

電源開発株式会社  
大間原子力発電所

原子炉建屋基礎地盤の安定性検討  
参考図表集

平成19年3月  
原子力発電安全審査課

参 考 図 表 集 目 次 (1/2)

図-1	主応力図 (X-X'断面, 動的FEM解析, $S_s$ -2波, $t=4.45$ 秒)	1
図-2(1)	要素ごとの安全率 (基礎岩盤) (X-X'断面, 動的FEM解析, $S_s$ -2波, $t=4.45$ 秒)	2
図-2(2)	要素ごとの安全率 (シーム) (X-X'断面, 動的FEM解析, $S_s$ -2波, $t=4.45$ 秒)	3
図-3	モビライズド面 (X-X'断面, 動的FEM解析, $S_s$ -2波, $t=4.45$ 秒)	4
図-4	主応力図 (Y-Y'断面, 動的FEM解析, $S_s$ -2波, $t=4.45$ 秒)	5
図-5(1)	要素ごとの安全率 (基礎岩盤) (Y-Y'断面, 動的FEM解析, $S_s$ -2波, $t=4.45$ 秒)	6
図-5(2)	要素ごとの安全率 (シーム) (Y-Y'断面, 動的FEM解析, $S_s$ -2波, $t=4.45$ 秒)	7
図-6	モビライズド面 (Y-Y'断面, 動的FEM解析, $S_s$ -2波, $t=4.45$ 秒)	8
図-7	水平方向加速度分布図 (X-X'断面, 動的FEM解析, $S_s$ -1波, $t=23.80$ 秒)	9
図-8	鉛直方向加速度分布図 (X-X'断面, 動的FEM解析, $S_s$ -1波, $t=23.80$ 秒)	10
図-9	主応力図 (X-X'断面, 動的FEM解析, $S_s$ -1波, $t=23.80$ 秒)	11
図-10(1)	要素ごとの安全率 (基礎岩盤) (X-X'断面, 動的FEM解析, $S_s$ -1波, $t=23.80$ 秒)	12
図-10(2)	要素ごとの安全率 (シーム 1/3) (X-X'断面, 動的FEM解析, $S_s$ -1波, $t=23.80$ 秒)	13
図-10(3)	要素ごとの安全率 (シーム 2/3) (X-X'断面, 動的FEM解析, $S_s$ -1波, $t=23.80$ 秒)	14
図-10(4)	要素ごとの安全率 (シーム 3/3) (X-X'断面, 動的FEM解析, $S_s$ -1波, $t=23.80$ 秒)	15
図-10(5)	要素ごとの安全率 (断層) (X-X'断面, 動的FEM解析, $S_s$ -1波, $t=23.80$ 秒)	16
図-11	水平方向加速度分布図 (Y-Y'断面, 動的FEM解析, $S_s$ -1波, $t=16.69$ 秒)	17
図-12	鉛直方向加速度分布図 (Y-Y'断面, 動的FEM解析, $S_s$ -1波, $t=16.69$ 秒)	18
図-13	主応力図 (Y-Y'断面, 動的FEM解析, $S_s$ -1波, $t=16.69$ 秒)	19
図-14(1)	要素ごとの安全率 (基礎岩盤) (Y-Y'断面, 動的FEM解析, $S_s$ -1波, $t=16.69$ 秒)	20
図-14(2)	要素ごとの安全率 (シーム 1/2) (Y-Y'断面, 動的FEM解析, $S_s$ -1波, $t=16.69$ 秒)	21
図-14(3)	要素ごとの安全率 (シーム 2/2) (Y-Y'断面, 動的FEM解析, $S_s$ -1波, $t=16.69$ 秒)	22

## 参 考 図 表 集 目 次 (2/2)

図-15	初期地山の主応力図 (X-X' 断面, 静的FEM解析) .....	23
図-16	建屋基礎掘削後の主応力図 (X-X' 断面, 静的FEM解析) .....	24
図-17	常時の主応力図 (X-X' 断面, 静的FEM解析) .....	25
図-18	地震時の主応力図 (X-X' 断面, 動的FEM解析, $S_s$ -1 波, $t = 23.80$ 秒) .....	26
表-1	建屋の多質点モデルとFEMモデルの固有周期.....	27
表-2	原子炉建屋の多質点モデルとFEMモデルの固有モード (X-X' 断面) .....	28
表-3	タービン建屋の多質点モデルとFEMモデルの固有モード (X-X' 断面) .....	29
表-4	原子炉建屋の多質点モデルとFEMモデルの固有モード (Y-Y' 断面) .....	30

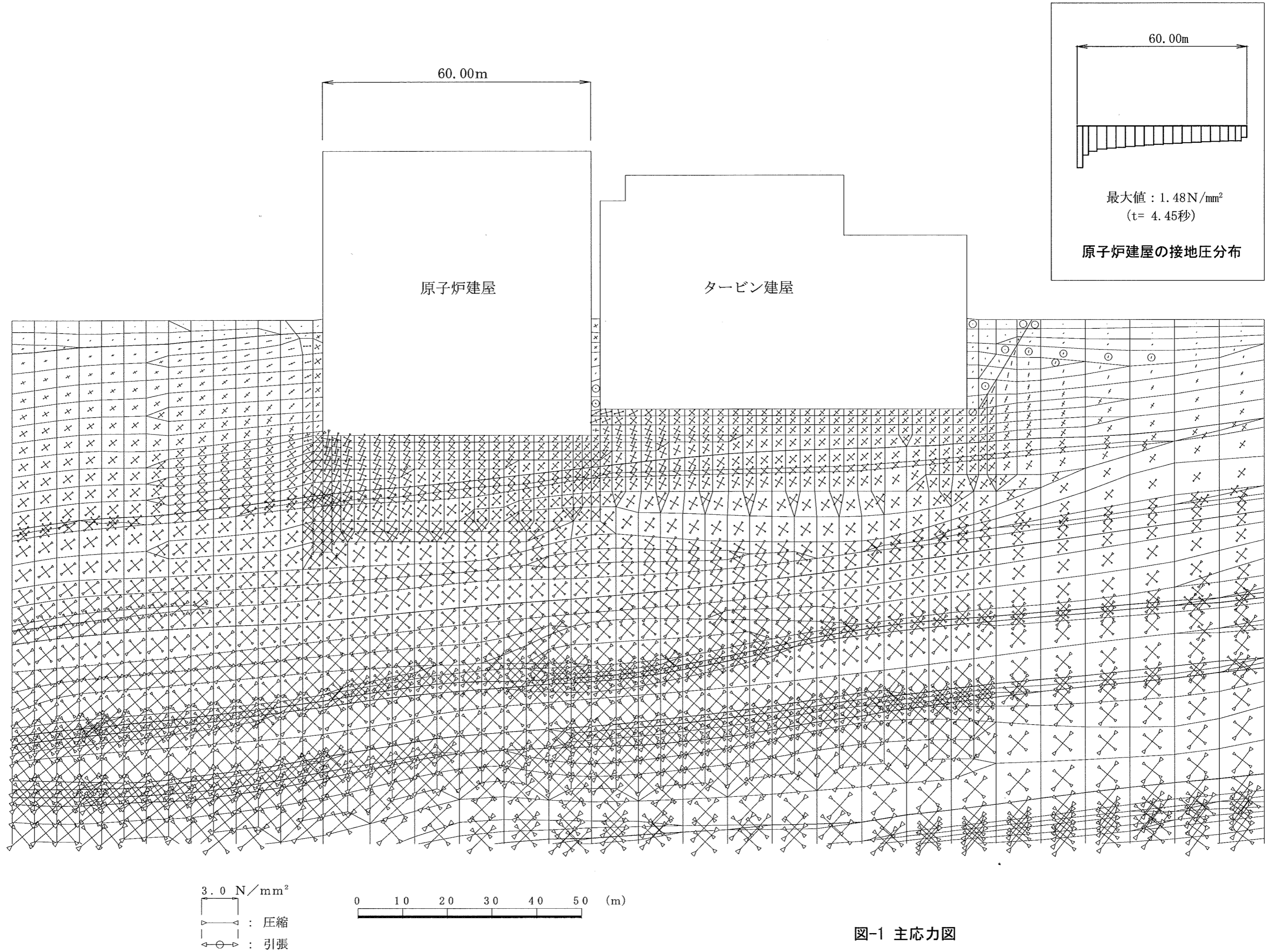
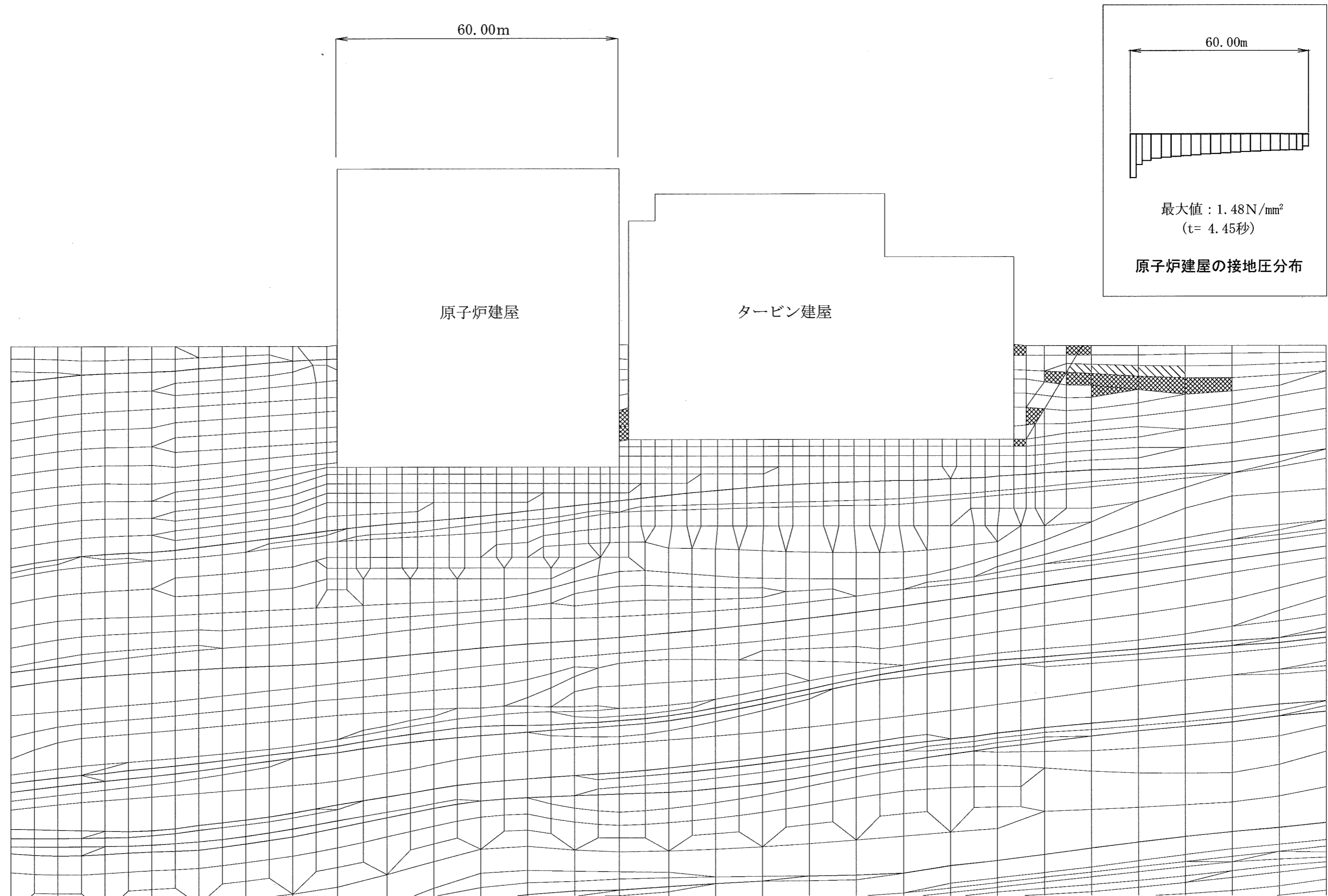


図-1 主応力図

(X-X'断面, 動的FEM解析, S<sub>g</sub>-2波, t=4.45秒)

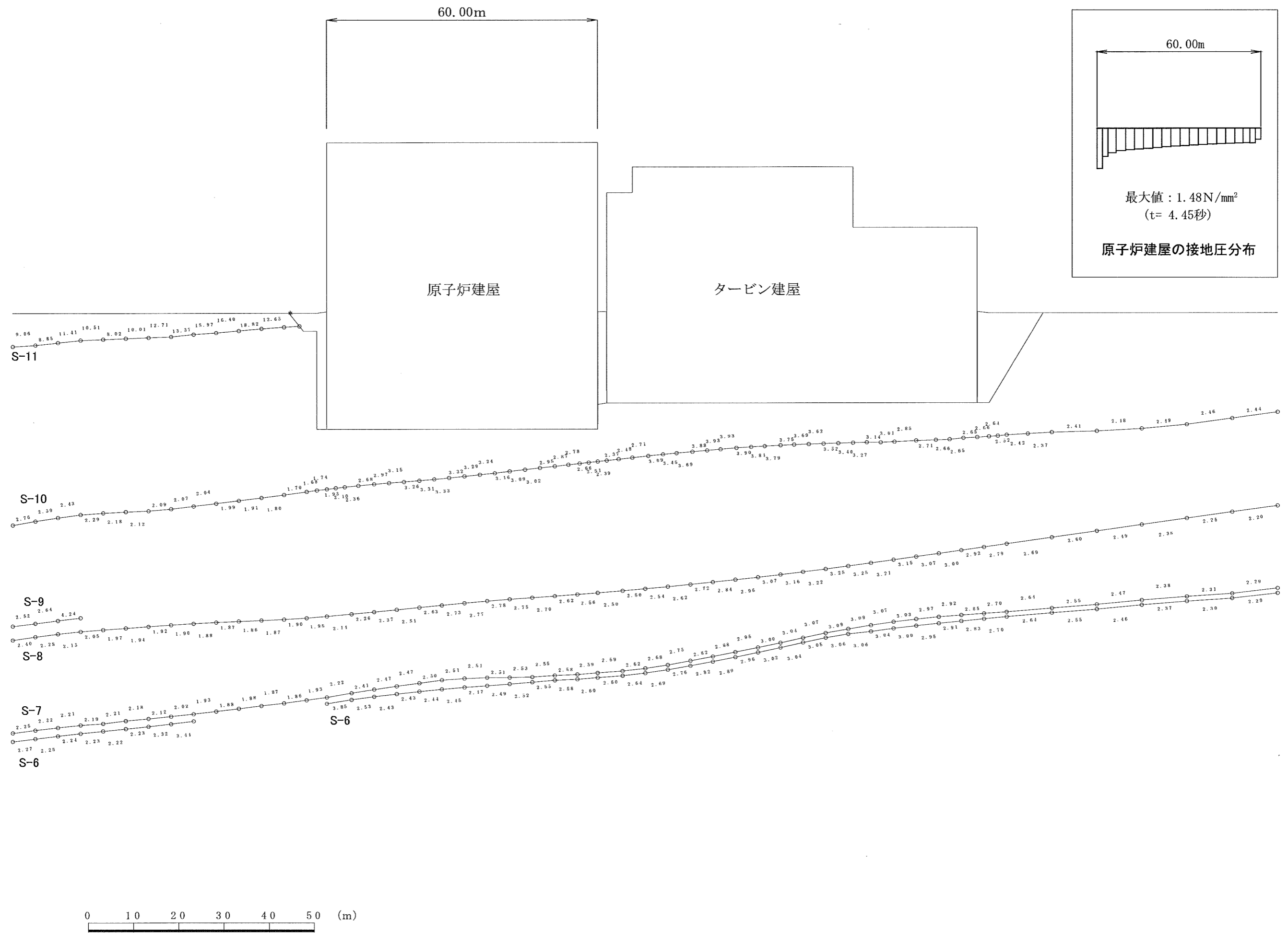


- : せん断強度に達した要素
- ▨ : 引張応力が発生した要素
- ▧ :  $1.00 \leq f_s < 1.50$
- ▩ :  $1.50 \leq f_s < 2.00$
- :  $2.00 \leq f_s$

0 10 20 30 40 50 (m)

