

図 17.4-11 (5) ①-①断面の過剰間隙水圧比分布 ( $S_u - 1.1$ )  
(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)

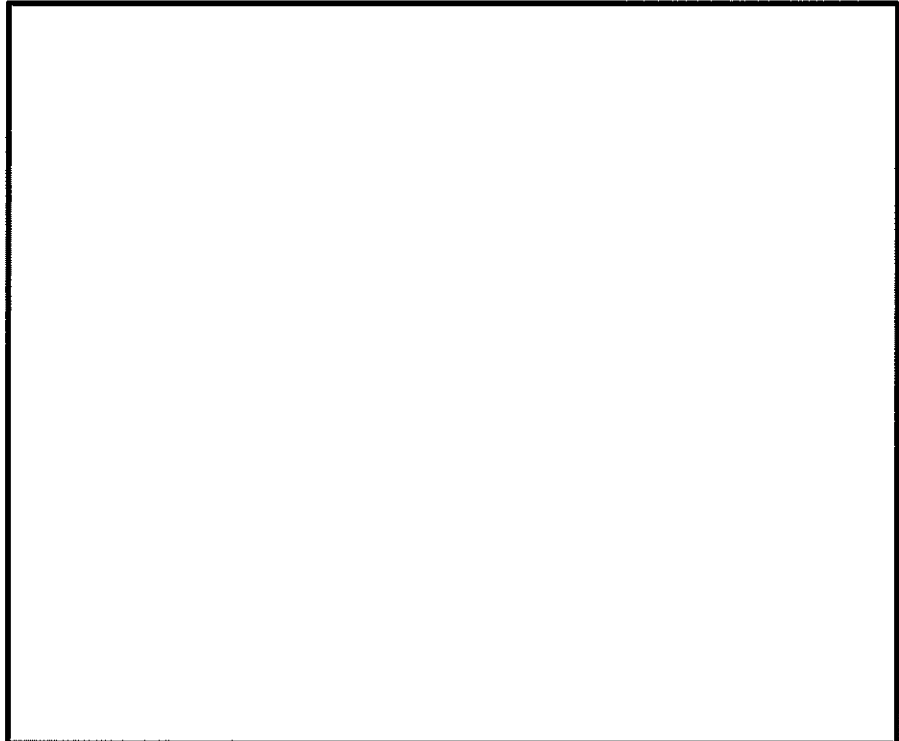


図 17.4-11 (6) ①-①断面の過剰間隙水圧比分布 ( $S_u - 1.2$ )  
(検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)

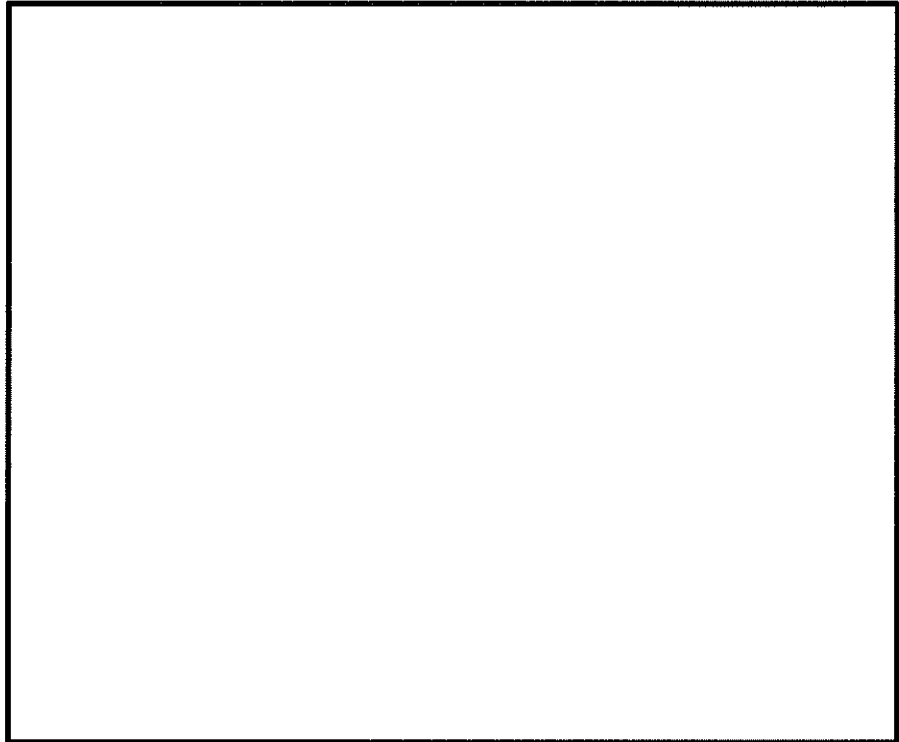


図 17.4-11 (7) ①-①断面の過剰間隙水圧比分布 ( $S_s-13$ )  
(検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)

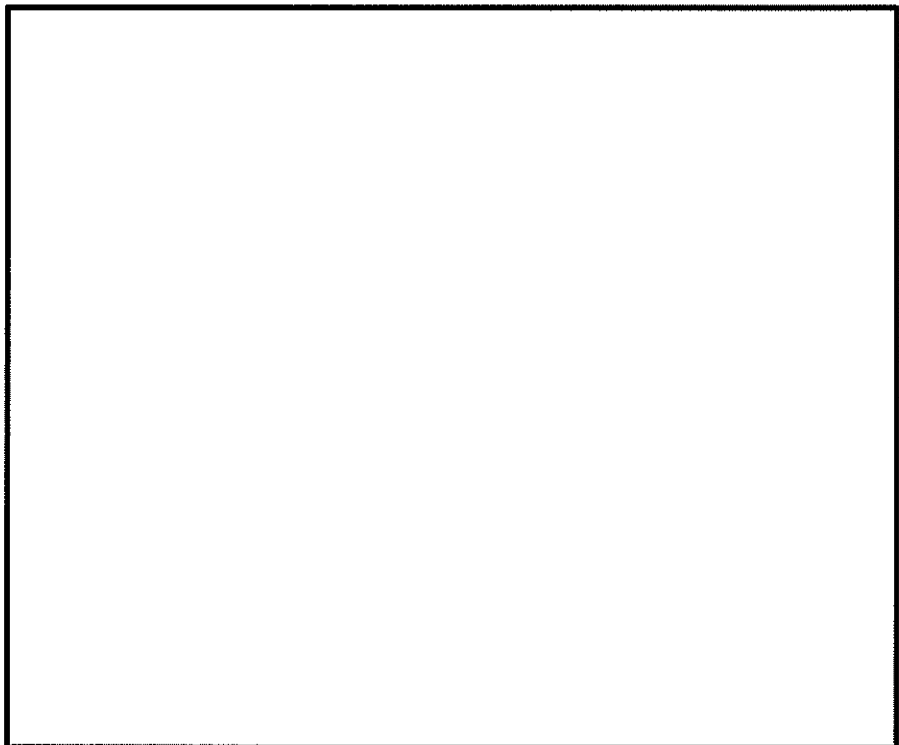


図 17.4-11 (8) ①-①断面の過剰間隙水圧比分布 ( $S_s-14$ )  
(検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)

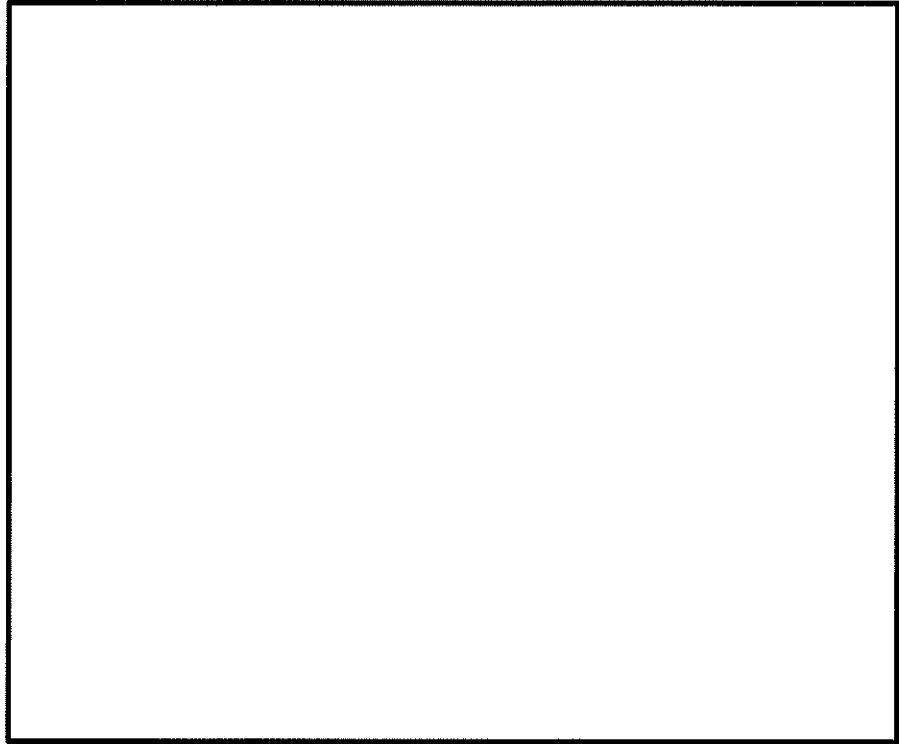


図 17.4-11 (11) ①-①断面の過剰間隙水圧比分布 ( $S_v - 3.1 (H+, V+)$ )  
(検討ケース①: 原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)

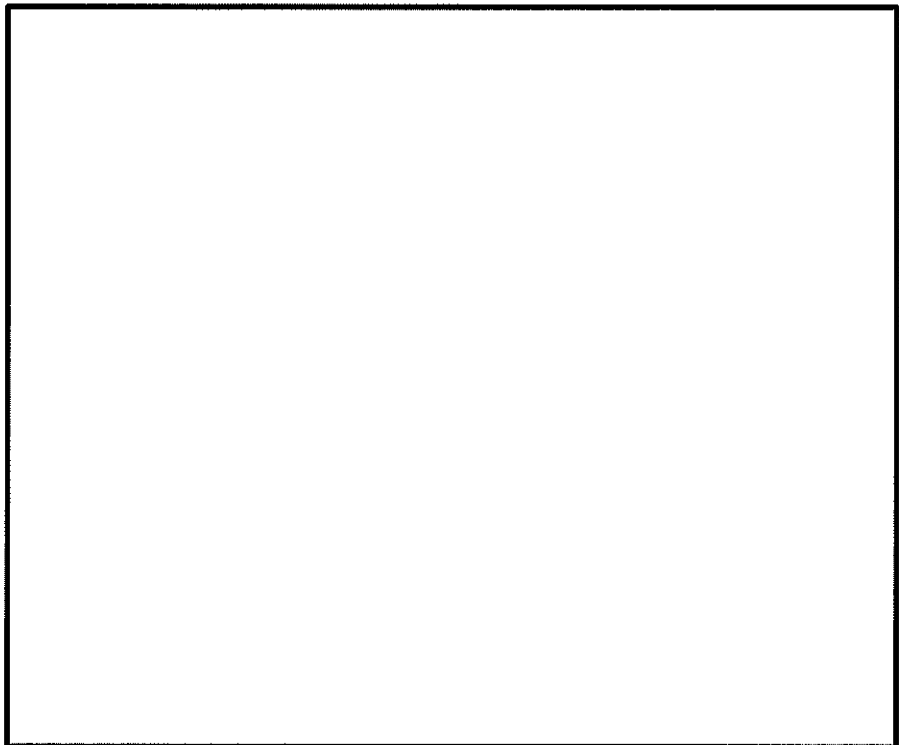


図 17.4-11 (12) ①-①断面の過剰間隙水圧比分布 ( $S_v - 3.1 (H-, V+)$ )  
(検討ケース①: 原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)



図 17.4-11 (13) 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②: 地盤物性のばらつきを考慮 (+1 $\sigma$ ) した解析ケース)



図 17.4-11 (14) 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③: 地盤物性のばらつきを考慮 (-1 $\sigma$ ) した解析ケース)



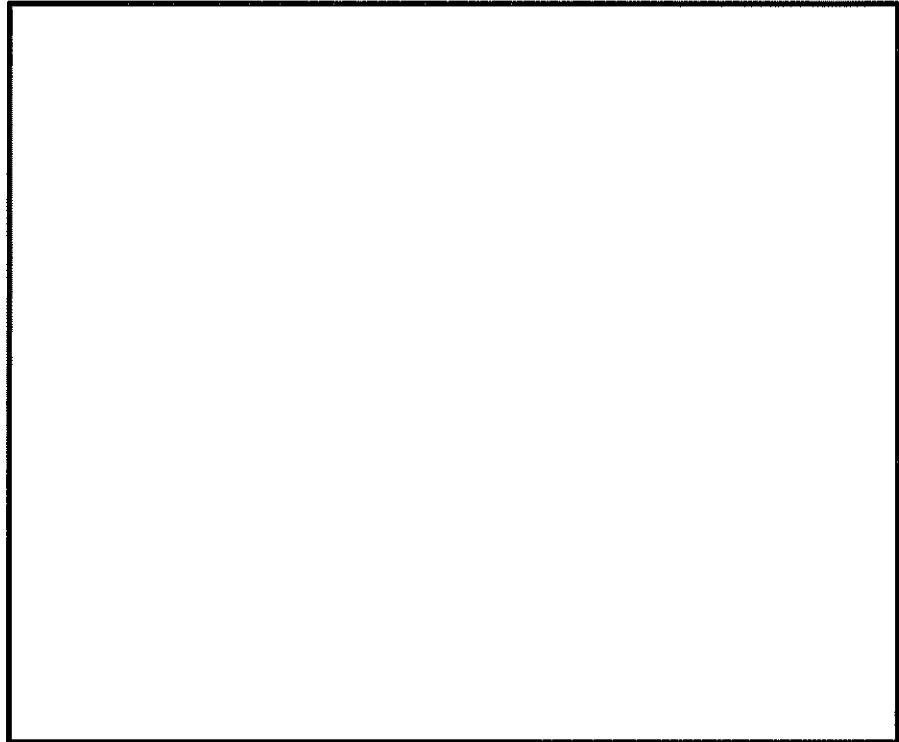


図 17.4-11 (15) ①-①断面の過剰間隙水圧比分布 ( $S_v - 31 (H-, V+)$ )  
(検討ケース④: 敷地に存在しない豊浦標準砂の液状化強度特性により  
地盤を強制的に液状化されることを仮定した解析ケース)

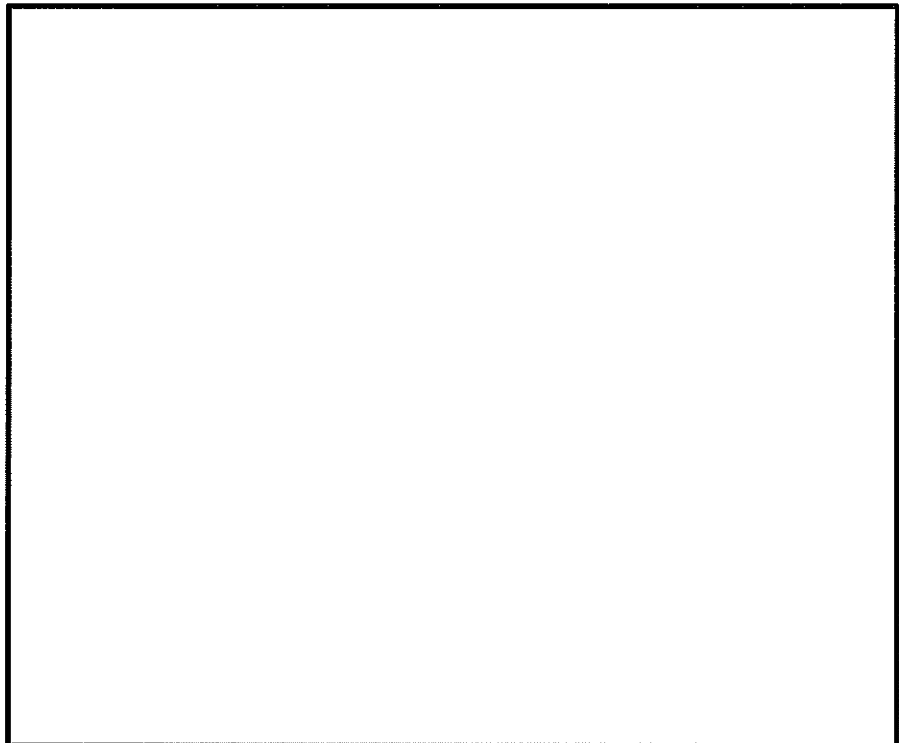


図 17.4-11 (16) ②-②断面の過剰間隙水圧比分布 ( $S_v - D1 (H+, V+)$ )  
(検討ケース④: 敷地に存在しない豊浦標準砂の液状化強度特性により  
地盤を強制的に液状化されることを仮定した解析ケース)

(7) 構造物の最大加速度分布図

①-①断面及び②-②断面の最大加速度の分布図を図 17.4-12 及び図 17.4-13 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。

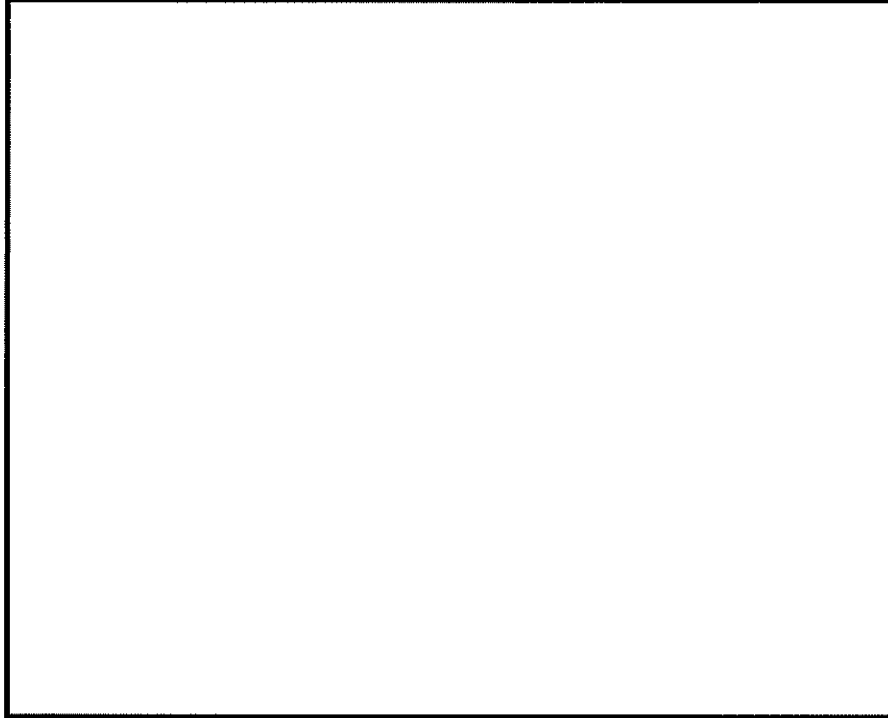


図 17.4-12 (1) ①-①断面の最大加速度分布 ( $S_s-D1$  (H+, V+))  
(検討ケース①: 原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)

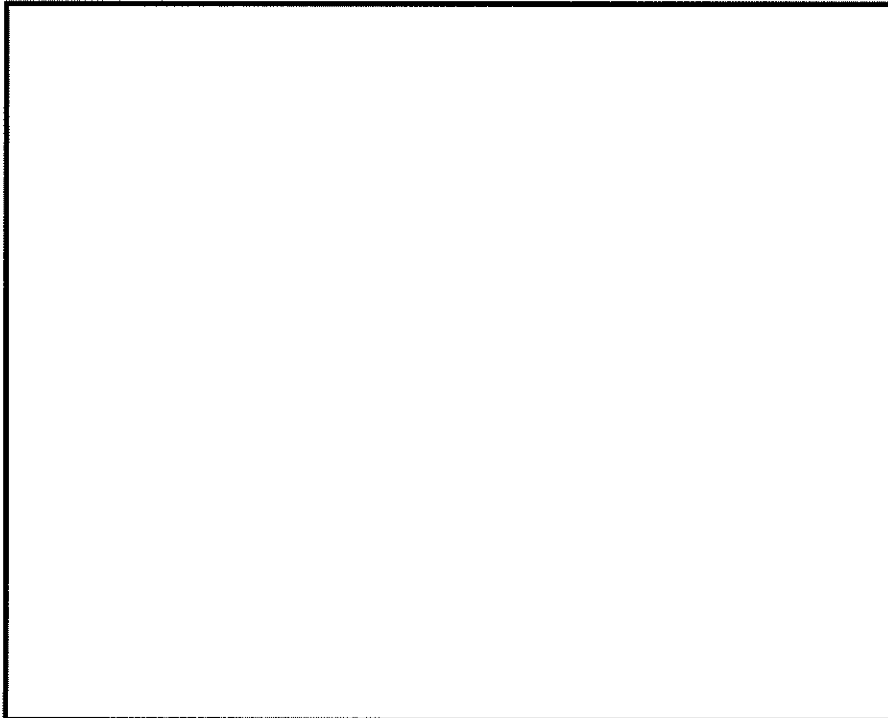


図 17.4-12 (2) ①-①断面の最大加速度分布 ( $S_s-D1$  (H+, V-))  
(検討ケース①: 原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)

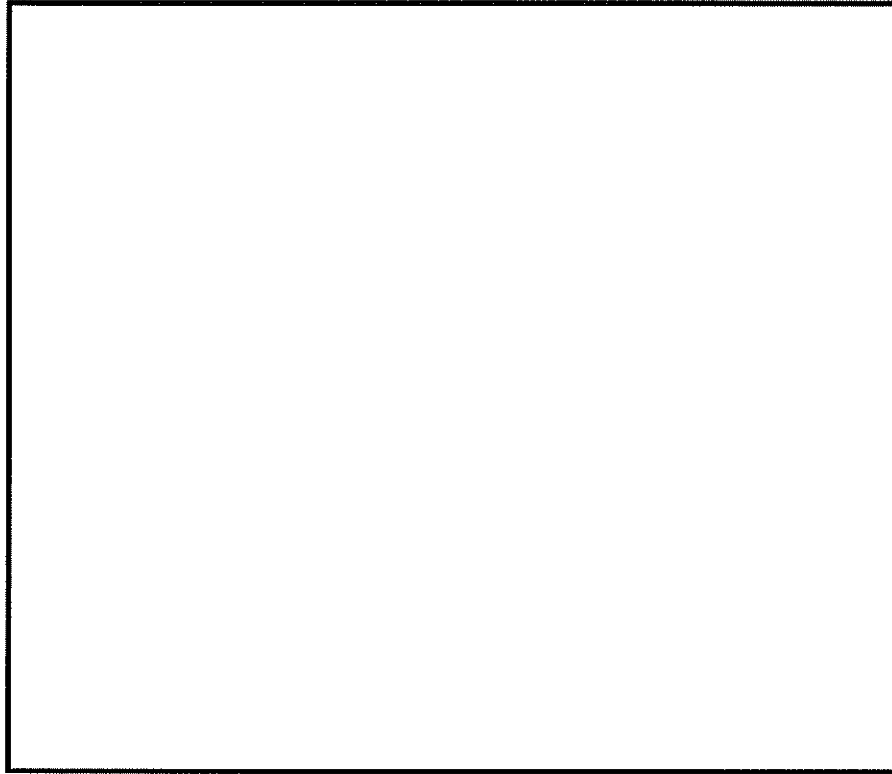


図 17.4-12 (3) ①-①断面の最大加速度分布 ( $S_s-D 1 (H-, V+)$ )  
(検討ケース①: 原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)

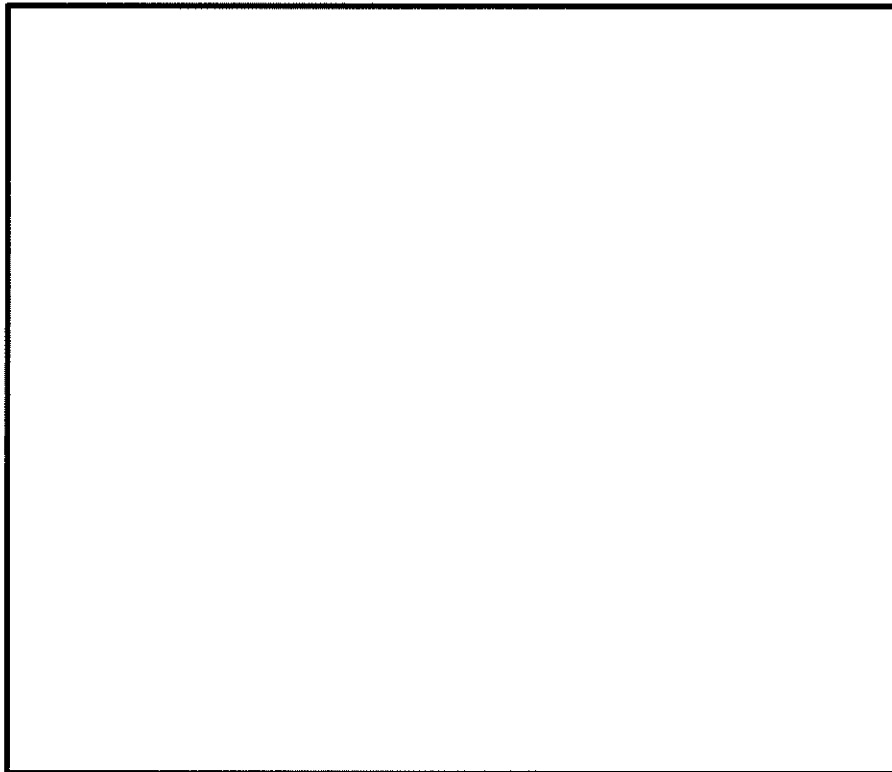


図 17.4-12 (4) ①-①断面の最大加速度分布 ( $S_s-D 1 (H-, V-)$ )  
(検討ケース①: 原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)

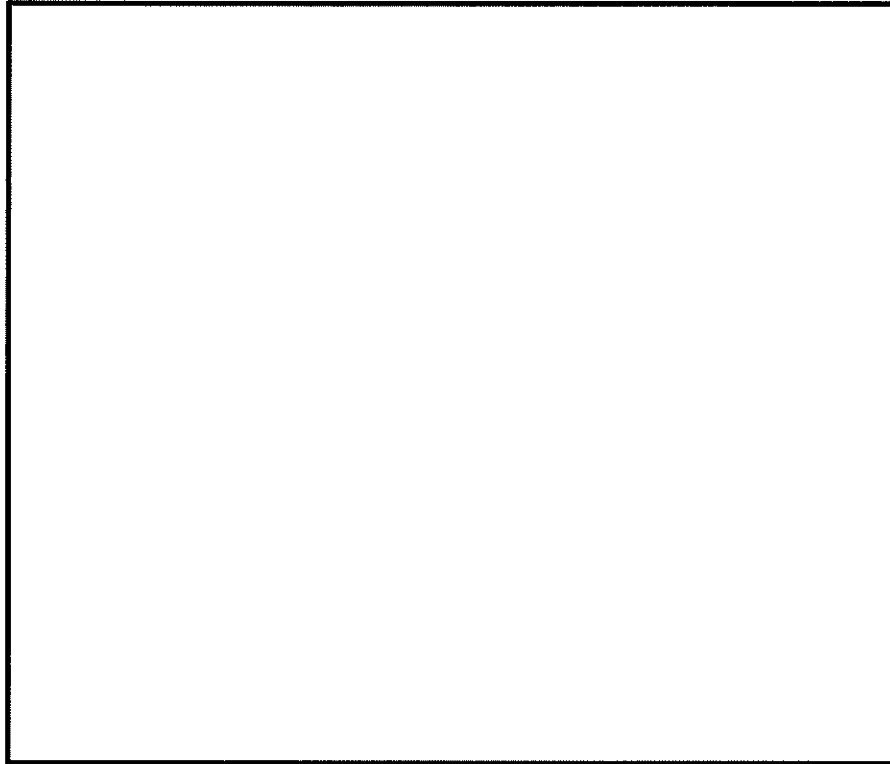


図 17.4-12 (5) ①-①断面の最大加速度分布 ( $S_s-1.1$ )  
(検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)

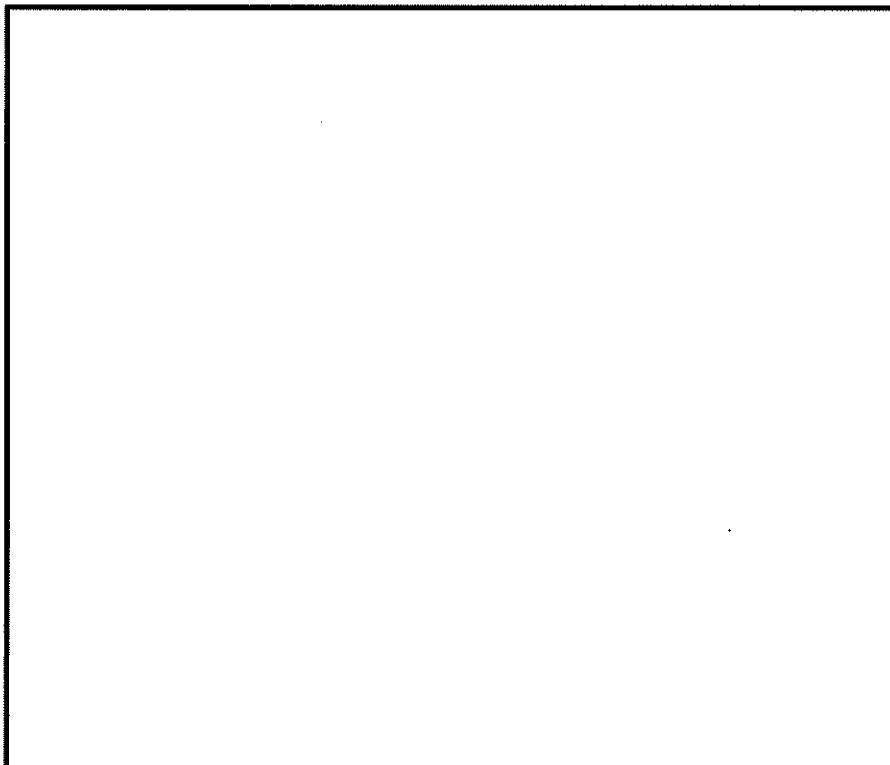


図 17.4-12 (6) ①-①断面の最大加速度分布 ( $S_s-1.2$ )  
(検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)

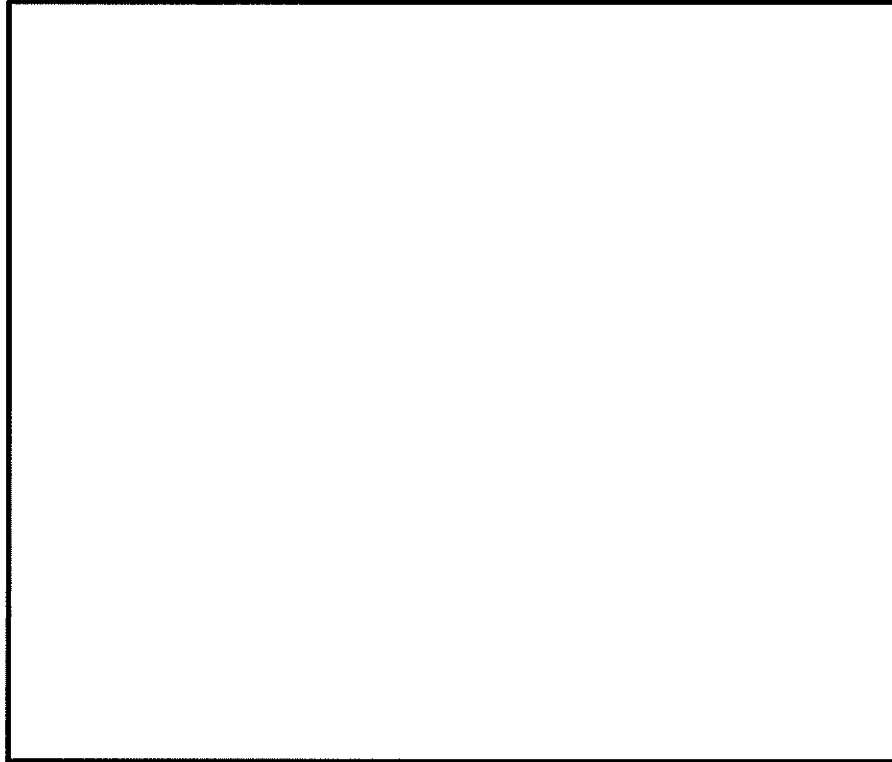


図 17.4-12 (7) ①-①断面の最大加速度分布 ( $S_s - 13$ )  
(検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)

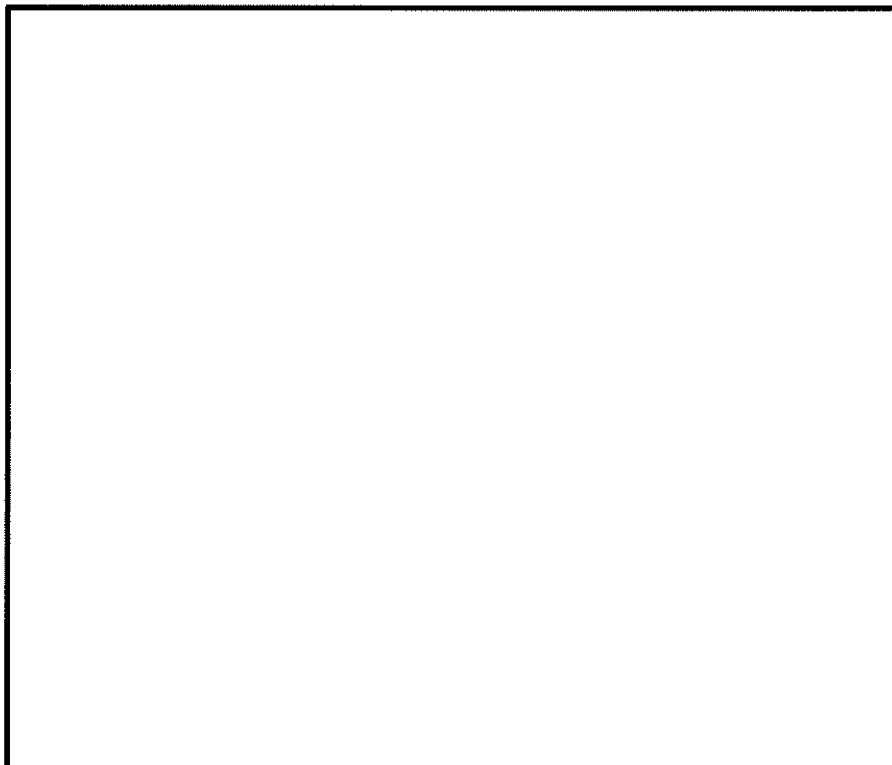


図 17.4-12 (8) ①-①断面の最大加速度分布 ( $S_s - 14$ )  
(検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)

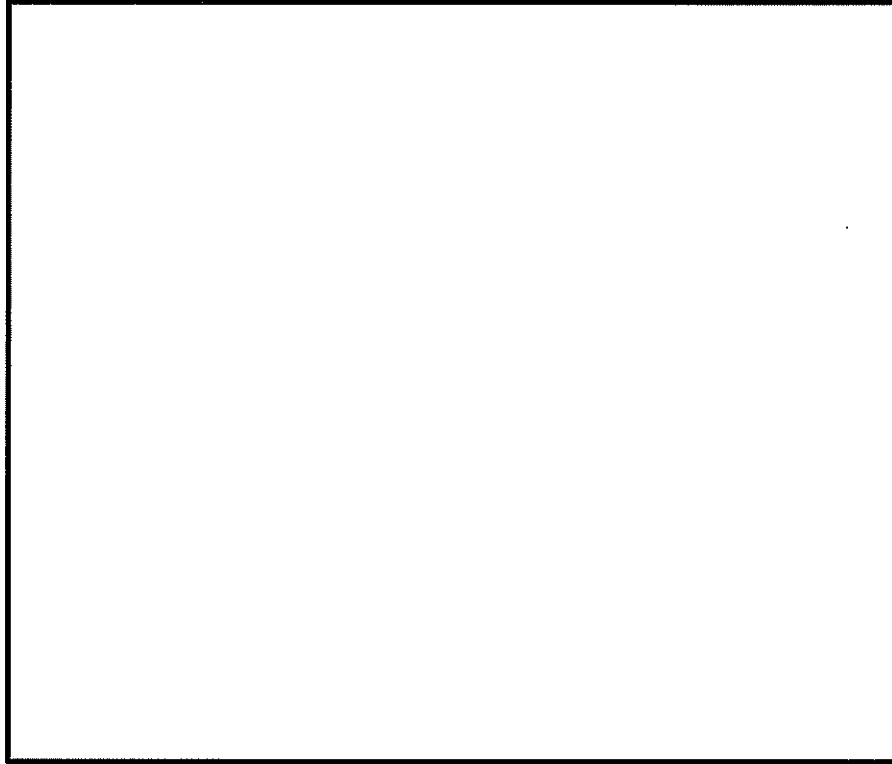


図 17.4-12 (9) ①-①断面の最大加速度分布 ( $S_s - 2 1$ )  
(検討ケース①: 原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)

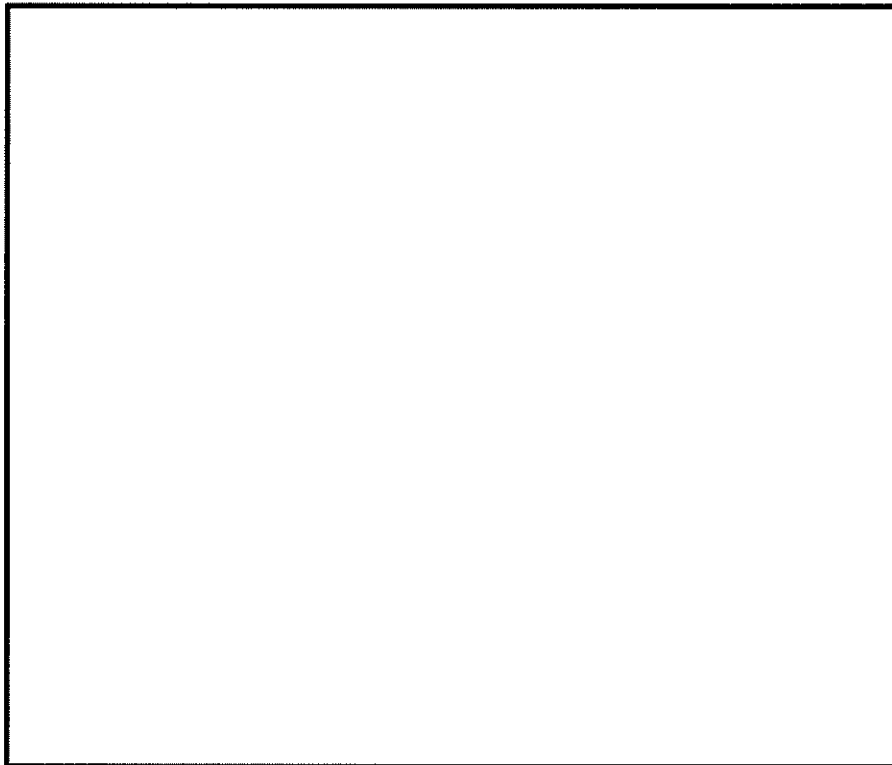


図 17.4-12 (10) ①-①断面の最大加速度分布 ( $S_s - 2 2$ )  
(検討ケース①: 原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)

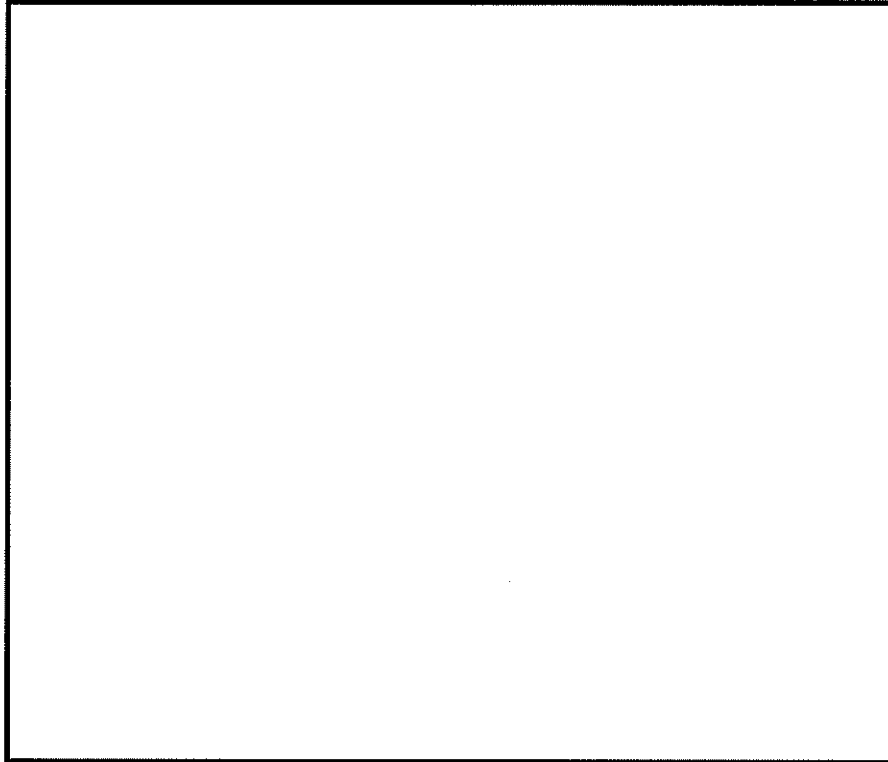


図 17.4-12 (11) ①-①断面の最大加速度分布 ( $S_s - 3.1 (H+, V+)$ )  
(検討ケース①: 原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)

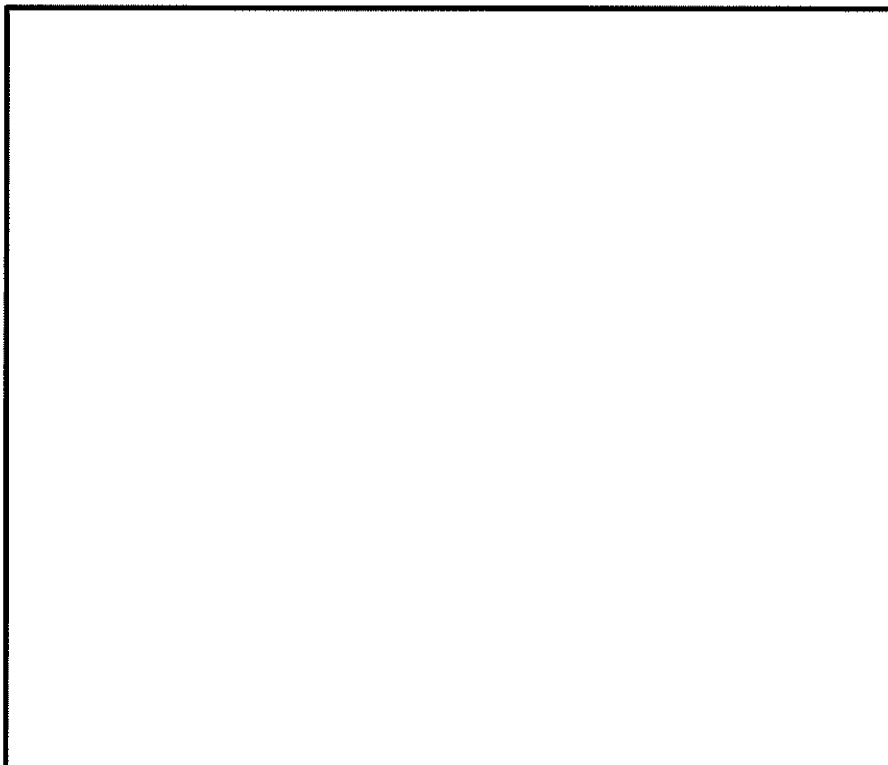


図 17.4-12 (12) ①-①断面の最大加速度分布 ( $S_s - 3.1 (H-, V+)$ )  
(検討ケース①: 原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)

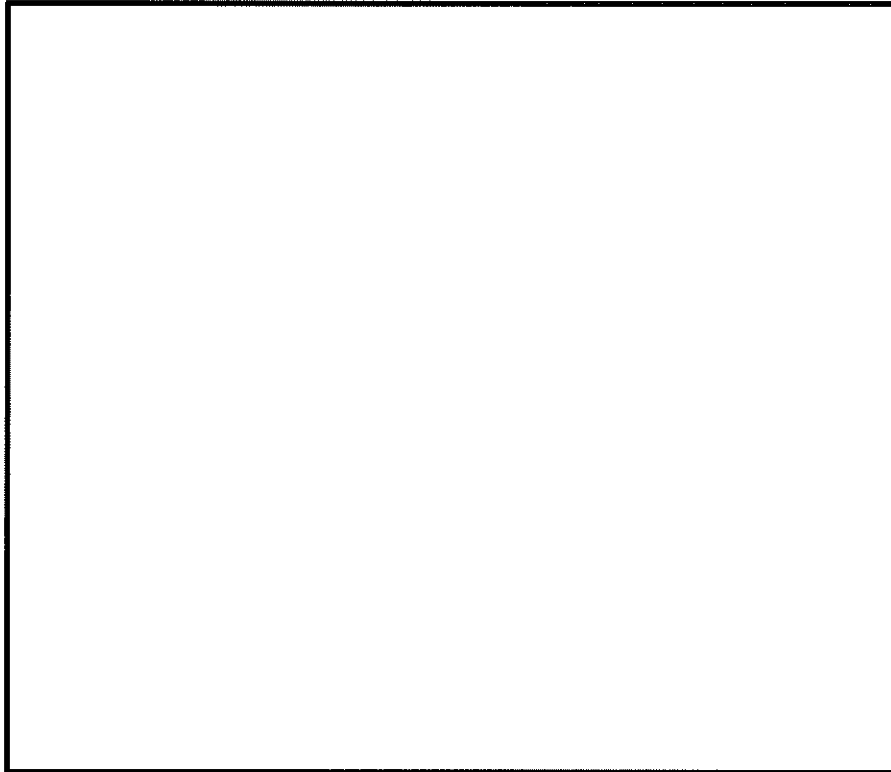


図 17.4-12 (13) ①-①断面の最大加速度分布 ( $S_s - 31$  (H-, V+))  
(検討ケース②: 地盤物性のばらつきを考慮 (+1 $\sigma$ ) した解析ケース)

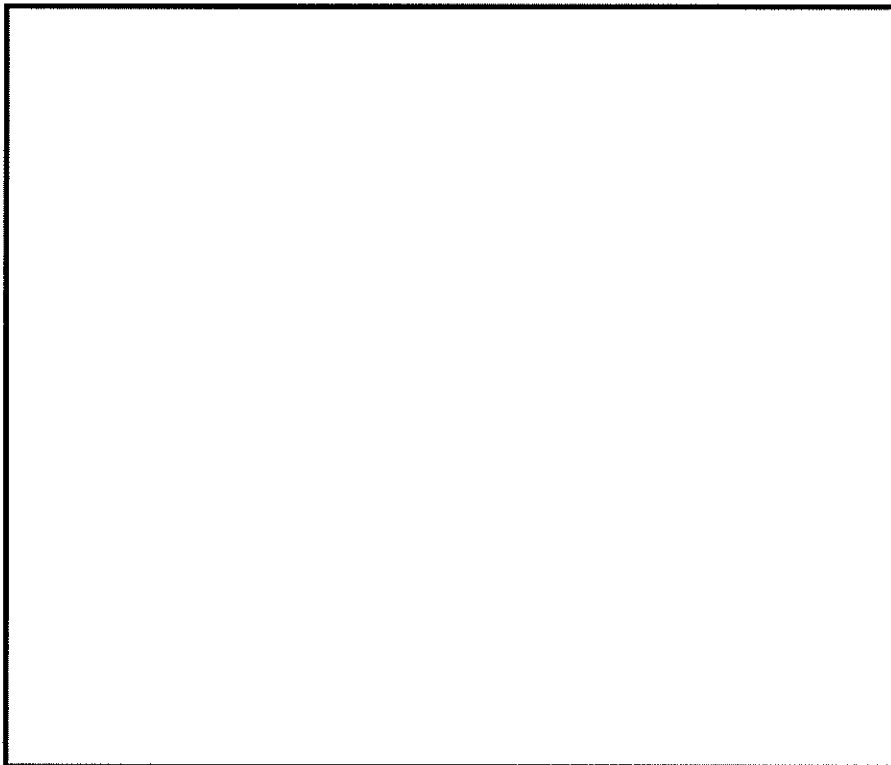


図 17.4-12 (14) ①-①断面の最大加速度分布 ( $S_s - 31$  (H-, V+))  
(検討ケース③: 地盤物性のばらつきを考慮 (-1 $\sigma$ ) した解析ケース)



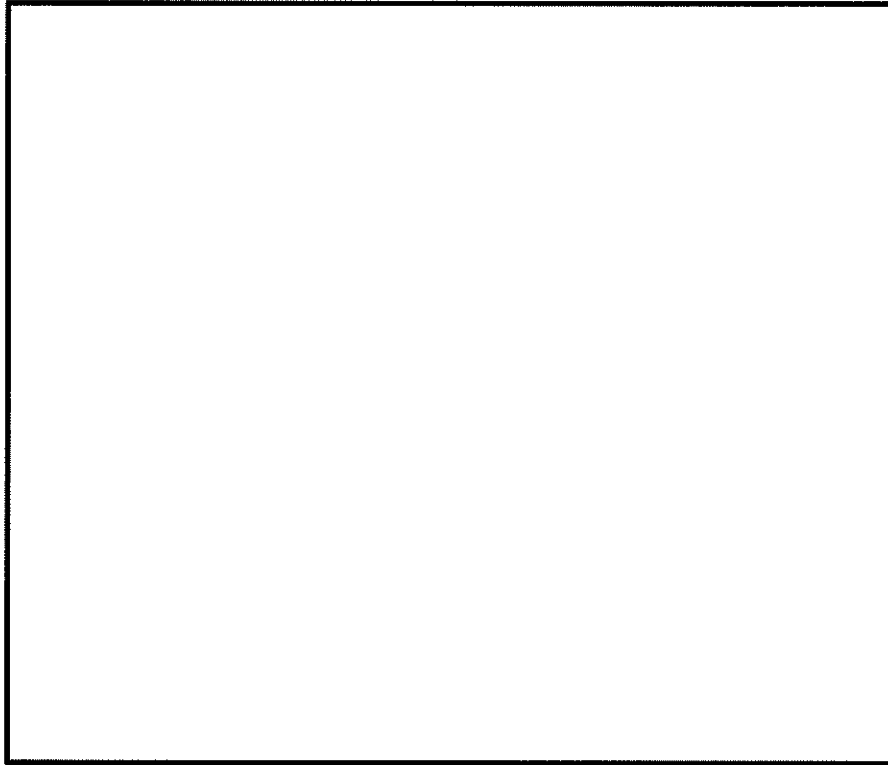


図 17.4-12 (15) ①-①断面の最大加速度分布 ( $S_s - 3.1$  (H-, V+))  
(検討ケース④: 敷地に存在しない豊浦標準砂の液状化強度特性により  
地盤を強制的に液状化されることを仮定した解析ケース)

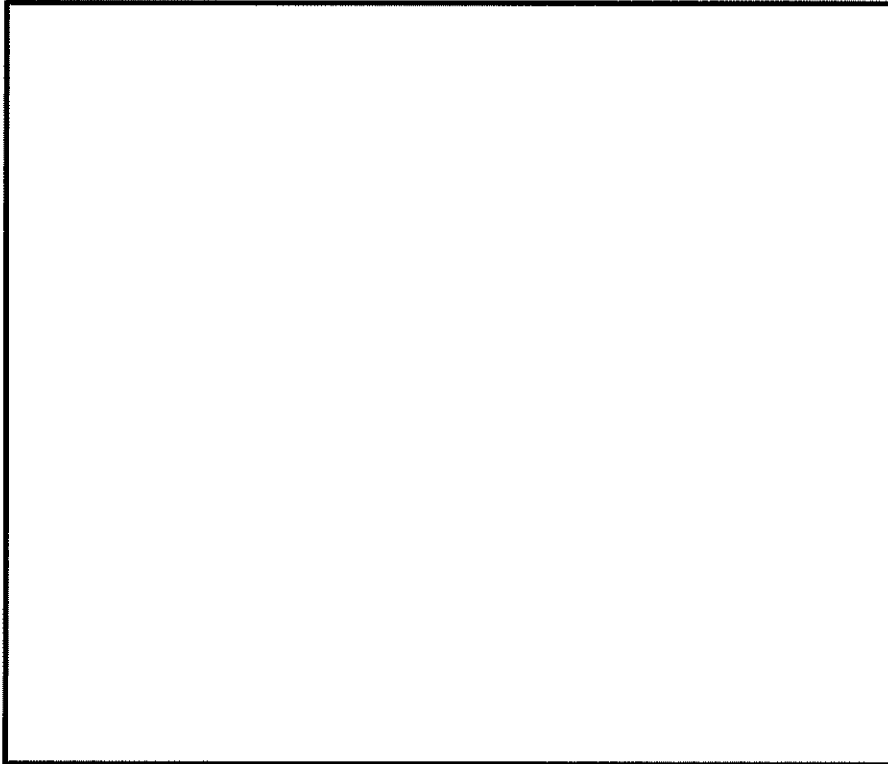


図 17.4-12 (16) ①-①断面の最大加速度分布 ( $S_s - 3.1$  (H-, V+))  
(検討ケース⑤: 原地盤において非液状化の条件を仮定した解析ケース)

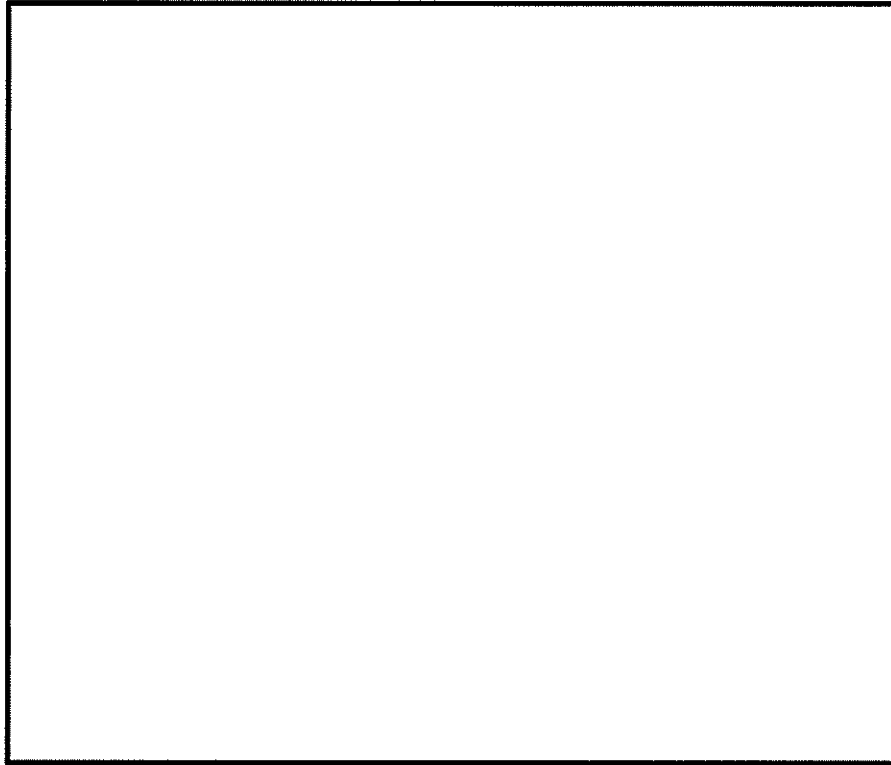


図 17.4-12 (17) ①-①断面の最大加速度分布 ( $S_s - 3.1$  (H-, V+))  
(検討ケース⑥: 地盤物性のばらつきを考慮 ( $+1\sigma$ ) して  
非液状化の条件を仮定した解析ケース)

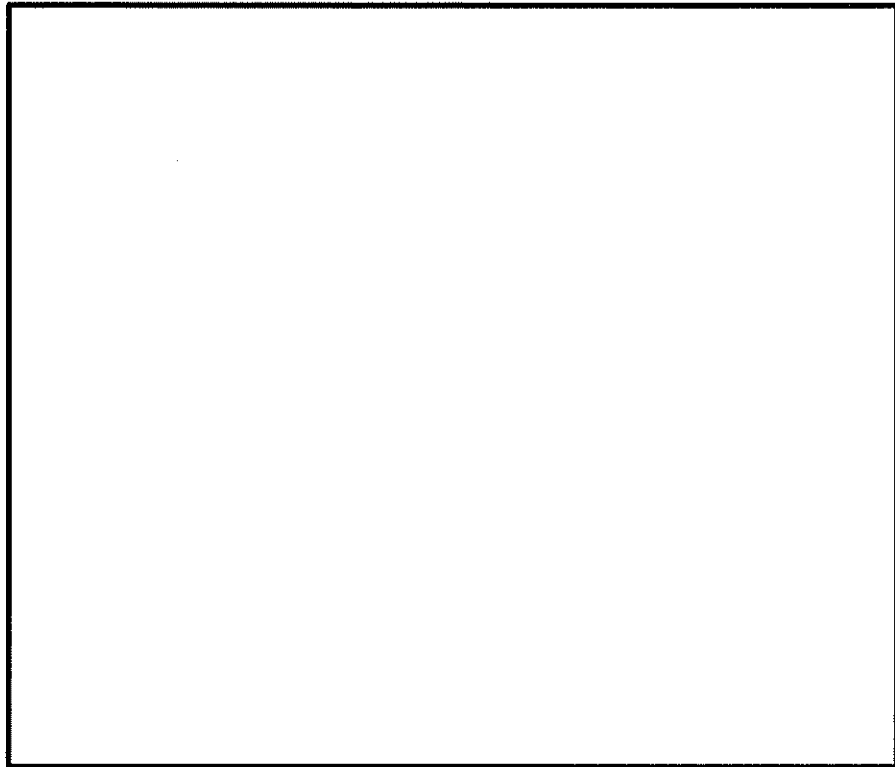


図 17.4-13 (1) ②-②断面の最大加速度分布 ( $S_s - D 1 (H+, V+)$ )  
(検討ケース⑤: 原地盤において非液状化の条件を仮定した解析ケース)

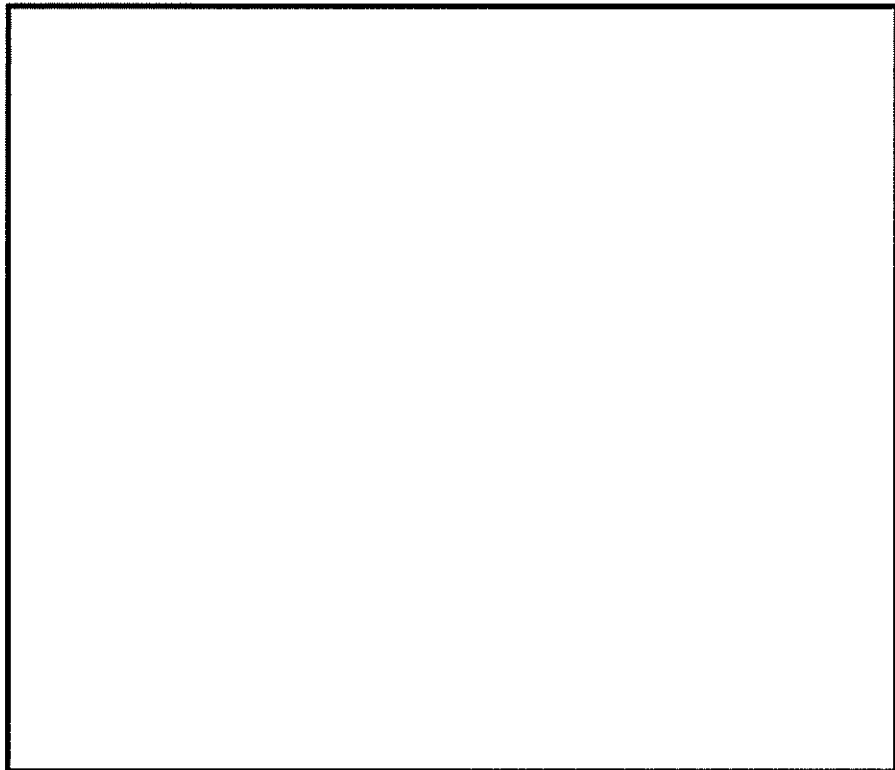


図 17.4-13 (2) ②-②断面の最大加速度分布 ( $S_s - D 1 (H+, V-)$ )  
(検討ケース⑤: 原地盤において非液状化の条件を仮定した解析ケース)

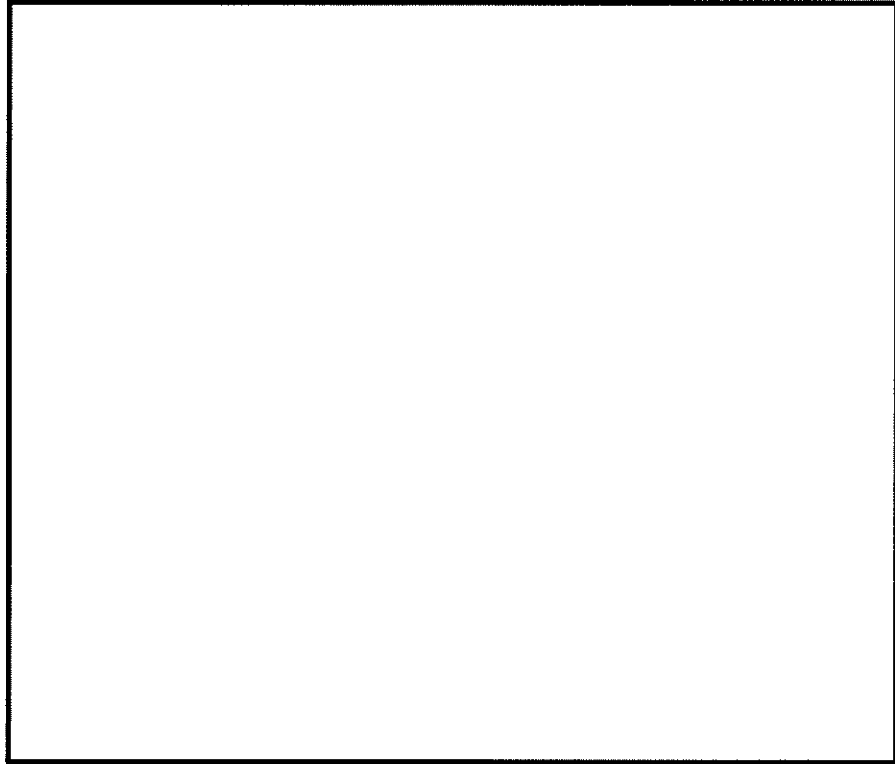


図 17.4-13 (3) ②-②断面の最大加速度分布 ( $S_s-D1 (H-, V+)$ )  
(検討ケース⑤: 原地盤において非液状化の条件を仮定した解析ケース)

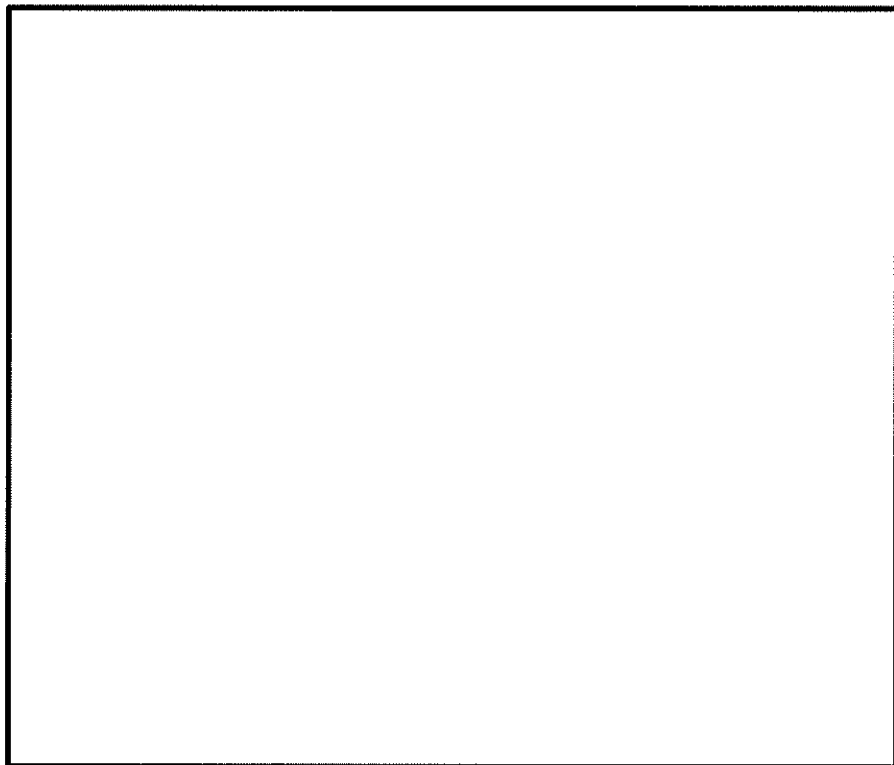


図 17.4-13 (4) ②-②断面の最大加速度分布 ( $S_s-D1 (H-, V-)$ )  
(検討ケース⑤: 原地盤において非液状化の条件を仮定した解析ケース)

