

7. 解析

本章では、今年度実施した Case27～31 の振動台実験および2タイプ（軟岩・硬岩）の実規模斜面について、逐次非線形動的解析法と等価線形解析法を用いた2次元FEM地盤応答解析を実施した。その結果得られる加速度履歴および応力履歴を反映して以下の4種類の手法を用いて斜面の安定計算を実施し、安全率が1を下回るケースについてはNewmark法により変位量の算定を大なった。

地盤応答解析

- (1) 逐次非線形動的解析
- (2) 等価線形解析

安定解析手法

- ① 加速度履歴を用いた円弧すべりによる安定計算
- ② 応力履歴を用いた円弧すべりによる安定計算
- ③ 加速度履歴を用いた非円弧すべりによる安定計算
- ④ 応力履歴を用いた非円弧すべりによる安定計算

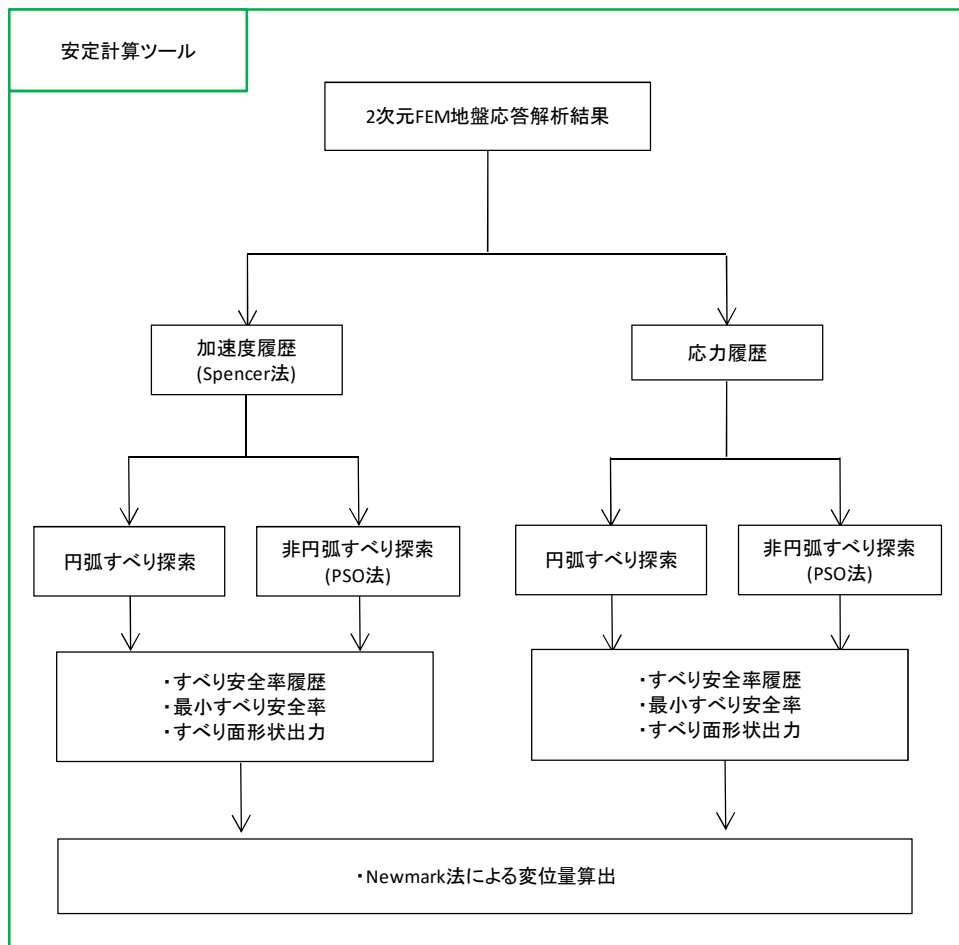


図 7.1 本章で実施した再現解析手法

7.1

7.2 FEM 解析による斜面の応答評価

7.2.1 解析条件

(1) 地盤物性

本節では逐次非線形解析と等価線形解析結果を示す。ここで、逐次非線形解析では地盤の非線形性に GHE-S モデルを用いる。等価線形解析では、逐次非線形解析で実施した GHE-S モデルのパラメータ設定から得られる G-γ、h-γ 関係を用いて解析を実施する。

① 振動台実験の再現解析に用いた地盤物性

Case27～Case31 では材料 ABDE を用いているが、これらは破壊に至る時点でのひずみが異なっていることが特徴である。地盤の動的解析を実施する場合、一般的には繰り返し三軸試験等から得られる G-γ 関係にフィッティングするようにパラメータを設定するが、ここでは通常の三軸試験結果から得られる τ-γ 関係にフィッティングするように設定を行う。ただし、3 軸試験の場合、直接的に τ-γ 関係を得られないため、図 7.1 に示すように破壊時のせん断面に作用するせん断応力と最大船団ひずみ (ε₁-ε₃) で整理することとした。表 7.2.1、表 7.2.2 に設定したパラメータを、図 7.2.2 および図 7.2.3 に 3 軸試験結果との比較を示す。

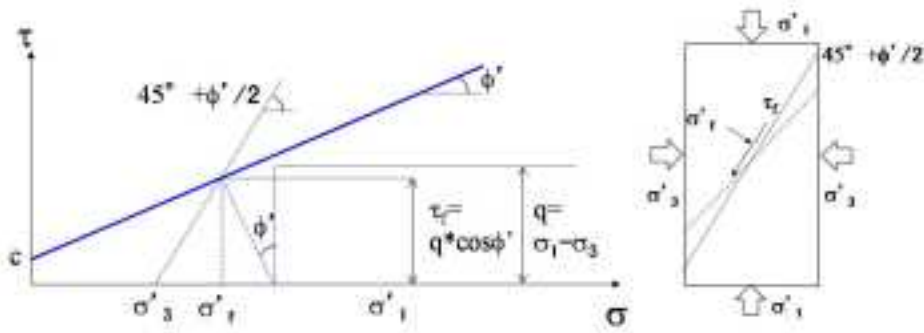


図 7.2.1 パラメータ設定で考慮したせん断力を算定する面

表 7.2.1 設定したパラメータ (その 1)

材料	Y (kN/m ³)	基準拘束圧 (kPa)	G _{max}	h _{max}	v _d	τ _f (kPa)	γ _r
A	18.6	10	60978	0.20	0.333	20.00	0.000327990
B	18.6	10	101950	0.30	0.333	24.41	0.000264835
D	16.5	200	663536	0.15	0.333	470.00	0.000708326
E	19.6	400	617929	0.15	0.333	578.00	0.000935383
表層	29.4	(弾性体)	31258	—	0.333	—	—
基盤層	18.5	(弾性体)	1253530	—	0.333	—	—

表 7.2.2 設定したパラメータ (その2)

材料	C1(0)	C2(0)	C1(∞)	C2(∞)	C1(1)	C2(1)	α	β
A(Case)	1	0.450	0.180	1	0.250	0.455	0.2327	15.45
B	1	0.400	0.150	1	0.300	0.460	0.3812	3.88
D	1	0.450	0.200	1	0.500	0.460	0.7229	10.61
E	1	0.450	0.220	1	0.250	0.460	0.1437	10.61

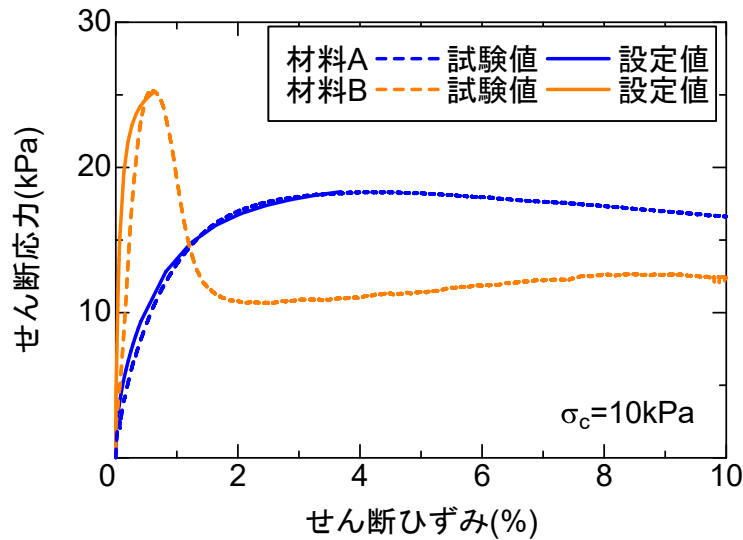


図 7.2.2 材料 A および B の三軸試験結果と設定値の比較

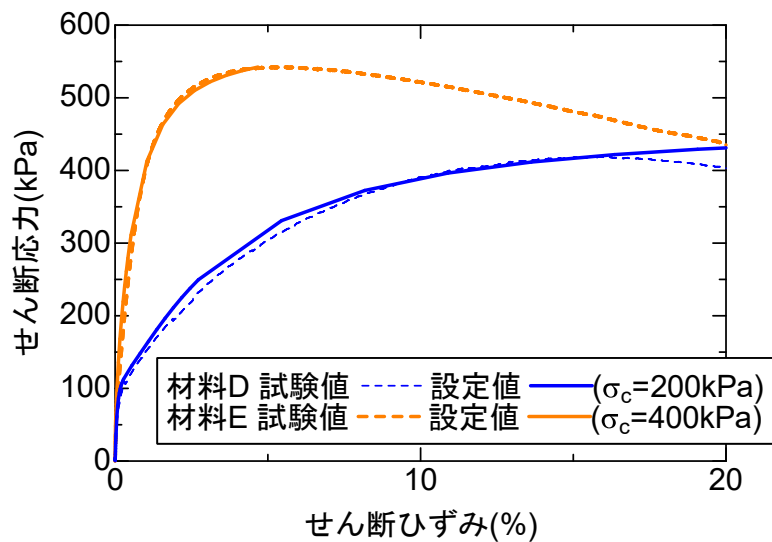


図 7.2.3 材料 D および E の三軸試験結果と設定値の比較

- ② 実規模斜面 (軟岩、硬岩) のパラメータ
 実規模斜面 (軟岩、硬岩) のパラメータについては、各ケースの解析条件の節で述べる。

(2) 逐次非線形解析

① Case27

- 境界条件：底面 固定
 基盤層側面 鉛直ローラー
- 継続時間：27.0sec ($\Delta T=0.002$)

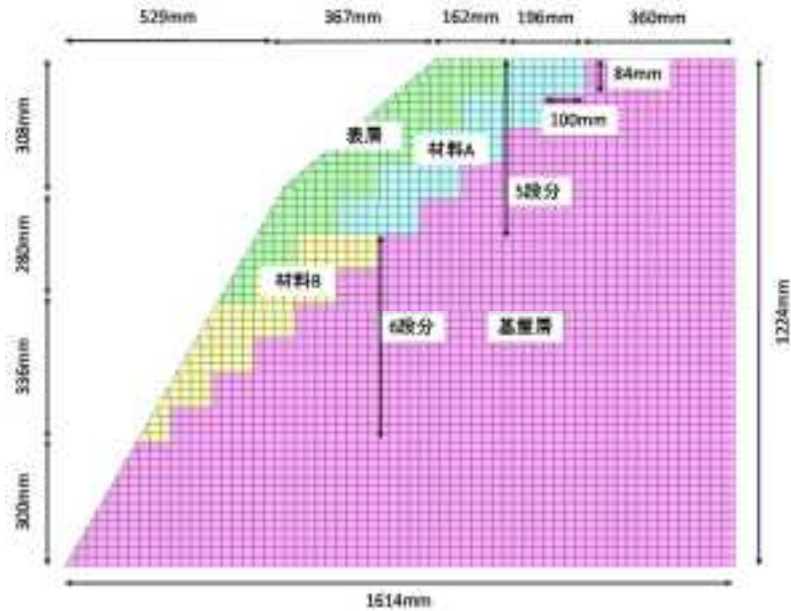
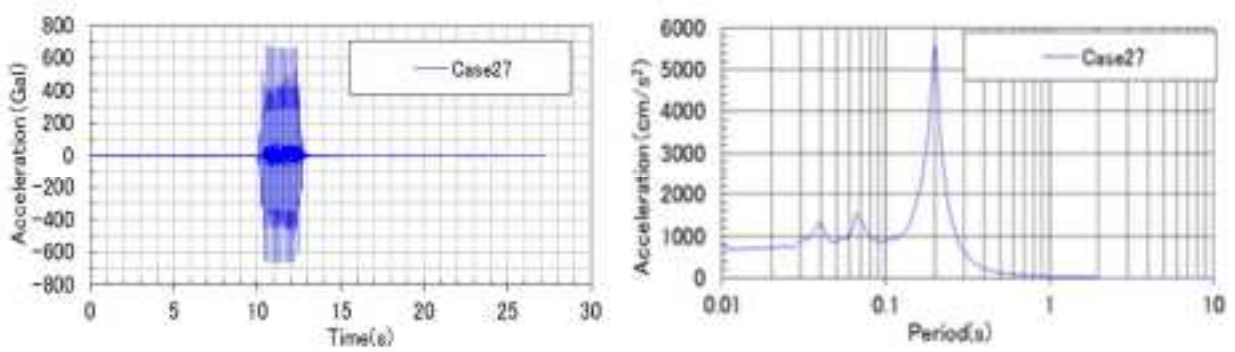


図 7.2.4 小型振動台 (Case27) モデル図

・水平方向



・鉛直方向

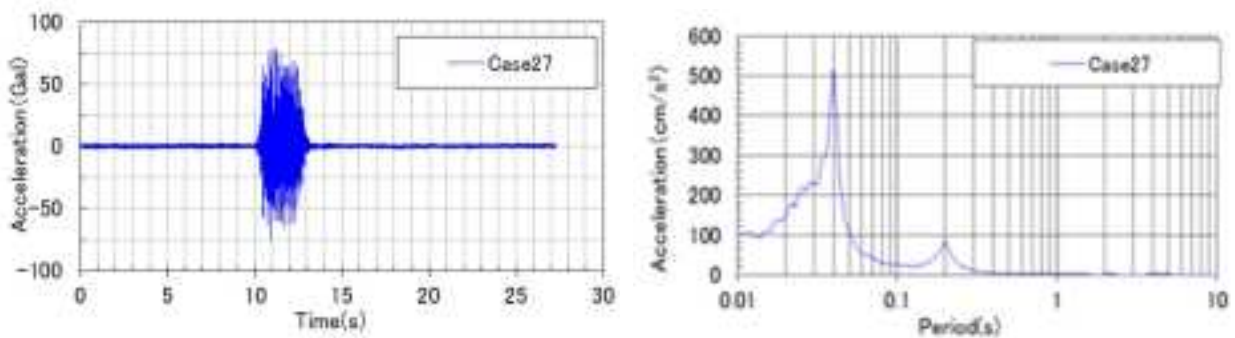


図 7.2.5 小型振動台 (Case27) 入力波形図及び加速度応答スペクトル (h=5%)

② Case28

- 境界条件：底面 固定
基盤層側面 鉛直ローラー
- 継続時間：27.0sec ($\Delta T=0.002$)

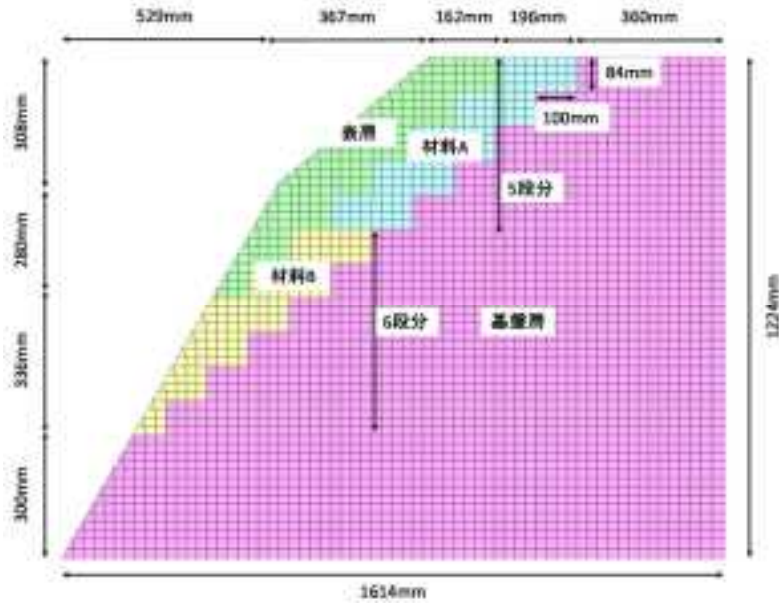
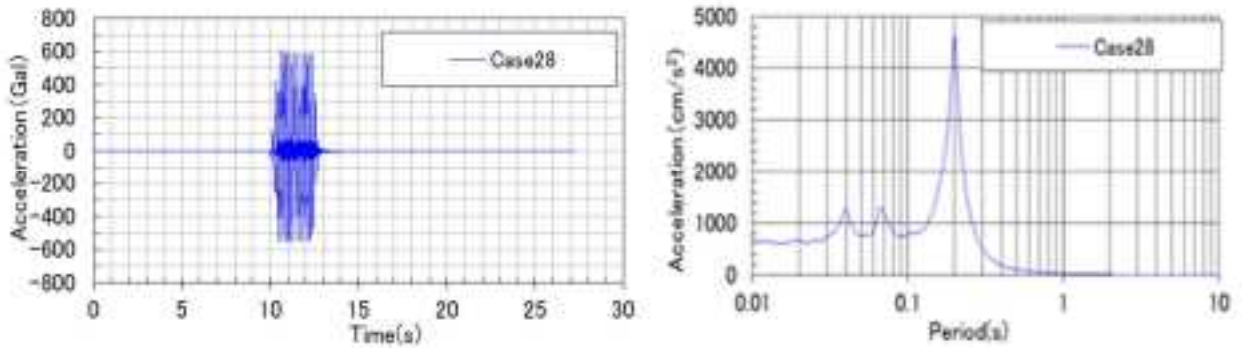


図 7.2.6 小型振動台 (Case28) モデル図

- 水平方向



- 鉛直方向

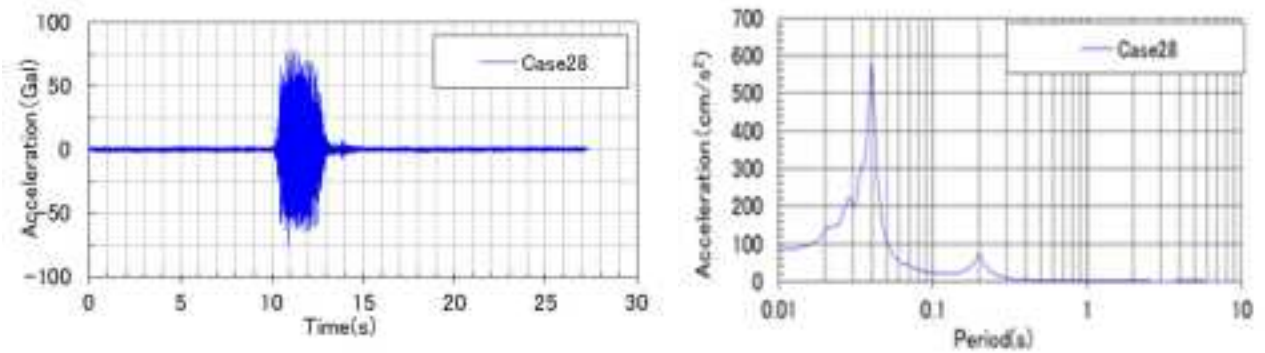


図 7.2.7 小型振動台 (Case28) 入力波形図及び加速度応答スペクトル (h=5%)

③ Case29

- 境界条件：底面 固定
基盤層側面 鉛直ローラー
- 継続時間：25.00sec ($\Delta T=0.002$)

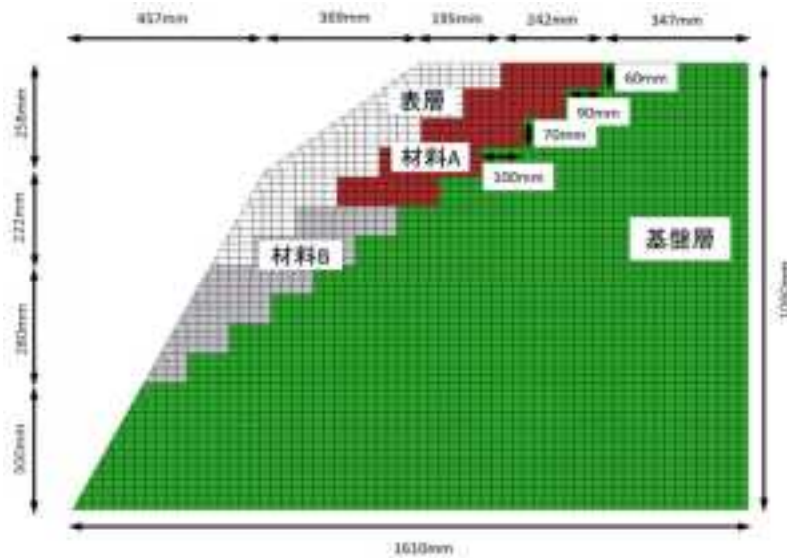
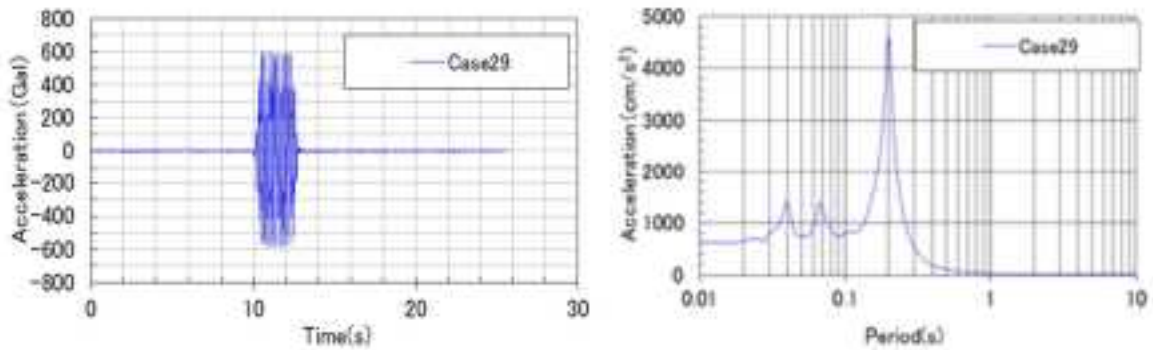


図 7.2.8 小型振動台 (Case29) モデル図

- 水平方向



- 鉛直方向

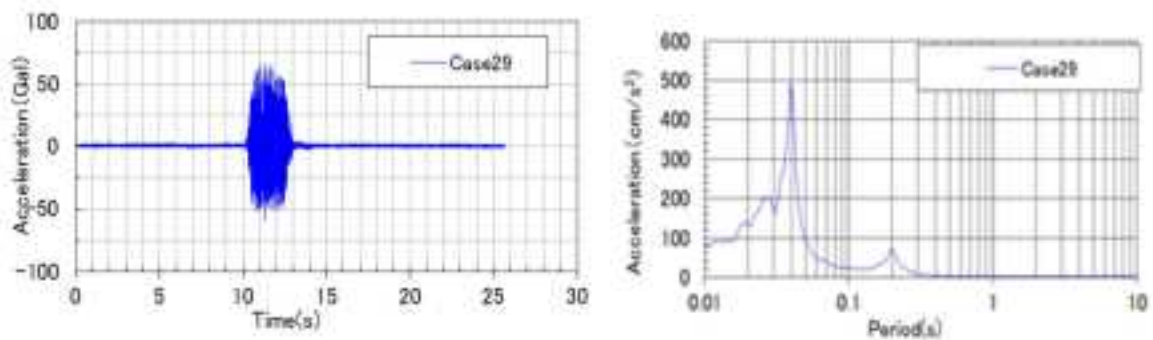


図 7.2.9 小型振動台 (Case29) 入力波形図及び加速度応答スペクトル (h=5%)

④ Case30

- 境界条件：底面 固定
基盤層側面 鉛直ローラー
- 継続時間：50.00sec ($\Delta T=0.025$)

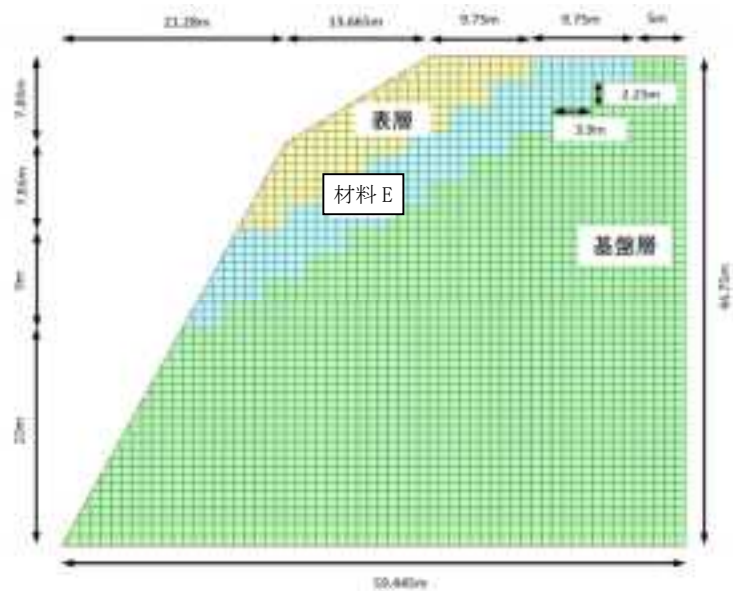
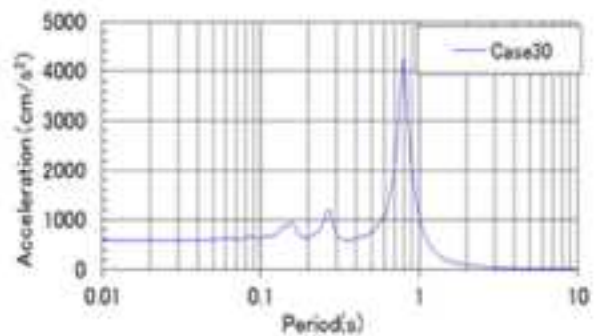
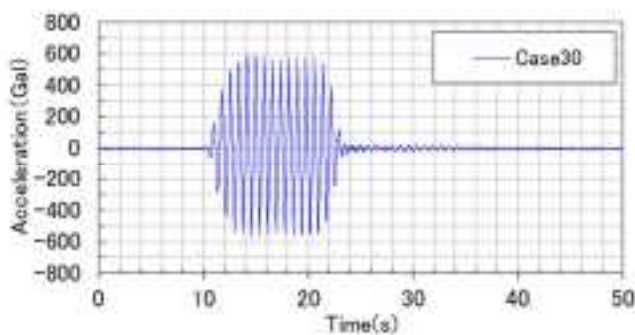


図 7.2.10 遠心模型斜面 (Case30) モデル図

- 水平方向



- 鉛直方向

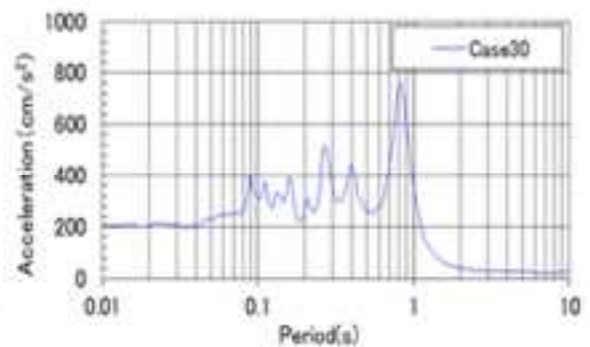
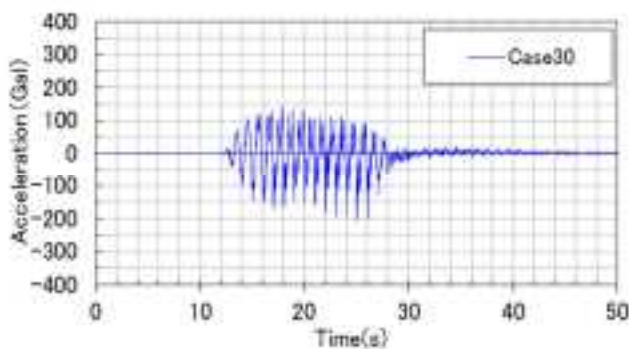


図 7.2.11 遠心模型斜面 (Case30) 入力波形図及び加速度応答スペクトル (h=5%)

⑤ Case31

- 境界条件：底面 固定
基盤層側面 鉛直ローラー
- 継続時間：50.00sec ($\Delta T=0.025$)

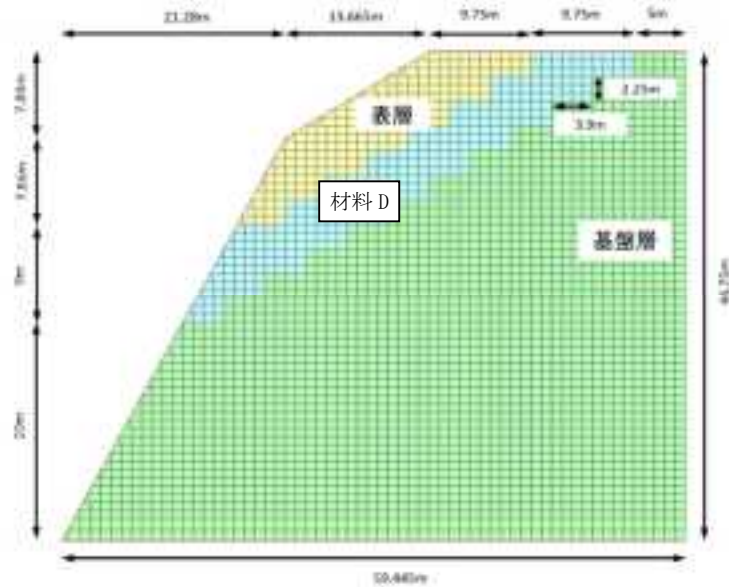
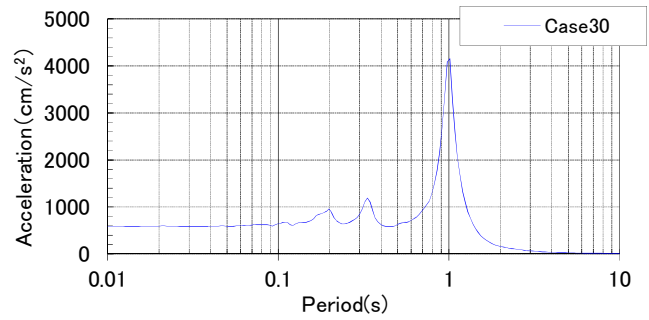
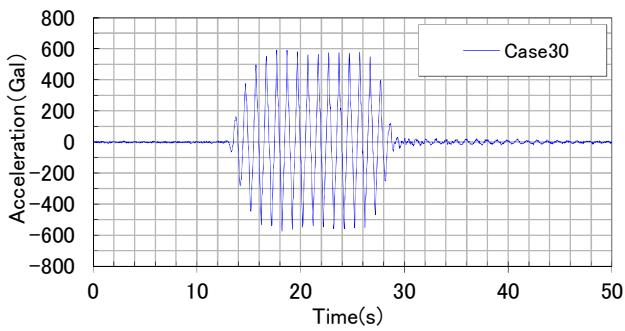


図 7.2.12 遠心模型斜面 (Case31) モデル図

- 水平方向



- 鉛直方向

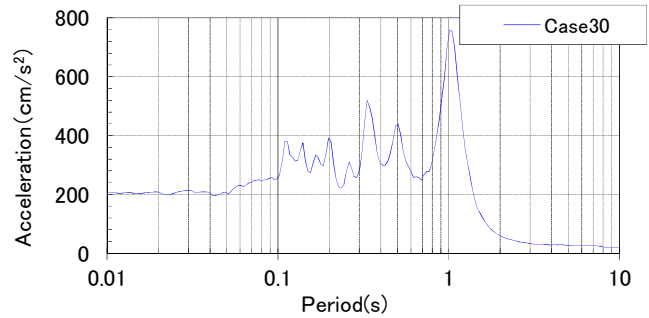
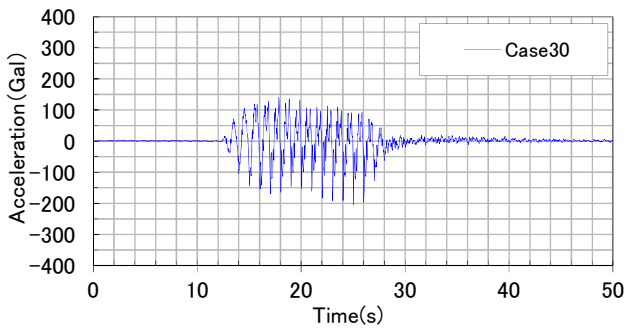


図 7.2.13 小型振動台 (Case31) 入力波形図及び加速度応答スペクトル (h=5%)

⑥ 軟岩斜面

- 境界条件：底面 固定
基盤層側面 水平ローラー
- 継続時間：26.30sec ($\Delta T=0.002$)

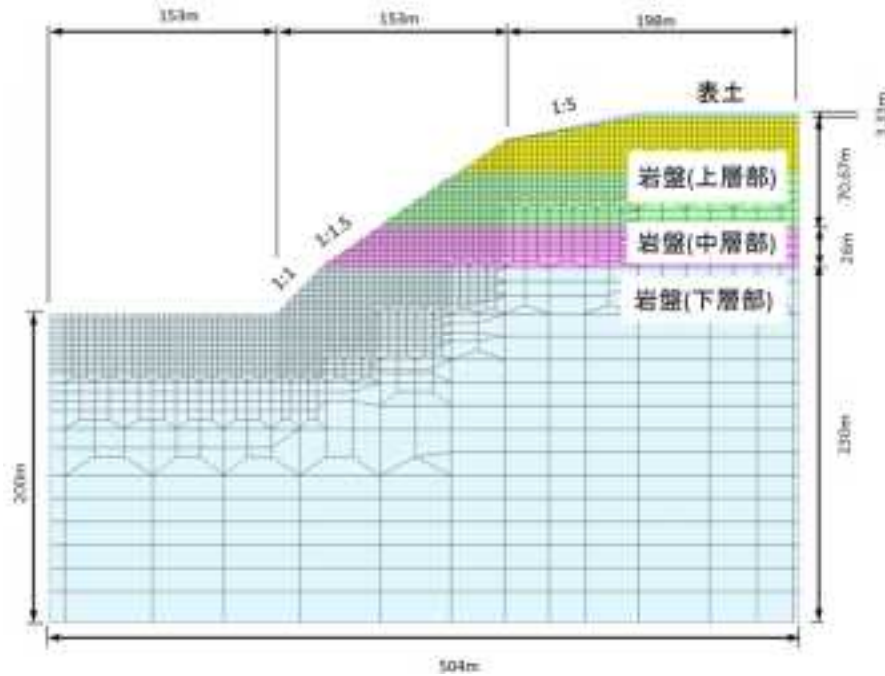
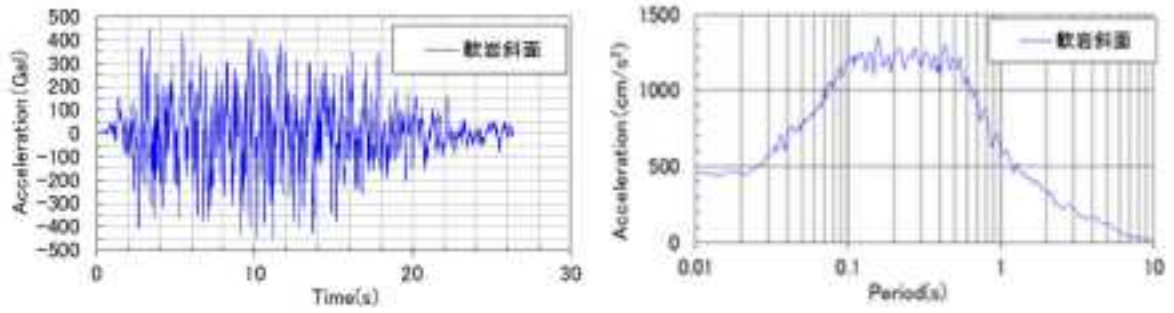


図 7.2.14 軟岩斜面 モデル図

表 7.2.3 軟岩斜面 物性値

項目	単位	表層地盤	弱層(1)		岩盤			開放基盤	備考
			弱層(2)	上層部	中層部	下層部			
単位体積重量 (γ)	kN/m ³	18	18	17	18	19	19		
せん断強度 (C_u)	kPa	$49+0.58 \cdot \sigma'_{m0}$	$49+0.36 \cdot \sigma'_{m0}$	1200	1400	1600	-	σ'_{m0} : 初期平均有効主応力(kPa)	
せん断強度 (τ_R)	kPa	-	-	510	580	730	-		
引張強度 (σ)	kPa	-	-	200	200	290	-		
S波速度 (V_s)	m/s	300	-	450	500	600	700		
初期せん断弾性係数 (G_0)	MPa	170	$2.2 \cdot (\sigma'_{m0})^{0.6}$	340	450	690	930	σ'_{m0} : 初期平均有効主応力(kPa)	
動弾性係数 (E_d)	MPa	470	-	980	1300	2000	2600		
動ポアソン比 (ν_d)	-	0.45	0.45	0.43	0.43	0.42	0.41		
$G/G_0 \sim \gamma$ γ :(%)	-	$1/(1+4.5 \gamma^{0.6})$	$1/(1+4.8 \gamma^{0.7})$	$1/(1+2.8 \gamma^{1.1})$	$1/(1+2.3 \gamma^{1.3})$	$1/(1+0.8 \gamma^{1.1})$	1.0 (一定)		
$h \sim \gamma$ γ :(%)	%	$11.4 \gamma^{0.2}+2.0$	$18.0 \gamma^{0.3}+2.0$	$14.0 \gamma^{0.8}+2.0$	$9.1 \gamma^{0.9}+1.8$	$5.9 \gamma^{1.2}+1.0$	3.0 (一定)		
減衰定数hの下限値	%	5.0	5.0	3.0	3.0	3.0	-		
備考		表層地盤は地下水位浅であるため、 $\sigma'_{m0} = \sigma_{m0}$		上層部、中層部、下層部の強度は、低圧部を放物線、高圧部を $\phi=0$ の直線とした破壊包絡線として設定。					

・水平方向



・鉛直方向

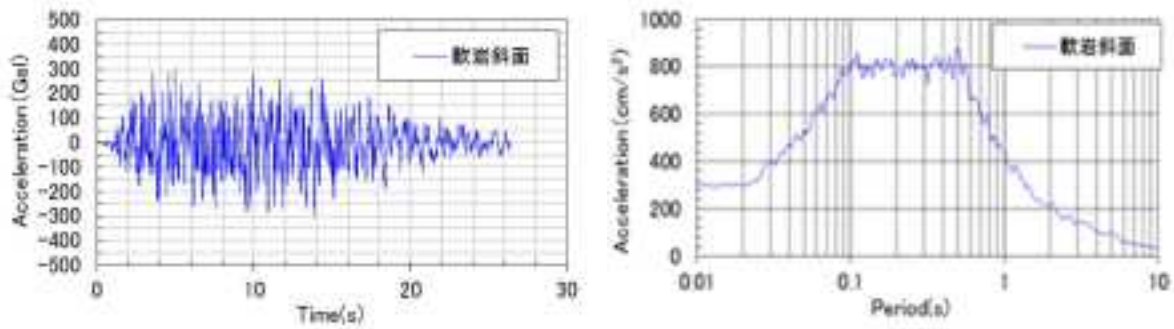
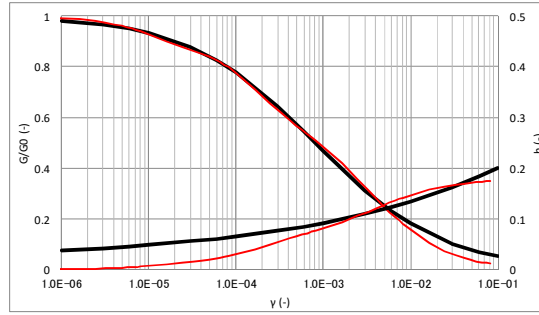


図 7.2.15 軟岩斜面 入力波形図及び加速度応答スペクトル(h=5%)

○表土の非線形特性

G/G0	$1/(1+4.5\gamma^{0.6})$
$h \sim \gamma$	$11.4\gamma^{0.2}+2.0$

G/G0	$\gamma^{0.5}$
0.5	$8.15E-04$

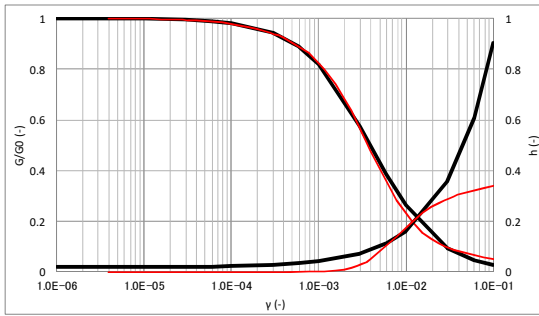


γ	G/G0	h
1.0E-06	0.982	0.038
3.0E-06	0.967	0.043
6.0E-06	0.950	0.046
1.0E-05	0.933	0.049
3.0E-05	0.879	0.056
6.0E-05	0.827	0.061
1.0E-04	0.779	0.065
3.0E-04	0.646	0.077
6.0E-04	0.546	0.085
1.0E-03	0.469	0.092
3.0E-03	0.314	0.110
6.0E-03	0.232	0.123
1.0E-02	0.182	0.134
3.0E-02	0.103	0.162
6.0E-02	0.070	0.183
1.0E-01	0.053	0.201

○岩盤(上部)の非線形特性

G/G0	$1/(1+2.8\gamma^{1.1})$
$h \sim \gamma$	$14\gamma^{0.8}+2.0$

G/G0	$\gamma^{0.5}$
0.5	$3.92E-03$

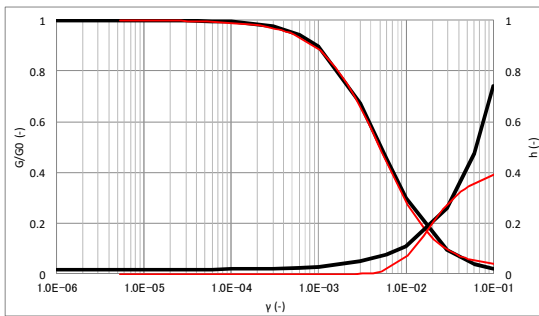


γ	G/G0	h
1.0E-06	1.000	0.020
3.0E-06	1.000	0.020
6.0E-06	0.999	0.020
1.0E-05	0.999	0.021
3.0E-05	0.995	0.021
6.0E-05	0.990	0.022
1.0E-04	0.983	0.024
3.0E-04	0.944	0.028
6.0E-04	0.887	0.035
1.0E-03	0.818	0.042
3.0E-03	0.573	0.073
6.0E-03	0.385	0.113
1.0E-02	0.263	0.160
3.0E-02	0.096	0.357
6.0E-02	0.047	0.607
1.0E-01	0.028	0.903

○岩盤(中層部)の非線形特性

G/G0	$1/(1+2.3\gamma^{1.5})$
$h \sim \gamma$	$9.1\gamma^{0.8}+1.8$

G/G0	$\gamma^{0.5}$
0.5	$5.27E-03$

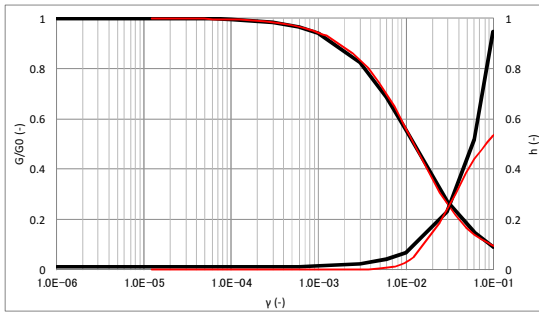


γ	G/G0	h
1.0E-06	1.000	0.018
3.0E-06	1.000	0.018
6.0E-06	1.000	0.018
1.0E-05	1.000	0.018
3.0E-05	0.999	0.018
6.0E-05	0.997	0.019
1.0E-04	0.994	0.019
3.0E-04	0.976	0.022
6.0E-04	0.944	0.025
1.0E-03	0.897	0.029
3.0E-03	0.675	0.049
6.0E-03	0.458	0.075
1.0E-02	0.303	0.109
3.0E-02	0.094	0.263
6.0E-02	0.041	0.474
1.0E-01	0.021	0.741

○岩盤(下層部)の非線形特性

G/G0	$1/(1+0.9\gamma^{1.1})$
$h \sim \gamma$	$5.9\gamma^{1.2}+1.0$

G/G0	$\gamma^{0.5}$
0.5	$1.22E-02$



γ	G/G0	h
1.0E-06	1.000	0.010
3.0E-06	1.000	0.010
6.0E-06	1.000	0.010
1.0E-05	1.000	0.010
3.0E-05	0.999	0.010
6.0E-05	0.997	0.010
1.0E-04	0.995	0.010
3.0E-04	0.983	0.011
6.0E-04	0.965	0.012
1.0E-03	0.940	0.014
3.0E-03	0.825	0.024
6.0E-03	0.687	0.042
1.0E-02	0.556	0.069
3.0E-02	0.272	0.230
6.0E-02	0.148	0.517
1.0E-01	0.090	0.945

図 7.2.16 軟岩斜面 GHE-S パラメータ一覧

GHE-S 設定資料

TITLE 軟岩斜面 表土

■基本物性値

γ	18.0	(kN/m^3)
V_s	300	(m/s)
Gmax	165194	(kN/m^2)
hmax	0.18	
γd	0.45	
N	27	

■Mohr-Coulombの破壊基準より

有効上載圧力 σ_v'	300.0	(kN/m^2)
平均有効拘束圧力 P'	200.0	(kN/m^2)
C	49.0	(kN/m^2)
ϕ	30.1	($^\circ$)
τ max	165.0	(kN/m^2)

6~10N, 8N

■GHEパラメータ

C1(0)	1.0	α	0.176
C2(0)	0.15	β	0.194
C1(∞)	0.63	C1(1)	0.65
C2(∞)	2.5	C2(1)	2.35
κ	1.2		

■G, γ , hデータ

No.	せん断ひずみ振幅 γ	G/G_0	等価減衰比 h	50%ひずみ	G_0 (kN/m^2)	G (kN/m^2)	τ (kN/m^2)	γ / τ	τ max (kN/m^2)	基準ひずみ γ_r	γ / γ_r	τ / τ max
1	1.00E-6	0.982	0.038	0.00E+0	165194	162287	0.16	6.2E-06	165.00	8.15E-4	1.23E-3	0.001
2	3.00E-6	0.967	0.043	0.00E+0	165194	159664	0.48	6.3E-06	165.00	8.15E-4	3.68E-3	0.003
3	6.00E-6	0.950	0.046	0.00E+0	165194	156955	0.94	6.4E-06	165.00	8.15E-4	7.36E-3	0.006
4	1.00E-5	0.933	0.049	0.00E+0	165194	154197	1.54	6.5E-06	165.00	8.15E-4	1.23E-2	0.009
5	3.00E-5	0.879	0.056	0.00E+0	165194	145178	4.36	6.9E-06	165.00	8.15E-4	3.68E-2	0.026
6	6.00E-5	0.827	0.061	0.00E+0	165194	136639	8.20	7.3E-06	165.00	8.15E-4	7.36E-2	0.050
7	1.00E-4	0.779	0.065	0.00E+0	165194	128663	12.87	7.8E-06	165.00	8.15E-4	1.23E-1	0.078
8	3.00E-4	0.646	0.077	0.00E+0	165194	106653	32.00	9.4E-06	165.00	8.15E-4	3.68E-1	0.194
9	6.00E-4	0.546	0.085	8.40E-4	165194	90173	54.10	1.1E-05	165.00	8.15E-4	7.36E-1	0.328
10	1.00E-3	0.469	0.092	0.00E+0	165194	77543	77.54	1.3E-05	165.00	8.15E-4	1.23E+0	0.470
11	3.00E-3	0.314	0.110	0.00E+0	165194	51863	155.59	1.9E-05	165.00	8.15E-4	3.68E+0	0.943
12	6.00E-3	0.232	0.123	0.00E+0	165194	38309	229.86	2.6E-05	165.00	8.15E-4	7.36E+0	1.393
13	1.00E-2	0.182	0.134	0.00E+0	165194	30035	300.35	3.3E-05	165.00	8.15E-4	1.23E+1	1.820
14	3.00E-2	0.103	0.162	0.00E+0	165194	17032	510.95	5.9E-05	165.00	8.15E-4	3.68E+1	3.097
15	6.00E-2	0.070	0.183	0.00E+0	165194	11645	698.71	8.6E-05	165.00	8.15E-4	7.36E+1	4.235
16	1.00E-1	0.053	0.201	0.00E+0	165194	8734	873.36	1.1E-04	165.00	8.15E-4	1.23E+2	5.293

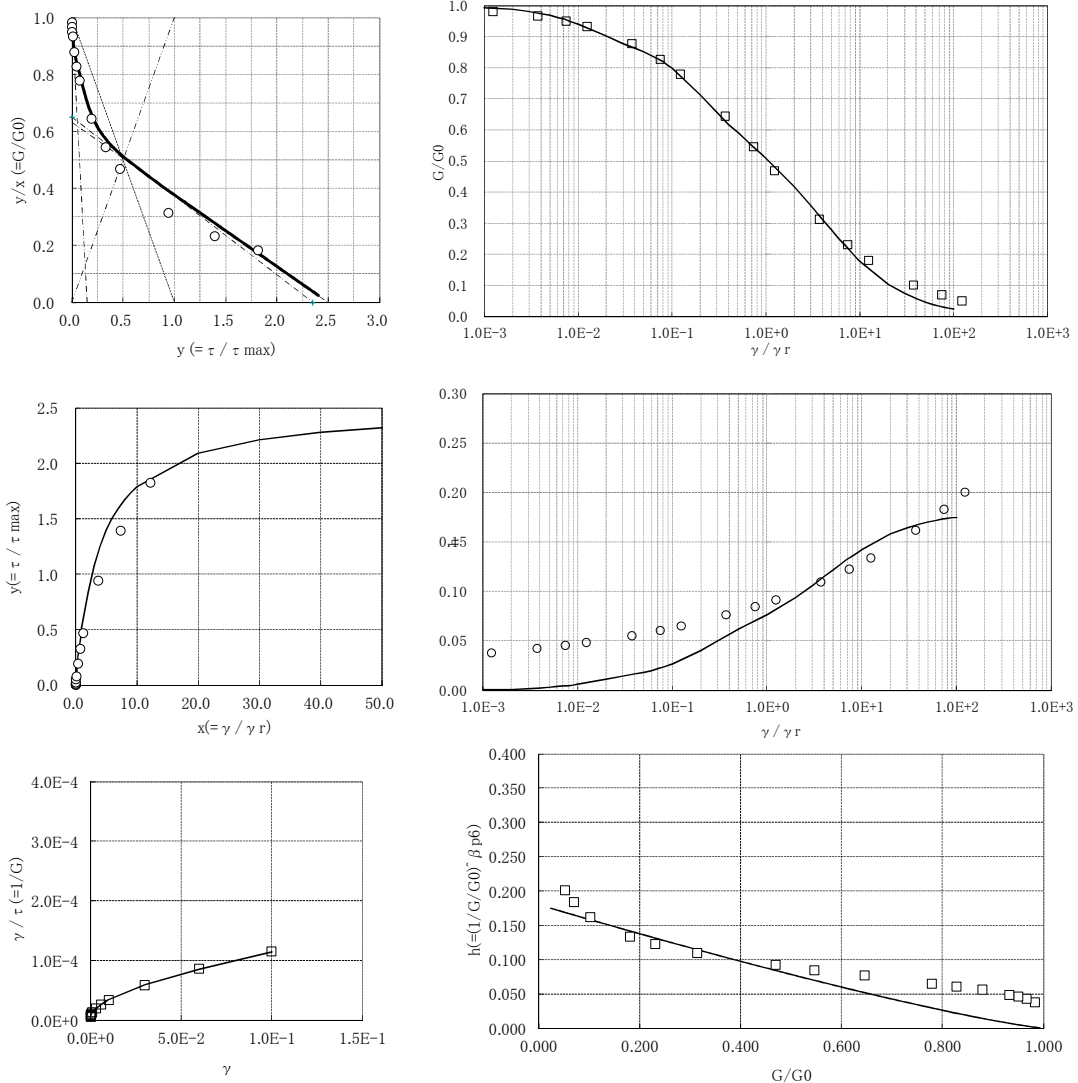


図 7.2.17 軟岩斜面 GHE-S パラメータ (表土)

GHE-S 設定資料

TITLE 軟岩斜面 岩盤上層

■基本物性値

γ	17.0	(kN/m ³)
Vs	450	(m/s)
Gmax	351037	(kN/m ²)
hmax	0.40	
ν d	0.45	
N	91	

■Mohr-Coulombの破壊基準より

有効上載圧力 σ_v'		(kN/m ²)
平均有効拘束圧力 P'		(kN/m ²)
C		(kN/m ²) 6~10N, 8N
ϕ		(°)
τ max	1200.0	(kN/m ²)

■GHEパラメータ

C1(0)	1.0	α	1.153
C2(0)	1.2	β	0.218
C1(∞)	0.1	C1(1)	0.6
C2(∞)	2.5	C2(1)	2.4
κ	3.2		

■G, γ , hデータ

No.	せん断ひずみ振幅 γ	G/G ₀	等価減衰比 h	50%ひずみ	G ₀ (kN/m ²)	G (kN/m ²)	τ (kN/m ²)	γ / τ	τ max (kN/m ²)	基準ひずみ γ_r	γ / γ_r	τ / τ max
1	1.00E-6	1.000	0.020	0.00E+0	351037	350998	0.35	2.8E-06	1200.00	3.92E-3	2.55E-4	0.000
2	3.00E-6	1.000	0.020	0.00E+0	351037	350906	1.05	2.8E-06	1200.00	3.92E-3	7.65E-4	0.001
3	6.00E-6	0.999	0.020	0.00E+0	351037	350757	2.10	2.9E-06	1200.00	3.92E-3	1.53E-3	0.002
4	1.00E-5	0.999	0.021	0.00E+0	351037	350545	3.51	2.9E-06	1200.00	3.92E-3	2.55E-3	0.003
5	3.00E-5	0.995	0.021	0.00E+0	351037	349396	10.48	2.9E-06	1200.00	3.92E-3	7.65E-3	0.009
6	6.00E-5	0.990	0.022	0.00E+0	351037	347537	20.85	2.9E-06	1200.00	3.92E-3	1.53E-2	0.017
7	1.00E-4	0.983	0.024	0.00E+0	351037	344943	34.49	2.9E-06	1200.00	3.92E-3	2.55E-2	0.029
8	3.00E-4	0.944	0.028	0.00E+0	351037	331431	99.43	3.0E-06	1200.00	3.92E-3	7.65E-2	0.083
9	6.00E-4	0.887	0.035	0.00E+0	351037	311534	186.92	3.2E-06	1200.00	3.92E-3	1.53E-1	0.156
10	1.00E-3	0.818	0.042	0.00E+0	351037	287168	287.17	3.5E-06	1200.00	3.92E-3	2.55E-1	0.239
11	3.00E-3	0.573	0.073	4.17E-3	351037	201200	603.60	5.0E-06	1200.00	3.92E-3	7.65E-1	0.503
12	6.00E-3	0.385	0.113	0.00E+0	351037	135205	811.23	7.4E-06	1200.00	3.92E-3	1.53E+0	0.676
13	1.00E-2	0.263	0.160	0.00E+0	351037	92378	923.78	1.1E-05	1200.00	3.92E-3	2.55E+0	0.770
14	3.00E-2	0.096	0.357	0.00E+0	351037	33834	1015.01	3.0E-05	1200.00	3.92E-3	7.65E+0	0.846
15	6.00E-2	0.047	0.607	0.00E+0	351037	16639	998.37	6.0E-05	1200.00	3.92E-3	1.53E+1	0.832
16	1.00E-1	0.028	0.903	0.00E+0	351037	9684	968.38	1.0E-04	1200.00	3.92E-3	2.55E+1	0.807

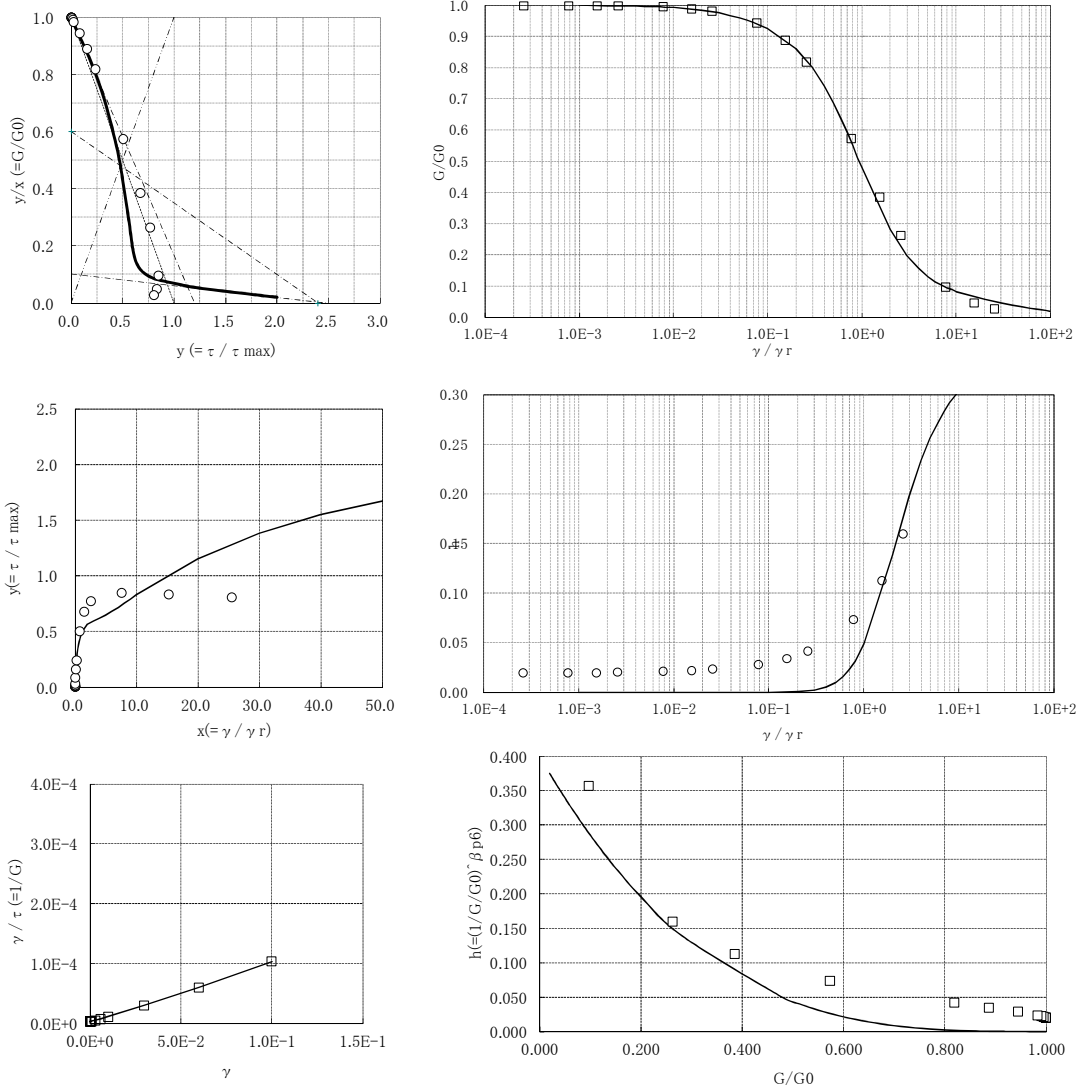


図 7.2.18 軟岩斜面 GHE-S パラメータ (地盤上層)

GHE-S 設定資料

TITLE 軟岩斜面 岩盤中層

■基本物性値

γ	18.0	(kN/m ³)
Vs	500	(m/s)
Gmax	458872	(kN/m ²)
hmax	0.50	
γd	0.43	
N	125	

■Mohr-Coulombの破壊基準より

有効上載圧力 σ'_v		(kN/m ²)
平均有効拘束圧力 P'		(kN/m ²)
C		(kN/m ²)
ϕ		(°)
τ_{max}	1400.0	(kN/m ²)

6~10N, 8N

■GHEパラメータ

C1(0)	1.0	α	1.225
C2(0)	2.1	β	0.299
C1(∞)	0.05	C1(1)	0.6
C2(∞)	2.5	C2(1)	2.45
κ	6		

