 (H+, V+)

\*1 評価位置は下図に示す。





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 : 上端が圧縮となる曲げモーメント
- 負 : 上端が引張となる曲げモーメント
- 軸力 (N) 正 : 圧縮
- 負 : 引張

図 7.4-1 応力の方向

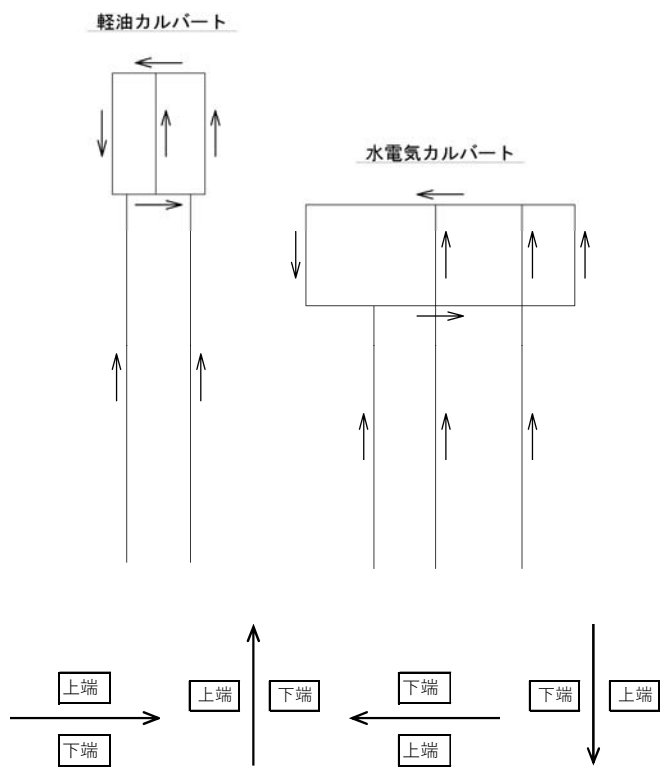
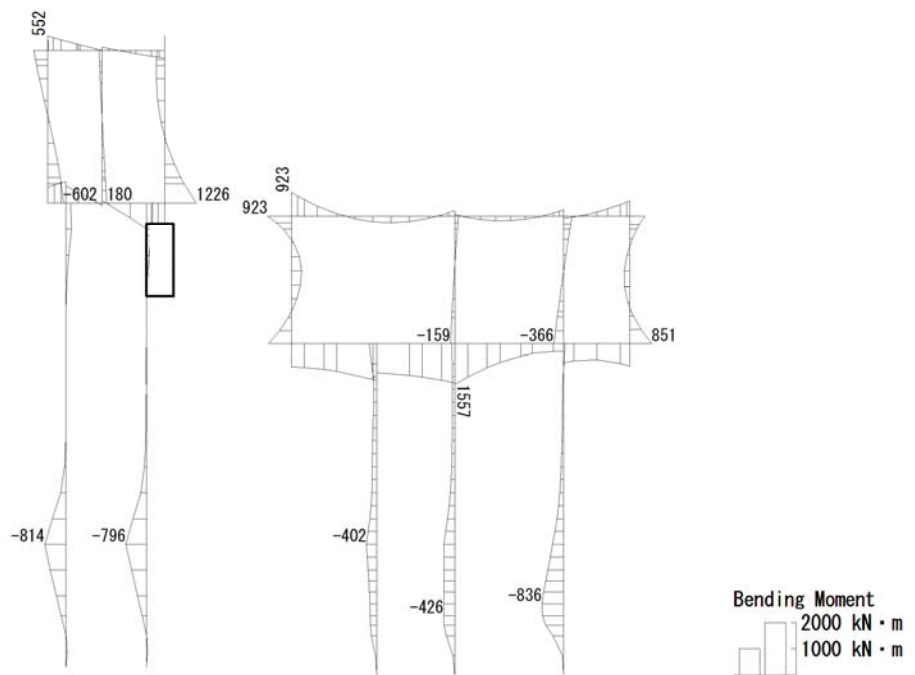


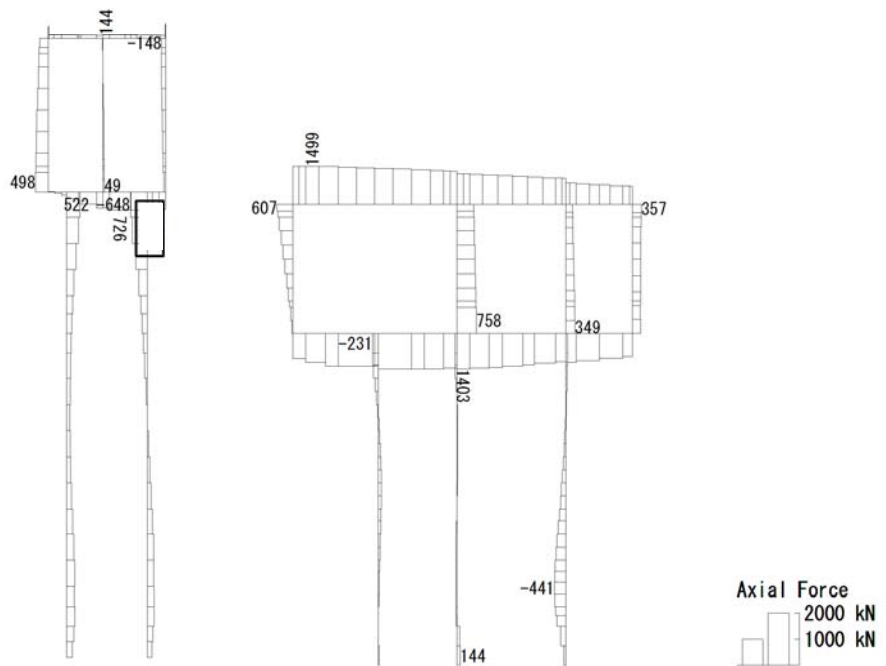
図 7.4-2 はり要素の方向

To2\_CV-NS\_OG-L\_+1Sig\_MnsShousaSect\_Ss-D1+-.36  
 Time: t=53.9sec



曲げモーメント (kN・m)

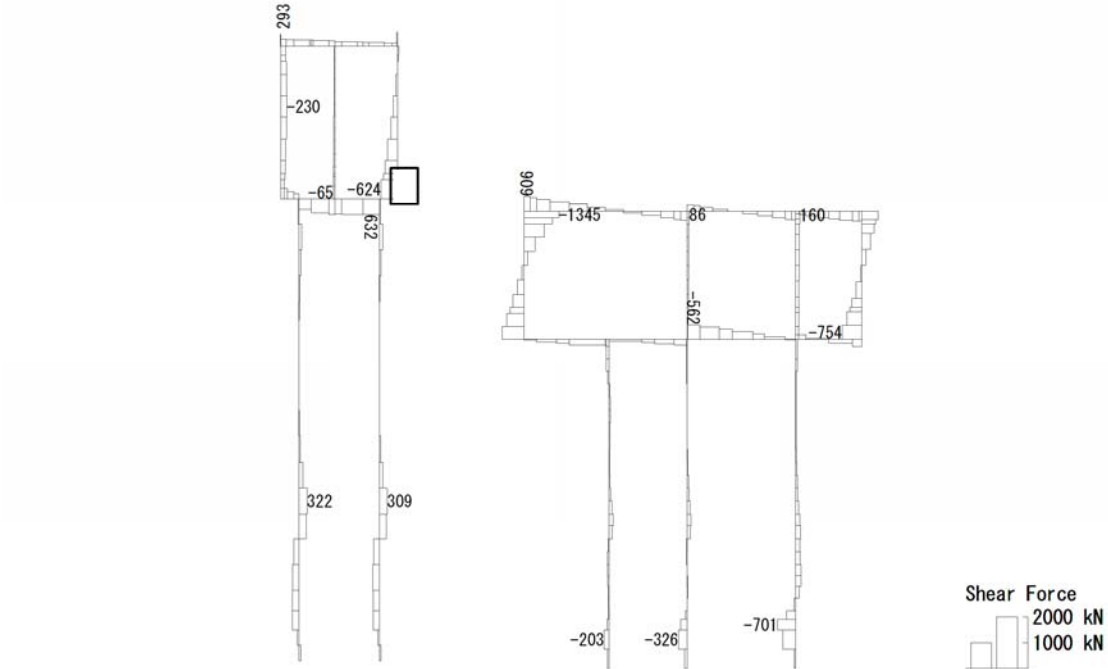
To2\_CV-NS\_OG-L\_+1Sig\_MnsShousaSect\_Ss-D1+-.36  
 Time: t=53.9sec



(+ : 圧縮, - : 引張)

軸力 (kN)

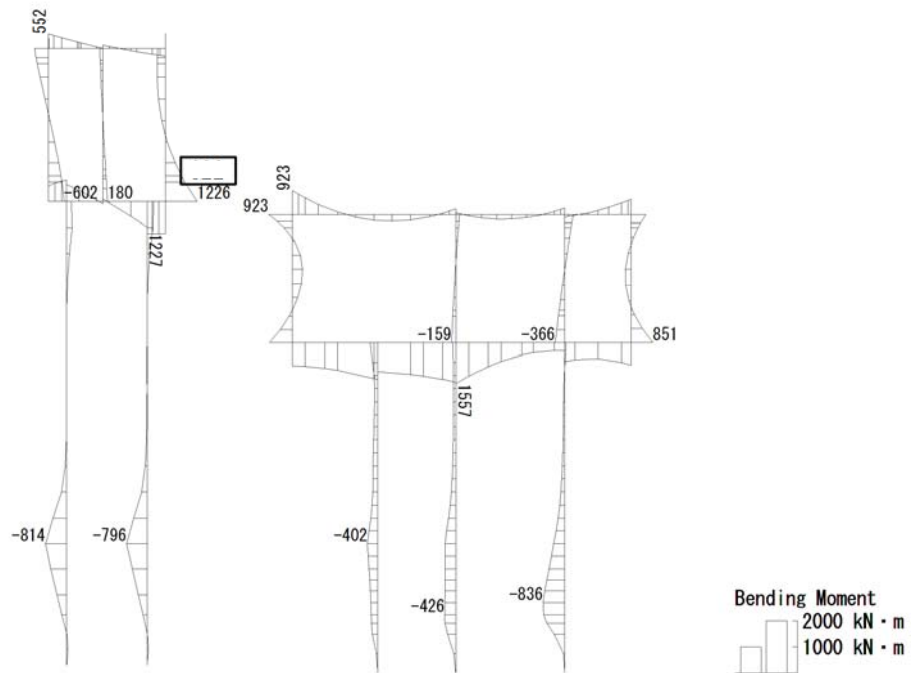
To2\_CV-NS\_0G-L\_+1Sig\_MnsShousaSect\_Ss-D1+-\_36  
Time: t=53.9sec



せん断力 (kN)

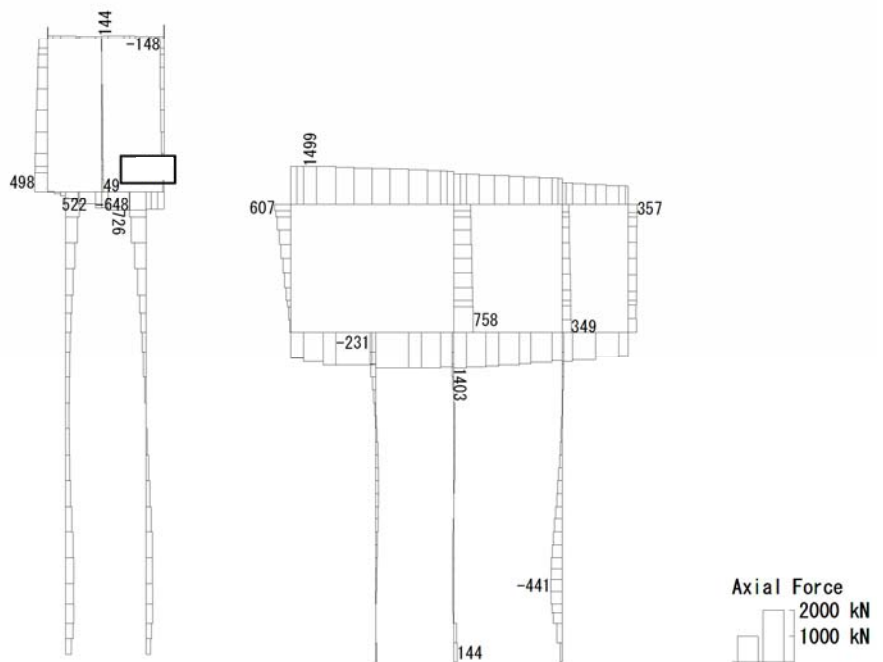
図 7.4-3 (1) 軽油カルバートの底版において最も厳しい照査値となる時刻の断面力  
(Ss-D 1 (H+, V-), t = 53.90s)  
(検討ケース②: 地盤物性のばらつきを考慮 (+1σ) した解析ケース)

To2\_CV-NS\_OG-L\_+1Sig\_MnsShousaSect\_Ss-D1+-\_36  
 Time: t=53.9sec



曲げモーメント (kN・m)

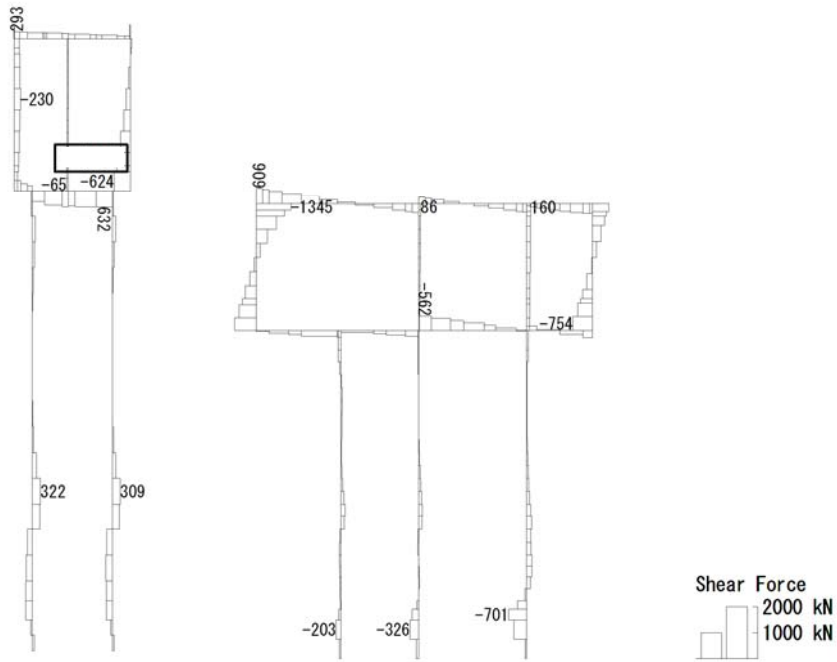
To2\_CV-NS\_OG-L\_+1Sig\_MnsShousaSect\_Ss-D1+-\_36  
 Time: t=53.9sec



(+ : 圧縮, - : 引張)

軸力 (kN)

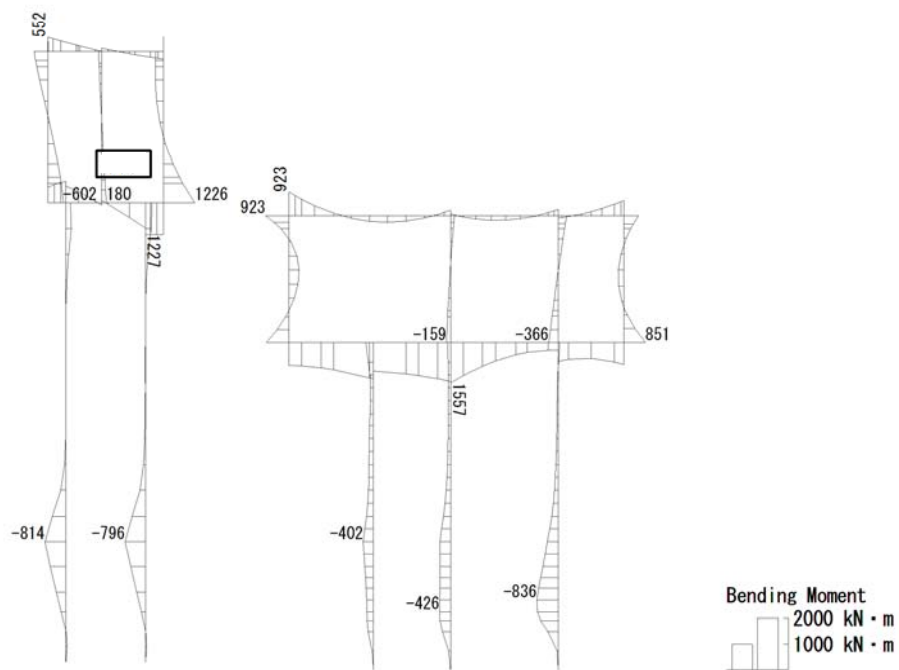
To2\_CV-NS\_0G-L\_+1Sig\_MnsShousaSect\_Ss-D1+-\_36  
Time: t=53.9sec



せん断力 (kN)

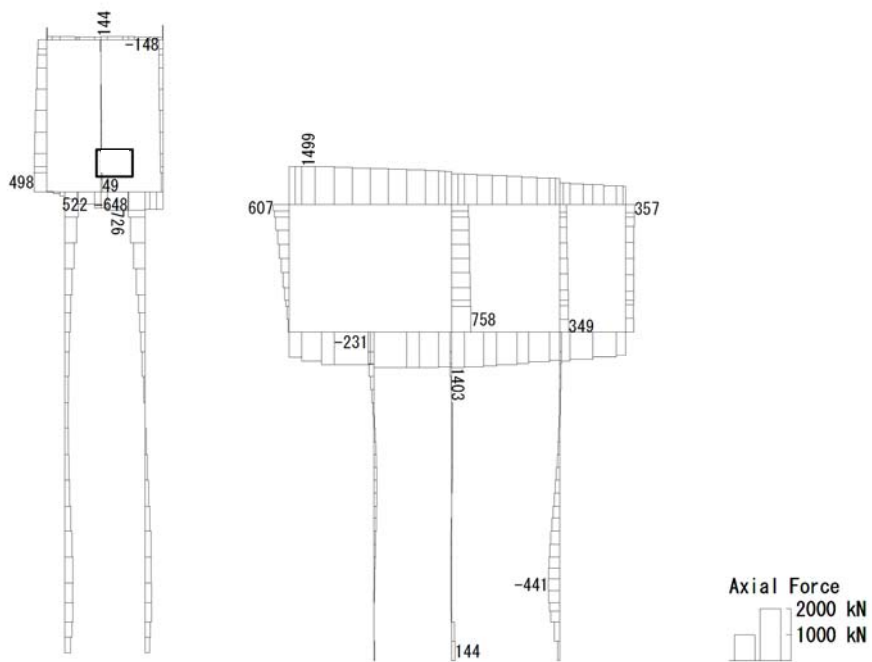
図 7.4-3 (2) 軽油カルバートの北側壁において最も厳しい照査値となる時刻の断面力  
(Ss-D1 (H+, V-), t = 53.90s)  
(検討ケース②: 地盤物性のばらつきを考慮 (+1σ) した解析ケース)

To2\_CV-NS\_OG-L\_+1Sig\_MnsShousaSect\_Ss-D1+-. 36  
 Time: t=53.9sec



曲げモーメント (kN・m)

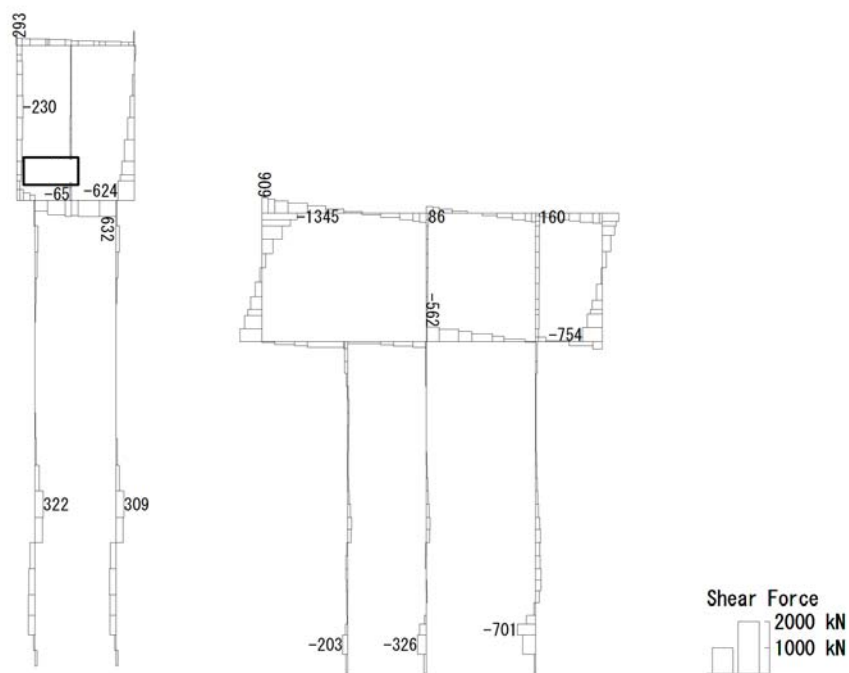
To2\_CV-NS\_OG-L\_+1Sig\_MnsShousaSect\_Ss-D1+-. 36  
 Time: t=53.9sec



(+ : 圧縮, - : 引張)

軸力 (kN)

To2\_CV-NS\_0G-L\_+1Sig\_MnsShousaSect\_Ss-D1+-\_36  
Time: t=53.9sec



せん断力 (kN)

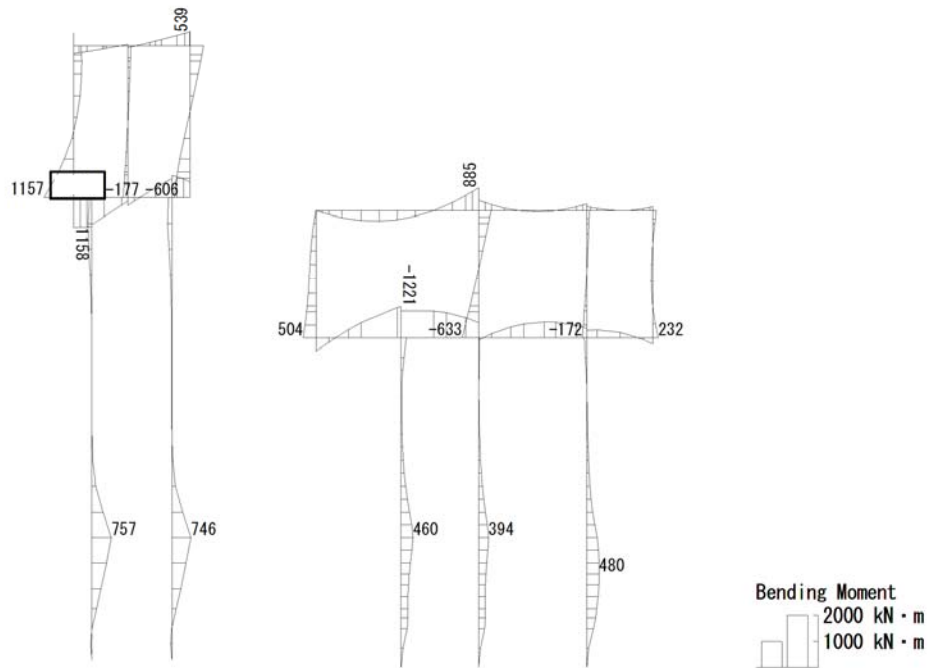
図 7.4-3 (3) 軽油カルバートの中壁において最も厳しい照査値となる時刻の断面力

(Ss-D1 (H+, V-), t = 53.90s)

(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)

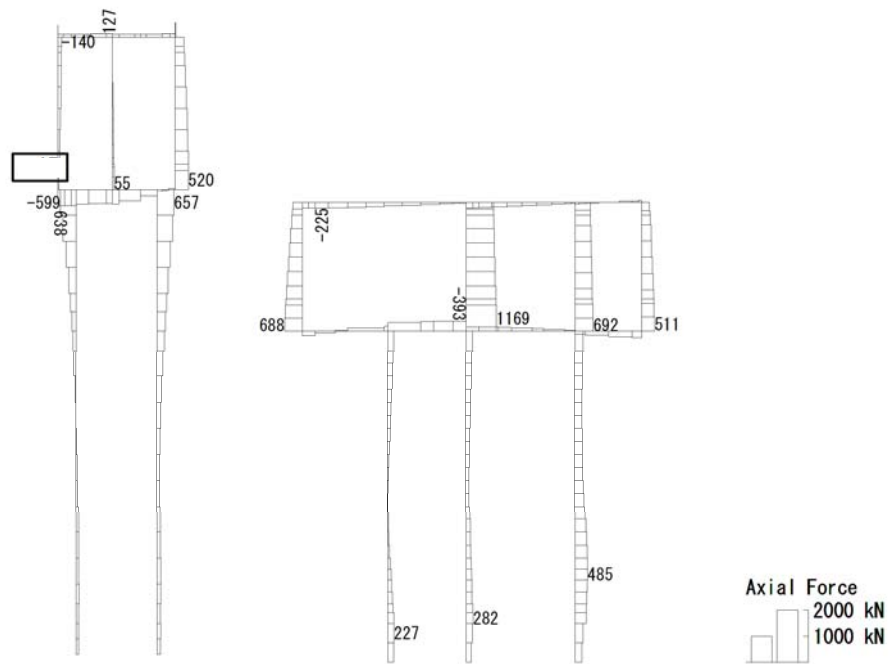


To2\_CV-NS\_OG-L\_MnsShousaSect\_Ss-D1--.36  
 Time: t=53.9sec



曲げモーメント (kN・m)

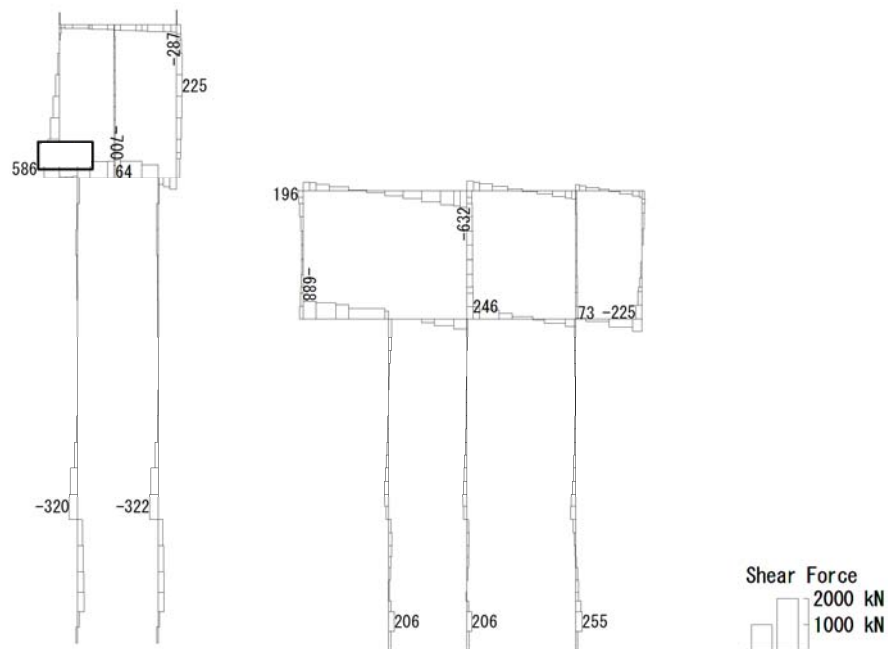
To2\_CV-NS\_OG-L\_MnsShousaSect\_Ss-D1--.36  
 Time: t=53.9sec



(+ : 圧縮, - : 引張)

軸力 (kN)

To2\_CV-NS\_OG-L\_MnsShousaSect\_Ss-D1--.36  
Time: t=53.9sec



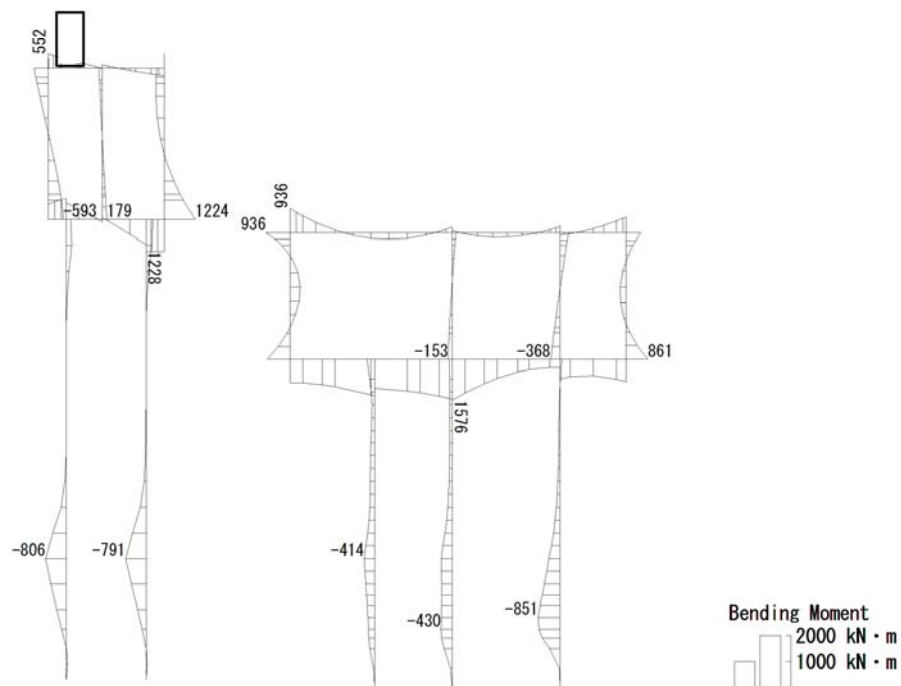
せん断力 (kN)

図 7.4-3 (4) 軽油カルバートの南側壁において最も厳しい照査値となる時刻の断面力

(Ss-D1 (H-, V-), t = 53.90s)

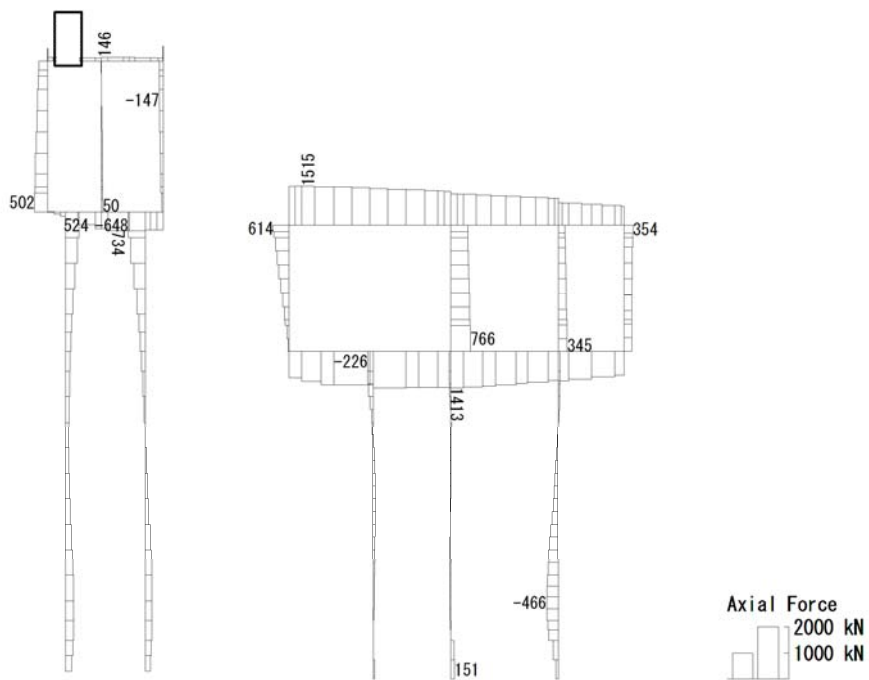
(検討ケース①: 原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)

To2\_CV-NS\_OG-L\_+1Sig\_MnsShousaSect\_Ss-D1+-. 36  
 Time: t=53.91sec



曲げモーメント (kN・m)

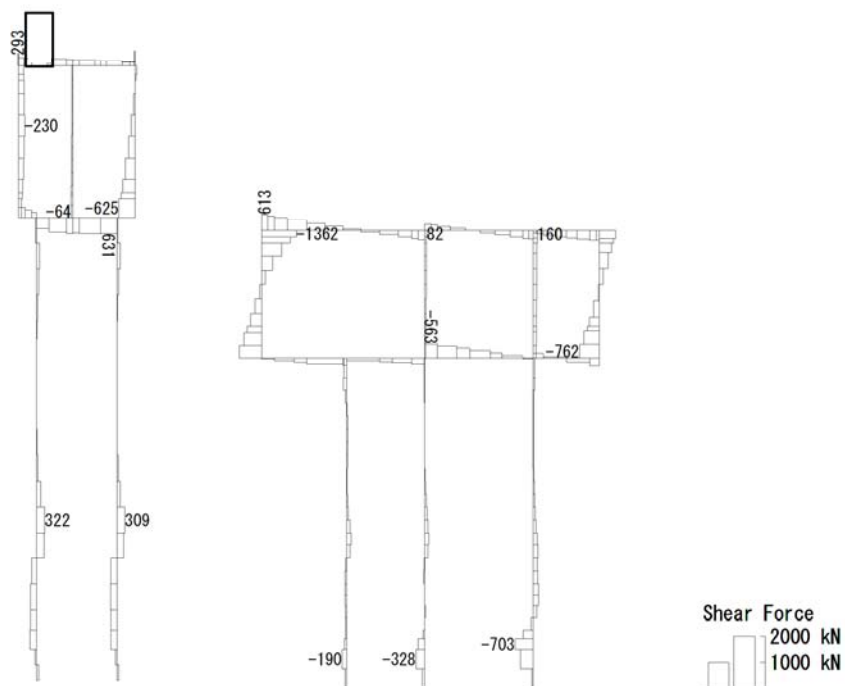
To2\_CV-NS\_OG-L\_+1Sig\_MnsShousaSect\_Ss-D1+-. 36  
 Time: t=53.91sec



(+ : 圧縮, - : 引張)

軸力 (kN)

To2\_CV-NS\_0G-L\_+1Sig\_MnsShousaSect\_Ss-D1+-\_36  
Time: t=53.91sec



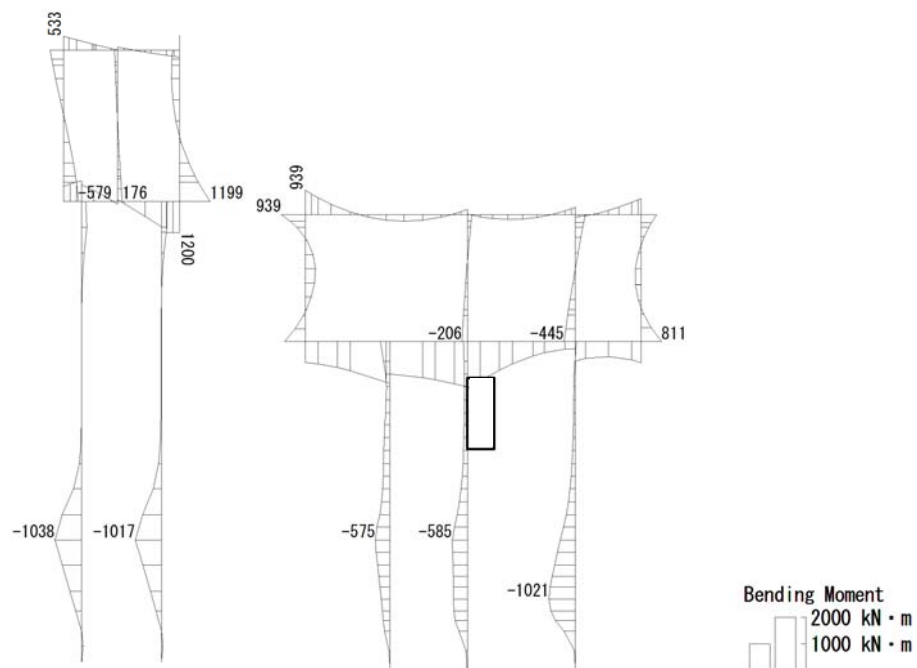
せん断力 (kN)

図 7.4-3 (5) 軽油カルバートの頂版において最も厳しい照査値となる時刻の断面力

(Ss-D1 (H+, V-), t = 53.91s)

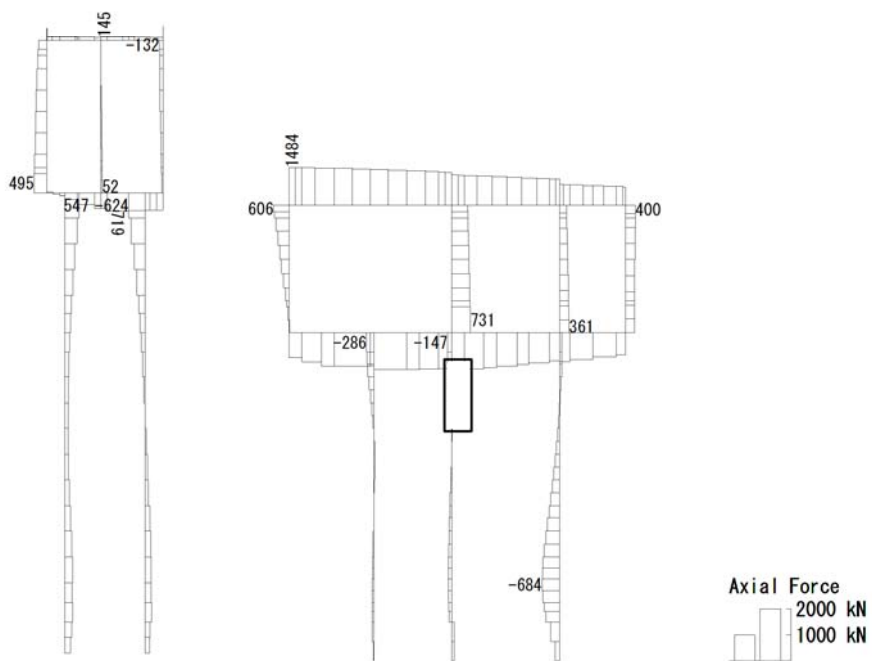
(検討ケース②: 地盤物性のばらつきを考慮 (+1σ) した解析ケース)

To2\_CV-NS\_TS-L\_MnsShousaSect\_Ss-D1+-\_36  
 Time: t=53.93sec



曲げモーメント (kN · m)

To2\_CV-NS\_TS-L\_MnsShousaSect\_Ss-D1+-\_36  
 Time: t=53.93sec



(+ : 圧縮, - : 引張)

軸力 (kN)

To2\_CV-NS\_TS-L\_MnsShousaSect\_Ss-D1+-\_36  
Time: t=53.93sec

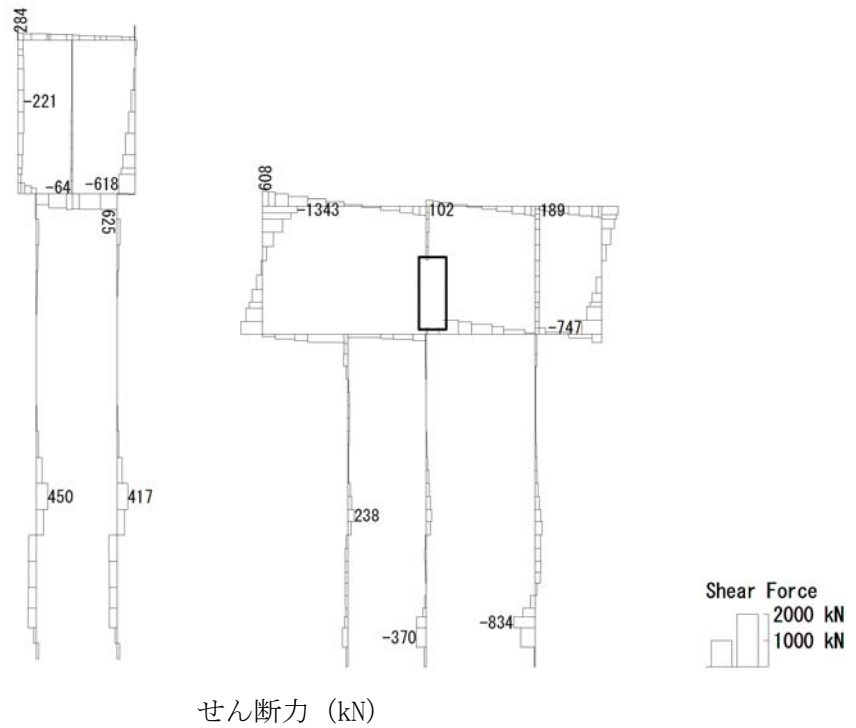
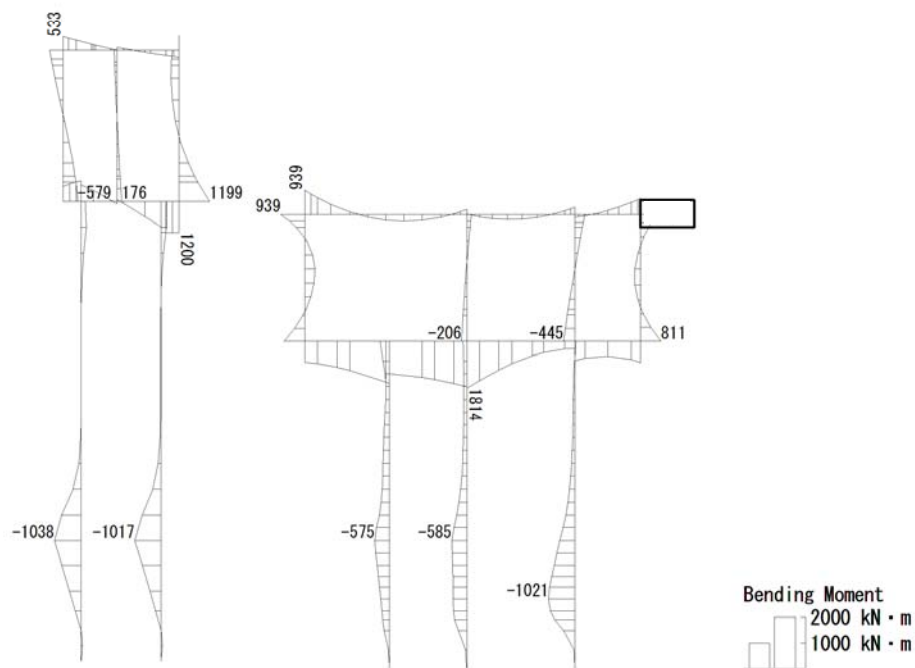


図 7.4-3 (6) 水電気カルバートの底版において最も厳しい照査値となる時刻の断面力

(Ss-D1 (H+, V-), t = 53.93s)

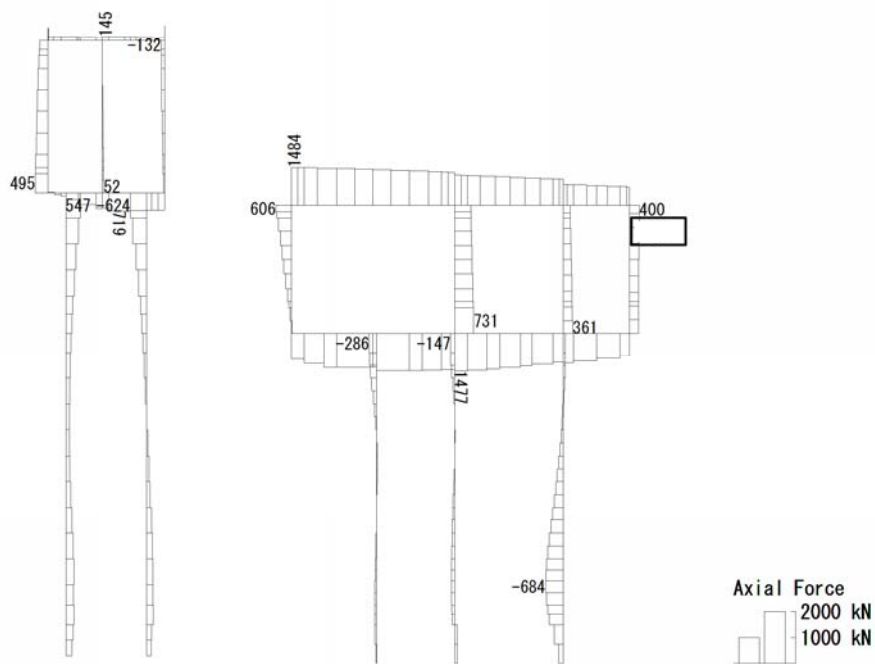
(検討ケース④: 敷地に存在しない豊浦標準砂の液状化強度特性により  
地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース)

To2\_CV-NS\_TS-L\_MnsShousaSect\_Ss-D1+-\_36  
 Time: t=53.93sec



曲げモーメント (kN・m)

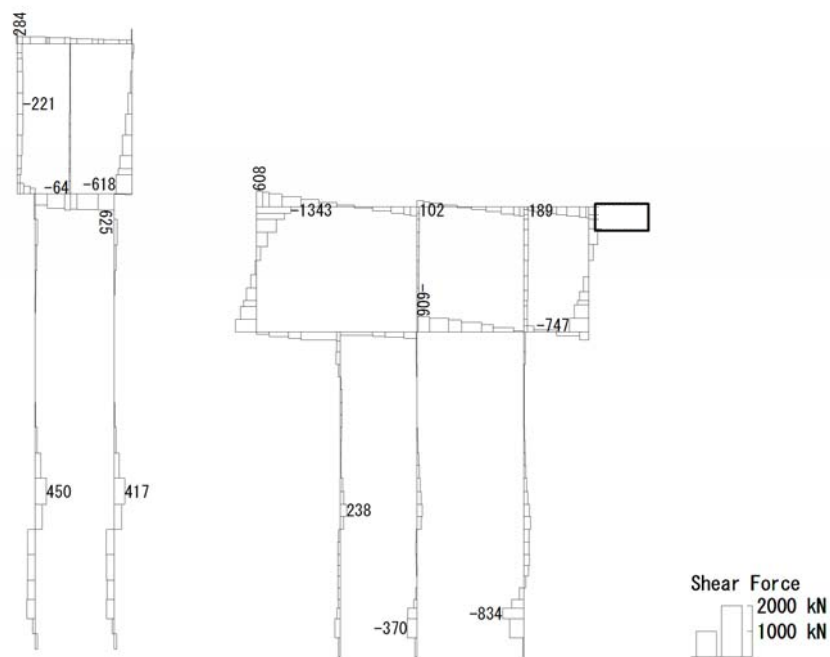
To2\_CV-NS\_TS-L\_MnsShousaSect\_Ss-D1+-\_36  
 Time: t=53.93sec



(+ : 圧縮, - : 引張)

軸力 (kN)

To2\_CV-NS\_TS-L\_MnsShousaSect\_Ss-D1+-\_36  
Time: t=53.93sec



せん断力 (kN)

図 7.4-3 (7) 水電気カルバートの北側壁において最も厳しい照査値となる時刻の断面力

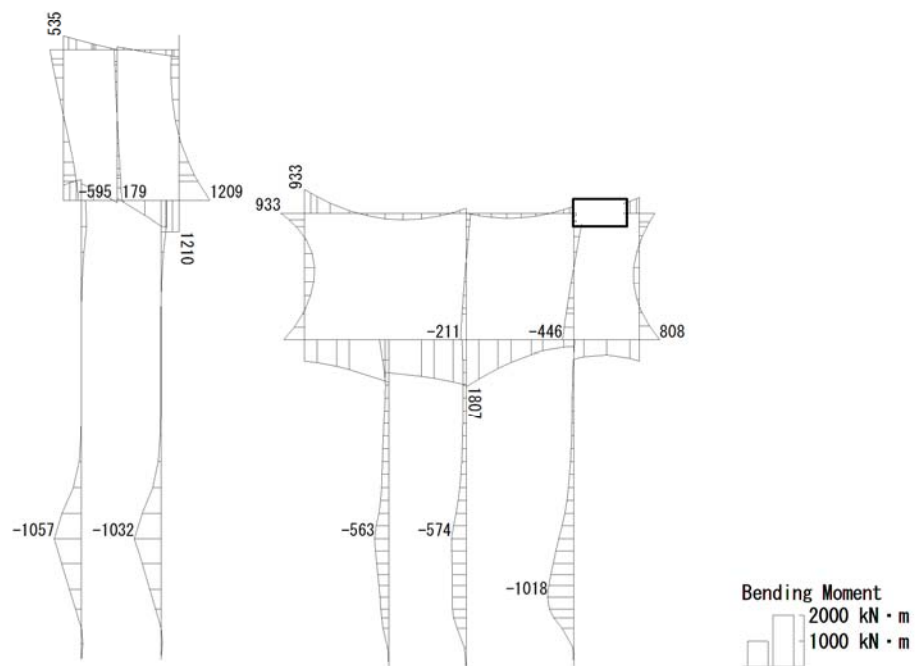
(Ss-D1 (H+, V-), t=53.93s)

(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)

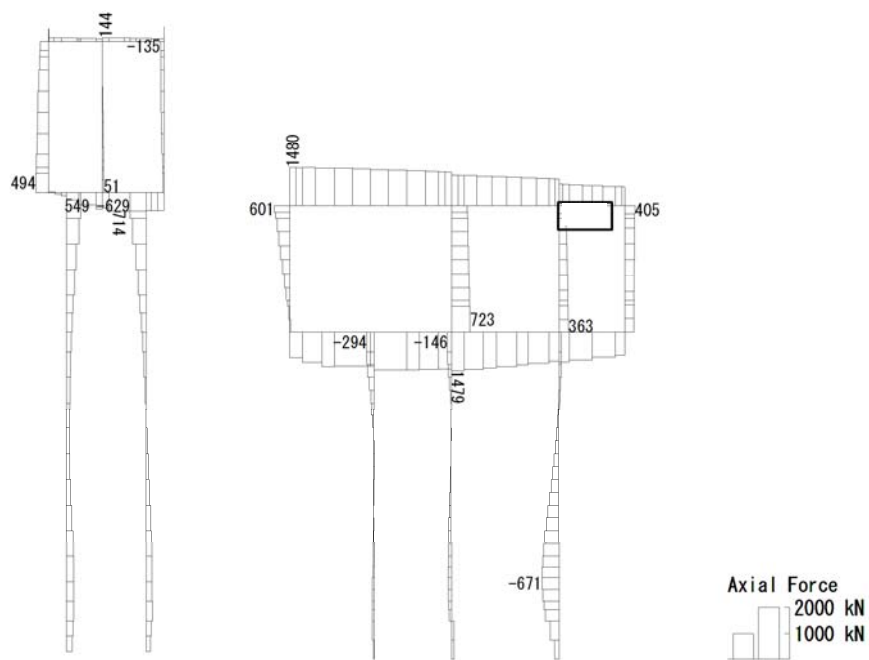


To2\_CV-NS\_TS-L\_MnsShousaSect\_Ss-D1+-\_36  
 Time: t=53.92sec



曲げモーメント (kN・m)

To2\_CV-NS\_TS-L\_MnsShousaSect\_Ss-D1+-\_36  
 Time: t=53.92sec



(+ : 圧縮, - : 引張)

軸力 (kN)

To2\_CV-NS\_TS-L\_MnsShousaSect\_Ss-D1+-\_36  
Time: t=53.92sec

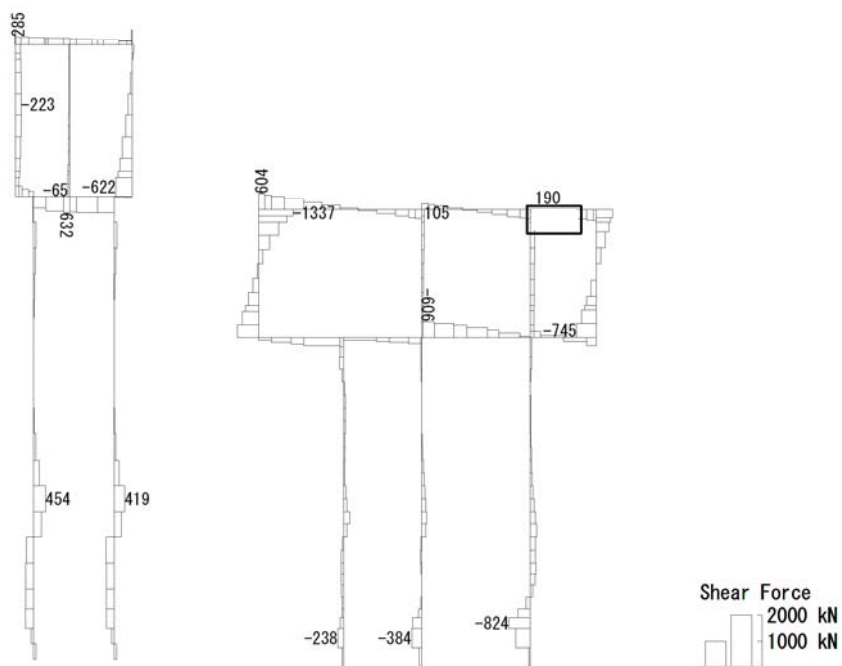


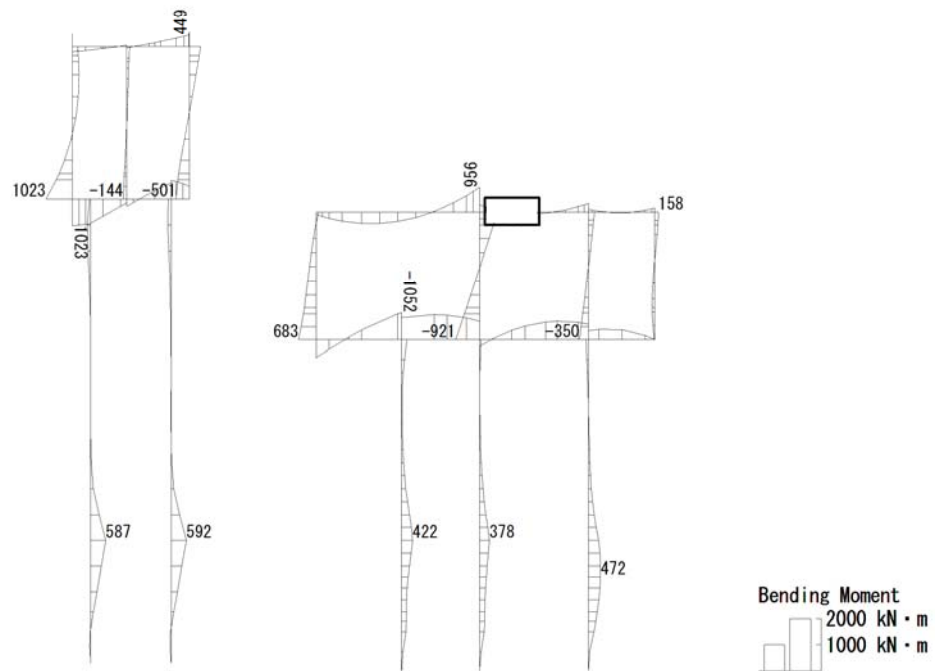
図 7.4-3 (8) 水電気カルバートの北中壁において最も厳しい照査値となる時刻の断面力

(Ss-D1 (H+, V-), t = 53.92s)

(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

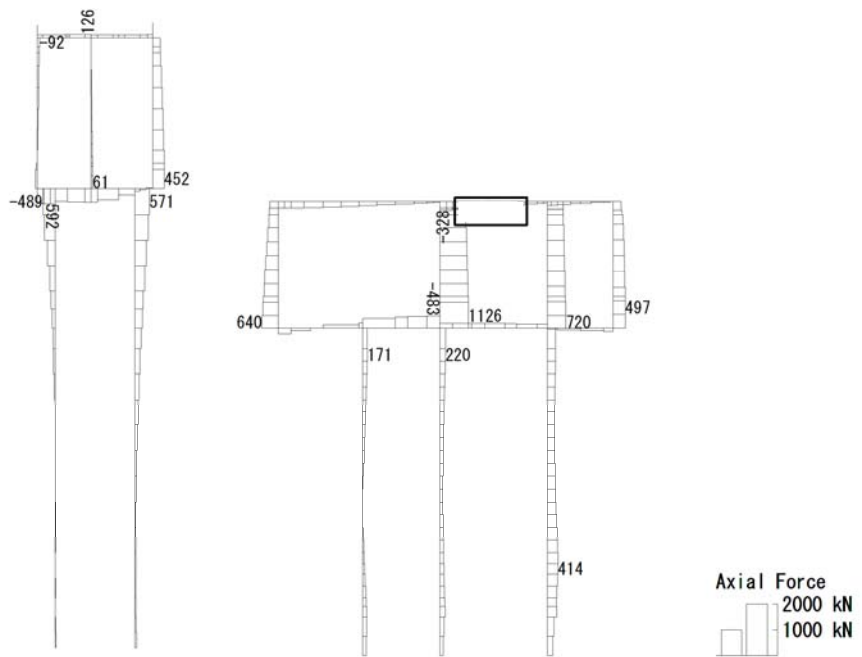
地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース)

To2\_CV-NS\_OG-L\_1Sig\_MnsShousaSect\_Ss-31++.36  
 Time: t=8.79sec



曲げモーメント (kN・m)

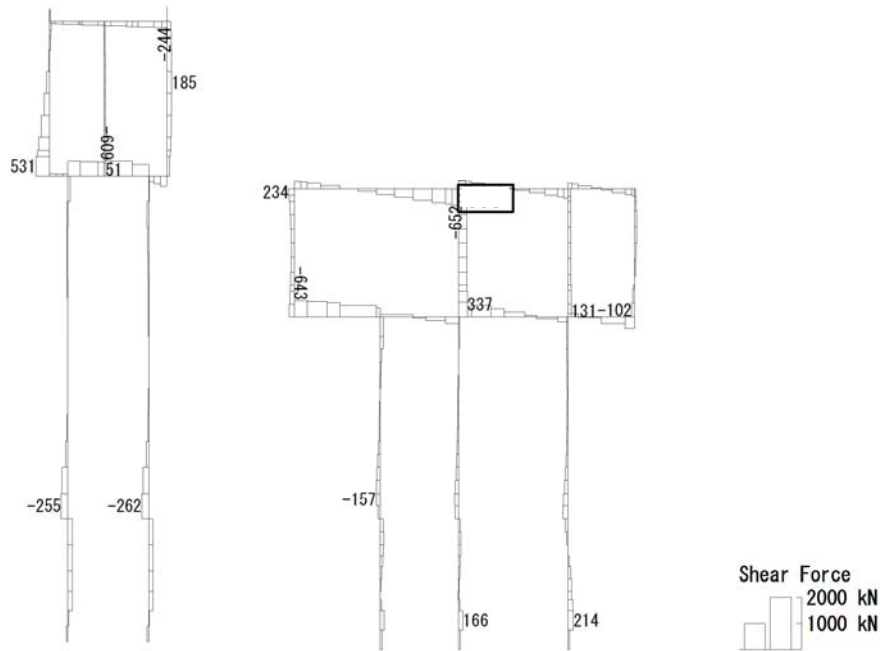
To2\_CV-NS\_OG-L\_1Sig\_MnsShousaSect\_Ss-31++.36  
 Time: t=8.79sec



(+ : 圧縮, - : 引張)

軸力 (kN)

To2\_CV-NS\_OG-L\_-1Sig\_MnsShousaSect\_Ss-31++.36  
Time: t=8.79sec



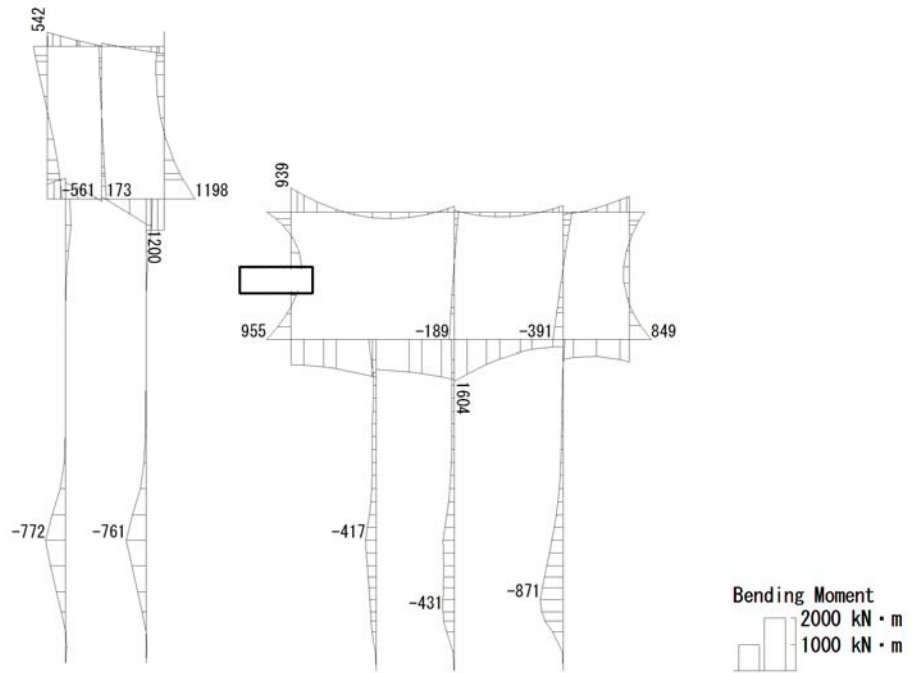
せん断力 (kN)

図 7.4-3 (9) 水電気カルバートの南中壁において最も厳しい照査値となる時刻の断面力

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

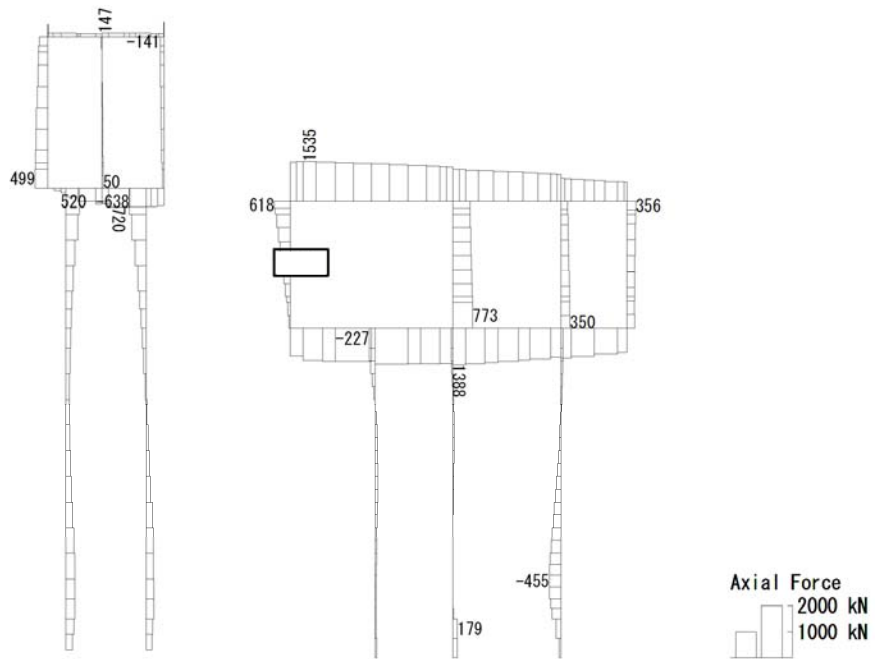
(検討ケース③: 地盤物性のばらつきを考慮 (-1σ) した解析ケース)

To2\_CV-NS\_OG-L\_-1Sig\_MnsShousaSect\_Ss-D1+-.36  
 Time: t=53.92sec



曲げモーメント (kN・m)

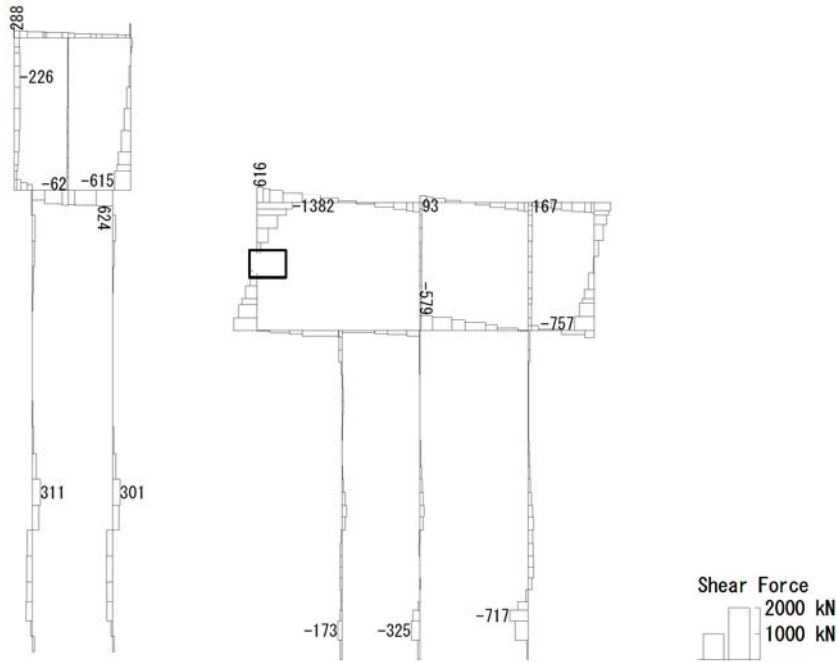
To2\_CV-NS\_OG-L\_-1Sig\_MnsShousaSect\_Ss-D1+-.36  
 Time: t=53.92sec



(+ : 圧縮, - : 引張)

軸力 (kN)

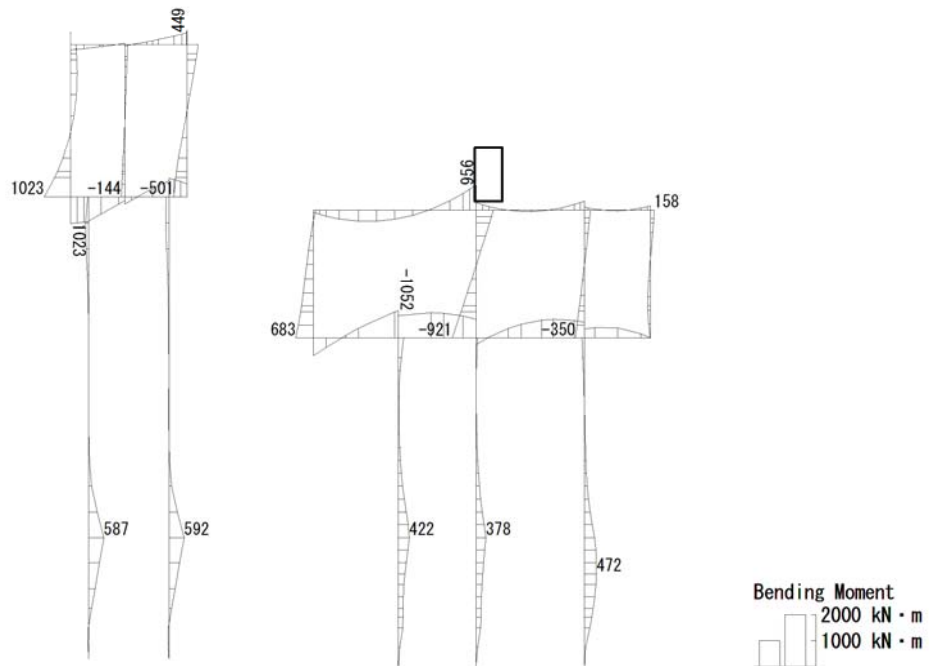
To2\_CV-NS\_OG-L\_-1Sig\_MnsShousaSect\_Ss-D1+-\_36  
Time: t=53.92sec



せん断力 (kN)

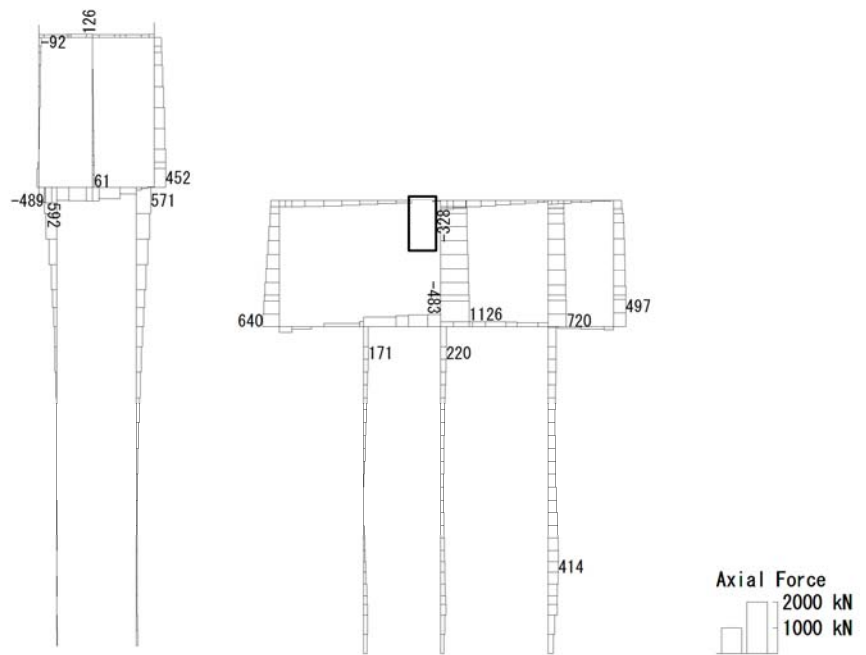
図 7.4-3 (10) 水電気カルバートの南側壁において最も厳しい照査値となる時刻の断面力  
( $S_s-D1 (H+, V-)$ ,  $t = 53.92s$ )  
(検討ケース③: 地盤物性のばらつきを考慮 ( $-1\sigma$ ) した解析ケース)

To2\_CV-NS\_OG-L-1Sig\_MnsShousaSect\_Ss-31++. 36  
 Time: t=8.79sec



曲げモーメント (kN・m)

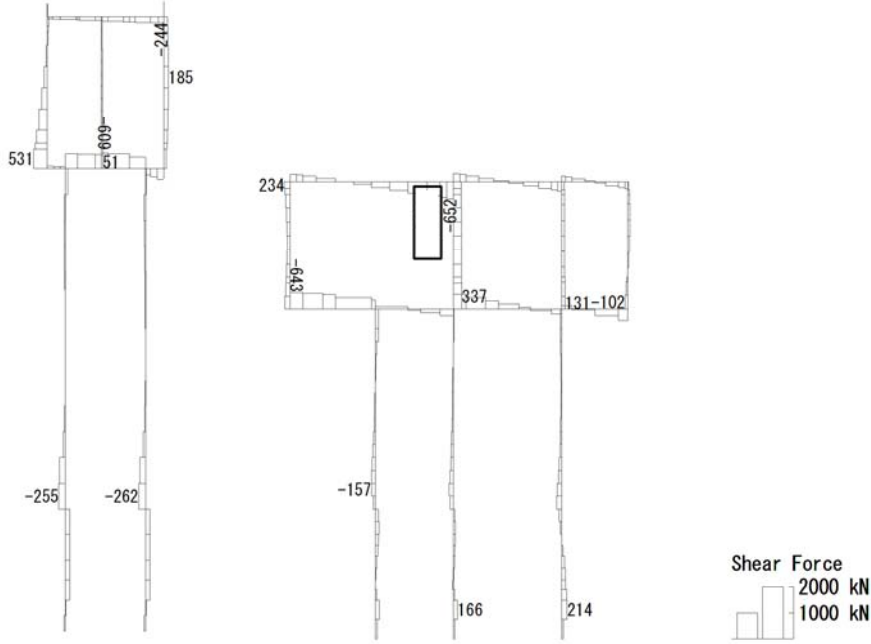
To2\_CV-NS\_OG-L-1Sig\_MnsShousaSect\_Ss-31++. 36  
 Time: t=8.79sec



(+ : 圧縮, - : 引張)

軸力 (kN)

To2\_CV-NS\_0G-L\_-1Sig\_MnsShousaSect\_Ss-31++.36  
Time: t=8.79sec



せん断力 (kN)

