

b. 版部材

常設低圧代替注水系ポンプ室において境界条件を固定支持とした頂版、底版及びスラブ（シェル要素）の断面力を表 9.4-61 に、図を図 9.4-43 に示す。

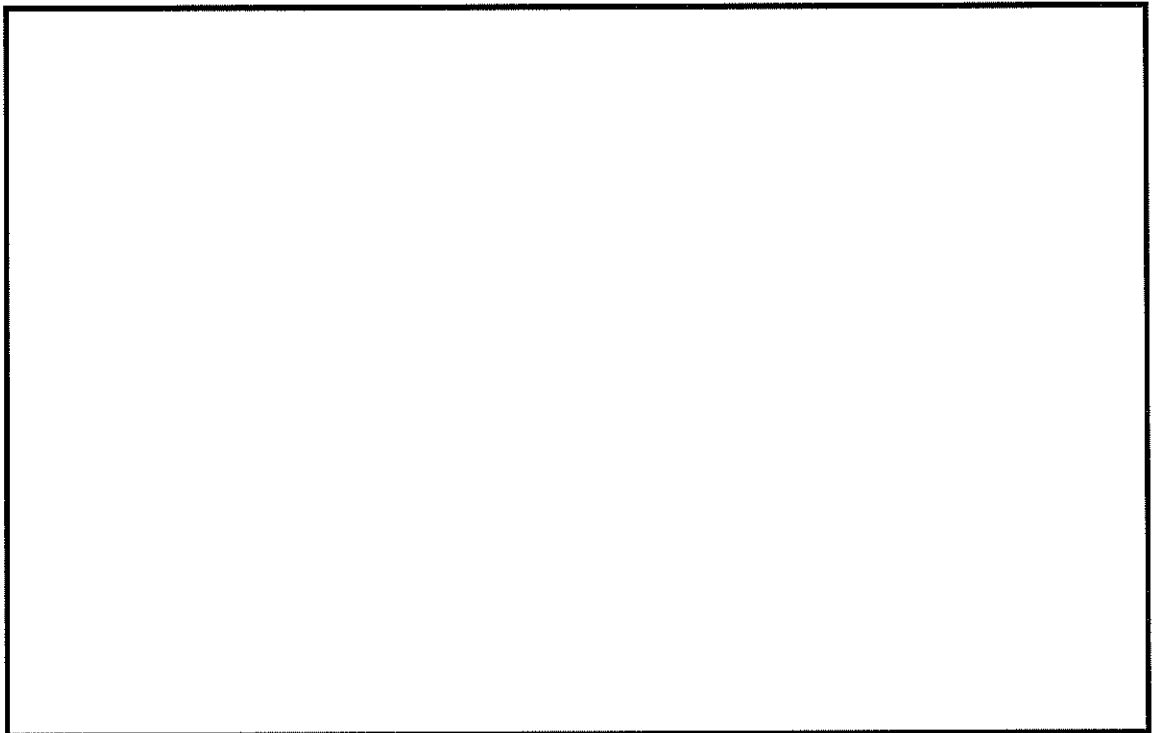
表 9.4-61 (1) 版部材の地震時断面力（東西方向断面）

		曲げモーメント (kN・m/m)	
		Mx	My
頂版	最大	166	218
	最小	-117	-183
B1F 中床版	最大	240	316
	最小	-164	-268
B2F 中床版	最大	172	225
	最小	-105	-186
B3F 中床版	最大	149	192
	最小	-97	-139
底版	最大	1583	2411
	最小	-3632	-4384

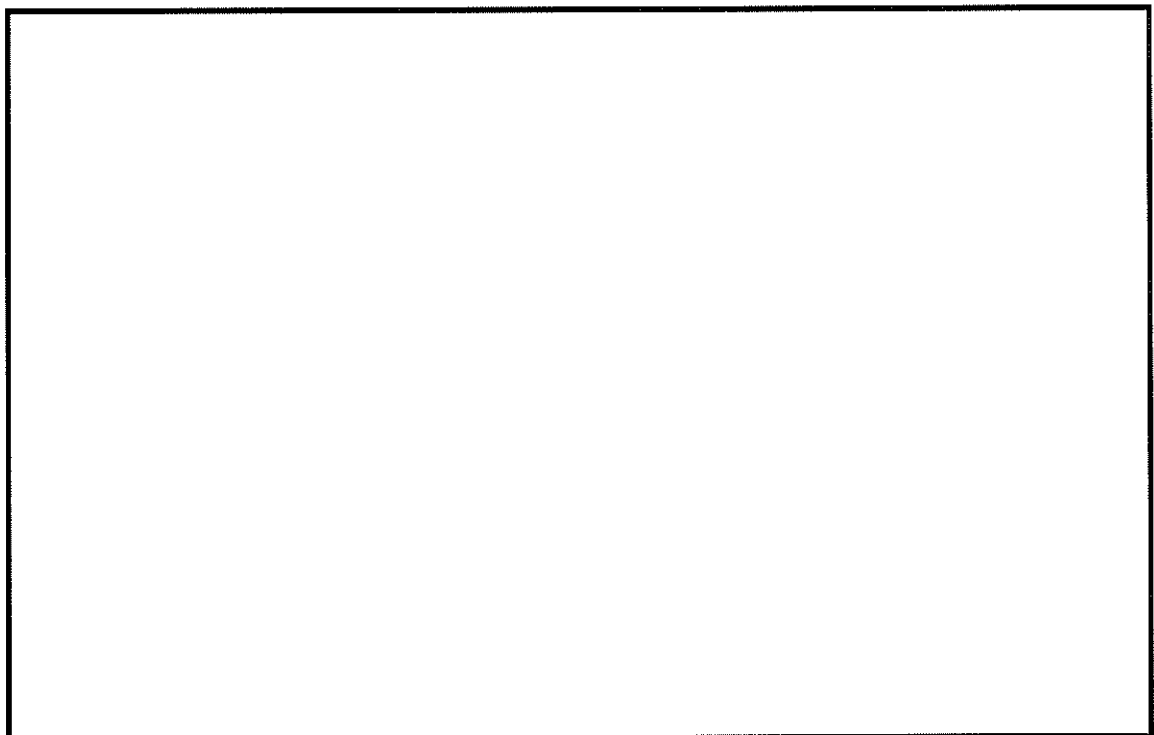
表 9.4-61 (2) 版部材の地震時断面力（南北方向断面）

		曲げモーメント (kN・m/m)	
		Mx	My
頂版	最大	163	215
	最小	-115	-180
B1F 中床版	最大	236	312
	最小	-162	-264
B2F 中床版	最大	170	222
	最小	-103	-183
B3F 中床版	最大	147	190
	最小	-95	-137
底版	最大	1574	2533
	最小	-3541	-4979





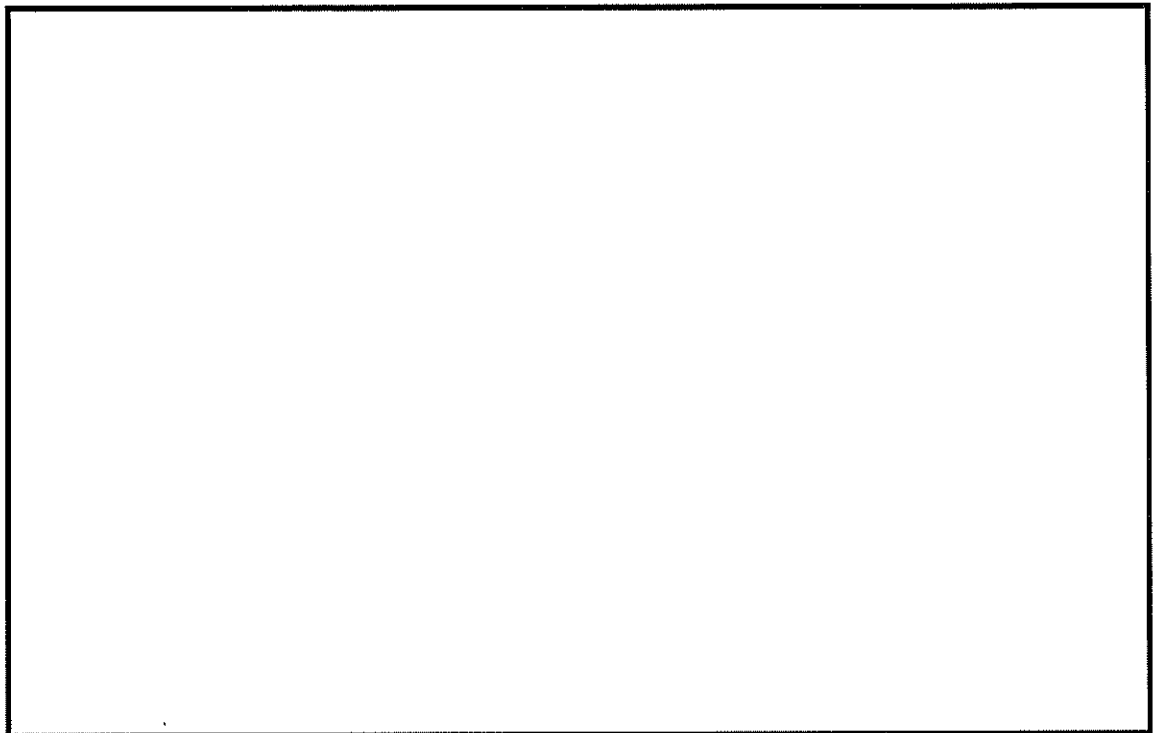
曲げモーメント  $M_x$  ( $\text{kN} \cdot \text{m/m}$ )



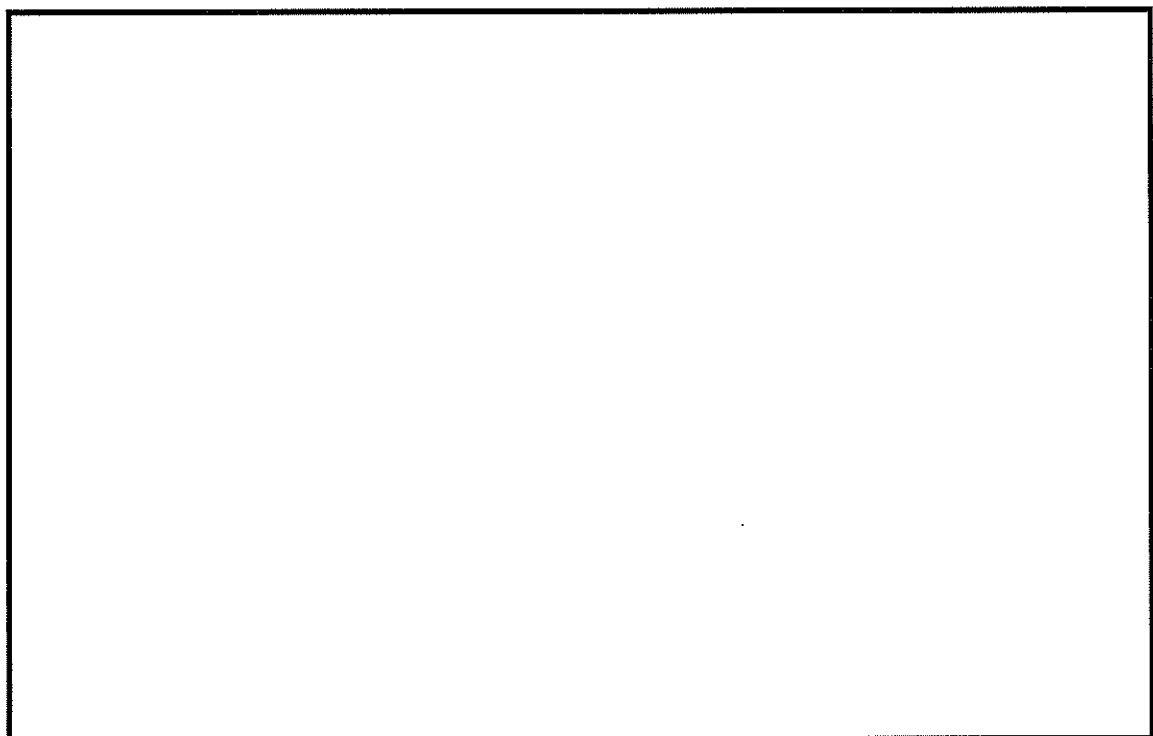
曲げモーメント  $M_y$  ( $\text{kN} \cdot \text{m/m}$ )

図 9.4-43 (1) 東西方向断面の地震時慣性力による頂版断面力分布  
固定支持 ( $S_s-D1$  ( $H+$ ,  $V+$ ),  $t=44.31\text{s}$ )  
(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)





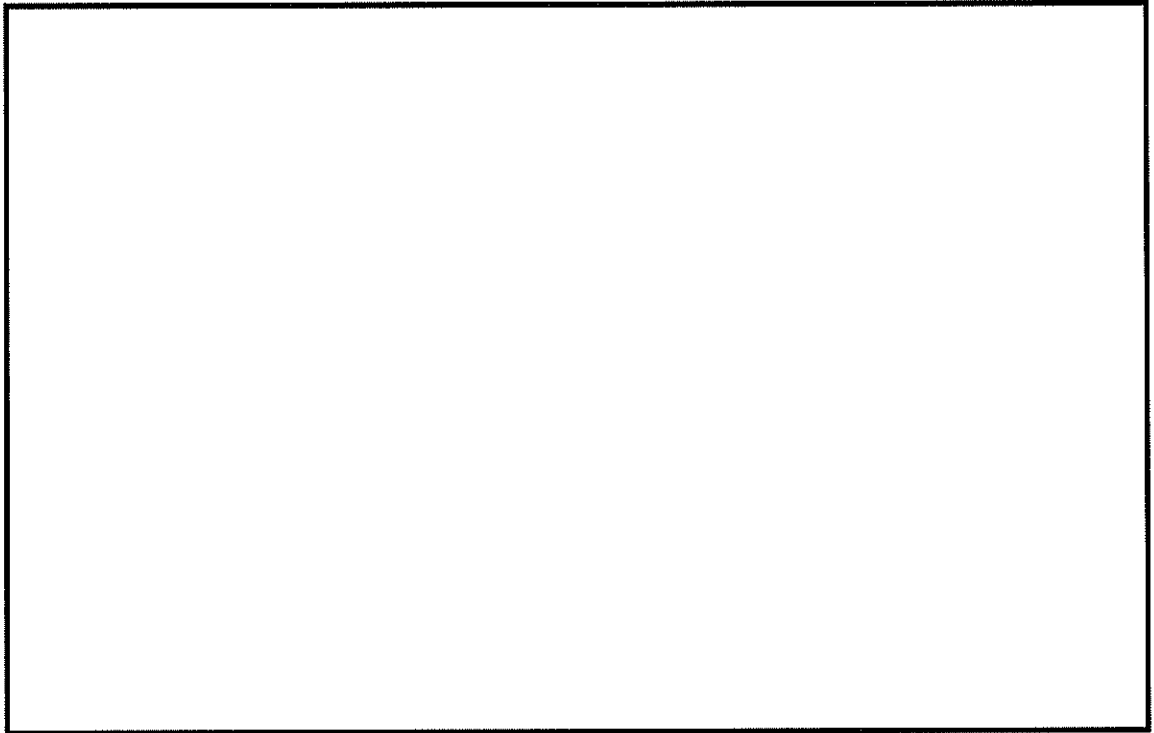
曲げモーメント  $M_x$  ( $\text{kN} \cdot \text{m/m}$ )



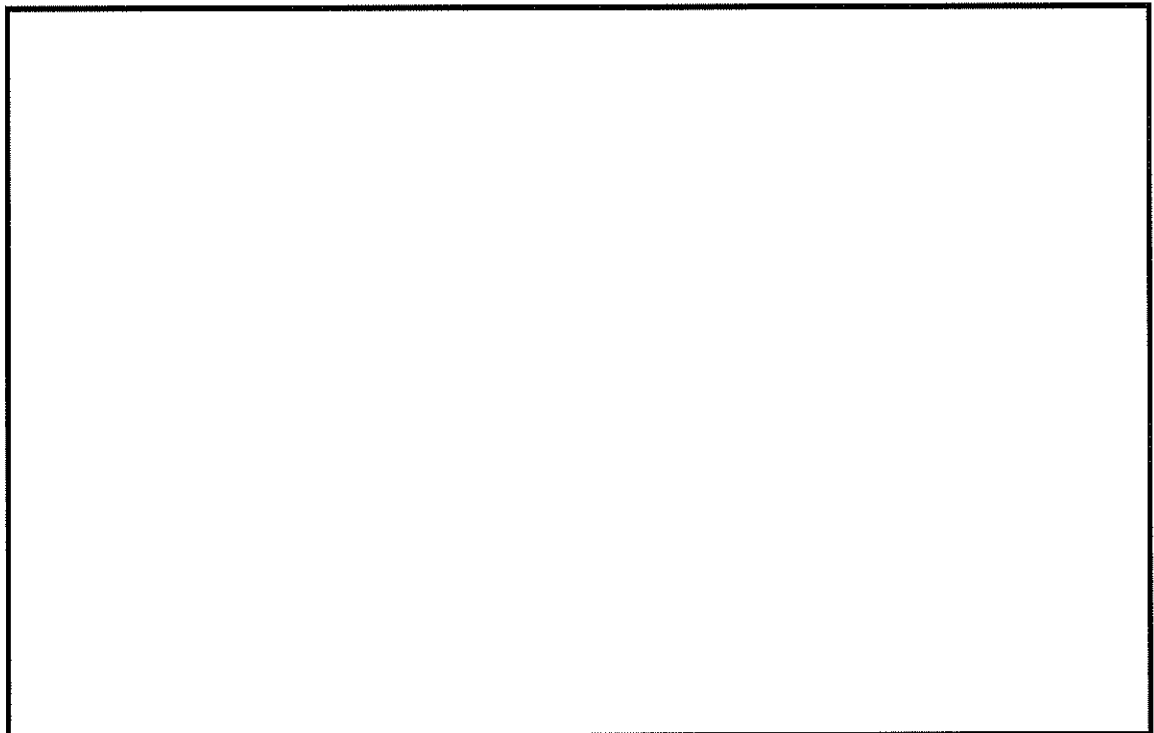
曲げモーメント  $M_y$  ( $\text{kN} \cdot \text{m/m}$ )

図 9.4-43 (2) 南北方向断面の地震時慣性力による頂版断面力分布  
固定支持 ( $S_5-D1$  (H+, V+),  $t=44.31\text{s}$ )  
(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)





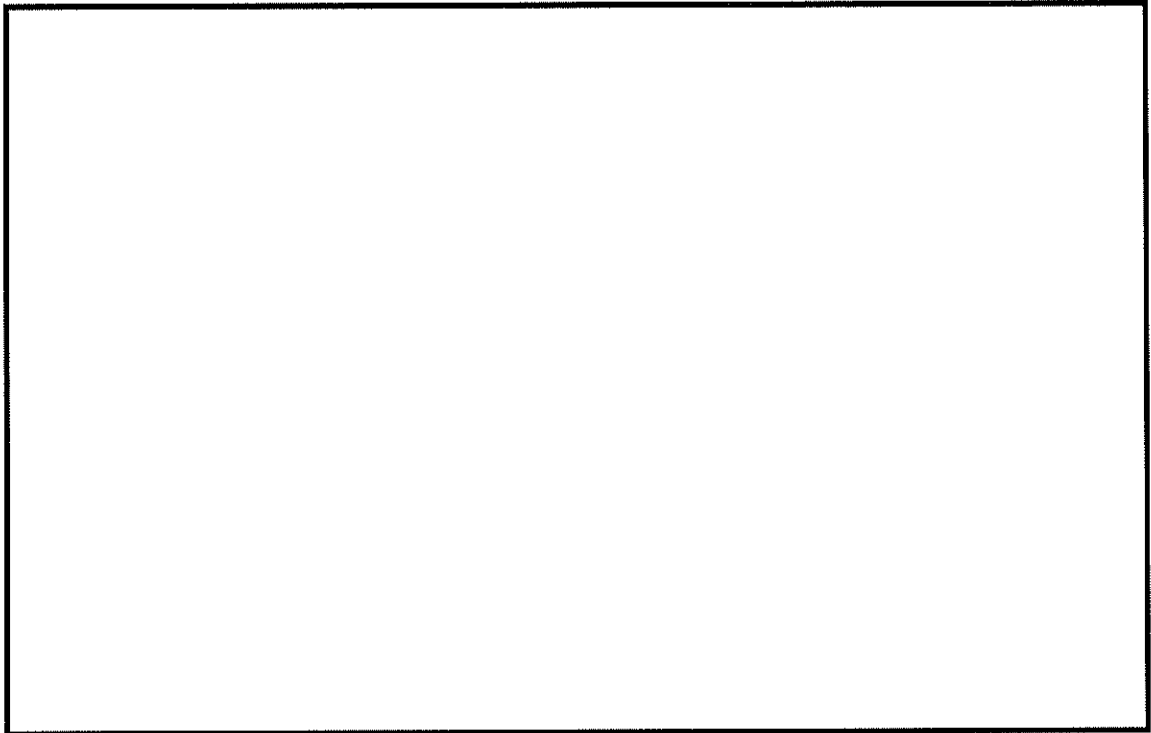
曲げモーメント  $M_x$  ( $\text{kN} \cdot \text{m/m}$ )



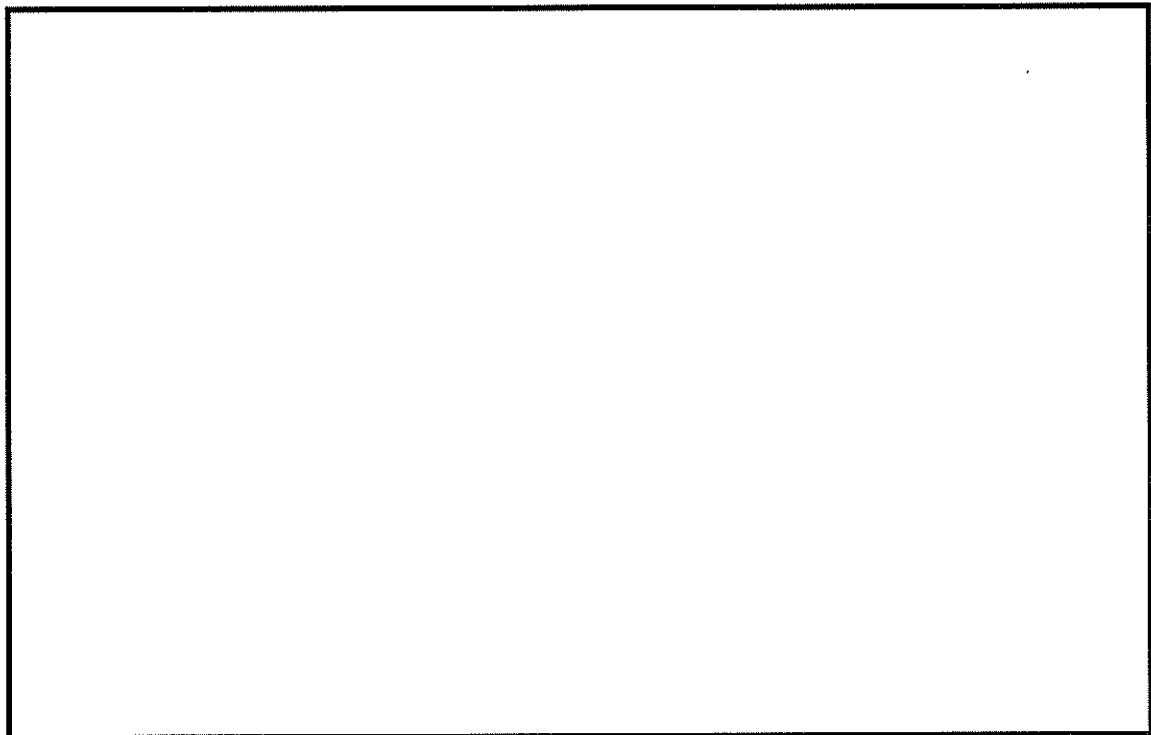
曲げモーメント  $M_y$  ( $\text{kN} \cdot \text{m/m}$ )

図 9.4-43 (3) 東西方向断面の地震時慣性力による B1F 中床版断面力分布  
固定支持 ( $S_s-D 1$  ( $H+$ ,  $V+$ ),  $t=44.31s$ )  
(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)





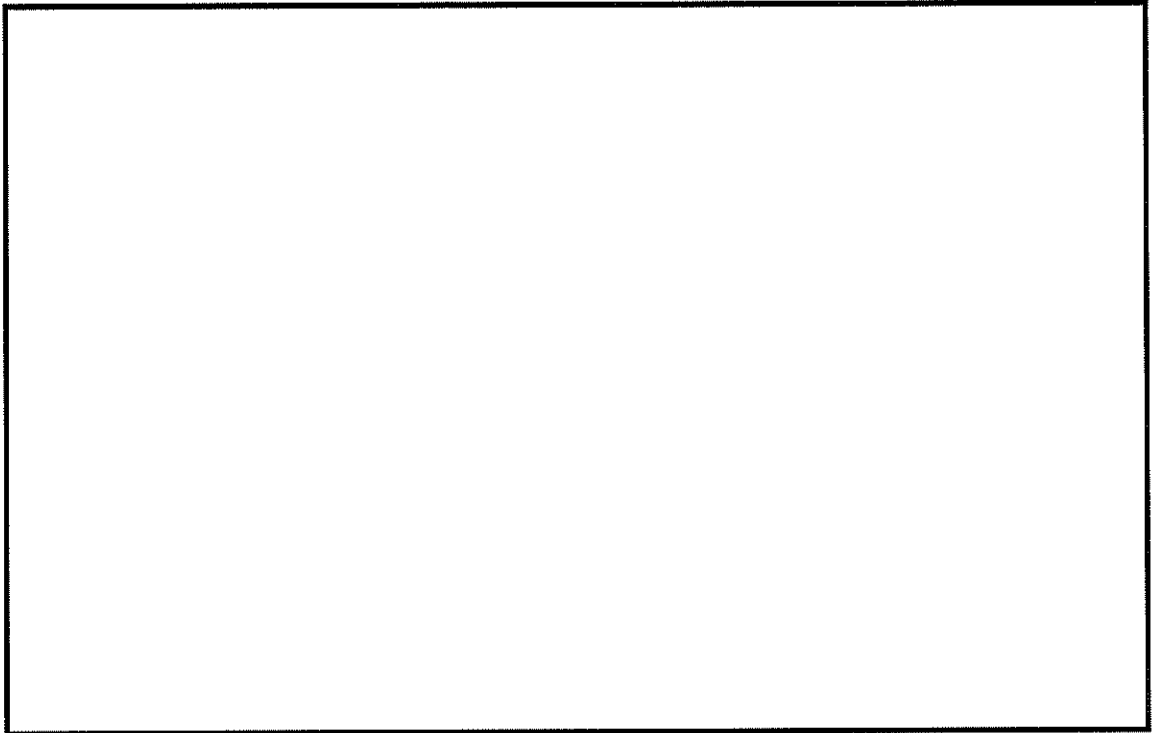
曲げモーメント  $M_x$  ( $\text{kN} \cdot \text{m/m}$ )



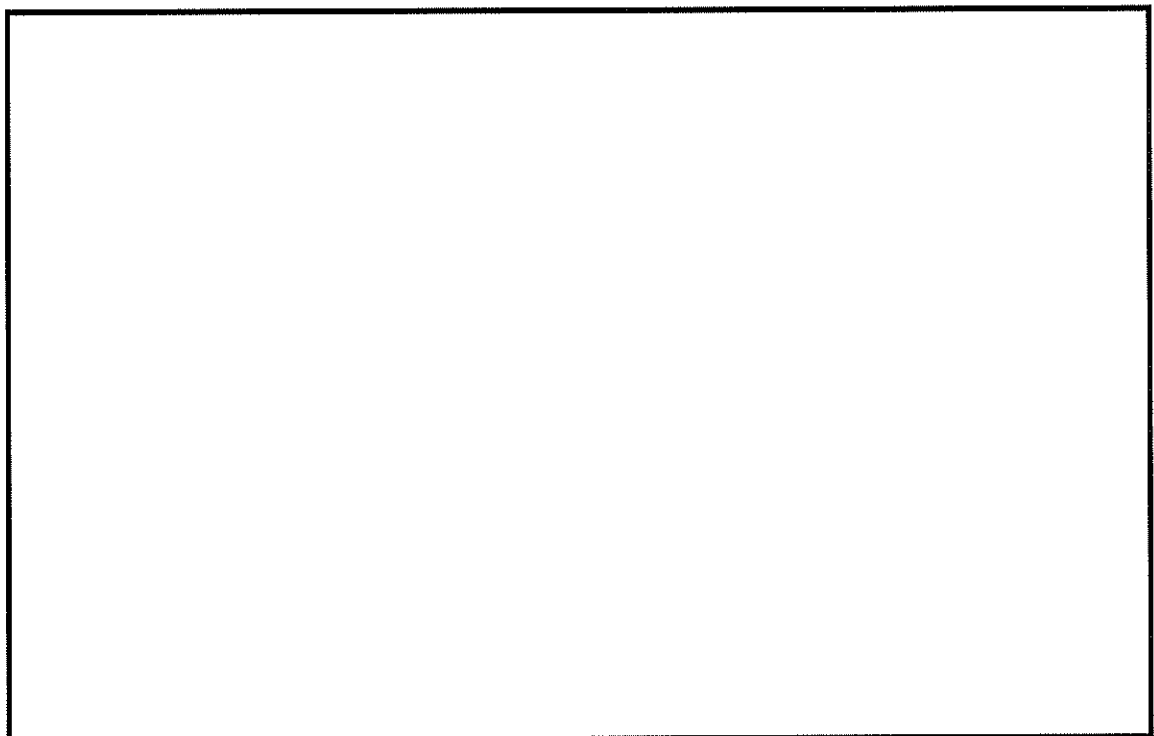
曲げモーメント  $M_y$  ( $\text{kN} \cdot \text{m/m}$ )

図 9.4-43 (4) 南北方向断面の地震時慣性力による B1F 中床版断面力分布  
固定支持 ( $S_s-D1$  (H+, V+),  $t=44.31\text{s}$ )  
(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)





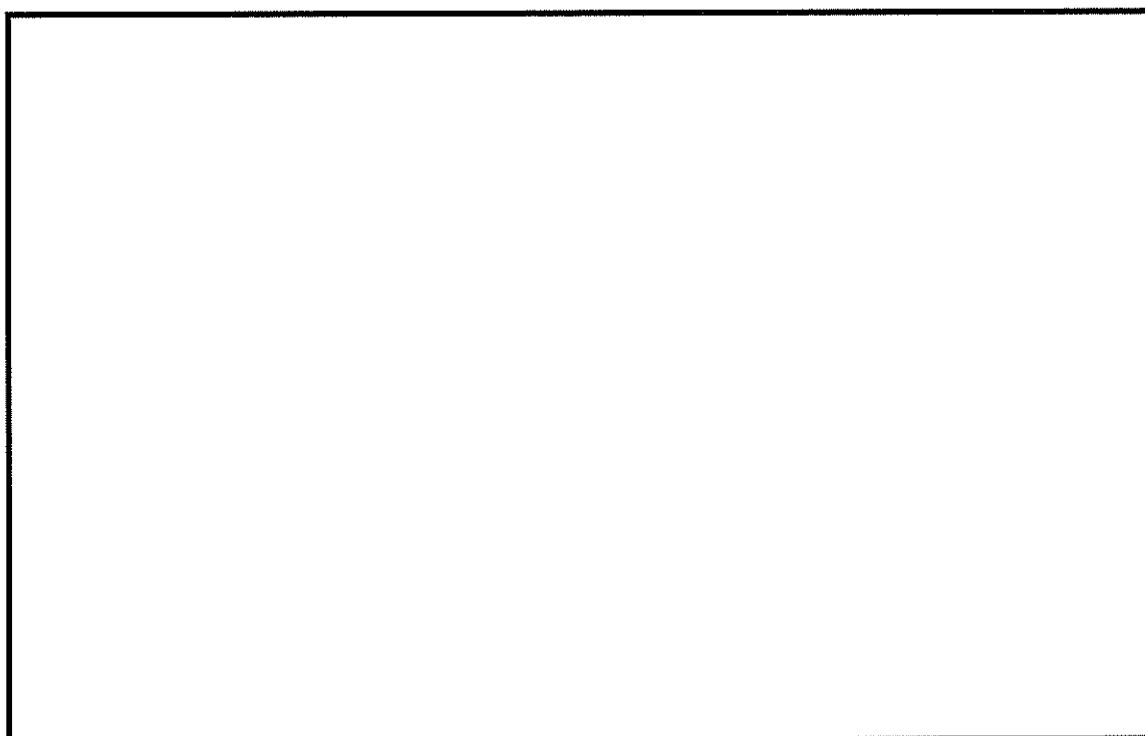
曲げモーメント  $M_x$  ( $\text{kN} \cdot \text{m/m}$ )



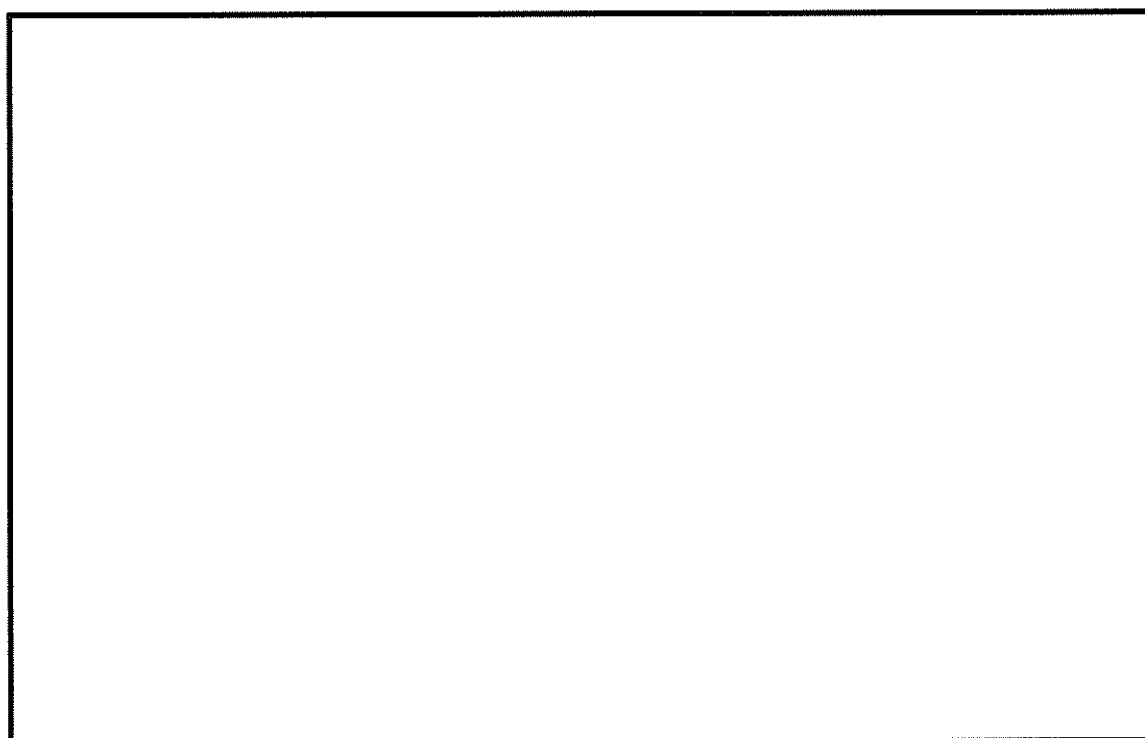
曲げモーメント  $M_y$  ( $\text{kN} \cdot \text{m/m}$ )

図 9.4-43 (5) 東西方向断面の地震時慣性力による B2F 中床版断面力分布  
固定支持 ( $S_s-D1$  ( $H+$ ,  $V+$ ),  $t=44.31\text{s}$ )  
(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)





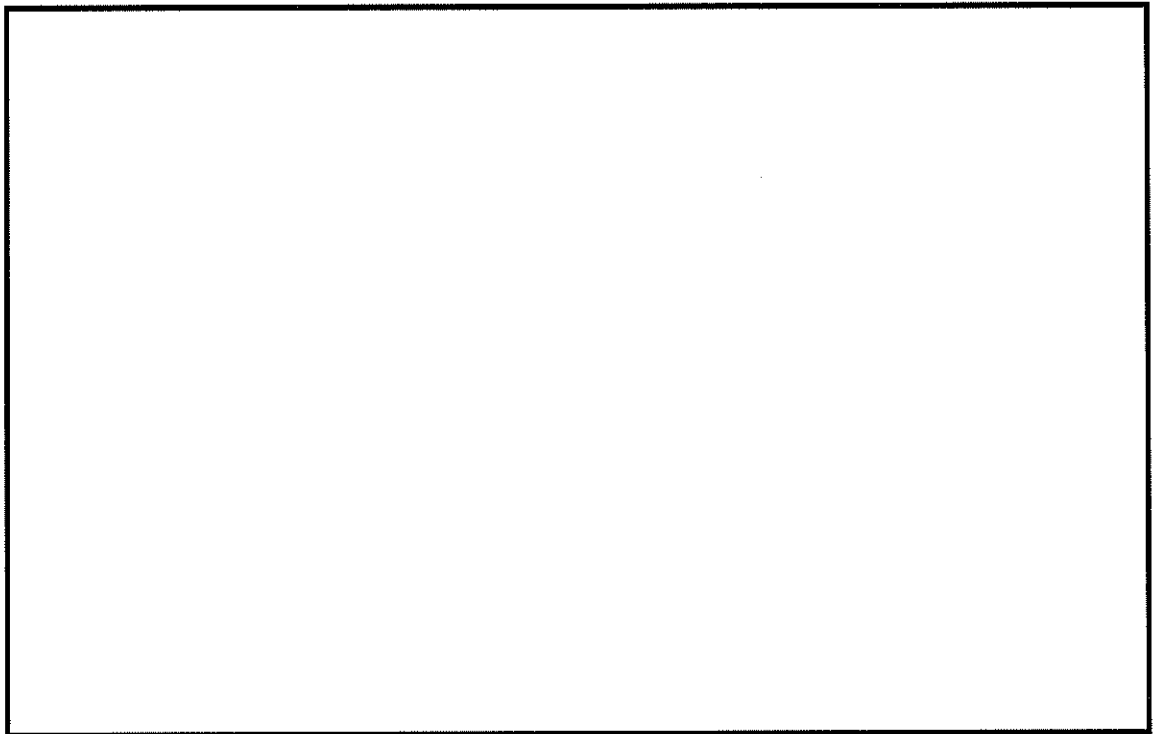
曲げモーメント  $M_x$  ( $\text{kN} \cdot \text{m/m}$ )



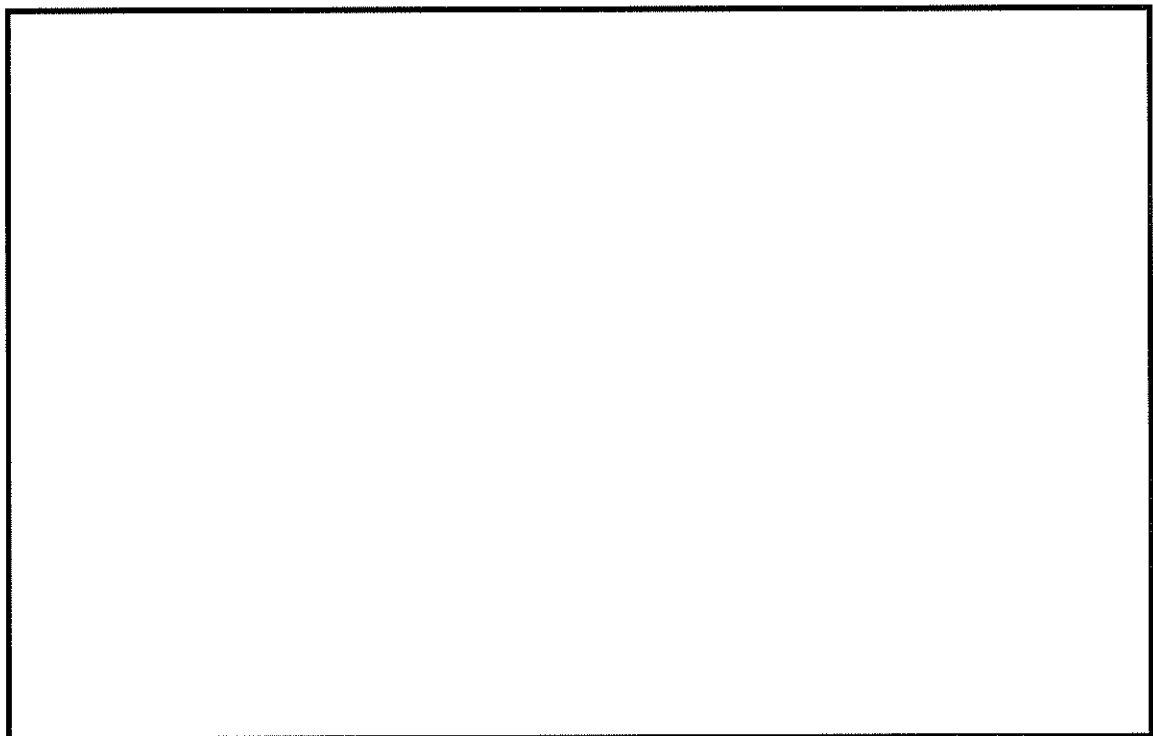
曲げモーメント  $M_y$  ( $\text{kN} \cdot \text{m/m}$ )

図 9.4-43 (6) 南北方向断面の地震時慣性力による B2F 中床版断面力分布  
固定支持 ( $S_s-D1$  (H+, V+),  $t=44.31\text{s}$ )  
(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)





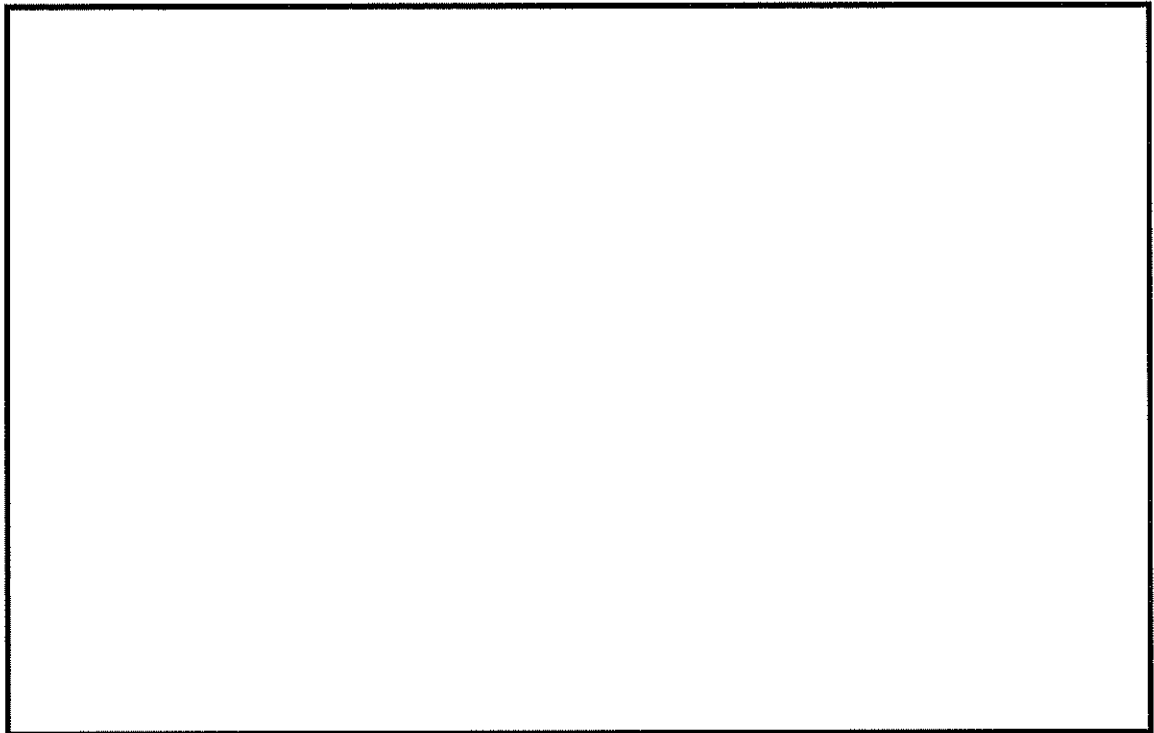
曲げモーメント  $M_x$  ( $\text{kN} \cdot \text{m/m}$ )



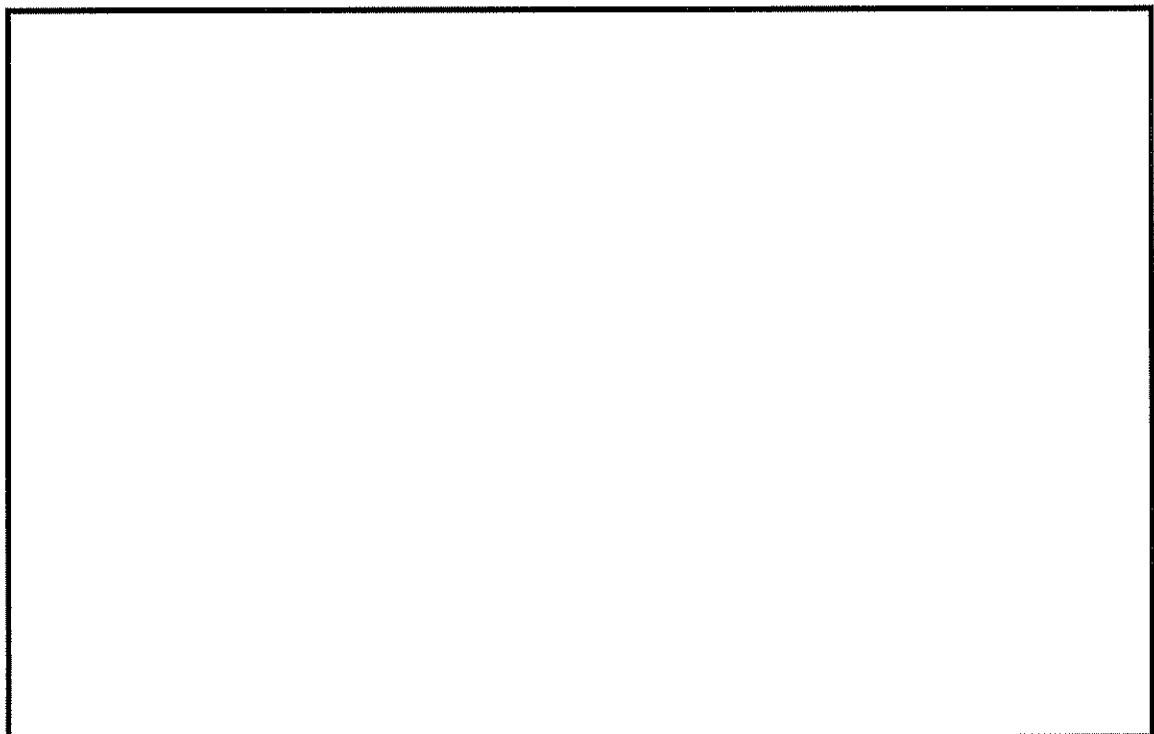
曲げモーメント  $M_y$  ( $\text{kN} \cdot \text{m/m}$ )

図 9.4-43 (7) 東西方向断面の地震時慣性力による B3F 中床版断面力分布  
固定支持 ( $S_s-D1$  (H+, V+),  $t=44.31\text{s}$ )  
(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)





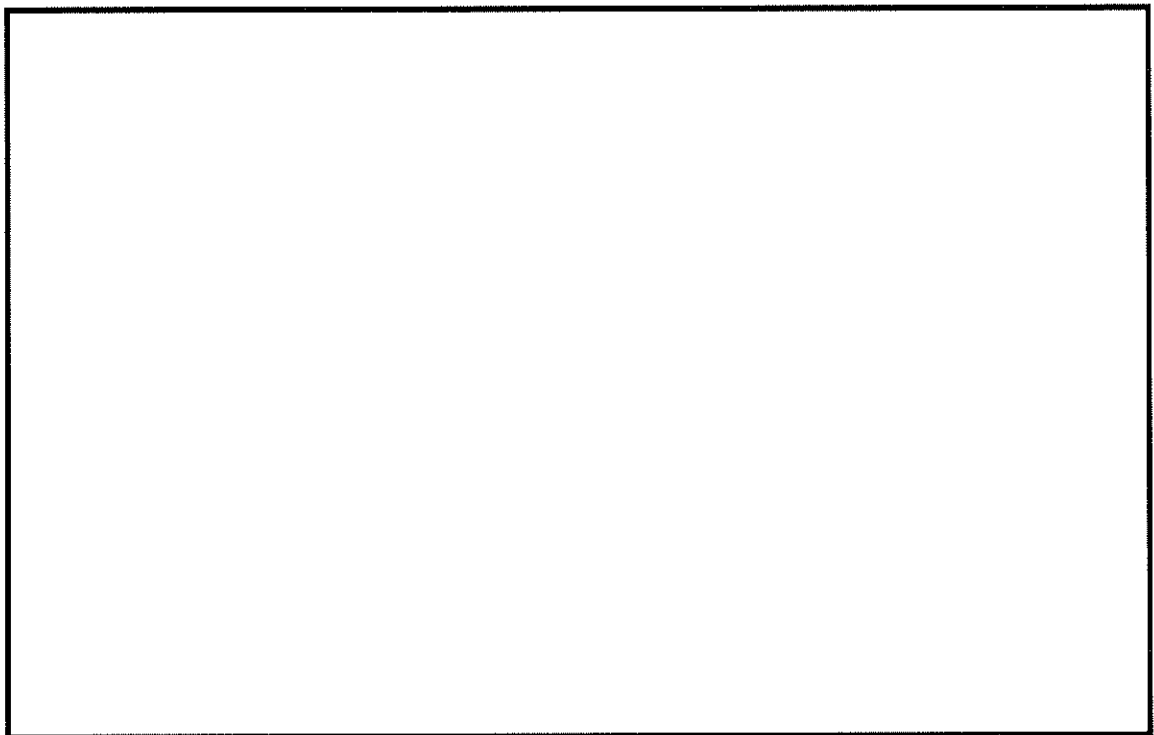
曲げモーメント  $M_x$  ( $\text{kN} \cdot \text{m/m}$ )



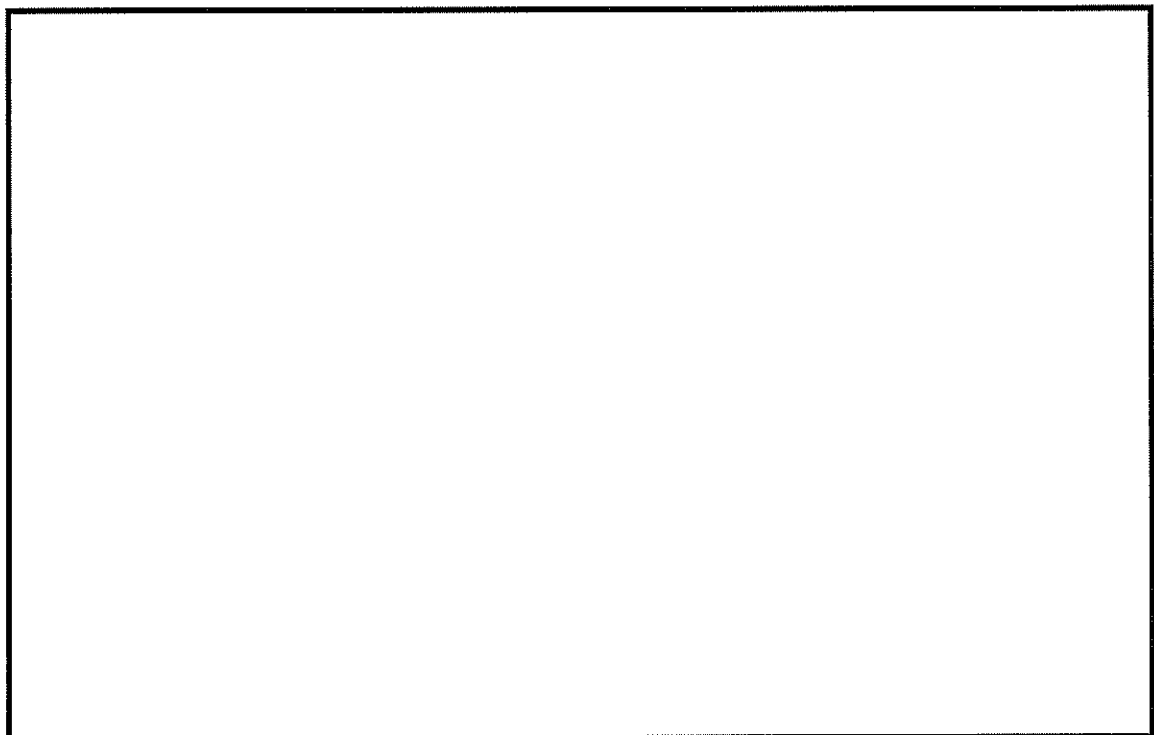
曲げモーメント  $M_y$  ( $\text{kN} \cdot \text{m/m}$ )

図 9.4-43 (8) 南北方向断面の地震時慣性力による B3F 中床版断面力分布  
固定支持 ( $S_s-D1$  (H+, V+),  $t=44.31\text{s}$ )  
(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)





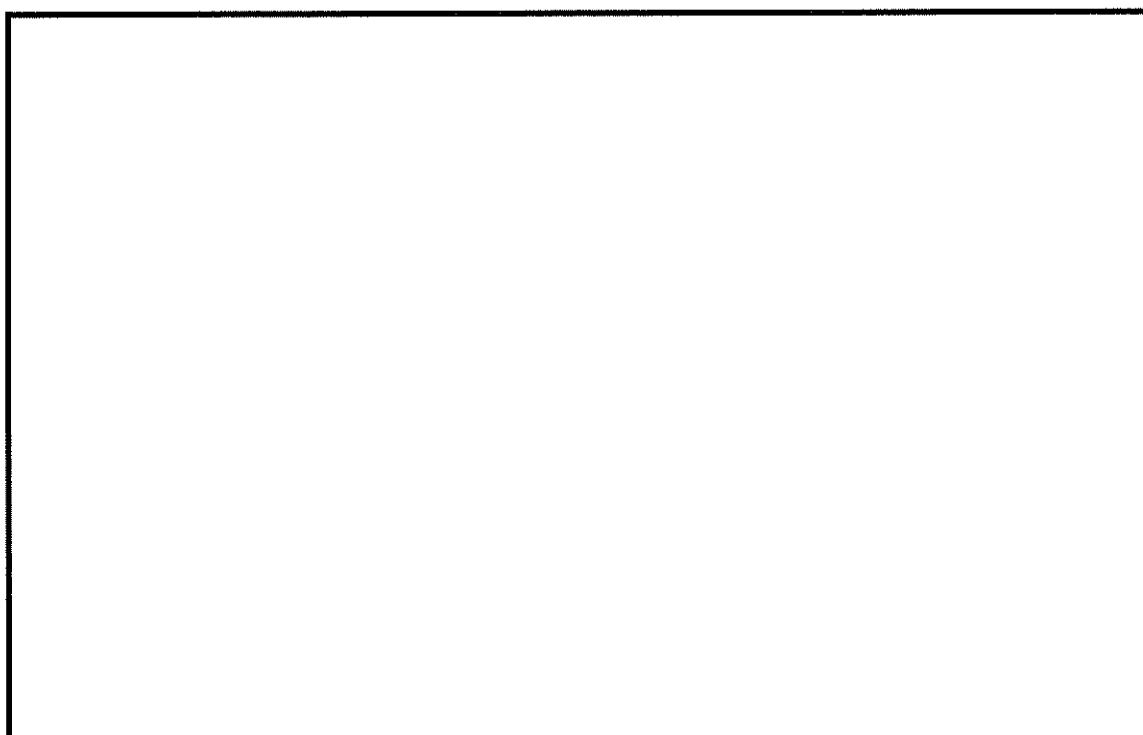
曲げモーメント  $M_x$  ( $\text{kN} \cdot \text{m/m}$ )



曲げモーメント  $M_y$  ( $\text{kN} \cdot \text{m/m}$ )

図 9.4-43 (9) 東西方向断面の地震時慣性力による底版断面力分布  
固定支持 ( $S_s-D1$  (H+, V+),  $t=41.23\text{s}$ )  
(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  $M_x$  ( $\text{kN} \cdot \text{m/m}$ )



曲げモーメント  $M_y$  ( $\text{kN} \cdot \text{m/m}$ )

図 9.4-43 (10) 南北方向断面の地震時慣性力による底版断面力分布  
固定支持 ( $S_s-D1$  (H+, V+),  $t=20.17\text{s}$ )  
(検討ケース④: 敷地に存在しない豊浦標準砂の液状化強度特性により  
地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース)



### (3) 構造部材の曲げ軸力に対する評価結果

側壁端部には、版部材からの廻り込みのモーメントが生じる。同様に、版部材にも側壁端部からの廻り込みのモーメントが生じる。そこで、側壁、頂版、中床版及び底版端部について、各解析により得られた曲げモーメントの足し合わせを行った。側壁端部に対しては、版部材が側壁を固定することによる隅角部の評価で算出した曲げモーメント、及び頂版・中床版・底版の検討（固定支持）で算出した曲げモーメントを足し合わせた。頂版・中床版・底版の端部に対しては、シェル解析（固定支持）で算出した曲げモーメントに、版部材が側壁を固定することによる隅角部の評価で算出した曲げモーメントを足し合わせた。表 9.4-62 及び表 9.4-63 にコンクリートの曲げ軸力照査結果及び鉄筋の曲げ軸力照査結果をそれぞれ示す。さらに、版部材が側壁を固定することによる隅角部の発生応力に有効応力解析で算出した応力度を足し合わせた結果を表 9.4-64 及び表 9.4-65 に示す。

図 9.4-44 に概略配筋図を、表 9.4-66 に断面計算に用いた断面諸元の一覧を示す。

以上より、版部材が側壁を固定することによる隅角部の発生応力が許容限界以下であることを確認した。



表 9.4-62 (1) 東西方向断面の側壁のコンクリートの曲げ軸力照査結果

検討ケース	評価位置		断面性状			鉄筋仕様 (鉛直鉄筋)	発生断面力		圧縮 応力度 $\sigma_c$ ( $\text{N}/\text{mm}^2$ )	短期許容 応力度 $\sigma_{ca}$ ( $\text{N}/\text{mm}^2$ )	照査値 $\sigma_c / \sigma_{ca}$
			部材幅 b (mm)	部材高 h (mm)	有効高さ d (mm)		曲げモーメント ( $\text{kN}\cdot\text{m}/\text{m}$ )	軸力 ( $\text{kN}/\text{m}$ )			
④ $S_s-D1$ (H+, V+)	B1F 側壁	シェル解析 (固定支持)	1000	3000	2800	D38@200	240	—	0.28	21.0	0.02
		拘束効果による曲げ	1000	3000	2800	D38@200	457	—	0.52	21.0	0.03
		合計	1000	3000	2800	D38@200	697	—	0.79	21.0	0.04
	B2F 側壁	シェル解析 (固定支持)	1000	3000	2800	D38@200	172	—	0.20	21.0	0.01
		拘束効果による曲げ	1000	3000	2800	D38@200	875	—	1.00	21.0	0.05
		合計	1000	3000	2800	D38@200	1047	—	1.19	21.0	0.06
	B3F 側壁	シェル解析 (固定支持)	1000	3000	2740	D51@200+D41@200	149	—	0.11	21.0	0.01
		拘束効果による曲げ	1000	3000	2740	D51@200+D41@200	2483	—	1.72	21.0	0.09
		合計	1000	3000	2740	D51@200+D41@200	2632	—	1.82	21.0	0.09
	B4F 側壁	シェル解析 (固定支持)	1000	3000	2725	2-D51@200	3622	—	2.30	21.0	0.11
		拘束効果による曲げ	1000	3000	2725	2-D51@200	2306	—	1.47	21.0	0.07
		合計	1000	3000	2725	2-D51@200	5928	—	3.76	21.0	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

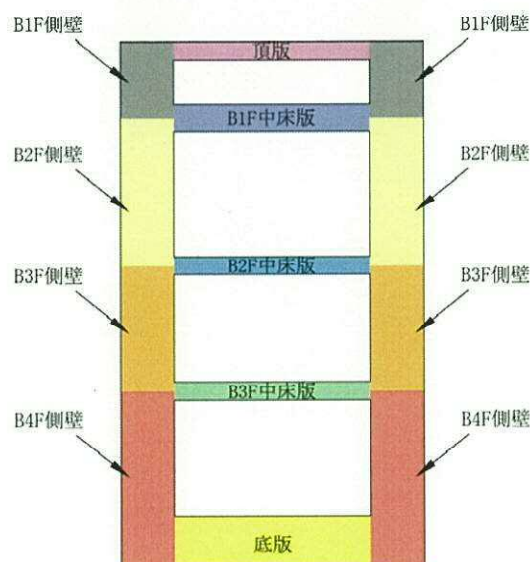




表 9.4-62 (2) 東西方向断面の頂版・中床版・底版のコンクリートの曲げ軸力照査結果

検討ケース	評価位置		断面性状			鉄筋仕様 (水平鉄筋)	発生断面力		圧縮 応力度 $\sigma_c$ ( $\text{N}/\text{mm}^2$ )	短期許容 応力度 $\sigma_{ca}$ ( $\text{N}/\text{mm}^2$ )	照査値 $\sigma_c / \sigma_{ca}$
			部材幅 b (mm)	部材高 h (mm)	有効高さ d (mm)		曲げモーメント ( $\text{kN}\cdot\text{m}/\text{m}$ )	軸力 ( $\text{kN}/\text{m}$ )			
④ $S_s-D1$ ( $H+$ , $V+$ )	頂版	シェル解析 (固定支持)	1000	1000	800	D38@200	166	—	1.49	21.0	0.07
		拘束効果による曲げ	1000	1000	800	D38@200	13	—	0.12	21.0	0.01
		合計	1000	1000	800	D38@200	179	—	1.60	21.0	0.08
	B1F 中床版	シェル解析 (固定支持)	1000	1500	1300	D32@200	240	—	1.12	21.0	0.06
		拘束効果による曲げ	1000	1500	1300	D32@200	457	—	2.12	21.0	0.10
		合計	1000	1500	1300	D32@200	697	—	3.24	21.0	0.16
	B2F 中床版	シェル解析 (固定支持)	1000	1000	800	D41@200	172	—	1.43	21.0	0.07
		拘束効果による曲げ	1000	1000	800	D41@200	875	—	7.24	21.0	0.35
		合計	1000	1000	800	D41@200	1047	—	8.67	21.0	0.42
	B3F 中床版	シェル解析 (固定支持)	1000	1000	740	D51@200+D41@200	149	—	0.96	21.0	0.05
		拘束効果による曲げ	1000	1000	740	D51@200+D41@200	2483	—	15.90	21.0	0.76
		合計	1000	1000	740	D51@200+D41@200	2632	—	16.85	21.0	0.81
	底版	シェル解析 (固定支持)	1000	3000	2800	D51@200	3622	—	3.08	21.0	0.15
		拘束効果による曲げ	1000	3000	2800	D51@200	2306	—	1.96	21.0	0.10
		合計	1000	3000	2800	D51@200	5928	—	5.03	21.0	0.24

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

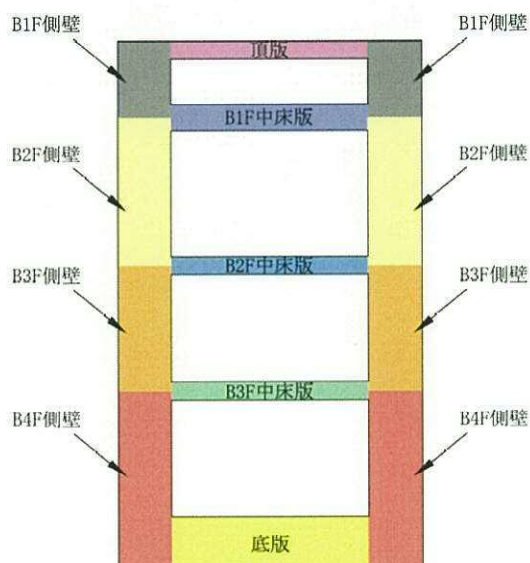




表 9.4-62 (3) 東西方向断面の側壁の鉄筋の曲げ軸力照査結果

検討ケース	評価位置		断面性状			鉄筋仕様 (鉛直鉄筋)	発生断面力		引張 応力度 $\sigma_s$ ( $\text{N}/\text{mm}^2$ )	短期許容 応力度 $\sigma_{sa}$ ( $\text{N}/\text{mm}^2$ )	照査値 $\sigma_s / \sigma_{sa}$
			部材幅 b (mm)	部材高 h (mm)	有効高さ d (mm)		曲げモーメント ( $\text{kN}\cdot\text{m}/\text{m}$ )	軸力 ( $\text{kN}/\text{m}$ )			
④ $S_s - D1$ (H+, V+)	B1F 側壁	シェル解析 (固定支持)	1000	3000	2800	D38@200	240	—	17	435	0.04
		拘束効果による曲げ	1000	3000	2800	D38@200	457	—	31	435	0.08
		合計	1000	3000	2800	D38@200	697	—	47	435	0.11
	B2F 側壁	シェル解析 (固定支持)	1000	3000	2800	D38@200	172	—	12	435	0.03
		拘束効果による曲げ	1000	3000	2800	D38@200	875	—	59	435	0.14
		合計	1000	3000	2800	D38@200	1047	—	71	435	0.17
	B3F 側壁	シェル解析 (固定支持)	1000	3000	2740	D51@200+D41@200	149	—	4	435	0.01
		拘束効果による曲げ	1000	3000	2740	D51@200+D41@200	2483	—	62	435	0.15
		合計	1000	3000	2740	D51@200+D41@200	2632	—	66	435	0.16
	B4F 側壁	シェル解析 (固定支持)	1000	3000	2725	2-D51@200	3622	—	76	435	0.18
		拘束効果による曲げ	1000	3000	2725	2-D51@200	2306	—	49	435	0.12
		合計	1000	3000	2725	2-D51@200	5928	—	125	435	0.29

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

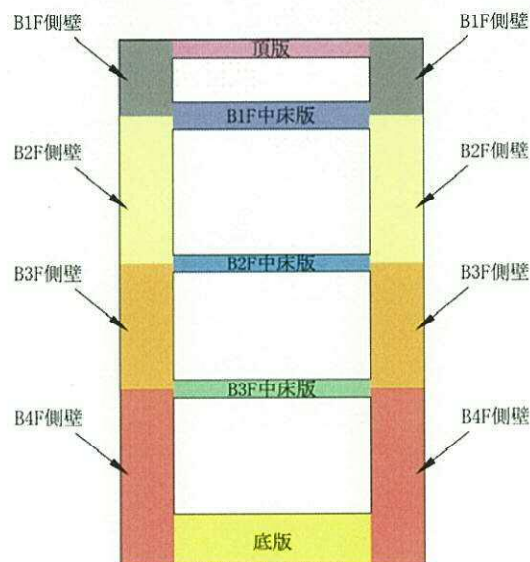




表 9.4-62 (4) 東西方向断面の頂版・中床版・底版の鉄筋の曲げ軸力照査結果

検討ケース	評価位置		断面性状			鉄筋仕様 (水平鉄筋)	発生断面力		引張 応力度 $\sigma_s$ ( $\text{N}/\text{mm}^2$ )	短期許容 応力度 $\sigma_{sa}$ ( $\text{N}/\text{mm}^2$ )	照査値 $\sigma_s/\sigma_{sa}$
			部材幅 b (mm)	部材高 h (mm)	有効高さ d (mm)		曲げモーメント ( $\text{kN}\cdot\text{m}/\text{m}$ )	軸力 ( $\text{kN}/\text{m}$ )			
④ $S_s-D1$ ( $H+$ , $V+$ )	頂版	シェル解析 (固定支持)	1000	1000	800	D38@200	166	—	42	435	0.10
		拘束効果による曲げ	1000	1000	800	D38@200	13	—	4	435	0.01
		合計	1000	1000	800	D38@200	179	—	46	435	0.11
	B1F 中床版	シェル解析 (固定支持)	1000	1500	1300	D32@200	240	—	52	435	0.12
		拘束効果による曲げ	1000	1500	1300	D32@200	457	—	98	435	0.23
		合計	1000	1500	1300	D32@200	697	—	149	435	0.35
	B2F 中床版	シェル解析 (固定支持)	1000	1000	800	D41@200	172	—	38	435	0.09
		拘束効果による曲げ	1000	1000	800	D41@200	875	—	191	435	0.44
		合計	1000	1000	800	D41@200	1047	—	229	435	0.53
	B3F 中床版	シェル解析 (固定支持)	1000	1000	740	D51@200+D41@200	149	—	17	435	0.04
		拘束効果による曲げ	1000	1000	740	D51@200+D41@200	2483	—	282	435	0.65
		合計	1000	1000	740	D51@200+D41@200	2632	—	299	435	0.69
	底版	シェル解析 (固定支持)	1000	3000	2800	D51@200	3622	—	139	435	0.32
		拘束効果による曲げ	1000	3000	2800	D51@200	2306	—	89	435	0.21
		合計	1000	3000	2800	D51@200	5928	—	228	435	0.53

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

評価位置は下図に示す

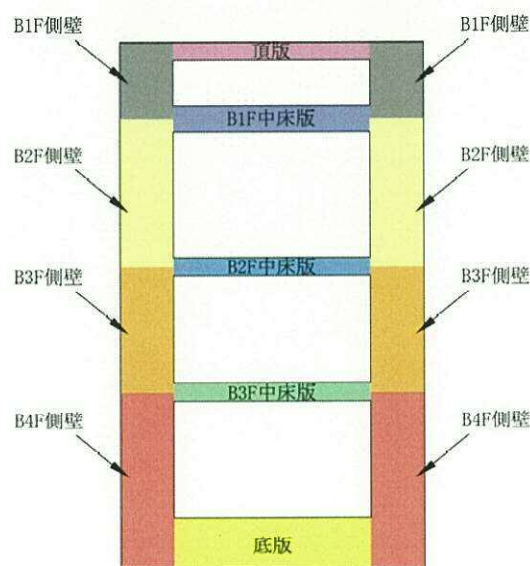




表 9.4-63 (1) 南北方向断面の側壁のコンクリートの曲げ軸力照査結果

検討ケース	評価位置		断面性状			鉄筋仕様 (鉛直鉄筋)	発生断面力		圧縮 応力度 $\sigma_c$ ( $\text{N}/\text{mm}^2$ )	短期許容 応力度 $\sigma_{ca}$ ( $\text{N}/\text{mm}^2$ )	照査値 $\sigma_c/\sigma_{ca}$
			部材幅 b (mm)	部材高 h (mm)	有効高さ d (mm)		曲げモーメント ( $\text{kN}\cdot\text{m}/\text{m}$ )	軸力 ( $\text{kN}/\text{m}$ )			
④ $S_s-D1$ (H+, V+)	B1F 側壁	シェル解析 (固定支持)	1000	3000	2800	D41@200	312	—	0.33	21.0	0.02
		拘束効果による曲げ	1000	3000	2800	D41@200	471	—	0.50	21.0	0.03
		合計	1000	3000	2800	D41@200	783	—	0.82	21.0	0.04
	B2F 側壁	シェル解析 (固定支持)	1000	3000	2800	D41@200	222	—	0.24	21.0	0.02
		拘束効果による曲げ	1000	3000	2800	D41@200	895	—	0.94	21.0	0.05
		合計	1000	3000	2800	D41@200	1117	—	1.17	21.0	0.06
	B3F 側壁	シェル解析 (固定支持)	1000	3000	2725	2-D51@200	190	—	0.12	21.0	0.01
		拘束効果による曲げ	1000	3000	2725	2-D51@200	2609	—	1.66	21.0	0.08
		合計	1000	3000	2725	2-D51@200	2799	—	1.78	21.0	0.09
	B4F 側壁	シェル解析 (固定支持)	1000	3000	2676	2-D51@200+D38@200	4979	—	2.90	21.0	0.14
		拘束効果による曲げ	1000	3000	2676	2-D51@200+D38@200	2126	—	1.24	21.0	0.06
		合計	1000	3000	2676	2-D51@200+D38@200	7105	—	4.14	21.0	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

評価位置は下図に示す

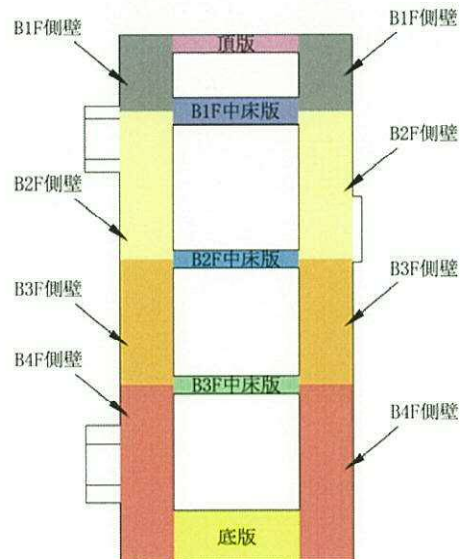




表 9.4-63 (2) 南北方向断面の頂版・中床版・底版のコンクリートの曲げ軸力照査結果

検討ケース	評価位置		断面性状			鉄筋仕様 (水平鉄筋)	発生断面力		圧縮 応力度 $\sigma_c$ ( $\text{N}/\text{mm}^2$ )	短期許容 応力度 $\sigma_{ca}$ ( $\text{N}/\text{mm}^2$ )	照査値 $\sigma_c/\sigma_{ca}$
			部材幅 b (mm)	部材高 h (mm)	有効高さ d (mm)		曲げモーメント ( $\text{kN}\cdot\text{m}/\text{m}$ )	軸力 ( $\text{kN}/\text{m}$ )			
④ $S_s-D1$ ( $H+$ , $V+$ )	頂版	シェル解析 (固定支持)	1000	1000	800	D41@200	215	—	1.78	21.0	0.09
		拘束効果による曲げ	1000	1000	800	D41@200	15	—	0.13	21.0	0.01
		合計	1000	1000	800	D41@200	230	—	1.91	21.0	0.09
	B1F 中床版	シェル解析 (固定支持)	1000	1500	1300	D35@200	312	—	1.33	21.0	0.07
		拘束効果による曲げ	1000	1500	1300	D35@200	471	—	2.00	21.0	0.10
		合計	1000	1500	1300	D35@200	783	—	3.33	21.0	0.16
	B2F 中床版	シェル解析 (固定支持)	1000	1000	800	D41@200	222	—	1.84	21.0	0.09
		拘束効果による曲げ	1000	1000	800	D41@200	895	—	7.41	21.0	0.36
		合計	1000	1000	800	D41@200	1117	—	9.25	21.0	0.44
	B3F 中床版	シェル解析 (固定支持)	1000	1000	725	2-D51@150	190	—	1.02	21.0	0.05
		拘束効果による曲げ	1000	1000	725	2-D51@150	2609	—	13.94	21.0	0.67
		合計	1000	1000	725	2-D51@150	2799	—	14.96	21.0	0.72
	底版	シェル解析 (固定支持)	1000	3000	2800	D51@200	4979	—	4.23	21.0	0.21
		拘束効果による曲げ	1000	3000	2800	D51@200	2126	—	1.81	21.0	0.09
		合計	1000	3000	2800	D51@200	7105	—	6.03	21.0	0.29

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

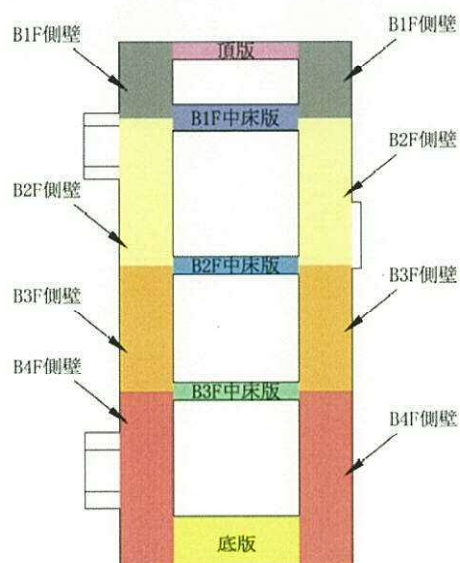




表 9.4-63 (3) 南北方向断面の側壁の鉄筋の曲げ軸力照査結果

検討ケース	評価位置		断面性状			鉄筋仕様 (鉛直鉄筋)	発生断面力		引張 応力度 $\sigma_s$ ( $\text{N}/\text{mm}^2$ )	短期許容 応力度 $\sigma_{sa}$ ( $\text{N}/\text{mm}^2$ )	照査値 $\sigma_s / \sigma_{sa}$
			部材幅 b (mm)	部材高 h (mm)	有効高さ d (mm)		曲げモーメント ( $\text{kN}\cdot\text{m}/\text{m}$ )	軸力 ( $\text{kN}/\text{m}$ )			
④ $S_s - D1$ ( $H+$ , $V+$ )	B1F 側壁	シェル解析 (固定支持)	1000	3000	2800	D41@200	312	—	18	435	0.05
		拘束効果による曲げ	1000	3000	2800	D41@200	471	—	27	435	0.07
		合計	1000	3000	2800	D41@200	783	—	45	435	0.11
	B2F 側壁	シェル解析 (固定支持)	1000	3000	2800	D41@200	222	—	13	435	0.03
		拘束効果による曲げ	1000	3000	2800	D41@200	895	—	52	435	0.12
		合計	1000	3000	2800	D41@200	1117	—	65	435	0.15
	B3F 側壁	シェル解析 (固定支持)	1000	3000	2725	2-D51@200	190	—	4	435	0.01
		拘束効果による曲げ	1000	3000	2725	2-D51@200	2609	—	55	435	0.13
		合計	1000	3000	2725	2-D51@200	2799	—	59	435	0.14
	B4F 側壁	シェル解析 (固定支持)	1000	3000	2676	2-D51@200+D38@200	4979	—	87	435	0.20
		拘束効果による曲げ	1000	3000	2676	2-D51@200+D38@200	2126	—	37	435	0.09
		合計	1000	3000	2676	2-D51@200+D38@200	7105	—	124	435	0.29

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

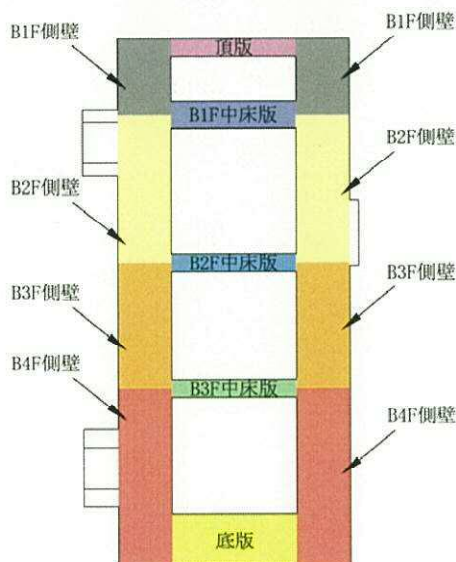




表 9.4-63 (4) 南北方向断面の頂版・中床版・底版の鉄筋の曲げ軸力照査結果

検討ケース	評価位置		断面性状			鉄筋仕様 (水平鉄筋)	発生断面力		引張 応力度 $\sigma_s$ ( $\text{N}/\text{mm}^2$ )	短期許容 応力度 $\sigma_{sa}$ ( $\text{N}/\text{mm}^2$ )	照査値 $\sigma_s/\sigma_{sa}$
			部材幅 b (mm)	部材高 h (mm)	有効高さ d (mm)		曲げモーメント ( $\text{kN}\cdot\text{m}/\text{m}$ )	軸力 ( $\text{kN}/\text{m}$ )			
④ $S_s-D1$ (H+, V+)	頂版	シェル解析 (固定支持)	1000	1000	800	D41@200	215	—	47	435	0.11
		拘束効果による曲げ	1000	1000	800	D41@200	15	—	4	435	0.01
		合計	1000	1000	800	D41@200	230	—	51	435	0.12
	B1F 中床版	シェル解析 (固定支持)	1000	1500	1300	D35@200	312	—	56	435	0.13
		拘束効果による曲げ	1000	1500	1300	D35@200	471	—	84	435	0.20
		合計	1000	1500	1300	D35@200	783	—	140	435	0.33
	B2F 中床版	シェル解析 (固定支持)	1000	1000	800	D41@200	222	—	49	435	0.12
		拘束効果による曲げ	1000	1000	800	D41@200	895	—	195	435	0.45
		合計	1000	1000	800	D41@200	1117	—	244	435	0.56
	B3F 中床版	シェル解析 (固定支持)	1000	1000	725	2-D51@150	190	—	16	435	0.04
		拘束効果による曲げ	1000	1000	725	2-D51@150	2609	—	209	435	0.48
		合計	1000	1000	725	2-D51@150	2799	—	224	435	0.52
	底版	シェル解析 (固定支持)	1000	3000	2800	D51@200	4979	—	191	435	0.44
		拘束効果による曲げ	1000	3000	2800	D51@200	2126	—	82	435	0.19
		合計	1000	3000	2800	D51@200	7105	—	273	435	0.63

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

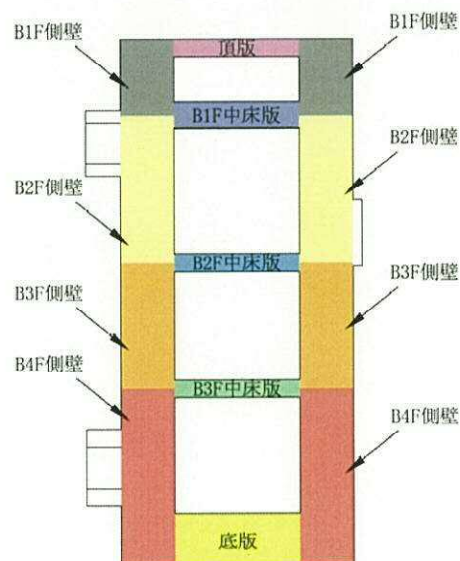




表 9.4-64 (1) 東西方向断面の側壁のコンクリートの曲げ軸力照査結果

検討ケース	評価位置		断面性状			鉄筋仕様 (鉛直鉄筋)	発生断面力		圧縮 応力度 $\sigma_c$ ( $\text{N}/\text{mm}^2$ )	短期許容 応力度 $\sigma_{ca}$ ( $\text{N}/\text{mm}^2$ )	照査値 $\sigma_c/\sigma_{ca}$
			部材幅 b (mm)	部材高 h (mm)	有効高さ d (mm)		曲げモーメント ( $\text{kN}\cdot\text{m}/\text{m}$ )	軸力 ( $\text{kN}/\text{m}$ )			
④ $S_8-D1$ (H+, V+)	B1F 側壁	有効応力解析	1000	3000	2800	D38@200	518085	44272	2.30	21.0	0.11
		シェル解析+拘束効果による曲げ	1000	3000	2800	D38@200	697	—	0.79	21.0	0.04
		合計	1000	3000	2800	D38@200	—	—	3.09	21.0	0.15
	B2F 側壁	有効応力解析	1000	3000	2800	D38@200	518085	44272	2.30	21.0	0.11
		シェル解析+拘束効果による曲げ	1000	3000	2800	D38@200	1047	—	1.19	21.0	0.06
		合計	1000	3000	2800	D38@200	—	—	3.49	21.0	0.17
	B3F 側壁	有効応力解析	1000	3000	2740	D51@200+D41@200	1116294	68388	3.47	21.0	0.17
		シェル解析+拘束効果による曲げ	1000	3000	2740	D51@200+D41@200	2632	—	1.82	21.0	0.09
		合計	1000	3000	2740	D51@200+D41@200	—	—	5.29	21.0	0.26
	B4F 側壁	有効応力解析	1000	3000	2725	2-D51@200	1420143	79310	4.11	21.0	0.20
		シェル解析+拘束効果による曲げ	1000	3000	2725	2-D51@200	5928	—	3.76	21.0	0.18
		合計	1000	3000	2725	2-D51@200	—	—	7.87	21.0	0.38

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

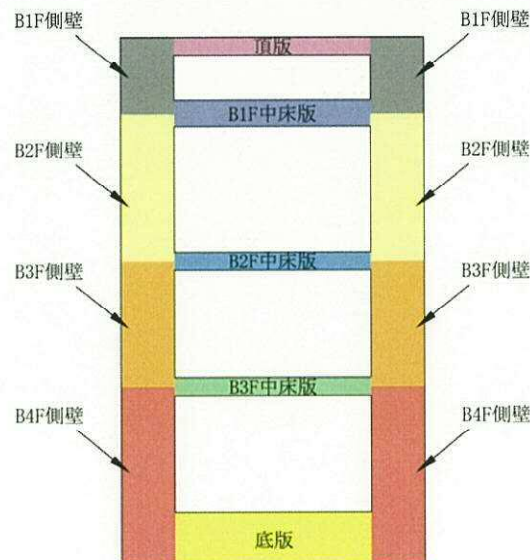




表 9.4-64 (2) 東西方向断面の側壁の鉄筋の曲げ軸力照査結果

検討ケース	評価位置		断面性状			鉄筋仕様 (鉛直鉄筋)	発生断面力		引張 応力度 $\sigma_s$ ( $\text{N}/\text{mm}^2$ )	短期許容 応力度 $\sigma_{sa}$ ( $\text{N}/\text{mm}^2$ )	照査値 $\sigma_s/\sigma_{sa}$
			部材幅 b (mm)	部材高 h (mm)	有効高さ d (mm)		曲げモーメント ( $\text{kN}\cdot\text{m}/\text{m}$ )	軸力 ( $\text{kN}/\text{m}$ )			
④ $S_s-D1$ (H+, V+)	B1F 側壁	有効応力解析	1000	3000	2800	D38@200	512129	43020	123	435	0.29
		シェル解析+拘束効果による曲げ	1000	3000	2800	D38@200	697	—	47	435	0.11
		合計	1000	3000	2800	D38@200	—	—	170	435	0.39
	B2F 側壁	有効応力解析	1000	3000	2800	D38@200	512129	43020	123	435	0.29
		シェル解析+拘束効果による曲げ	1000	3000	2800	D38@200	1047	—	71	435	0.17
		合計	1000	3000	2800	D38@200	—	—	194	435	0.46
	B3F 側壁	有効応力解析	1000	3000	2740	D51@200+D41@200	1110157	66965	137	435	0.32
		シェル解析+拘束効果による曲げ	1000	3000	2740	D51@200+D41@200	2632	—	66	435	0.16
		合計	1000	3000	2740	D51@200+D41@200	—	—	203	435	0.47
	B4F 側壁	有効応力解析	1000	3000	2725	2-D51@200	1420143	79310	154	435	0.36
		シェル解析+拘束効果による曲げ	1000	3000	2725	2-D51@200	5928	—	125	435	0.29
		合計	1000	3000	2725	2-D51@200	—	—	279	435	0.65

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

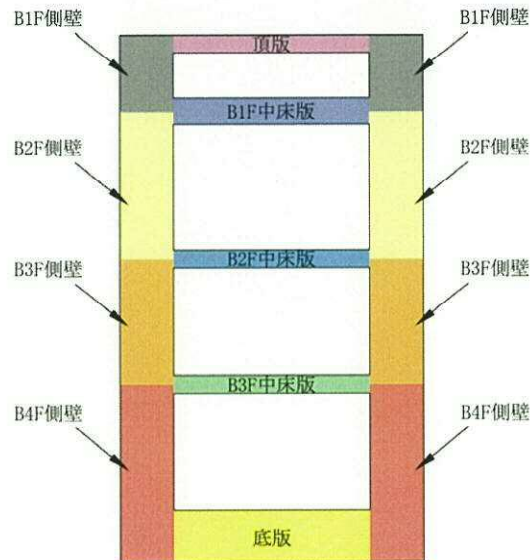




表 9.4-65 (1) 南北方向断面の側壁のコンクリートの曲げ軸力照査結果

検討ケース	評価位置		断面性状			鉄筋仕様 (鉛直鉄筋)	発生断面力		圧縮 応力度 $\sigma_c$ ( $\text{N}/\text{mm}^2$ )	短期許容 応力度 $\sigma_{ca}$ ( $\text{N}/\text{mm}^2$ )	照査値 $\sigma_c / \sigma_{ca}$
			部材幅 b (mm)	部材高 h (mm)	有効高さ d (mm)		曲げモーメント ( $\text{kN}\cdot\text{m}/\text{m}$ )	軸力 ( $\text{kN}/\text{m}$ )			
④ $S_g-D1$ (H+, V+)	B1F 側壁	有効応力解析	1000	3000	2800	D41@200	592192	51262	3.08	21.0	0.15
		シェル解析+拘束効果による曲げ	1000	3000	2800	D41@200	783	—	0.82	21.0	0.04
		合計	1000	3000	2800	D41@200	—	—	3.90	21.0	0.19
	B2F 側壁	有効応力解析	1000	3000	2800	D41@200	592192	51262	3.08	21.0	0.15
		シェル解析+拘束効果による曲げ	1000	3000	2800	D41@200	1117	—	1.17	21.0	0.06
		合計	1000	3000	2800	D41@200	—	—	4.25	21.0	0.21
	B3F 側壁	有効応力解析	1000	3000	2725	2-D51@200	1250232	75721	4.21	21.0	0.20
		シェル解析+拘束効果による曲げ	1000	3000	2725	2-D51@200	2799	—	1.78	21.0	0.09
		合計	1000	3000	2725	2-D51@200	—	—	5.99	21.0	0.29
	B4F 側壁	有効応力解析	1000	3000	2676	2-D51@200+D38@200	1666568	102855	5.09	21.0	0.25
		シェル解析+拘束効果による曲げ	1000	3000	2676	2-D51@200+D38@200	7105	—	4.14	21.0	0.20
		合計	1000	3000	2676	2-D51@200+D38@200	—	—	9.23	21.0	0.44

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

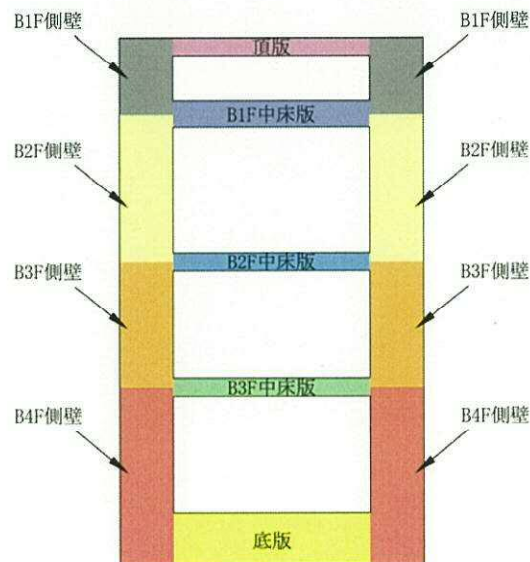


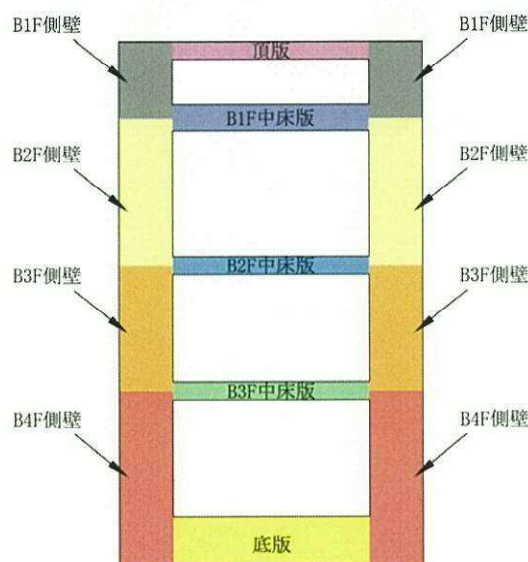


表 9.4-65 (2) 南北方向断面の側壁の鉄筋の曲げ軸力照査結果

検討ケース	評価位置		断面性状			鉄筋仕様 (鉛直鉄筋)	発生断面力		引張 応力度 $\sigma_s$ ( $\text{N}/\text{mm}^2$ )	短期許容 応力度 $\sigma_{sa}$ ( $\text{N}/\text{mm}^2$ )	照査値 $\sigma_s/\sigma_{sa}$
			部材幅 b (mm)	部材高 h (mm)	有効高さ d (mm)		曲げモーメント ( $\text{kN}\cdot\text{m}/\text{m}$ )	軸力 ( $\text{kN}/\text{m}$ )			
④ $S_s-D1$ (H+, V+)	B1F 側壁	有効応力解析	1000	3000	2800	D41@200	482190	29165	166	435	0.39
		シェル解析+拘束効果による曲げ	1000	3000	2800	D41@200	783	—	45	435	0.11
		合計	1000	3000	2800	D41@200	—	—	211	435	0.49
	B2F 側壁	有効応力解析	1000	3000	2800	D41@200	482190	29165	166	435	0.39
		シェル解析+拘束効果による曲げ	1000	3000	2800	D41@200	1117	—	65	435	0.15
		合計	1000	3000	2800	D41@200	—	—	231	435	0.54
	B3F 側壁	有効応力解析	1000	3000	2725	2-D51@200	1243533	73862	155	435	0.36
		シェル解析+拘束効果による曲げ	1000	3000	2725	2-D51@200	2799	—	59	435	0.14
		合計	1000	3000	2725	2-D51@200	—	—	214	435	0.50
	B4F 側壁	有効応力解析	1000	3000	2676	2-D51@200+D38@200	1666568	102855	163	435	0.38
		シェル解析+拘束効果による曲げ	1000	3000	2676	2-D51@200+D38@200	7105	—	124	435	0.29
		合計	1000	3000	2676	2-D51@200+D38@200	—	—	287	435	0.66

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





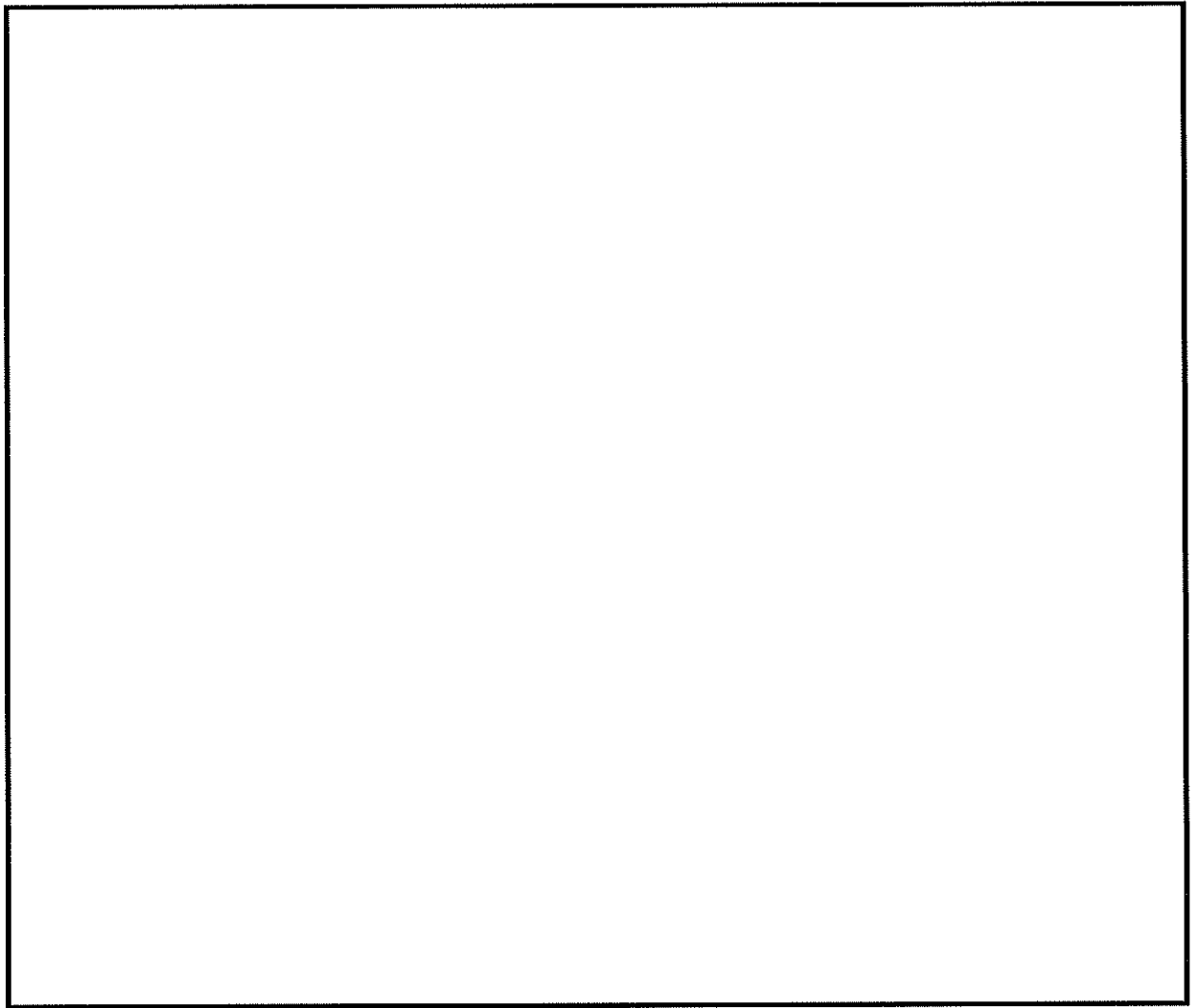


図 9.4-44 (1) 側壁の概略配筋図 (東西断面方向)



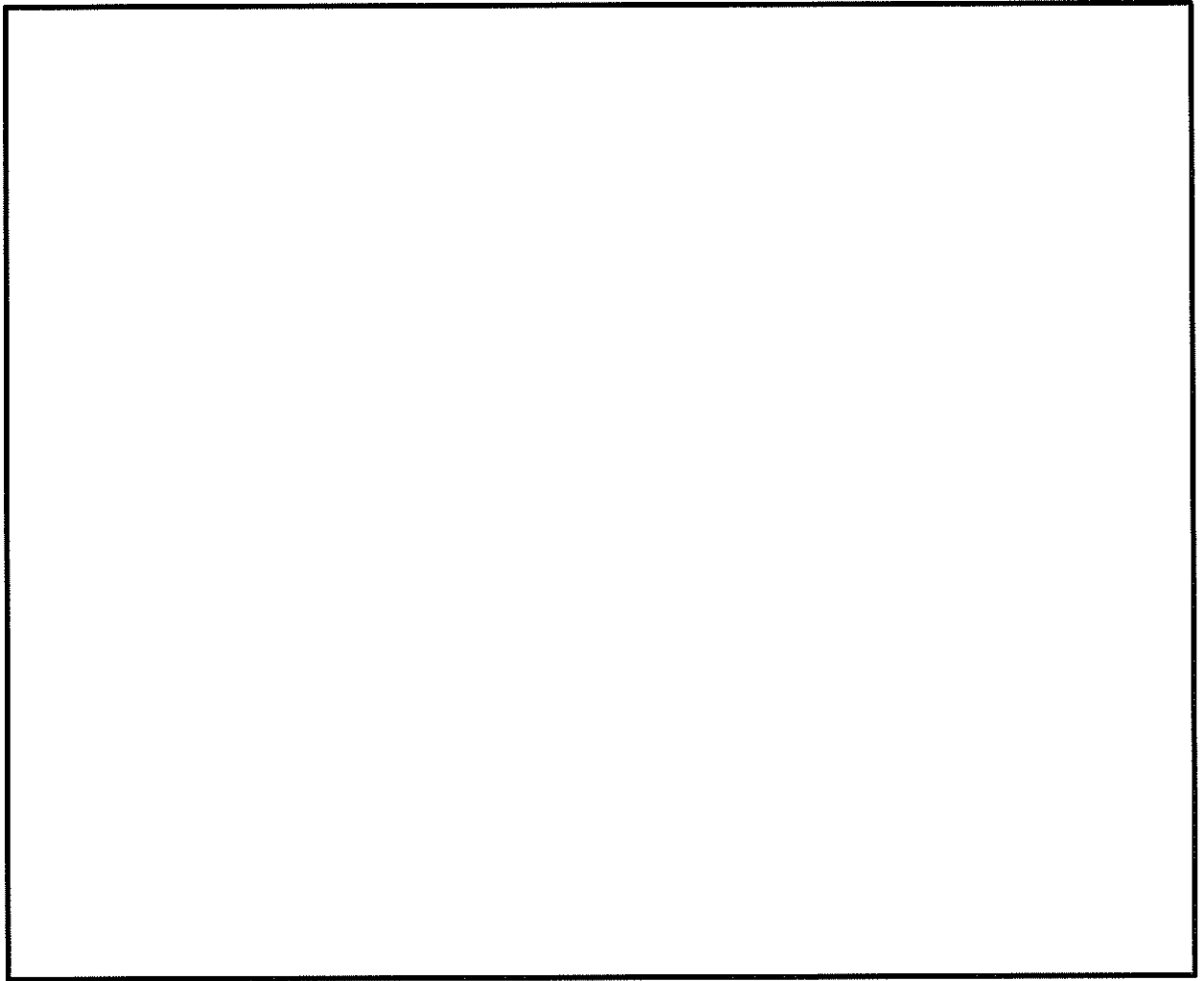


図 9.4-44 (2) 側壁の概略配筋図 (南北断面方向)



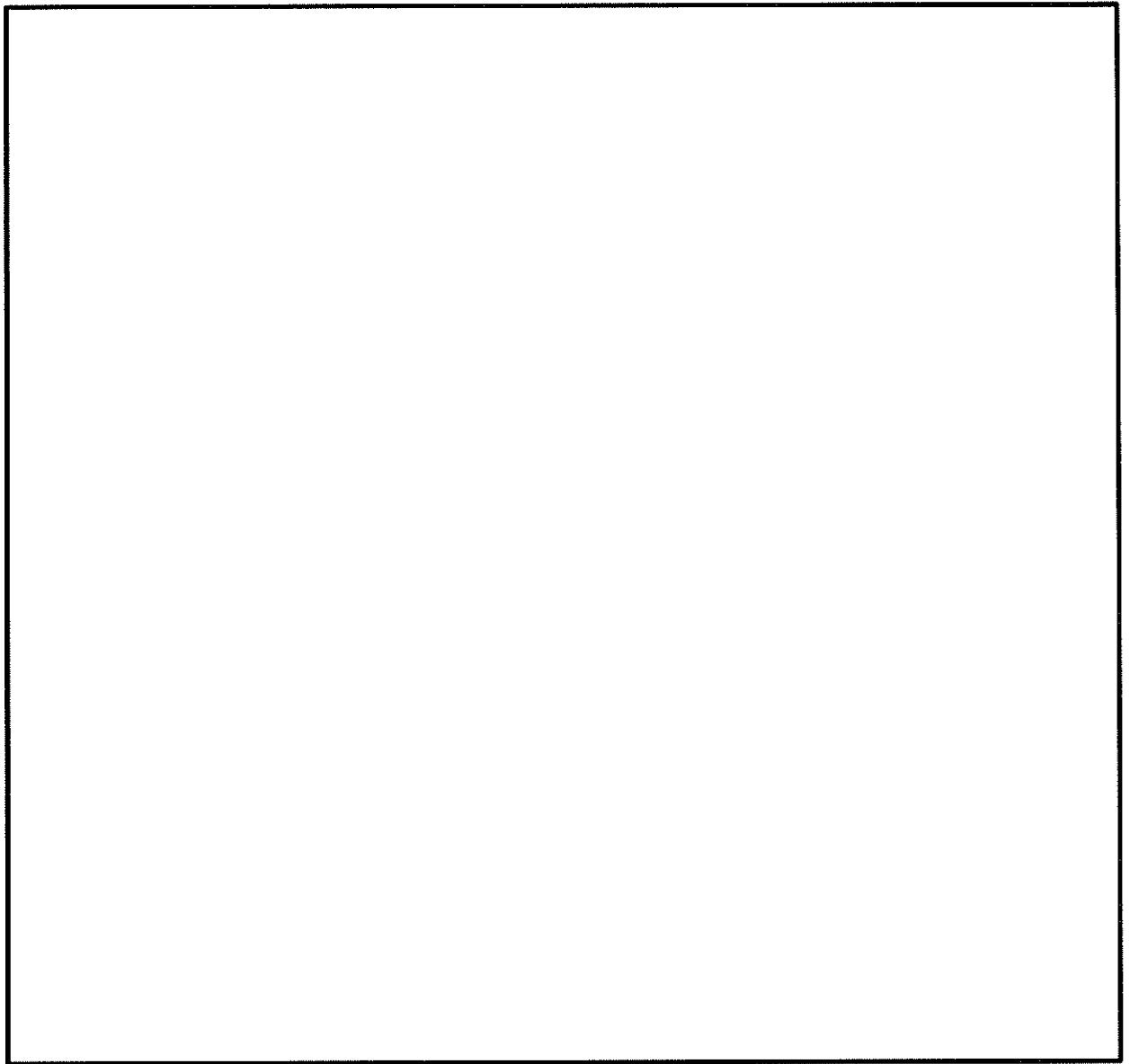


図 9.4-44 (3) 頂版・中床版・底版の概略配筋図（東西断面方向）



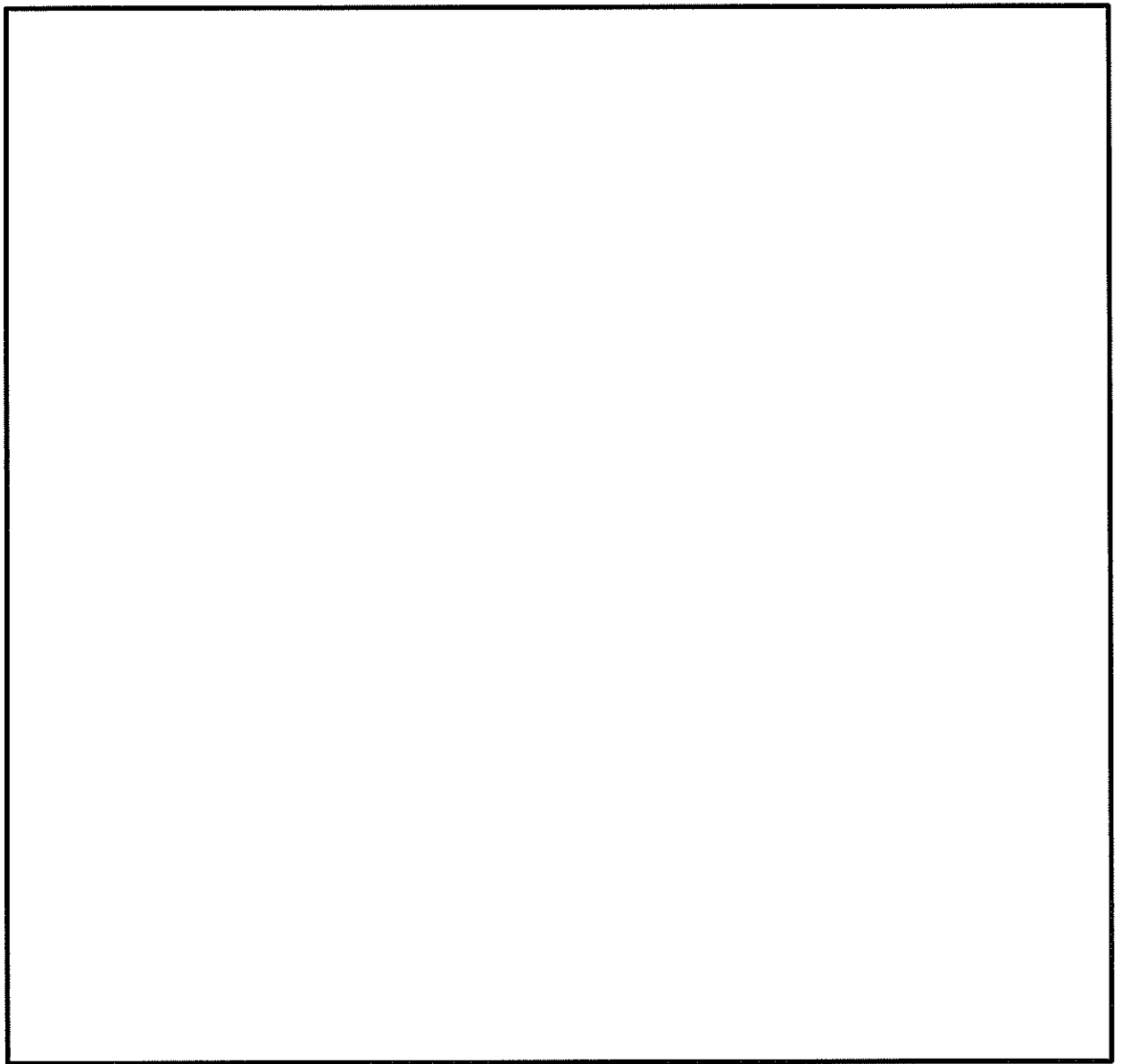


図 9. 4－44 (4) 頂版・中床版・底版の概略配筋図（南北断面方向）



表 9.4-66 (1) 断面諸元一覧表 (東西断面方向)

部位		材料No.	断面性状				主鉄筋				
			部材幅	部材高	かぶり	有効高さ	鉄筋種別	径	段数	鉄筋間隔	鉄筋量
			b (m)	h (m)	d' (m)	d (m)	(-)	(mm)	(-)	(mm)	(cm <sup>2</sup> )
頂版	端部	M1	1.000	1.000	0.200	0.800	SD490	38	1	200	57.000
B1F中床版	端部	M3	1.000	1.500	0.200	1.300	SD490	32	1	200	39.710
B2F中床版	端部	M5	1.000	1.000	0.200	0.800	SD490	41	1	200	67.000
B3F中床版	端部	M7	1.000	1.000	0.200	0.740	SD490	51	1	200	168.350
							SD490	41	1	200	
底版	端部	M9	1.000	3.000	0.200	2.800	SD490	51	1	200	101.350
B1F・B2F側壁	端部	M11	1.000	3.000	0.200	2.800	SD490	38	1	200	57.000
B3F側壁	端部	M13	1.000	3.000	0.200	2.740	SD490	51	1	200	101.350
							SD490	41	1	200	67.000
B4F側壁	端部	M15	1.000	3.000	0.200	2.725	SD490	51	2	200	202.700

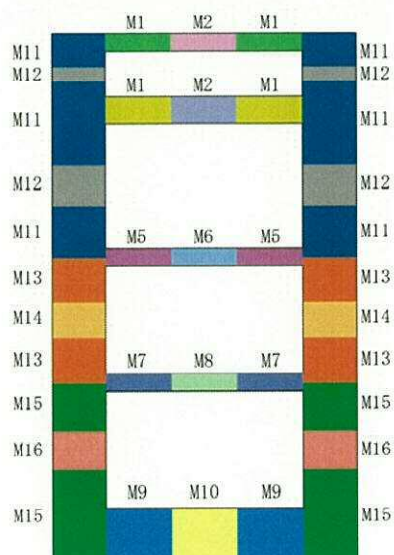
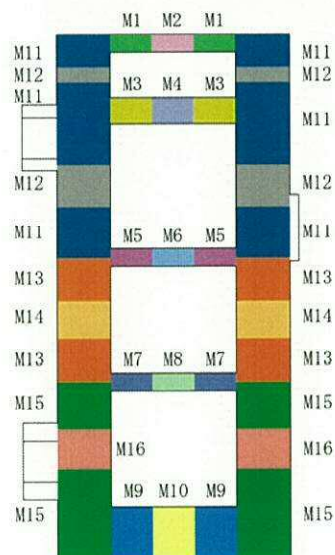




表 9.4-66 (2) 断面諸元一覧表 (南北断面方向)

部位		材料No.	断面性状				主鉄筋				
			部材幅	部材高	かぶり	有効高さ	鉄筋種別	径	段数	鉄筋間隔	鉄筋量
			b (m)	h (m)	d' (m)	d (m)	(-)	(mm)	(-)	(mm)	(cm <sup>2</sup> )
頂版	端部	M1	1.000	1.000	0.200	0.800	SD490	41	1	200	67.000
B1F中床版	端部	M3	1.000	1.500	0.200	1.300	SD490	35	1	200	47.830
B2F中床版	端部	M5	1.000	1.000	0.200	0.800	SD490	41	1	200	67.000
B3F中床版	端部	M7	1.000	1.000	0.200	0.725	SD490	51	2	150	270.267
底版	端部	M9	1.000	3.000	0.200	2.800	SD490	51	1	200	101.350
B1F・B2F側壁	端部	M11	1.000	3.000	0.200	2.800	SD490	41	1	200	67.000
B3F側壁	端部	M13	1.000	3.000	0.200	2.725	SD490	51	2	200	202.700
B4F側壁	端部	M15	1.000	3.000	0.200	2.676	SD490	51	2	200	259.700
							SD490	38	1	200	





#### 9.4.7 カルバート部に対する耐震評価結果

##### (1) 地震時断面力図

###### a. 上下方向の曲げ，せん断

カルバート部断面（中空断面）の発生断面力と照査値を表 9.4-67 に示す。解析モデルにおける断面力の方向を図 9.4-45 に，はり要素の方向を図 9.4-46 に示す。静的フレーム解析により求められた断面力（曲げモーメント，せん断力）を図 9.4-47 に示す。本図は構造部材の曲げ，せん断力照査結果が最も厳しくなる検討ケースにおける時刻の断面力を示したものである。



表 9.4-67 (1) カルバート部上下方向のコンクリートの曲げ軸力に対する照査結果

検討ケース	評価位置	断面性状			鉄筋仕様 (引張鉄筋)	発生断面力		圧縮 応力度 $\sigma_c$ ( $\text{N}/\text{mm}^2$ )	短期許容 応力度 $\sigma_{ca}$ ( $\text{N}/\text{mm}^2$ )	照査値 $\sigma_c/\sigma_{ca}$
		部材幅	部材高	有効高さ		曲げモーメント ( $\text{kN}\cdot\text{m}/\text{m}$ )	軸力 ( $\text{kN}/\text{m}$ )			
		b (mm)	h (mm)	d (mm)						
④S <sub>s</sub> -D1 (H+, V+)	カルバート(上部)	3700	3700	3364	D22@300	3635	454	1.31	21.0	0.07
④S <sub>s</sub> -D1 (H+, V+)	カルバート(下部)	4300	4300	3850	D35@200	29483	4567	4.22	21.0	0.20

表 9.4-67 (2) カルバート部上下方向の鉄筋の曲げ軸力に対する照査結果

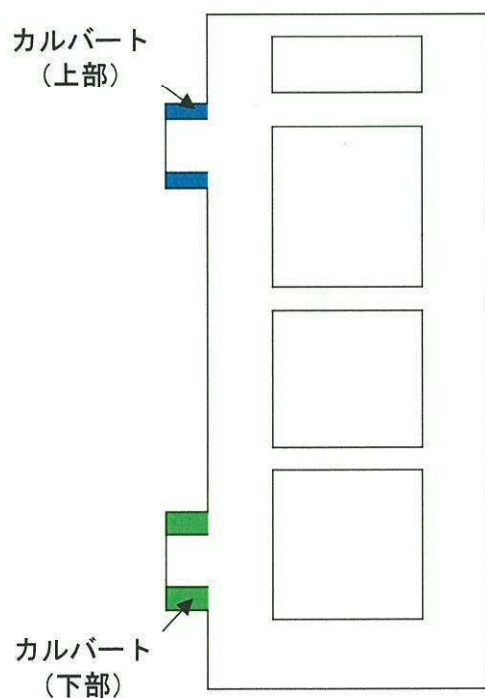
検討ケース	評価位置	断面性状			鉄筋仕様 (引張鉄筋)	発生断面力		引張 応力度 $\sigma_s$ ( $\text{N}/\text{mm}^2$ )	短期許容 応力度 $\sigma_{sa}$ ( $\text{N}/\text{mm}^2$ )	照査値 $\sigma_s/\sigma_{sa}$
		部材幅	部材高	有効高さ		曲げモーメント ( $\text{kN}\cdot\text{m}/\text{m}$ )	軸力 ( $\text{kN}/\text{m}$ )			
		b (mm)	h (mm)	d (mm)						
④S <sub>s</sub> -D1 (H+, V+)	カルバート(上部)	3700	3700	3364	D22@300	3623	465	167	435	0.39
④S <sub>s</sub> -D1 (H+, V+)	カルバート(下部)	4300	4300	3850	D35@200	24605	2910	258	435	0.60