■G, γ , hデータ

No.	せん断ひずみ振幅 γ	G/G ₀	等価減衰比 h	50%ひずみ	G ₀ (kN/m ²)	G (kN/m ²)	τ (kN/m ²)	γ / τ	τ_{max} (kN/m ²)	基準ひずみ γ_r	γ / γ_r	τ / τ_{max}
1	1.00E-6	1.000	0.018	0.00E+0	458872	458866	0.46	2.2E-06	1400.00	5.27E-3	1.90E-4	0.000
2	3.00E-6	1.000	0.018	0.00E+0	458872	458845	1.38	2.2E-06	1400.00	5.27E-3	5.69E-4	0.001
3	6.00E-6	1.000	0.018	0.00E+0	458872	458804	2.75	2.2E-06	1400.00	5.27E-3	1.14E-3	0.002
4	1.00E-5	1.000	0.018	0.00E+0	458872	458739	4.59	2.2E-06	1400.00	5.27E-3	1.90E-3	0.003
5	3.00E-5	0.999	0.018	0.00E+0	458872	458319	13.75	2.2E-06	1400.00	5.27E-3	5.69E-3	0.010
6	6.00E-5	0.997	0.019	0.00E+0	458872	457512	27.45	2.2E-06	1400.00	5.27E-3	1.14E-2	0.020
7	1.00E-4	0.994	0.019	0.00E+0	458872	456236	45.62	2.2E-06	1400.00	5.27E-3	1.90E-2	0.033
8	3.00E-4	0.976	0.022	0.00E+0	458872	448074	134.42	2.2E-06	1400.00	5.27E-3	5.69E-2	0.096
9	6.00E-4	0.944	0.025	0.00E+0	458872	433169	259.90	2.3E-06	1400.00	5.27E-3	1.14E-1	0.186
10	1.00E-3	0.897	0.029	0.00E+0	458872	411444	411.44	2.4E-06	1400.00	5.27E-3	1.90E-1	0.294
11	3.00E-3	0.675	0.049	5.42E-3	458872	309876	929.63	3.2E-06	1400.00	5.27E-3	5.69E-1	0.664
12	6.00E-3	0.458	0.075	0.00E+0	458872	210114	1260.68	4.8E-06	1400.00	5.27E-3	1.14E+0	0.900
13	1.00E-2	0.303	0.109	0.00E+0	458872	139052	1390.52	7.2E-06	1400.00	5.27E-3	1.90E+0	0.993
14	3.00E-2	0.094	0.263	0.00E+0	458872	43316	1299.47	2.3E-05	1400.00	5.27E-3	5.69E+0	0.928
15	6.00E-2	0.041	0.474	0.00E+0	458872	18636	1118.18	5.4E-05	1400.00	5.27E-3	1.14E+1	0.799

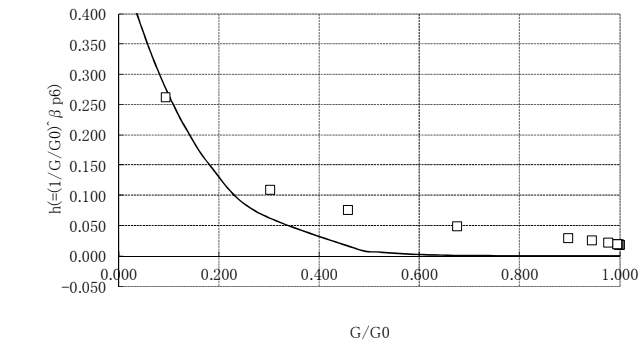
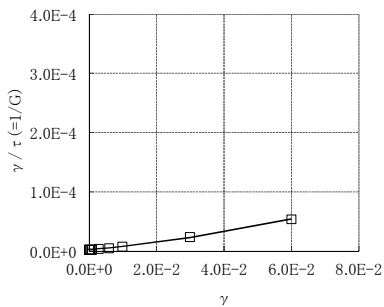
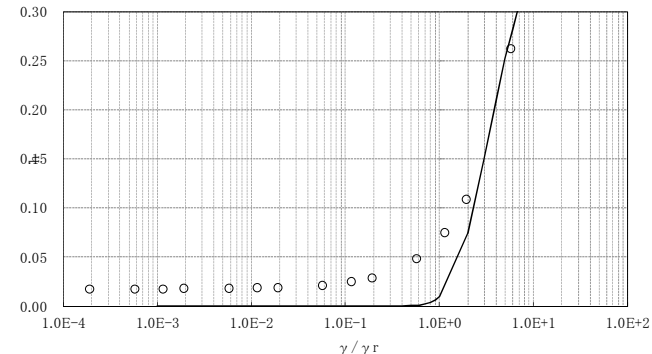
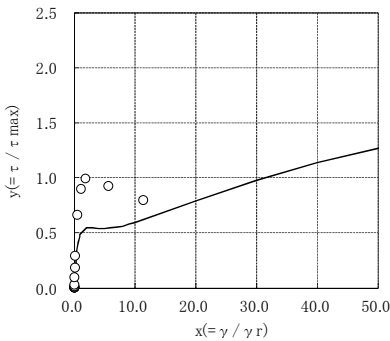
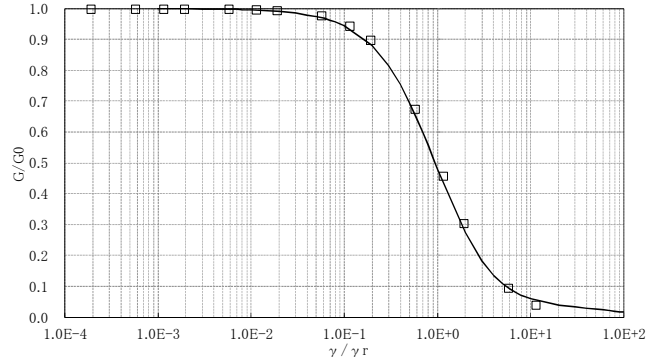
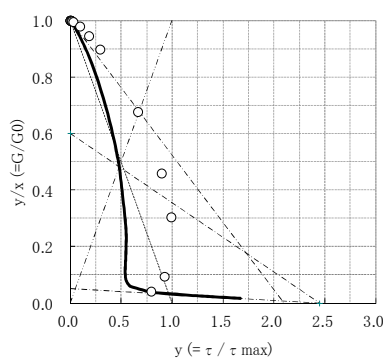


図 7.2.19 軟岩斜面 GHE-S パラメータ (地盤中層)

GHE-S 設定資料

TITLE 軟岩斜面 岩盤下層

■基本物性値

γ	19.0	(kN/m ³)
V_s	600	(m/s)
Gmax	697486	(kN/m ²)
hmax	0.80	
ν_d	0.42	
N	216	

■Mohr-Coulombの破壊基準より

有効上載圧力 σ_v'		(kN/m ²)
平均有効拘束圧力 P'		(kN/m ²)
C		(kN/m ²)
ϕ		(°)
τ_{max}	1600.0	(kN/m ²)

6~10N, 8N

■GHEパラメータ

C1(0)	1.0	α	1.333
C2(0)	1.5	β	0.585
C1(∞)	0.1	C1(1)	0.65
C2(∞)	2.5	C2(1)	2.2
κ	4		

■G, γ , hデータ

No.	せん断ひずみ振幅 γ	G/G ₀	等価減衰比 h	50%ひずみ	G ₀ (kN/m ²)	G (kN/m ²)	τ (kN/m ²)	γ / τ	τ_{max} (kN/m ²)	基準ひずみ γ_r	γ / γ_r	τ / τ_{max}
1	1.00E-6	1.000	0.010	0.00E+0	697486	697464	0.70	1.4E-06	1600.00	1.22E-2	8.16E-5	0.000
2	3.00E-6	1.000	0.010	0.00E+0	697486	697412	2.09	1.4E-06	1600.00	1.22E-2	2.45E-4	0.001
3	6.00E-6	1.000	0.010	0.00E+0	697486	697326	4.18	1.4E-06	1600.00	1.22E-2	4.90E-4	0.003
4	1.00E-5	1.000	0.010	0.00E+0	697486	697206	6.97	1.4E-06	1600.00	1.22E-2	8.16E-4	0.004
5	3.00E-5	0.999	0.010	0.00E+0	697486	696551	20.90	1.4E-06	1600.00	1.22E-2	2.45E-3	0.013
6	6.00E-5	0.997	0.010	0.00E+0	697486	695484	41.73	1.4E-06	1600.00	1.22E-2	4.90E-3	0.026
7	1.00E-4	0.995	0.010	0.00E+0	697486	693983	69.40	1.4E-06	1600.00	1.22E-2	8.16E-3	0.043
8	3.00E-4	0.983	0.011	1.39E-2	697486	685893	205.77	1.5E-06	1600.00	1.22E-2	2.45E-2	0.129
9	6.00E-4	0.965	0.012	0.00E+0	697486	673100	403.86	1.5E-06	1600.00	1.22E-2	4.90E-2	0.252
10	1.00E-3	0.940	0.014	0.00E+0	697486	655812	655.81	1.5E-06	1600.00	1.22E-2	8.16E-2	0.410
11	3.00E-3	0.825	0.024	0.00E+0	697486	575115	1725.35	1.7E-06	1600.00	1.22E-2	2.45E-1	1.078
12	6.00E-3	0.687	0.042	0.00E+0	697486	479011	2874.07	2.1E-06	1600.00	1.22E-2	4.90E-1	1.796
13	1.00E-2	0.556	0.069	1.39E-2	697486	387492	3874.92	2.6E-06	1600.00	1.22E-2	8.16E-1	2.422
14	3.00E-2	0.272	0.230	0.00E+0	697486	189601	5688.04	5.3E-06	1600.00	1.22E-2	2.45E+0	3.555
15	6.00E-2	0.148	0.517	0.00E+0	697486	103455	6207.31	9.7E-06	1600.00	1.22E-2	4.90E+0	3.880

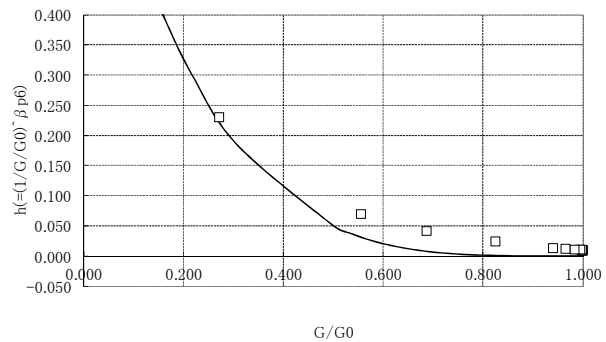
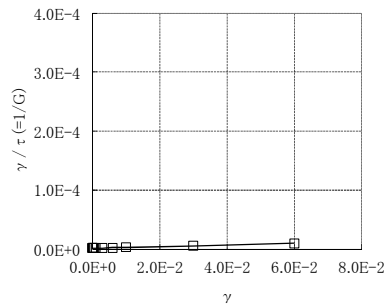
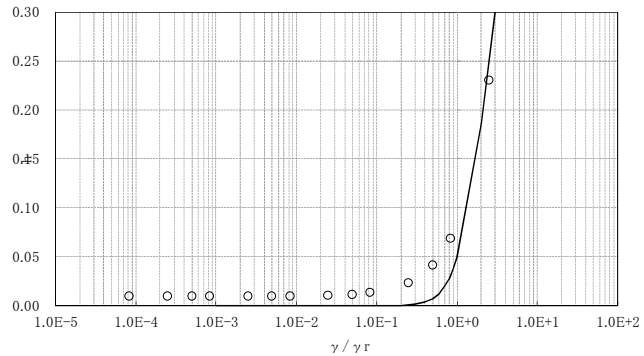
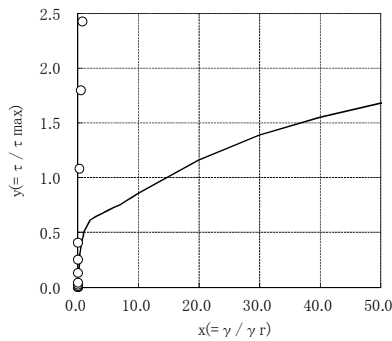
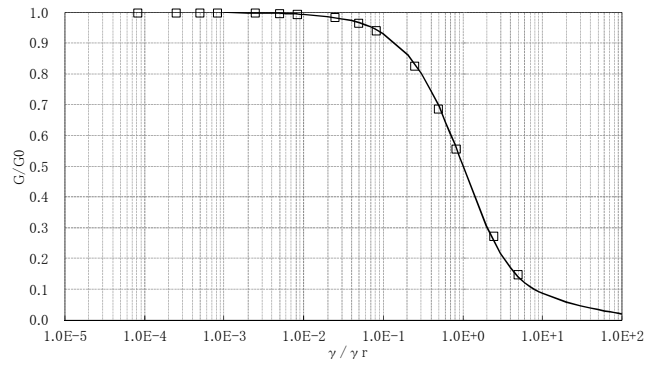
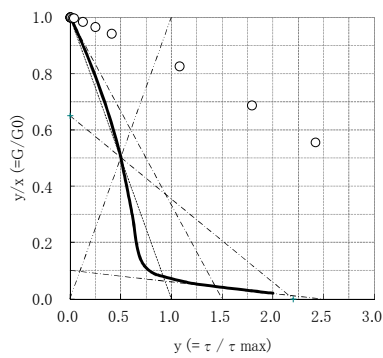


図 7.2.20 軟岩斜面 GHE-S パラメータ (地盤下層)

⑦ 硬岩斜面

- 境界条件：底面 固定
基盤層側面 水平ローラー
- 継続時間：26.30sec ($\Delta T=0.002$)

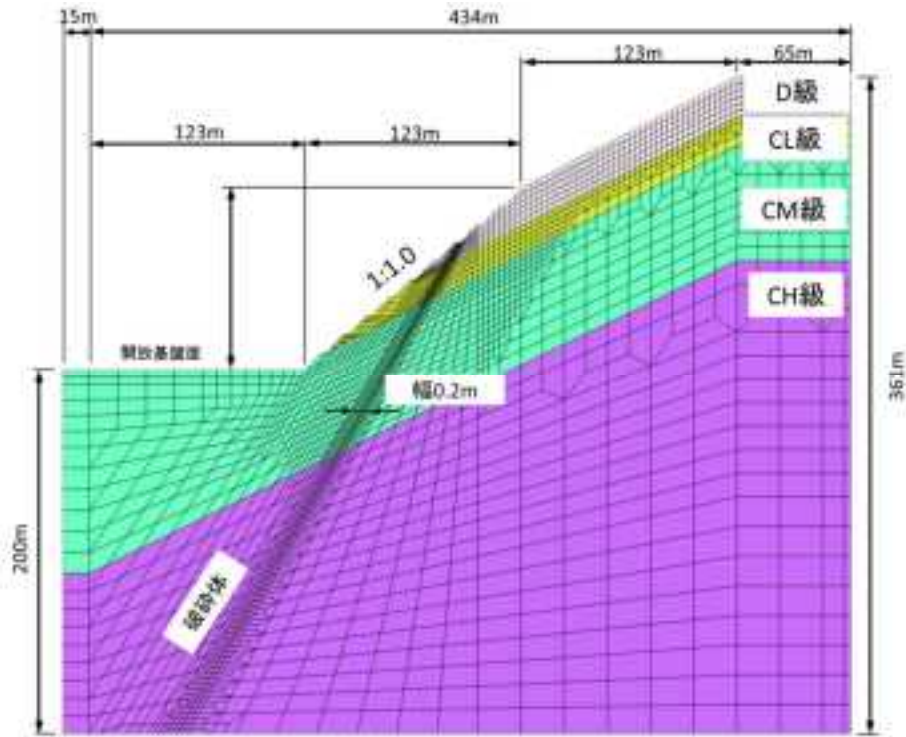
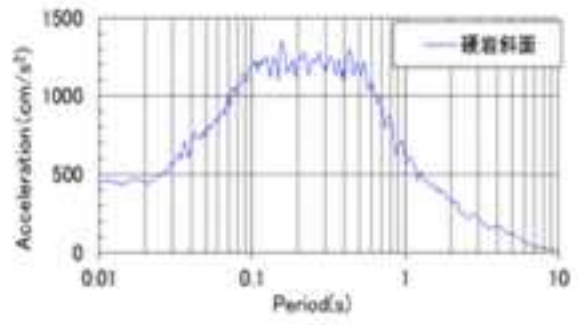
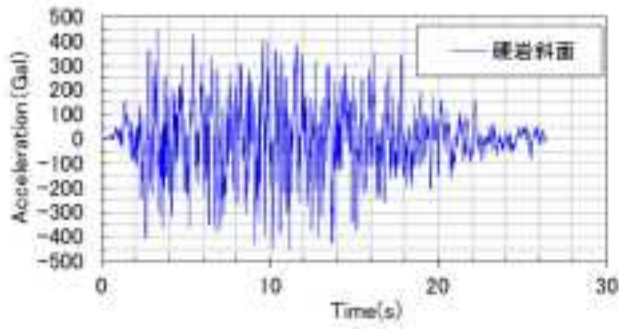


図 7.2.21 硬岩斜面 モデル図

表 7.2.4 硬岩斜面 物性値

項目	単位	破壊帯	岩盤			
			D級相当	CL級相当	CM級相当	CH級相当
単位体積重量 (γ)	kN/m ³	18	20	20	25	26
粘着力 (c)	kPa	50	200	300	1000	1500
内部摩擦角 (ϕ)	度	20	20	33	45	50
S波速度 (Vs)	m/s	300	500	600	1300	2000
初期せん断弾性係数 (G0)	MPa	$34(\sigma'_{m0})^{0.6}$ $\sigma'_{m0}: \text{kgf/cm}^2$	1400	720	4200	11000
動弾性係数 (Ed)	MPa	-	0.43	2000	12000	29000
動ポアソン比 (ν_d)	-	0.45	0.43	0.40	0.37	0.35
G/G0 ~ γ γ : (%)	-	$1/(1+4.8\gamma^{0.7})$	$1/(1+4.5\gamma^{0.6})$	720	4200	11000
h ~ γ γ : (%)	%	$18.0\gamma^{0.3}+2.0$	$11.4\gamma^{0.2}+2.0$	3.0	3.0	2.0
減衰定数hの下限値	%	5.0	3.0	3.0	3.0	3.0
備考		σ'_{m0} : 初期平均有効主応力(kPa)				

・水平方向



・鉛直方向

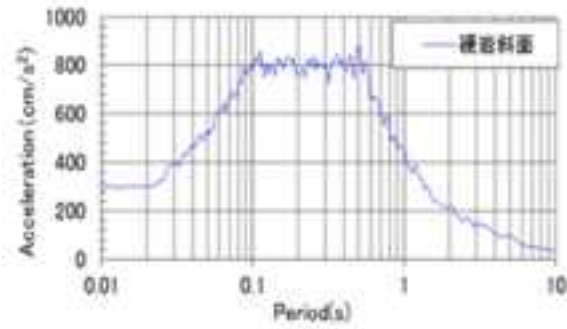
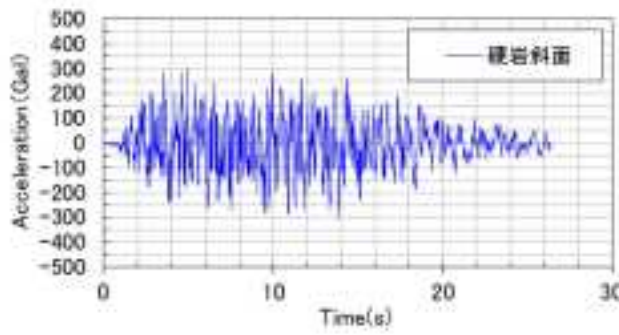


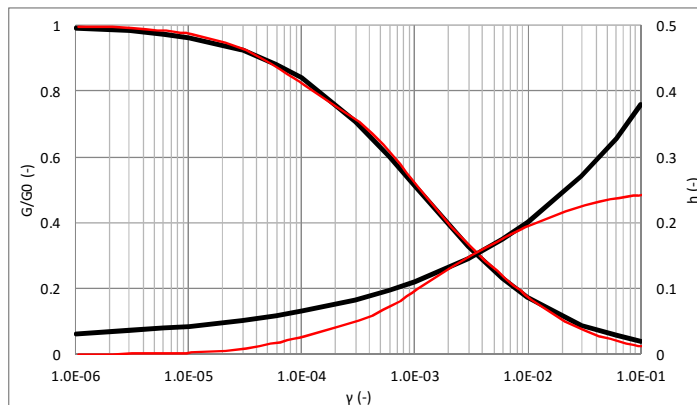
図 7.2.22 硬岩斜面 入力波形図及び加速度応答スペクトル(h=5%)

○破砕帯の非線形特性

G/G0	$1/(1+4.8\gamma^{0.7})$
$h \sim \gamma$	$18.0\gamma^{0.3}+2.0$

G/G0	$\gamma^{0.5}$
0.5	1.1E-03

γ	G/G0	h
1.0E-06	0.992	0.031
3.0E-06	0.984	0.036
6.0E-06	0.974	0.039
1.0E-05	0.963	0.043
3.0E-05	0.924	0.052
6.0E-05	0.882	0.059
1.0E-04	0.840	0.065
3.0E-04	0.708	0.083
6.0E-04	0.599	0.097
1.0E-03	0.511	0.110
3.0E-03	0.326	0.145
6.0E-03	0.230	0.174
1.0E-02	0.172	0.200
3.0E-02	0.088	0.270
6.0E-02	0.056	0.328
1.0E-01	0.040	0.379



○OD級相当の非線形特性

G/G0	$1/(1+4.5\gamma^{0.6})$
$h \sim \gamma$	$11.4\gamma^{0.2}+2.0$

G/G0	$\gamma^{0.5}$
0.5	8.2E-04

γ	G/G0	h
1.0E-06	0.982	0.038
3.0E-06	0.967	0.043
6.0E-06	0.950	0.046
1.0E-05	0.933	0.049
3.0E-05	0.879	0.056
6.0E-05	0.827	0.061
1.0E-04	0.779	0.065
3.0E-04	0.646	0.077
6.0E-04	0.546	0.085
1.0E-03	0.469	0.092
3.0E-03	0.314	0.110
6.0E-03	0.232	0.123
1.0E-02	0.182	0.134
3.0E-02	0.103	0.162
6.0E-02	0.070	0.183
1.0E-01	0.053	0.201

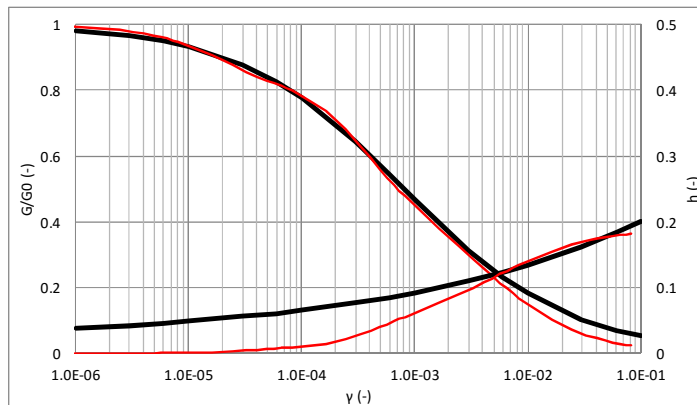


図 7.2.23 硬岩斜面 GHE-S パラメーター一覧

GHE-S 設定資料

TITLE 硬岩斜面 破砕帯

■基本物性値

γ	18.0	(kN/m ³)
Vs	300	(m/s)
Gmax	165194	(kN/m ²)
hmax	0.25	
ν d	0.45	
N	27	

■Mohr-Coulombの破壊基準より

有効上載圧力 σ_v'	715.0	(kN/m ²)
平均有効拘束圧力 P'	476.7	(kN/m ²)
C	50.0	(kN/m ²)
ϕ	20.0	(°)
τ max	223.5	(kN/m ²)

6~10N, 8N

■GHEパラメータ

C1(0)	1.0	α	0.773
C2(0)	0.36	β	0.551
C1(∞)	0.50	C1(1)	0.70
C2(∞)	2.5	C2(1)	1.90
κ	1.30		

■G, γ , hデータ

No.	せん断ひずみ振幅 γ	G/G ₀	等価減衰比 h	50%ひずみ	G ₀ (kN/m ²)	G (kN/m ²)	τ (kN/m ²)	γ / τ	τ max (kN/m ²)	基準ひずみ γ_r	γ / γ_r	τ / τ max
1	1.00E-6	0.992	0.031	0.00E+0	165194	163947	0.16	6.1E-06	223.49	1.06E-3	9.40E-4	0.001
2	3.00E-6	0.984	0.036	0.00E+0	165194	162526	0.49	6.2E-06	223.49	1.06E-3	2.82E-3	0.002
3	6.00E-6	0.974	0.039	0.00E+0	165194	160903	0.97	6.2E-06	223.49	1.06E-3	5.64E-3	0.004
4	1.00E-5	0.963	0.043	0.00E+0	165194	159127	1.59	6.3E-06	223.49	1.06E-3	5.64E-3	0.007
5	3.00E-5	0.924	0.052	0.00E+0	165194	152637	4.58	6.6E-06	223.49	1.06E-3	2.82E-2	0.020
6	6.00E-5	0.882	0.059	0.00E+0	165194	145720	8.74	6.9E-06	223.49	1.06E-3	5.64E-2	0.039
7	1.00E-4	0.840	0.065	0.00E+0	165194	138691	13.87	7.2E-06	223.49	1.06E-3	9.40E-2	0.062
8	3.00E-4	0.708	0.083	0.00E+0	165194	116967	35.09	8.5E-06	223.49	1.06E-3	2.82E-1	0.157
9	6.00E-4	0.599	0.097	0.00E+0	165194	98930	59.36	1.0E-05	223.49	1.06E-3	5.64E-1	0.266
10	1.00E-3	0.511	0.110	1.12E-3	165194	84381	84.38	1.2E-05	223.49	1.06E-3	9.40E-1	0.378
11	3.00E-3	0.326	0.145	0.00E+0	165194	53871	161.61	1.9E-05	223.49	1.06E-3	2.82E+0	0.723
12	6.00E-3	0.230	0.174	0.00E+0	165194	37915	227.49	2.6E-05	223.49	1.06E-3	5.64E+0	1.018
13	1.00E-2	0.172	0.200	0.00E+0	165194	28482	284.82	3.5E-05	223.49	1.06E-3	9.40E+0	1.274
14	3.00E-2	0.088	0.270	0.00E+0	165194	14546	436.37	6.9E-05	223.49	1.06E-3	2.82E+1	1.953
15	6.00E-2	0.056	0.328	0.00E+0	165194	9268	556.06	1.1E-04	223.49	1.06E-3	5.64E+1	2.488
16	1.00E-1	0.040	0.379	0.00E+0	165194	6593	659.27	1.5E-04	223.49	1.06E-3	9.40E+1	2.950

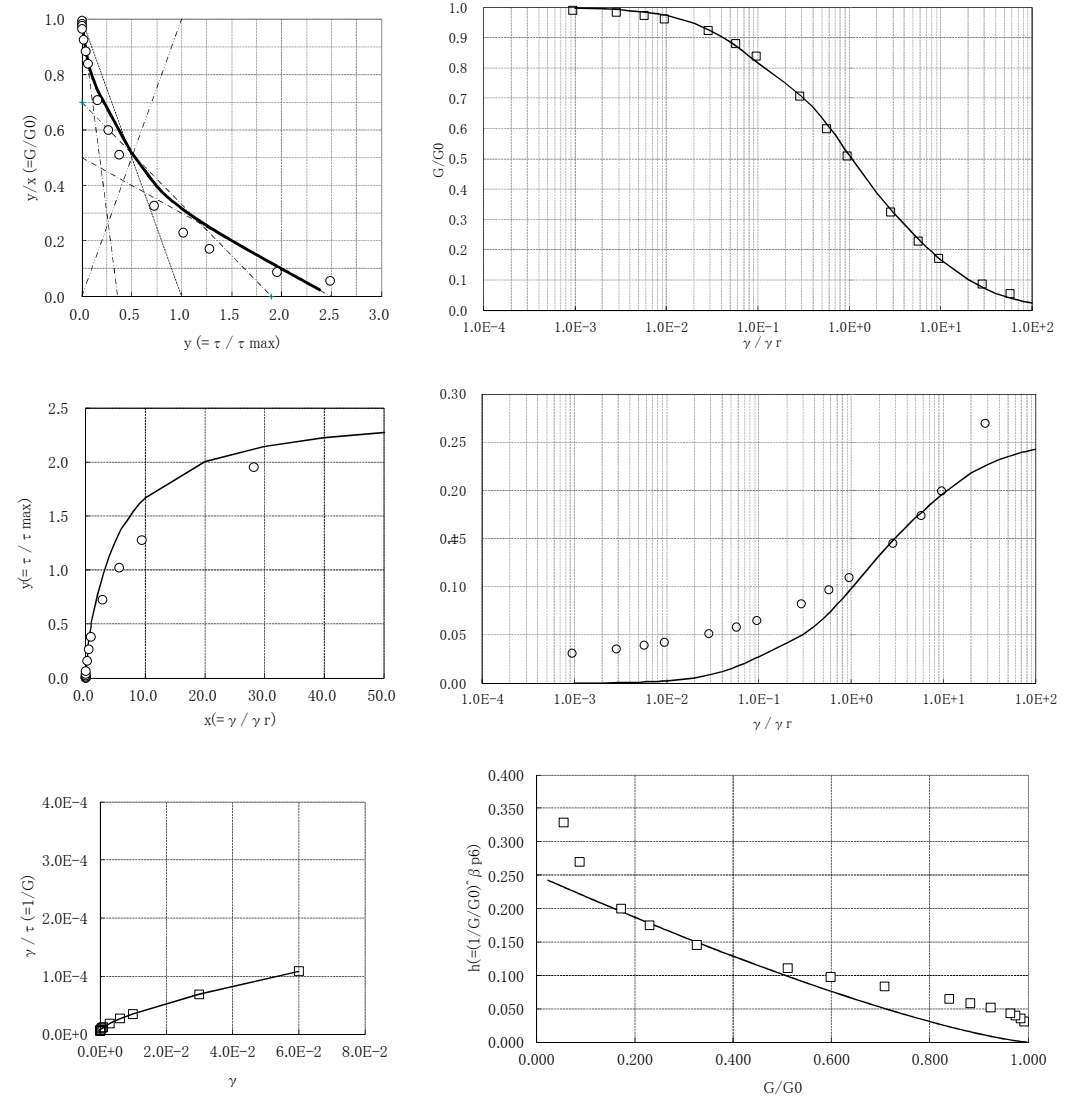


図 7.2.24 硬岩斜面 GHE-S パラメータ (破砕帯)

GHE-S 設定資料

TITLE 硬岩斜面 D級相当地盤 No.1

■基本物性値

γ	20.0	(kN/m ³)
Vs	500	(m/s)
Gmax	509858	(kN/m ²)
hmax	0.19	
ν d	0.43	
N	125	

■Mohr-Coulombの破壊基準より

有効上載圧力 σ'_v	145.0	(kN/m ²)
平均有効拘束圧力 P'	96.7	(kN/m ²)
C	200.0	(kN/m ²)
ϕ	20.0	(°)
τ max	235.2	(kN/m ²)

6~10N, 8N

■GHEパラメータ

C1(0)	1.0	α	0.371
C2(0)	0.18	β	0.306
C1(∞)	0.53	C1(1)	0.61
C2(∞)	2.5	C2(1)	2.2
κ	1.9		

■G, γ , hデータ

No.	せん断ひずみ振幅 γ	G/G ₀	等価減衰比 h	50%ひずみ	G ₀ (kN/m ²)	G (kN/m ²)	τ (kN/m ²)	γ/τ	τ max (kN/m ²)	基準ひずみ γ_r	γ/γ_r	τ/τ max
1	1.00E-6	0.982	0.038	0.00E+0	509858	500885	0.50	2.0E-06	235.18	8.15E-4	1.23E-3	0.002
2	3.00E-6	0.967	0.043	0.00E+0	509858	492791	1.48	2.0E-06	235.18	8.15E-4	3.68E-3	0.006
3	6.00E-6	0.950	0.046	0.00E+0	509858	484429	2.91	2.1E-06	235.18	8.15E-4	7.36E-3	0.012
4	1.00E-5	0.933	0.049	0.00E+0	509858	475916	4.76	2.1E-06	235.18	8.15E-4	1.23E-2	0.020
5	3.00E-5	0.879	0.056	0.00E+0	509858	448079	13.44	2.2E-06	235.18	8.15E-4	3.68E-2	0.057
6	6.00E-5	0.827	0.061	0.00E+0	509858	421726	25.30	2.4E-06	235.18	8.15E-4	7.36E-2	0.108
7	1.00E-4	0.779	0.065	0.00E+0	509858	397107	39.71	2.5E-06	235.18	8.15E-4	1.23E-1	0.169
8	3.00E-4	0.646	0.077	0.00E+0	509858	329176	98.75	3.0E-06	235.18	8.15E-4	3.68E-1	0.420
9	6.00E-4	0.546	0.085	8.40E-4	509858	278313	166.99	3.6E-06	235.18	8.15E-4	7.36E-1	0.710
10	1.00E-3	0.469	0.092	0.00E+0	509858	239331	239.33	4.2E-06	235.18	8.15E-4	1.23E+0	1.018
11	3.00E-3	0.314	0.110	0.00E+0	509858	160072	480.22	6.2E-06	235.18	8.15E-4	3.68E+0	2.042
12	6.00E-3	0.232	0.123	0.00E+0	509858	118239	709.43	8.5E-06	235.18	8.15E-4	7.36E+0	3.017
13	1.00E-2	0.182	0.134	0.00E+0	509858	92701	927.01	1.1E-05	235.18	8.15E-4	1.23E+1	3.942
14	3.00E-2	0.103	0.162	0.00E+0	509858	52566	1576.99	1.9E-05	235.18	8.15E-4	3.68E+1	6.705
15	6.00E-2	0.070	0.183	0.00E+0	509858	35942	2156.50	2.8E-05	235.18	8.15E-4	7.36E+1	9.169
16	1.00E-1	0.053	0.201	0.00E+0	509858	26955	2695.55	3.7E-05	235.18	8.15E-4	1.23E+2	11.461

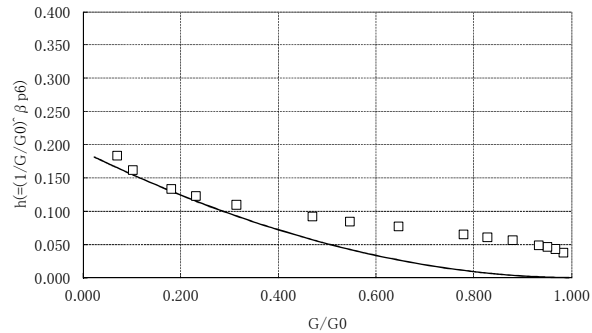
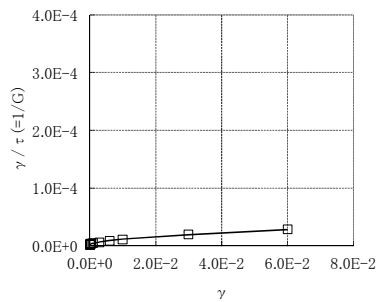
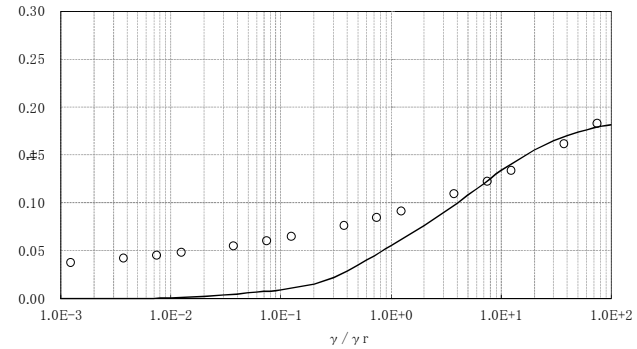
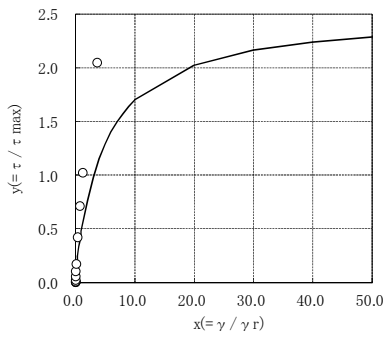
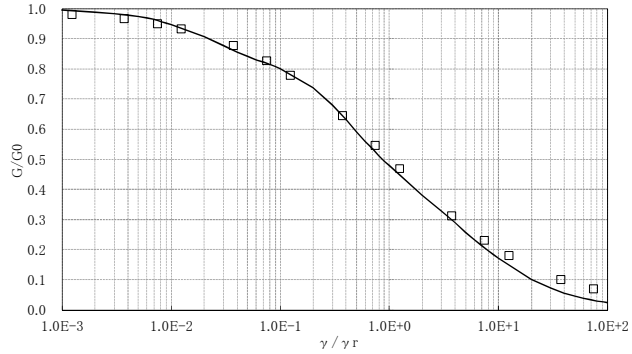
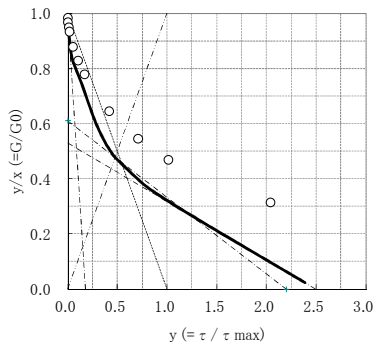


図 7.2.25 硬岩斜面 GHE-S パラメータ (D 級相当)

(2) 等価線形解析

① Case27

- 境界条件：底面 固定
基盤層側面 鉛直ローラー
- 継続時間：26.84sec ($\Delta T=0.002$)

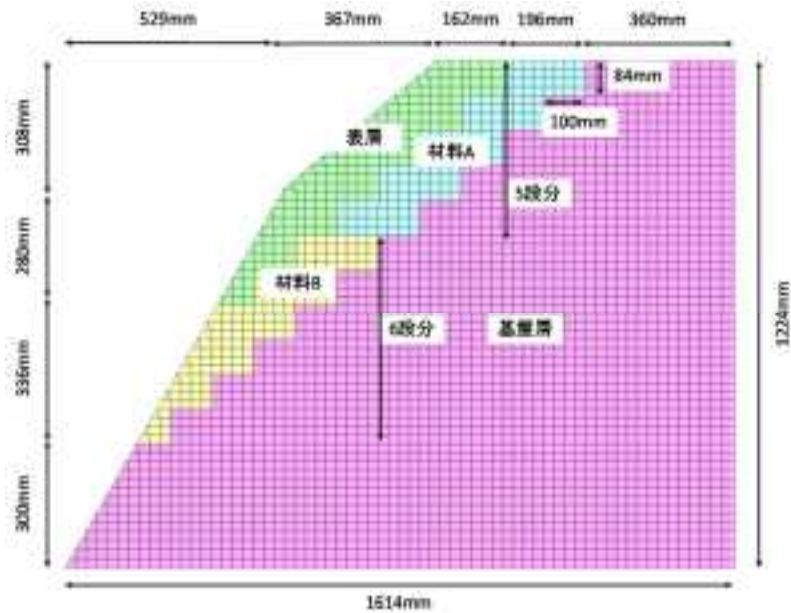
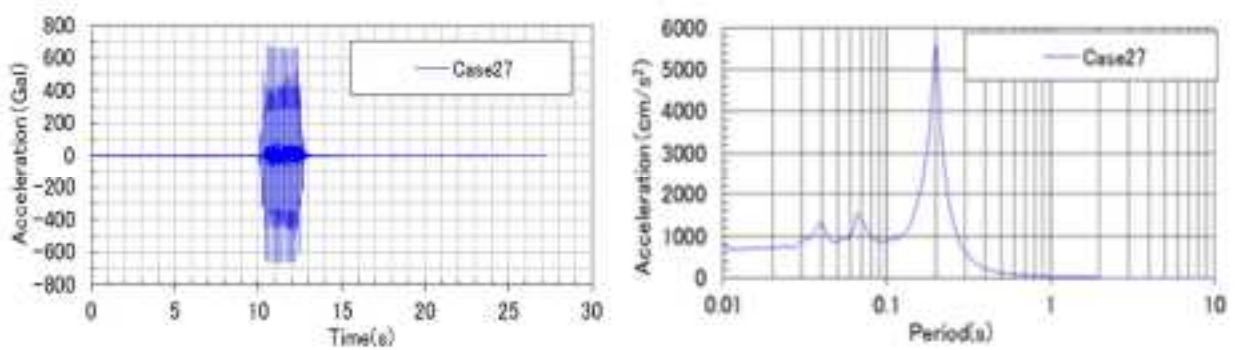


図 7.2.26 小型振動台 (Case27) モデル図

・水平方向



・鉛直方向

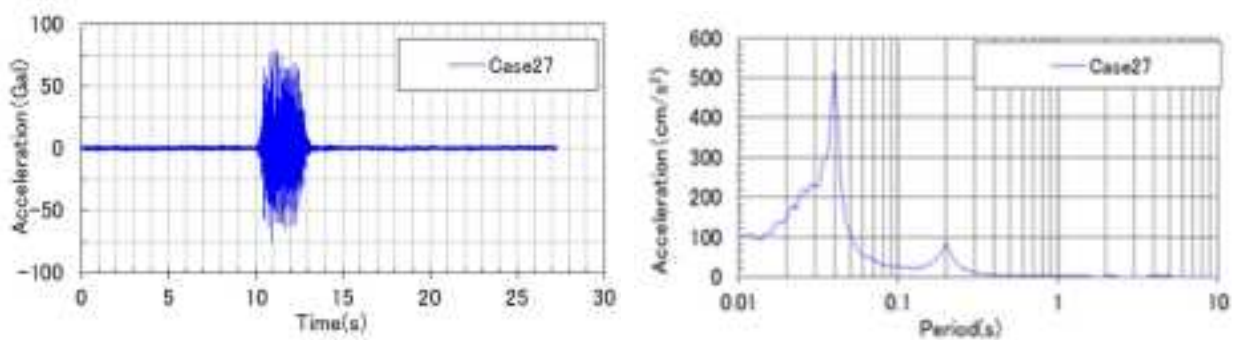


図 7.2.27 小型振動台 (Case27) 入力波形図及び加速度応答スペクトル (h=5%)

② Case28

- 境界条件：底面 固定
 基盤層側面 鉛直ローラー
- 継続時間：26.84sec ($\Delta T=0.002$)

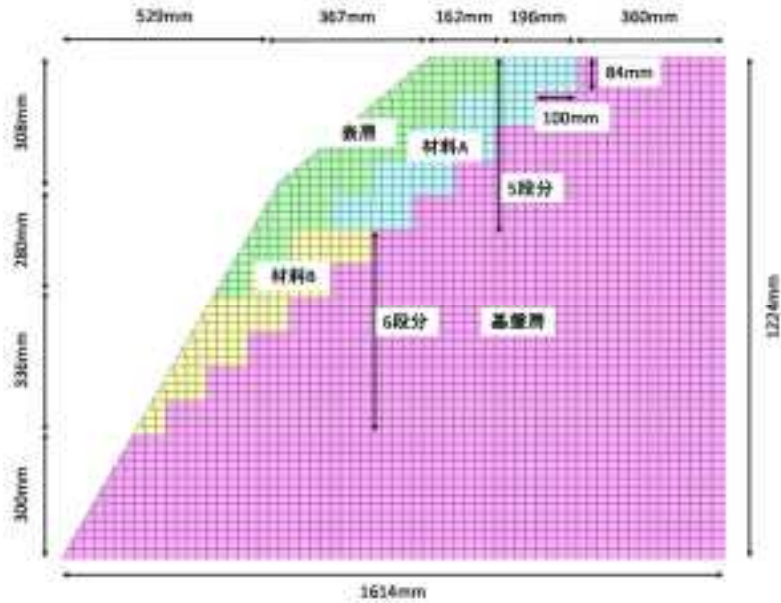
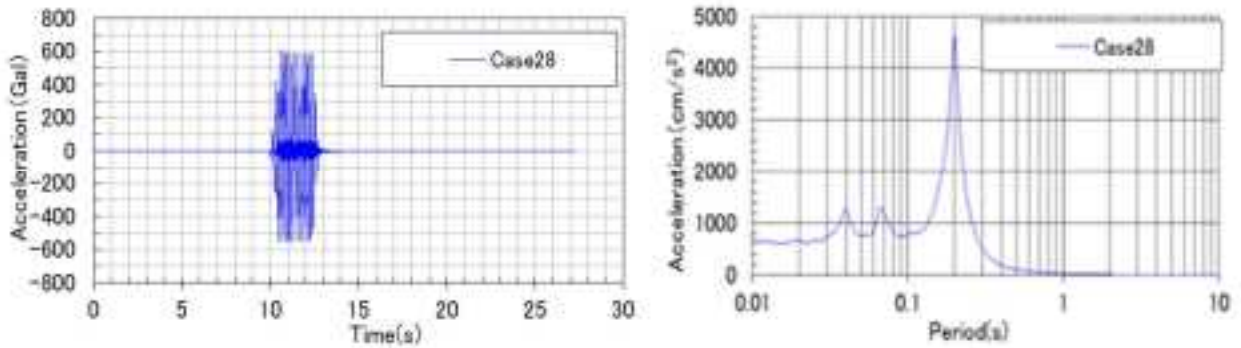


図 7.2.28 小型振動台 (Case28) モデル図

- 水平方向



- 鉛直方向

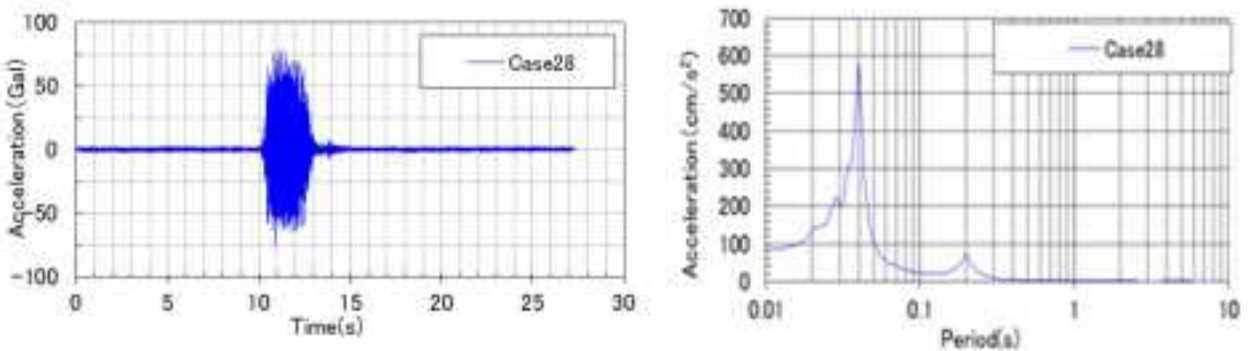


図 7.2.29 小型振動台 (Case28) 入力波形図及び加速度応答スペクトル(h=5%)

③ Case29

- 境界条件：底面 固定
基盤層側面 鉛直ローラー
- 継続時間：23.61sec ($\Delta T=0.002$)

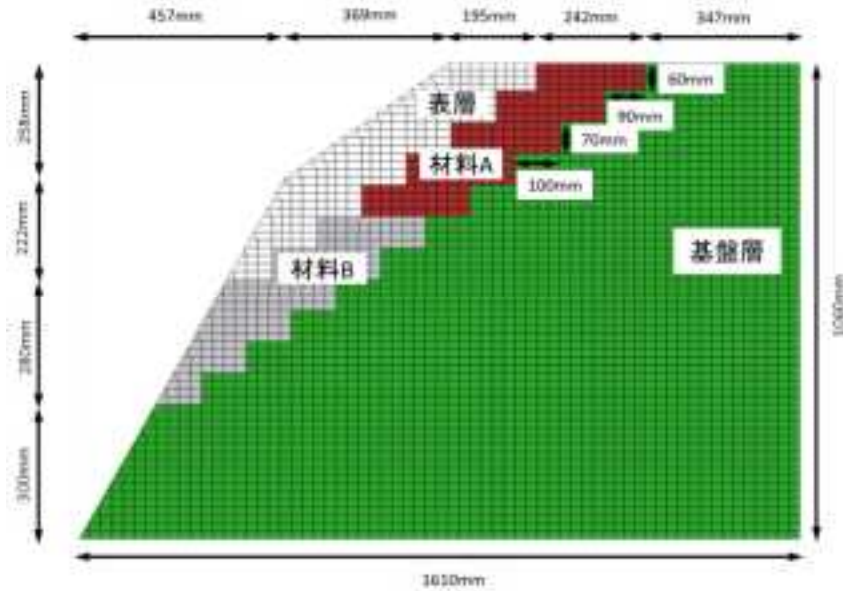
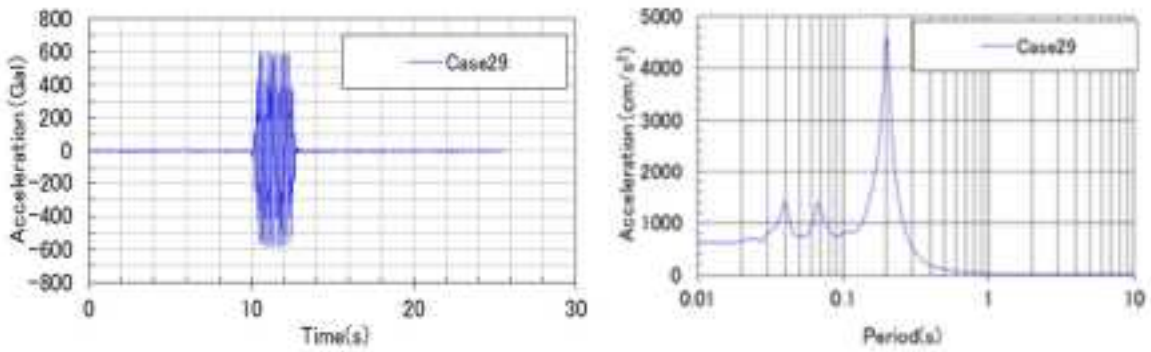


図 7.2.30 小型振動台 (Case29) モデル図

- 水平方向



- 鉛直方向

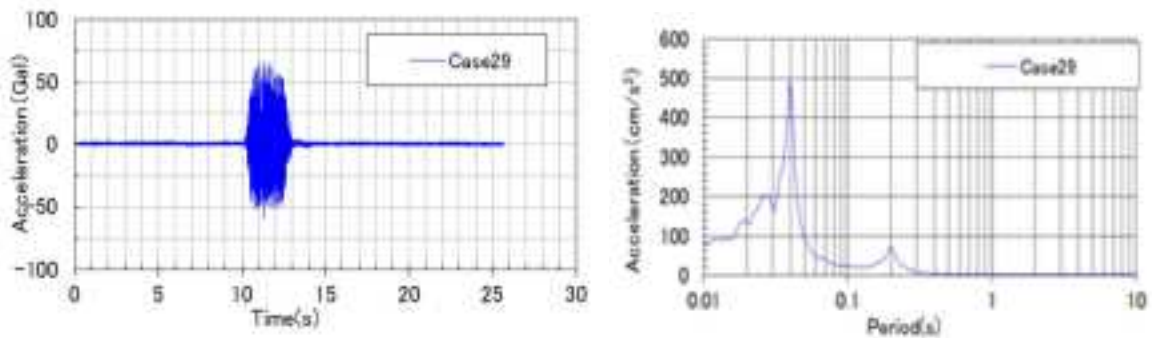


図 7.2.31 小型振動台 (Case29) 入力波形図及び加速度応答スペクトル(h=5%)

④ Case30

- 境界条件：底面 固定
基盤層側面 鉛直ローラー
- 継続時間：46.12sec ($\Delta T=0.025$)

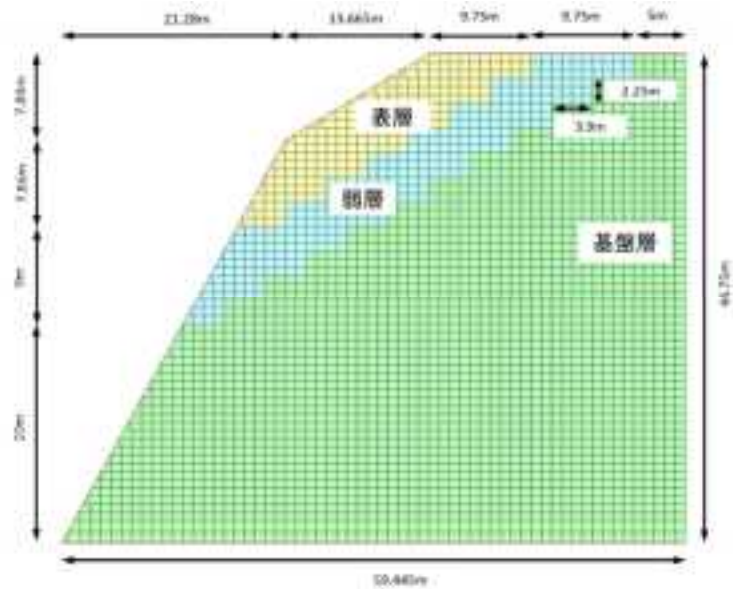
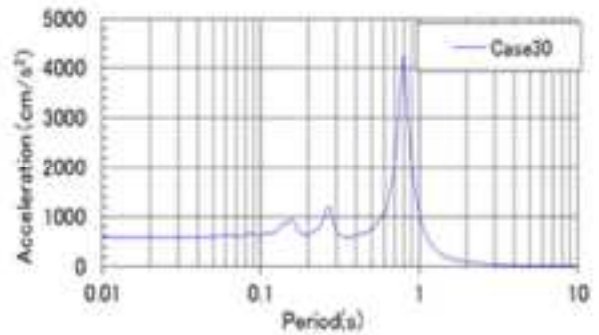
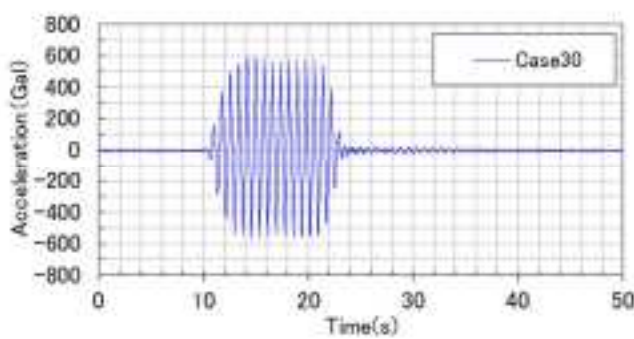


図 7.2.32 遠心模型斜面 (Case30) モデル図

- 水平方向



- 鉛直方向

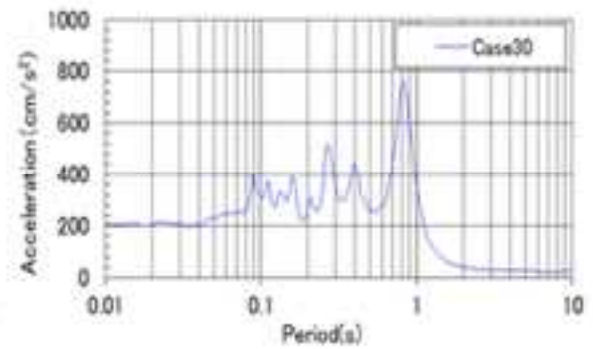
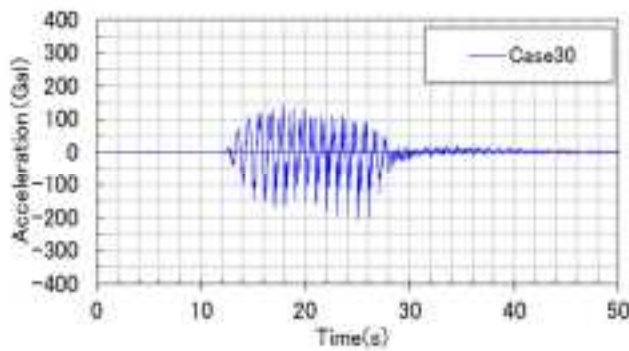


図 7.2.33 遠心模型斜面 (Case30) 入力波形図及び加速度応答スペクトル (h=5%)

⑤ Case31

- 境界条件：底面 固定
基盤層側面 鉛直ローラー
- 継続時間：46.12sec ($\Delta T=0.025$)

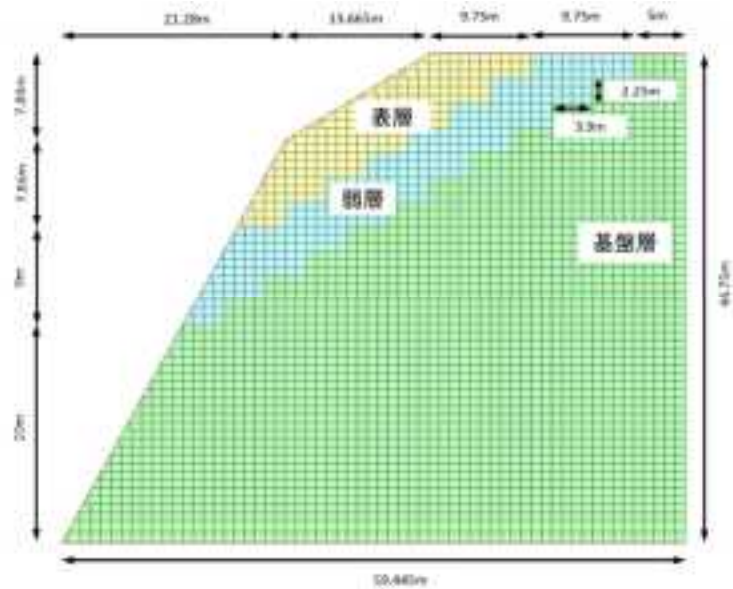
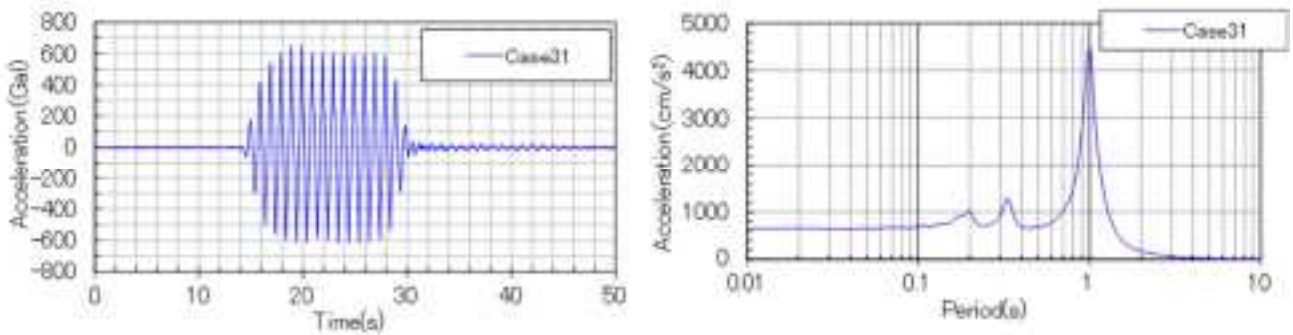


図 7.2.34 遠心模型斜面 (Case31) モデル図

- 水平方向



- 鉛直方向

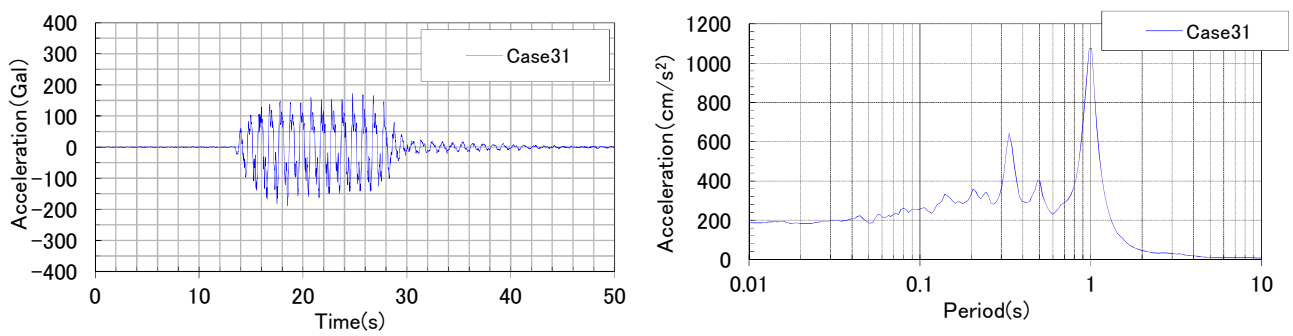


図 7.2.35 小型振動台 (Case27) 入力波形図及び加速度応答スペクトル (h=5%)

⑥ 軟岩斜面

- 境界条件：底面 固定
基盤層側面 水平ローラー
- 継続時間：26.21sec ($\angle T=0.01$)