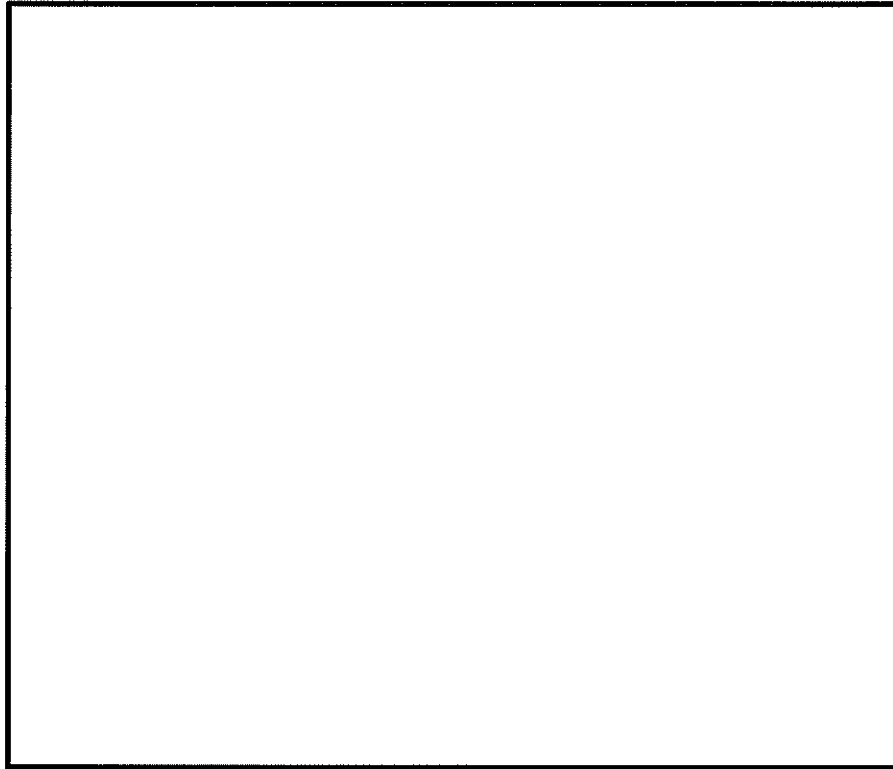


図 17.4-13 (5) ②-②断面の最大加速度分布 ( $S_s - 1 1$ )  
(検討ケース⑤: 原地盤において非液状化の条件を仮定した解析ケース)

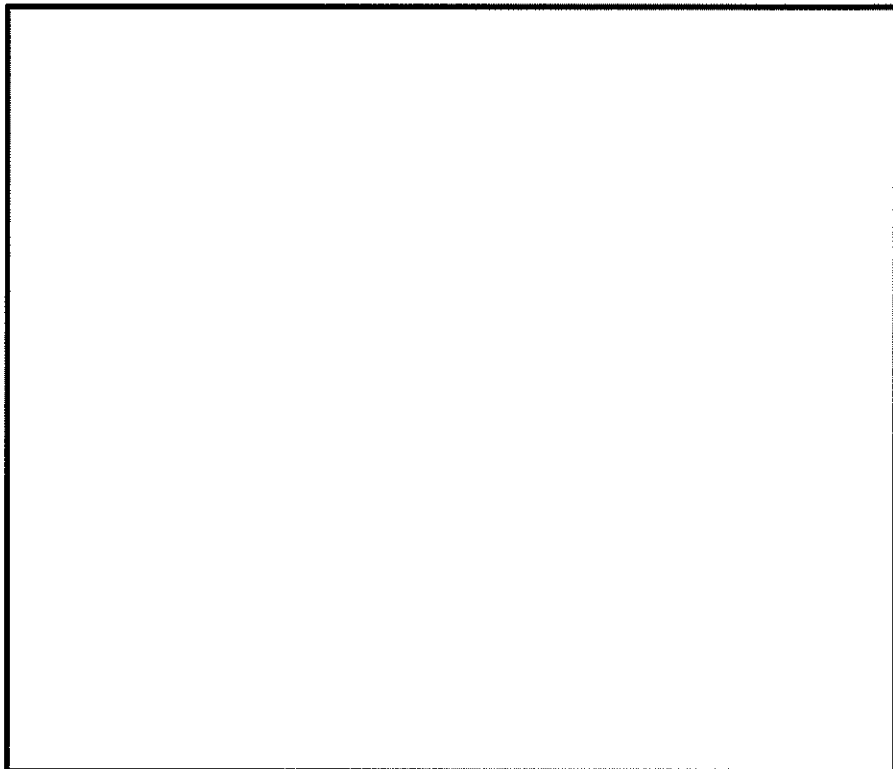


図 17.4-13 (6) ②-②断面の最大加速度分布 ( $S_s - 1 2$ )  
(検討ケース⑤: 原地盤において非液状化の条件を仮定した解析ケース)

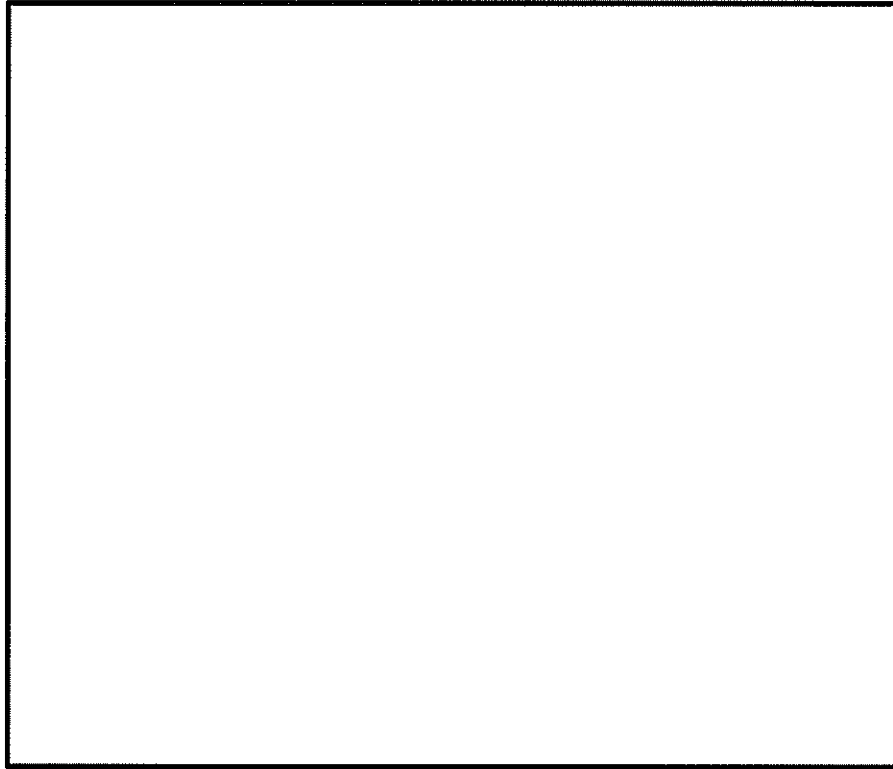


図 17.4-13 (7) ②-②断面の最大加速度分布 ( $S_s-13$ )  
(検討ケース⑤: 原地盤において非液状化の条件を仮定した解析ケース)

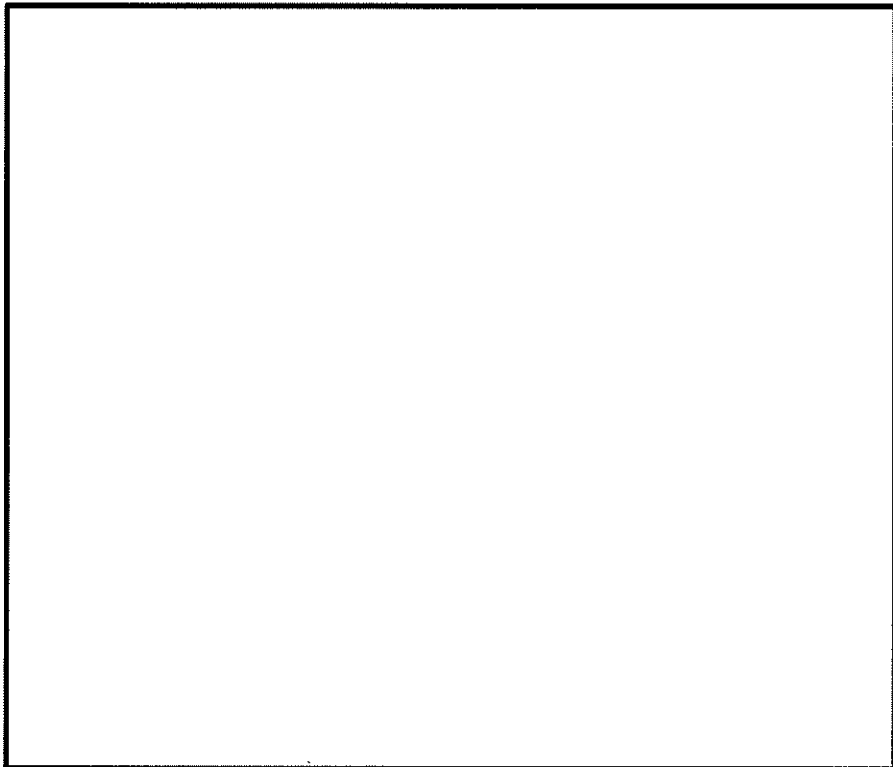


図 17.4-13 (8) ②-②断面の最大加速度分布 ( $S_s-14$ )  
(検討ケース⑤: 原地盤において非液状化の条件を仮定した解析ケース)

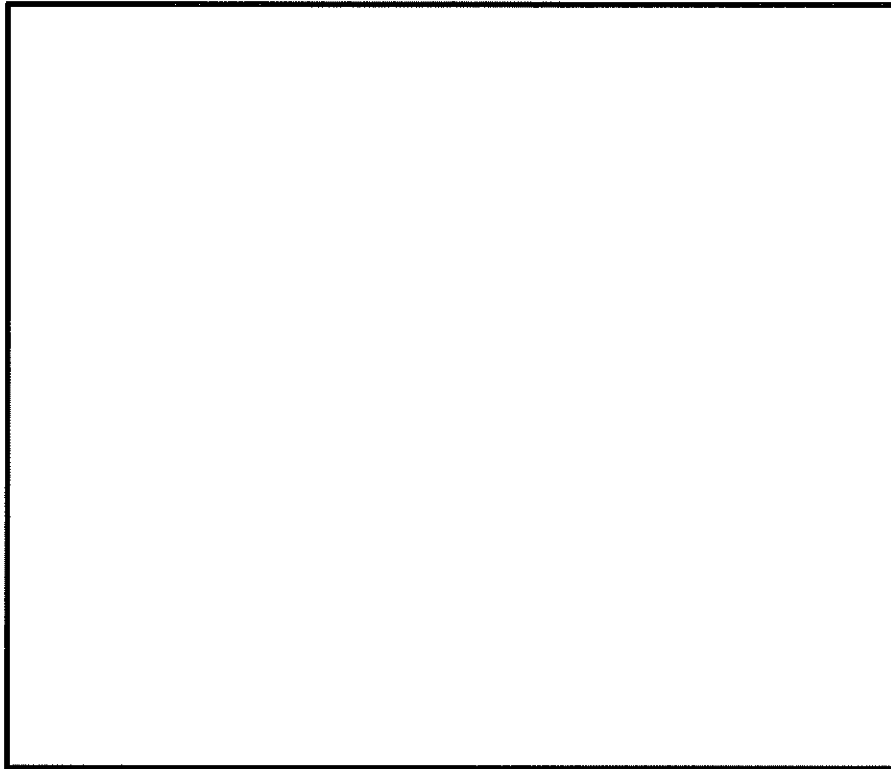


図 17.4-13 (9) ②-②断面の最大加速度分布 ( $S_s - 2 1$ )  
(検討ケース⑤：原地盤において非液状化の条件を仮定した解析ケース)

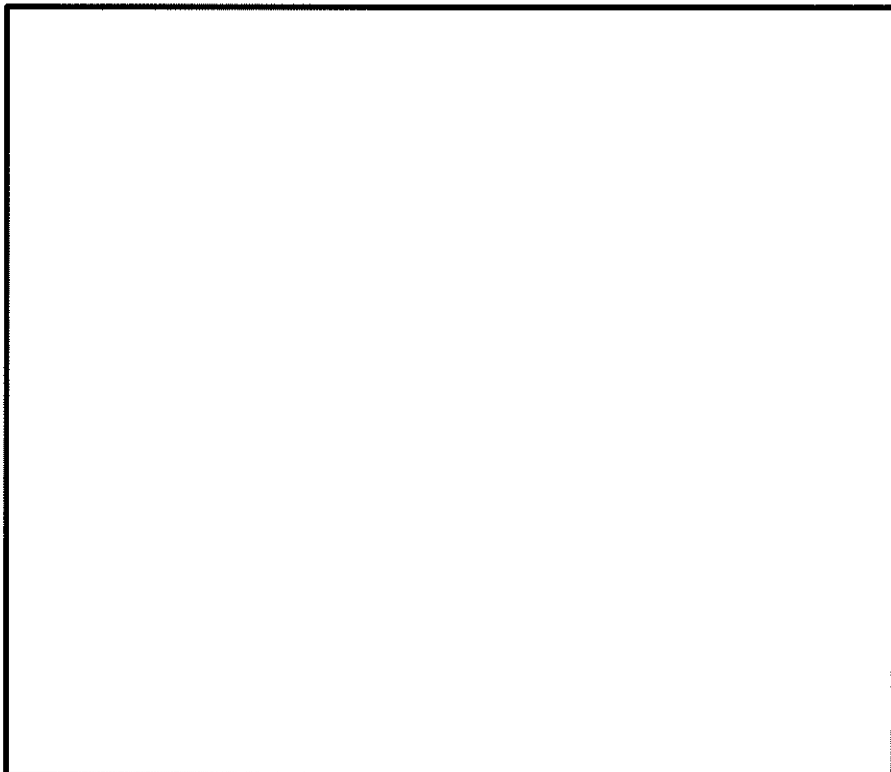


図 17.4-13 (10) ②-②断面の最大加速度分布 ( $S_s - 2 2$ )  
(検討ケース⑤：原地盤において非液状化の条件を仮定した解析ケース)

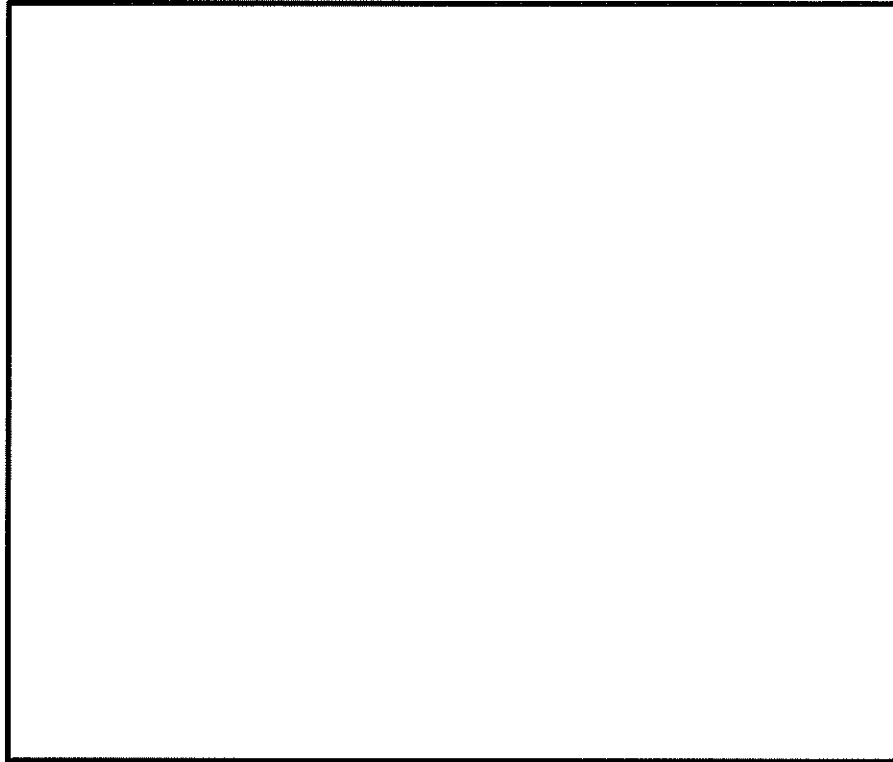


図 17.4-13 (11) ②-②断面の最大加速度分布 ( $S_s-31$  (H+, V+))  
(検討ケース⑤: 原地盤において非液状化の条件を仮定した解析ケース)

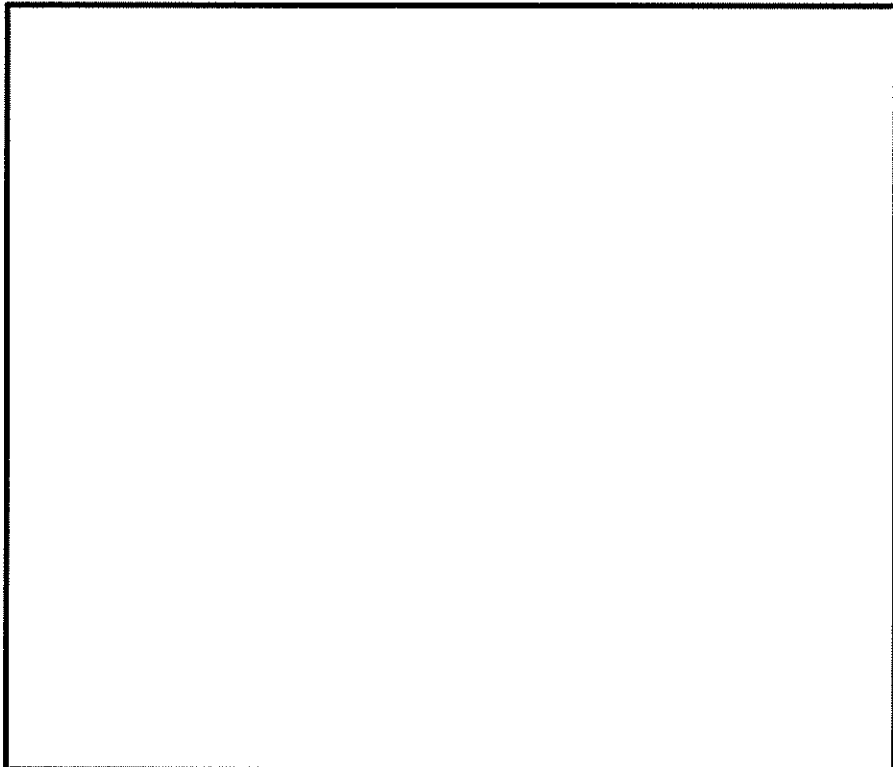


図 17.4-13 (12) ②-②断面の最大加速度分布 ( $S_s-31$  (H-, V+))  
(検討ケース⑤: 原地盤において非液状化の条件を仮定した解析ケース)



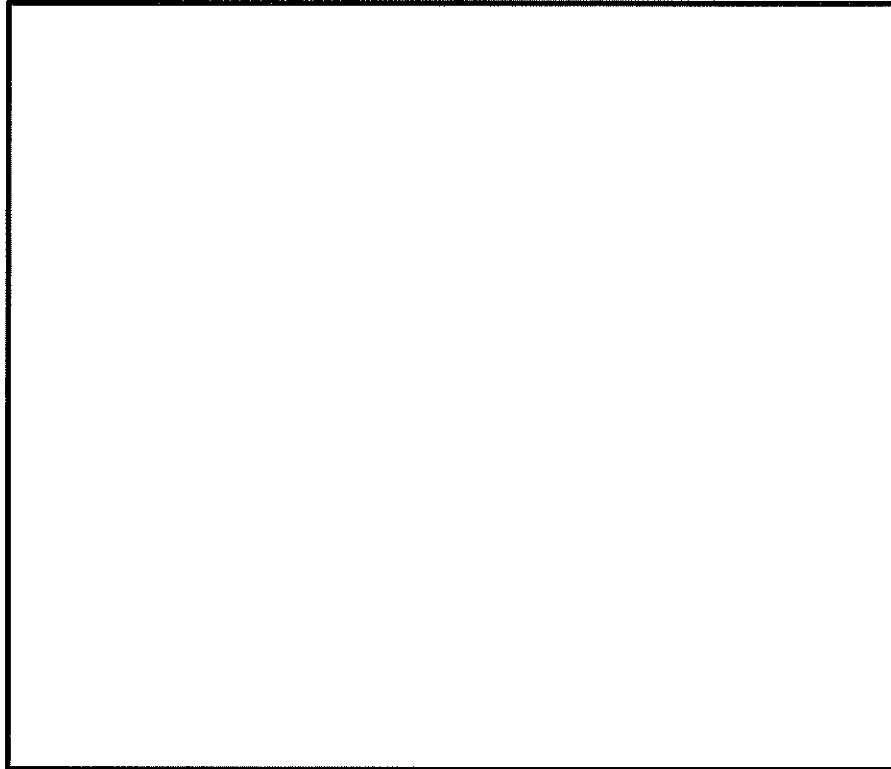


図 17.4-13 (13) ②-②断面の最大加速度分布 ( $S_s-D1 (H+, V+)$ )  
(検討ケース⑥: 地盤物性のばらつきを考慮 ( $+1\sigma$ ) して  
非液状化の条件を仮定した解析ケース)

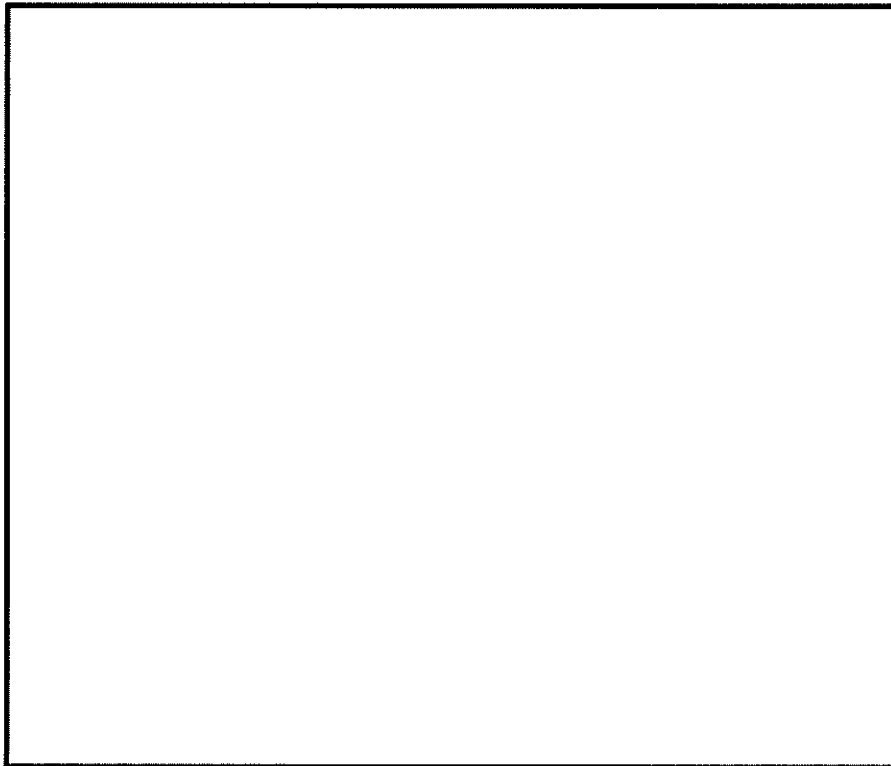


図 17.4-13 (14) ②-②断面の最大加速度分布 ( $S_s-D1 (H+, V+)$ )  
(検討ケース④: 敷地に存在しない豊浦標準砂の液状化強度特性により  
地盤を強制的に液状化されることを仮定した解析ケース)

#### 17.4.2 耐震評価結果

##### (1) 構造部材の曲げ軸力に対する評価結果

表 17.4-10 にコンクリートの曲げ軸力，表 17.4-11 に鉄筋の曲げ軸力に対する照査結果を示す。

緊急時対策所用発電機燃料油貯蔵タンク基礎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，緊急時対策所用発電機燃料油貯蔵タンク基礎の構造部材の発生応力は，許容限界以下であることを確認した。

概略配筋図を図 17.4-14 に，断面計算に用いた断面諸元の一覧を表 17.4-12 に示す。

表 17.4-10 (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	5	1000	1000	750	4053.6	-321	512	3.2	21.0	0.16
		側壁	2	1000	1000	880	4053.6	-680	586	5.8	21.0	0.28
		頂版	9	1000	700	580	4053.6	-378	724	6.5	21.0	0.31
①	S <sub>s</sub> -D1 (H+, V-)	底版	5	1000	1000	750	4053.6	-298	270	3.1	21.0	0.15
		側壁	2	1000	1000	880	4053.6	-683	572	5.9	21.0	0.29
		頂版	9	1000	700	580	4053.6	-378	727	6.5	21.0	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。

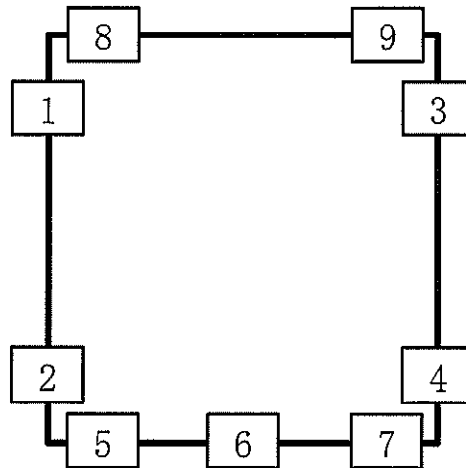


表 17.4-10 (2) コンクリートの曲げ軸力に対する照査結果

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> -D1 (H-, V+)	底版	5	1000	1000	750	4053.6	-314	376	3.3	21.0	0.16
		側壁	2	1000	1000	880	4053.6	-601	619	5.2	21.0	0.25
		頂版	9	1000	700	580	4053.6	-338	639	5.8	21.0	0.28
①	S <sub>s</sub> -D1 (H-, V-)	底版	5	1000	1000	750	4053.6	-288	306	3.0	21.0	0.15
		側壁	2	1000	1000	880	4053.6	-593	485	5.1	21.0	0.25
		頂版	9	1000	700	580	4053.6	-327	605	5.6	21.0	0.27

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。

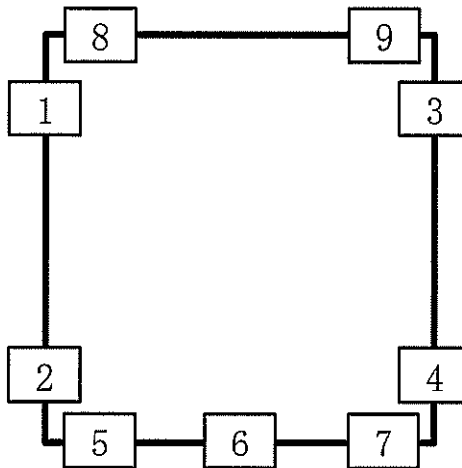


表 17.4-10 (3) コンクリートの曲げ軸力に対する照査結果

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	5	1000	1000	750	4053.6	-222	519	2.1	21.0	0.10
		側壁	2	1000	1000	880	4053.6	-366	355	3.2	21.0	0.16
		頂版	9	1000	700	580	4053.6	-228	430	3.9	21.0	0.19
①	S <sub>s</sub> -12	底版	5	1000	1000	750	4053.6	-299	773	2.8	21.0	0.14
		側壁	2	1000	1000	880	4053.6	-405	419	3.5	21.0	0.17
		頂版	9	1000	700	580	4053.6	-260	478	4.5	21.0	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。

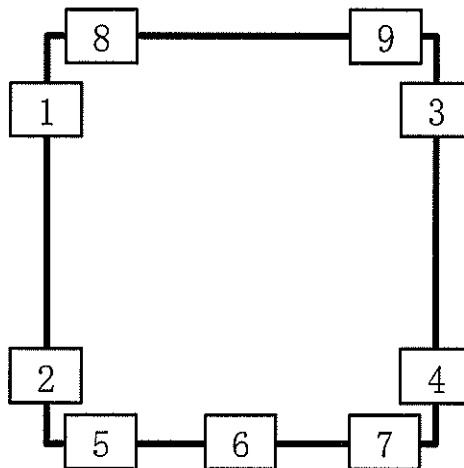


表 17.4-10 (4) コンクリートの曲げ軸力に対する照査結果

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	5	1000	1000	750	4053.6	-387	959	3.6	21.0	0.18
		側壁	2	1000	1000	880	4053.6	-359	375	3.1	21.0	0.15
		頂版	9	1000	700	580	4053.6	-239	440	4.1	21.0	0.20
①	S <sub>s</sub> -14	底版	5	1000	1000	750	4053.6	-231	531	2.2	21.0	0.11
		側壁	2	1000	1000	880	4053.6	-261	299	2.3	21.0	0.11
		頂版	9	1000	700	580	4053.6	-175	314	3.0	21.0	0.15

注記 ①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース

評価位置は下図に示す。

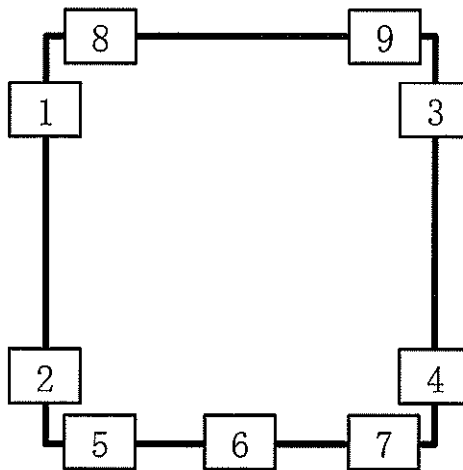


表 17.4-10 (5) コンクリートの曲げ軸力に対する照査結果

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	6	1000	1000	880	4053.6	241	418	2.3	21.0	0.11
		側壁	2	1000	1000	880	4053.6	-426	455	3.7	21.0	0.18
		頂版	9	1000	700	580	4053.6	-262	494	4.5	21.0	0.22
①	S <sub>s</sub> -2 2	底版	6	1000	1000	880	4053.6	245	235	2.4	21.0	0.12
		側壁	2	1000	1000	880	4053.6	-382	418	3.3	21.0	0.16
		頂版	9	1000	700	580	4053.6	-249	491	4.3	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。

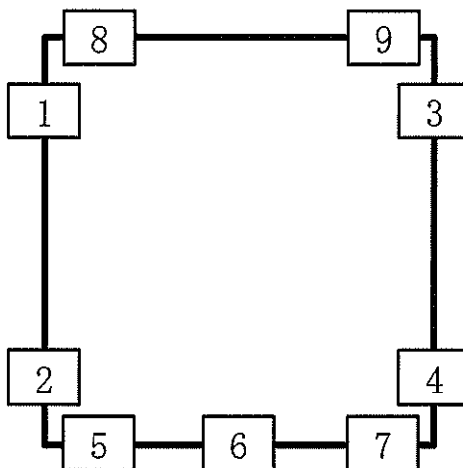


表 17.4-10 (6) コンクリートの曲げ軸力に対する照査結果

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	5	1000	1000	750	4053.6	-305	577	3.0	21.0	0.15
		側壁	2	1000	1000	880	4053.6	-500	538	4.3	21.0	0.21
		頂版	9	1000	700	580	4053.6	-297	508	5.1	21.0	0.25
①	S <sub>s</sub> -31 (H-, V+)	底版	5	1000	1000	750	4053.6	-472	828	4.7	21.0	0.23
		側壁	2	1000	1000	880	4053.6	-698	581	6.0	21.0	0.29
		頂版	9	1000	700	580	4053.6	-341	583	5.8	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。

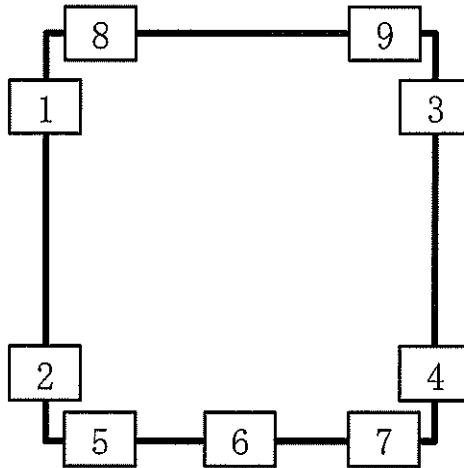




表 17.4-10 (7) コンクリートの曲げ軸力に対する照査結果

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> -31 (H-, V+)	底版	5	1000	1000	750	4053.6	-446	684	4.5	21.0	0.22
		側壁	2	1000	1000	880	4053.6	-689	692	5.9	21.0	0.29
		頂版	9	1000	700	580	4053.6	-330	632	5.6	21.0	0.27
③	S <sub>s</sub> -31 (H-, V+)	底版	5	1000	1000	750	4053.6	-473	765	4.7	21.0	0.23
		側壁	2	1000	1000	880	4053.6	-733	615	6.3	21.0	0.30
		頂版	9	1000	700	580	4053.6	-356	610	6.1	21.0	0.30

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。

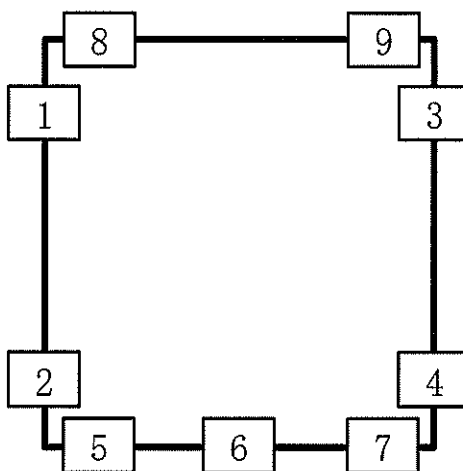


表 17.4-10 (8) コンクリートの曲げ軸力に対する照査結果

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> -31 (H-, V+)	底版	5	1000	1000	750	4053. 6	-410	456	4.3	21.0	0.21	
			側壁	2	1000	1000	880	4053. 6	-846	647	7.2	21.0	0.35
		頂版	9	1000	700	580	4053. 6	-538	954	9.2	21.0	0.44	
⑤	S <sub>s</sub> -31 (H-, V+)	底版	5	1000	1000	750	4053. 6	-316	324	3.3	21.0	0.16	
			側壁	2	1000	1000	880	4053. 6	-567	705	4.9	21.0	0.24
		頂版	9	1000	700	580	4053. 6	-320	632	5.5	21.0	0.27	

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  
 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

評価位置は下図に示す。

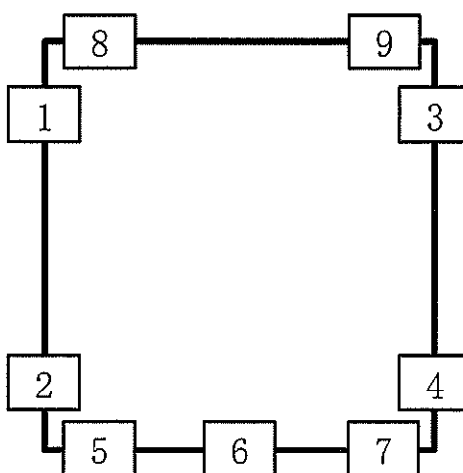


表 17.4-10 (9) コンクリートの曲げ軸力に対する照査結果

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						
⑥	S <sub>s</sub> -31 (H-, V+)	底版	5	1000	1000	750	4053.6	-399	167	4.3	21.0	0.21
		側壁	2	1000	1000	880	4053.6	-729	805	6.3	21.0	0.30
		頂版	9	1000	700	580	4053.6	-366	691	6.3	21.0	0.30

注記 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。

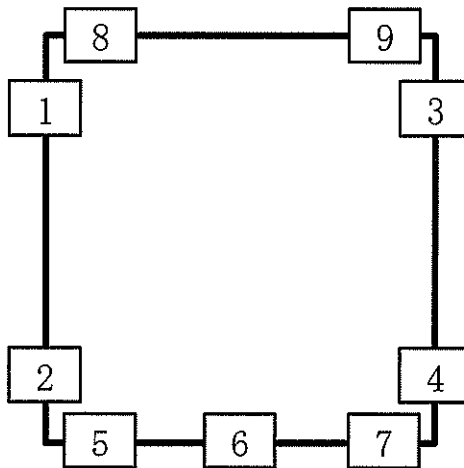


表 17.4-11 (1) 鉄筋の曲げ軸力に対する照査結果

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> -D1 (H+, V+)	底版	5	1000	1000	750	4053.6	-267	169	75	435	0.18
		側壁	2	1000	1000	880	4053.6	-680	569	147	435	0.34
		頂版	9	1000	700	580	4053.6	-378	724	101	435	0.24
①	S <sub>s</sub> -D1 (H+, V-)	底版	5	1000	1000	750	4053.6	-263	140	78	435	0.18
		側壁	2	1000	1000	880	4053.6	-683	560	149	435	0.35
		頂版	9	1000	700	580	4053.6	-377	651	109	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。

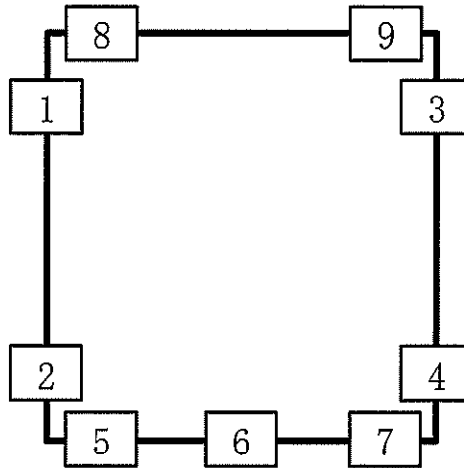


表 17.4-11 (2) 鉄筋の曲げ軸力に対する照査結果

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	6	1000	1000	750	4053.6	-131	-240	85	435	0.20
		側壁	2	1000	1000	880	4053.6	-592	447	134	435	0.31
		頂版	8	1000	700	580	4053.6	-160	-267	112	435	0.26
①	S <sub>s</sub> -D 1 (H-, V-)	底版	6	1000	1000	880	4053.6	181	-268	88	435	0.21
		側壁	2	1000	1000	880	4053.6	-583	404	136	435	0.32
		頂版	8	1000	700	580	4053.6	-150	-283	110	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。

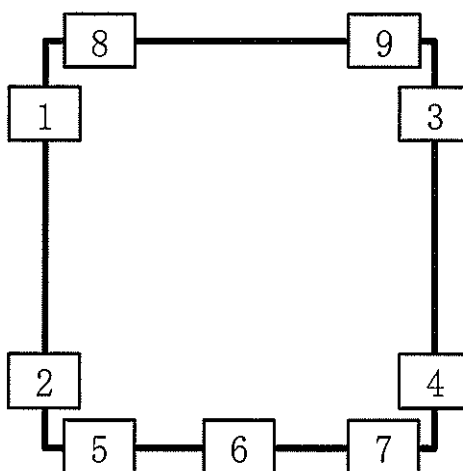


表 17.4-11 (3) 鉄筋の曲げ軸力に対する照査結果

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> -1 1	底版	6	1000	1000	880	4053.6	145	18	44	435	0.11
		側壁	2	1000	1000	880	4053.6	-366	348	75	435	0.18
		頂版	9	1000	700	580	4053.6	-227	428	62	435	0.15
①	S <sub>s</sub> -1 2	底版	6	1000	1000	880	4053.6	245	-350	117	435	0.27
		側壁	2	1000	1000	880	4053.6	-405	410	80	435	0.19
		頂版	9	1000	700	580	4053.6	-260	476	72	435	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。

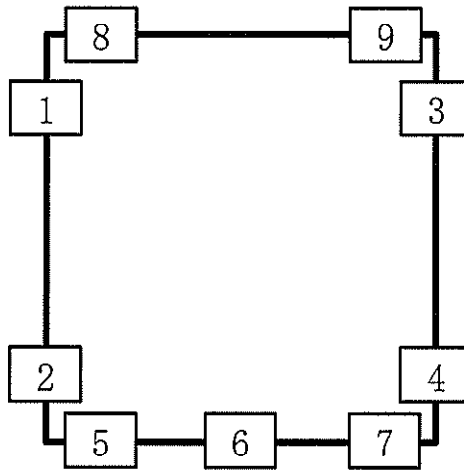


表 17.4-11 (4) 鉄筋の曲げ軸力に対する照査結果

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	6	1000	1000	880	4053.6	243	-279	109	435	0.26
		側壁	2	1000	1000	880	4053.6	-320	203	77	435	0.18
		頂版	9	1000	700	580	4053.6	-238	438	66	435	0.16
①	S <sub>s</sub> -14	底版	6	1000	1000	880	4053.6	174	-63	62	435	0.15
		側壁	2	1000	1000	880	4053.6	-259	278	50	435	0.12
		頂版	9	1000	700	580	4053.6	-150	161	54	435	0.13

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。

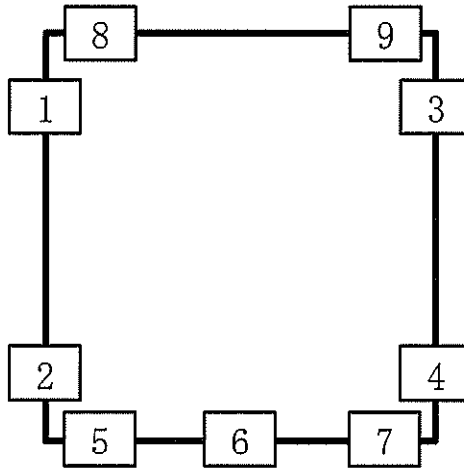


表 17.4-11 (5) 鉄筋の曲げ軸力に対する照査結果

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	6	1000	1000	880	4053.6	161	-105	63	435	0.15
		側壁	2	1000	1000	880	4053.6	-422	425	84	435	0.20
		頂版	8	1000	700	680	4053.6	-129	-80	73	435	0.17
①	S <sub>s</sub> -2 2	底版	6	1000	1000	880	4053.6	245	136	63	435	0.15
		側壁	2	1000	1000	880	4053.6	-380	398	74	435	0.18
		頂版	9	1000	700	580	4053.6	-228	382	67	435	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。

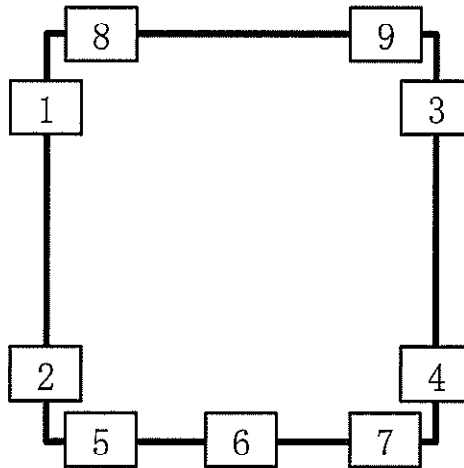




表 17.4-11 (6) 鉄筋の曲げ軸力に対する照査結果

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	5	1000	1000	880	4053.6	212	-287	100	435	0.23
		側壁	2	1000	1000	880	4053.6	-462	328	107	435	0.25
		頂版	8	1000	700	580	4053.6	-156	-108	90	435	0.21
①	S <sub>s</sub> -31 (H-, V+)	底版	6	1000	1000	880	4053.6	286	-351	130	435	0.30
		側壁	2	1000	1000	880	4053.6	-692	536	155	435	0.36
		頂版	9	1000	700	580	4053.6	-339	566	100	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。

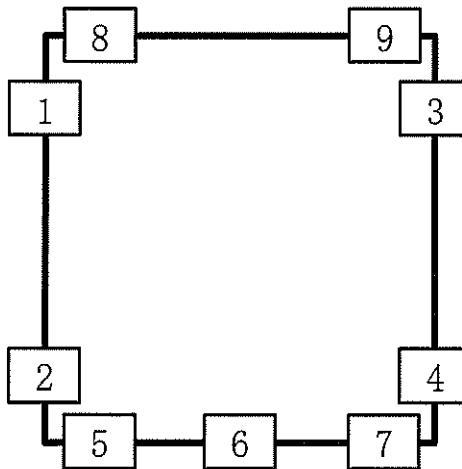


表 17.4-11 (7) 鉄筋の曲げ軸力に対する照査結果

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> -31 (H-, V+)	底版	5	1000	1000	750	4053.6	-313	-151	138	435	0.32
		側壁	2	1000	1000	880	4053.6	-684	659	139	435	0.32
		頂版	9	1000	700	580	4053.6	-324	570	92	435	0.22
③	S <sub>s</sub> -31 (H-, V+)	底版	5	1000	1000	750	4053.6	-264	-198	127	435	0.30
		側壁	2	1000	1000	880	4053.6	-731	605	159	435	0.37
		頂版	9	1000	700	580	4053.6	-355	599	104	435	0.24

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。

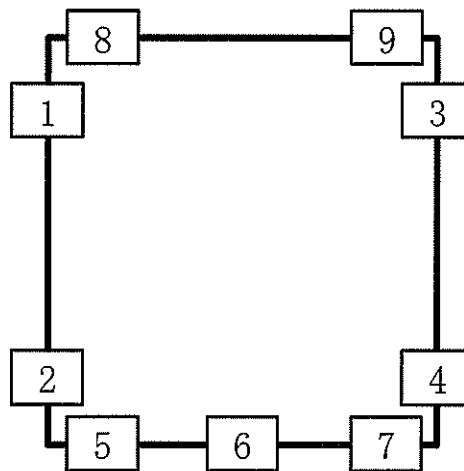


表 17.4-11 (8) 鉄筋の曲げ軸力に対する照査結果

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> -31 (H-, V+)	底版	6	1000	1000	750	4053.6	-350	-197	159	435	0.37
		側壁	2	1000	1000	880	4053.6	-821	484	200	435	0.46
		頂版	9	1000	700	580	4053.6	-538	948	153	435	0.36
⑤	S <sub>s</sub> -31 (H-, V+)	底版	5	1000	1000	750	4053.6	-250	85	81	435	0.19
		側壁	2	1000	1000	880	4053.6	-529	486	110	435	0.26
		頂版	9	1000	700	580	4053.6	-303	522	87	435	0.20

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  
 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

評価位置は下図に示す。

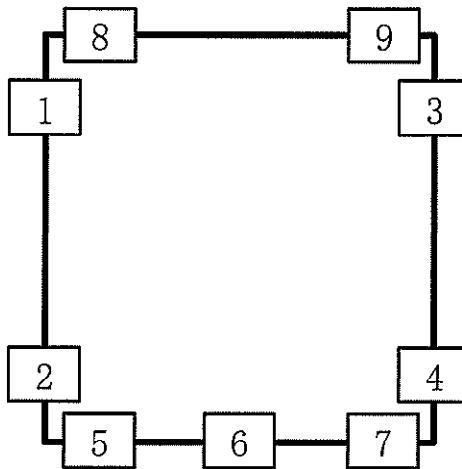
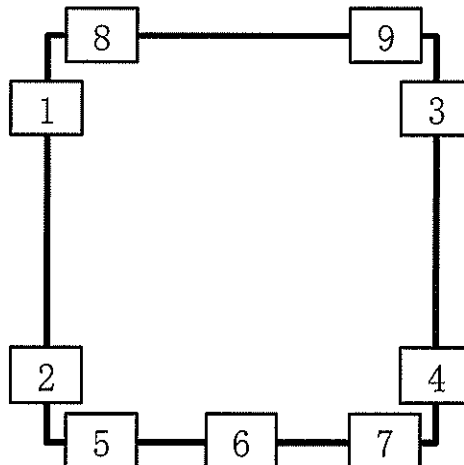


表 17.4-11 (9) 鉄筋の曲げ軸力に対する照査結果

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						
⑥	S <sub>s</sub> -31 (H-, V+)	底版	5	1000	1000	750	4053.6	-397	144	127	435	0.30	
		側壁	2	1000	1000	880	4053.6	-729	794	138	435	0.32	
		頂版	9	1000	700	580	4053.6	-366	691	99	435	0.23	

注記 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。



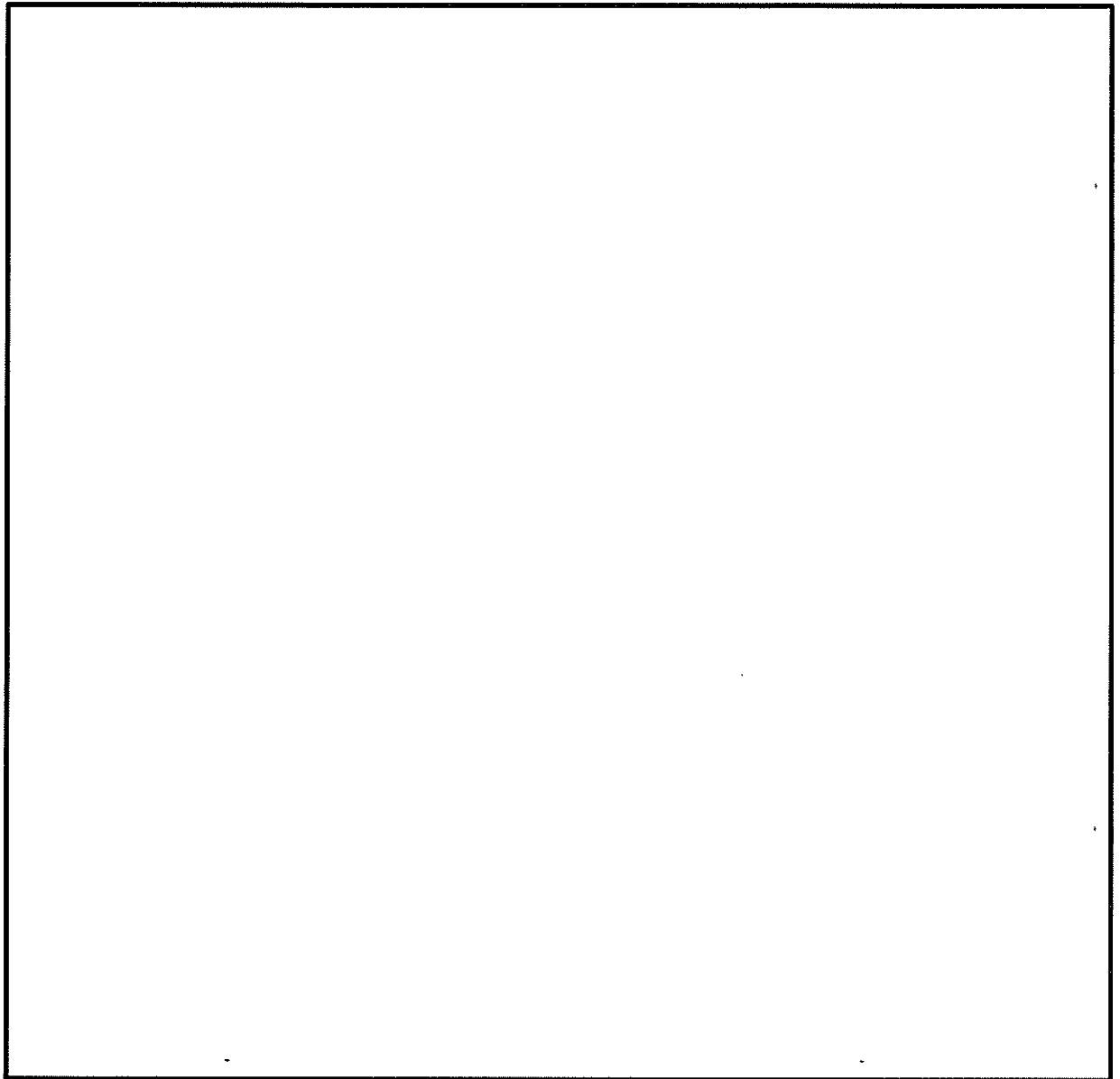


図 17.4-14 概略配筋図

表 17.4-12 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(上筋)	1000	1000	120	880	SD490	D25	1	125	4053.6
底版(下筋)	1000	1000	250	750	SD490	D25	1	125	4053.6
側壁	1000	1000	120	880	SD490	D25	1	125	4053.6
頂版	1000	700	120	580	SD490	D25	1	125	4053.6

(2) 構造部材のせん断力に対する評価結果

表 17.4-13 にせん断力に対する照査結果を示す。

緊急時対策所用発電機燃料油貯蔵タンク基礎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又は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、緊急時対策所用発電機燃料油貯蔵タンク基礎の構造部材の発生応力は、許容限界以下であることを確認した。

図 17.4-15 に概略配筋図を、表 17.4-14 に断面計算に用いた断面諸元の一覧を示す。

表 17.4-13 (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 <sub>s</sub> -D1 (H+, V+)	底版	5	1000	1000	750	D19	-271	1165	0.24
		側壁	1	1000	1000	880	D19	-538	1367	0.40
		頂版	9	1000	700	580	D19	-209	901	0.24
①	S <sub>s</sub> -D1 (H+, V-)	底版	5	1000	1000	750	D19	-256	1165	0.22
		側壁	1	1000	1000	880	D19	-536	1367	0.40
		頂版	9	1000	700	580	D19	-229	901	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。

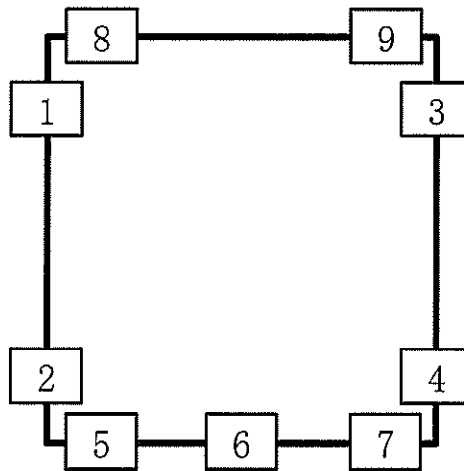


表 17.4-13 (2) せん断力に対する照査結果

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	D19	235	1165	0.21
		側壁	1	1000	1000	880	D19	-468	1367	0.35
		頂版	9	1000	700	580	D19	-203	901	0.23
②	S <sub>s</sub> -D1 (H-, V-)	底版	7	1000	1000	750	D19	220	1165	0.19
		側壁	3	1000	1000	880	D19	455	1367	0.34
		頂版	9	1000	700	580	D19	-211	901	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。

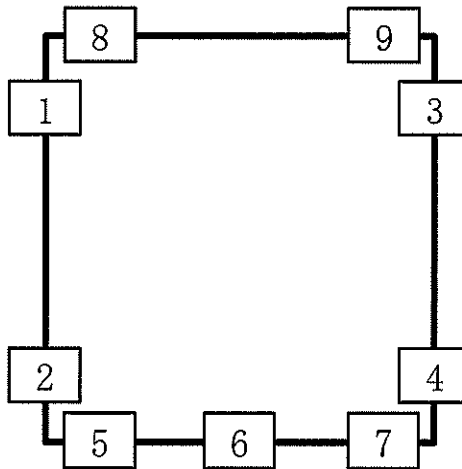




表 17.4-13 (3) せん断力に対する照査結果

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>g</sub> -1.1	底版	5	1000	1000	750	D19	-223	1165	0.20
		側壁	1	1000	1000	880	D19	-324	1367	0.24
		頂版	9	1000	700	580	D19	-162	901	0.18
①	S <sub>g</sub> -1.2	底版	5	1000	1000	750	D19	-260	1165	0.23
		側壁	2	1000	1000	880	D19	436	1367	0.32
		頂版	9	1000	700	580	D19	-176	901	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。

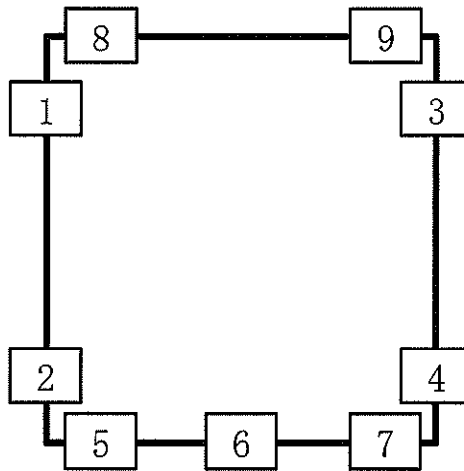


表 17.4-13 (4) せん断力に対する照査結果

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	5	1000	1000	750	D19	-321	1165	0.28
		側壁	2	1000	1000	880	D19	539	1367	0.40
		頂版	9	1000	700	580	D19	-174	901	0.20
①	S <sub>s</sub> -14	底版	5	1000	1000	750	D19	-217	1165	0.19
		側壁	2	1000	1000	880	D19	295	1367	0.22
		頂版	9	1000	700	580	D19	-166	901	0.19

注記 ①：原地盤に基づく液化化強度特性を用いた解析ケース

評価位置は下図に示す。

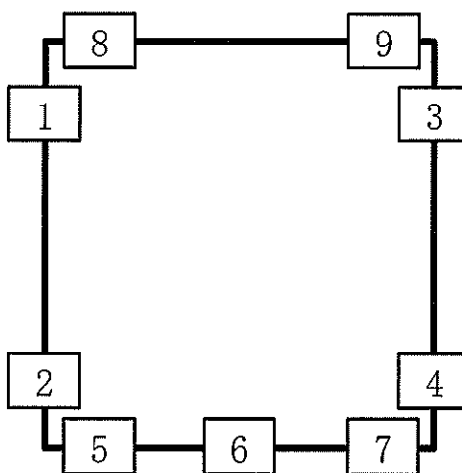


表 17.4-13 (5) せん断力に対する照査結果

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	5	1000	1000	750	D19	-191	1165	0.17
		側壁	1	1000	1000	880	D19	-399	1367	0.30
		頂版	9	1000	700	580	D19	-179	901	0.20
①	S <sub>s</sub> -2 2	底版	5	1000	1000	750	D19	-209	1165	0.18
		側壁	1	1000	1000	880	D19	-374	1367	0.28
		頂版	9	1000	700	580	D19	-186	901	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。

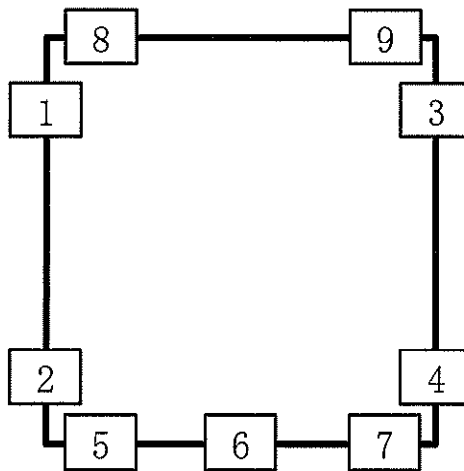


表 17.4-13 (6) せん断力に対する照査結果

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	5	1000	1000	750	D19	-250	1165	0.22
		側壁	1	1000	1000	880	D19	-379	1367	0.28
		頂版	9	1000	700	580	D19	-188	901	0.21
①	S <sub>s</sub> -31 (H-, V+)	底版	5	1000	1000	750	D19	-347	1165	0.30
		側壁	2	1000	1000	880	D19	558	1367	0.41
		頂版	9	1000	700	580	D19	-198	901	0.22

注記 ①：原地盤に基づく液化化強度特性を用いた解析ケース

評価位置は下図に示す。

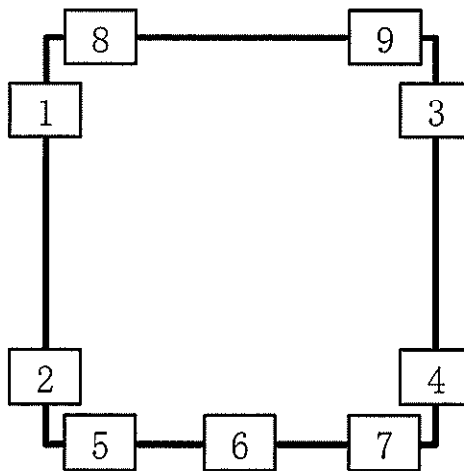


表 17.4-13 (7) せん断力に対する照査結果

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> -31 (H-, V+)	底版	5	1000	1000	750	D19	-364	1165	0.32
		側壁	2	1000	1000	880	D19	512	1367	0.38
		頂版	9	1000	700	580	D19	-196	901	0.22
③	S <sub>s</sub> -31 (H-, V+)	底版	5	1000	1000	750	D19	-354	1165	0.31
		側壁	2	1000	1000	880	D19	535	1367	0.40
		頂版	9	1000	700	580	D19	-204	901	0.23

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。

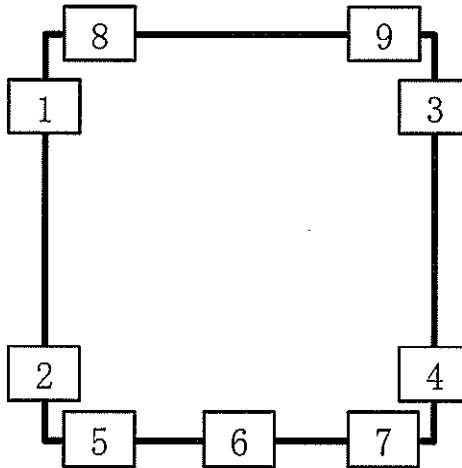


表 17.4-13 (8) せん断力に対する照査結果

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> -31 (H-, V+)	底版	5	1000	1000	750	D19	-276	1165	0.24
		側壁	3	1000	1000	880	D19	702	1367	0.52
		頂版	9	1000	700	580	D19	-264	901	0.30
⑤	S <sub>s</sub> -31 (H-, V+)	底版	5	1000	1000	750	D19	-223	1165	0.20
		側壁	1	1000	1000	880	D19	-494	1367	0.37
		頂版	9	1000	700	580	D19	-190	901	0.22

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  
 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

評価位置は下図に示す。

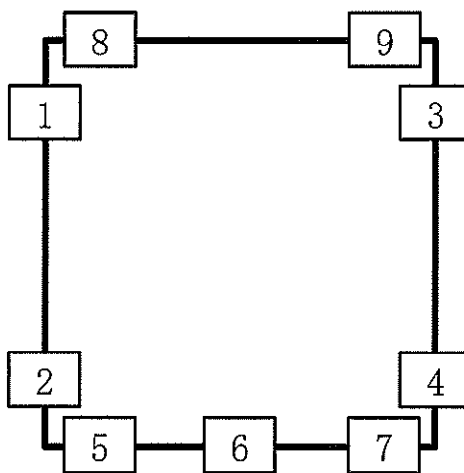
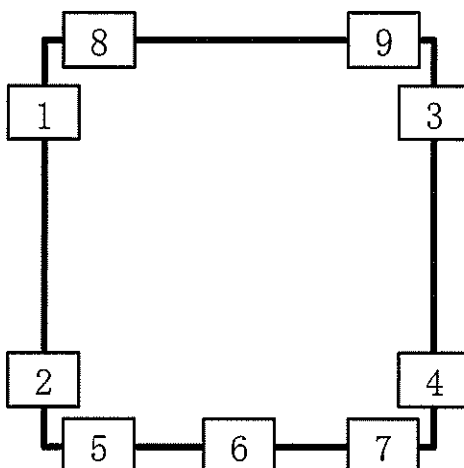


表 17.4-13 (9) せん断力に対する照査結果

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				
⑥	S <sub>s</sub> -31 (H-, V+)	底版	5	1000	1000	750	D19	-313	1165	0.27
		側壁	1	1000	1000	880	D19	-536	1367	0.40
		頂版	9	1000	700	580	D19	-204	901	0.23