表 9.4-67 (3) カルバート部上下方向のせん断力照査結果

検討ケース	評価位置	断面性状			鉄筋仕様 (せん断補強筋)	せん断力 S (kN)	照査用 応力度 ( $\text{N}/\text{mm}^2$ )	短期許容 応力度 $\tau_{sl}$ ( $\text{N}/\text{mm}^2$ )	$\tau_{sl}$ に対する 照査値	短期許容 せん断力 V <sub>a</sub> (kN/m)	V <sub>a</sub> に対する 照査値
		部材幅	部材高	有効高さ							
		b (mm)	h (mm)	d (mm)							
④S <sub>s</sub> -D1 (H+, V+)	カルバート(上部)	1400	3700	3364	D19@150	1986	0.483	0.825	0.59	8433	0.24
④S <sub>s</sub> -D1 (H+, V+)	カルバート(下部)	2000	4300	3850	D51@150	11886	—	0.825	—	57554	0.21

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





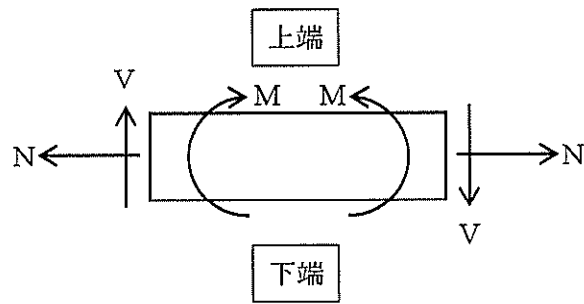


図 9.4-45 断面力の方向

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 : 上端が圧縮となる曲げモーメント

負 : 上端が引張となる曲げモーメント

軸力 ( $N$ ) 正 : 引張

負 : 圧縮

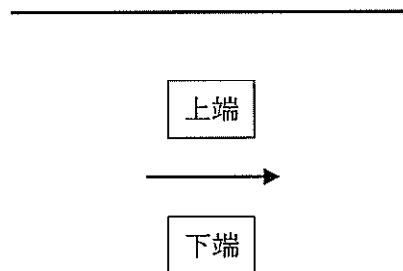
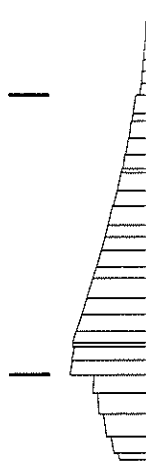


図 9.4-46 はり要素の方向 (カルバート部)



TIME= 54.0300, STRESS & FORCE

3635



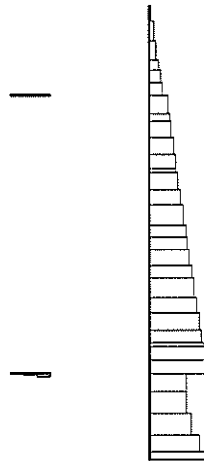
曲げモーメント (kN・m)

Structure scale 1.00 m  
Unit scale 5.000E+05  
value x 17.000

S N

TIME= 54.0300, STRESS & FORCE

454



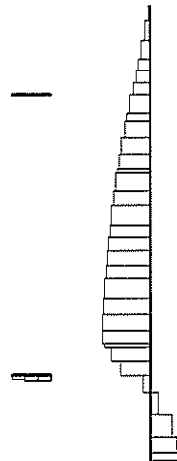
軸力 (kN)

Structure scale 1.00 m  
Unit scale 5.000E+04  
value x 17.000

S N

(+ : 引張, - : 圧縮)

TIME= 54.0300, STRESS & FORCE



せん断力 (kN)

Structure scale 1.00 m  
Unit scale 5.000E+04  
value x 17.000

S N

図 9.4-47 (1) カルバート部(上部)において最も厳しいコンクリートの曲げ軸力照査値における  
地震時断面力 ( $S_s-D1$  [H+, V+],  $t=54.03s$ )  
(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)



TIME= 53.9500, STRESS & FORCE

Structure scale 1.80 m  
Unit scale 5.000E+05  
value x 17.000

S N

-29483



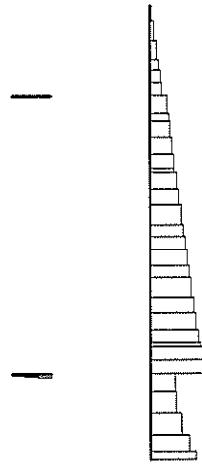
曲げモーメント (kN・m)

TIME= 53.9500, STRESS & FORCE

Structure scale 1.80 m  
Unit scale 5.000E+04  
value x 17.000

S N

-4567



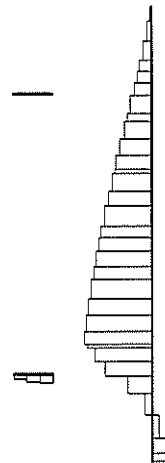
(+ : 引張, - : 圧縮)

軸力 (kN)

TIME= 53.9500, STRESS & FORCE

Structure scale 1.80 m  
Unit scale 5.000E+04  
value x 17.000

S N



せん断力 (kN)

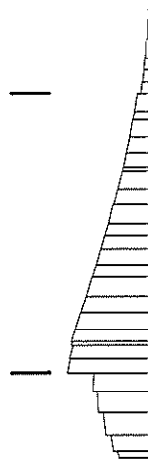
図 9.4-47 (2) カルバート部(下部)において最も厳しいコンクリートの曲げ軸力照査値における地震時断面力 (S<sub>s</sub>-D 1 [H+, V+], t=53.95s)

(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)



TIME= 54.0200, STRESS & FORCE

3623



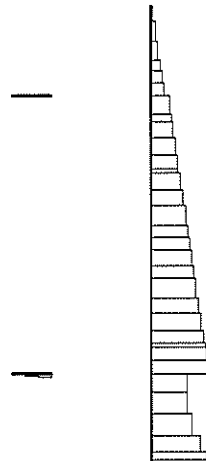
曲げモーメント (kN・m)

Structure scale 1.80 m  
Unit scale 5.000E+05  
value x 17.00C

S N

TIME= 54.0200, STRESS & FORCE

465



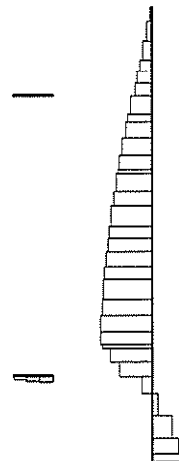
軸力 (kN)

Structure scale 1.80 m  
Unit scale 5.000E+04  
value x 17.00C

S N

(+ : 引張, - : 圧縮)

TIME= 54.0200, STRESS & FORCE



せん断力 (kN)

Structure scale 1.80 m  
Unit scale 5.000E+04  
value x 17.00C

S N

図 9.4-47 (3) カルバート部(上部)において最も厳しい鉄筋の曲げ軸力照査値における  
地震時断面力 ( $S_s-D1$  [H+, V+],  $t=54.02s$ )  
(検討ケース④: 敷地に存在しない豊浦標準砂の液状化強度特性により  
地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース)



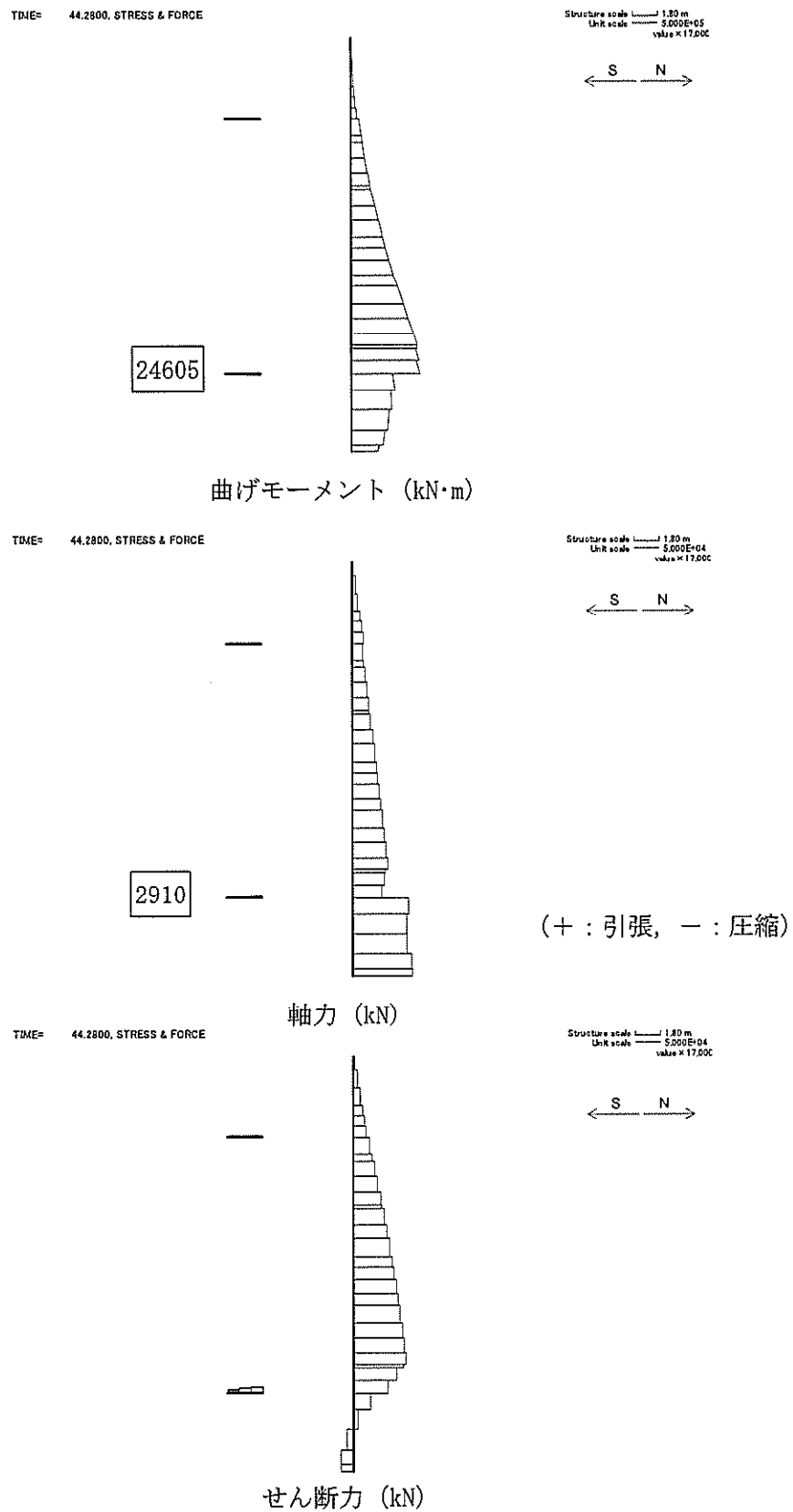
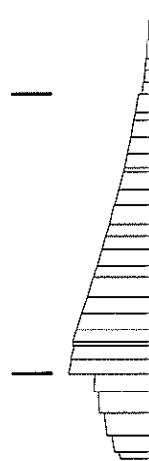


図 9.4-47 (4) カルバート部(下部)において最も厳しい鉄筋の曲げ軸力照査値における  
地震時断面力 (S<sub>s</sub>-D 1 [H+, V+], t=44.28s)  
(検討ケース④: 敷地に存在しない豊浦標準砂の液状化強度特性により  
地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース)



TIME= 54.0200, STRESS & FORCE

Structure scale 1.80 m  
Unit scale 5.000E+05  
value x 17.00C

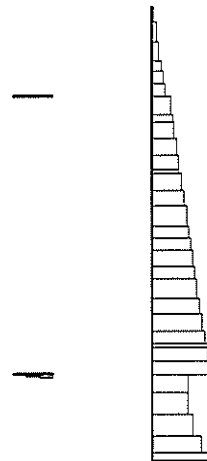


S N

曲げモーメント (kN・m)

TIME= 54.0200, STRESS & FORCE

Structure scale 1.80 m  
Unit scale 5.000E+04  
value x 17.00C



S N

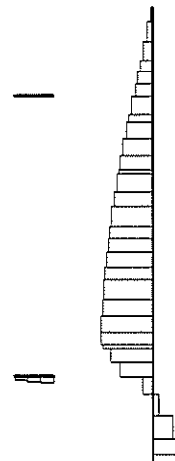
(+ : 引張, - : 圧縮)

軸力 (kN)

TIME= 54.0200, STRESS & FORCE

Structure scale 1.80 m  
Unit scale 5.000E+04  
value x 17.00C

1986



S N

せん断力 (kN)

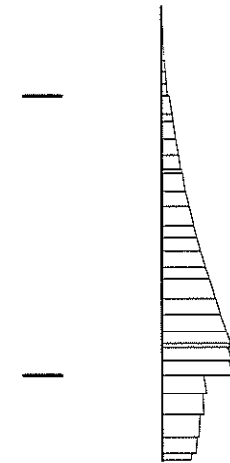
図 9.4-47 (5) 南北方向断面のカルバート部(上部)において最も厳しいせん断の照査値における地震時断面力 ( $S_s-D1$  [H+, V+],  $t=54.02s$ )  
(検討ケース④: 敷地に存在しない豊浦標準砂の液状化強度特性により地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース)



TIME= 69.1300, STRESS & FORCE

Structure scale 1.00 m  
Unit scale 5.000E+05  
value x 17.000

S N

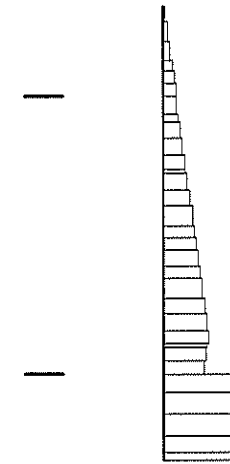


曲げモーメント (kN・m)

TIME= 69.1300, STRESS & FORCE

Structure scale 1.00 m  
Unit scale 5.000E+04  
value x 17.000

S N



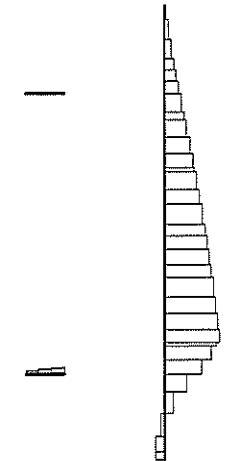
(+ : 引張, - : 圧縮)

軸力 (kN)

TIME= 69.1300, STRESS & FORCE

Structure scale 1.00 m  
Unit scale 5.000E+04  
value x 17.000

S N



11886

せん断力 (kN)

図 9.4-47 (6) 南北方向断面のカルバート部(下部)において最も厳しいせん断の照査値における地震時断面力 ( $S_s - D1$  [H+, V+],  $t=69.13s$ )

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



b. 水平方向の曲げ，せん断

① 設計荷重の設定

地震応答解析の各検討ケースにおいてカルバート部設置レベルの最大地盤反力度を抽出し，カルバート部の検討に用いる設計荷重を設定した。設計荷重は，各検討ケースの最大地盤反力度を比較し，最大となるケースの値とした。カルバート部の最大地盤反力度と選定した検討ケースを表 9.4-68 に示す。



表 9.4-68 (1) カルバート部 (上部) における各検討ケースの最大地盤反力度

地震動 \ 検討ケース		地盤反力度 (kN/m <sup>2</sup> )					
		①	②	③	④	⑤	⑥
S <sub>s</sub> -D 1	H+, V+	167			190		
	H+, V-	183					
	H-, V+	154					
	H-, V-	179					
S <sub>s</sub> -1 1		122					
S <sub>s</sub> -1 2		153					
S <sub>s</sub> -1 3		150					
S <sub>s</sub> -1 4		132					
S <sub>s</sub> -2 1		144					
S <sub>s</sub> -2 2		161					
S <sub>s</sub> -3 1	H+, V+	165					
	H-, V+	181					

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: 地盤物性のはらつきを考慮 (+1σ) した解析ケース  
 ③: 地盤物性のはらつきを考慮 (-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: 地盤物性のはらつきを考慮 (+1σ) して非液状化の条件を仮定した解析ケース

表 9.4-68 (2) カルバート部 (下部) における各検討ケースの最大地盤反力度

地震動 \ 検討ケース		地盤反力度 (kN/m <sup>2</sup> )					
		①	②	③	④	⑤	⑥
S <sub>s</sub> -D 1	H+, V+	1070			1235		
	H+, V-	1130					
	H-, V+	953					
	H-, V-	1010					
S <sub>s</sub> -1 1		316					
S <sub>s</sub> -1 2		423					
S <sub>s</sub> -1 3		417					
S <sub>s</sub> -1 4		347					
S <sub>s</sub> -2 1		513					
S <sub>s</sub> -2 2		817					
S <sub>s</sub> -3 1	H+, V+	833					
	H-, V+	748					

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: 地盤物性のはらつきを考慮 (+1σ) した解析ケース  
 ③: 地盤物性のはらつきを考慮 (-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: 地盤物性のはらつきを考慮 (+1σ) して非液状化の条件を仮定した解析ケース



## ② 地震時断面力図

常設低圧代替注水系ポンプ室外面を固定端とする片持ち梁の発生断面力と照査値を表 9.4-69 に示す。解析モデルにおける断面力の方向を図 9.4-48 に、はり要素の方向を図 9.4-49 に示す。静的フレーム解析により求められた断面力（曲げモーメント、せん断力）を図 9.4-50 に示す。

表 9.4-69 (1) カルバート部水平方向のコンクリートの曲げ軸力に対する照査結果

検討ケース	評価位置	断面性状			鉄筋仕様 (引張鉄筋)	発生断面力		圧縮 応力度 σ c (N/mm <sup>2</sup> )	短期許容 応力度 σ ca (N/mm <sup>2</sup> )	照査値 σ c / σ ca
		部材幅	部材高	有効高さ		曲げモーメント (kN・m/m)	軸力 (kN/m)			
		b (mm)	h (mm)	d (mm)						
④ S s - D 1 (H + , V + )	カルバート (上部)	3700	3700	3364	D22@300	2214	—	0.81	21.0	0.04
④ S s - D 1 (H + , V + )	カルバート (下部)	4300	4300	3850	D35@200	16796	—	2.37	21.0	0.12

表 9.4-69 (2) カルバート部水平方向の鉄筋の曲げ軸力に対する照査結果

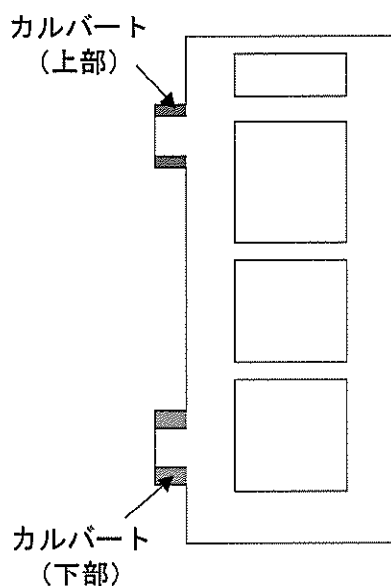
検討ケース	評価位置	断面性状			鉄筋仕様 (引張鉄筋)	発生断面力		引張 応力度 $\sigma_s$ ( $\text{N}/\text{mm}^2$ )	短期許容 応力度 $\sigma_{sa}$ ( $\text{N}/\text{mm}^2$ )	照査値 $\sigma_s / \sigma_{sa}$
		部材幅	部材高	有効高さ		曲げモーメント ( $\text{kN}\cdot\text{m}/\text{m}$ )	軸力 ( $\text{kN}/\text{m}$ )			
		b (mm)	h (mm)	d (mm)						
④S <sub>s</sub> -D1 (H+, V+)	カルバート(上部)	3700	3700	3364	D22@300	2214	—	85	435	0.20
④S <sub>s</sub> -D1 (H+, V+)	カルバート(下部)	4300	4300	3850	D35@200	16796	—	146	435	0.34

表 9.4-69 (3) カルバート部水平方向のせん断力に対する照査結果

検討ケース	評価位置	断面性状			鉄筋仕様 (せん断補強筋)	せん断力 S (kN)	照査用 応力度 (N/mm <sup>2</sup> )	短期許容 応力度 $\tau_{s1}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{s1}$ に対する 照査値	短期許容 せん断力 V <sub>a</sub> (kN/m)	V <sub>a</sub> に対する 照査値
		部材幅	部材高	有効高さ							
		b (mm)	h (mm)	d (mm)							
④ S <sub>s</sub> -D 1 (H+, V+)	カルバート(上部)	1400	3700	3364	D19@150	1765	0.431	0.825	0.53	8393	0.21
④ S <sub>s</sub> -D 1 (H+, V+)	カルバート(下部)	2000	4300	3850	D51@150	13384	—	0.825	—	57050	0.24

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





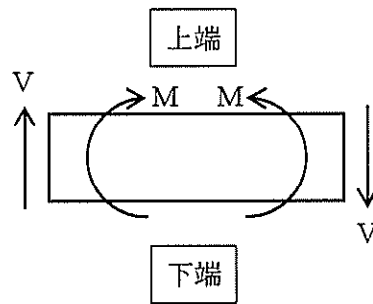


図 9.4-48 断面力の方向

記号の説明

曲げモーメント :  $M$

せん断力 :  $V$

断面力の符号

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

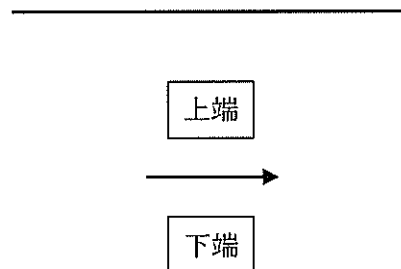
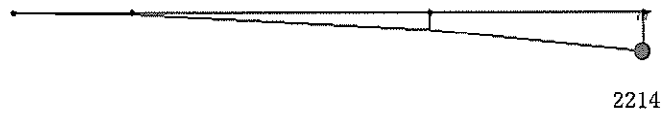
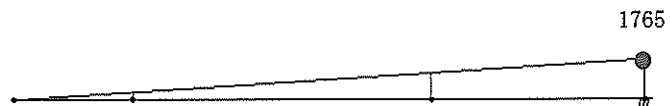


図 9.4-49 はり要素の方向 (カルバート部)





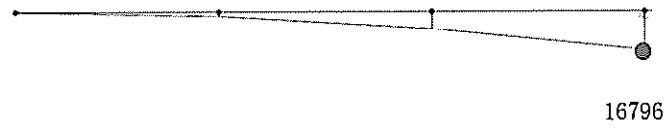
曲げモーメント (kN・m)



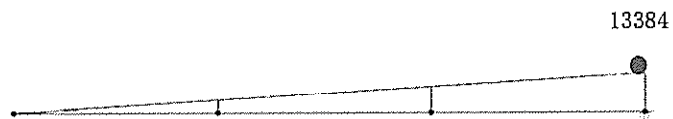
せん断力 (kN)

図 9.4-50 (1) カルバート部（上部）の地震応答解析における断面力による地震時断面力  
 (S<sub>s</sub>-D 1 [H+, V+], t=53.98s)  
 (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)



せん断力 (kN)

図 9.4-50 (2) カルバート部（下部）の地震応答解析における断面力による地震時断面力  
 (S<sub>s</sub>-D 1 [H+, V+], t=53.91s)  
 (検討ケース④：敷地に存在しない豊浦標準砂の液状化強度特性により  
 地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース)



c. 軸直交方向断面

① 設計荷重の設定

地震応答解析の各検討ケースにおいてカルバート部設置レベルの最大地盤反力度を抽出し、カルバート部の検討に用いる設計荷重を設定した。設計荷重は、左右方向、上下方向それぞれ検討ケースの最大地盤反力度を比較し、最大となったケースの値とした。カルバート部の最大地盤反力度を表 9.4-70 及び表 9.4-71 に示す。



表 9.4-70 (1) カルバート部 (上部) における各検討ケースの左右方向最大地盤反力度

地震動 \ 検討ケース		地盤反力度 (kN/m <sup>2</sup> )					
		①	②	③	④	⑤	⑥
S <sub>s</sub> -D1	H+, V+	167			190		
	H+, V-	183					
	H-, V+	154					
	H-, V-	179					
S <sub>s</sub> -11		122					
S <sub>s</sub> -12		153					
S <sub>s</sub> -13		150					
S <sub>s</sub> -14		132					
S <sub>s</sub> -21		144					
S <sub>s</sub> -22		161					
S <sub>s</sub> -31	H+, V+	165					
	H-, V+	181					

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: 地盤物性のはらつきを考慮 (+1σ) した解析ケース  
 ③: 地盤物性のはらつきを考慮 (-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: 地盤物性のはらつきを考慮 (+1σ) して非液状化の条件を仮定した解析ケース

表 9.4-70 (2) カルバート部 (上部) における各検討ケースの上下方向最大地盤反力度

地震動 \ 検討ケース		地盤反力度 (kN/m <sup>2</sup> )					
		①	②	③	④	⑤	⑥
S <sub>s</sub> -D1	H+, V+	189			204		
	H+, V-	211					
	H-, V+	214					
	H-, V-	233					
S <sub>s</sub> -11		143					
S <sub>s</sub> -12		170					
S <sub>s</sub> -13		170					
S <sub>s</sub> -14		144					
S <sub>s</sub> -21		194					
S <sub>s</sub> -22		187					
S <sub>s</sub> -31	H+, V+	200					
	H-, V+	175					

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: 地盤物性のはらつきを考慮 (+1σ) した解析ケース  
 ③: 地盤物性のはらつきを考慮 (-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: 地盤物性のはらつきを考慮 (+1σ) して非液状化の条件を仮定した解析ケース



表 9.4-71 (1) カルバート部 (下部) における各検討ケースの左右方向最大地盤反力度

地震動 \ 検討ケース		地盤反力度 (kN/m <sup>2</sup> )					
		①	②	③	④	⑤	⑥
S <sub>s</sub> -D 1	H+, V+	1070			1235		
	H+, V-	1130					
	H-, V+	953					
	H-, V-	1010					
S <sub>s</sub> -1 1		316					
S <sub>s</sub> -1 2		423					
S <sub>s</sub> -1 3		417					
S <sub>s</sub> -1 4		347					
S <sub>s</sub> -2 1		513					
S <sub>s</sub> -2 2		817					
S <sub>s</sub> -3 1	H+, V+	833					
	H-, V+	748					

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: 地盤物性のはらつきを考慮 (+1σ) した解析ケース  
 ③: 地盤物性のはらつきを考慮 (-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: 地盤物性のはらつきを考慮 (+1σ) して非液状化の条件を仮定した解析ケース

表 9.4-71 (2) カルバート部 (下部) における各検討ケースの上下方向最大地盤反力度

地震動 \ 検討ケース		地盤反力度 (kN/m <sup>2</sup> )					
		①	②	③	④	⑤	⑥
S <sub>s</sub> -D 1	H+, V+	1230			1750		
	H+, V-	1300					
	H-, V+	1140					
	H-, V-	1150					
S <sub>s</sub> -1 1		443					
S <sub>s</sub> -1 2		525					
S <sub>s</sub> -1 3		503					
S <sub>s</sub> -1 4		437					
S <sub>s</sub> -2 1		772					
S <sub>s</sub> -2 2		852					
S <sub>s</sub> -3 1	H+, V+	579					
	H-, V+	893					

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: 地盤物性のはらつきを考慮 (+1σ) した解析ケース  
 ③: 地盤物性のはらつきを考慮 (-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: 地盤物性のはらつきを考慮 (+1σ) して非液状化の条件を仮定した解析ケース



## ② 地震時断面力図

軸直交方向断面の発生断面力と照査値を表 9.4-72～表 9.4-74 に示す。解析モデルにおける断面力の方向を図 9.4-51 に、はり要素の方向を図 9.4-52 に示す。静的フレーム解析により求められた断面力（曲げモーメント，軸力，せん断力）を図 9.4-53 及び図 9.4-54 に示す。



表 9.4-72 (1) カルバート部 (上部) 軸直交方向断面のコンクリートの曲げ軸力に対する  
照査結果 (左右方向載荷)

検討ケース			評価位置	断面性状			鉄筋仕様 (引張鉄筋)	発生断面力		圧縮 応力度 σ c (N/mm <sup>2</sup> )	短期許容 応力度 σ ca (N/mm <sup>2</sup> )	照査値 σ c / σ ca
				部材幅	部材高	有効高さ		曲げモーメント	軸力			
				b (mm)	h (mm)	d (mm)						
④ S s - D 1 (H + , V + )	片押し	最小	底版	1000	700	500	D19@150	105	370	2.45	21.0	0.12
			頂版	1000	700	500	D19@150	105	370	2.47	21.0	0.12
			側壁	1000	700	500	D19@150	94	180	2.64	21.0	0.13
		最大	底版	1000	700	500	D19@150	101	370	2.34	21.0	0.12
			頂版	1000	700	500	D19@150	101	370	2.34	21.0	0.12
			側壁	1000	700	500	D19@150	79	224	2.01	21.0	0.10
	両押し	最小	底版	1000	700	500	D19@150	105	370	2.47	21.0	0.12
			頂版	1000	700	500	D19@150	105	370	2.47	21.0	0.12
			側壁	1000	700	500	D19@150	117	134	3.50	21.0	0.17
		最大	底版	1000	700	500	D19@150	101	370	2.34	21.0	0.12
			頂版	1000	700	500	D19@150	101	370	2.34	21.0	0.12
			側壁	1000	700	500	D19@150	102	179	2.91	21.0	0.14

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 9.4-72 (2) カルバート部 (上部) 軸直交方向断面のコンクリートの曲げ軸力に対する  
照査結果 (上下方向載荷)

検討ケース			評価位置	断面性状			鉄筋仕様 (引張鉄筋)	発生断面力		圧縮 応力度 $\sigma_c$ ( $\text{N}/\text{mm}^2$ )	短期許容 応力度 $\sigma_{ca}$ ( $\text{N}/\text{mm}^2$ )	照査値 $\sigma_c / \sigma_{ca}$
				部材幅	部材高	有効高さ		曲げモーメント ( $\text{kN}\cdot\text{m}/\text{m}$ )	軸力 ( $\text{kN}/\text{m}$ )			
				b (mm)	h (mm)	d (mm)						
① $S_s-D1$ ( $H-$ , $V-$ )	片押し	最小	底版	1000	700	500	D19@150	22	48	0.61	21.0	0.03
			頂版	1000	700	500	D19@150	116	160	3.41	21.0	0.17
			側壁	1000	700	500	D19@150	122	413	2.91	21.0	0.14
		最大	底版	1000	700	500	D19@150	27	92	0.65	21.0	0.03
			頂版	1000	700	500	D19@150	121	204	3.47	21.0	0.17
			側壁	1000	700	500	D19@150	132	457	3.13	21.0	0.15
	両押し	最小	底版	1000	700	500	D19@150	145	104	4.47	21.0	0.22
			頂版	1000	700	500	D19@150	145	104	4.47	21.0	0.22
			側壁	1000	700	500	D19@150	122	413	2.91	21.0	0.14
		最大	底版	1000	700	500	D19@150	149	148	4.51	21.0	0.22
			頂版	1000	700	500	D19@150	149	148	4.51	21.0	0.22
			側壁	1000	700	500	D19@150	132	457	3.13	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

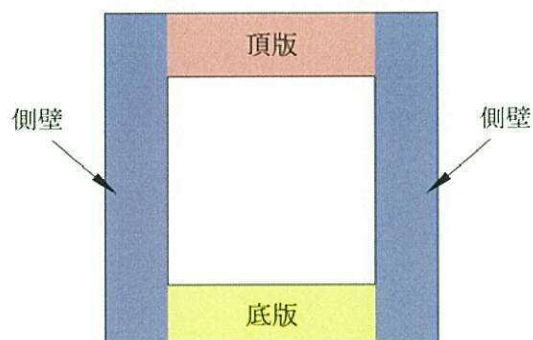




表 9.4-72 (3) カルバート部（下部）軸直交方向断面のコンクリートの曲げ軸力に対する  
照査結果（左右方向載荷）

検討ケース			評価位置	断面性状			鉄筋仕様 (引張鉄筋)	発生断面力		圧縮 応力度 σ c (N/mm <sup>2</sup> )	短期許容 応力度 σ ca (N/mm <sup>2</sup> )	照査値 σ c / σ ca
				部材幅	部材高	有効高さ		曲げモーメント (kN・m/m)	軸力 (kN/m)			
				b (mm)	h (mm)	d (mm)						
④ S s - D 1 (H + , V + )	片押し	最小	底版	1000	1000	800	D51@150	848	2425	5.74	21.0	0.28
			頂版	1000	1000	800	D51@150	848	2425	5.74	21.0	0.28
			側壁	1000	1000	800	D51@150	676	1112	4.34	21.0	0.21
		最大	底版	1000	1000	800	D51@150	845	2425	4.72	21.0	0.23
			頂版	1000	1000	800	D51@150	845	2425	4.72	21.0	0.23
			側壁	1000	1000	800	D51@150	658	1165	4.25	21.0	0.21
	両押し	最小	底版	1000	1000	800	D51@150	783	2425	5.36	21.0	0.26
			頂版	1000	1000	800	D51@150	783	2425	5.36	21.0	0.26
			側壁	1000	1000	800	D51@150	909	759	5.60	21.0	0.27
		最大	底版	1000	1000	800	D51@150	779	2425	5.34	21.0	0.26
			頂版	1000	1000	800	D51@150	779	2425	5.34	21.0	0.26
			側壁	1000	1000	800	D51@150	891	813	5.52	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

評価位置は下図に示す

表 9.4-72 (4) カルバート部（下部）軸直交方向断面のコンクリートの曲げ軸力に対する  
照査結果（上下方向載荷）

検討ケース			評価位置	断面性状			鉄筋仕様 (引張鉄筋)	発生断面力		圧縮 応力度 σ c (N/mm <sup>2</sup> )	短期許容 応力度 σ ca (N/mm <sup>2</sup> )	照査値 σ c / σ ca
				部材幅	部材高	有効高さ		曲げモーメント (kN・m/m)	軸力 (kN/m)			
				b (mm)	h (mm)	d (mm)						
④ S s - D 1 (H+, V+)	片押し	最小	底版	1000	1000	800	D51@150	359	76	2.06	21.0	0.10
			頂版	1000	1000	800	D51@150	1091	924	6.73	21.0	0.32
			側壁	1000	1000	800	D51@150	1179	3248	7.93	21.0	0.38
		最大	底版	1000	1000	800	D51@150	366	23	2.13	21.0	0.11
			頂版	1000	1000	800	D51@150	1098	977	6.79	21.0	0.33
			側壁	1000	1000	800	D51@150	1194	3301	8.04	21.0	0.39
	両押し	最小	底版	1000	1000	800	D51@150	1421	424	8.47	21.0	0.41
			頂版	1000	1000	800	D51@150	1421	424	8.47	21.0	0.41
			側壁	1000	1000	800	D51@150	1086	3248	7.39	21.0	0.36
		最大	底版	1000	1000	800	D51@150	1428	477	8.54	21.0	0.41
			頂版	1000	1000	800	D51@150	1428	477	8.54	21.0	0.41
			側壁	1000	1000	800	D51@150	1101	3301	7.50	21.0	0.36

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

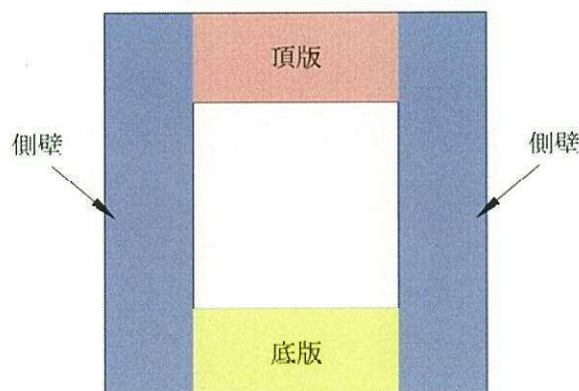




表 9.4-73 (1) カルバート部（上部）軸直交方向断面の鉄筋の曲げ軸力に対する  
照査結果（左右方向載荷）

検討ケース			評価位置	断面性状			鉄筋仕様 (引張鉄筋)	発生断面力		引張 応力度 σ s (N/mm <sup>2</sup> )	短期許容 応力度 σ sa (N/mm <sup>2</sup> )	照査値 σ s / σ sa
				部材幅	部材高	有効高さ		曲げモーメント (kN・m/m)	軸力 (kN/m)			
				b (mm)	h (mm)	d (mm)						
④ S s - D 1 (H + , V + )	片押し	最小	底版	1000	700	500	D19@150	105	370	22	435	0.05
			頂版	1000	700	500	D19@150	105	370	22	435	0.05
			側壁	1000	700	500	D19@150	94	180	54	435	0.13
		最大	底版	1000	700	500	D19@150	101	370	19	435	0.05
			頂版	1000	700	500	D19@150	101	370	19	435	0.05
			側壁	1000	700	500	D19@150	79	224	28	435	0.07
	両押し	最小	底版	1000	700	500	D19@150	105	370	22	435	0.05
			頂版	1000	700	500	D19@150	105	370	22	435	0.05
			側壁	1000	700	500	D19@150	117	134	92	435	0.22
		最大	底版	1000	700	500	D19@150	101	370	19	435	0.05
			頂版	1000	700	500	D19@150	101	370	19	435	0.05
			側壁	1000	700	500	D19@150	102	179	63	435	0.15

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 9.4-73 (2) カルバート部（上部）軸直交方向断面の鉄筋の曲げ軸力に対する  
照査結果（上下方向載荷）

検討ケース			評価位置	断面性状			鉄筋仕様 (引張鉄筋)	発生断面力		引張 応力度 $\sigma_s$ (N/mm <sup>2</sup> )	短期許容 応力度 $\sigma_{sa}$ (N/mm <sup>2</sup> )	照査値 $\sigma_s / \sigma_{sa}$
				部材幅	部材高	有効高さ		曲げモーメント (kN・m/m)	軸力 (kN/m)			
				b (mm)	h (mm)	d (mm)						
① S <sub>s</sub> -D 1 (H-, V-)	片押し	最小	底版	1000	700	500	D19@150	22	48	12	435	0.03
			頂版	1000	700	500	D19@150	116	160	84	435	0.20
			側壁	1000	700	500	D19@150	122	413	29	435	0.07
		最大	底版	1000	700	500	D19@150	27	92	7	435	0.02
			頂版	1000	700	500	D19@150	121	204	77	435	0.18
			側壁	1000	700	500	D19@150	132	457	30	435	0.07
	両押し	最小	底版	1000	700	500	D19@150	145	104	132	435	0.31
			頂版	1000	700	500	D19@150	145	104	132	435	0.31
			側壁	1000	700	500	D19@150	122	413	29	435	0.07
		最大	底版	1000	700	500	D19@150	149	148	123	435	0.29
			頂版	1000	700	500	D19@150	149	148	123	435	0.29
			側壁	1000	700	500	D19@150	132	457	30	435	0.07

注記 ①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース

評価位置は下図に示す

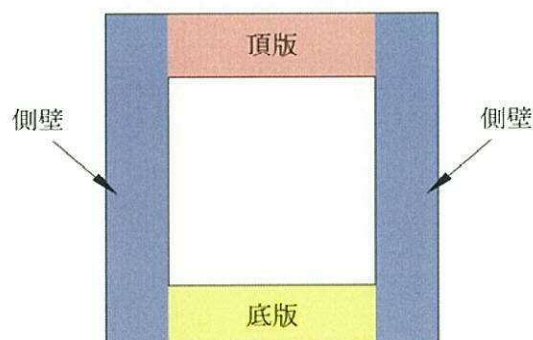




表 9.4-73 (3) カルバート部（下部）軸直交方向断面の鉄筋の曲げ軸力に対する  
照査結果（左右方向載荷）

検討ケース			評価位置	断面性状			鉄筋仕様 (引張鉄筋)	発生断面力		引張 応力度 $\sigma_s$ (N/mm <sup>2</sup> )	短期許容 応力度 $\sigma_{sa}$ (N/mm <sup>2</sup> )	照査値 $\sigma_s / \sigma_{sa}$
				部材幅	部材高	有効高さ		曲げモーメント (kN・m/m)	軸力 (kN/m)			
				b (mm)	h (mm)	d (mm)						
④ S <sub>s</sub> -D 1 (H+, V+)	片押し	最小	底版	1000	1000	800	D51@150	848	2425	19	435	0.05
			頂版	1000	1000	800	D51@150	848	2425	19	435	0.05
			側壁	1000	1000	800	D51@150	676	1112	38	435	0.09
		最大	底版	1000	1000	800	D51@150	845	2425	19	435	0.05
			頂版	1000	1000	800	D51@150	845	2425	19	435	0.05
			側壁	1000	1000	800	D51@150	658	1165	35	435	0.08
	両押し	最小	底版	1000	1000	800	D51@150	783	2425	14	435	0.04
			頂版	1000	1000	800	D51@150	783	2425	14	435	0.04
			側壁	1000	1000	800	D51@150	909	759	76	435	0.18
		最大	底版	1000	1000	800	D51@150	779	2425	13	435	0.03
			頂版	1000	1000	800	D51@150	779	2425	13	435	0.03
			側壁	1000	1000	800	D51@150	891	813	72	435	0.17

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

評価位置は下図に示す

表 9.4-73 (4) カルバート部（下部）軸直交方向断面の鉄筋の曲げ軸力に対する  
照査結果（上下方向載荷）

検討ケース			評価位置	断面性状			鉄筋仕様 (引張鉄筋)	発生断面力		引張 応力度 $\sigma_s$ (N/mm <sup>2</sup> )	短期許容 応力度 $\sigma_{sa}$ (N/mm <sup>2</sup> )	照査値 $\sigma_s / \sigma_{sa}$
				部材幅	部材高	有効高さ		曲げモーメント (kN・m/m)	軸力 (kN/m)			
				b (mm)	h (mm)	d (mm)						
④ S <sub>s</sub> -D 1 (H+, V+)	片押し	最小	底版	1000	1000	800	D51@150	359	76	44	435	0.11
			頂版	1000	1000	800	D51@150	1091	924	90	435	0.21
			側壁	1000	1000	800	D51@150	1179	3248	30	435	0.07
		最大	底版	1000	1000	800	D51@150	366	23	43	435	0.10
			頂版	1000	1000	800	D51@150	1098	977	89	435	0.21
			側壁	1000	1000	800	D51@150	1194	3301	30	435	0.07
	両押し	最小	底版	1000	1000	800	D51@150	1421	424	145	435	0.34
			頂版	1000	1000	800	D51@150	1421	424	145	435	0.34
			側壁	1000	1000	800	D51@150	1086	3248	22	435	0.05
		最大	底版	1000	1000	800	D51@150	1428	477	144	435	0.34
			頂版	1000	1000	800	D51@150	1428	477	144	435	0.34
			側壁	1000	1000	800	D51@150	1101	3301	22	435	0.05

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

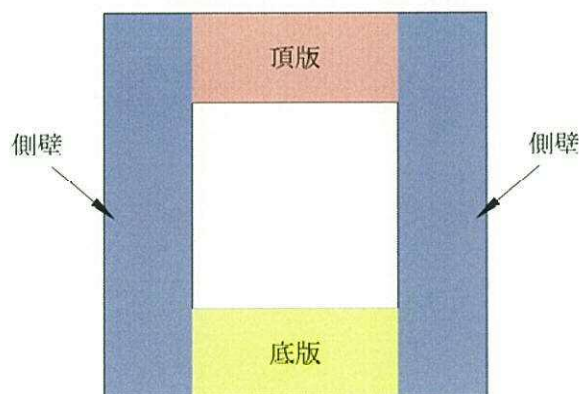




表 9.4-74 (1) カルバート部 (上部) 軸直交方向断面のせん断力に対する  
照査結果 (左右方向載荷)

検討ケース			評価位置	断面性状			鉄筋仕様 (せん断補強筋)	発生 せん断力 V (kN/m)	照査用 応力度 (N/mm <sup>2</sup> )	短期許容 応力度 $\tau_{a1}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{a1}$ に対する 照査値	短期許容 せん断力 Va (kN/m)	Vaに対する 照査値
				部材幅	部材高	有効高さ							
				b (mm)	h (mm)	d (mm)							
④ S <sub>s</sub> -D1 (H+, V+)	片押し	最小	底版	1000	700	500	D19@300×300	135	0.311	0.825	0.38	586	0.23
			頂版	1000	700	500	D19@300×300	135	0.311	0.825	0.38	586	0.23
			側壁	1000	700	500	D19@300×300	247	0.569	0.825	0.69	586	0.43
		最大	底版	1000	700	500	D19@300×300	165	0.380	0.825	0.46	586	0.29
			頂版	1000	700	500	D19@300×300	165	0.380	0.825	0.46	586	0.29
			側壁	1000	700	500	D19@300×300	247	0.569	0.825	0.69	586	0.43
	両押し	最小	底版	1000	700	500	D19@300×300	90	0.207	0.825	0.25	586	0.16
			頂版	1000	700	500	D19@300×300	90	0.207	0.825	0.25	586	0.16
			側壁	1000	700	500	D19@300×300	247	0.569	0.825	0.69	586	0.43
		最大	底版	1000	700	500	D19@300×300	119	0.274	0.825	0.34	586	0.21
			頂版	1000	700	500	D19@300×300	119	0.274	0.825	0.34	586	0.21
			側壁	1000	700	500	D19@300×300	247	0.569	0.825	0.69	586	0.43

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

評価位置は下図に示す

表 9.4-74 (2) カルバート部 (上部) 軸直交方向断面のせん断力に対する  
照査結果 (上下方向載荷)

検討ケース			評価位置	断面性状			鉄筋仕様 (せん断補強筋)	発生 せん断力 V (kN/m)	照査用 応力度 (N/mm <sup>2</sup> )	短期許容 応力度 $\tau_{a1}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{a1}$ に対する 照査値	短期許容 せん断力 Va (kN/m)	Vaに対する 照査値
				部材幅	部材高	有効高さ							
				b (mm)	h (mm)	d (mm)							
① S <sub>s</sub> -D1 (H-, V-)	片押し	最小	底版	1000	700	500	D19@300×300	42	0.097	0.825	0.12	586	0.08
			頂版	1000	700	500	D19@300×300	275	0.633	0.825	0.77	586	0.47
			側壁	1000	700	500	D19@300×300	125	0.288	0.825	0.35	586	0.22
		最大	底版	1000	700	500	D19@300×300	72	0.166	0.825	0.21	586	0.13
			頂版	1000	700	500	D19@300×300	305	0.702	0.825	0.85	586	0.52
			側壁	1000	700	500	D19@300×300	155	0.357	0.825	0.44	586	0.27
	両押し	最小	底版	1000	700	500	D19@300×300	275	0.633	0.825	0.77	586	0.47
			頂版	1000	700	500	D19@300×300	275	0.633	0.825	0.77	586	0.47
			側壁	1000	700	500	D19@300×300	69	0.159	0.825	0.2	586	0.12
		最大	底版	1000	700	500	D19@300×300	305	0.702	0.825	0.85	586	0.52
			頂版	1000	700	500	D19@300×300	305	0.702	0.825	0.85	586	0.52
			側壁	1000	700	500	D19@300×300	99	0.228	0.825	0.28	586	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

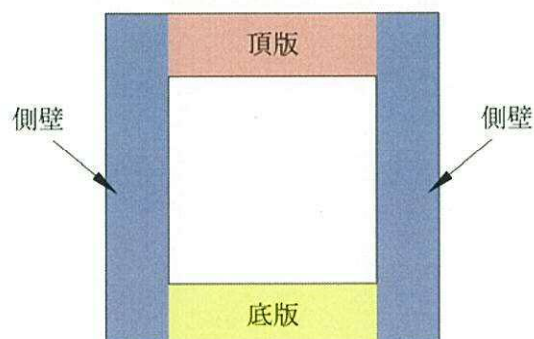




表 9.4-74 (3) カルバート部（下部）軸直交方向断面のせん断力に対する  
照査結果（左右方向載荷）

検討ケース			評価位置	断面性状			鉄筋仕様 (せん断補強筋)	発生 せん断力 V (kN/m)	照査用 応力度 (N/mm <sup>2</sup> )	短期許容 応力度 $\tau_{a1}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{a1}$ に対する 照査値	短期許容 せん断力 Va (kN/m)	Vaに対する 照査値
				部材幅	部材高	有効高さ							
				b (mm)	h (mm)	d (mm)							
④ S <sub>s</sub> -D 1 (H+, V+)	片押し	最小	底版	1000	1000	800	D25@150×200	893	—	0.825	—	3741	0.24
			頂版	1000	1000	800	D25@150×200	893	—	0.825	—	3741	0.24
			側壁	1000	1000	800	D25@150×200	1727	—	0.825	—	3741	0.47
		最大	底版	1000	1000	800	D25@150×200	932	—	0.825	—	3741	0.25
			頂版	1000	1000	800	D25@150×200	932	—	0.825	—	3741	0.25
			側壁	1000	1000	800	D25@150×200	1727	—	0.825	—	3741	0.47
	両押し	最小	底版	1000	1000	800	D25@150×200	541	0.778	0.825	0.95	3741	0.15
			頂版	1000	1000	800	D25@150×200	541	0.778	0.825	0.95	3741	0.15
			側壁	1000	1000	800	D25@150×200	1727	—	0.825	—	3741	0.47
		最大	底版	1000	1000	800	D25@150×200	579	—	0.825	—	3741	0.16
			頂版	1000	1000	800	D25@150×200	579	—	0.825	—	3741	0.16
			側壁	1000	1000	800	D25@150×200	1727	—	0.825	—	3741	0.47

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

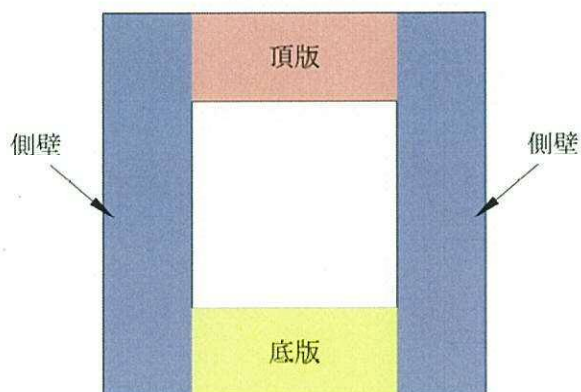
評価位置は下図に示す

表 9.4-74 (4) カルバート部（下部）軸直交方向断面のせん断力に対する  
照査結果（上下方向載荷）

検討ケース			評価位置	断面性状			鉄筋仕様 (せん断補強筋)	発生 せん断力 V (kN/m)	照査用 応力度 (N/mm <sup>2</sup> )	短期許容 応力度 $\tau_{a1}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{a1}$ に対する 照査値	短期許容 せん断力 Va (kN/m)	Vaに対する 照査値
				部材幅	部材高	有効高さ							
				b (mm)	h (mm)	d (mm)							
④ S <sub>s</sub> -D 1 (H+, V+)	片押し	最小	底版	1000	1000	800	D25@150×200	257	0.370	0.825	0.45	3741	0.07
			頂版	1000	1000	800	D25@150×200	2313	—	0.825	—	3741	0.62
			側壁	1000	1000	800	D25@150×200	802	—	0.825	—	3741	0.22
		最大	底版	1000	1000	800	D25@150×200	295	0.424	0.825	0.52	3741	0.08
			頂版	1000	1000	800	D25@150×200	2351	—	0.825	—	3741	0.63
			側壁	1000	1000	800	D25@150×200	840	—	0.825	—	3741	0.23
	両押し	最小	底版	1000	1000	800	D25@150×200	2313	—	0.825	—	3741	0.62
			頂版	1000	1000	800	D25@150×200	2313	—	0.825	—	3741	0.62
			側壁	1000	1000	800	D25@150×200	302	0.435	0.825	0.53	3741	0.08
		最大	底版	1000	1000	800	D25@150×200	2351	—	0.825	—	3741	0.63
			頂版	1000	1000	800	D25@150×200	2351	—	0.825	—	3741	0.63
			側壁	1000	1000	800	D25@150×200	340	0.489	0.825	0.6	3741	0.09

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





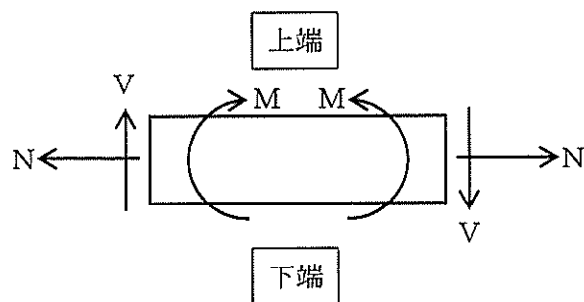


図 9.4-51 断面力の方向

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 : 上端が圧縮となる曲げモーメント

負 : 上端が引張となる曲げモーメント

軸力 ( $N$ ) 正 : 引張

負 : 圧縮

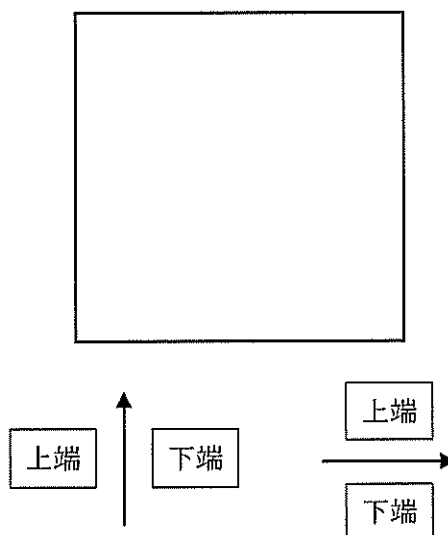
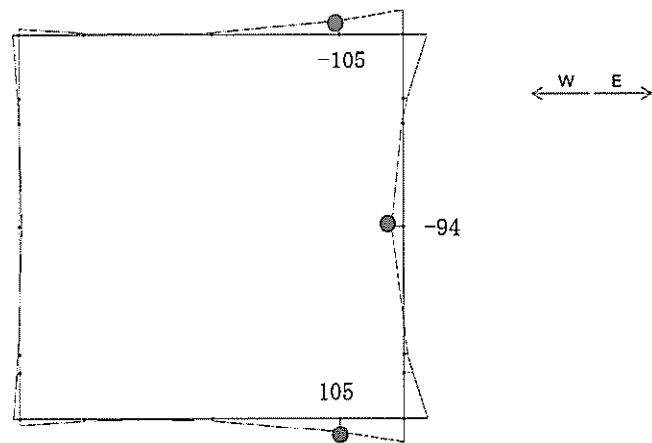
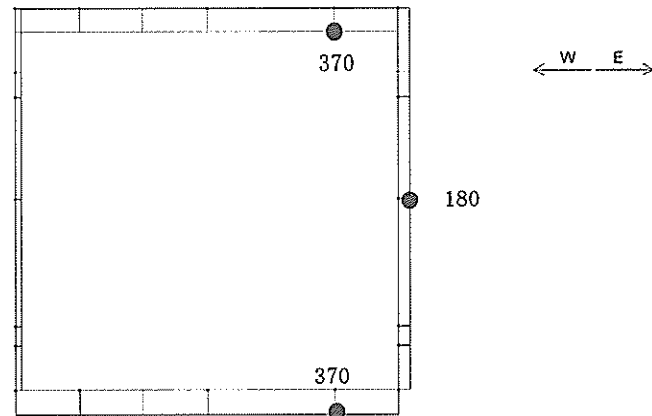


図 9.4-52 はり要素の方向 (カルバート部)

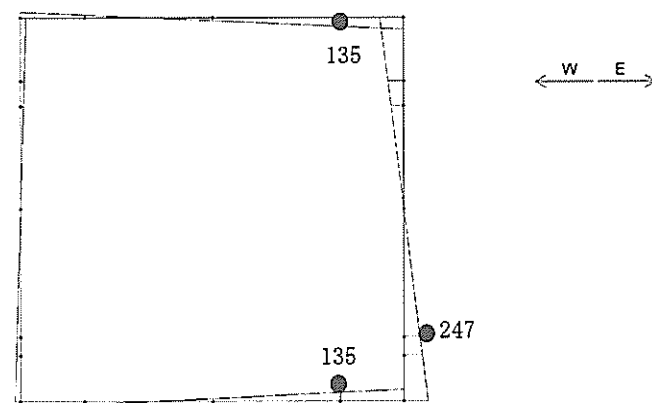




曲げモーメント (kN・m)



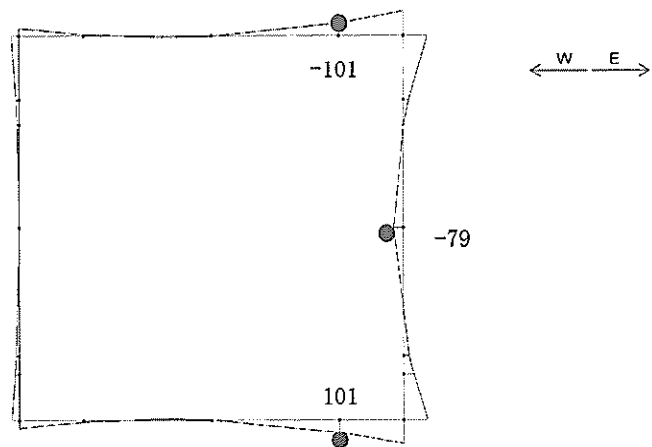
(- : 引張, + : 圧縮)  
軸力 (kN)



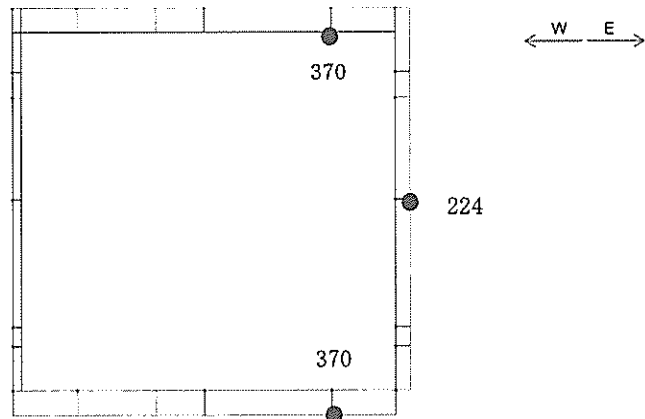
せん断力 (kN)

図 9.4-53 (1) カルバート部 (上部), 片押し・左右方向荷重, 常時土水圧最小時の  
地震時断面力 ( $S_s-D1$  [H+, V+],  $t=53.98s$ )  
(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)

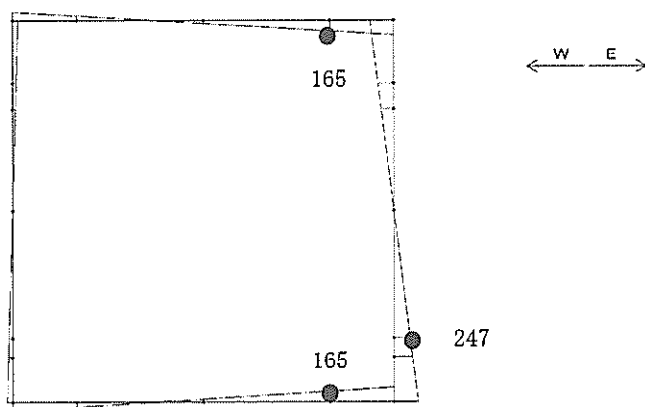




曲げモーメント (kN・m)



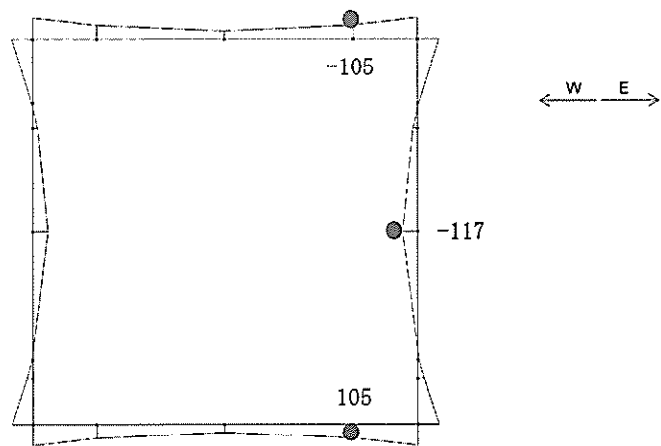
(- : 引張, + : 圧縮)  
軸力 (kN)



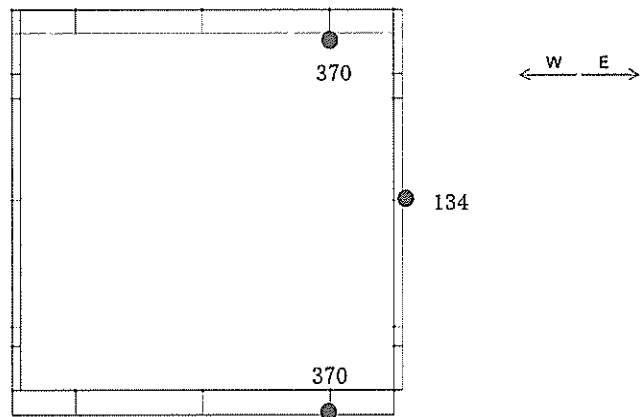
せん断力 (kN)

図 9.4-53 (2) カルバート部 (上部), 片押し・左右方向載荷, 常時土水圧最大時の  
地震時断面力 ( $S_s-D1$  [H+, V+],  $t=53.98s$ )  
(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)

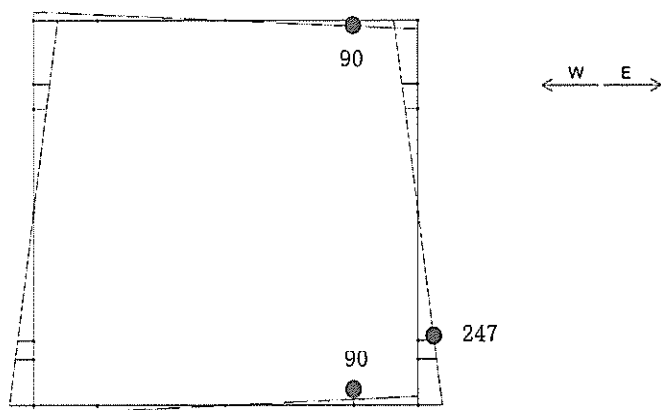




曲げモーメント (kN・m)



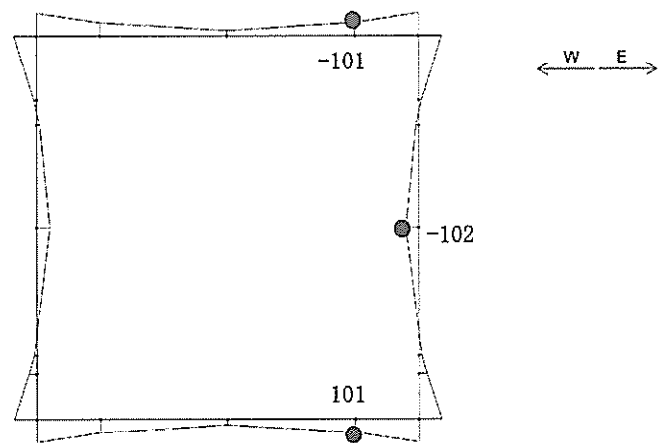
(－：引張，＋：圧縮)  
軸力 (kN)



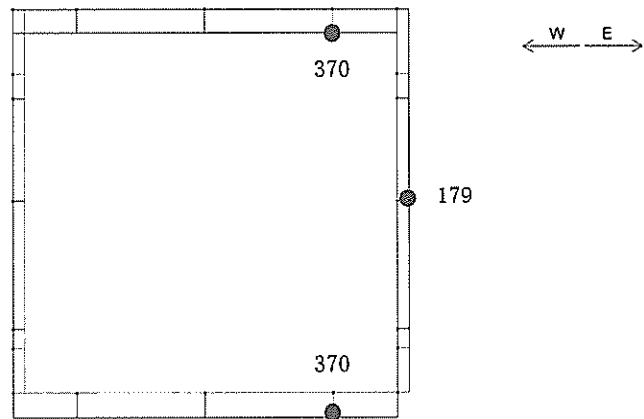
せん断力 (kN)

図 9.4-53 (3) カルバート部 (上部), 両押し・左右方向荷荷, 常時土水圧最小時の  
地震時断面力 ( $S_s-D1$  [H+, V+],  $t=53.98s$ )  
(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)

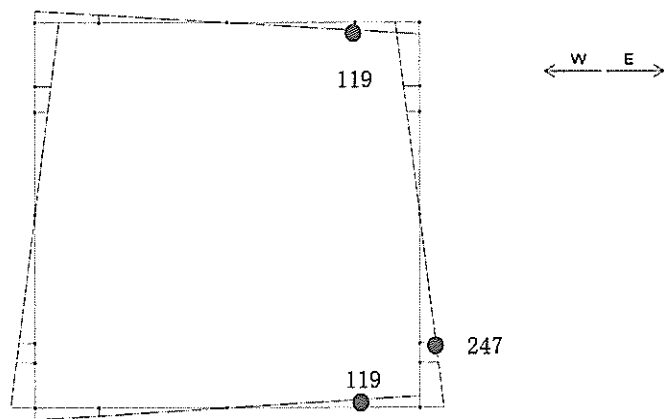




曲げモーメント (kN・m)



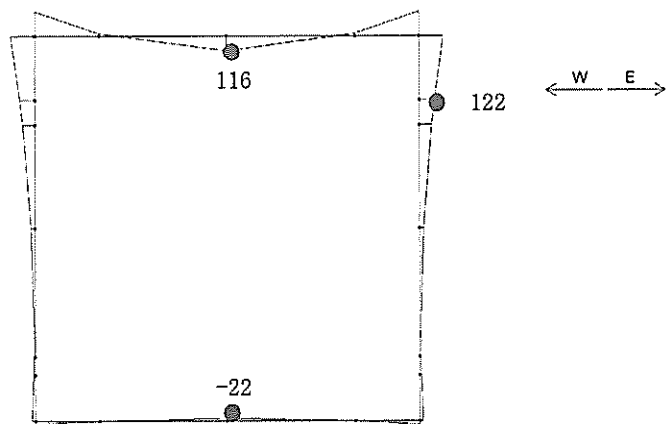
(- : 引張, + : 圧縮)  
軸力 (kN)



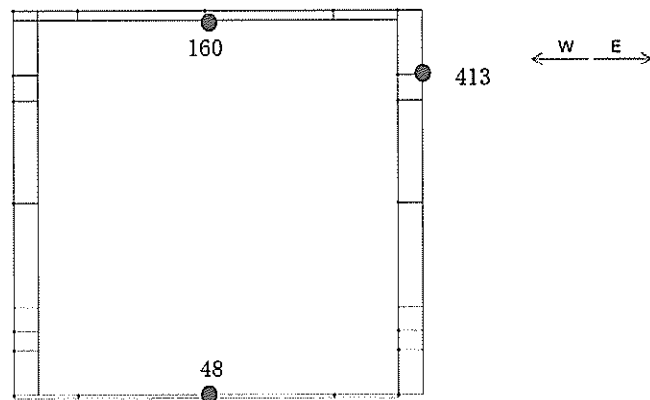
せん断力 (kN)

図 9.4-53 (4) カルバート部 (上部), 両押し・左右方向載荷, 常時土水圧最大時の  
地震時断面力 ( $S_s-D1$  [H+, V+],  $t=53.98s$ )  
(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)

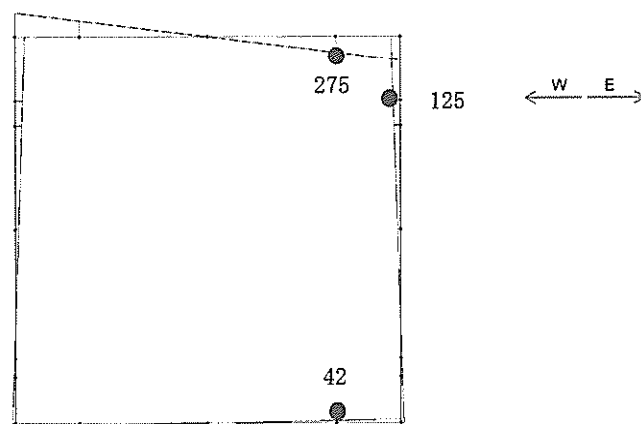




曲げモーメント (kN・m)



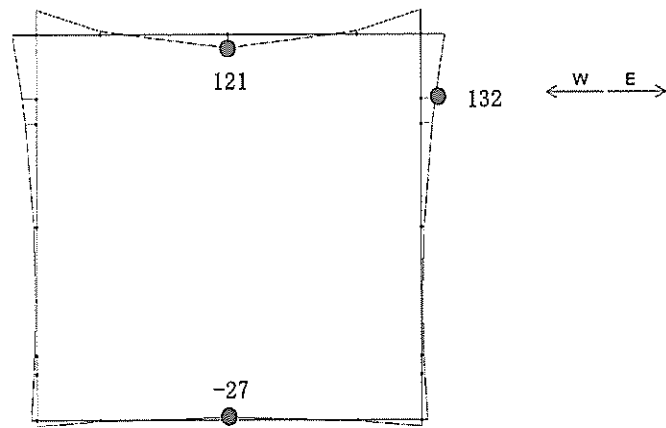
(－：引張，＋：圧縮)  
軸力 (kN)



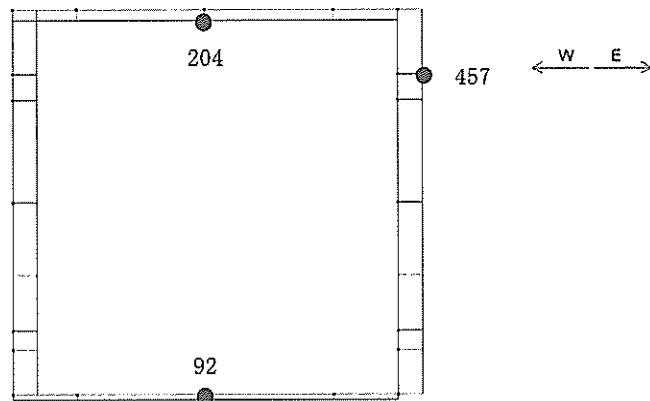
せん断力 (kN)

図 9.4-53 (5) カルバート部 (上部), 片押し・上下方向載荷, 常時土水圧最小時の  
地震時断面力 ( $S_s-D1$  [H-, V-],  $t=19.98s$ )  
(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)

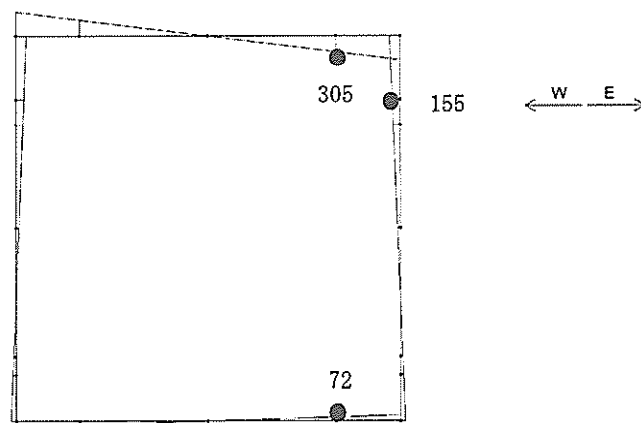




曲げモーメント (kN・m)



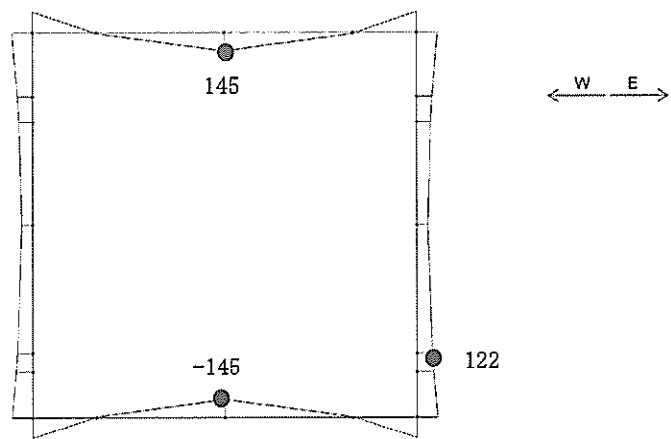
(- : 引張, + : 圧縮)  
軸力 (kN)



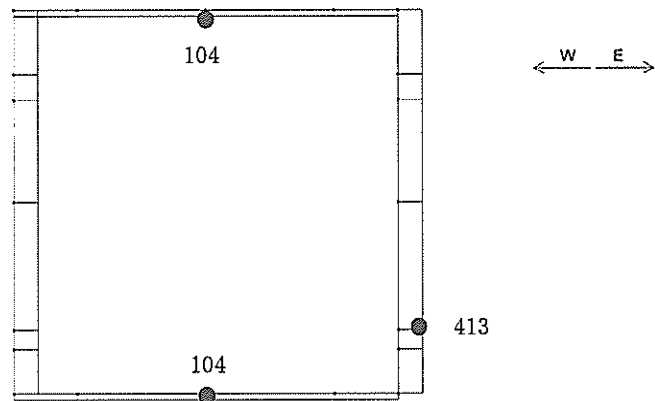
せん断力 (kN)

図 9.4-53 (6) カルバート部 (上部), 片押し・上下方向載荷, 常時土水圧最大時の  
地震時断面力 ( $S_s-D1$  [H-, V-],  $t=19.98s$ )  
(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)

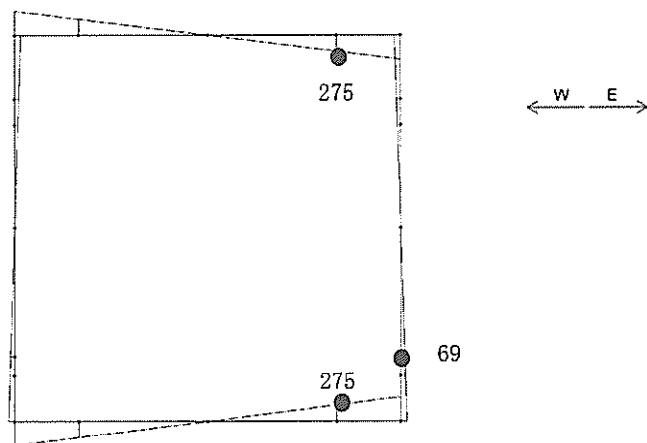




曲げモーメント (kN・m)



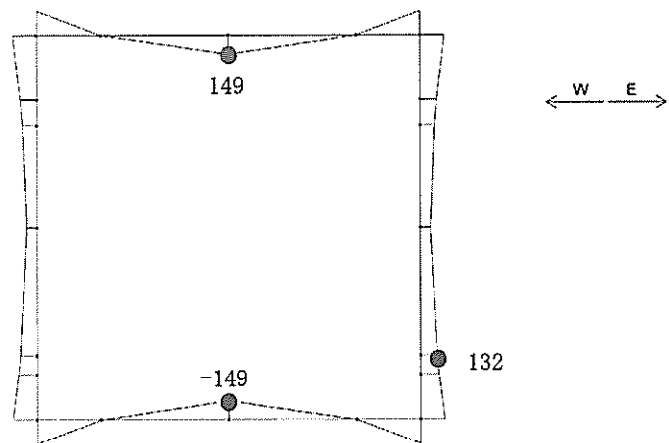
(- : 引張, + : 圧縮)  
軸力 (kN)



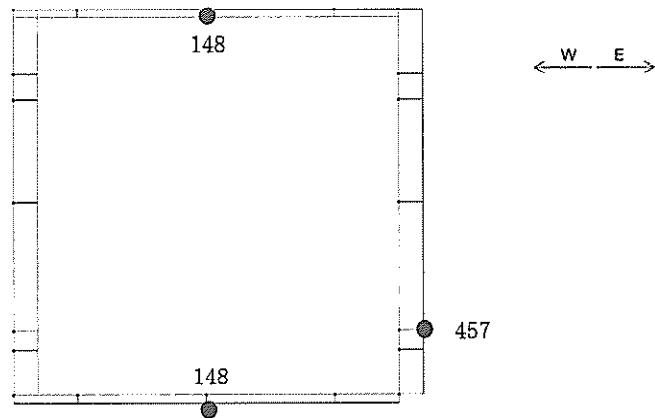
せん断力 (kN)

図 9.4-53 (7) カルバート部 (上部), 両押し・上下方向載荷, 常時土水圧最小時の  
地震時断面力 ( $S_s-D1$  [H-, V-],  $t=19.98s$ )  
(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)

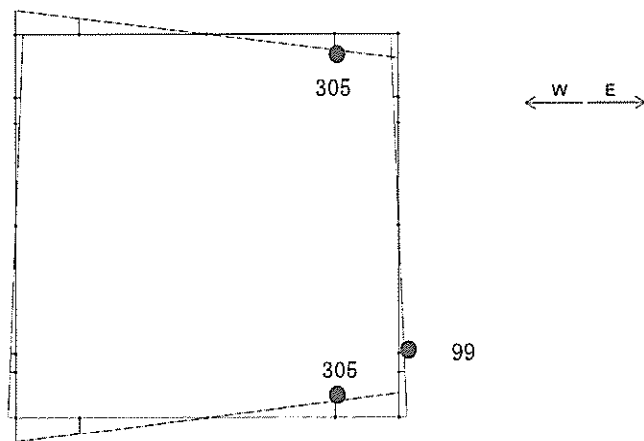




曲げモーメント (kN・m)



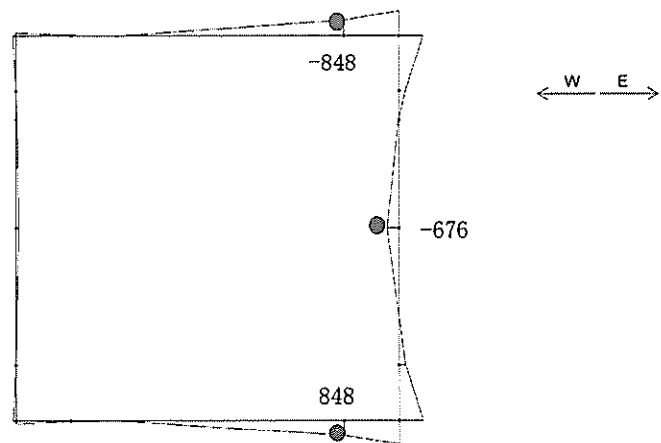
(- : 引張, + : 圧縮)  
軸力 (kN)



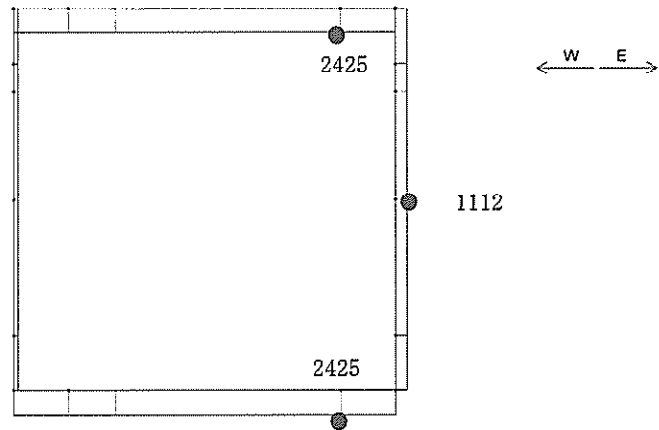
せん断力 (kN)

図 9.4-53 (8) カルバート部 (上部), 両押し・上下方向載荷, 常時土水圧最大時の  
地震時断面力 ( $S_s-D1$  [H-, V-],  $t=19.98s$ )  
(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)

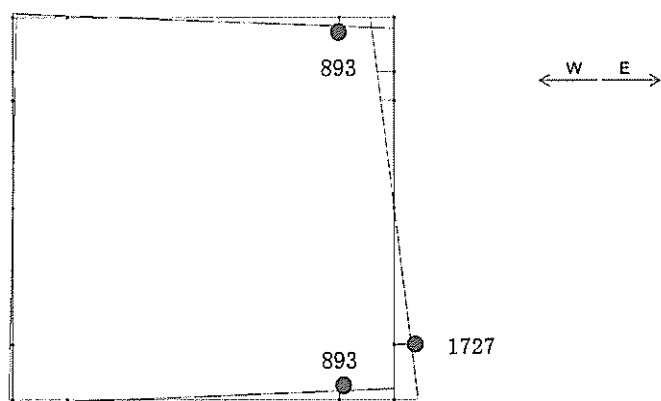




曲げモーメント (kN・m)



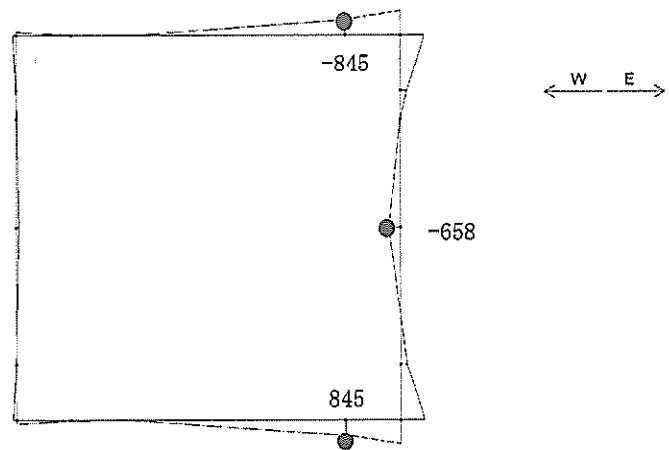
(- : 引張, + : 圧縮)  
軸力 (kN)



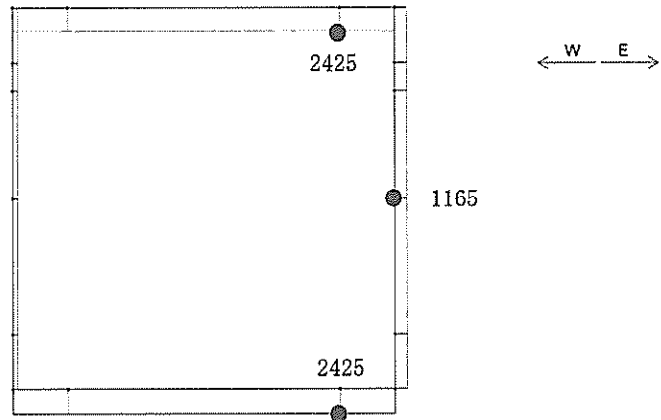
せん断力 (kN)

図 9.4-54 (1) カルバート部 (下部), 片押し・左右方向載荷, 常時土水圧最小時の  
地震時断面力 ( $S_s-D1$  [H+, V+],  $t=53.92s$ )  
(検討ケース④: 敷地に存在しない豊浦標準砂の液状化強度特性により  
地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース)

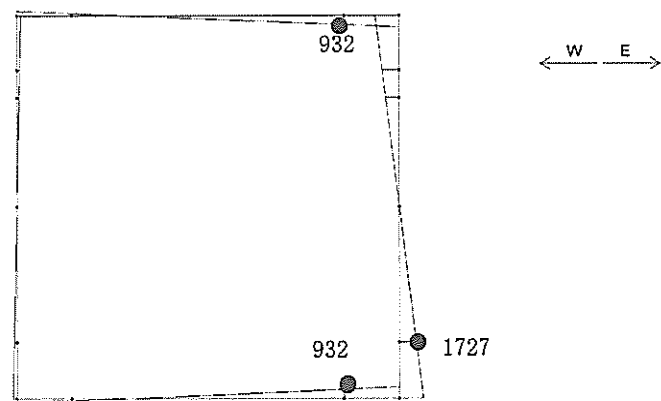




曲げモーメント (kN・m)



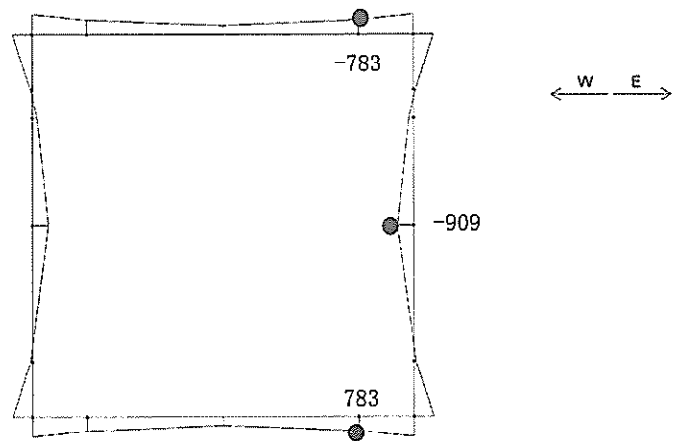
(- : 引張, + : 圧縮)  
軸力 (kN)



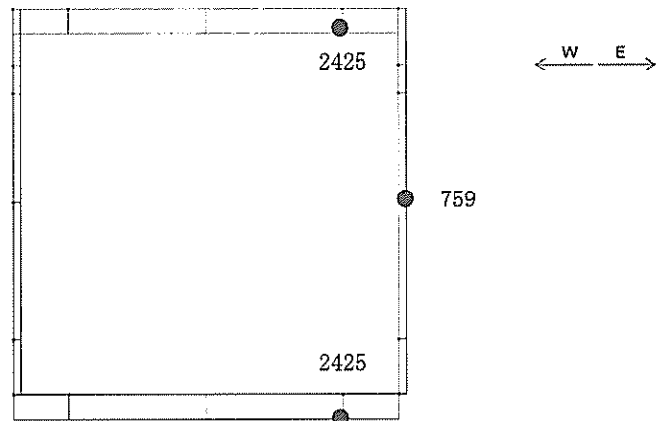
せん断力 (kN)

図 9.4-54 (2) カルバート部 (下部), 片押し・左右方向荷重, 常時土水圧最大時の  
地震時断面力 ( $S_s-D1$  [H+, V+],  $t=53.92s$ )  
(検討ケース④: 敷地に存在しない豊浦標準砂の液状化強度特性により  
地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース)

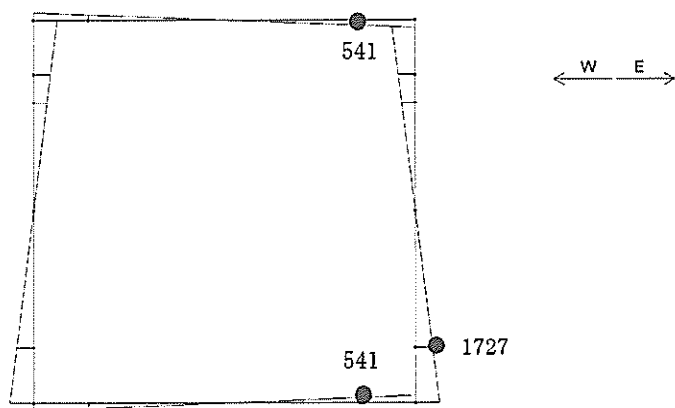




曲げモーメント (kN・m)



(- : 引張, + : 圧縮)  
軸力 (kN)



せん断力 (kN)

図 9.4-54 (3) カルバート部 (下部), 両押し・左右方向載荷, 常時土水圧最小時の  
地震時断面力 ( $S_s-D1$  [H+, V+],  $t=53.92s$ )  
(検討ケース④: 敷地に存在しない豊浦標準砂の液状化強度特性により  
地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース)



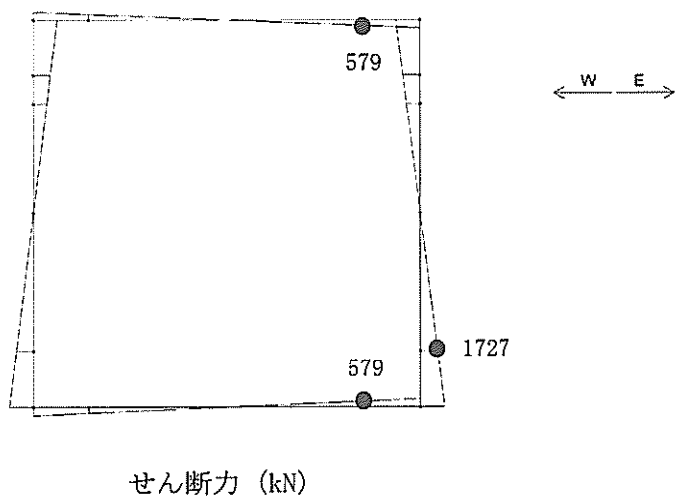
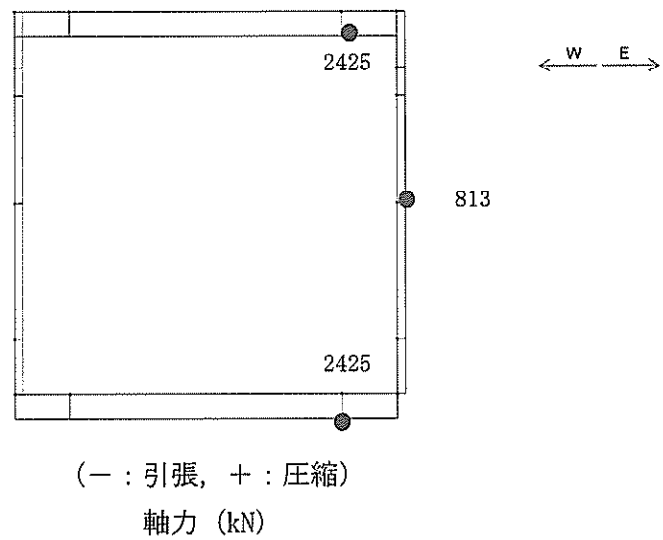
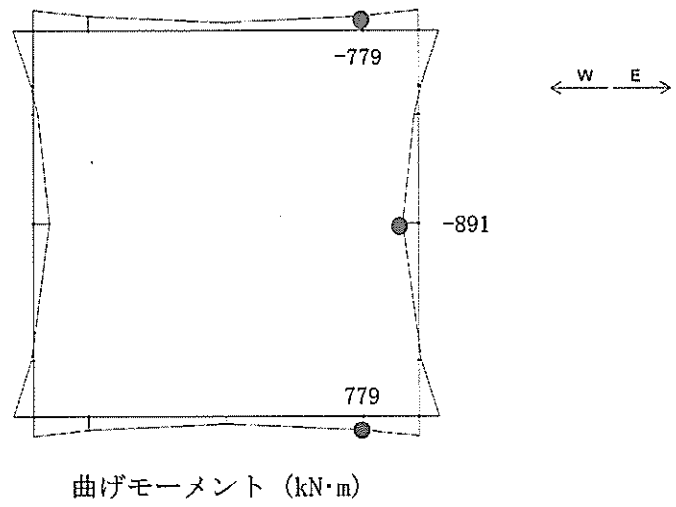
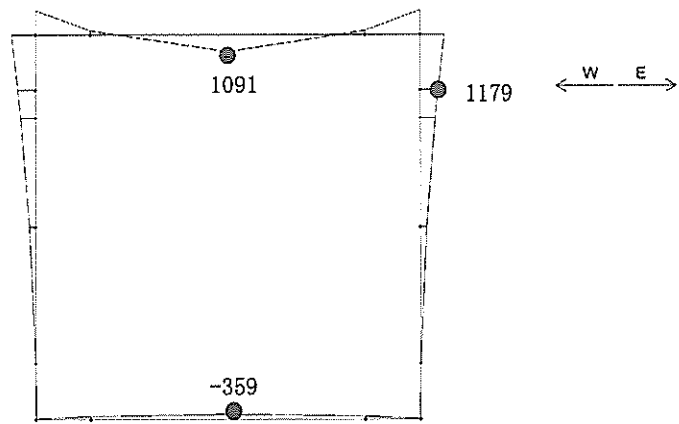
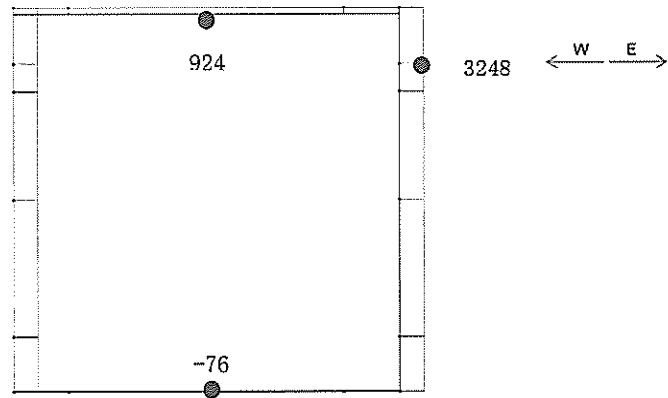


図 9.4-54 (4) カルバート部 (下部), 両押し・左右方向载荷, 常時土水圧最大時の  
地震時断面力 ( $S_s-D1$  [H+, V+],  $t=53.92s$ )  
(検討ケース④: 敷地に存在しない豊浦標準砂の液状化強度特性により  
地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース)

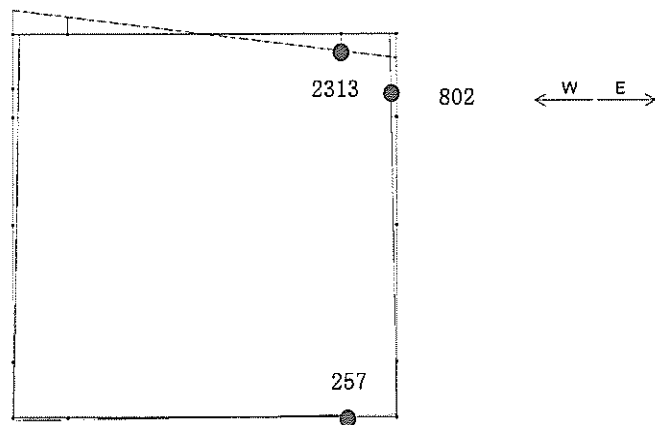




曲げモーメント (kN・m)



(- : 引張, + : 圧縮)  
軸力 (kN)



せん断力 (kN)

図 9.4-54 (5) カルバート部 (下部), 片押し・上下方向載荷, 常時土水圧最小時の  
地震時断面力 ( $S_s-D1$  [H+, V+],  $t=53.97s$ )  
(検討ケース④: 敷地に存在しない豊浦標準砂の液状化強度特性により  
地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース)



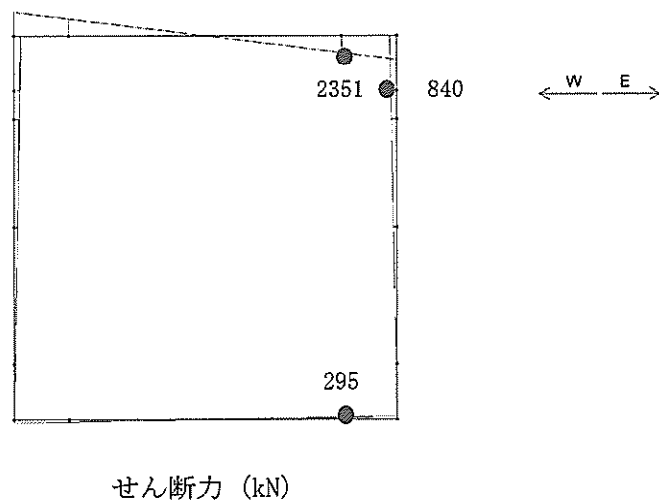
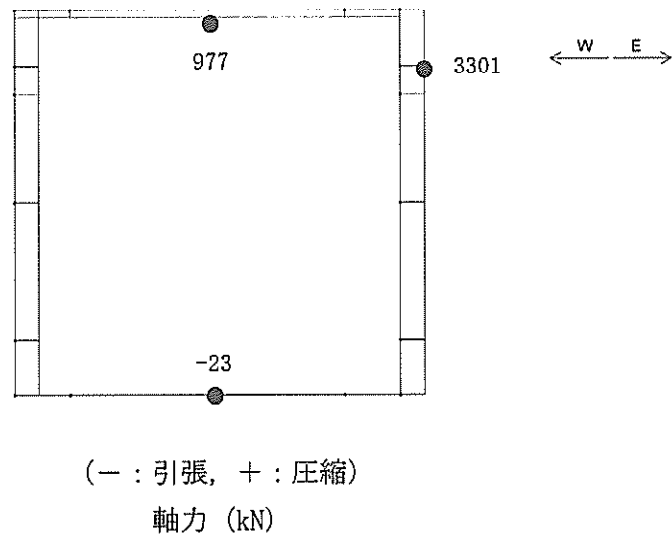
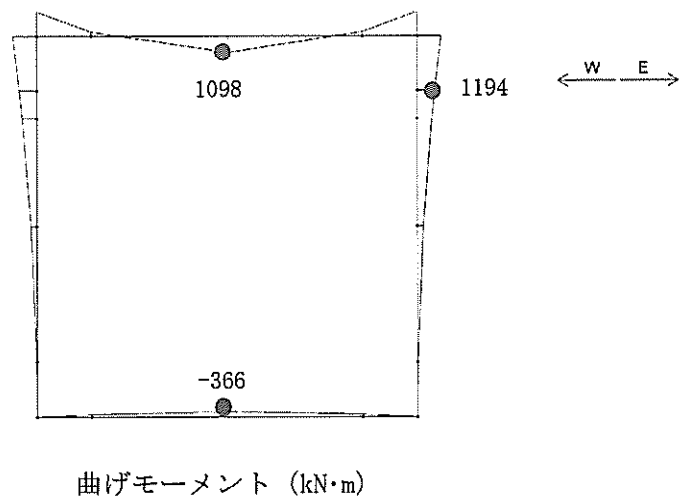
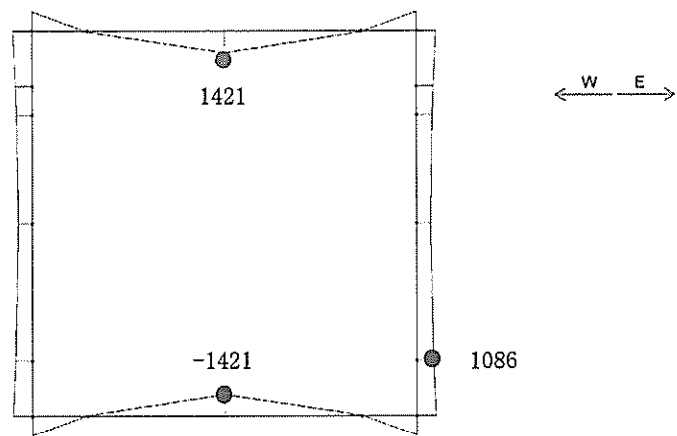
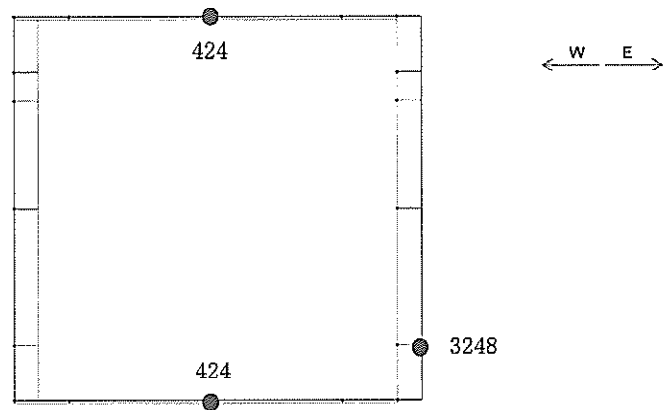


図 9.4-54 (6) カルバート部 (下部), 片押し・上下方向載荷, 常時土水圧最大時の  
地震時断面力 ( $S_s-D1$  [H+, V+],  $t=53.97s$ )  
(検討ケース④: 敷地に存在しない豊浦標準砂の液状化強度特性により  
地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース)

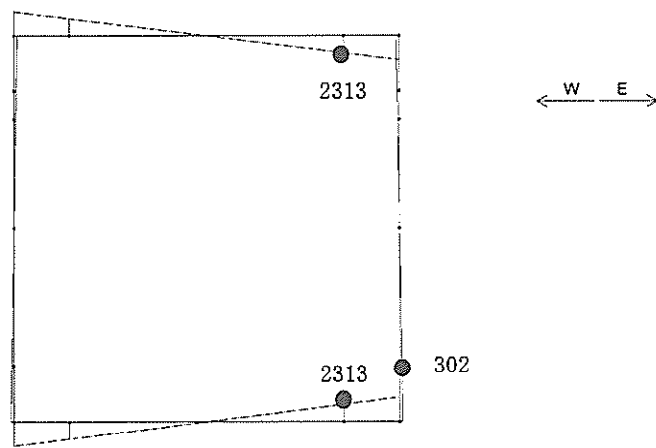




曲げモーメント (kN・m)



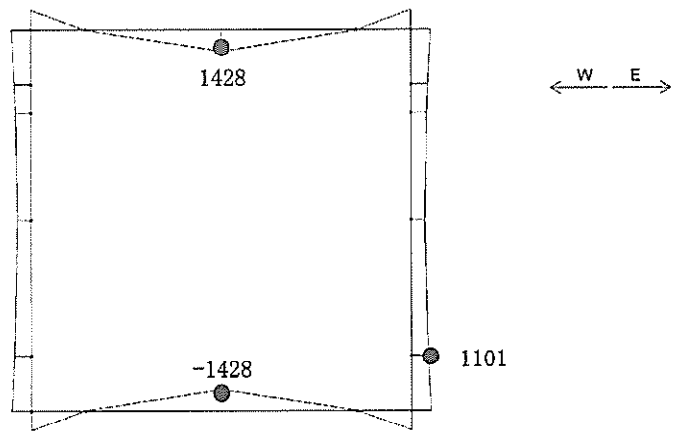
(- : 引張, + : 圧縮)  
軸力 (kN)



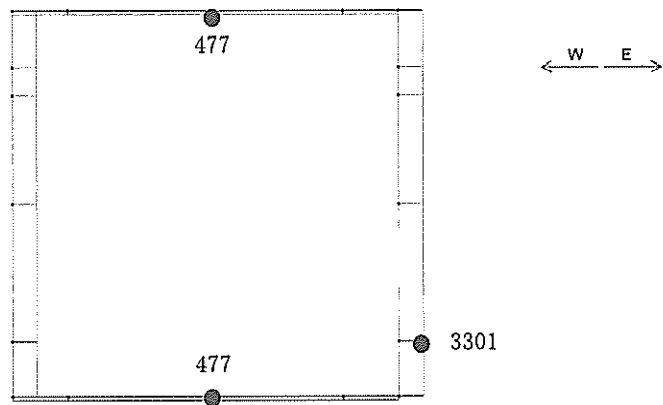
せん断力 (kN)

図 9.4-54 (7) カルバート部 (下部), 両押し・上下方向荷重, 常時土水圧最小時の  
地震時断面力 ( $S_s-D1$  [H+, V+],  $t=53.97s$ )  
(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)

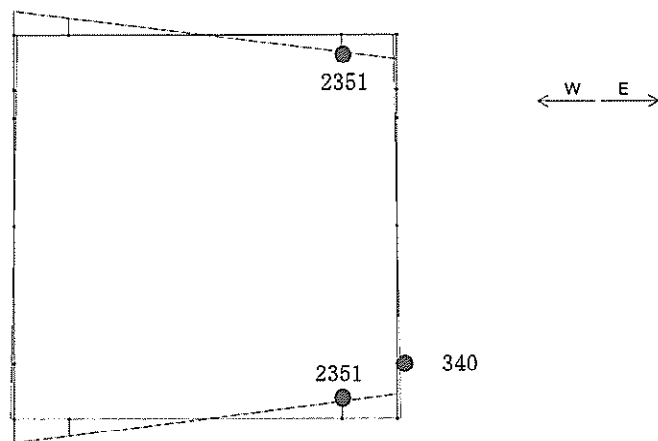




曲げモーメント (kN・m)



(- : 引張, + : 圧縮)  
軸力 (kN)



せん断力 (kN)

図 9.4-54 (8) カルバート部 (下部), 両押し・上下方向载荷, 常時土水圧最大時の  
地震時断面力 ( $S_s-D1$  [H+, V+],  $t=53.97s$ )

(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) 構造部材の曲げ軸力に対する評価結果

a. 上下方向の曲げ

コンクリートの曲げ軸力照査結果を表 9.4-75 に、鉄筋の曲げ軸力照査結果を表 9.4-76 にそれぞれ示す。概略配筋図を図 9.4-55 に、断面計算に用いた断面諸元の一覧を表 9.4-77 に示す。

カルバート部上下方向の曲げに関する発生応力が許容限界以下であることを確認した。



表 9.4-75 カルバート部上下方向のコンクリートの曲げ軸力に対する照査結果

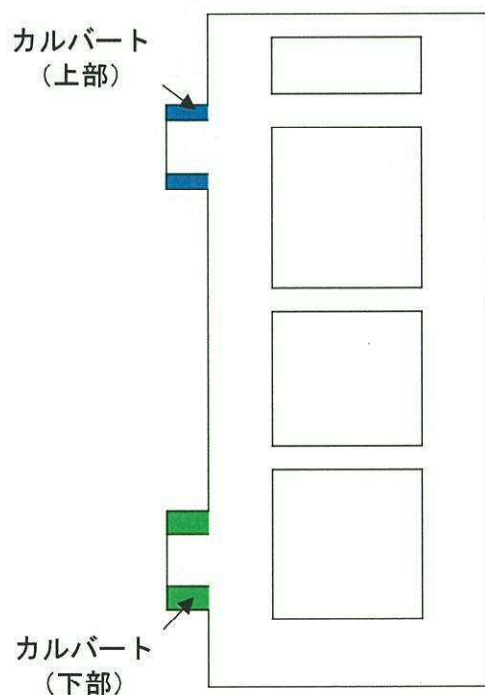
検討ケース	評価位置	断面性状			鉄筋仕様 (引張鉄筋)	発生断面力		圧縮 応力度 $\sigma_c$ ( $\text{N}/\text{mm}^2$ )	短期許容 応力度 $\sigma_{ca}$ ( $\text{N}/\text{mm}^2$ )	照査値 $\sigma_c / \sigma_{ca}$
		部材幅	部材高	有効高さ		曲げモーメント ( $\text{kN}\cdot\text{m}/\text{m}$ )	軸力 ( $\text{kN}/\text{m}$ )			
		b (mm)	h (mm)	d (mm)						
④S <sub>s</sub> -D 1 (H+, V+)	カルバート(上部)	3700	3700	3364	D22@300	3635	454	1.31	21.0	0.07
④S <sub>s</sub> -D 1 (H+, V+)	カルバート(下部)	4300	4300	3850	D35@200	29483	4567	4.22	21.0	0.20

表 9.4-76 カルバート部上下方向の鉄筋の曲げ軸力に対する照査結果

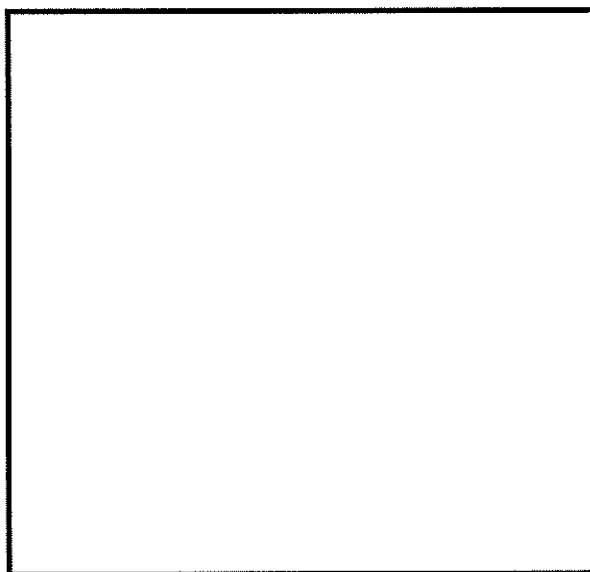
検討ケース	評価位置	断面性状			鉄筋仕様 (引張鉄筋)	発生断面力		引張 応力度 $\sigma_s$ ( $\text{N}/\text{mm}^2$ )	短期許容 応力度 $\sigma_{sa}$ ( $\text{N}/\text{mm}^2$ )	照査値 $\sigma_s / \sigma_{sa}$
		部材幅	部材高	有効高さ		曲げモーメント ( $\text{kN}\cdot\text{m}/\text{m}$ )	軸力 ( $\text{kN}/\text{m}$ )			
		b (mm)	h (mm)	d (mm)						
④S <sub>s</sub> -D1 (H+, V+)	カルバート(上部)	3700	3700	3364	D22@300	3623	465	167	435	0.39
④S <sub>s</sub> -D1 (H+, V+)	カルバート(下部)	4300	4300	3850	D35@200	24605	2910	258	435	0.60

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

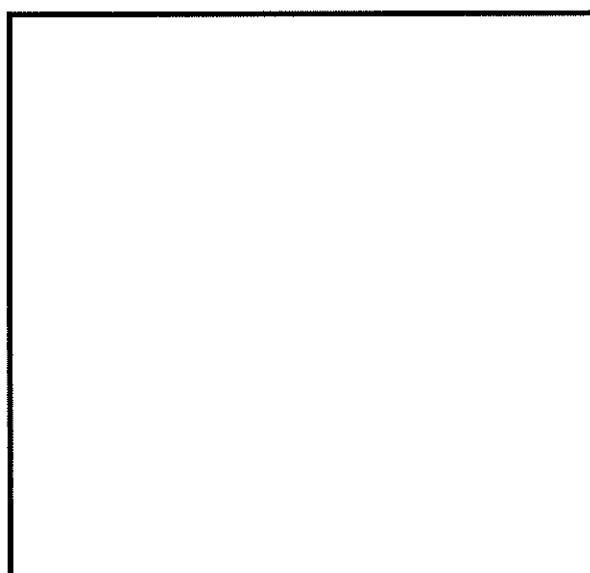
評価位置は下図に示す







(a) 上部



(b) 下部

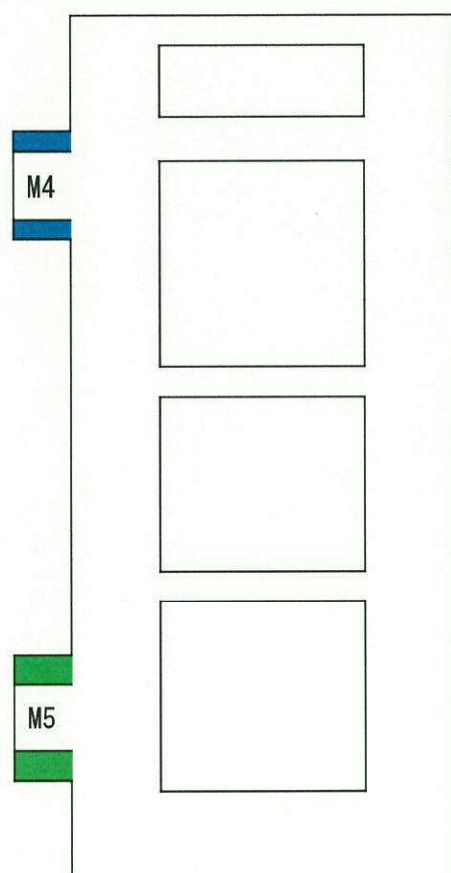
(単位 : mm)

図 9.4—55 概略配筋図



表 9.4-77 カルバート部上下方向の断面諸元一覧表（曲げ軸力に対する評価）

部位	材料No.	断面性状				主鉄筋				
		部材幅 b (m)	部材高 h (m)	かぶり d' (m)	有効 高さ d (m)	鉄筋 種別 (-)	径 (mm)	段数 (-)	鉄筋 間隔 (mm)	鉄筋量 (cm <sup>2</sup> )
カルバート(上部)	M4	3.700	3.700	0.200	3.364	SD490	22	1	300	85.162
カルバート(下部)	M5	4.300	4.300	0.200	3.850	SD490	35	1	200	344.376





b. 水平方向の曲げ

コンクリートの曲げ軸力照査結果を表 9.4-78 に、鉄筋の曲げ軸力照査結果を表 9.4-79 にそれぞれ示す。概略配筋図を図 9.4-56 に、断面計算に用いた断面諸元の一覧を表 9.4-80 に示す。

カルバート部水平方向の曲げに関する発生応力が許容限界以下であることを確認した。



表 9.4-78 カルバート部水平方向のコンクリートの曲げ軸力に対する照査結果

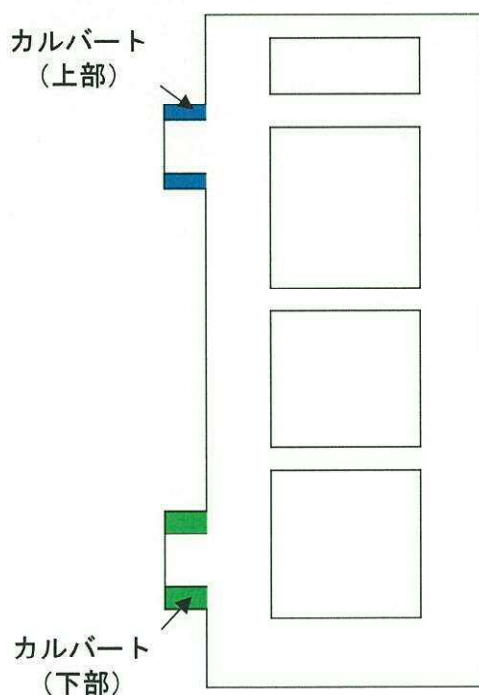
検討ケース	評価位置	断面性状			鉄筋仕様 (引張鉄筋)	発生断面力		圧縮 応力度 $\sigma_c$ (N/mm <sup>2</sup> )	短期許容 応力度 $\sigma_{ca}$ (N/mm <sup>2</sup> )	照査値 $\sigma_c / \sigma_{ca}$
		部材幅	部材高	有効高さ		曲げモーメント (kN・m/m)	軸力 (kN/m)			
		b (mm)	h (mm)	d (mm)						
④ S <sub>s</sub> -D 1 (H+, V+)	カルバート(上部)	3700	3700	3364	D22@300	2214	—	0.81	21.0	0.04
④ S <sub>s</sub> -D 1 (H+, V+)	カルバート(下部)	4300	4300	3850	D35@200	16796	—	2.37	21.0	0.12

表 9.4-79 カルバート部水平方向の鉄筋の曲げ軸力に対する照査結果

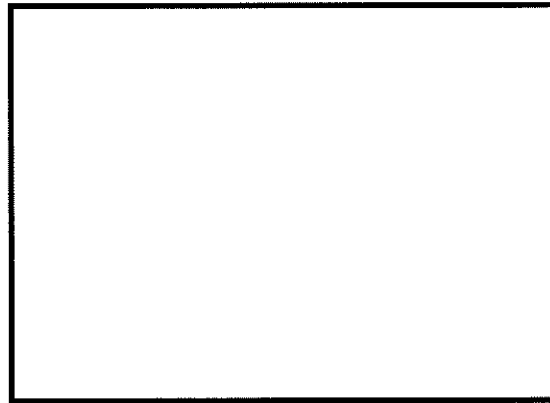
検討ケース	評価位置	断面性状			鉄筋仕様 (引張鉄筋)	発生断面力		引張 応力度 $\sigma_s$ (N/mm <sup>2</sup> )	短期許容 応力度 $\sigma_{sa}$ (N/mm <sup>2</sup> )	照査値 $\sigma_s / \sigma_{sa}$
		部材幅	部材高	有効高さ		曲げモーメント (kN・m/m)	軸力 (kN/m)			
		b (mm)	h (mm)	d (mm)						
④ S <sub>s</sub> -D 1 (H+, V+)	カルバート(上部)	3700	3700	3364	D22@300	2214	—	85	435	0.20
④ S <sub>s</sub> -D 1 (H+, V+)	カルバート(下部)	4300	4300	3850	D35@200	16796	—	146	435	0.34

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

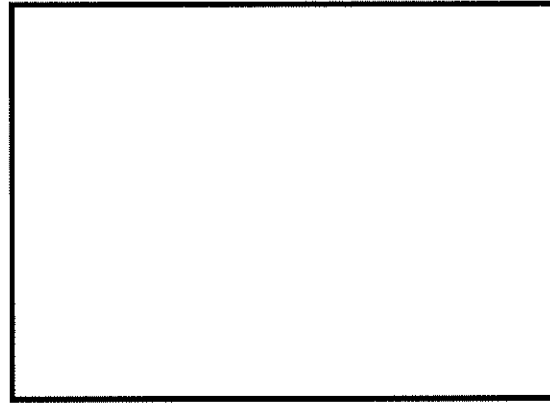
評価位置は下図に示す







(a) 上部



(b) 下部

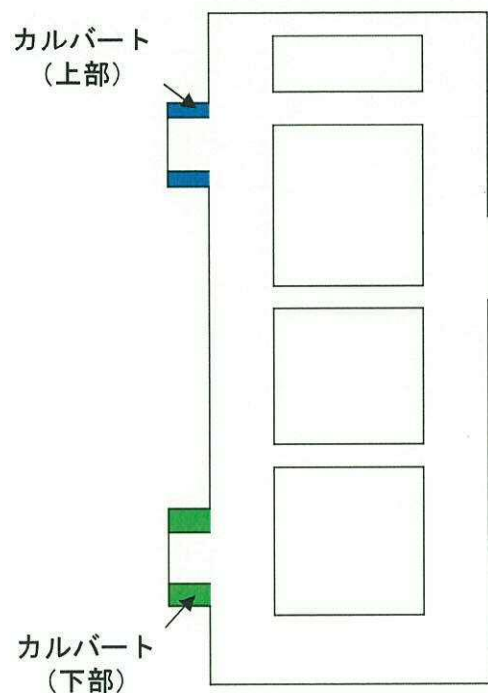
(単位：mm)

