

## 18. 可搬型設備用軽油タンク基礎の耐震安全性評価

### 目次

18.1 評価方法	2
18.2 評価条件	2
18.2.1 適用基準	2
18.2.2 耐震安全性評価フロー	4
18.2.3 評価対象断面の方向	5
18.2.4 評価対象断面の選定	7
18.2.5 使用材料及び材料定数	12
18.2.6 評価構造物諸元	16
18.2.7 地下水位	17
18.2.8 地震応答解析手法	17
18.2.9 解析モデルの設定	18
18.2.10 減衰定数	37
18.2.11 荷重の組合せ	43
18.2.12 地震応答解析の検討ケース	46
18.3 評価内容	49
18.3.1 入力地震動の設定	49
18.3.2 許容限界の設定	82
18.4 評価結果	84
18.4.1 地震応答解析結果	87
18.4.2 耐震評価結果	200
18.4.3 まとめ	249

## 18.1 評価方法

可搬型設備用軽油タンク基礎は、西側と南側に分散配置され、可搬型設備用軽油タンクを間接支持する内空幅約 11 m (タンク軸方向) × 約 13 m (タンク横断方向)、内空高さ約 4 m の鉄筋コンクリート造の地中構造物であり、杭を介して十分な支持性能を有する岩盤に設置する。可搬型設備用軽油タンク基礎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。

可搬型設備用軽油タンク基礎の地震応答解析においては、地震時の地盤の有効応力の変化に応じた影響を考慮できる有効応力解析を実施する。

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

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

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

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。

## 18.2 評価条件

### 18.2.1 適用基準

可搬型設備用軽油タンク基礎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 (日本電気協会)、コンクリート標準示方書 [構造性能照査編] (土木学会、2002 年制定) を適用するが、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 (日本道路協会、平成 24 年 3 月)、鋼管杭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 (日本道路協会、平成 14 年 3 月) を適用する。

表 18.2-1 に適用する規格、基準類を示す。

表 18.2-1 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	<ul style="list-style-type: none"> <li>・コンクリート標準示方書〔構造性能照査編〕(2002年制定)</li> </ul>	—
荷重及び荷重の組合せ	<ul style="list-style-type: none"> <li>・コンクリート標準示方書〔構造性能照査編〕(2002年制定)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・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</li> </ul>
許容限界	<ul style="list-style-type: none"> <li>・コンクリート標準示方書〔構造性能照査編〕(2002年制定)</li> <li>・道路橋示方書 (I 共通編・IV 下部構造編) ・同解説 (平成 24 年 3 月)</li> <li>・道路橋示方書 (I 共通編・IV 下部構造編) ・同解説 (平成 14 年 3 月)</li> <li>・J E A G 4 6 0 1 -1987</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・曲げに対する照査は, 発生応力が, 許容応力以下であることを確認</li> <li>・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</li> </ul>
地震応答解析	<ul style="list-style-type: none"> <li>・J E A G 4 6 0 1 -1987</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・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</li> </ul>

## 18.2.2 耐震安全性評価フロー

図 18.2-1 に可搬型設備用軽油タンク基礎の耐震安全性評価フローを示す。

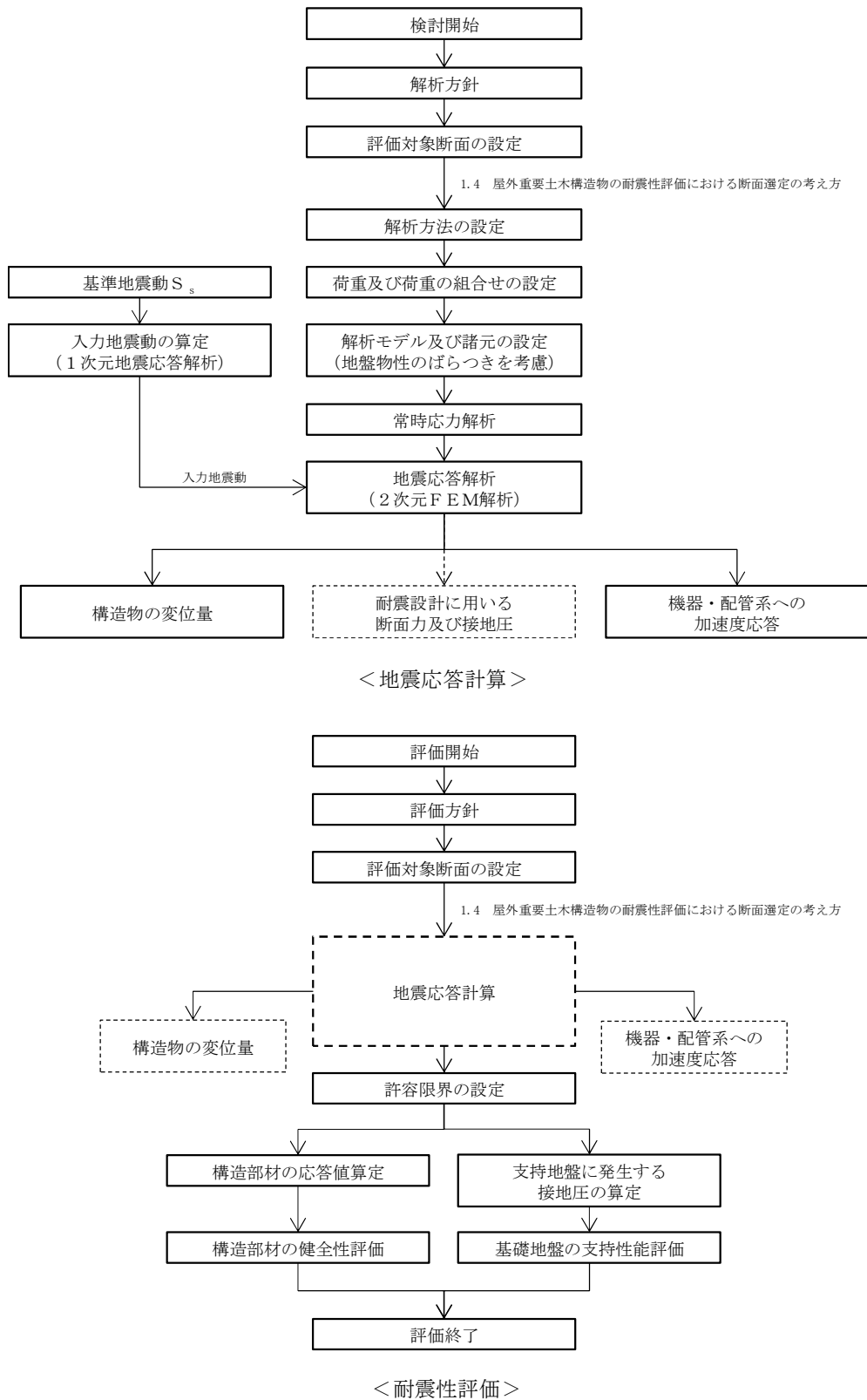


図 18.2-1 可搬型設備用軽油タンク基礎の耐震安全性評価フロー

### 18.2.3 評価対象断面の方向

可搬型設備用軽油タンク基礎の位置を図 18.2-2 に示す。

可搬型設備用軽油タンク基礎は、内空幅約 11 m (タンク軸方向) × 約 13 m (タンク横断方向)、内空高さ約 4 m の鉄筋コンクリート造である。可搬型設備用軽油タンク基礎の縦断方向 (南北方向) は加振方向と平行に配置される側壁又は隔壁を耐震設計上見込むことができることから、強軸断面方向となる。一方、横断面方向 (東西方向) は、タンクを格納するため側壁の離隔が大きいことから、弱軸断面方向となる。

以上のことから、可搬型設備用軽油タンク基礎の耐震評価では、構造の弱軸断面方向である東西方向を評価対象断面の方向とする。



図 18.2-2 可搬型設備用軽油タンク基礎の位置図（全体平面図）

#### 18.2.4 評価対象断面の選定

図 18.2-3, 図 18.2-4 及び図 18.2-5 に可搬型設備用軽油タンク基礎の断面位置図, 断面図及び構造概要図を示す。

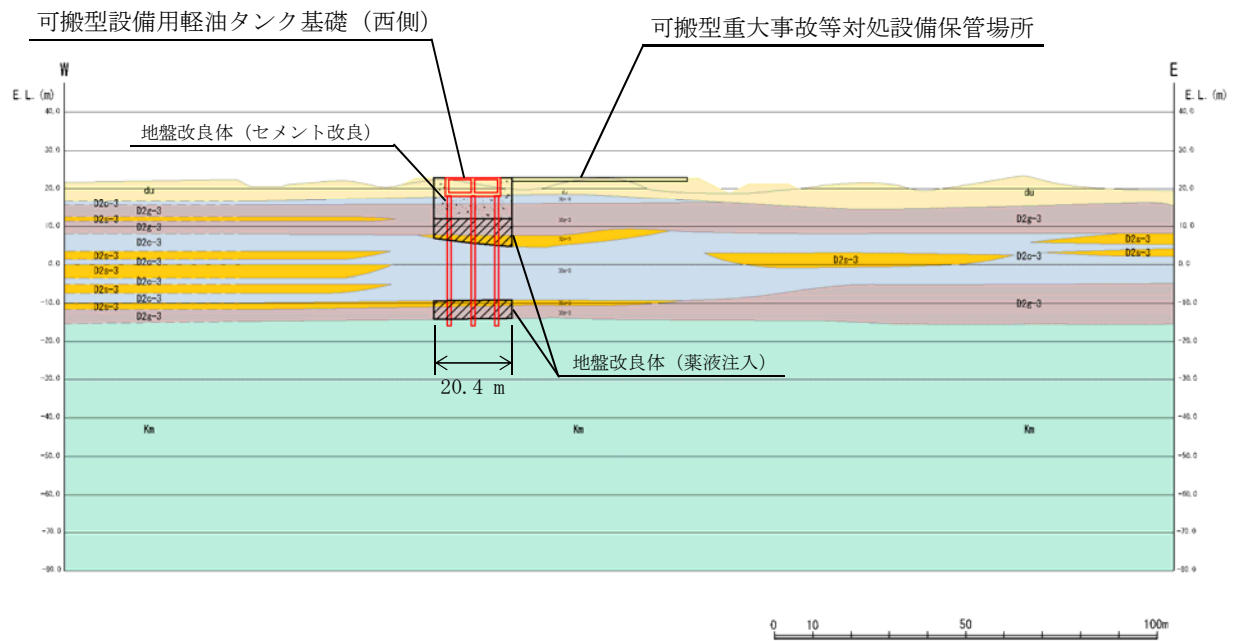
可搬型設備用軽油タンク基礎は, 内空幅約 11 m (タンク軸方向) × 約 13 m (タンク横断方向), 内空高さ約 4 m の鉄筋コンクリート造である。構造安全性を確保すること及び基礎地盤の安定性の観点から構造物下部から Km 層まで地盤改良 (セメント改良) 及び地盤改良 (薬液注入) を行う。

評価対象断面は, 「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」で記載したとおり, 第四紀層が厚く (約 40 m) 堆積し, 構造物の弱軸断面方向である①-①断面を代表として耐震評価を実施する。なお, ④-④断面についても, 機器・配管系への加速度応答を抽出するため地震応答解析を実施する。

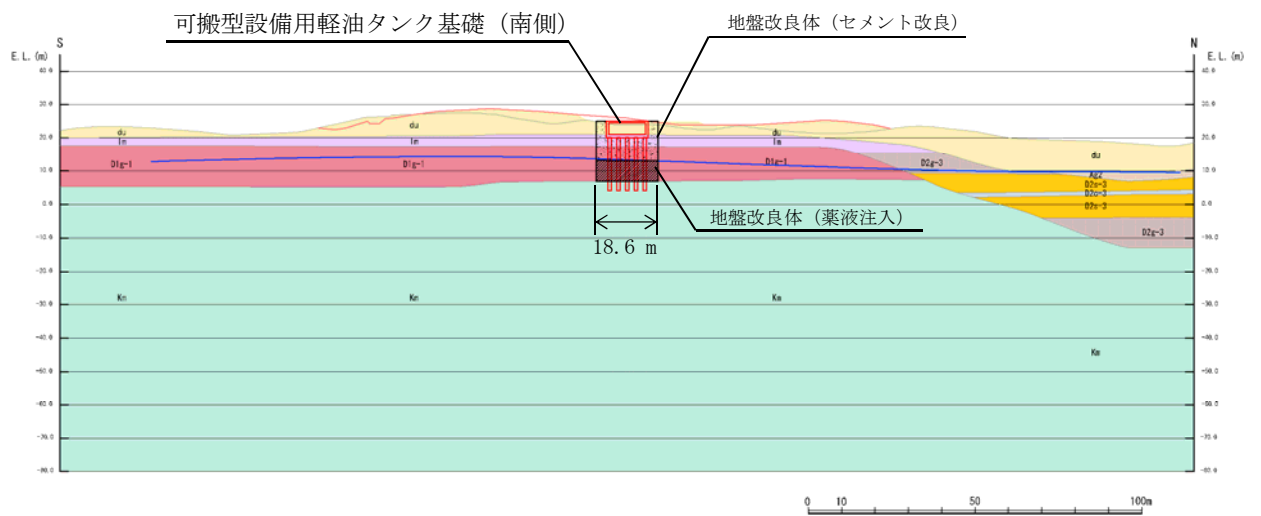


図 18.2-3 可搬型設備用軽油タンク基礎の断面位置図





(①-①断面)



(④-④断面)

図 18.2-4 可搬型設備用軽油タンク基礎の断面図

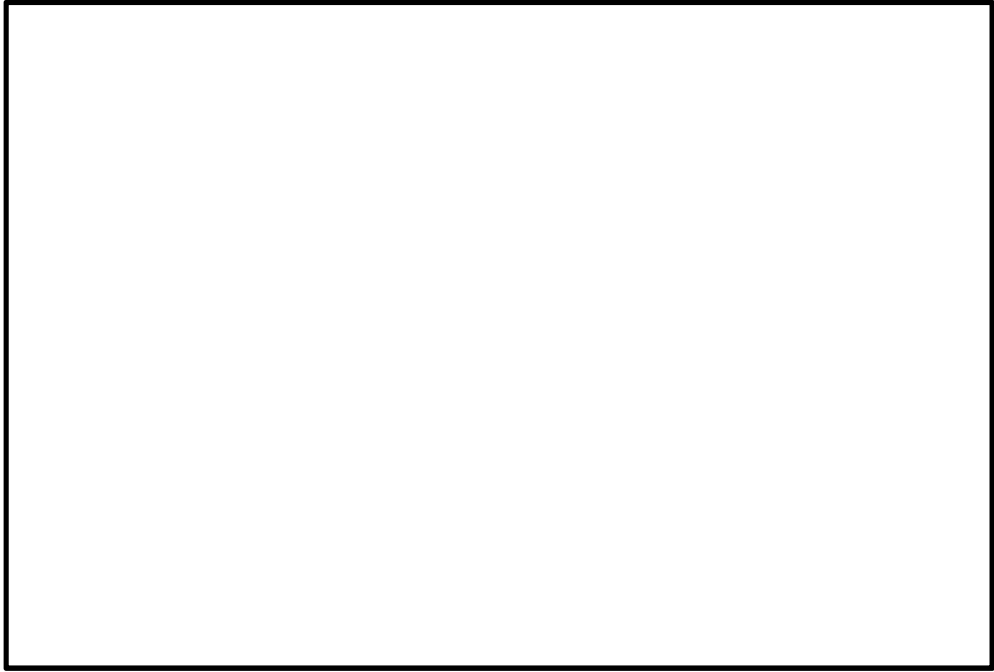


图 18.2-5 (1) 構造概要図 (平面図)

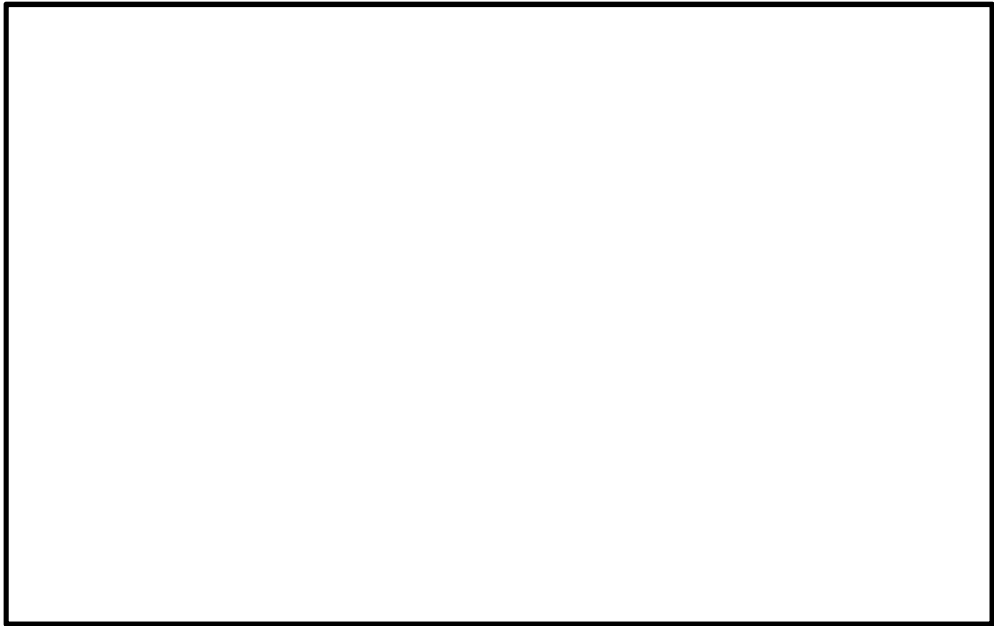


图 18.2-5 (2) 構造概要図 (A-A断面)

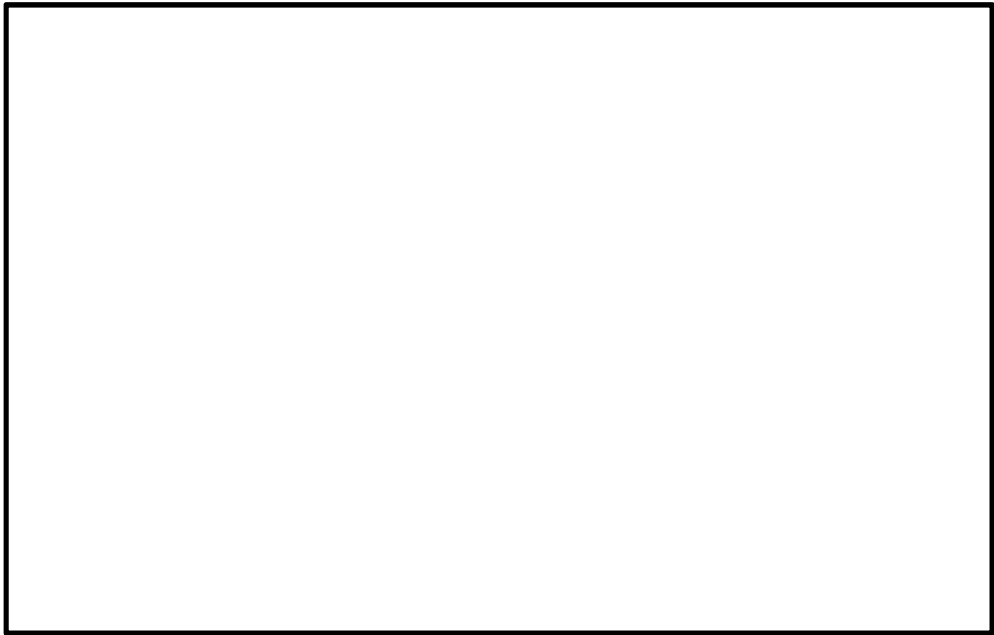


图 18.2-5 (3) 构造概要图 (B-B 断面)

### 18.2.5 使用材料及び材料定数

耐震評価に用いる材料定数は、規格、基準類を基に設定する。構造物の使用材料を表 18.2-2 に、材料物性値を表 18.2-3 に示す。

地盤の諸元は、添付書類「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とする。地盤の物性値を表 18.2-4 に、地盤改良体（セメント改良）の物性値を表 18.2-5 に示す。また、地盤改良体（薬液注入）については、文献（浸透固化処理工法技術マニュアル（2010年版）（（財）沿岸技術研究センター，平成22年6月））に基づき改良対象の原地盤の解析用物性値と同等の基礎物理特性を用いると共に、非液状化層とする。

表 18.2-2 使用材料

諸元	
コンクリート	設計基準強度 40 N/mm <sup>2</sup>
鉄筋	SD490
鋼管杭	SM570

表 18.2-3 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	24.5 <sup>*1</sup>	3.1×10 <sup>4*1</sup>	0.2 <sup>*1</sup>	5 <sup>*2</sup>
鋼管杭	77 <sup>*3</sup>	2.0×10 <sup>5*3</sup>	0.3 <sup>*3</sup>	3 <sup>*4</sup>

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

\*2：J E A G 4 6 0 1 -1987（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（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（日本道路協会，平成14年3月）

表 18.2-4(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		D1g-1
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	$\phi_D$	—	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 18.2-4 (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					捨石
				第四系（非液状化層）				新第三系	
				Ac	D2c-3	lm	D1c-1*1	Km	
物理特性	密度 ( )は地下水位以浅	$\rho$	g/cm <sup>3</sup>	1.65	1.77	1.47 (1.43)	—	$1.72-1.03 \times 10^{-4} \cdot z$	2.04 (1.84)
	間隙比	e	—	1.59	1.09	2.8	—	1.16	0.82
変形特性	ポアソン比	$\nu_{CD}$	—	0.10	0.22	0.14	—	$0.16+0.00025 \cdot z$	0.33
	基準平均有効主応力 ( )は地下水位以浅	$\sigma'_{ma}$	kN/m <sup>2</sup>	480	696	249 (223)	—	動的変形特性に基づき z（標高）毎に物性値を 設定	98
	基準初期せん断剛性 ( )は地下水位以浅	$G_{ma}$	kN/m <sup>2</sup>	121829	285223	38926 (35783)	—		180000
	最大履歴減衰率	$h_{max}$	—	0.200	0.186	0.151	—		0.24
強度特性	粘着力	$C_{CD}$	N/mm <sup>2</sup>	0.025	0.026	0.042	—	$0.358-0.00603 \cdot z$	0.02
	内部摩擦角	$\phi_{CD}$	度	29.1	35.6	27.3	—	$23.2+0.0990 \cdot z$	35

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

z：標高（m）

表 18.2-4 (3) 地盤の解析用物性値一覧 (新第三系 Km 層)

区分 番号	設定深度 TP(m) Z	適用深度 TP(m)	密度 $\rho$ (g/cm <sup>3</sup> )	静ポアソン比 $\nu_{cp}$	粘着力 $C_{cp}$ (kN/nf)	内部摩擦角 $\phi_{cp}$ (°)	せん断波 速度Vs (m/s)	基準初期 せん断剛性 G <sub>ma</sub> (kN/nf)	基準体積 弾性係数 K <sub>ma</sub> (kN/nf)	基準平均有効 主応力 $\sigma'_{ma}$ (kN/nf)	拘束圧 依存係数 m <sub>c</sub> , m <sub>k</sub>	最大履歴 減衰率 h <sub>max</sub> (-)	動ポアソン比 $\nu_d$	疎密波 速度Vp (m/s)
1	10	9.5 ~ 10.5	1.72	0.16	298	24.2	425	310,675	353,317	504	0.0	0.105	0.464	1,640
2	9	8.5 ~ 9.5	1.72	0.16	304	24.1	426	312,139	354,982	504	0.0	0.105	0.464	1,644
3	8	7.5 ~ 8.5	1.72	0.16	310	24.0	427	313,606	356,650	504	0.0	0.105	0.464	1,651
4	7	6.5 ~ 7.5	1.72	0.16	316	23.9	428	315,076	358,322	504	0.0	0.105	0.464	1,651
5	6	5.5 ~ 6.5	1.72	0.16	322	23.8	428	315,076	358,322	504	0.0	0.106	0.464	1,651
6	5	4.5 ~ 5.5	1.72	0.16	328	23.7	429	316,551	359,999	504	0.0	0.106	0.464	1,655
7	4	3.5 ~ 4.5	1.72	0.16	334	23.6	430	318,028	361,679	504	0.0	0.106	0.463	1,638
8	3	2.5 ~ 3.5	1.72	0.16	340	23.5	431	319,509	363,363	504	0.0	0.107	0.463	1,642
9	2	1.5 ~ 2.5	1.72	0.16	346	23.4	431	319,509	363,363	504	0.0	0.107	0.463	1,642
10	1	0.5 ~ 1.5	1.72	0.16	352	23.3	432	320,993	365,051	504	0.0	0.107	0.463	1,646
11	0	-0.5 ~ 0.5	1.72	0.16	358	23.2	433	322,481	366,743	504	0.0	0.107	0.463	1,650
12	-1	-1.5 ~ -0.5	1.72	0.16	364	23.1	434	323,972	368,439	504	0.0	0.108	0.463	1,653
13	-2	-2.5 ~ -1.5	1.72	0.16	370	23.0	435	325,467	370,139	504	0.0	0.108	0.463	1,657
14	-3	-3.5 ~ -2.5	1.72	0.16	376	22.9	435	325,467	370,139	504	0.0	0.108	0.463	1,657
15	-4	-4.5 ~ -3.5	1.72	0.16	382	22.8	436	326,965	371,843	504	0.0	0.108	0.463	1,661
16	-5	-5.5 ~ -4.5	1.72	0.16	388	22.7	437	328,467	373,551	504	0.0	0.109	0.462	1,644
17	-6	-6.5 ~ -5.5	1.72	0.16	394	22.6	438	329,972	375,262	504	0.0	0.109	0.462	1,648
18	-7	-7.5 ~ -6.5	1.72	0.16	400	22.5	438	329,972	375,262	504	0.0	0.109	0.462	1,648
19	-8	-8.5 ~ -7.5	1.72	0.16	406	22.4	439	331,480	376,977	504	0.0	0.109	0.462	1,652
20	-9	-9.5 ~ -8.5	1.72	0.16	412	22.3	440	332,992	378,697	504	0.0	0.110	0.462	1,656
21	-10	-11 ~ -9.5	1.72	0.16	418	22.2	441	334,507	380,420	504	0.0	0.110	0.462	1,659
22	-12	-13 ~ -11	1.72	0.16	430	22.0	442	336,026	382,147	504	0.0	0.110	0.462	1,663
23	-14	-15 ~ -13	1.72	0.16	442	21.8	444	339,074	385,614	504	0.0	0.111	0.462	1,671
24	-16	-17 ~ -15	1.72	0.16	454	21.6	445	340,603	387,352	504	0.0	0.111	0.461	1,654
25	-18	-19 ~ -17	1.72	0.16	467	21.4	447	343,671	390,842	504	0.0	0.112	0.461	1,662
26	-20	-21 ~ -19	1.72	0.16	479	21.2	448	345,211	392,593	504	0.0	0.112	0.461	1,665
27	-22	-23 ~ -21	1.72	0.15	491	21.0	450	348,300	381,471	498	0.0	0.112	0.461	1,673
28	-24	-25 ~ -23	1.72	0.15	503	20.8	452	351,403	384,870	498	0.0	0.113	0.461	1,680
29	-26	-27 ~ -25	1.72	0.15	515	20.6	453	352,959	386,574	498	0.0	0.113	0.460	1,664
30	-28	-29 ~ -27	1.72	0.15	527	20.4	455	356,083	389,996	498	0.0	0.114	0.460	1,672
31	-30	-31 ~ -29	1.72	0.15	539	20.2	456	357,650	391,712	498	0.0	0.114	0.460	1,675
32	-32	-33 ~ -31	1.72	0.15	551	20.0	458	360,794	395,155	498	0.0	0.115	0.460	1,683
33	-34	-35 ~ -33	1.72	0.15	563	19.8	459	362,371	396,883	498	0.0	0.115	0.459	1,667
34	-36	-37 ~ -35	1.72	0.15	575	19.6	461	365,536	400,349	498	0.0	0.115	0.459	1,675
35	-38	-39 ~ -37	1.72	0.15	587	19.4	462	367,124	402,088	498	0.0	0.116	0.459	1,678
36	-40	-41 ~ -39	1.72	0.15	599	19.2	464	370,309	405,577	498	0.0	0.116	0.459	1,685
37	-42	-43 ~ -41	1.72	0.15	611	19.0	465	371,907	407,327	498	0.0	0.117	0.459	1,689
38	-44	-45 ~ -43	1.72	0.15	623	18.8	467	375,113	410,838	498	0.0	0.117	0.458	1,678
39	-46	-47 ~ -45	1.72	0.15	635	18.6	468	376,721	412,599	498	0.0	0.117	0.458	1,681
40	-48	-49 ~ -47	1.72	0.15	647	18.4	470	379,948	416,134	498	0.0	0.118	0.458	1,688
41	-50	-51 ~ -49	1.73	0.15	660	18.3	472	385,416	422,122	498	0.0	0.118	0.458	1,696
42	-52	-53 ~ -51	1.73	0.15	672	18.1	473	387,051	423,913	498	0.0	0.118	0.458	1,699
43	-54	-55 ~ -53	1.73	0.15	684	17.9	475	390,331	427,505	498	0.0	0.118	0.457	1,688
44	-56	-57 ~ -55	1.73	0.15	696	17.7	476	391,976	429,307	498	0.0	0.119	0.457	1,692
45	-58	-59 ~ -57	1.73	0.15	708	17.5	478	395,277	432,922	498	0.0	0.119	0.457	1,699
46	-60	-61 ~ -59	1.73	0.15	720	17.3	479	396,933	434,736	498	0.0	0.120	0.457	1,702
47	-62	-63 ~ -61	1.73	0.14	732	17.1	481	400,255	422,491	492	0.0	0.120	0.457	1,709
48	-64	-65 ~ -63	1.73	0.14	744	16.9	482	401,921	424,250	492	0.0	0.120	0.456	1,695
49	-66	-67 ~ -65	1.73	0.14	756	16.7	484	405,263	427,778	492	0.0	0.120	0.456	1,702
50	-68	-69 ~ -67	1.73	0.14	768	16.5	485	406,939	429,547	492	0.0	0.121	0.456	1,705
51	-70	-71 ~ -69	1.73	0.14	780	16.3	487	410,302	433,097	492	0.0	0.121	0.456	1,712
52	-72	-73 ~ -71	1.73	0.14	792	16.1	489	413,679	436,661	492	0.0	0.121	0.456	1,719
53	-74	-75 ~ -73	1.73	0.14	804	15.9	490	415,373	438,449	492	0.0	0.122	0.455	1,705
54	-76	-77 ~ -75	1.73	0.14	816	15.7	492	418,771	442,036	492	0.0	0.122	0.455	1,712
55	-78	-79 ~ -77	1.73	0.14	828	15.5	493	420,475	443,835	492	0.0	0.122	0.455	1,716
56	-80	-81 ~ -79	1.73	0.14	840	15.3	495	423,893	447,443	492	0.0	0.122	0.455	1,723
57	-82	-85 ~ -81	1.73	0.14	852	15.1	496	425,608	449,253	492	0.0	0.123	0.455	1,726
58	-88	-90 ~ -85	1.73	0.14	889	14.5	501	434,232	458,356	492	0.0	0.124	0.454	1,726
59	-92	-95 ~ -90	1.73	0.14	913	14.1	504	439,448	463,862	492	0.0	0.124	0.454	1,736
60	-98	-101 ~ -95	1.73	0.14	949	13.5	509	448,210	473,111	492	0.0	0.125	0.453	1,736
61	-104	-108 ~ -101	1.73	0.13	985	12.9	513	455,282	463,485	486	0.0	0.126	0.452	1,733
62	-112	-115 ~ -108	1.73	0.13	1,033	12.1	519	465,995	474,391	486	0.0	0.127	0.451	1,737
63	-118	-122 ~ -115	1.73	0.13	1,070	11.5	524	475,016	483,575	486	0.0	0.127	0.451	1,754
64	-126	-130 ~ -122	1.73	0.13	1,118	10.7	530	485,957	494,713	486	0.0	0.128	0.450	1,758

表 18.2-5 地盤改良体の物性値一覧

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

### 18.2.6 評価構造物諸元

許容応力度による照査を行う可搬型設備用軽油タンク基礎の評価構造物諸元を表 18.2-6 に示す。評価部位を図 18.2-6 に示す。

表 18.2-6 (1) 評価部位とその仕様 (その1)

部位	仕様		材料		機能要求
	部材幅 (m)	部材高 (m)	コンクリート $f'_{ck}$ (N/mm <sup>2</sup> )	鉄筋	
底版	1.000	1.000	40	SD490	可搬型設備用軽油タンクの間接支持機能
側壁	1.000	0.800	40	SD490	
隔壁	1.000	0.800	40	SD490	
頂版	1.000	0.500	40	SD490	

表 18.2-6 (2) 評価部位とその仕様 (その2)

部位	仕様		材料	機能要求
	杭径 (mm)	板厚 (mm)		
鋼管杭	1000	40	SM570	可搬型設備用軽油タンクの間接支持機能

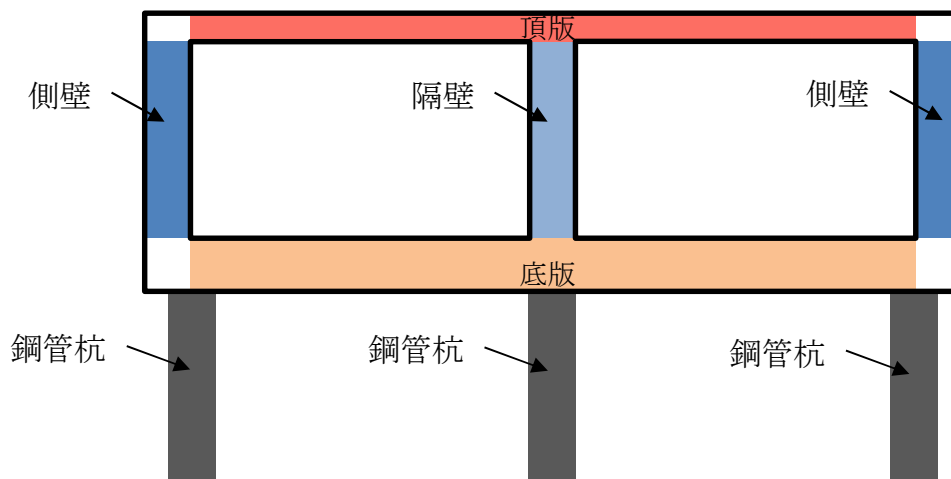


図 18.2-6 評価部位



### 18.2.7 地下水位

地下水位は地表面に設定する。

### 18.2.8 地震応答解析手法

可搬型設備用軽油タンク基礎の地震応答解析は、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、線形はり要素及び平面ひずみ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モデル化とする。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、添付書類「V-5-10 計算機プログラム（解析コード）の概要・FLIP」に示す。

地震応答解析手法の選定フローを図 18.2-7 に示す。

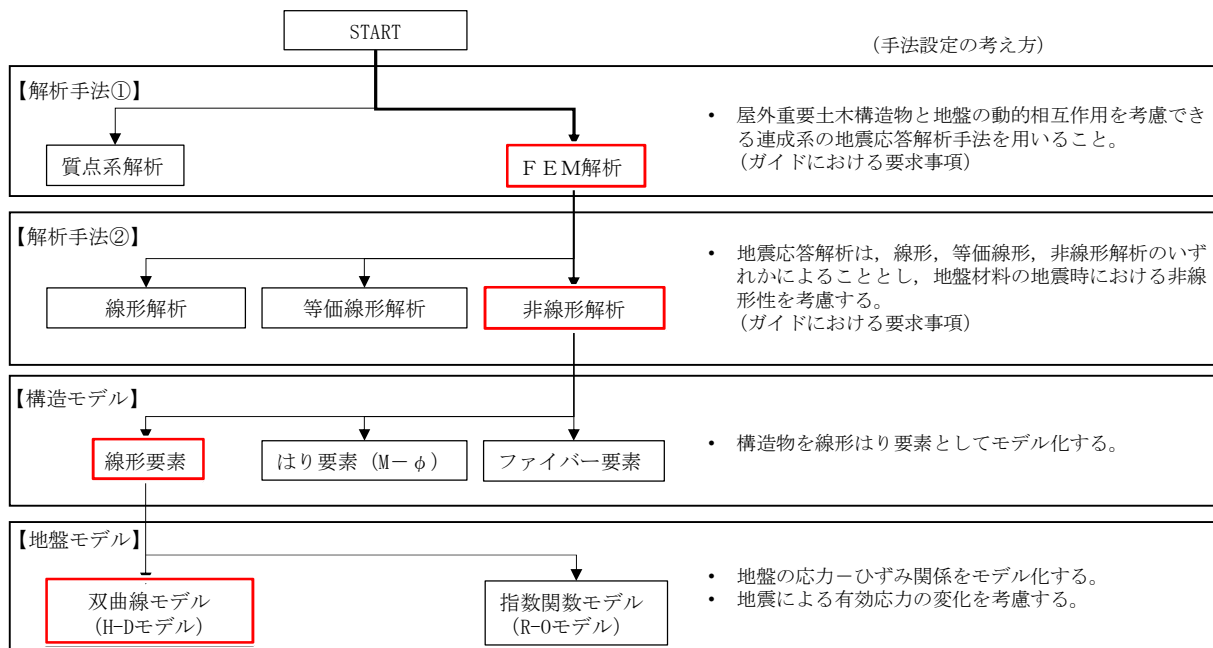


図 18.2-7 地震応答解析手法の選定フロー

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上記の2つの特徴を適切に表現できる双曲線モデル (H-Dモデル) を選定する。

## 18.2.9 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 18.2-8 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基礎幅の 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 または 4 分割、すなわち  $V_s/100$  又は  $V_s/80$  を考慮し、要素高さを 1 m 程度まで細分割して設定する。

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または有効高さの 2.0 倍以下とし、1.0 倍程度とするのが良い旨が示されていることを考慮し、部材の断面厚さまたは有効高さの 1.0 倍程度まで細分割して設定する。なお、杭の要素分割については、杭に接する地盤の要素分割に合わせて設定する。

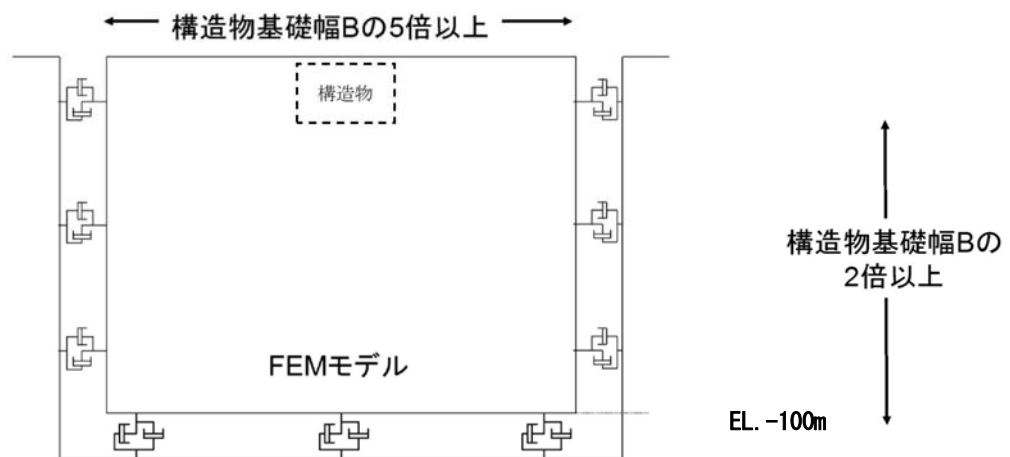


図 18.2-8 モデル範囲の考え方

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 18.2-9 に示す。また、地質断面図を図 18.2-10 に示す。

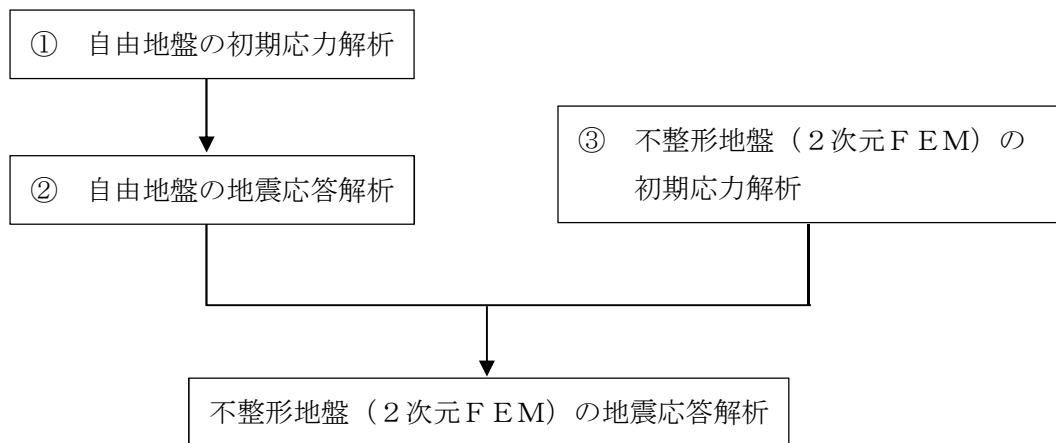


図 18.2-9 自由地盤の初期応力解析から不整形地盤（2次元FEM）の地震応答解析までのフロー

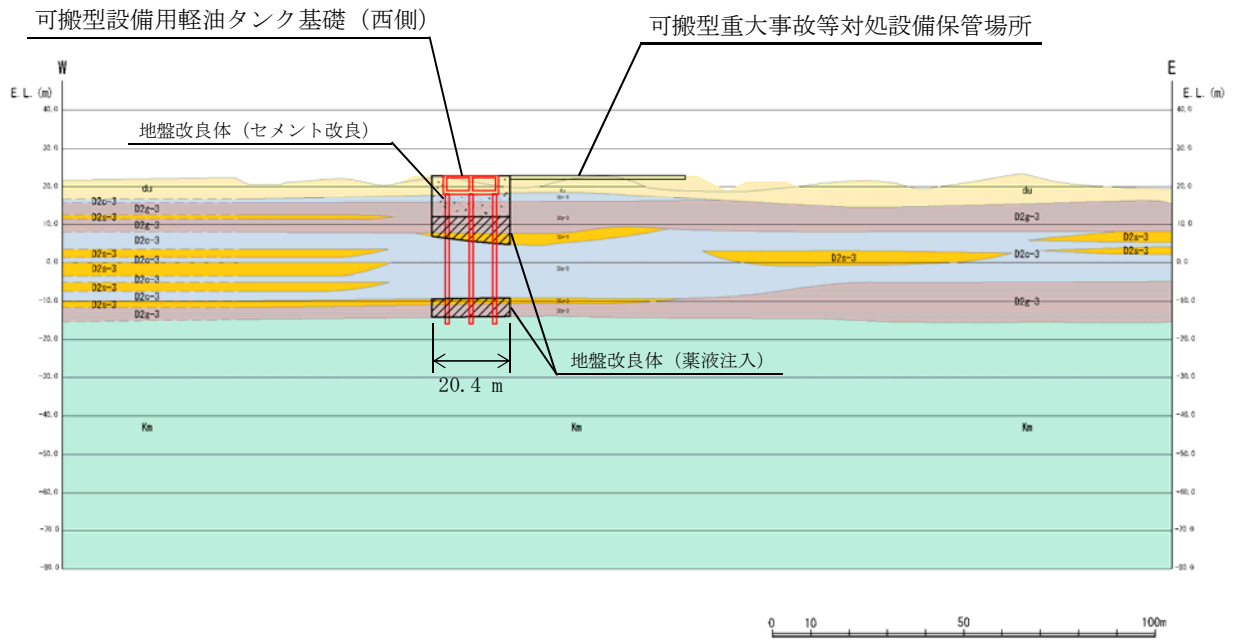
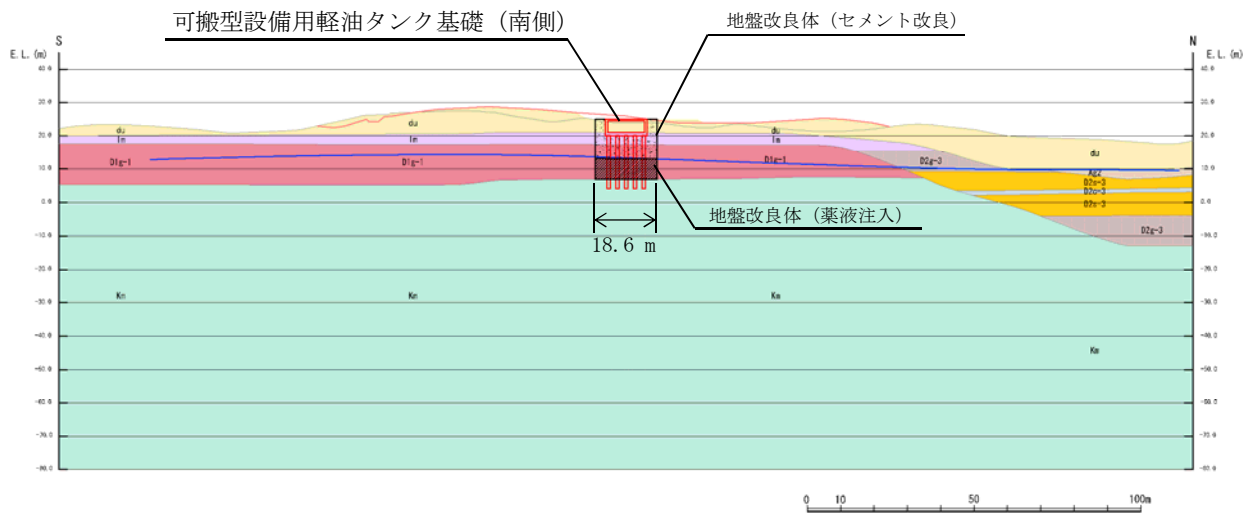


図 18.2-10 (1) 地質断面図 (①-①断面)



(④-④断面)

図 18.2-10 (2) 地質断面図 (④-④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 18.2-11 に示す。

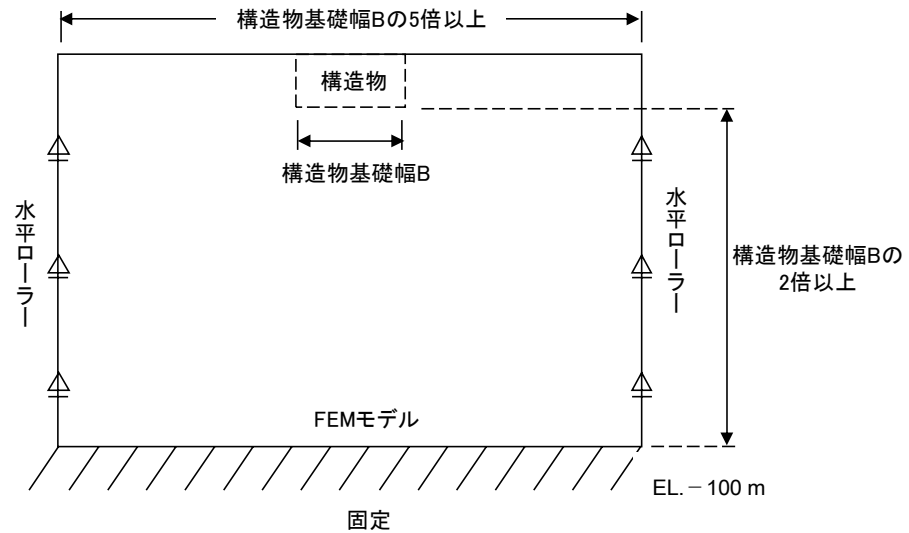


図 18.2-11 固有値解析における境界条件の概念図

b. 初期応力解析時

初期応力解析は、地盤や構造物の自重及び風荷重等の静的な荷重を載荷することによる常時の初期応力を算定するために行う。そこで、初期応力解析時の境界条件は底面固定とし、側方は自重等による地盤の鉛直方向の変形を拘束しないよう鉛直ローラーとする。境界条件の概念図を図 18.2-12 に示す。

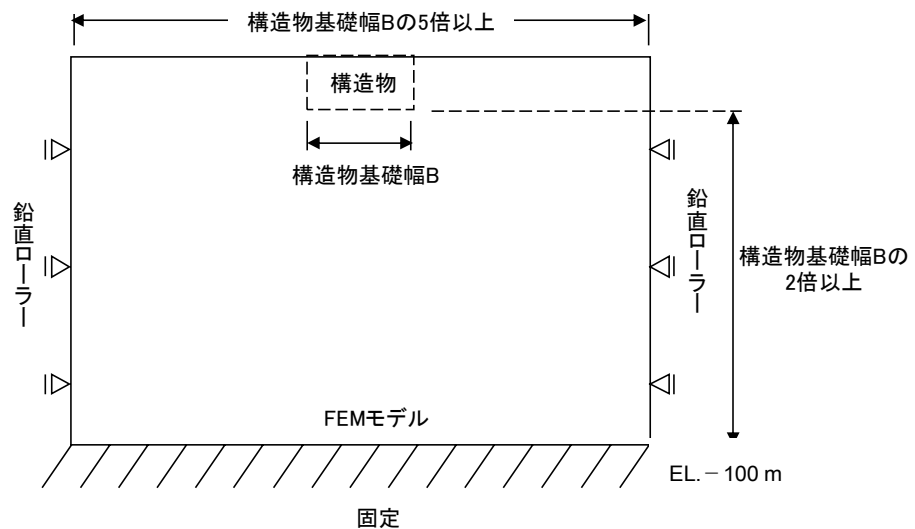


図 18.2-12 初期応力解析における境界条件の概念図

c. 地震応答解析時

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

地震応答解析モデルを図 18.2-13 に示す。

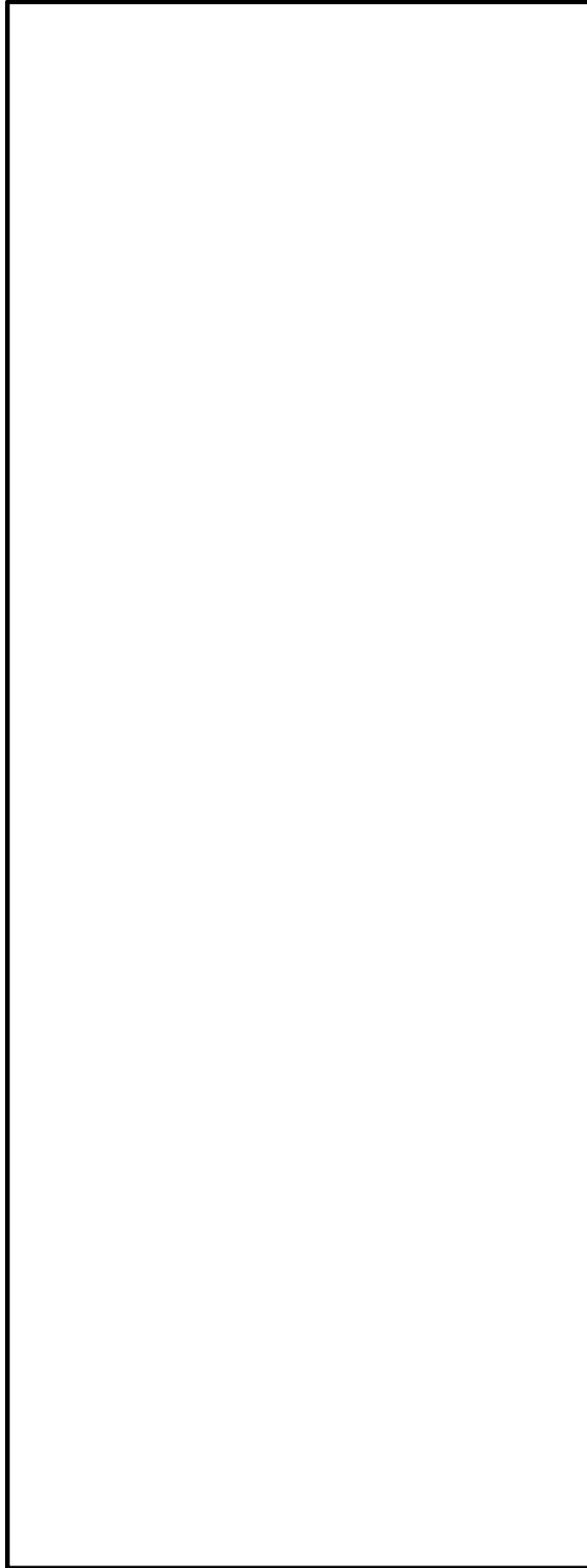


図 18.2-13 (1) 可搬型設備用軽油タンク基礎の地震応答解析モデル  
(①-①断面 モデル全体)

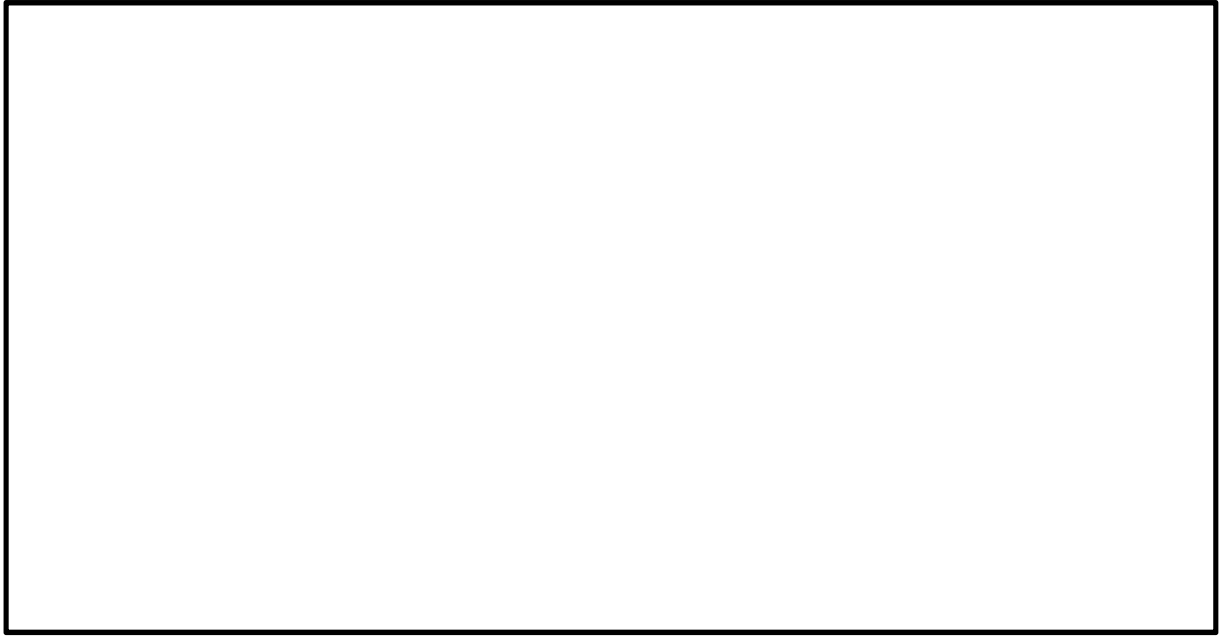


図 18.2-13 (2) 可搬型設備用軽油タンク基礎の地震応答解析モデル  
(①-①断面 モデル位置拡大)



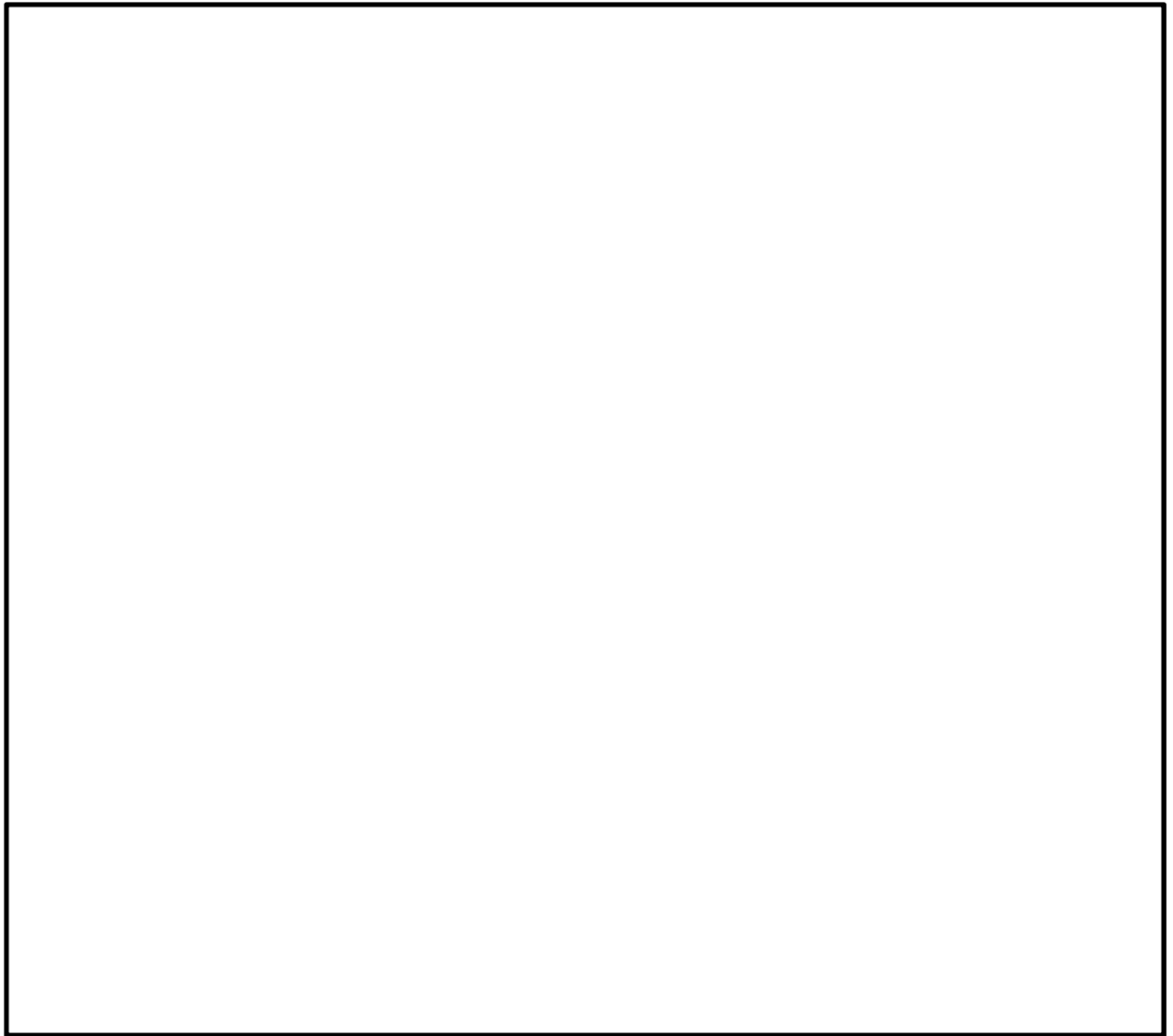


図 18.2-13 (3) 可搬型設備用軽油タンク基礎の地震応答解析モデル  
(④-④断面 モデル全体)

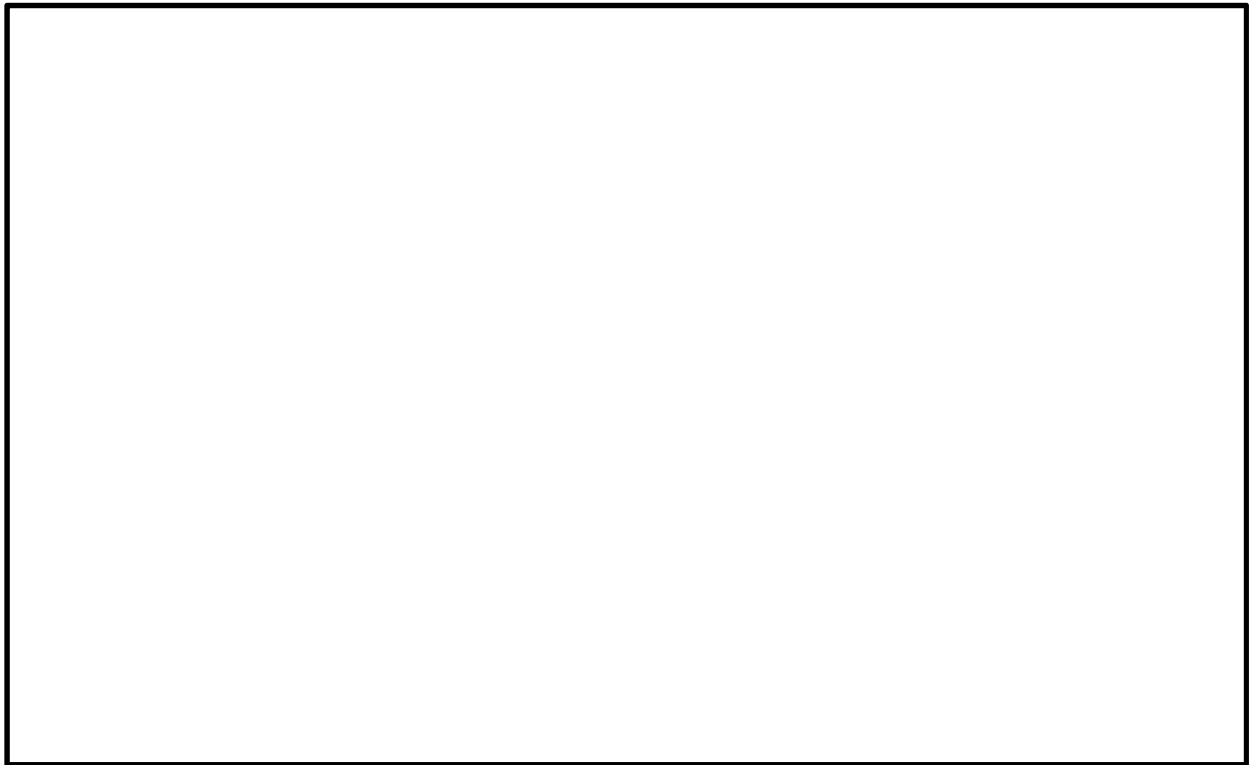


図 18.2-13 (4) 可搬型設備用軽油タンク基礎の地震応答解析モデル  
(④-④断面 モデル位置拡大)

(3) 構造物のモデル化

①－①断面における可搬型設備用軽油タンク基礎は、底版、側壁、隔壁、頂版及び鋼管杭を線形はり要素としてモデル化する。

④－④断面における可搬型設備用軽油タンク基礎は、底版、側壁、頂版及び鋼管杭を線形はり要素としてモデル化する。④－④断面に平行である側壁と隔壁は、平面ひずみ要素としてモデル化する。

底版、側壁、隔壁及び頂版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〕（土木学会、2002年制定）」に基づき剛域を設ける。

可搬型設備用軽油タンク基礎の解析モデル図を図 18.2-14 に示す。

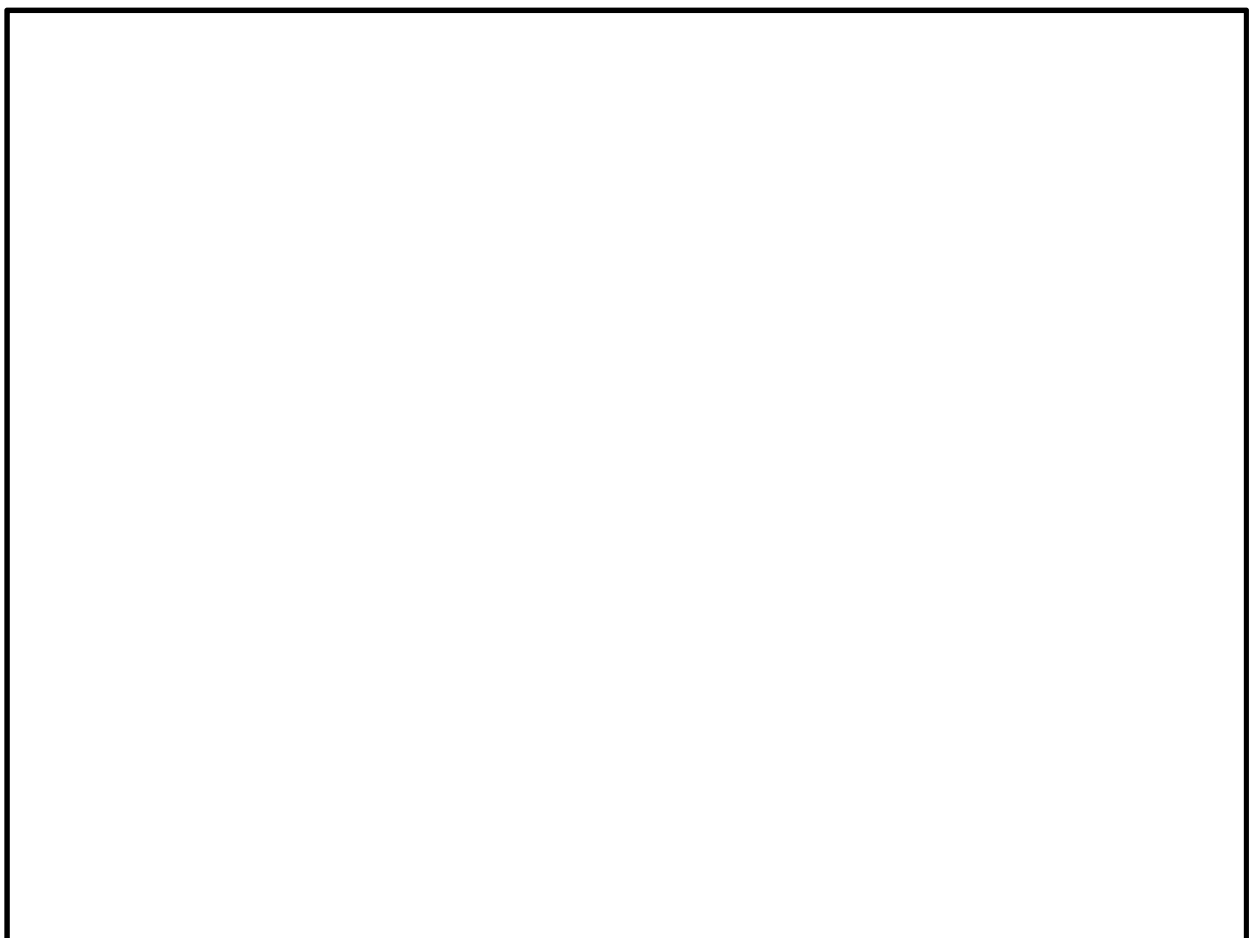


図 18.2-14 (1) 可搬型設備用軽油タンク基礎の解析モデル (①－①断面)

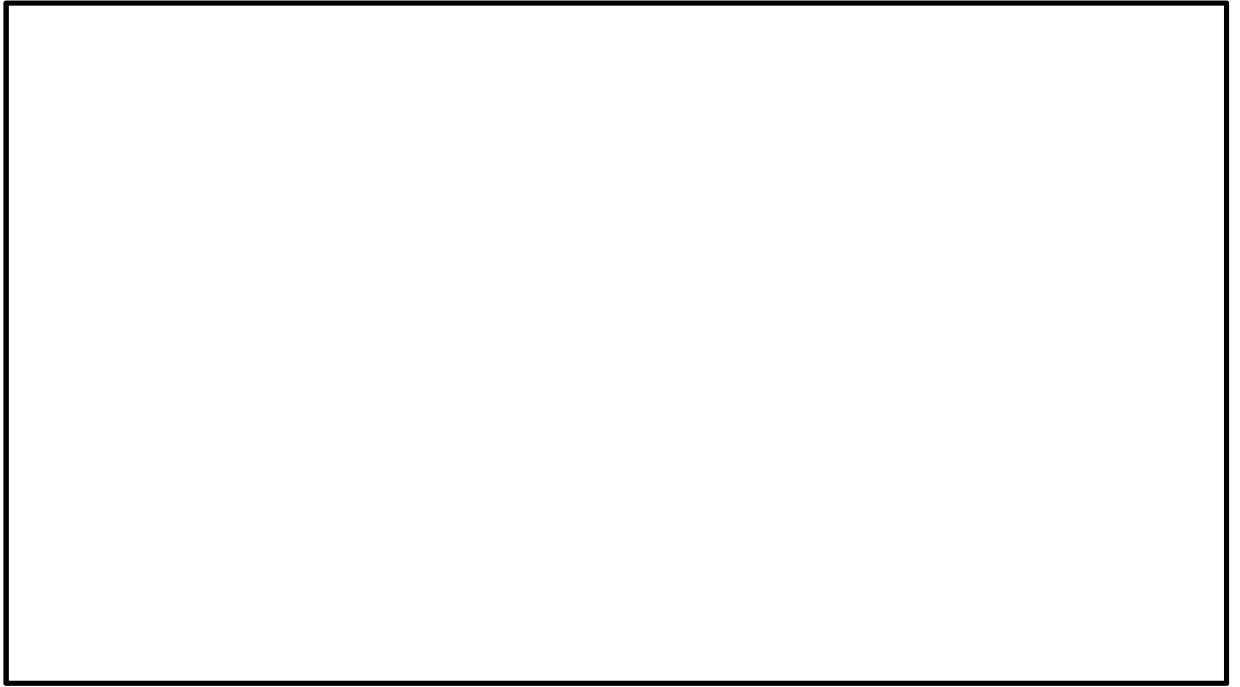


図 18.2-14 (2) 可搬型設備用軽油タンク基礎のモデル概要 (①-①断面)  
(構造物部分拡大図)

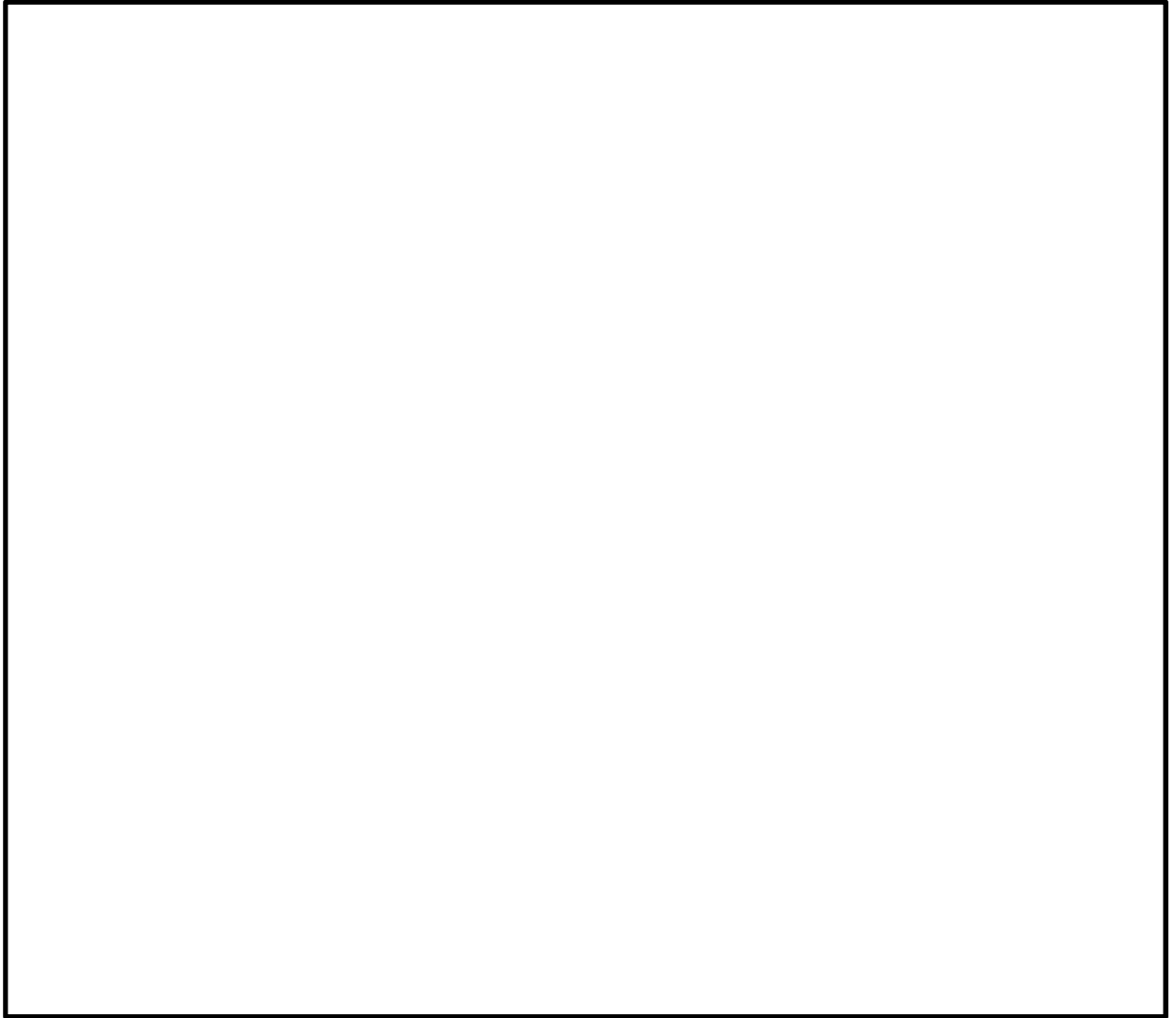


図 18.2-14 (3) 可搬型設備用軽油タンク基礎のモデル概要 (④-④断面)

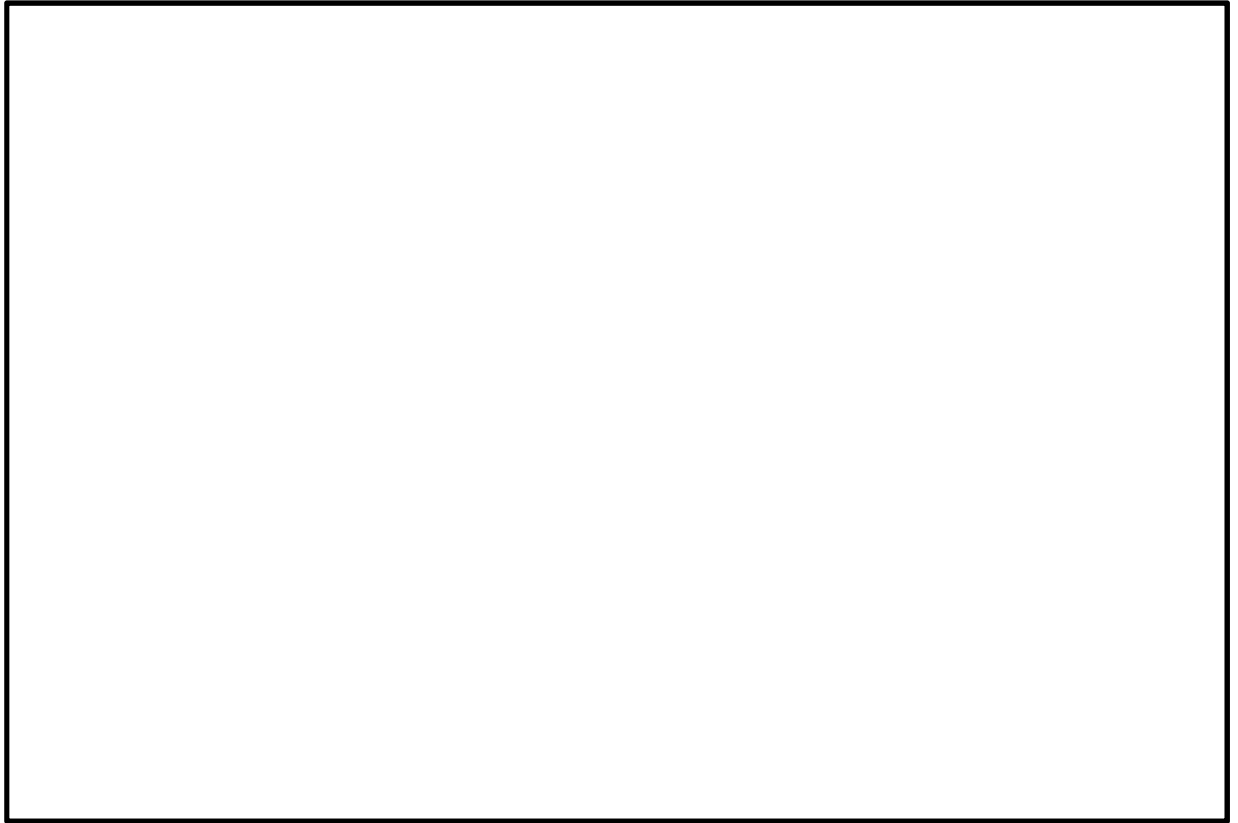


図 18.2-14 (4) 可搬型設備用軽油タンク基礎のモデル概要 (④-④断面)  
(構造物部分拡大図)

(4) ジョイント要素の設定

地盤と構造物の境界部にジョイント要素を設けることにより、強震時の地盤と構造体の接合面における剥離及びすべりを考慮する。

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

なお、せん断強度  $\tau_f$  は次式の Mohr-Coulomb 式により規定される。c、 $\phi$  は周辺地盤の c、 $\phi$  とする。（表 18.2-7 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 18.2-7 周辺地盤及び隣接構造物との境界に用いる強度特性

周辺の状況		粘着力 c (N/mm <sup>2</sup> )	内部摩擦角 (度)	備考
第四紀層	f1層	0	37.3	du層で代用
	du層	0	37.3	—
	1m層	0.042	27.3	—
	D2c-3層	0.026	35.6	—
	D2s-3層	0.01	35.8	—
	D2g-3層	0	44.4	—
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)

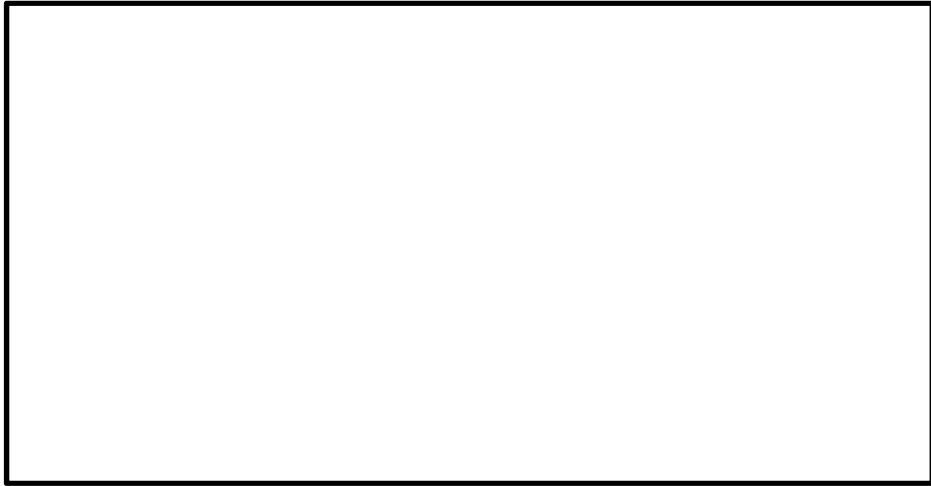
ジョイント要素のばね定数は、数値解析上不安定な挙動を起こさない程度に十分に大きい値として、港湾構造物設計事例集（沿岸技術研究センター）に従い、表 18.2-8 のとおり設定する。ジョイント要素の設定位置を図 18.2-15 に、ジョイント要素設定の考え方を図 18.2-16 に示す。

表 18.2-8 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	$1.0 \times 10^6$	$1.0 \times 10^6$



(①-①断面)



(④-④断面)

— : ジョイント要素

図 18.2-15 ジョイント要素の設定位置

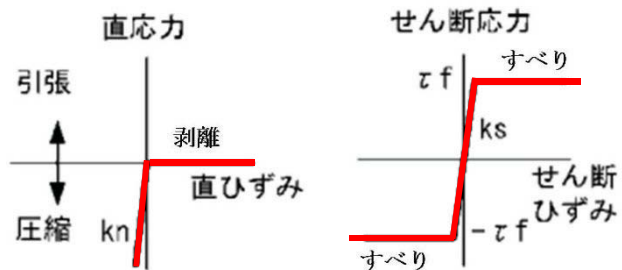


図 18.2-16 ジョイント要素の考え方



(5) 材料特性の設定

構造部材は、線形のはり要素及び平面ひずみ要素としてモデル化する。

地盤は、マルチスプリング要素及び間隙水要素にてモデル化し、地震時の有効応力の変化に応じた非線形せん断応力～せん断ひずみ関係を考慮する。

(6) 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、地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 18.2-17 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 18.2-9 参照）

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

ここで、

$\tau_f$  : せん断強度

$c$  : 付着力

$\phi$  : 内部摩擦角

表 18.2-9 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	f 1 層	0	37.3	du 層で代用
	du 層	0	37.3	—
	1m 層	0.042	27.3	—
	D2c-3 層	0.026	35.6	—
	D2s-3 層	0.01	35.8	—
	D2g-3 層	0	44.4	—
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 18.2-10 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\*。

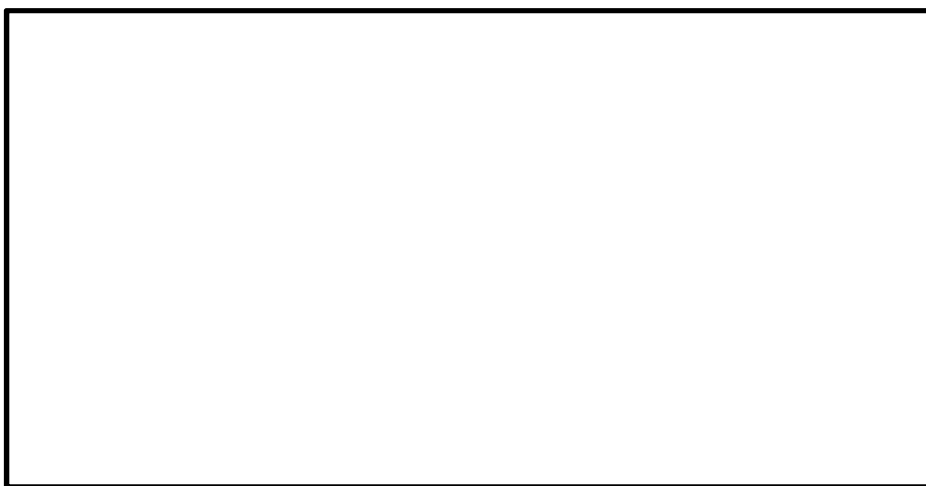
\* FLIP 研究会 14 年間の検討成果のまとめ「理論編」

表 18.2-10 杭―地盤相互作用ばねのばね定数

	せん断剛性 $k_s$ ( $\text{kN/m}^3$ )
杭軸方向	$1.0 \times 10^6$



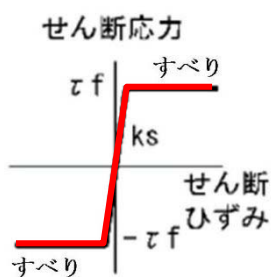
(①-①断面)



(④-④断面)

— : 杭-地盤相互作用ばね要素

(a) 杭-地盤相互作用ばね配置図



(b) 杭-地盤相互作用ばね（杭軸方向）の力学的特性

図 18.2-17 杭-地盤相互作用ばね設定の考え方

(7) 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し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 18.2-11 のとおり設定する。図 18.2-18 に杭下端ジョイントばねの考え方を示す。

表 18.2-11 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	$1.0 \times 10^6$

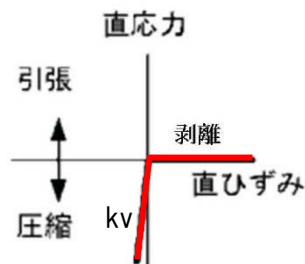


図 18.2-18 杭下端ジョイントばねの考え方

#### 18.2.10 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る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の減衰定数は3%（道路橋示方書（V耐震設計編）同解説（平成14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18.2-19にRayleigh減衰の設定フローを、表18.2-12に固有値解析結果を示す。

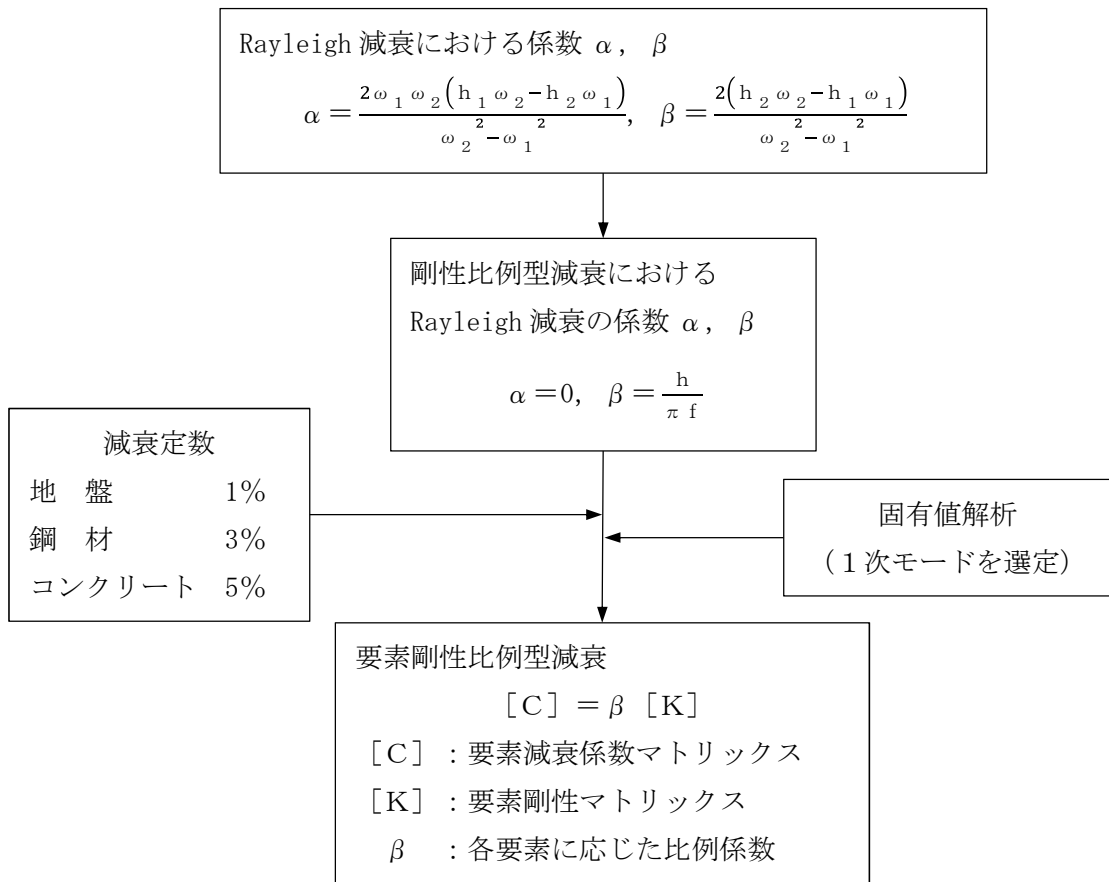


図 18.2-19 Rayleigh 減衰の設定フロー

表 18.2-12 (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)

(a) ①-①断面

モード次数	固有振動数 (Hz)	刺激係数	備考
1	0.831	278.73	1次として採用
2	1.026	30.00	—
3	1.386	-14.67	—
4	1.624	3.63	—
5	1.745	20.25	—
6	1.865	-9.72	—
7	1.907	19.03	—
8	2.012	-59.46	—
9	2.066	-39.45	—

(b) ④-④断面

モード次数	固有振動数 (Hz)	刺激係数	備考
1	0.780	151.61	1次として採用
2	1.536	2.40	—
3	2.022	20.33	—
4	2.136	-39.47	—
5	2.459	-14.95	—
6	2.776	19.24	—
7	2.896	5.96	—
8	3.208	-20.68	—
9	3.225	-8.36	—

表 18.2-12 (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)

(a) ①-①断面

モード次数	固有振動数 (Hz)	刺激係数	備考
1	0.839	280.85	1次として採用
2	1.047	25.77	—
3	1.430	-10.26	—
4	1.646	-3.65	—
5	1.784	15.10	—
6	1.916	15.50	—
7	2.017	10.63	—
8	2.078	34.89	—
9	2.155	60.55	—

(b) ④-④断面

モード次数	固有振動数 (Hz)	刺激係数	備考
1	0.781	151.68	1次として採用
2	1.537	2.28	—
3	2.055	20.73	—
4	2.157	39.95	—
5	2.471	-13.98	—
6	2.814	-19.72	—
7	2.926	5.05	—
8	3.255	19.76	—
9	3.294	-7.80	—



表 18.2-12 (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)  
 (a) ①-①断面

モード次数	固有振動数 (Hz)	刺激係数	備考
1	0.819	275.60	1次として採用
2	1.004	34.95	—
3	1.332	-20.51	—
4	1.588	3.48	—
5	1.697	25.55	—
6	1.790	26.53	—
7	1.826	-0.35	—
8	1.910	67.36	—
9	1.952	29.19	—

表 18.2-12 (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)

(a) ①-①断面

モード次数	固有振動数 (Hz)	刺激係数	備考
1	0.780	260.79	1次として採用
2	0.928	52.72	—
3	1.179	-17.70	—
4	1.338	-16.81	—
5	1.442	-42.30	—
6	1.603	18.23	—
7	1.626	42.95	—
8	1.692	-63.01	—
9	1.707	-43.65	—

(b) ④-④断面

モード次数	固有振動数 (Hz)	刺激係数	備考
1	0.770	149.31	1次として採用
2	1.410	22.27	—
3	1.551	7.29	—
4	1.795	32.66	—
5	1.951	18.06	—
6	2.244	-18.30	—
7	2.471	-1.94	—
8	2.543	2.40	—
9	2.624	20.60	—

### 18.2.11 荷重の組合せ

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

なお、可搬型設備用軽油タンク基礎は、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 18.2-13 に示す。地震時に可搬型設備用軽油タンク基礎に作用する機器・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 18.2-13 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 ・内包される砂の荷重を考慮
		土被り荷重	— ・天端が地表面であることから、考慮しない
		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		— ・水を保有しない設備であることから、考慮しない
変動荷重	雪荷重		○ ・雪荷重を考慮
	風荷重		— ・地中に埋設された構造物であるため、考慮しない
偶発荷重 (地震荷重)	水平地震動		○ ・基準地震動 $S_d$ による水平・鉛直同時加振
	鉛直地震動		○ ・躯体の慣性力、動土圧を考慮
	動水圧		— ・水を保有しない設備であることから、考慮しない

(1) 機器・配管荷重

図 18.2-20 に機器・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。可搬型設備用軽油タンクの内空には砂が充填されているため、内空容積から可搬型設備用軽油タンクの容積を除いた部分をすべて砂(比重1.7)として考慮する。

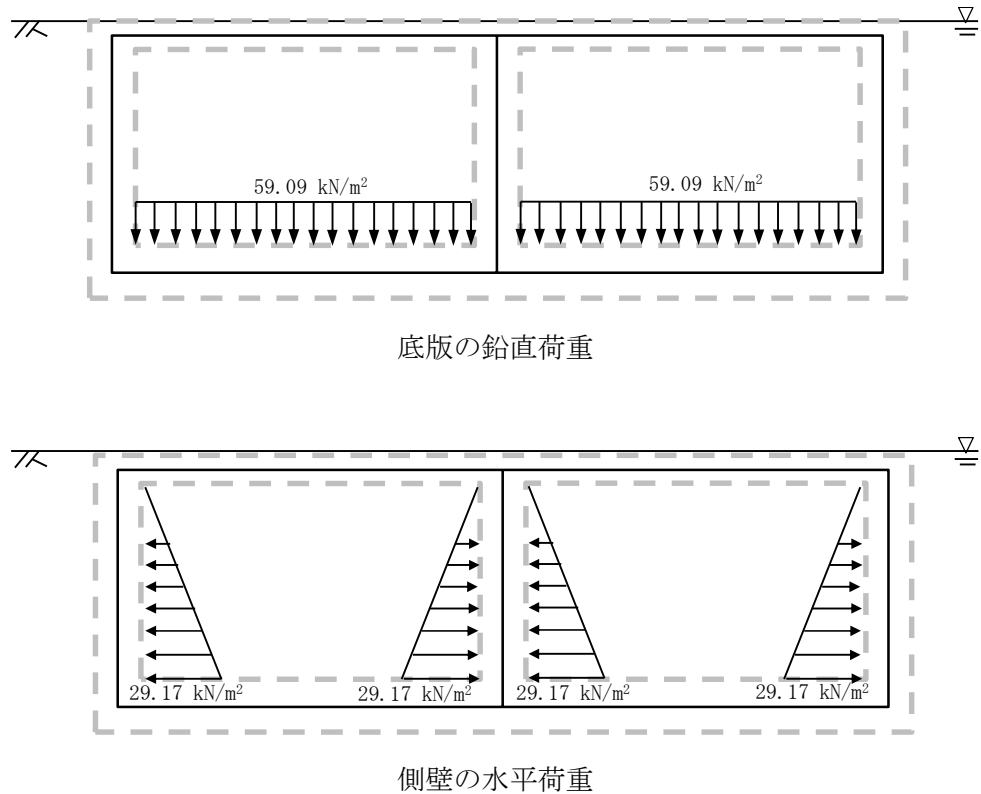


図 18.2-20 機器・配管荷重図

(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) 積雪荷重

図 18.2-21 に積雪荷重図を示す。

積雪荷重については、「建築基準法施行令第 86 条」及び「茨城県建築基準法施行細則第 16 条の 4」に従って設定する。積雪の厚さ 1 cm 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。