注記 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。



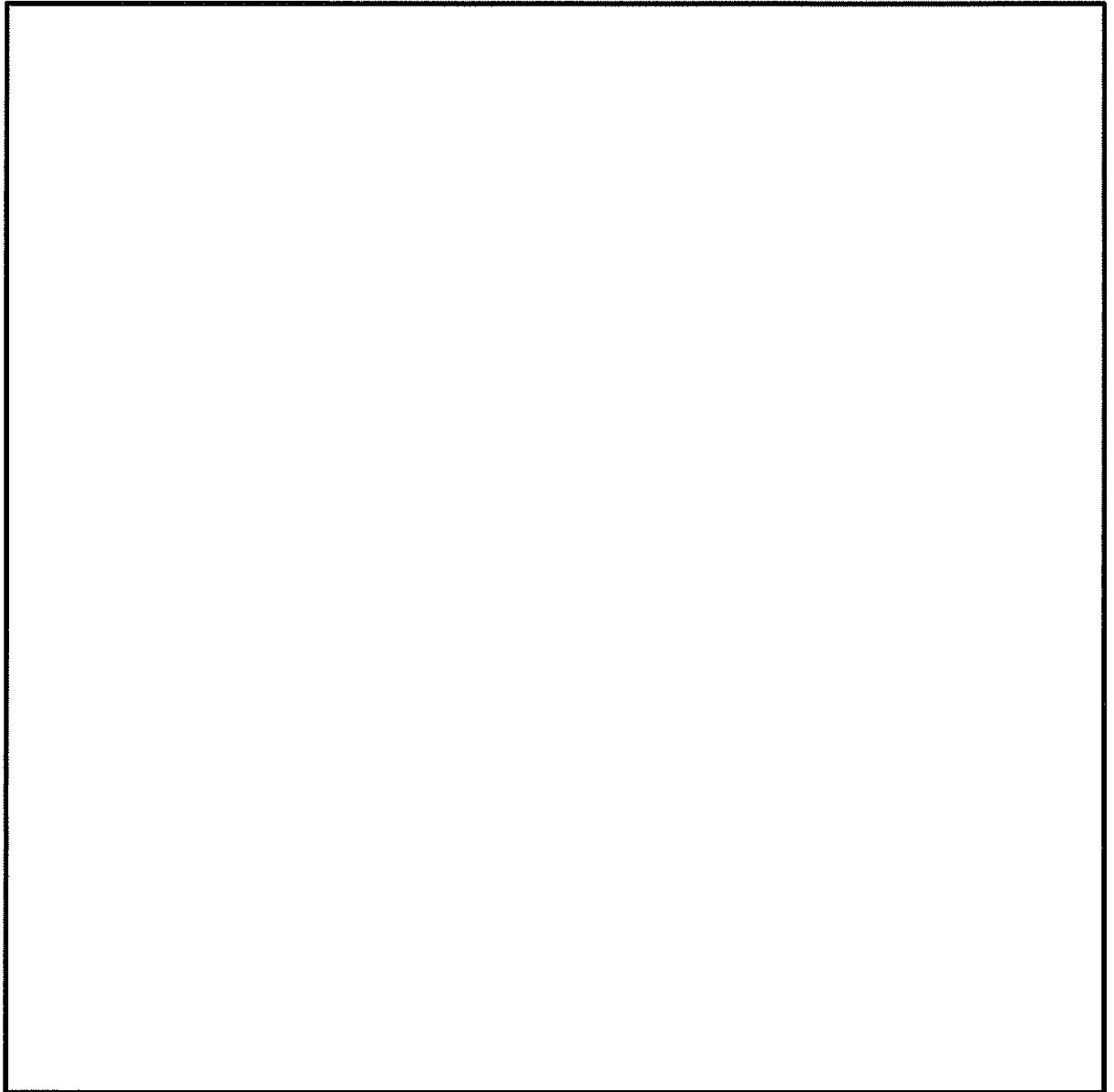


図 17.4-15 概略配筋図

表 17.4-14 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	D19	250	250	1146
底版(下引張)	1000	1000	250	750	SD490	D19	250	250	1146
側壁	1000	1000	120	880	SD490	D19	250	250	1146
頂版	1000	700	120	580	SD490	D19	250	250	1146



(3) 鋼管杭の曲げ軸力に対する評価結果

表 17.4-15 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 17.4-15 (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> -D 1 (H+, V+)	左	-3468	125	129.0	442.5	0.30
		中	-2631	-1600	-110.7	-382.5	0.29
		右	-3367	-3076	-150.4	-442.5	0.34
①	S <sub>s</sub> -D 1 (H+, V-)	左	-3479	126	129.4	442.5	0.30
		中	-2640	-1606	-111.1	-382.5	0.30
		右	-3382	-3069	-150.9	-442.5	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。

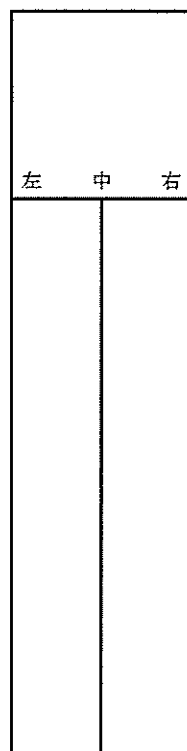


表 17.4-15 (2) 鋼管杭の曲げ軸力に対する照査結果

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	-3524	229	132.0	442.5	0.30
		中	-2686	-1529	-112.1	-382.5	0.30
		右	-3441	-2975	-152.3	-442.5	0.35
①	S <sub>s</sub> -D1 (H-, V-)	左	-3574	203	133.6	442.5	0.31
		中	-2728	-1605	-114.3	-382.5	0.30
		右	-3495	-3135	-155.6	-442.5	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。

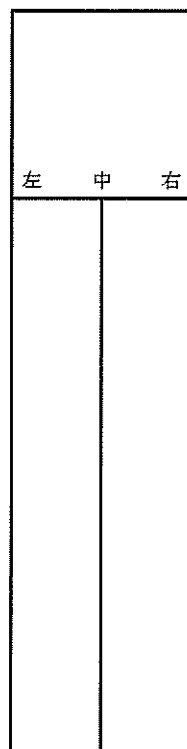


表 17.4-15 (3) 鋼管杭の曲げ軸力に対する照査結果

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>g</sub> -11	左	-1672	-551	-66.4	-442.5	0.16
		中	-1184	-1181	-53.8	-382.5	0.15
		右	-1422	-1806	-67.8	-442.5	0.16
①	S <sub>g</sub> -12	左	-2764	996	110.4	442.5	0.25
		中	-2107	-585	-82.7	-382.5	0.22
		右	-2687	-2018	-116.3	-442.5	0.27

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。

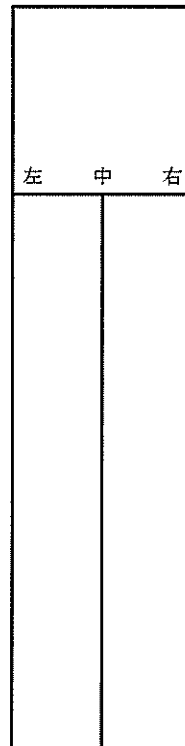


表 17.4-15 (4) 鋼管杭の曲げ軸力に対する照査結果

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	-2160	1177	89.7	442.5	0.21
		中	-1651	-335	-63.8	-382.5	0.17
		右	-2125	-1629	-92.2	-442.5	0.21
①	S <sub>s</sub> -14	左	-927	440	38.0	442.5	0.09
		中	-690	-236	-27.5	-382.5	0.08
		右	-893	-712	-39.0	-442.5	0.09

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。

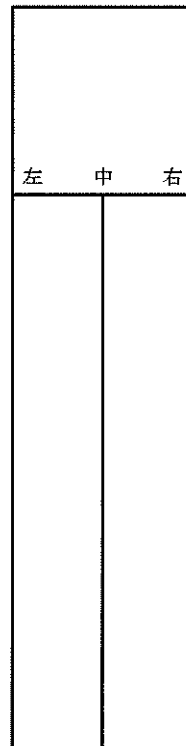


表 17.4-15 (5) 鋼管杭の曲げ軸力に対する照査結果

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	2399	547	93.2	442.5	0.22
		中	1687	1380	74.0	382.5	0.20
		右	2038	2755	98.7	442.5	0.23
①	S <sub>s</sub> -22	左	-1550	-278	-59.5	-442.5	0.14
		中	-1123	-1152	-51.3	-382.5	0.14
		右	-1387	-1824	-66.7	-442.5	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。

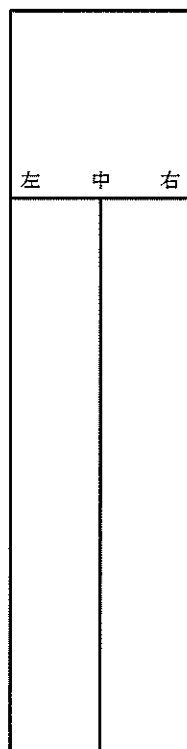


表 17.4-15 (6) 鋼管杭の曲げ軸力に対する照査結果

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	4807	-1371	-189.0	-442.5	0.43
		中	3643	516	138.8	382.5	0.37
		右	4629	2608	192.9	442.5	0.44
①	S <sub>s</sub> -31 (H-, V+)	左	-5095	2165	206.4	442.5	0.47
		中	-3926	-362	-147.9	-382.5	0.39
		右	-5019	-2622	-207.4	-442.5	0.47

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。

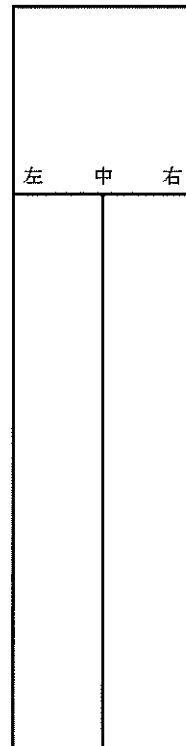


表 17.4-15 (7) 鋼管杭の曲げ軸力に対する照査結果

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> -31 (H-, V+)	左	-5074	1787	202.4	442.5	0.46
		中	-3787	-438	-143.4	-382.5	0.38
		右	-4962	-2327	-202.8	-442.5	0.46
③	S <sub>s</sub> -31 (H-, V+)	左	-5998	2143	239.5	442.5	0.55
		中	-4598	-457	-173.5	-382.5	0.46
		右	-5866	-2846	-240.6	-442.5	0.55

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。

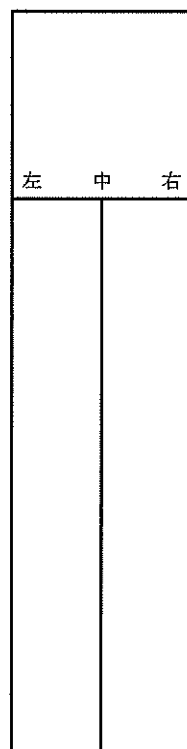




表 17.4-15 (8) 鋼管杭の曲げ軸力に対する照査結果

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> -31 (H-, V+)	左	-6814	2114	269.3	442.5	0.61
		中	-5354	-2530	-219.0	-382.5	0.58
		右	-6886	-6223	-307.0	-442.5	0.70
⑤	S <sub>s</sub> -31 (H-, V+)	左	-4739	1529	187.8	442.5	0.43
		中	-3635	-475	-138.1	-382.5	0.37
		右	-4746	-2314	-194.8	-442.5	0.45

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  
 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

評価位置は下図に示す。

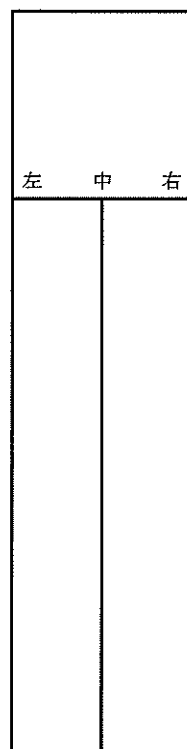
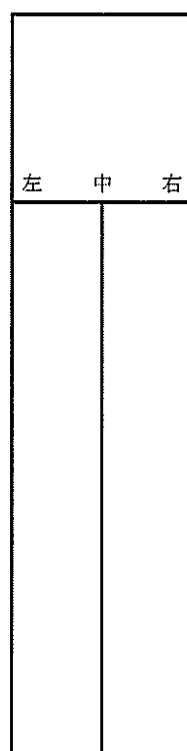


表 17.4-15 (9) 鋼管杭の曲げ軸力に対する照査結果

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
⑥	S <sub>s</sub> -31 (H-, V+)	左	-4679	1113	182.1	442.5	0.42
		中	-3467	-509	-132.2	-382.5	0.35
		右	-4659	-1930	-188.3	-442.5	0.43

注記 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 17.4-16 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 17.4-16 (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> -D1 (H+, V+)	左	1697	28.88	255.0	0.12
		中	1390	23.65	217.5	0.11
		右	1738	29.59	255.0	0.12
①	S <sub>s</sub> -D1 (H+, V-)	左	1703	28.98	255.0	0.12
		中	1394	23.73	217.5	0.11
		右	1746	29.72	255.0	0.12

注記 ①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース

評価位置は下図に示す。

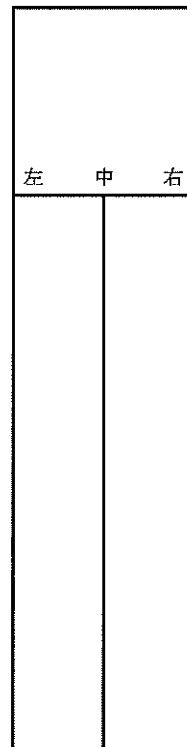


表 17.4-16 (2) 鋼管杭のせん断力に対する照査結果

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> -D1 (H-, V+)	左	1725	29.36	255.0	0.12
		中	1420	24.16	217.5	0.12
		右	1782	30.32	255.0	0.12
①	S <sub>s</sub> -D1 (H-, V-)	左	1749	29.77	255.0	0.12
		中	1438	24.48	217.5	0.12
		右	1804	30.71	255.0	0.13

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。

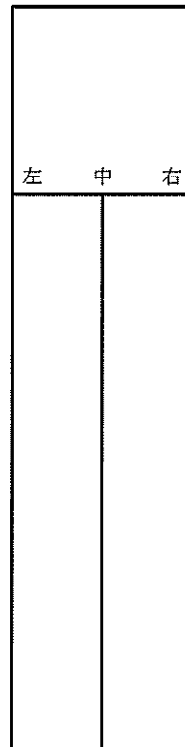


表 17.4-16 (3) 鋼管杭のせん断力に対する照査結果

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	836	14.23	255.0	0.06
		中	669	11.39	217.5	0.06
		右	776	13.21	255.0	0.06
①	S <sub>s</sub> -12	左	1373	23.37	255.0	0.10
		中	1156	19.68	217.5	0.10
		右	1446	24.61	255.0	0.10

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。

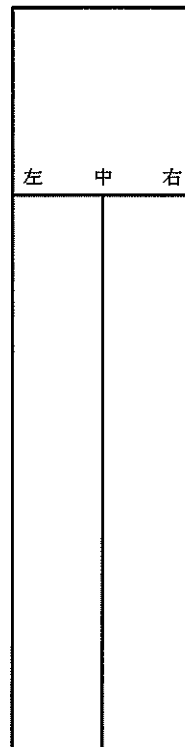


表 17.4-16 (4) 鋼管杭のせん断力に対する照査結果

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	1083	18.44	255.0	0.08
		中	926	15.75	217.5	0.08
		右	1155	19.66	255.0	0.08
①	S <sub>s</sub> -14	左	472	8.04	255.0	0.04
		中	401	6.83	217.5	0.04
		右	487	8.29	255.0	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。

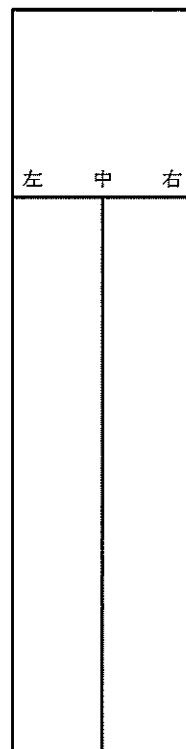


表 17.4-16 (5) 鋼管杭のせん断力に対する照査結果

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> -2 1	左	-1194	-20.32	255.0	0.08
		中	-956	-16.26	217.5	0.08
		右	-1136	-19.33	255.0	0.08
①	S <sub>s</sub> -2 2	左	778	13.24	255.0	0.06
		中	628	10.68	217.5	0.05
		右	732	12.46	255.0	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。

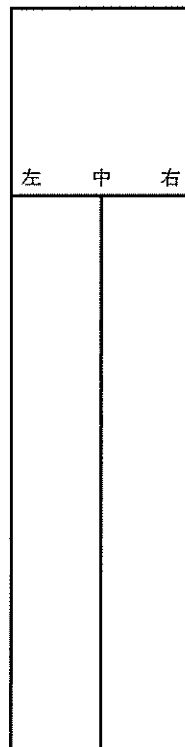




表 17.4-16 (6) 鋼管杭のせん断力に対する照査結果

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	-2324	-39.55	255.0	0.16
		中	-1955	-33.27	217.5	0.16
		右	-2512	-42.75	255.0	0.17
①	S <sub>s</sub> -31 (H-, V+)	左	2462	41.90	255.0	0.17
		中	2068	35.19	217.5	0.17
		右	2680	45.61	255.0	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。

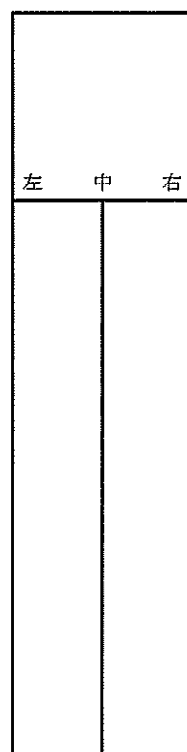


表 17.4-16 (7) 鋼管杭のせん断力に対する照査結果

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> -31 (H-, V+)	左	2798	47.62	255.0	0.19
		中	2441	41.55	217.5	0.20
		右	3156	53.71	255.0	0.22
③	S <sub>s</sub> -31 (H-, V+)	左	3059	52.07	255.0	0.21
		中	2606	44.36	217.5	0.21
		右	3365	57.27	255.0	0.23

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。

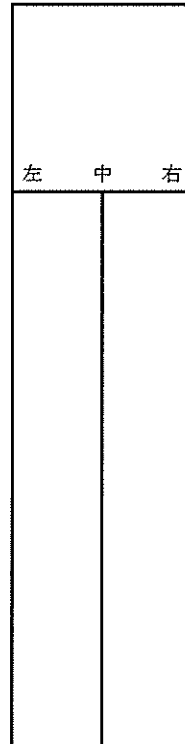


表 17.4-16 (8) 鋼管杭のせん断力に対する照査結果

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> -31 (H-, V+)	左	3216	54.75	255.0	0.22
		中	2604	44.32	217.5	0.21
		右	3443	58.60	255.0	0.23
⑤	S <sub>s</sub> -31 (H-, V+)	左	2289	38.96	255.0	0.16
		中	1920	32.68	217.5	0.16
		右	2493	42.43	255.0	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  
 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

評価位置は下図に示す。

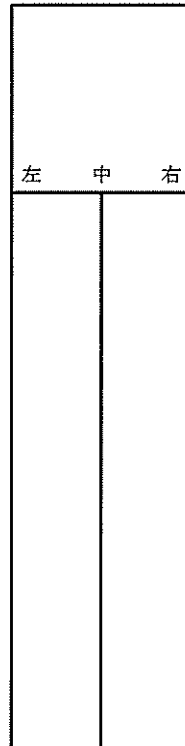
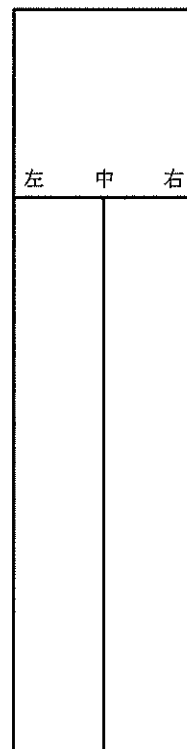


表 17.4-16 (9) 鋼管杭のせん断力に対する照査結果

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
⑥	S <sub>s</sub> -31 (H-, V+)	左	2578	43.88	255.0	0.18
		中	2247	38.24	217.5	0.18
		右	2944	50.10	255.0	0.20

注記 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 17.4-17 に示す。

鋼管杭の最大接地圧は、検討ケース①  $S_s-D1$  (H+, V-) で  $1044 \text{ kN/m}^2$  であり、鋼管杭の極限支持力度  $5383 \text{ kN/m}^2$  以下である。

以上より、緊急時対策所用発電機燃料油貯蔵タンク基礎の基礎地盤は、最大接地圧が許容限界以下であることを確認した。

表 17.4-17 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 ( $\text{kN/m}^2$ )	極限 支持力度 ( $\text{kN/m}^2$ )
①	$S_s-D1$	H+, V+	952	5383
		H+, V-	1044	5383
		H-, V+	935	5383
		H-, V-	913	5383
	$S_s-11$		730	5383
	$S_s-12$		773	5383
	$S_s-13$		764	5383
	$S_s-14$		715	5383
	$S_s-21$		877	5383
	$S_s-22$		865	5383
	$S_s-31$	H+, V+	767	5383
		H-, V+	794	5383
	②	$S_s-31$	H-, V+	795
③	805			5383
④	831			5383
⑤	657			5383
⑥	659			5383

- 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 17.4-18 に示す。

緊急時対策所用発電機燃料油貯蔵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、取水構造物の基礎地盤は、最大接地圧発生ケースにおける最大引抜力が許容限界以下であることを確認した。

表 17.4-18 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		最大引抜力 (kN)	極限
				支持力度 (kN)
①	S <sub>s</sub> -D1	H+, V-	932	7623

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

#### 17.4.3 まとめ

緊急時対策所用発電燃料貯蔵タンク基礎について、基準地震動 $S_0$ 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、緊急時対策所用発電機燃料タンク基礎は、基準地震動 $S_0$ による地震力に対して、要求性能を維持できる。

緊急時対策所用発電機燃料油貯蔵タンク基礎の耐震安全性評価に関する参考資料



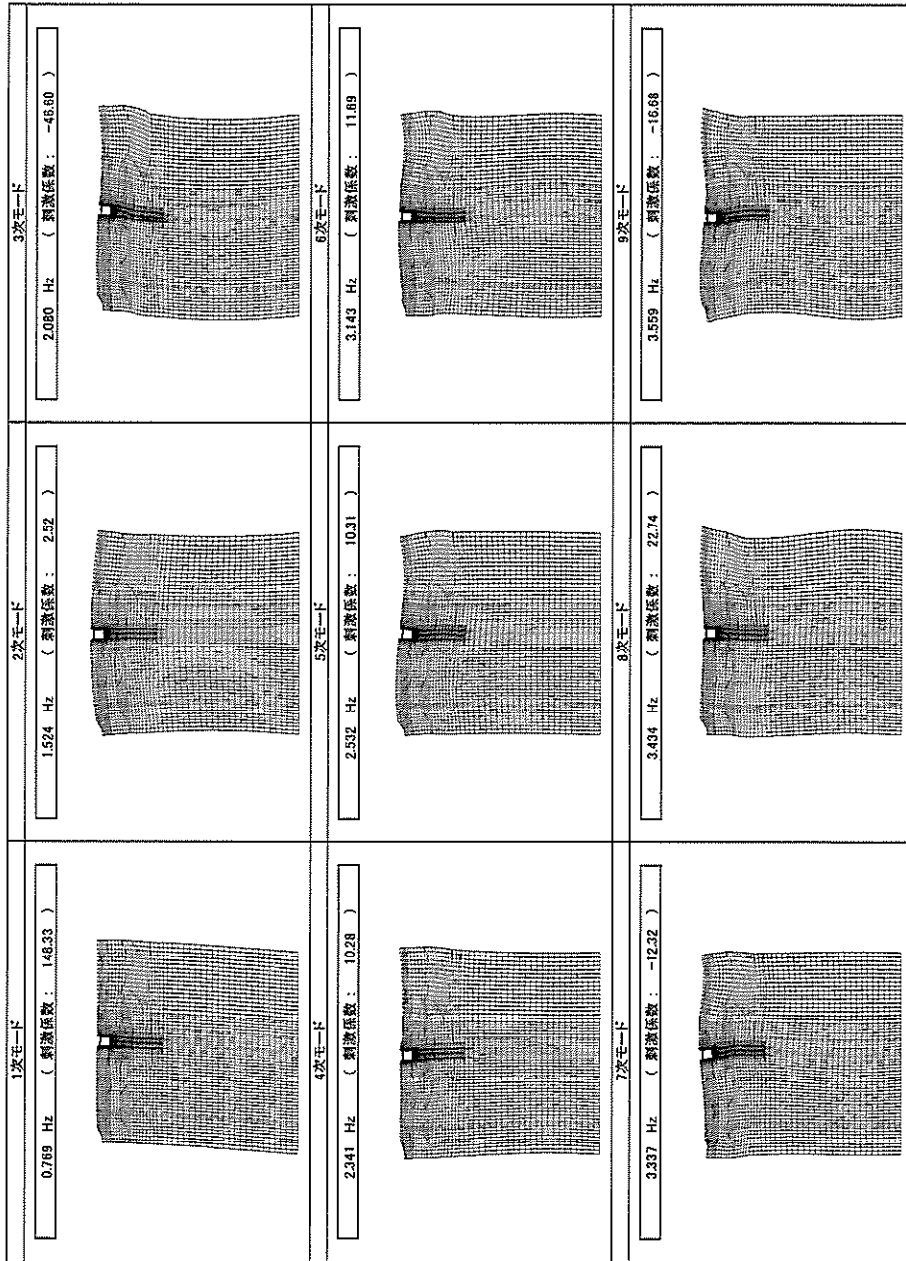
#### (参考1) 減衰の設定について

地震応答解析における減衰については、固有値解析に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 1-1 に示す。また、設定した Rayleigh 減衰を図 1-2 に示す。

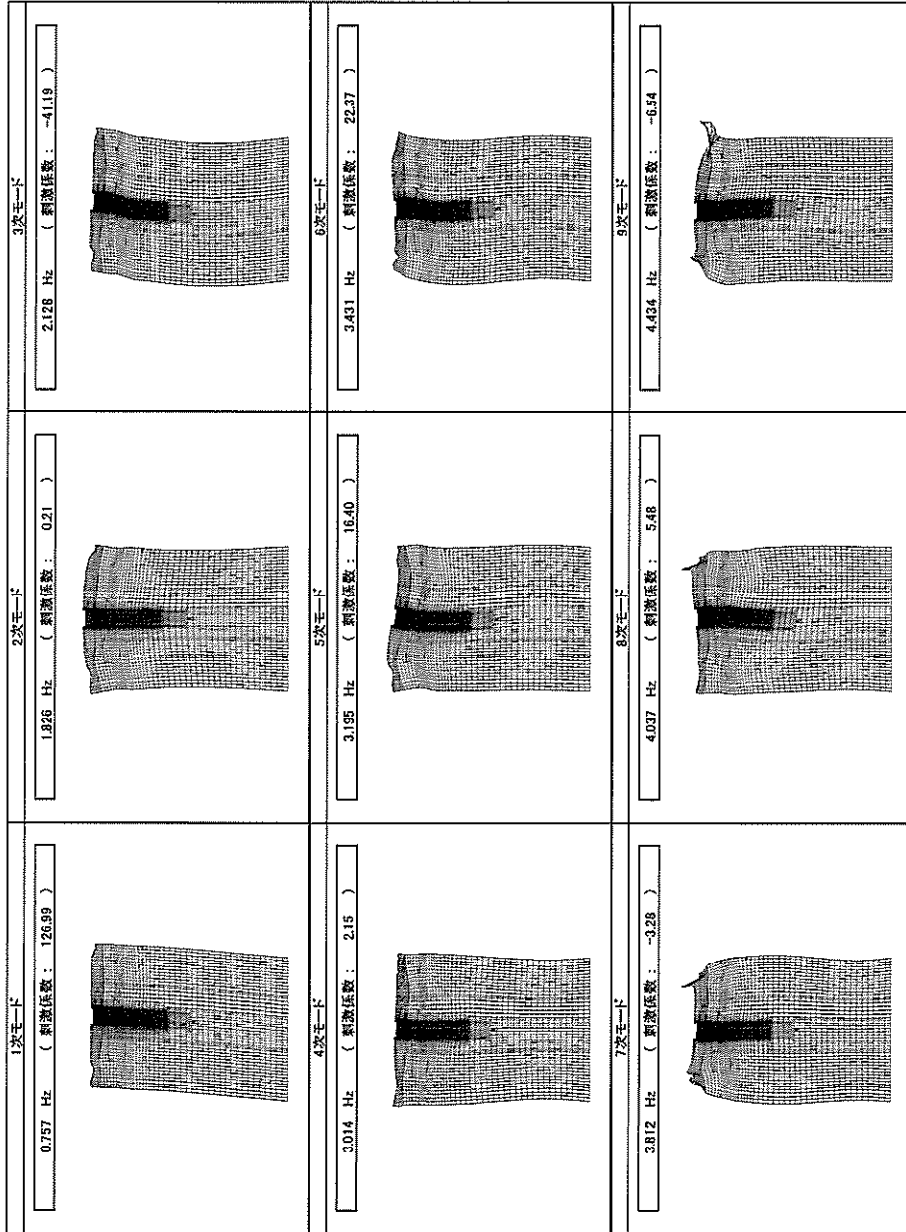
1 次の基準モードについては、地盤及び構造系全体がせん断変形しているモードを選定している。

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。



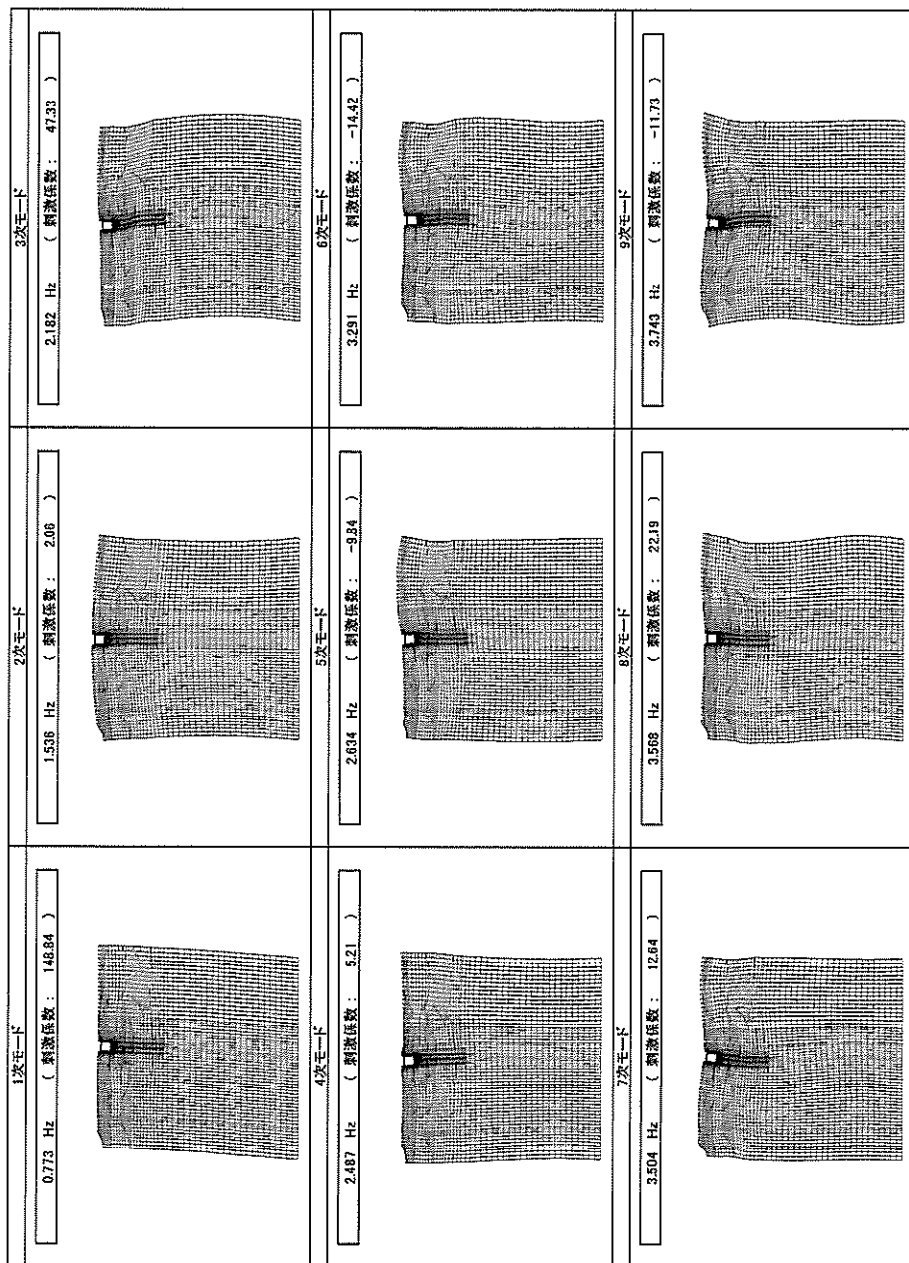
①-①断面

図 1-1 (1) 緊急時対策所用発電機燃料油貯蔵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)



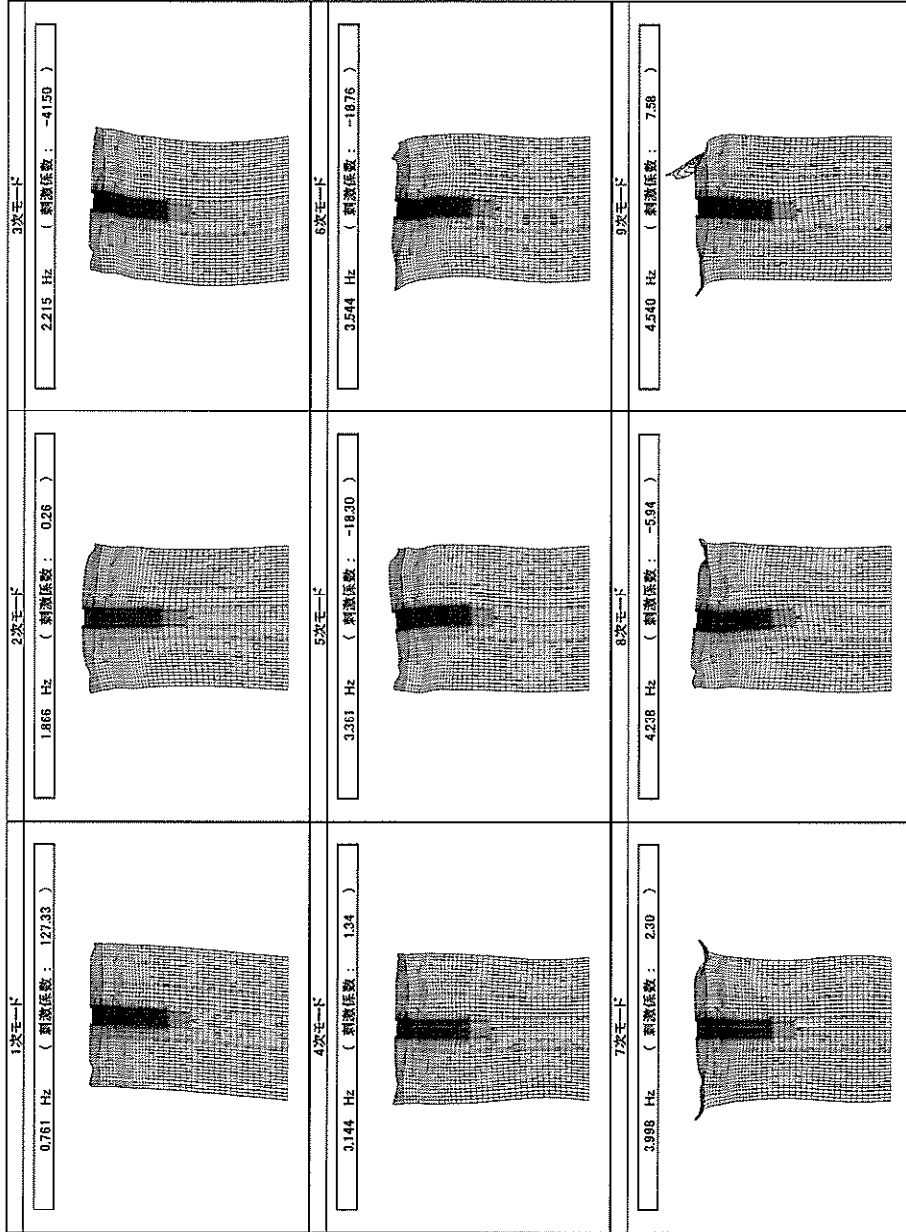
②-②断面

図 1-1 (2) 緊急時対策所用発電機燃料油貯蔵タンク基礎の固有値解析結果  
 (検討ケース①: 原地盤に基づく液化化強度特性を用いた解析ケース)



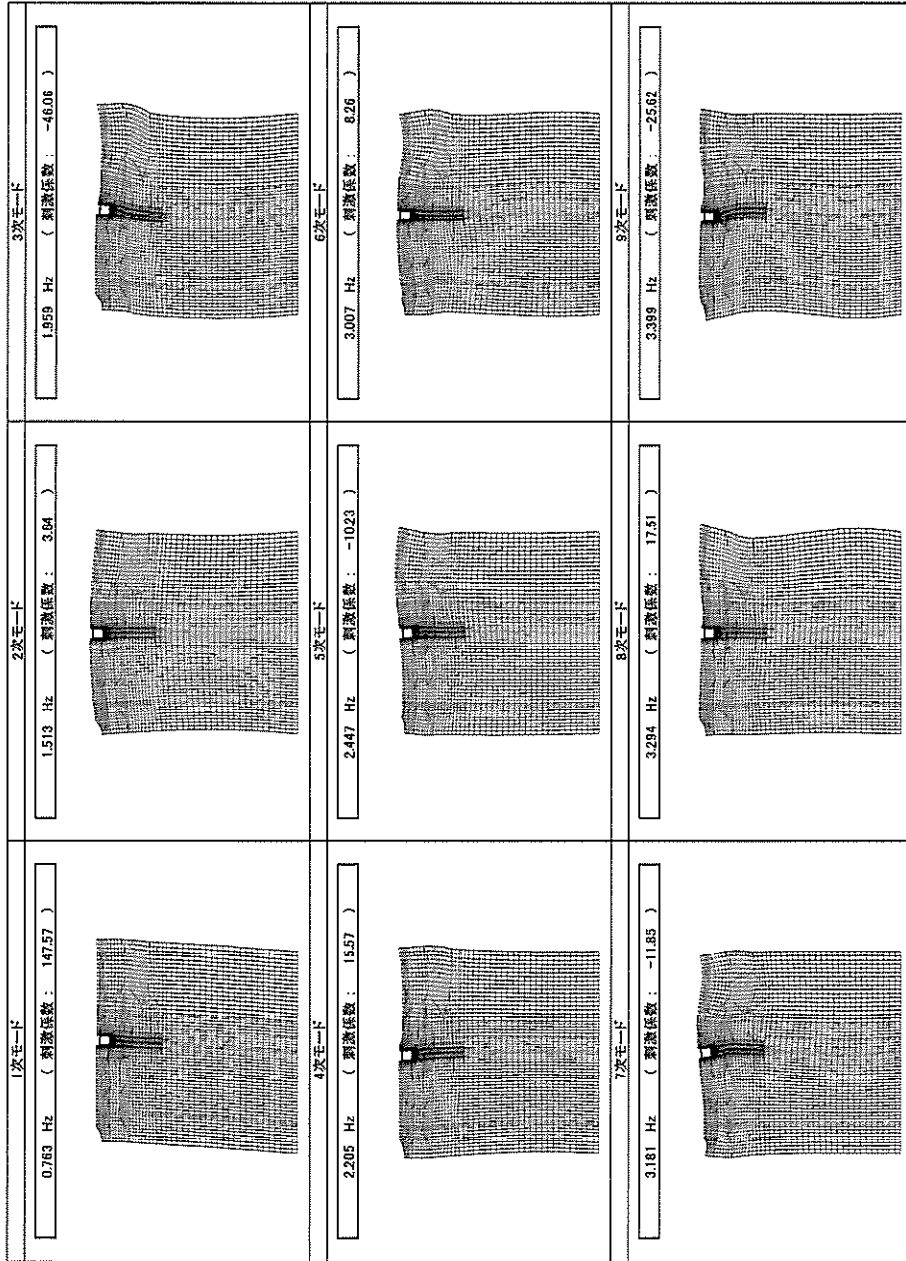
①-①断面

図 1-1 (3) 緊急時対策所用発電機燃料油貯蔵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)



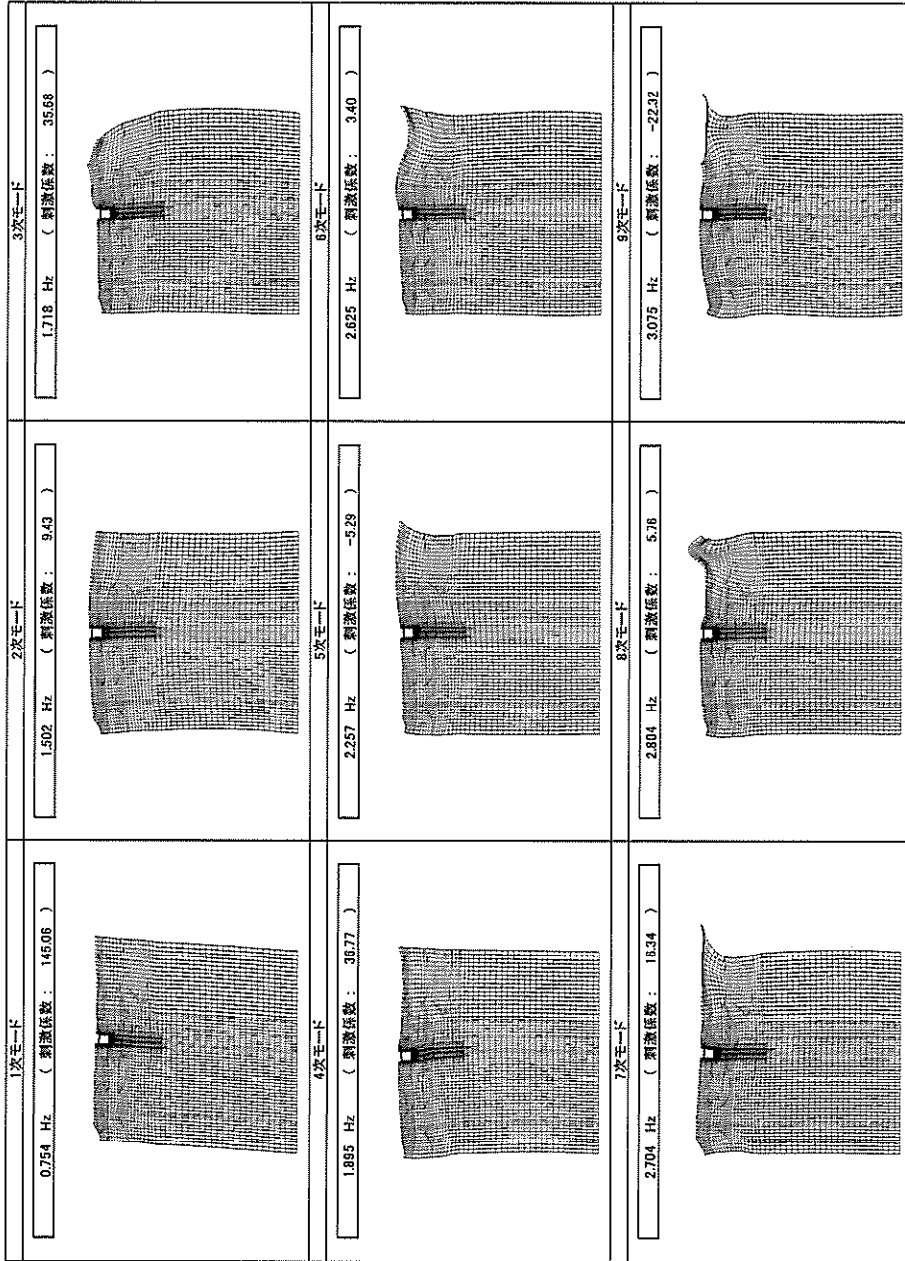
②-①②断面

図 1-1 (4) 緊急時対策所用発電機燃料油貯蔵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)



①-①断面

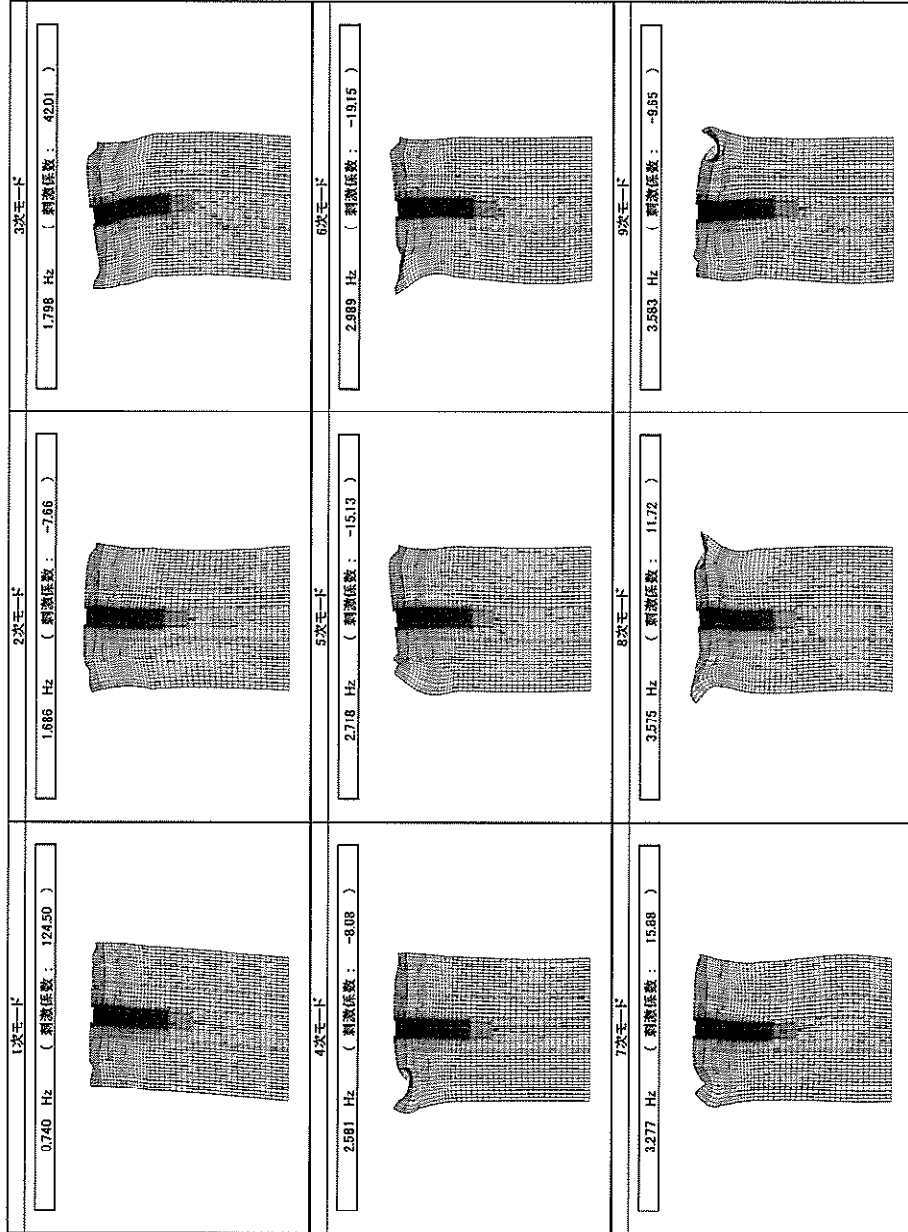
図 1-1 (5) 緊急時対策所用発電機燃料油貯蔵タンク基礎の固有値解析結果  
(検討ケース③: 地盤物性のばらつきを考慮 (-1σ) した解析ケース)



①—①断面

図 1-1 (6) 緊急時対策所用発電機燃料油貯蔵タンク基礎の固有解析結果

(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)

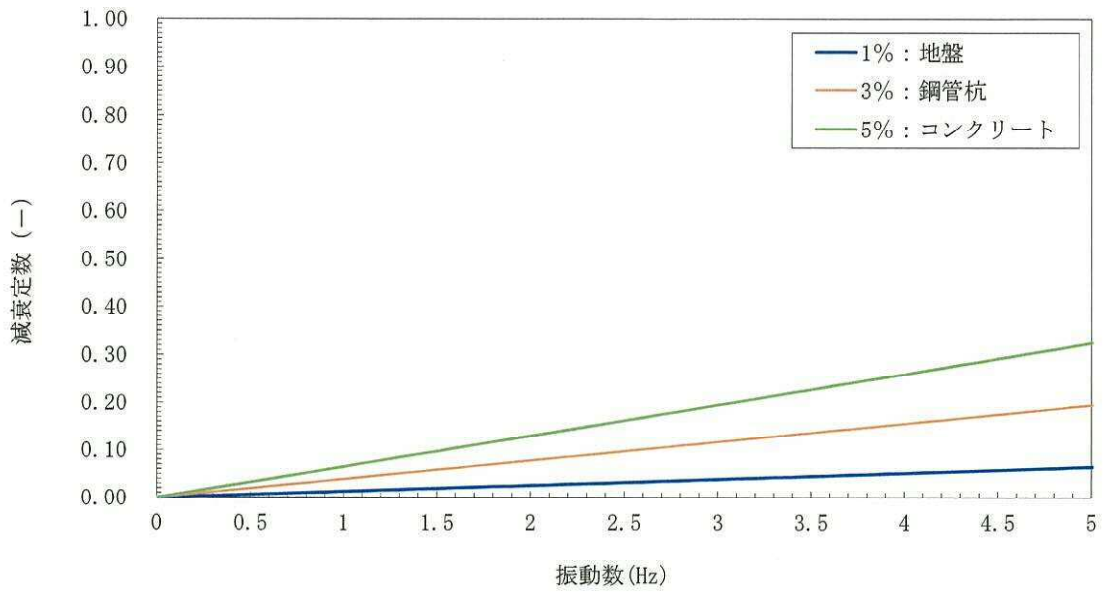


②-②断面

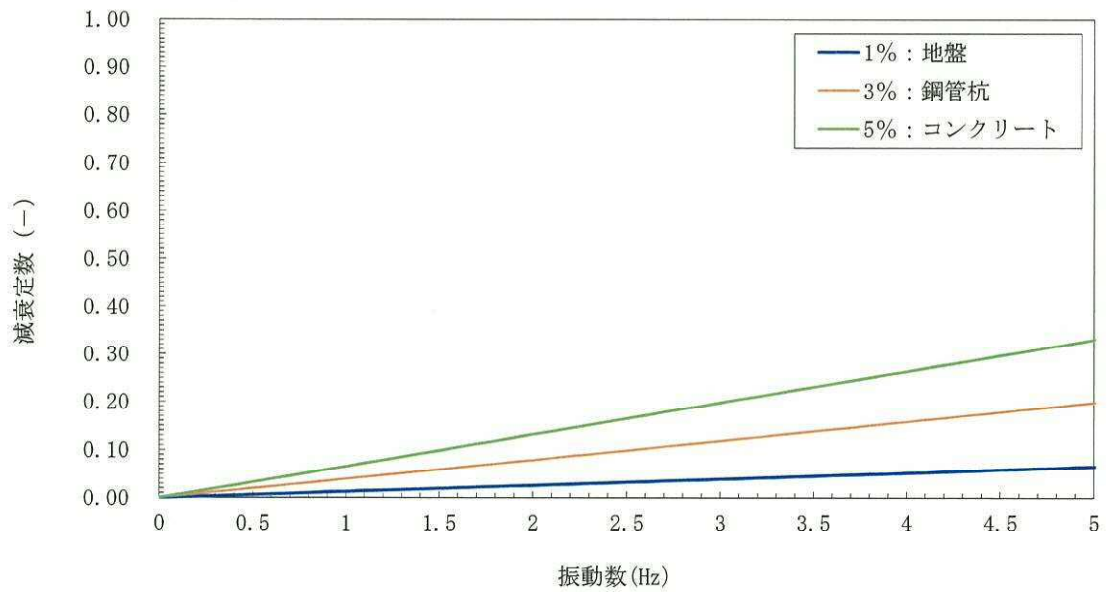
図 1-1 (7) 緊急時対策用発電機燃料油貯蔵タンク基礎の固有解析結果

(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)



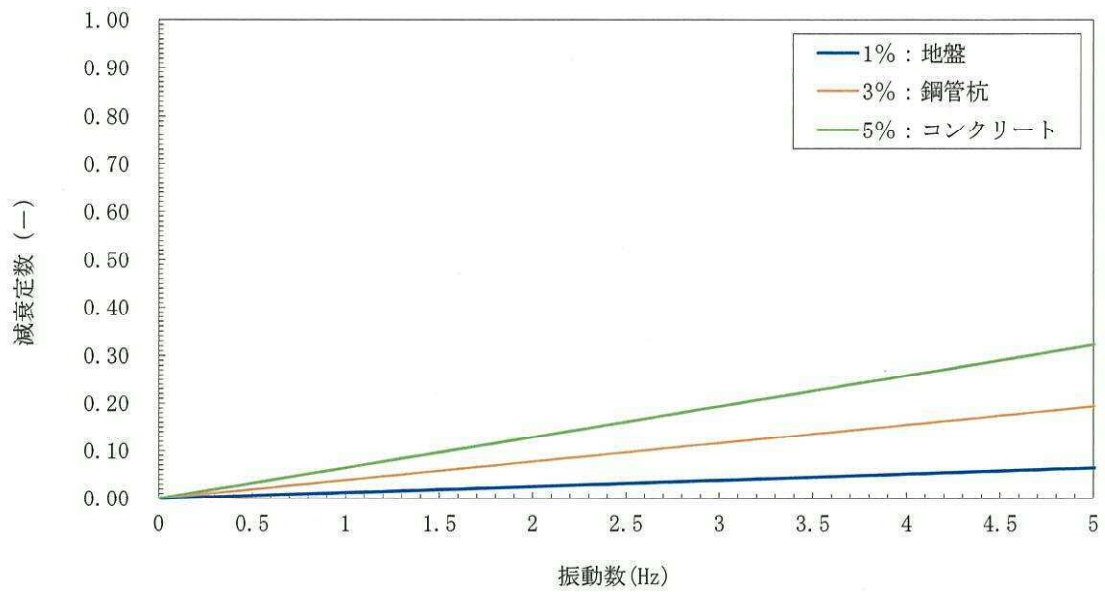


(a) ①-①断面

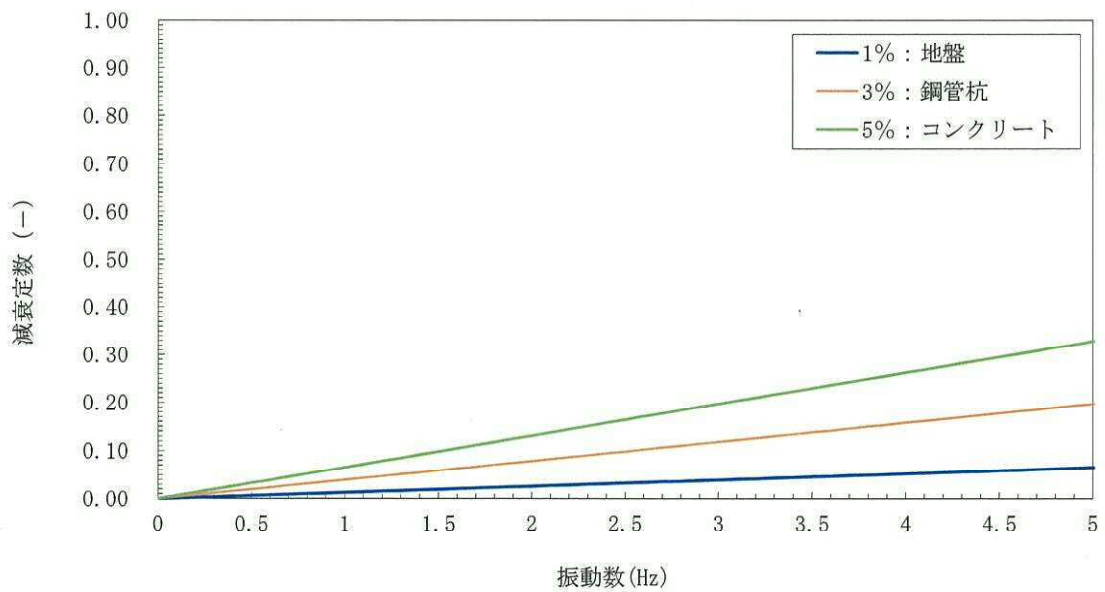


(b) ②-②断面

図 1-2 (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)

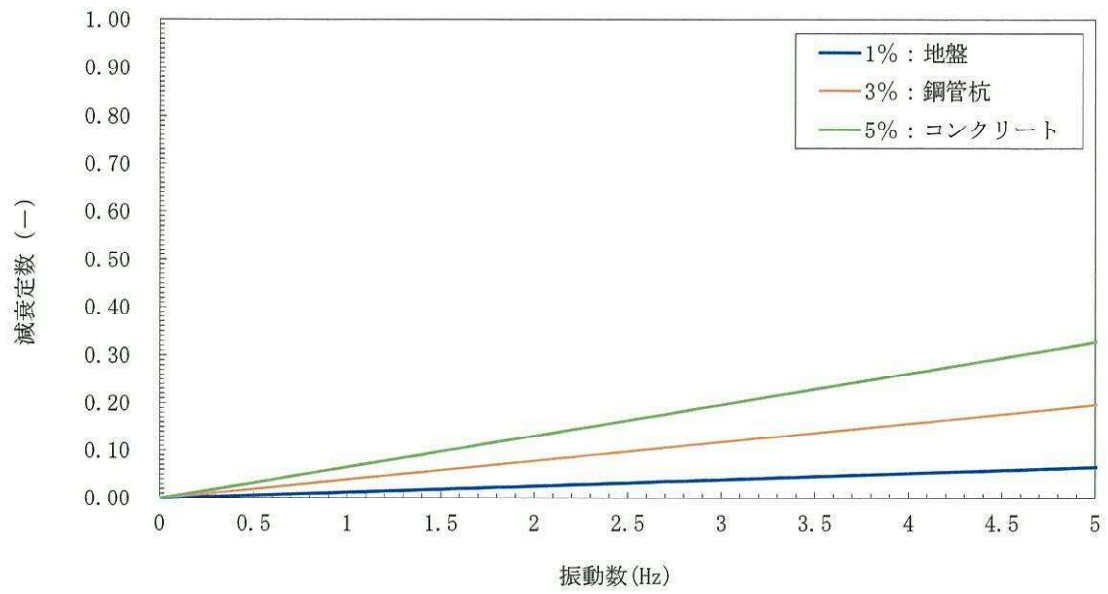


(a) ①-①断面



(b) ②-②断面

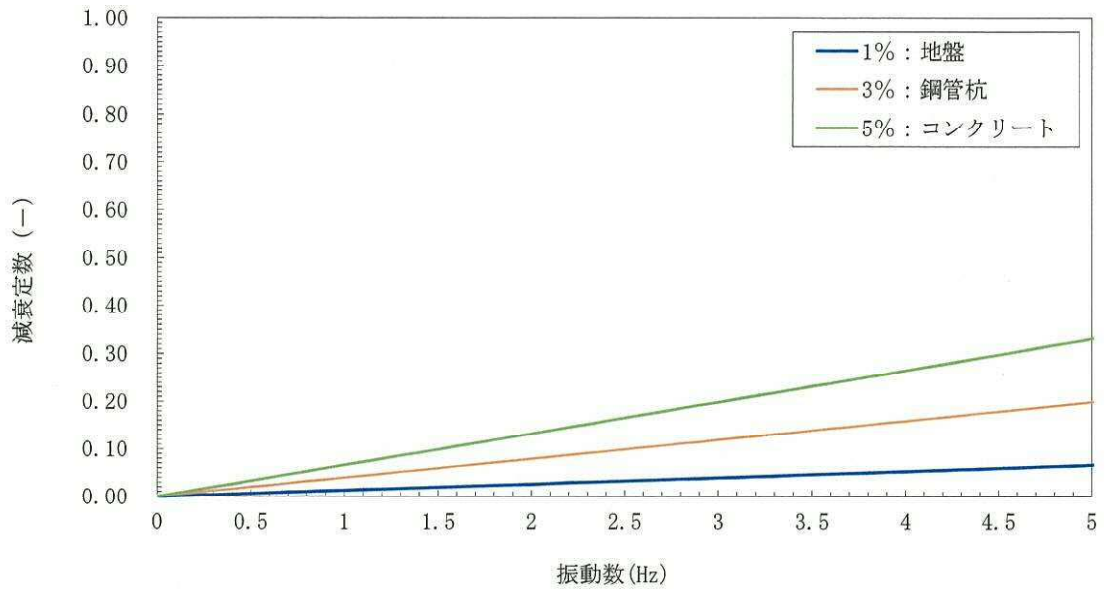
図 1-2 (2) 設定した Rayleigh 減衰  
 (検討ケース②: 地盤物性のばらつきを考慮 (+1σ) した解析ケース)



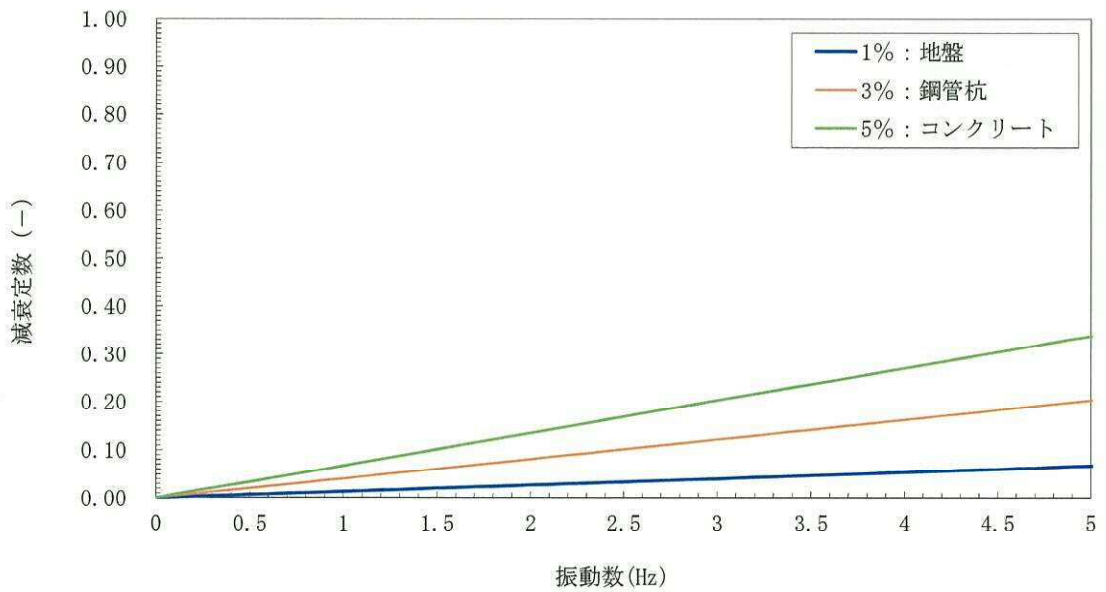
(a) ①-①断面

図1-2 (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) ②-②断面

図 1-2 (4) 設定した Rayleigh 減衰

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

(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)