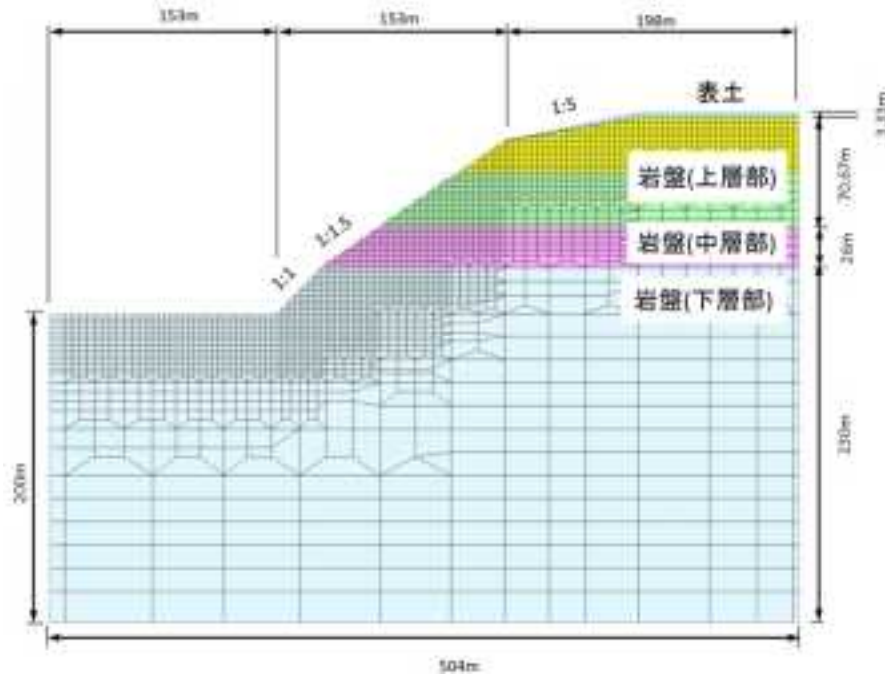
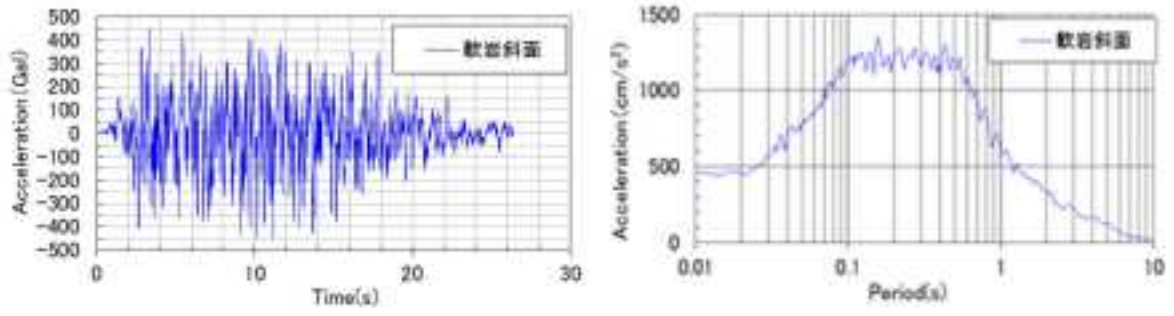


図 7.2.36 軟岩斜面 モデル図

表 7.2.5 軟岩斜面 物性値

項目	単位	表層地盤	弱層(1)		岩盤			開放基盤	備考
			弱層(2)	上層部	中層部	下層部			
単位体積重量(γ)	kN/m ³	18	18	17	18	19	19		
せん断強度(C_u)	kPa	$49+0.58 \cdot \sigma'_{m0}$	$49+0.36 \cdot \sigma'_{m0}$	1200	1400	1600	-	σ'_{m0} : 初期平均有効主応力(kPa)	
せん断強度(τ_R)	kPa	-	-	510	580	730	-		
引張強度(σ)	kPa	-	-	200	200	290	-		
S波速度(V_s)	m/s	300	-	450	500	600	700		
初期せん断弾性係数(G_0)	MPa	170	$2.2 \cdot (\sigma'_{m0})^{0.6}$	340	450	690	930	σ'_{m0} : 初期平均有効主応力(kPa)	
動弾性係数(E_d)	MPa	470	-	980	1300	2000	2600		
動ポアソン比(ν_d)	-	0.45	0.45	0.43	0.43	0.42	0.41		
$G/G_0 \sim \gamma$ γ :(%)	-	$1/(1+4.5 \gamma^{0.6})$	$1/(1+4.8 \gamma^{0.7})$	$1/(1+2.8 \gamma^{1.1})$	$1/(1+2.3 \gamma^{1.3})$	$1/(1+0.8 \gamma^{1.1})$	1.0 (一定)		
$h \sim \gamma$ γ :(%)	%	$11.4 \gamma^{0.2}+2.0$	$18.0 \gamma^{0.3}+2.0$	$14.0 \gamma^{0.8}+2.0$	$9.1 \gamma^{0.9}+1.8$	$5.9 \gamma^{1.2}+1.0$	3.0 (一定)		
減衰定数hの下限值	%	5.0	5.0	3.0	3.0	3.0	-		
備考		表層地盤は地下水位浅であるため、 $\sigma'_{m0} = \sigma_{m0}$		上層部、中層部、下層部の強度は、低圧部を放物線、高圧部を $\phi=0$ の直線とした破壊包絡線として設定。					

・水平方向



・鉛直方向

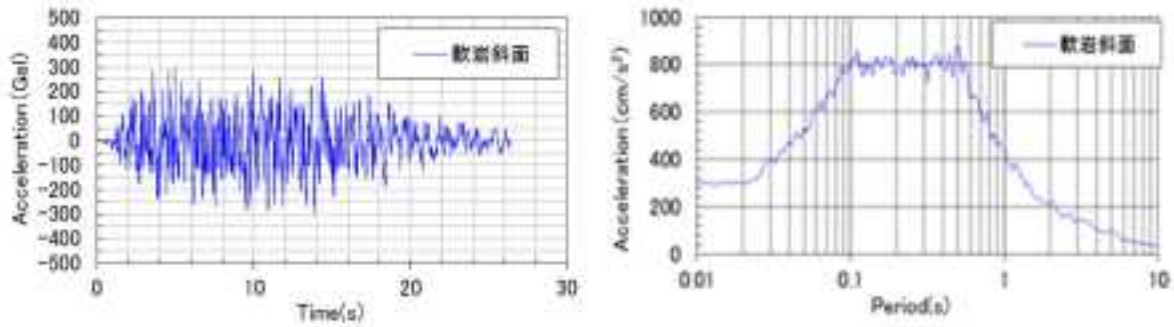


図 7.2.37 軟岩斜面 入力波形図及び加速度応答スペクトル(h=5%)

⑦硬岩斜面

- 境界条件：底面 固定
基盤層側面 水平ローラー
- 継続時間：26.21sec ($\angle T=0.01$)

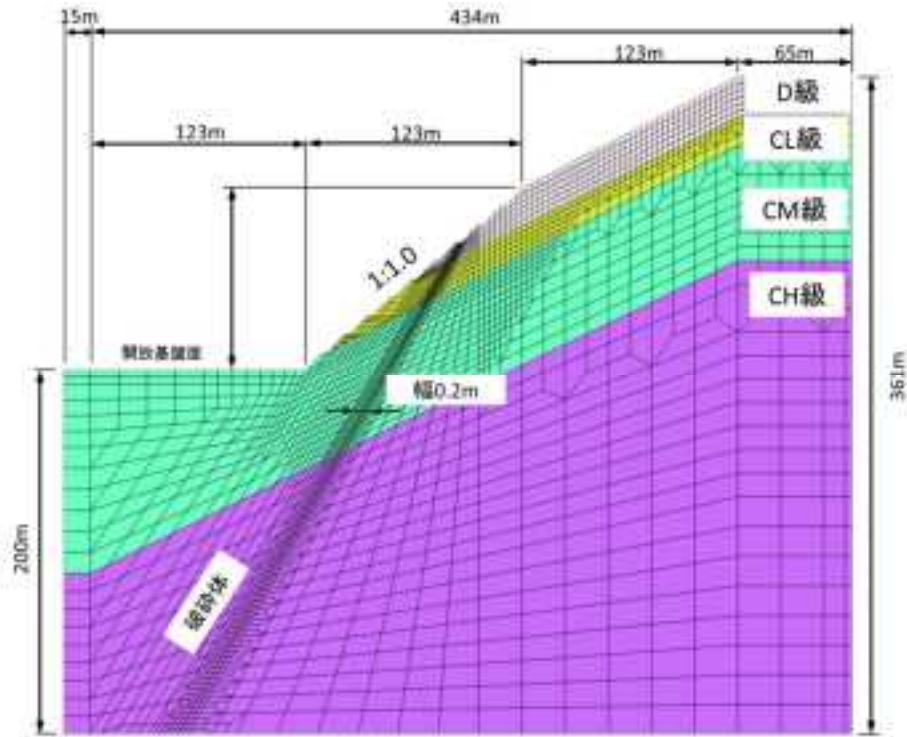
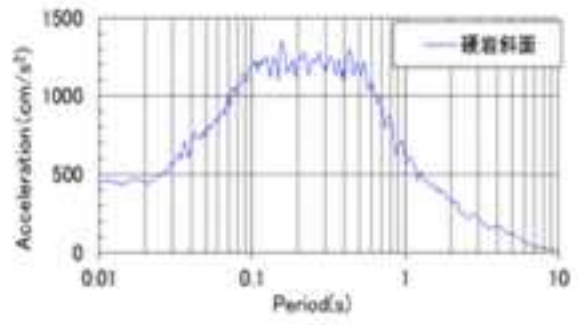
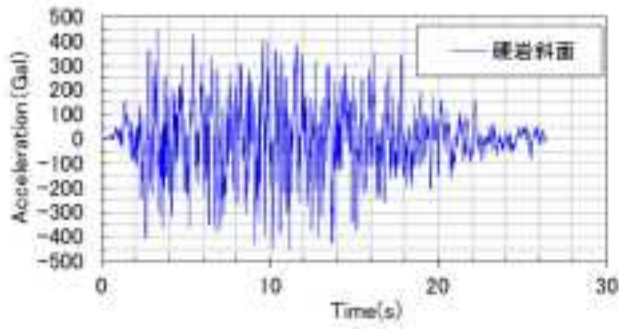


図 7.2.38 硬岩斜面 モデル図

表 7.2.6 硬岩斜面 物性値

項目	単位	破壊帯	岩盤			
			D級相当	CL級相当	CM級相当	CH級相当
単位体積重量 (γ)	kN/m ³	18	20	20	25	26
粘着力 (c)	kPa	50	200	300	1000	1500
内部摩擦角 (ϕ)	度	20	20	33	45	50
S波速度 (Vs)	m/s	300	500	600	1300	2000
初期せん断弾性係数 (G0)	MPa	$34(\sigma'_{m0})^{0.6}$ $\sigma'_{m0}: \text{kgf/cm}^2$	1400	720	4200	11000
動弾性係数 (Ed)	MPa	-	0.43	2000	12000	29000
動ポアソン比 (ν_d)	-	0.45	0.43	0.40	0.37	0.35
G/G0 ~ γ $\gamma: (\%)$	-	$1/(1+4.8\gamma^{0.7})$	$1/(1+4.5\gamma^{0.6})$	720	4200	11000
h ~ γ $\gamma: (\%)$	%	$18.0\gamma^{0.3}+2.0$	$11.4\gamma^{0.2}+2.0$	3.0	3.0	2.0
減衰定数hの下限値	%	5.0	3.0	3.0	3.0	3.0
備考		σ'_{m0} : 初期平均有効主応力(kPa)				

・水平方向



・鉛直方向

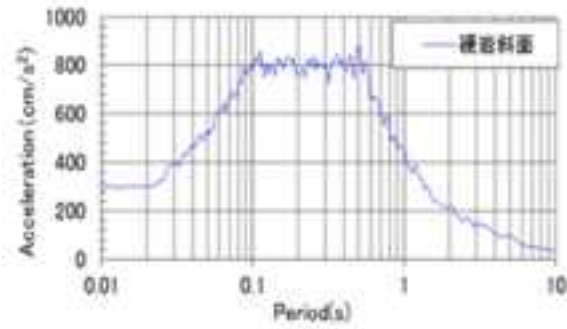
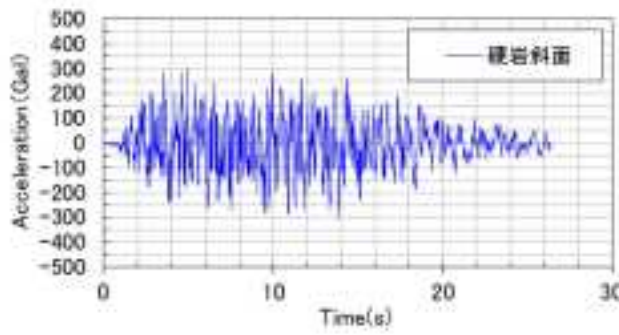


図 7.2.39 硬岩斜面 入力波形図及び加速度応答スペクトル(h=5%)

7.2.2 固有値解析結果

① Case27

表 7.2.7 Case27 固有周期、刺激係数、有効質量比の一覧

モード次数	振動数 (Hz)	周期 (sec)	有効質量比		刺激係数	
			X	Y	X	Y
1	104.434	0.0096	0.106	0.038	1.342E+0	8.042E-1
2	161.280	0.0062	0.000	0.068	1.817E-2	-1.152E+0
3	187.214	0.0053	0.030	0.030	-6.952E-1	7.061E-1
4	189.293	0.0053	0.015	0.011	-5.885E-1	4.985E-1
5	213.289	0.0047	0.008	0.052	-5.363E-1	1.405E+0
6	238.840	0.0042	0.025	0.009	1.570E+0	9.539E-1
7	244.774	0.0041	0.000	0.005	-1.822E-2	8.380E-1
8	267.679	0.0037	0.005	0.022	-9.056E-1	1.893E+0
9	272.255	0.0037	0.027	0.001	-1.418E+0	-2.423E-1
10	290.885	0.0034	0.022	0.006	1.805E+0	9.560E-1

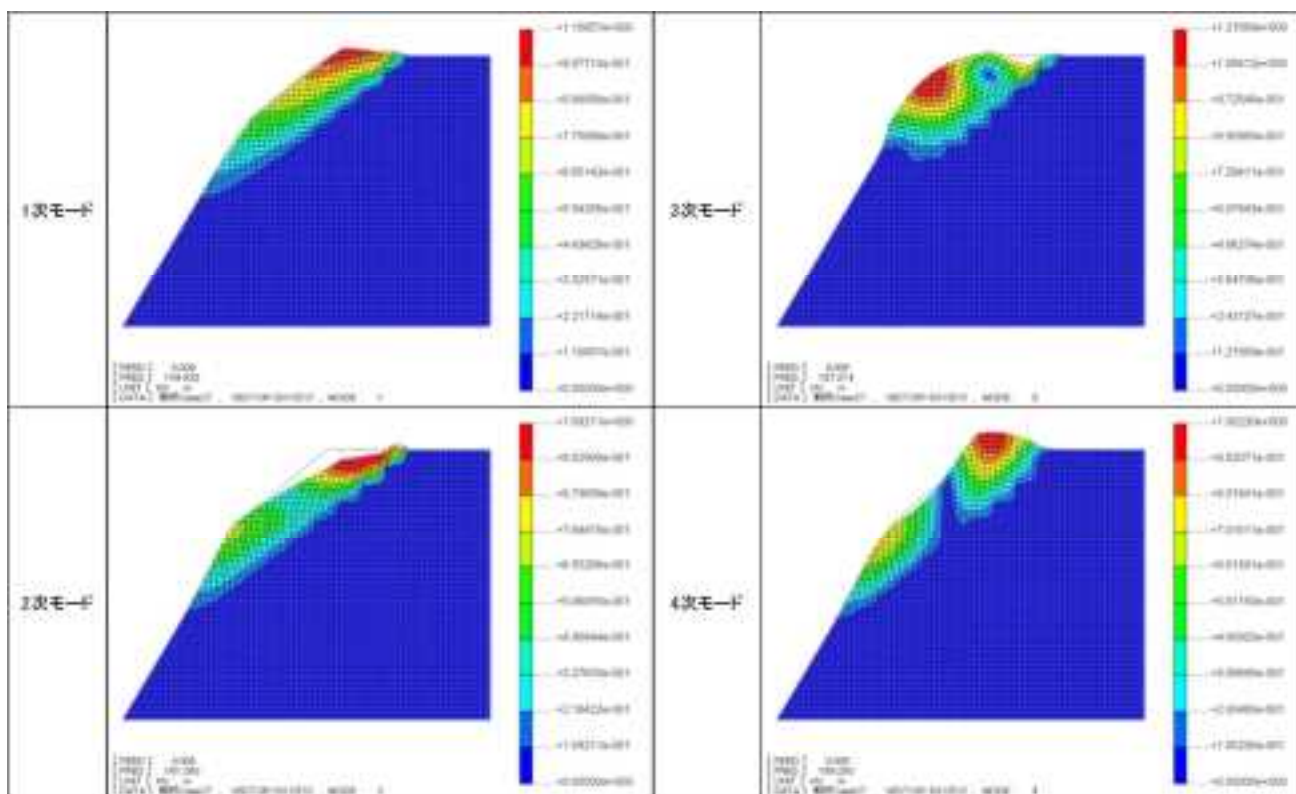


図 7.2.40 Case27 固有モード図 (1次~4次)

② Case28

表 7.2.8 Case28 固有周期、刺激係数、有効質量比の一覧

モード次数	振動数 (Hz)	周期 (sec)	有効質量比		刺激係数	
			X	Y	X	Y
1	113.161	0.0088	0.104	0.056	1.198E+0	8.857E-1
2	165.121	0.0061	0.000	0.037	8.560E-2	-8.334E-1
3	200.495	0.0050	0.004	0.001	2.308E-1	1.313E-1
4	208.765	0.0048	0.076	0.098	-1.081E+0	1.234E+0
5	221.057	0.0045	0.004	0.009	-2.333E-1	3.332E-1
6	243.442	0.0041	0.021	0.017	7.524E-1	6.809E-1
7	250.736	0.0040	0.005	0.013	-3.083E-1	-4.947E-1
8	274.216	0.0036	0.005	0.035	-4.845E-1	1.229E+0
9	294.390	0.0034	0.007	0.011	7.433E-1	9.547E-1
10	300.585	0.0033	0.026	0.016	-1.147E+0	-9.045E-1

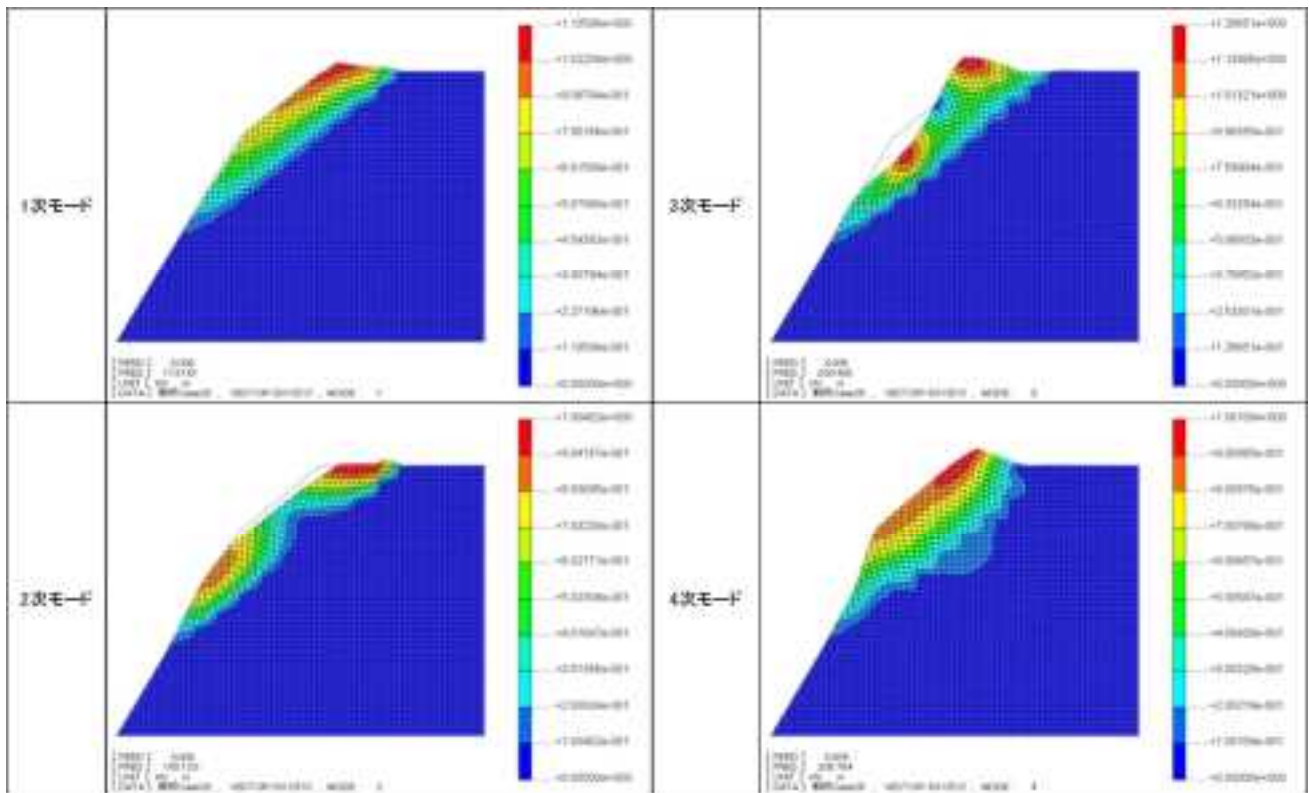


図 7.2.41 Case28 固有モード図 (1次~4次)

③ Case29

表 7.2.9 Case29 固有周期、刺激係数、有効質量比の一覧

モード次数	振動数 (Hz)	周期 (sec)	有効質量比		刺激係数	
			X	Y	X	Y
1	104.292	0.0096	0.133	0.031	1.364E+0	6.596E-1
2	162.689	0.0061	0.001	0.067	9.577E-2	-1.084E+0
3	188.595	0.0053	0.019	0.025	-5.462E-1	6.313E-1
4	190.664	0.0052	0.012	0.013	-4.946E-1	5.143E-1
5	218.191	0.0046	0.010	0.061	-6.236E-1	1.511E+0
6	229.114	0.0044	0.013	0.006	1.646E+0	1.114E+0
7	243.404	0.0041	0.011	0.000	9.875E-1	1.437E-1
8	264.737	0.0038	0.008	0.016	-1.258E+0	1.784E+0
9	278.175	0.0036	0.016	0.001	-9.588E-1	-2.720E-1
10	286.349	0.0035	0.014	0.000	1.334E+0	9.940E-2

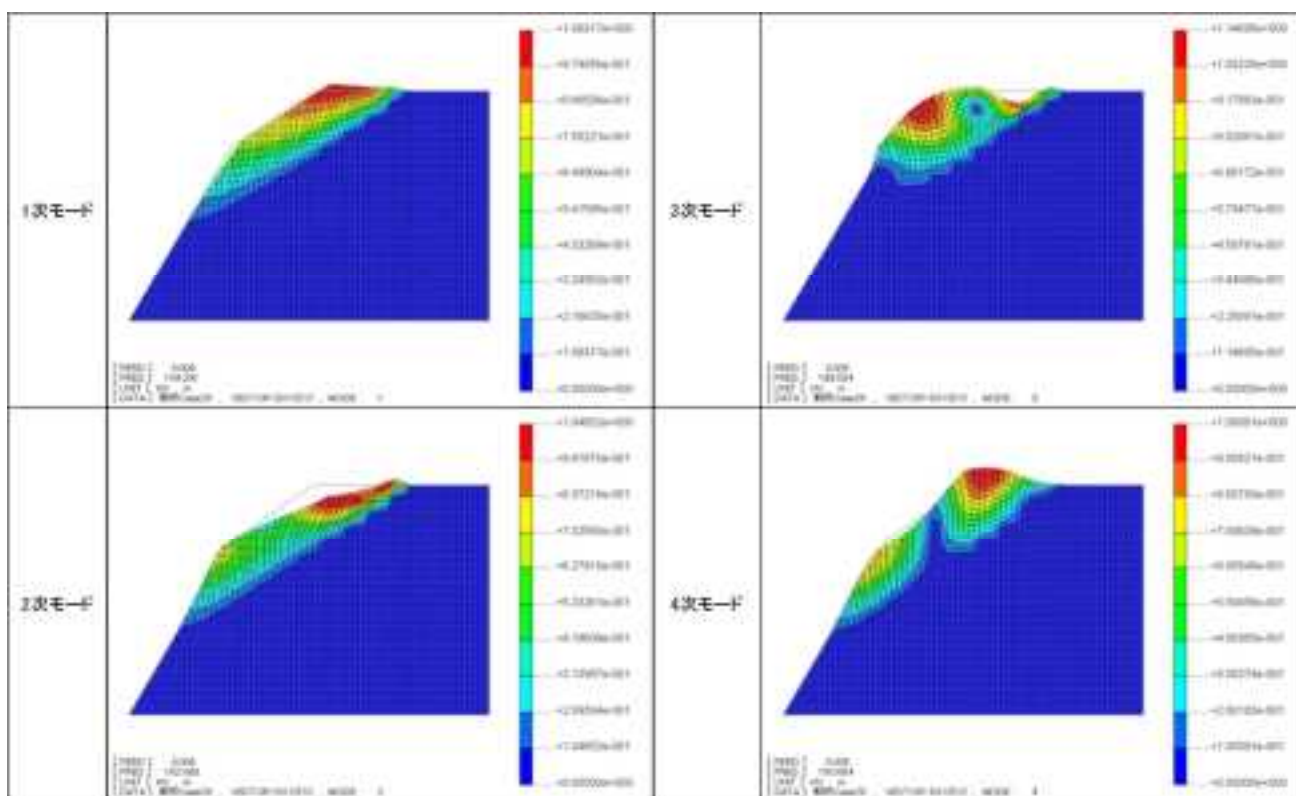


図 7.2.42 Case29 固有モード図 (1次~4次)

④ Case30

表 7.2.10 Case30 固有周期、刺激係数、有効質量比の一覧

モード次数	振動数 (Hz)	周期 (sec)	有効質量比		刺激係数	
			X	Y	X	Y
1	4.361	0.229	0.120	0.032	1.414E+0	7.383E-1
2	6.251	0.160	0.000	0.018	3.270E-2	-6.426E-1
3	7.273	0.137	0.012	0.275	-5.123E-1	2.517E+0
4	7.663	0.130	0.005	0.000	-3.865E-1	8.716E-2
5	8.158	0.123	0.115	0.036	4.868E+0	2.741E+0
6	8.374	0.119	0.029	0.098	-1.206E+0	-2.247E+0
7	8.640	0.116	0.049	0.004	-2.827E+0	-7.826E-1
8	9.340	0.107	0.003	0.002	4.761E-1	3.973E-1
9	9.760	0.102	0.001	0.064	-1.568E-1	-1.364E+0
10	10.178	0.098	0.110	0.008	1.900E+0	-5.235E-1

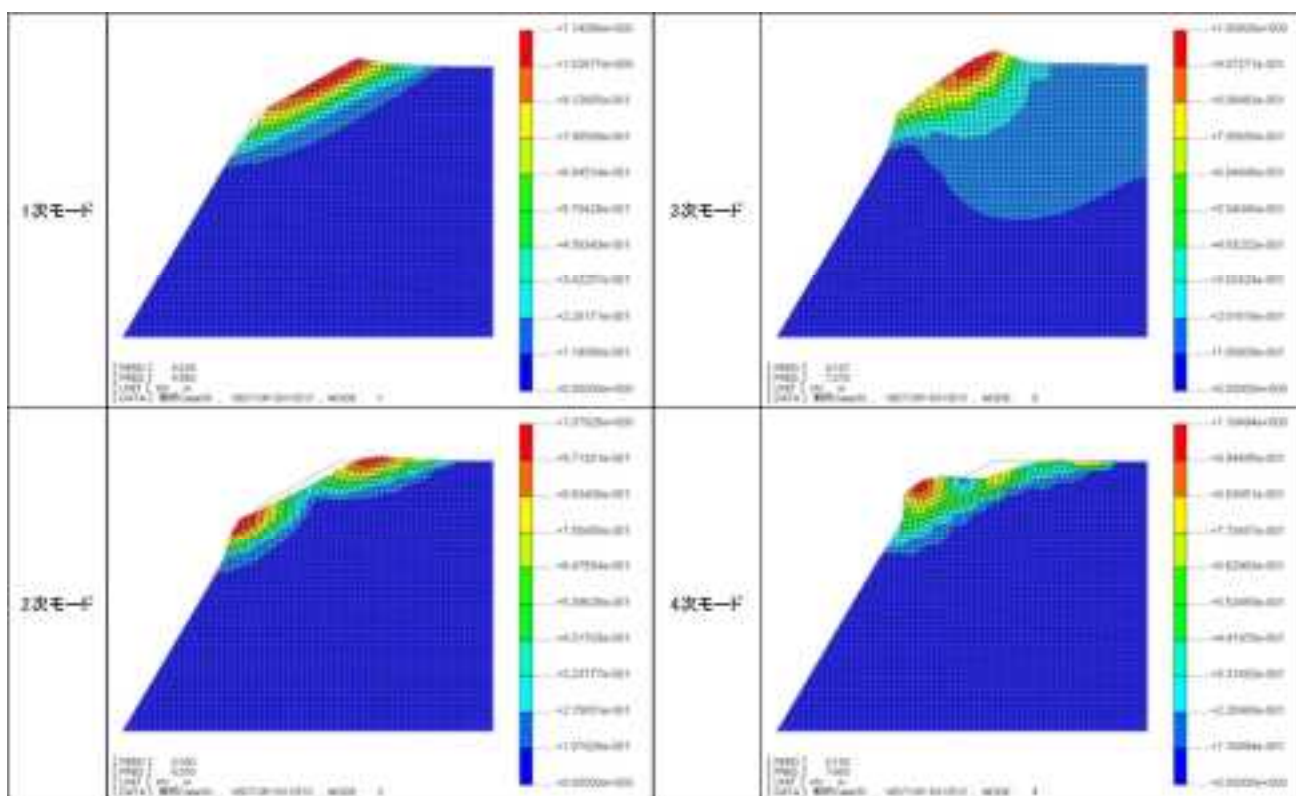


図 7.2.43 Case30 固有モード図 (1次~4次)

⑤ Case31

表 7.2.11 Case31 固有周期、刺激係数、有効質量比の一覧

モード次数	振動数 (Hz)	周期 (sec)	有効質量比		刺激係数	
			X	Y	X	Y
1	4.584	0.218	0.113	0.032	1.400E+0	7.484E-1
2	6.528	0.153	0.000	0.014	7.528E-3	-6.082E-1
3	7.504	0.133	0.008	0.300	-4.325E-1	2.622E+0
4	7.977	0.125	0.016	0.000	-7.095E-1	-5.556E-2
5	8.580	0.117	0.158	0.129	-1.912E+0	-1.734E+0
6	8.770	0.114	0.051	0.001	-1.136E+0	1.314E-1
7	9.488	0.105	0.001	0.002	1.597E-1	2.803E-1
8	10.010	0.100	0.003	0.051	-2.973E-1	-1.314E+0
9	10.505	0.095	0.034	0.019	-1.723E+0	1.296E+0
10	10.695	0.094	0.086	0.005	2.954E+0	-6.879E-1

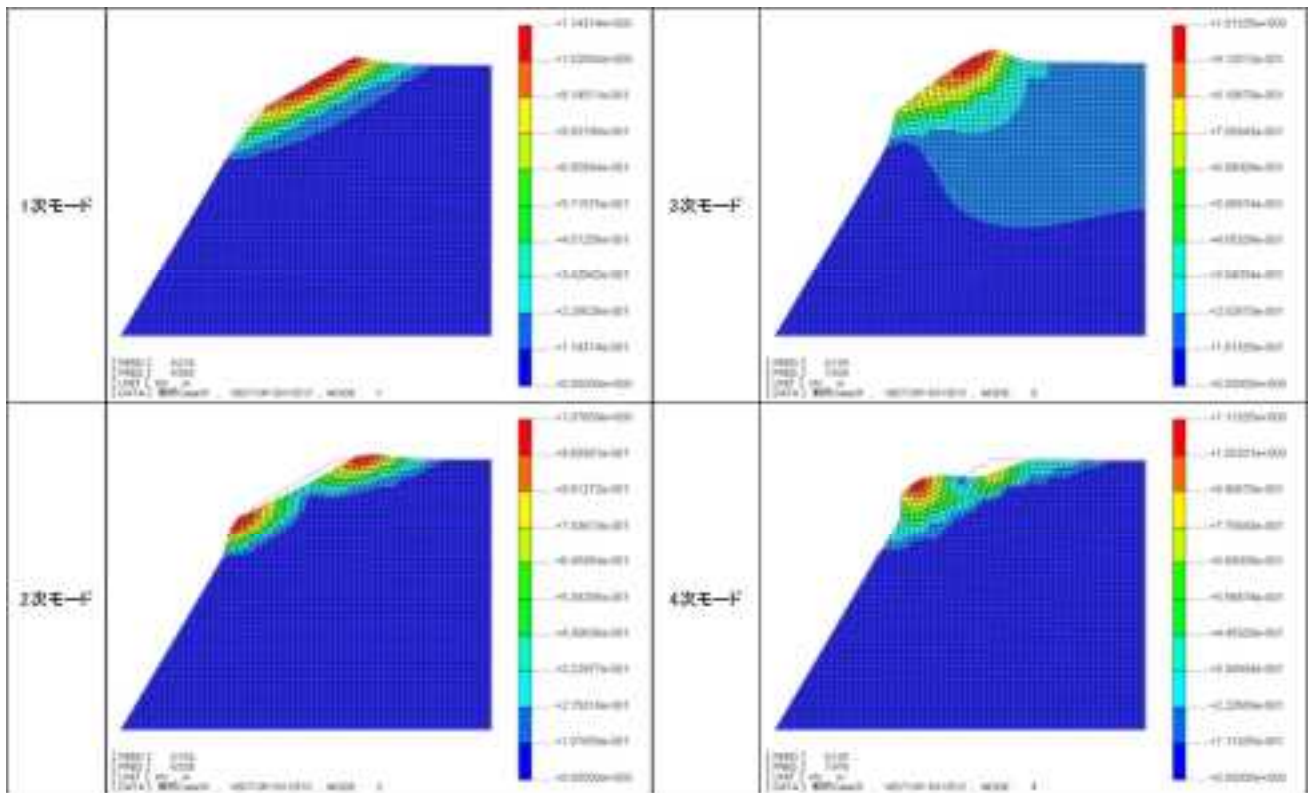


図 7.2.44 Case31 固有モード図 (1次~4次)

⑥ 軟岩斜面

表 7.2.12 軟岩斜面 固有周期、刺激係数、有効質量比の一覧

モード次数	振動数 (Hz)	周期 (sec)	有効質量比		刺激係数	
			X	Y	X	Y
1	0.538	1.859	0.792	0.000	1.578E+0	1.085E-2
2	1.010	0.990	0.002	0.350	8.211E-2	1.110E+0
3	1.166	0.858	0.096	0.020	-8.492E-1	3.835E-1
4	1.404	0.712	0.000	0.000	2.843E-2	6.014E-3
5	1.673	0.598	0.006	0.040	-1.937E-1	4.931E-1
6	1.860	0.538	0.005	0.175	-1.386E-1	-8.085E-1
7	1.865	0.536	0.000	0.064	2.301E-2	-7.080E-1
8	2.087	0.479	0.001	0.001	-6.413E-2	-8.103E-2
9	2.095	0.477	0.043	0.007	4.805E-1	1.976E-1
10	2.415	0.414	0.000	0.002	-3.871E-2	-1.214E-1

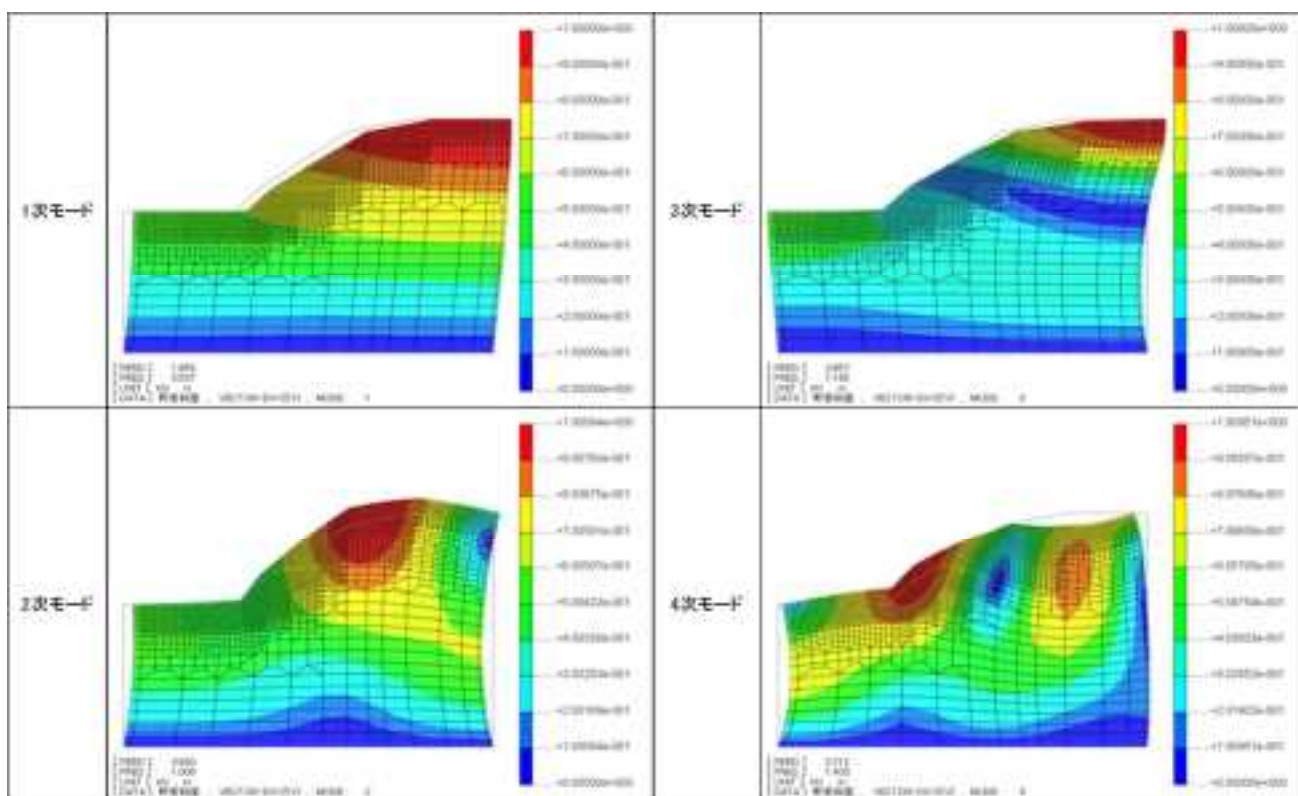


図 7.2.45 軟岩斜面 固有モード図 (1次~4次)

⑦ 硬岩斜面

表 7.2.13 硬岩斜面 固有周期、刺激係数、有効質量比の一覧

モード次数	振動数 (Hz)	周期 (sec)	有効質量比		刺激係数	
			X	Y	X	Y
1	1.647	0.607	0.659	0.006	2.362E+0	2.253E-1
2	2.754	0.363	0.147	0.095	-1.950E+0	1.548E+0
3	3.433	0.291	0.020	0.256	3.218E-1	1.139E+0
4	3.947	0.253	0.022	0.056	9.789E-1	-1.532E+0
5	4.573	0.219	0.003	0.032	-2.277E-1	-6.937E-1
6	4.607	0.217	0.002	0.043	1.845E-1	-9.329E-1
7	5.065	0.197	0.000	0.101	6.574E-2	1.543E+0
8	5.367	0.186	0.003	0.025	-2.867E-1	8.100E-1
9	5.595	0.179	0.034	0.024	9.246E-1	7.733E-1
10	5.949	0.168	0.001	0.009	-1.782E-1	-4.472E-1

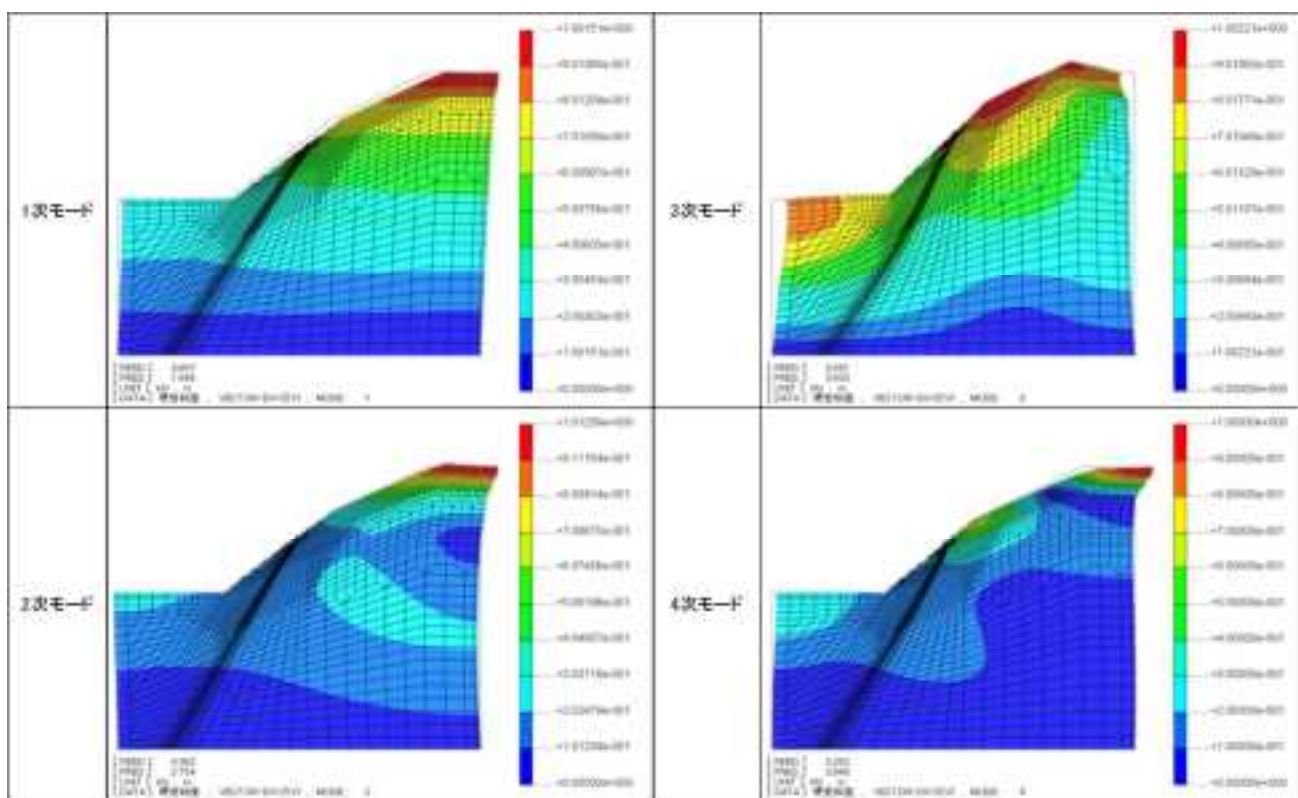


図 7.2.46 硬岩斜面 固有モード図 (1次~4次)