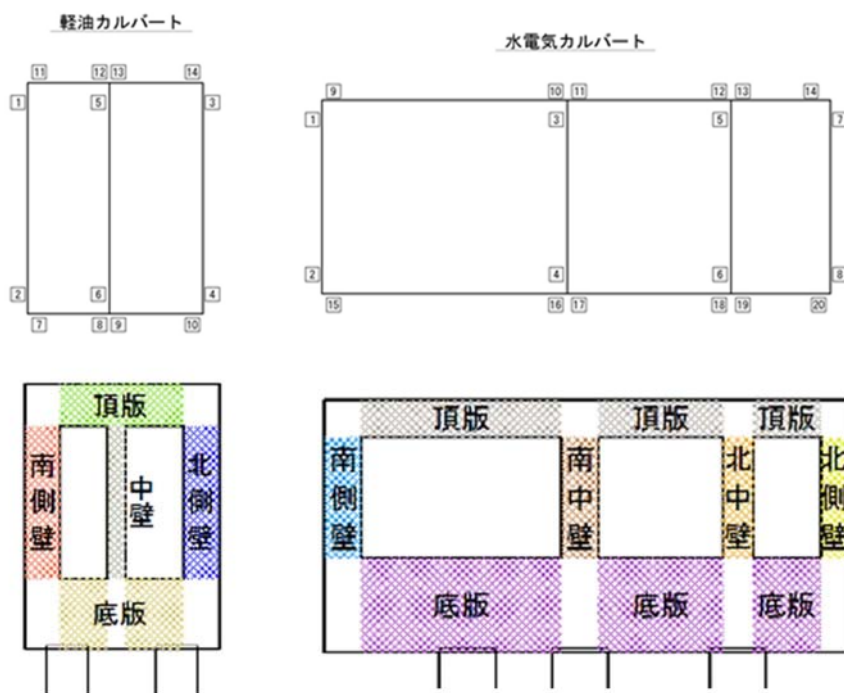
図 7.4-3 (11) 水電気カルバートの頂版において最も厳しい照査値となる時刻の断面力  
(Ss-31 (H+, V+), t=8.79s)  
(検討ケース③: 地盤物性のばらつきを考慮 (-1σ) した解析ケース)



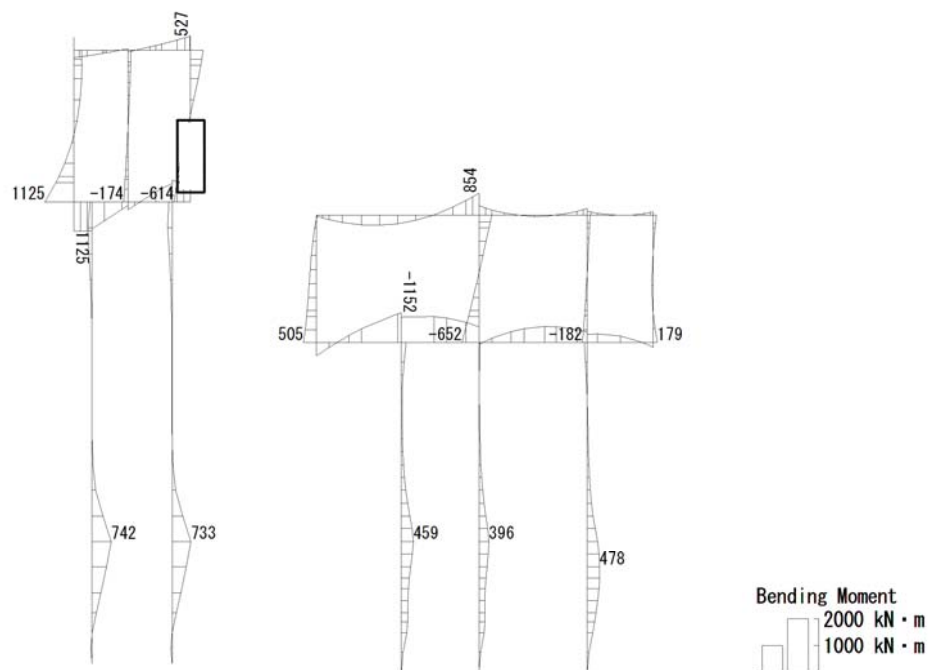
表 7.4-2 鉄筋の曲げ軸力に対する照査結果  
(各部材において最も厳しい照査値とその地震波)

評価位置	断面性状			鉄筋仕様 (引張鉄筋)	発生断面力		引張 応力度 (N/mm <sup>2</sup> )	短期許容 応力度 (N/mm <sup>2</sup> )	照査値	検討ケース	
	部材幅 b (mm)	部材高 h (mm)	有効高さ d (mm)		曲げモーメント (kN・m/m)	軸力 (kN/m)					
軽油 カルバート	底板	10	1000	2000	1790	D32 @200	-803	8	122	435	0.29 ① S s - D 1 (H-, V+)
	北側壁	4	1000	1000	810	D29 @200	622	-88	281	435	0.65 ② S s - D 1 (H+, V-)
	中壁	6	1000	500	320	D22 @200	117	39	177	435	0.41 ② S s - D 1 (H+, V-)
	南側壁	2	1000	1000	810	D29 @200	590	-54	262	435	0.61 ① S s - D 1 (H-, V-)
	頂版	11	1000	1200	950	D25 @200	408	129	158	435	0.37 ② S s - D 1 (H+, V-)
水電気 カルバート	底板	16	1000	2500	2280	D35 @200	-1007	-474	149	435	0.35 ① S s - D 1 (H-, V+)
	北側壁	8	1000	700	510	D19 @200	-213	285	191	435	0.44 ② S s - D 1 (H+, V-)
	北中壁	5	1000	800	620	D25 @200	290	275	149	435	0.35 ④ S s - D 1 (H+, V-)
	南中壁	3	1000	1000	820	D22 @200	525	1016	111	435	0.26 ③ S s - 3 1 (H+, V+)
	南側壁	2	1000	1000	810	D22 @200	-405	310	198	435	0.46 ③ S s - D 1 (H+, V-)
	頂版	10	1000	1000	790	D29 @200	640	-71	293	435	0.68 ③ S s - 3 1 (H+, V+)

\*1 評価位置は下図に示す。

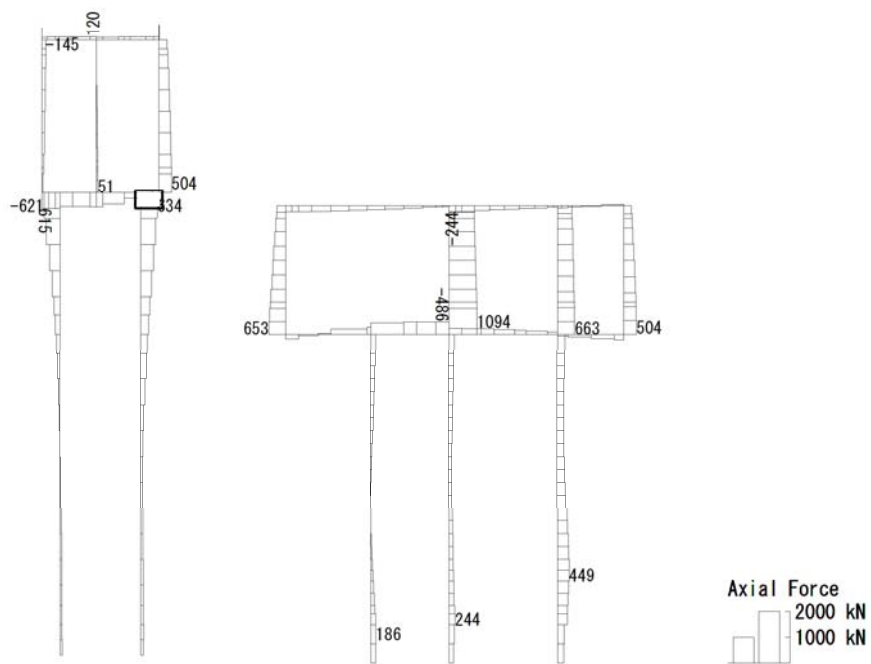


To2\_CV-NS\_OG-L\_MnsShousaSect\_Ss-D1→. 36  
 Time: t=53.91sec



曲げモーメント (kN・m)

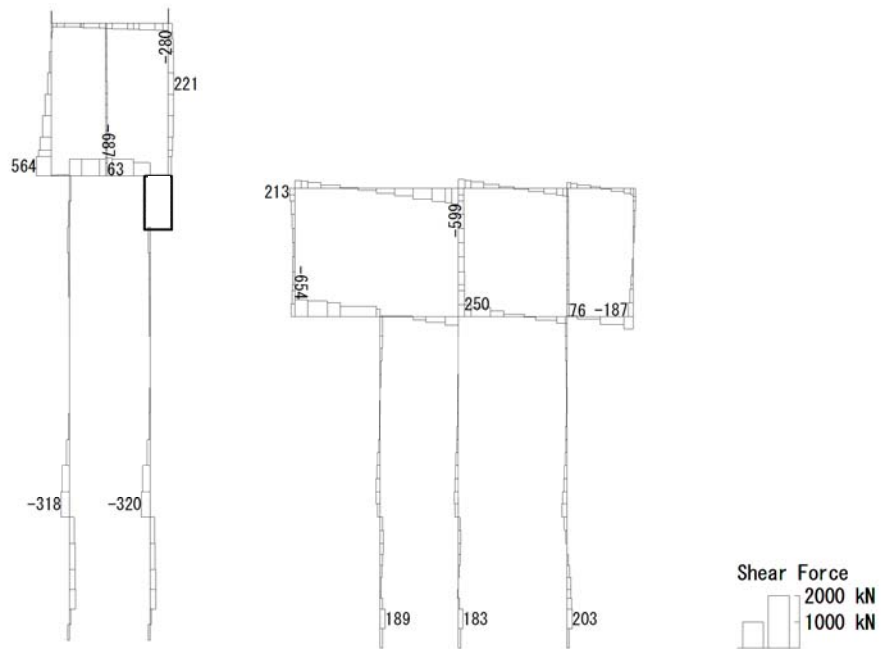
To2\_CV-NS\_OG-L\_MnsShousaSect\_Ss-D1→. 36  
 Time: t=53.91sec



(+ : 圧縮, - : 引張)

軸力 (kN)

To2\_CV-NS\_OG-L\_MnsShousaSect\_Ss-D1→. 36  
Time: t=53.91sec



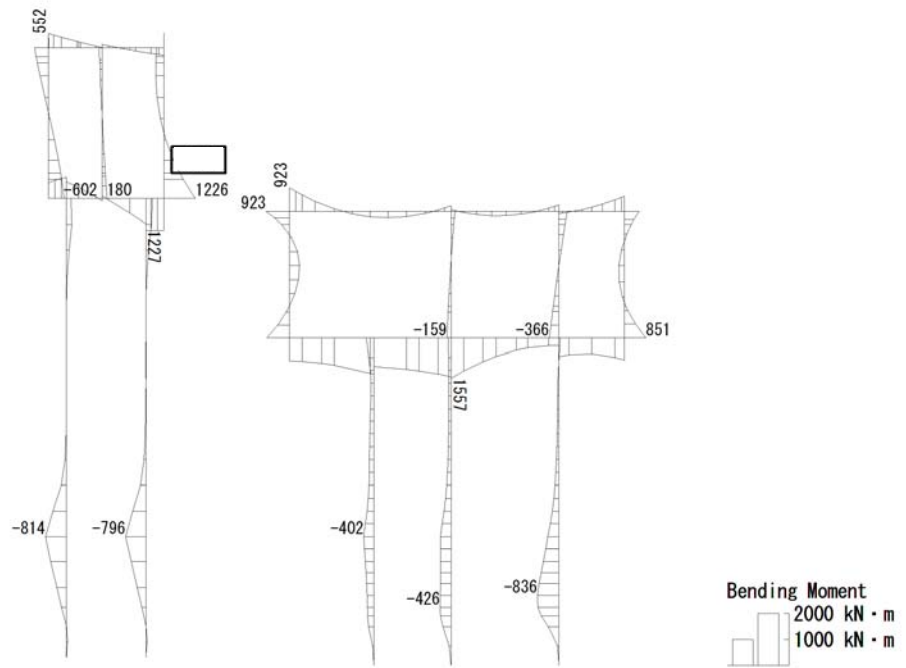
せん断力 (kN)

図 7.4-4 (1) 軽油カルバートの底版において最も厳しい照査値となる時刻の断面力

(Ss-D1 (H-, V+), t = 53.91s)

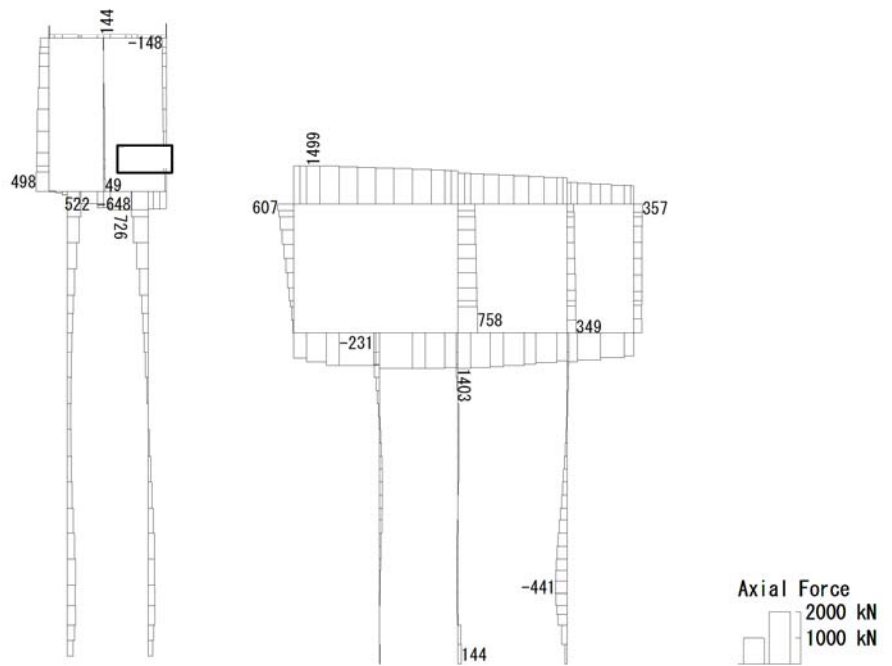
(検討ケース①: 原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)

To2\_CV-NS\_OG-L\_+1Sig\_MnsShousaSect\_Ss-D1+-. 36  
 Time: t=53.9sec



曲げモーメント (kN・m)

To2\_CV-NS\_OG-L\_+1Sig\_MnsShousaSect\_Ss-D1+-. 36  
 Time: t=53.9sec



(+ : 圧縮, - : 引張)

軸力 (kN)

To2\_CV-NS\_OG-L\_+1Sig\_MnsShousaSect\_Ss-D1+-\_36  
Time: t=53.9sec

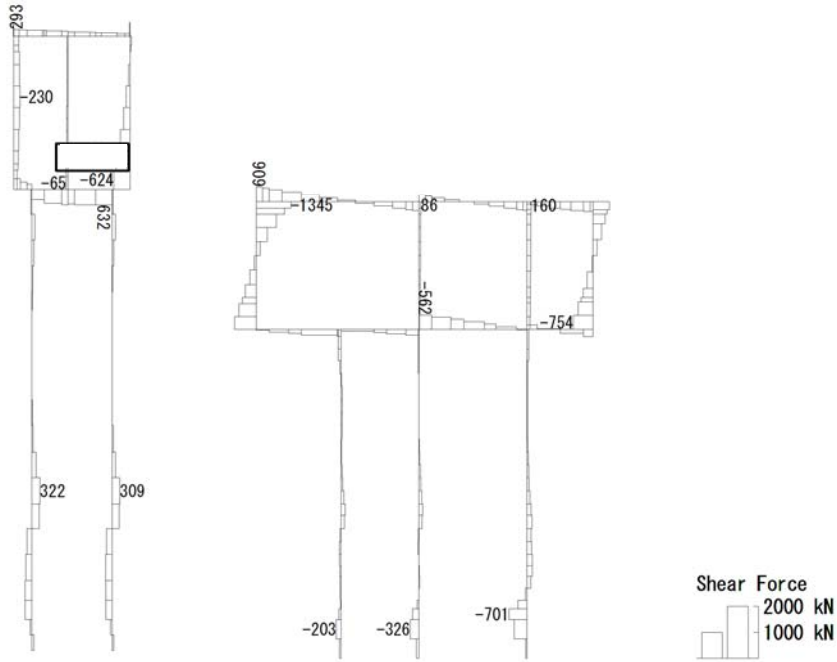
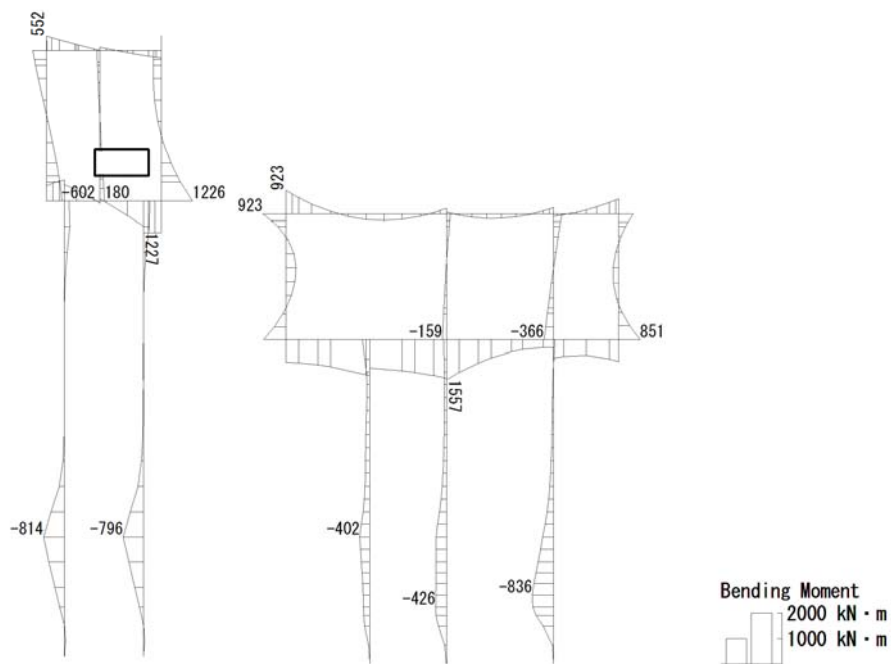


図 7.4-4 (2) 軽油カルバートの北側壁において最も厳しい照査値となる時刻の断面力

(Ss-D 1 (H+, V-), t = 53.90s)

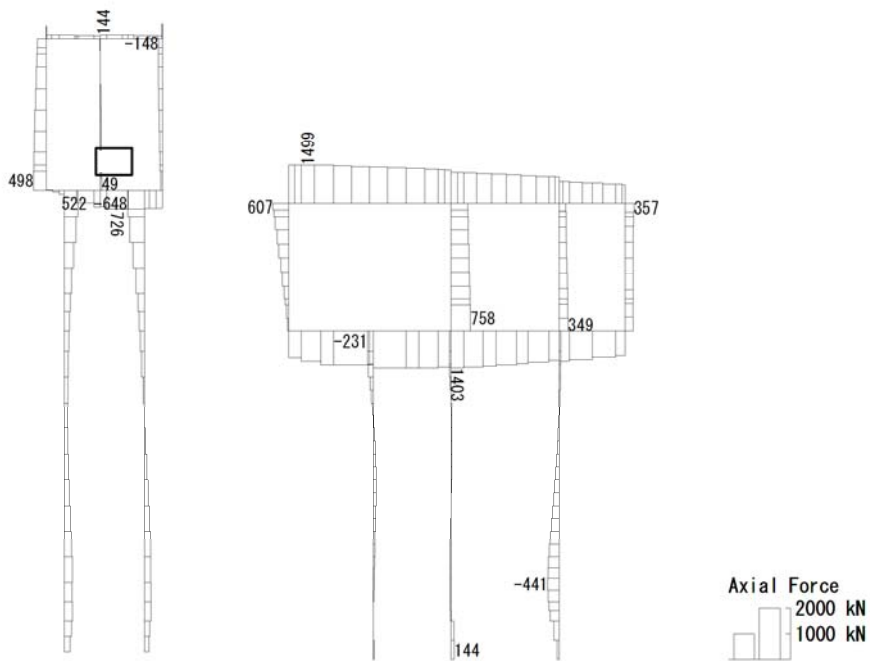
(検討ケース②: 地盤物性のばらつきを考慮 (+1σ) した解析ケース)

To2\_CV-NS\_OG-L\_+1Sig\_MnsShousaSect\_Ss-D1+-\_36  
 Time: t=53.9sec



曲げモーメント (kN・m)

To2\_CV-NS\_OG-L\_+1Sig\_MnsShousaSect\_Ss-D1+-\_36  
 Time: t=53.9sec



(+ : 圧縮, - : 引張)

軸力 (kN)

To2\_CV-NS\_OG-L\_+1Sig\_MnsShousaSect\_Ss-D1+-\_36  
Time: t=53.9sec

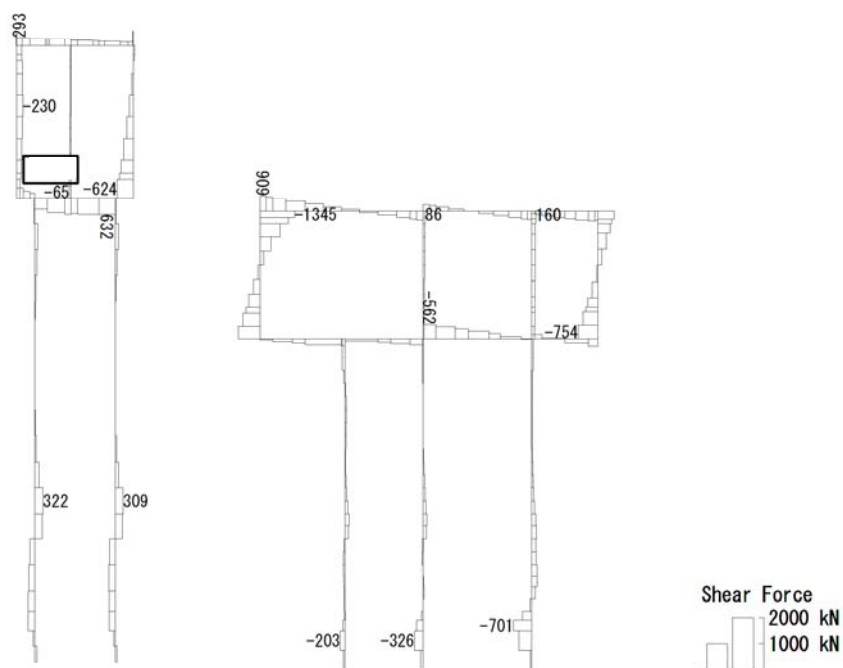
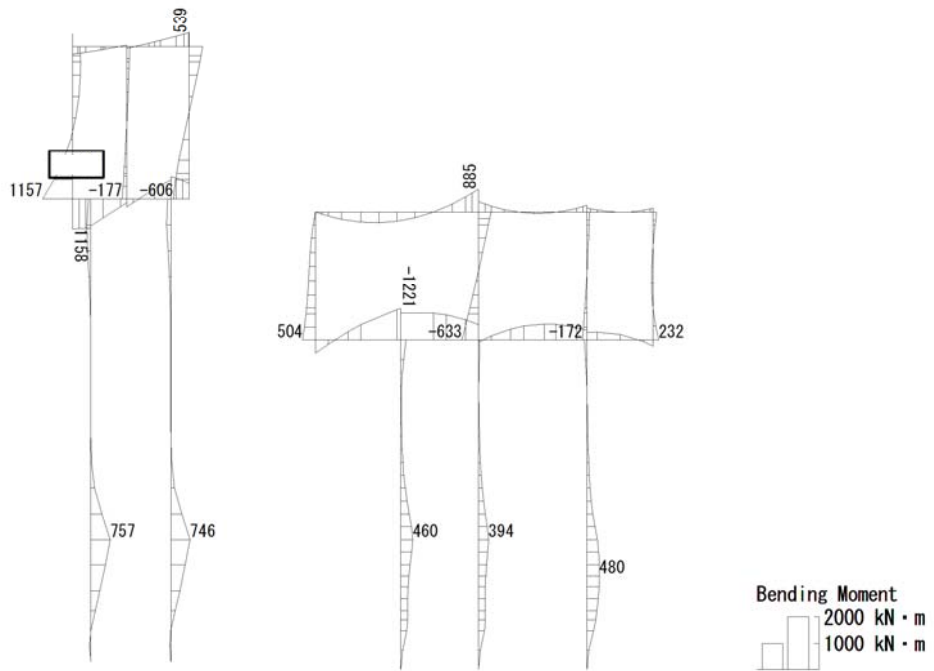


図 7.4-4 (3) 軽油カルバートの中壁において最も厳しい照査値となる時刻の断面力

(S<sub>s</sub>-D 1 (H+, V-), t = 53.90s)

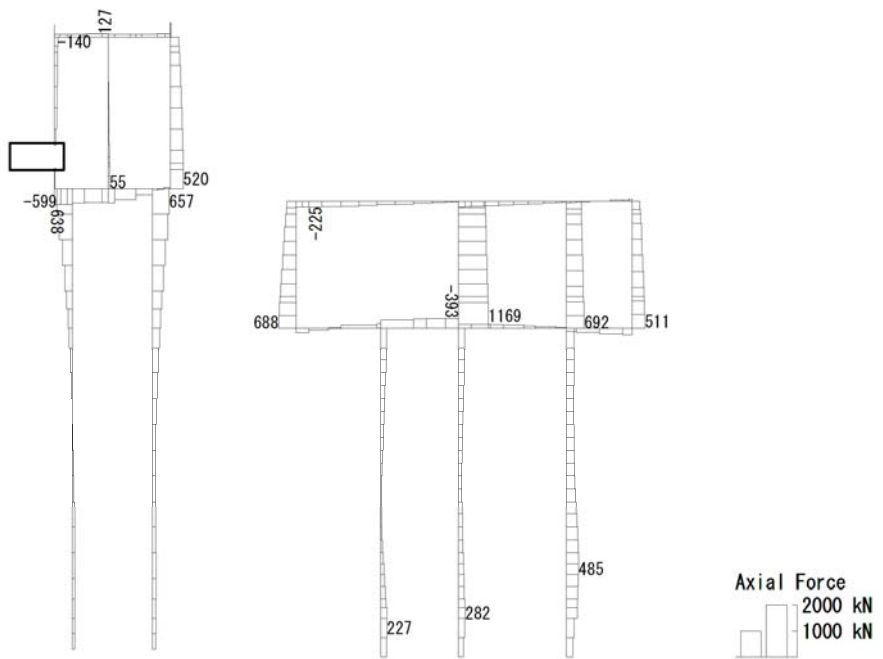
(検討ケース②: 地盤物性のばらつきを考慮 (+1σ) した解析ケース)

To2\_CV-NS\_OG-L\_MnsShousaSect\_Ss-D1--.36  
 Time: t=53.9sec



曲げモーメント (kN・m)

To2\_CV-NS\_OG-L\_MnsShousaSect\_Ss-D1--.36  
 Time: t=53.9sec

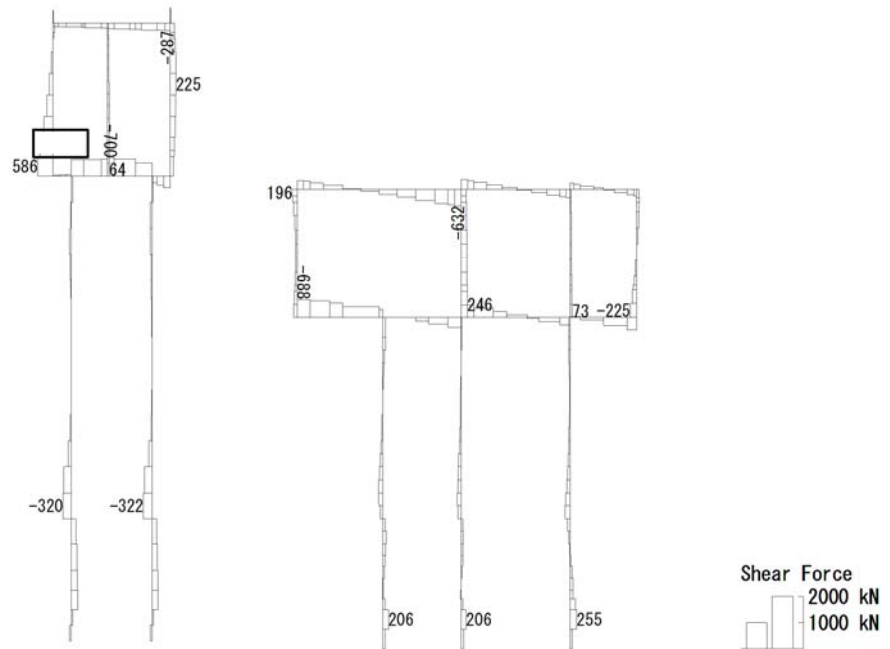


(+ : 圧縮, - : 引張)

軸力 (kN)



To2\_CV-NS\_0G-L\_MnsShousaSect\_Ss-D1-.36  
Time: t=53.9sec



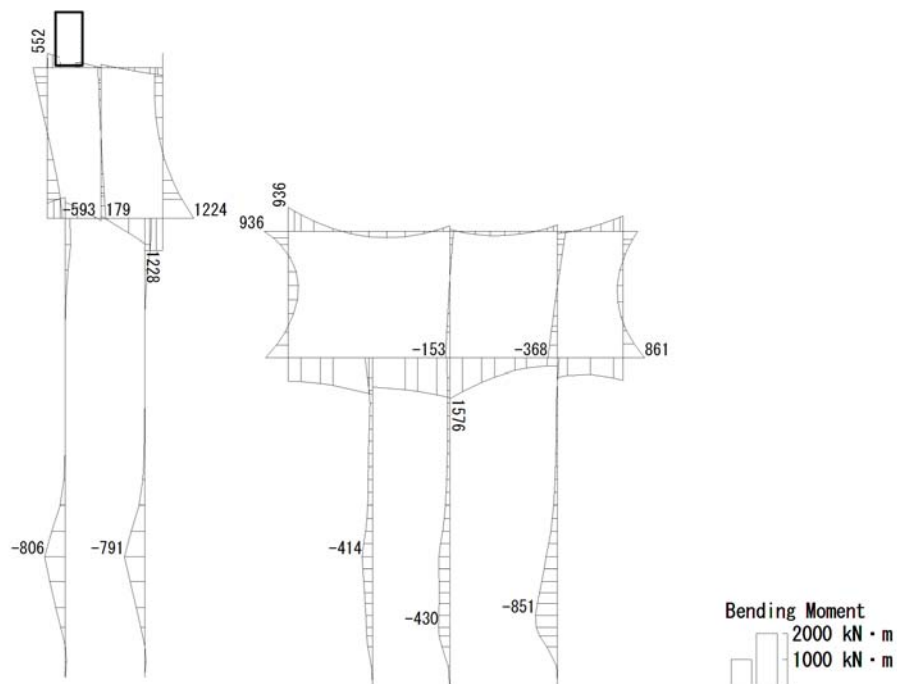
せん断力 (kN)

図 7.4-4 (4) 軽油カルバートの南側壁において最も厳しい照査値となる時刻の断面力

(Ss-D1 (H-, V-), t = 53.90s)

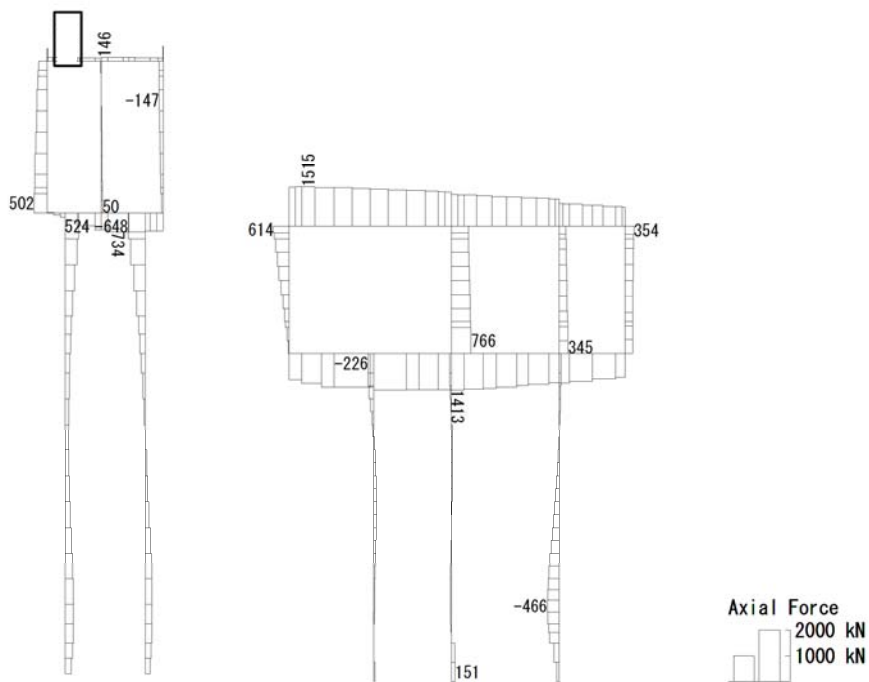
(検討ケース①: 原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)

To2\_CV-NS\_OG-L\_+1Sig\_MnsShousaSect\_Ss-D1+-\_36  
 Time: t=53.91sec



曲げモーメント (kN・m)

To2\_CV-NS\_OG-L\_+1Sig\_MnsShousaSect\_Ss-D1+-\_36  
 Time: t=53.91sec



(+ : 圧縮, - : 引張)

軸力 (kN)

To2\_CV-NS\_OG-L\_+1Sig\_MnsShousaSect\_Ss-D1+-\_36  
Time: t=53.91sec

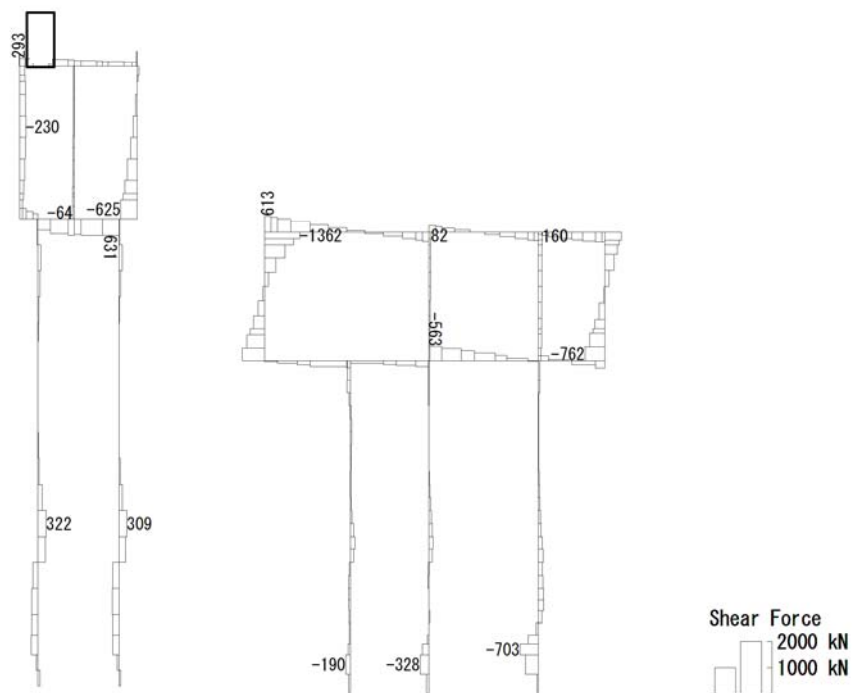
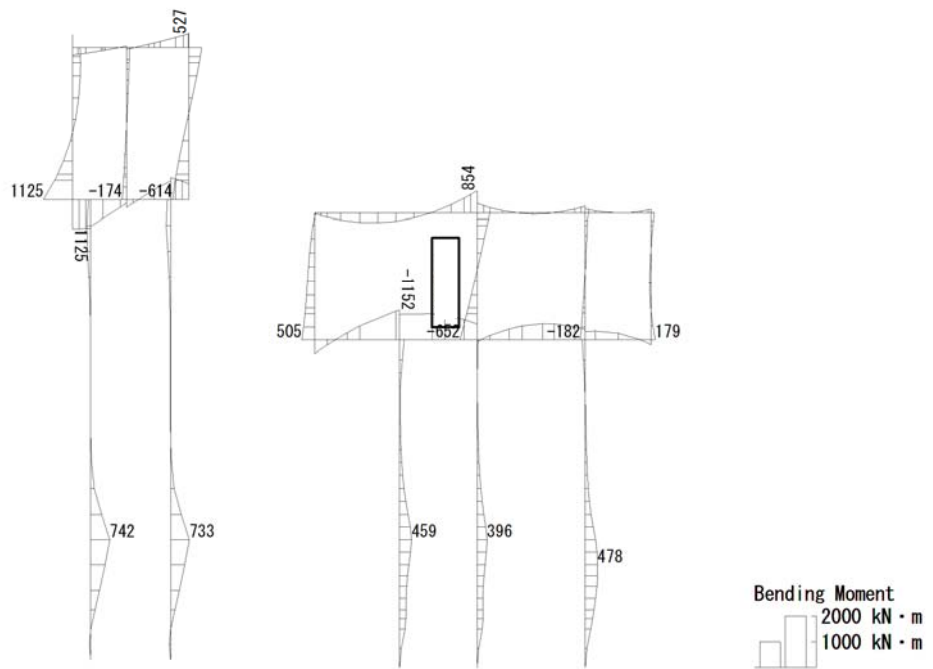


図 7.4-4 (5) 軽油カルバートの頂版において最も厳しい照査値となる時刻の断面力

(Ss-D1 (H+, V-), t = 53.91s)

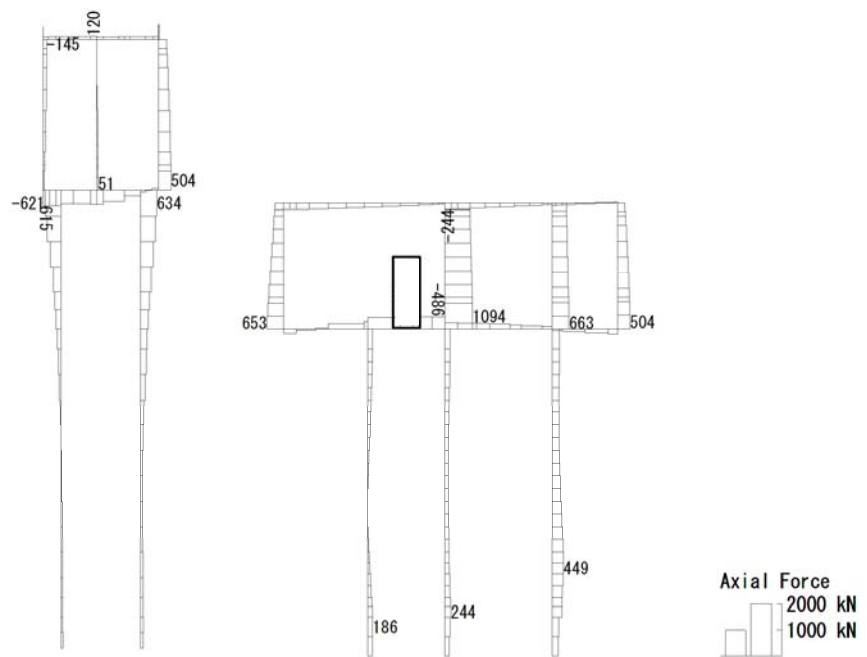
(検討ケース②: 地盤物性のばらつきを考慮 (+1σ) した解析ケース)

To2\_CV-NS\_OG-L\_MnsShousaSect\_Ss-D1→. 36  
 Time: t=53.91sec



曲げモーメント (kN・m)

To2\_CV-NS\_OG-L\_MnsShousaSect\_Ss-D1→. 36  
 Time: t=53.91sec



(+ : 圧縮, - : 引張)

軸力 (kN)

To2\_CV-NS\_OG-L\_MnsShousaSect\_Ss-D1→. 36  
Time: t=53.91sec

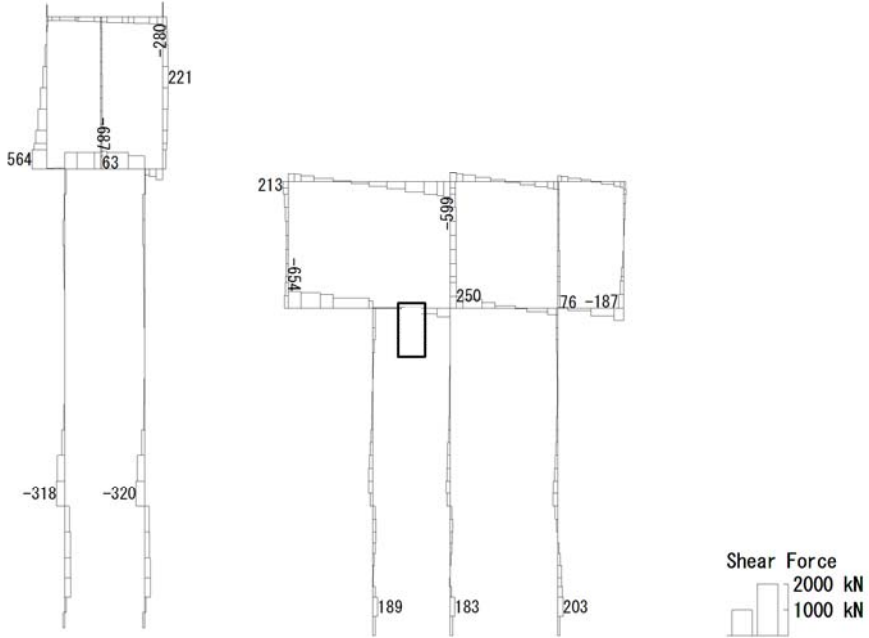
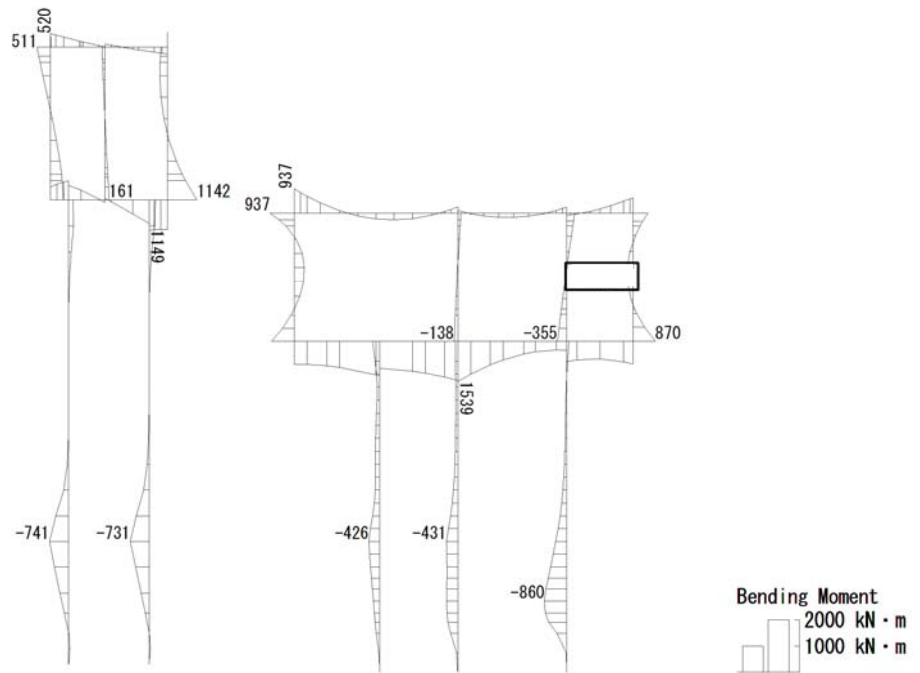


図 7.4-4 (6) 水電気カルバートの底版において最も厳しい照査値となる時刻の断面力

(Ss-D1 (H-, V+), t = 53.91s)

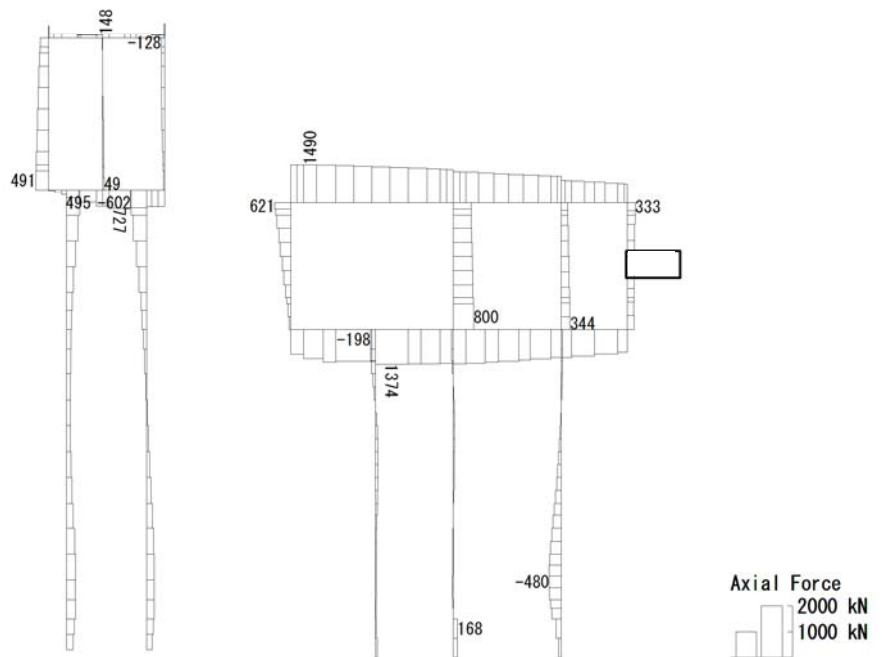
(検討ケース①: 原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)

To2\_CV-NS\_OG-L\_+1Sig\_MnsShousaSect\_Ss-D1+-.36  
 Time: t=53.94sec



曲げモーメント (kN・m)

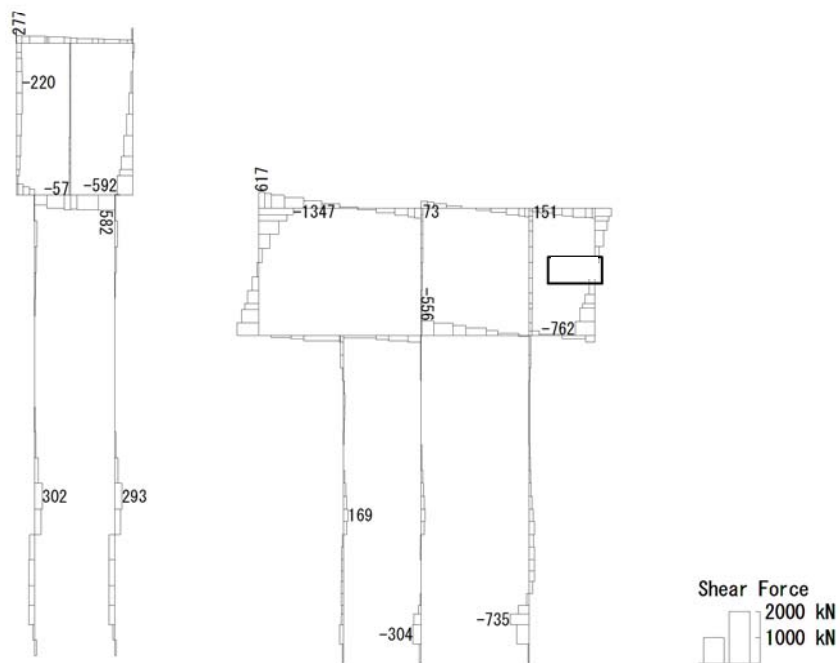
To2\_CV-NS\_OG-L\_+1Sig\_MnsShousaSect\_Ss-D1+-.36  
 Time: t=53.94sec



(+ : 圧縮, - : 引張)

軸力 (kN)

To2\_CV-NS\_OG-L\_+1Sig\_MnsShousaSect\_Ss-D1+-.36  
Time: t=53.94sec



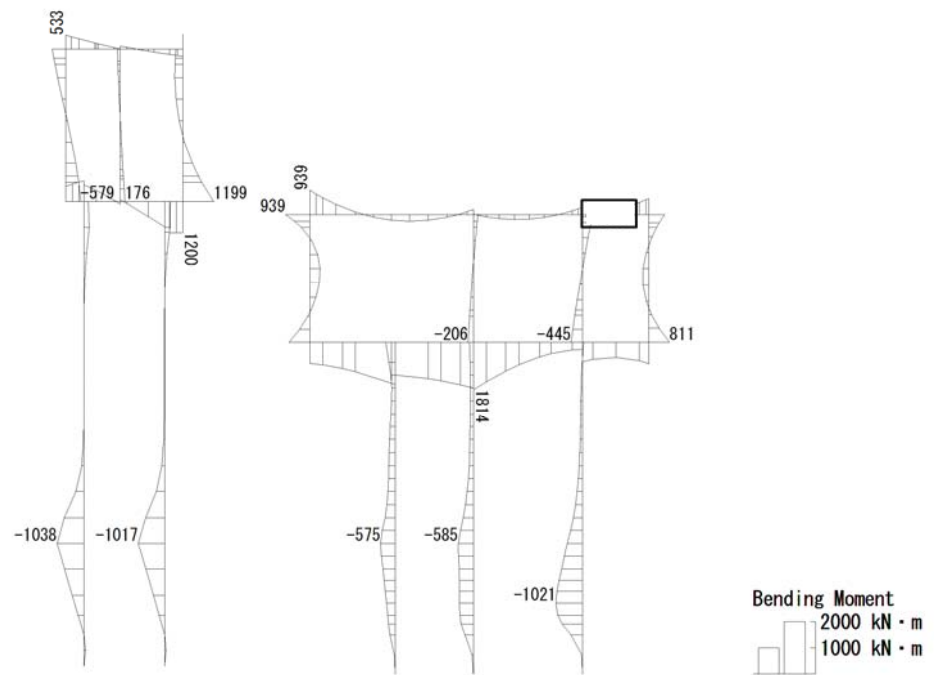
せん断力 (kN)

図 7.4-4 (7) 水電気カルバートの北側壁において最も厳しい照査値となる時刻の断面力

(Ss-D1 (H+, V-), t = 53.94s)

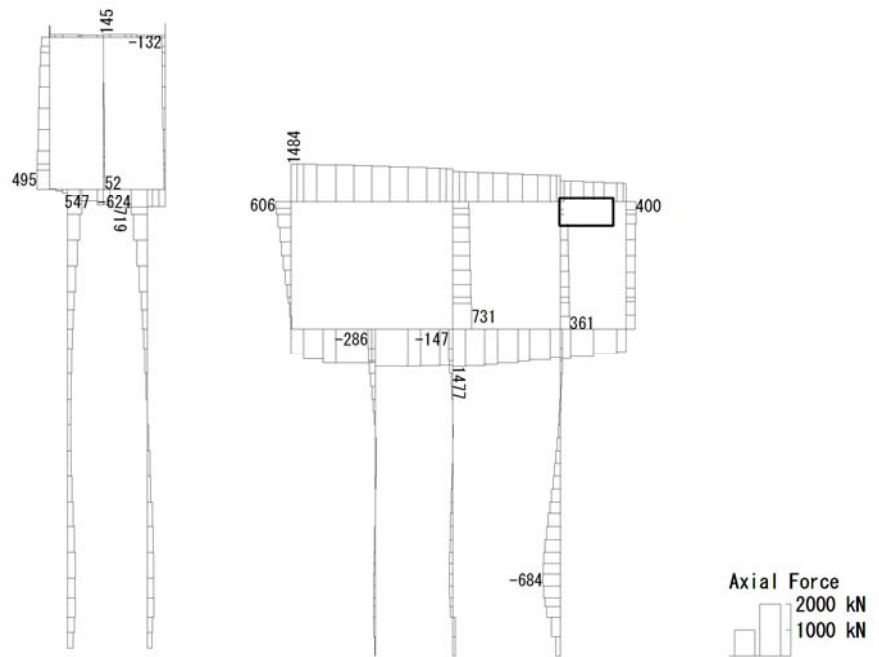
(検討ケース②: 地盤物性のばらつきを考慮 (+1σ) した解析ケース)

To2\_CV-NS\_TS-L\_MnsShousaSect\_Ss-D1+-\_36  
 Time: t=53.93sec



曲げモーメント (kN・m)

To2\_CV-NS\_TS-L\_MnsShousaSect\_Ss-D1+-\_36  
 Time: t=53.93sec

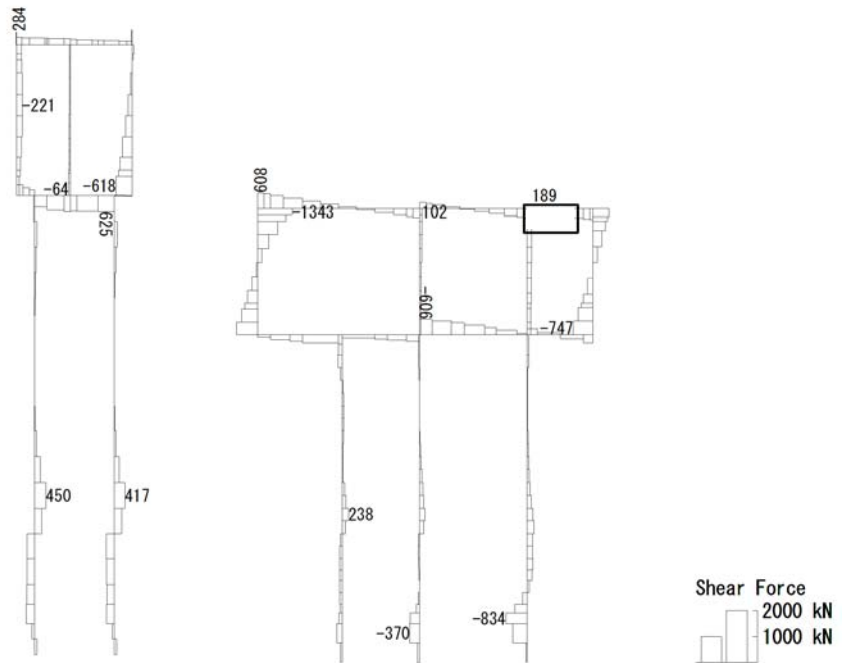


(+ : 圧縮, - : 引張)

軸力 (kN)



To2\_CV-NS\_TS-L\_MnsShousaSect\_Ss-D1+-, 36  
Time: t=53.93sec



せん断力 (kN)

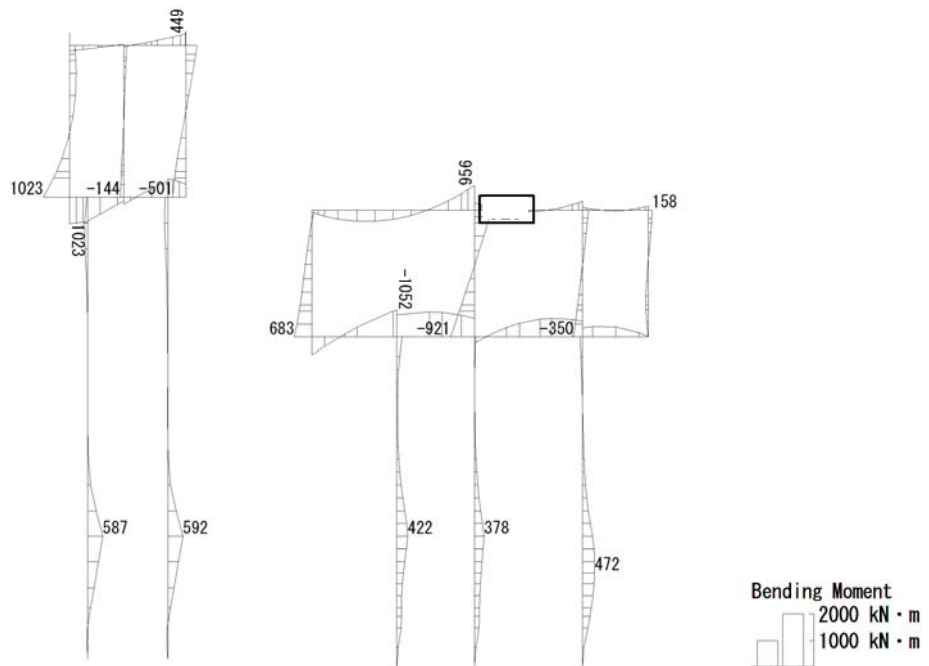
図 7.4-4 (8) 水電気カルバートの北中壁において最も厳しい照査値となる時刻の断面力

(Ss-D1 (H+, V-), t=53.93s)

(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

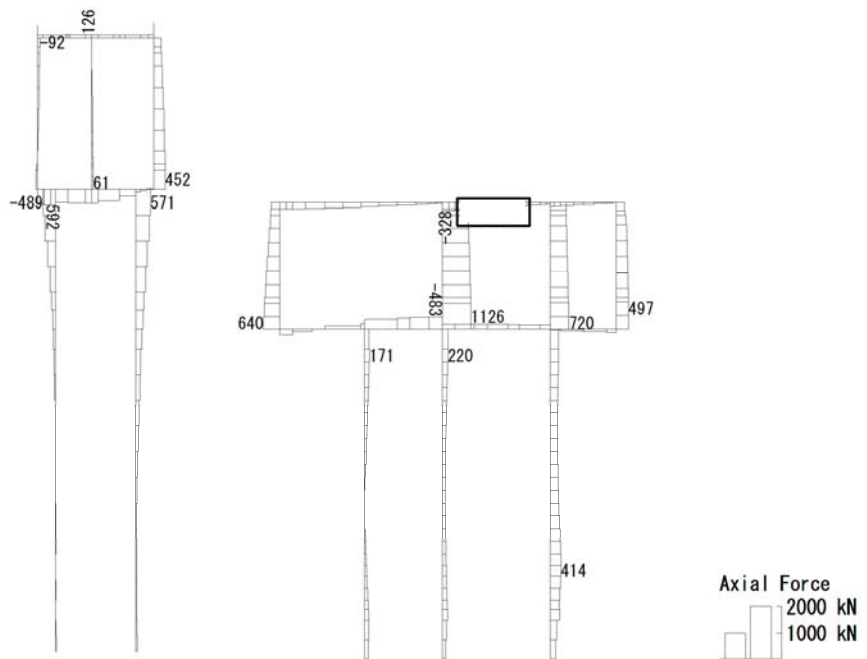
地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース)

To2\_CV-NS\_OG-L\_1Sig\_MnsShousaSect\_Ss-31++.36  
 Time: t=8.79sec



曲げモーメント (kN・m)

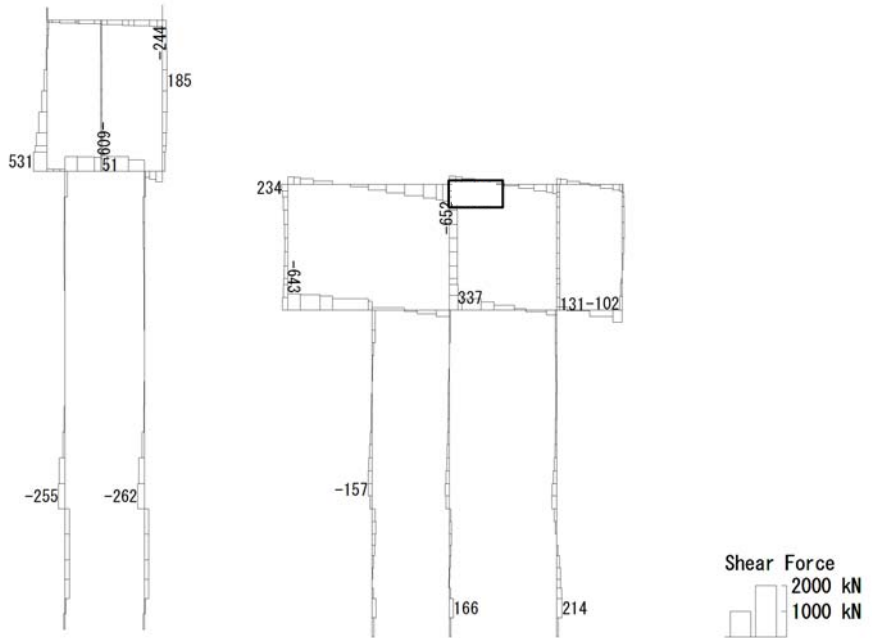
To2\_CV-NS\_OG-L\_1Sig\_MnsShousaSect\_Ss-31++.36  
 Time: t=8.79sec



(+ : 圧縮, - : 引張)

軸力 (kN)

To2\_CV-NS\_0G-L\_-1Sig\_MnsShousaSect\_Ss-31++. 36  
 Time: t=8.79sec



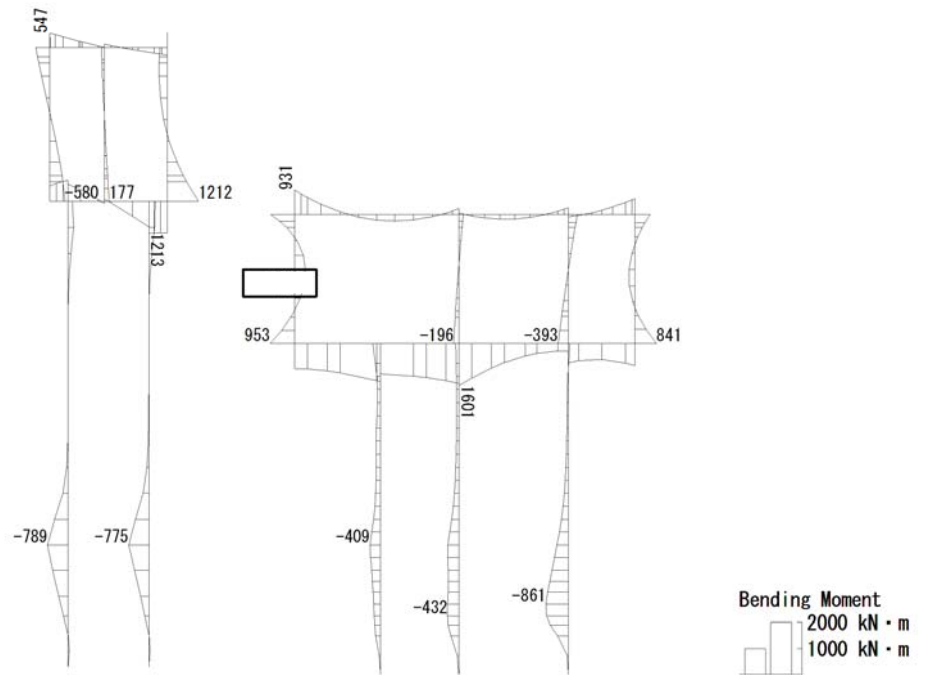
せん断力 (kN)

図 7.4-4 (9) 水電気カルバートの南中壁において最も厳しい照査値となる時刻の断面力

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

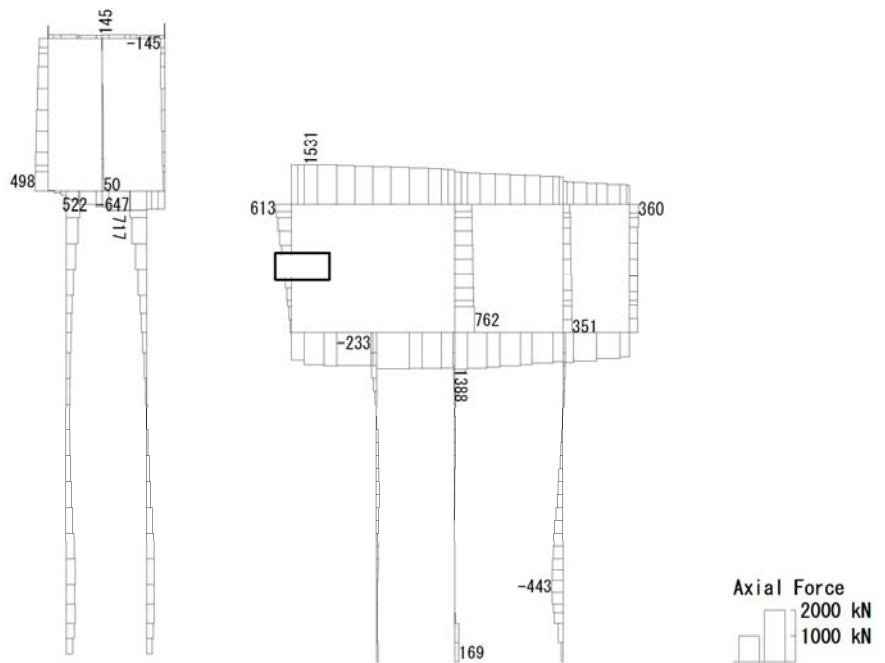
(検討ケース③: 地盤物性のばらつきを考慮 (-1σ) した解析ケース)

To2\_CV-NS\_OG-L\_-1Sig\_MnsShousaSect\_Ss-D1+-\_36  
 Time: t=53.91sec



曲げモーメント (kN・m)

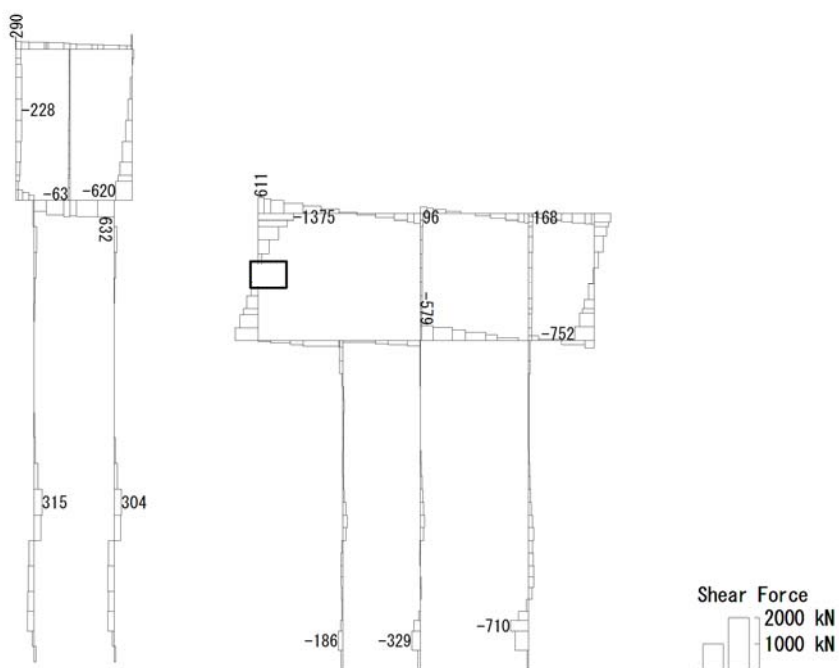
To2\_CV-NS\_OG-L\_-1Sig\_MnsShousaSect\_Ss-D1+-\_36  
 Time: t=53.91sec



(+ : 圧縮, - : 引張)

軸力 (kN)

To2\_CV-NS\_0G-L\_-1Sig\_MnsShousaSect\_Ss-D1+-\_36  
Time: t=53.91sec



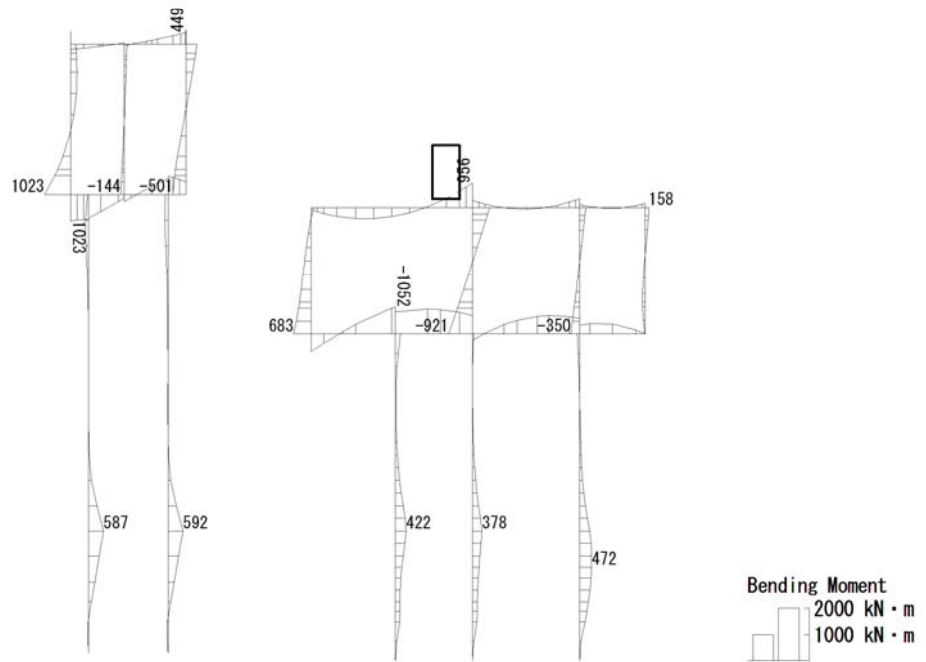
せん断力 (kN)

図 7.4-4 (10) 水電気カルバートの南側壁において最も厳しい照査値となる時刻の断面力

(Ss-D 1 (H+, V-), t = 53.91s)

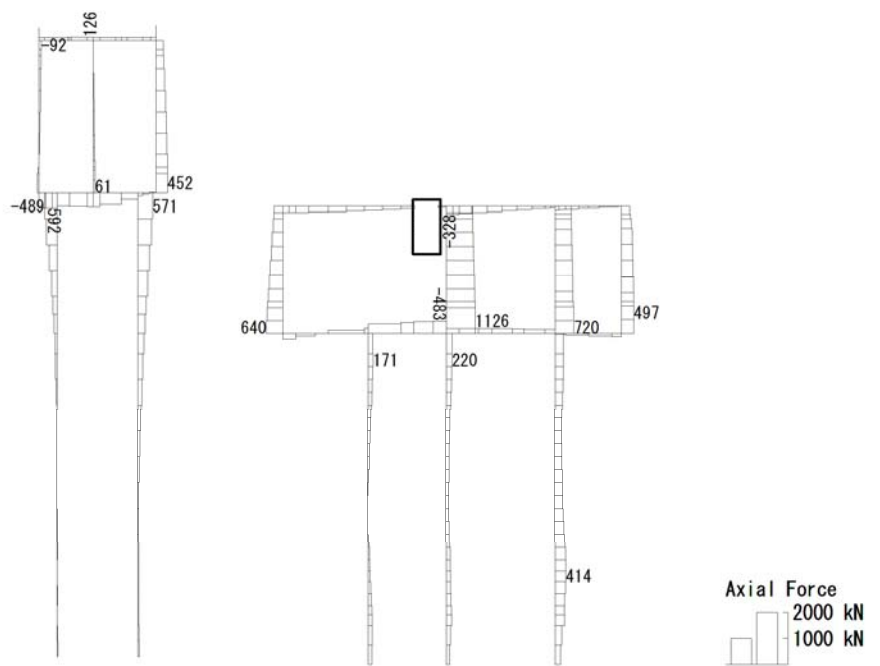
(検討ケース③: 地盤物性のばらつきを考慮 (-1σ) した解析ケース)

To2\_CV-NS\_OG-L\_-1Sig\_MnsShousaSect\_Ss-31++. 36  
 Time: t=8.79sec



曲げモーメント (kN・m)