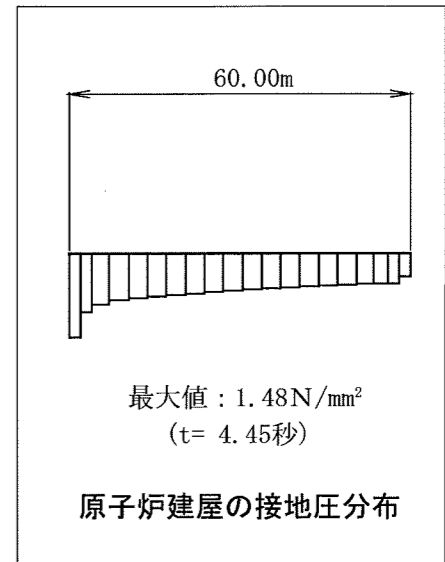
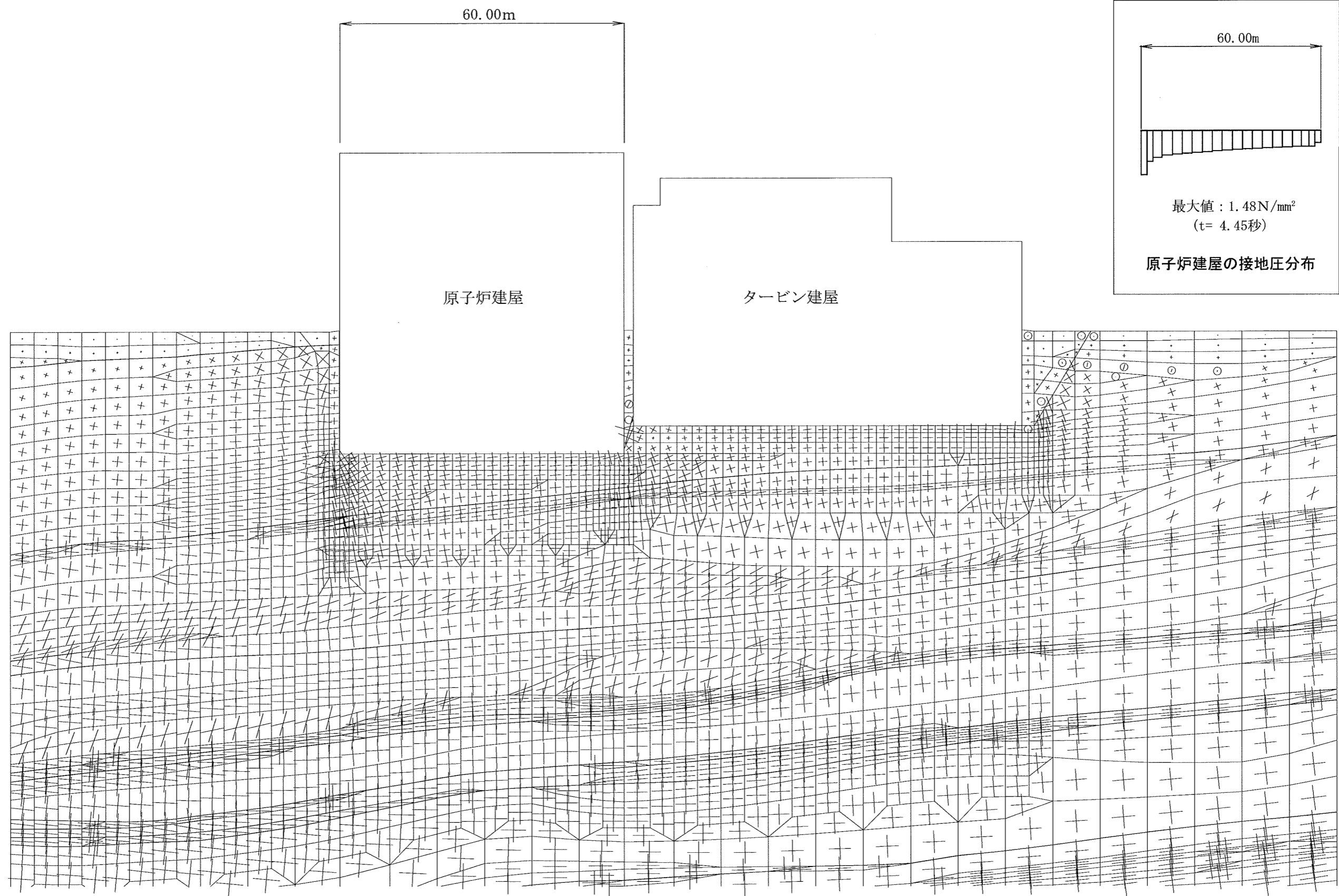
図-2(1) 要素ごとの安全率(基礎岩盤)

(X-X'断面, 動的FEM解析,  $S_s$ -2波,  $t=4.45$ 秒)



\* : 引張応力が発生した要素  
 # : せん断強度に達した要素

図-2(2) 要素ごとの安全率(シーム)  
 (X-X'断面, 動的FEM解析, S<sub>s</sub>-2波, t=4.45秒)



0 10 20 30 40 50 (m)

: モビライズド面    
 : 引張面    
 ○ : 引張応力が発生した要素

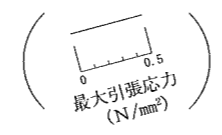
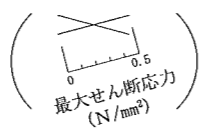


図-3 モビライズド面

(X-X'断面, 動的FEM解析, S<sub>s</sub>-2波, t=4.45秒)

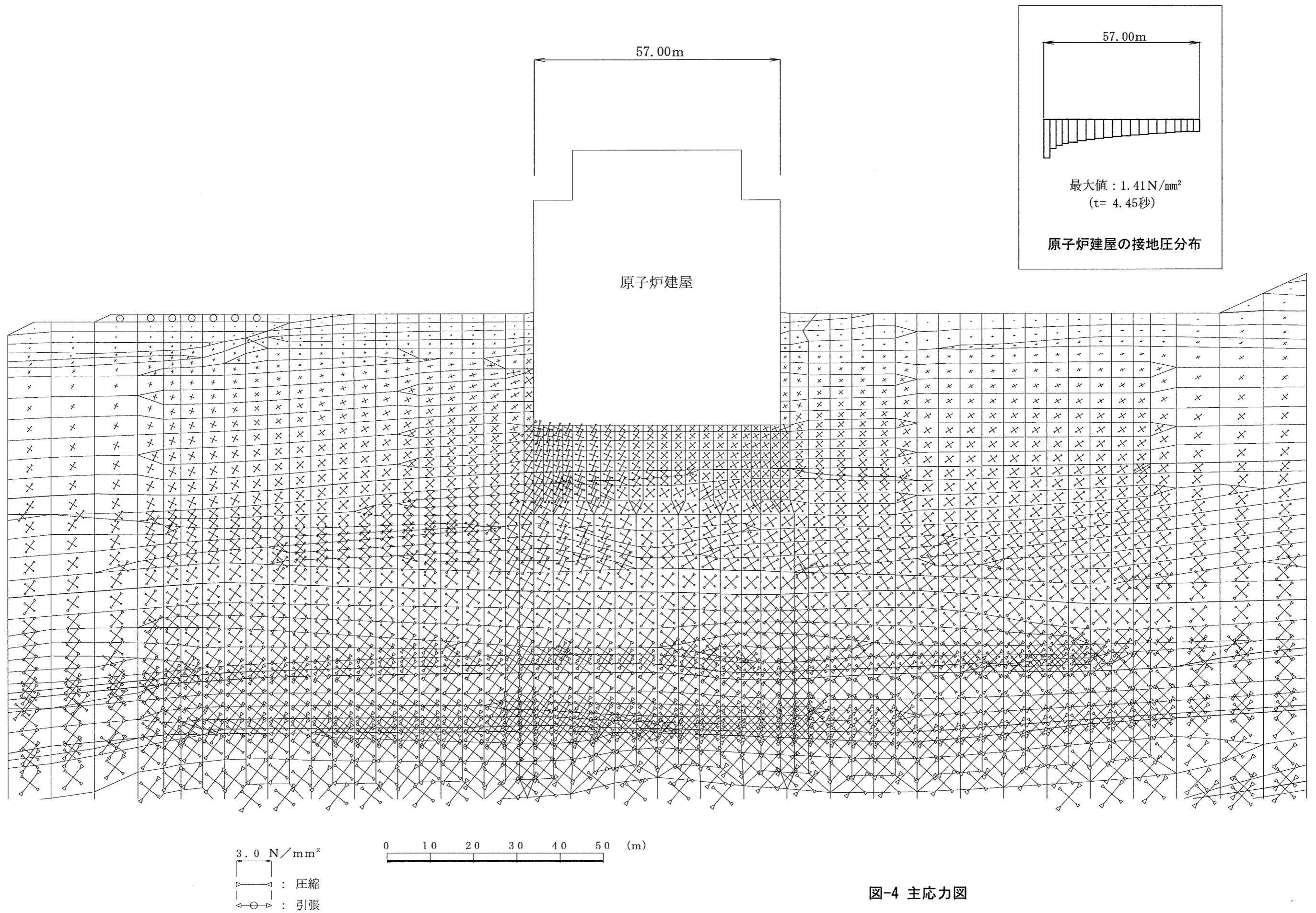
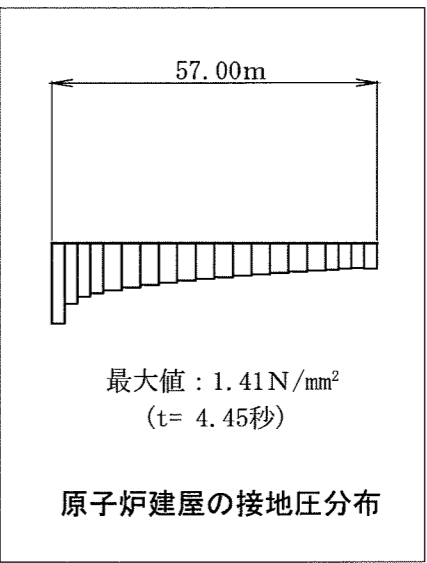
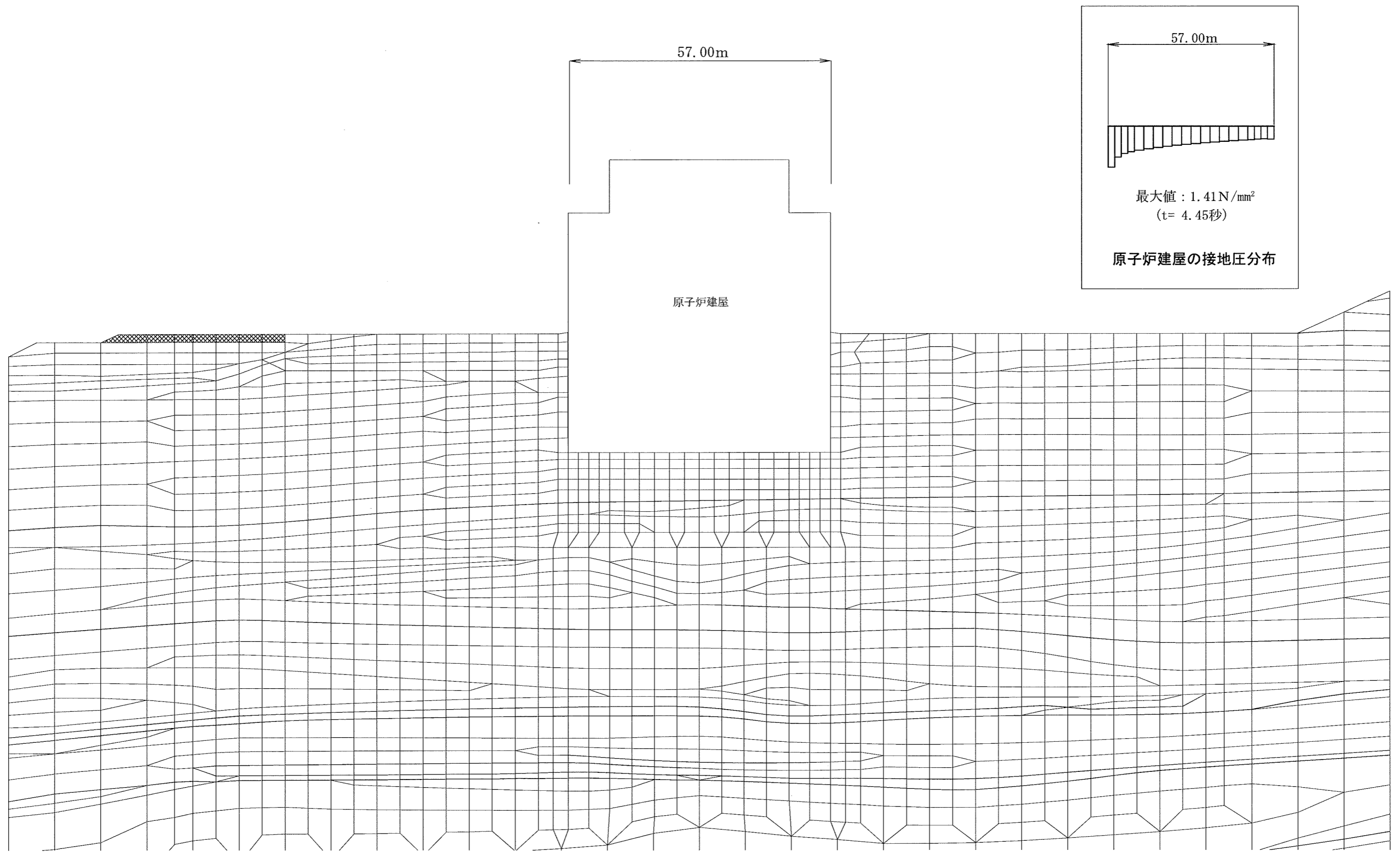


図-4 主応力図

(Y-Y'断面, 動的FEM解析, S<sub>s</sub>-2波, t = 4.45秒)



- : せん断強度に達した要素
- ▨ : 引張応力が発生した要素
- ▬ :  $1.00 \leq f_s < 1.50$
- ▧ :  $1.50 \leq f_s < 2.00$
- :  $2.00 \leq f_s$

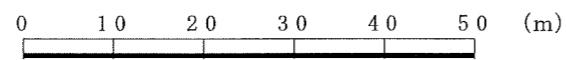
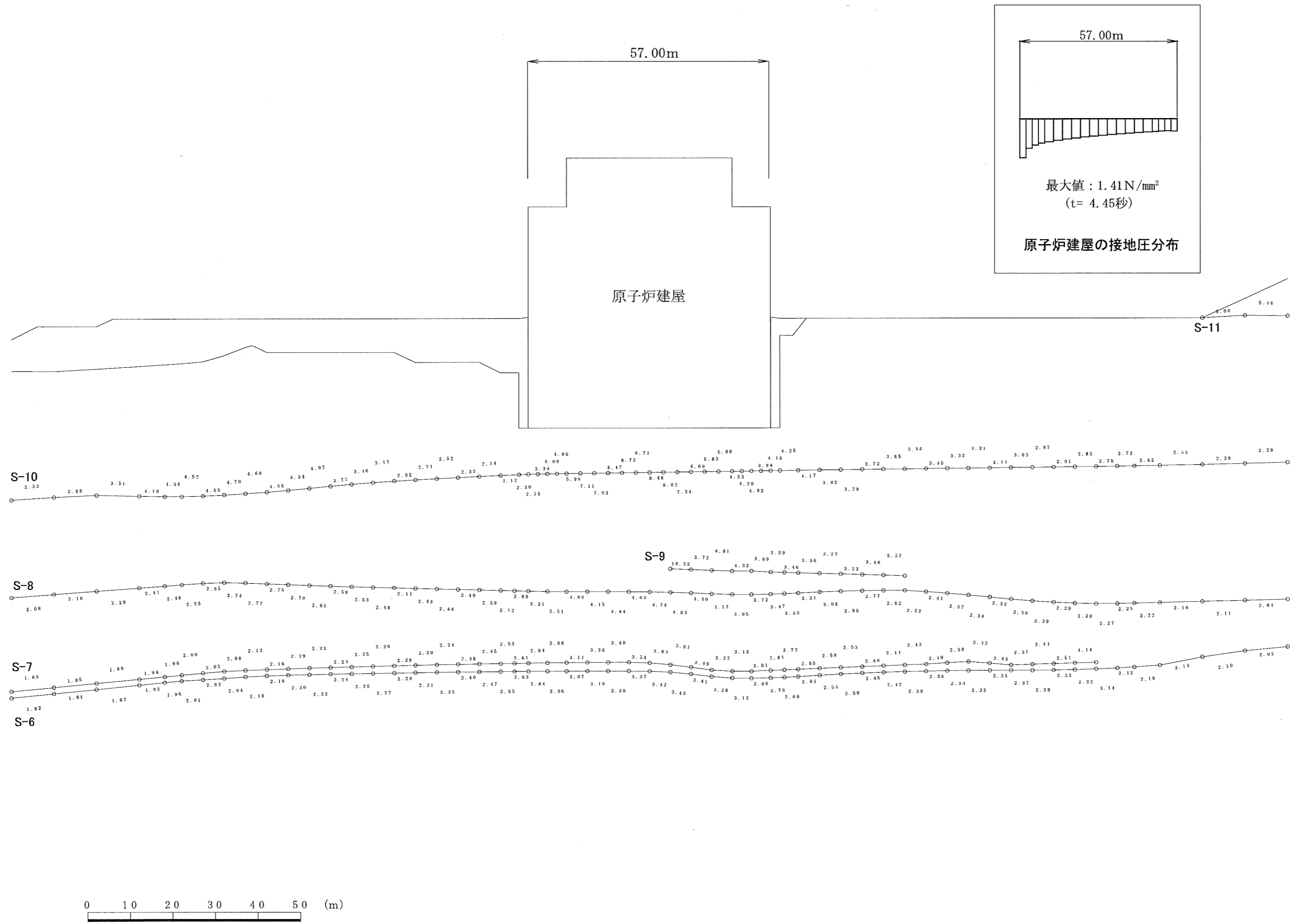