図 9.4—56 概略配筋図



表 9.4-80 カルバート部水平方向の断面諸元一覧表（曲げ軸力に対する評価）

部位	材料No.	断面性状				主鉄筋				
		部材幅	部材高	かぶり	有効高さ	鉄筋種別	径	段数	鉄筋間隔	鉄筋量
		b (m)	h (m)	d' (m)	d (m)	(-)	(mm)	(-)	(mm)	(cm <sup>2</sup> )
カルバート(上部)	M4	3.700	3.700	0.200	3.364	SD490	22	1	300	85.162
カルバート(下部)	M5	4.300	4.300	0.200	3.850	SD490	35	1	200	344.376





c. 軸直交方向断面

コンクリートの曲げ軸力照査結果を表 9.4-81 に、鉄筋の曲げ軸力照査結果を表 9.4-82 に示す。概略配筋図を図 9.4-57 に、断面計算に用いた断面諸元の一覧を表 9.4-83 に示す。

カルバート部軸直交方向断面の曲げ軸力に関する発生応力が許容限界以下であることを確認した。



表 9.4-81 (1) カルバート部 (上部) 軸直交方向断面のコンクリートの曲げ軸力に対する  
照査結果 (左右方向载荷)

検討ケース			評価位置	断面性状			鉄筋仕様 (引張鉄筋)	発生断面力		圧縮 応力度 σ c (N/mm <sup>2</sup> )	短期許容 応力度 σ ca (N/mm <sup>2</sup> )	照査値 σ c / σ ca
				部材幅	部材高	有効高さ		曲げモーメント (kN・m/m)	軸力 (kN/m)			
				b (mm)	h (mm)	d (mm)						
④ S s - D 1 (H + , V + )	片押し	最小	底版	1000	700	500	D19@150	105	370	2.45	21.0	0.12
			頂版	1000	700	500	D19@150	105	370	2.47	21.0	0.12
			側壁	1000	700	500	D19@150	94	180	2.64	21.0	0.13
		最大	底版	1000	700	500	D19@150	101	370	2.34	21.0	0.12
			頂版	1000	700	500	D19@150	101	370	2.34	21.0	0.12
			側壁	1000	700	500	D19@150	79	224	2.01	21.0	0.10
	両押し	最小	底版	1000	700	500	D19@150	105	370	2.47	21.0	0.12
			頂版	1000	700	500	D19@150	105	370	2.47	21.0	0.12
			側壁	1000	700	500	D19@150	117	134	3.50	21.0	0.17
		最大	底版	1000	700	500	D19@150	101	370	2.34	21.0	0.12
			頂版	1000	700	500	D19@150	101	370	2.34	21.0	0.12
			側壁	1000	700	500	D19@150	102	179	2.91	21.0	0.14

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 9.4-81 (2) カルバート部 (上部) 軸直交方向断面のコンクリートの曲げ軸力に対する  
照査結果 (上下方向载荷)

検討ケース			評価位置	断面性状			鉄筋仕様 (引張鉄筋)	発生断面力		圧縮 応力度 $\sigma_c$ (N/mm <sup>2</sup> )	短期許容 応力度 $\sigma_{ca}$ (N/mm <sup>2</sup> )	照査値 $\sigma_c / \sigma_{ca}$
				部材幅	部材高	有効高さ		曲げモーメント (kN・m/m)	軸力 (kN/m)			
				b (mm)	h (mm)	d (mm)						
① S <sub>s</sub> -D 1 (H-, V-)	片押し	最小	底版	1000	700	500	D19@150	22	48	0.61	21.0	0.03
			頂版	1000	700	500	D19@150	116	160	3.41	21.0	0.17
			側壁	1000	700	500	D19@150	122	413	2.91	21.0	0.14
		最大	底版	1000	700	500	D19@150	27	92	0.65	21.0	0.03
			頂版	1000	700	500	D19@150	121	204	3.47	21.0	0.17
			側壁	1000	700	500	D19@150	132	457	3.13	21.0	0.15
	両押し	最小	底版	1000	700	500	D19@150	145	104	4.47	21.0	0.22
			頂版	1000	700	500	D19@150	145	104	4.47	21.0	0.22
			側壁	1000	700	500	D19@150	122	413	2.91	21.0	0.14
		最大	底版	1000	700	500	D19@150	149	148	4.51	21.0	0.22
			頂版	1000	700	500	D19@150	149	148	4.51	21.0	0.22
			側壁	1000	700	500	D19@150	132	457	3.13	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

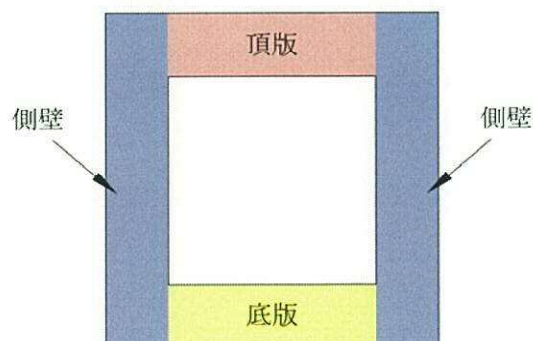




表 9.4-81 (3) カルバート部 (下部) 軸直交方向断面のコンクリートの曲げ軸力に対する  
照査結果 (左右方向載荷)

検討ケース			評価位置	断面性状			鉄筋仕様 (引張鉄筋)	発生断面力		圧縮 応力度 $\sigma_c$ (N/mm <sup>2</sup> )	短期許容 応力度 $\sigma_{ca}$ (N/mm <sup>2</sup> )	照査値 $\sigma_c / \sigma_{ca}$
				部材幅	部材高	有効高さ		曲げモーメント (kN・m/m)	軸力 (kN/m)			
				b (mm)	h (mm)	d (mm)						
④ S <sub>s</sub> -D 1 (H+, V+)	片押し	最小	底版	1000	1000	800	D51@150	848	2425	5.74	21.0	0.28
			頂版	1000	1000	800	D51@150	848	2425	5.74	21.0	0.28
			側壁	1000	1000	800	D51@150	676	1112	4.34	21.0	0.21
		最大	底版	1000	1000	800	D51@150	845	2425	4.72	21.0	0.23
			頂版	1000	1000	800	D51@150	845	2425	4.72	21.0	0.23
			側壁	1000	1000	800	D51@150	658	1165	4.25	21.0	0.21
	両押し	最小	底版	1000	1000	800	D51@150	783	2425	5.36	21.0	0.26
			頂版	1000	1000	800	D51@150	783	2425	5.36	21.0	0.26
			側壁	1000	1000	800	D51@150	909	759	5.60	21.0	0.27
		最大	底版	1000	1000	800	D51@150	779	2425	5.34	21.0	0.26
			頂版	1000	1000	800	D51@150	779	2425	5.34	21.0	0.26
			側壁	1000	1000	800	D51@150	891	813	5.52	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

評価位置は下図に示す

表 9.4-81 (4) カルバート部 (下部) 軸直交方向断面のコンクリートの曲げ軸力に対する  
照査結果 (上下方向載荷)

検討ケース			評価位置	断面性状			鉄筋仕様 (引張鉄筋)	発生断面力		圧縮 応力度 σ <sub>c</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	短期許容 応力度 σ <sub>ca</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	照査値 σ <sub>c</sub> /σ <sub>ca</sub>
				部材幅	部材高	有効高さ		曲げモーメント (kN・m/m)	軸力 (kN/m)			
				b (mm)	h (mm)	d (mm)						
④ S <sub>s</sub> -D 1 (H+, V+)	片押し	最小	底版	1000	1000	800	D51@150	359	76	2.06	21.0	0.10
			頂版	1000	1000	800	D51@150	1091	924	6.73	21.0	0.32
			側壁	1000	1000	800	D51@150	1179	3248	7.93	21.0	0.38
		最大	底版	1000	1000	800	D51@150	366	23	2.13	21.0	0.11
			頂版	1000	1000	800	D51@150	1098	977	6.79	21.0	0.33
			側壁	1000	1000	800	D51@150	1194	3301	8.04	21.0	0.39
	両押し	最小	底版	1000	1000	800	D51@150	1421	424	8.47	21.0	0.41
			頂版	1000	1000	800	D51@150	1421	424	8.47	21.0	0.41
			側壁	1000	1000	800	D51@150	1086	3248	7.39	21.0	0.36
		最大	底版	1000	1000	800	D51@150	1428	477	8.54	21.0	0.41
			頂版	1000	1000	800	D51@150	1428	477	8.54	21.0	0.41
			側壁	1000	1000	800	D51@150	1101	3301	7.50	21.0	0.36

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

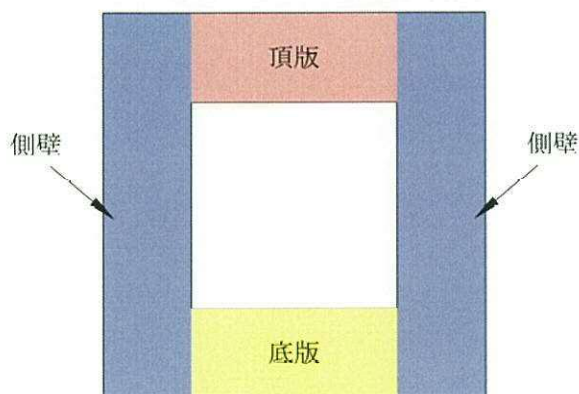




表 9.4-82 (1) カルバート部（上部）軸直交方向断面の鉄筋の曲げ軸力に対する  
照査結果（左右方向載荷）

検討ケース			評価位置	断面性状			鉄筋仕様 (引張鉄筋)	発生断面力		引張 応力度 $\sigma_s$ (N/mm <sup>2</sup> )	短期許容 応力度 $\sigma_{sa}$ (N/mm <sup>2</sup> )	照査値 $\sigma_s / \sigma_{sa}$
				部材幅	部材高	有効高さ		曲げモーメント (kN・m/m)	軸力 (kN/m)			
				b (mm)	h (mm)	d (mm)						
④ S <sub>s</sub> -D 1 (H+, V+)	片押し	最小	底版	1000	700	500	D19@150	105	370	22	435	0.05
			頂版	1000	700	500	D19@150	105	370	22	435	0.05
			側壁	1000	700	500	D19@150	94	180	54	435	0.13
		最大	底版	1000	700	500	D19@150	101	370	19	435	0.05
			頂版	1000	700	500	D19@150	101	370	19	435	0.05
			側壁	1000	700	500	D19@150	79	224	28	435	0.07
	両押し	最小	底版	1000	700	500	D19@150	105	370	22	435	0.05
			頂版	1000	700	500	D19@150	105	370	22	435	0.05
			側壁	1000	700	500	D19@150	117	134	92	435	0.22
		最大	底版	1000	700	500	D19@150	101	370	19	435	0.05
			頂版	1000	700	500	D19@150	101	370	19	435	0.05
			側壁	1000	700	500	D19@150	102	179	63	435	0.15

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 9.4-82 (2) カルバート部（上部）軸直交方向断面の鉄筋の曲げ軸力に対する  
照査結果（上下方向載荷）

検討ケース			評価位置	断面性状			鉄筋仕様 (引張鉄筋)	発生断面力		引張 応力度 $\sigma_s$ (N/mm <sup>2</sup> )	短期許容 応力度 $\sigma_{sa}$ (N/mm <sup>2</sup> )	照査値 $\sigma_s / \sigma_{sa}$
				部材幅	部材高	有効高さ		曲げモーメント (kN・m/m)	軸力 (kN/m)			
				b (mm)	h (mm)	d (mm)						
① S <sub>s</sub> -D 1 (H-, V-)	片押し	最小	底版	1000	700	500	D19@150	22	48	12	435	0.03
			頂版	1000	700	500	D19@150	116	160	84	435	0.20
			側壁	1000	700	500	D19@150	122	413	29	435	0.07
		最大	底版	1000	700	500	D19@150	27	92	7	435	0.02
			頂版	1000	700	500	D19@150	121	204	77	435	0.18
			側壁	1000	700	500	D19@150	132	457	30	435	0.07
	両押し	最小	底版	1000	700	500	D19@150	145	104	132	435	0.31
			頂版	1000	700	500	D19@150	145	104	132	435	0.31
			側壁	1000	700	500	D19@150	122	413	29	435	0.07
		最大	底版	1000	700	500	D19@150	149	148	123	435	0.29
			頂版	1000	700	500	D19@150	149	148	123	435	0.29
			側壁	1000	700	500	D19@150	132	457	30	435	0.07

注記 ①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース

評価位置は下図に示す

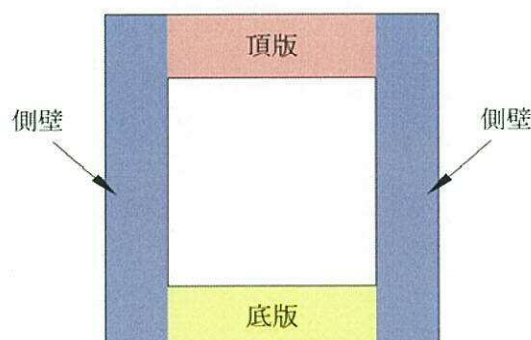




表 9.4-82 (3) カルバート部（下部）軸直交方向断面の鉄筋の曲げ軸力に対する  
照査結果（左右方向載荷）

検討ケース			評価位置	断面性状			鉄筋仕様 (引張鉄筋)	発生断面力		引張 応力度 $\sigma_s$ (N/mm <sup>2</sup> )	短期許容 応力度 $\sigma_{sa}$ (N/mm <sup>2</sup> )	照査値 $\sigma_s / \sigma_{sa}$
				部材幅	部材高	有効高さ		曲げモーメント (kN・m/m)	軸力 (kN/m)			
				b (mm)	h (mm)	d (mm)						
④ S <sub>s</sub> -D 1 (H+, V+)	片押し	最小	底版	1000	1000	800	D51@150	848	2425	19	435	0.05
			頂版	1000	1000	800	D51@150	848	2425	19	435	0.05
			側壁	1000	1000	800	D51@150	676	1112	38	435	0.09
		最大	底版	1000	1000	800	D51@150	845	2425	19	435	0.05
			頂版	1000	1000	800	D51@150	845	2425	19	435	0.05
			側壁	1000	1000	800	D51@150	658	1165	35	435	0.08
	両押し	最小	底版	1000	1000	800	D51@150	783	2425	14	435	0.04
			頂版	1000	1000	800	D51@150	783	2425	14	435	0.04
			側壁	1000	1000	800	D51@150	909	759	76	435	0.18
		最大	底版	1000	1000	800	D51@150	779	2425	13	435	0.03
			頂版	1000	1000	800	D51@150	779	2425	13	435	0.03
			側壁	1000	1000	800	D51@150	891	813	72	435	0.17

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

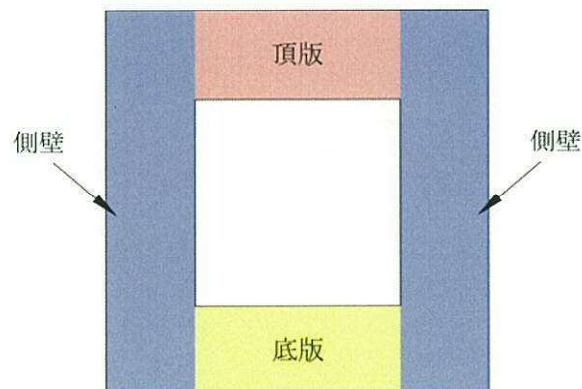
評価位置は下図に示す

表 9.4-82 (4) カルバート部（下部）軸直交方向断面の鉄筋の曲げ軸力に対する  
照査結果（上下方向載荷）

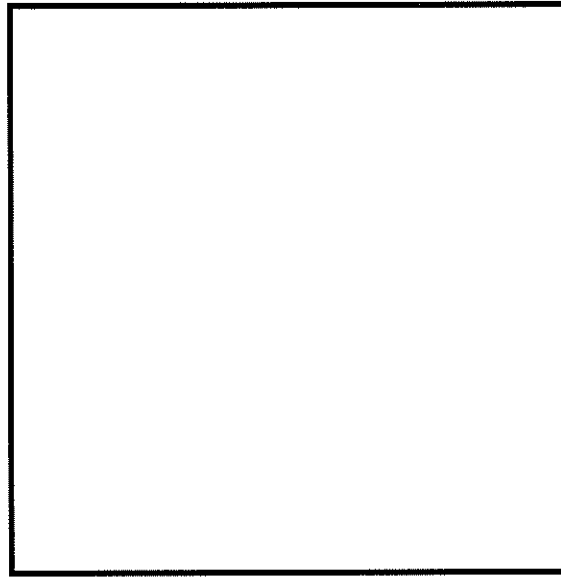
検討ケース			評価位置	断面性状			鉄筋仕様 (引張鉄筋)	発生断面力		引張 応力度 $\sigma_s$ (N/mm <sup>2</sup> )	短期許容 応力度 $\sigma_{sa}$ (N/mm <sup>2</sup> )	照査値 $\sigma_s / \sigma_{sa}$
				部材幅	部材高	有効高さ		曲げモーメント (kN・m/m)	軸力 (kN/m)			
				b (mm)	h (mm)	d (mm)						
④ S <sub>s</sub> -D 1 (H+, V+)	片押し	最小	底版	1000	1000	800	D51@150	359	76	44	435	0.11
			頂版	1000	1000	800	D51@150	1091	924	90	435	0.21
			側壁	1000	1000	800	D51@150	1179	3248	30	435	0.07
		最大	底版	1000	1000	800	D51@150	366	23	43	435	0.10
			頂版	1000	1000	800	D51@150	1098	977	89	435	0.21
			側壁	1000	1000	800	D51@150	1194	3301	30	435	0.07
	両押し	最小	底版	1000	1000	800	D51@150	1421	424	145	435	0.34
			頂版	1000	1000	800	D51@150	1421	424	145	435	0.34
			側壁	1000	1000	800	D51@150	1086	3248	22	435	0.05
		最大	底版	1000	1000	800	D51@150	1428	477	144	435	0.34
			頂版	1000	1000	800	D51@150	1428	477	144	435	0.34
			側壁	1000	1000	800	D51@150	1101	3301	22	435	0.05

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

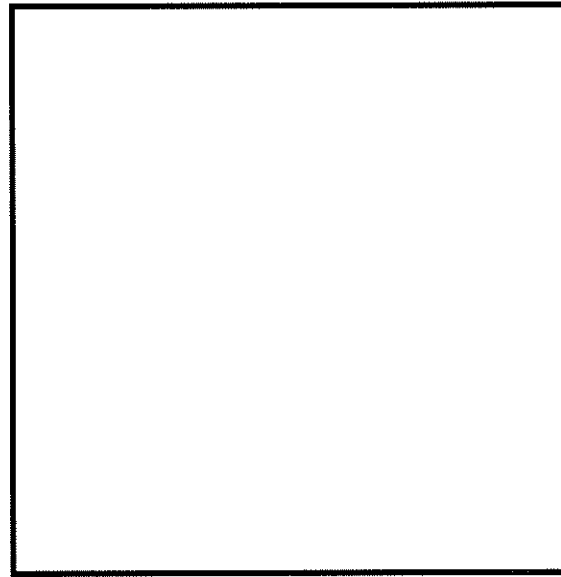
評価位置は下図に示す







(a) 上部



(b) 下部

(单位：mm)

图 9.4—57 概略配筋图



表 9.4-83 (1) カルバート部（上部）軸直交方向の断面諸元一覧表（曲げ軸力に対する評価）

部位	材料No.	断面性状				主鉄筋				
		部材幅	部材高	かぶり	有効高さ	鉄筋種別	径	段数	鉄筋間隔	鉄筋量
		b (m)	h (m)	d' (m)	d (m)	(-)	(mm)	(-)	(mm)	(cm <sup>2</sup> )
カルバート（上部）	M1	1.000	0.700	0.200	0.500	SD490	19	1	150	19.101
	M2	1.000	0.700	0.200	0.500	SD490	19	1	150	19.101
	M3	1.000	0.700	0.200	0.500	SD490	19	1	150	19.101

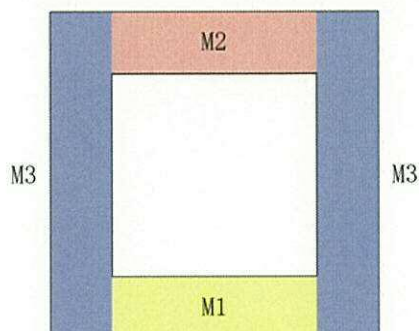
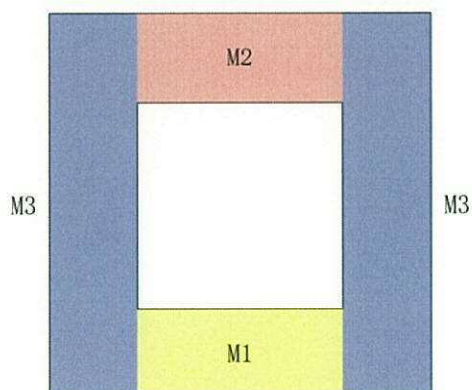


表 9.4-83 (2) カルバート部（下部）軸直交方向の断面諸元一覧表（曲げ軸力に対する評価）

部位	材料No.	断面性状				主鉄筋				
		部材幅	部材高	かぶり	有効高さ	鉄筋種別	径	段数	鉄筋間隔	鉄筋量
		b (m)	h (m)	d' (m)	d (m)	(-)	(mm)	(-)	(mm)	(cm <sup>2</sup> )
カルバート（下部）	M1	1.000	1.000	0.200	0.800	SD490	51	1	150	135.14
	M2	1.000	1.000	0.200	0.800	SD490	51	1	150	135.14
	M3	1.000	1.000	0.200	0.800	SD490	51	1	150	135.14





(3) 構造部材のせん断力に対する評価結果

a. 上下方向のせん断

表 9.4-84 にせん断力に対する照査結果を示す。

図 9.4-58 に概略配筋図を，表 9.4-85 に断面計算に用いた断面諸元の一覧を示す。

カルバート部上下方向の発生せん断応力，又は発生せん断力が許容限界以下であることを確認した。

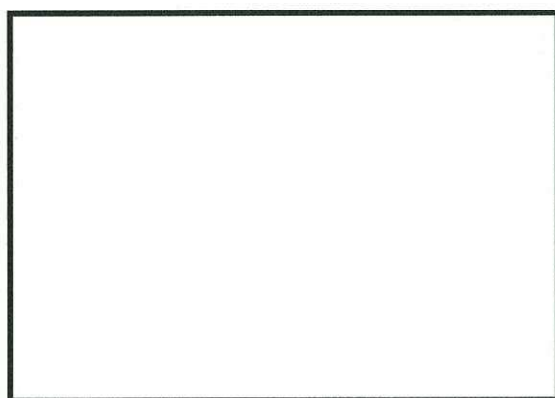
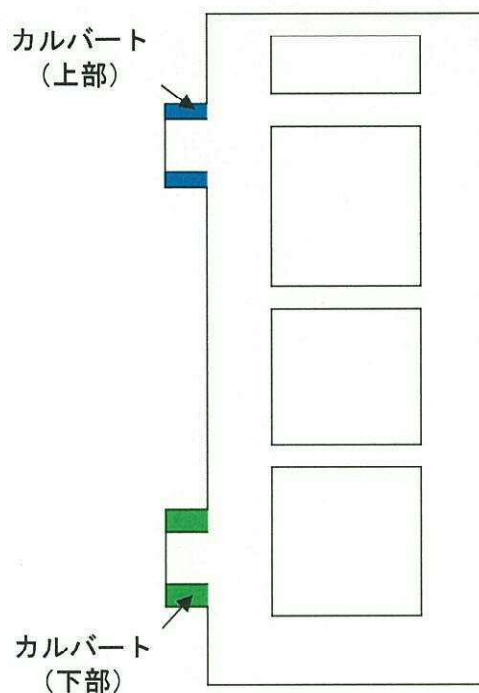


表 9.4-84 カルバート部上下方向のせん断力照査結果

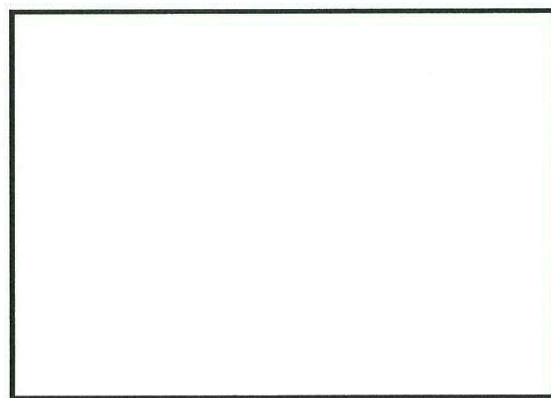
検討ケース	評価位置	断面性状			鉄筋仕様 (せん断補強筋)	せん断力 S (kN)	照査用 応力度 (N/mm <sup>2</sup> )	短期許容 応力度 $\tau_{si}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{si}$ に對する 照査値	短期許容 せん断力 V <sub>a</sub> (kN/m)	V <sub>a</sub> に對する 照査値
		部材幅	部材高	有効高さ							
		b (mm)	h (mm)	d (mm)							
④ S <sub>s</sub> -D 1 (H+, V+)	カルバート(上部)	1400	3700	3364	D19@150	1986	0.483	0.825	0.59	8433	0.24
④ S <sub>s</sub> -D 1 (H+, V+)	カルバート(下部)	2000	4300	3850	D51@150	11886	—	0.825	—	57554	0.21

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



(a) 上部



(b) 下部

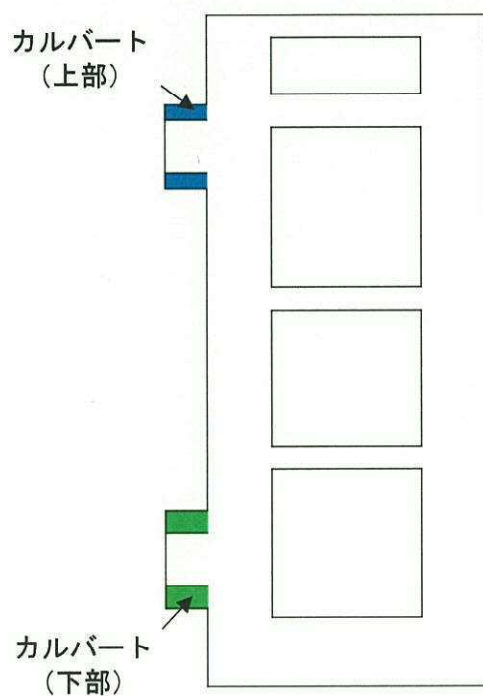
(単位：mm)

図 9.4-58 概略配筋図



表 9.4-85 カルバート部上下方向の断面諸元一覧表（せん断力に対する評価）

部位	材料No.	断面性状				せん断補強鉄筋				
		部材幅 b (m)	部材高 h (m)	かぶり d' (m)	有効 高さ d (m)	鉄筋 種別 (-)	径 (mm)	n (-)	Ss (mm)	鉄筋量 (cm <sup>2</sup> )
カルバート(上部)	M4	1.400	3.700	0.200	3.364	SD490	19	4	300	11.460
カルバート(下部)	M5	2.000	4.300	0.200	3.850	SD490	51	4	200	81.080





b. 水平方向のせん断

表 9.4—86 にせん断力に対する照査結果を示す。図 9.4—59 に概略配筋図を、表 9.4—87 に断面計算に用いた断面諸元の一覧を示す。

カルバート部水平方向の発生せん断応力，又は発生せん断力が許容限界以下であることを確認した。

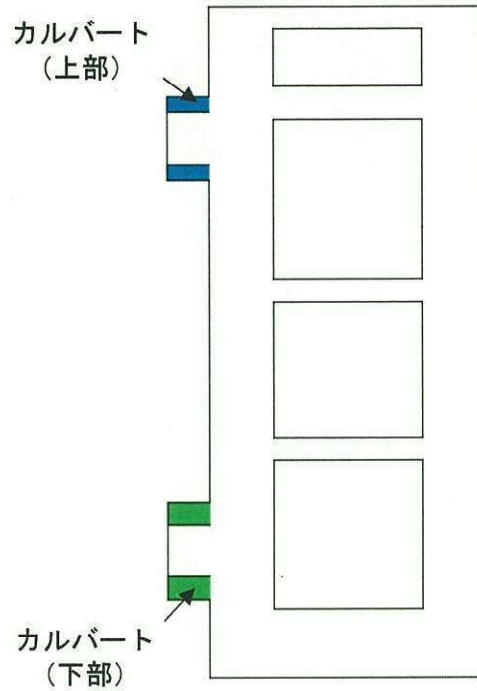


表 9.4-86 カルバート部水平方向のせん断力照査結果

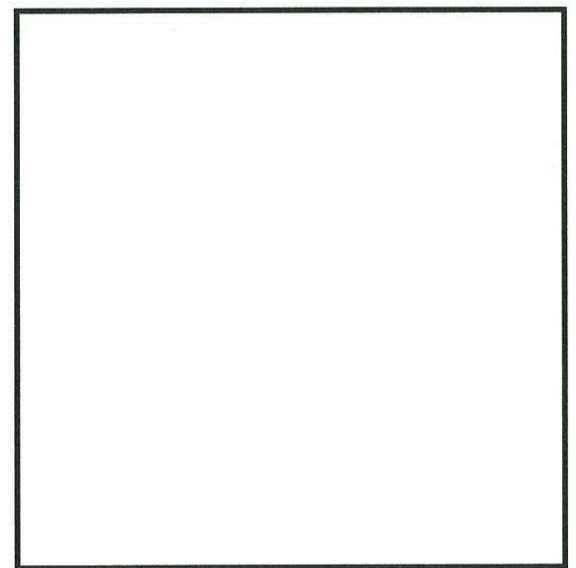
検討ケース	評価位置	断面性状			鉄筋仕様 (せん断補強筋)	せん断力 S (kN)	照査用 応力度 (N/mm <sup>2</sup> )	短期許容 応力度 $\tau_{sl}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{sl}$ に対する 照査値	短期許容 せん断力 Va (kN/m)	Vaに対する 照査値
		部材幅	部材高	有効高さ							
		b (mm)	h (mm)	d (mm)							
④ S <sub>s</sub> -D1 (H+, V+)	カルバート(上部)	1400	3700	3364	D19@150	1765	0.431	0.825	0.53	8393	0.21
④ S <sub>s</sub> -D1 (H+, V+)	カルバート(下部)	2000	4300	3850	D51@150	13384	—	0.825	—	57050	0.24

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



(a) 上部



(b) 下部

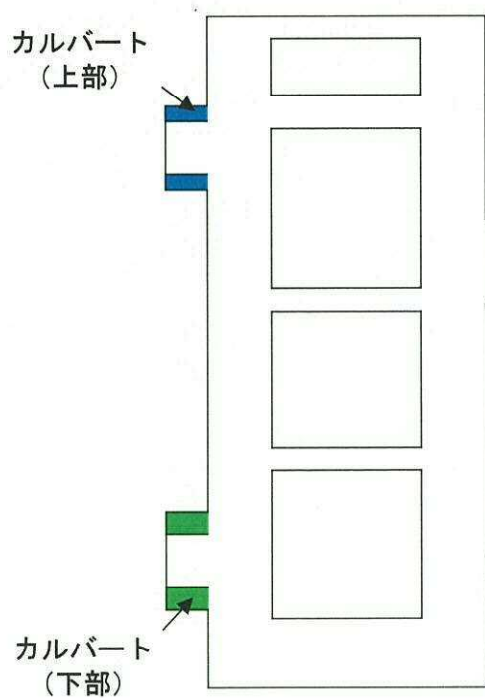
(単位：mm)

図 9.4-59 概略配筋図



表 9.4-87 カルバート部水平方向の断面諸元一覧表 (せん断力に対する評価)

部位	材料No.	断面性状				せん断補強鉄筋				
		部材幅	部材高	かぶり	有効高さ	鉄筋種別	径	n	Ss	鉄筋量
		b (m)	h (m)	d' (m)	d (m)	(-)	(mm)	(-)	(mm)	(cm <sup>2</sup> )
カルバート(上部)	M4	1.400	3.700	0.200	3.364	SD490	19	4	300	11.460
カルバート(下部)	M5	2.000	4.300	0.200	3.850	SD490	51	4	200	81.080





c. 軸直交方向断面

表 9.4-88 にせん断力に対する照査結果を示す。図 9.4-60 に概略配筋図を、表 9.4-89 に断面計算に用いた断面諸元の一覧を示す。

カルバート部軸直交方向断面の発生せん断応力、又は発生せん断力が許容限界以下であることを確認した。



表 9.4-88 (1) カルバート部 (上部) 軸直交方向断面のせん断力に対する  
照査結果 (左右方向載荷)

検討ケース			評価位置	断面性状			鉄筋仕様 (せん断補強筋)	発生 せん断力 V (kN/m)	照査用 応力度 (N/mm <sup>2</sup> )	短期許容 応力度 $\tau_{a1}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{a1}$ に対する 照査値	短期許容 せん断力 Va (kN/m)	Vaに対する 照査値
				部材幅	部材高	有効高さ							
				b (mm)	h (mm)	d (mm)							
④ S <sub>s</sub> -D 1 (H+, V+)	片押し	最小	底版	1000	700	500	D19@300×300	135	0.311	0.825	0.38	586	0.23
			頂版	1000	700	500	D19@300×300	135	0.311	0.825	0.38	586	0.23
			側壁	1000	700	500	D19@300×300	247	0.569	0.825	0.69	586	0.43
		最大	底版	1000	700	500	D19@300×300	165	0.380	0.825	0.46	586	0.29
			頂版	1000	700	500	D19@300×300	165	0.380	0.825	0.46	586	0.29
			側壁	1000	700	500	D19@300×300	247	0.569	0.825	0.69	586	0.43
	両押し	最小	底版	1000	700	500	D19@300×300	90	0.207	0.825	0.25	586	0.16
			頂版	1000	700	500	D19@300×300	90	0.207	0.825	0.25	586	0.16
			側壁	1000	700	500	D19@300×300	247	0.569	0.825	0.69	586	0.43
		最大	底版	1000	700	500	D19@300×300	119	0.274	0.825	0.34	586	0.21
			頂版	1000	700	500	D19@300×300	119	0.274	0.825	0.34	586	0.21
			側壁	1000	700	500	D19@300×300	247	0.569	0.825	0.69	586	0.43

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

評価位置は下図に示す

表 9.4-88 (2) カルバート部 (上部) 軸直交方向断面のせん断力に対する  
照査結果 (上下方向載荷)

検討ケース			評価位置	断面性状			鉄筋仕様 (せん断補強筋)	発生 せん断力 V (kN/m)	照査用 応力度 (N/mm <sup>2</sup> )	短期許容 応力度 $\tau_{a1}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{a1}$ に対する 照査値	短期許容 せん断力 Va (kN/m)	Vaに対する 照査値
				部材幅	部材高	有効高さ							
				b (mm)	h (mm)	d (mm)							
① S <sub>s</sub> -D 1 (H-, V-)	片押し	最小	底版	1000	700	500	D19@300×300	42	0.097	0.825	0.12	586	0.08
			頂版	1000	700	500	D19@300×300	275	0.633	0.825	0.77	586	0.47
			側壁	1000	700	500	D19@300×300	125	0.288	0.825	0.35	586	0.22
		最大	底版	1000	700	500	D19@300×300	72	0.166	0.825	0.21	586	0.13
			頂版	1000	700	500	D19@300×300	305	0.702	0.825	0.85	586	0.52
			側壁	1000	700	500	D19@300×300	155	0.357	0.825	0.44	586	0.27
	両押し	最小	底版	1000	700	500	D19@300×300	275	0.633	0.825	0.77	586	0.47
			頂版	1000	700	500	D19@300×300	275	0.633	0.825	0.77	586	0.47
			側壁	1000	700	500	D19@300×300	69	0.159	0.825	0.2	586	0.12
		最大	底版	1000	700	500	D19@300×300	305	0.702	0.825	0.85	586	0.52
			頂版	1000	700	500	D19@300×300	305	0.702	0.825	0.85	586	0.52
			側壁	1000	700	500	D19@300×300	99	0.228	0.825	0.28	586	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

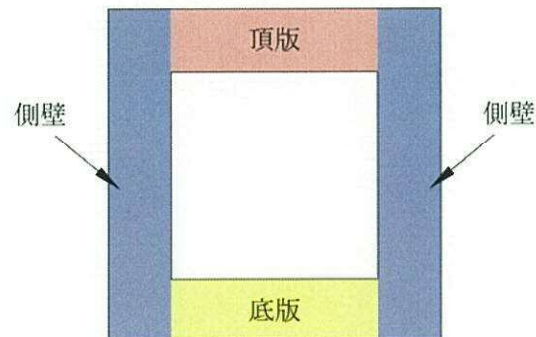




表 9.4-88 (3) カルバート部 (下部) 軸直交方向断面のせん断力に対する  
照査結果 (左右方向載荷)

検討ケース			評価位置	断面性状			鉄筋仕様 (せん断補強筋)	発生 せん断力 V (kN/m)	照査用 応力度 (N/mm <sup>2</sup> )	短期許容 応力度 $\tau_{a1}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{a1}$ に対する 照査値	短期許容 せん断力 Va (kN/m)	Vaに対する 照査値
				部材幅	部材高	有効高さ							
				b (mm)	h (mm)	d (mm)							
④ S <sub>s</sub> -D 1 (H+, V+)	片押し	最小	底版	1000	1000	800	D25@150×200	893	—	0.825	—	3741	0.24
			頂版	1000	1000	800	D25@150×200	893	—	0.825	—	3741	0.24
			側壁	1000	1000	800	D25@150×200	1727	—	0.825	—	3741	0.47
		最大	底版	1000	1000	800	D25@150×200	932	—	0.825	—	3741	0.25
			頂版	1000	1000	800	D25@150×200	932	—	0.825	—	3741	0.25
			側壁	1000	1000	800	D25@150×200	1727	—	0.825	—	3741	0.47
	両押し	最小	底版	1000	1000	800	D25@150×200	541	0.778	0.825	0.95	3741	0.15
			頂版	1000	1000	800	D25@150×200	541	0.778	0.825	0.95	3741	0.15
			側壁	1000	1000	800	D25@150×200	1727	—	0.825	—	3741	0.47
		最大	底版	1000	1000	800	D25@150×200	579	—	0.825	—	3741	0.16
			頂版	1000	1000	800	D25@150×200	579	—	0.825	—	3741	0.16
			側壁	1000	1000	800	D25@150×200	1727	—	0.825	—	3741	0.47

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

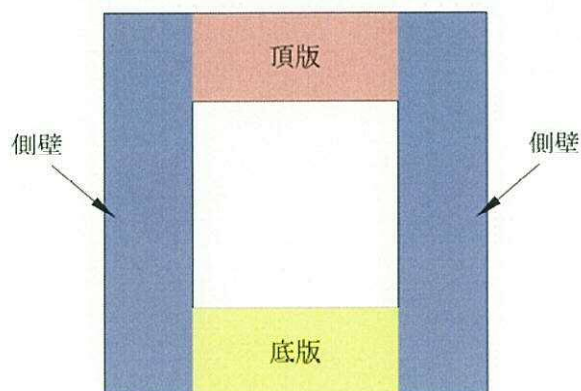
評価位置は下図に示す

表 9.4-88 (4) カルバート部 (下部) 軸直交方向断面のせん断力に対する  
照査結果 (上下方向載荷)

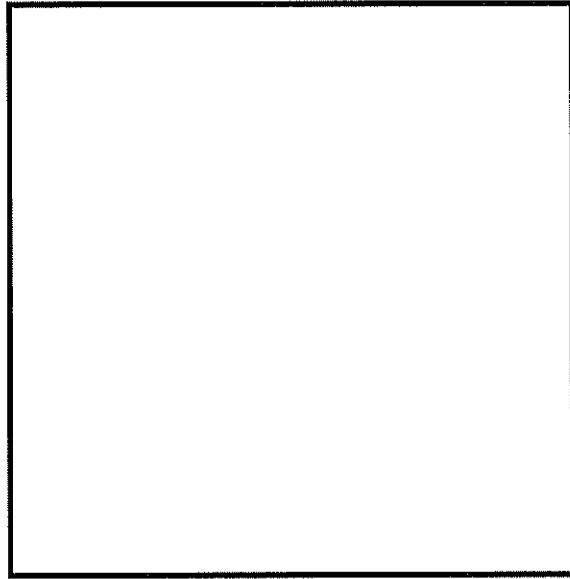
検討ケース			評価位置	断面性状			鉄筋仕様 (せん断補強筋)	発生 せん断力 V (kN/m)	照査用 応力度 (N/mm <sup>2</sup> )	短期許容 応力度 $\tau_{a1}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{a1}$ に対する 照査値	短期許容 せん断力 Va (kN/m)	Vaに対する 照査値
				部材幅	部材高	有効高さ							
				b (mm)	h (mm)	d (mm)							
④ S <sub>s</sub> -D 1 (H+, V+)	片押し	最小	底版	1000	1000	800	D25@150×200	257	0.370	0.825	0.45	3741	0.07
			頂版	1000	1000	800	D25@150×200	2313	—	0.825	—	3741	0.62
			側壁	1000	1000	800	D25@150×200	802	—	0.825	—	3741	0.22
		最大	底版	1000	1000	800	D25@150×200	295	0.424	0.825	0.52	3741	0.08
			頂版	1000	1000	800	D25@150×200	2351	—	0.825	—	3741	0.63
			側壁	1000	1000	800	D25@150×200	840	—	0.825	—	3741	0.23
	両押し	最小	底版	1000	1000	800	D25@150×200	2313	—	0.825	—	3741	0.62
			頂版	1000	1000	800	D25@150×200	2313	—	0.825	—	3741	0.62
			側壁	1000	1000	800	D25@150×200	302	0.435	0.825	0.53	3741	0.08
		最大	底版	1000	1000	800	D25@150×200	2351	—	0.825	—	3741	0.63
			頂版	1000	1000	800	D25@150×200	2351	—	0.825	—	3741	0.63
			側壁	1000	1000	800	D25@150×200	340	0.489	0.825	0.6	3741	0.09

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

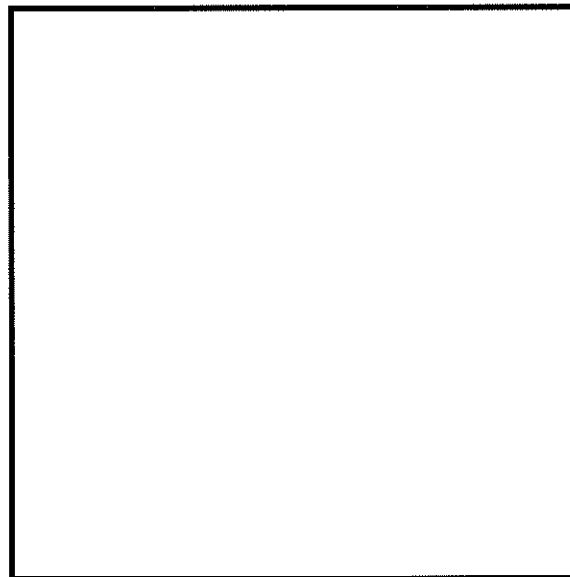
評価位置は下図に示す







(a) 上部



(b) 下部

(単位：mm)

図 9.4-60 概略配筋図



表 9.4-89 (1) カルバート部（上部）軸直交方向の断面諸元一覧表（せん断力に対する評価）

部位	材料No.	断面性状				せん断補強鉄筋				
		部材幅	部材高	かぶり	有効高さ	鉄筋種別	径	Sb	Ss	鉄筋量
		b (m)	h (m)	d' (m)	d (m)	(-)	(mm)	(-)	(mm)	(cm <sup>2</sup> )
カルバート(上部)	M1	1.000	0.700	0.200	0.500	SD345	19	300	300	9.550
	M2	1.000	0.700	0.200	0.500	SD345	19	300	300	9.550
	M3	1.000	0.700	0.200	0.500	SD345	19	300	300	9.550

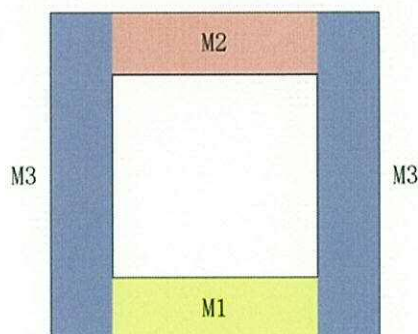
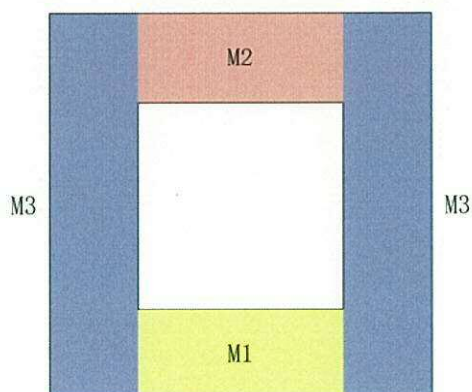


表 9.4-89 (2) カルバート部（下部）軸直交方向の断面諸元一覧表（せん断力に対する評価）

部位	材料No.	断面性状				せん断補強鉄筋				
		部材幅	部材高	かぶり	有効高さ	鉄筋種別	径	Sb	Ss	鉄筋量
		b (m)	h (m)	d' (m)	d (m)	(-)	(mm)	(-)	(mm)	(cm <sup>2</sup> )
カルバート(下部)	M1	1.000	1.000	0.200	0.800	SD345	25	150	200	33.780
	M2	1.000	1.000	0.200	0.800	SD345	25	150	200	33.780
	M3	1.000	1.000	0.200	0.800	SD345	25	150	200	33.780





#### 9.4.8 基礎地盤の支持性能に対する評価結果

表 9.4-90 に基礎地盤の支持性能評価結果を、図 9.4-61 及び図 9.4-62 に接地圧分布図を示す。

常設低圧代替注水系ポンプ室の接地圧は④  $S_s-D1$  [H+, V+] (東西断面方向) で  $1,885 \text{ kN/m}^2$  であり、基礎地盤の極限支持力  $5,921 \text{ kN/m}^2$  以下である。

以上のことから、常設低圧代替注水系ポンプ室の基礎地盤は、基準地震動  $S_s$  に対し、支持性能を有する。

表 9.4-90 (1) 基礎地盤の支持性能照査結果 (東西断面方向)

検討ケース			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+	1299	5921
	$S_s-D1$	H+, V-	1412	5921
	$S_s-D1$	H-, V+	1373	5921
	$S_s-D1$	H-, V-	1464	5921
	$S_s-11$		543	5921
	$S_s-12$		582	5921
	$S_s-13$		567	5921
	$S_s-14$		470	5921
	$S_s-21$		641	5921
	$S_s-22$		949	5921
	$S_s-31$	H+, V+	1142	5921
	$S_s-31$	H-, V+	1121	5921
②	$S_s-D1$	H+, V+	1304	5921
③	$S_s-D1$	H+, V+	1304	5921
④	$S_s-D1$	H+, V+	1885	5921
⑤	$S_s-D1$	H+, V+	971	5921
⑥	$S_s-D1$	H+, V+	956	5921

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：地盤物性のはらつきを考慮 (+1 $\sigma$ ) した解析ケース  
 ③：地盤物性のはらつきを考慮 (-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：地盤物性のはらつきを考慮 (+1 $\sigma$ ) して非液状化の条件を仮定した解析ケース



表 9.4-90 (2) 基礎地盤の支持性能照査結果 (南北断面方向)

検討ケース			最大接地圧 (kN/m <sup>2</sup> )	極限支持力度 (kN/m <sup>2</sup> )
①	S <sub>s</sub> -D 1	H+, V+	1058	5598
	S <sub>s</sub> -D 1	H+, V-	1149	5598
	S <sub>s</sub> -D 1	H-, V+	1299	5598
	S <sub>s</sub> -D 1	H-, V-	1377	5598
	S <sub>s</sub> -1 1	H+, V+		5598
	S <sub>s</sub> -1 2	H+, V+		5598
	S <sub>s</sub> -1 3	H+, V+		5598
	S <sub>s</sub> -1 4	H+, V+		5598
	S <sub>s</sub> -2 1	H+, V+		5598
	S <sub>s</sub> -2 2	H+, V+		5598
	S <sub>s</sub> -3 1	H+, V+	1155	5598
	S <sub>s</sub> -3 1	H-, V+	877	5598
②	S <sub>s</sub> -D 1	H+, V+	1053	5598
③	S <sub>s</sub> -D 1	H+, V+	1070	5598
④	S <sub>s</sub> -D 1	H+, V+	1411	5598
⑤	S <sub>s</sub> -D 1	H+, V+	816	5598
⑥	S <sub>s</sub> -D 1	H+, V+	791	5598

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：地盤物性のはらつきを考慮 (+1σ) した解析ケース  
 ③：地盤物性のはらつきを考慮 (-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：地盤物性のはらつきを考慮 (+1σ) して非液状化の条件を仮定した解析ケース



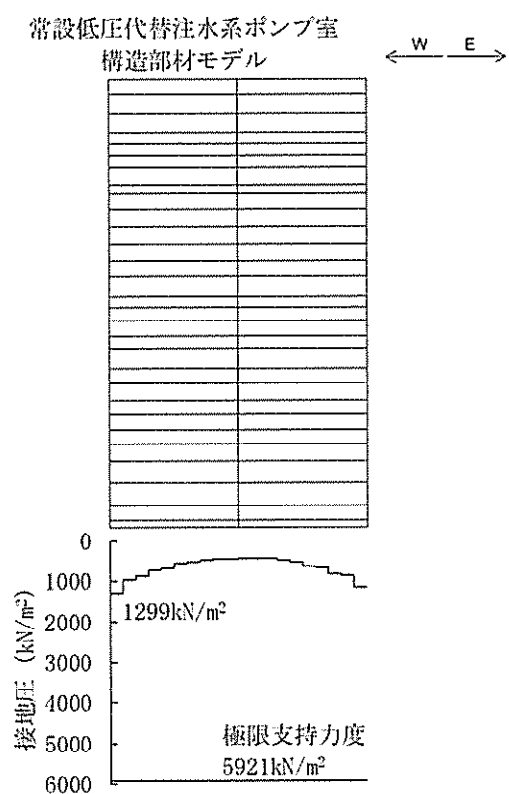


図 9.4-61 (1) 東西断面方向の接地圧分布図 ( $S_s-D1$  [H+, V+])  
(検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)

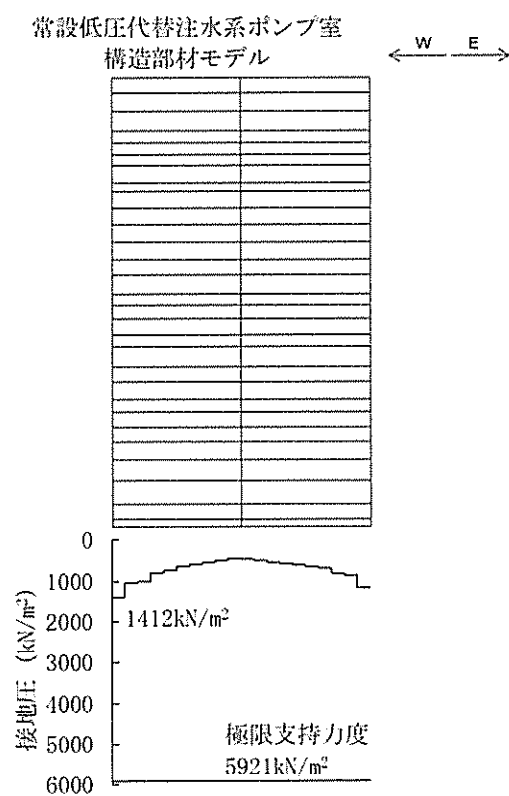


図 9.4-61 (2) 東西断面方向の接地圧分布図 ( $S_s-D1$  [H+, V-])  
(検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)



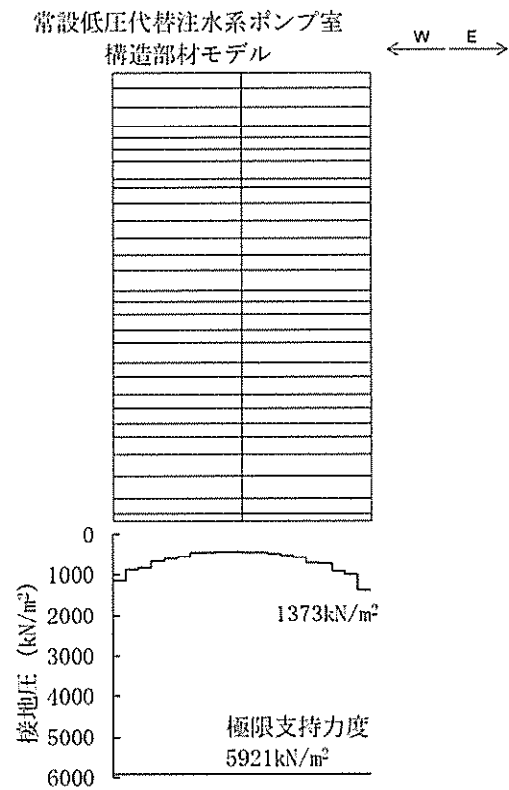


図 9.4-61 (3) 東西断面方向の接地圧分布図 ( $S_s-D1$  [H-, V+])  
(検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)

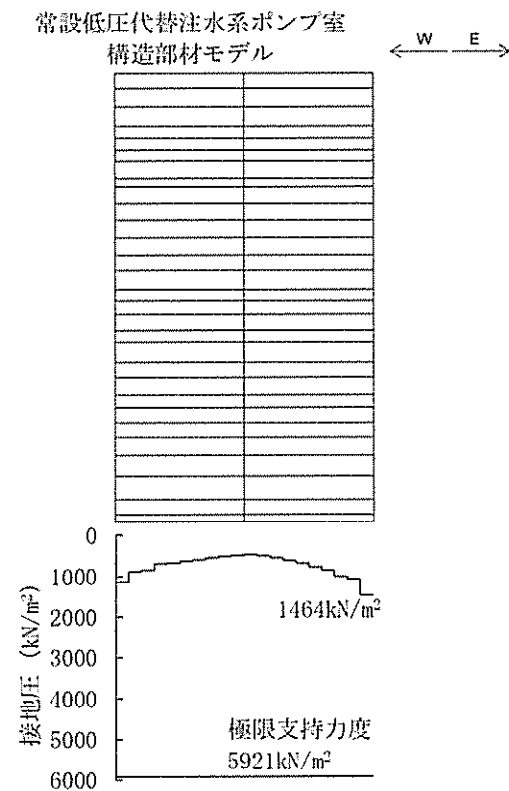


図 9.4-61 (4) 東西断面方向の接地圧分布図 ( $S_s-D1$  [H-, V-])  
(検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)



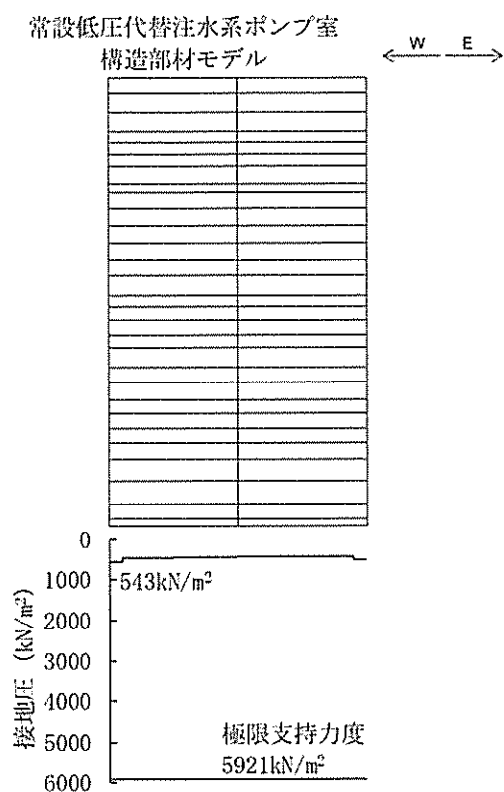


図 9.4-61 (5) 東西断面方向の接地圧分布図 (S<sub>s</sub>-1 1)  
(検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)

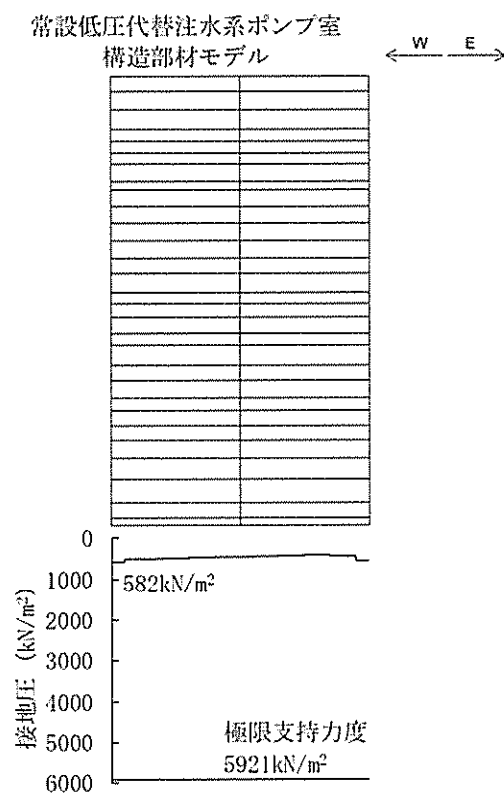


図 9.4-61 (6) 東西断面方向の接地圧分布図 (S<sub>s</sub>-1 2)  
(検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)



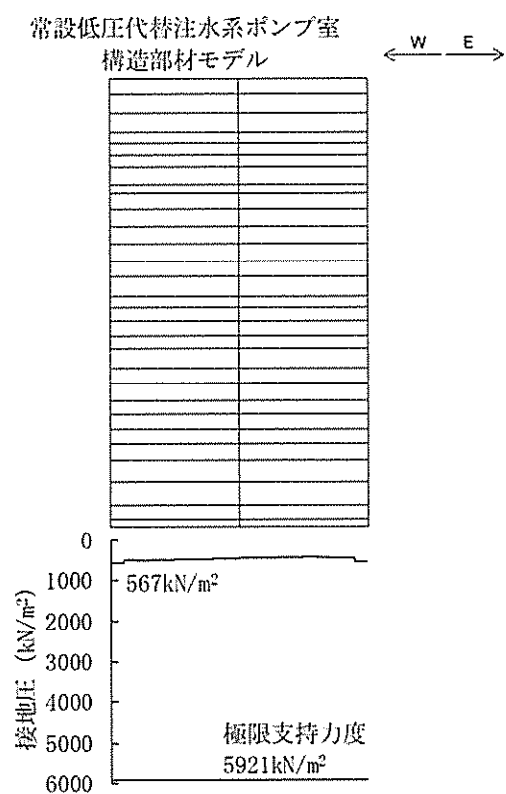


図 9.4-61 (7) 東西断面方向の接地圧分布図 (S<sub>s</sub>-1 3)  
(検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)

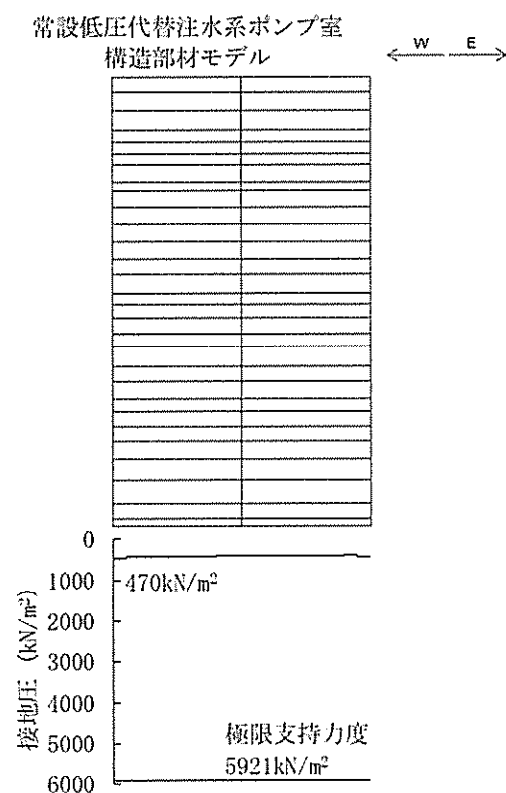


図 9.4-61 (8) 東西断面方向の接地圧分布図 (S<sub>s</sub>-1 4)  
(検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)



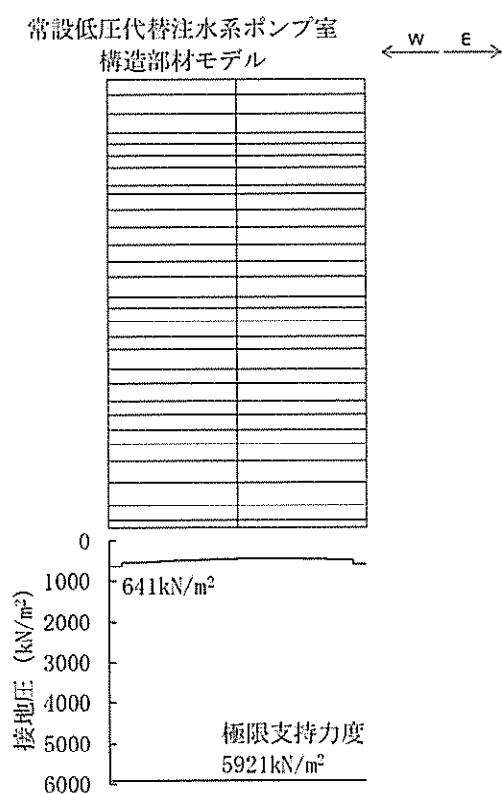


図 9.4-61 (9) 東西断面方向の接地圧分布図 (S<sub>s</sub>-2 1)  
(検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)

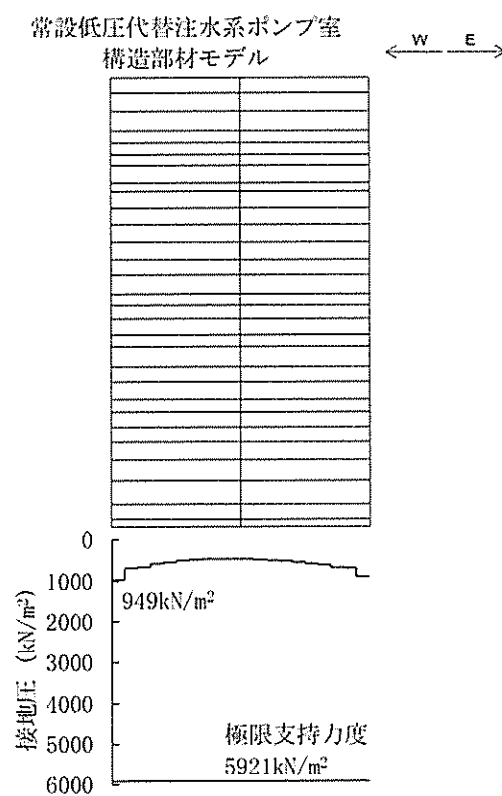


図 9.4-61 (10) 東西断面方向の接地圧分布図 (S<sub>s</sub>-2 2)  
(検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)



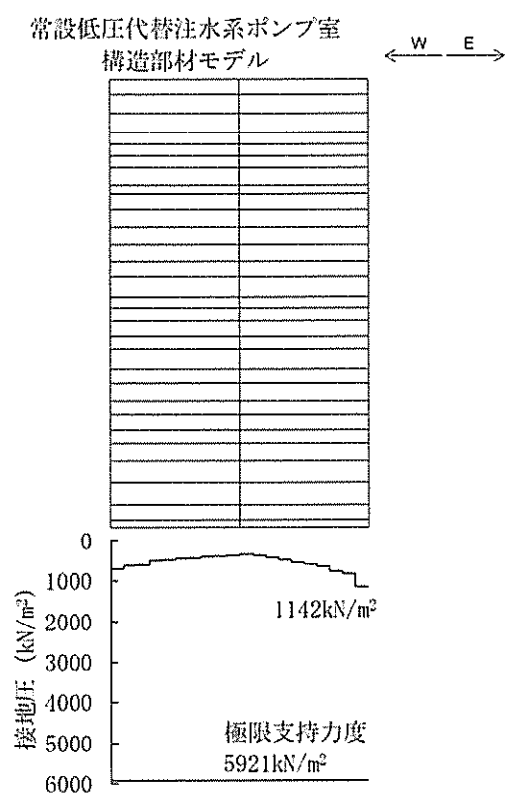


図 9.4-61 (11) 東西断面方向の接地圧分布図 ( $S_s-31$  [H+, V+])  
(検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)

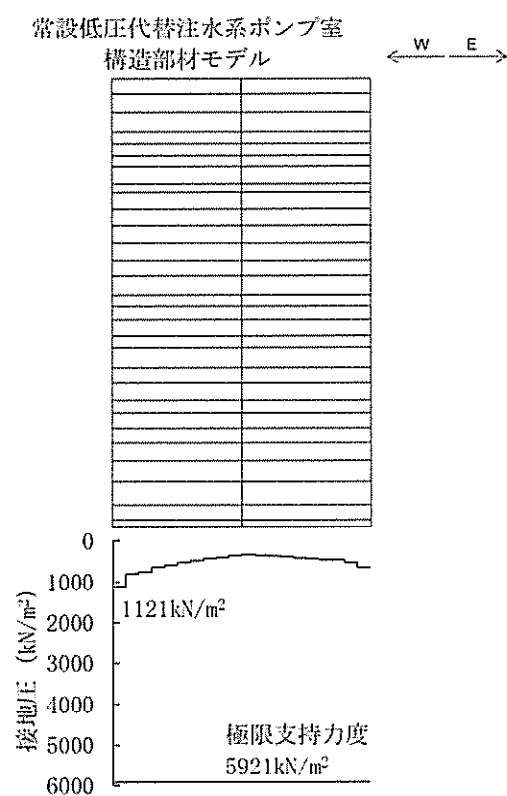


図 9.4-61 (12) 東西断面方向の接地圧分布図 ( $S_s-31$  [H-, V+])  
(検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)



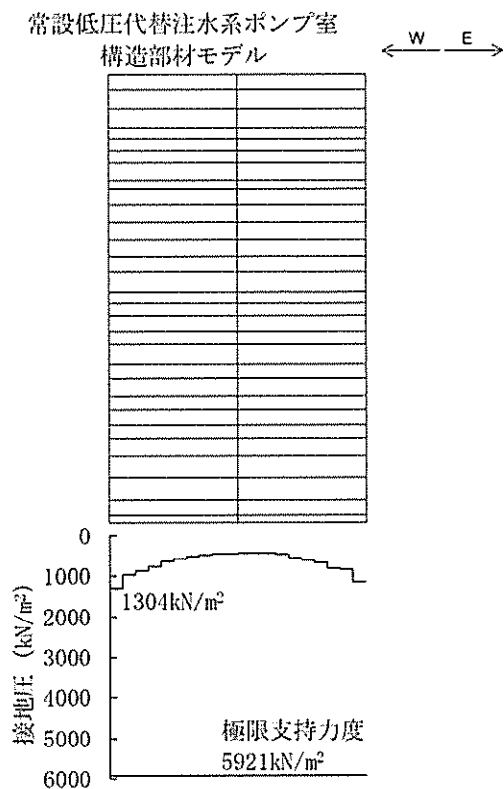


図 9.4-61 (13) 東西断面方向の接地圧分布図 ( $S_s-D1$  [H+, V+])  
(検討ケース②: 地盤物性のばらつきを考慮 (+1 $\sigma$ ) した解析ケース)

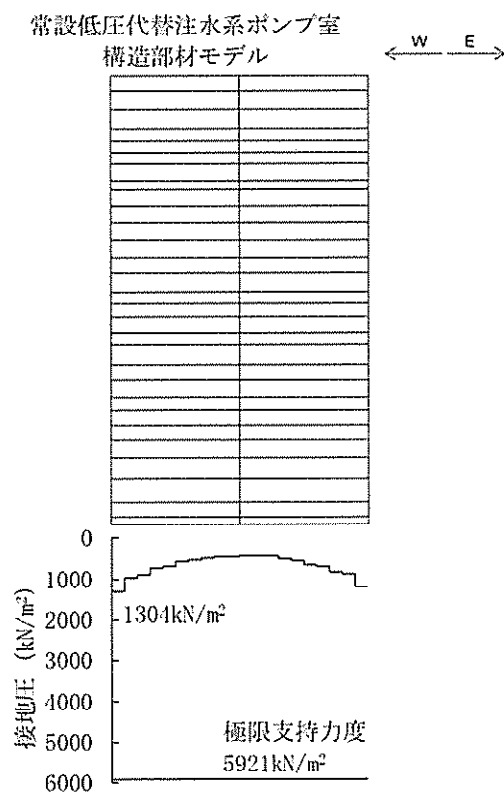


図 9.4-61 (14) 東西断面方向の接地圧分布図 ( $S_s-D1$  [H+, V+])  
(検討ケース③: 地盤物性のばらつきを考慮 (-1 $\sigma$ ) した解析ケース)



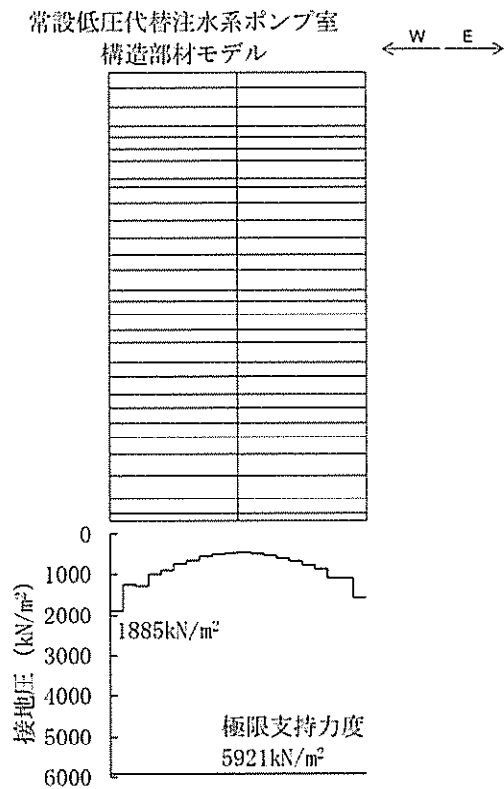


図 9.4-61 (15) 東西断面方向の接地圧分布図 ( $S_s - D1 [H+, V+]$ )  
(検討ケース④：敷地に存在しない豊浦標準砂の液状化強度特性により  
地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース)

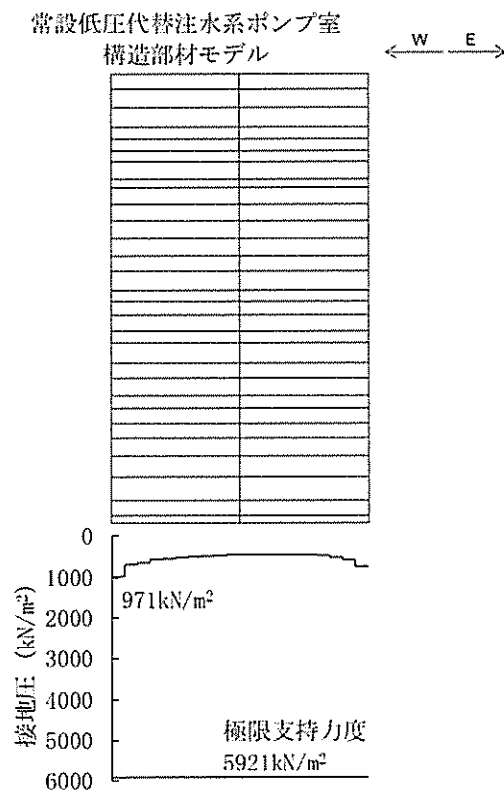


図 9.4-61 (16) 東西断面方向の接地圧分布図 ( $S_s - D1 [H+, V+]$ )  
(検討ケース⑤：原地盤において非液状化の条件を仮定した解析ケース)



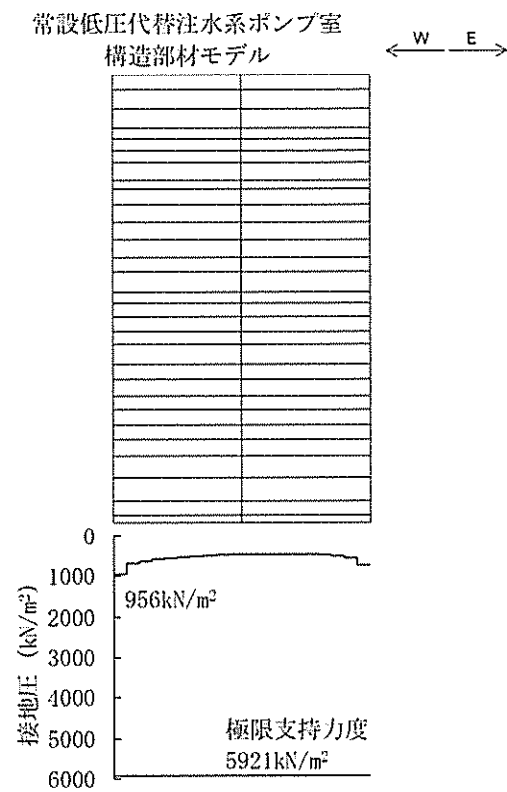


図 9.4-61 (17) 東西断面方向の接地圧分布図 (S<sub>s</sub>-D 1 [H+, V+])  
(検討ケース⑥: 地盤物性のばらつきを考慮 (+1σ) して  
非液状化の条件を仮定した解析ケース)



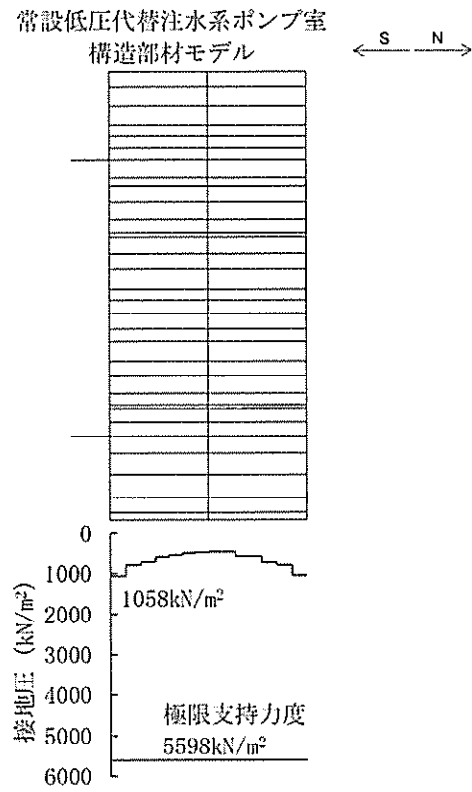


図 9.4-62 (1) 南北断面方向の接地圧分布図 (S<sub>s</sub>-D 1 [H+, V+])  
(検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)

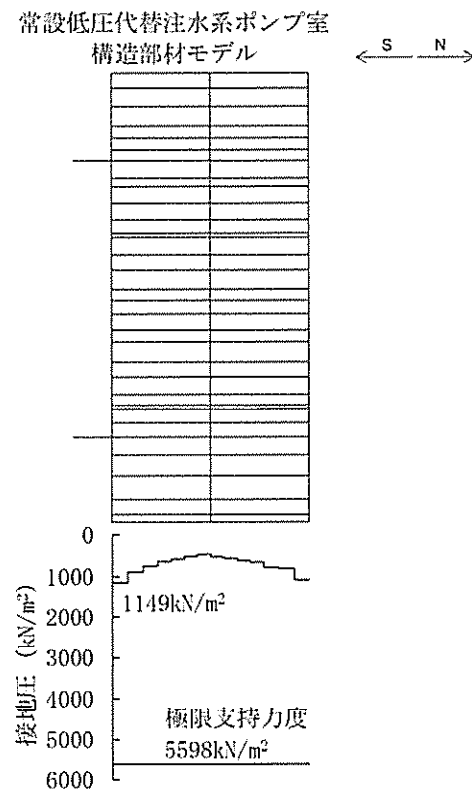


図 9.4-62 (2) 南北断面方向の接地圧分布図 (S<sub>s</sub>-D 1 [H+, V-])  
(検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)



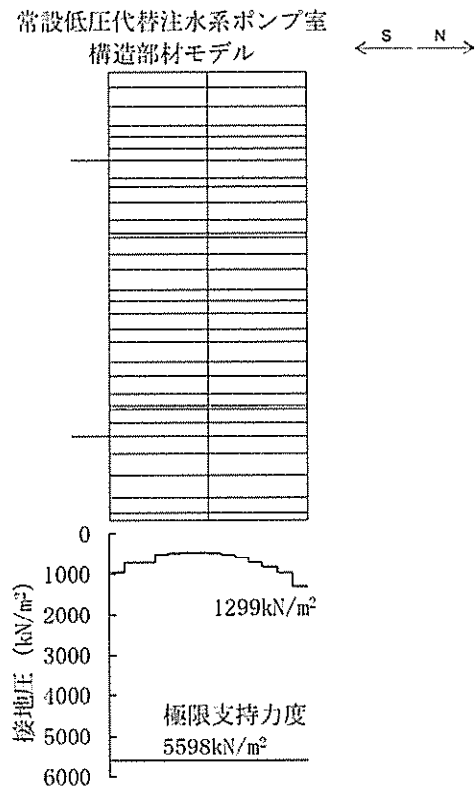


図 9.4-62 (3) 南北断面方向の接地圧分布図 (S<sub>s</sub>-D 1 [H-, V+])  
(検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)

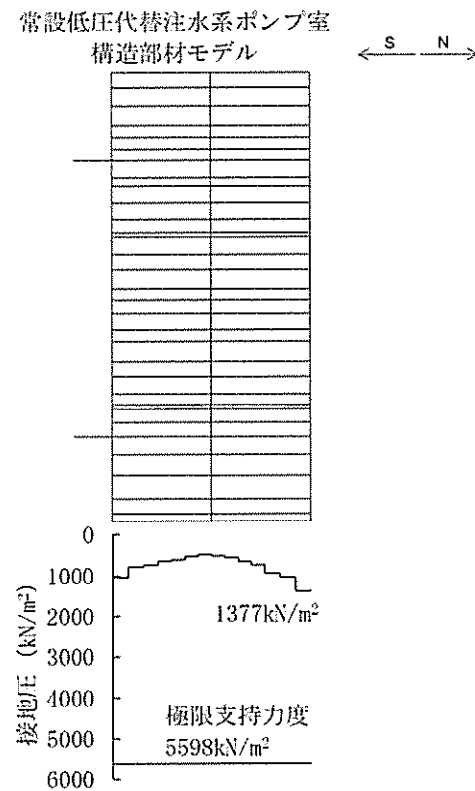


図 9.4-62 (4) 南北断面方向の接地圧分布図 (S<sub>s</sub>-D 1 [H-, V-])  
(検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)



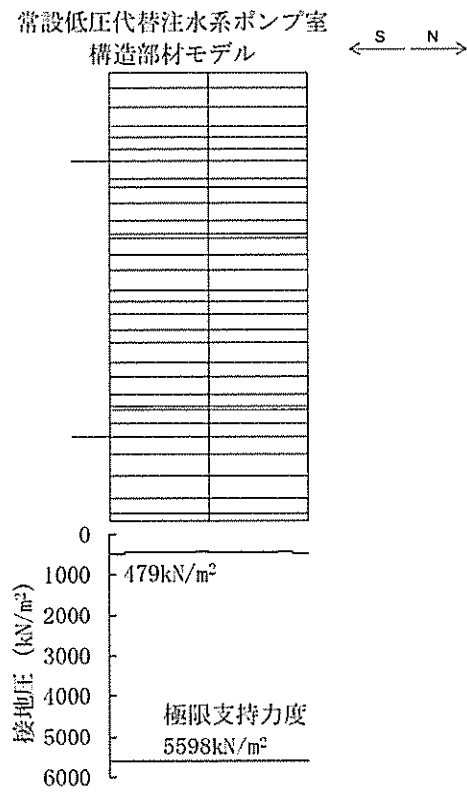


図 9.4-62 (5) 南北断面方向の接地圧分布図 (S<sub>s</sub>-1 1)  
(検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)

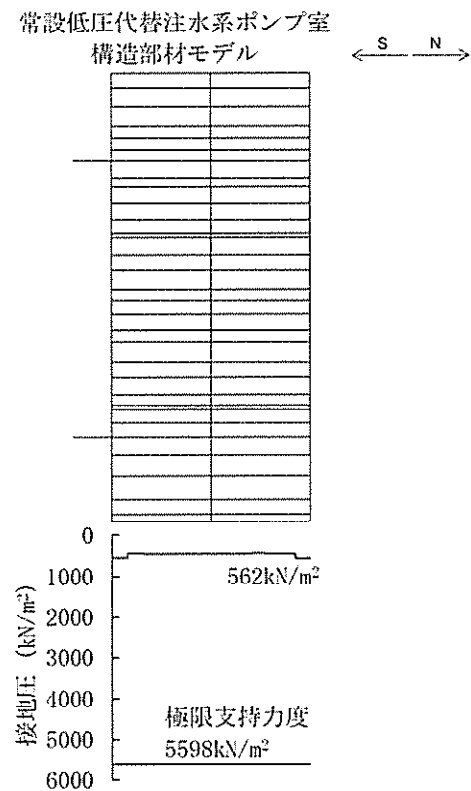


図 9.4-62 (6) 南北断面方向の接地圧分布図 (S<sub>s</sub>-1 2)  
(検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)



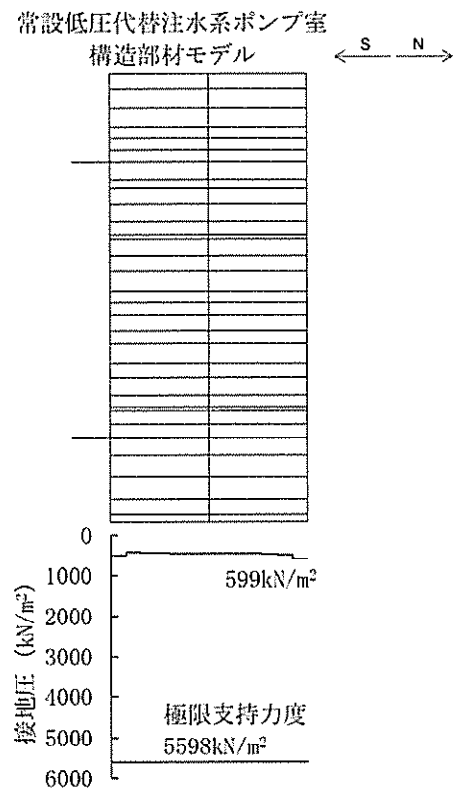


図 9.4-62 (7) 南北断面方向の接地圧分布図 (S<sub>s</sub>-1 3)  
(検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)

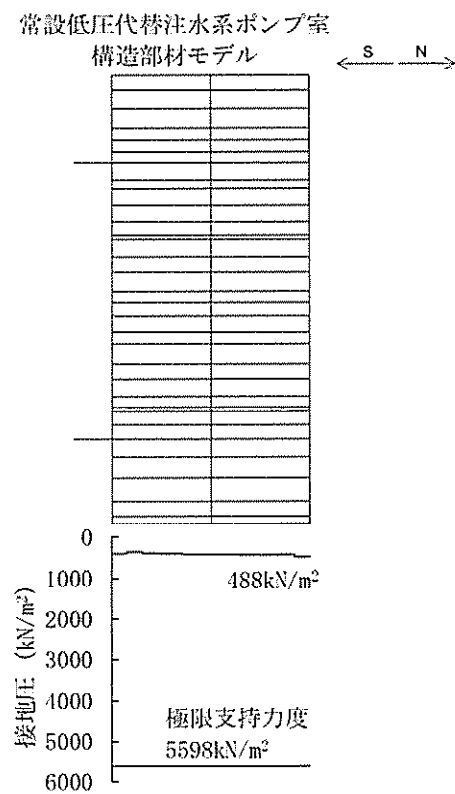


図 9.4-62 (8) 南北断面方向の接地圧分布図 (S<sub>s</sub>-1 4)  
(検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)



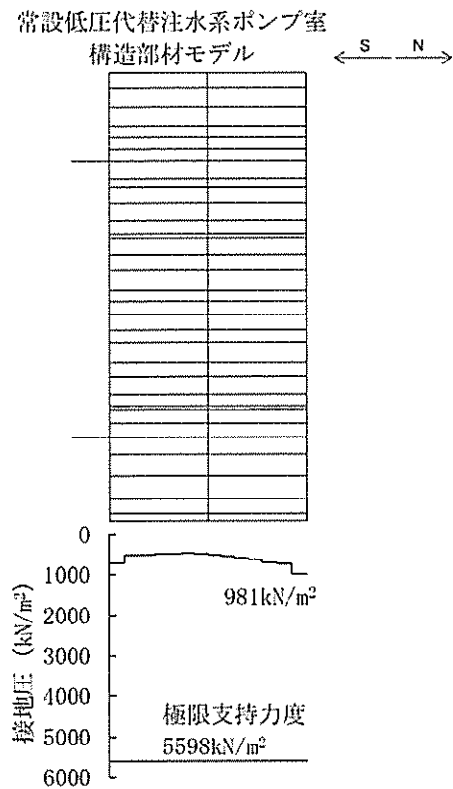


図 9.4-62 (9) 南北断面方向の接地圧分布図 (S<sub>s</sub>-2 1)  
(検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)

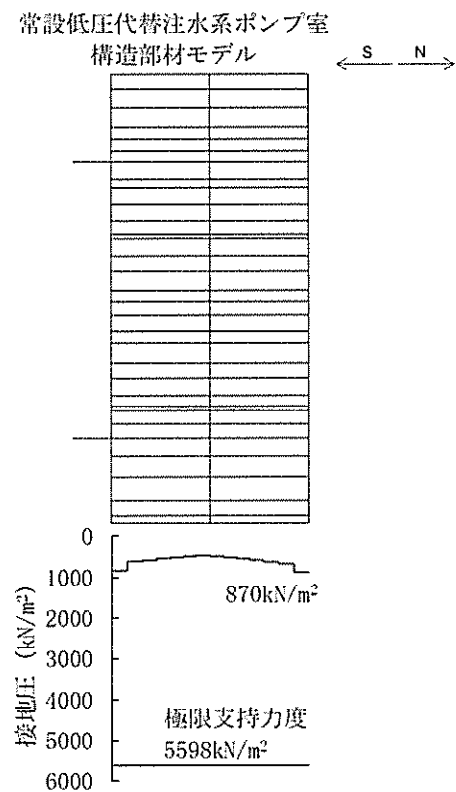


図 9.4-62 (10) 南北断面方向の接地圧分布図 (S<sub>s</sub>-2 2)  
(検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)



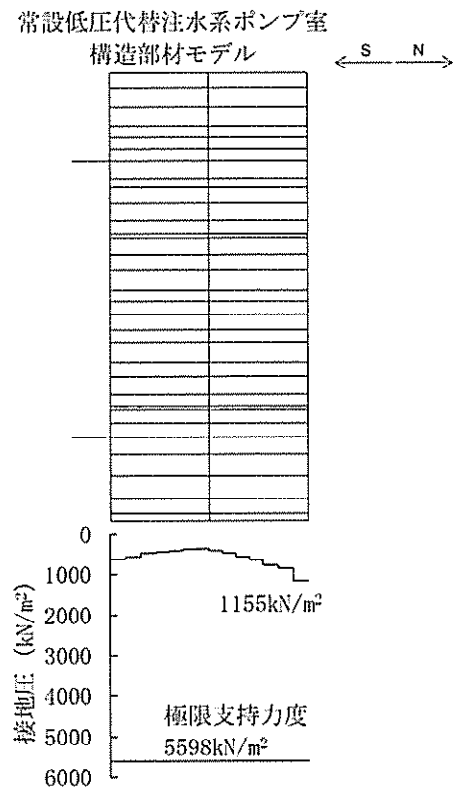


図 9.4-62 (11) 南北断面方向の接地圧分布図 ( $S_s - 3.1 [H+, V+]$ )  
(検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)

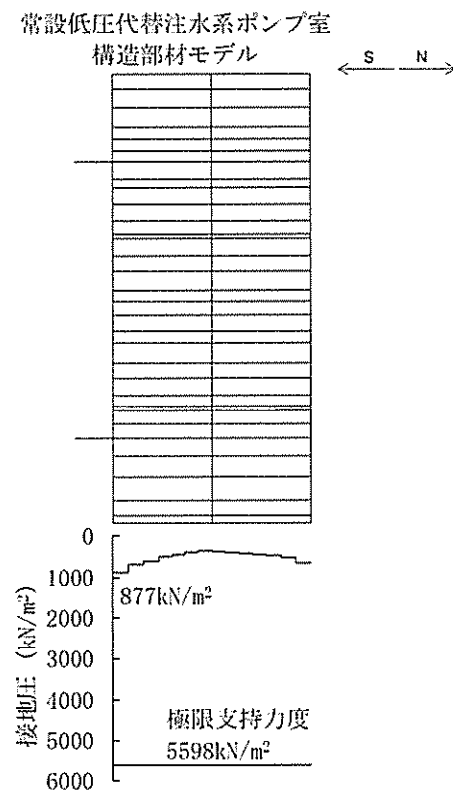


図 9.4-62 (12) 南北断面方向の接地圧分布図 ( $S_s - 3.1 [H-, V+]$ )  
(検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)



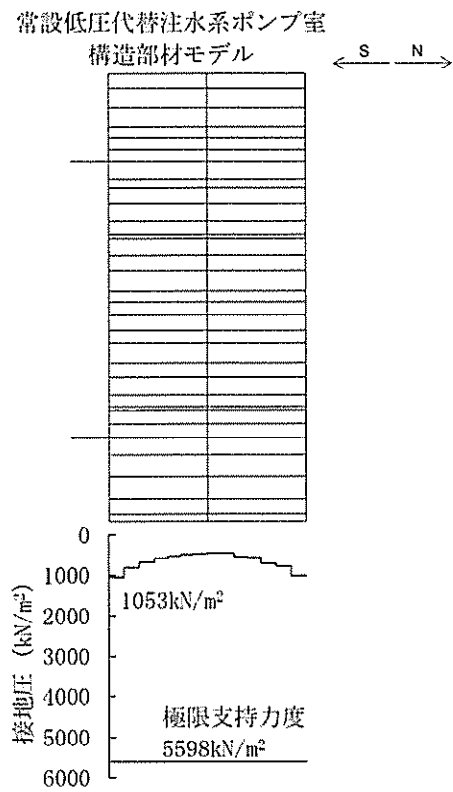


図 9.4-62 (13) 南北断面方向の接地圧分布図 ( $S_s-D1$  [H+, V+])  
(検討ケース②: 地盤物性のばらつきを考慮 (+1 $\sigma$ ) した解析ケース)

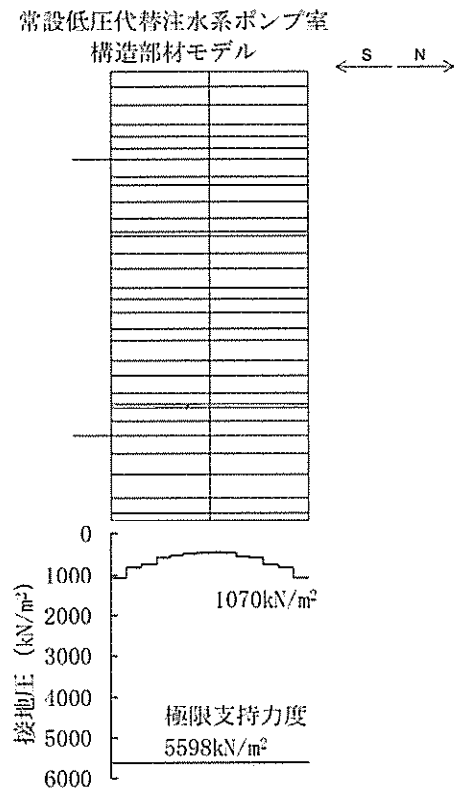


図 9.4-62 (14) 南北断面方向の接地圧分布図 ( $S_s-D1$  [H+, V+])  
(検討ケース③: 地盤物性のばらつきを考慮 (-1 $\sigma$ ) した解析ケース)



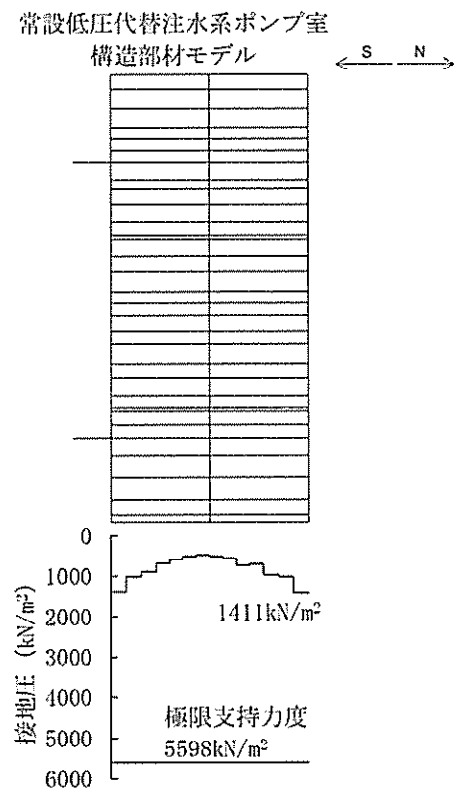


図 9.4-62 (15) 南北断面方向の接地圧分布図 (S<sub>s</sub>-D 1 [H+, V+])  
(検討ケース④：敷地に存在しない豊浦標準砂の液状化強度特性により  
地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース)

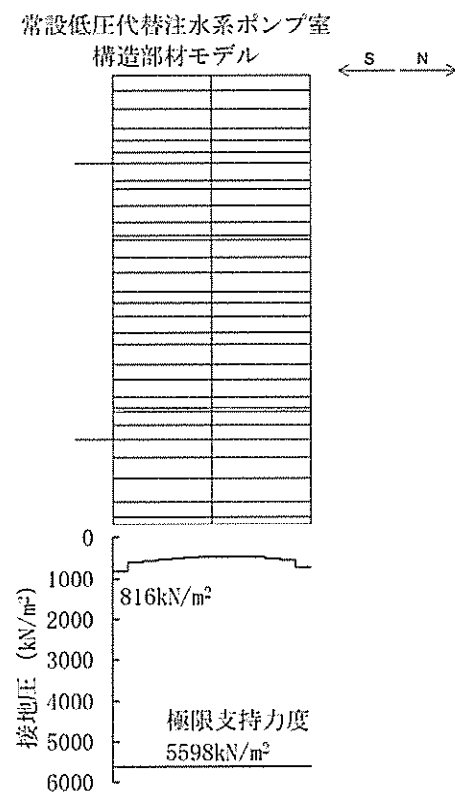


図 9.4-62 (16) 南北断面方向の接地圧分布図 (S<sub>s</sub>-D 1 [H+, V+])  
(検討ケース⑤：原地盤において非液状化の条件を仮定した解析ケース)



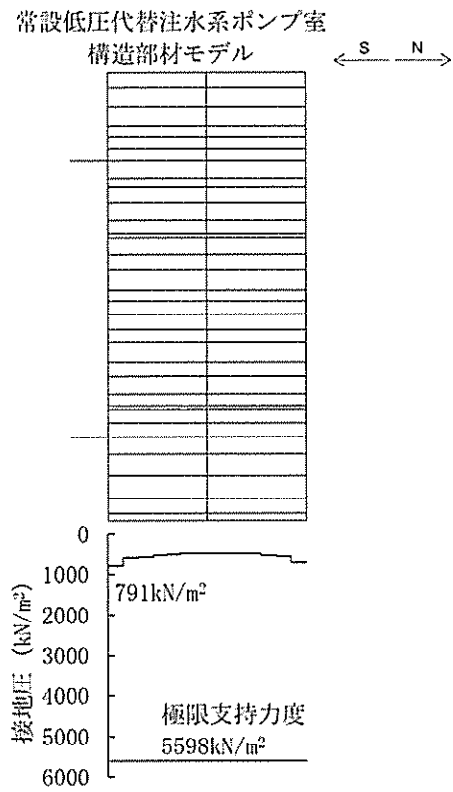


図 9.4-62 (17) 南北断面方向の接地圧分布図 (S<sub>s</sub>-D 1 [H+, V+])  
(検討ケース⑥: 地盤物性のばらつきを考慮 (+1σ) して  
非液状化の条件を仮定した解析ケース)



## 9.5 まとめ

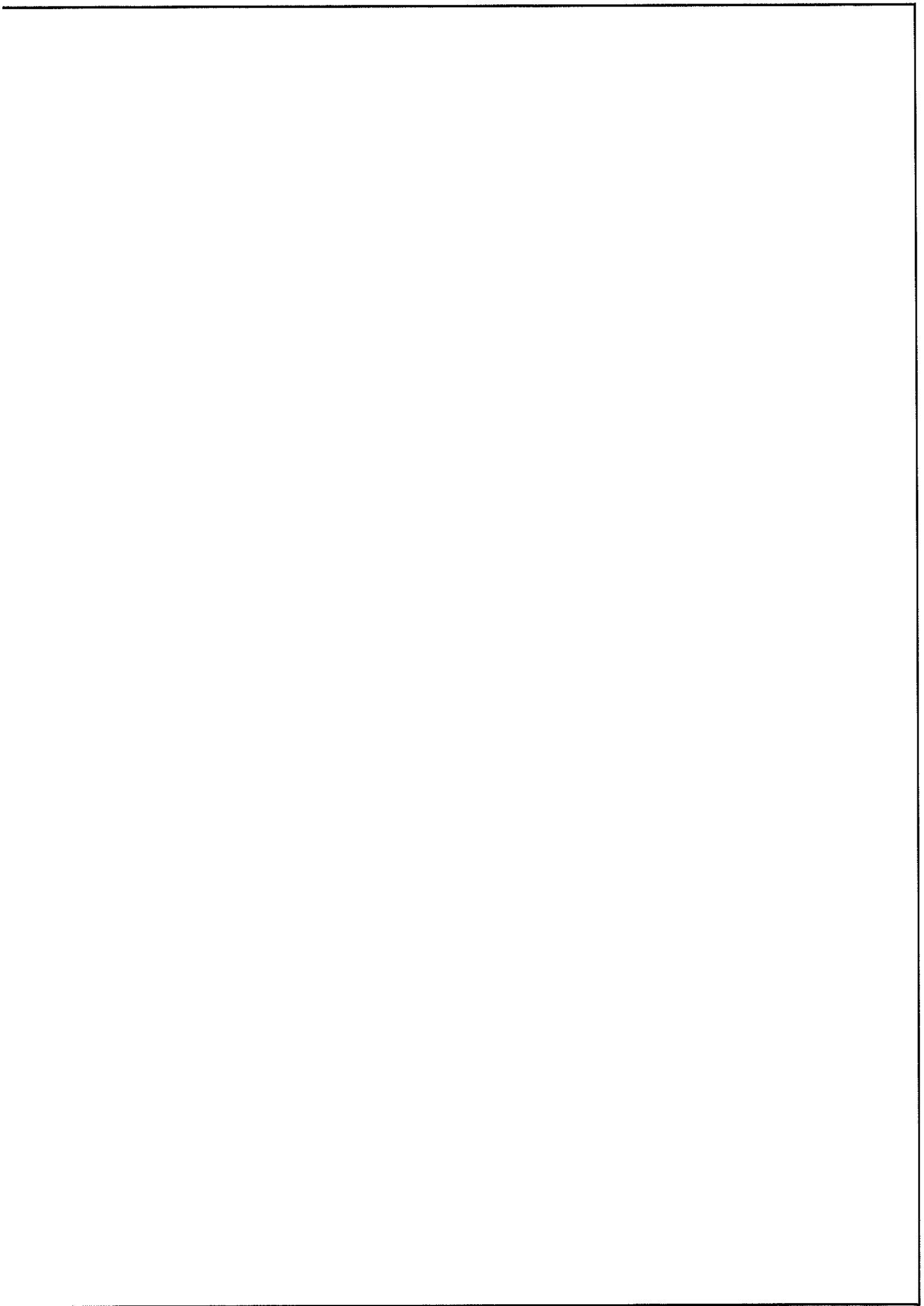
常設低圧代替注水系ポンプ室について、基準地震動  $S_0$  による地震力に対し、構造部材に発生する曲げ軸力及びせん断力、並びに接地圧が許容限界以下であることを確認した。

以上のことから、常設低圧代替注水系ポンプ室は、基準地震動  $S_0$  による地震力に対して、要求機能を維持できる。



## 9.6 概略配筋図







代替注水系ポンプ室の耐震安全性評価に関する参考資料



## 1 減衰の設定について

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

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

固有値解析による刺激係数及びモード図を図 9-1 に示す。また、設定した Rayleigh 減衰を図 9-2 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。

構造物の 1 次モードについては、刺激係数を勘案し構造系がせん断変形しているモードに着目することにより選定している。

なお、初期減衰定数は、地盤については 1%（解析における減衰は、ひずみが大きい領域では履歴減衰が支配的となる。そのため、解析上の安定のためになるべく小さい値として 1%を採用している。）とする。また、線形材料としてモデル化するコンクリートについては 5%（J E A G 4 6 0 1 -1987）とする。



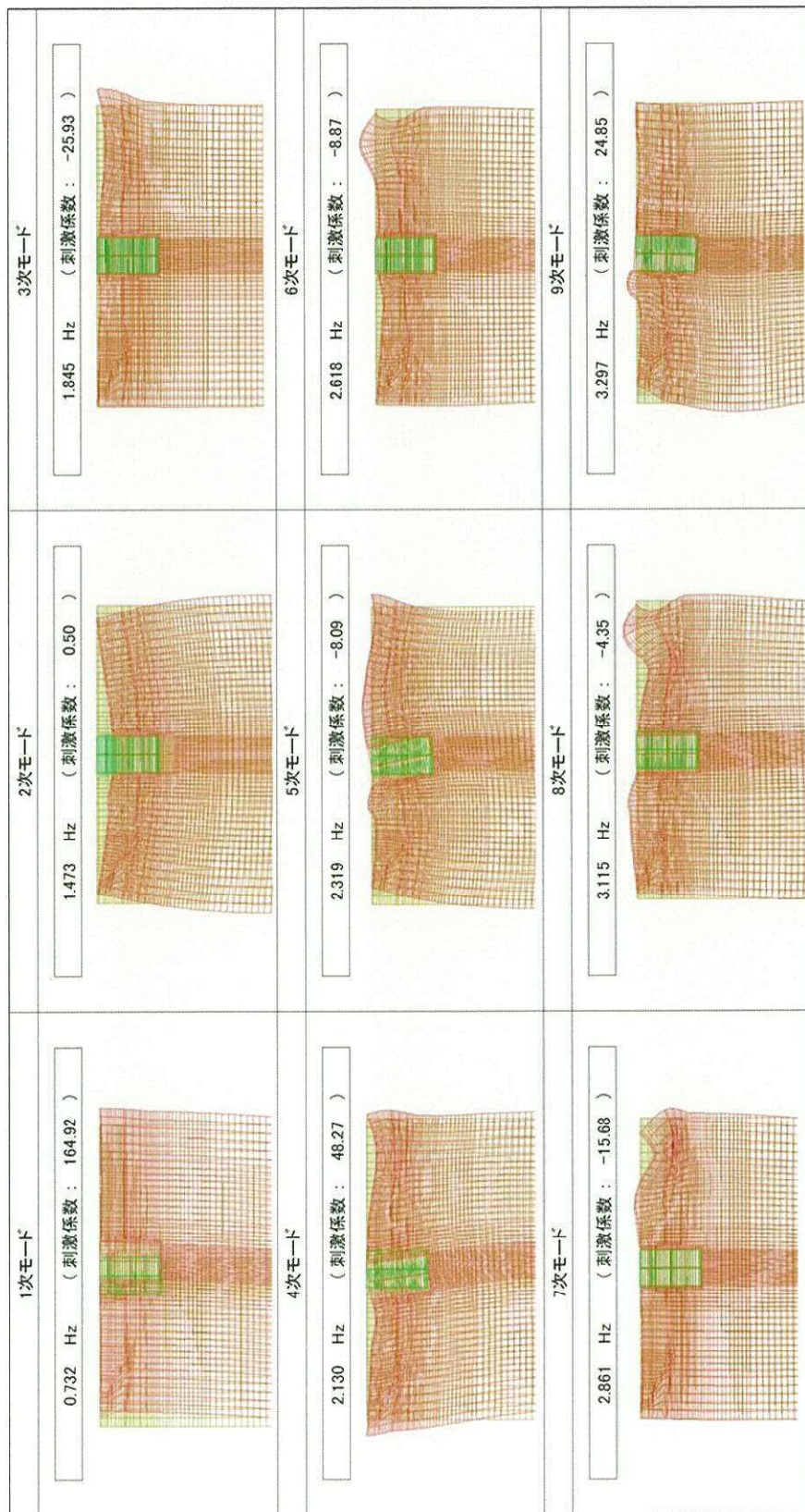


図 9-1 (1) 代替注水系ポンプ室の固有値解析結果  
(東西方向断面)

(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)



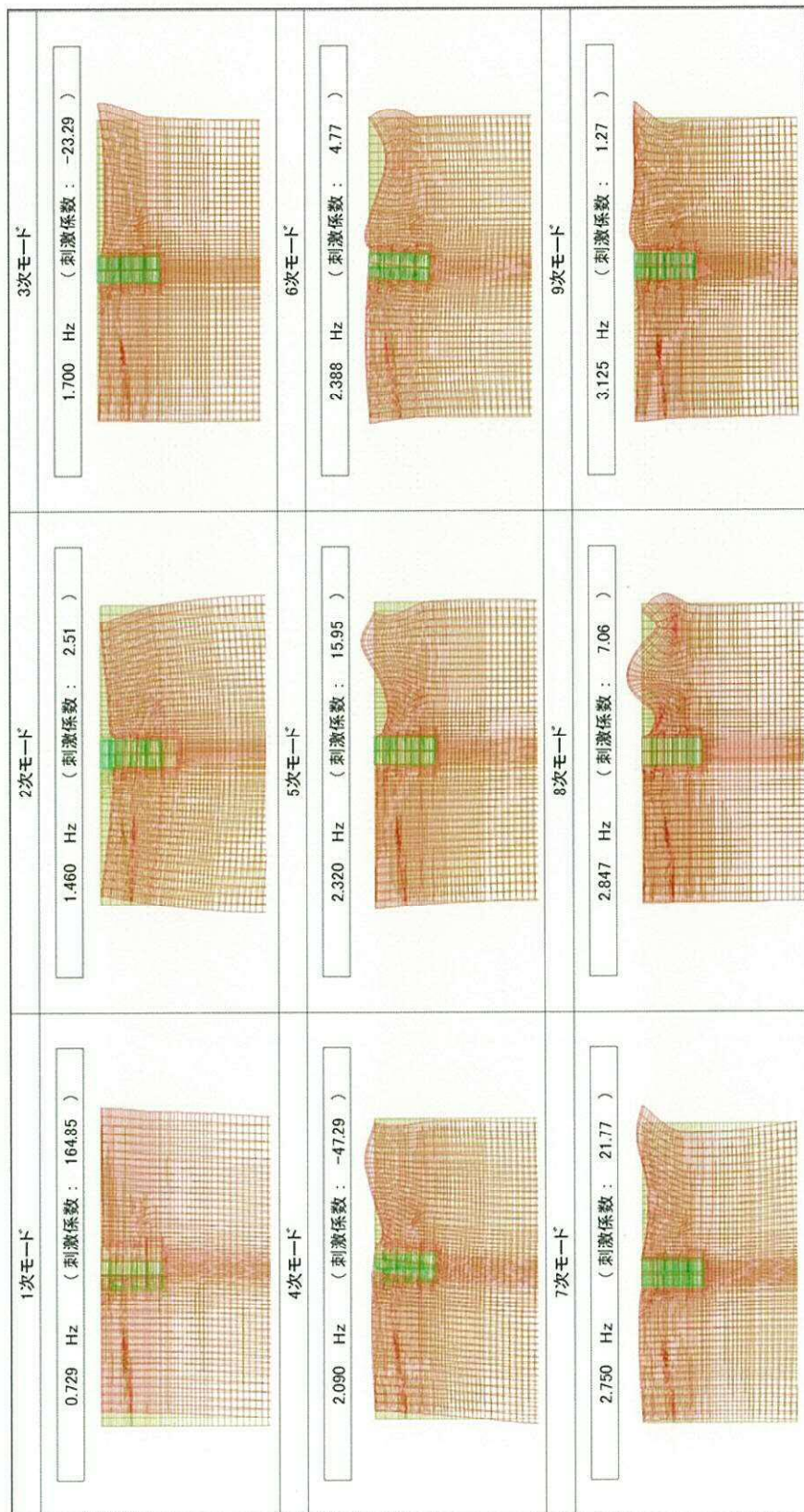


図 9-1 (2) 代替注水系ポンプ室の固有値解析結果

(南北方向断面)

(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)



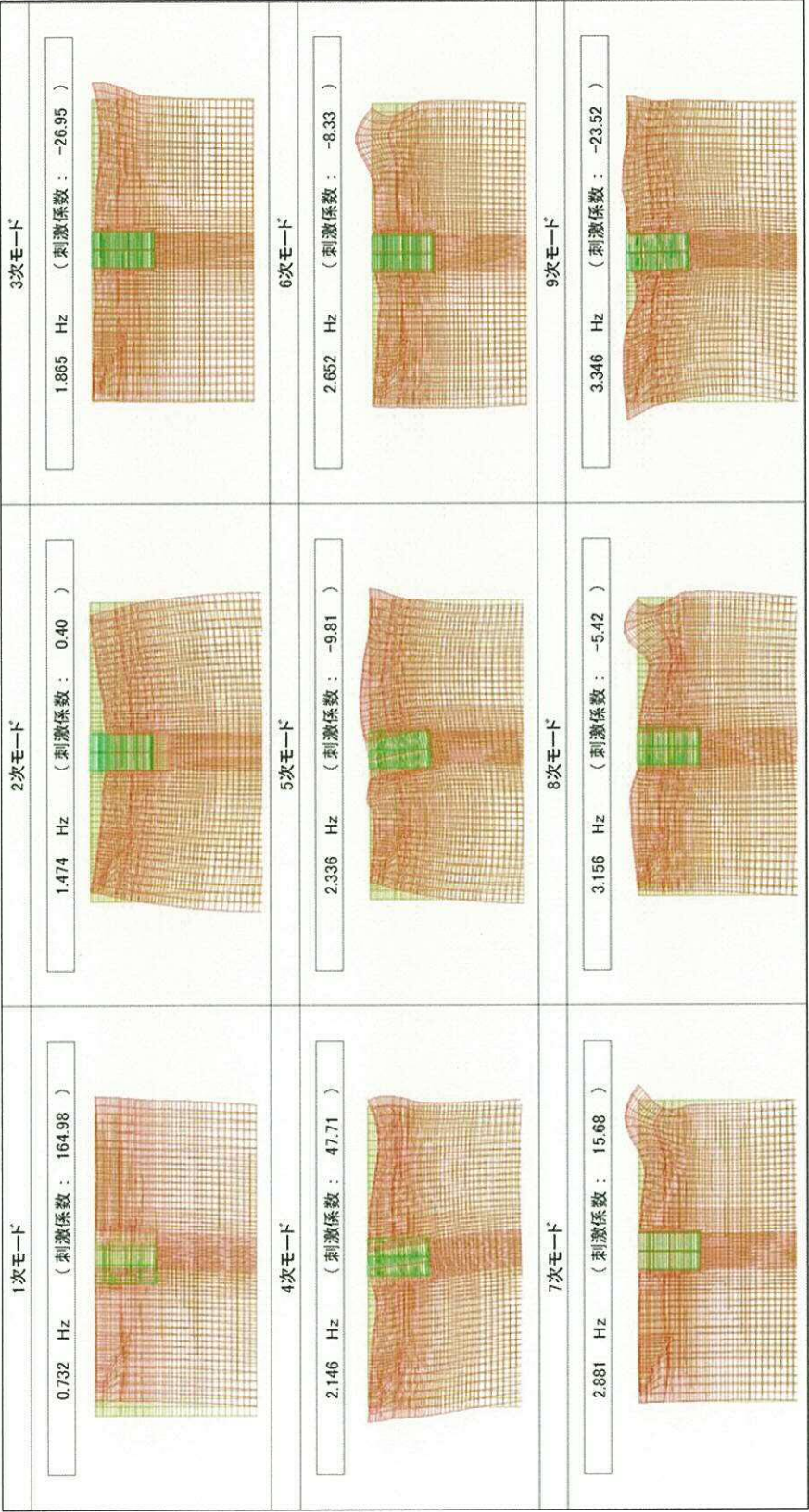


図 9-1 (3) 代替注水系ポンプ室の固有値解析結果  
(東西方向断面)  
(検討ケース②：地盤物性のばらつきを考慮 (+1σ) した解析ケース)



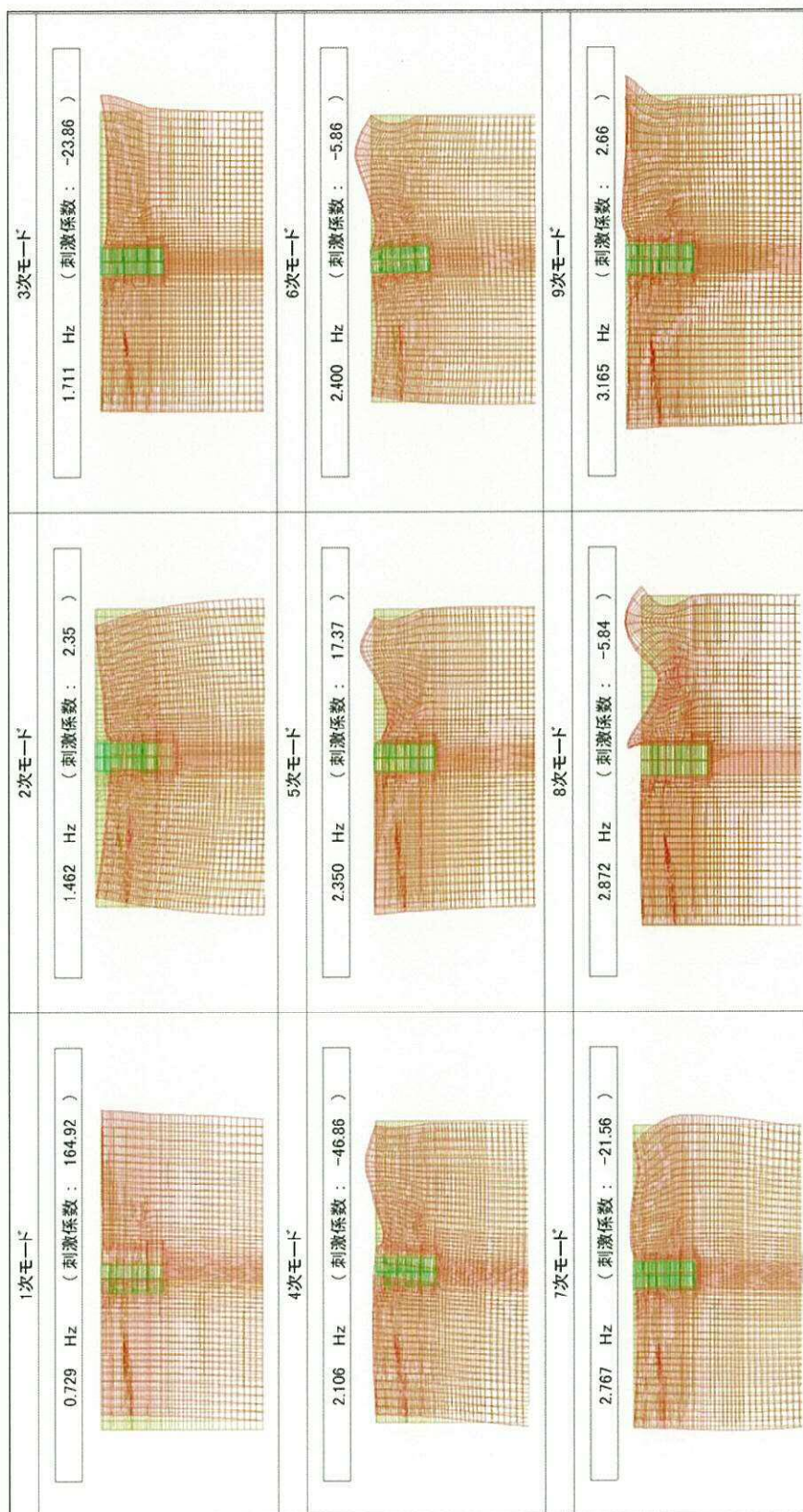


図 9-1 (4) 代替注水系ポンプ室の固有値解析結果  
(南北方向断面)  
(検討ケース② : 地盤物性のばらつきを考慮 ( + 1  $\sigma$  ) した解析ケース)