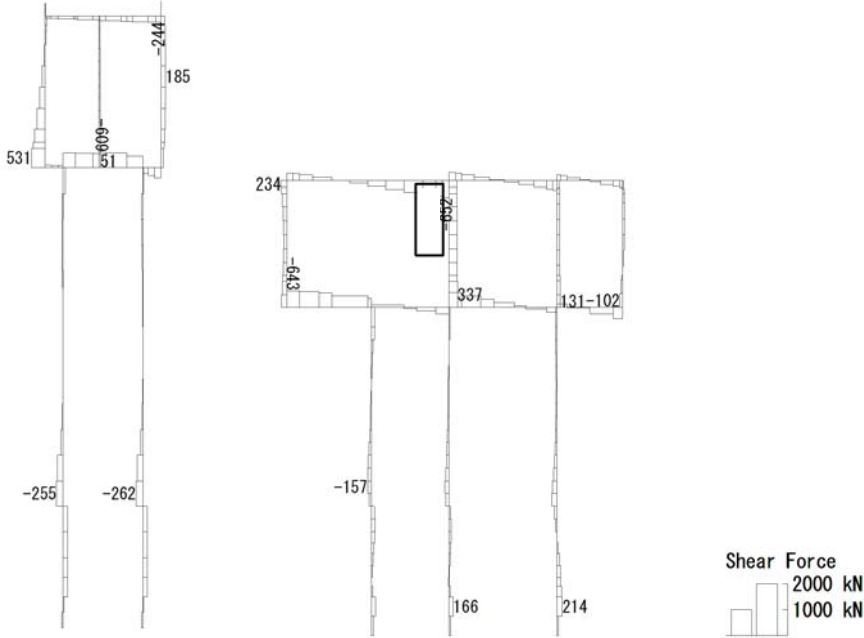
To2\_CV-NS\_OG-L\_-1Sig\_MnsShousaSect\_Ss-31++. 36  
 Time: t=8.79sec



(+ : 圧縮, - : 引張)

軸力 (kN)

To2\_CV-NS\_06-L\_-1Sig\_MnsShousaSect\_Ss-31++. 36  
 Time: t=8.79sec



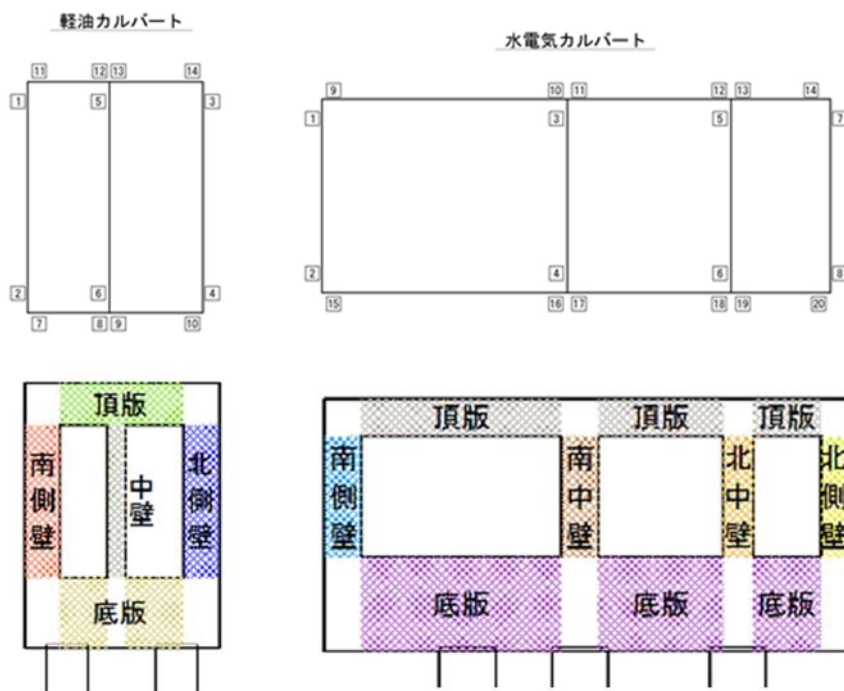
せん断力 (kN)

図 7.4-4 (11) 水電気カルバートの頂版において最も厳しい照査値となる時刻の断面力  
 (Ss-31 (H+, V+), t=8.79s)  
 (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)

表 7.4-3 せん断力に対する照査結果  
(各部材において最も厳しい照査値とその地震波)

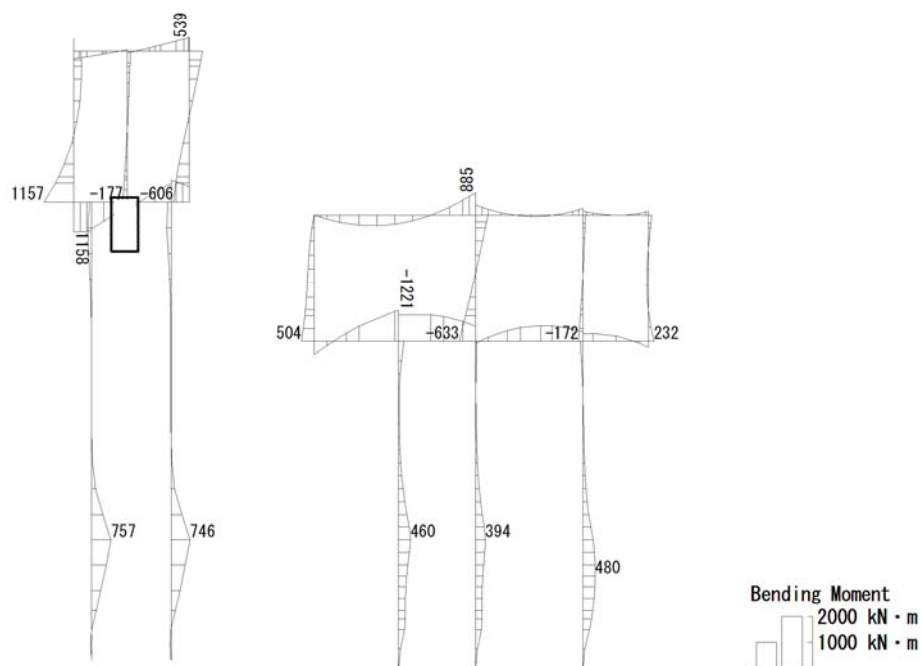
評価位置		断面性状			鉄筋仕様 (せん断補強筋)	発生 せん断力 (kN/m)	短期許容 せん断力 (kN/m)	照査値	検討ケース
		部材幅 b (mm)	部材高 h (mm)	有効高さ d (mm)					
軽油 カルバート	底版	9	1000	2000	1700	D16 @200 × 400	701	1688	0.42 ① S s - D 1 (H-, V-)
	北側壁	4	1000	1000	810	D16 @200 × 400	475	804	0.60 ② S s - D 1 (H+, V-)
	中壁	6	1000	500	320	D16 @200 × 400	61	317	0.20 ④ S s - D 1 (H+, V-)
	南側壁	2	1000	1000	810	D16 @200 × 400	449	804	0.56 ① S s - D 1 (H-, V-)
	頂版	11	1000	1200	950	D16 @200 × 400	272	943	0.29 ② S s - D 1 (H+, V-)
水電気 カルバート	底版	20	1000	2500	2190	D19 @200 × 400	578	2790	0.21 ② S s - D 1 (H+, V-)
	北側壁	7	1000	700	500	D22 @200 × 400	501	797	0.63 ④ S s - D 1 (H+, V-)
	北中壁	5	1000	800	620	D16 @200 × 400	186	615	0.31 ④ S s - D 1 (H+, V-)
	南中壁	4	1000	1000	820	D16 @200 × 400	331	814	0.41 ③ S s - 3 1 (H+, V+)
	南側壁	1	1000	1000	810	D22 @200 × 400	798	1292	0.62 ③ S s - D 1 (H+, V-)
	頂版	10	1000	1000	790	D19 @200 × 400	589	1006	0.59 ① S s - D 1 (H-, V-)

\*1 評価位置は下図に示す。



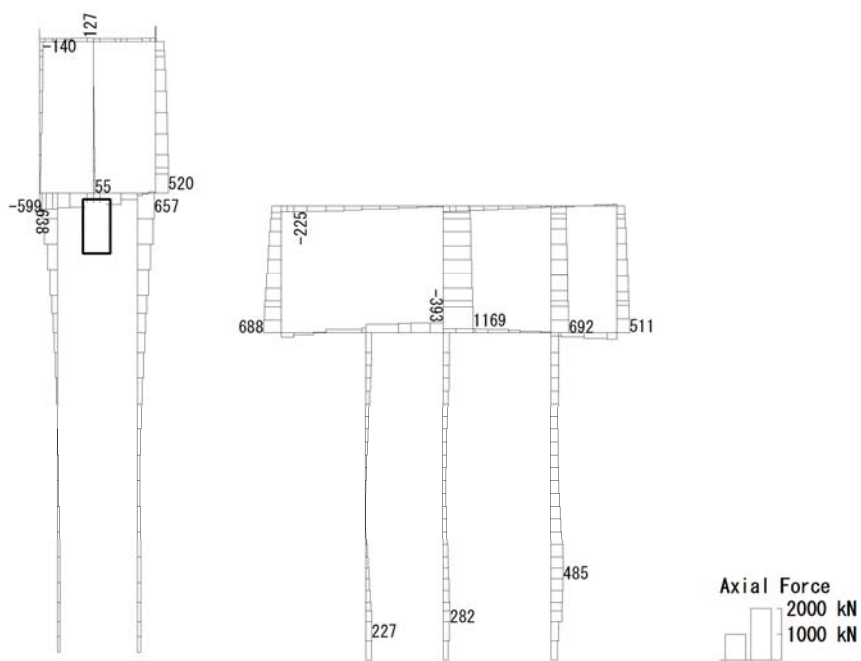


To2\_CV-NS\_0G-L\_MnsShousaSect\_Ss-D1--. 36  
 Time: t=53.9sec



曲げモーメント (kN・m)

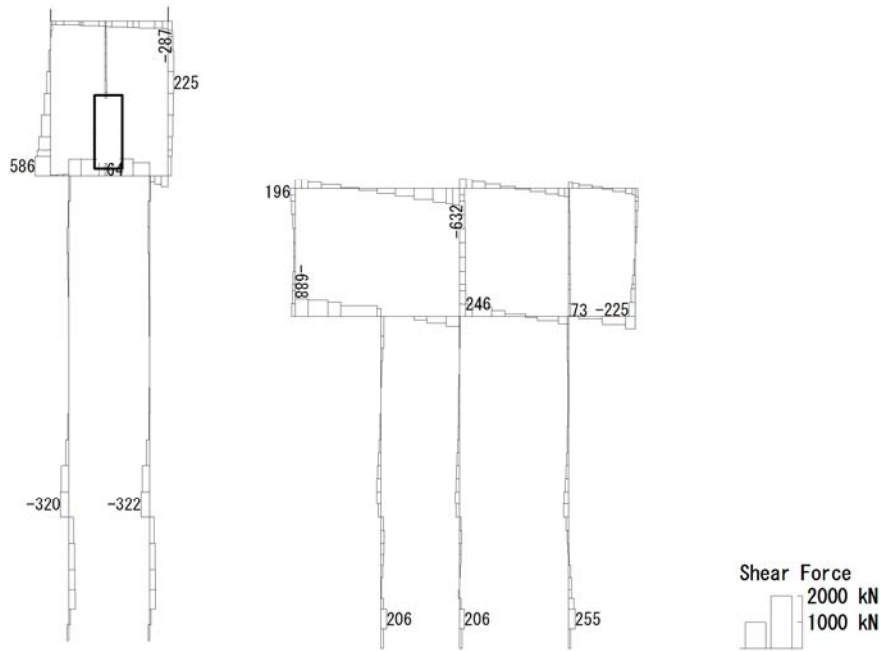
To2\_CV-NS\_0G-L\_MnsShousaSect\_Ss-D1--. 36  
 Time: t=53.9sec



(+ : 圧縮, - : 引張)

軸力 (kN)

To2\_CV-NS\_OG-L\_MnsShousaSect\_Ss-D1--.36  
Time: t=53.9sec



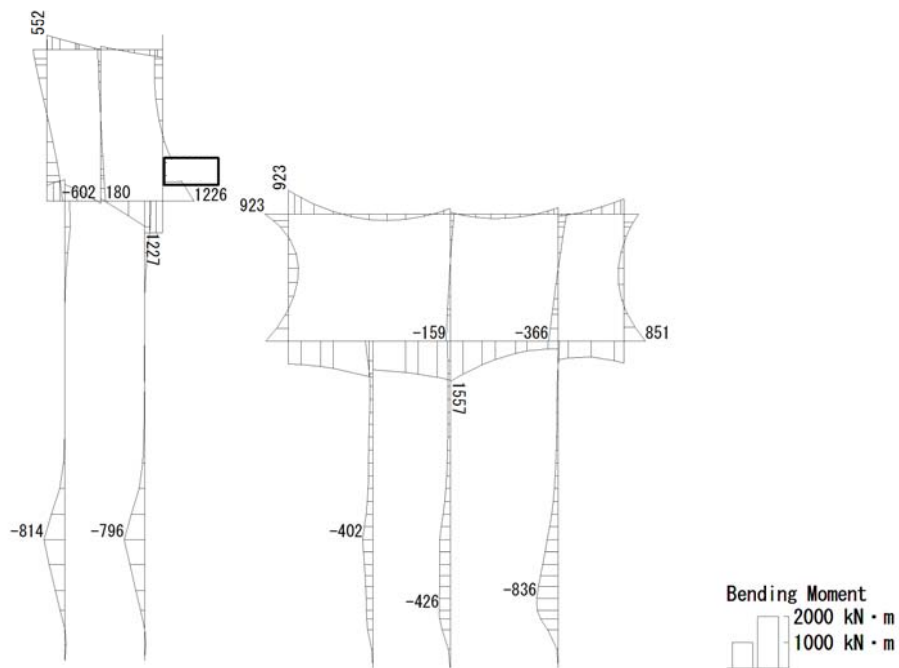
せん断力 (kN)

図 7.4-5 (1) 軽油カルバートの底版において最も厳しい照査値となる時刻の断面力

(Ss-D1 (H-, V-), t = 53.90s)

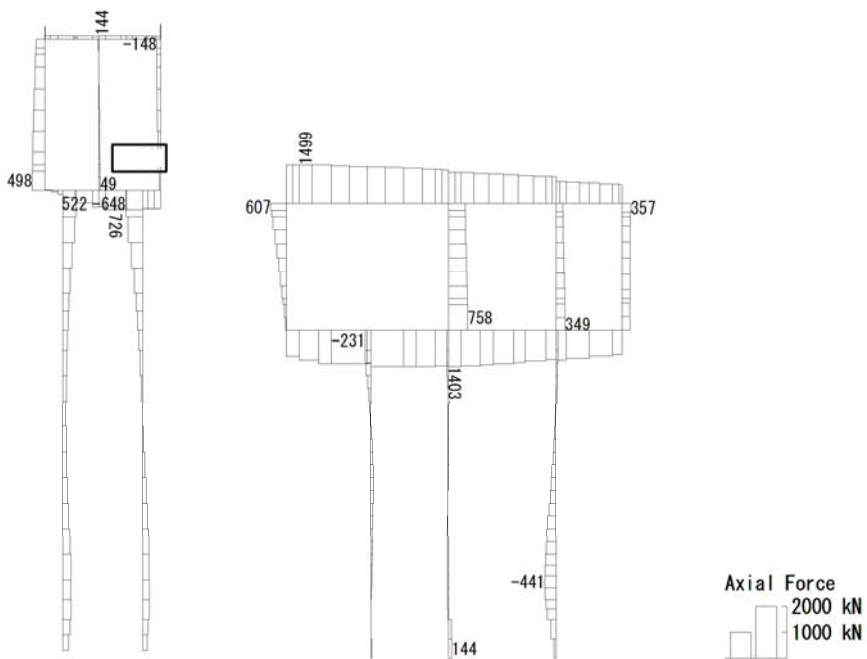
(検討ケース①: 原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)

To2\_CV-NS\_OG-L\_+1Sig\_MnsShousaSect\_Ss-D1+-\_36  
 Time: t=53.9sec



曲げモーメント (kN・m)

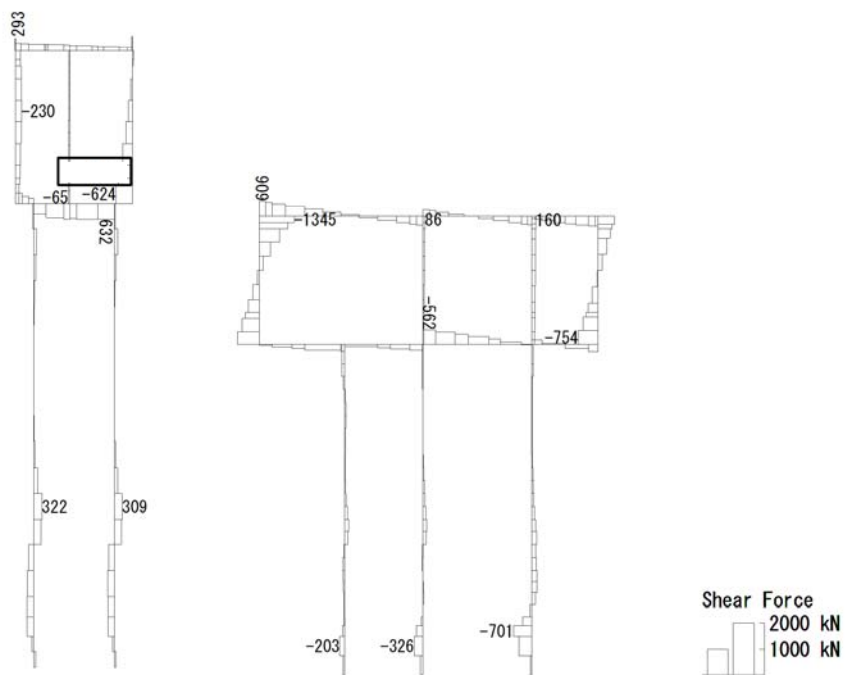
To2\_CV-NS\_OG-L\_+1Sig\_MnsShousaSect\_Ss-D1+-\_36  
 Time: t=53.9sec



(+ : 圧縮, - : 引張)

軸力 (kN)

To2\_CV-NS\_0G-L\_+1Sig\_MnsShousaSect\_Ss-D1+.36  
Time: t=53.9sec



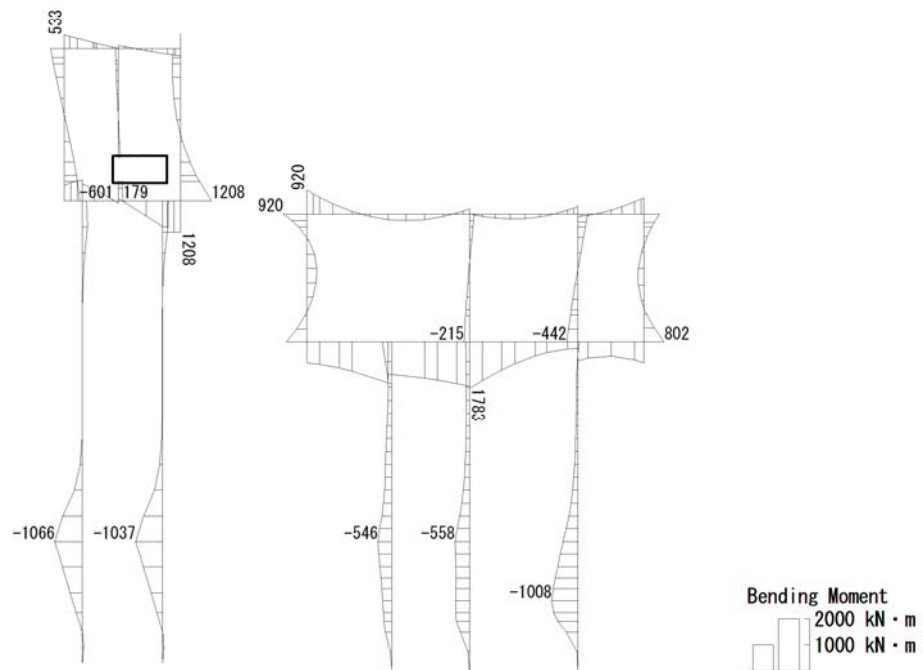
せん断力 (kN)

図 7.4-5 (2) 軽油カルバートの北側壁において最も厳しい照査値となる時刻の断面力

(Ss-D1 (H+, V-), t = 53.90s)

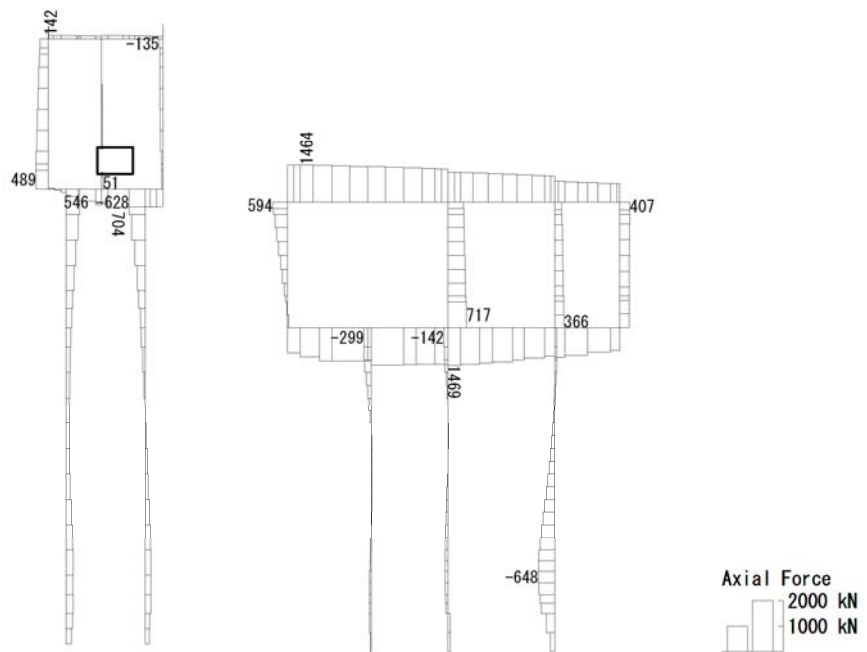
(検討ケース②: 地盤物性のばらつきを考慮 (+1σ) した解析ケース)

To2\_CV-NS\_TS-L\_MnsShousaSect\_Ss-D1+-\_36  
 Time: t=53.91sec



曲げモーメント (kN・m)

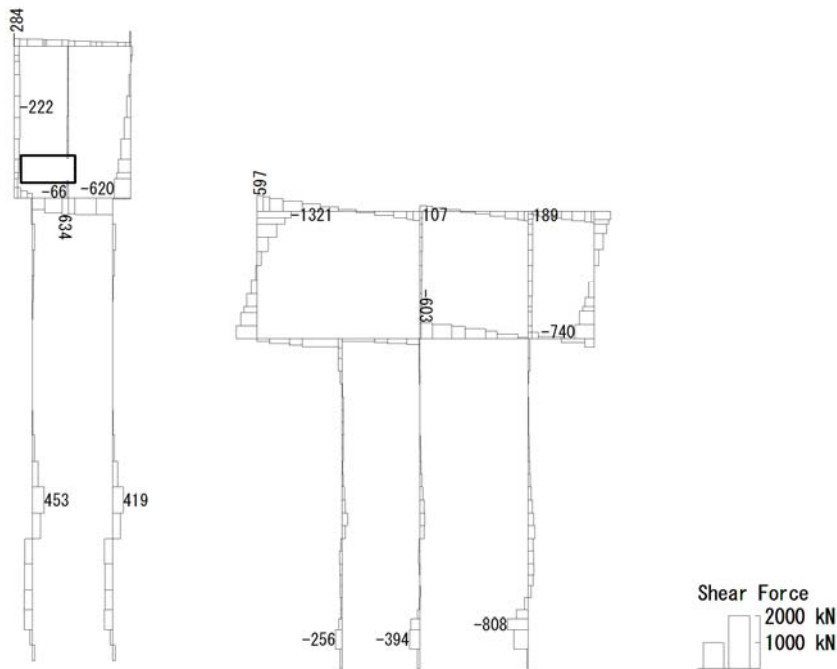
To2\_CV-NS\_TS-L\_MnsShousaSect\_Ss-D1+-\_36  
 Time: t=53.91sec



(+ : 圧縮, - : 引張)

軸力 (kN)

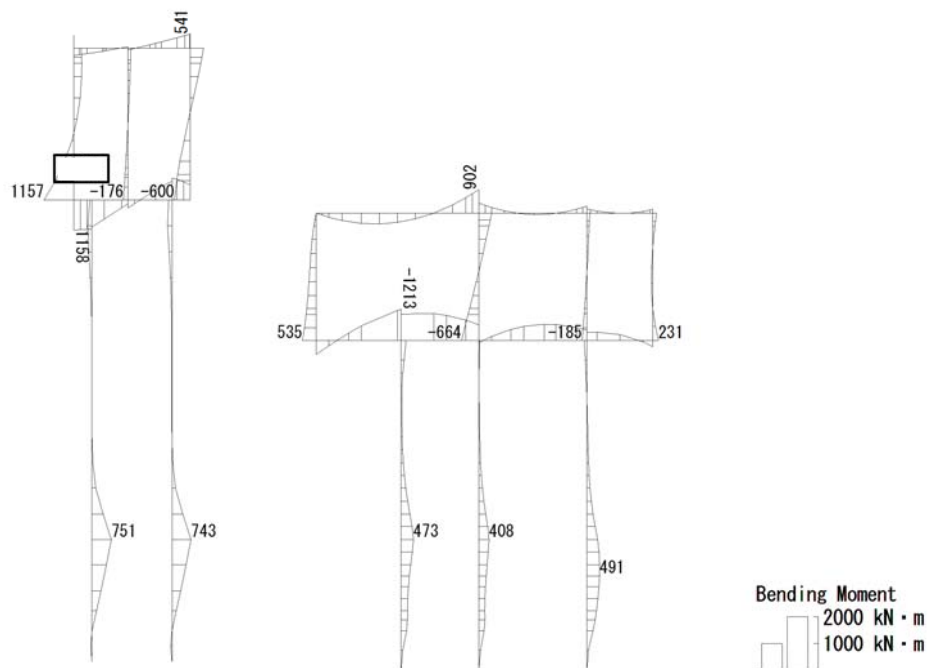
To2\_CV-NS\_TS-L\_MnsShousaSect\_Ss-D1+-\_36  
Time: t=53.91sec



せん断力 (kN)

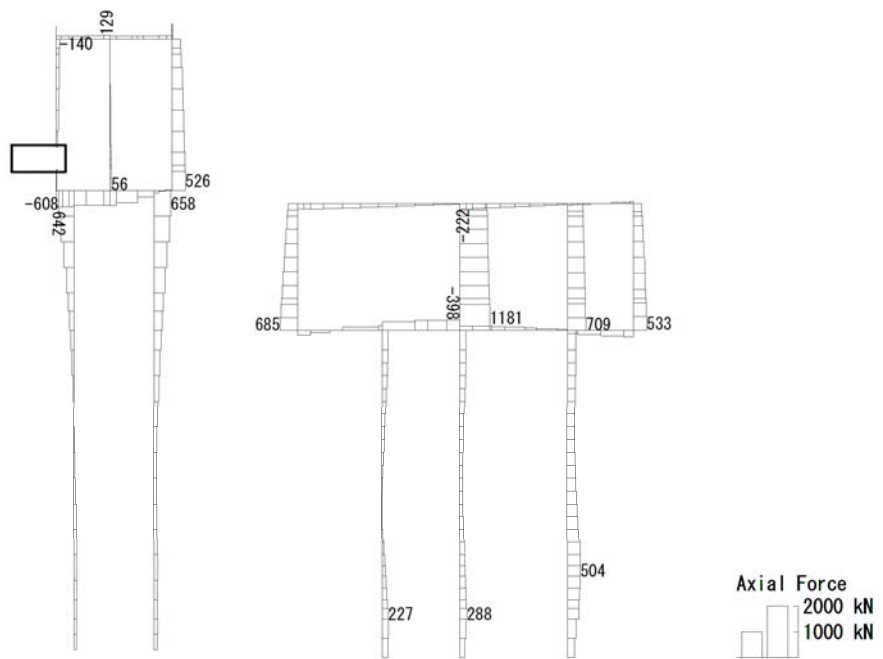
図 7.4-5 (3) 軽油カルバートの中壁において最も厳しい照査値となる時刻の断面力  
(Ss-D1 (H+, V-), t=53.91s)  
(検討ケース④: 敷地に存在しない豊浦標準砂の液状化強度特性により  
地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース)

To2\_CV-NS\_OG-L\_MnsShousaSect\_Ss-D1--.36  
 Time: t=53.91sec



曲げモーメント (kN・m)

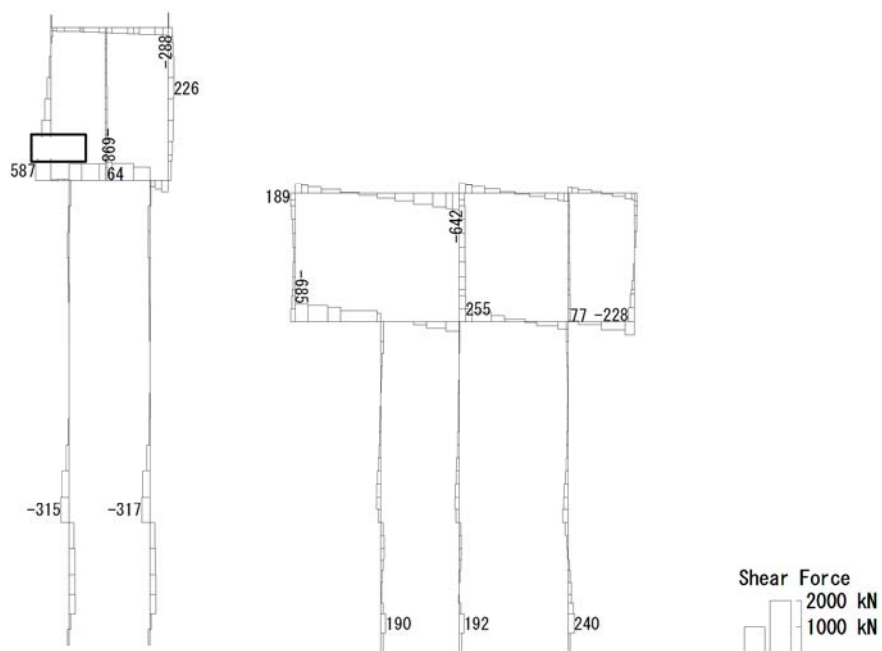
To2\_CV-NS\_OG-L\_MnsShousaSect\_Ss-D1--.36  
 Time: t=53.91sec



(+ : 圧縮, - : 引張)

軸力 (kN)

To2\_CV-NS\_OG-L\_MnsShousaSect\_Ss-D1-.36  
Time: t=53.91sec



せん断力 (kN)

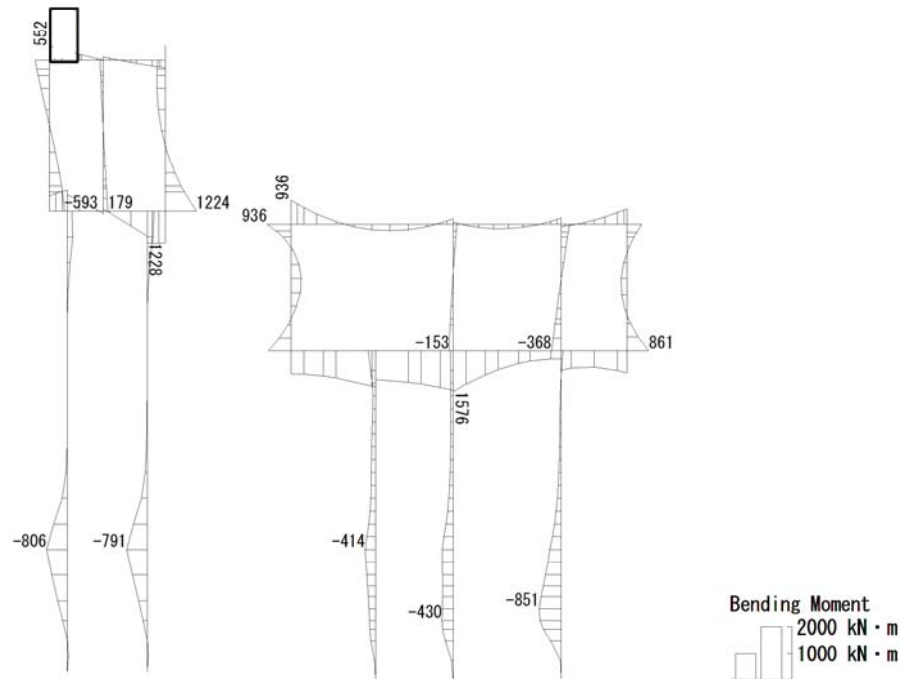
図 7.4-5 (4) 軽油カルバートの南側壁において最も厳しい照査値となる時刻の断面力

(Ss-D1 (H-, V-), t=53.91s)

(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)

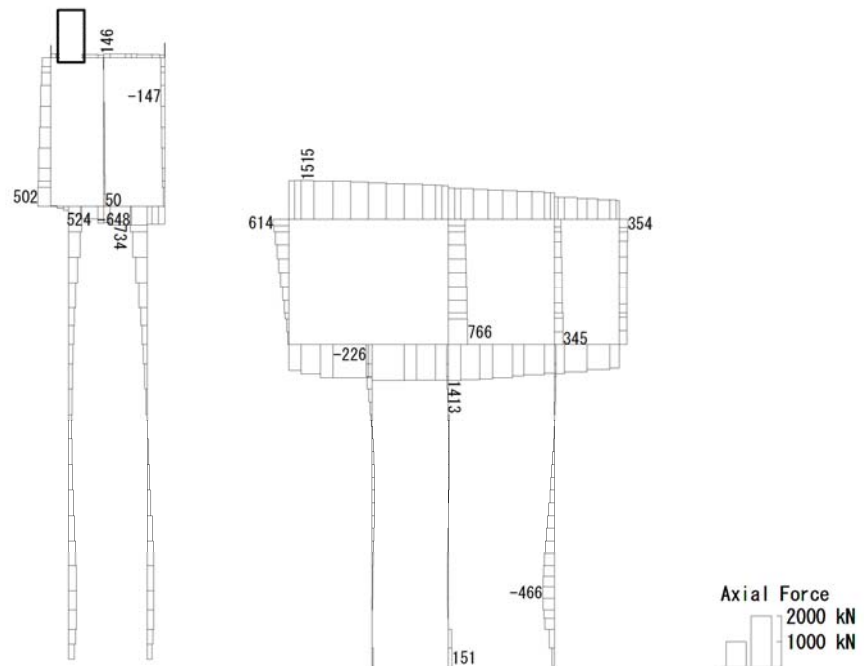


To2\_CV-NS\_OG-L\_+1Sig\_MnsShousaSect\_Ss-D1+-\_36  
 Time: t=53.91sec



曲げモーメント (kN · m)

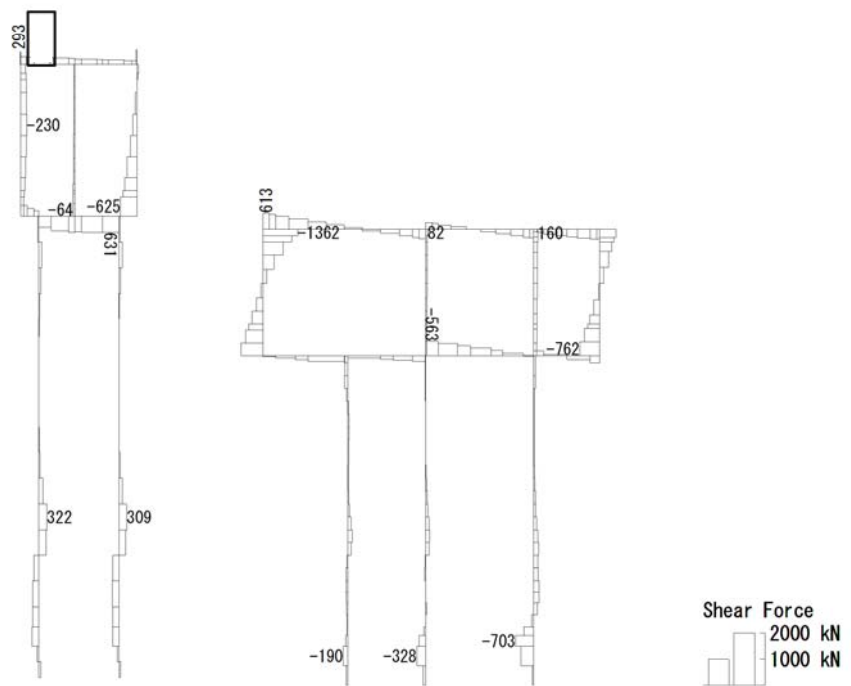
To2\_CV-NS\_OG-L\_+1Sig\_MnsShousaSect\_Ss-D1+-\_36  
 Time: t=53.91sec



(+ : 圧縮, - : 引張)

軸力 (kN)

To2\_CV-NS\_OG-L\_+1Sig\_MnsShousaSect\_Ss-D1+-\_36  
Time: t=53.91sec



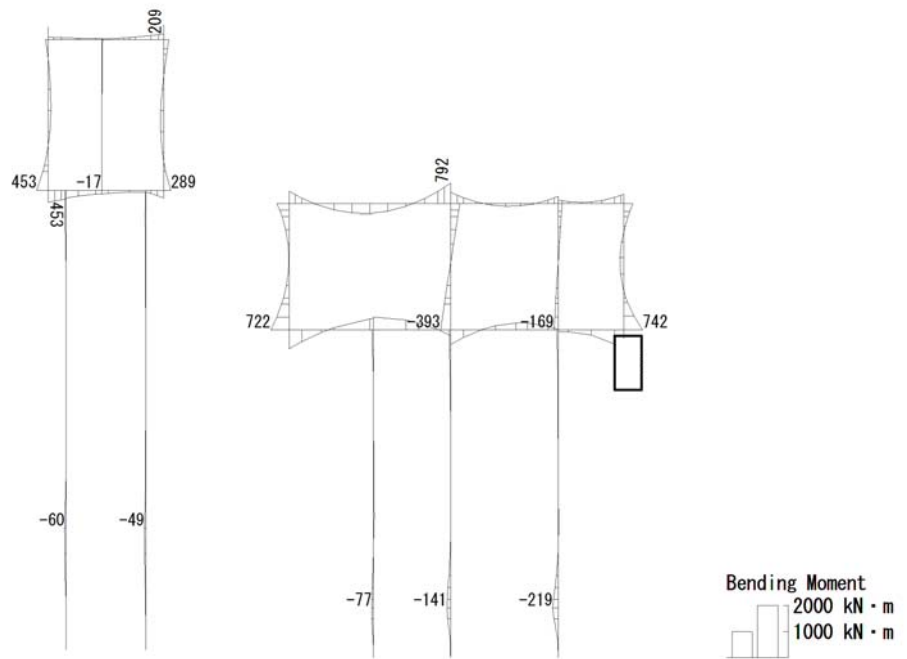
せん断力 (kN)

図 7.4-5 (5) 軽油カルバートの頂版において最も厳しい照査値となる時刻の断面力

(Ss-D1 (H+, V-), t=53.91s)

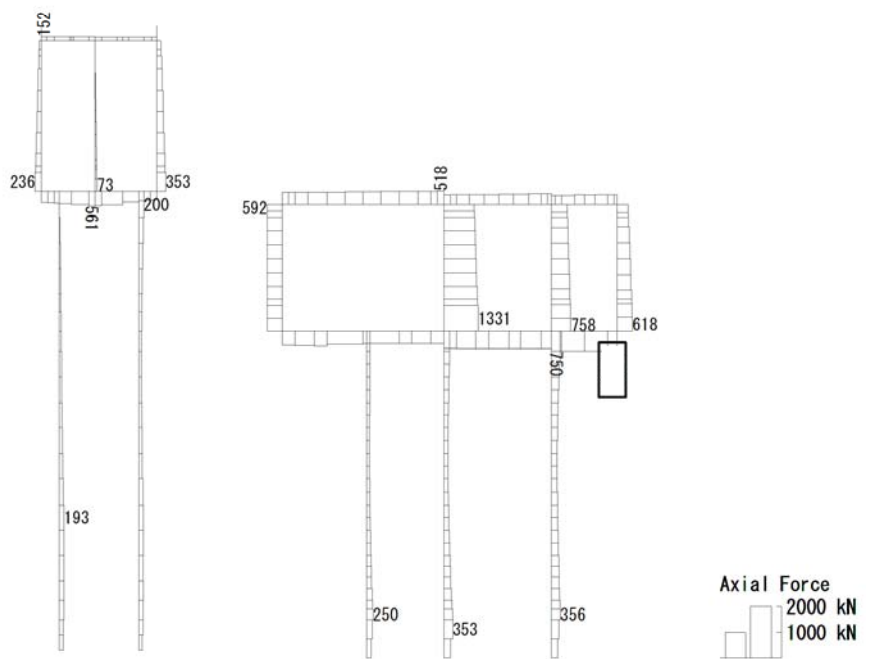
(検討ケース②: 地盤物性のばらつきを考慮 (+1σ) した解析ケース)

To2\_CV-NS\_OG-L\_+1Sig\_MnsShousaSect\_Ss-D1+-\_36  
 Time: t=44.32sec



曲げモーメント (kN・m)

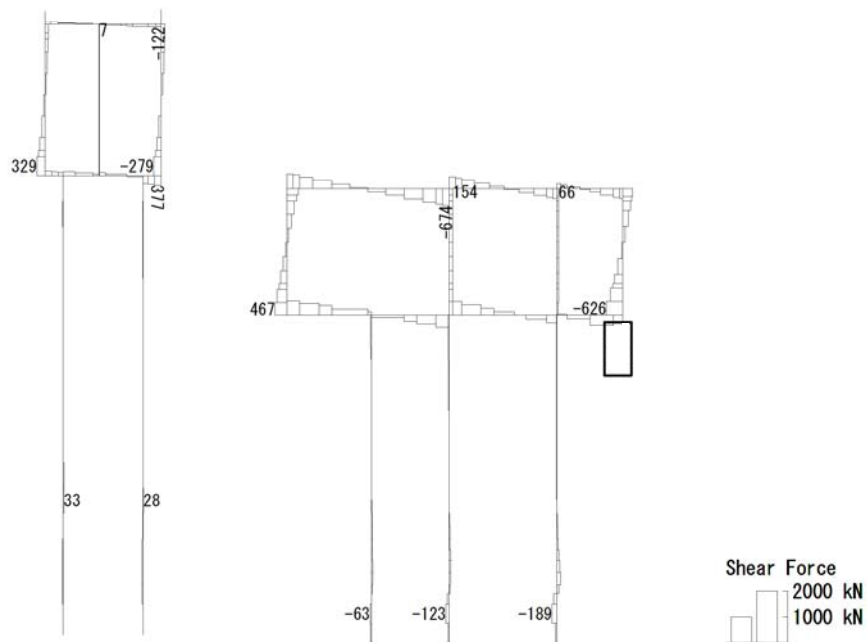
To2\_CV-NS\_OG-L\_+1Sig\_MnsShousaSect\_Ss-D1+-\_36  
 Time: t=44.32sec



(+ : 圧縮, - : 引張)

軸力 (kN)

To2\_CV-NS\_06-L\_+1Sig\_MnsShousaSect\_Ss-D1+.36  
Time: t=44.32sec



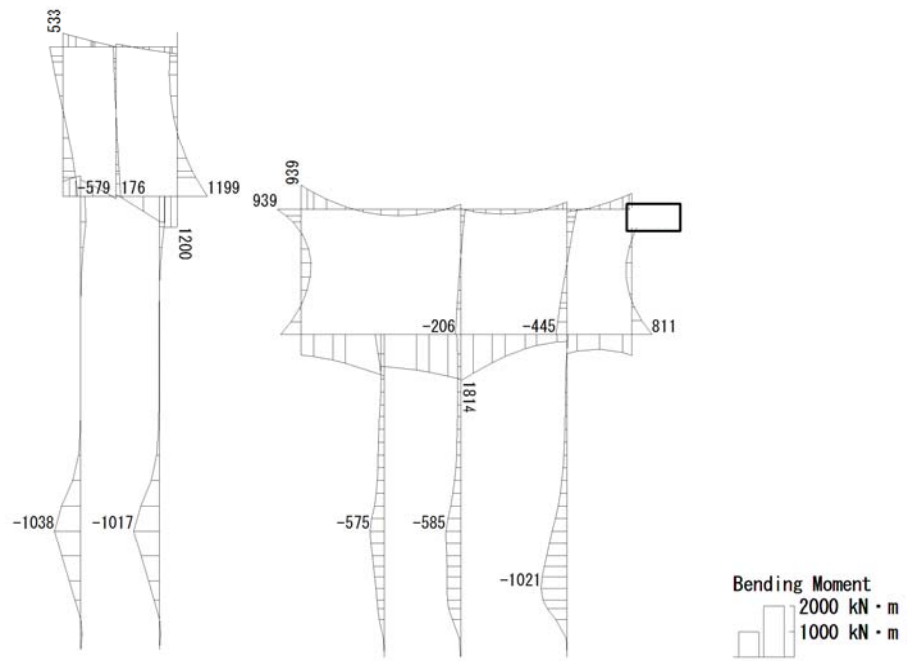
せん断力 (kN)

図 7.4-5 (6) 水電気カルバートの底版において最も厳しい照査値となる時刻の断面力

(Ss-D1 (H+, V-), t=44.32s)

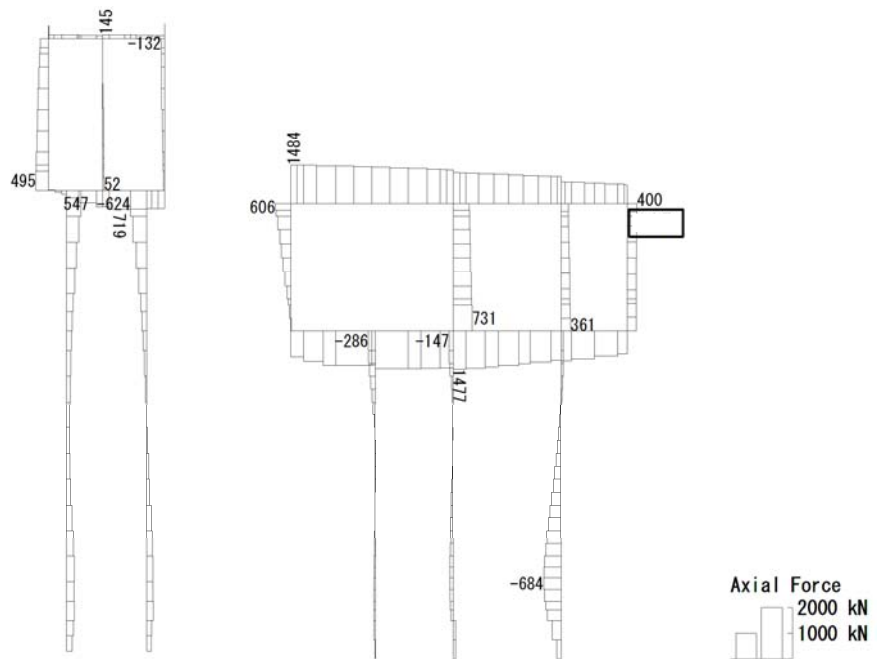
(検討ケース②: 地盤物性のばらつきを考慮 (+1σ) した解析ケース)

To2\_CV-NS\_TS-L\_MnsShousaSect\_Ss-D1+-\_36  
 Time: t=53.93sec



曲げモーメント (kN・m)

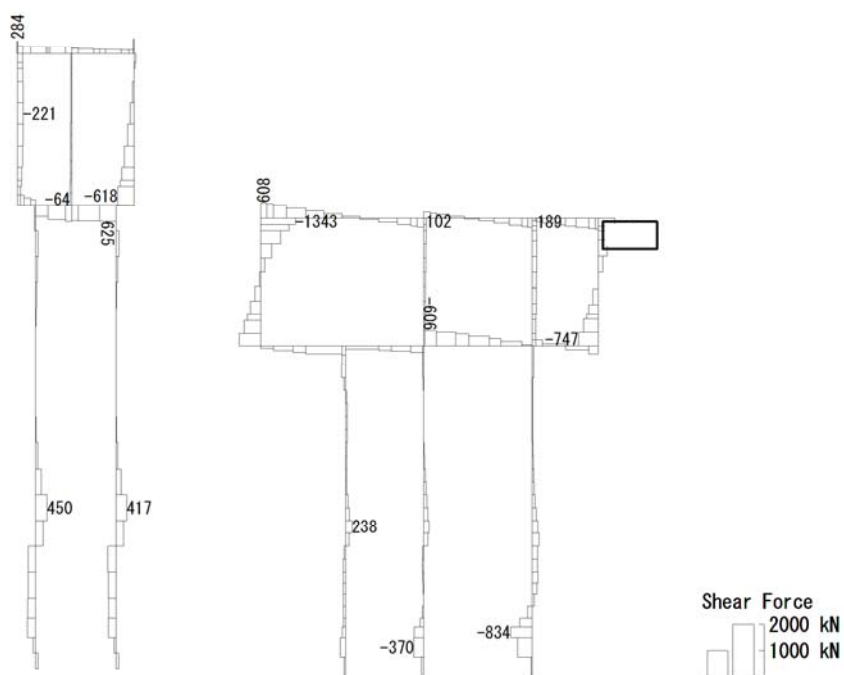
To2\_CV-NS\_TS-L\_MnsShousaSect\_Ss-D1+-\_36  
 Time: t=53.93sec



(+ : 圧縮, - : 引張)

軸力 (kN)

To2\_CV-NS\_TS-L\_MnsShousaSect\_Ss-D1+-\_36  
Time: t=53.93sec



せん断力 (kN)

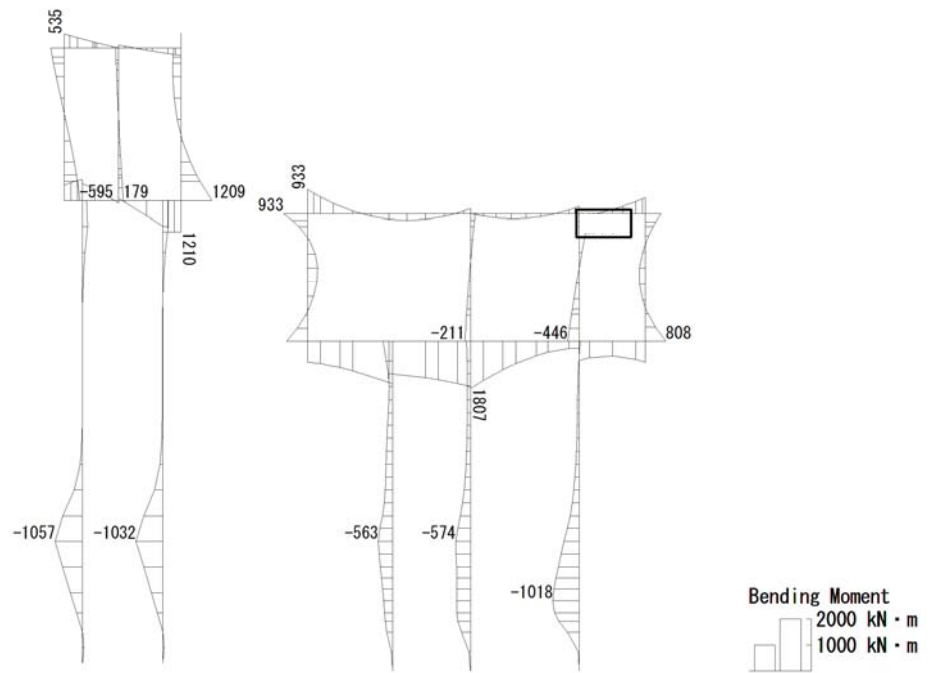
図 7.4-5 (7) 水電気カルバートの北側壁において最も厳しい照査値となる時刻の断面力

(Ss-D1 (H+, V-), t=53.93s)

(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

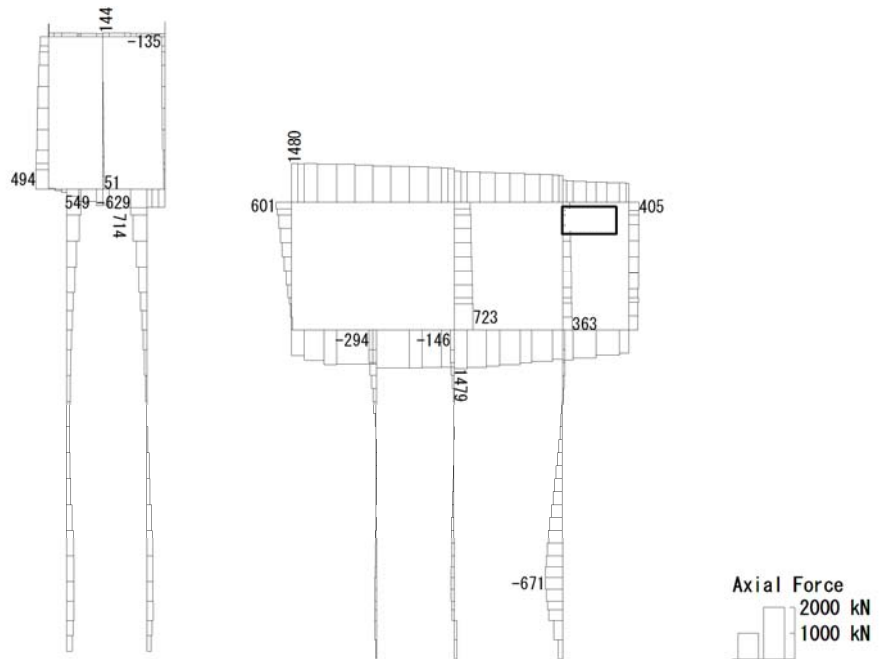
地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース)

To2\_CV-NS\_TS-L\_MnsShousaSect\_Ss-D1+-\_36  
 Time: t=53.92sec



曲げモーメント (kN・m)

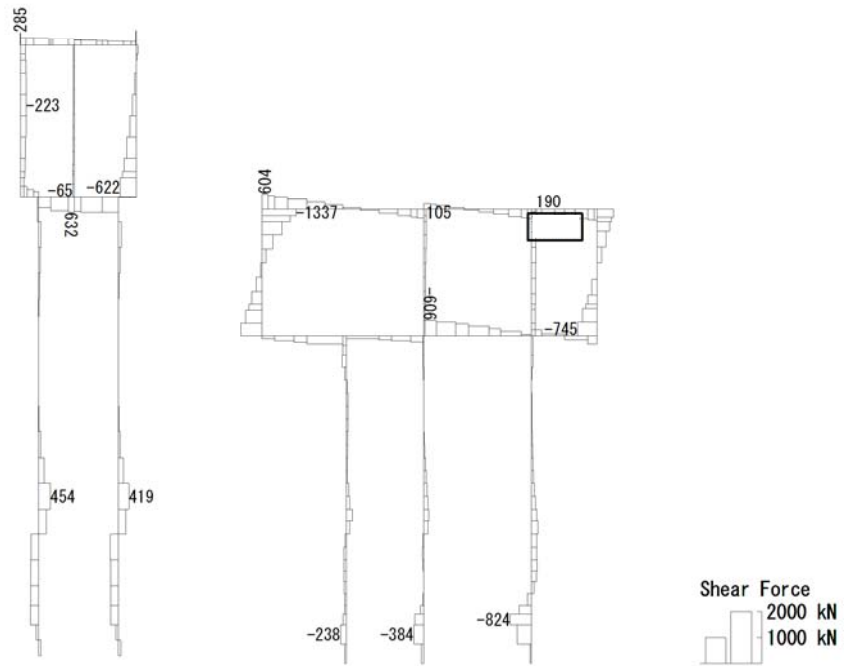
To2\_CV-NS\_TS-L\_MnsShousaSect\_Ss-D1+-\_36  
 Time: t=53.92sec



(+ : 圧縮, - : 引張)

軸力 (kN)

To2\_CV-NS\_TS-L\_MnsShousaSect\_Ss-D1+-\_36  
Time: t=53.92sec



せん断力 (kN)

図 7.4-5 (8) 水電気カルバートの北中壁において最も厳しい照査値となる時刻の断面力

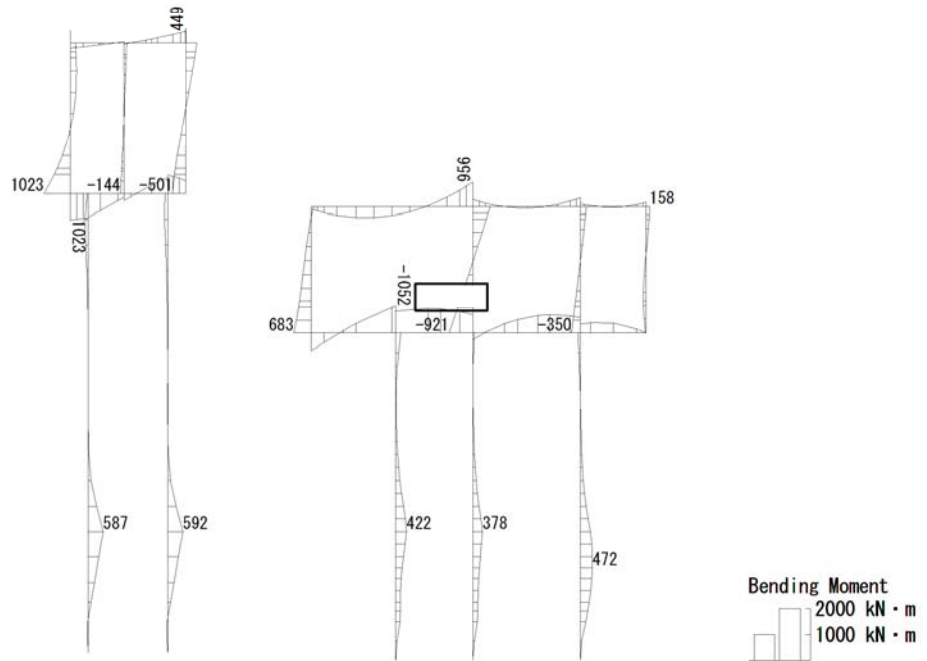
(Ss-D1 (H+, V-), t = 53.92s)

(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)

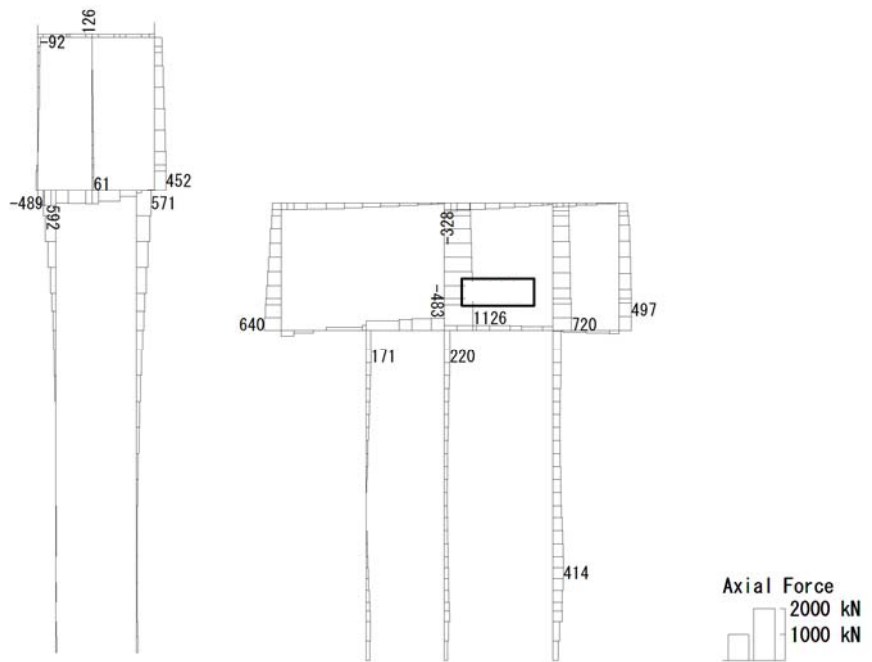


To2\_CV-NS\_0G-L\_-1Sig\_MnsShousaSect\_Ss-31++. 36  
 Time: t=8.79sec



曲げモーメント (kN・m)

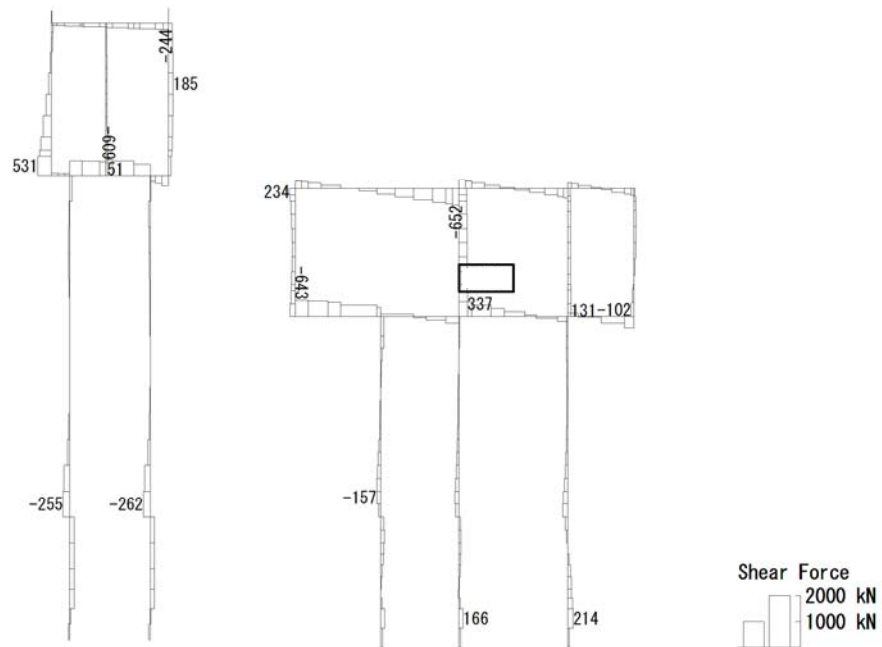
To2\_CV-NS\_0G-L\_-1Sig\_MnsShousaSect\_Ss-31++. 36  
 Time: t=8.79sec



(+ : 圧縮, - : 引張)

軸力 (kN)

To2\_CV-NS\_OG-L\_1Sig\_MnsShousaSect\_Ss-31++.36  
Time: t=8.79sec



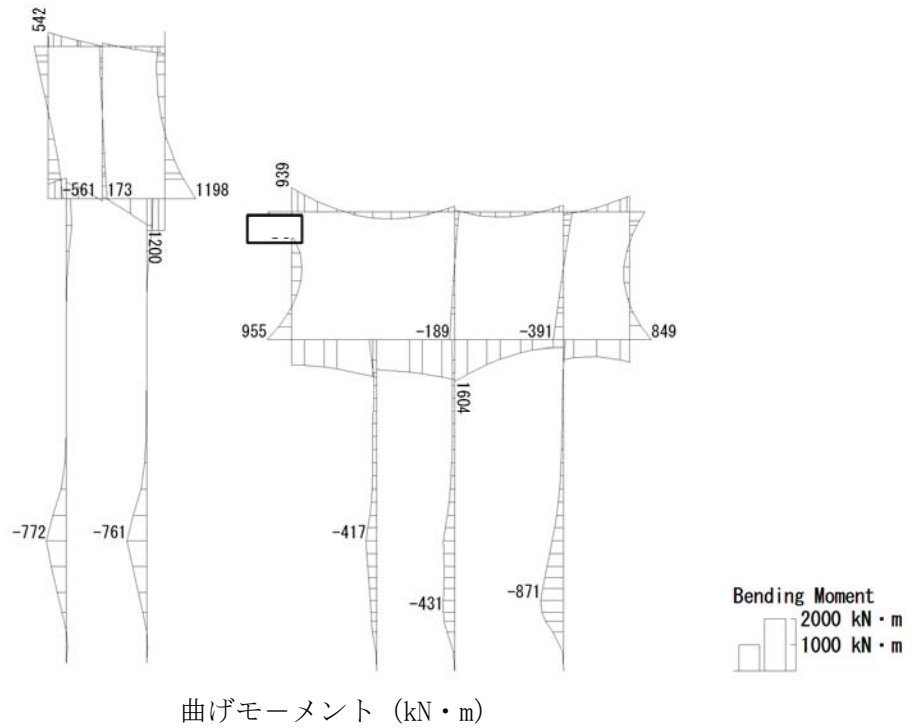
せん断力 (kN)

図 7.4-5 (9) 水電気カルバートの南中壁において最も厳しい照査値となる時刻の断面力

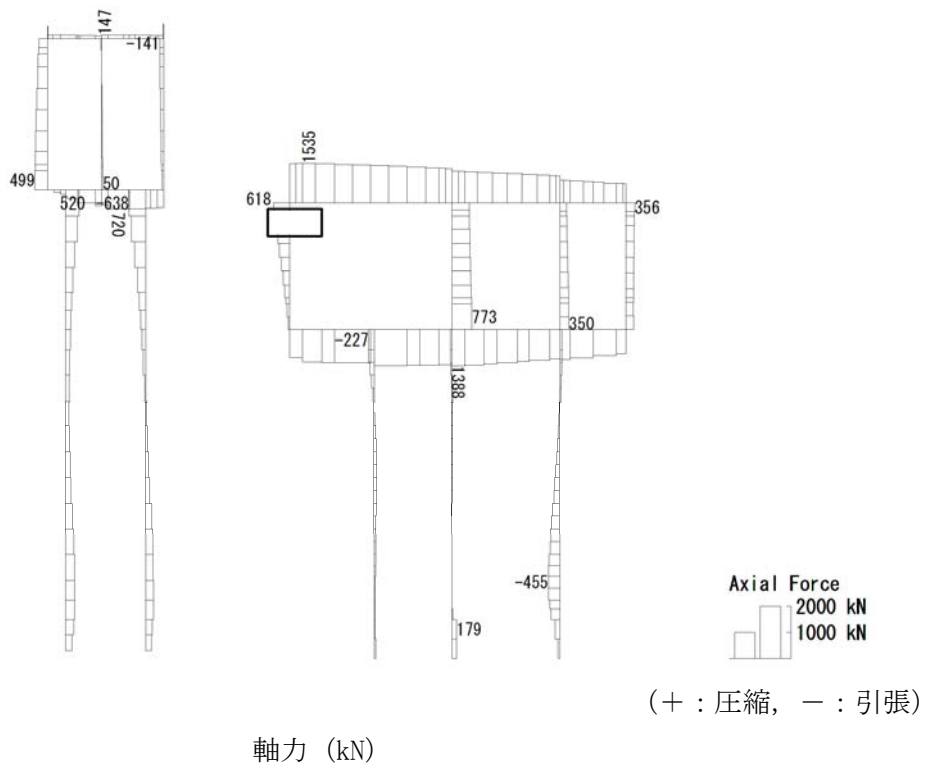
(Ss-31 (H+, V+), t=8.79s)

(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)

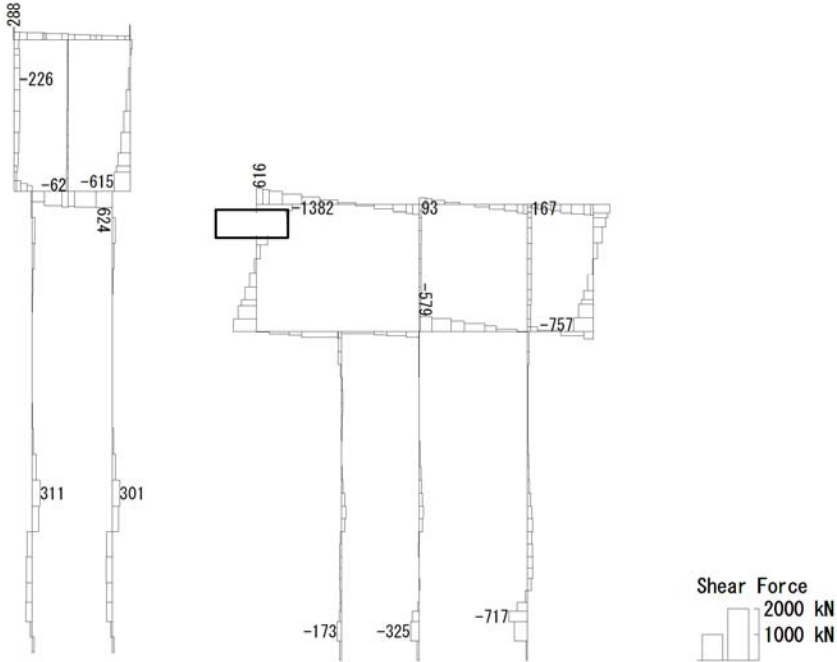
To2\_CV-NS\_OG-L\_-1Sig\_MnsShousaSect\_Ss-D1+-. 36  
 Time: t=53.92sec



To2\_CV-NS\_OG-L\_-1Sig\_MnsShousaSect\_Ss-D1+-. 36  
 Time: t=53.92sec



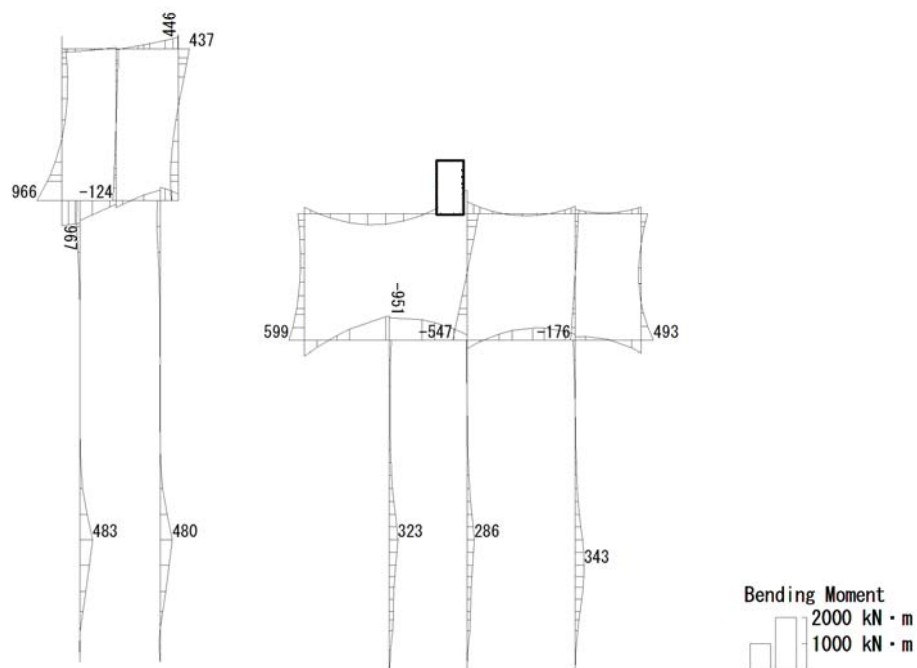
To2\_CV-NS\_OG-L\_-1Sig\_MnsShousaSect\_Ss-D1+-\_36  
Time: t=53.92sec



せん断力 (kN)

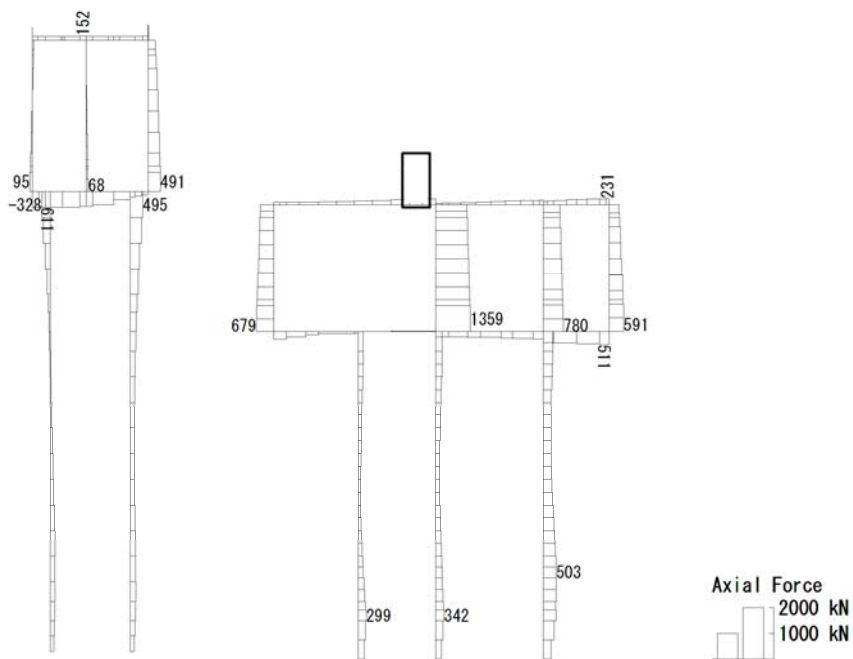
図 7.4-5 (10) 水電気カルバートの南側壁において最も厳しい照査値となる時刻の断面力  
( $S_s-D1 (H+, V-)$ ,  $t = 53.92s$ )  
(検討ケース③: 地盤物性のばらつきを考慮 ( $-1\sigma$ ) した解析ケース)