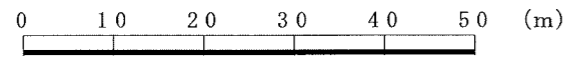
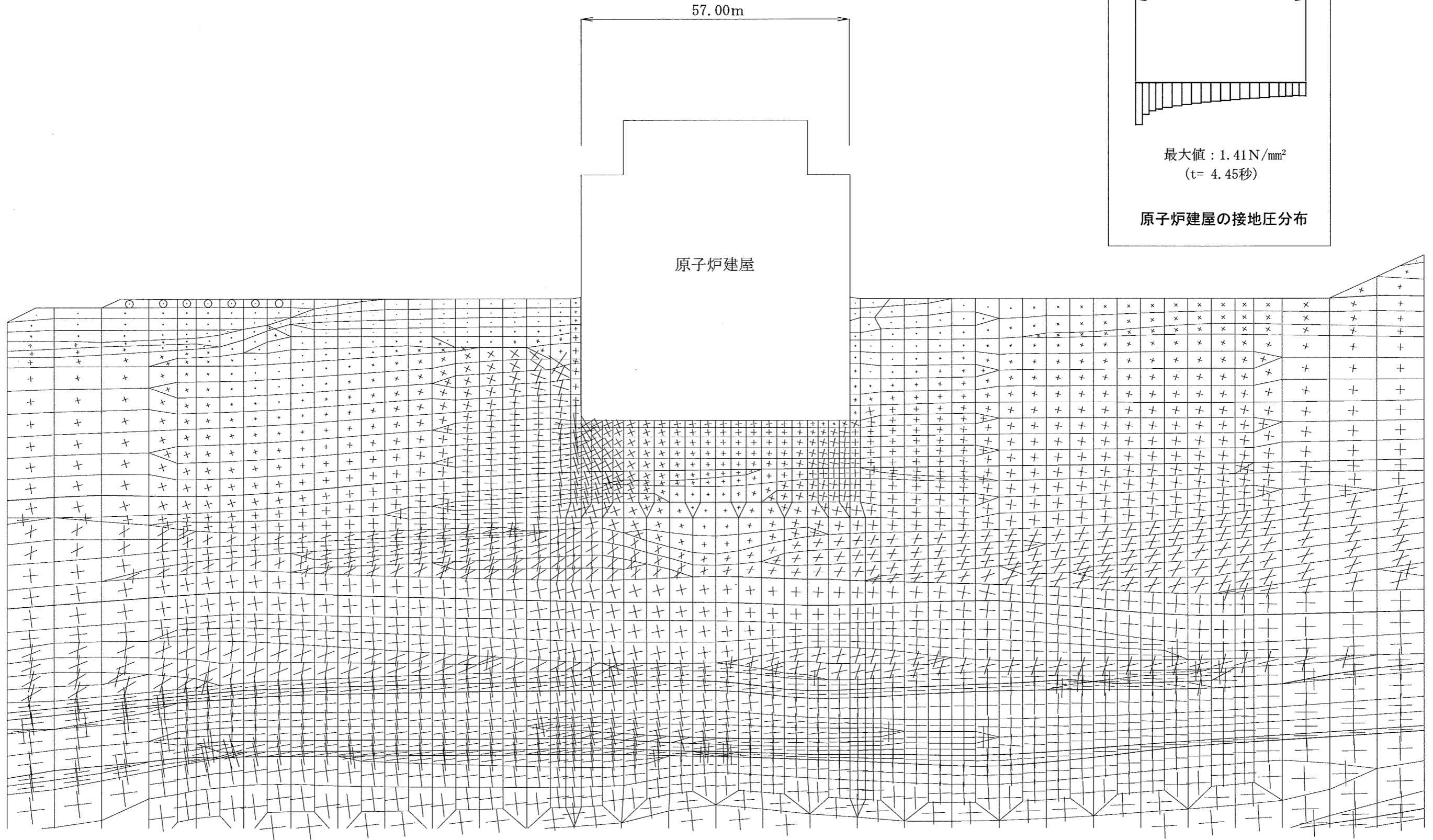
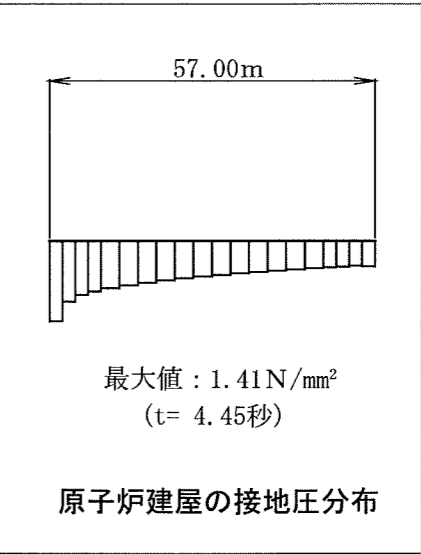
図-5(1) 要素ごとの安全率 (基礎岩盤)

(Y-Y' 断面, 動的FEM解析,  $S_s$ -2波,  $t = 4.45$ 秒)



\* : 引張応力が発生した要素  
 # : せん断強度に達した要素

図-5(2) 要素ごとの安全率 (シーム)  
 (Y-Y'断面, 動的FEM解析, S<sub>s</sub>-2波, t = 4.45秒)



: モビライズド面
 : 引張面
 : 引張応力が発生した要素

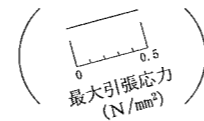
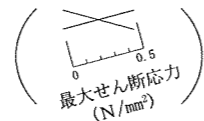
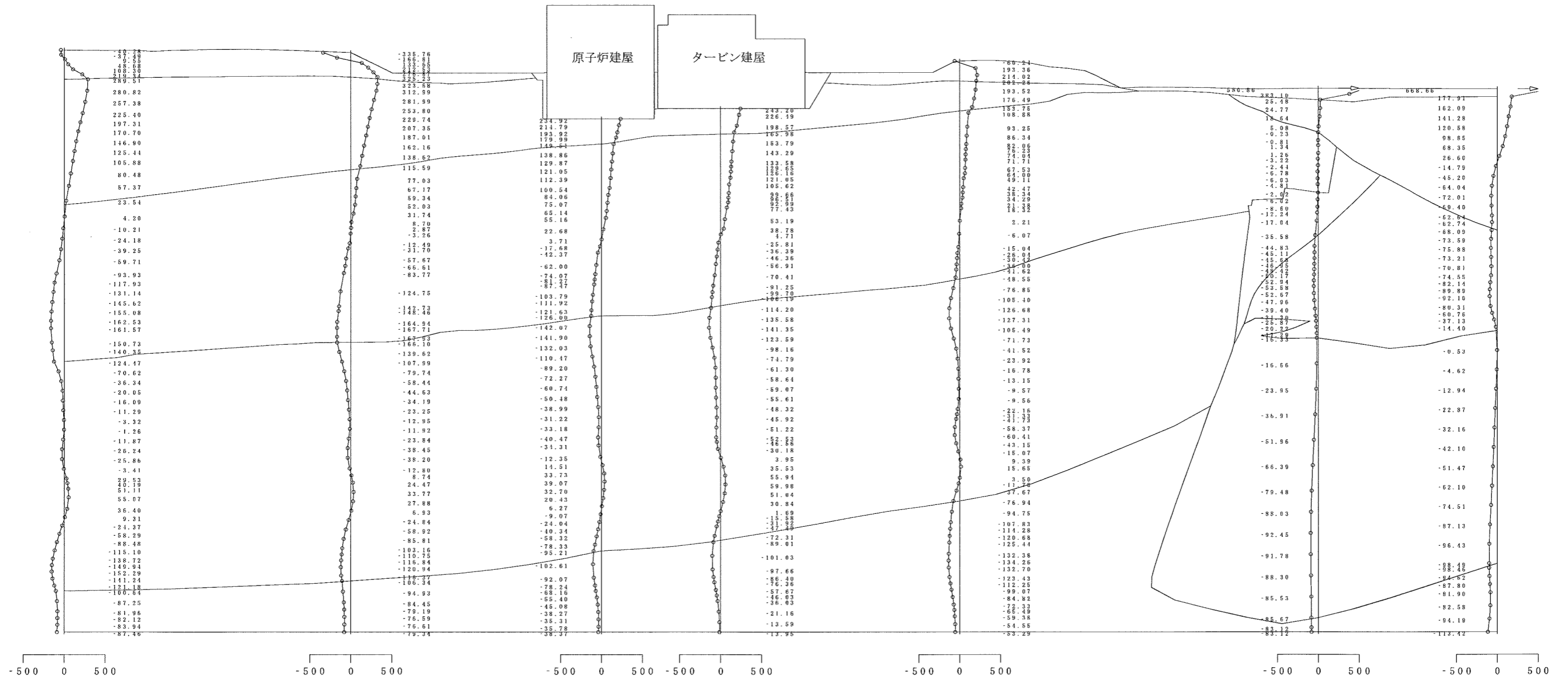


図-6 モビライズド面

(Y-Y'断面, 動的FEM解析, S<sub>s</sub>-2波, t = 4.45秒)



単位 : gal

図-7 水平方向加速度分布図

(X-X'断面, 動的FEM解析,  $S_s$ -1波,  $t = 23.80$ 秒)

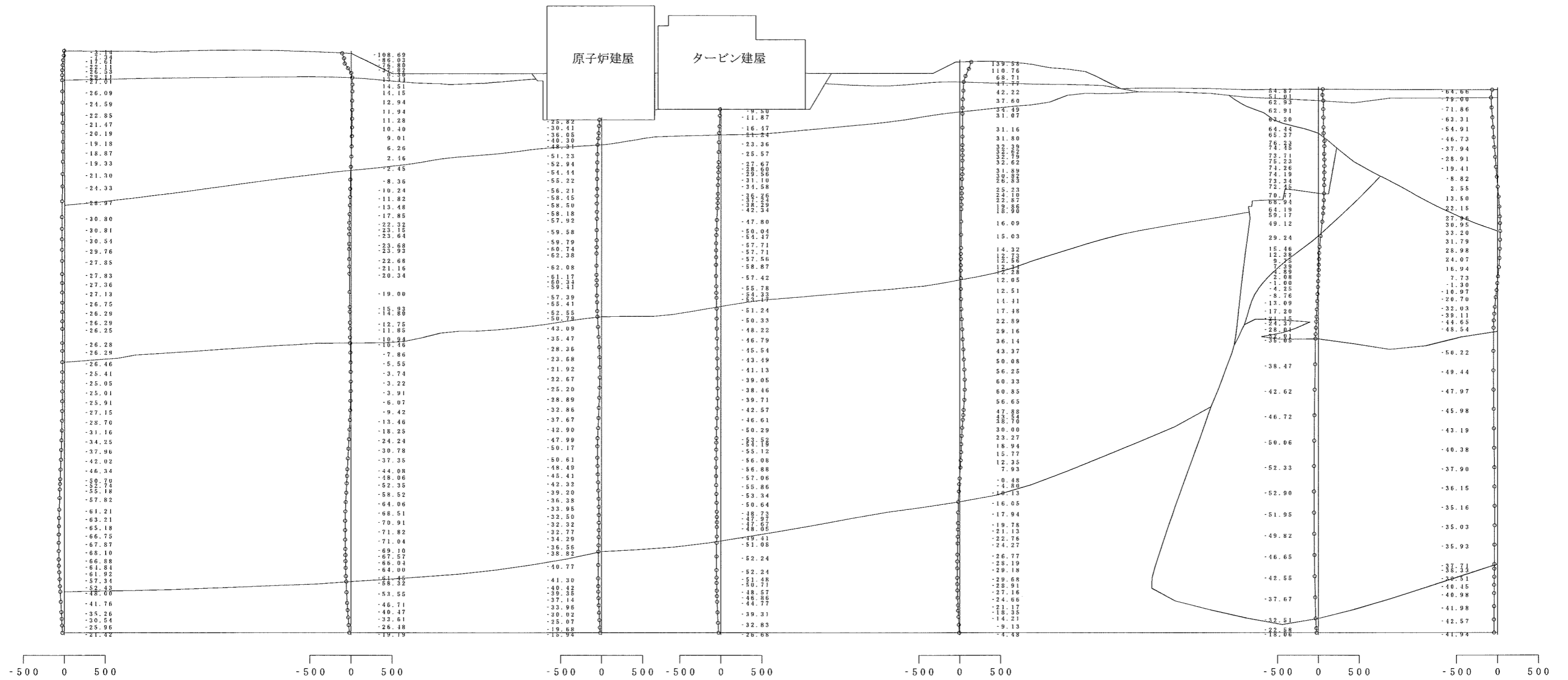


図-8 鉛直方向加速度分布図

(X-X'断面, 動的FEM解析,  $S_g$ -1波,  $t = 23.80$ 秒)