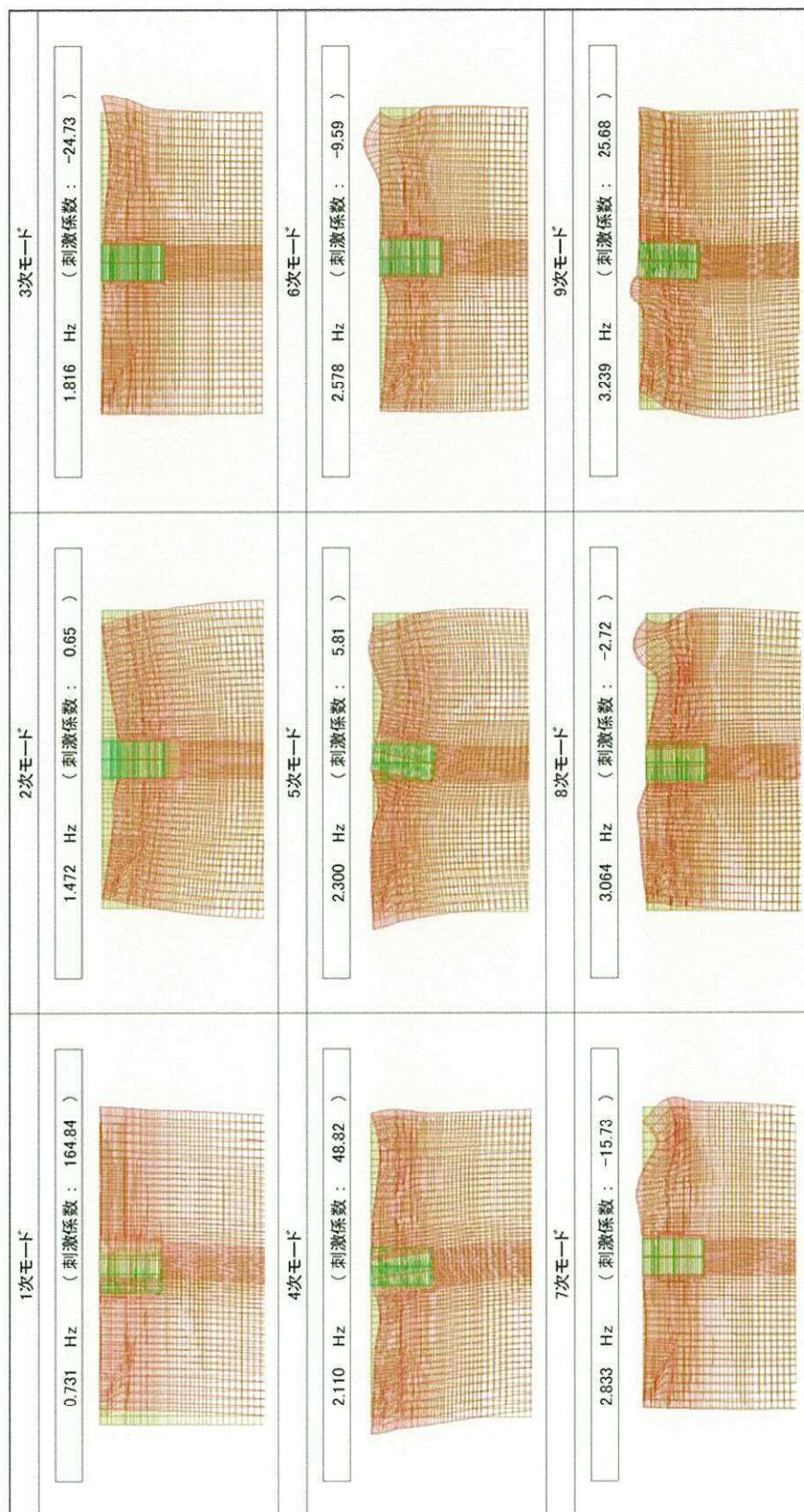


図 9-1 (5) 代替注水系ポンプ室の固有値解析結果

(東西方向断面)

(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)



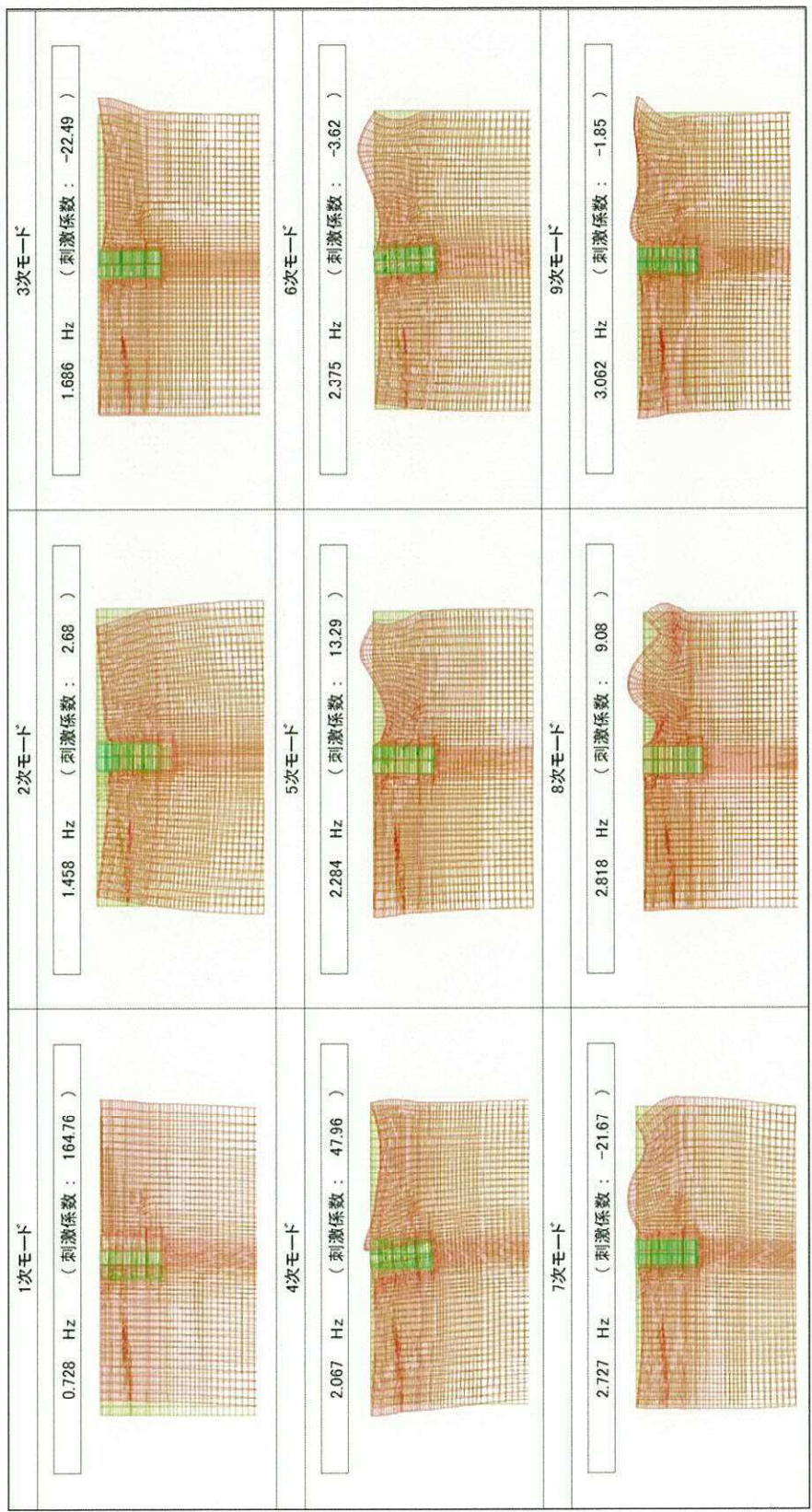


図 9-1 (6) 代替注水系ポンプ室の固有値解析結果  
 (南北方向断面)  
 (検討ケース③: 地盤物性のばらつきを考慮 (-1  $\sigma$ ) した解析ケース)



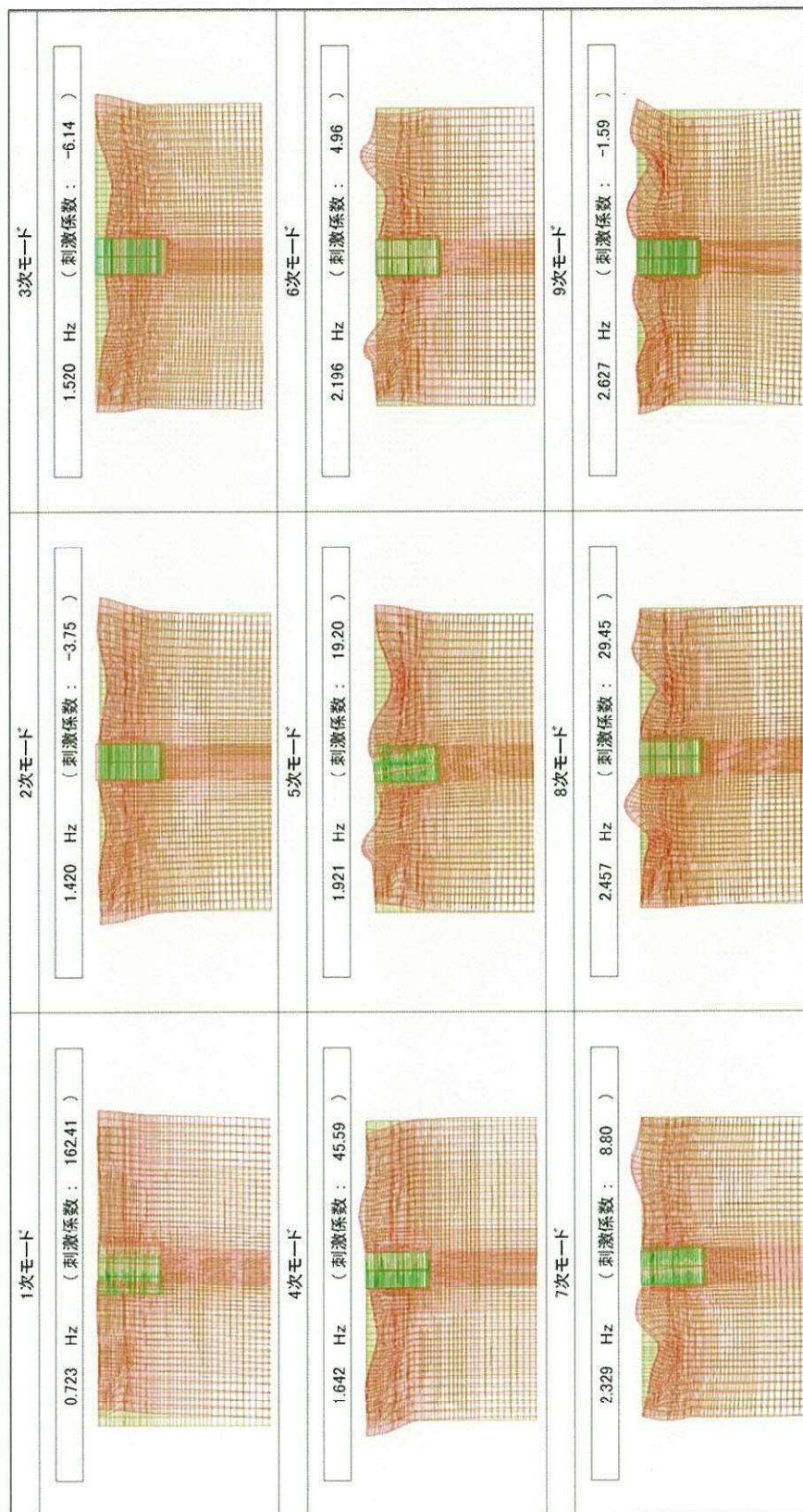


図 9-1 (7) 代替注水系ポンプ室の固有値解析結果  
(東西方向断面)

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



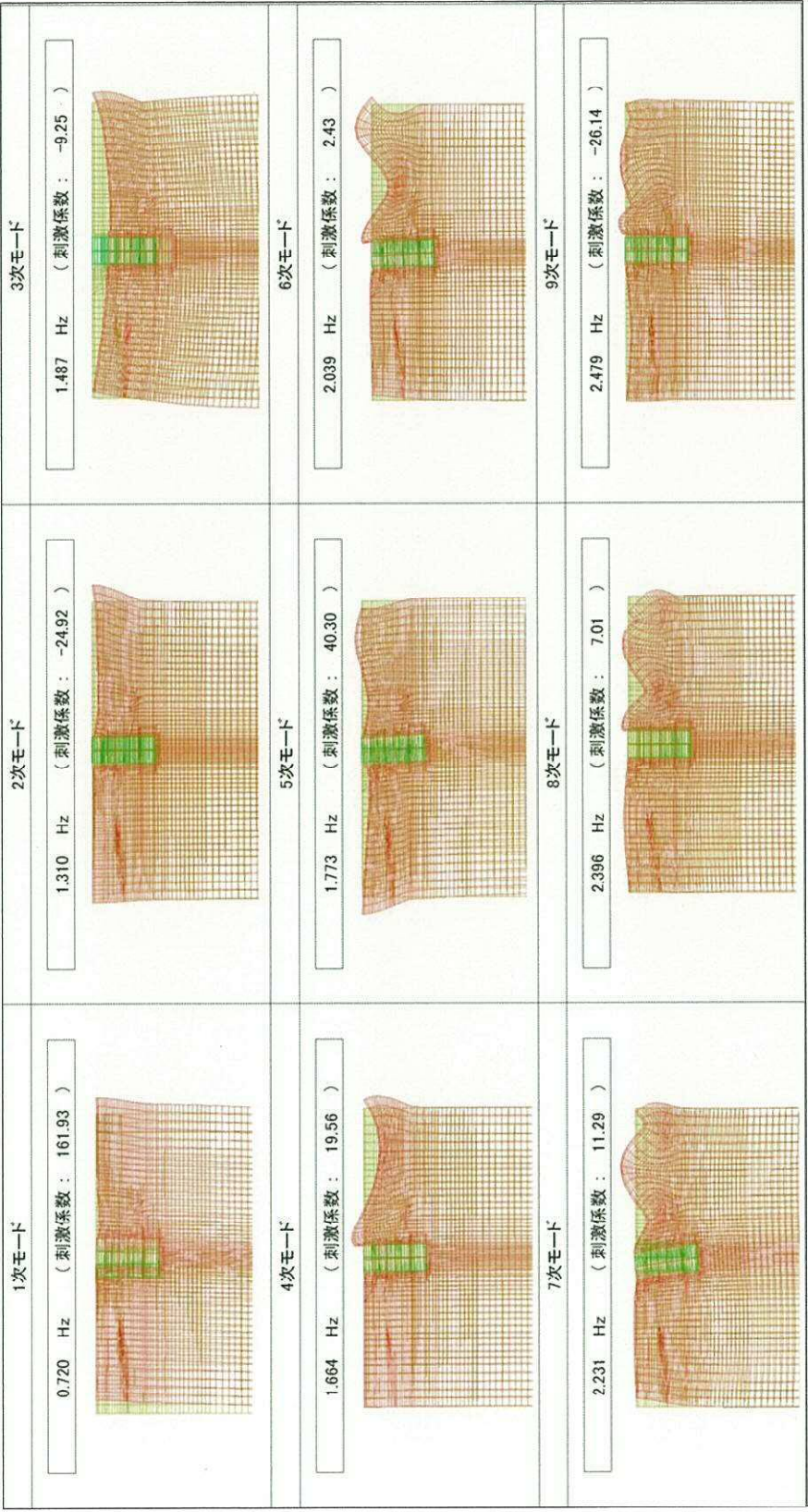


図 9-1 (8) 代替注水系ポンプ室の固有値解析結果  
(南北方向断面)

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



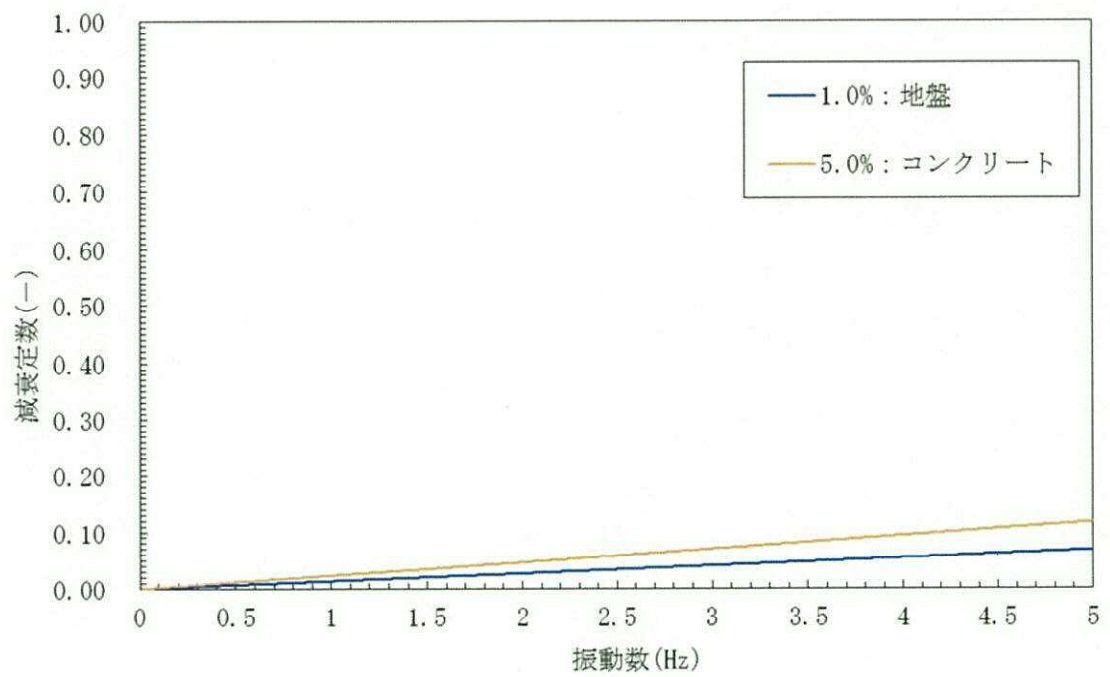


図 9-2 (1) 設定した Rayleigh 減衰 (東西方向断面)  
 (検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)



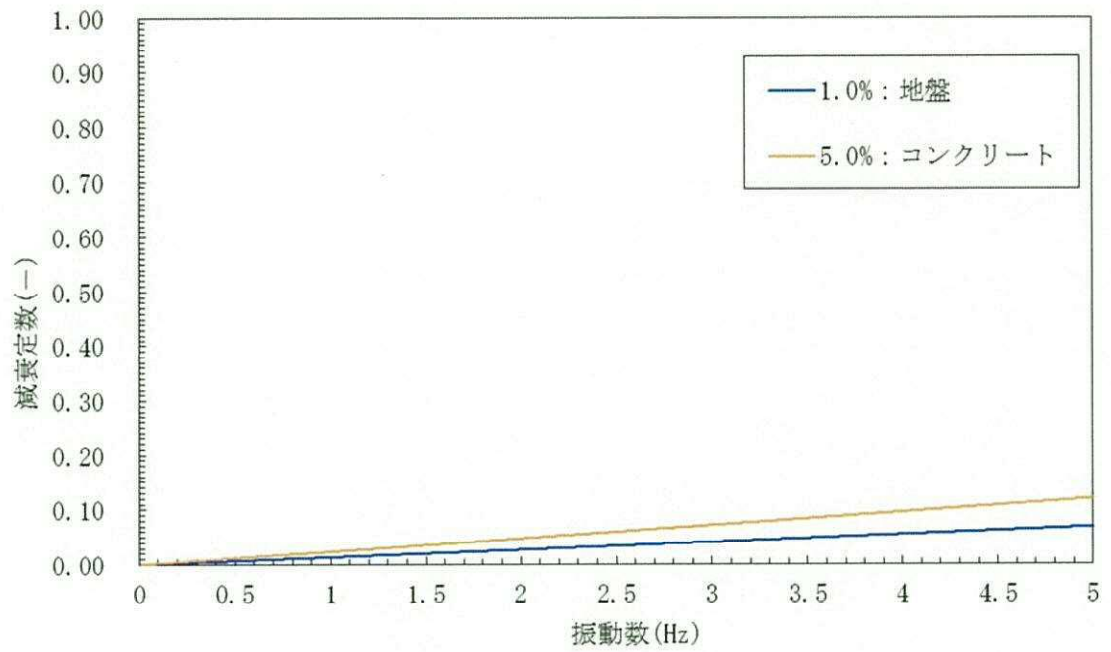


図 9-2 (2) 設定した Rayleigh 減衰 (南北方向断面)  
(検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)



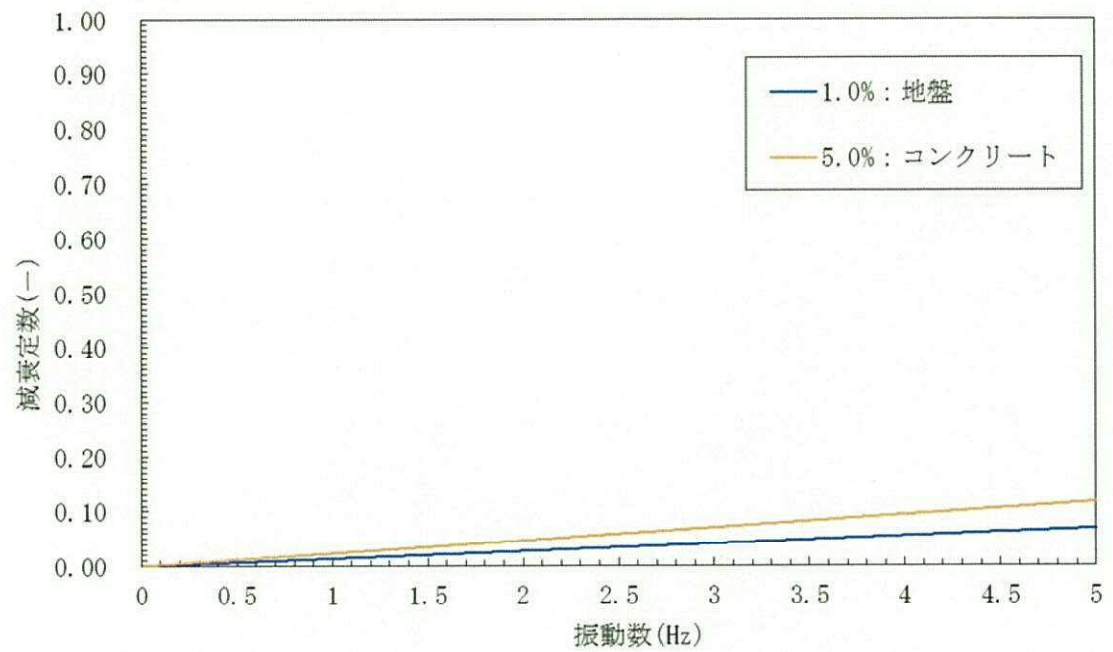


図 9-2 (3) 設定した Rayleigh 減衰 (東西方向断面)  
 (検討ケース②：地盤物性のばらつきを考慮 (+1  $\sigma$ ) した解析ケース)



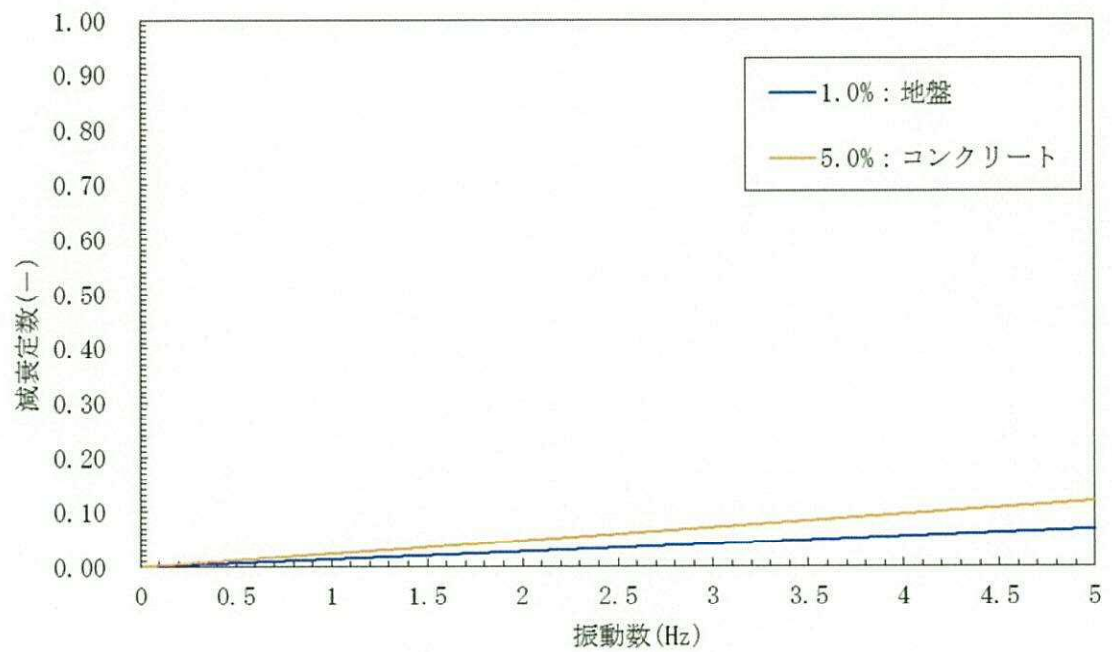


図 9-2 (4) 設定した Rayleigh 減衰 (南北方向断面)  
 (検討ケース②：地盤物性のばらつきを考慮 (+1  $\sigma$ ) した解析ケース)



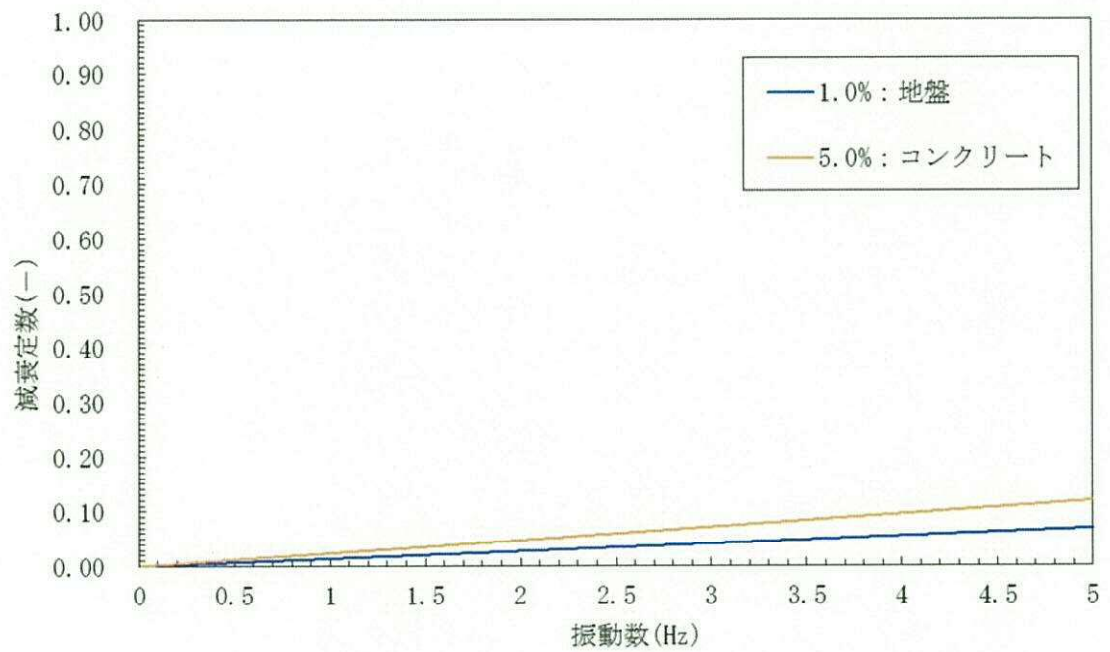


図 9-2 (5) 設定した Rayleigh 減衰 (東西方向断面)  
 (検討ケース③：地盤物性のばらつきを考慮 ( $-1\sigma$ ) した解析ケース)



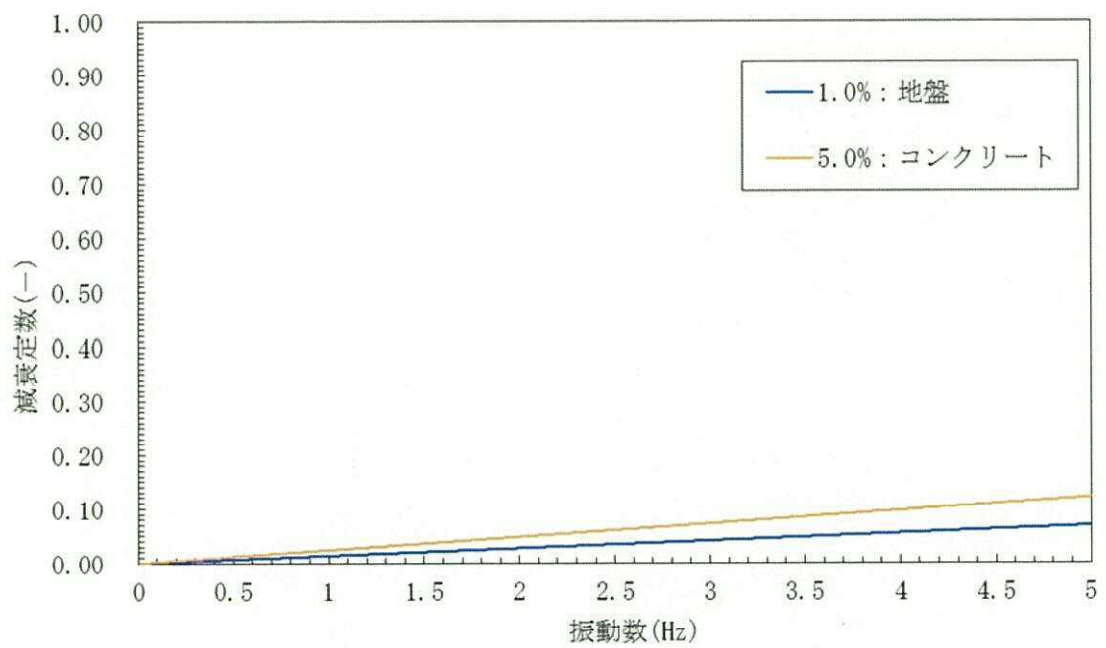


図 9-2 (6) 設定した Rayleigh 減衰 (南北方向断面)  
 (検討ケース③ : 地盤物性のばらつきを考慮 ( $-1\sigma$ ) した解析ケース)



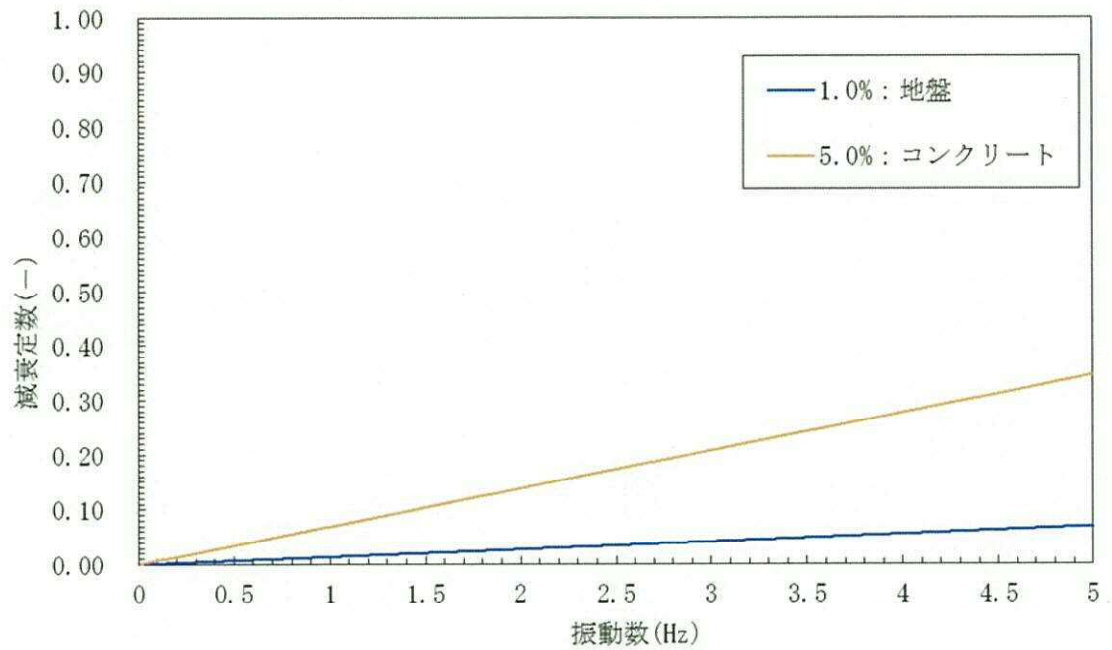


図 9-2 (7) 設定した Rayleigh 減衰 (東西方向断面)  
 (検討ケース④：敷地に存在しない豊浦標準砂の液状化強度特性により  
 地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース)



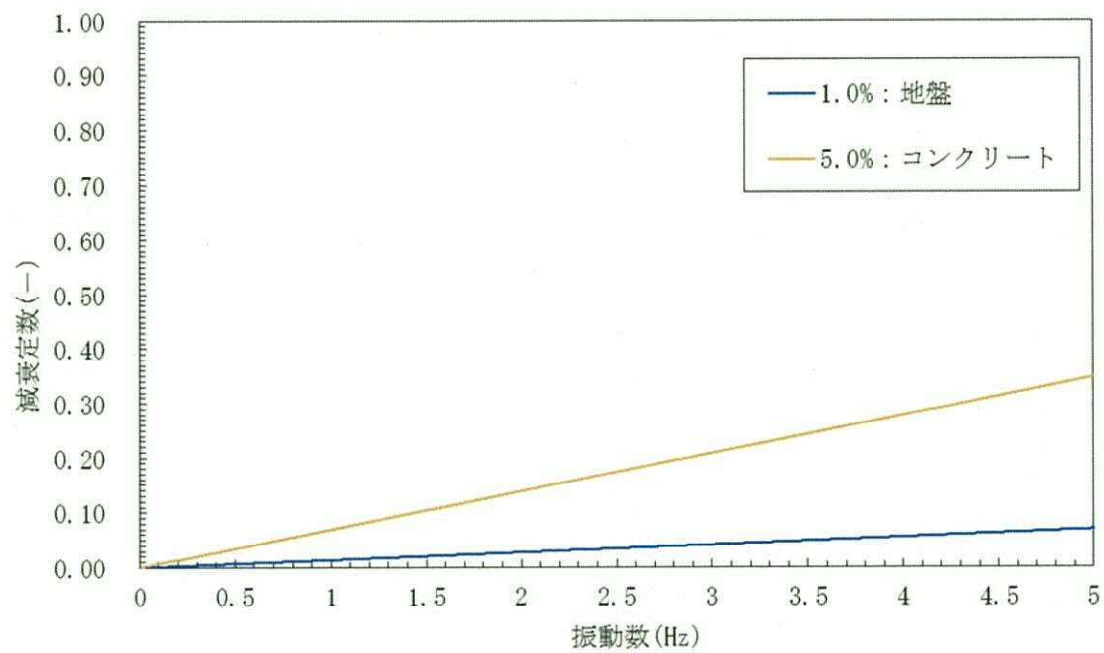


図 9-2 (8) 設定した Rayleigh 減衰 (南北方向断面)  
 (検討ケース④：敷地に存在しない豊浦標準砂の液状化強度特性により  
 地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース)



## 2 水平二方向及び鉛直方向地震力に対する検討

### 2.1 検討方針

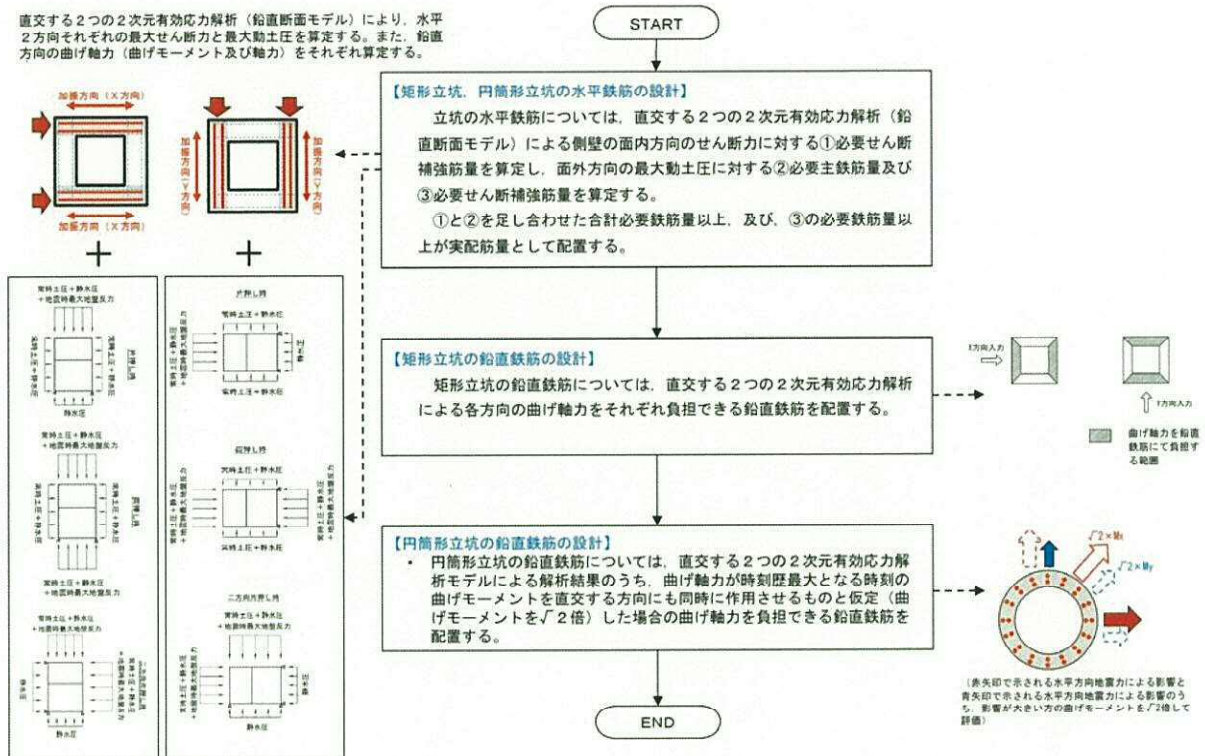


図9-3 水平二方向及び鉛直方向地震力に対する検討フロー

図9-3に水平二方向及び鉛直方向地震力に対する検討フローを示す。

立坑の水平鉄筋については、直交する2断面の2次元有効応力解析（鉛直断面モデル）による側壁の面内方向のせん断力に対する、①必要せん断補強筋量を算定する。

また、面外方向の最大動土圧に対する、②必要主鉄筋量及び③必要せん断補強筋量を算定する。

①と②を足し合わせた合計必要鉄筋量以上及び③の必要鉄筋量以上を実配筋量として配置する。

立坑の鉛直鉄筋については、直交する2断面の2次元有効応力解析による各方向の曲げモーメント及び軸力をそれぞれ負担できる鉛直鉄筋を配置する。



## 2.1.1 鉛直断面の検討方針

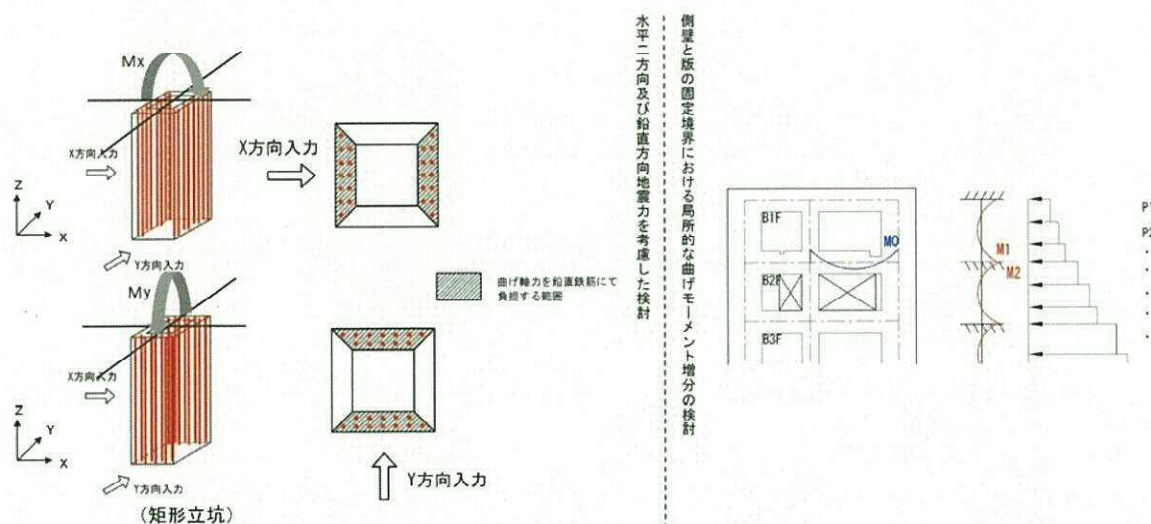


図 9-4 水平二方向及び鉛直方向地震力に対する鉛直断面の検討方針

図 9-4 に水平二方向及び鉛直方向地震力に対する鉛直断面の検討方針を示す。

各 2 次元鉛直断面モデルにより得られる曲げモーメント及び軸力に対して、鉛直鉄筋に発生する引張応力度（ $\sigma_{v1}$ ）を求める。このとき、曲げの方向に対し矩形フランジ部に配置される鉛直鉄筋のみを有効としている。X 方向、Y 方向から作用する曲げモーメントを負担する部位が異なるため、それぞれの方向を独立して受け持つことができる。

さらなる検討として、境界条件を固定境界とした版解析において固定境界に発生する曲げモーメント（ $M_0$ ）と、側壁の固定境界に発生する曲げモーメント（ $M_1$ または $M_2$ ）を足し合わせた、 $M_0 + \max(M_1, M_2)$  に対し、鉛直鉄筋に発生する引張応力度（ $\sigma_{v2}$ ）を求める。

上記より求めた鉛直鉄筋の引張応力度（ $\sigma_{v1} + \sigma_{v2}$ ）が許容限界以下であることを確認する。



## 2.1.2 水平断面の検討方針

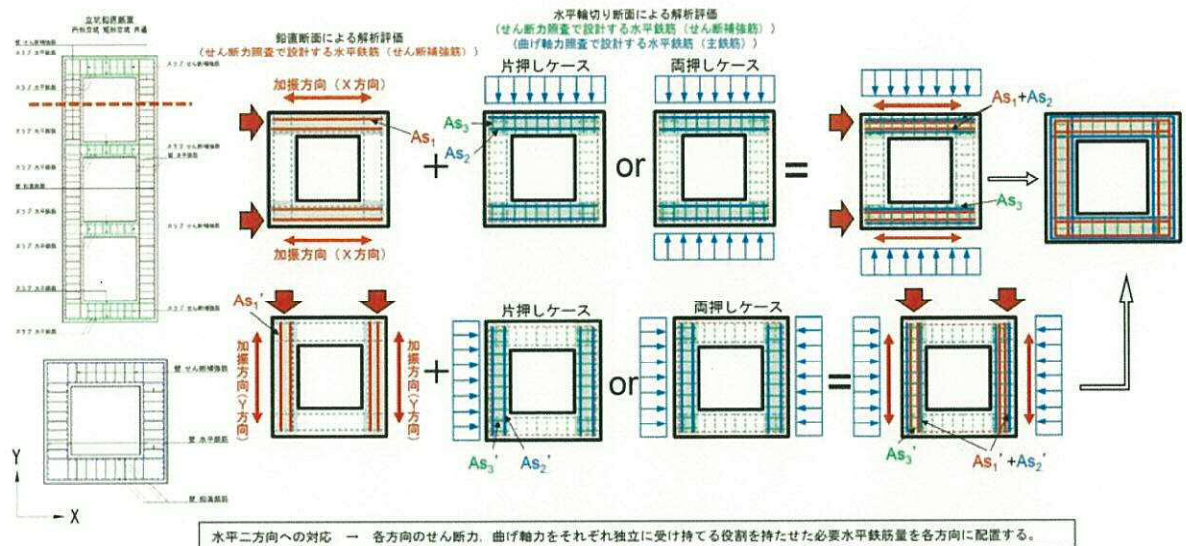


図 9-5 水平二方向及び鉛直方向地震力に対する水平断面の検討方針

図 9-5 に水平二方向及び鉛直方向地震力に対する水平断面の検討方針を示す。

立坑の水平鉄筋は、2次元鉛直断面モデルにより得られるせん断力に対するせん断補強鉄筋であるとともに、水平断面設計において地震時地盤反力が作用した場合に側壁に発生する曲げモーメント及び軸力に対する引張鉄筋として機能する。

検討方針として、まず各2次元鉛直断面モデルのX方向及びY方向のせん断力照査における必要水平鉄筋量 ( $A_{s1}$ ) を算定する。

次に水平断面モデルのX方向及びY方向の曲げ軸力照査における必要水平鉄筋量 ( $A_{s2}$ ) を算定する。

上記で算定された必要水平鉄筋量を足し合わせた合計必要水平鉄筋量 ( $A_{s1} + A_{s2}$ ) 以上をX方向及びY方向に配置する。

これと共に、水平断面解析モデルにおいて地震時地盤反力を作用させたときに発生する面外せん断力に対しては、水平断面解析モデルにおけるせん断力照査で設計するせん断補強筋 ( $A_{s3}$ ) を配置する。



## 2.2 評価結果

### 2.2.1 鉛直断面の評価結果

表 9-1 に鉛直断面の評価結果を示す。X 方向、Y 方向それぞれで最大の照査値を示す階層、解析ケース及び基準地震動での評価結果を示す。

表 9-1 (1) 鉛直断面のコンクリートの曲げ軸力に対する評価結果

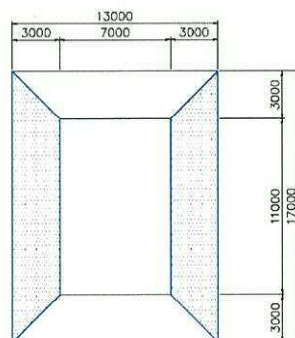
	評価位置			断面性状			鉄筋仕様 (鉛直鉄筋)	発生断面力		圧縮 応力度 $\sigma_c$ (N/mm <sup>2</sup> )	短期許容 応力度 $\sigma_{ca}$ (N/mm <sup>2</sup> )	照査値 $\sigma_c / \sigma_{ca}$	検討ケース
				部材幅	部材高	有効高さ		曲げモーメント	軸力				
				b (mm)	h (mm)	d (mm)		(kN・m/m)	(kN/m)				
X方向	B4F	有効応力解析	$\sigma_{v1}$	17000	13000	11688	2-D51@200 D3S@200	1666568	102855	5.09	21.0	0.25	④S <sub>s</sub> -D1 (H+, V+)
		拘束効果による曲げ	$\sigma_{v2}$	1000	3000	2676	2-D51@200 D3S@200	7105	—	4.14	21.0	0.20	④S <sub>s</sub> -D1 (H+, V+)
		合計	$\sigma_{v1} + \sigma_{v2}$	—	—	—	—	—	—	9.23	21.0	0.44	④S <sub>s</sub> -D1 (H+, V+)
Y方向	B4F	有効応力解析	$\sigma_{v1}$	13000	17000	15790	2-D51@200	1420143	79310	4.11	21.0	0.20	④S <sub>s</sub> -D1 (H+, V+)
		拘束効果による曲げ	$\sigma_{v2}$	1000	3000	2725	2-D51@200	5928	—	3.76	21.0	0.18	④S <sub>s</sub> -D1 (H+, V+)
		合計	$\sigma_{v1} + \sigma_{v2}$	—	—	—	—	—	—	7.87	21.0	0.38	④S <sub>s</sub> -D1 (H+, V+)

表 9-1 (2) 鉛直断面の鉄筋の曲げ軸力に対する評価結果

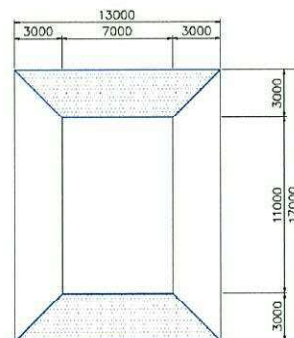
	評価位置			断面性状			鉄筋仕様 (鉛直鉄筋)	発生断面力		引張 応力度 $\sigma_s$ (N/mm <sup>2</sup> )	短期許容 応力度 $\sigma_{sa}$ (N/mm <sup>2</sup> )	照査値 $\sigma_s / \sigma_{sa}$	検討ケース
				部材幅	部材高	有効高さ		曲げモーメント	軸力				
				b (mm)	h (mm)	d (mm)		(kN・m/m)	(kN/m)				
X方向の 鉛直鉄筋	B4F	有効応力解析	$\sigma_{v1}$	17000	13000	11688	2-D51@200 D3S@200	1666568	102855	163	435	0.38	④S <sub>s</sub> -D1 (H+, V+)
		拘束効果による曲げ	$\sigma_{v2}$	1000	3000	2676	2-D51@200 D3S@200	7105	—	124	435	0.29	④S <sub>s</sub> -D1 (H+, V+)
		合計	$\sigma_{v1} + \sigma_{v2}$	—	—	—	—	—	—	287	435	0.66	④S <sub>s</sub> -D1 (H+, V+)
Y方向の 鉛直鉄筋	B4F	有効応力解析	$\sigma_{v1}$	13000	17000	15790	2-D51@200	1420143	79310	154	435	0.36	④S <sub>s</sub> -D1 (H+, V+)
		拘束効果による曲げ	$\sigma_{v2}$	1000	3000	2725	2-D51@200	5928	—	125	435	0.29	④S <sub>s</sub> -D1 (H+, V+)
		合計	$\sigma_{v1} + \sigma_{v2}$	—	—	—	—	—	—	279	435	0.65	④S <sub>s</sub> -D1 (H+, V+)



X 方向



Y 方向





### 2.2.2 水平断面の評価結果

表 9-2 に水平断面の評価結果を示す。X 方向，Y 方向それぞれで最大の照査値を示す階層，解析ケース及び基準地震動での評価結果を示す。



表 9-2 (1) 水平鉄筋の鉛直せん断力に対する評価結果 ( $A_{s1}$ )

	評価位置	断面性状			鉄筋量 (せん断補強筋) $A_{s1}$ ( $\text{mm}^2/\text{m}$ )	発生 せん断力 $V$ ( $\text{kN/m}$ )	短期許容 せん断力 $V_u$ ( $\text{kN/m}$ )	照査値 $V/V_u$	検討ケース
		部材幅 $b$ (mm)	部材高 $h$ (mm)	有効高さ $d$ (mm)					
X方向の水平鉄筋	B3F	6000	13000	11708	10101	110598	148602	0.75	④ $S_s-D1$ (H+, V+)
Y方向の水平鉄筋	B3F	6000	17000	15798	4545	98045	108931	0.90	④ $S_s-D1$ (H+, V+)

X 方向実配筋: D51@200+D41@200 ( $A_s=16835\text{mm}^2$ )Y 方向実配筋: D51@200+D41@200 ( $A_s=16835\text{mm}^2$ )

表 9-2 (2) 水平断面のコンクリートの曲げ軸力に対する評価結果

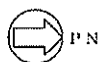
	設計断面	決定ケース			断面性状			鉄筋量 (引張鉄筋) A <sub>s</sub> (mm <sup>2</sup> /m)	発生断面力		圧縮 応力度 σ <sub>c</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	短期許容 応力度 σ <sub>ca</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	照査値 σ <sub>c</sub> /σ <sub>ca</sub>	検討ケース
		地震時荷重		常時 土水圧	部材幅 b (mm)	部材高 h (mm)	有効高さ d (mm)		曲げモーメント (kN・m/m)	軸力 (kN/m)				
		載荷方法	方向											
X方向	B4F	二方向 片押し	↓↑	最小	1000	3000	2650	12162	14753	10195	13.73	21.0	0.66	④S <sub>s</sub> -D1 (H+, V-)
Y方向	B4F	両押し	→←	最小	1000	3000	2650	22195	20317	1337	13.58	21.0	0.65	④S <sub>s</sub> -D1 (H-, V-)

X 方向実配筋: 3-D51@200 ( $A_s=30405\text{mm}^2$ )Y 方向実配筋: 3-D51@200 ( $A_s=30405\text{mm}^2$ )表 9-2 (3) 水平鉄筋の曲げ軸力に対する評価結果 ( $A_{s2}$ )

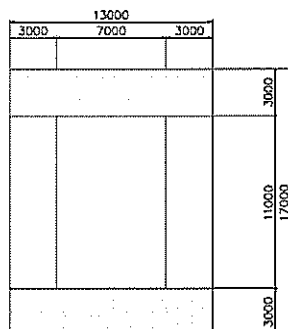
	設計断面	決定ケース			断面性状			鉄筋量 (引張鉄筋) $A_{s2}$ ( $\text{mm}^2/\text{m}$ )	発生断面力		引張 応力度 $\sigma_s$ ( $\text{N}/\text{mm}^2$ )	短期許容 応力度 $\sigma_{sa}$ ( $\text{N}/\text{mm}^2$ )	照査値 $\sigma_s/\sigma_{sa}$	検討ケース
		地震時荷重		常時 土水圧	部材幅 $b$ (mm)	部材高 $h$ (mm)	有効高さ $d$ (mm)		曲げモーメント ( $\text{kN}\cdot\text{m}/\text{m}$ )	軸力 ( $\text{kN}/\text{m}$ )				
		載荷方法	方向											
X方向の水平鉄筋	B1F, B2F	両押し	↓↑	最小	1000	3000	2800	4054	3520	0	330	435	0.76	④ $S_s-D1$ (H+, V-)
Y方向の水平鉄筋	B4F	両押し	→←	最小	1000	3000	2650	22195	20317	1337	393	435	0.91	④ $S_s-D1$ (H-, V-)

X 方向実配筋: D51@200 ( $A_s=10135\text{mm}^2$ )Y 方向実配筋: 3-D51@200 ( $A_s=30405\text{mm}^2$ )表 9-2 (4) 水平断面のせん断力に対する評価結果 ( $A_{s3}$ )

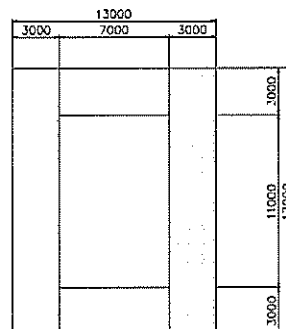
	設計断面	決定ケース			断面性状			鉄筋仕様 (せん断補強筋) As3	発生 せん断力 V (kN/m)	短期許容 せん断力 Vu (kN/m)	照査値 V/Vu	検討ケース
		地震時荷重		常時 土水圧	部材幅 b (mm)	部材高 h (mm)	有効高さ d (mm)					
		載荷方法	方向									
X方向に直交する せん断補強筋	B4F	二方向 片押し	→↓	最小	1000	3000	2650	D22@200×200	4967	7506	0.67	④ Ss-D1 (H+, V-)
Y方向に直交する せん断補強筋	B4F	二方向 片押し	→↓	最大	1000	3000	2650	D25@200×200	6834	9532	0.72	④ Ss-D1 (H-, V-)



X 方向



Y 方向





## 2.2.3 水平鉄筋の配筋量に対する評価結果

### (1) 評価位置及び評価ケースの選定

立坑水平断面の設計においては、各階層で設計に用いる地震時地盤反力が最大となる解析ケース及び基準地震動を選定している。

表 9-3 に評価位置選定結果を示す。地震時地盤反力が最大となる階層において鉛直断面せん断及び水平断面の曲げ軸力照査が厳しくなり、水平鉄筋量が多くなると想定されることから、評価位置は地震時地盤反力が最大となる階層を選定する。選定の結果、B4F が選定された。

エラー！ 参照元が見つかりません。に解析ケース及び基準地震動選定結果を示す。解析ケース及び基準地震動については、上記で選定された階層において鉛直断面のせん断力に対する設計及び水平断面の設計でそれぞれ最大照査値をとる場合の解析ケース及び基準地震動を選定する。

表 9-3 評価位置選定結果

	南北方向			東西方向		
	地盤反力度 (kN/m <sup>2</sup> )	解析 ケース	基準地震動	地盤反力度 (kN/m <sup>2</sup> )	解析 ケース	基準地震動
B1F, B2F	288	④	S <sub>s</sub> -D 1 (H+, V-)	279	④	S <sub>s</sub> -D 1 (H+, V-)
B3F	454	②	S <sub>s</sub> -3 1 (H+, V+)	529	②	S <sub>s</sub> -3 1 (H+, V+)
B4F	1322	④	S <sub>s</sub> -D 1 (H-, V-)	1294	④	S <sub>s</sub> -D 1 (H+, V-)

表 9-4 解析ケース及び基準地震動選定結果

B4F	最大照査値		解析 ケース	基準地震動
鉛直断面せん断	X方向	0.32	④	S <sub>s</sub> -D 1 (H+, V+)
	Y方向	0.21	④	S <sub>s</sub> -D 1 (H+, V+)
水平断面	X方向	0.31	④	S <sub>s</sub> -D 1 (H+, V-)
	Y方向	0.67	④	S <sub>s</sub> -D 1 (H-, V-)

※ 実配筋に対する照査結果



(2)鉛直断面のせん断力に対する必要鉄筋量

鉛直断面のせん断力に対する必要鉄筋量は、以下の式を用いて算定する。

$$\begin{aligned}V_{s-req} &= V - V_{ca} \\ A_{w-req} &= V_{s-req} \cdot s / (\sigma_{sa} \cdot j \cdot d) \\ A_{s1} &= A_{w-req} / n \cdot 1000 / s\end{aligned}$$

ここで、  
 $V_{s-req}$  : せん断補強筋が負担するせん断力  
 $A_{w-req}$  : 1組当たりのせん断補強筋の必要鉄筋量  
 $A_{s1}$  : 奥行 1.0m 当りのせん断補強筋の必要鉄筋量  
 $V$  : 作用せん断力  
 $V_{ca}$  : コンクリートの許容せん断力

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

$\tau_{a1}$  : 斜め引張鉄筋を考慮しない場合の許容せん断応力度  
 $b$  : 腹部幅  
 $j$  :  $1/1.15$   
 $d$  : 有効高さ  
 $\sigma_{sa}$  : 鉄筋の許容引張応力度  
 $s$  : せん断補強筋の間隔  
 $n$  : 1組のせん断補強筋の本数



### (3) 評価結果

立坑の水平鉄筋については、直交する2つの2次元有効応力解析による側壁の面内方向のせん断力に対する必要せん断補強筋量と面外方向の最大動土圧に対する必要主鉄筋量及びせん断補強筋量をそれぞれ算定し、足し合わせた合計必要鉄筋量以上が実配筋量として配置されていることを確認した。

表 9-5 (1) 鉛直断面のせん断力に対する必要水平鉄筋量算定結果 ( $A_{s1}$ )

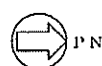
方向	階層	解析ケース	基準地震動	作用せん断力 $V$ (kN)	腹部幅 $b$ (mm)	有効高 $d$ (mm)	コンクリート許容せん断応力度 $\tau_{cs}$ (N/mm <sup>2</sup> )	コンクリート許容せん断力 $V_{cs}$ (kN)	せん断補強筋が負担するせん断力 $V_{s-rsq}$ (kN)	せん断補強筋許容応力度 $\sigma_{rs}$ (N/mm <sup>2</sup> )	せん断補強筋の間隔 $s$ (mm)	1組のせん断補強筋の本数 $n$ (本)	必要せん断補強筋量	
													$A_{w-rsq}$ (mm <sup>2</sup> /組)	$A_{s1}$ (mm <sup>2</sup> /m)
X方向	B4F	④	S <sub>s</sub> -D1 (H+, V+)	123338	6000	11688	0.825	25155	98183	300	200	4	6440	8050
Y方向	B4F	④	S <sub>s</sub> -D1 (H+, V+)	111411	6000	15790	0.825	33983	77428	300	200	4	3759	4699

表 9-5 (2) 水平断面の曲げ軸力に対する必要水平鉄筋量算定結果 ( $A_{s2}$ )

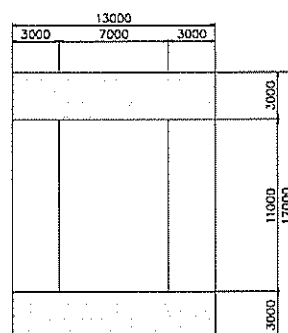
方向	階層	解析ケース	基準地震動	断面性状			鉄筋種別	発生断面力		短期許容応力度 $\sigma_{ss}$ (N/mm <sup>2</sup> )	必要鉄筋量 $A_{s2}$ (mm <sup>2</sup> /m)
				部材幅 $b$ (mm)	部材高 $h$ (mm)	有効高 $d$ (mm)		曲げモーメント (kN・m/m)	軸力 (kN/m)		
X方向	B4F	④	S <sub>s</sub> -D1 (H+, V-)	1000	3000	2725	SD490	10436	1779	435	7953
Y方向	B4F	④	S <sub>s</sub> -D1 (H-, V-)	1000	3000	2725	SD490	20317	1337	435	18378

表 9-5 (3) 水平鉄筋量照査結果 ( $A_{s1} + A_{s2}$ )

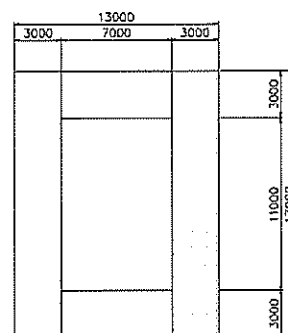
方向	階層	鉛直断面のせん断力に対する必要鉄筋量 $A_{s1}$ (mm <sup>2</sup> /m)	水平断面の曲げ軸力に対する必要鉄筋量 $A_{s2}$ (mm <sup>2</sup> /m)	①合計必要鉄筋量 $A_{s1} + A_{s2}$ (mm <sup>2</sup> /m)	②実配筋量 $A_s$ (mm <sup>2</sup> /m)	比率 ①/②
X方向	B4F	8050	7953	16003	30405	0.53
Y方向	B4F	4699	18378	23077	30405	0.76



X方向



Y方向





## 2.2.4 設計用地震時地盤反力の裕度に対する評価

### (1) 検討フロアの選定

水平断面設計の曲げ軸力照査及びせん断照査結果から厳しいフロアを選定し、そのフロアにおいて照査値が1.0になるような地震時地盤反力(以後、許容限界地震時最大地盤反力と呼ぶ)を算定し、設計用地盤反力の裕度を評価する。

表9-6に水平断面設計の曲げ軸力及びせん断照査結果を示す。立坑水平断面の設計において照査値が最も厳しいのは南北方向B4Fで、照査値は0.91であった。この照査値は曲げ軸力照査より得られた値であるため、南北方向B4Fにおける曲げ軸力照査に対する許容限界地震時地盤反力を算出した。その結果を表9-7に示す。

表9-6 (1) 水平断面曲げ軸力照査結果

方向	設計断面	検討ケース	決定ケース			断面性状			鉄筋量 (引張鉄筋) $A_s$ ( $\text{mm}^2/\text{m}$ )	発生断面力		引張 応力度 $\sigma_s$ ( $\text{N}/\text{mm}^2$ )	短期許容 応力度 $\sigma_{sa}$ ( $\text{N}/\text{mm}^2$ )	照査値 $\sigma_s/\sigma_{sa}$	地盤 反力 ( $\text{kN}/\text{m}^2$ )
			地震時荷重		常時 土水圧	部材幅 b (mm)	部材高 h (mm)	有効高さ d (mm)		曲げモーメント ( $\text{kN}\cdot\text{m}/\text{m}$ )	軸力 ( $\text{kN}/\text{m}$ )				
			載荷 方法	方向											
東西	側壁 B1F, B2F	④ $S_s-D1$ (H+, V-)	両押し	↓	最小	1000	3000	2800	4054	3520	0	330	435	0.76	279
	側壁 B3F	② $S_s-31$ (H+, V+)	両押し	↓	最小	1000	3000	2740	6734	3906	1378	141	435	0.33	529
	側壁 B4F	④ $S_s-D1$ (H+, V-)	両押し	↓	最小	1000	3000	2650	12162	10436	1779	314	435	0.73	1294
南北	側壁 B1F, B2F	④ $S_s-D1$ (H+, V-)	両押し	→	最小	1000	3000	2800	7398	5731	0	299	435	0.69	288
	側壁 B3F	② $S_s-31$ (H+, V+)	両押し	→	最小	1000	3000	2740	12289	8231	958	240	435	0.56	454
	側壁 B4F	④ $S_s-D1$ (H+, V-)	両押し	→	最小	1000	3000	2650	22195	20317	1337	393	435	0.91	1322

B1F, B2F 実配筋 : D51@200 ( $A_s=10135\text{mm}^2$ )

B3F 配筋 : D51@200+D41@200 ( $A_s=16835\text{mm}^2$ )

B4F 配筋 : 3-D51@200 ( $A_s=30405\text{mm}^2$ )

表9-6 (2) 水平断面せん断照査結果

方向	設計断面	検討ケース	決定ケース			断面性状			鉄筋仕様 (せん断補強筋)	発生 せん断力 V (kN/m)	短期許容 せん断力 V <sub>a</sub> (kN/m)	照査値 V/V <sub>a</sub>	地盤 反力 (kN/m <sup>2</sup> )
			地震時荷重		常時 土水圧	部材性状							
			載荷 方法	方向		部材幅 b (mm)	部材高 h (mm)	有効高さ d (mm)					
東西	側壁 B1F, B2F	④ S <sub>s</sub> -D 1 (H+, V-)	二方向 片押し	↓←	最小	1000	3000	2800	D16@200×400	1412	2781	0.51	279
	側壁 B3F	② S <sub>s</sub> -3 1 (H+, V+)	二方向 片押し	↓←	最小	1000	3000	2740	D16@200×200	2163	4460	0.49	529
	側壁 B4F	④ S <sub>s</sub> -D 1 (H+, V-)	二方向 片押し	↓←	最小	1000	3000	2650	D22@200×200	4967	7506	0.67	1294
南北	側壁 B1F, B2F	④ S <sub>s</sub> -D 1 (H+, V-)	二方向 片押し	→↓	最大	1000	3000	2800	D16@200×400	1839	2781	0.67	288
	側壁 B3F	② S <sub>s</sub> -3 1 (H+, V+)	二方向 片押し	→↓	最大	1000	3000	2740	D16@200×200	3072	4460	0.69	454
	側壁 B4F	④ S <sub>s</sub> -D 1 (H+, V-)	二方向 片押し	→↓	最大	1000	3000	2650	D25@200×200	6834	9532	0.72	1322



表 9-7 許容限界地震時最大地盤反力算定結果

方向	設計断面	許容限界 地震時最大 地盤反力  (kN/m <sup>2</sup> )	決定ケース			対象 照査項目	発生断面力		引張 応力度  $\sigma_s$ (N/mm <sup>2</sup> )	短期許容 応力度  $\sigma_{sa}$ (N/mm <sup>2</sup> )	照査値  $\sigma_s / \sigma_{sa}$
			地震時荷重		常時 土水圧		曲げモーメント (kN・m/m)	軸力 (kN/m)			
			載荷 方法	方向							
東西	側壁 B4F	1700	両押し	↓ ↑	最小	鉄筋曲げ照査	13952	1779	435	435	1.00
南北	側壁 B4F	1460	両押し	→←	最小	鉄筋曲げ照査	22221	1337	433	435	1.00



## (2) 評価結果

表 9-8 に、算出した許容限界地震時最大地盤反力と各検討ケースの水平断面設計地盤反力の比較結果を示す。同表により、設計用地盤反力は、水平鉄筋から算定した許容限界地震時最大地盤反力に対して下回っている。したがって、実配筋は耐震安全性に対して裕度を確保していることが確認された。

表 9-8 許容限界地震時最大地盤反力と水平断面設計地盤反力の比較結果

水平断面東西方向B4F							許容限界地震時最大地盤反力							1700 kN/m <sup>2</sup>						
地震動		検討ケース	地盤反力度 (kN/m <sup>2</sup> )																	
			①	②	③	④	⑤	⑥												
S <sub>1</sub> -D 1	H+, V+	1071 (0.63)			1235 (0.73)															
	H+, V-	1126 (0.66)	1130 (0.66)	1125 (0.66)	1294 (0.76)	760 (0.45)	723 (0.43)													
	H-, V+	1068 (0.63)																		
	H-, V-	1099 (0.65)																		
	S <sub>1</sub> -1 1	316 (0.19)																		
S <sub>1</sub> -1 2	423 (0.25)																			
S <sub>1</sub> -1 3	417 (0.25)																			
S <sub>1</sub> -1 4	347 (0.20)																			
S <sub>1</sub> -2 1	513 (0.30)																			
S <sub>1</sub> -2 2	817 (0.48)																			
S <sub>1</sub> -3 1	H+, V+	833 (0.49)																		
	H-, V+	748 (0.44)																		

水平断面南北方向B4F							許容限界地震時最大地盤反力							1460 kN/m <sup>2</sup>						
地震動		検討ケース	地盤反力度 (kN/m <sup>2</sup> )																	
			①	②	③	④	⑤	⑥												
S <sub>1</sub> -D 1	H+, V+	974 (0.67)			1128 (0.66)															
	H+, V-	1051 (0.72)																		
	H-, V+	1150 (0.79)																		
	H-, V-	1175 (0.80)	1173 (0.80)	1182 (0.81)	1322 (0.91)	866 (0.59)	848 (0.58)													
	S <sub>1</sub> -1 1	329 (0.23)																		
S <sub>1</sub> -1 2	545 (0.37)																			
S <sub>1</sub> -1 3	629 (0.43)																			
S <sub>1</sub> -1 4	387 (0.27)																			
S <sub>1</sub> -2 1	949 (0.65)																			
S <sub>1</sub> -2 2	861 (0.59)																			
S <sub>1</sub> -3 1	H+, V+	951 (0.65)																		
	H-, V+	855 (0.59)																		



# 常設低圧代替注水系配管カルバートの耐震安全性評価 (管理用ページ)

## 目 次

10.1 評価方針.....	1
10.2 評価条件.....	2
10.2.1 適用基準.....	2
10.2.2 耐震安全性評価フロー.....	3
10.2.3 評価対象断面の方向.....	4
10.2.4 評価対象断面の選定.....	6
10.2.5 使用材料及び材料定数.....	10
10.2.6 評価構造物諸元.....	13
10.2.7 地下水位.....	14
10.2.8 地震応答解析手法.....	14
10.2.9 解析モデルの設定.....	15
10.2.10 減衰定数.....	24
10.2.11 荷重の組合せ.....	28
10.2.12 地震応答解析の検討ケース.....	30
10.3 評価内容.....	33
10.3.1 入力地震動の設定.....	33
10.3.2 許容限界の設定.....	50
10.4 評価結果.....	55
10.4.1 地震応答解析結果.....	55
10.4.2 耐震評価結果.....	128
10.4.3 基礎地盤の支持性能に対する評価結果.....	138
10.5 まとめ.....	158
10.6 標準配筋図.....	159



## 10. 常設低圧代替注水系配管カルバートの耐震安全性評価

### 目次

10.1 評価方針	1
10.2 評価条件	2
10.2.1 適用基準	2
10.2.2 耐震安全性評価フロー	3
10.2.3 評価対象断面の方向	4
10.2.4 評価対象断面の選定	6
10.2.5 使用材料及び材料定数	10
10.2.6 評価構造物諸元	13
10.2.7 地下水位	14
10.2.8 地震応答解析手法	14
10.2.9 解析モデルの設定	15
10.2.10 減衰定数	24
10.2.11 荷重の組合せ	28
10.2.12 地震応答解析の検討ケース	30
10.3 評価内容	33
10.3.1 入力地震動の設定	33
10.3.2 許容限界の設定	50
10.4 評価結果	55
10.4.1 地震応答解析結果	55
10.4.2 耐震評価結果	128
10.4.3 基礎地盤の支持性能に対する評価結果	138
10.5 まとめ	158
10.6 標準配筋図	159



## 10.1 評価方針

常設低圧代替注水系配管カルバートは、常設耐震重大事故防止設備及び常設重大事故緩和施設が設置される重大事故等対処施設に分類され、常設低圧代替注水系における複数の代替淡水源に対応するために設置し、常設低圧代替注水系配管の間接支持機能を有する。常設低圧代替注水系配管カルバートは、原子炉建屋と常設低圧代替注水ポンプ室間をつないでいる。

常設低圧代替注水系配管カルバート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に基づく液状化強度特性）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。

常設低圧代替注水系配管カルバートについて基準地震動 $S_a$ による耐震安全性評価として、構造部材の健全性評価及び基礎地盤の支持力性能評価を実施する。

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



## 10.2 評価条件

### 10.2.1 適用基準

適用する規格，基準類を以下に示す。

- ・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）
- ・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）
- ・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）

項目ごとの適用する規格，基準類を表 10.2－1 に示す。

表 10.2－1 適用する規格，基準類

項目	適用する規格，基準類	備考
使用材料及び 材料定数	・コンクリート標準示方書 〔構造性能照査編〕 (2002 年制定) ・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）	—
荷重及び 荷重の組合せ	・コンクリート標準示方書 〔構造性能照査編〕 (2002 年制定) ・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）	・永久荷重＋偶発荷重＋従たる変動荷重 の適切な組合せを検討
許容限界	・コンクリート標準示方書 〔構造性能照査編〕 (2002 年制定) ・道路橋示方書（Ⅰ共通編・Ⅳ下部構造編）・同解説（平成 24 年 3 月）	・耐震評価により算定した曲げ圧縮応力，曲げ引張応力及びせん断応力が短期許容限界以下であることを確認 ・基礎地盤に作用する接地圧が極限支持力に基づく許容限界以下であることを確認
地震応答解析	・J E A G 4 6 0 1－1987（（社）日本電気協会）	・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



## 10.2.2 耐震安全性評価フロー

図 10.2-1 に常設低圧代替注水系配管カルバートの耐震安全性フローを示す。

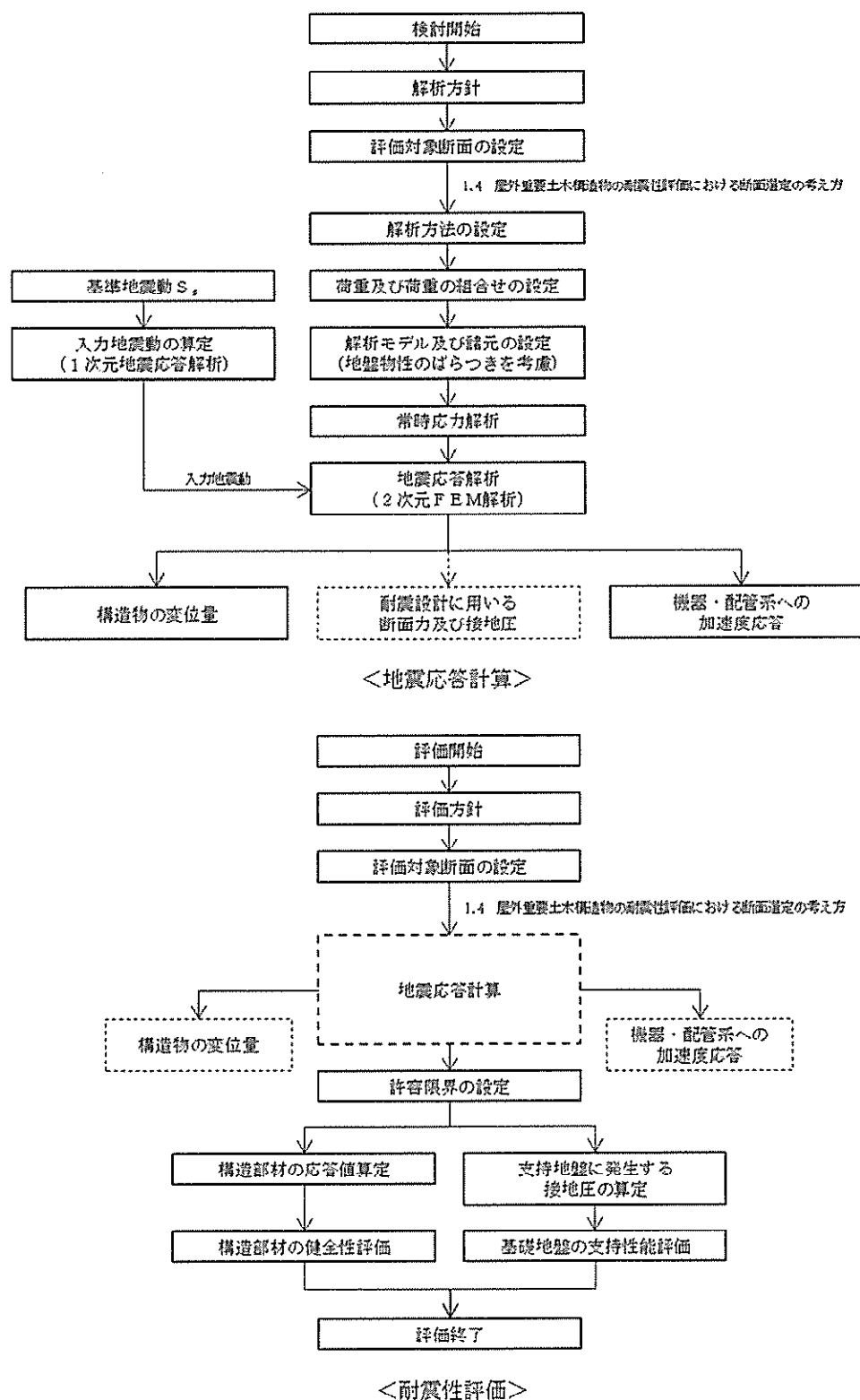


図 10.2-1 耐震安全性評価フロー



### 10.2.3 評価対象断面の方向

常設低圧代替注水系配管カルバートの位置を図 10.2-2 に示す。

常設低圧代替注水系配管カルバートは、延長 20.1 m (南北方向)、内空及び内空高さ 2.3 m の鉄筋コンクリート造の地中構造物であり、軸方向に対して内空寸法が一様で、人工岩盤を介して十分な支持性能を有する岩盤で支持する。構造物の軸直角方向が弱軸断面方向となるため、軸直角方向を評価対象断面とする。

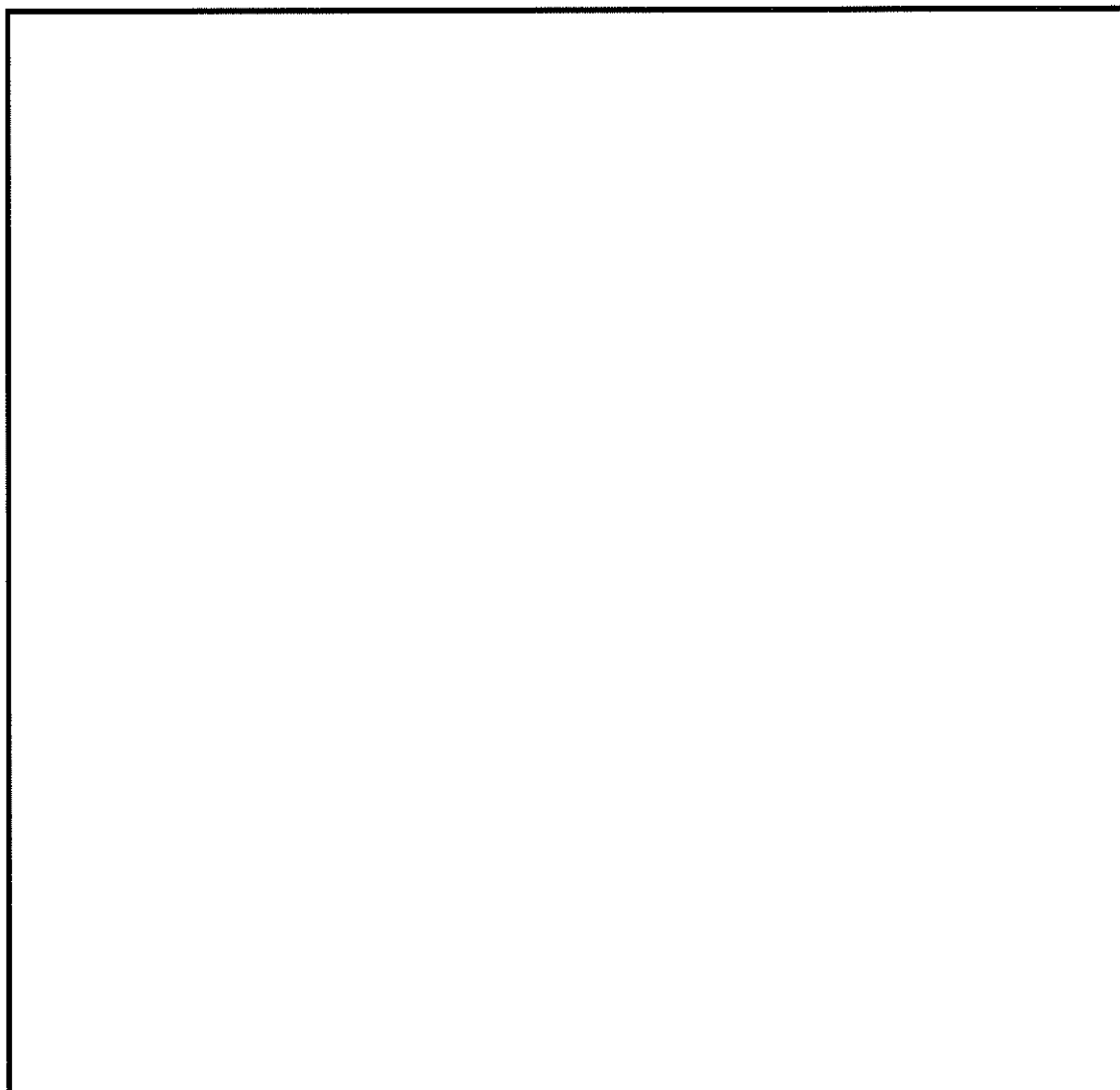


図 10.2-2 (1) 常設低圧代替注水系配管カルバート位置図 (全体図)



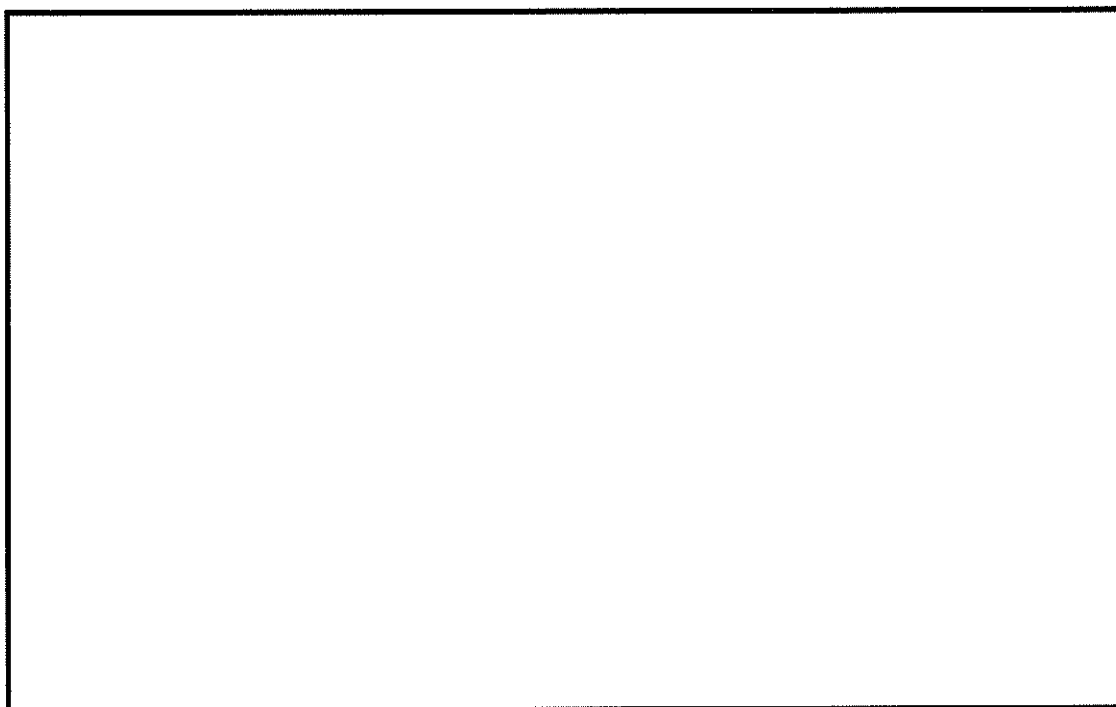


図 10.2-2 (2) 常設低圧代替注水系配管カルバート位置図 (拡大図)



#### 10.2.4 評価対象断面の選定

図 10.2-3 に常設低圧代替注水系配管カルバートの断面図を示す。

常設低圧代替注水系配管カルバートは、延長 20.1 m、内空及び内空高さ 2.3 m の一連のボックスカルバート構造の鉄筋コンクリート造である。埋戻土内に埋設するため、人工岩盤を介して十分な支持性能を有する岩盤で支持する。

評価対象断面は、「1.4.10 常設低圧代替注水系配管カルバートの断面算定の考え方」で記載したとおり、常設低圧代替注水系カルバートは、内空寸法が一様なボックスカルバート構造の鉄筋コンクリート構造物であるため、軸直角方向 1 断面を選定し、耐震評価では基準地震動  $S_0$  に対する耐震評価を実施する。

評価対象断面位置図を図 10.2-4 に、評価対象断面図を図 10.2-5 に示す。



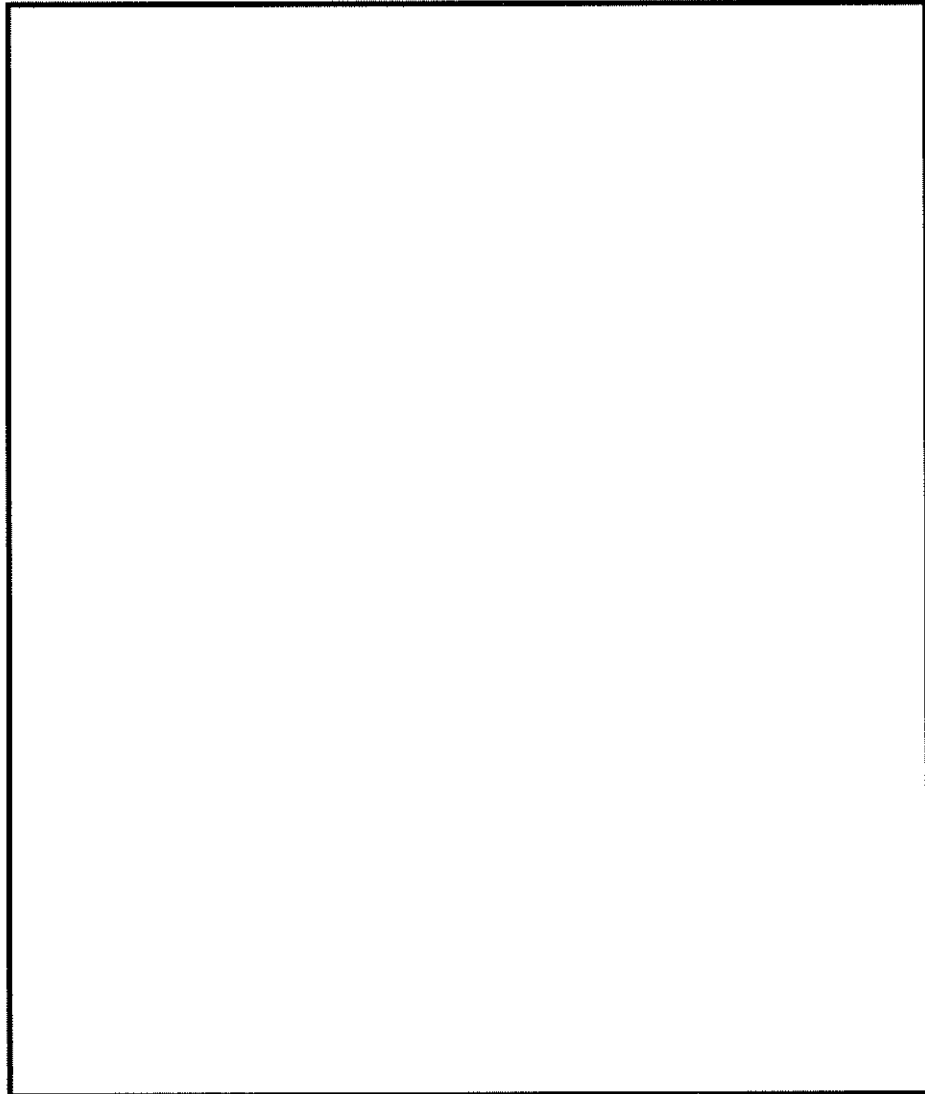


図 10.2-3 常設低圧代替注水系配管カルバート断面図



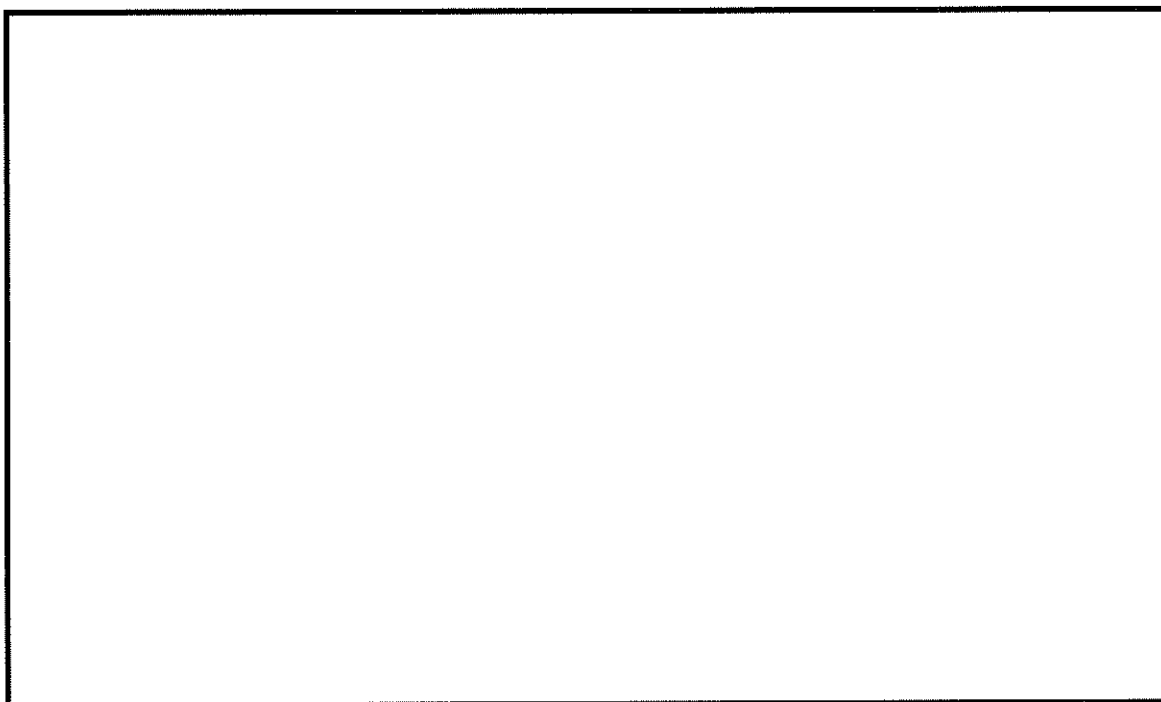


図 10.2-4 常設低圧代替注水系配管カルバート 耐震評価対象断面選定位置



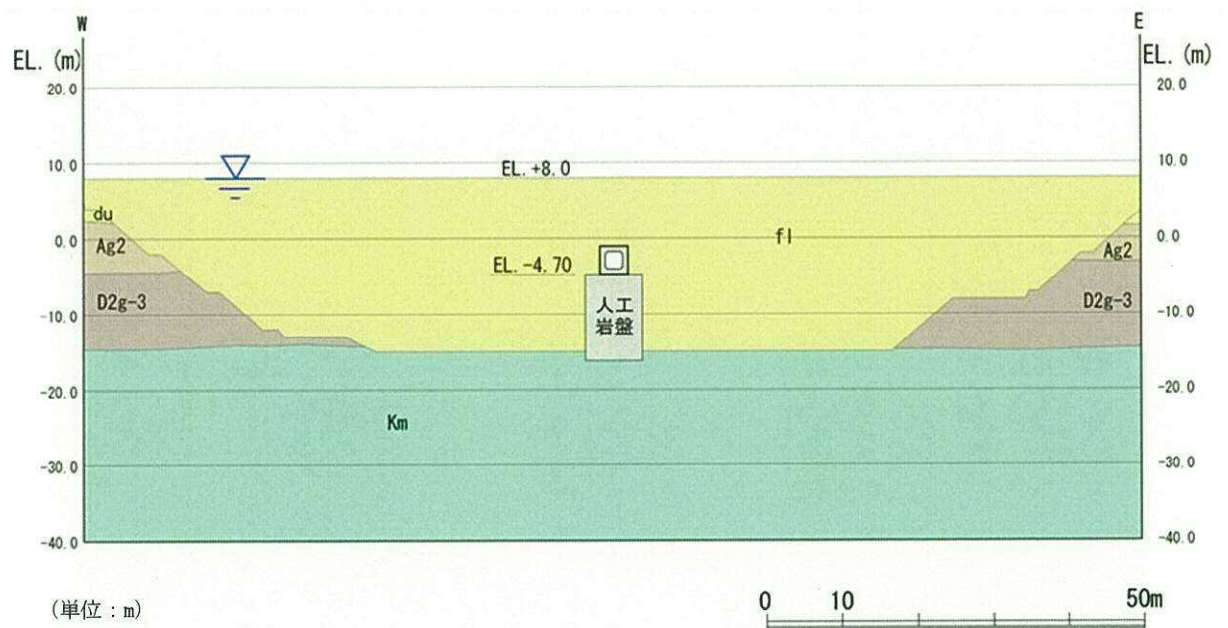


図 10.2-5 常設低圧代替注水系配管カルバート評価対象断面図



### 10.2.5 使用材料及び材料定数

耐震評価に用いる材料定数は、適用する基準類を基に設定する。構造物の使用材料を表 10.2-2 に、材料物性値を表 10.2-3 に示す。

地盤の諸元は、V-2-1-3「地盤の支持性能に係る基本方針」にて設定している物性値を用いる。なお、地盤については、有効応力の変化に応じた地震時挙動を適切に考慮できるモデルとする。地盤の物性値を表 10.2-4 に示す。

表 10.2-2 使用材料

材料	諸元
コンクリート	設計基準強度 40 N/mm <sup>2</sup>
鉄筋	SD390
人工岩盤（新設）	設計基準強度 18 N/mm <sup>2</sup>

表 10.2-3 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> <sup>*1</sup>	0.2 <sup>*1</sup>	5 <sup>*2</sup>
人工岩盤	23.0 <sup>*3</sup>	2.06×10 <sup>4</sup> <sup>*3</sup>	0.2 <sup>*3</sup>	5 <sup>*2</sup>

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

\*2：J E A G 4 6 0 1－1987（（社）日本電気協会）



表 10.2-4 (1) 地盤の解析用物性値一覧（液状化検討対象層）

パラメータ				原地盤								豊浦標準砂	
				埋戻土	第四系（液状化検討対象層）								
					f1	du	Ag2	As	Ag1	D2s-3	D2g-3		D1g-1
物理特性	密度 () は地下水位以浅	$\rho$	g/cm <sup>3</sup>	1.98 (1.82)	1.98 (1.82)	2.01 (1.89)	1.74	2.01 (1.89)	1.92	2.15 (2.11)	2.01 (1.89)	1.958	
	間隙比	e	—	0.75	0.75	0.67	1.2	0.67	0.79	0.43	0.67	0.702	
変形特性	ポアソン比	$\nu_{CD}$	—	0.26	0.26	0.25	0.26	0.25	0.19	0.26	0.25	0.333	
	基準平均有効主応力 () は地下水位以浅	$\sigma'_{ms}$	kN/m <sup>2</sup>	358 (312)	358 (312)	497 (299)	378	814 (814)	966	1167 (1167)	1695 (1710)	12.6	
	基準初期せん断剛性 () は地下水位以浅	$G_{ms}$	kN/m <sup>2</sup>	253529 (220739)	253529 (220739)	278087 (167137)	143284	392073 (392073)	650611	1362035 (1362035)	947946 (956776)	18975	
	最大履歴減衰率	$h_{max}$	—	0.220	0.220	0.233	0.216	0.221	0.192	0.130	0.233	0.287	
強度特性	粘着力	$C_{CD}$	N/mm <sup>2</sup>	0	0	0	0.012	0	0.01	0	0	0	
	内部摩擦角	$\phi_{CD}$	度	37.3	37.3	37.4	41	37.4	35.8	44.4	37.4	30	
液状化特性	液状化パラメータ	$\phi_p$	—	34.8	34.8	34.9	38.3	34.9	33.4	41.4	34.9	28	
	液状化パラメータ	$S_1$	—	0.047	0.047	0.028	0.046	0.029	0.048	0.030	0.020	0.005	
	液状化パラメータ	$W_1$	—	6.5	6.5	56.5	6.9	51.6	17.6	45.2	10.5	5.06	
	液状化パラメータ	$P_1$	—	1.26	1.26	9.00	1.00	12.00	4.80	8.00	7.00	0.57	
	液状化パラメータ	$P_2$	—	0.80	0.80	0.60	0.75	0.60	0.96	0.60	0.50	0.80	
	液状化パラメータ	$C_1$	—	2.00	2.00	3.40	2.27	3.35	3.15	3.82	2.83	1.44	

表 10.2-4 (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					
				第四系（非液状化層）				新第三系	捨石
物理特性	密度 （）は地下水位以浅	$\rho$	g/cm <sup>3</sup>	1.65	1.77	1.47 (1.43)	—	1.72-1.03×10 <sup>-4</sup> ・z	2.04 (1.84)
	間隙比	e	—	1.59	1.09	2.8	—	1.16	0.82
変形特性	ポアソン比	$\nu_{CD}$	—	0.10	0.22	0.14	—	0.16+0.00025・z	0.33
	基準平均有効主応力 （）は地下水位以浅	$\sigma'_{ms}$	kN/m <sup>2</sup>	480	696	249 (223)	—	動的変形特性に基づき z（標高）毎に物性値を 設定	98
	基準初期せん断剛性 （）は地下水位以浅	$G_{ms}$	kN/m <sup>2</sup>	121829	285223	38926 (35783)	—		180000
	最大履歴減衰率	$h_{max}$	—	0.200	0.186	0.151	—		0.24
強度特性	粘着力	$C_{CD}$	N/mm <sup>2</sup>	0.025	0.026	0.042	—	0.358-0.00603・z	0.02
	内部摩擦角	$\phi_{CD}$	度	29.1	35.6	27.3	—	23.2+0.0990・z	35

z : 標高(m)

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。



表 10.2-4 (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 $\rho$ ( $\text{g/cm}^3$ )	ポアソン比 $\nu$	粘着力 $C_0$ ( $\text{kN/m}^2$ )	内部摩擦角 $\phi_0$ ( $^\circ$ )	せん断波 速度 $V_s$ ( $\text{m/s}$ )	基準初期 せん断剛性 ( $G_0$ ) ( $\text{kN/m}^2$ )	基準体積 弾性係数 $K_{\text{eq}}$ ( $\text{kN/m}^2$ )	基準平均有効 主応力 $\sigma'_{\text{eq}}$ ( $\text{kN/m}^2$ )	拘束圧 依存係数 $m_0, m_K$	最大履歴 減衰率 $h_{\text{max}}(-)$	動ポアソン比 $\nu_d$	疎密波 速度 $V_p$ ( $\text{m/s}$ )
1	10	9.5 ~ 10.5	1.72	0.16	298	24.2	425	310,675	353,317	504	0.0	0.105	0.464	1,640
2	9	8.5 ~ 9.5	1.72	0.16	304	24.1	426	312,139	354,982	504	0.0	0.105	0.464	1,644
3	8	7.5 ~ 8.5	1.72	0.16	310	24.0	427	313,606	356,650	504	0.0	0.105	0.464	1,648
4	7	6.5 ~ 7.5	1.72	0.16	316	23.9	428	315,076	358,322	504	0.0	0.105	0.464	1,651
5	6	5.5 ~ 6.5	1.72	0.16	322	23.8	428	315,076	358,322	504	0.0	0.106	0.464	1,651
6	5	4.5 ~ 5.5	1.72	0.16	328	23.7	429	316,551	359,999	504	0.0	0.106	0.464	1,655
7	4	3.5 ~ 4.5	1.72	0.16	334	23.6	430	318,028	361,679	504	0.0	0.106	0.463	1,638
8	3	2.5 ~ 3.5	1.72	0.16	340	23.5	431	319,504	363,363	504	0.0	0.107	0.463	1,642
9	2	1.5 ~ 2.5	1.72	0.16	346	23.4	431	319,509	363,363	504	0.0	0.107	0.463	1,642
10	1	0.5 ~ 1.5	1.72	0.16	352	23.3	432	320,993	365,051	504	0.0	0.107	0.463	1,646
11	0	-0.5 ~ 0.5	1.72	0.16	358	23.2	433	322,481	366,743	504	0.0	0.107	0.463	1,650
12	-1	-1.5 ~ -0.5	1.72	0.16	364	23.1	434	323,972	368,439	504	0.0	0.108	0.463	1,653
13	-2	-2.5 ~ -1.5	1.72	0.16	370	23.0	435	325,467	370,139	504	0.0	0.108	0.463	1,657
14	-3	-3.5 ~ -2.5	1.72	0.16	376	22.9	435	325,467	370,139	504	0.0	0.108	0.463	1,657
15	-4	-4.5 ~ -3.5	1.72	0.16	382	22.8	436	326,965	371,843	504	0.0	0.108	0.463	1,661
16	-5	-5.5 ~ -4.5	1.72	0.16	388	22.7	437	328,467	373,551	504	0.0	0.109	0.462	1,644
17	-6	-6.5 ~ -5.5	1.72	0.16	394	22.6	438	329,972	375,262	504	0.0	0.109	0.462	1,648
18	-7	-7.5 ~ -6.5	1.72	0.16	400	22.5	438	329,972	375,262	504	0.0	0.109	0.462	1,648
19	-8	-8.5 ~ -7.5	1.72	0.16	406	22.4	439	331,480	376,977	504	0.0	0.109	0.462	1,652
20	-9	-9.5 ~ -8.5	1.72	0.16	412	22.3	440	332,992	378,697	504	0.0	0.110	0.462	1,656
21	-10	-11 ~ -9.5	1.72	0.16	418	22.2	441	334,507	380,420	504	0.0	0.110	0.462	1,659
22	-12	-13 ~ -11	1.72	0.16	430	22.0	442	336,026	382,147	504	0.0	0.110	0.462	1,663
23	-14	-15 ~ -13	1.72	0.16	442	21.8	444	339,074	385,614	504	0.0	0.111	0.462	1,671
24	-16	-17 ~ -15	1.72	0.16	454	21.6	445	340,603	387,352	504	0.0	0.111	0.461	1,654
25	-18	-19 ~ -17	1.72	0.16	467	21.4	447	343,671	390,842	504	0.0	0.112	0.461	1,662
26	-20	-21 ~ -19	1.72	0.16	479	21.2	448	345,211	392,593	504	0.0	0.112	0.461	1,665
27	-22	-23 ~ -21	1.72	0.15	491	21.0	450	348,300	391,471	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	515	20.6	453	352,959	396,574	498	0.0	0.113	0.460	1,664
30	-28	-29 ~ -27	1.72	0.15	527	20.4	455	356,083	399,996	498	0.0	0.114	0.460	1,672
31	-30	-31 ~ -29	1.72	0.15	539	20.2	456	357,650	391,712	498	0.0	0.114	0.460	1,675
32	-32	-33 ~ -31	1.72	0.15	551	20.0	458	360,794	395,155	498	0.0	0.115	0.460	1,683
33	-34	-35 ~ -33	1.72	0.15	563	19.8	459	362,371	396,883	498	0.0	0.115	0.459	1,667
34	-36	-37 ~ -35	1.72	0.15	575	19.6	461	365,538	400,349	498	0.0	0.115	0.459	1,675
35	-38	-39 ~ -37	1.72	0.15	587	19.4	462	367,124	402,088	498	0.0	0.116	0.459	1,678
36	-40	-41 ~ -39	1.72	0.15	599	19.2	464	370,309	405,577	498	0.0	0.116	0.459	1,685
37	-42	-43 ~ -41	1.72	0.15	611	19.0	465	371,907	407,327	498	0.0	0.117	0.459	1,689
38	-44	-45 ~ -43	1.72	0.15	623	18.8	467	375,113	410,838	498	0.0	0.117	0.458	1,678
39	-46	-47 ~ -45	1.72	0.15	635	18.6	468	376,721	412,599	498	0.0	0.117	0.458	1,681
40	-48	-49 ~ -47	1.72	0.15	647	18.4	470	379,948	416,134	498	0.0	0.118	0.458	1,688
41	-50	-51 ~ -49	1.73	0.15	660	18.3	472	385,416	422,122	498	0.0	0.118	0.458	1,696
42	-52	-53 ~ -51	1.73	0.15	672	18.1	473	387,061	423,913	498	0.0	0.118	0.458	1,699
43	-54	-55 ~ -53	1.73	0.15	684	17.9	475	390,331	427,505	498	0.0	0.118	0.457	1,688
44	-56	-57 ~ -55	1.73	0.15	696	17.7	476	391,976	429,307	498	0.0	0.119	0.457	1,692
45	-58	-59 ~ -57	1.73	0.15	708	17.5	478	395,277	432,922	498	0.0	0.119	0.457	1,699
46	-60	-61 ~ -59	1.73	0.15	720	17.3	479	396,933	434,736	498	0.0	0.120	0.457	1,702
47	-62	-63 ~ -61	1.73	0.14	732	17.1	481	400,255	422,491	492	0.0	0.120	0.457	1,709
48	-64	-65 ~ -63	1.73	0.14	744	16.9	482	401,921	424,250	492	0.0	0.120	0.456	1,695
49	-66	-67 ~ -65	1.73	0.14	756	16.7	484	405,263	427,778	492	0.0	0.120	0.456	1,702
50	-68	-69 ~ -67	1.73	0.14	768	16.5	485	406,939	429,547	492	0.0	0.121	0.456	1,705
51	-70	-71 ~ -69	1.73	0.14	780	16.3	487	410,302	433,097	492	0.0	0.121	0.456	1,712
52	-72	-73 ~ -71	1.73	0.14	792	16.1	489	413,679	436,661	492	0.0	0.121	0.456	1,719
53	-74	-75 ~ -73	1.73	0.14	804	15.9	490	415,373	438,449	492	0.0	0.122	0.455	1,706
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	425,608	449,253	492	0.0	0.123	0.455	1,726
58	-88	-90 ~ -85	1.73	0.14	889	14.5	501	434,232	458,356	492	0.0	0.124	0.454	1,726
59	-92	-95 ~ -90	1.73	0.14	913	14.1	504	439,448	463,862	492	0.0	0.124	0.454	1,736
60	-98	-101 ~ -95	1.73	0.14	949	13.5	509	448,210	473,111	492	0.0	0.125	0.453	1,736
61	-104	-108 ~ -101	1.73	0.13	985	12.9	513	455,282	463,485	486	0.0	0.126	0.452	1,733
62	-112	-115 ~ -108	1.73	0.13	1,033	12.1	519	465,995	474,391	486	0.0	0.127	0.451	1,737
63	-118	-122 ~ -115	1.73	0.13	1,070	11.5	524	475,016	483,575	486	0.0	0.127	0.451	1,754
64	-126	-130 ~ -122	1.73	0.13	1,118	10.7	530	485,957	494,713	486	0.0	0.128	0.450	1,758



### 10.2.6 評価構造物諸元

許容応力度による照査を行う常設低圧代替注水系配管カルバートの諸元を表 10.2-5 に示す。また、評価部位を図 10.2-6 に示す。

表 10.2-5 評価構造物諸元

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	0.700	40	SD390	常設低圧注水系配管の間接支持 機能
側壁	1.000	0.700	40	SD390	
頂版	1.000	0.700	40	SD390	

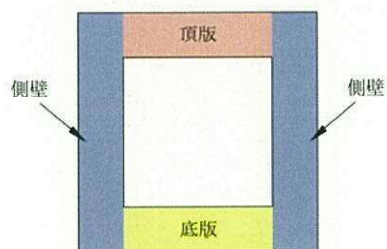


図 10.2-6 評価部位



## 10.2.7 地下水位

地下水位は地表面として設定する。

## 10.2.8 地震応答解析手法

常設低圧代替注水系配管カルバートの地震応答解析は、地盤と構造物の相互作用を考慮できる２次元動的有限要素法解析を用いて、基準地震動に基づき設定した水平地震動と鉛直地震動の同時加振による時刻歴非線形解析にて行う。部材については、はり要素を用いることとする。また、地盤については、有効応力の変化に応じた地震時挙動を適切に考慮できるモデル化とする。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の概要については、V-5-10「計算機プログラム（解析コード）の概要」に示す。

地震応答解析手法の選定フローを図 10.2-7 に示す。

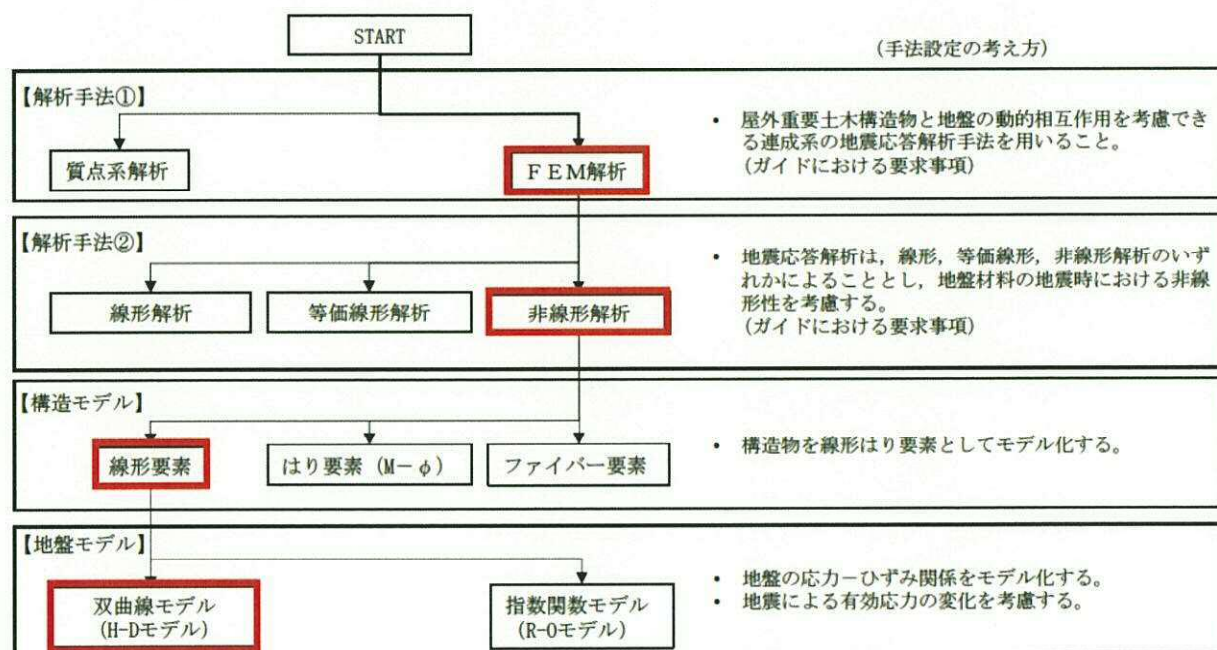


図 10.2-7 地震応答解析手法の選定フロー

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これら２つの特徴を表現できる双曲線モデル（H-D モデル）を選定する。



### 10.2.9 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 を参考に、図 10.2-8 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幅の 2 倍以上を確保する。

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

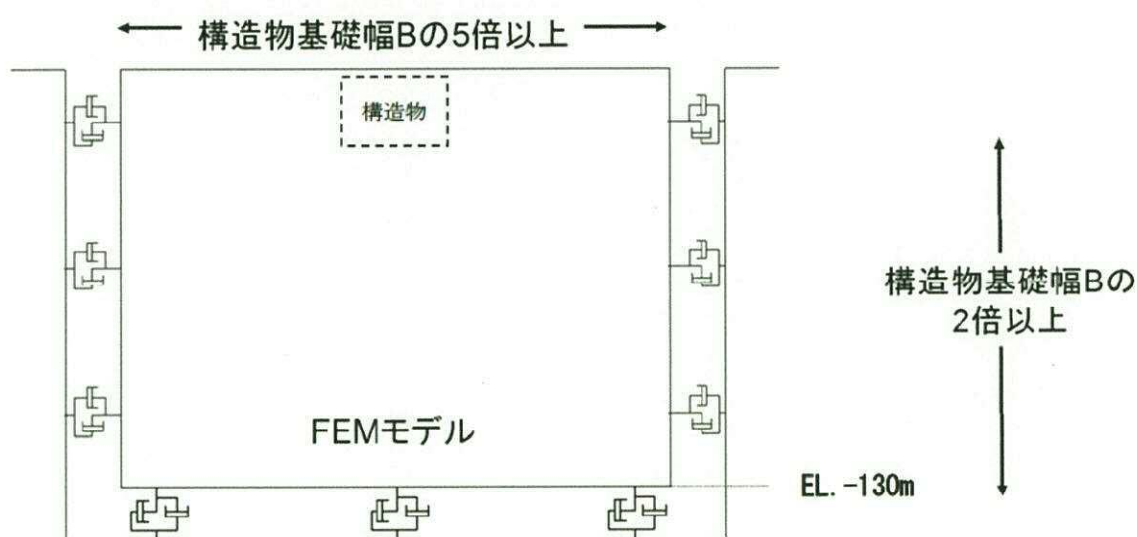


図 10.2-8 モデル範囲の考え方



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 10.2-9 に示す。また、代替注水系配管カルバート周辺の地質断面図を図 10.2-10 に示す。