To2\_CV-NS\_OG-L\_MnsShousaSect\_Ss-D1-. 36  
 Time: t=60.52sec



曲げモーメント (kN・m)

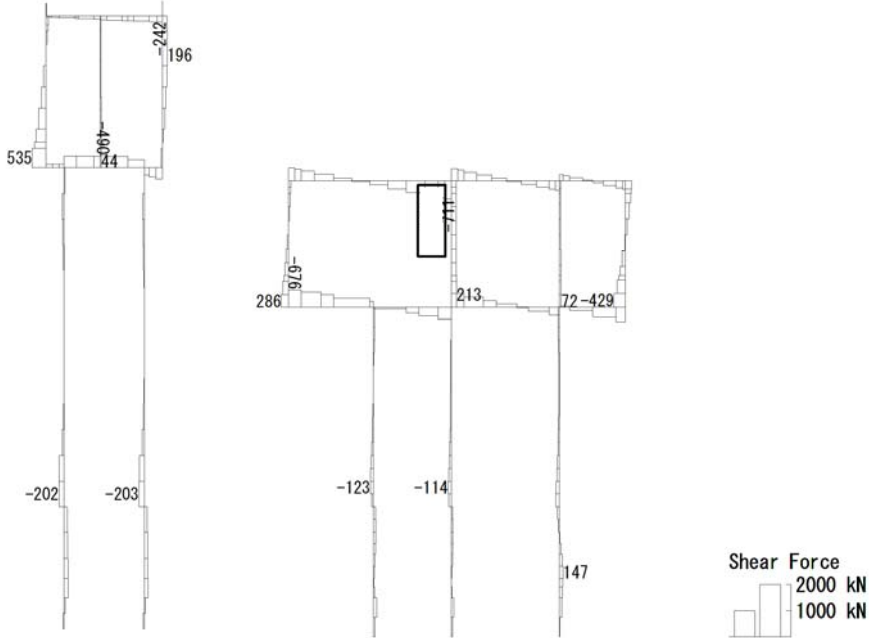
To2\_CV-NS\_OG-L\_MnsShousaSect\_Ss-D1-. 36  
 Time: t=60.52sec



(+ : 圧縮, - : 引張)

軸力 (kN)

To2\_CV-NS\_OG-L\_MnsShousaSect\_Ss-D1--.36  
Time: t=60.52sec



せん断力 (kN)

図 7.4-5 (11) 水電気カルバートの頂版において最も厳しい照査値となる時刻の断面力  
(Ss-D1 (H-, V-), t=60.52s)  
(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) 断面力分布（鋼管杭部材に着目した断面力図）

鋼管杭の曲げ軸力照査及びせん断力照査に対して、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）の分布を検討ケース毎に図示する。断面力分布には部材の最大発生断面力の値を表記する。断面力分布の記載にあわせて冒頭には、該当する照査値及び検討ケースを記載した一覧表を記載する。

なお、軽油カルバートの杭基礎と水電気カルバートの杭基礎のそれぞれに対して図示する。

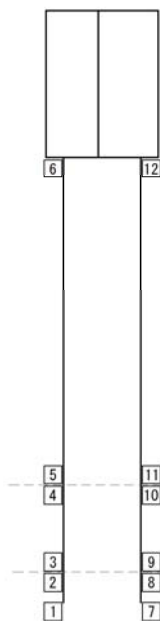
表 7.4-4 曲げ軸力に対する照査結果

(各部材において最も厳しい照査値とその地震波)

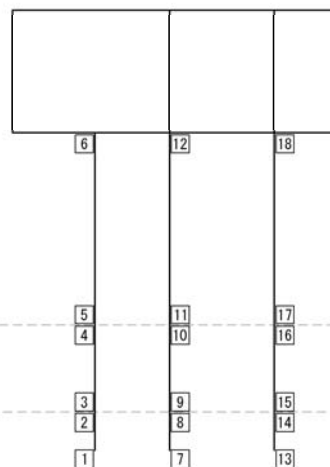
評価位置	発生断面力		曲げ引張 曲げ圧縮 応力度 ( $\text{N}/\text{mm}^2$ )	短期許容 応力度 ( $\text{N}/\text{mm}^2$ )	照査値	検討ケース
	曲げモーメント ( $\text{kN}\cdot\text{m}$ )	軸力 ( $\text{kN}$ )				
軽油カルバート	4	-5332	1264	117	367.5	0.32 ④ S s - D 1 (H+, V-)
水電気カルバート	15	-3777	-2529	-117	382.5	0.31 ④ S s - D 1 (H+, V-)

※1 評価位置は下図に示す

軽油カルバート杭

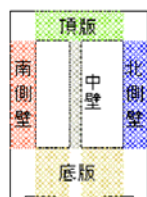


水電気カルバート杭

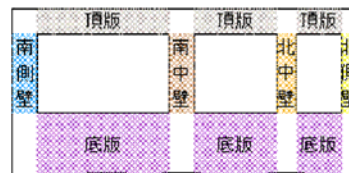


▽EL. -11.50m

▽EL. -15.00m



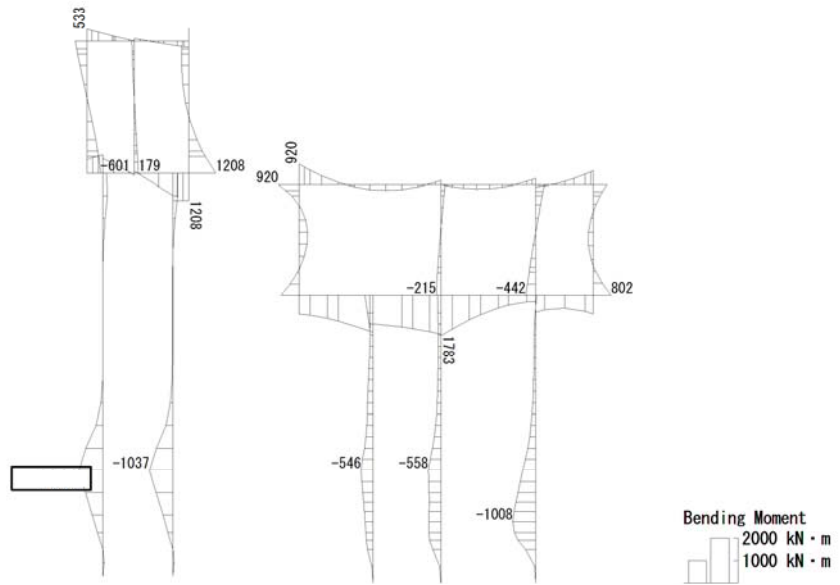
軽油カルバート杭



水電気カルバート杭



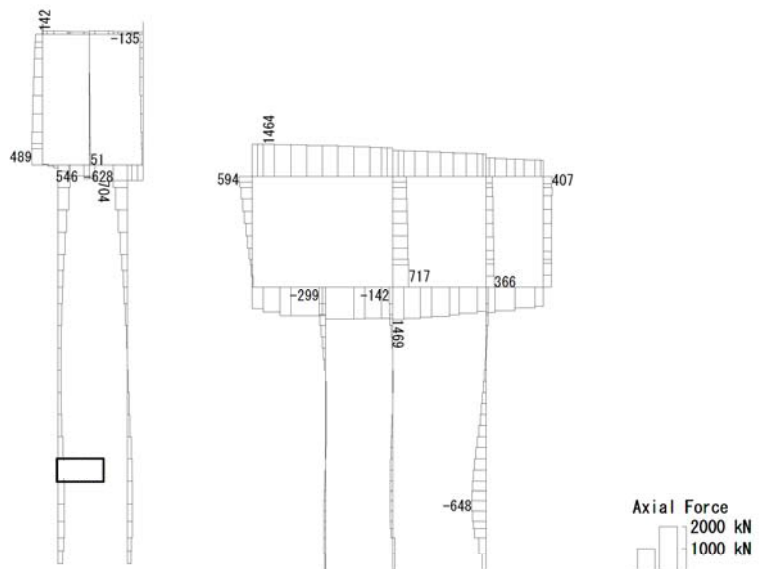
To2\_CV-NS\_TS-L\_MnsShousaSect\_Ss-D1+-\_36  
 Time: t=53.91sec



\* 杭の断面力は解析単位奥行き(1.0m)当たりの断面力を示す。  
 照査には解析単位奥行き当たりの断面力に杭の奥行方向間隔を乗じた断面力を用いる。  
 (杭の奥行方向間隔 軽油カルバート杭:5.0m, 水電気カルバート杭:3.7m)

曲げモーメント (kN・m)

To2\_CV-NS\_TS-L\_MnsShousaSect\_Ss-D1+-\_36  
 Time: t=53.91sec

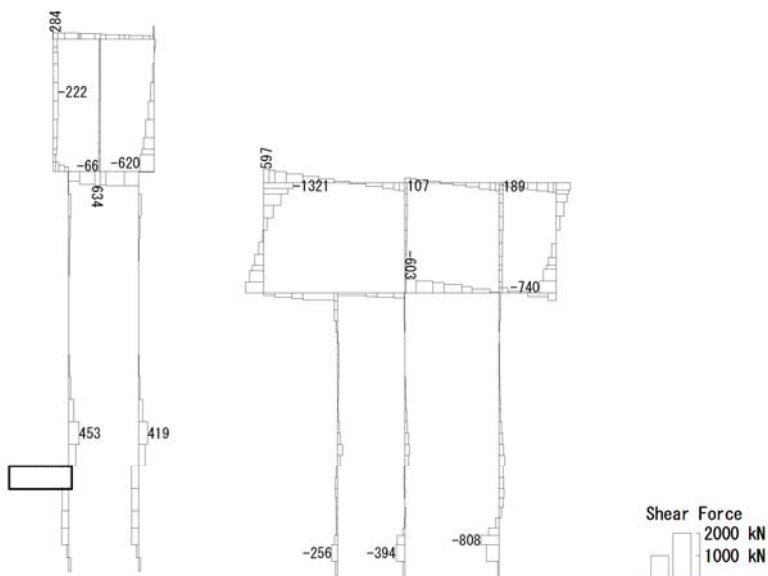


\* 杭の断面力は解析単位奥行き(1.0m)当たりの断面力を示す。  
 照査には解析単位奥行き当たりの断面力に杭の奥行方向間隔を乗じた断面力を用いる。  
 (杭の奥行方向間隔 軽油カルバート杭:5.0m, 水電気カルバート杭:3.7m)

(+ : 圧縮, - : 引張)

軸力 (kN)

To2\_CV-NS\_TS-L\_MnsShousaSect\_Ss-D1+-\_36  
 Time: t=53.91sec



\* 杭の断面力は解析単位奥行き(1.0m)当たりの断面力を示す。  
 照査には解析単位奥行き当たりの断面力に杭の奥行方向間隔を乗じた断面力を用いる。  
 (杭の奥行方向間隔 軽油カルバート杭:5.0m, 水電気カルバート杭:3.7m)

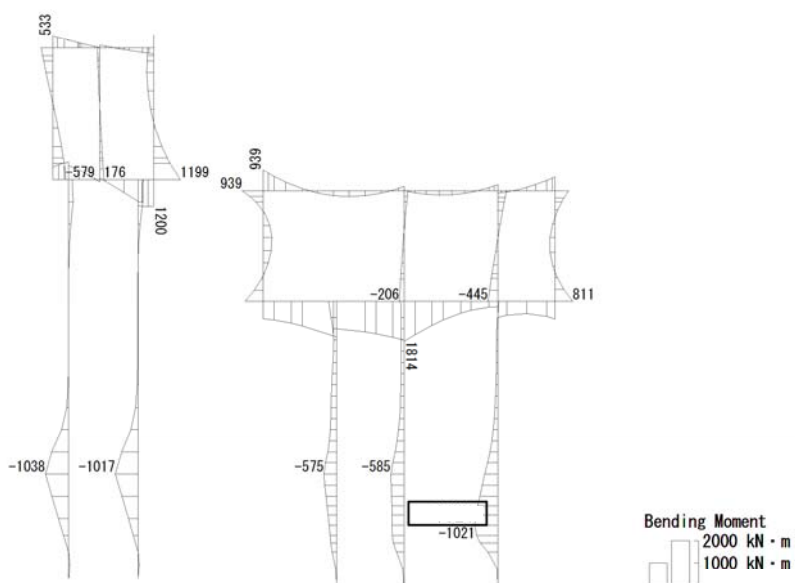
せん断力 (kN)

図 7.4-6(1) 最も厳しい照査値となる時刻の断面力 (軽油カルバートの杭基礎)

(Ss-D1 (H+, V-), t=53.91s)

(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)

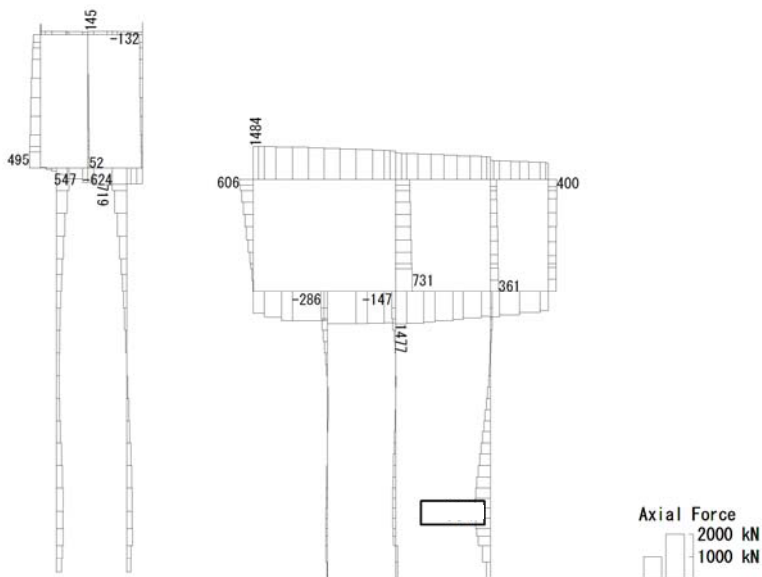
To2\_CV-NS\_TS-L\_MnsShousaSect\_Ss-D1+-\_36  
 Time: t=53.93sec



\* 杭の断面力は解析単位奥行き(1.0m)当たりの断面力を示す。  
 照査には解析単位奥行き当たりの断面力に杭の奥行き方向間隔を乗じた断面力を用いる。  
 (杭の奥行き方向間隔 軽油カルバート杭:5.0m, 水電気カルバート杭:3.7m)

曲げモーメント (kN・m)

To2\_CV-NS\_TS-L\_MnsShousaSect\_Ss-D1+-\_36  
 Time: t=53.93sec

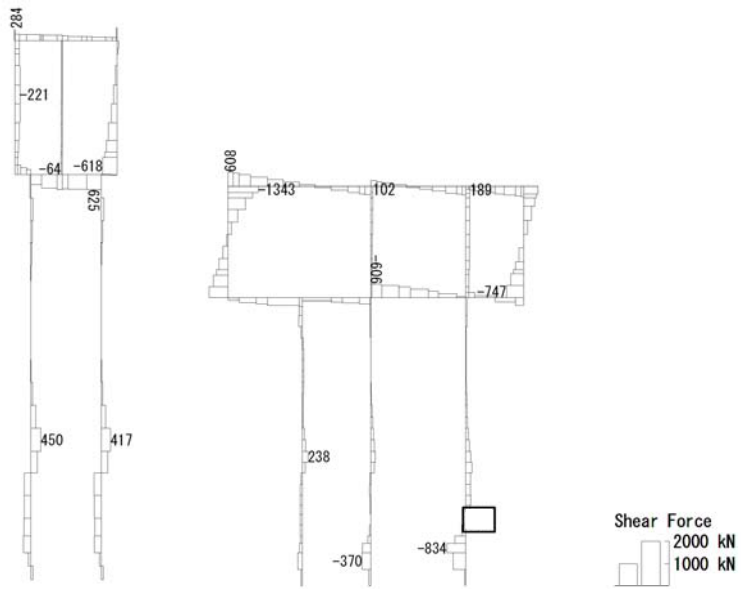


\* 杭の断面力は解析単位奥行き(1.0m)当たりの断面力を示す。  
 照査には解析単位奥行き当たりの断面力に杭の奥行き方向間隔を乗じた断面力を用いる。  
 (杭の奥行き方向間隔 軽油カルバート杭:5.0m, 水電気カルバート杭:3.7m)

(+ : 圧縮, - : 引張)

軸力 (kN)

To2\_CV-NS\_TS-L\_MnsShousaSect\_Ss-D1+-\_36  
Time: t=53.93sec



\* 杭の断面力は解析単位奥行き(1.0m)当たりの断面力を示す。  
照査には解析単位奥行き当たりの断面力に杭の奥行方向間隔を乗じた断面力を用いる。  
(杭の奥行方向間隔 軽油カルバート杭: 5.0m, 水電気カルバート杭: 3.7m)

せん断力 (kN)

図 7.4-6(2) 最も厳しい照査値となる時刻の断面力 (水電気カルバートの杭基礎)

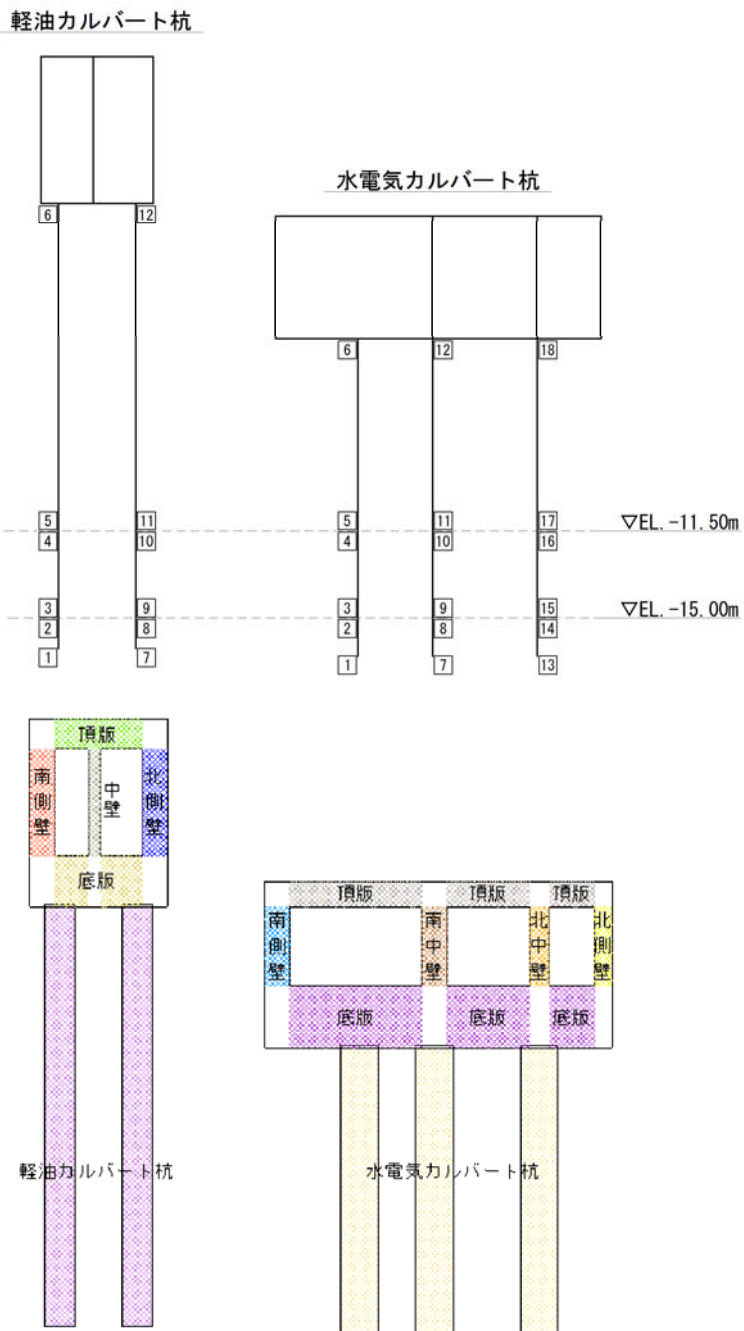
(Ss-D1 (H+, V-), t = 53.93s)

(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)

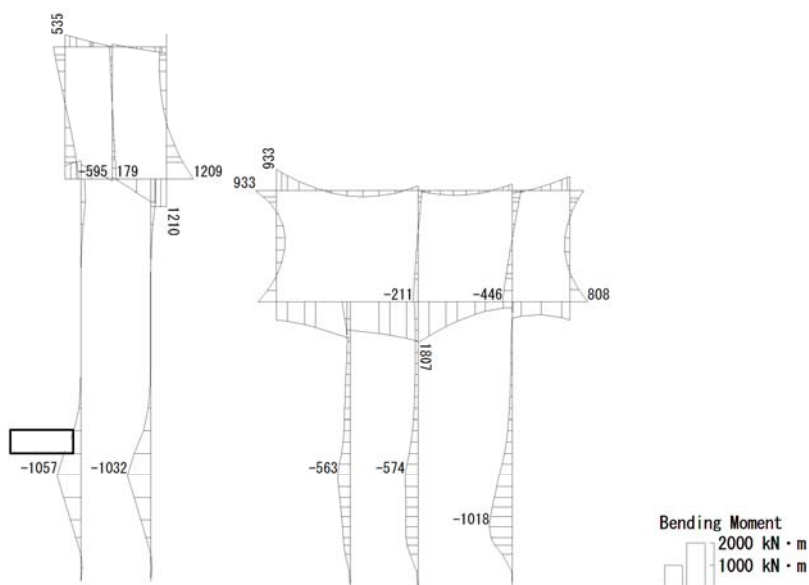
表 7.4-5 せん断力に対する照査結果（軽油カルバートの杭基礎）  
 （各部材において最も厳しい照査値とその地震波）

評価位置	発生断面力 せん断力 (kN)	発生 応力度 (N/mm <sup>2</sup> )	短期許容 応力度 (N/mm <sup>2</sup> )	照査値	検討ケース
水電気カルバート	15	3086	56	217.5	0.26 ④ S s - D 1 (H+, V-)

※1 評価位置は下図に示す



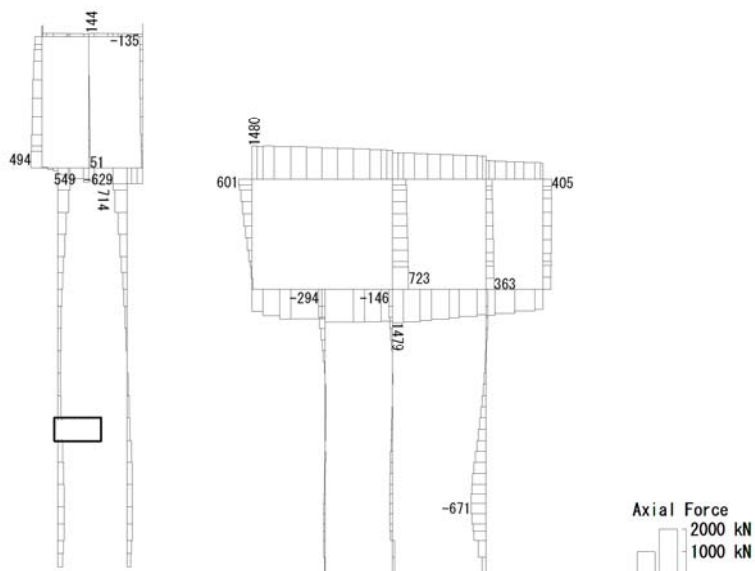
To2\_CV-NS\_TS-L\_MnsShousaSect\_Ss-D1+-\_36  
Time: t=53.92sec



\* 杭の断面力は解析単位奥行き(1.0m)当たりの断面力を示す。  
照査には解析単位奥行き当たりの断面力に杭の奥行き方向間隔を乗じた断面力を用いる。  
(杭の奥行き方向間隔 軽油カルバート杭: 5.0m, 水電気カルバート杭: 3.7m)

曲げモーメント (kN・m)

To2\_CV-NS\_TS-L\_MnsShousaSect\_Ss-D1+-\_36  
Time: t=53.92sec

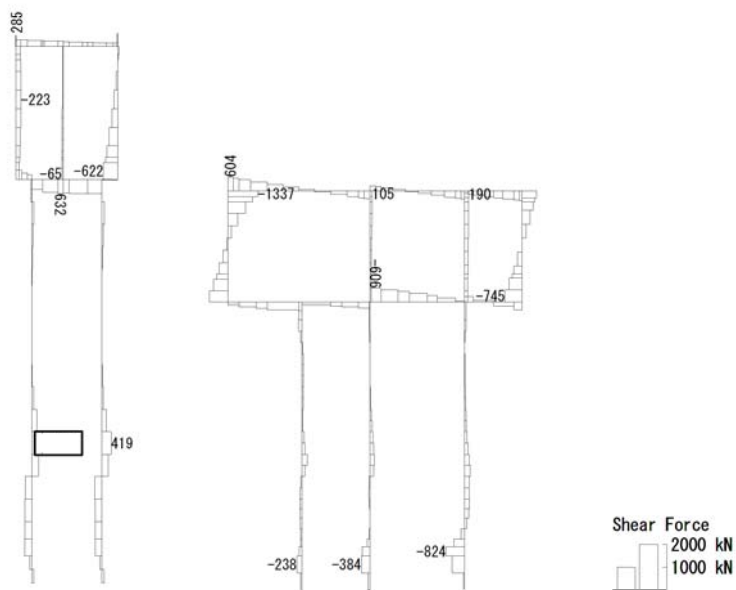


\* 杭の断面力は解析単位奥行き(1.0m)当たりの断面力を示す。  
照査には解析単位奥行き当たりの断面力に杭の奥行き方向間隔を乗じた断面力を用いる。  
(杭の奥行き方向間隔 軽油カルバート杭: 5.0m, 水電気カルバート杭: 3.7m)

(+ : 圧縮, - : 引張)

軸力 (kN)

To2\_CV-NS\_TS-L\_MnsShousaSect\_Ss-D1+-\_36  
Time: t=53.92sec



\* 杭の断面力は解析単位奥行き(1.0m)当たりの断面力を示す。  
照査には解析単位奥行き当たりの断面力に杭の奥行方向間隔を乗じた断面力を用いる。  
(杭の奥行方向間隔 軽油カルバート杭:5.0m, 水電気カルバート杭:3.7m)

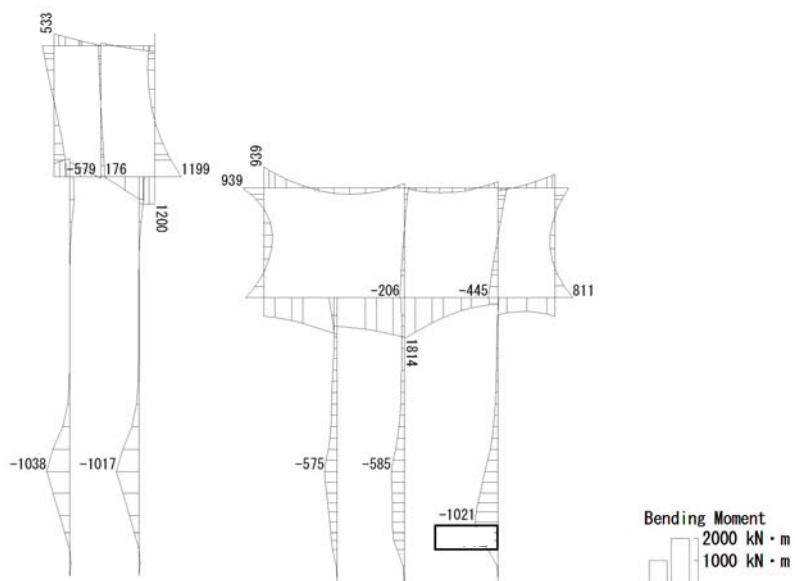
せん断力 (kN)

図 7.4-7(1) 最も厳しい照査値となる時刻の断面力 (軽油カルバートの杭基礎)

(Ss-D1 (H+, V-), t = 53.92s)

(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)

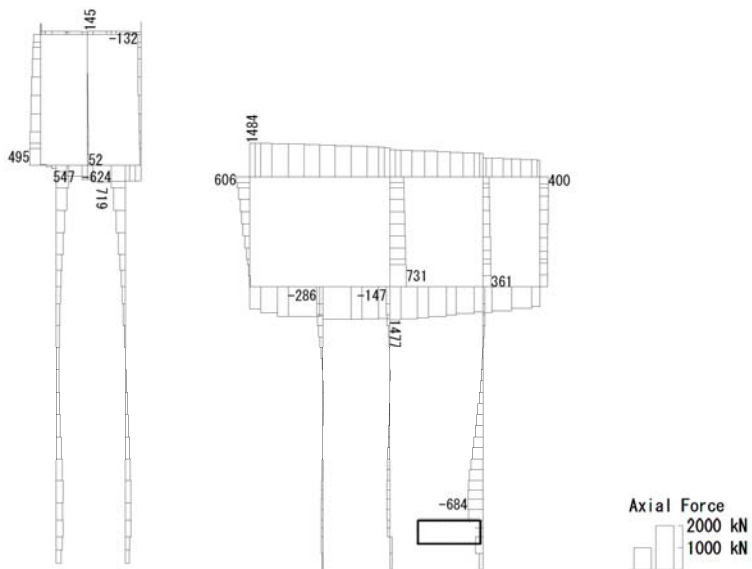
To2\_CV-NS\_TS-L\_MnsShousaSect\_Ss-D1+-\_36  
 Time: t=53.93sec



\* 杭の断面力は解析単位奥行き(1.0m)当たりの断面力を示す。  
 照査には解析単位奥行き当たりの断面力に杭の奥行方向間隔を乗じた断面力を用いる。  
 (杭の奥行方向間隔 軽油カルバート杭:5.0m, 水電気カルバート杭:3.7m)

曲げモーメント (kN・m)

To2\_CV-NS\_TS-L\_MnsShousaSect\_Ss-D1+-\_36  
 Time: t=53.93sec



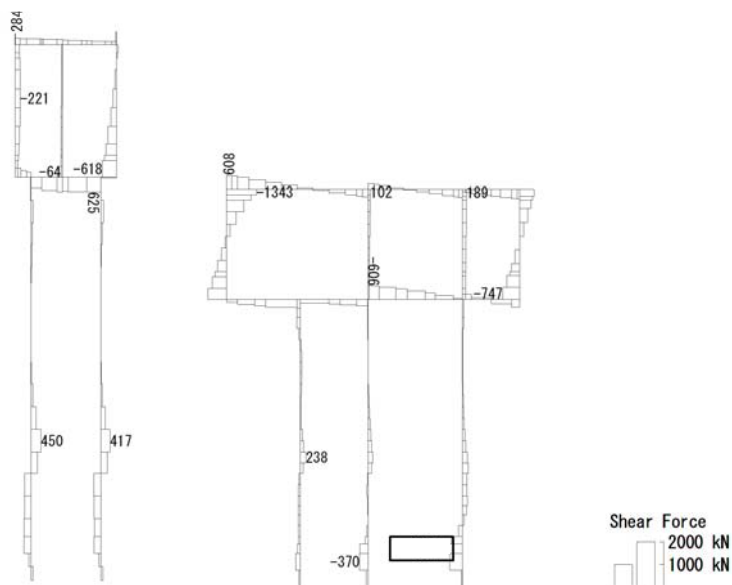
\* 杭の断面力は解析単位奥行き(1.0m)当たりの断面力を示す。  
 照査には解析単位奥行き当たりの断面力に杭の奥行方向間隔を乗じた断面力を用いる。  
 (杭の奥行方向間隔 軽油カルバート杭:5.0m, 水電気カルバート杭:3.7m)

(+ : 圧縮, - : 引張)

軸力 (kN)



To2\_CV-NS\_TS-L\_MnsShousaSect\_Ss-D1+-\_36  
 Time: t=53.93sec



\* 杭の断面力は解析単位奥行き(1.0m)当たりの断面力を示す。  
 照査には解析単位奥行き当たりの断面力に杭の奥行方向間隔を乗じた断面力を用いる。  
 (杭の奥行方向間隔 軽油カルバート杭:5.0m, 水電気カルバート杭:3.7m)

せん断力 (kN)

図 7.4-7 (2) 最も厳しい照査値となる時刻の断面力 (水電気カルバートの杭基礎)

(Ss-D1 (H+, V-), t = 53.93s)

(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)

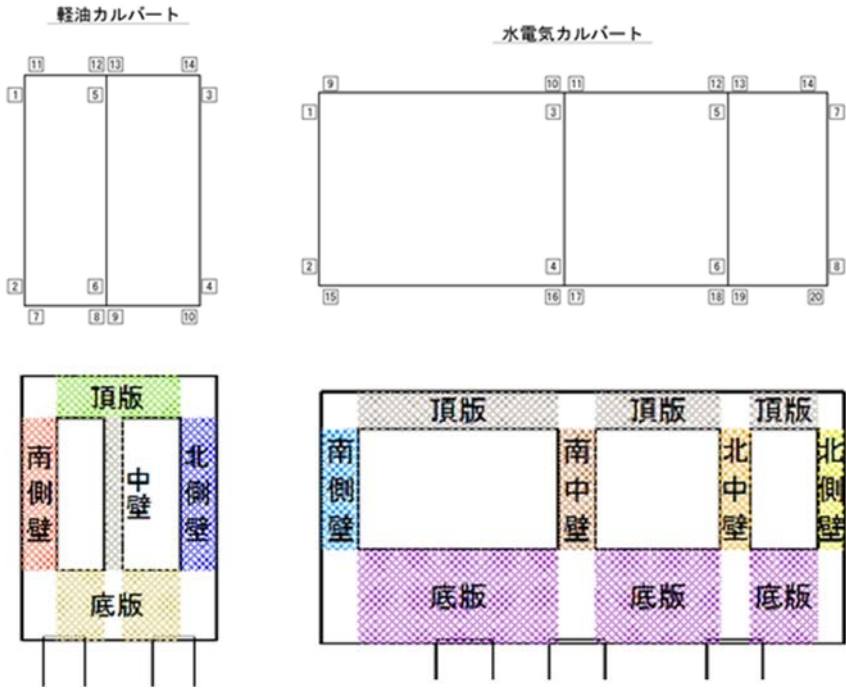
(3) 断面力分布 (各基準地震動に着目した断面力図)

各基準地震動において、躯体及び杭に対する照査のうち、最も厳しい照査値となる部材の評価時刻における断面力図を示す。表 7.4-6 に各基準地震動で抽出した照査値について照査項目とその評価位置の一覧表を示し、図 7.4-8 に断面力分布を示す。

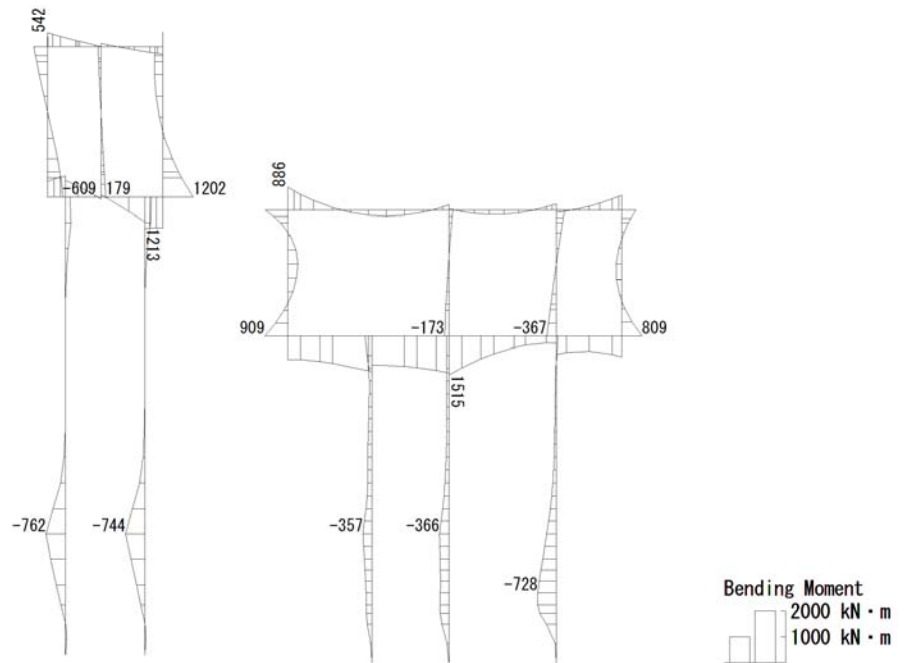
表 7.4-6 各地震波に対して最も厳しい照査値とその照査項目及び評価位置の結果

基準地震動	抽出照査値と照査項目			
	照査値	照査項目	評価位置	
S s - D 1 (H+, V+)	0.65	躯体 曲げ照査(鉄筋)	軽油カルバート北側壁	4
S s - D 1 (H+, V-)	0.65	躯体 曲げ照査(鉄筋)	軽油カルバート北側壁	4
S s - D 1 (H-, V+)	0.60	躯体 曲げ照査(鉄筋)	水電気カルバート頂版	10
S s - D 1 (H-, V-)	0.62	躯体 曲げ照査(鉄筋)	水電気カルバート頂版	10
S s - 1 1	0.50	躯体 せん断照査値	水電気カルバート頂版	10
S s - 1 2	0.53	躯体 せん断照査値	水電気カルバート北側壁	7
S s - 1 3	0.52	躯体 せん断照査値	水電気カルバート北側壁	7
S s - 1 4	0.50	躯体 せん断照査値	水電気カルバート頂版	10
S s - 2 1	0.56	躯体 せん断照査値	水電気カルバート頂版	10
S s - 2 2	0.54	躯体 せん断照査値	水電気カルバート頂版	10
S s - 3 1 (H+, V+)	0.67	躯体 曲げ照査(鉄筋)	水電気カルバート頂版	10
S s - 3 1 (H-, V+)	0.62	躯体 せん断照査値	水電気カルバート南側壁	1

※1 評価位置は下図に示す

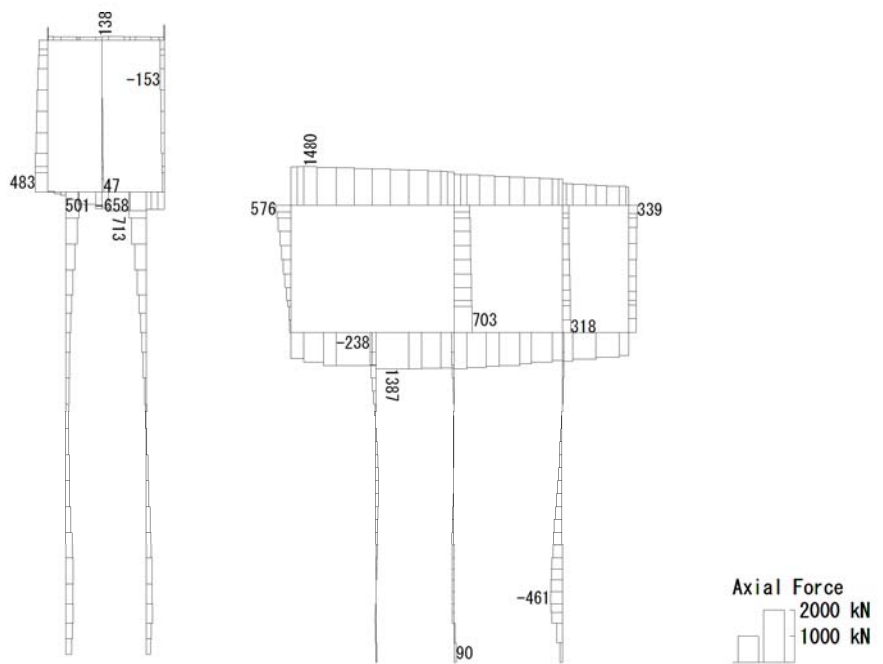


To2\_CV-NS\_OG-L\_MnsShousaSect\_Ss-D1++. 36  
Time: t=53.9sec



曲げモーメント (kN・m)

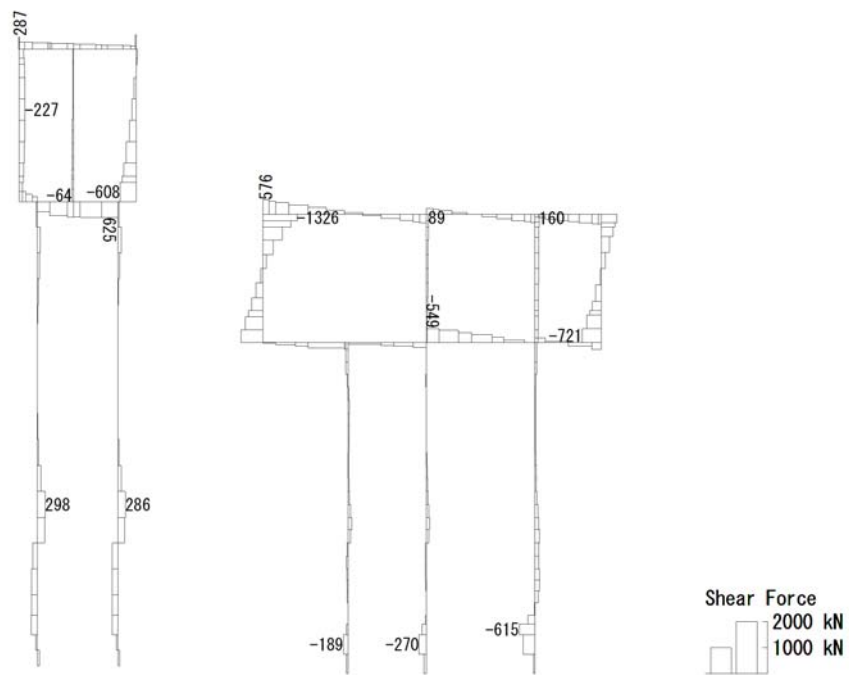
To2\_CV-NS\_OG-L\_MnsShousaSect\_Ss-D1++. 36  
Time: t=53.9sec



(+ : 圧縮, - : 引張)

軸力 (kN)

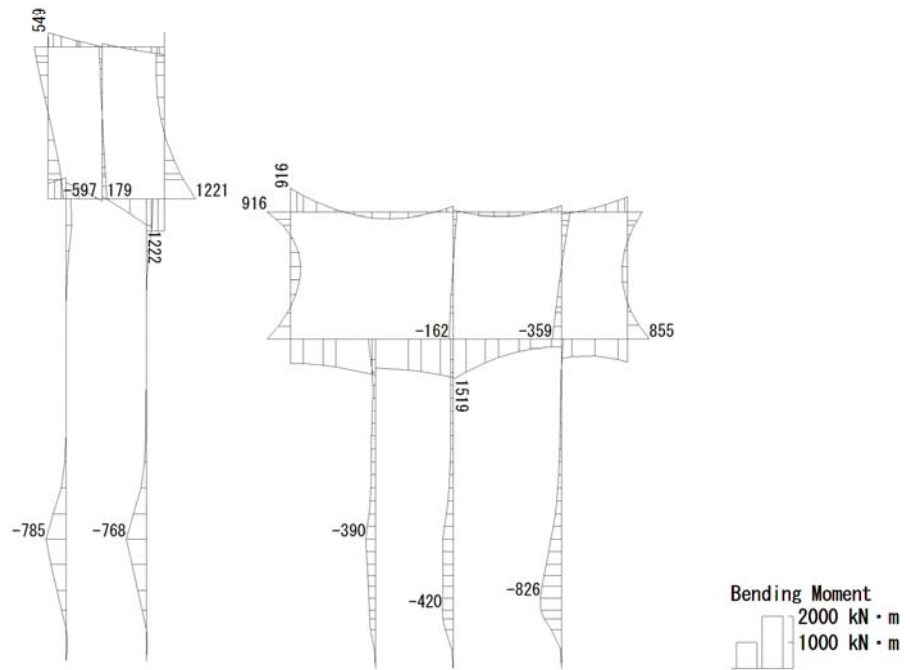
To2\_CV-NS\_OG-L\_MnsShousaSect\_Ss-D1++, 36  
Time: t=53.9sec



せん断力 (kN)

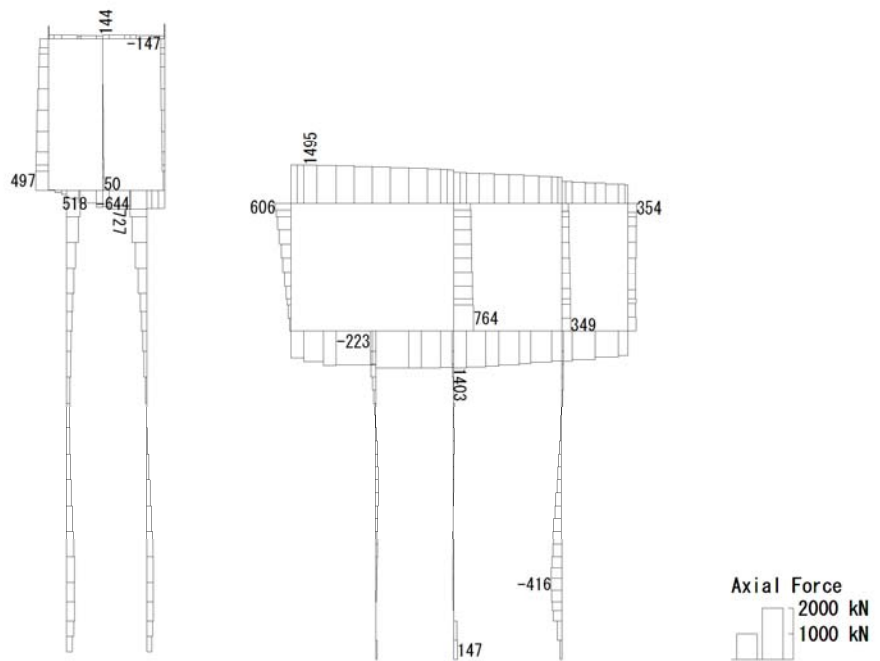
図 7.4-8 (1) Ss-D 1 (H+, V+) において最も厳しい照査値となる時刻の断面力 (t = 53.90s)

To2\_CV-NS\_OG-L\_MnsShousaSect\_Ss-D1+-\_36  
 Time: t=53.9sec



曲げモーメント (kN・m)

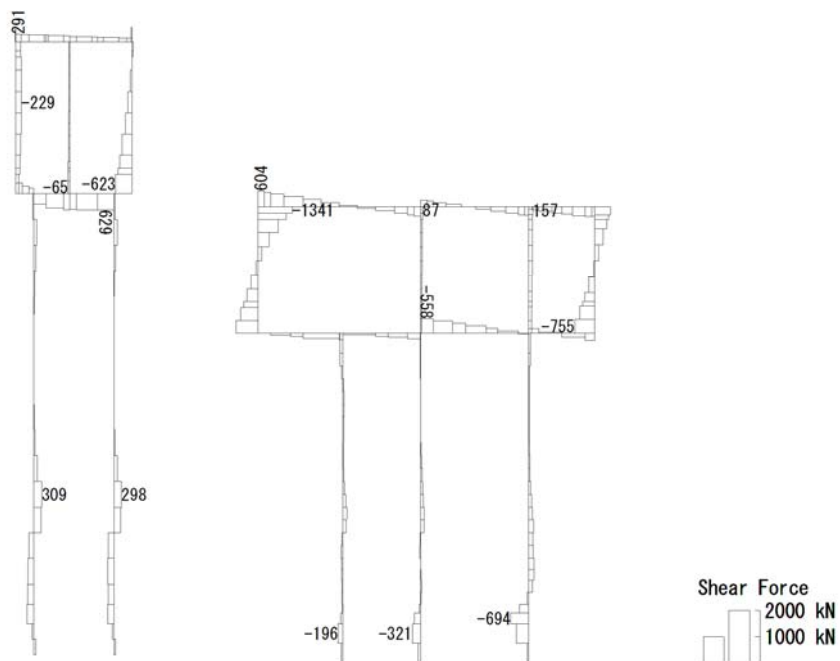
To2\_CV-NS\_OG-L\_MnsShousaSect\_Ss-D1+-\_36  
 Time: t=53.9sec



(+ : 圧縮, - : 引張)

軸力 (kN)

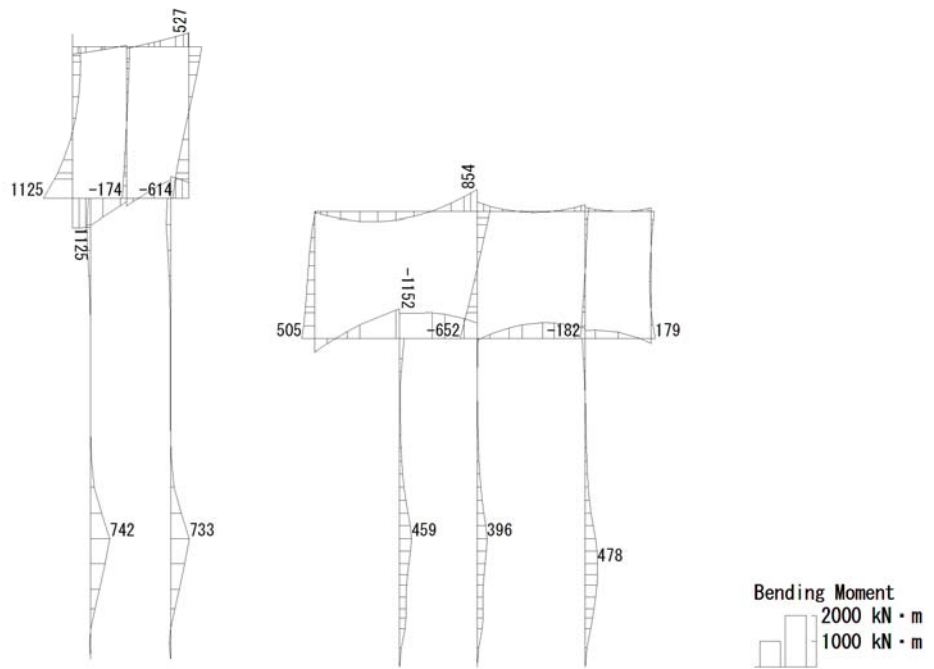
To2\_CV-NS\_OG-L\_MnsShousaSect\_Ss-D1+-\_36  
Time: t=53.9sec



せん断力 (kN)

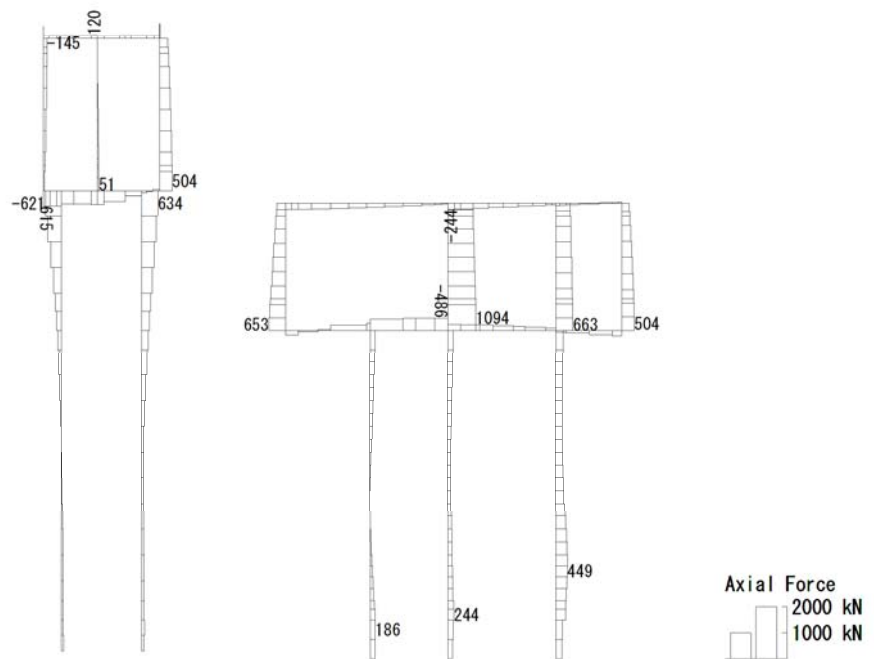
図 7.4-8 (2) Ss-D 1 (H+, V-) において最も厳しい照査値となる時刻の断面力 (t = 53.90s)

To2\_CV-NS\_OG-L\_MnsShousaSect\_Ss-D1-+. 36  
 Time: t=53.91sec



曲げモーメント (kN・m)

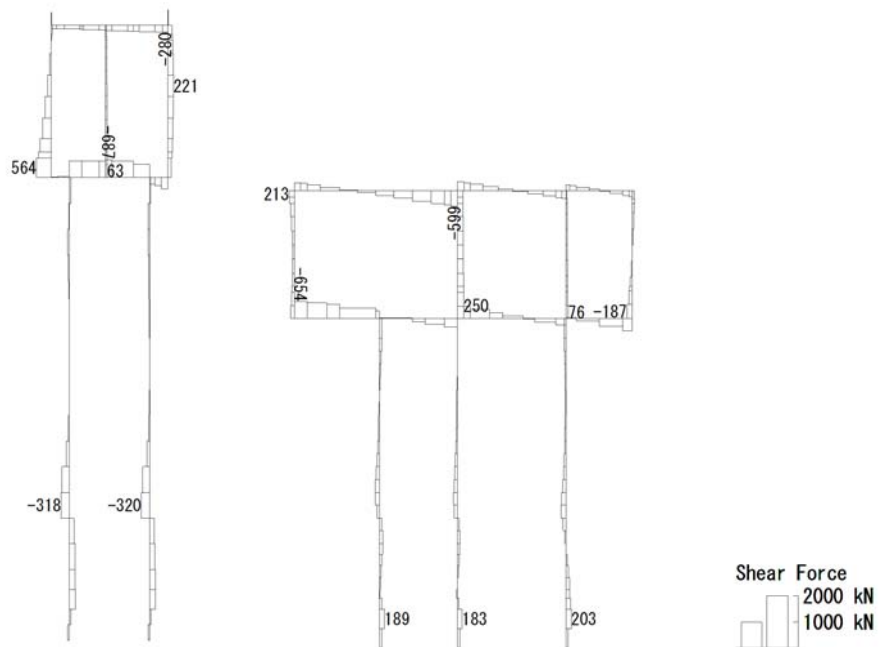
To2\_CV-NS\_OG-L\_MnsShousaSect\_Ss-D1-+. 36  
 Time: t=53.91sec



(+ : 圧縮, - : 引張)

軸力 (kN)

To2\_CV-NS\_0G-L\_MnsShousaSect\_Ss-D1→. 36  
Time: t=53.91sec

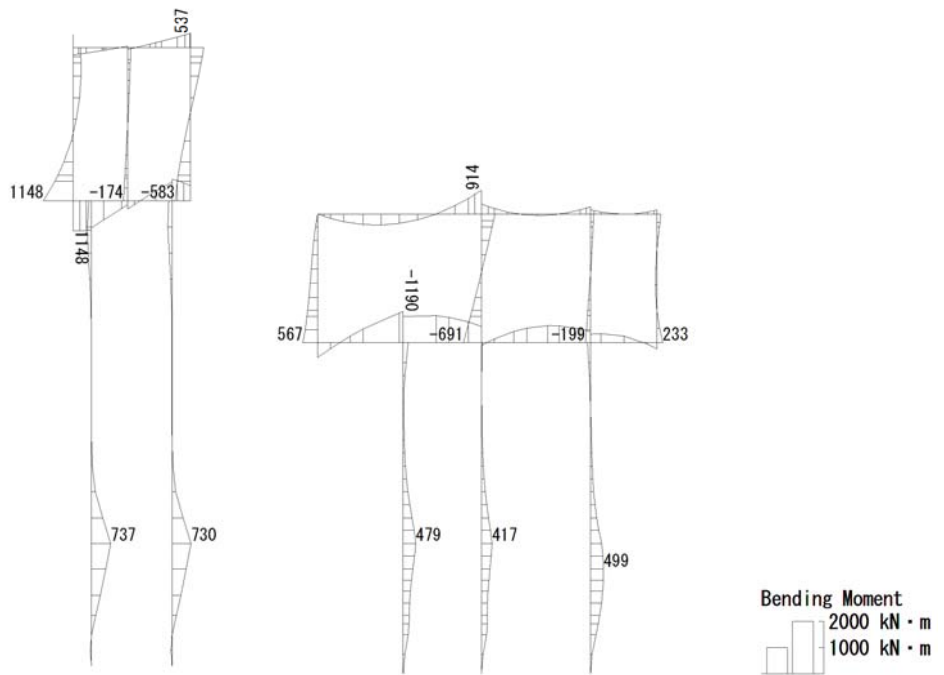


せん断力 (kN)

図 7.4-8 (3) Ss-D 1 (H-, V+) において最も厳しい照査値となる時刻の断面力 (t = 53.91s)

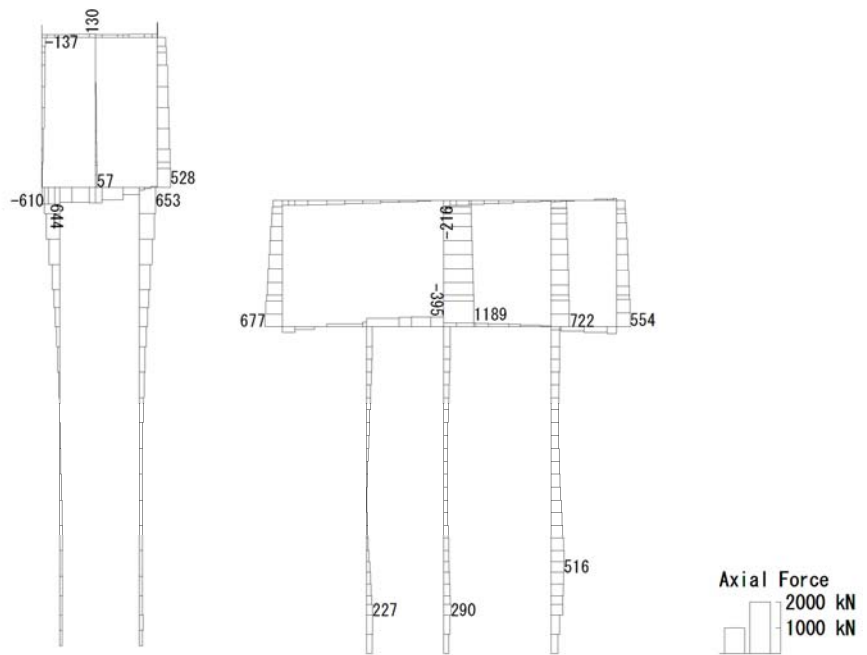


To2\_CV-NS\_OG-L\_MnsShousaSect\_Ss-D1--.36  
 Time: t=53.92sec



曲げモーメント (kN・m)

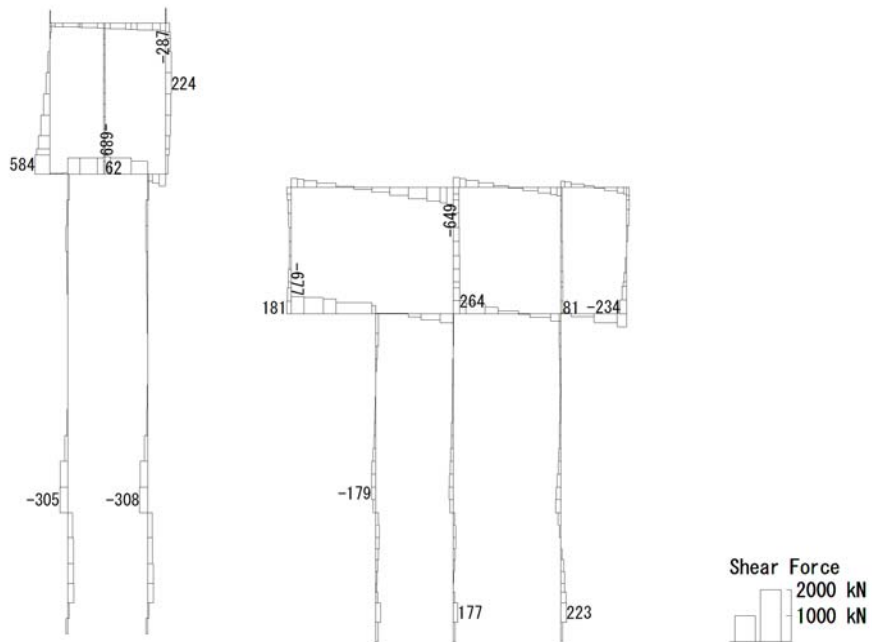
To2\_CV-NS\_OG-L\_MnsShousaSect\_Ss-D1--.36  
 Time: t=53.92sec



(+ : 圧縮, - : 引張)

軸力 (kN)

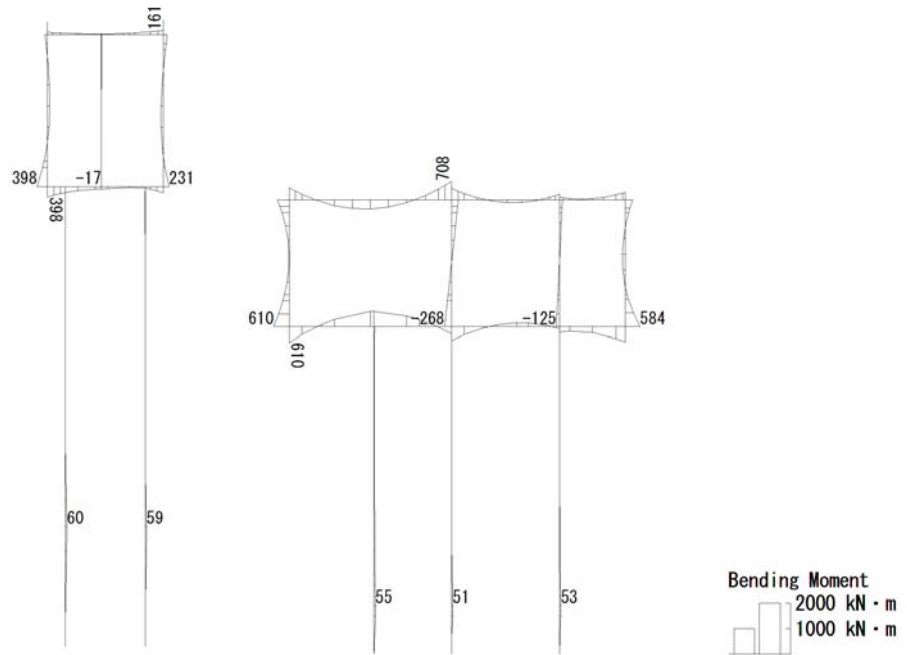
To2\_CV-NS\_0G-L\_MnsShousaSect\_Ss-D1--.36  
Time: t=53.92sec



せん断力 (kN)

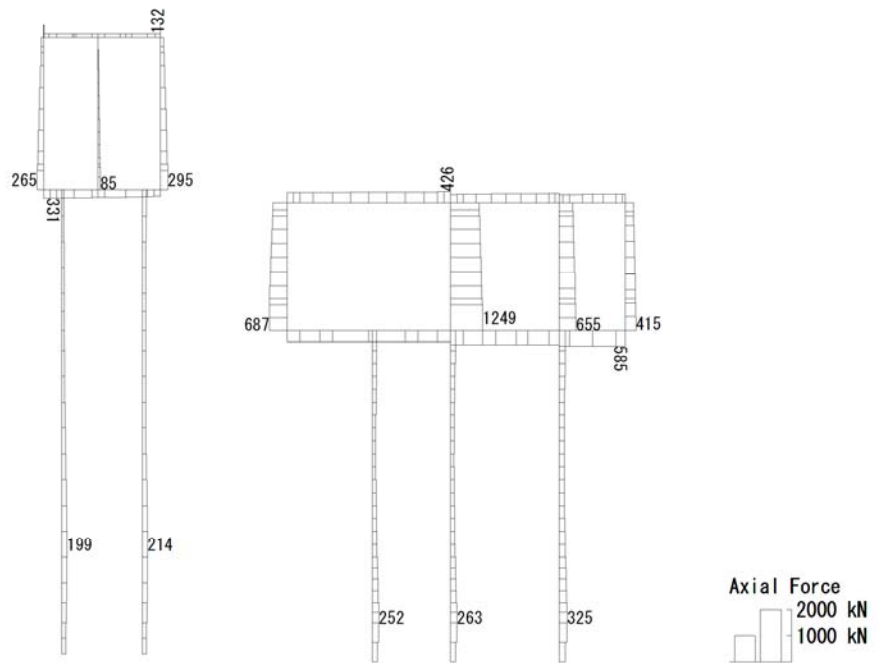
図 7.4-8 (4) Ss-D 1 (H-, V-) において最も厳しい照査値となる時刻の断面力 (t = 53.92s)

To2\_CV-NS\_OG-L\_MnsShousaSect\_Ss-11\_NS++. 36  
 Time: t=24.67sec



曲げモーメント (kN・m)

To2\_CV-NS\_OG-L\_MnsShousaSect\_Ss-11\_NS++. 36  
 Time: t=24.67sec



(+ : 圧縮, - : 引張)

軸力 (kN)

To2\_CV-NS\_OG-L\_MnsShousaSect\_Ss-11\_NS++.36  
Time: t=24.67sec

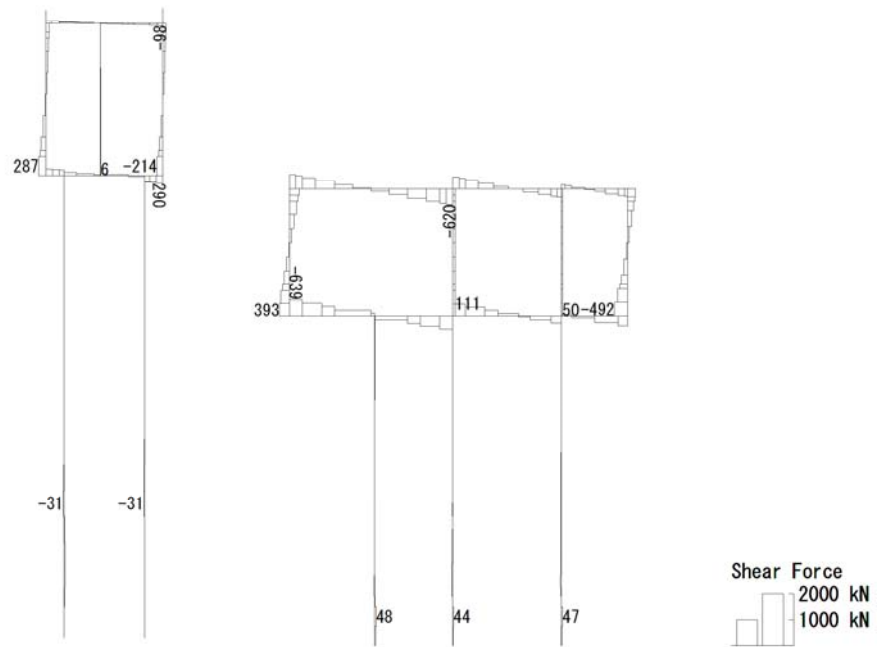
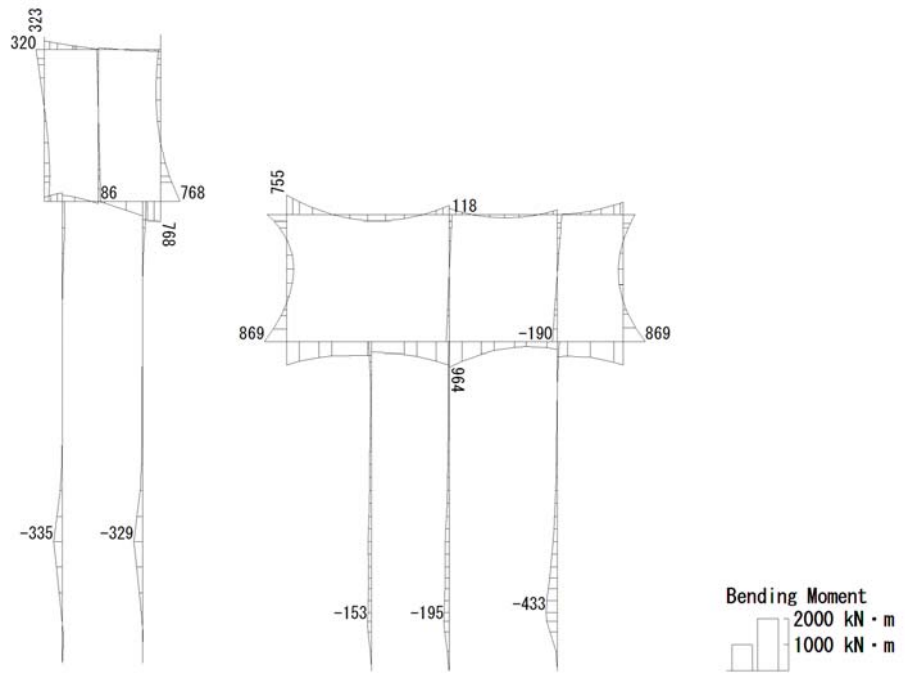


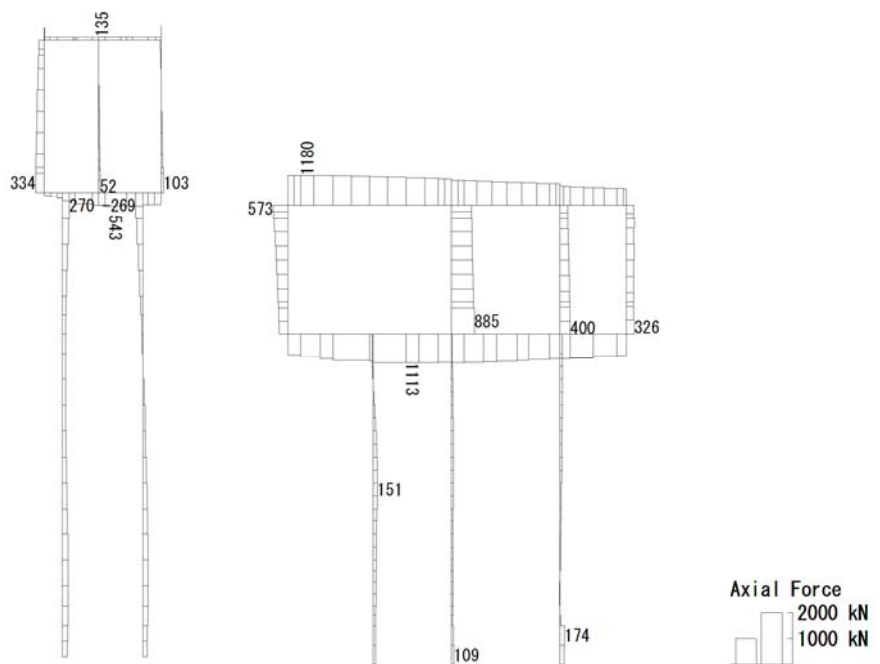
図 7.4-8 (5) Ss-1 1 において最も厳しい照査値となる時刻の断面力  
( t = 24.67s )

To2\_CV-NS\_OG-L\_MnsShousaSect\_Ss-12\_NS++. 36  
 Time: t=31.71sec



曲げモーメント (kN・m)

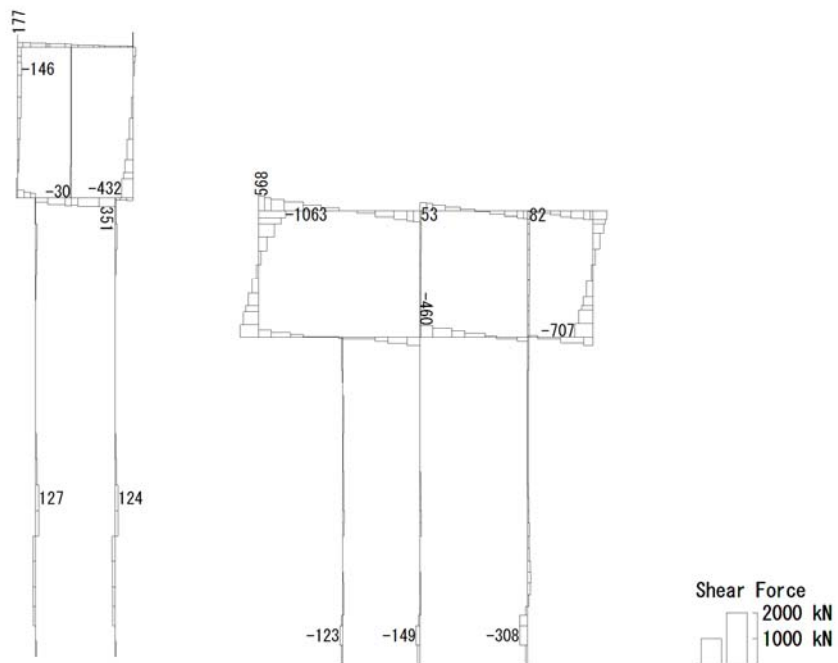
To2\_CV-NS\_OG-L\_MnsShousaSect\_Ss-12\_NS++. 36  
 Time: t=31.71sec