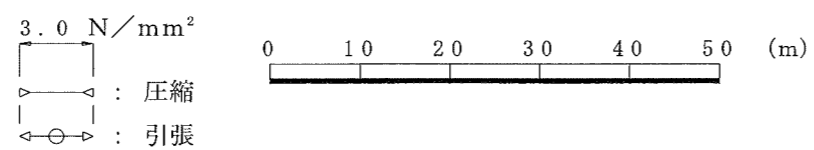
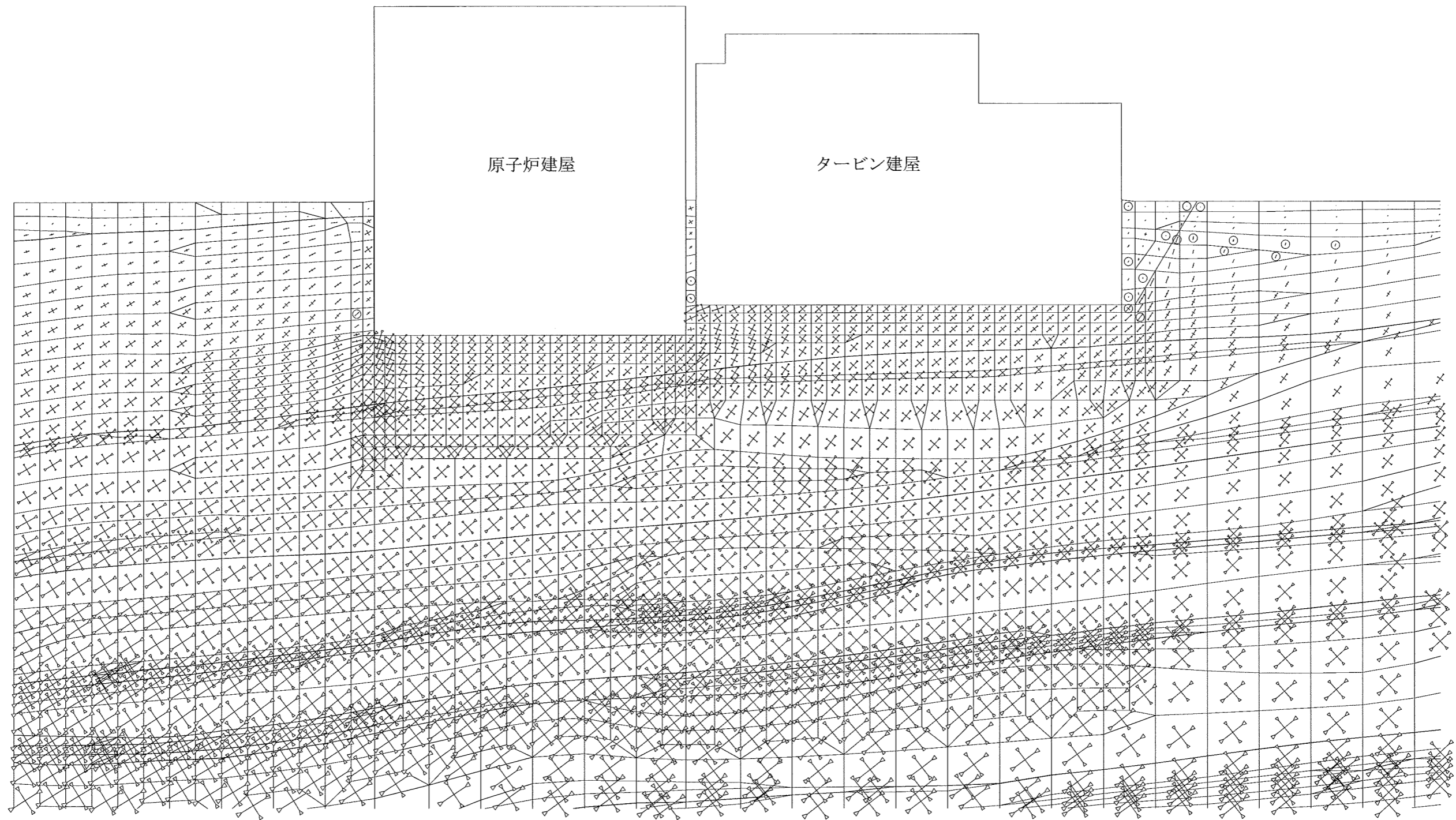
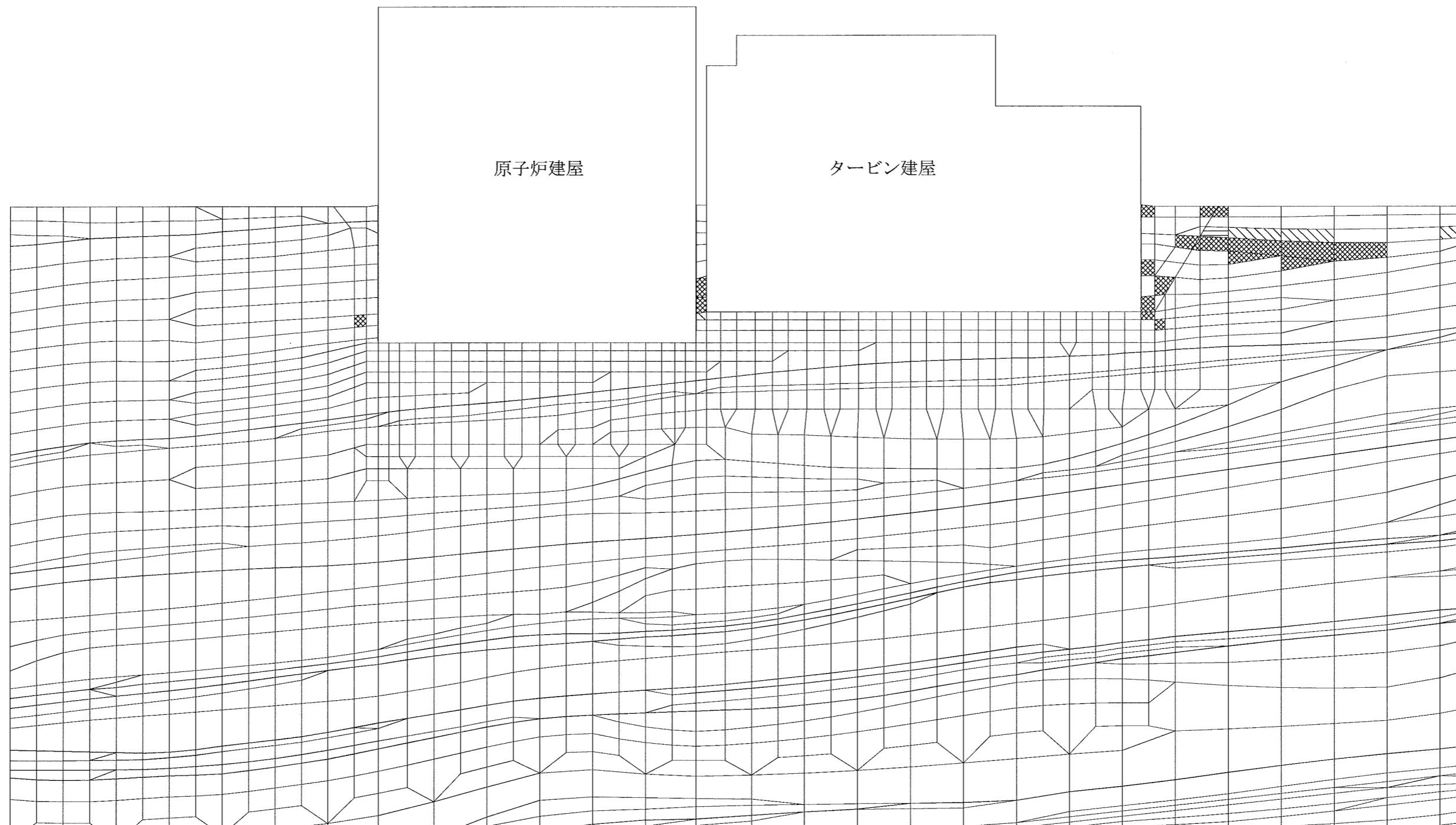


図-9 主応力図

(X-X'断面, 動的FEM解析, S<sub>s</sub>-1波, t=23.80秒)

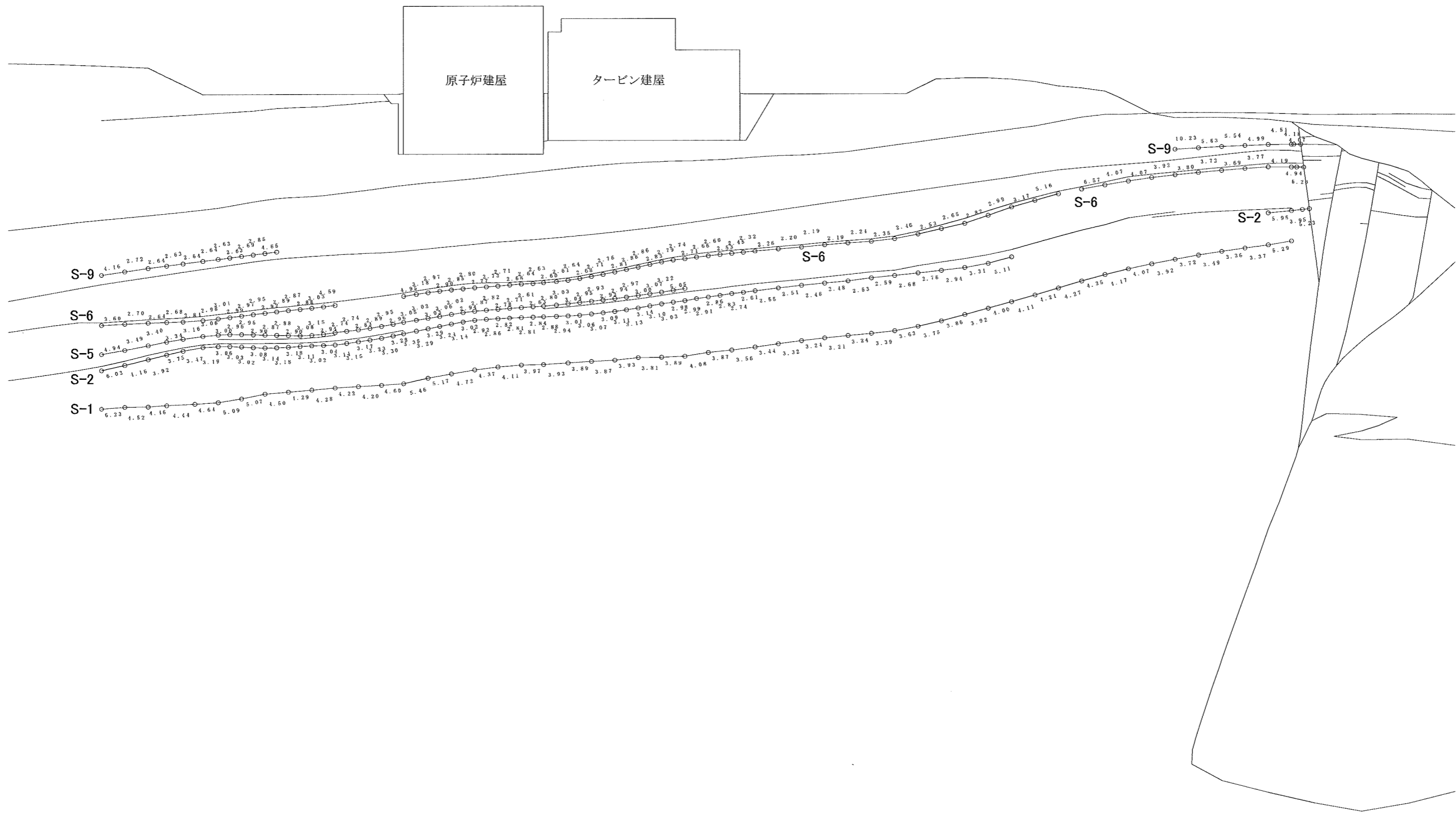


- : せん断強度に達した要素
- ▨ : 引張応力が発生した要素
- ▧ :  $1.00 \leq f_s < 1.50$
- ▩ :  $1.50 \leq f_s < 2.00$
- :  $2.00 \leq f_s$

0 10 20 30 40 50 (m)

図-10(1) 要素ごとの安全率 (基礎岩盤)

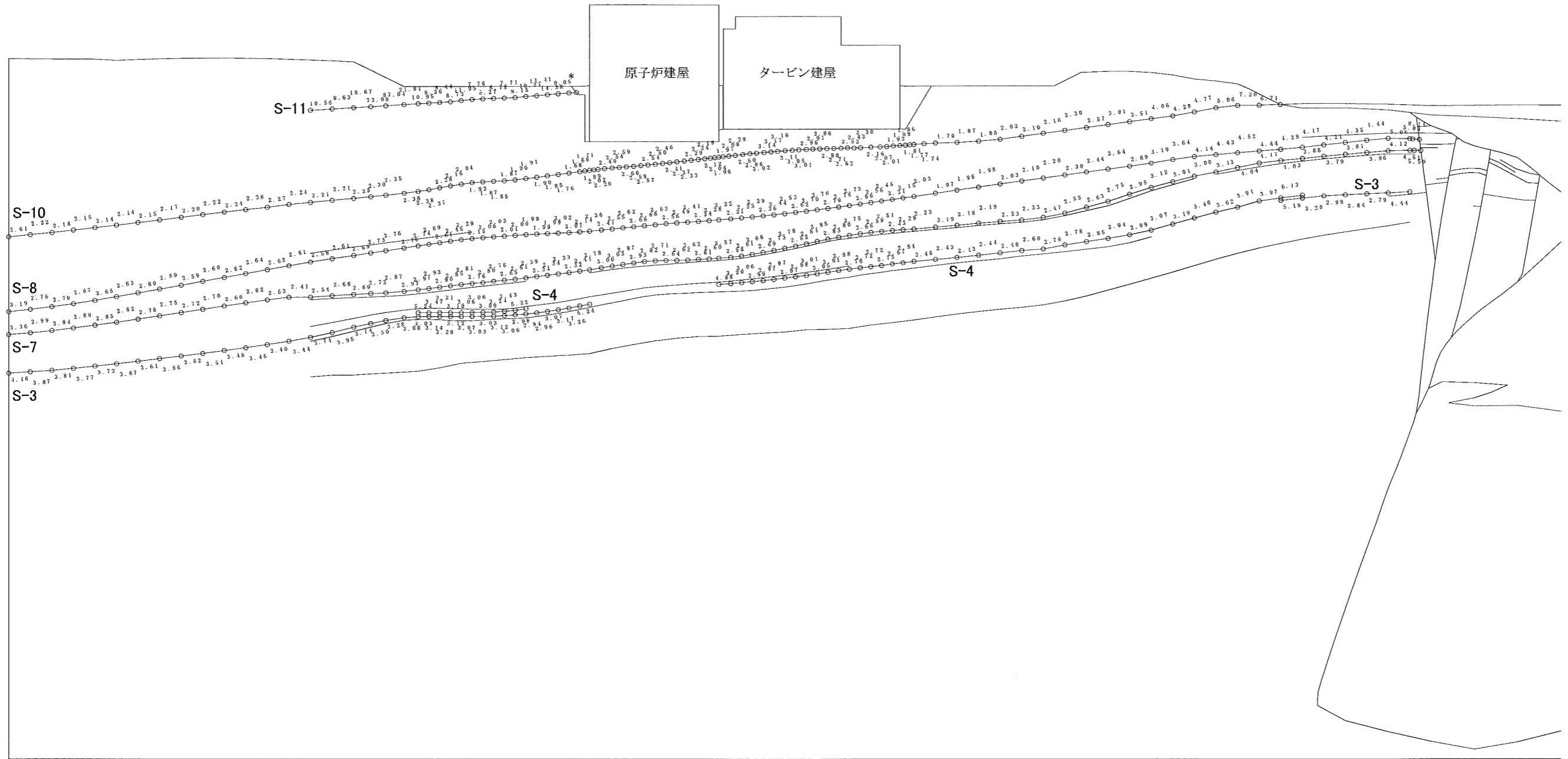
(X-X'断面, 動的FEM解析,  $S_s$ -1波,  $t=23.80$ 秒)



0 20 40 60 80 100 (m)