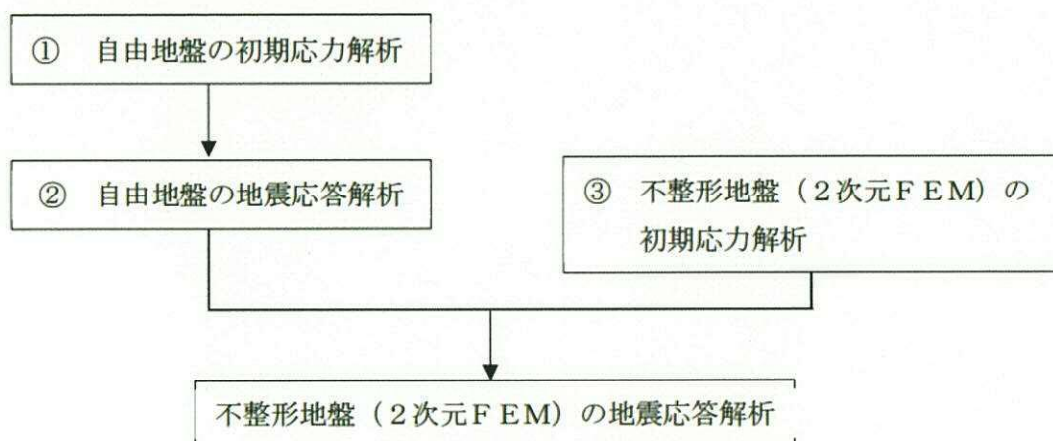


図 10.2-9 自由地盤の初期応力解析から不整形地盤（2次元FEM）の地震応答解析までのフロー

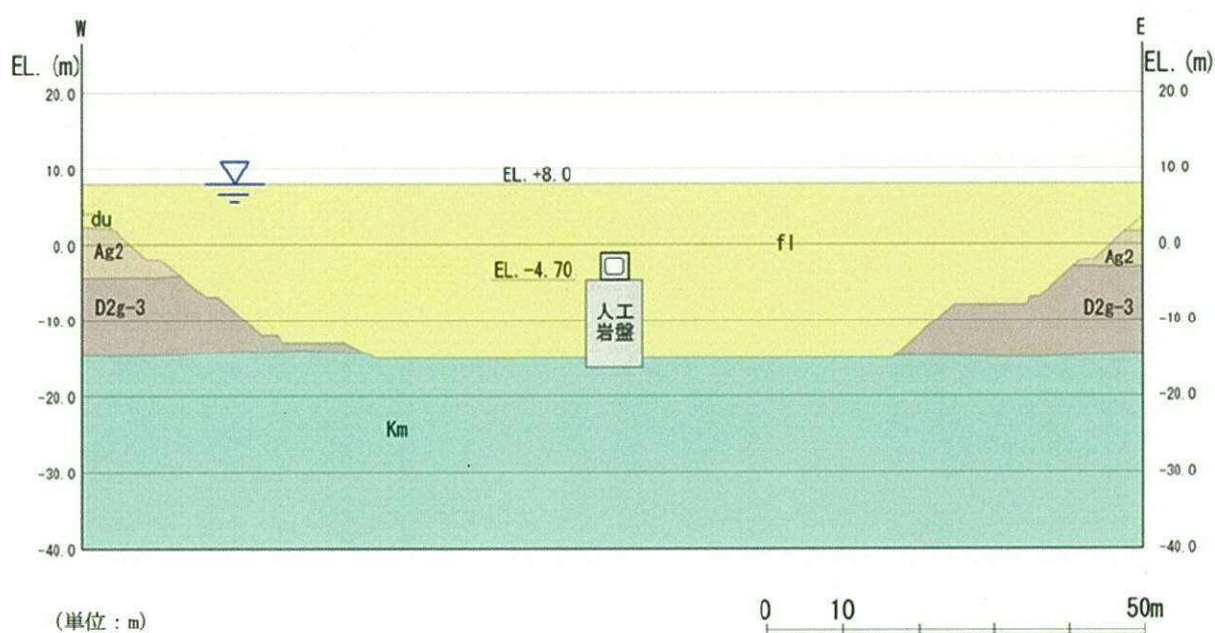


図 10.2-10 地質断面図



## (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 10.2-11 に示す。

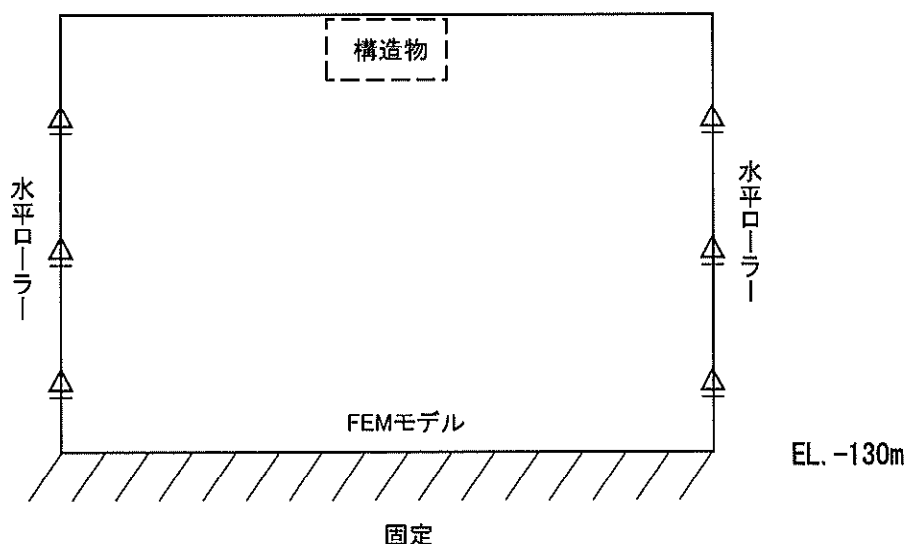


図 10.2-11 固有値解析における境界条件の概念図

### 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 10.2-12 に示す。

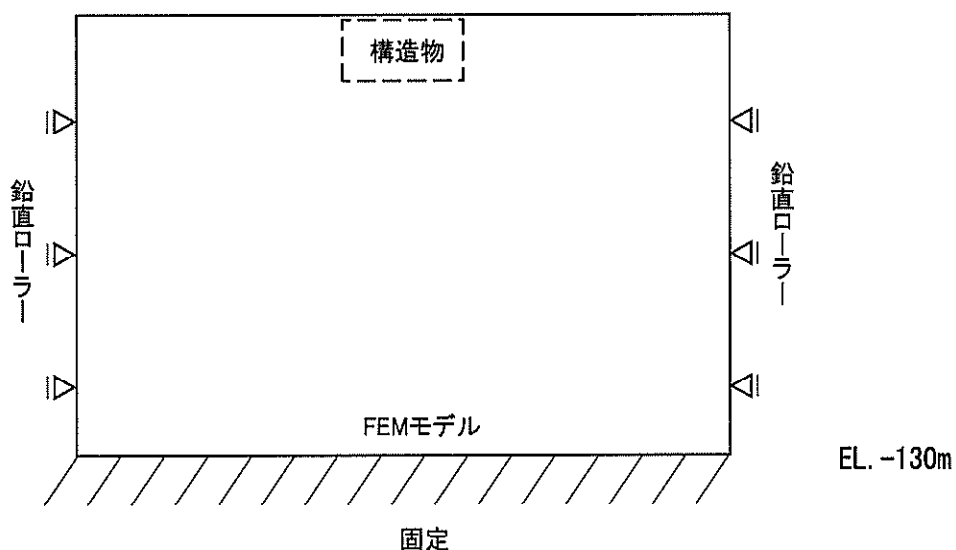


図 10.2-12 初期応力解析における境界条件の概念図



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成形地盤側方の地盤振動の差分が側方を通過していく状態を模擬するため、自由地盤の側方にダッシュポットを設定する。

地震応答解析モデルを図 10.2-13 に示す。



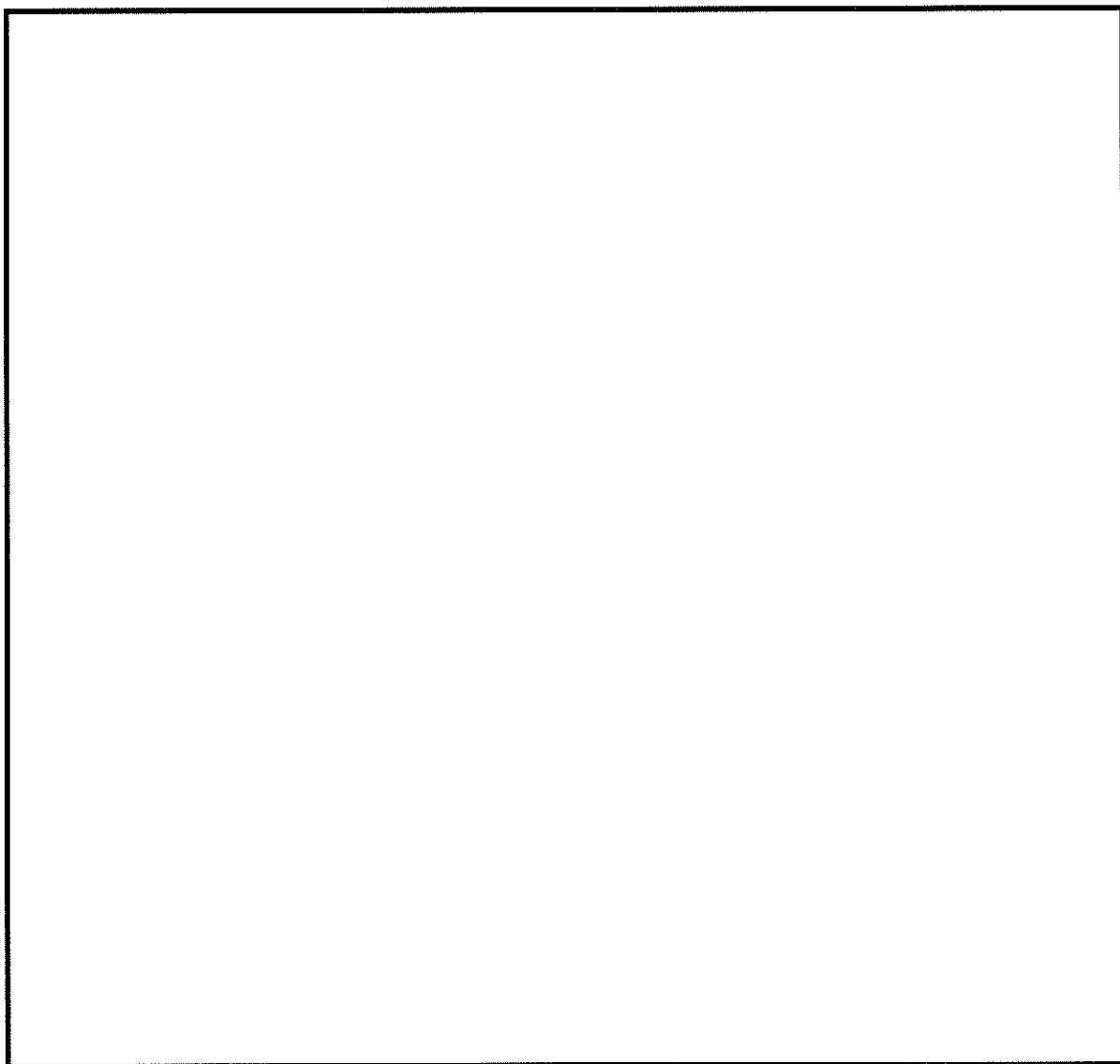


図 10.2-13 常設低圧代替注水系配管カルバートの地震応答解析モデル



(3) 構造物のモデル化

常設低圧代替注水系配管カルバートの東西方向断面について、構造物は側壁、底版及び頂版を線形はり要素でモデル化する。

各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。

常設低圧代替注水系配管カルバートを支持する人工岩盤は、平面ひずみ要素としてモデル化する。

常設低圧代替注水系配管カルバートの解析モデルにおける、解析モデル図を図 10.2-14 に示す。

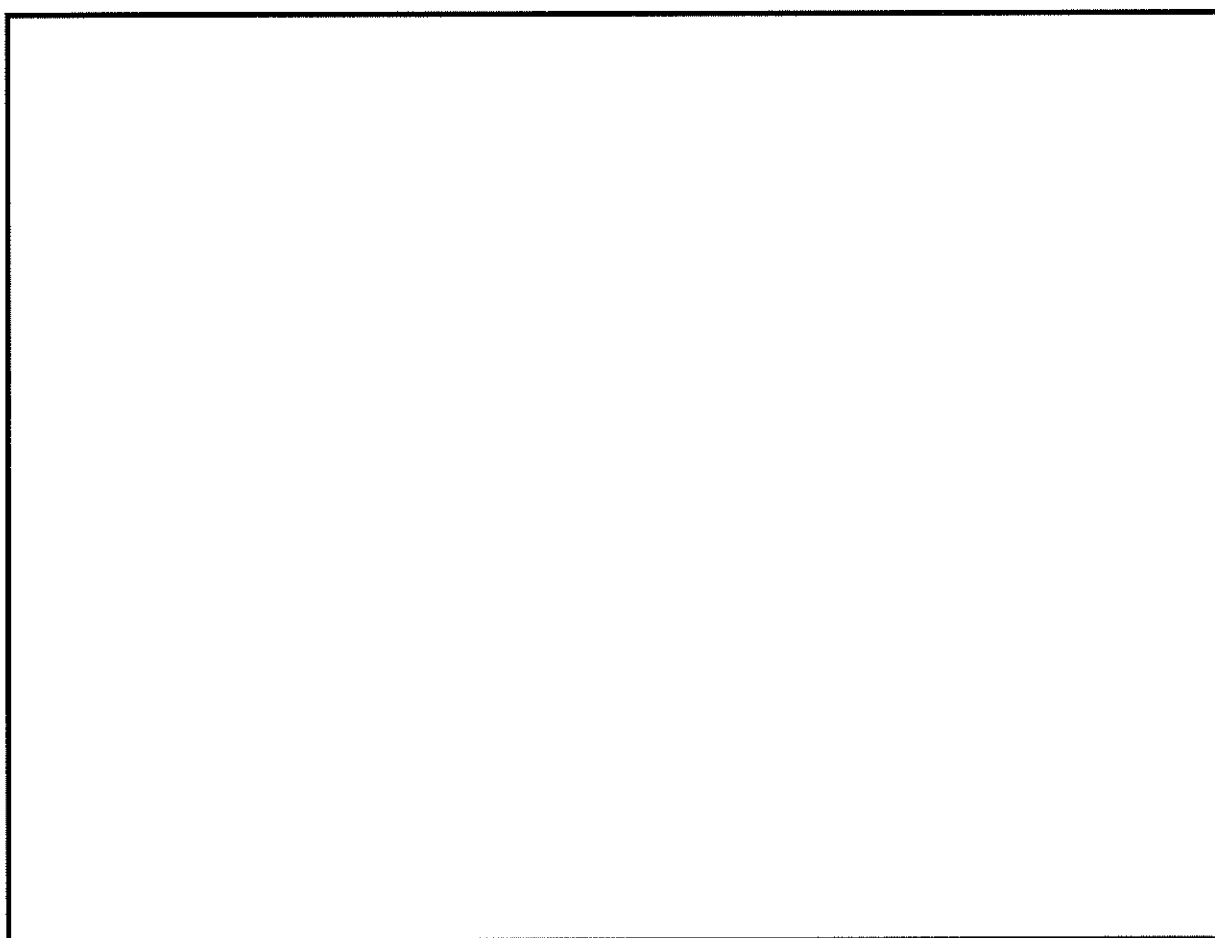


図 10.2-14 (1) 常設低圧代替注水系配管カルバートの解析モデル



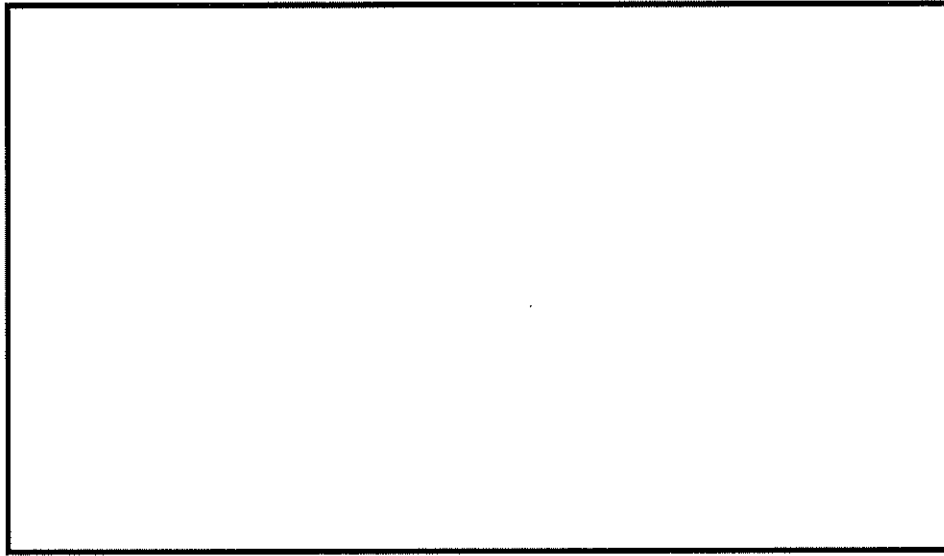


図 10.2-14 (2) 常設低圧代替注水系配管カルバートの解析モデル（構造物部分拡大図）



#### (4) ジョイント要素の設定

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

ジョイント要素は、地盤と構造体の接合面で法線方向及びせん断方向に対して設定する。法線方向については、常時状態以上の引張荷重が生じた場合、剛性及び応力をゼロとし、剥離を考慮する。せん断方向については、地盤と構造体の接合面におけるせん断抵抗力以上のせん断荷重が生じた場合、せん断剛性をゼロとし、すべりを考慮する。図 10.2-15 に、ジョイント要素の考え方を示す。

なお、せん断強度  $\tau_f$  は次式の Mohr-Coulomb 式により規定される。 $c$ 、 $\phi$  は周辺地盤の  $c$ 、 $\phi$  とする。(表 10.2-6 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 10.2-6 周辺地盤及び隣接構造物との境界に用いる強度特性

周辺の状況		粘着力 $c$ (N/mm <sup>2</sup> )	内部摩擦角 (度)	備考
第四紀層	f1 層	0	37.3	du 層で代用
	du 層	0	37.3	—
	Ag2 層	0	37.4	—
	D2c-3 層	0.026	35.6	—
	D2g-3 層	0	44.4	—
新第三系	Km 層	$c = 0.358 - 0.00603 \cdot z$	$\phi = 23.2 + 0.0990 \cdot z$	—
カルバートー人工岩盤間		0	26.6 <sup>*1</sup>	—

$z$  : 標高 (m)

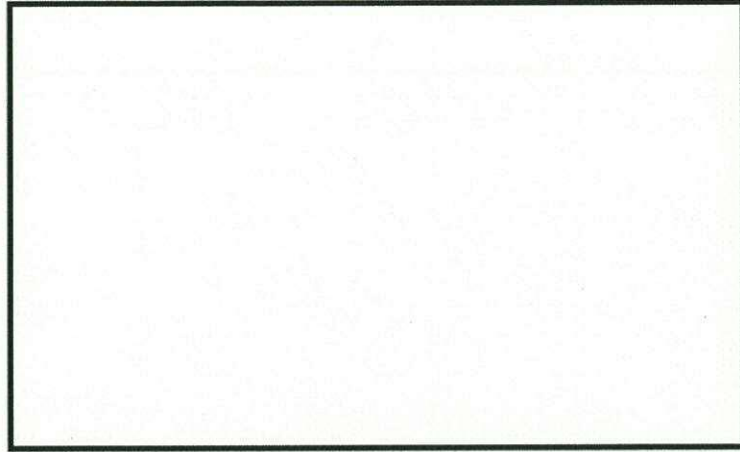
注記 \*1 : 「港湾の施設の技術上の基準・同解説\_\_上巻 (H19.7 社団法人 日本港湾協会)」コンクリートとコンクリート間の静止摩擦係数に基づく

ジョイント要素のばね定数は、数値計算上不安定な挙動を起こさない程度に十分大きい値として、港湾構造物設計事例集（沿岸技術研究センター）に従い、表 10.2-7 のとおり設定する。

表 10.2-7 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	$1.0 \times 10^6$	$1.0 \times 10^6$





(東西方向断面)

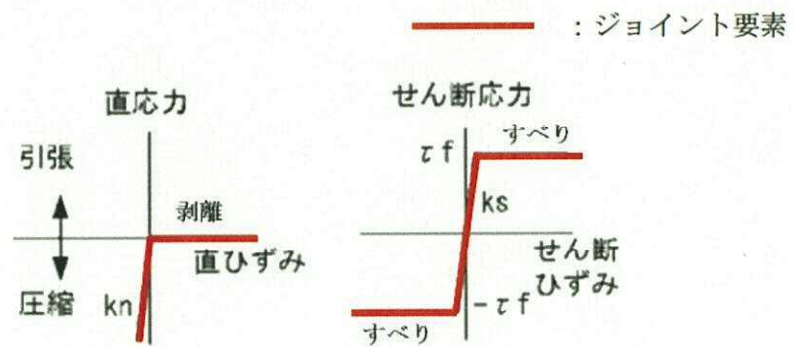


図 10.2-15 ジョイント要素の考え方

(5) 材料特性の設定

構造部材は、線形はり要素によりモデル化する。

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。



#### 10.2.10 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、固有値解析により求められる固有振動数及び初期減衰定数に基づく剛性比例型減衰を考慮する。

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。このため、解析上の安定のためになるべく小さい値として1%を採用している）とする。また、線形材料としてモデル化するコンクリートの減衰定数は5%（J E A G 4 6 0 1-1987）とする。

図 10.2-16 に Rayleigh 減衰の設定フローを、表 10.2-8 に固有値解析結果を示す。



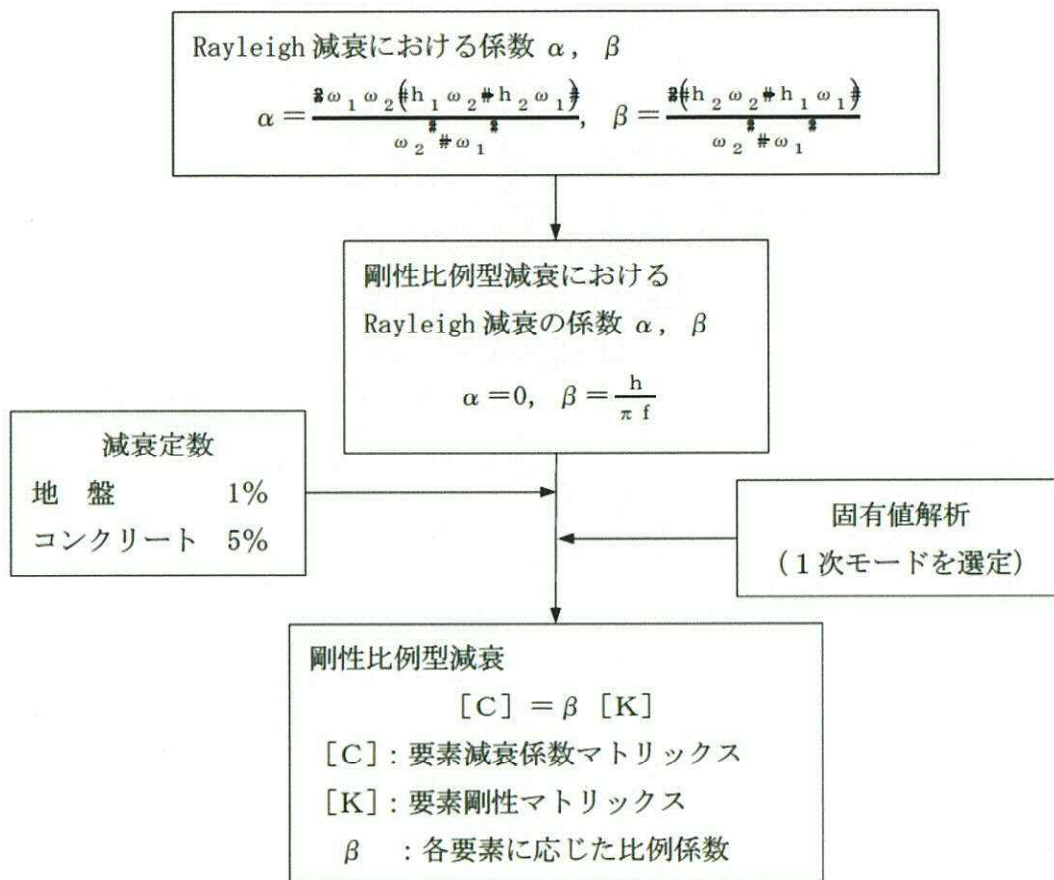


図 10.2-16 Rayleigh 減衰の設定フロー



表 10.2-8 (1) 固有値解析結果（東西方向断面）

（検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース）

モード次数	固有振動数 (Hz)	刺激係数	備考
1	0.729	164.940	1次として採用
2	1.464	0.001	—
3	1.934	-0.819	—
4	2.039	-55.120	—
5	2.332	4.091	—
6	2.809	-0.025	—
7	2.979	0.776	—
8	3.137	-32.158	—
9	3.177	-7.842	—

表 10.2-8 (2) 固有値解析結果（東西方向断面）

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

モード次数	固有振動数 (Hz)	刺激係数	備考
1	0.729	164.980	1次として採用
2	1.464	0.003	—
3	1.947	0.270	—
4	2.046	-55.181	—
5	2.334	4.073	—
6	2.831	-1.727	—
7	2.992	-0.780	—
8	3.150	-32.200	—
9	3.183	-6.323	—



表 10.2-8 (3) 固有値解析結果 (東西方向断面)

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

モード次数	固有振動数 (Hz)	刺激係数	備考
1	0.729	164.890	1次として採用
2	1.464	0.016	—
3	1.919	-1.840	—
4	2.031	-55.042	—
5	2.333	3.877	—
6	2.788	1.703	—
7	2.969	-0.070	—
8	3.127	-32.716	—
9	3.179	6.595	—

表 10.2-8 (4) 固有値解析結果 (東西方向断面)

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

モード次数	固有振動数 (Hz)	刺激係数	備考
1	0.720	162.580	1次として採用
2	1.442	1.983	—
3	1.553	-6.784	—
4	1.705	51.243	—
5	2.091	7.983	—
6	2.349	-3.917	—
7	2.403	-1.287	—
8	2.599	-0.498	—
9	2.699	39.761	—



### 10.2.11 荷重の組合せ

耐震安全性評価にて考慮する荷重は、通常運転時の荷重（永久荷重）及び地震時荷重を抽出し、それぞれ組合せて設定する。地震時荷重には、地震時土圧、機器・配管系からの反力による荷重が含まれるものとする。

変動荷重（雪荷重・風荷重・温度荷重）については、発電所の立地特性や常設低圧代替注水系配管カルバートが地中に埋設された構造物であることを考慮すると、構造物に与える影響は軽微であると判断し、地震力と組合せる荷重としては除外した。

なお、常設低圧代替注水系配管カルバートは、地盤内に埋設す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 10.2-9 に示す。地震時に常設低圧代替注水系配管カルバートに作用する機器・配管系からの反力については、機器・配管系を、解析モデルに付加質量として与えることで考慮する。

表 10.2-9 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単位体積重量を乗じて設定
		機器・配管荷重	○	・機器・配管荷重の重量に基づいて設定
		土被り荷重	○	・常時応力解析により設定
		永久上載荷重	—	・恒常的に配置された設備はないことから、考慮しない。
	静止土圧		○	・初期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 ・水の単位体積重量を考慮
変動荷重			—	・発電所の立地特性及び構造物の配置状況を踏まえると、偶発荷重（地震荷重）と組合せるべき変動荷重はない
偶発荷重	水平地震動		○	・基準地震動 $S_h$ による水平・鉛直同時加振 ・躯体、機器・配管の慣性力、動土圧を考慮
	鉛直地震動		○	



(1) 機器・配管荷重

底版には図 10.2-17 に示すとおり配管の荷重を考慮する。配管の荷重は、全荷重を内空幅で除した単位奥行き当たりの荷重として考慮する。

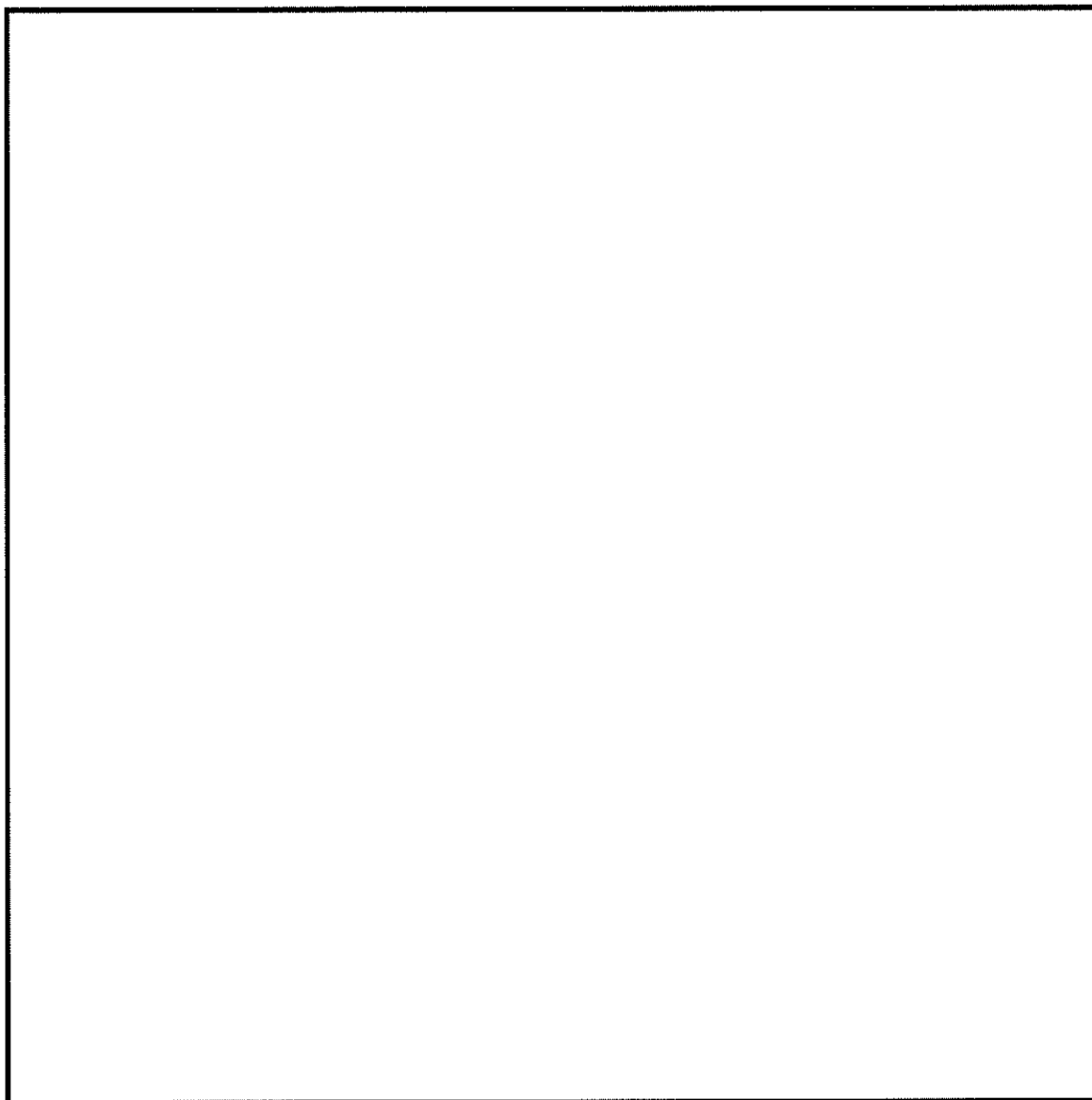


図 10.2-17 作用荷重図

(2) 外水圧

常設低圧代替注水系配管カルバート周辺の地盤においては、地下水位を地表面に設定する。地下水の密度は  $1.00 \text{ g/cm}^3$  とする。



### 10.2.12 地震応答解析の検討ケース

#### (1) 耐震評価における検討ケース

耐震評価における検討ケースを表 10.2-10 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。

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 10.2-18 に示す。

表 10.2-10 耐震評価における検討ケース

検討ケース			① 原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース（基本ケース）	② 地盤物性のばらつきを考慮（+1 $\sigma$ ）した解析ケース	③ 地盤物性のばらつきを考慮（-1 $\sigma$ ）した解析ケース	④ 地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース	⑤ 原地盤において非液状化の条件を仮定した解析ケース	⑥ 地盤物性のばらつきを考慮（+1 $\sigma$ ）して非液状化の条件を仮定した解析ケース
液状化強度特性の設定			原地盤に基づく液状化強度特性（標準偏差を考慮）	原地盤に基づく液状化強度特性（標準偏差を考慮）	原地盤に基づく液状化強度特性（標準偏差を考慮）	敷地に存在しない豊浦標準砂に基づく液状化強度特性	液状化パラメータを非適用	液状化パラメータを非適用
地震波（位相）	$S_s-D1$	(H+, V+)	実施					
		(H+, V-)	実施					
		(H-, V+)	実施					
		(H-, V-)	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+)	実施					
		(H-, V+)	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。

構造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。



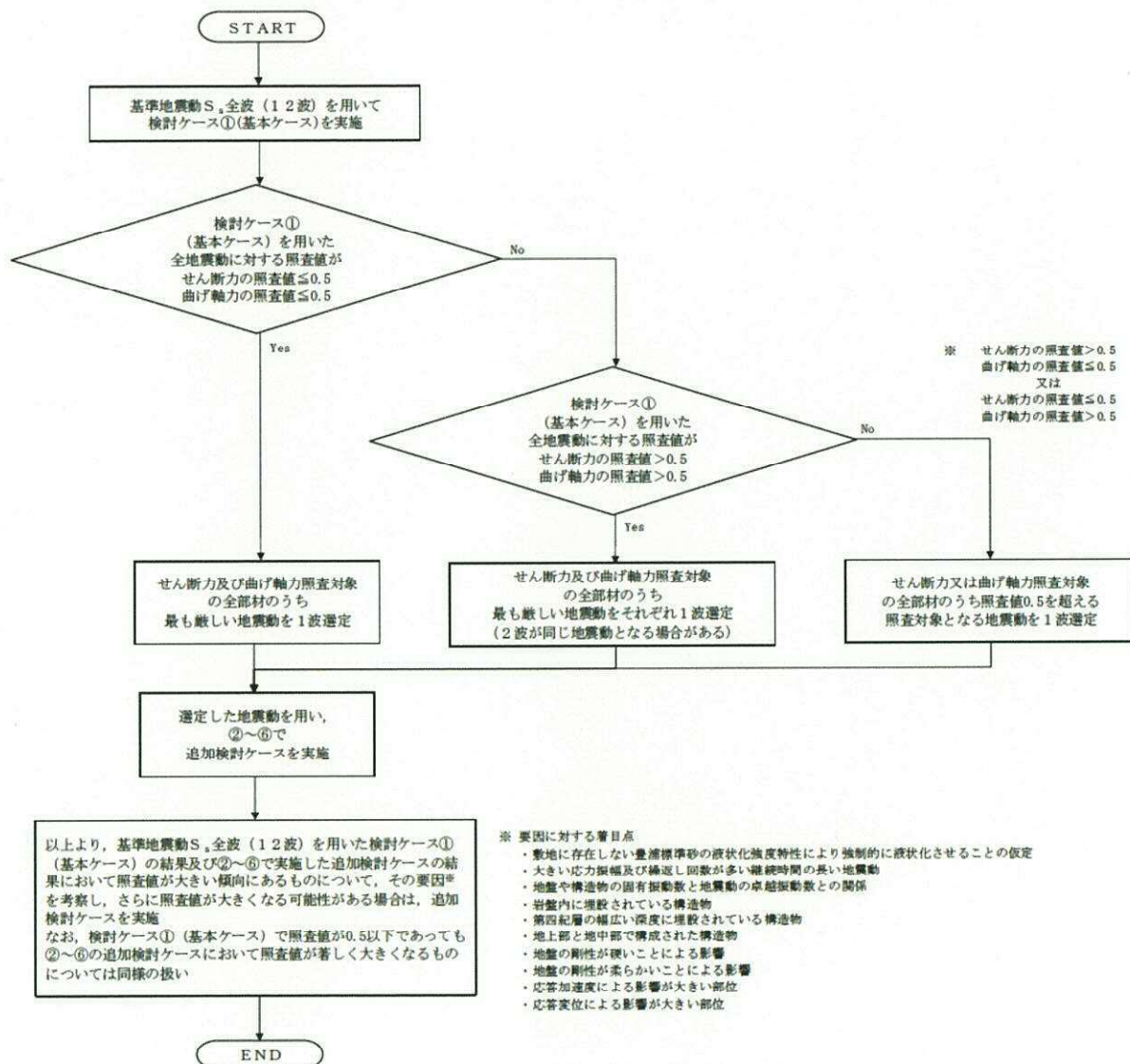


図 10.2-18 ②～⑥より追加検討ケースを実施する地震動の選定フロー



(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 10.2-10 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 10.2-10 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（+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			敷地に存在しない豊浦標準砂に基づく液状化強度特性	液状化パラメータを非適用	液状化パラメータを非適用
地震波（位相）	$S_s-D1$	(H+, V+)	全ての基準地震動 $S_s$ に対して実施する⑤の検討ケース（原地盤において非液状化の条件を仮定した解析ケース）において、上載される機器・配管系の固有振動数帯で加速度応答が最も大きくなる地震動を用い、④及び⑥より追加検討ケースを実施する。	実施	全ての基準地震動 $S_s$ に対して実施する⑤の検討ケース（原地盤において非液状化の条件を仮定した解析ケース）において、上載される機器・配管系の固有振動数帯で加速度応答が最も大きくなる地震動を用い、④及び⑥より追加検討ケースを実施する。
		(H+, V-)		実施	
		(H-, V+)		実施	
		(H-, V-)		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+)		実施	
		(H-, V+)		実施	



### 10.3 評価内容

#### 10.3.1 入力地震動の設定

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

地震応答解析に用いる入力地震動は、解放基盤表面で定義される基準地震動  $S_s$  を、1次元波動論により地震応答解析モデルの底面位置で評価したものをを用いる。入力地震動算定の概念図を図 10.3-1 に示す。

入力地震動の算定には、解析コード「k-SHAKE Ver. 6.2.0」を使用する。解析コードの検証及び妥当性確認の概要については、V-5-25「計算機プログラム(解析コード)の概要」に示す。

なお、基準地震動  $S_s$  のうち断層モデル波については、特定の方向性を有することから、構造物の評価対象断面方向に合わせて方位補正を行う。具体的にはNS方向及びEW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基準地震動を設定する。

図 10.3-2 に入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトルを示す。

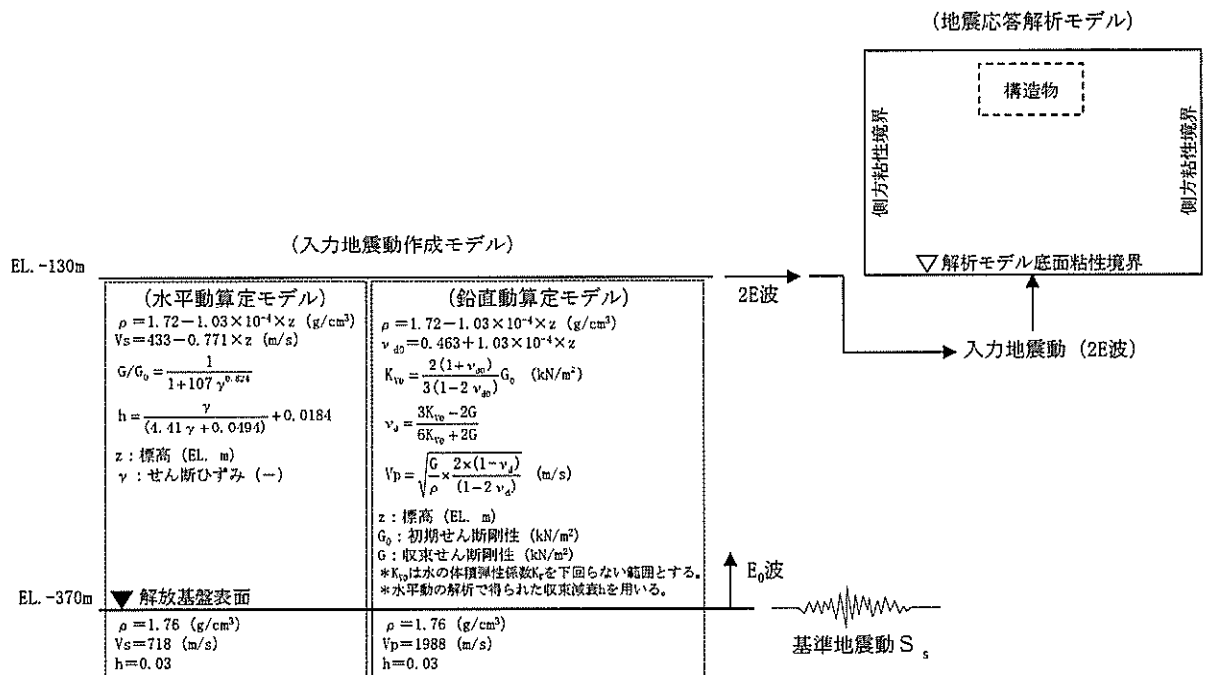
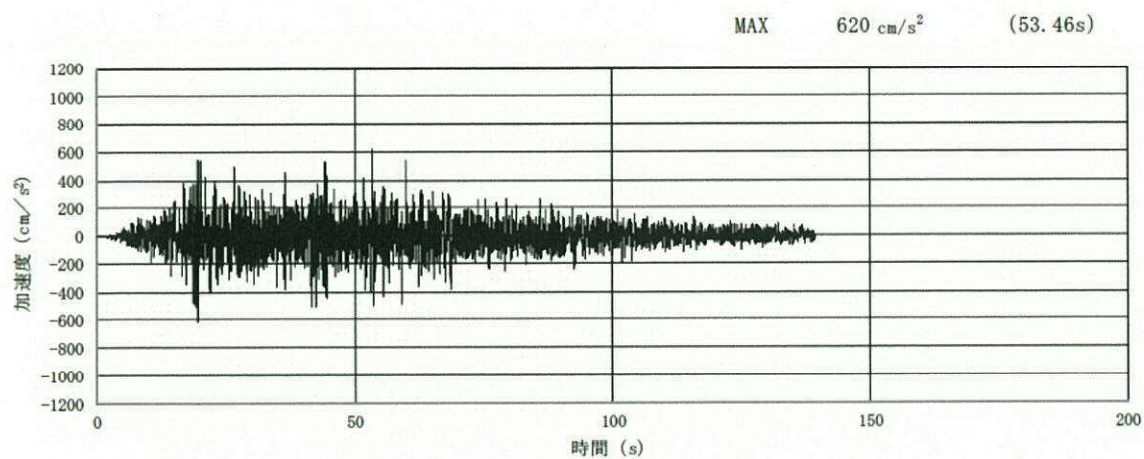
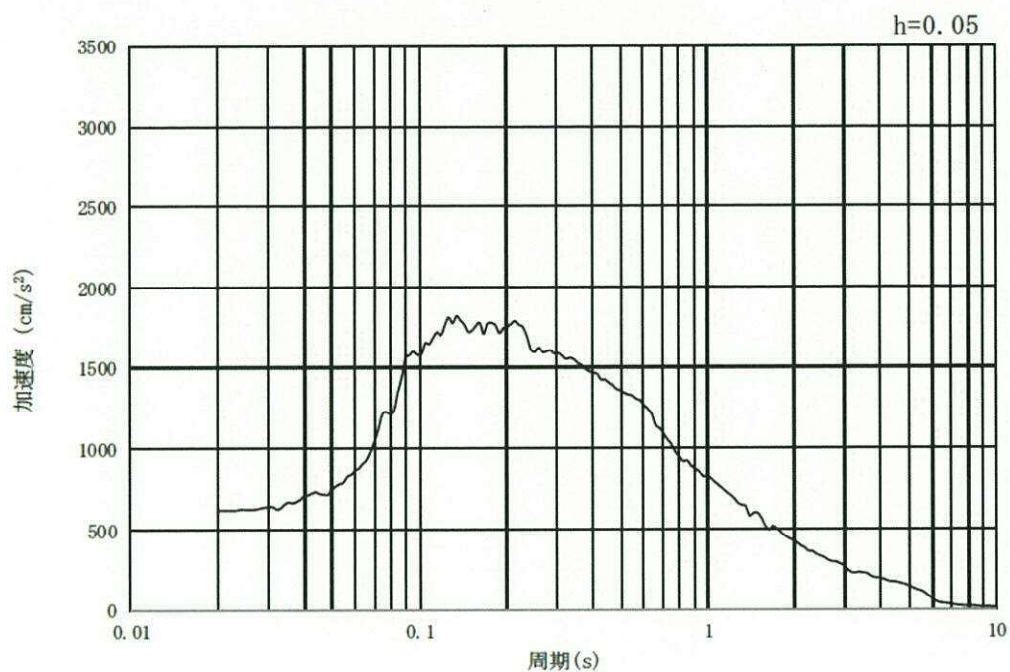


図 10.3-1 入力地震動算定の概念図





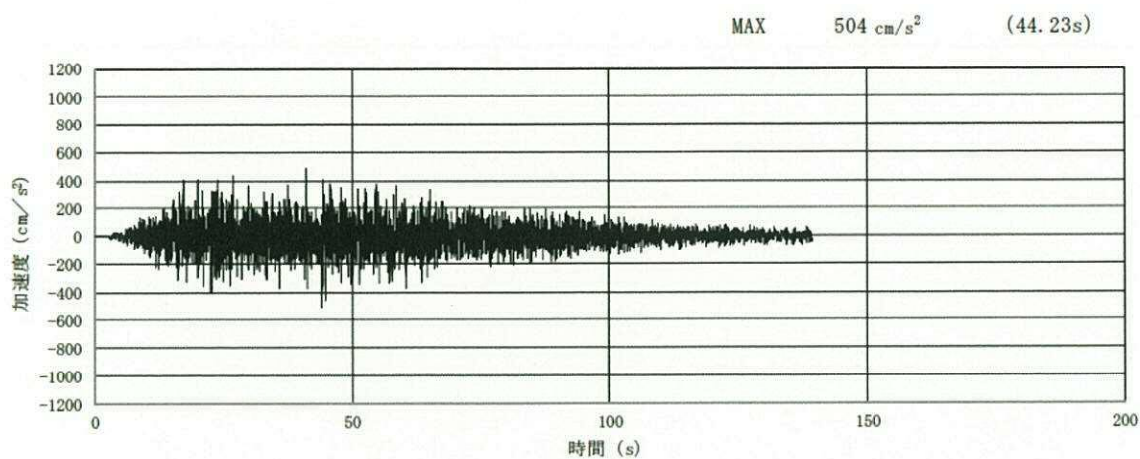
(a) 加速度時刻歴波形



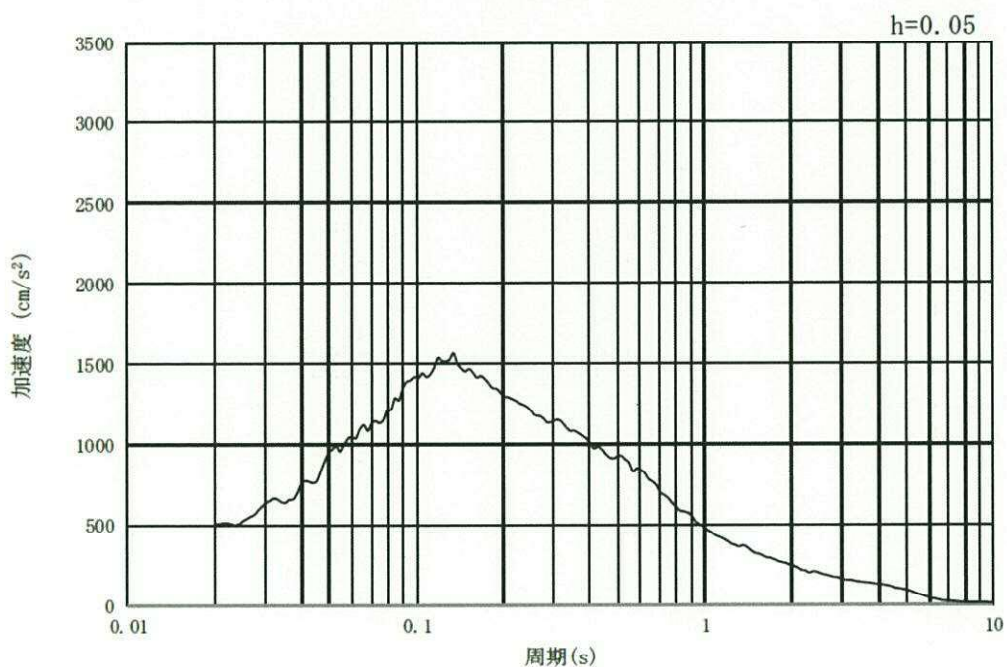
(b) 加速度応答スペクトル

図 10.3-2 (1) 東西方向断面の入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル  
(水平方向:  $S_s-D1$ )





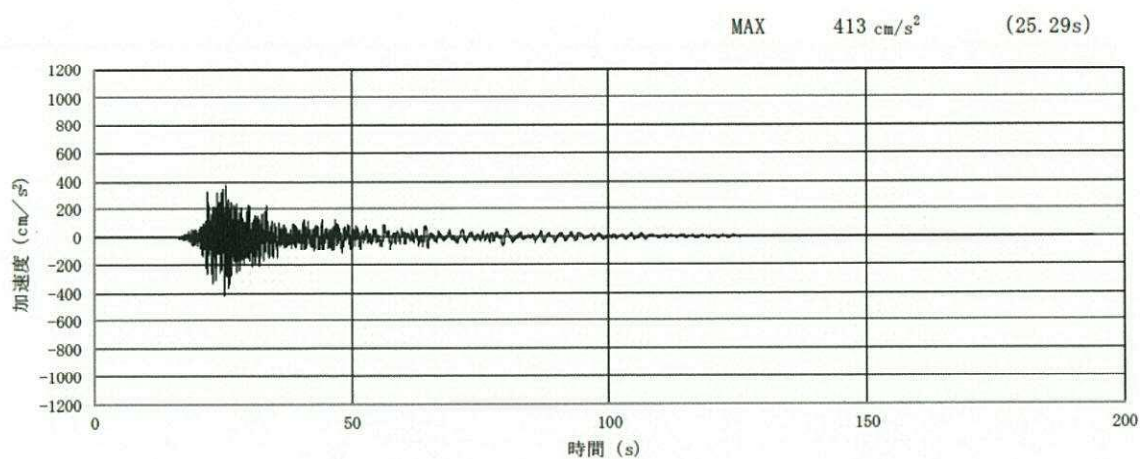
(a) 加速度時刻歴波形



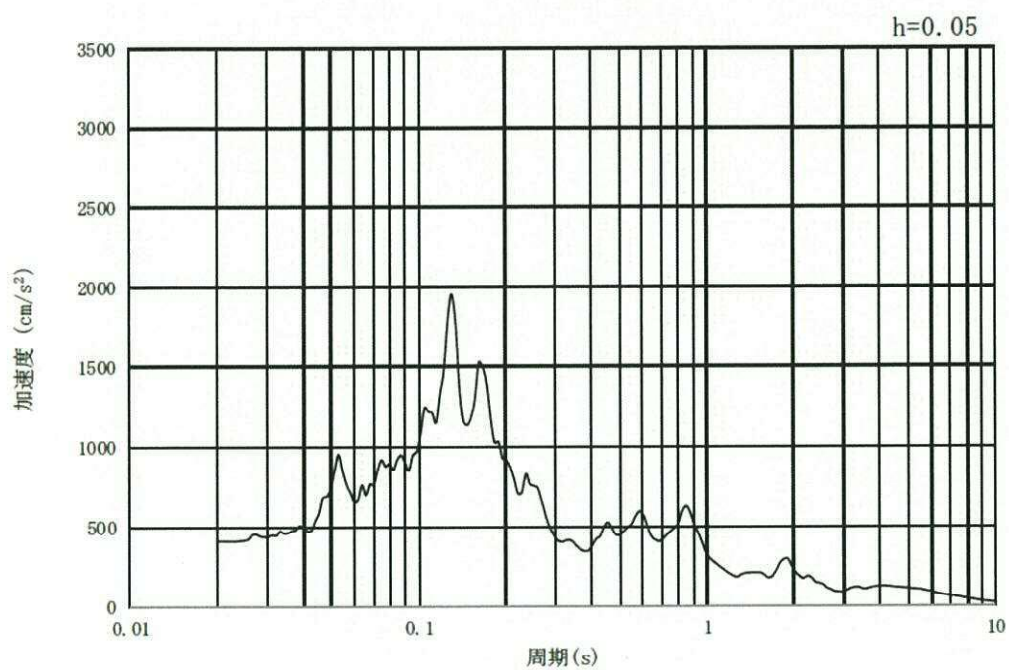
(b) 加速度応答スペクトル

図 10.3-2 (2) 東西方向断面の入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル  
(鉛直方向:  $S_s-D1$ )





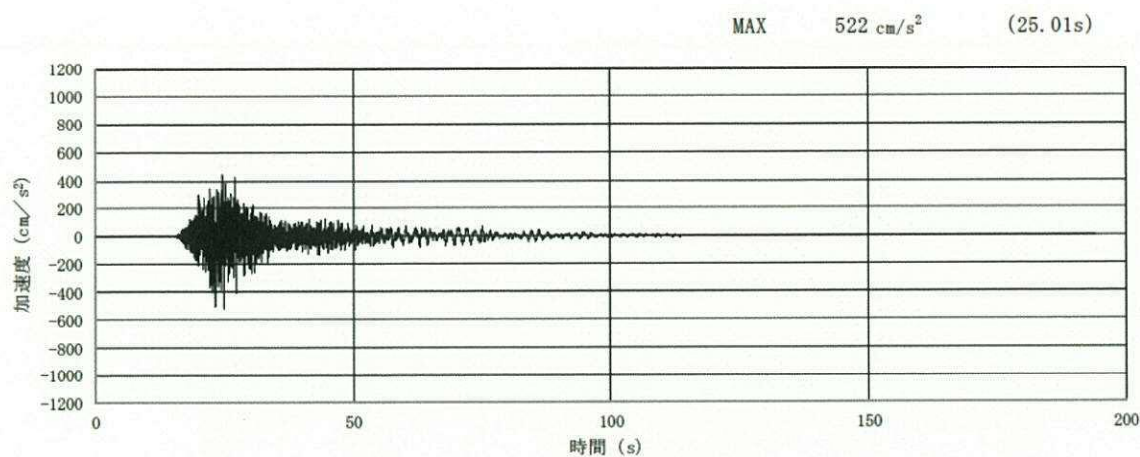
(a) 加速度時刻歴波形



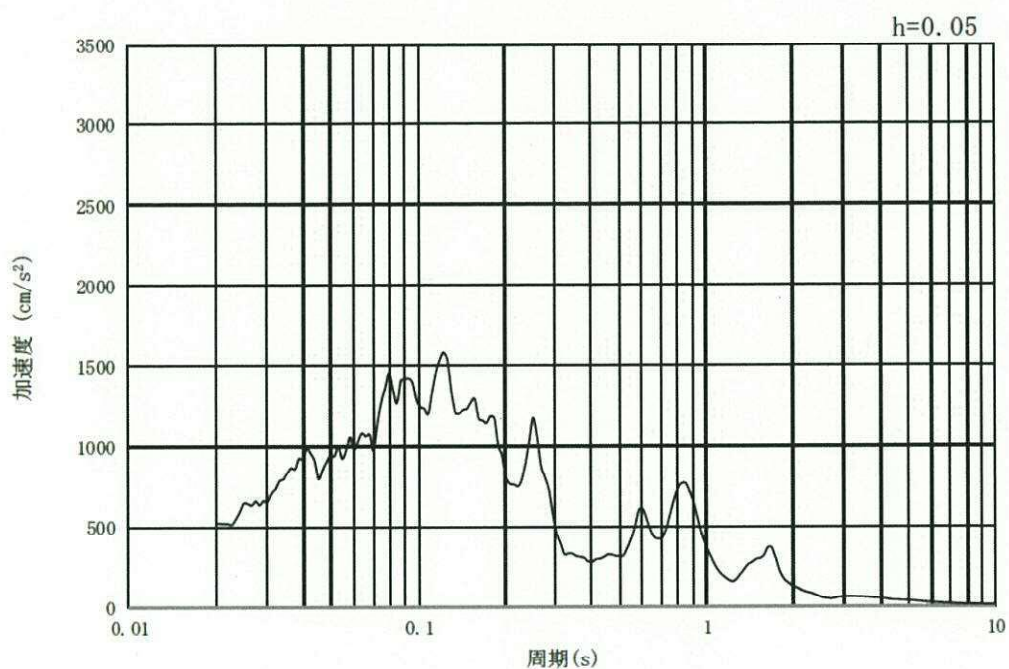
(b) 加速度応答スペクトル

図 10.3-2 (3) 東西方向断面の入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル  
(水平方向:  $S_s - 11$ )





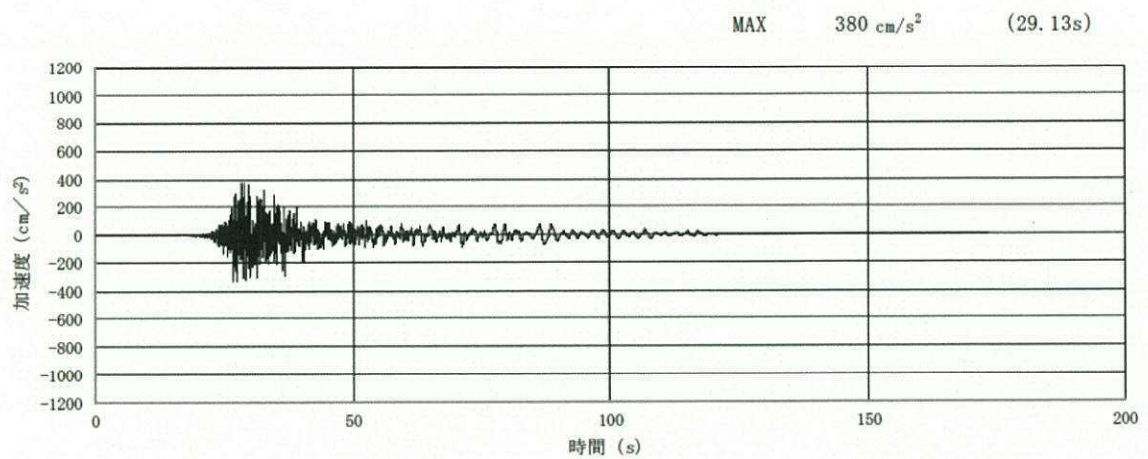
(a) 加速度時刻歴波形



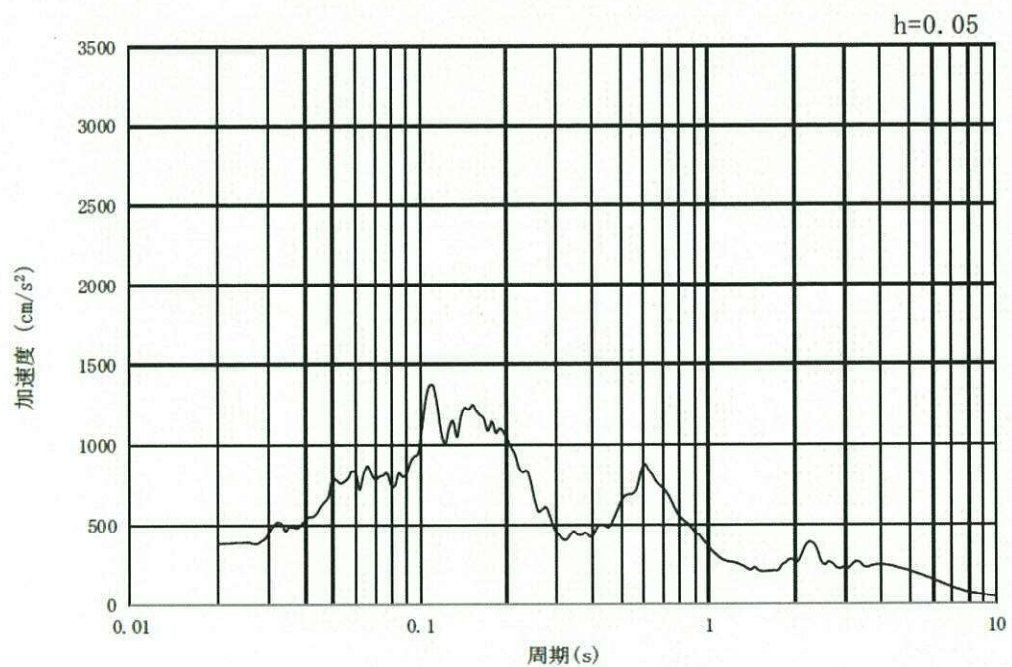
(b) 加速度応答スペクトル

図 10.3-2 (4) 東西方向断面の入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル  
(鉛直方向:  $S_s - 11$ )





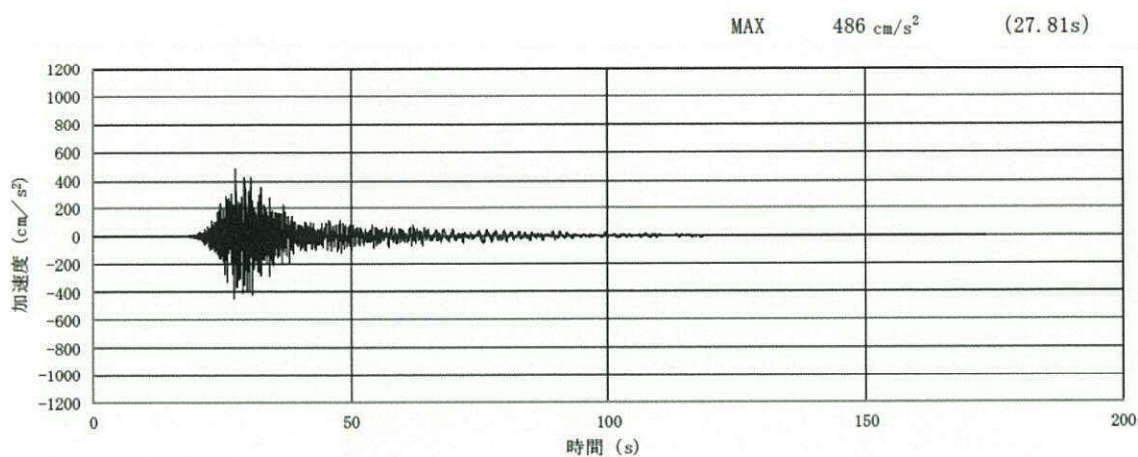
(a) 加速度時刻歴波形



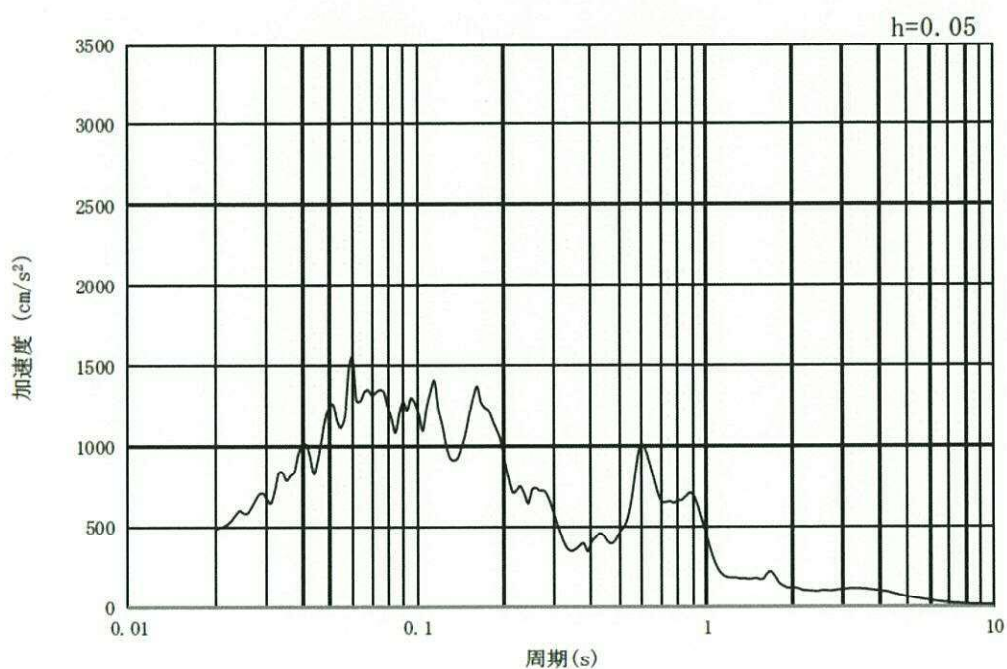
(b) 加速度応答スペクトル

図 10.3-2 (5) 東西方向断面の入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル  
(水平方向:  $S_s-12$ )





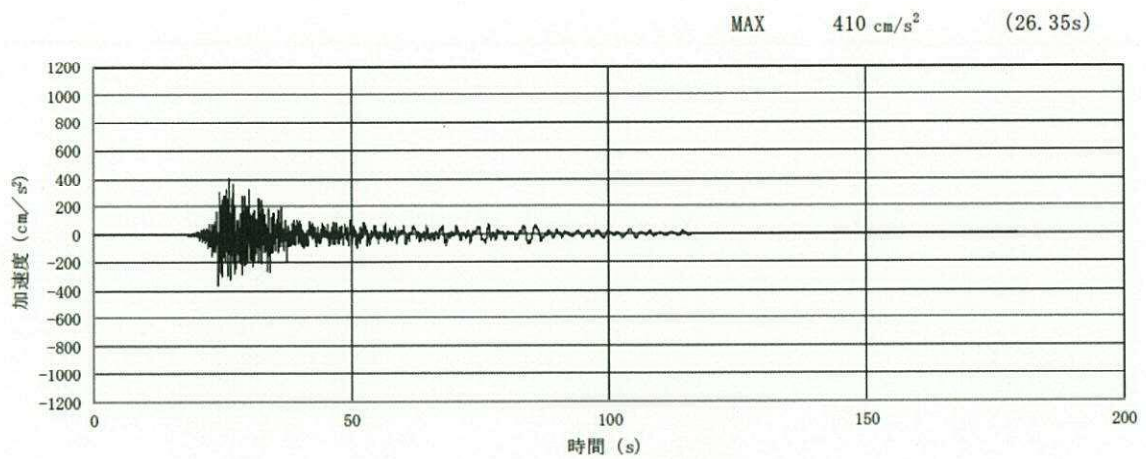
(a) 加速度時刻歴波形



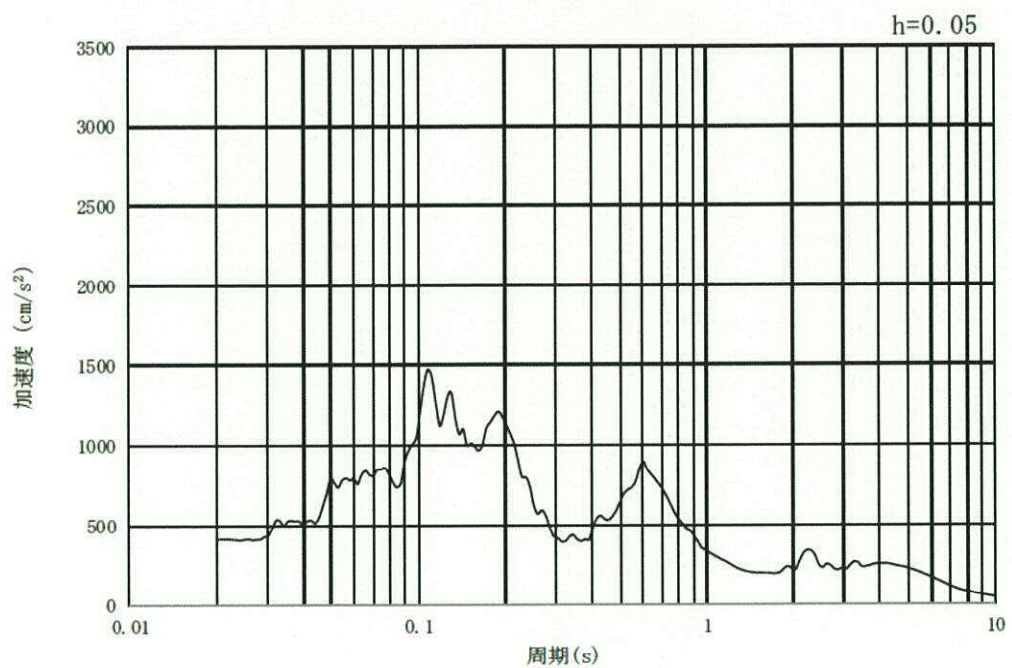
(b) 加速度応答スペクトル

図 10.3-2 (6) 東西方向断面の入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル  
(鉛直方向:  $S_s - 12$ )





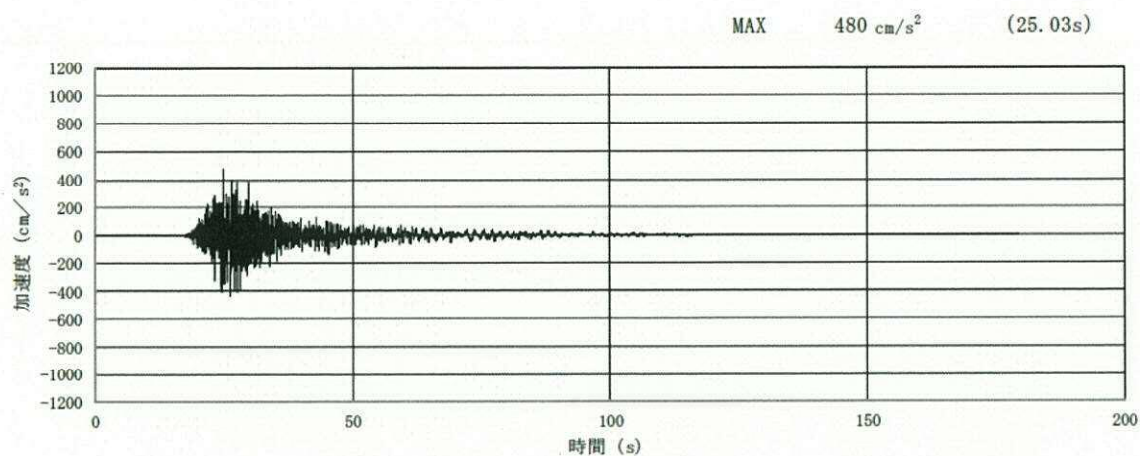
(a) 加速度時刻歴波形



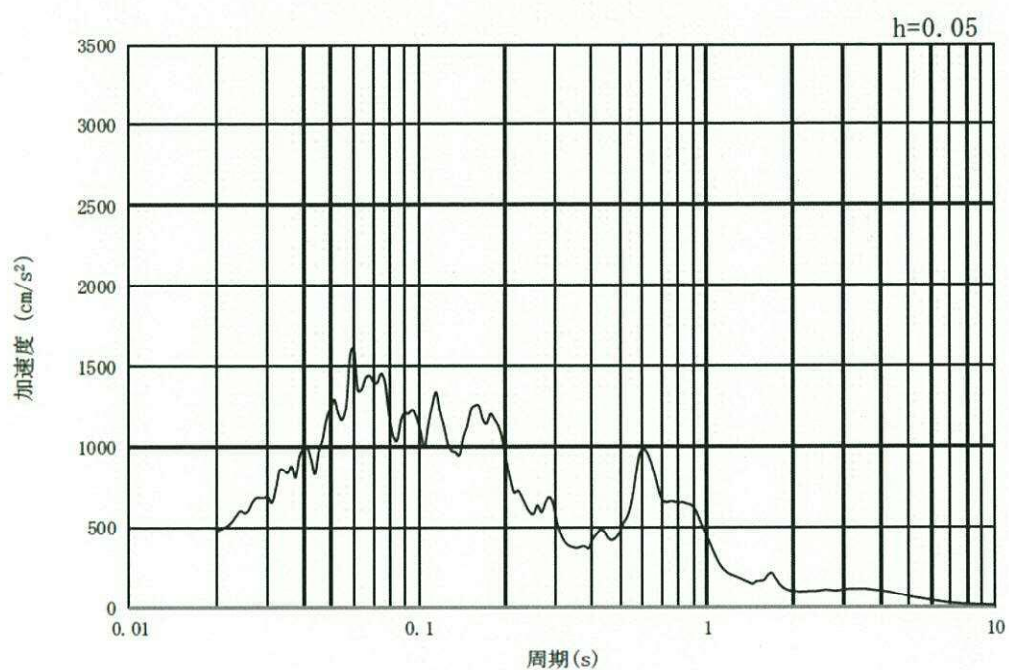
(b) 加速度応答スペクトル

図 10.3-2 (7) 東西方向断面の入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル  
(水平方向:  $S_s-13$ )





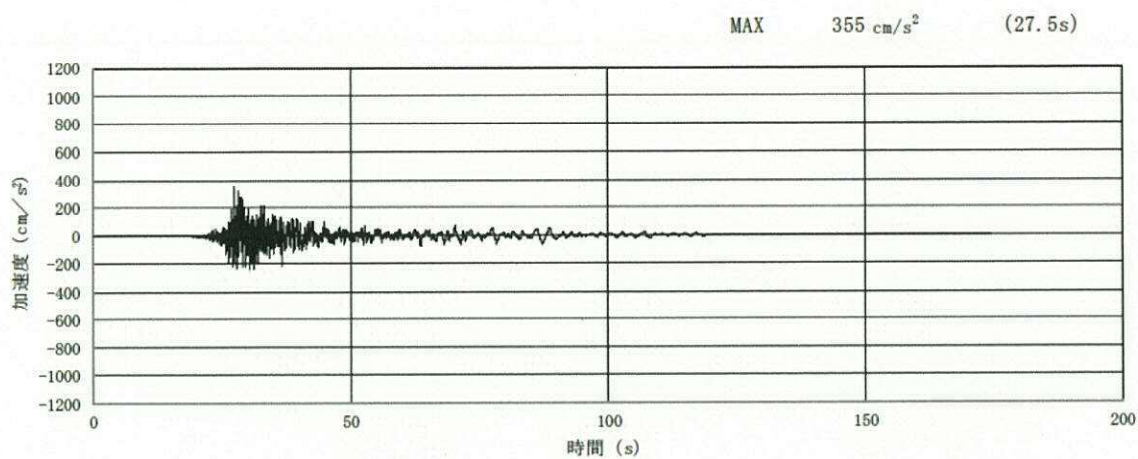
(a) 加速度時刻歴波形



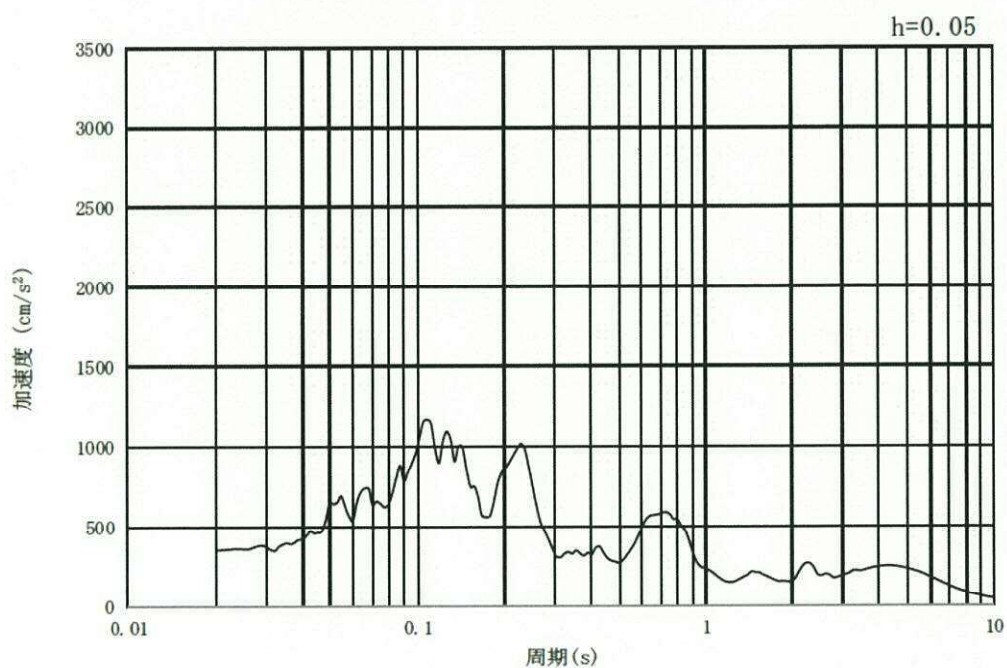
(b) 加速度応答スペクトル

図 10.3-2 (8) 東西方向断面の入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル  
(鉛直方向:  $S_s - 13$ )





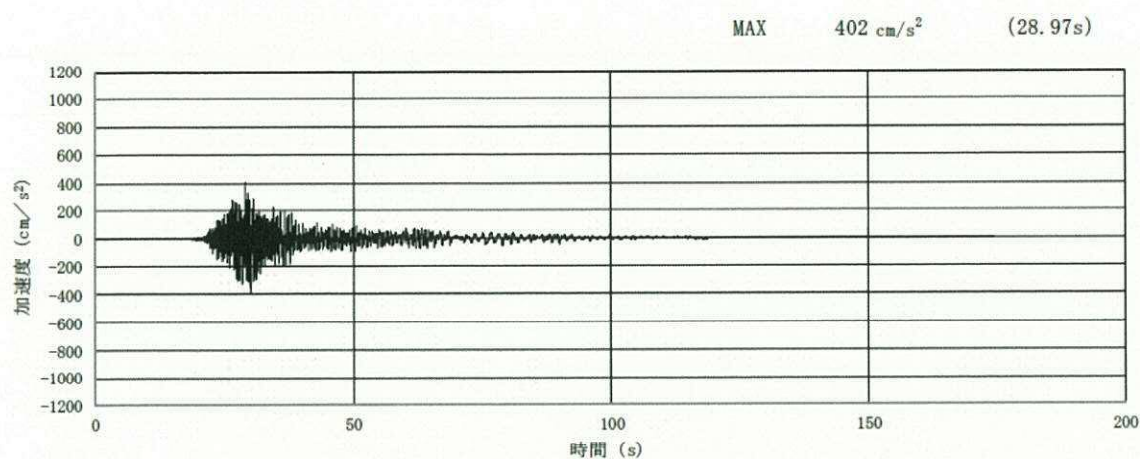
(a) 加速度時刻歴波形



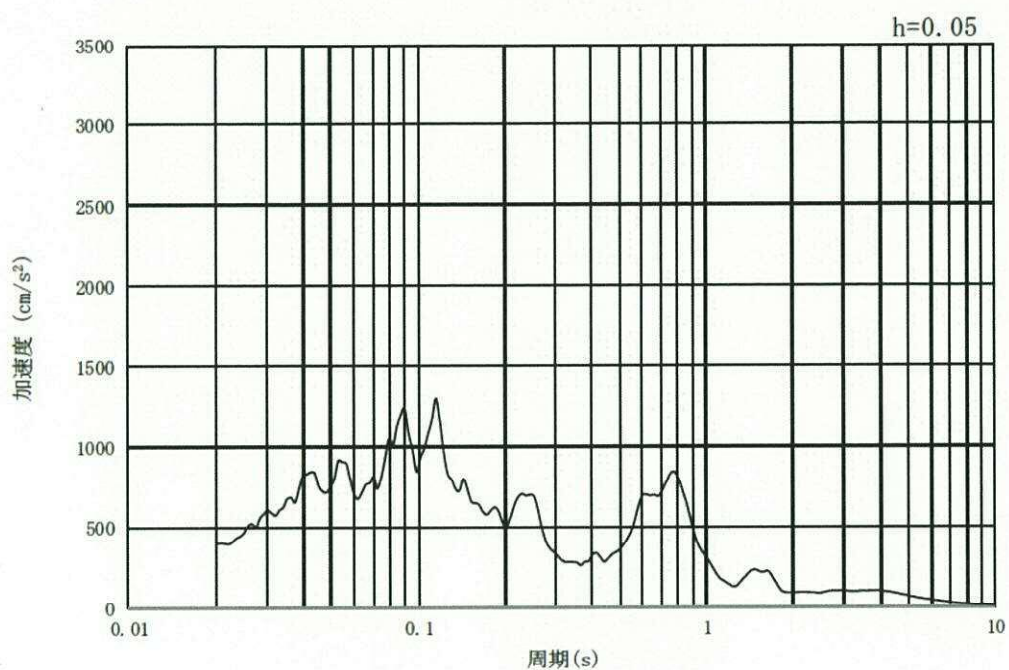
(b) 加速度応答スペクトル

図 10.3-2 (9) 東西方向断面の入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル  
(水平方向:  $S_s-14$ )





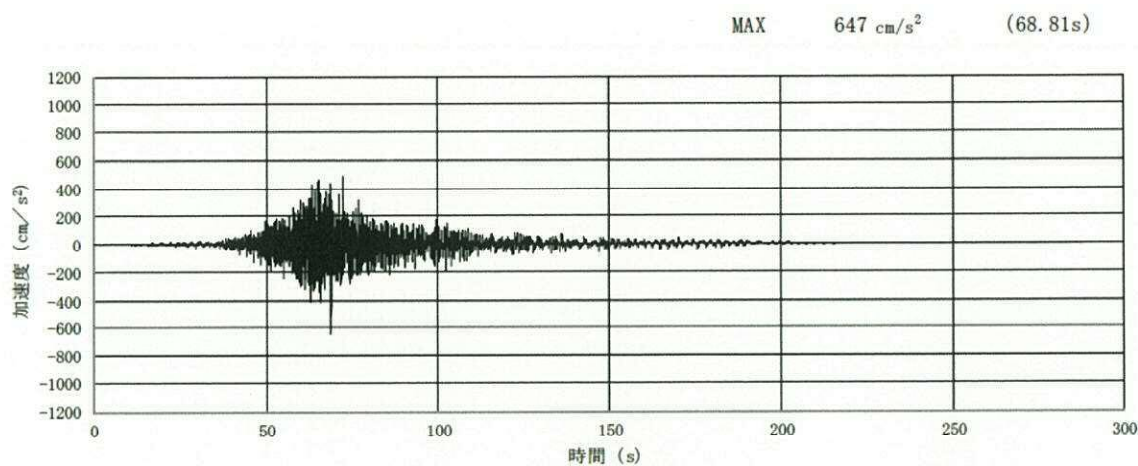
(a) 加速度時刻歴波形



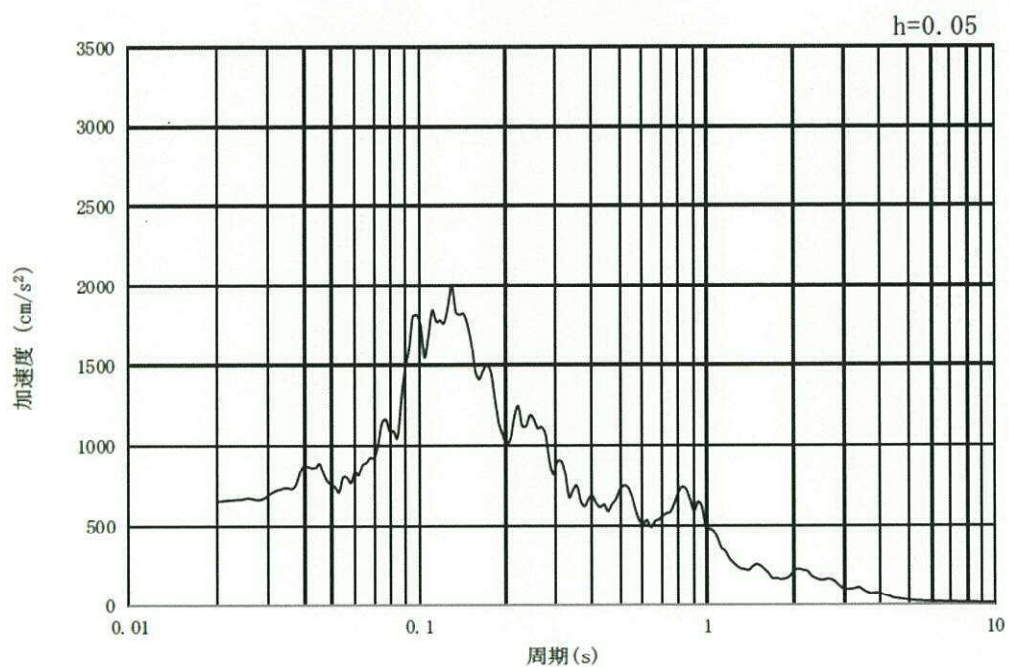
(b) 加速度応答スペクトル

図 10.3-2 (10) 東西方向断面の入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル  
(鉛直方向：S s - 1 4)





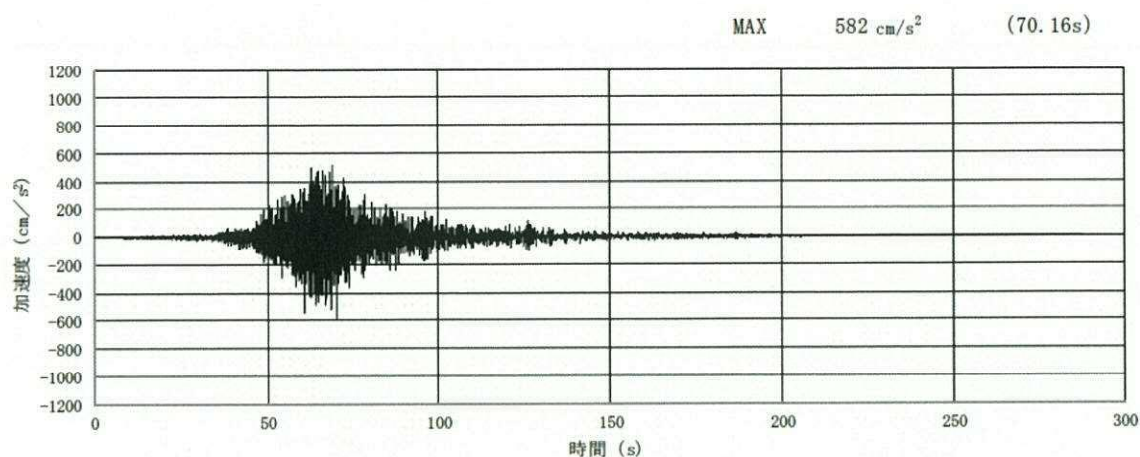
(a) 加速度時刻歴波形



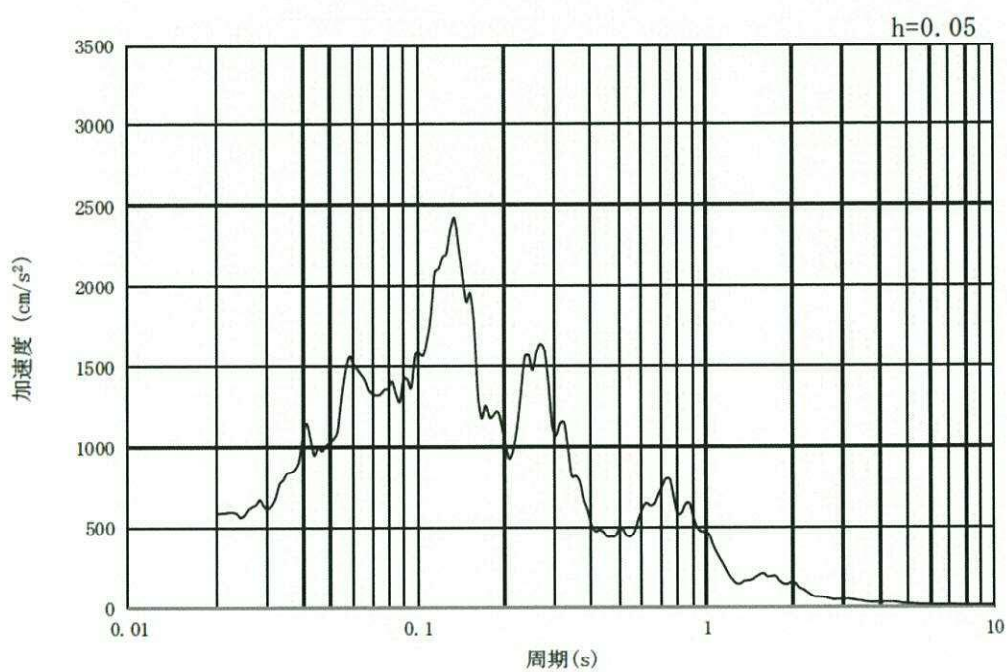
(b) 加速度応答スペクトル

図 10.3-2 (11) 東西方向断面の入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル  
(水平方向:  $S_s - 21$ )





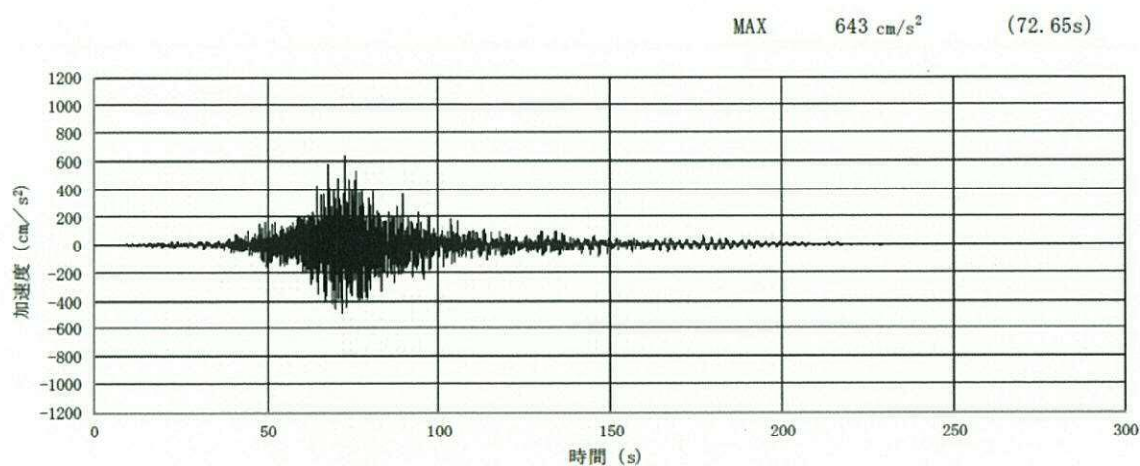
(a) 加速度時刻歴波形



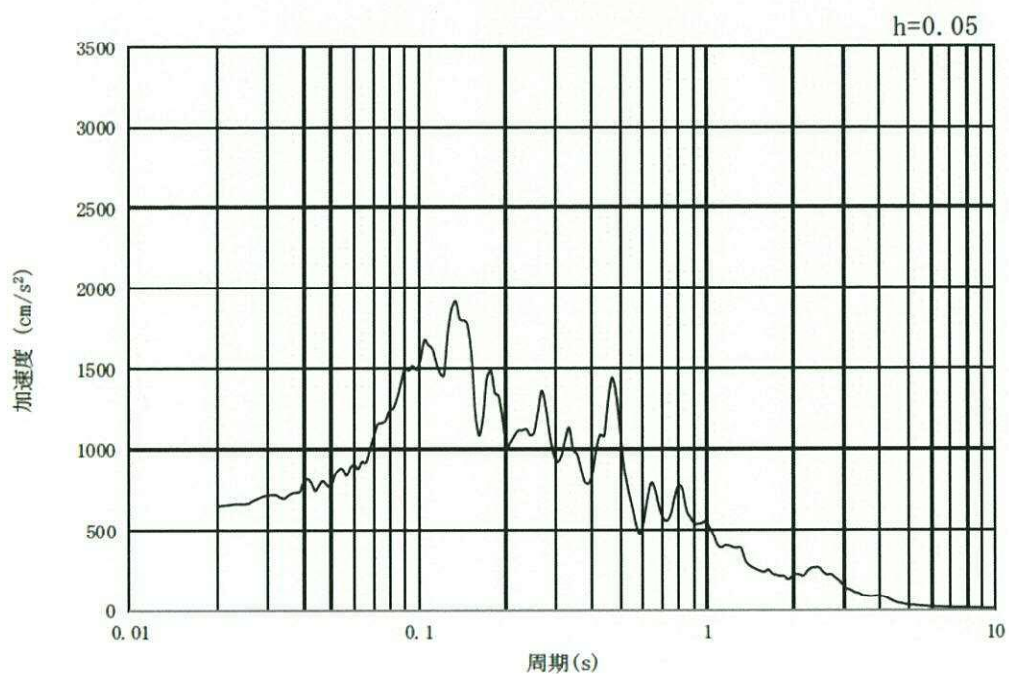
(b) 加速度応答スペクトル

図 10.3-2 (12) 東西方向断面の入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル  
(鉛直方向:  $S_s - 21$ )





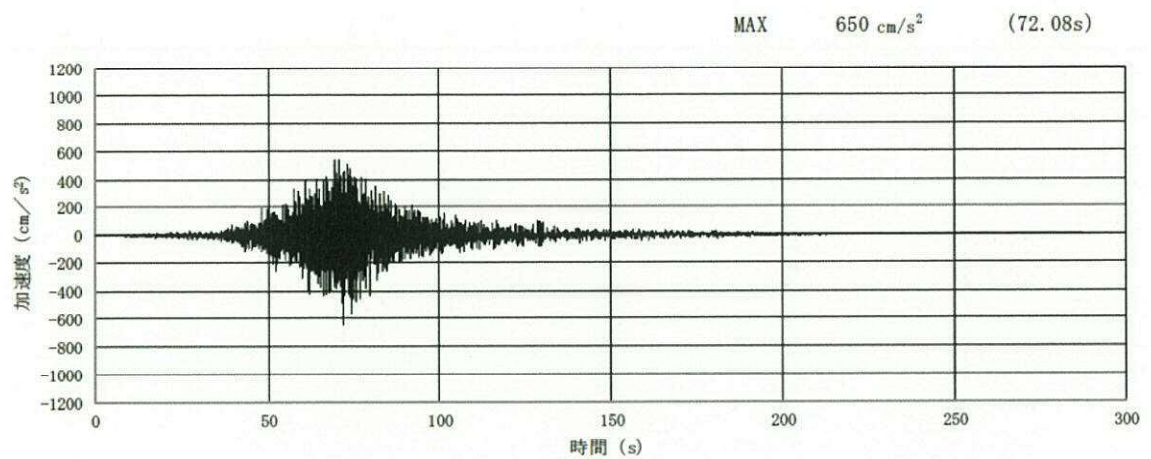
(a) 加速度時刻歴波形



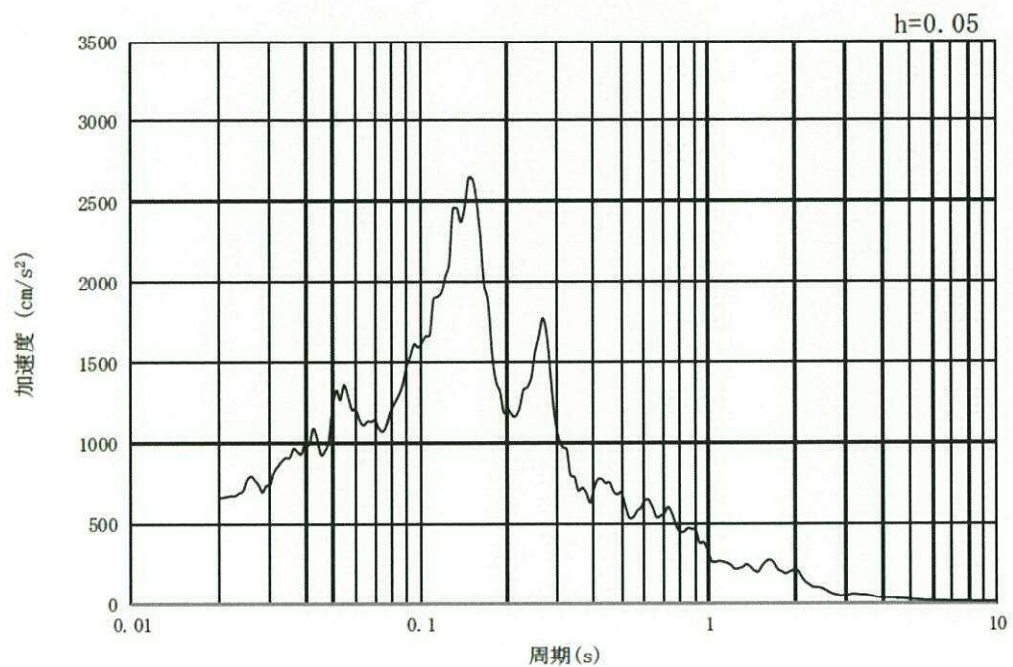
(b) 加速度応答スペクトル

図 10.3-2 (13) 東西方向断面の入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル  
(水平方向:  $S_s - 22$ )





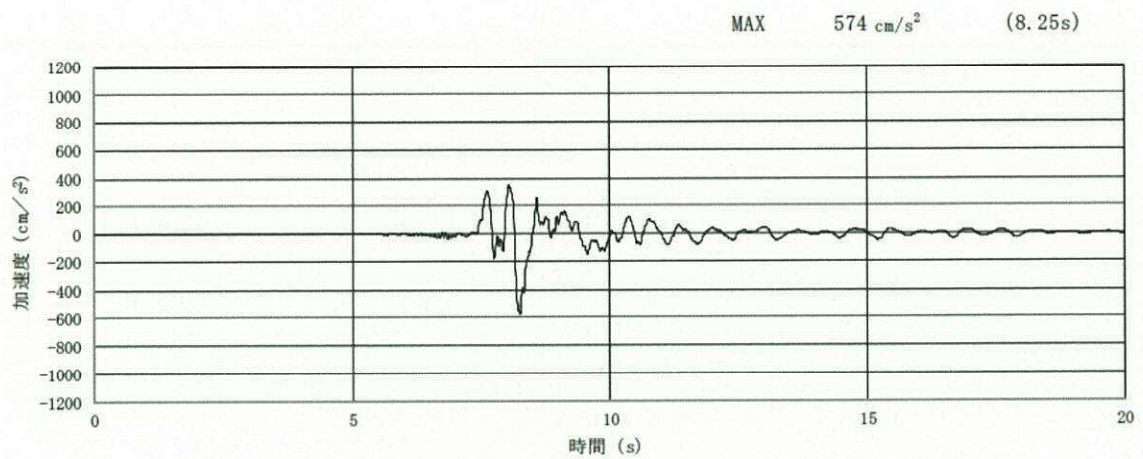
(a) 加速度時刻歴波形



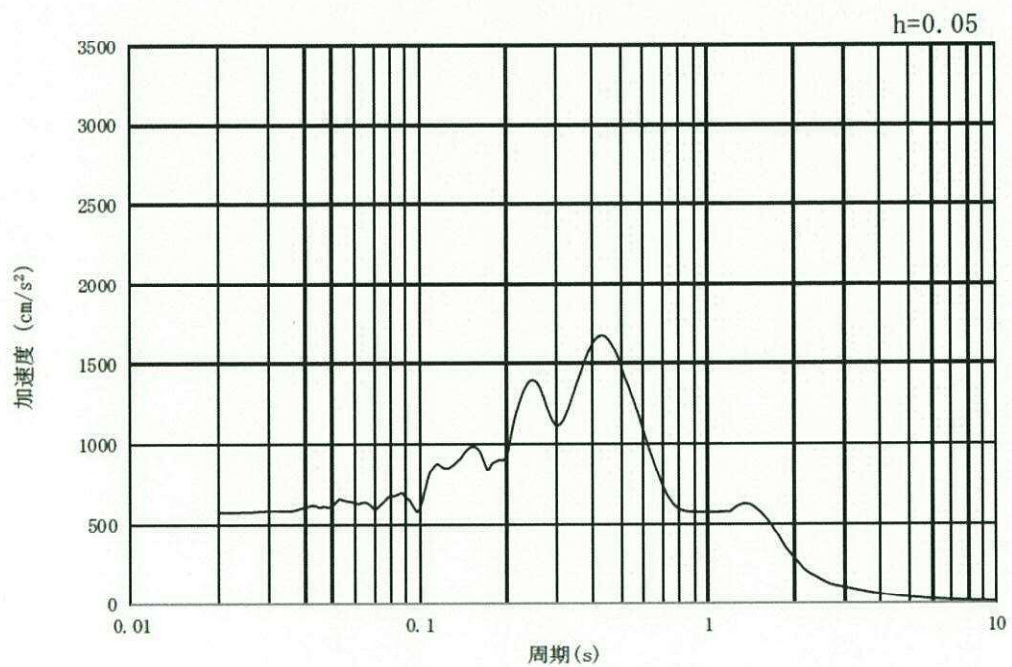
(b) 加速度応答スペクトル

図 10.3-2 (14) 東西方向断面の入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル  
(鉛直方向:  $S_s - 2.2$ )





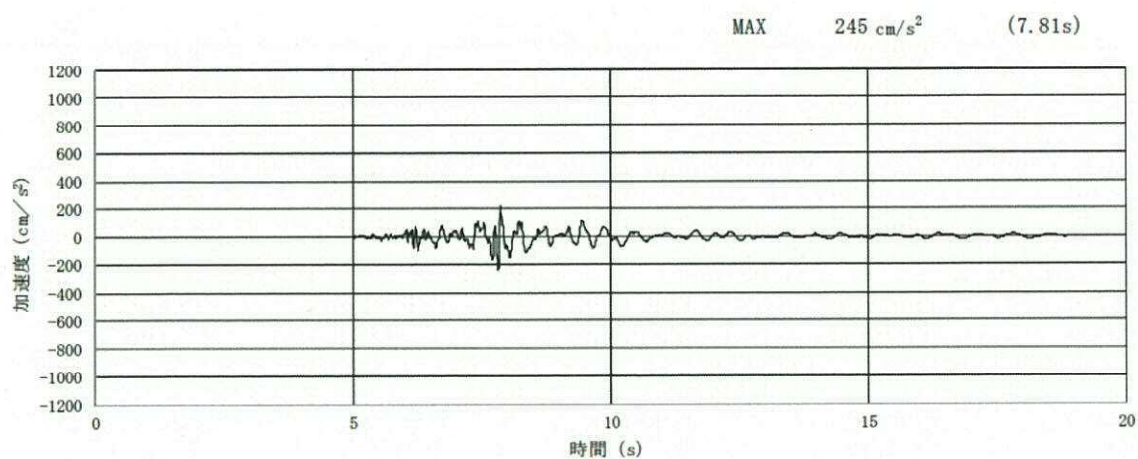
(a) 加速度時刻歴波形



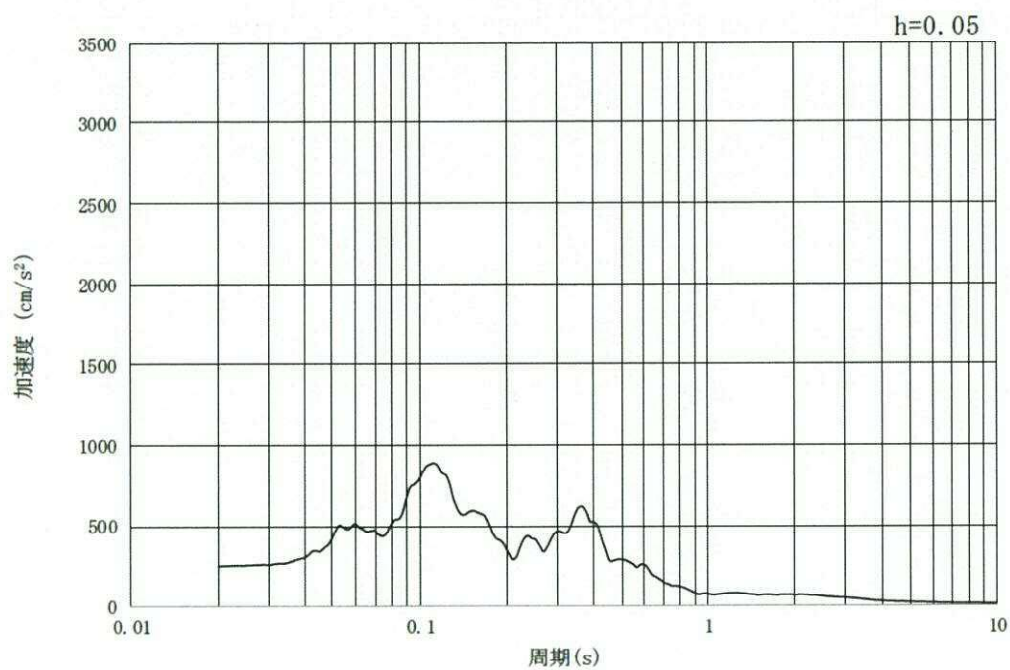
(b) 加速度応答スペクトル

図 10.3-2 (15) 東西方向断面の入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル  
(水平方向:  $S_s-31$ )





(a) 加速度時刻歴波形



(b) 加速度応答スペクトル

図 10.3-2 (16) 東西方向断面の入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル  
(鉛直方向:  $S_s - 31$ )



### 10.3.2 許容限界の設定

#### (1) 構造部材の健全性に対する許容限界

常設低圧代替注水系配管カルバートの構造部材は、許容応力度法による照査を行う。評価位置においてコンクリートの圧縮応力度、鉄筋の引張応力度、コンクリートのせん断応力度が短期許容応力度以下であることを確認する。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）及び「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）」に基づき、コンクリート及び鉄筋の許容応力度に対して割増係数1.5を考慮し、表10.3-1のとおり設定する。

表 10.3-1 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 ( $f'_{ck}=40$ 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*2
鉄筋 (SD390) *1	短期許容引張応力度 $\sigma_{sa}$ (曲げ)	309
	短期許容引張応力度 $\sigma_{sa}$ (せん断)	309

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: 斜め引張鉄筋を考慮する場合は、「コンクリート標準示方書[構造性能照査編]」（(社)土木学会，2002年制定）」に基づき、次式により算定する短期許容せん断力 ( $V_a$ ) を許容限界とする。各部材における許容限界を表10.3-2に示す。

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

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

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

$\tau_{a1}$  : 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

$\sigma_{sa}$  : 鉄筋の短期許容引張応力度

$s$  : 斜め引張鉄筋間隔



表 10.3-2 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	断面性状				せん断補強筋			許容せん断力		短期許容 せん断力Va (=Vca+Vsa) (kN)
	部材幅 (mm)	部材高 (mm)	かぶり (mm)	有効高 (mm)	径	Sb (mm)	Ss (mm)	コンクリート Vca (kN)	鉄筋 Vsa (kN)	
底版	1000	700	120	580	D16	300	150	208.04	687.79	895
頂版	1000	700	120	580	D16	300	150	208.04	687.79	895
側壁	1000	700	120	580	D16	300	150	208.04	687.79	895

(2) 基礎地盤の支持性能に対する許容限界

a. 人工岩盤の支持性能に対する許容限界

人工岩盤の支持性能については、構造物の接地圧が人工岩盤の極限支持力以下であることを確認する。

常設低圧代替注水系配管カルバートの人工岩盤に作用する接地圧に対する許容限界は、コンクリート標準示方書に基づき、以下に示すコンクリート（人工岩盤）の設計基準強度から得られる支圧強度とする。

$$f'_{ak} = \eta \cdot f'_{ck}$$

$$\text{ただし, } \eta = \sqrt{A/A_a} \leq 2$$

ここに、A : コンクリート面の支圧分布面積

A<sub>a</sub> : 支圧を受ける面積

常設低圧代替注水系配管カルバートにおける許容限界を表 10.3-3 に示す。

表 10.3-3 人工岩盤の支持性能に対する許容限界

項目	算定結果	備考
支圧強度 $f'_{ak}$ (kN/m <sup>2</sup> )	25632	
$\eta = \sqrt{A/A_a}$	1.424	$\eta \leq 2$
コンクリート面の支圧分布面積 A (m <sup>2</sup> )	150.750	
支圧を受ける面積 A <sub>a</sub> (m <sup>2</sup> )	74.370	
コンクリートの設計基準強度 $f'_{ck}$ (N/mm <sup>2</sup> )	18	



b. 基礎地盤の支持性能に対する許容限界

極限支持力は、V-2-1-3「地盤の支持性能に係る基本方針」に基づき、道路橋示方書（I 共通編・IV下部構造編）・同解説（（社）日本道路協会，平成14年3月）より設定する。

道路橋示方書によるケーソン基礎の支持力算定式を以下に示す。

なお，支持性能評価における保守的な配慮として，以下の支持力算定式の第3項を0と仮定し，極限支持力を算定する。

$$q_d = \alpha c N_c + \frac{1}{2} \beta \gamma_1 B N_\gamma + \gamma_2 D_f N_q$$

ここで，

$q_d$  : 基礎底面地盤の極限支持力度 (kN/m<sup>2</sup>)

$c$  : 基礎底面より下にある地盤の粘着力 (kN/m<sup>2</sup>)

$\gamma_1$  : 基礎底面より下にある地盤の単位体積重量 (kN/m<sup>3</sup>)  
ただし，地下水位以下では水中単位体積重量とする。

$\gamma_2$  : 基礎底面より上にある周辺地盤の単位体積重量 (kN/m<sup>3</sup>)  
ただし，地下水位以下では水中単位体積重量とする。

$\alpha, \beta$  : 表 10.3-4 に示す基礎底面の形状係数

$B$  : 基礎幅 (m)

$D_f$  : 基礎の有効根入れ深さ (m)

$N_c, N_q, N_\gamma$  : 図 10.3-3 に示す支持力係数

表 10.3-4 基礎底面の形状係数

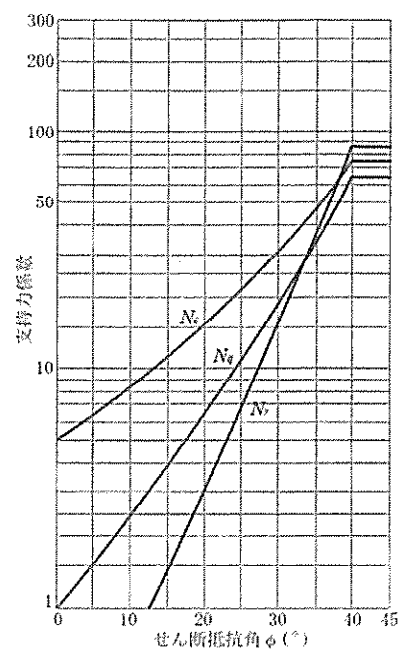
形状係数 \ 基礎底面の形状	帯 状	正方形，円形	長方形，小判形
$\alpha$	1.0	1.3	$1 + 0.3 \frac{B}{D}$
$\beta$	1.0	0.6	$1 - 0.4 \frac{B}{D}$

$D$  : ケーソン前面幅 (m) ,  $B$  : ケーソン側面幅 (m)

ただし， $B/D > 1$  の場合， $B/D = 1$  とする。

「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）」より」





「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）」より

図 10.3-3 支持力係数を求めるグラフ



常設低圧代替注水系配管カルバートの極限支持力の算定結果を表 10.3-5 に示す。

表 10.3-5 極限支持力算定の諸元と算定結果

項目	算定結果	備考
極限支持力度 $q_d$ (kN/m <sup>2</sup> )	4465	
$\alpha c N_c$ (kN/m <sup>2</sup> )	4465	
$\frac{1}{2} \beta \gamma'_1 B N_\gamma$ (kN/m <sup>2</sup> )	0	
$\gamma'_2 D_f N_q$ (kN/m <sup>2</sup> )	0	保守的な配慮として 0 と仮定
粘着力 $c$ (kN/m <sup>2</sup> )	893	
せん断抵抗角 $\phi$ (°)	0	
地盤の単位体積重量 $\gamma'_1$ (kN/m <sup>3</sup> )	7.077	
周辺地盤の単位体積重量 $\gamma'_2$ (kN/m <sup>3</sup> )	—	
形状係数 $\alpha$	1	
形状係数 $\beta$	1	
基礎幅 $B$ (m)	7.500	
有効根入れ深さ $D_f$ (m)	—	
$N_c$	5	図 10.3-3 より
$N_\gamma$	0	図 10.3-3 より
$N_q$	—	



## 10.4 評価結果

### 10.4.1 地震応答解析結果

地震応答解析結果として「断面力分布」、「最大せん断ひずみ分布」、「過剰間隙水圧比分布」及び「最大加速度分布」を示す。

#### (1) 地震時断面力図（部材に着目した地震時断面力図）

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 10.4-1 に、2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。

常設低圧代替注水系配管カルバートの各部材において最も厳しい照査値とその地震波を表 10.4-2 に示す。基準地震動 $S_0$ による断面力（曲げモーメント、軸力、せん断力）を図 10.4-3 に示す。本図は構造部材の曲げ、せん断照査結果が最も厳しくなる部材の評価時刻における断面力を示したものである。



表 10.4-1 (1) 東西方向断面のコンクリートの曲げ軸力に対する検討ケースと照査値

地震動 \ 検討ケース		コンクリートの曲げ軸力照査					
		①	②	③	④	⑤	⑥
$S_s - D1$	++	0.35					
	+-	0.35					
	-+	0.35					
	--	0.35					
$S_s - 11$		0.22					
$S_s - 12$		0.29					
$S_s - 13$		0.29					
$S_s - 14$		0.27					
$S_s - 21$		0.23					
$S_s - 22$		0.30					
$S_s - 31$	++	0.43	0.44	0.43	0.42	0.48	0.47
	-+	0.43				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  
 ②：地盤物性のはらつきを考慮（+1 $\sigma$ ）した解析ケース  
 ③：地盤物性のはらつきを考慮（-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：地盤物性のはらつきを考慮（+1 $\sigma$ ）して非液状化の条件を仮定した解析ケース

表 10.4-1 (2) 東西方向断面の鉄筋の曲げ軸力に対する検討ケースと照査値

地震動 \ 検討ケース		鉄筋の曲げ軸力照査					
		①	②	③	④	⑤	⑥
$S_s - D1$	++	0.52					
	+-	0.53					
	-+	0.52					
	--	0.53					
$S_s - 11$		0.29					
$S_s - 12$		0.40					
$S_s - 13$		0.40					
$S_s - 14$		0.36					
$S_s - 21$		0.29					
$S_s - 22$		0.40					
$S_s - 31$	++	0.67	0.68	0.67	0.64	0.76	0.75
	-+	0.67				0.75	

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：地盤物性のはらつきを考慮（+1 $\sigma$ ）した解析ケース  
 ③：地盤物性のはらつきを考慮（-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：地盤物性のはらつきを考慮（+1 $\sigma$ ）して非液状化の条件を仮定した解析ケース



表 10.4-1 (3) 東西方向断面のせん断力に対する検討ケースと照査値

地震動		検討ケース	せん断力照査					
			①	②	③	④	⑤	⑥
$S_s - D1$	++		0.53					
	+-		0.52					
	-+		0.52					
	--		0.53					
$S_s - 11$			0.43					
$S_s - 12$			0.51					
$S_s - 13$			0.51					
$S_s - 14$			0.47					
$S_s - 21$			0.41					
$S_s - 22$			0.48					
$S_s - 31$	++		0.62	0.62	0.62	0.61	0.67	0.66
	-+		0.62				0.68	

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：地盤物性のはらつきを考慮（+1 $\sigma$ ）した解析ケース  
 ③：地盤物性のはらつきを考慮（-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：地盤物性のはらつきを考慮（+1 $\sigma$ ）して非液状化の条件を仮定した解析ケース



表 10.4-2 (1) コンクリートの曲げ軸力に対する照査結果

評価位置		断面性状 (mm)			鉄筋仕様 (引張鉄筋)	発生断面力		圧縮 応力度 $\sigma_c$ (N/mm <sup>2</sup> )	短期許容 応力度 $\sigma_{ca}$ (N/mm <sup>2</sup> )	照査値 $\sigma_c / \sigma_{ca}$	基準地震動 (検討ケース)	地震波
		部材幅	部材高	有効高さ		曲げモーメント (kN・m/m)	軸力 (kN/m)					
		b (mm)	h (mm)	d (mm)								
底版	1	1,000	800	580	D22, D25@150	546	640	9.90	21.0	0.48	⑤	S <sub>s</sub> -3 1 (H+, V+)
頂版	4	1,000	800	580	D19, D22@150	380	406	7.80	21.0	0.38	⑤	S <sub>s</sub> -3 1 (H+, V+)
側壁	5	1,000	800	580	D22, D25@150	398	141	7.51	21.0	0.36	⑤	S <sub>s</sub> -3 1 (H+, V+)

注記 ⑤：原地盤において非液状化の条件を仮定した解析ケース

評価位置は下図に示す

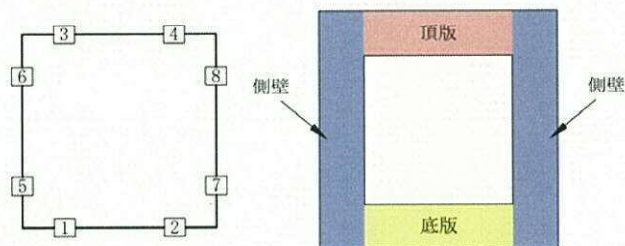


表 10.4-2 (2) 鉄筋の曲げ軸力に対する照査結果

評価位置		断面性状 (mm)			鉄筋仕様 (引張鉄筋)	発生断面力		引張 応力度 $\sigma_s$ (N/mm <sup>2</sup> )	短期許容 応力度 $\sigma_{sa}$ (N/mm <sup>2</sup> )	照査値 $\sigma_s / \sigma_{sa}$	基準地震動 (検討ケース)	地震波
		部材幅	部材高	有効高さ		曲げモーメント (kN・m/m)	軸力 (kN/m)					
		b (mm)	h (mm)	d (mm)								
底版	1	1,000	800	580	D22, D25@150	546	640	232	309	0.75	⑤	S <sub>s</sub> -3 1 (H+, V+)
頂版	4	1,000	800	580	D19, D22@150	380	406	218	309	0.71	⑤	S <sub>s</sub> -3 1 (H+, V+)
側壁	5	1,000	800	580	D22, D25@150	398	135	234	309	0.76	⑤	S <sub>s</sub> -3 1 (H+, V+)