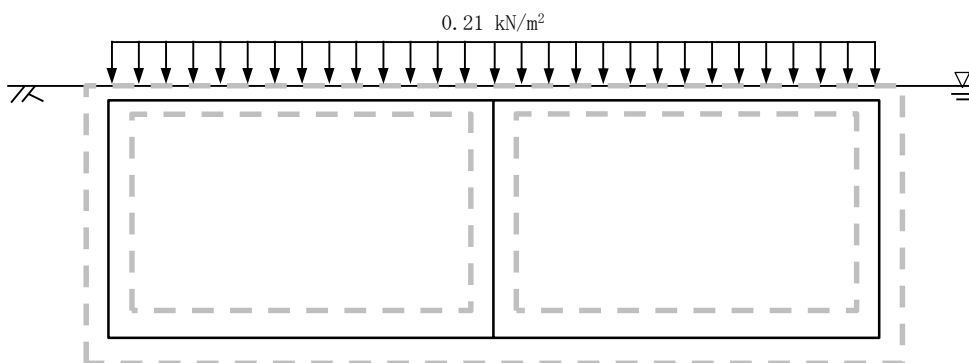


図 18.2-21 積雪荷重図

18.2.12 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

可搬型設備用軽油タンク基礎の耐震設計における検討ケースを表 18.2-14 に示す。

耐震評価においては、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（基本ケース）において、せん断力照査及び曲げ軸力照査をはじめとした全ての評価項目について、各照査値が最も厳しい（許容限界に対する余裕が最も小さい）地震動を用い、②～⑥より追加検討ケースを実施する。最も厳しい地震動の選定は、照査値 1.0 に対して 2 倍の余裕となる照査値 0.5 以上を相対的に厳しい地震動の選定の目安として実施する。

②～⑥より追加検討ケースを実施する地震動の選定フローを図 18.2-1 に示す。

表 18.2-14 耐震設計における検討ケース

検討ケース*1		①	②	③	④	⑤	⑥	
液状化強度特性の設定		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)	地盤物性のばらつきを考慮(+1 $\sigma$ )した解析ケース	地盤物性のばらつきを考慮(-1 $\sigma$ )した解析ケース	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	原地盤において非液状化の条件を仮定した解析ケース	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	
地震波(位相)		原地盤に基づく液状化強度特性(標準偏差を考慮)	原地盤に基づく液状化強度特性(標準偏差を考慮)	原地盤に基づく液状化強度特性(標準偏差を考慮)	敷地に存在しない豊浦標準砂の液状化強度特性	液状化パラメータを非適用	液状化パラメータを非適用	
地震波(位相)	$S_s-D1$	(H+V+)*2	実施					
		(H+V-)*2	実施					
		(H-V+)*2	実施	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（基本ケース）において、せん断力照査及び曲げ軸力照査をはじめとした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より追加検討ケースを実施する。				
		(H-V-)*2	実施					
	$S_s-11$	実施						
	$S_s-12$	実施						
	$S_s-13$	実施						
	$S_s-14$	実施						
	$S_s-21$	実施						
	$S_s-22$	実施						
$S_s-31$	(H+V+)*3	実施						
	(H-V+)*3	実施						

注記 \*1：構築物間の相対変位の算定を行う場合は、上記の実施ケースにおいて変位量が厳しいケースで行う。

\*2： $S_s-D1$  は水平加速度時刻歴及び鉛直加速度時刻歴それぞれの位相の反転を考慮した組合せに対して評価を行う。（+は正の位相，-は負の位相）

\*3： $S_s-31$  は水平加速度時刻歴の位相の反転を考慮した組合せに対して評価を行う。（+は正の位相，-は負の位相）

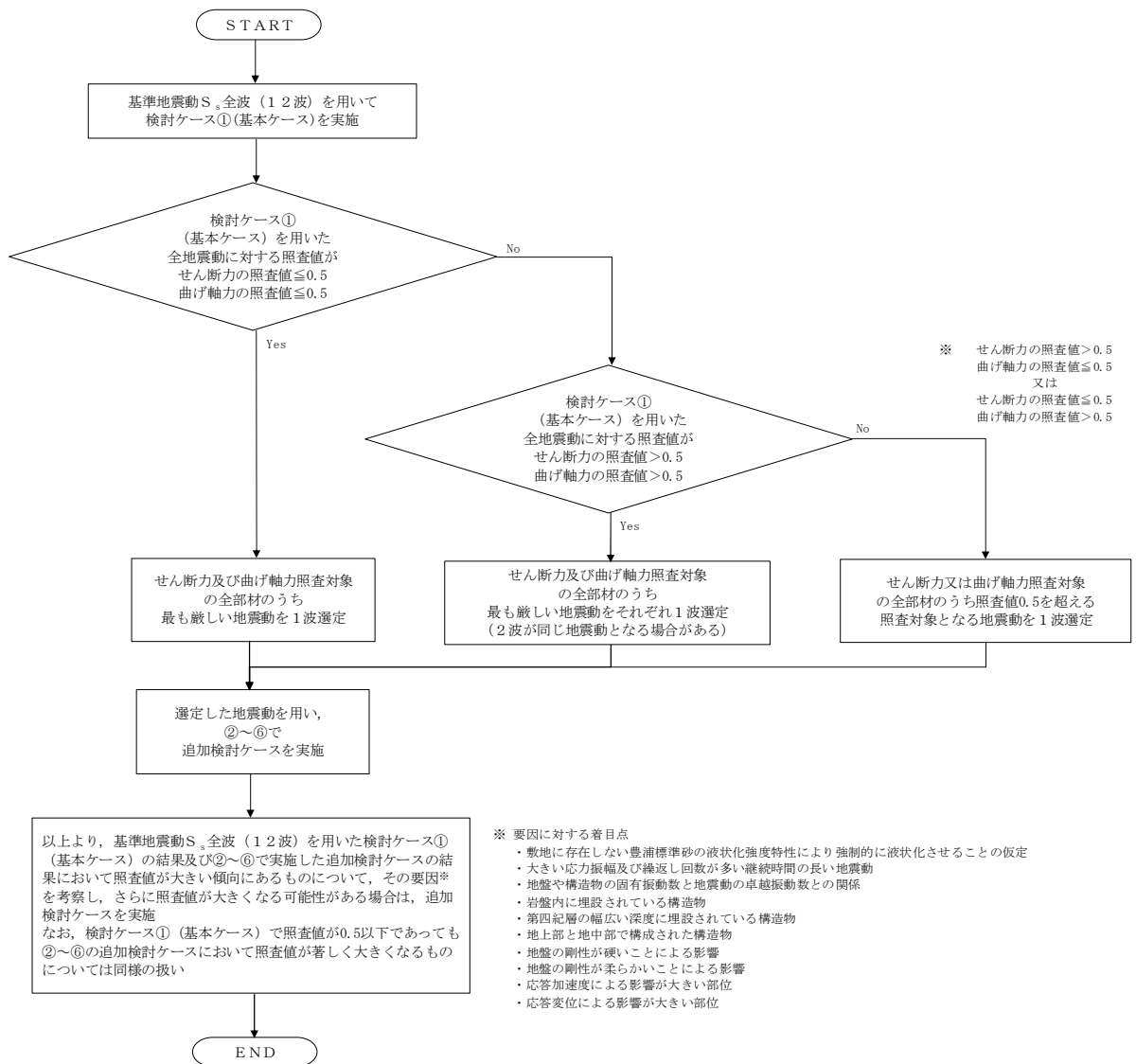


図 18.2-22 ②～⑥より追加検討ケースを実施する地震動の選定フロー

(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 18.2-15 に示す。

全ての基準地震動  $S_s$  に対して実施する⑤の検討ケース（原地盤において非液状化の条件を仮定した解析ケース）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、④及び⑥より追加検討ケースを実施する。

表 18.2-15 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

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の液状化強度特性	液状化パラメータを非適用	液状化パラメータを非適用	
地震波 (位相)	$S_s-D1$	(H+V+) <sup>*1</sup>	全ての基準地震動 $S_s$ に対して実施する⑤の検討ケース（原地盤において非液状化の条件を仮定した解析ケース）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、④及び⑥より追加検討ケースを実施する。	実施	全ての基準地震動 $S_s$ に対して実施する⑤の検討ケース（原地盤において非液状化の条件を仮定した解析ケース）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、④及び⑥より追加検討ケースを実施する。
		(H+V-) <sup>*1</sup>		実施	
		(H-V+) <sup>*1</sup>		実施	
		(H-V-) <sup>*1</sup>		実施	
	$S_s-11$			実施	
	$S_s-12$			実施	
	$S_s-13$			実施	
	$S_s-14$			実施	
	$S_s-21$			実施	
	$S_s-22$			実施	
$S_s-31$	(H+V+) <sup>*2</sup>	実施			
	(H-V+) <sup>*2</sup>	実施			

注記 \*1:  $S_s-D1$  は水平加速度時刻歴及び鉛直加速度時刻歴それぞれの位相の反転を考慮した組合せに対して評価を行う。（+は正の位相，-は負の位相）

\*2:  $S_s-31$  は水平加速度時刻歴の位相の反転を考慮した組合せに対して評価を行う。（+は正の位相，-は負の位相）



### 18.3 評価内容

#### 18.3.1 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 18.3-1 に入力地震動算定の概念図を、図 18.3-2 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「k-SHAKE Ver. 6.2.0」を使用する。

なお、基準地震動  $S_s$  のうち断層モデル波については、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  $S_s-11$  ～  $S_s-22$  については、特定の方向性を有することから、構造物の評価対象断面方向を考慮し、方位補正を行う。具体的には南北方向及び東西方向の地震動について構造物の評価断面方向の成分を求め、各々を足し合わせることで方位補正した地震動を設定する。

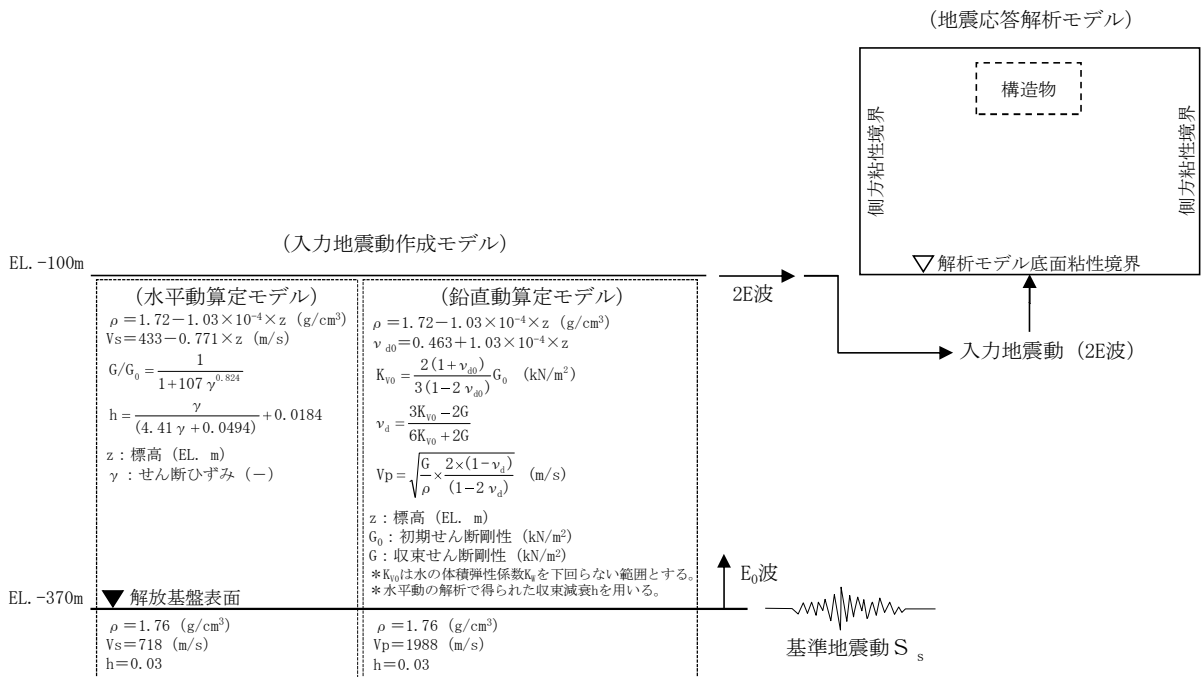
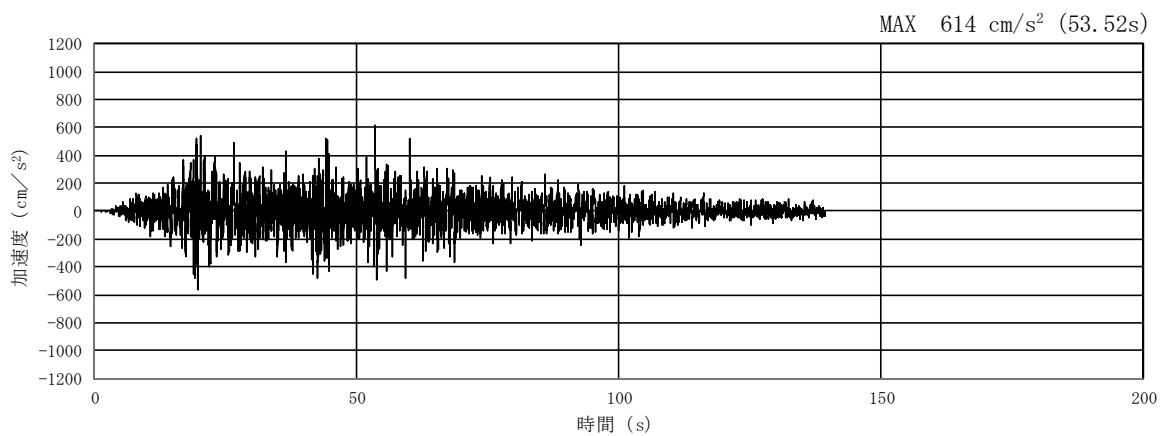
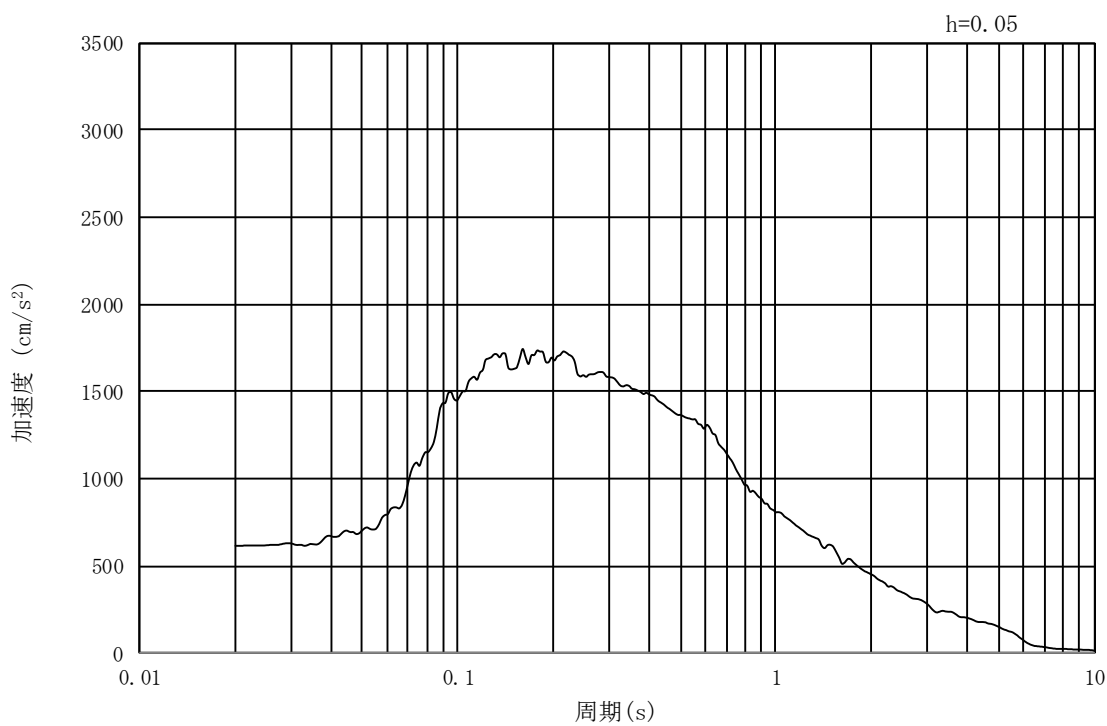


図 18.3-1 入力地震動算定の概念図

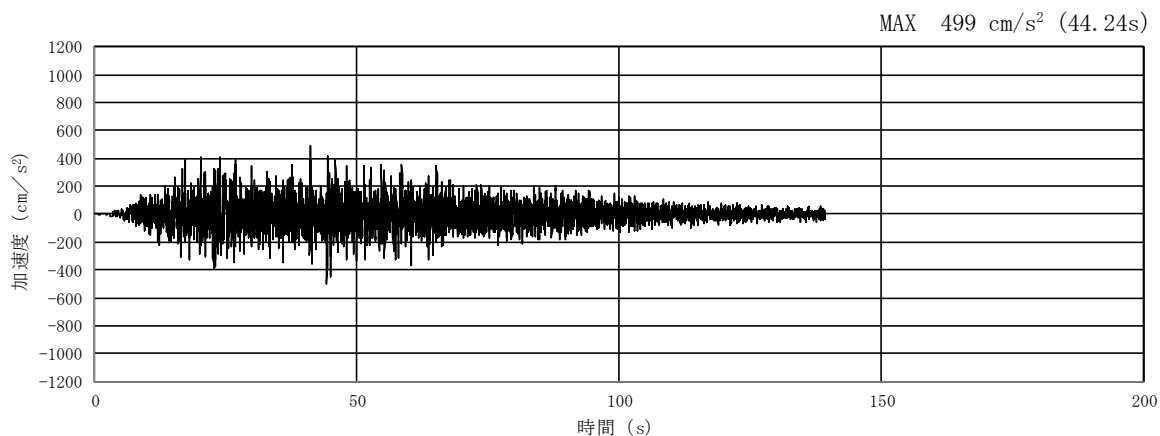


(a) 加速度時刻歴波形

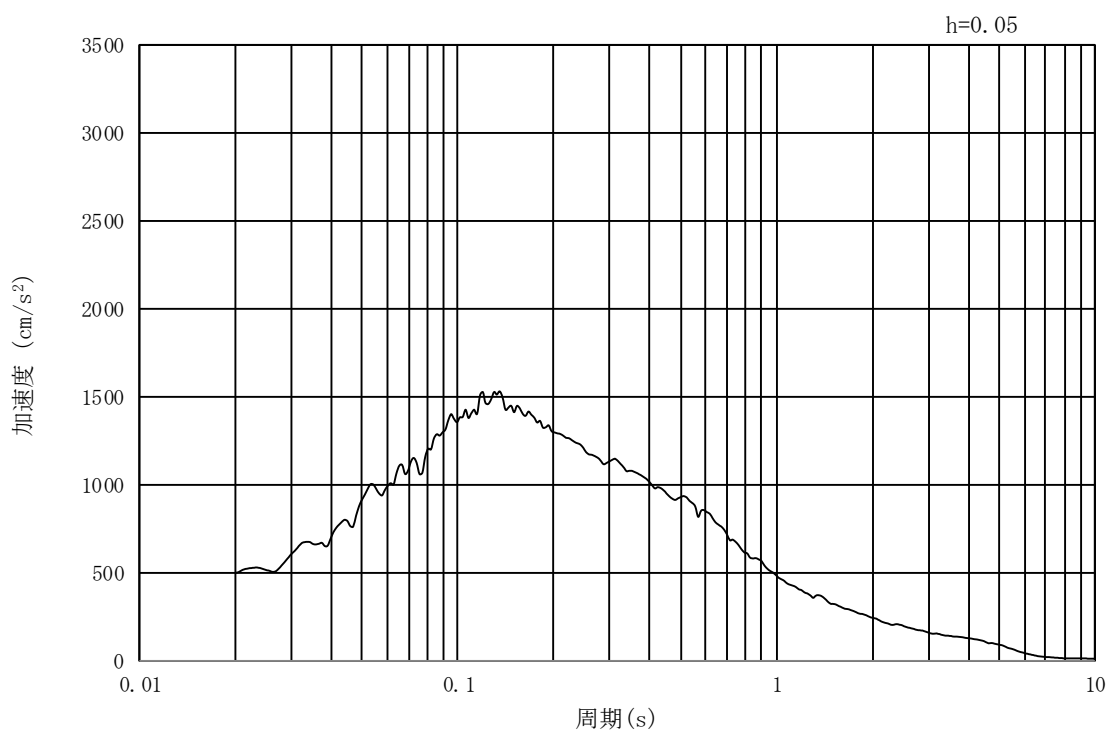


(b) 加速度応答スペクトル

図 18.3-2 (1) 東西方向断面 (①-①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:  $S_s - D 1$ )

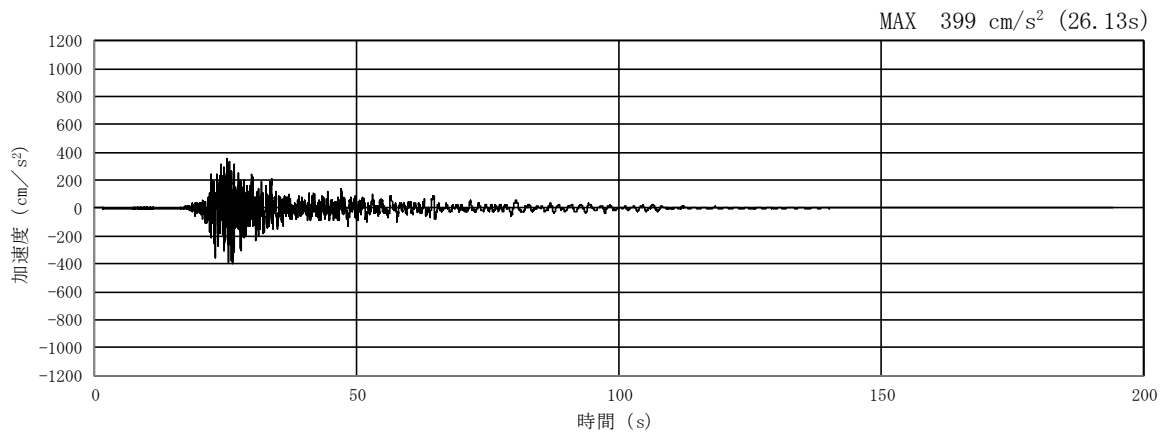


(a) 加速度時刻歴波形

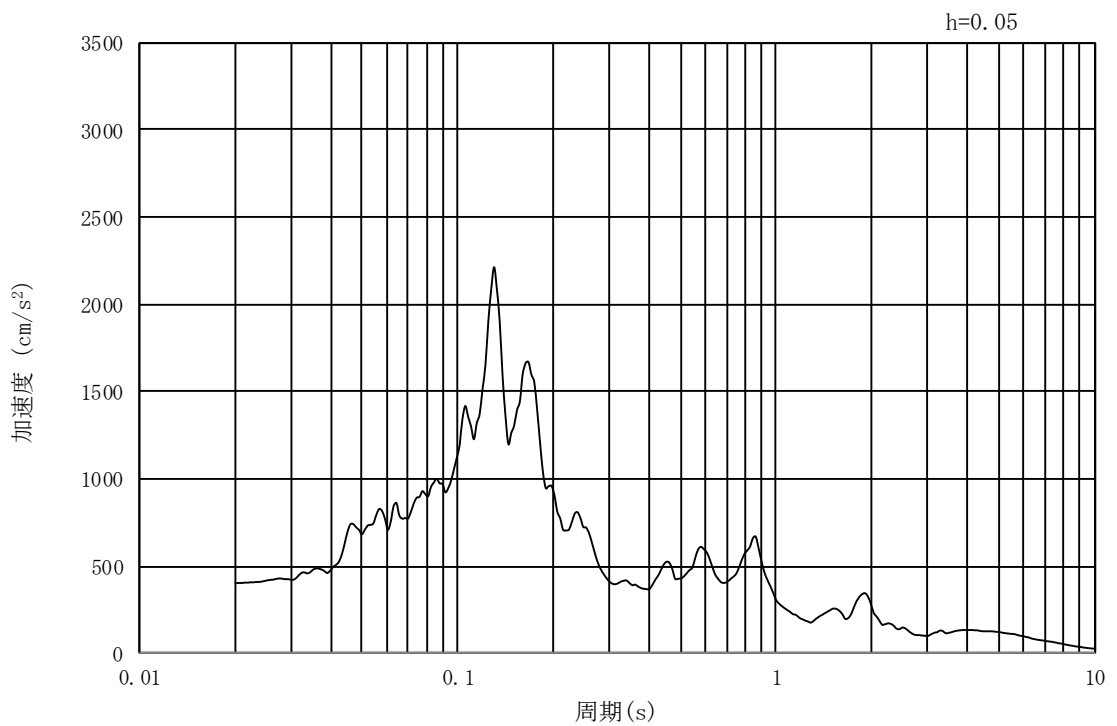


(b) 加速度応答スペクトル

図 18.3-2 (2) 東西方向断面 (①-①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 :  $S_s - D 1$ )

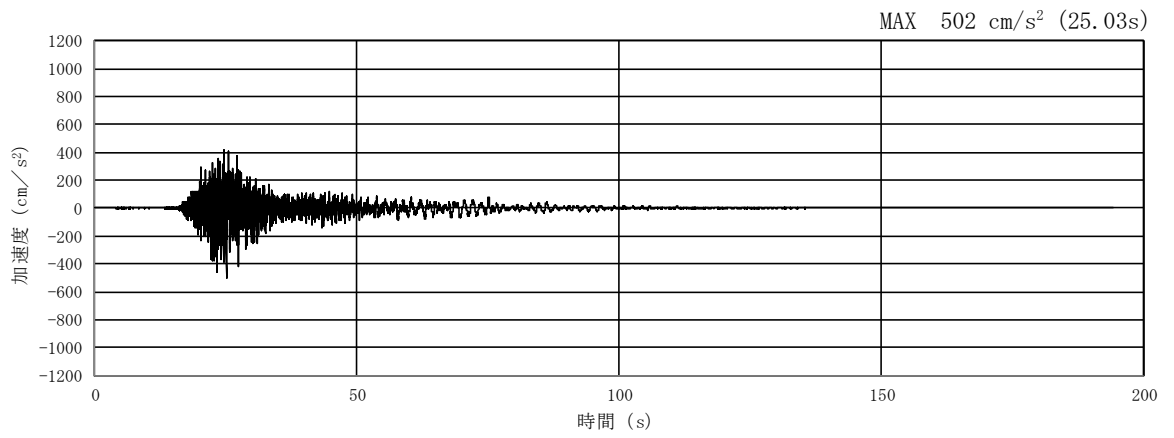


(a) 加速度時刻歴波形

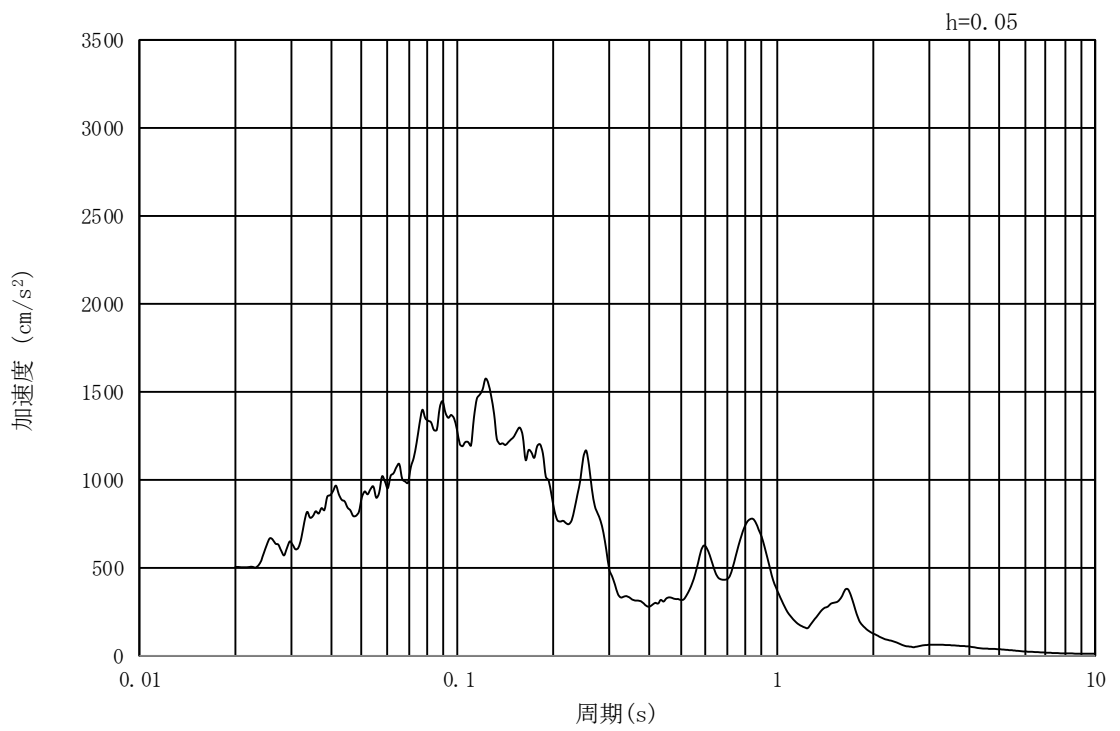


(b) 加速度応答スペクトル

図 18.3-2 (3) 東西方向断面 (①-①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:  $S_s - 1.1$ )

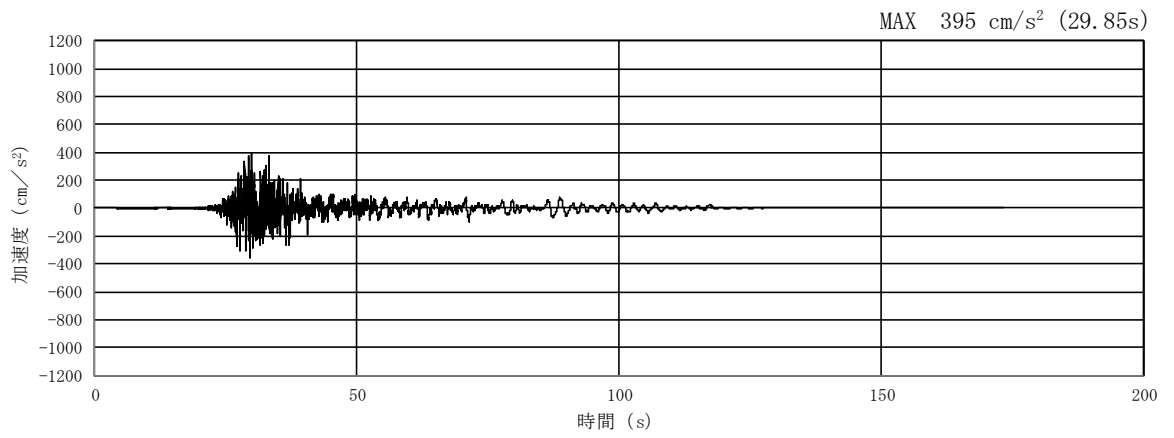


(a) 加速度時刻歴波形

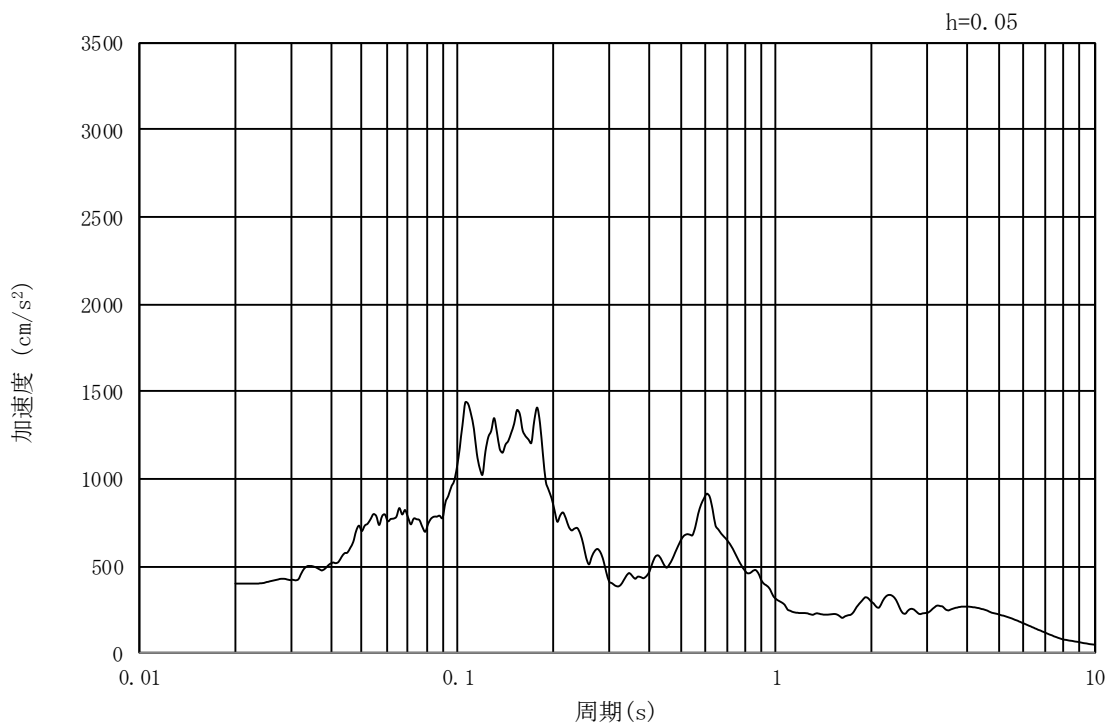


(b) 加速度応答スペクトル

図 18.3-2 (4) 東西方向断面 (①-①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:  $S_s - 1.1$ )

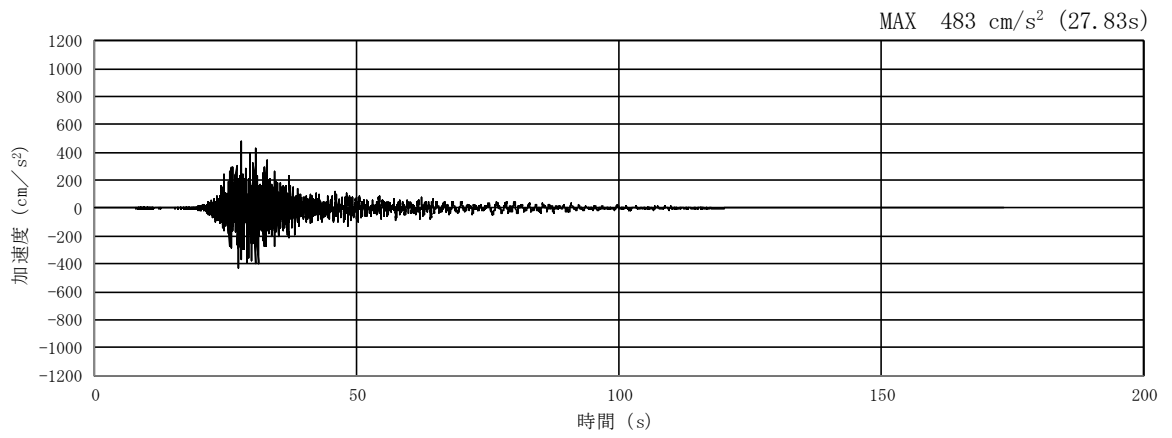


(a) 加速度時刻歴波形

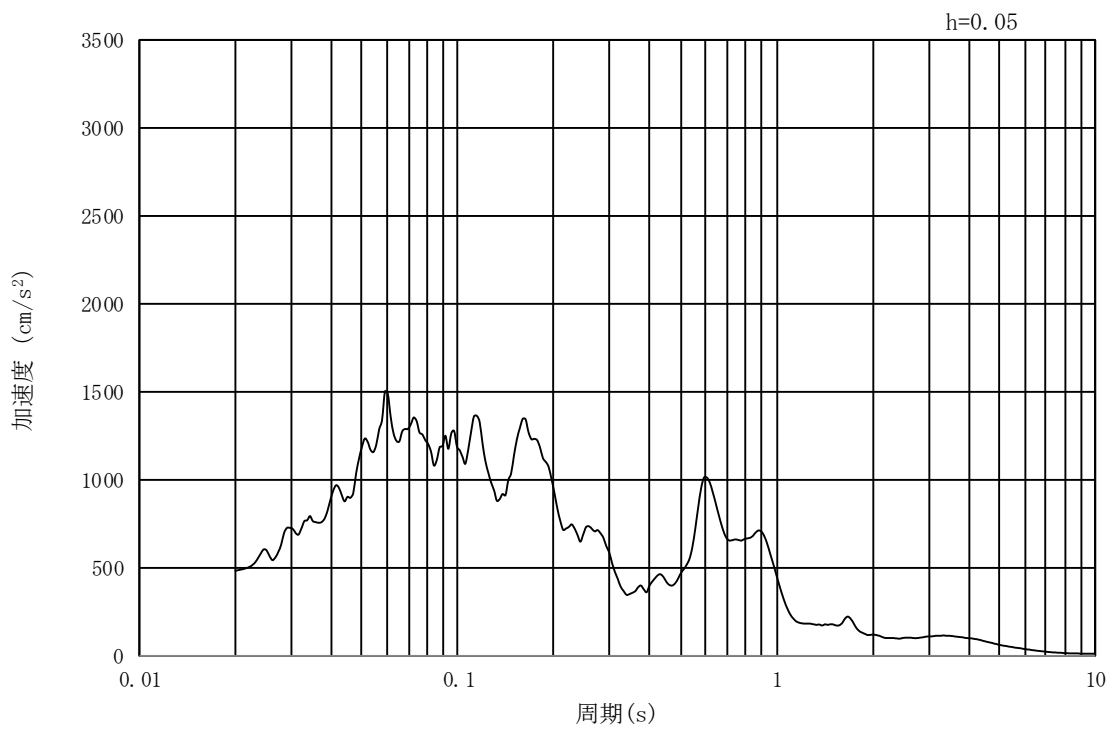


(b) 加速度応答スペクトル

図 18.3-2 (5) 東西方向断面 (①-①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 :  $S_s - 1.2$ )

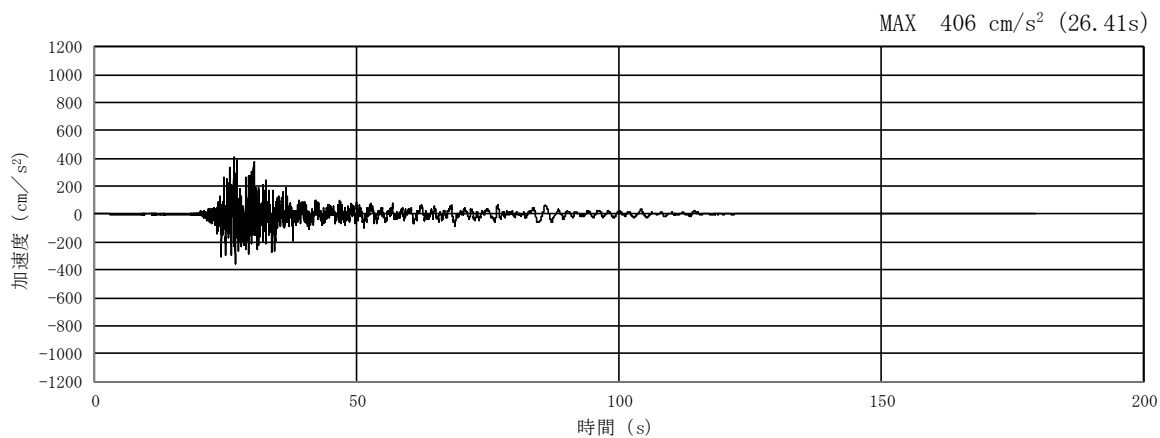


(a) 加速度時刻歴波形

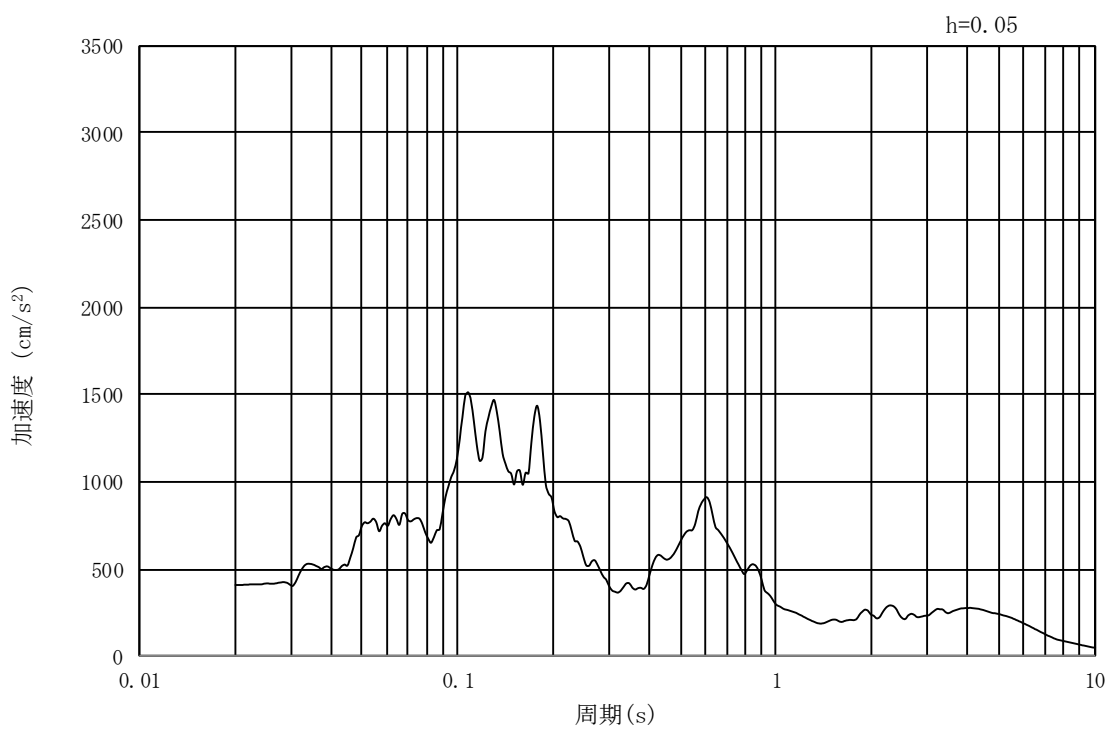


(b) 加速度応答スペクトル

図 18.3-2 (6) 東西方向断面 (①-①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 :  $S_s - 1.2$ )



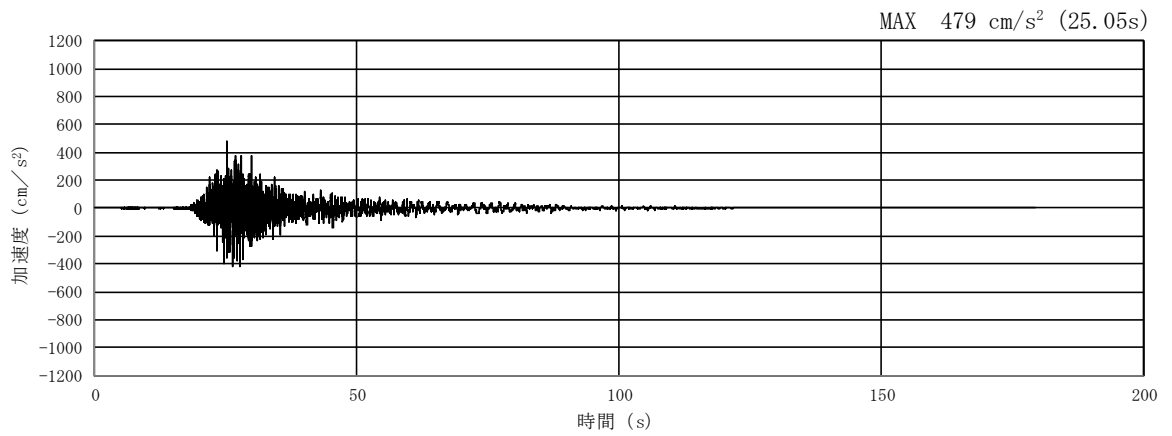
(a) 加速度時刻歴波形



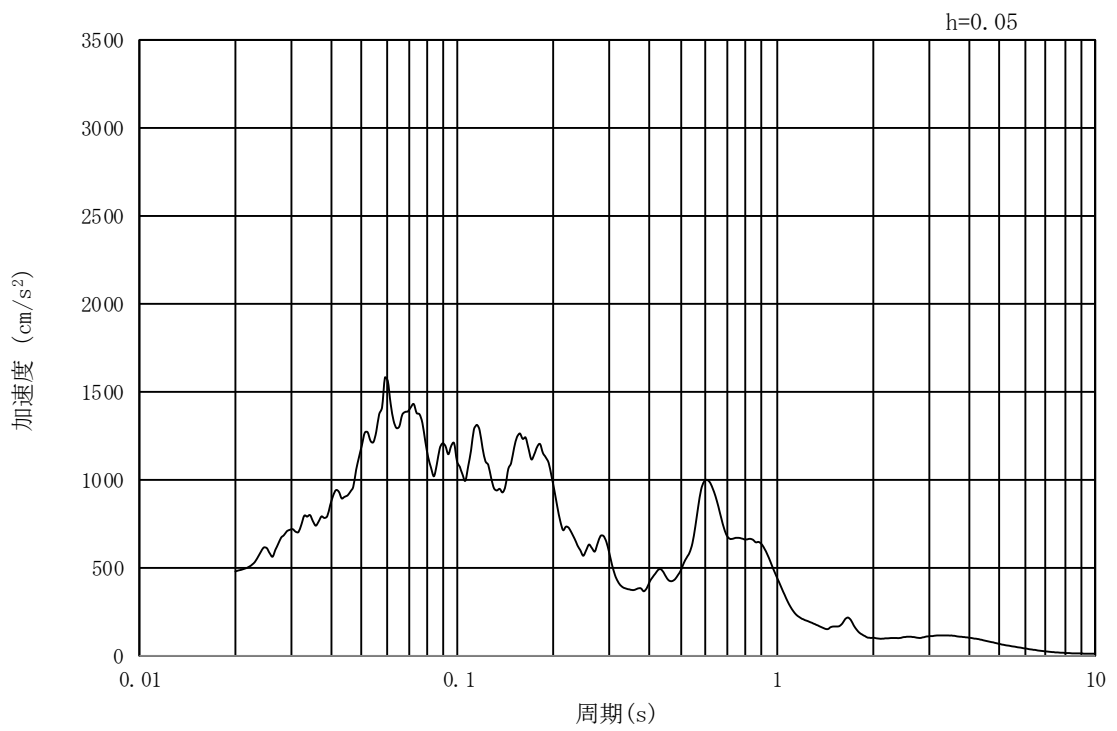
(b) 加速度応答スペクトル

図 18.3-2 (7) 東西方向断面 (①-①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:  $S_s - 1.3$ )



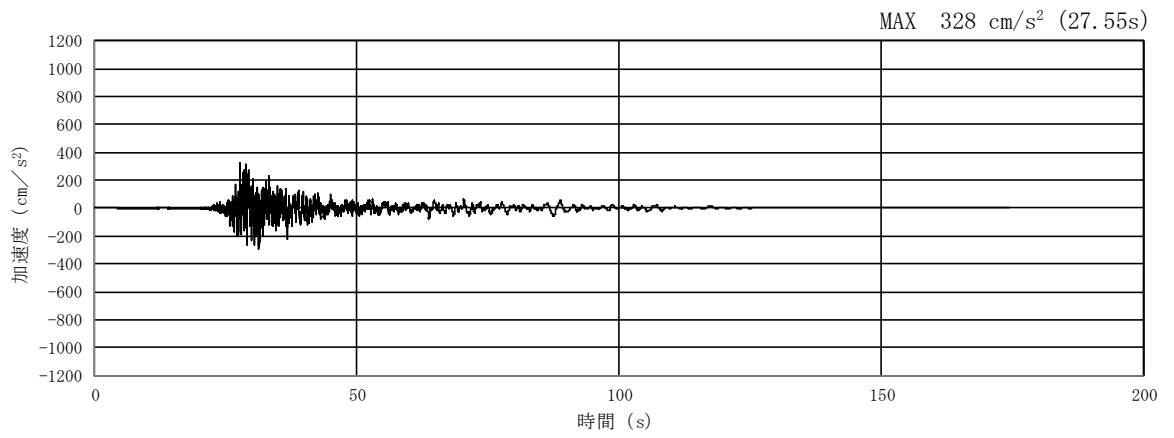


(a) 加速度時刻歴波形

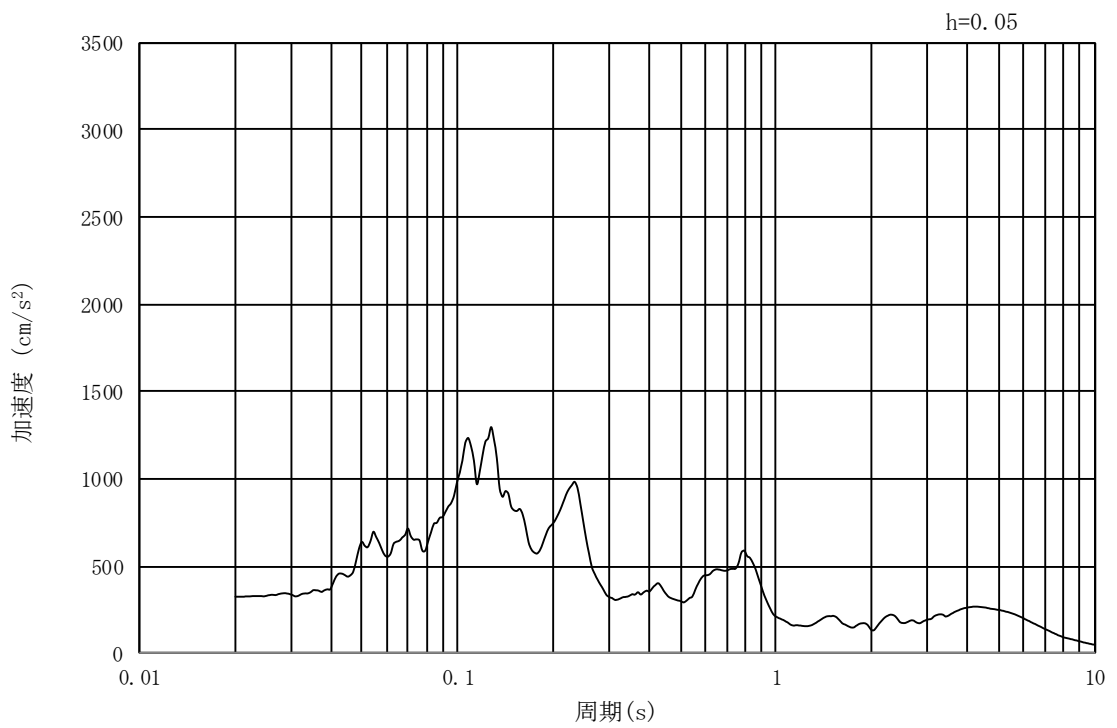


(b) 加速度応答スペクトル

図 18.3-2 (8) 東西方向断面 (①-①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:  $S_s - 1.3$ )

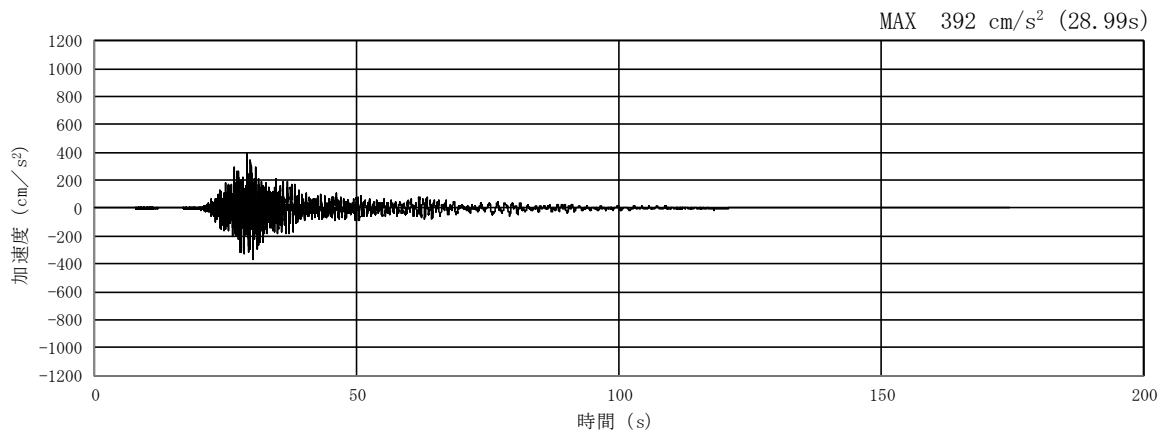


(a) 加速度時刻歴波形

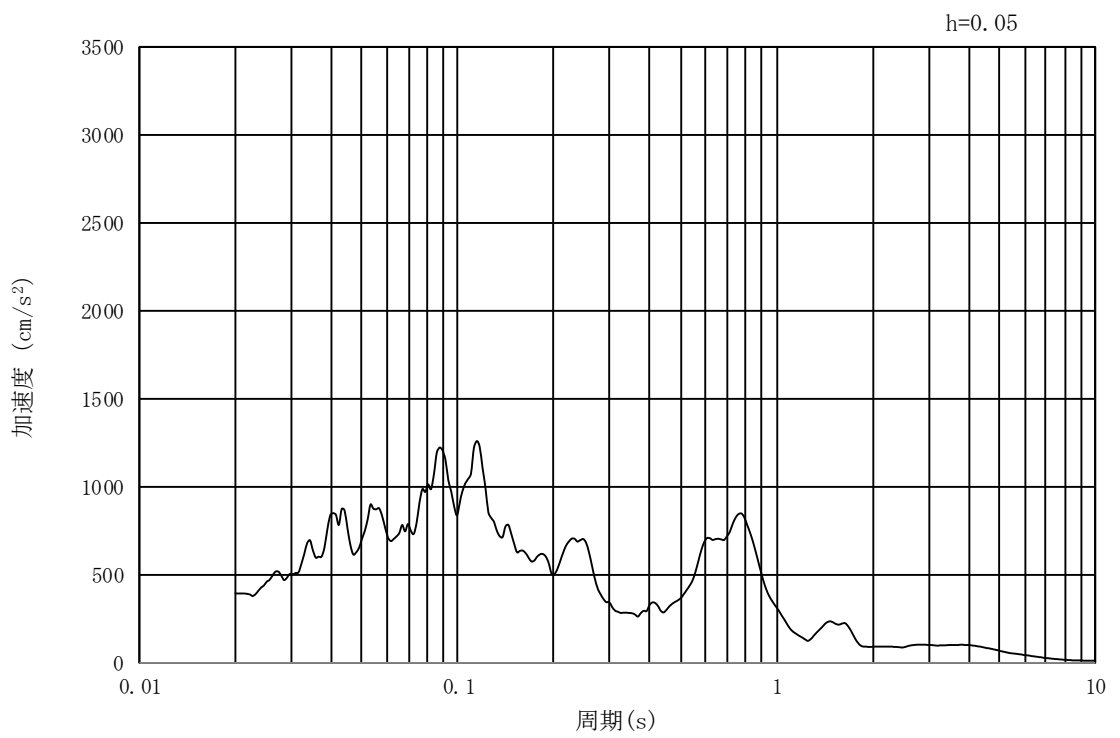


(b) 加速度応答スペクトル

図 18.3-2 (9) 東西方向断面 (①-①断面) の入力地震動の加速度時刻歴波形  
及び加速度応答スペクトル  
(水平方向:  $S_s - 1.4$ )

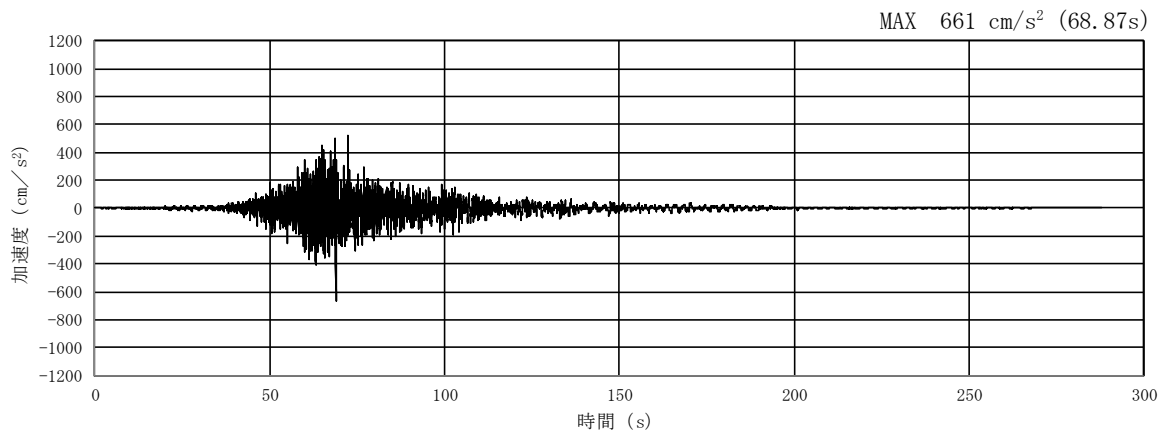


(a) 加速度時刻歴波形

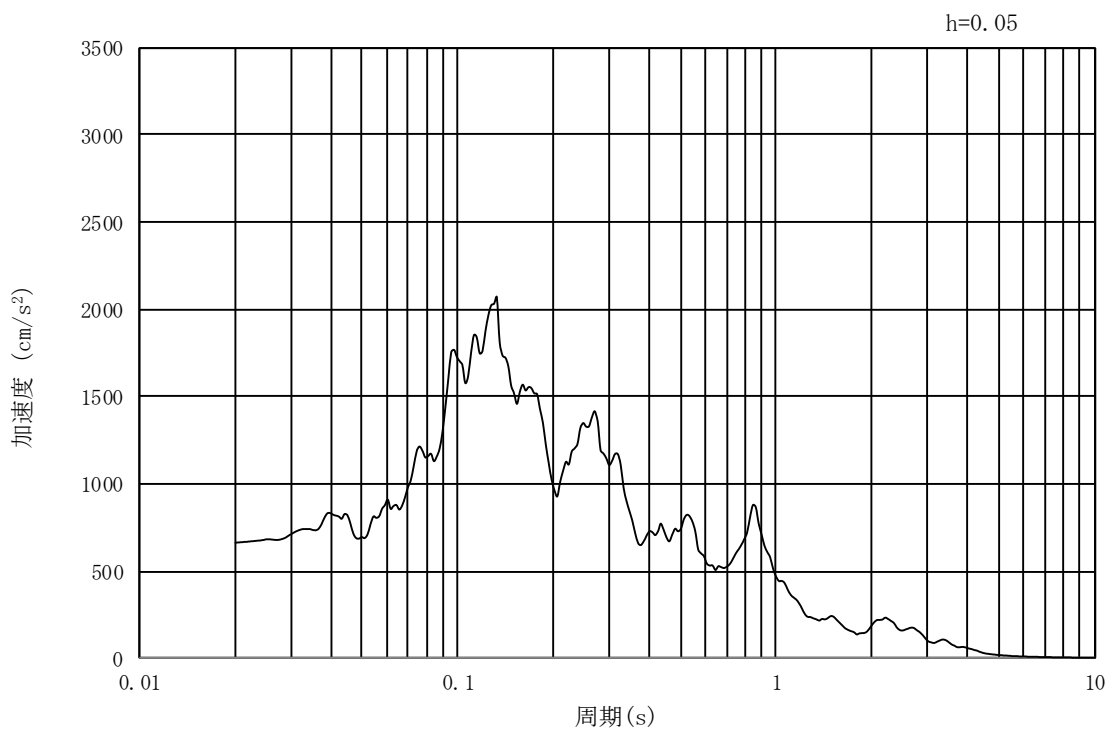


(b) 加速度応答スペクトル

図 18.3-2 (10) 東西方向断面 (①-①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:  $S_s - 1.4$ )

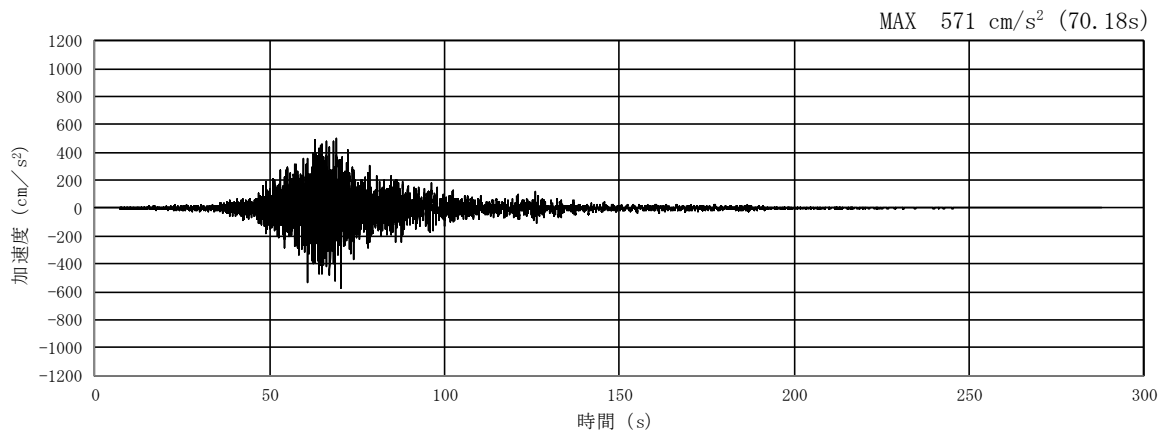


(a) 加速度時刻歴波形

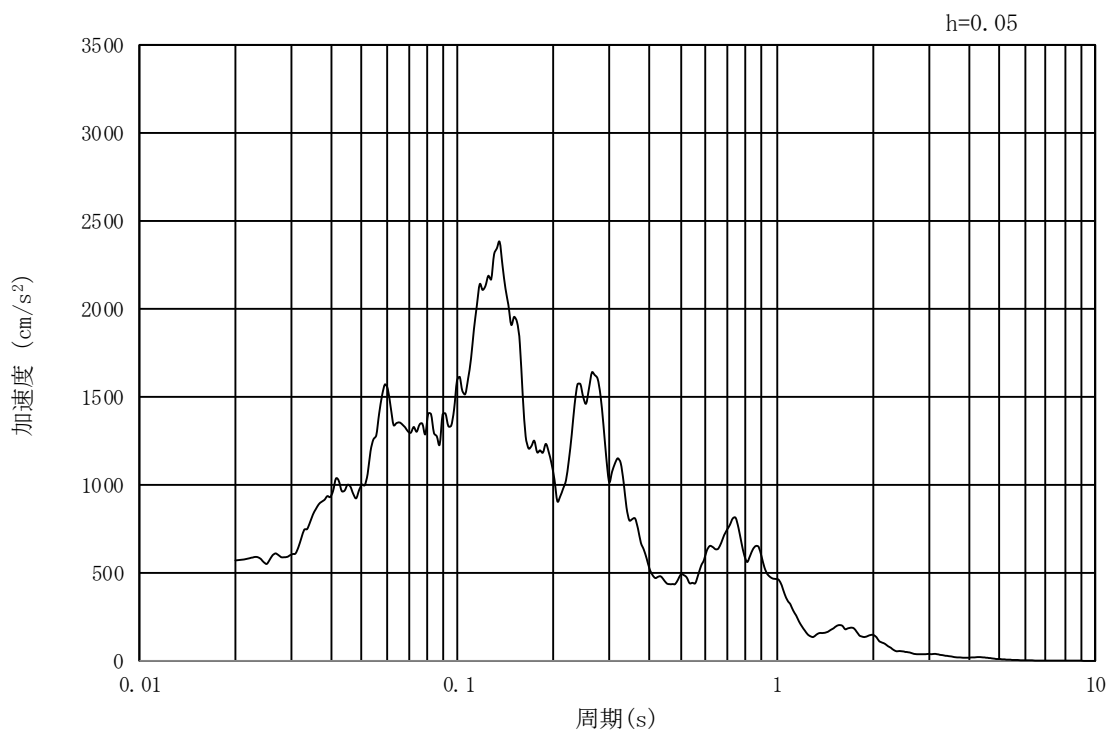


(b) 加速度応答スペクトル

図 18.3-2 (11) 東西方向断面 (①-①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:  $S_s - 21$ )

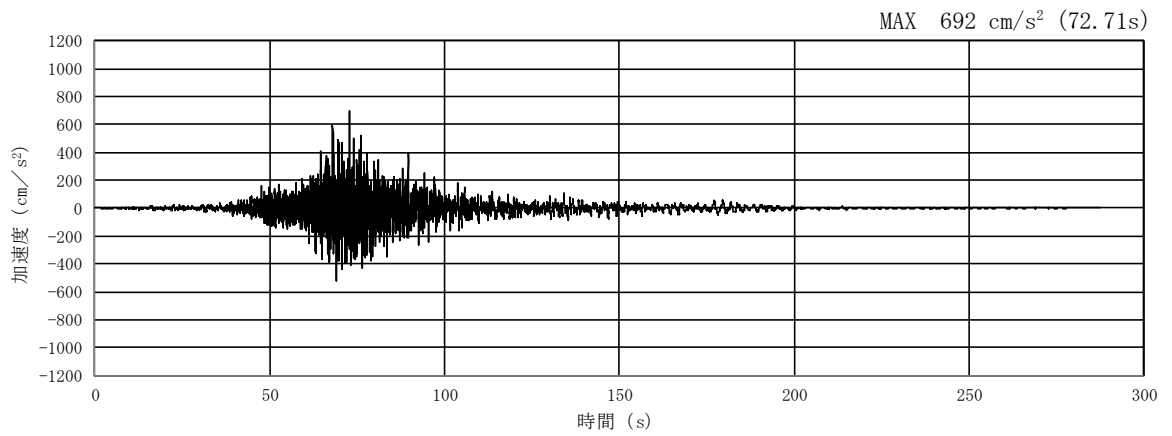


(a) 加速度時刻歴波形

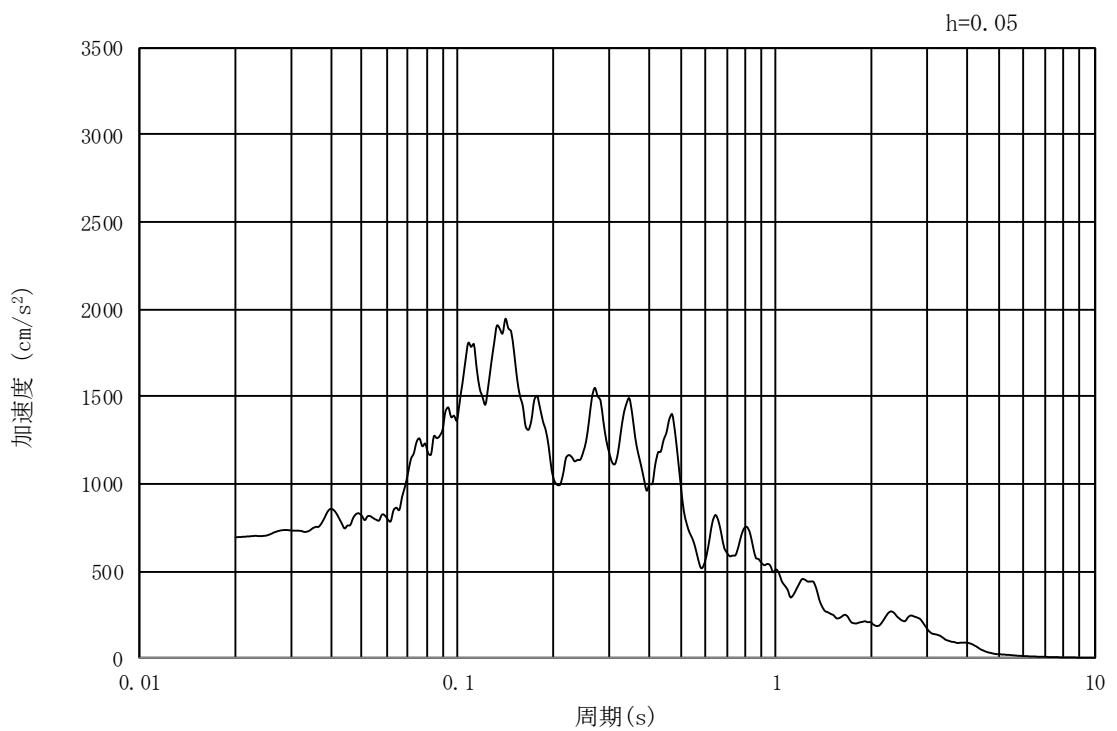


(b) 加速度応答スペクトル

図 18.3-2 (12) 東西方向断面 (①-①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 :  $S_s - 21$ )

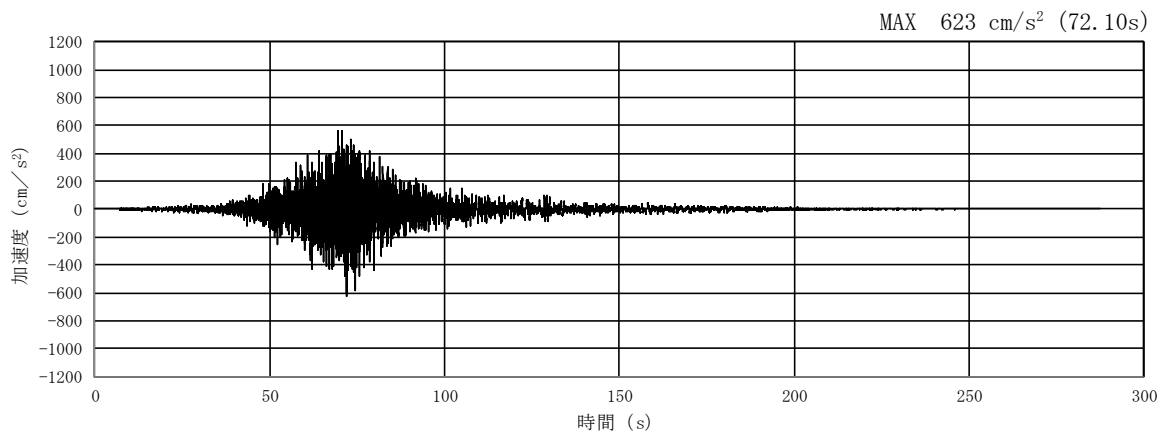


(a) 加速度時刻歴波形

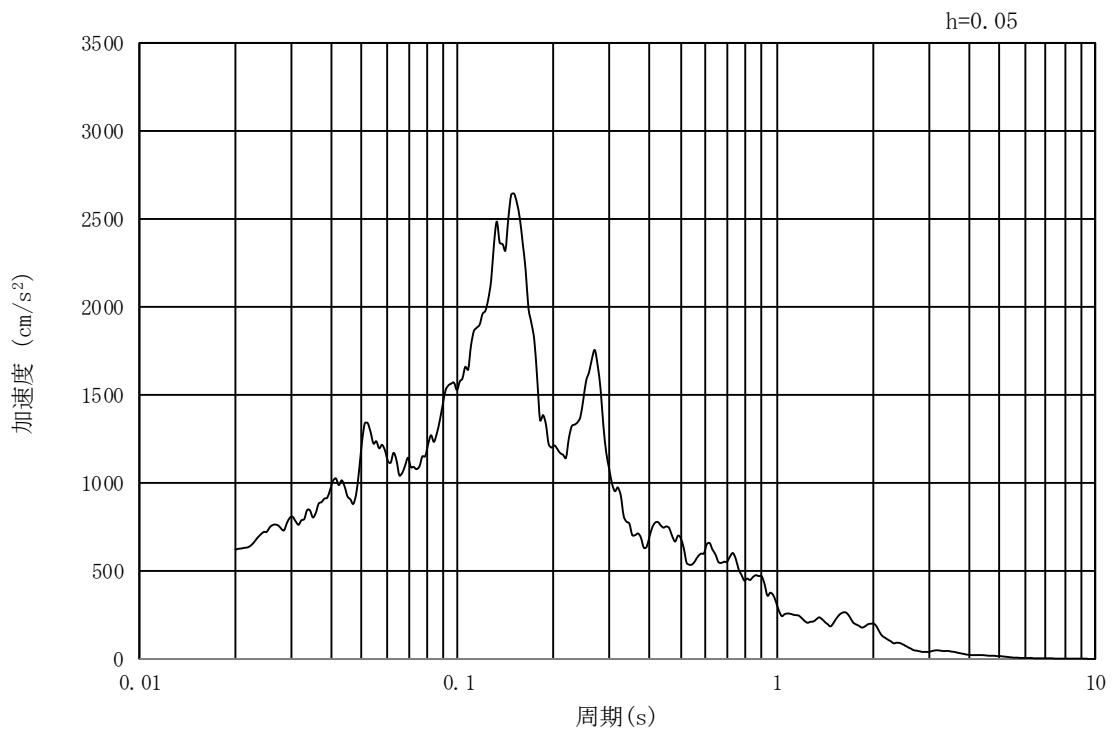


(b) 加速度応答スペクトル

図 18.3-2 (13) 東西方向断面 (①-①断面) の入力地震動の加速度時刻歴波形  
及び加速度応答スペクトル  
(水平方向:  $S_s - 2.2$ )

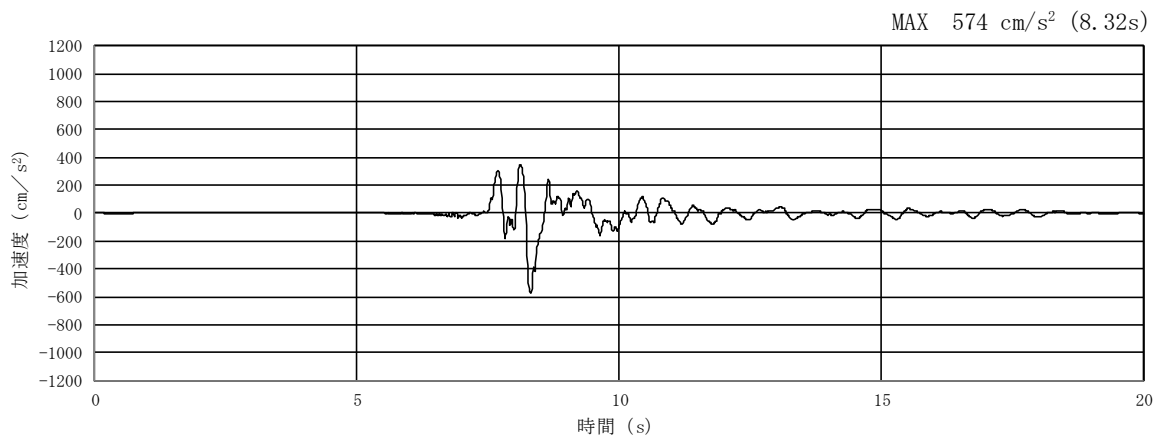


(a) 加速度時刻歴波形

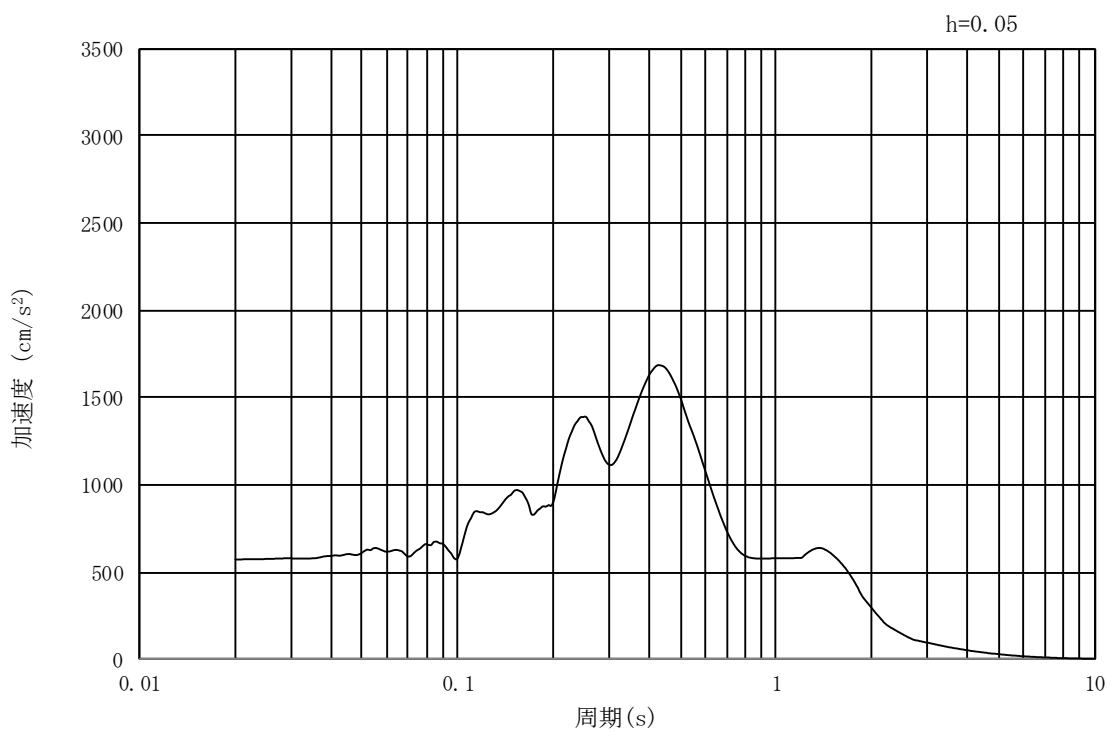


(b) 加速度応答スペクトル

図 18.3-2 (14) 東西方向断面 (①-①断面) の入力地震動の加速度時刻歴波形  
及び加速度応答スペクトル  
(鉛直方向 :  $S_s - 2.2$ )



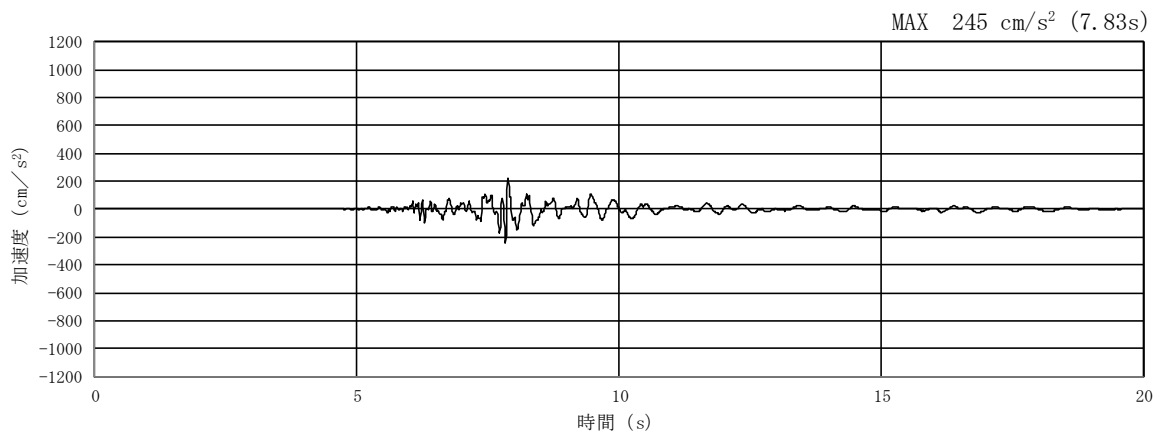
(a) 加速度時刻歴波形



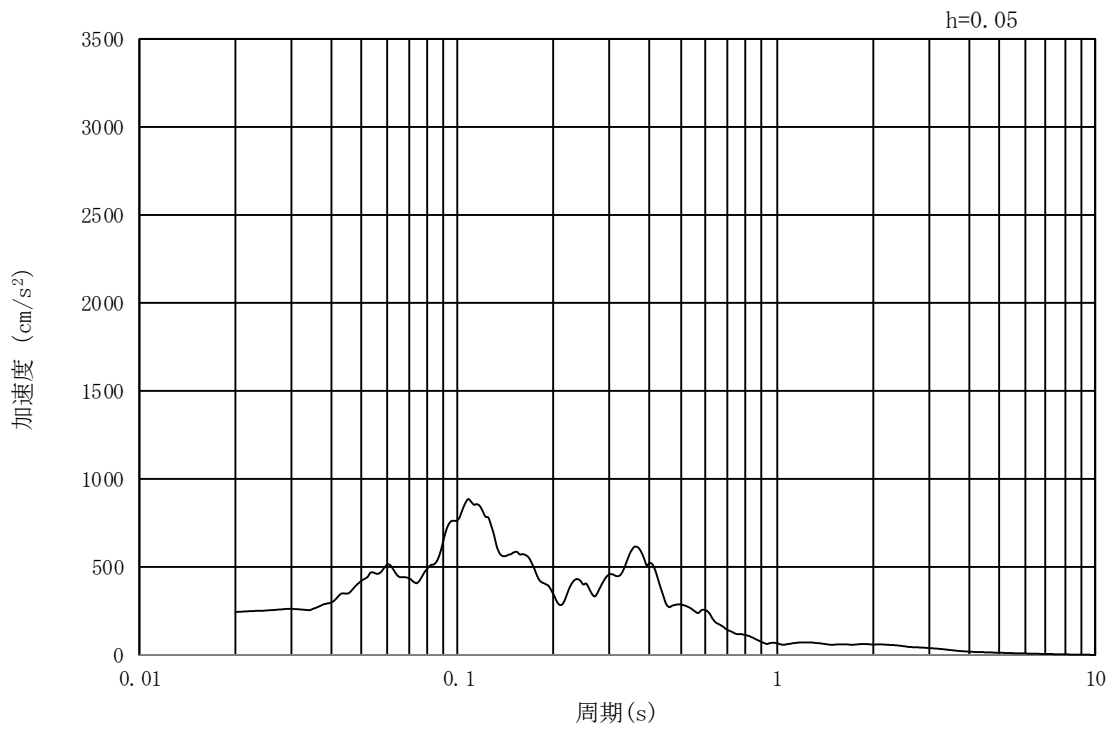
(b) 加速度応答スペクトル

図 18.3-2 (15) 東西方向断面 (①-①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:  $S_s - 31$ )



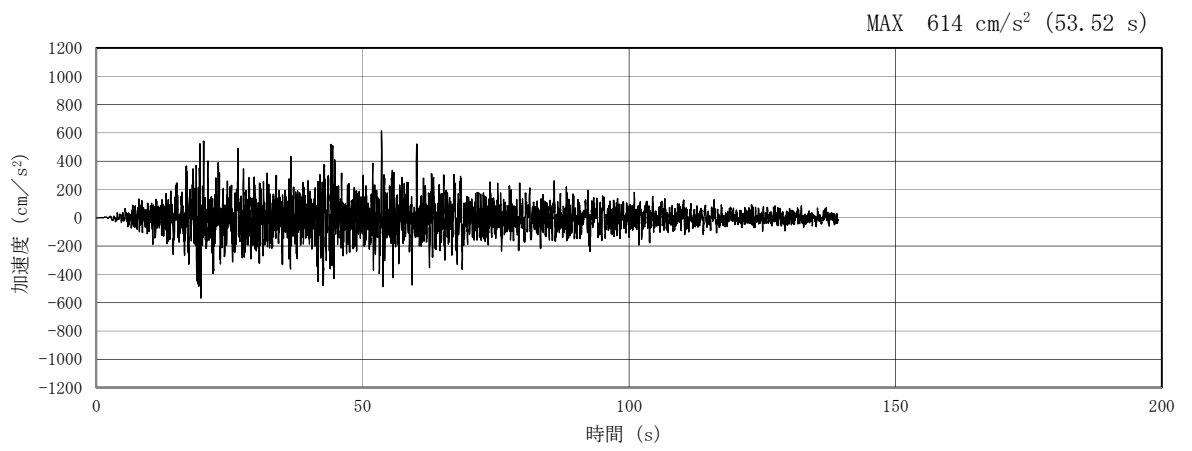


(a) 加速度時刻歴波形

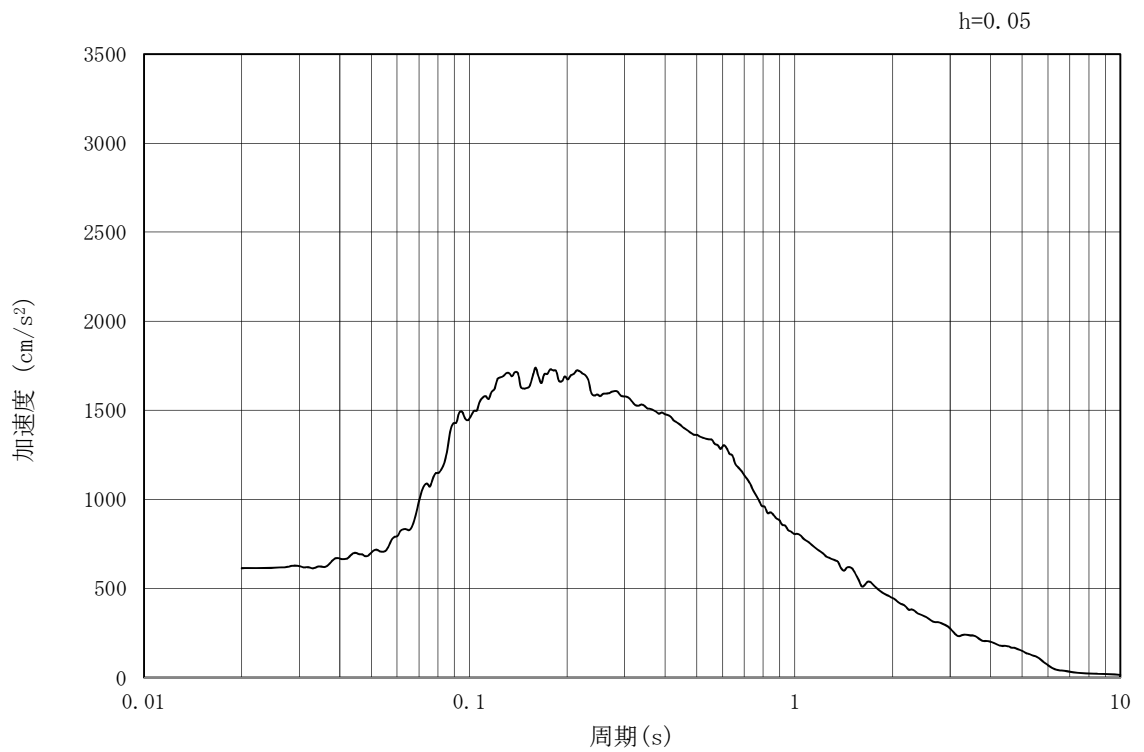


(b) 加速度応答スペクトル

図 18.3-2 (16) 東西方向断面 (①-①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 :  $S_s - 31$ )

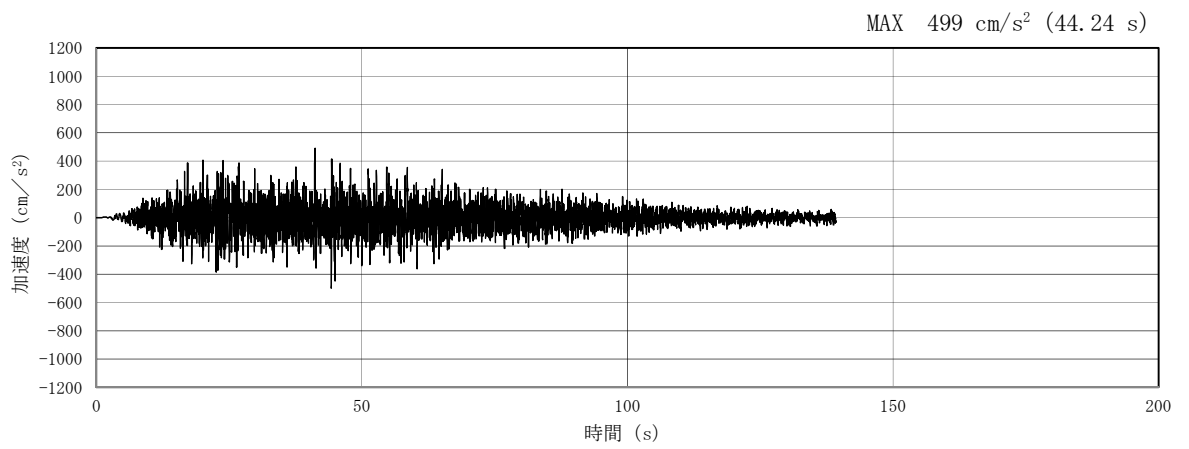


(a) 加速度時刻歴波形

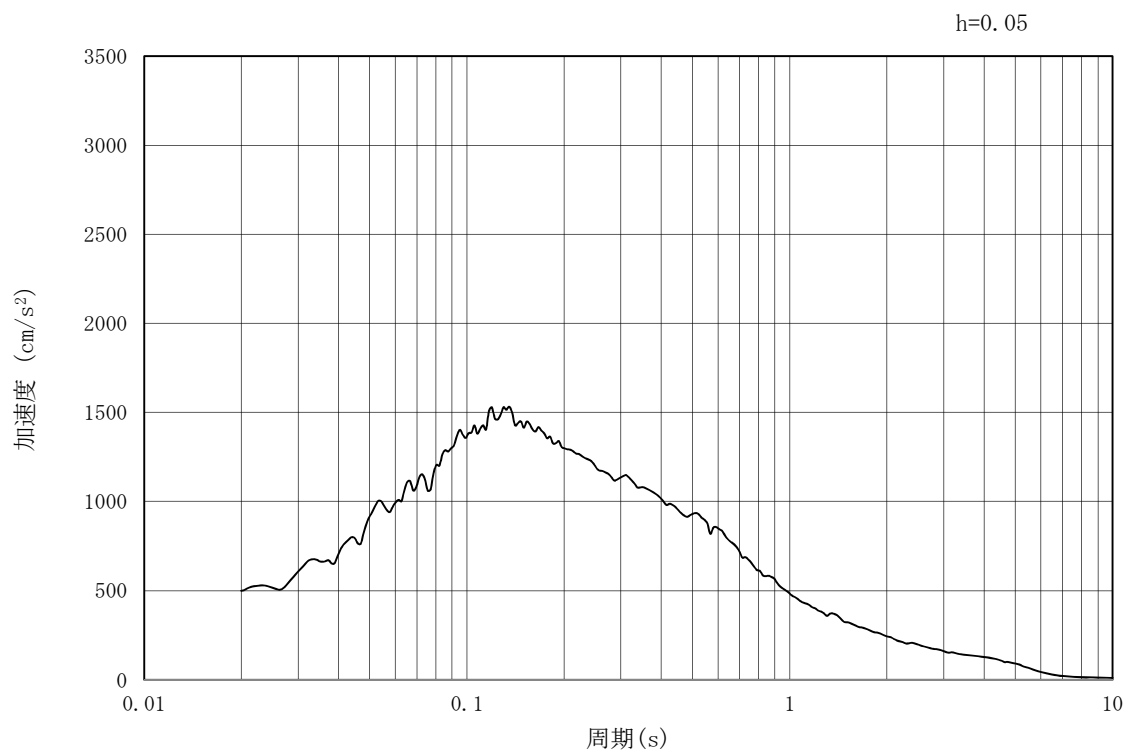


(b) 加速度応答スペクトル

図 18.3-2 (17) 南北方向断面 (④-④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:  $S_s-D1$ )