\* : 引張応力が発生した要素  
 # : せん断強度に達した要素

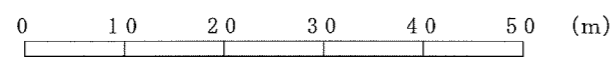
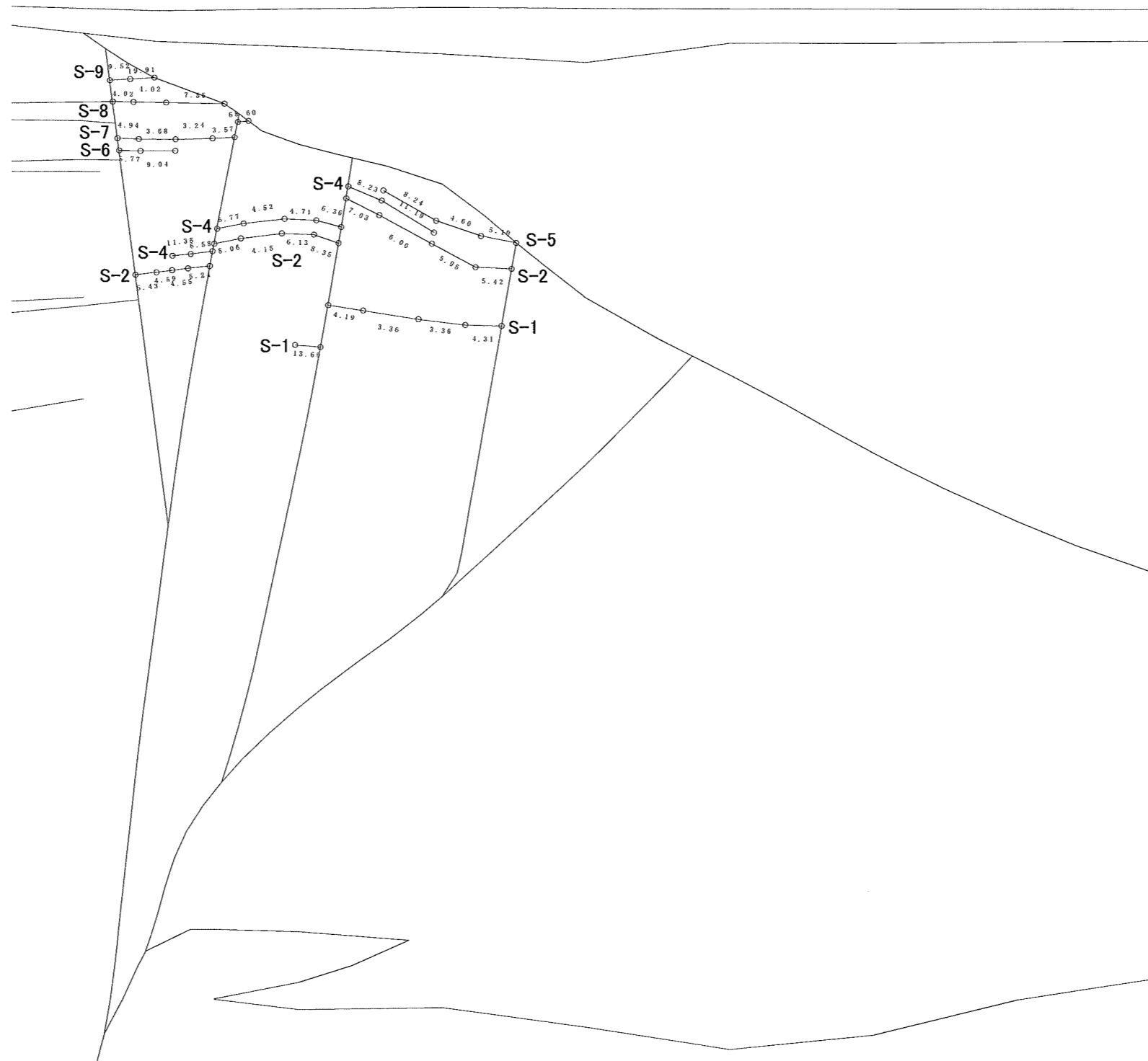
図-10(2) 要素ごとの安全率 (シーム 1/3)  
 (X-X' 断面, 動的FEM解析, S<sub>s</sub>-1波, t = 23.80秒)



\* : 引張応力が発生した要素  
 # : セン断強度に達した要素

図-10(3) 要素ごとの安全率 (シーム 2/3)

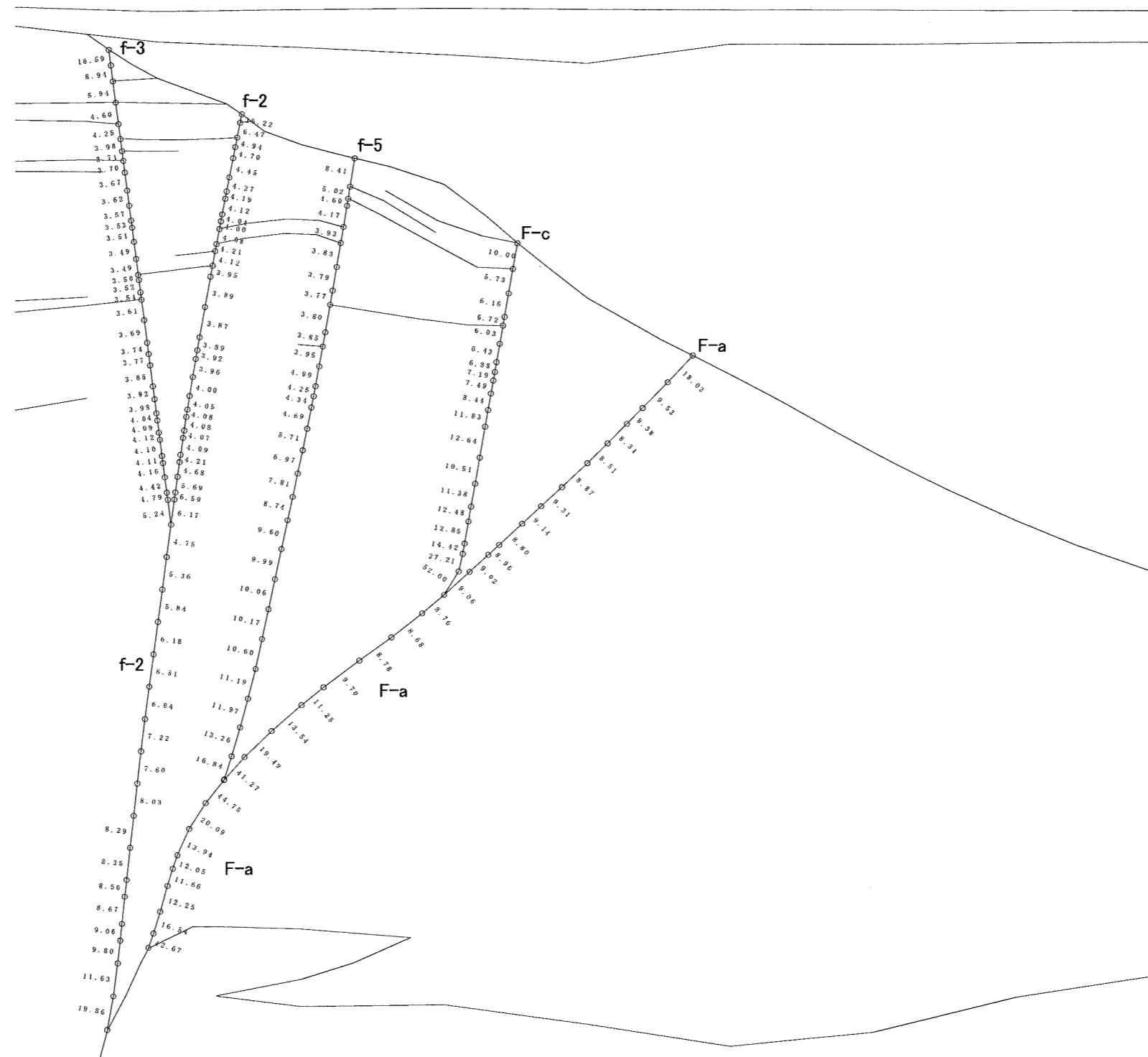
(X-X'断面, 動的FEM解析, S<sub>s</sub>-1波, t=23.80秒)



- \* : 引張応力が発生した要素
- # : せん断強度に達した要素

図-10(4) 要素ごとの安全率 (シーム 3/3)

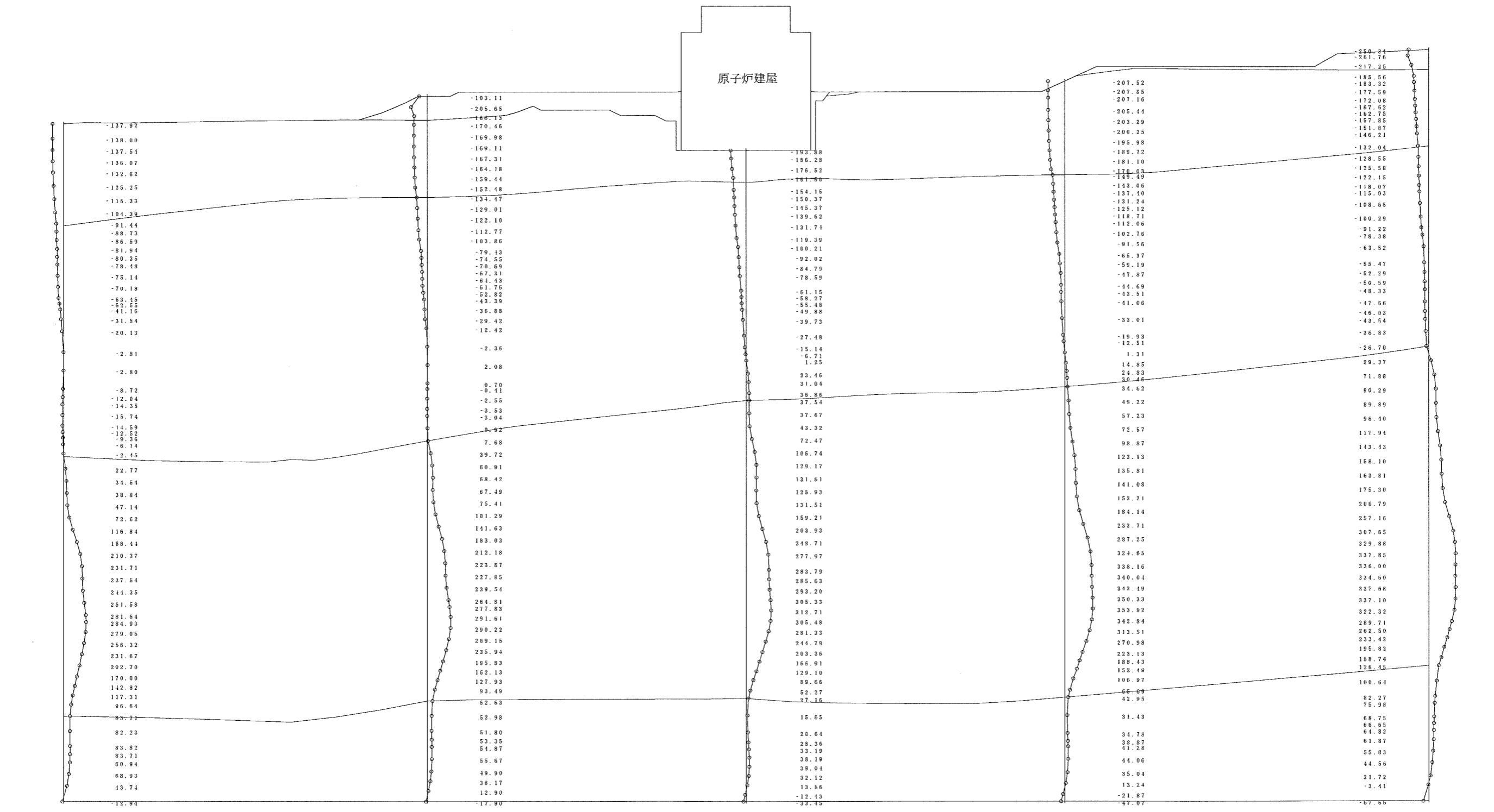
(X-X'断面, 動的FEM解析,  $S_s$ -1波,  $t = 23.80$ 秒)



0 10 20 30 40 50 (m)

\* : 引張応力が発生した要素  
 # : せん断強度に達した要素

図-10(5) 要素ごとの安全率 (断層)  
 (X-X'断面, 動的FEM解析,  $S_s$ -1波,  $t = 23.80$ 秒)



单位: gal

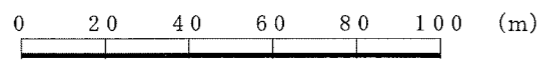
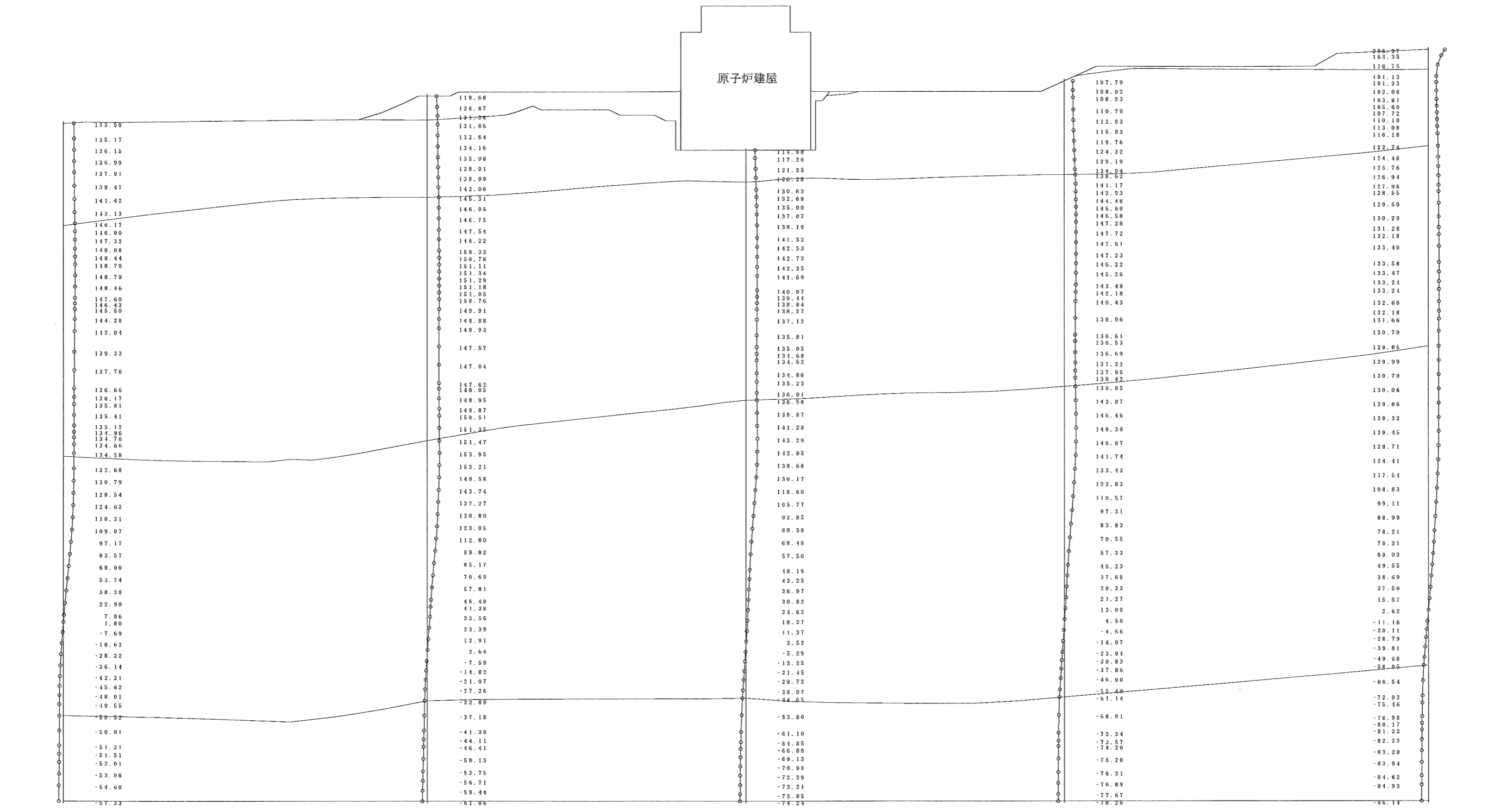


图-11 水平方向加速度分布图  
(Y-Y'断面, 動的FEM解析, S<sub>s</sub>-1波, t=16.69秒)