7.2.3 初期応力解析結果

① Case27

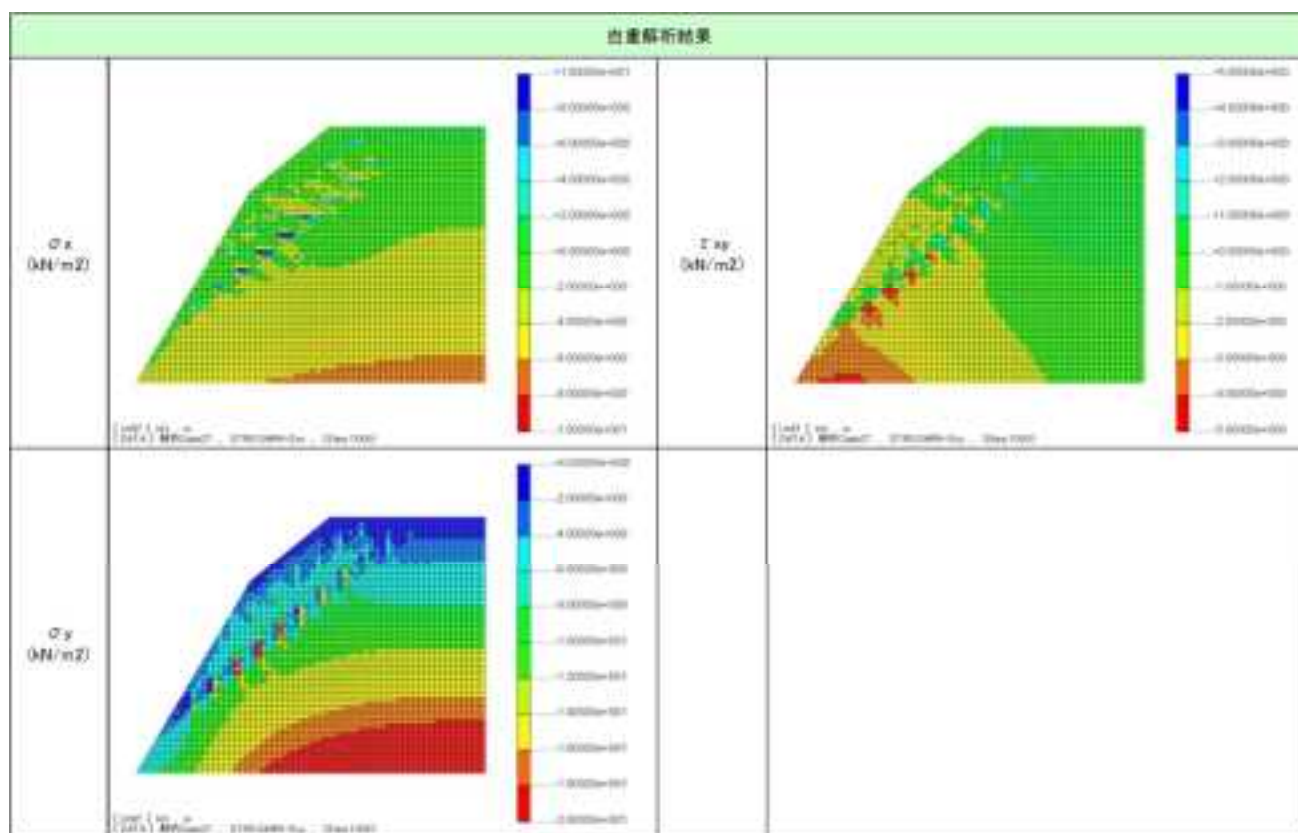


図 7.2.47 Case27 初期応力解析の応力分布

② Case28

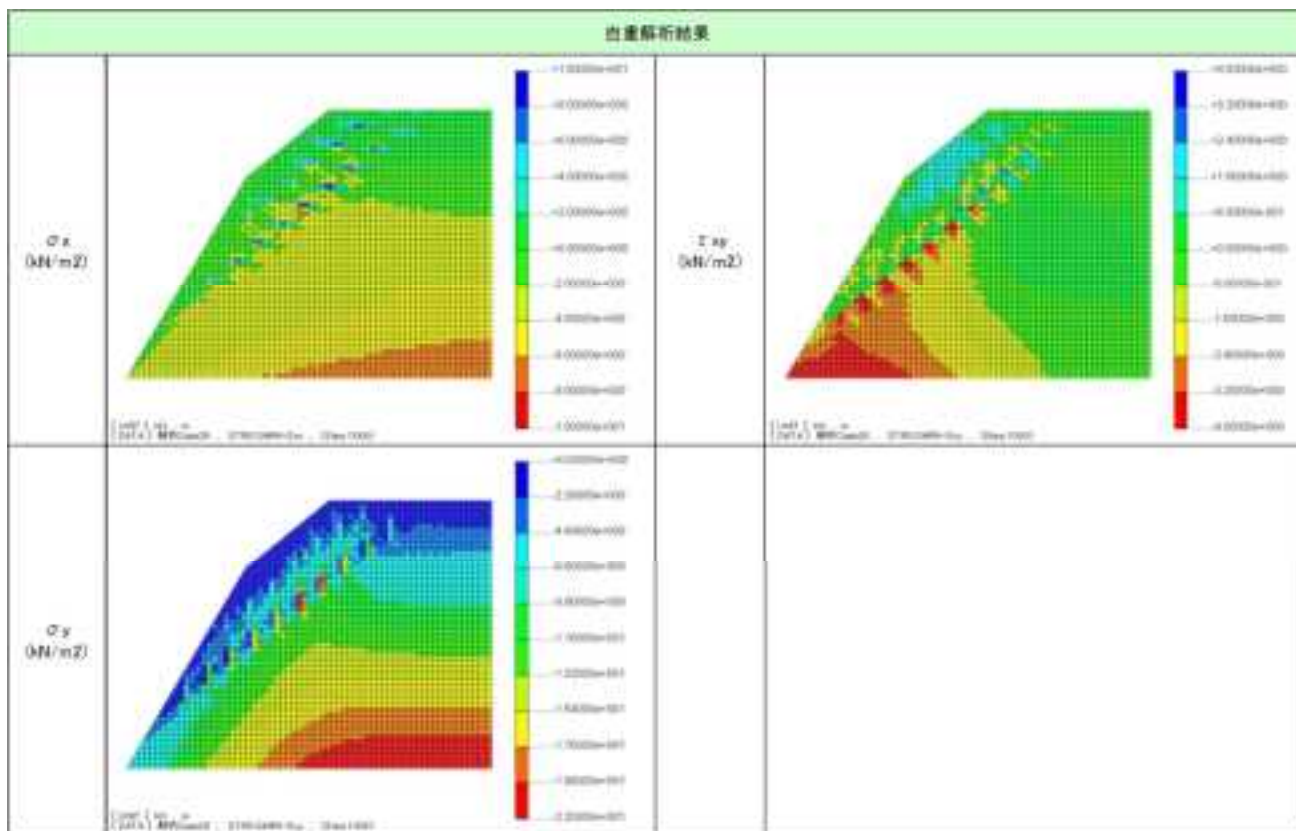


図 7.2.48 Case28 初期応力解析の応力分布

③ Case29

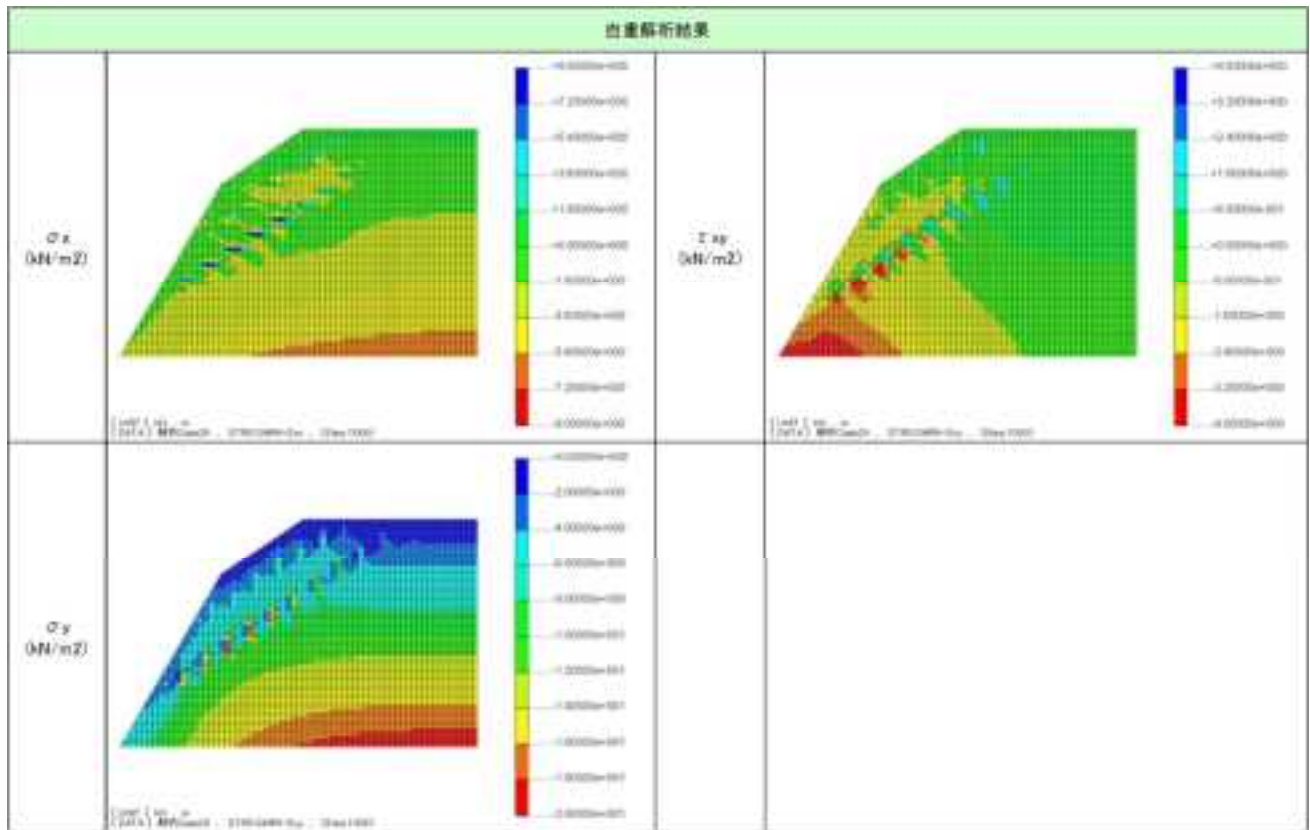


図 7.2.49 Case29 初期応力解析の応力分布

④ Case30

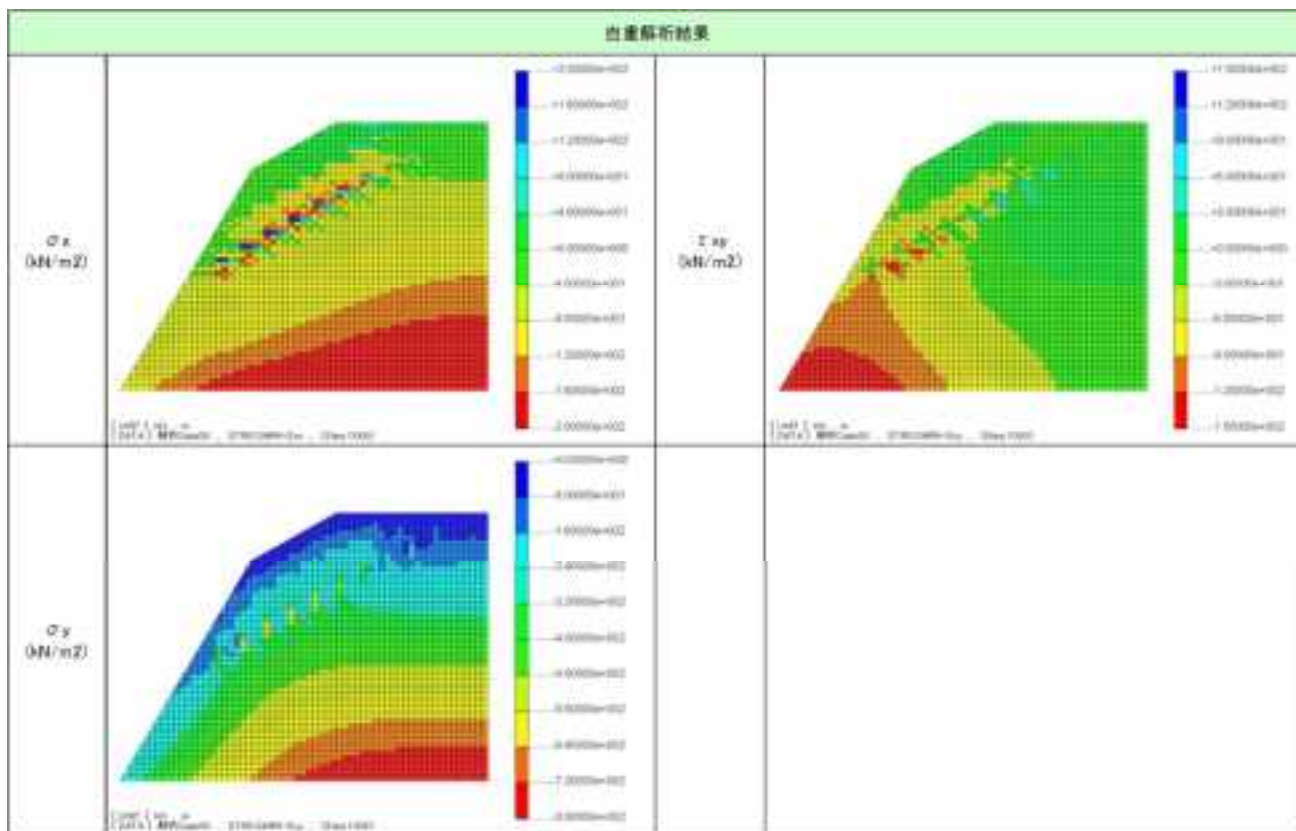


図 7.2.50 Case30 初期応力解析の応力分布

⑤ Case31

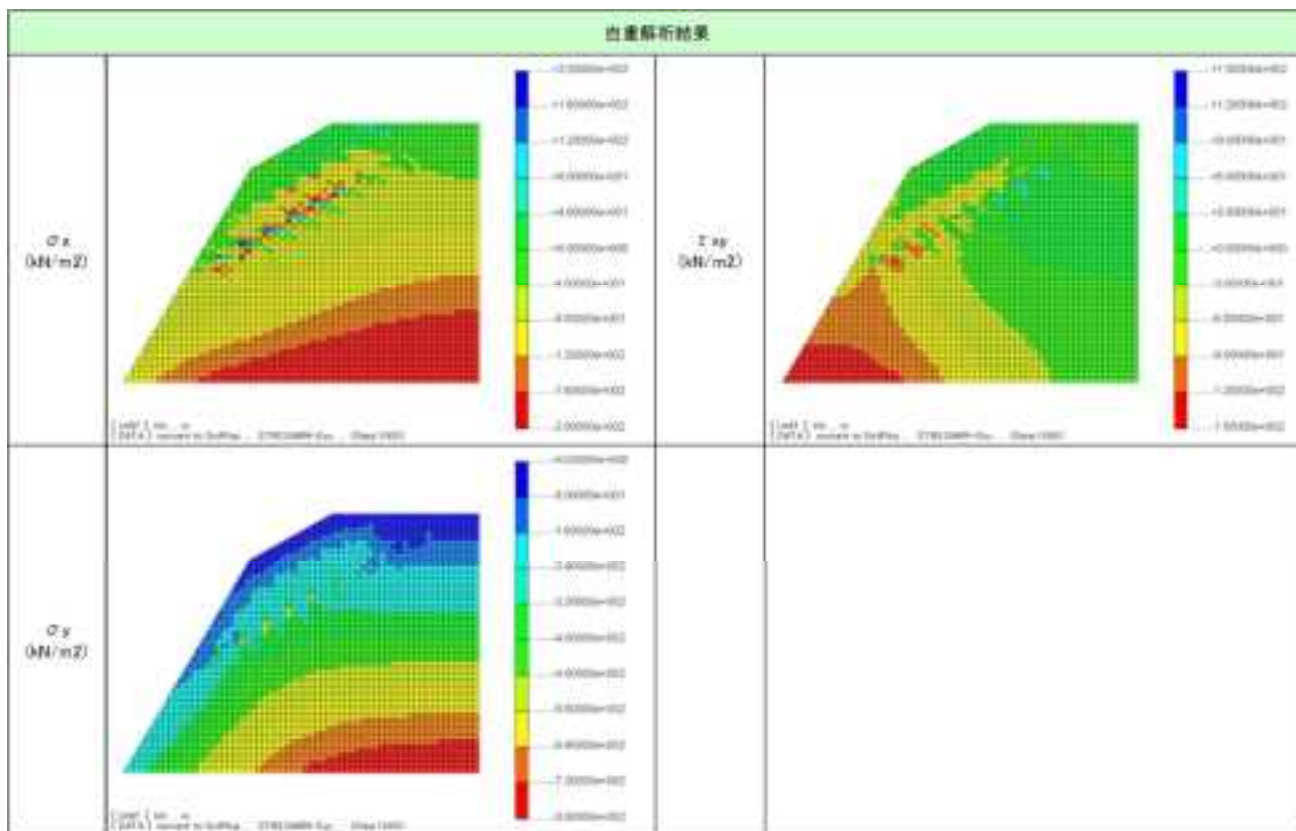


図 7.2.51 Case31 初期応力解析の応力分布

⑥ 軟岩斜面

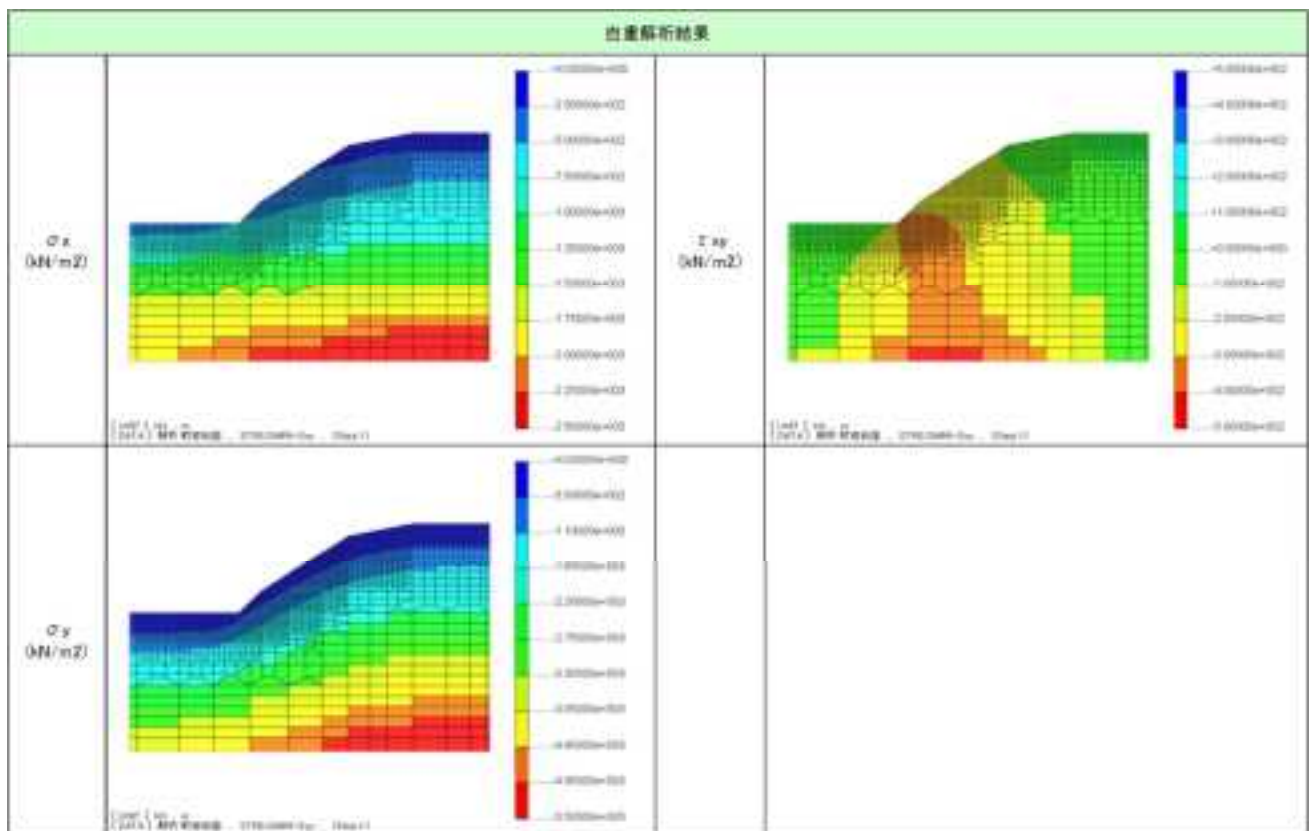


図 7.2.52 軟岩斜面 初期応力解析の応力分布

⑦ 硬岩斜面

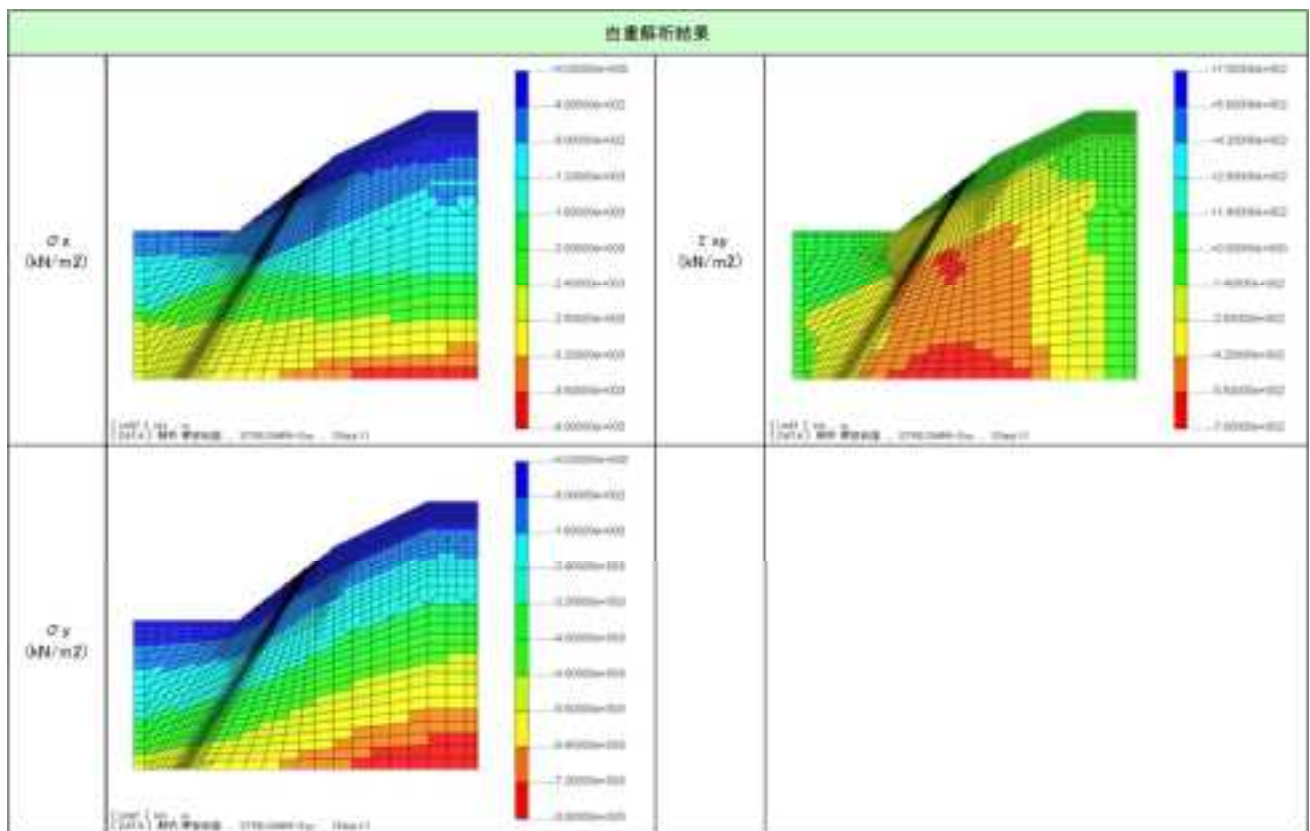


図 7.2.53 硬岩斜面 初期応力解析の応力分布

7.2.4 動的解析結果

(1) Case27

① 逐次非線形解析

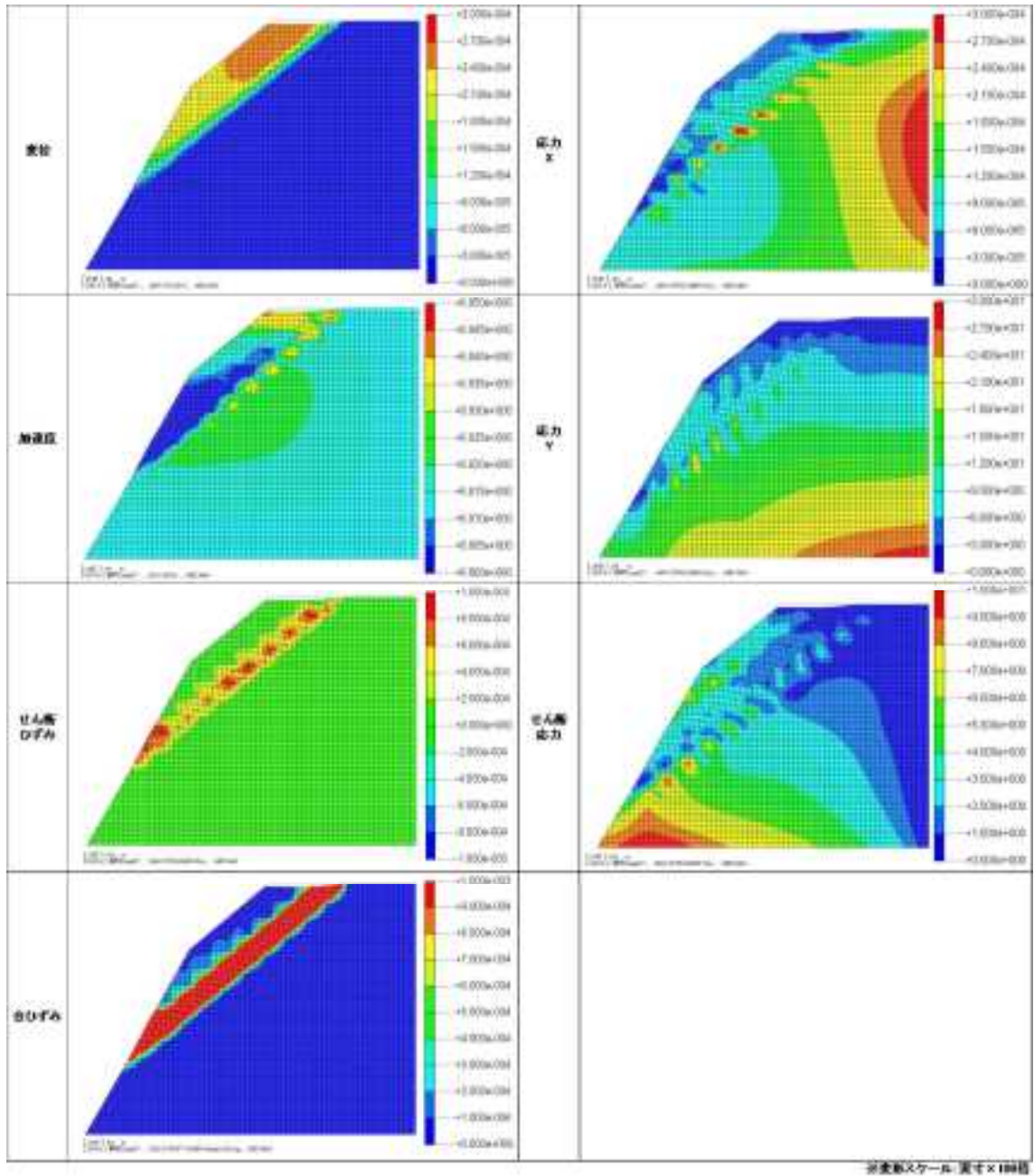


図 7.2.54 Case27 逐次非線形動的解析 最大応答分布図

○Case27 逐次非線形動的解析結果

・時刻歴変位

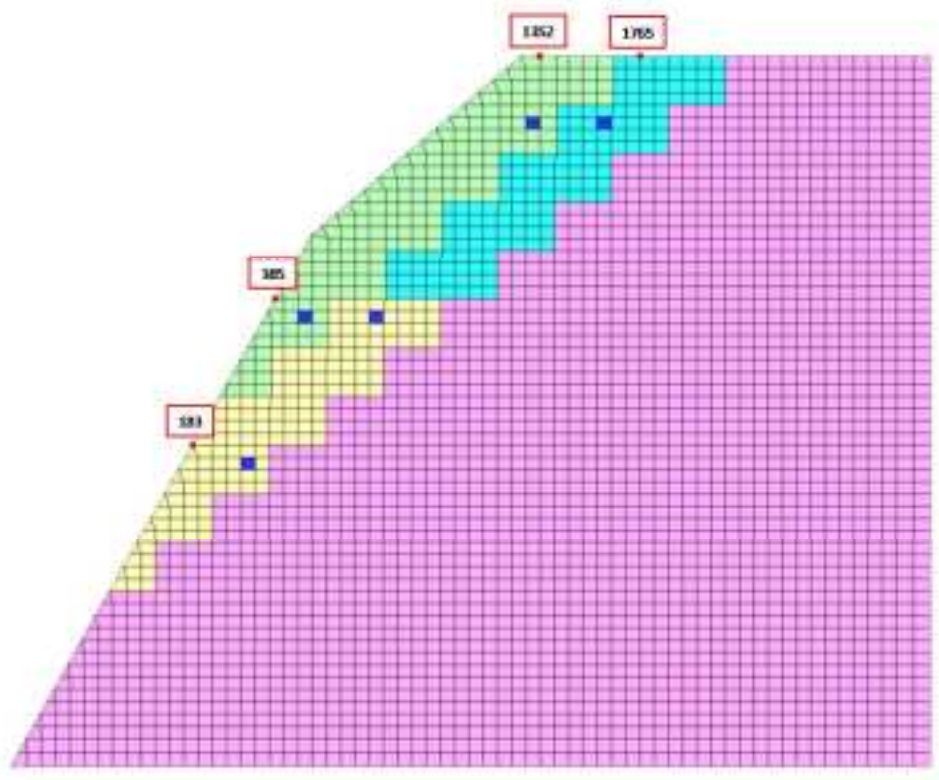
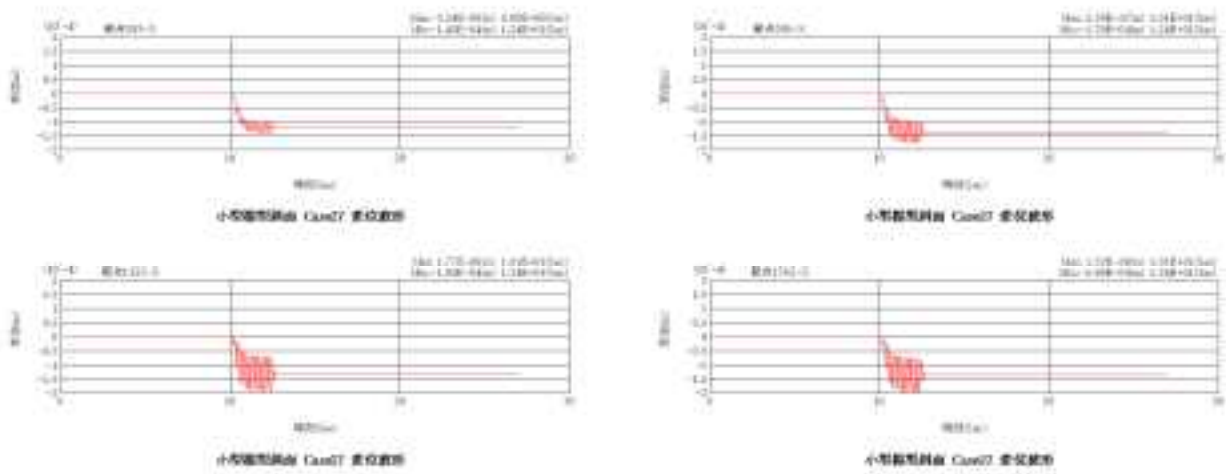


図 7. 2. 55 Case27 逐次非線形動的解析 時刻歴変位

○Case27 逐次非線形動的解析結果

・時刻歴加速度

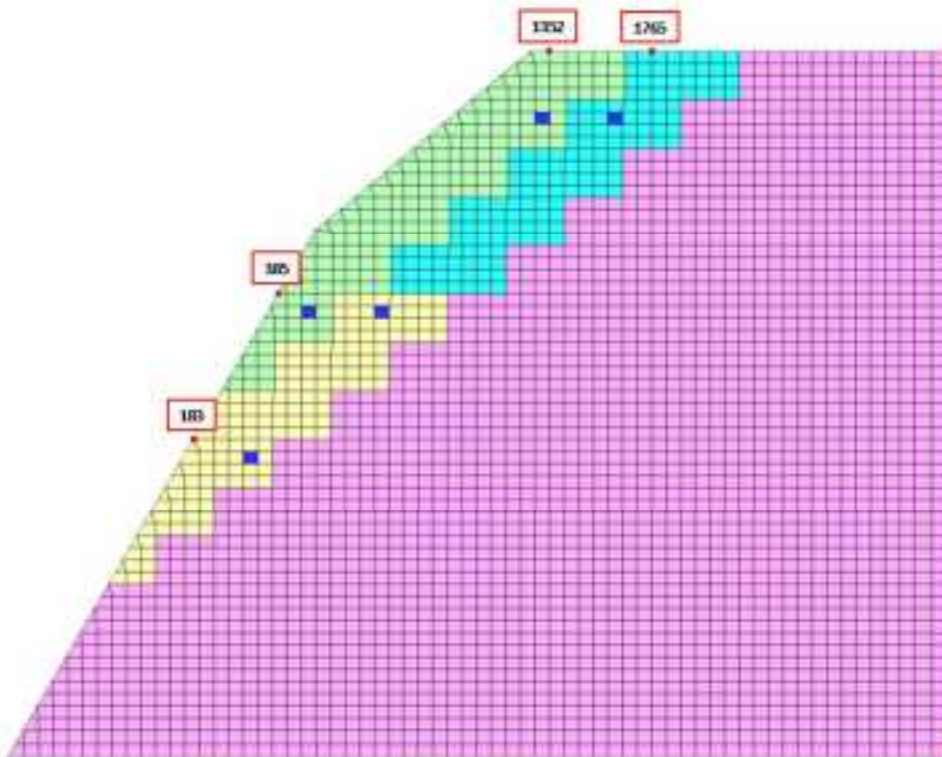
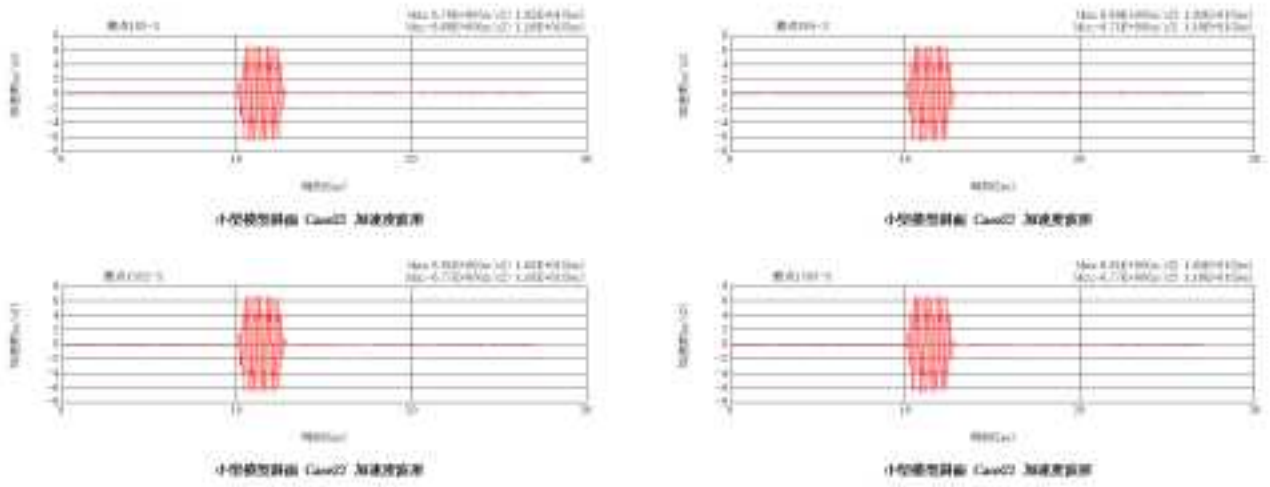


图 7. 2. 56 Case27 逐次非線形動的解析 時刻歴加速度

○Case27 逐次非線形動的解析結果

・応力-ひずみ関係

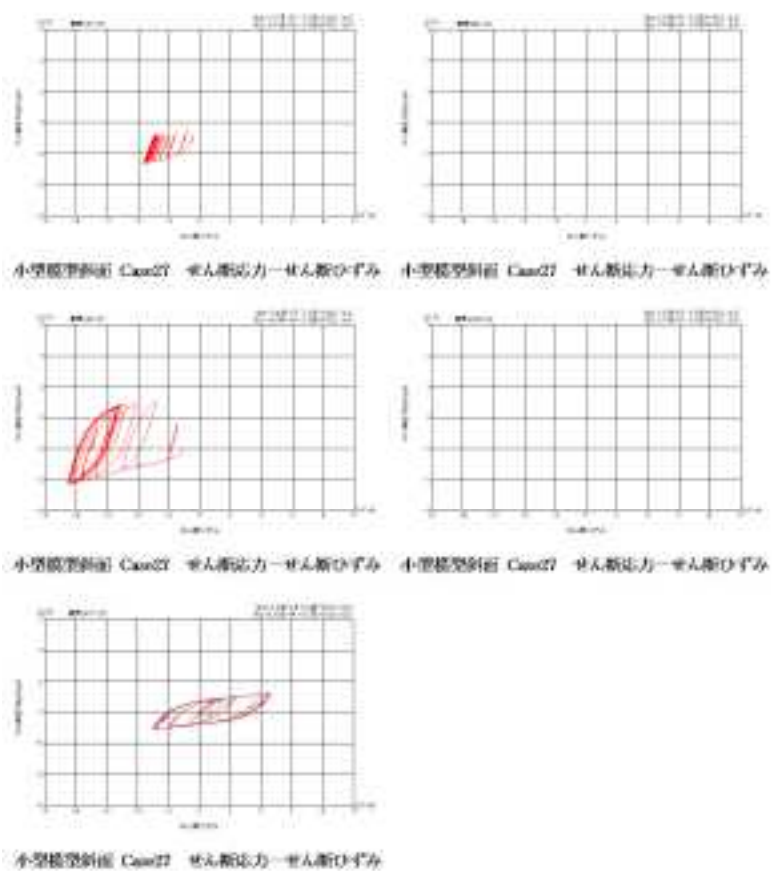


図 7.2.57 Case27 逐次非線形動的解析 応力-ひずみ関係

② 等値線形解析

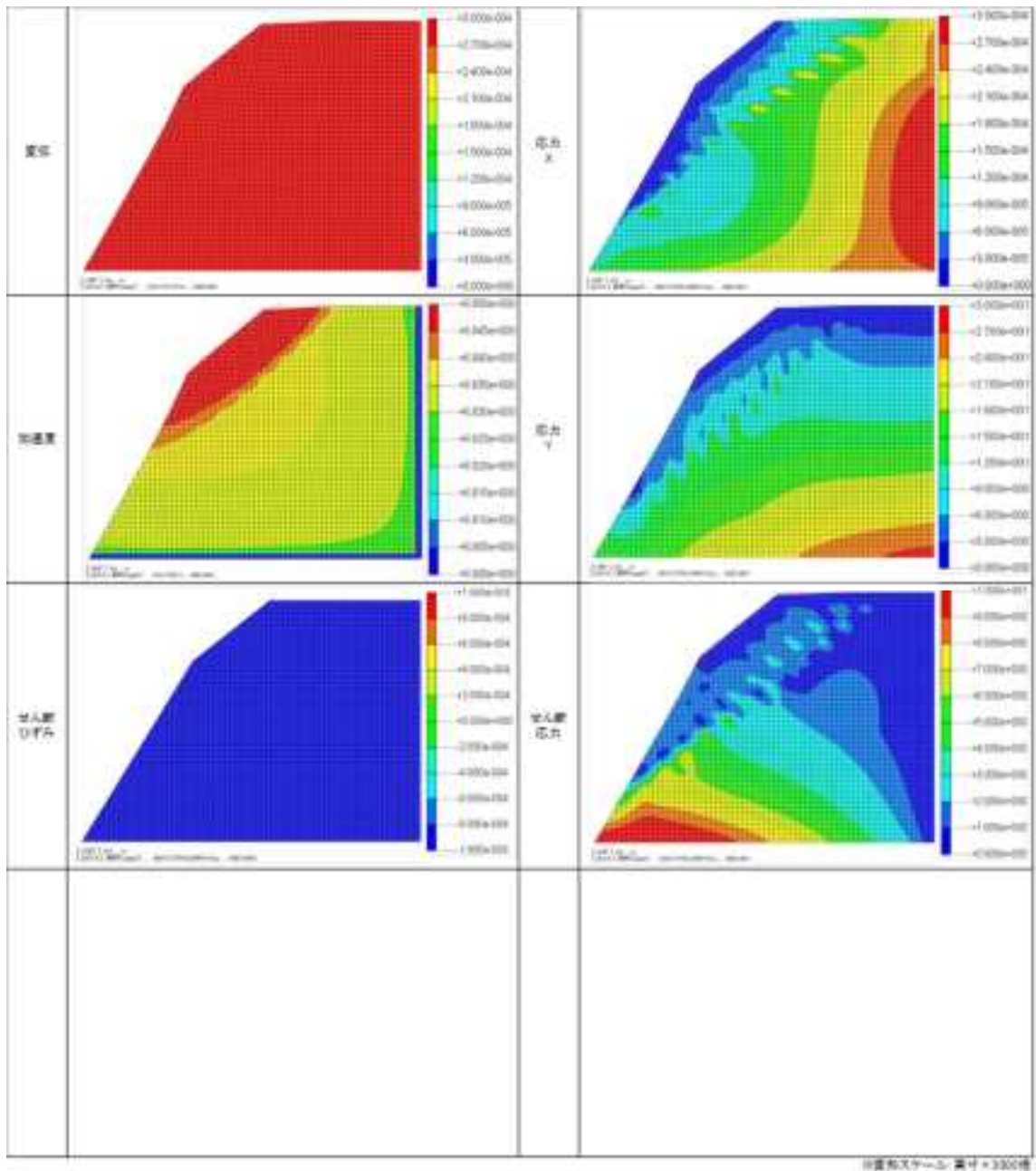


図 7.2.58 Case27 等値線形解析 最大応答分布図

○Case27 等価線形解析結果

・時刻歴変位

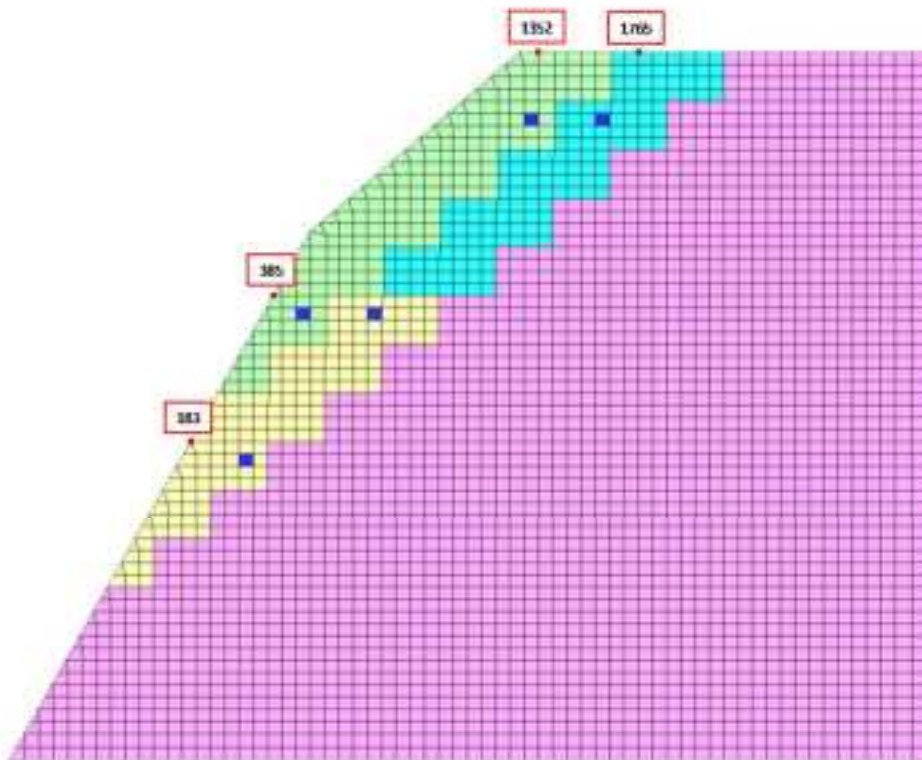


図 7. 2. 59 Case27 等価線形解析 時刻歴変位

○Case27 等価線形解析結果

・時刻歴加速度

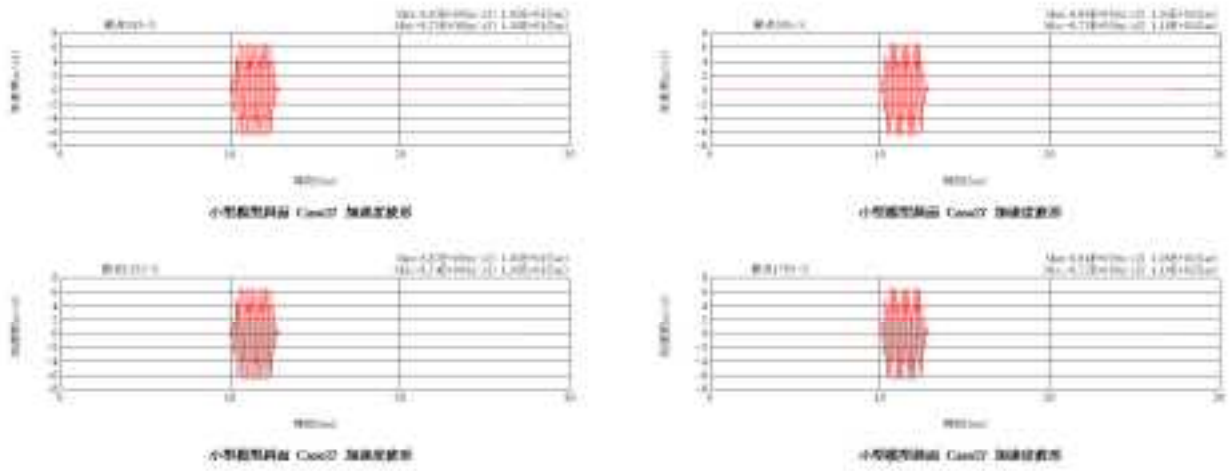


図 7.2.60 Case27 等価線形解析 時刻歴加速度

(2) Case28

①逐次非線形解析

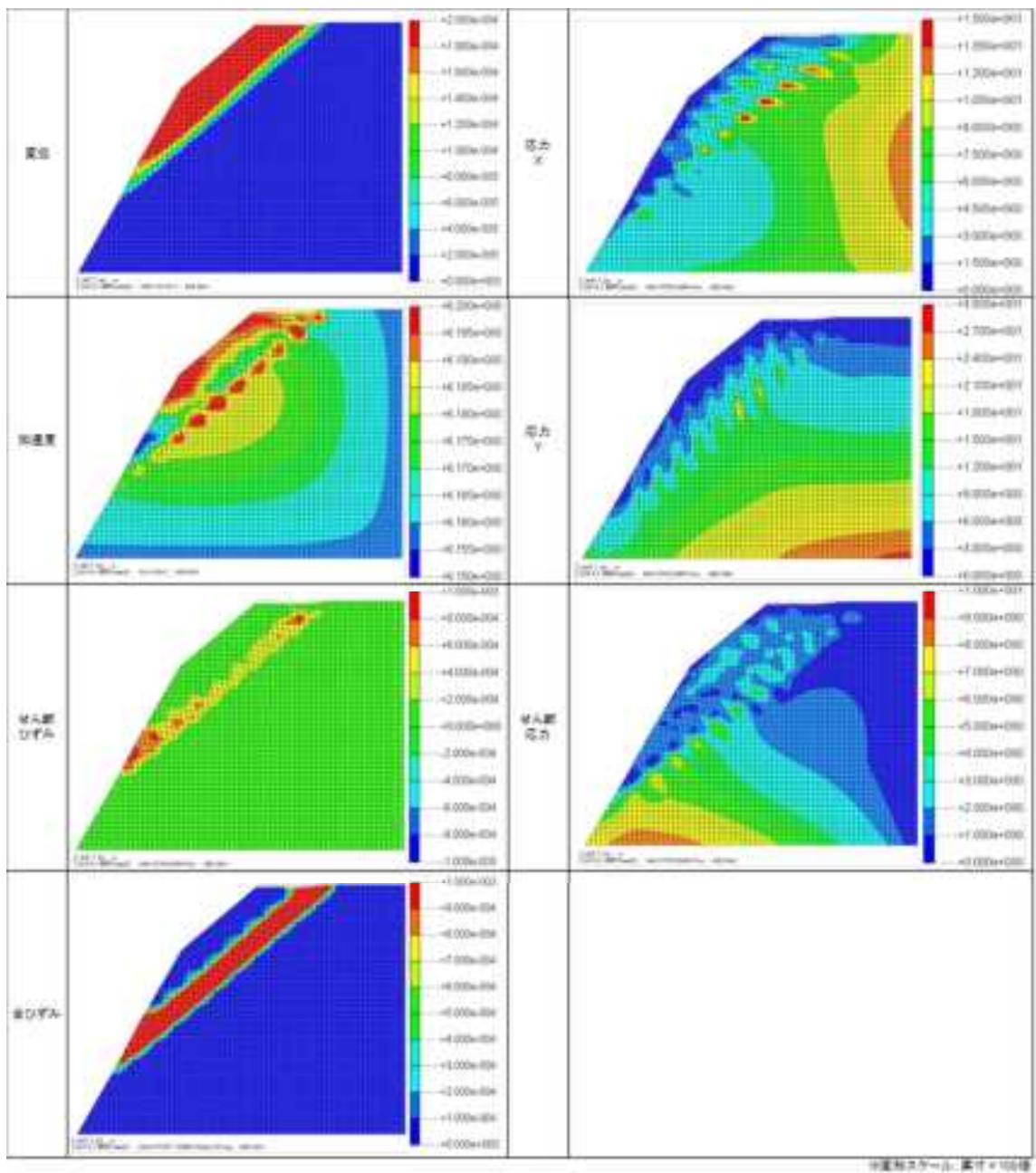


図 7.2.61 Case28 逐次非線形動的解析 最大応答分布図

○Case28 逐次非線形動的解析結果

・時刻歴変位

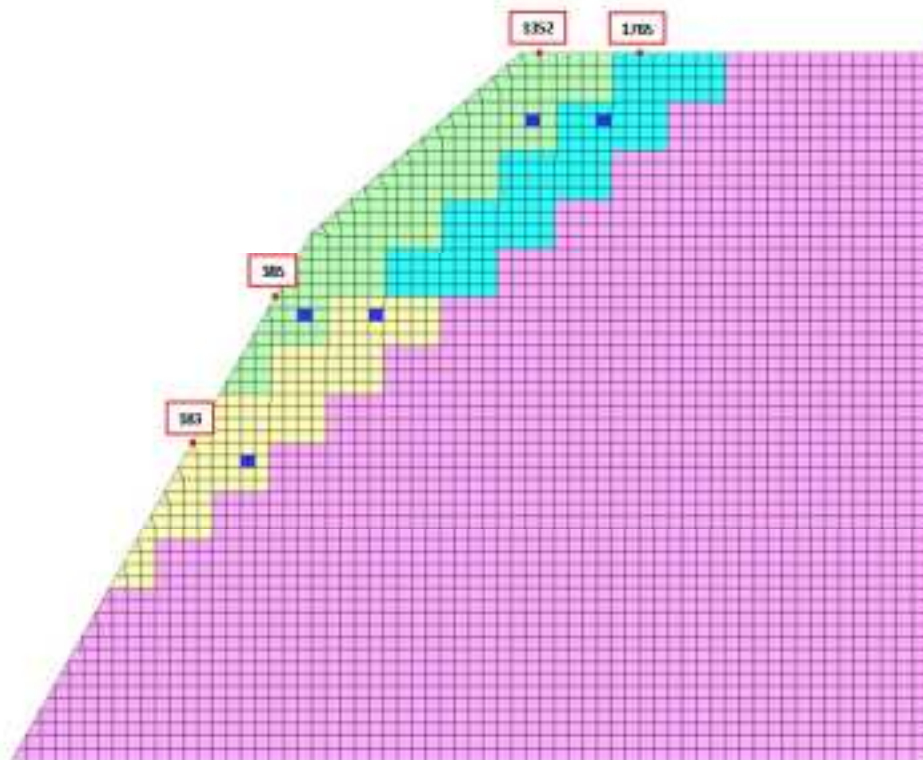
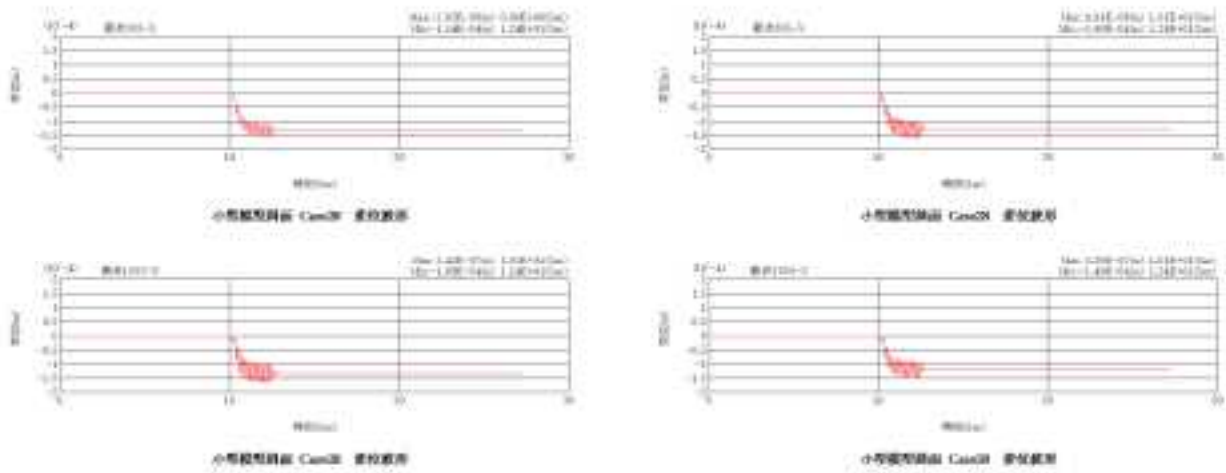


図 7.2.62 Case28 逐次非線形動的解析 時刻歴変位

○Case28 逐次非線形動的解析結果

・時刻歴加速度

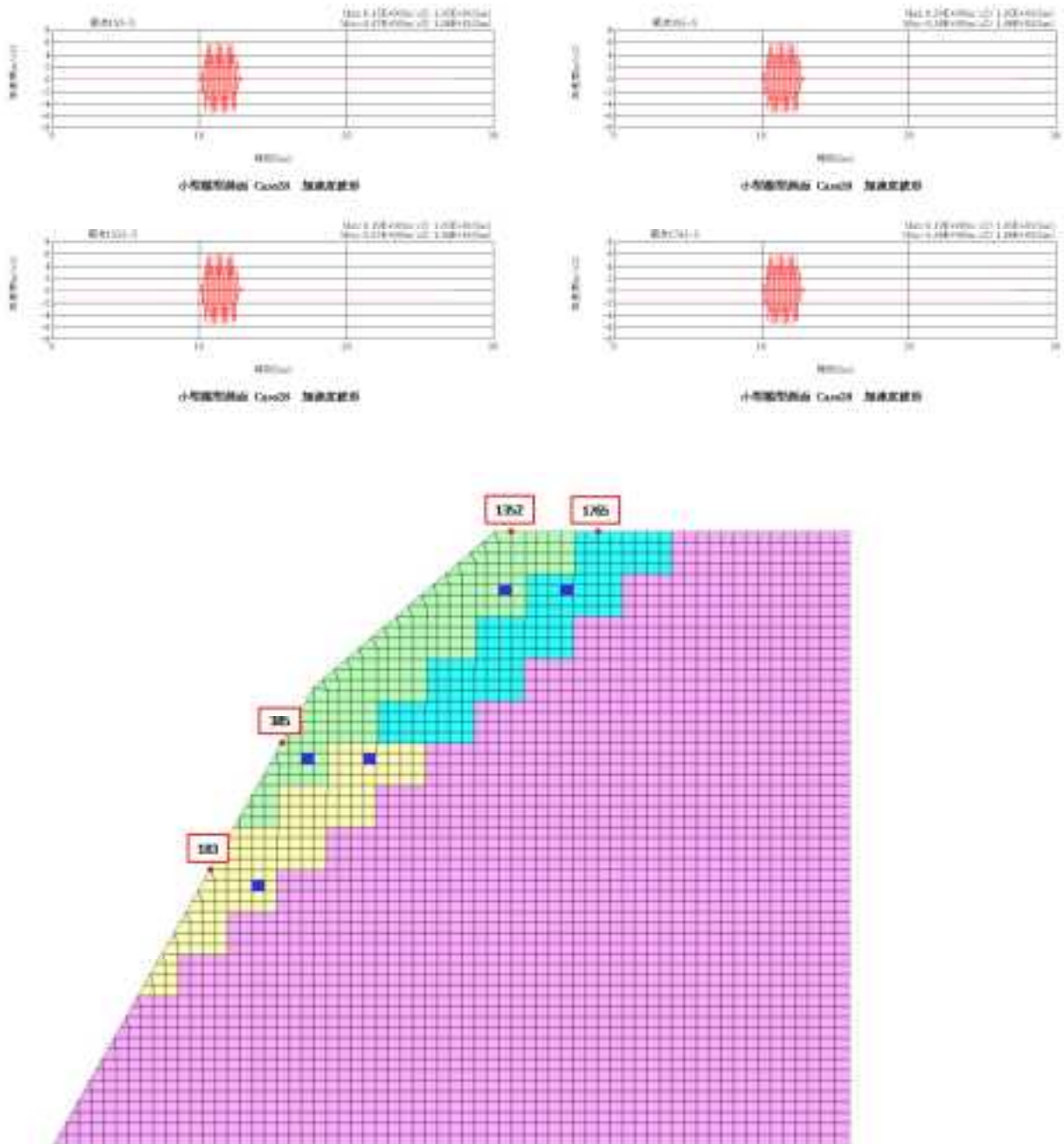


図 7. 2. 63 Case28 逐次非線形動的解析 時刻歴加速度

○Case28 逐次非線形動的解析結果

・応力-ひずみ関係

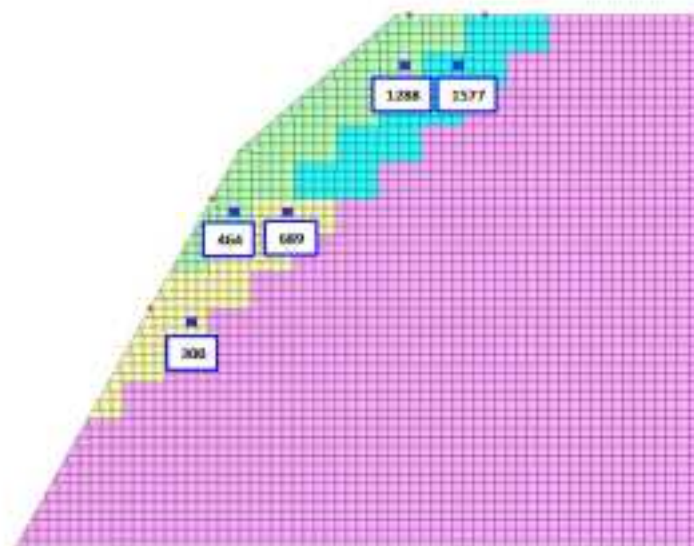
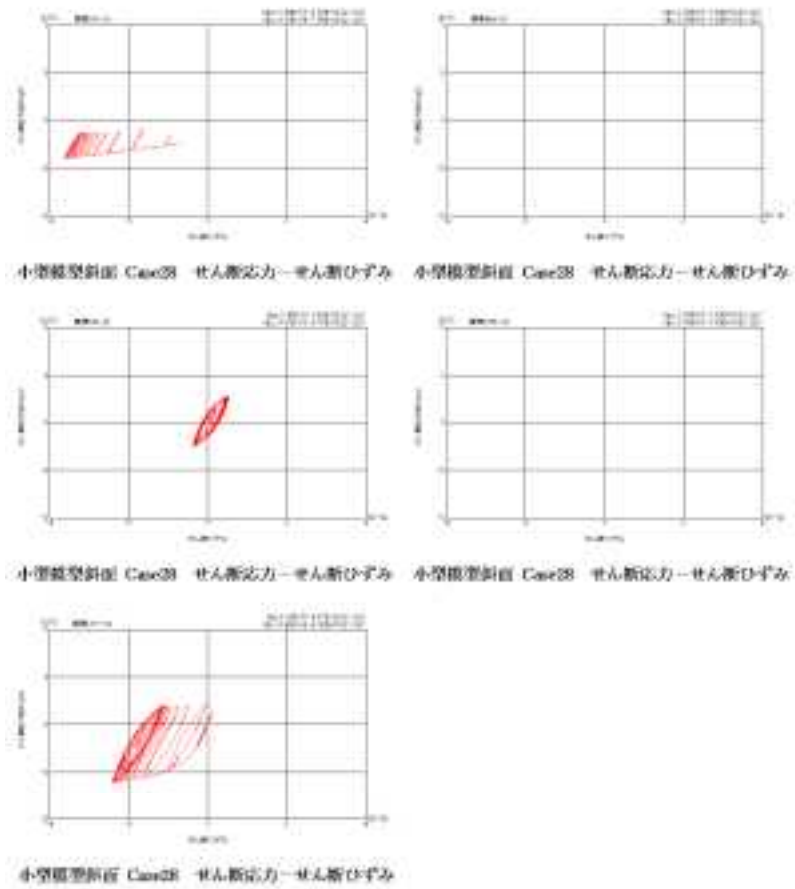


図 7.2.64 Case28 逐次非線形動的解析 応力-ひずみ関係

③ 等値線形解析

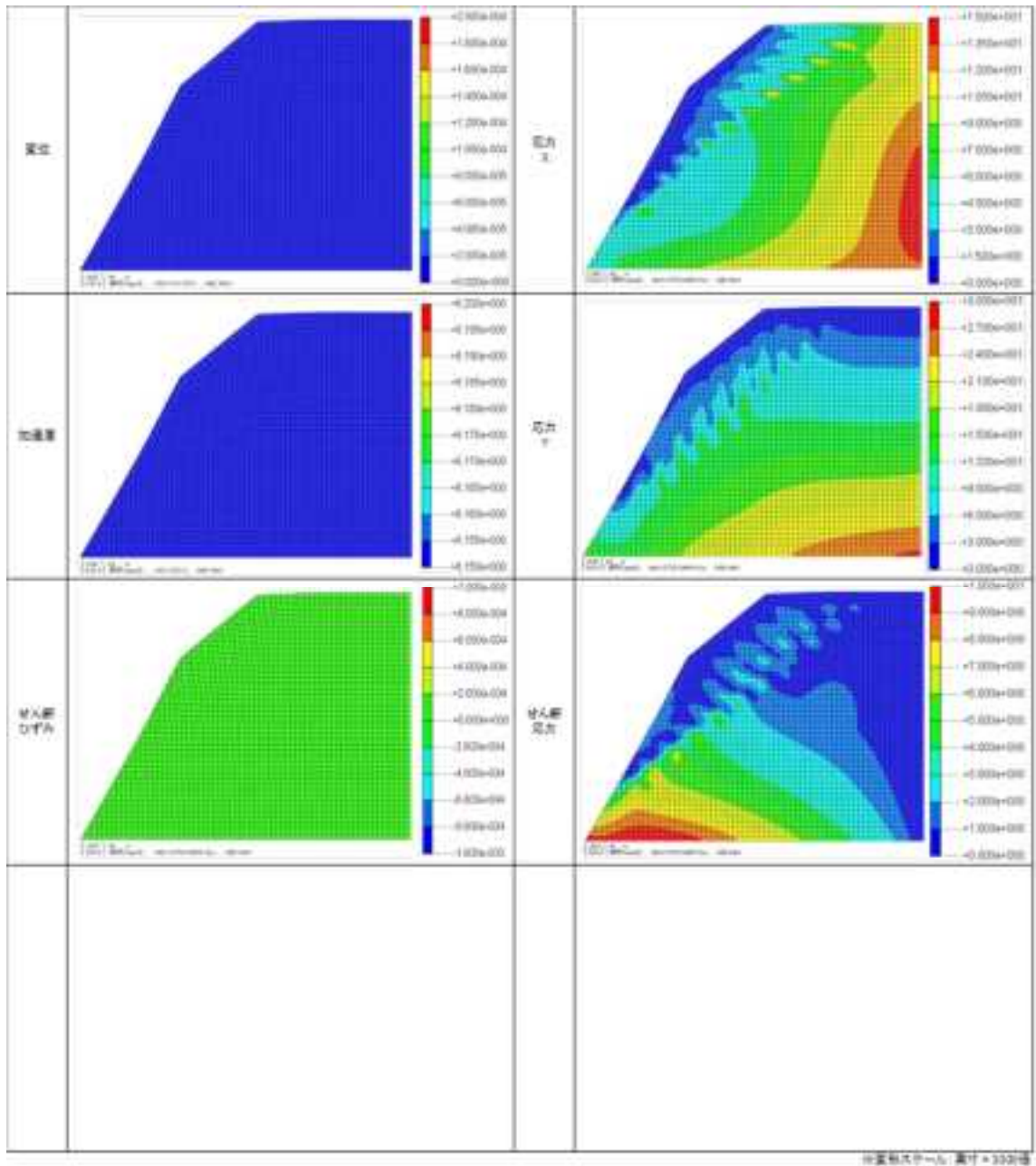


図 7.2.65 Case28 等値線形解析 最大応答分布図

○Case28 等価線形解析結果

・時刻歴変位

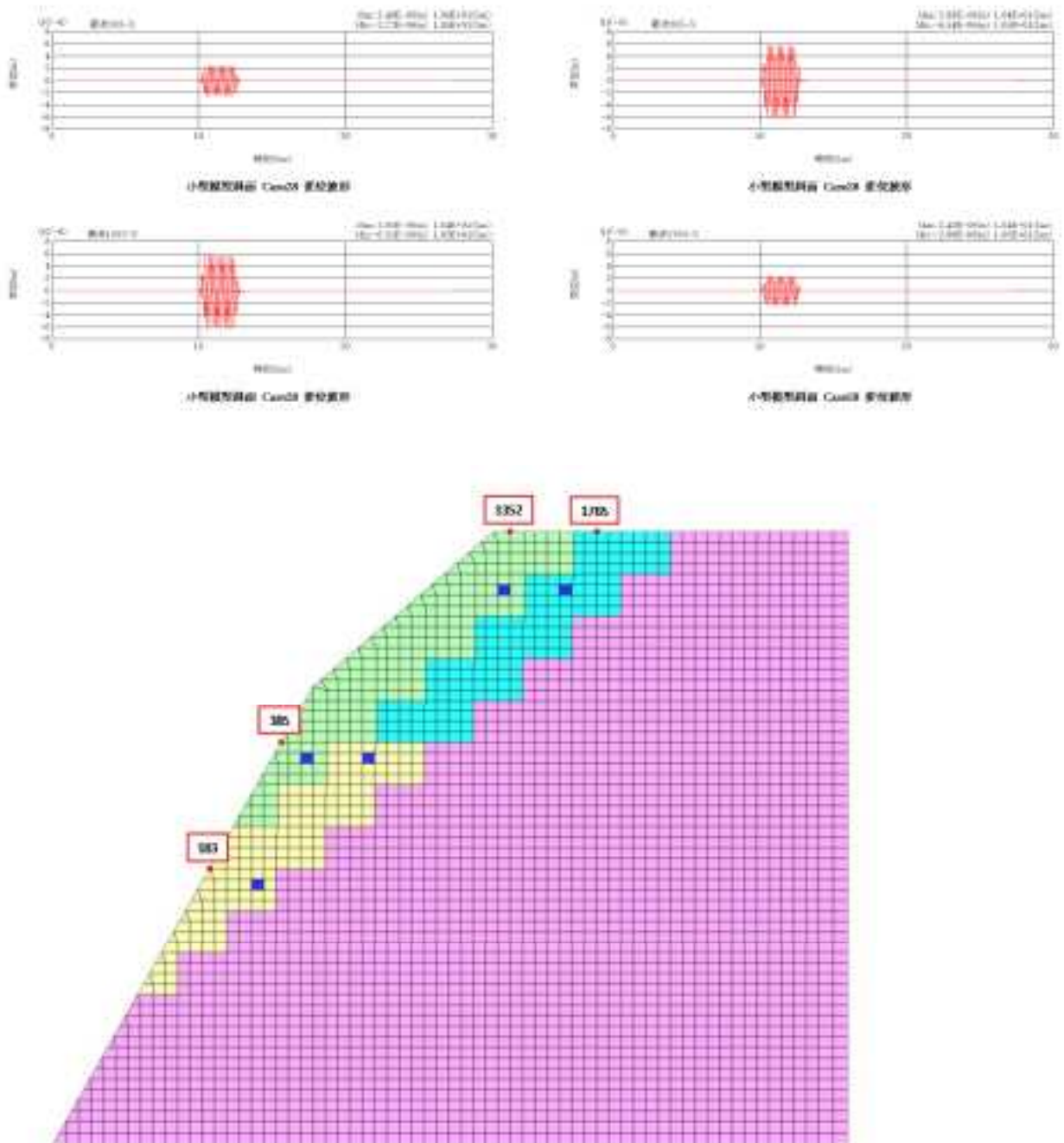


図 7. 2. 66 Case28 等価線形解析 時刻歴変位

○Case28 等価線形解析結果

・時刻歴加速度

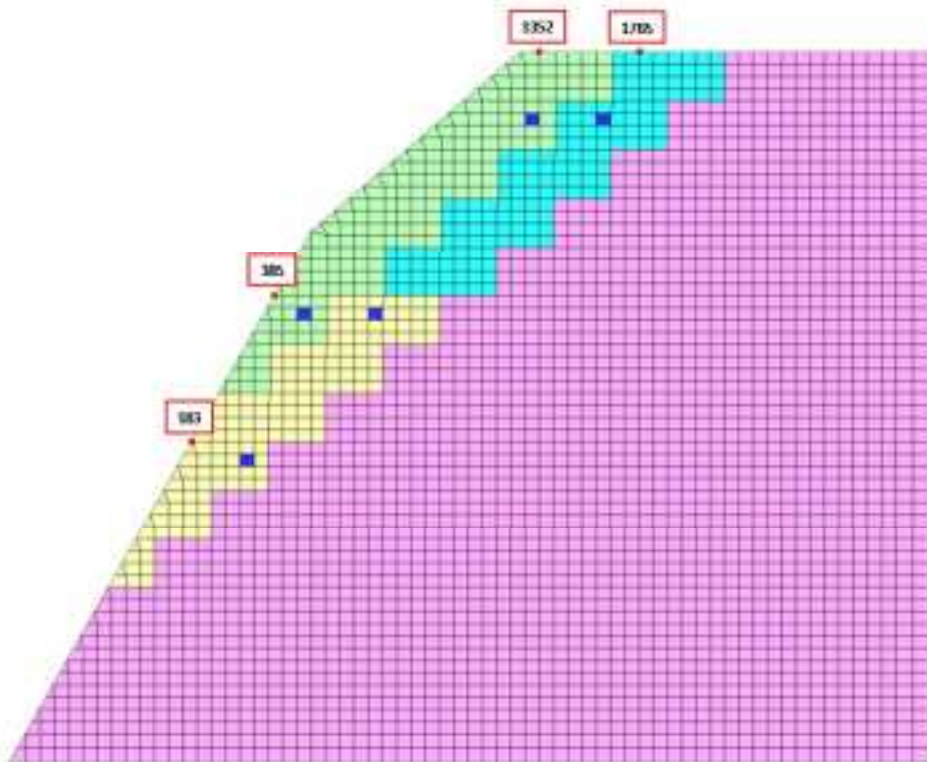
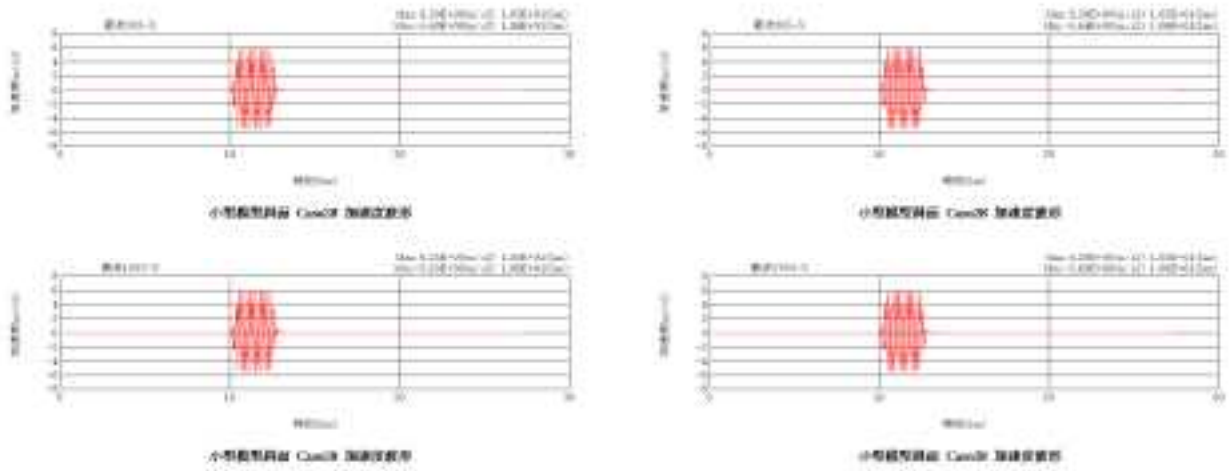