(+ : 圧縮, - : 引張)

軸力 (kN)

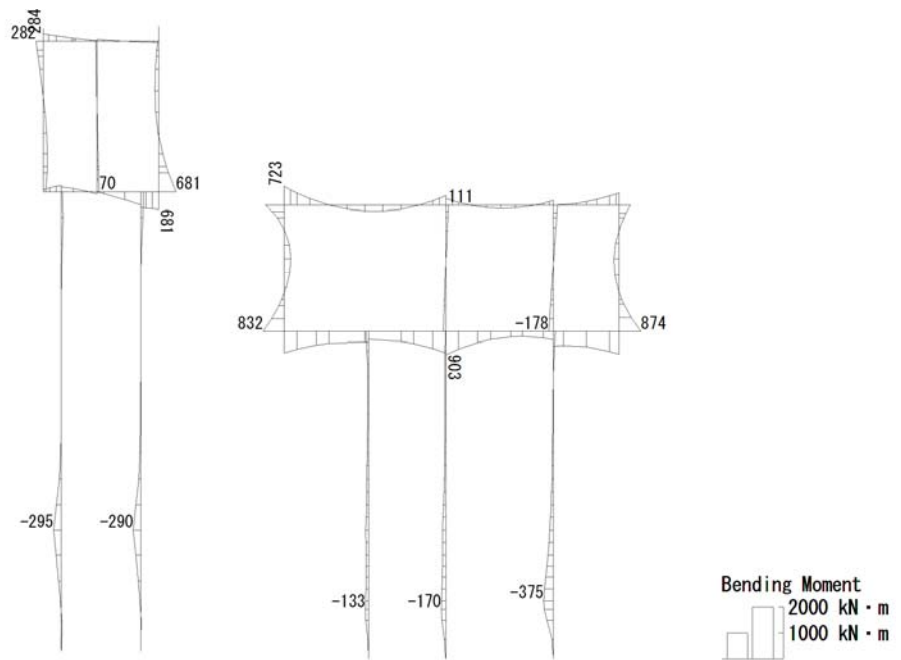
To2\_CV-NS\_OG-L\_MnsShousaSect\_Ss-12\_NS++. 36  
Time: t=31.71sec



せん断力 (kN)

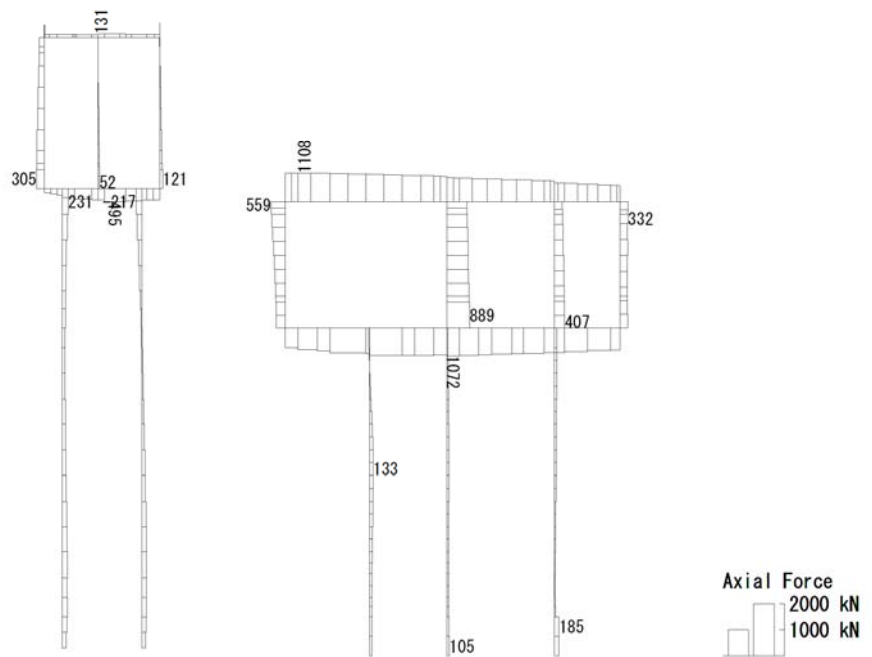
図 7.4-8 (6) Ss-12 において最も厳しい照査値となる時刻の断面力  
( t = 31.71s )

To2\_CV-NS\_OG-L\_MnsShousaSect\_Ss-13\_NS++. 36  
 Time: t=28.93sec



曲げモーメント (kN・m)

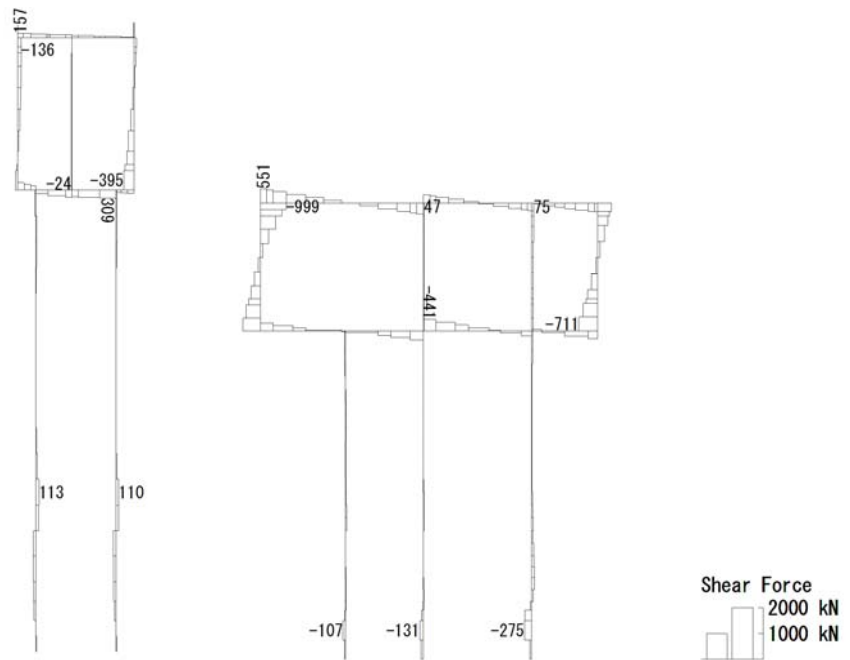
To2\_CV-NS\_OG-L\_MnsShousaSect\_Ss-13\_NS++. 36  
 Time: t=28.93sec



(+ : 圧縮, - : 引張)

軸力 (kN)

To2\_CV-NS\_OG-L\_MnsShousaSect\_Ss-13\_NS++. 36  
 Time: t=28.93sec

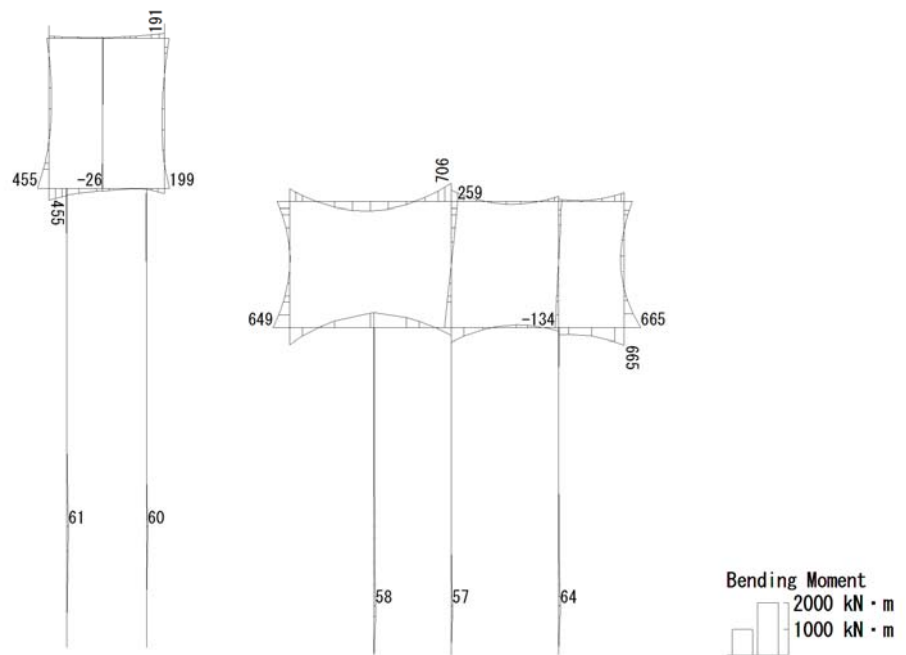


せん断力 (kN)

図 7.4-8 (7) Ss-13 において最も厳しい照査値となる時刻の断面力  
 ( t = 28.93s )

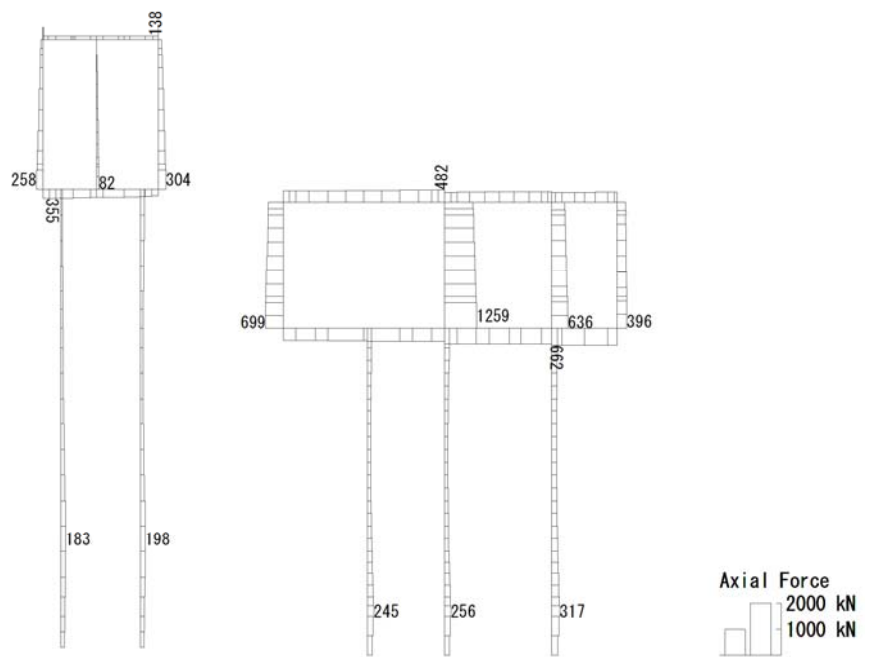


To2\_CV-NS\_OG-L\_MnsShousaSect\_Ss-14\_NS++. 36  
 Time: t=29.78sec



曲げモーメント (kN・m)

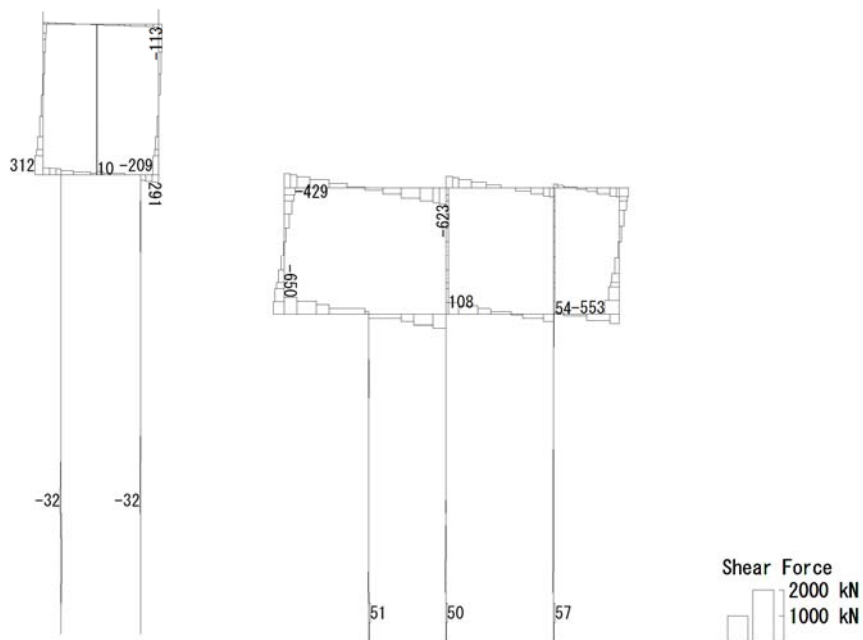
To2\_CV-NS\_OG-L\_MnsShousaSect\_Ss-14\_NS++. 36  
 Time: t=29.78sec



(+ : 圧縮, - : 引張)

軸力 (kN)

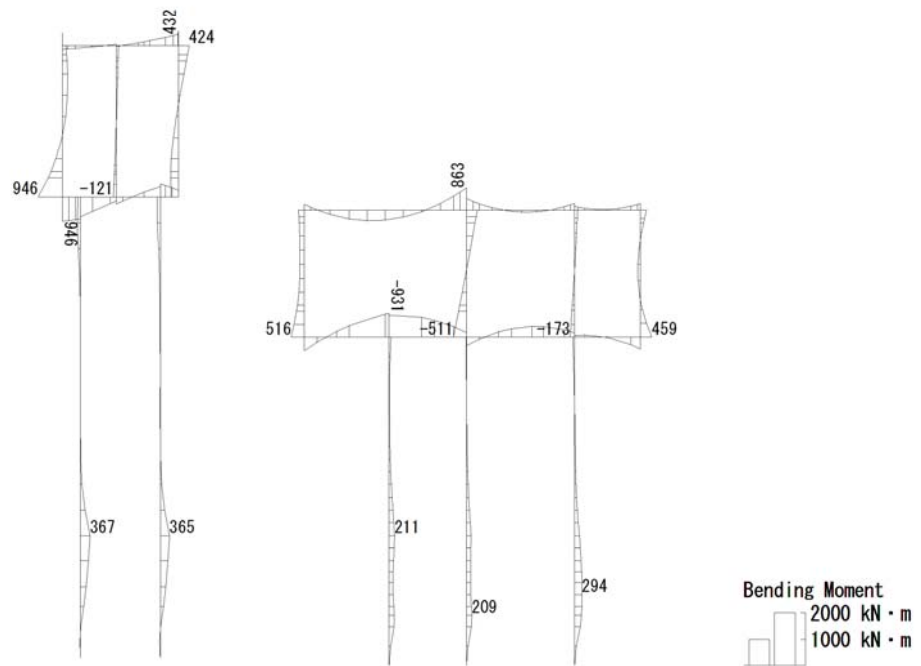
To2\_CV-NS\_0G-L\_MnsShousaSect\_Ss-14\_NS++. 36  
Time: t=29.78sec



せん断力 (kN)

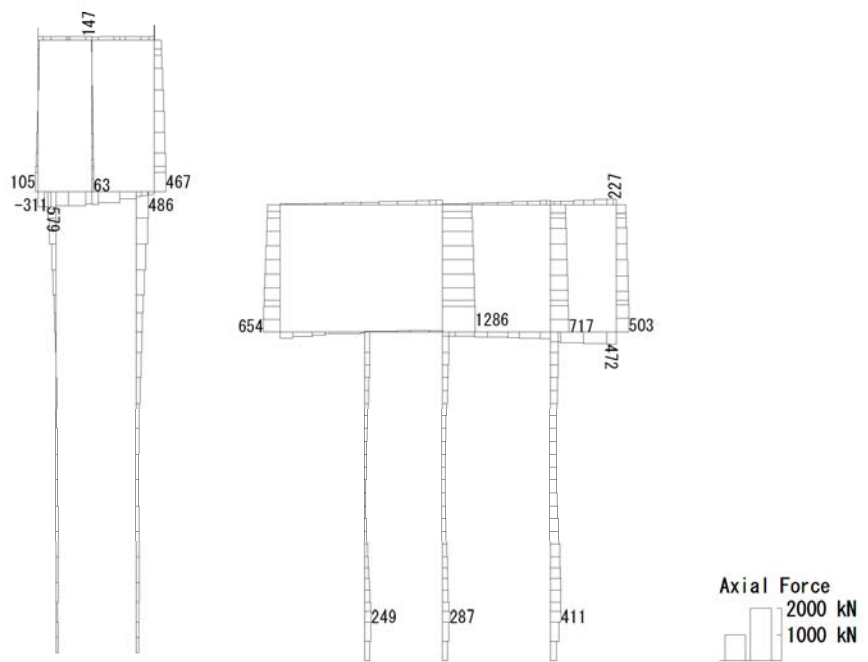
図 7.4-8 (8) Ss-14 において最も厳しい照査値となる時刻の断面力  
( t = 29.78s )

To2\_CV-NS\_OG-L\_MnsShousaSect\_Ss-21\_NS++. 36  
 Time: t=66.29sec



曲げモーメント (kN・m)

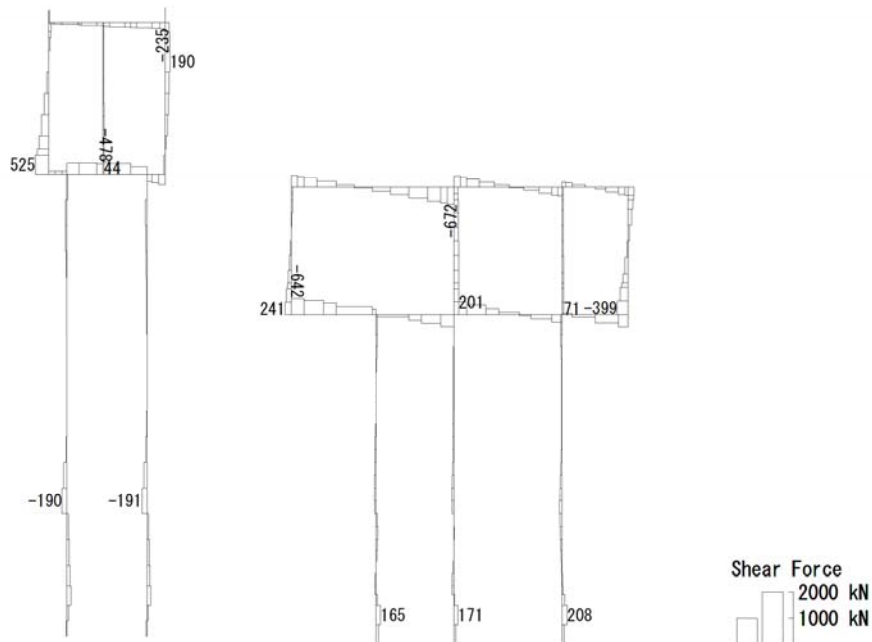
To2\_CV-NS\_OG-L\_MnsShousaSect\_Ss-21\_NS++. 36  
 Time: t=66.29sec



(+ : 圧縮, - : 引張)

軸力 (kN)

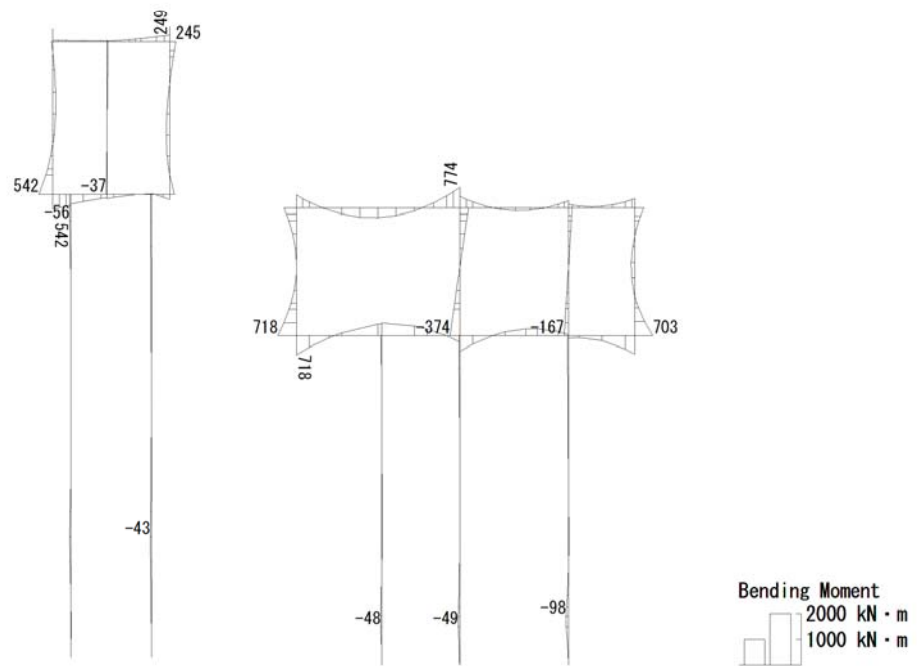
To2\_CV-NS\_0G-L\_MnsShousaSect\_Ss-21\_NS++.36  
Time: t=66.29sec



せん断力 (kN)

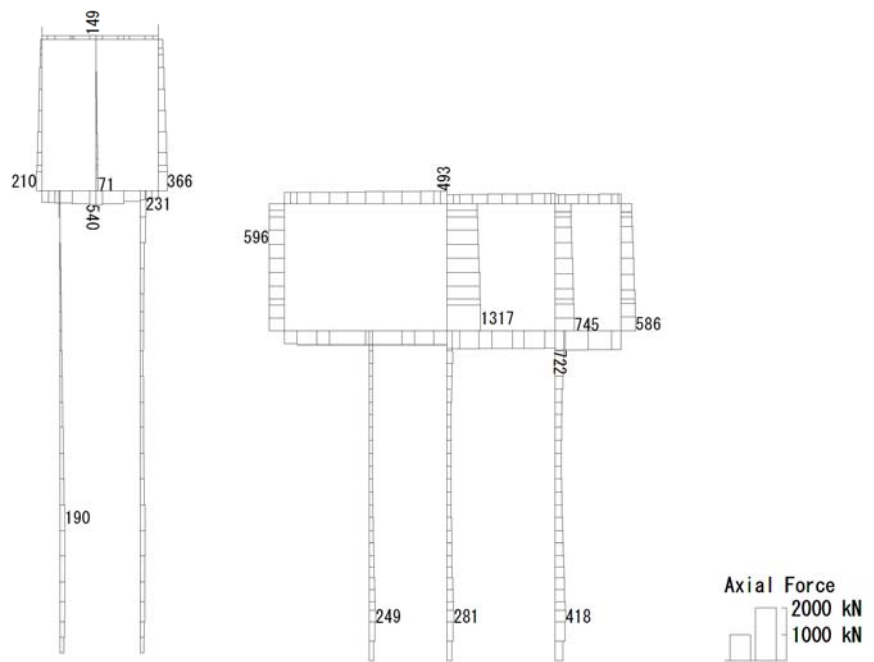
図 7.4-8 (9) Ss-2 1 において最も厳しい照査値となる時刻の断面力  
( t =66.29s)

To2\_CV-NS\_OG-L\_MnsShousaSect\_Ss-22\_NS++. 36  
 Time: t=74.08sec



曲げモーメント (kN・m)

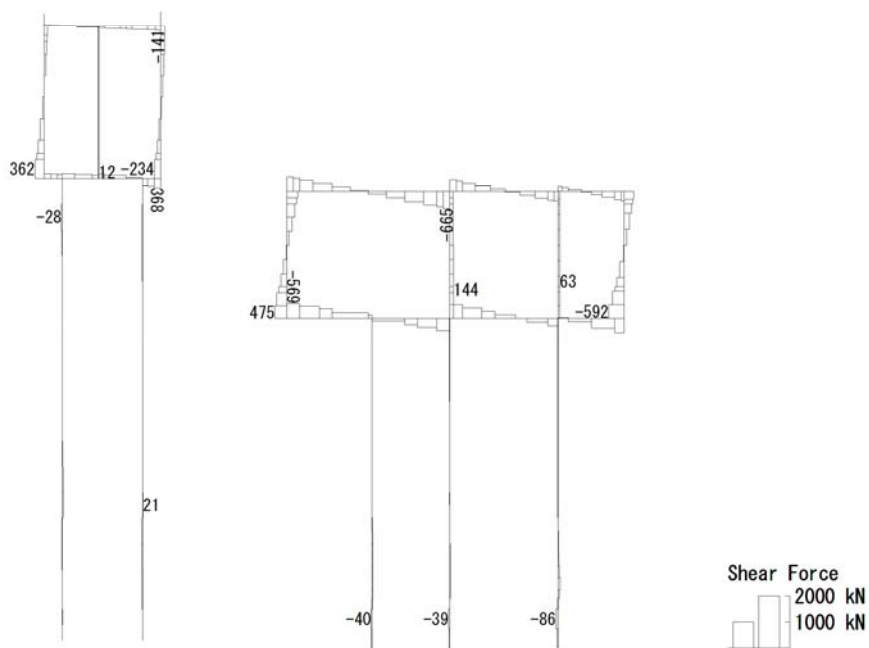
To2\_CV-NS\_OG-L\_MnsShousaSect\_Ss-22\_NS++. 36  
 Time: t=74.08sec



(+ : 圧縮, - : 引張)

軸力 (kN)

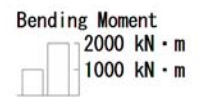
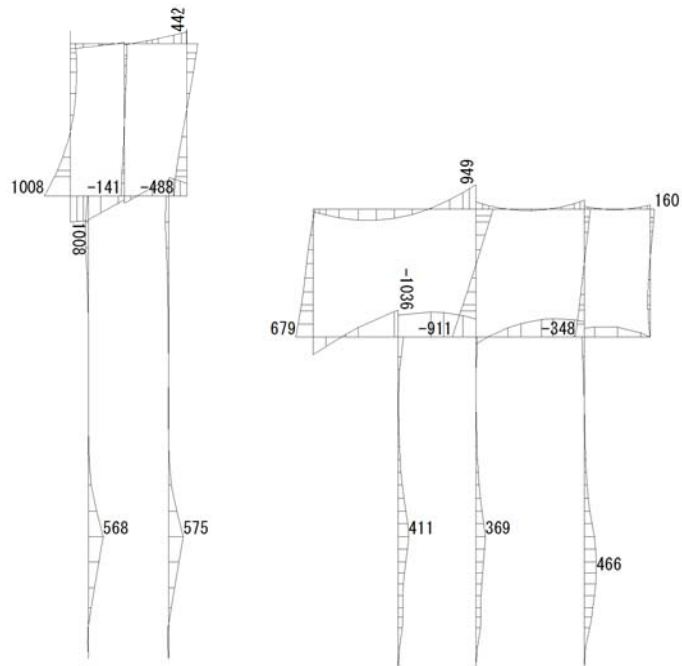
To2\_CV-NS\_OG-L\_MnsShousaSect\_Ss-22\_NS++.36  
Time: t=74.08sec



せん断力 (kN)

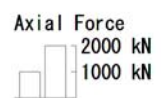
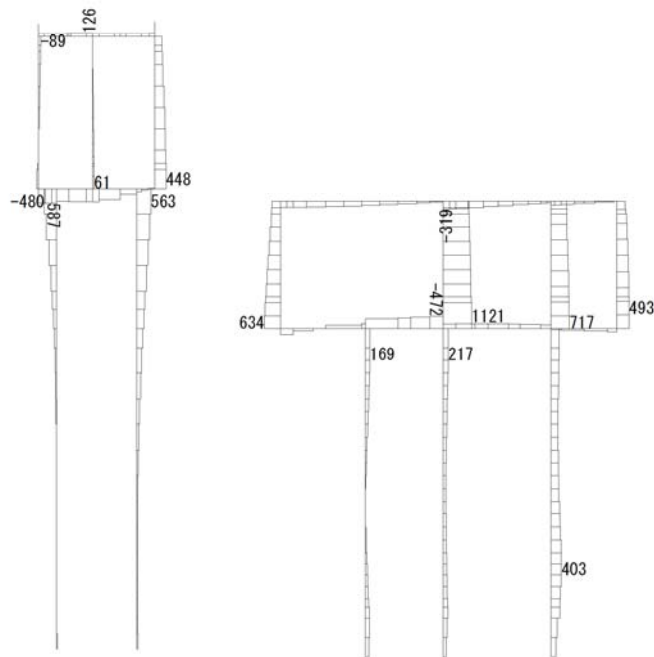
図 7.4-8 (10) Ss-2 2 において最も厳しい照査値となる時刻の断面力  
( t = 74.08s )

To2\_CV-NS\_OG-L\_MnsShousaSect\_Ss-31++. 36  
 Time: t=8.79sec



曲げモーメント (kN・m)

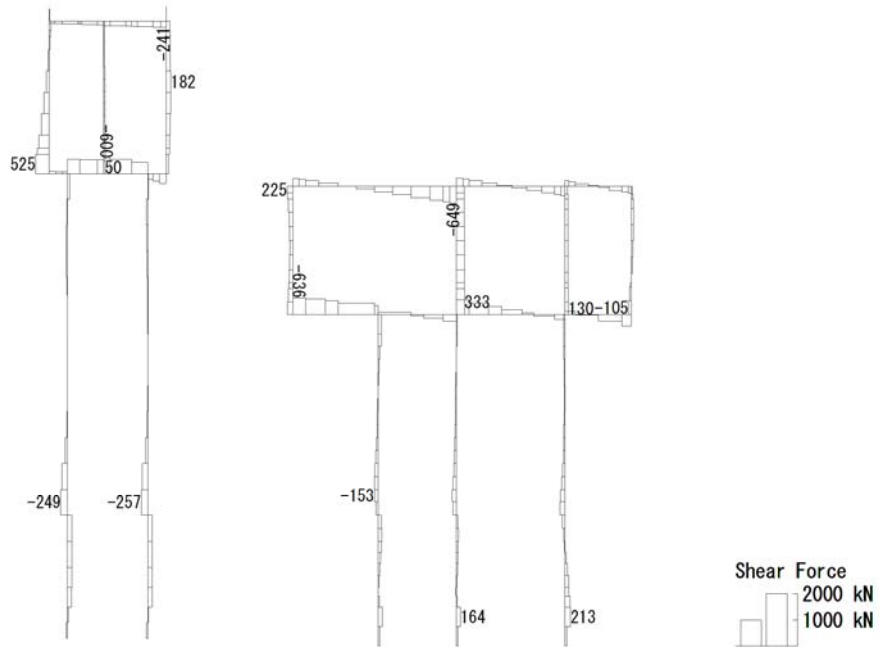
To2\_CV-NS\_OG-L\_MnsShousaSect\_Ss-31++. 36  
 Time: t=8.79sec



(+ : 圧縮, - : 引張)

軸力 (kN)

To2\_CV-NS\_06-L\_MnsShousaSect\_Ss-31++. 36  
Time: t=8.79sec

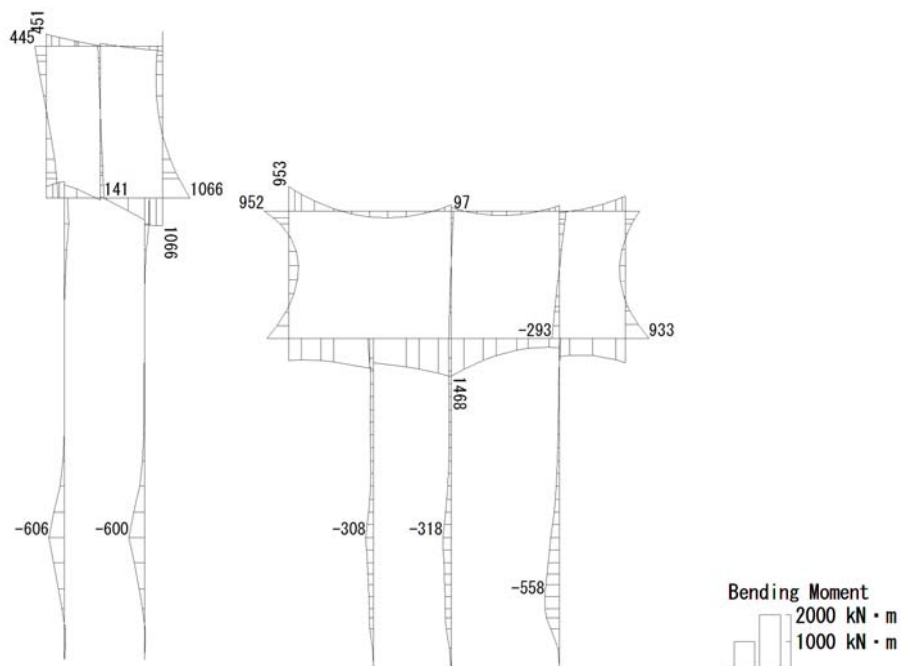


せん断力 (kN)

図 7.4-8 (11) Ss-31 (H+, V+) において最も厳しい照査値となる時刻の断面力  
( t =8.79s)

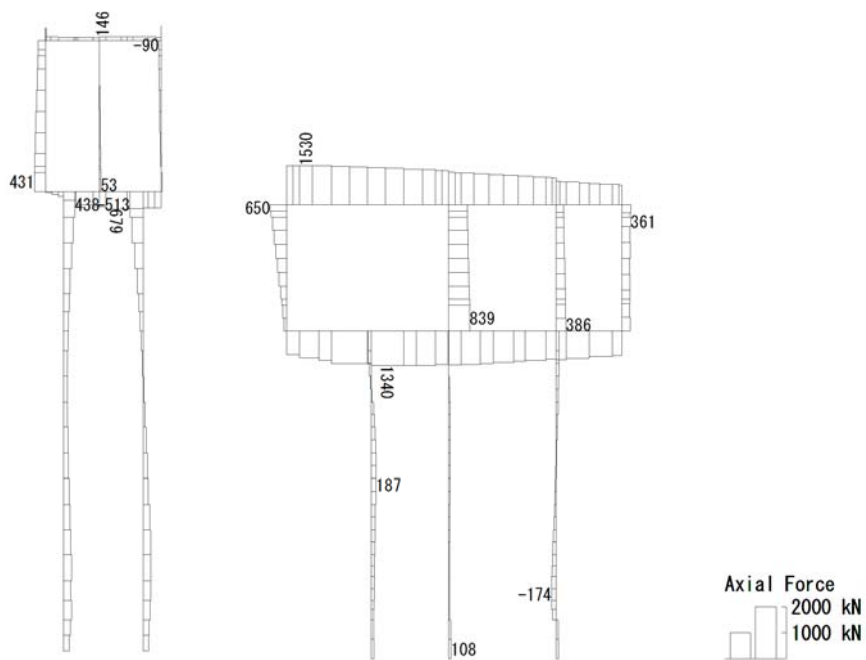


To2\_CV-NS\_OG-L\_MnsShousaSect\_Ss-31→. 36  
 Time: t=8.8sec



曲げモーメント (kN・m)

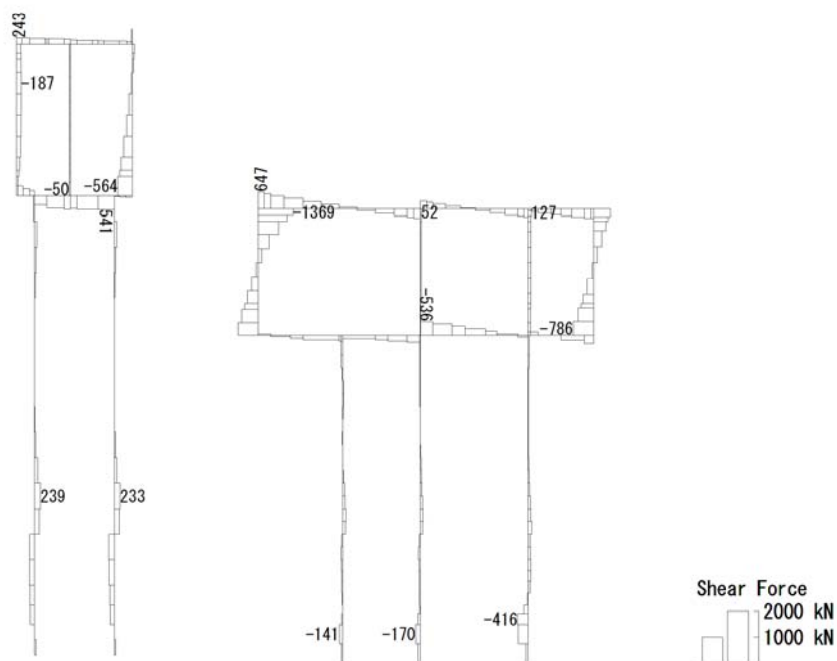
To2\_CV-NS\_OG-L\_MnsShousaSect\_Ss-31→. 36  
 Time: t=8.8sec



(+ : 圧縮, - : 引張)

軸力 (kN)

To2\_CV-NS\_OG-L\_MnsShousaSect\_Ss-31→. 36  
Time: t=8.8sec



せん断力 (kN)

図 7.4-8 (12) Ss-31 (H-, V+) において最も厳しい照査値となる時刻の断面力  
( t =8.80s)

(4) 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。

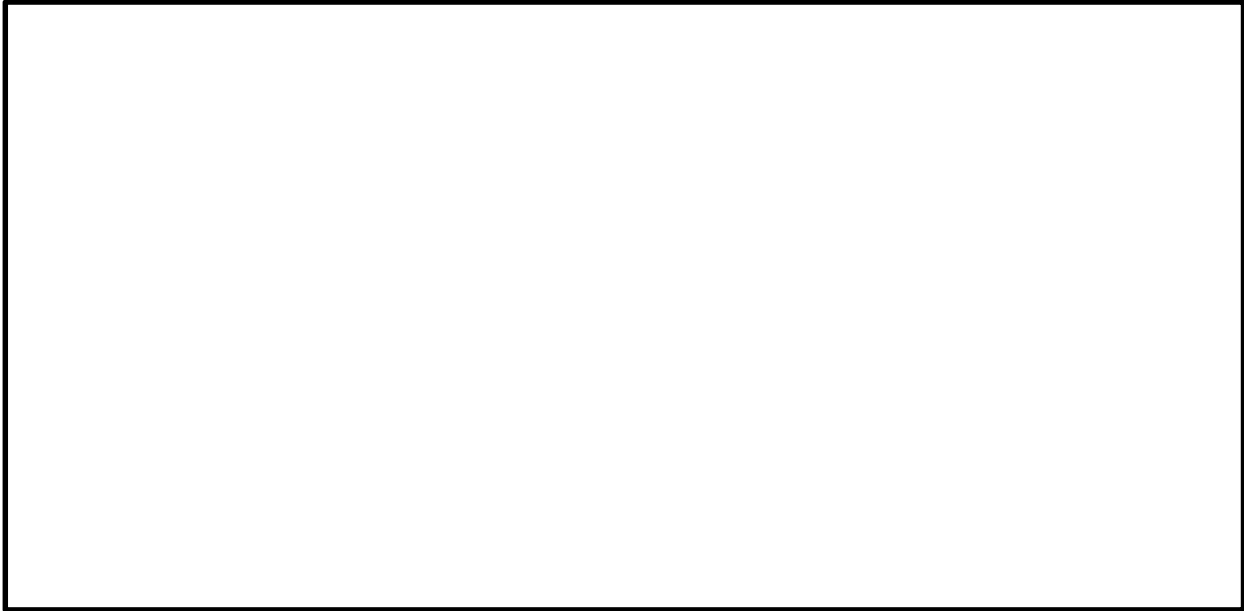


図 7.4-9 (1) 南北方向①-①断面の最大せん断ひずみ分布 ( $S_s-D1 (H+, V+)$ )  
(検討ケース①: 原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)



図 7.4-9 (2) 南北方向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)

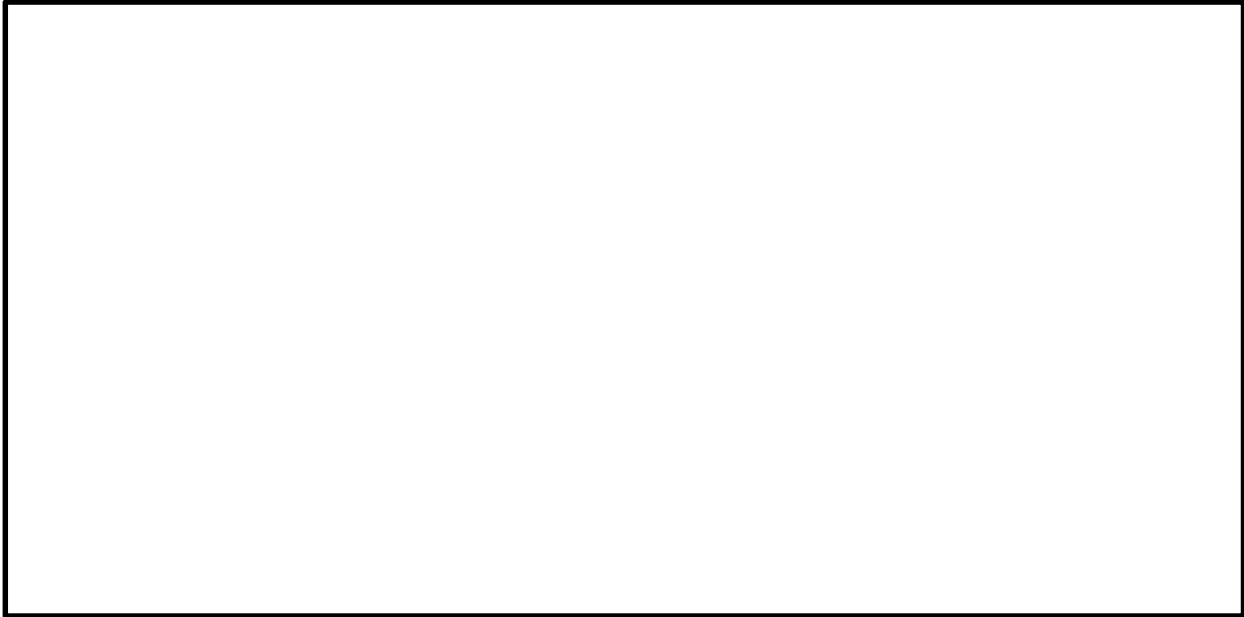


図 7.4-9 (3) 南北方向①-①断面の最大せん断ひずみ分布 ( $S_s-D1 (H-, V+)$ )  
(検討ケース①: 原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)

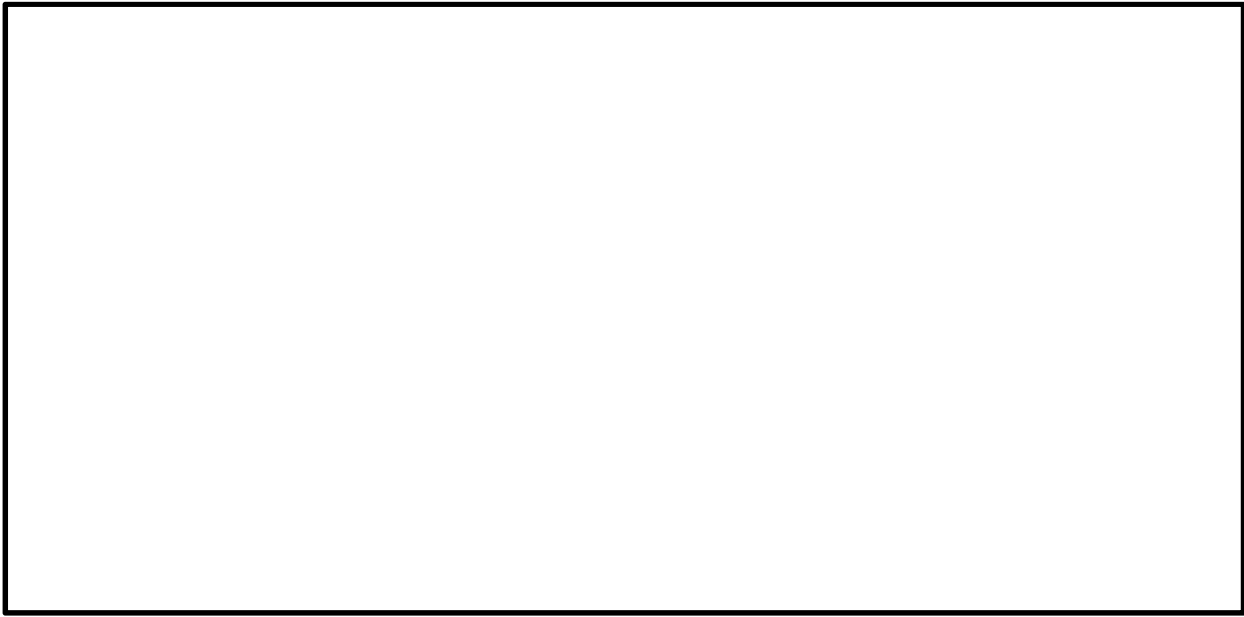


図 7.4-9 (4) 南北方向①-①断面の最大せん断ひずみ分布 ( $S_s-D1 (H-, V-)$ )  
(検討ケース①: 原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)

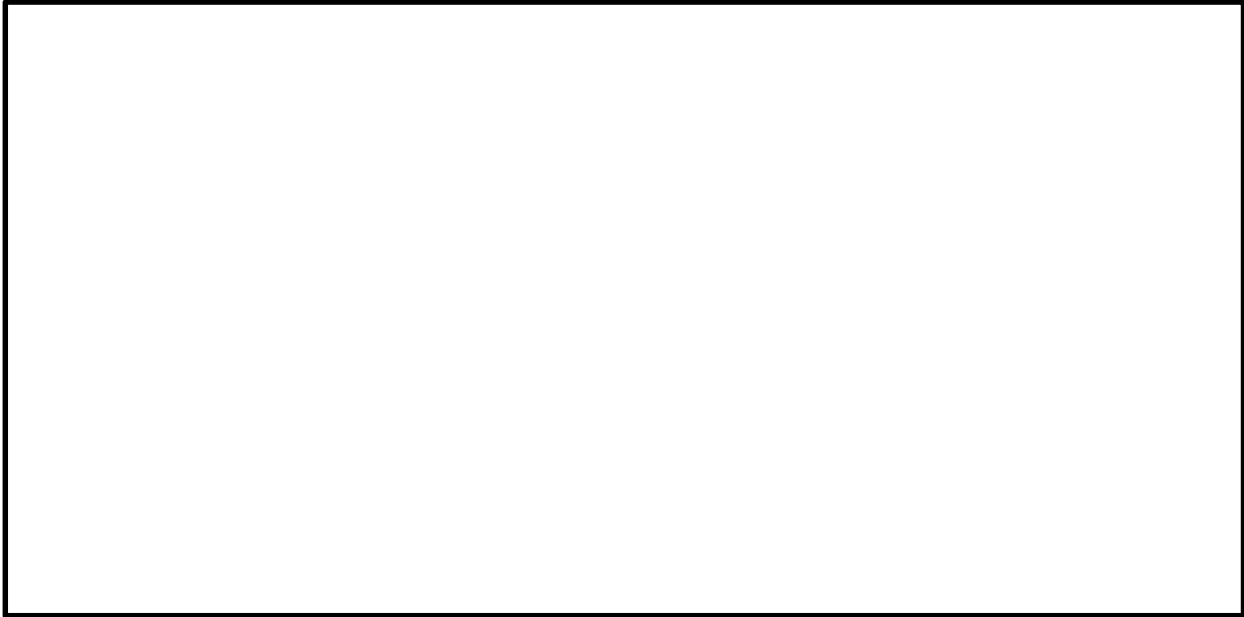


図 7.4-9 (5) 南北方向①-①断面の最大せん断ひずみ分布 ( $S_s-11$ )  
(検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)

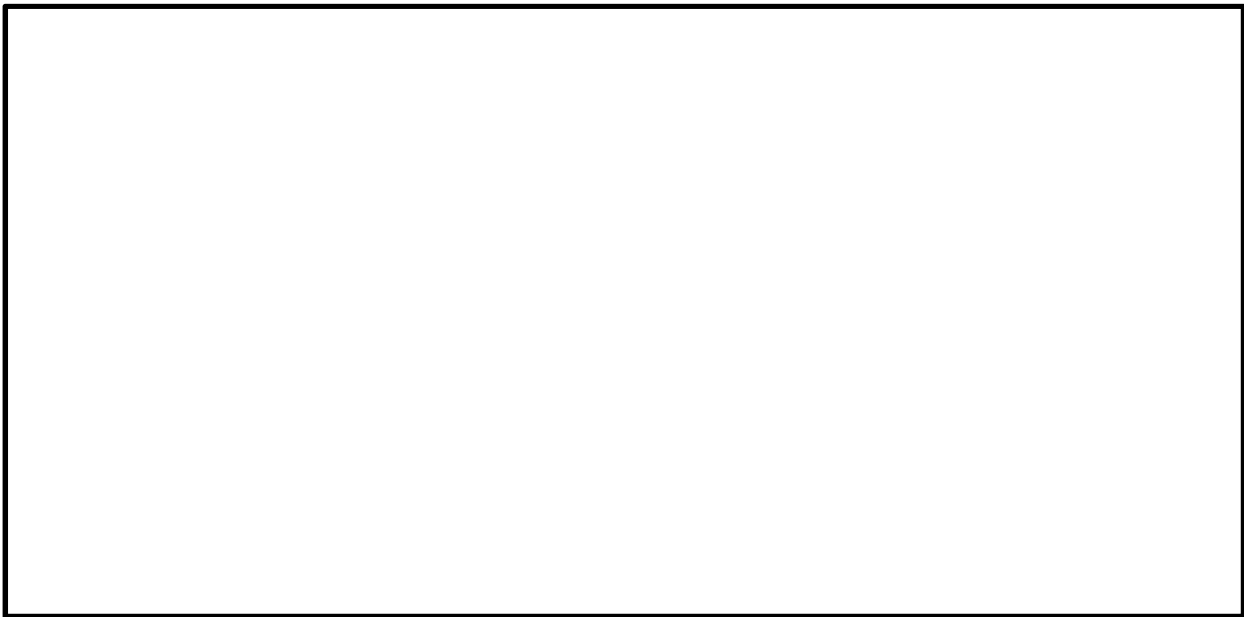


図 7.4-9 (6) 南北方向①-①断面の最大せん断ひずみ分布 ( $S_s-12$ )  
(検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)



図 7.4-9 (7) 南北方向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)

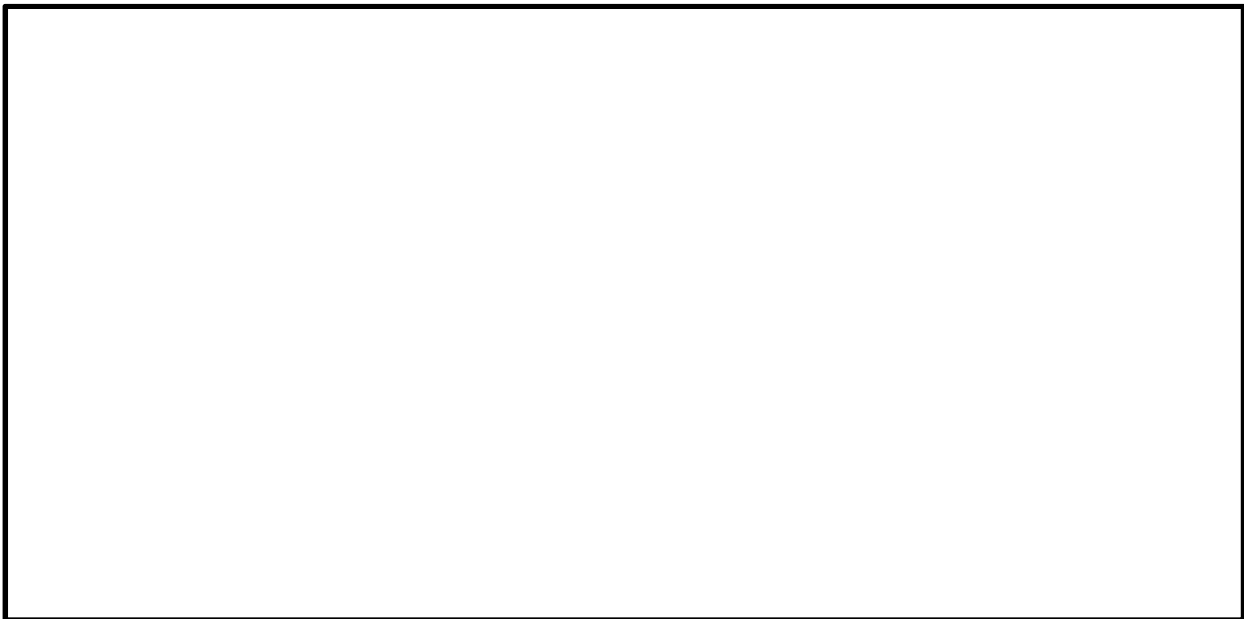


図 7.4-9 (8) 南北方向①-①断面の最大せん断ひずみ分布 ( $S_s-14$ )  
(検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)

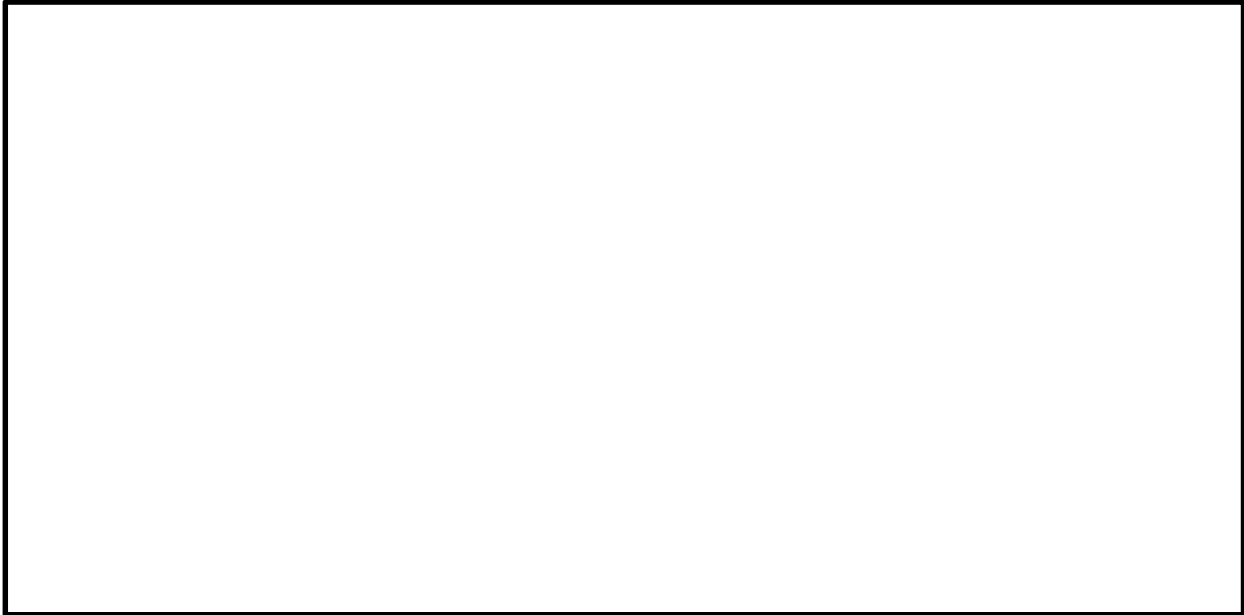


図 7.4-9 (9) 南北方向①-①断面の最大せん断ひずみ分布 ( $S_s-21$ )  
(検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)

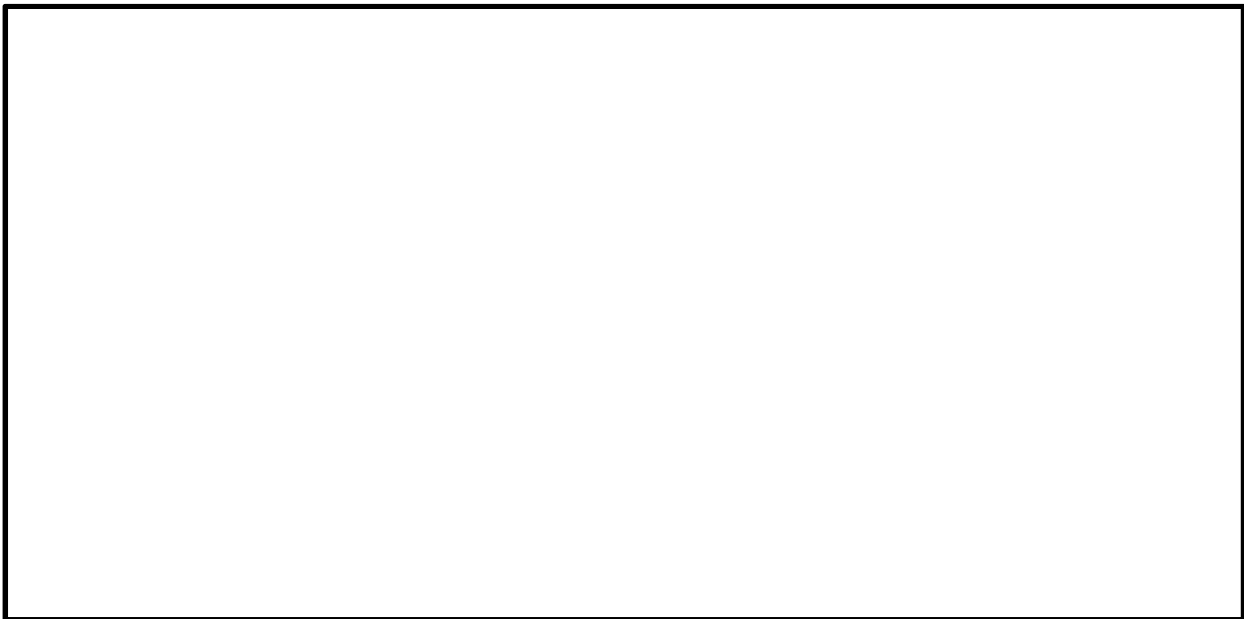


図 7.4-9 (10) 南北方向①-①断面の最大せん断ひずみ分布 ( $S_s-22$ )  
(検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)

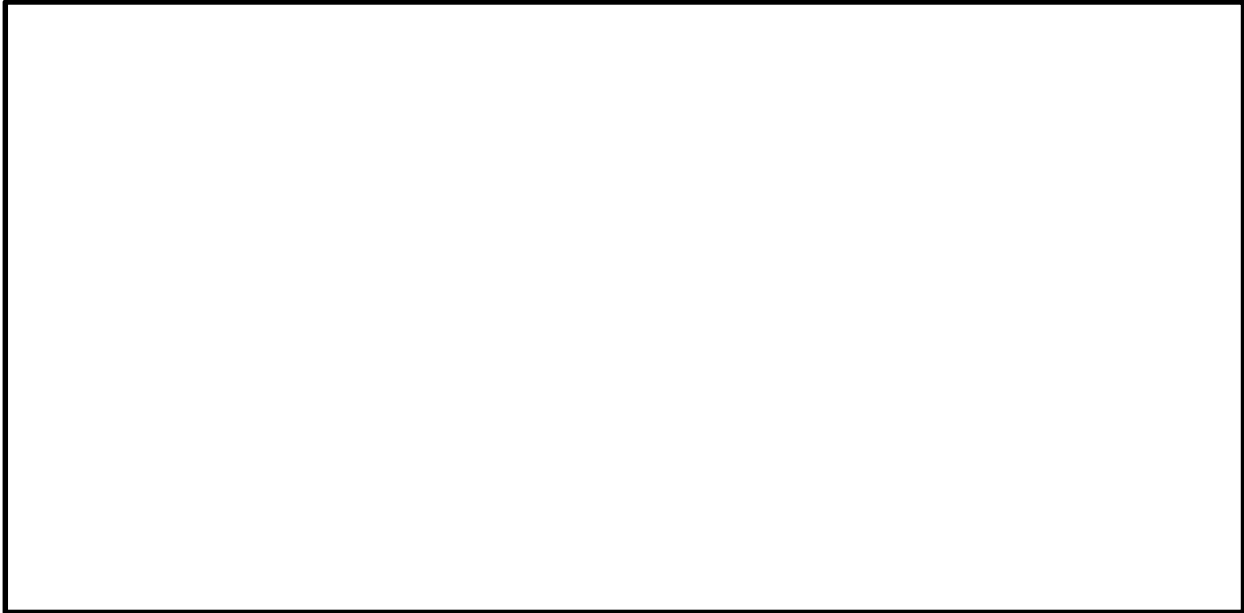


図 7.4-9 (11) 南北方向①-①断面の最大せん断ひずみ分布 ( $S_s - 3.1$  (H+, V+))  
(検討ケース①: 原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)



図 7.4-9 (12) 南北方向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)



(5) 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。

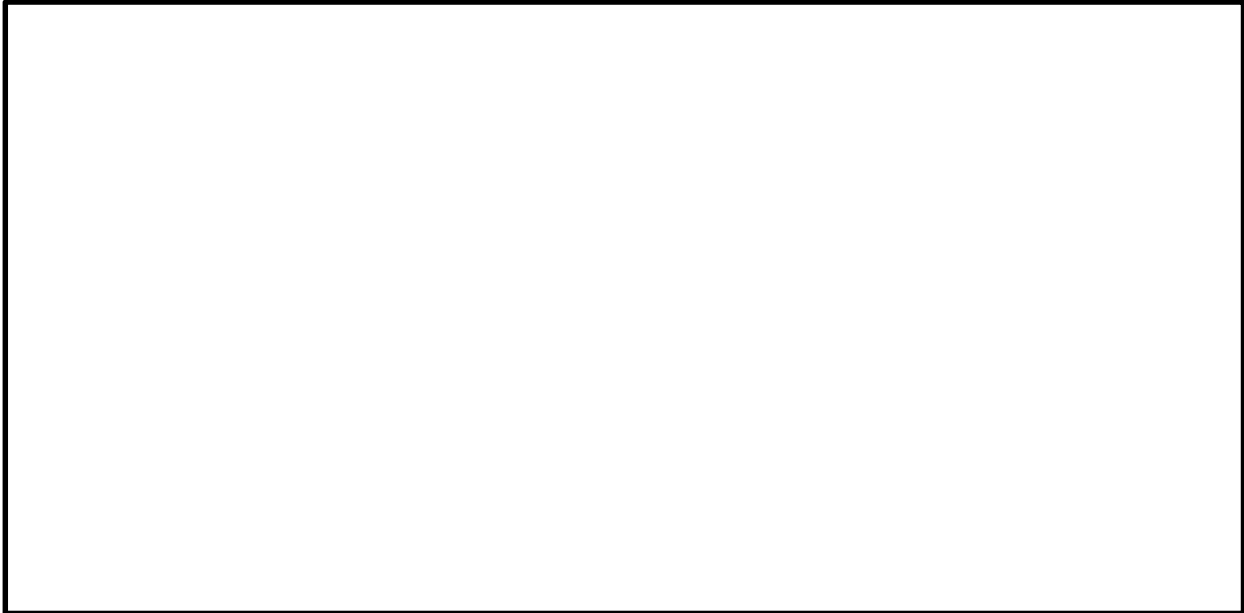


図 7.4-10 (1) 南北方向①-①断面の過剰間隙水圧比分布 ( $S_s-D1 (H+, V+)$ )  
(検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)



図 7.4-10 (2) 南北方向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)

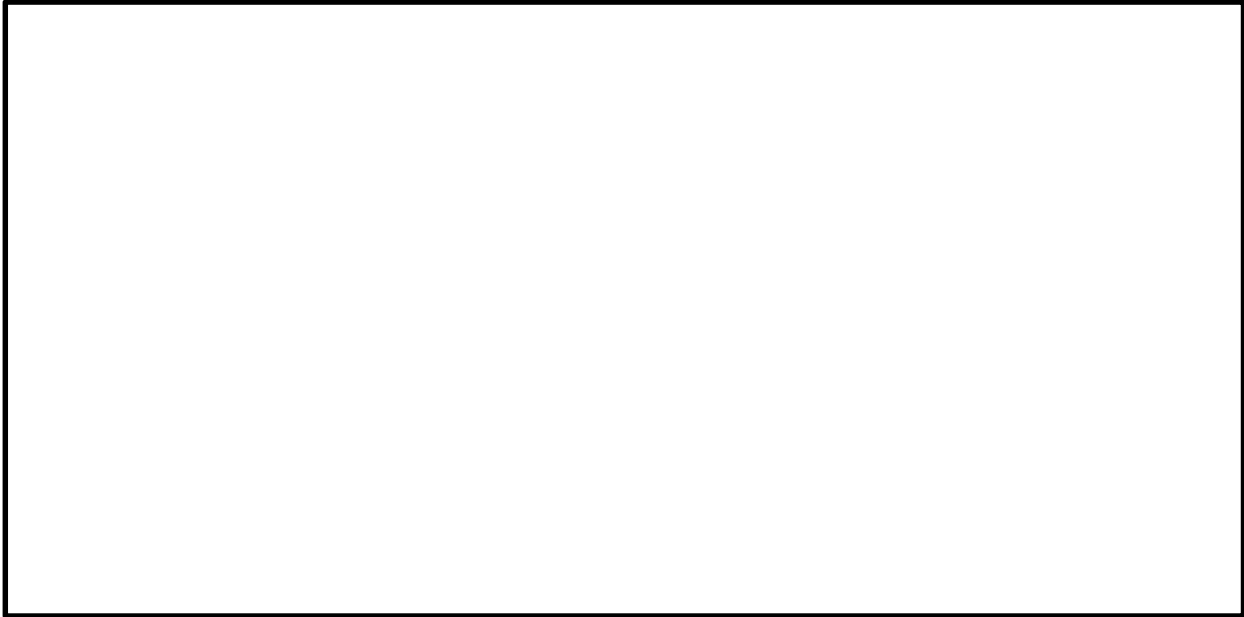


図 7.4-10 (3) 南北方向①-①断面の過剰間隙水圧比分布 ( $S_s-D1 (H-, V+)$ )  
(検討ケース①: 原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)

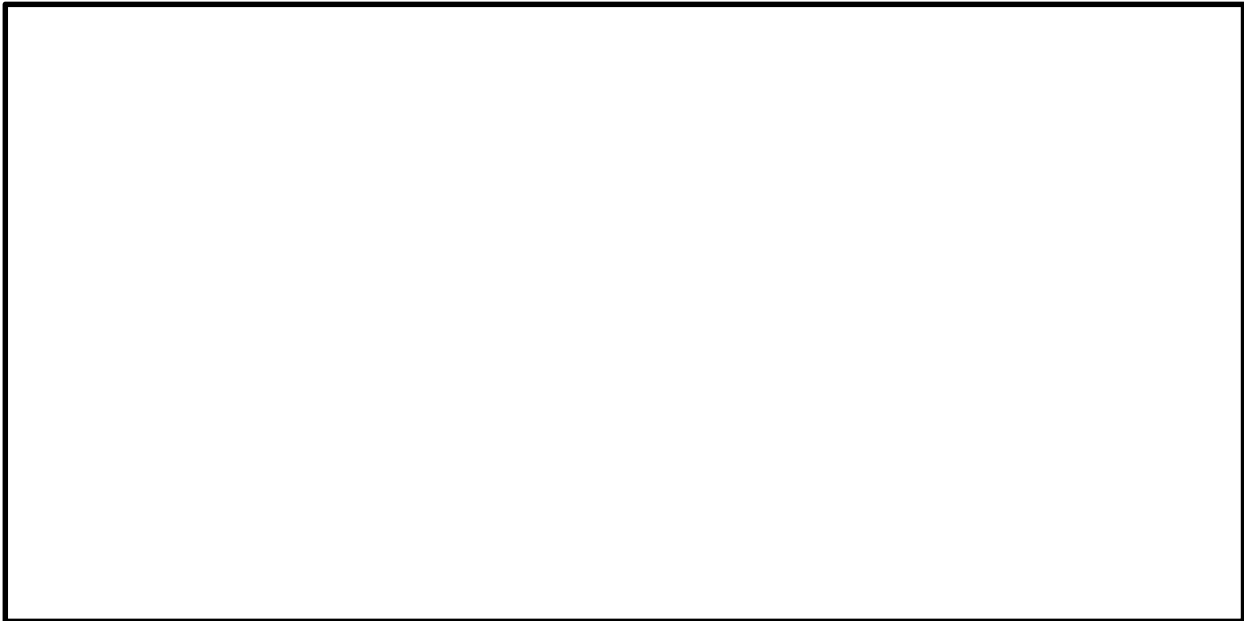


図 7.4-10 (4) 南北方向①-①断面の過剰間隙水圧比分布 ( $S_s-D1 (H-, V-)$ )  
(検討ケース①: 原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)

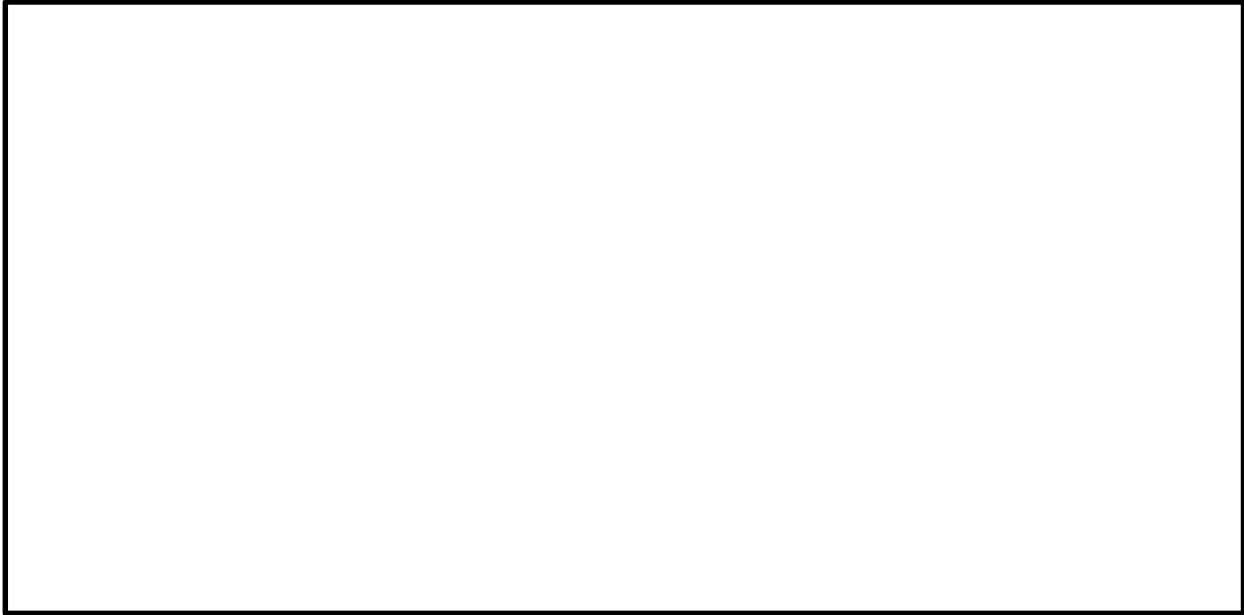


図 7.4-10 (5) 南北方向①-①断面の過剰間隙水圧比分布 ( $S_s - 1 1$ )  
(検討ケース①: 原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)



図 7.4-10 (6) 南北方向①-①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)