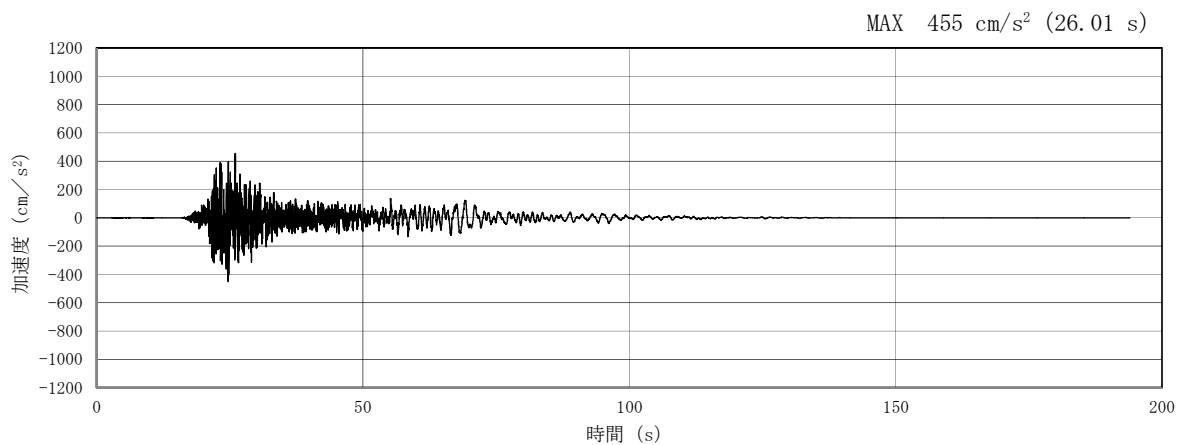


(a) 加速度時刻歴波形

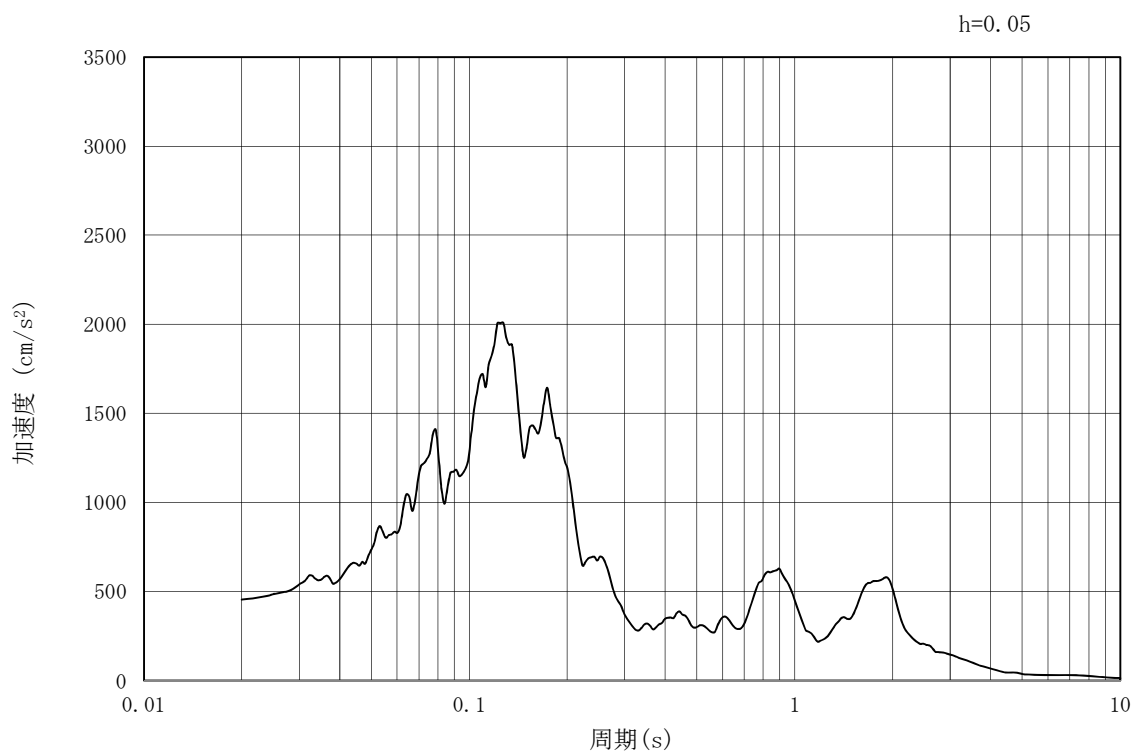


(b) 加速度応答スペクトル

図 18.3-2 (18) 南北方向断面 (④-④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:  $S_s - D1$ )

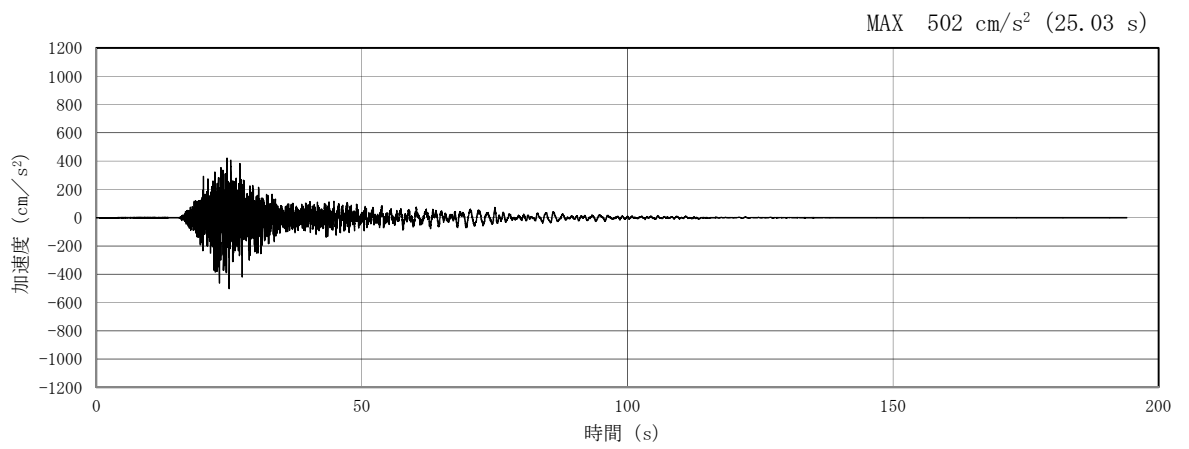


(a) 加速度時刻歴波形

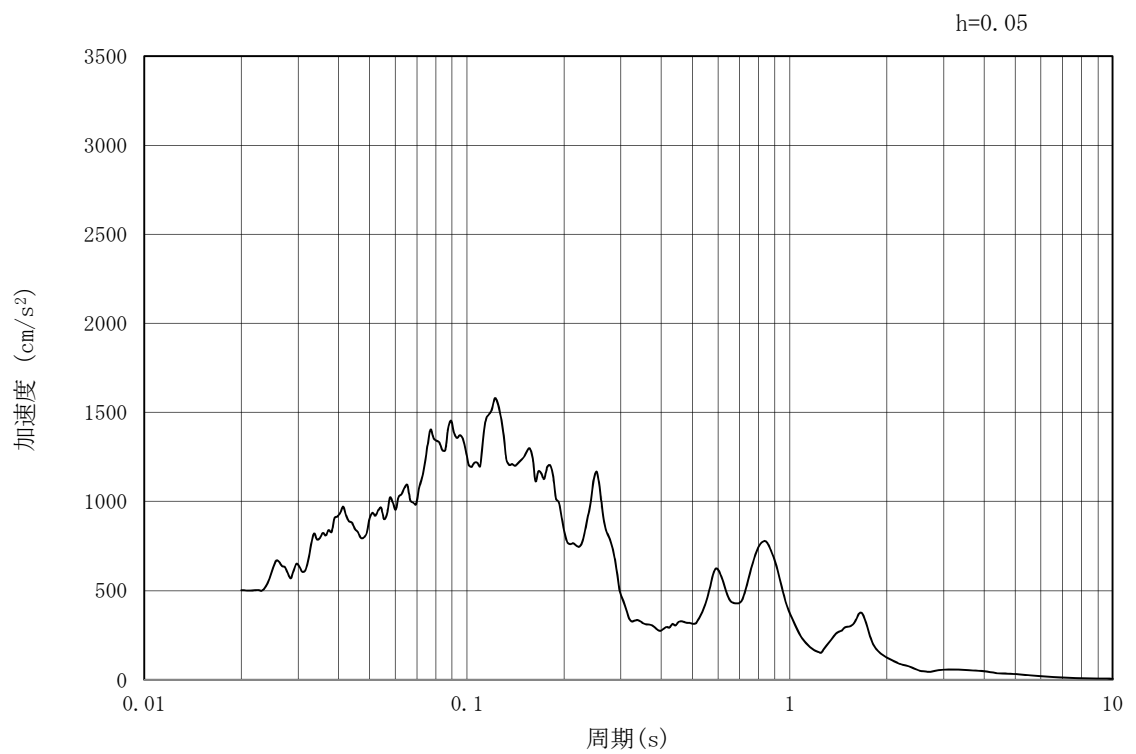


(b) 加速度応答スペクトル

図 18.3-2 (19) 南北方向断面 (④-④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 :  $S_s - 11$ )

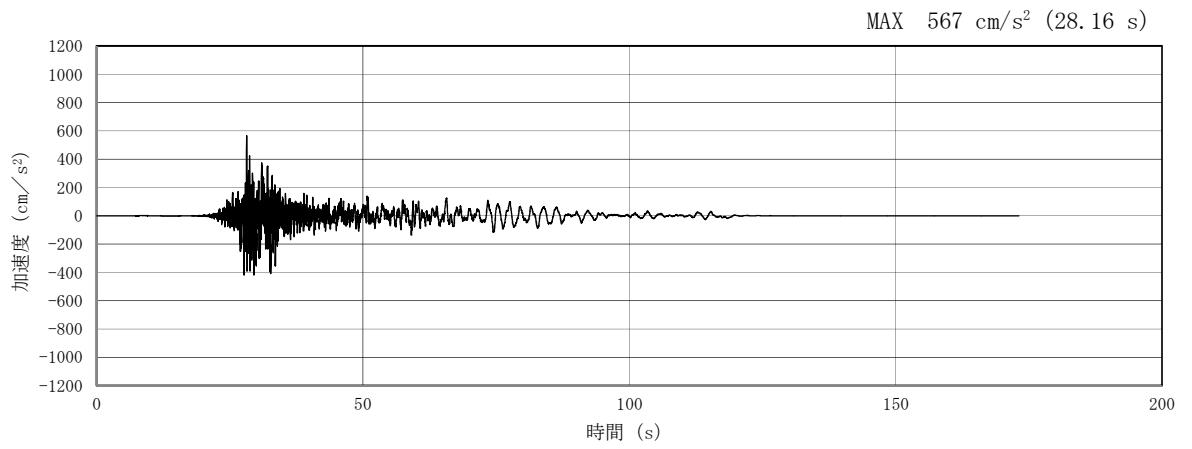


(a) 加速度時刻歴波形

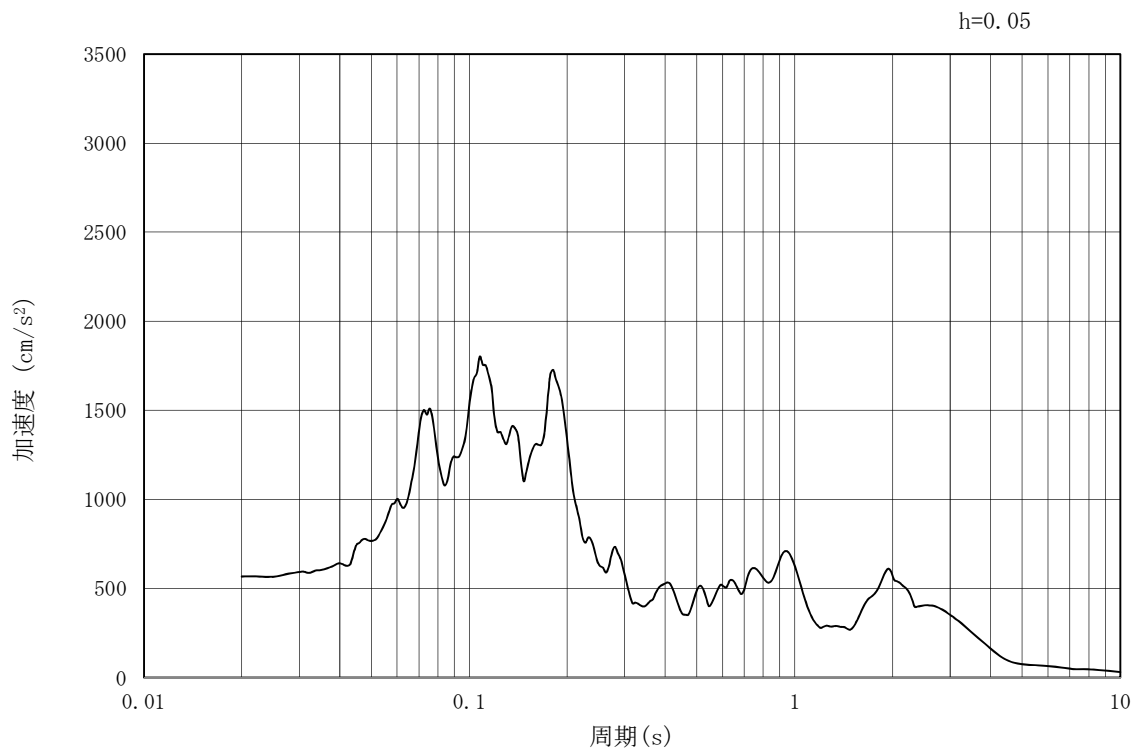


(b) 加速度応答スペクトル

図 18.3-2 (20) 南北方向断面 (④-④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:  $S_s - 1.1$ )

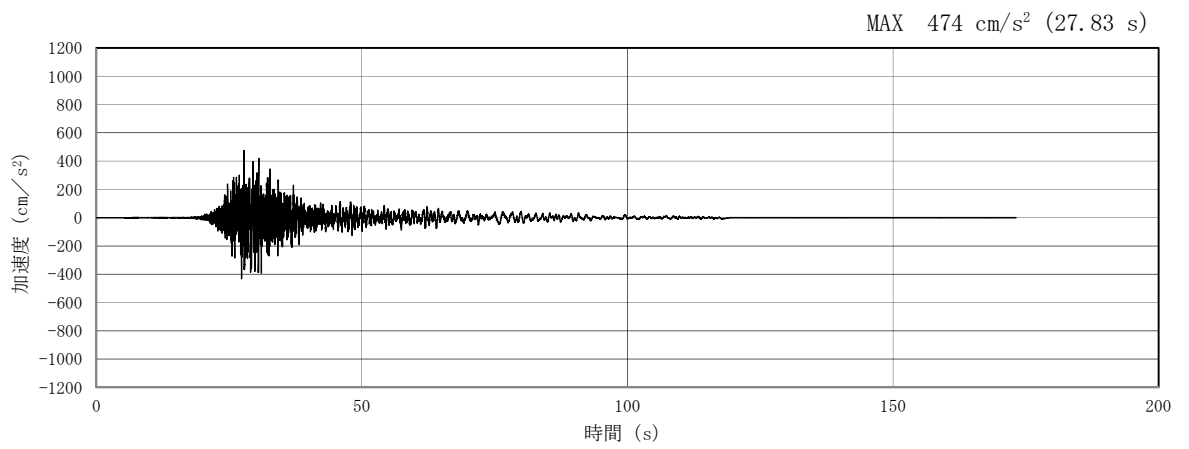


(a) 加速度時刻歴波形

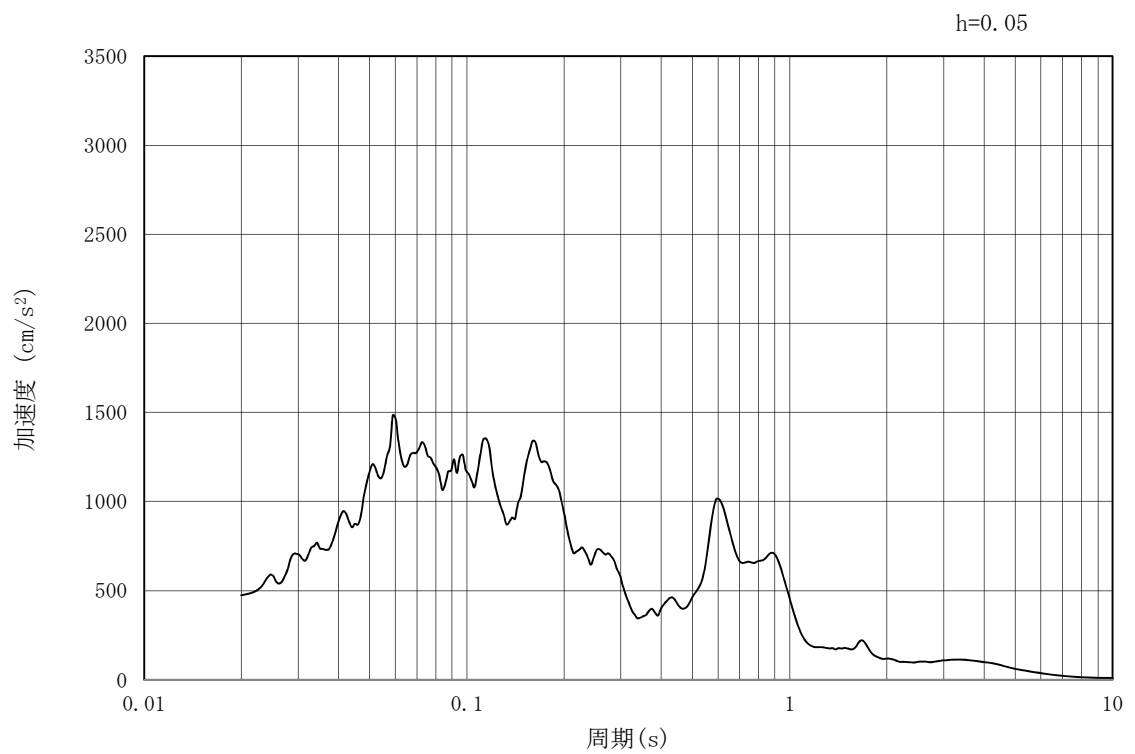


(b) 加速度応答スペクトル

図 18.3-2 (21) 南北方向断面 (④-④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:  $S_s - 1.2$ )

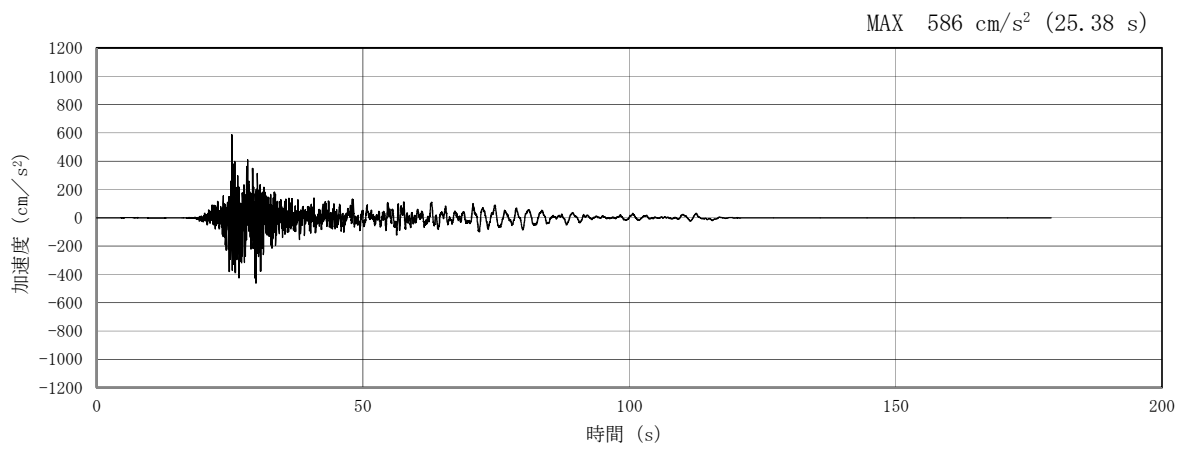


(a) 加速度時刻歴波形

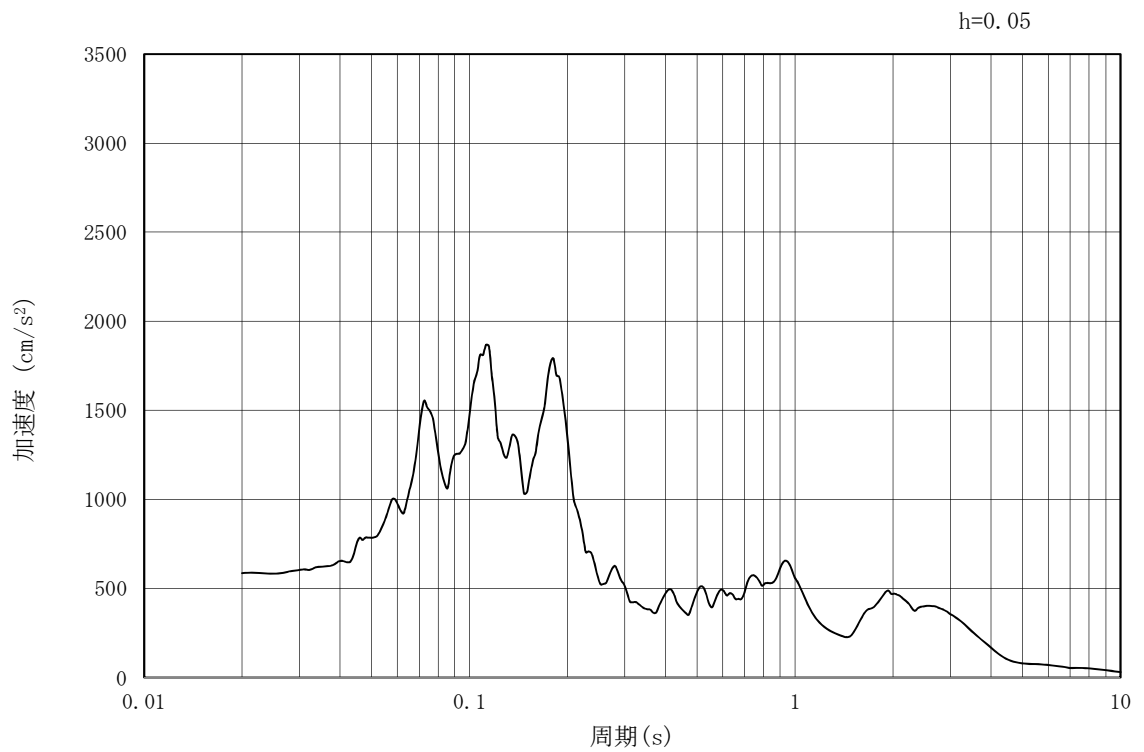


(b) 加速度応答スペクトル

図 18.3-2 (22) 南北方向断面 (④-④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:  $S_s - 1.2$ )



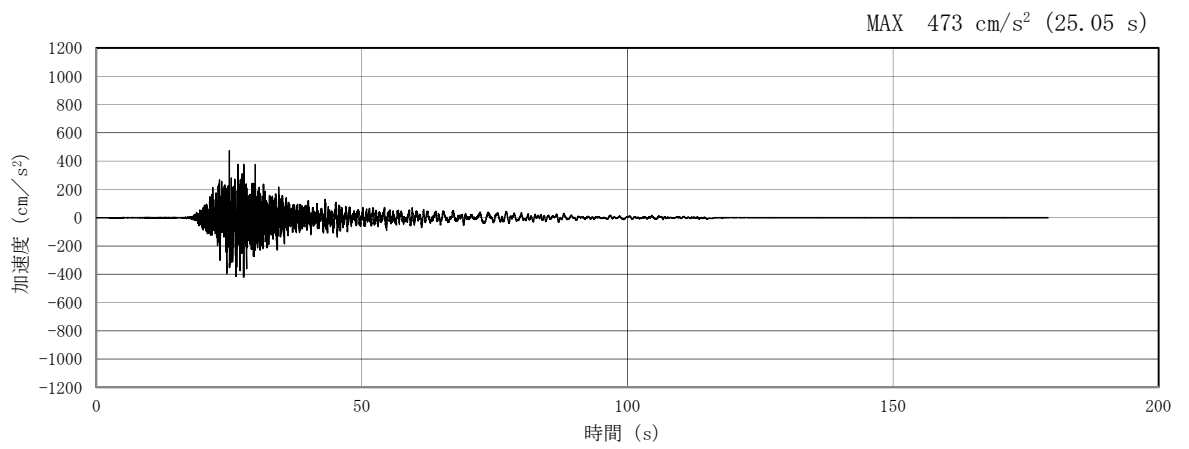
(a) 加速度時刻歴波形



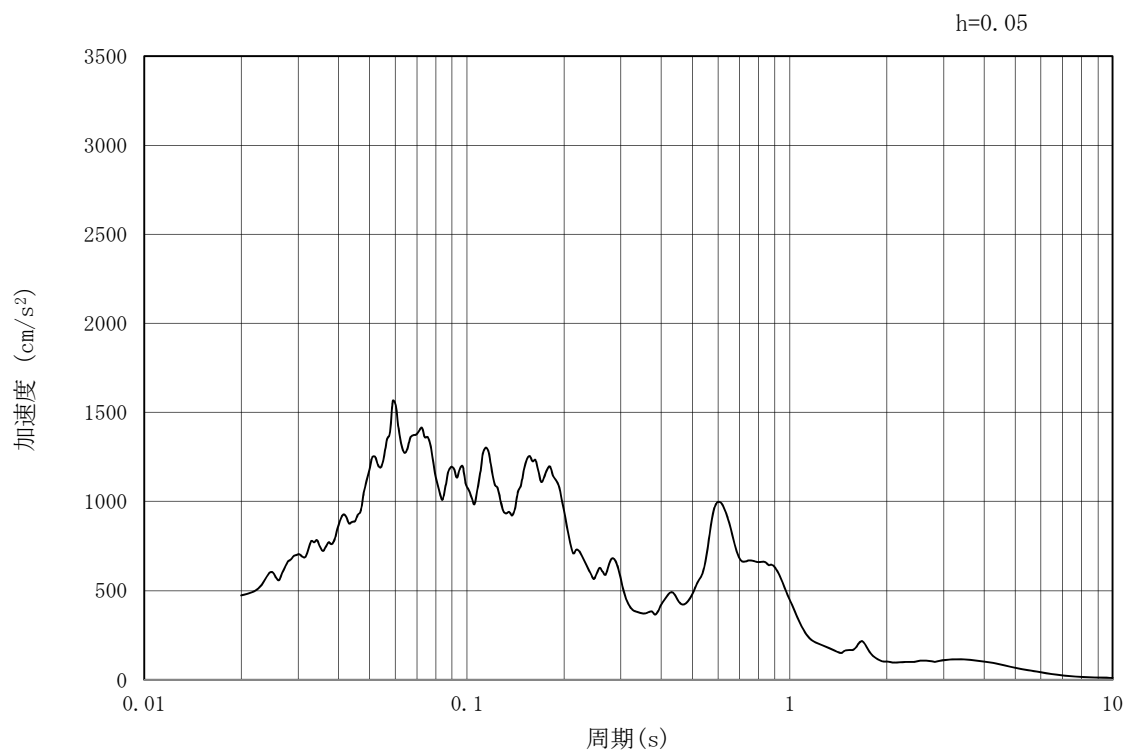
(b) 加速度応答スペクトル

図 18.3-2 (23) 南北方向断面 (④-④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:  $S_s - 1.3$ )



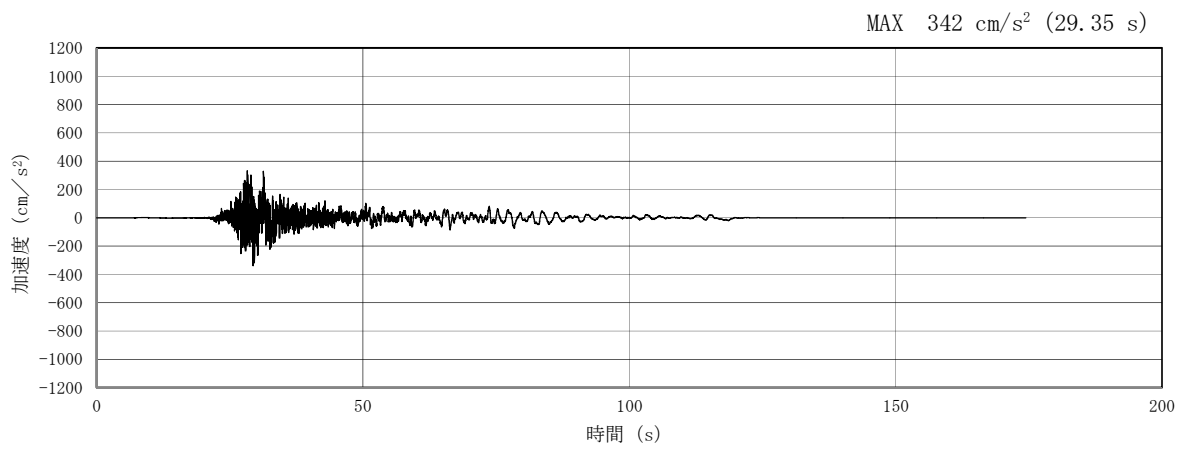


(a) 加速度時刻歴波形

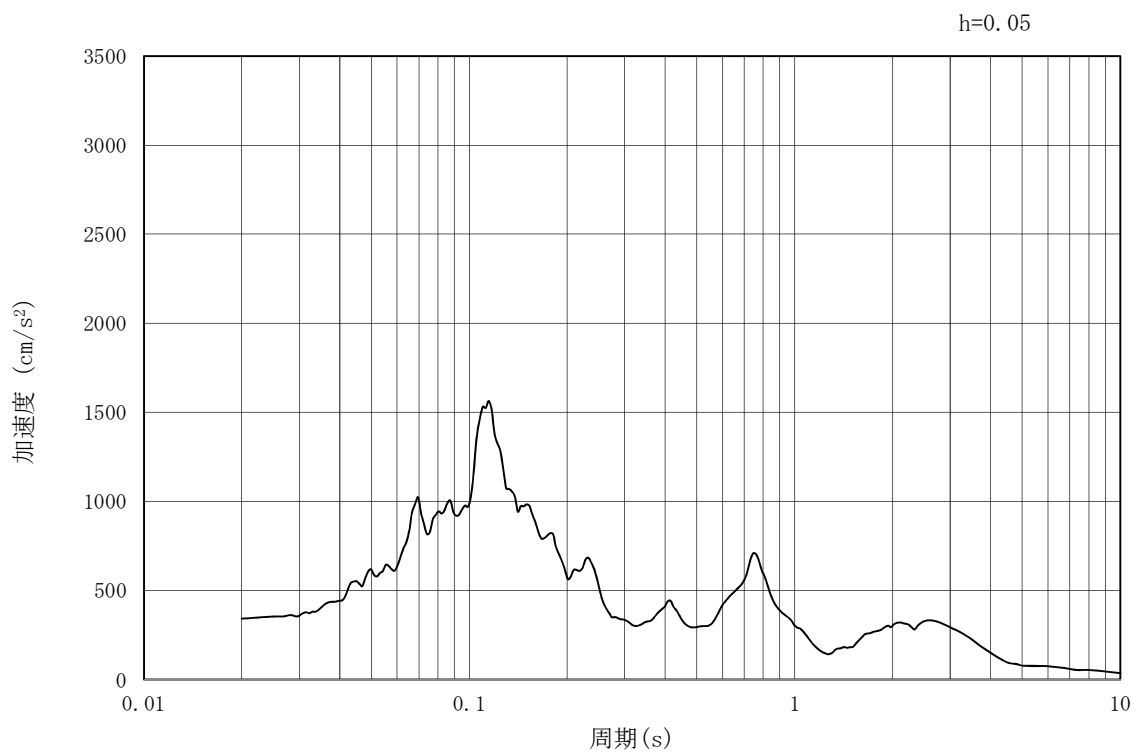


(b) 加速度応答スペクトル

図 18.3-2 (24) 南北方向断面 (④-④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:  $S_s - 1.3$ )

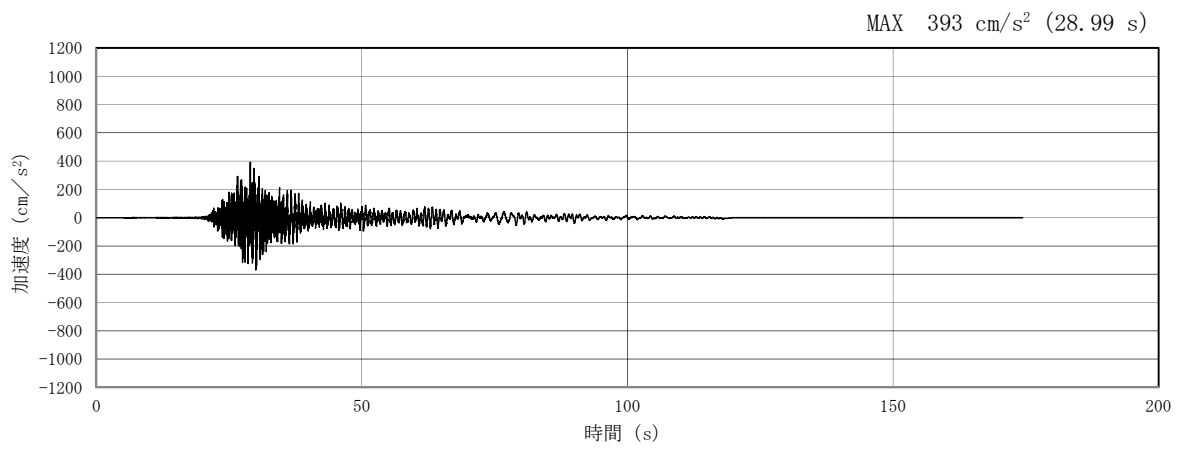


(a) 加速度時刻歴波形

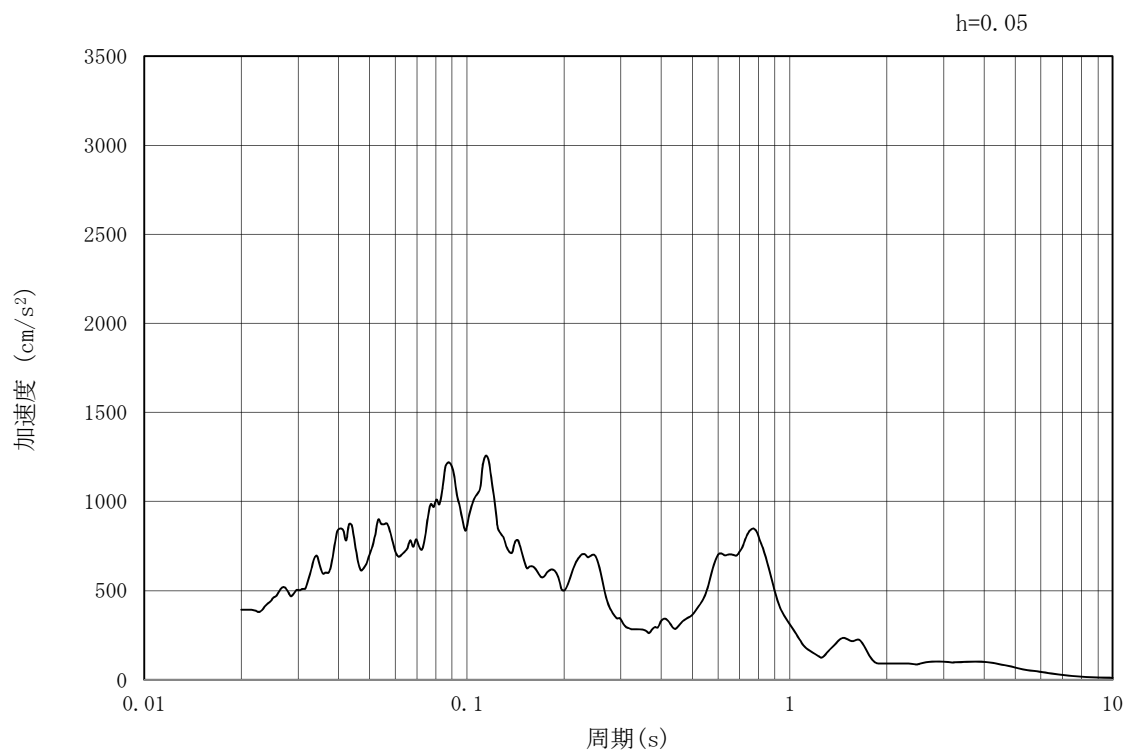


(b) 加速度応答スペクトル

図 18.3-2 (25) 南北方向断面 (④-④断面) の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>-14)

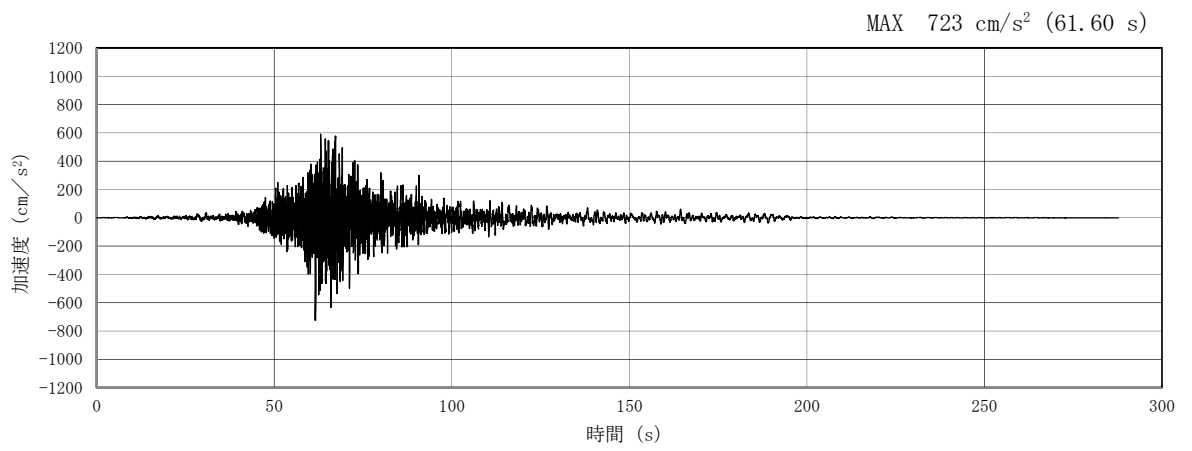


(a) 加速度時刻歴波形

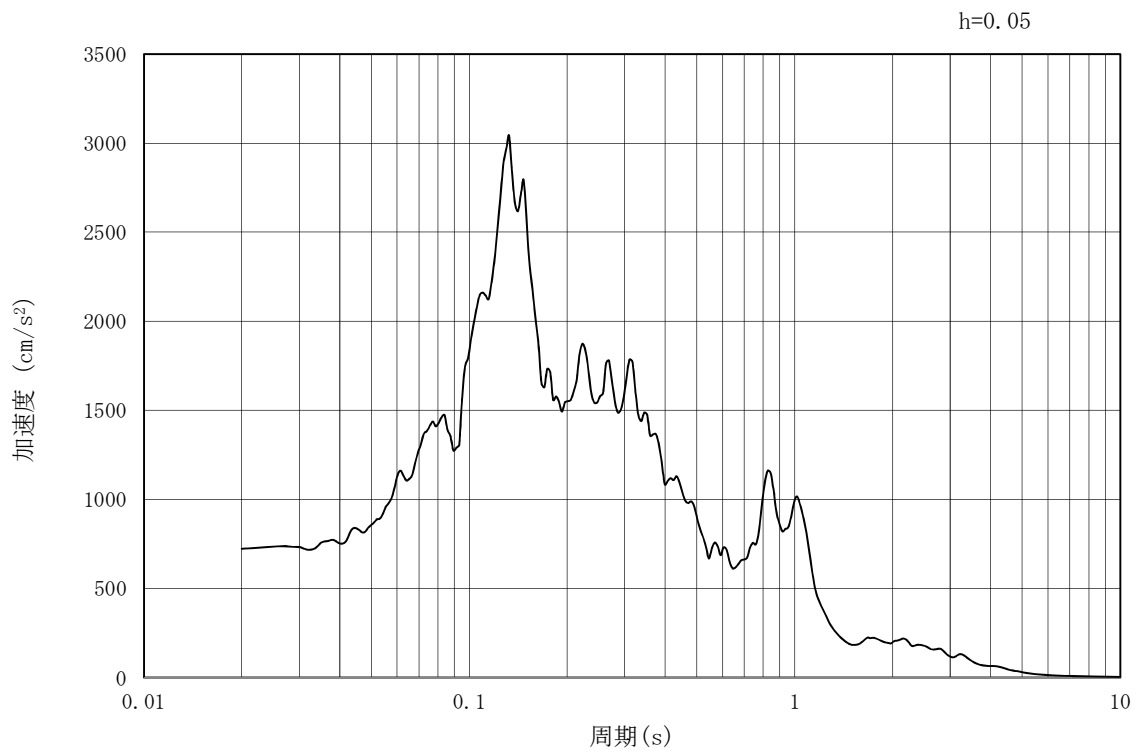


(b) 加速度応答スペクトル

図 18.3-2 (26) 南北方向断面 (④-④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:  $S_s - 1.4$ )

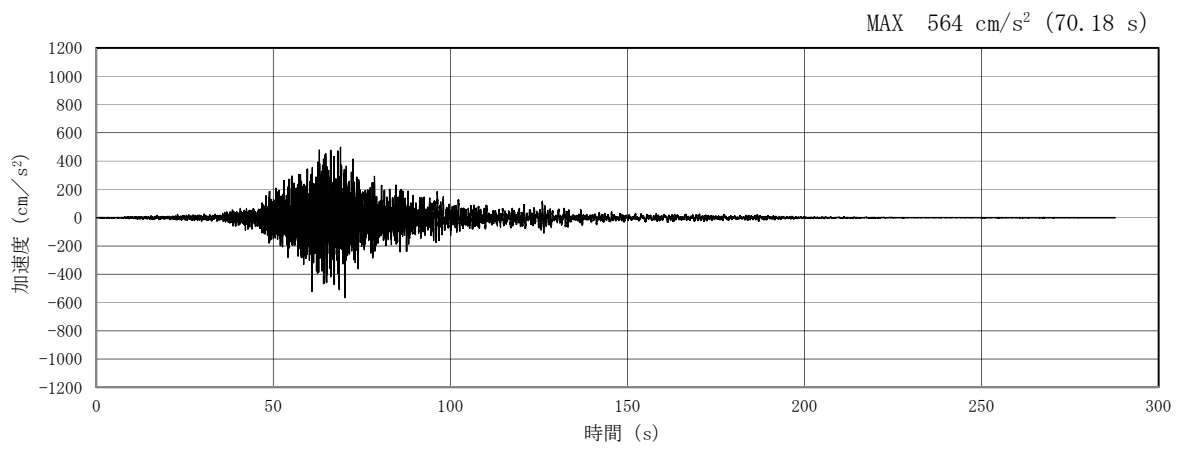


(a) 加速度時刻歴波形

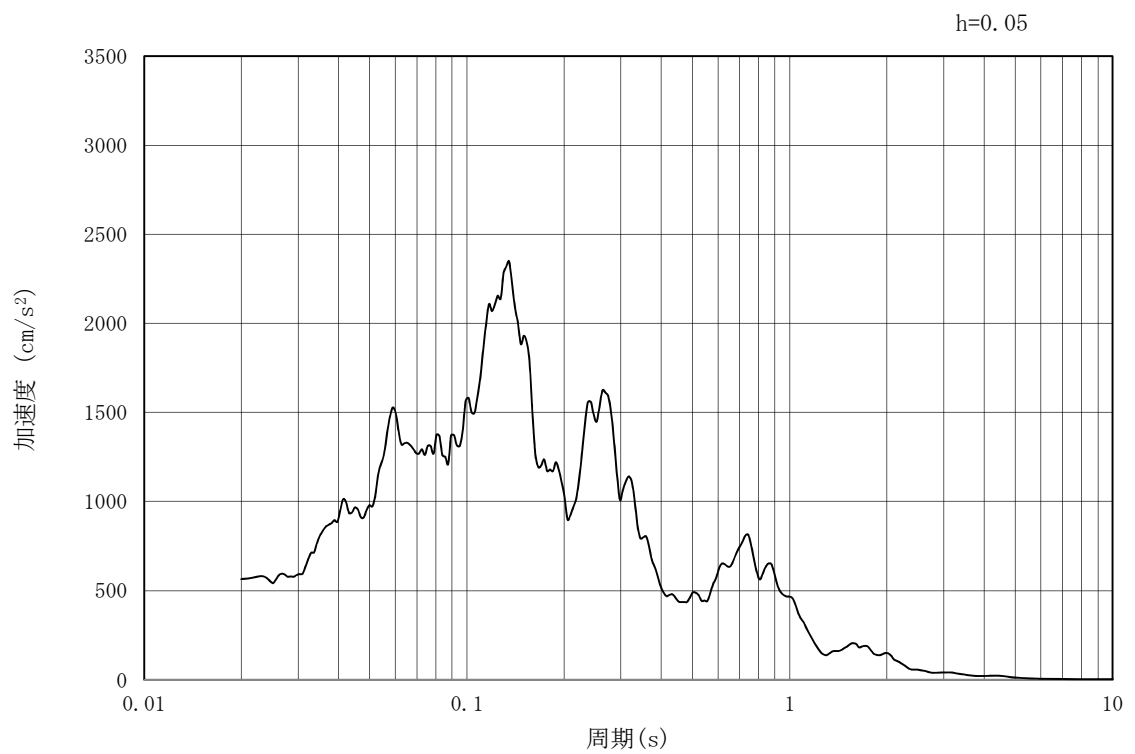


(b) 加速度応答スペクトル

図 18.3-2 (27) 南北方向断面 (④-④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 :  $S_s - 21$ )

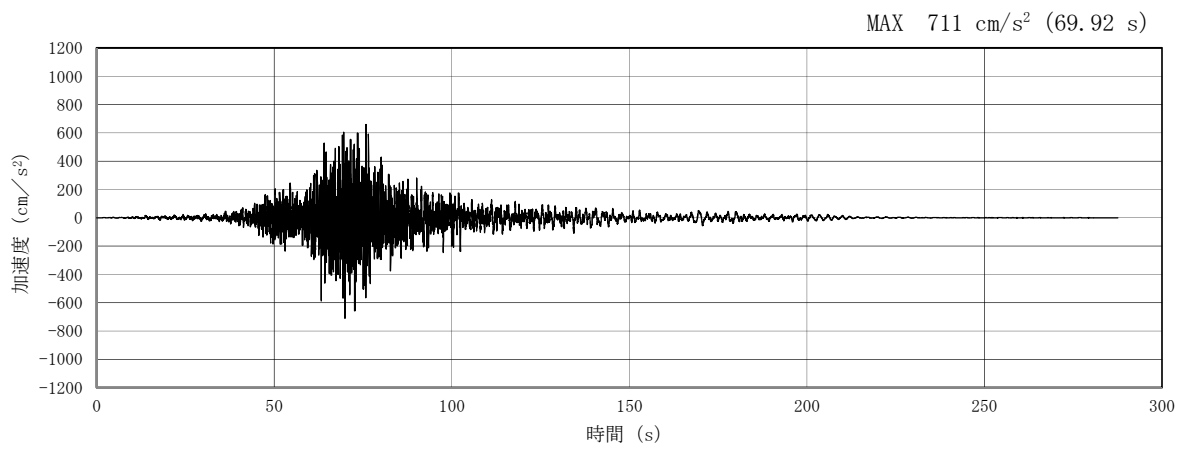


(a) 加速度時刻歴波形

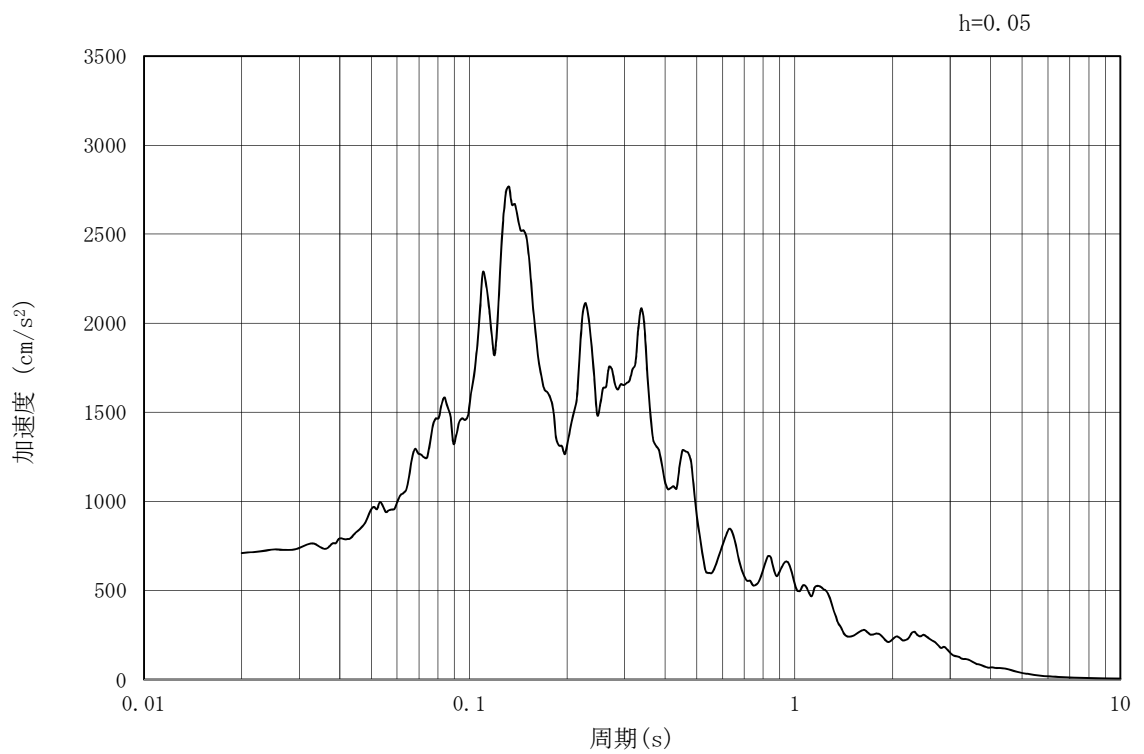


(b) 加速度応答スペクトル

図 18.3-2 (28) 南北方向断面 (④-④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:  $S_s - 21$ )

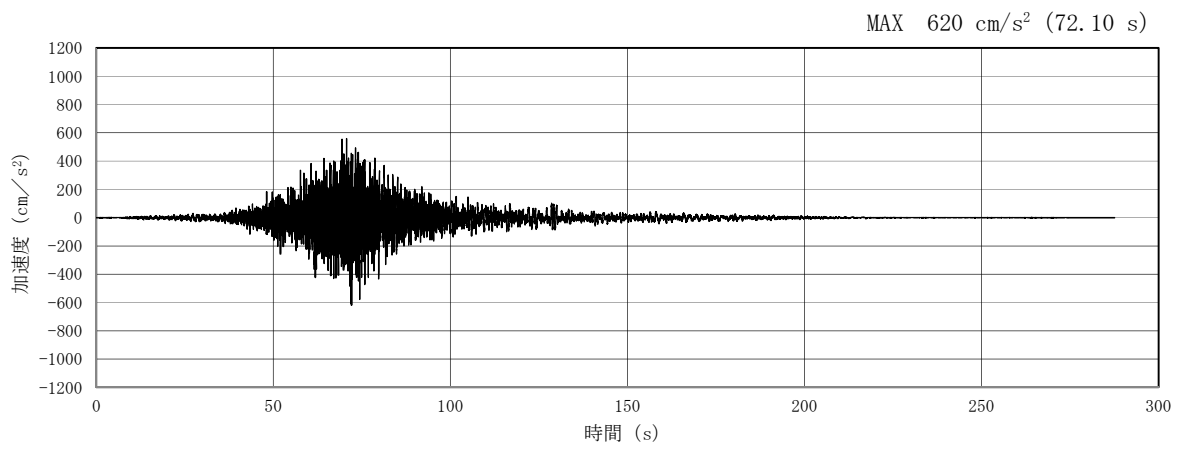


(a) 加速度時刻歴波形

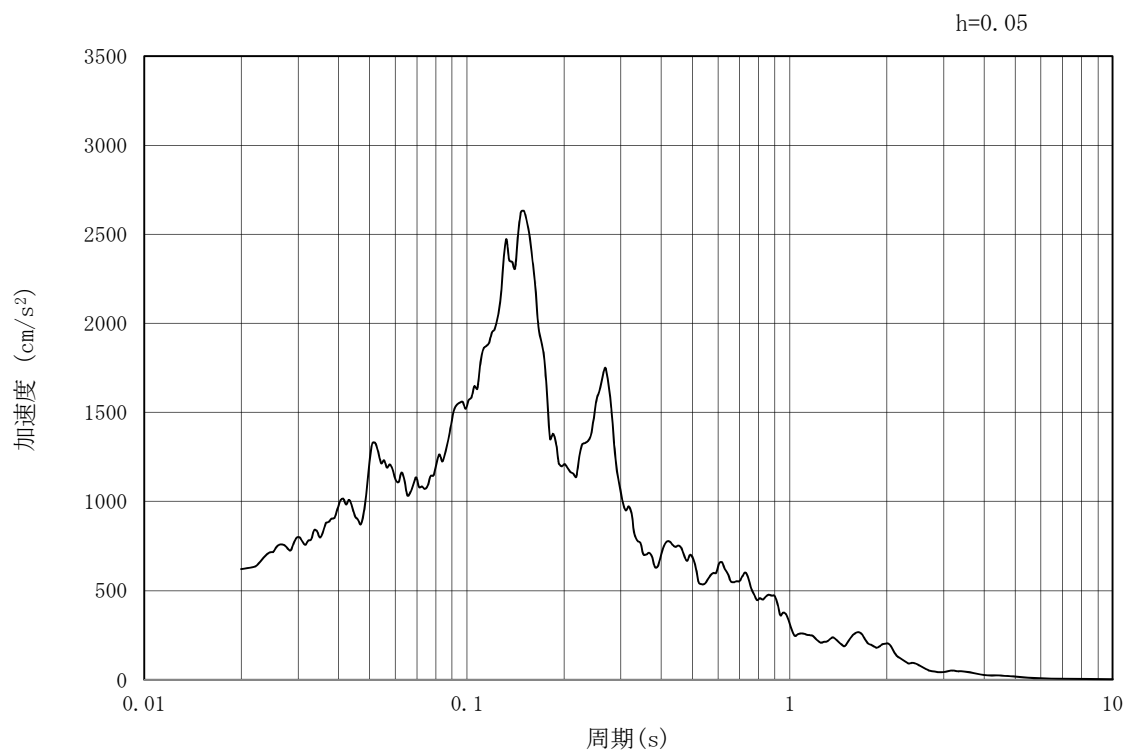


(b) 加速度応答スペクトル

図 18.3-2 (29) 南北方向断面 (④-④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:  $S_s - 22$ )

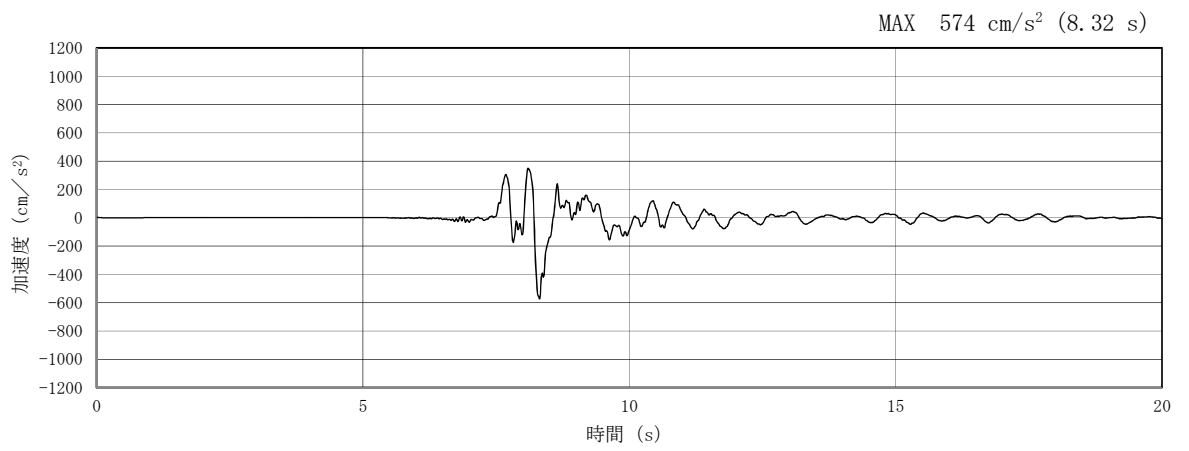


(a) 加速度時刻歴波形

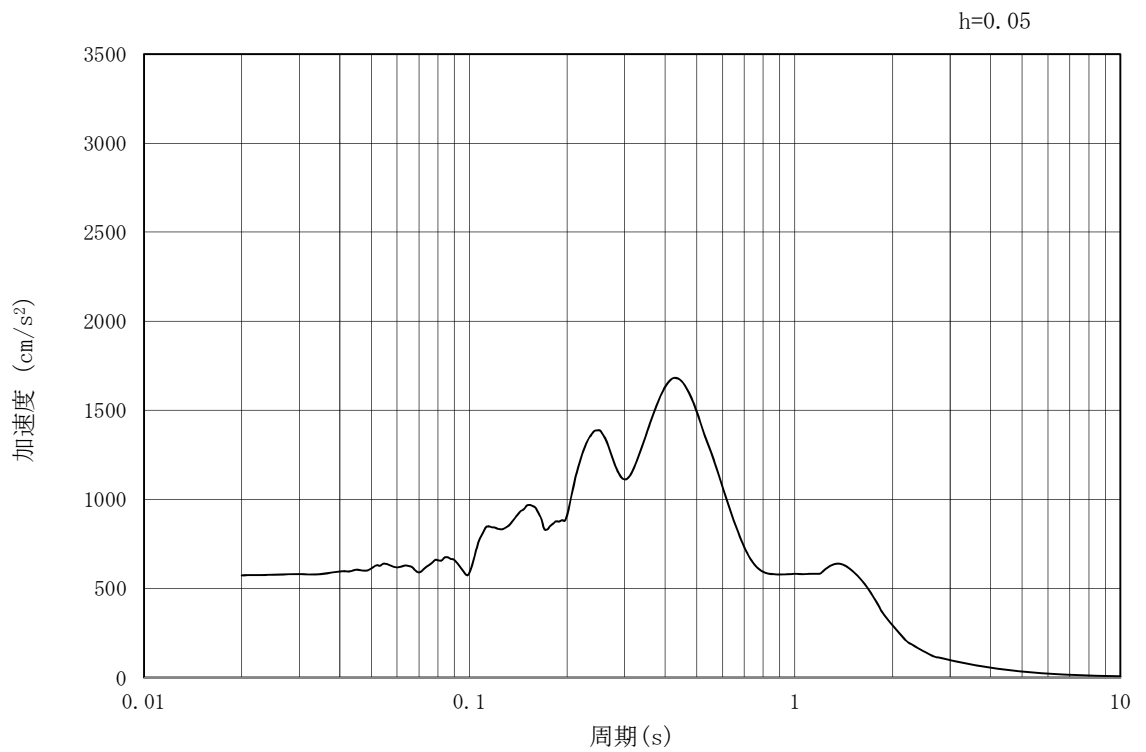


(b) 加速度応答スペクトル

図 18.3-2 (30) 南北方向断面 (④-④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:  $S_s - 22$ )



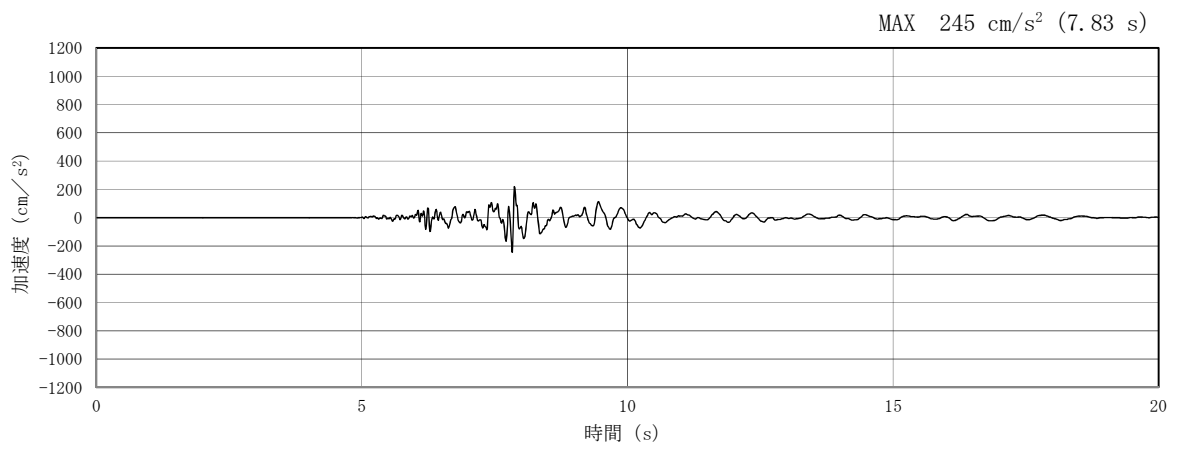
(a) 加速度時刻歴波形



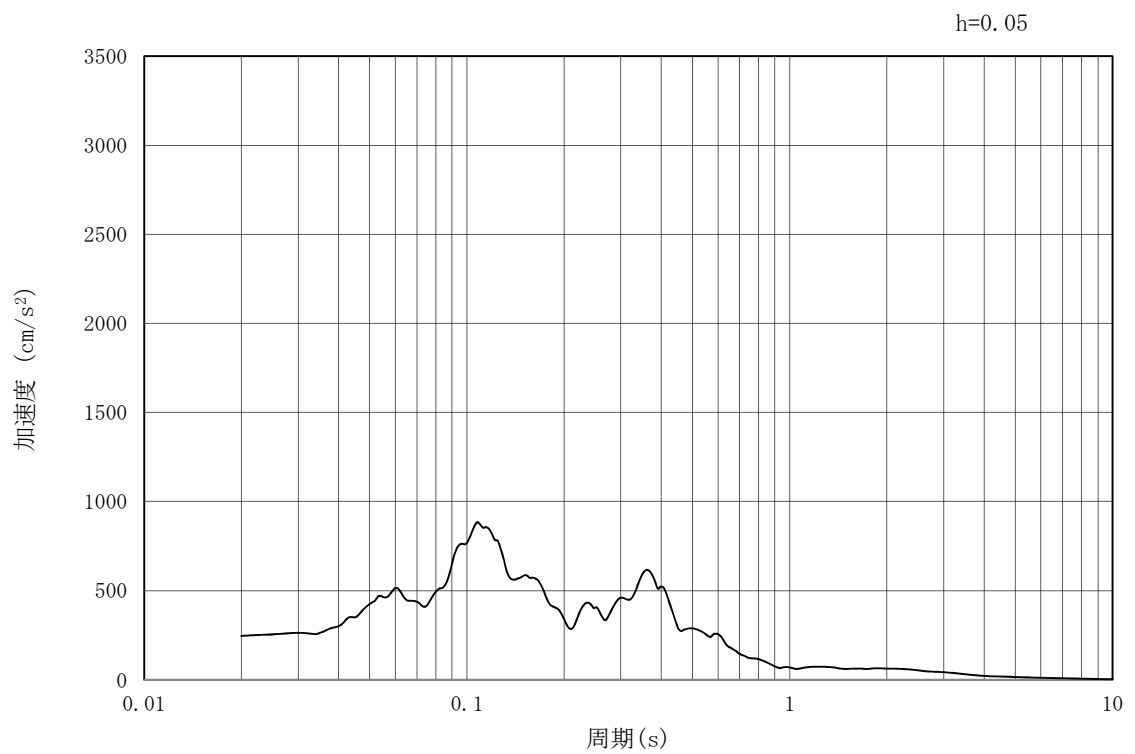
(b) 加速度応答スペクトル

図 18.3-2 (31) 南北方向断面 (④-④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 18.3-2 (32) 南北方向断面 (④-④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 :  $S_s - 31$ )

### 18.3.2 許容限界の設定

#### (1) 許容応力度法による許容限界

可搬型設備用軽油タンク基礎の構造部材は、許容応力度法による照査を行う。

コンクリートの圧縮応力度、鉄筋の引張応力度については、短期許容応力度以下であることを確認する。

コンクリートのせん断力については、短期許容せん断応力度以下であることを確認し、これが満足される場合は、構造細目に応じた鉄筋量を配置する。また、せん断応力度がコンクリートの短期許容せん断応力度を超える場合は、せん断補強筋を配置し、発生せん断力がコンクリートにより負担されるせん断力とせん断補強筋により負担されるせん断力を足し合わせた短期許容せん断力以下であることを確認する。

短期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] (土木学会, 2002 年制定)」、 「道路橋示方書 (I 共通編・IV 下部構造編) ・同解説 (日本道路協会, 平成 14 年 3 月)」に基づき、コンクリート、鉄筋及び鋼管杭の許容応力度に対して割増係数 1.5 を考慮し、表 18.3-1 のとおり設定する。

表 18.3-1 構造部材の健全性に対する許容限界

評価項目		許容限界 (N/mm <sup>2</sup> )	
コンクリート*1 (f' <sub>ck</sub> =40 N/mm <sup>2</sup> )	短期許容曲げ圧縮応力度 $\sigma_{ca}$	21.0	
	短期許容せん断応力度 $\tau_{a1}$	0.825*4	
鉄筋(SD490)*2	短期許容引張応力度 $\sigma_{sa}$ (曲げ)	435	
	短期許容引張応力度 $\sigma_{sa}$ (せん断)	300	
鋼管杭(SM570)*3	母材部 溶接部	引張	382.5
		圧縮	382.5
		せん断	217.5

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

\*2: 道路橋示方書 (I 共通編・IV 下部構造編) ・同解説 (日本道路協会, 平成 24 年 3 月)

\*3: 道路橋示方書 (I 共通編・IV 下部構造編) ・同解説 (日本道路協会, 平成 14 年 3 月)

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

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

ここで、

$V_{ca}$  : コンクリートの短期許容せん断力

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

$V_{sa}$  : 斜め引張鉄筋の短期許容せん断力

$$V_{sa} = A_w \cdot \sigma_{sa2} \cdot j \cdot d / s$$

$\tau_{a1}$  : 斜め引張鉄筋を考慮しない場合の短期許容せん断応力度

$b_w$  : 有効幅

$j$  : 1/1.15

$d$  : 有効高さ

$A_w$  : 斜め引張鉄筋断面積

$\sigma_{sa2}$  : 鉄筋の短期許容引張応力度

$s$  : 斜め引張鉄筋間隔

表 18.3-2 斜め引張鉄筋を配置する部材のせん断力に対する許容限界

位置	断面形状				せん断補強鉄筋			許容せん断断力		短期許容 せん断力 $V_a$ (= $V_{ca}+V_{sa}$ ) (kN)
	部材幅 (mm)	部材高 (mm)	かぶり (mm)	有効高 (mm)	径	$S_b$ (mm)	$S_s$ (mm)	コンクリート $V_{ca}$ (kN)	鉄筋 $V_{sa}$ (kN)	
底版(上引張)	1000	1000	120	880	D16	250	250	315.65	729.47	1045
底版(下引張)	1000	1000	250	750	D16	250	250	269.02	621.70	890
側壁	1000	800	120	680	D16	250	250	243.91	563.68	807
隔壁	1000	800	120	680	D16	250	250	243.91	563.68	807
頂版	1000	500	120	380	D16	250	250	136.30	315.00	451

(2) 基礎地盤の支持性能に対する許容限界

極限支持力は、道路橋示方書の支持力算定式等に基づき、対象施設の岩盤の室内試験結果（せん断強度）等より設定する。

道路橋示方書による杭基礎における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、豊浦標準砂の液化化強度特性により強制的に液化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化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〕）

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

$R_u$  : 地盤から決まる杭の極限支持力 (kN)

$q_d A$  : 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>)

$A$  : 杭先端面積 (m<sup>2</sup>)

$U$  : 杭の周長 (m)

$L_i$  : 周面摩擦力を考慮する層の層厚 (m)

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

可搬型設備用軽油タンク基礎における許容限界を表 18.3-3 に示す。

表 18.3-3 基礎地盤の支持力に対する許容限界（杭下端：押込み）

項目	算定結果	備考
極限支持力 $R_u$ (kN)	—	
$q_d A$ (kN)	—	
$U \sum L_i f_i$ (kN)	—	
極限支持力度 $q_d$ (kN/m <sup>2</sup> )	5352	$3 \cdot q_u$
一軸圧縮強度 $q_u$ (kN/m <sup>2</sup> )	1784	非排水せん断強度* × 2
非排水せん断強度 (kN/m <sup>2</sup> )	892	
杭先端標高 EL. (m)	-15.9	
杭先端面積 $A$ (m <sup>2</sup> )	—	
杭の周長 $U$ (m)	—	
周面摩擦力を考慮する層の層厚 $L_i$ (m)	—	
最大周面摩擦力度 $f_i$ (kN/m <sup>2</sup> )	—	

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

「補足-340-1 地盤の支持性能について」の「2. 引抜き力に対する杭基礎の支持力評価方法」より、敷地に存在しない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、新第三系（久米層）の杭周面摩擦力により算定される極限支持力を考慮することを基本とする。図 18.3-3 に上記支持力評価の概要を示す。

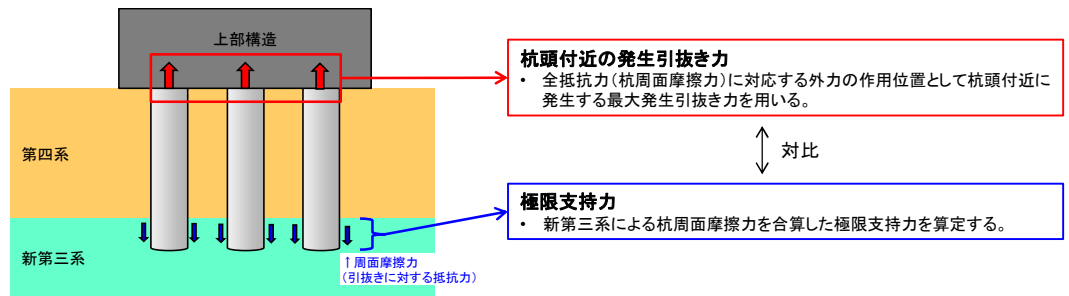


図 18.3-3 引抜き力に対する杭基礎の支持力評価  
(引抜き力に対し第四系の杭周面摩擦力を支持力として考慮しない場合)

ただし、引抜き力に対する支持力評価において、杭周面地盤に地盤改良体がある場合は、その杭周面摩擦力を支持力として考慮する。図 18.3-4 に上記支持力評価の概要を示す。

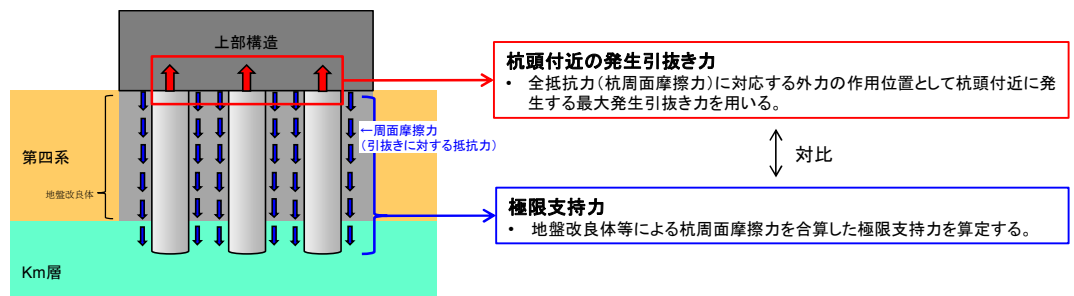


図 18.3-4 引抜き力に対する杭基礎の支持力評価  
(引抜き力に対し地盤改良体の杭周面摩擦力を支持力として考慮する場合)

なお、引抜き力に対する支持力評価については、全ての解析ケースに対する最大引抜き力が極限支持力を十分に下回ることを確認する。

表 18.3-4 基礎地盤の支持力に対する許容限界（杭天端：引抜き）

項目	算定結果	備考
極限支持力 $R_u$ (kN)	9069	
$q_d A$ (kN)	—	
$U \sum L_i f_i$ (kN)	9070	
極限支持力度 $q_d$ (kN/m <sup>2</sup> )	—	
一軸圧縮強度 $q_u$ (kN/m <sup>2</sup> )	—	
非排水せん断強度 (kN/m <sup>2</sup> )	—	
杭先端標高 EL. (m)	-15.9	
杭先端面積 $A$ (m <sup>2</sup> )	—	
杭の周長 $U$ (m)	3.1416	$1.0 \times \pi$
周面摩擦力を考慮する層の層厚 $L_i$ (m)	32.006	
最大周面摩擦力度 $f_i$ (kN/m <sup>2</sup> )	100	

## 18.4 評価結果

### 18.4.1 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「可搬型設備用軽油タンク基礎周辺に発生する最大加速度分布」を記載する。

#### (1) 躯体の断面力分布（躯体の部材に着目した断面力）

耐震評価においては，「1.11 屋外重要土木構造物の耐震評価における追加検討ケースの選定について」に基づき，全ての基準地震動 $S_g$ に対して実施する①の検討ケース（基本ケース）において，せん断力照査及び曲げ軸力照査をはじめとした全ての評価項目について，各照査値が最も厳しい（許容限界に対する余裕が最も小さい）地震動を用い，②～⑥より追加検討ケースを実施した。

表 18.4-1 に，二次元有効応力解析の実施ケース及びコンクリートの曲げ軸力，鉄筋の曲げ軸力，せん断力に対する照査値を示す。

可搬型設備用軽油タンク基礎の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，コンクリートのせん断力に対する照査の各照査に対して，全地震波のうち最も厳しい照査値となった照査結果を表 18.4-2～表 18.4-4 に示す。

可搬型設備用軽油タンク基礎躯体の断面力分布（曲げモーメント，軸力，せん断力）を図 18.4-3～図 18.4-5 に示す。本図は，タンク基礎躯体の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，コンクリートのせん断力に対する照査の各照査に対して，全地震波のうち最も厳しい照査値となった時刻における断面力分布を部材ごとに示したものである。

表 18.4-1(1) コンクリートの曲げ軸力に対する検討ケースと照査値  
(底版) (側壁)

地震動	検討ケース	曲げ軸力照査 (コンクリート曲げ圧縮)						地震動	検討ケース	曲げ軸力照査 (コンクリート曲げ圧縮)					
		①	②	③	④	⑤	⑥			①	②	③	④	⑤	⑥
S <sub>s</sub> -D1	H+, V+	0.39						S <sub>s</sub> -D1	H+, V+	0.33					
	H+, V-	0.39	0.34	0.38	0.40	0.30	0.26		H+, V-	0.33	0.30	0.32	0.30	0.28	0.25
	H-, V+	0.34							H-, V+	0.29					
	H-, V-	0.35			0.40				H-, V-	0.30			0.30		
S <sub>s</sub> -11		0.20						S <sub>s</sub> -11		0.20					
S <sub>s</sub> -12		0.20						S <sub>s</sub> -12		0.22					
S <sub>s</sub> -13		0.20						S <sub>s</sub> -13		0.23					
S <sub>s</sub> -14		0.15						S <sub>s</sub> -14		0.18					
S <sub>s</sub> -21		0.20						S <sub>s</sub> -21		0.20					
S <sub>s</sub> -22		0.26						S <sub>s</sub> -22		0.24					
S <sub>s</sub> -31	H+, V+	0.30						S <sub>s</sub> -31	H+, V+	0.27					
	H-, V+	0.30							H-, V+	0.31					

(隔壁) (頂版)

地震動	検討ケース	曲げ軸力照査 (コンクリート曲げ圧縮)						地震動	検討ケース	曲げ軸力照査 (コンクリート曲げ圧縮)					
		①	②	③	④	⑤	⑥			①	②	③	④	⑤	⑥
S <sub>s</sub> -D1	H+, V+	0.45						S <sub>s</sub> -D1	H+, V+	0.36					
	H+, V-	0.45	0.38	0.43	0.47	0.38	0.31		H+, V-	0.36	0.30	0.34	0.42	0.31	0.26
	H-, V+	0.42							H-, V+	0.35					
	H-, V-	0.42			0.51				H-, V-	0.35			0.41		
S <sub>s</sub> -11		0.25						S <sub>s</sub> -11		0.22					
S <sub>s</sub> -12		0.27						S <sub>s</sub> -12		0.24					
S <sub>s</sub> -13		0.28						S <sub>s</sub> -13		0.25					
S <sub>s</sub> -14		0.21						S <sub>s</sub> -14		0.21					
S <sub>s</sub> -21		0.26						S <sub>s</sub> -21		0.23					
S <sub>s</sub> -22		0.31						S <sub>s</sub> -22		0.28					
S <sub>s</sub> -31	H+, V+	0.39						S <sub>s</sub> -31	H+, V+	0.31					
	H-, V+	0.41							H-, V+	0.33					

表 18.4-1(2) 鉄筋の曲げ軸力に対する検討ケースと照査値  
(底版) (側壁)

地震動	検討ケース	曲げ軸力照査 (鉄筋曲げ引張)						地震動	検討ケース	曲げ軸力照査 (鉄筋曲げ引張)					
		①	②	③	④	⑤	⑥			①	②	③	④	⑤	⑥
S <sub>s</sub> -D1	H+, V+	0.55						S <sub>s</sub> -D1	H+, V+	0.49					
	H+, V-	0.54	0.49	0.51	0.63	0.38	0.35		H+, V-	0.49	0.42	0.47	0.49	0.37	0.31
	H-, V+	0.62							H-, V+	0.43					
	H-, V-	0.62			0.62				H-, V-	0.43			0.49		
S <sub>s</sub> -11		0.37						S <sub>s</sub> -11		0.31					
S <sub>s</sub> -12		0.32						S <sub>s</sub> -12		0.24					
S <sub>s</sub> -13		0.30						S <sub>s</sub> -13		0.25					
S <sub>s</sub> -14		0.29						S <sub>s</sub> -14		0.23					
S <sub>s</sub> -21		0.34						S <sub>s</sub> -21		0.30					
S <sub>s</sub> -22		0.39						S <sub>s</sub> -22		0.30					
S <sub>s</sub> -31	H+, V+	0.54						S <sub>s</sub> -31	H+, V+	0.45					
	H-, V+	0.44							H-, V+	0.38					

(隔壁) (頂版)

地震動	検討ケース	曲げ軸力照査 (鉄筋曲げ引張)						地震動	検討ケース	曲げ軸力照査 (鉄筋曲げ引張)					
		①	②	③	④	⑤	⑥			①	②	③	④	⑤	⑥
S <sub>s</sub> -D1	H+, V+	0.66						S <sub>s</sub> -D1	H+, V+	0.35					
	H+, V-	0.67	0.55	0.63	0.68	0.55	0.45		H+, V-	0.35	0.30	0.34	0.45	0.29	0.24
	H-, V+	0.61							H-, V+	0.38					
	H-, V-	0.61			0.76				H-, V-	0.38			0.43		
S <sub>s</sub> -11		0.35						S <sub>s</sub> -11		0.25					
S <sub>s</sub> -12		0.37						S <sub>s</sub> -12		0.23					
S <sub>s</sub> -13		0.38						S <sub>s</sub> -13		0.23					
S <sub>s</sub> -14		0.28						S <sub>s</sub> -14		0.20					
S <sub>s</sub> -21		0.36						S <sub>s</sub> -21		0.24					
S <sub>s</sub> -22		0.45						S <sub>s</sub> -22		0.26					
S <sub>s</sub> -31	H+, V+	0.57						S <sub>s</sub> -31	H+, V+	0.35					
	H-, V+	0.61							H-, V+	0.32					

注記 ①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース  
 ②：地盤物性のばらつきを考慮 (+1σ) した解析ケース  
 ③：地盤物性のばらつきを考慮 (-1σ) した解析ケース  
 ④：敷地に存在しない豊浦標準砂の液状化強度特性により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



表 18.4-1(3) せん断力に対する検討ケースと照査値  
(底版) (側壁)

地震動		検討ケース	せん断力照査						地震動		検討ケース	せん断力照査					
		①	②	③	④	⑤	⑥	①			②	③	④	⑤	⑥		
S <sub>s</sub> -D1	H+, V+		0.38							S <sub>s</sub> -D1	H+, V+	0.59					
	H+, V-		0.39	0.34	0.37	0.43	0.30	0.27	H+, V-		0.59	0.53	0.58	0.59	0.51	0.48	
	H-, V+		0.33						H-, V+		0.52						
	H-, V-		0.35			0.43			H-, V-		0.55			0.59			
S <sub>s</sub> -11			0.20						S <sub>s</sub> -11			0.35					
S <sub>s</sub> -12			0.19						S <sub>s</sub> -12			0.39					
S <sub>s</sub> -13			0.19						S <sub>s</sub> -13			0.40					
S <sub>s</sub> -14			0.16						S <sub>s</sub> -14			0.33					
S <sub>s</sub> -21			0.21						S <sub>s</sub> -21			0.37					
S <sub>s</sub> -22			0.25						S <sub>s</sub> -22			0.41					
S <sub>s</sub> -31	H+, V+		0.34						S <sub>s</sub> -31	H+, V+	0.46						
	H-, V+		0.29							H-, V+	0.53						

(隔壁) (頂版)

地震動		検討ケース	せん断力照査						地震動		検討ケース	せん断力照査					
		①	②	③	④	⑤	⑥	①			②	③	④	⑤	⑥		
S <sub>s</sub> -D1	H+, V+		0.42							S <sub>s</sub> -D1	H+, V+	0.22					
	H+, V-		0.43	0.36	0.41	0.44	0.39	0.34	H+, V-		0.22	0.20	0.21	0.25	0.19	0.17	
	H-, V+		0.40						H-, V+		0.21						
	H-, V-		0.40			0.48			H-, V-		0.22			0.25			
S <sub>s</sub> -11			0.25						S <sub>s</sub> -11			0.17					
S <sub>s</sub> -12			0.26						S <sub>s</sub> -12			0.17					
S <sub>s</sub> -13			0.27						S <sub>s</sub> -13			0.18					
S <sub>s</sub> -14			0.22						S <sub>s</sub> -14			0.16					
S <sub>s</sub> -21			0.25						S <sub>s</sub> -21			0.16					
S <sub>s</sub> -22			0.30						S <sub>s</sub> -22			0.18					
S <sub>s</sub> -31	H+, V+		0.40						S <sub>s</sub> -31	H+, V+	0.19						
	H-, V+		0.42							H-, V+	0.20						

注記 ①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース  
 ②：地盤物性のばらつきを考慮 (+1σ) した解析ケース  
 ③：地盤物性のばらつきを考慮 (-1σ) した解析ケース  
 ④：敷地に存在しない豊浦標準砂の液状化強度特性により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

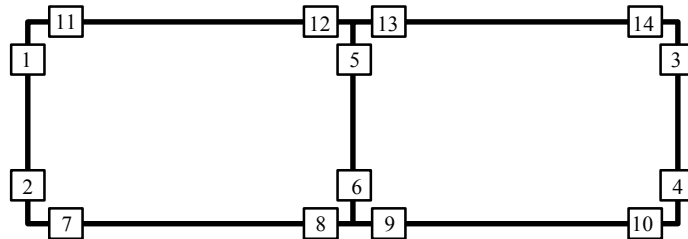
表 18.4-2 コンクリートの曲げ軸力に対する照査結果  
(各部材において最も厳しい照査値とその地震動)

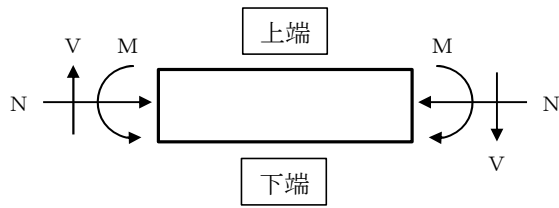
評価位置	断面形状(mm)			引張 鉄筋量 (mm <sup>2</sup> )	曲げ モーメント (kN・m)	軸力 (kN)	圧縮 応力度 (N/mm <sup>2</sup> )	短期許容 応力度 (N/mm <sup>2</sup> )	照査 値	検討 ケース	地震動	
	部材 幅	部材 高	有効 高									
底版	10	1000	1000	750	4053.6	-802	612	8.4	21.0	0.40	④	S <sub>s</sub> -D1 (H-, V-)
側壁	4	1000	800	680	4053.6	537	107	6.8	21.0	0.33	①	S <sub>s</sub> -D1 (H+, V-)
隔壁	6	1000	800	680	4053.6	834	140	10.6	21.0	0.51	④	S <sub>s</sub> -D1 (H-, V-)
頂版	12	1000	500	380	4053.6	247	-15	8.7	21.0	0.42	④	S <sub>s</sub> -D1 (H+, V-)

注記 ①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース

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

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

断面力の符号

曲げモーメント (M) 正 : 上端が引張となる曲げモーメント

負 : 上端が圧縮となる曲げモーメント

軸力 (N) 正 : 圧縮

負 : 引張

図 18.4-1 断面力の方向

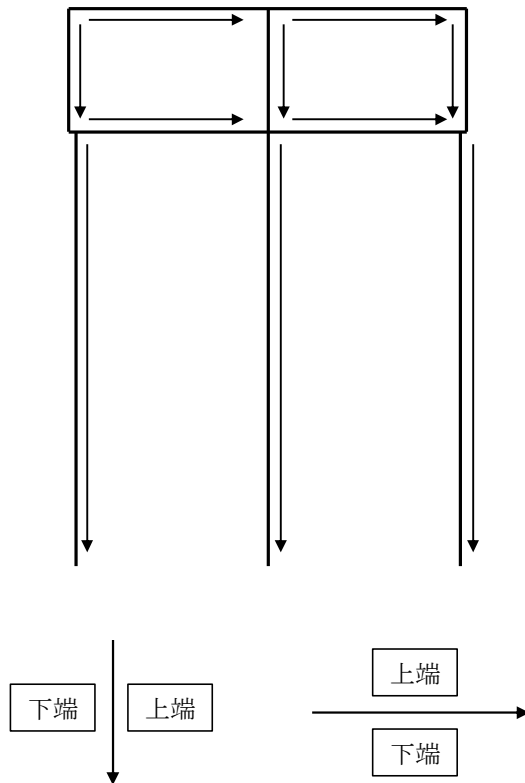
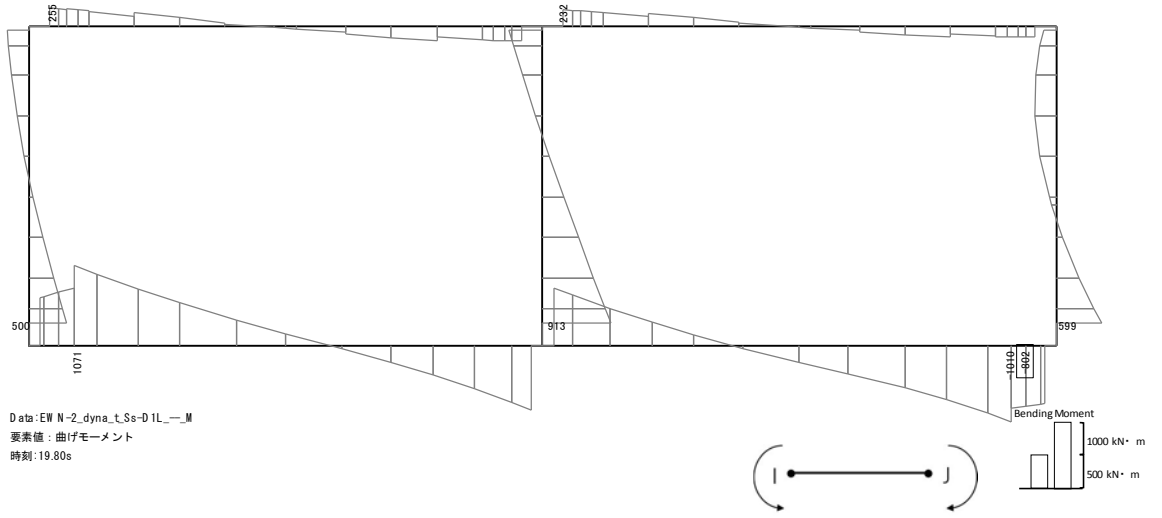
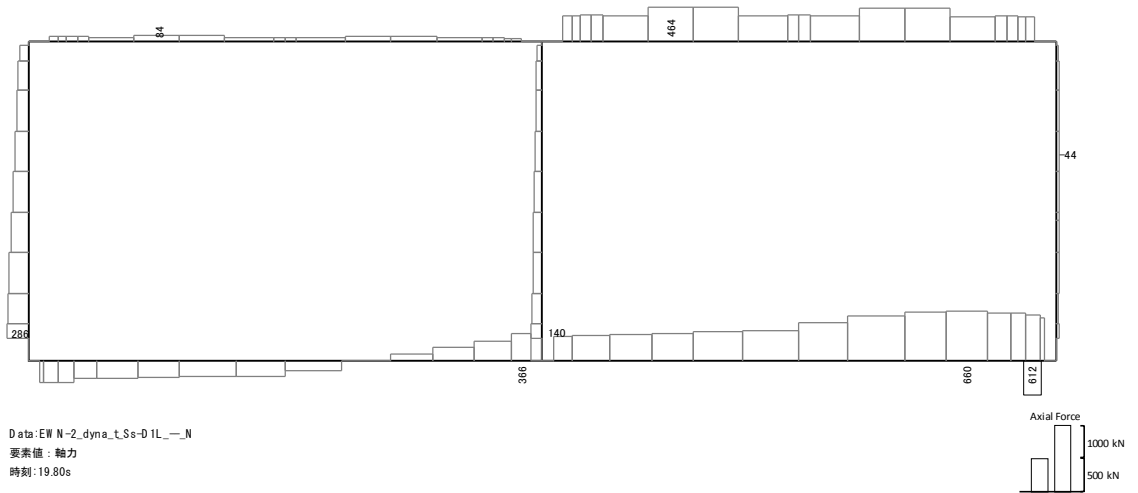


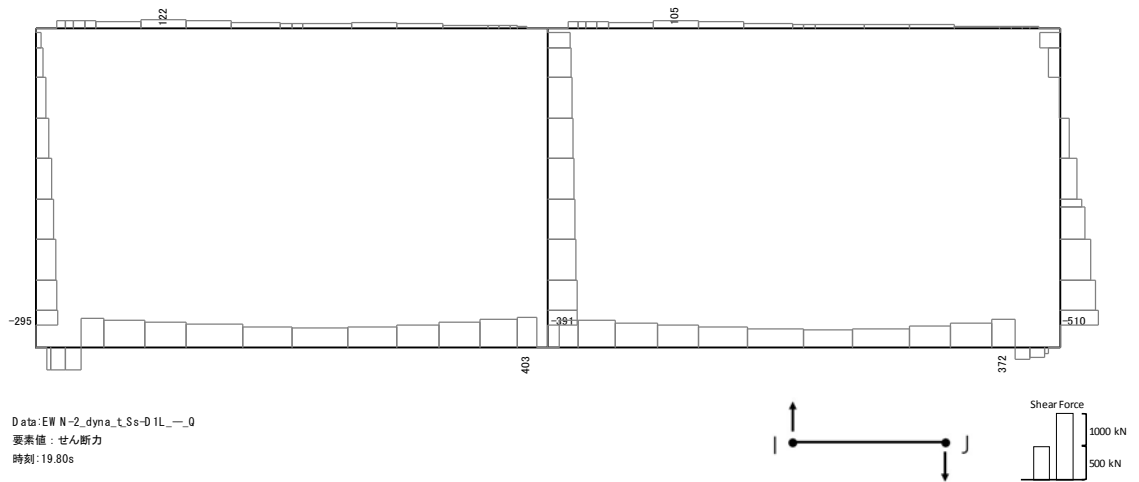
図 18.4-2 はり要素の方向 (可搬型設備用軽油タンク基礎)



曲げモーメント (kN・m)