図 7.2.67 Case28 等価線形解析 時刻歴加速度

(3) Case29

①逐次非線形解析

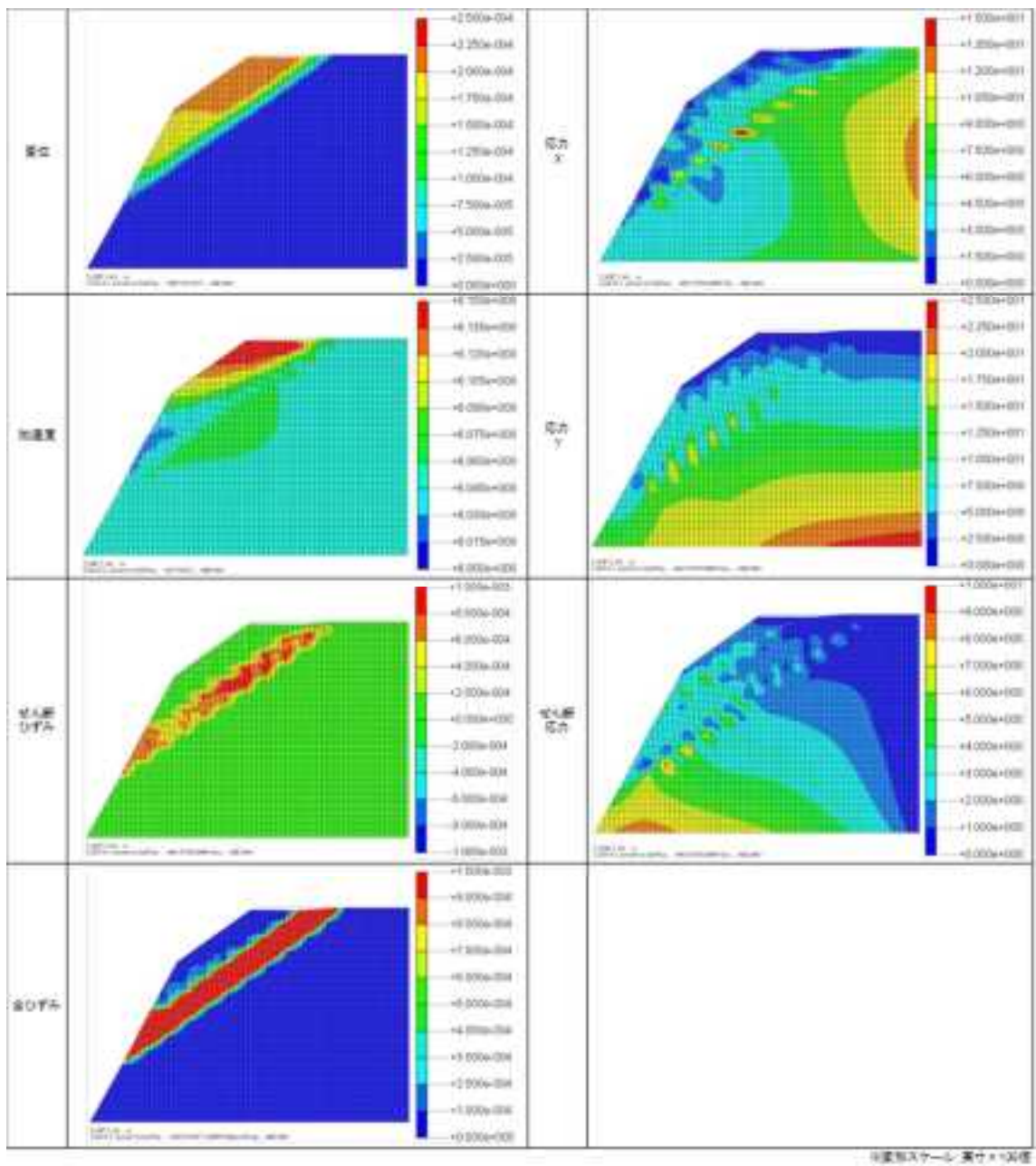


図 7.2.68 Case29 逐次非線形動的解析 最大応答分布図

○Case29 逐次非線形動的解析結果

・時刻歴変位

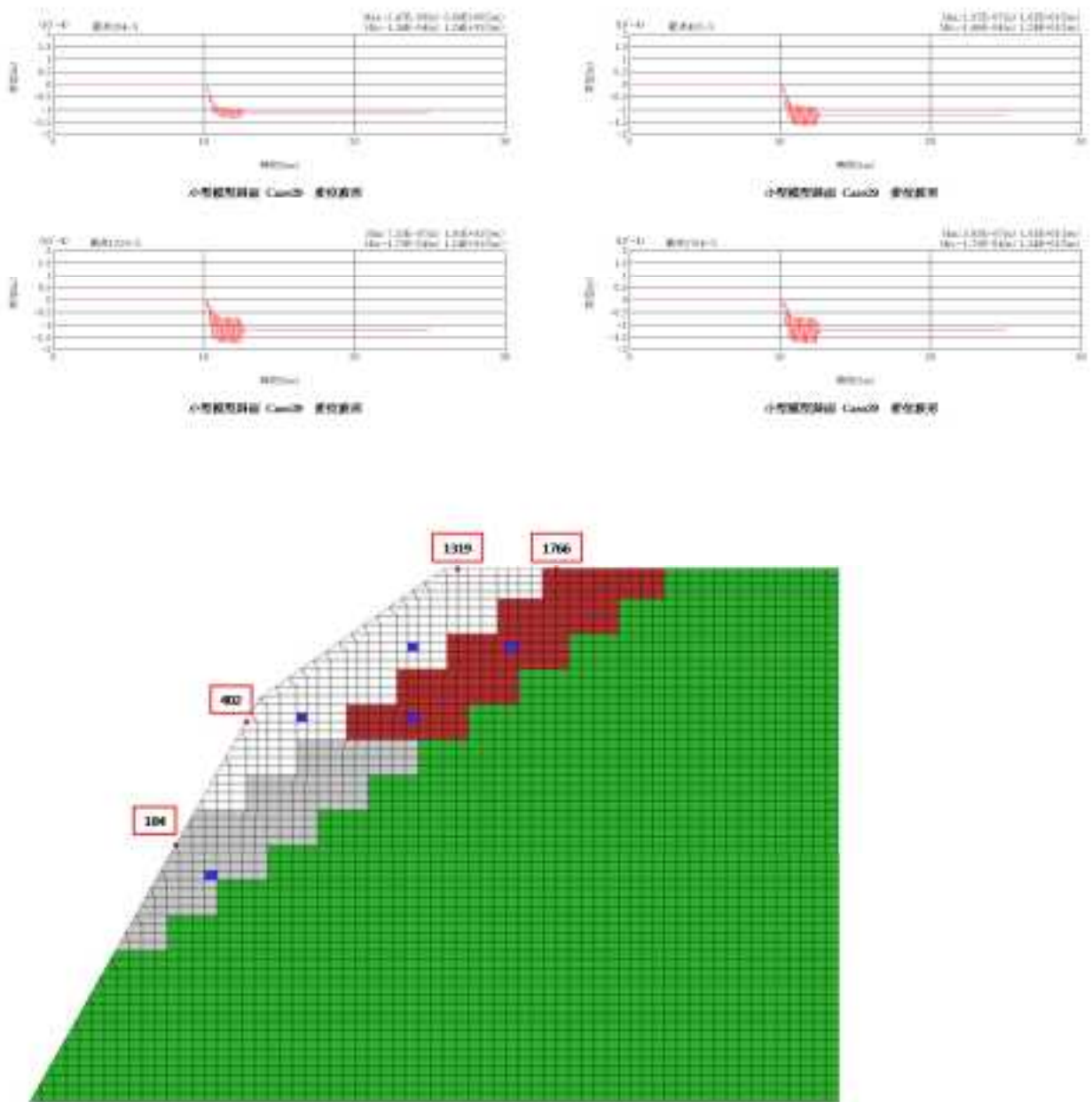


図 7. 2. 69 Case29 逐次非線形動的解析 時刻歴変位

○Case29 逐次非線形動的解析結果

・時刻歴加速度

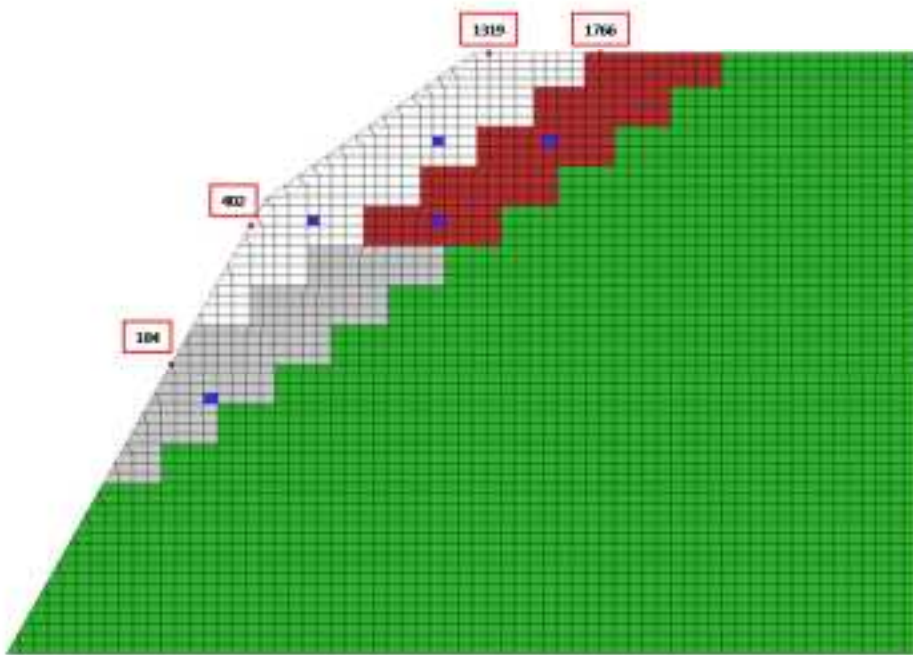
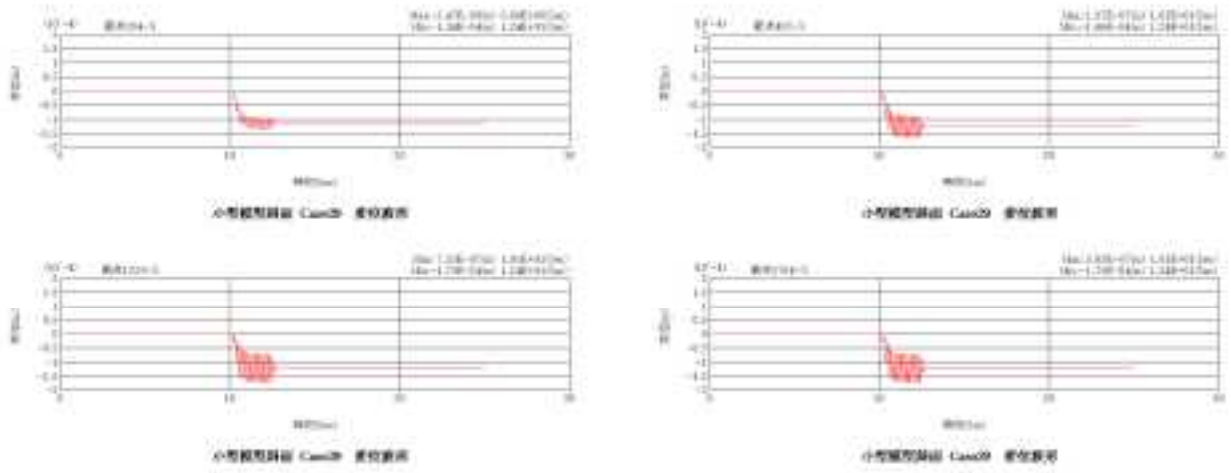


图 7.2.70 Case29 逐次非線形動的解析 時刻歴加速度

○Case29 逐次非線形動的解析結果

・応力-ひずみ関係

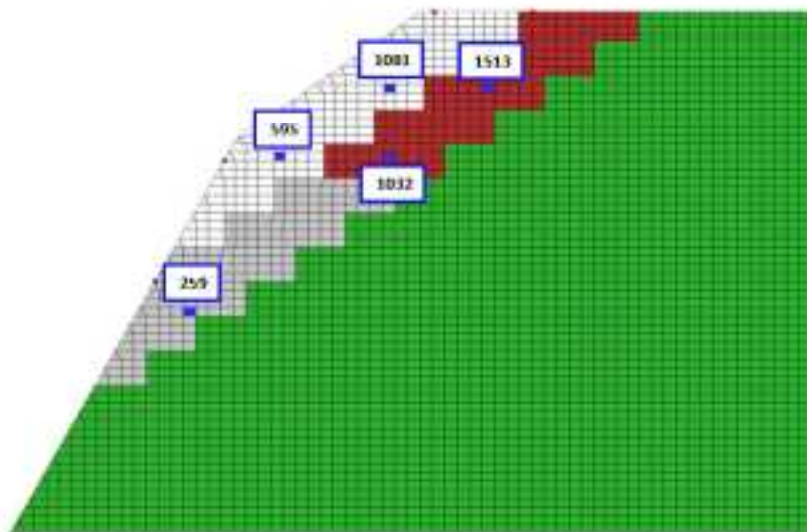
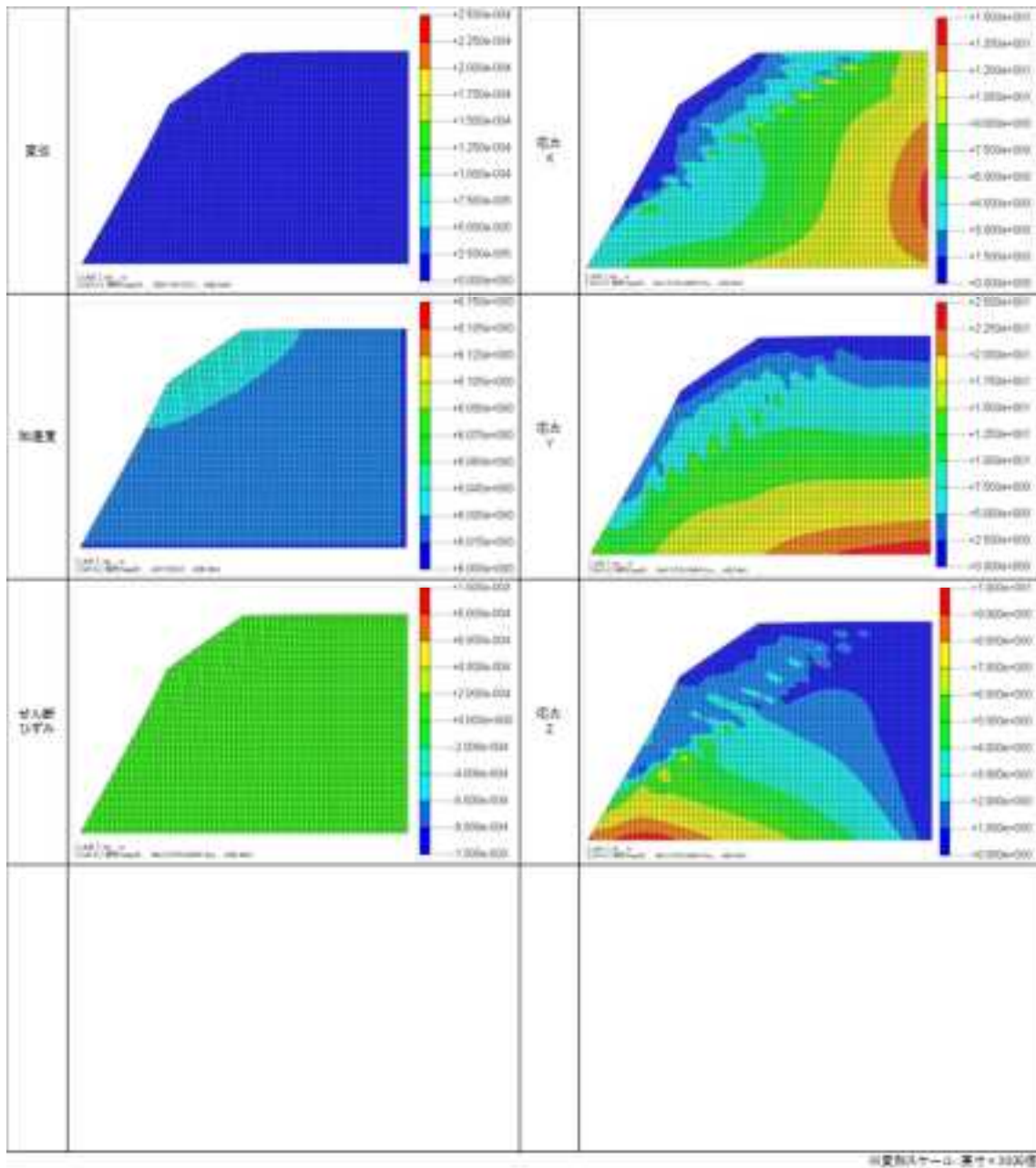


図 7.2.71 Case29 逐次非線形動的解析 応力-ひずみ関係

④ 等値線形解析



○Case29 等価線形解析結果

・時刻歴変位

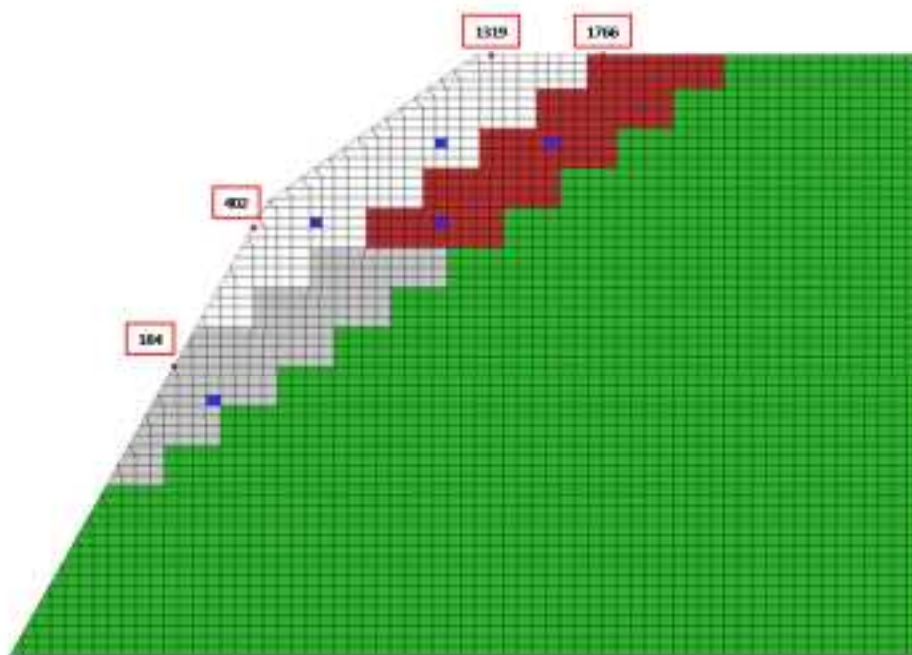
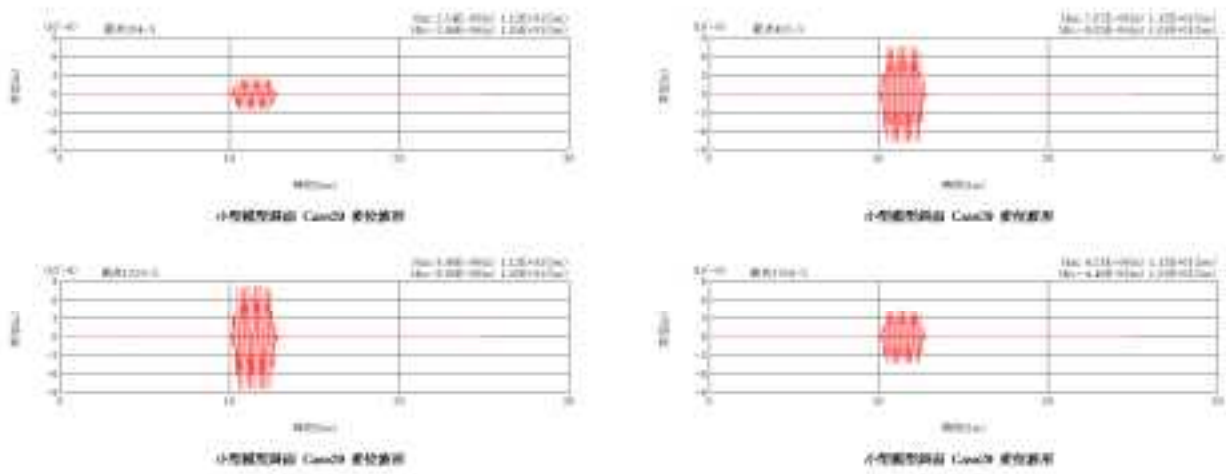


図 7.2.73 Case29 等価線形解析 時刻歴変位

○Case29 等価線形解析結果

・時刻歴加速度

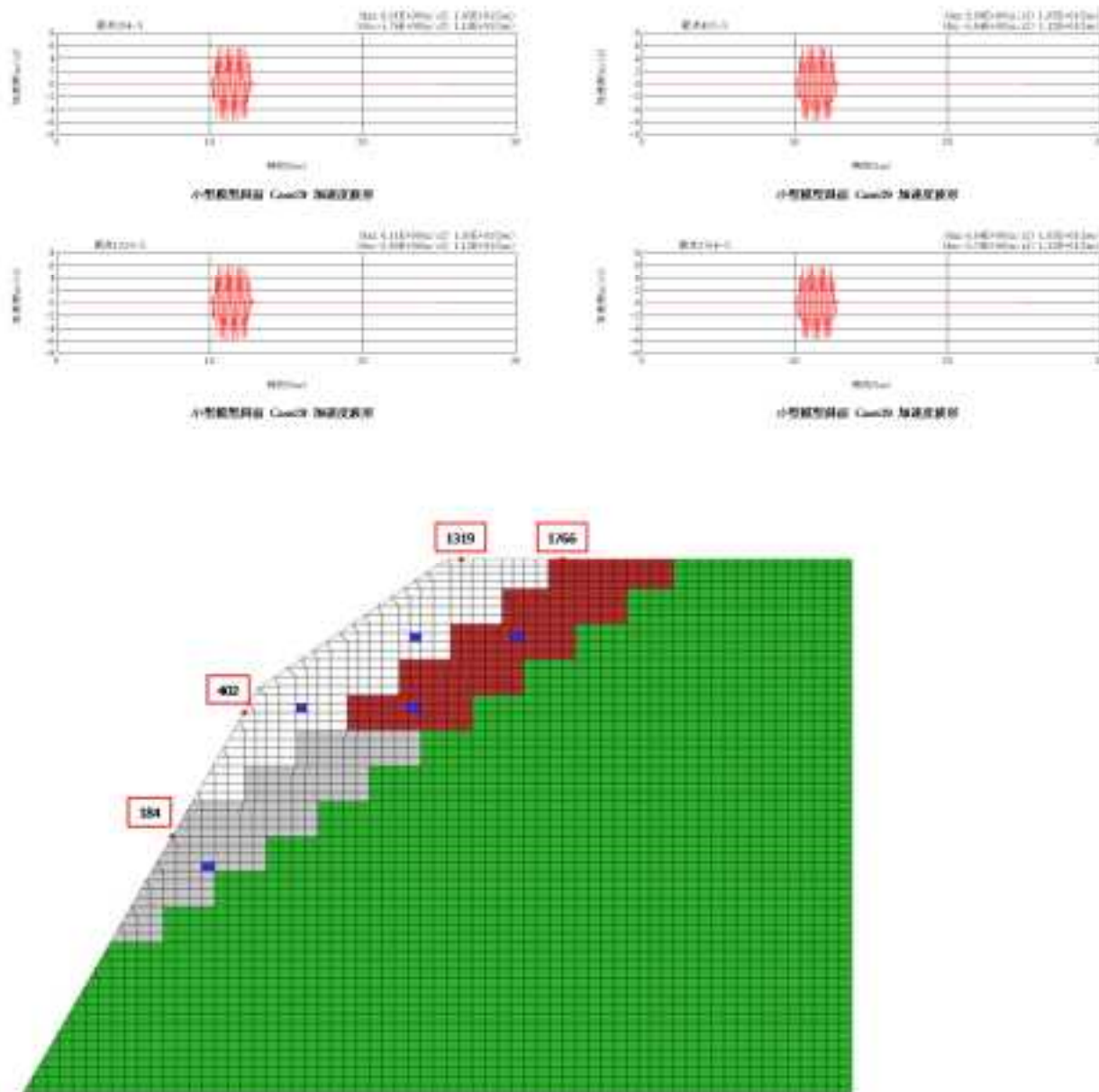


図 7.2.74 Case29 等価線形解析 時刻歴加速度

(4) Case30

①逐次非線形解析

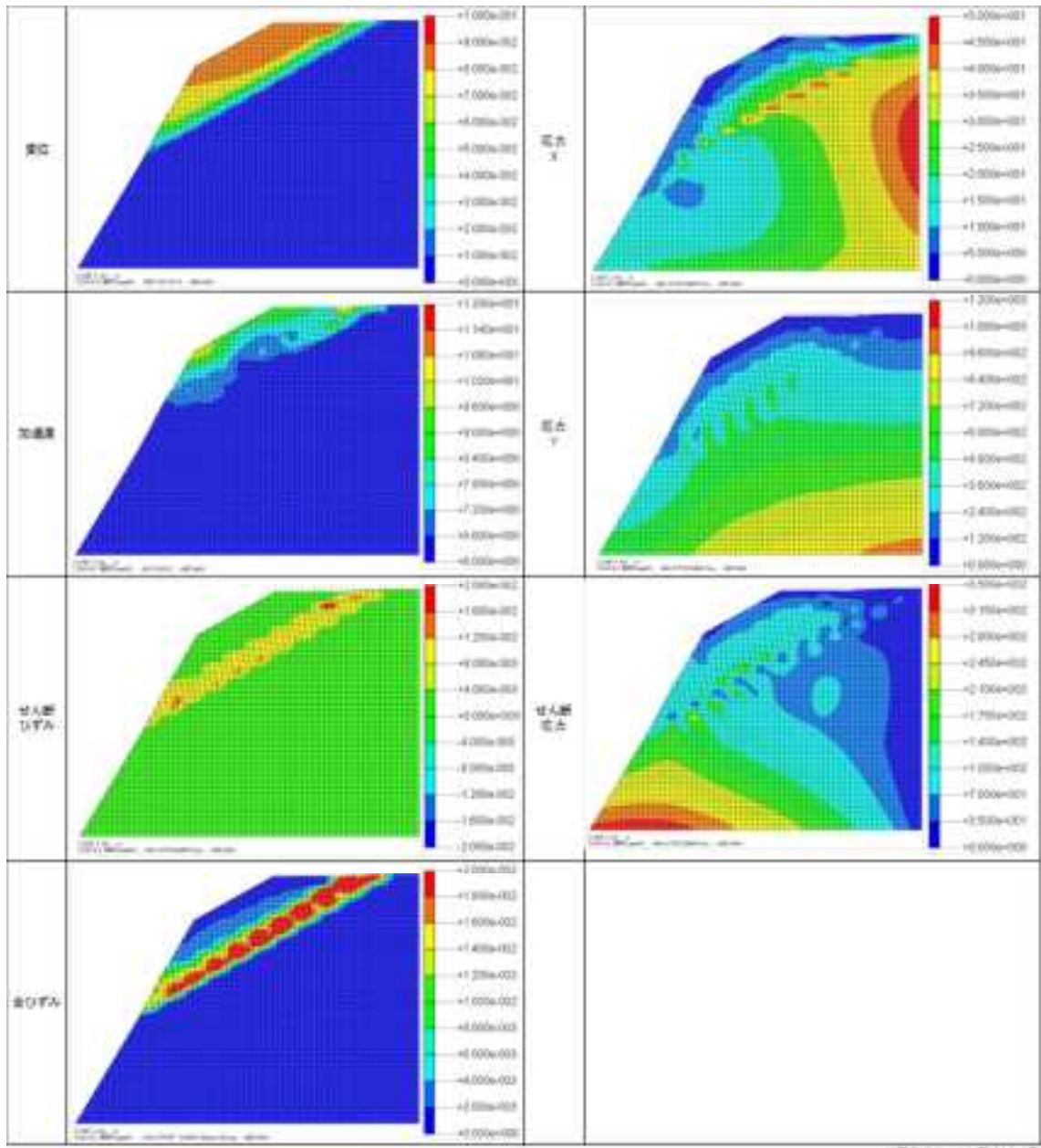


図 7.2.75 Case30 逐次非線形動的解析 最大応答分布図

○Case30 逐次非線形動的解析結果

・時刻歴変位

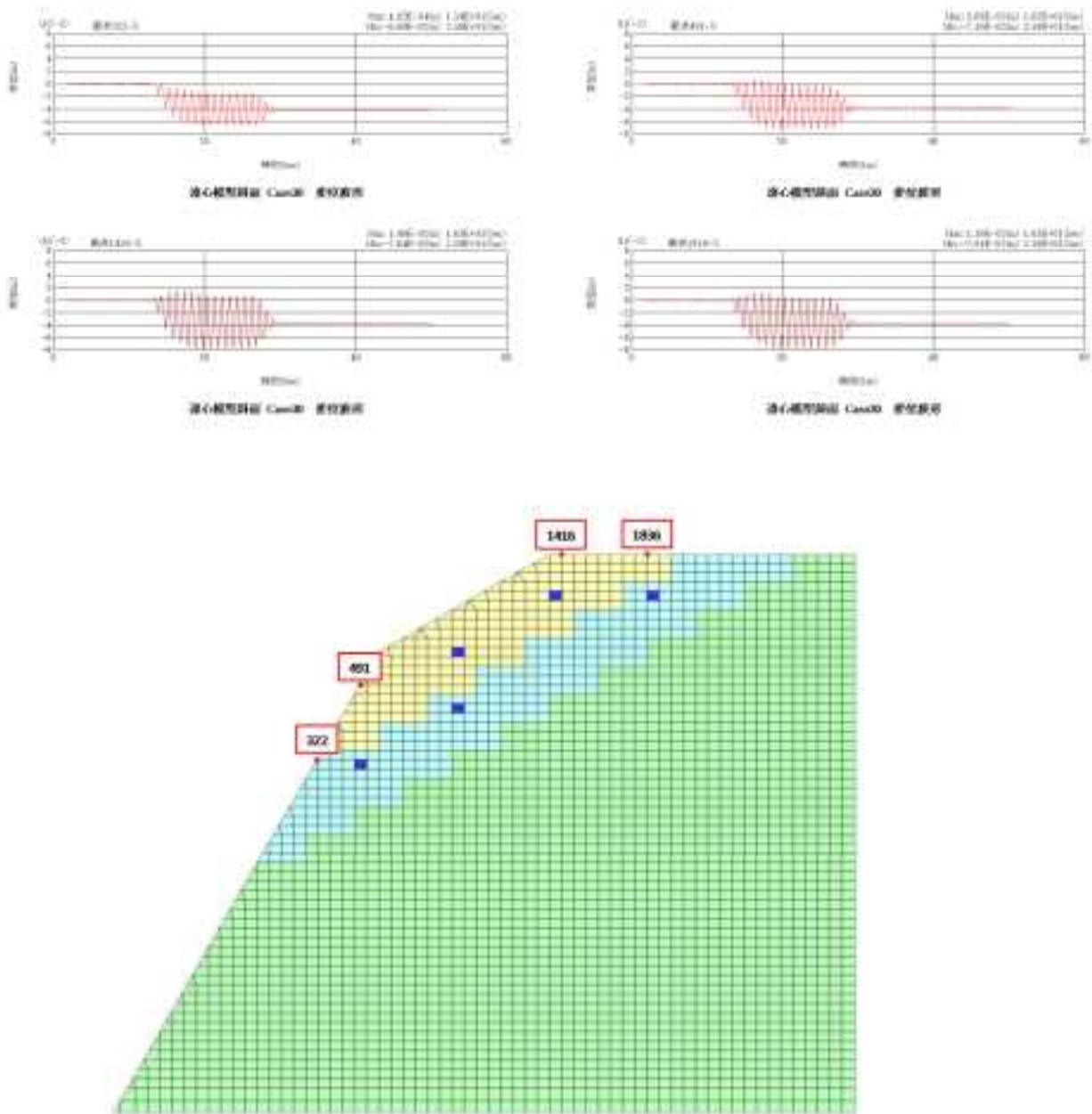


図 7.2.76 Case30 逐次非線形動的解析 時刻歴変位

○Case30 逐次非線形動的解析結果

・時刻歴加速度

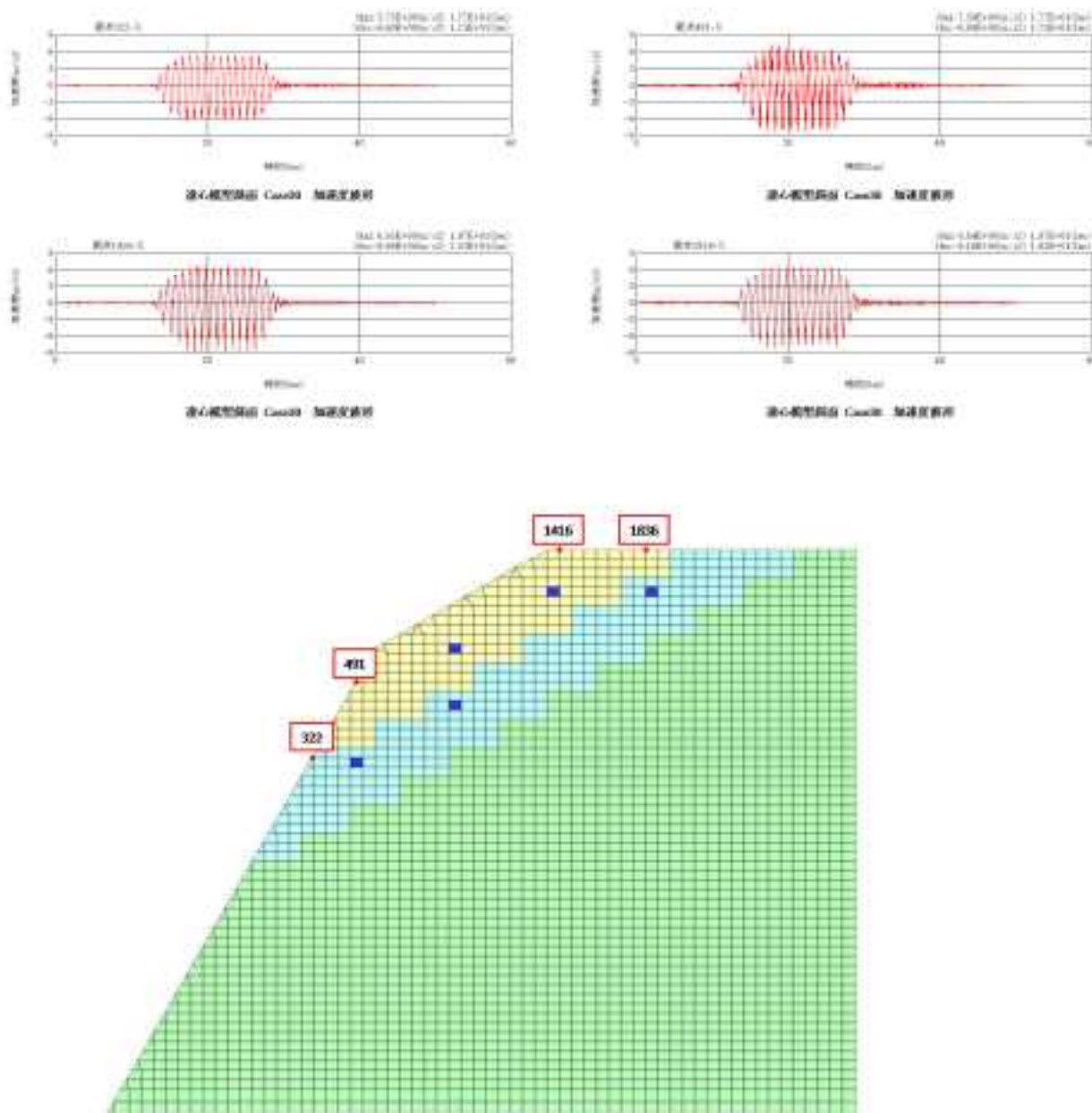


图 7.2.77 Case30 逐次非線形動的解析 時刻歴加速度

○Case30 逐次非線形動的解析結果

・応力-ひずみ関係

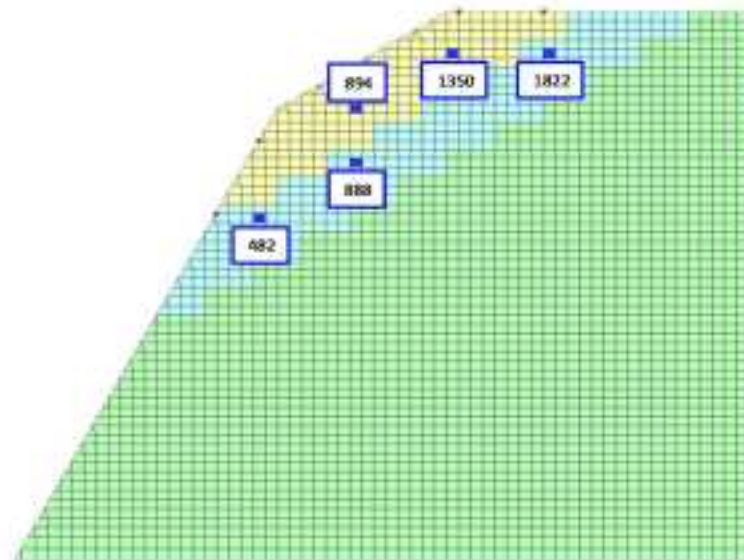
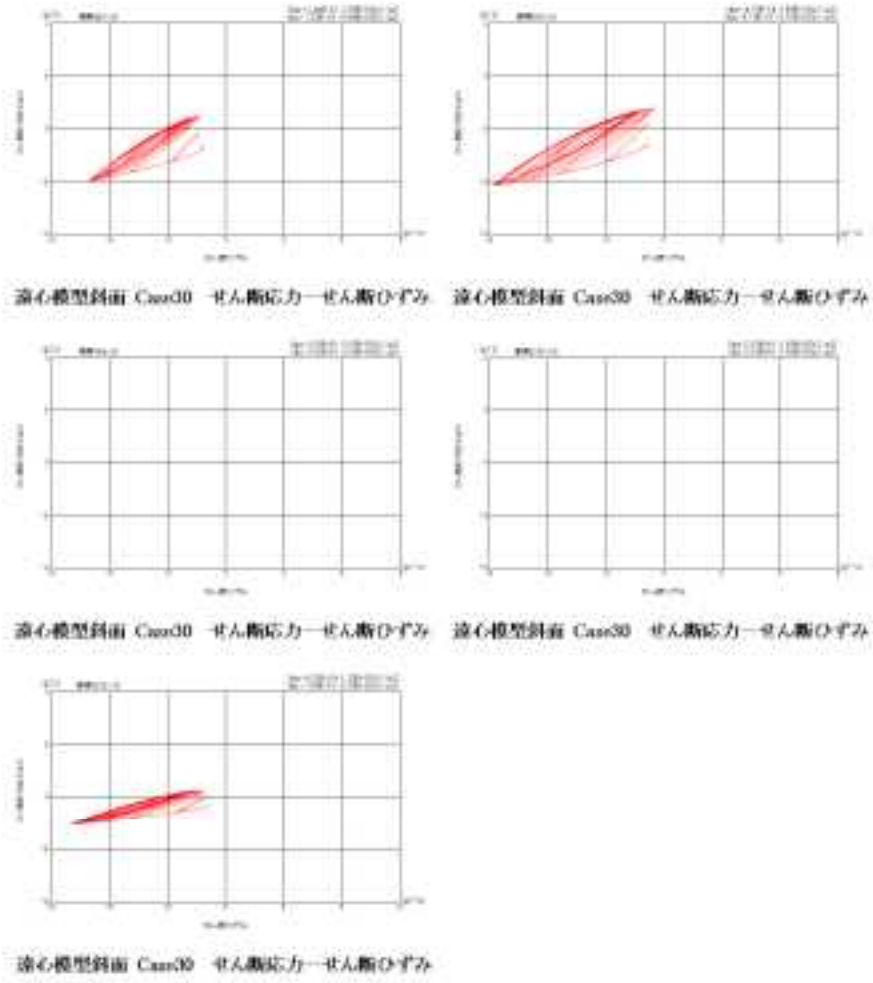


図 7.2.78 Case30 逐次非線形動的解析 応力-ひずみ関係

②等価線形解析

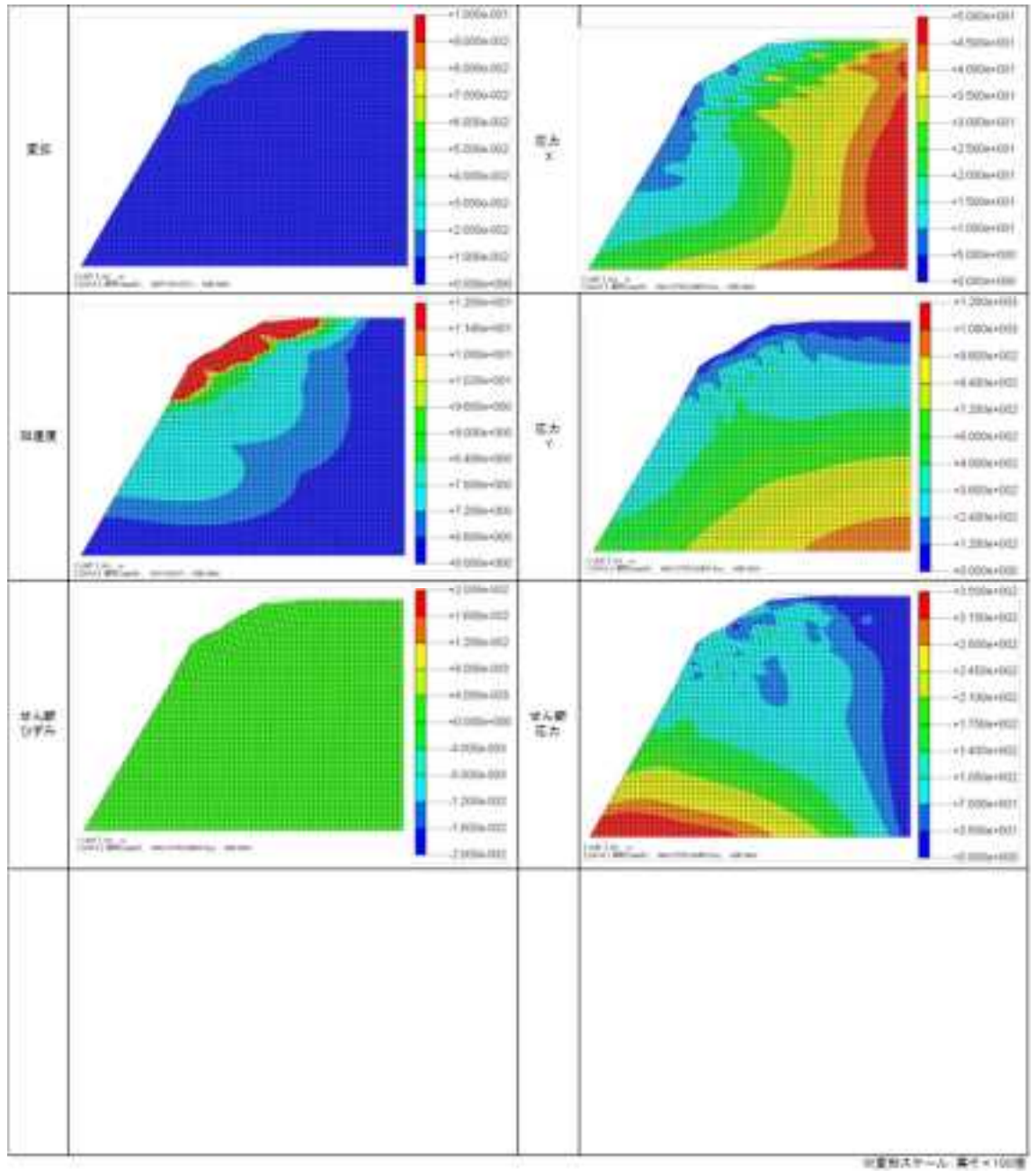


図 7.2.79 Case30 等価線形解析 最大応答分布図

○Case30 等価線形解析結果

- ・時刻歴変位

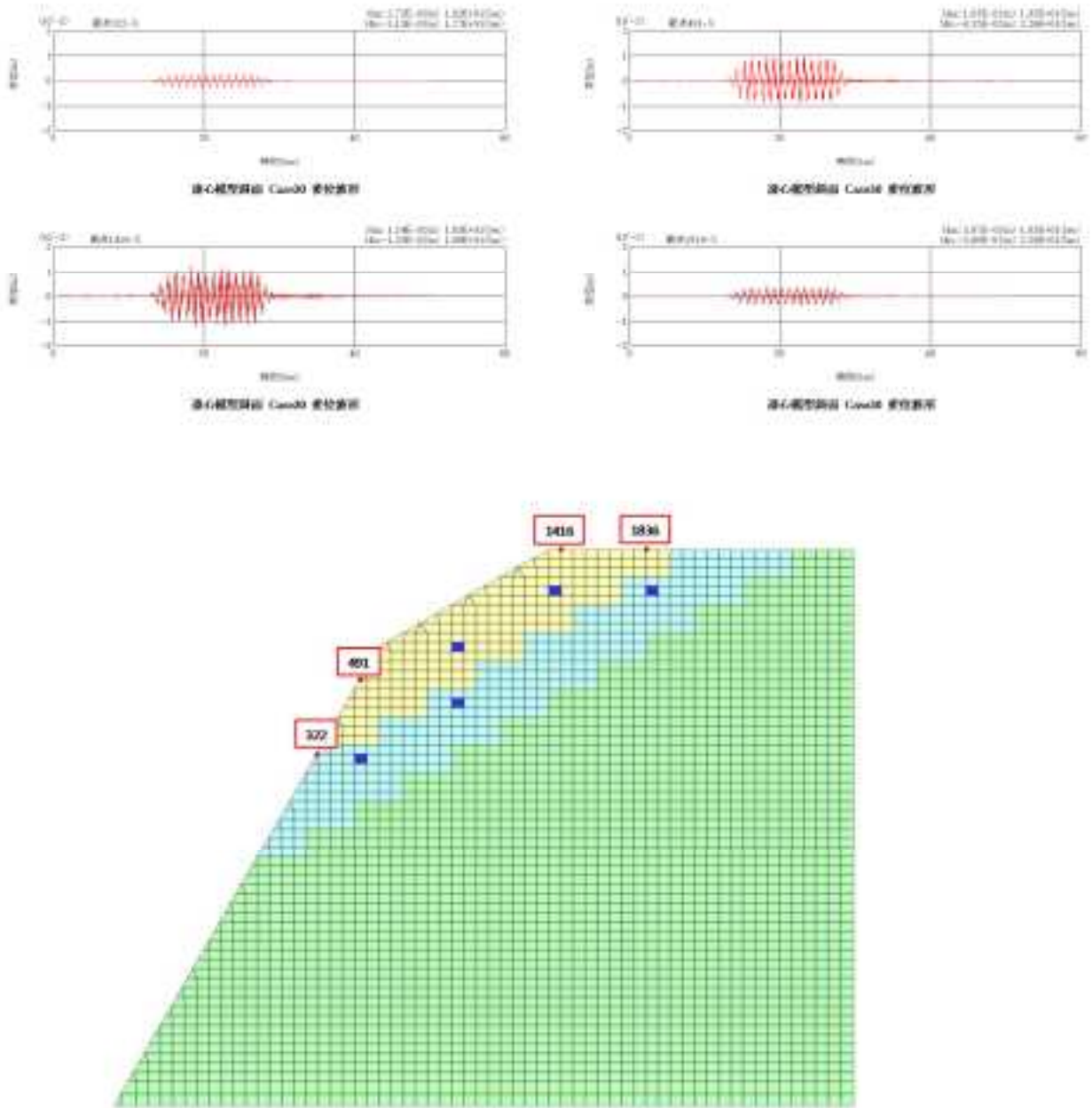


図 7.2.80 Case30 等価線形解析 時刻歴変位

○Case30 等価線形解析結果

・時刻歴加速度

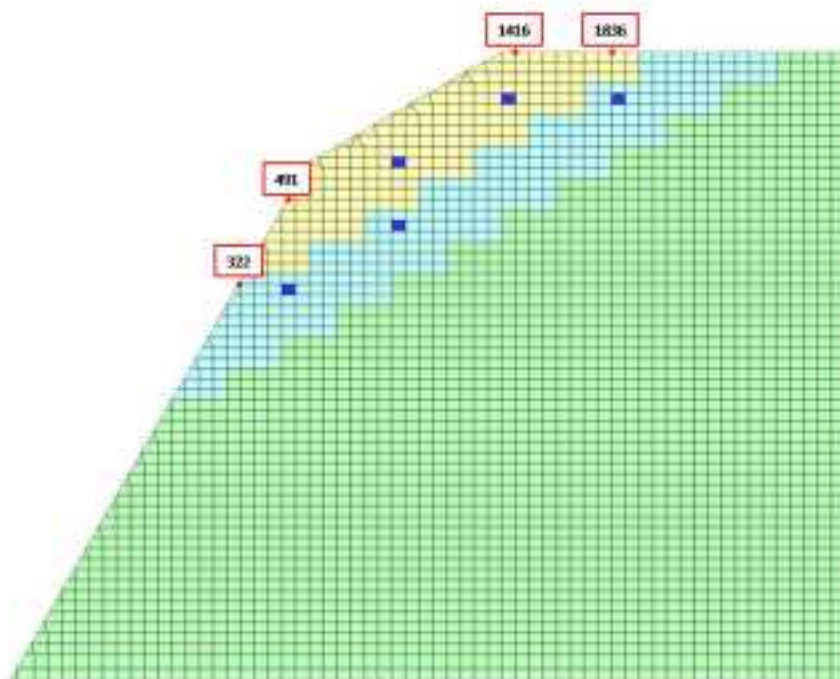
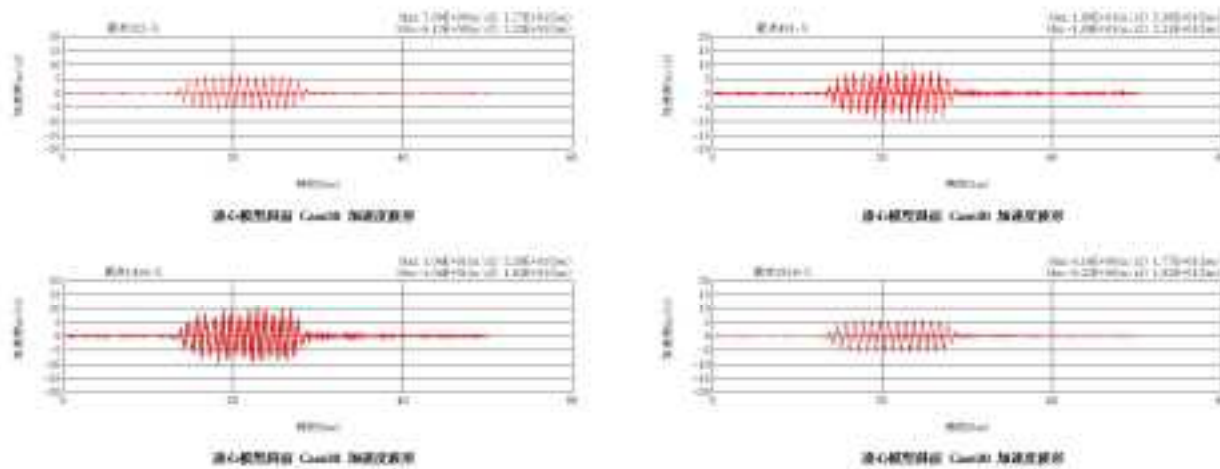


図 7.2.81 Case30 等価線形解析 時刻歴加速度

(5) Case31

①逐次非線形解析

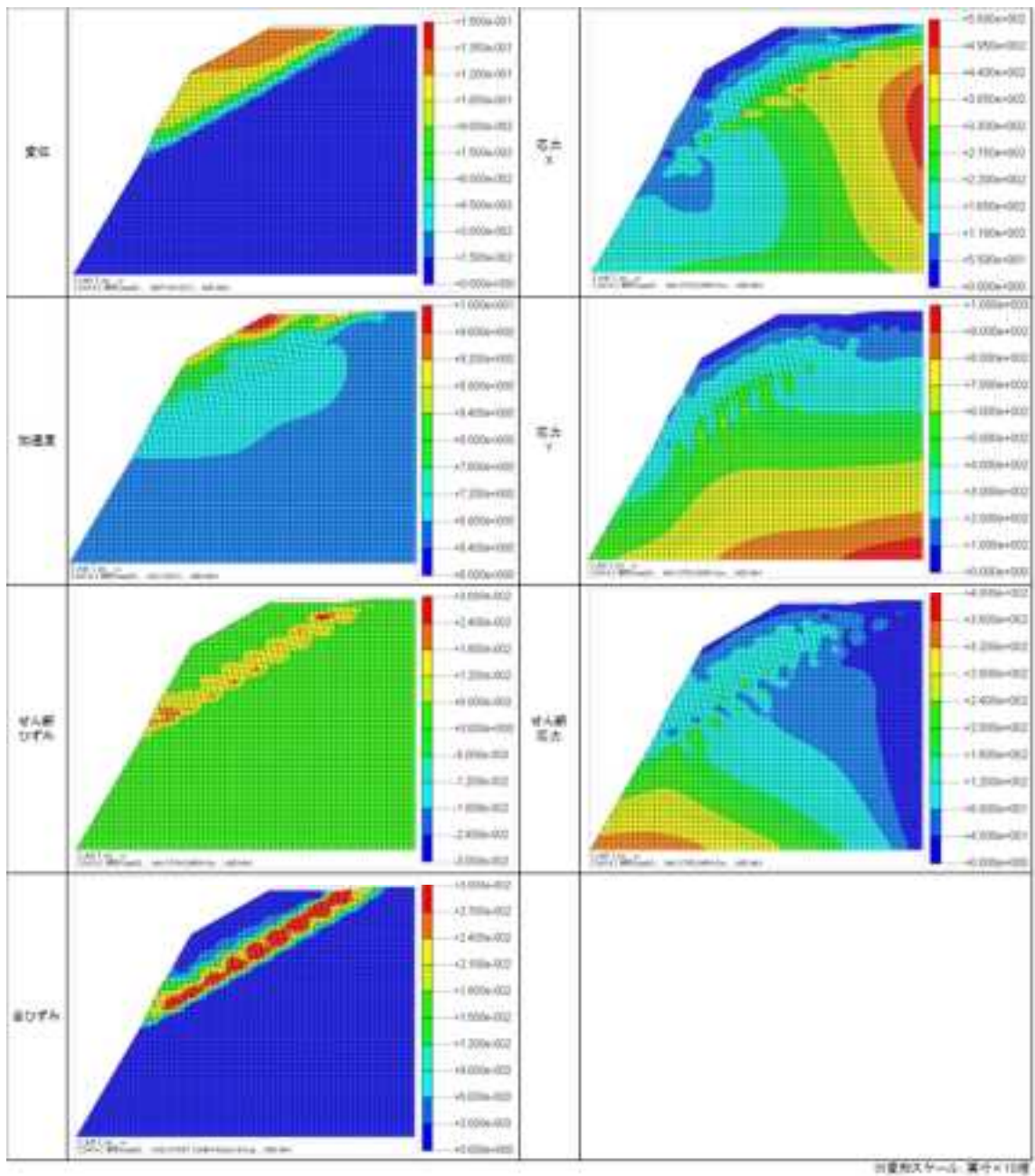


図 7.2.82 Case31 逐次非線形動的解析 最大応答分布図

○Case31 逐次非線形動的解析結果

・時刻歴変位

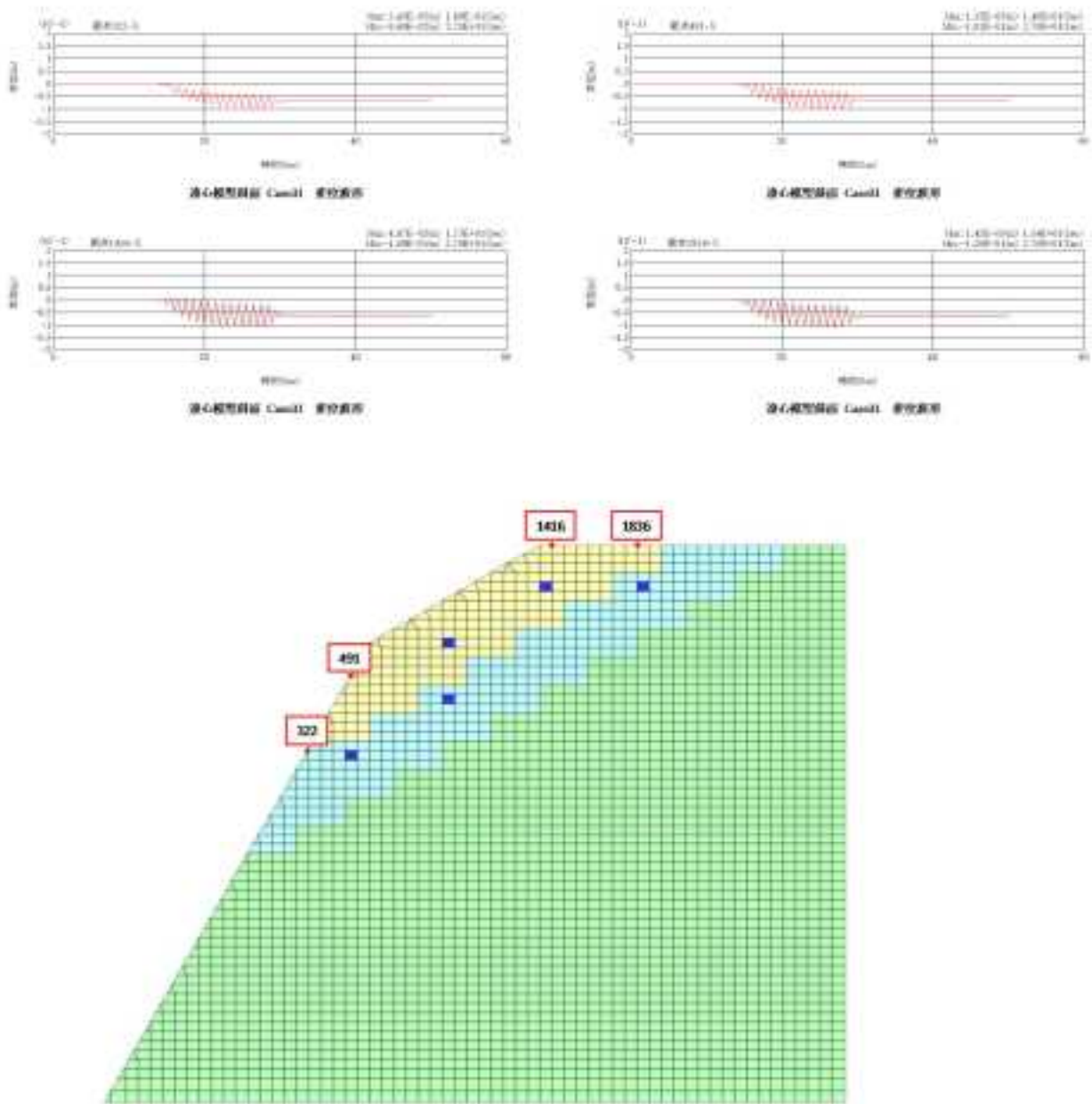


図 7.2.83 Case31 逐次非線形動的解析 時刻歴変位

○Case31 逐次非線形動的解析結果

・時刻歴加速度

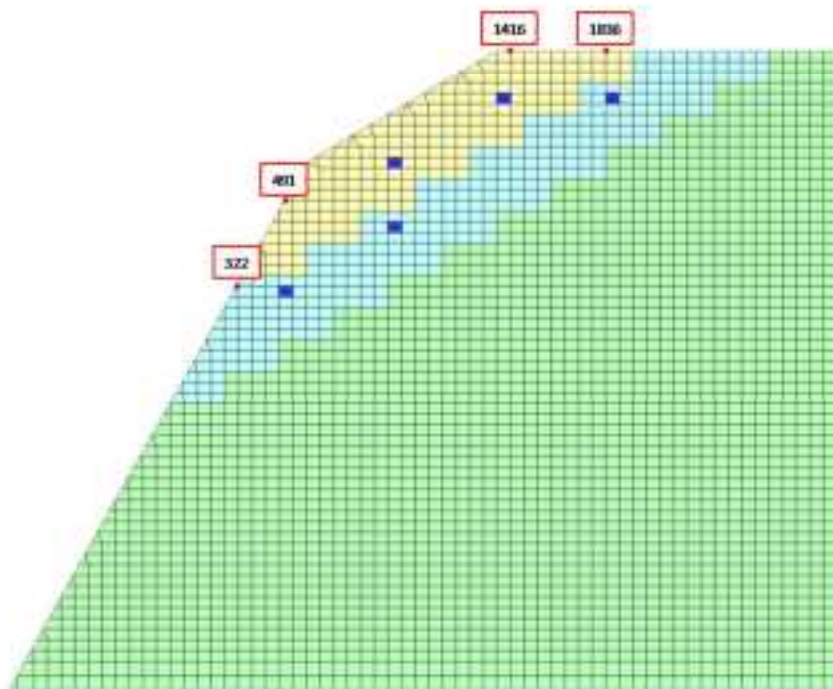
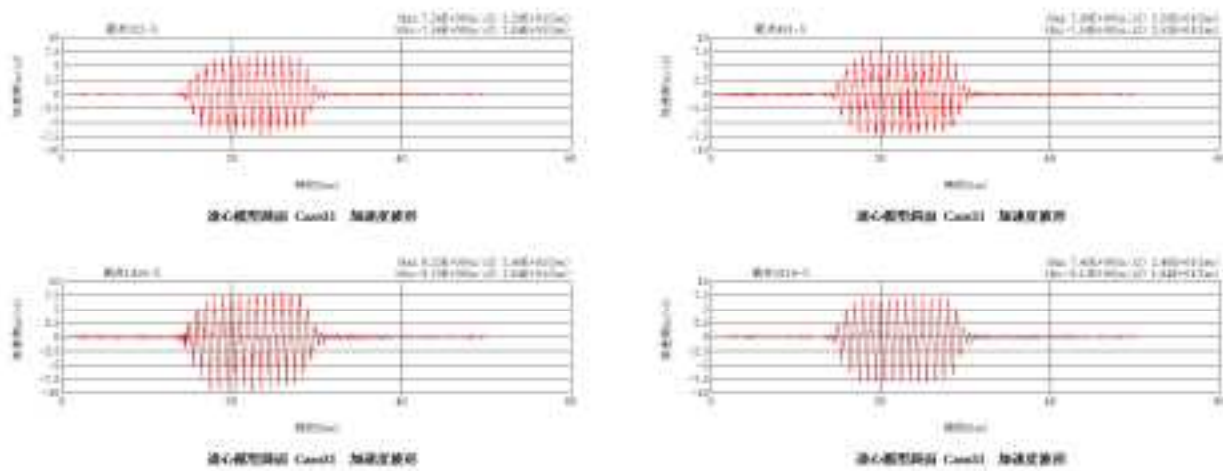