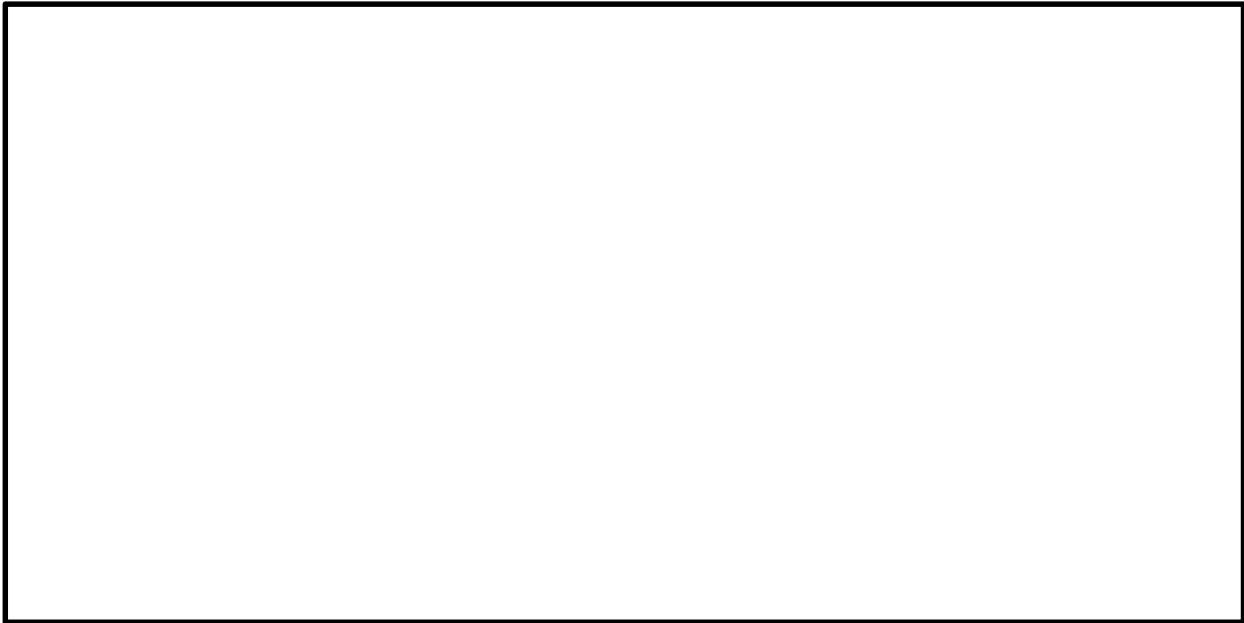


図 7.4-10 (7) 南北方向①-①断面の過剰間隙水圧比分布 ( $S_s - 13$ )  
(検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)



図 7.4-10 (8) 南北方向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)

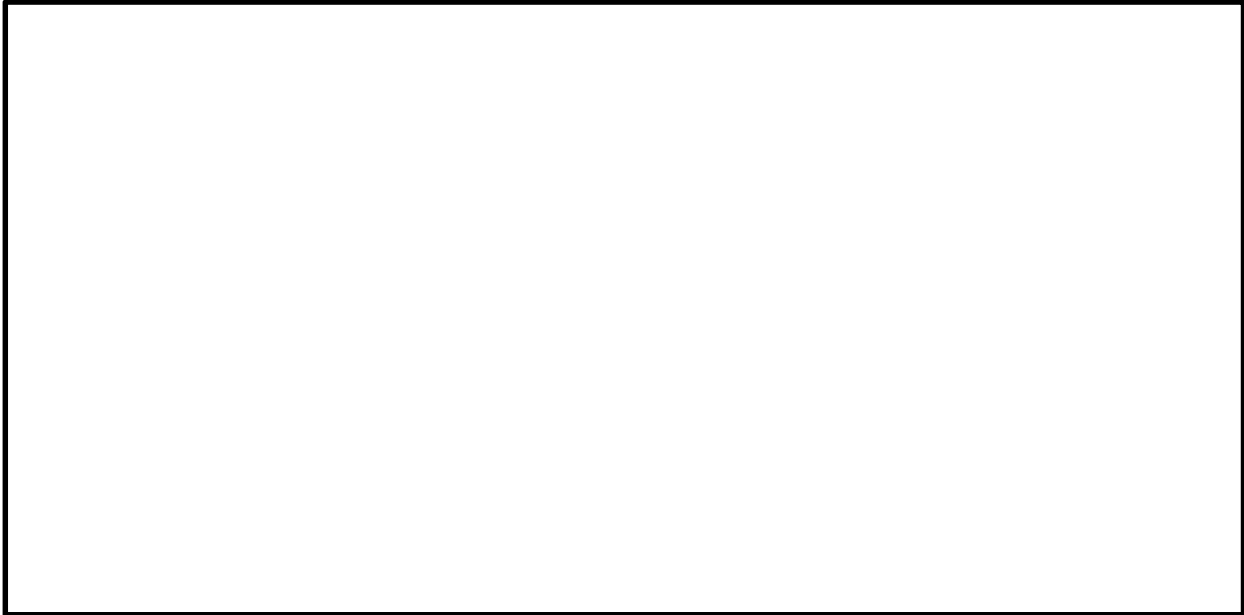


図 7.4-10 (9) 南北方向①-①断面の過剰間隙水圧比分布 ( $S_s-21$ )  
(検討ケース①: 原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)

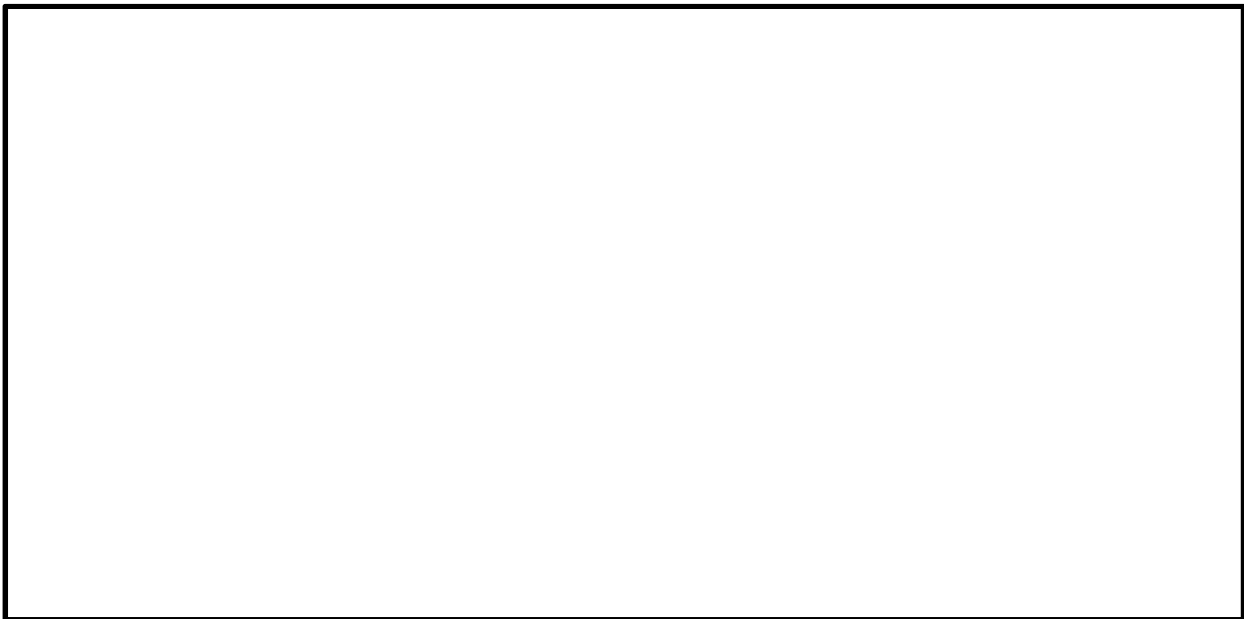


図 7.4-10 (10) 南北方向①-①断面の過剰間隙水圧比分布 ( $S_s-22$ )  
(検討ケース①: 原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)

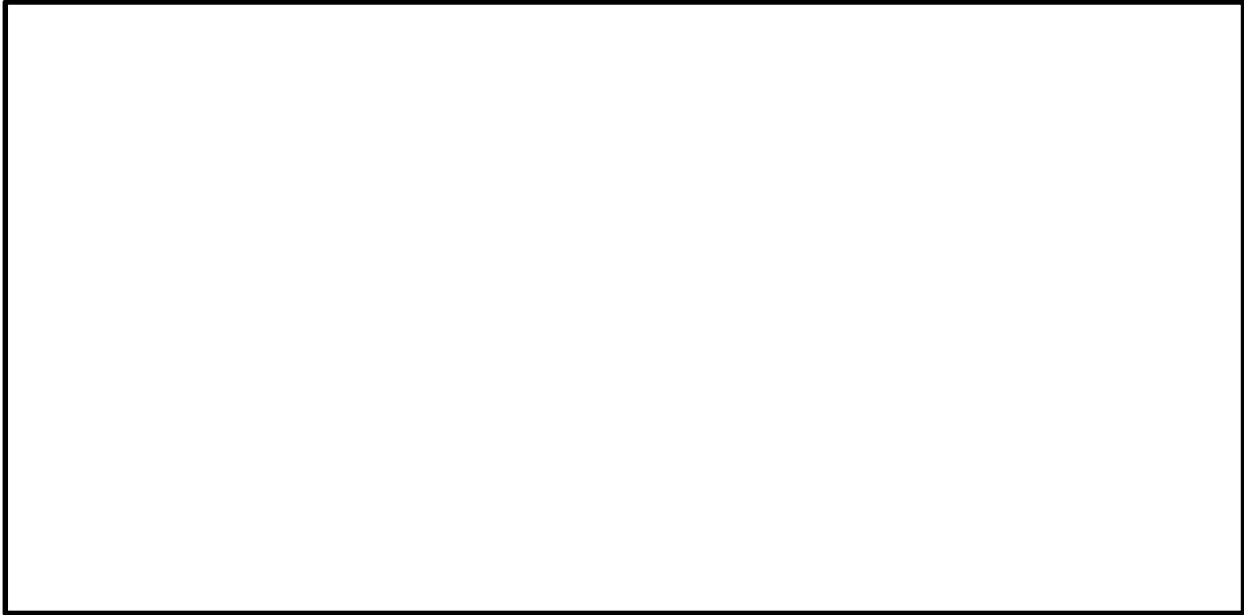


図 7.4-10 (11) 南北方向①-①断面の過剰間隙水圧比分布 ( $S_s - 31$  (H+, V+))  
(検討ケース①: 原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)

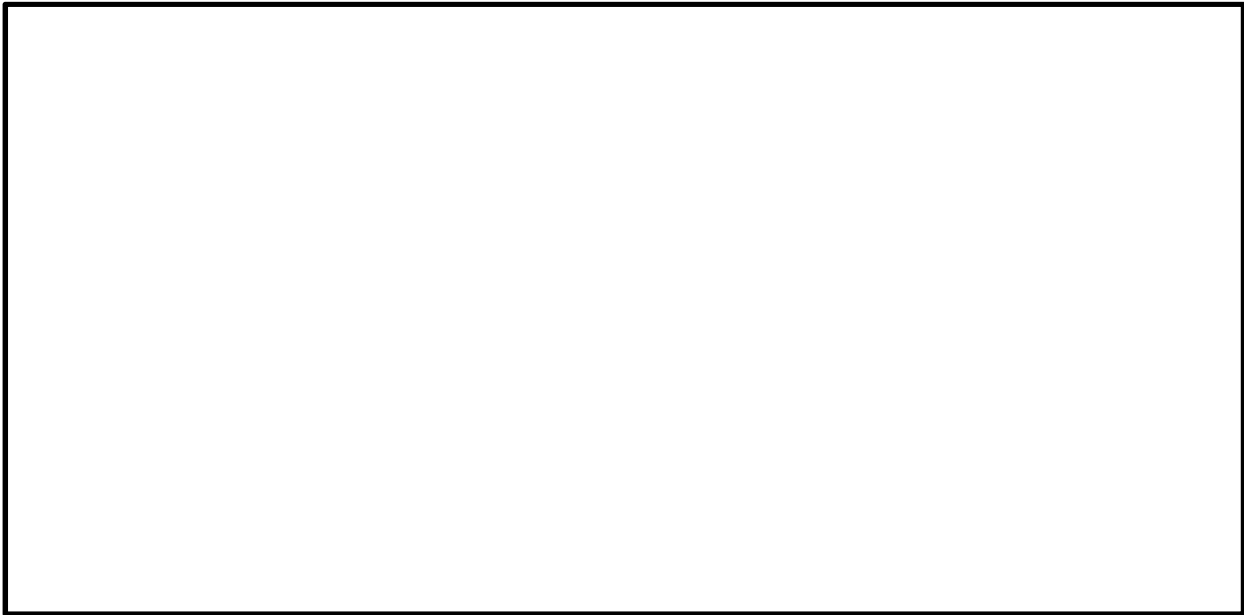


図 7.4-10 (12) 南北方向①-①断面の過剰間隙水圧比分布 ( $S_s - 31$  (H-, V+))  
(検討ケース①: 原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)

## (6) 最大加速度分布図

各要素に発生した水平方向の加速度応答分布を確認するため、各基準地震動における最大加速度分布を示す。

(追而)

図 7.4-11 (1) 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)

(追而)

図 7.4-11 (2) 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)

(追而)

図 7.4-11 (3) 最大加速度分布 ( $S_s - D 1 (H-, V+)$ )

(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)

(追而)

図 7.4-11 (4) 最大加速度分布 ( $S_s - D 1 (H-, V-)$ )

(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)



(追而)

図 7.4-11 (5) 最大加速度分布 ( $S_s - 1.1$ )

(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)

(追而)

図 7.4-11 (6) 最大加速度分布 ( $S_s - 1.2$ )

(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)

(追而)

図 7.4-11 (7) 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)

(追而)

図 7.4-11 (8) 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)

(追而)

図 7.4-11 (9) 最大加速度分布 ( $S_s-2.1$ )

(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)

(追而)

図 7.4-11 (10) 最大加速度分布 ( $S_s-2.2$ )

(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)

(追而)

図 7.4-11 (11) 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)

(追而)

図 7.4-11 (12) 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)

#### 7.4.2 カルバートの耐震評価結果

##### (1) 構造部材の曲げ軸力に対する評価結果

表7.4-7及び表7.4-8に曲げ軸力に対する照査結果を示す。

カルバートにおける許容応力度法による照査を行った結果、評価位置においてコンクリートの圧縮応力度と鉄筋の引張応力度が短期許容応力度以下であることを確認した。なお、発生応力は各地震動、各部材において最大となる値を示している。

以上より、カルバートの構造部材の発生応力は、許容限界以下であることを確認した。

図7.4-12に概略配筋図を、表7.4-9に断面計算に用いた断面諸元の一覧を示す。

表 7.4-7 (1) コンクリートの曲げ軸力照査結果

検討ケース	評価位置		断面性状			鉄筋仕様 (引張鉄筋)	発生断面力		圧縮 応力度 ( $N/mm^2$ )	短期許容 応力度 ( $N/mm^2$ )	照査値	
			部材幅 b (mm)	部材高 h (mm)	有効高さ d (mm)		曲げモーメント ( $kN \cdot m/m$ )	軸力 ( $kN/m$ )				
① $S_0-D1$ (H+, V+)	軽油 カルバート	底版	10	1000	2000	1700	D32 @200	1213	671	3.56	21.0	0.17
		北側壁	4	1000	1000	810	D29 @200	613	-86	6.92	21.0	0.33
		中壁	6	1000	500	320	D22 @200	115	36	7.54	21.0	0.36
		南側壁	2	1000	1000	820	D22 @200	-477	471	6.17	21.0	0.30
		頂版	11	1000	1200	950	D25 @200	401	122	3.81	21.0	0.19
	水電気 カルバート	底版	17	1000	2500	2190	D35 @200	1532	1347	2.51	21.0	0.12
		北側壁	8	1000	700	510	D19 @200	-203	285	6.46	21.0	0.31
		北中壁	5	1000	800	620	D25 @200	247	225	4.71	21.0	0.23
		南中壁	3	1000	1000	820	D22 @200	339	998	3.44	21.0	0.17
		南側壁	2	1000	1000	810	D22 @200	-395	287	5.33	21.0	0.26
		頂版	9	1000	1000	790	D29 @200	614	1471	6.31	21.0	0.31
① $S_0-D1$ (H+, V-)	軽油 カルバート	底版	10	1000	2000	1700	D32 @200	1222	687	3.58	21.0	0.18
		北側壁	4	1000	1000	810	D29 @200	619	-81	6.99	21.0	0.34
		中壁	6	1000	500	320	D22 @200	116	39	7.56	21.0	0.36
		南側壁	2	1000	1000	820	D22 @200	-476	483	6.13	21.0	0.30
		頂版	11	1000	1200	950	D25 @200	406	128	3.86	21.0	0.19
	水電気 カルバート	底版	17	1000	2500	2190	D35 @200	1531	1410	2.48	21.0	0.12
		北側壁	8	1000	700	510	D19 @200	-214	290	6.84	21.0	0.33
		北中壁	5	1000	800	620	D25 @200	244	260	4.60	21.0	0.22
		南中壁	3	1000	1000	820	D22 @200	335	969	3.42	21.0	0.17
		南側壁	2	1000	1000	810	D22 @200	-395	319	5.30	21.0	0.26
		頂版	9	1000	1000	790	D29 @200	640	1507	6.60	21.0	0.32

\*1 評価位置は下図に示す

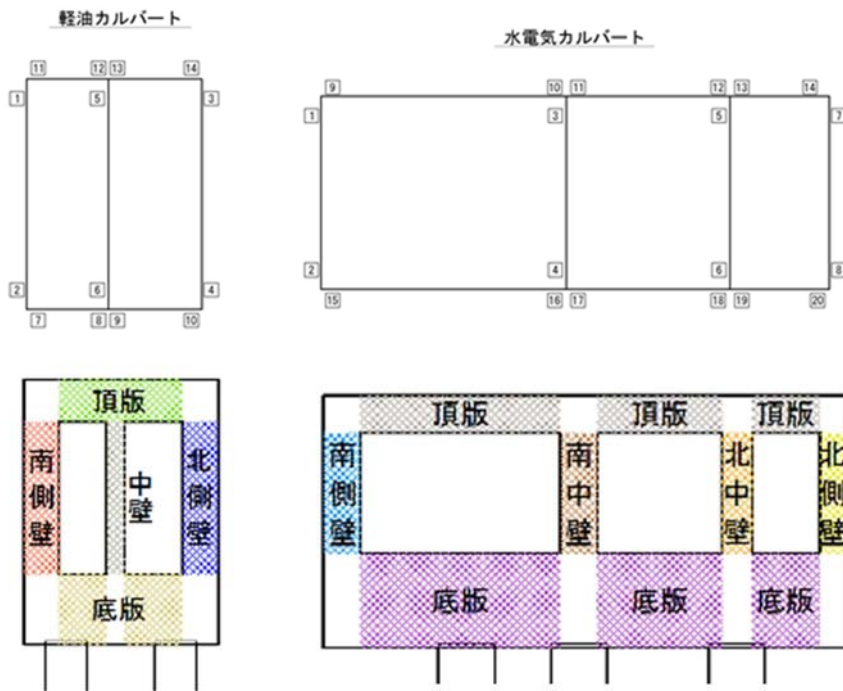


表 7.4-7 (2) コンクリートの曲げ軸力照査結果

検討ケース	評価位置		断面性状			鉄筋仕様 (引張鉄筋)	発生断面力		圧縮 応力度 ( $N/mm^2$ )	短期許容 応力度 ( $N/mm^2$ )	照査値	
			部材幅 b (mm)	部材高 h (mm)	有効高さ d (mm)		曲げモーメント ( $kN \cdot m/m$ )	軸力 ( $kN/m$ )				
① S <sub>5</sub> -D1 (H-, V+)	軽油 カルバート	底版	7	1000	2000	1700	D32 @200	1134	620	3.33	21.0	0.16
		北側壁	4	1000	1000	820	D22 @200	-472	491	6.07	21.0	0.29
		中壁	6	1000	500	320	D22 @200	-113	41	7.37	21.0	0.36
		南側壁	2	1000	1000	810	D29 @200	581	-54	6.57	21.0	0.32
		頂版	14	1000	1200	950	D25 @200	391	110	3.73	21.0	0.18
	水電気 カルバート	底版	16	1000	2500	2280	D35 @200	-1173	-275	1.99	21.0	0.10
		北側壁	8	1000	700	510	D19 @200	-192	305	5.97	21.0	0.29
		北中壁	5	1000	800	620	D25 @200	177	344	3.14	21.0	0.15
		南中壁	3	1000	1000	820	D22 @200	420	947	4.65	21.0	0.23
		南側壁	2	1000	1000	800	D32 @200	393	514	4.16	21.0	0.20
頂版	10	1000	1000	790	D29 @200	565	-52	6.72	21.0	0.32		
① S <sub>5</sub> -D1 (H-, V-)	軽油 カルバート	底版	7	1000	2000	1700	D32 @200	1158	638	3.40	21.0	0.17
		北側壁	4	1000	1000	820	D22 @200	-472	505	6.06	21.0	0.29
		中壁	6	1000	500	320	D22 @200	-114	44	7.43	21.0	0.36
		南側壁	2	1000	1000	810	D29 @200	590	-45	6.67	21.0	0.32
		頂版	14	1000	1200	950	D25 @200	399	117	3.80	21.0	0.19
	水電気 カルバート	底版	16	1000	2500	2280	D35 @200	-1221	-191	2.12	21.0	0.11
		北側壁	8	1000	700	510	D19 @200	-198	342	6.07	21.0	0.29
		北中壁	5	1000	800	620	D25 @200	193	332	3.49	21.0	0.17
		南中壁	3	1000	1000	820	D22 @200	433	1033	4.70	21.0	0.23
		南側壁	2	1000	1000	800	D32 @200	395	536	4.18	21.0	0.20
頂版	10	1000	1000	790	D29 @200	604	-5	7.18	21.0	0.35		

\*1 評価位置は下図に示す

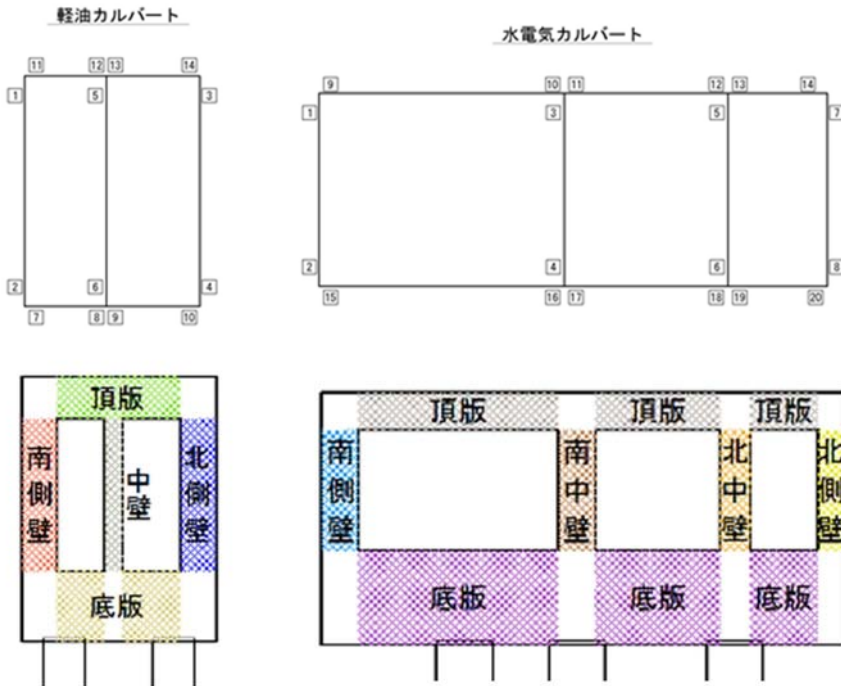


表 7.4-7 (3) コンクリートの曲げ軸力照査結果

検討ケース	評価位置		断面性状			鉄筋仕様 (引張鉄筋)	発生断面力		圧縮 応力度 (N/mm <sup>2</sup> )	短期許容 応力度 (N/mm <sup>2</sup> )	照査値	
			部材幅 b (mm)	部材高 h (mm)	有効高さ d (mm)		曲げモーメント (kN・m/m)	軸力 (kN/m)				
① S <sub>s</sub> -11	軽油 カルバート	底版	10	1000	2000	1700	D32 @200	583	378	1.69	21.0	0.09
		北側壁	4	1000	1000	810	D29 @200	250	105	2.84	21.0	0.14
		中壁	6	1000	500	320	D22 @200	37	45	2.33	21.0	0.12
		南側壁	2	1000	1000	810	D29 @200	231	119	2.62	21.0	0.13
		頂版	11	1000	1200	950	D25 @200	185	115	1.72	21.0	0.09
	水電気 カルバート	底版	15	1000	2500	2190	D35 @200	809	666	1.35	21.0	0.07
		北側壁	8	1000	700	510	D19 @200	-157	306	4.68	21.0	0.23
		北中壁	5	1000	800	620	D25 @200	116	322	1.92	21.0	0.10
		南中壁	3	1000	1000	820	D22 @200	227	1067	2.32	21.0	0.12
		南側壁	1	1000	1000	800	D32 @200	331	609	3.41	21.0	0.17
頂版	10	1000	1000	790	D29 @200	411	416	4.74	21.0	0.23		
① S <sub>s</sub> -12	軽油 カルバート	底版	10	1000	2000	1700	D32 @200	887	517	2.59	21.0	0.13
		北側壁	4	1000	1000	810	D29 @200	422	54	4.79	21.0	0.23
		中壁	6	1000	500	320	D22 @200	72	42	4.67	21.0	0.23
		南側壁	2	1000	1000	820	D22 @200	-283	347	3.56	21.0	0.17
		頂版	11	1000	1200	950	D25 @200	278	125	2.62	21.0	0.13
	水電気 カルバート	底版	17	1000	2500	2190	D35 @200	976	1070	1.51	21.0	0.08
		北側壁	8	1000	700	510	D19 @200	-191	289	6.00	21.0	0.29
		北中壁	5	1000	800	620	D25 @200	145	306	2.55	21.0	0.13
		南中壁	3	1000	1000	820	D22 @200	322	1058	3.19	21.0	0.16
		南側壁	1	1000	1000	800	D32 @200	343	632	3.54	21.0	0.17
頂版	10	1000	1000	790	D29 @200	473	257	5.57	21.0	0.27		

\*1 評価位置は下図に示す

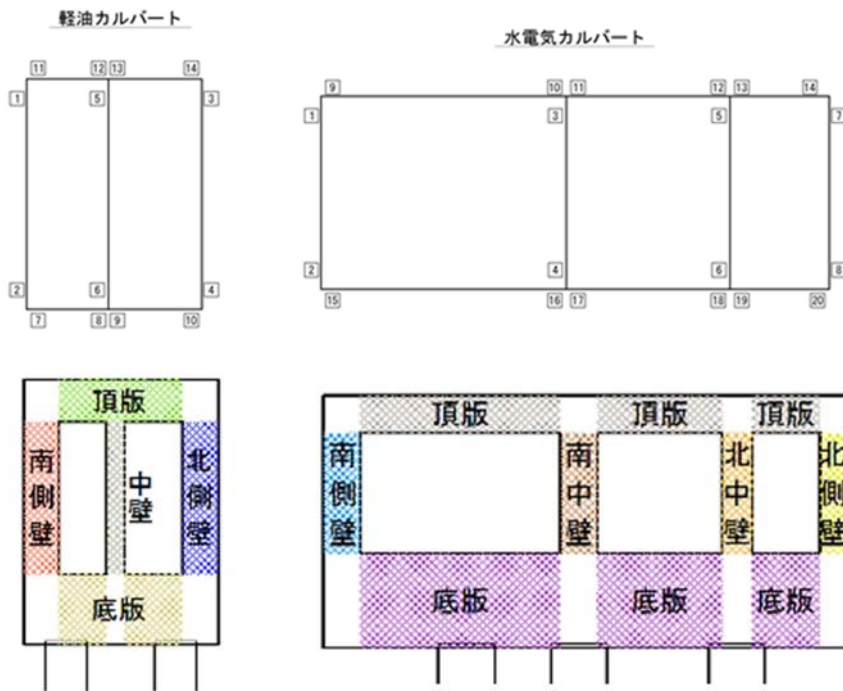




表 7.4-7 (4) コンクリートの曲げ軸力照査結果

検討ケース	評価位置		断面性状			鉄筋仕様 (引張鉄筋)	発生断面力		圧縮 応力度 (N/mm <sup>2</sup> )	短期許容 応力度 (N/mm <sup>2</sup> )	照査値	
			部材幅 b (mm)	部材高 h (mm)	有効高さ d (mm)		曲げモーメント (kN・m/m)	軸力 (kN/m)				
①S <sub>3</sub> -13	軽油 カルバート	底版	10	1000	2000	1700	D32 @200	847	501	2.48	21.0	0.12
		北側壁	4	1000	1000	810	D29 @200	398	73	4.51	21.0	0.22
		中壁	6	1000	500	320	D22 @200	67	41	4.32	21.0	0.21
		南側壁	2	1000	1000	810	D29 @200	305	128	3.47	21.0	0.17
		頂版	11	1000	1200	950	D25 @200	263	125	2.48	21.0	0.12
	水電気 カルバート	底版	17	1000	2500	2190	D35 @200	938	1071	1.44	21.0	0.07
		北側壁	8	1000	700	510	D19 @200	-188	289	5.90	21.0	0.29
		北中壁	5	1000	800	620	D25 @200	133	307	2.30	21.0	0.11
		南中壁	3	1000	1000	820	D22 @200	265	1051	2.61	21.0	0.13
		南側壁	1	1000	1000	800	D32 @200	323	618	3.32	21.0	0.16
		頂版	9	1000	1000	790	D29 @200	492	1147	5.08	21.0	0.25
①S <sub>3</sub> -14	軽油 カルバート	底版	10	1000	2000	1700	D32 @200	727	443	2.12	21.0	0.11
		北側壁	4	1000	1000	810	D29 @200	331	90	3.76	21.0	0.18
		中壁	6	1000	500	320	D22 @200	53	43	3.38	21.0	0.17
		南側壁	2	1000	1000	810	D29 @200	228	154	2.58	21.0	0.13
		頂版	11	1000	1200	950	D25 @200	224	124	2.10	21.0	0.10
	水電気 カルバート	底版	20	1000	2500	2190	D35 @200	867	815	1.40	21.0	0.07
		北側壁	8	1000	700	510	D19 @200	-174	301	5.32	21.0	0.26
		北中壁	5	1000	800	620	D25 @200	100	366	1.54	21.0	0.08
		南中壁	3	1000	1000	820	D22 @200	246	937	2.43	21.0	0.12
		南側壁	1	1000	1000	800	D32 @200	292	522	3.02	21.0	0.15
		頂版	10	1000	1000	790	D29 @200	411	377	4.76	21.0	0.23

\*1 評価位置は下図に示す

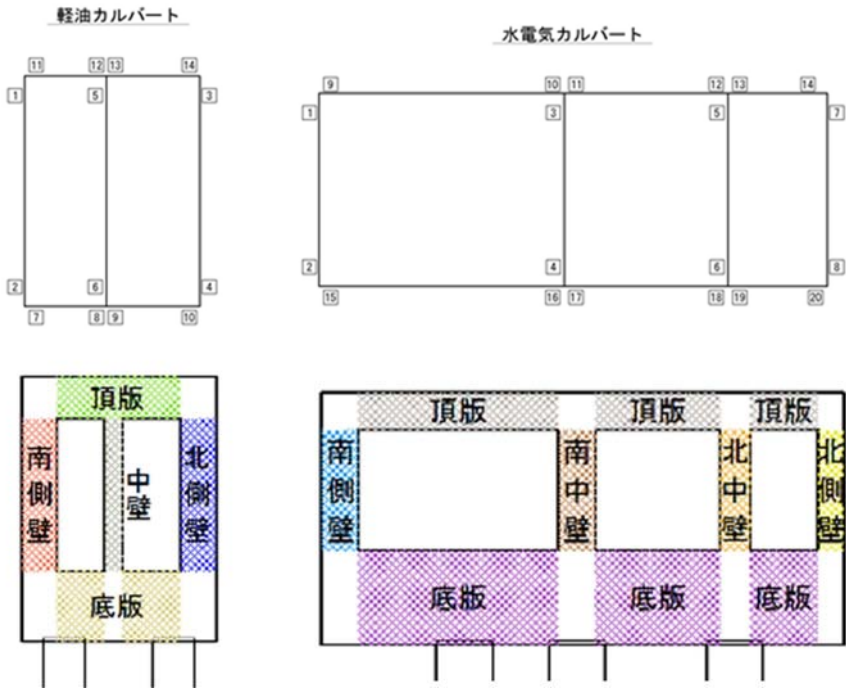


表 7.4-7 (5) コンクリートの曲げ軸力照査結果

検討ケース	評価位置			断面性状			鉄筋仕様 (引張鉄筋)	発生断面力		圧縮 応力度 (N/mm <sup>2</sup> )	短期許容 応力度 (N/mm <sup>2</sup> )	照査値
				部材幅 b (mm)	部材高 h (mm)	有効高さ d (mm)		曲げモーメント (kN・m/m)	軸力 (kN/m)			
① S <sub>s</sub> -21	軽油 カルバート	底版	7	1000	2000	1700	D32 @200	949	575	2.77	21.0	0.14
		北側壁	4	1000	1000	810	D29 @200	454	7	5.14	21.0	0.25
		中壁	6	1000	500	320	D22 @200	81	42	5.26	21.0	0.26
		南側壁	2	1000	1000	810	D29 @200	443	76	5.03	21.0	0.24
		頂版	14	1000	1200	950	D25 @200	318	139	3.00	21.0	0.15
	水電気 カルバート	底版	16	1000	2500	2280	D35 @200	-966	1	1.72	21.0	0.09
		北側壁	8	1000	700	510	D19 @200	-188	383	5.55	21.0	0.27
		北中壁	5	1000	800	620	D25 @200	178	304	3.22	21.0	0.16
		南中壁	3	1000	1000	820	D22 @200	336	1136	3.32	21.0	0.16
		南側壁	2	1000	1000	810	D22 @200	-281	382	3.53	21.0	0.17
頂版	10	1000	1000	790	D29 @200	539	164	6.38	21.0	0.31		
① S <sub>s</sub> -22	軽油 カルバート	底版	10	1000	2000	1700	D32 @200	938	567	2.74	21.0	0.14
		北側壁	4	1000	1000	810	D29 @200	441	54	5.00	21.0	0.24
		中壁	6	1000	500	320	D22 @200	77	39	4.97	21.0	0.24
		南側壁	2	1000	1000	810	D29 @200	416	57	4.73	21.0	0.23
		頂版	11	1000	1200	950	D25 @200	307	142	2.89	21.0	0.14
	水電気 カルバート	底版	15	1000	2500	2190	D35 @200	971	824	1.61	21.0	0.08
		北側壁	8	1000	700	510	D19 @200	-192	339	5.85	21.0	0.28
		北中壁	5	1000	800	620	D25 @200	159	231	2.93	21.0	0.14
		南中壁	3	1000	1000	820	D22 @200	283	925	2.81	21.0	0.14
		南側壁	1	1000	1000	800	D32 @200	335	642	3.45	21.0	0.17
頂版	10	1000	1000	790	D29 @200	465	158	5.50	21.0	0.27		

\*1 評価位置は下図に示す

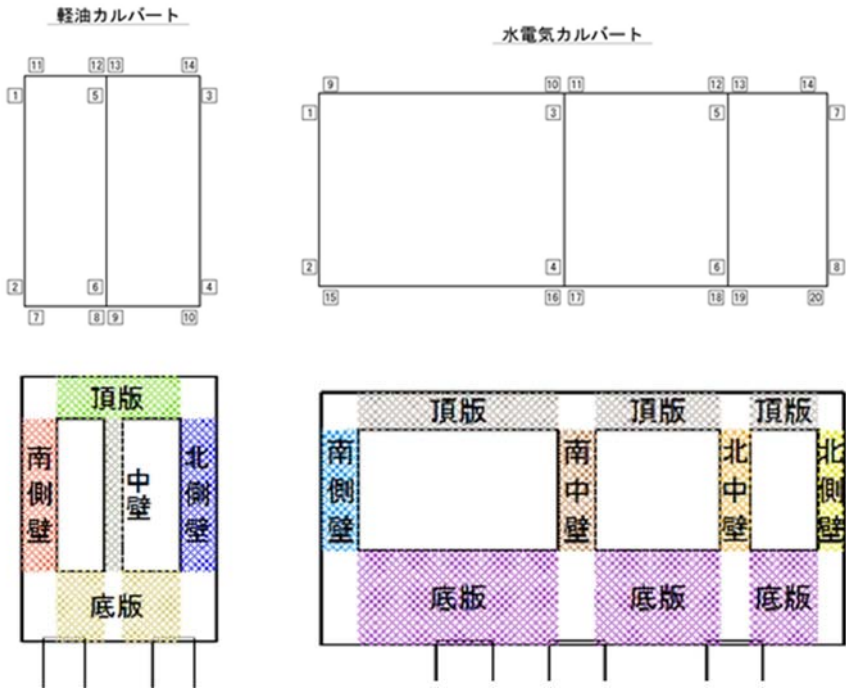


表 7.4-7 (6) コンクリートの曲げ軸力照査結果

検討ケース	評価位置		断面性状			鉄筋仕様 (引張鉄筋)	発生断面力		圧縮 応力度 (N/mm <sup>2</sup> )	短期許容 応力度 (N/mm <sup>2</sup> )	照査値	
			部材幅 b (mm)	部材高 h (mm)	有効高さ d (mm)		曲げモーメント (kN・m/m)	軸力 (kN/m)				
① S <sub>s</sub> -31 (H+, V+)	軽油 カルバート	底版	7	1000	2000	1700	D32 @200	1068	594	3.14	21.0	0.15
		北側壁	4	1000	1000	820	D22 @200	-431	452	5.54	21.0	0.27
		中壁	6	1000	500	320	D22 @200	-101	51	6.55	21.0	0.32
		南側壁	2	1000	1000	810	D29 @200	540	11	6.12	21.0	0.30
		頂版	14	1000	1200	950	D25 @200	347	109	3.31	21.0	0.16
	水電気 カルバート	底版	16	1000	2500	2280	D35 @200	-1044	-172	1.81	21.0	0.09
		北側壁	8	1000	700	510	D19 @200	-184	327	5.63	21.0	0.27
		北中壁	6	1000	800	610	D29 @200	-188	703	2.89	21.0	0.14
		南中壁	3	1000	1000	820	D22 @200	520	1012	6.04	21.0	0.29
		南側壁	2	1000	1000	800	D32 @200	454	531	4.83	21.0	0.23
頂版	10	1000	1000	790	D29 @200	634	-44	7.54	21.0	0.36		
① S <sub>s</sub> -31 (H-, V+)	軽油 カルバート	底版	10	1000	2000	1700	D32 @200	1141	644	3.34	21.0	0.16
		北側壁	4	1000	1000	810	D29 @200	571	-21	6.46	21.0	0.31
		中壁	6	1000	500	320	D22 @200	103	46	6.69	21.0	0.32
		南側壁	2	1000	1000	820	D22 @200	-429	435	5.54	21.0	0.27
		頂版	11	1000	1200	950	D25 @200	357	123	3.39	21.0	0.17
	水電気 カルバート	底版	16	1000	2500	2190	D35 @200	1468	1307	2.40	21.0	0.12
		北側壁	8	1000	700	510	D19 @200	-217	317	6.88	21.0	0.33
		北中壁	5	1000	800	620	D25 @200	215	295	3.99	21.0	0.19
		南中壁	3	1000	1000	820	D22 @200	338	946	3.48	21.0	0.17
		南側壁	2	1000	1000	810	D22 @200	-383	357	5.07	21.0	0.25
頂版	9	1000	1000	790	D29 @200	645	1522	6.65	21.0	0.32		

\*1 評価位置は下図に示す

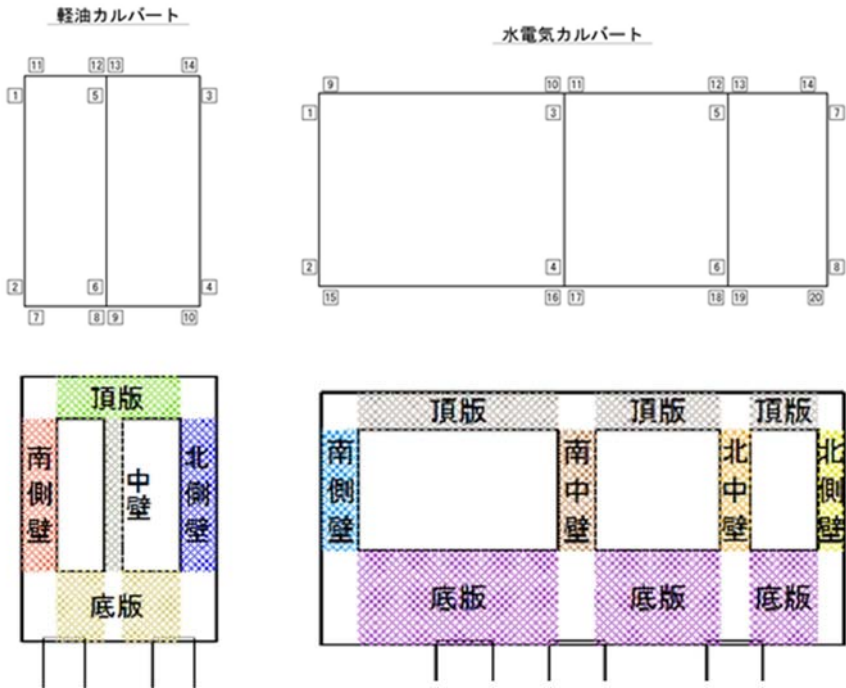


表 7.4-7 (7) コンクリートの曲げ軸力照査結果

検討ケース	評価位置		断面性状			鉄筋仕様 (引張鉄筋)	発生断面力		圧縮 応力度 (N/mm <sup>2</sup> )	短期許容 応力度 (N/mm <sup>2</sup> )	照査値	
			部材幅 b (mm)	部材高 h (mm)	有効高さ d (mm)		曲げモーメント (kN・m/m)	軸力 (kN/m)				
② S <sub>s</sub> -D 1 (H+, V-)	軽油 カルバート	底版	10	1000	2000	1700	D32 @200	1227	688	3.60	21.0	0.18
		北側壁	4	1000	1000	810	D29 @200	622	-82	7.02	21.0	0.34
		中壁	6	1000	500	320	D22 @200	117	39	7.61	21.0	0.37
		南側壁	2	1000	1000	820	D22 @200	-479	484	6.18	21.0	0.30
		頂版	11	1000	1200	950	D25 @200	408	129	3.88	21.0	0.19
	水電気 カルバート	底版	17	1000	2500	2190	D35 @200	1580	1413	2.58	21.0	0.13
		北側壁	8	1000	700	510	D19 @200	-215	295	6.87	21.0	0.33
		北中壁	5	1000	800	620	D25 @200	249	259	4.70	21.0	0.23
		南中壁	3	1000	1000	820	D22 @200	336	973	3.42	21.0	0.17
		南側壁	2	1000	1000	810	D22 @200	-398	321	5.33	21.0	0.26
	頂版	9	1000	1000	790	D29 @200	648	1510	6.70	21.0	0.32	
② S <sub>s</sub> -3 1 (H+, V+)	軽油 カルバート	底版	7	1000	2000	1700	D32 @200	1059	590	3.11	21.0	0.15
		北側壁	4	1000	1000	820	D22 @200	-426	448	5.47	21.0	0.27
		中壁	6	1000	500	320	D22 @200	-100	50	6.48	21.0	0.31
		南側壁	2	1000	1000	810	D29 @200	535	14	6.06	21.0	0.29
		頂版	14	1000	1200	950	D25 @200	344	109	3.28	21.0	0.16
	水電気 カルバート	底版	16	1000	2500	2280	D35 @200	-1037	-173	1.79	21.0	0.09
		北側壁	8	1000	700	510	D19 @200	-184	327	5.63	21.0	0.27
		北中壁	6	1000	800	610	D29 @200	-188	700	2.88	21.0	0.14
		南中壁	3	1000	1000	820	D22 @200	516	1008	5.99	21.0	0.29
		南側壁	2	1000	1000	800	D32 @200	451	528	4.80	21.0	0.23
	頂版	10	1000	1000	790	D29 @200	630	-40	7.49	21.0	0.36	

\*1 評価位置は下図に示す

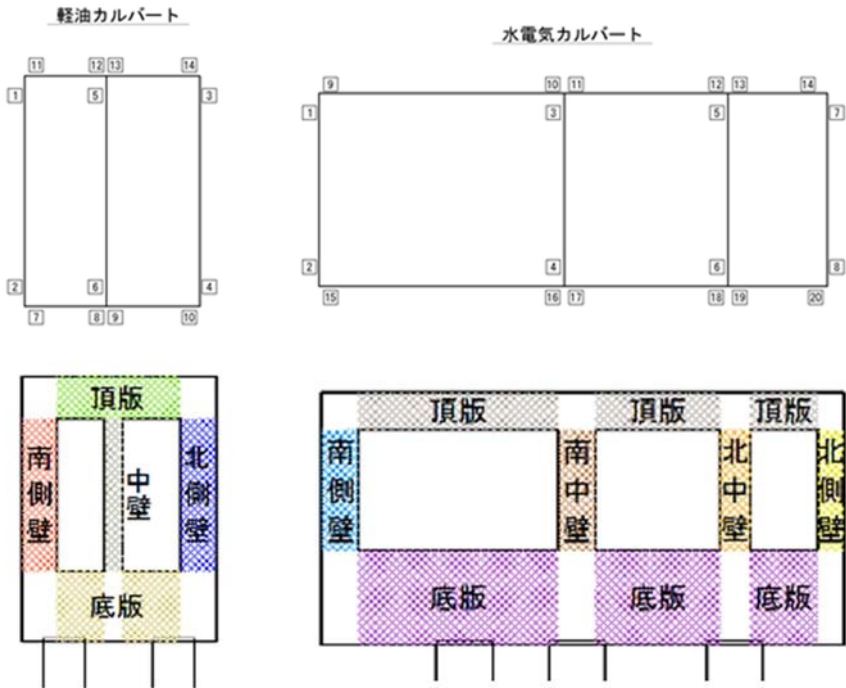




表 7.4-7 (8) コンクリートの曲げ軸力照査結果

検討ケース	評価位置			断面性状			鉄筋仕様 (引張鉄筋)	発生断面力		圧縮 応力度 (N/mm <sup>2</sup> )	短期許容 応力度 (N/mm <sup>2</sup> )	照査値
				部材幅 b (mm)	部材高 h (mm)	有効高さ d (mm)		曲げモーメント (kN・m/m)	軸力 (kN/m)			
③ S <sub>s</sub> -D1 (H+, V-)	軽油 カルバート	底板	10	1000	2000	1700	D32 @200	1214	682	3.56	21.0	0.17
		北側壁	4	1000	1000	810	D29 @200	614	-79	6.94	21.0	0.34
		中壁	6	1000	500	320	D22 @200	115	39	7.51	21.0	0.36
		南側壁	2	1000	1000	820	D22 @200	-471	480	6.06	21.0	0.29
		頂版	11	1000	1200	950	D25 @200	404	129	3.84	21.0	0.19
	水電気 カルバート	底板	17	1000	2500	2190	D35 @200	1604	1388	2.63	21.0	0.13
		北側壁	8	1000	700	510	D19 @200	-214	303	6.81	21.0	0.33
		北中壁	5	1000	800	620	D25 @200	262	265	4.96	21.0	0.24
		南中壁	3	1000	1000	820	D22 @200	333	969	3.39	21.0	0.17
		南側壁	2	1000	1000	810	D22 @200	-406	317	5.45	21.0	0.26
		頂版	9	1000	1000	790	D29 @200	644	1525	6.63	21.0	0.32
③ S <sub>s</sub> -31 (H+, V+)	軽油 カルバート	底板	7	1000	2000	1700	D32 @200	1077	597	3.16	21.0	0.16
		北側壁	4	1000	1000	820	D22 @200	-435	455	5.60	21.0	0.27
		中壁	6	1000	500	320	D22 @200	-102	51	6.62	21.0	0.32
		南側壁	2	1000	1000	810	D29 @200	545	8	6.17	21.0	0.30
		頂版	14	1000	1200	950	D25 @200	351	110	3.34	21.0	0.16
	水電気 カルバート	底板	16	1000	2500	2280	D35 @200	-1055	-172	1.83	21.0	0.09
		北側壁	8	1000	700	510	D19 @200	-185	326	5.66	21.0	0.27
		北中壁	6	1000	800	610	D29 @200	-189	708	2.90	21.0	0.14
		南中壁	3	1000	1000	820	D22 @200	525	1016	6.12	21.0	0.30
		南側壁	2	1000	1000	800	D32 @200	461	536	4.90	21.0	0.24
		頂版	10	1000	1000	790	D29 @200	640	-50	7.61	21.0	0.37

\*1 評価位置は下図に示す

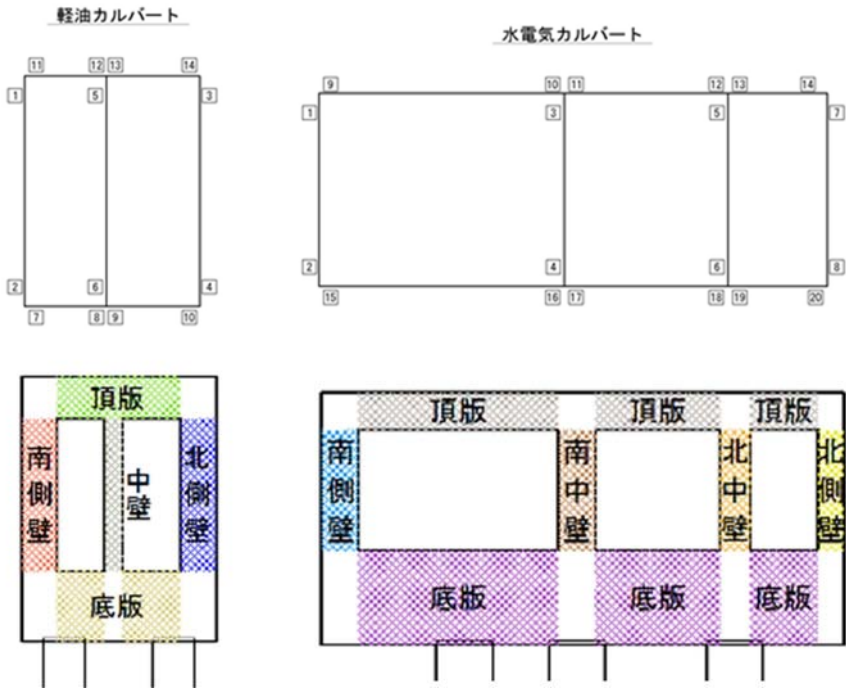


表 7.4-7 (9) コンクリートの曲げ軸力照査結果

検討ケース	評価位置		断面性状			鉄筋仕様 (引張鉄筋)	発生断面力		圧縮 応力度 (N/mm <sup>2</sup> )	短期許容 応力度 (N/mm <sup>2</sup> )	照査値	
			部材幅 b (mm)	部材高 h (mm)	有効高さ d (mm)		曲げモーメント (kN・m/m)	軸力 (kN/m)				
④ S <sub>s</sub> -D1 (H+, V-)	軽油 カルバート	底版	10	1000	2000	1700	D32 @200	1210	689	3.54	21.0	0.17
		北側壁	4	1000	1000	810	D29 @200	609	-56	6.88	21.0	0.33
		中壁	6	1000	500	320	D22 @200	115	40	7.49	21.0	0.36
		南側壁	2	1000	1000	820	D22 @200	-469	470	6.06	21.0	0.29
		頂版	11	1000	1200	950	D25 @200	395	133	3.76	21.0	0.18
	水電気 カルバート	底版	17	1000	2500	2190	D35 @200	1814	1477	3.03	21.0	0.15
		北側壁	7	1000	700	500	D32 @200	309	390	7.25	21.0	0.35
		北中壁	5	1000	800	620	D25 @200	291	277	5.52	21.0	0.27
		南中壁	3	1000	1000	820	D22 @200	317	991	3.17	21.0	0.16
		南側壁	2	1000	1000	810	D22 @200	-390	289	5.26	21.0	0.26
④ S <sub>s</sub> -31 (H+, V+)	軽油 カルバート	底版	7	1000	2000	1700	D32 @200	1089	613	3.19	21.0	0.16
		北側壁	4	1000	1000	820	D22 @200	-428	457	5.49	21.0	0.27
		中壁	6	1000	500	320	D22 @200	-104	46	6.74	21.0	0.33
		南側壁	2	1000	1000	810	D29 @200	546	-4	6.19	21.0	0.30
		頂版	14	1000	1200	950	D25 @200	362	116	3.45	21.0	0.17
	水電気 カルバート	底版	16	1000	2500	2280	D35 @200	-1207	-209	2.08	21.0	0.10
		北側壁	8	1000	700	510	D19 @200	-183	322	5.60	21.0	0.27
		北中壁	5	1000	800	620	D25 @200	130	499	1.97	21.0	0.10
		南中壁	3	1000	1000	820	D22 @200	420	1019	4.54	21.0	0.22
		南側壁	2	1000	1000	800	D32 @200	401	557	4.23	21.0	0.21
頂版	10	1000	1000	790	D29 @200	590	-2	7.01	21.0	0.34		

\*1 評価位置は下図に示す

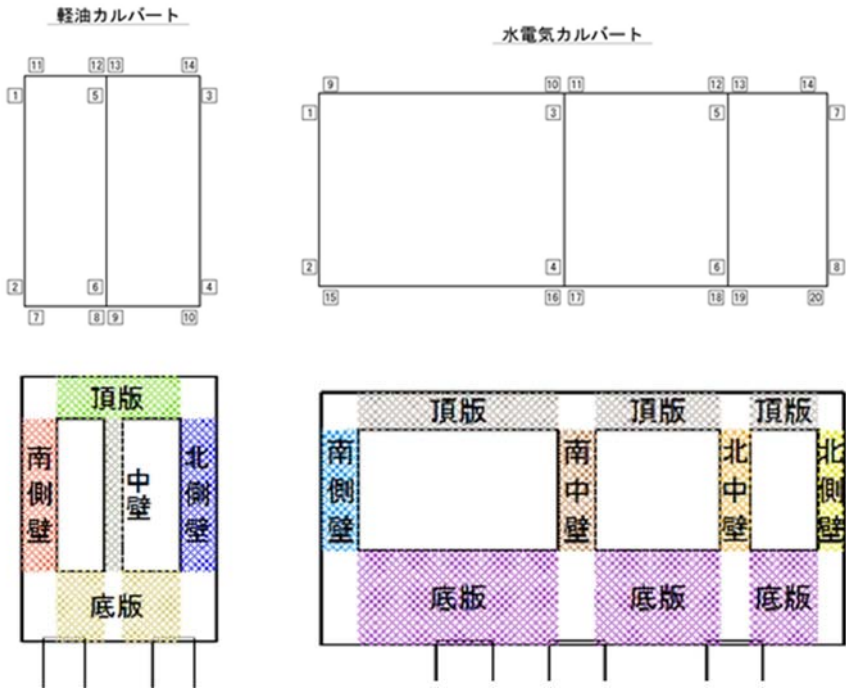


表 7.4-7 (10) コンクリートの曲げ軸力照査結果

検討ケース	評価位置			断面性状			鉄筋仕様 (引張鉄筋)	発生断面力		圧縮 応力度 (N/mm <sup>2</sup> )	短期許容 応力度 (N/mm <sup>2</sup> )	照査値
				部材幅 b (mm)	部材高 h (mm)	有効高さ d (mm)		曲げモーメント (kN・m/m)	軸力 (kN/m)			
⑤ S <sub>u</sub> -D1 (H+, V-)	軽油 カルバート	底板	10	1000	2000	1700	D32 @200	1127	625	3.31	21.0	0.16
		北側壁	4	1000	1000	810	D29 @200	571	-15	6.47	21.0	0.31
		中壁	6	1000	500	320	D22 @200	105	39	6.82	21.0	0.33
		南側壁	2	1000	1000	820	D22 @200	-434	411	5.64	21.0	0.27
		頂版	11	1000	1200	950	D25 @200	364	125	3.46	21.0	0.17
	水電気 カルバート	底板	16	1000	2500	2190	D35 @200	1287	1074	2.14	21.0	0.11
		北側壁	8	1000	700	510	D19 @200	-203	246	6.61	21.0	0.32
		北中壁	5	1000	800	620	D25 @200	171	567	2.68	21.0	0.13
		南中壁	3	1000	1000	820	D22 @200	386	1004	4.07	21.0	0.20
		南側壁	1	1000	1000	800	D32 @200	382	619	3.99	21.0	0.19
頂版	9	1000	1000	790	D29 @200	597	1249	6.31	21.0	0.31		
⑤ S <sub>u</sub> -31 (H+, V+)	軽油 カルバート	底板	7	1000	2000	1700	D32 @200	1023	572	3.00	21.0	0.15
		北側壁	4	1000	1000	820	D22 @200	-394	420	5.06	21.0	0.25
		中壁	6	1000	500	320	D22 @200	-95	48	6.13	21.0	0.30
		南側壁	2	1000	1000	810	D29 @200	512	42	5.81	21.0	0.28
		頂版	14	1000	1200	950	D25 @200	332	112	3.15	21.0	0.15
	水電気 カルバート	底板	16	1000	2500	2280	D35 @200	-952	-83	1.67	21.0	0.08
		北側壁	8	1000	700	510	D19 @200	-192	297	6.01	21.0	0.29
		北中壁	5	1000	800	620	D25 @200	198	586	3.22	21.0	0.16
		南中壁	3	1000	1000	820	D22 @200	515	993	6.00	21.0	0.29
		南側壁	2	1000	1000	800	D32 @200	455	528	4.84	21.0	0.24
頂版	10	1000	1000	790	D29 @200	613	20	7.29	21.0	0.35		

\*1 評価位置は下図に示す

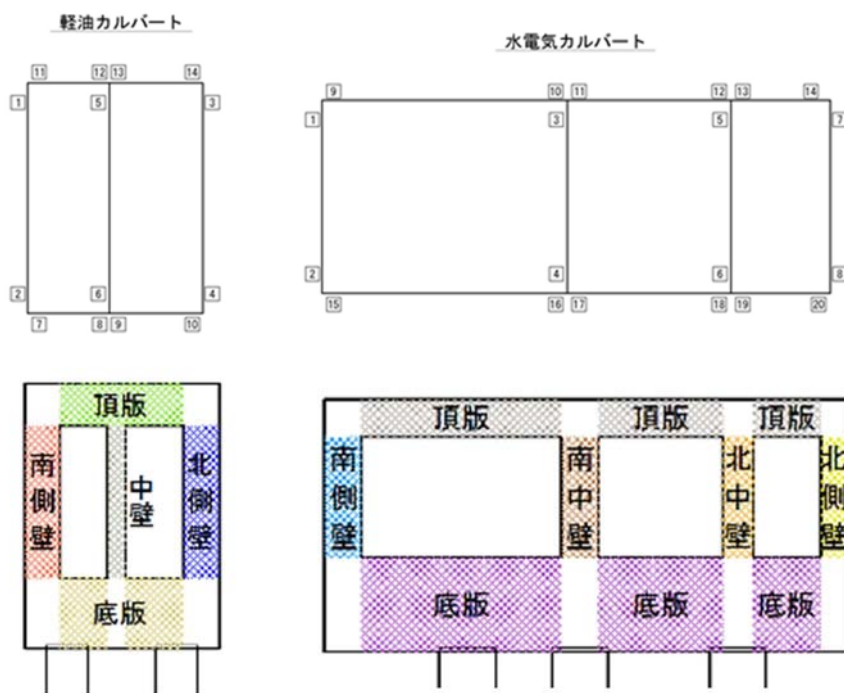


表 7.4-7 (11) コンクリートの曲げ軸力照査結果

検討ケース	評価位置		断面性状			鉄筋仕様 (引張鉄筋)	発生断面力		圧縮 応力度 (N/mm <sup>2</sup> )	短期許容 応力度 (N/mm <sup>2</sup> )	照査値	
			部材幅 b (mm)	部材高 h (mm)	有効高さ d (mm)		曲げモーメント (kN・m/m)	軸力 (kN/m)				
⑥ S <sub>s</sub> -D1 (H+, V-)	軽油 カルバート	底版	10	1000	2000	1700	D32 @200	1124	624	3.30	21.0	0.16
		北側壁	4	1000	1000	810	D29 @200	569	-13	6.45	21.0	0.31
		中壁	6	1000	500	320	D22 @200	104	39	6.79	21.0	0.33
		南側壁	2	1000	1000	820	D22 @200	-432	410	5.61	21.0	0.27
		頂版	11	1000	1200	950	D25 @200	363	126	3.45	21.0	0.17
	水電気 カルバート	底版	16	1000	2500	2190	D35 @200	1279	1076	2.12	21.0	0.11
		北側壁	8	1000	700	510	D19 @200	-203	249	6.57	21.0	0.32
		北中壁	5	1000	800	620	D25 @200	169	566	2.66	21.0	0.13
		南中壁	3	1000	1000	820	D22 @200	384	1004	4.04	21.0	0.20
		南側壁	1	1000	1000	800	D32 @200	379	619	3.96	21.0	0.19
	頂版	9	1000	1000	790	D29 @200	596	1256	6.29	21.0	0.30	
⑥ S <sub>s</sub> -31 (H+, V+)	軽油 カルバート	底版	7	1000	2000	1700	D32 @200	1014	568	2.98	21.0	0.15
		北側壁	4	1000	1000	820	D22 @200	-390	417	5.00	21.0	0.24
		中壁	6	1000	500	320	D22 @200	-94	48	6.06	21.0	0.29
		南側壁	2	1000	1000	810	D29 @200	507	44	5.75	21.0	0.28
		頂版	14	1000	1200	950	D25 @200	329	112	3.12	21.0	0.15
	水電気 カルバート	底版	16	1000	2500	2280	D35 @200	-946	-87	1.66	21.0	0.08
		北側壁	8	1000	700	510	D19 @200	-191	297	5.96	21.0	0.29
		北中壁	5	1000	800	620	D25 @200	197	583	3.20	21.0	0.16
		南中壁	3	1000	1000	820	D22 @200	510	990	5.94	21.0	0.29
		南側壁	2	1000	1000	800	D32 @200	450	532	4.79	21.0	0.23
	頂版	10	1000	1000	790	D29 @200	609	23	7.24	21.0	0.35	

\*1 評価位置は下図に示す

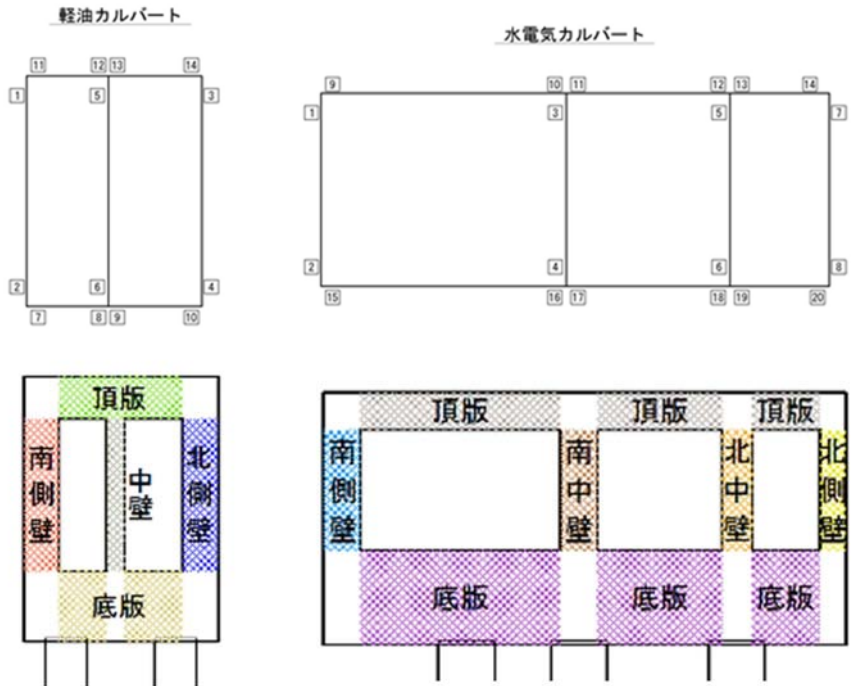




表 7.4-8 (1) 鉄筋の曲げ軸力照査結果

検討ケース	評価位置		断面性状			鉄筋仕様 (引張鉄筋)	発生断面力		引張 応力度 (N/mm <sup>2</sup> )	短期許容 応力度 (N/mm <sup>2</sup> )	照査値	
			部材幅 b (mm)	部材高 h (mm)	有効高さ d (mm)		曲げモーメント (kN・m/m)	軸力 (kN/m)				
① S <sub>s</sub> -D 1 (H+, V+)	軽油 カルバート	底版	7	1000	2000	1790	D32 @200	-711	-44	115	435	0.27
		北側壁	4	1000	1000	810	D29 @200	613	-97	279	435	0.65
		中壁	6	1000	500	320	D22 @200	115	36	176	435	0.41
		南側壁	2	1000	1000	820	D22 @200	-477	471	204	435	0.47
		頂版	11	1000	1200	950	D25 @200	401	122	156	435	0.36
	水電気 カルバート	底版	16	1000	2500	2280	D35 @200	-791	-303	110	435	0.26
		北側壁	8	1000	700	510	D19 @200	-198	258	180	435	0.42
		北中壁	5	1000	800	620	D25 @200	245	214	129	435	0.30
		南中壁	3	1000	1000	820	D22 @200	307	790	33	435	0.08
		南側壁	2	1000	1000	810	D22 @200	-394	284	198	435	0.46
頂版	10	1000	1000	790	D29 @200	488	77	202	435	0.47		
① S <sub>s</sub> -D 1 (H+, V-)	軽油 カルバート	底版	10	1000	2000	1700	D32 @200	1222	686	111	435	0.26
		北側壁	4	1000	1000	810	D29 @200	619	-87	280	435	0.65
		中壁	6	1000	500	320	D22 @200	116	39	176	435	0.41
		南側壁	2	1000	1000	820	D22 @200	-475	478	201	435	0.47
		頂版	11	1000	1200	950	D25 @200	406	128	158	435	0.37
	水電気 カルバート	底版	16	1000	2500	2280	D35 @200	-868	-229	110	435	0.26
		北側壁	8	1000	700	510	D19 @200	-212	280	191	435	0.44
		北中壁	5	1000	800	620	D25 @200	244	260	119	435	0.28
		南中壁	3	1000	1000	820	D22 @200	323	900	27	435	0.07
		南側壁	2	1000	1000	810	D22 @200	-395	319	190	435	0.44
頂版	10	1000	1000	790	D29 @200	497	87	204	435	0.47		

\*1 評価位置は下図に示す

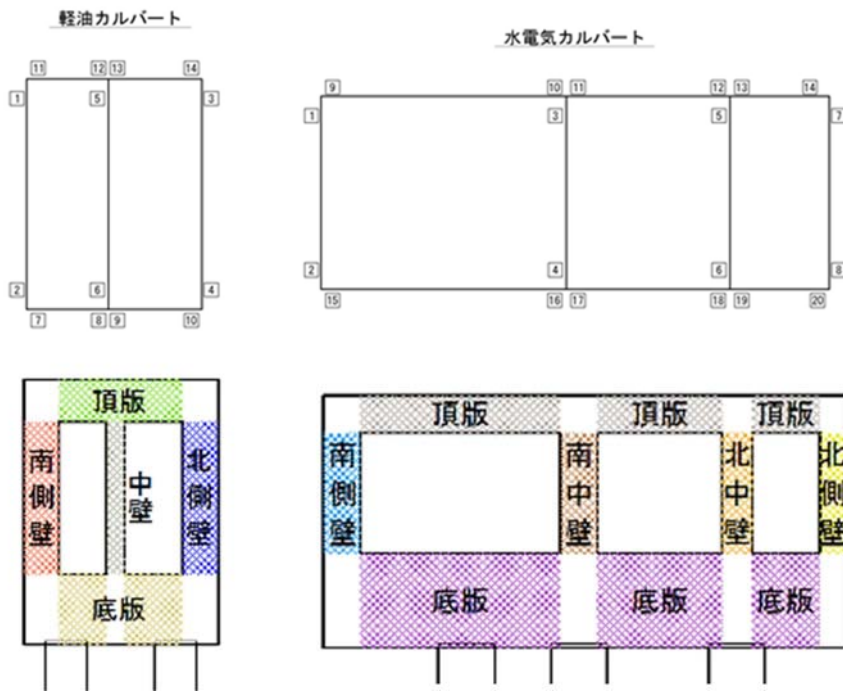


表 7.4-8 (2) 鉄筋の曲げ軸力照査結果

検討ケース	評価位置		断面性状			鉄筋仕様 (引張鉄筋)	発生断面力		引張 応力度 (N/mm <sup>2</sup> )	短期許容 応力度 (N/mm <sup>2</sup> )	照査値	
			部材幅 b (mm)	部材高 h (mm)	有効高さ d (mm)		曲げモーメント (kN・m/m)	軸力 (kN/m)				
① S <sub>s</sub> -D1 (H-, V+)	軽油 カルバート	底版	10	1000	2000	1790	D32 @200	-803	8	122	435	0.29
		北側壁	4	1000	1000	810	D29 @200	480	-28	211	435	0.49
		中壁	6	1000	500	320	D22 @200	-113	41	171	435	0.40
		南側壁	2	1000	1000	810	D29 @200	581	-63	260	435	0.60
		頂版	14	1000	1200	950	D25 @200	391	110	154	435	0.36
	水電気 カルバート	底版	16	1000	2500	2280	D35 @200	-1007	-474	149	435	0.35
		北側壁	8	1000	700	510	D19 @200	-190	295	158	435	0.37
		北中壁	5	1000	800	620	D25 @200	168	246	70	435	0.17
		南中壁	3	1000	1000	820	D22 @200	420	947	65	435	0.15
		南側壁	2	1000	1000	810	D22 @200	-274	304	111	435	0.26
① S <sub>s</sub> -D1 (H-, V-)	軽油 カルバート	底版	10	1000	2000	1790	D32 @200	-802	23	120	435	0.28
		北側壁	4	1000	1000	810	D29 @200	490	-17	213	435	0.49
		中壁	6	1000	500	320	D22 @200	-114	44	172	435	0.40
		南側壁	2	1000	1000	810	D29 @200	590	-54	262	435	0.61
		頂版	14	1000	1200	950	D25 @200	399	117	157	435	0.37
	水電気 カルバート	底版	16	1000	2500	2280	D35 @200	-1042	-375	142	435	0.33
		北側壁	8	1000	700	510	D19 @200	-193	316	154	435	0.36
		北中壁	5	1000	800	620	D25 @200	179	270	73	435	0.17
		南中壁	3	1000	1000	820	D22 @200	405	917	62	435	0.15
		南側壁	2	1000	1000	810	D22 @200	-288	331	114	435	0.27
頂版	10	1000	1000	790	D29 @200	600	-28	268	435	0.62		