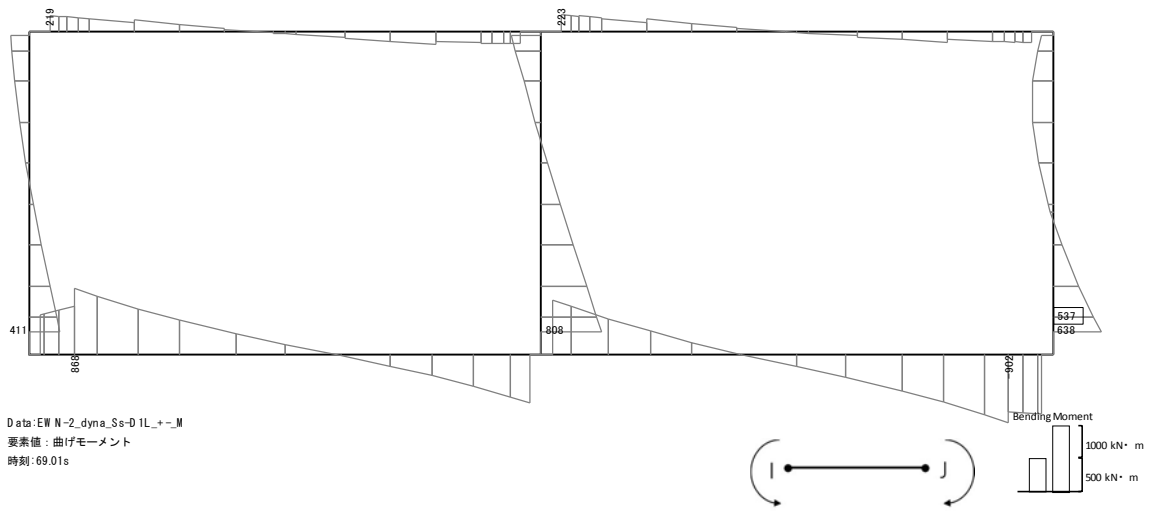
軸力 (kN) (+ : 圧縮, - : 引張)



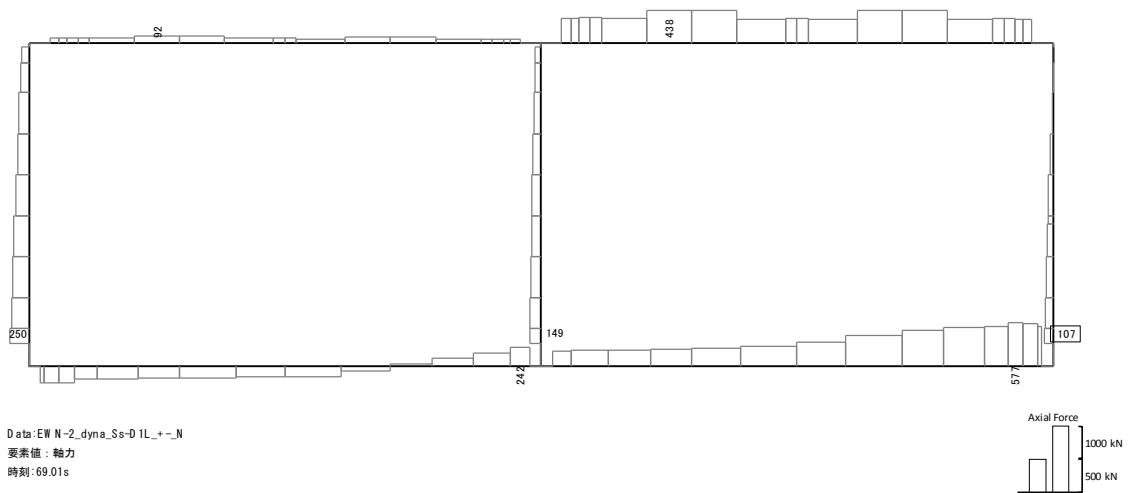
せん断力 (kN)

図 18.4-3 (1) 底版において最も厳しい照査値となる時刻の断面力分布  
 ( $S_s-D1(H-, V-)$ ,  $t = 19.80s$ )

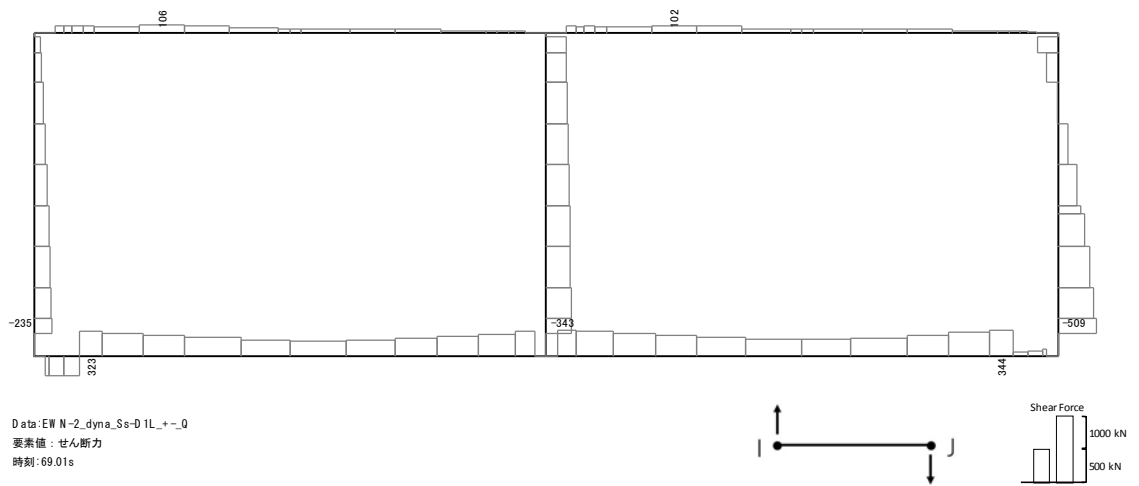
(検討ケース④: 敷地に存在しない豊浦標準砂の液状化強度特性により  
 地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース)



曲げモーメント (kN・m)

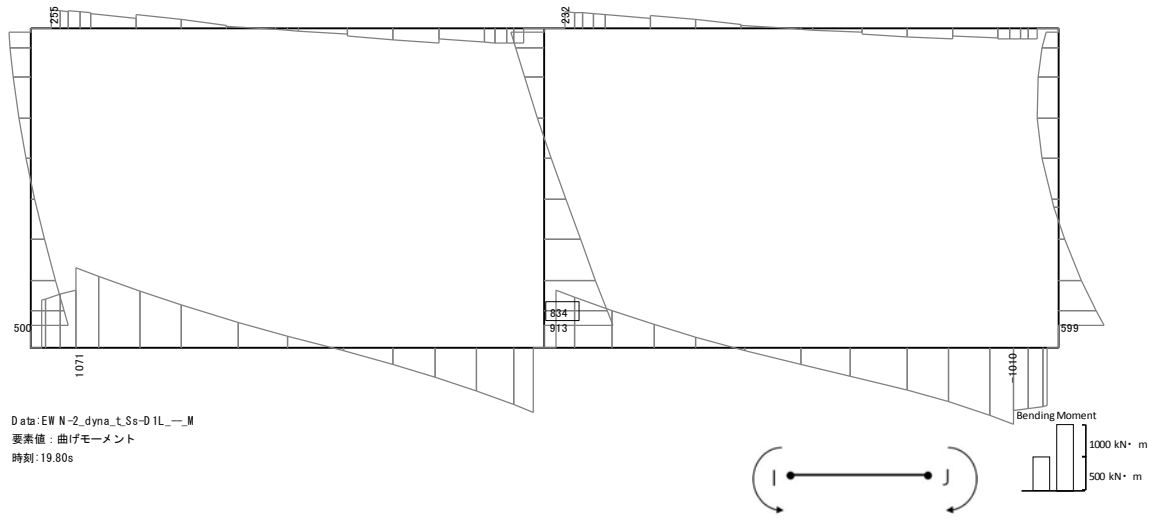


軸力 (kN) (+ : 圧縮, - : 引張)

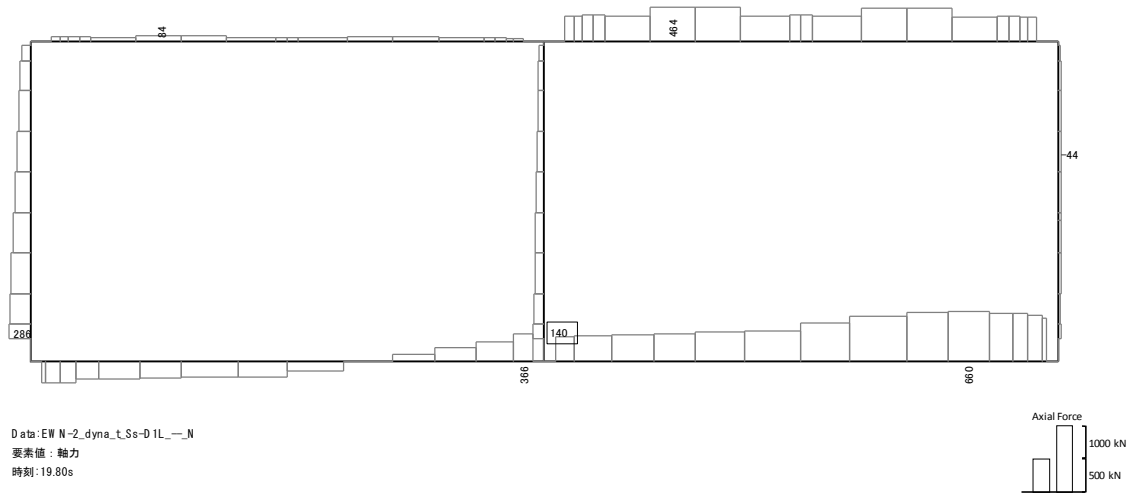


せん断力 (kN)

図 18.4-3 (2) 側壁において最も厳しい照査値となる時刻の断面力分布  
 ( $S_s - D 1 (H+, V-)$ ,  $t = 69.01s$ )  
 (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)

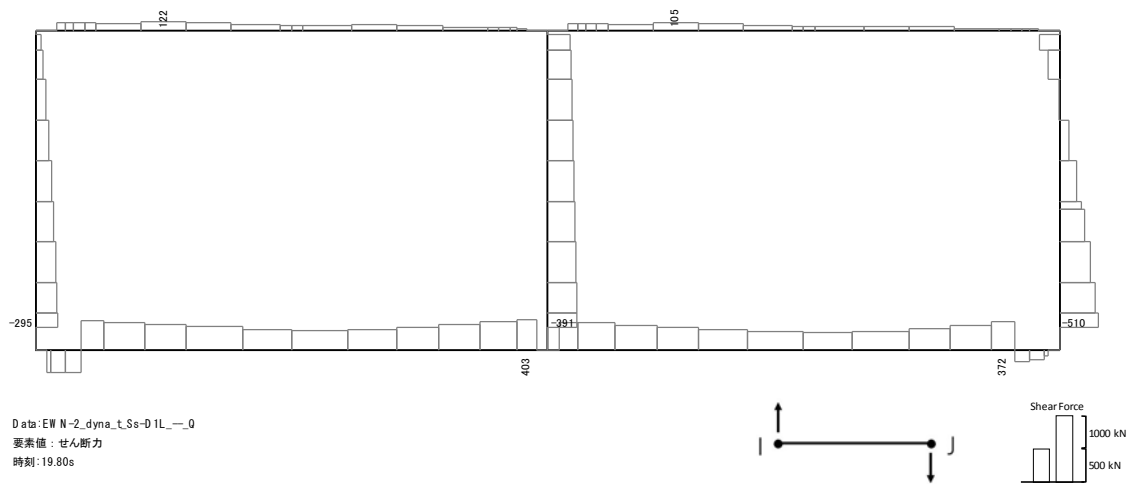


曲げモーメント (kN・m)



軸力 (kN) (+ : 圧縮, - : 引張)

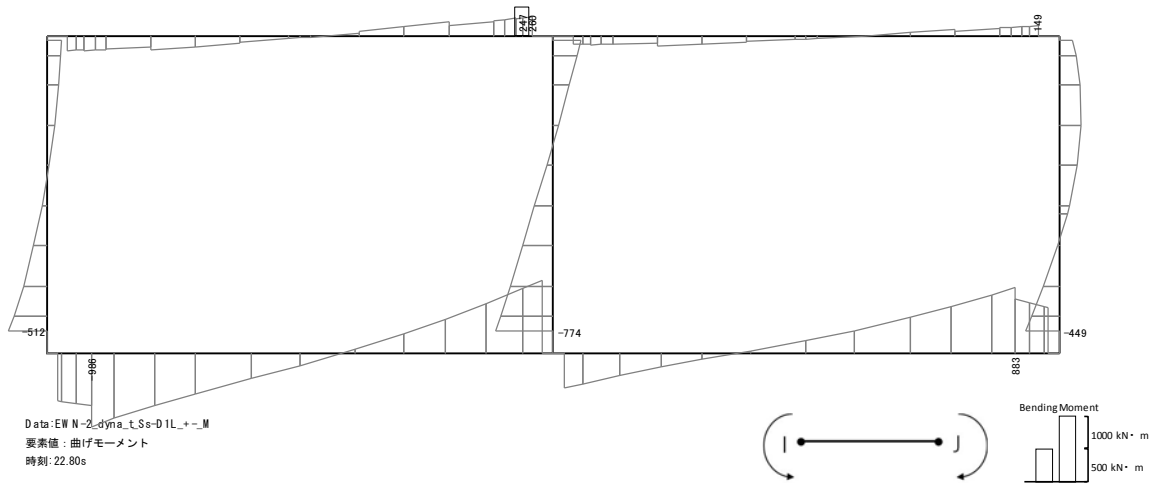




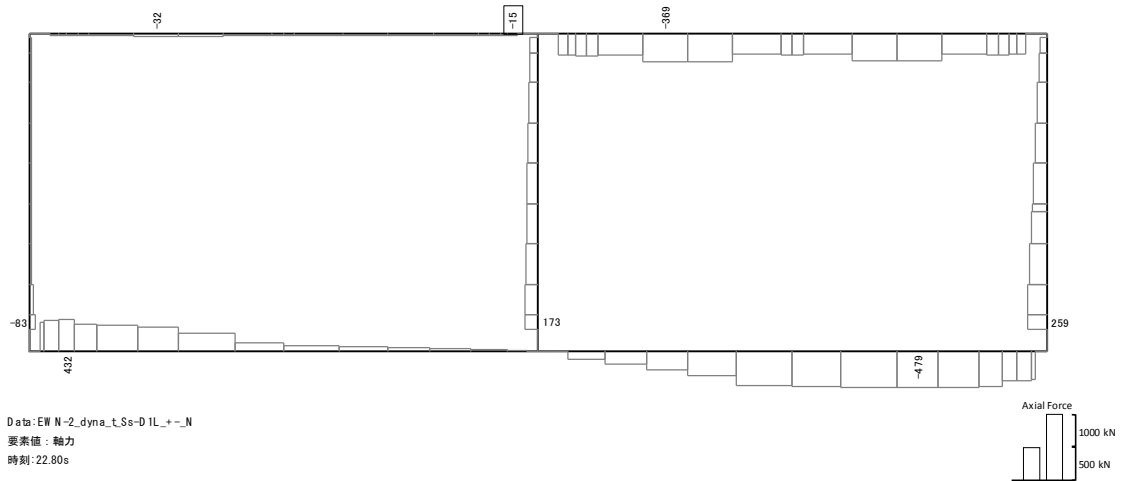
せん断力 (kN)

図 18.4-3 (3) 隔壁において最も厳しい照査値となる時刻の断面力分布  
 ( $S_s-D1(H-, V-)$ ,  $t = 19.80s$ )

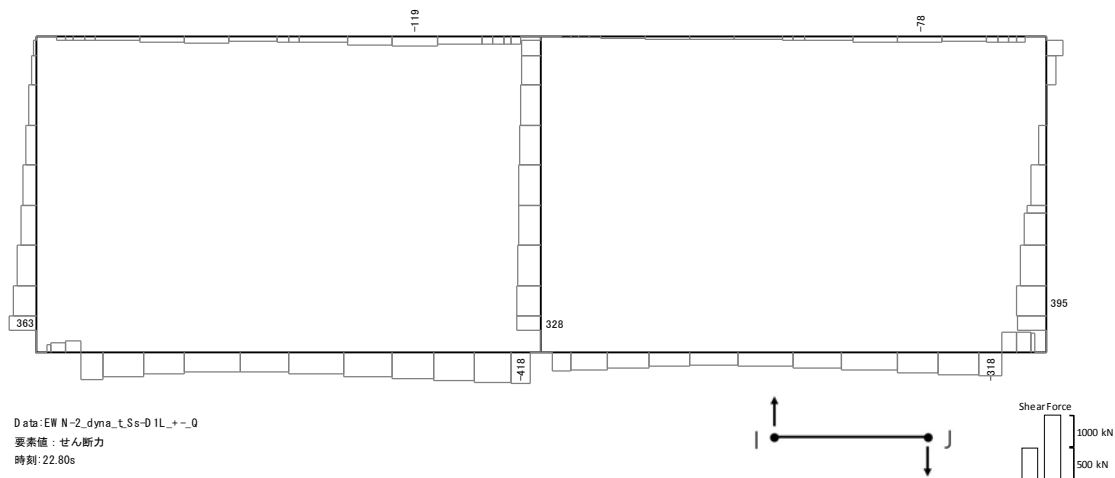
(検討ケース④: 敷地に存在しない豊浦標準砂の液状化強度特性により  
 地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース)



曲げモーメント (kN・m)



軸力 (kN) (+ : 圧縮, - : 引張)



せん断力 (kN)

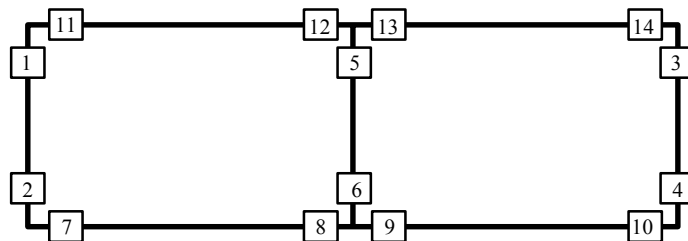
図 18.4-3 (4) 頂版において最も厳しい照査値となる時刻の断面力分布  
 ( $S_s - D1 (H+, V-)$ ,  $t = 22.80s$ )  
 (検討ケース④: 敷地に存在しない豊浦標準砂の液状化強度特性により  
 地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース)

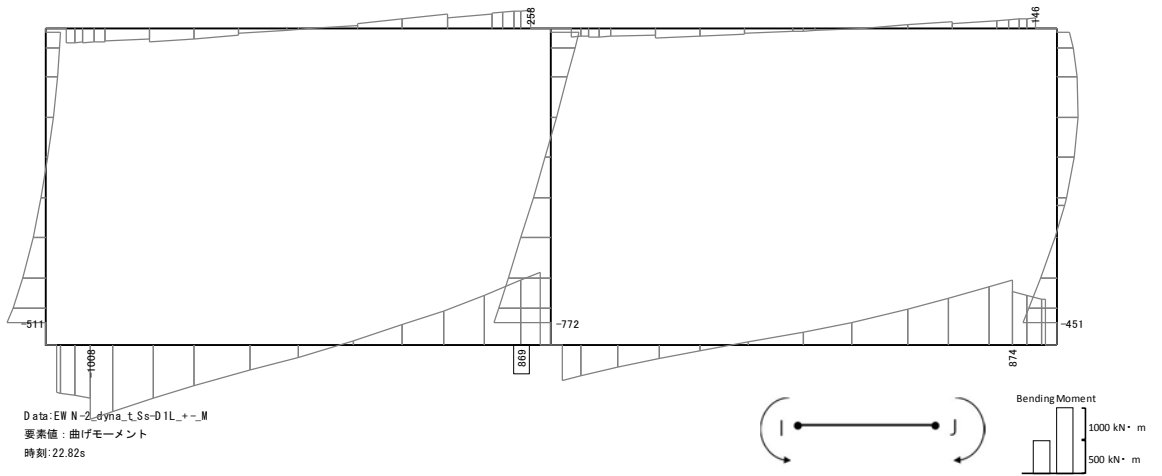
表 18.4-3 鉄筋の引張に対する照査結果  
(各部材において最も厳しい照査値とその地震動)

評価位置	断面形状(mm)			引張 鉄筋量 (mm <sup>2</sup> )	曲げ モーメント (kN・m)	軸力 (kN)	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	地震動	
	部材 幅	部材 高	有効 高									
底版	8	1000	1000	880	4053.6	869	12	272	435	0.63	④	S <sub>s</sub> -D1 (H+, V-)
側壁	4	1000	800	680	4053.6	502	-47	213	435	0.49	④	S <sub>s</sub> -D1 (H+, V-)
隔壁	6	1000	800	680	4053.6	834	135	328	435	0.76	④	S <sub>s</sub> -D1 (H-, V-)
頂版	12	1000	500	380	4053.6	247	-16	194	435	0.45	④	S <sub>s</sub> -D1 (H+, V-)

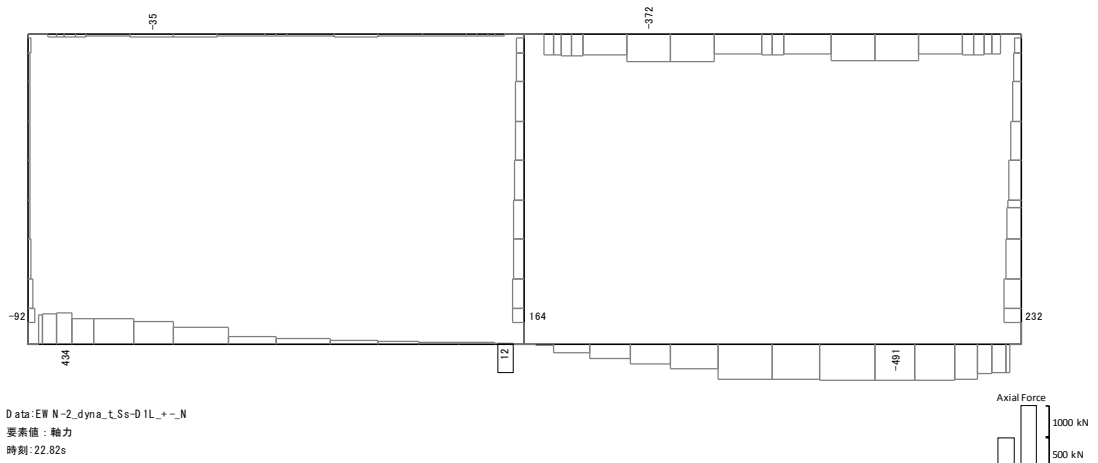
注記 ④：敷地に存在しない豊浦標準砂の液状化強度特性により地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース

評価位置は下図に示す。

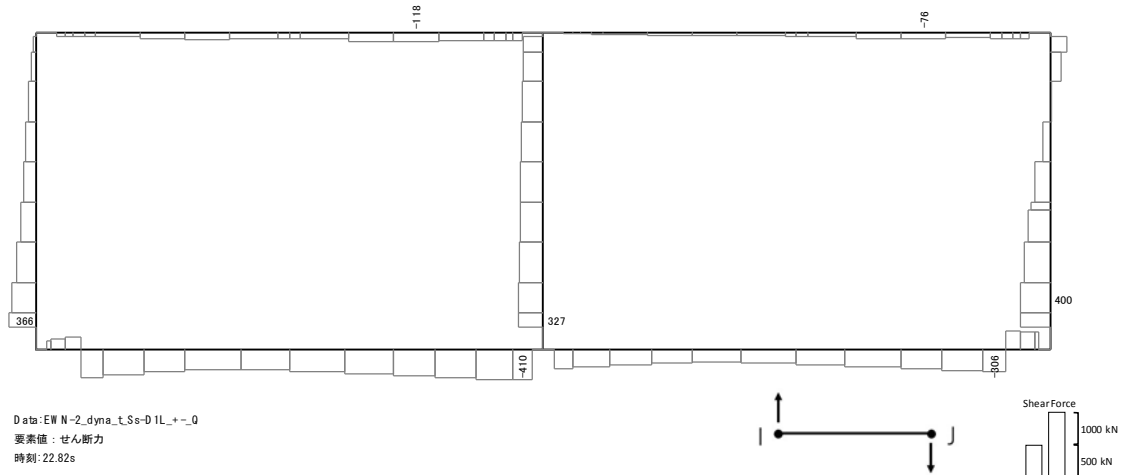




曲げモーメント (kN・m)



軸力 (kN) (+ : 圧縮, - : 引張)

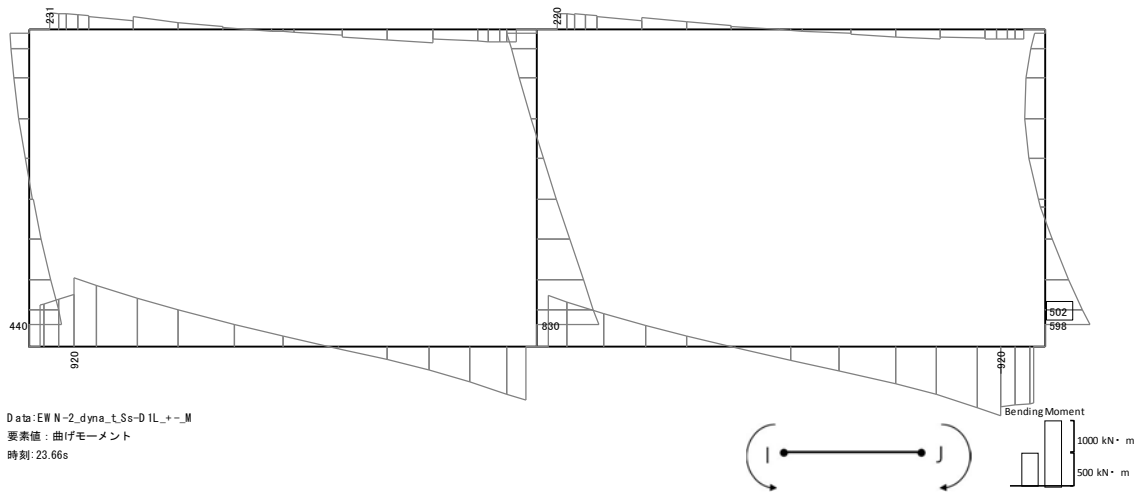


せん断力 (kN)

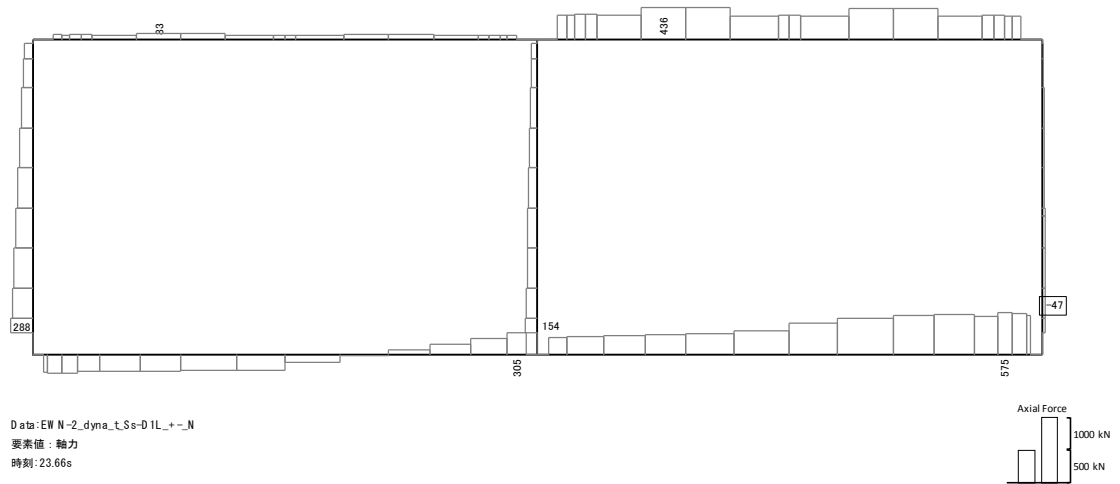
図 18.4-4 (1) 底版において最も厳しい照査値となる時刻の断面力分布

( $S_s - D 1 (H+, V-)$ ,  $t = 22.82s$ )

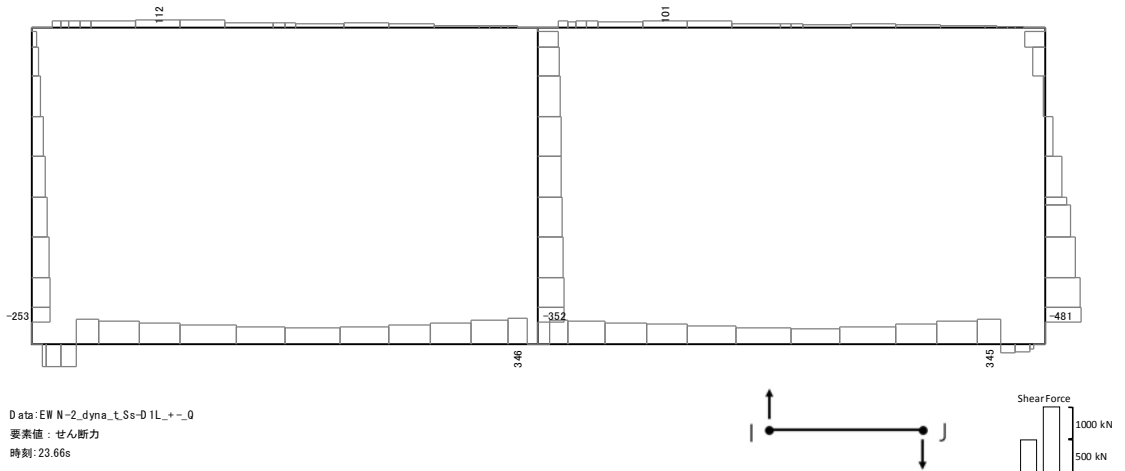
(検討ケース④: 敷地に存在しない豊浦標準砂の液状化強度特性により  
地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース)



曲げモーメント (kN・m)



軸力 (kN) (+ : 圧縮, - : 引張)



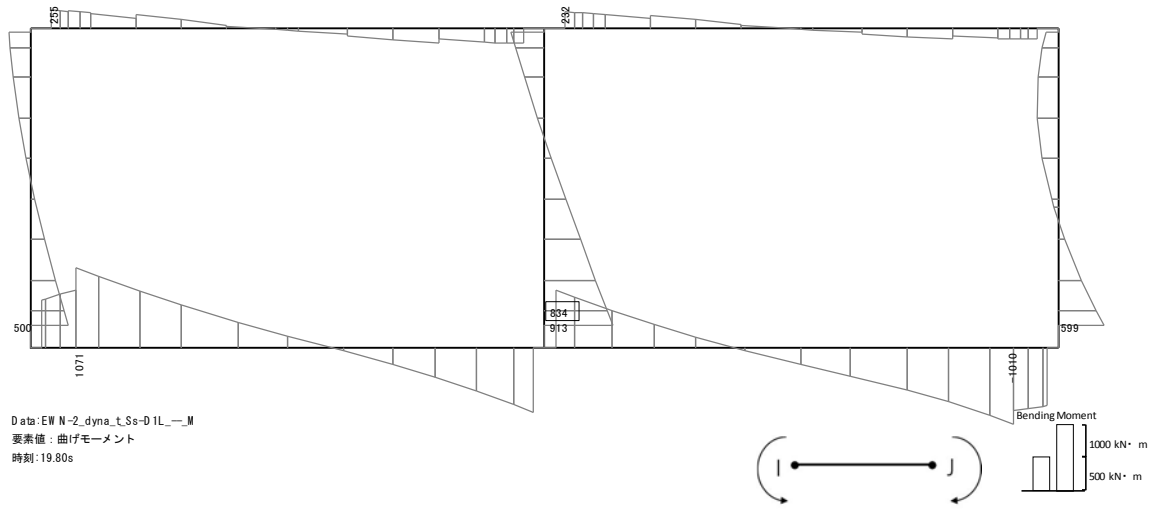
せん断力 (kN)

図 18.4-4 (2) 側壁において最も厳しい照査値となる時刻の断面力分布

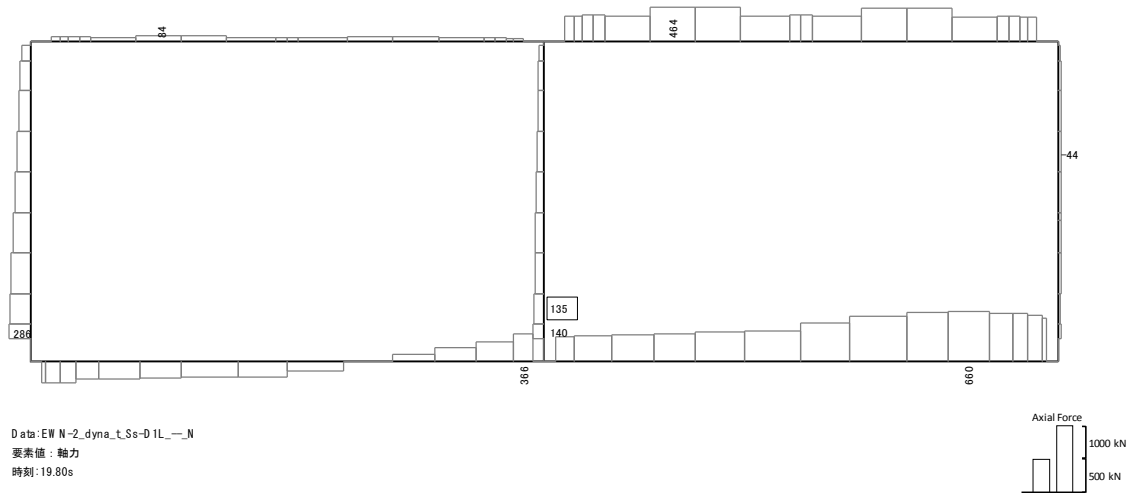
( $S_s - D 1$  (H+, V-),  $t = 23.66s$ )

(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)

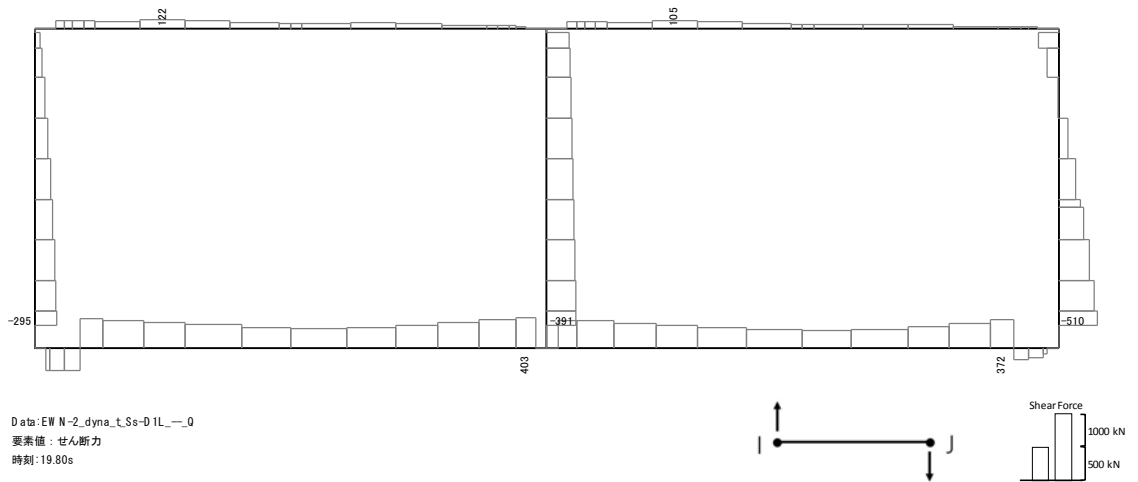




曲げモーメント (kN・m)



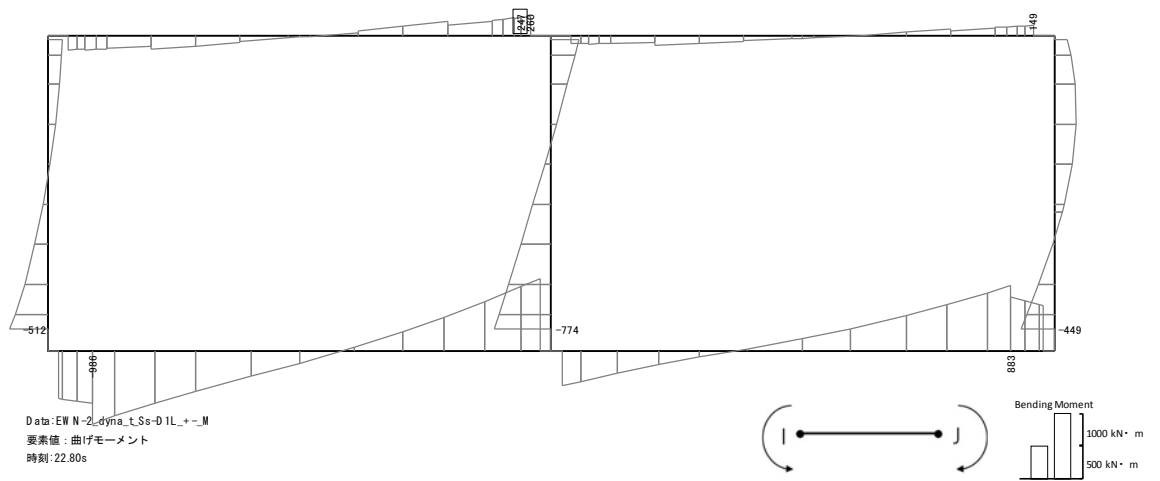
軸力 (kN) (+ : 圧縮, - : 引張)



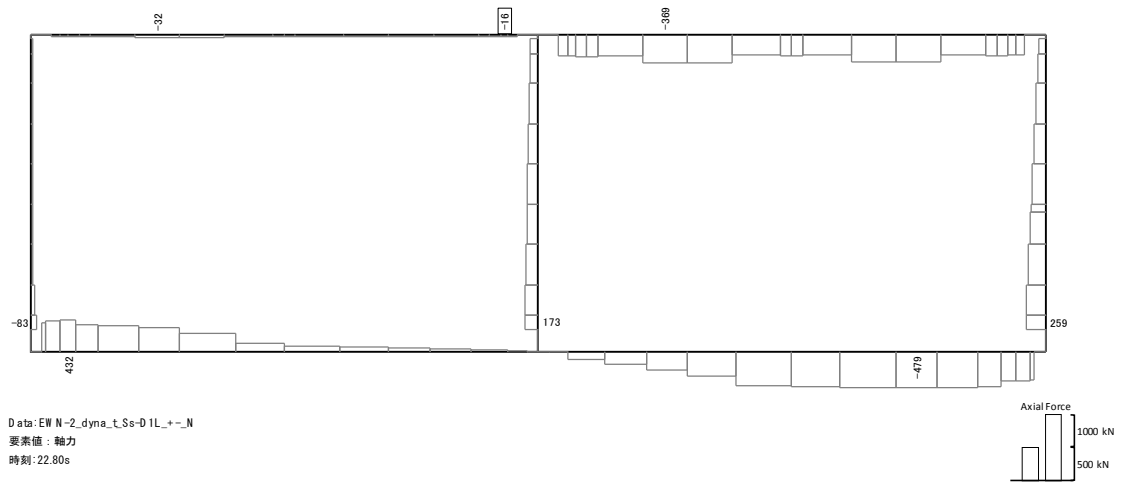
せん断力 (kN)

図 18.4-4 (3) 隔壁において最も厳しい照査値となる時刻の断面力分布  
 ( $S_s - D 1 (H-, V-)$ ,  $t = 19.80s$ )

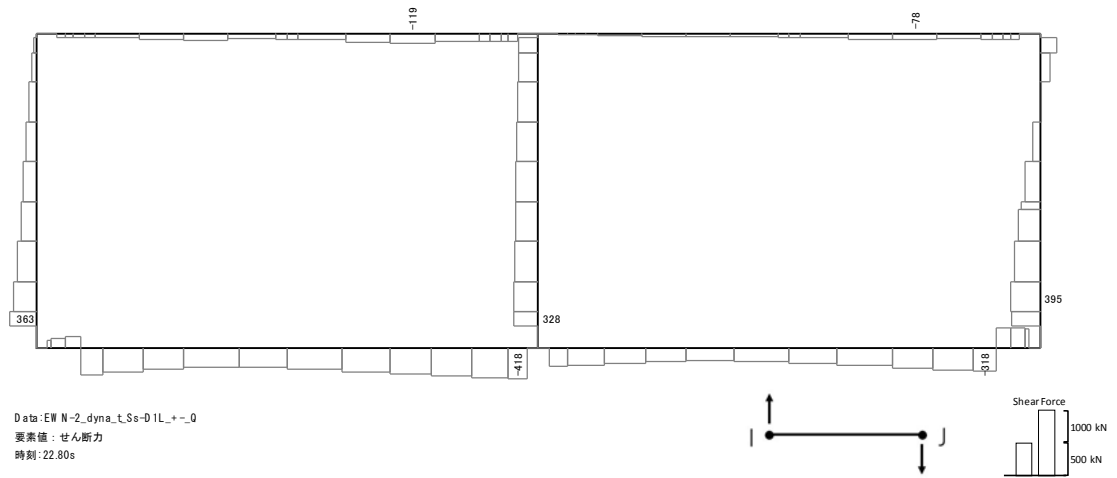
(検討ケース④: 敷地に存在しない豊浦標準砂の液状化強度特性により  
 地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース)



曲げモーメント (kN・m)



軸力 (kN) (+ : 圧縮, - : 引張)



せん断力 (kN)

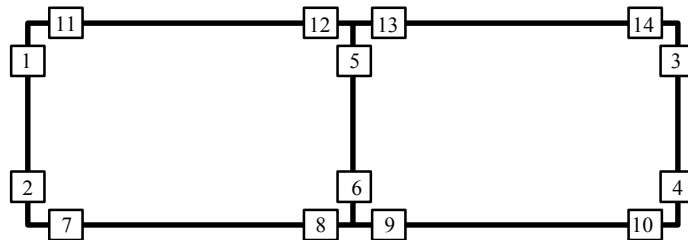
図 18.4-4 (4) 頂版において最も厳しい照査値となる時刻の断面力分布  
 ( $S_s - D 1 (H+, V-)$ ,  $t = 22.80s$ )  
 (検討ケース④: 敷地に存在しない豊浦標準砂の液状化強度特性により  
 地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース)

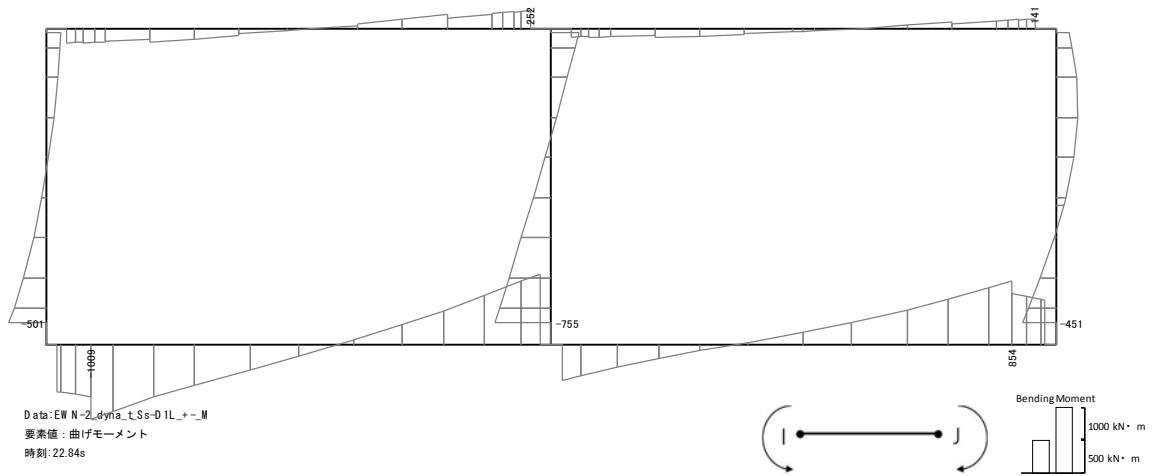
表 18.4-4 コンクリートのせん断力に対する照査結果  
(各部材において最も厳しい照査値とその地震動)

評価位置		断面形状 (mm)			せん断補強筋 (mm)	発生せん断力 (kN)	短期許容せん断力 (kN)	照査値	検討ケース	地震動
		部材幅	部材高	有効高						
底版	7	1000	1000	750	D16	-377	890	0.43	④	$S_s-D1$ (H+, V-)
側壁	4	1000	800	680	D16	-472	807	0.59	④	$S_s-D1$ (H+, V-)
隔壁	6	1000	800	680	D16	-386	807	0.48	④	$S_s-D1$ (H-, V-)
頂版	12	1000	500	380	D16	-110	451	0.25	④	$S_s-D1$ (H+, V-)

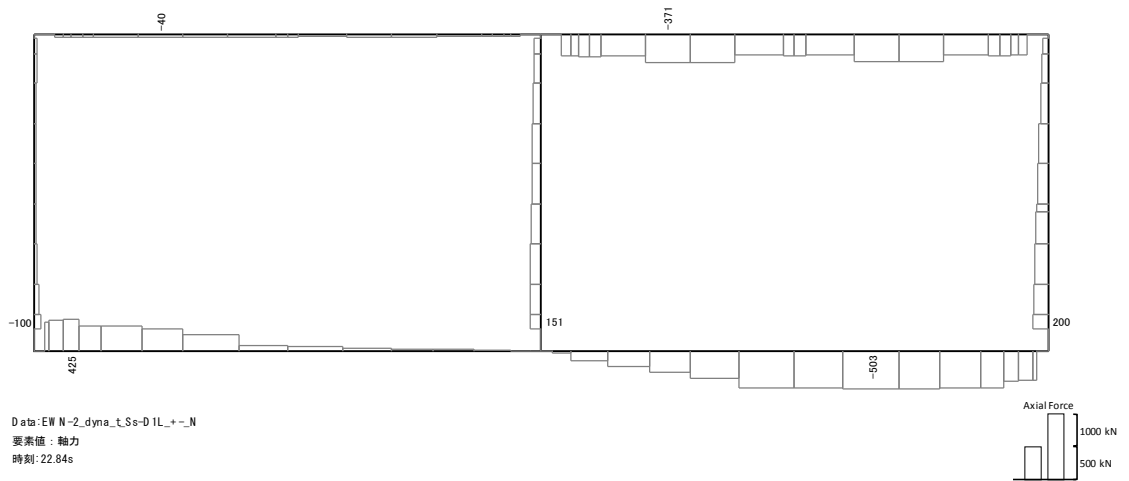
注記 ④：敷地に存在しない豊浦標準砂の液状化強度特性により地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース

評価位置は下図に示す。

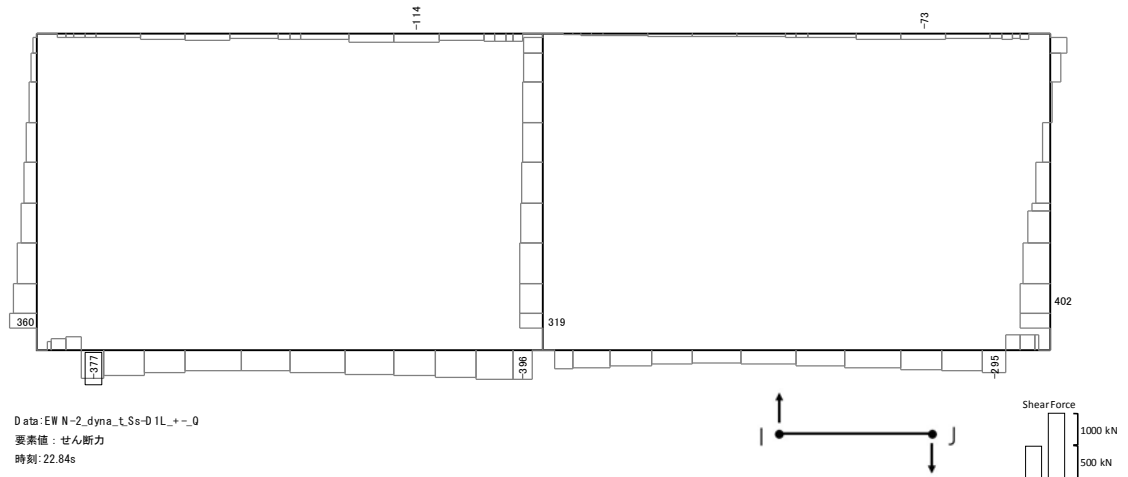




曲げモーメント (kN・m)



軸力 (kN) (+ : 圧縮, - : 引張)

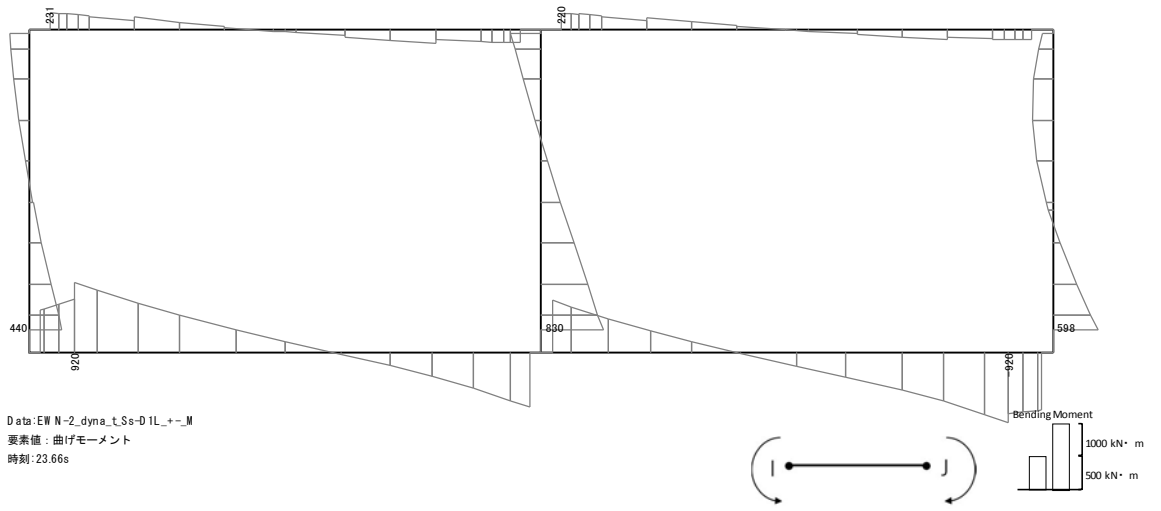


せん断力 (kN)

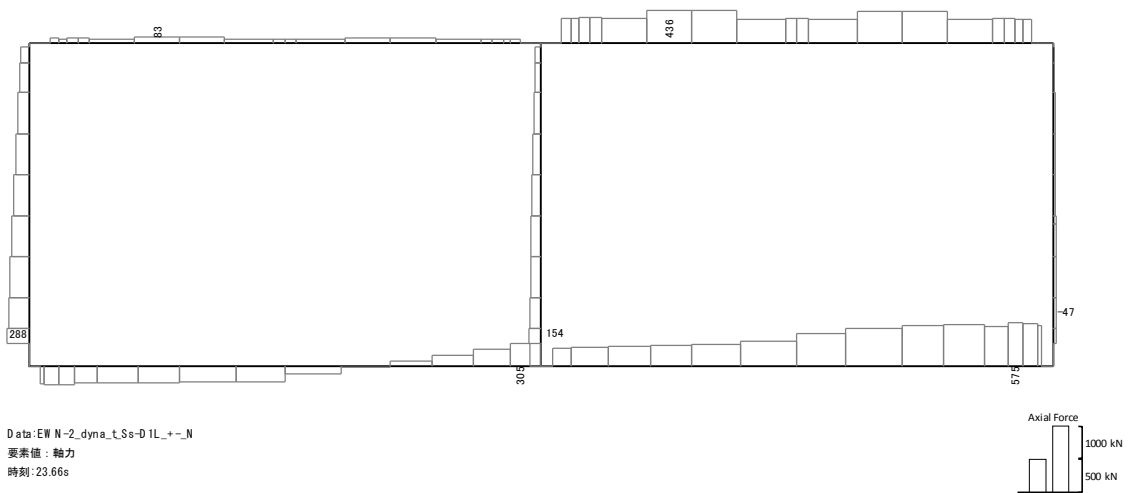
図 18.4-5 (1) 底版において最も厳しい照査値となる時刻の断面力分布

( $S_s - D1$  (H+, V-),  $t = 22.84s$ )

(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)

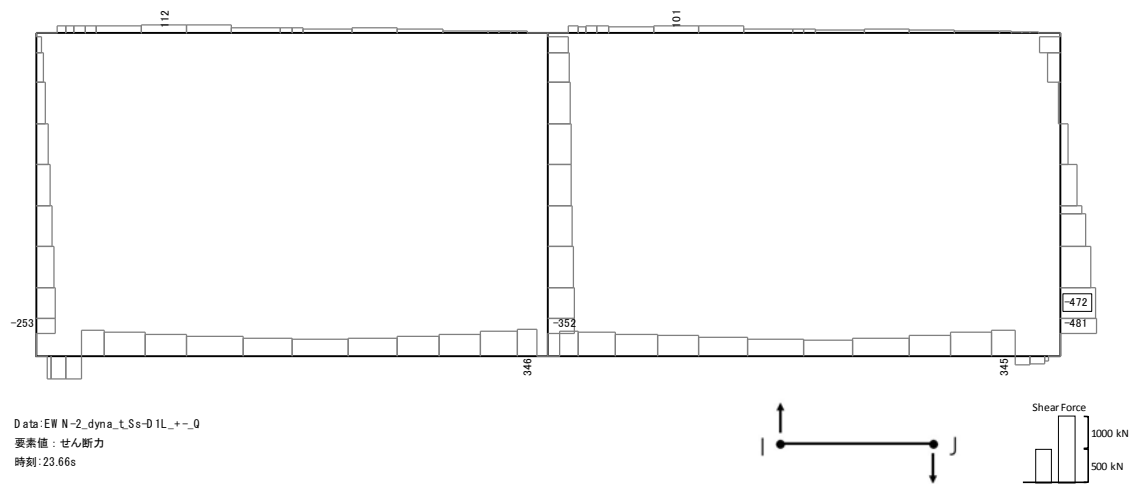


曲げモーメント (kN・m)



軸力 (kN) (+ : 圧縮, - : 引張)

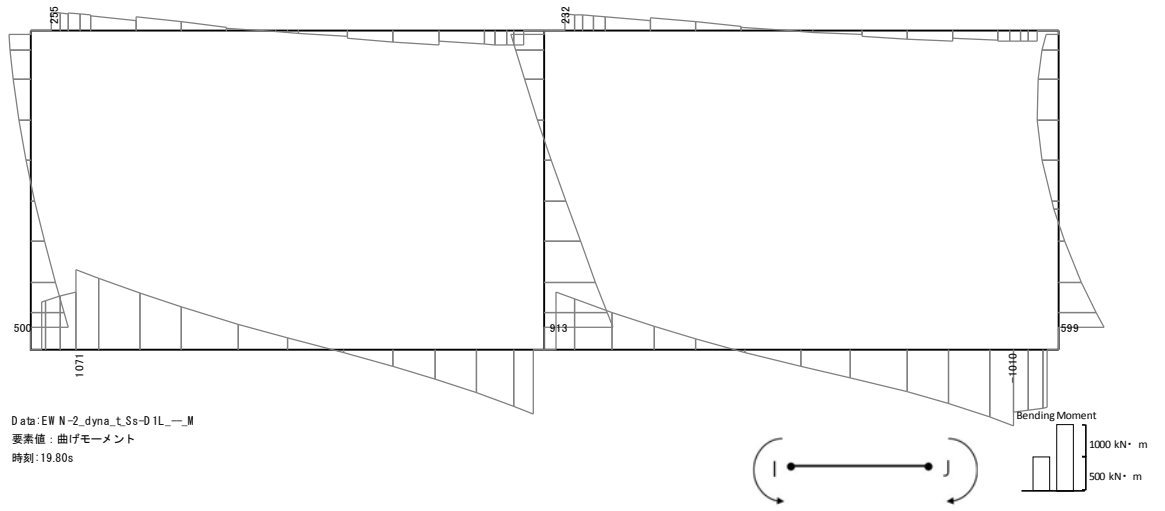




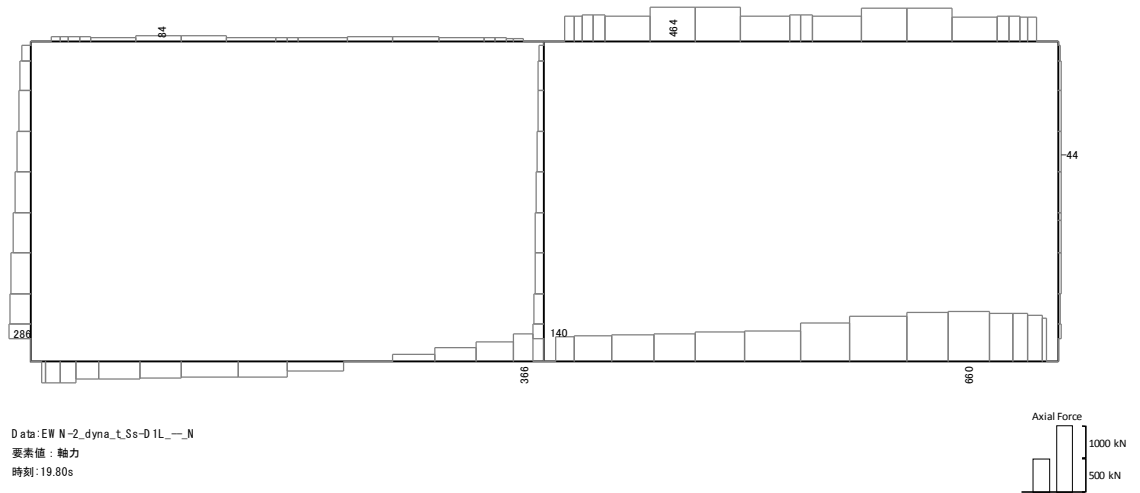
せん断力 (kN)

図 18.4-5 (2) 側壁において最も厳しい照査値となる時刻の断面力分布  
 ( $S_s - D 1 (H+, V-)$ ,  $t = 23.66s$ )

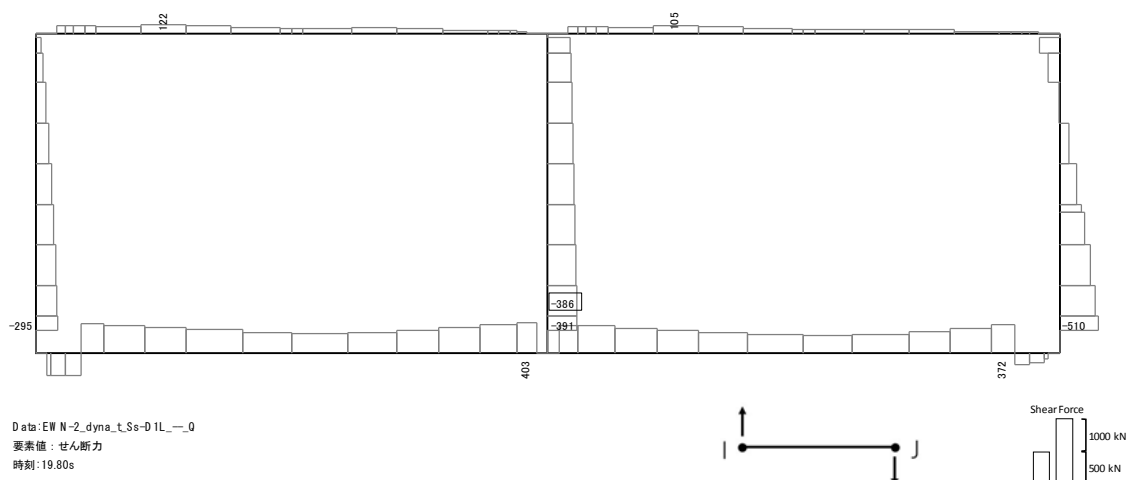
(検討ケース④: 敷地に存在しない豊浦標準砂の液状化強度特性により  
 地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース)



曲げモーメント (kN・m)



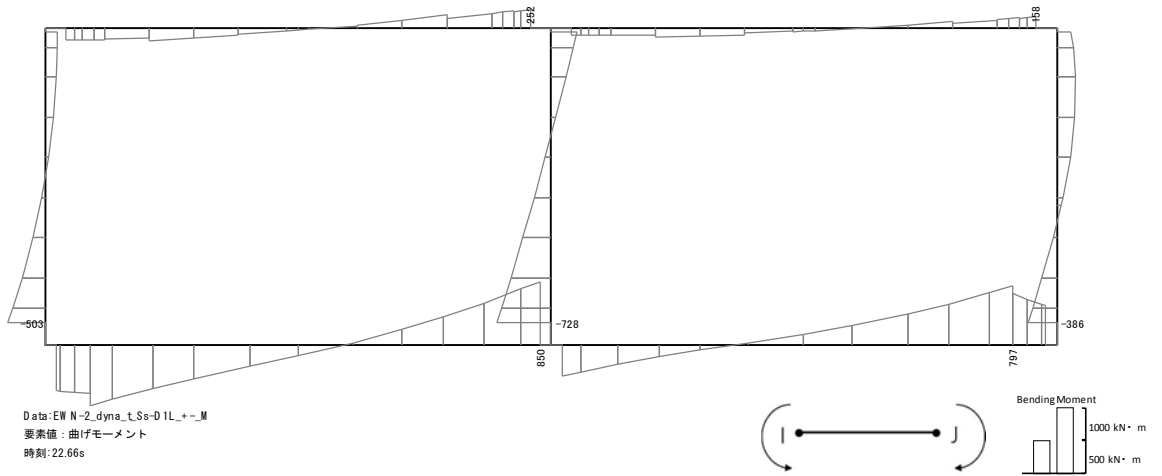
軸力 (kN) (+ : 圧縮, - : 引張)



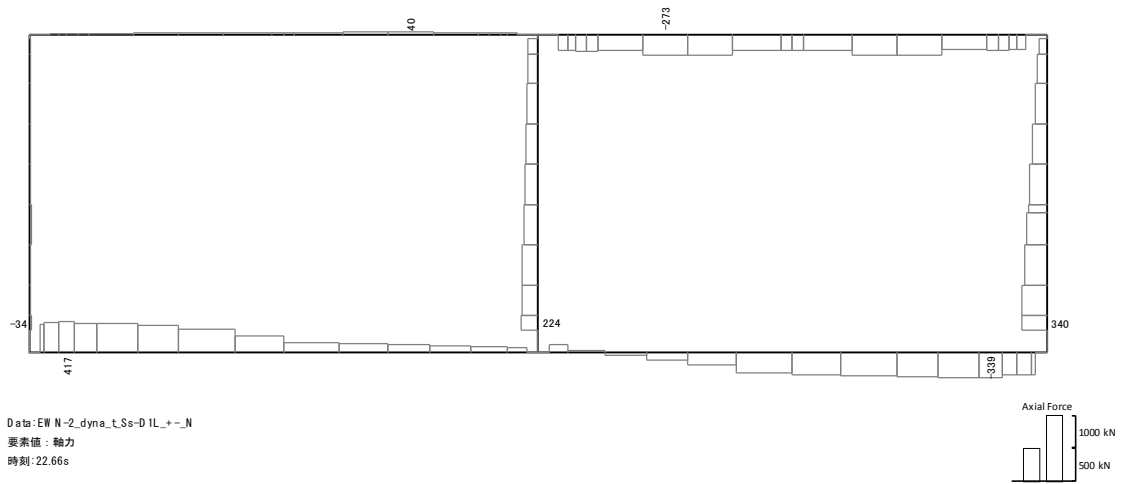
せん断力 (kN)

図 18.4-5 (3) 隔壁において最も厳しい照査値となる時刻の断面力分布  
 ( $S_s-D1(H-, V-)$ ,  $t = 19.80s$ )

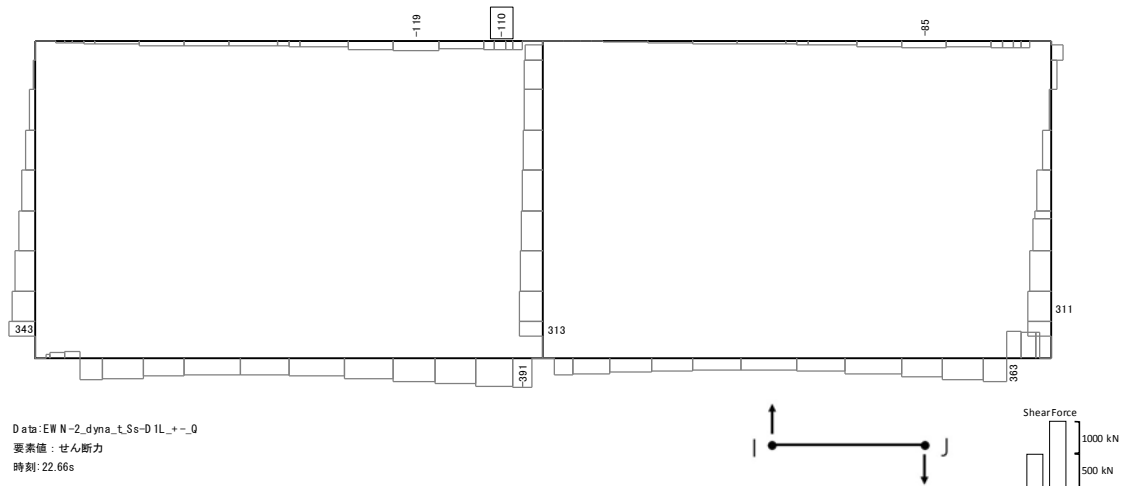
(検討ケース④: 敷地に存在しない豊浦標準砂の液状化強度特性により  
 地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース)



曲げモーメント (kN・m)



軸力 (kN) (+ : 圧縮, - : 引張)



せん断力 (kN)

図 18.4-5 (4) 頂版において最も厳しい照査値となる時刻の断面力分布

( $S_s - D 1$  (H+, V-),  $t = 22.66s$ )

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

(2) 鋼管杭の断面力分布（鋼管杭の部材に着目した断面力）

耐震評価においては、「1.11 屋外重要土木構造物の耐震評価における追加検討ケースの選定について」に基づき、全ての基準地震動 $S_g$ に対して実施する①の検討ケース（基本ケース）において、せん断力照査及び曲げ軸力照査をはじめとした全ての評価項目について、各照査値が最も厳しい（許容限界に対する余裕が最も小さい）地震動を用い、②～⑥より追加検討ケースを実施した。

表 18.4-5 に、二次元有効応力解析の実施ケース及び鋼管杭の曲げ軸力、せん断力に対する照査値を示す。

可搬型設備用軽油タンク鋼管杭の曲げ軸力に対する照査及びせん断力に対する照査に対して、全地震波のうち最も厳しい照査値となった照査結果を表 18.4-6 及び表 18.4-7 に示す。

可搬型設備用軽油タンク杭基礎の断面力分布（曲げモーメント、軸力、せん断力）を図 18.4-6 及び図 18.4-7 に示す。本図は、鋼管杭の曲げ軸力に対する照査及びせん断力に対する照査の各照査に対して、全地震波のうち最も厳しい照査値となった時刻における断面力を示したものである。

表 18.4-5(1) 鋼管杭の曲げ軸力に対する検討ケースと照査値  
(鋼管杭 (左)) (鋼管杭 (中))

地震動	検討ケース	曲げ軸力照査						地震動	検討ケース	曲げ軸力照査					
		①	②	③	④	⑤	⑥			①	②	③	④	⑤	⑥
$S_g-D1$	H+, V+	0.33						$S_g-D1$	H+, V+	0.30					
	H+, V-	0.34	0.36	0.36	0.41	0.26	0.27		H+, V-	0.31	0.32	0.33	0.39	0.25	0.25
	H-, V+	0.30							H-, V+	0.27					
	H-, V-	0.31			0.35				H-, V-	0.27			0.30		
$S_g-11$		0.16					$S_g-11$		0.11						
$S_g-12$		0.20					$S_g-12$		0.13						
$S_g-13$		0.17					$S_g-13$		0.11						
$S_g-14$		0.13					$S_g-14$		0.08						
$S_g-21$		0.13					$S_g-21$		0.11						
$S_g-22$		0.23					$S_g-22$		0.17						
$S_g-31$	H+, V+	0.28					$S_g-31$	H+, V+	0.22						
	H-, V+	0.29						H-, V+	0.24						

(鋼管杭 (右))

地震動	検討ケース	曲げ軸力照査					
		①	②	③	④	⑤	⑥
$S_g-D1$	H+, V+	0.30					
	H+, V-	0.31	0.31	0.32	0.54	0.24	0.24
	H-, V+	0.30					
	H-, V-	0.34			0.47		
$S_g-11$		0.13					
$S_g-12$		0.20					
$S_g-13$		0.20					
$S_g-14$		0.16					
$S_g-21$		0.16					
$S_g-22$		0.16					
$S_g-31$	H+, V+	0.27					
	H-, V+	0.28					

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

表 18.4-5(2) 鋼管杭のせん断力に対する検討ケースと照査値  
(鋼管杭 (左)) (鋼管杭 (中))

地震動		検討ケース	せん断力照査						地震動		検討ケース	せん断力照査					
		①	②	③	④	⑤	⑥	①			②	③	④	⑤	⑥		
S <sub>s</sub> -D1	H+, V+		0.08							S <sub>s</sub> -D1	H+, V+	0.09					
	H+, V-		0.08	0.09	0.09	0.18	0.07	0.08	H+, V-		0.09	0.11	0.10	0.16	0.07	0.08	
	H-, V+		0.08						H-, V+		0.08						
	H-, V-		0.08			0.14			H-, V-		0.08			0.12			
S <sub>s</sub> -11			0.03						S <sub>s</sub> -11			0.04					
S <sub>s</sub> -12			0.04						S <sub>s</sub> -12			0.04					
S <sub>s</sub> -13			0.04						S <sub>s</sub> -13			0.03					
S <sub>s</sub> -14			0.03						S <sub>s</sub> -14			0.02					
S <sub>s</sub> -21			0.03						S <sub>s</sub> -21			0.03					
S <sub>s</sub> -22			0.04						S <sub>s</sub> -22			0.05					
S <sub>s</sub> -31	H+, V+		0.07						S <sub>s</sub> -31	H+, V+	0.07						
	H-, V+		0.07							H-, V+	0.07						

(鋼管杭 (右))

地震動		検討ケース	せん断力照査					
		①	②	③	④	⑤	⑥	
S <sub>s</sub> -D1	H+, V+		0.09					
	H+, V-		0.08	0.09	0.09	0.18	0.07	0.08
	H-, V+		0.07					
	H-, V-		0.07			0.13		
S <sub>s</sub> -11			0.04					
S <sub>s</sub> -12			0.05					
S <sub>s</sub> -13			0.05					
S <sub>s</sub> -14			0.04					
S <sub>s</sub> -21			0.04					
S <sub>s</sub> -22			0.04					
S <sub>s</sub> -31	H+, V+		0.07					
	H-, V+		0.06					

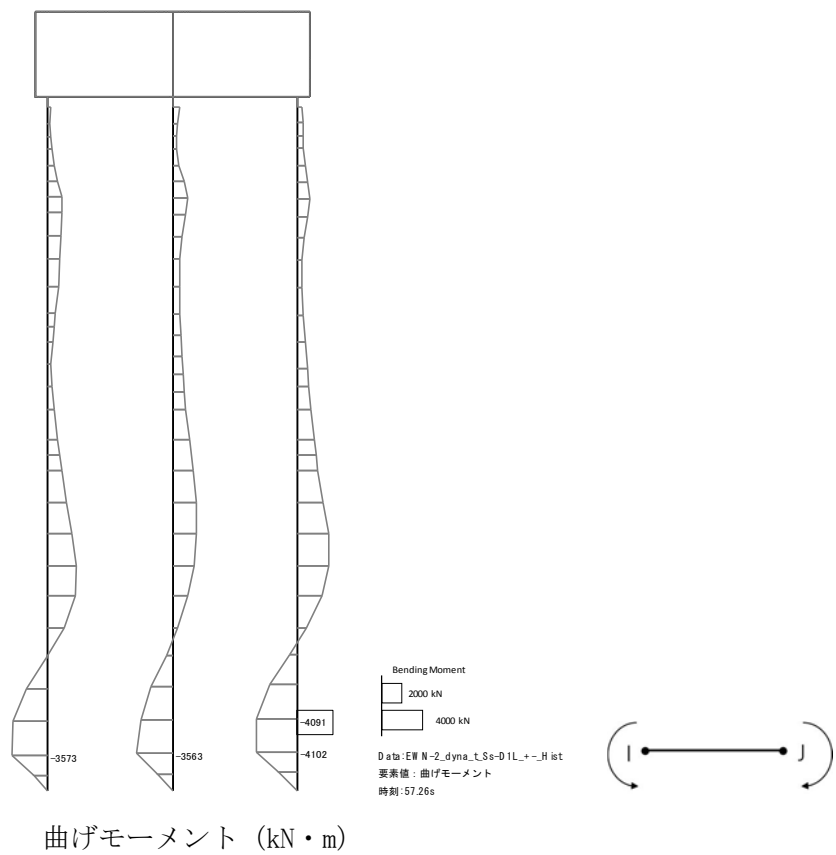
- 注記 ①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース  
 ②：地盤物性のばらつきを考慮 (+1σ) した解析ケース  
 ③：地盤物性のばらつきを考慮 (-1σ) した解析ケース  
 ④：敷地に存在しない豊浦標準砂の液状化強度特性により強制的に液状化させることを仮定した解析ケース  
 ⑤：原地盤において非液状化の条件を仮定した解析ケース  
 ⑥：地盤物性のばらつきを考慮 (+1σ) して非液状化の条件を仮定した解析ケース

表 18.4-6 鋼管杭の曲げ軸力に対する照査結果  
(最も厳しい照査値とその地震動)

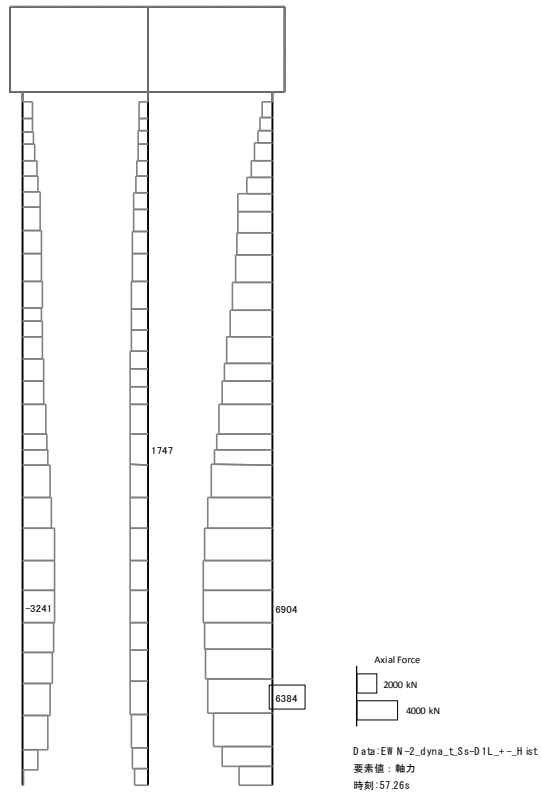
評価位置	曲げ モーメント (kN・m)	軸力 (kN)	発生 応力度 (N/mm <sup>2</sup> )	短期許容 応力度 (N/mm <sup>2</sup> )	照査値	検討 ケース	地震動
鋼管杭	-4091	6384	205.2	382.5	0.54	④	S <sub>s</sub> -D1 (H+, V-)

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

評価位置は下図に示す。







軸力 (kN) (+ : 圧縮, - : 引張)

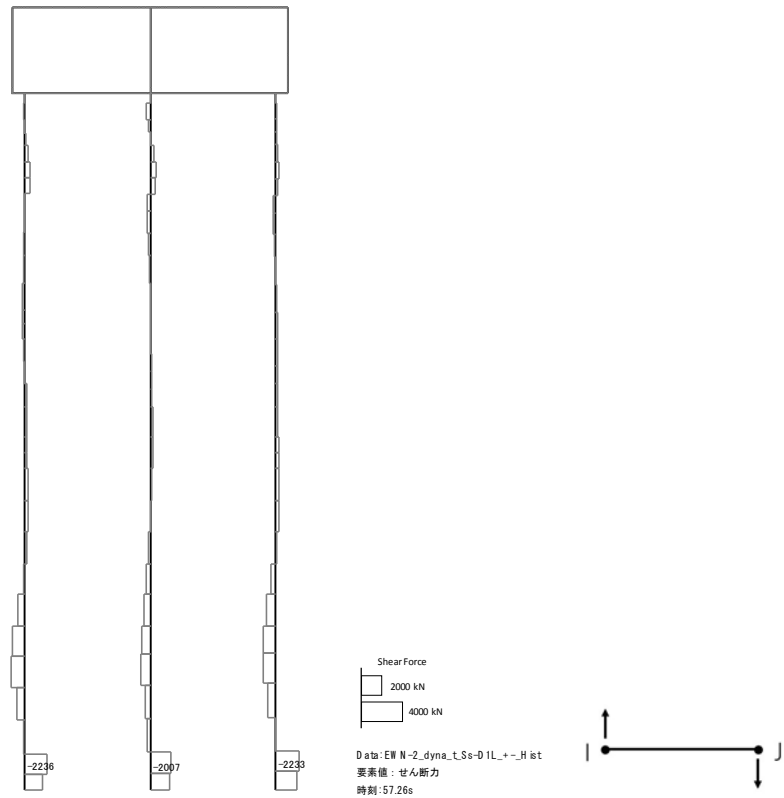


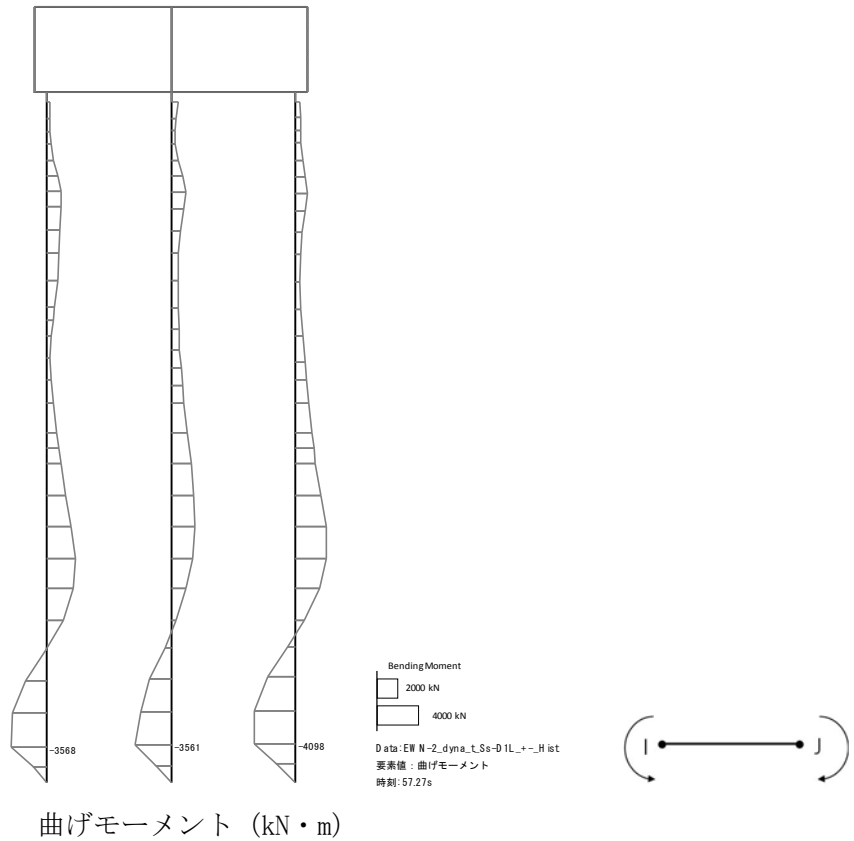
図 18.4-6 鋼管杭において最も厳しい照査値となる時刻の断面力分布  
 ( $S_s - D 1 (H+, V-)$ ,  $t = 57.26s$ )

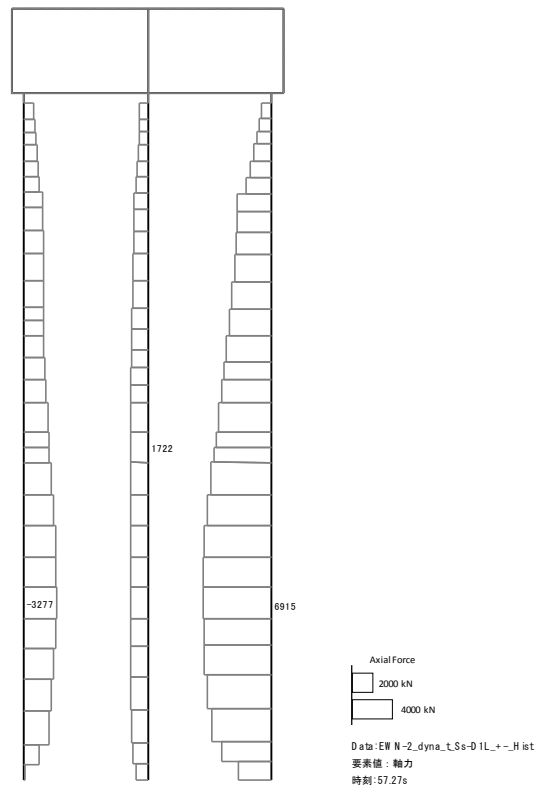
(検討ケース④：敷地に存在しない豊浦標準砂の液状化強度特性により  
 地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース)

表 18.4-6 鋼管杭のせん断力に対する照査結果  
(最も厳しい照査値とその地震動)

評価位置	発生 せん断力 (kN)	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	検討 ケース	地震動
鋼管杭	-2236	-38.06	217.5	0.18	④	S <sub>s</sub> -D1 (H+, V-)

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





軸力 (kN) (+ : 圧縮, - : 引張)

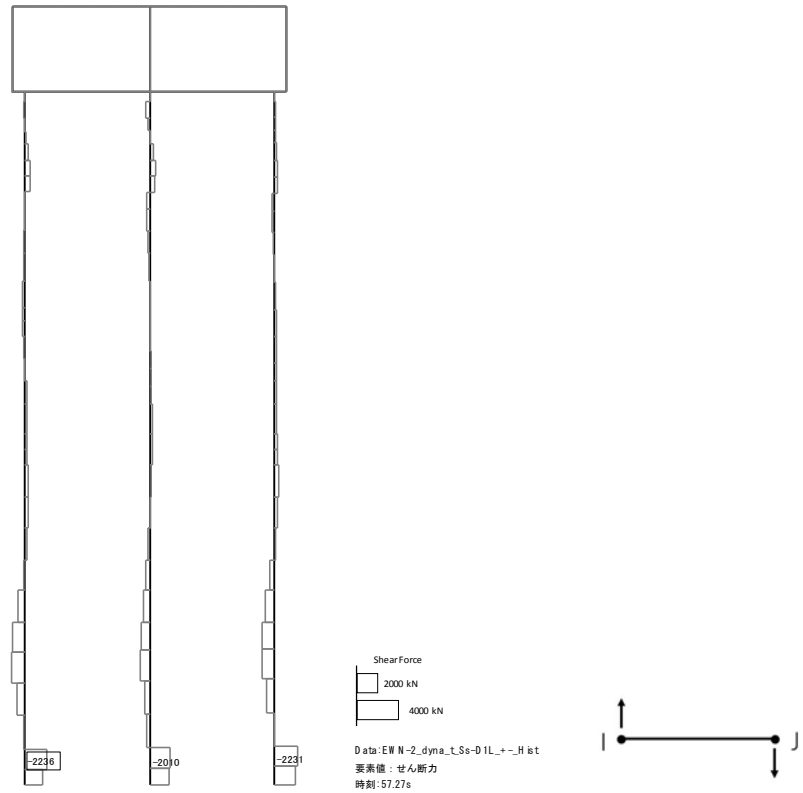


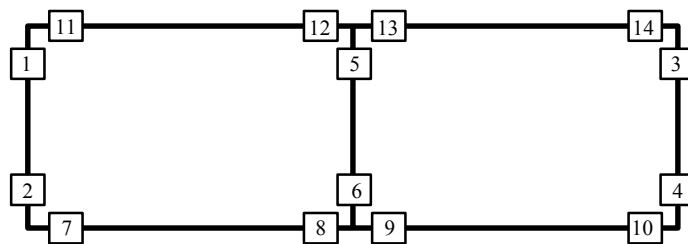
図 18.4-7 鋼管杭において最も厳しい照査値となる時刻の断面力分布  
 ( $S_s - D 1 (H+, V-)$ ,  $t = 57.27s$ )  
 (検討ケース④: 敷地に存在しない豊浦標準砂の液状化強度特性により  
 地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース)

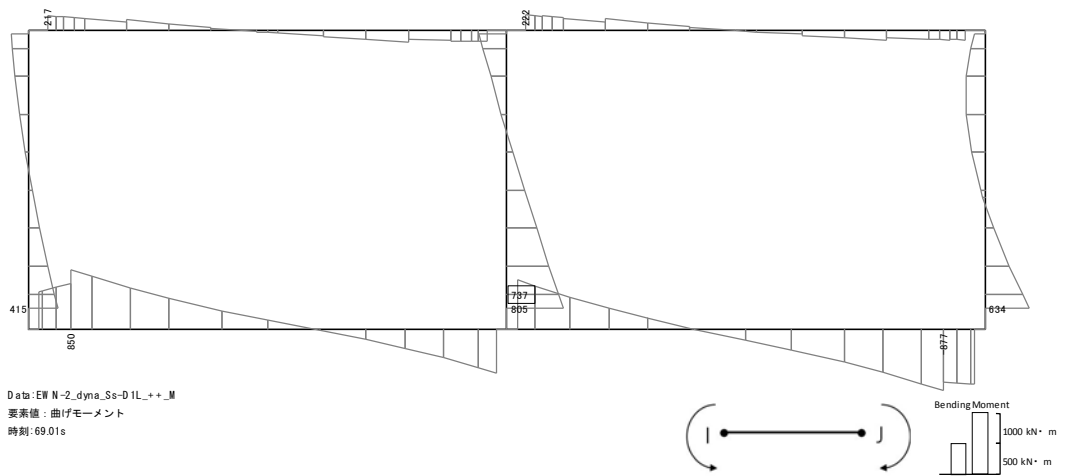
(3) 躯体の断面力分布（各基準地震動に着目した断面力）

各基準地震動において、可搬型設備用軽油タンク基礎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。なお、その際の検討ケースは①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケースのみとする。表 18.4-8 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 18.4-8 に断面力分布を示す。

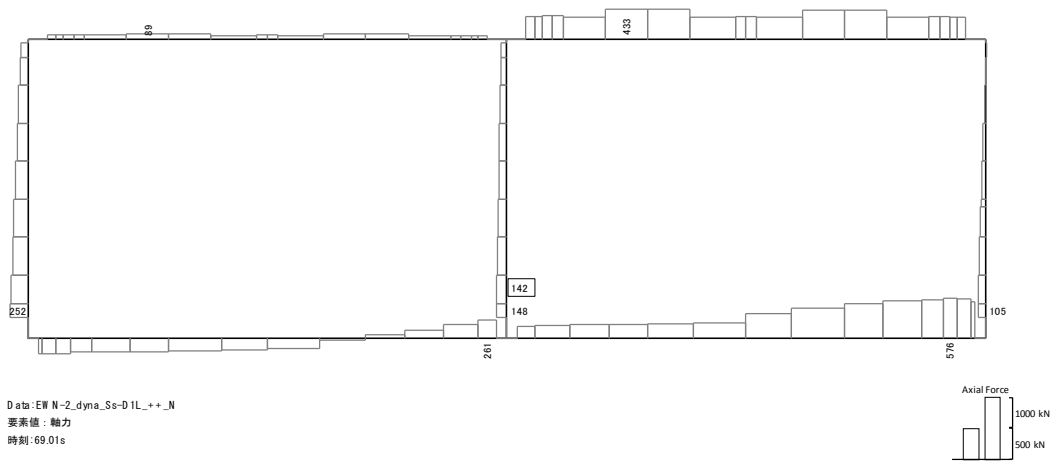
表 4-8 各地震動に対して最も厳しい照査値とその照査項目及び評価位置の結果

	抽出照査値と照査項目		
	照査値	照査項目	評価位置
$S_s - D 1 (H+, V+)$	0.66	鉄筋曲げ軸力	6
$S_s - D 1 (H+, V-)$	0.67	鉄筋曲げ軸力	6
$S_s - D 1 (H-, V+)$	0.62	鉄筋曲げ軸力	10
$S_s - D 1 (H-, V-)$	0.62	鉄筋曲げ軸力	10
$S_s - 1 1$	0.37	鉄筋曲げ軸力	10
$S_s - 1 2$	0.39	せん断力	4
$S_s - 1 3$	0.40	せん断力	4
$S_s - 1 4$	0.33	せん断力	4
$S_s - 2 1$	0.37	せん断力	4
$S_s - 2 2$	0.45	鉄筋曲げ軸力	6
$S_s - 3 1 (H+, V+)$	0.57	鉄筋曲げ軸力	6
$S_s - 3 1 (H-, V+)$	0.61	鉄筋曲げ軸力	6

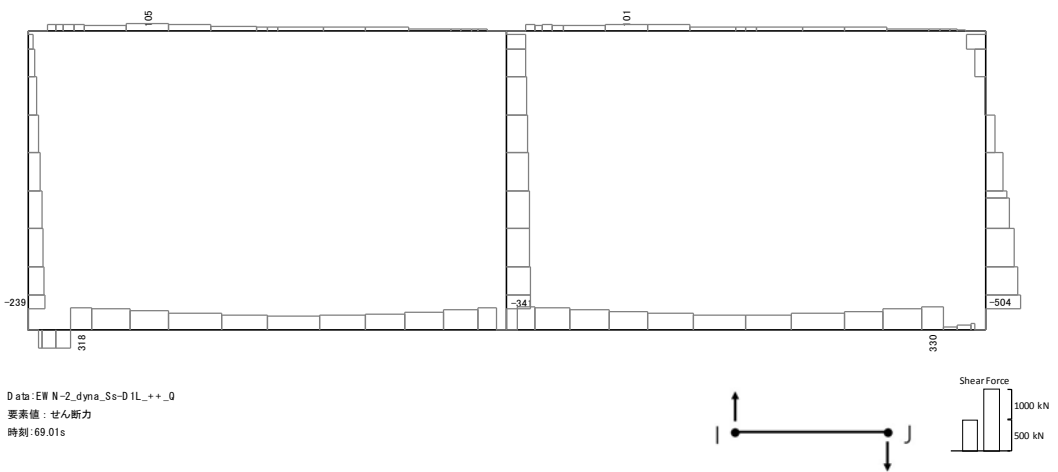




曲げモーメント (kN・m)

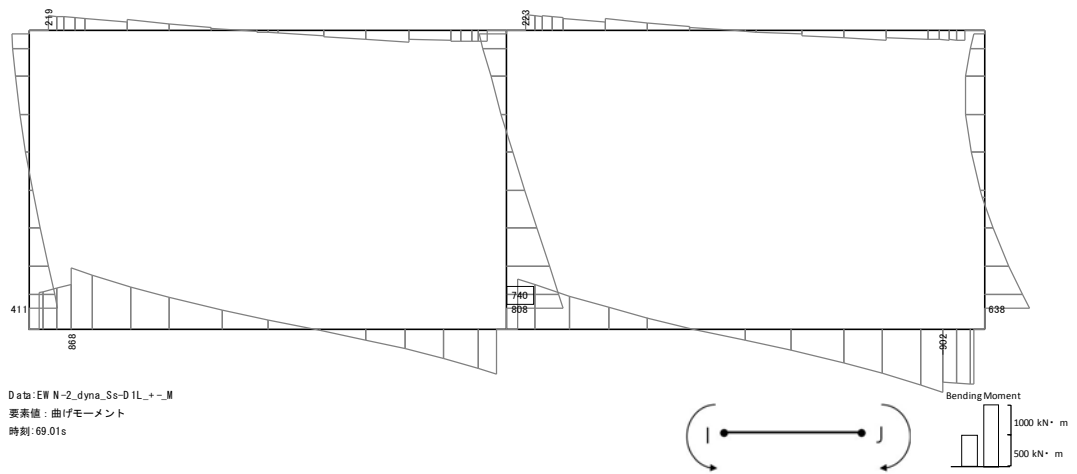


軸力 (kN) (+ : 圧縮, - : 引張)