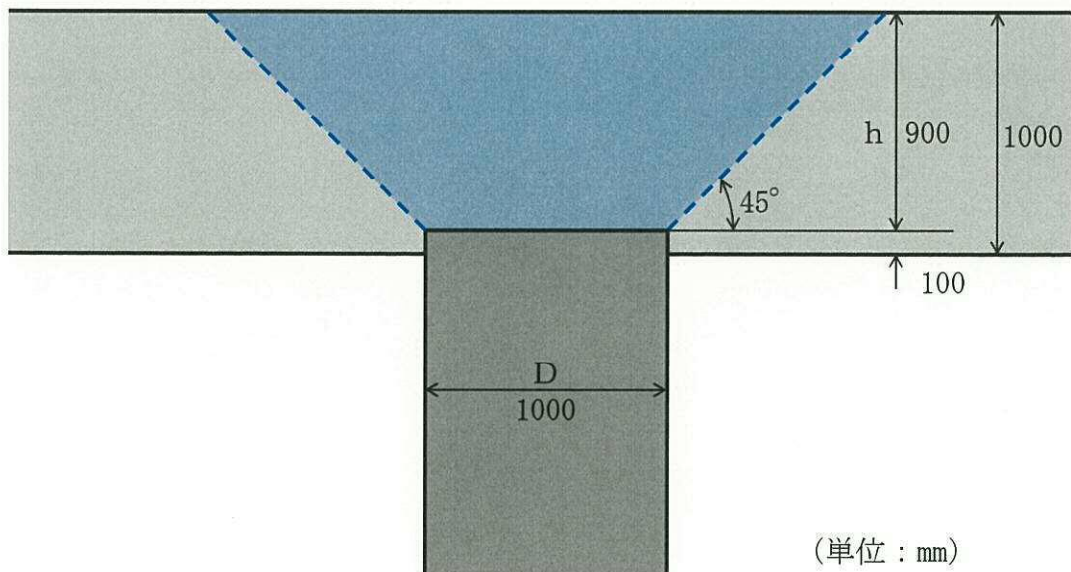


図2-1 杭頭部概略図

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	軸力 (kN) 圧縮正	押し抜きせん断応力度 (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+	右	923	0.18	1.65	0.11
	S <sub>s</sub> -D 1	H+, V-	右	946	0.18	1.65	0.11
	S <sub>s</sub> -D 1	H-, V+	右	1008	0.19	1.65	0.12
	S <sub>s</sub> -D 1	H-, V-	右	1051	0.20	1.65	0.13
	S <sub>s</sub> -1 1	H+, V+	右	509	0.10	1.65	0.07
	S <sub>s</sub> -1 2	H+, V+	左	1080	0.21	1.65	0.13
	S <sub>s</sub> -1 3	H+, V+	左	980	0.19	1.65	0.12
	S <sub>s</sub> -1 4	H+, V+	左	568	0.11	1.65	0.07
	S <sub>s</sub> -2 1	H+, V+	右	701	0.14	1.65	0.09
	S <sub>s</sub> -2 2	H+, V+	右	685	0.13	1.65	0.08
	S <sub>s</sub> -3 1	H+, V+	左	877	0.17	1.65	0.11
	S <sub>s</sub> -3 1	H-, V+	左	1442	0.27	1.65	0.17
②	S <sub>s</sub> -3 1	H-, V+	左	1263	0.24	1.65	0.15
③	S <sub>s</sub> -3 1	H-, V+	左	1331	0.25	1.65	0.16
④	S <sub>s</sub> -3 1	H-, V+	左	1668	0.32	1.65	0.20
⑤	S <sub>s</sub> -3 1	H-, V+	左	968	0.19	1.65	0.12
⑥	S <sub>s</sub> -3 1	H-, V+	左	761	0.15	1.65	0.10

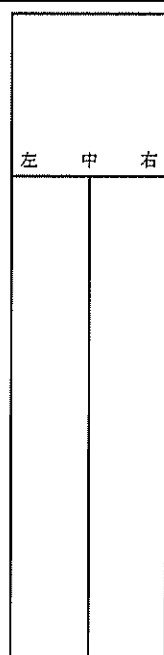


図 1-2 杭の配置

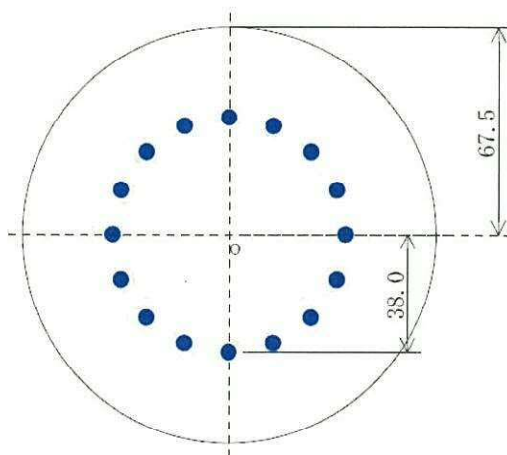
(2) 中詰補強筋に対する照査

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

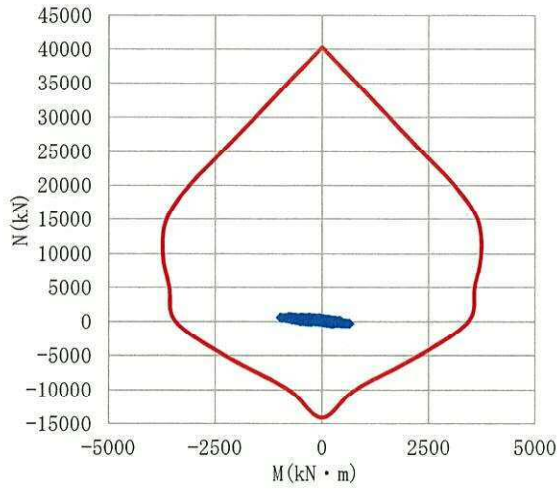
項目		諸元
仮想 RC 断面	杭径 D (mm)	1000
	仮想 RC 断面の径 (mm)	1350
コンクリート	設計基準強度 (N/mm <sup>2</sup> )	40
	許容限界 (N/mm <sup>2</sup> )	21
杭頭補強鉄筋	材質	SD490
	鉄筋径	D51
	鉄筋の本数	16本
	配置半径 (mm)	380
	許容限界 (N/mm <sup>2</sup> )	435



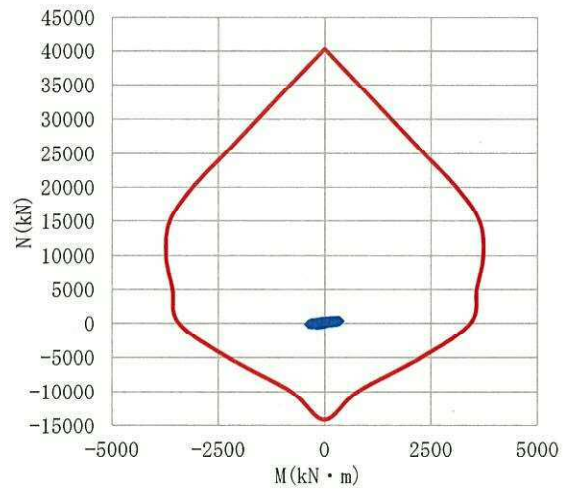
(単位：cm)

図 2-2 仮想 RC 断面

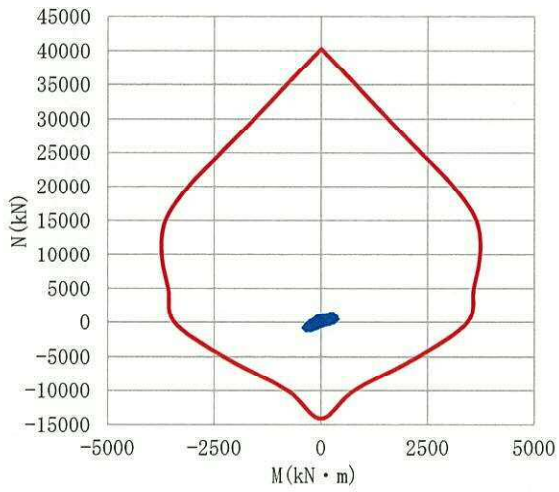




(左)



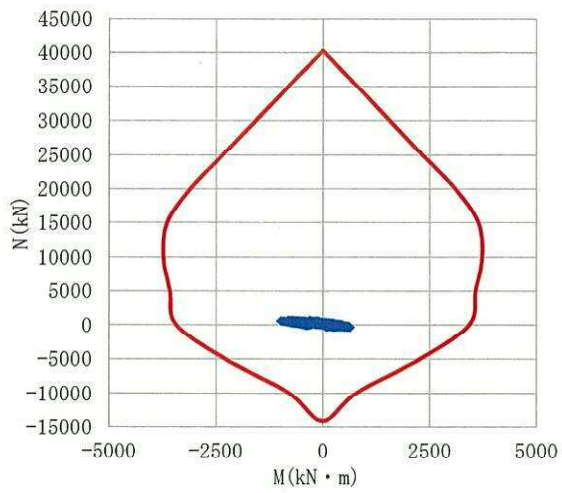
(中)



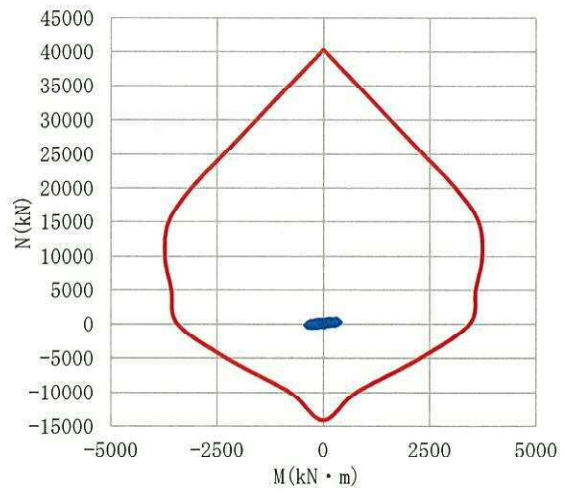
(右)

図 2-3 (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)

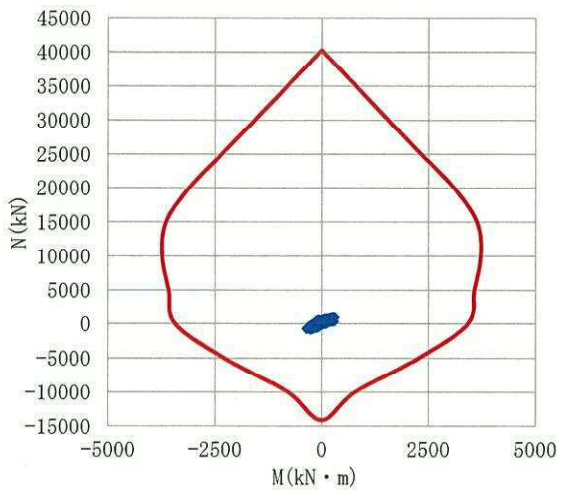




(左)

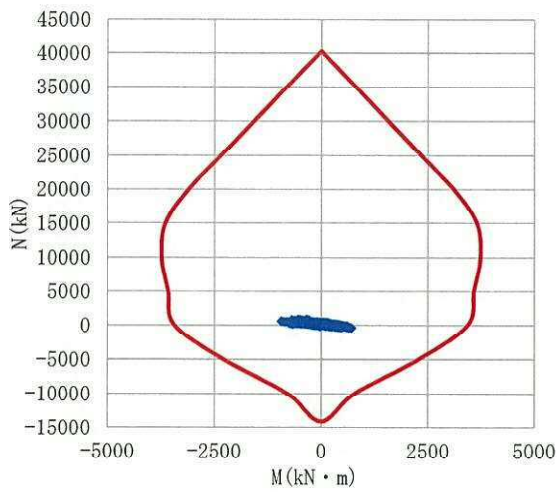


(中)

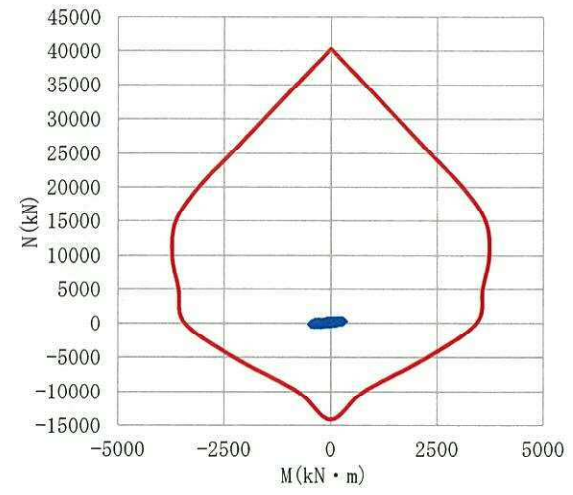


(右)

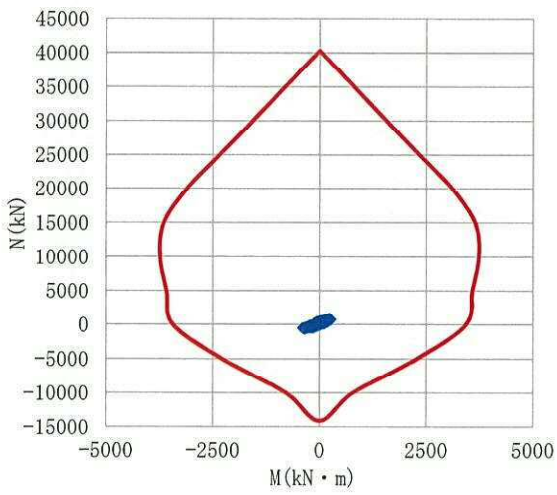
図 2-3 (2) 杭頭のN-M曲線 (S<sub>s</sub>-D1 (H+, V-))  
 (検討ケース①: 原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)



(左)

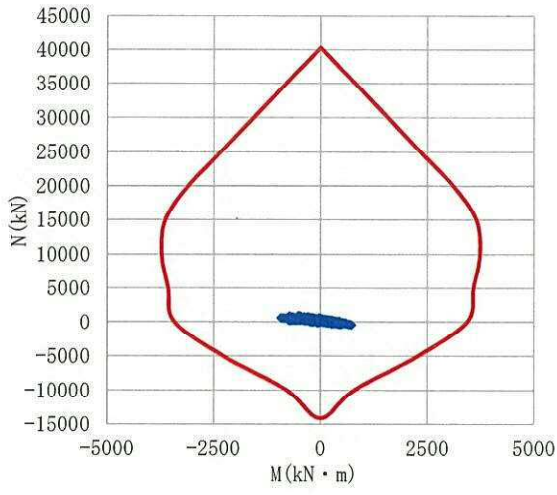


(中)

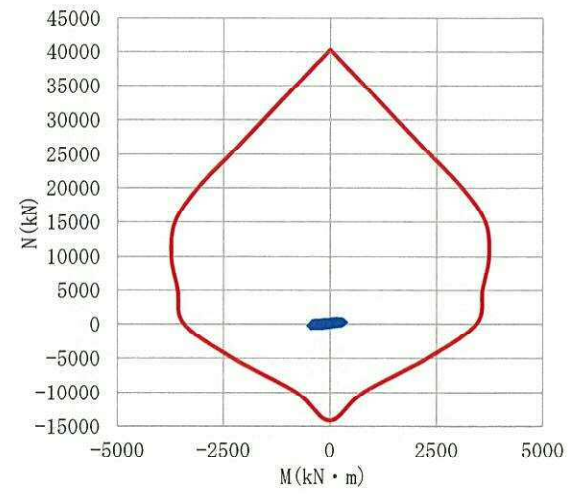


(右)

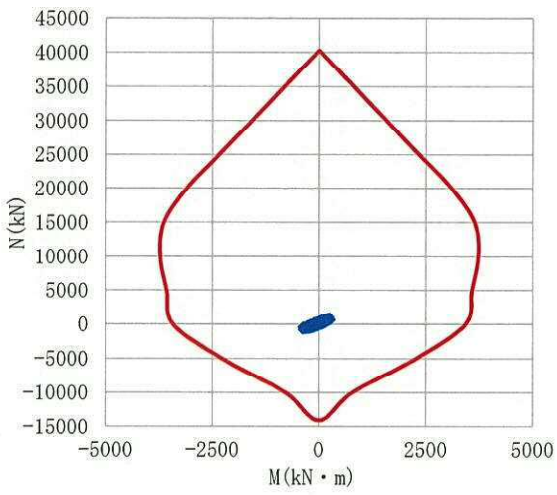
図 2-3 (3) 杭頭のN-M曲線 (S<sub>s</sub>-D 1 (H-, V+))  
 (検討ケース①: 原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)



(左)

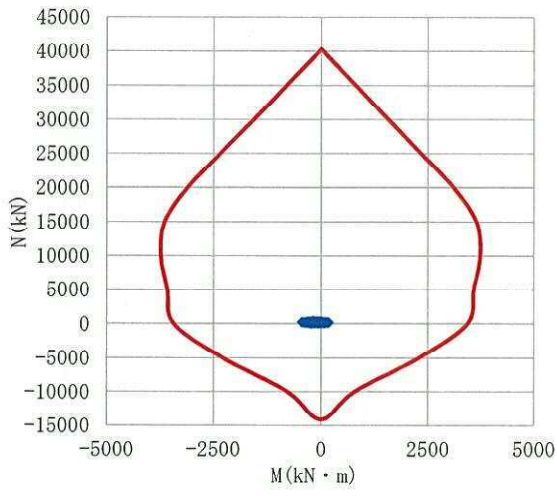


(中)

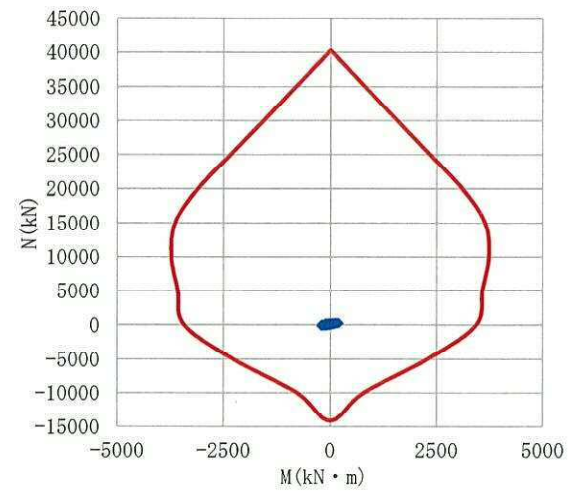


(右)

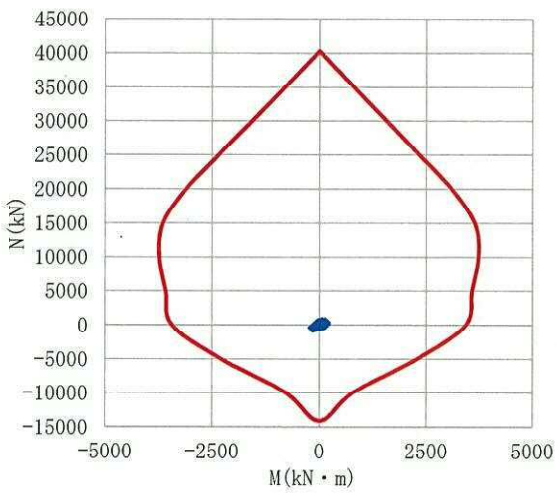
図 2-3 (4) 杭頭のN-M曲線 (S<sub>s</sub>-D 1 (H-, V-))  
 (検討ケース①: 原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)



(左)



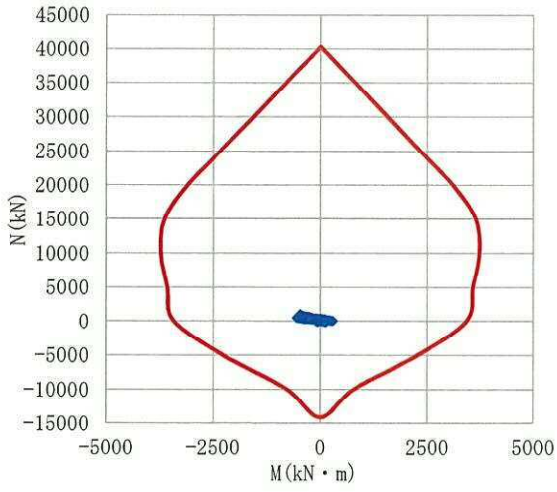
(中)



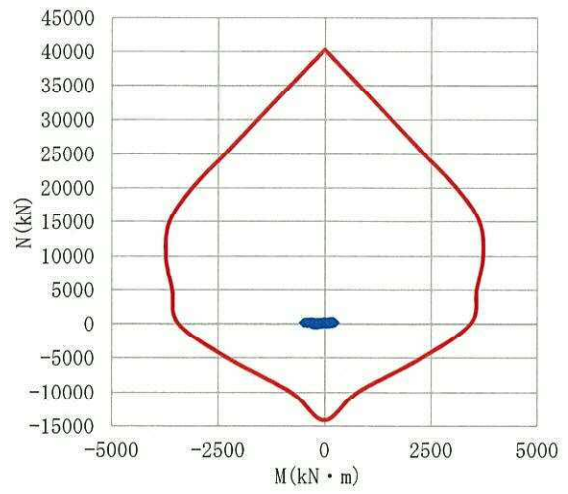
(右)

図 2-3 (5) 杭頭のN-M曲線 (S<sub>s</sub>-11)

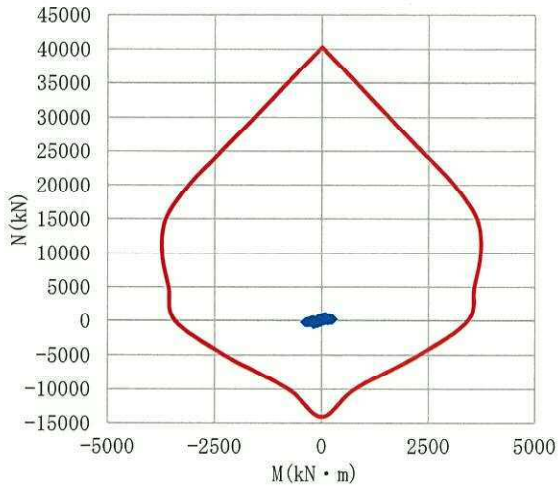
(検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)



(左)



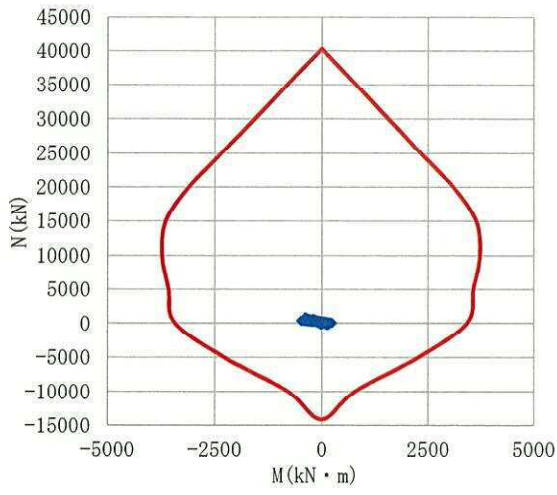
(中)



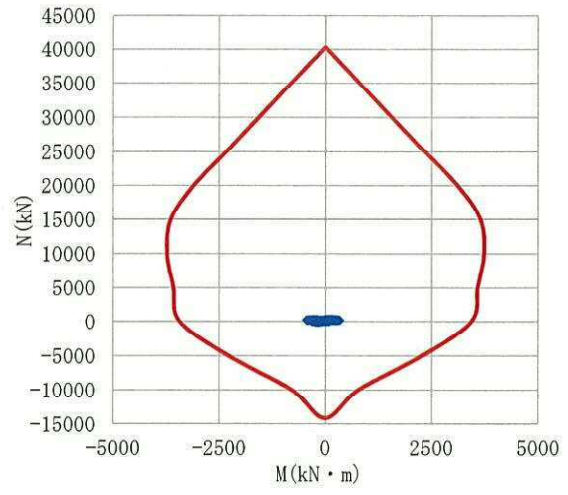
(右)

図 2-3 (6) 杭頭のN-M曲線 (S<sub>s</sub>-1 2)

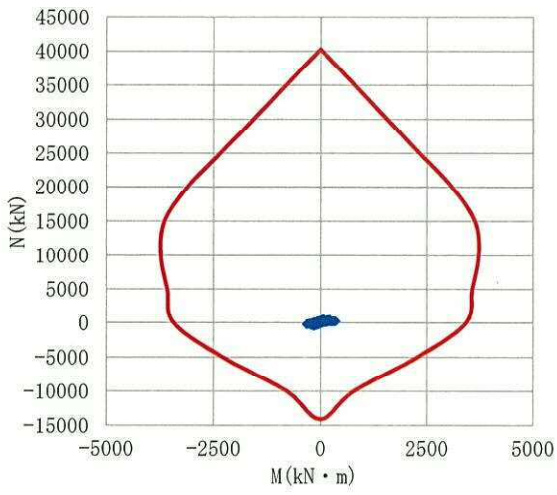
(検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)



(左)



(中)

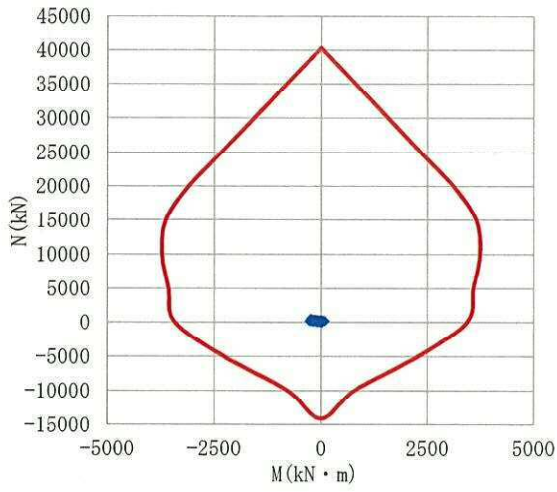


(右)

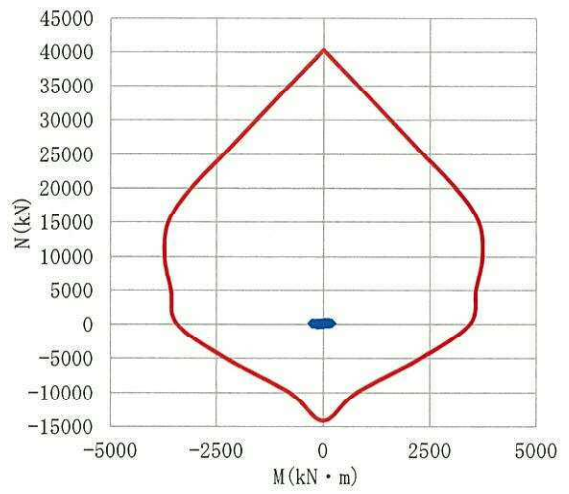
図 2-3 (7) 杭頭のN-M曲線 (S<sub>s</sub>-13)

(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

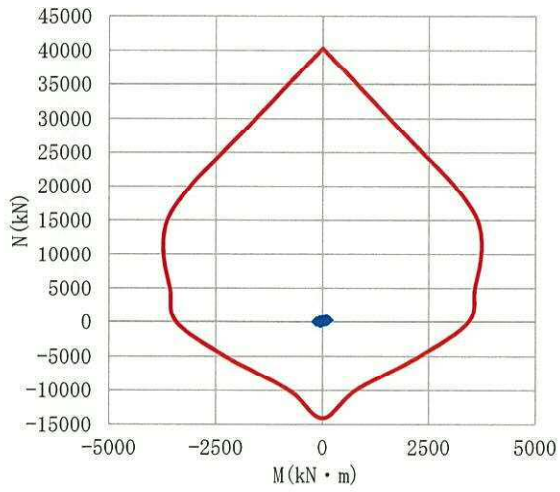




(左)



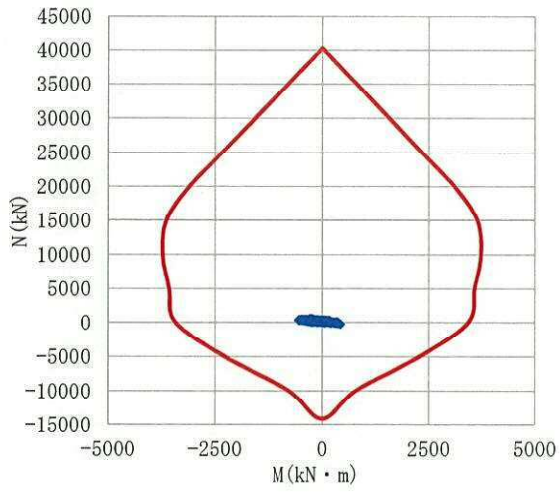
(中)



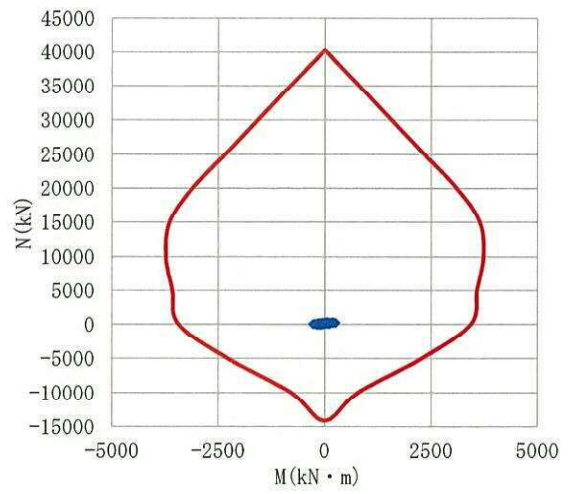
(右)

図 2-3 (8) 杭頭のN-M曲線 (S<sub>s</sub>-14)

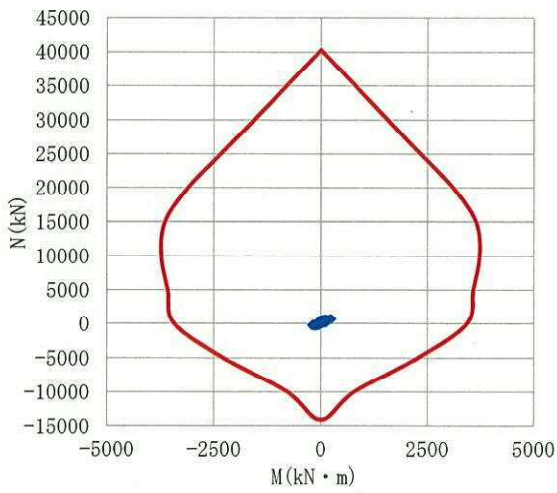
(検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)



(左)



(中)

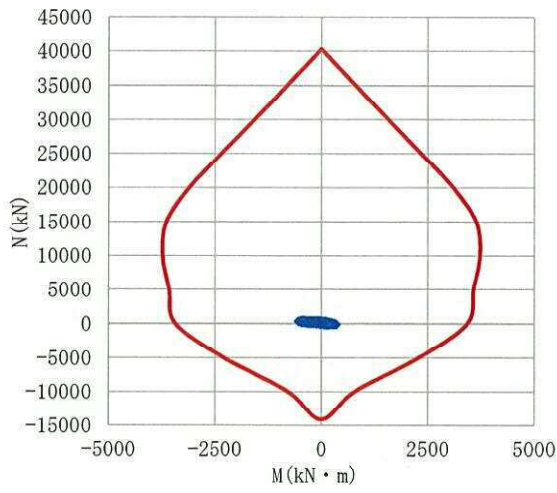


(右)

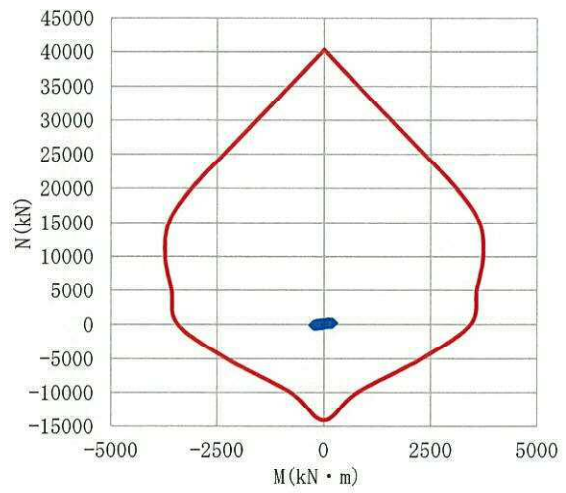
図 2-3 (9) 杭頭のN-M曲線 (S<sub>s</sub>-21)

(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)

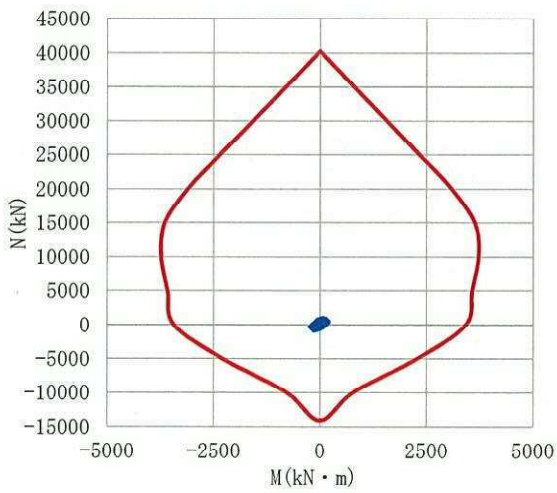




(左)



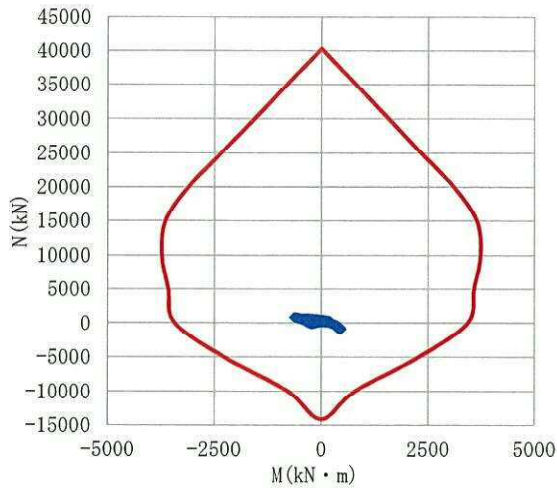
(中)



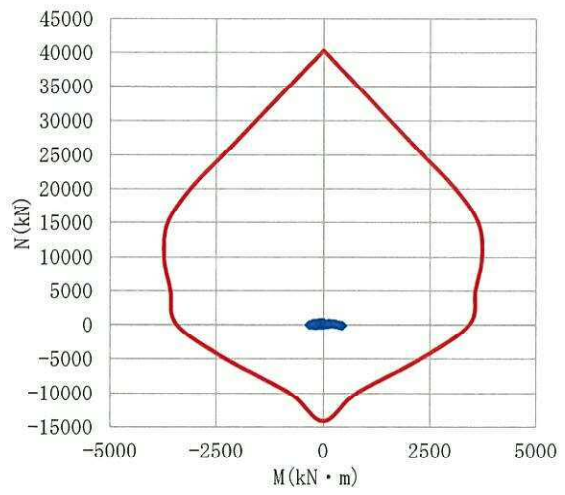
(右)

図 2-3 (10) 杭頭のN-M曲線 (S<sub>s</sub>-2 2)

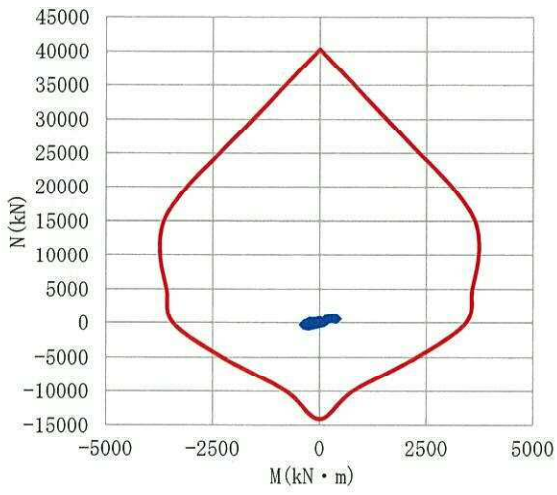
(検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)



(左)

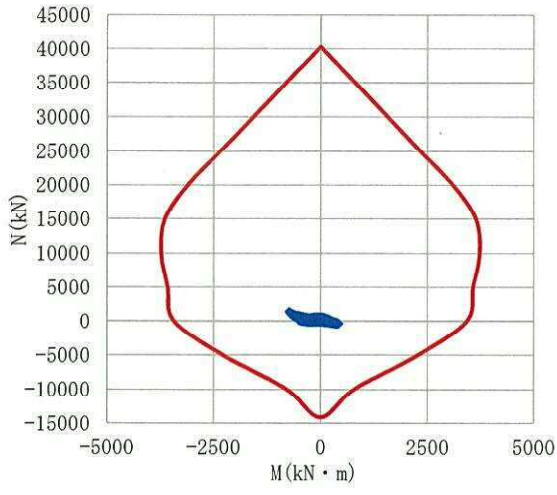


(中)

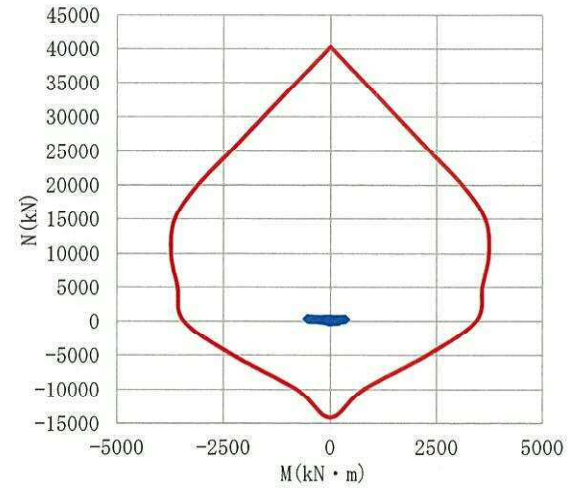


(右)

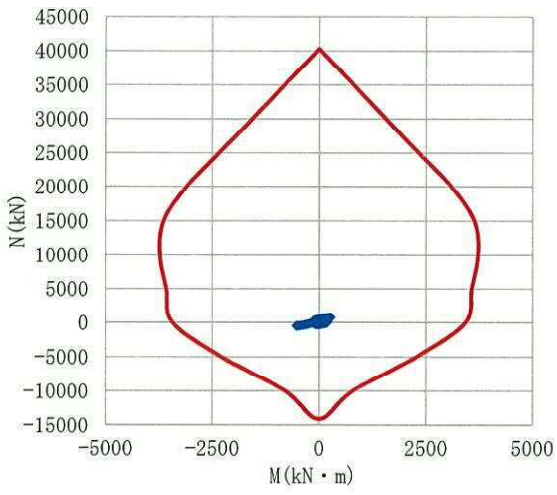
図 2-3 (11) 杭頭のN-M曲線 (S<sub>s</sub>-3 1 (H+, V+))  
 (検討ケース①: 原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)



(左)

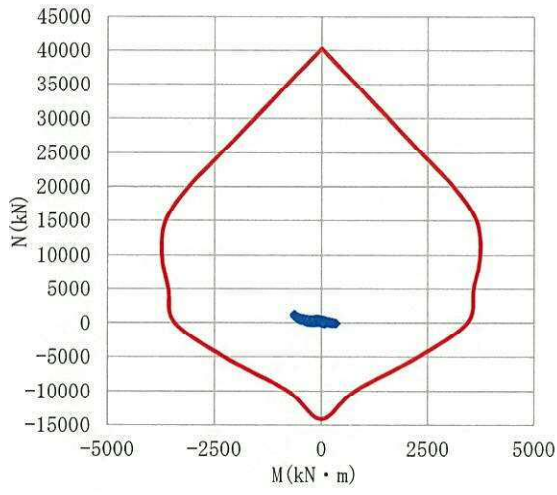


(中)

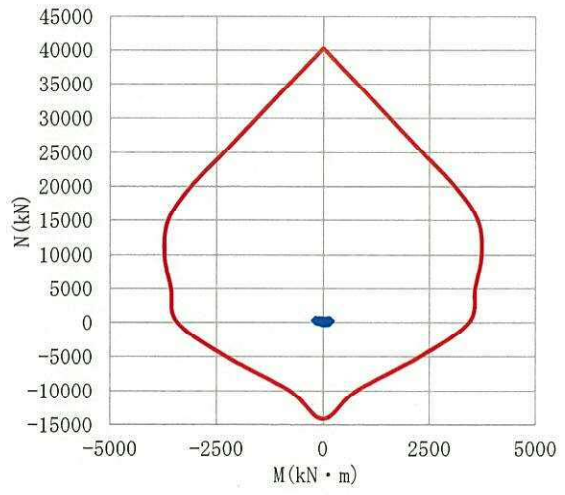


(右)

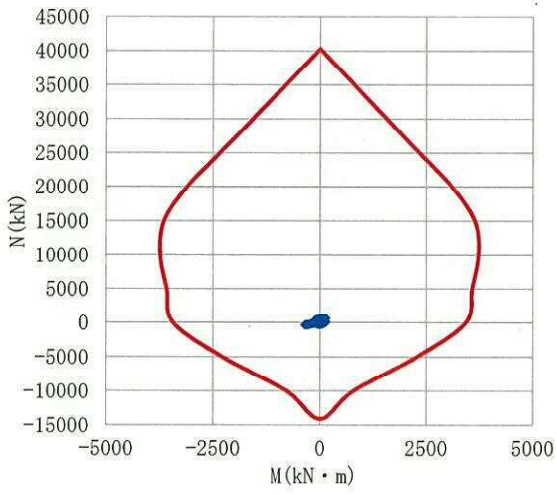
図2-3 (12) 杭頭のN-M曲線 (S<sub>s</sub>-3 1 (H-, V+))  
 (検討ケース①: 原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)



(左)

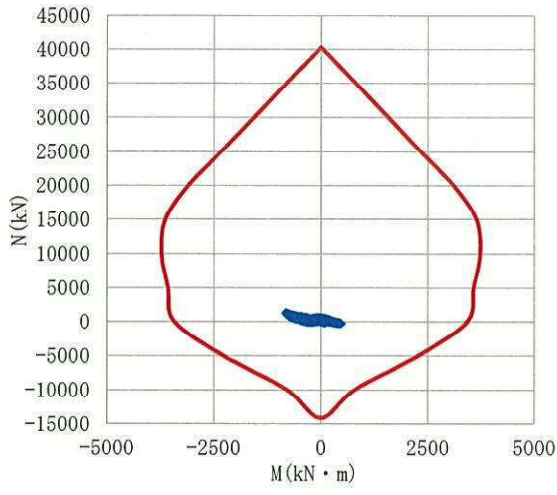


(中)

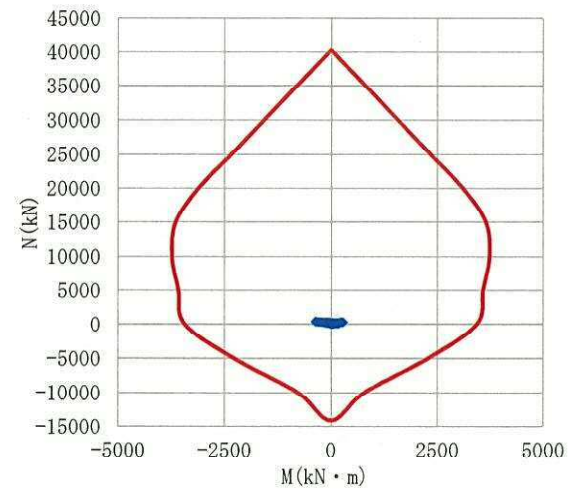


(右)

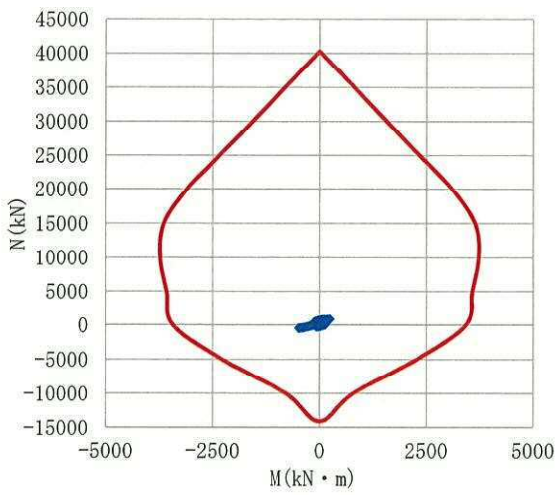
図 2-3 (13) 杭頭のN-M曲線 (S<sub>s</sub>-3 1 (H-, V+))  
 (検討ケース②: 地盤物性のばらつきを考慮 (+1σ) した解析ケース)



(左)

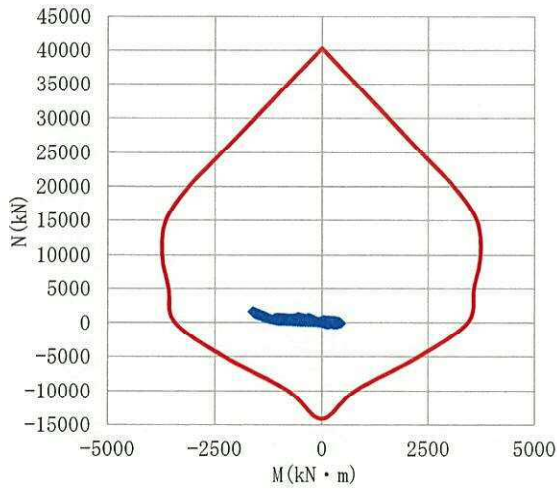


(中)

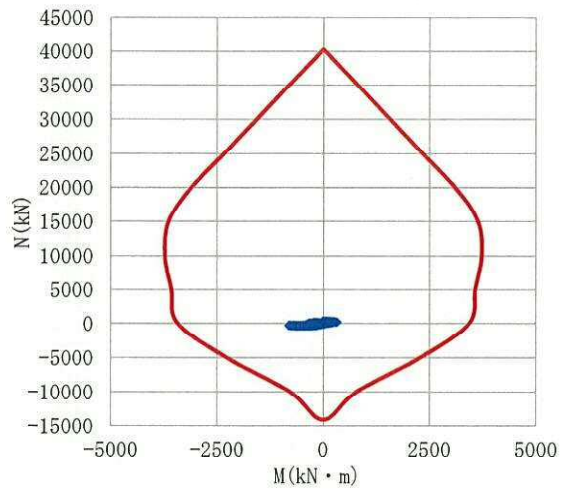


(右)

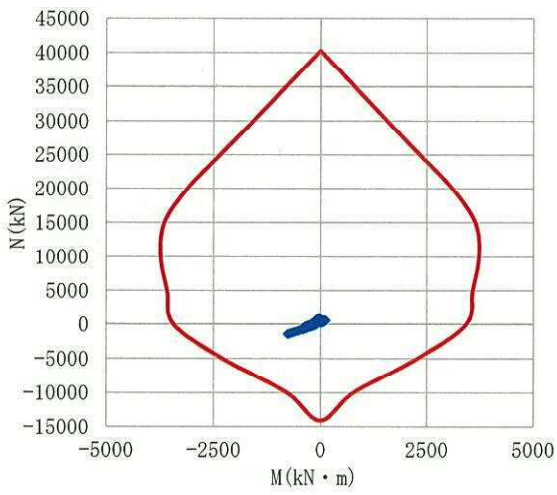
図 2-3 (14) 杭頭のN-M曲線 (S<sub>s</sub>-31 (H-, V+))  
 (検討ケース③: 地盤物性のばらつきを考慮 (-1σ) した解析ケース)



(左)



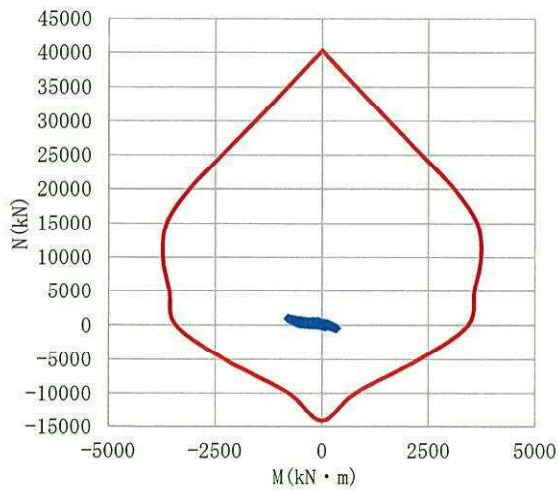
(中)



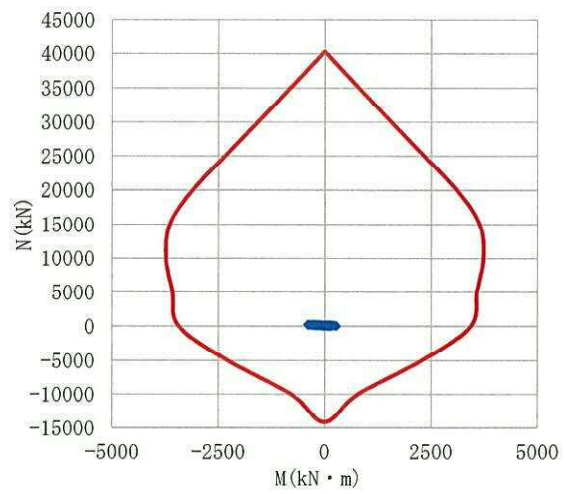
(右)

図 2-3 (15) 杭頭のN-M曲線 (S<sub>s</sub>-3 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せることを仮定した解析ケース)

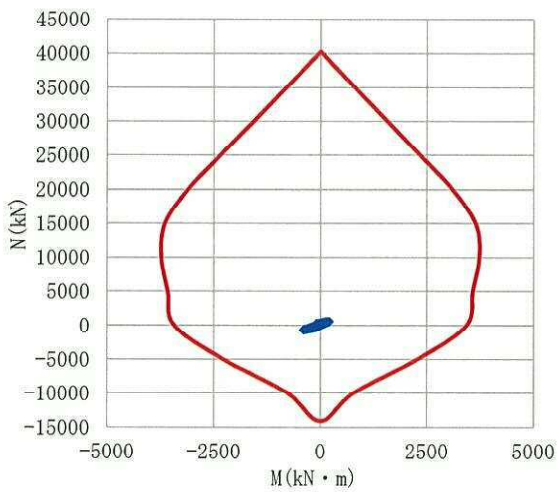




(左)

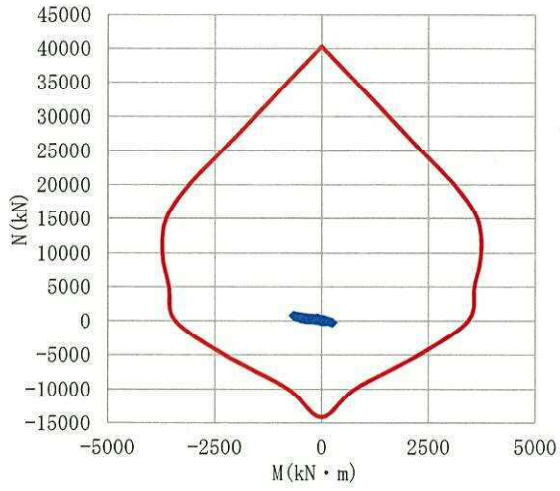


(中)

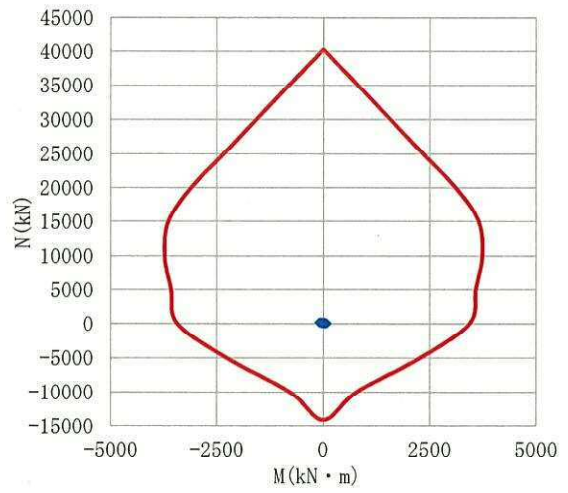


(右)

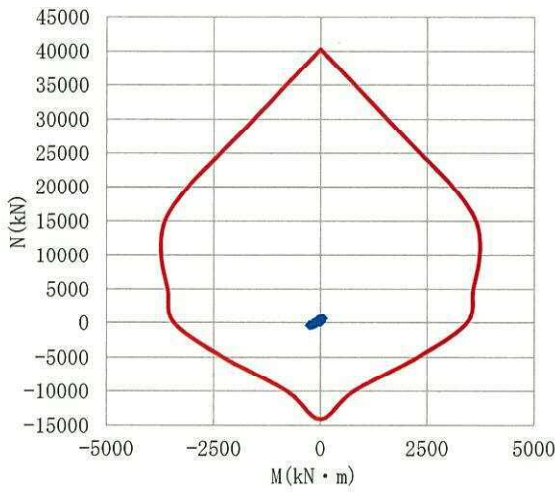
図 2-3 (16) 杭頭のN-M曲線 (S<sub>s</sub>-3 1 (H-, V+))  
 (検討ケース⑤ : 原地盤において非液状化の条件を仮定した解析ケース)



(左)



(中)



(右)

図 2-3 (17) 杭頭のN-M曲線 (S<sub>s</sub>-3 1 (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> -31 (H-, V+)	左	-5752	7176	273.2	442.5	0.62
		左中	-5703	3169	237.3	382.5	0.63
		中	-5503	705	209.0	382.5	0.55
		右中	-5493	-1588	-216.1	-382.5	0.57
		右	-5389	-4856	-240.1	-442.5	0.55

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。

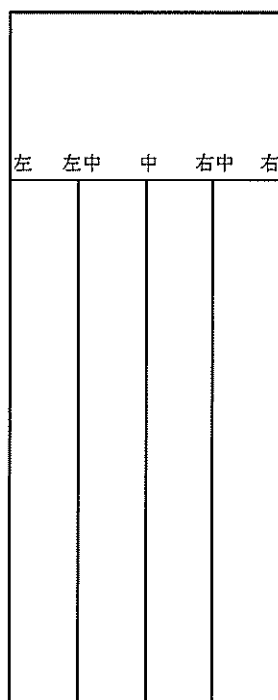
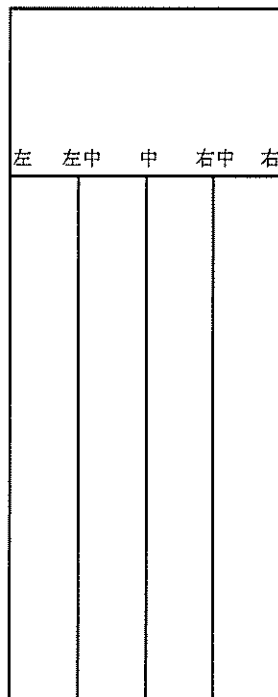


表 3-2 鋼管杭のせん断力に対する照査結果

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>1</sub> -31 (H-, V+)	左	2901	49.37	255.0	0.20
		左中	2795	47.57	217.5	0.22
		中	2675	45.52	217.5	0.21
		右中	2691	45.80	217.5	0.22
		右	2691	45.81	255.0	0.18

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。



## 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  $S_0$  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 ( (社) 日本電気協会)、コンクリート標準示方書 [構造性能照査編] ( (社) 土木学会, 2002 年制定) を適用するが、鉄筋コンクリートの曲げ及びせん断の許容限界については、道路橋示方書 ( I 共通編・IV 下部構造編) ・同解説 ( (社) 日本道路協会, 平成 24 年 3 月)、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 ( (社) 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。

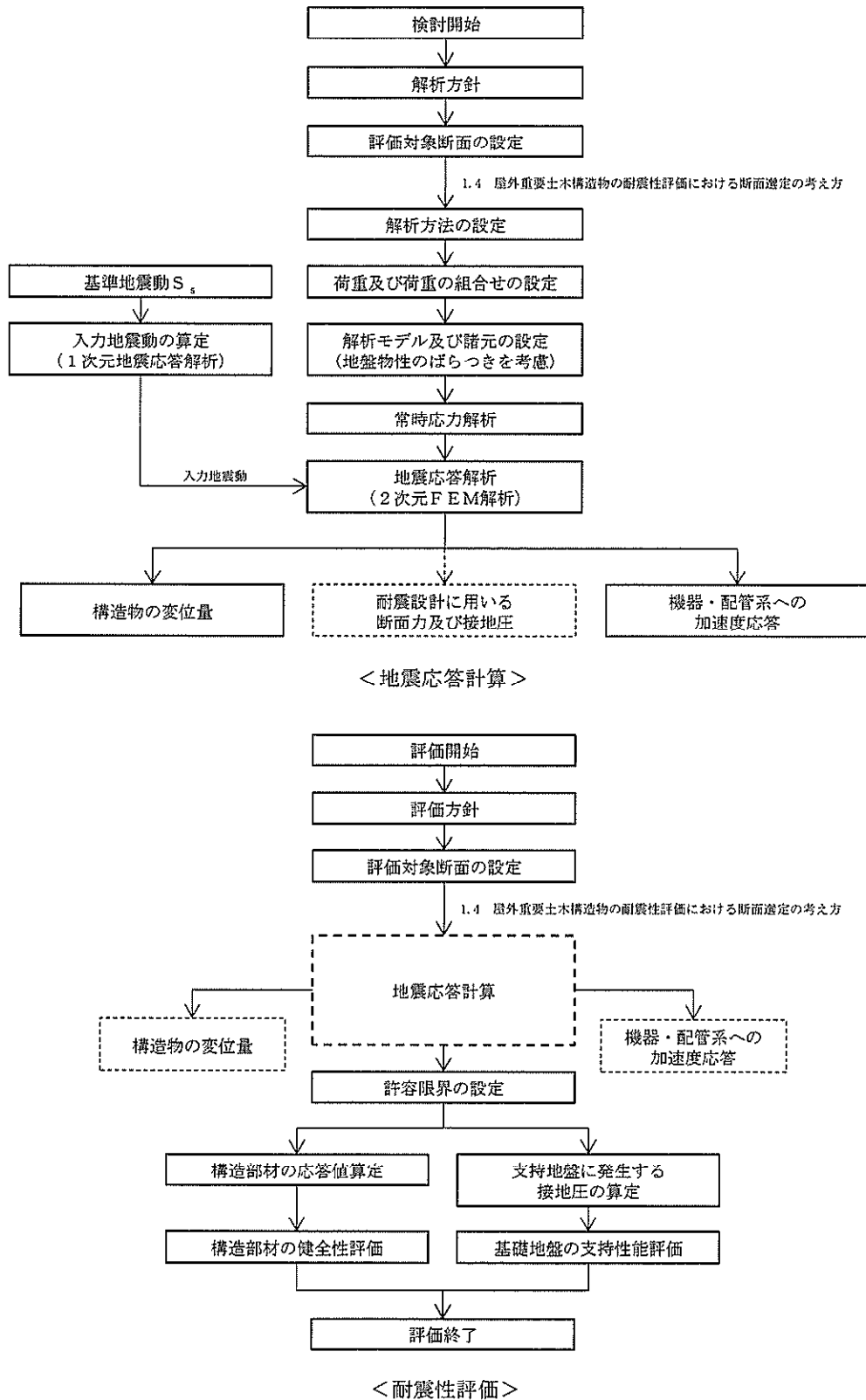


図 18.2-1 可搬型設備用軽油タンク基礎の耐震安全性評価フロー

### 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。

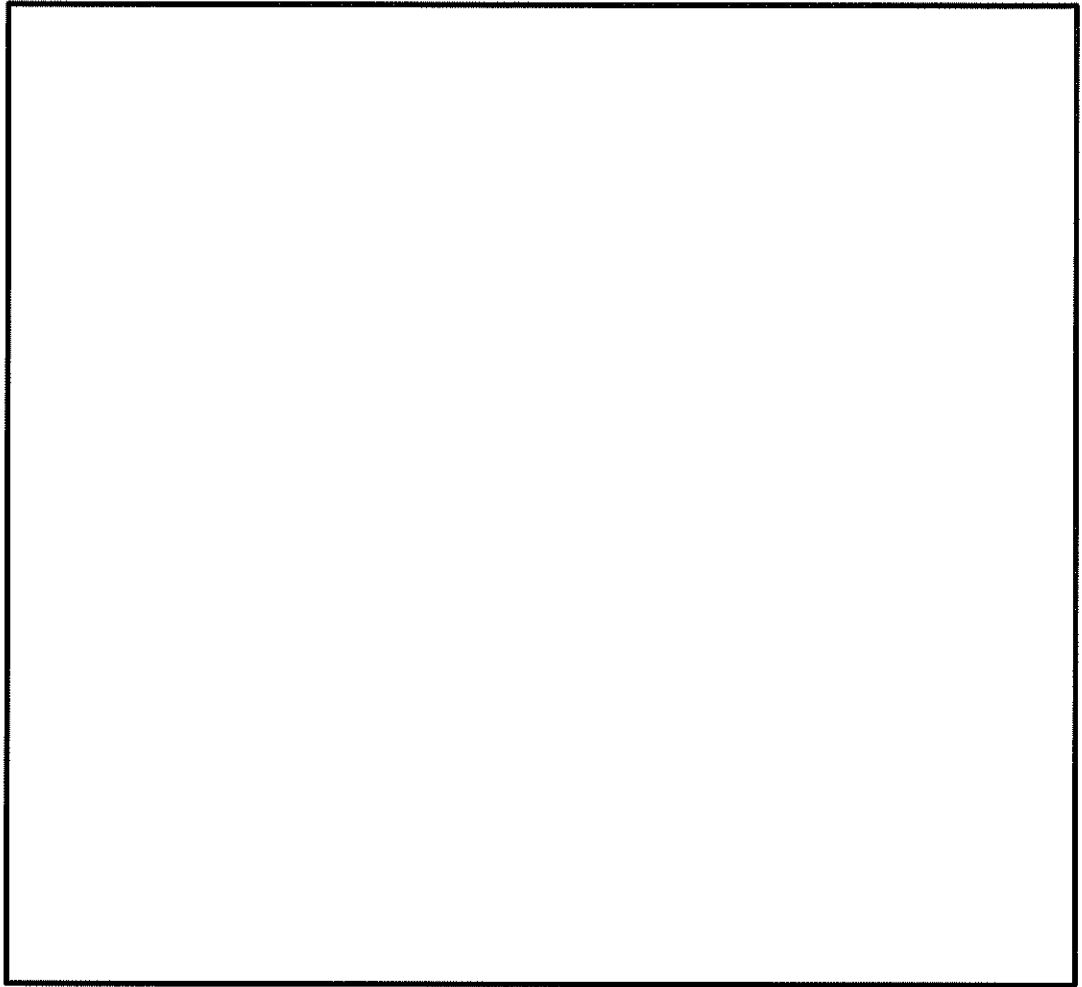


図 18.2-2 可搬型設備用軽油タンク基礎の位置図（全体平面図）



#### 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。

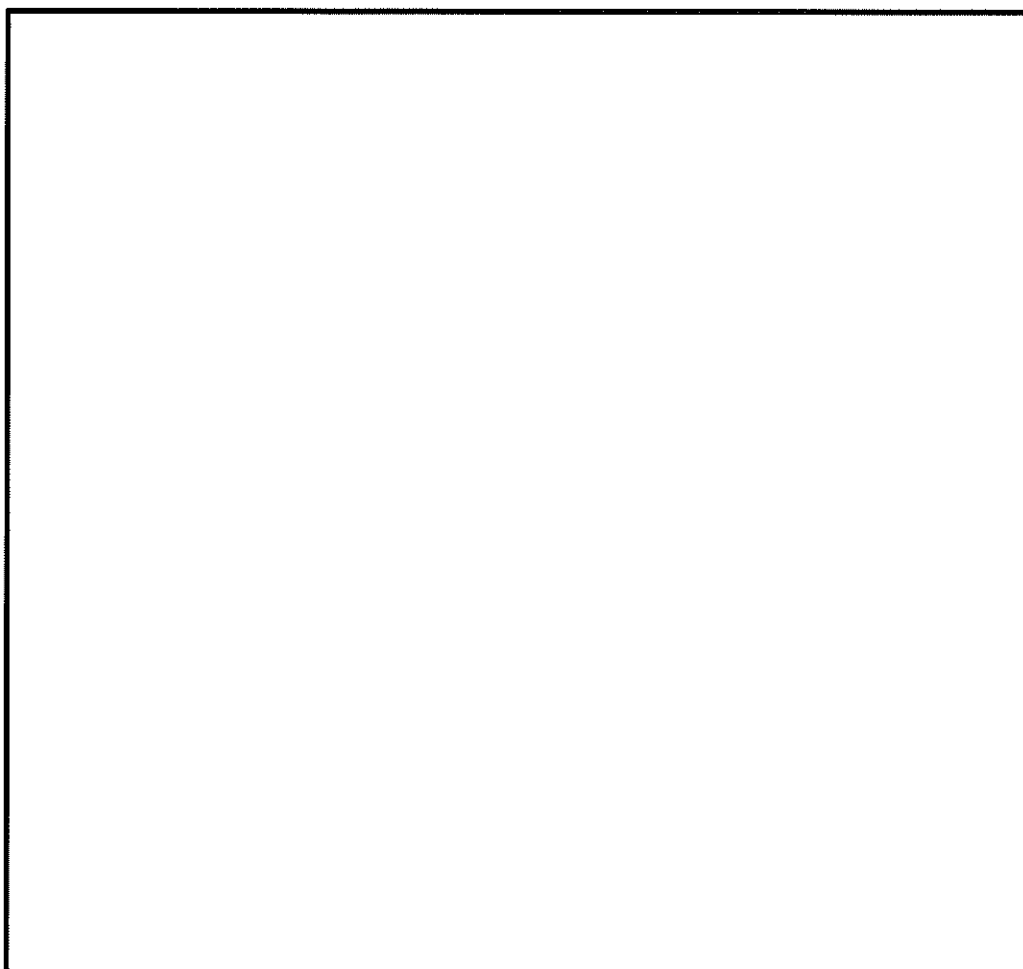
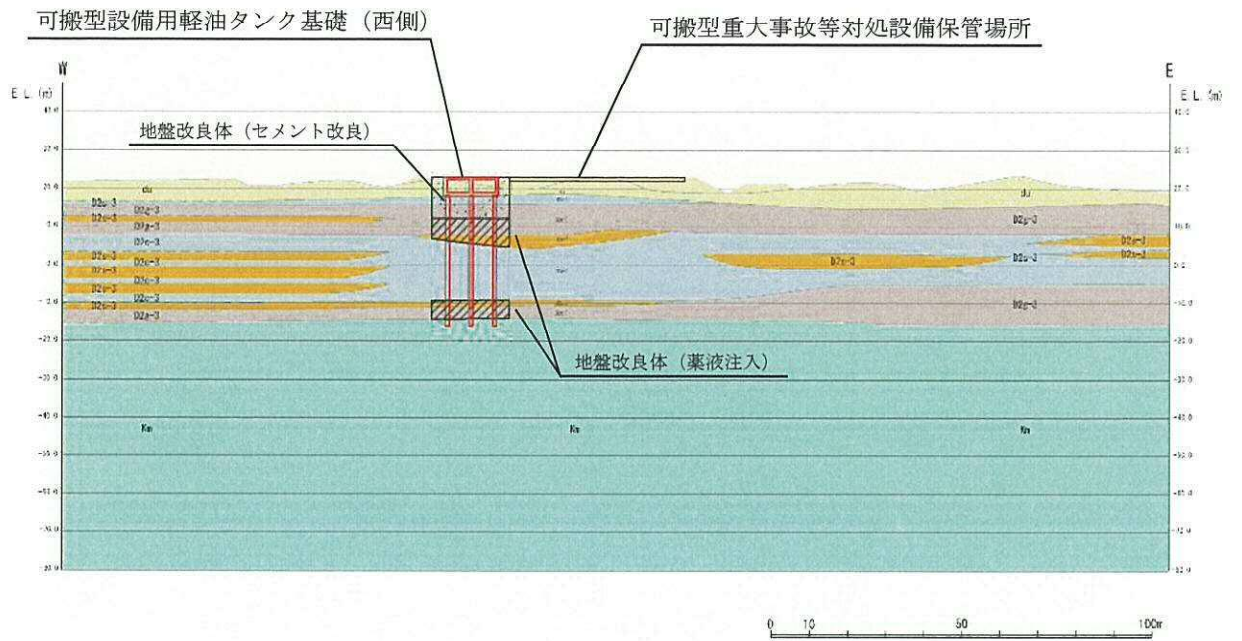
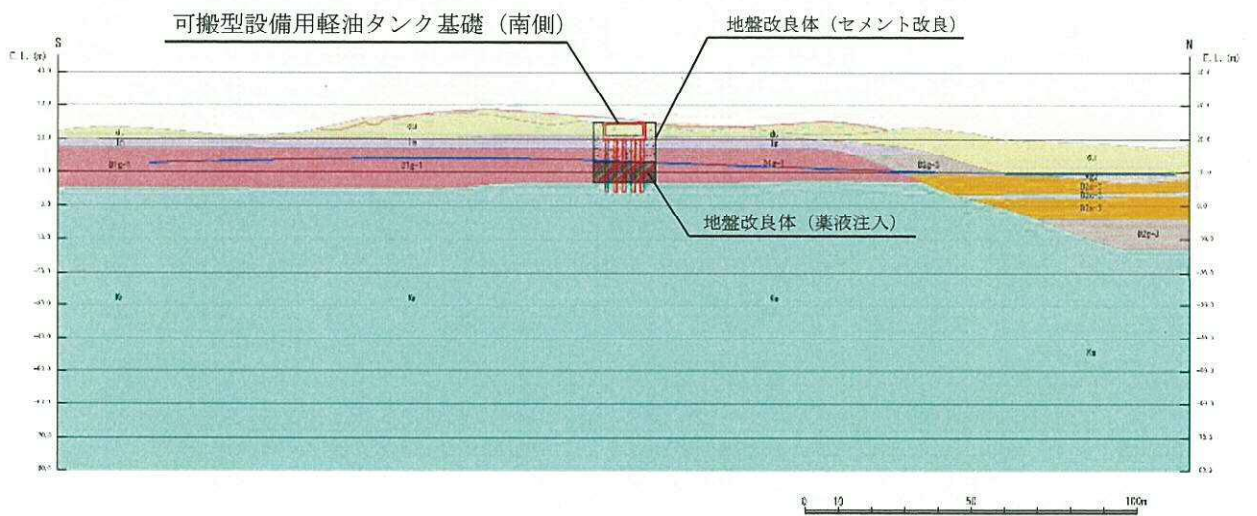