\*1 評価位置は下図に示す

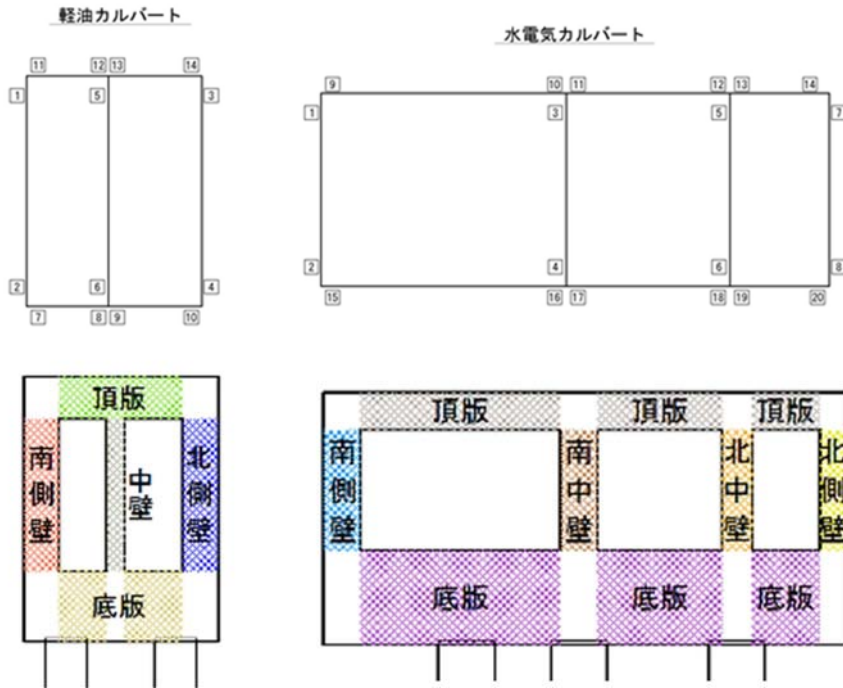


表 7.4-8 (3) 鉄筋の曲げ軸力照査結果

検討ケース	評価位置			断面性状			鉄筋仕様 (引張鉄筋)	発生断面力		引張 応力度 (N/mm <sup>2</sup> )	短期許容 応力度 (N/mm <sup>2</sup> )	照査値
				部材幅 b (mm)	部材高 h (mm)	有効高さ d (mm)		曲げモーメント (kN・m/m)	軸力 (kN/m)			
① S <sub>s</sub> -11	軽油 カルバート	底版	10	1000	2000	1700	D32 @200	583	378	47	435	0.11
		北側壁	4	1000	1000	810	D29 @200	250	104	91	435	0.21
		中壁	5	1000	500	320	D22 @200	-32	-6	54	435	0.13
		南側壁	2	1000	1000	810	D29 @200	231	119	80	435	0.19
		頂版	11	1000	1200	950	D25 @200	185	115	60	435	0.14
	水電気 カルバート	底版	16	1000	2500	2280	D35 @200	-633	246	40	435	0.10
		北側壁	8	1000	700	510	D19 @200	-156	304	110	435	0.26
		北中壁	5	1000	800	620	D25 @200	116	321	23	435	0.06
		南中壁	3	1000	1000	820	D22 @200	201	778	3	435	0.01
		南側壁	1	1000	1000	800	D32 @200	331	609	45	435	0.11
		頂版	9	1000	1000	800	D25 @200	-302	207	122	435	0.29
① S <sub>s</sub> -12	軽油 カルバート	底版	10	1000	2000	1700	D32 @200	884	514	79	435	0.19
		北側壁	4	1000	1000	810	D29 @200	421	35	175	435	0.41
		中壁	6	1000	500	320	D22 @200	72	40	105	435	0.25
		南側壁	2	1000	1000	810	D29 @200	296	128	107	435	0.25
		頂版	11	1000	1200	950	D25 @200	277	123	100	435	0.23
	水電気 カルバート	底版	16	1000	2500	2280	D35 @200	-638	109	53	435	0.13
		北側壁	8	1000	700	510	D19 @200	-191	289	161	435	0.38
		北中壁	5	1000	800	620	D25 @200	145	306	43	435	0.10
		南中壁	3	1000	1000	820	D22 @200	235	703	15	435	0.04
		南側壁	2	1000	1000	810	D22 @200	-273	394	89	435	0.21
		頂版	10	1000	1000	790	D29 @200	465	233	166	435	0.39

\*1 評価位置は下図に示す

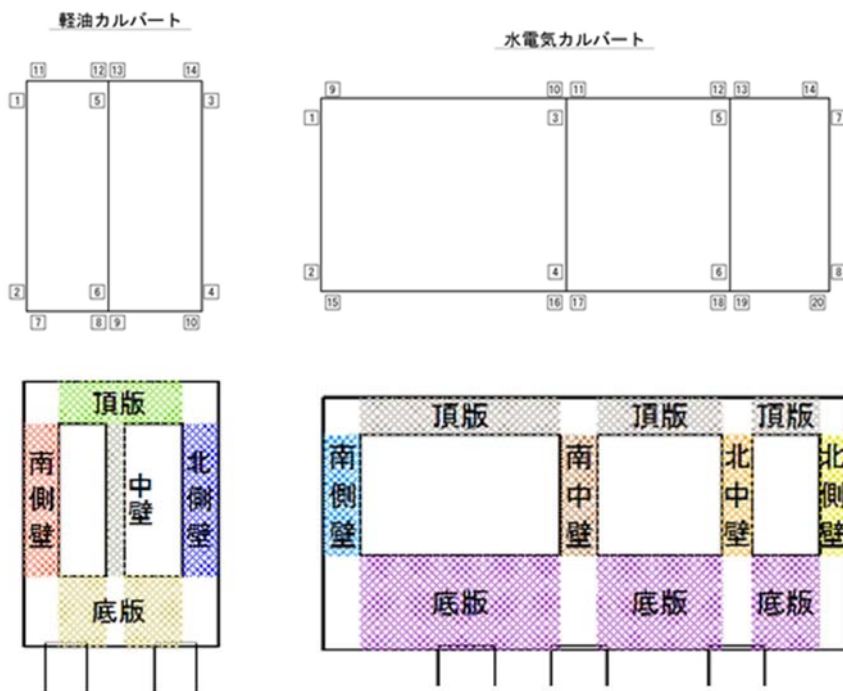


表 7.4-8 (4) 鉄筋の曲げ軸力照査結果

検討ケース	評価位置		断面性状			鉄筋仕様 (引張鉄筋)	発生断面力		引張 応力度 ( $N/mm^2$ )	短期許容 応力度 ( $N/mm^2$ )	照査値	
			部材幅 b (mm)	部材高 h (mm)	有効高さ d (mm)		曲げモーメント ( $kN \cdot m/m$ )	軸力 ( $kN/m$ )				
① S <sub>g</sub> -13	軽油 カルバート	底版	10	1000	2000	1700	D32 @200	847	501	74	435	0.18
		北側壁	4	1000	1000	810	D29 @200	397	57	161	435	0.38
		中壁	6	1000	500	320	D22 @200	67	41	97	435	0.23
		南側壁	2	1000	1000	810	D29 @200	304	122	111	435	0.26
		頂版	11	1000	1200	950	D25 @200	263	125	93	435	0.22
	水電気 カルバート	底版	16	1000	2500	2280	D35 @200	-646	91	56	435	0.13
		北側壁	8	1000	700	510	D19 @200	-188	289	157	435	0.37
		北中壁	5	1000	800	620	D25 @200	133	303	36	435	0.09
		南中壁	3	1000	1000	820	D22 @200	212	695	10	435	0.03
		南側壁	2	1000	1000	810	D22 @200	-261	396	80	435	0.19
		頂版	10	1000	1000	790	D29 @200	403	178	148	435	0.35
① S <sub>g</sub> -14	軽油 カルバート	底版	10	1000	2000	1700	D32 @200	727	443	62	435	0.15
		北側壁	4	1000	1000	810	D29 @200	331	90	127	435	0.30
		中壁	5	1000	500	320	D22 @200	-45	-10	77	435	0.18
		南側壁	2	1000	1000	810	D29 @200	228	154	74	435	0.18
		頂版	11	1000	1200	950	D25 @200	224	124	76	435	0.18
	水電気 カルバート	底版	16	1000	2500	2280	D35 @200	-598	263	35	435	0.09
		北側壁	8	1000	700	510	D19 @200	-173	297	134	435	0.31
		北中壁	5	1000	800	620	D25 @200	100	365	9	435	0.03
		南中壁	3	1000	1000	820	D22 @200	246	924	5	435	0.02
		南側壁	1	1000	1000	800	D32 @200	292	522	41	435	0.10
		頂版	10	1000	1000	790	D29 @200	390	252	131	435	0.31

\*1 評価位置は下図に示す

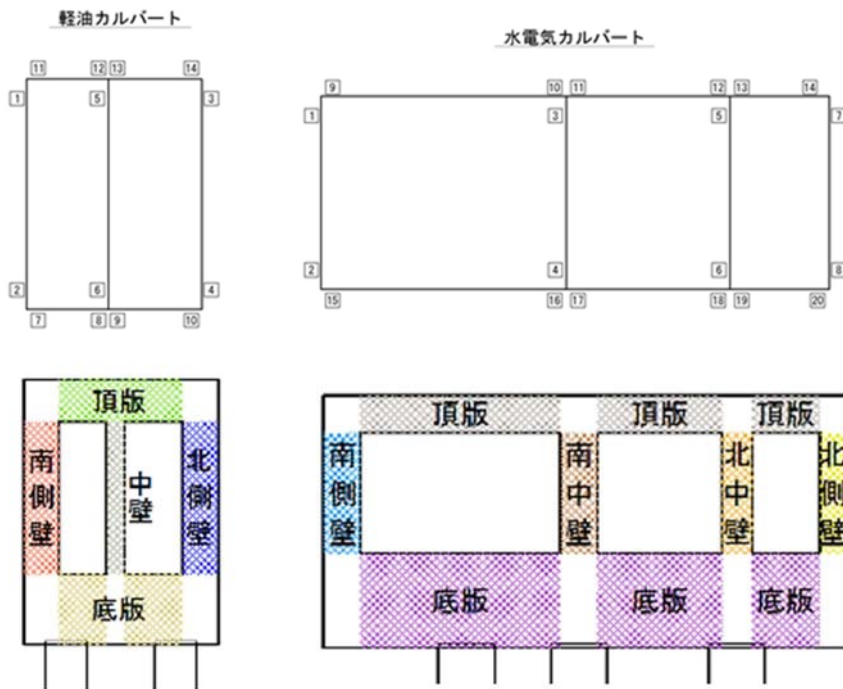




表 7.4-8 (5) 鉄筋の曲げ軸力照査結果

検討ケース	評価位置			断面性状			鉄筋仕様 (引張鉄筋)	発生断面力		引張 応力度 (N/mm <sup>2</sup> )	短期許容 応力度 (N/mm <sup>2</sup> )	照査値
				部材幅 b (mm)	部材高 h (mm)	有効高さ d (mm)		曲げモーメント (kN・m/m)	軸力 (kN/m)			
① S <sub>u</sub> -21	軽油 カルバート	底版	10	1000	2000	1700	D32 @200	933	541	83	435	0.20
		北側壁	4	1000	1000	810	D29 @200	454	0	195	435	0.45
		中壁	6	1000	500	320	D22 @200	81	42	119	435	0.28
		南側壁	2	1000	1000	810	D29 @200	443	66	179	435	0.42
		頂版	14	1000	1200	950	D25 @200	318	139	115	435	0.27
	水電気 カルバート	底版	16	1000	2500	2280	D35 @200	-945	-24	97	435	0.23
		北側壁	8	1000	700	510	D19 @200	-176	291	140	435	0.33
		北中壁	5	1000	800	620	D25 @200	178	304	66	435	0.16
		南中壁	3	1000	1000	820	D22 @200	307	803	32	435	0.08
		南側壁	2	1000	1000	810	D22 @200	-281	382	97	435	0.23
頂版	9	1000	1000	800	D25 @200	-408	43	212	435	0.49		
① S <sub>u</sub> -22	軽油 カルバート	底版	10	1000	2000	1700	D32 @200	938	567	81	435	0.19
		北側壁	4	1000	1000	810	D29 @200	425	-5	183	435	0.43
		中壁	6	1000	500	320	D22 @200	77	39	113	435	0.26
		南側壁	2	1000	1000	810	D29 @200	416	50	170	435	0.40
		頂版	11	1000	1200	950	D25 @200	307	142	110	435	0.26
	水電気 カルバート	底版	16	1000	2500	2280	D35 @200	-699	-91	79	435	0.19
		北側壁	8	1000	700	510	D19 @200	-188	323	146	435	0.34
		北中壁	5	1000	800	620	D25 @200	159	231	66	435	0.16
		南中壁	3	1000	1000	820	D22 @200	283	925	13	435	0.03
		南側壁	2	1000	1000	810	D22 @200	-239	299	88	435	0.21
頂版	9	1000	1000	800	D25 @200	-366	83	181	435	0.42		

\*1 評価位置は下図に示す

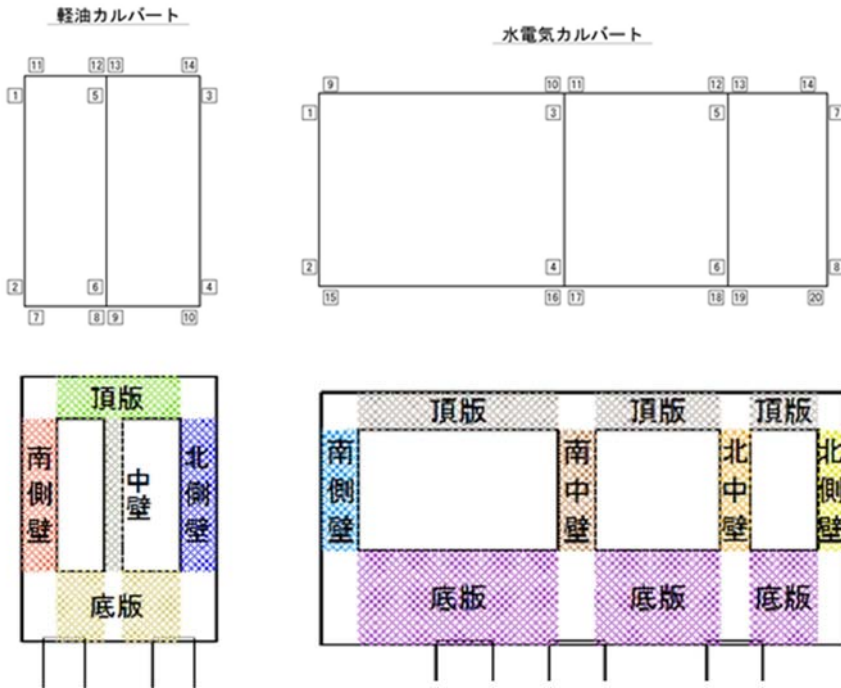


表 7.4-8 (6) 鉄筋の曲げ軸力照査結果

検討ケース	評価位置			断面性状			鉄筋仕様 (引張鉄筋)	発生断面力		引張 応力度 (N/mm <sup>2</sup> )	短期許容 応力度 (N/mm <sup>2</sup> )	照査値
				部材幅 b (mm)	部材高 h (mm)	有効高さ d (mm)		曲げモーメント (kN・m/m)	軸力 (kN/m)			
① S <sub>s</sub> -31 (H+, V+)	軽油 カルバート	底版	10	1000	2000	1790	D32 @200	-725	29	108	435	0.25
		北側壁	4	1000	1000	820	D22 @200	-431	452	178	435	0.41
		中壁	6	1000	500	320	D22 @200	-101	51	149	435	0.35
		南側壁	2	1000	1000	810	D29 @200	540	-4	232	435	0.54
		頂版	14	1000	1200	950	D25 @200	347	109	135	435	0.32
	水電気 カルバート	底版	16	1000	2500	2280	D35 @200	-936	-453	140	435	0.33
		北側壁	8	1000	700	510	D19 @200	-184	327	140	435	0.33
		北中壁	5	1000	800	620	D25 @200	130	355	26	435	0.06
		南中壁	3	1000	1000	820	D22 @200	520	1012	108	435	0.25
		南側壁	2	1000	1000	800	D32 @200	454	531	94	435	0.22
頂版	10	1000	1000	790	D29 @200	634	-64	290	435	0.67		
① S <sub>s</sub> -31 (H-, V+)	軽油 カルバート	底版	10	1000	2000	1700	D32 @200	1141	644	103	435	0.24
		北側壁	4	1000	1000	810	D29 @200	571	-33	250	435	0.58
		中壁	6	1000	500	320	D22 @200	103	45	154	435	0.36
		南側壁	2	1000	1000	820	D22 @200	-429	435	181	435	0.42
		頂版	11	1000	1200	950	D25 @200	356	121	136	435	0.32
	水電気 カルバート	底版	16	1000	2500	2280	D35 @200	-643	-23	67	435	0.16
		北側壁	8	1000	700	510	D19 @200	-217	317	187	435	0.43
		北中壁	5	1000	800	620	D25 @200	215	295	93	435	0.22
		南中壁	3	1000	1000	820	D22 @200	334	923	29	435	0.07
		南側壁	2	1000	1000	810	D22 @200	-383	357	172	435	0.40
頂版	10	1000	1000	790	D29 @200	479	174	182	435	0.42		

\*1 評価位置は下図に示す

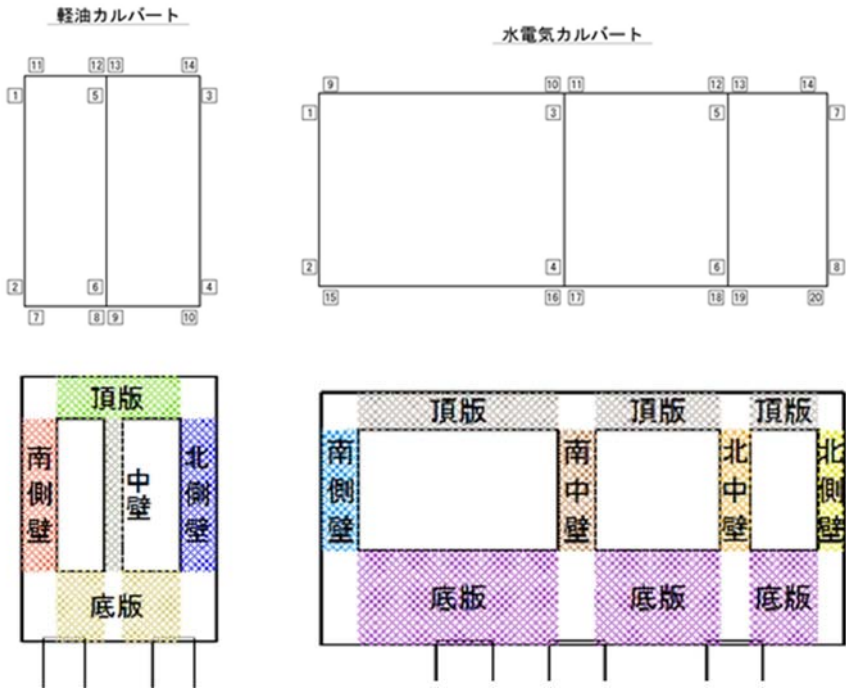


表 7.4-8 (7) 鉄筋の曲げ軸力照査結果

検討ケース	評価位置			断面性状			鉄筋仕様 (引張鉄筋)	発生断面力		引張 応力度 (N/mm <sup>2</sup> )	短期許容 応力度 (N/mm <sup>2</sup> )	照査値
				部材幅 b (mm)	部材高 h (mm)	有効高さ d (mm)		曲げモーメント (kN・m/m)	軸力 (kN/m)			
② S <sub>s</sub> -D1 (H+, V-)	軽油 カルバート	底版	7	1000	2000	1790	D32 @200	-708	-26	112	435	0.26
		北側壁	4	1000	1000	810	D29 @200	622	-88	281	435	0.65
		中壁	6	1000	500	320	D22 @200	117	39	177	435	0.41
		南側壁	2	1000	1000	820	D22 @200	-477	478	202	435	0.47
		頂版	11	1000	1200	950	D25 @200	408	129	158	435	0.37
	水電気 カルバート	底版	16	1000	2500	2280	D35 @200	-881	-209	109	435	0.26
		北側壁	8	1000	700	510	D19 @200	-213	285	191	435	0.44
		北中壁	5	1000	800	620	D25 @200	249	259	123	435	0.29
		南中壁	3	1000	1000	820	D22 @200	324	898	28	435	0.07
		南側壁	2	1000	1000	810	D22 @200	-396	314	192	435	0.45
頂版	10	1000	1000	790	D29 @200	498	81	206	435	0.48		
② S <sub>s</sub> -31 (H+, V+)	軽油 カルバート	底版	10	1000	2000	1790	D32 @200	-716	31	106	435	0.25
		北側壁	4	1000	1000	820	D22 @200	-426	448	175	435	0.41
		中壁	6	1000	500	320	D22 @200	-100	50	147	435	0.34
		南側壁	2	1000	1000	810	D29 @200	535	-2	230	435	0.53
		頂版	14	1000	1200	950	D25 @200	344	109	133	435	0.31
	水電気 カルバート	底版	16	1000	2500	2280	D35 @200	-926	-445	138	435	0.32
		北側壁	8	1000	700	510	D19 @200	-184	327	140	435	0.33
		北中壁	5	1000	800	620	D25 @200	131	353	27	435	0.07
		南中壁	3	1000	1000	820	D22 @200	516	1008	107	435	0.25
		南側壁	2	1000	1000	800	D32 @200	451	528	94	435	0.22
頂版	10	1000	1000	790	D29 @200	630	-60	287	435	0.66		

\*1 評価位置は下図に示す

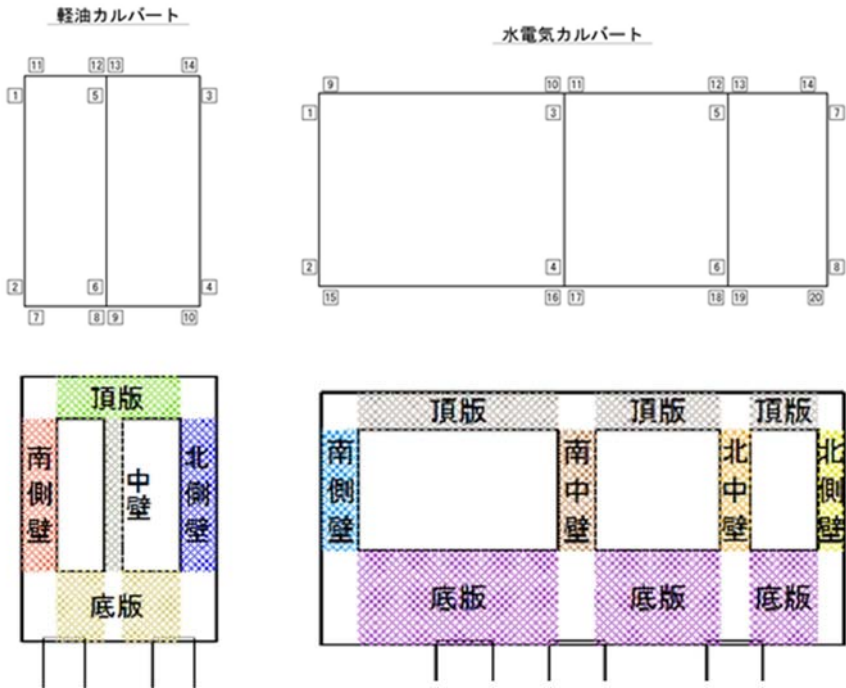


表 7.4-8 (8) 鉄筋の曲げ軸力照査結果

検討ケース	評価位置		断面性状			鉄筋仕様 (引張鉄筋)	発生断面力		引張 応力度 (N/mm <sup>2</sup> )	短期許容 応力度 (N/mm <sup>2</sup> )	照査値	
			部材幅 b (mm)	部材高 h (mm)	有効高さ d (mm)		曲げモーメント (kN・m/m)	軸力 (kN/m)				
③ S <sub>s</sub> -D1 (H+, V-)	軽油 カルバート	底版	10	1000	2000	1700	D32 @200	1214	682	110	435	0.26
		北側壁	4	1000	1000	810	D29 @200	614	-84	277	435	0.64
		中壁	6	1000	500	320	D22 @200	115	39	175	435	0.41
		南側壁	2	1000	1000	820	D22 @200	-469	475	198	435	0.46
		頂版	11	1000	1200	950	D25 @200	404	129	156	435	0.36
	水電気 カルバート	底版	16	1000	2500	2280	D35 @200	-856	-272	113	435	0.26
		北側壁	8	1000	700	510	D19 @200	-212	293	188	435	0.44
		北中壁	5	1000	800	620	D25 @200	262	265	131	435	0.31
		南中壁	3	1000	1000	820	D22 @200	323	899	27	435	0.07
		南側壁	2	1000	1000	810	D22 @200	-405	310	198	435	0.46
頂版	10	1000	1000	790	D29 @200	497	93	203	435	0.47		
③ S <sub>s</sub> -31 (H+, V+)	軽油 カルバート	底版	10	1000	2000	1790	D32 @200	-734	28	109	435	0.26
		北側壁	4	1000	1000	820	D22 @200	-435	455	180	435	0.42
		中壁	6	1000	500	320	D22 @200	-102	51	151	435	0.35
		南側壁	2	1000	1000	810	D29 @200	545	-7	235	435	0.55
		頂版	14	1000	1200	950	D25 @200	351	110	136	435	0.32
	水電気 カルバート	底版	16	1000	2500	2280	D35 @200	-951	-463	143	435	0.33
		北側壁	8	1000	700	510	D19 @200	-185	326	141	435	0.33
		北中壁	5	1000	800	620	D25 @200	130	354	26	435	0.06
		南中壁	3	1000	1000	820	D22 @200	525	1016	111	435	0.26
		南側壁	2	1000	1000	800	D32 @200	461	536	96	435	0.23
頂版	10	1000	1000	790	D29 @200	640	-71	293	435	0.68		

\*1 評価位置は下図に示す

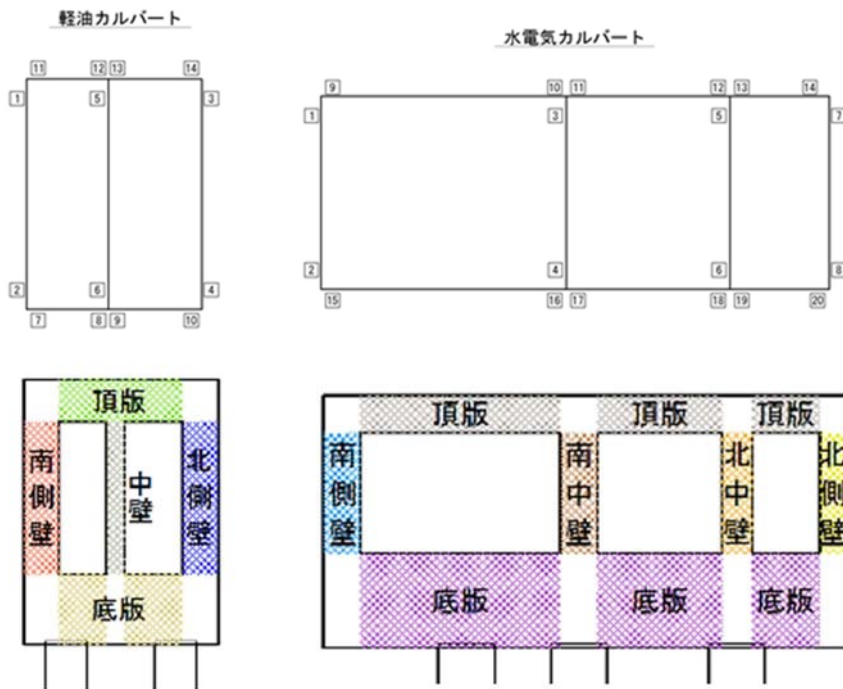




表 7.4-8 (9) 鉄筋の曲げ軸力照査結果

検討ケース	評価位置			断面性状			鉄筋仕様 (引張鉄筋)	発生断面力		引張 応力度 (N/mm <sup>2</sup> )	短期許容 応力度 (N/mm <sup>2</sup> )	照査値
				部材幅 b (mm)	部材高 h (mm)	有効高さ d (mm)		曲げモーメント (kN・m/m)	軸力 (kN/m)			
④ S <sub>0</sub> -D1 (H+, V-)	軽油 カルバート	底版	7	1000	2000	1790	D32 @200	-777	45	114	435	0.27
		北側壁	4	1000	1000	810	D29 @200	609	-66	272	435	0.63
		中壁	6	1000	500	320	D22 @200	115	40	174	435	0.40
		南側壁	2	1000	1000	810	D29 @200	471	15	200	435	0.46
		頂版	11	1000	1200	950	D25 @200	395	133	152	435	0.35
	水電気 カルバート	底版	16	1000	2500	2280	D35 @200	-1022	-387	142	435	0.33
		北側壁	8	1000	700	510	D19 @200	-209	343	168	435	0.39
		北中壁	5	1000	800	620	D25 @200	290	275	149	435	0.35
		南中壁	3	1000	1000	820	D22 @200	289	849	20	435	0.05
		南側壁	2	1000	1000	810	D22 @200	-363	212	195	435	0.45
頂版	9	1000	1000	800	D25 @200	-376	-57	216	435	0.50		
④ S <sub>0</sub> -31 (H+, V+)	軽油 カルバート	底版	10	1000	2000	1790	D32 @200	-722	38	106	435	0.25
		北側壁	4	1000	1000	820	D22 @200	-428	457	175	435	0.41
		中壁	6	1000	500	320	D22 @200	-104	46	155	435	0.36
		南側壁	2	1000	1000	810	D29 @200	546	-12	236	435	0.55
		頂版	14	1000	1200	950	D25 @200	362	116	140	435	0.33
	水電気 カルバート	底版	16	1000	2500	2280	D35 @200	-1039	-436	149	435	0.35
		北側壁	8	1000	700	510	D19 @200	-178	293	142	435	0.33
		北中壁	5	1000	800	620	D25 @200	110	286	24	435	0.06
		南中壁	3	1000	1000	820	D22 @200	418	1011	54	435	0.13
		南側壁	2	1000	1000	800	D32 @200	395	530	74	435	0.18
頂版	10	1000	1000	790	D29 @200	587	-16	261	435	0.60		

\*1 評価位置は下図に示す

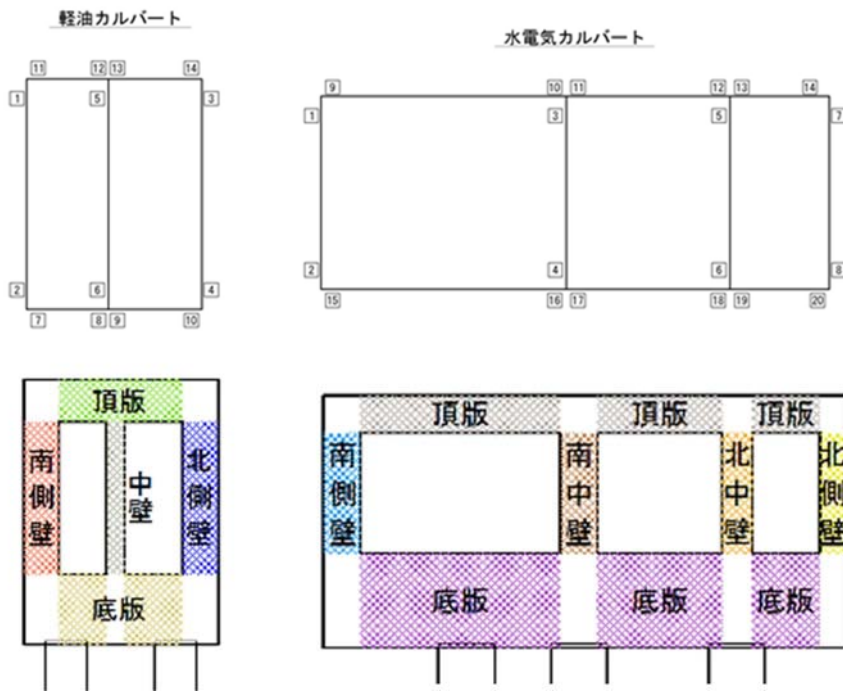


表 7.4-8 (10) 鉄筋の曲げ軸力照査結果

検討ケース	評価位置		断面性状			鉄筋仕様 (引張鉄筋)	発生断面力		引張 応力度 (N/mm <sup>2</sup> )	短期許容 応力度 (N/mm <sup>2</sup> )	照査値	
			部材幅 b (mm)	部材高 h (mm)	有効高さ d (mm)		曲げモーメント (kN・m/m)	軸力 (kN/m)				
⑤ S <sub>1</sub> -D1 (H+, V-)	軽油 カルバート	底版	10	1000	2000	1700	D32 @200	1126	622	104	435	0.24
		北側壁	4	1000	1000	810	D29 @200	571	-26	249	435	0.58
		中壁	6	1000	500	320	D22 @200	105	39	158	435	0.37
		南側壁	2	1000	1000	820	D22 @200	-434	411	191	435	0.44
		頂版	11	1000	1200	950	D25 @200	364	125	139	435	0.32
	水電気 カルバート	底版	16	1000	2500	2280	D35 @200	-591	-189	79	435	0.19
		北側壁	8	1000	700	510	D19 @200	-203	246	191	435	0.44
		北中壁	5	1000	800	620	D25 @200	153	468	24	435	0.06
		南中壁	3	1000	1000	820	D22 @200	369	863	52	435	0.12
		南側壁	2	1000	1000	810	D22 @200	-288	290	124	435	0.29
		頂版	10	1000	1000	790	D29 @200	467	84	192	435	0.45
⑤ S <sub>1</sub> -31 (H+, V+)	軽油 カルバート	底版	10	1000	2000	1790	D32 @200	-649	52	93	435	0.22
		北側壁	4	1000	1000	820	D22 @200	-394	420	161	435	0.38
		中壁	6	1000	500	320	D22 @200	-95	48	139	435	0.32
		南側壁	2	1000	1000	810	D29 @200	512	25	215	435	0.50
		頂版	14	1000	1200	950	D25 @200	332	112	127	435	0.30
	水電気 カルバート	底版	16	1000	2500	2280	D35 @200	-851	-352	121	435	0.28
		北側壁	8	1000	700	510	D19 @200	-192	297	159	435	0.37
		北中壁	5	1000	800	620	D25 @200	198	584	33	435	0.08
		南中壁	3	1000	1000	820	D22 @200	515	993	109	435	0.26
		南側壁	2	1000	1000	800	D32 @200	452	518	95	435	0.22
		頂版	10	1000	1000	790	D29 @200	613	15	267	435	0.62

\*1 評価位置は下図に示す

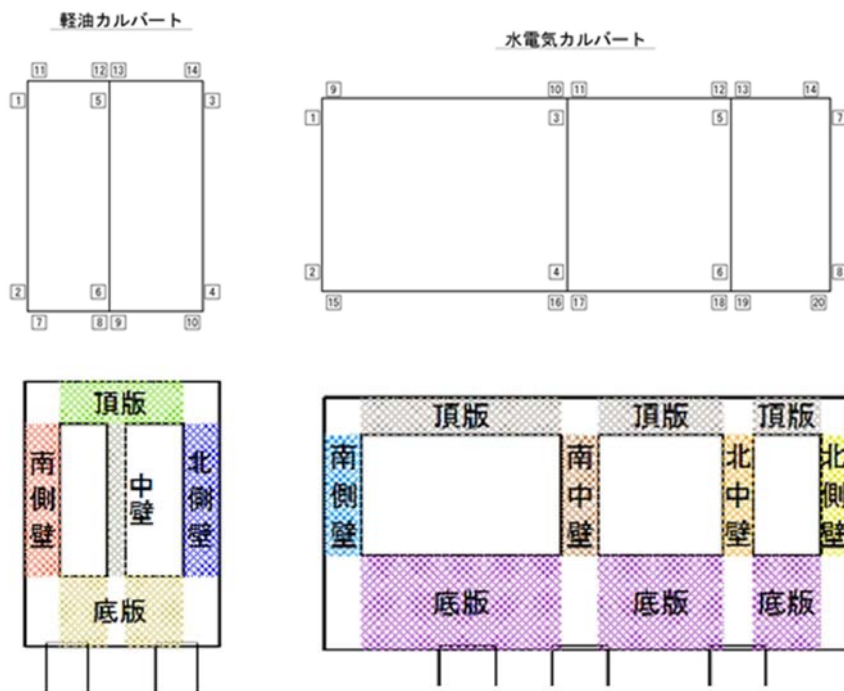
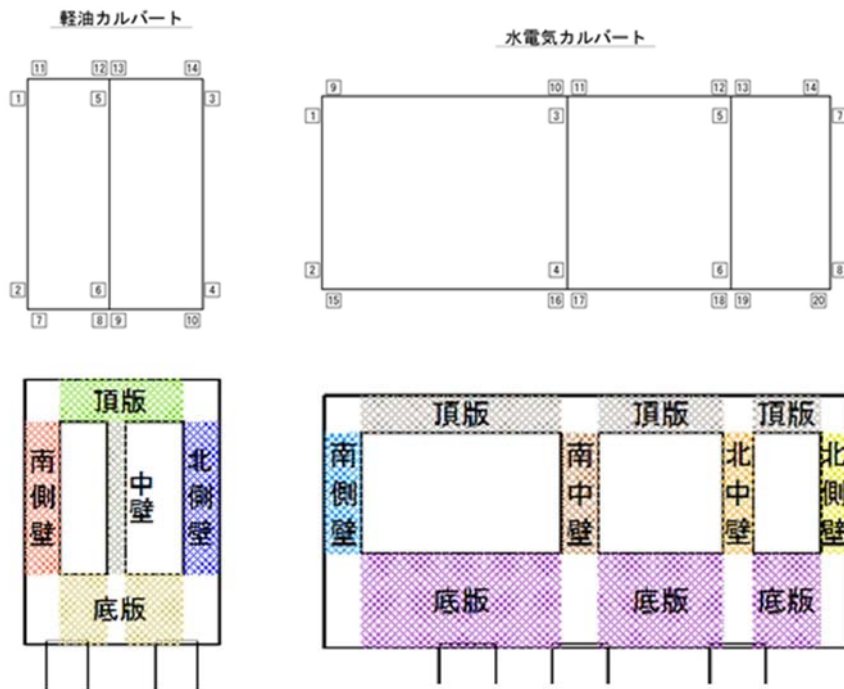


表 7.4-8 (11) 鉄筋の曲げ軸力照査結果

検討ケース	評価位置		断面性状			鉄筋仕様 (引張鉄筋)	発生断面力		引張 応力度 (N/mm <sup>2</sup> )	短期許容 応力度 (N/mm <sup>2</sup> )	照査値	
			部材幅 b (mm)	部材高 h (mm)	有効高さ d (mm)		曲げモーメント (kN・m/m)	軸力 (kN/m)				
⑥ S <sub>s</sub> -D1 (H+, V-)	軽油 カルバート	底版	10	1000	2000	1700	D32 @200	1123	621	103	435	0.24
		北側壁	4	1000	1000	810	D29 @200	569	-25	248	435	0.58
		中壁	6	1000	500	320	D22 @200	104	39	157	435	0.37
		南側壁	2	1000	1000	820	D22 @200	-432	410	189	435	0.44
		頂版	11	1000	1200	950	D25 @200	363	126	139	435	0.32
	水電気 カルバート	底版	16	1000	2500	2280	D35 @200	-589	-184	78	435	0.18
		北側壁	8	1000	700	510	D19 @200	-203	249	189	435	0.44
		北中壁	5	1000	800	620	D25 @200	152	465	23	435	0.06
		南中壁	3	1000	1000	820	D22 @200	367	864	51	435	0.12
		南側壁	2	1000	1000	810	D22 @200	-288	295	122	435	0.29
頂版	10	1000	1000	790	D29 @200	465	84	191	435	0.44		
⑥ S <sub>s</sub> -31 (H+, V+)	軽油 カルバート	底版	7	1000	2000	1700	D32 @200	1013	566	93	435	0.22
		北側壁	4	1000	1000	820	D22 @200	-390	417	159	435	0.37
		中壁	6	1000	500	320	D22 @200	-94	48	138	435	0.32
		南側壁	2	1000	1000	810	D29 @200	507	27	213	435	0.49
		頂版	14	1000	1200	950	D25 @200	329	112	126	435	0.29
	水電気 カルバート	底版	16	1000	2500	2280	D35 @200	-841	-347	120	435	0.28
		北側壁	8	1000	700	510	D19 @200	-191	297	158	435	0.37
		北中壁	5	1000	800	620	D25 @200	197	581	33	435	0.08
		南中壁	3	1000	1000	820	D22 @200	510	990	107	435	0.25
		南側壁	2	1000	1000	800	D32 @200	447	516	94	435	0.22
頂版	10	1000	1000	790	D29 @200	608	18	265	435	0.61		

\*1 評価位置は下図に示す



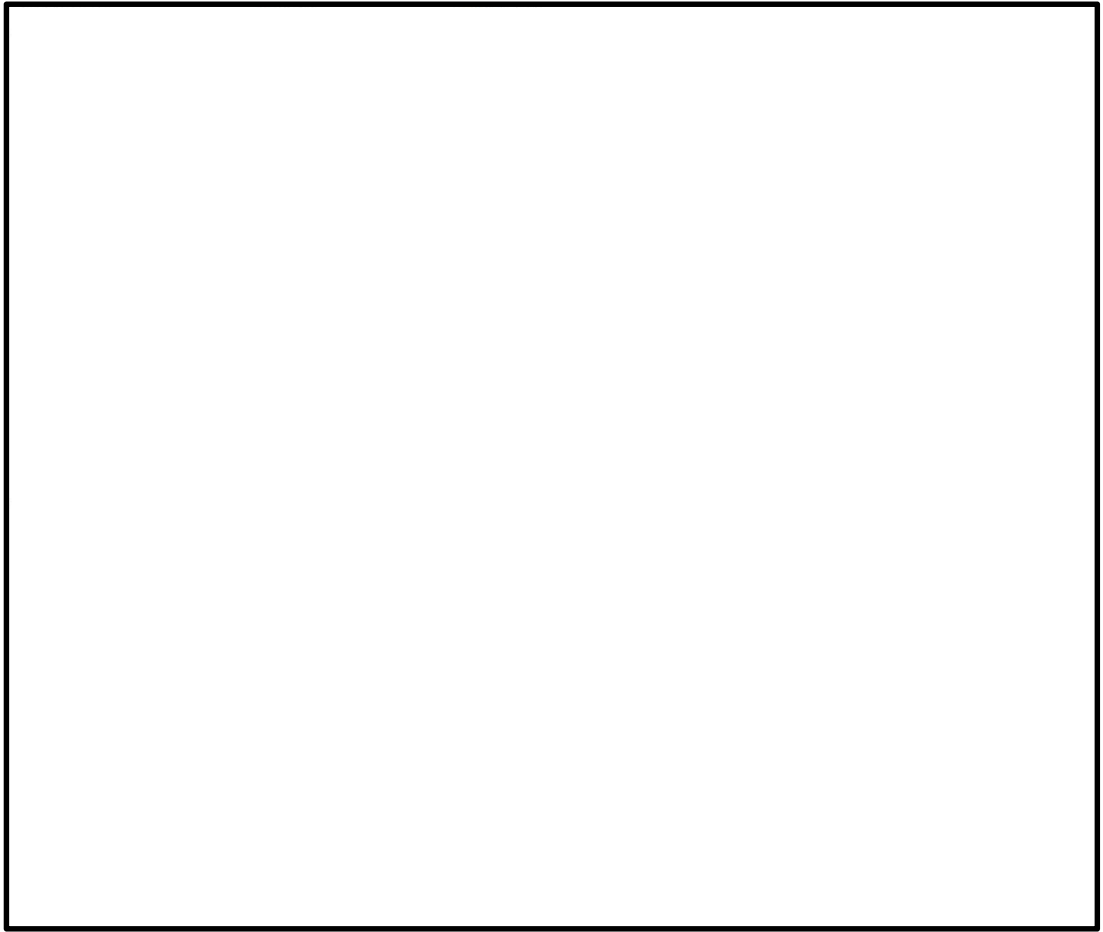
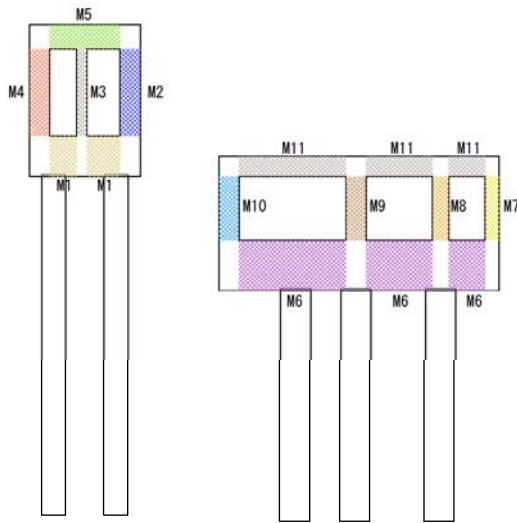


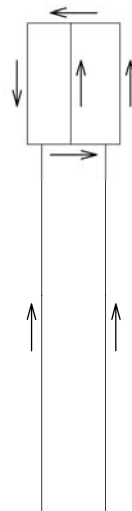
图 7.4-12 概略配筋图

表 7.4-9 断面諸元一覧表 (曲げ軸力に対する評価)

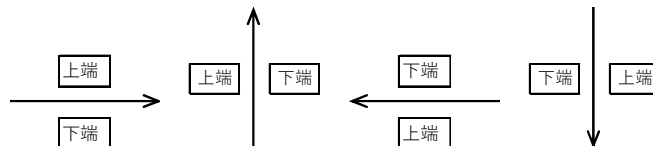
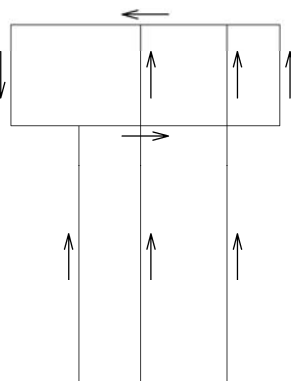
部位	材料No.	断面性状						主鉄筋										
		部材幅		部材高		かぶり		有効高さ		鉄筋種別	径		段数		鉄筋間隔		鉄筋量	
		b (mm)	h (mm)	d' (mm)	d' (mm)	d (mm)	d (mm)	上端側	下端側		上端側	下端側	上端側	下端側	上端側	下端側	上端側	下端側
軽油カルバート	底板	M1	1000	2000	210	300	1790	1700	SD490	D32	D32	1	1	200	200	3971.0	3971.0	
	北側壁	M2	1000	1000	180	190	820	810	SD490	D22	D29	1	1	200	200	1935.5	3212.0	
	中壁	M3	1000	500	180	180	320	320	SD490	D22	D22	1	1	200	200	1935.5	1935.5	
	南側壁	M4	1000	1000	180	190	820	810	SD490	D22	D29	1	1	200	200	1935.5	3212.0	
	頂版	M5	1000	1200	200	250	1000	950	SD490	D25	D25	1	1	200	200	2533.5	2533.5	
水電気カルバート	底板	M6	1000	2500	220	310	2280	2190	SD490	D35	D35	1	1	200	200	4783.0	4783.0	
	北側壁	M7	1000	700	190	200	510	500	SD490	D19	D32	1	1	200	200	1432.5	3971.0	
	北中壁	M8	1000	800	190	180	610	620	SD490	D29	D25	1	1	200	200	3212.0	2533.5	
	南中壁	M9	1000	1000	180	180	820	820	SD490	D22	D22	1	1	200	200	1935.5	1935.5	
	南側壁	M10	1000	1000	190	200	810	800	SD490	D22	D32	1	1	200	200	1935.5	3971.0	
	頂版	M11	1000	1000	200	210	800	790	SD490	D25	D29	1	1	200	200	2533.5	3212.0	



軽油カルバート



水電気カルバート



## (2) 構造部材のせん断力に対する評価結果

表 7.4-10 にせん断力に対する照査結果を示す。

許容応力度法による照査を行った結果、評価位置においてせん断応力度が許容せん断応力度以下である又はコンクリートの負担するせん断力 ( $V_c$ ) と、斜め引張鉄筋の負担するせん断力 ( $V_s$ ) を合わせた許容せん断力 ( $V_a$ ) が、発生せん断力 ( $V$ ) 以上であることを確認した ( $V_a = V_c + V_s \geq V$ )。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、カルバートの構造部材の発生応力は、許容限界以下であることを確認した。

図 7.4-13 に概略配筋図を、表 7.4-11 に断面計算に用いた断面諸元の一覧を示す。



表 7.4-10 (1) せん断力照査結果

検討ケース	評価位置		断面性状			鉄筋仕様 (せん断補強筋)	発生 せん断力 (kN/m)	短期許容 せん断力 (kN/m)	照査値	
			部材幅 b (mm)	部材高 h (mm)	有効高さ d (mm)					
① S <sub>s</sub> -D 1 (H+, V+)	軽油 カルバート	底版	10	1000	2000	1700	D16 @200 × 400	626	1688	0.38
		北側壁	4	1000	1000	810	D16 @200 × 400	466	804	0.58
		中壁	6	1000	500	320	D16 @200 × 400	61	317	0.20
		南側壁	2	1000	1000	810	D16 @200 × 400	368	804	0.46
		頂版	11	1000	1200	950	D16 @200 × 400	267	943	0.29
	水電気 カルバート	底版	20	1000	2500	2190	D19 @200 × 400	509	2790	0.19
		北側壁	7	1000	700	500	D22 @200 × 400	468	797	0.59
		北中壁	5	1000	800	620	D16 @200 × 400	156	615	0.26
		南中壁	4	1000	1000	820	D16 @200 × 400	203	814	0.25
		南側壁	1	1000	1000	810	D22 @200 × 400	762	1292	0.59
		頂版	9	1000	1000	790	D19 @200 × 400	520	1006	0.52
① S <sub>s</sub> -D 1 (H+, V-)	軽油 カルバート	底版	10	1000	2000	1700	D16 @200 × 400	630	1688	0.38
		北側壁	4	1000	1000	810	D16 @200 × 400	473	804	0.59
		中壁	6	1000	500	320	D16 @200 × 400	61	317	0.20
		南側壁	2	1000	1000	810	D16 @200 × 400	376	804	0.47
		頂版	11	1000	1200	950	D16 @200 × 400	271	943	0.29
	水電気 カルバート	底版	20	1000	2500	2190	D19 @200 × 400	575	2790	0.21
		北側壁	7	1000	700	500	D22 @200 × 400	488	797	0.62
		北中壁	5	1000	800	620	D16 @200 × 400	154	615	0.26
		南中壁	4	1000	1000	820	D16 @200 × 400	201	814	0.25
		南側壁	1	1000	1000	810	D22 @200 × 400	788	1292	0.61
		頂版	10	1000	1000	790	D19 @200 × 400	545	1006	0.55

\*1 評価位置は下図に示す。

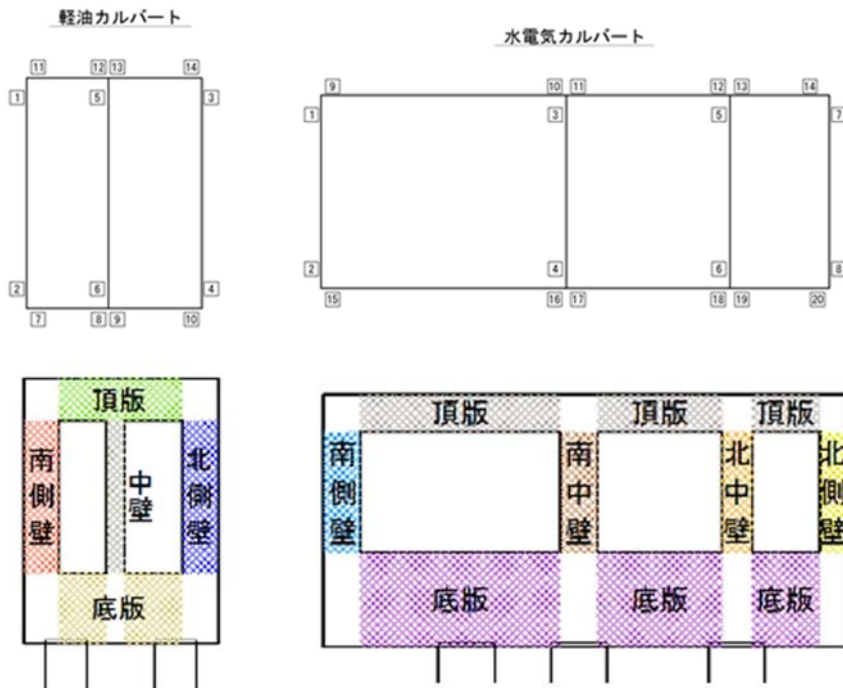


表 7.4-10 (2) せん断力照査結果

検討ケース	評価位置		断面性状			鉄筋仕様 (せん断補強筋)	発生 せん断力 (kN/m)	短期許容 せん断力 (kN/m)	照査値	
			部材幅 b (mm)	部材高 h (mm)	有効高さ d (mm)					
① S <sub>s</sub> -D 1 (H-, V+)	軽油 カルバート	底版	9	1000	2000	1700	D16 @200 × 400	691	1688	0.41
		北側壁	4	1000	1000	810	D16 @200 × 400	385	804	0.48
		中壁	6	1000	500	320	D16 @200 × 400	60	317	0.19
		南側壁	2	1000	1000	810	D16 @200 × 400	439	804	0.55
		頂版	14	1000	1200	950	D16 @200 × 400	261	943	0.28
	水電気 カルバート	底版	20	1000	2500	2190	D19 @200 × 400	576	2790	0.21
		北側壁	7	1000	700	500	D22 @200 × 400	422	797	0.53
		北中壁	5	1000	800	620	D16 @200 × 400	106	615	0.18
		南中壁	4	1000	1000	820	D16 @200 × 400	262	814	0.33
		南側壁	1	1000	1000	810	D22 @200 × 400	634	1292	0.50
		頂版	10	1000	1000	790	D19 @200 × 400	541	1006	0.54
		頂版	10	1000	1000	790	D19 @200 × 400	541	1006	0.54
① S <sub>s</sub> -D 1 (H-, V-)	軽油 カルバート	底版	9	1000	2000	1700	D16 @200 × 400	701	1688	0.42
		北側壁	4	1000	1000	810	D16 @200 × 400	397	804	0.50
		中壁	6	1000	500	320	D16 @200 × 400	60	317	0.19
		南側壁	2	1000	1000	810	D16 @200 × 400	449	804	0.56
		頂版	14	1000	1200	950	D16 @200 × 400	266	943	0.29
	水電気 カルバート	底版	20	1000	2500	2190	D19 @200 × 400	558	2790	0.20
		北側壁	7	1000	700	500	D22 @200 × 400	434	797	0.55
		北中壁	5	1000	800	620	D16 @200 × 400	117	615	0.20
		南中壁	4	1000	1000	820	D16 @200 × 400	269	814	0.34
		南側壁	1	1000	1000	810	D22 @200 × 400	651	1292	0.51
		頂版	10	1000	1000	790	D19 @200 × 400	589	1006	0.59
		頂版	10	1000	1000	790	D19 @200 × 400	589	1006	0.59

\*1 評価位置は下図に示す。

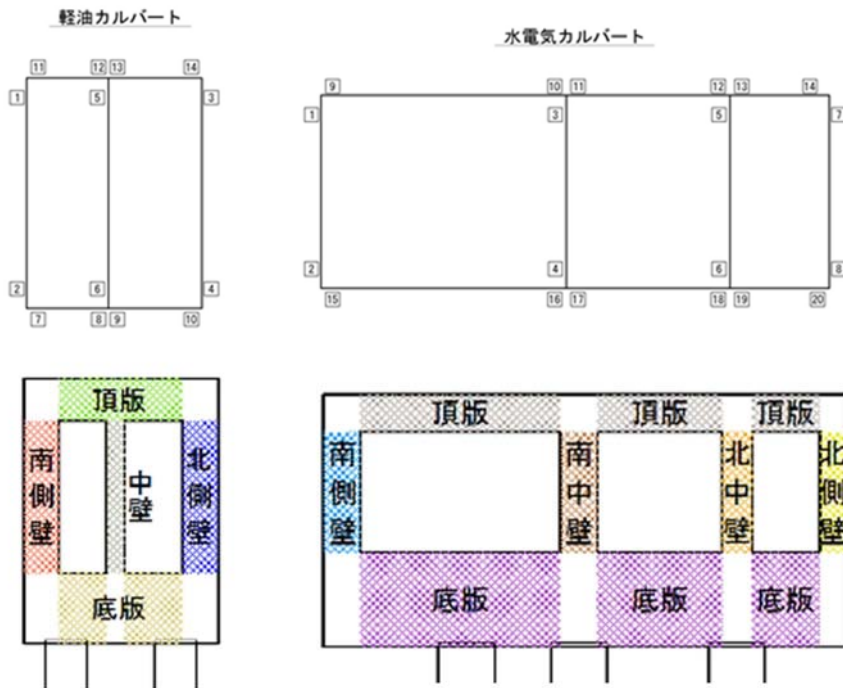




表 7.4-10 (3) せん断力照査結果

検討ケース	評価位置		断面性状			鉄筋仕様 (せん断補強筋)	発生 せん断力 (kN/m)	短期許容 せん断力 (kN/m)	照査値	
			部材幅 b (mm)	部材高 h (mm)	有効高さ d (mm)					
① S <sub>s</sub> -11	軽油 カルバート	底版	10	1000	2000	1700	D16 @200 × 400	258	1688	0.16
		北側壁	4	1000	1000	810	D16 @200 × 400	248	804	0.31
		中壁	6	1000	500	320	D16 @200 × 400	20	317	0.07
		南側壁	2	1000	1000	810	D16 @200 × 400	234	804	0.30
		頂版	11	1000	1200	950	D16 @200 × 400	120	943	0.13
	水電気 カルバート	底版	20	1000	2500	2190	D19 @200 × 400	406	2790	0.15
		北側壁	7	1000	700	500	D22 @200 × 400	337	797	0.43
		北中壁	5	1000	800	620	D16 @200 × 400	68	615	0.12
		南中壁	4	1000	1000	820	D16 @200 × 400	124	814	0.16
		南側壁	1	1000	1000	800	D22 @200 × 400	456	1276	0.36
		頂版	10	1000	1000	790	D19 @200 × 400	498	1006	0.50
① S <sub>s</sub> -12	軽油 カルバート	底版	10	1000	2000	1700	D16 @200 × 400	416	1688	0.25
		北側壁	4	1000	1000	810	D16 @200 × 400	362	804	0.46
		中壁	6	1000	500	320	D16 @200 × 400	38	317	0.12
		南側壁	2	1000	1000	810	D16 @200 × 400	284	804	0.36
		頂版	11	1000	1200	950	D16 @200 × 400	185	943	0.20
	水電気 カルバート	底版	20	1000	2500	2190	D19 @200 × 400	401	2790	0.15
		北側壁	7	1000	700	500	D22 @200 × 400	417	797	0.53
		北中壁	6	1000	800	610	D16 @200 × 400	89	605	0.15
		南中壁	4	1000	1000	820	D16 @200 × 400	188	814	0.24
		南側壁	1	1000	1000	810	D22 @200 × 400	625	1292	0.49
		頂版	10	1000	1000	790	D19 @200 × 400	507	1006	0.51

\*1 評価位置は下図に示す。

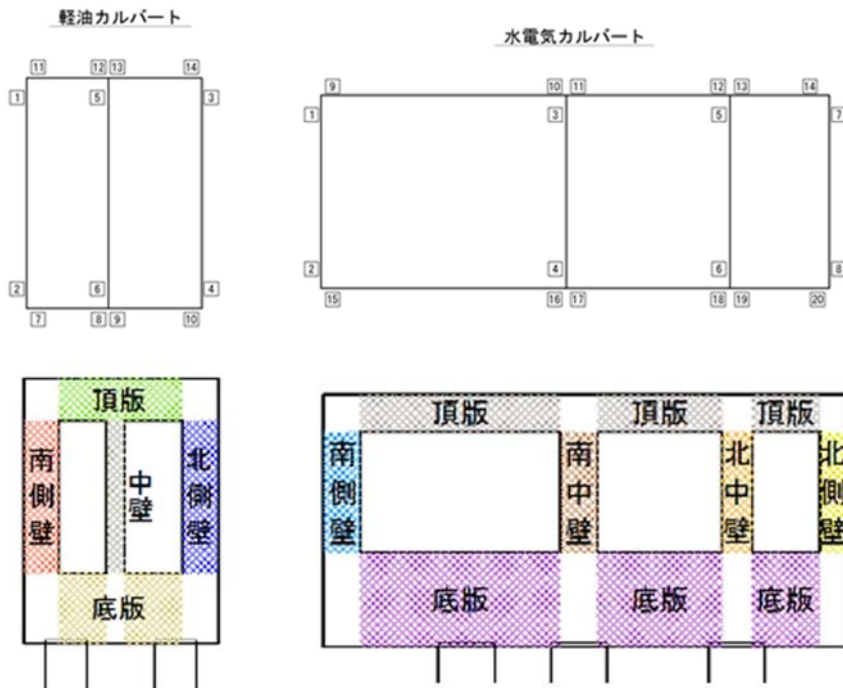


表 7.4-10 (4) せん断力照査結果

検討ケース	評価位置		断面性状			鉄筋仕様 (せん断補強筋)	発生 せん断力 (kN/m)	短期許容 せん断力 (kN/m)	照査値	
			部材幅 b (mm)	部材高 h (mm)	有効高さ d (mm)					
① S <sub>s</sub> -13	軽油 カルバート	底版	10	1000	2000	1700	D16 @200 × 400	399	1688	0.24
		北側壁	4	1000	1000	810	D16 @200 × 400	348	804	0.44
		中壁	6	1000	500	320	D16 @200 × 400	35	317	0.12
		南側壁	2	1000	1000	810	D16 @200 × 400	293	804	0.37
		頂版	11	1000	1200	950	D16 @200 × 400	175	943	0.19
	水電気 カルバート	底版	20	1000	2500	2190	D19 @200 × 400	399	2790	0.15
		北側壁	7	1000	700	500	D22 @200 × 400	408	797	0.52
		北中壁	5	1000	800	620	D16 @200 × 400	77	615	0.13
		南中壁	4	1000	1000	820	D16 @200 × 400	149	814	0.19
		南側壁	1	1000	1000	810	D22 @200 × 400	611	1292	0.48
		頂版	10	1000	1000	790	D19 @200 × 400	498	1006	0.50
① S <sub>s</sub> -14	軽油 カルバート	底版	10	1000	2000	1700	D16 @200 × 400	331	1688	0.20
		北側壁	4	1000	1000	810	D16 @200 × 400	303	804	0.38
		中壁	6	1000	500	320	D16 @200 × 400	28	317	0.09
		南側壁	2	1000	1000	810	D16 @200 × 400	237	804	0.30
		頂版	11	1000	1200	950	D16 @200 × 400	148	943	0.16
	水電気 カルバート	底版	15	1000	2500	2280	D19 @200 × 400	403	2905	0.14
		北側壁	7	1000	700	500	D22 @200 × 400	368	797	0.47
		北中壁	6	1000	800	610	D16 @200 × 400	64	605	0.11
		南中壁	4	1000	1000	820	D16 @200 × 400	139	814	0.18
		南側壁	1	1000	1000	800	D22 @200 × 400	522	1276	0.41
		頂版	10	1000	1000	790	D19 @200 × 400	501	1006	0.50

\*1 評価位置は下図に示す。

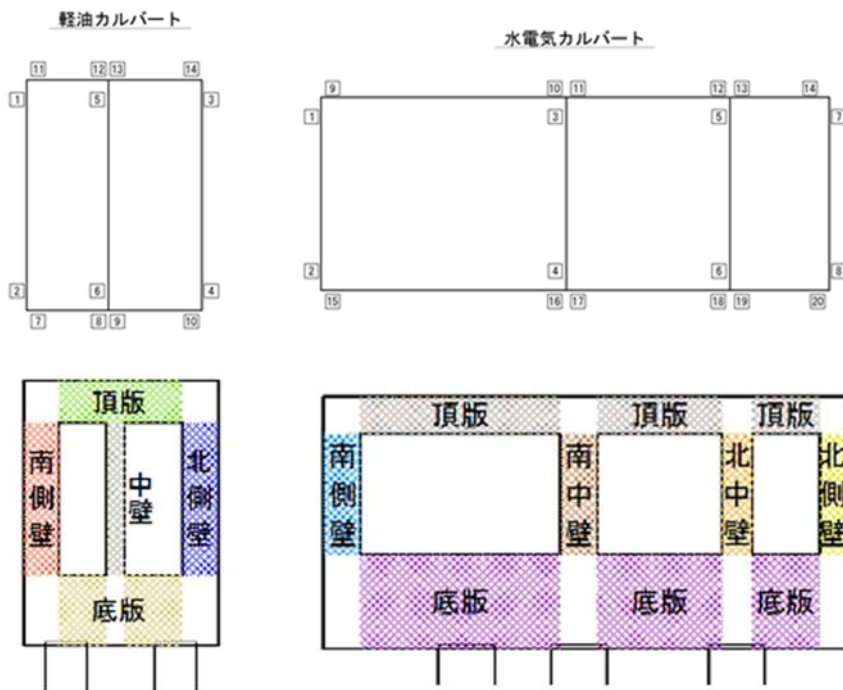


表 7.4-10 (5) せん断力照査結果

検討ケース	評価位置		断面性状			鉄筋仕様 (せん断補強筋)	発生 せん断力 (kN/m)	短期許容 せん断力 (kN/m)	照査値	
			部材幅 b (mm)	部材高 h (mm)	有効高さ d (mm)					
① S <sub>s</sub> -2 1	軽油 カルバート	底版	9	1000	2000	1700	D16 @200 × 400	482	1688	0.29
		北側壁	4	1000	1000	810	D16 @200 × 400	370	804	0.47
		中壁	6	1000	500	320	D16 @200 × 400	43	317	0.14
		南側壁	2	1000	1000	810	D16 @200 × 400	384	804	0.48
		頂版	14	1000	1200	950	D16 @200 × 400	210	943	0.23
	水電気 カルバート	底版	20	1000	2500	2190	D19 @200 × 400	540	2790	0.20
		北側壁	7	1000	700	500	D22 @200 × 400	409	797	0.52
		北中壁	5	1000	800	620	D16 @200 × 400	111	615	0.19
		南中壁	4	1000	1000	820	D16 @200 × 400	197	814	0.25
		南側壁	1	1000	1000	810	D22 @200 × 400	605	1292	0.47
		頂版	10	1000	1000	790	D19 @200 × 400	558	1006	0.56
		頂版	10	1000	1000	790	D19 @200 × 400	558	1006	0.56
① S <sub>s</sub> -2 2	軽油 カルバート	底版	9	1000	2000	1700	D16 @200 × 400	453	1688	0.27
		北側壁	4	1000	1000	810	D16 @200 × 400	380	804	0.48
		中壁	6	1000	500	320	D16 @200 × 400	41	317	0.13
		南側壁	2	1000	1000	810	D16 @200 × 400	356	804	0.45
		頂版	11	1000	1200	950	D16 @200 × 400	202	943	0.22
	水電気 カルバート	底版	20	1000	2500	2190	D19 @200 × 400	554	2790	0.20
		北側壁	7	1000	700	500	D22 @200 × 400	420	797	0.53
		北中壁	5	1000	800	620	D16 @200 × 400	97	615	0.16
		南中壁	4	1000	1000	820	D16 @200 × 400	166	814	0.21
		南側壁	1	1000	1000	810	D22 @200 × 400	610	1292	0.48
		頂版	10	1000	1000	790	D19 @200 × 400	538	1006	0.54
		頂版	10	1000	1000	790	D19 @200 × 400	538	1006	0.54

\*1 評価位置は下図に示す。

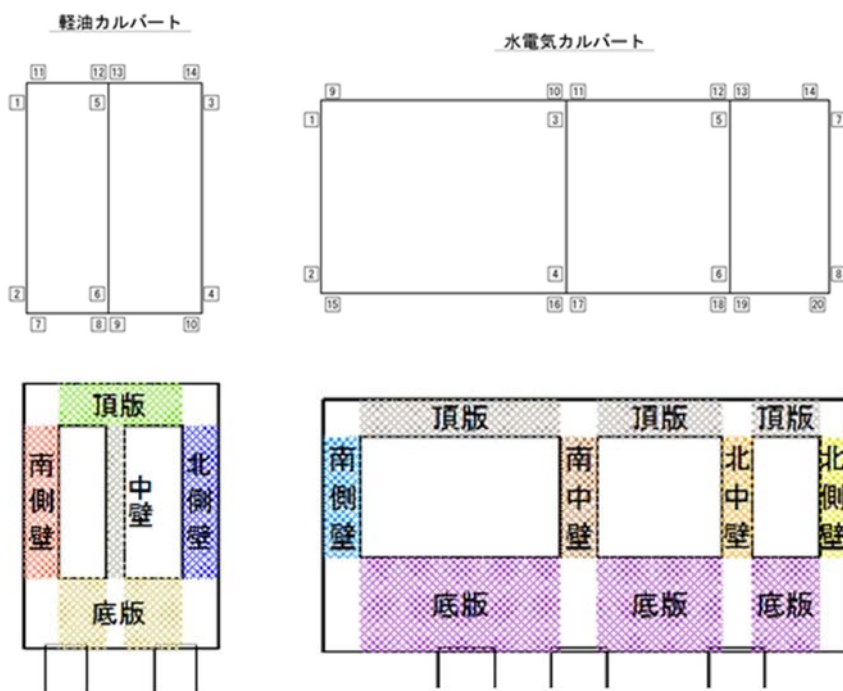


表 7.4-10 (6) せん断力照査結果

検討ケース	評価位置		断面性状			鉄筋仕様 (せん断補強筋)	発生 せん断力 (kN/m)	短期許容 せん断力 (kN/m)	照査値	
			部材幅 b (mm)	部材高 h (mm)	有効高さ d (mm)					
① S <sub>s</sub> -3 1 (H+, V+)	軽油 カルバート	底版	9	1000	2000	1700	D16 @200 × 400	637	1688	0.38
		北側壁	4	1000	1000	810	D16 @200 × 400	321	804	0.40
		中壁	6	1000	500	320	D16 @200 × 400	53	317	0.17
		南側壁	2	1000	1000	810	D16 @200 × 400	423	804	0.53
		頂版	14	1000	1200	950	D16 @200 × 400	235	943	0.25
	水電気 カルバート	底版	15	1000	2500	2280	D19 @200 × 400	549	2905	0.19
		北側壁	7	1000	700	500	D22 @200 × 400	401	797	0.51
		北中壁	6	1000	800	610	D16 @200 × 400	125	605	0.21
		南中壁	4	1000	1000	820	D16 @200 × 400	327	814	0.41
		南側壁	1	1000	1000	810	D22 @200 × 400	564	1292	0.44
		頂版	10	1000	1000	790	D19 @200 × 400	552	1006	0.55
① S <sub>s</sub> -3 1 (H-, V+)	軽油 カルバート	底版	10	1000	2000	1700	D16 @200 × 400	586	1688	0.35
		北側壁	4	1000	1000	810	D16 @200 × 400	453	804	0.57
		中壁	6	1000	500	320	D16 @200 × 400	54	317	0.18
		南側壁	2	1000	1000	810	D16 @200 × 400	297	804	0.37
		頂版	11	1000	1200	950	D16 @200 × 400	239	943	0.26
	水電気 カルバート	底版	20	1000	2500	2190	D19 @200 × 400	432	2790	0.16
		北側壁	7	1000	700	500	D22 @200 × 400	488	797	0.62
		北中壁	5	1000	800	620	D16 @200 × 400	132	615	0.22
		南中壁	4	1000	1000	820	D16 @200 × 400	204	814	0.26
		南側壁	1	1000	1000	810	D22 @200 × 400	793	1292	0.62
		頂版	9	1000	1000	790	D19 @200 × 400	512	1006	0.51