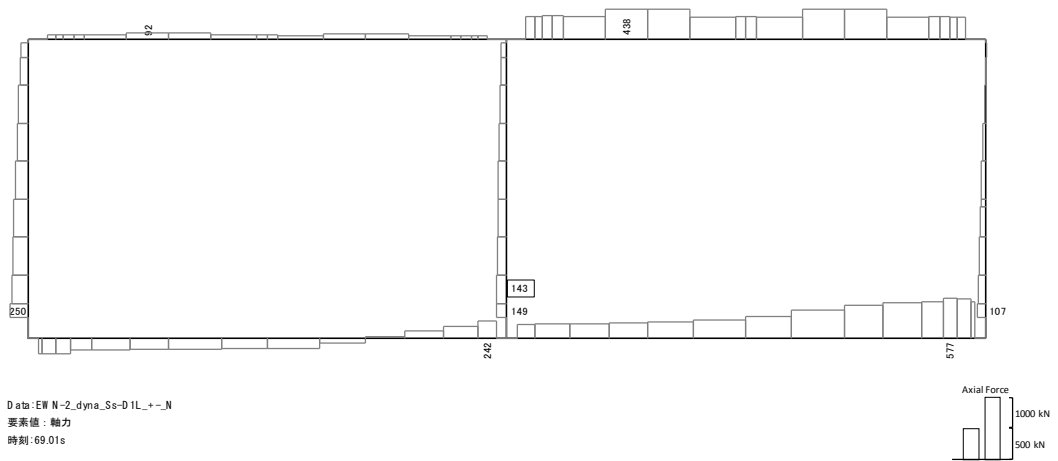


せん断力 (kN)

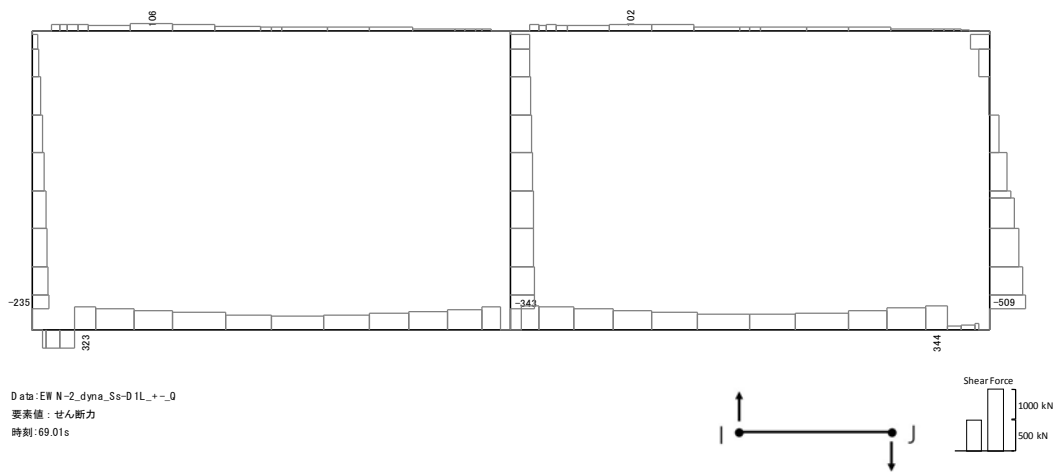
図 18.4-8(1)  $S_s-D1$  (H+, V+) において最も厳しい照査値となる時刻の断面力分布 (t = 69.01s)



曲げモーメント (kN・m)



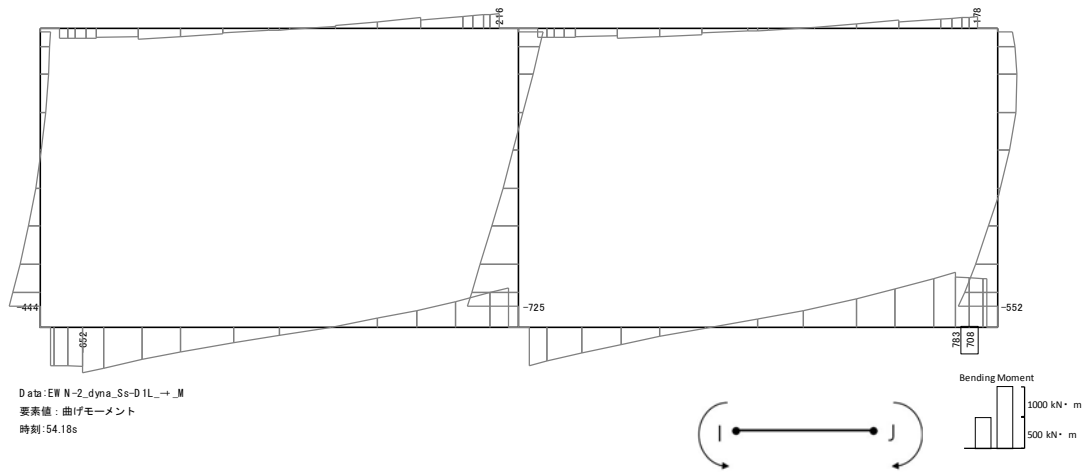
軸力 (kN) (+ : 圧縮, - : 引張)



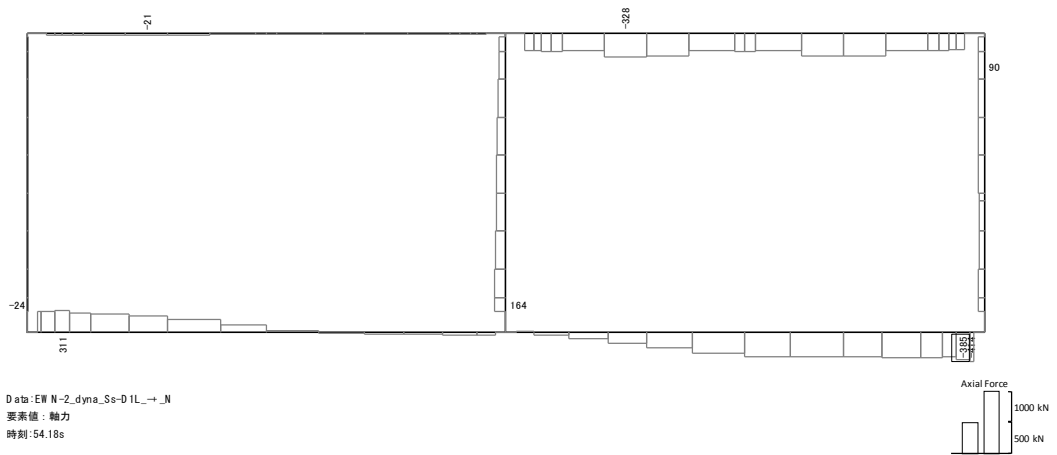
せん断力 (kN)

図 18.4-8(2)  $S_s-D1$  (H+, V-) において最も厳しい照査値となる時刻の断面力分布 (t = 69.01s)

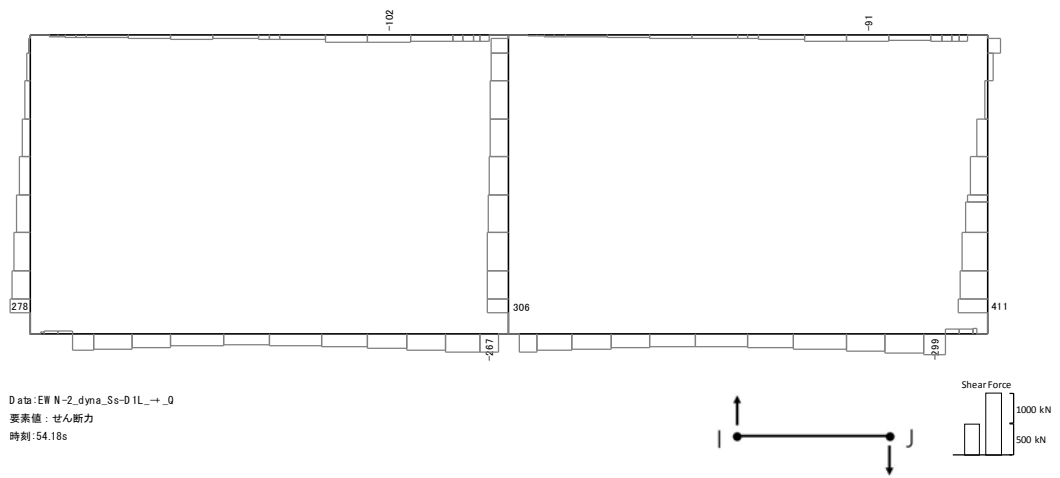




曲げモーメント (kN・m)

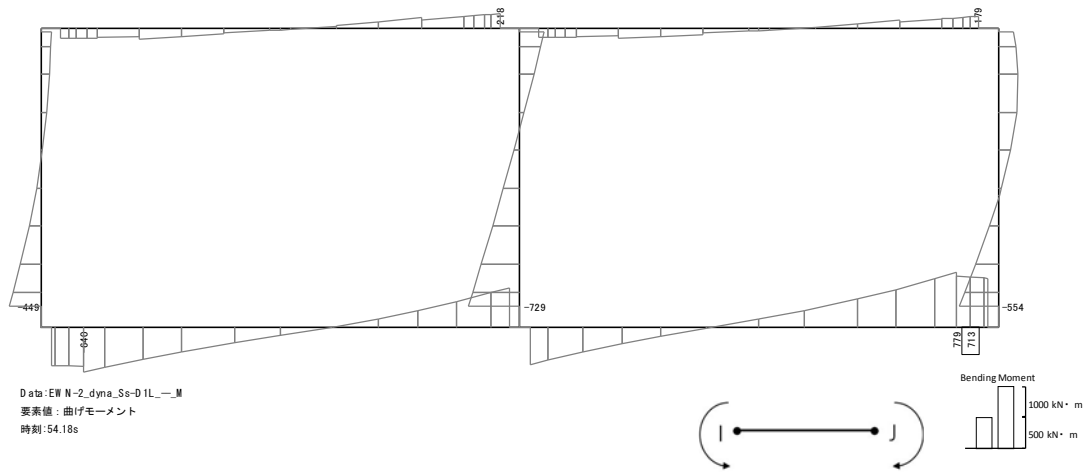


軸力 (kN) (+ : 圧縮, - : 引張)

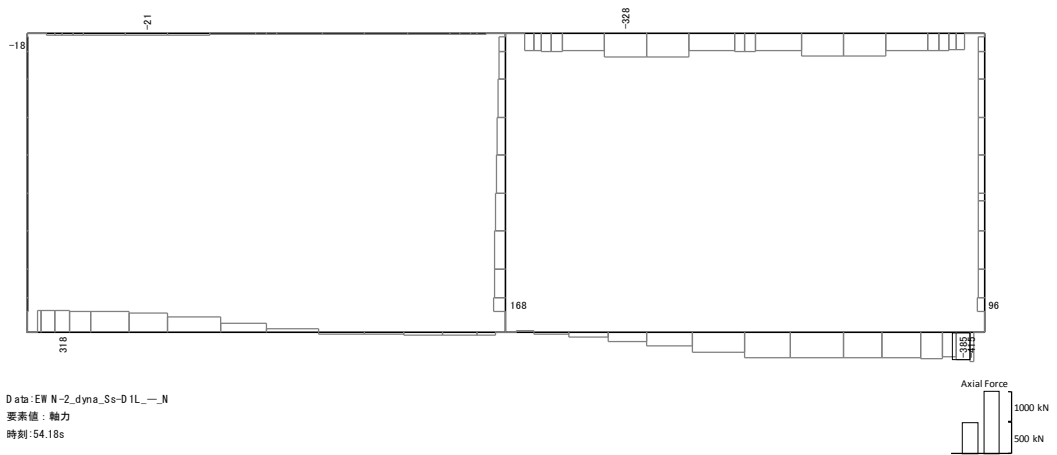


せん断力 (kN)

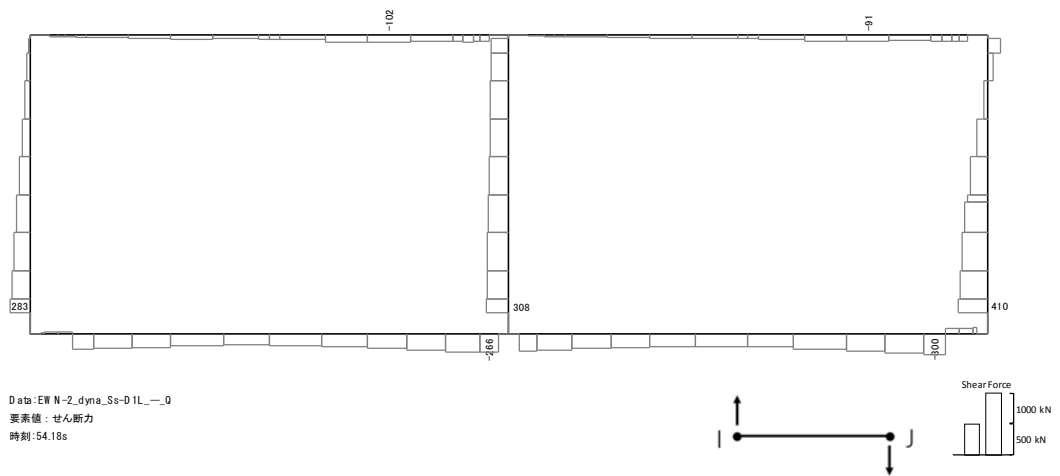
図 18.4-8(3)  $S_s-D1$  (H-, V+) において最も厳しい照査値となる時刻の断面力分布 (  $t = 54.18s$  )



曲げモーメント (kN・m)

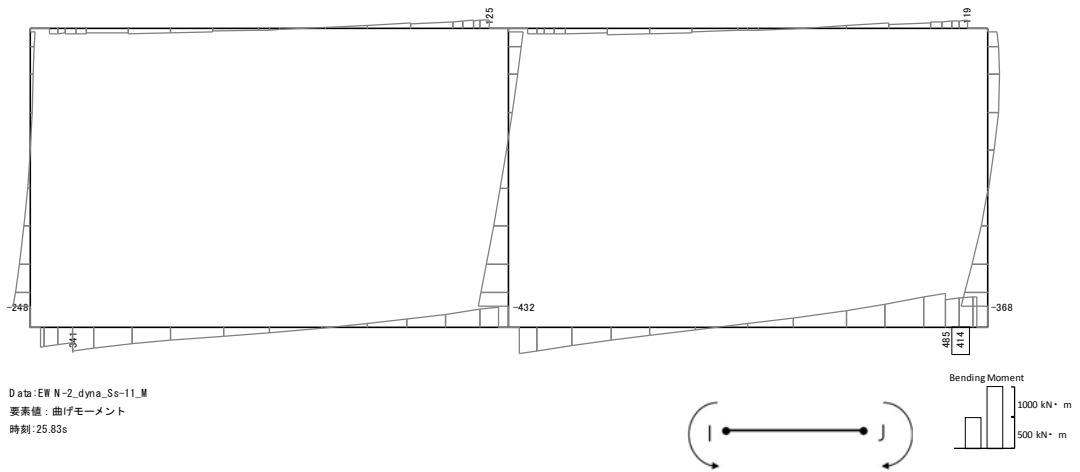


軸力 (kN) (+ : 圧縮, - : 引張)

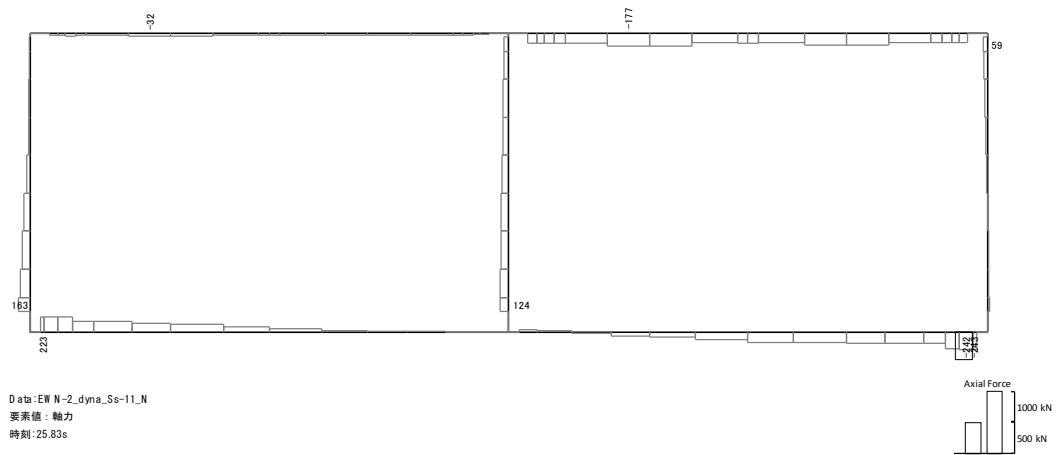


せん断力 (kN)

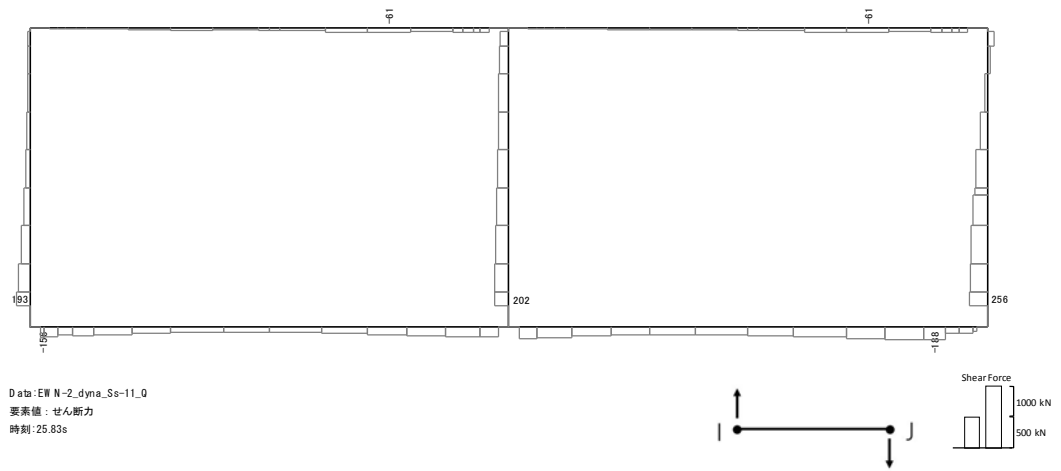
図 18.4-8(4)  $S_s-D1$  (H-, V-) において最も厳しい照査値となる時刻の断面力分布 (  $t = 54.18s$  )



曲げモーメント (kN・m)

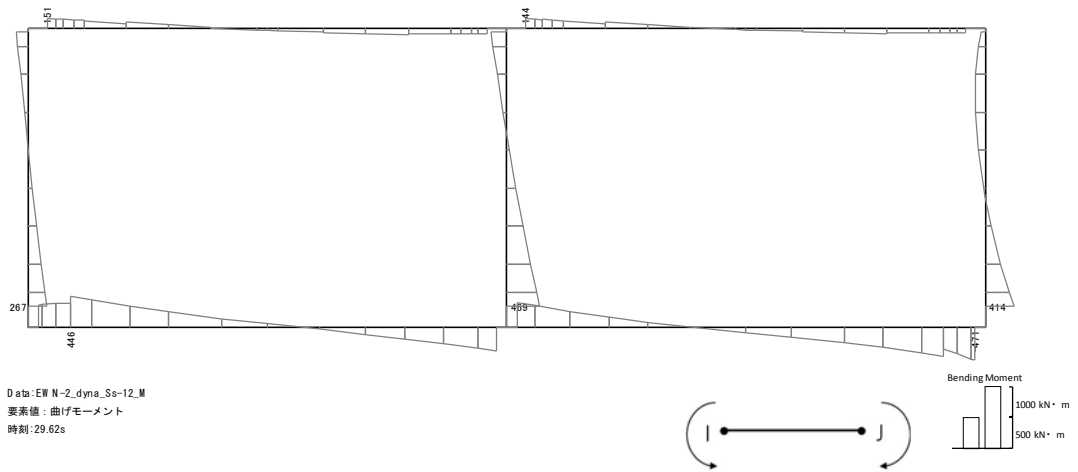


軸力 (kN) (+ : 圧縮, - : 引張)

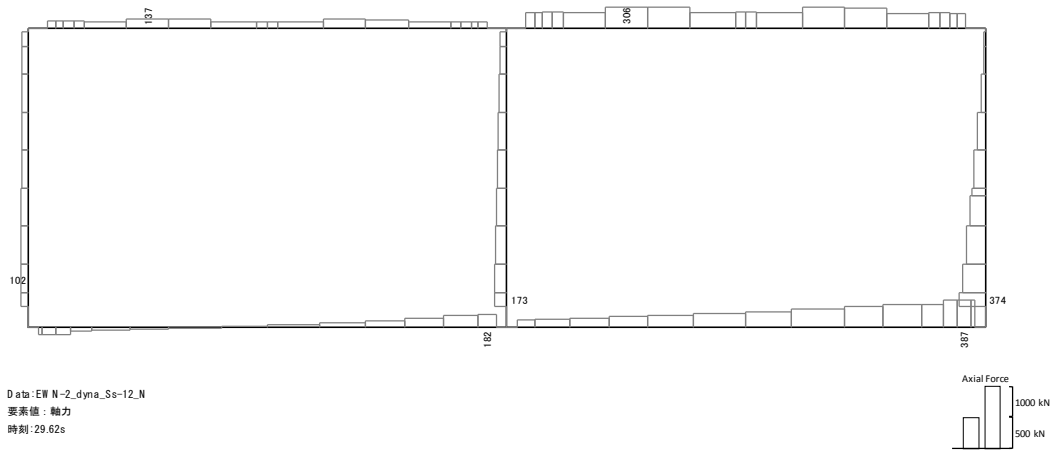


せん断力 (kN)

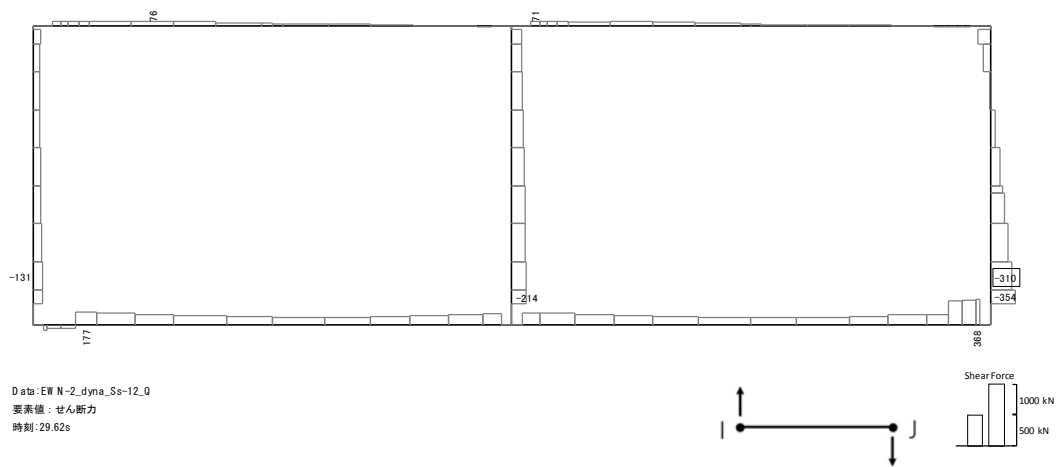
図 18.4-8(5)  $S_s-11$  において最も厳しい照査値となる時刻の断面力分布  
 ( $t = 25.83s$ )



曲げモーメント (kN・m)

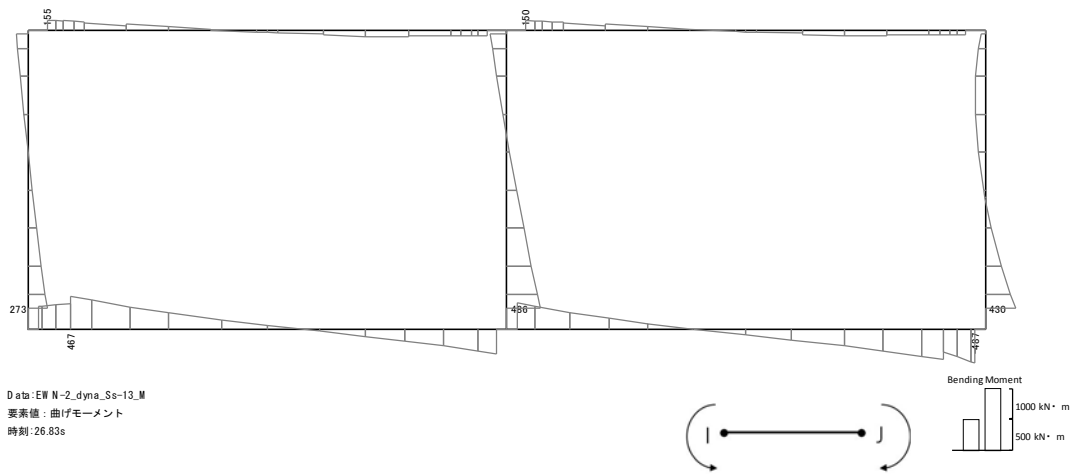


軸力 (kN) (+ : 圧縮, - : 引張)

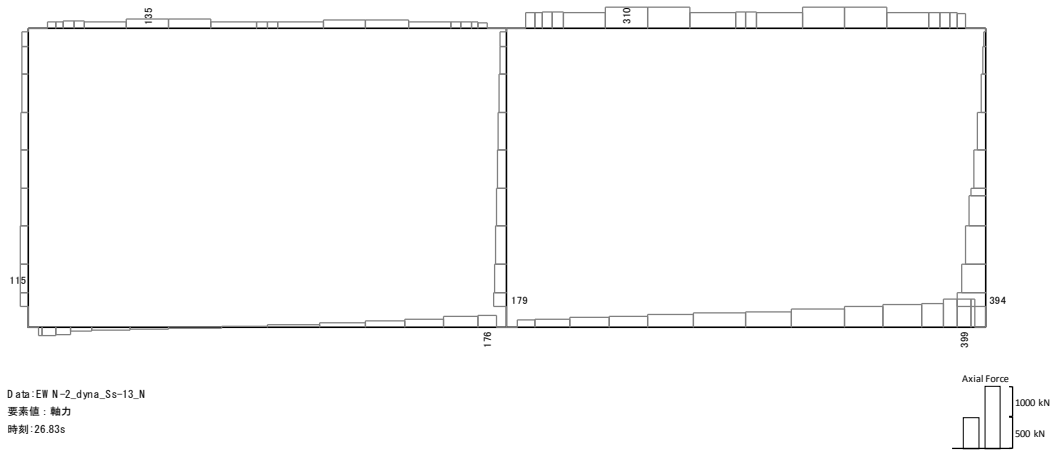


せん断力 (kN)

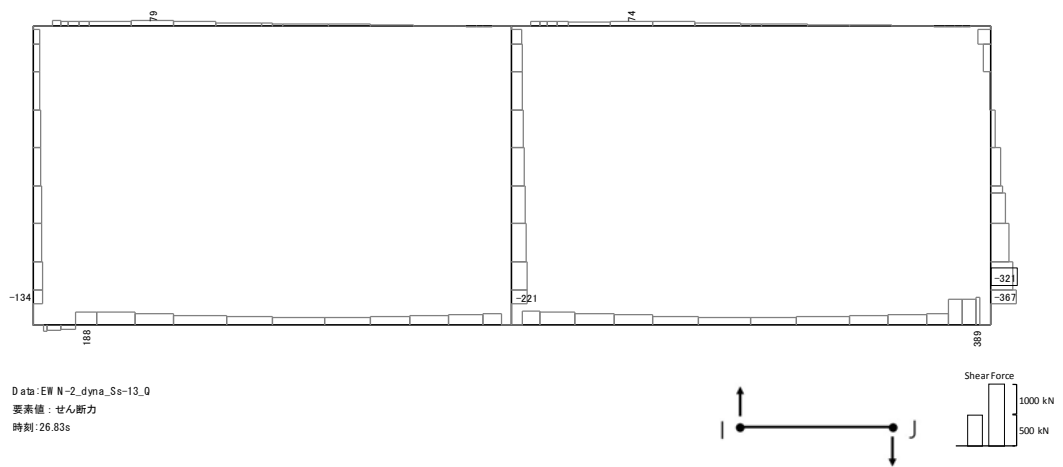
図 18.4-8(6)  $S_s-12$  において最も厳しい照査値となる時刻の断面力分布  
 (  $t = 29.62s$  )



曲げモーメント (kN・m)

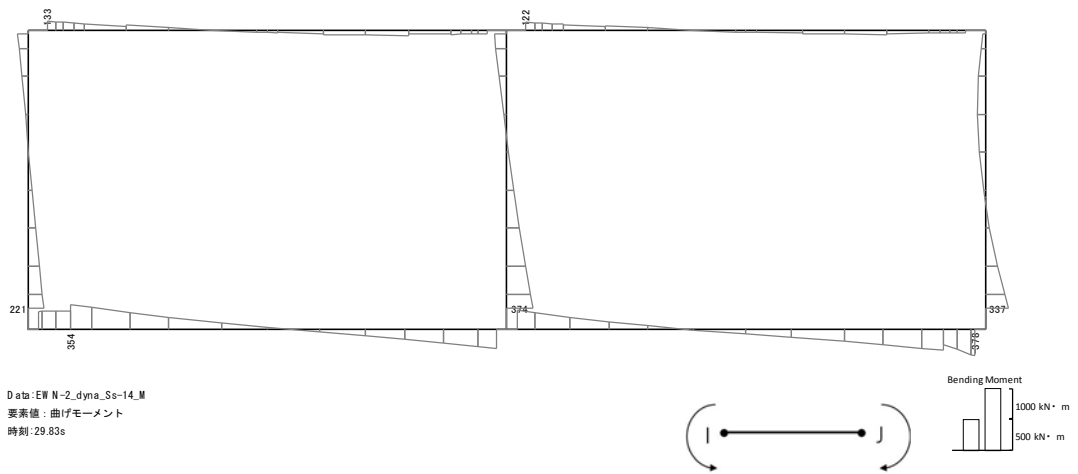


軸力 (kN) (+ : 圧縮, - : 引張)

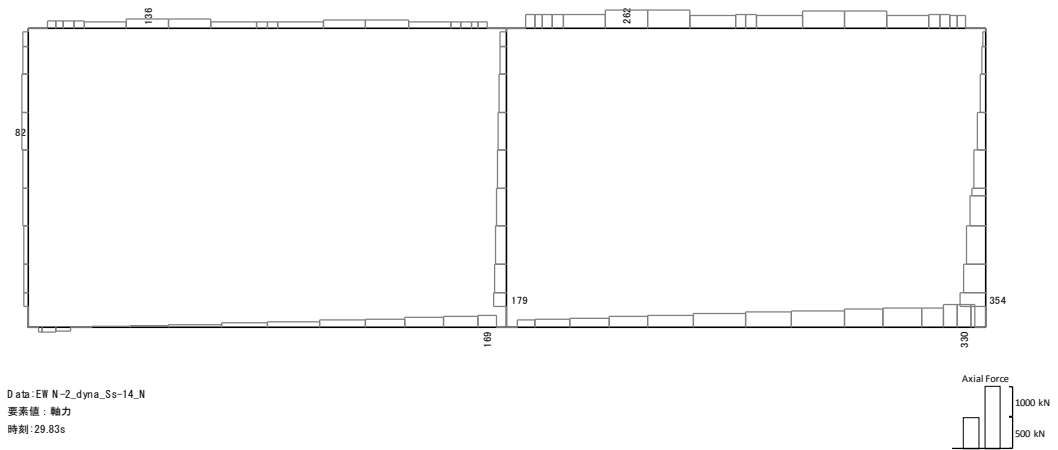


せん断力 (kN)

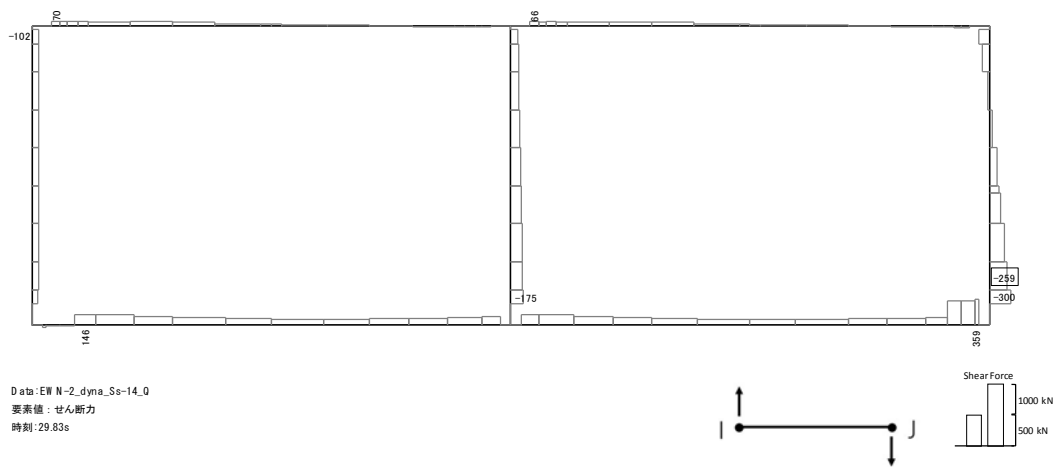
図 18.4-8(7)  $S_s-13$  において最も厳しい照査値となる時刻の断面力分布  
 ( $t = 26.83s$ )



曲げモーメント (kN・m)

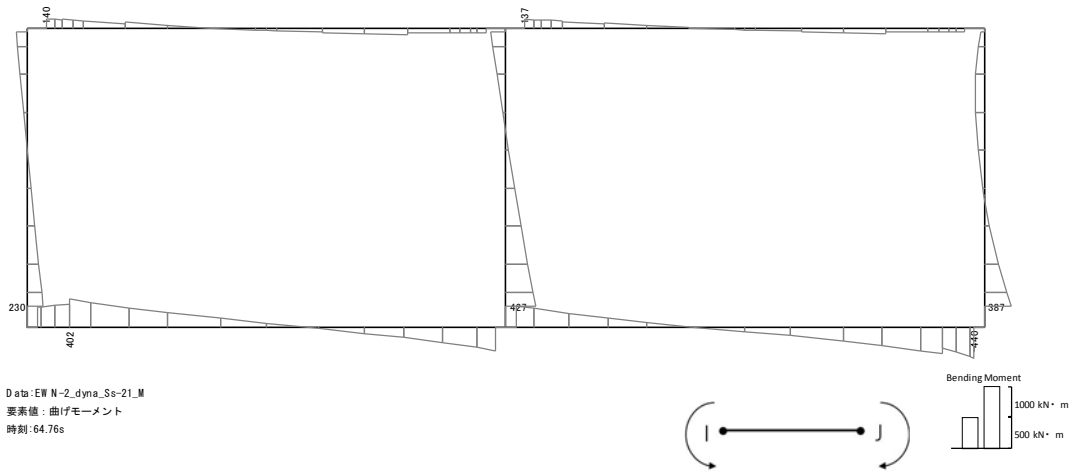


軸力 (kN) (+ : 圧縮, - : 引張)

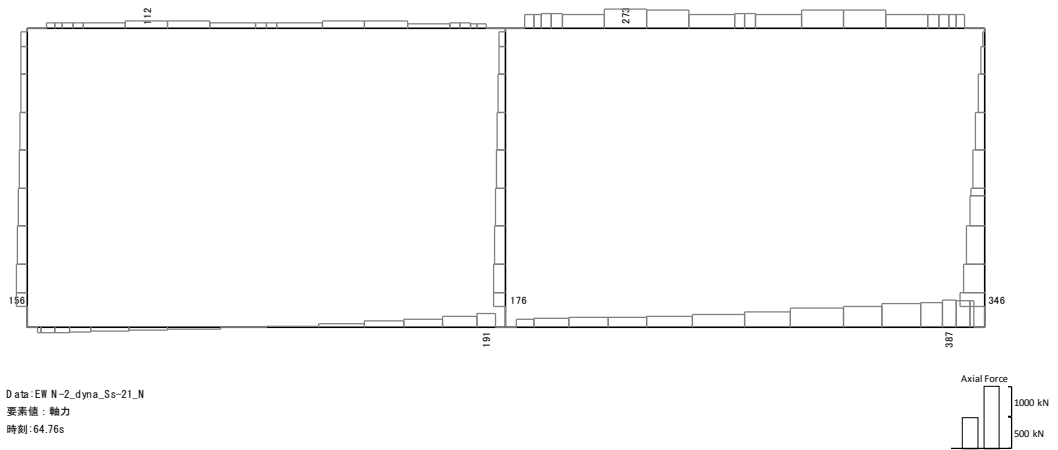


せん断力 (kN)

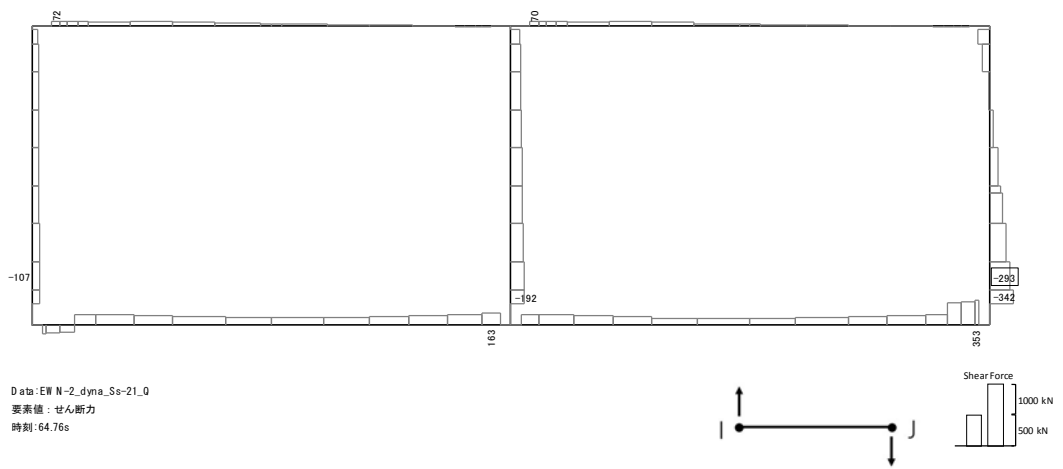
図 18.4-8(8)  $S_s-14$  において最も厳しい照査値となる時刻の断面力分布  
 (  $t = 29.83s$  )



曲げモーメント (kN・m)

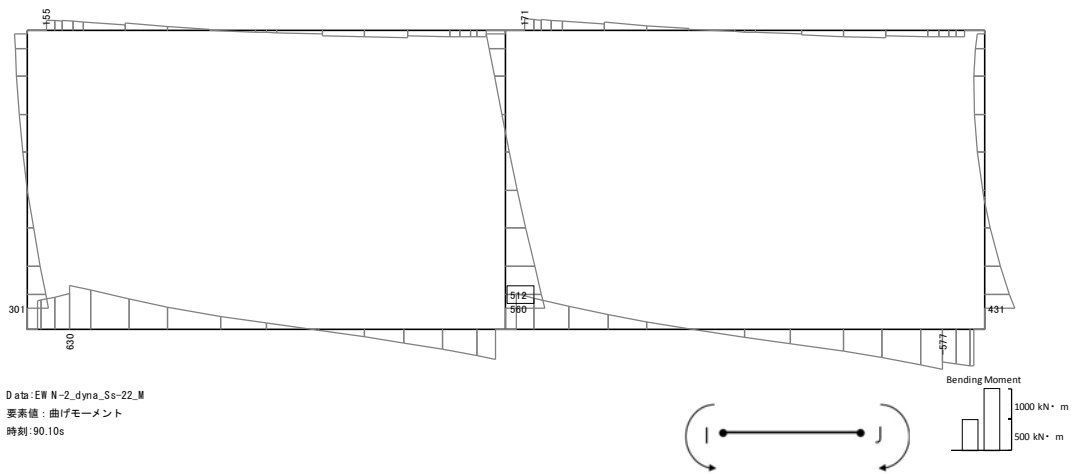


軸力 (kN) (+ : 圧縮, - : 引張)

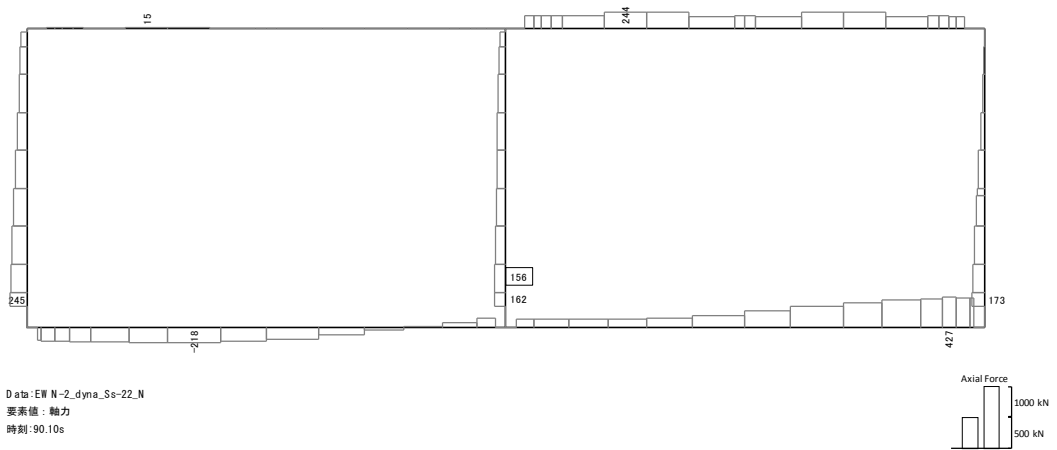


せん断力 (kN)

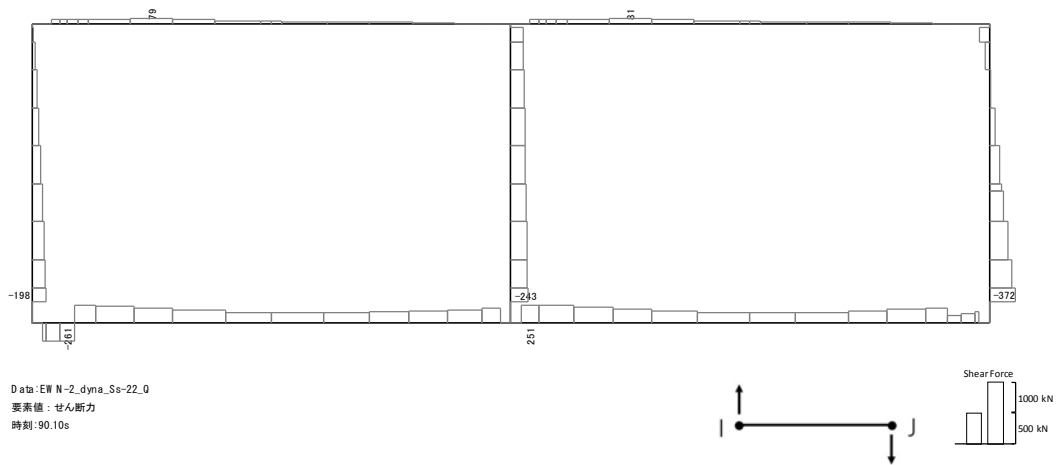
図 18.4-8(9) S<sub>s</sub>-21 において最も厳しい照査値となる時刻の断面力分布 (t = 64.76s)



曲げモーメント (kN・m)



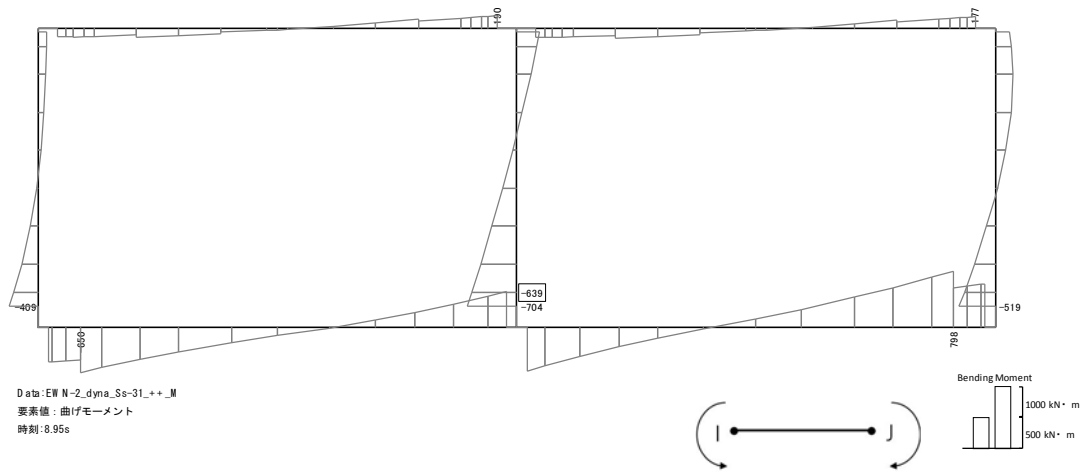
軸力 (kN) (+ : 圧縮, - : 引張)



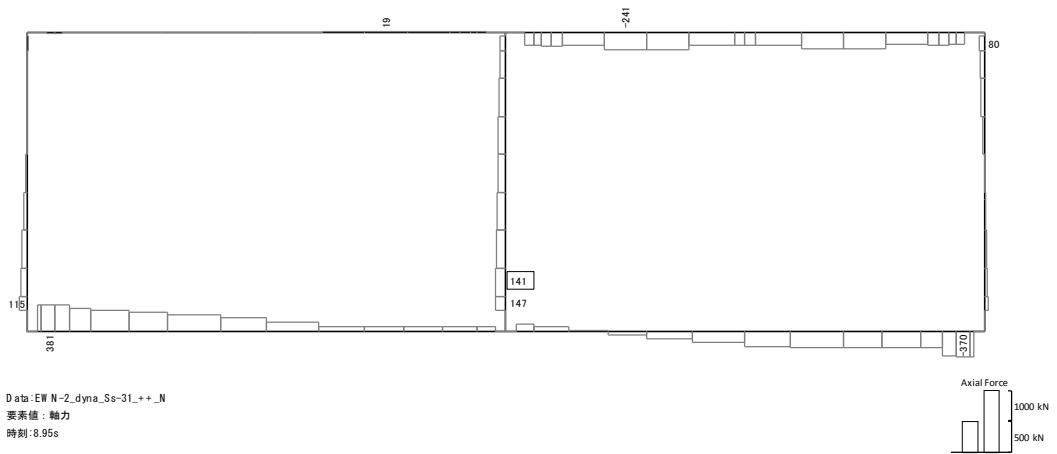
せん断力 (kN)

図 18.4-8(10)  $S_s-22$  において最も厳しい照査値となる時刻の断面力分布  
 (  $t = 90.10s$  )

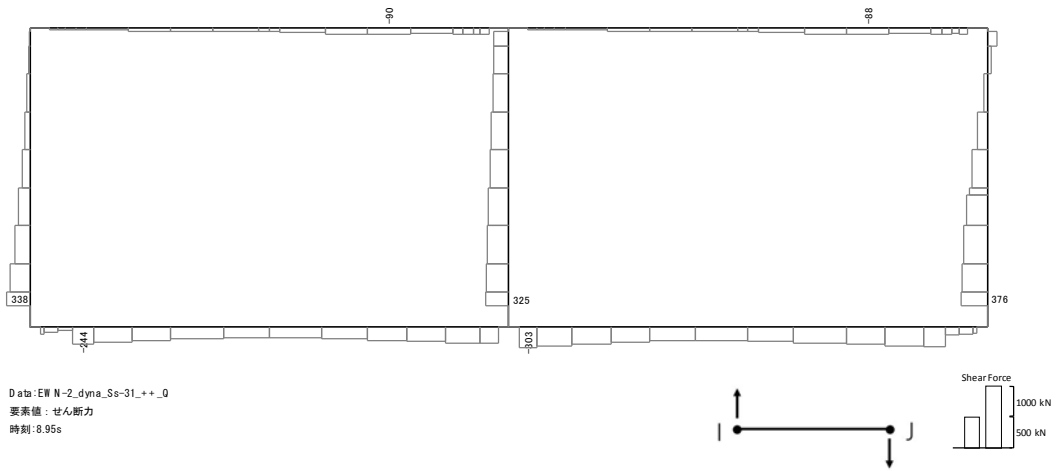




曲げモーメント (kN・m)

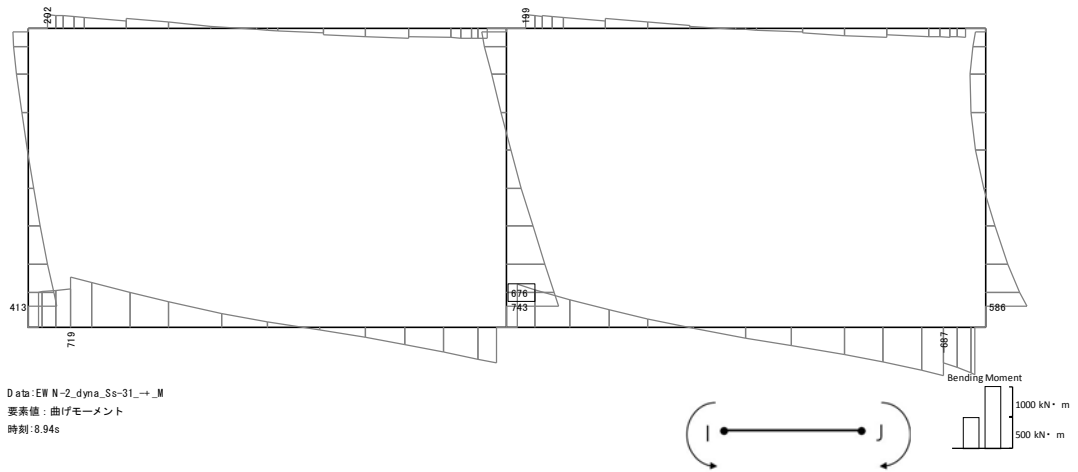


軸力 (kN) (+ : 圧縮, - : 引張)

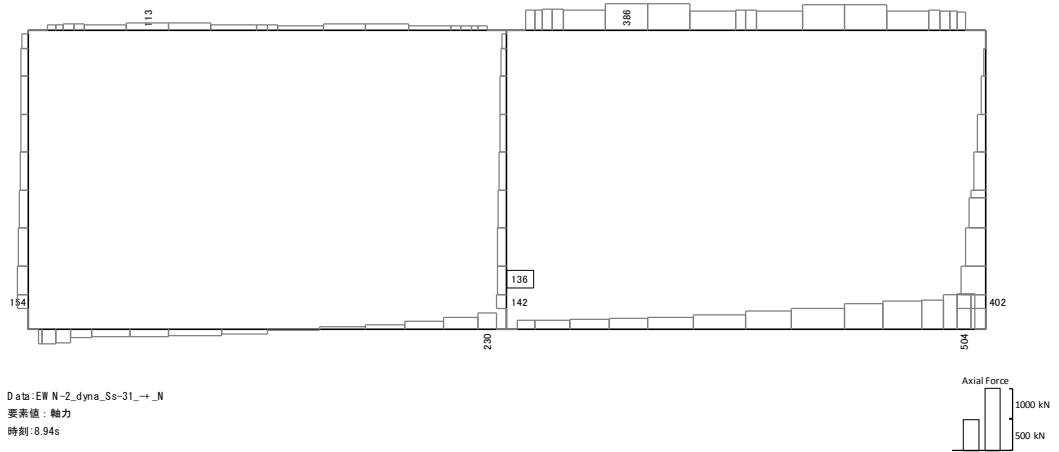


せん断力 (kN)

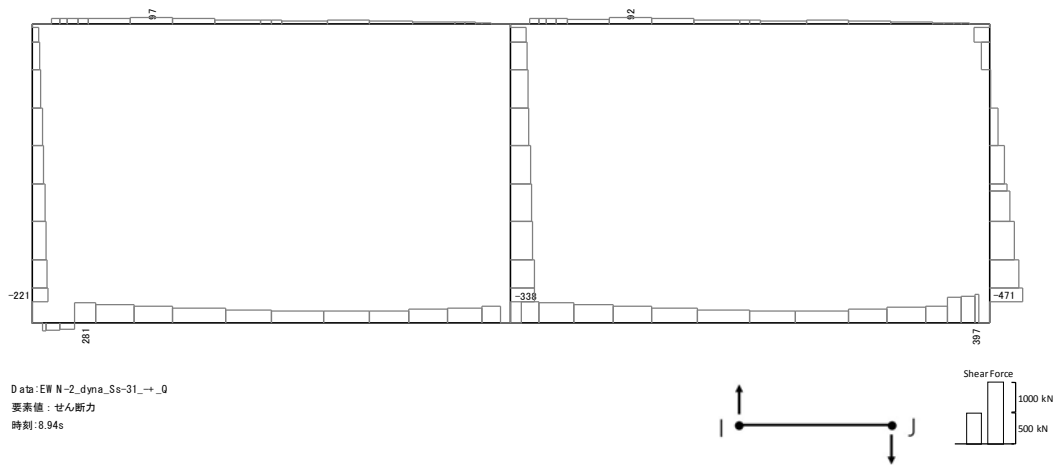
図 18.4-8(11)  $S_s - 31$  (H+, V+) において最も厳しい照査値となる時刻の断面力分布 (t = 8.95s)



曲げモーメント (kN・m)



軸力 (kN) (+ : 圧縮, - : 引張)



せん断力 (kN)

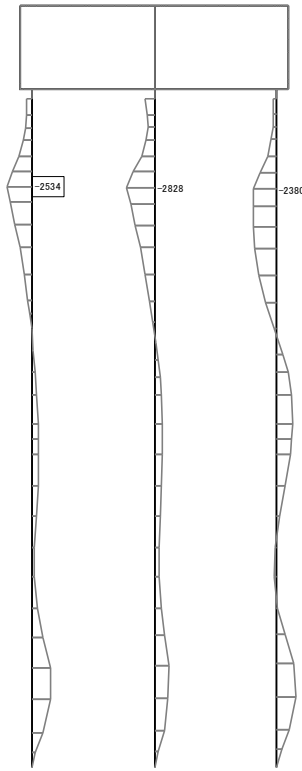
図 18.4-8(12) S<sub>s</sub>-31 (H-, V+) において最も厳しい照査値となる時刻の断面力分布 (t = 8.94s)

(4) 鋼管杭の断面力分布（各基準地震動に着目した断面力）

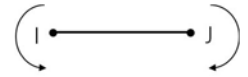
各基準地震動において、可搬型設備用軽油タンク基礎の鋼管杭に対する照査のうち、最も厳しい照査値となる部材の評価時刻における断面力図を示す。なお、その際の検討ケースは①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケースのみとする。表 18.4-9 に各基準地震動で抽出した照査値について照査項目とその評価位置の一覧表を示し、図 18.4-9 に断面力分布を示す。

表 4-9 各地震動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

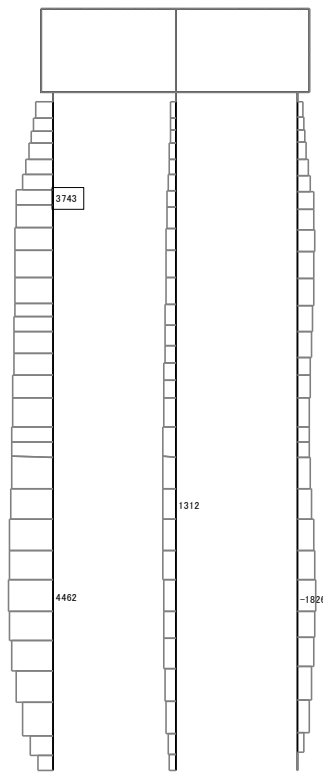
	抽出照査値と照査項目	
	照査値	照査項目
S <sub>s</sub> -D 1 (H+, V+)	0.33	曲げ軸力
S <sub>s</sub> -D 1 (H+, V-)	0.34	曲げ軸力
S <sub>s</sub> -D 1 (H-, V+)	0.30	曲げ軸力
S <sub>s</sub> -D 1 (H-, V-)	0.34	曲げ軸力
S <sub>s</sub> -1 1	0.16	曲げ軸力
S <sub>s</sub> -1 2	0.20	曲げ軸力
S <sub>s</sub> -1 3	0.20	曲げ軸力
S <sub>s</sub> -1 4	0.16	曲げ軸力
S <sub>s</sub> -2 1	0.16	曲げ軸力
S <sub>s</sub> -2 2	0.23	曲げ軸力
S <sub>s</sub> -3 1 (H+, V+)	0.28	曲げ軸力
S <sub>s</sub> -3 1 (H-, V+)	0.29	曲げ軸力



Data: EW N-2\_dyna\_Ss-D1L+\_+\_Hist  
 要素値: 曲げモーメント  
 時刻: 23.59s

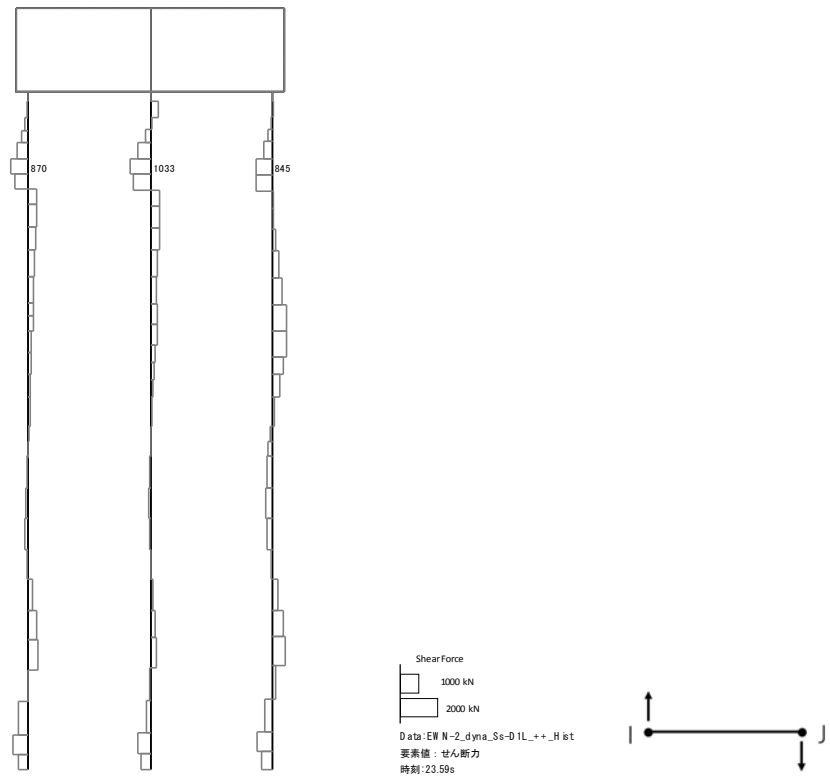


曲げモーメント (kN・m)



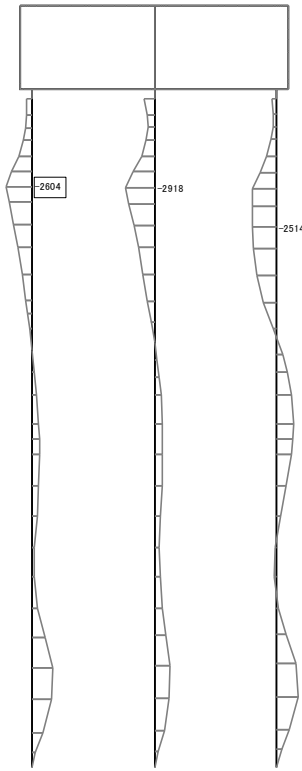
Data: EW N-2\_dyna\_Ss-D1L+\_+\_Hist  
 要素値: 軸力  
 時刻: 23.59s

軸力 (kN)



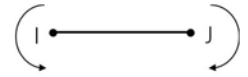
せん断力 (kN)

図 18.4-9(1)  $S_s-D1$  (H+, V+) において最も厳しい照査値となる時刻の断面力分布  
( $t = 23.59s$ )

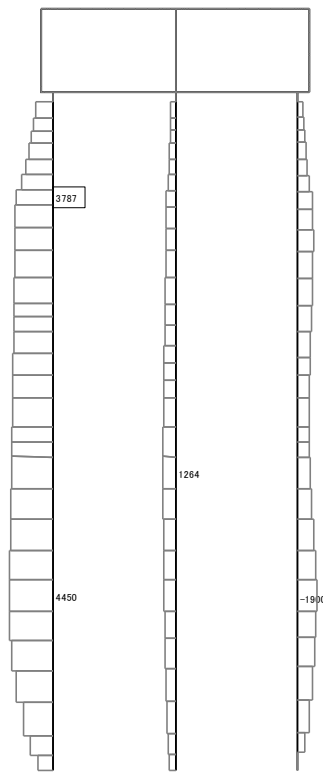


Bending Moment  
 2000 kN  
 4000 kN

Data: EW N-2\_dyna\_Ss-D1L+-\_H list  
 要素値: 曲げモーメント  
 時刻: 23.57s



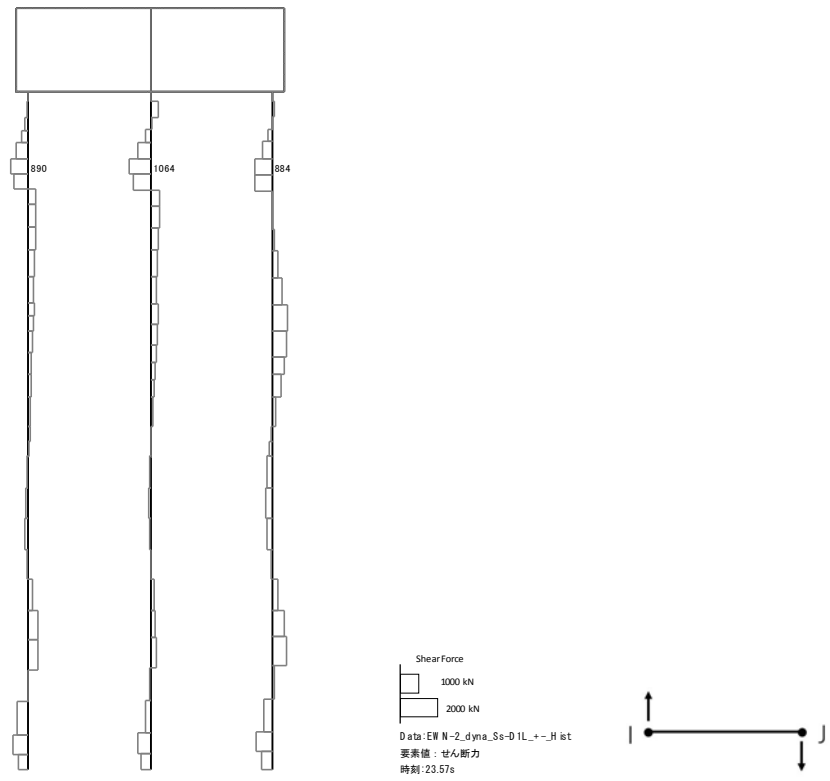
曲げモーメント (kN・m)



Axial Force  
 2000 kN  
 4000 kN

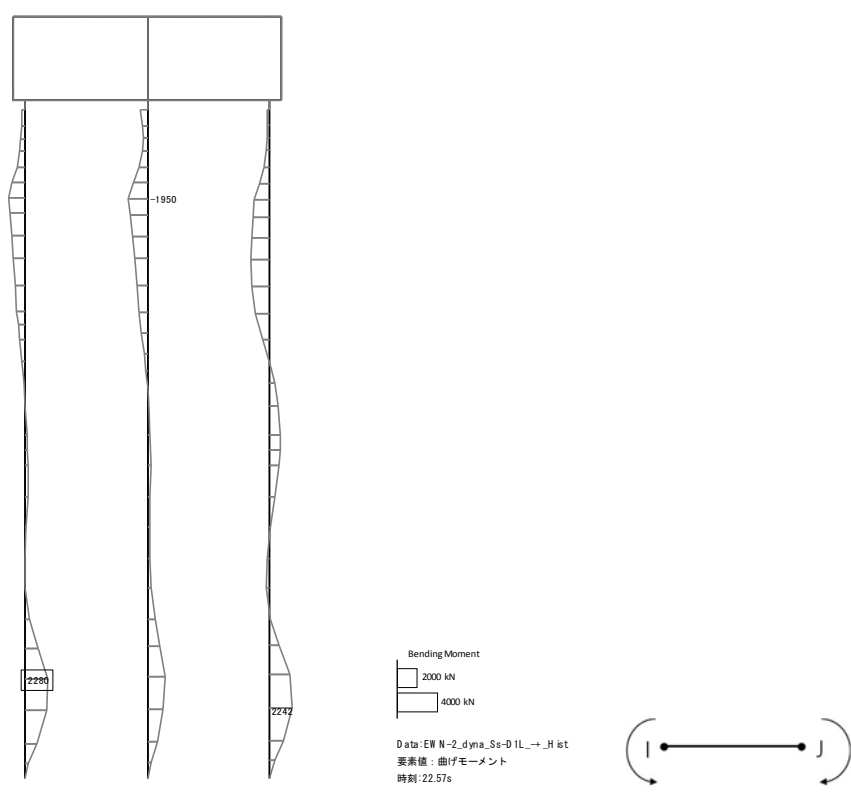
Data: EW N-2\_dyna\_Ss-D1L+-\_H list  
 要素値: 軸力  
 時刻: 23.57s

軸力 (kN)

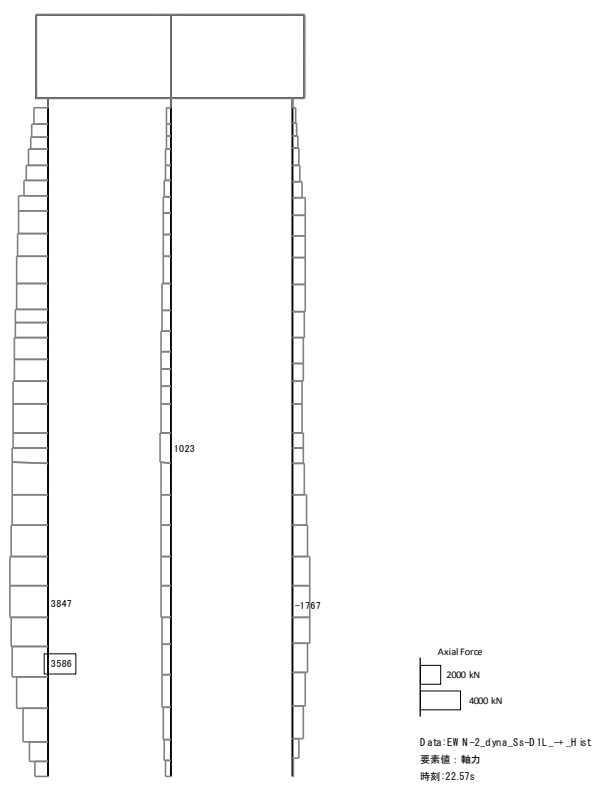


せん断力 (kN)

図 18.4-9(2)  $S_s-D1$  (H+, V-) において最も厳しい照査値となる時刻の断面力分布  
( $t = 23.57s$ )

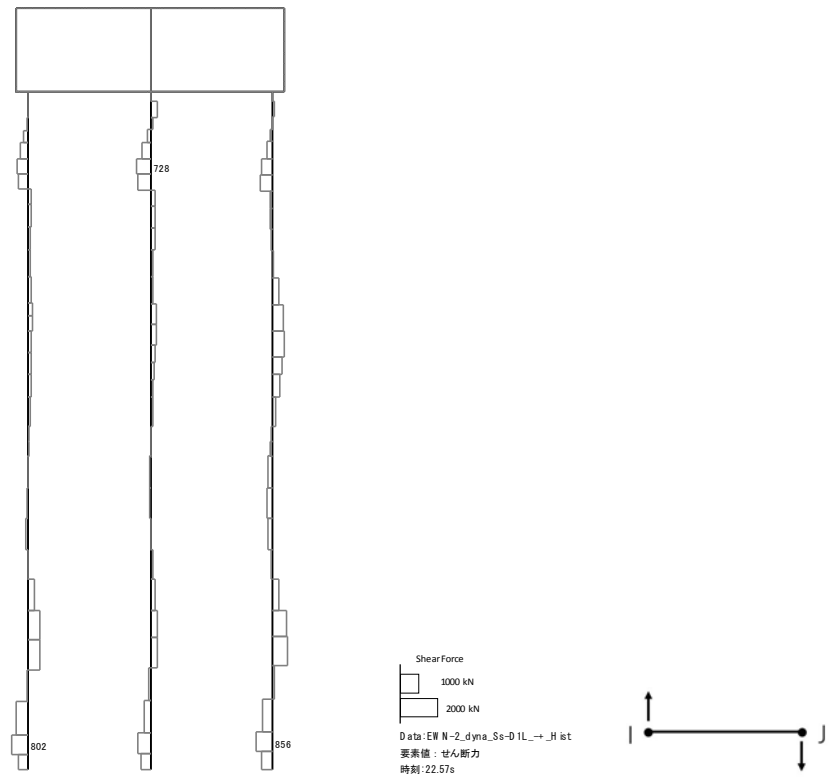


曲げモーメント (kN・m)



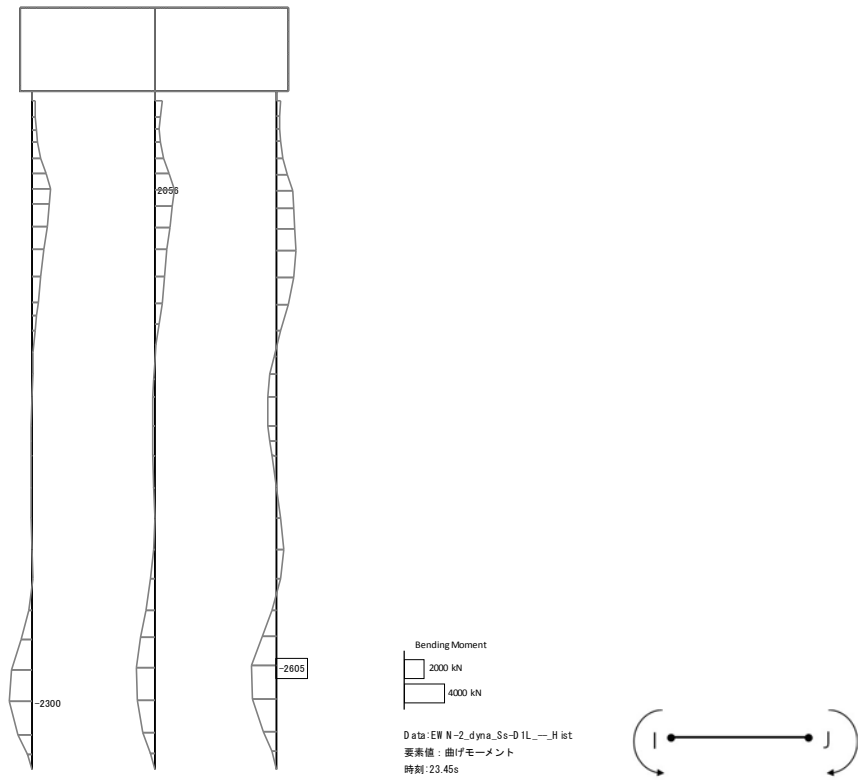
軸力 (kN)



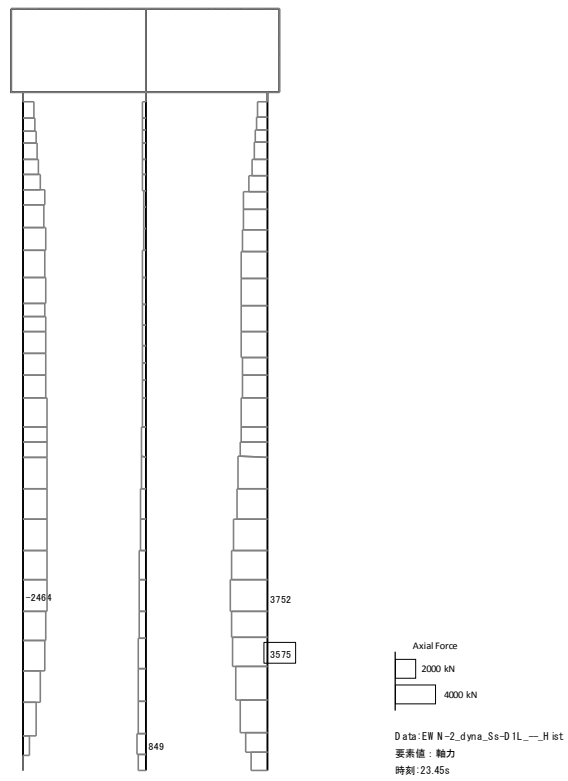


せん断力 (kN)

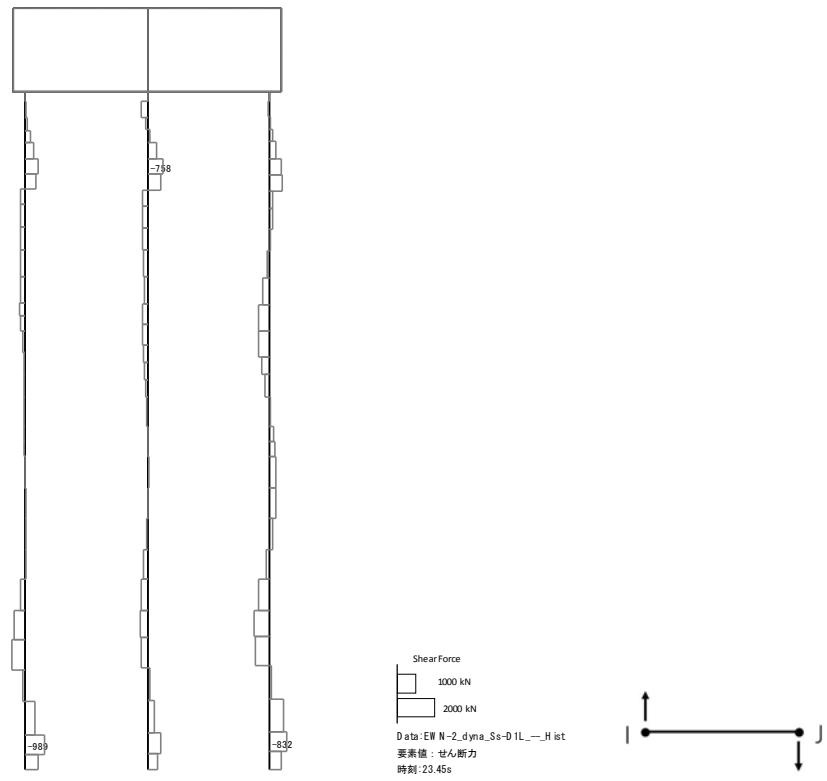
図 18.4-9(3)  $S_s-D1$  (H-, V+) において最も厳しい照査値となる時刻の断面力分布  
( $t = 22.57s$ )



曲げモーメント (kN・m)

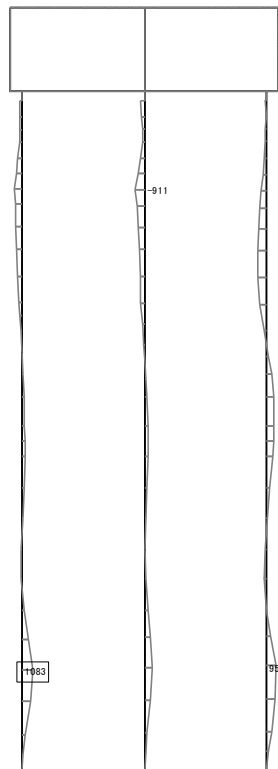


軸力 (kN)

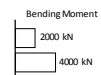


せん断力 (kN)

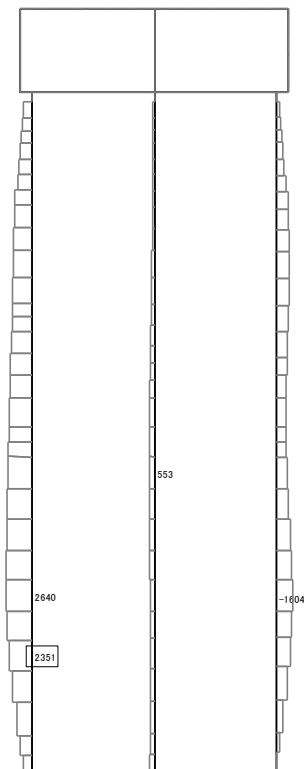
図 18.4-9(4)  $S_s-D1$  (H-, V-) において最も厳しい照査値となる時刻の断面力分布  
 (  $t = 23.45s$  )



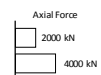
曲げモーメント (kN・m)



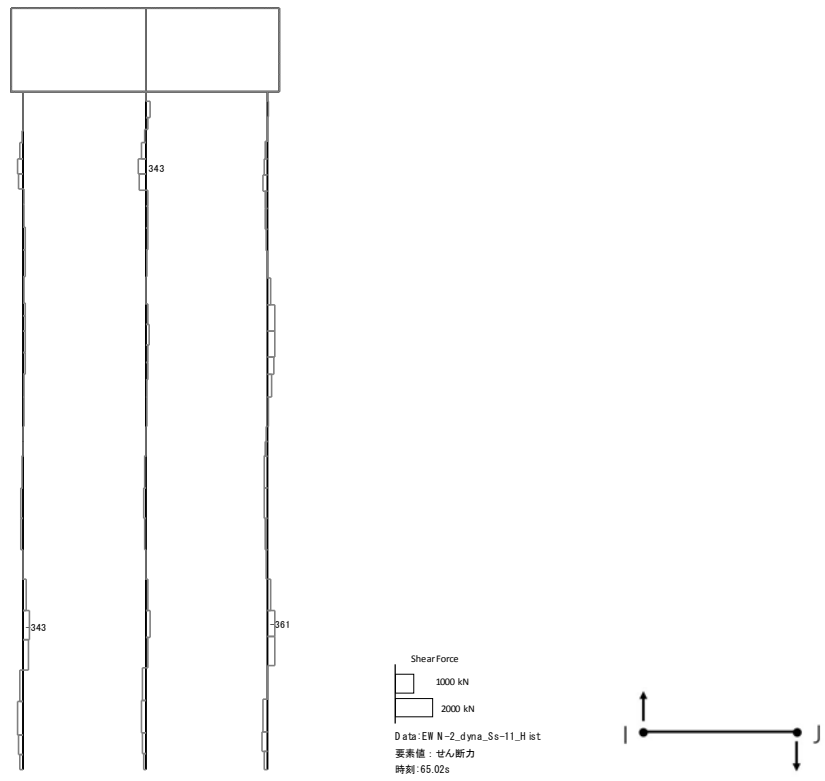
Data: EW N-2\_dyna\_Ss-11\_H ist  
要素値: 曲げモーメント  
時刻: 65.02s



軸力 (kN)

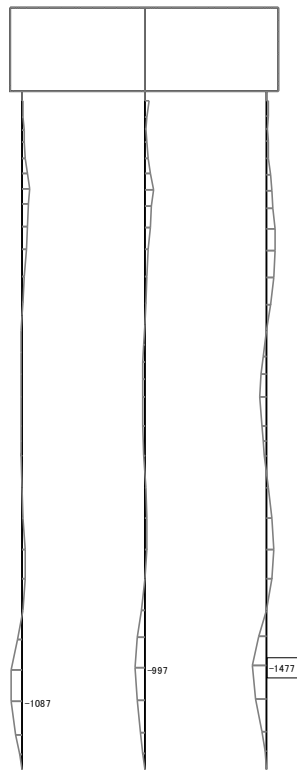


Data: EW N-2\_dyna\_Ss-11\_H ist  
要素値: 軸力  
時刻: 65.02s



せん断力 (kN)

図 18.4-9(5)  $S_s - 11$ において最も厳しい照査値となる時刻の断面力分布  
 (  $t = 65.02s$  )

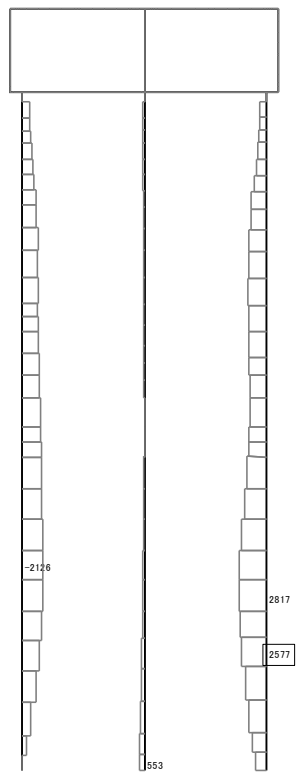


Bending Moment  
 2000 kN  
 4000 kN

Data: EW N-2\_dyna\_Ss-12\_H ist  
 要素値: 曲げモーメント  
 時刻: 88.07s



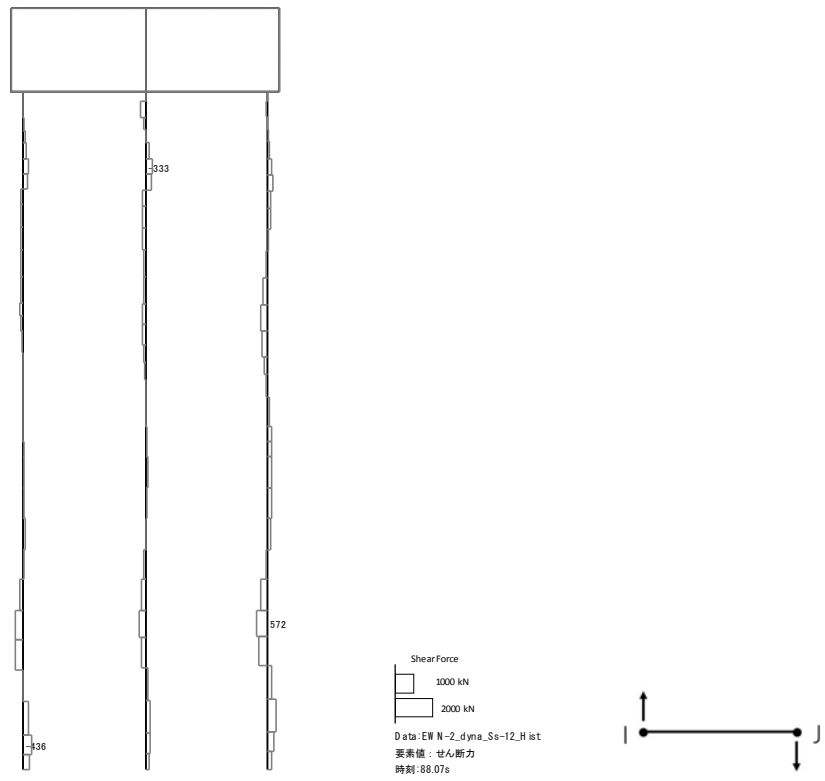
曲げモーメント (kN・m)



Axial Force  
 2000 kN  
 4000 kN

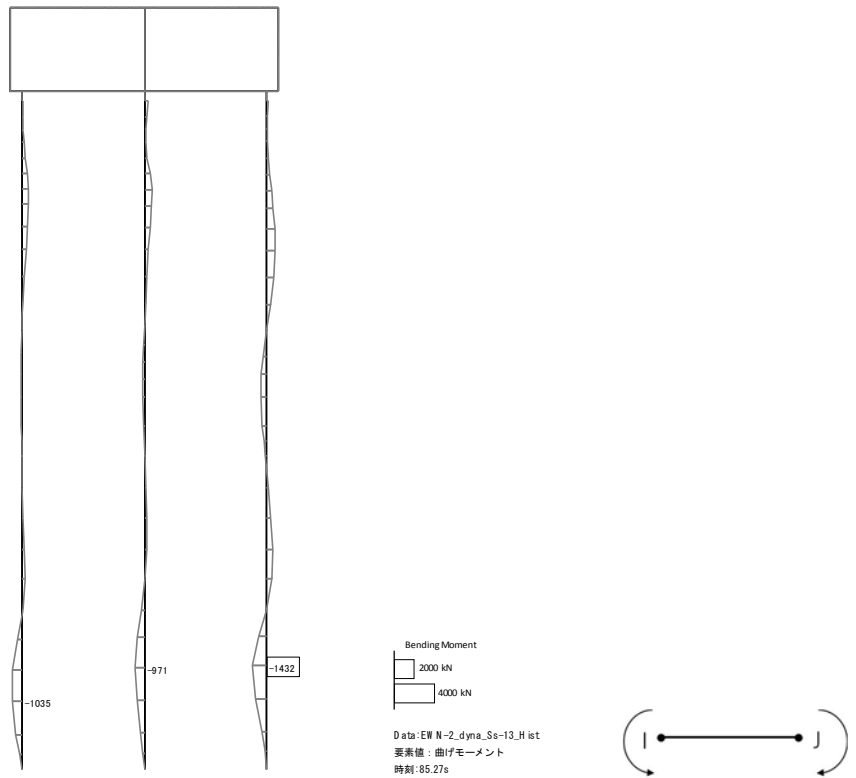
Data: EW N-2\_dyna\_Ss-12\_H ist  
 要素値: 軸力  
 時刻: 88.07s

軸力 (kN)

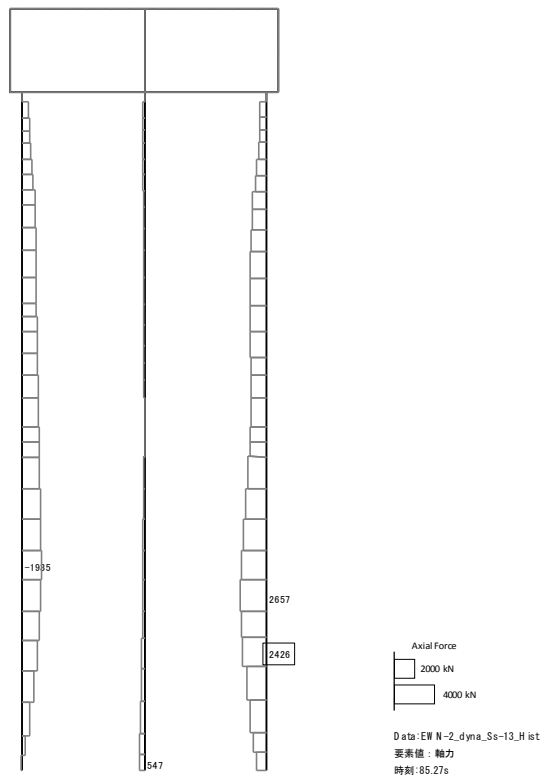


せん断力 (kN)

図 18.4-9(6)  $S_s - 12$ において最も厳しい照査値となる時刻の断面力分布  
( $t = 88.07s$ )

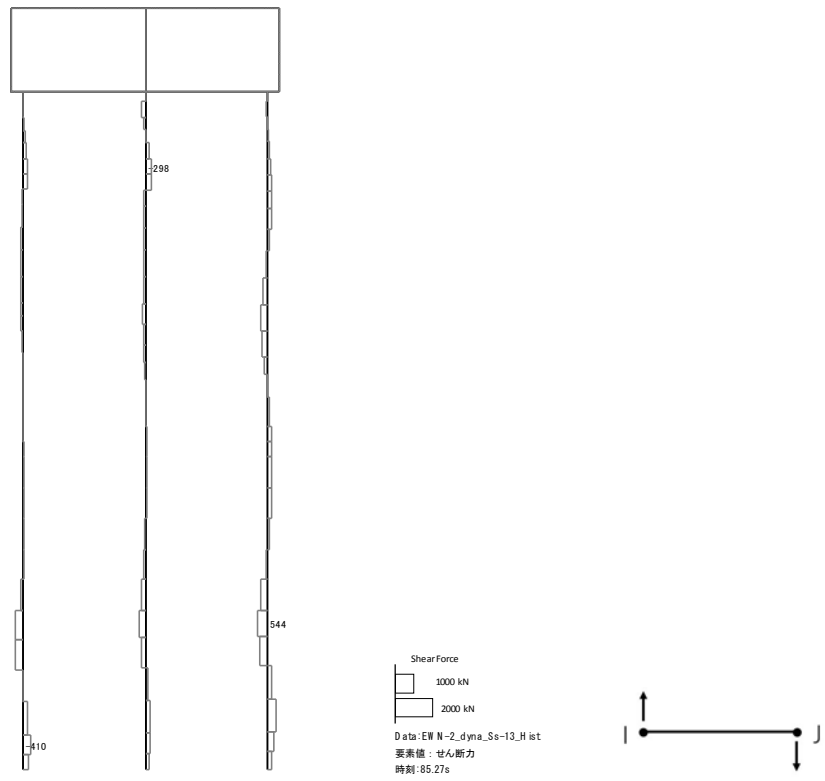


曲げモーメント (kN・m)



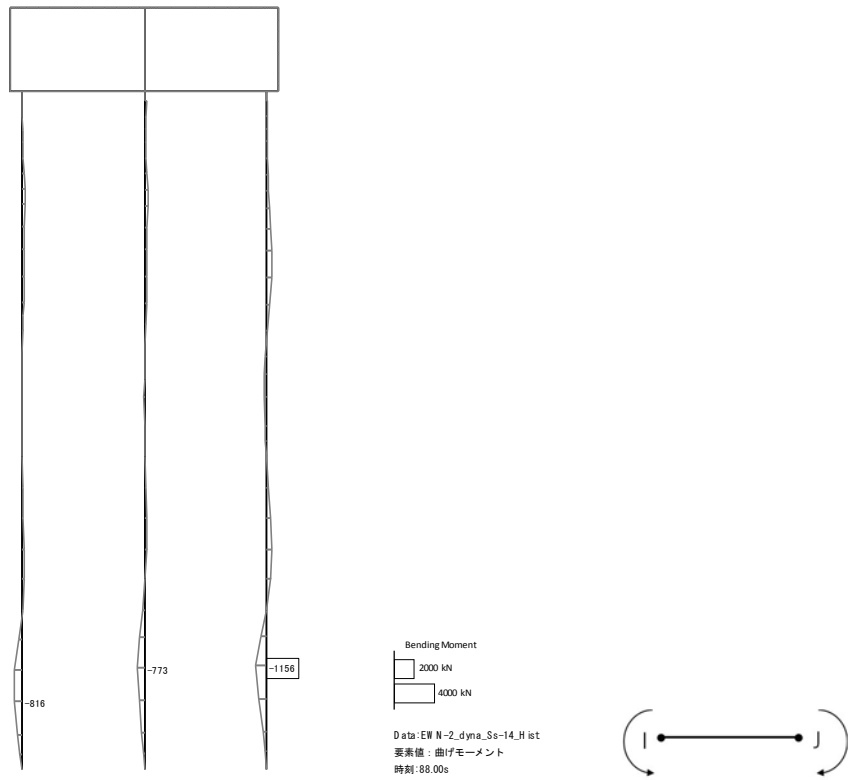
軸力 (kN)



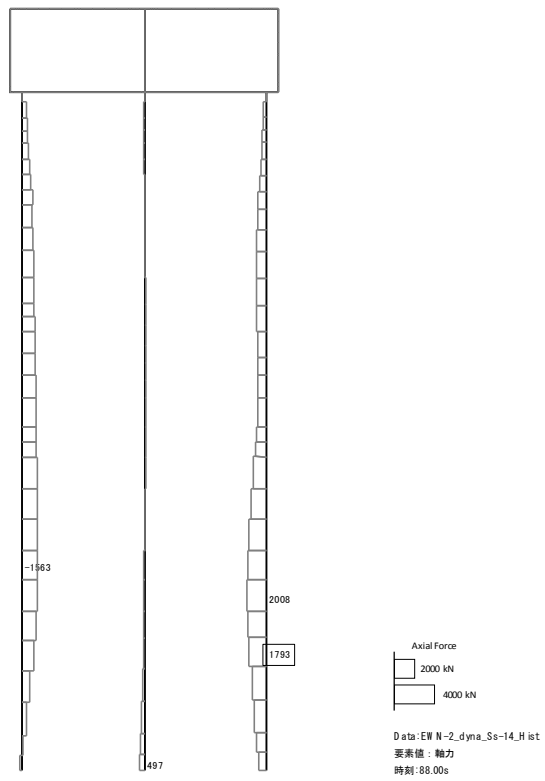


せん断力 (kN)