図 18.2-3 可搬型設備用軽油タンク基礎の断面位置図



(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

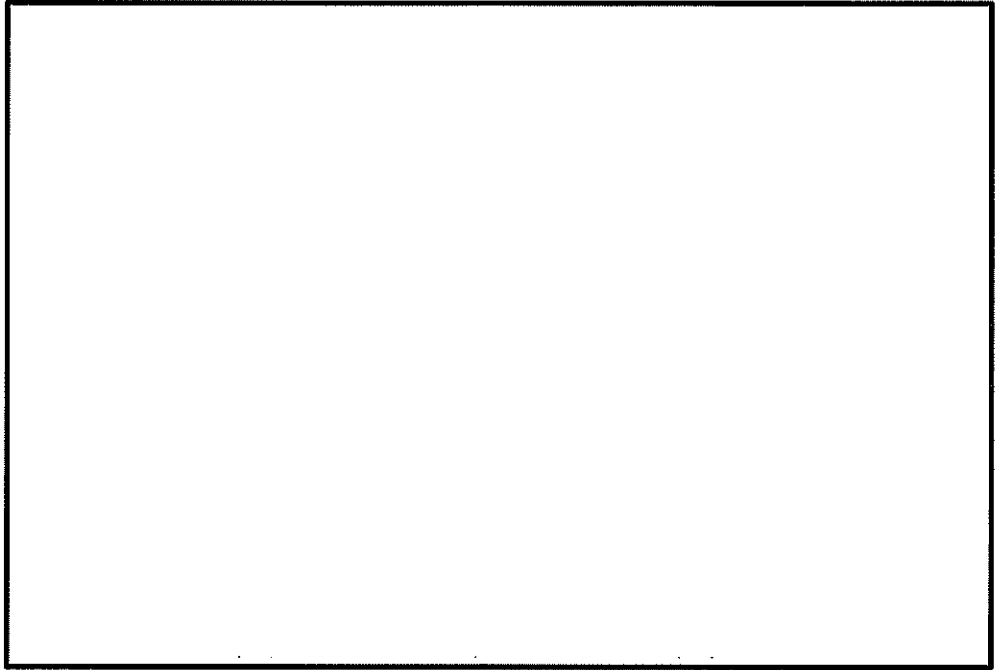


图 18.2-5 (1) 构造概要图 (平面图)

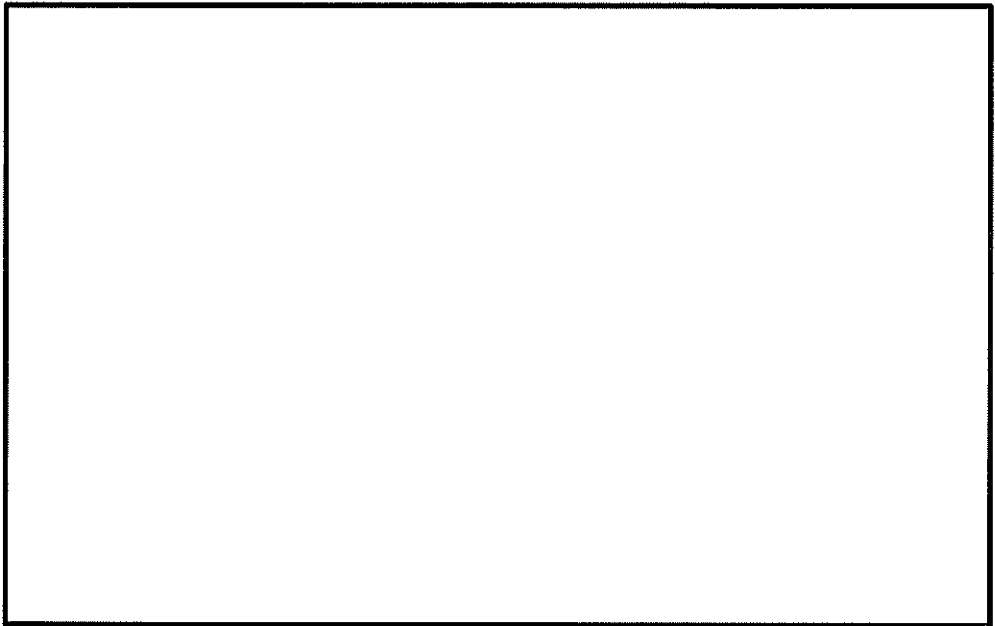


图 18.2-5 (2) 构造概要图 (A-A 断面)

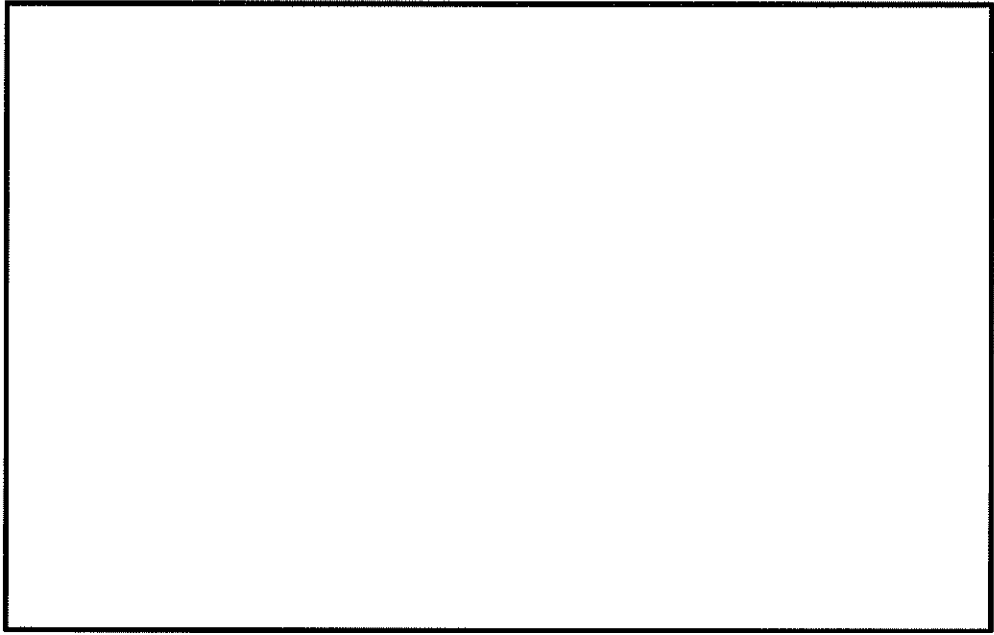


图 18.2-5 (3) 构造概要图 (B-B 断面)

### 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*</sup> 1	0.2 <sup>*1</sup>	5 <sup>*2</sup>
鋼管杭	77 <sup>*3</sup>	2.0×10 <sup>5*</sup> 3	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（（社）日本電気協会）

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

\*4：道路橋示方書（V 耐震設計編）・同解説（（社）日本道路協会，平成 14 年 3 月）

表 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	$\rho$	$g/cm^3$	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	$\sigma'_{na}$	$kN/m^2$	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	$G_{na}$	$kN/m^2$	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	$C_{CD}$	$N/mm^2$	0	0	0	0.012	0	0.01	0	0	0
	内部摩擦角	$\phi_{CD}$	度	37.3	37.3	37.4	41	37.4	35.8	44.4	37.4	30
液状化特性	液状化パラメータ	$\phi_p$	—	34.8	34.8	34.9	38.3	34.9	33.4	41.4	34.9	28
	液状化パラメータ	$S_1$	—	0.047	0.047	0.028	0.046	0.029	0.048	0.030	0.020	0.005
	液状化パラメータ	$W_1$	—	6.5	6.5	56.5	6.9	51.6	17.6	45.2	10.5	5.06
	液状化パラメータ	$P_1$	—	1.26	1.26	9.00	1.00	12.00	4.80	8.00	7.00	0.57
	液状化パラメータ	$P_2$	—	0.80	0.80	0.60	0.75	0.60	0.96	0.60	0.50	0.80
	液状化パラメータ	$C_1$	—	2.00	2.00	3.40	2.27	3.35	3.15	3.82	2.83	1.44

表 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 <sup>*1</sup>	Km	
物理特性	密度 ( ) は地下水位以浅	$\rho$	$g/cm^3$	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	$\sigma'_{na}$	$kN/m^2$	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	$G_{na}$	$kN/m^2$	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	$C_{CD}$	$N/mm^2$	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> )	ポアソン比 $\nu_{cp}$	粘着力 $C_{ct}$ (kN/m <sup>2</sup> )	内部摩擦角 $\phi_{cp}$ (°)	せん断波 速度 $V_s$ (m/s)	基礎初期 せん断剛性 $G_{0a}$ (kN/m <sup>2</sup> )	基礎仕様 弾性係数 $K_{ms}$ (kN/m <sup>3</sup> )	基礎平均有効 主応力 $\sigma'_{ms}$ (kN/m <sup>2</sup> )	拘束圧 依存係数 $\alpha_{\sigma, \epsilon, k}$	最大繰戻 減衰率 $\ln R_{max} (-)$	ポアソン比 $\nu_{cs}$	繰戻波 速度 $V_p$ (m/s)
1	10	9.5 ~ 10.5	1.72	0.16	226	24.2	425	310, 675	353, 317	504	0.0	0.165	0.464	1, 640
2	9	8.5 ~ 9.5	1.72	0.16	304	24.1	426	312, 139	354, 932	504	0.0	0.165	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	0.165	0.464	1, 648
4	7	6.5 ~ 7.5	1.72	0.16	316	23.9	428	315, 076	358, 322	504	0.0	0.165	0.464	1, 651
5	6	5.5 ~ 6.5	1.72	0.16	322	23.8	429	316, 551	359, 999	504	0.0	0.166	0.464	1, 651
6	5	4.5 ~ 5.5	1.72	0.16	328	23.7	429	318, 029	361, 679	504	0.0	0.166	0.463	1, 638
7	4	3.5 ~ 4.5	1.72	0.16	334	23.6	430	319, 509	363, 363	504	0.0	0.167	0.463	1, 642
8	3	2.5 ~ 3.5	1.72	0.16	340	23.5	431	319, 509	363, 363	504	0.0	0.167	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	0.167	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	0.167	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	0.167	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	0.168	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	0.168	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	0.168	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	0.168	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	0.169	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	0.169	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	0.169	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	0.169	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	338, 544	385, 874	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	0.16	491	21.0	450	348, 300	394, 471	498	0.0	0.112	0.461	1, 673
28	-24	-25 ~ -23	1.72	0.15	503	20.8	452	351, 403	394, 870	498	0.0	0.113	0.461	1, 680
29	-26	-27 ~ -25	1.72	0.15	516	20.6	453	352, 959	396, 574	498	0.0	0.113	0.460	1, 684
30	-28	-29 ~ -27	1.72	0.15	527	20.4	455	356, 083	399, 956	498	0.0	0.114	0.460	1, 674
31	-30	-31 ~ -29	1.72	0.15	539	20.2	456	357, 650	399, 712	498	0.0	0.114	0.460	1, 678
32	-32	-33 ~ -31	1.72	0.15	551	20.0	458	360, 794	398, 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	576	19.6	461	365, 536	398, 349	498	0.0	0.115	0.459	1, 673
35	-38	-39 ~ -37	1.72	0.15	587	19.4	462	367, 124	398, 088	498	0.0	0.115	0.459	1, 678
36	-40	-41 ~ -39	1.72	0.15	599	19.2	464	370, 209	398, 577	498	0.0	0.115	0.459	1, 685
37	-42	-43 ~ -41	1.72	0.15	611	19.0	465	371, 907	397, 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, 676
39	-46	-47 ~ -45	1.72	0.15	636	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, 651	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	394, 976	429, 307	498	0.0	0.119	0.457	1, 692
45	-58	-59 ~ -57	1.73	0.15	708	17.5	478	398, 277	432, 922	498	0.0	0.119	0.457	1, 689
46	-60	-61 ~ -59	1.73	0.15	720	17.3	479	398, 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	416, 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	-83 ~ -81	1.73	0.14	852	15.1	496	425, 603	449, 253	492	0.0	0.123	0.455	1, 728
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, 662	492	0.0	0.124	0.454	1, 738
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	995	12.9	513	455, 282	483, 485	495	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	476, 016	483, 575	486	0.0	0.127	0.451	1, 754
64	-126	-130 ~ -123	1.73	0.13	1, 118	10.7	530	485, 657	494, 713	486	0.0	0.128	0.450	1, 788



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> )	$G_0 = \rho_t / 1000 \times V_s^2$ $V_s = 147.6 \times q_u^{0.417}$ (m/s) $q_u$ : 一軸圧縮強度 (kgf/cm <sup>2</sup> )	
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 $G/G_0 \sim \gamma$	$G/G_0 = \frac{1}{1 + \gamma / 0.000537}$ $\gamma$ : せん断ひずみ (-)	$G/G_0 = \frac{1}{1 + \gamma / 0.001560}$ $\gamma$ : せん断ひずみ (-)
	減衰定数 $h \sim \gamma$	$h = 0.152 \frac{\gamma / 0.000537}{1 + \gamma / 0.000537}$ $\gamma$ : せん断ひずみ (-)	$h = 0.178 \frac{\gamma / 0.001560}{1 + \gamma / 0.001560}$ $\gamma$ : せん断ひずみ (-)
	粘着力 $C$ (N/mm <sup>2</sup> )	$C = q_u / 2$ $q_u$ : 一軸圧縮強度 (N/mm <sup>2</sup> )	
強度特性	ピーク強度 $C_u$ (N/mm <sup>2</sup> )	1.44 P + 1.76 P: 圧密圧力 (N/mm <sup>2</sup> )	1.60 P + 7.80 P: 圧密圧力 (N/mm <sup>2</sup> )
	残留強度 $\tau_o$ (N/mm <sup>2</sup> )	1.44 P + 0.808 P: 圧密圧力 (N/mm <sup>2</sup> )	1.60 P + 2.05 P: 圧密圧力 (N/mm <sup>2</sup> )

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

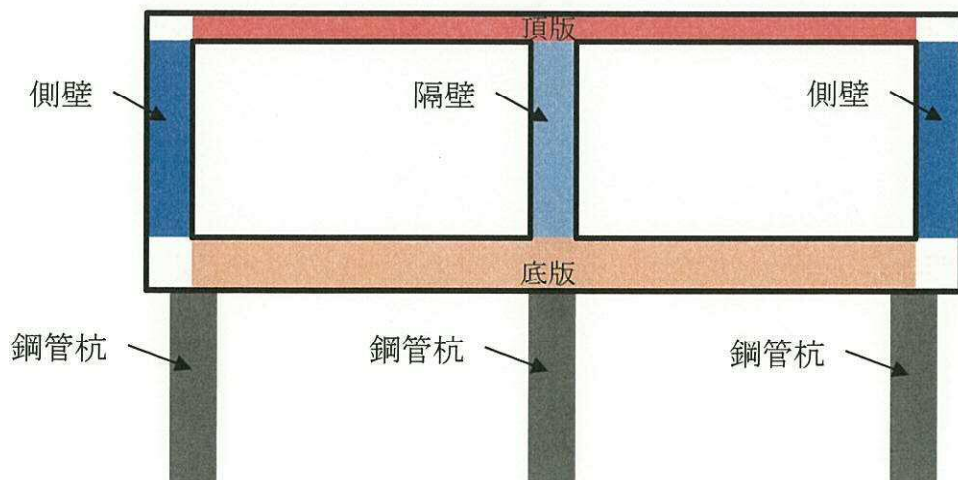


図 18.2-6 評価部位

## 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。

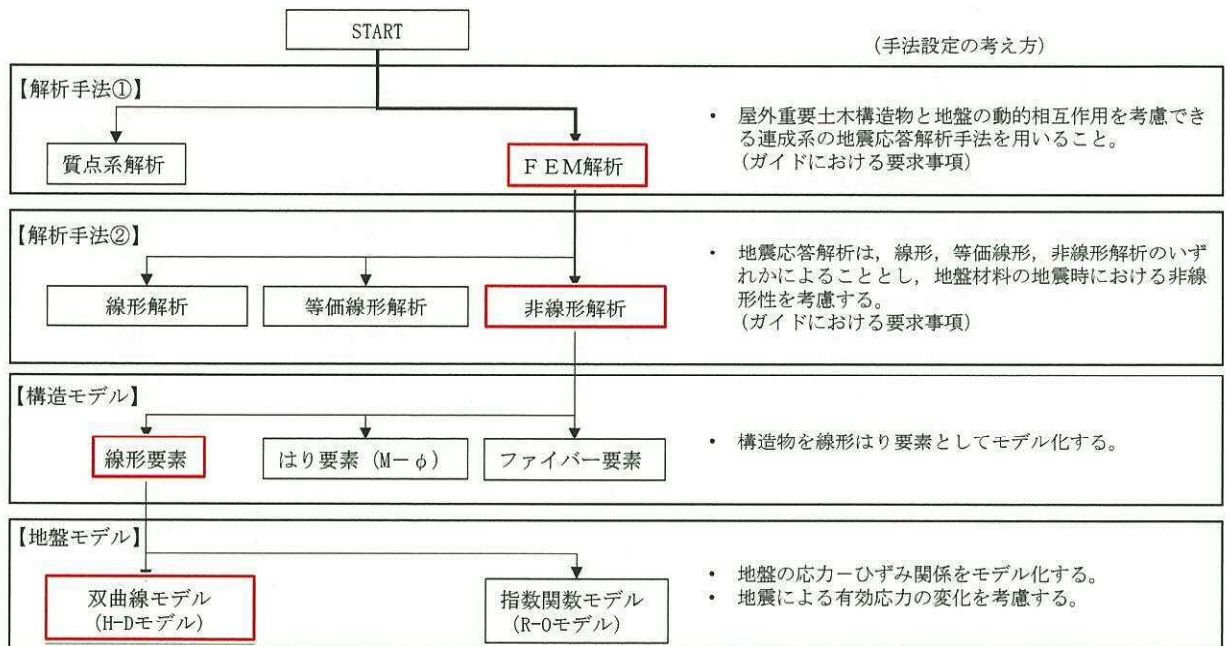


図 18.2-7 地震応答解析手法の選定フロー

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。

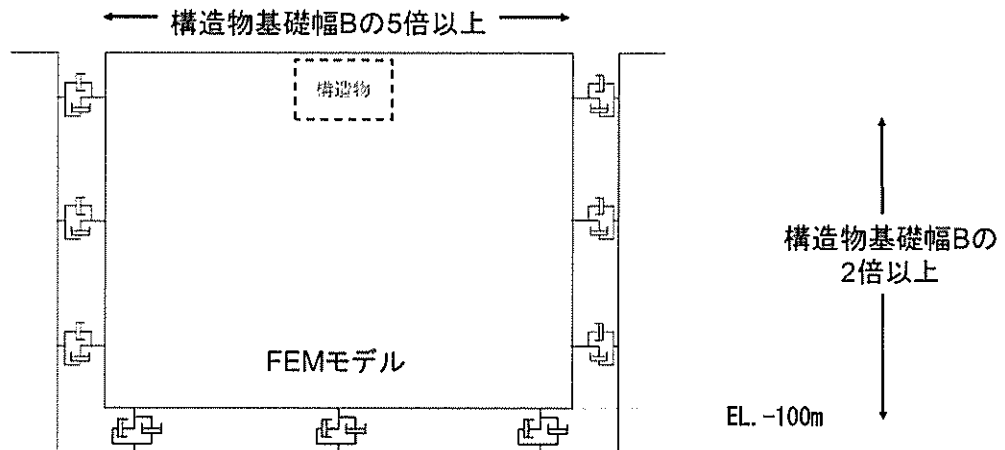


図 18.2-8 モデル範囲の考え方

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。

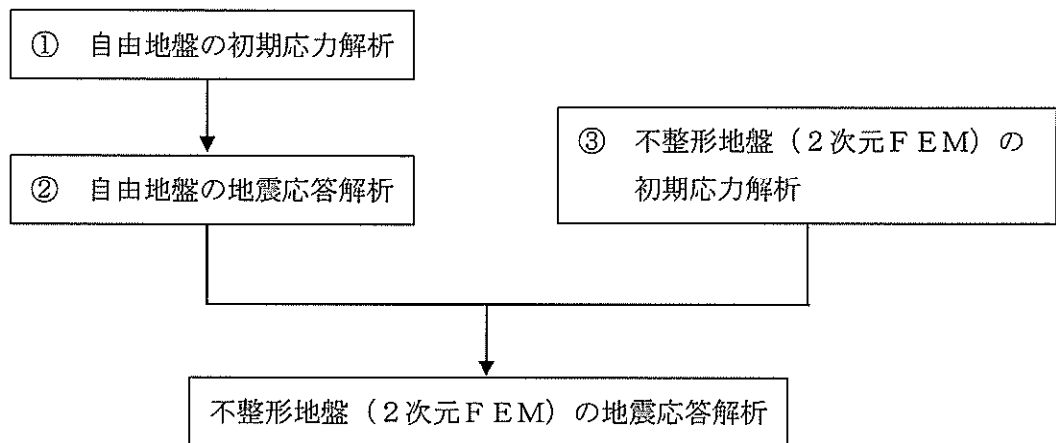


図18.2-9 自由地盤の初期応力解析から不整形地盤（2次元FEM）の地震応答解析までのフロー



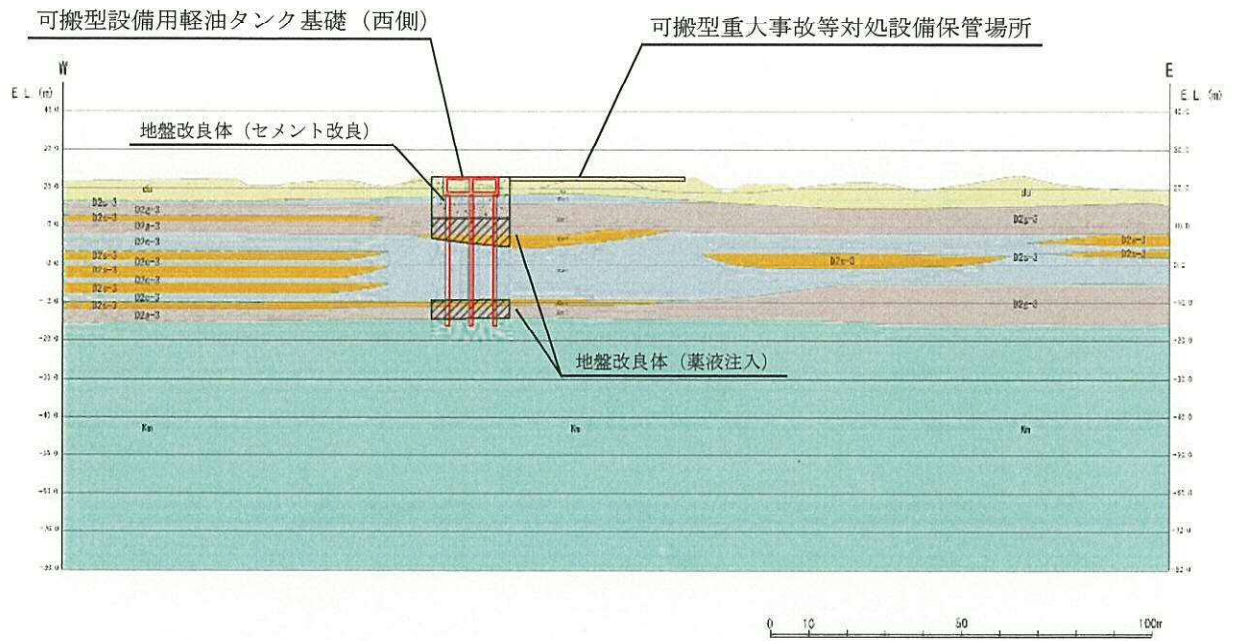


図 18.2-10 (1) 地質断面図 (①-①断面)

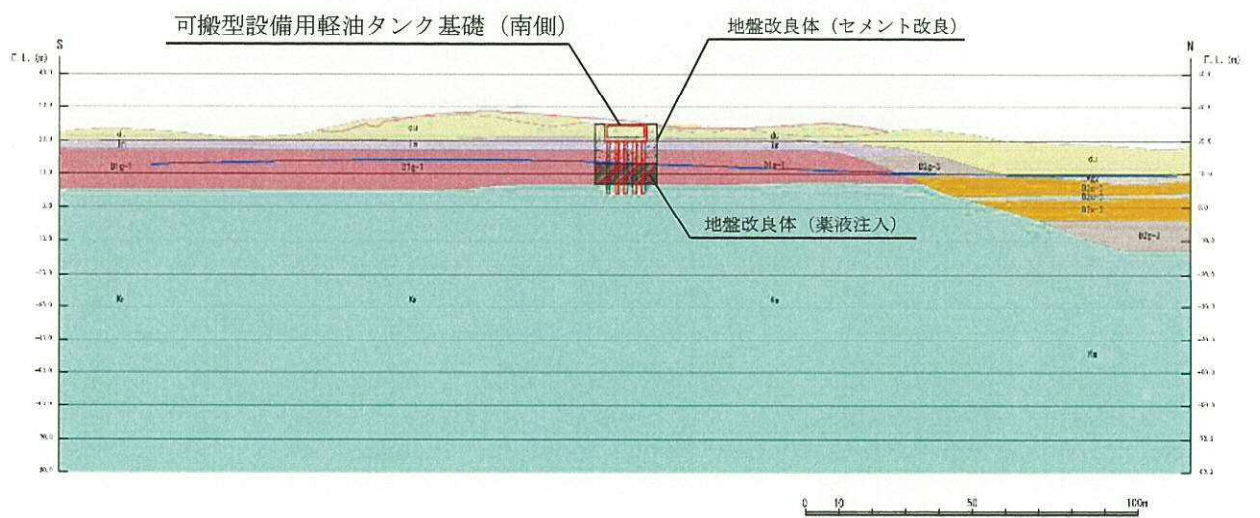


図 18.2-10 (2) 地質断面図 (④-④断面)

(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。

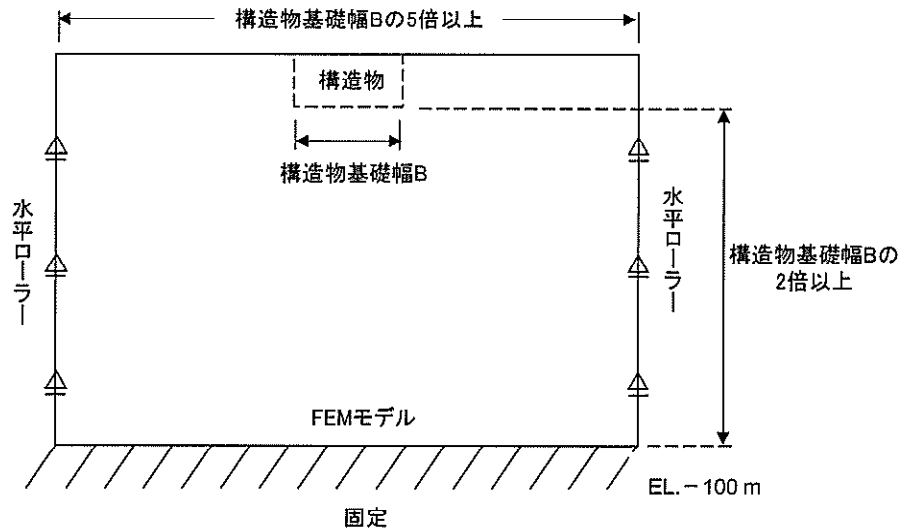


図 18.2-11 固有値解析における境界条件の概念図

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。

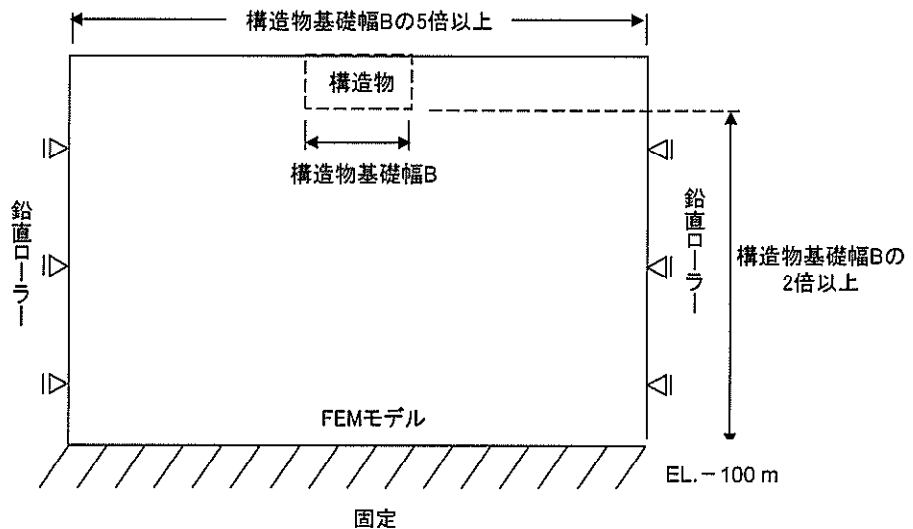


図 18.2-12 初期応力解析における境界条件の概念図

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。



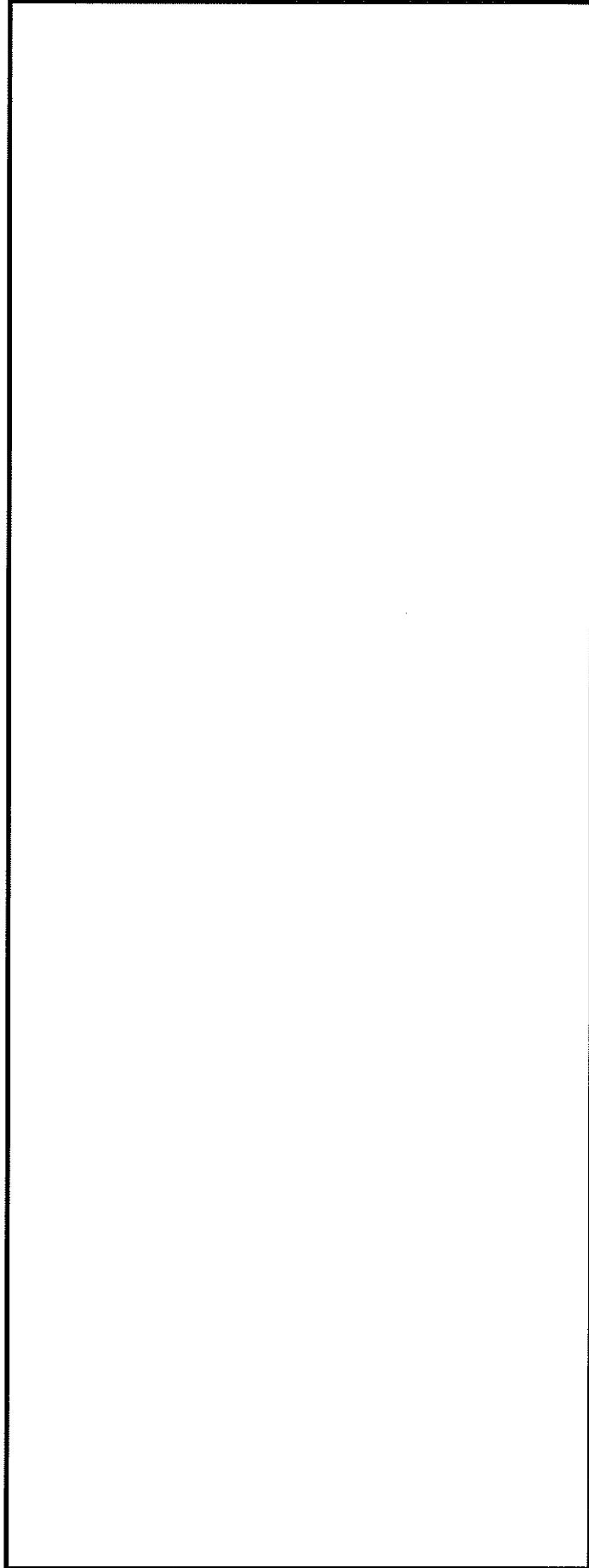


図 18.2-13 (1) 可搬型設備用軽油タンク基礎の地震応答解析モデル  
(①-①断面 モデル全体)

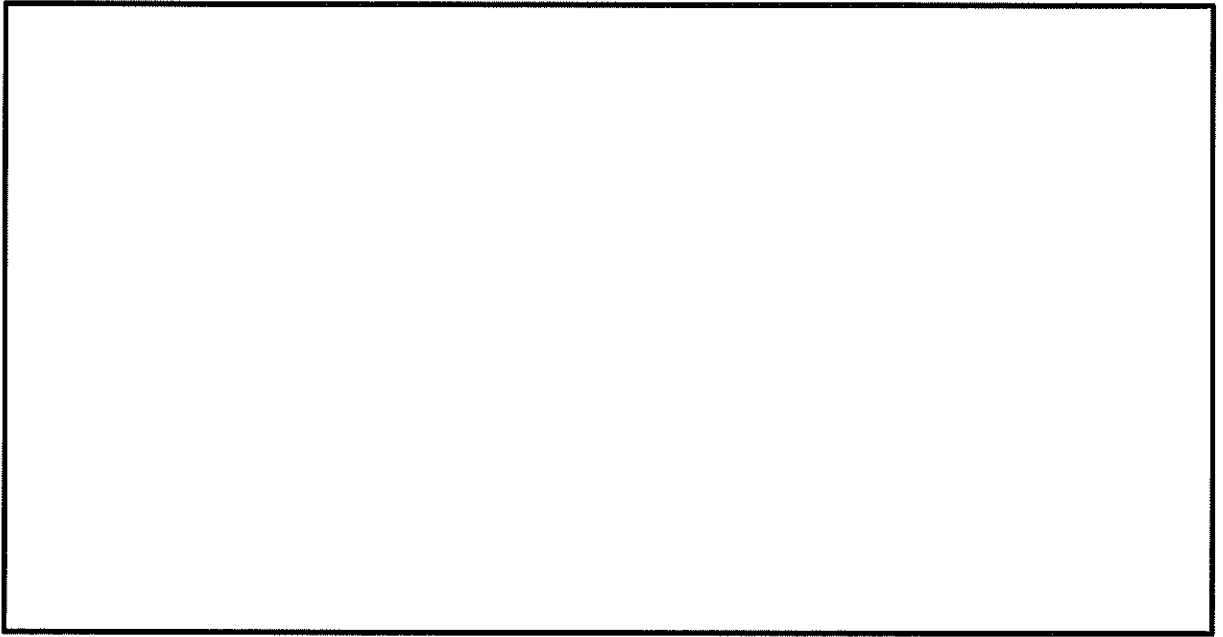


図 18.2-13 (2) 可搬型設備用軽油タンク基礎の地震応答解析モデル  
(①-①断面 モデル位置拡大)

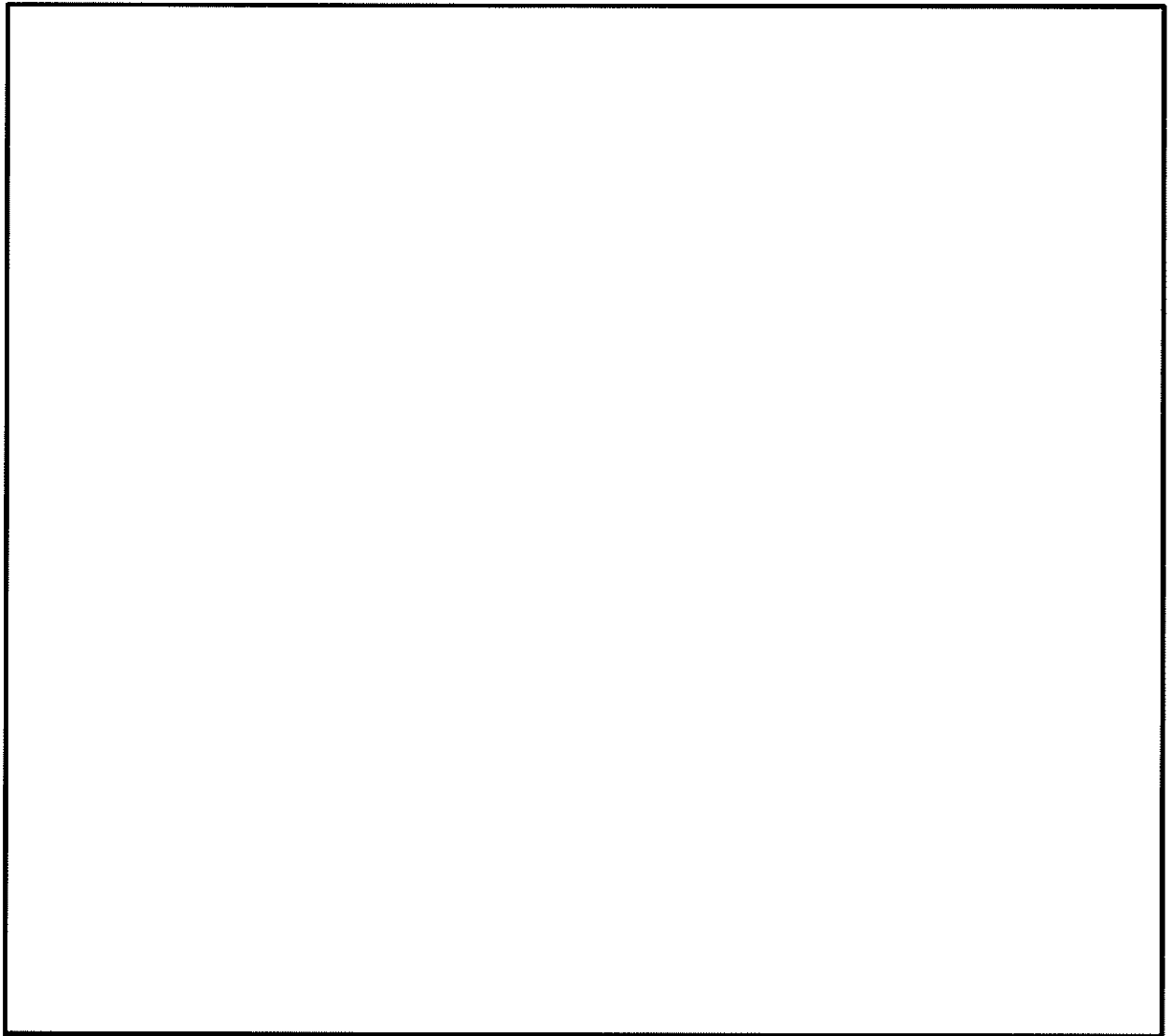


図 18.2-13 (3) 可搬型設備用軽油タンク基礎の地震応答解析モデル  
(④-④断面 モデル全体)

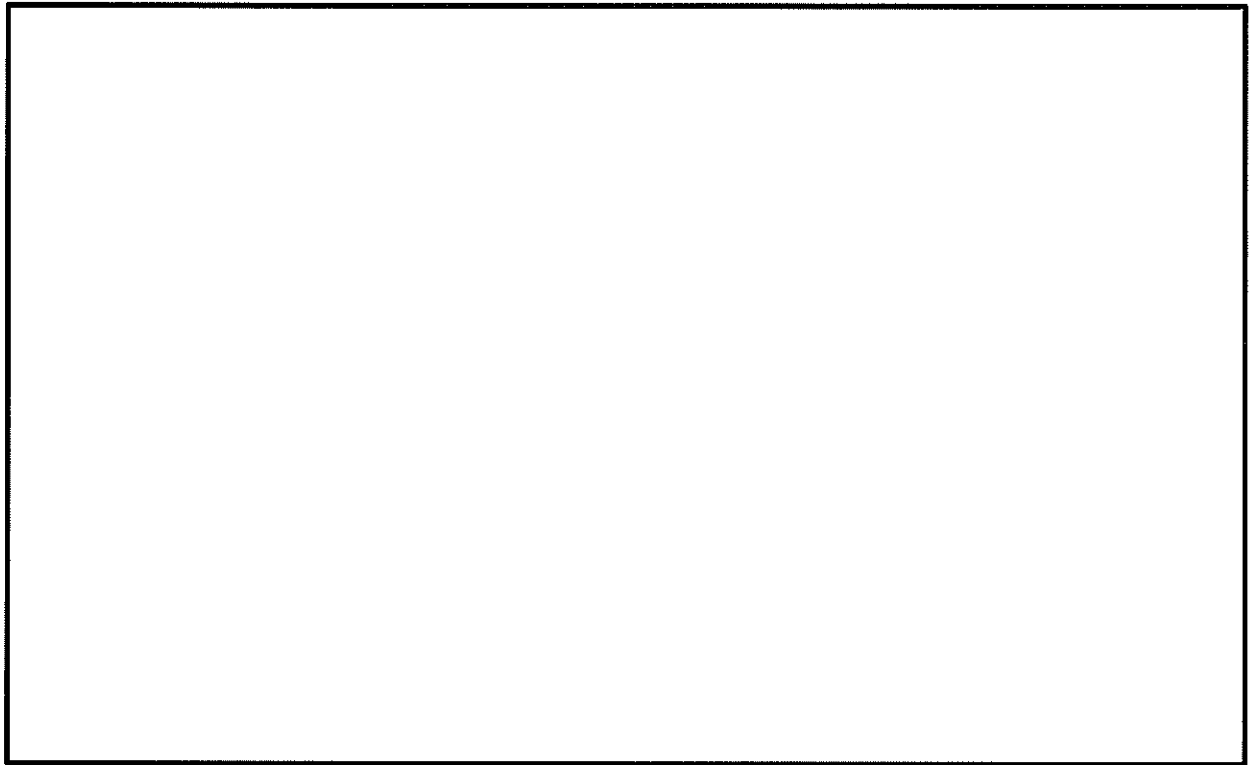


図 18.2-13 (4) 可搬型設備用軽油タンク基礎の地震応答解析モデル  
(④-④断面 モデル位置拡大)

(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〕（（社）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。

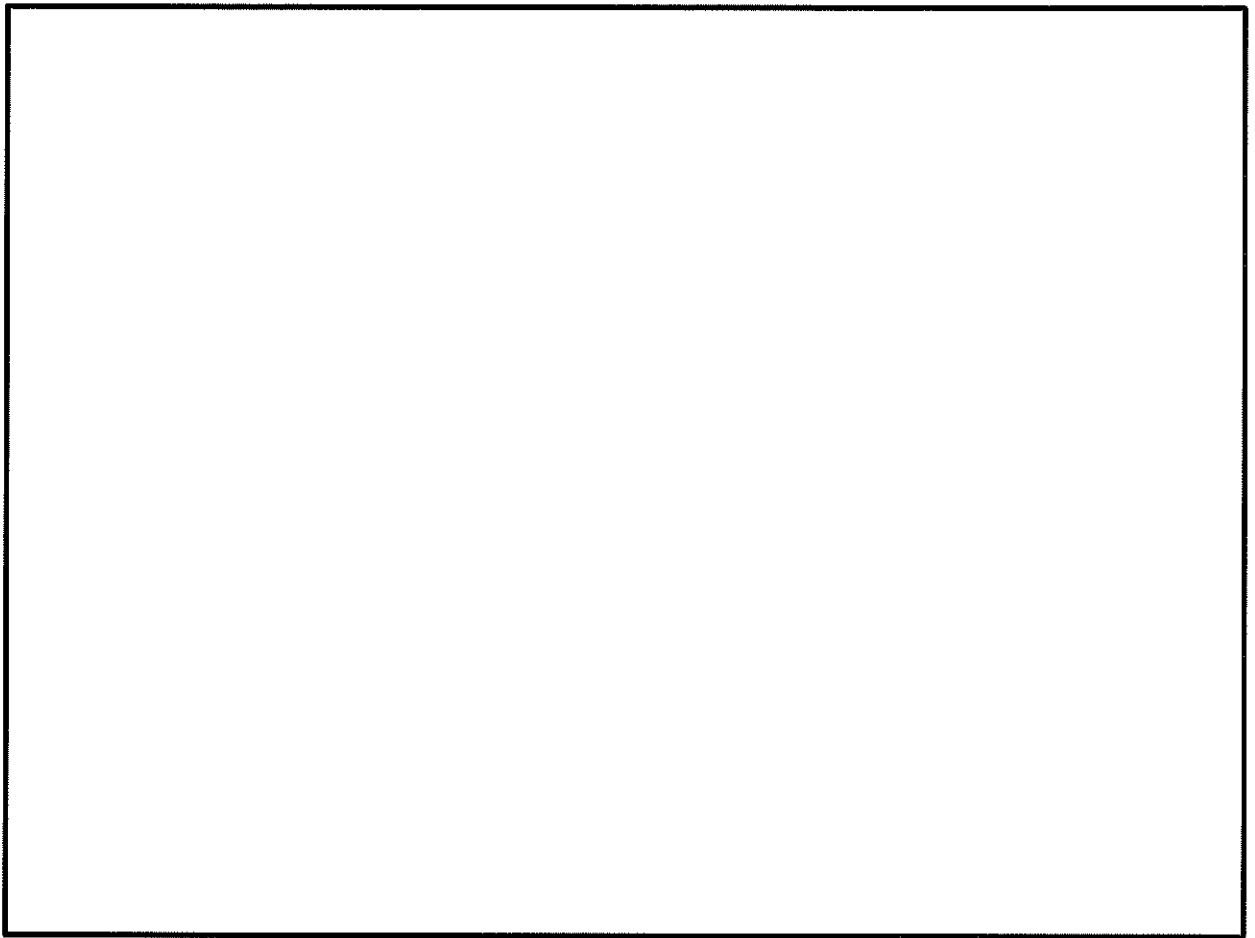


図 18.2-14 (1) 可搬型設備用軽油タンク基礎の解析モデル (①－①断面)

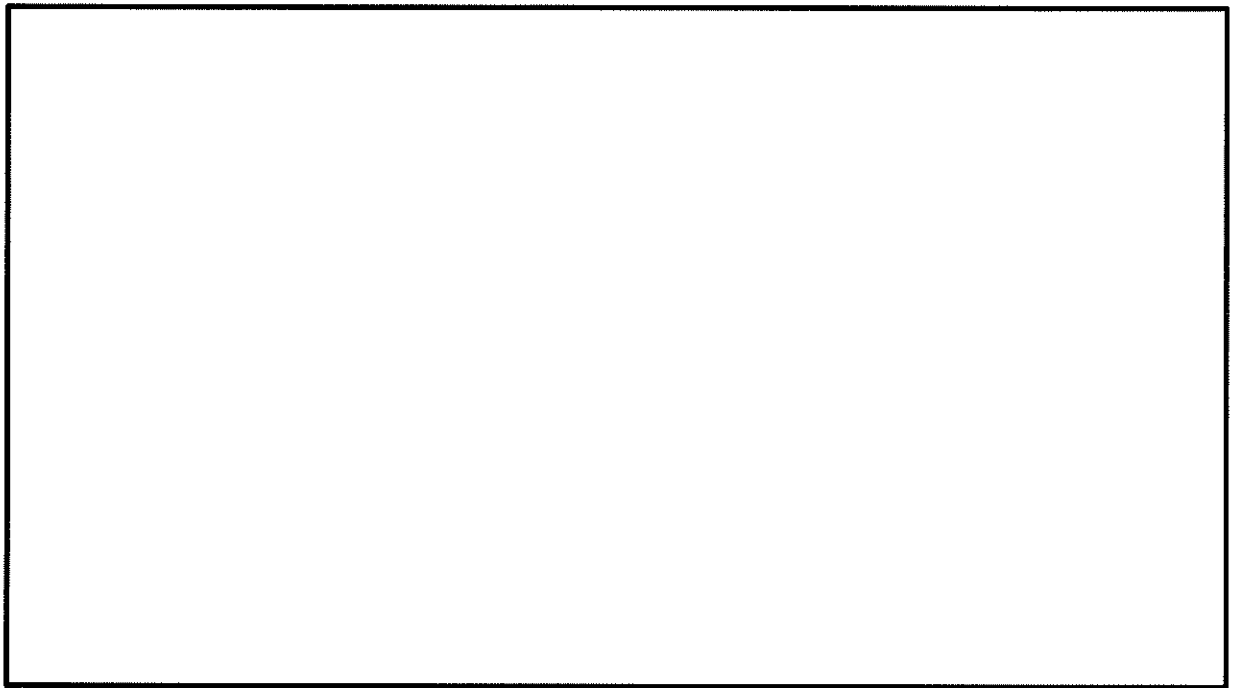


図 18.2-14 (2) 可搬型設備用軽油タンク基礎のモデル概要 (①-①断面)  
(構造物部分拡大図)

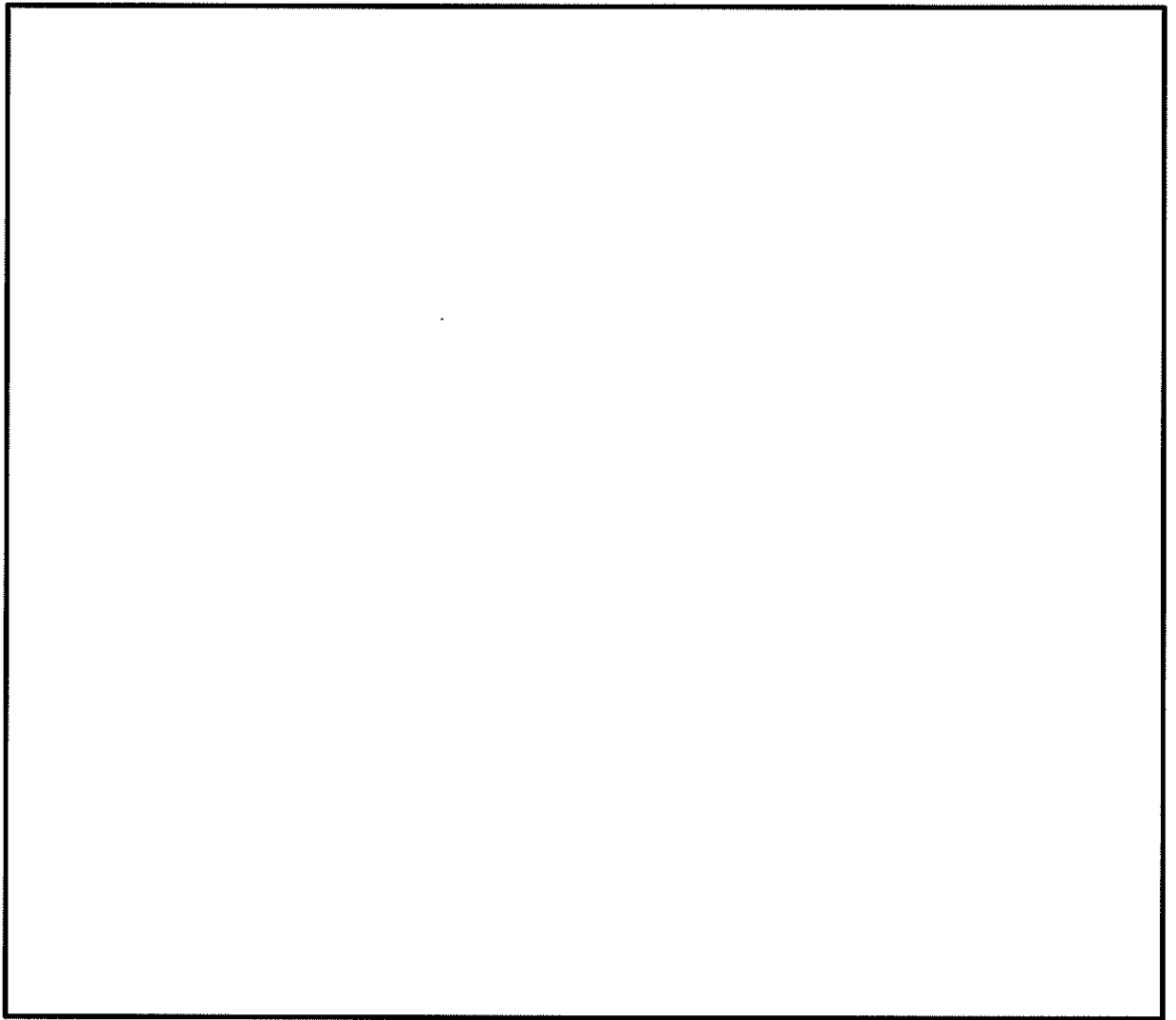


図 18.2-14 (3) 可搬型設備用軽油タンク基礎のモデル概要 (④-④断面)

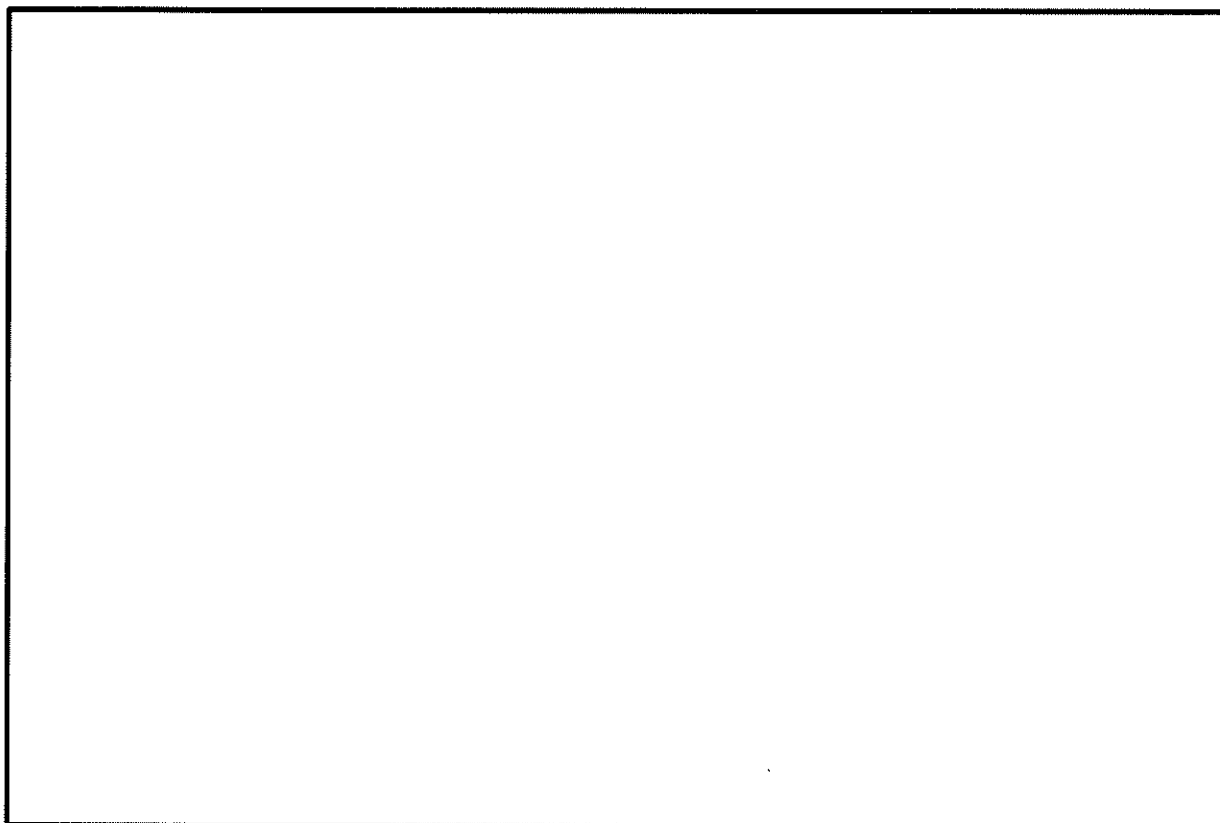


図 18.2-14 (4) 可搬型設備用軽油タンク基礎のモデル概要 (④-④断面)  
(構造物部分拡大図)



(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

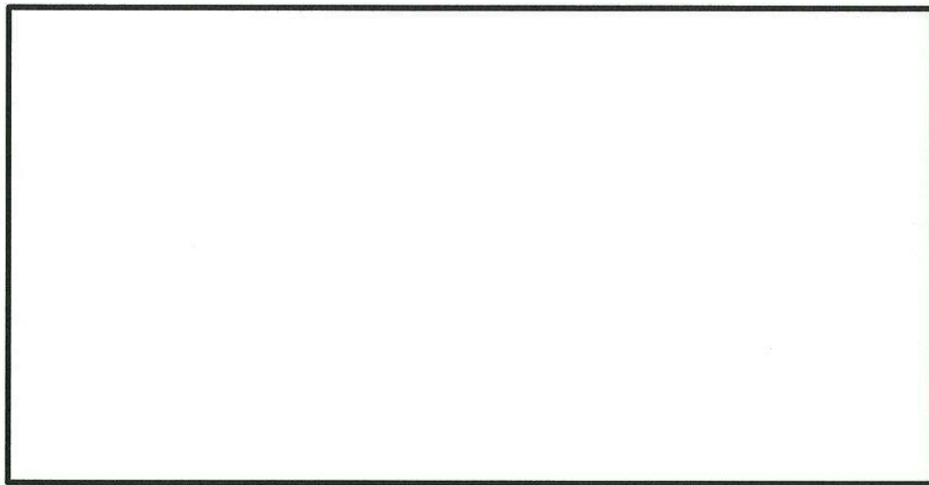
周辺の状況		粘着力 c (N/mm <sup>2</sup> )	内部摩擦角 (度)	備考
第四紀層	f 1 層	0	37.3	du 層で代用
	du 層	0	37.3	—
	1m 層	0.042	27.3	—
	D2c-3 層	0.026	35.6	—
	D2s-3 層	0.01	35.8	—
	D2g-3 層	0	44.4	—
新第三系	Km 層	$c = 0.358 - 0.00603 \cdot z$	$\phi = 23.2 + 0.0990 \cdot z$	—
地盤改良体		0.5	0	—

z : 標高 (m)

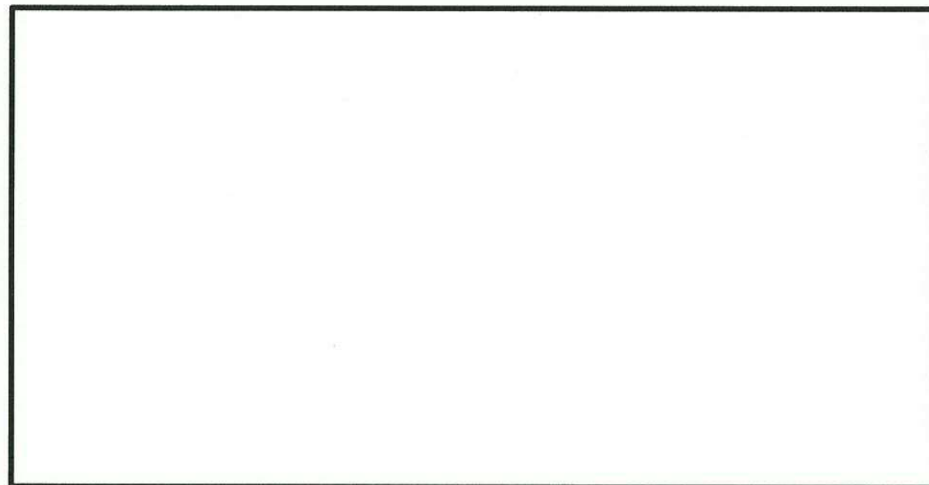
ジョイント要素のばね定数は、数値解析上不安定な挙動を起こさない程度に十分に大きい値として、港湾構造物設計事例集（沿岸技術研究センター）に従い、表 18.2-8 のとおり設定する。ジョイント要素の設定位置を図 18.2-15 に、ジョイント要素設定の考え方を図 18.2-16 に示す。