单位 : gal

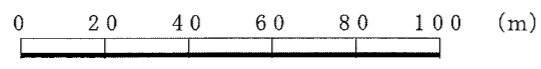
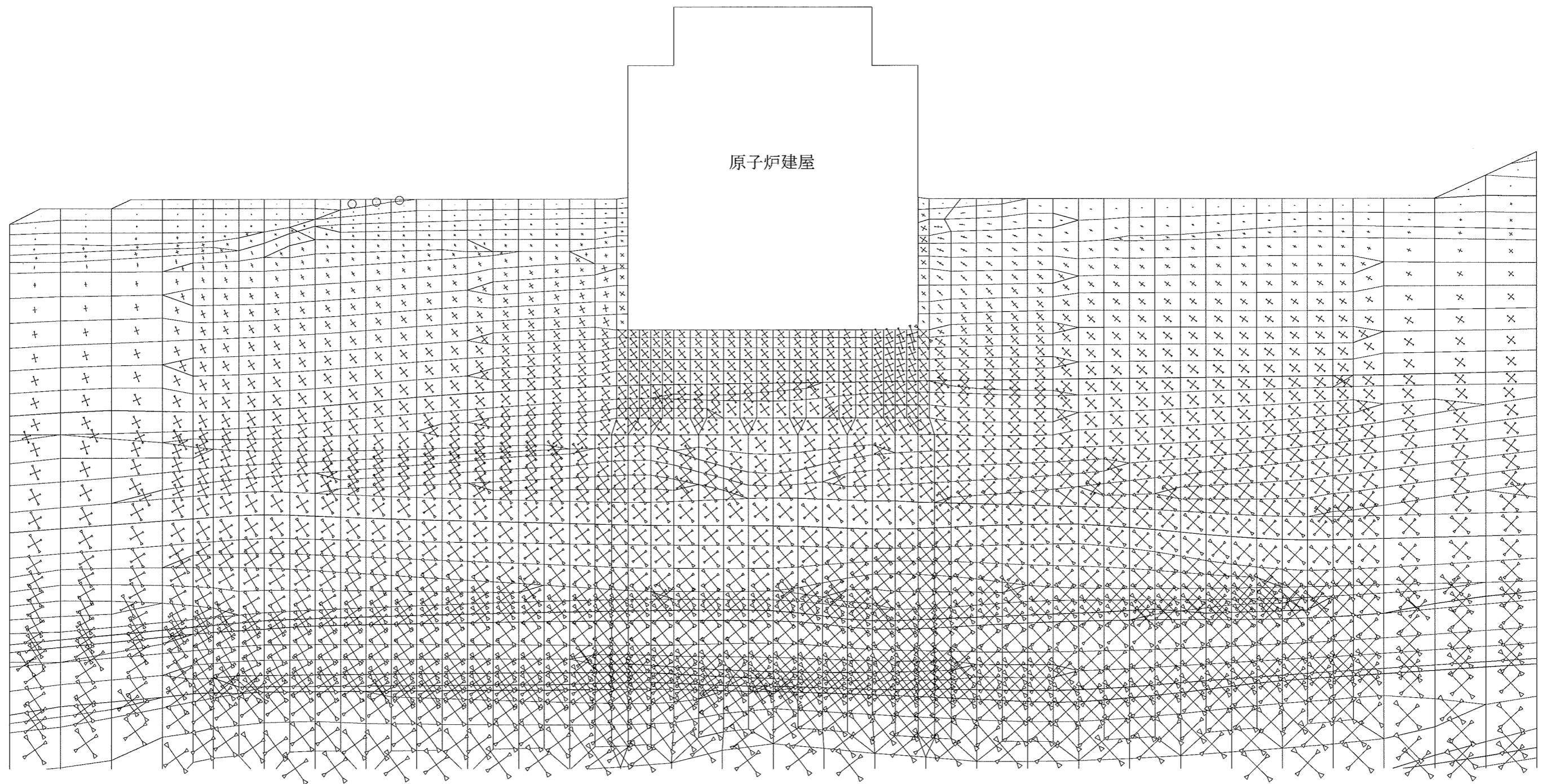


图-12 铅直方向加速度分布图  
(Y-Y' 断面, 动的 FEM 解析, S<sub>s</sub>-1 波, t = 16.69 秒)



原子炉建屋

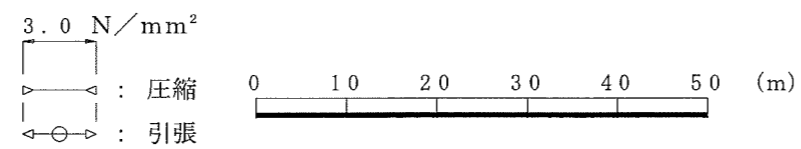
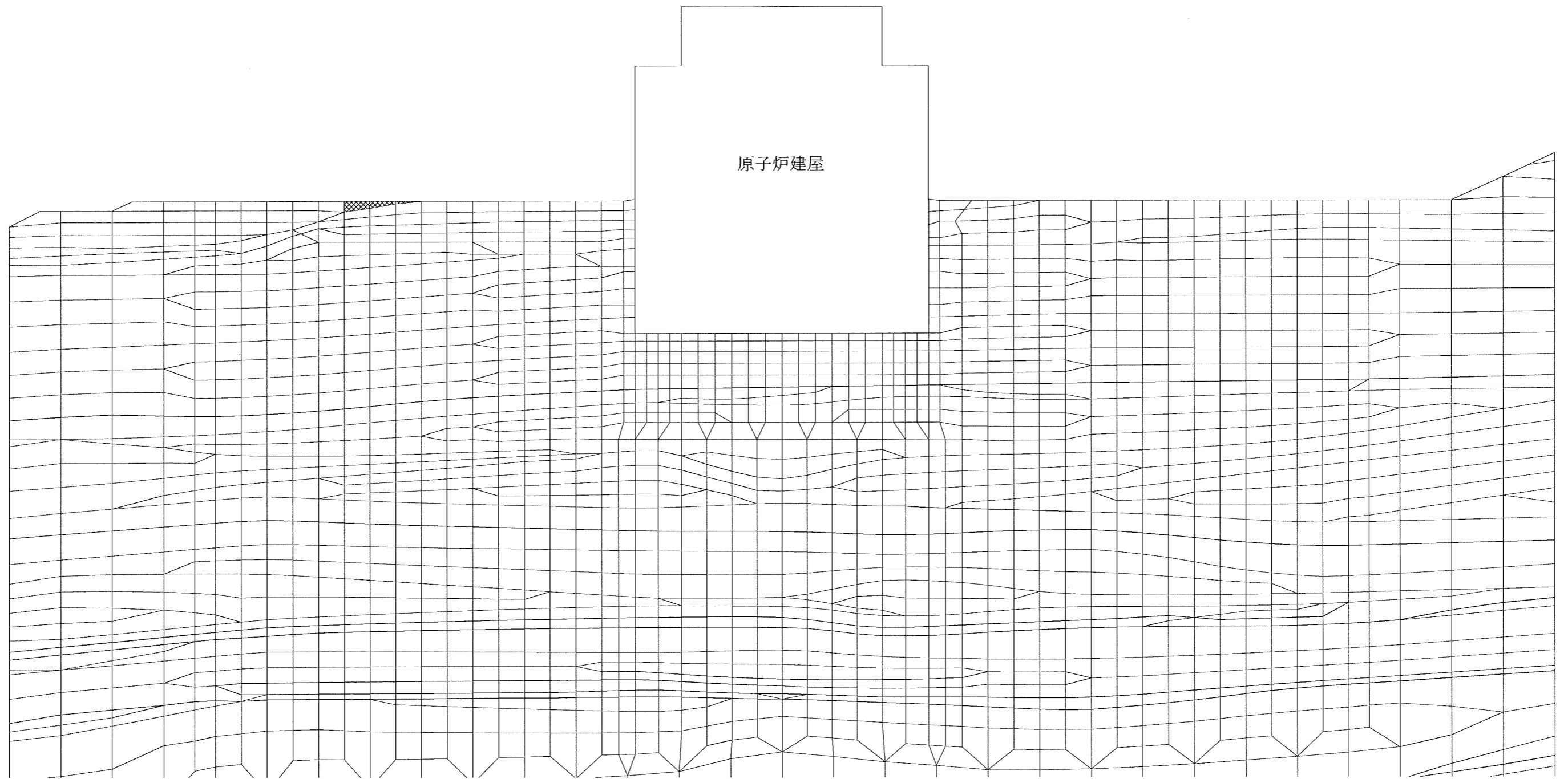


图-13 主応力图

(Y-Y'断面, 動的FEM解析, S<sub>s</sub>-1波, t=16.69秒)

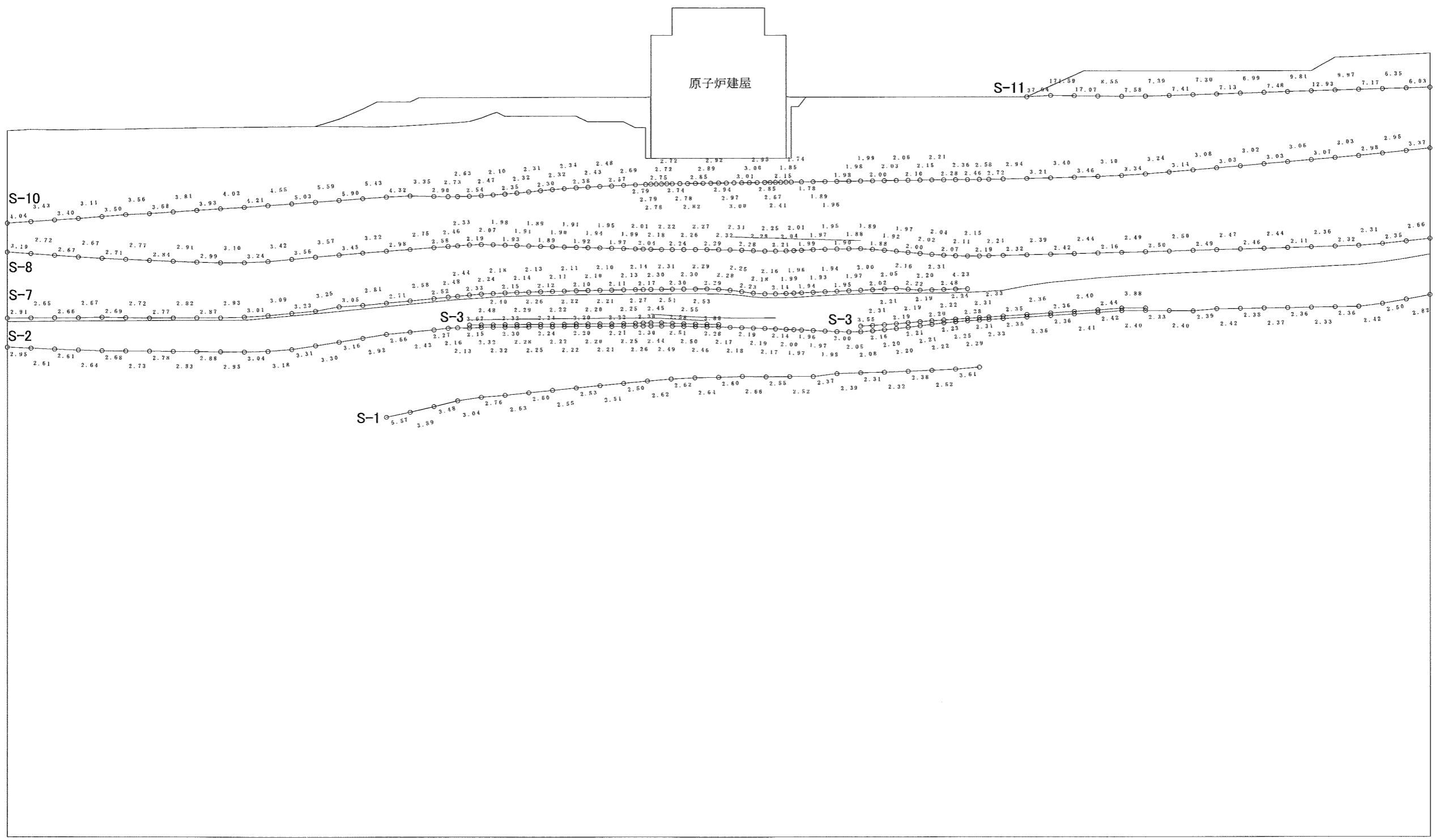


- : せん断強度に達した要素
- ▨ : 引張応力が発生した要素
- ▧ :  $1.00 \leq f_s < 1.50$
- ▩ :  $1.50 \leq f_s < 2.00$
- :  $2.00 \leq f_s$

0 10 20 30 40 50 (m)

図-14(1) 要素ごとの安全率 (基礎岩盤)

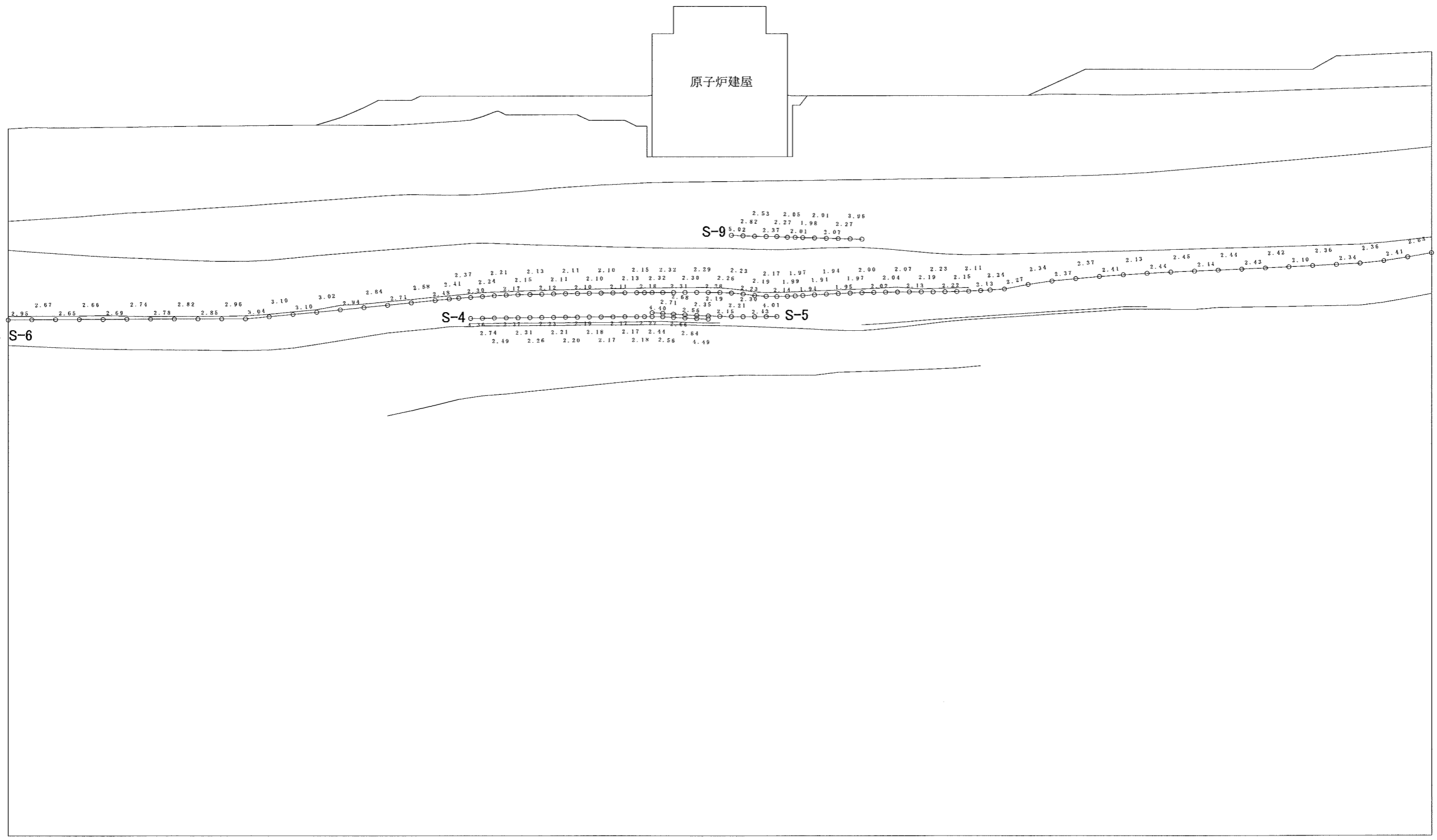
(Y-Y' 断面, 動的 FEM 解析,  $S_s$ -1 波,  $t = 16.69$  秒)



0 20 40 60 80 100 (m)

\* : 引張応力が発生した要素  
 # : せん断強度に達した要素

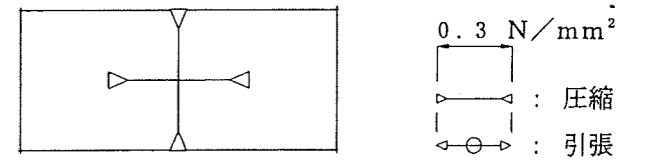
図-14(2) 要素ごとの安全率 (シーム 1/2)  
 (Y-Y' 断面, 動的FEM解析, S<sub>s</sub>-1波, t = 16.69秒)