图 7.2.84 Case31 逐次非線形動的解析 時刻歴加速度

○Case31 逐次非線形動的解析結果

・応力-ひずみ関係

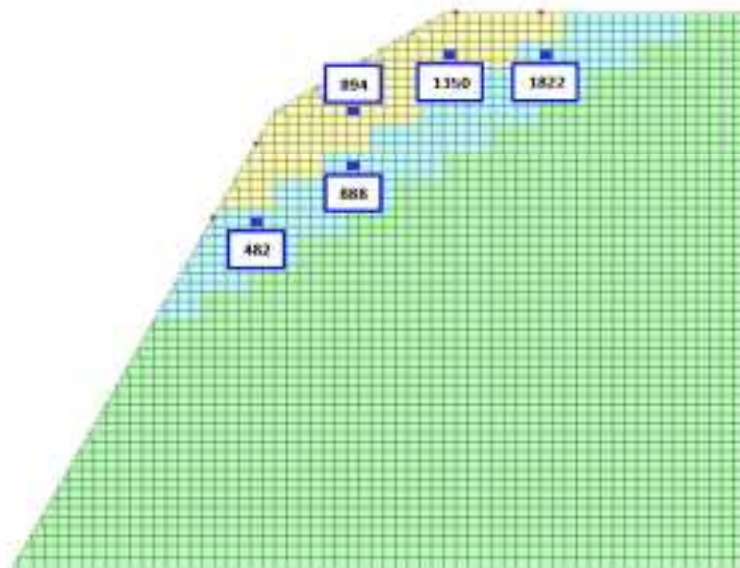
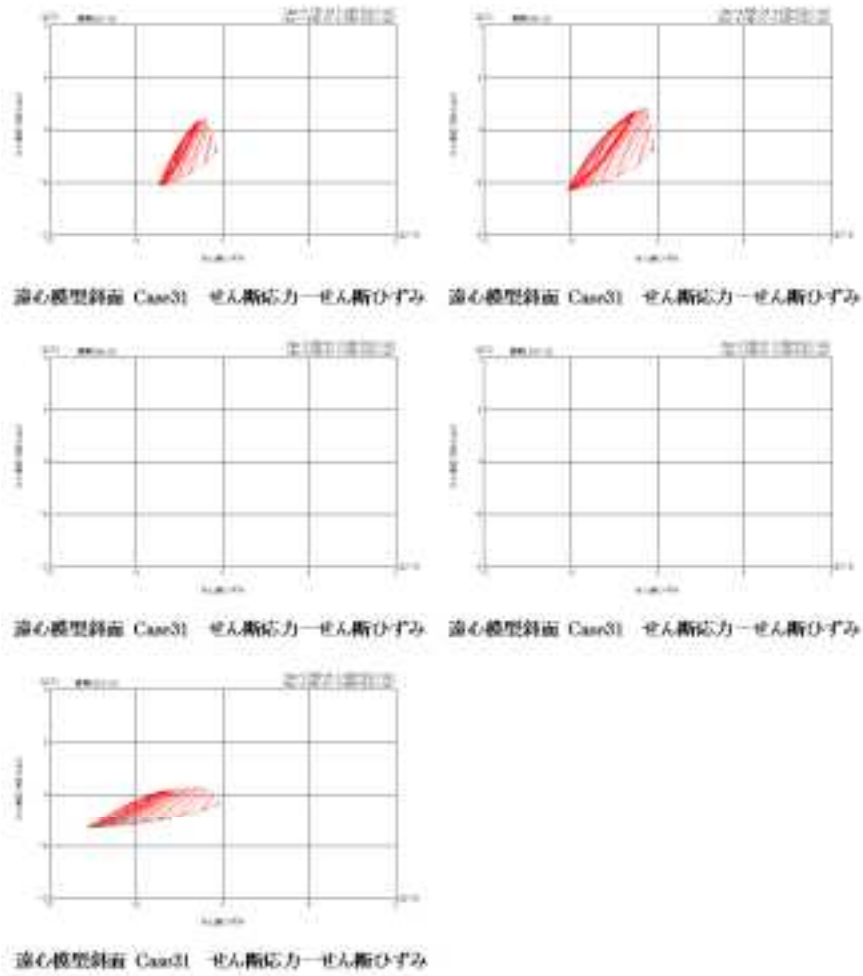


図 7.2.85 Case31 逐次非線形動的解析 応力-ひずみ関係

②等価線形解析

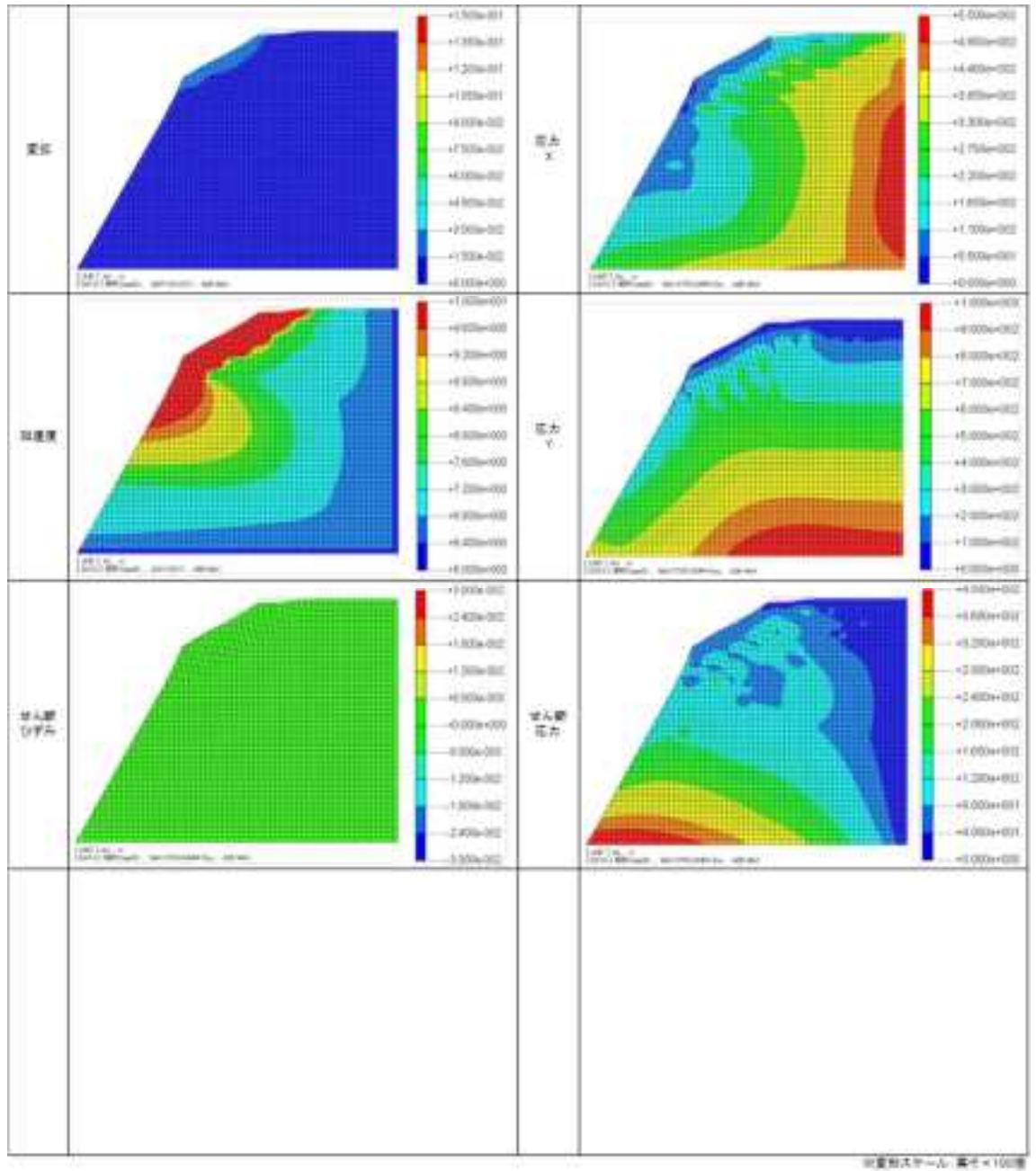


図 7.2.86 Case31 等価線形解析 最大応答分布図

○Case31 等価線形解析結果

・時刻歴変位

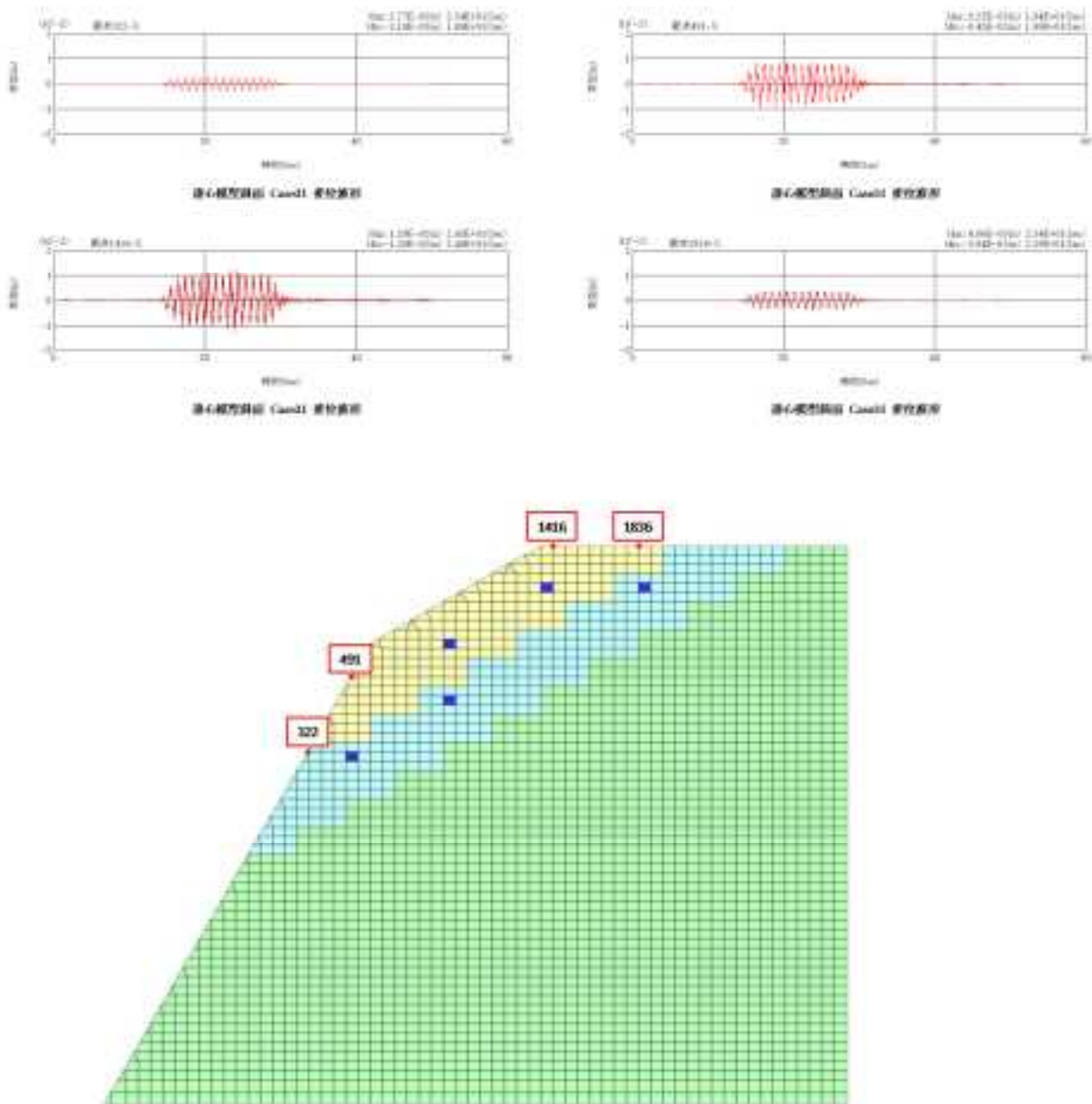


図 7. 2. 87 Case31 等価線形解析 時刻歴変位

○Case31 等価線形解析結果

・時刻歴加速度

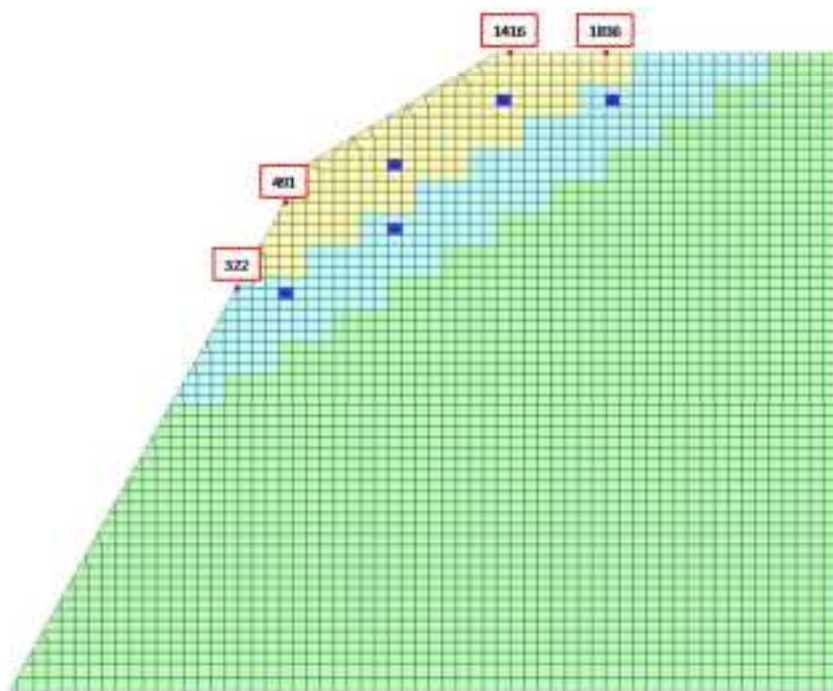
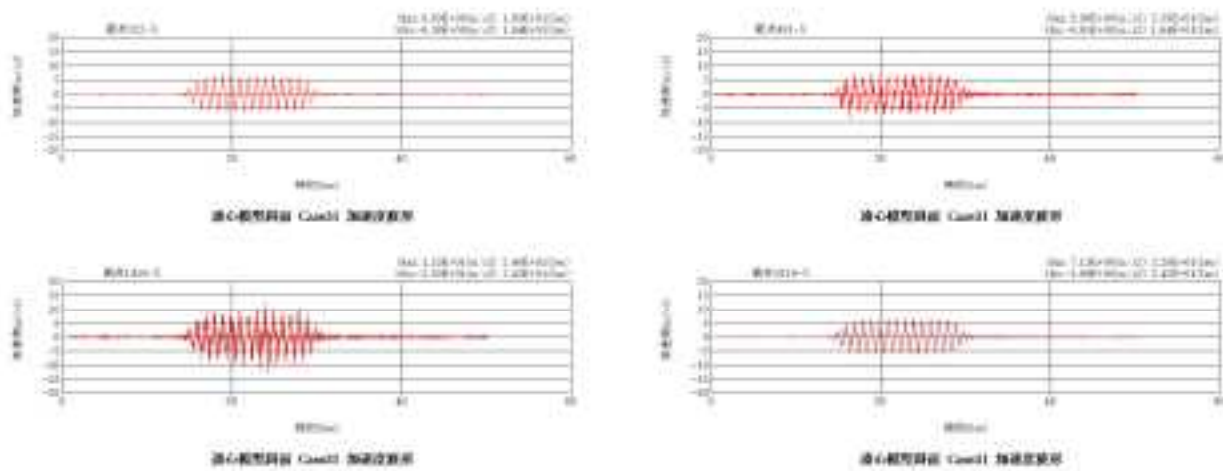


図 7. 2. 88 Case31 等価線形解析 時刻歴加速度

(6) 軟岩斜面

① 逐次非線形解析

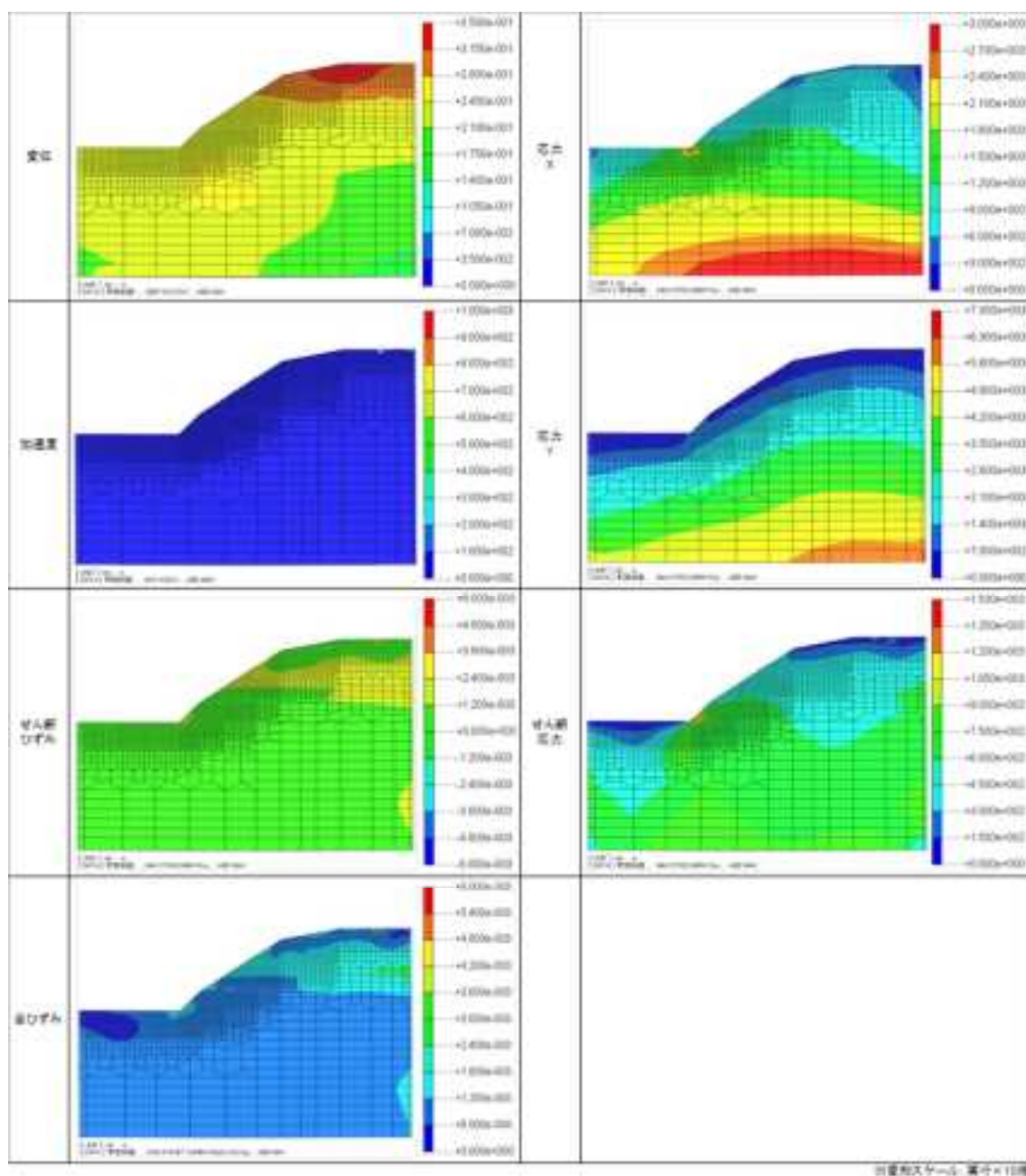


図 7.2.89 軟岩斜面 逐次非線形動的解析 最大応答分布図

○軟岩斜面 逐次非線形動的解析結果
 ・時刻歴変位

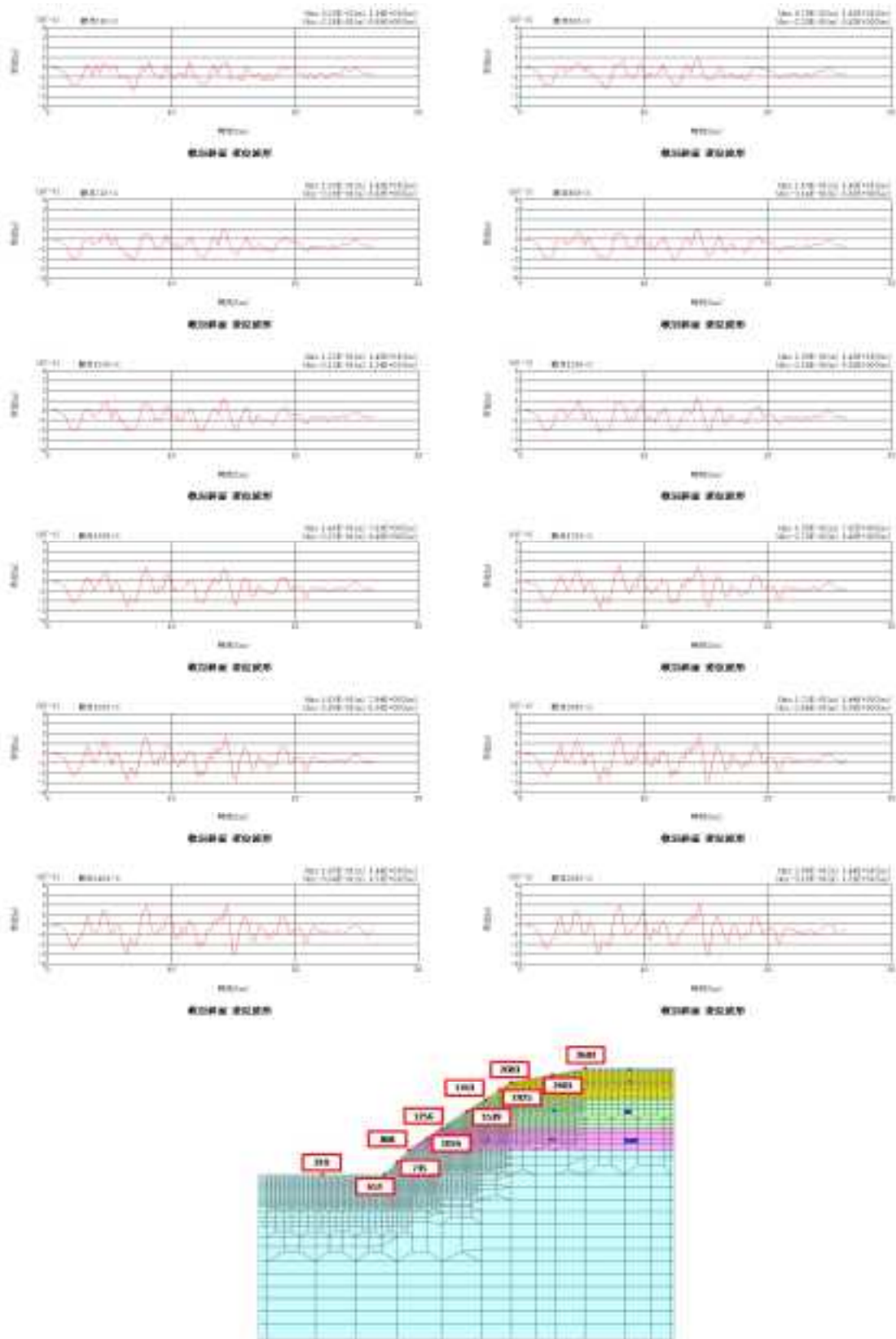


図 7.2.90 軟岩斜面 逐次非線形動的解析 時刻歴変位

○軟岩斜面 逐次非線形動的解析結果
 ・時刻歴加速度

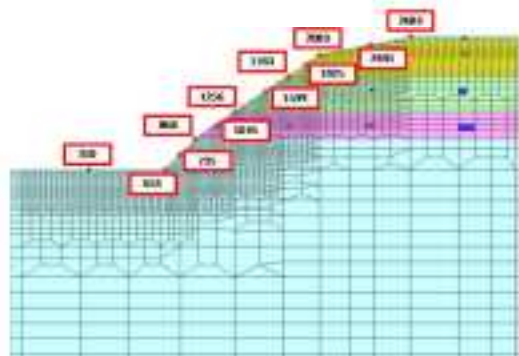
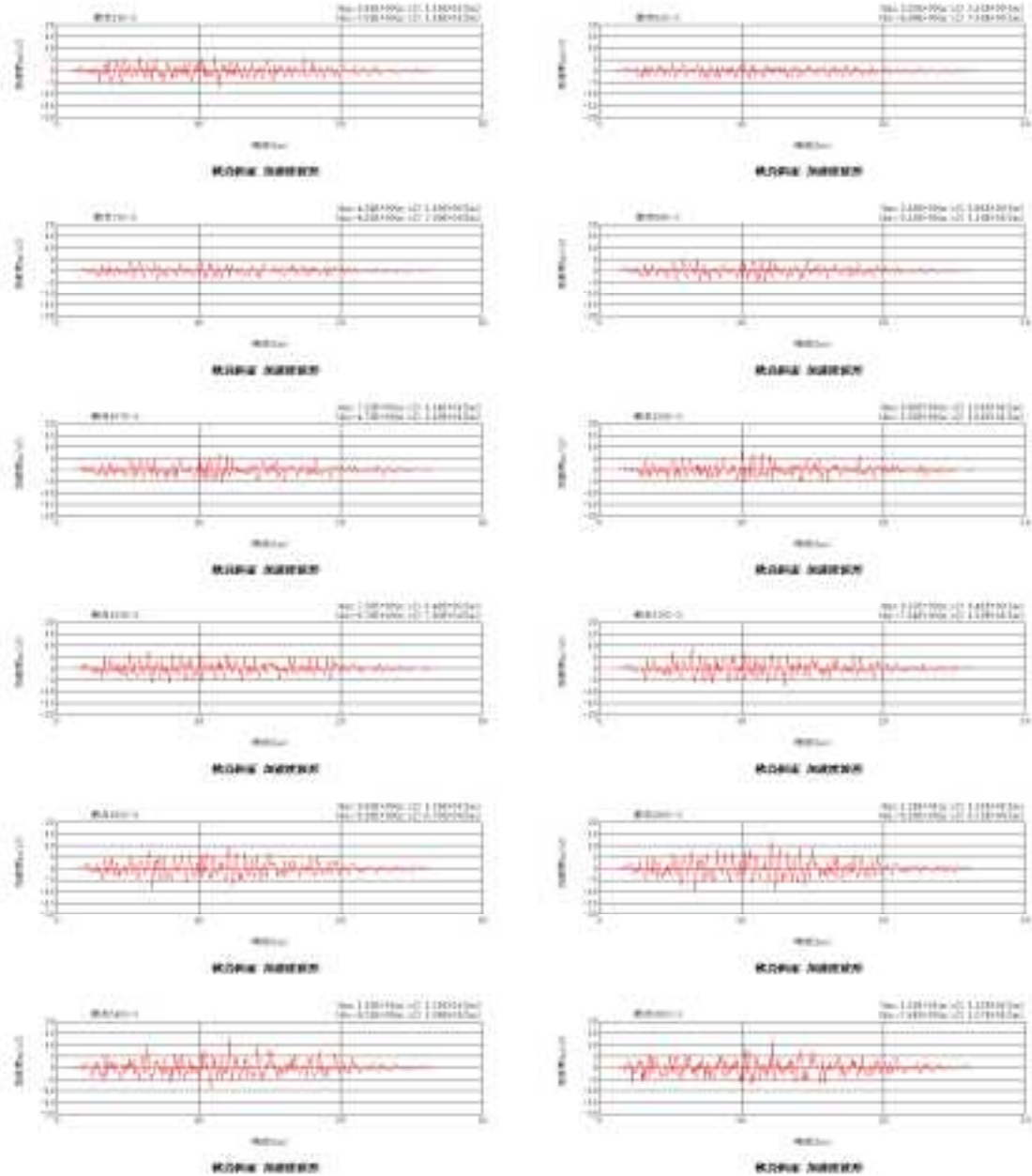


図 7. 2. 91 軟岩斜面 逐次非線形動的解析 時刻歴加速度

○軟岩斜面 逐次非線形動的解析結果
 ・応力-ひずみ関係

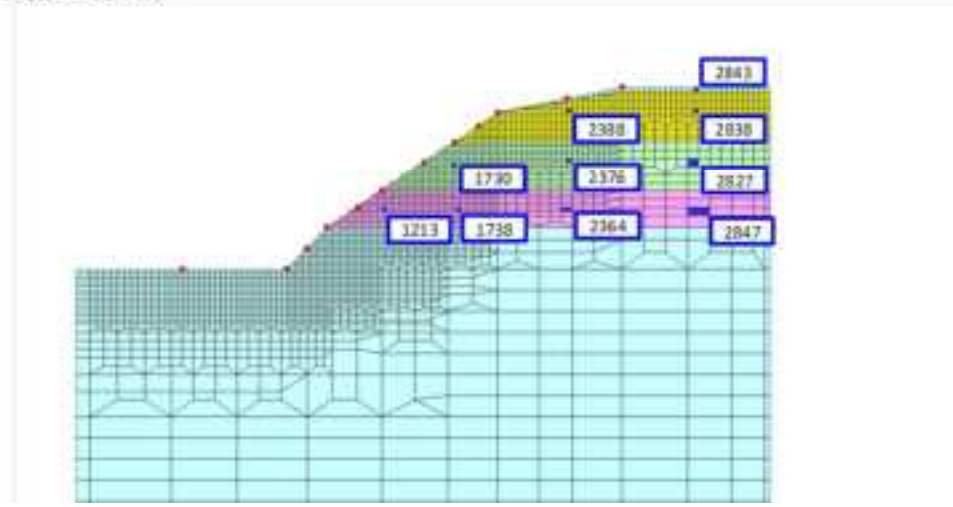
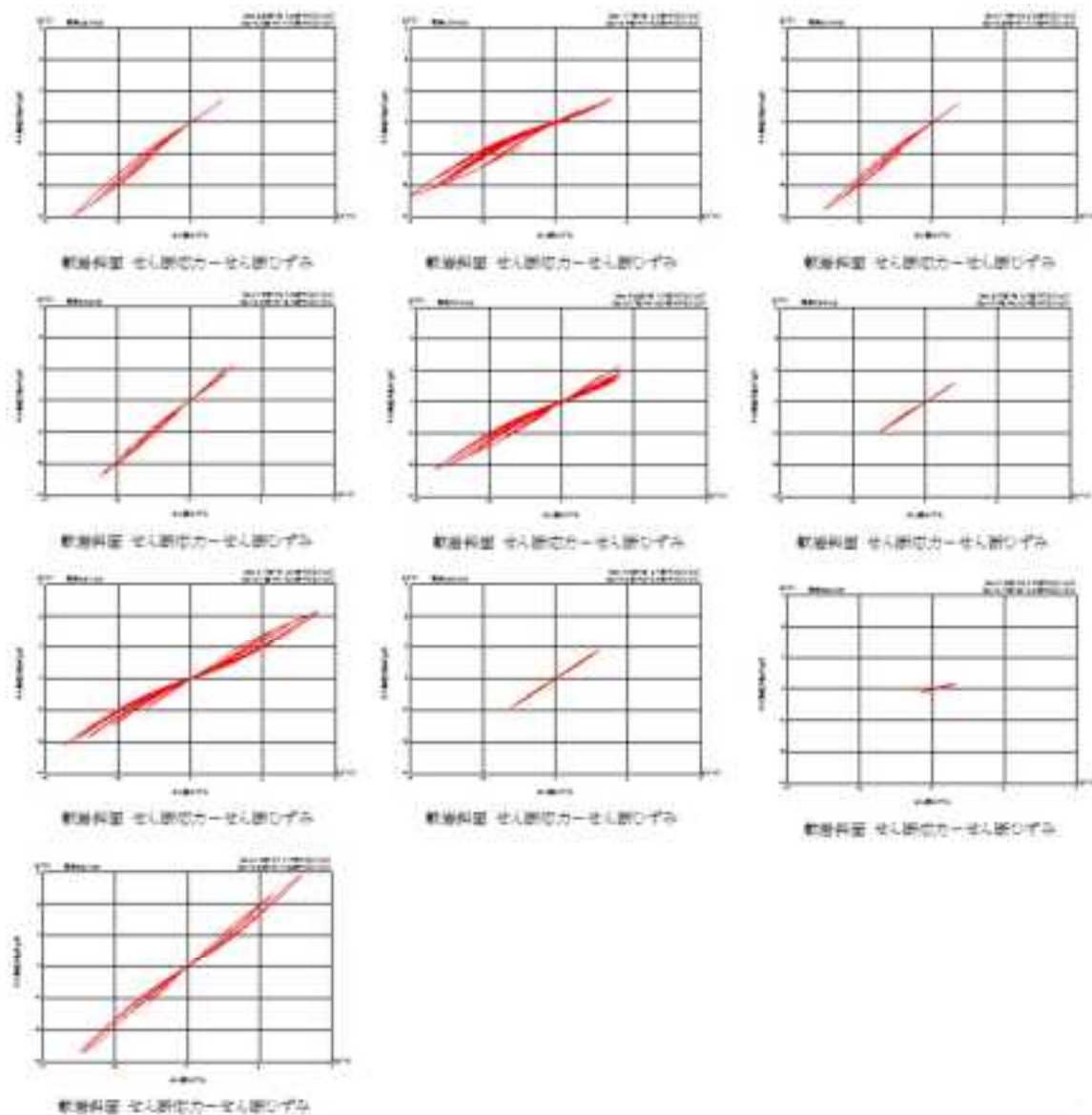


図 7.2.92 軟岩斜面 逐次非線形動的解析 応力-ひずみ関係

②等価線形解析

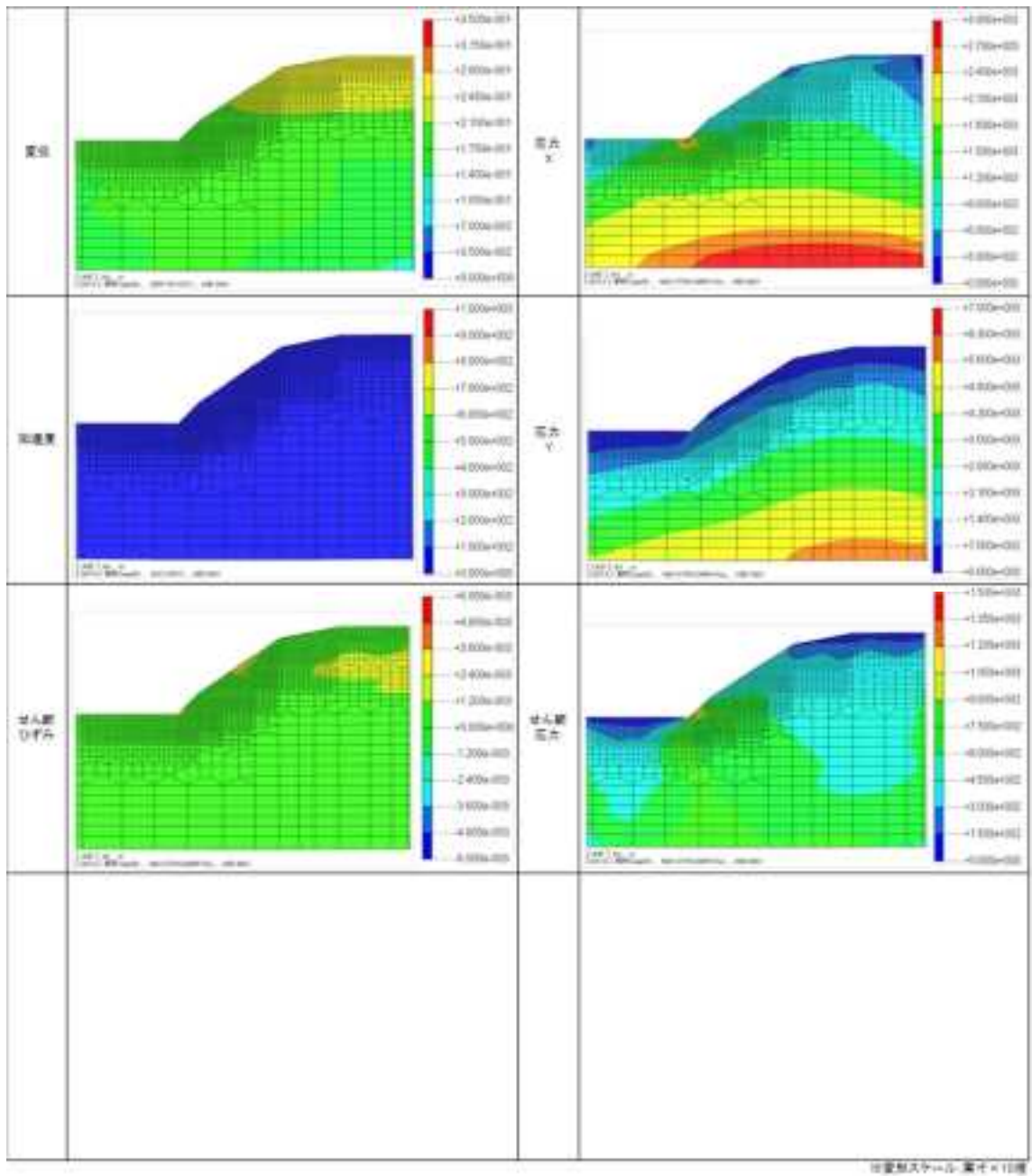


図 7.2.93 軟岩斜面 等価線形解析 最大応答分布図

○軟岩斜面 等価線形解析結果

・時刻歴変位

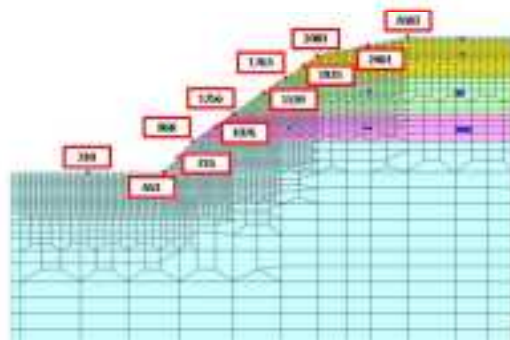
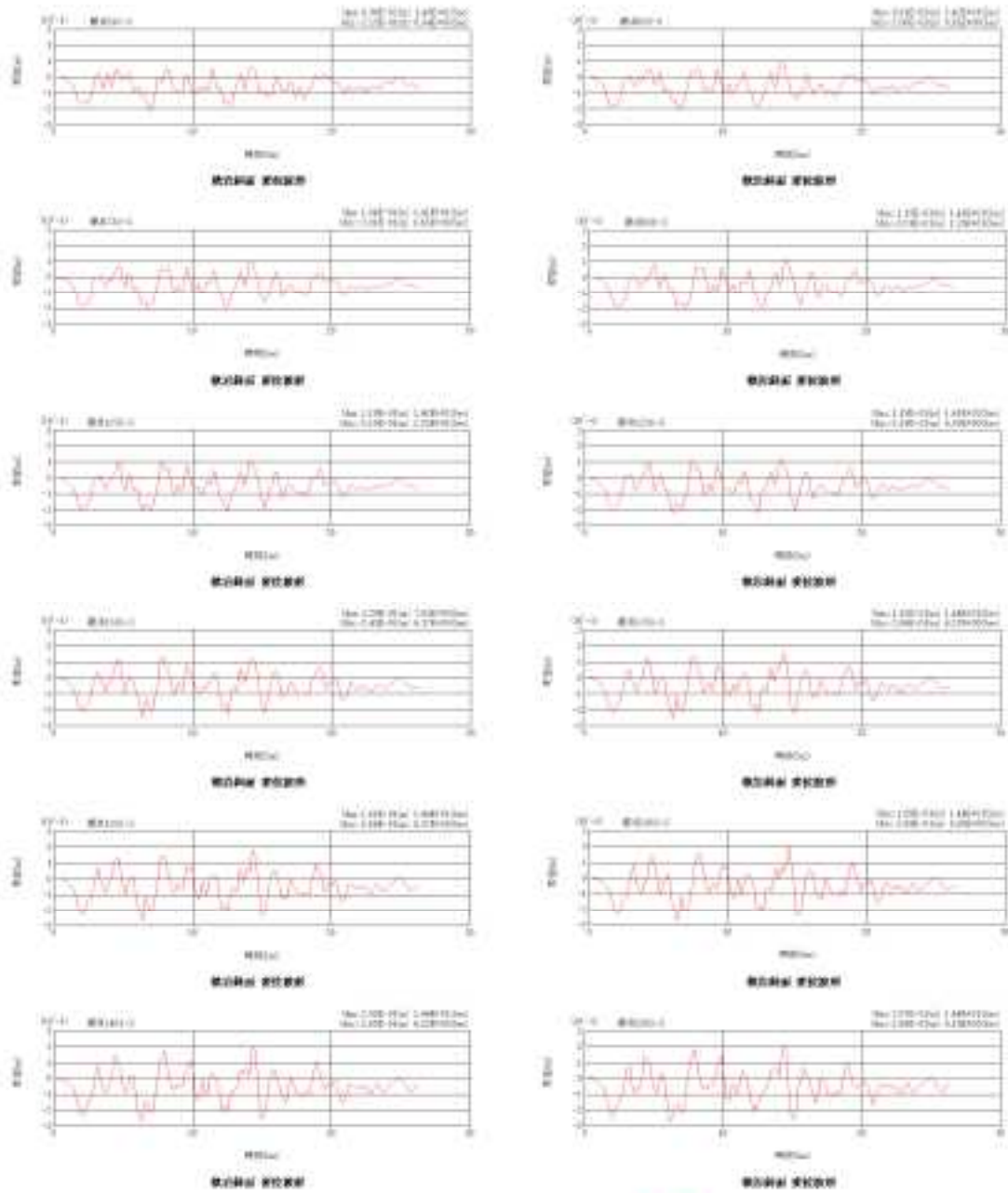


図 7.2.94 軟岩斜面 等価線形解析 時刻歴変位

○軟岩斜面 等価線形解析結果

・時刻歴加速度

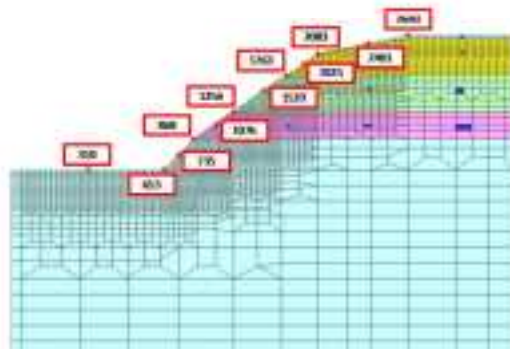
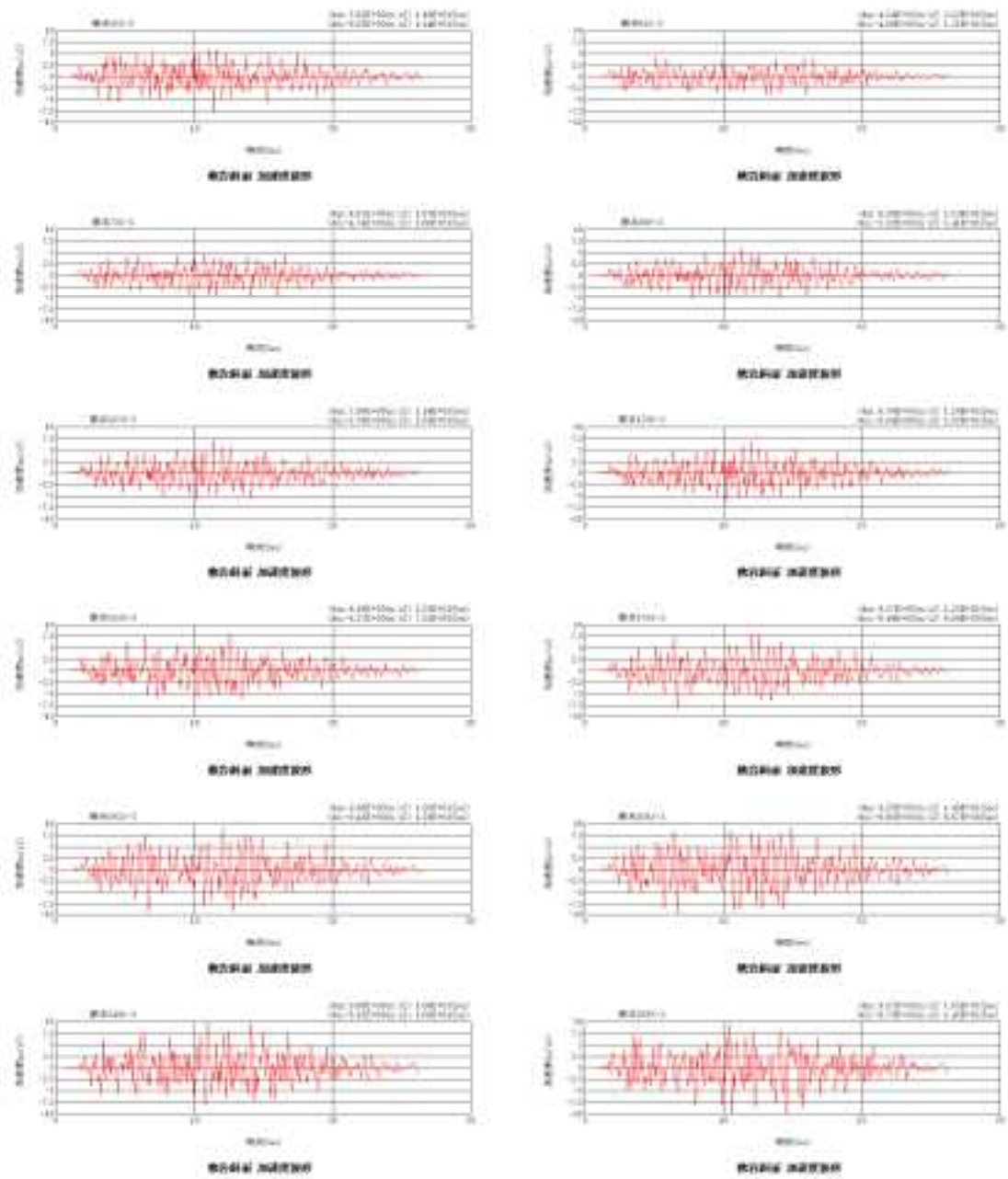


図 7.2.95 軟岩斜面 等価線形解析 時刻歴加速度

(7) 硬岩斜面

① 逐次非線形解析

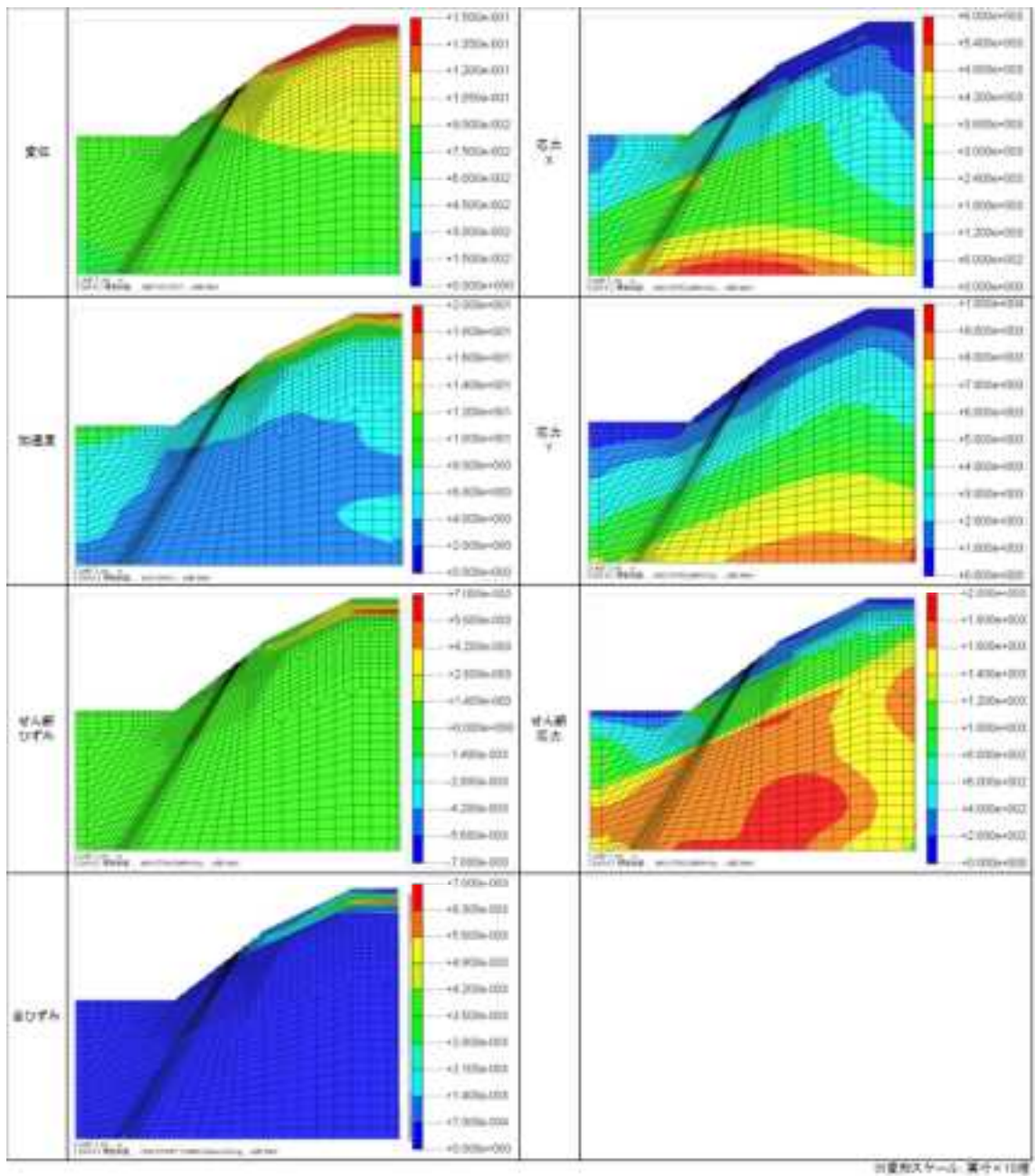


図 7.2.96 硬岩斜面 逐次非線形動的解析 最大応答分布図

○硬岩斜面 逐次非線形動的解析結果
 ・時刻歴変位

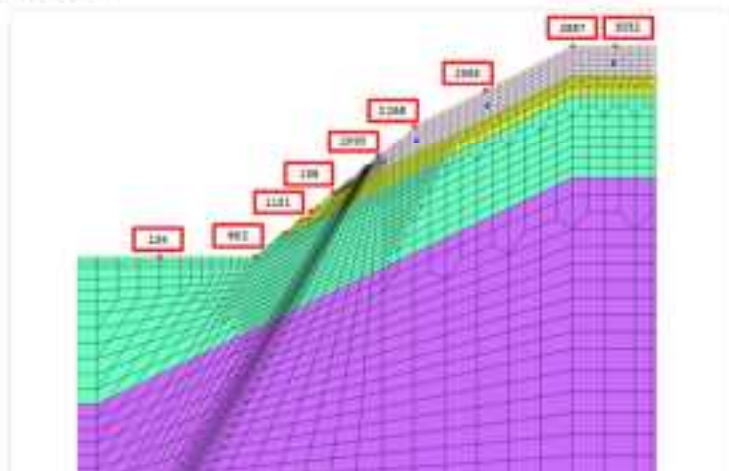
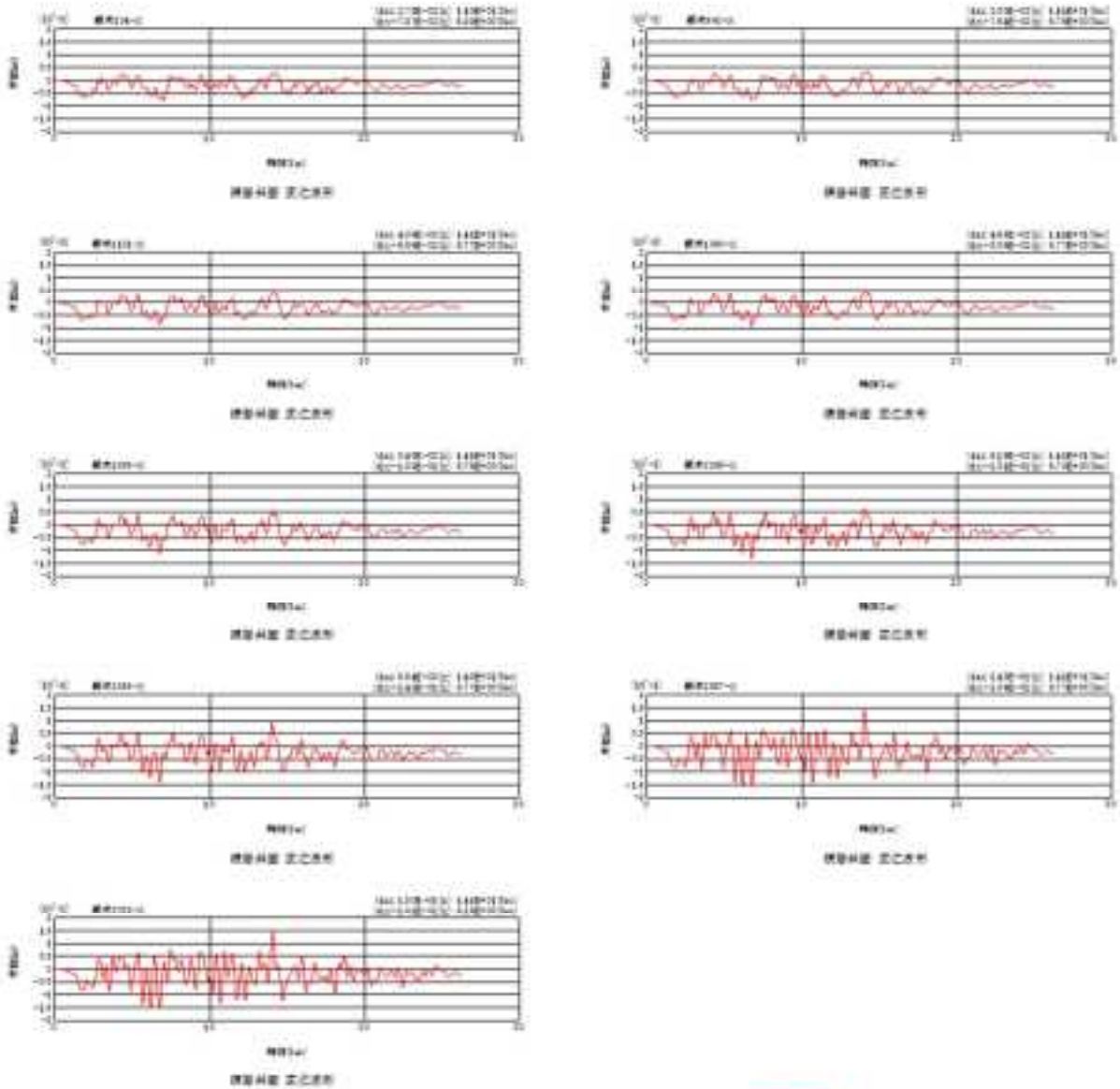


图 7.2.97 硬岩斜面 逐次非線形動的解析 時刻歴変位

○硬岩斜面 逐次非線形動的解析結果

・時刻歴加速度

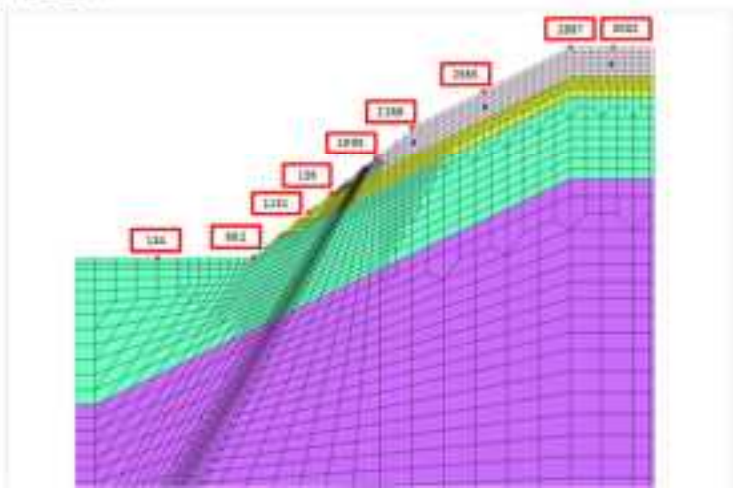
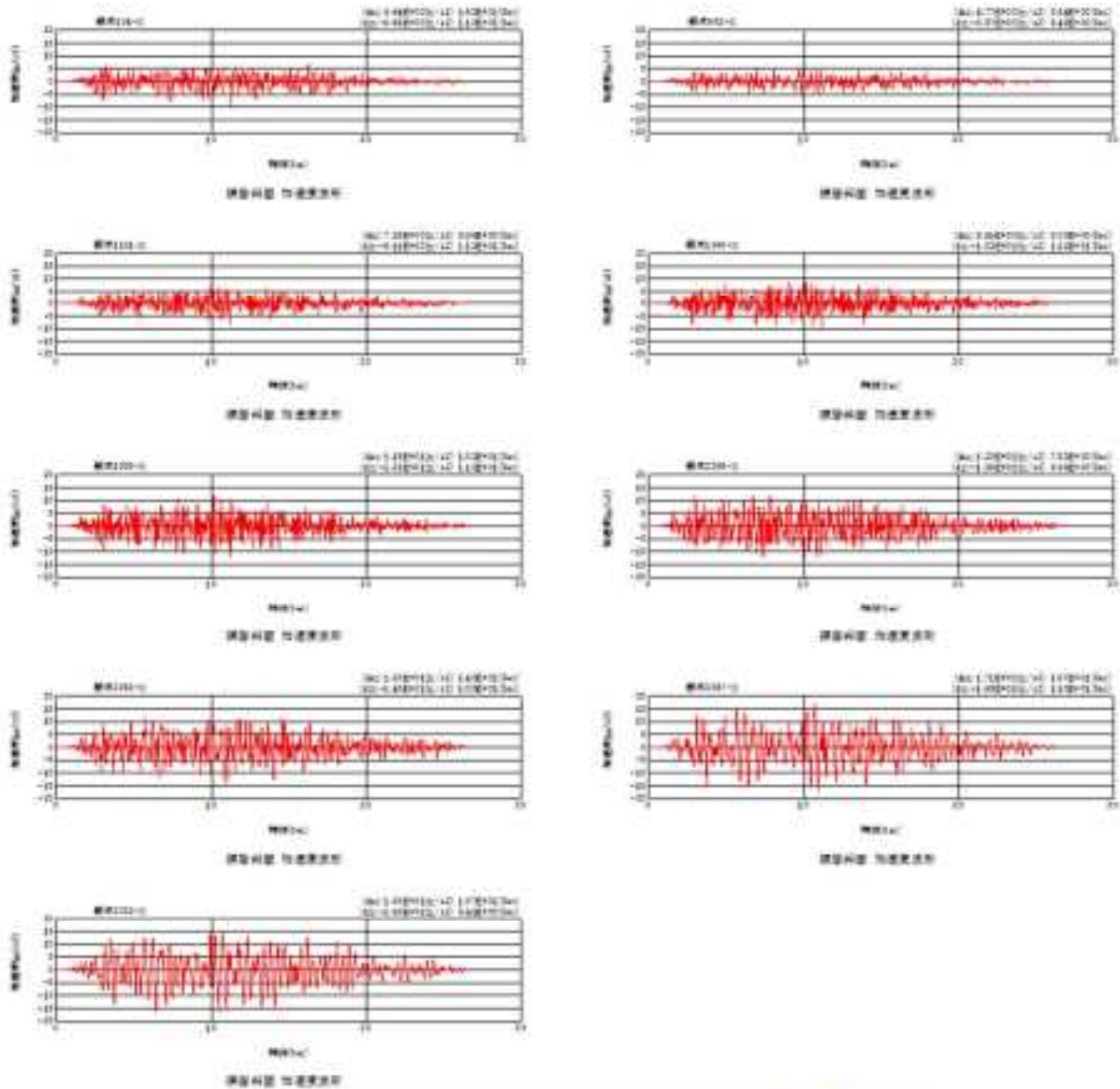