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

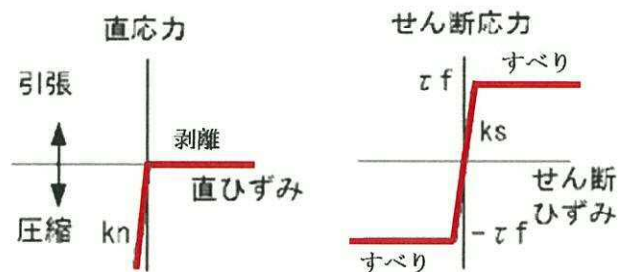


図 18.2-16 ジョイント要素の考え方

(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)

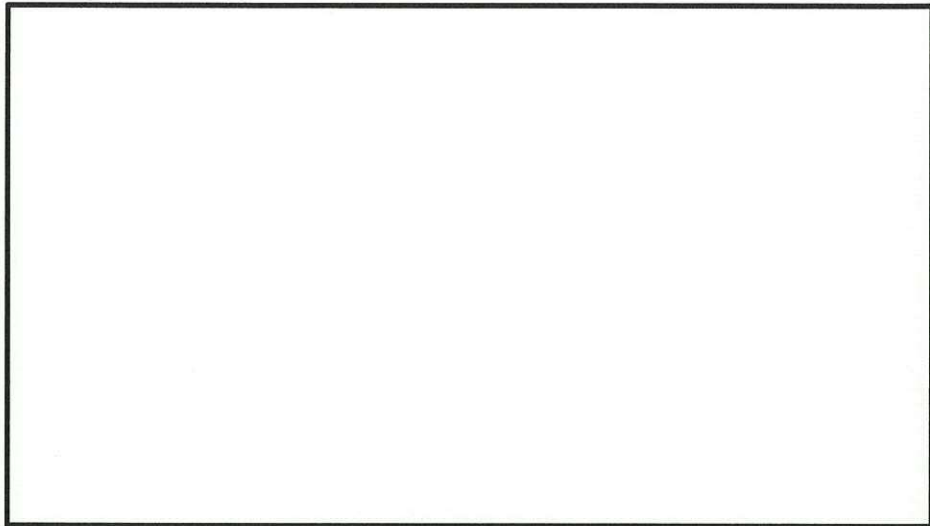
杭-地盤相互作用ばねの杭軸方向のばね定数は、数値解析上不安定な挙動を起こさない程度に十分大きい値として、表 18.2-10 のとおり設定する。

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\*。

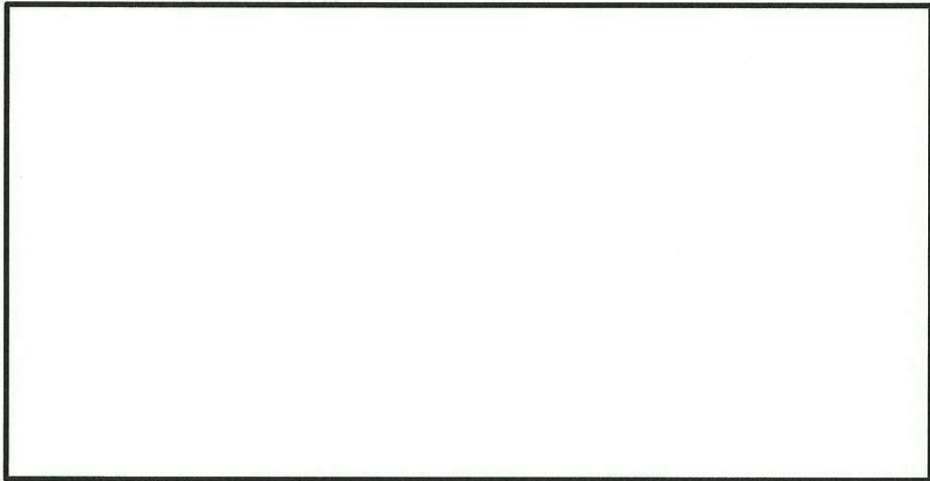
\* FLIP 研究会 14 年間の検討成果のまとめ「理論編」

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	$1.0 \times 10^6$



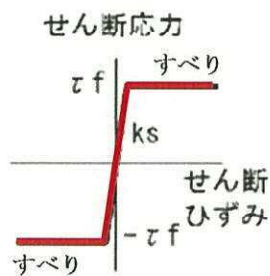
(①-①断面)



(④-④断面)

— : 杭-地盤相互作用ばネ要素

(a) 杭-地盤相互作用ばネ配置図



(b) 杭-地盤相互作用ばネ (杭軸方向) の力学的特性

図 18.2-17 杭-地盤相互作用ばネ設定の考え方

(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	$1.0 \times 10^6$

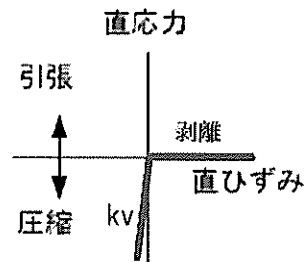


図 18.2-18 杭下端ジョイントばねの考え方

#### 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た1次固有振動数

h : 各材料の減衰定数

地盤の減衰定数は1%（解析における減衰は、ひずみが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。

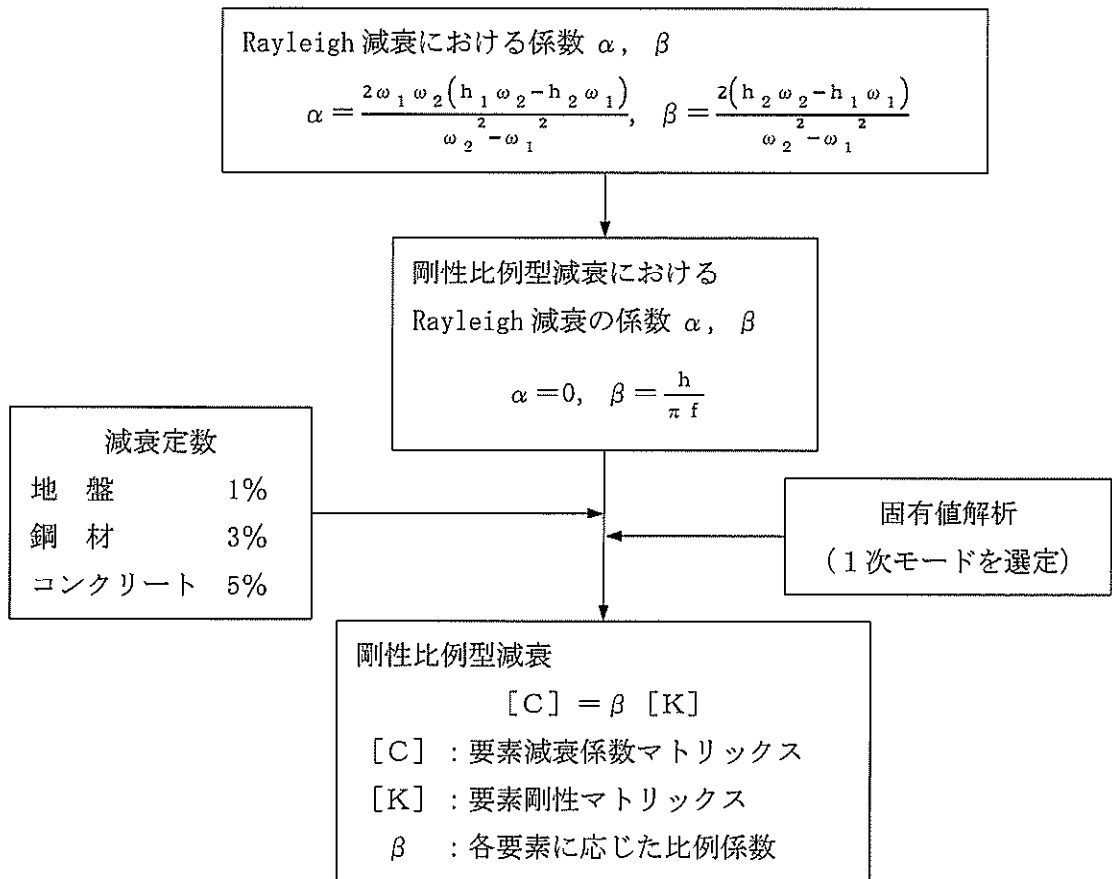


図 18.2-19 Rayleigh 減衰の設定フロー



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で設定する。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。

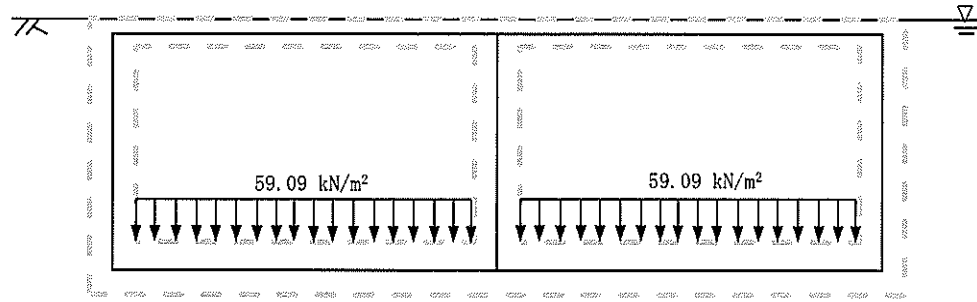
表 18.2-13 荷重の組合せ

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 $S_0$ 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	

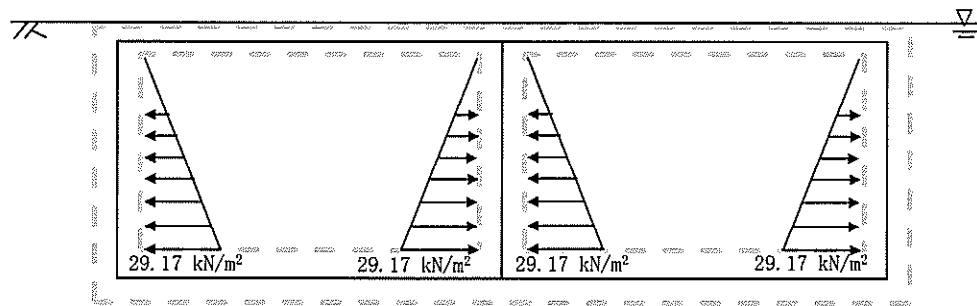
(1) 機器・配管荷重

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。



底版の鉛直荷重



側壁の水平荷重

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。

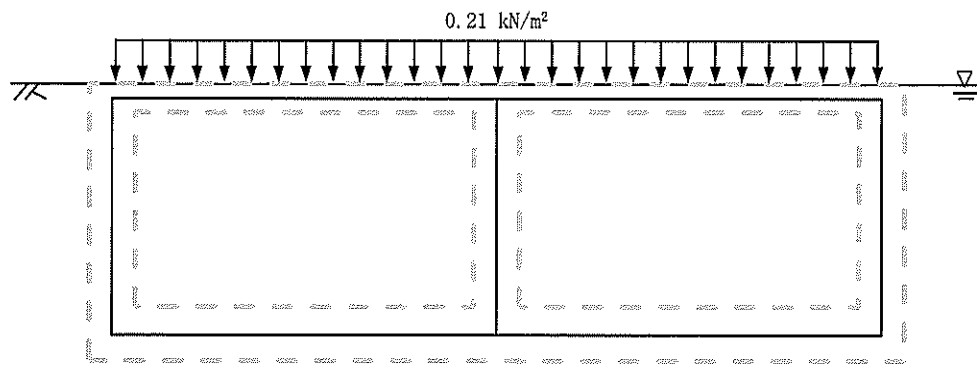


図 18.2-21 積雪荷重図

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



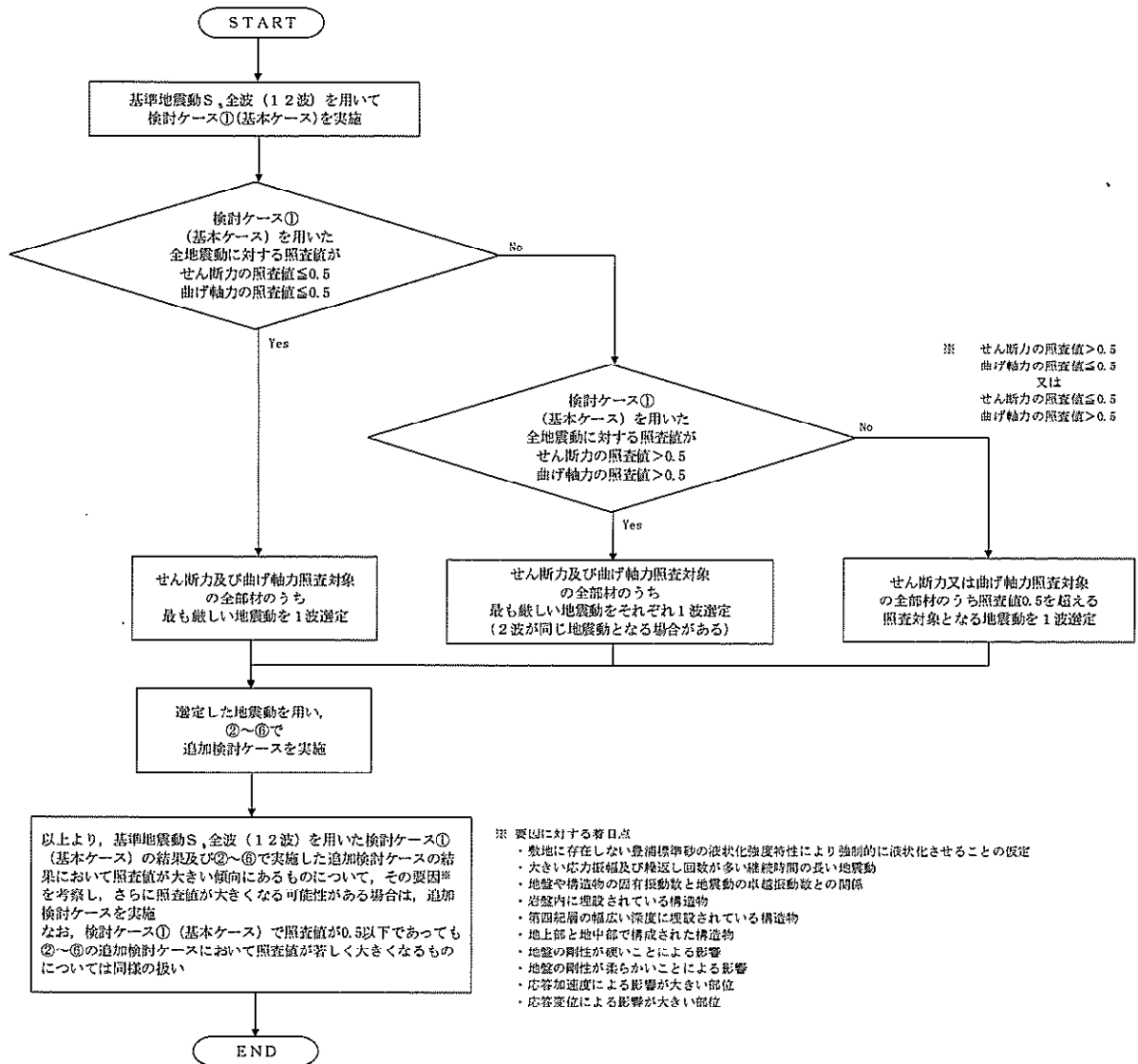


図 18.2-22 ②～⑥より追加検討ケースを実施する地震動の選定フロー

(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+)*1	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-)*1	実施	
		(H-V+)*1	実施	
		(H-V-)*1	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+)*2		実施	
	(H-V+)*2		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。

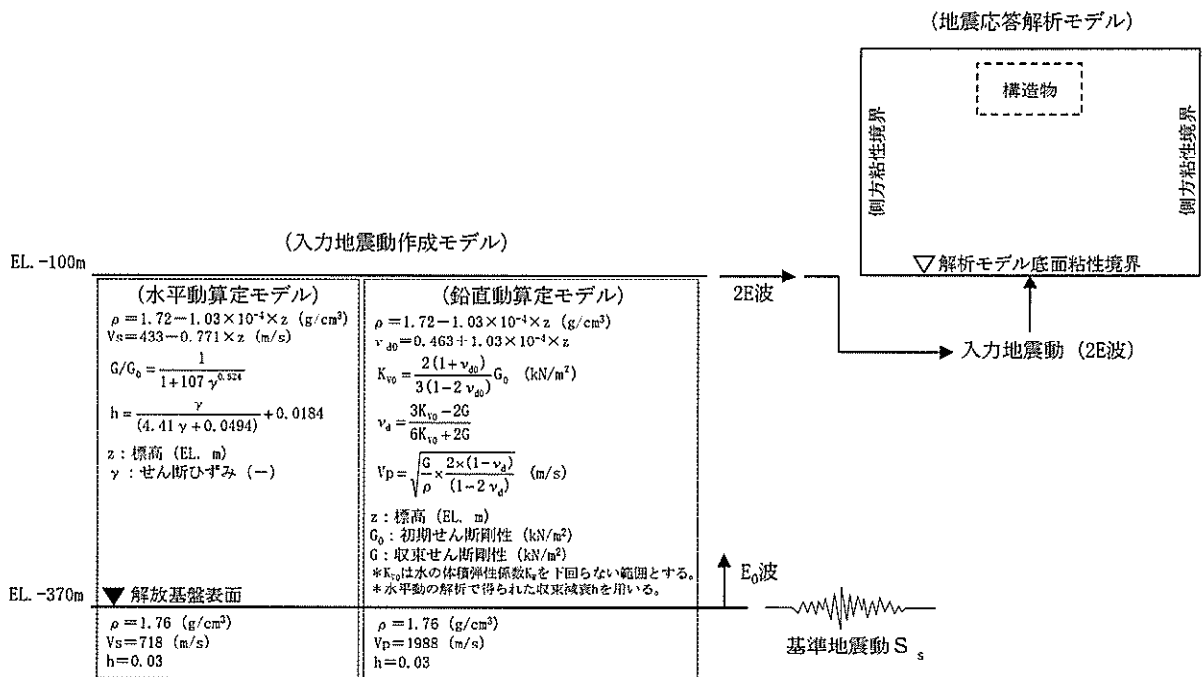
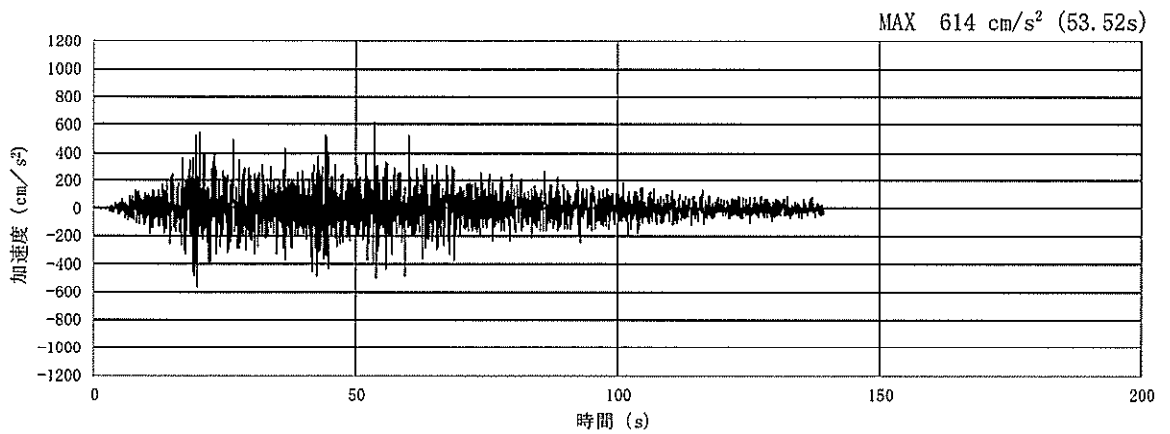
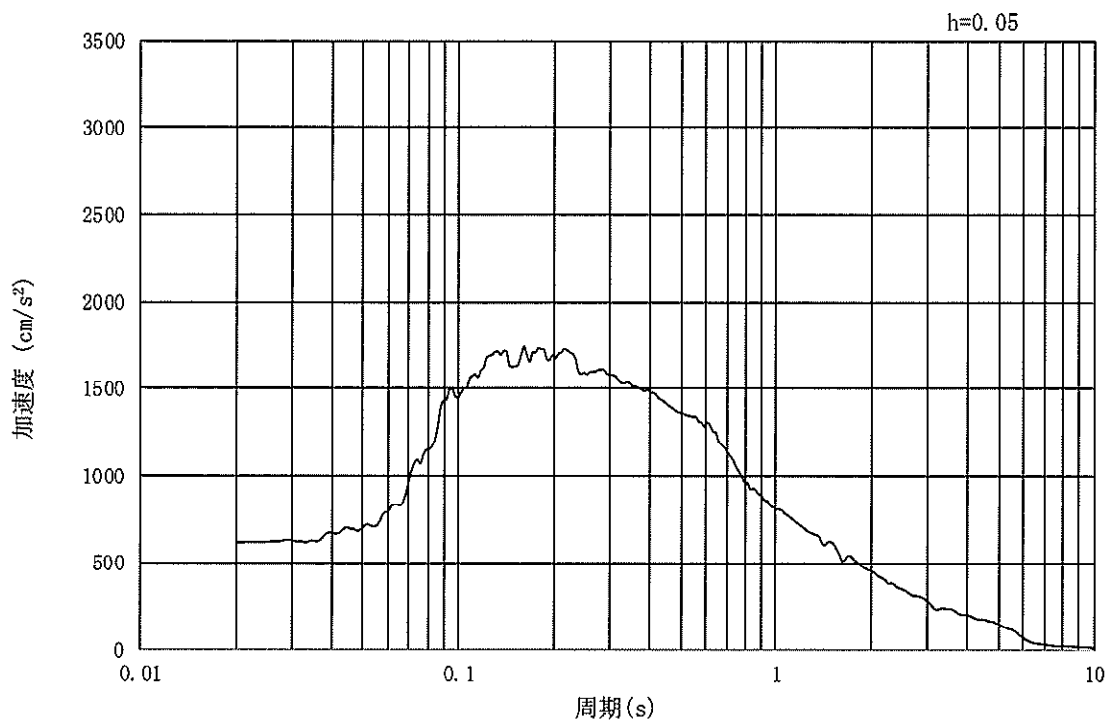


図 18.3-1 入力地震動算定の概念図

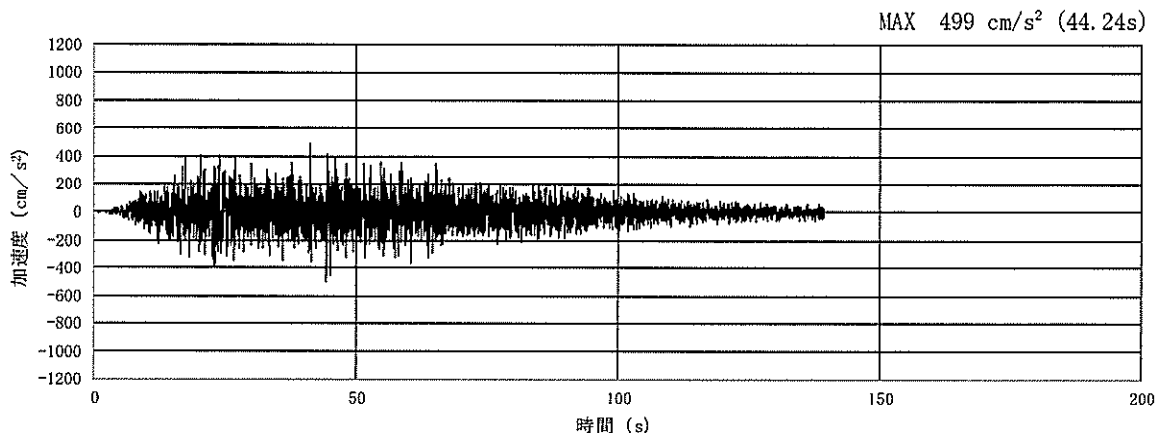


(a) 加速度時刻歴波形

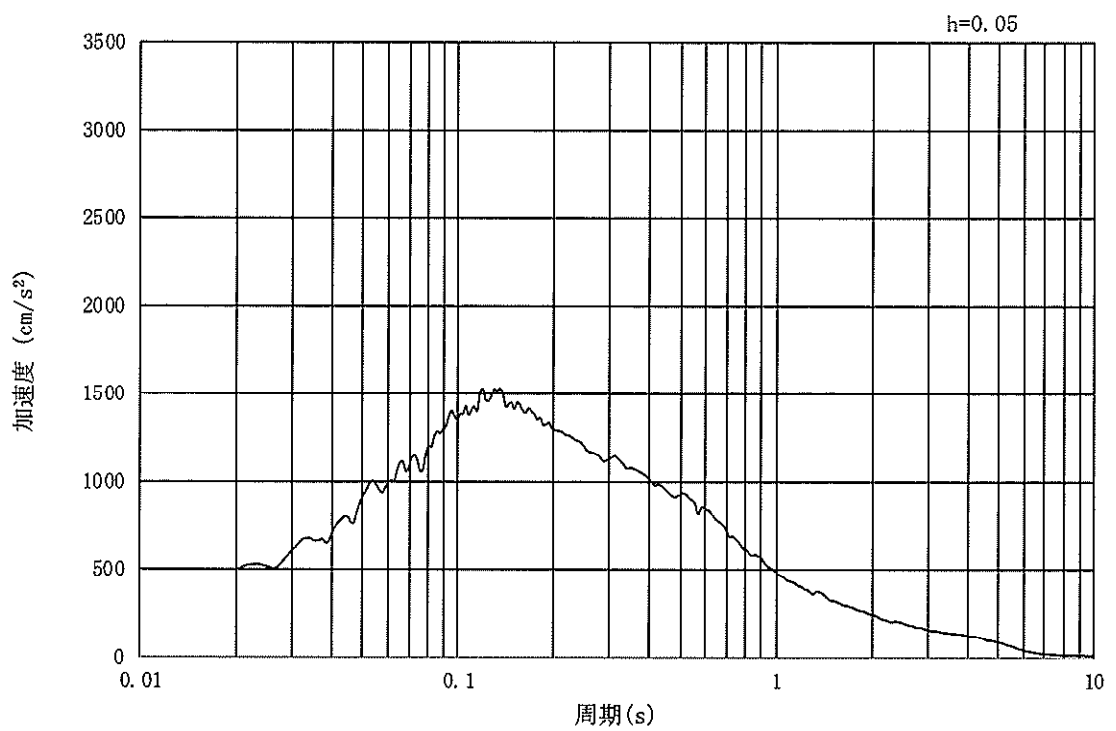


(b) 加速度応答スペクトル

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<sub>s</sub>-D1)

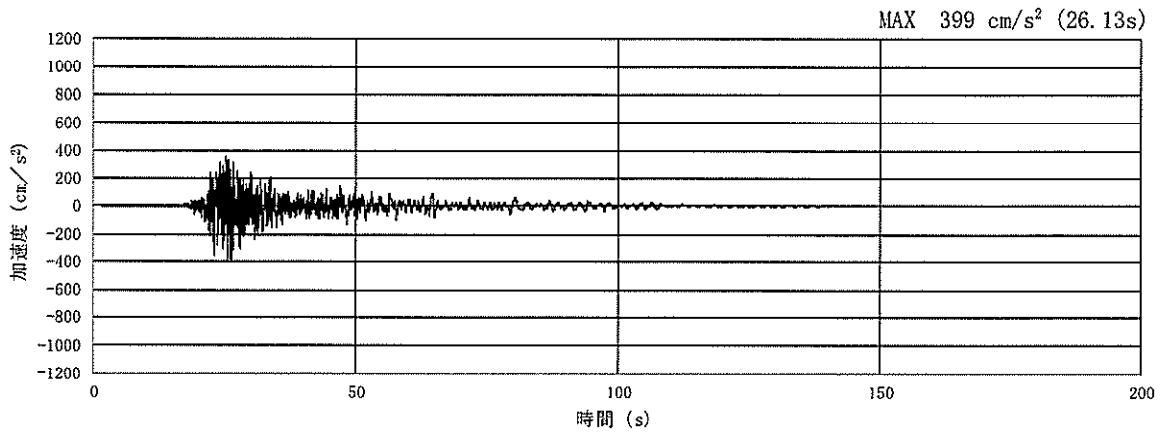


(a) 加速度時刻歴波形

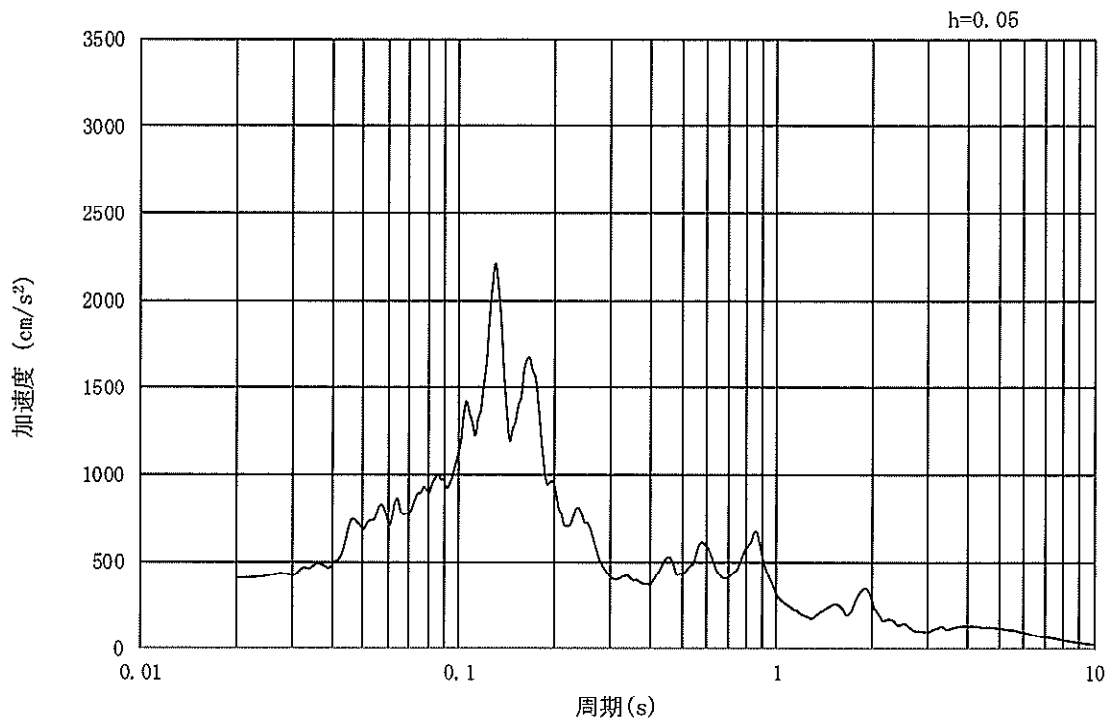


(b) 加速度応答スペクトル

図 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<sub>s</sub>-D1)

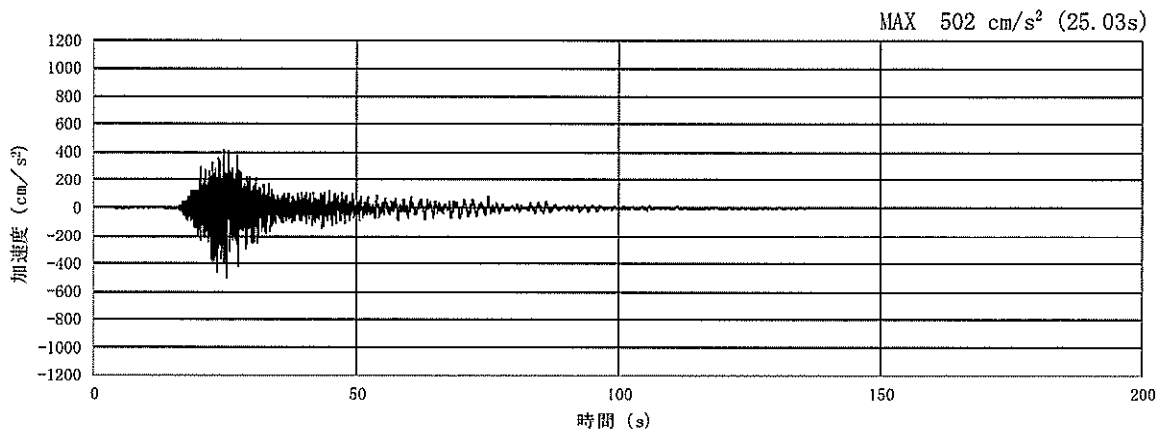


(a) 加速度時刻歴波形

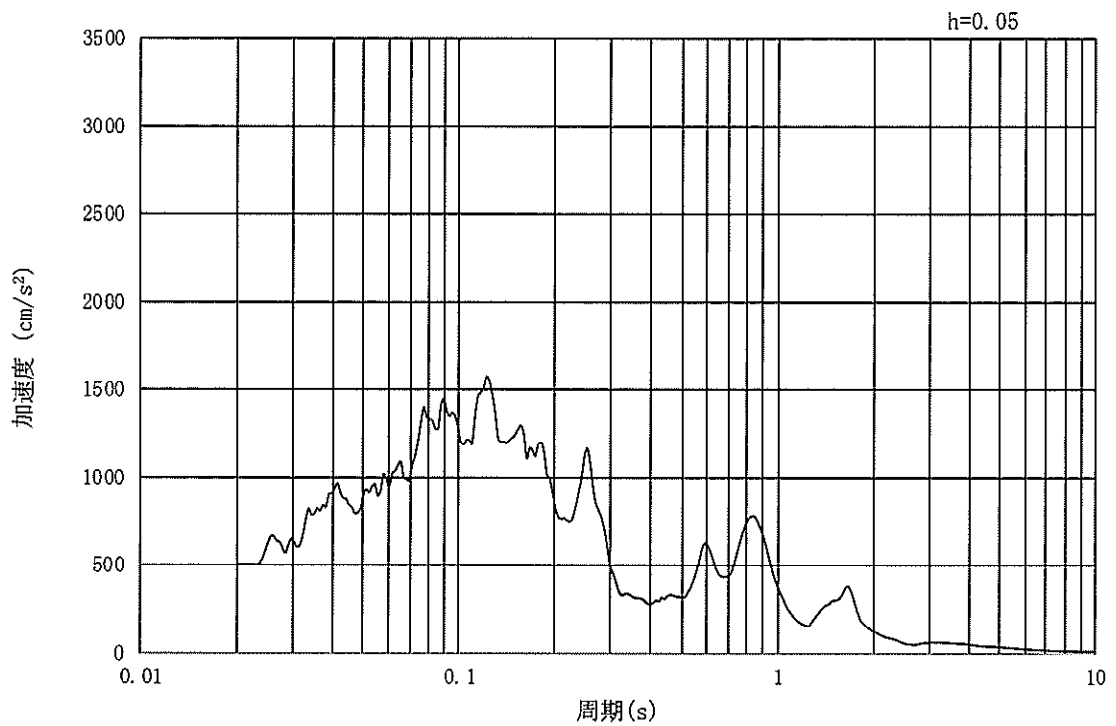


(b) 加速度応答スペクトル

図 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:  $S_s - 11$ )

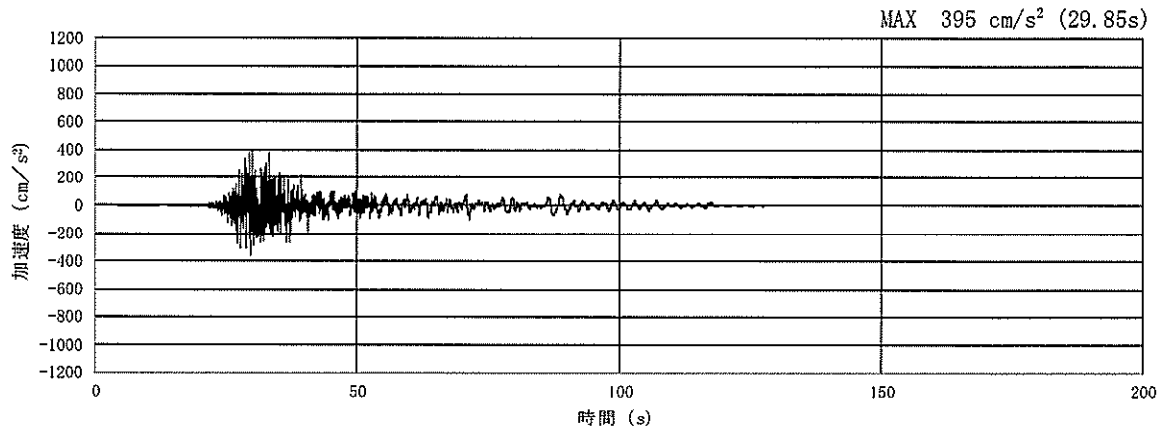


(a) 加速度時刻歴波形

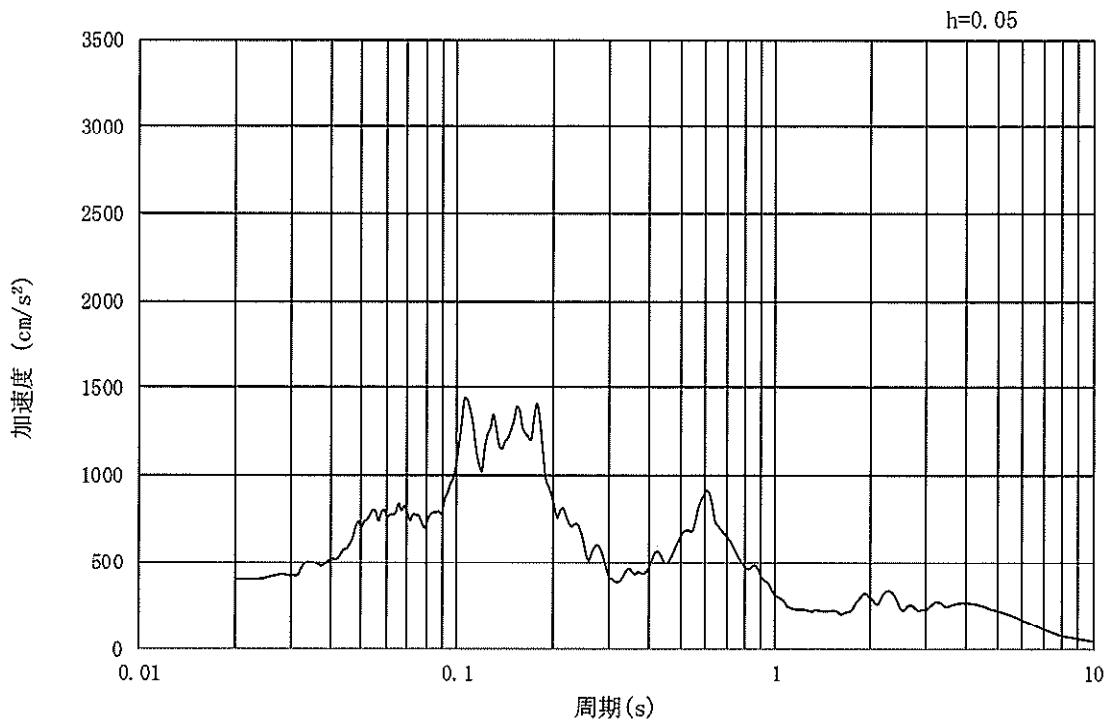


(b) 加速度応答スペクトル

図 18.3-2 (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<sub>s</sub>-11)



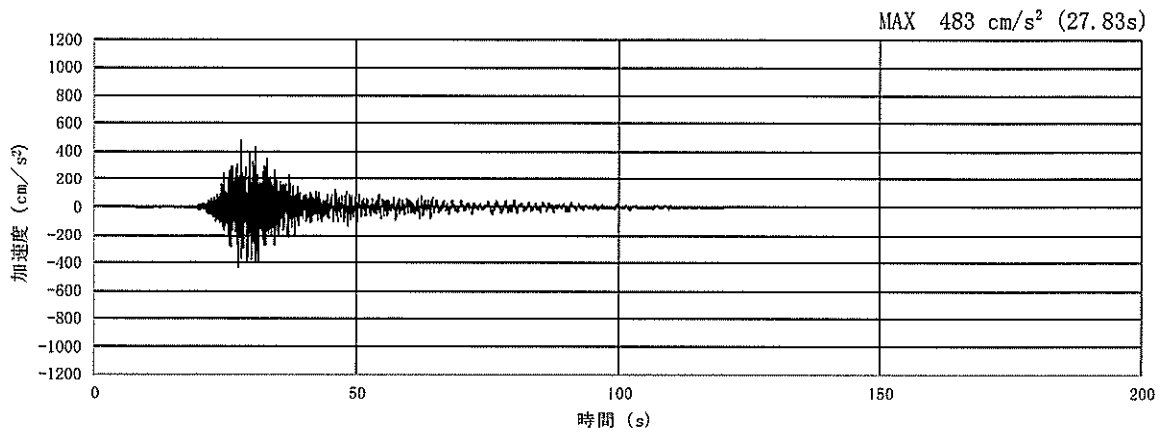
(a) 加速度時刻歴波形



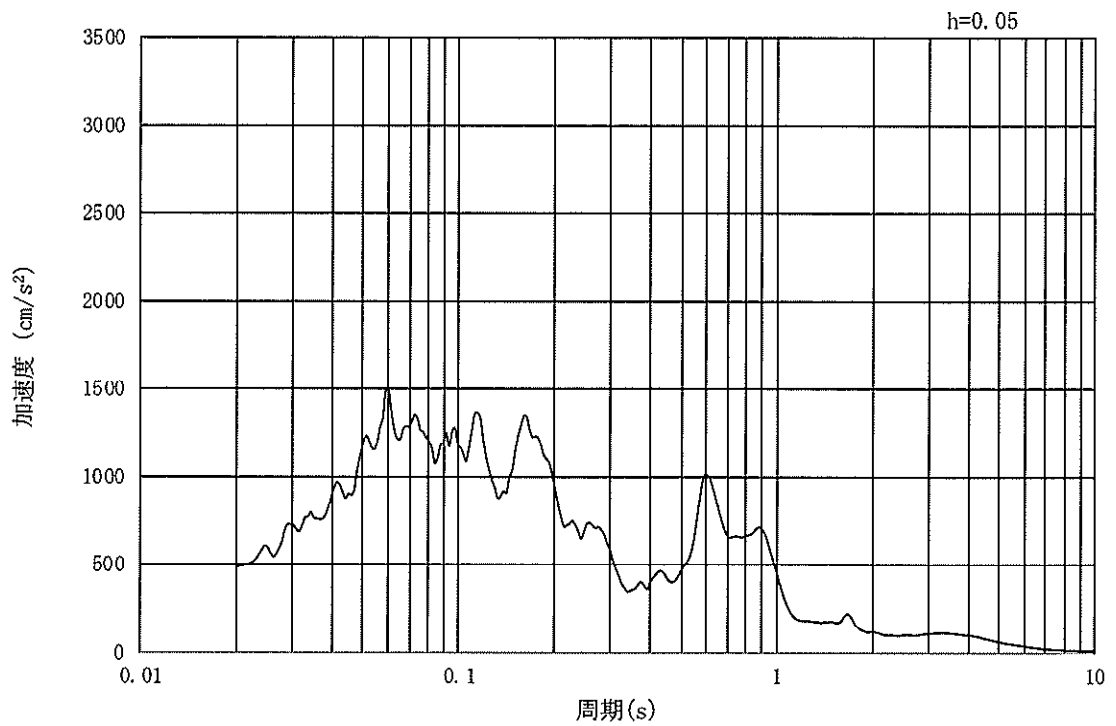
(b) 加速度応答スペクトル

図 18.3-2 (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 :  $S_s - 1.2$ )



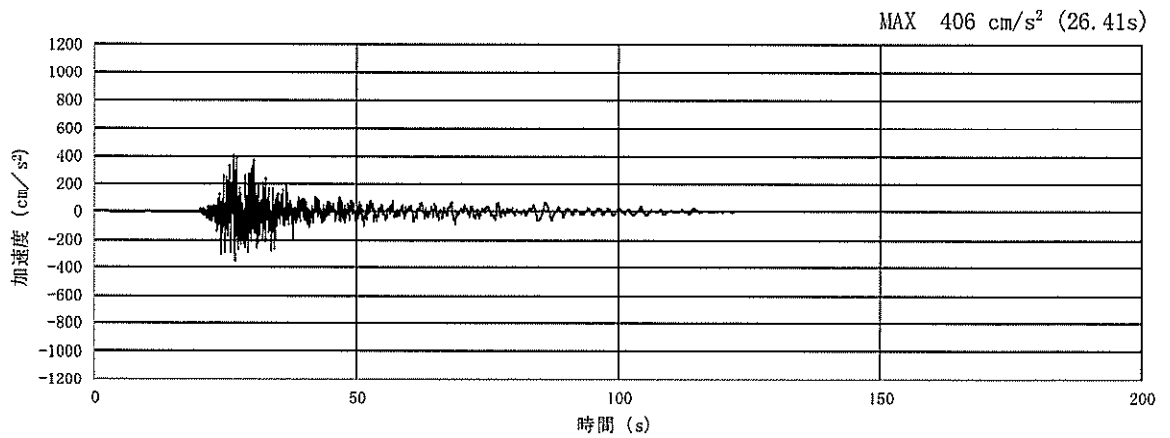


(a) 加速度時刻歴波形

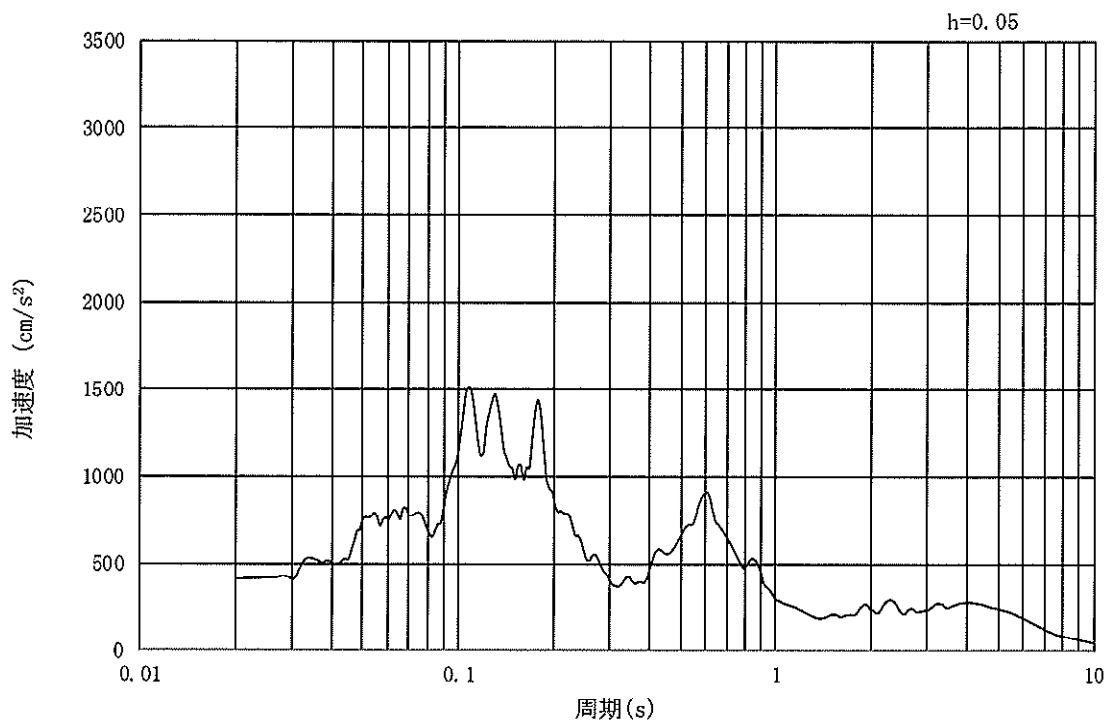


(b) 加速度応答スペクトル

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 :  $S_s - 12$ )

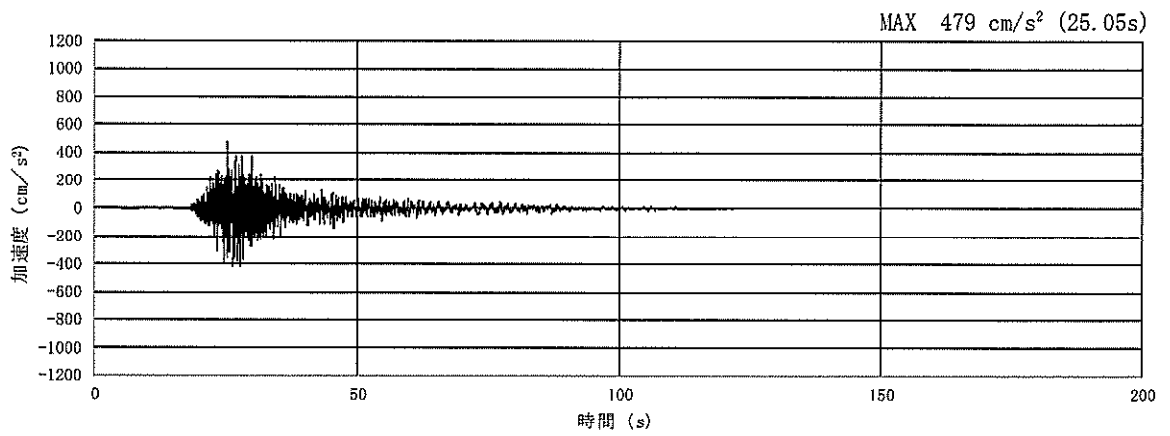


(a) 加速度時刻歴波形

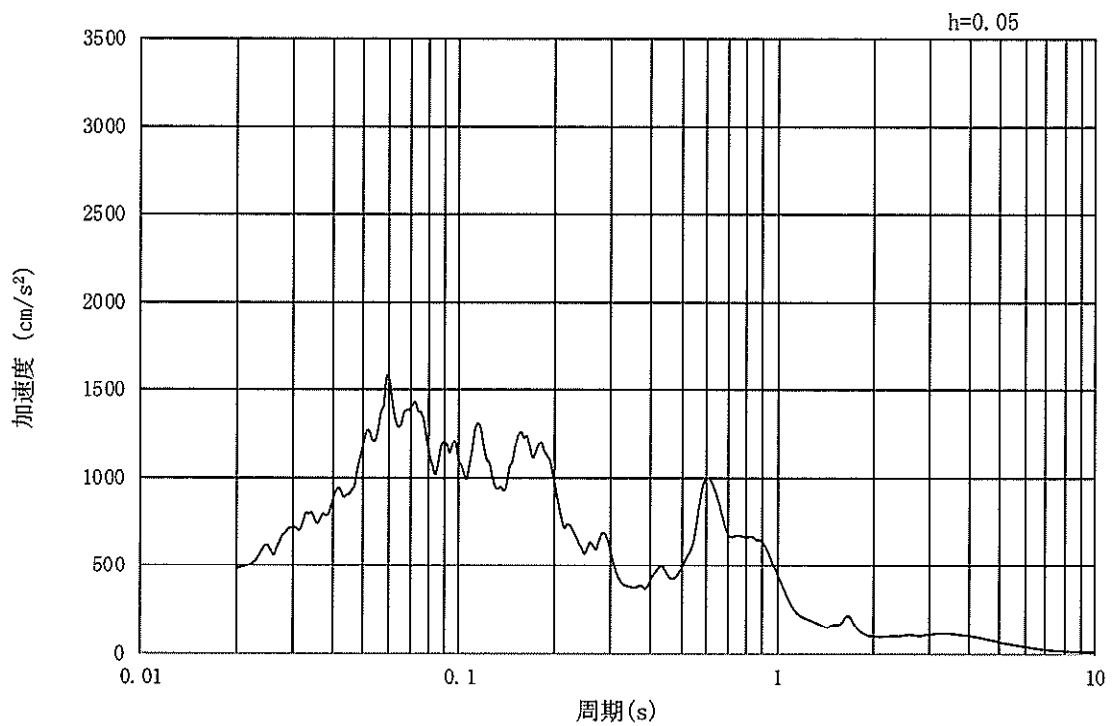


(b) 加速度応答スペクトル

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 :  $S_s - 13$ )

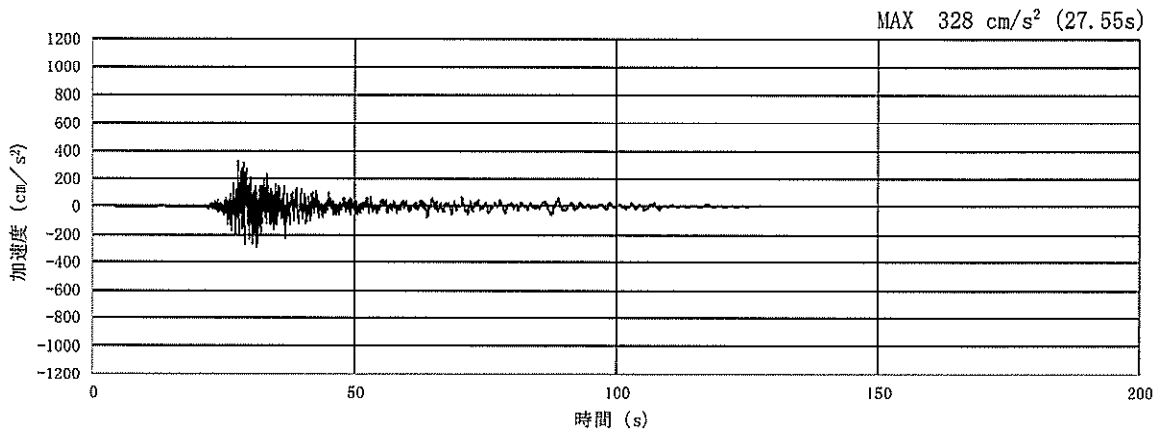


(a) 加速度時刻歴波形

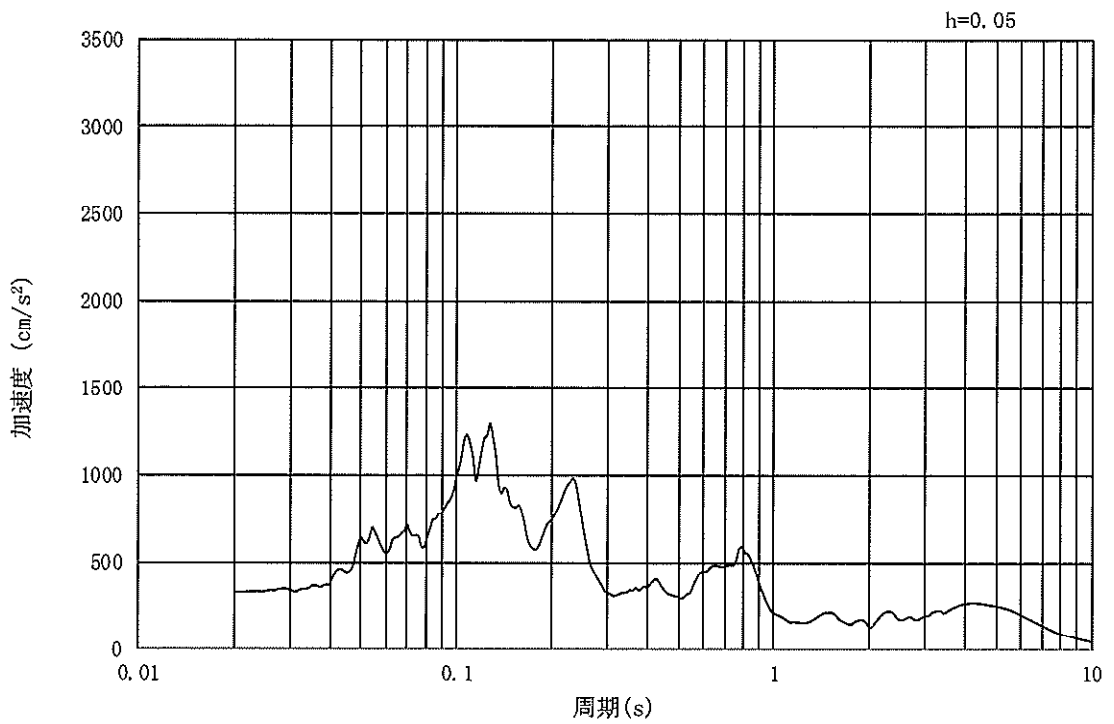


(b) 加速度応答スペクトル

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<sub>s</sub>-13)

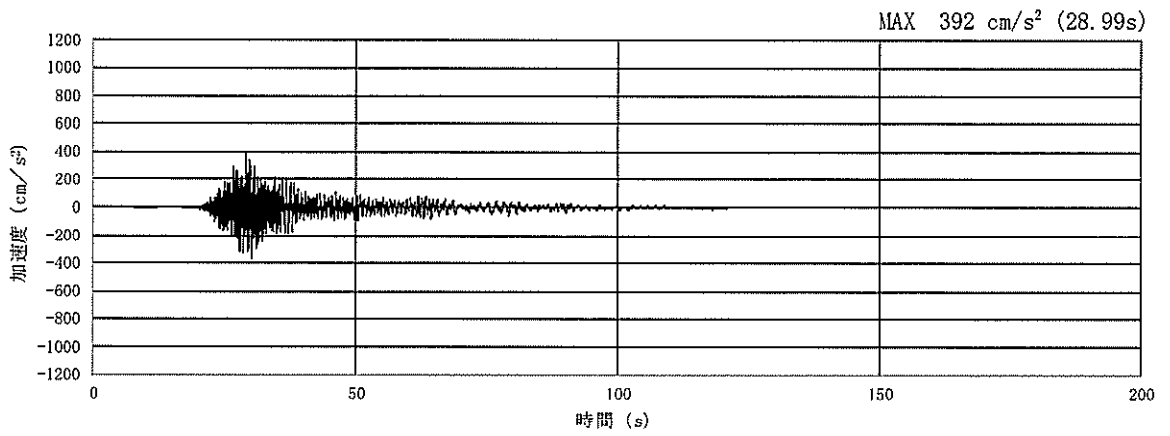


(a) 加速度時刻歴波形

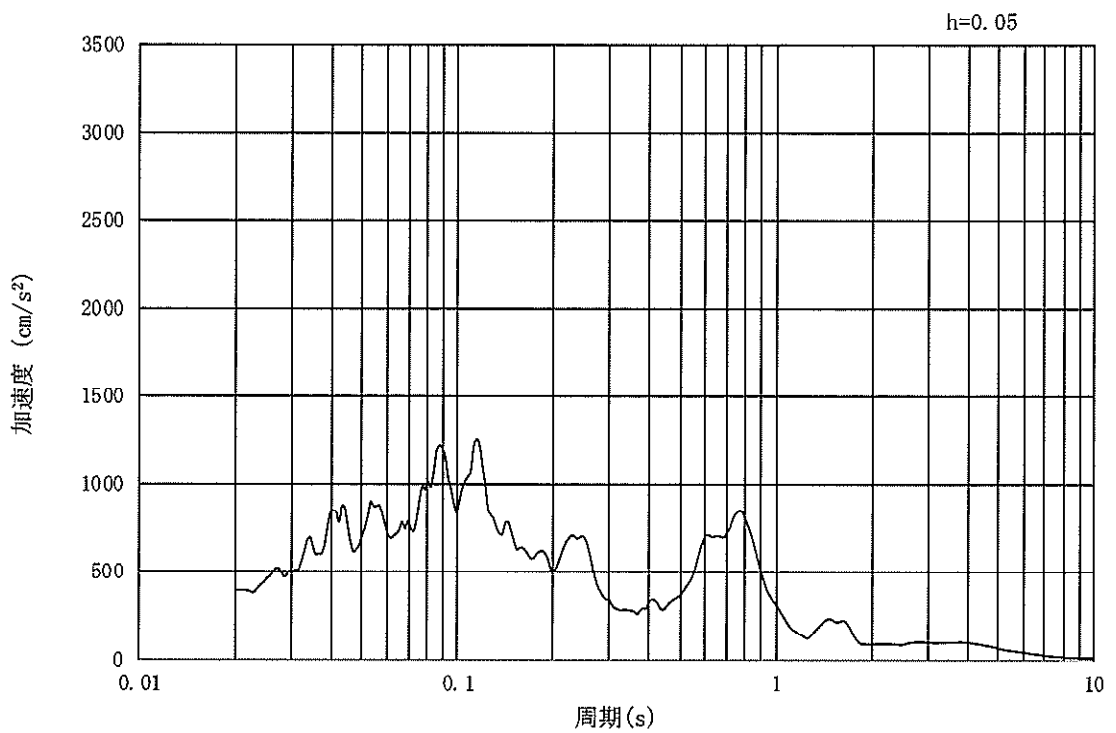


(b) 加速度応答スペクトル

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:  $S_s-14$ )

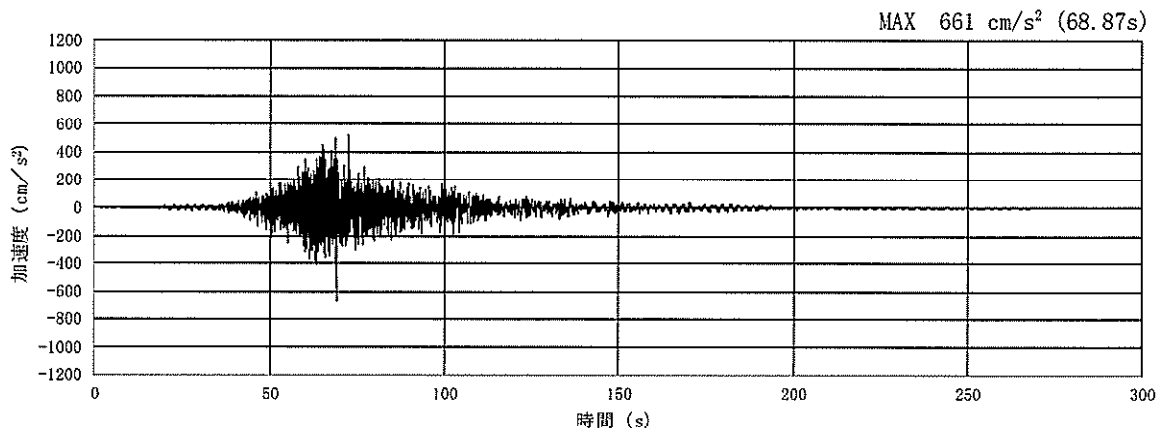


(a) 加速度時刻歴波形

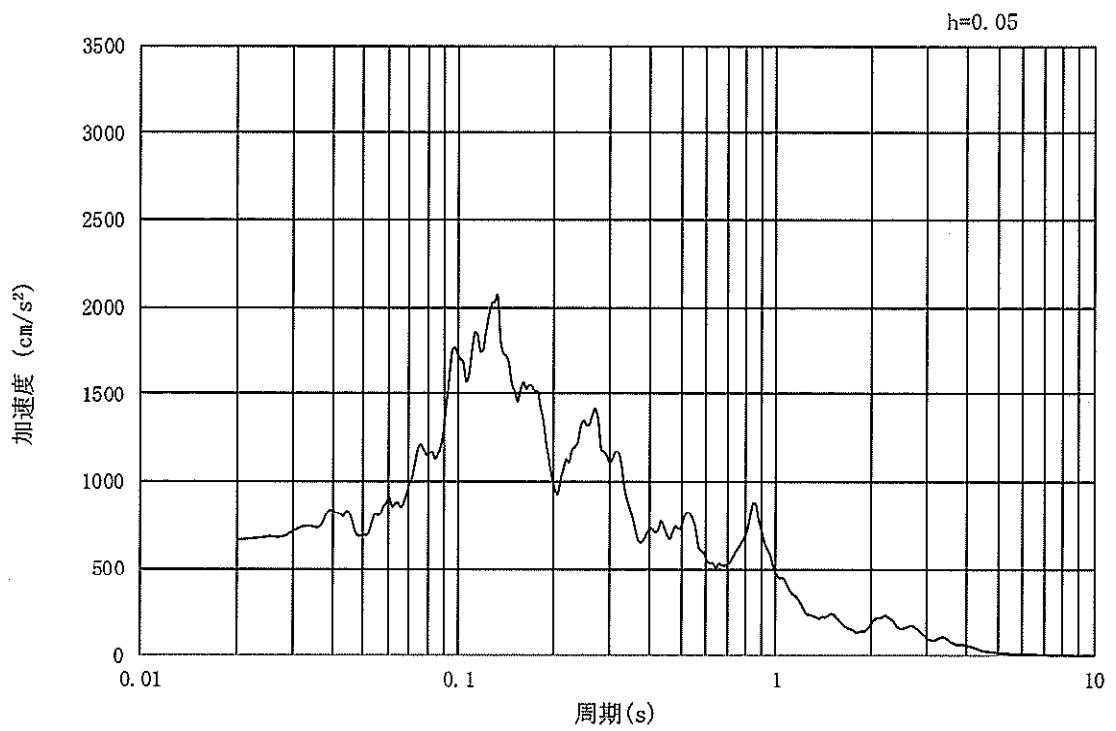


(b) 加速度応答スペクトル

図 18.3-2 (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<sub>s</sub>-14)