\* : 引張応力が発生した要素  
 # : せん断強度に達した要素

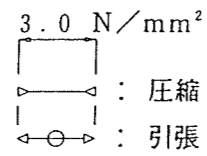
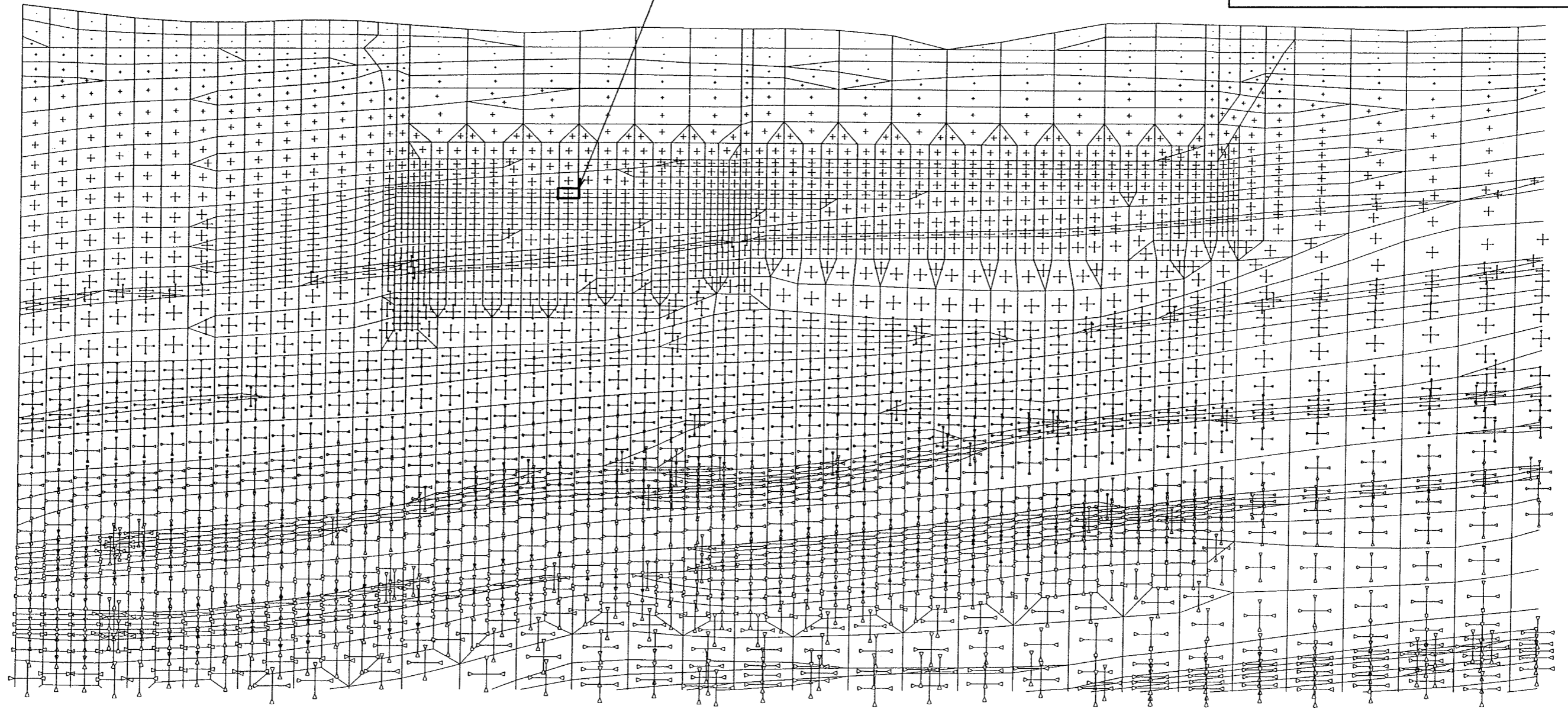
図-14(3) 要素ごとの安全率 (シーム 2/2)  
 (Y-Y' 断面, 動的FEM解析, S<sub>s</sub>-1波, t = 16.69秒)

原子炉建屋直下要素の主応力の拡大図



原子炉建屋直下要素の応力値 (単位: N/mm<sup>2</sup>)

$\sigma_x$	$\sigma_y$	$\tau_{xy}$	$\sigma_1$	$\sigma_3$
0.56	0.56	0.00	0.56	0.56

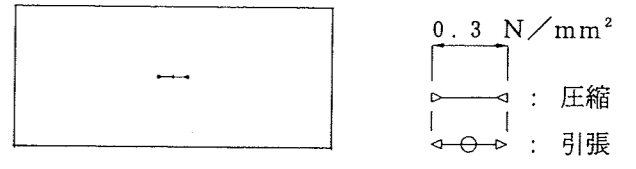


0 10 20 30 40 50 (m)

図-15 初期地山の主応力図

(X-X'断面, 静的FEM解析)

原子炉建屋直下要素の主応力の拡大図



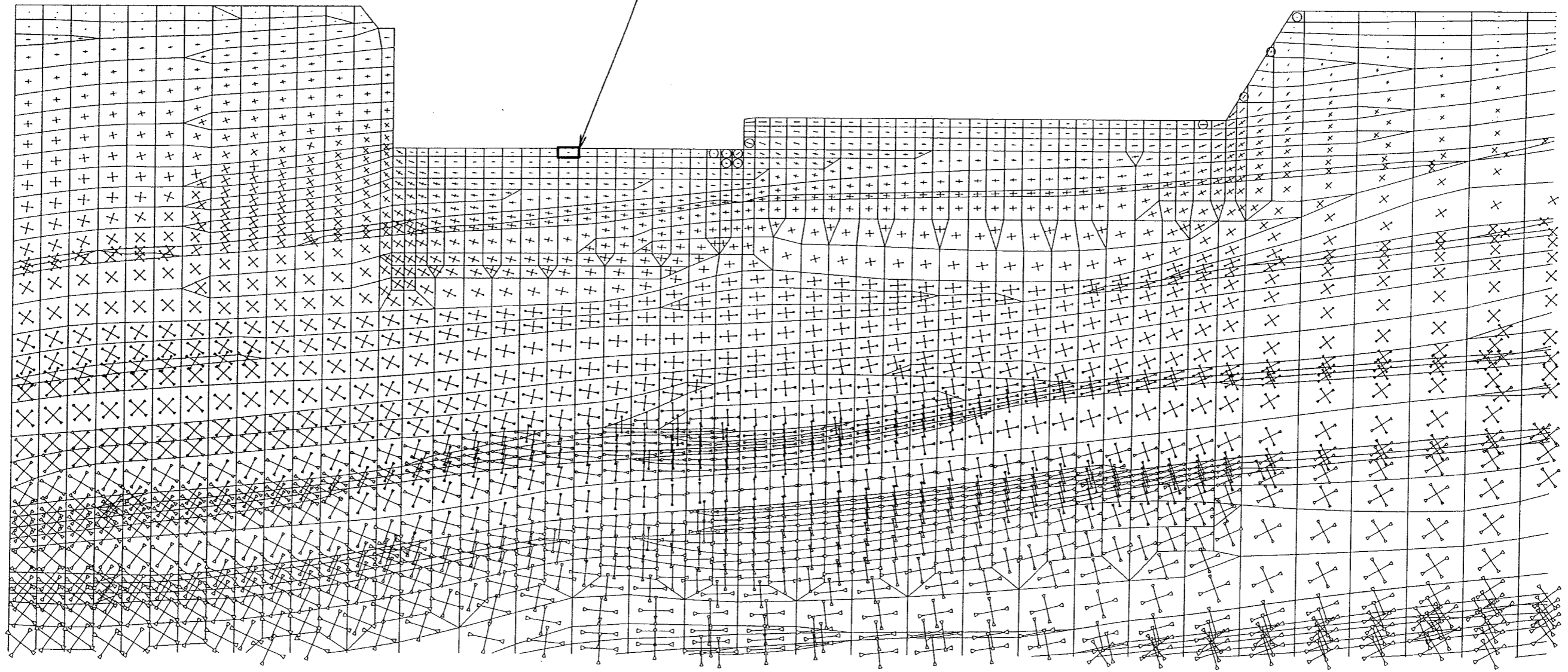
0.3 N/mm<sup>2</sup>

： 圧縮

： 引張

原子炉建屋直下要素の応力値 (単位: N/mm<sup>2</sup>)

$\sigma_x$	$\sigma_y$	$\tau_{xy}$	$\sigma_1$	$\sigma_3$
0.12	0.01	0.00	0.12	0.01



3.0 N/mm<sup>2</sup>

： 圧縮

： 引張

0 10 20 30 40 50 (m)

図-16 建屋基礎掘削後の主応力図  
(X-X'断面, 静的FEM解析)

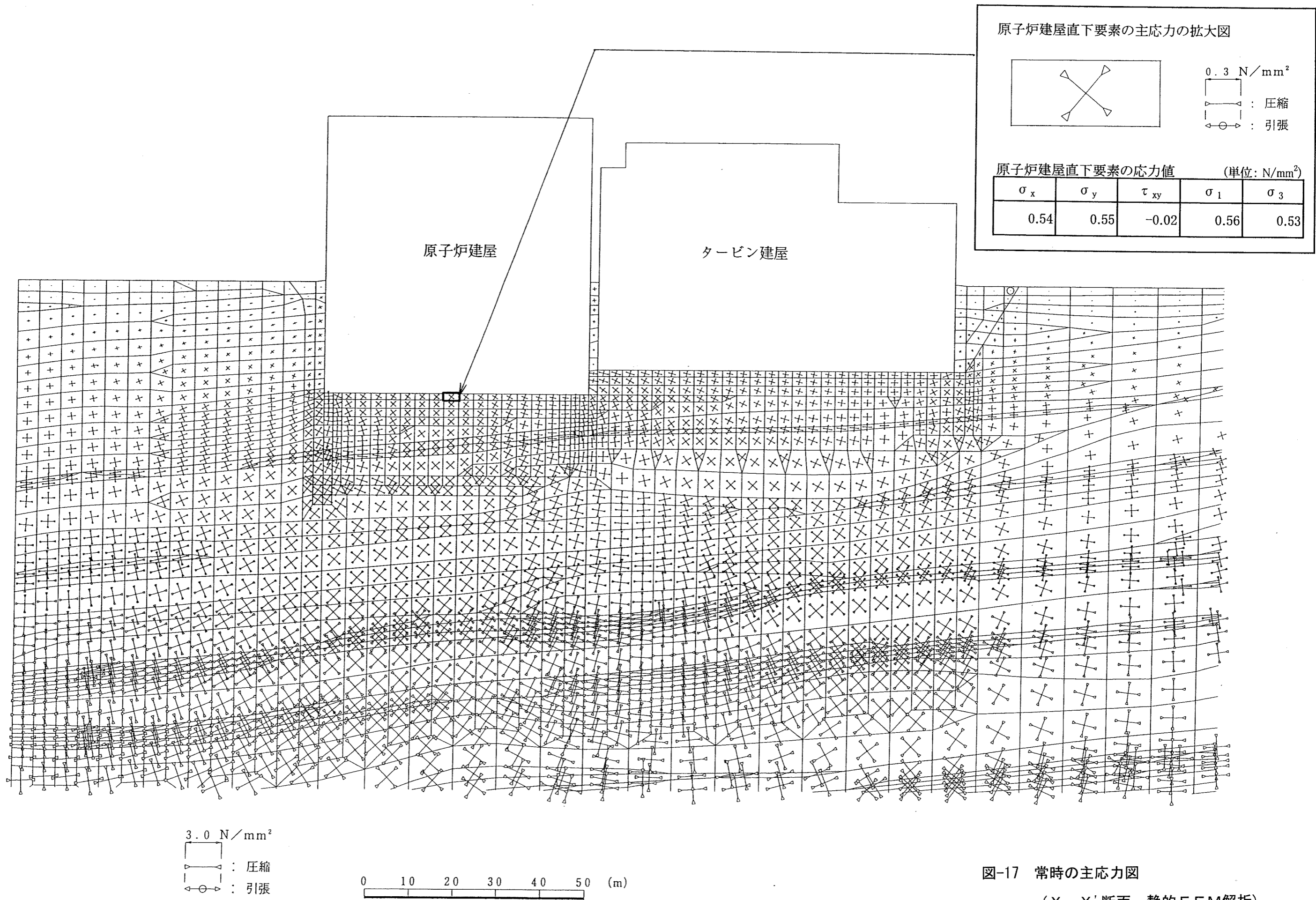


図-17 常時の主応力図  
(X-X'断面, 静的FEM解析)

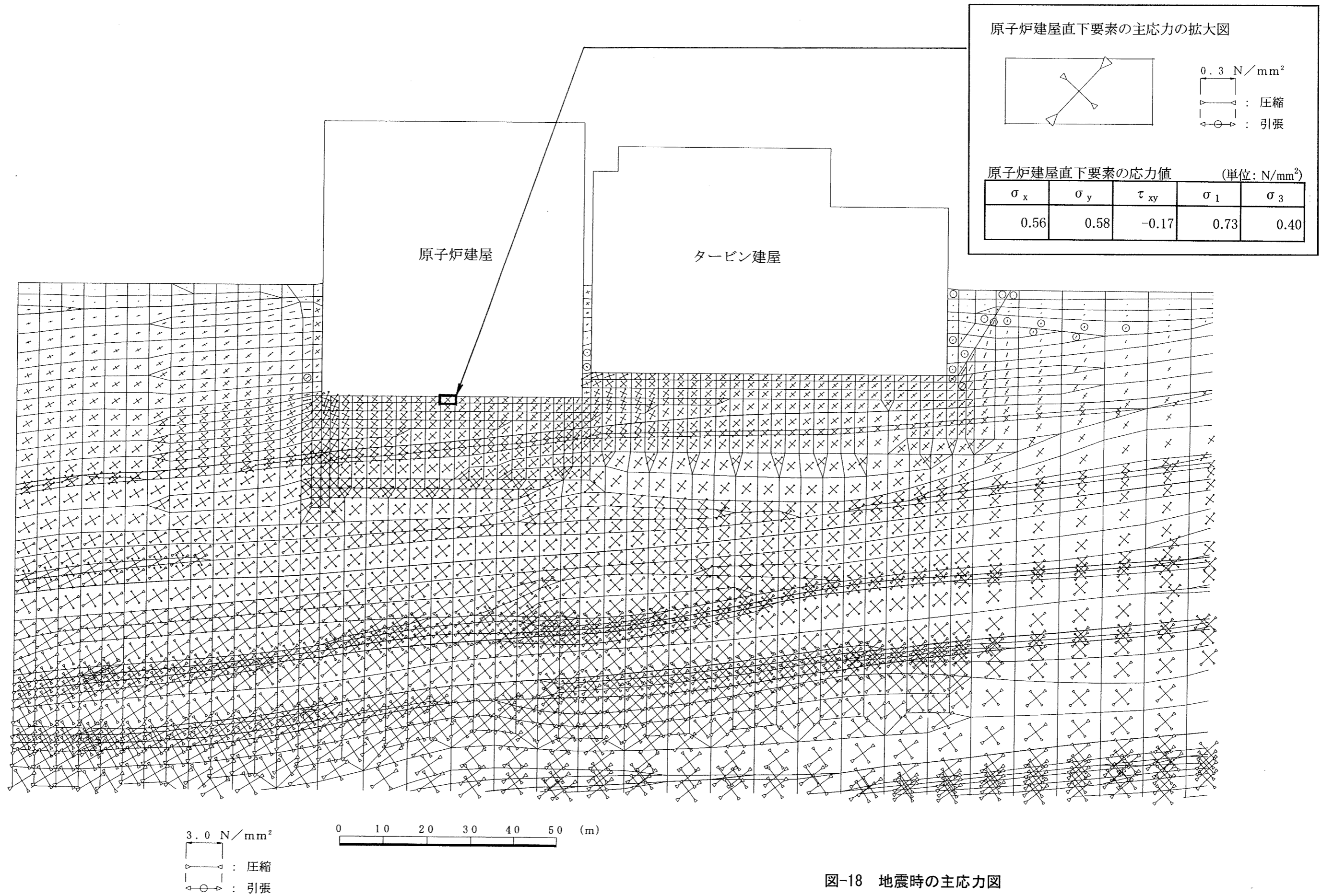


図-18 地震時の主応力図

(X-X'断面, 動的FEM解析, S<sub>s</sub>-1波, t=23.80秒)