図 7. 2. 98 硬岩斜面 逐次非線形動的解析 時刻歴加速度

○硬岩斜面 逐次非線形動的解析結果

・応力-ひずみ関係

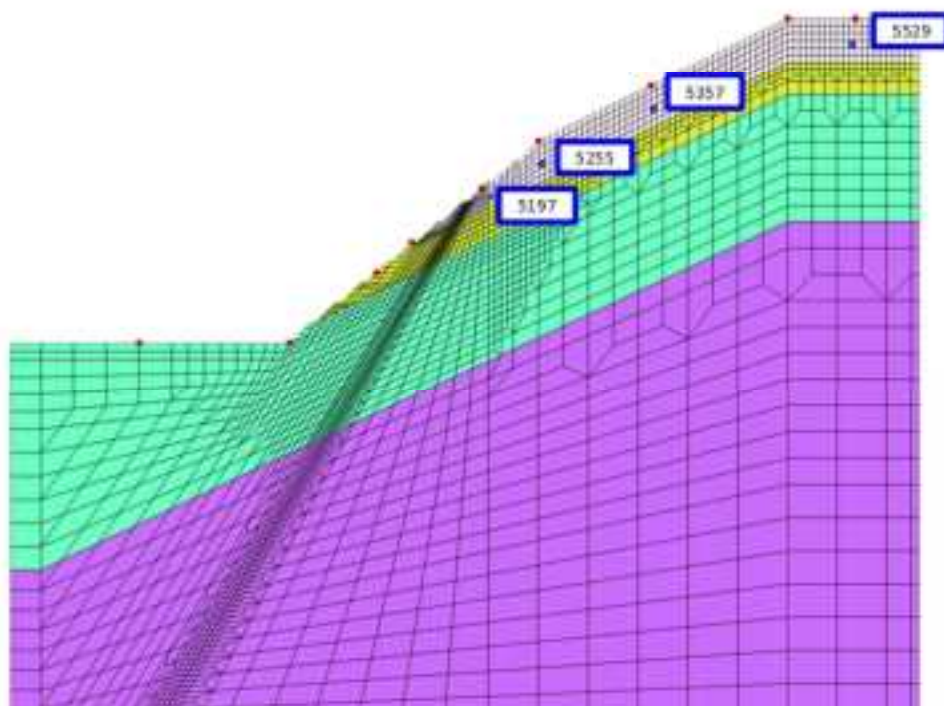
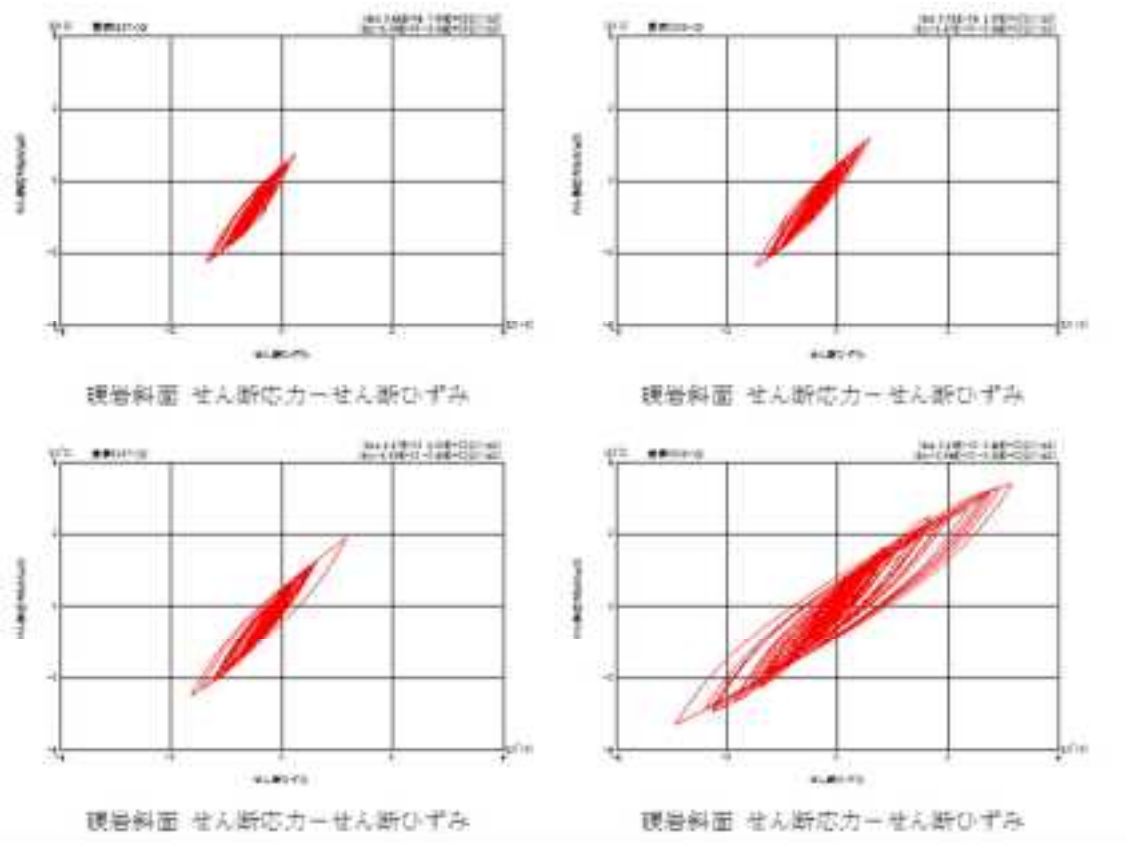


図 7.2.99 硬岩斜面 逐次非線形動的解析 応力-ひずみ関係

②等価線形解析

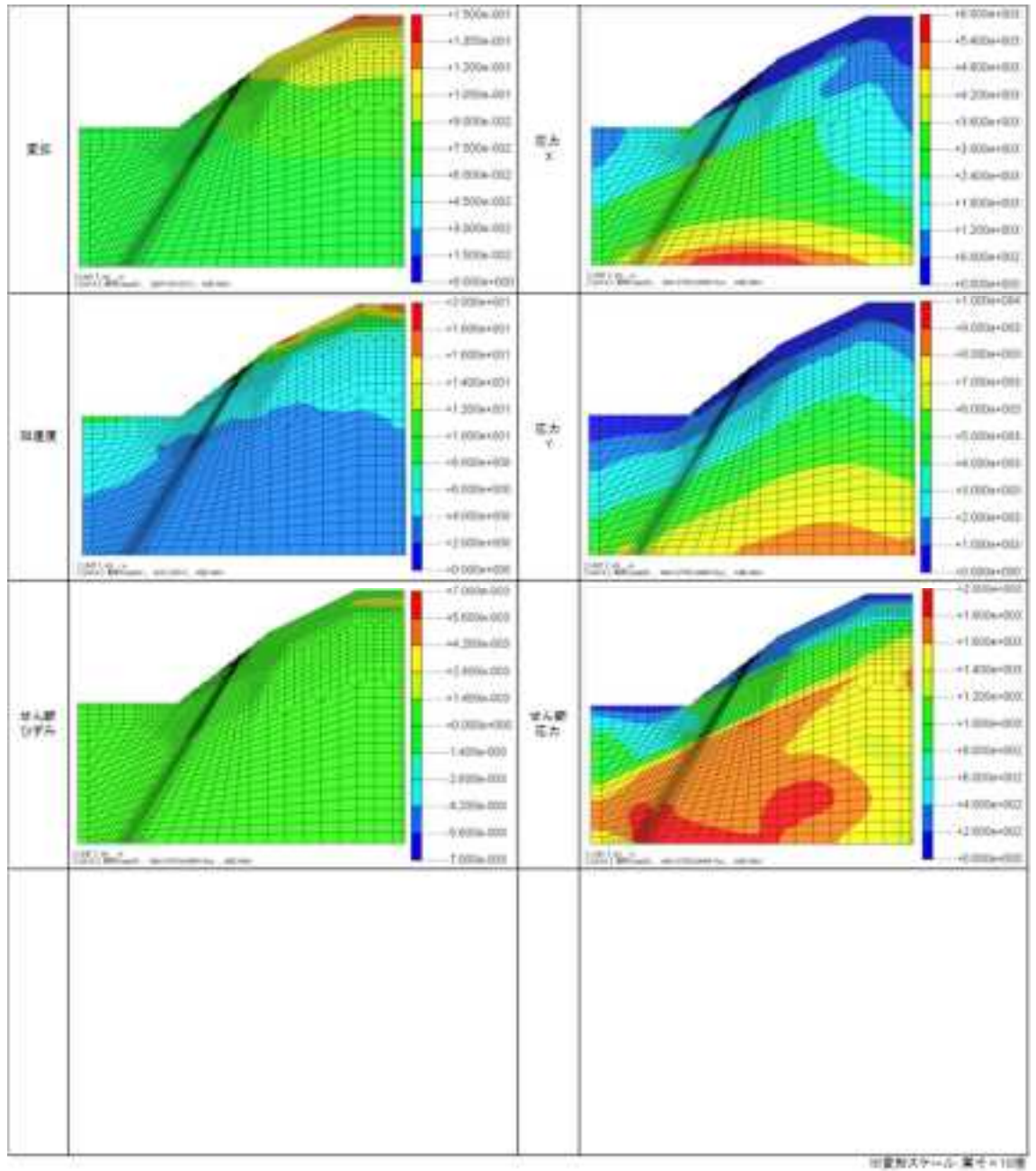


図 7.2.100 硬岩斜面 等価線形解析 最大応答分布図

○硬岩斜面 等価線形解析結果

・時刻歴変位

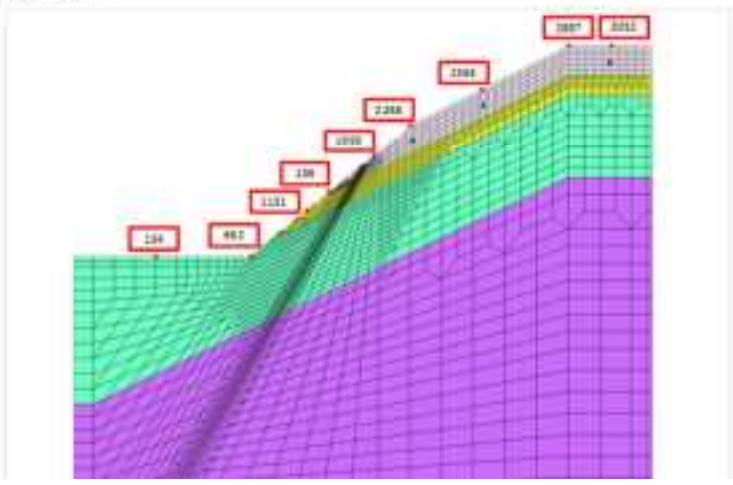
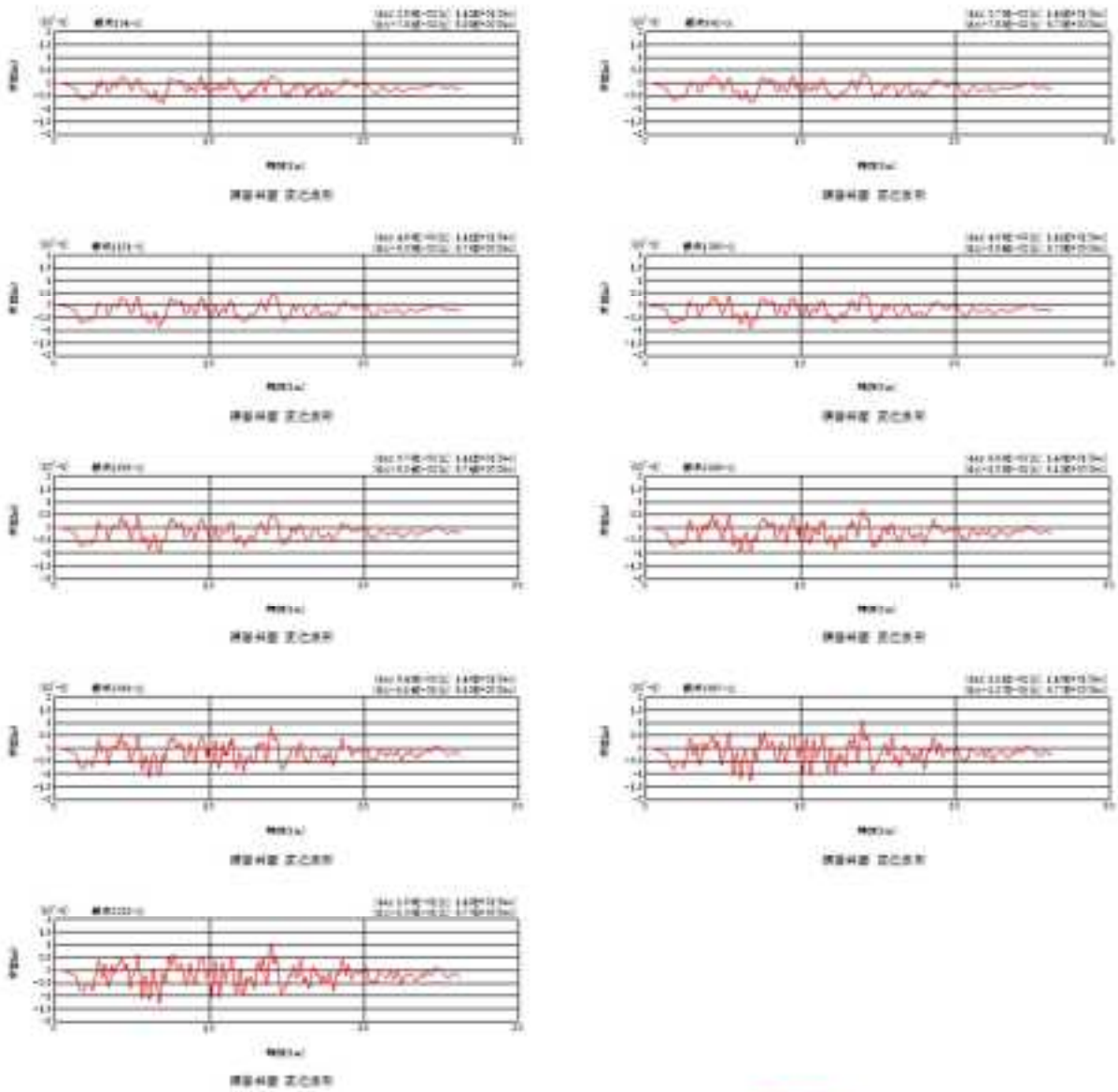


图 7.2.101 硬岩斜面 等価線形解析 時刻歴変位

○硬岩斜面 等価線形解析結果

・時刻歴加速度

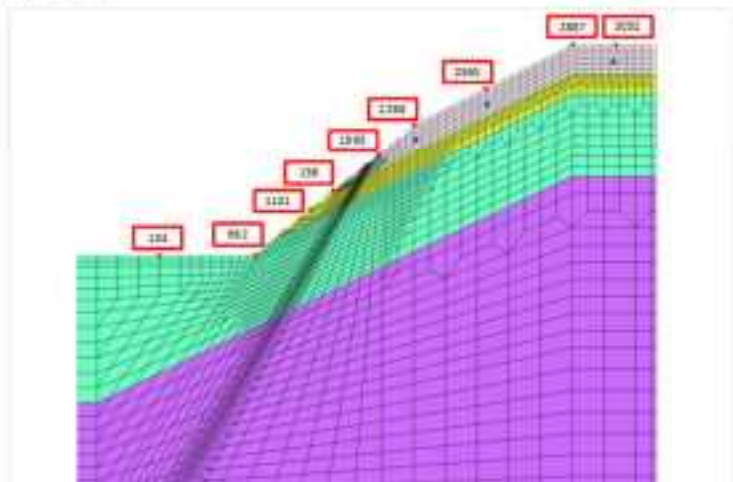
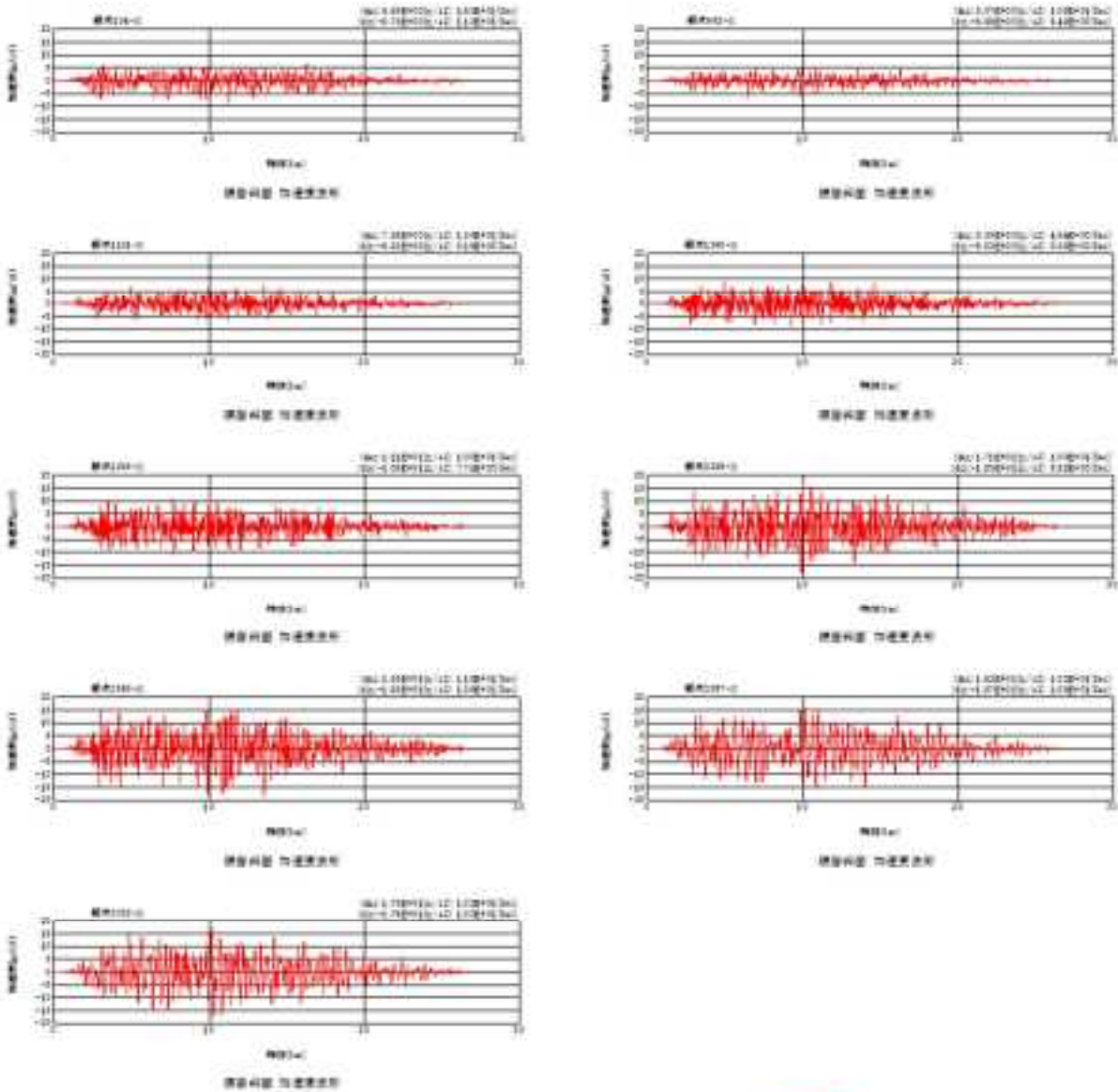


図 7.2.102 硬岩斜面 等価線形解析 時刻歴加速度

7.3 すべり線の探索・安定解析

7.3.1 円弧による探索-応力履歴

(1) Case27

① 逐次非線形動的解析

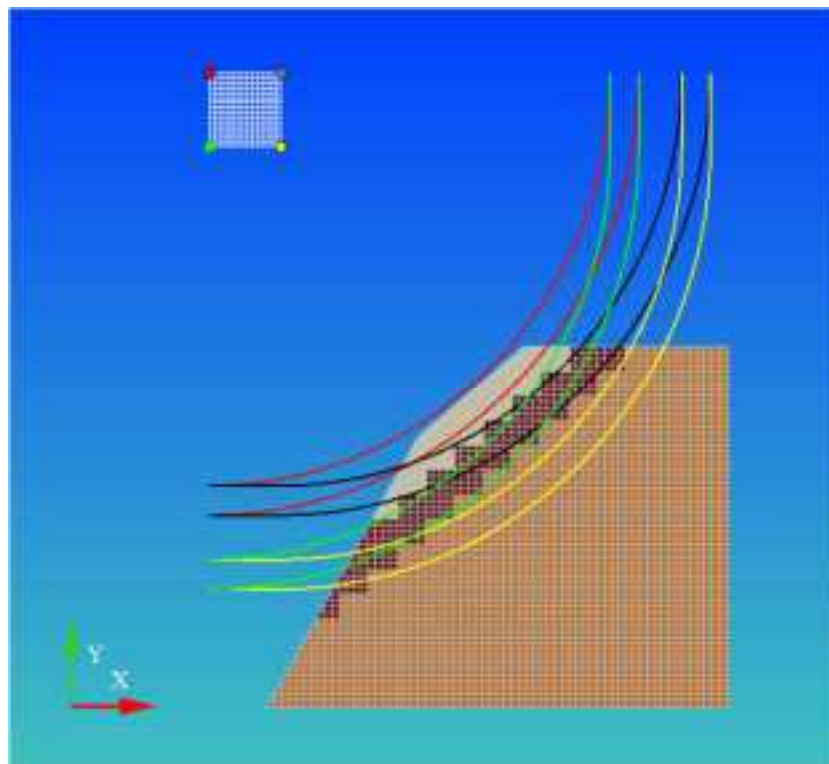


図 7.3.1 小型振動台 (Case27) 円弧 探索条件

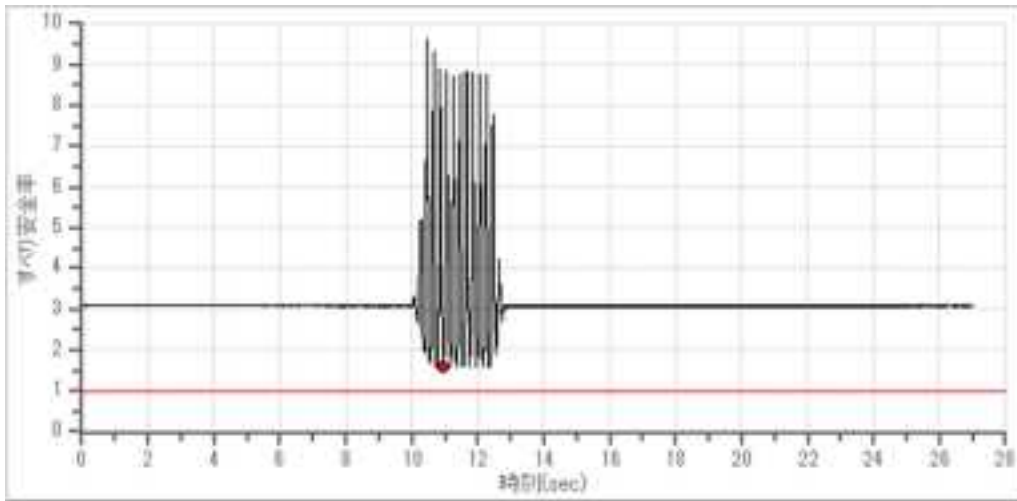


図 7.3.2 小型振動台 (Case27) すべり安全率履歴 円弧-応力(地震時)

表 7.3.1 小型振動台 (Case27) すべり安全率 ワースト 10 円弧-応力(地震時)

最小すべり安全率	時刻	半径	中心X座標	中心Y座標
1.57977	10.95	1.48	-0.15	1.98333
1.58317	11.15	1.48	-0.15	1.98333
1.59161	10.75	1.48	-0.15	1.98333
1.59403	12.35	1.48	-0.15	1.98333
1.59514	11.35	1.48	-0.15	1.98333
1.59696	11.55	1.48	-0.15	1.98333
1.59701	12.15	1.48	-0.15	1.98333
1.59785	11.75	1.48	-0.15	1.98333
1.60022	11.95	1.48	-0.15	1.98333
1.61599	11.36	1.48	-0.15	1.98333

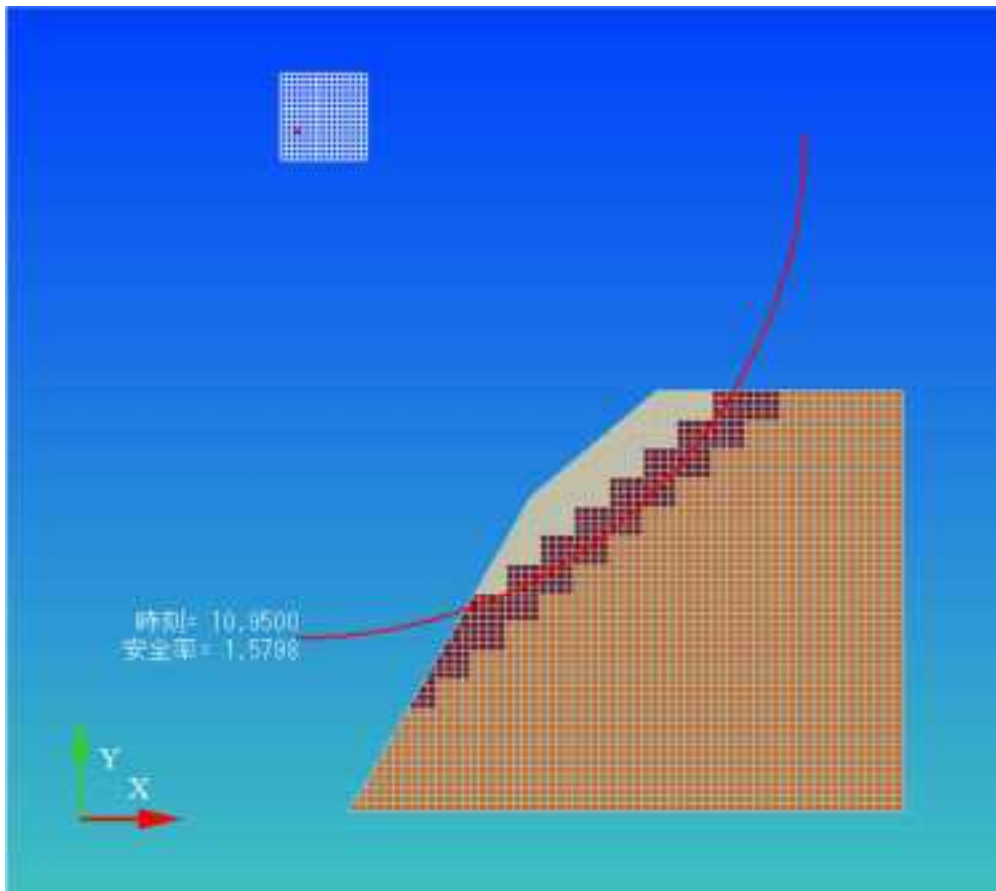


図 7.3.3 小型振動台 (Case27) すべり線形状(最小すべり安全率時) 円弧-応力(地震時)

②等価線形解析

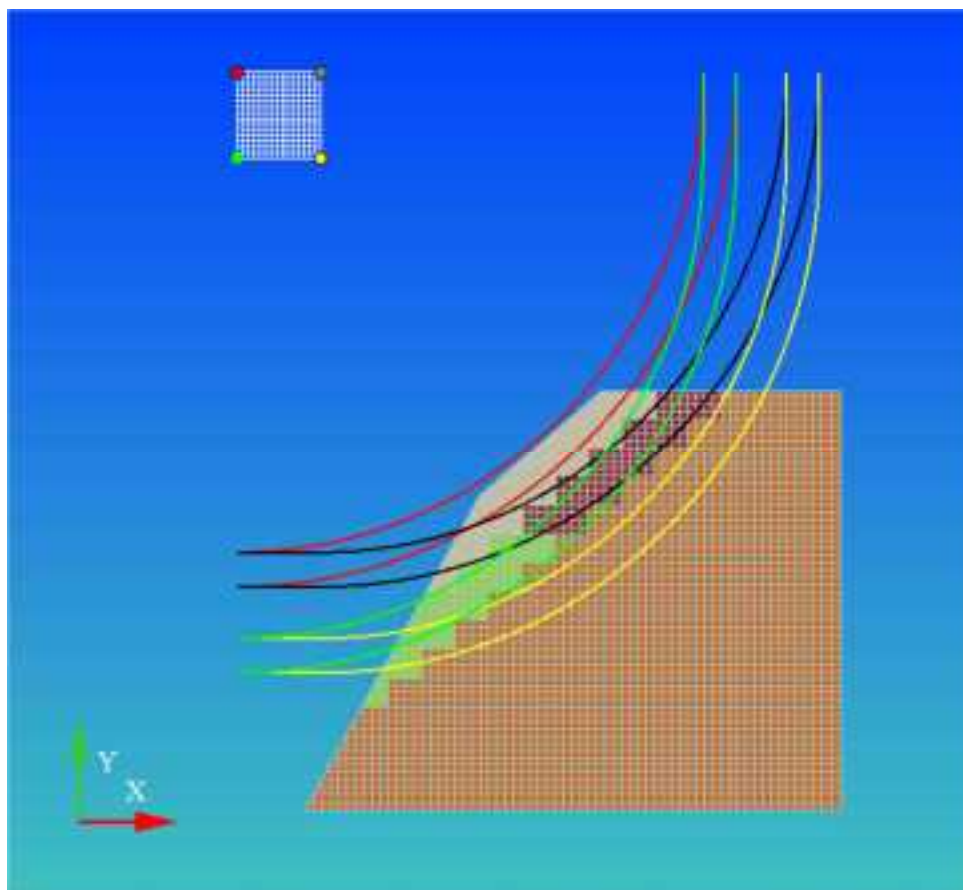


図 7.3.4 小型振動台 (Case27) 円弧 探索条件

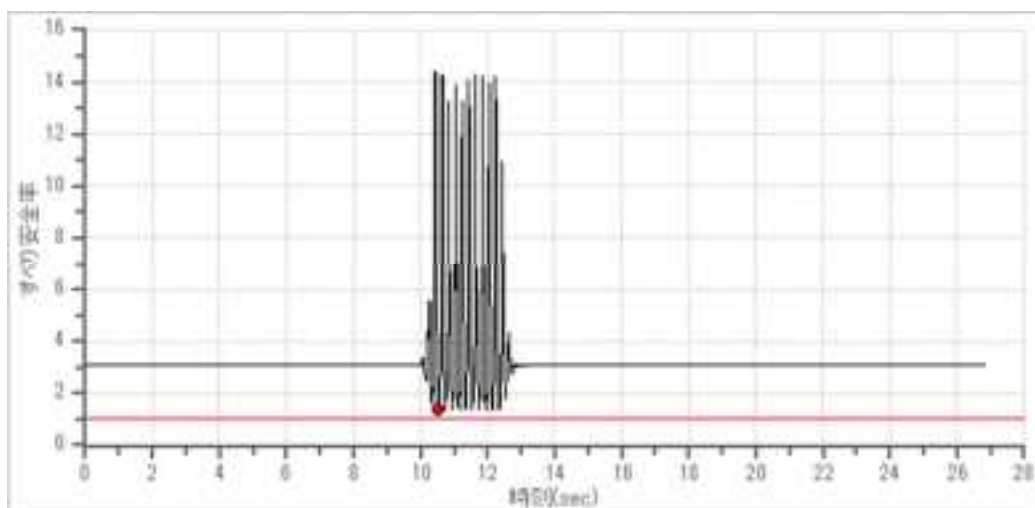


図 7.3.5 小型振動台 (Case27) すべり安全率履歴 円弧-応力(地震時)

表 7.3.2 小型振動台 (Case27) すべり安全率 ワースト 10 円弧-応力(地震時)

最小すべり安全率	時刻	半径	中心X座標	中心Y座標
1.3645	10.56	1.49	-0.16667	1.98333
1.37363	10.76	1.49	-0.16667	1.98333
1.37836	10.96	1.49	-0.16667	1.98333
1.37868	11.16	1.49	-0.16667	1.98333
1.38003	11.36	1.49	-0.16667	1.98333
1.38117	12.36	1.49	-0.16667	1.98333
1.38547	12.16	1.49	-0.16667	1.98333
1.38847	11.56	1.49	-0.16667	1.98333
1.3892	11.96	1.49	-0.16667	1.98333
1.39156	11.76	1.49	-0.16667	1.98333

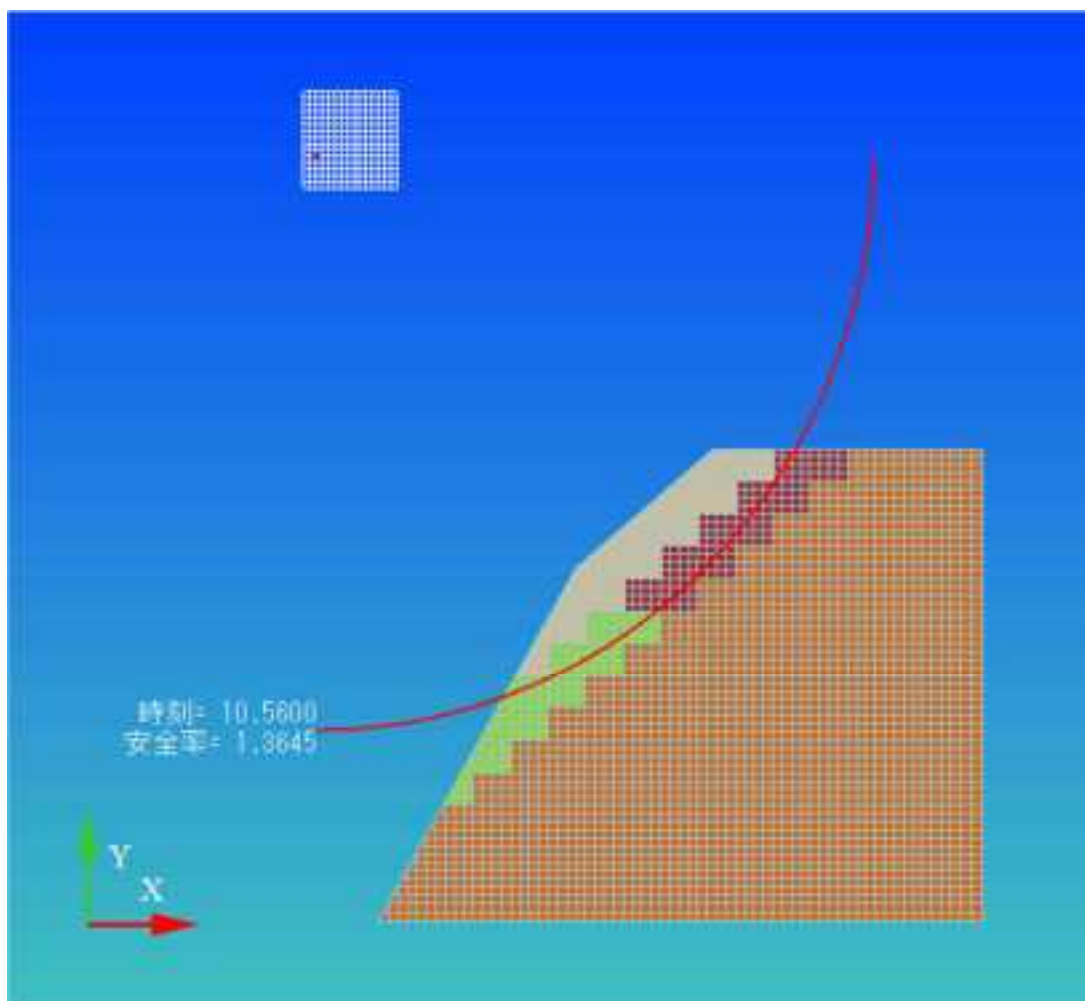


図 7.3.6 小型振動台 (Case27) すべり線形状(最小すべり安全率時) 円弧-応力(地震時)

(2) Case28

①逐次非線形動的解析

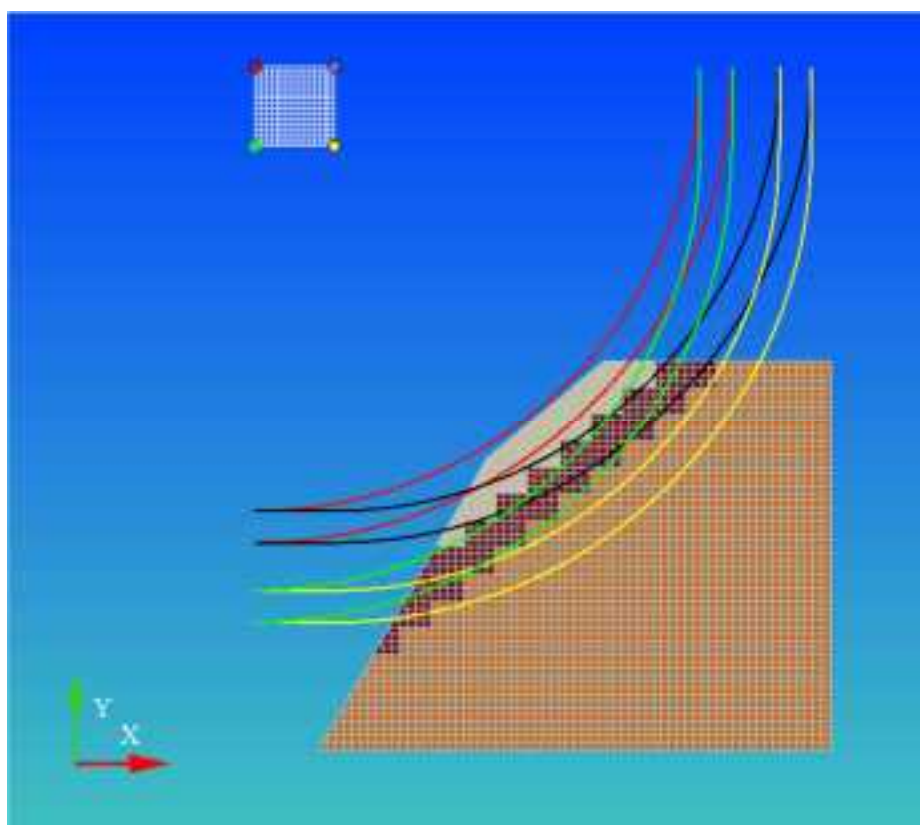


图 7.3.7 小型振動台 (Case28) 円弧 探索条件

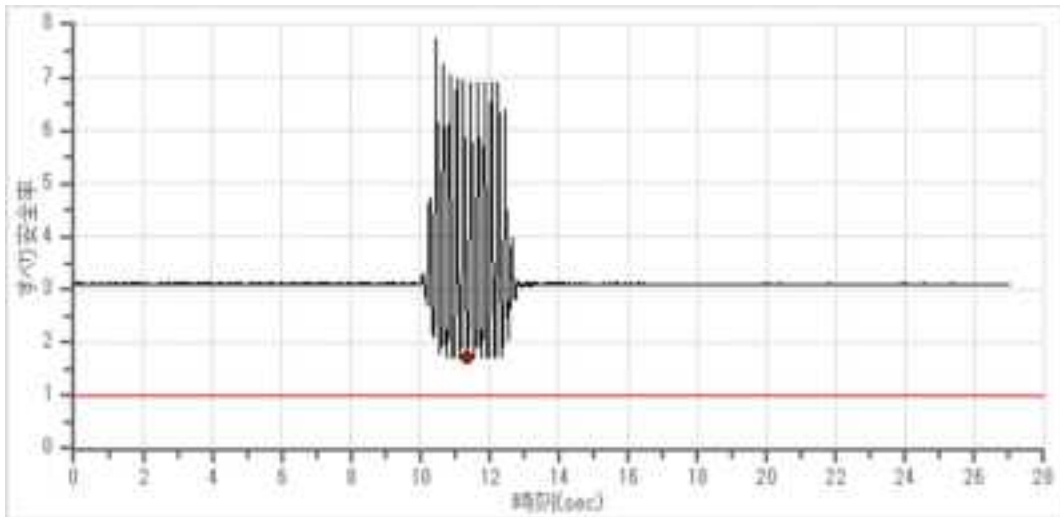


図 7.3.8 小型振動台 (Case28) すべり安全率履歴 円弧-応力(地震時)

表 7.3.3 小型振動台 (Case28) すべり安全率 ワースト 10 円弧-応力(地震時)

最小すべり安全率	時刻	半径	中心X座標	中心Y座標
1.71427	11.35	1.48	-0.15	1.98333
1.71511	11.95	1.48	-0.15	1.98333
1.71518	11.55	1.48	-0.15	1.98333
1.71586	11.75	1.48	-0.15	1.98333
1.71888	11.15	1.48	-0.15	1.98333
1.72013	10.95	1.48	-0.15	1.98333
1.73068	12.35	1.48	-0.15	1.98333
1.73242	12.15	1.48	-0.15	1.98333
1.73248	10.75	1.48	-0.15	1.98333
1.75623	11.96	1.49	-0.16667	1.98333

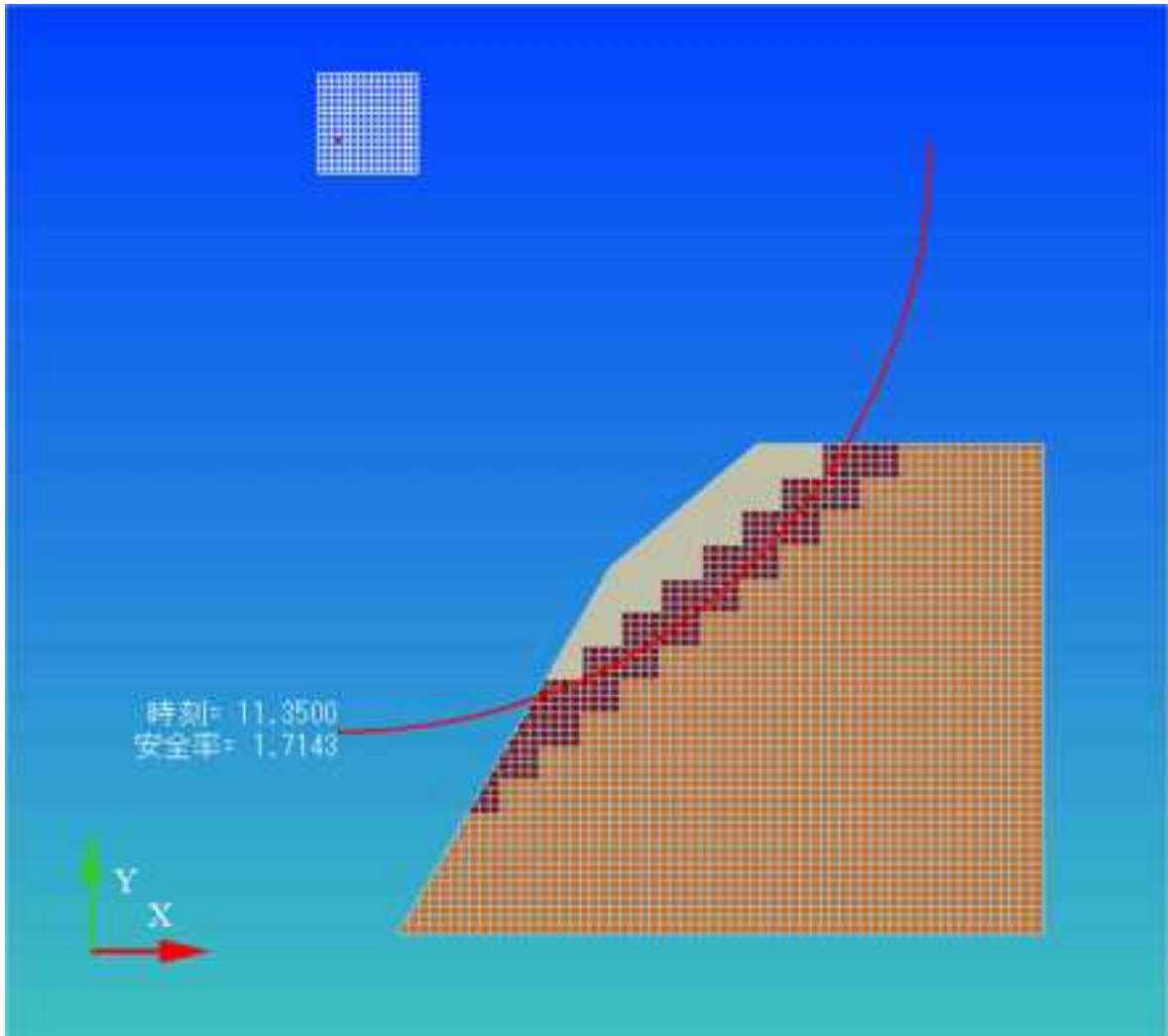


図 7.3.9 小型振動台 (Case28) すべり線形状(最小すべり安全率時) 円弧-応力(地震時)

②等価線形解析

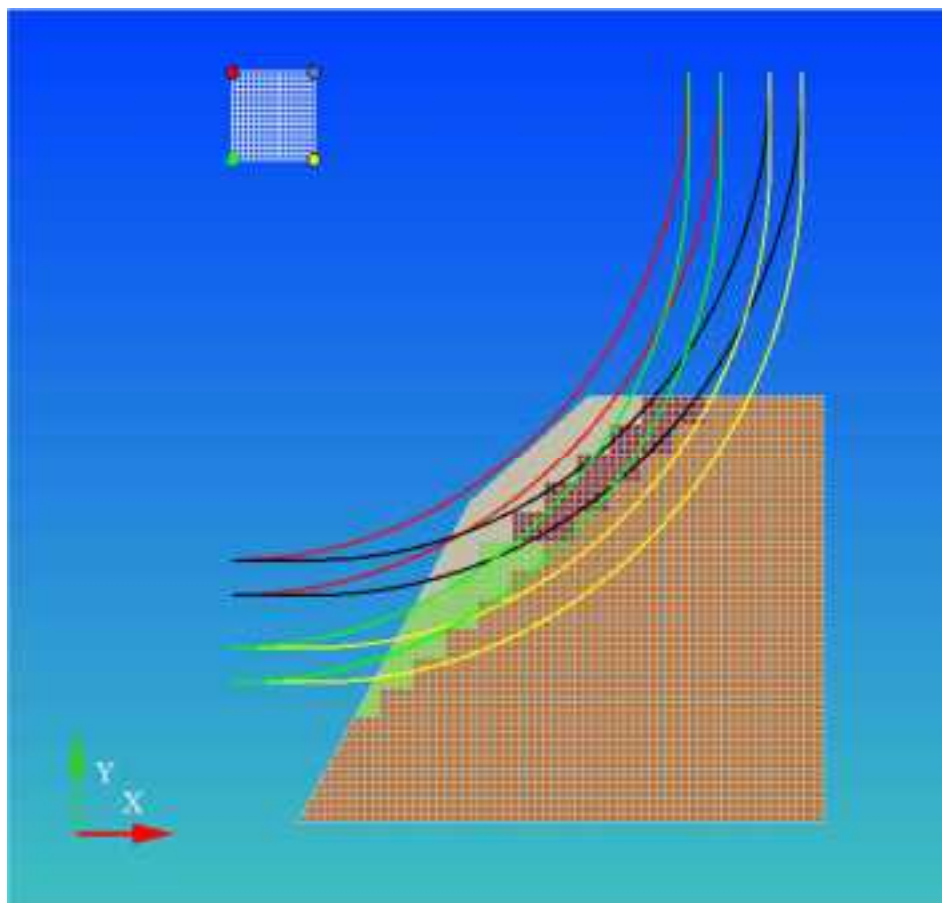


図 7.3.10 小型振動台 (Case28) 円弧 探索条件

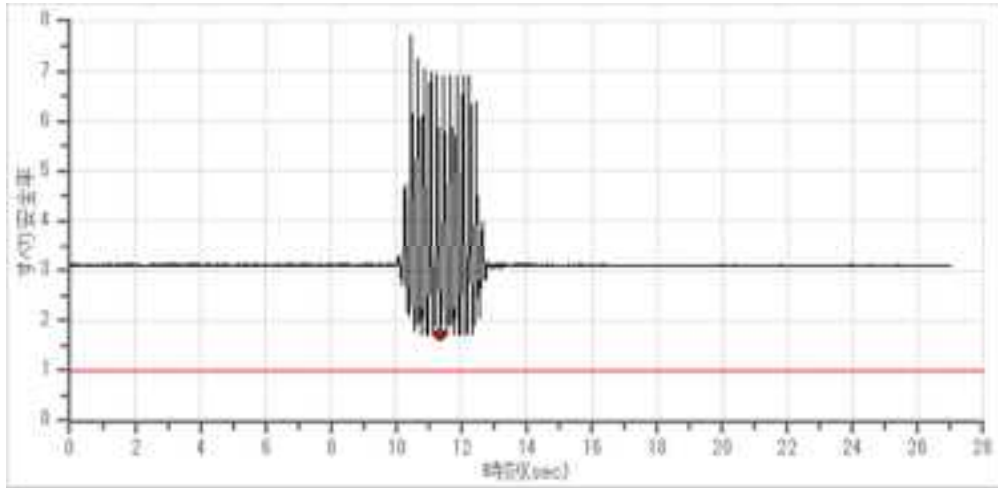


図 7.3.11 小型振動台 (Case28) すべり安全率履歴 円弧-応力(地震時)

表 7.3.4 小型振動台 (Case28) すべり安全率 ワースト 10 円弧-応力(地震時)

最小すべり安全率	時刻	半径	中心X座標	中心Y座標
1.54255	10.56	1.49	-0.16667	1.98333
1.5685	10.76	1.49	-0.16667	1.98333
1.57187	12.16	1.49	-0.16667	1.98333
1.57519	10.96	1.49	-0.16667	1.98333
1.5752	11.96	1.49	-0.16667	1.98333
1.57541	11.36	1.49	-0.16667	1.98333
1.57567	12.36	1.49	-0.16667	1.98333
1.57767	11.16	1.49	-0.16667	1.98333
1.58088	11.76	1.49	-0.16667	1.98333
1.58349	11.56	1.49	-0.16667	1.98333

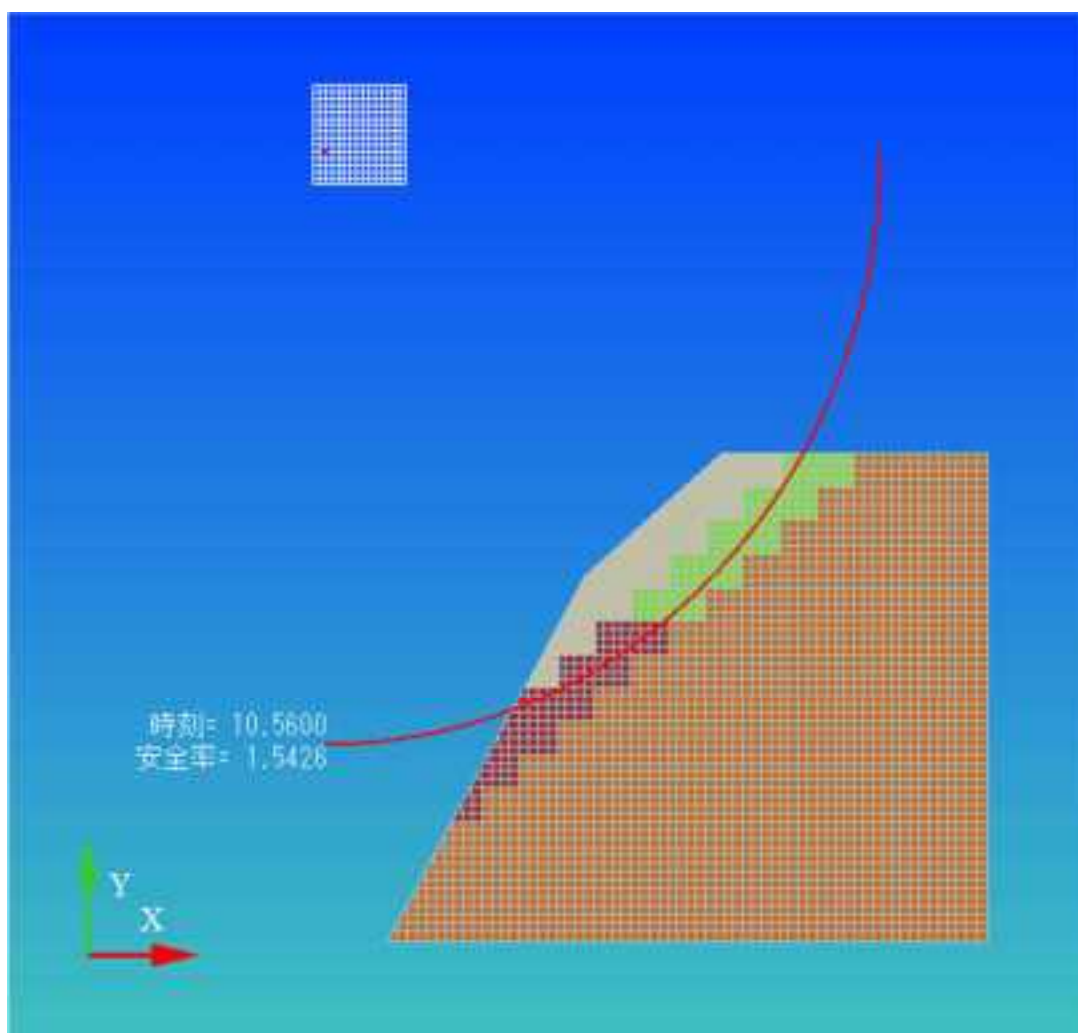


図 7.3.12 小型振動台 (Case28) すべり線形状(最小すべり安全率時) 円弧-応力(地震時)

(3) Case29

① 逐次非線形動的解析

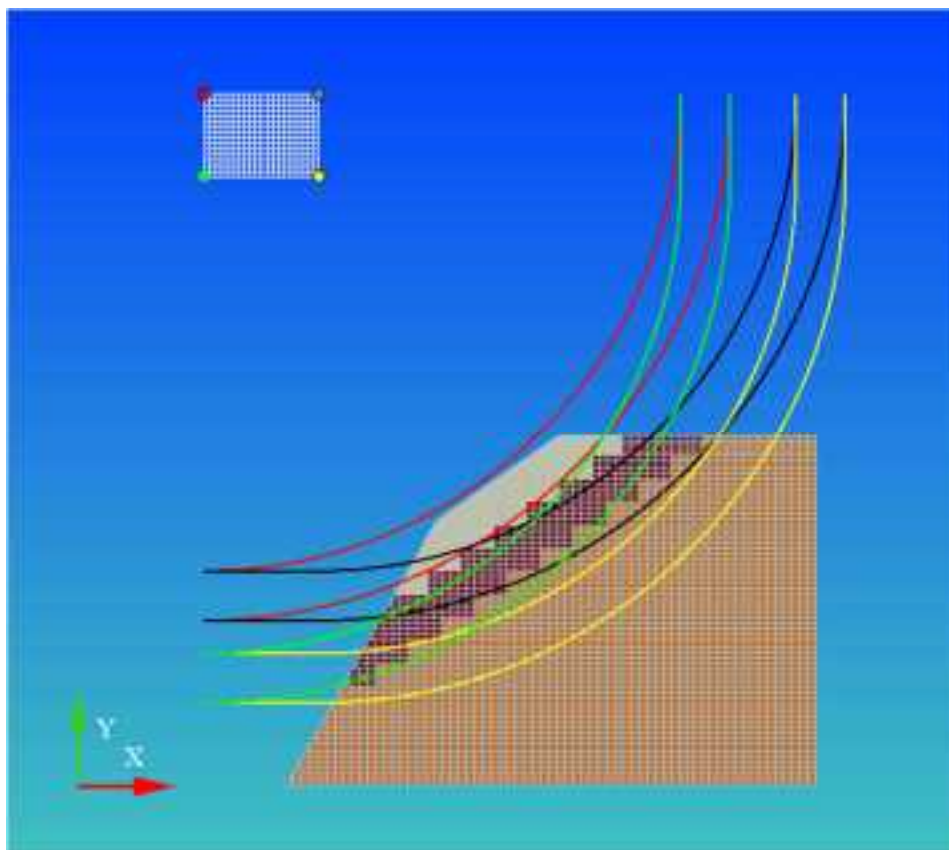


图 7.3.13 小型振動台 (Case29) 円弧 探索条件

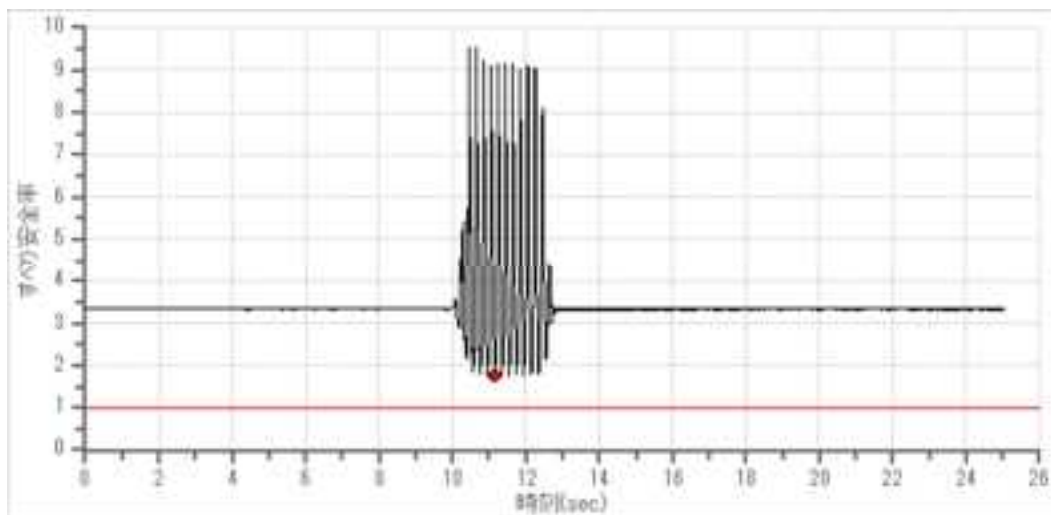


図 7.3.14 小型振動台 (Case29) すべり安全率履歴 円弧-応力(地震時)

表 7.3.5 小型振動台 (Case29) すべり安全率 ワースト 10 円弧-応力(地震時)

最小すべり安全率	時刻	半径	中心X座標	中心Y座標
1.76853	11.15	1.555	-0.18	1.96667
1.76905	11.35	1.555	-0.18	1.96667
1.77097	10.95	1.555	-0.18	1.96667
1.77797	11.95	1.555	-0.18	1.96667
1.78054	11.55	1.555	-0.18	1.96667
1.78209	12.35	1.555	-0.18	1.96667
1.78417	11.75	1.555	-0.18	1.96667
1.78484	12.15	1.555	-0.18	1.96667
1.78536	10.75	1.555	-0.18	1.96667
1.84232	12.36	1.555	-0.18	1.96667

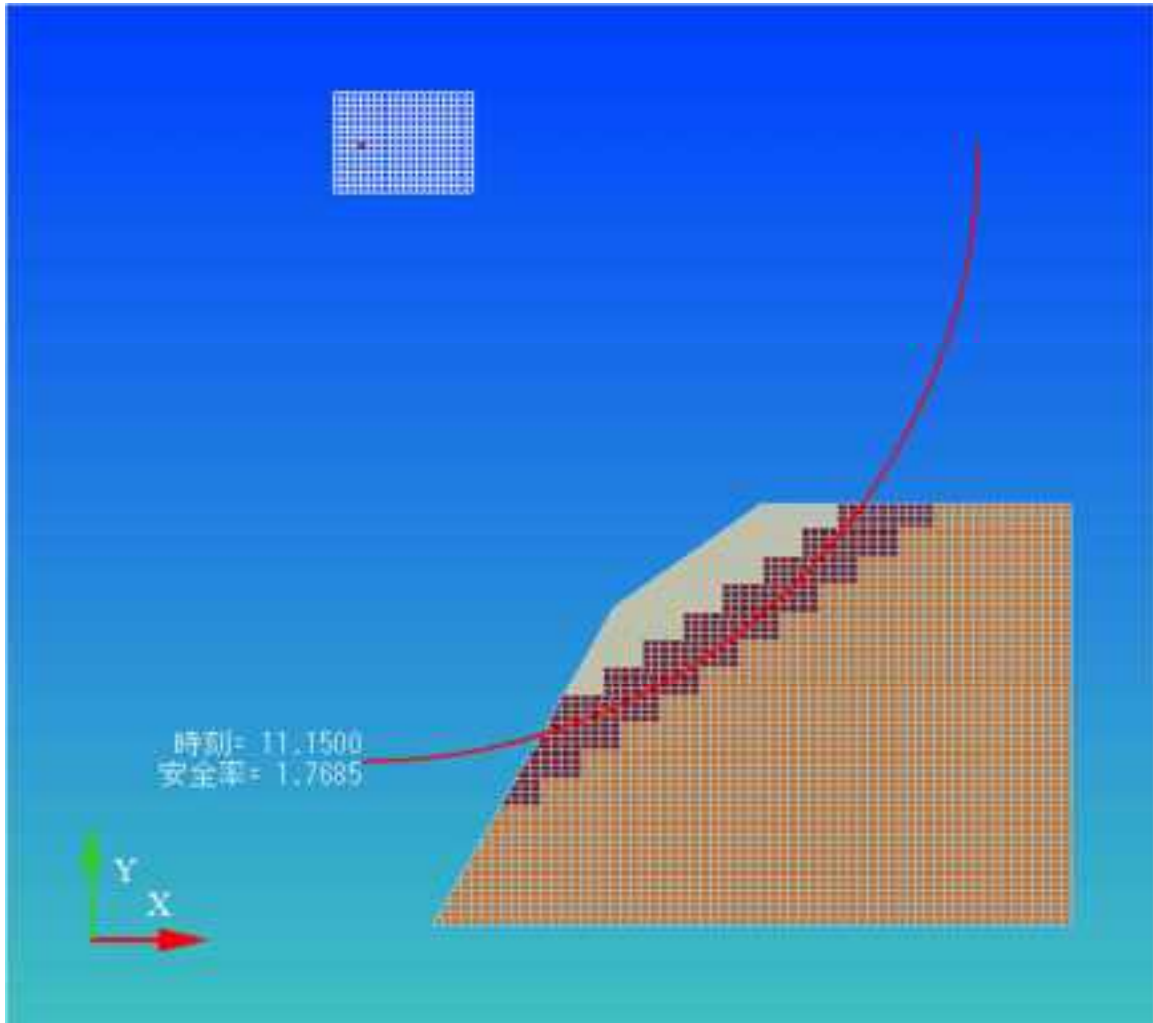


図 7.3.15 小型振動台 (Case29) すべり線形状(最小すべり安全率時) 円弧-応力(地震時)