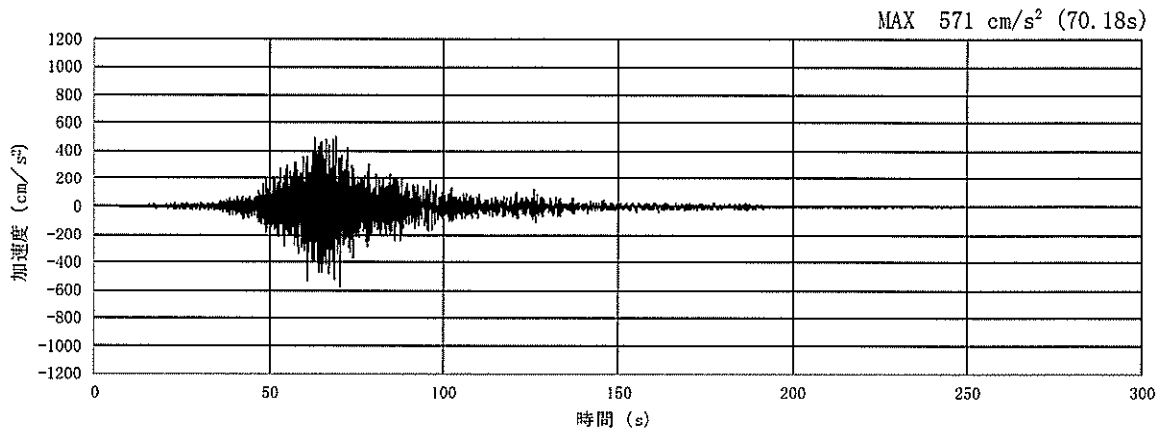


(a) 加速度時刻歴波形

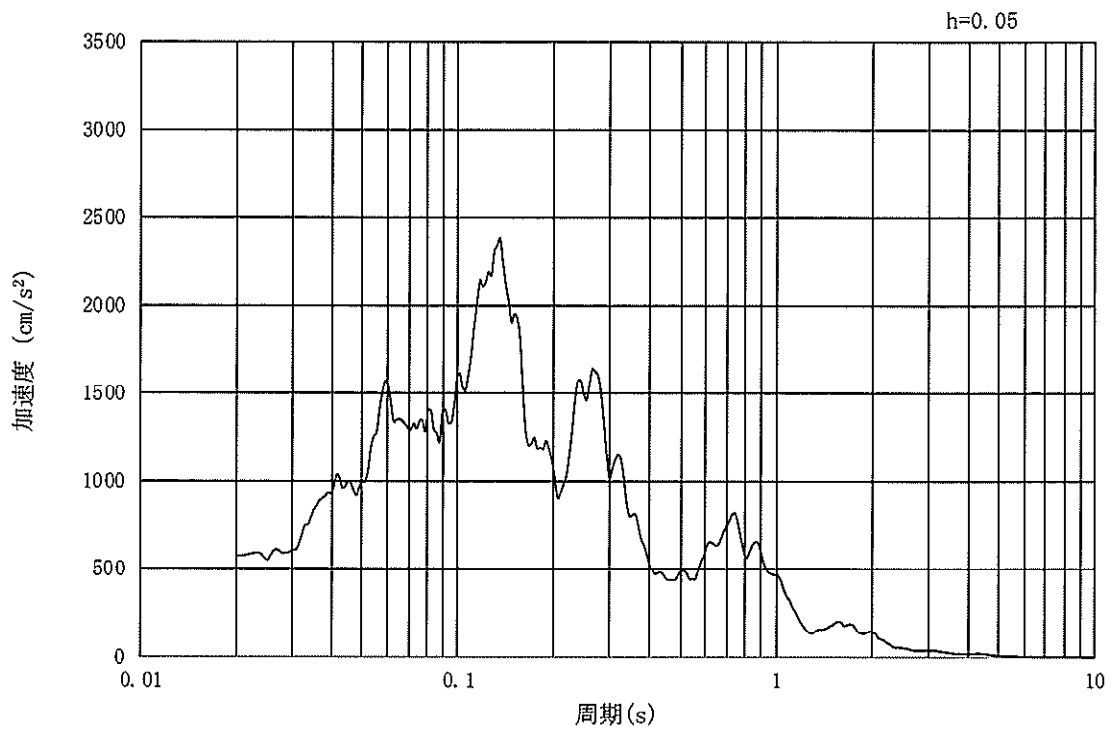


(b) 加速度応答スペクトル

図 18.3-2 (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<sub>s</sub>-21)

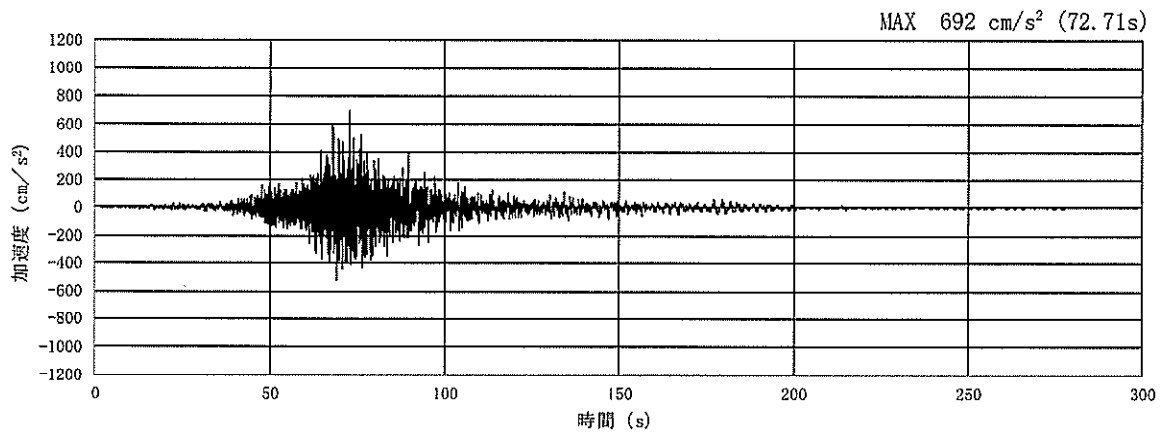


(a) 加速度時刻歴波形

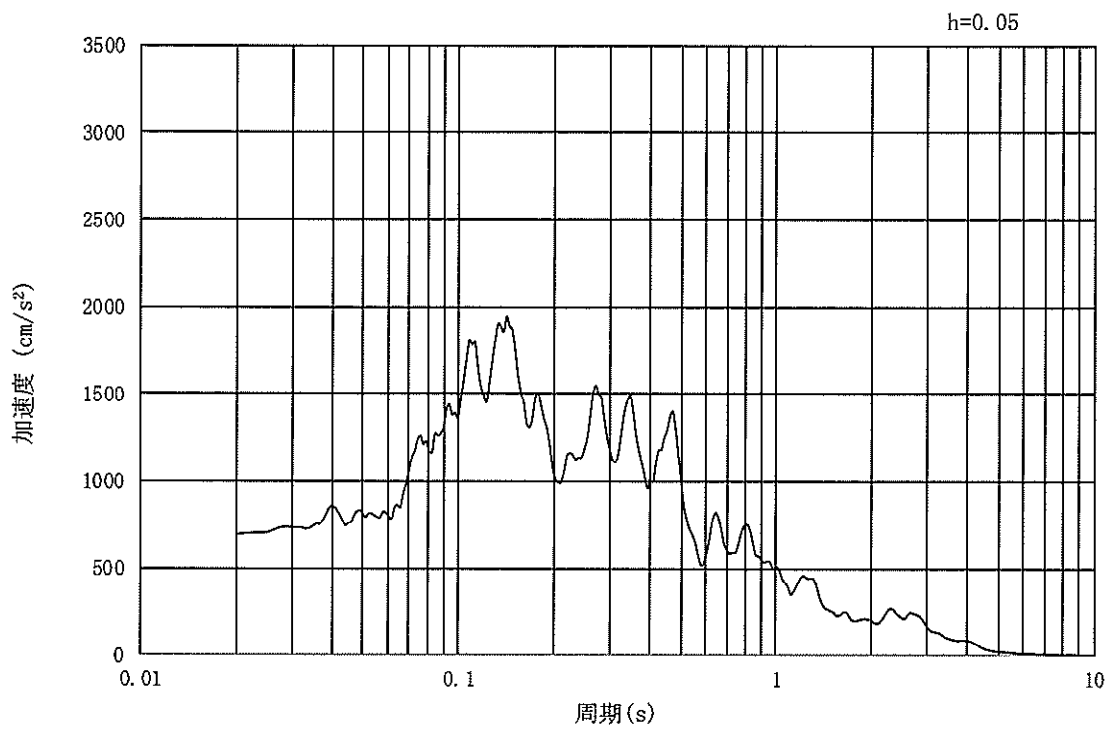


(b) 加速度応答スペクトル

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:  $S_s - 21$ )



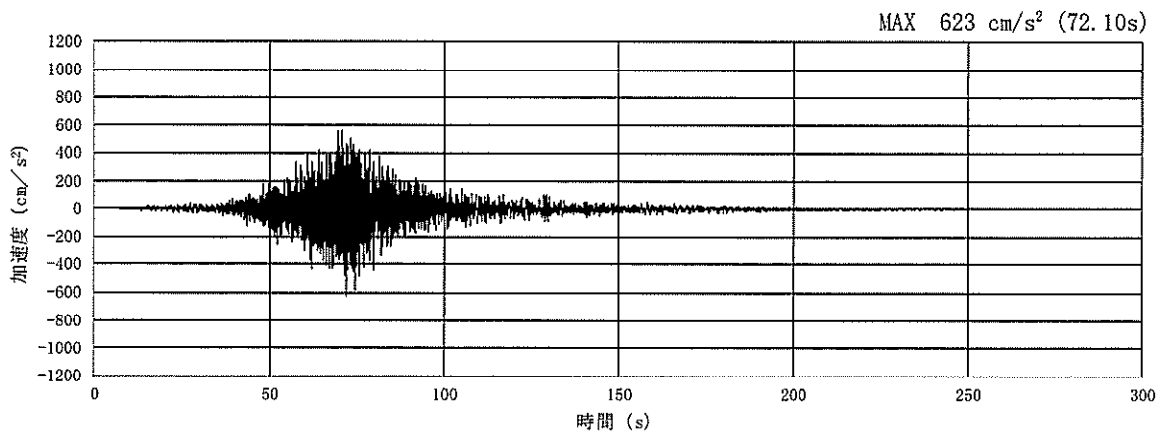
(a) 加速度時刻歴波形



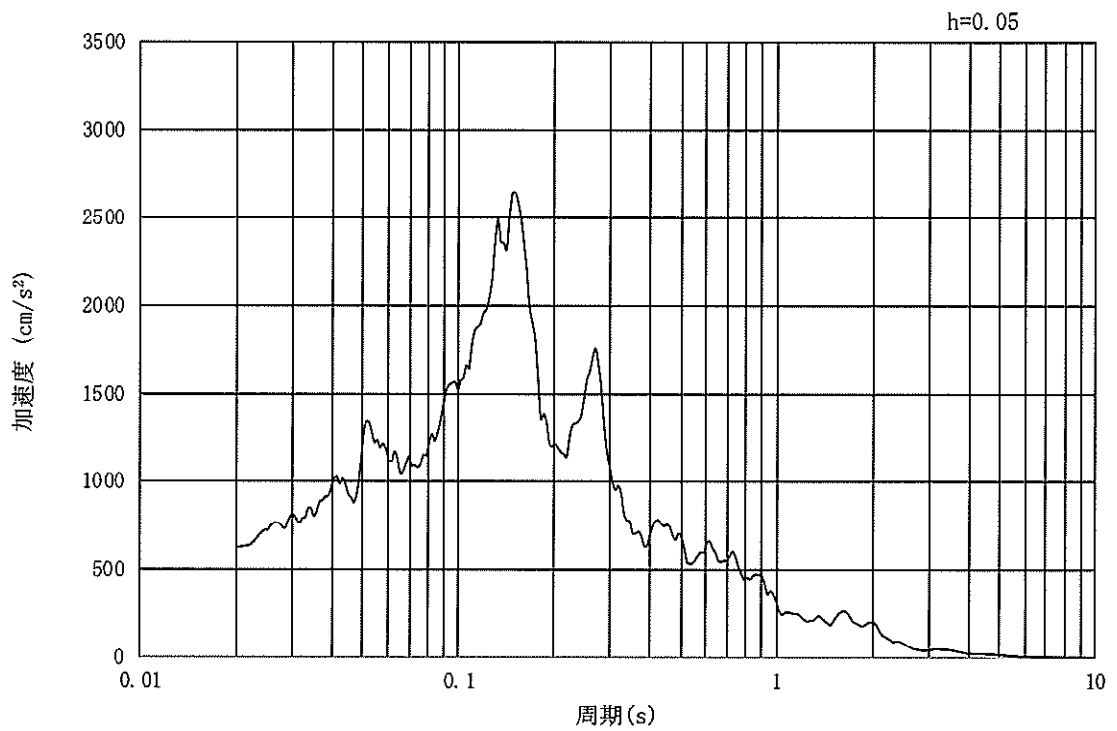
(b) 加速度応答スペクトル

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<sub>s</sub>-22)



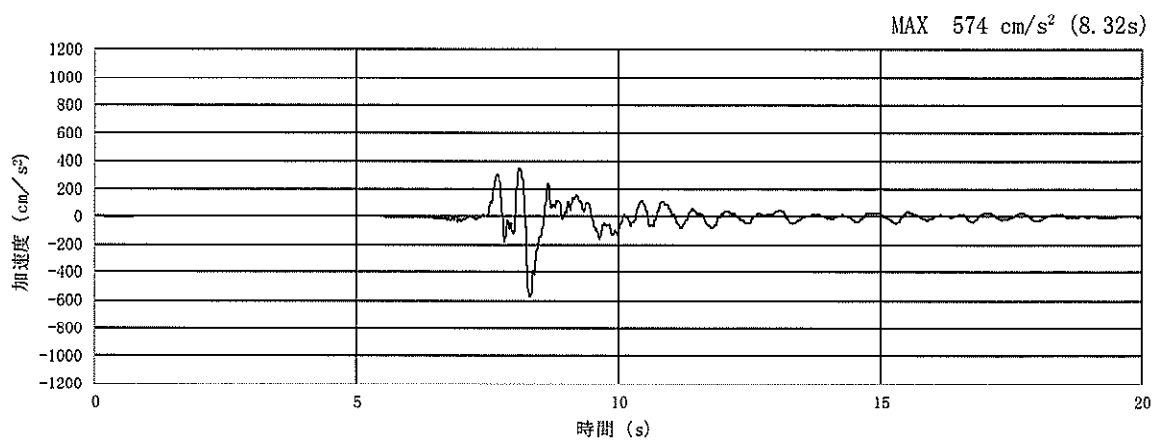


(a) 加速度時刻歴波形

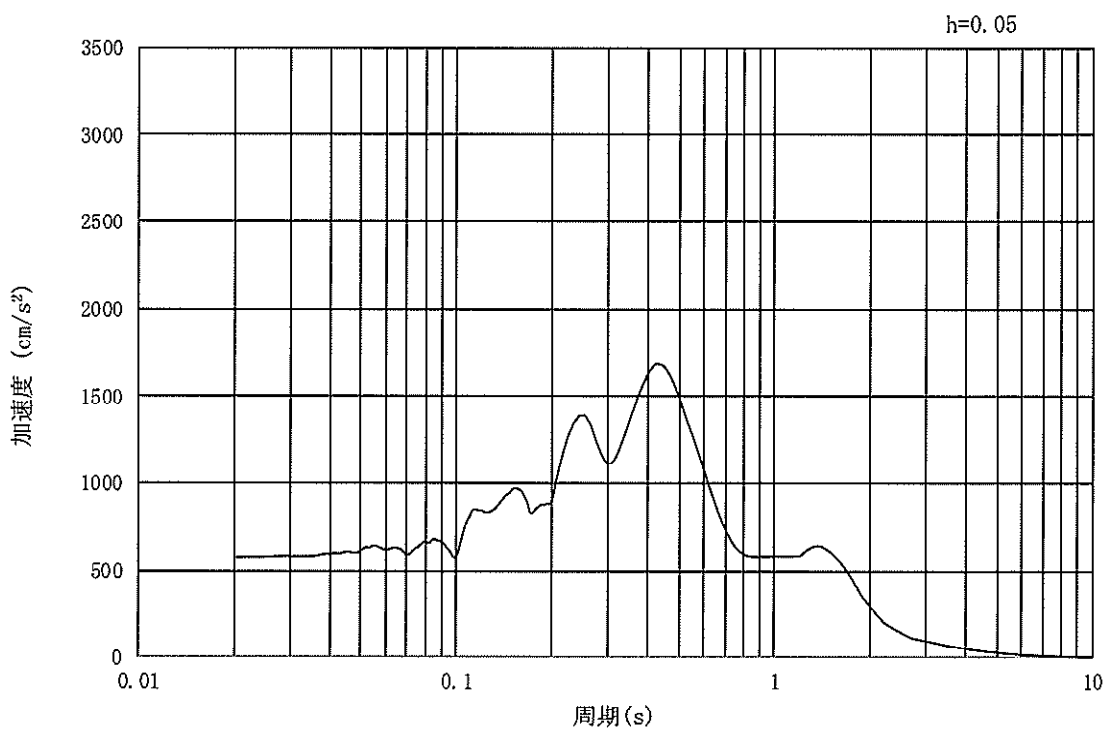


(b) 加速度応答スペクトル

図 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<sub>s</sub>-22)

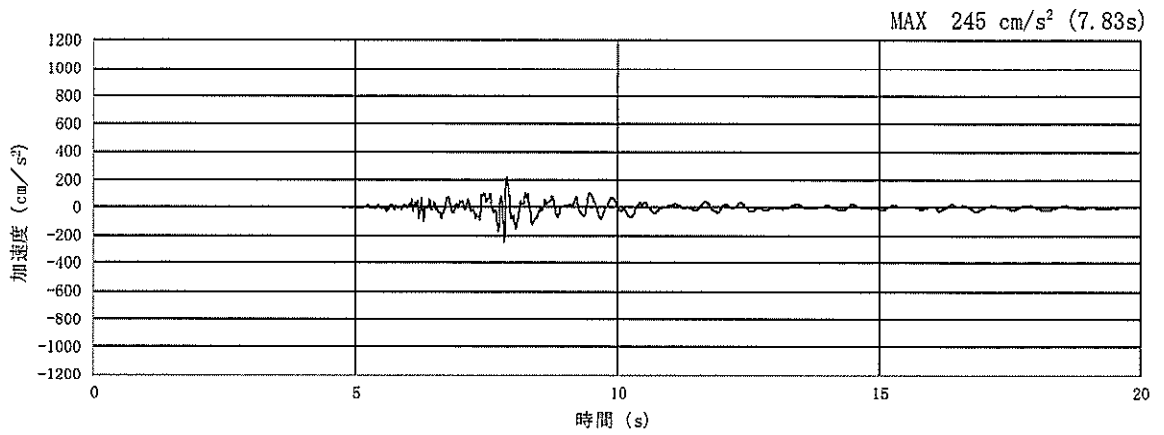


(a) 加速度時刻歴波形

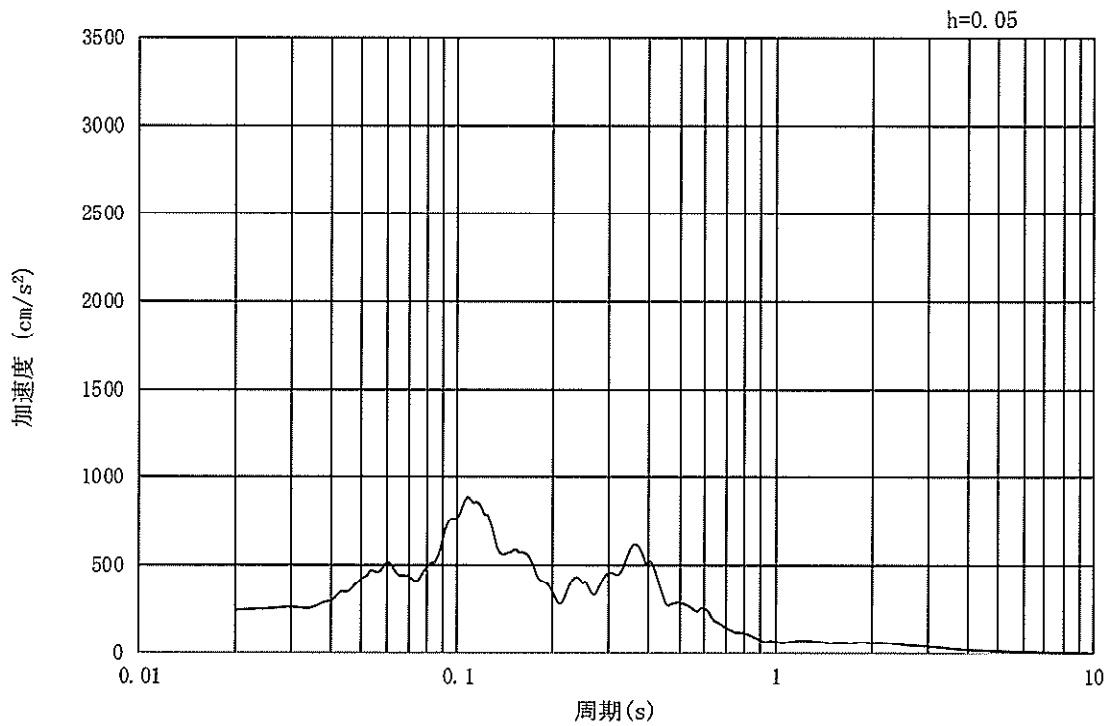


(b) 加速度応答スペクトル

図 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<sub>s</sub>-31)

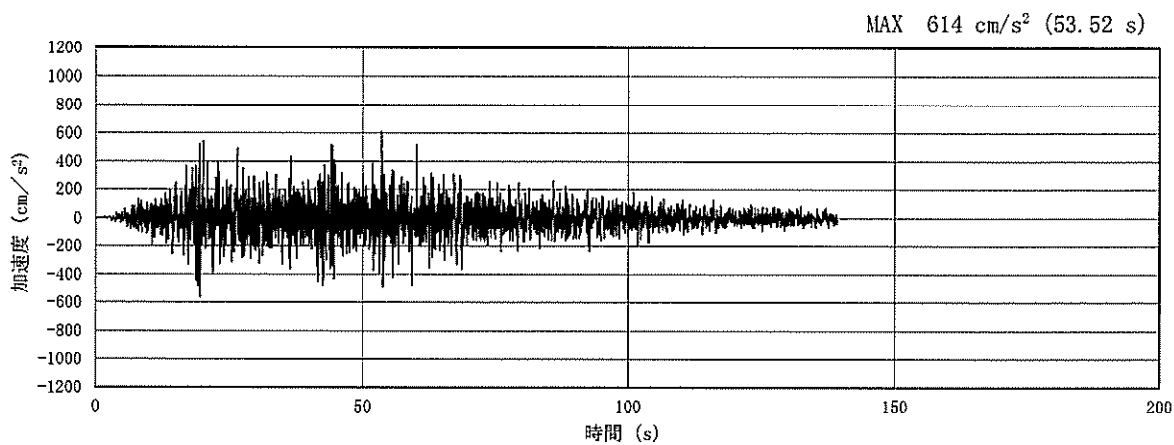


(a) 加速度時刻歴波形

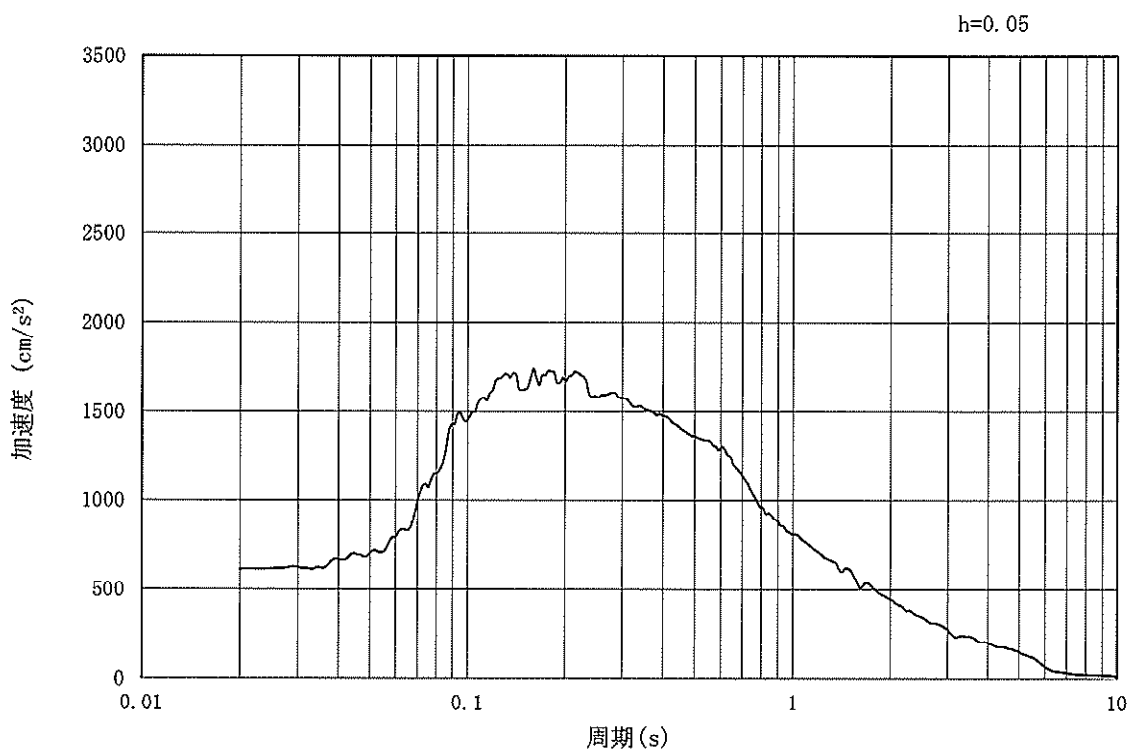


(b) 加速度応答スペクトル

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:  $S_s - 31$ )

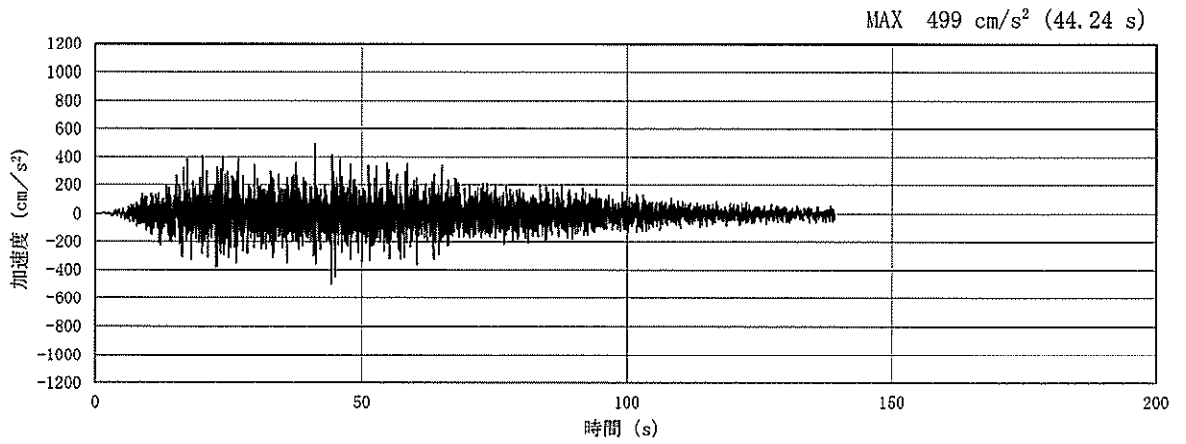


(a) 加速度時刻歴波形

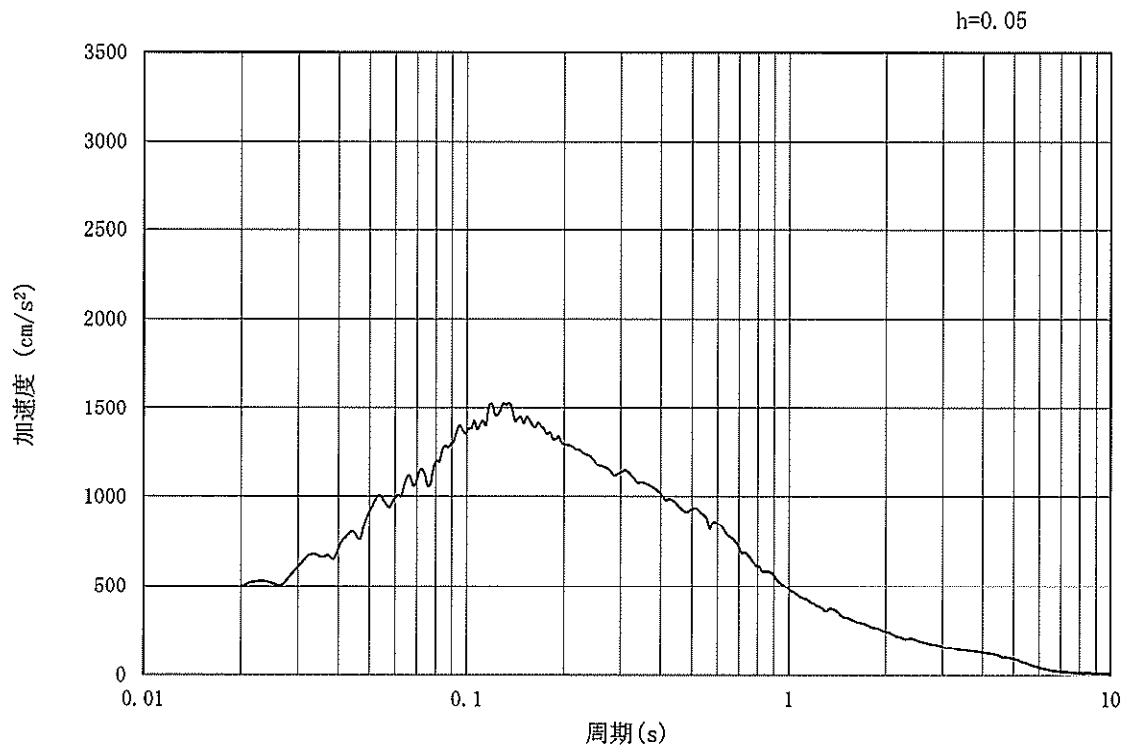


(b) 加速度応答スペクトル

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:  $S_s-D1$ )

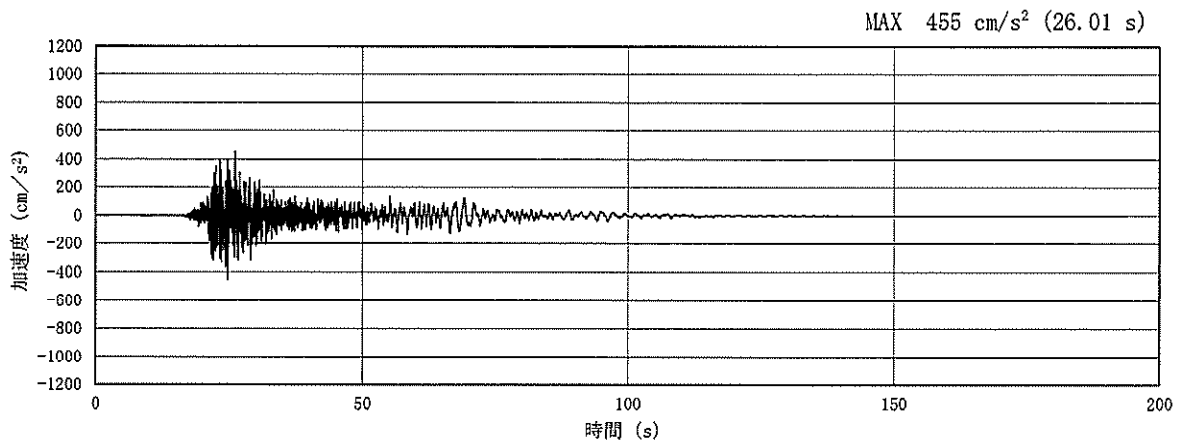


(a) 加速度時刻歴波形

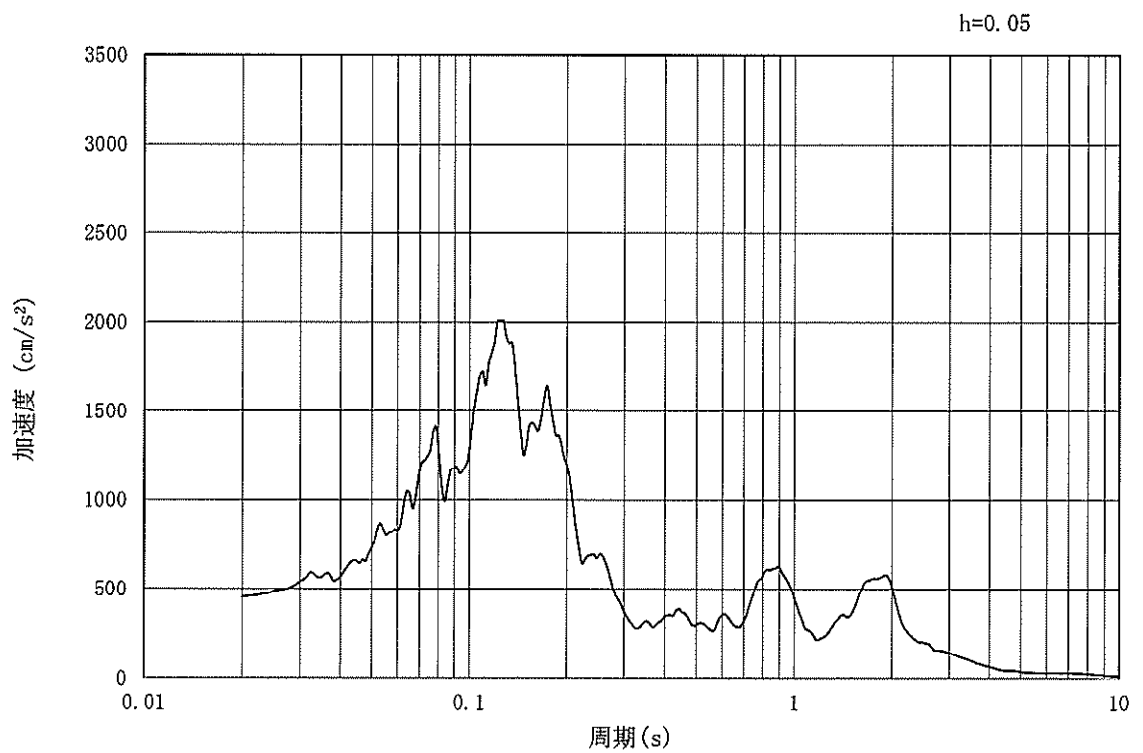


(b) 加速度応答スペクトル

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<sub>s</sub>-D1)

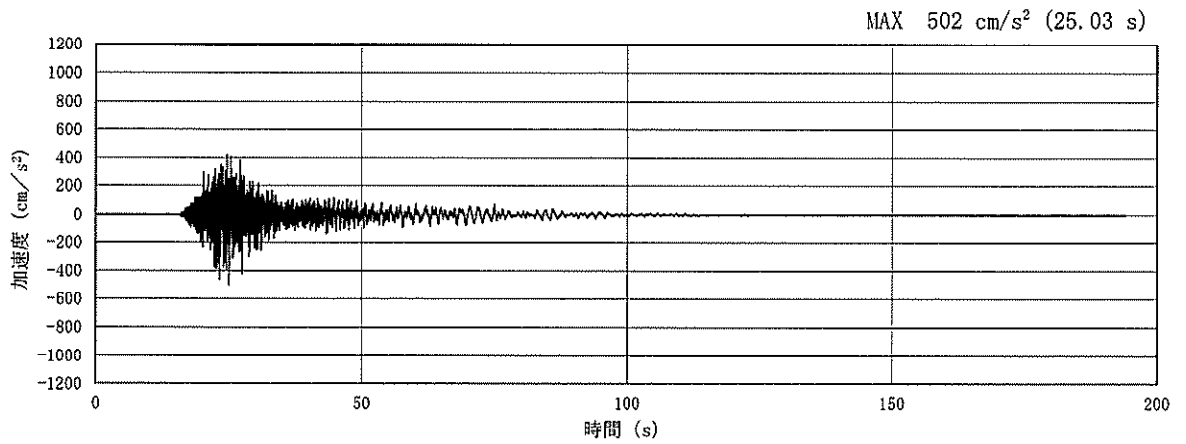


(a) 加速度時刻歴波形

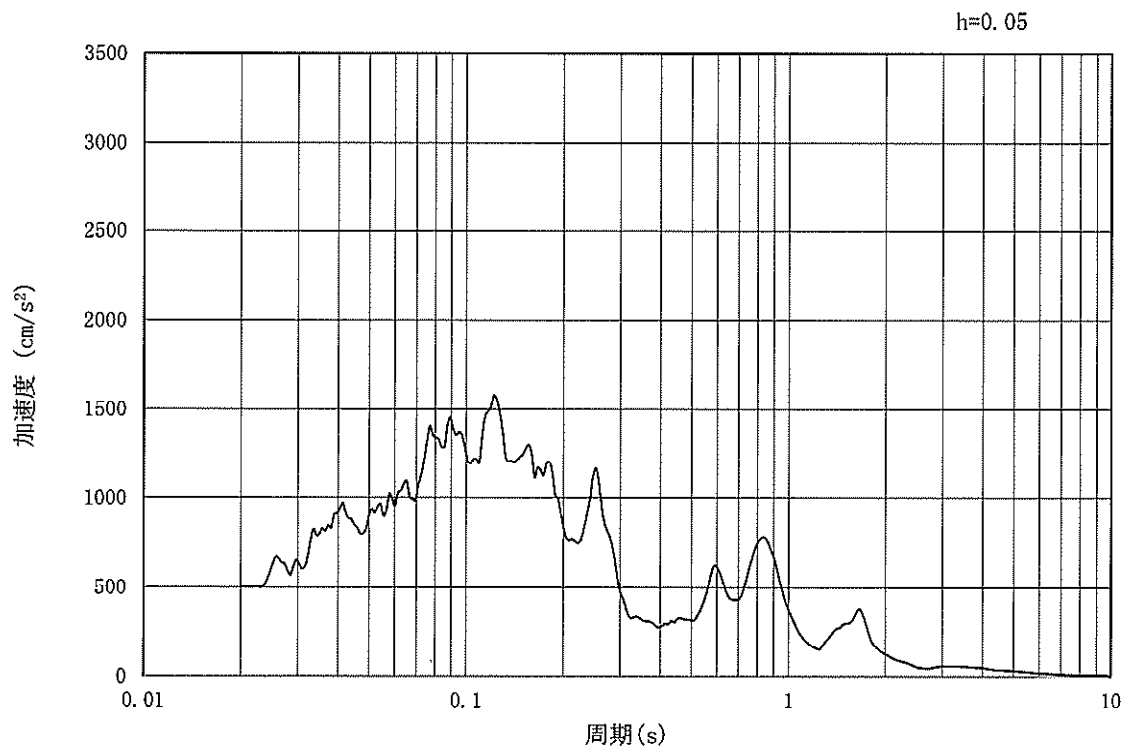


(b) 加速度応答スペクトル

図 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 :  $S_s - 11$ )

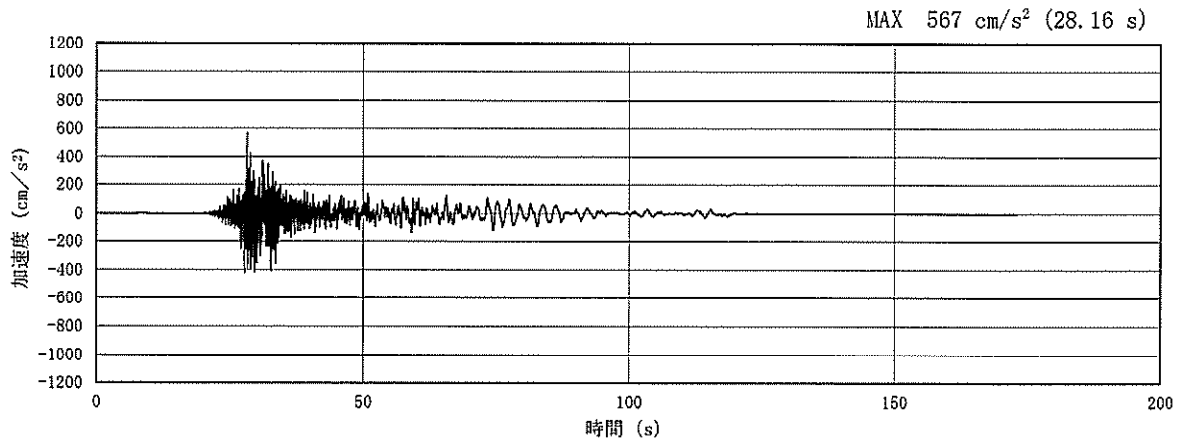


(a) 加速度時刻歴波形

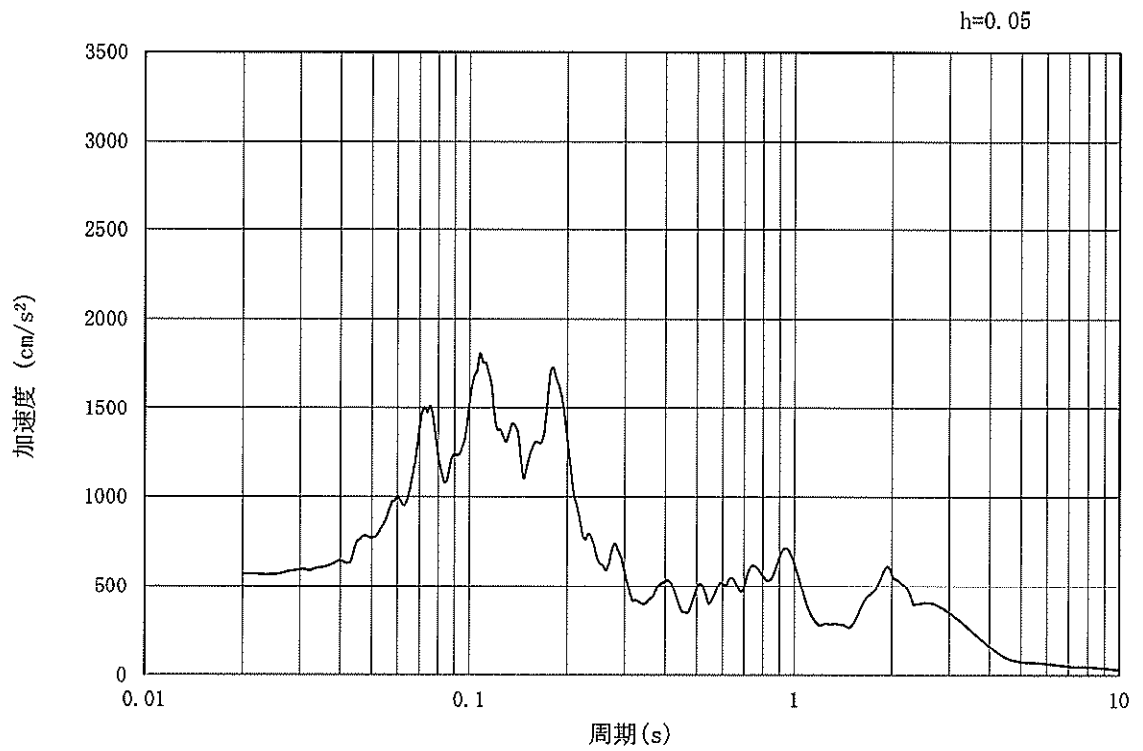


(b) 加速度応答スペクトル

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:  $S_s - 11$ )



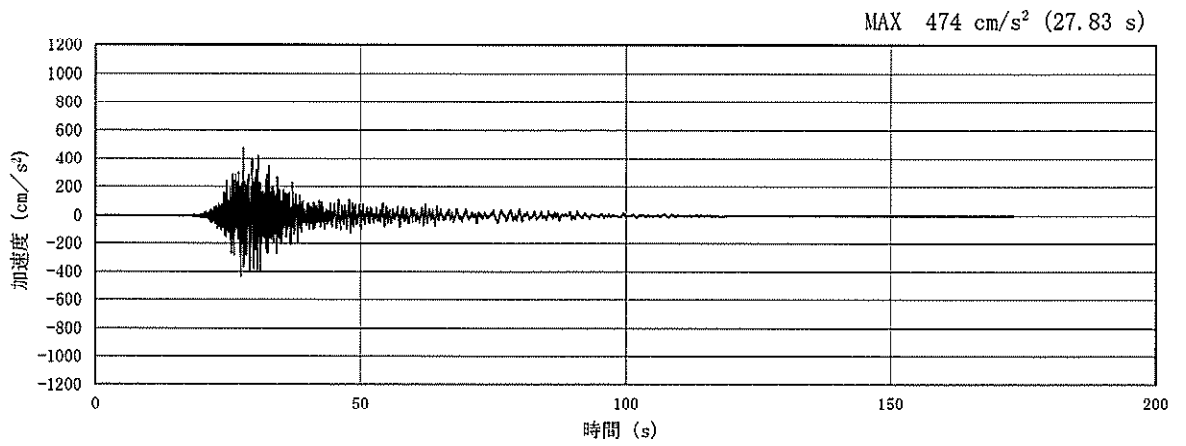
(a) 加速度時刻歴波形



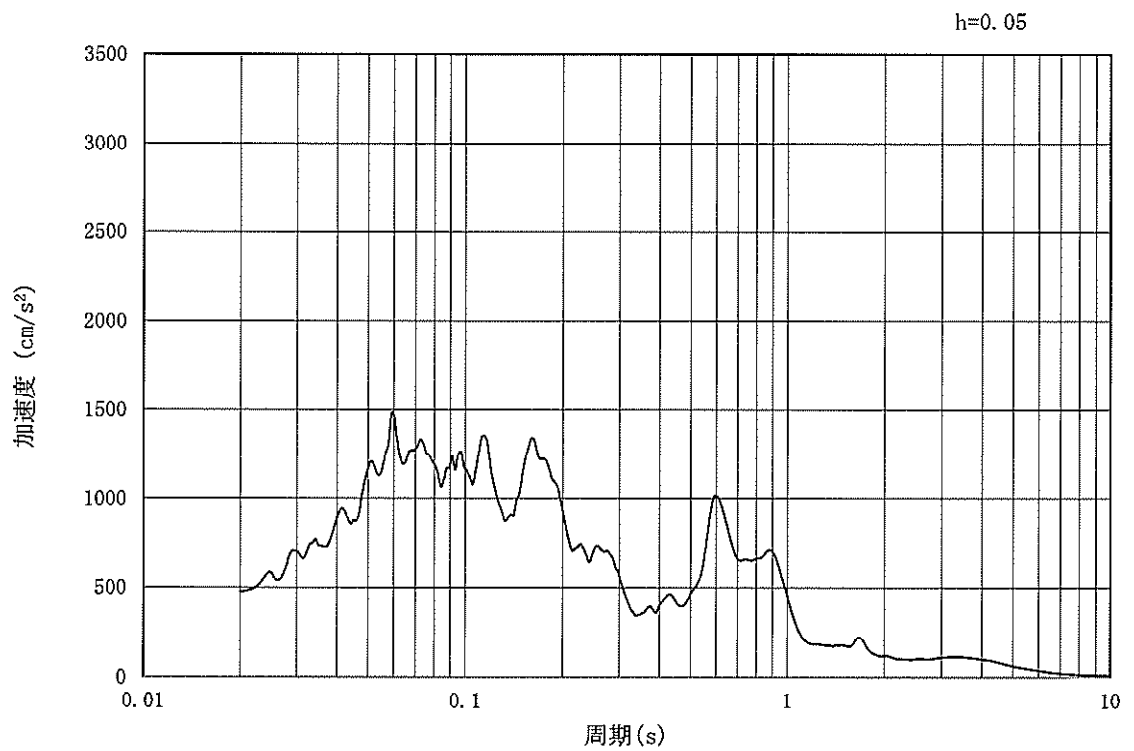
(b) 加速度応答スペクトル

図 18.3-2 (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:  $S_s - 12$ )



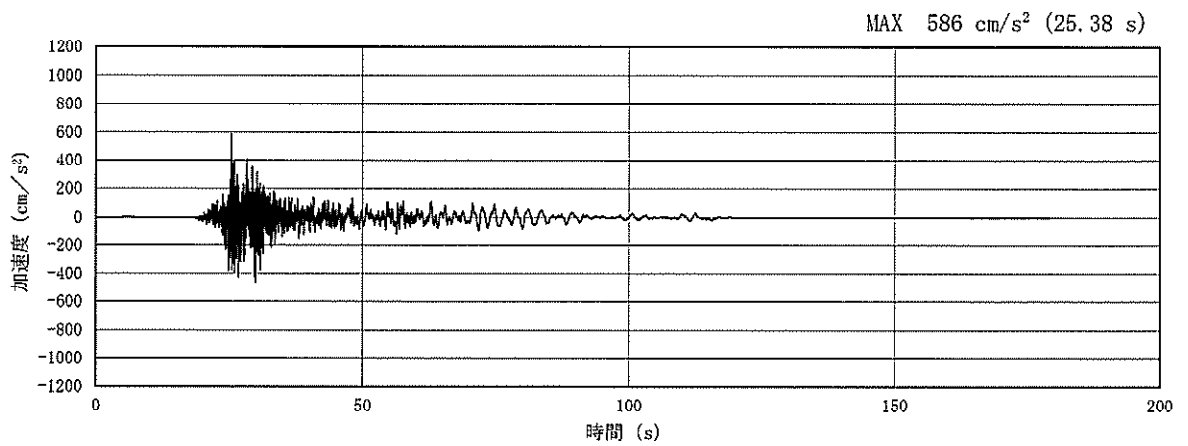


(a) 加速度時刻歴波形

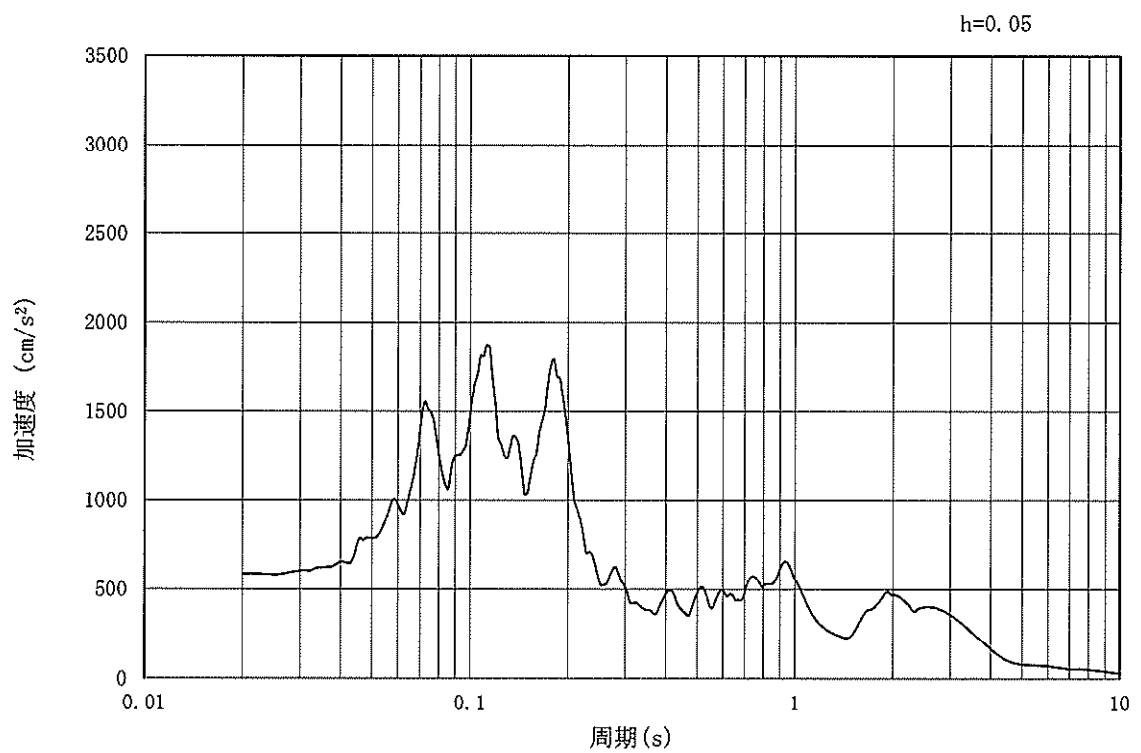


(b) 加速度応答スペクトル

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:  $S_s - 12$ )

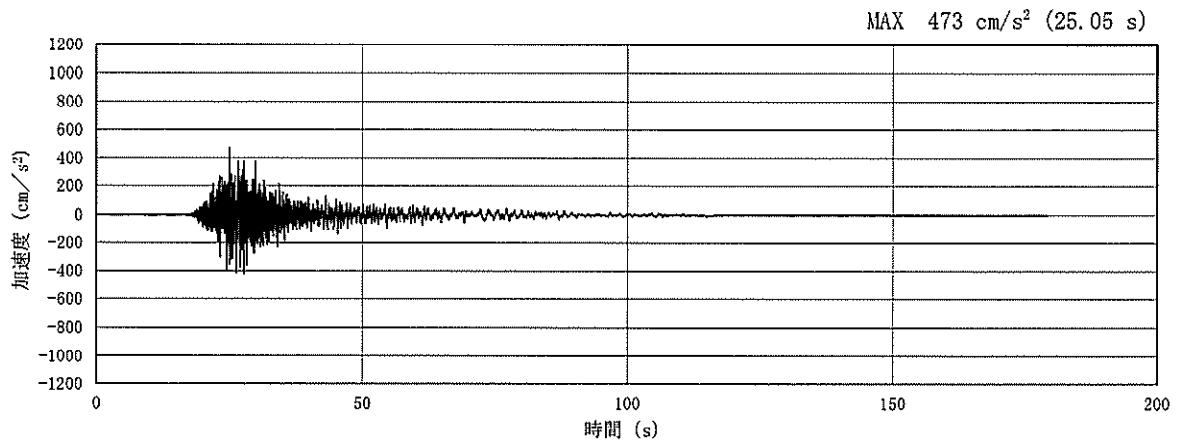


(a) 加速度時刻歴波形

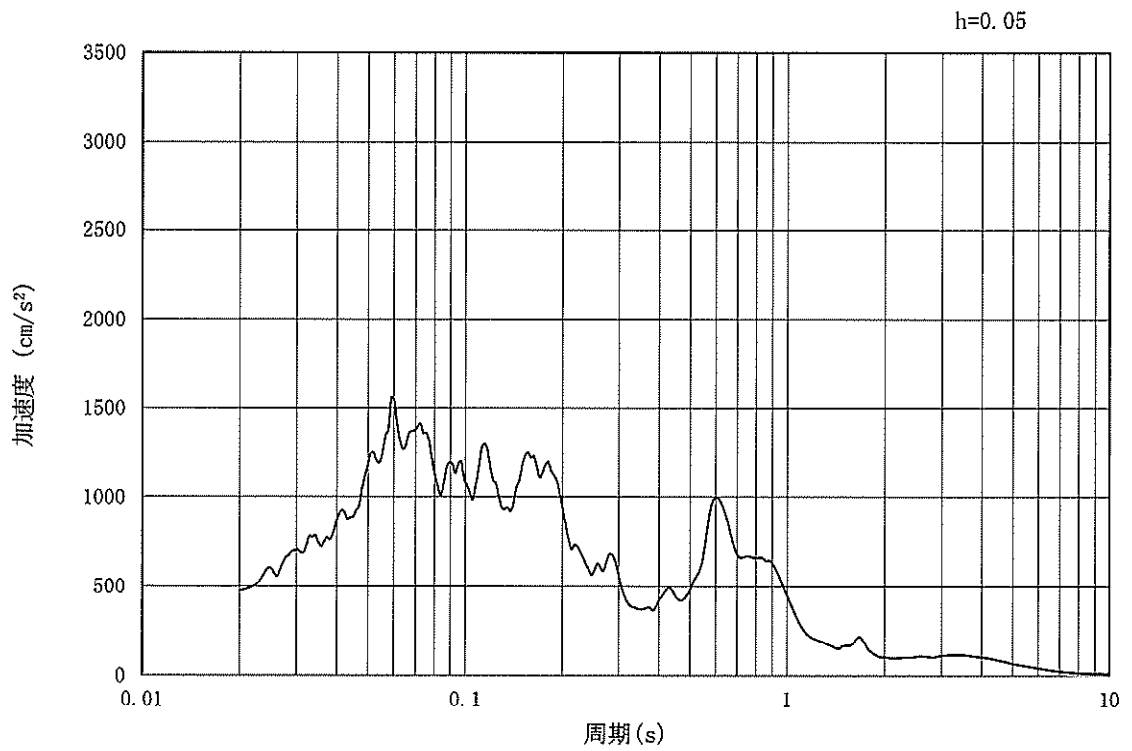


(b) 加速度応答スペクトル

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<sub>s</sub>-13)

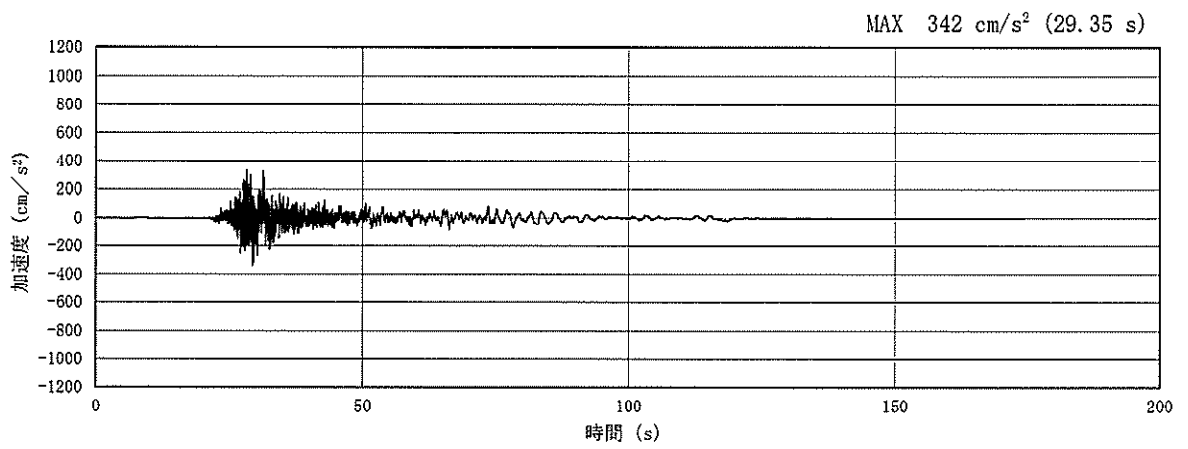


(a) 加速度時刻歴波形

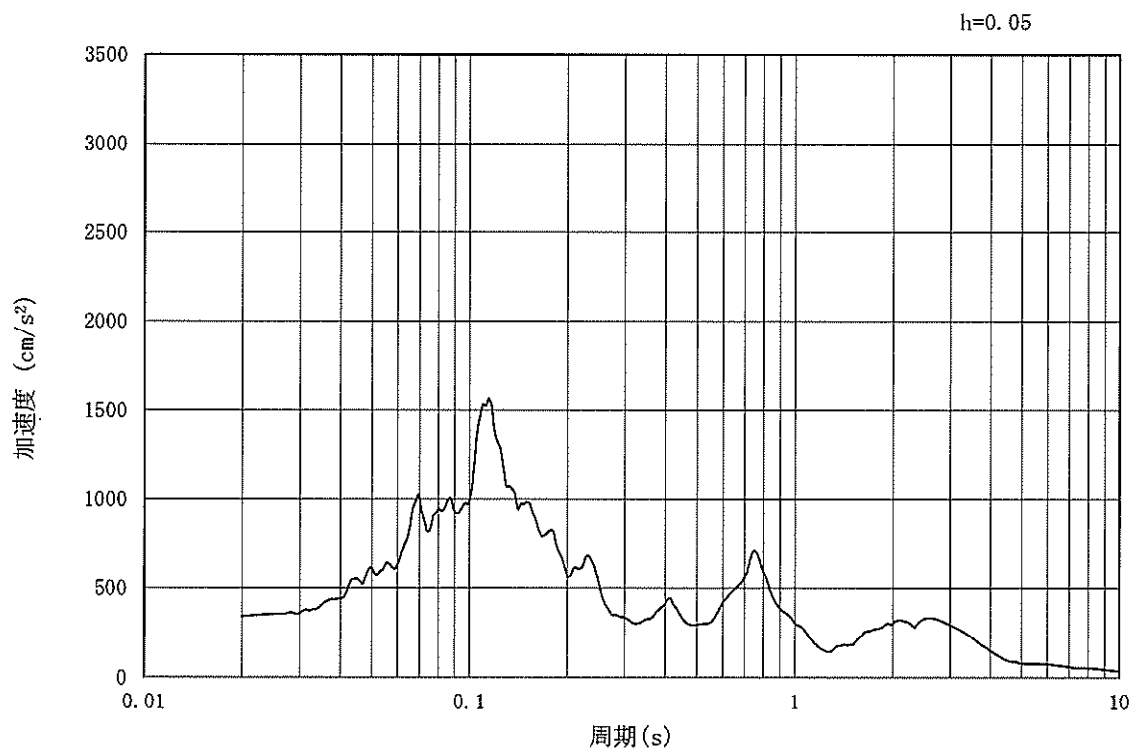


(b) 加速度応答スペクトル

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:  $S_s - 13$ )

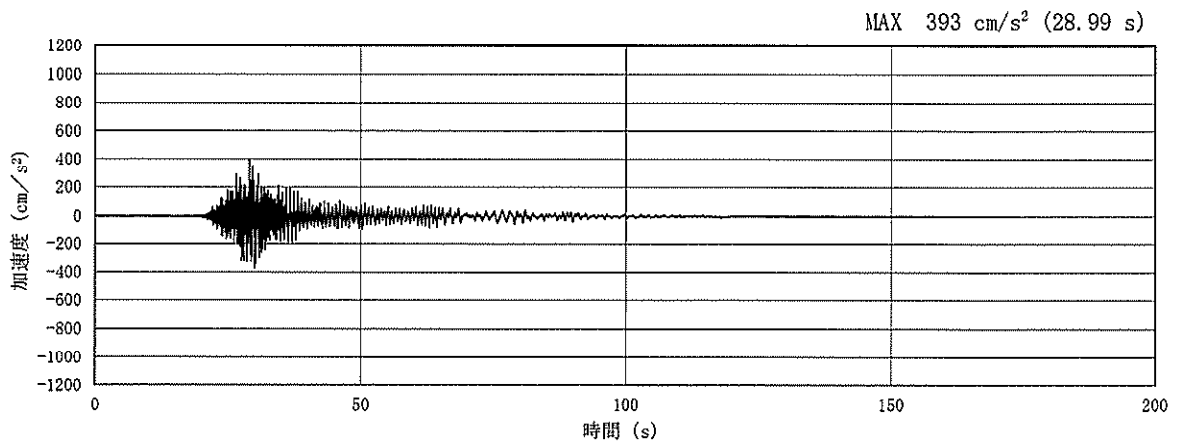


(a) 加速度時刻歴波形

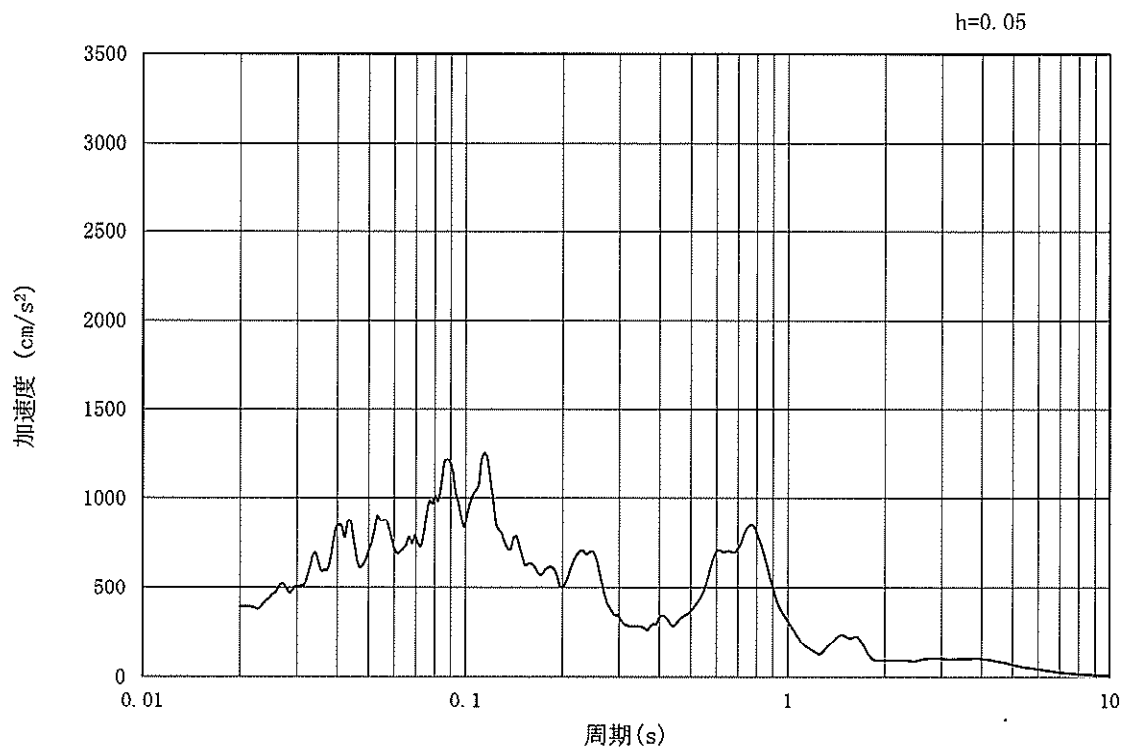


(b) 加速度応答スペクトル

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)