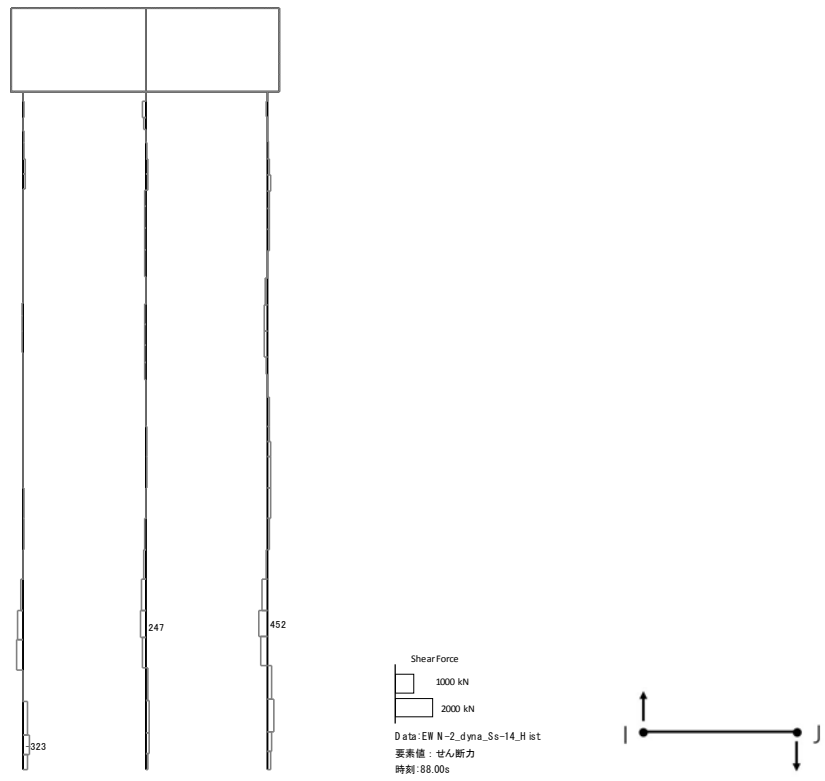
図 18.4-9(7)  $S_s - 13$ において最も厳しい照査値となる時刻の断面力分布  
 (  $t = 85.27s$  )



曲げモーメント (kN・m)

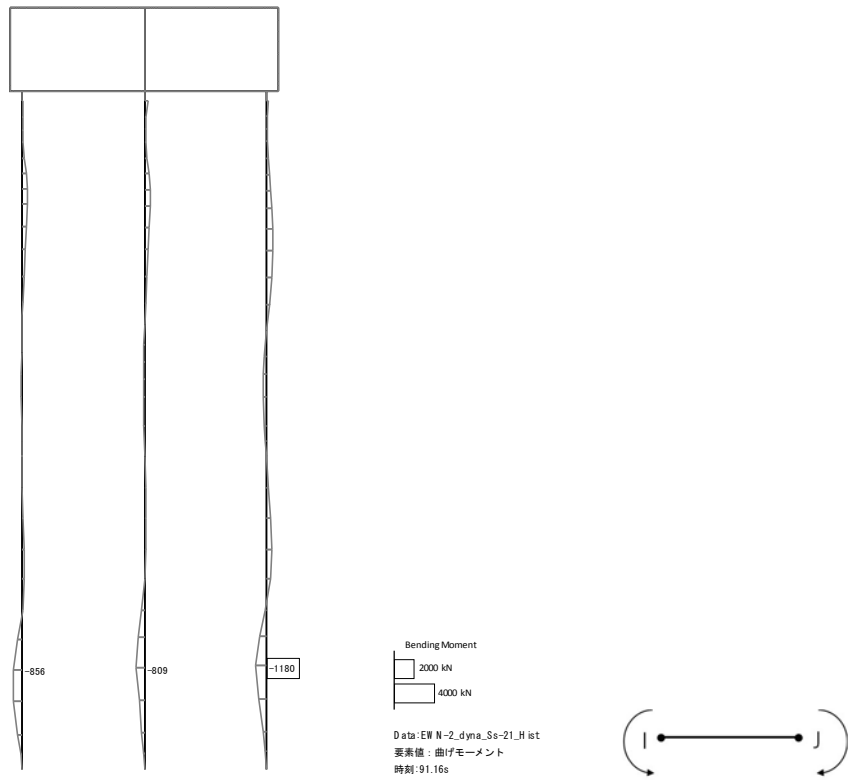


軸力 (kN)

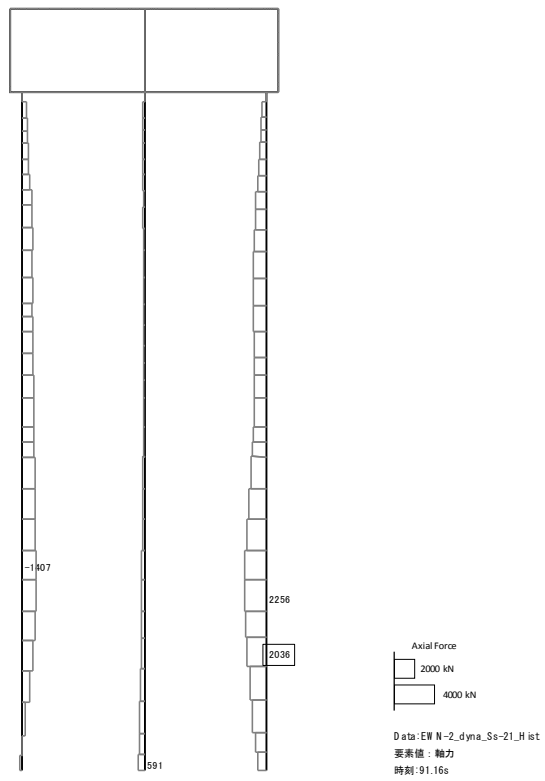


せん断力 (kN)

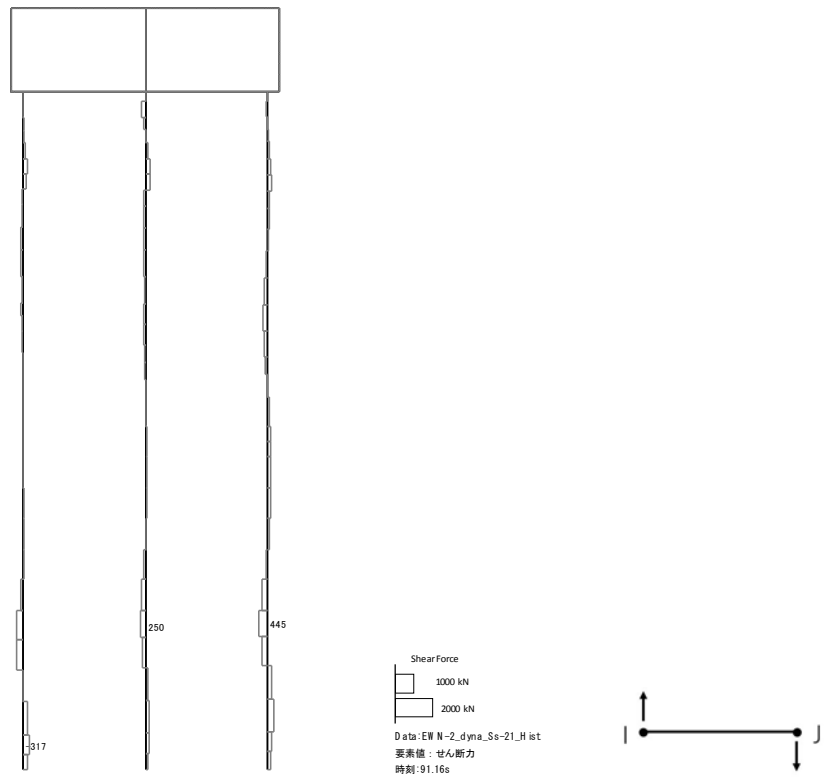
図 18.4-9(8)  $S_s - 14$ において最も厳しい照査値となる時刻の断面力分布  
( $t = 88.00s$ )



曲げモーメント (kN・m)

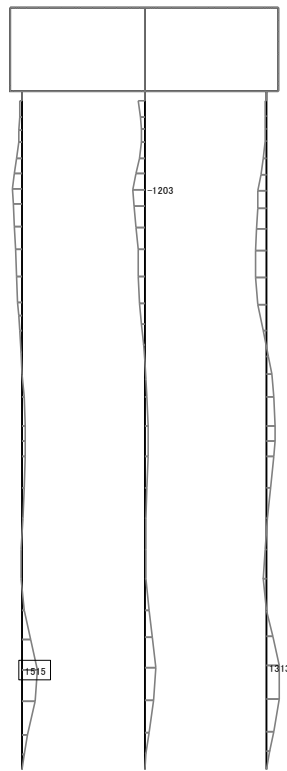


軸力 (kN)



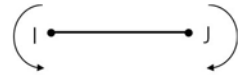
せん断力 (kN)

図 18.4-9(9)  $S_s - 21$  において最も厳しい照査値となる時刻の断面力分布  
( $t = 91.16s$ )

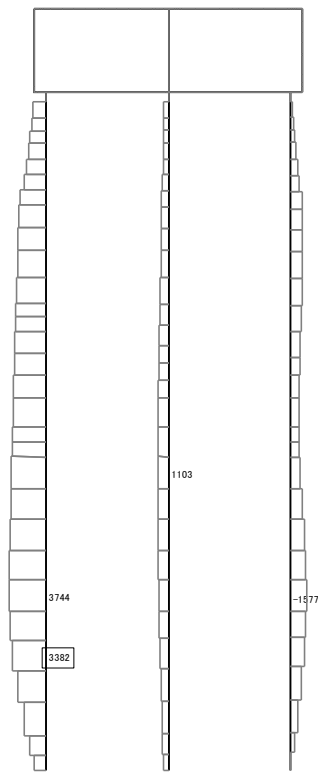


Bending Moment  
 2000 kN  
 4000 kN

Data: EW N-2\_dyna\_Ss-22\_H ist  
 要素値: 曲げモーメント  
 時刻: 90.01s



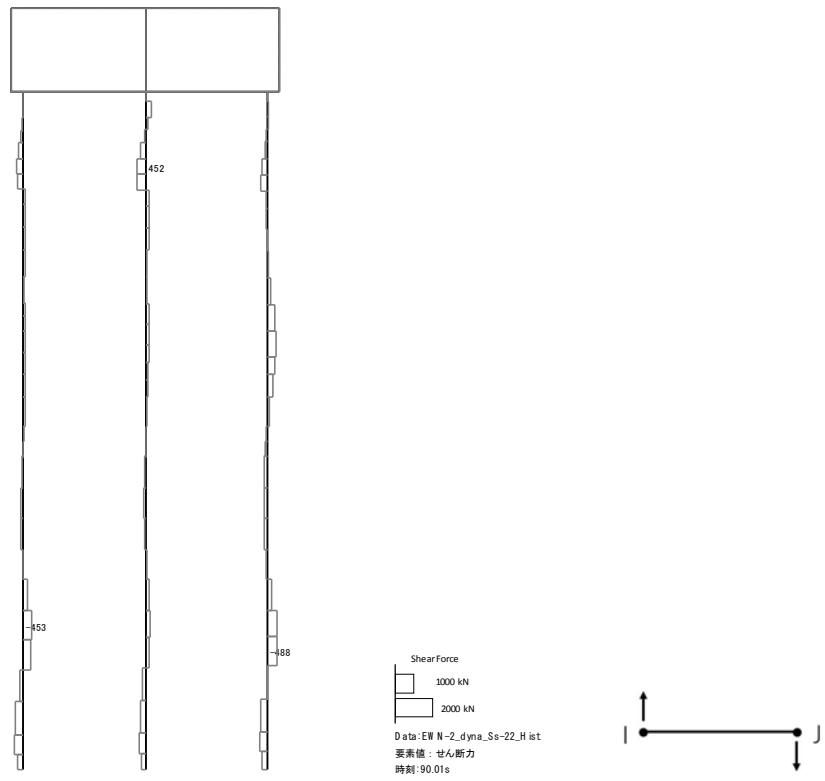
曲げモーメント (kN・m)



Axial Force  
 2000 kN  
 4000 kN

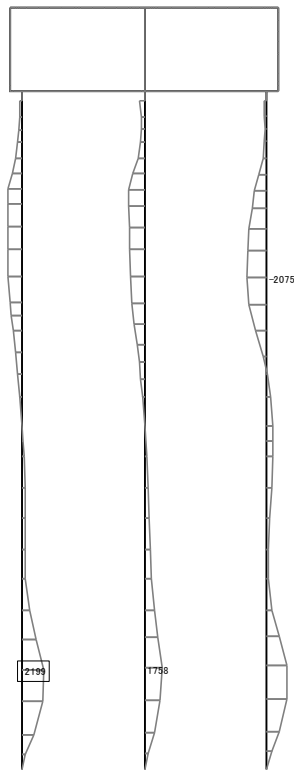
Data: EW N-2\_dyna\_Ss-22\_H ist  
 要素値: 軸力  
 時刻: 90.01s

軸力 (kN)



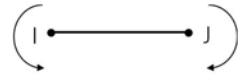
せん断力 (kN)

図 18.4-9(10)  $S_s - 2$  において最も厳しい照査値となる時刻の断面力分布  
( $t = 90.01s$ )

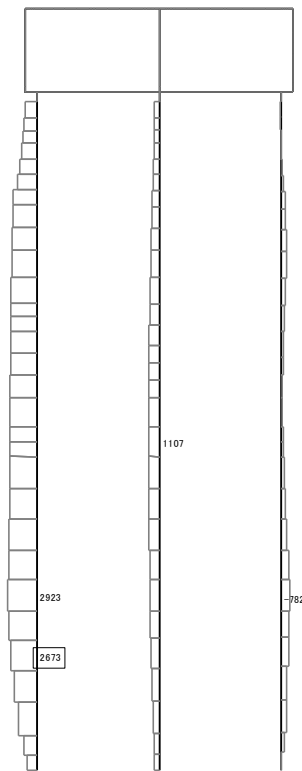


Bending Moment  
 2000 kN  
 4000 kN

Data: E:\N-2\_dyna\_Ss-31\_+\_Hist  
 要素値: 曲げモーメント  
 時刻: 9.82s



曲げモーメント (kN・m)

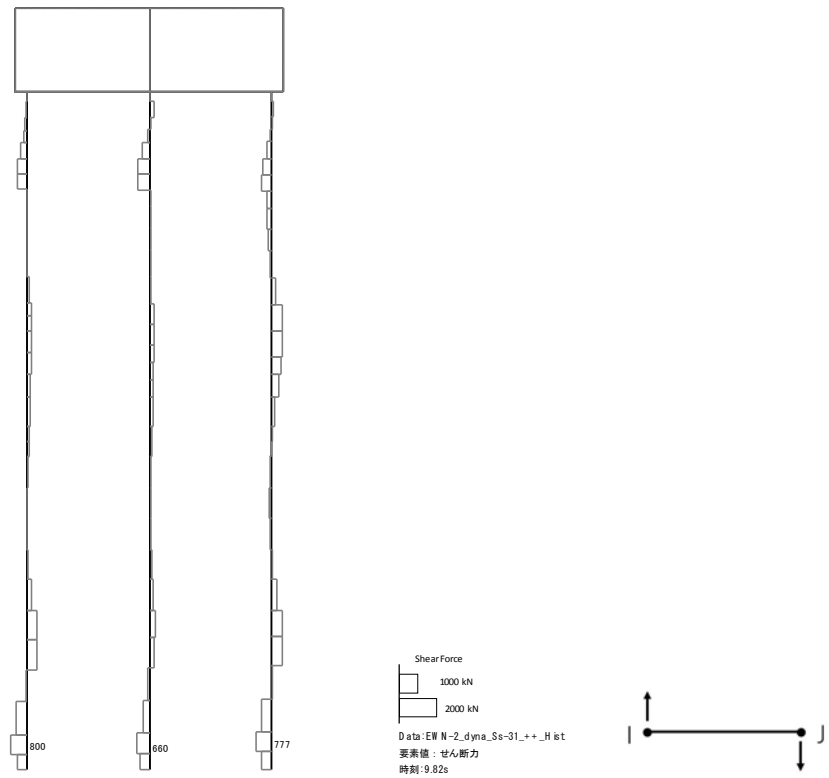


Axial Force  
 2000 kN  
 4000 kN

Data: E:\N-2\_dyna\_Ss-31\_+\_Hist  
 要素値: 軸力  
 時刻: 9.82s

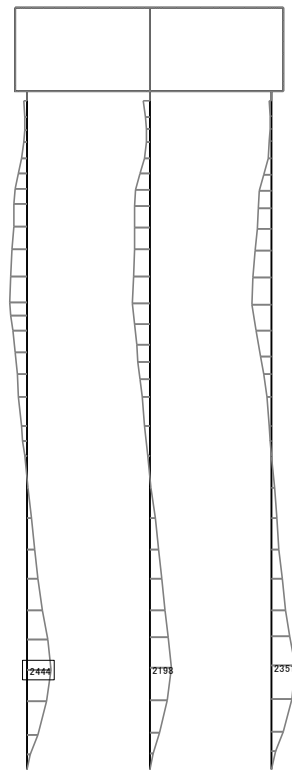
軸力 (kN)





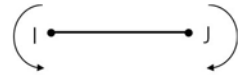
せん断力 (kN)

図 18.4-9(11)  $S_s - 31$  (H+, V+) において最も厳しい照査値となる時刻の断面力分布  
 (  $t = 9.82s$  )

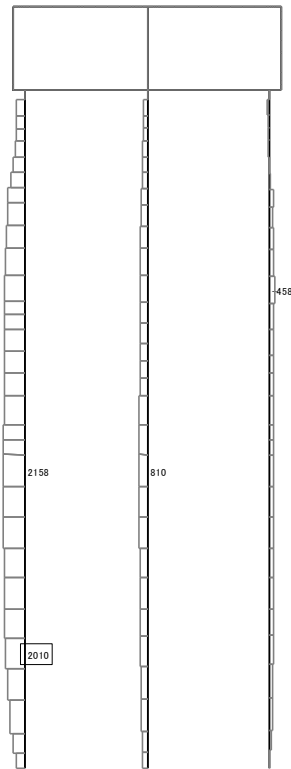


Bending Moment  
 2000 kN  
 4000 kN

Data: E|W N-2\_dyna\_Ss-31\_→\_Hist  
 要素値: 曲げモーメント  
 時刻: 8.90s



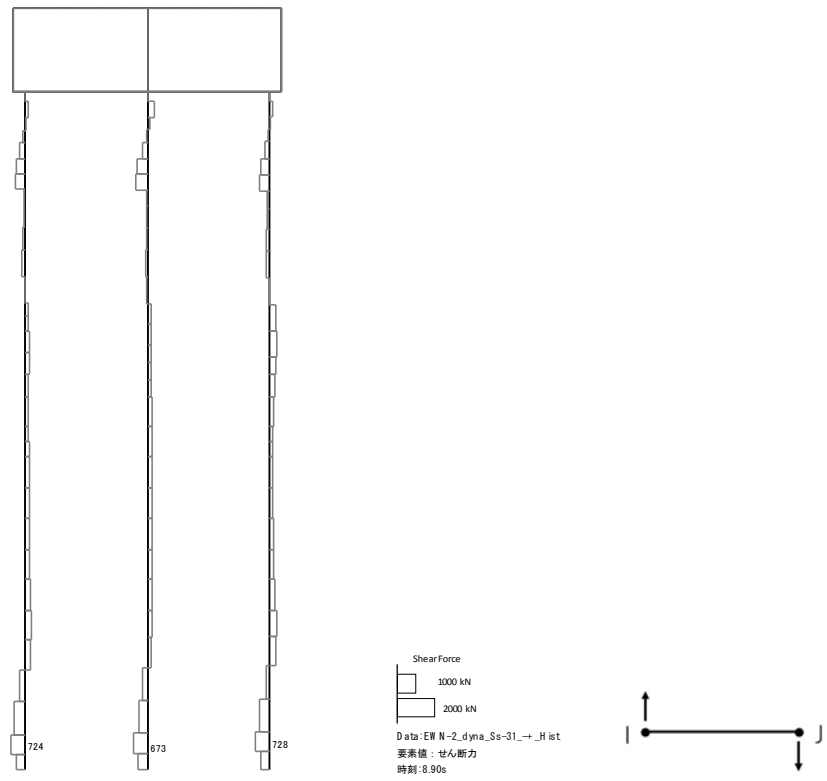
曲げモーメント (kN・m)



Axial Force  
 2000 kN  
 4000 kN

Data: E|W N-2\_dyna\_Ss-31\_→\_Hist  
 要素値: 軸力  
 時刻: 8.90s

軸力 (kN)

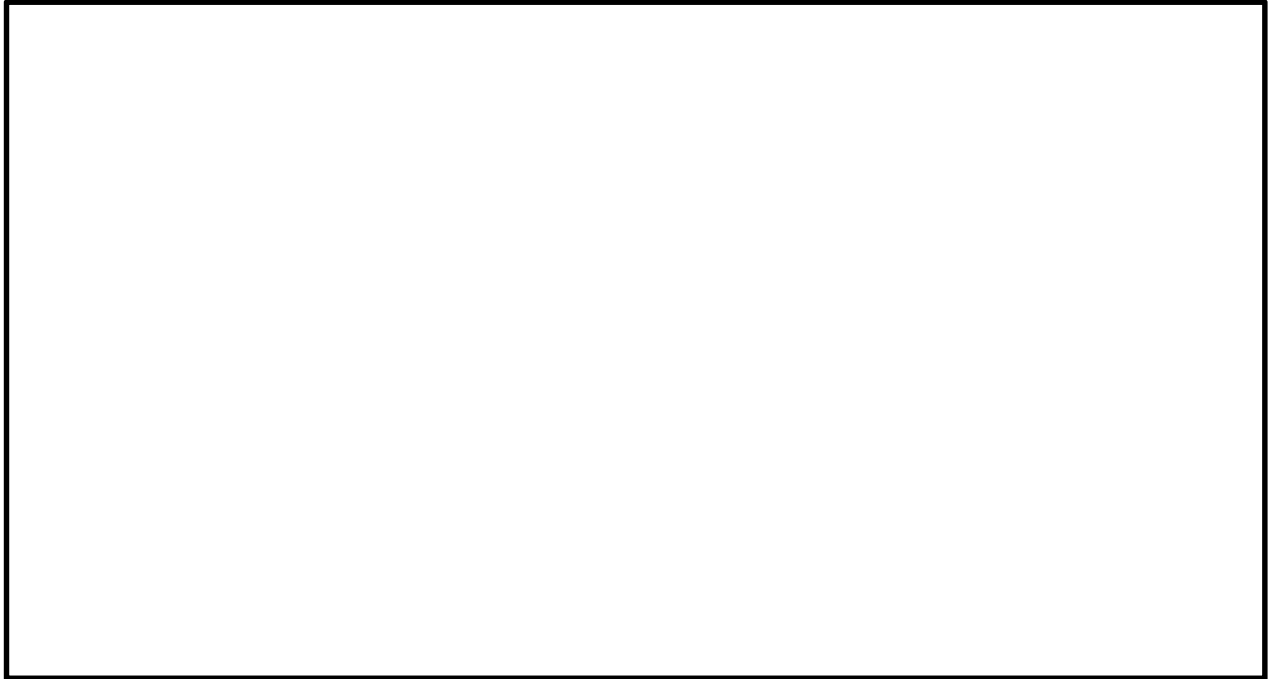


せん断力 (kN)

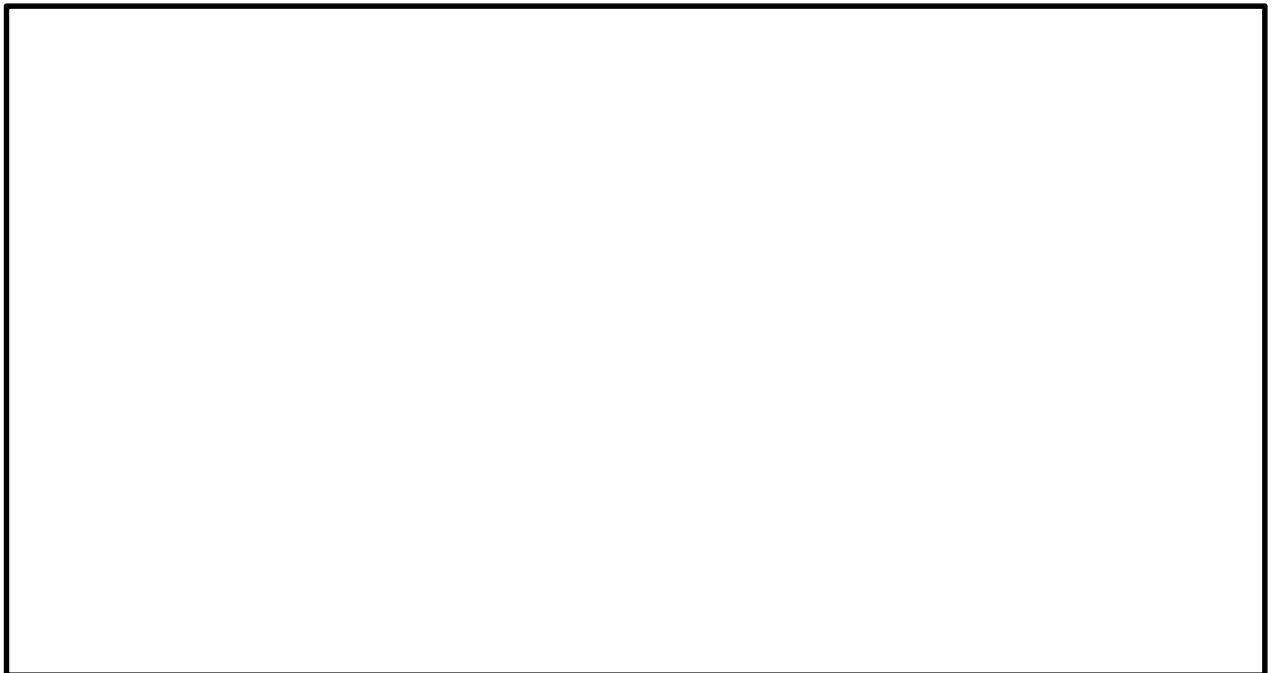
図 18.4-9(12)  $S_s - 31$  (H-, V+) において最も厳しい照査値となる時刻の断面力分布  
 (  $t = 8.90s$  )

(5) 最大せん断ひずみ分布

①-①断面の最大せん断ひずみ分布図を図 18.4-10 に示す。本図は、各要素に発生したせん断ひずみの全時刻における最大値の分布を示したものである。

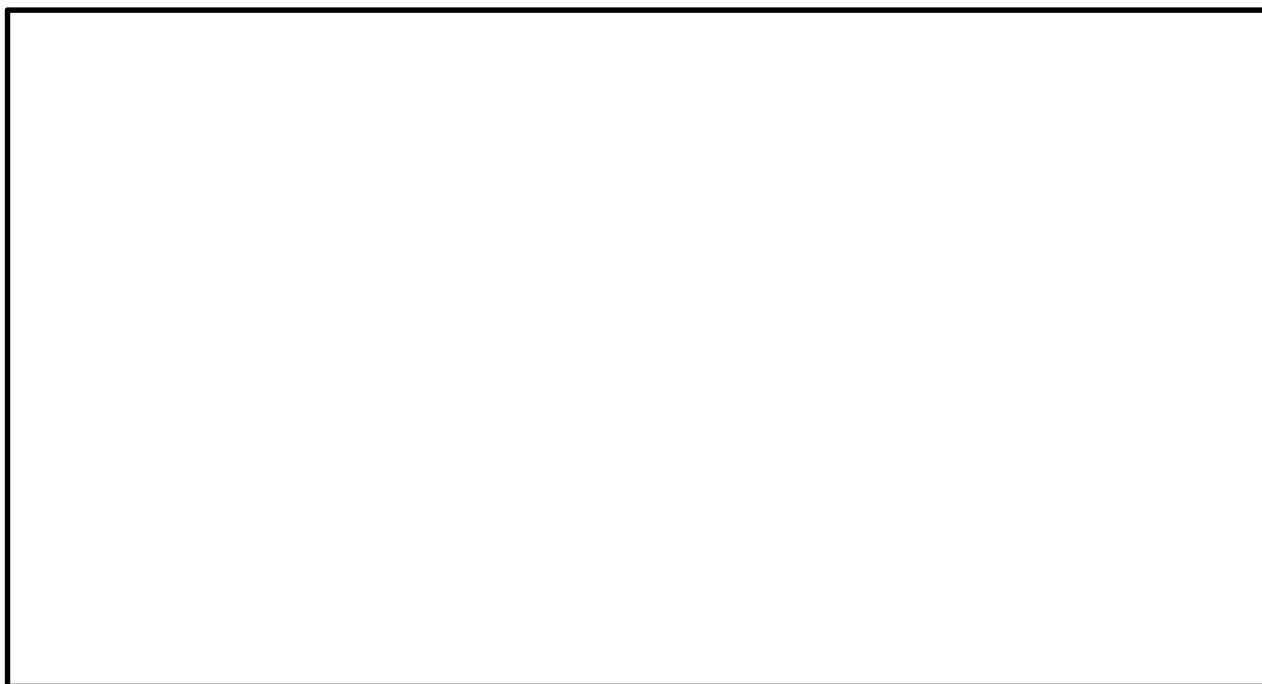


(a) 全体図

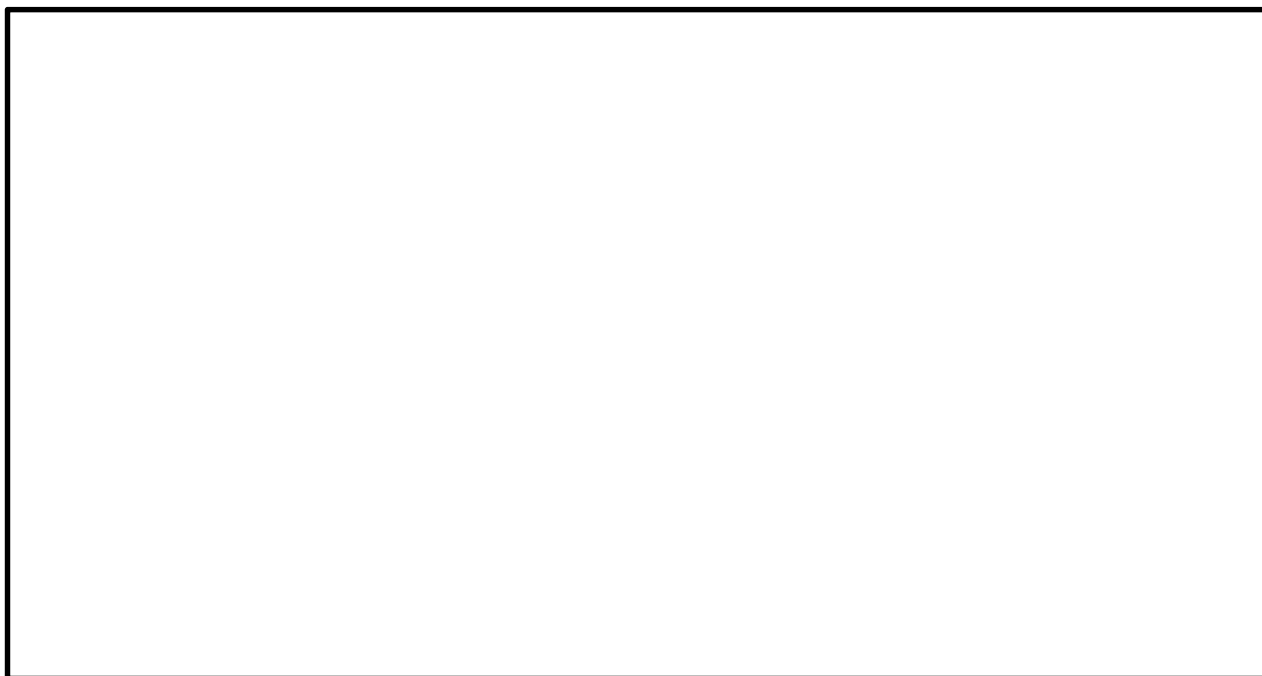


(b) 構造物周辺拡大図

図 18.4-10 (1) 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)



(a) 全体図

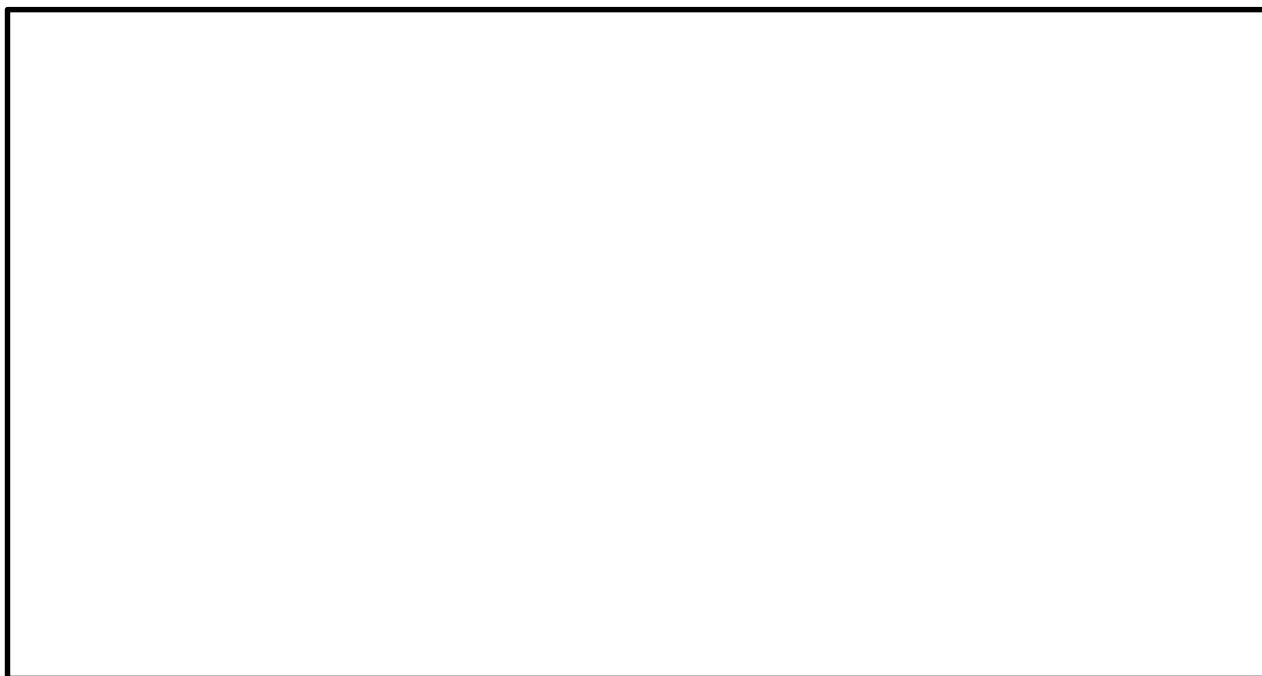


(b) 構造物周辺拡大図

図 18.4-10 (2) ①-①断面の最大せん断ひずみ分布 ( $S_5-D1 (H+, V-)$ )  
(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)



(a) 全体図



(b) 構造物周辺拡大図

図 18.4-10 (3) ①-①断面の最大せん断ひずみ分布 ( $S_5-D1$  (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)

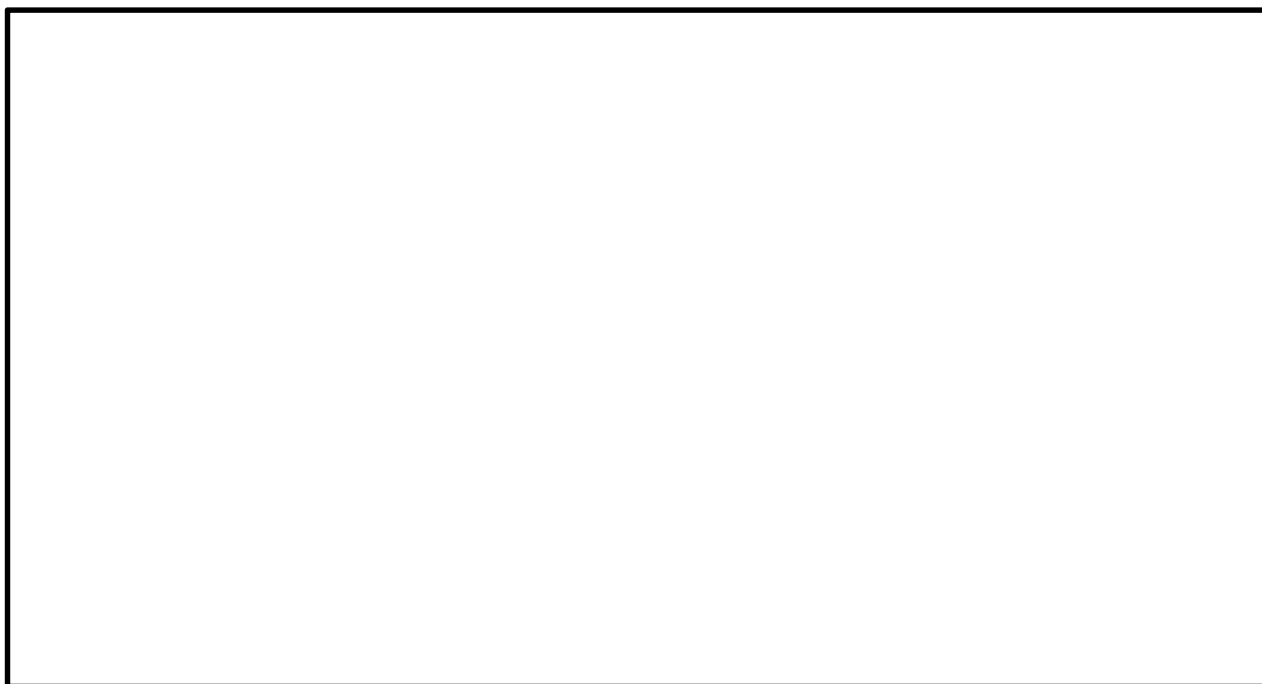


(a) 全体図



(b) 構造物周辺拡大図

図 18.4-10 (4) ①-①断面の最大せん断ひずみ分布 ( $S_5-D1$  (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)



(a) 全体図



(b) 構造物周辺拡大図

図 18.4-10 (5) 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)



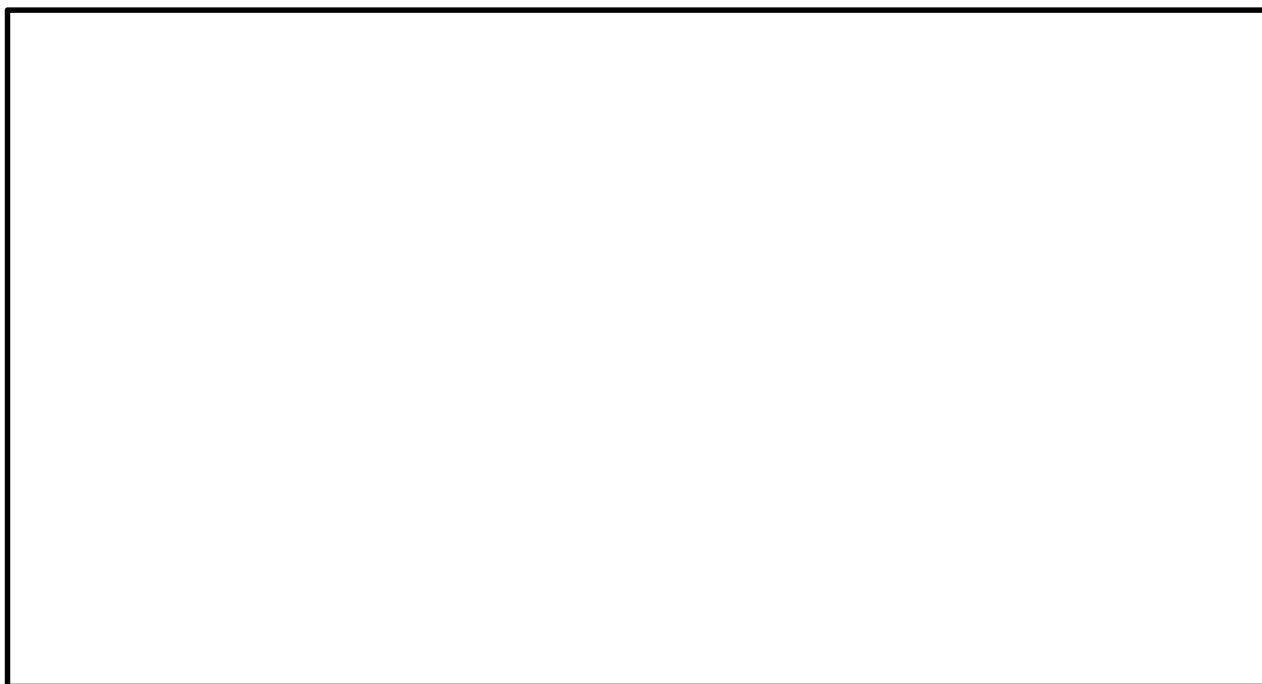


(a) 全体図



(b) 構造物周辺拡大図

図 18.4-10 (6) 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)



(a) 全体図



(b) 構造物周辺拡大図

図 18.4-10 (7) 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)



(a) 全体図



(b) 構造物周辺拡大図

図 18.4-10 (8) 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)

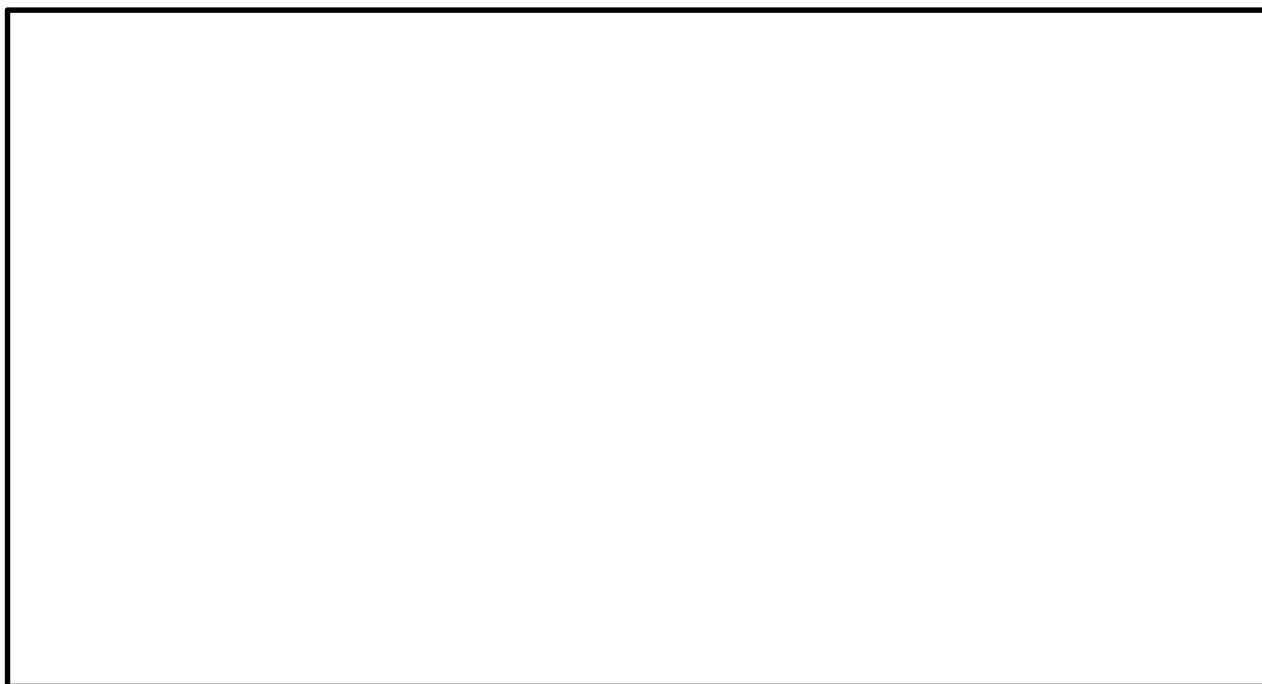


(a) 全体図



(b) 構造物周辺拡大図

図 18.4-10 (9) 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)



(a) 全体図



(b) 構造物周辺拡大図

図 18.4-10 (10) 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)



(a) 全体図



(b) 構造物周辺拡大図

図 18.4-10 (11) ①-①断面の最大せん断ひずみ分布 ( $S_s-31$  (H+, V+))  
(検討ケース①: 原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)

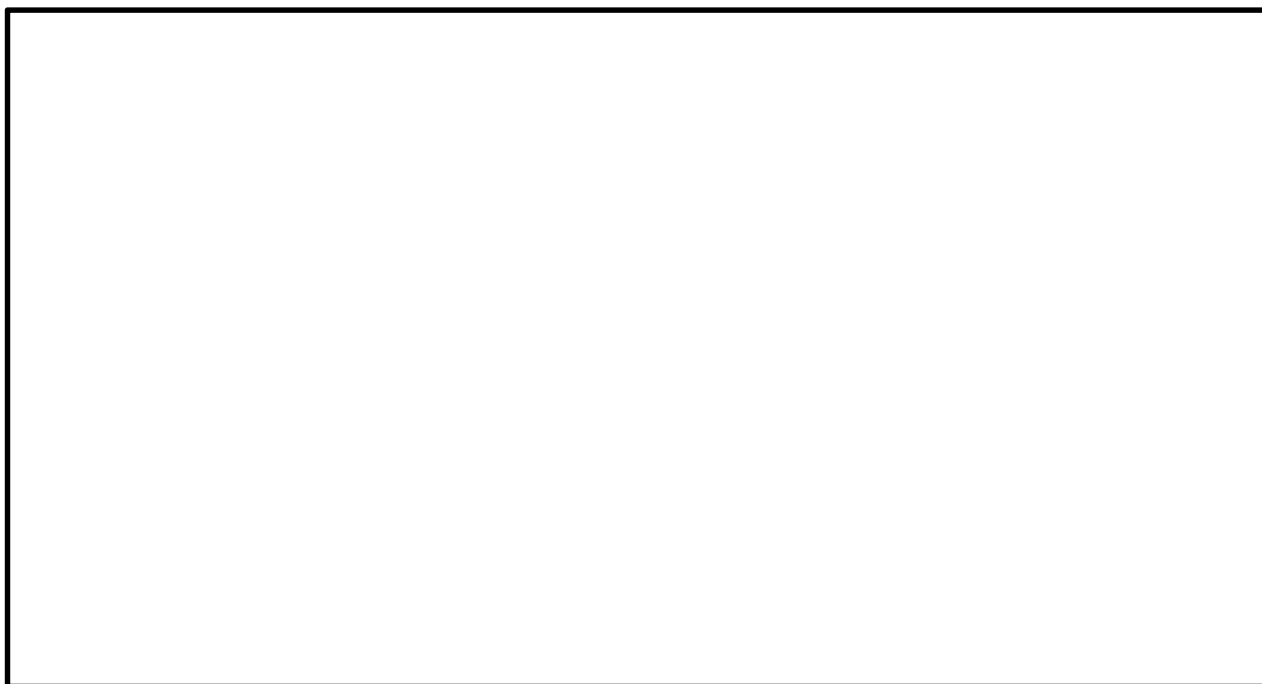


(a) 全体図



(b) 構造物周辺拡大図

図 18.4-10 (12) ①-①断面の最大せん断ひずみ分布 ( $S_s-31$  (H-, V+))  
(検討ケース①: 原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)



(a) 全体図



(b) 構造物周辺拡大図

図 18.4-10 (13) 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②: 地盤物性のばらつきを考慮 ( $+1\sigma$ ) した解析ケース)



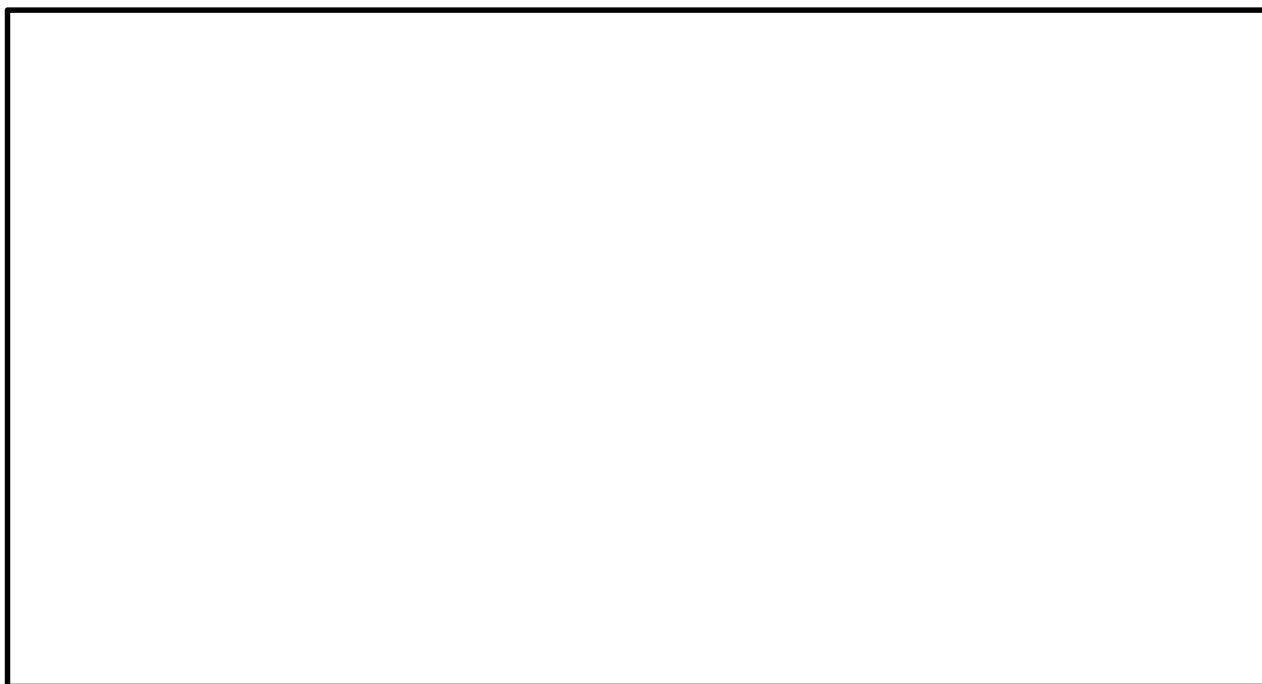


(a) 全体図



(b) 構造物周辺拡大図

図 18.4-10 (14) 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③: 地盤物性のばらつきを考慮 ( $-1\sigma$ ) した解析ケース)



(a) 全体図



(b) 構造物周辺拡大図

図 18.4-10 (15) 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④: 敷地に存在しない豊浦標準砂の液状化強度特性により

地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース)



(a) 全体図



(b) 構造物周辺拡大図

図 18.4-10 (16) 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④: 敷地に存在しない豊浦標準砂の液状化強度特性により  
地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース)

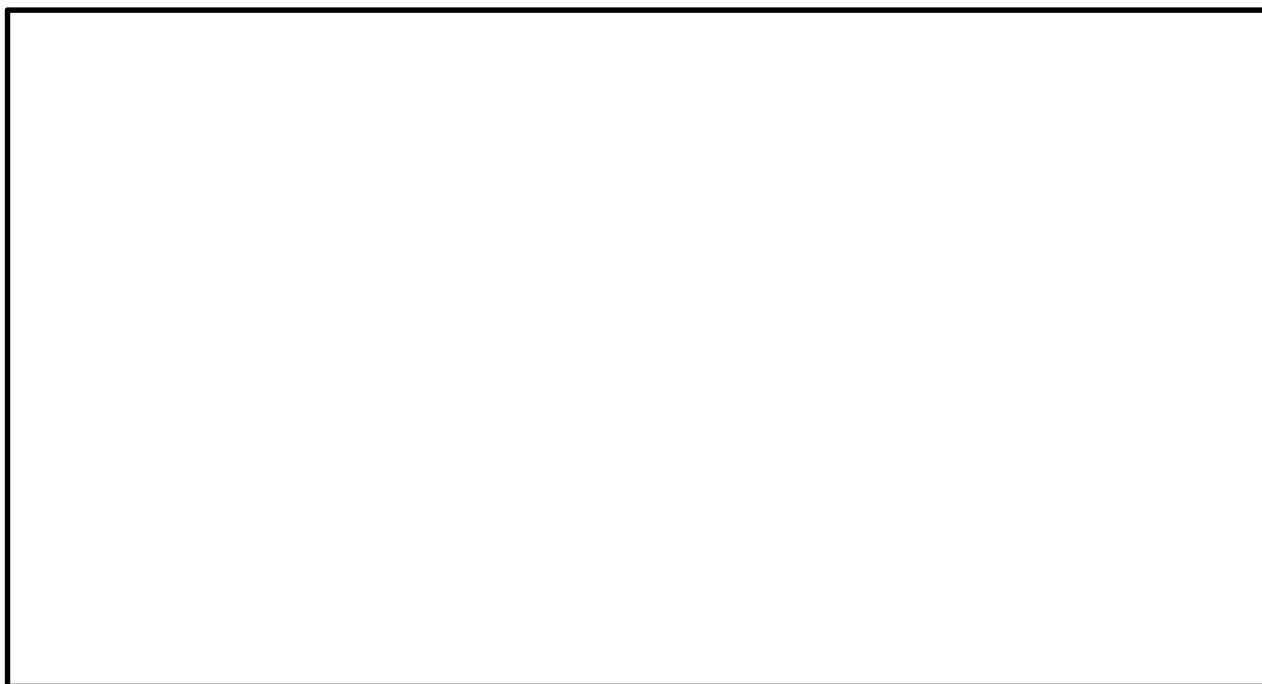


(a) 全体図



(b) 構造物周辺拡大図

図 18.4-10 (17) 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)



(a) 全体図



(b) 構造物周辺拡大図

図 18.4-10 (18) 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)

(6) 最大過剰間隙水圧比分布

①-①断面の過剰間隙水圧比の分布図を図 18.4-11 に示す。本図は、各要素に発生した過剰間隙水圧比の全時刻における最大値の分布を示したものである。

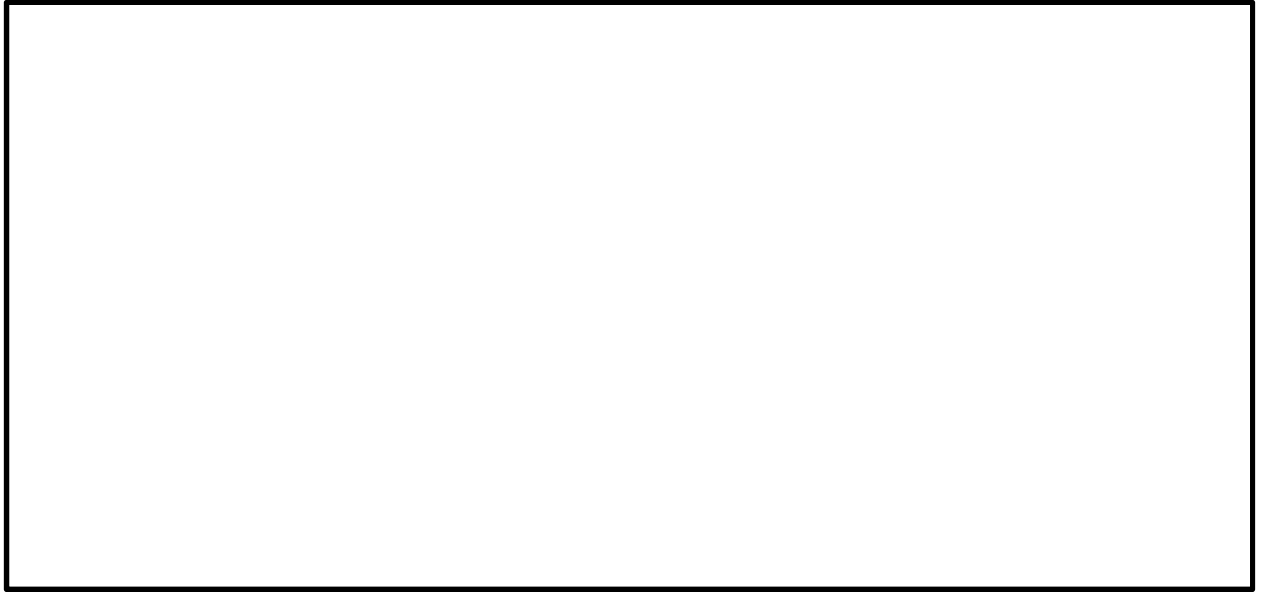


図 18.4-11 (1) ①-①断面の過剰間隙水圧比分布 ( $S_s-D1 (H+, V+)$ )  
(検討ケース①: 原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)

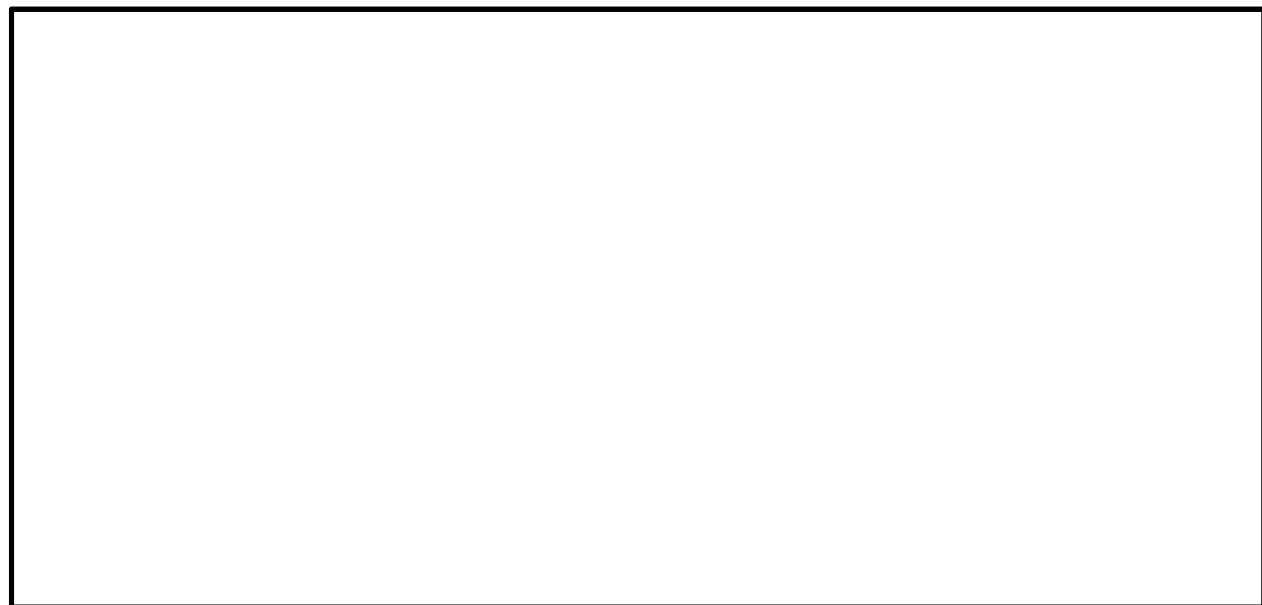


図 18.4-11 (2) ①-①断面の過剰間隙水圧比分布 ( $S_s-D1 (H+, V-)$ )  
(検討ケース①: 原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)



図 18.4-11 (3) ①-①断面の過剰間隙水圧比分布 ( $S_s - D 1 (H-, V+)$ )  
(検討ケース①: 原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)

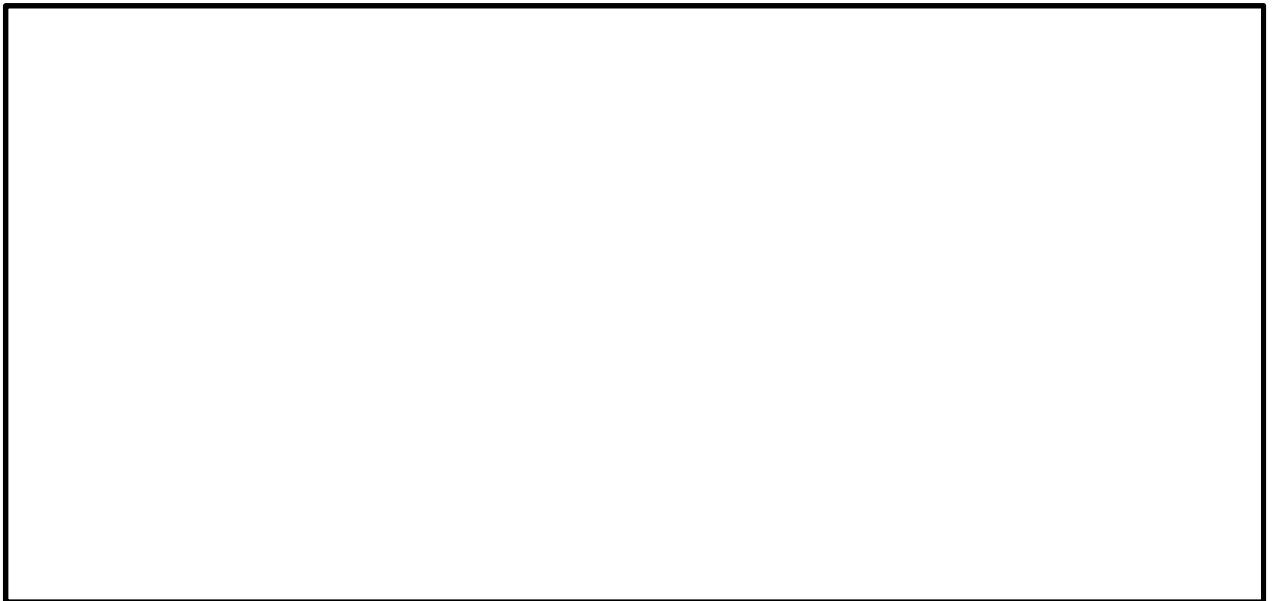


図 18.4-11 (4) ①-①断面の過剰間隙水圧比分布 ( $S_s - D 1 (H-, V-)$ )  
(検討ケース①: 原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)



図 18.4-11 (5) 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)

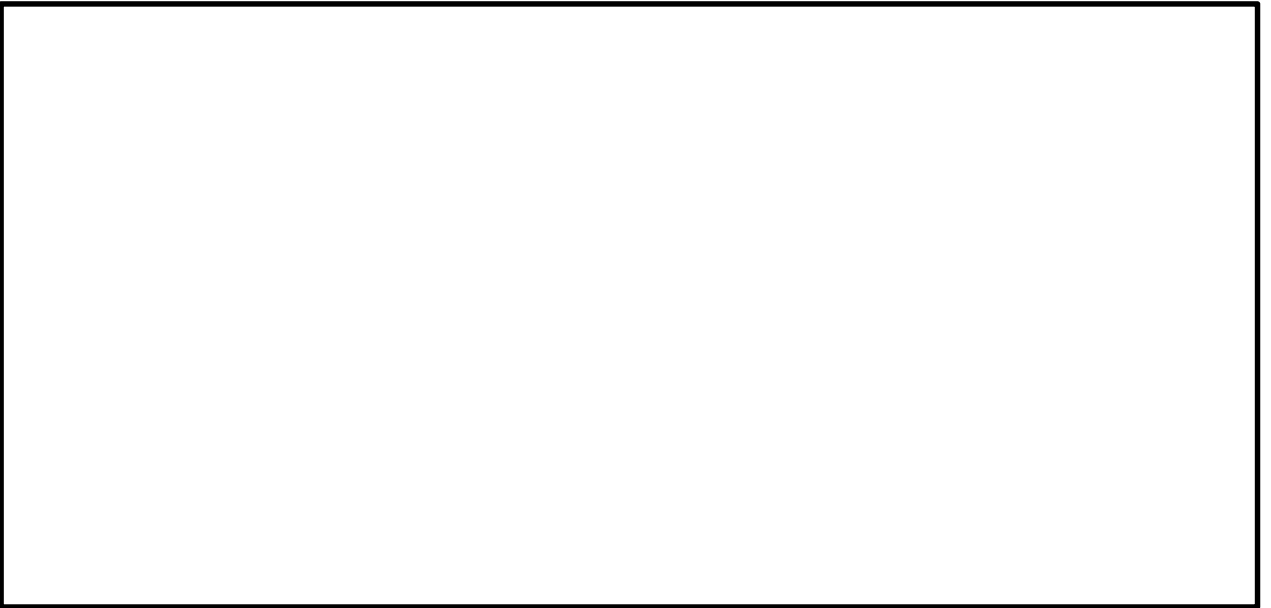


図 18.4-11 (6) ①-①断面の過剰間隙水圧比分布 ( $S_s - 1 2$ )  
(検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)



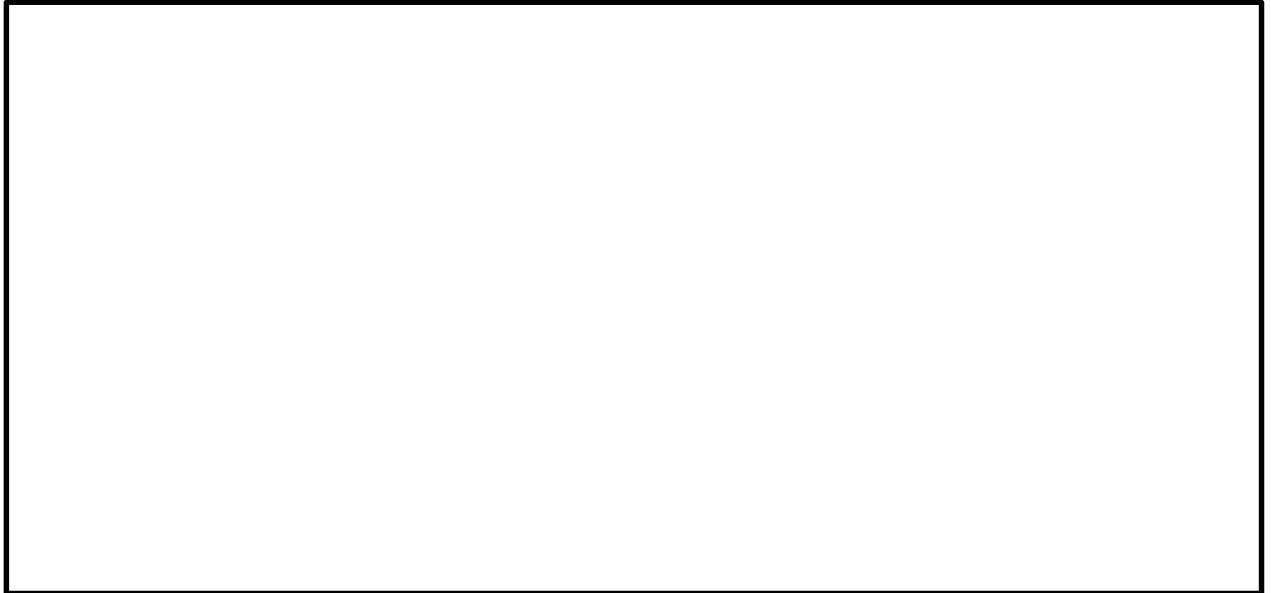


図 18.4-11 (7) ①-①断面の過剰間隙水圧比分布 ( $S_s - 13$ )  
(検討ケース①: 原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)



図 18.4-11 (8) 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 18.4-11 (9) 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)

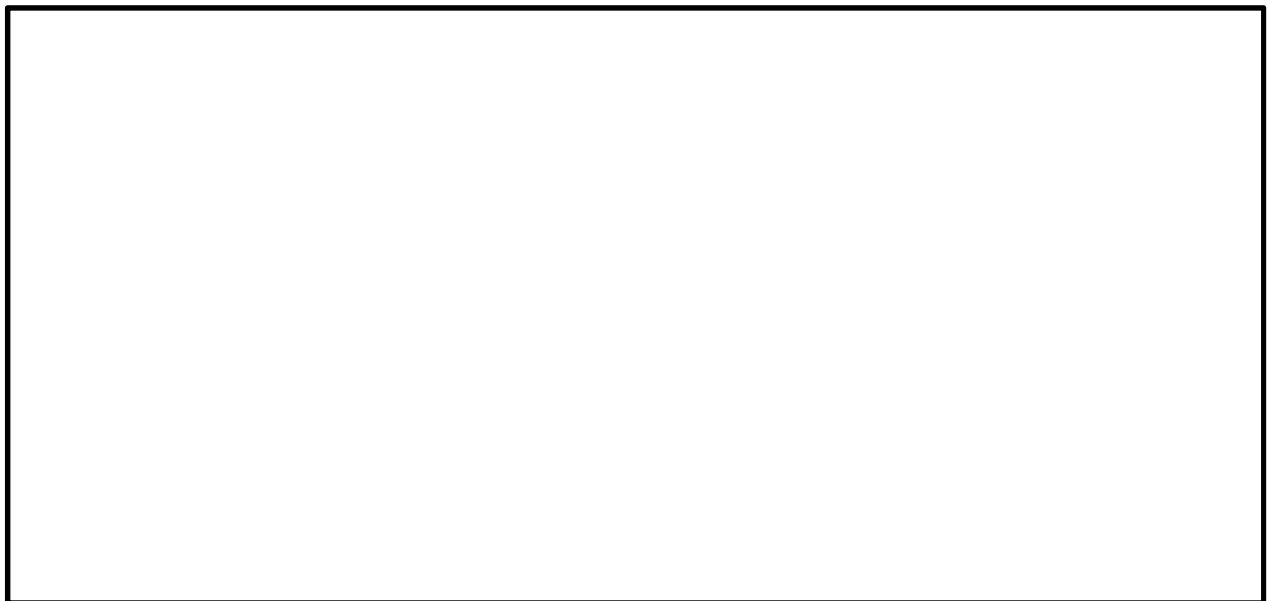


図 18.4-11 (10) ①-①断面の過剰間隙水圧比分布 ( $S_s - 22$ )  
(検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)

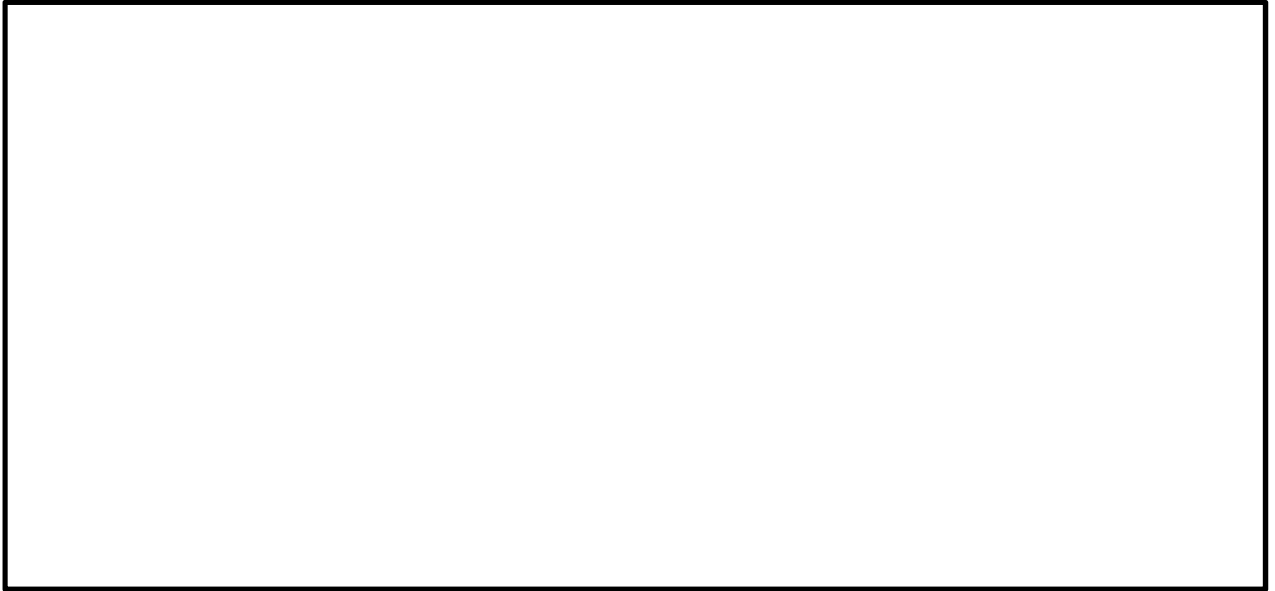


図 18.4-11 (11) ①-①断面の過剰間隙水圧比分布 ( $S_s - 3 1 (H+, V+)$ )  
(検討ケース①: 原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)

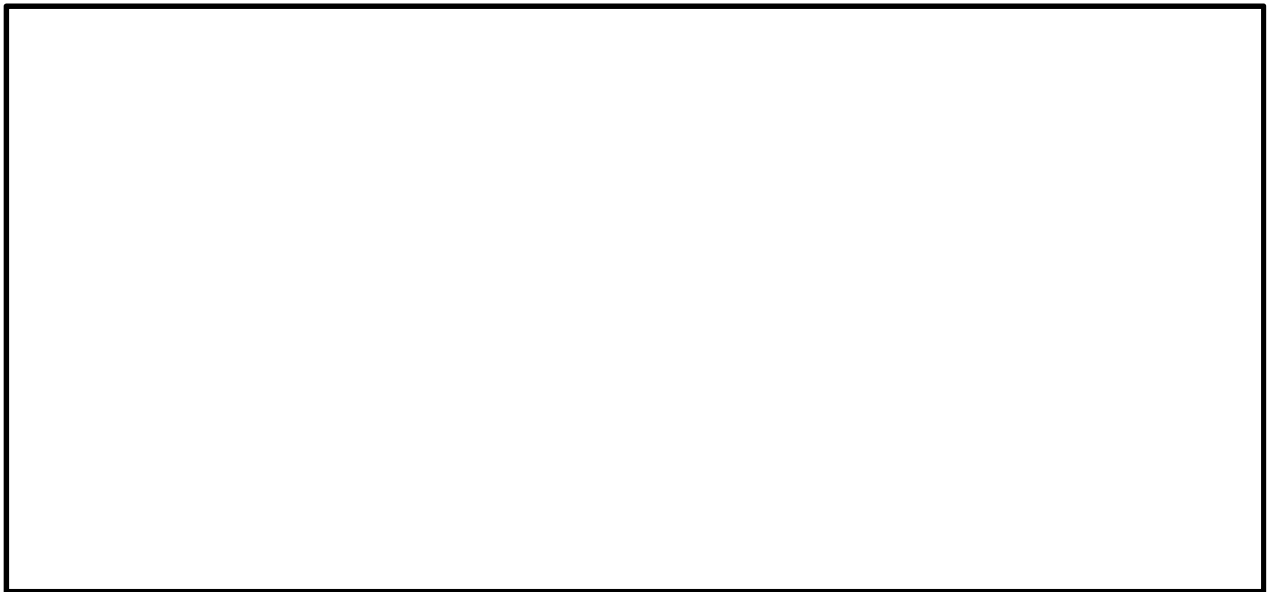


図 18.4-11 (12) ①-①断面の過剰間隙水圧比分布 ( $S_s - 3 1 (H-, V+)$ )  
(検討ケース①: 原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)

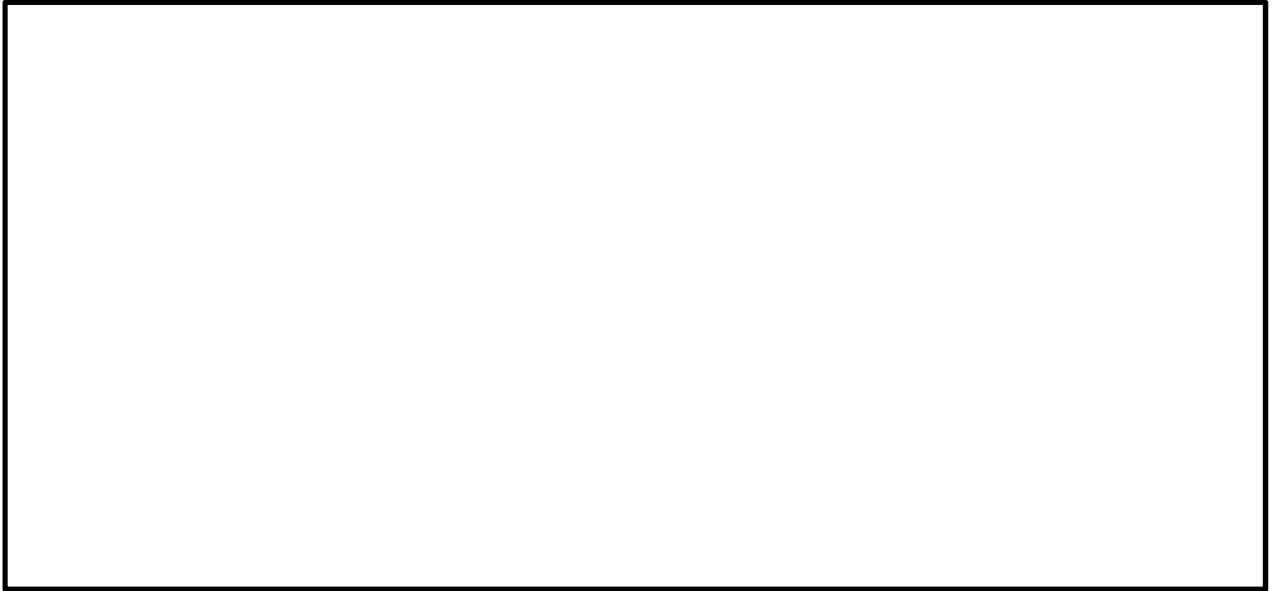


図 18.4-11 (13) ①-①断面の過剰間隙水圧比分布 ( $S_s - D 1 (H+, V-)$ )  
(検討ケース②: 地盤物性のばらつきを考慮 (+1 $\sigma$ ) した解析ケース)

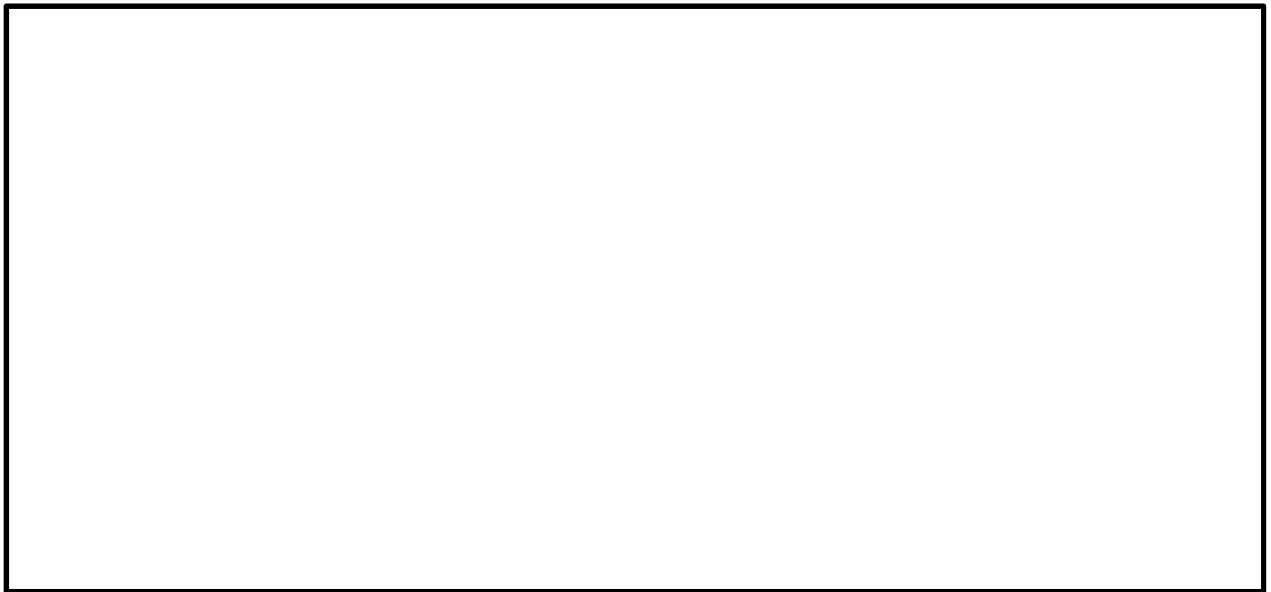


図 18.4-11 (14) ①-①断面の過剰間隙水圧比分布 ( $S_s - D 1 (H+, V-)$ )  
(検討ケース③: 地盤物性のばらつきを考慮 (-1 $\sigma$ ) した解析ケース)

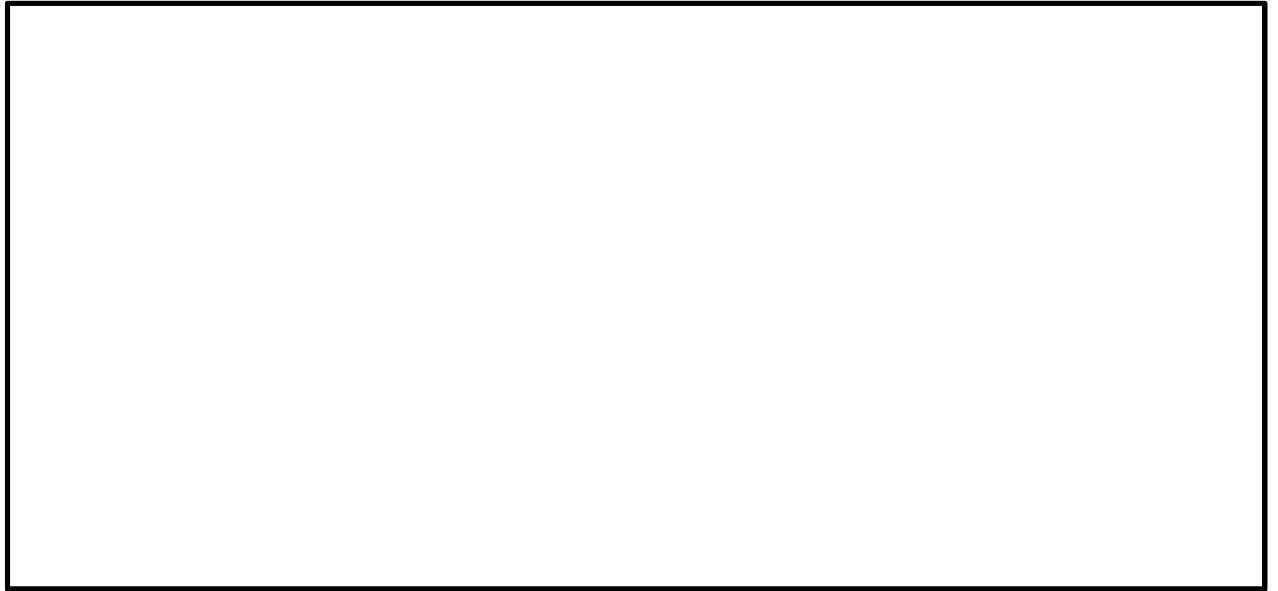


図 18.4-11 (15) ①-①断面の過剰間隙水圧比分布 ( $S_s - D 1$  (H+, V-))  
(検討ケース④: 敷地に存在しない豊浦標準砂の液状化強度特性により  
地盤を強制的に液状化されることを仮定した解析ケース)



図 18.4-11 (16) ①-①断面の過剰間隙水圧比分布 ( $S_s - D 1$  (H-, V-))  
(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れることを仮定した解析ケース)

(7) 構造物の最大加速度分布図

①－①断面の最大加速度の分布図を図 18.4-12 に示す。本図は、構造物周辺に発生している加速度分布を確認するため、各基準地震動における構造部材及び地盤の水平方向の最大加速度分布を示したものである



図 18.4-12 (1) ①-①断面の最大加速度分布 ( $S_s - D1 (H+, V+)$ )  
(検討ケース①: 原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)

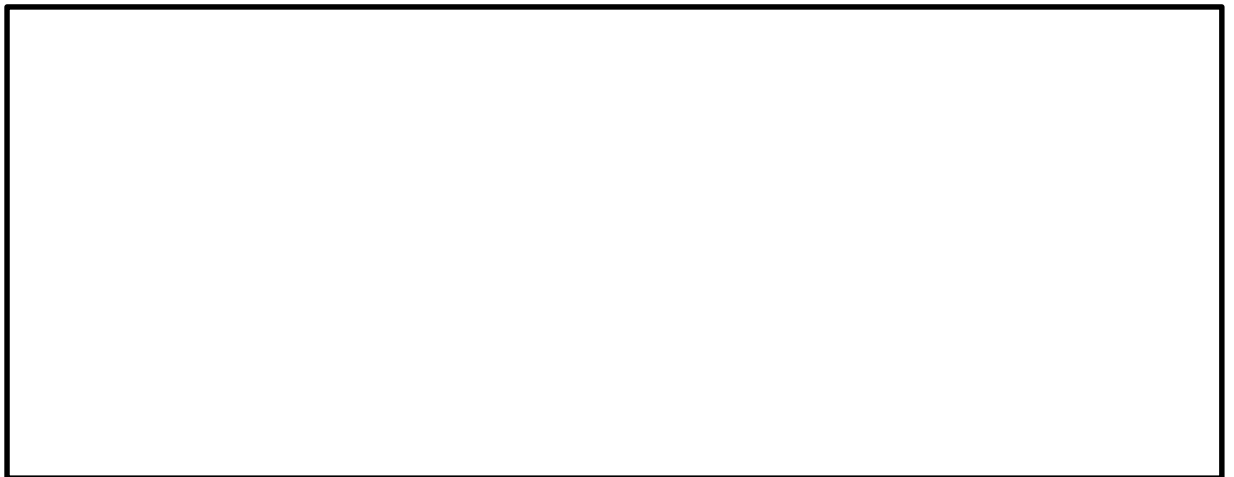


図 18.4-12 (2) ①-①断面の最大加速度分布 ( $S_s - D1 (H+, V-)$ )  
(検討ケース①: 原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)



図 18.4-12 (3) ①-①断面の最大加速度分布 ( $S_s - D1 (H-, V+)$ )  
(検討ケース①: 原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)

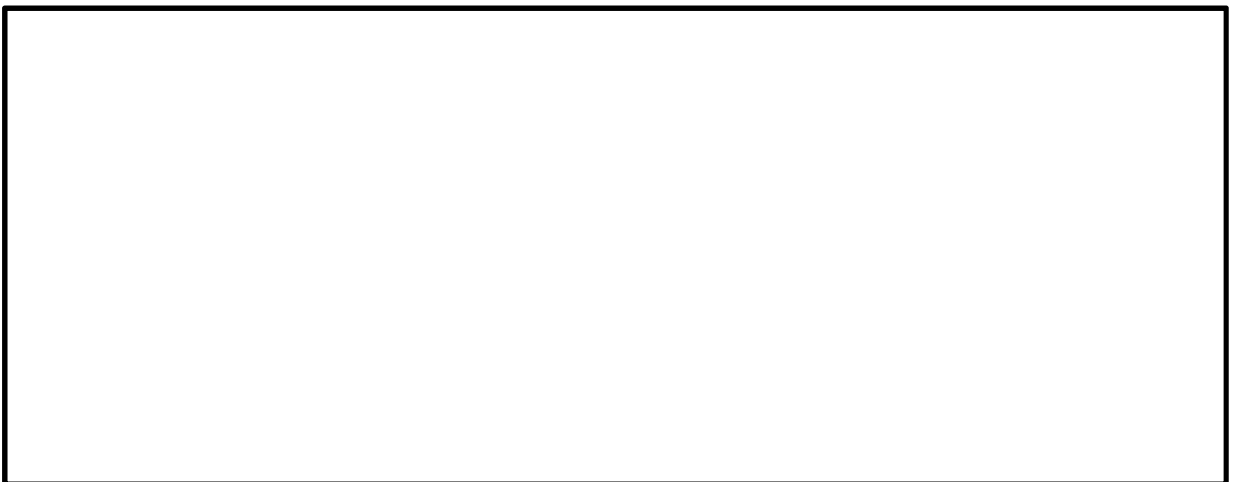


図 18.4-12 (4) ①-①断面の最大加速度分布 ( $S_s - D1 (H-, V-)$ )  
(検討ケース①: 原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)





図 18.4-12 (5) ①-①断面の最大加速度分布 ( $S_s - 1.1$ )  
(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)



図 18.4-12 (6) ①-①断面の最大加速度分布 ( $S_s - 1.2$ )  
(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)

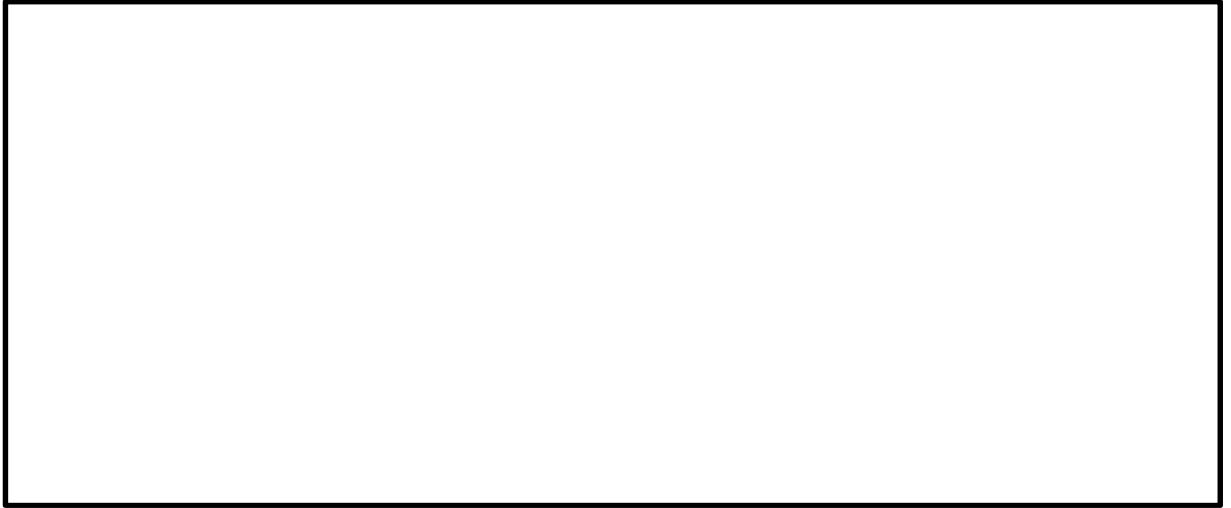


図 18.4-12 (7) ①-①断面の最大加速度分布 ( $S_s - 13$ )  
(検討ケース①: 原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)



図 18.4-12 (8) ①-①断面の最大加速度分布 ( $S_s - 14$ )  
(検討ケース①: 原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)



図 18.4-12 (9) ①-①断面の最大加速度分布 ( $S_s - 2 1$ )  
(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)



図 18.4-12 (10) ①-①断面の最大加速度分布 ( $S_s - 2 2$ )  
(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)

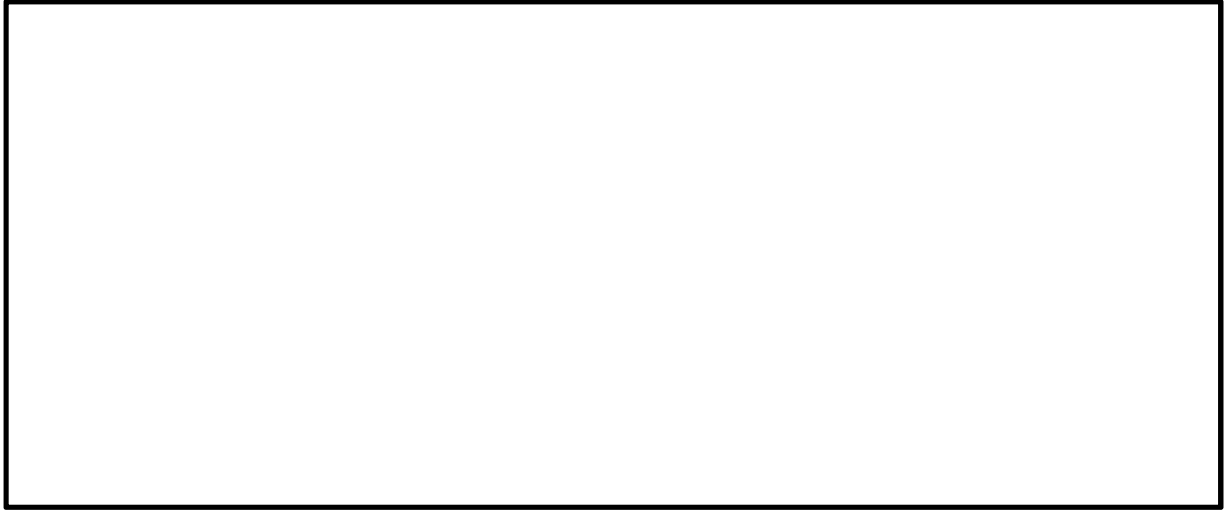


図 18.4-12 (11) ①-①断面の最大加速度分布 ( $S_s - 31$  (H+, V+))  
(検討ケース①: 原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)