注記 ⑤：原地盤において非液状化の条件を仮定した解析ケース

評価位置は下図に示す

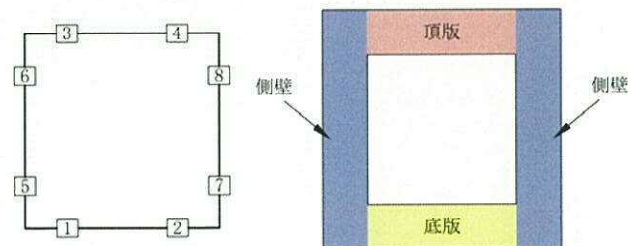


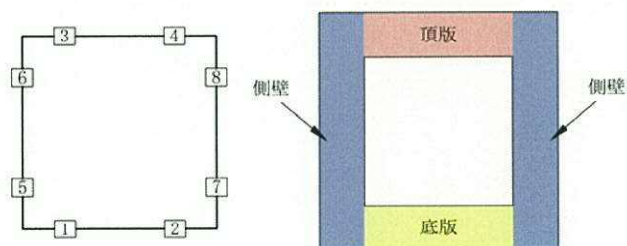


表 10.4-2 (3) せん断力に対する照査結果

評価位置		断面性状 (mm)			鉄筋仕様 (せん断補強筋)	発生 せん断力 V (kN/m)	短期許容 せん断力 V <sub>a</sub> (kN/m)	照査値 V/V <sub>a</sub>	基準地震動 (検討ケース)	地震波
		部材幅	部材高	有効高さ						
		b (mm)	h (mm)	d (mm)						
底版	2	1,000	700	580	D16@300×150	594	895	0.67	⑤	S <sub>s</sub> -3 1 (H+, V+)
頂版	4	1,000	700	580	D16@300×150	495	895	0.56	⑤	S <sub>s</sub> -3 1 (H+, V+)
側壁	7	1,000	700	580	D16@300×150	602	895	0.68	⑤	S <sub>s</sub> -3 1 (H-, V+)

注記 ⑤：原地盤において非液状化の条件を仮定した解析ケース

評価位置は下図に示す





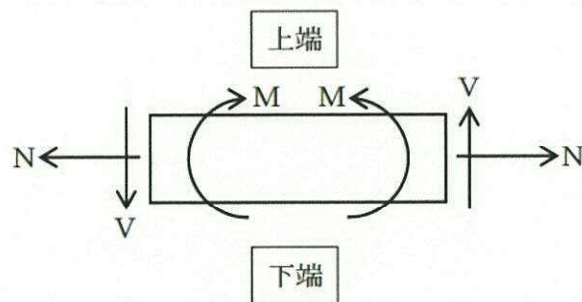


図 10.4-1 応力の方向

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 : 上端が圧縮となる曲げモーメント

負 : 上端が引張となる曲げモーメント

軸力 ( $N$ ) 正 : 引張

負 : 圧縮

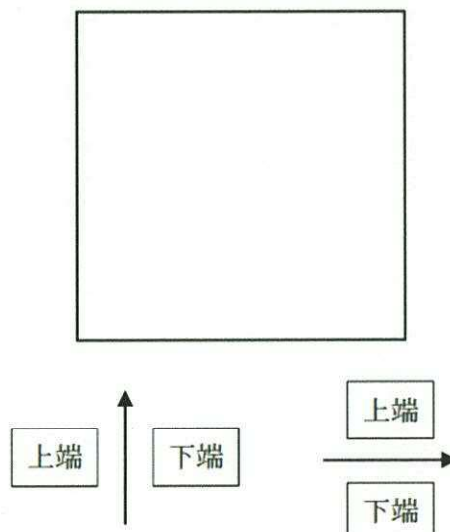


図 10.4-2 はり要素の方向 (常設低圧代替注水系配管カルバート)



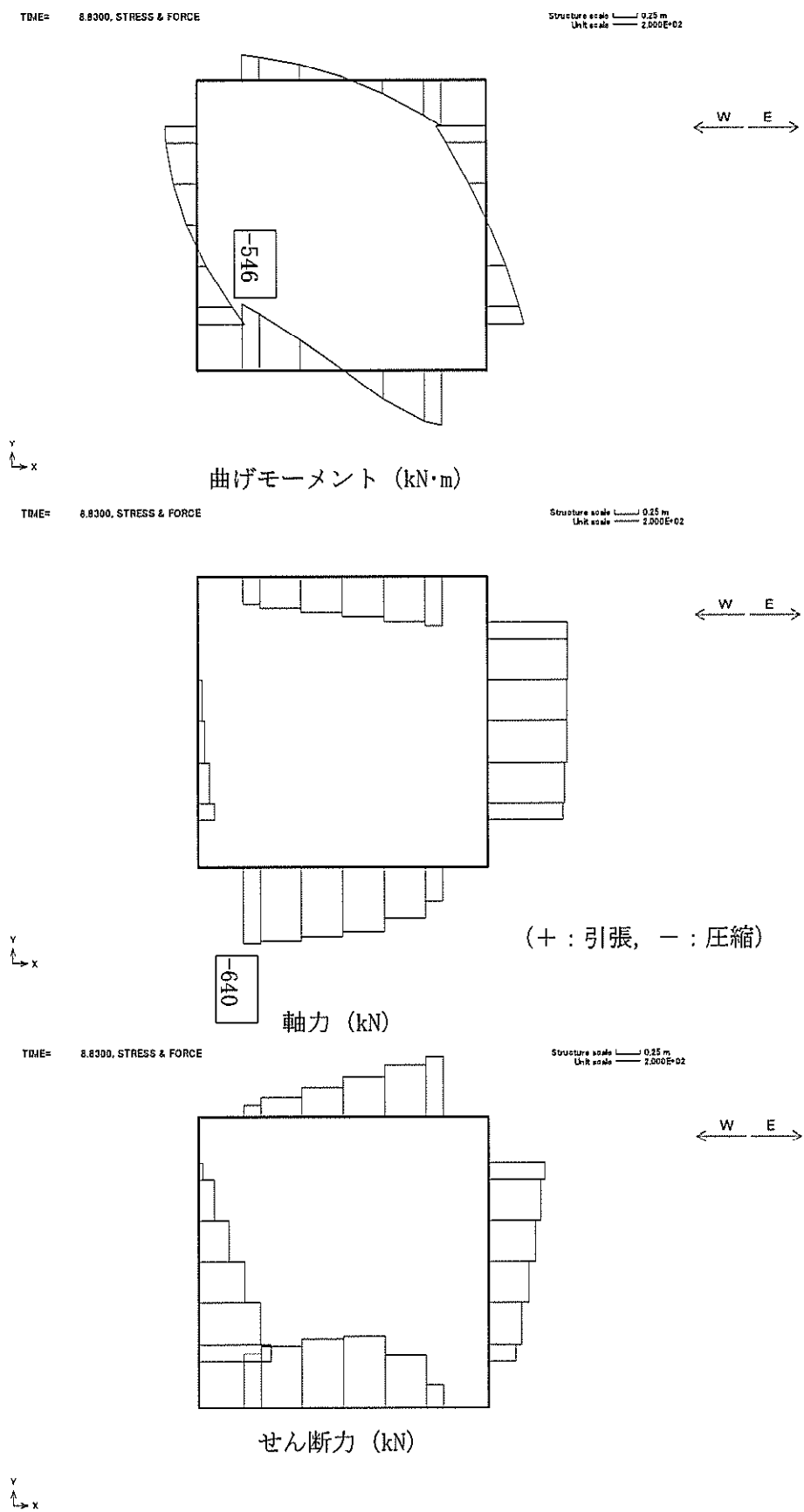


図 10.4-3 (1) 底版において最も厳しいコンクリートの曲げ軸力の照査値となる時刻の断面力  
 (S<sub>s</sub>-3 1 [H+, V+], t=8.83 s)  
 (検討ケース⑤：原地盤において非液状化の条件を仮定した解析ケース)



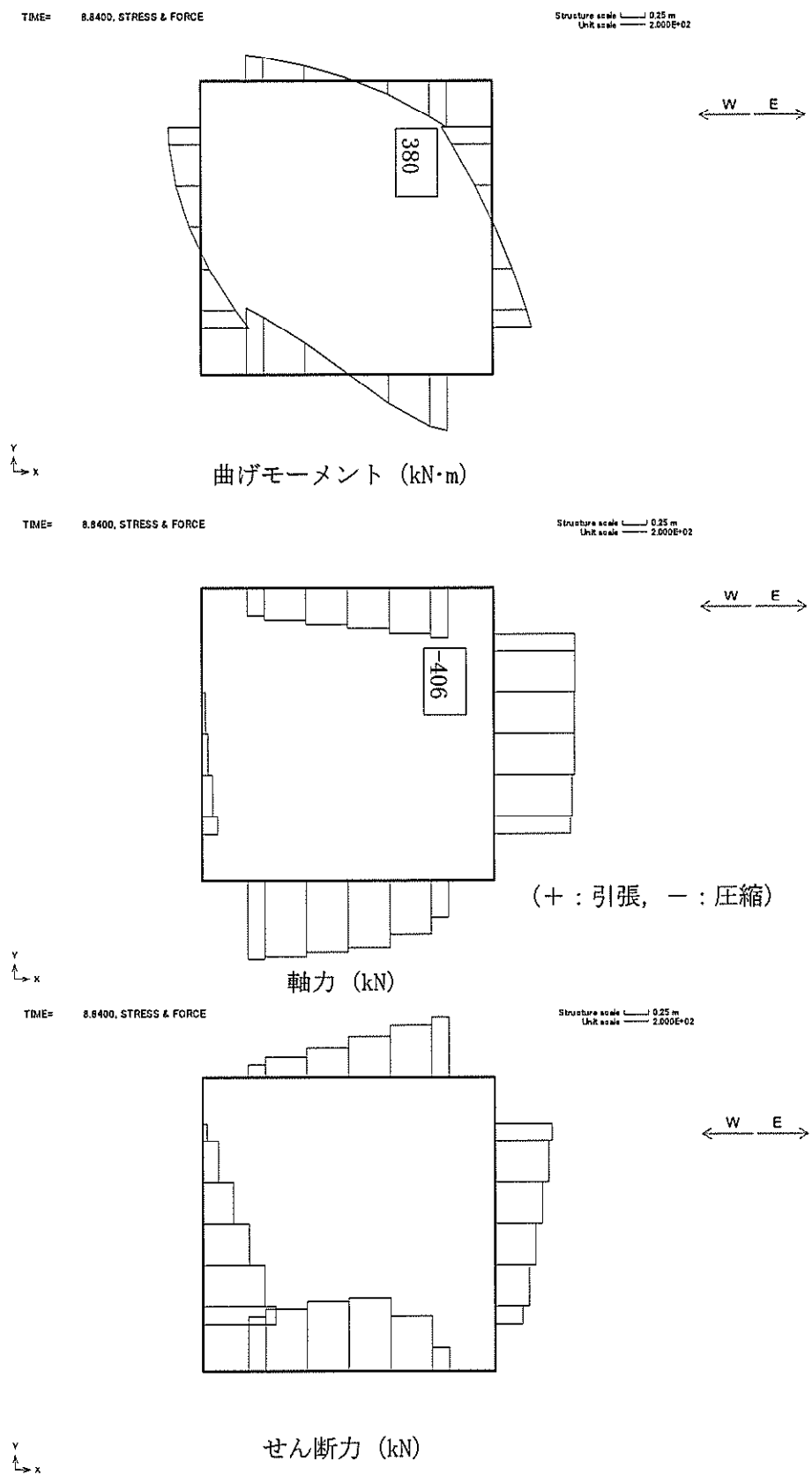


図 10.4-3 (2) 頂版において最も厳しいコンクリートの曲げ軸力の照査値となる時刻の断面力  
 $(S_s - 31 [H+, V+], t = 8.84 \text{ s})$   
 (検討ケース⑤：原地盤において非液状化の条件を仮定した解析ケース)



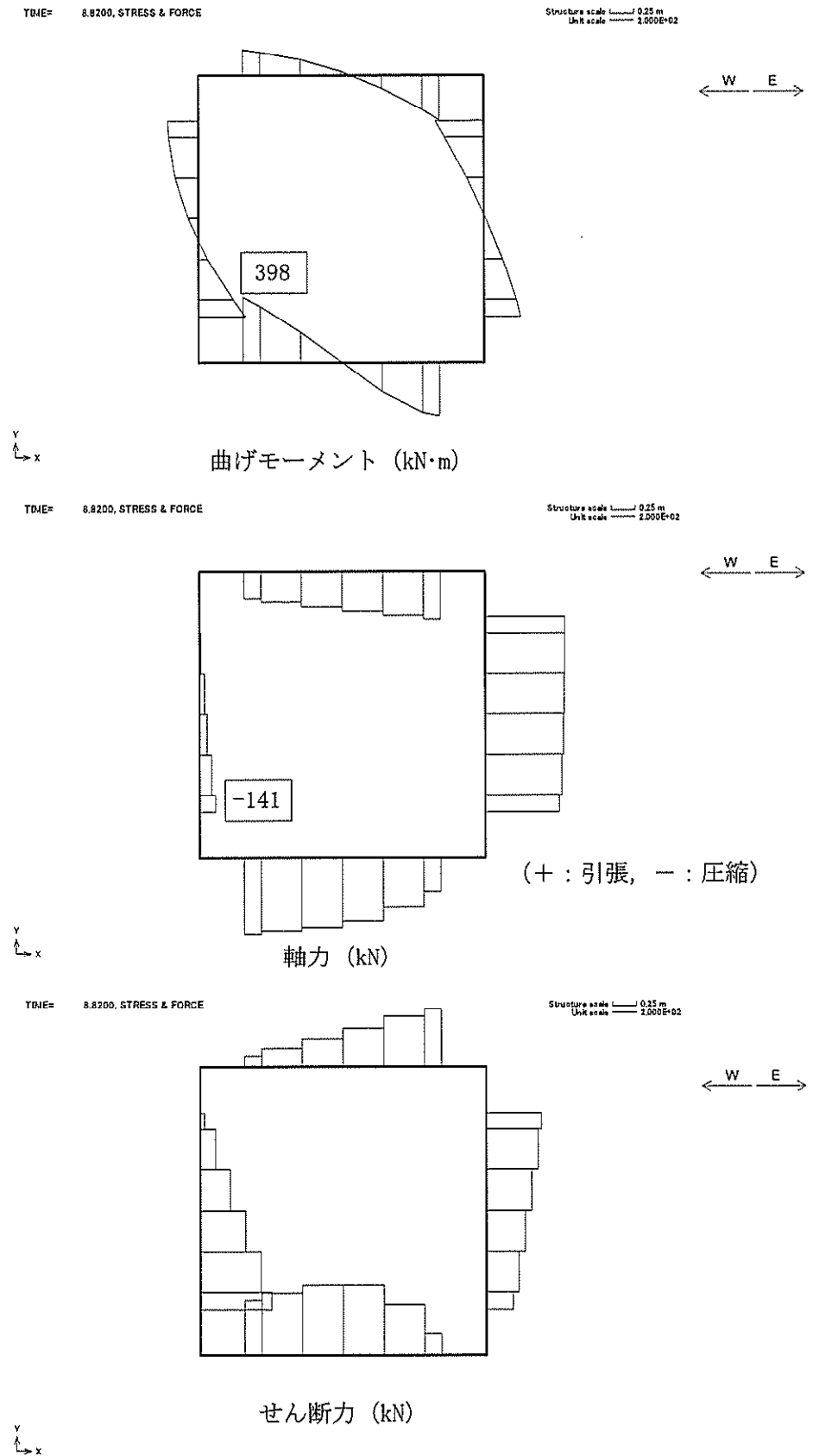


図 10.4-3 (3) 側壁において最も厳しいコンクリートの曲げ軸力の照査値となる時刻の断面力  
( $S_s - 31$  [H+, V+],  $t = 8.82$  s)  
(検討ケース⑤：原地盤において非液状化の条件を仮定した解析ケース)



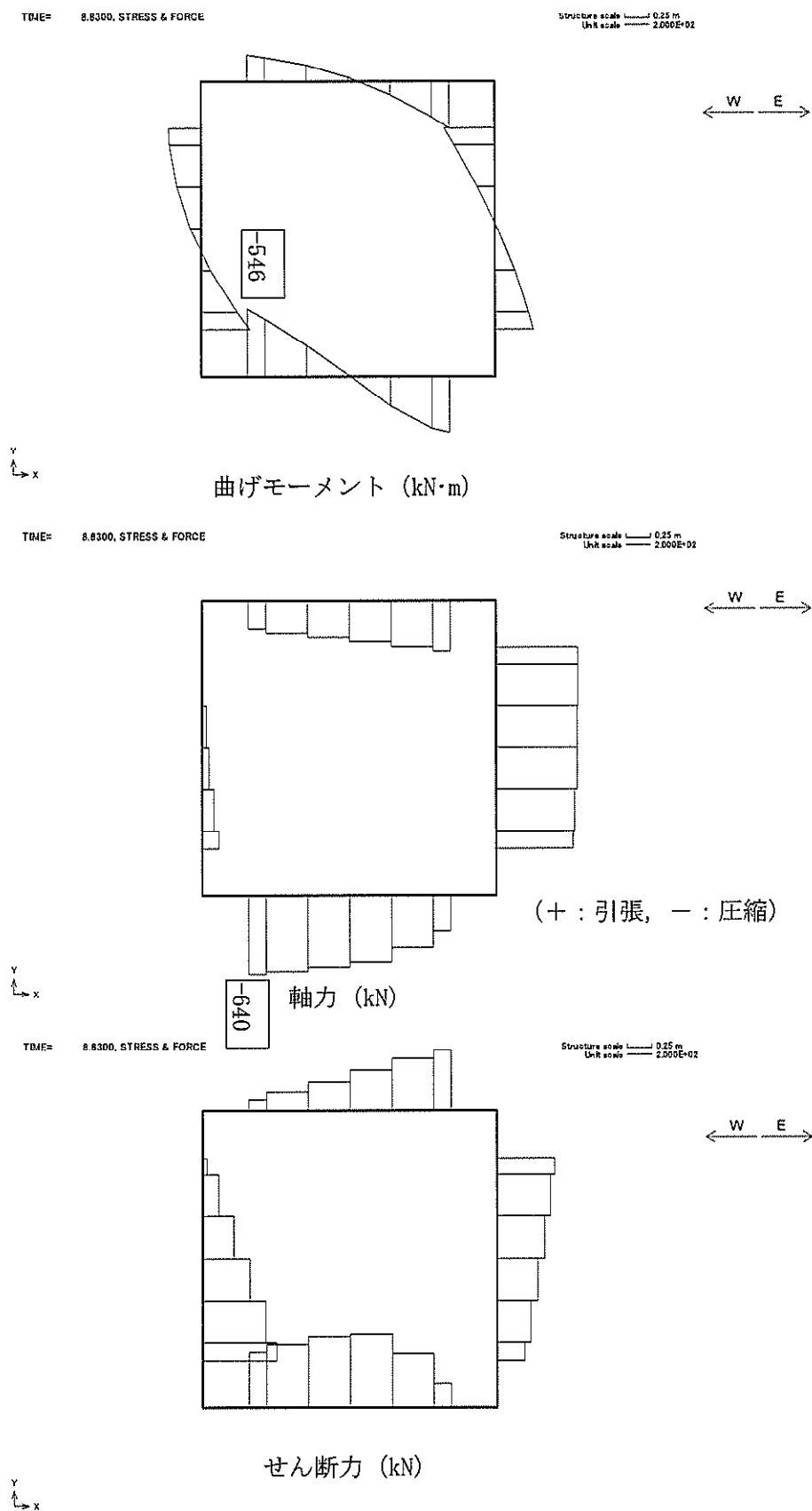


図 10.4-3 (4) 底版において最も厳しい鉄筋の曲げ軸力の照査値となる時刻の断面力  
 (S<sub>s</sub>-3 1 [H+, V+], t=8.83 s)  
 (検討ケース⑤：原地盤において非液状化の条件を仮定した解析ケース)



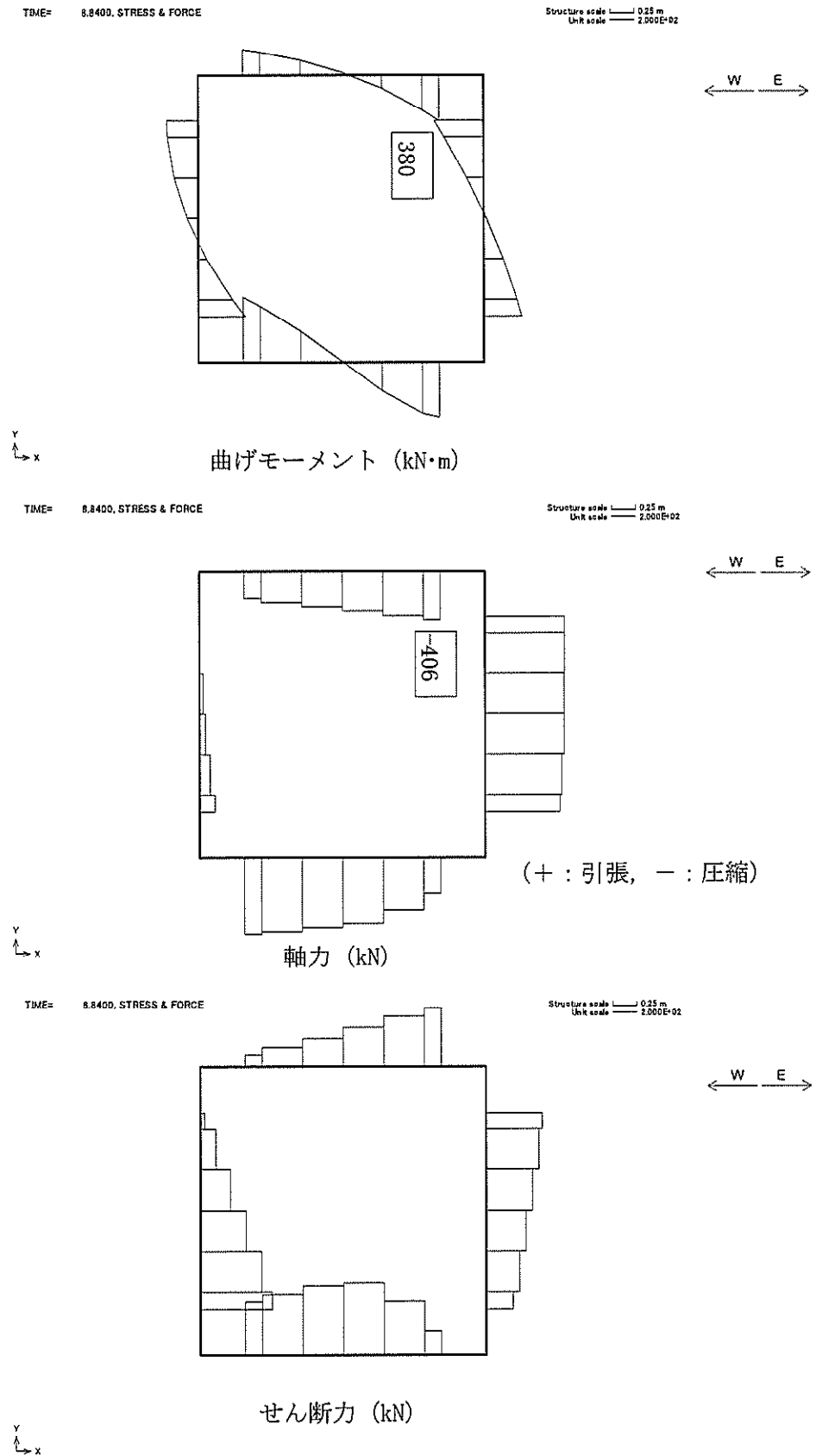


図 10.4-3 (5) 頂版において最も厳しい鉄筋の曲げ軸力の照査値となる時刻の断面力  
( $S_s - 31$  [H+, V+],  $t = 8.84$  s)  
(検討ケース⑤：原地盤において非液状化の条件を仮定した解析ケース)



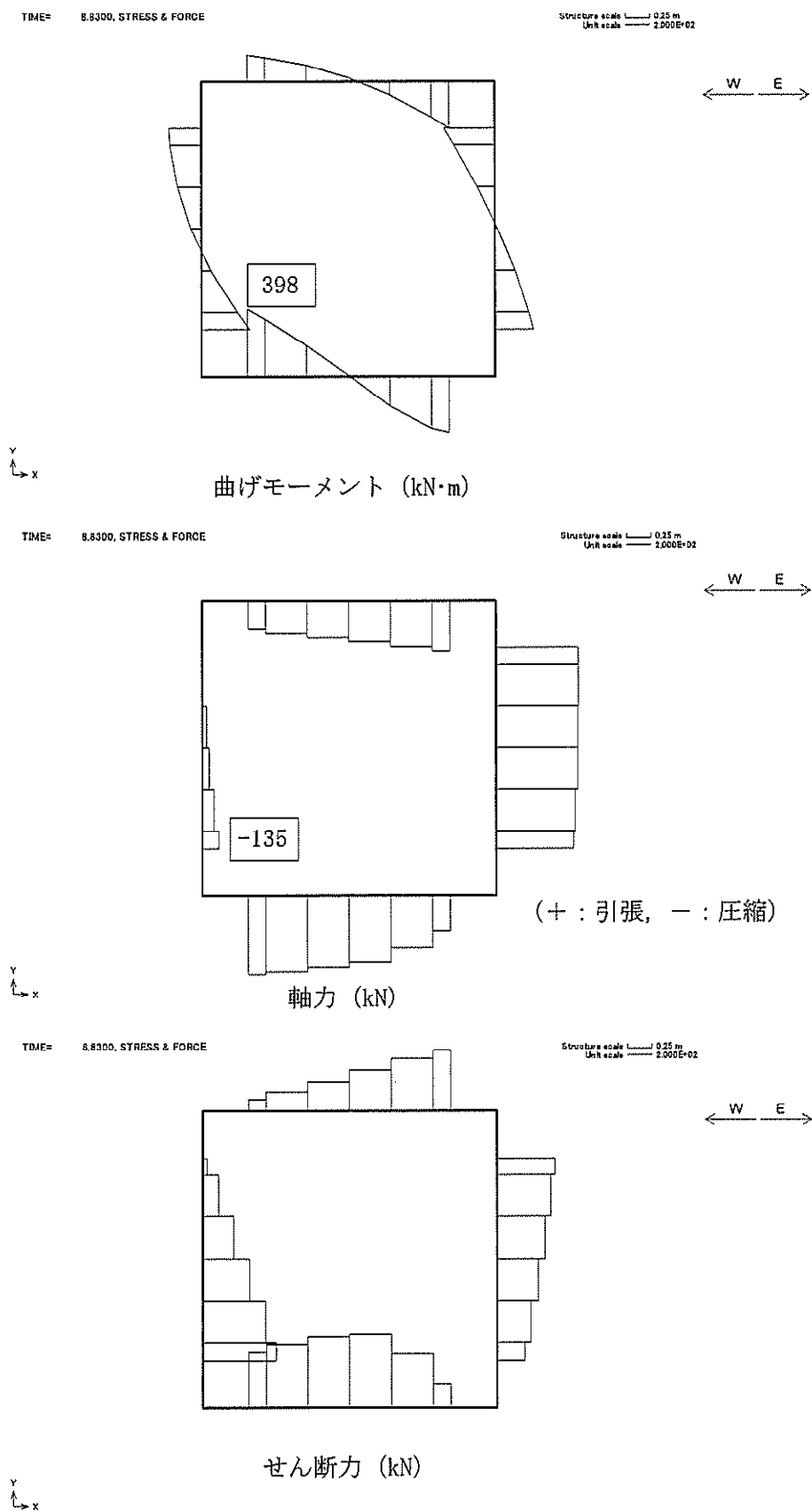


図 10.4-3 (6) 側壁において最も厳しい鉄筋の曲げ軸力の照査値となる時刻の断面力  
( $S_s - 31$  [H+, V+],  $t = 8.83$  s)  
(検討ケース⑤ : 原地盤において非液状化の条件を仮定した解析ケース)



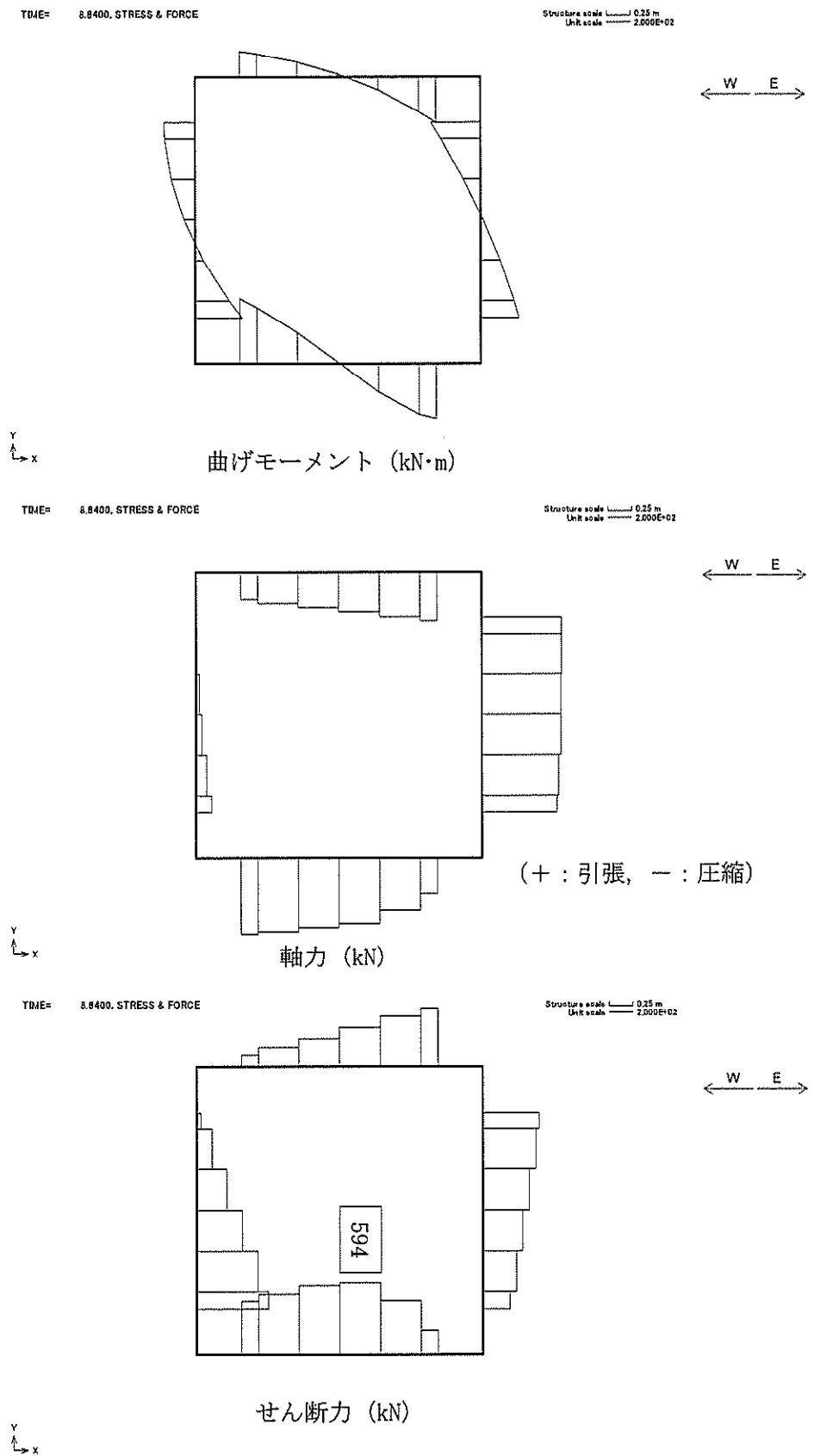


図 10.4-3 (7) 底版において最も厳しいせん断力の照査値となる時刻の断面力  
( $S_s-31$  [H+, V+],  $t=8.84$  s)  
(検討ケース⑤：原地盤において非液状化の条件を仮定した解析ケース)



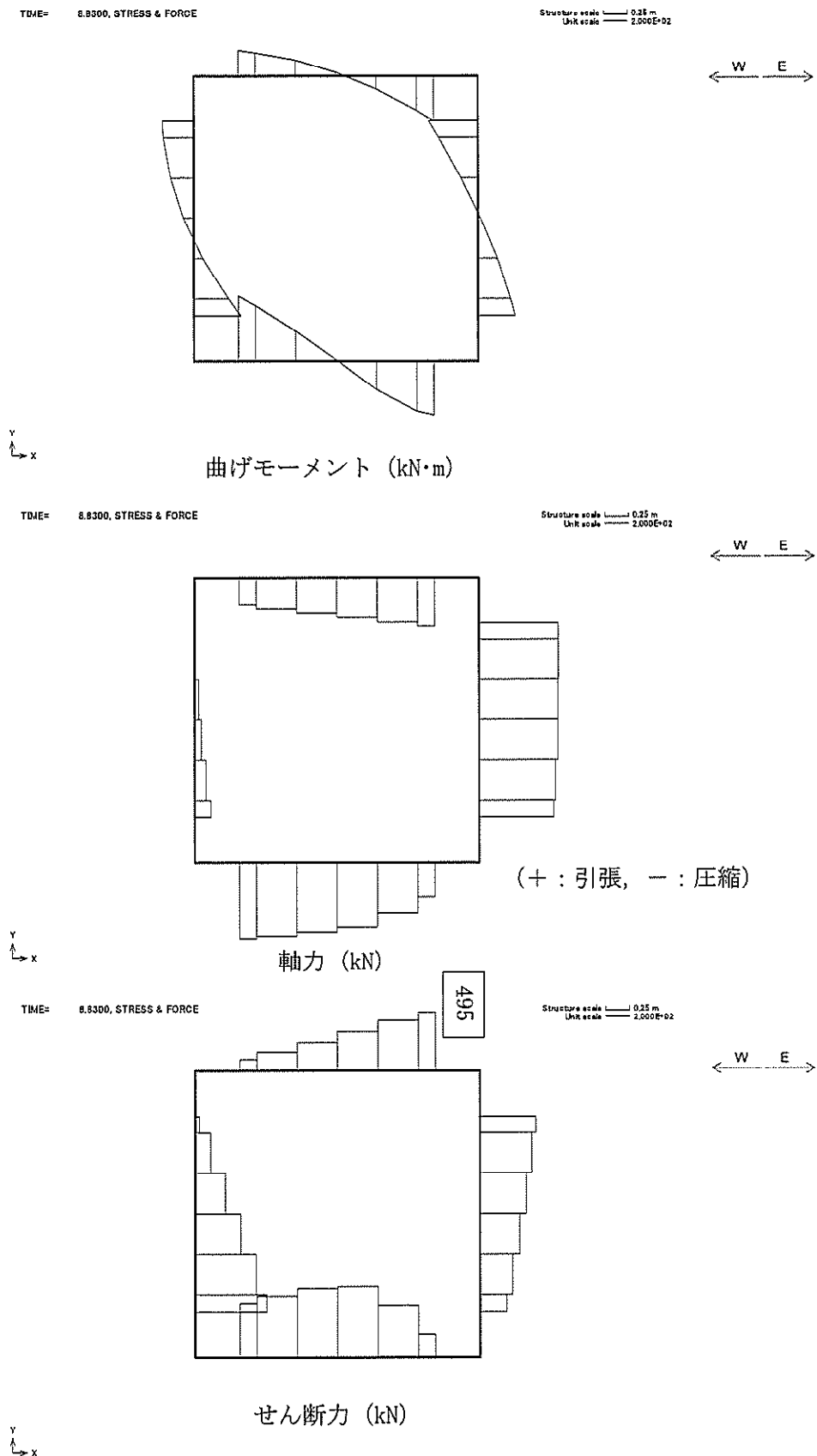
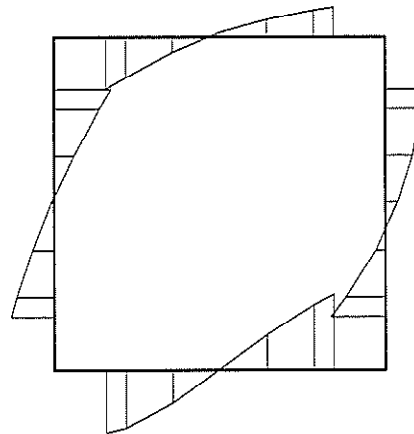


図 10.4-3 (8) 頂版において最も厳しいせん断力の照査値となる時刻の断面力  
( $S_s-31$  [H+, V+],  $t=8.83$  s)  
(検討ケース⑤：原地盤において非液状化の条件を仮定した解析ケース)



TIME= 8.8300, STRESS & FORCE

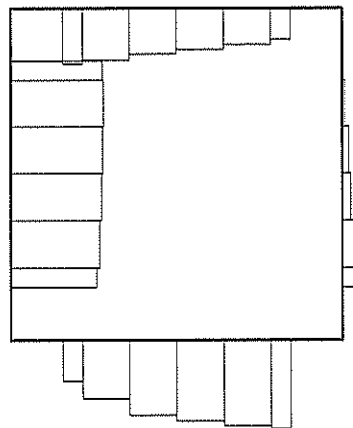
Structure scale 0.25 m  
Unit scale 2.000E+02



曲げモーメント (kN·m)

TIME= 8.8300, STRESS & FORCE

Structure scale 0.25 m  
Unit scale 2.000E+02

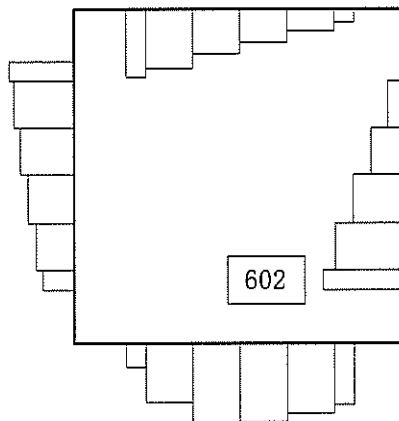


(+ : 圧縮, - : 引張)

軸力 (kN)

TIME= 8.8300, STRESS & FORCE

Structure scale 0.25 m  
Unit scale 2.000E+02



せん断力 (kN)

図 10.4-3 (9) 側壁において最も厳しいせん断力の照査値となる時刻の断面力

( $S_s - 31$  [H-, V+],  $t = 8.83$  s)

(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)



(2) 地震時断面力図（検討ケースに着目した地震時断面力図）

常設低圧代替注水系配管カルバートの各検討ケースにおける最も厳しい照査値と照査項目を表 10.4-3 に示す。基準地震動  $S_0$  による断面力（曲げモーメント，軸力，せん断力）を図 10.4-4 に示す。本図は各検討ケースにおいて，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及びせん断力に対する照査のうち，照査値が最も厳しくなる部材の評価時刻における断面力を示したものである。

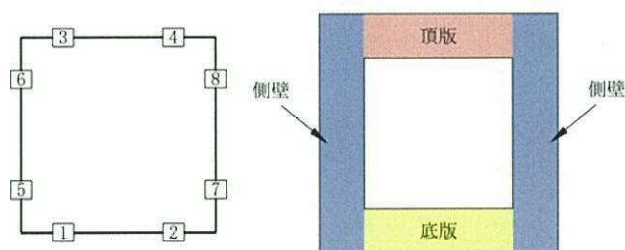


表 10.4-3 各検討ケースにおいて最も厳しい照査値とその照査項目及び評価位置結果

検討ケース			抽出照査値と照査項目		
			照査値	照査項目	評価位置
①	S s - D 1	H +, V +	0.53	せん断	7
	S s - D 1	H +, V -	0.53	鉄筋の曲げ	2
	S s - D 1	H -, V +	0.52	鉄筋の曲げ	1
	S s - D 1	H -, V -	0.53	鉄筋の曲げ	1
	S s - 1 1		0.43	せん断	7
	S s - 1 2		0.51	せん断	7
	S s - 1 3		0.51	せん断	7
	S s - 1 4		0.48	せん断	7
	S s - 2 1		0.41	せん断	7
	S s - 2 2		0.48	せん断	7
	S s - 3 1	H +, V +	0.67	鉄筋の曲げ	1
	S s - 3 1	H -, V +	0.67	鉄筋の曲げ	2
②	S s - D 1	H +, V +	0.68	鉄筋の曲げ	1
③	S s - D 1	H +, V +	0.67	鉄筋の曲げ	1
④	S s - D 1	H +, V +	0.65	鉄筋の曲げ	1
⑤	S s - D 1	H +, V +	0.76	鉄筋の曲げ	5
⑥	S s - D 1	H +, V +	0.76	鉄筋の曲げ	5
⑤	S s - 3 1	H -, V +	0.76	鉄筋の曲げ	7

- 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：地盤物性のはらつきを考慮（+1 $\sigma$ ）した解析ケース  
 ③：地盤物性のはらつきを考慮（-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：地盤物性のはらつきを考慮（+1 $\sigma$ ）して非液状化の条件を仮定した解析ケース

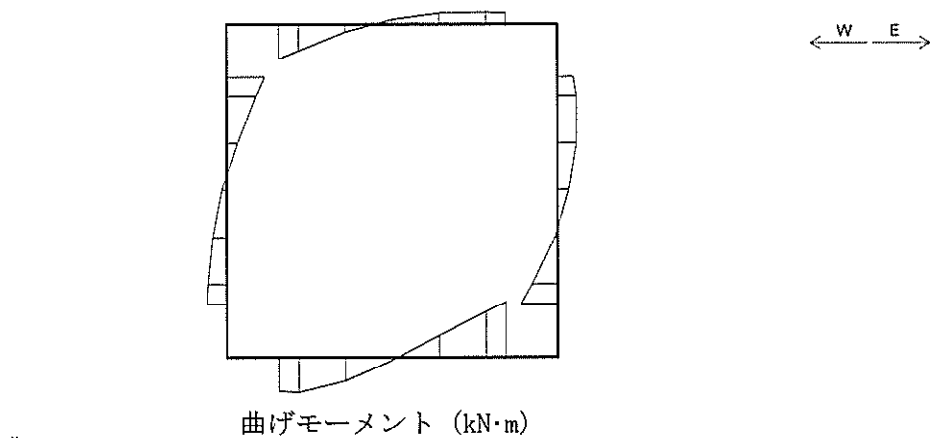
評価位置は下図に示す





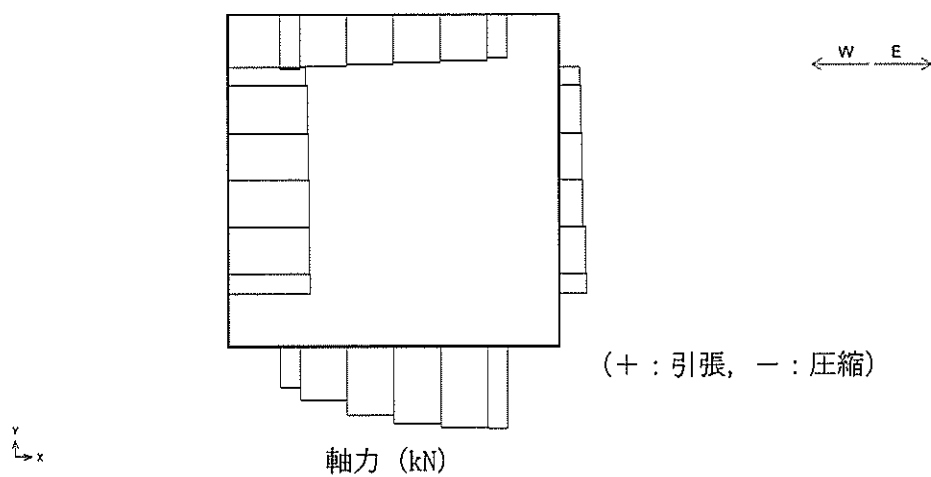
TIME= 26.9500, STRESS & FORCE

Structure scale 0.25 m  
Unit scale 2.000E+02



Y  
X  
TIME= 26.9500, STRESS & FORCE

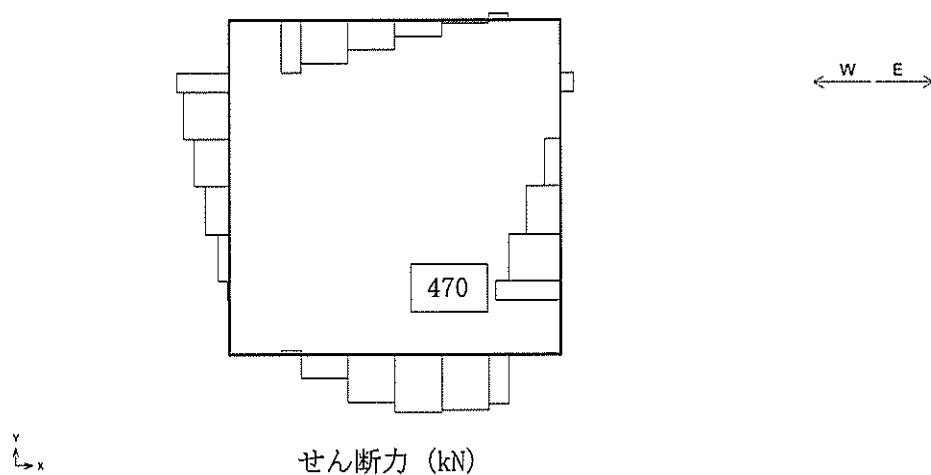
Structure scale 0.25 m  
Unit scale 2.000E+02



Y  
X

TIME= 26.9500, STRESS & FORCE

Structure scale 0.25 m  
Unit scale 2.000E+02



Y  
X

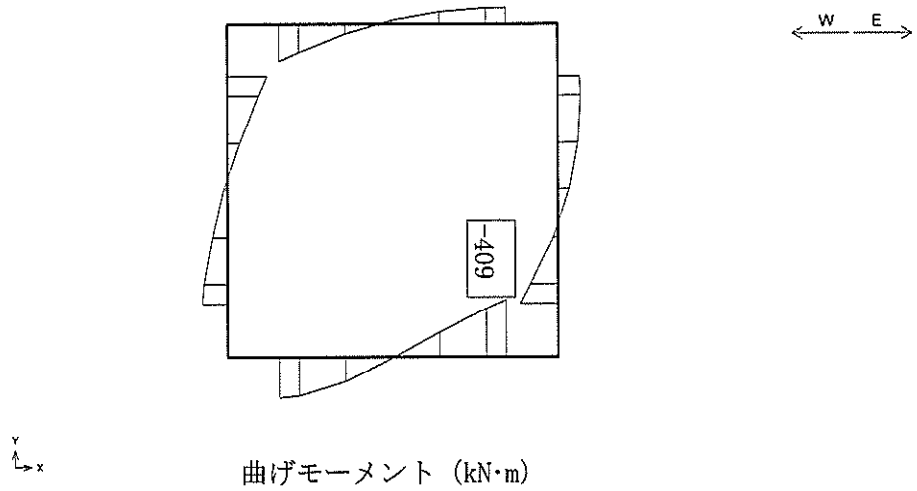
図 10.4-4 (1)  $S_s-D1$  (H+, V+) において最も厳しい照査値となる時刻の断面力  
( $t=26.95$  s)

(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)



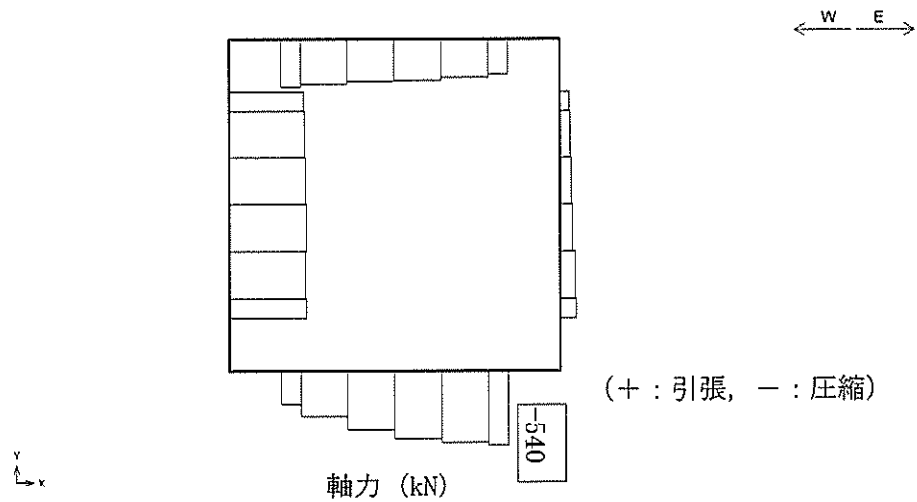
TIME= 53.9800, STRESS & FORCE

Structure scale 0.25 m  
Unit scale 2.000E+02



TIME= 53.9800, STRESS & FORCE

Structure scale 0.25 m  
Unit scale 2.000E+02



TIME= 53.9800, STRESS & FORCE

Structure scale 0.25 m  
Unit scale 2.000E+02

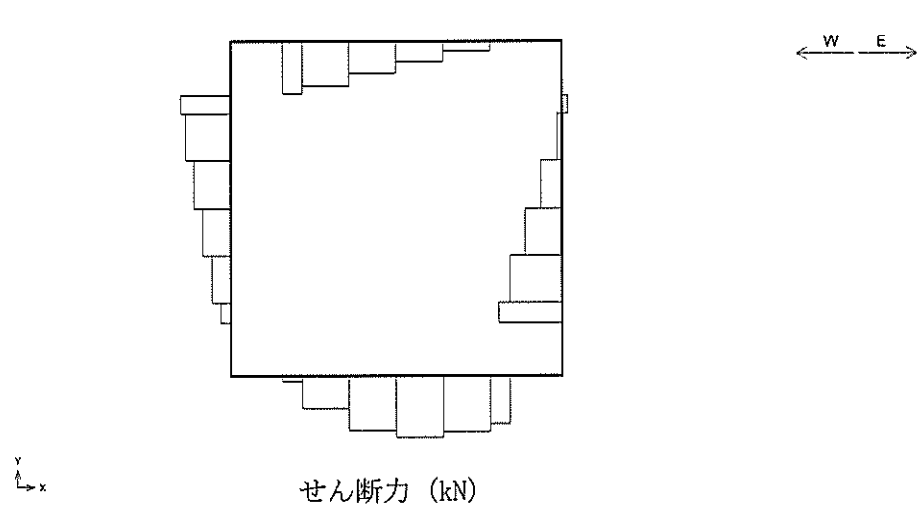


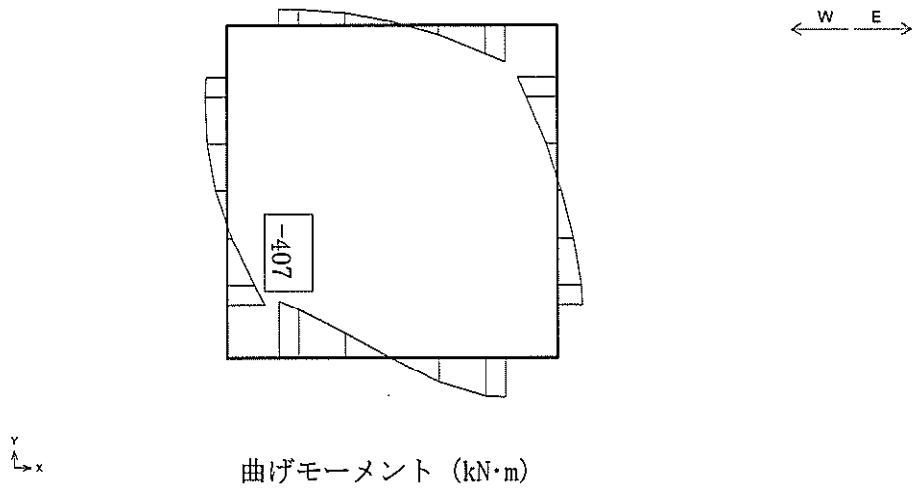
図 10.4-4 (2)  $S_s-D1$  (H+, V-) において最も厳しい照査値となる時刻の断面力  
( $t = 53.98$  s)

(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)



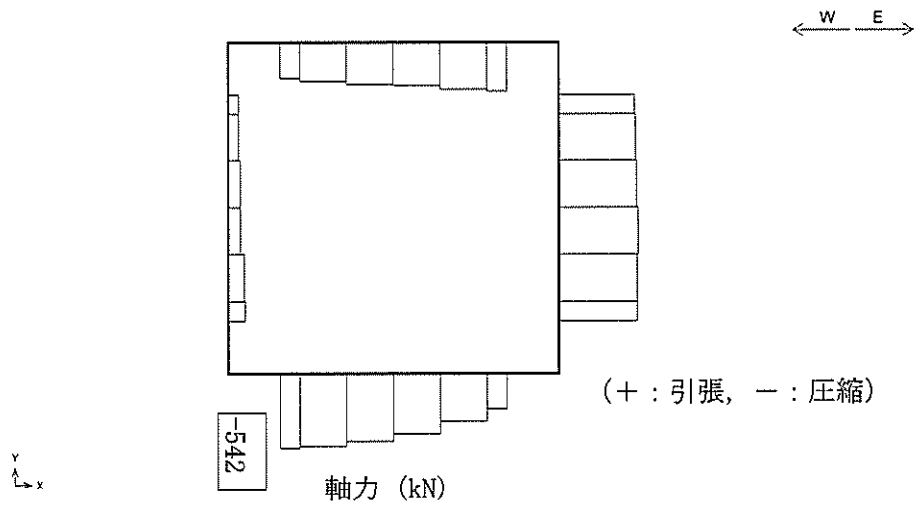
TIME= 53.9800, STRESS & FORCE

Structure scale 0.25 m  
Unit scale 2.000E+02



TIME= 53.9800, STRESS & FORCE

Structure scale 0.25 m  
Unit scale 2.000E+02



TIME= 53.9800, STRESS & FORCE

Structure scale 0.25 m  
Unit scale 2.000E+02

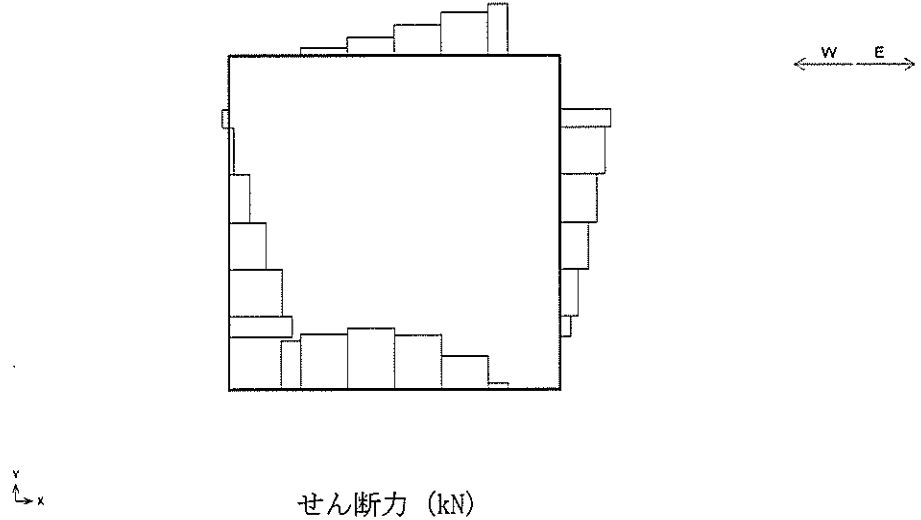


図 10.4-4 (3)  $S_s-D1$  (H-, V+) において最も厳しい照査値となる時刻の断面力  
( $t = 53.98$  s)

(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)



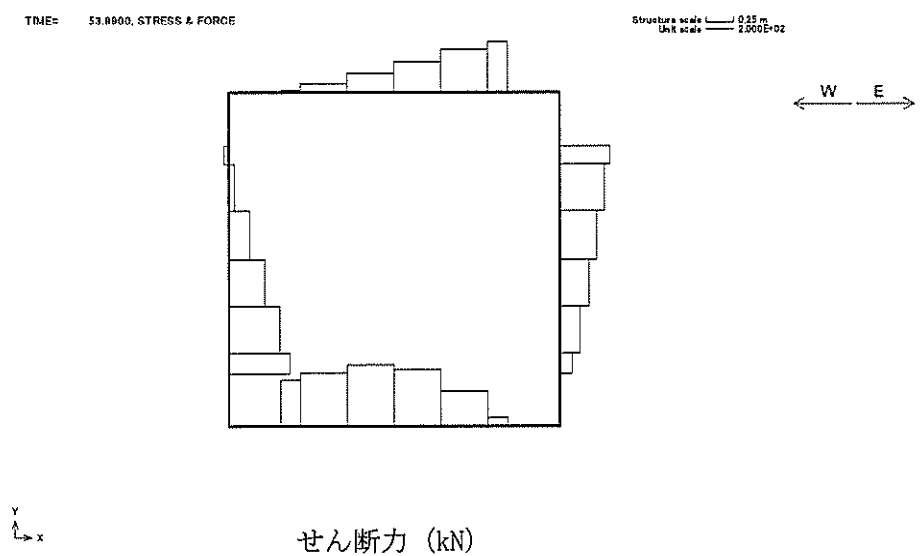
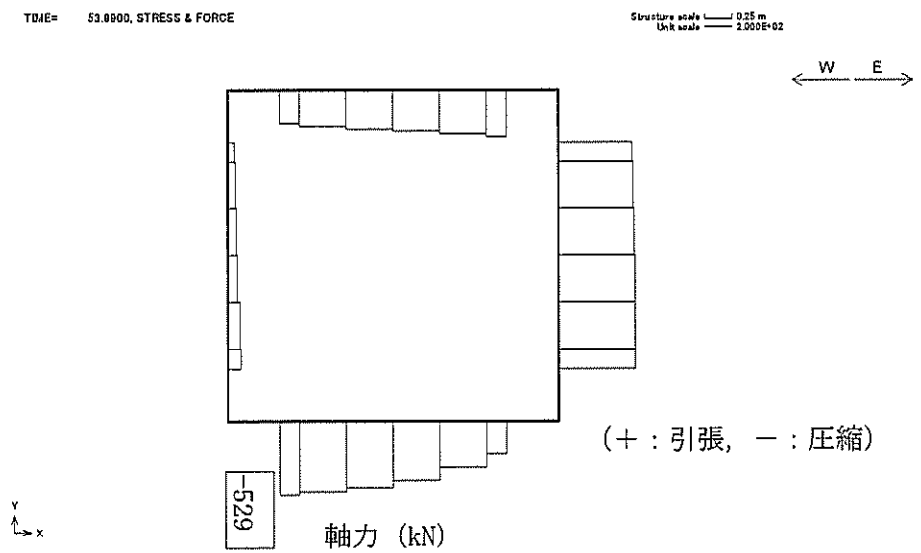
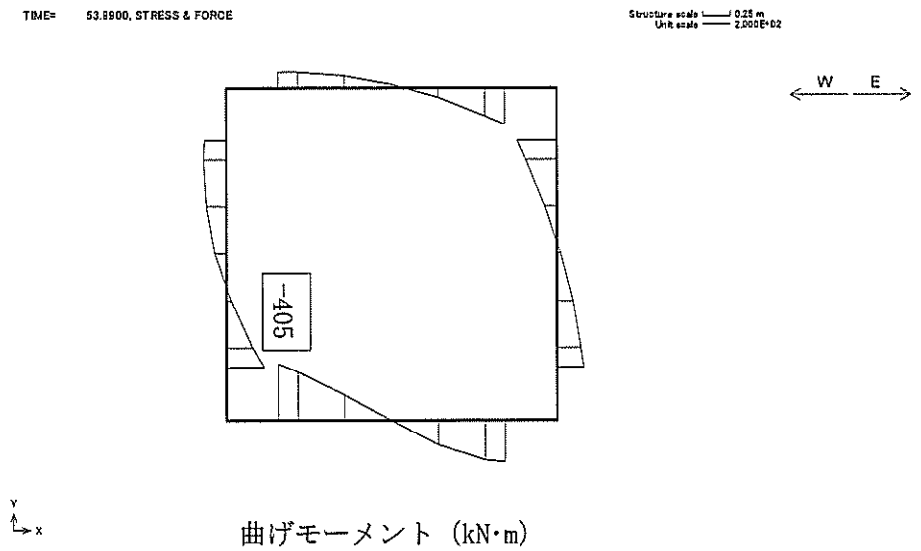


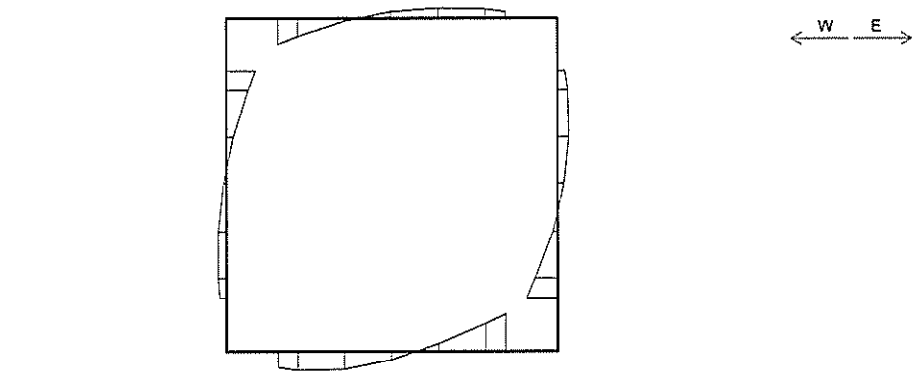
図 10.4-4 (4)  $S_s-D1$  (H-, V-) において最も厳しい照査値となる時刻の断面力  
( $t=53.99$  s)

(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)



TIME= 23.6600, STRESS & FORCE

Structure scale 0.25 m  
Unit scale 2.000E+02

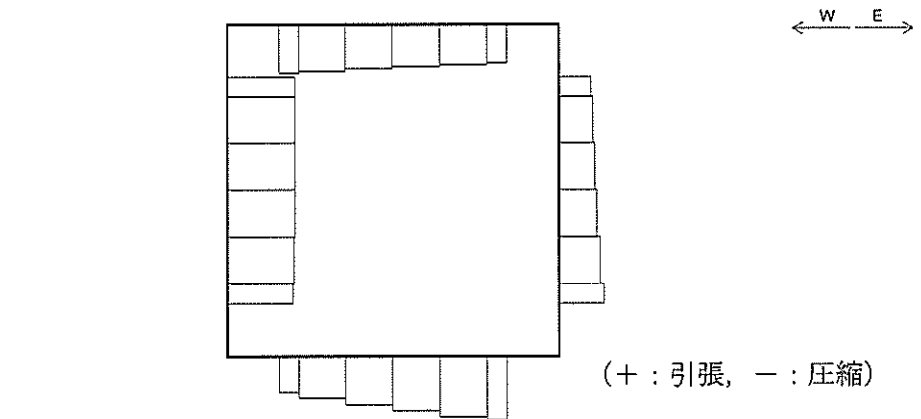


Y  
↑  
X

曲げモーメント (kN・m)

TIME= 23.6600, STRESS & FORCE

Structure scale 0.25 m  
Unit scale 2.000E+02



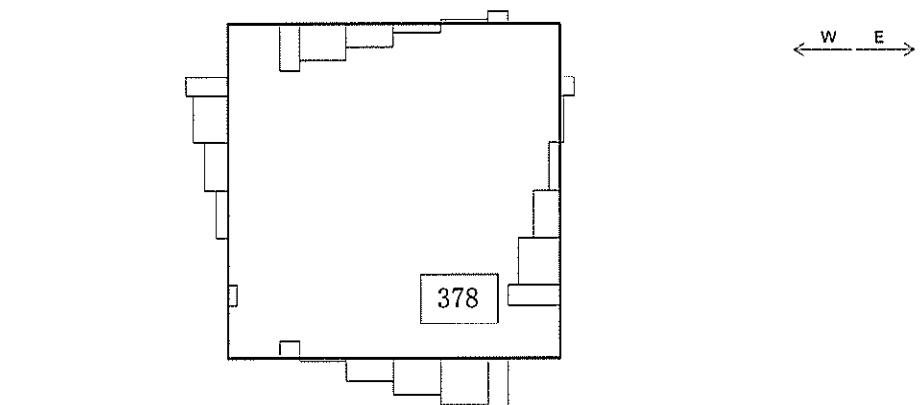
Y  
↑  
X

軸力 (kN)

(+ : 引張, - : 圧縮)

TIME= 23.6600, STRESS & FORCE

Structure scale 0.25 m  
Unit scale 2.000E+02



Y  
↑  
X

せん断力 (kN)

図 10.4-4 (5)  $S_s-11$  において最も厳しい照査値となる時刻の断面力  
( $t=23.66\text{ s}$ )

(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)



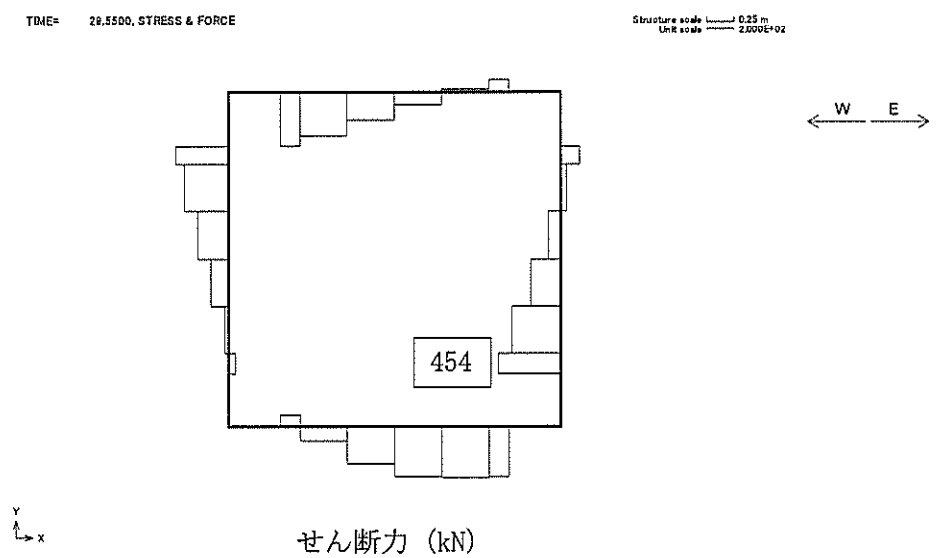
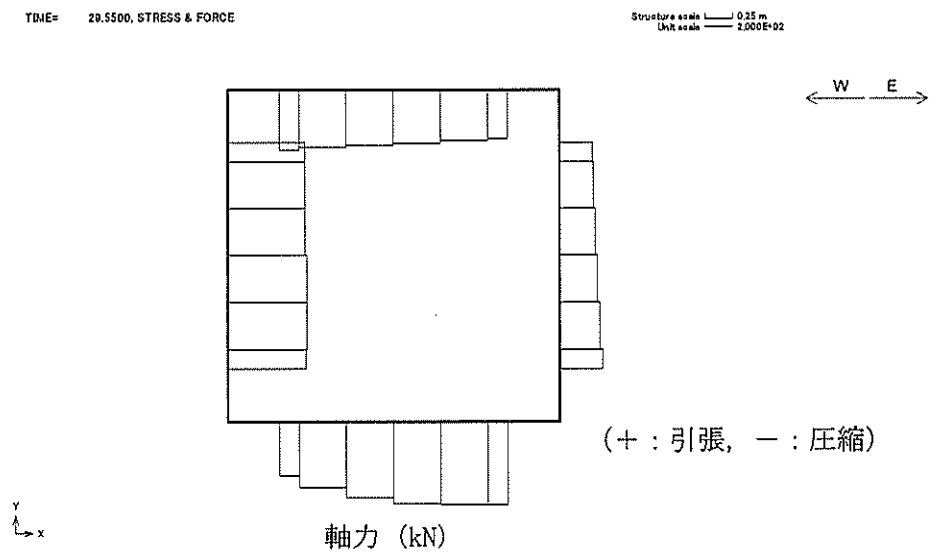
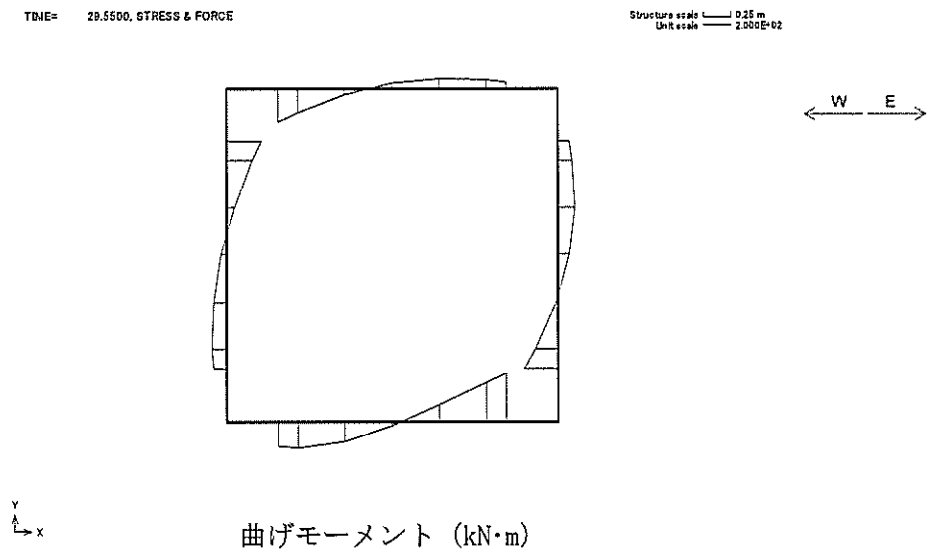


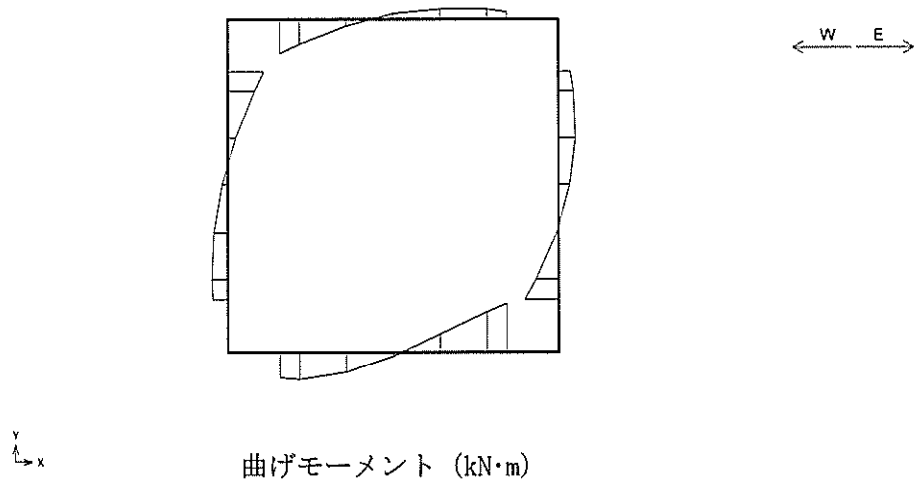
図 10.4-4 (6)  $S_s-12$  において最も厳しい照査値となる時刻の断面力  
( $t=29.55\text{ s}$ )

(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)



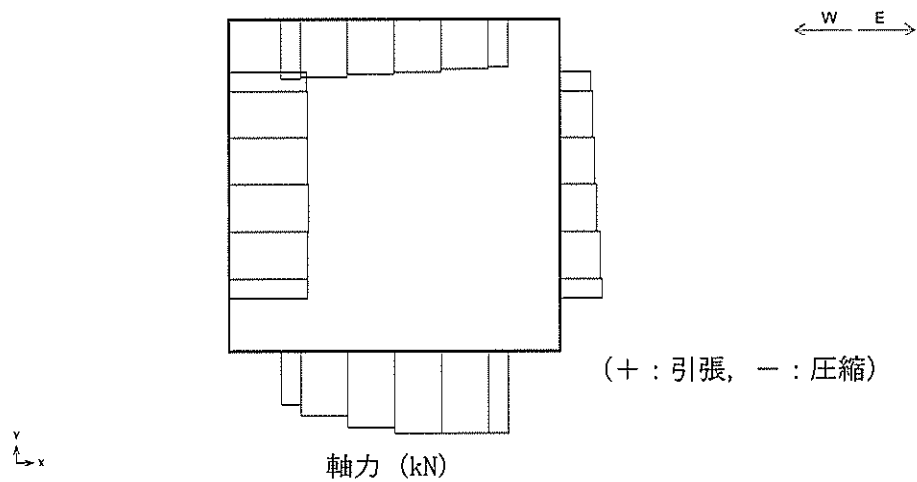
TIME= 26.7600, STRESS & FORCE

Structure scale 0.25 m  
Unit scale 2.000E+02



TIME= 26.7600, STRESS & FORCE

Structure scale 0.25 m  
Unit scale 2.000E+02



TIME= 26.7600, STRESS & FORCE

Structure scale 0.25 m  
Unit scale 2.000E+02

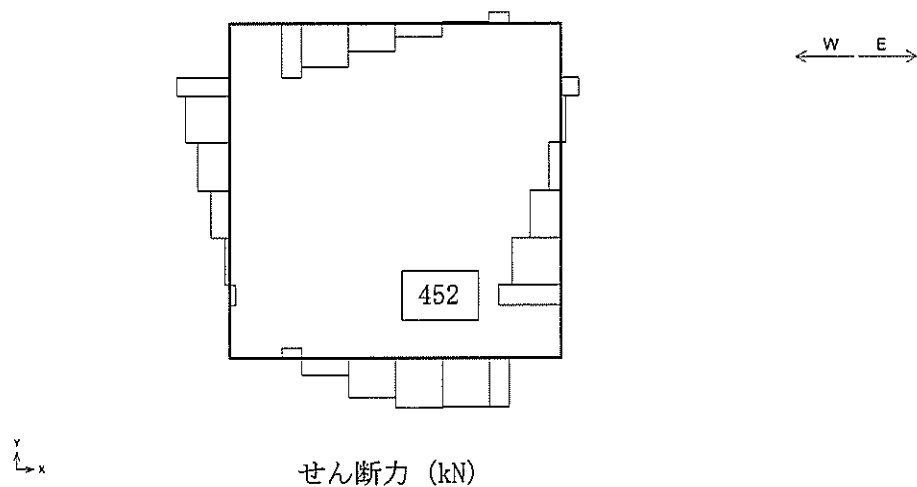


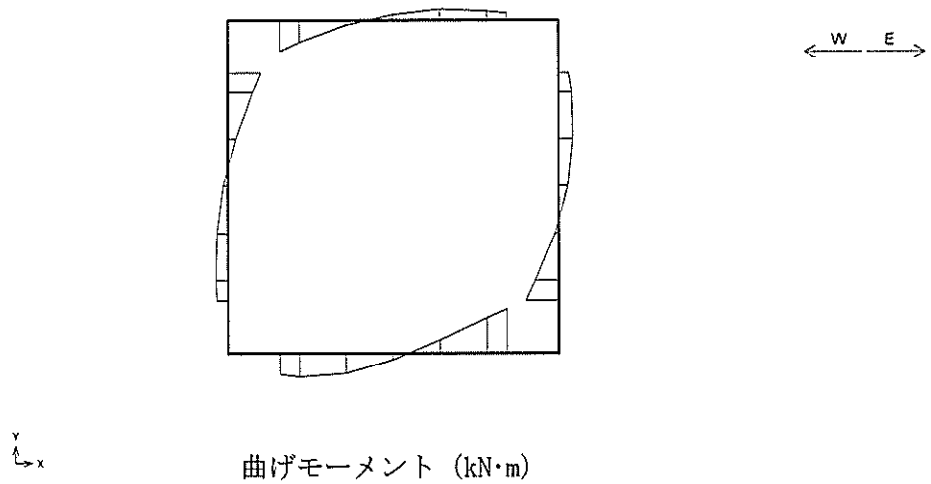
図 10.4-4 (7)  $S_s-13$  において最も厳しい照査値となる時刻の断面力  
( $t=26.76$  s)

(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)



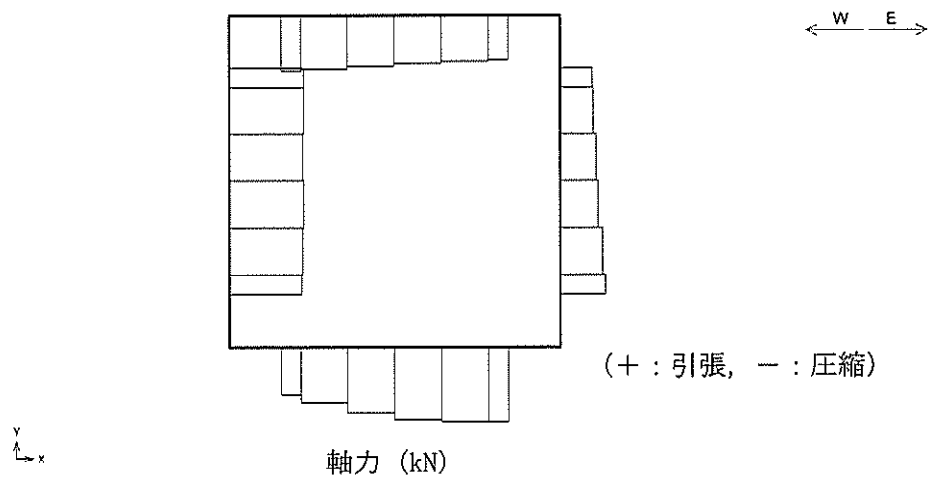
TIME= 29.0600, STRESS & FORCE

Structure scale 1: 0.25 m  
Unit scale 2.000E+02



TIME= 29.0600, STRESS & FORCE

Structure scale 1: 0.25 m  
Unit scale 2.000E+02



TIME= 29.0600, STRESS & FORCE

Structure scale 1: 0.25 m  
Unit scale 2.000E+02

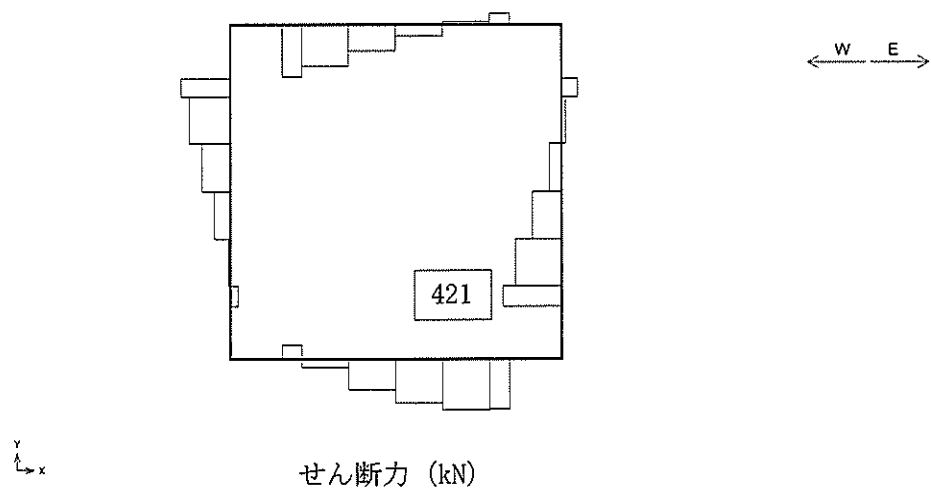


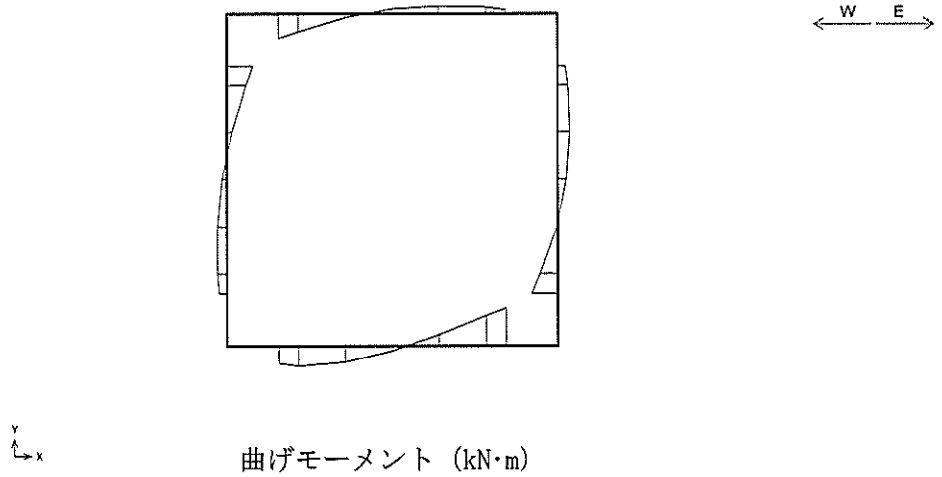
図 10.4-4 (8)  $S_s-14$  において最も厳しい照査値となる時刻の断面力  
( $t = 29.06 \text{ s}$ )

(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)



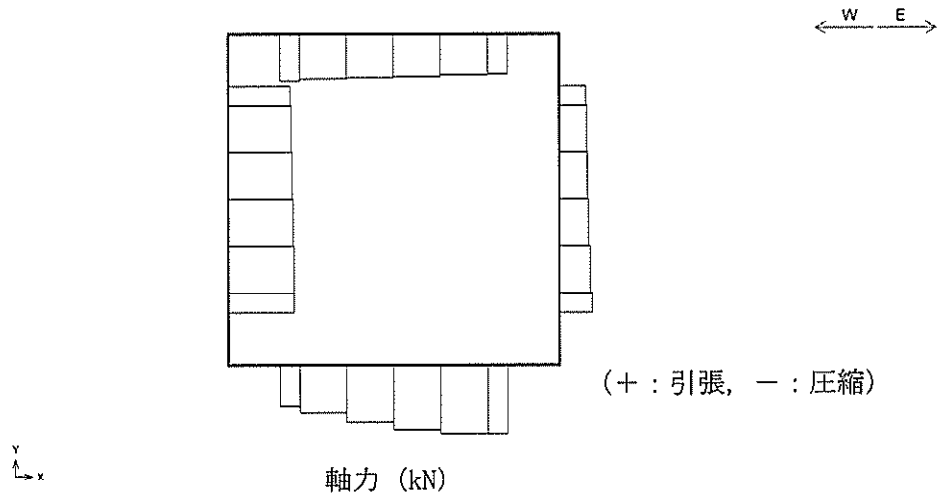
TIME= 103.1900, STRESS & FORCE

Structure scale 0.25 m  
Unit scale 2.000E+02



TIME= 103.1900, STRESS & FORCE

Structure scale 0.25 m  
Unit scale 2.000E+02



TIME= 103.1900, STRESS & FORCE

Structure scale 0.25 m  
Unit scale 2.000E+02

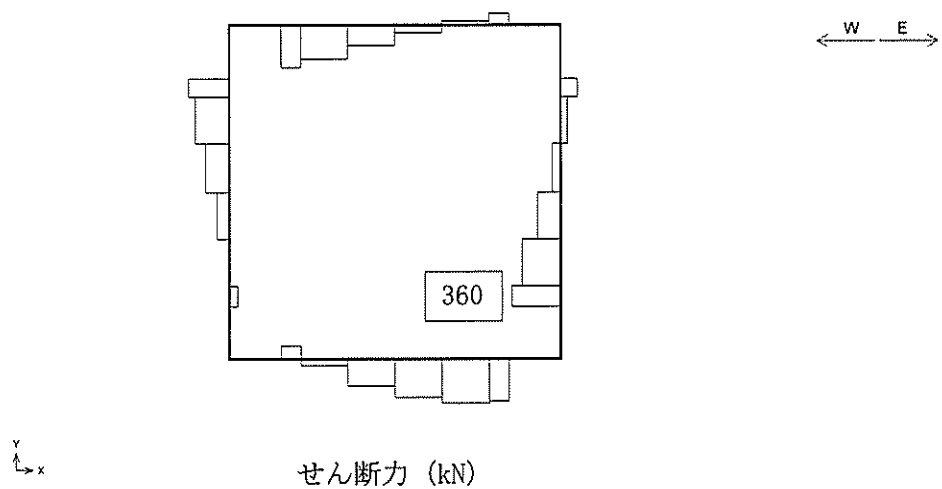


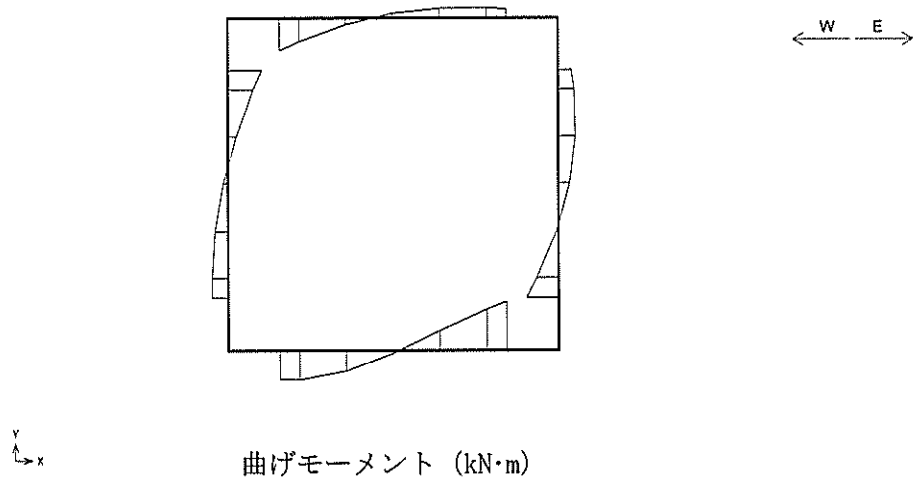
図 10.4-4 (9)  $S_s-21$  において最も厳しい照査値となる時刻の断面力  
( $t=103.19\text{ s}$ )

(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)



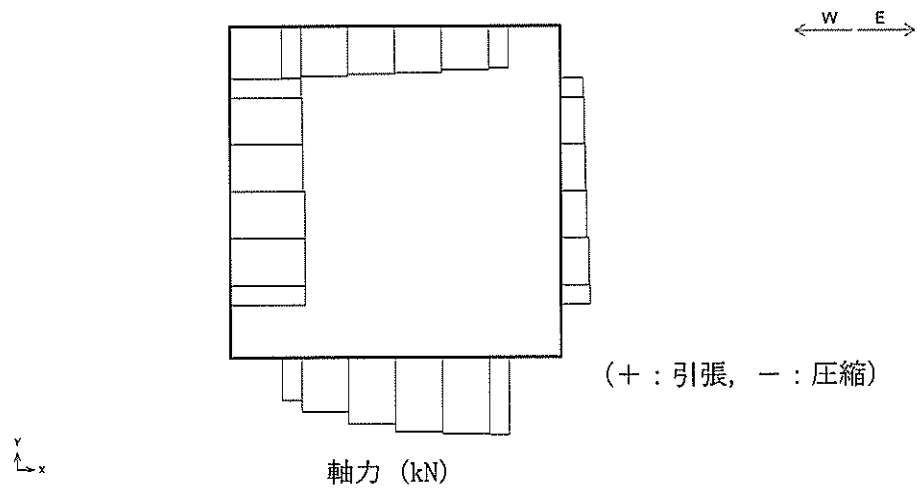
TIME= 89.9000, STRESS & FORCE

Structure scale 0.25 m  
Unit scale 2.000E+02



TIME= 89.9000, STRESS & FORCE

Structure scale 0.25 m  
Unit scale 2.000E+02



TIME= 89.9000, STRESS & FORCE

Structure scale 0.25 m  
Unit scale 2.000E+02

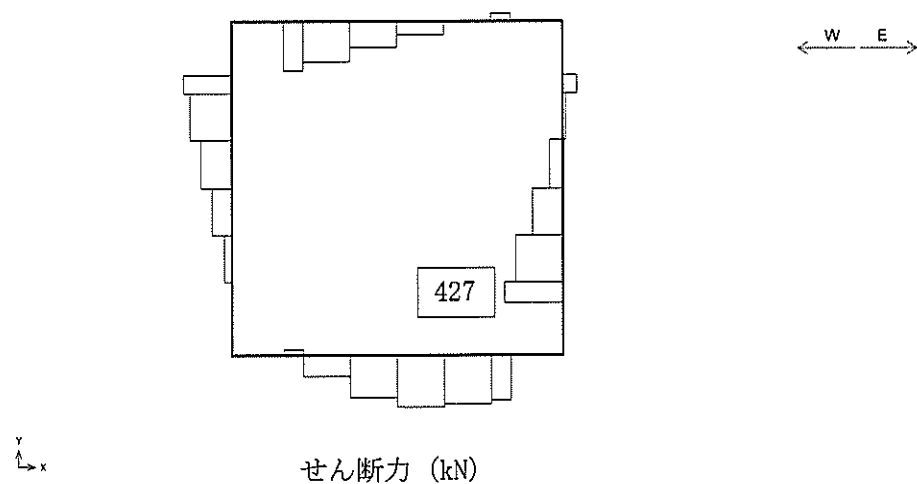


図 10.4-4 (10) S<sub>s</sub>-22において最も厳しい照査値となる時刻の断面力  
( t = 89.90 s )

(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)



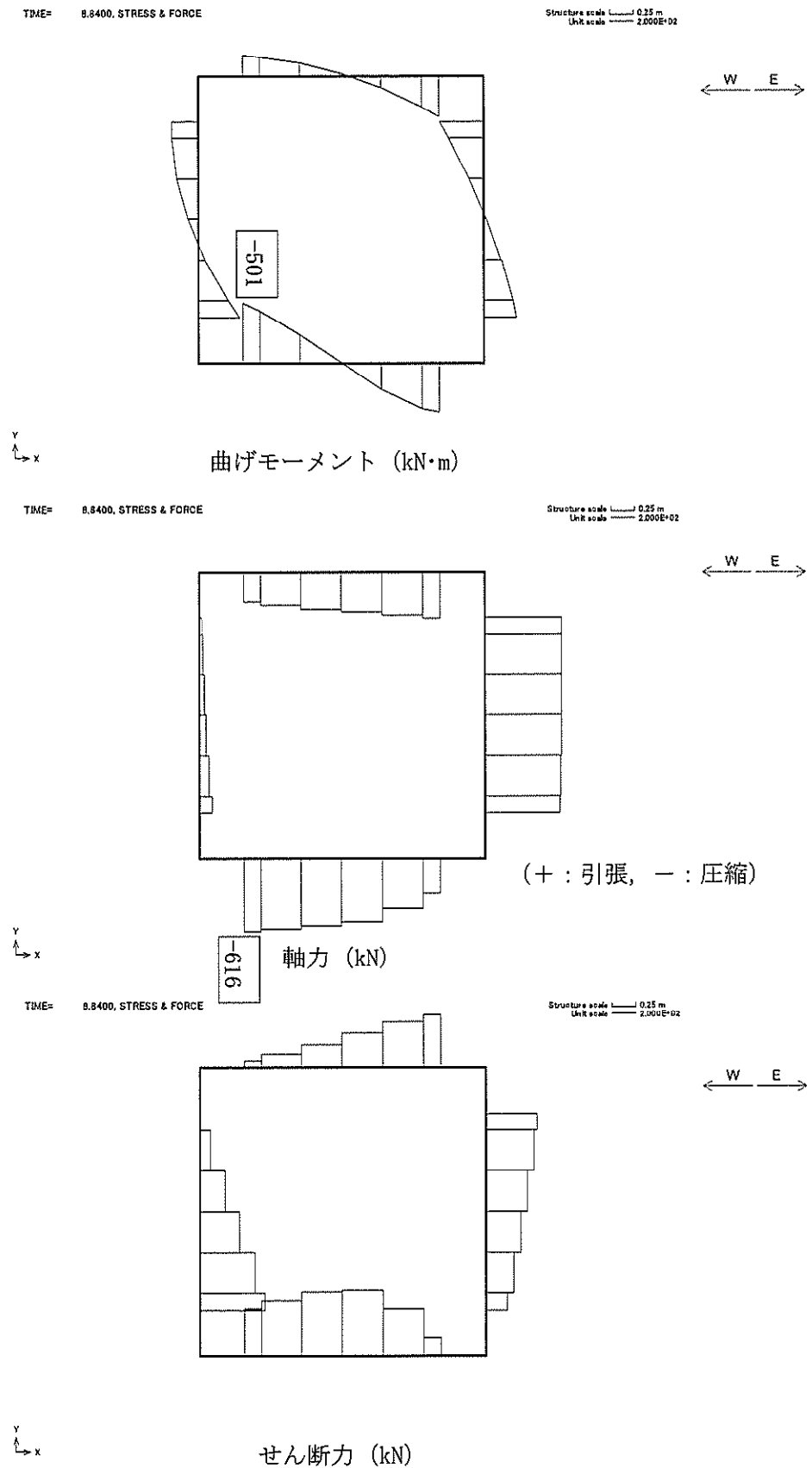


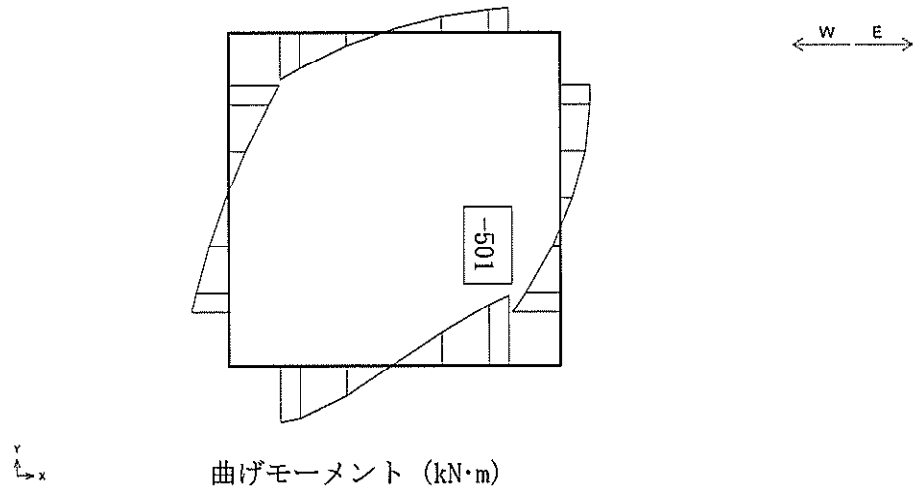
図 10.4-4 (11)  $S_s-31$  (H+, V+) において最も厳しい照査値となる時刻の断面力  
( $t=8.84$  s)

(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)



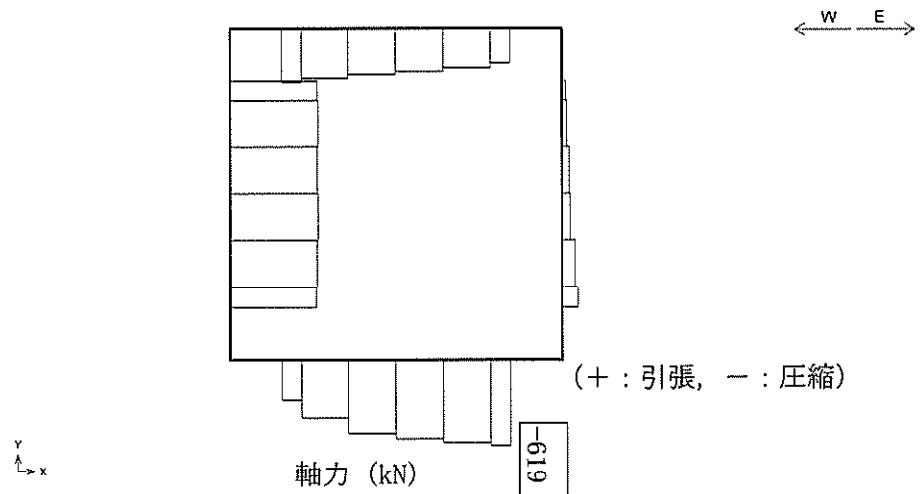
TIME= 8.8400, STRESS & FORCE

Structure scale 0.25 m  
Unit scale 2.000E+02



TIME= 8.8400, STRESS & FORCE

Structure scale 0.25 m  
Unit scale 2.000E+02



TIME= 8.8400, STRESS & FORCE

Structure scale 0.25 m  
Unit scale 2.000E+02

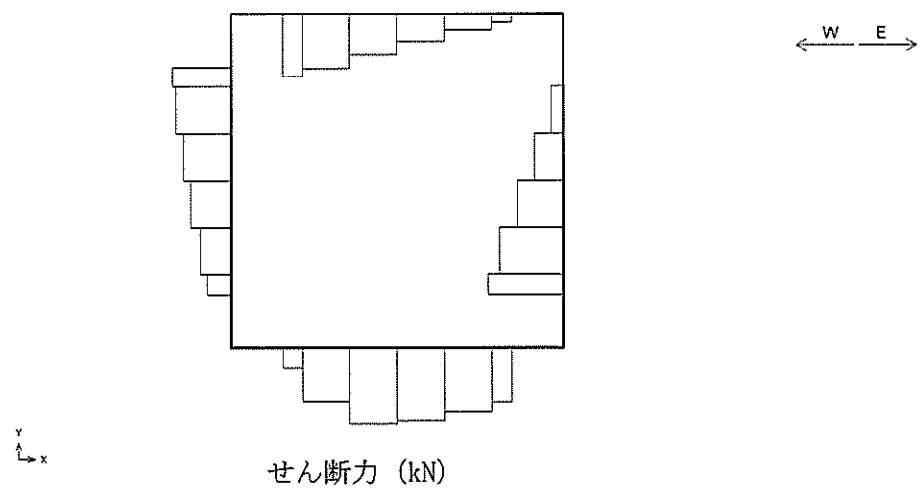


図 10.4-4 (12)  $S_s-31$  (H-, V+) において最も厳しい照査値となる時刻の断面力  
( $t=8.84$  s)

(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)



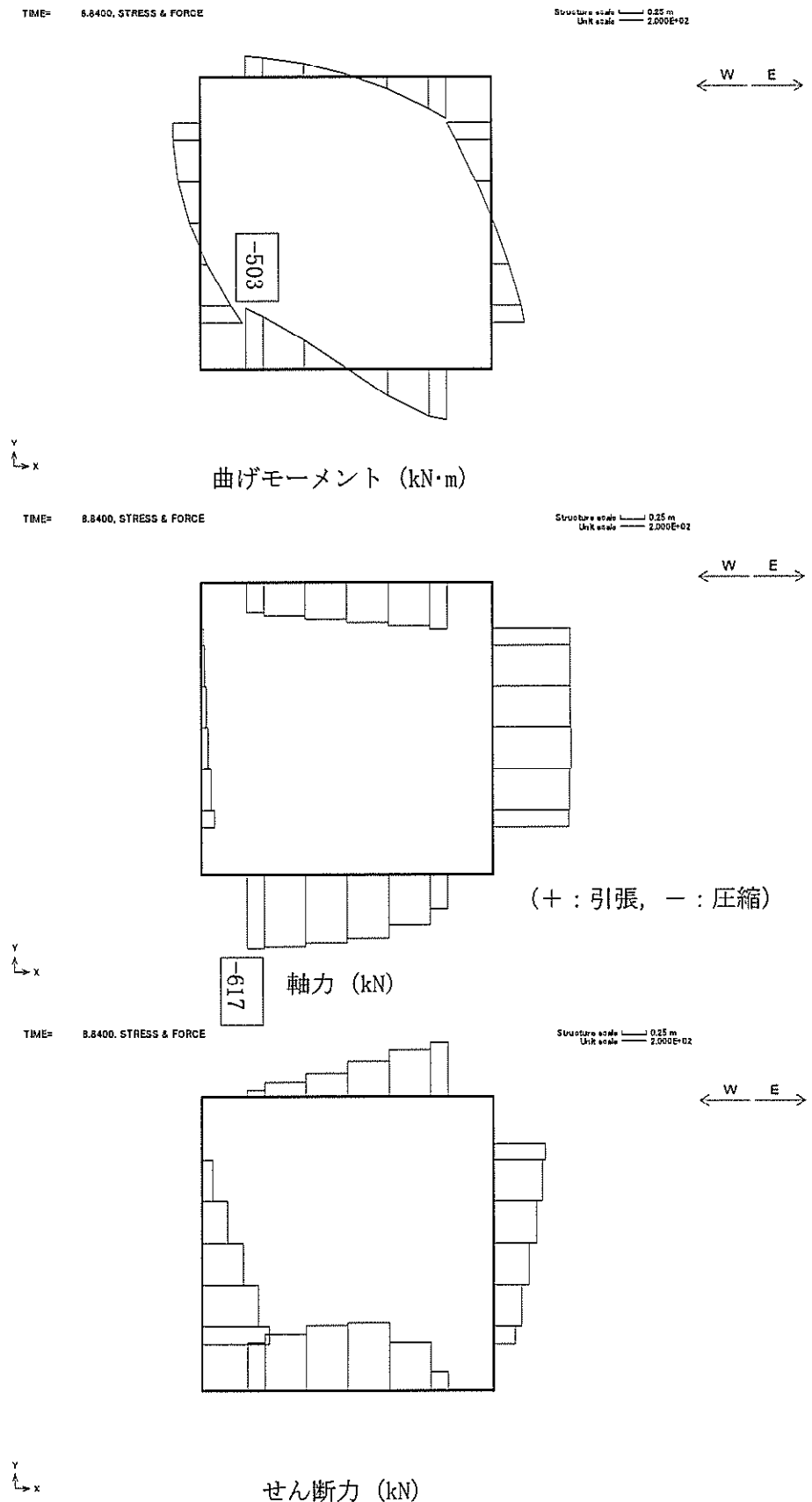


図 10.4-4 (13)  $S_s-31$  (H+, V+) において最も厳しい照査値となる時刻の断面力  
( $t=8.84$  s)

(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)



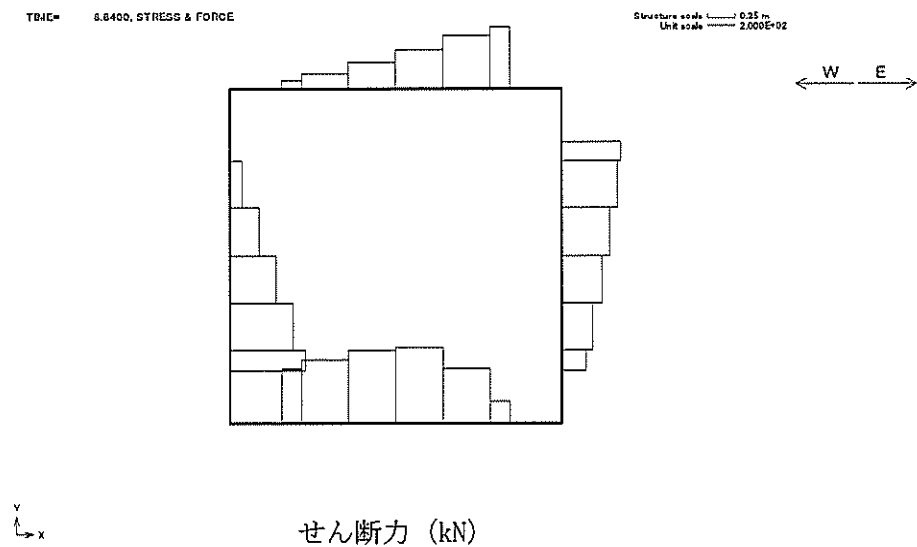
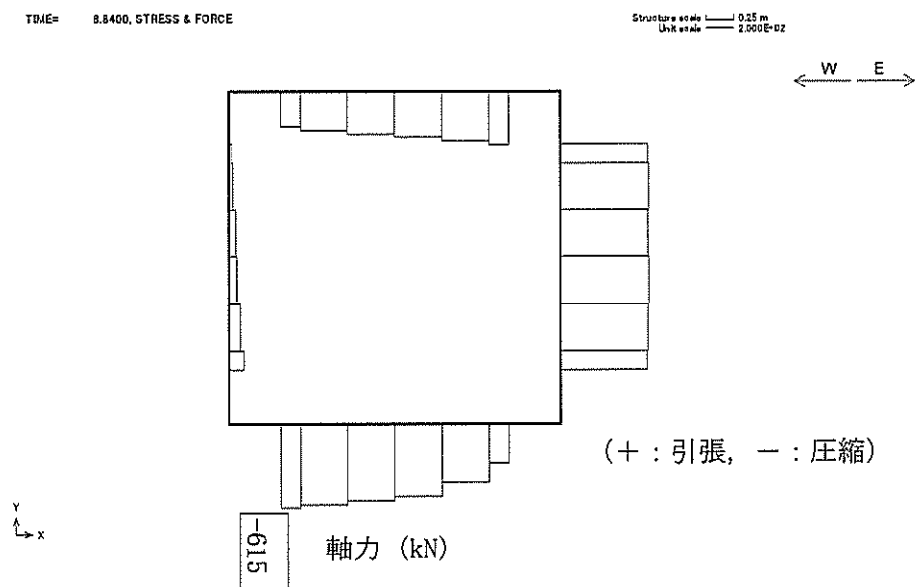
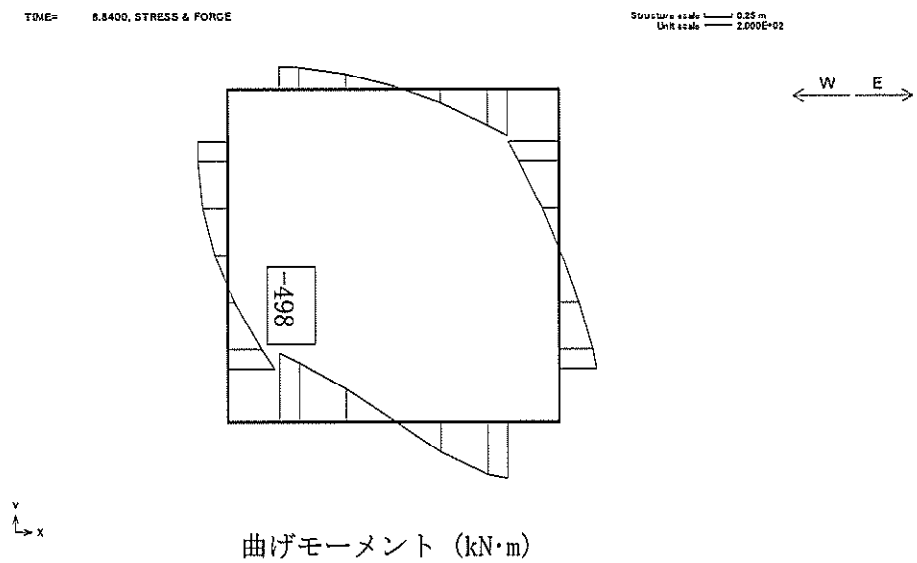


図 10.4-4 (14)  $S_s-31$  (H+, V+) において最も厳しい照査値となる時刻の断面力  
( $t=8.84$  s)

(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)



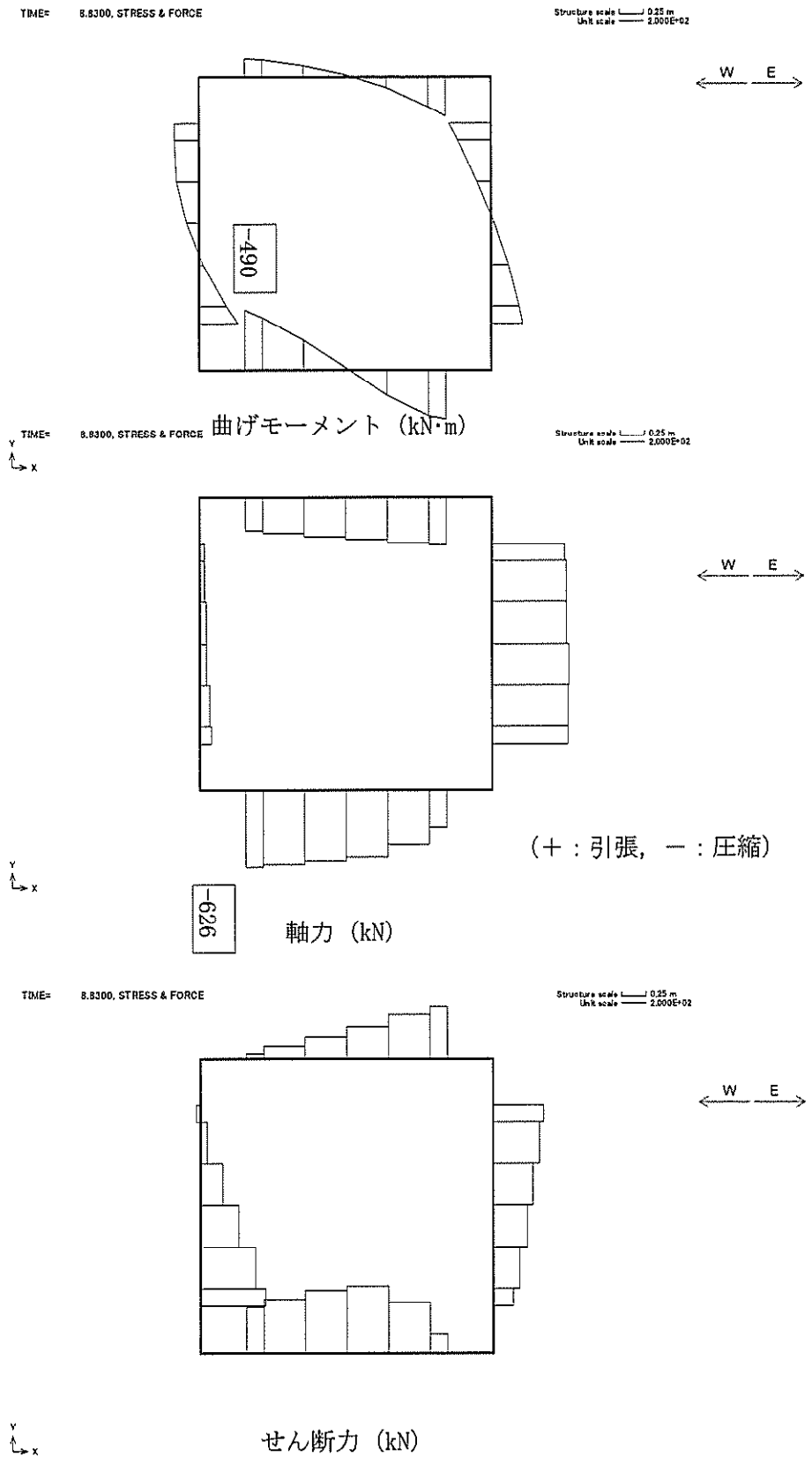


図 10.4-4 (15)  $S_s-31$  (H+, V+) において最も厳しい照査値となる時刻の断面力  
( $t=8.83$  s)

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



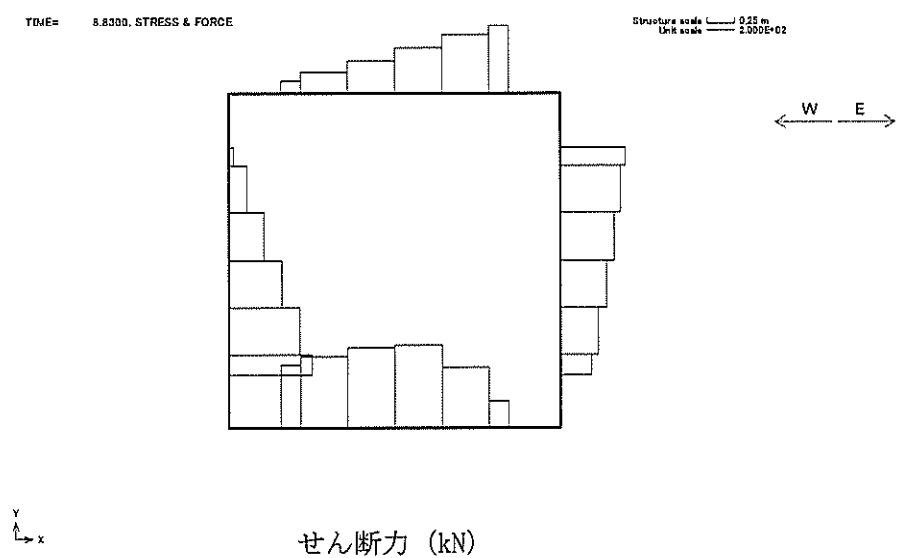
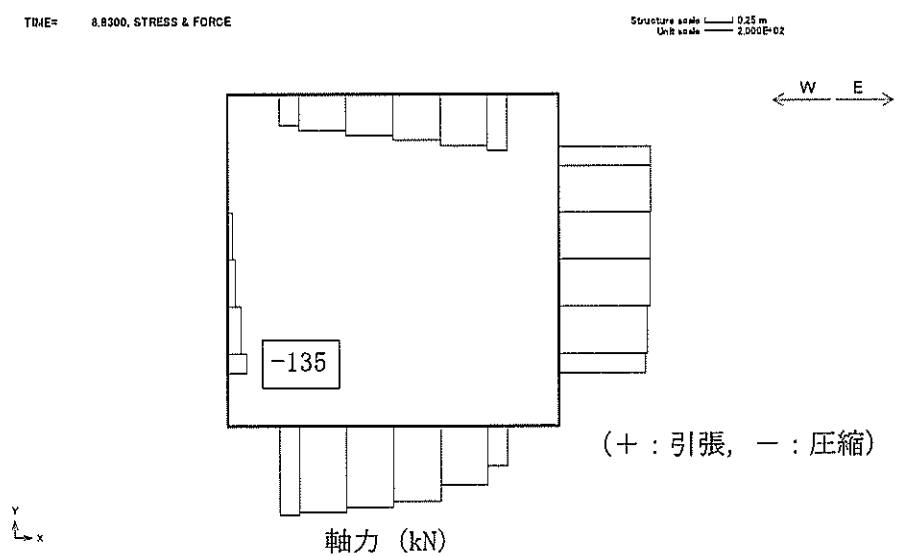
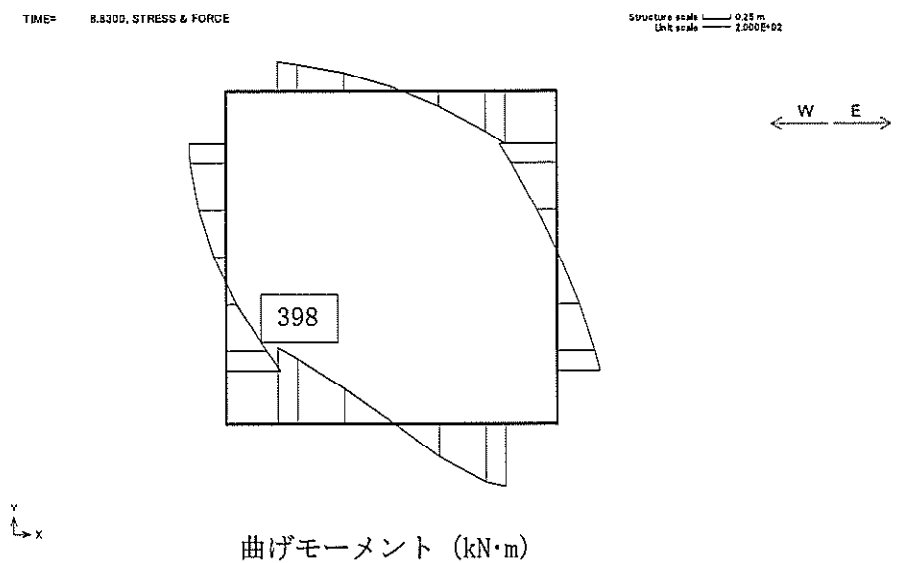


図 10.4-4 (16)  $S_s-31$  (H+, V+) において最も厳しい照査値となる時刻の断面力  
( $t=8.83$  s)

(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)