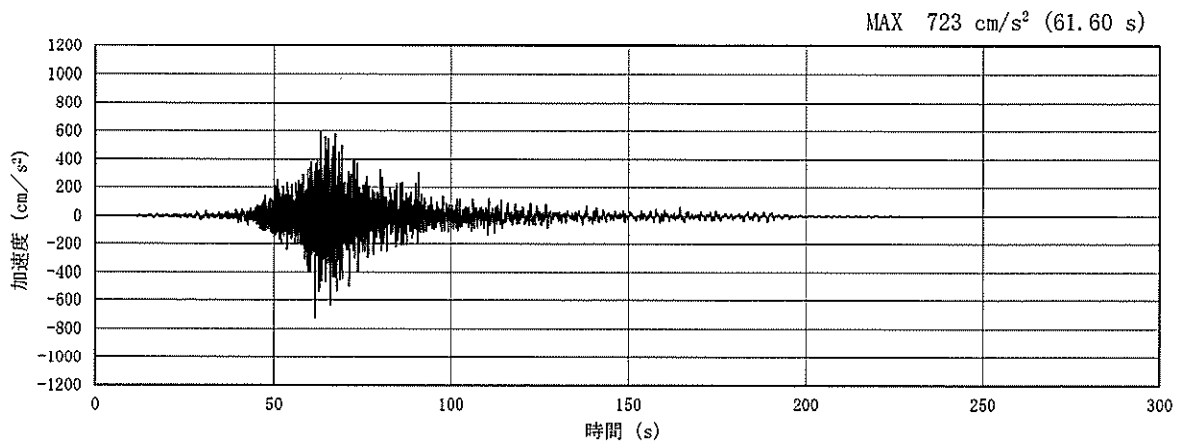


(a) 加加速度時刻歴波形

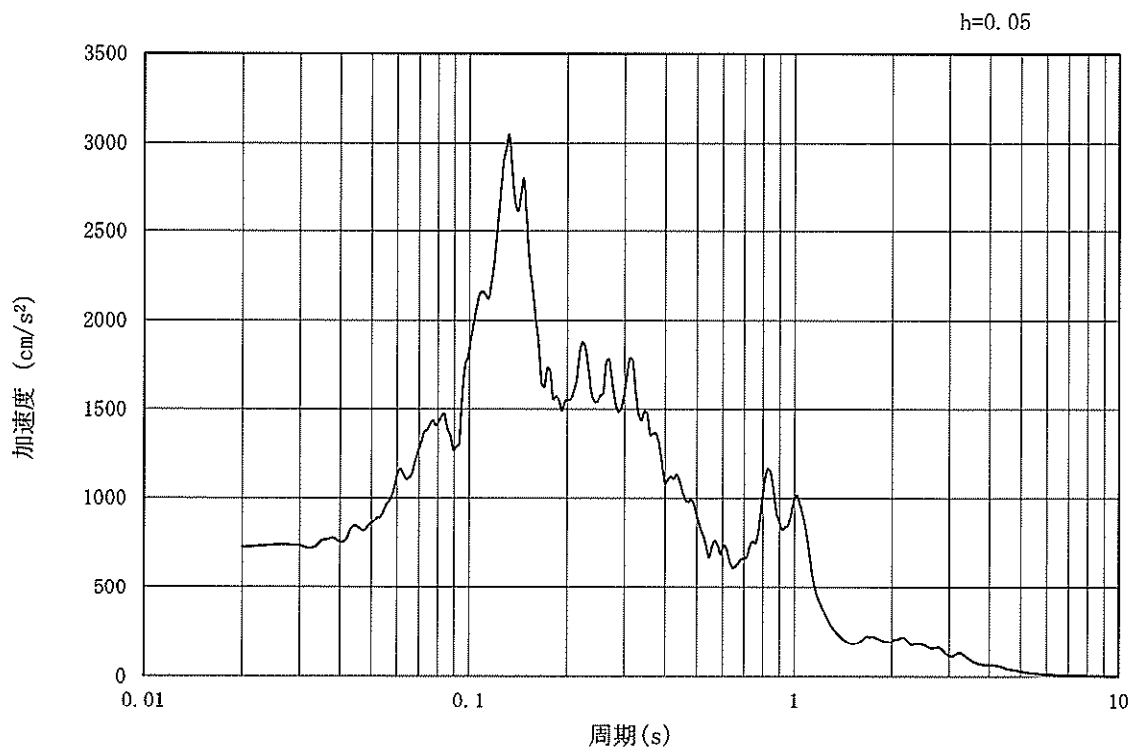


(b) 加加速度応答スペクトル

図 18.3-2 (26) 南北方向断面 (④-④断面) の入力地震動の加加速度時刻歴波形  
及び加加速度応答スペクトル  
(鉛直方向: S<sub>s</sub>-14)

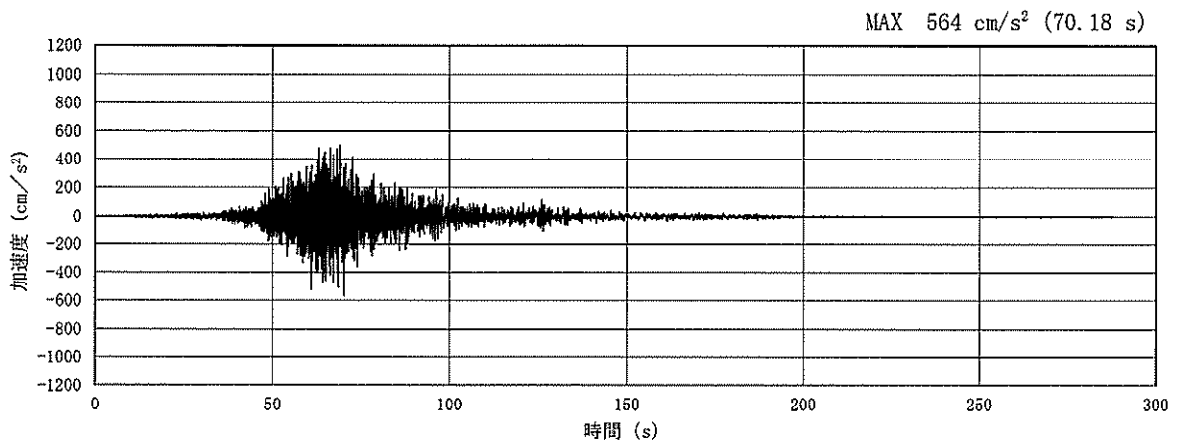


(a) 加速度時刻歴波形

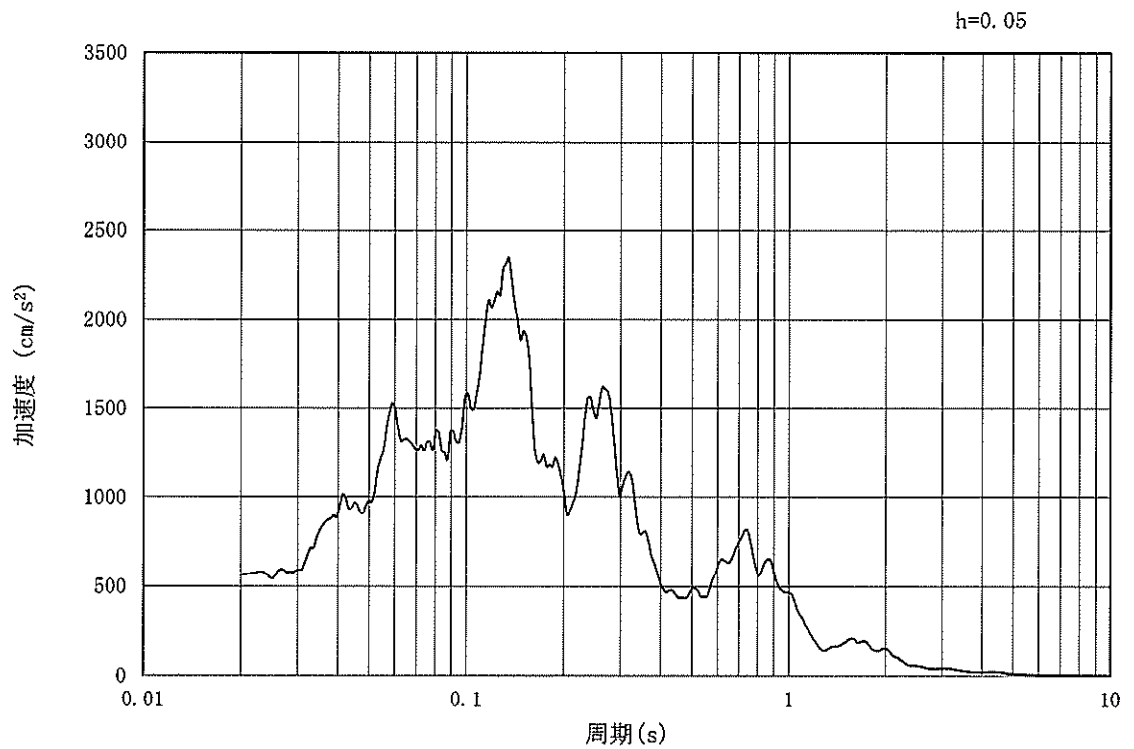


(b) 加速度応答スペクトル

図 18.3-2 (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:  $S_s - 21$ )

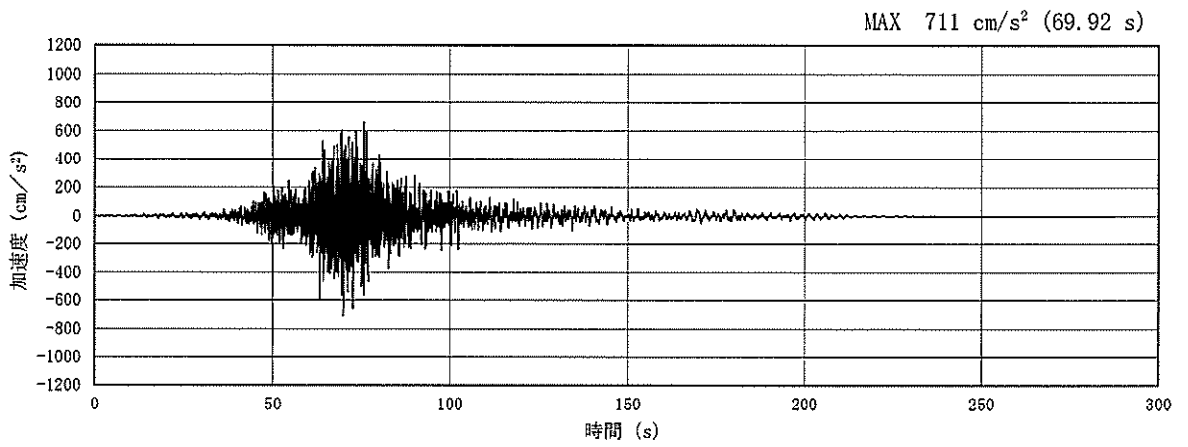


(a) 加速度時刻歴波形

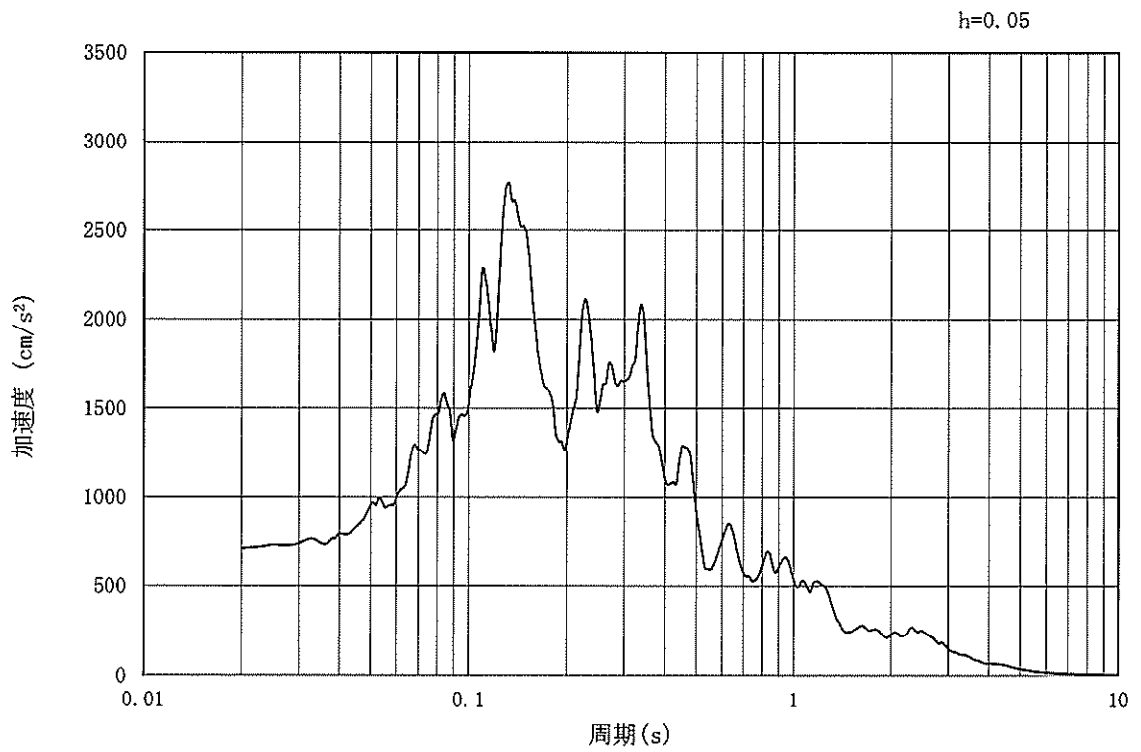


(b) 加速度応答スペクトル

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<sub>s</sub>-21)



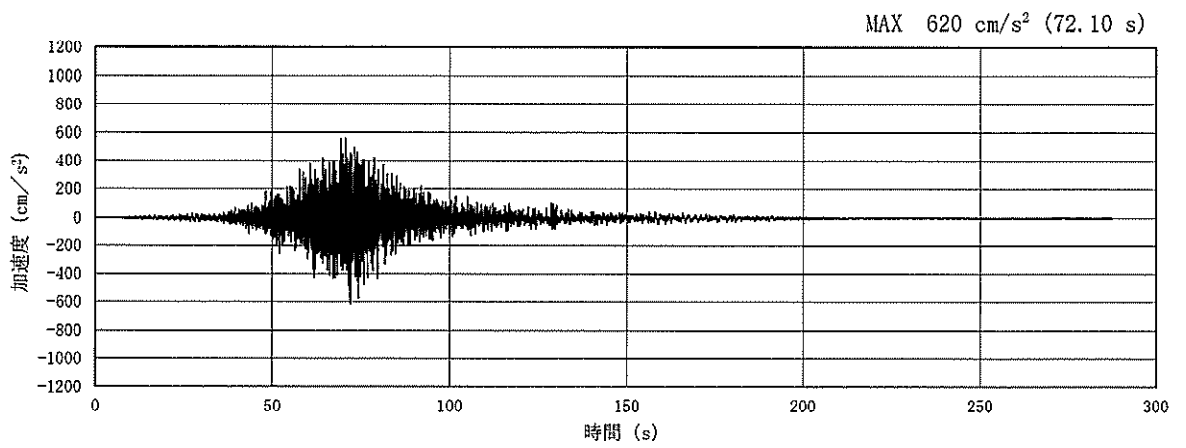
(a) 加速度時刻歴波形



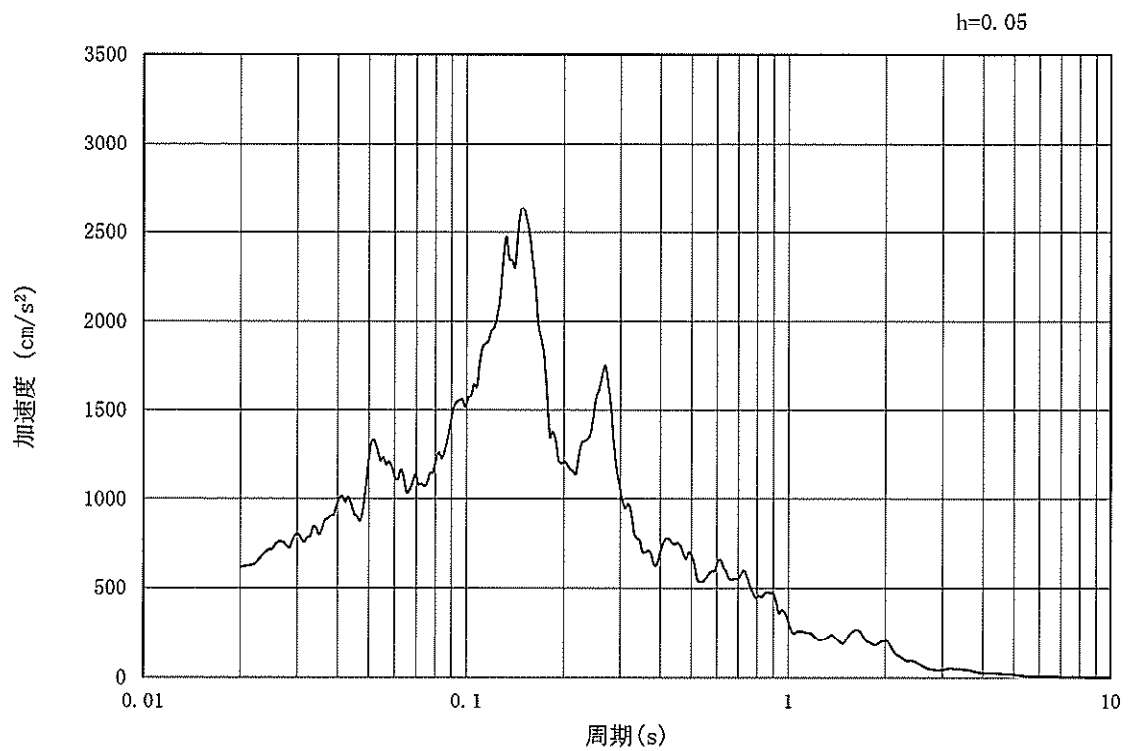
(b) 加速度応答スペクトル

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 :  $S_s - 22$ )



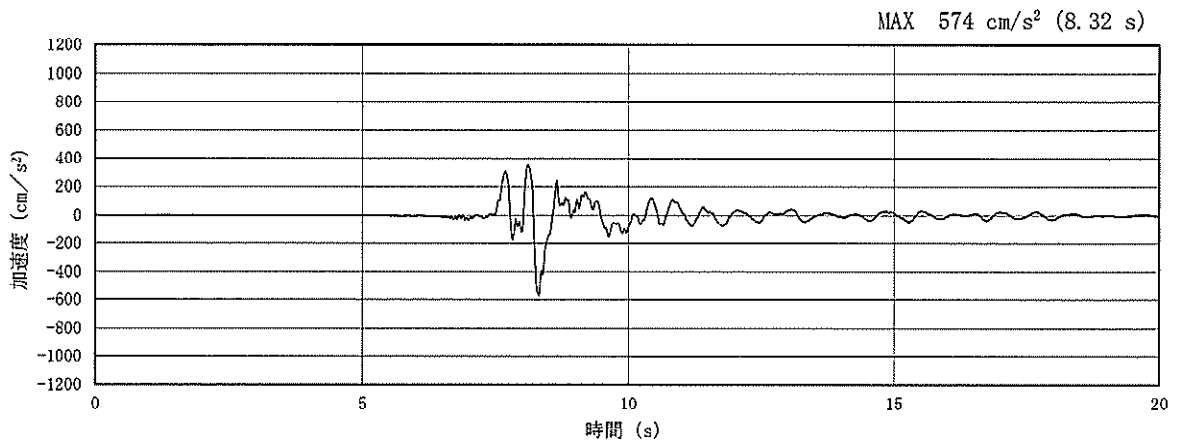


(a) 加速度時刻歴波形

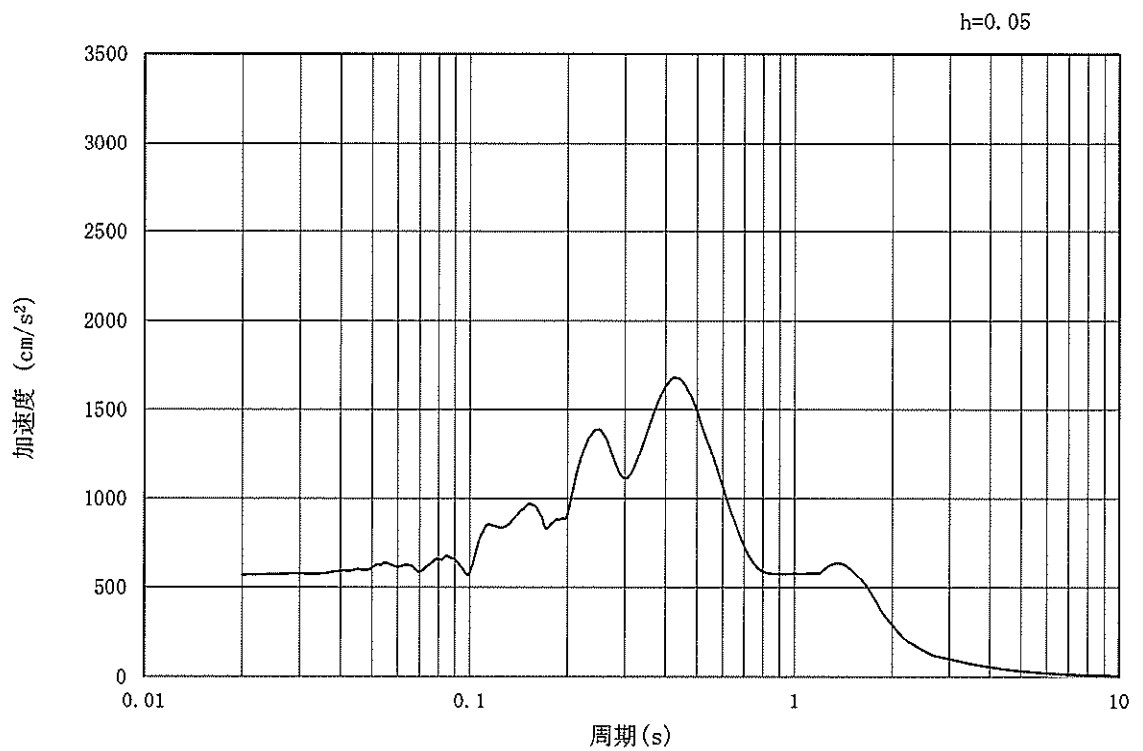


(b) 加速度応答スペクトル

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 :  $S_s - 22$ )

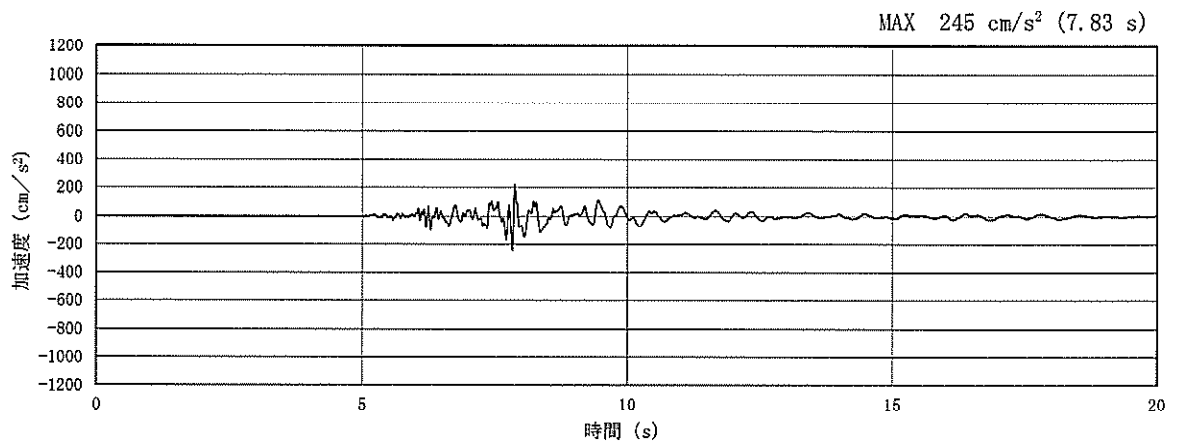


(a) 加速度時刻歴波形

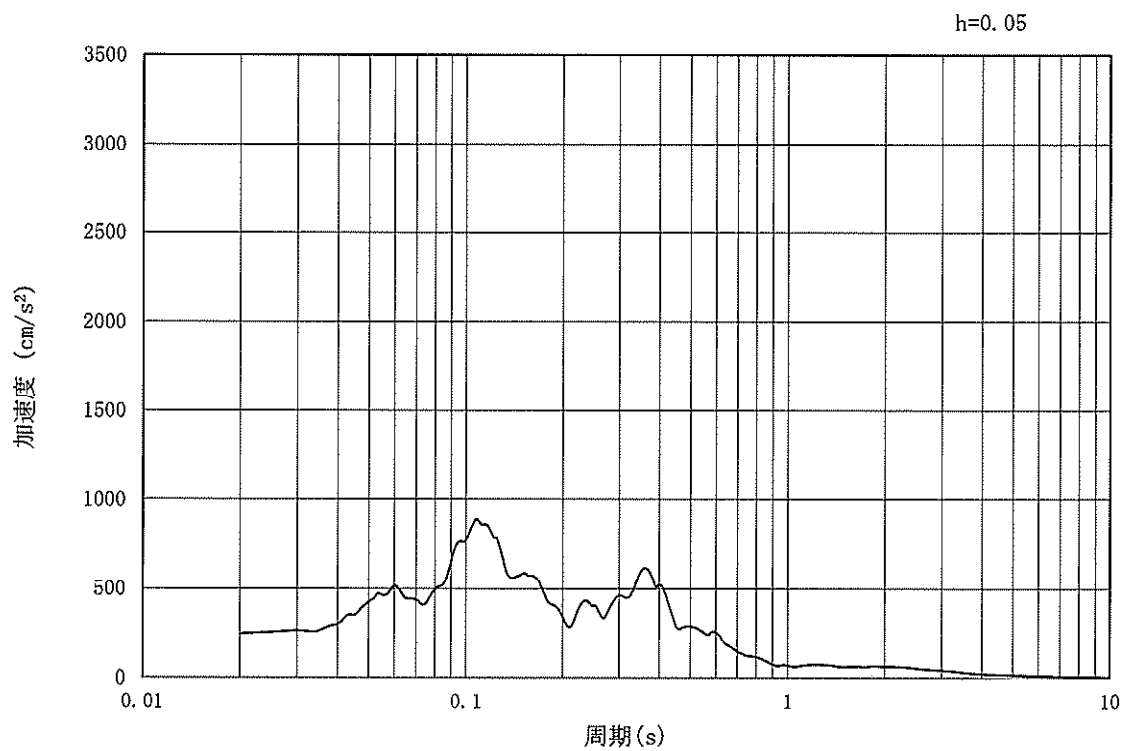


(b) 加速度応答スペクトル

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<sub>s</sub>-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]（（社）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（（社）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]（（社）土木学会，2002 年制定）

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

\*3：道路橋示方書（I 共通編・IV 下部構造編）・同解説（（社）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]（（社）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、豊浦標準砂の液状化強度特性により強制的に液状化させることを仮定した耐震設計を行う場合は、第四系の杭周面摩擦力を支持力として考慮せず、杭先端の支持岩盤への接地圧に対する支持力評価を行うことを基本とする。ただし、杭を根入れした岩盤及び岩着している地盤改良体とその上方の非液状化層が連続している場合は、杭周面摩擦力を支持力として考慮する場合がある。

極限支持力算定式（杭基礎〔中掘り工法〕）

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

$R_u$  : 地盤から決まる杭の極限支持力 (kN)

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

$$q_d = 3 \cdot q_u$$

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

$A$  : 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。

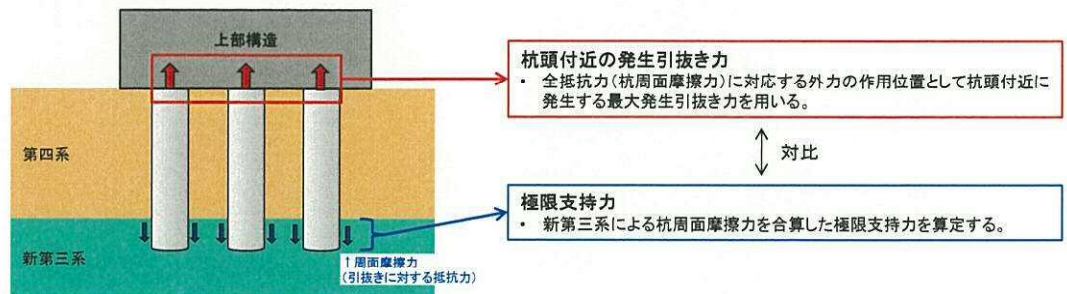


図 18.3-3 引抜き力に対する杭基礎の支持力評価  
(引抜き力に対し第四系の杭周面摩擦力を支持力として考慮しない場合)

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。

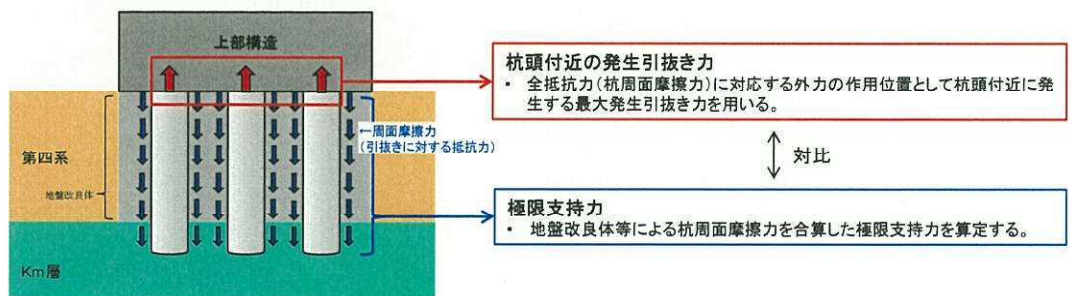


図 18.3-4 引抜き力に対する杭基礎の支持力評価  
(引抜き力に対し地盤改良体の杭周面摩擦力を支持力として考慮する場合)

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 $S_0$ 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)					
		①	②	③	④	⑤	⑥
S <sub>g</sub> -D1	H+, V+	0.39					
	H+, V-	0.39	0.34	0.38	0.40	0.30	0.26
	H-, V+	0.34					
	H-, V-	0.35			0.40		
S <sub>g</sub> -11		0.20					
S <sub>g</sub> -12		0.20					
S <sub>g</sub> -13		0.20					
S <sub>g</sub> -14		0.15					
S <sub>g</sub> -21		0.20					
S <sub>g</sub> -22		0.26					
S <sub>g</sub> -31	H+, V+	0.30					
	H-, V+	0.30					

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
S <sub>g</sub> -D1	H+, V+	0.33					
	H+, V-	0.33	0.30	0.32	0.30	0.28	0.25
	H-, V+	0.29					
	H-, V-	0.30			0.30		
S <sub>g</sub> -11		0.20					
S <sub>g</sub> -12		0.22					
S <sub>g</sub> -13		0.23					
S <sub>g</sub> -14		0.18					
S <sub>g</sub> -21		0.20					
S <sub>g</sub> -22		0.24					
S <sub>g</sub> -31	H+, V+	0.27					
	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)					
		①	②	③	④	⑤	⑥
S <sub>g</sub> -D1	H+, V+	0.45					
	H+, V-	0.45	0.38	0.43	0.47	0.38	0.31
	H-, V+	0.42					
	H-, V-	0.42			0.51		
S <sub>g</sub> -11		0.25					
S <sub>g</sub> -12		0.27					
S <sub>g</sub> -13		0.28					
S <sub>g</sub> -14		0.21					
S <sub>g</sub> -21		0.26					
S <sub>g</sub> -22		0.31					
S <sub>g</sub> -31	H+, V+	0.39					
	H-, V+	0.41					

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
S <sub>g</sub> -D1	H+, V+	0.36					
	H+, V-	0.36	0.30	0.34	0.42	0.31	0.26
	H-, V+	0.35					
	H-, V-	0.35			0.41		
S <sub>g</sub> -11		0.22					
S <sub>g</sub> -12		0.24					
S <sub>g</sub> -13		0.25					
S <sub>g</sub> -14		0.21					
S <sub>g</sub> -21		0.23					
S <sub>g</sub> -22		0.28					
S <sub>g</sub> -31	H+, V+	0.31					
	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)					
		①	②	③	④	⑤	⑥
S <sub>g</sub> -D1	H+, V+	0.55					
	H+, V-	0.54	0.49	0.51	0.63	0.38	0.35
	H-, V+	0.62					
	H-, V-	0.62			0.62		
S <sub>g</sub> -11		0.37					
S <sub>g</sub> -12		0.32					
S <sub>g</sub> -13		0.30					
S <sub>g</sub> -14		0.29					
S <sub>g</sub> -21		0.34					
S <sub>g</sub> -22		0.39					
S <sub>g</sub> -31	H+, V+	0.54					
	H-, V+	0.44					

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
S <sub>g</sub> -D1	H+, V+	0.49					
	H+, V-	0.49	0.42	0.47	0.49	0.37	0.31
	H-, V+	0.43					
	H-, V-	0.43			0.49		
S <sub>g</sub> -11		0.31					
S <sub>g</sub> -12		0.24					
S <sub>g</sub> -13		0.25					
S <sub>g</sub> -14		0.23					
S <sub>g</sub> -21		0.30					
S <sub>g</sub> -22		0.30					
S <sub>g</sub> -31	H+, V+	0.45					
	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)					
		①	②	③	④	⑤	⑥
S <sub>g</sub> -D1	H+, V+	0.66					
	H+, V-	0.67	0.55	0.63	0.68	0.55	0.45
	H-, V+	0.61					
	H-, V-	0.61			0.76		
S <sub>g</sub> -11		0.35					
S <sub>g</sub> -12		0.37					
S <sub>g</sub> -13		0.38					
S <sub>g</sub> -14		0.28					
S <sub>g</sub> -21		0.36					
S <sub>g</sub> -22		0.45					
S <sub>g</sub> -31	H+, V+	0.57					
	H-, V+	0.61					

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
S <sub>g</sub> -D1	H+, V+	0.35					
	H+, V-	0.35	0.30	0.34	0.45	0.29	0.24
	H-, V+	0.38					
	H-, V-	0.38			0.43		
S <sub>g</sub> -11		0.25					
S <sub>g</sub> -12		0.23					
S <sub>g</sub> -13		0.23					
S <sub>g</sub> -14		0.20					
S <sub>g</sub> -21		0.24					
S <sub>g</sub> -22		0.26					
S <sub>g</sub> -31	H+, V+	0.35					
	H-, V+	0.32					

注記 ①：原地盤に基づく液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解析ケース  
 ⑤：原地盤において非液化化の条件を仮定した解析ケース  
 ⑥：地盤物性のばらつきを考慮 (+1σ) して非液化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					
		①	②	③	④	⑤	⑥
S <sub>s</sub> -D1	H+, V+	0.38					
	H+, V-	0.39	0.34	0.37	0.43	0.30	0.27
	H-, V+	0.33					
	H-, V-	0.35			0.43		
S <sub>s</sub> -11		0.20					
S <sub>s</sub> -12		0.19					
S <sub>s</sub> -13		0.19					
S <sub>s</sub> -14		0.16					
S <sub>s</sub> -21		0.21					
S <sub>s</sub> -22		0.25					
S <sub>s</sub> -31	H+, V+	0.34					
	H-, V+	0.29					

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+	0.59					
	H+, V-	0.59	0.53	0.58	0.59	0.51	0.48
	H-, V+	0.52					
	H-, V-	0.55			0.59		
S <sub>s</sub> -11		0.35					
S <sub>s</sub> -12		0.39					
S <sub>s</sub> -13		0.40					
S <sub>s</sub> -14		0.33					
S <sub>s</sub> -21		0.37					
S <sub>s</sub> -22		0.41					
S <sub>s</sub> -31	H+, V+	0.46					
	H-, V+	0.53					

(隔壁)

(頂版)

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+	0.42					
	H+, V-	0.43	0.36	0.41	0.44	0.39	0.34
	H-, V+	0.40					
	H-, V-	0.40			0.48		
S <sub>s</sub> -11		0.25					
S <sub>s</sub> -12		0.26					
S <sub>s</sub> -13		0.27					
S <sub>s</sub> -14		0.22					
S <sub>s</sub> -21		0.25					
S <sub>s</sub> -22		0.30					
S <sub>s</sub> -31	H+, V+	0.40					
	H-, V+	0.42					

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+	0.22					
	H+, V-	0.22	0.20	0.21	0.25	0.19	0.17
	H-, V+	0.21					
	H-, V-	0.22			0.25		
S <sub>s</sub> -11		0.17					
S <sub>s</sub> -12		0.17					
S <sub>s</sub> -13		0.18					
S <sub>s</sub> -14		0.16					
S <sub>s</sub> -21		0.16					
S <sub>s</sub> -22		0.18					
S <sub>s</sub> -31	H+, V+	0.19					
	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

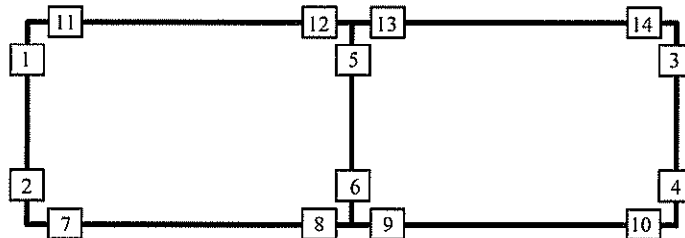
表 18.4-2 コンクリートの曲げ軸力に対する照査結果  
(各部材において最も厳しい照査値とその地震動)

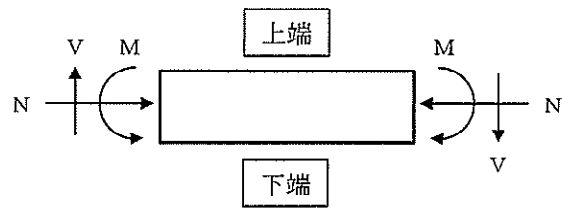
評価位置		断面形状 (mm)			引張 鉄筋量 (mm <sup>2</sup> )	曲げ モーメント (kN・m)	軸力 (kN)	圧縮 応力度 (N/mm <sup>2</sup> )	短期許容 応力度 (N/mm <sup>2</sup> )	照査 値	検討 ケース	地震動
		部材 幅	部材 高	有効 高								
底版	10	1000	1000	750	4053.6	-802	612	8.4	21.0	0.40	④	S <sub>s</sub> -D1 (H-, V-)
側壁	4	1000	800	680	4053.6	537	107	6.8	21.0	0.33	①	S <sub>s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

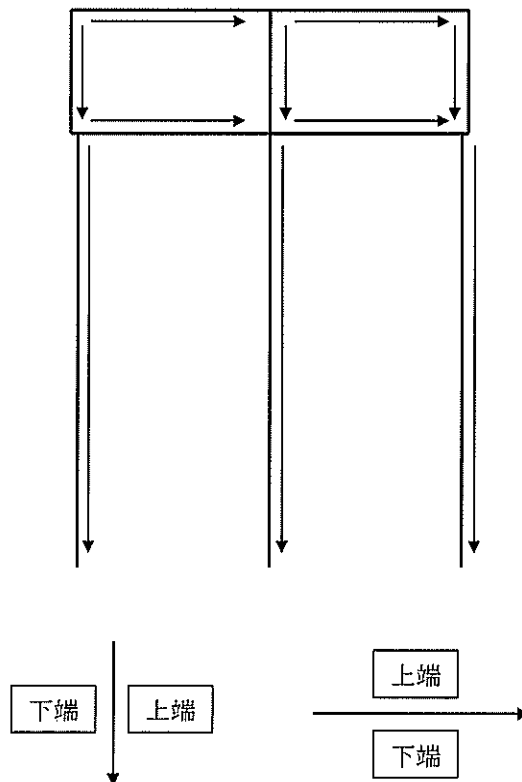
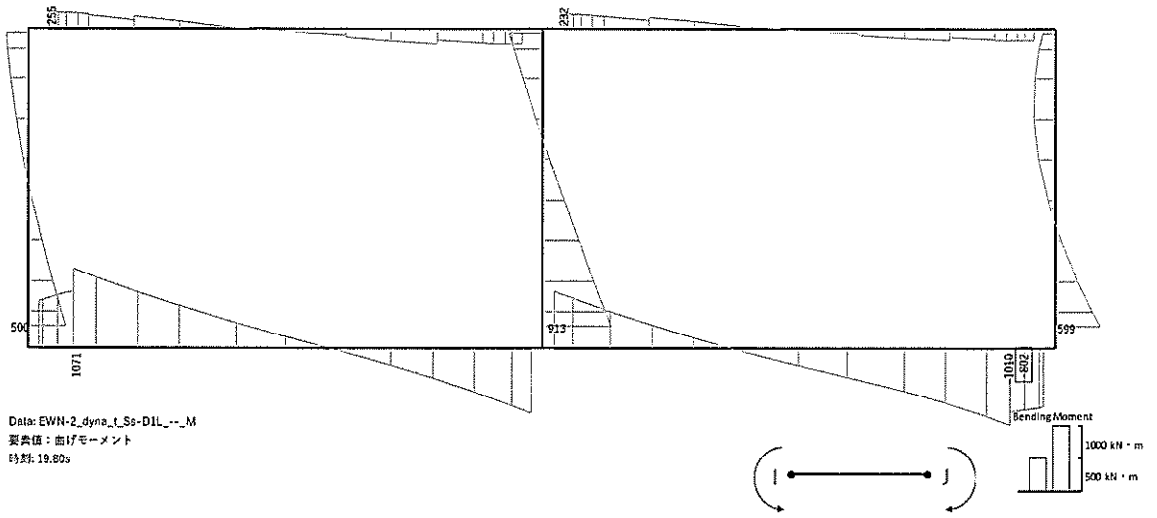
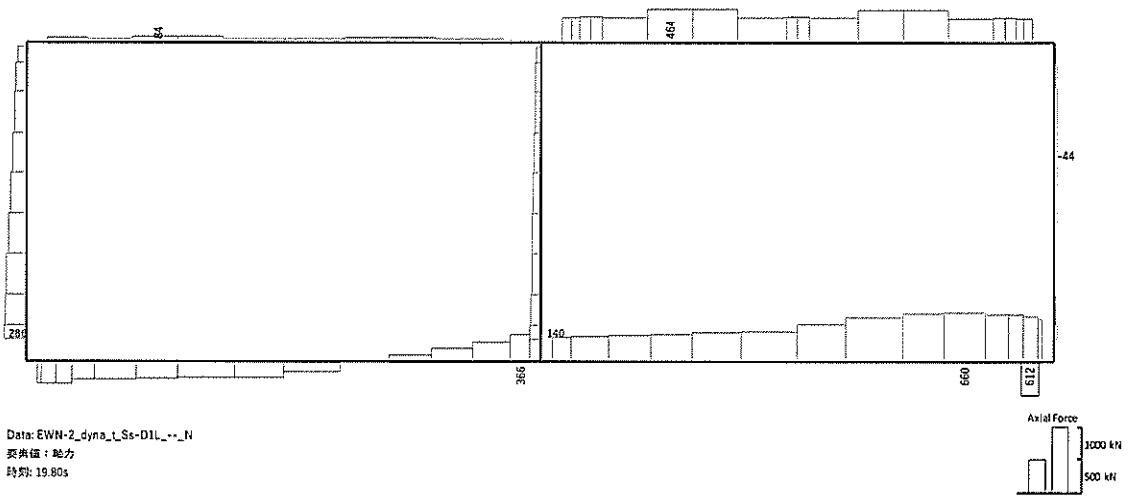


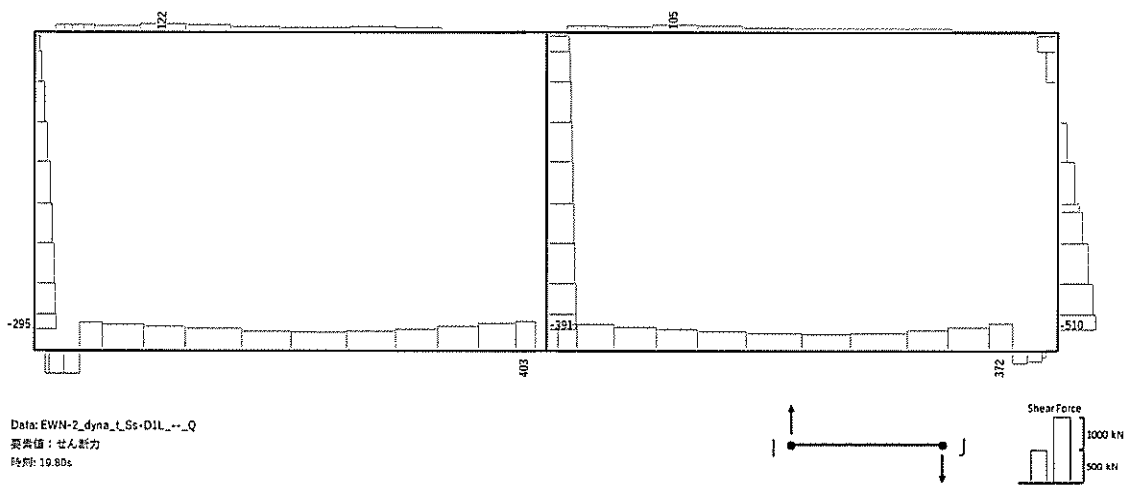
図 18.4-2 はり要素の方向 (可搬型設備用軽油タンク基礎)



曲げモーメント (kN · m)



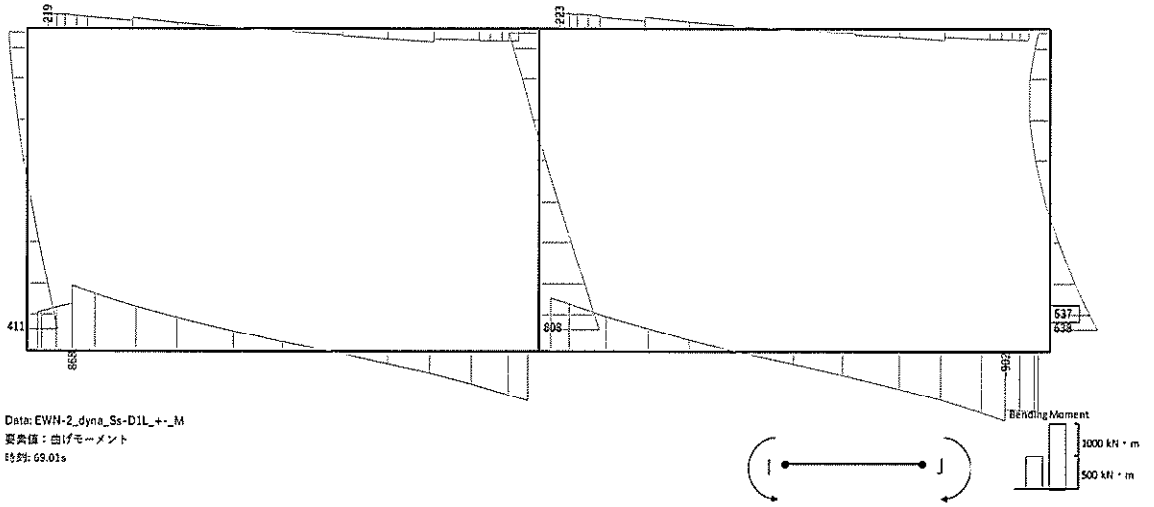
軸力 (kN) (+ : 圧縮, - : 引張)



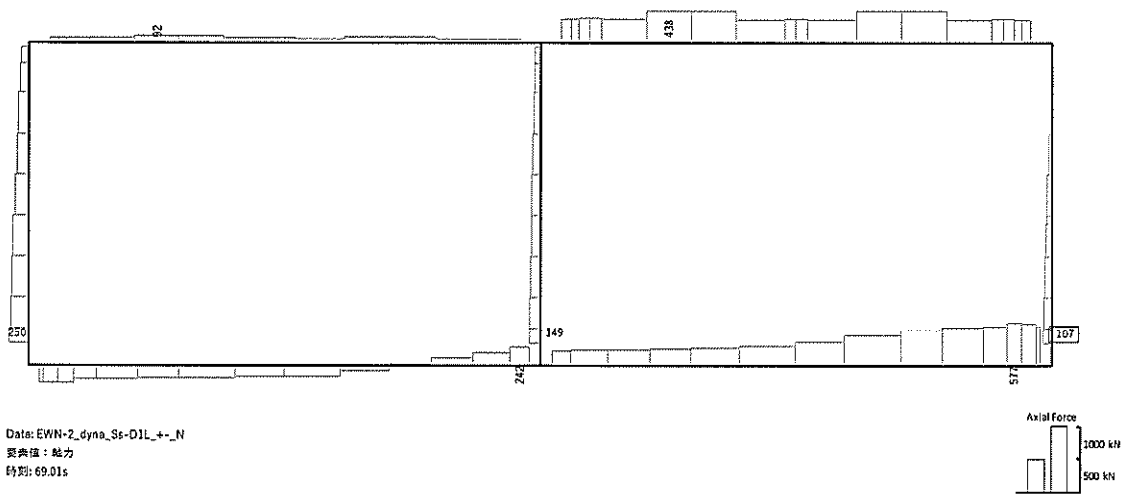
せん断力 (kN)

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)

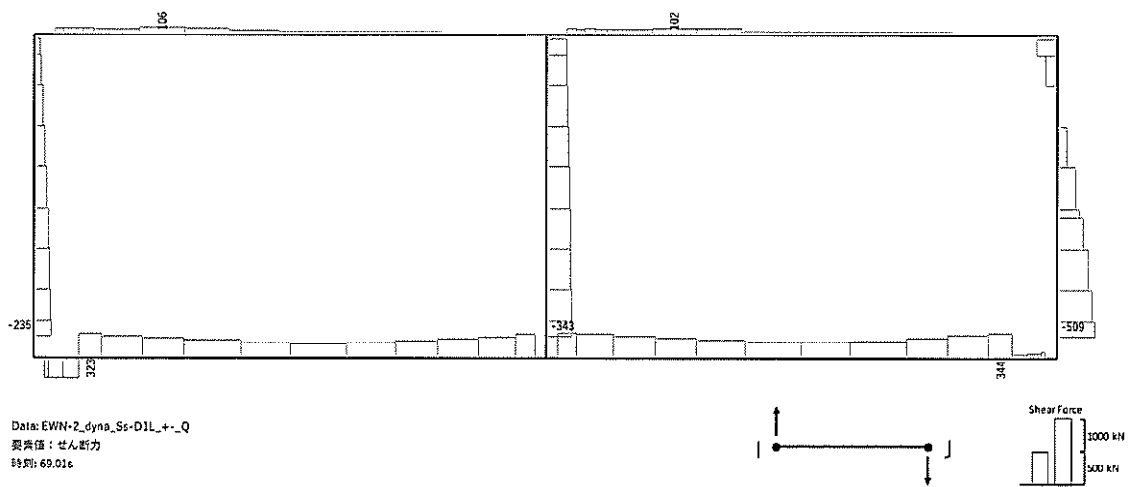


曲げモーメント (kN · m)



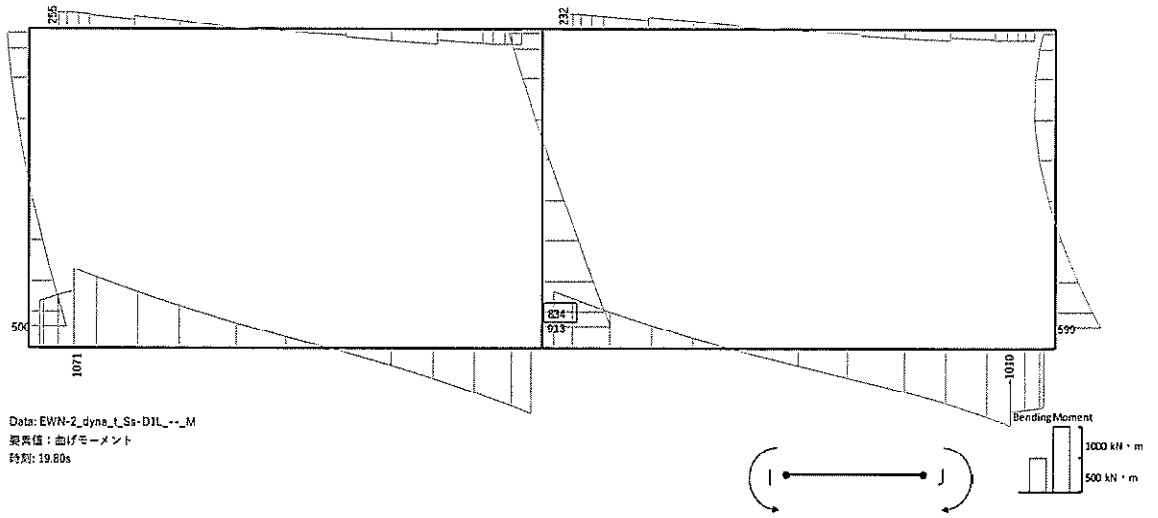
軸力 (kN) (+ : 圧縮, - : 引張)



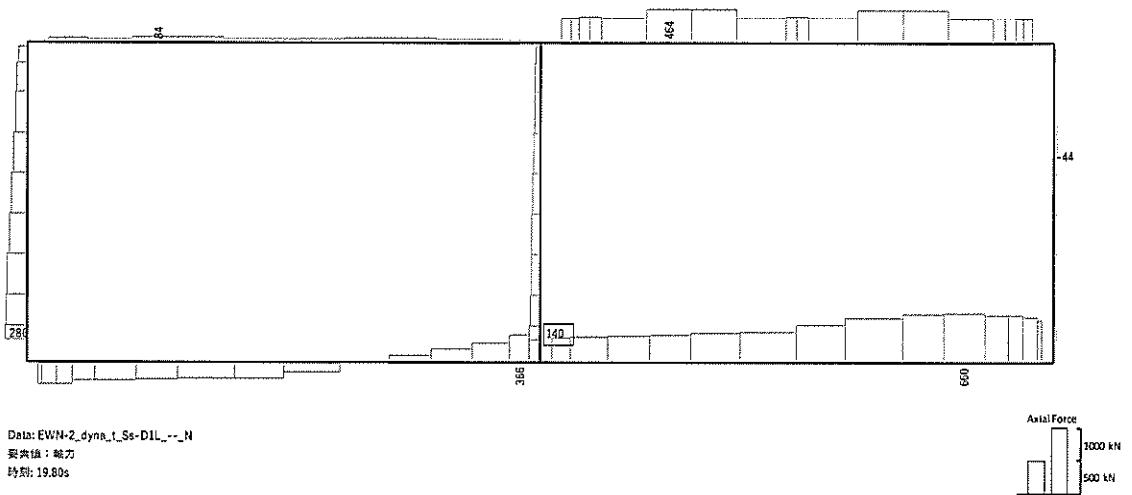


せん断力 (kN)

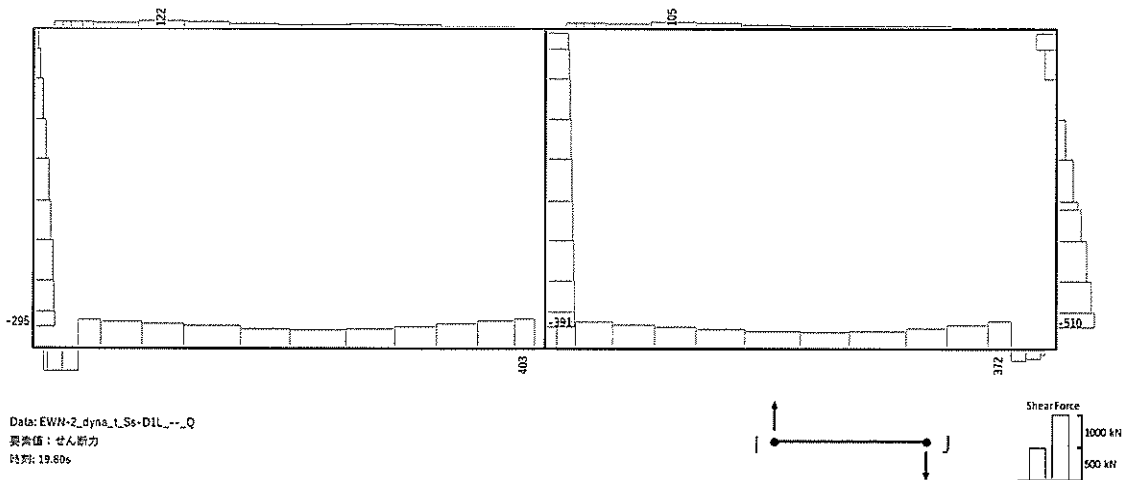
図 18.4-3 (2) 側壁において最も厳しい照査値となる時刻の断面力分布  
 (S<sub>s</sub>-D1 (H+, V-), t=69.01s)  
 (検討ケース①: 原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)



曲げモーメント (kN · m)



軸力 (kN) (+ : 圧縮, - : 引張)

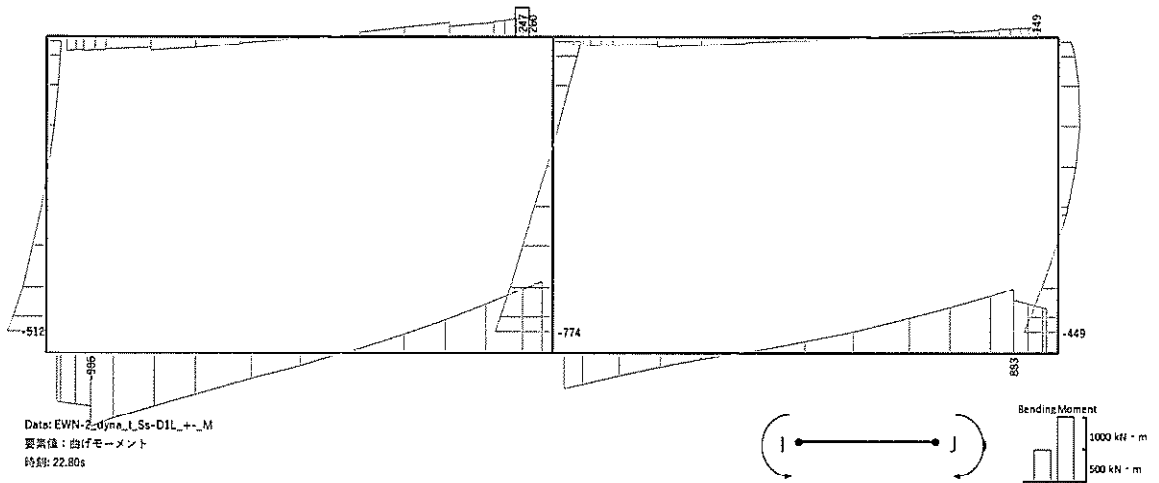


せん断力 (kN)

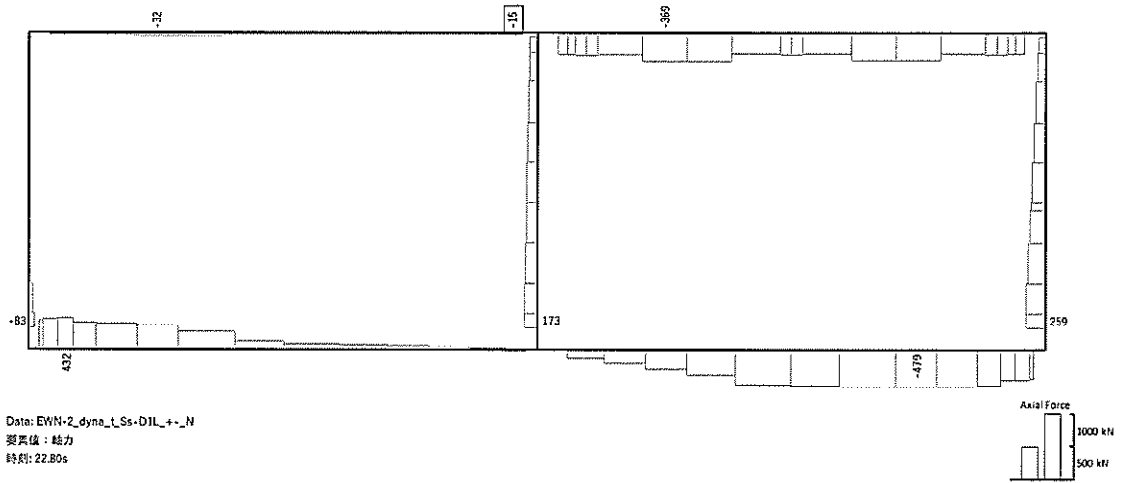
図 18.4-3 (3) 隔壁において最も厳しい照査値となる時刻の断面力分布

( $S_s-D1$  (H-, V-),  $t=19.80s$ )

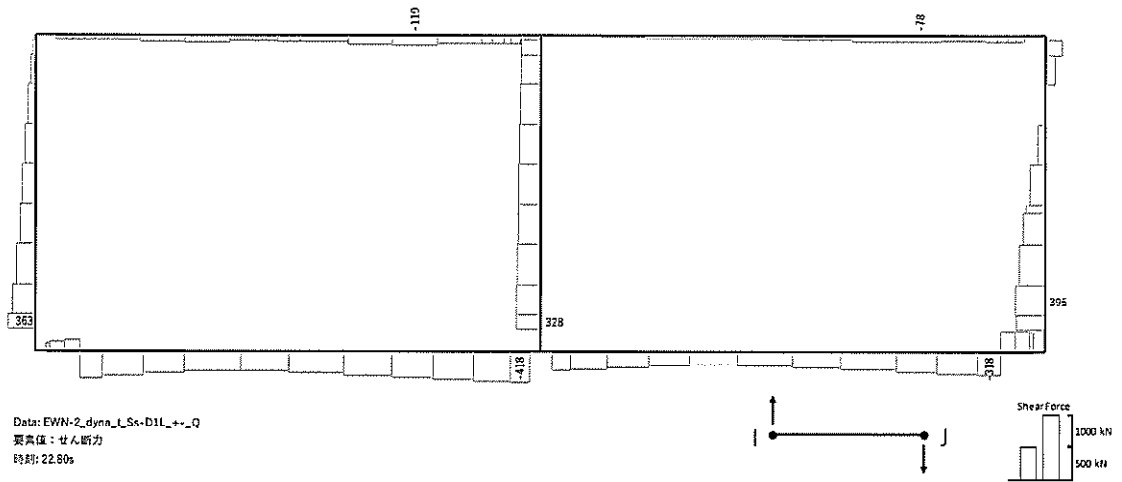
(検討ケース④: 敷地に存在しない豊浦標準砂の液状化強度特性により  
 地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース)



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)