図 18.4-12 (12) ①-①断面の最大加速度分布 ( $S_s - 31$  (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 18.4-12 (13) ①-①断面の最大加速度分布 ( $S_s-D1 (H+, V-)$ )  
(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 18.4-12 (14) ①-①断面の最大加速度分布 ( $S_s-D1 (H+, V-)$ )  
(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)

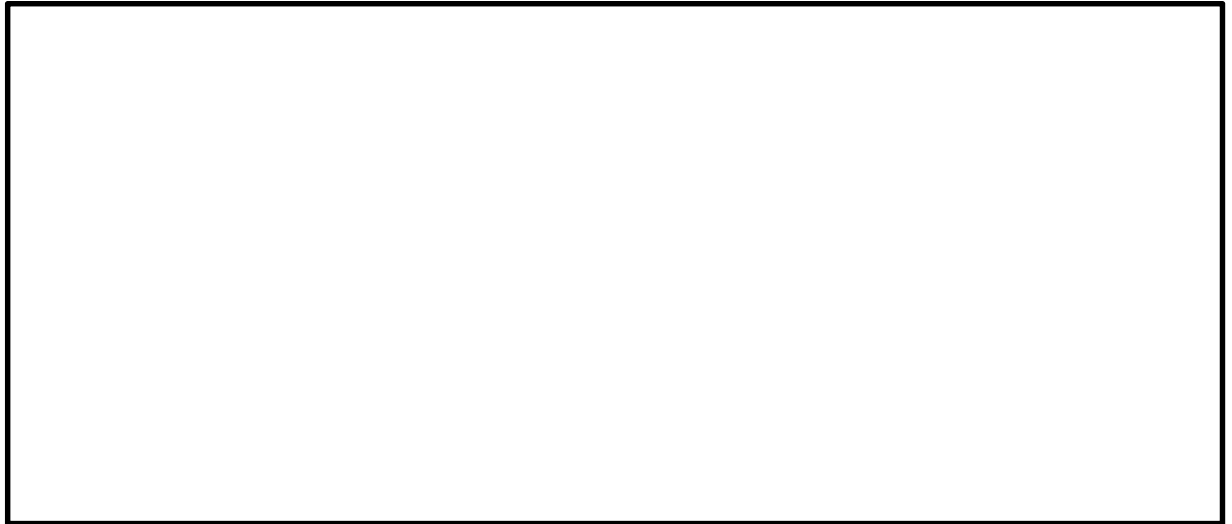


図 18.4-12 (15) ①-①断面の最大加速度分布 ( $S_s$ -D 1 (H+, V-))  
(検討ケース④: 敷地に存在しない豊浦標準砂の液状化強度特性により  
地盤を強制的に液状化されることを仮定した解析ケース)



図 18.4-12 (16) ①-①断面の最大加速度分布 ( $S_s$ -D 1 (H-, V-))  
(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れることを仮定した解析ケース)



図 18.4-12 (17) ①-①断面の最大加速度分布 ( $S_s - D 1 (H+, V-)$ )  
(検討ケース⑤: 原地盤において非液状化の条件を仮定した解析ケース)



図 18.4-12 (18) ①-①断面の最大加速度分布 ( $S_s - D 1 (H+, V-)$ )  
(検討ケース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)

### 18.4.2 耐震評価結果

#### (1) タンク基礎躯体の曲げ軸力に対する評価結果

表 18.4-10 及び表 18.4-11 にタンク基礎躯体の曲げ軸力に対する照査結果を示す。

可搬型設備用軽油タンク基礎躯体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、可搬型設備用軽油タンク基礎躯体の各部材の発生応力は、許容限界以下であることを確認した。

図 18.4-13 に概略配筋図を、表 18.4-12 に断面計算に用いた断面諸元の一覧を示す。

表 18.4-10 (1) コンクリートの曲げ軸力に対する照査結果

検討 ケース	地震動	評価位置		断面形状(mm)			引張 鉄筋量 (mm <sup>2</sup> )	曲げ モーメント (kN・m)	軸力 (kN)	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	部材 高	有効 高						
①	S <sub>s</sub> -D1 (H+, V+)	底版	10	1000	1000	750	4053.6	-768	570	8.1	21.0	0.39
		側壁	4	1000	800	680	4053.6	535	104	6.8	21.0	0.33
		隔壁	6	1000	800	680	4053.6	737	148	9.4	21.0	0.45
		頂版	13	1000	500	380	4053.6	210	325	7.4	21.0	0.36
①	S <sub>s</sub> -D1 (H+, V-)	底版	10	1000	1000	750	4053.6	-769	568	8.1	21.0	0.39
		側壁	4	1000	800	680	4053.6	537	107	6.8	21.0	0.33
		隔壁	6	1000	800	680	4053.6	740	149	9.4	21.0	0.45
		頂版	13	1000	500	380	4053.6	212	328	7.5	21.0	0.36

注記 ①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース

評価位置は下図に示す。

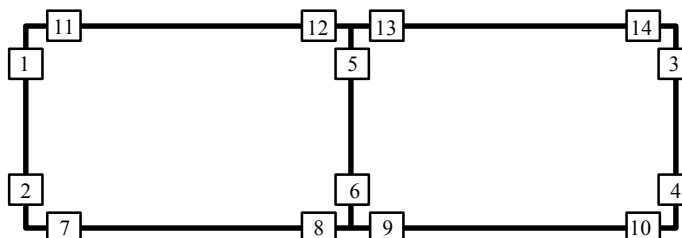




表 18.4-10 (2) コンクリートの曲げ軸力に対する照査結果

検討 ケース	地震動	評価位置		断面形状 (mm)			引張 鉄筋量 (mm <sup>2</sup> )	曲げ モーメント (kN・m)	軸力 (kN)	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	部材 高	有効 高						
①	S <sub>s</sub> -D 1 (H-, V+)	底版	10	1000	1000	750	4053.6	-672	483	7.1	21.0	0.34
		側壁	4	1000	800	680	4053.6	-470	89	6.0	21.0	0.29
		隔壁	6	1000	800	680	4053.6	-682	161	8.7	21.0	0.42
		頂版	12	1000	500	380	4053.6	205	-2	7.2	21.0	0.35
①	S <sub>s</sub> -D 1 (H-, V-)	底版	10	1000	1000	750	4053.6	-695	510	7.3	21.0	0.35
		側壁	4	1000	800	680	4053.6	481	105	6.1	21.0	0.30
		隔壁	6	1000	800	680	4053.6	-684	157	8.7	21.0	0.42
		頂版	12	1000	500	380	4053.6	206	-6	7.2	21.0	0.35

注記 ①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース

評価位置は下図に示す。

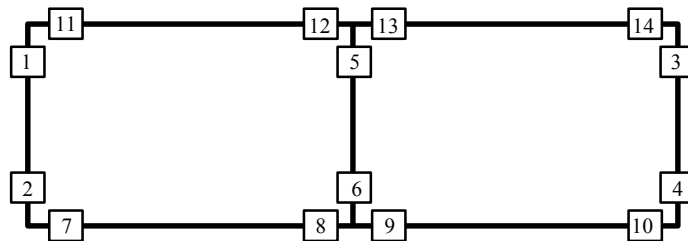


表 18.4-10 (3) コンクリートの曲げ軸力に対する照査結果

検討 ケース	地震動	評価位置		断面形状 (mm)			引張 鉄筋量 (mm <sup>2</sup> )	曲げ モーメント (kN・m)	軸力 (kN)	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	部材 高	有効 高						
①	S <sub>s</sub> -11	底版	10	1000	1000	750	4053.6	-398	361	4.2	21.0	0.20
		側壁	4	1000	800	680	4053.6	-317	-22	4.0	21.0	0.20
		隔壁	6	1000	800	680	4053.6	401	155	5.2	21.0	0.25
		頂版	11	1000	500	380	4053.6	132	129	4.6	21.0	0.22
①	S <sub>s</sub> -12	底版	10	1000	1000	750	4053.6	-387	338	4.1	21.0	0.20
		側壁	4	1000	800	680	4053.6	343	374	4.5	21.0	0.22
		隔壁	6	1000	800	680	4053.6	427	169	5.5	21.0	0.27
		頂版	11	1000	500	380	4053.6	142	105	5.0	21.0	0.24

注記 ①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース

評価位置は下図に示す。

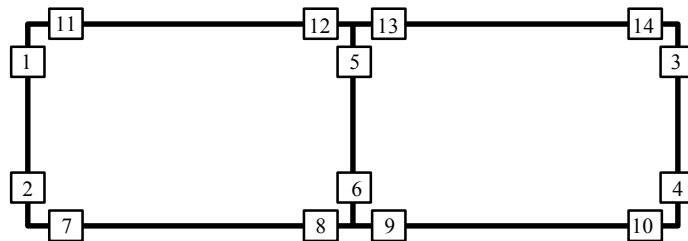


表 18.4-10 (4) コンクリートの曲げ軸力に対する照査結果

検討 ケース	地震動	評価位置		断面形状 (mm)			引張 鉄筋量 (mm <sup>2</sup> )	曲げ モーメント (kN・m)	軸力 (kN)	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	部材 高	有効 高						
①	S <sub>s</sub> -13	底版	10	1000	1000	750	4053.6	-394	397	4.1	21.0	0.20
		側壁	4	1000	800	680	4053.6	357	394	4.7	21.0	0.23
		隔壁	6	1000	800	680	4053.6	442	179	5.7	21.0	0.28
		頂版	11	1000	500	380	4053.6	145	103	5.1	21.0	0.25
①	S <sub>s</sub> -14	底版	9	1000	1000	750	4053.6	-286	27	3.1	21.0	0.15
		側壁	4	1000	800	680	4053.6	277	354	3.6	21.0	0.18
		隔壁	6	1000	800	680	4053.6	339	179	4.4	21.0	0.21
		頂版	11	1000	500	380	4053.6	124	104	4.4	21.0	0.21

注記 ①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース

評価位置は下図に示す。

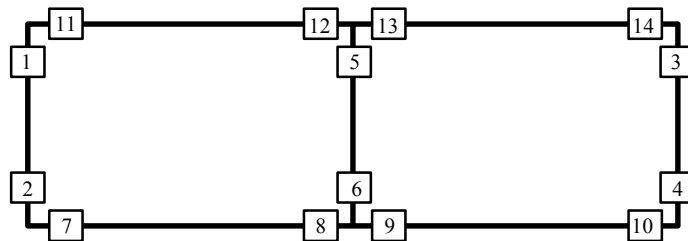


表 18.4-10 (5) コンクリートの曲げ軸力に対する照査結果

検討 ケース	地震動	評価位置		断面形状 (mm)			引張 鉄筋量 (mm <sup>2</sup> )	曲げ モーメント (kN・m)	軸力 (kN)	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	部材 高	有効 高						
①	S <sub>s</sub> -2 1	底版	10	1000	1000	750	4053.6	-400	363	4.2	21.0	0.20
		側壁	4	1000	800	680	4053.6	319	346	4.2	21.0	0.20
		隔壁	6	1000	800	680	4053.6	419	151	5.4	21.0	0.26
		頂版	13	1000	500	380	4053.6	132	185	4.7	21.0	0.23
①	S <sub>s</sub> -2 2	底版	10	1000	1000	750	4053.6	-501	426	5.3	21.0	0.26
		側壁	4	1000	800	680	4053.6	380	254	4.9	21.0	0.24
		隔壁	6	1000	800	680	4053.6	512	162	6.5	21.0	0.31
		頂版	13	1000	500	380	4053.6	162	179	5.7	21.0	0.28

注記 ①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース

評価位置は下図に示す。

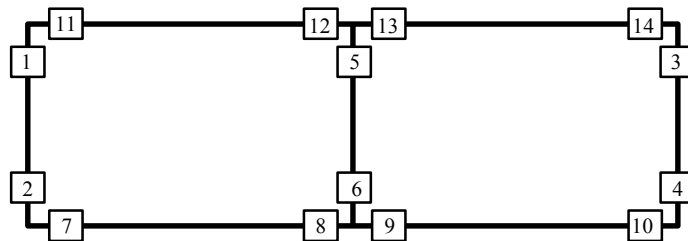


表 18.4-10 (6) コンクリートの曲げ軸力に対する照査結果

検討 ケース	地震動	評価位置		断面形状 (mm)			引張 鉄筋量 (mm <sup>2</sup> )	曲げ モーメント (kN・m)	軸力 (kN)	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	部材 高	有効 高						
①	S <sub>s</sub> -31 (H+, V+)	底版	9	1000	1000	750	4053.6	-576	126	6.2	21.0	0.30
		側壁	4	1000	800	680	4053.6	-449	-45	5.6	21.0	0.27
		隔壁	6	1000	800	680	4053.6	-639	147	8.1	21.0	0.39
		頂版	12	1000	500	380	4053.6	182	2	6.4	21.0	0.31
①	S <sub>s</sub> -31 (H-, V+)	底版	10	1000	1000	750	4053.6	-586	515	6.1	21.0	0.30
		側壁	4	1000	800	680	4053.6	492	397	6.4	21.0	0.31
		隔壁	6	1000	800	680	4053.6	676	142	8.6	21.0	0.41
		頂版	11	1000	500	380	4053.6	193	106	6.8	21.0	0.33

注記 ①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース

評価位置は下図に示す。

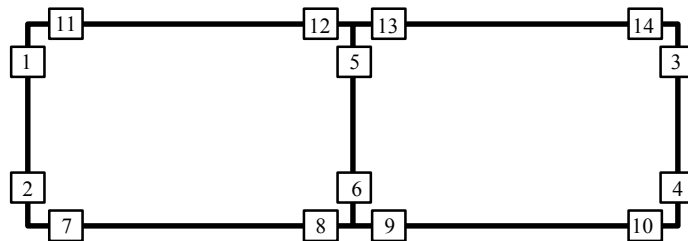


表 18.4-10 (7) コンクリートの曲げ軸力に対する照査結果

検討 ケー ス	地震動	評価位置		断面形状 (mm)			引張 鉄筋量 (mm <sup>2</sup> )	曲げ モーメント (kN・ m)	軸力 (kN)	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	部材 高	有 効 高						
②	S <sub>s</sub> -D1 (H+, V-)	底版	10	1000	1000	750	4053.6	-670	537	7.0	21.0	0.34
		側壁	4	1000	800	680	4053.6	482	160	6.2	21.0	0.30
		隔壁	6	1000	800	680	4053.6	616	150	7.8	21.0	0.38
		頂版	11	1000	500	380	4053.6	179	82	6.3	21.0	0.30
③	S <sub>s</sub> -D1 (H+, V-)	底版	10	1000	1000	750	4053.6	-744	557	7.8	21.0	0.38
		側壁	4	1000	800	680	4053.6	528	135	6.7	21.0	0.32
		隔壁	6	1000	800	680	4053.6	700	147	8.9	21.0	0.43
		頂版	11	1000	500	380	4053.6	201	138	7.1	21.0	0.34

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

評価位置は下図に示す。

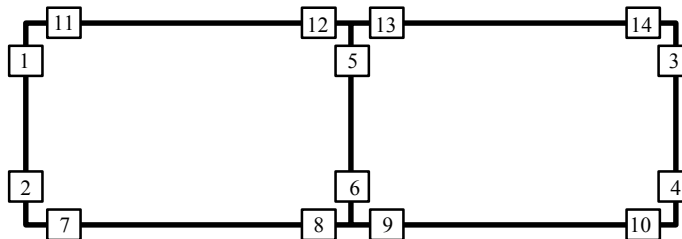


表 18.4-10 (8) コンクリートの曲げ軸力に対する照査結果

検討 ケース	地震動	評価位置		断面形状 (mm)			引張 鉄筋量 (mm <sup>2</sup> )	曲げ モーメント (kN・m)	軸力 (kN)	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	部材 高	有効 高						
④	S <sub>s</sub> -D 1 (H+, V-)	底版	10	1000	1000	750	4053.6	-784	557	8.3	21.0	0.40
		側壁	4	1000	800	680	4053.6	503	-38	6.3	21.0	0.30
		隔壁	6	1000	800	680	4053.6	760	154	9.7	21.0	0.47
		頂版	12	1000	500	380	4053.6	247	-15	8.7	21.0	0.42
④	S <sub>s</sub> -D 1 (H-, V-)	底版	10	1000	1000	750	4053.6	-802	612	8.4	21.0	0.40
		側壁	4	1000	800	680	4053.6	497	-37	6.2	21.0	0.30
		隔壁	6	1000	800	680	4053.6	834	140	10.6	21.0	0.51
		頂版	11	1000	500	380	4053.6	243	18	8.5	21.0	0.41

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

評価位置は下図に示す。

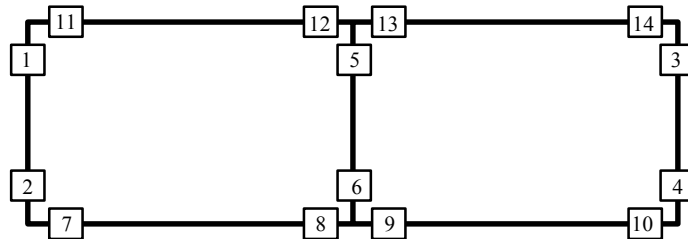


表 18.4-10 (9) コンクリートの曲げ軸力に対する照査結果

検討 ケース	地震動	評価位置		断面形状 (mm)			引張 鉄筋量 (mm <sup>2</sup> )	曲げ モーメント (kN・m)	軸力 (kN)	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	部材 高	有効 高						
⑤	S <sub>s</sub> -D 1 (H+, V-)	底版	10	1000	1000	750	4053.6	-595	518	6.2	21.0	0.30
		側壁	4	1000	800	680	4053.6	441	225	5.7	21.0	0.28
		隔壁	6	1000	800	680	4053.6	618	144	7.9	21.0	0.38
		頂版	11	1000	500	380	4053.6	181	115	6.4	21.0	0.31
⑥	S <sub>s</sub> -D 1 (H+, V-)	底版	10	1000	1000	750	4053.6	-521	513	5.4	21.0	0.26
		側壁	4	1000	800	680	4053.6	401	295	5.2	21.0	0.25
		隔壁	6	1000	800	680	4053.6	510	145	6.5	21.0	0.31
		頂版	11	1000	500	380	4053.6	153	129	5.4	21.0	0.26

注記 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

評価位置は下図に示す。

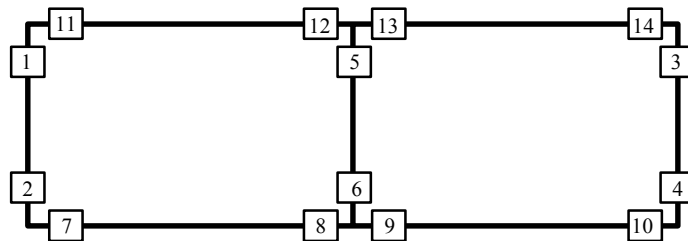




表 18.4-11 (1) 鉄筋の曲げ軸力に対する照査結果

検討 ケース	地震動	評価位置		断面形状 (mm)			引張 鉄筋量 (mm <sup>2</sup> )	曲げ モーメント (kN・m)	軸力 (kN)	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	部材 高	有効 高						
①	S <sub>s</sub> -D 1 (H+, V+)	底版	10	1000	1000	880	4053.6	631	-360	239	435	0.55
		側壁	4	1000	800	680	4053.6	535	99	209	435	0.49
		隔壁	6	1000	800	680	4053.6	737	142	286	435	0.66
		頂版	11	1000	500	380	4053.6	206	71	151	435	0.35
①	S <sub>s</sub> -D 1 (H+, V-)	底版	10	1000	1000	880	4053.6	621	-342	234	435	0.54
		側壁	4	1000	800	680	4053.6	537	102	209	435	0.49
		隔壁	6	1000	800	680	4053.6	740	143	288	435	0.67
		頂版	11	1000	500	380	4053.6	207	73	151	435	0.35

注記 ①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース

評価位置は下図に示す。

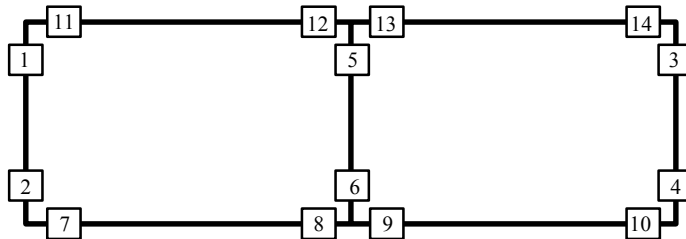


表 18.4-11 (2) 鉄筋の曲げ軸力に対する照査結果

検討 ケース	地震動	評価位置		断面形状 (mm)			引張 鉄筋量 (mm <sup>2</sup> )	曲げ モーメント (kN・m)	軸力 (kN)	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	部材 高	有効 高						
①	S <sub>s</sub> -D 1 (H-, V+)	底版	10	1000	1000	880	4053.6	708	-385	266	435	0.62
		側壁	4	1000	800	680	4053.6	-470	84	184	435	0.43
		隔壁	6	1000	800	680	4053.6	-682	155	262	435	0.61
		頂版	14	1000	500	380	4053.6	174	-208	162	435	0.38
①	S <sub>s</sub> -D 1 (H-, V-)	底版	10	1000	1000	880	4053.6	713	-385	268	435	0.62
		側壁	4	1000	800	680	4053.6	481	101	186	435	0.43
		隔壁	6	1000	800	680	4053.6	-684	151	264	435	0.61
		頂版	14	1000	500	380	4053.6	171	-228	162	435	0.38

注記 ①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース

評価位置は下図に示す。

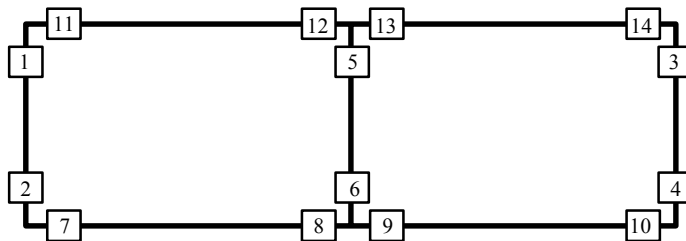


表 18.4-11 (3) 鉄筋の曲げ軸力に対する照査結果

検討 ケース	地震動	評価位置		断面形状 (mm)			引張 鉄筋量 (mm <sup>2</sup> )	曲げ モーメント (kN・m)	軸力 (kN)	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	部材 高	有効 高						
①	S <sub>s</sub> -11	底版	10	1000	1000	880	4053.6	414	-242	158	435	0.37
		側壁	4	1000	800	680	4053.6	-317	-32	134	435	0.31
		隔壁	6	1000	800	680	4053.6	401	149	148	435	0.35
		頂版	14	1000	500	380	4053.6	117	-113	105	435	0.25
①	S <sub>s</sub> -12	底版	10	1000	1000	880	4053.6	362	-186	135	435	0.32
		側壁	4	1000	800	680	4053.6	343	324	104	435	0.24
		隔壁	6	1000	800	680	4053.6	427	162	157	435	0.37
		頂版	11	1000	500	380	4053.6	142	104	96	435	0.23

注記 ①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース

評価位置は下図に示す。

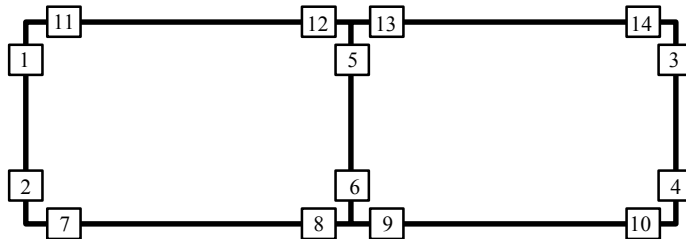


表 18.4-11 (4) 鉄筋の曲げ軸力に対する照査結果

検討 ケース	地震動	評価位置		断面形状 (mm)			引張 鉄筋量 (mm <sup>2</sup> )	曲げ モーメント (kN・m)	軸力 (kN)	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	部材 高	有効 高						
①	S <sub>s</sub> -13	底版	10	1000	1000	880	4053.6	343	-178	128	435	0.30
		側壁	4	1000	800	680	4053.6	357	340	107	435	0.25
		隔壁	6	1000	800	680	4053.6	441	166	162	435	0.38
		頂版	11	1000	500	380	4053.6	145	103	99	435	0.23
①	S <sub>s</sub> -14	底版	10	1000	1000	880	4053.6	331	-189	125	435	0.29
		側壁	4	1000	800	680	4053.6	-245	16	99	435	0.23
		隔壁	6	1000	800	680	4053.6	339	172	119	435	0.28
		頂版	14	1000	500	380	4053.6	101	-60	86	435	0.20

注記 ①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース

評価位置は下図に示す。

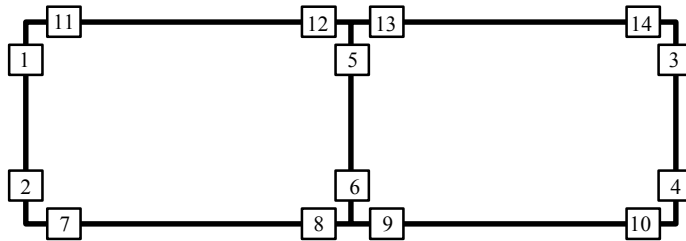


表 18.4-11 (5) 鉄筋の曲げ軸力に対する照査結果

検討 ケース	地震動	評価位置		断面形状 (mm)			引張 鉄筋量 (mm <sup>2</sup> )	曲げ モーメント (kN・m)	軸力 (kN)	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	部材 高	有効 高						
①	S <sub>s</sub> -2 1	底版	10	1000	1000	880	4053.6	395	-203	147	435	0.34
		側壁	4	1000	800	680	4053.6	-299	-39	128	435	0.30
		隔壁	6	1000	800	680	4053.6	419	145	155	435	0.36
		頂版	14	1000	500	380	4053.6	119	-76	102	435	0.24
①	S <sub>s</sub> -2 2	底版	7	1000	1000	880	4053.6	462	-195	167	435	0.39
		側壁	4	1000	800	680	4053.6	353	139	129	435	0.30
		隔壁	6	1000	800	680	4053.6	512	156	192	435	0.45
		頂版	11	1000	500	380	4053.6	146	12	111	435	0.26

注記 ①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース

評価位置は下図に示す。

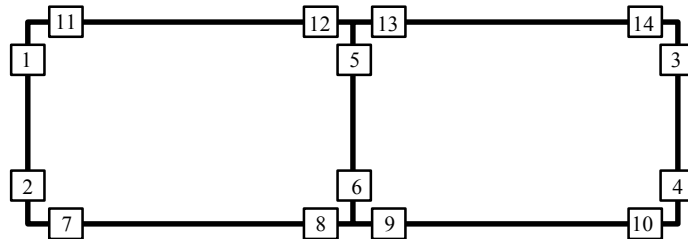


表 18.4-11 (6) 鉄筋の曲げ軸力に対する照査結果

検討 ケース	地震動	評価位置		断面形状 (mm)			引張 鉄筋量 (mm <sup>2</sup> )	曲げ モーメント (kN・m)	軸力 (kN)	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	部材 高	有効 高						
①	S <sub>s</sub> -31 (H+, V+)	底版	10	1000	1000	880	4053.6	603	-376	232	435	0.54
		側壁	4	1000	800	680	4053.6	-448	-56	192	435	0.45
		隔壁	6	1000	800	680	4053.6	-639	141	246	435	0.57
		頂版	14	1000	500	380	4053.6	166	-168	150	435	0.35
①	S <sub>s</sub> -31 (H-, V+)	底版	7	1000	1000	880	4053.6	531	-213	191	435	0.44
		側壁	4	1000	800	680	4053.6	492	337	163	435	0.38
		隔壁	6	1000	800	680	4053.6	676	136	262	435	0.61
		頂版	11	1000	500	380	4053.6	192	88	137	435	0.32

注記 ①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース

評価位置は下図に示す。

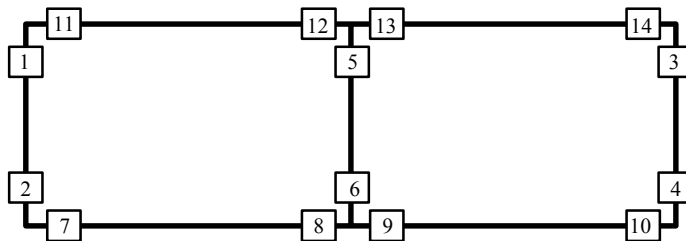


表 18.4-11 (7) 鉄筋の曲げ軸力に対する照査結果

検討 ケー ス	地震動	評価位置		断面形状 (mm)			引張 鉄筋量 (mm <sup>2</sup> )	曲げ モーメント (kN・ m)	軸力 (kN)	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	部材 高	有 効 高						
②	S <sub>s</sub> -D1 (H+, V-)	底版	10	1000	1000	880	4053.6	554	-340	213	435	0.49
		側壁	4	1000	800	680	4053.6	482	147	181	435	0.42
		隔壁	6	1000	800	680	4053.6	616	145	236	435	0.55
		頂版	11	1000	500	380	4053.6	179	82	128	435	0.30
③	S <sub>s</sub> -D1 (H+, V-)	底版	10	1000	1000	880	4053.6	586	-304	219	435	0.51
		側壁	4	1000	800	680	4053.6	528	128	202	435	0.47
		隔壁	6	1000	800	680	4053.6	700	141	272	435	0.63
		頂版	11	1000	500	380	4053.6	200	85	144	435	0.34

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

評価位置は下図に示す。

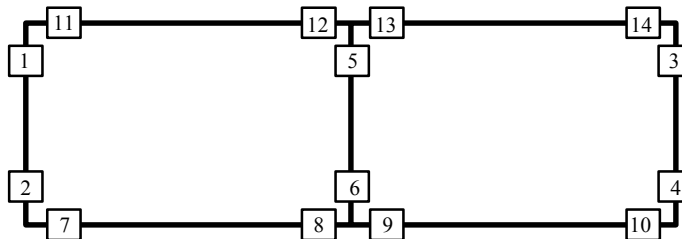


表 18.4-11 (8) 鉄筋の曲げ軸力に対する照査結果

検討 ケース	地震動	評価位置		断面形状 (mm)			引張 鉄筋量 (mm <sup>2</sup> )	曲げ モーメント (kN・m)	軸力 (kN)	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	部材 高	有効 高						
④	S <sub>s</sub> -D 1 (H+, V-)	底版	8	1000	1000	880	4053.6	869	12	272	435	0.63
		側壁	4	1000	800	680	4053.6	502	-47	213	435	0.49
		隔壁	6	1000	800	680	4053.6	760	148	295	435	0.68
		頂版	12	1000	500	380	4053.6	247	-16	194	435	0.45
④	S <sub>s</sub> -D 1 (H-, V-)	底版	10	1000	1000	880	4053.6	716	-364	266	435	0.62
		側壁	4	1000	800	680	4053.6	497	-47	210	435	0.49
		隔壁	6	1000	800	680	4053.6	834	135	328	435	0.76
		頂版	12	1000	500	380	4053.6	243	18	186	435	0.43

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

評価位置は下図に示す。

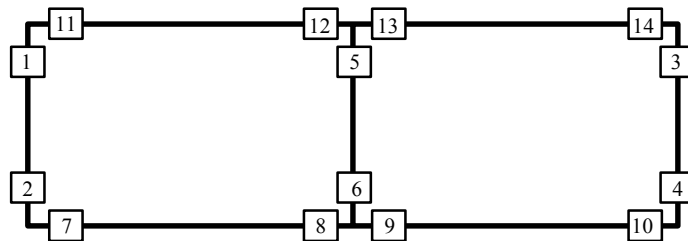




表 18.4-11 (9) 鉄筋の曲げ軸力に対する照査結果

検討 ケース	地震動	評価位置		断面形状 (mm)			引張 鉄筋量 (mm <sup>2</sup> )	曲げ モーメント (kN・m)	軸力 (kN)	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	部材 高	有効 高						
⑤	S <sub>s</sub> -D 1 (H+, V-)	底版	10	1000	1000	880	4053.6	428	-267	165	435	0.38
		側壁	4	1000	800	680	4053.6	441	196	158	435	0.37
		隔壁	6	1000	800	680	4053.6	618	138	238	435	0.55
		頂版	11	1000	500	380	4053.6	181	115	126	435	0.29
⑥	S <sub>s</sub> -D 1 (H+, V-)	底版	10	1000	1000	880	4053.6	385	-255	150	435	0.35
		側壁	4	1000	800	680	4053.6	401	260	134	435	0.31
		隔壁	6	1000	800	680	4053.6	510	139	193	435	0.45
		頂版	11	1000	500	380	4053.6	153	124	103	435	0.24

注記 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

評価位置は下図に示す。

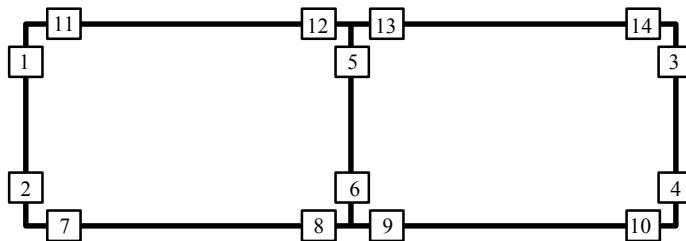




図 18.4-13 概略配筋図

表 18.4-12 断面諸元一覧表（曲げ軸力に対する評価）

位置	断面性状				主鉄筋				
	部材幅	部材高	かぶり	有効高	鉄筋種別	径	段数	鉄筋間隔	鉄筋量
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(-)	(mm)	(-)	(mm)	(mm <sup>2</sup> /m)
底版(上引張)	1000	1000	120	880	SD490	D25	1	125	4053.6
底版(下引張)	1000	1000	250	750	SD490	D25	1	125	4053.6
側壁	1000	800	120	680	SD490	D25	1	125	4053.6
隔壁	1000	800	120	680	SD490	D25	1	125	4053.6
頂版	1000	500	120	380	SD490	D25	1	125	4053.6

(2) タンク基礎躯体のせん断力に対する評価結果

表 18.4-13 にタンク基礎躯体のせん断力に対する照査結果を示す。

可搬型設備用軽油タンク基礎躯体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、発生せん断力がコンクリートの許容せん断力 ( $V_{c,a}$ ) と、斜め引張鉄筋の許容せん断力 ( $V_{s,a}$ ) を合わせた許容せん断力 ( $V_a$ ) 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、可搬型設備用軽油タンク基礎躯体の各部材の発生せん断力は、許容限界以下であることを確認した。

図 18.4-14 に概略配筋図を、表 18.4-14 に断面計算に用いた断面諸元の一覧を示す。

表 18.4-13 (1) せん断力に対する照査結果

検討 ケース	地震動	評価位置		断面形状 (mm)			せん断 補強筋 (mm)	発生 せん断力 (kN)	短期許容 せん断力 (kN)	照査値
				部材幅	部材高	有効高				
①	$S_s-D1$ (H+, V+)	底版	10	1000	1000	750	D16	334	890	0.38
		側壁	4	1000	800	680	D16	-469	807	0.59
		隔壁	6	1000	800	680	D16	-337	807	0.42
		頂版	11	1000	500	380	D16	96	451	0.22
①	$S_s-D1$ (H+, V-)	底版	10	1000	1000	750	D16	344	890	0.39
		側壁	4	1000	800	680	D16	-471	807	0.59
		隔壁	6	1000	800	680	D16	-339	807	0.43
		頂版	11	1000	500	380	D16	96	451	0.22

注記 ①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース

評価位置は下図に示す。

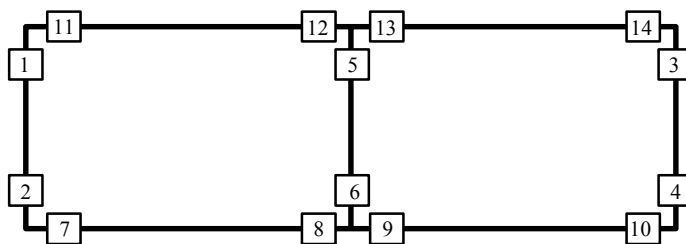


表 18.4-13 (2) せん断力に対する照査結果

検討 ケース	地震動	評価位置		断面形状 (mm)			せん断 補強筋 (mm)	発生 せん断力 (kN)	短期許容 せん断力 (kN)	照査値
				部材幅	部材高	有効高				
①	S <sub>s</sub> -D1 (H-, V+)	底版	7	1000	1000	750	D16	-292	890	0.33
		側壁	4	1000	800	680	D16	-418	807	0.52
		隔壁	6	1000	800	680	D16	318	807	0.40
		頂版	12	1000	500	380	D16	-93	451	0.21
①	S <sub>s</sub> -D1 (H-, V-)	底版	7	1000	1000	750	D16	-303	890	0.35
		側壁	4	1000	800	680	D16	-440	807	0.55
		隔壁	6	1000	800	680	D16	320	807	0.40
		頂版	13	1000	500	380	D16	97	451	0.22

注記 ①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース

評価位置は下図に示す。

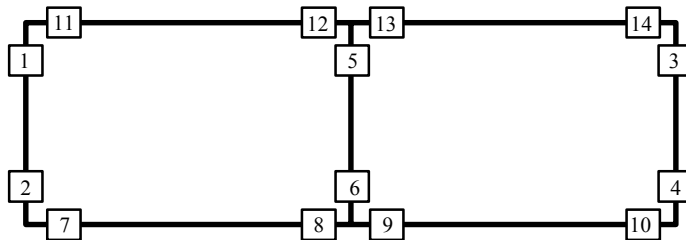


表 18.4-13 (3) せん断力に対する照査結果

検討 ケース	地震動	評価位置		断面形状 (mm)			せん断 補強筋 (mm)	発生 せん断力 (kN)	短期許容 せん断力 (kN)	照査値
				部材幅	部材高	有効高				
①	S <sub>s</sub> -1 1	底版	8	1000	1000	750	D16	170	890	0.20
		側壁	4	1000	800	680	D16	-279	807	0.35
		隔壁	6	1000	800	680	D16	199	807	0.25
		頂版	11	1000	500	380	D16	73	451	0.17
①	S <sub>s</sub> -1 2	底版	10	1000	1000	750	D16	169	890	0.19
		側壁	4	1000	800	680	D16	-310	807	0.39
		隔壁	6	1000	800	680	D16	-209	807	0.26
		頂版	11	1000	500	380	D16	76	451	0.17

注記 ①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース

評価位置は下図に示す。

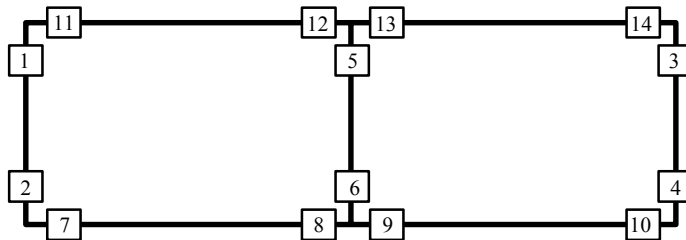


表 18.4-13 (4) せん断力に対する照査結果

検討 ケース	地震動	評価位置		断面形状 (mm)			せん断 補強筋 (mm)	発生 せん断力 (kN)	短期許容 せん断力 (kN)	照査値
				部材幅	部材高	有効高				
①	S <sub>s</sub> -13	底版	9	1000	1000	750	D16	-165	890	0.19
		側壁	4	1000	800	680	D16	-321	807	0.40
		隔壁	6	1000	800	680	D16	-217	807	0.27
		頂版	11	1000	500	380	D16	78	451	0.18
①	S <sub>s</sub> -14	底版	10	1000	1000	880	D16	-164	1045	0.16
		側壁	4	1000	800	680	D16	-259	807	0.33
		隔壁	6	1000	800	680	D16	-172	807	0.22
		頂版	11	1000	500	380	D16	70	451	0.16

注記 ①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース

評価位置は下図に示す。

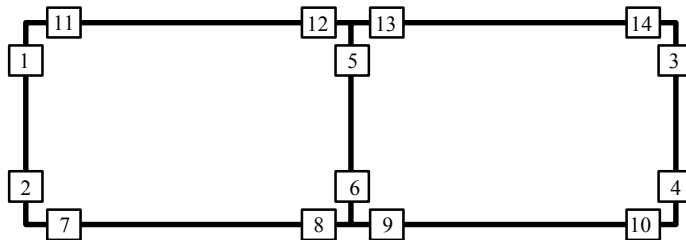


表 18.4-13 (5) せん断力に対する照査結果

検討 ケース	地震動	評価位置		断面形状 (mm)			せん断 補強筋 (mm)	発生 せん断力 (kN)	短期許容 せん断力 (kN)	照査値
				部材幅	部材高	有効高				
①	S <sub>s</sub> -2 1	底版	10	1000	1000	880	D16	-211	1045	0.21
		側壁	4	1000	800	680	D16	-293	807	0.37
		隔壁	6	1000	800	680	D16	-199	807	0.25
		頂版	11	1000	500	380	D16	72	451	0.16
①	S <sub>s</sub> -2 2	底版	10	1000	1000	750	D16	220	890	0.25
		側壁	4	1000	800	680	D16	-326	807	0.41
		隔壁	6	1000	800	680	D16	-240	807	0.30
		頂版	13	1000	500	380	D16	79	451	0.18

注記 ①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース

評価位置は下図に示す。

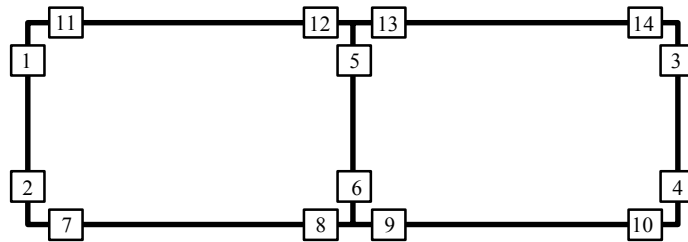


表 18.4-13 (6) せん断力に対する照査結果

検討 ケース	地震動	評価位置		断面形状 (mm)			せん断 補強筋 (mm)	発生 せん断力 (kN)	短期許容 せん断力 (kN)	照査値
				部材幅	部材高	有効高				
①	S <sub>s</sub> -31 (H+, V+)	底版	9	1000	1000	750	D16	-299	890	0.34
		側壁	4	1000	800	680	D16	366	807	0.46
		隔壁	6	1000	800	680	D16	318	807	0.40
		頂版	12	1000	500	380	D16	-84	451	0.19
①	S <sub>s</sub> -31 (H-, V+)	底版	9	1000	1000	880	D16	300	1045	0.29
		側壁	4	1000	800	680	D16	-426	807	0.53
		隔壁	6	1000	800	680	D16	-331	807	0.42
		頂版	11	1000	500	380	D16	90	451	0.20

注記 ①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース

評価位置は下図に示す。

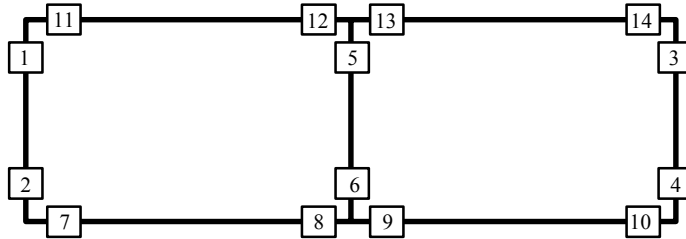




表 18.4-13 (7) せん断力に対する照査結果

検討 ケース	地震動	評価位置		断面形状 (mm)			せん断 補強筋 (mm)	発生 せん断力 (kN)	短期許容 せん断力 (kN)	照査値
				部材幅	部材高	有効高				
②	S <sub>s</sub> -D1 (H+, V-)	底版	10	1000	1000	750	D16	301	890	0.34
		側壁	4	1000	800	680	D16	-422	807	0.53
		隔壁	6	1000	800	680	D16	-289	807	0.36
		頂版	11	1000	500	380	D16	86	451	0.20
③	S <sub>s</sub> -D1 (H+, V-)	底版	10	1000	1000	750	D16	327	890	0.37
		側壁	4	1000	800	680	D16	-466	807	0.58
		隔壁	6	1000	800	680	D16	-323	807	0.41
		頂版	11	1000	500	380	D16	93	451	0.21

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

評価位置は下図に示す。

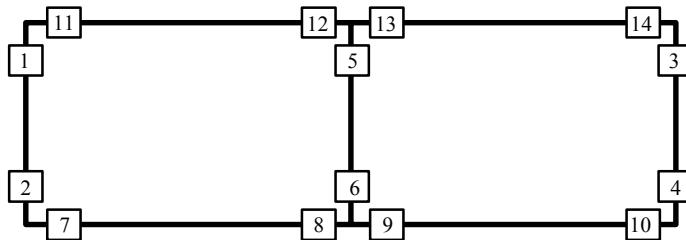


表 18.4-13 (8) せん断力に対する照査結果

検討 ケース	地震動	評価位置		断面形状 (mm)			せん断 補強筋 (mm)	発生 せん断力 (kN)	短期許容 せん断力 (kN)	照査値
				部材幅	部材高	有効高				
④	S <sub>s</sub> -D1 (H+, V-)	底版	7	1000	1000	750	D16	-377	890	0.43
		側壁	4	1000	800	680	D16	-472	807	0.59
		隔壁	6	1000	800	680	D16	349	807	0.44
		頂版	12	1000	500	380	D16	-110	451	0.25
④	S <sub>s</sub> -D1 (H-, V-)	底版	8	1000	1000	750	D16	376	890	0.43
		側壁	4	1000	800	680	D16	-471	807	0.59
		隔壁	6	1000	800	680	D16	-386	807	0.48
		頂版	11	1000	500	380	D16	109	451	0.25

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

評価位置は下図に示す。

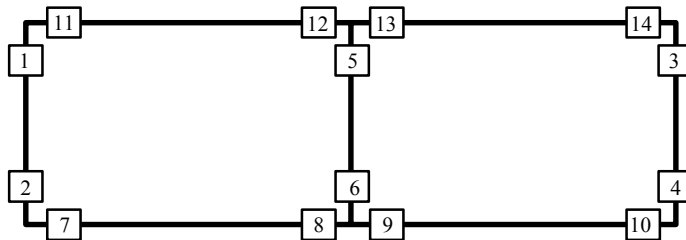


表 18.4-13 (9) せん断力に対する照査結果

検討 ケース	地震動	評価位置		断面形状 (mm)			せん断 補強筋 (mm)	発生 せん断力 (kN)	短期許容 せん断力 (kN)	照査値
				部材幅	部材高	有効高				
⑤	S <sub>s</sub> -D1 (H+, V-)	底版	10	1000	1000	750	D16	266	890	0.30
		側壁	4	1000	800	680	D16	-405	807	0.51
		隔壁	6	1000	800	680	D16	-311	807	0.39
		頂版	11	1000	500	380	D16	85	451	0.19
⑥	S <sub>s</sub> -D1 (H+, V-)	底版	10	1000	1000	750	D16	236	890	0.27
		側壁	4	1000	800	680	D16	-383	807	0.48
		隔壁	6	1000	800	680	D16	-268	807	0.34
		頂版	11	1000	500	380	D16	76	451	0.17

注記 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

評価位置は下図に示す。

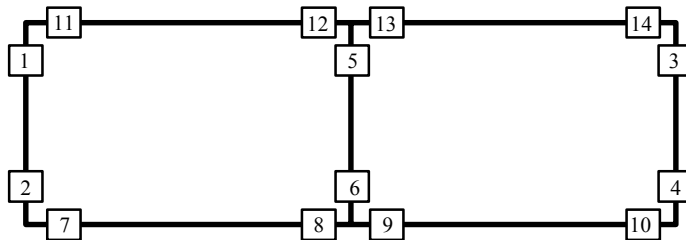




図 18.4-14 概略配筋図

表 18.4-14 断面諸元一覧表（せん断力に対する評価）

位置	断面性状				せん断補強鉄筋				
	部材幅	部材高	かぶり	有効高	鉄筋種別	径	Sb	Ss	鉄筋量
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(-)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm <sup>2</sup> /m)
底版(上引張)	1000	1000	120	880	SD490	D16	250	250	794.4
底版(下引張)	1000	1000	250	750	SD490	D16	250	250	794.4
側壁	1000	800	120	680	SD490	D16	250	250	794.4
隔壁	1000	800	120	680	SD490	D16	250	250	794.4
頂版	1000	500	120	380	SD490	D16	250	250	794.4

(3) 鋼管杭の曲げ軸力に対する評価結果

表 18.4-15 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、評価位置において発生応力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、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 18.4-15 (1) 鋼管杭の曲げ軸力に対する照査結果

検討 ケース	地震動	評価 位置	曲げ モーメント (kN・m)	軸力 (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
①	S <sub>s</sub> -D1 (H+, V+)	左	-2534	3743	125.4	382.5	0.33
		中	-2828	888	111.9	382.5	0.30
		右	-2313	3265	113.1	382.5	0.30
①	S <sub>s</sub> -D1 (H+, V-)	左	-2604	3787	128.3	382.5	0.34
		中	-2936	872	115.7	382.5	0.31
		右	-2349	3428	115.8	382.5	0.31

注記 ①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース

評価位置は下図に示す。

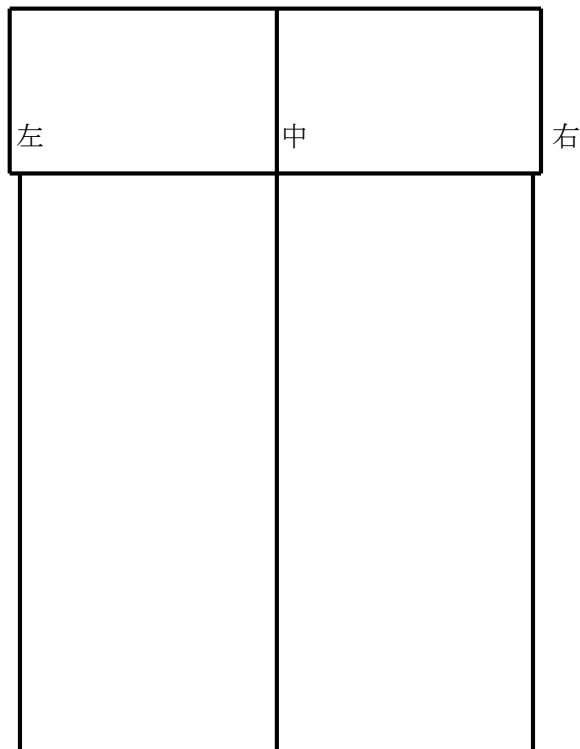


表 18.4-15 (2) 鋼管杭の曲げ軸力に対する照査結果

検討 ケース	地震動	評価 位置	曲げ モーメント (kN・m)	軸力 (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
①	S <sub>s</sub> -D1 (H-, V+)	左	2280	3586	114.6	382.5	0.30
		中	-2502	1143	102.0	382.5	0.27
		右	-2406	3021	114.5	382.5	0.30
①	S <sub>s</sub> -D1 (H-, V-)	左	2224	4119	117.1	382.5	0.31
		中	2687	141	100.3	382.5	0.27
		右	-2605	3575	126.5	382.5	0.34

注記 ①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース

評価位置は下図に示す。

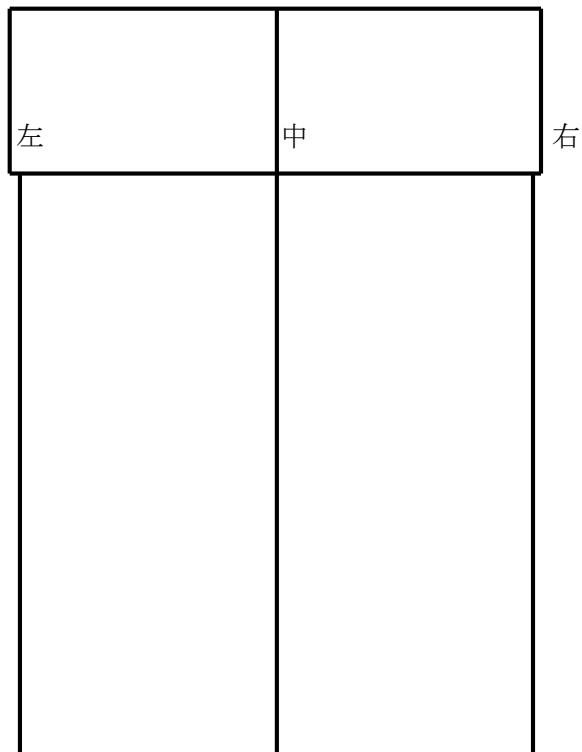


表 18.4-15 (3) 鋼管杭の曲げ軸力に対する照査結果

検討 ケース	地震動	評価 位置	曲げ モーメント (kN・m)	軸力 (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
①	S <sub>s</sub> -11	左	1083	2351	60.0	382.5	0.16
		中	-1036	319	41.0	382.5	0.11
		右	-990	-1336	-47.9	-382.5	0.13
①	S <sub>s</sub> -12	左	1274	3111	73.5	382.5	0.20
		中	-1185	429	47.4	382.5	0.13
		右	-1477	2577	76.4	382.5	0.20

注記 ①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース

評価位置は下図に示す。

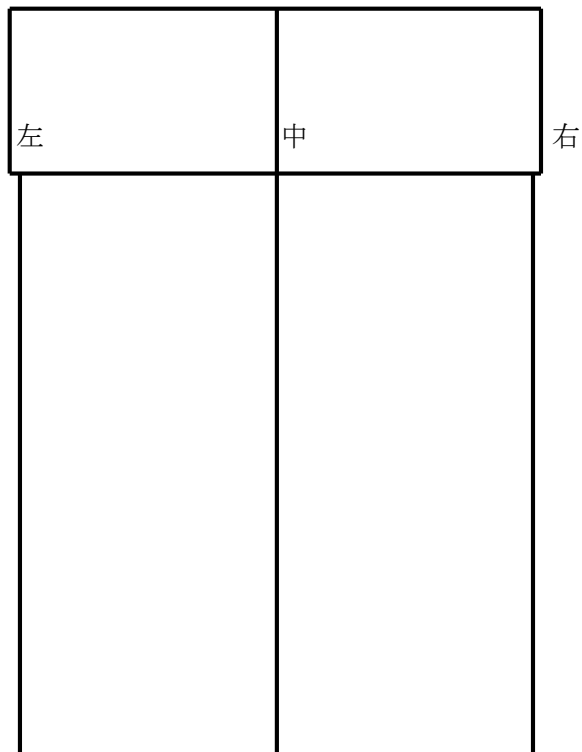


表 18.4-15 (4) 鋼管杭の曲げ軸力に対する照査結果

検討 ケース	地震動	評価 位置	曲げ モーメント (kN・m)	軸力 (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
①	S <sub>s</sub> -13	左	1083	2763	63.5	382.5	0.17
		中	-991	300	39.1	382.5	0.11
		右	-1432	2426	73.5	382.5	0.20
①	S <sub>s</sub> -14	左	826	1884	46.5	382.5	0.13
		中	560	1108	30.1	382.5	0.08
		右	-1156	1793	57.9	382.5	0.16

注記 ①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース

評価位置は下図に示す。

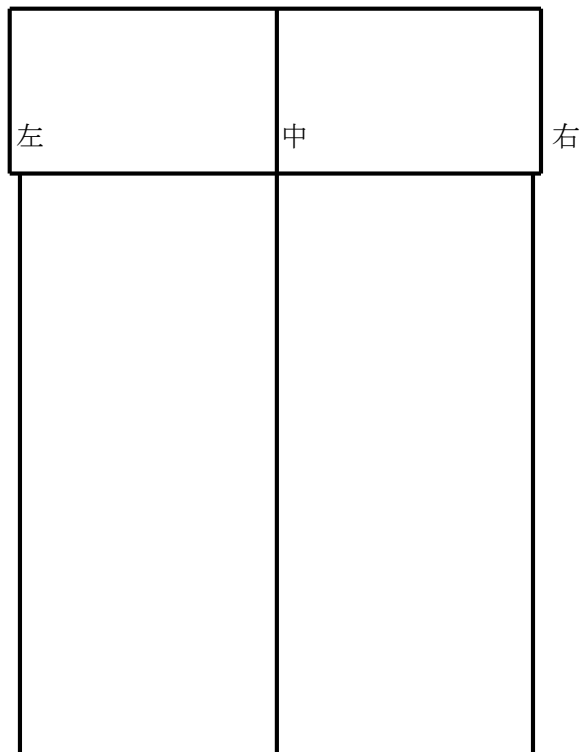




表 18.4-15 (5) 鋼管杭の曲げ軸力に対する照査結果

検討 ケース	地震動	評価 位置	曲げ モーメント (kN・m)	軸力 (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
①	S <sub>s</sub> -21	左	911	1796	48.9	382.5	0.13
		中	-986	424	40.0	382.5	0.11
		右	-1180	2036	60.9	382.5	0.16
①	S <sub>s</sub> -22	左	1515	3382	84.7	382.5	0.23
		中	-1555	675	63.1	382.5	0.17
		右	1349	-1347	-61.2	-382.5	0.16

注記 ①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース

評価位置は下図に示す。

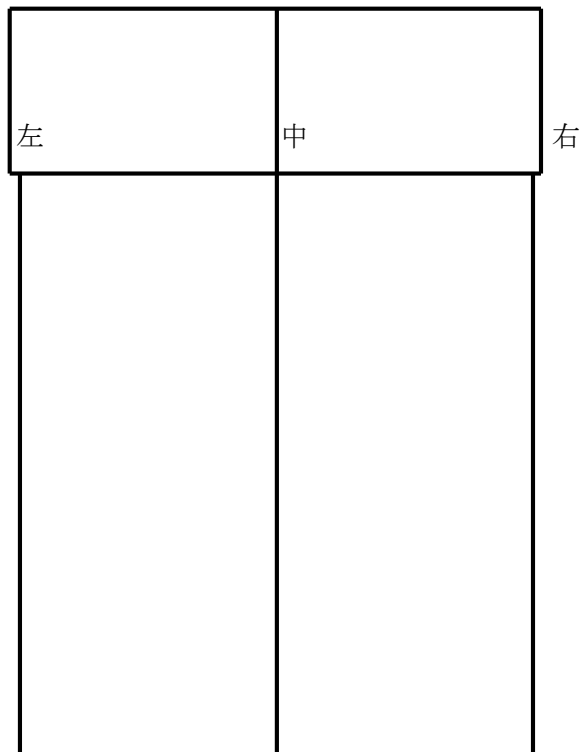


表 18.4-15 (6) 鋼管杭の曲げ軸力に対する照査結果

検討 ケース	地震動	評価 位置	曲げ モーメント (kN・m)	軸力 (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
①	S <sub>s</sub> -31 (H+, V+)	左	2199	2673	103.9	382.5	0.28
		中	-2032	1040	83.8	382.5	0.22
		右	-2336	1933	102.6	382.5	0.27
①	S <sub>s</sub> -31 (H-, V+)	左	2444	2010	107.3	382.5	0.29
		中	-2163	1141	89.5	382.5	0.24
		右	-2294	2246	103.8	382.5	0.28

注記 ①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース

評価位置は下図に示す。

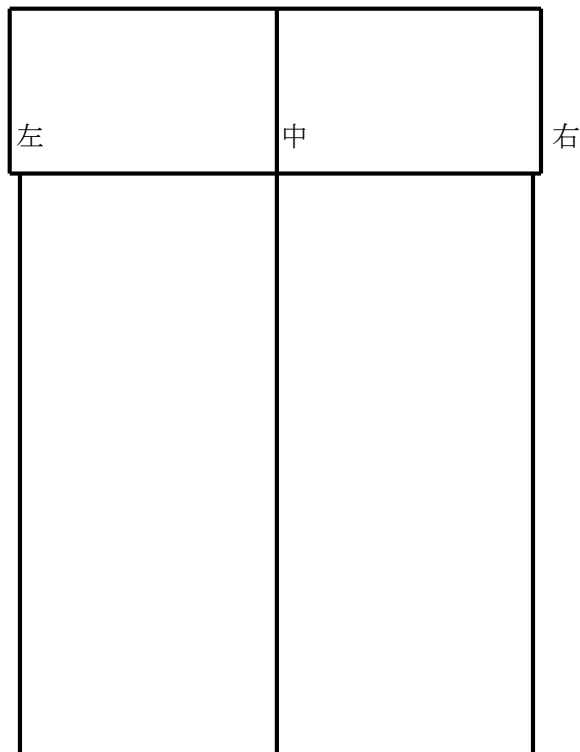


表 18.4-15 (7) 鋼管杭の曲げ軸力に対する照査結果

検討 ケース	地震動	評価 位置	曲げ モーメント (kN・m)	軸力 (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
②	S <sub>s</sub> -D1 (H+, V-)	左	-2788	4096	137.7	382.5	0.36
		中	-3072	1055	122.3	382.5	0.32
		右	-2291	3627	115.4	382.5	0.31
③	S <sub>s</sub> -D1 (H+, V-)	左	-2881	3622	137.1	382.5	0.36
		中	-3156	852	123.7	382.5	0.33
		右	-2432	3438	119.0	382.5	0.32

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

評価位置は下図に示す。

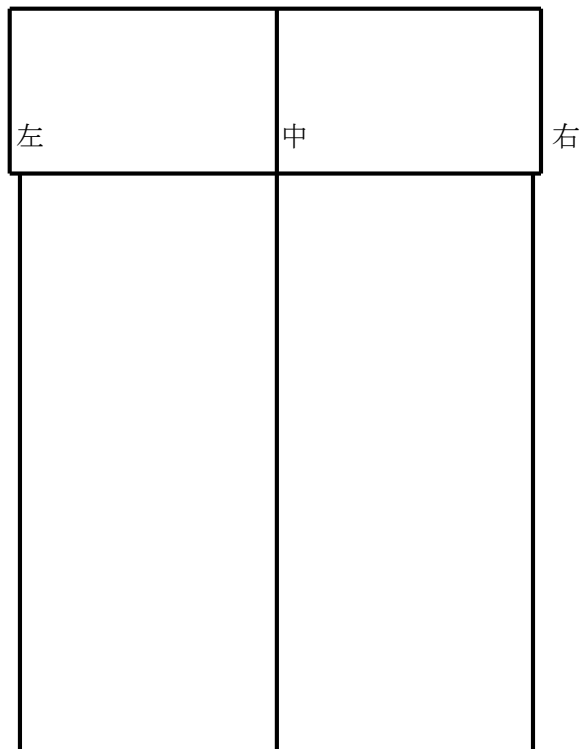


表 18.4-15 (8) 鋼管杭の曲げ軸力に対する照査結果

検討 ケース	地震動	評価 位置	曲げ モーメント (kN・m)	軸力 (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
④	S <sub>s</sub> -D1 (H+, V-)	左	-3562	-2606	-153.6	-382.5	0.41
		中	-3563	1651	145.5	382.5	0.39
		右	-4091	6384	205.2	382.5	0.54
④	S <sub>s</sub> -D1 (H-, V-)	左	-2835	-3009	-130.2	-382.5	0.35
		中	-2666	1695	112.8	382.5	0.30
		右	-3322	6377	176.8	382.5	0.47

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

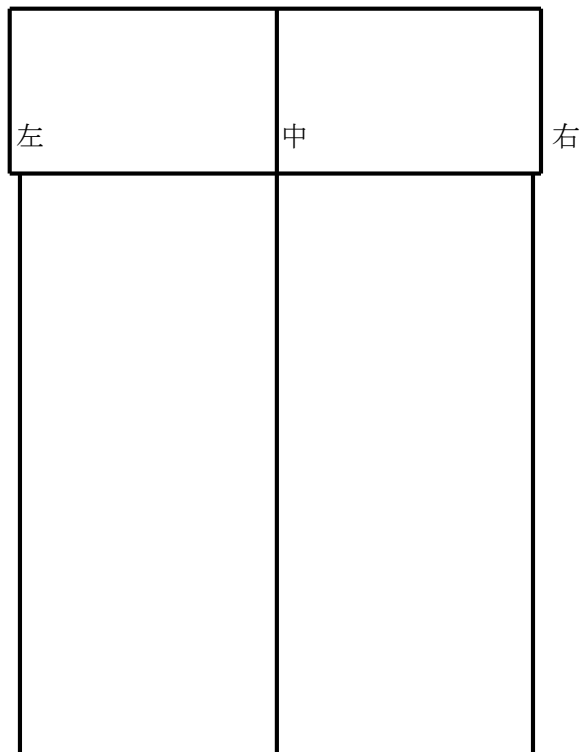


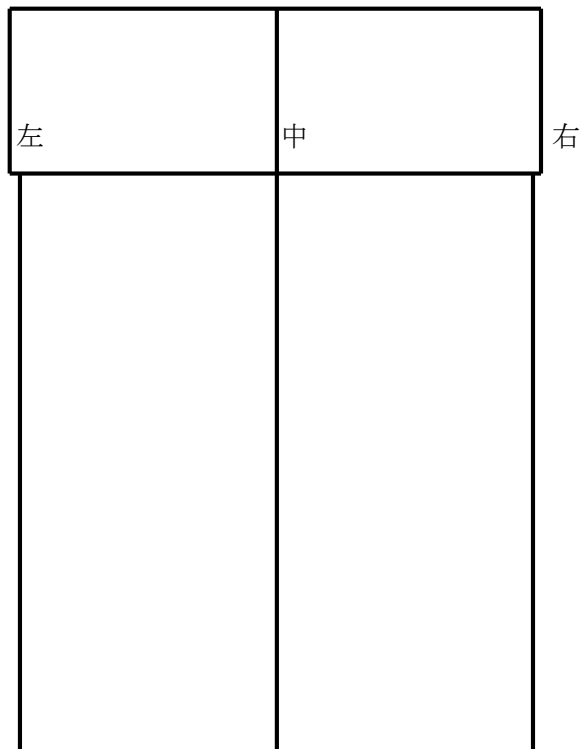
表 18.4-15 (9) 鋼管杭の曲げ軸力に対する照査結果

検討 ケース	地震動	評価 位置	曲げ モーメント (kN・m)	軸力 (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
⑤	S <sub>s</sub> -D1 (H+, V-)	左	-2251	1722	97.7	382.5	0.26
		中	-2411	481	93.0	382.5	0.25
		右	-2357	-494	-91.2	-382.5	0.24
⑥	S <sub>s</sub> -D1 (H+, V-)	左	-2267	1928	100.0	382.5	0.27
		中	-2398	556	93.2	382.5	0.25
		右	-2323	-523	-90.2	-382.5	0.24

注記 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

評価位置は下図に示す。



(4) 鋼管杭のせん断力に対する評価結果

表 18.4-16 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、評価位置においてせん断応力度が許容せん断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、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 18.4-16 (1) 鋼管杭のせん断力に対する照査結果

検討 ケース	地震動	評価 位置	発生 せん断力 (kN)	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
①	S <sub>s</sub> -D 1 (H+, V+)	左	1014	17.26	217.5	0.08
		中	1033	17.58	217.5	0.09
		右	1028	17.50	217.5	0.09
①	S <sub>s</sub> -D 1 (H+, V-)	左	976	16.61	217.5	0.08
		中	1076	18.31	217.5	0.09
		右	1001	17.04	217.5	0.08

注記 ①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース

評価位置は下図に示す。

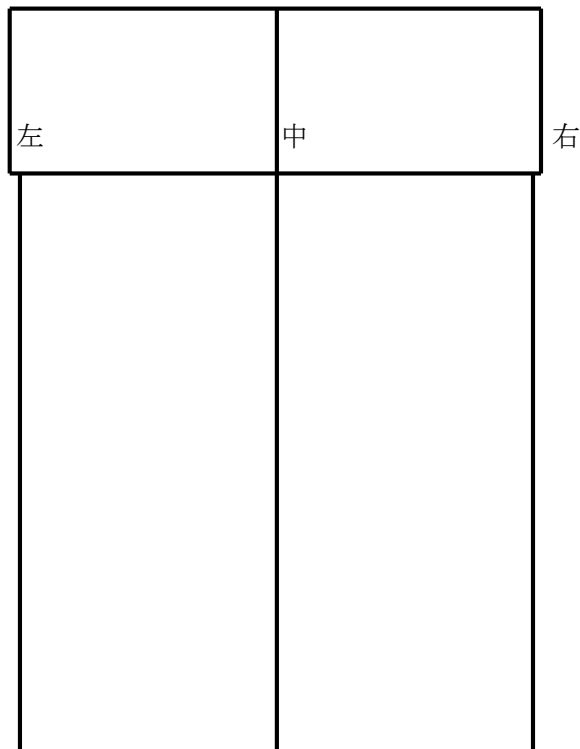


表 18.4-16 (2) 鋼管杭のせん断力に対する照査結果

検討 ケース	地震動	評価 位置	発生 せん断力 (kN)	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
①	S <sub>s</sub> -D 1 (H+, V+)	左	-1001	-17.04	217.5	0.08
		中	-939	-15.98	217.5	0.08
		右	-889	-15.13	217.5	0.07
①	S <sub>s</sub> -D 1 (H+, V-)	左	-1005	-17.11	217.5	0.08
		中	-985	-16.76	217.5	0.08
		右	867	14.75	217.5	0.07

注記 ①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース

評価位置は下図に示す。

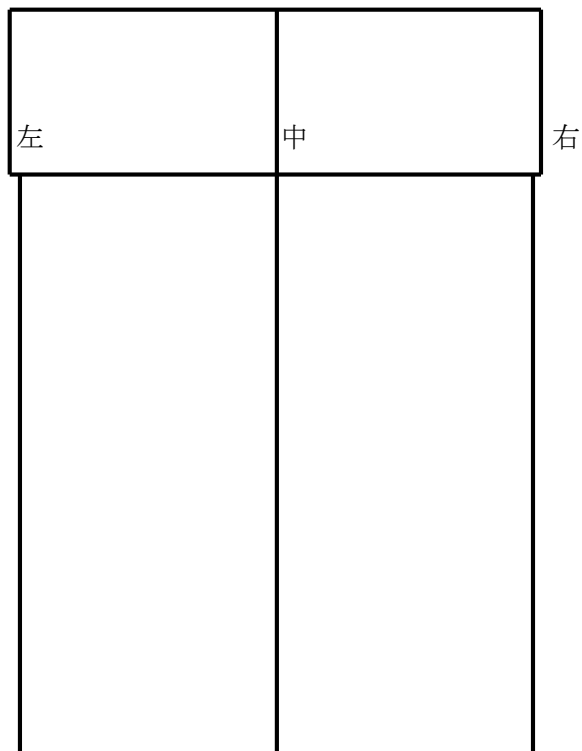


表 18.4-16 (3) 鋼管杭のせん断力に対する照査結果

検討 ケース	地震動	評価 位置	発生 せん断力 (kN)	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
①	S <sub>s</sub> -11	左	-354	-6.03	217.5	0.03
		中	393	6.69	217.5	0.04
		右	-389	-6.62	217.5	0.04
①	S <sub>s</sub> -12	左	-437	-7.43	217.5	0.04
		中	449	7.63	217.5	0.04
		右	572	9.74	217.5	0.05

注記 ①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース

評価位置は下図に示す。

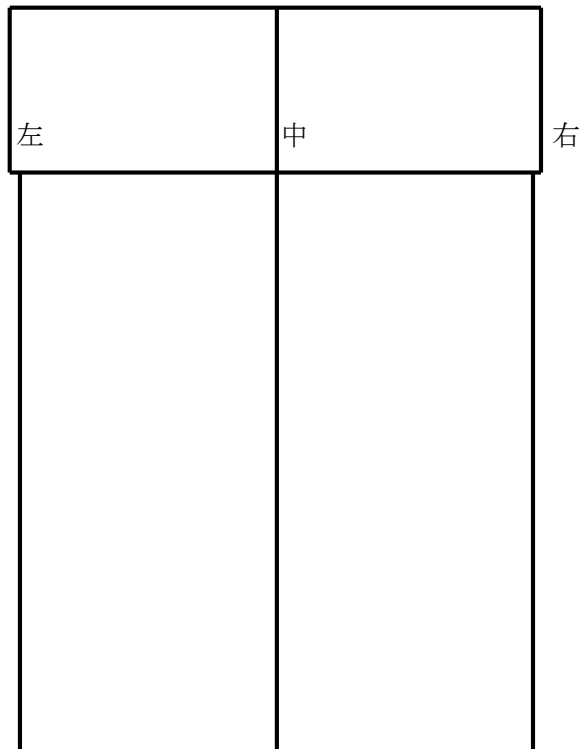




表 18.4-16 (4) 鋼管杭のせん断力に対する照査結果

検討 ケース	地震動	評価 位置	発生 せん断力 (kN)	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
①	S <sub>s</sub> -13	左	-411	-6.99	217.5	0.04
		中	377	6.41	217.5	0.03
		右	544	9.25	217.5	0.05
①	S <sub>s</sub> -14	左	-323	-5.50	217.5	0.03
		中	248	4.22	217.5	0.02
		右	453	7.70	217.5	0.04

注記 ①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース

評価位置は下図に示す。

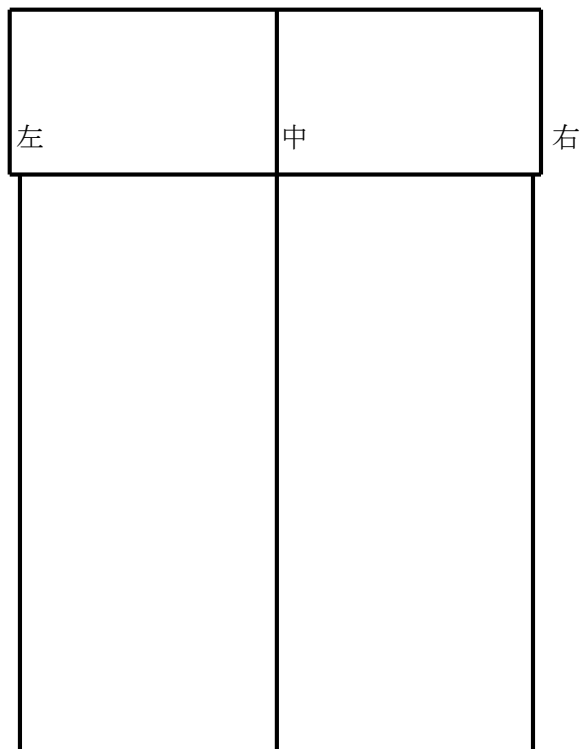


表 18.4-16 (5) 鋼管杭のせん断力に対する照査結果

検討 ケース	地震動	評価 位置	発生 せん断力 (kN)	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
①	S <sub>s</sub> -21	左	-317	-5.39	217.5	0.03
		中	376	6.40	217.5	0.03
		右	446	7.59	217.5	0.04
①	S <sub>s</sub> -22	左	-510	-8.68	217.5	0.04
		中	586	9.97	217.5	0.05
		右	-504	-8.57	217.5	0.04

注記 ①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース

評価位置は下図に示す。

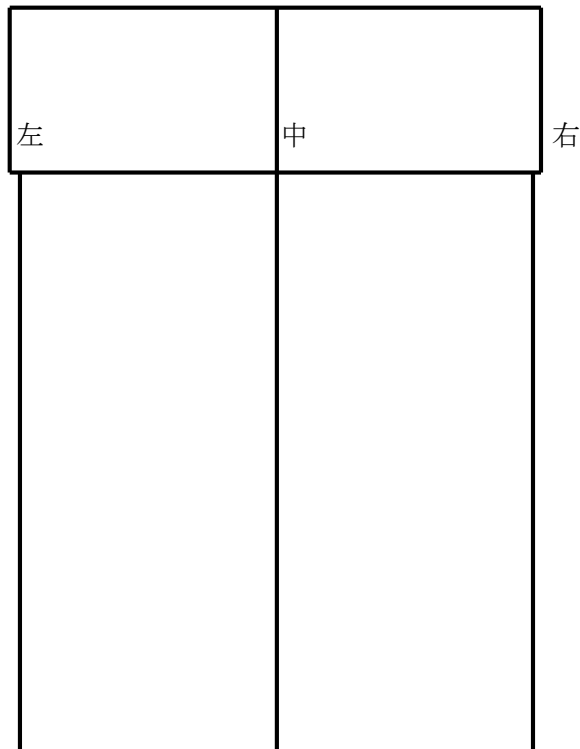


表 18.4-16 (6) 鋼管杭のせん断力に対する照査結果

検討 ケース	地震動	評価 位置	発生 せん断力 (kN)	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
①	S <sub>s</sub> -31 (H+, V+)	左	813	13.83	217.5	0.07
		中	-841	-14.31	217.5	0.07
		右	785	13.36	217.5	0.07
①	S <sub>s</sub> -31 (H-, V+)	左	-827	-14.07	217.5	0.07
		中	815	13.86	217.5	0.07
		右	760	12.93	217.5	0.06

注記 ①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース

評価位置は下図に示す。

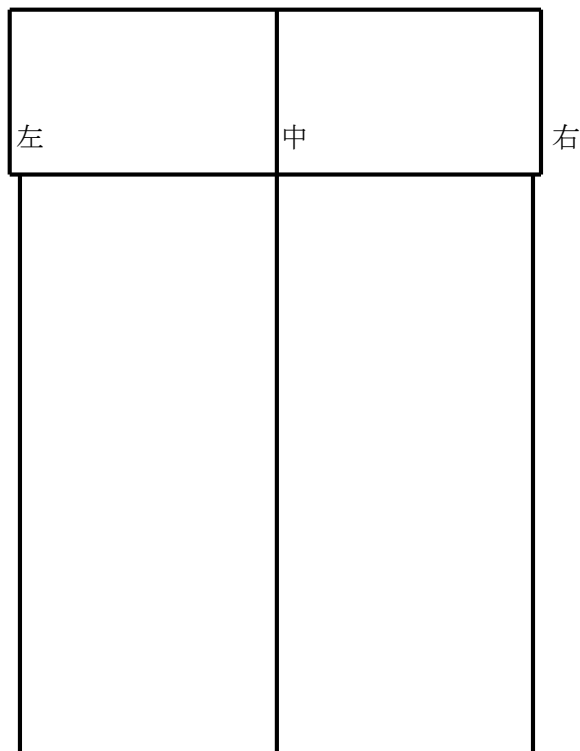


表 18.4-16 (7) 鋼管杭のせん断力に対する照査結果

検討 ケース	地震動	評価 位置	発生 せん断力 (kN)	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
②	S <sub>s</sub> -D 1 (H+, V-)	左	1131	19.25	217.5	0.09
		中	1285	21.86	217.5	0.11
		右	1127	19.18	217.5	0.09
③	S <sub>s</sub> -D 1 (H+, V-)	左	1111	18.90	217.5	0.09
		中	1240	21.10	217.5	0.10
		右	1071	18.22	217.5	0.09

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

評価位置は下図に示す。

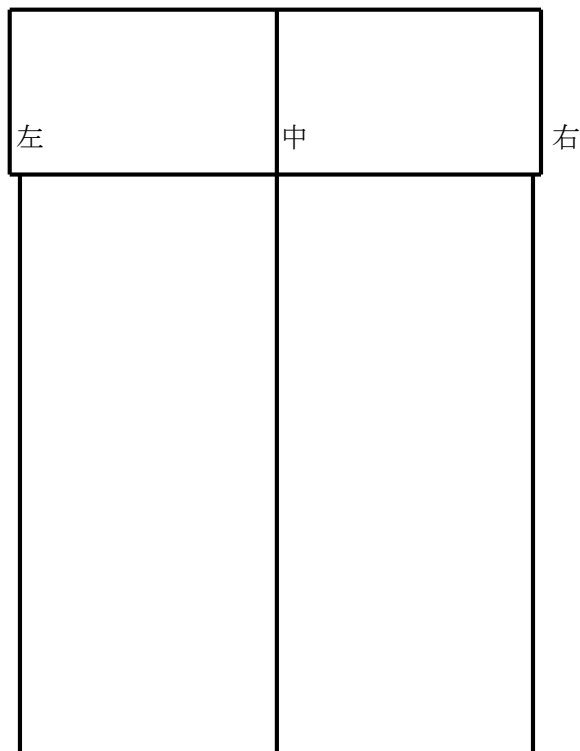


表 18.4-16 (8) 鋼管杭のせん断力に対する照査結果

検討 ケース	地震動	評価 位置	発生 せん断力 (kN)	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
④	S <sub>s</sub> -D 1 (H+, V-)	左	-2236	-38.06	217.5	0.18
		中	-2012	-34.24	217.5	0.16
		右	-2234	-38.01	217.5	0.18
④	S <sub>s</sub> -D 1 (H-, V-)	左	-1720	-29.27	217.5	0.14
		中	-1520	-25.87	217.5	0.12
		右	-1652	-28.12	217.5	0.13

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

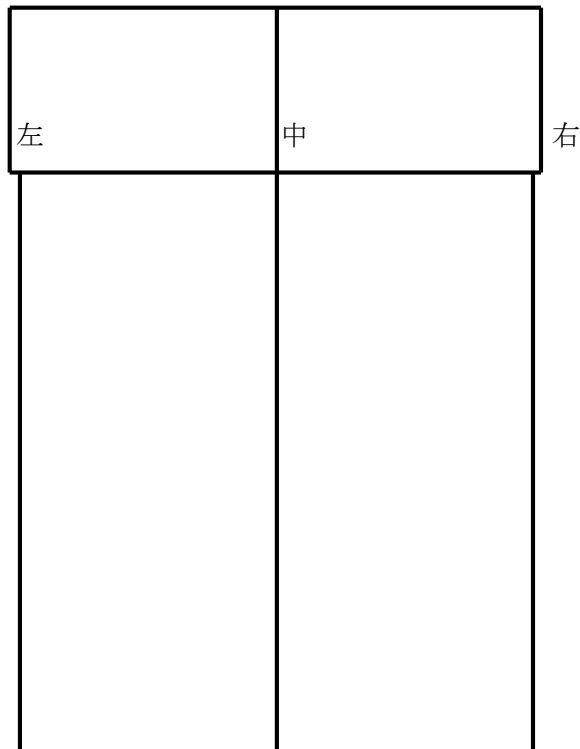


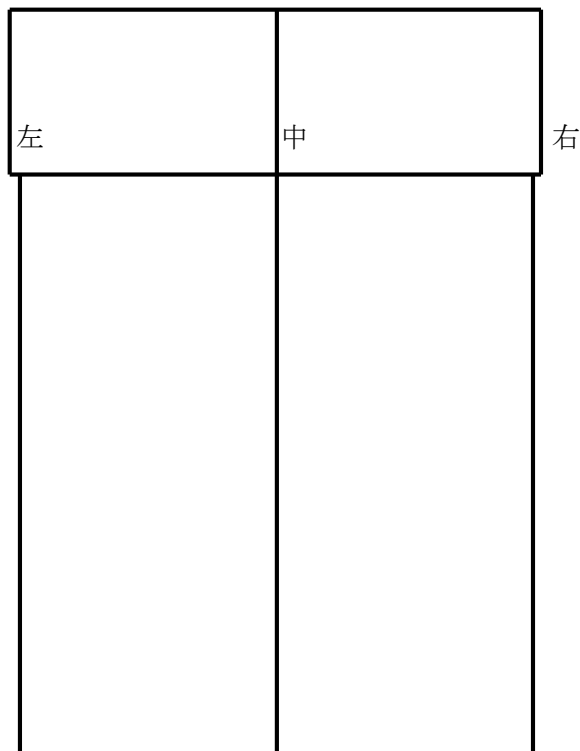
表 18.4-16 (9) 鋼管杭のせん断力に対する照査結果

検討 ケース	地震動	評価 位置	発生 せん断力 (kN)	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
⑤	S <sub>s</sub> -D 1 (H+, V-)	左	825	14.04	217.5	0.07
		中	888	15.11	217.5	0.07
		右	856	14.57	217.5	0.07
⑥	S <sub>s</sub> -D 1 (H+, V-)	左	956	16.26	217.5	0.08
		中	1001	17.03	217.5	0.08
		右	958	16.30	217.5	0.08

注記 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

評価位置は下図に示す。



(5) 基礎地盤の支持性能に対する評価結果

a. 基礎地盤の接地圧に対する支持性能評価

基礎地盤の接地圧に対する支持性能評価を表 18.4-17 に示す。

鋼管杭における最大接地圧は、検討ケース④ $S_s-D1$  (H+, V-) で 2366 kN であり、鋼管杭の極限支持力 5352 kN 以下である。

以上のことから、可搬型設備用軽油タンク基礎の杭基礎は、基準地震 $S_s$ に対し、支持性能を有する。

表 18.4-17 基礎地盤の接地圧に対する支持性能評価結果

検討ケース	地震動		最大接地圧 (kN/m <sup>2</sup> )	極限 支持力 (kN/m <sup>2</sup> )
①	$S_s-D1$	H+, V+	1076	5352
		H+, V-	1235	5352
		H-, V+	1057	5352
		H-, V-	1203	5352
	$S_s-11$		748	5352
	$S_s-12$		829	5352
	$S_s-13$		835	5352
	$S_s-14$		753	5352
	$S_s-21$		835	5352
	$S_s-22$		896	5352
	$S_s-31$	H+, V+	827	5352
		H-, V+	846	5352
②	$S_s-D1$	H+, V-	1253	5352
③	$S_s-D1$	H+, V-	1247	5352
④	$S_s-D1$	H+, V-	2366	5352
		H-, V-	1983	5352
⑤	$S_s-D1$	H+, V-	857	5352
⑥	$S_s-D1$	H+, V-	862	5352

- 注記 ①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース  
 ②：地盤物性のばらつきを考慮 (+1 $\sigma$ ) した解析ケース  
 ③：地盤物性のばらつきを考慮 (-1 $\sigma$ ) した解析ケース  
 ④：敷地に存在しない豊浦標準砂の液状化強度特性により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

b. 基礎地盤の引抜きに対する支持性能評価

基礎地盤の引抜きに対する支持性能評価を表 18.4-18 に示す。

可搬型設備用軽油タンク基礎においては、杭周面地盤の液状化層に対して地盤改良を行ったことにより、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ことから、杭全体に作用する杭周面摩擦力を支持力として考慮した引抜きに対する支持力評価を実施する。

以上より、可搬型設備用軽油タンク基礎の基礎地盤は、最大接地圧発生ケースにおける最大引抜き力が許容限界以下であることを確認した。

表 18.4-18 基礎地盤の引抜きに対する支持性能評価結果

検討 ケース	地震動		最大引抜き力 (kN)	極限 支持力度 (kN)
	$S_s - D 1$	H+, V-		
④	$S_s - D 1$	H+, V-	1536	9069

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



#### 18.4.3 まとめ

可搬型設備用軽油タンク基礎について、基準地震動 $S_s$ による地震力に対し、構造物の曲げ軸力及びせん断力並びに最大接地圧が許容限界以下であることを確認した。

以上のことから、可搬型設備用軽油タンク基礎は、基準地震動 $S_s$ による地震力に対して、要求性能を維持できる。

可搬型設備用軽油タンク基礎の耐震安全性評価に関する参考資料

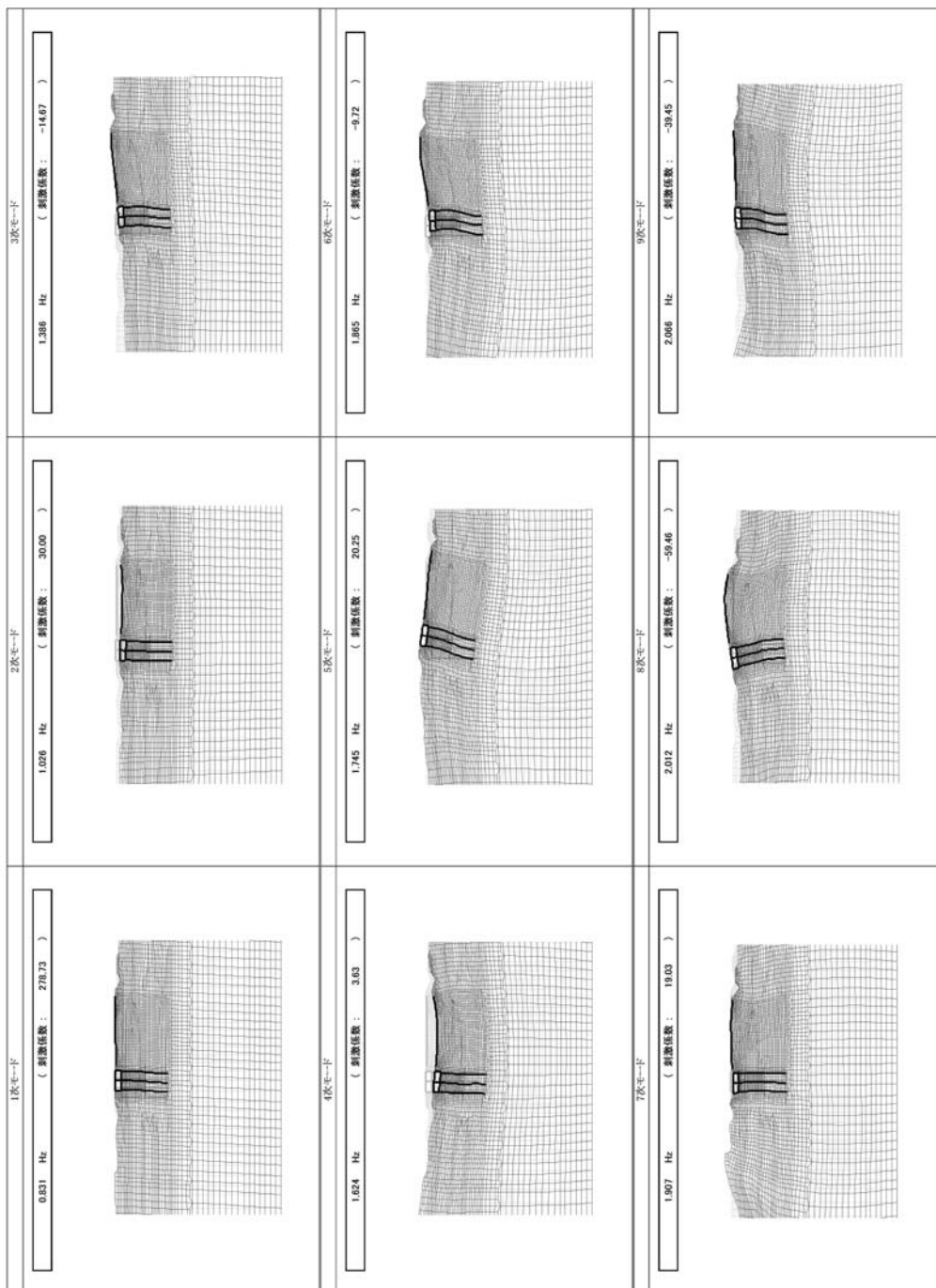
#### (参考1) 減衰定数の設定について

地震応答解析における減衰定数については、固有値解析により求められ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18-1に示す。また、設定したRayleigh減衰を図18-2に示す。