\*1 評価位置は下図に示す。

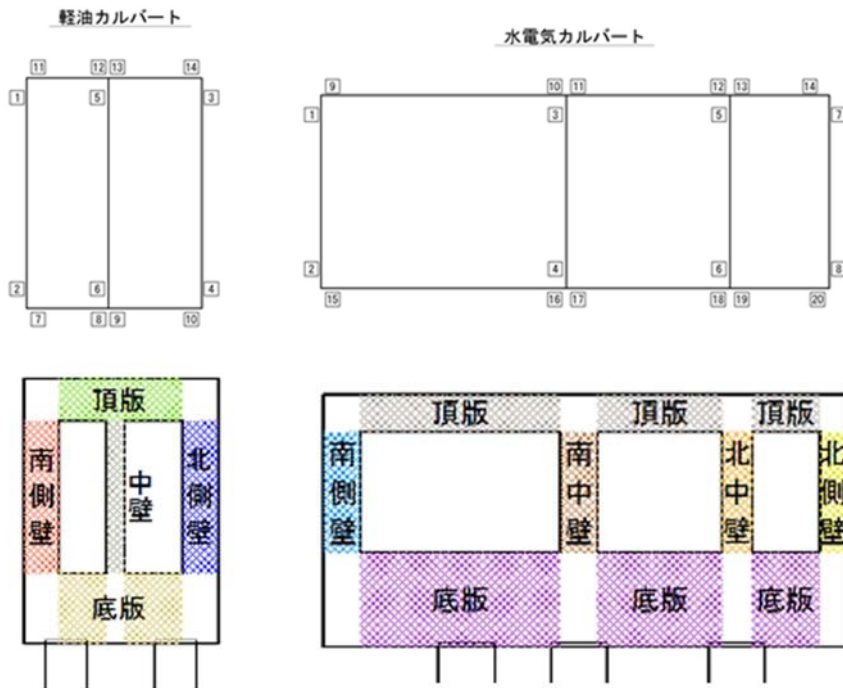




表 7.4-10 (7) せん断力照査結果

検討ケース	評価位置		断面性状			鉄筋仕様 (せん断補強筋)	発生 せん断力 (kN/m)	短期許容 せん断力 (kN/m)	照査値	
			部材幅 b (mm)	部材高 h (mm)	有効高さ d (mm)					
② S <sub>s</sub> -D 1 (H+, V-)	軽油 カルバート	底版	10	1000	2000	1700	D16 @200 × 400	633	1688	0.38
		北側壁	4	1000	1000	810	D16 @200 × 400	475	804	0.60
		中壁	6	1000	500	320	D16 @200 × 400	61	317	0.20
		南側壁	2	1000	1000	810	D16 @200 × 400	377	804	0.47
		頂版	11	1000	1200	950	D16 @200 × 400	272	943	0.29
	水電気 カルバート	底版	20	1000	2500	2190	D19 @200 × 400	578	2790	0.21
		北側壁	7	1000	700	500	D22 @200 × 400	491	797	0.62
		北中壁	5	1000	800	620	D16 @200 × 400	156	615	0.26
		南中壁	4	1000	1000	820	D16 @200 × 400	201	814	0.25
		南側壁	1	1000	1000	810	D22 @200 × 400	794	1292	0.62
		頂版	10	1000	1000	790	D19 @200 × 400	547	1006	0.55
② S <sub>s</sub> -3 1 (H+, V+)	軽油 カルバート	底版	9	1000	2000	1700	D16 @200 × 400	631	1688	0.38
		北側壁	4	1000	1000	810	D16 @200 × 400	321	804	0.40
		中壁	6	1000	500	320	D16 @200 × 400	52	317	0.17
		南側壁	2	1000	1000	810	D16 @200 × 400	420	804	0.53
		頂版	14	1000	1200	950	D16 @200 × 400	233	943	0.25
	水電気 カルバート	底版	15	1000	2500	2280	D19 @200 × 400	546	2905	0.19
		北側壁	7	1000	700	500	D22 @200 × 400	401	797	0.51
		北中壁	6	1000	800	610	D16 @200 × 400	124	605	0.21
		南中壁	4	1000	1000	820	D16 @200 × 400	324	814	0.40
		南側壁	1	1000	1000	810	D22 @200 × 400	564	1292	0.44
		頂版	10	1000	1000	790	D19 @200 × 400	549	1006	0.55

\*1 評価位置は下図に示す。

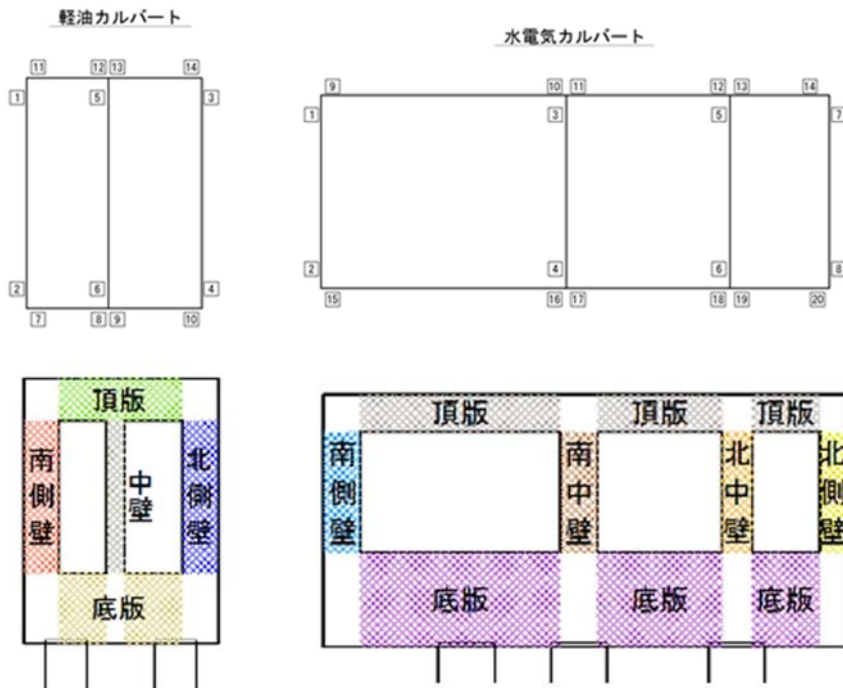


表 7.4-10 (8) せん断力照査結果

検討ケース	評価位置		断面性状			鉄筋仕様 (せん断補強筋)	発生 せん断力 (kN/m)	短期許容 せん断力 (kN/m)	照査値	
			部材幅 b (mm)	部材高 h (mm)	有効高さ d (mm)					
③ S <sub>s</sub> -D 1 (H+, V-)	軽油 カルバート	底版	10	1000	2000	1700	D16 @200 × 400	634	1688	0.38
		北側壁	4	1000	1000	810	D16 @200 × 400	471	804	0.59
		中壁	6	1000	500	320	D16 @200 × 400	60	317	0.19
		南側壁	2	1000	1000	810	D16 @200 × 400	376	804	0.47
		頂版	11	1000	1200	950	D16 @200 × 400	269	943	0.29
	水電気 カルバート	底版	20	1000	2500	2190	D19 @200 × 400	576	2790	0.21
		北側壁	7	1000	700	500	D22 @200 × 400	493	797	0.62
		北中壁	5	1000	800	620	D16 @200 × 400	165	615	0.27
		南中壁	4	1000	1000	820	D16 @200 × 400	199	814	0.25
		南側壁	1	1000	1000	810	D22 @200 × 400	798	1292	0.62
		頂版	10	1000	1000	790	D19 @200 × 400	547	1006	0.55
③ S <sub>s</sub> -3 1 (H+, V+)	軽油 カルバート	底版	9	1000	2000	1700	D16 @200 × 400	643	1688	0.39
		北側壁	4	1000	1000	810	D16 @200 × 400	321	804	0.40
		中壁	6	1000	500	320	D16 @200 × 400	53	317	0.17
		南側壁	2	1000	1000	810	D16 @200 × 400	426	804	0.53
		頂版	14	1000	1200	950	D16 @200 × 400	237	943	0.26
	水電気 カルバート	底版	15	1000	2500	2280	D19 @200 × 400	555	2905	0.20
		北側壁	7	1000	700	500	D22 @200 × 400	402	797	0.51
		北中壁	6	1000	800	610	D16 @200 × 400	125	605	0.21
		南中壁	4	1000	1000	820	D16 @200 × 400	331	814	0.41
		南側壁	1	1000	1000	810	D22 @200 × 400	565	1292	0.44
		頂版	10	1000	1000	790	D19 @200 × 400	555	1006	0.56

\*1 評価位置は下図に示す。

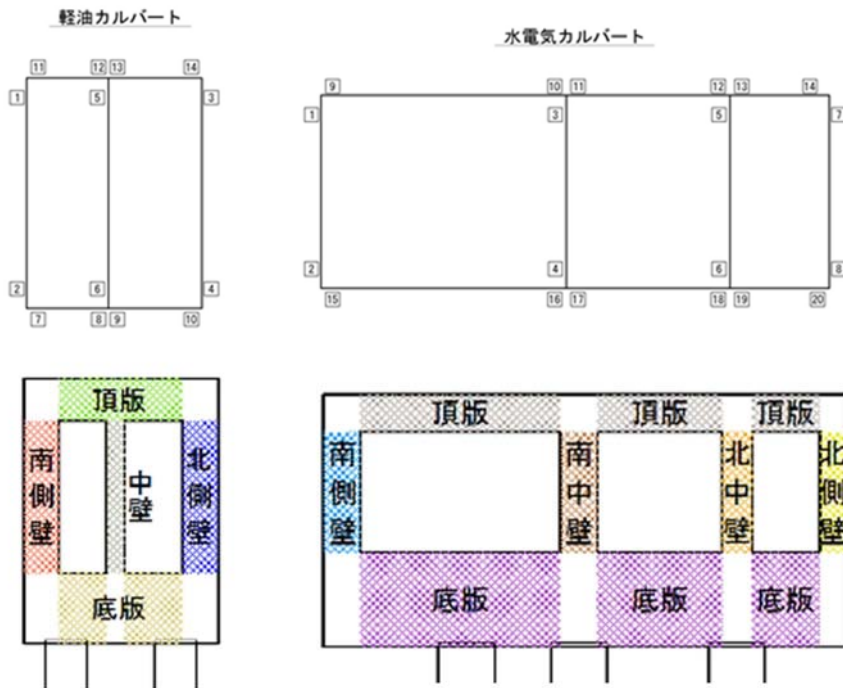


表 7.4-10 (9) せん断力照査結果

検討ケース	評価位置		断面性状			鉄筋仕様 (せん断補強筋)	発生 せん断力 (kN/m)	短期許容 せん断力 (kN/m)	照査値	
			部材幅 b (mm)	部材高 h (mm)	有効高さ d (mm)					
④ S <sub>s</sub> -D1 (H+, V-)	軽油 カルバート	底版	10	1000	2000	1700	D16 @200 × 400	632	1688	0.38
		北側壁	4	1000	1000	810	D16 @200 × 400	471	804	0.59
		中壁	6	1000	500	320	D16 @200 × 400	61	317	0.20
		南側壁	2	1000	1000	810	D16 @200 × 400	389	804	0.49
		頂版	11	1000	1200	950	D16 @200 × 400	264	943	0.28
	水電気 カルバート	底版	20	1000	2500	2190	D19 @200 × 400	560	2790	0.21
		北側壁	7	1000	700	500	D22 @200 × 400	501	797	0.63
		北中壁	5	1000	800	620	D16 @200 × 400	186	615	0.31
		南中壁	4	1000	1000	820	D16 @200 × 400	188	814	0.24
		南側壁	1	1000	1000	810	D22 @200 × 400	781	1292	0.61
		頂版	10	1000	1000	790	D19 @200 × 400	556	1006	0.56
④ S <sub>s</sub> -31 (H+, V+)	軽油 カルバート	底版	9	1000	2000	1700	D16 @200 × 400	641	1688	0.38
		北側壁	4	1000	1000	810	D16 @200 × 400	336	804	0.42
		中壁	6	1000	500	320	D16 @200 × 400	55	317	0.18
		南側壁	2	1000	1000	810	D16 @200 × 400	429	804	0.54
		頂版	14	1000	1200	950	D16 @200 × 400	243	943	0.26
	水電気 カルバート	底版	15	1000	2500	2280	D19 @200 × 400	578	2905	0.20
		北側壁	7	1000	700	500	D22 @200 × 400	395	797	0.50
		北中壁	6	1000	800	610	D16 @200 × 400	82	605	0.14
		南中壁	4	1000	1000	820	D16 @200 × 400	260	814	0.32
		南側壁	1	1000	1000	800	D22 @200 × 400	558	1276	0.44
		頂版	10	1000	1000	790	D19 @200 × 400	531	1006	0.53

\*1 評価位置は下図に示す。

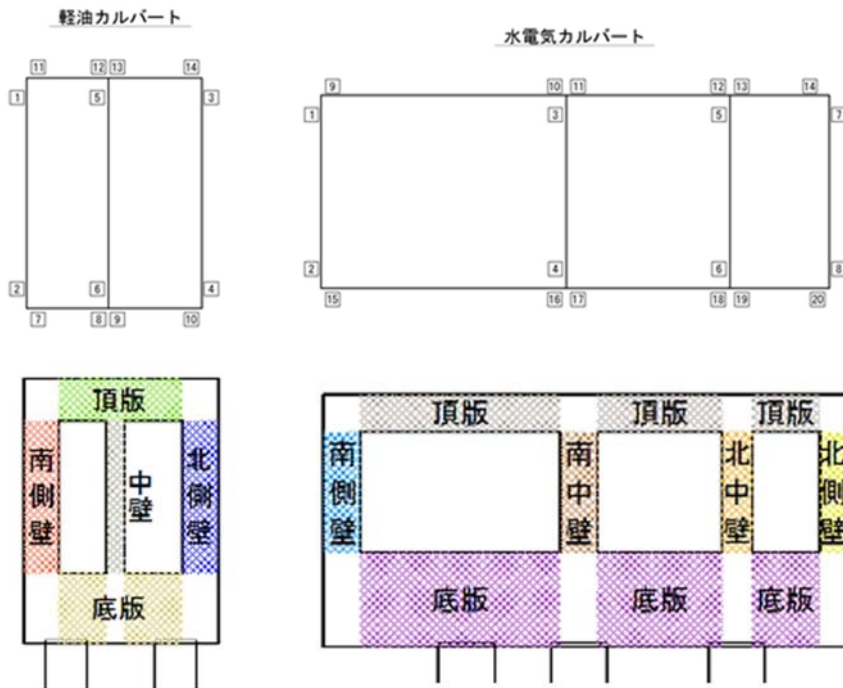


表 7.4-10 (10) せん断力照査結果

検討ケース	評価位置		断面性状			鉄筋仕様 (せん断補強筋)	発生 せん断力 (kN/m)	短期許容 せん断力 (kN/m)	照査値	
			部材幅 b (mm)	部材高 h (mm)	有効高さ d (mm)					
⑤ S <sub>s</sub> -D 1 (H+, V-)	軽油 カルバート	底版	10	1000	2000	1700	D16 @200 × 400	579	1688	0.35
		北側壁	4	1000	1000	810	D16 @200 × 400	446	804	0.56
		中壁	6	1000	500	320	D16 @200 × 400	55	317	0.18
		南側壁	2	1000	1000	810	D16 @200 × 400	326	804	0.41
		頂版	11	1000	1200	950	D16 @200 × 400	245	943	0.26
	水電気 カルバート	底版	20	1000	2500	2190	D19 @200 × 400	505	2790	0.19
		北側壁	7	1000	700	500	D22 @200 × 400	432	797	0.55
		北中壁	6	1000	800	610	D16 @200 × 400	110	605	0.19
		南中壁	4	1000	1000	820	D16 @200 × 400	236	814	0.29
		南側壁	1	1000	1000	800	D22 @200 × 400	682	1276	0.54
		頂版	10	1000	1000	790	D19 @200 × 400	537	1006	0.54
⑤ S <sub>s</sub> -3 1 (H+, V+)	軽油 カルバート	底版	9	1000	2000	1700	D16 @200 × 400	591	1688	0.36
		北側壁	4	1000	1000	810	D16 @200 × 400	320	804	0.40
		中壁	6	1000	500	320	D16 @200 × 400	50	317	0.16
		南側壁	2	1000	1000	810	D16 @200 × 400	409	804	0.51
		頂版	14	1000	1200	950	D16 @200 × 400	223	943	0.24
	水電気 カルバート	底版	15	1000	2500	2280	D19 @200 × 400	535	2905	0.19
		北側壁	8	1000	700	500	D22 @200 × 400	416	797	0.53
		北中壁	6	1000	800	610	D16 @200 × 400	134	605	0.23
		南中壁	4	1000	1000	820	D16 @200 × 400	327	814	0.41
		南側壁	1	1000	1000	800	D22 @200 × 400	558	1276	0.44
		頂版	10	1000	1000	790	D19 @200 × 400	537	1006	0.54

\*1 評価位置は下図に示す。

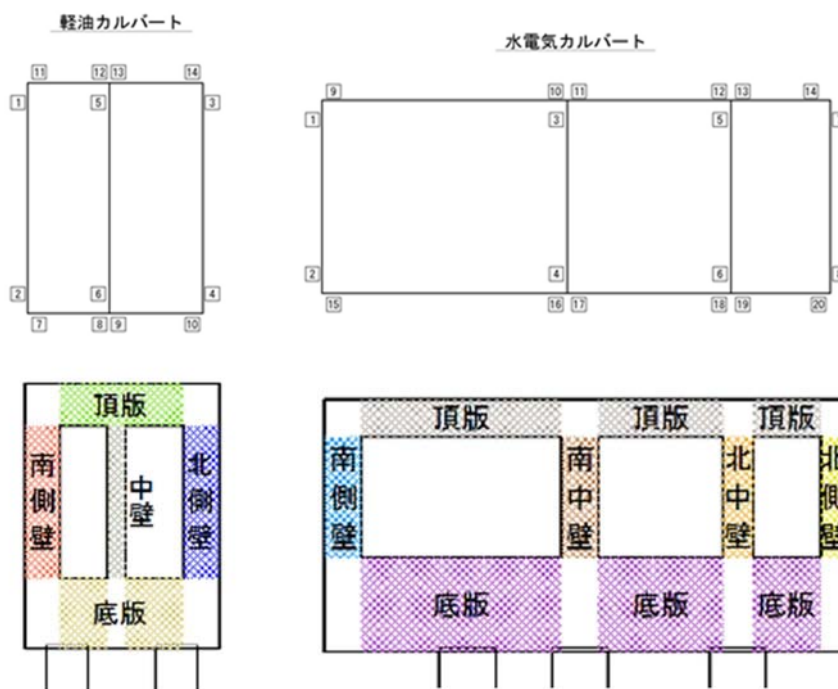




表 7.4-10 (11) せん断力照査結果

検討ケース	評価位置		断面性状			鉄筋仕様 (せん断補強筋)	発生 せん断力 (kN/m)	短期許容 せん断力 (kN/m)	照査値	
			部材幅 b (mm)	部材高 h (mm)	有効高さ d (mm)					
⑥ S <sub>s</sub> -D 1 (H+, V-)	軽油 カルバート	底版	10	1000	2000	1700	D16 @200 × 400	576	1688	0.35
		北側壁	4	1000	1000	810	D16 @200 × 400	445	804	0.56
		中壁	6	1000	500	320	D16 @200 × 400	55	317	0.18
		南側壁	2	1000	1000	810	D16 @200 × 400	325	804	0.41
		頂版	11	1000	1200	950	D16 @200 × 400	244	943	0.26
	水電気 カルバート	底版	20	1000	2500	2190	D19 @200 × 400	504	2790	0.19
		北側壁	7	1000	700	500	D22 @200 × 400	430	797	0.54
		北中壁	6	1000	800	610	D16 @200 × 400	109	605	0.19
		南中壁	4	1000	1000	820	D16 @200 × 400	235	814	0.29
		南側壁	1	1000	1000	800	D22 @200 × 400	684	1276	0.54
		頂版	10	1000	1000	790	D19 @200 × 400	537	1006	0.54
⑥ S <sub>s</sub> -3 1 (H+, V+)	軽油 カルバート	底版	9	1000	2000	1700	D16 @200 × 400	586	1688	0.35
		北側壁	4	1000	1000	810	D16 @200 × 400	320	804	0.40
		中壁	6	1000	500	320	D16 @200 × 400	50	317	0.16
		南側壁	2	1000	1000	810	D16 @200 × 400	406	804	0.51
		頂版	14	1000	1200	950	D16 @200 × 400	221	943	0.24
	水電気 カルバート	底版	15	1000	2500	2280	D19 @200 × 400	530	2905	0.19
		北側壁	8	1000	700	500	D22 @200 × 400	413	797	0.52
		北中壁	6	1000	800	610	D16 @200 × 400	134	605	0.23
		南中壁	4	1000	1000	820	D16 @200 × 400	324	814	0.40
		南側壁	1	1000	1000	800	D22 @200 × 400	559	1276	0.44
		頂版	10	1000	1000	790	D19 @200 × 400	534	1006	0.54

\*1 評価位置は下図に示す。

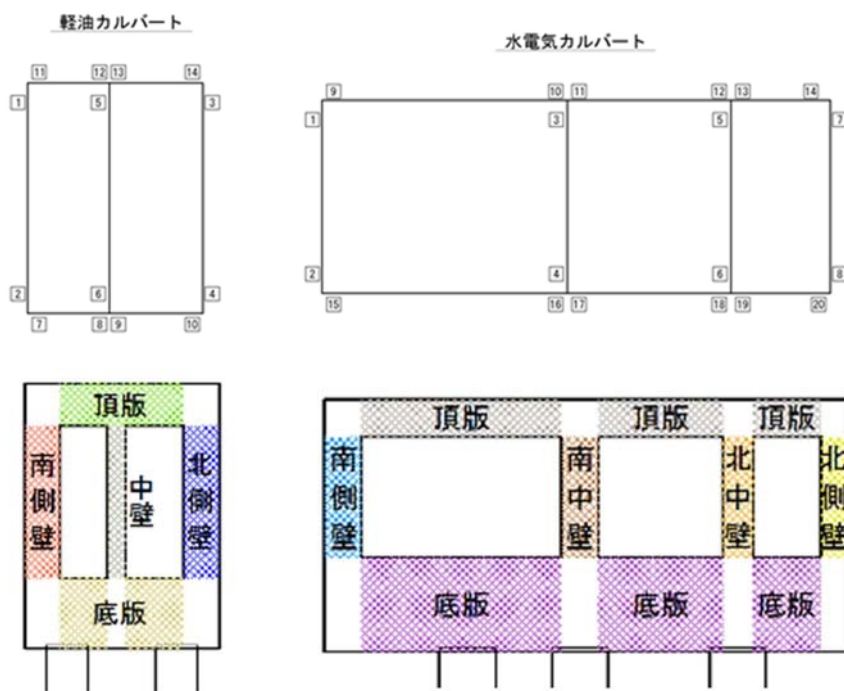
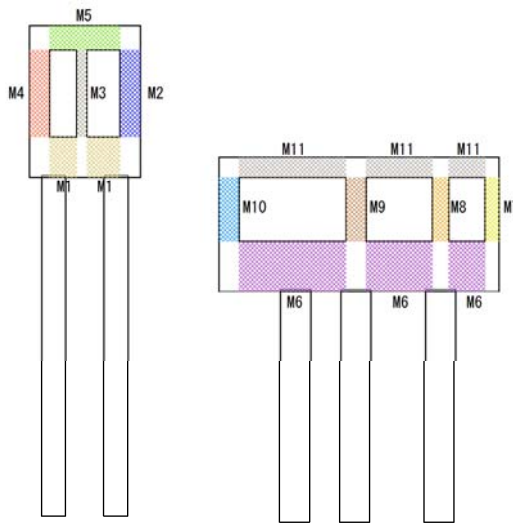




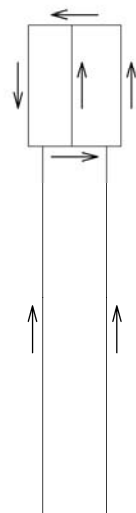
图 7.4-13 概略配筋图

表 7.4-11 断面諸元一覧表 (せん断力に対する評価)

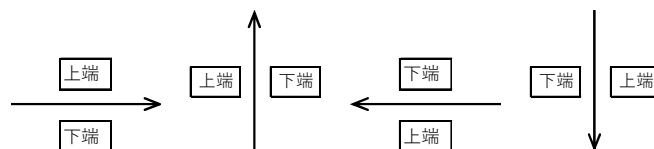
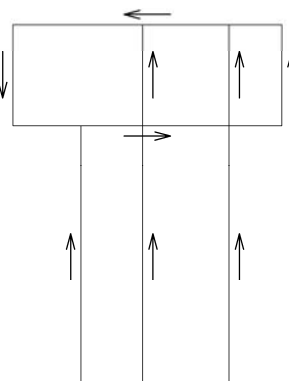
部位	材料No.	断面性状						せん断補強筋					
		部材幅	部材高	かぶり		有効高さ		鉄筋種別	径	Sb	Ss	鉄筋量	
				上端側	下端側	上端側引張	下端側引張						
		b (mm)	h (mm)	d' (mm)	d' (mm)	d (mm)	d (mm)	(-)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm <sup>2</sup> )	
軽油カルバート	底版	M1	1000	2000	210	300	1790	1700	SD345	D16	400	200	496.5
	北側壁	M2	1000	1000	180	190	820	810	SD345	D16	400	200	496.5
	中壁	M3	1000	500	180	180	320	320	SD345	D16	400	200	496.5
	南側壁	M4	1000	1000	180	190	820	810	SD345	D16	400	200	496.5
	頂版	M5	1000	1200	200	250	1000	950	SD345	D16	400	200	496.5
水電気カルバート	底版	M6	1000	2500	220	310	2280	2190	SD345	D19	400	200	716.25
	北側壁	M7	1000	700	190	200	510	500	SD345	D22	400	200	967.75
	北中壁	M8	1000	800	190	180	610	620	SD345	D16	400	200	496.5
	南中壁	M9	1000	1000	180	180	820	820	SD345	D16	400	200	496.5
	南側壁	M10	1000	1000	190	200	810	800	SD345	D22	400	200	967.75
	頂版	M11	1000	1000	200	210	800	790	SD345	D19	400	200	716.25



軽油カルバート



水電気カルバート



### 7.4.3 杭基礎の耐震評価結果

#### (1) 鋼管杭の曲げ軸力に対する評価結果

表7.4-12に鋼管杭の曲げ軸力に対する照査結果を示す。

鋼管杭における許容応力度法による照査を行った結果、評価位置において鋼管杭の曲げ引張応力度及び曲げ圧縮応力度が短期許容応力度以下であることを確認した。なお、発生応力は各地震動において最大となる値を示している。

以上より、鋼管杭の発生応力は、許容限界以下であることを確認した。

表 7.4-12 (1) 鋼管杭の曲げ軸力照査結果 (軽油カルバート)

検討ケース	評価位置	発生断面力		曲げ引張 曲げ圧縮 応力度 (N/mm <sup>2</sup> )	短期許容 応力度 (N/mm <sup>2</sup> )	照査値
		曲げモーメント (kN・m)	軸力 (kN)			
①S <sub>s</sub> -D1 (H+, V+)	4	-3825	1219	86	367.5	0.24
①S <sub>s</sub> -D1 (H+, V-)	4	-3924	1399	89	367.5	0.25
①S <sub>s</sub> -D1 (H-, V+)	10	3669	511	79	367.5	0.22
①S <sub>s</sub> -D1 (H-, V-)	10	3729	709	81	367.5	0.23
①S <sub>s</sub> -11	4	-881	648	22	367.5	0.06
①S <sub>s</sub> -12	4	-1946	949	46	367.5	0.13
①S <sub>s</sub> -13	4	-1826	934	43	367.5	0.12
①S <sub>s</sub> -14	4	-1147	681	28	367.5	0.08
①S <sub>s</sub> -21	4	-2305	1011	53	367.5	0.15
①S <sub>s</sub> -22	4	-1713	1208	42	367.5	0.12
①S <sub>s</sub> -31 (H+, V+)	11	2879	227	61	367.5	0.17
①S <sub>s</sub> -31 (H-, V+)	4	-3096	1370	72	367.5	0.20
②S <sub>s</sub> -D1 (H+, V-)	4	-4068	1401	92	367.5	0.26
②S <sub>s</sub> -31 (H+, V+)	11	2812	197	59	367.5	0.17
③S <sub>s</sub> -D1 (H+, V-)	4	-3987	1519	91	367.5	0.25
③S <sub>s</sub> -31 (H+, V+)	11	2968	249	63	367.5	0.18
④S <sub>s</sub> -D1 (H+, V-)	4	-5332	1264	117	367.5	0.32
④S <sub>s</sub> -31 (H+, V+)	4	4592	652	98	367.5	0.27
⑤S <sub>s</sub> -D1 (H+, V-)	4	-2350	711	53	367.5	0.15
⑤S <sub>s</sub> -31 (H+, V+)	10	2796	379	60	367.5	0.17
⑥S <sub>s</sub> -D1 (H+, V-)	4	-2353	754	53	367.5	0.15
⑥S <sub>s</sub> -31 (H+, V+)	10	2733	339	58	367.5	0.16

\*1 評価位置は下図に示す。

軽油カルバート杭

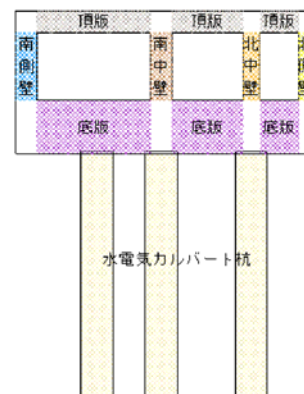
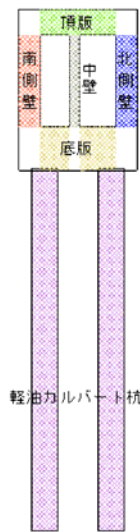
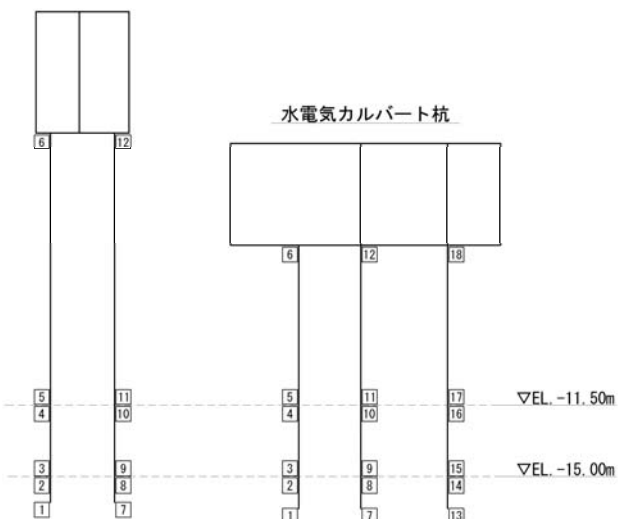
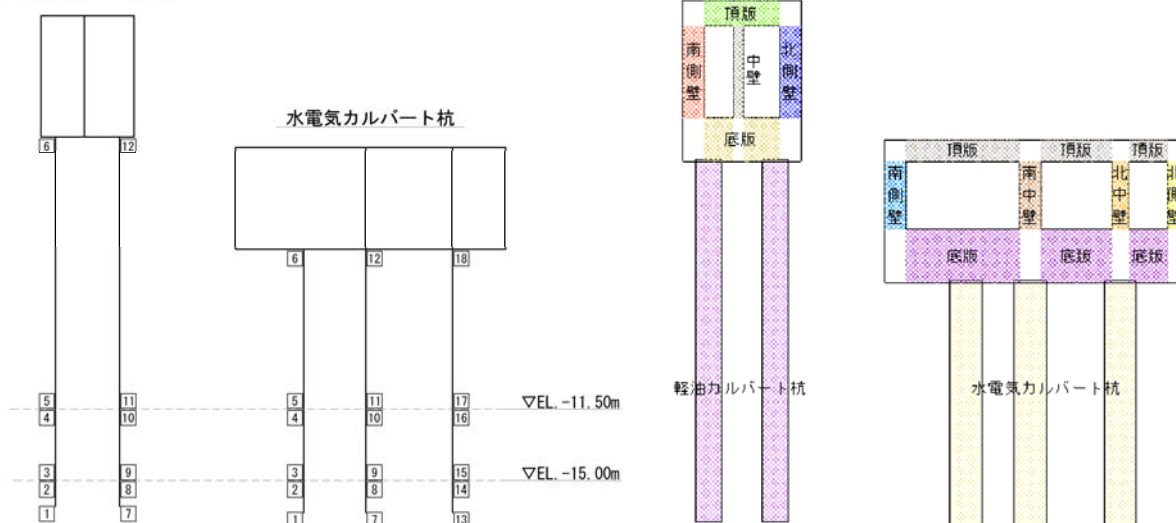


表 7.4-12 (2) 鋼管杭の曲げ軸力照査結果 (水電気カルバート)

検討ケース	評価位置	発生断面力		曲げ引張 曲げ圧縮 応力度 (N/mm <sup>2</sup> )	短期許容 応力度 (N/mm <sup>2</sup> )	照査値
		曲げモーメント (kN・m)	軸力 (kN)			
①S <sub>s</sub> -D1 (H+, V+)	15	-2867	-2090	-90	382.5	0.24
①S <sub>s</sub> -D1 (H+, V-)	15	-3147	-1673	-94	382.5	0.25
①S <sub>s</sub> -D1 (H-, V+)	16	1809	1689	61	382.5	0.16
①S <sub>s</sub> -D1 (H-, V-)	16	1859	1908	64	382.5	0.17
①S <sub>s</sub> -11	15	-768	185	21	382.5	0.06
①S <sub>s</sub> -12	15	-1703	299	45	382.5	0.12
①S <sub>s</sub> -13	15	-1579	205	42	382.5	0.11
①S <sub>s</sub> -14	15	-758	270	22	382.5	0.06
①S <sub>s</sub> -21	15	-1563	-322	-42	382.5	0.11
①S <sub>s</sub> -22	15	-1567	417	43	382.5	0.12
①S <sub>s</sub> -31 (H+, V+)	16	1732	1497	57	382.5	0.15
①S <sub>s</sub> -31 (H-, V+)	15	-2076	-624	-58	382.5	0.16
②S <sub>s</sub> -D1 (H+, V-)	15	-3201	-1792	-96	382.5	0.26
②S <sub>s</sub> -31 (H+, V+)	16	1708	1465	56	382.5	0.15
③S <sub>s</sub> -D1 (H+, V-)	15	-3233	-1695	-96	382.5	0.26
③S <sub>s</sub> -31 (H+, V+)	16	1759	1534	58	382.5	0.16
④S <sub>s</sub> -D1 (H+, V-)	15	-3777	-2529	-117	382.5	0.31
④S <sub>s</sub> -31 (H+, V+)	16	2479	2105	81	382.5	0.22
⑤S <sub>s</sub> -D1 (H+, V-)	15	-1507	-156	-39	382.5	0.11
⑤S <sub>s</sub> -31 (H+, V+)	16	1434	1292	48	382.5	0.13
⑥S <sub>s</sub> -D1 (H+, V-)	15	-1528	-122	-40	382.5	0.11
⑥S <sub>s</sub> -31 (H+, V+)	16	1405	1271	47	382.5	0.13

\*1 評価位置は下図に示す。

軽油カルバート杭



## (2) 鋼管杭のせん断力に対する評価結果

表7.4-13に鋼管杭のせん断力に対する照査結果を示す。

鋼管杭における許容応力度法による照査を行った結果、評価位置において鋼管杭のせん断応力度が短期許容応力度以下であることを確認した。なお、発生応力は各地震動において最大となる値を示している。

以上より、鋼管杭の発生応力は、許容限界以下であることを確認した。

表 7.4-13 (1) 鋼管杭のせん断力照査結果 (軽油カルバート)

検討ケース	評価位置	発生断面力	せん断 応力度 (N/mm <sup>2</sup> )	短期許容 応力度 (N/mm <sup>2</sup> )	照査値
		せん断力 (kN)			
①S <sub>s</sub> -D1 (H+, V+)	5	1496	17	210.0	0.09
①S <sub>s</sub> -D1 (H+, V-)	5	1546	18	210.0	0.09
①S <sub>s</sub> -D1 (H-, V+)	11	1620	19	210.0	0.10
①S <sub>s</sub> -D1 (H-, V-)	11	1617	19	210.0	0.10
①S <sub>s</sub> -11	5	375	5	210.0	0.03
①S <sub>s</sub> -12	5	762	9	210.0	0.05
①S <sub>s</sub> -13	5	716	9	210.0	0.05
①S <sub>s</sub> -14	5	497	6	210.0	0.03
①S <sub>s</sub> -21	5	986	12	210.0	0.06
①S <sub>s</sub> -22	5	802	10	210.0	0.05
①S <sub>s</sub> -31 (H+, V+)	11	1299	15	210.0	0.08
①S <sub>s</sub> -31 (H-, V+)	5	1215	14	210.0	0.07
②S <sub>s</sub> -D1 (H+, V-)	5	1609	19	210.0	0.10
②S <sub>s</sub> -31 (H+, V+)	11	1279	15	210.0	0.08
③S <sub>s</sub> -D1 (H+, V-)	5	1580	18	210.0	0.09
③S <sub>s</sub> -31 (H+, V+)	11	1323	15	210.0	0.08
④S <sub>s</sub> -D1 (H+, V-)	5	2269	26	210.0	0.13
④S <sub>s</sub> -31 (H+, V+)	5	1880	22	210.0	0.11
⑤S <sub>s</sub> -D1 (H+, V-)	5	937	11	210.0	0.06
⑤S <sub>s</sub> -31 (H+, V+)	11	1233	14	210.0	0.07
⑥S <sub>s</sub> -D1 (H+, V-)	5	929	11	210.0	0.06
⑥S <sub>s</sub> -31 (H+, V+)	11	1214	14	210.0	0.07

\*1 評価位置は下図に示す。

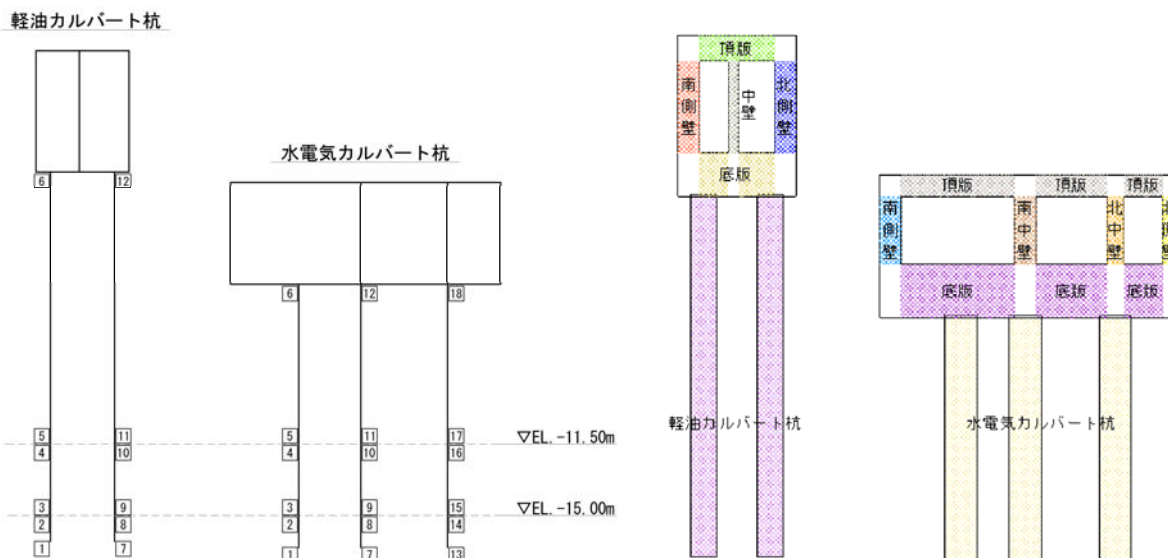


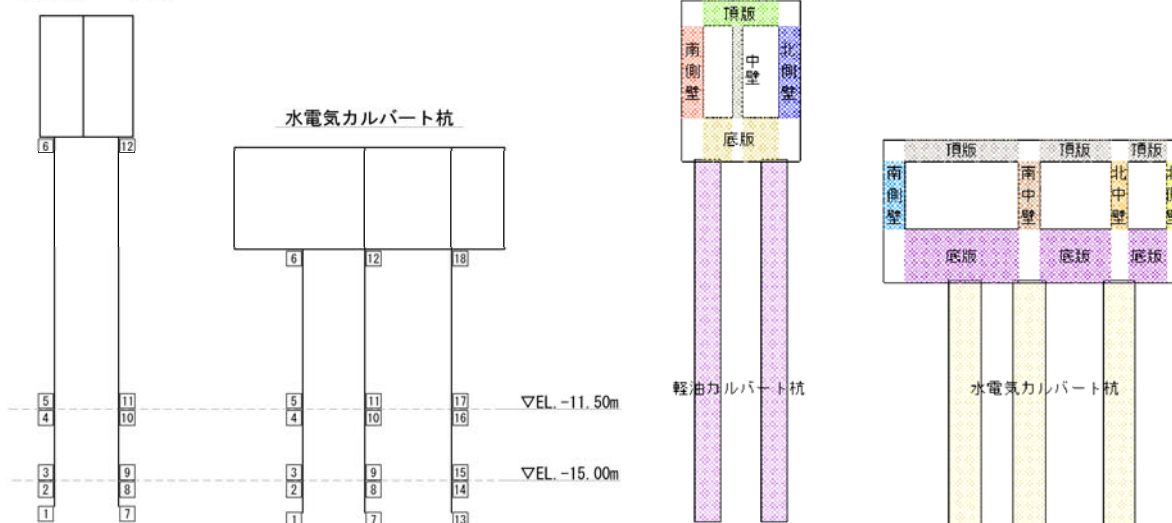


表 7.4-13 (2) 鋼管杭のせん断力照査結果 (水電気カルバート)

検討ケース	評価位置	発生断面力	せん断 応力度 (N/mm <sup>2</sup> )	短期許容 応力度 (N/mm <sup>2</sup> )	照査値
		せん断力 (kN)			
①S <sub>s</sub> -D 1 (H+, V+)	15	2413	44	217.5	0.21
①S <sub>s</sub> -D 1 (H+, V-)	15	2633	48	217.5	0.23
①S <sub>s</sub> -D 1 (H-, V+)	15	1517	28	217.5	0.13
①S <sub>s</sub> -D 1 (H-, V-)	15	1328	24	217.5	0.12
①S <sub>s</sub> -1 1	14	596	11	217.5	0.06
①S <sub>s</sub> -1 2	14	1277	23	217.5	0.11
①S <sub>s</sub> -1 3	14	1195	22	217.5	0.11
①S <sub>s</sub> -1 4	14	594	11	217.5	0.06
①S <sub>s</sub> -2 1	15	1135	21	217.5	0.10
①S <sub>s</sub> -2 2	15	1315	24	217.5	0.12
①S <sub>s</sub> -3 1 (H+, V+)	14	921	17	217.5	0.08
①S <sub>s</sub> -3 1 (H-, V+)	15	1538	28	217.5	0.13
②S <sub>s</sub> -D 1 (H+, V-)	15	2721	49	217.5	0.23
②S <sub>s</sub> -3 1 (H+, V+)	14	930	17	217.5	0.08
③S <sub>s</sub> -D 1 (H+, V-)	15	2728	50	217.5	0.23
③S <sub>s</sub> -3 1 (H+, V+)	14	922	17	217.5	0.08
④S <sub>s</sub> -D 1 (H+, V-)	15	3086	56	217.5	0.26
④S <sub>s</sub> -3 1 (H+, V+)	15	1143	21	217.5	0.10
⑤S <sub>s</sub> -D 1 (H+, V-)	15	1100	20	217.5	0.10
⑤S <sub>s</sub> -3 1 (H+, V+)	14	849	16	217.5	0.08
⑥S <sub>s</sub> -D 1 (H+, V-)	15	1111	20	217.5	0.10
⑥S <sub>s</sub> -3 1 (H+, V+)	14	852	16	217.5	0.08

\*1 評価位置は下図に示す。

軽油カルバート杭



## (3) 基礎地盤の支持性能に対する評価結果

表 7.4-14 に基礎地盤の支持性能照査結果を示す。

軽油カルバート杭基礎の最大接地圧は、 $\textcircled{1} S_s - D 1$  (H-, V-) で  $500 \text{ kN/m}^2$  であり、基礎地盤の極限支持力度  $5358 \text{ kN/m}^2$  以下である。

水電気カルバート杭基礎の最大接地圧は、 $\textcircled{1} S_s - D 1$  (H-, V-) で  $1085 \text{ kN/m}^2$  であり、基礎地盤の極限支持力度  $5364 \text{ kN/m}^2$  以下である。

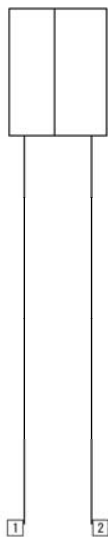
以上のことから、カルバートの基礎地盤は、基準地震動  $S_s$  に対し、支持性能を有する。

表 7.4-14 (1) 基礎地盤の支持性能照査結果 (軽油カルバート)

検討ケース	評価位置	最大設地圧 (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+)	2	474	5358
① S <sub>s</sub> -D 1 (H+, V-)	1	480	5358
① S <sub>s</sub> -D 1 (H-, V+)	2	479	5358
① S <sub>s</sub> -D 1 (H-, V-)	2	500	5358
① S <sub>s</sub> -1 1	2	456	5358
① S <sub>s</sub> -1 2	1	470	5358
① S <sub>s</sub> -1 3	2	468	5358
① S <sub>s</sub> -1 4	2	437	5358
① S <sub>s</sub> -2 1	2	472	5358
① S <sub>s</sub> -2 2	1	487	5358
① S <sub>s</sub> -3 1 (H+, V+)	1	373	5358
① S <sub>s</sub> -3 1 (H-, V+)	2	377	5358
② S <sub>s</sub> -D 1 (H+, V-)	2	481	5358
② S <sub>s</sub> -3 1 (H+, V+)	1	373	5358
③ S <sub>s</sub> -D 1 (H+, V-)	1	478	5358
③ S <sub>s</sub> -3 1 (H+, V+)	1	373	5358
④ S <sub>s</sub> -D 1 (H+, V-)	2	480	5358
④ S <sub>s</sub> -3 1 (H+, V+)	1	376	5358
⑤ S <sub>s</sub> -D 1 (H+, V-)	2	477	5358
⑤ S <sub>s</sub> -3 1 (H+, V+)	1	372	5358
⑥ S <sub>s</sub> -D 1 (H+, V-)	2	476	5358
⑥ S <sub>s</sub> -3 1 (H+, V+)	1	372	5358

\*1 評価位置は下図に示す。

軽油カルバート杭



水電気カルバート杭

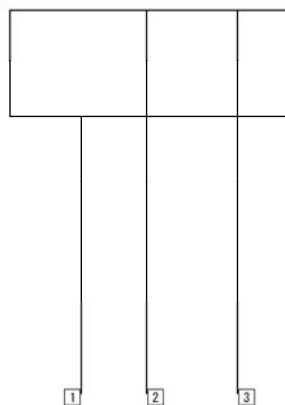
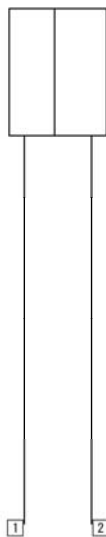


表 7.4-14 (2) 基礎地盤の支持性能照査結果 (水電気カルバート)

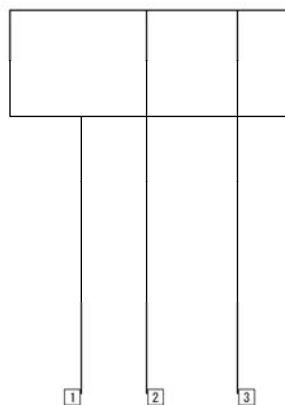
検討ケース	評価位置	最大設地圧 (kN/m <sup>2</sup> )	極限 支持力度 (kN/m <sup>2</sup> )
① S <sub>s</sub> -D 1 (H+, V+)	3	908	5364
① S <sub>s</sub> -D 1 (H+, V-)	3	935	5364
① S <sub>s</sub> -D 1 (H-, V+)	3	1044	5364
① S <sub>s</sub> -D 1 (H-, V-)	3	1085	5364
① S <sub>s</sub> -1 1	3	554	5364
① S <sub>s</sub> -1 2	3	687	5364
① S <sub>s</sub> -1 3	3	640	5364
① S <sub>s</sub> -1 4	3	561	5364
① S <sub>s</sub> -2 1	3	957	5364
① S <sub>s</sub> -2 2	3	828	5364
① S <sub>s</sub> -3 1 (H+, V+)	3	906	5364
① S <sub>s</sub> -3 1 (H-, V+)	3	665	5364
② S <sub>s</sub> -D 1 (H+, V-)	3	939	5364
② S <sub>s</sub> -3 1 (H+, V+)	3	895	5364
③ S <sub>s</sub> -D 1 (H+, V-)	3	926	5364
③ S <sub>s</sub> -3 1 (H+, V+)	3	920	5364
④ S <sub>s</sub> -D 1 (H+, V-)	3	1073	5364
④ S <sub>s</sub> -3 1 (H+, V+)	3	1083	5364
⑤ S <sub>s</sub> -D 1 (H+, V-)	3	661	5364
⑤ S <sub>s</sub> -3 1 (H+, V+)	3	867	5364
⑥ S <sub>s</sub> -D 1 (H+, V-)	3	663	5364
⑥ S <sub>s</sub> -3 1 (H+, V+)	3	856	5364

\*1 評価位置は下図に示す。

軽油カルバート杭



水電気カルバート杭



## 7.5 まとめ (追而)



設代替高压电源装置用カルバート（カルバート部）の耐震安全性評価に関する参考資料

## 1. 減衰の設定について



## 1. 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  $\alpha=0$  とな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、地盤については 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鋼材については 3 %（道路橋示方書（V耐震設計編）・同解説（平成 24 年 3 月））とし、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。

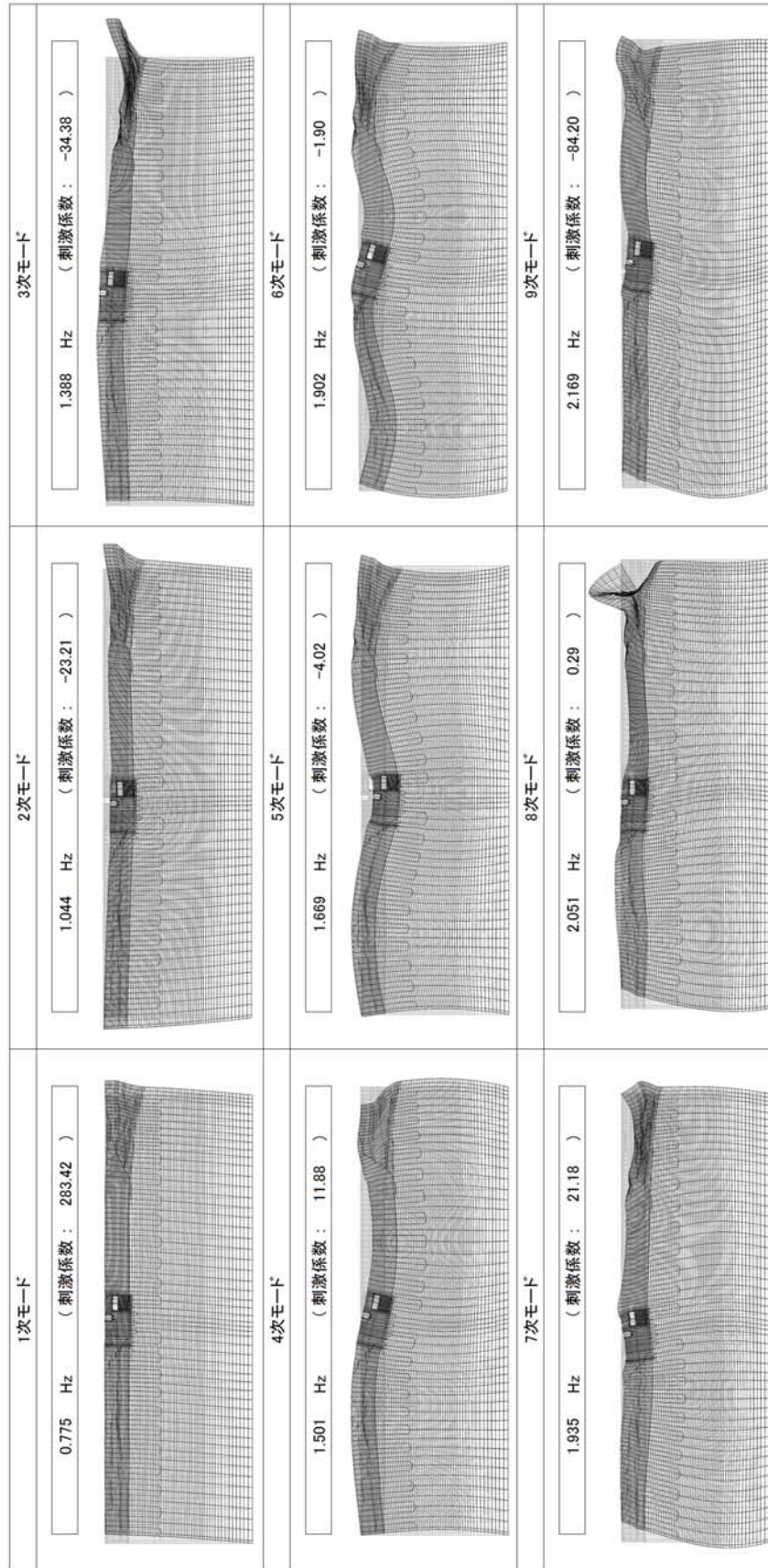


図 7-1 (1) 常設代替高圧電源装置用カルバート (カルバート部) の固有値解析結果  
(検討ケース①: 原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)

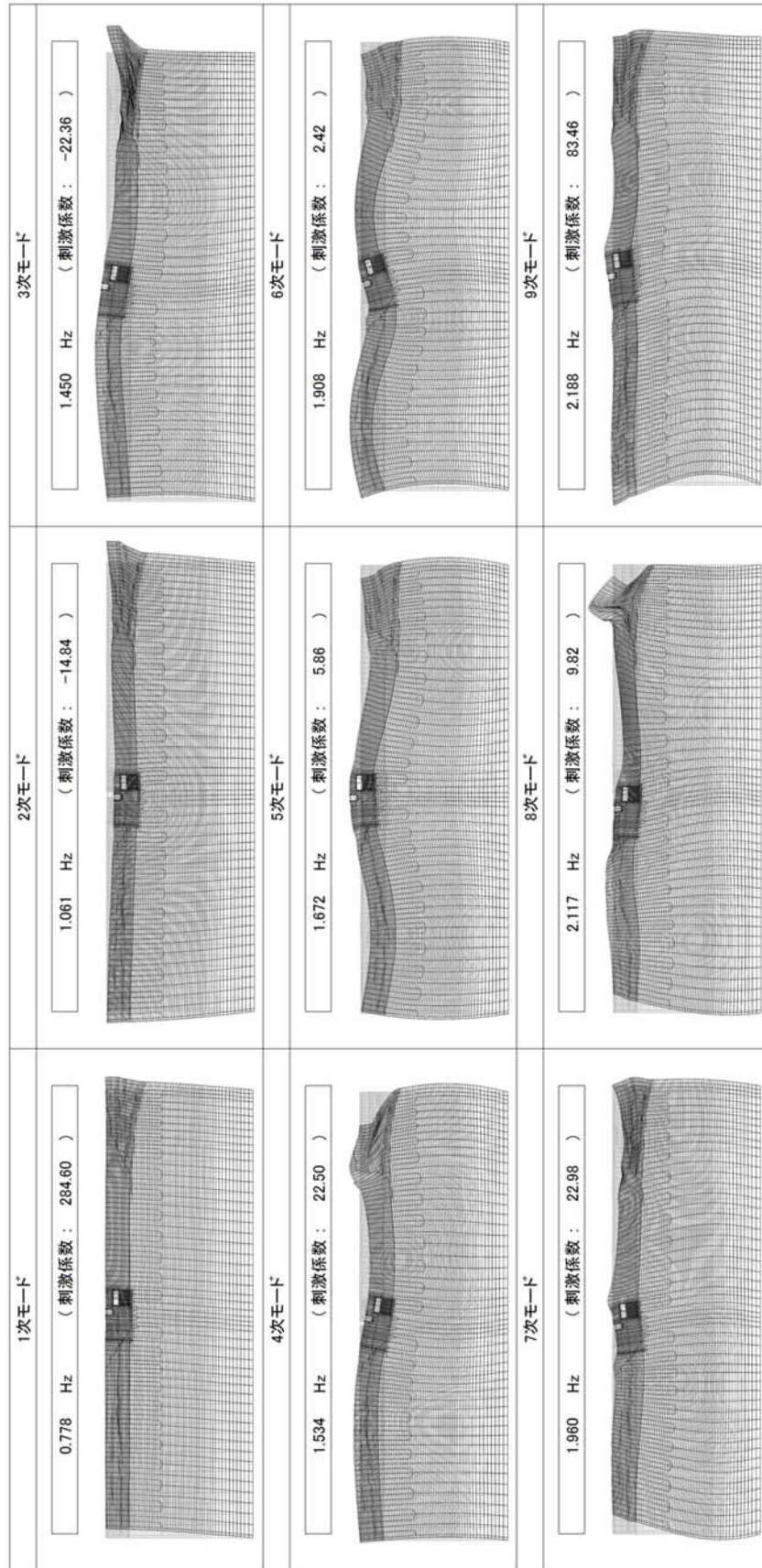


図 7-1 (2) 常設代替高圧電源装置用カルバート (カルバート部) の固有値解析結果  
(検討ケース②: 地盤物性のばらつきを考慮、 $+1\sigma$ ) した解析ケース)



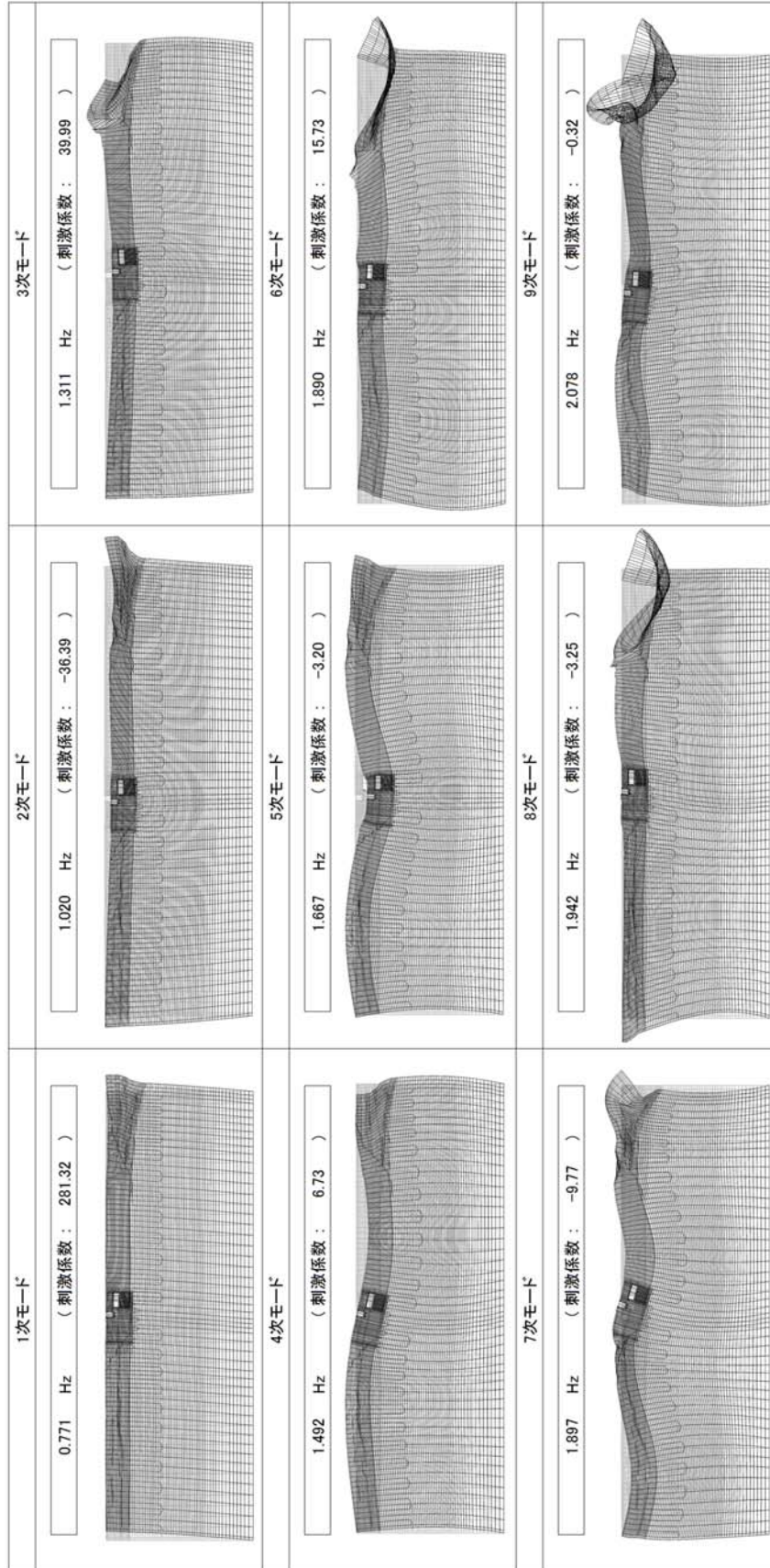


図 7-1 (3) 常設代替高压電源装置用カルバート (カルバート部) の固有値解析結果  
(検討ケース③ : 地盤物性のばらつきを考慮 (-1σ) した解析ケース)

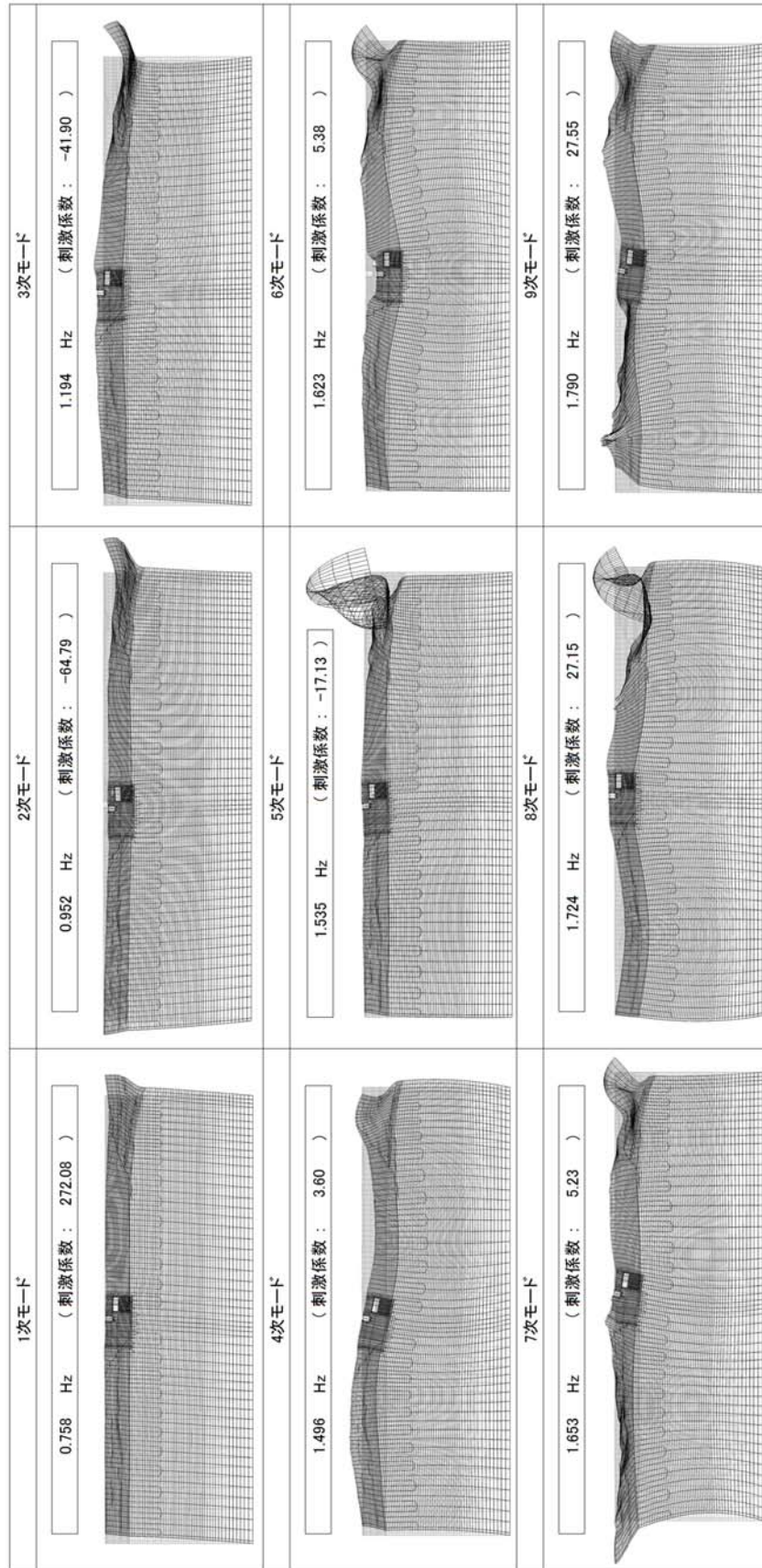


図7-1 (4) 常設代替高圧電源装置用カルバート (カルバート部) の固有値解析結果  
 (検討ケース④: 敷地に存在しない豊浦標準砂の液状化強度特性により  
 地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース)

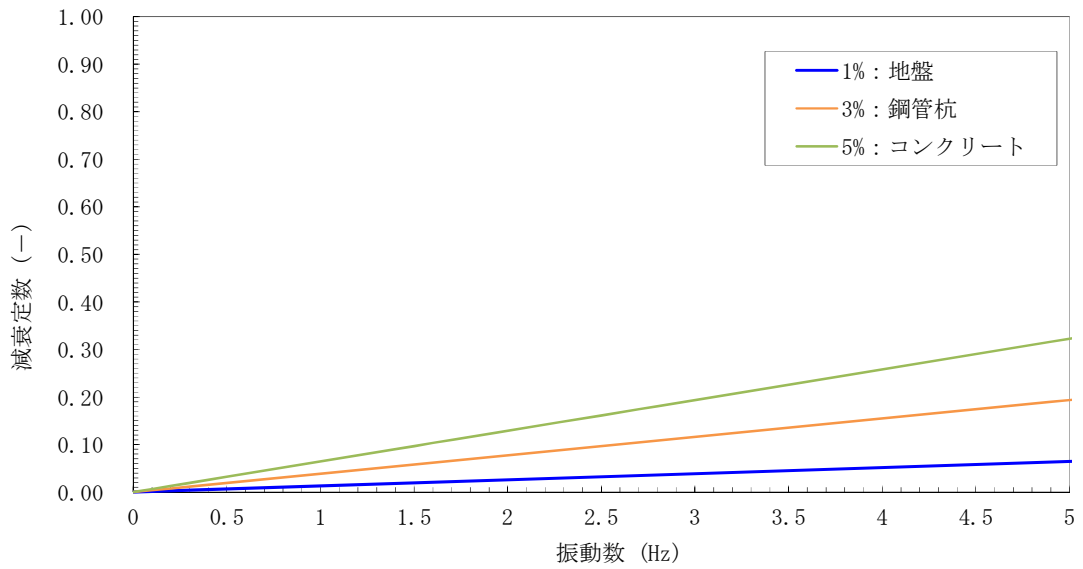


図7-2 (1) 設定した Rayleigh 減衰  
 (検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)

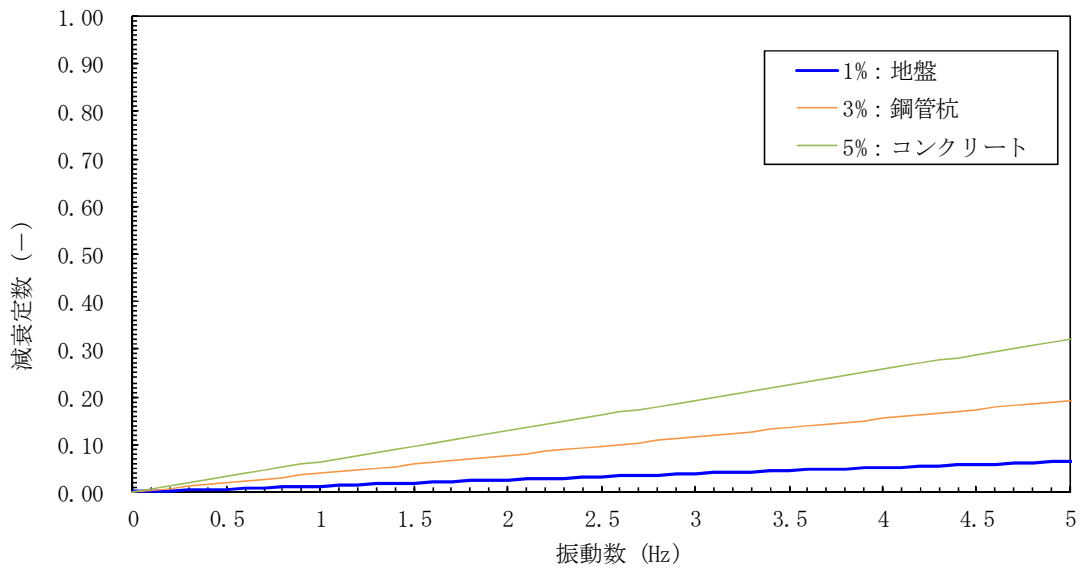


図7-2 (2) 設定した Rayleigh 減衰  
 (検討ケース②：地盤物性のばらつきを考慮 (+1σ) した解析ケース)

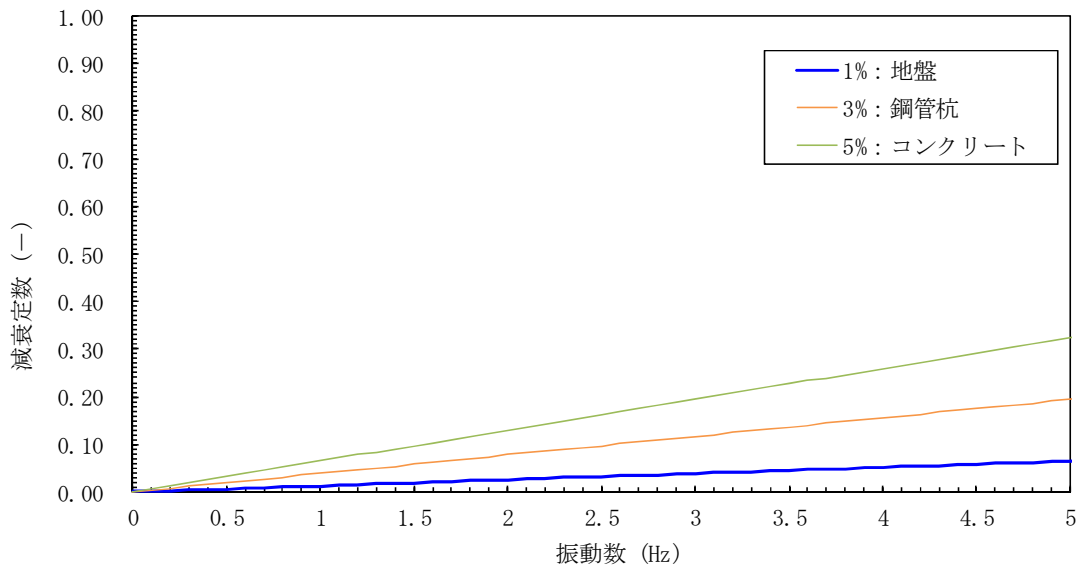


図7-2 (3) 設定した Rayleigh 減衰  
 (検討ケース③: 地盤物性のばらつきを考慮 ( $-1\sigma$ ) した解析ケース)

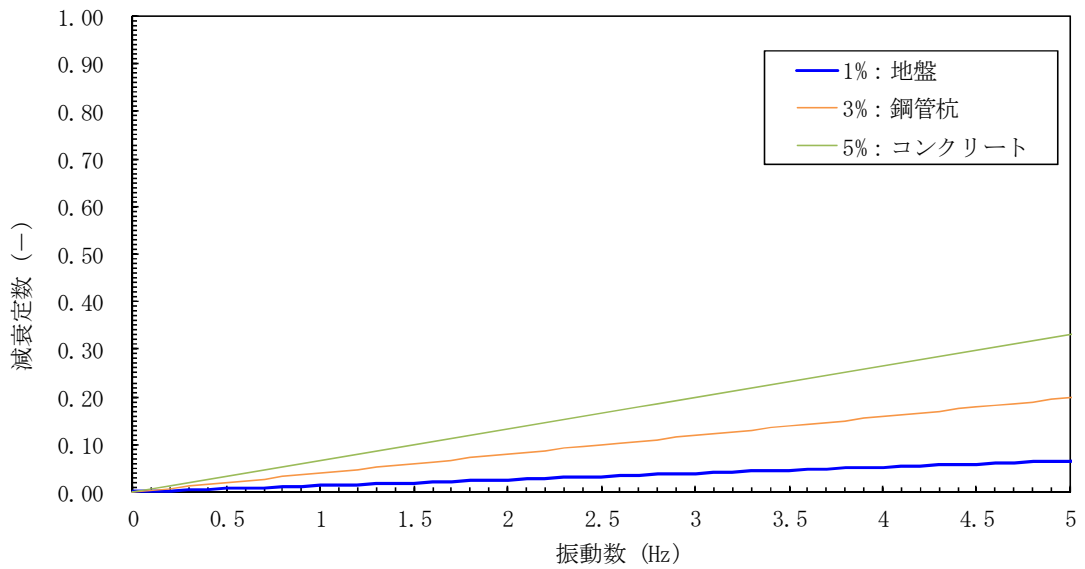


図7-2 (4) 設定した Rayleigh 減衰  
 (検討ケース④: 敷地に存在しない豊浦標準砂の液状化強度特性により  
 地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース)