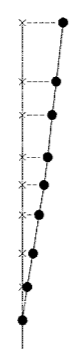
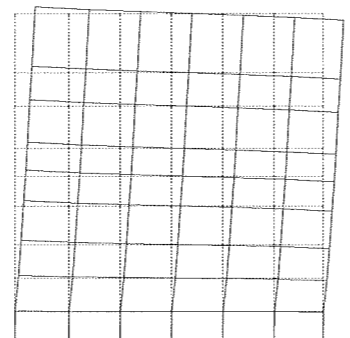
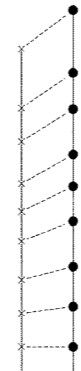
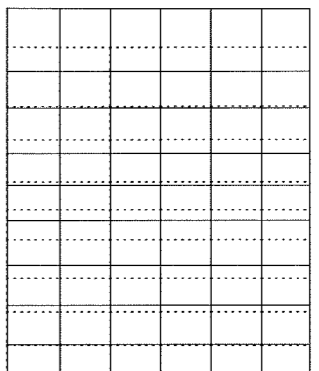
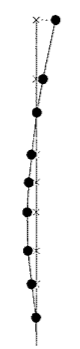
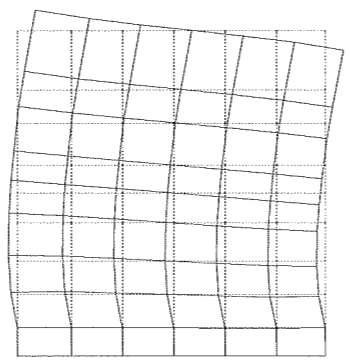
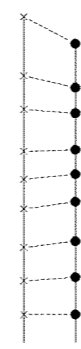
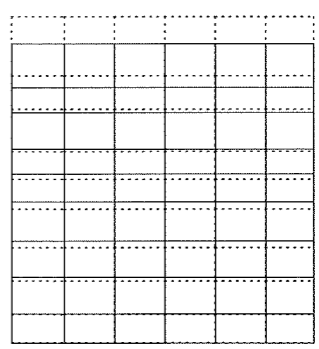

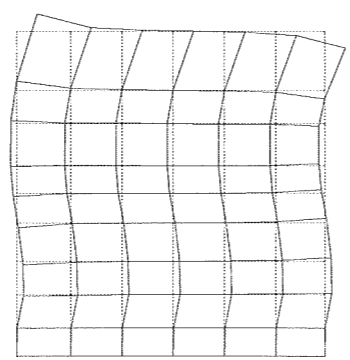
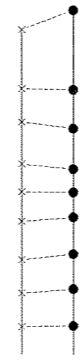
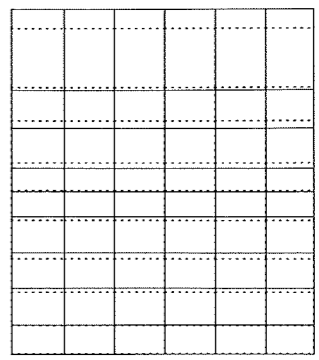
表-1(1) 建屋の多質点モデルとFEMモデルの固有周期（水平動）

			モード及び固有周期(sec)		
			1次	2次	3次
断面	建屋	モデル			
X-X'	原子炉 建屋	多質点	0.2400	0.1063	0.0565
		FEM	0.2400	0.1056	0.0541
	タービン 建屋	多質点	0.3033	0.1892	0.1197
		FEM	0.3033	0.1886	0.1140
Y-Y'	原子炉 建屋	多質点	0.2539	0.1149	0.0668
		FEM	0.2538	0.1116	0.0672

表-1(2) 建屋の多質点モデルとFEMモデルの固有周期（鉛直動）

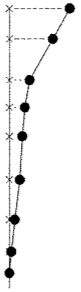
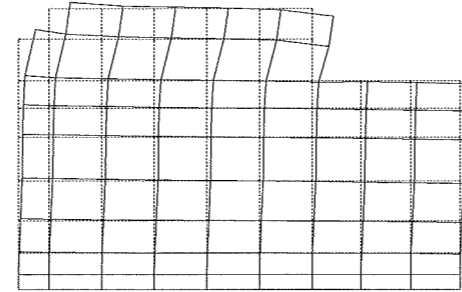
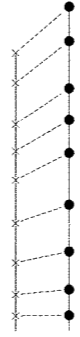
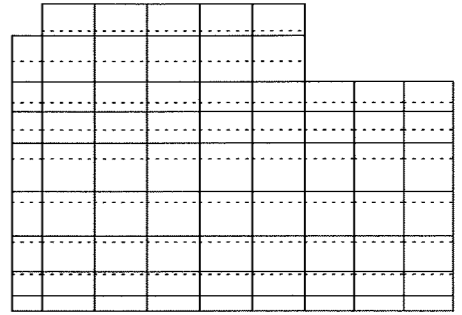

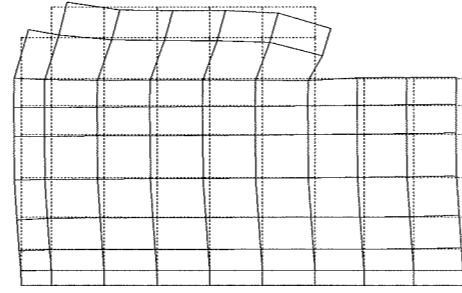
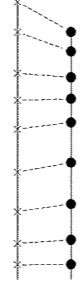
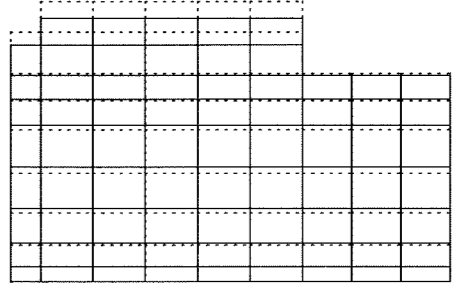

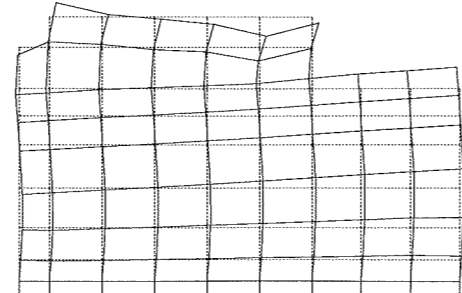
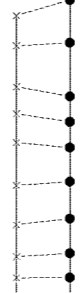
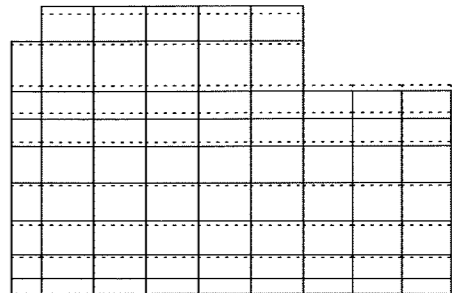
			モード及び固有周期(sec)		
			1次	2次	3次
断面	建屋	モデル			
X-X'	原子炉 建屋	多質点	0.0930	0.0376	0.0274
		FEM	0.0930	0.0384	0.0275
	タービン 建屋	多質点	0.0762	0.0375	0.0253
		FEM	0.0762	0.0372	0.0237
Y-Y'	原子炉 建屋	多質点	0.0930	0.0376	0.0274
		FEM	0.0930	0.0384	0.0275

表-2 原子炉建屋の多質点モデルとFEMモデルの固有モード (X-X' 断面)

モード	水 平 動		鉛 直 動	
	多質点モデル	FEMモデル	多質点モデル	FEMモデル
1 次	$T_1 = 0.2400 \text{ sec}$ $f_1 = 4.167 \text{ Hz}$ $\beta_1 = -1.580$ 	$T_1 = 0.2400 \text{ sec}$ $f_1 = 4.166 \text{ Hz}$ $\beta_1 = 1.575$ 	$T_1 = 0.0930 \text{ sec}$ $f_1 = 10.75 \text{ Hz}$ $\beta_1 = 1.502$ 	$T_1 = 0.0930 \text{ sec}$ $f_1 = 10.75 \text{ Hz}$ $\beta_1 = -1.523$ 
2 次	$T_2 = 0.1063 \text{ sec}$ $f_2 = 9.405 \text{ Hz}$ $\beta_2 = -0.760$ 	$T_2 = 0.1056 \text{ sec}$ $f_2 = 9.468 \text{ Hz}$ $\beta_2 = -0.846$ 	$T_2 = 0.0376 \text{ sec}$ $f_2 = 26.63 \text{ Hz}$ $\beta_2 = -1.050$ 	$T_2 = 0.0384 \text{ sec}$ $f_2 = 26.04 \text{ Hz}$ $\beta_2 = 1.047$ 
3 次	$T_3 = 0.0565 \text{ sec}$ $f_3 = 17.70 \text{ Hz}$ $\beta_3 = 0.604$ 	$T_3 = 0.0541 \text{ sec}$ $f_3 = 18.49 \text{ Hz}$ $\beta_3 = 0.537$ 	$T_3 = 0.0274 \text{ sec}$ $f_3 = 36.48 \text{ Hz}$ $\beta_3 = 0.756$ 	$T_3 = 0.0275 \text{ sec}$ $f_3 = 36.43 \text{ Hz}$ $\beta_3 = 0.761$ 

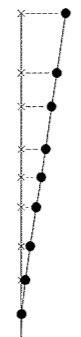
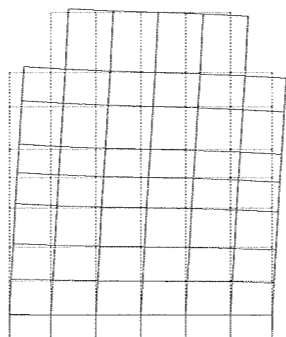
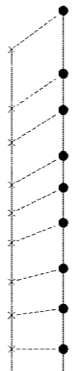
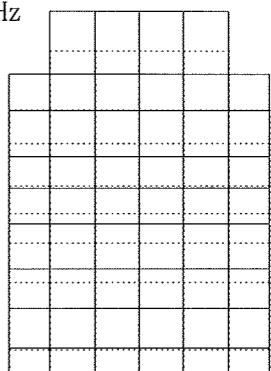
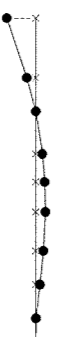
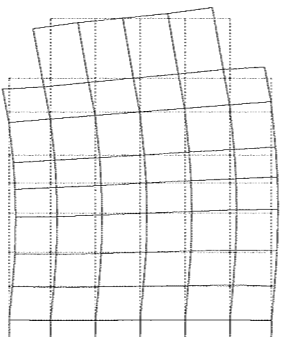
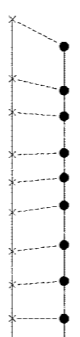
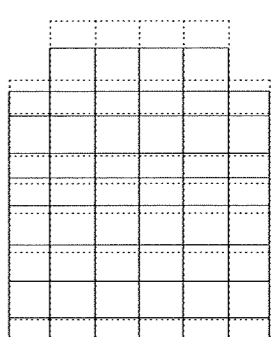

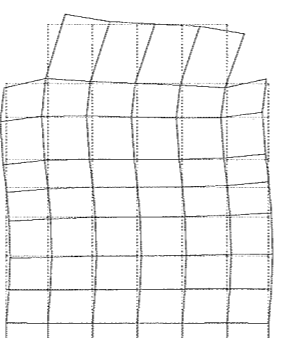
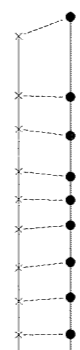
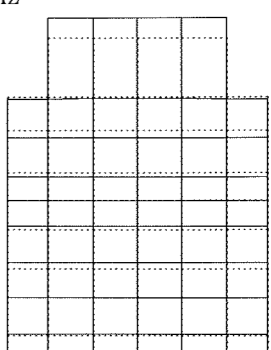
$T_i$  : 固有周期 (sec)  
 $f_i$  : 固有振動数 (Hz)  
 $\beta_i$  : 刺激係数

表-3 タービン建屋の多質点モデルとFEMモデルの固有モード（X-X' 断面）

モード	水 平 動		鉛 直 動	
	多質点モデル	FEMモデル	多質点モデル	FEMモデル
1 次	$T_1 = 0.3033 \text{ sec}$ $f_1 = 3.297 \text{ Hz}$ $\beta_1 = 2.243$ 	$T_1 = 0.3033 \text{ sec}$ $f_1 = 3.297 \text{ Hz}$ $\beta_1 = 2.145$ 	$T_1 = 0.0762 \text{ sec}$ $f_1 = 13.12 \text{ Hz}$ $\beta_1 = -1.728$ 	$T_1 = 0.0762 \text{ sec}$ $f_1 = 13.12 \text{ Hz}$ $\beta_1 = 1.688$ 
2 次	$T_2 = 0.1892 \text{ sec}$ $f_2 = 5.286 \text{ Hz}$ $\beta_2 = -1.532$ 	$T_2 = 0.1886 \text{ sec}$ $f_2 = 5.303 \text{ Hz}$ $\beta_2 = -1.836$ 	$T_2 = 0.0375 \text{ sec}$ $f_2 = 26.68 \text{ Hz}$ $\beta_2 = 1.133$ 	$T_2 = 0.0372 \text{ sec}$ $f_2 = 26.91 \text{ Hz}$ $\beta_2 = -1.028$ 
3 次	$T_3 = 0.1197 \text{ sec}$ $f_3 = 8.356 \text{ Hz}$ $\beta_3 = 0.261$ 	$T_3 = 0.1140 \text{ sec}$ $f_3 = 8.770 \text{ Hz}$ $\beta_3 = 0.519$ 	$T_3 = 0.0253 \text{ sec}$ $f_3 = 39.61 \text{ Hz}$ $\beta_3 = 0.586$ 	$T_3 = 0.0237 \text{ sec}$ $f_3 = 42.25 \text{ Hz}$ $\beta_3 = -0.488$ 

$T_i$  : 固有周期 (sec)  
 $f_i$  : 固有振動数 (Hz)  
 $\beta_i$  : 刺激係数

表-4 原子炉建屋の多質点モデルとFEMモデルの固有モード（Y-Y' 断面）

モード	水 平 動		鉛 直 動	
	多質点モデル	FEMモデル	多質点モデル	FEMモデル
1 次	$T_1 = 0.2539 \text{ sec}$ $f_1 = 3.939 \text{ Hz}$ $\beta_1 = -1.713$ 	$T_1 = 0.2538 \text{ sec}$ $f_1 = 3.940 \text{ Hz}$ $\beta_1 = 1.700$ 	$T_1 = 0.0930 \text{ sec}$ $f_1 = 10.75 \text{ Hz}$ $\beta_1 = 1.502$ 	$T_1 = 0.0930 \text{ sec}$ $f_1 = 10.75 \text{ Hz}$ $\beta_1 = -1.524$ 
2 次	$T_2 = 0.1149 \text{ sec}$ $f_2 = 8.701 \text{ Hz}$ $\beta_2 = -1.108$ 	$T_2 = 0.1116 \text{ sec}$ $f_2 = 8.962 \text{ Hz}$ $\beta_2 = 1.107$ 	$T_2 = 0.0376 \text{ sec}$ $f_2 = 26.63 \text{ Hz}$ $\beta_2 = -1.050$ 	$T_2 = 0.0384 \text{ sec}$ $f_2 = 26.03 \text{ Hz}$ $\beta_2 = 1.047$ 
3 次	$T_3 = 0.0668 \text{ sec}$ $f_3 = 14.98 \text{ Hz}$ $\beta_3 = -0.501$ 	$T_3 = 0.0672 \text{ sec}$ $f_3 = 14.89 \text{ Hz}$ $\beta_3 = 0.685$ 	$T_3 = 0.0274 \text{ sec}$ $f_3 = 36.48 \text{ Hz}$ $\beta_3 = 0.756$ 	$T_3 = 0.0275 \text{ sec}$ $f_3 = 36.42 \text{ Hz}$ $\beta_3 = 0.761$ 

$T_i$  : 固有周期 (sec)  
 $f_i$  : 固有振動数 (Hz)  
 $\beta_i$  : 刺激係数 sec