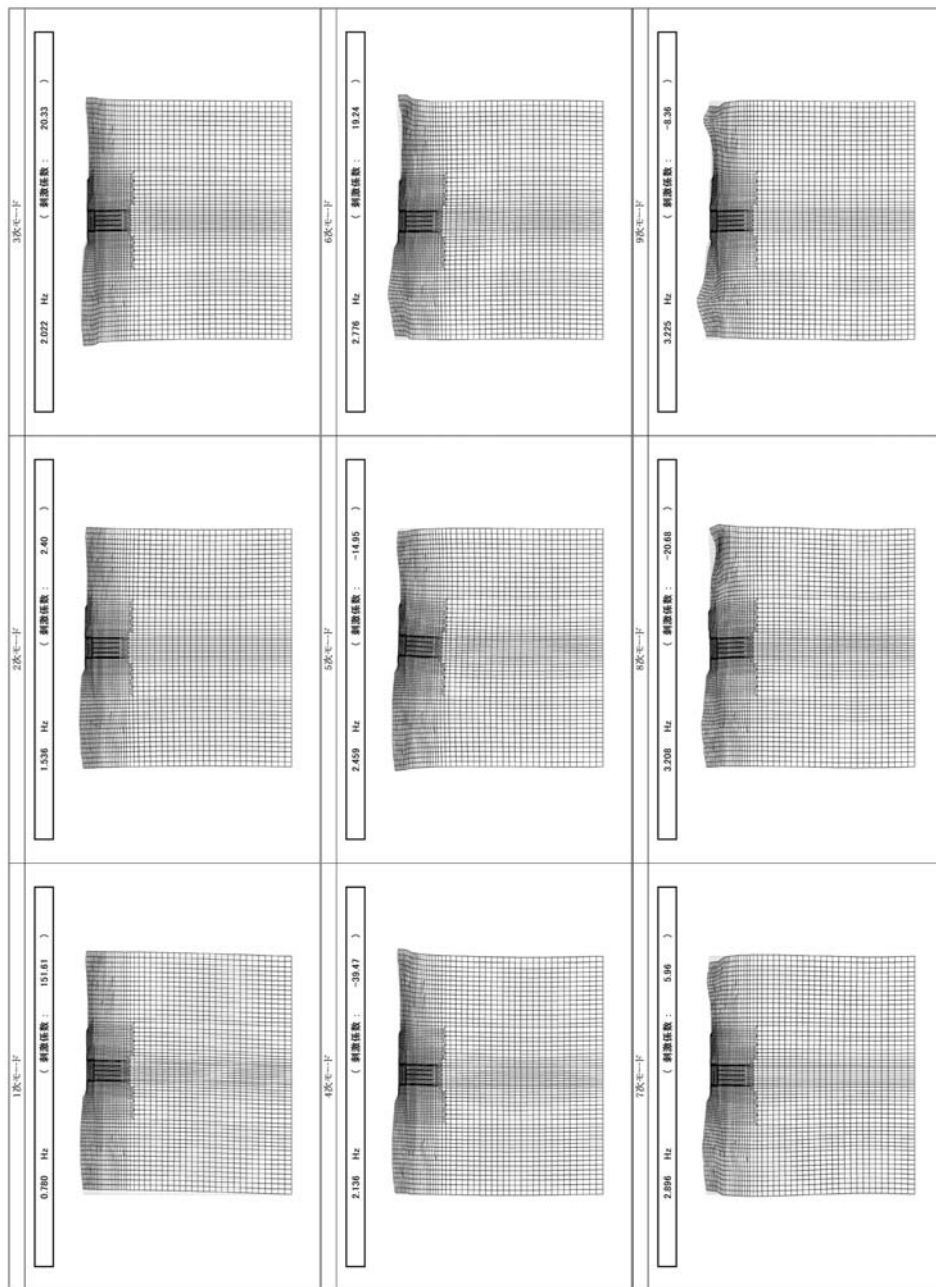
1次の基準モードについては、地盤及び構造系全体がせん断変形しているモードを選定している。

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、鋼材については3%（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））、コンクリートについては5%（J E A G 4 6 0 1 - 1987）とする。



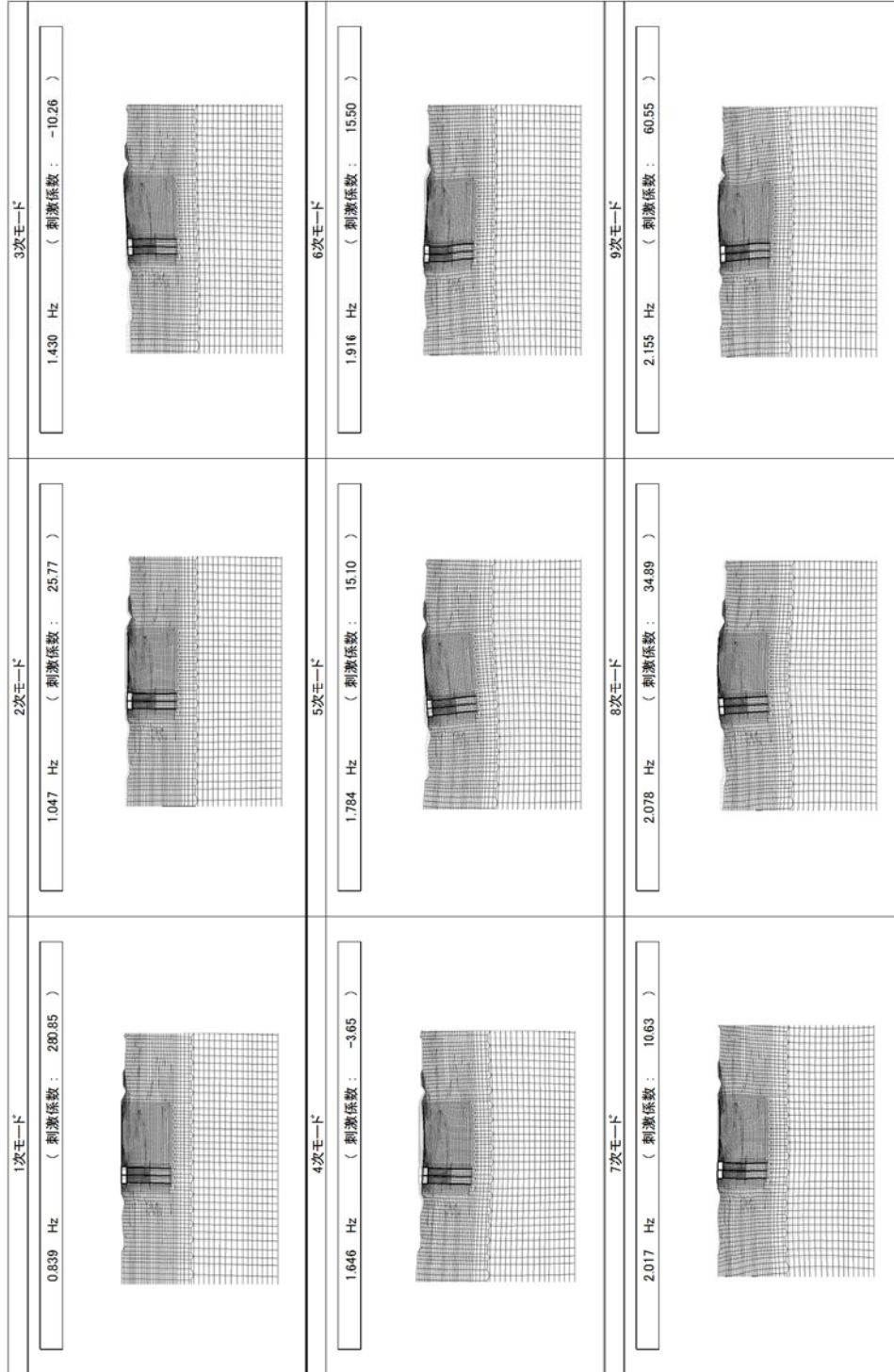
①-①断面

図 18-1 (1) 可搬型設備用軽油タンク基礎の固有値解析結果  
(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)



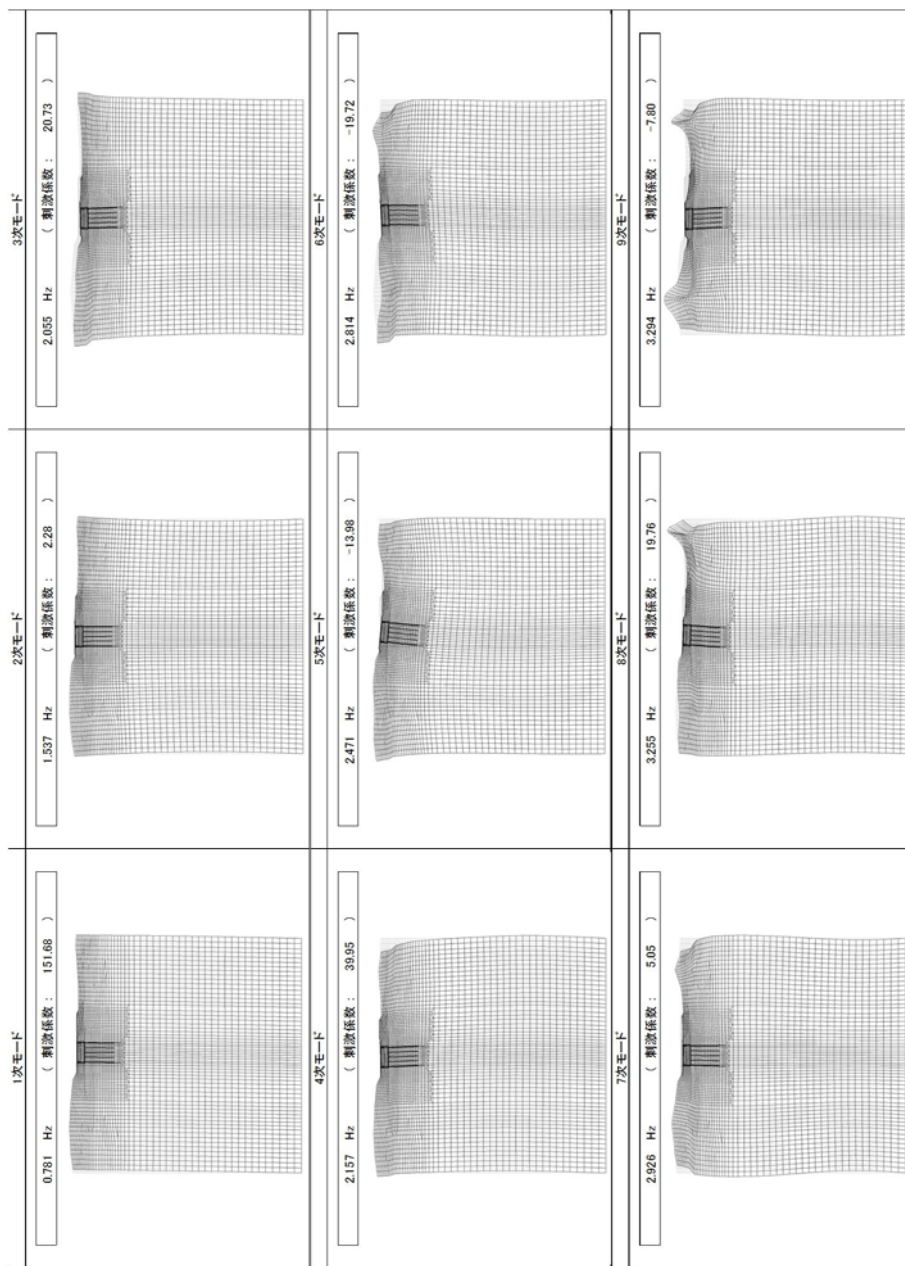
④-④断面

図 18-1 (2) 可搬型設備用軽油タンク基礎の固有値解析結果  
(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)



①-①断面

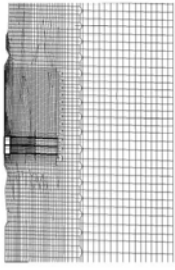
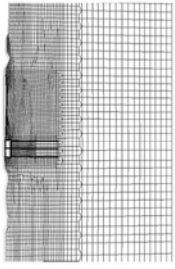
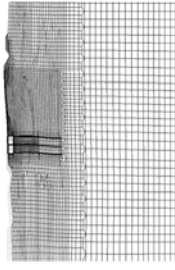
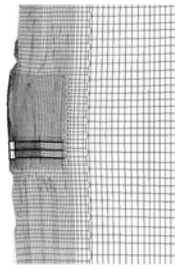
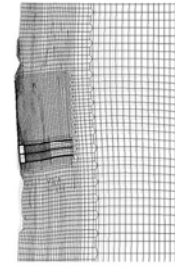
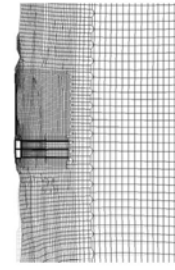
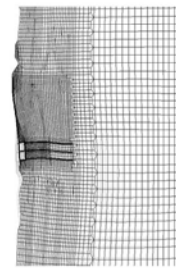
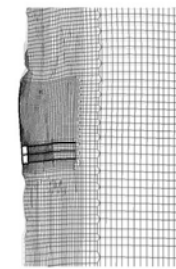
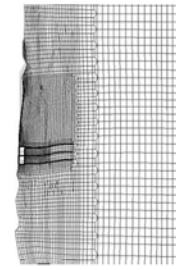
図 18-1 (3) 可搬型設備用軽油タンク基礎の固有値解析結果  
(検討ケース②：地盤物性のばらつきを考慮 (+1σ) した解析ケース)



④-④断面

図 18-1 (4) 可搬型設備用軽油タンク基礎の固有値解析結果  
(検討ケース② : 地盤物性のばらつきを考慮 (+1σ) した解析ケース)

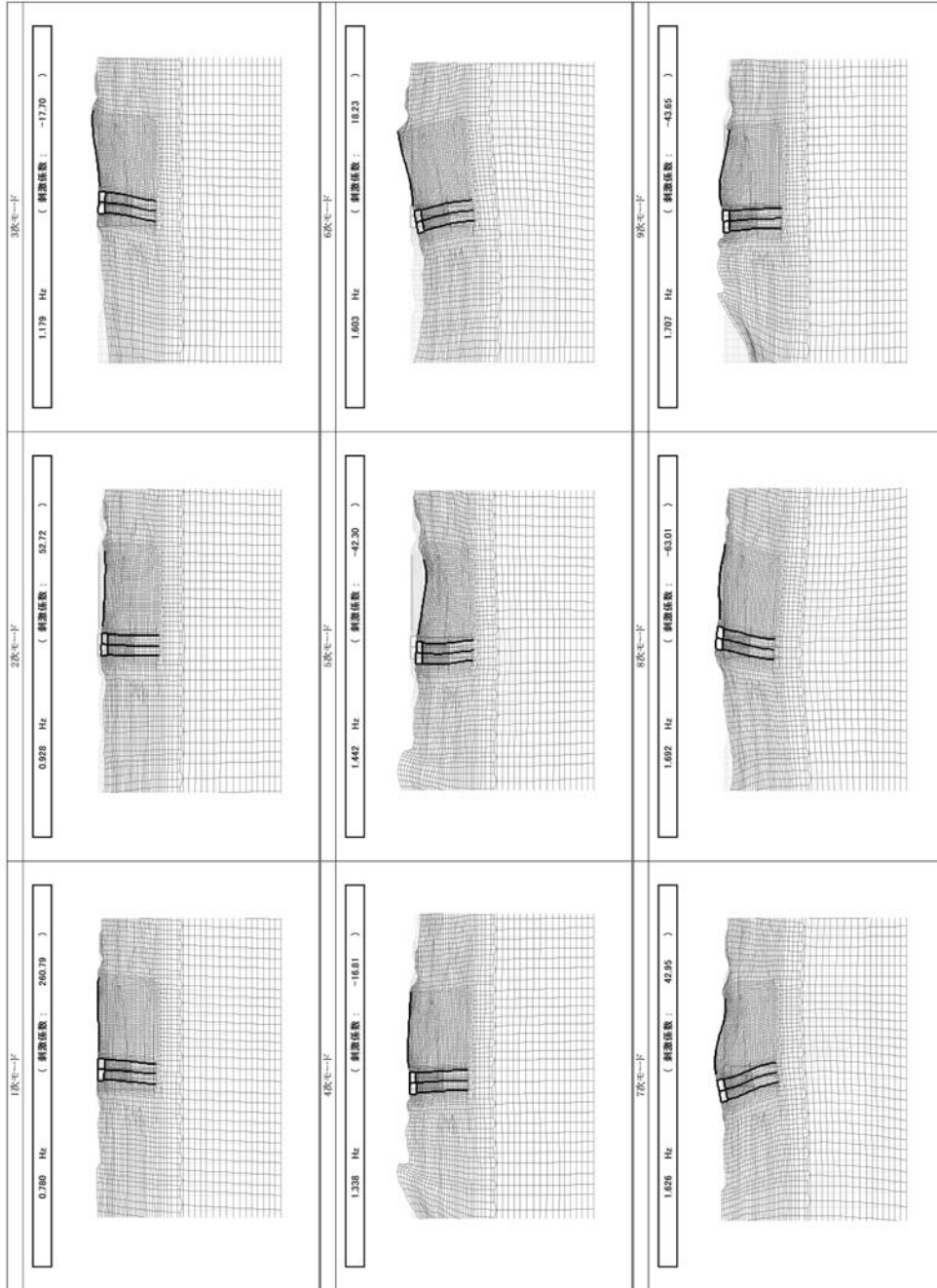
<全体>

<p>1次モード 0.819 Hz ( 剛性係数: 275.60 )</p> 	<p>2次モード 1.004 Hz ( 剛性係数: 34.95 )</p> 	<p>3次モード 1.332 Hz ( 剛性係数: -20.51 )</p> 
<p>4次モード 1.588 Hz ( 剛性係数: 3.48 )</p> 	<p>5次モード 1.697 Hz ( 剛性係数: 25.55 )</p> 	<p>6次モード 1.790 Hz ( 剛性係数: 26.53 )</p> 
<p>7次モード 1.826 Hz ( 剛性係数: -0.35 )</p> 	<p>8次モード 1.910 Hz ( 剛性係数: 67.36 )</p> 	<p>9次モード 1.952 Hz ( 剛性係数: 29.19 )</p> 

①-①断面

図 18-1 (5) 可搬型設備用軽油タンク基礎の固有値解析結果  
(検討ケース③: 地盤物性のばらつきを考慮 (-1 $\sigma$ ) した解析ケース)

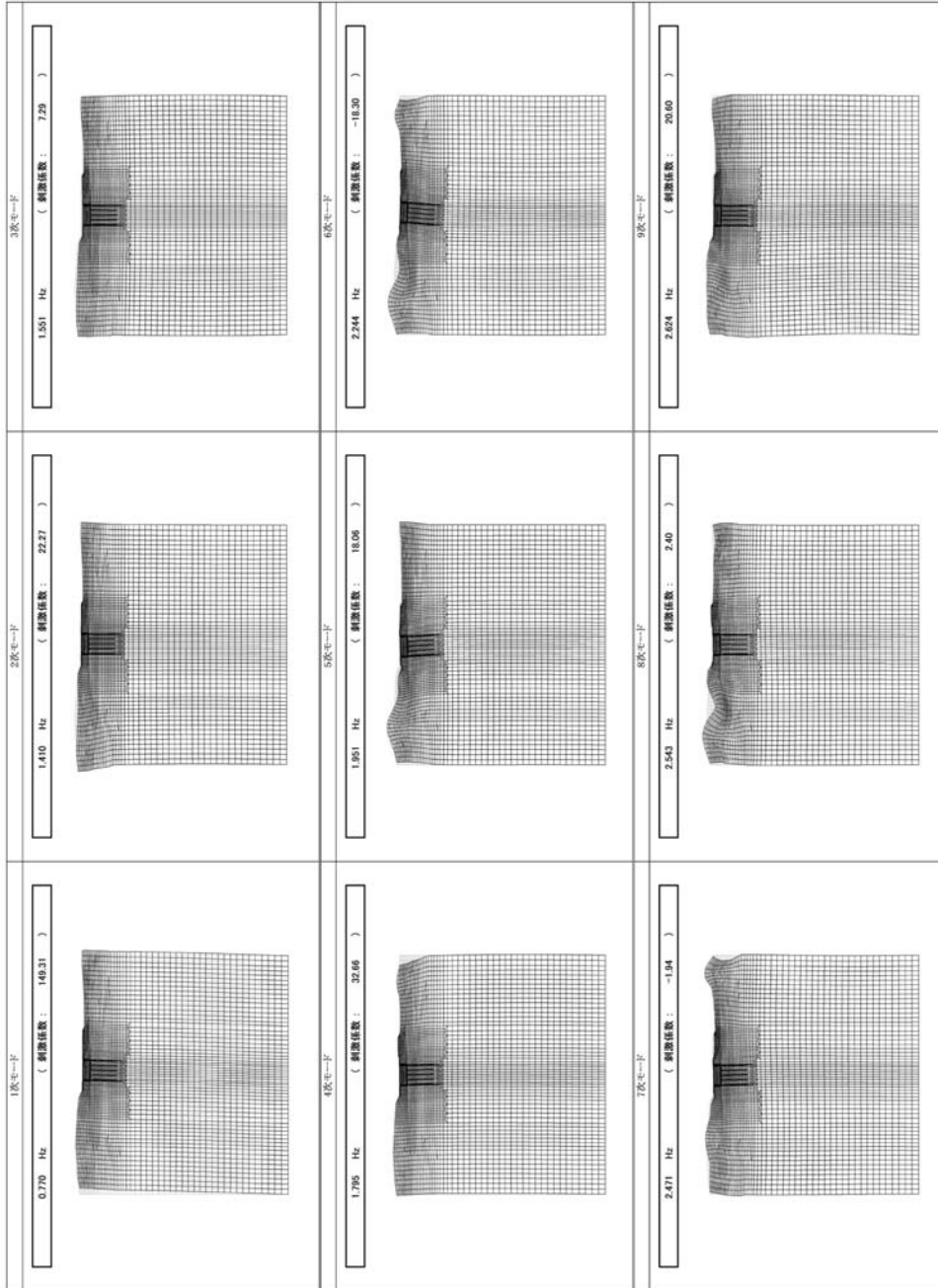




①-①断面

図 18-1 (6) 可搬型設備用軽油タンク基礎の固有値解析結果

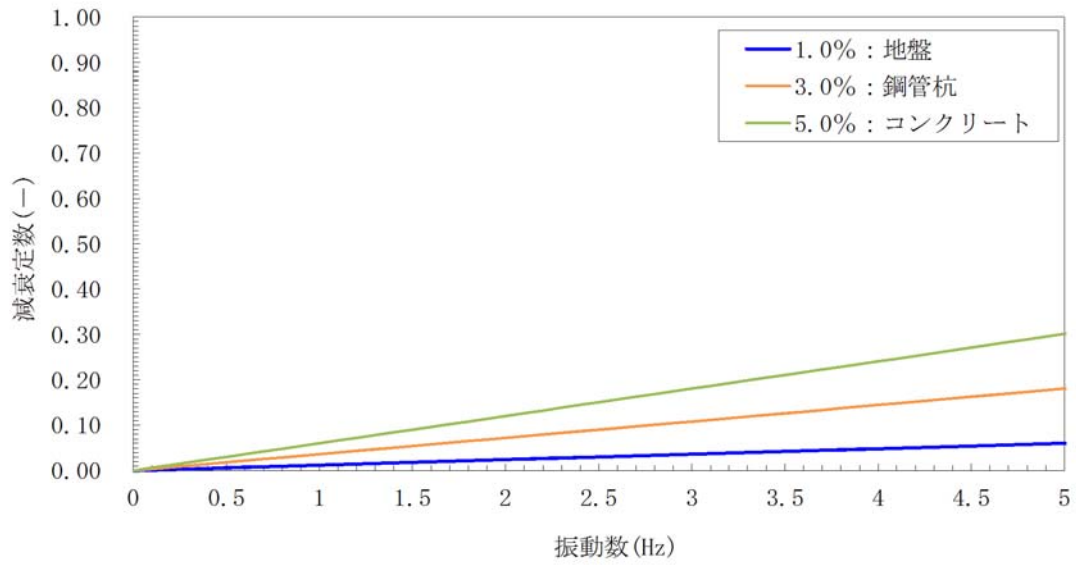
(検討ケース④：敷地に存在しない豊浦標準砂の液化標準砂の液化強度特性により地盤を強制的に液化させたことを仮定した解析ケース)



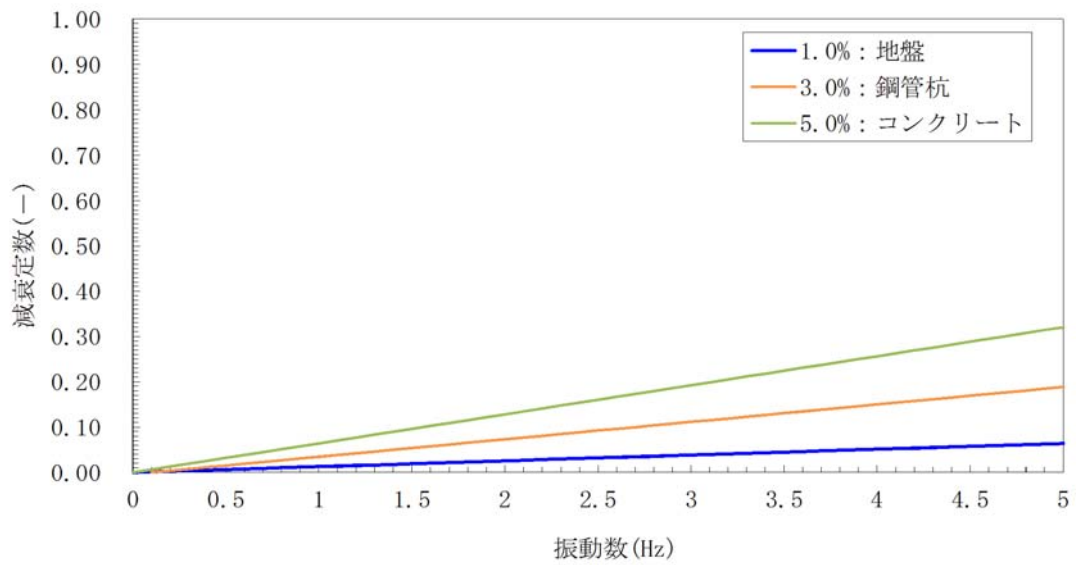
④一④断面

図 18-1 (7) 可搬型設備用軽油タンク基礎の固有値解析結果

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



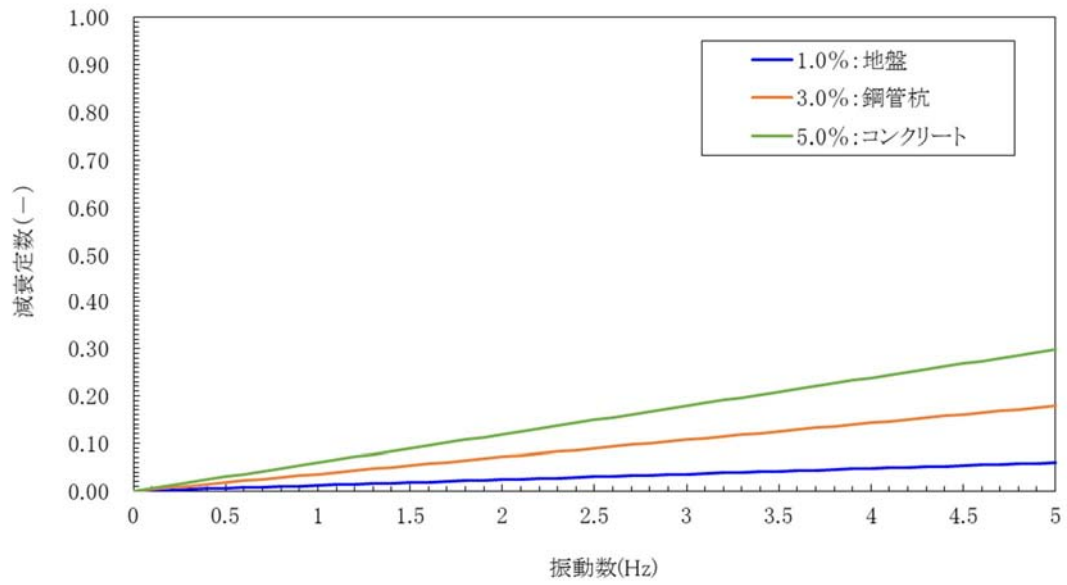
(a) ①-①断面



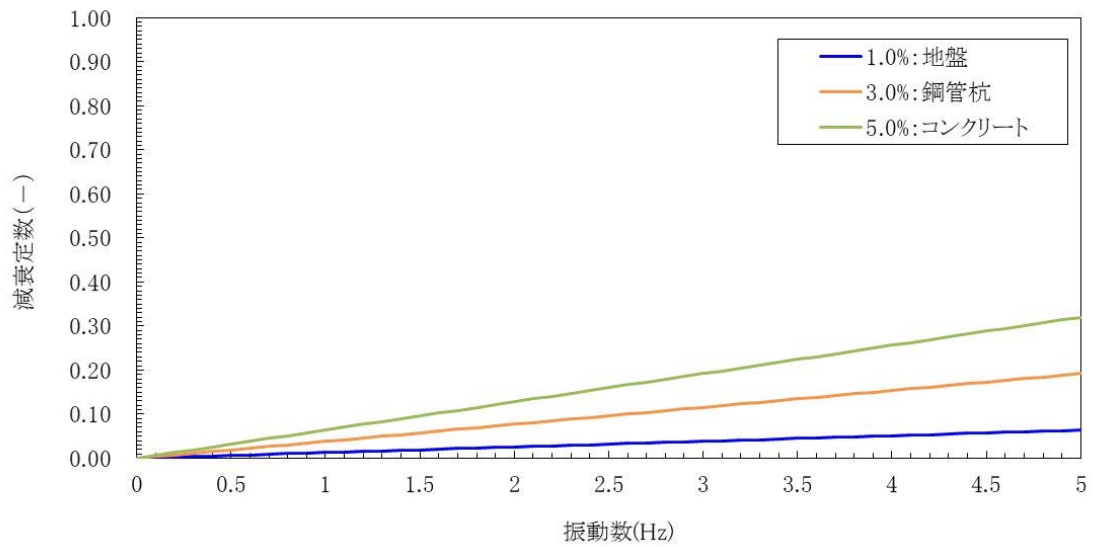
(b) ④-④断面

図 18-2 (1) 設定した Rayleigh 減衰

(検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)

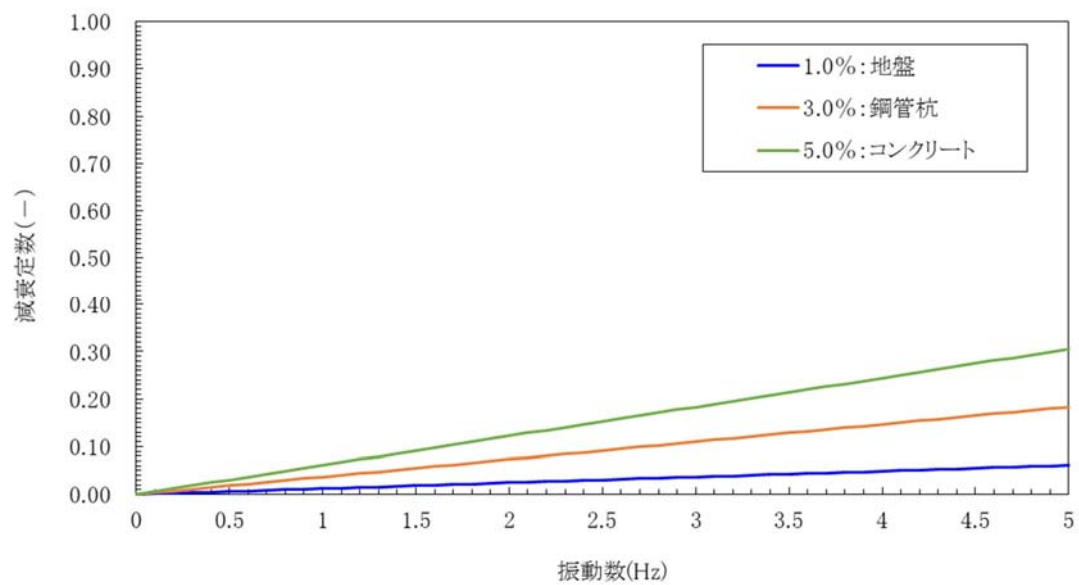


(a) ①-①断面



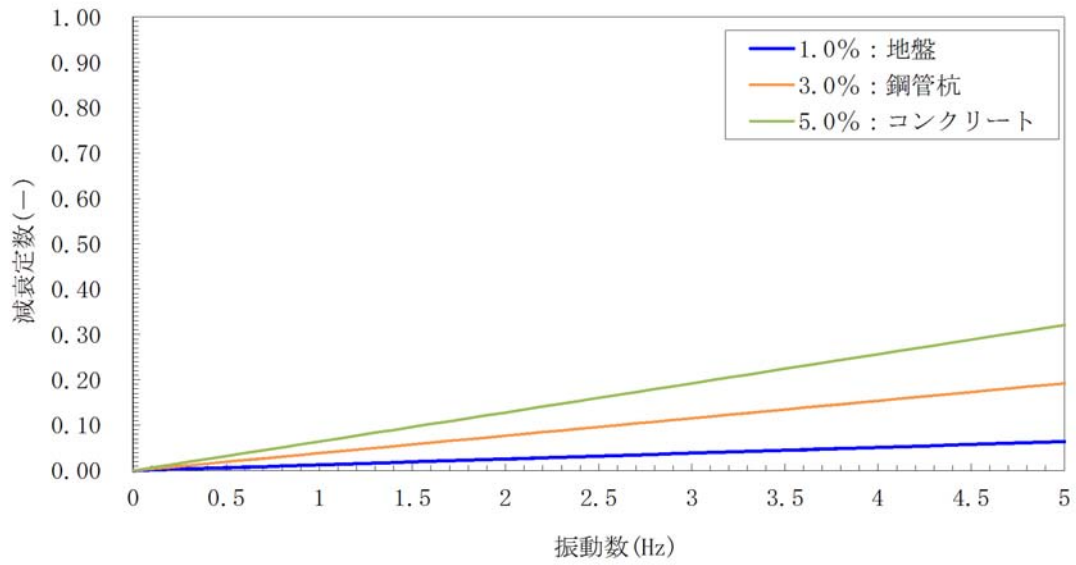
(b) ④-④断面

図 18-2 (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)

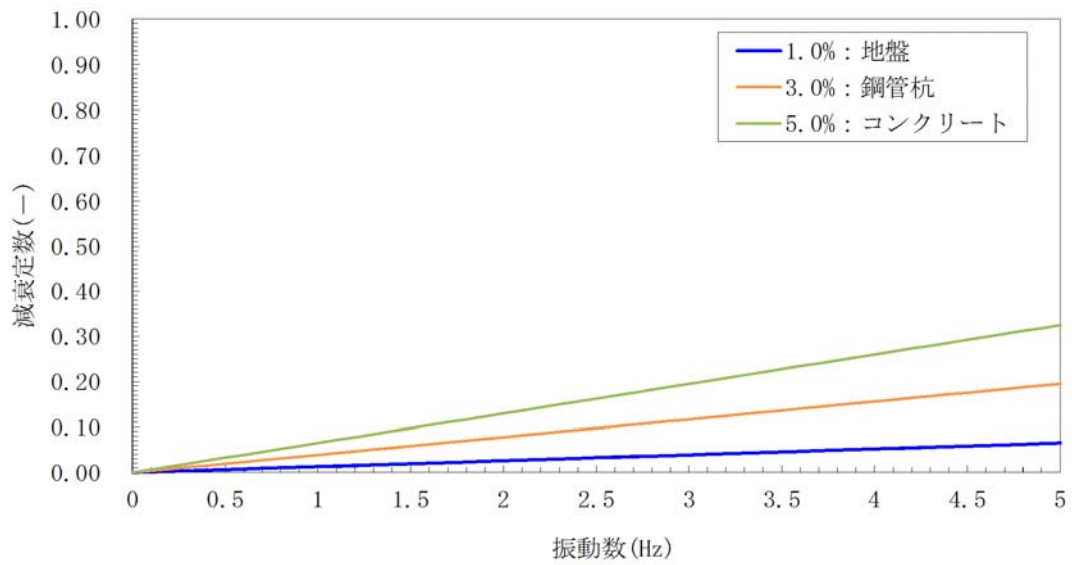


(a) ①-①断面

図 18-2 (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)



(a) ①-①断面



(b) ④-④断面

図 18-2 (3) 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)

(参考2) 杭頭の照査結果

杭頭部の結合方法は、「道路橋示方書（I 共通編・IV 下部構造編）・同解説」に示される方法Bにより底版と剛結合する。図2-1に杭頭部概略図を示す。

(1) 鉛直押抜きせん断に対する照査

コンクリートの垂直押抜きせん断応力度の照査は下式により行う。

$$\tau_v = \frac{P}{\pi (D+h) h} \leq \tau_a$$

ここで、

$\tau_v$  : 垂直方向の押抜きせん断応力度 (N/mm<sup>2</sup>)

$\tau_a$  : コンクリートの許容押抜きせん断応力度 (N/mm<sup>2</sup>)

P : 軸方向押込み力 (N)

D : 杭径 (mm)

h : 垂直方向の押抜きせん断に抵抗するフーチングの有効高さ (mm)

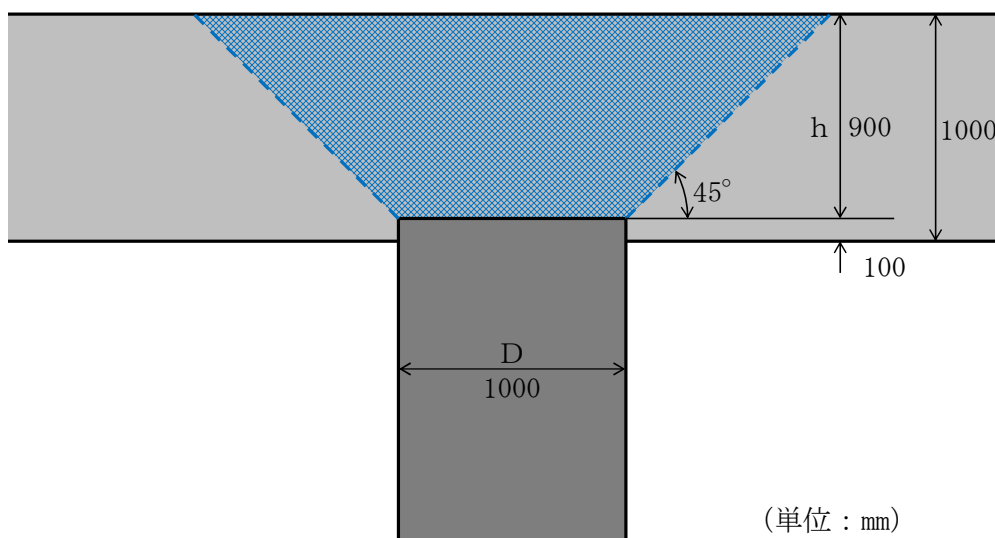


図2-1 杭頭部概略図

表 2-1 押し抜きせん断に対する照査結果

検討 ケース	基準 地震動	位相	照査 位置	最大軸 圧縮力 (kN)	押し抜きせん断応力度 (N/mm <sup>2</sup> )	許容限界 (N/mm <sup>2</sup> )	照査値
①	S <sub>s</sub> -D1	H+, V+	左	1815	0.34	1.65	0.21
	S <sub>s</sub> -D1	H+, V-	左	1838	0.35	1.65	0.22
	S <sub>s</sub> -D1	H-, V+	左	1644	0.31	1.65	0.19
	S <sub>s</sub> -D1	H-, V-	左	1831	0.35	1.65	0.22
	S <sub>s</sub> -11	H+, V+	左	1042	0.20	1.65	0.13
	S <sub>s</sub> -12	H+, V+	左	1106	0.21	1.65	0.13
	S <sub>s</sub> -13	H+, V+	左	967	0.18	1.65	0.11
	S <sub>s</sub> -14	H+, V+	左	675	0.13	1.65	0.08
	S <sub>s</sub> -21	H+, V+	左	1036	0.20	1.65	0.13
	S <sub>s</sub> -22	H+, V+	左	1464	0.28	1.65	0.17
	S <sub>s</sub> -31	H+, V+	左	1445	0.27	1.65	0.17
	S <sub>s</sub> -31	H-, V+	左	1251	0.24	1.65	0.15
②	S <sub>s</sub> -D1	H+, V-	左	1623	0.31	1.65	0.19
③	S <sub>s</sub> -D1	H+, V-	左	1661	0.31	1.65	0.19
④	S <sub>s</sub> -D1	H+, V-	右	1892	0.36	1.65	0.22
	S <sub>s</sub> -D1	H+, V-	左	1949	0.37	1.65	0.23
⑤	S <sub>s</sub> -D1	H+, V-	左	914	0.18	1.65	0.11
⑥	S <sub>s</sub> -D1	H+, V-	左	791	0.15	1.65	0.10

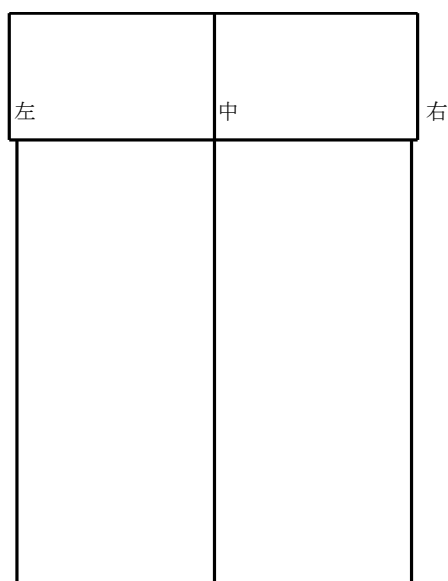


図 1-2 杭の配置



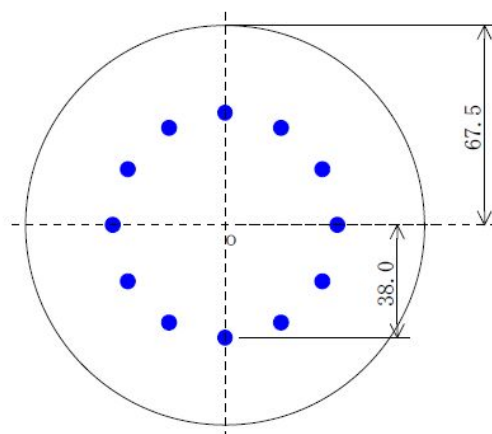
(2) 中詰補強筋に対する照査

杭頭接合部は「道路橋示方書・同解説 IV下部構造編（平成14年3月）」に従い，図2-2に示す仮想鉄筋コンクリート断面を設定し，杭頭の曲げモーメントおよび軸力に対し杭頭補強鉄筋の応力度が許容限界以下であることを確認する。

コンクリート及び鉄筋の許容限界に基づくN-M曲線に，杭頭における軸力と曲げモーメント（全時刻）を重ね合わせることで，杭頭部のコンクリートと杭頭補強鉄筋の応力度が許容限界以下であることを確認する。各ケースにおける照査結果（N-M曲線）を図2-3に示す。

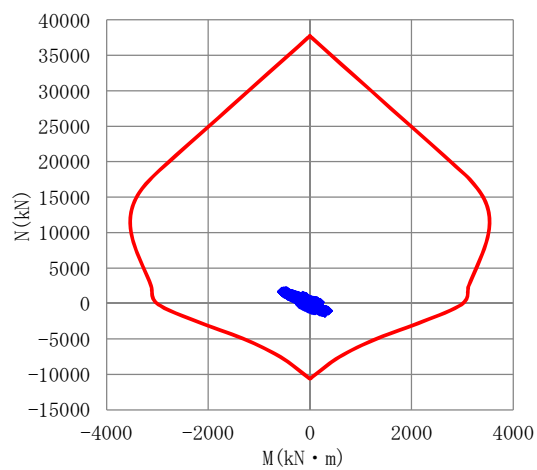
表2-2 仮想鉄筋コンクリート断面諸元

項目		諸元
仮想 RC 断面	杭径 D (mm)	1000
	仮想 RC 断面の径 (mm)	1350
コンクリート	設計基準強度 (N/mm <sup>2</sup> )	40
	許容限界 (N/mm <sup>2</sup> )	21
杭頭補強鉄筋	材質	SD490
	鉄筋径	D51
	鉄筋の本数	12 本
	配置半径 (mm)	380
	許容限界 (N/mm <sup>2</sup> )	435

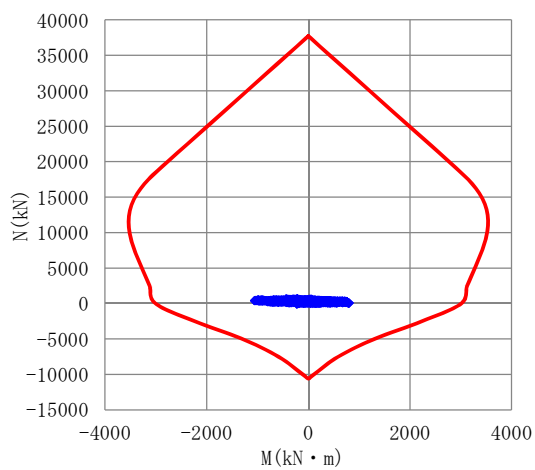


(単位：cm)

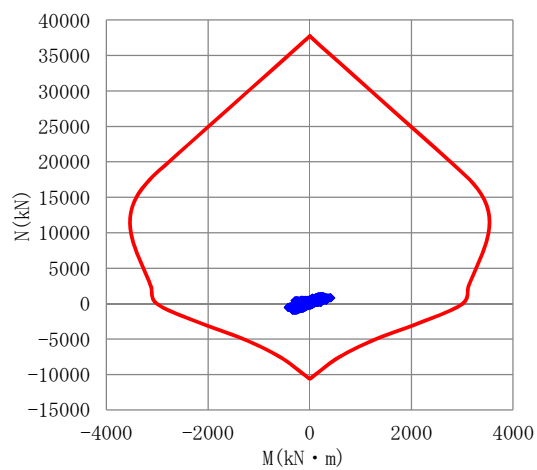
図2-2 仮想 RC 断面



(左)

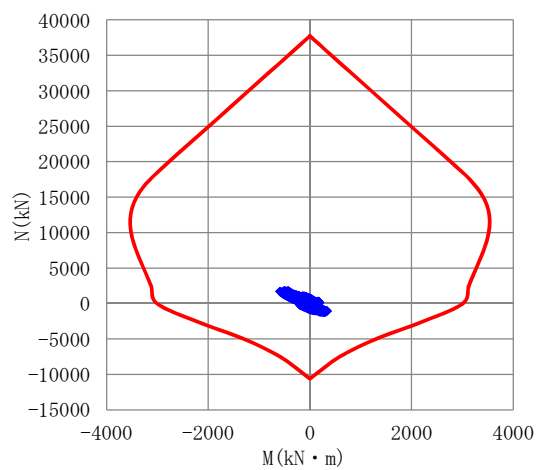


(中)

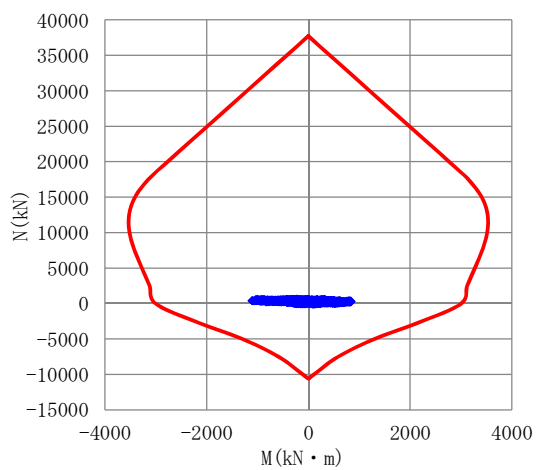


(右)

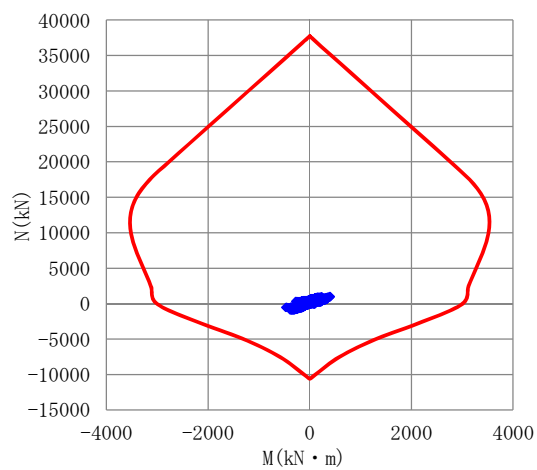
図 2-2 (1) 杭頭のN-M曲線 (S<sub>s</sub>-D 1 (H+, V+))  
 (検討ケース①: 原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)



(左)

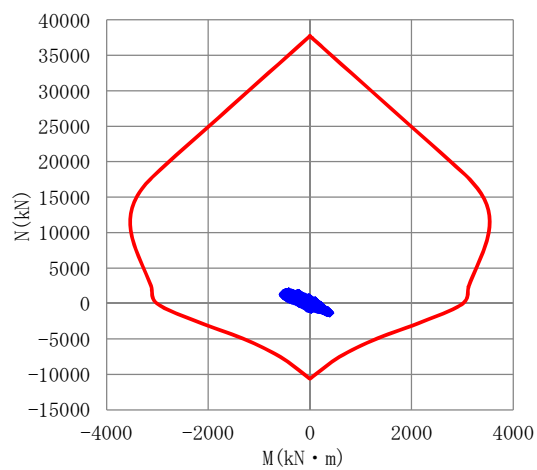


(中)

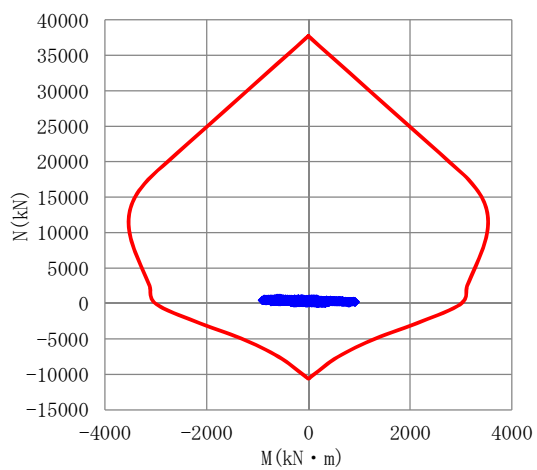


(右)

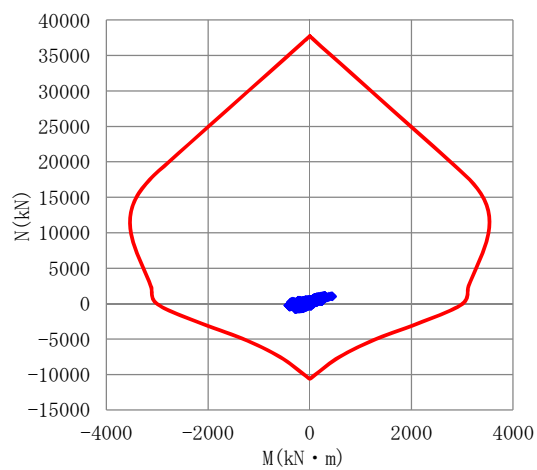
図 2-2 (2) 杭頭のN-M曲線 (S<sub>s</sub>-D 1 (H+, V-))  
 (検討ケース①: 原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)



(左)

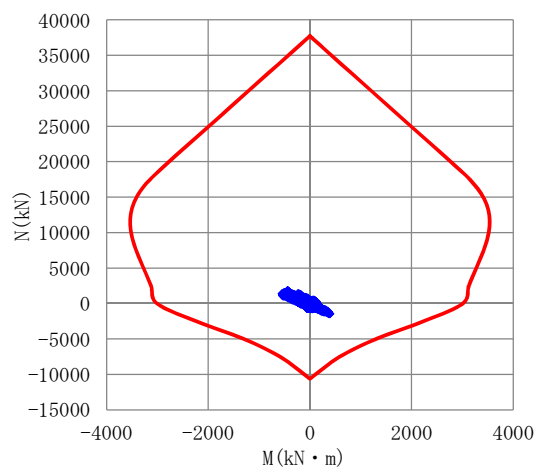


(中)

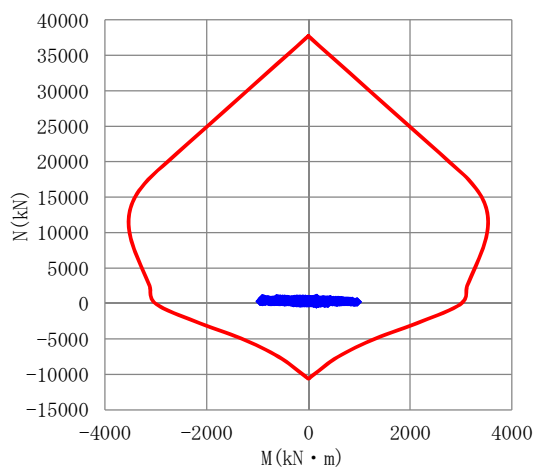


(右)

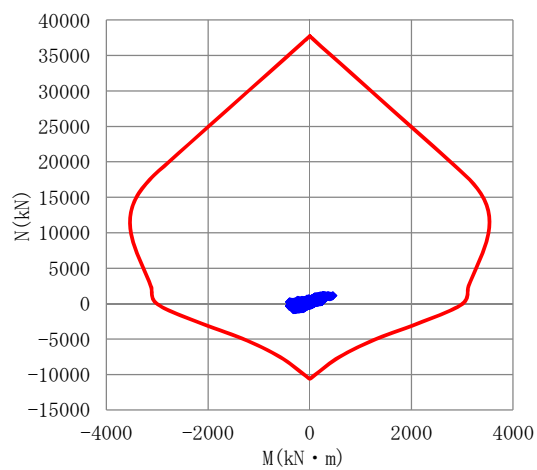
図 2-2 (3) 杭頭のN-M曲線 (S<sub>s</sub>-D 1 (H-, V+))  
 (検討ケース①: 原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)



(左)

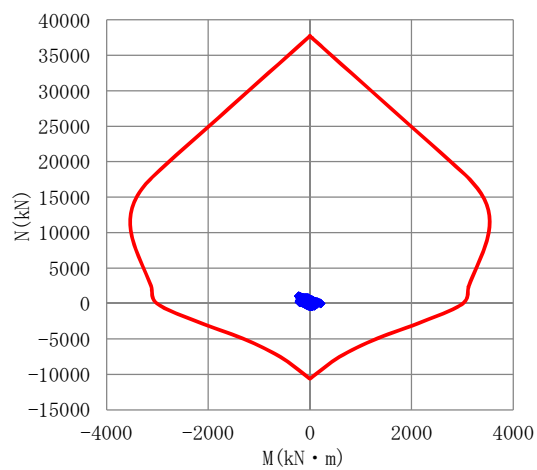


(中)

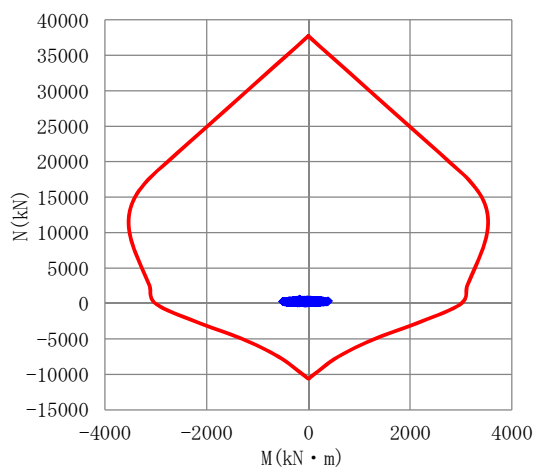


(右)

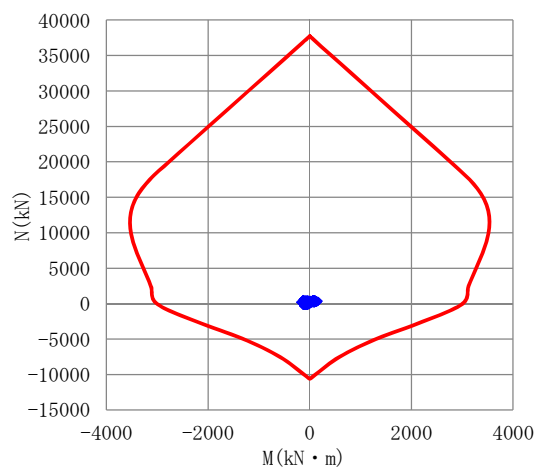
図 2-2 (4) 杭頭のN-M曲線 (S<sub>s</sub>-D 1 (H-, V-))  
 (検討ケース①: 原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)



(左)



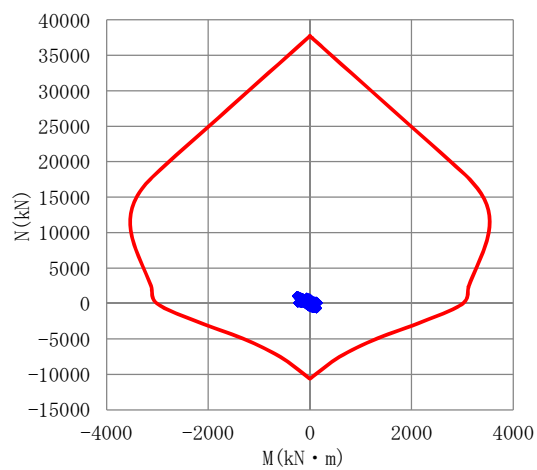
(中)



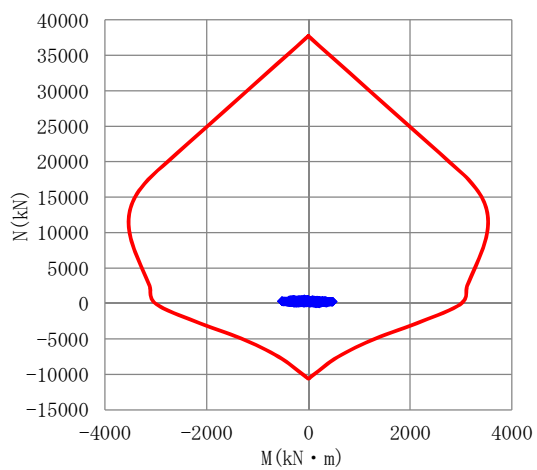
(右)

図 2-2 (5) 杭頭のN-M曲線 (S<sub>s</sub>-11)

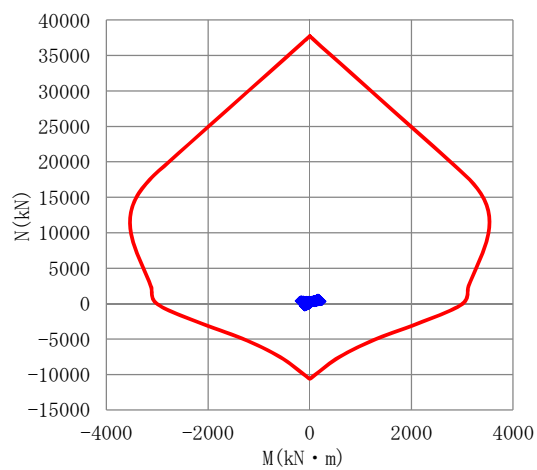
(検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)



(左)



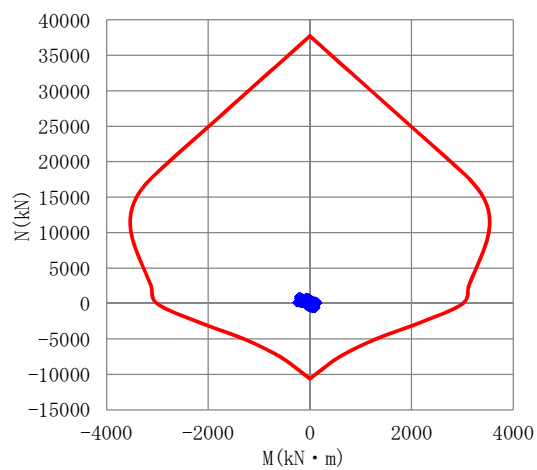
(中)



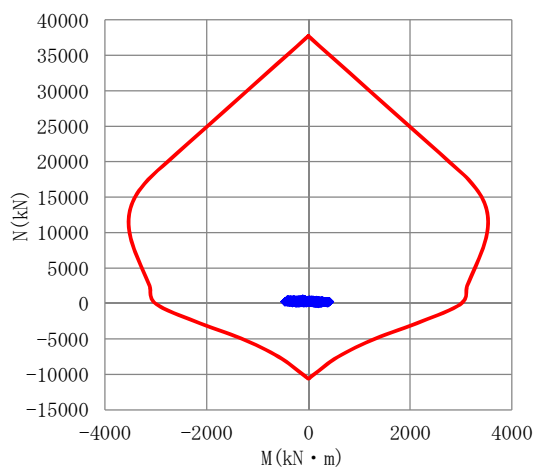
(右)

図 2-2 (6) 杭頭のN-M曲線 (S<sub>s</sub>-1 2)

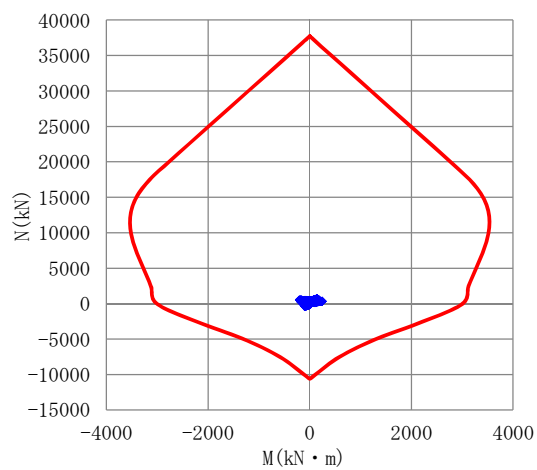
(検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)



(左)



(中)

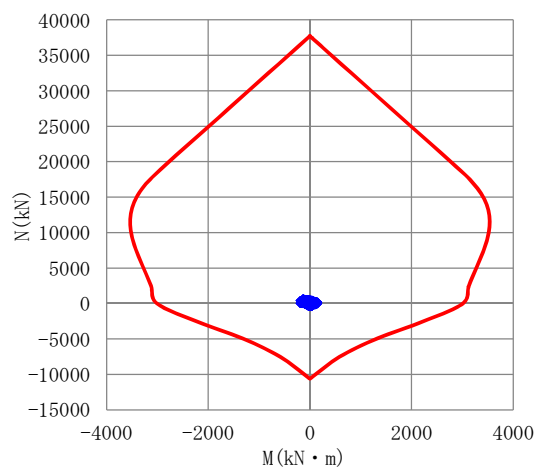


(右)

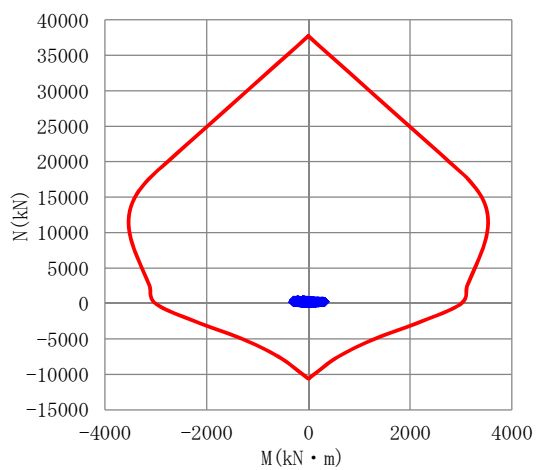
図 2-2 (7) 杭頭のN-M曲線 (S<sub>s</sub>-13)

(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)

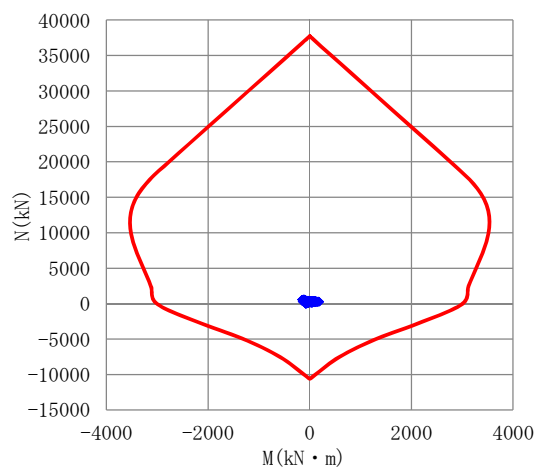




(左)



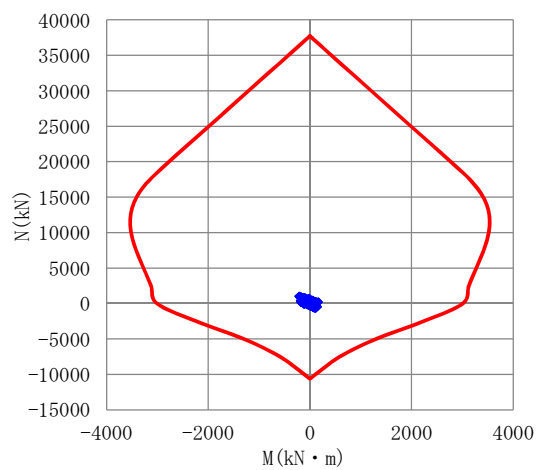
(中)



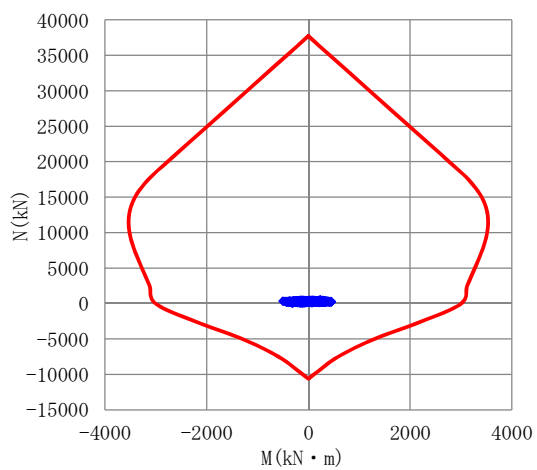
(右)

図 2-2 (8) 杭頭の  $N-M$  曲線 ( $S_s-14$ )

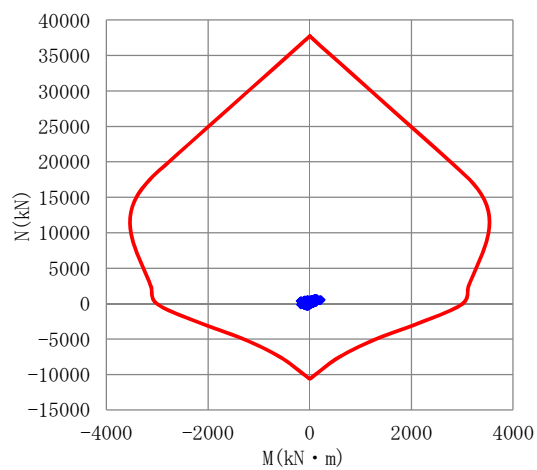
(検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)



(左)



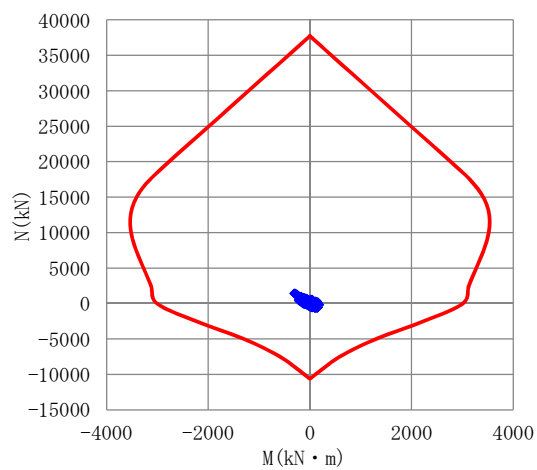
(中)



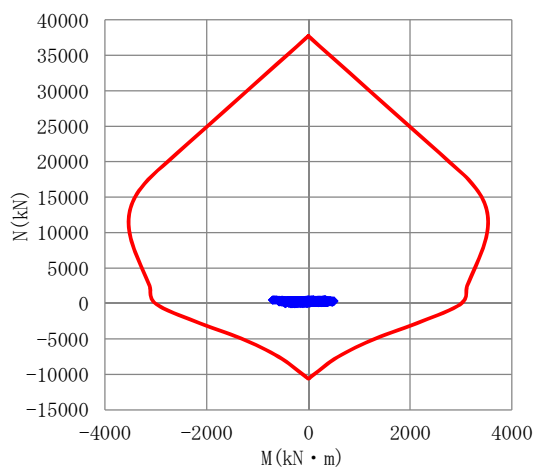
(右)

図 2-2 (9) 杭頭のN-M曲線 (S<sub>s</sub>-21)

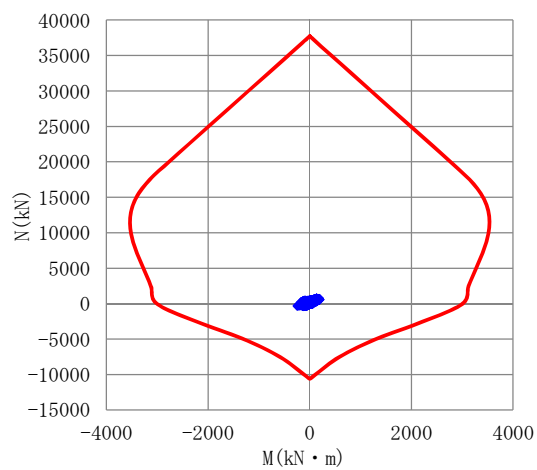
(検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)



(左)



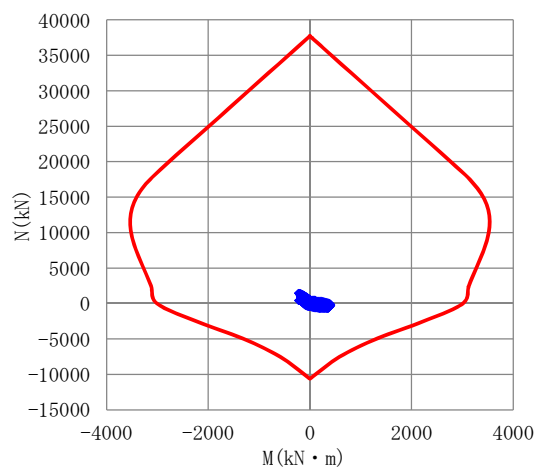
(中)



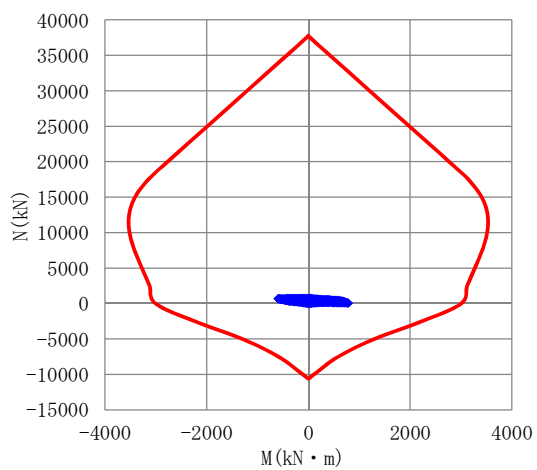
(右)

図 2-2 (10) 杭頭のN-M曲線 (S<sub>s</sub>-22)

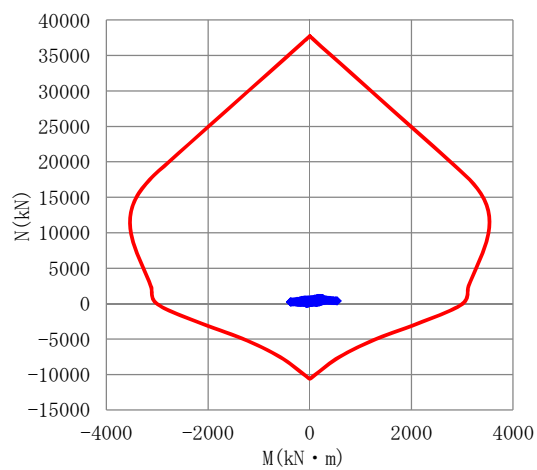
(検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)



(左)

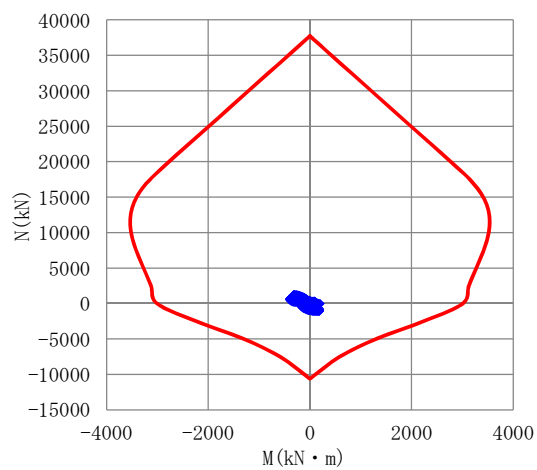


(中)

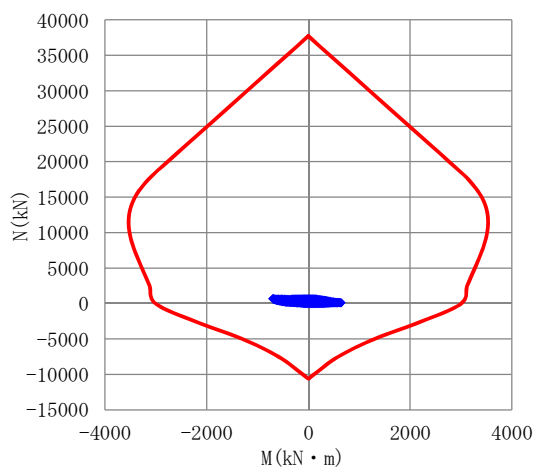


(右)

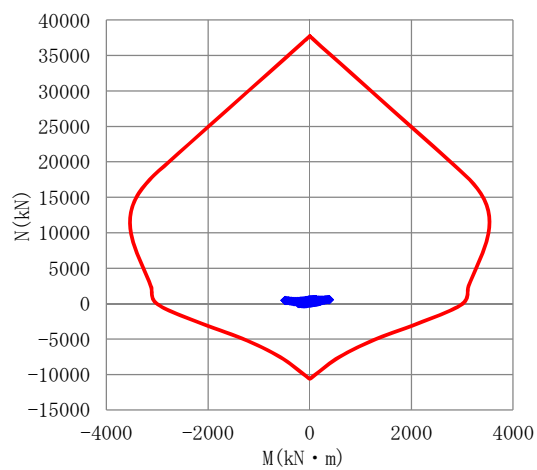
図 2-2 (11) 杭頭のN-M曲線 (S<sub>s</sub>-3 1 (H+, V+))  
 (検討ケース①: 原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)



(左)

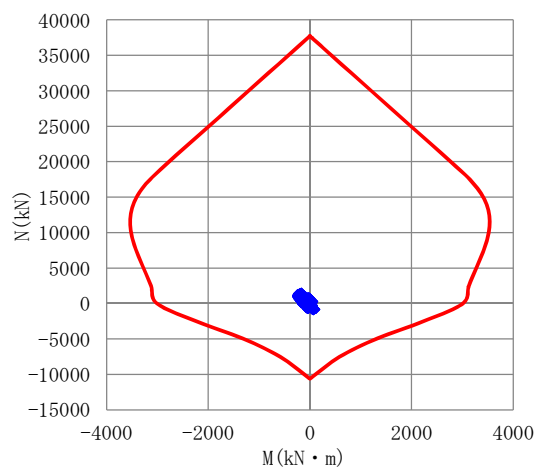


(中)

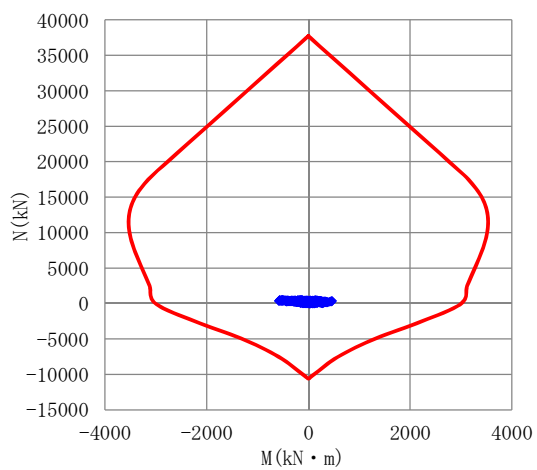


(右)

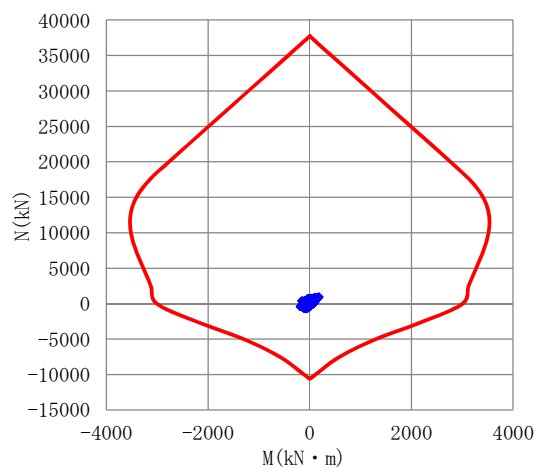
図 2-2 (12) 杭頭のN-M曲線 (S<sub>s</sub>-3 1 (H-, V+))  
 (検討ケース①: 原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)



(左)

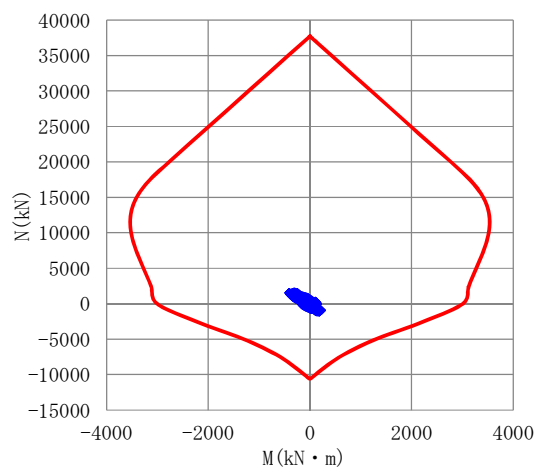


(中)

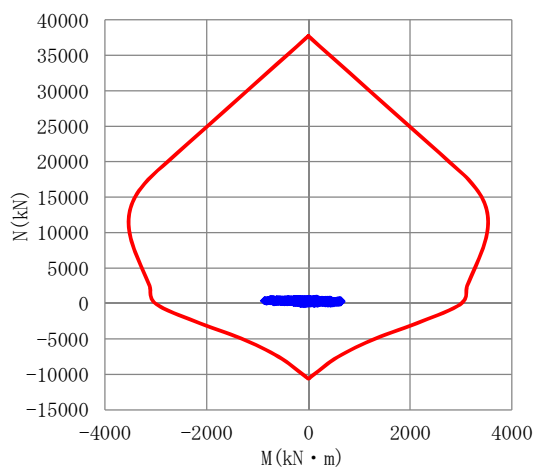


(右)

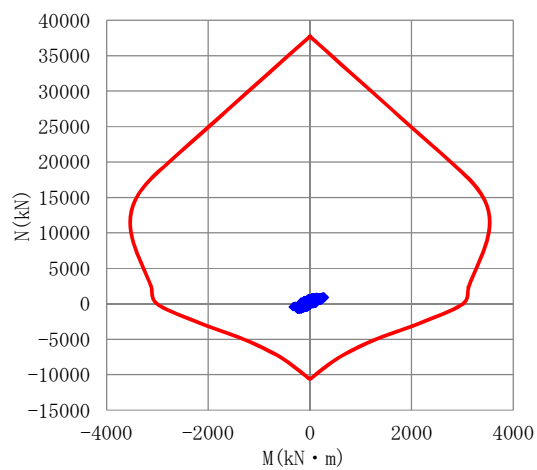
図 2-2 (13) 杭頭のN-M曲線 (S<sub>s</sub>-D 1 (H+, V-))  
 (検討ケース②: 地盤物性のばらつきを考慮 (+1σ) した解析ケース)



(左)

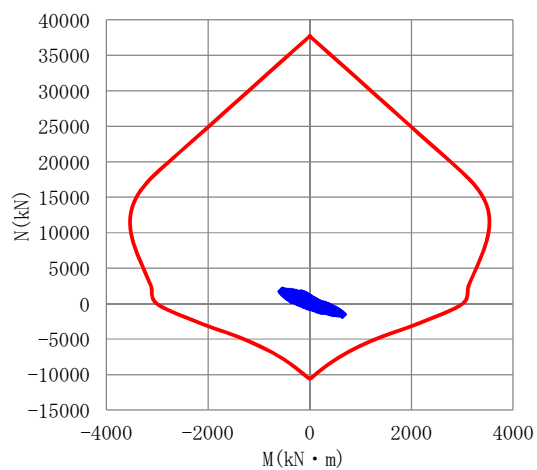


(中)

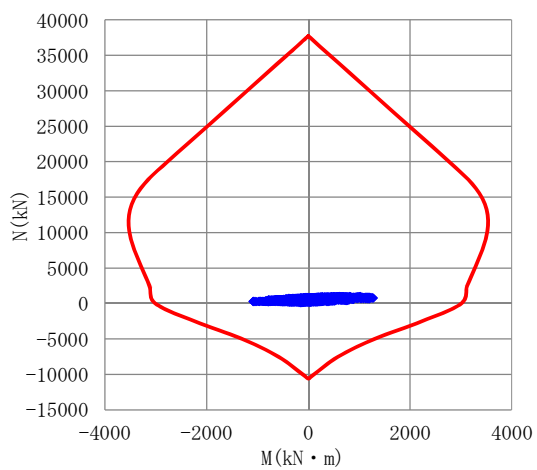


(右)

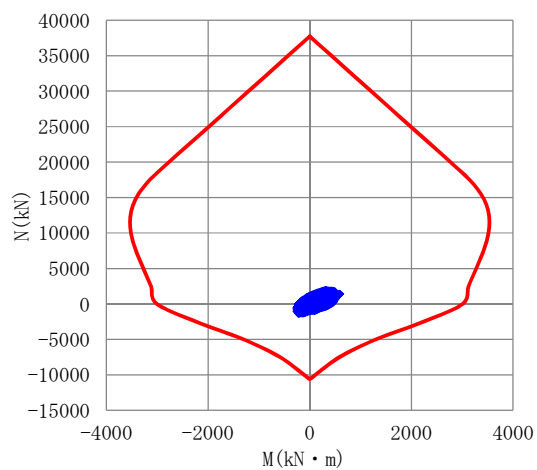
図 2-2 (14) 杭頭のN-M曲線 (S<sub>s</sub>-D1 (H+, V-))  
 (検討ケース③: 地盤物性のばらつきを考慮 (-1σ) した解析ケース)



(左)



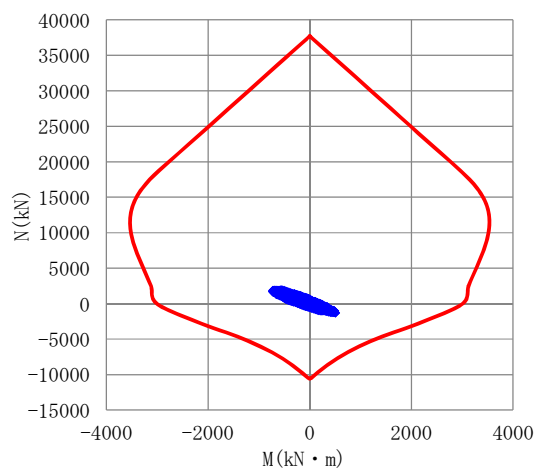
(中)



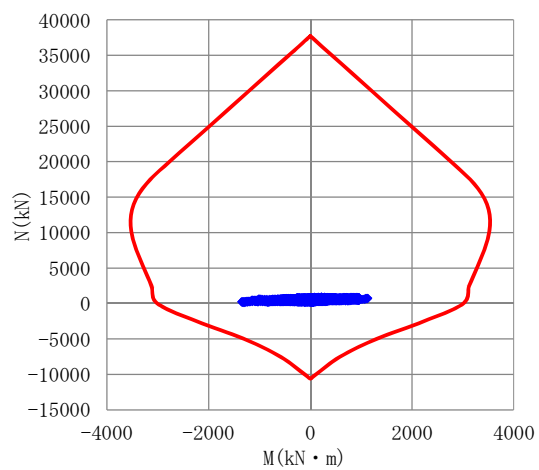
(右)

図 2-2 (15) 杭頭のN-M曲線 ( $S_5-D1$  (H+, V-))  
 (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)

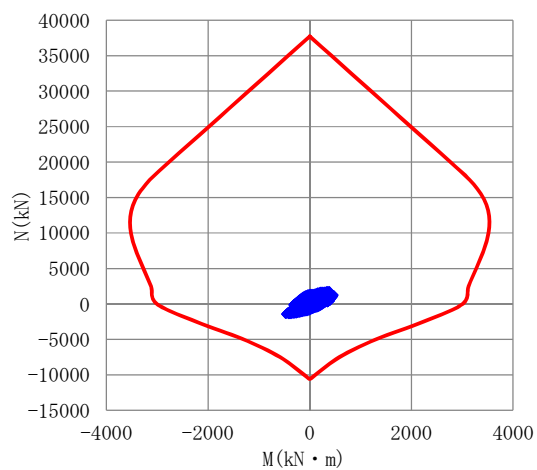




(左)

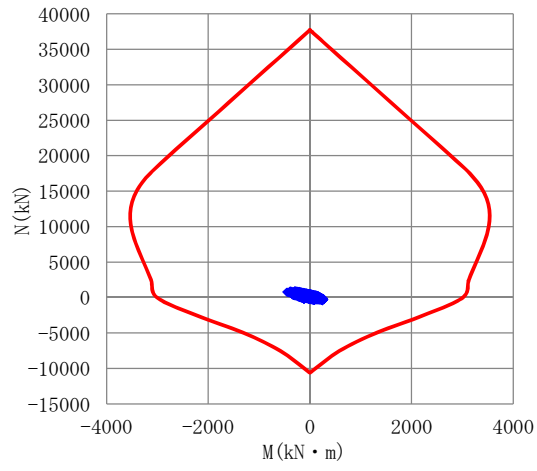


(中)

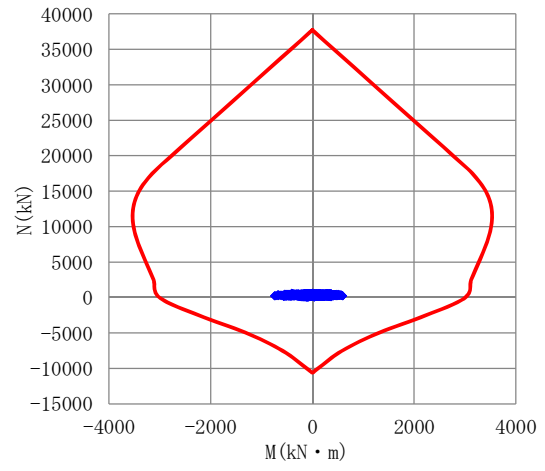


(右)

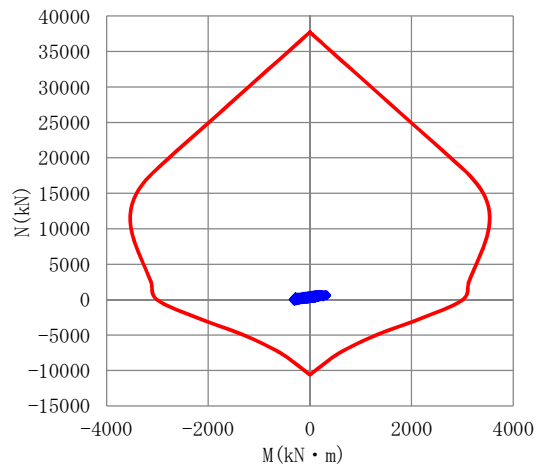
図 2-2 (16) 杭頭のN-M曲線 (S<sub>5</sub>-D1 (H-, V-))  
 (検討ケース④: 敷地に存在しない豊浦標準砂の液状化強度特性により  
 地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース)



(左)

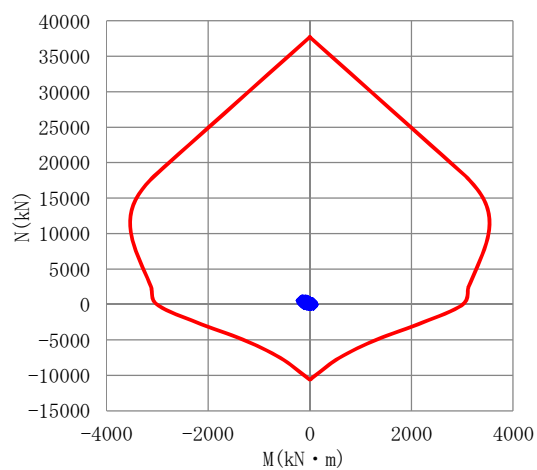


(中)

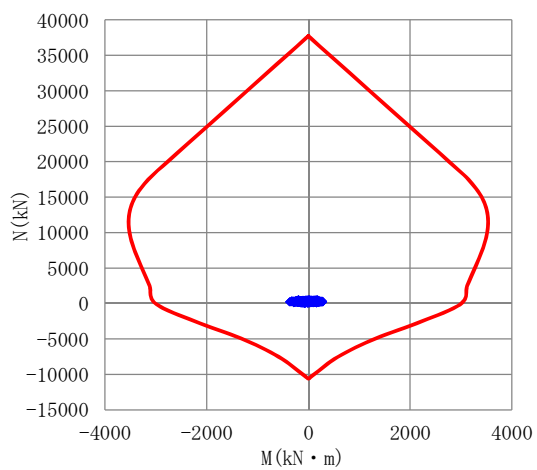


(右)

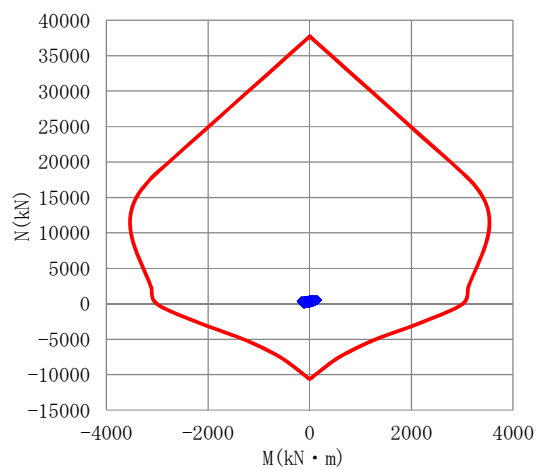
図 2-2 (17) 杭頭のN-M曲線 (S<sub>S</sub>-D1 (H+, V-))  
 (検討ケース⑤：原地盤において非液状化の条件を仮定した解析ケース)



(左)



(中)



(右)

図 2-2 (18) 杭頭のN-M曲線 (S<sub>s</sub>-D1 (H+, V-))  
 (検討ケース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)

(参考3) 強軸断面における鋼管杭の照査結果

上部構造（壁構造）による杭の影響を確認するため、強軸断面における鋼管杭の照査を実施する。鋼管杭の照査方法及び許容限界は、弱軸断面と同様である。

鋼管杭の曲げ軸力に対する照査結果を表 3-1、鋼管杭のせん断力に対する照査結果を表 3-2 に示す。

以上より、鋼管杭の発生法力は、許容限界以下であることを確認した。

表 3-1 鋼管杭の曲げ軸力に対する照査結果

検討 ケース	地震動	評価 位置	曲げ モーメント (kN・m)	軸力 (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
④	S <sub>s</sub> -D1 (H+, V-)	左	-4077	-3510	-180.3	-382.5	0.48
		左中	-3790	-420	-143.4	-382.5	0.38
		中	-3651	1491	147.4	382.5	0.39
		右中	-3662	3724	166.8	382.5	0.44
		右	-3969	7064	206.5	382.5	0.54

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

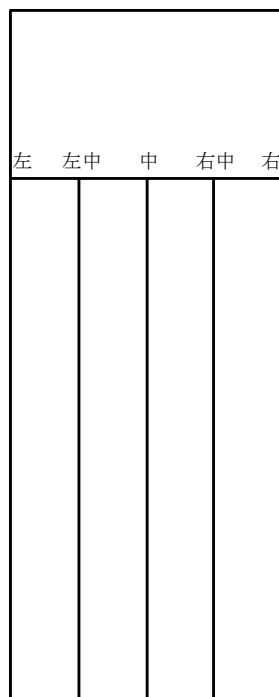


表 3-2 鋼管杭のせん断力に対する照査結果

検討 ケース	地震動	評価 位置	発生 せん断力 (kN)	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
④	S <sub>s</sub> -D1 (H+, V-)	左	-2040	-34.72	217.5	0.16
		左中	-1846	-31.41	217.5	0.15
		中	-1831	-31.17	217.5	0.15
		右中	-1876	-31.93	217.5	0.15
		右	-2078	-35.37	217.5	0.17

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