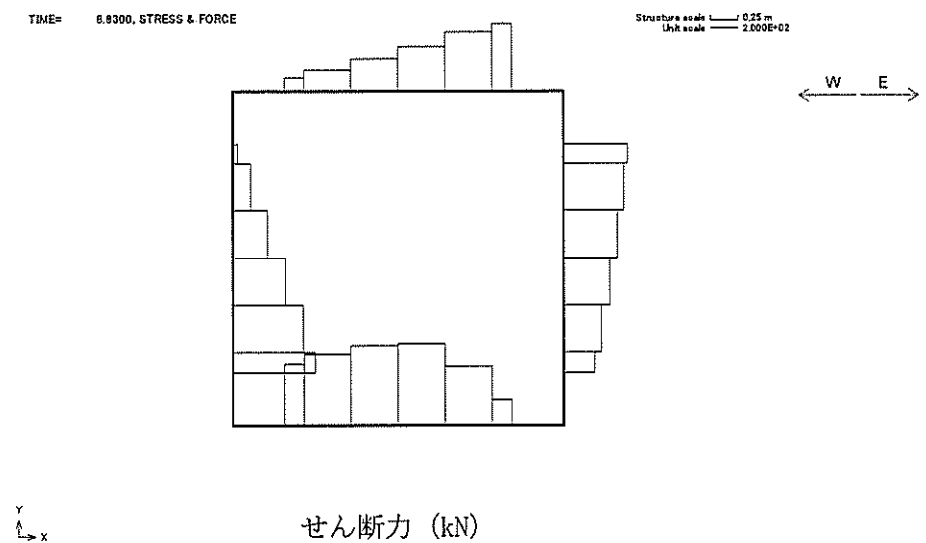
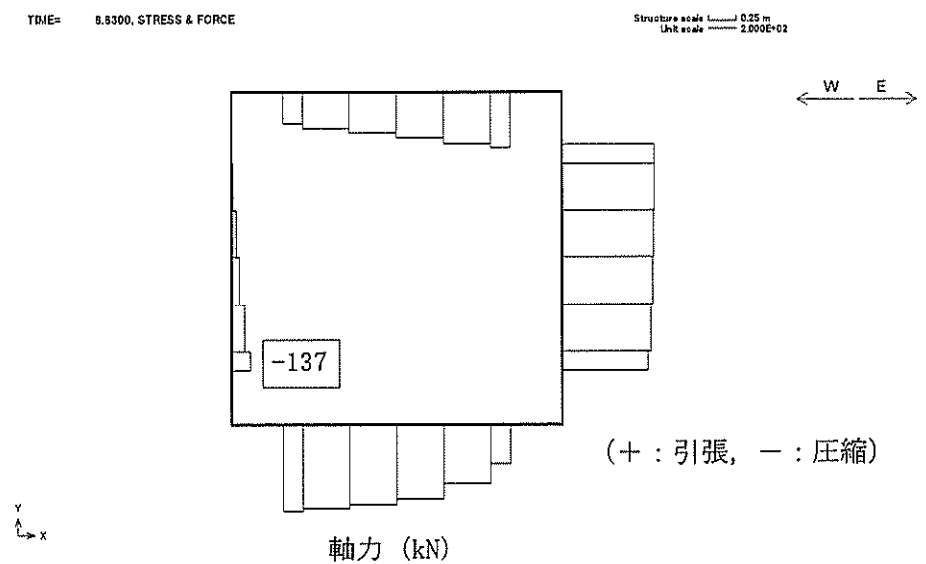
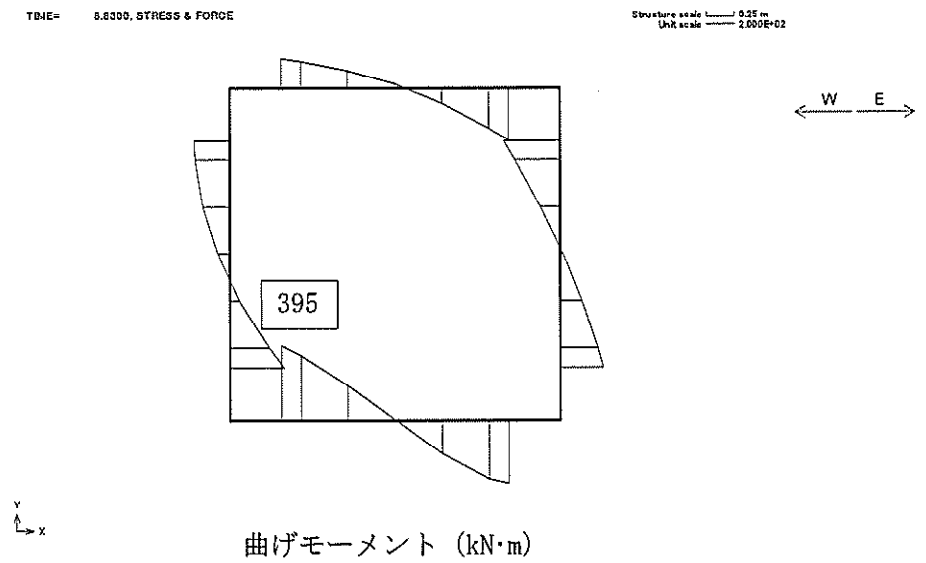


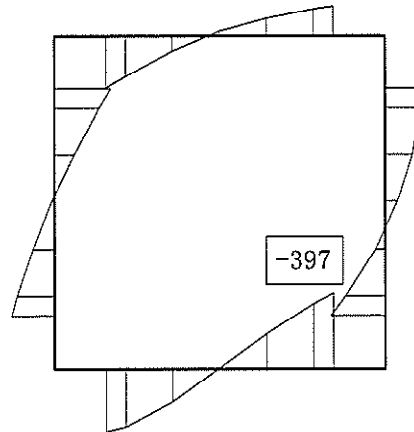
図 10.4-4 (17)  $S_s-31$  (H+, V+) において最も厳しい照査値となる時刻の断面力  
( $t=8.83$  s)

(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)



TIME= 8.8300, STRESS & FORCE

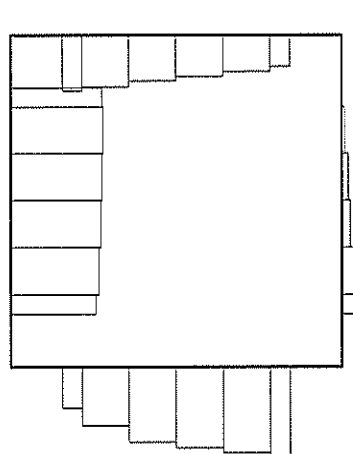
Structure scale 0.25 m  
Unit scale 2.000E+02



曲げモーメント (kN・m)

TIME= 8.8300, STRESS & FORCE

Structure scale 0.25 m  
Unit scale 2.000E+02



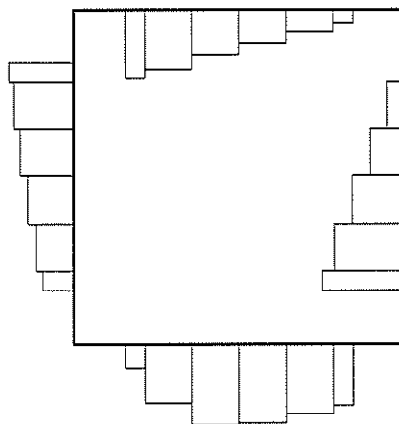
-140

(+ : 圧縮, - : 引張)

軸力 (kN)

TIME= 8.8300, STRESS & FORCE

Structure scale 0.25 m  
Unit scale 2.000E+02



せん断力 (kN)

図 10.4-4 (18)  $S_s-31$  (H-, V+) において最も厳しい照査値となる時刻の断面力  
( $t=8.83$  s)

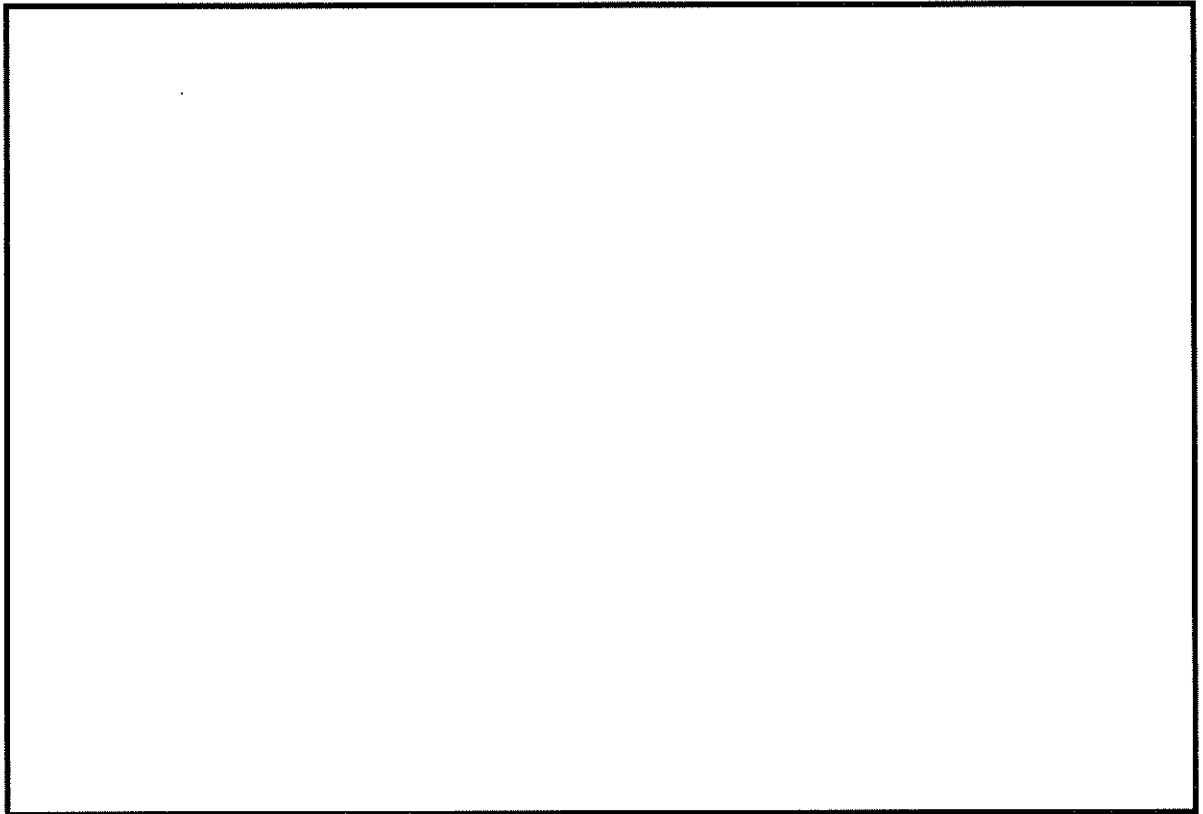
(検討ケース⑤：原地盤において非液状化の条件を仮定した解析ケース)



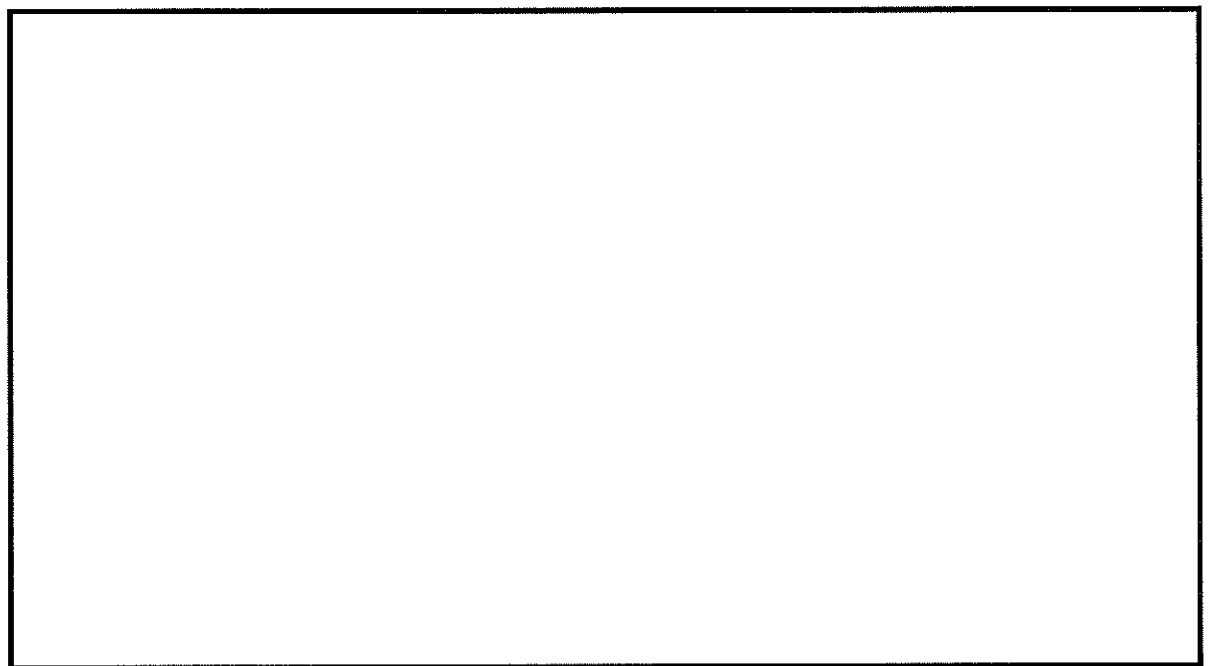
(3) 最大せん断ひずみ分布

最大せん断ひずみ分布図を図 10.4-5 に示す。これらの図は、各要素に発生したせん断ひずみの全時刻における最大値の分布を示したものである。





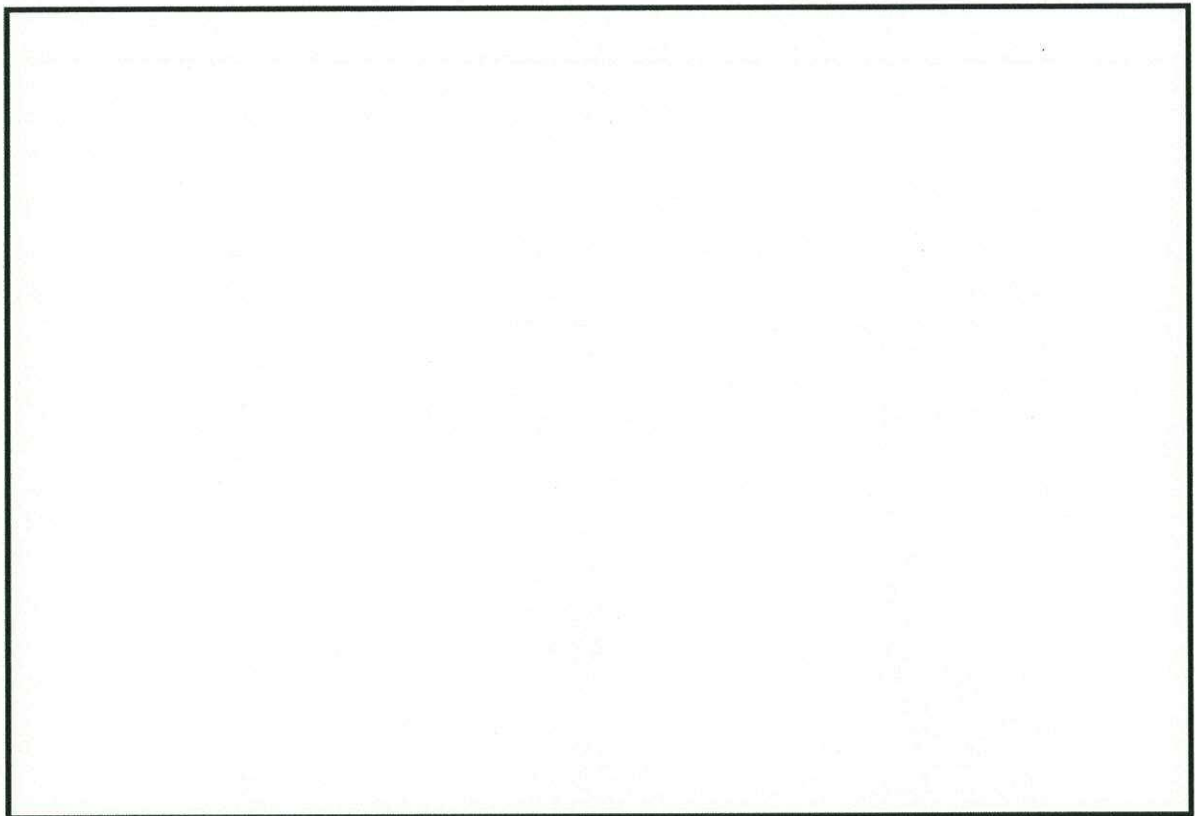
(a) 解析モデル全体



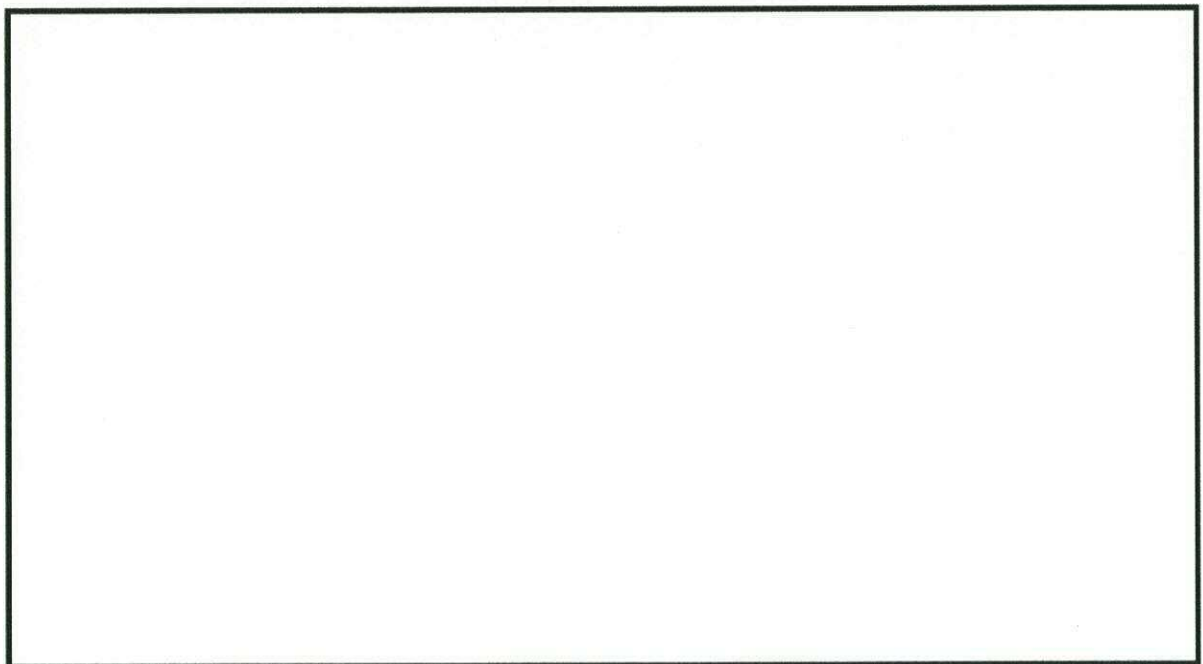
(b) 構造物周辺拡大図

図 10.4-5 (1) 東西方向断面の最大せん断ひずみ分布 ( $S_s-D1 [H+, V+]$ )  
(検討ケース①: 原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)





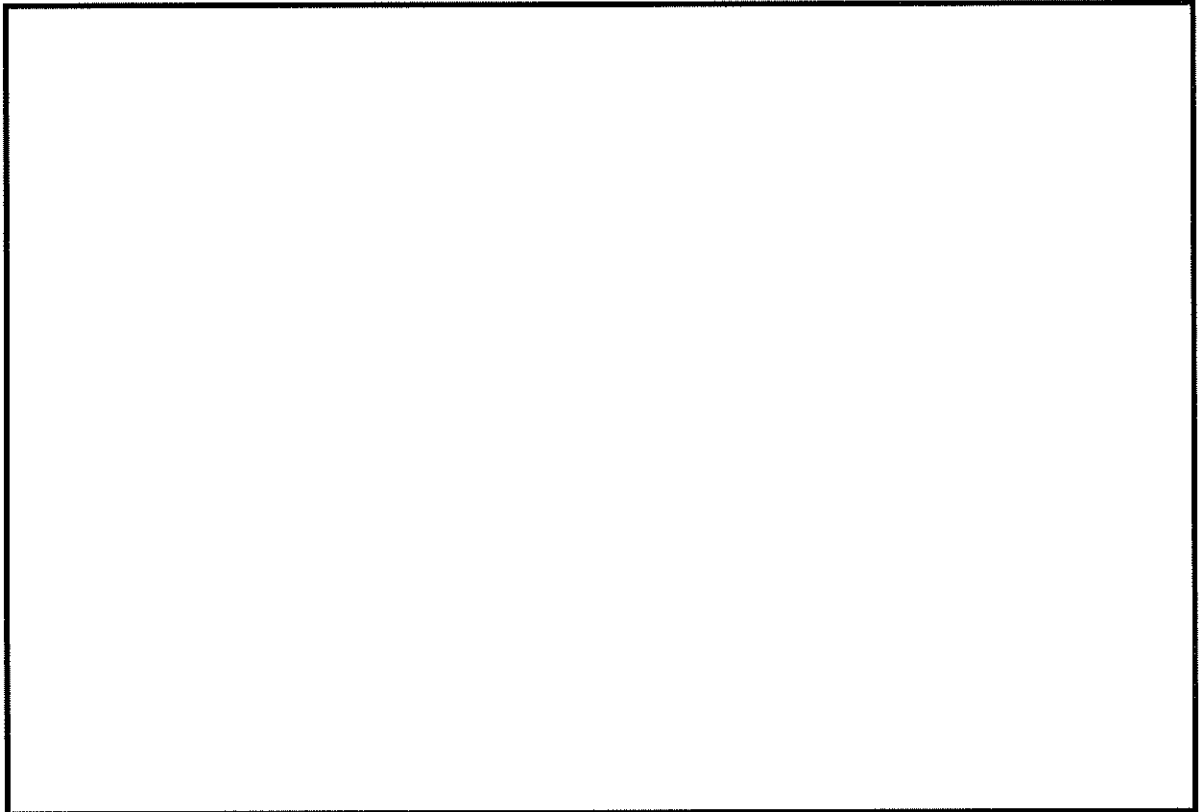
(a) 解析モデル全体



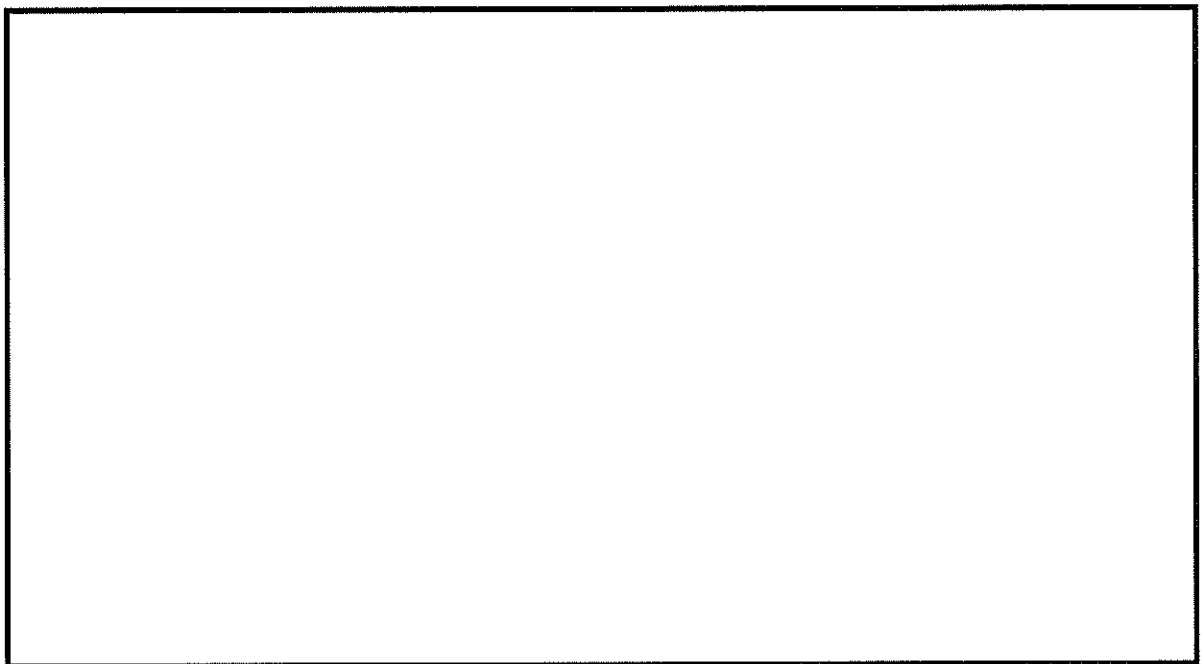
(b) 構造物周辺拡大図

図 10.4-5 (2) 東西方向断面の最大せん断ひずみ分布 ( $S_s-D1$  [H+, V-])  
(検討ケース①: 原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)





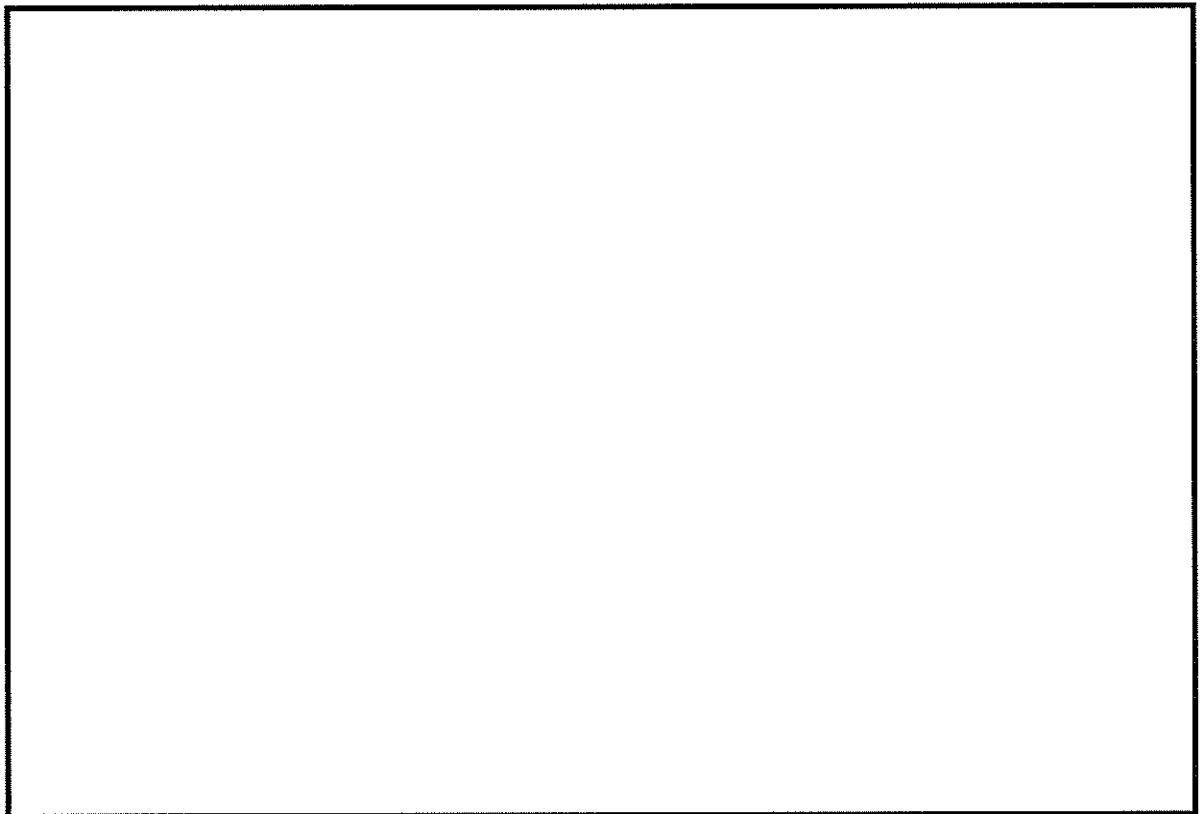
(a) 解析モデル全体



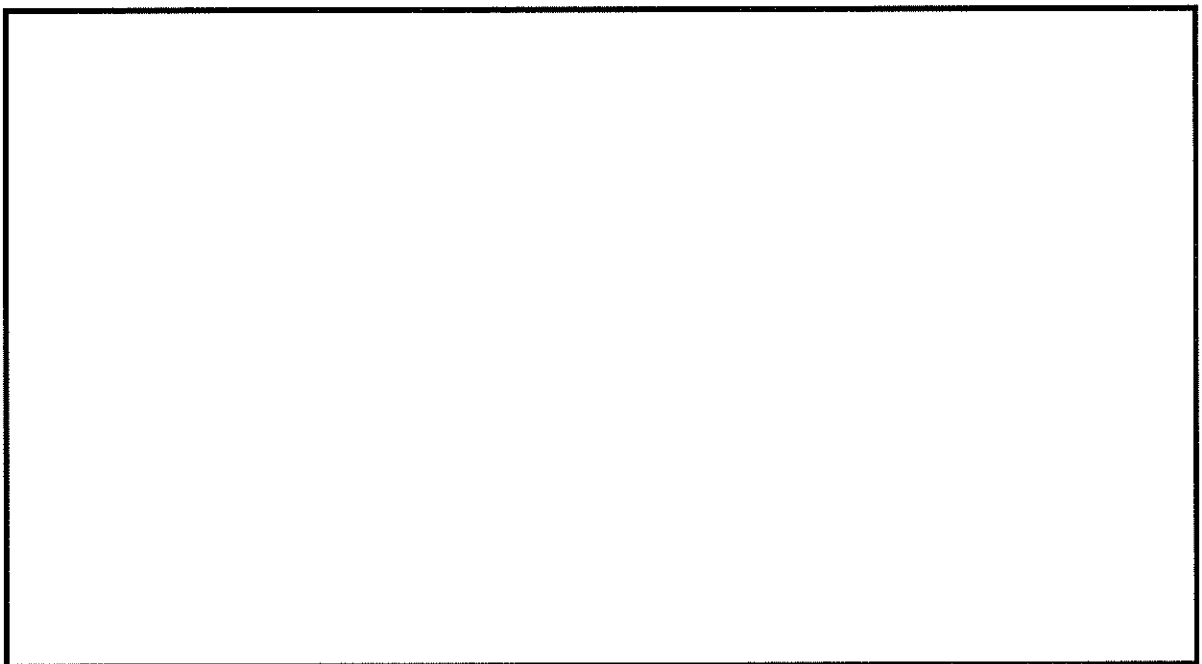
(b) 構造物周辺拡大図

図 10.4-5 (3) 東西方向断面の最大せん断ひずみ分布 ( $S_s-D1$  [H-, V+])  
(検討ケース①: 原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)





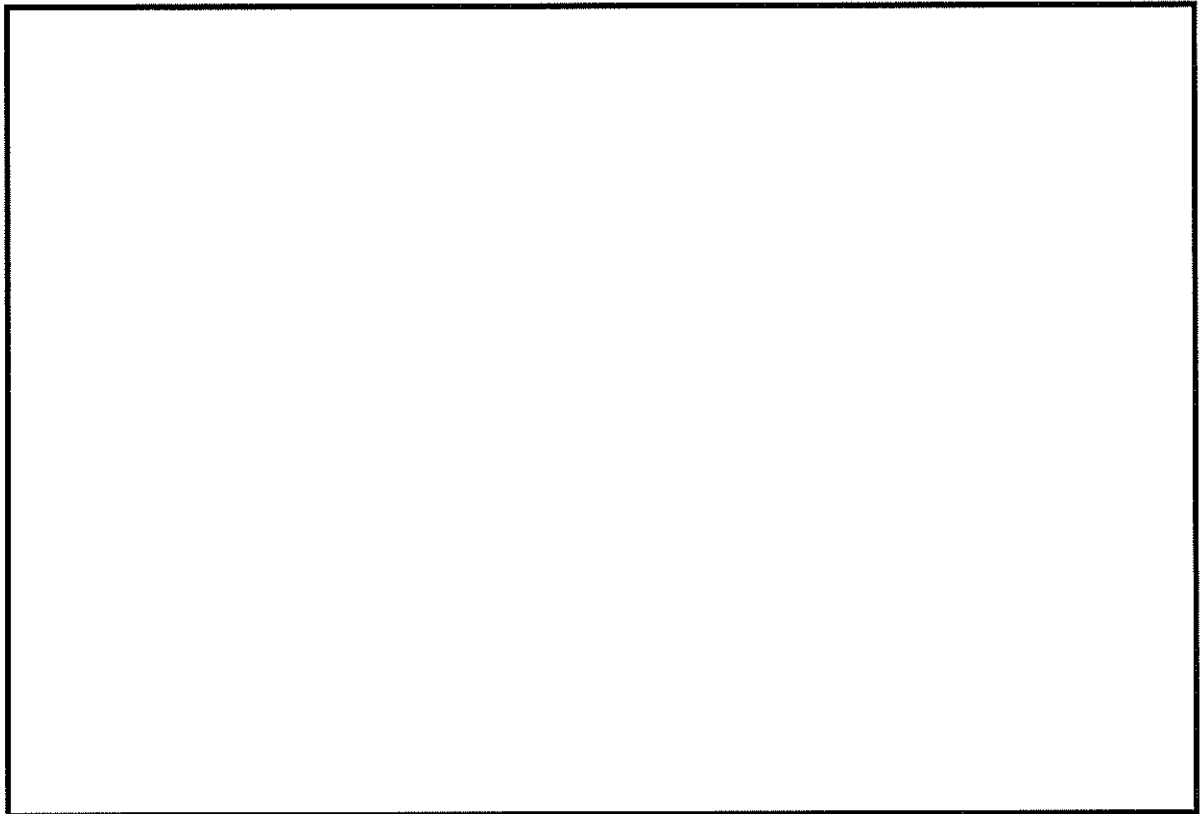
(a) 解析モデル全体



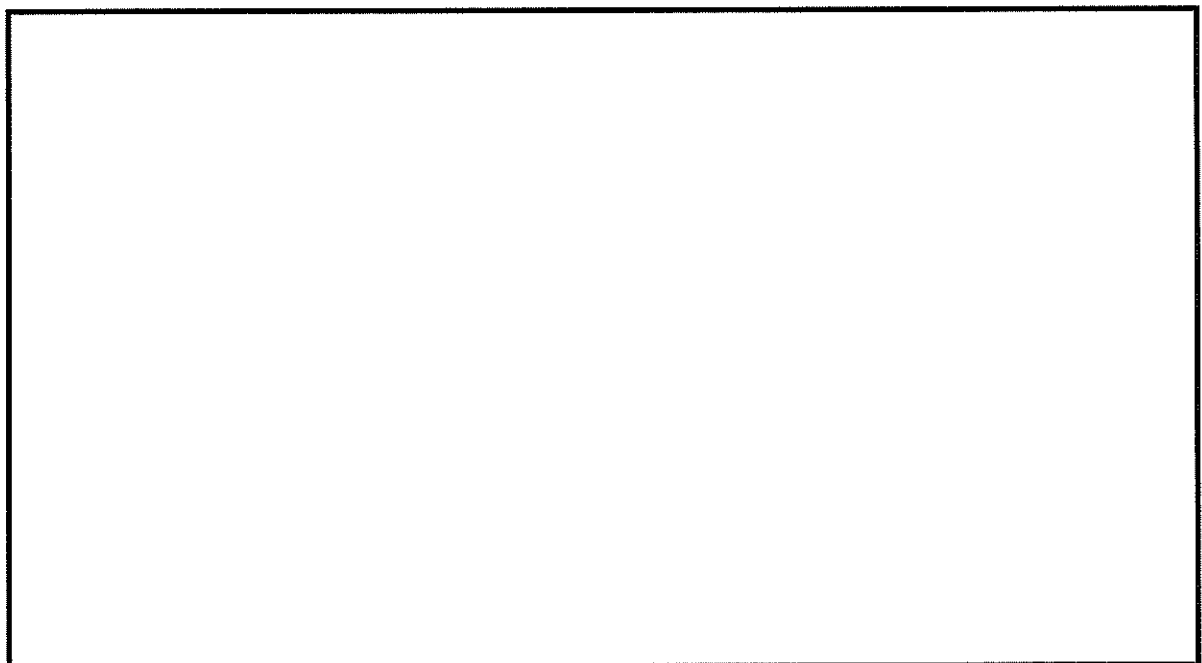
(b) 構造物周辺拡大図

図 10.4-5 (4) 東西方向断面の最大せん断ひずみ分布 ( $S_s-D1$  [H-, V-])  
(検討ケース①: 原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)





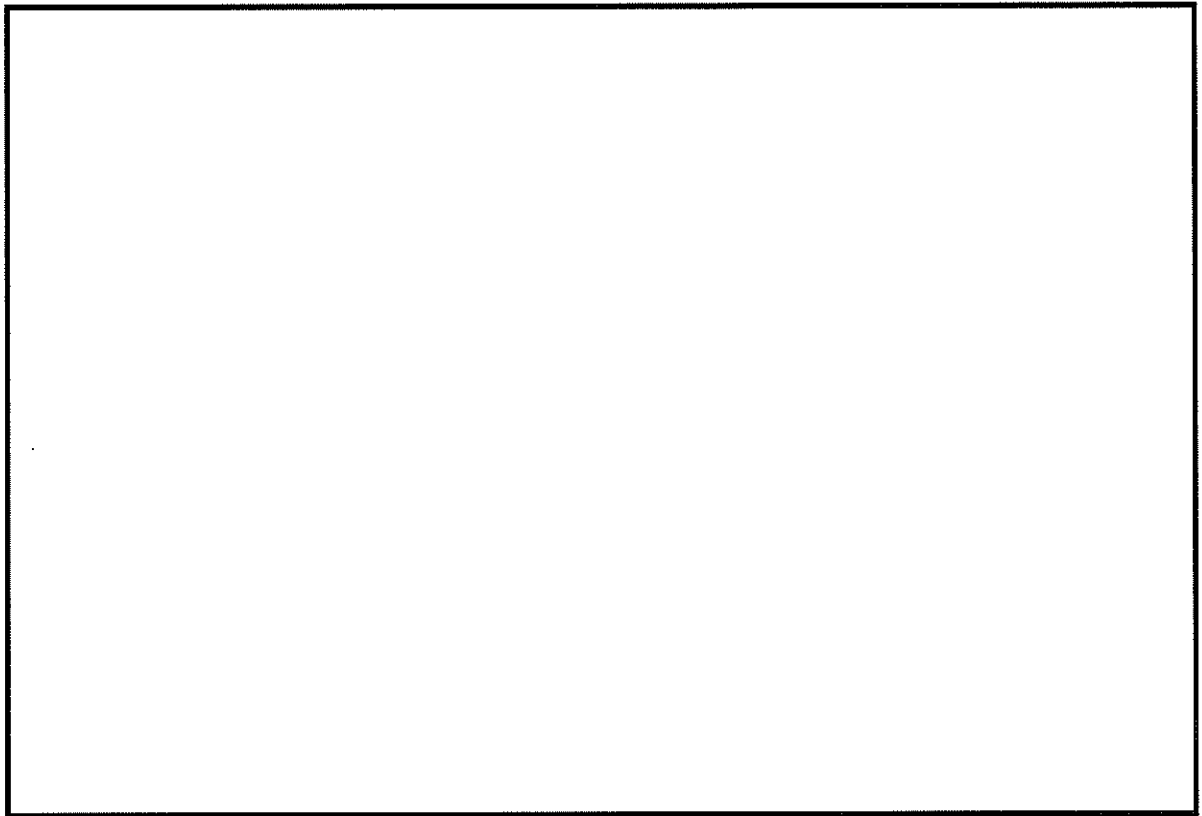
(a) 解析モデル全体



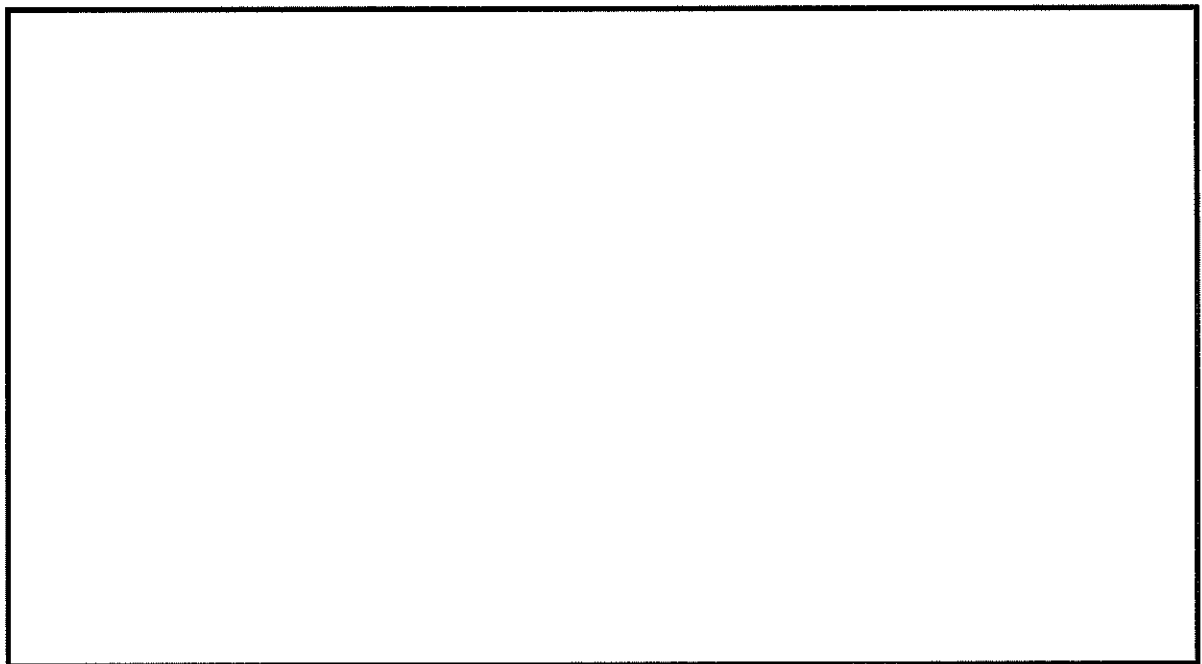
(b) 構造物周辺拡大図

図 10.4-5 (5) 東西方向断面の最大せん断ひずみ分布 ( $S_0-11$ )  
(検討ケース①: 原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)





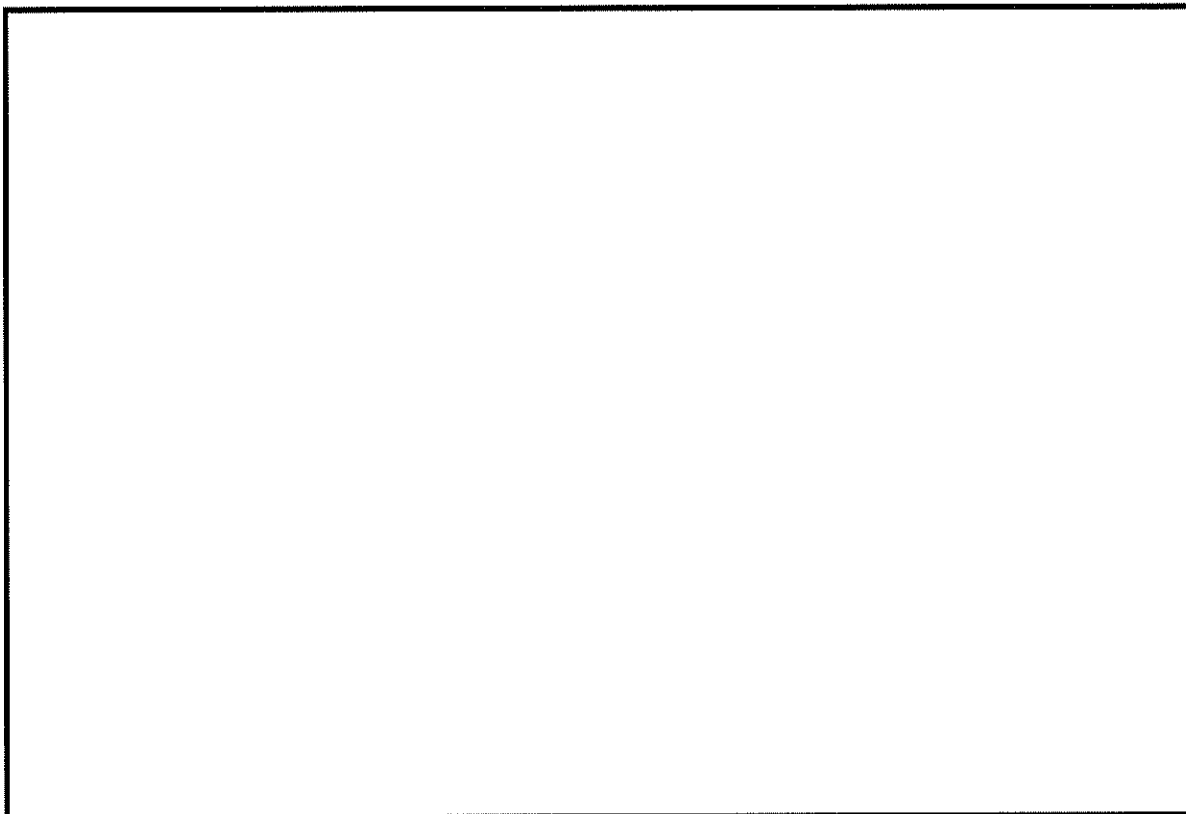
(a) 解析モデル全体



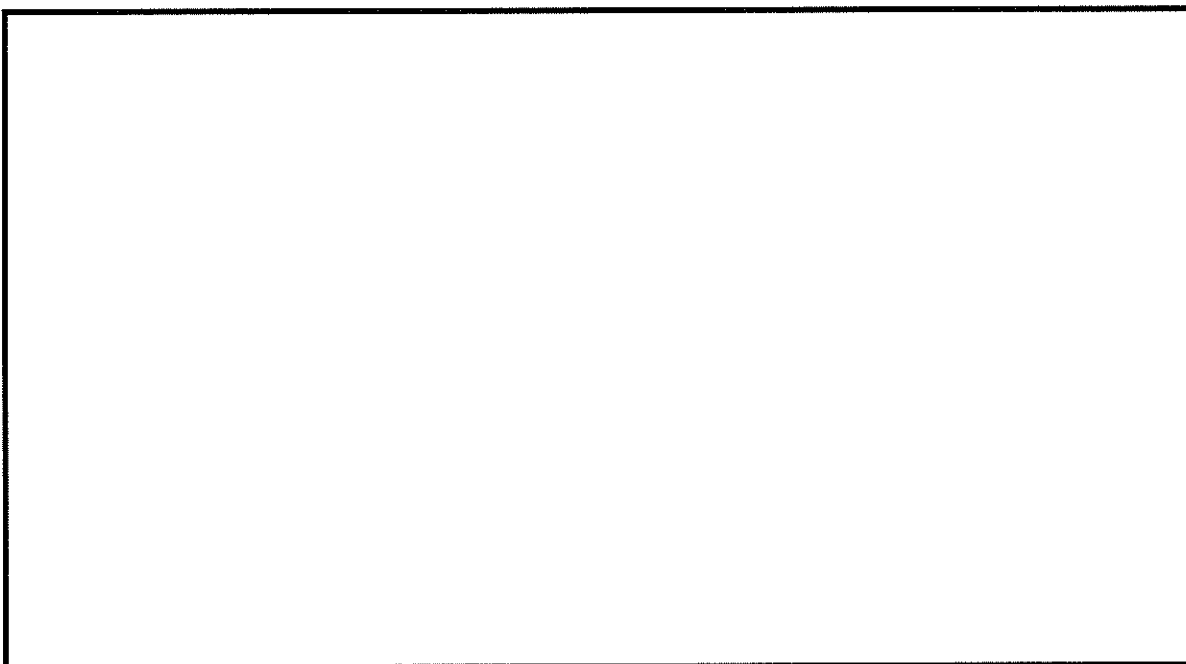
(b) 構造物周辺拡大図

図 10.4-5 (6) 東西方向断面の最大せん断ひずみ分布 ( $S_s-12$ )  
(検討ケース①: 原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)





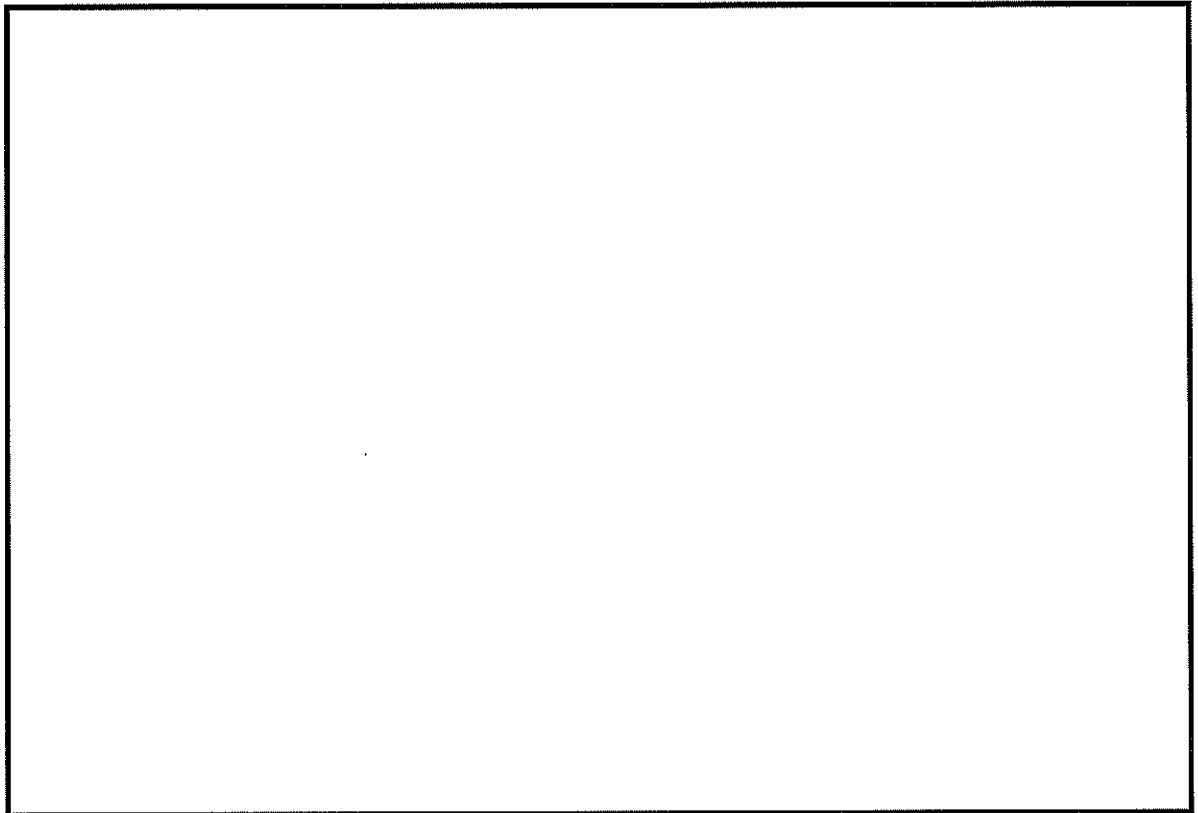
(a) 解析モデル全体



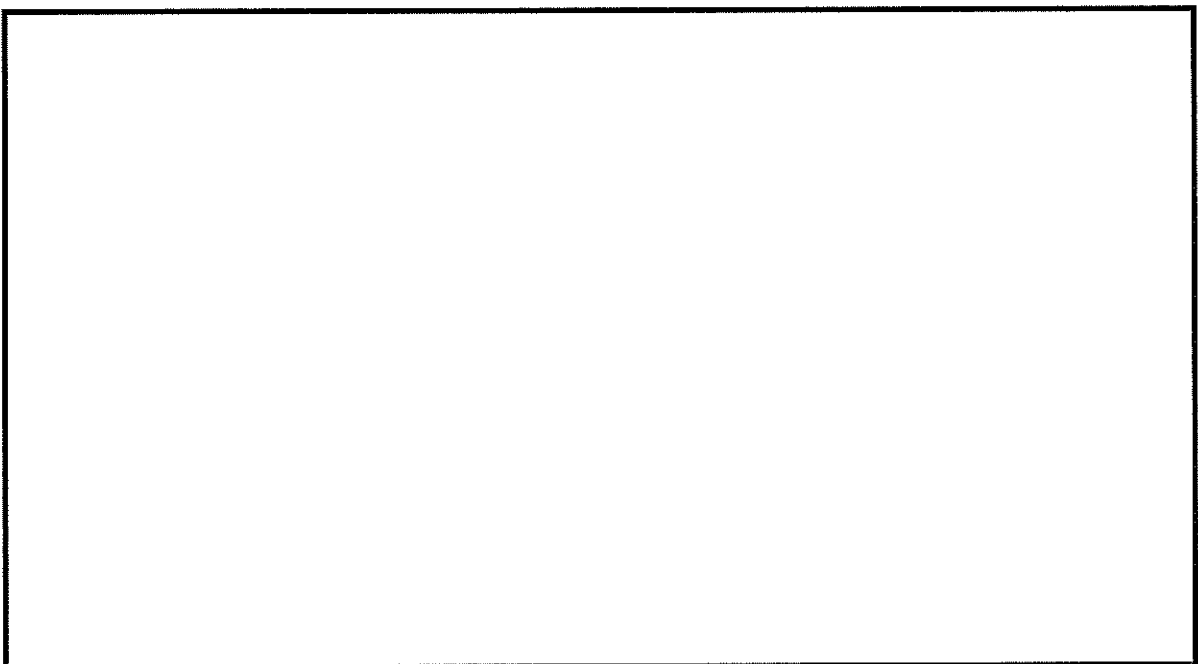
(b) 構造物周辺拡大図

図 10.4-5 (7) 東西方向断面の最大せん断ひずみ分布 ( $S_s-13$ )  
(検討ケース①: 原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)





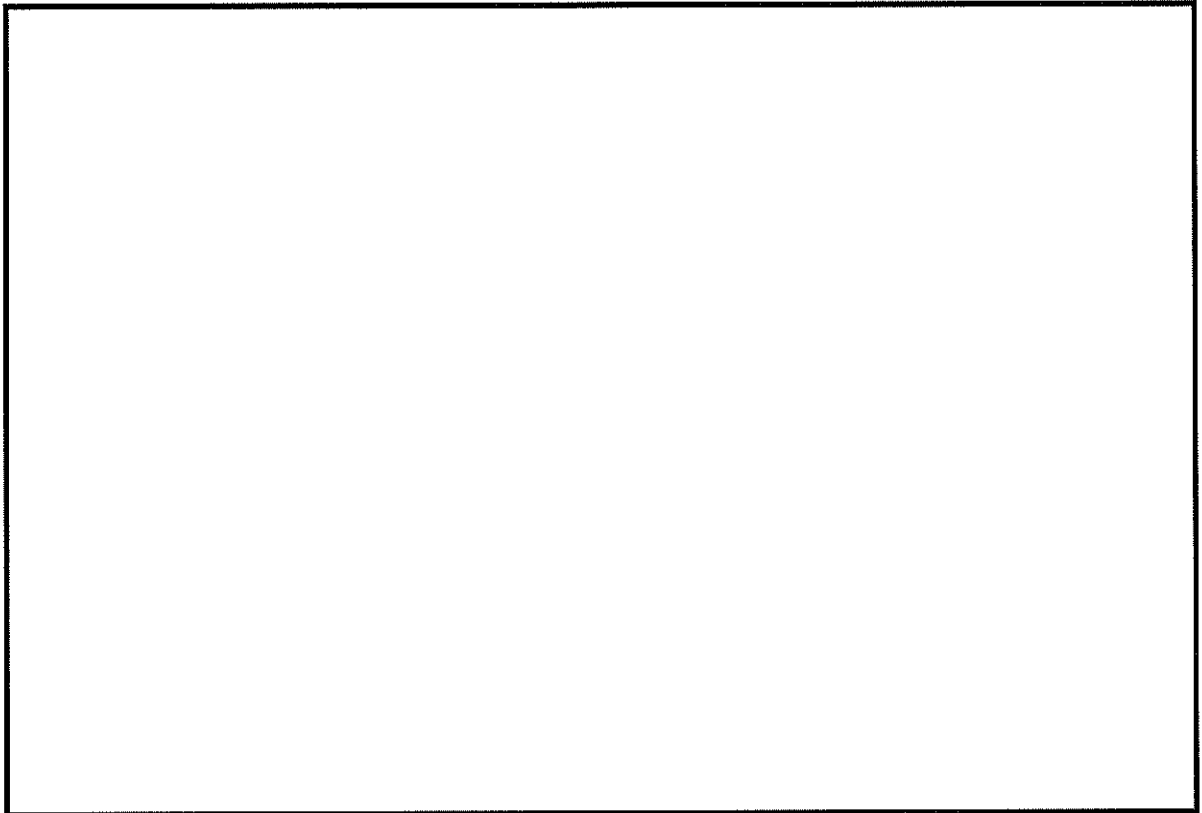
(a) 解析モデル全体



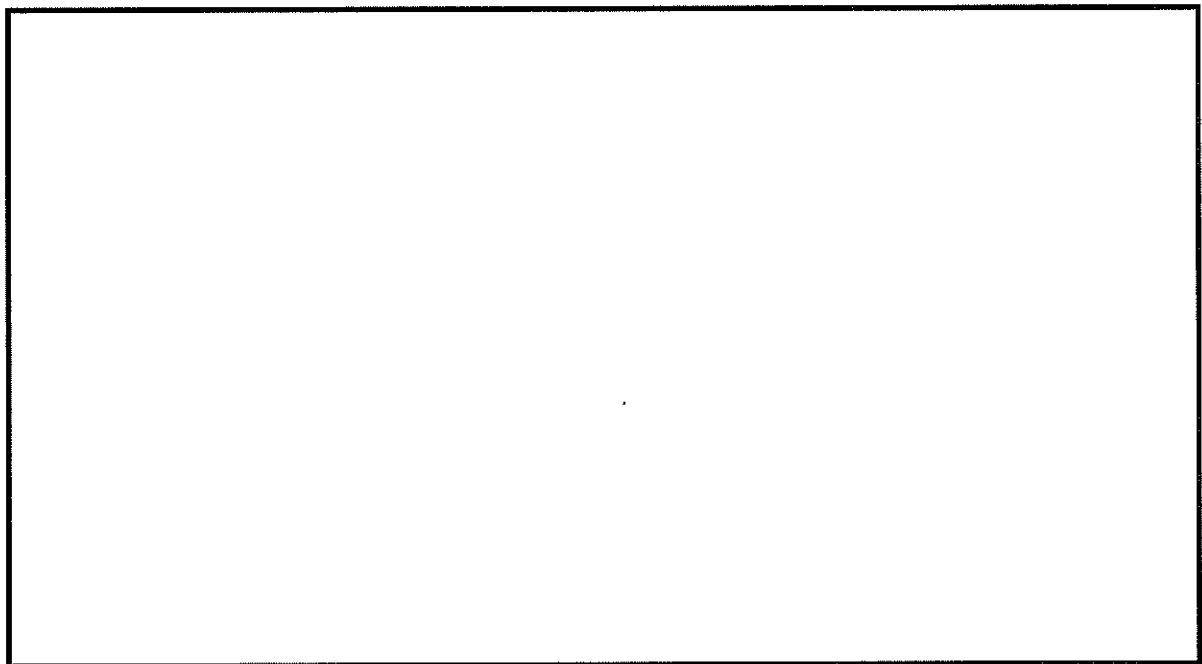
(b) 構造物周辺拡大図

図 10.4-5 (8) 東西方向断面の最大せん断ひずみ分布 ( $S_s-14$ )  
(検討ケース①: 原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)





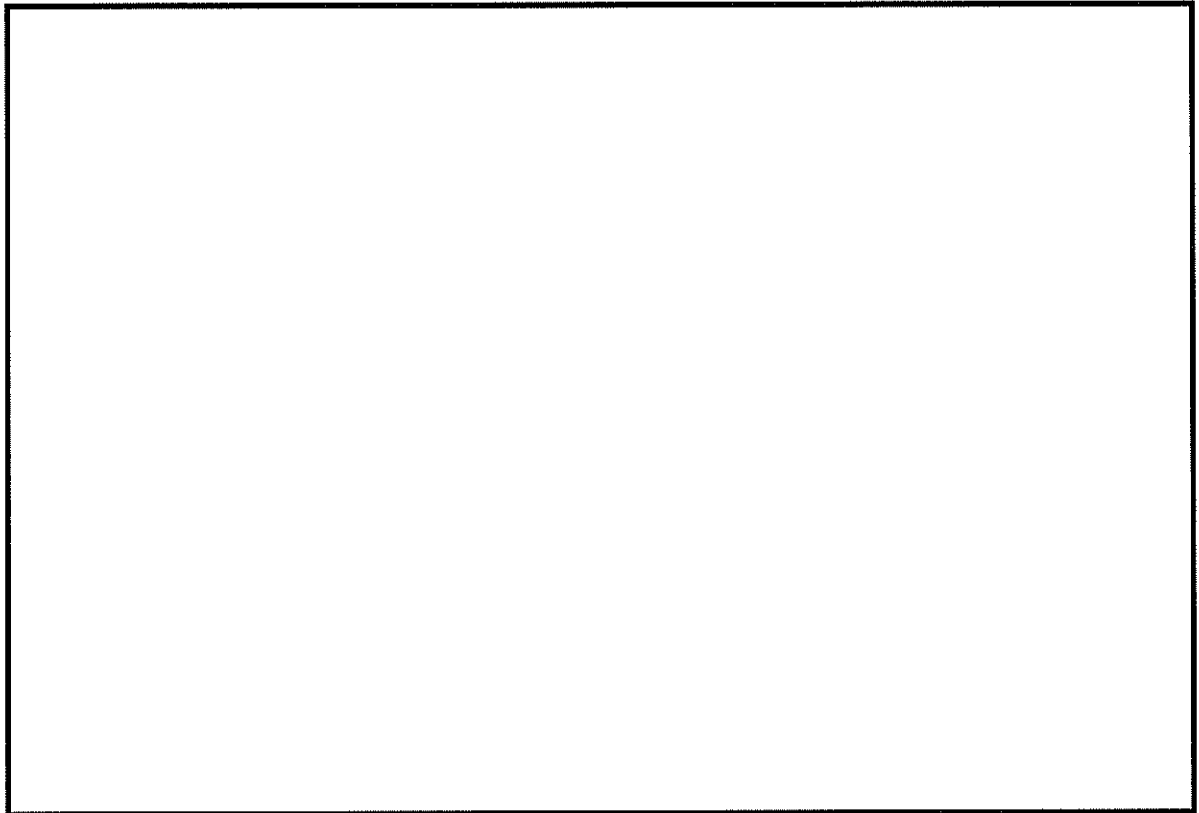
(a) 解析モデル全体



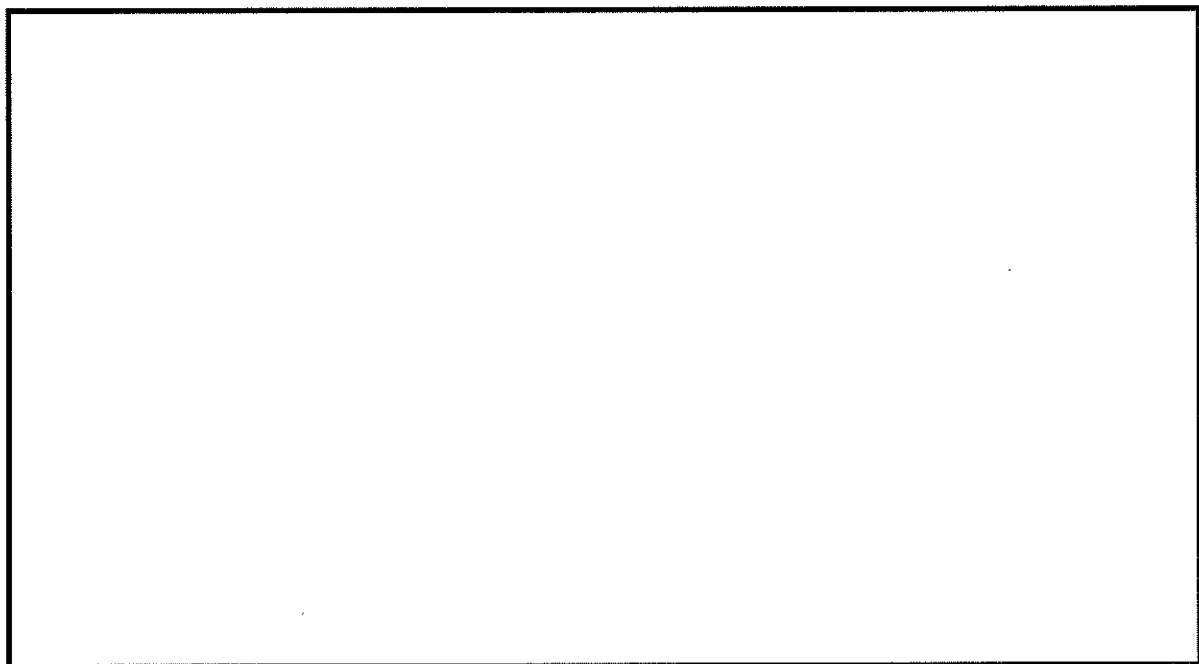
(b) 構造物周辺拡大図

図 10.4-5 (9) 東西方向断面の最大せん断ひずみ分布 ( $S_s-21$ )  
(検討ケース①: 原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)





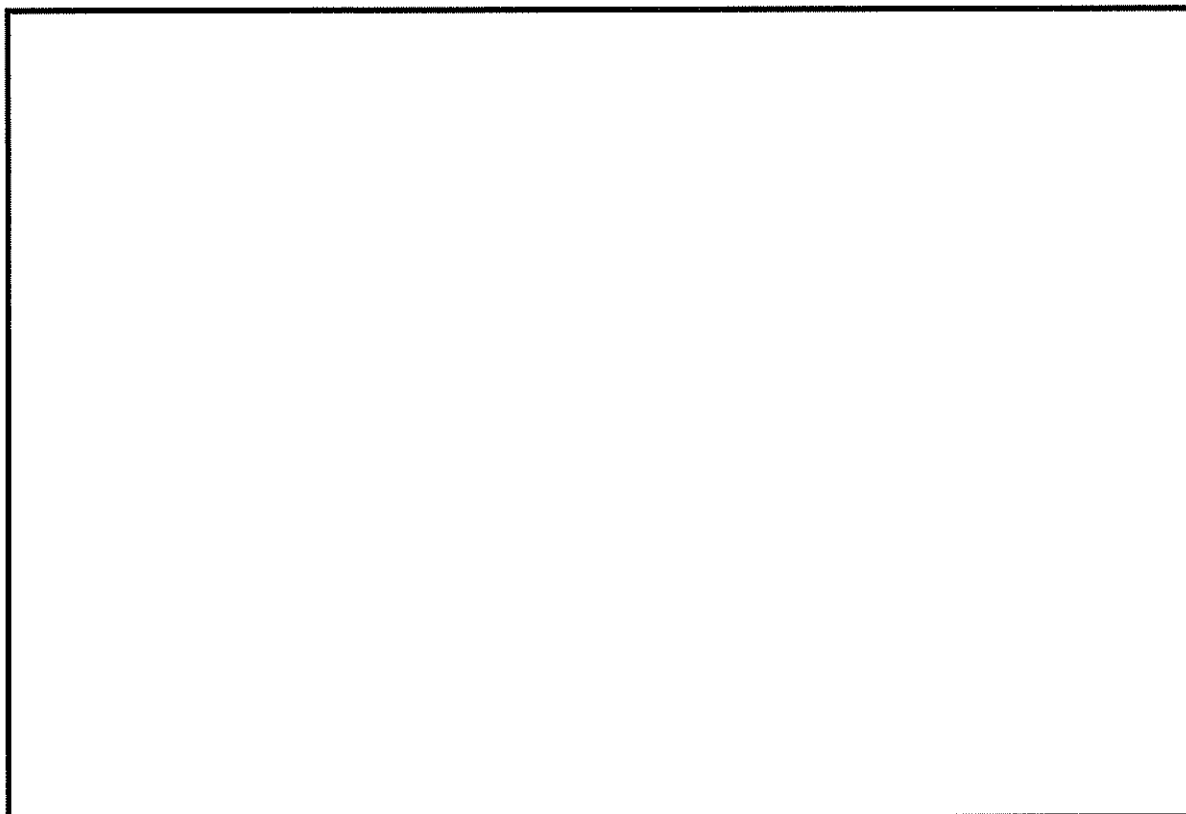
(a) 解析モデル全体



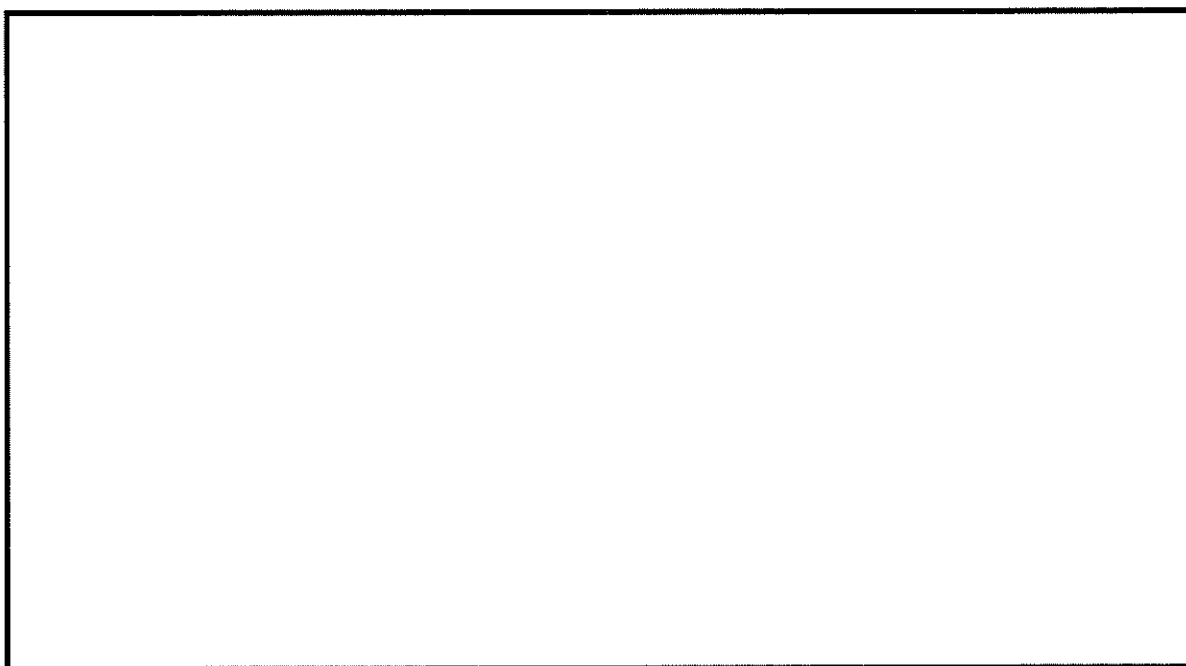
(b) 構造物周辺拡大図

図 10.4-5 (10) 東西方向断面の最大せん断ひずみ分布 ( $S_s-22$ )  
(検討ケース①: 原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)





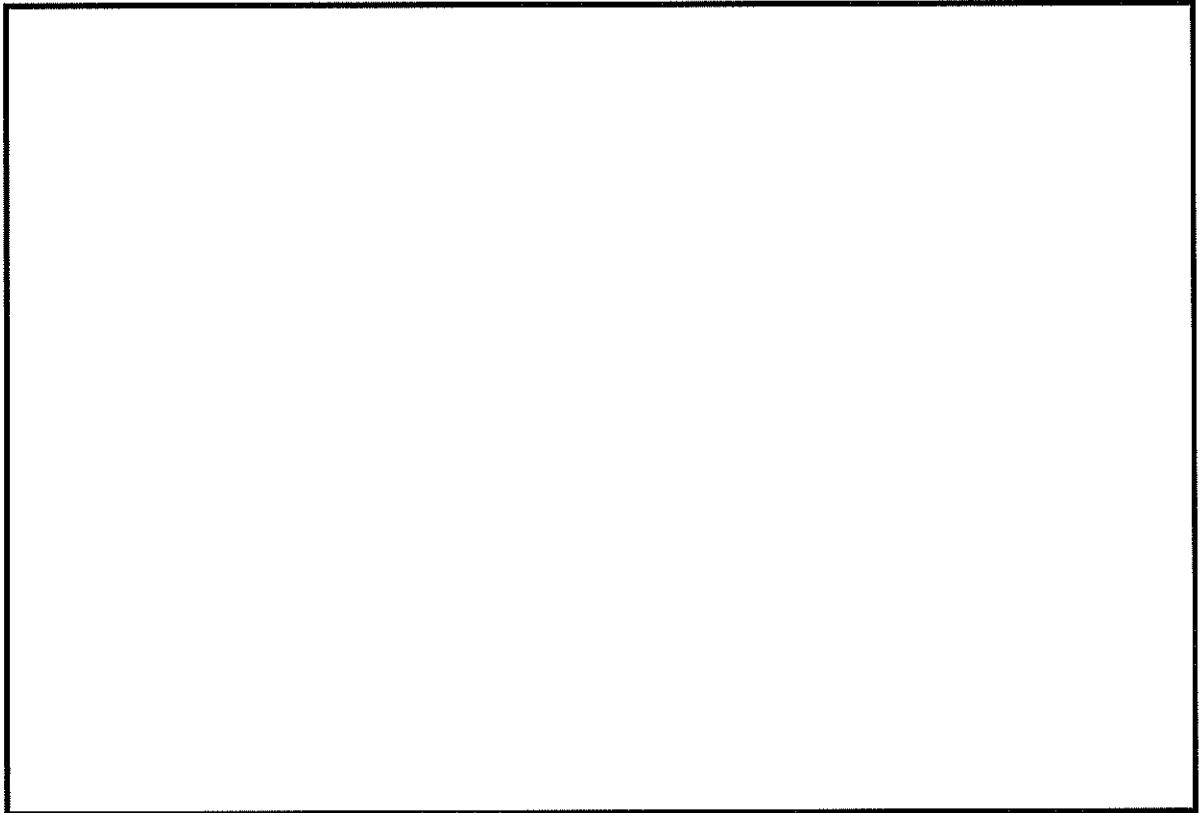
(a) 解析モデル全体



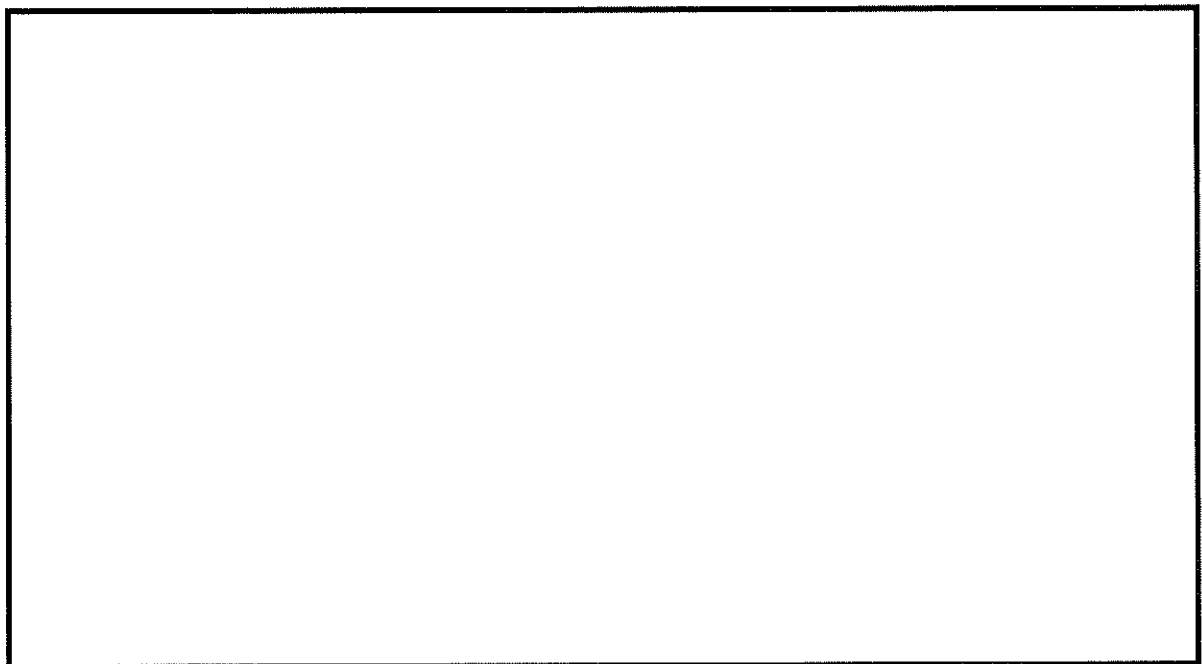
(b) 構造物周辺拡大図

図 10.4-5 (11) 東西方向断面の最大せん断ひずみ分布 ( $S_s - 3.1 [H+, V+]$ )  
(検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)





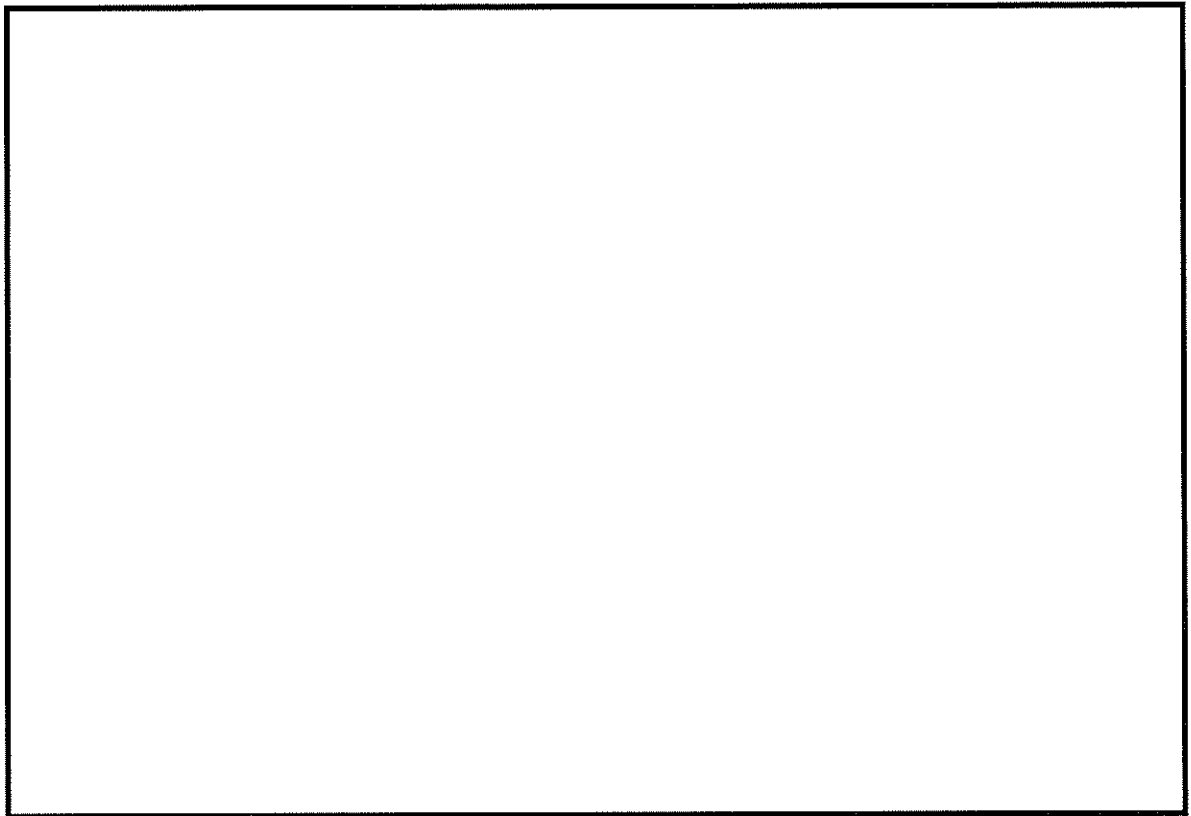
(a) 解析モデル全体



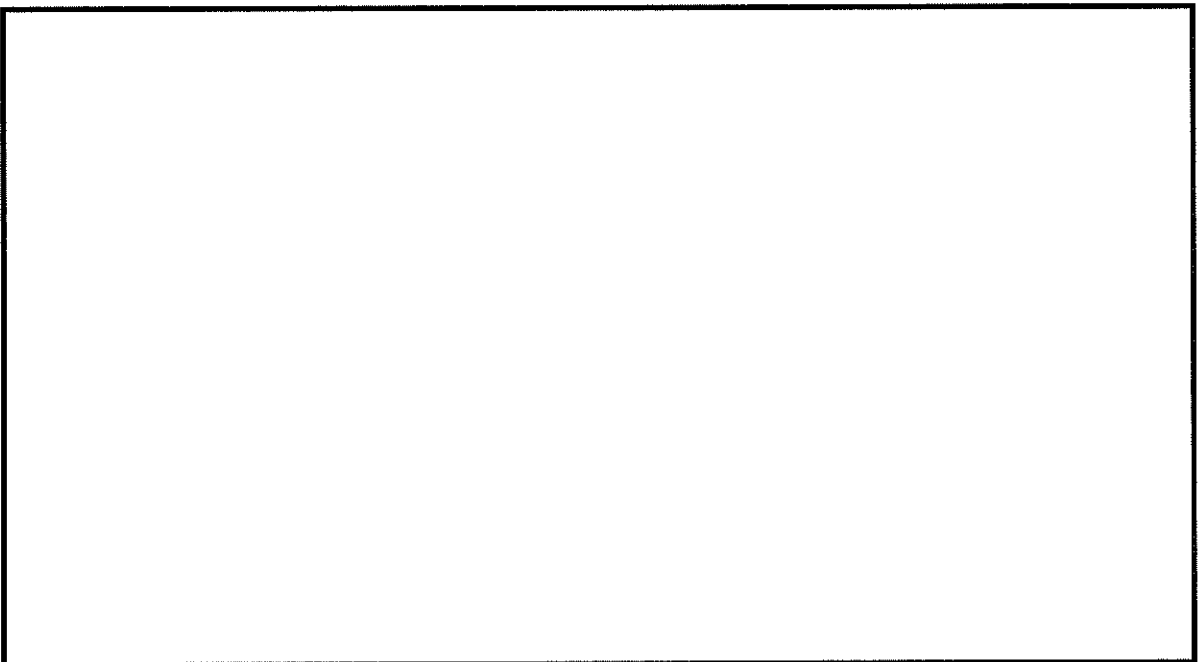
(b) 構造物周辺拡大図

図 10.4-5 (12) 東西方向断面の最大せん断ひずみ分布 ( $S_s - 3.1 [H-, V+]$ )  
(検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)





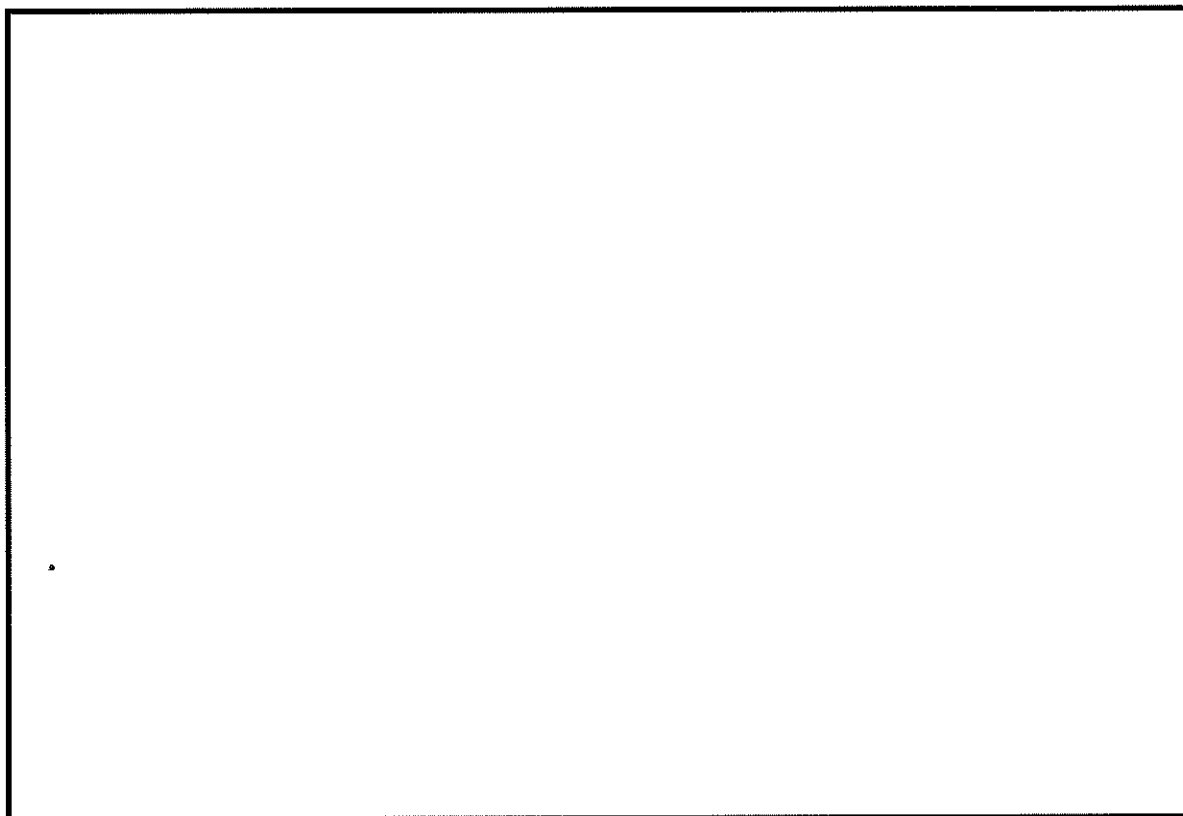
(a) 解析モデル全体



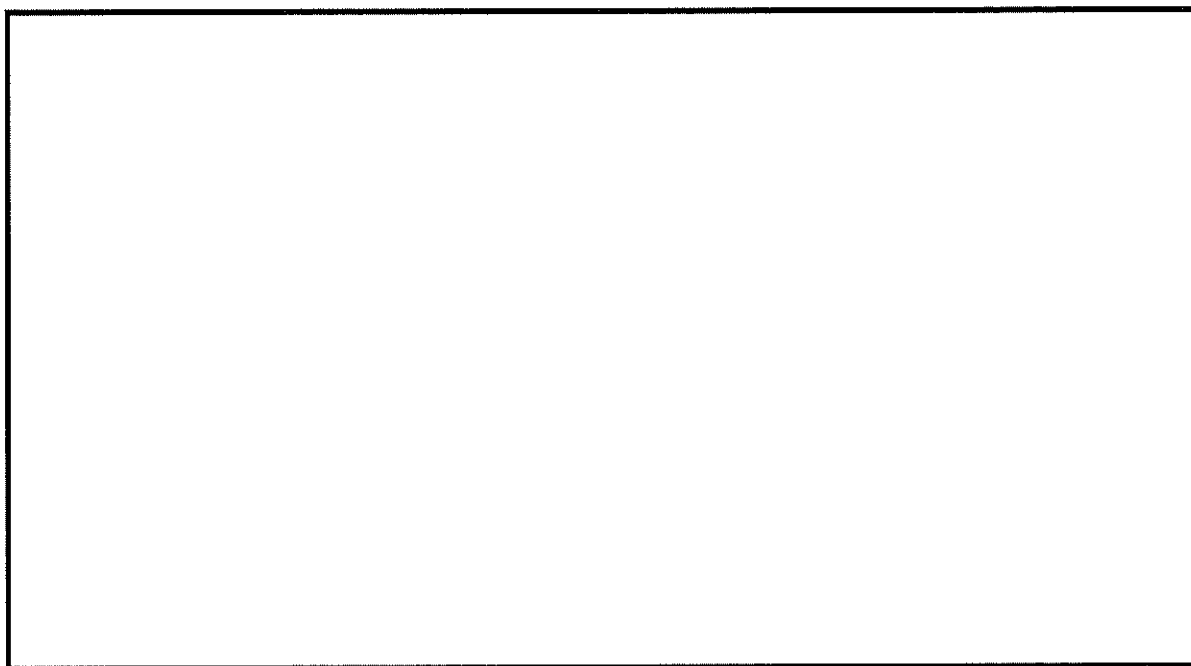
(b) 構造物周辺拡大図

図 10.4-5 (13) 東西方向断面の最大せん断ひずみ分布 ( $S_s - 3.1 [H+, V+]$ )  
(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)





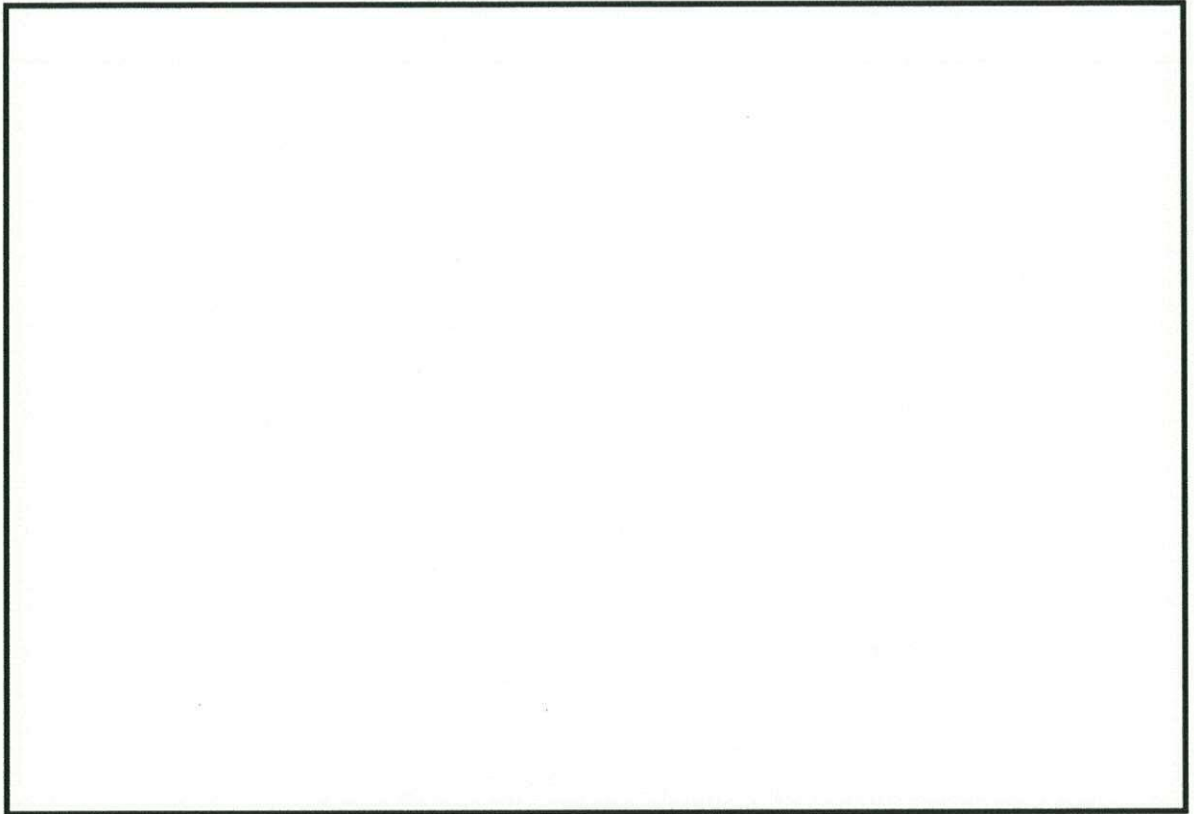
(a) 解析モデル全体



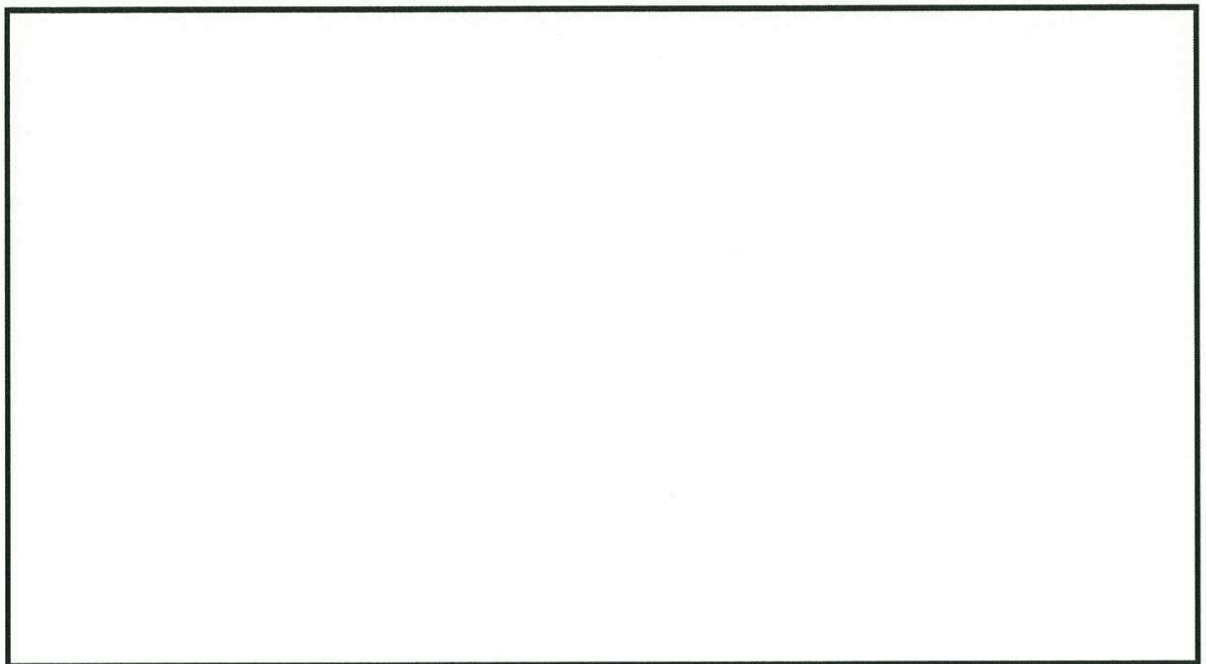
(b) 構造物周辺拡大図

図 10.4-5 (14) 東西方向断面の最大せん断ひずみ分布 ( $S_s - 3.1 [H+, V+]$ )  
(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)





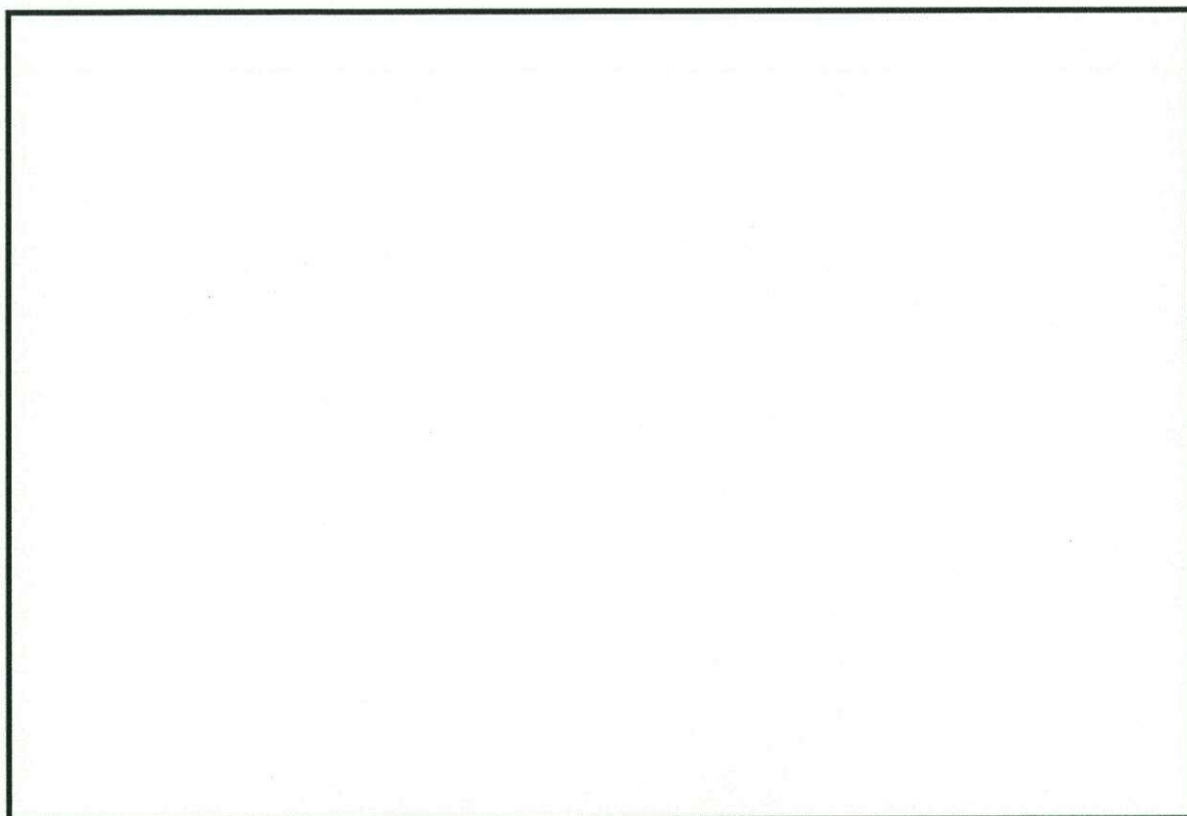
(a) 解析モデル全体



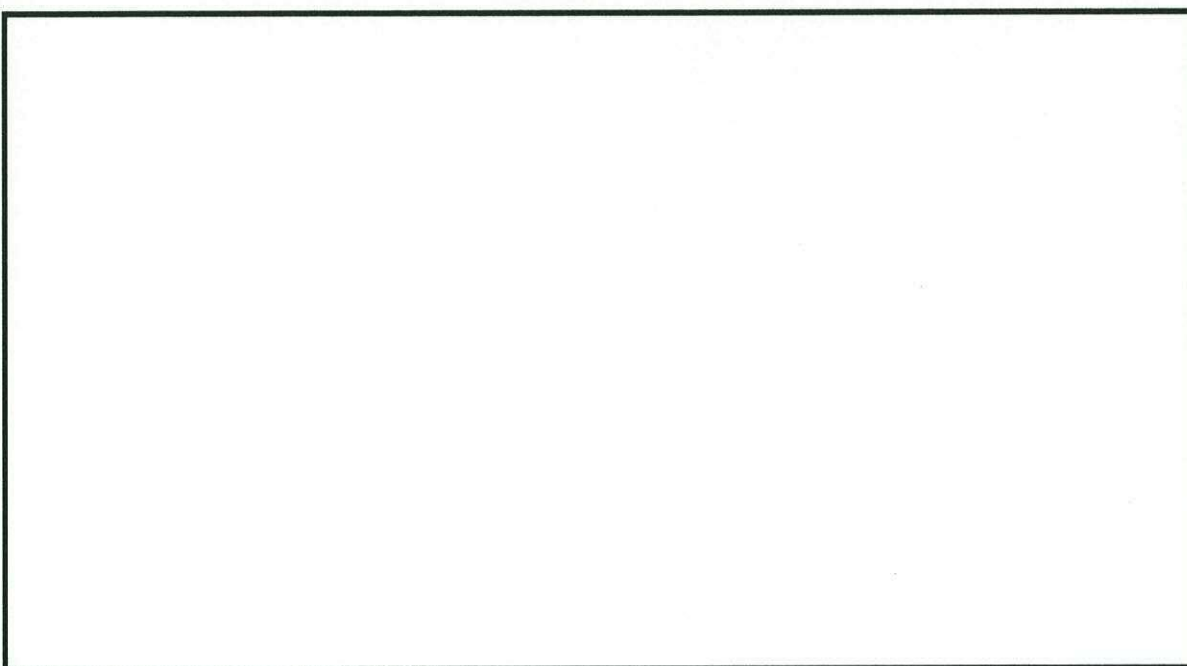
(b) 構造物周辺拡大図

図 10.4-5 (15) 東西方向断面の最大せん断ひずみ分布 ( $S_s - 3.1 [H+, V+]$ )  
 (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せることを仮定した解析ケース)





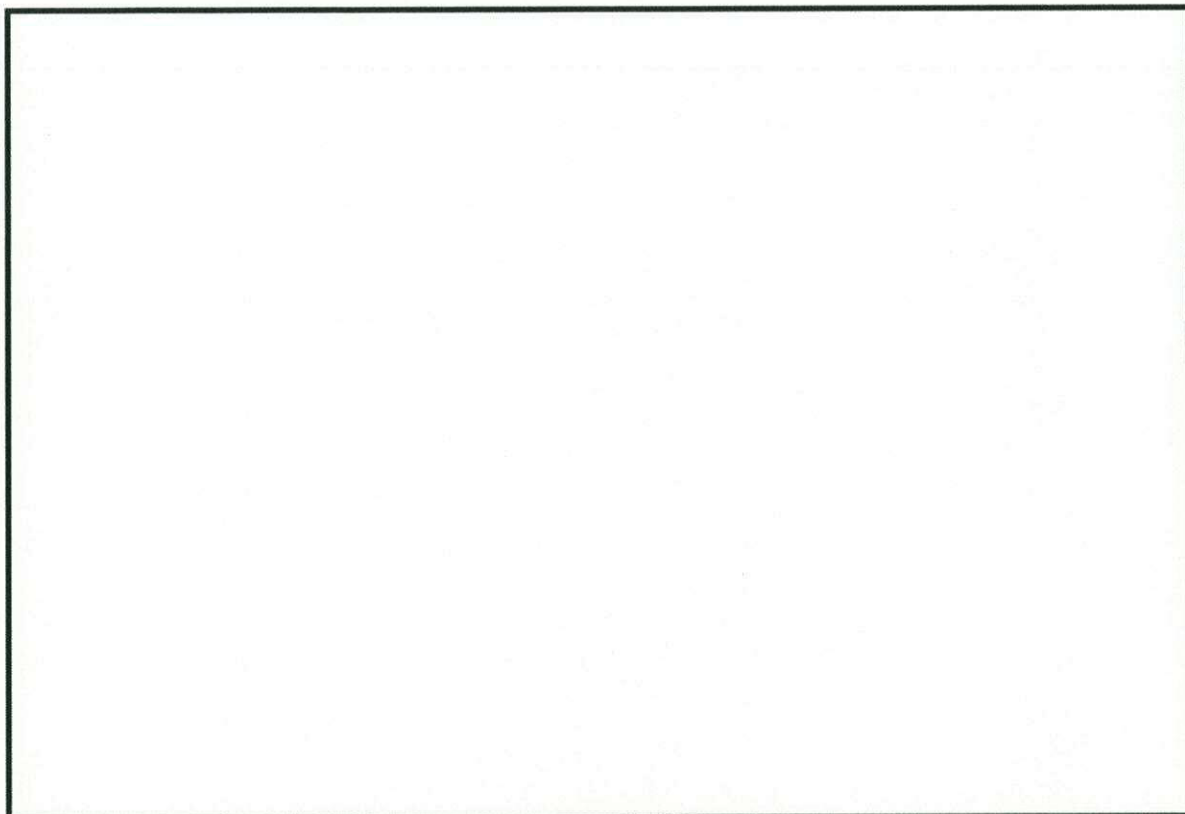
(a) 解析モデル全体



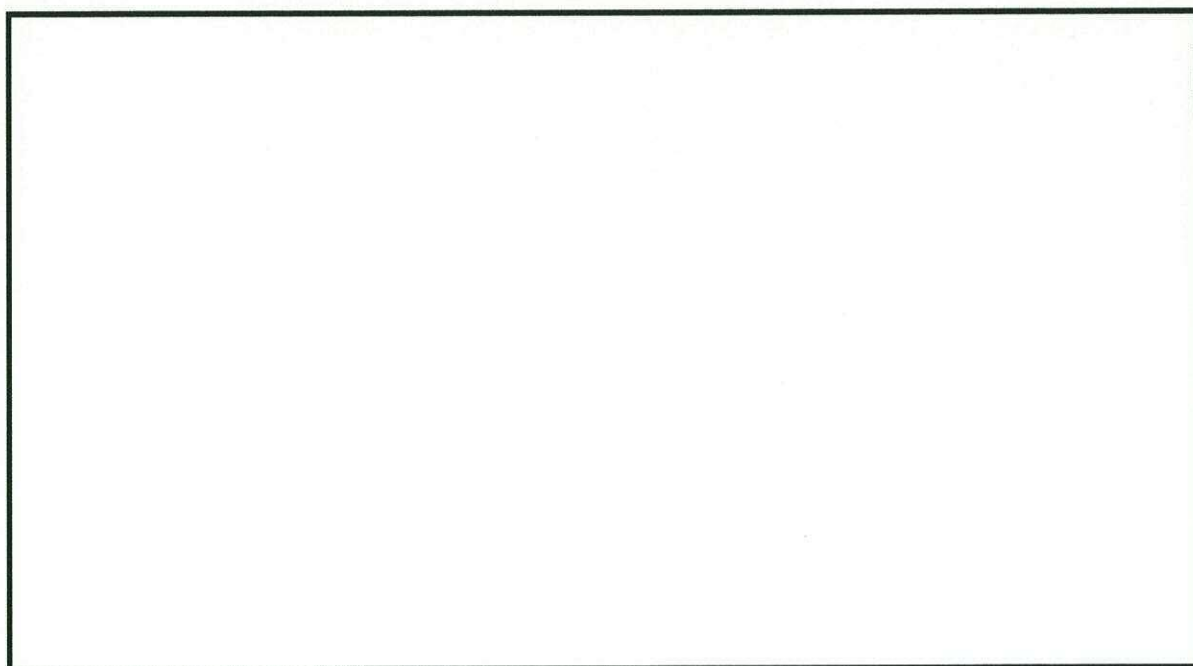
(b) 構造物周辺拡大図

図 10.4-5 (16) 東西方向断面の最大せん断ひずみ分布 ( $S_s - 3.1 [H+, V+]$ )  
(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)





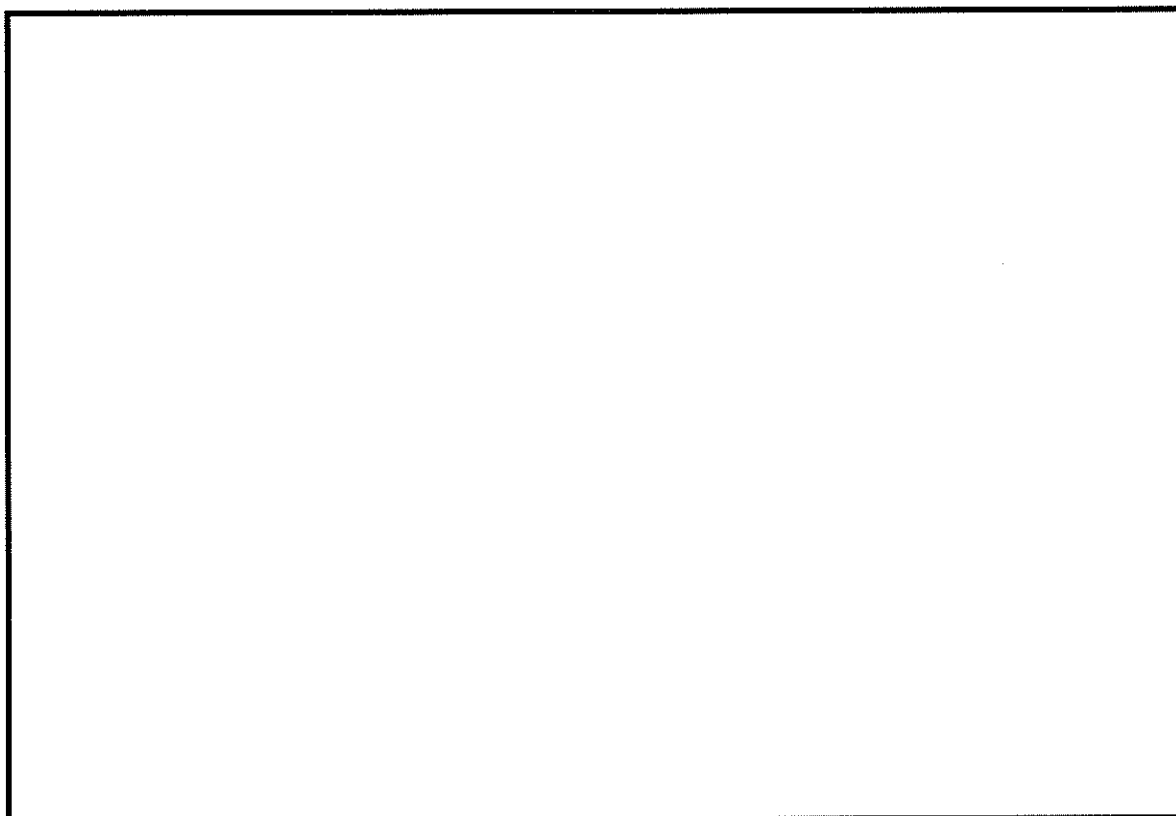
(a) 解析モデル全体



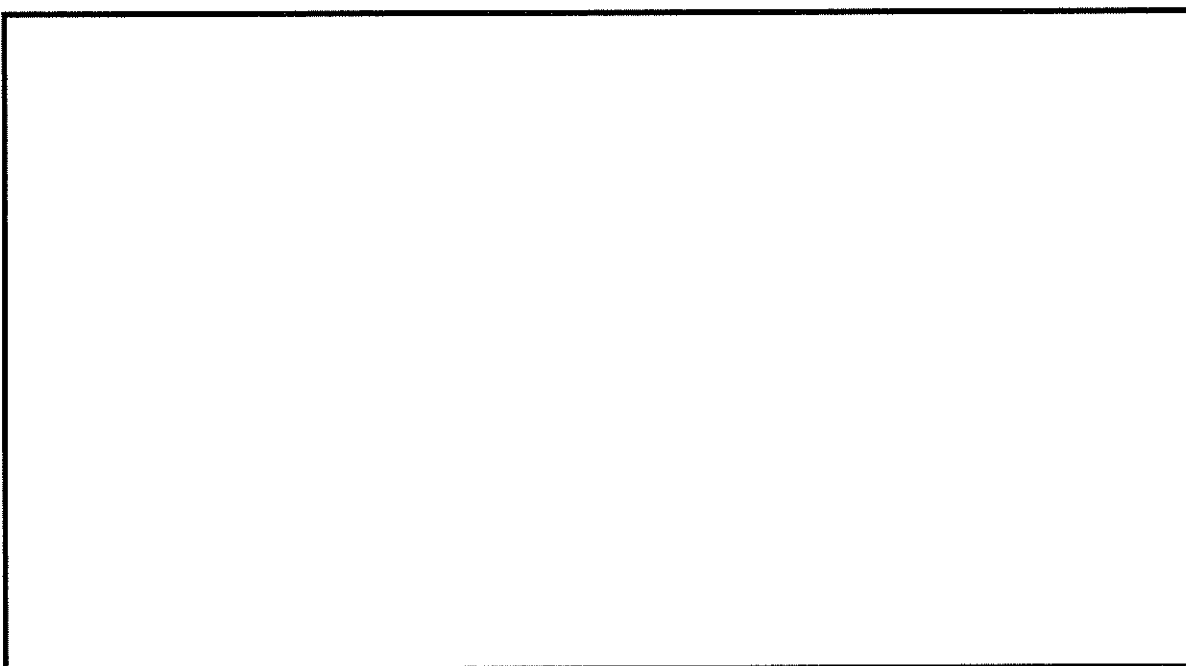
(b) 構造物周辺拡大図

図 10.4-5 (17) 東西方向断面の最大せん断ひずみ分布 ( $S_s - 3.1 [H+, V+]$ )  
 (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)





(a) 解析モデル全体



(b) 構造物周辺拡大図

図 10.4-5 (18) 東西方向断面の最大せん断ひずみ分布 ( $S_s - 3.1 [H-, V+]$ )  
(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)



(4) 過剰間隙水圧比分布

過剰間隙水圧比分布図を図 10.4-6 に示す。これらの図は、各要素に発生した過剰間隙水圧比の全時刻における最大値の分布を示したものである。



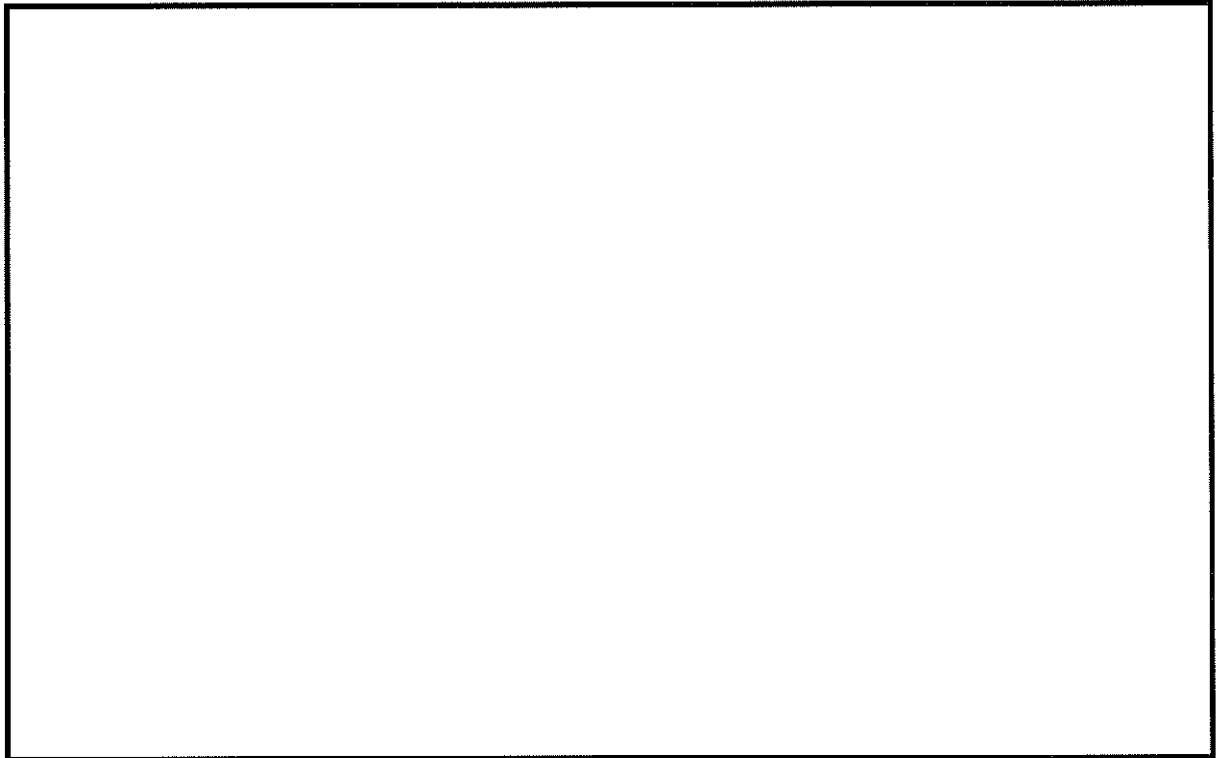


図 10.4-6 (1) 東西方向断面の過剰間隙水圧比分布 ( $S_s - D 1 [H+, V+]$ )  
(検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)

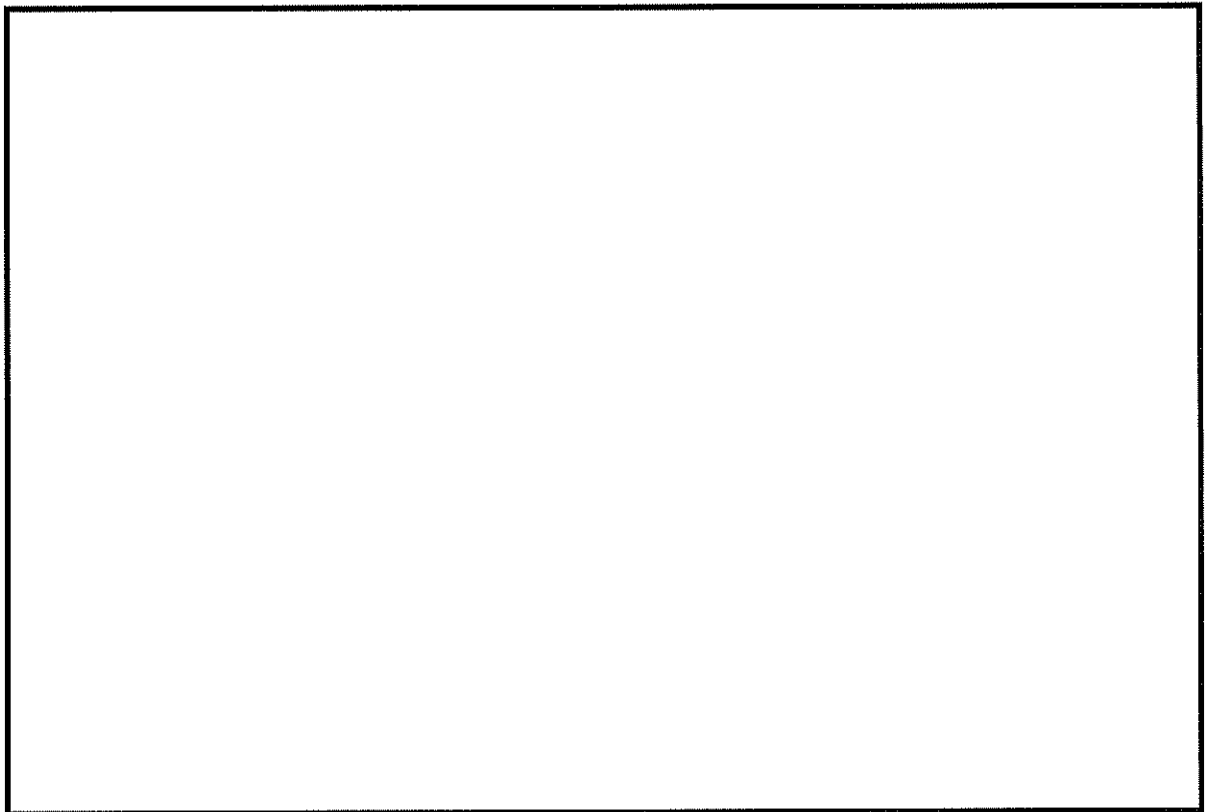


図 10.4-6 (2) 東西方向断面の過剰間隙水圧比分布 ( $S_s - D 1 [H+, V-]$ )  
(検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)



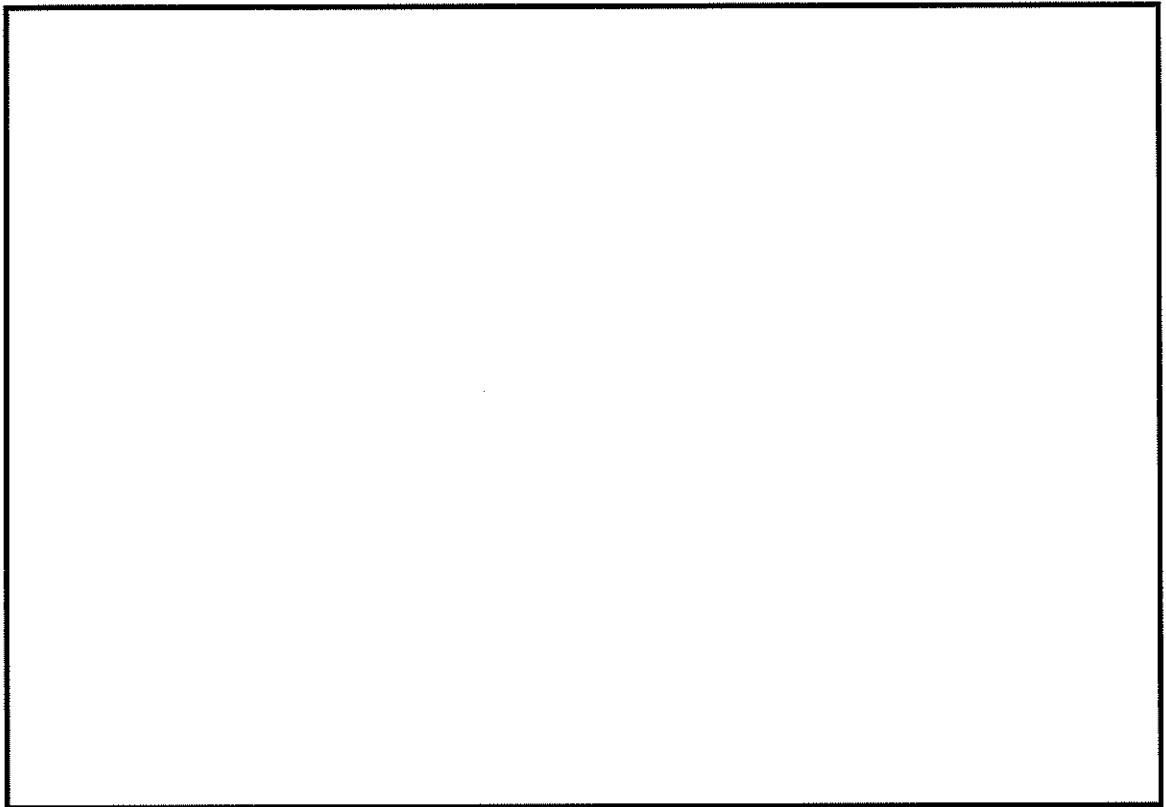


図 10.4-6 (3) 東西方向断面の過剰間隙水圧比分布 ( $S_s - D 1 [H-, V+]$ )  
(検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)

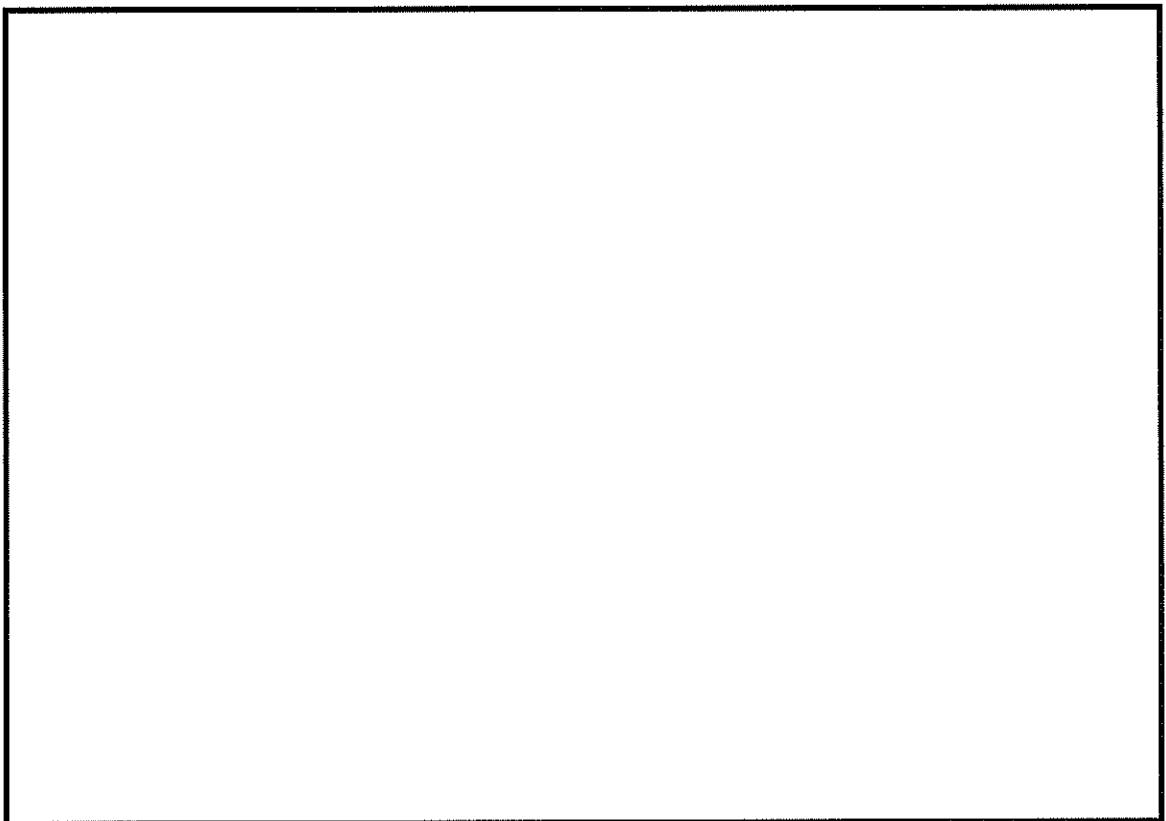


図 10.4-6 (4) 東西方向断面の過剰間隙水圧比分布 ( $S_s - D 1 [H-, V-]$ )  
(検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)



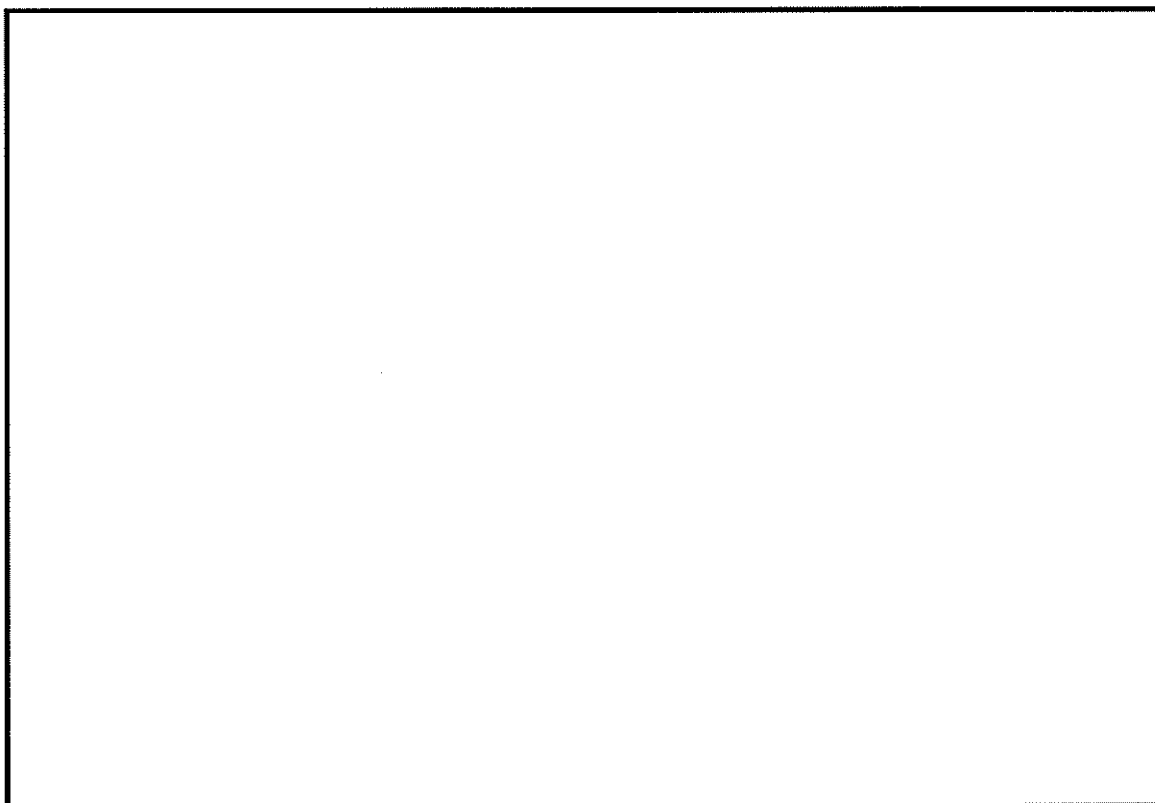


図 10.4-6 (5) 東西方向断面の過剰間隙水圧比分布 ( $S_e - 1.1$ )  
(検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)

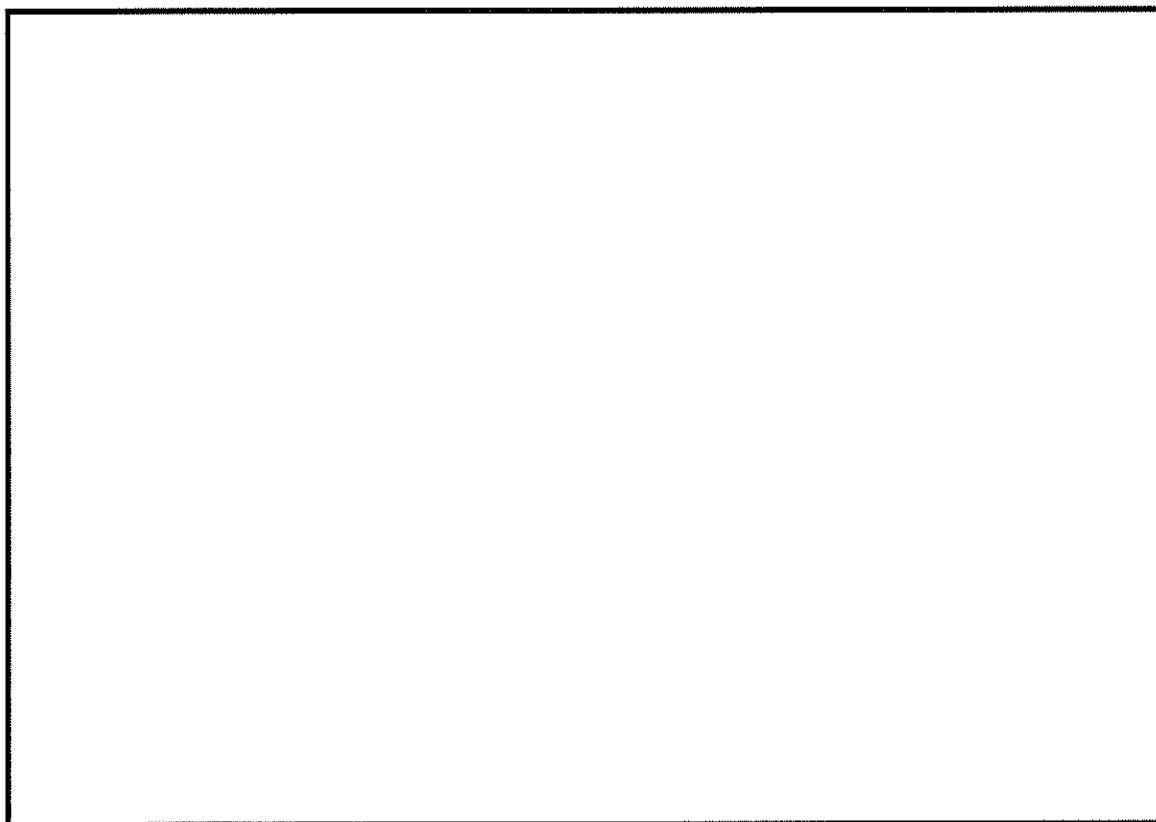


図 10.4-6 (6) 東西方向断面の過剰間隙水圧比分布 ( $S_e - 1.2$ )  
(検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)



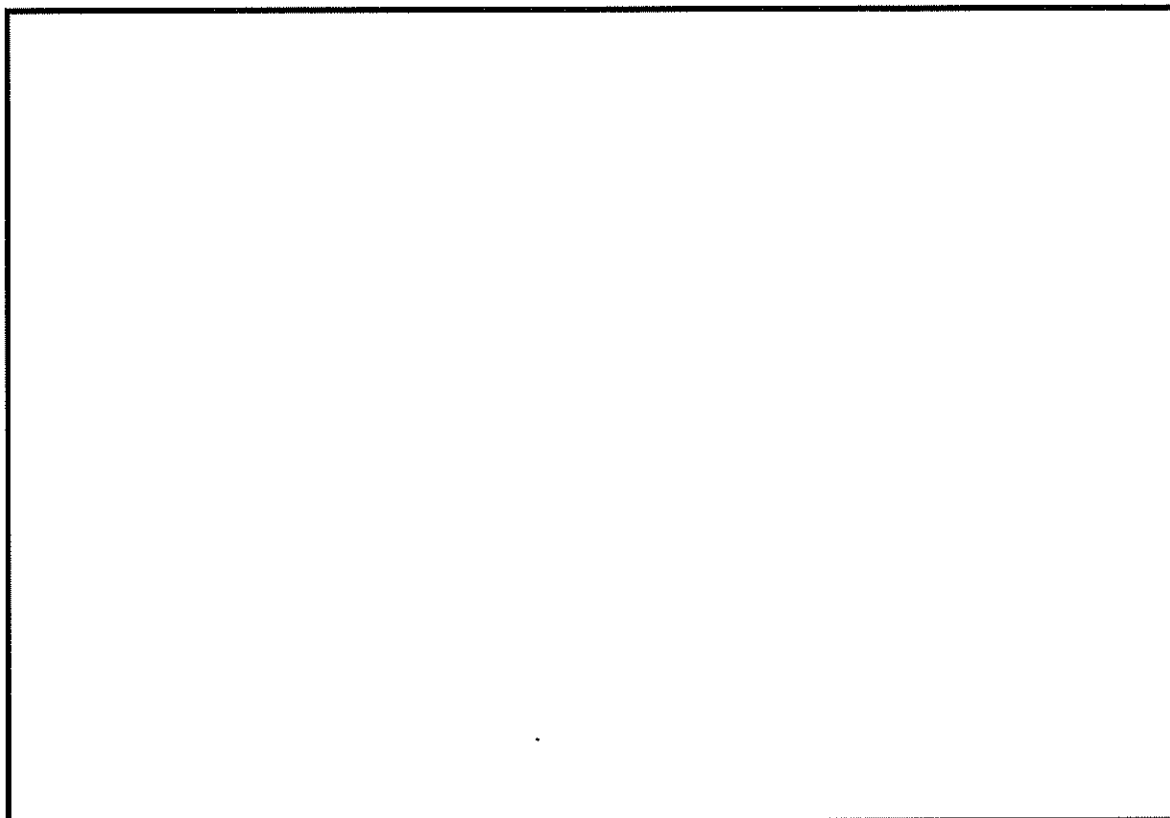


図 10.4-6 (7) 東西方向断面の過剰間隙水圧比分布 ( $S_s-13$ )  
(検討ケース①: 原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)

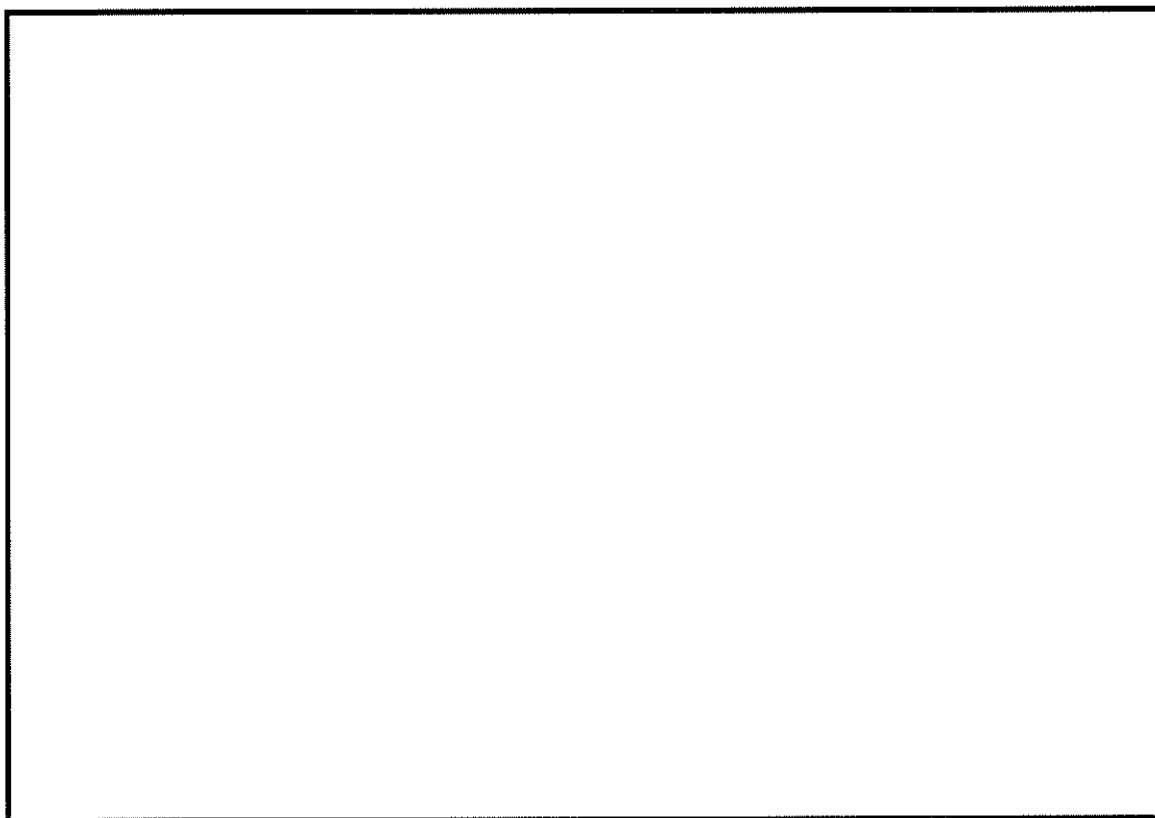


図 10.4-6 (8) 東西方向断面の過剰間隙水圧比分布 ( $S_s-14$ )  
(検討ケース①: 原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)



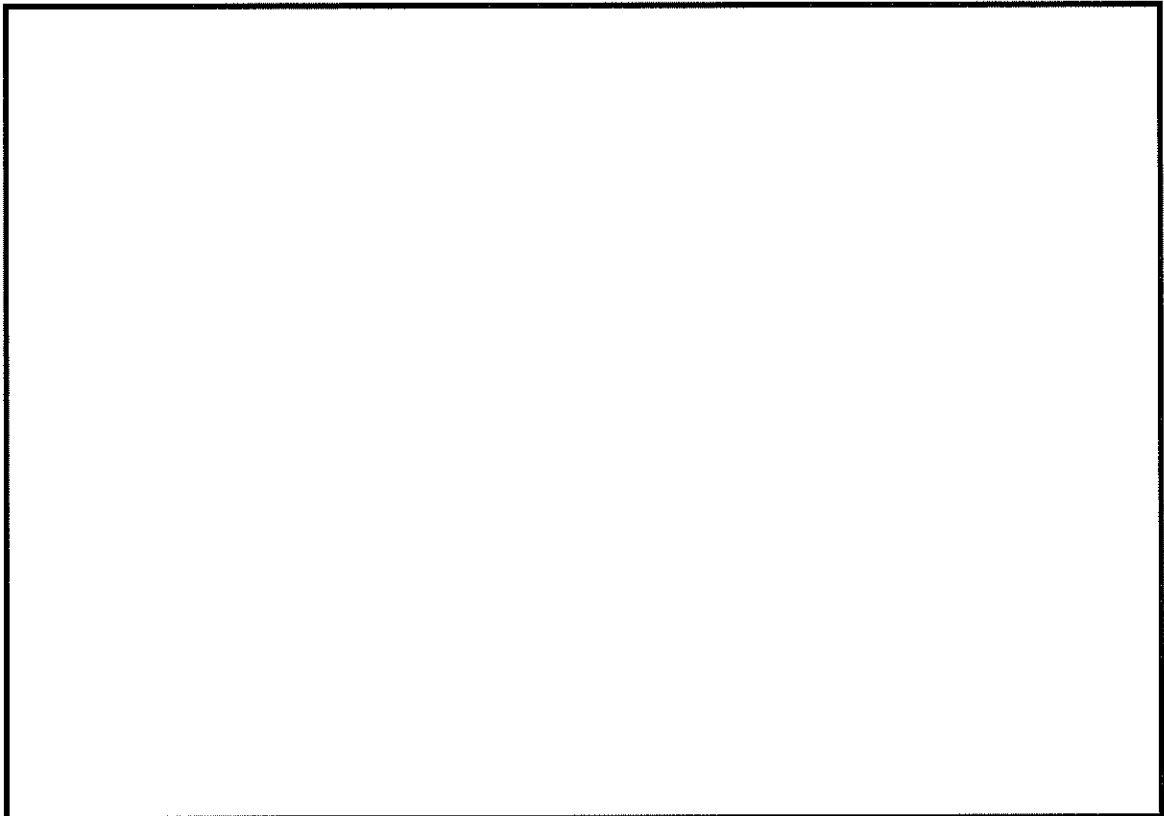


図 10.4-6 (9) 東西方向断面の過剰間隙水圧比分布 ( $S_s-2\ 1$ )  
(検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)

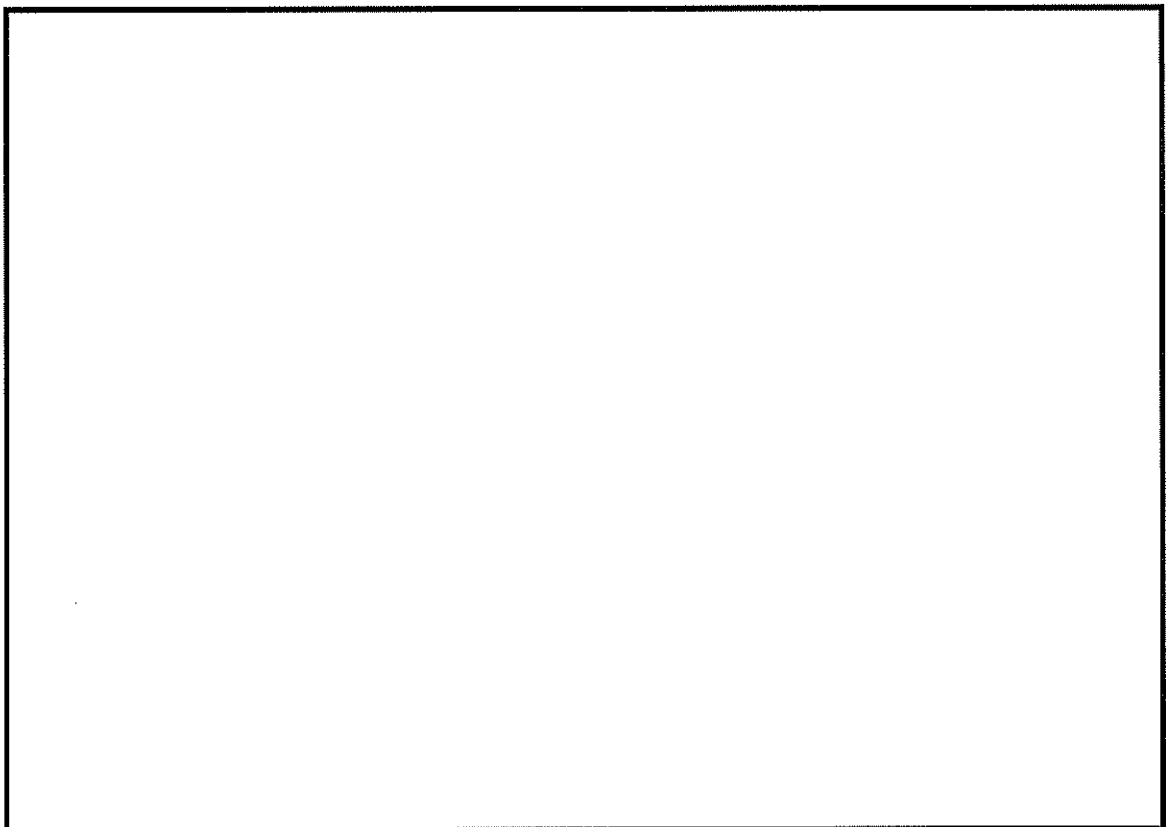


図 10.4-6 (10) 東西方向断面の過剰間隙水圧比分布 ( $S_s-2\ 2$ )  
(検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)



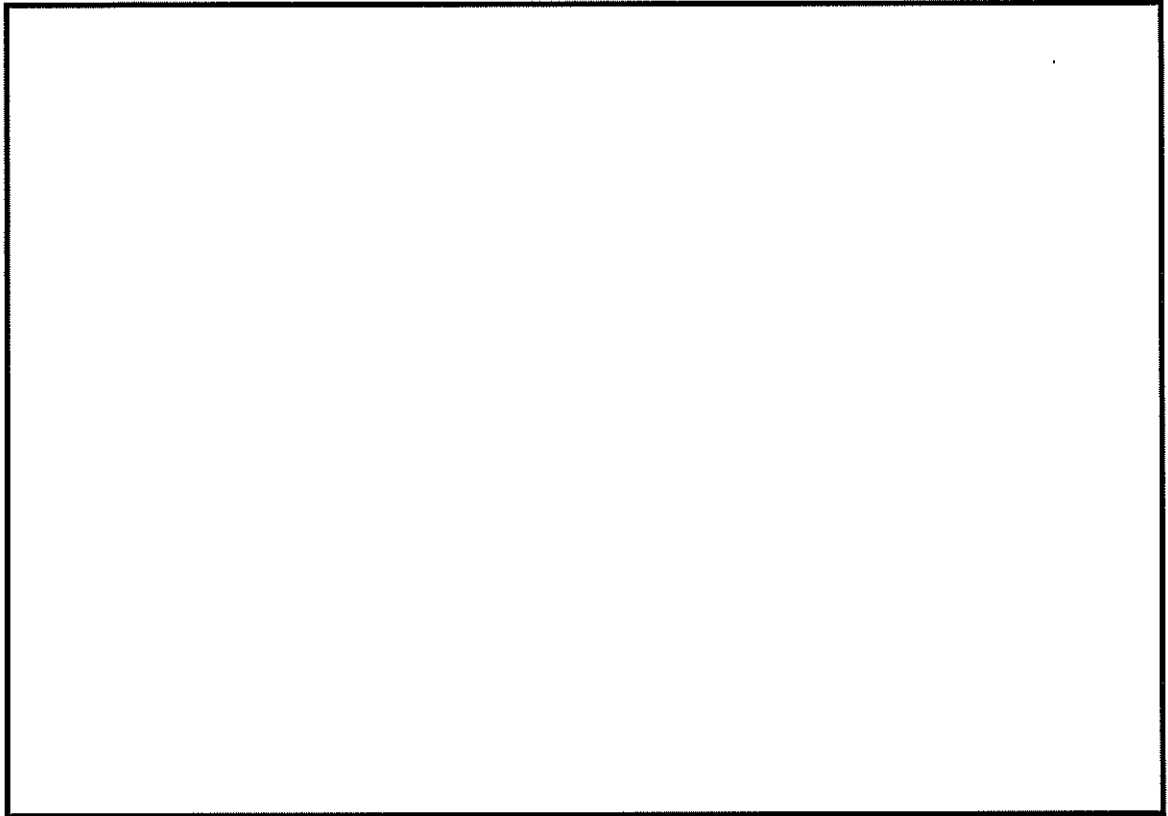


図 10.4-6 (11) 東西方向断面の過剰間隙水圧比分布 ( $S_s = 3.1$  [H+, V+])  
(検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)

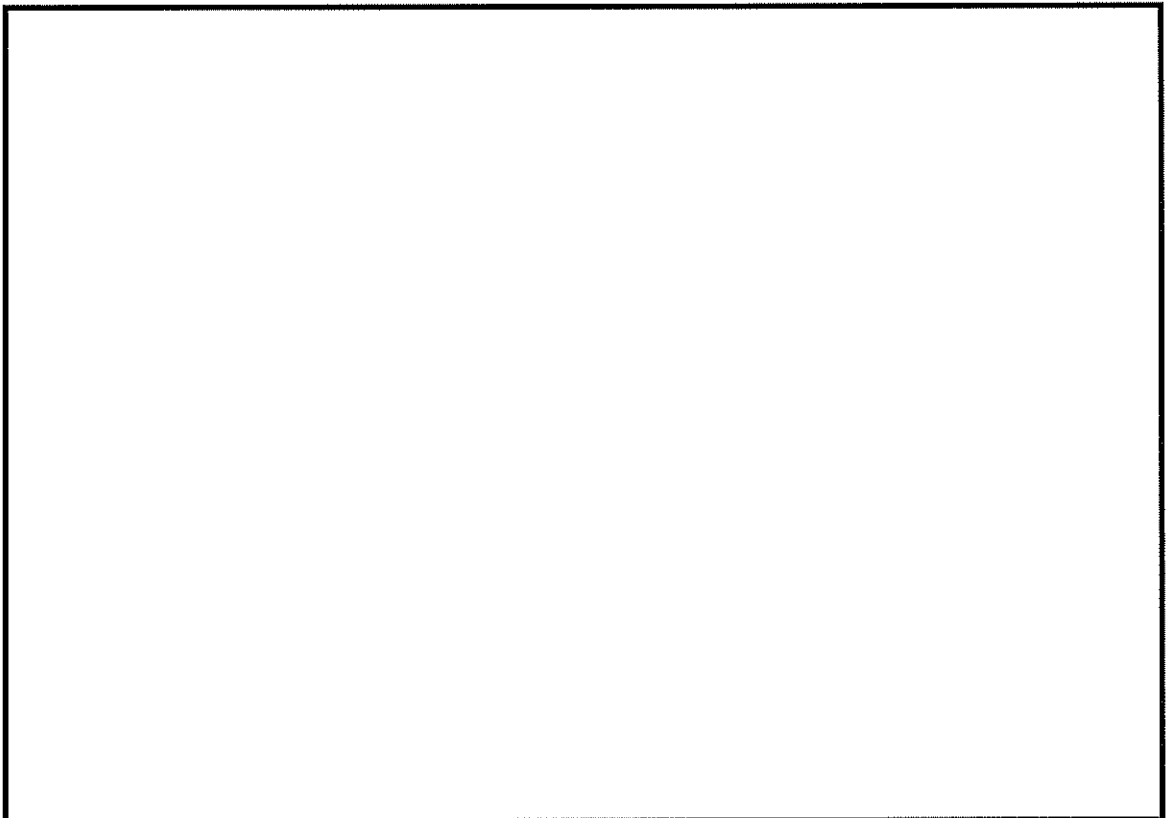


図 10.4-6 (12) 東西方向断面の過剰間隙水圧比分布 ( $S_s = 3.1$  [H-, V+])  
(検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)



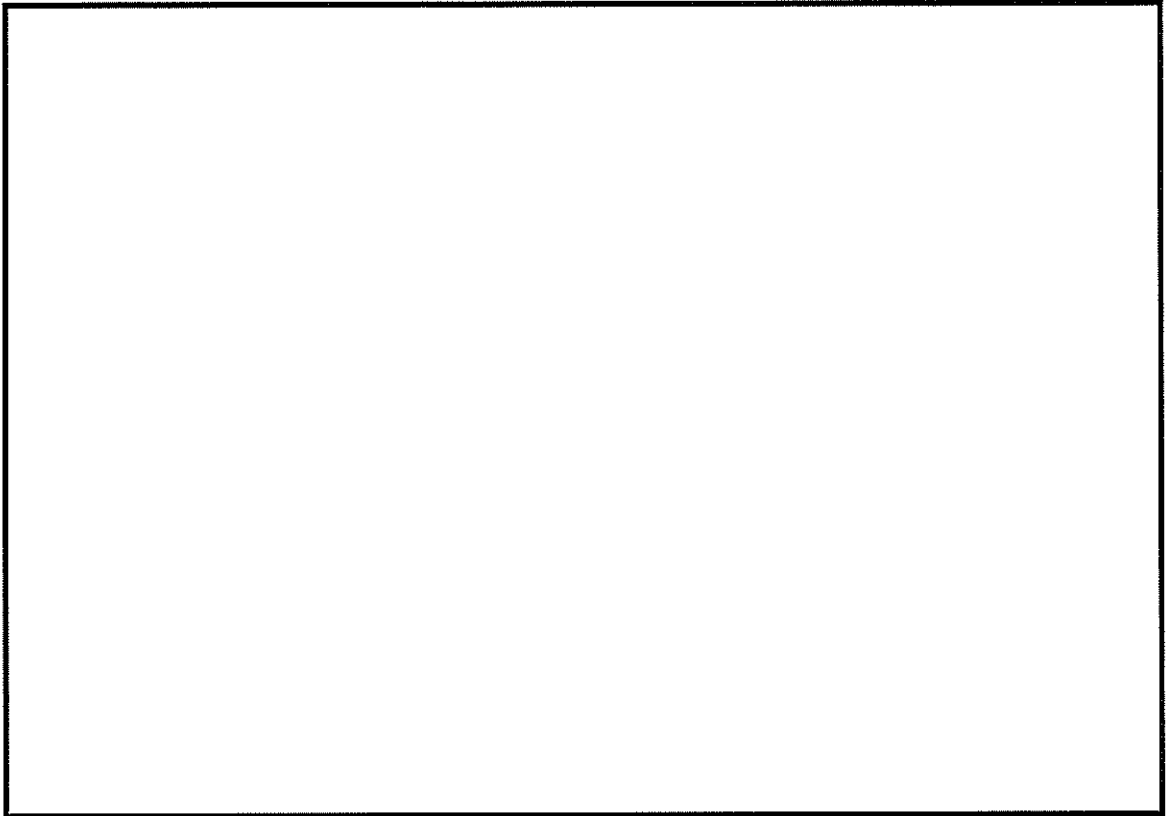


図 10.4-6 (13) 東西方向断面の過剰間隙水圧比分布 ( $S_v - 3.1 [H+, V+]$ )  
(検討ケース②: 地盤物性のばらつきを考慮 (+1  $\sigma$ ) した解析ケース)

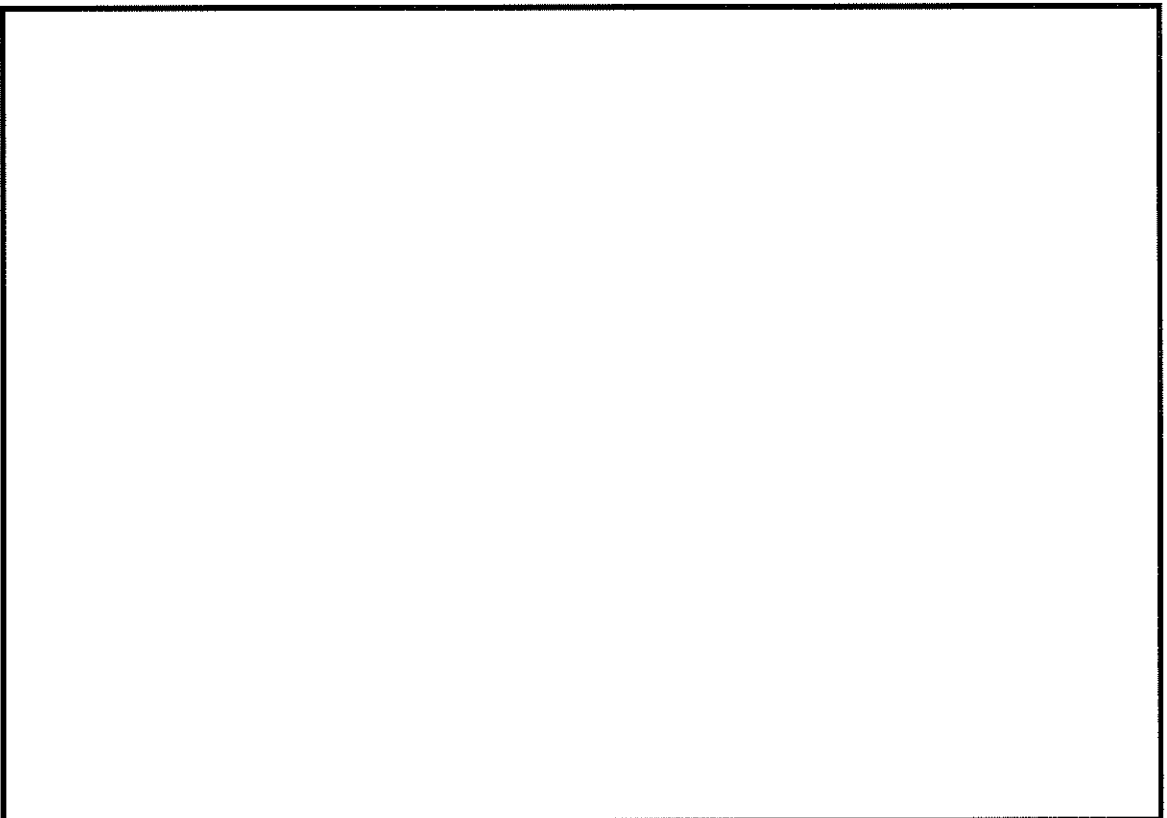


図 10.4-6 (14) 東西方向断面の過剰間隙水圧比分布 ( $S_v - 3.1 [H+, V+]$ )  
(検討ケース③: 地盤物性のばらつきを考慮 (-1  $\sigma$ ) した解析ケース)



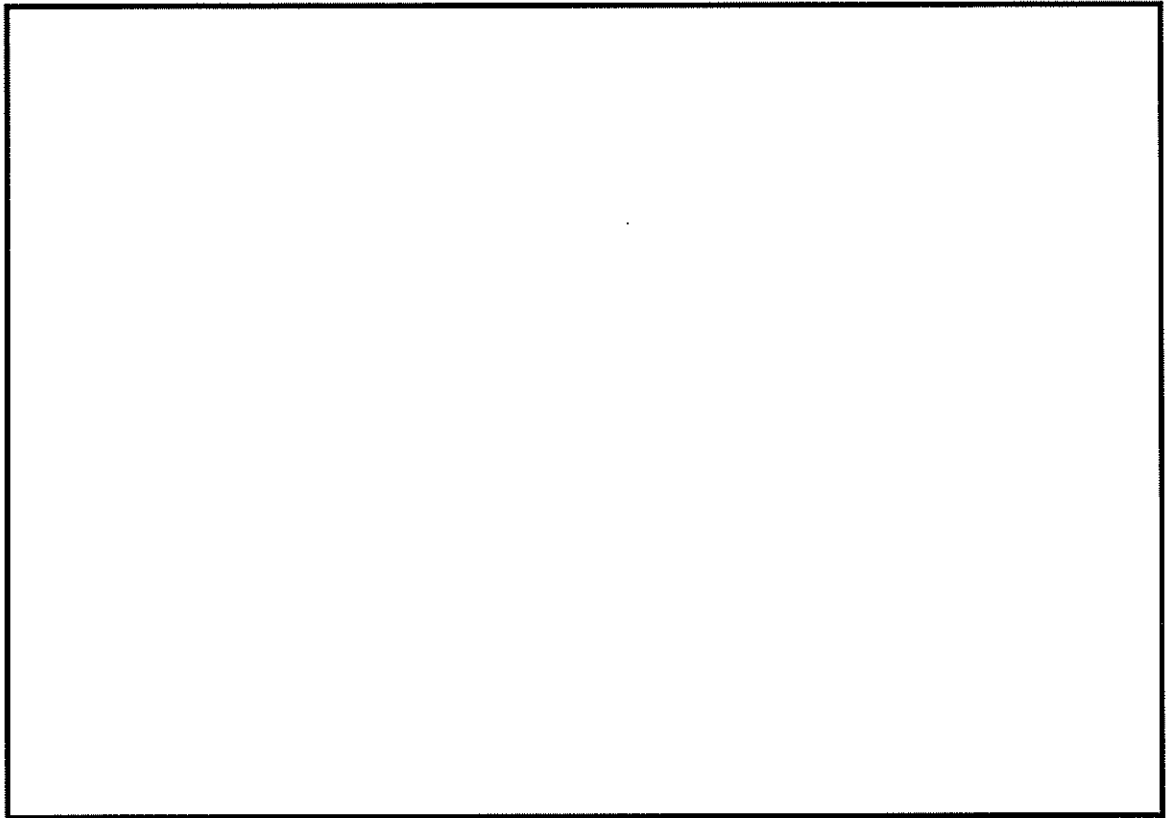


図 10.4-6 (15) 東西方向断面の過剰間隙水圧比分布 ( $S_s = 3.1$  [H+, V+])

(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せることを仮定した解析ケース)



(5) 最大水平加速度分布

最大水平加速度分布図を図 10.4-7 に示す。これらの図は、各節点における水平加速度の全時刻における最大値の分布を示したものである。



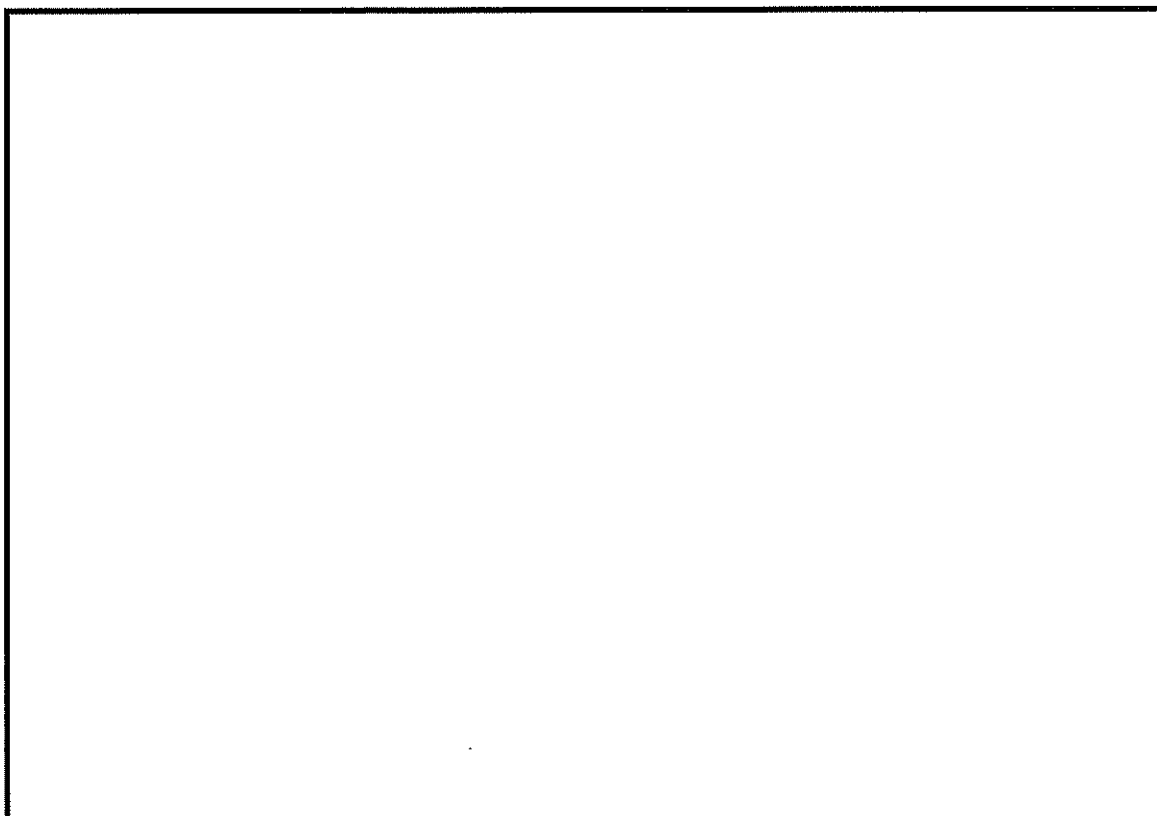


図 10.4-7 (1) 東西方向断面の最大水平加速度分布 ( $S_s-D1$  [H+, V+])  
(検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)

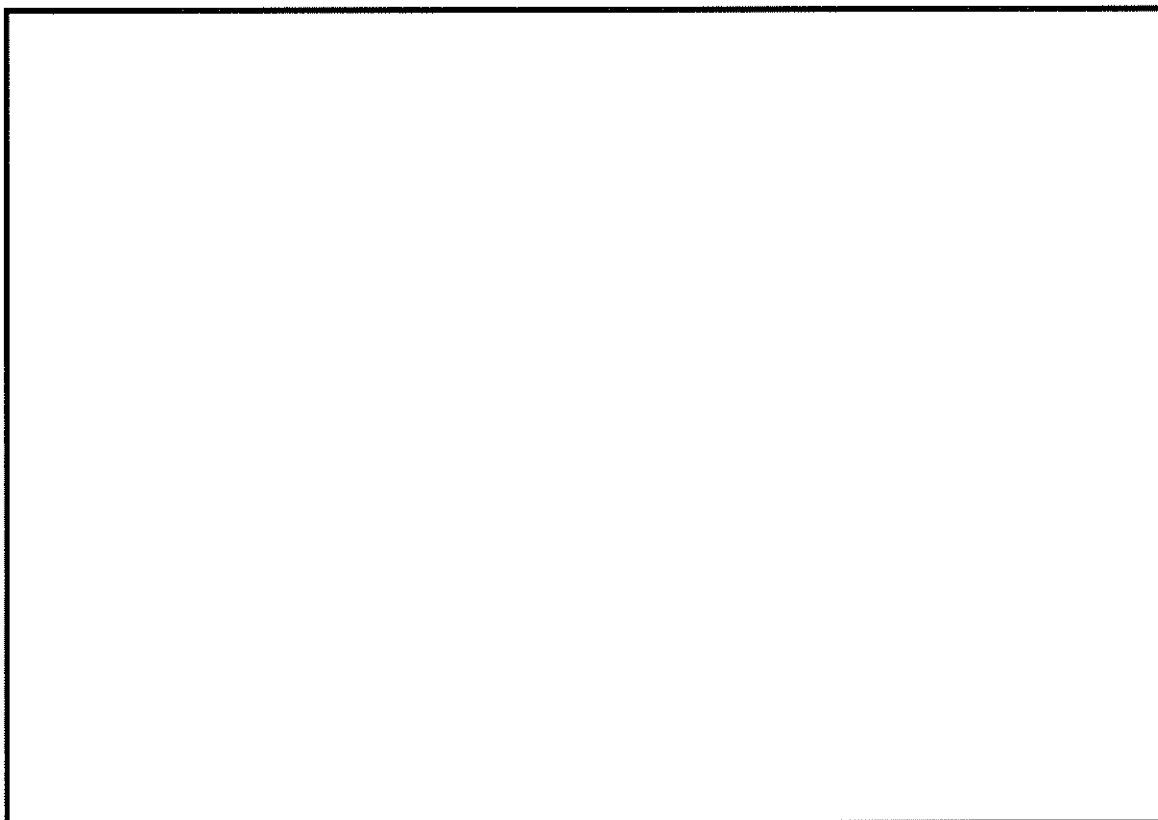


図 10.4-7 (2) 東西方向断面の最大水平加速度分布 ( $S_s-D1$  [H+, V-])  
(検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)



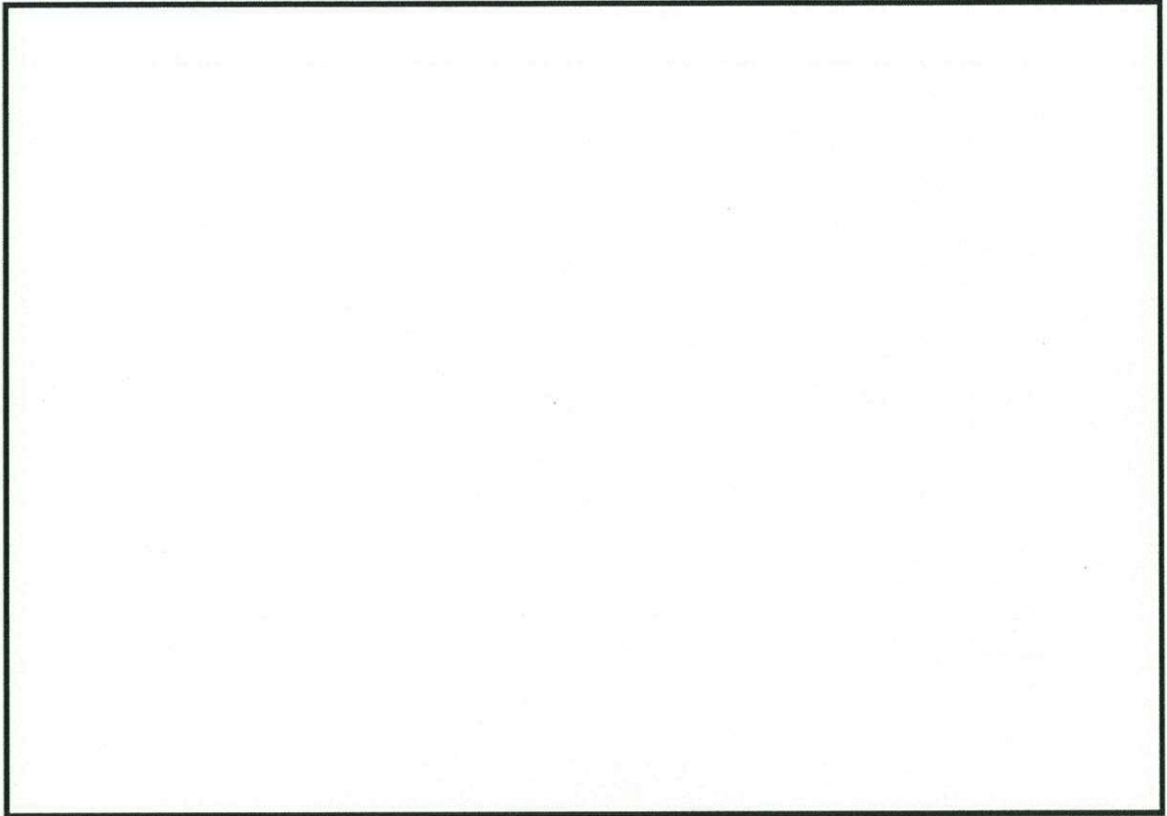


図 10.4-7 (3) 東西方向断面の最大水平加速度分布 ( $S_s$ -D1 [H-, V+])  
(検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)

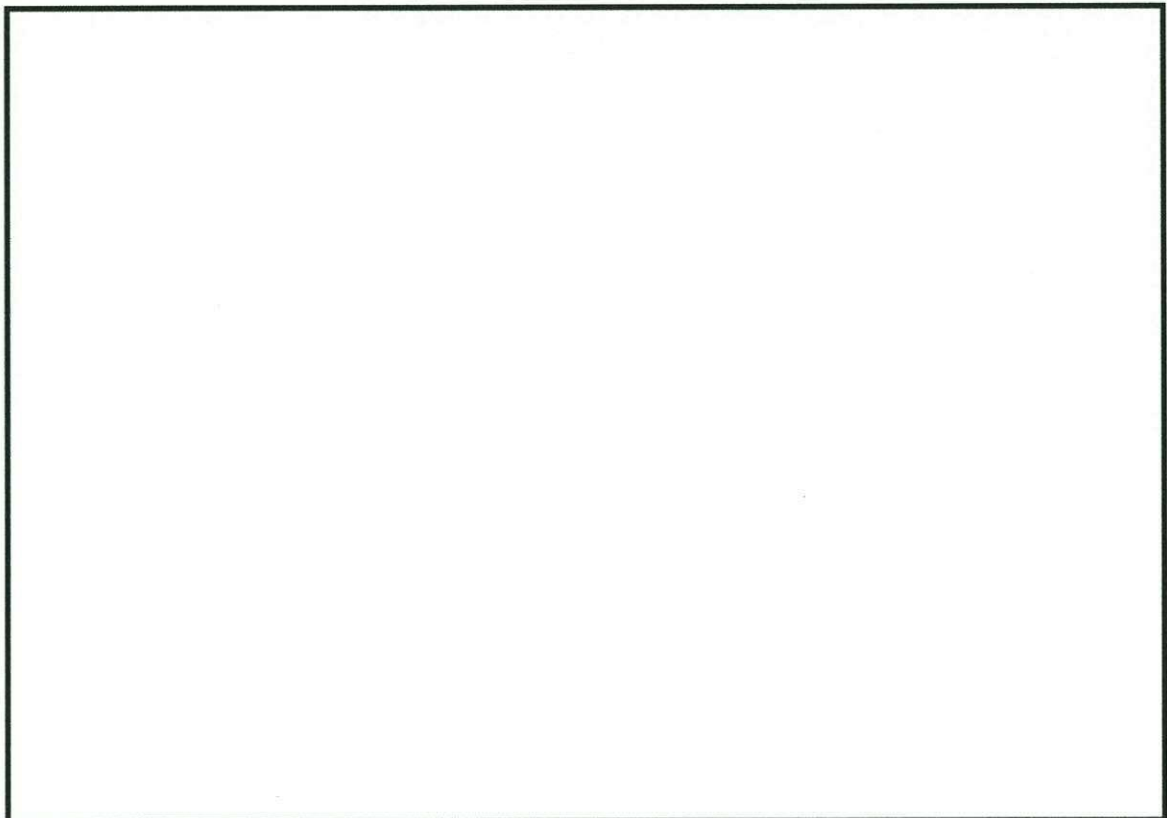


図 10.4-7 (4) 東西方向断面の最大水平加速度分布 ( $S_s$ -D1 [H-, V-])  
(検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)



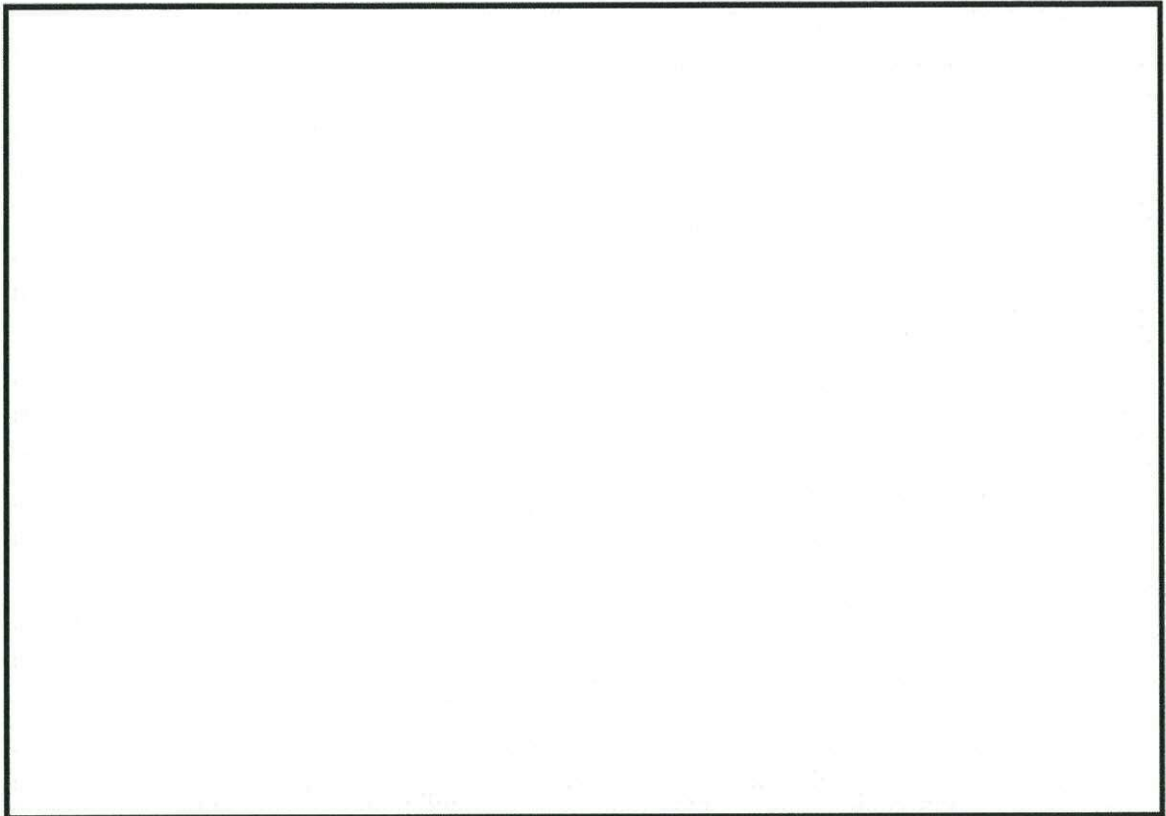


図 10.4-7 (5) 東西方向断面の最大水平加速度分布 ( $S_s-1.1$ )  
(検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)

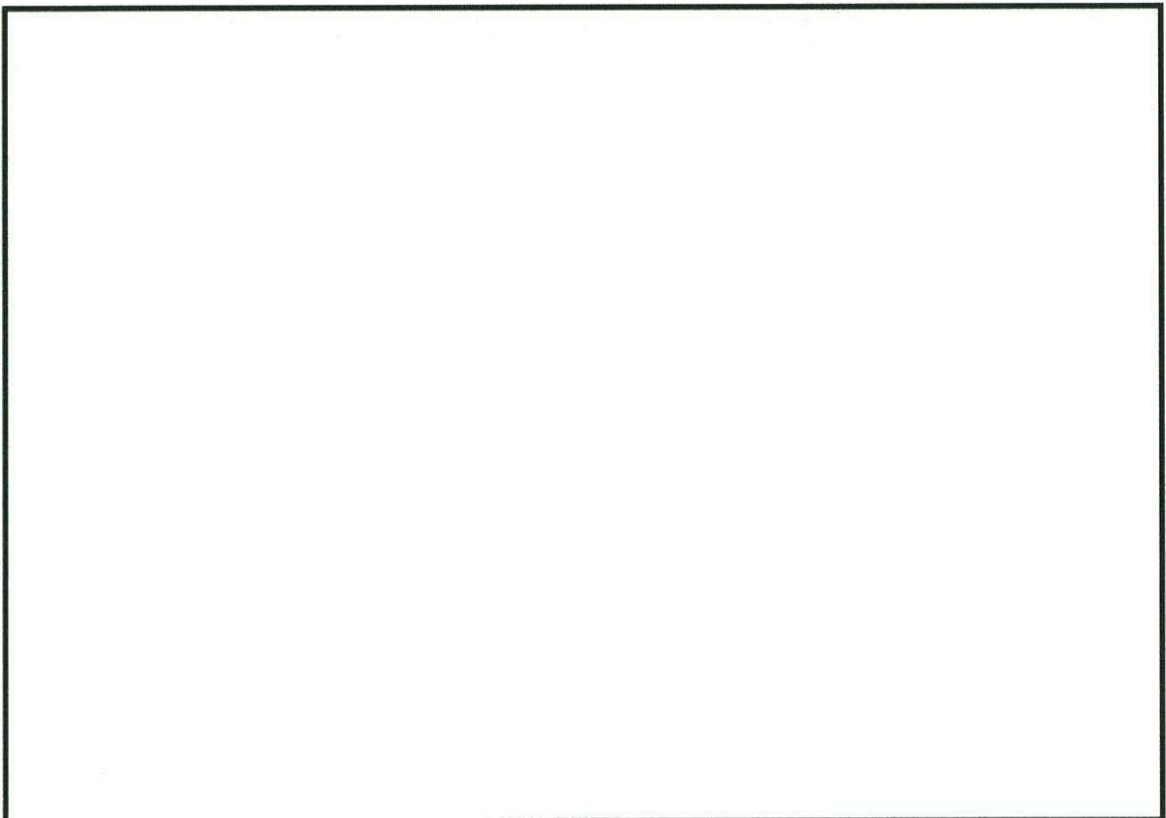


図 10.4-7 (6) 東西方向断面の最大水平加速度分布 ( $S_s-1.2$ )  
(検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)



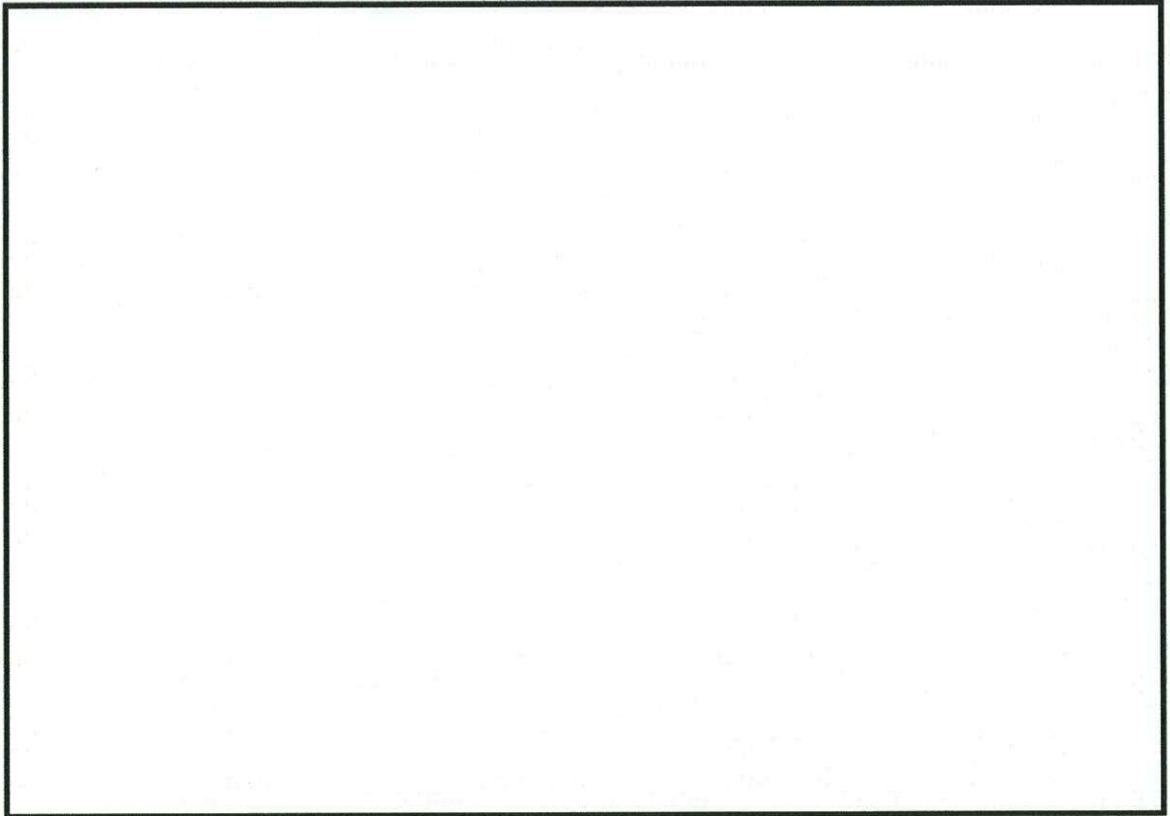


図 10.4-7 (7) 東西方向断面の最大水平加速度分布 ( $S_s-13$ )  
(検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)

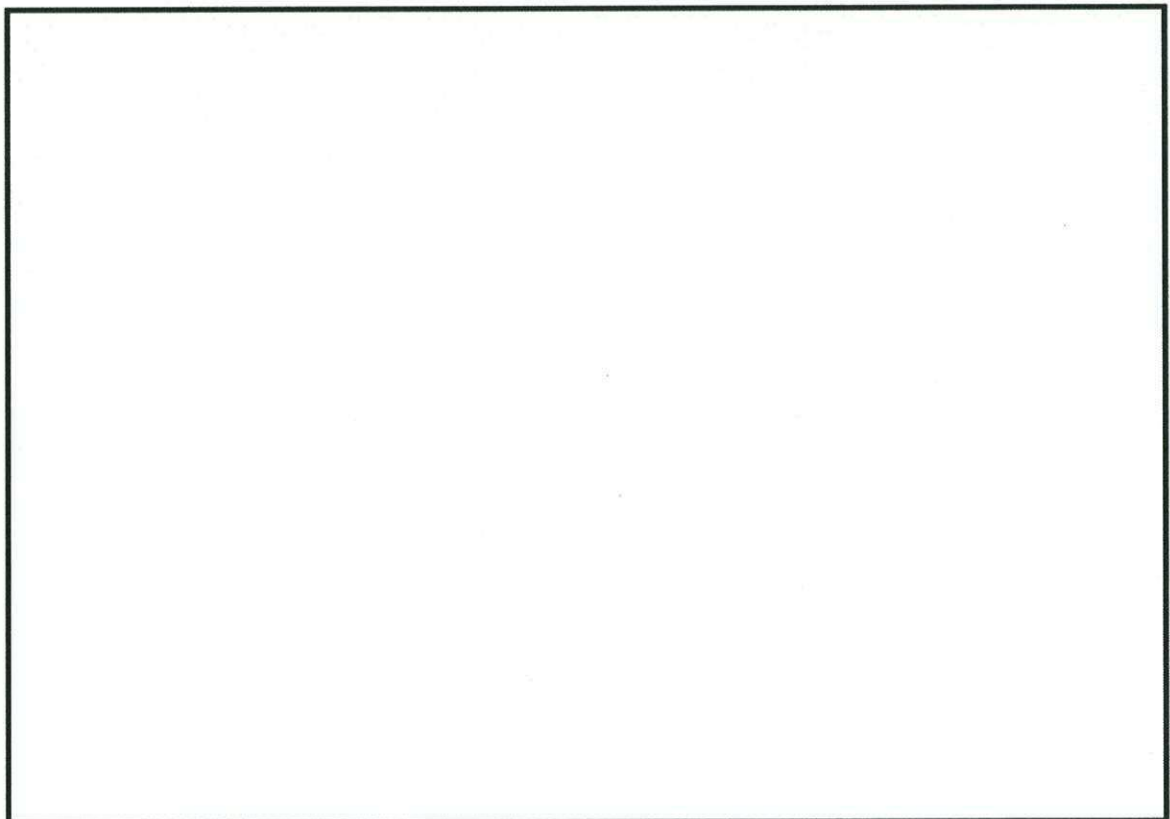


図 10.4-7 (8) 東西方向断面の最大水平加速度分布 ( $S_s-14$ )  
(検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)



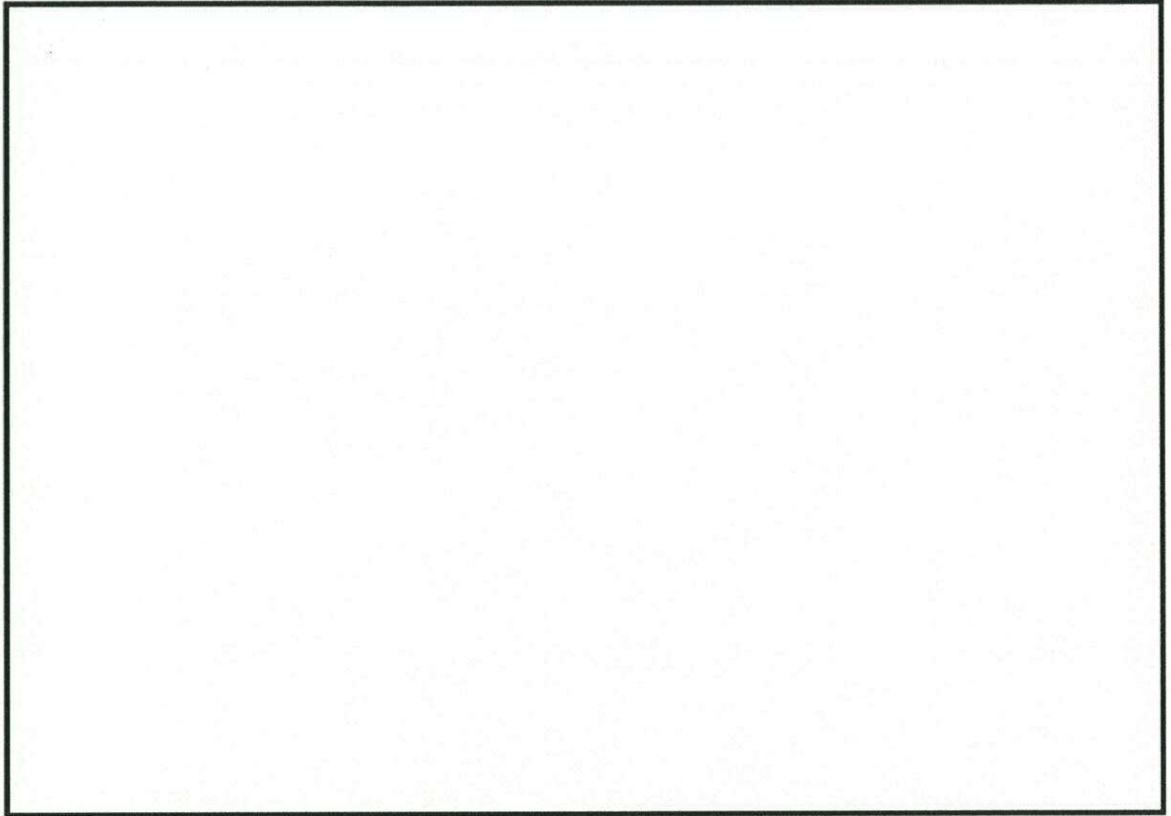


図 10.4-7 (9) 東西方向断面の最大水平加速度分布 ( $S_s-21$ )  
(検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)

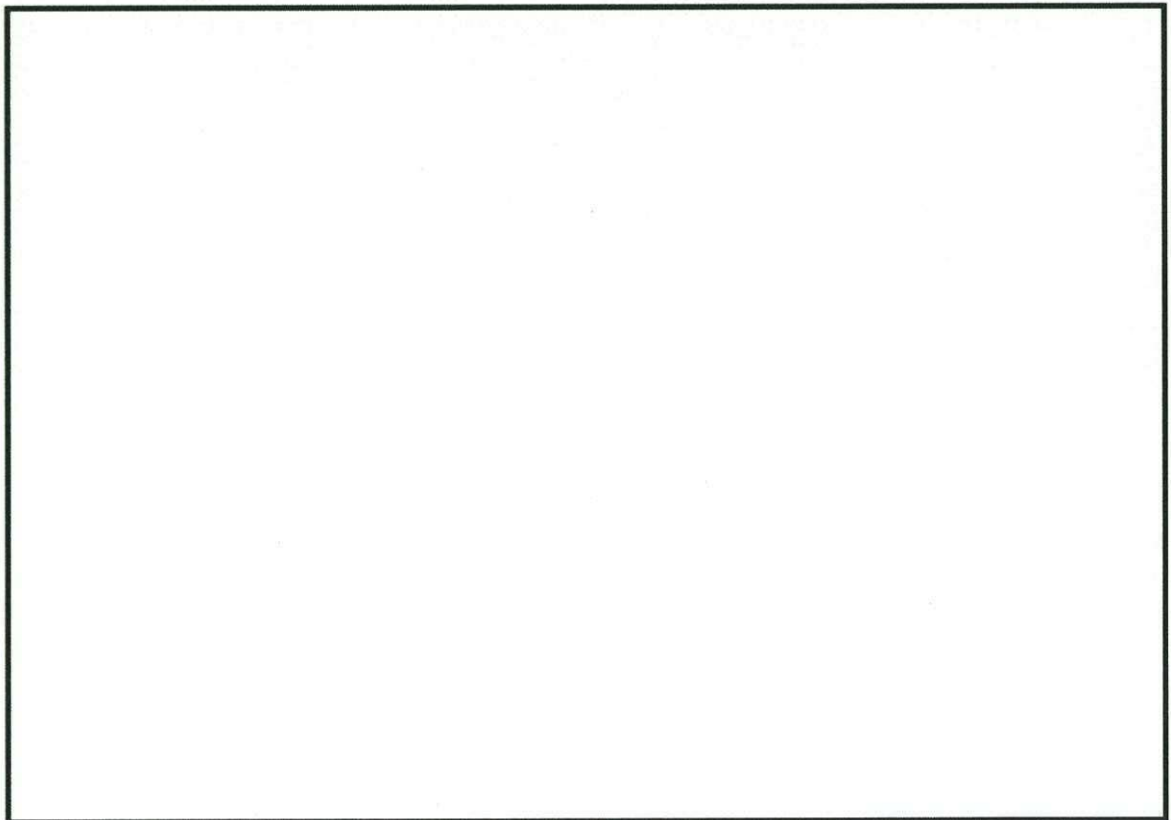


図 10.4-7 (10) 東西方向断面の最大水平加速度分布 ( $S_s-22$ )  
(検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)



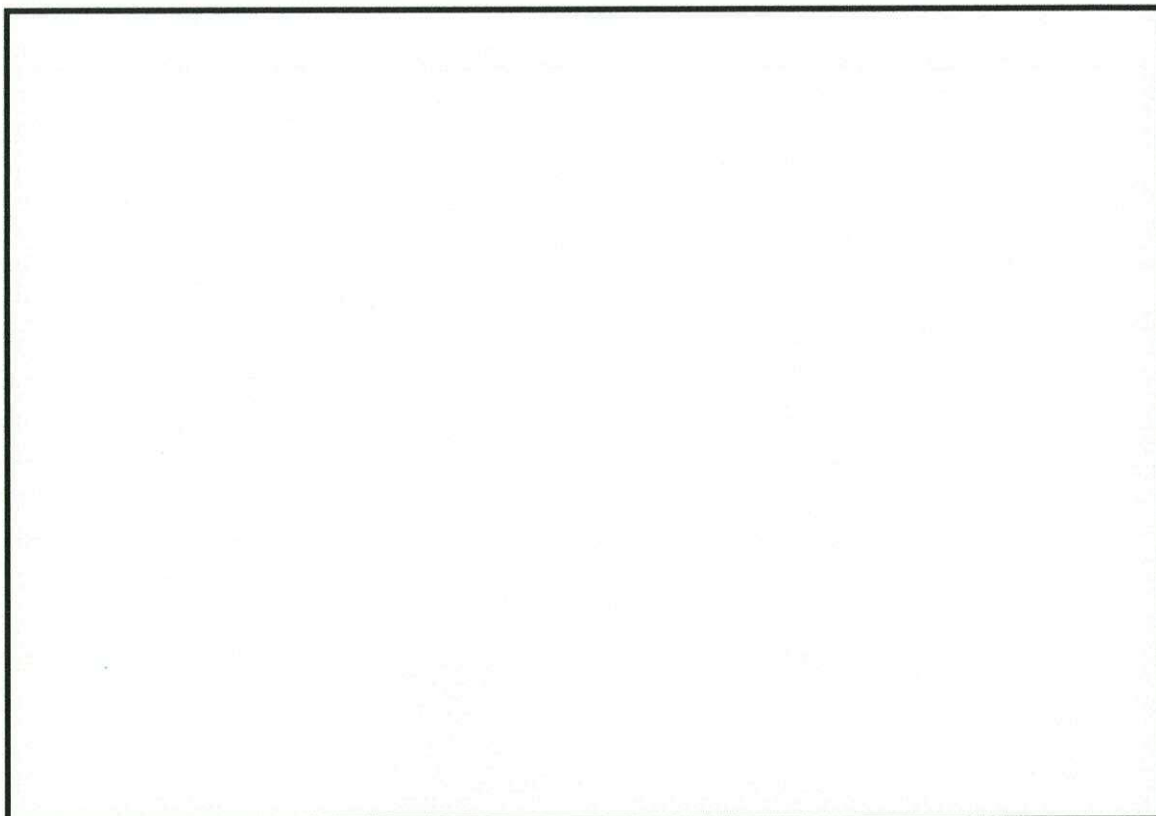


図 10.4-7 (11) 東西方向断面の最大水平加速度分布 ( $S_s-31$  [H+, V+])  
(検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)

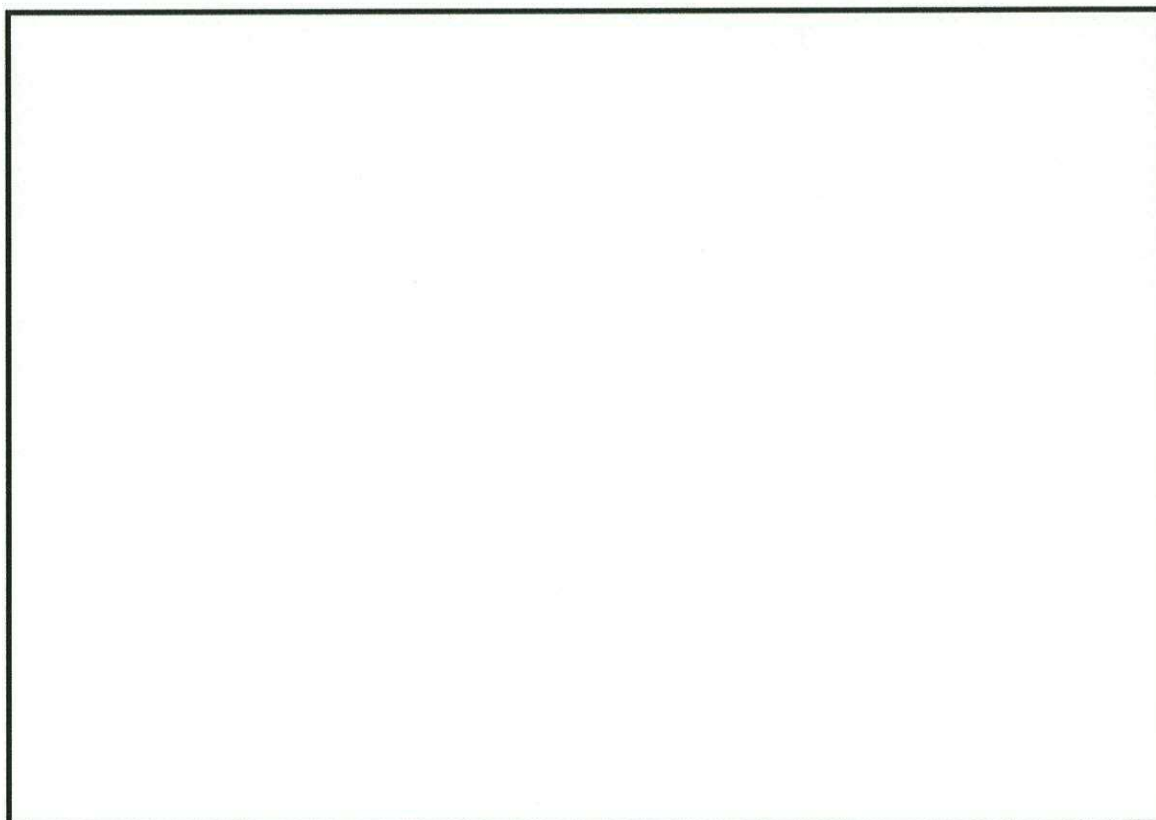


図 10.4-7 (12) 東西方向断面の最大水平加速度分布 ( $S_s-31$  [H-, V+])  
(検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)



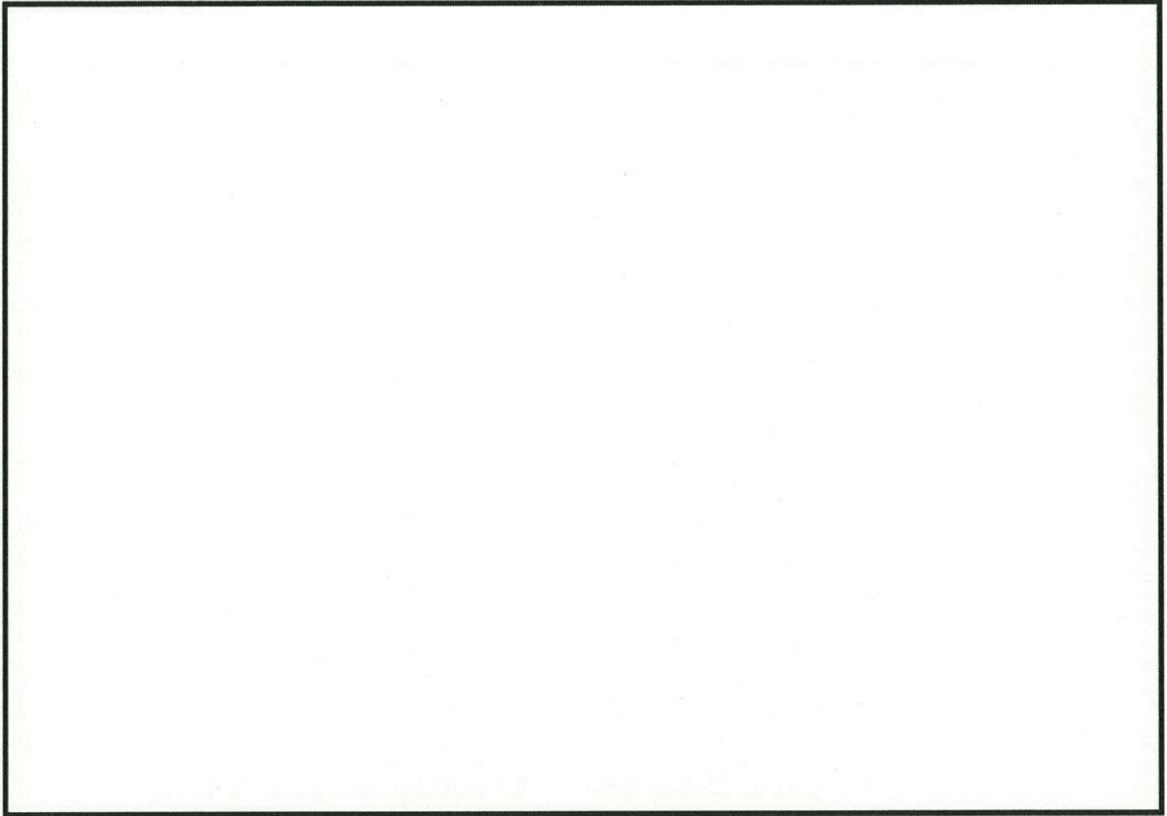


図 10.4-7 (13) 東西方向断面の最大水平加速度分布 ( $S_s - 3.1$  [H+, V+])  
(検討ケース②: 地盤物性のばらつきを考慮 (+1 $\sigma$ ) した解析ケース)

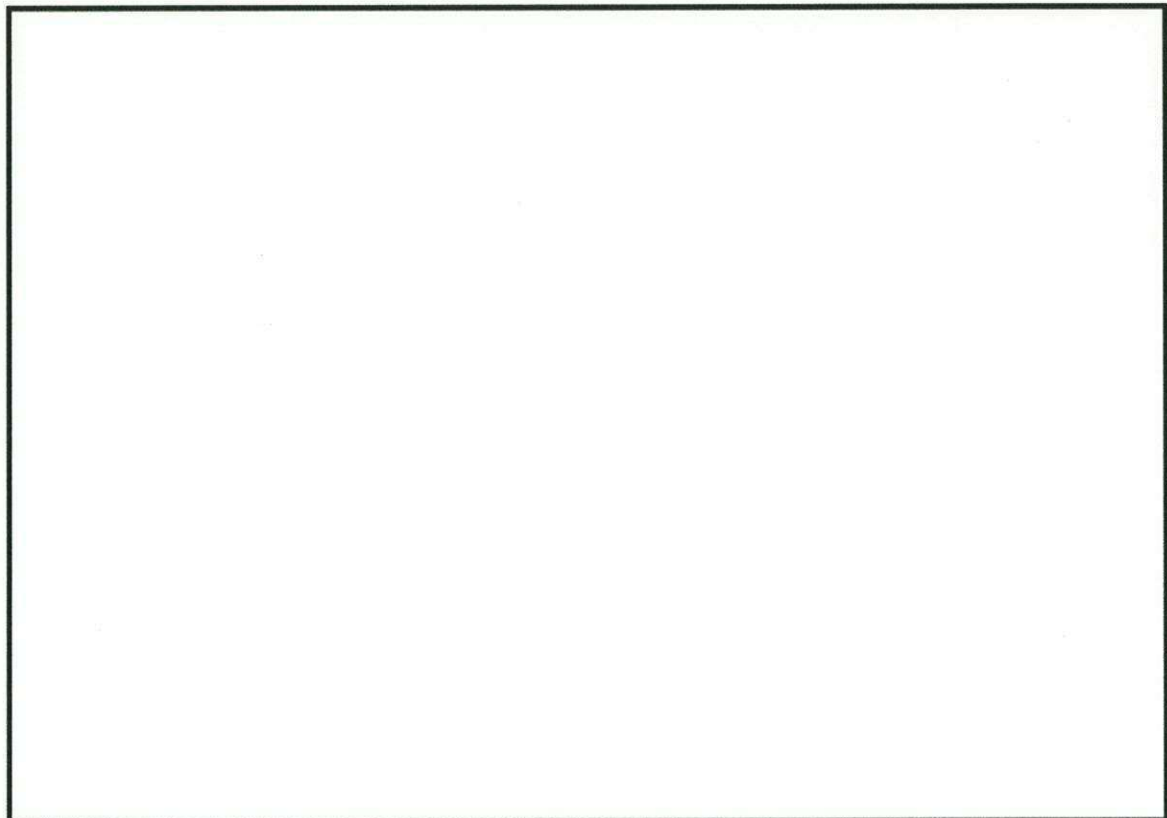


図 10.4-7 (14) 東西方向断面の最大水平加速度分布 ( $S_s - 3.1$  [H+, V+])  
(検討ケース③: 地盤物性のばらつきを考慮 (-1 $\sigma$ ) した解析ケース)



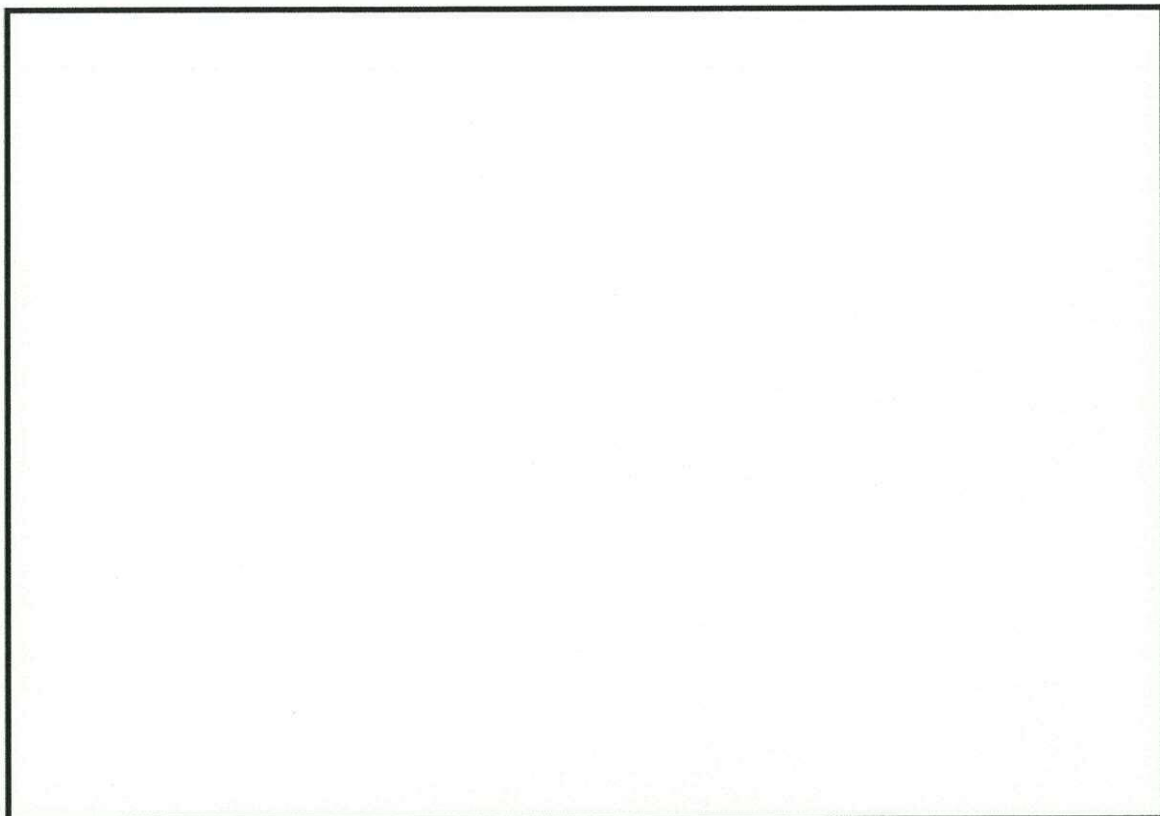


図 10.4-7 (15) 東西方向断面の最大水平加速度分布 ( $S_s - 31$  [H+, V+])

(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せることを仮定した解析ケース)

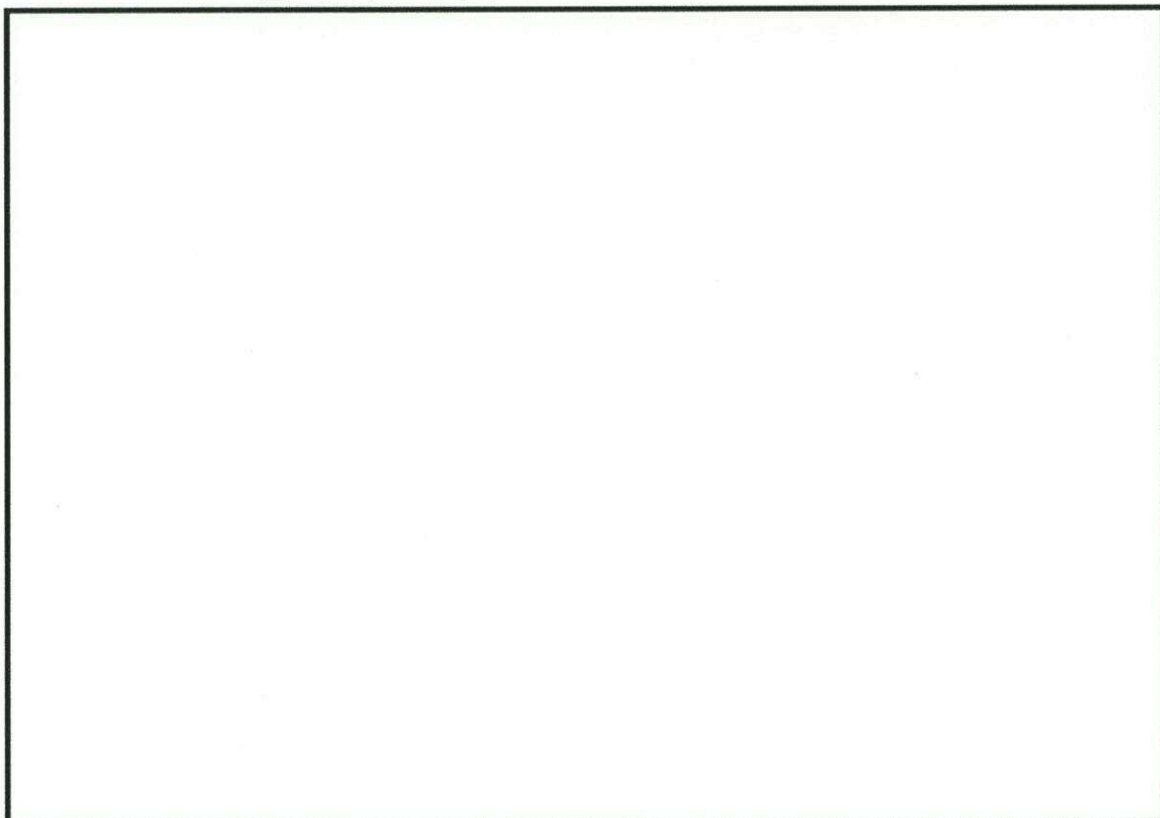


図 10.4-7 (16) 東西方向断面の最大水平加速度分布 ( $S_s - 31$  [H+, V+])

(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)



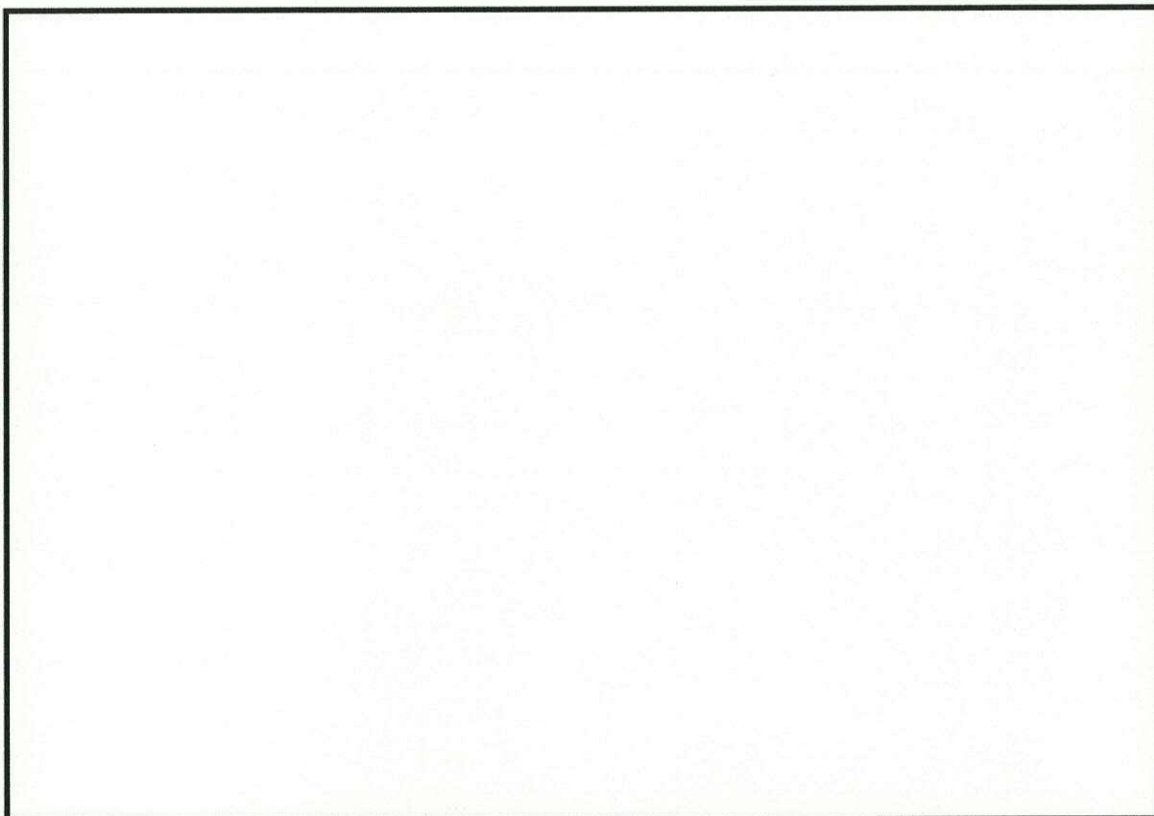


図 10.4-7 (17) 東西方向断面の最大水平加速度分布 ( $S_s-31$  [H+, V+])  
 (検討ケース⑥: 地盤物性のばらつきを考慮 (+1σ) して  
 非液状化の条件を仮定した解析ケース)

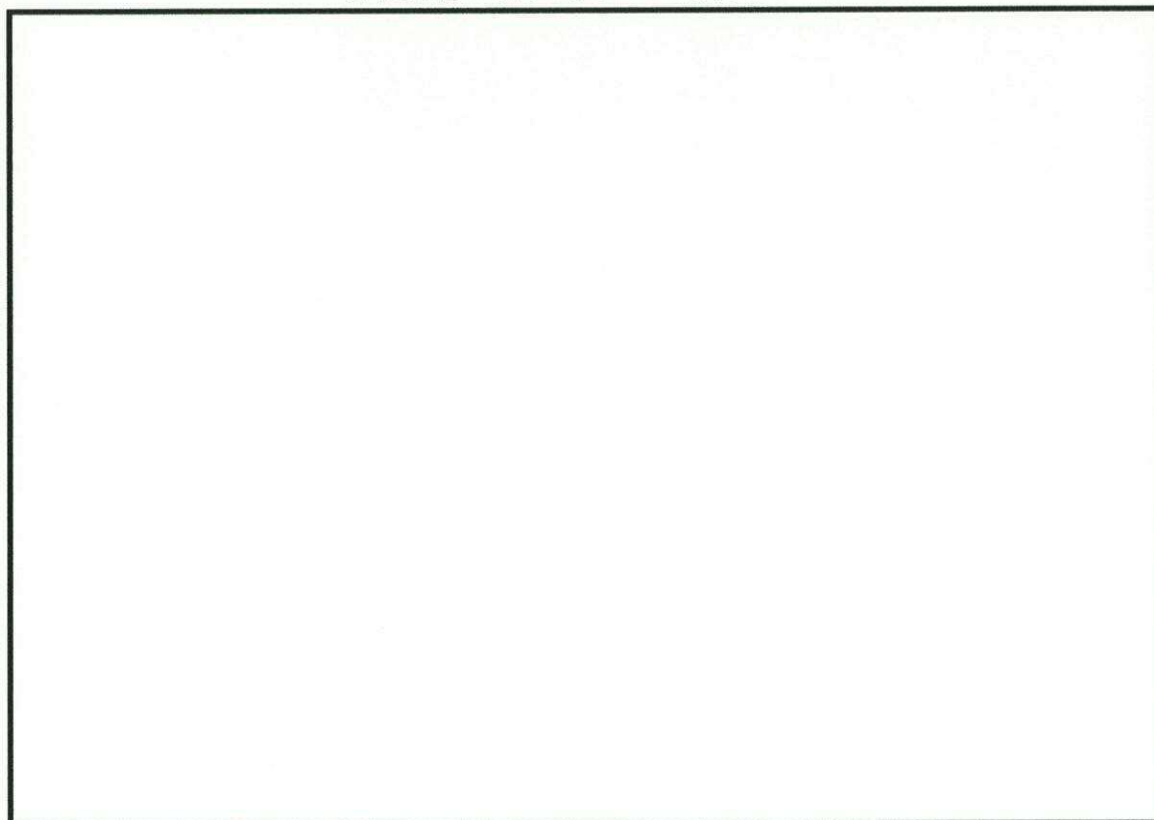


図 10.4-7 (18) 東西方向断面の最大水平加速度分布 ( $S_s-31$  [H-, V+])  
 (検討ケース⑤: 原地盤において非液状化の条件を仮定した解析ケース)



## 10.4.2 耐震評価結果

### (1) 構造部材の曲げ軸力に対する評価結果

常設低圧代替注水系配管カルバートの各部材における最も厳しい照査値（曲げ軸力，せん断）とその地震波を表 10.4-4 に示す。

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

以上より，常設低圧代替注水系配管カルバートの構造部材の応答値が許容限界以下であることを確認した。

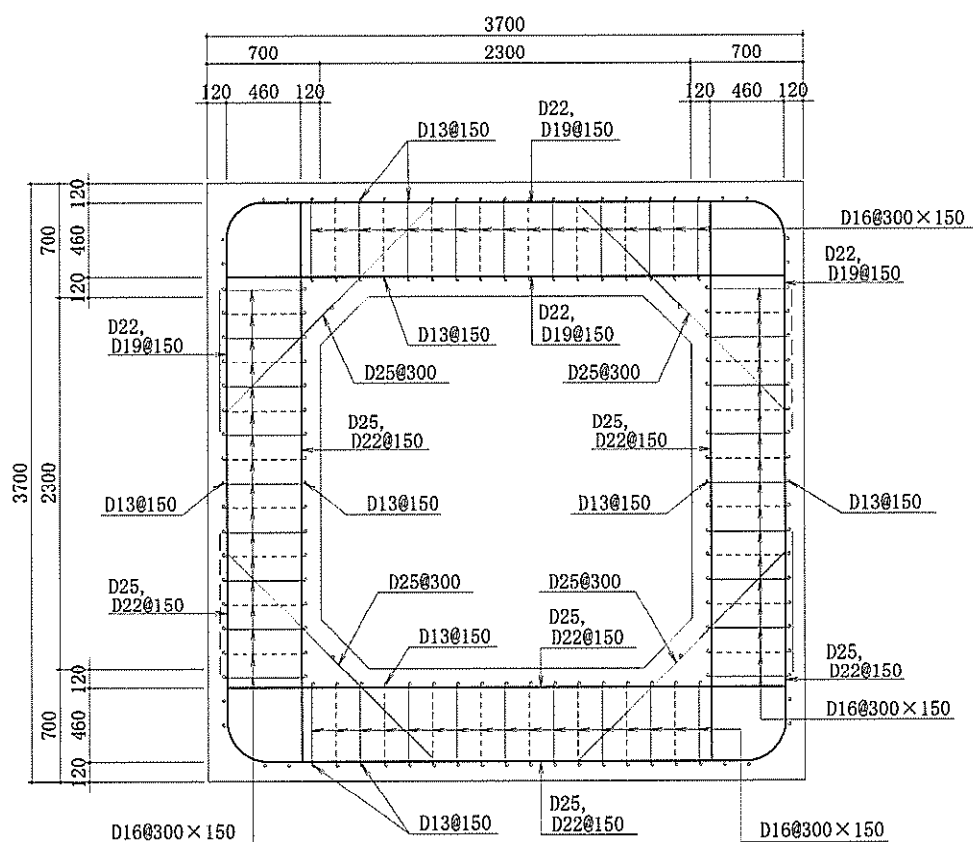


図 10.4-8 に概略配筋図を，断面計算に用いた断面諸元の一覧を表 10.4-5 に示す。



表 10.4-4 (1) コンクリートの曲げ軸力照査結果

検討ケース	評価位置		断面性状			鉄筋仕様 (引張鉄筋)	発生断面力		圧縮 応力度 σ c (N/mm <sup>2</sup> )	短期許容 応力度 σ ca (N/mm <sup>2</sup> )	照査値 σ c / σ ca
			部材幅	部材高	有効高さ		曲げモーメント (kN・m/m)	軸力 (kN/m)			
			b (mm)	h (mm)	d (mm)						
①S <sub>s</sub> -D 1 (H+, V+)	底版	2	1000	800	580	D22, D25@150	411	557	7.36	21.0	0.35
	頂版	3	1000	800	580	D19, D22@150	273	375	5.47	21.0	0.26
	側壁	7	1000	800	580	D22, D25@150	279	127	5.24	21.0	0.25
①S <sub>s</sub> -D 1 (H+, V-)	底版	2	1000	800	580	D22, D25@150	409	540	7.34	21.0	0.35
	頂版	3	1000	800	580	D19, D22@150	266	340	5.36	21.0	0.26
	側壁	7	1000	800	580	D22, D25@150	280	132	5.26	21.0	0.25
①S <sub>s</sub> -D 1 (H-, V+)	底版	1	1000	800	580	D22, D25@150	410	554	7.35	21.0	0.35
	頂版	4	1000	800	580	D19, D22@150	273	374	5.47	21.0	0.26
	側壁	5	1000	800	580	D22, D25@150	278	125	5.22	21.0	0.25
①S <sub>s</sub> -D 1 (H-, V-)	底版	1	1000	800	580	D22, D25@150	407	537	7.32	21.0	0.35
	頂版	4	1000	800	580	D19, D22@150	271	413	5.36	21.0	0.26
	側壁	5	1000	800	580	D22, D25@150	279	129	5.24	21.0	0.25
①S <sub>s</sub> -1 1	底版	2	1000	800	580	D22, D25@150	263	462	4.59	21.0	0.22
	頂版	3	1000	800	580	D19, D22@150	187	351	3.56	21.0	0.17
	側壁	7	1000	800	580	D22, D25@150	230	321	4.11	21.0	0.20
①S <sub>s</sub> -1 2	底版	2	1000	800	580	D22, D25@150	346	536	6.11	21.0	0.29
	頂版	3	1000	800	580	D19, D22@150	240	377	4.73	21.0	0.23
	側壁	7	1000	800	580	D22, D25@150	256	233	4.71	21.0	0.23
①S <sub>s</sub> -1 3	底版	2	1000	800	580	D22, D25@150	342	535	6.05	21.0	0.29
	頂版	3	1000	800	580	D19, D22@150	244	424	4.73	21.0	0.23
	側壁	7	1000	800	580	D22, D25@150	253	244	4.64	21.0	0.22
①S <sub>s</sub> -1 4	底版	2	1000	800	580	D22, D25@150	310	480	5.49	21.0	0.27
	頂版	3	1000	800	580	D19, D22@150	222	383	4.30	21.0	0.21
	側壁	7	1000	800	580	D22, D25@150	244	247	4.46	21.0	0.22
①S <sub>s</sub> -2 1	底版	2	1000	800	580	D22, D25@150	272	498	4.70	21.0	0.23
	頂版	4	1000	800	580	D19, D22@150	179	315	3.45	21.0	0.17
	側壁	5	1000	800	580	D22, D25@150	197	219	3.58	21.0	0.17
①S <sub>s</sub> -2 2	底版	2	1000	800	580	D22, D25@150	348	557	6.14	21.0	0.30
	頂版	3	1000	800	580	D19, D22@150	233	361	4.60	21.0	0.22
	側壁	6	1000	800	580	D22, D25@150	250	517	4.35	21.0	0.21
①S <sub>s</sub> -3 1 (H+, V+)	底版	1	1000	800	580	D22, D25@150	501	616	9.05	21.0	0.43
	頂版	4	1000	800	580	D19, D22@150	339	387	6.92	21.0	0.33
	側壁	8	1000	800	580	D22, D25@150	372	634	6.67	21.0	0.32
①S <sub>s</sub> -3 1 (H-, V+)	底版	2	1000	800	580	D22, D25@150	501	619	9.05	21.0	0.43
	頂版	3	1000	800	580	D19, D22@150	338	387	6.90	21.0	0.33
	側壁	6	1000	800	580	D22, D25@150	371	637	6.65	21.0	0.32

注記 ①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース

評価位置は下図に示す

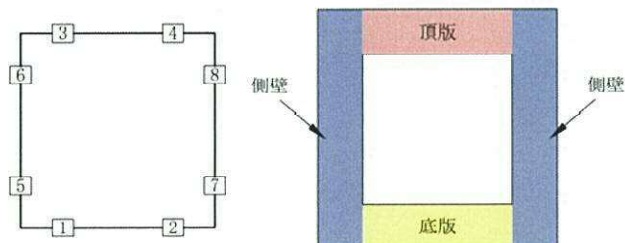




表 10.4-4 (2) コンクリートの曲げ軸力照査結果

検討ケース	評価位置		断面性状			鉄筋仕様 (引張鉄筋)	発生断面力		圧縮 応力度 σ c (N/mm <sup>2</sup> )	短期許容 応力度 σ ca (N/mm <sup>2</sup> )	照査値 σ c / σ ca
			部材幅	部材高	有効高さ		曲げモーメント (kN・m/m)	軸力 (kN/m)			
			b (mm)	h (mm)	d (mm)						
② S <sub>s</sub> -3 1 (H+, V+)	底版	1	1000	800	580	D22, D25@150	503	617	9.09	21.0	0.44
	頂版	4	1000	800	580	D19, D22@150	340	384	6.94	21.0	0.33
	側壁	8	1000	800	580	D22, D25@150	373	636	6.68	21.0	0.32
③ S <sub>s</sub> -3 1 (H+, V+)	底版	1	1000	800	580	D22, D25@150	498	615	8.99	21.0	0.43
	頂版	4	1000	800	580	D19, D22@150	337	387	6.87	21.0	0.33
	側壁	8	1000	800	580	D22, D25@150	369	631	6.62	21.0	0.32
④ S <sub>s</sub> -3 1 (H+, V+)	底版	1	1000	800	580	D22, D25@150	490	626	8.82	21.0	0.42
	頂版	4	1000	800	580	D19, D22@150	321	387	6.52	21.0	0.31
	側壁	8	1000	800	580	D22, D25@150	349	598	6.25	21.0	0.30
⑤ S <sub>s</sub> -3 1 (H+, V+)	底版	1	1000	800	580	D22, D25@150	546	640	9.90	21.0	0.48
	頂版	4	1000	800	580	D19, D22@150	380	406	7.80	21.0	0.38
	側壁	5	1000	800	580	D22, D25@150	398	141	7.51	21.0	0.36
⑥ S <sub>s</sub> -3 1 (H+, V+)	底版	1	1000	800	580	D22, D25@150	543	638	9.84	21.0	0.47
	頂版	4	1000	800	580	D19, D22@150	378	405	7.75	21.0	0.37
	側壁	5	1000	800	580	D22, D25@150	396	143	7.47	21.0	0.36
⑤ S <sub>s</sub> -3 1 (H-, V+)	底版	2	1000	800	580	D22, D25@150	544	640	9.85	21.0	0.47
	頂版	3	1000	800	580	D19, D22@150	378	405	7.76	21.0	0.37
	側壁	7	1000	800	580	D22, D25@150	398	146	7.49	21.0	0.36

注記 ②：地盤物性のはらつきを考慮 (+1 $\sigma$ ) した解析ケース  
 ③：地盤物性のはらつきを考慮 (-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：地盤物性のはらつきを考慮 (+1 $\sigma$ ) して非液状化の条件を仮定した解析ケース

評価位置は下図に示す

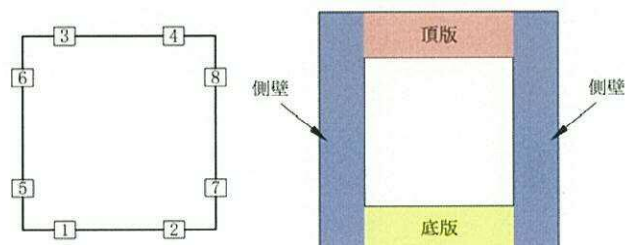




表 10.4-4 (3) 鉄筋の曲げ軸力照査結果

①S <sub>s</sub> -D1 (H+, V+)	底版	2	1000	800	580	D22, D25@150	408	545	160	309	0.52
	頂版	3	1000	800	580	D19, D22@150	272	368	136	309	0.44
	側壁	7	1000	800	580	D22, D25@150	279	127	157	309	0.51
①S <sub>s</sub> -D1 (H+, V-)	底版	2	1000	800	580	D22, D25@150	409	540	162	309	0.53
	頂版	3	1000	800	580	D19, D22@150	265	335	139	309	0.45
	側壁	7	1000	800	580	D22, D25@150	277	115	159	309	0.52
①S <sub>s</sub> -D1 (H-, V+)	底版	1	1000	800	580	D22, D25@150	407	542	160	309	0.52
	頂版	4	1000	800	580	D19, D22@150	271	367	137	309	0.45
	側壁	5	1000	800	580	D22, D25@150	278	125	157	309	0.51
①S <sub>s</sub> -D1 (H-, V-)	底版	1	1000	800	580	D22, D25@150	405	529	162	309	0.53
	頂版	4	1000	800	580	D19, D22@150	264	334	139	309	0.45
	側壁	5	1000	800	580	D22, D25@150	276	112	159	309	0.52
①S <sub>s</sub> -11	底版	2	1000	800	580	D22, D25@150	263	458	84	309	0.28
	頂版	3	1000	800	580	D19, D22@150	187	351	71	309	0.23
	側壁	7	1000	800	580	D22, D25@150	230	321	88	309	0.29
①S <sub>s</sub> -12	底版	2	1000	800	580	D22, D25@150	345	531	123	309	0.40
	頂版	3	1000	800	580	D19, D22@150	240	374	108	309	0.35
	側壁	7	1000	800	580	D22, D25@150	256	233	122	309	0.40
①S <sub>s</sub> -13	底版	2	1000	800	580	D22, D25@150	342	535	121	309	0.40
	頂版	3	1000	800	580	D19, D22@150	239	376	107	309	0.35
	側壁	7	1000	800	580	D22, D25@150	253	240	118	309	0.39
①S <sub>s</sub> -14	底版	2	1000	800	580	D22, D25@150	310	480	110	309	0.36
	頂版	3	1000	800	580	D19, D22@150	218	340	99	309	0.32
	側壁	7	1000	800	580	D22, D25@150	244	247	111	309	0.36
①S <sub>s</sub> -21	底版	1	1000	800	580	D22, D25@150	261	437	87	309	0.29
	頂版	4	1000	800	580	D19, D22@150	176	304	73	309	0.24
	側壁	5	1000	800	580	D22, D25@150	196	215	87	309	0.29
①S <sub>s</sub> -22	底版	2	1000	800	580	D22, D25@150	348	553	121	309	0.40
	頂版	3	1000	800	580	D19, D22@150	233	361	106	309	0.35
	側壁	7	1000	800	580	D22, D25@150	232	186	115	309	0.38
①S <sub>s</sub> -31 (H+, V+)	底版	1	1000	800	580	D22, D25@150	501	616	207	309	0.67
	頂版	4	1000	800	580	D19, D22@150	339	384	189	309	0.62
	側壁	5	1000	800	580	D22, D25@150	347	109	206	309	0.67
①S <sub>s</sub> -31 (H-, V+)	底版	2	1000	800	580	D22, D25@150	501	619	207	309	0.67
	頂版	3	1000	800	580	D19, D22@150	338	384	188	309	0.61
	側壁	7	1000	800	580	D22, D25@150	348	113	205	309	0.67

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

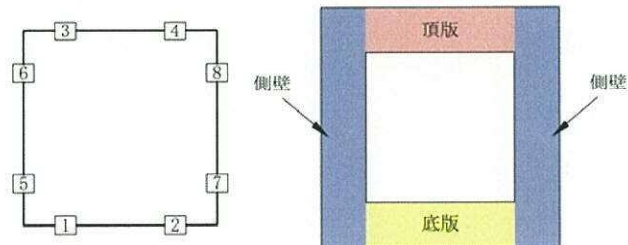




表 10.4-4 (4) 鉄筋の曲げ軸力照査結果(2)

検討ケース	評価位置		断面性状			鉄筋仕様 (引張鉄筋)	発生断面力		引張 応力度 σ s (N/mm <sup>2</sup> )	短期許容 応力度 σ sa (N/mm <sup>2</sup> )	照査値 σ s / σ sa
			部材幅	部材高	有効高さ		曲げモーメント (kN・m/m)	軸力 (kN/m)			
			b (mm)	h (mm)	d (mm)						
② S <sub>s</sub> - 3 l (H +, V +)	底版	1	1000	800	580	D22, D25@150	503	617	208	309	0.68
	頂版	4	1000	800	580	D19, D22@150	340	384	190	309	0.62
	側壁	5	1000	800	580	D22, D25@150	349	108	207	309	0.67
③ S <sub>s</sub> - 3 l (H +, V +)	底版	1	1000	800	580	D22, D25@150	498	615	205	309	0.67
	頂版	4	1000	800	580	D19, D22@150	337	387	187	309	0.61
	側壁	5	1000	800	580	D22, D25@150	344	110	203	309	0.66
④ S <sub>s</sub> - 3 l (H +, V +)	底版	1	1000	800	580	D22, D25@150	490	626	198	309	0.64
	頂版	4	1000	800	580	D19, D22@150	321	385	174	309	0.57
	側壁	5	1000	800	580	D22, D25@150	319	95	190	309	0.62
⑤ S <sub>s</sub> - 3 l (H +, V +)	底版	1	1000	800	580	D22, D25@150	546	640	232	309	0.75
	頂版	4	1000	800	580	D19, D22@150	380	406	218	309	0.71
	側壁	5	1000	800	580	D22, D25@150	398	135	234	309	0.76
⑥ S <sub>s</sub> - 3 l (H +, V +)	底版	1	1000	800	580	D22, D25@150	543	638	230	309	0.75
	頂版	4	1000	800	580	D19, D22@150	378	405	217	309	0.71
	側壁	5	1000	800	580	D22, D25@150	395	137	232	309	0.75
⑤ S <sub>s</sub> - 3 l (H -, V +)	底版	2	1000	800	580	D22, D25@150	544	640	230	309	0.75
	頂版	3	1000	800	580	D19, D22@150	378	405	217	309	0.71
	側壁	7	1000	800	580	D22, D25@150	397	140	232	309	0.75

注記 ②：地盤物性のはらつきを考慮 (+1 $\sigma$ ) した解析ケース  
 ③：地盤物性のはらつきを考慮 (-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：地盤物性のはらつきを考慮 (+1 $\sigma$ ) して非液状化の条件を仮定した解析ケース

評価位置は下図に示す