②等価線形解析

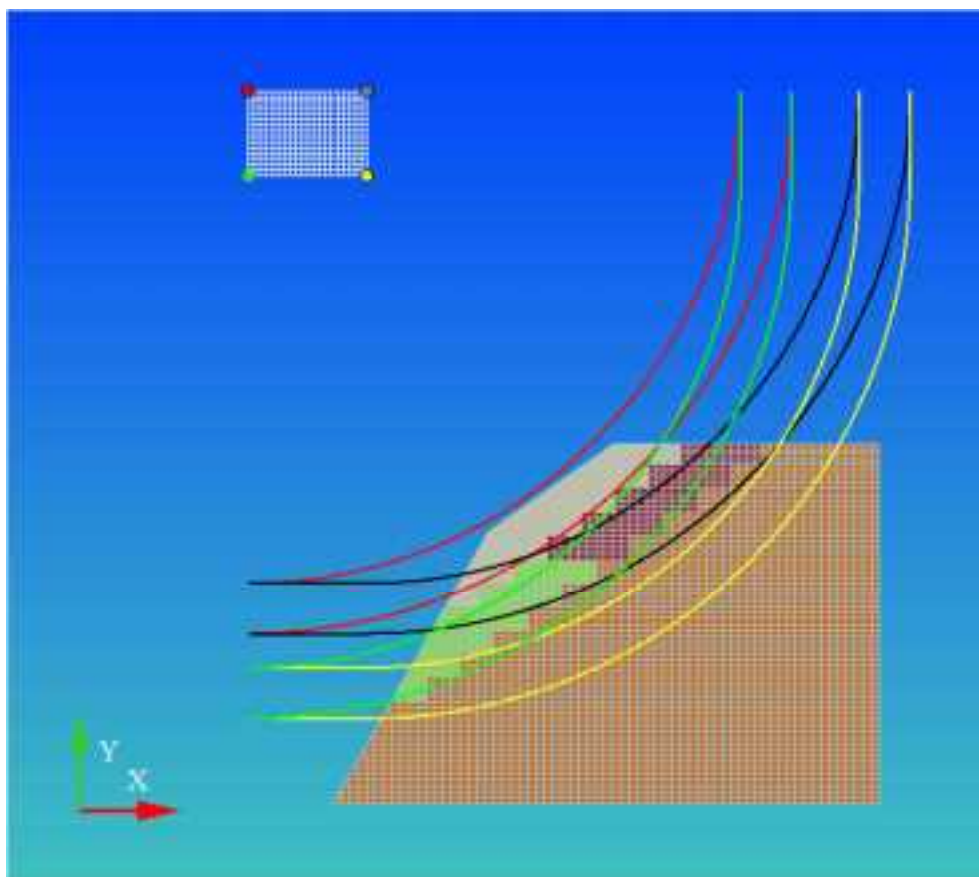


図 7.3.16 小型振動台 (Case29) 円弧 探索条件

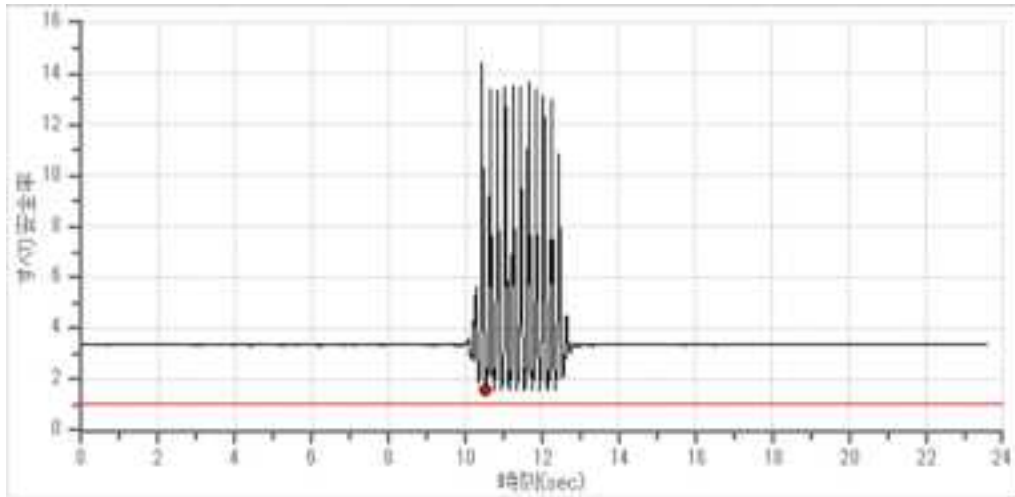


図 7.3.17 小型振動台 (Case29) すべり安全率履歴 円弧-応力(地震時)

表 7.3.6 小型振動台 (Case29) すべり安全率 ワースト 10 円弧-応力(地震時)

最小すべり安全率	時刻	半径	中心X座標	中心Y座標
1.57685	10.56	1.585	-0.2325	1.96667
1.57922	11.16	1.585	-0.2325	1.96667
1.58659	10.96	1.585	-0.2325	1.96667
1.5882	11.56	1.585	-0.2325	1.96667
1.58967	10.76	1.585	-0.2325	1.96667
1.59201	11.76	1.585	-0.2325	1.96667
1.59207	11.96	1.585	-0.2325	1.96667
1.59257	12.36	1.585	-0.2325	1.96667
1.59515	12.16	1.585	-0.2325	1.96667
1.59953	11.36	1.585	-0.2325	1.96667

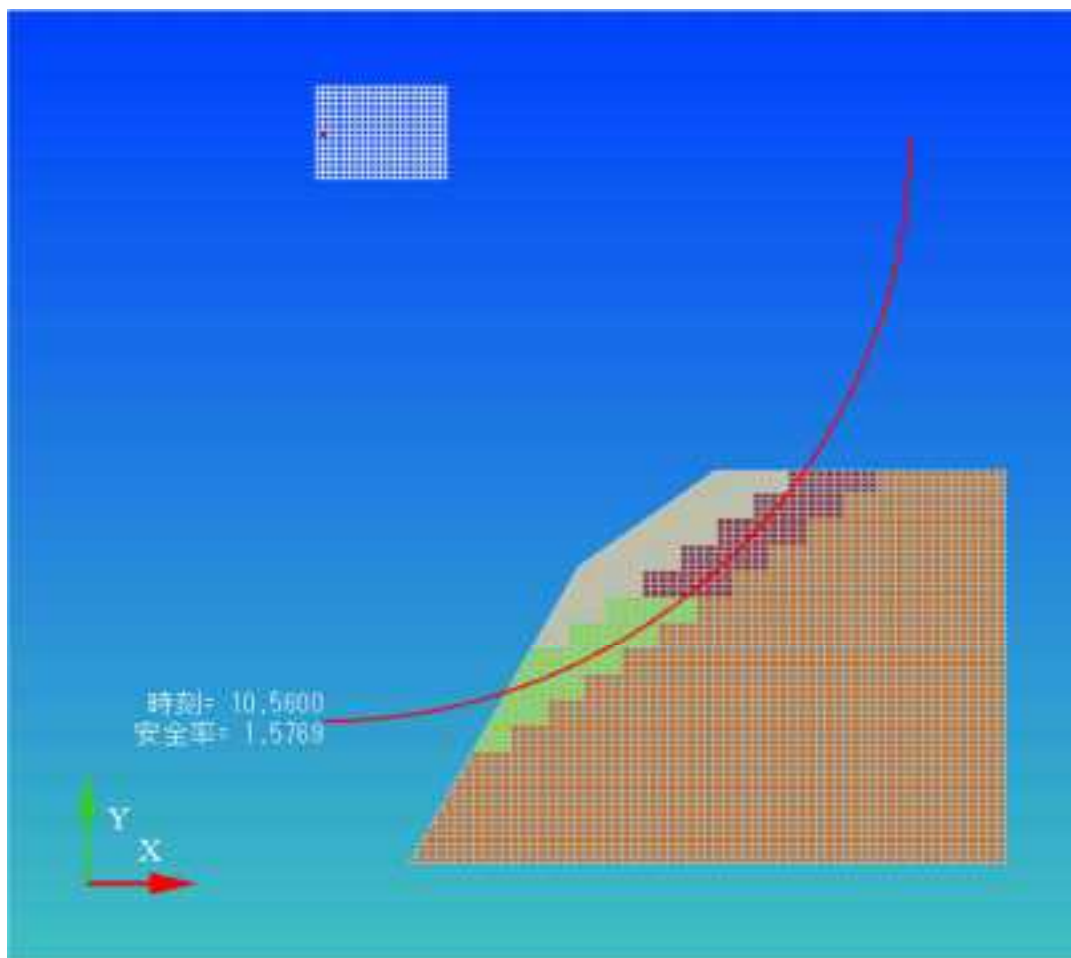


図 7.3.18 小型振動台 (Case29) すべり線形状(最小すべり安全率時) 円弧-応力(地震時)

(4) Case30

① 逐次非線形動的解析

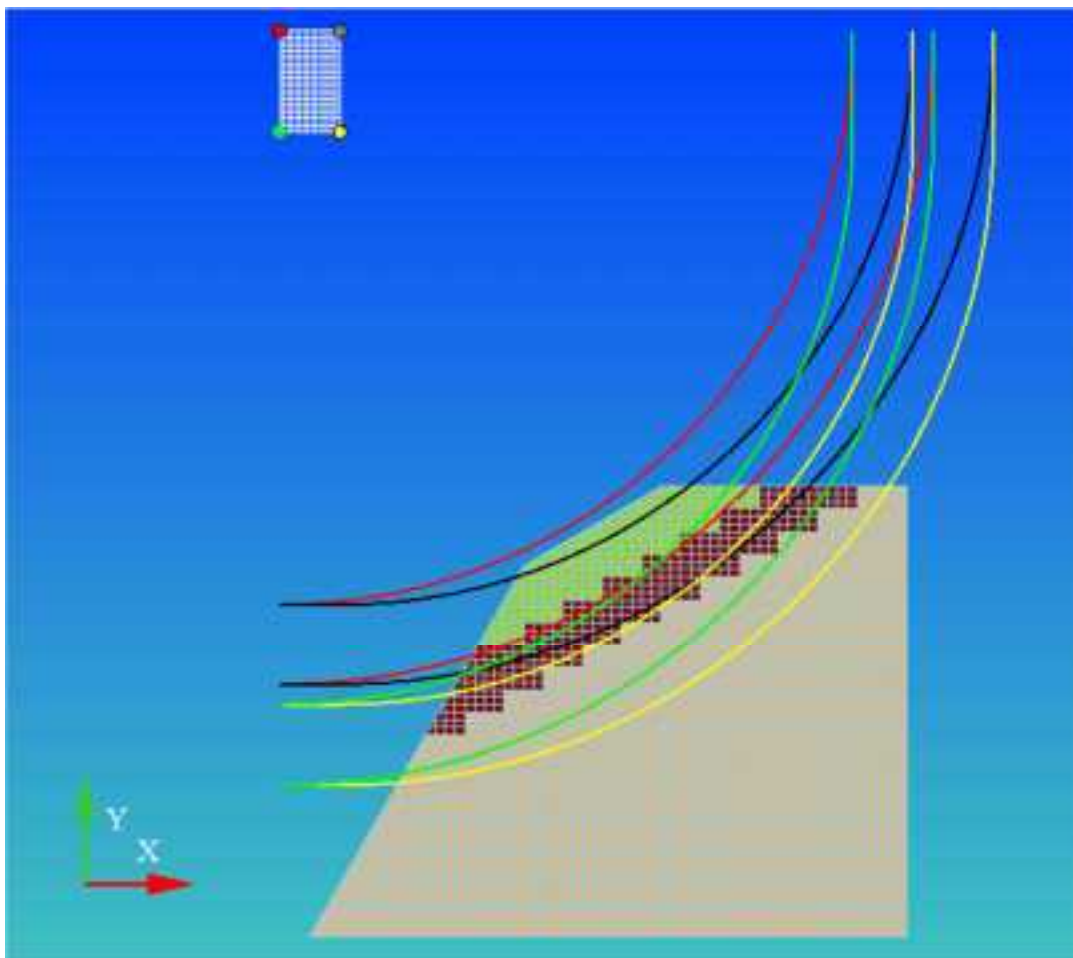


図 7.3.19 遠心模型斜面 (Case30)円弧 探索条件

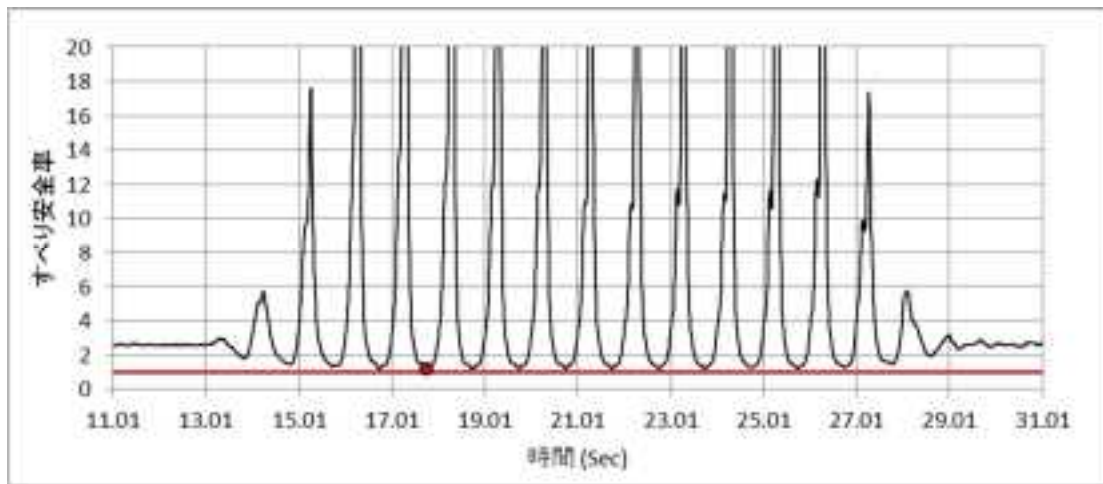


図 7.3.20 遠心模型斜面 (Case30)すべり安全率履歴 円弧-応力(地震時)

表 7.3.7 遠心模型斜面 (Case30)すべり安全率 ワースト10 円弧-応力(地震時)

最小すべり安全率	時刻	半径	中心X座標	中心Y座標
1.17637	17.75	65	-1.4	88
1.17755	17.74	65	-1.4	88
1.18717	18.75	65	-1.4	88
1.18733	17.76	65	-1.4	88
1.18888	18.74	65	-1.4	88
1.19194	17.73	65	-1.4	88
1.19874	18.76	65	-1.4	88
1.20116	21.75	65	-1.4	88
1.20544	18.73	65	-1.4	88
1.20566	21.74	65	-1.4	88

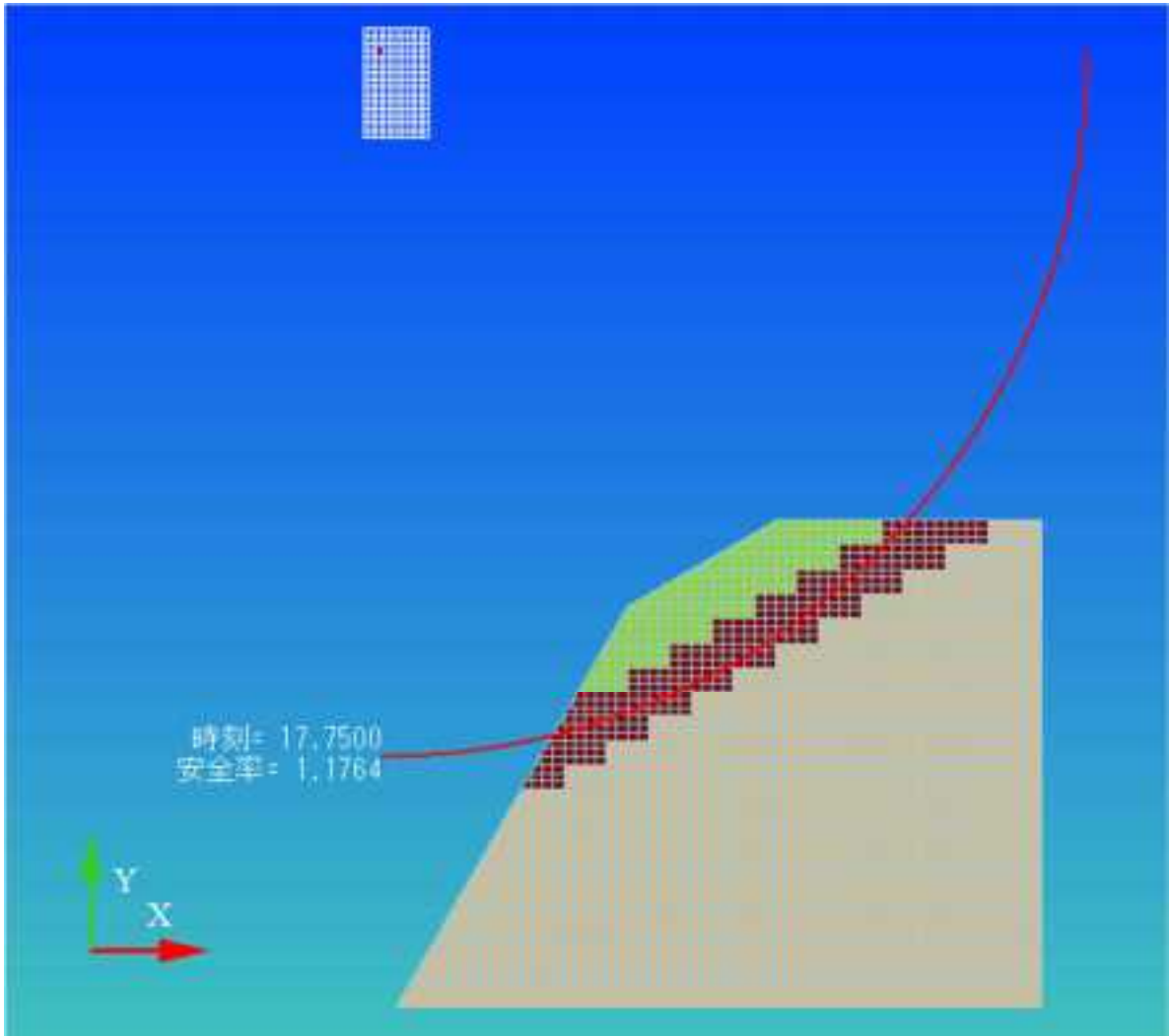


図 7.3.21 遠心模型斜面 (Case30)すべり線形状(最小すべり安全率時) 円弧-応力(地震時)

②等価線形解析

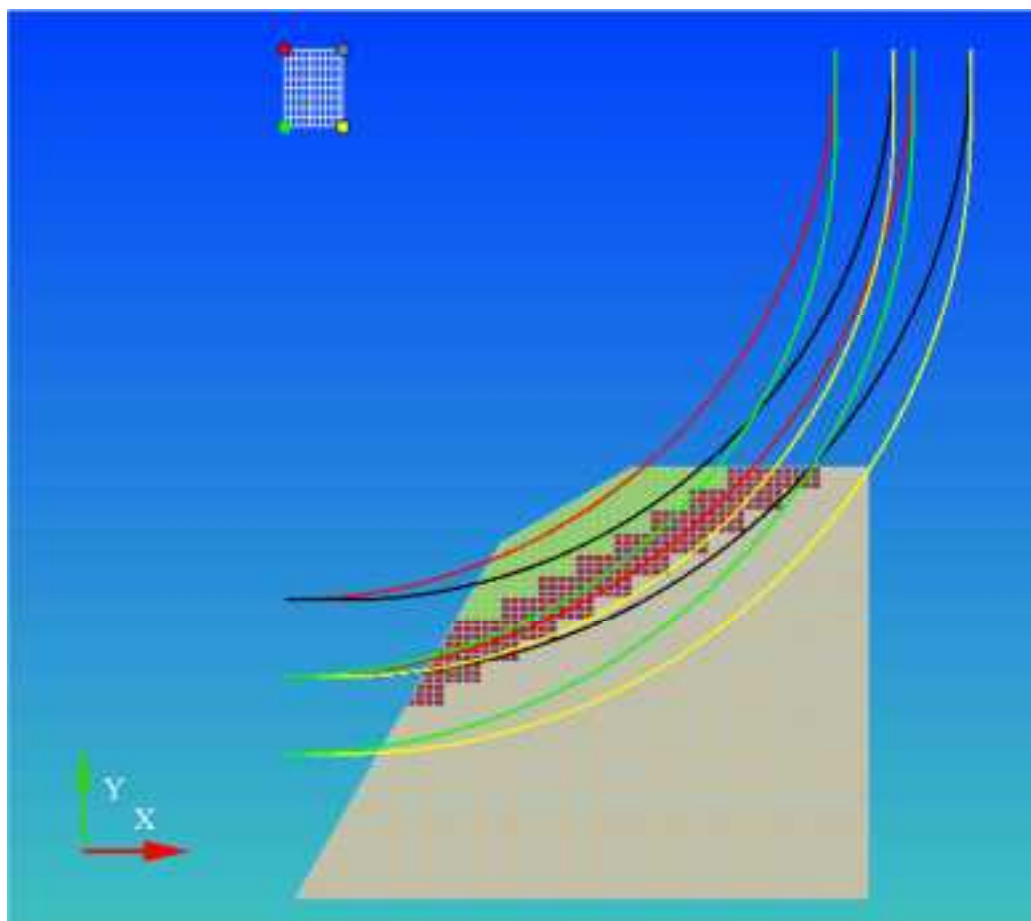


図 7.3.22 遠心模型斜面 (Case30)円弧 探索条件

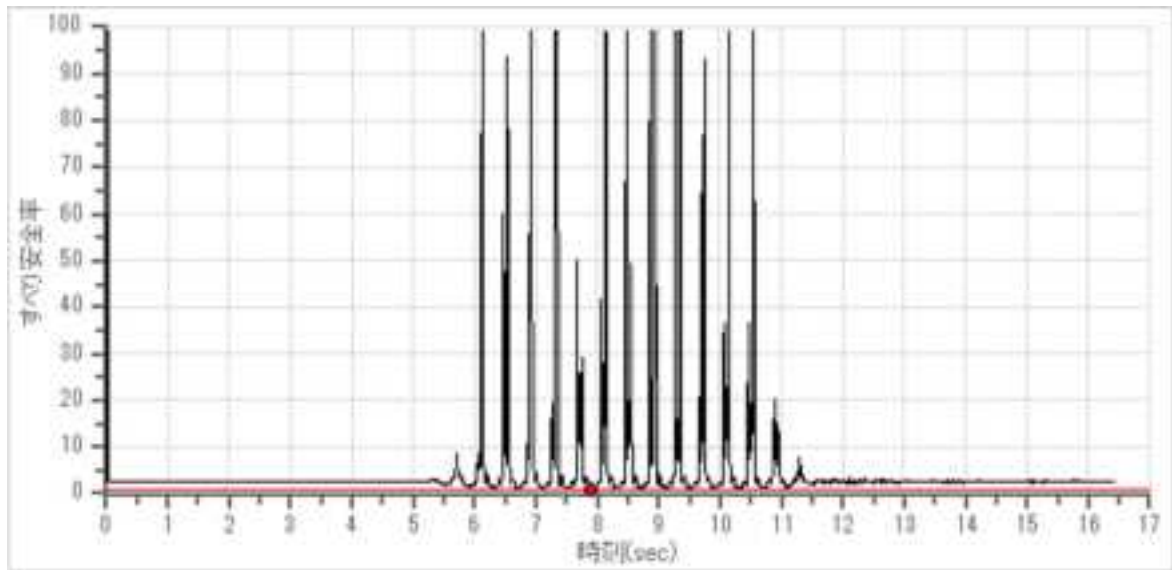


図 7.3.23 遠心模型斜面 (Case30)すべり安全率履歴 円弧-応力(地震時)

表 7.3.8 遠心模型斜面 (Case30)すべり安全率 ワースト10 円弧-応力(地震時)

ランク	時刻	安全率
1	7.91	0.94185
2	7.11	1.00623
3	10.3	1.01558
4	7.12	1.0319
5	9.51	1.04459
6	6.71	1.04824
7	9.11	1.05677
8	8.71	1.06823
9	10.31	1.07814
10	8.7	1.10386

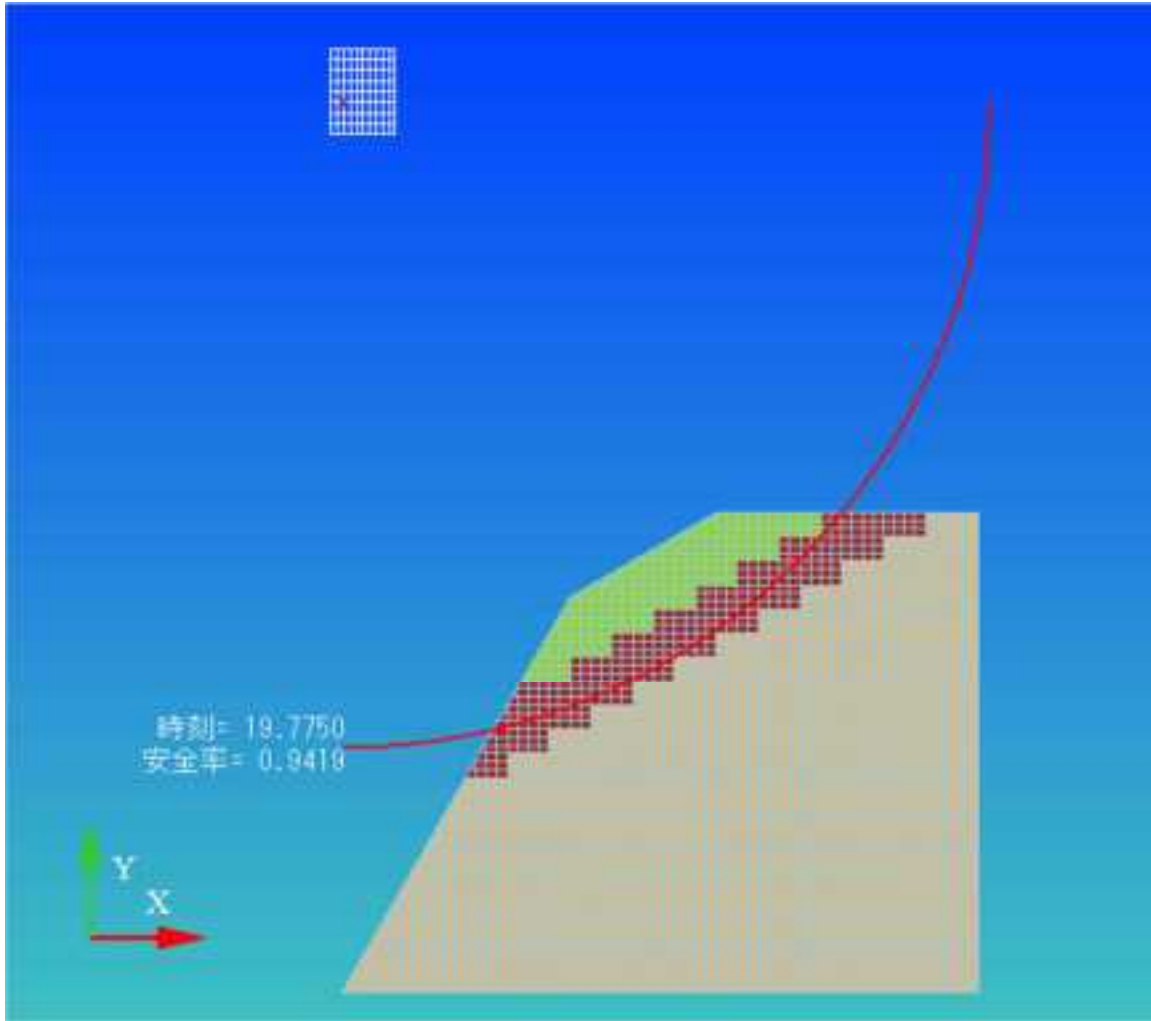


図 7.3.24 遠心模型斜面 (Case30)すべり線形状(最小すべり安全率時) 円弧-応力(地震時)

(5) Case31

① 逐次非線形動的解析

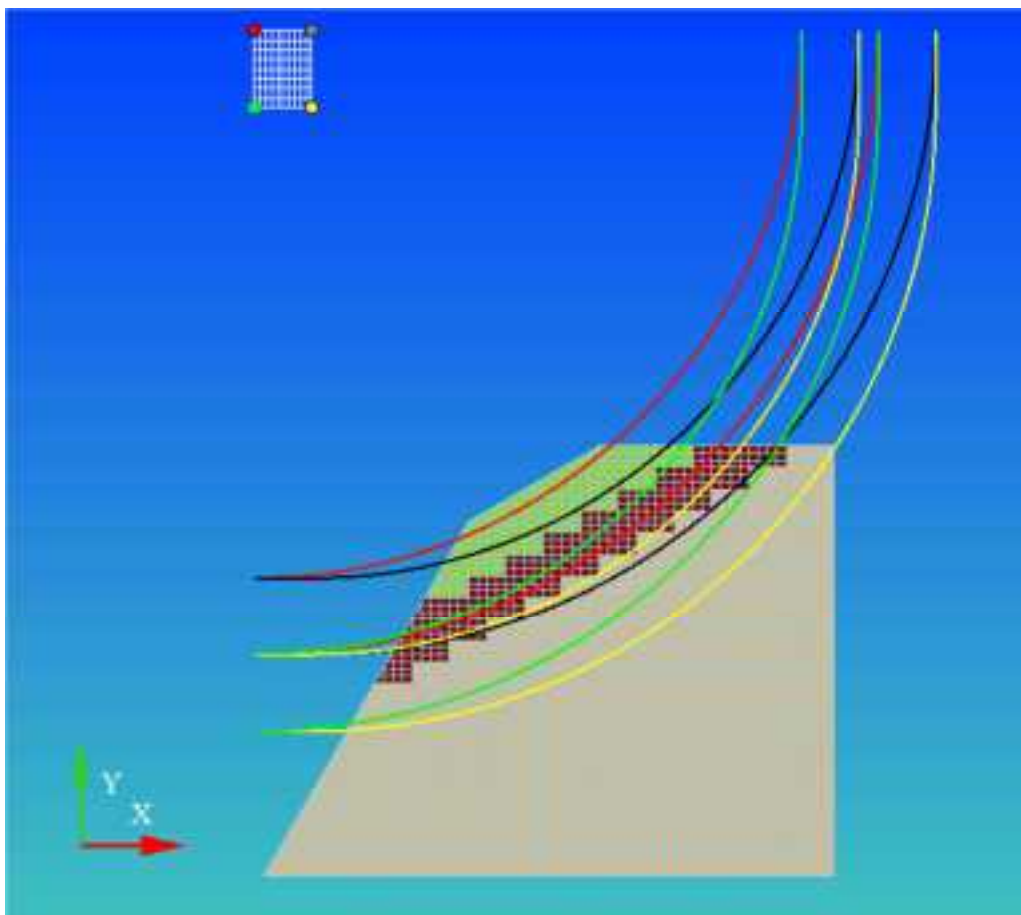


図 7.3.25 遠心振動台 (Case31) 円弧 探索条件

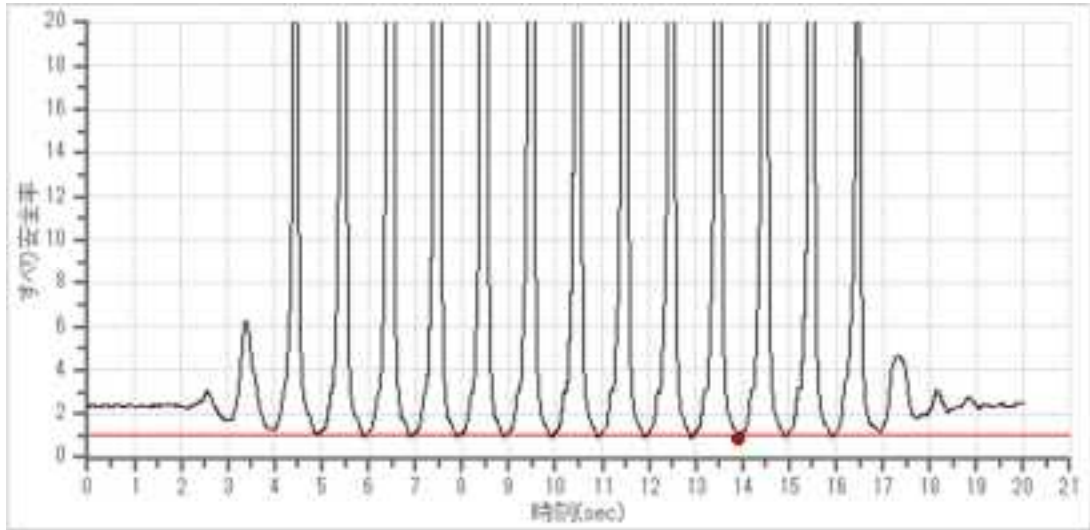


図 7.3.26 遠心振動台 (Case31) すべり安全率履歴 円弧-応力(地震時)

表 7.3.9 遠心振動台 (Case31) すべり安全率 ワースト 10 円弧-応力(地震時)

ランク	時刻	安全率
1	25.91	0.87808
2	25.92	0.8834
3	24.92	0.89433
4	24.91	0.89453
5	25.9	0.89577
6	20.92	0.90616
7	25.93	0.90823
8	26.91	0.91004
9	20.91	0.91047
10	24.93	0.9107

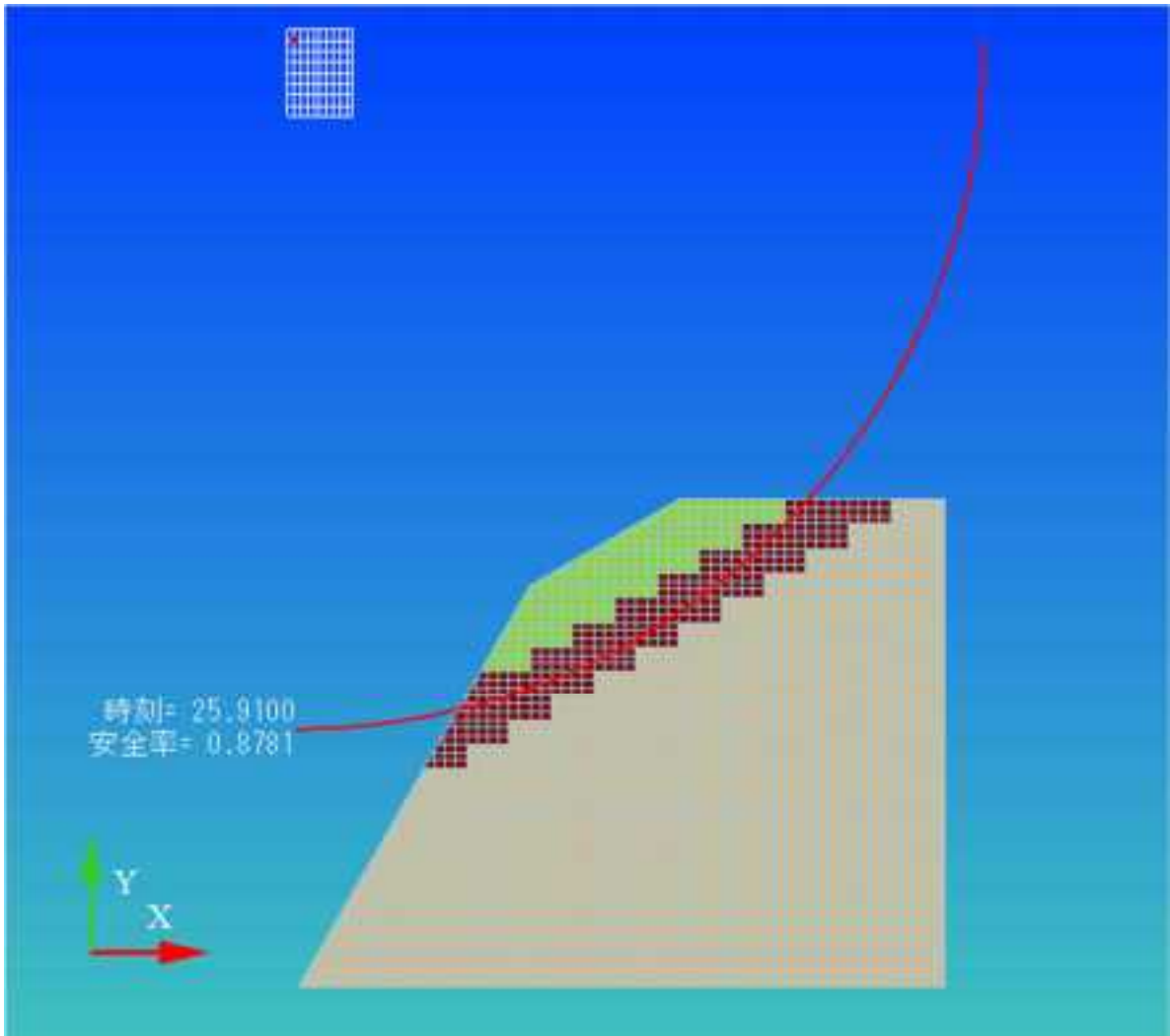


図 7.3.27 遠心振動台 (Case31) すべり線形状(最小すべり安全率時) 円弧-応力(地震時)

②等価線形解析

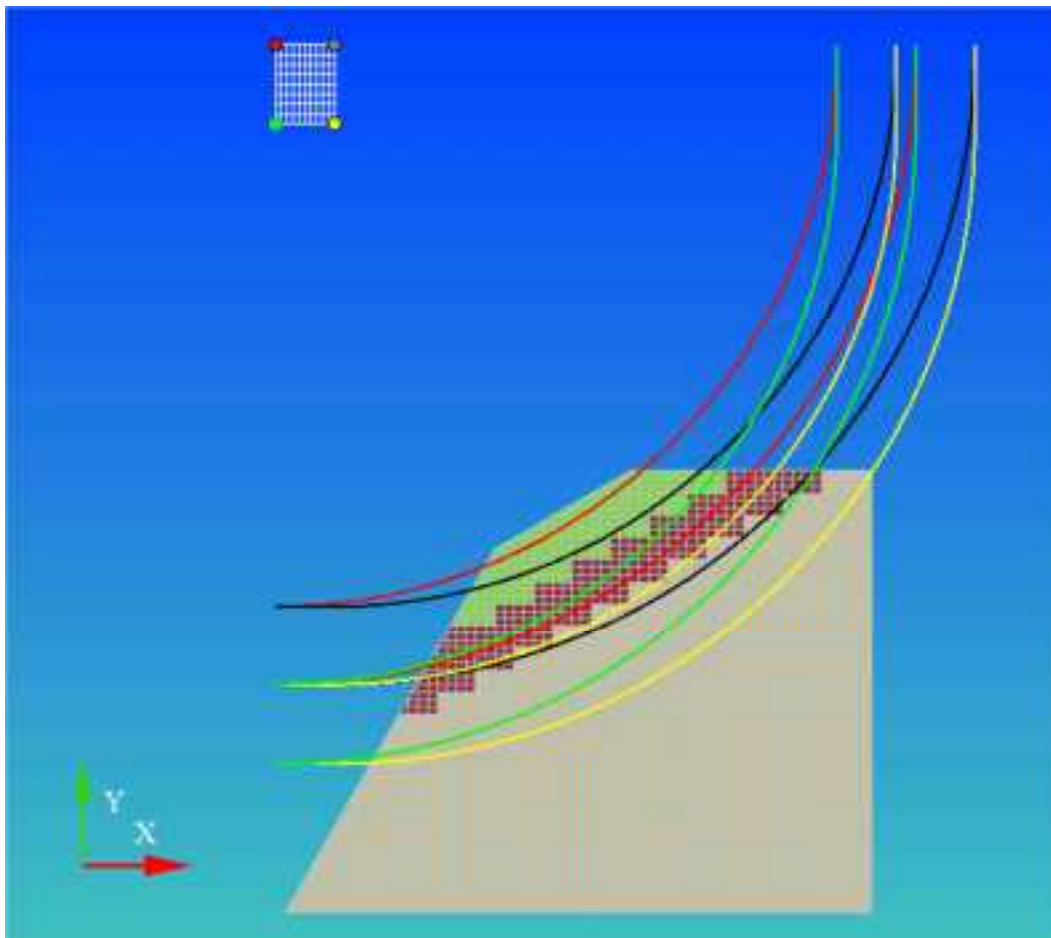


図 7.3.28 遠心振動台 (Case31) 円弧 探索条件

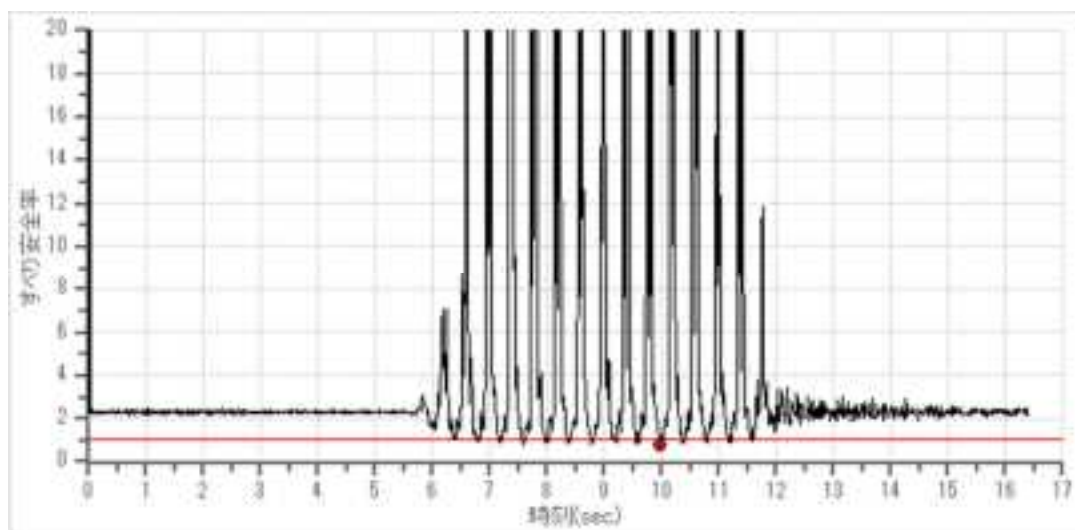


図 7.3.29 遠心振動台 (Case31) すべり安全率履歴 円弧-応力(地震時)

表 7.3.10 遠心振動台 (Case31) すべり安全率 ワースト10 円弧-応力(地震時)

ランク	時刻	安全率
1	9.97	0.7999
2	7.58	0.8038
3	8.77	0.81042
4	7.57	0.83353
5	9.61	0.83434
6	11.21	0.83593
7	9.57	0.84864
8	7.17	0.84993
9	10.38	0.85579
10	9.21	0.85833

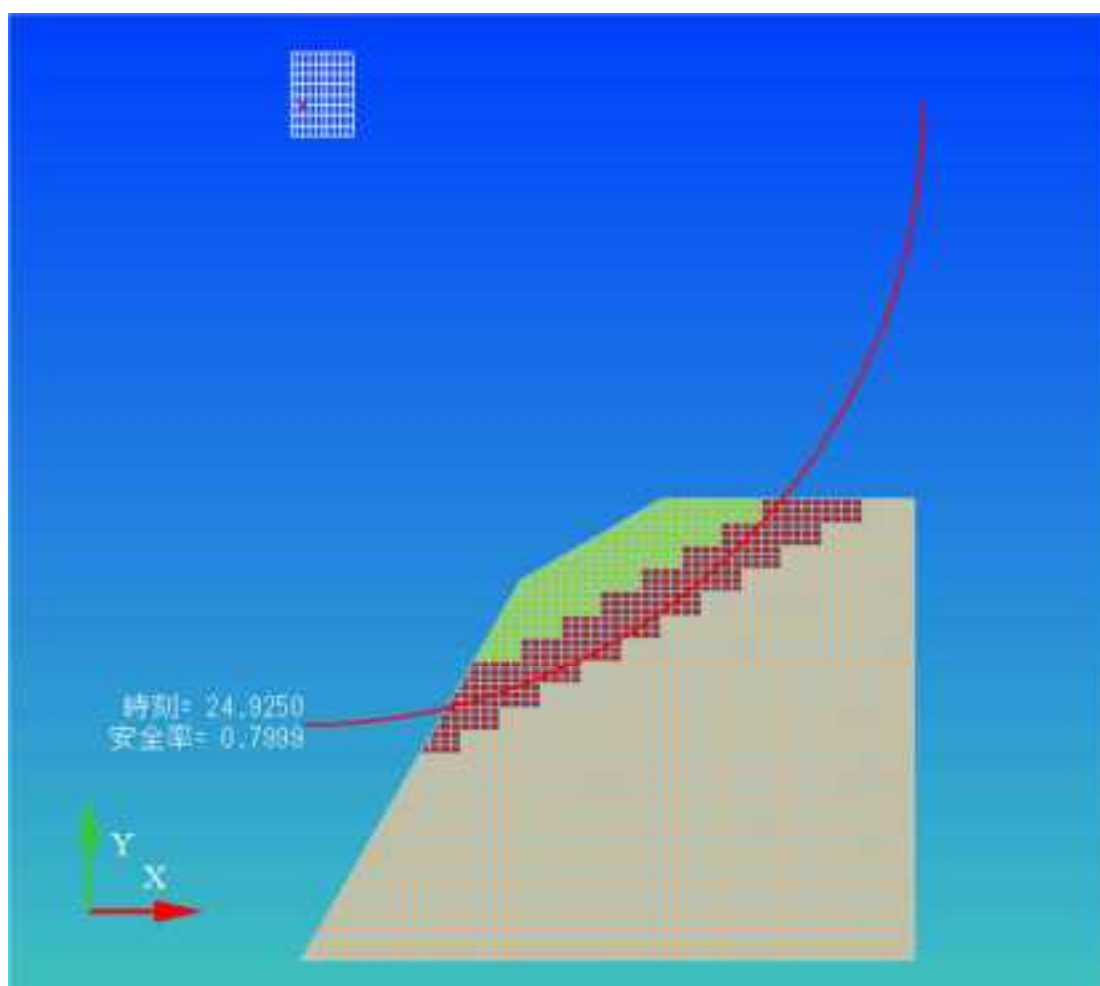


図 7.3.30 遠心振動台 (Case31) すべり線形状(最小すべり安全率時) 円弧-応力(地震時)

(6) 軟岩斜面

① 逐次非線形動的解析

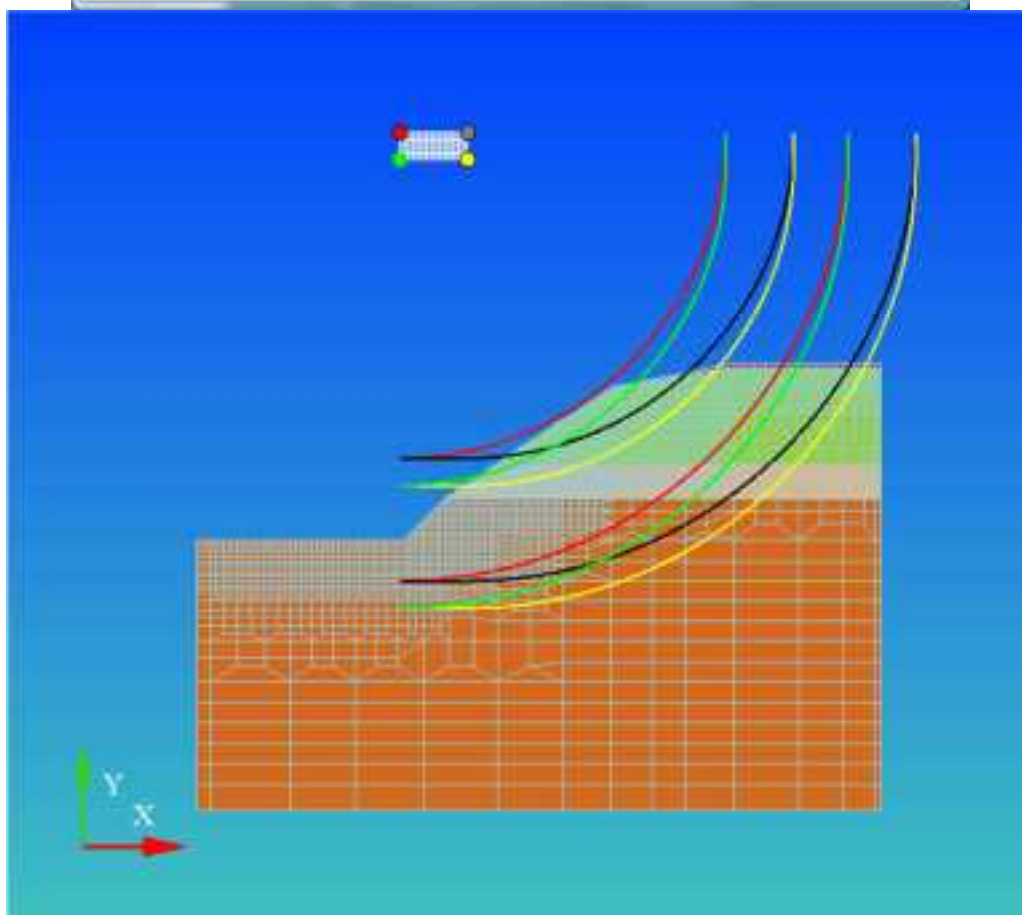


図 7.3.31 実規模斜面（軟岩斜面）円弧 探索条件

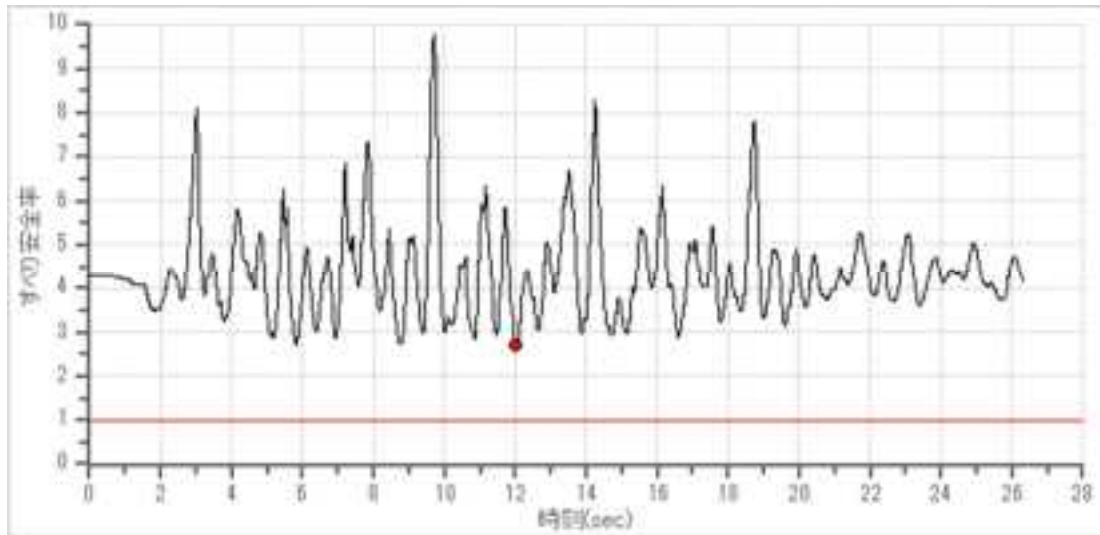


図 7.3.32 実規模斜面（軟岩斜面）すべり安全率履歴 円弧-応力(地震時)

表 7.3.11 実規模斜面（軟岩斜面）すべり安全率 ワースト10 円弧-応力(地震時)

ランク	時刻	安全率
1	5.88	3.51876
2	5.9	3.52021
3	5.87	3.53631
4	12.6	3.54305
5	12.64	3.57563
6	5.1	3.59334
7	8.71	3.64363
8	11.99	3.67958
9	12	3.74761
10	8.7	3.79894

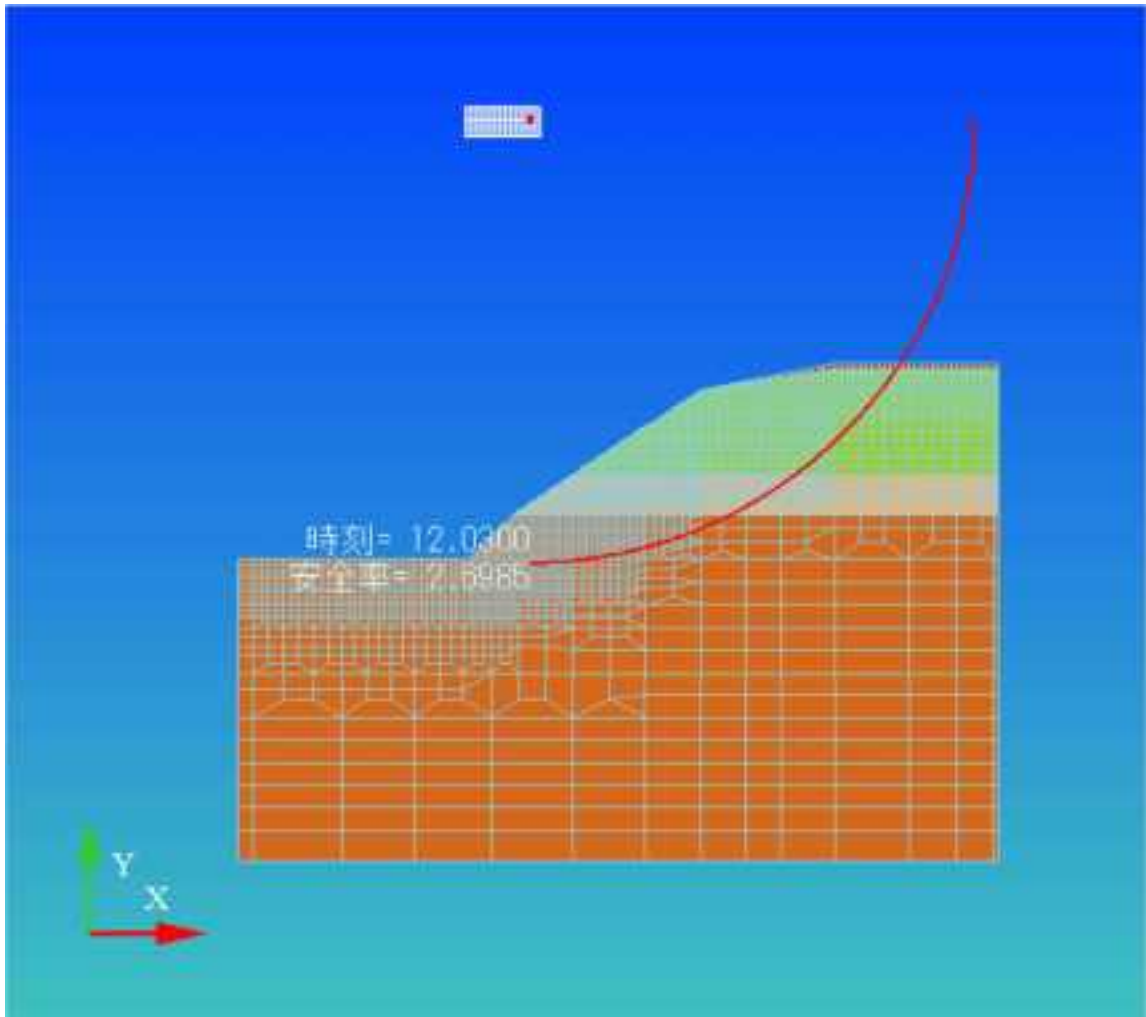


図 7.3.33 実規模斜面（軟岩斜面）すべり線形状(最小すべり安全率時) 円弧-応力(地震時)

②等価線形解析

探索条件

最小要素数	1
最小半径	230
最大半径	330
半径の分割数	10
中心点X方向分割数	10
中心点Y方向分割数	10

格子座標

	左下	右下	右上	左上
x座標	60	100	100	60
y座標	500	500	550	550

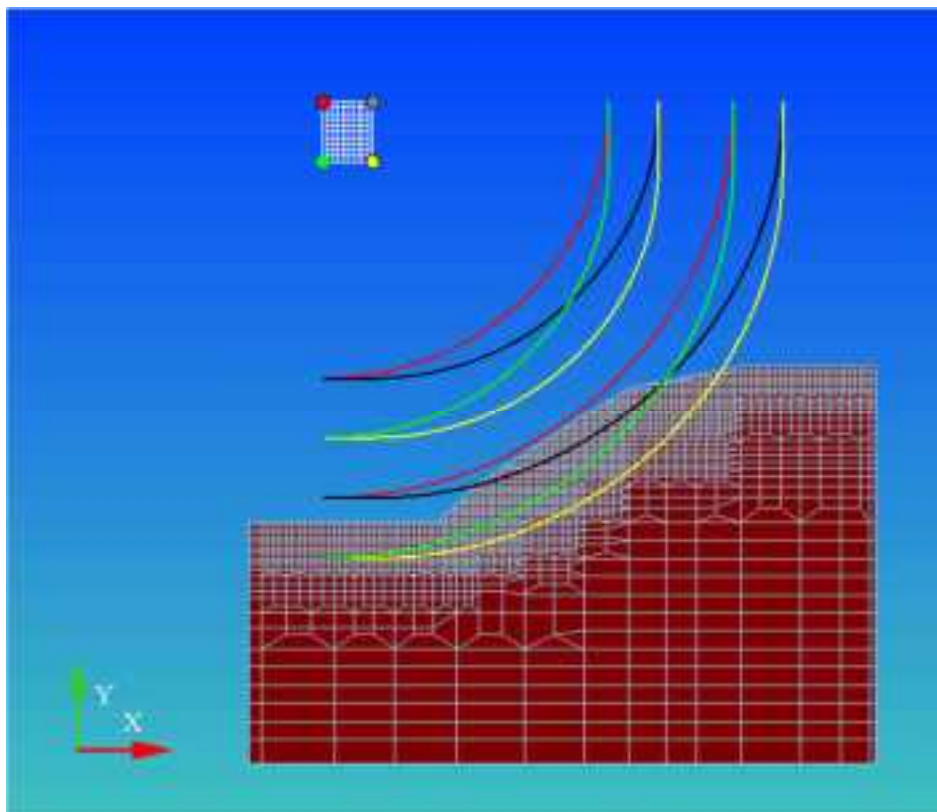


図 7.3.34 実規模斜面（軟岩斜面）円弧 探索条件

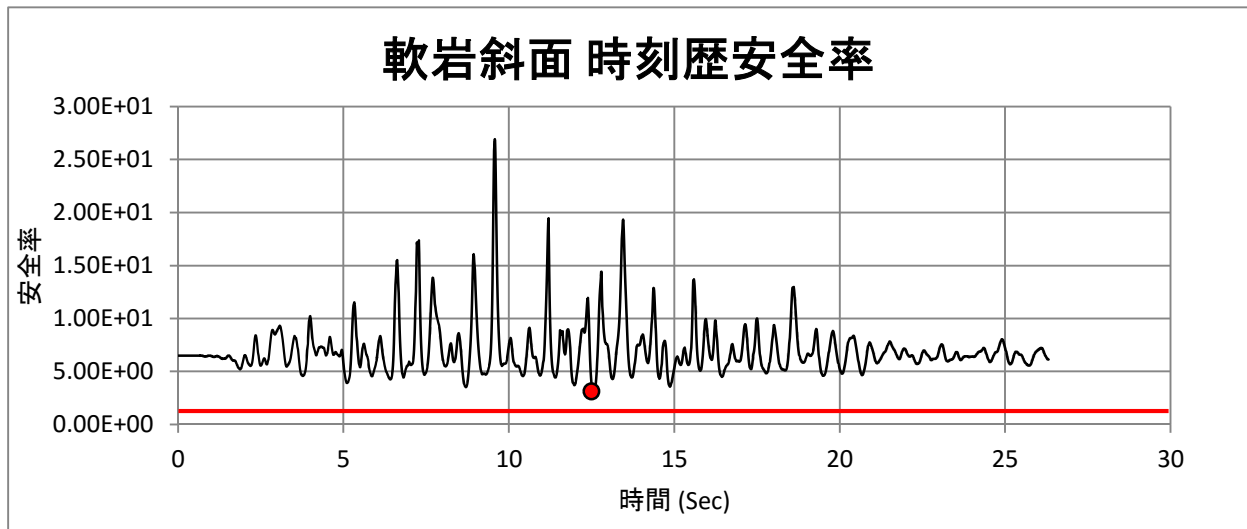


図 7.3.35 実規模斜面（軟岩斜面）すべり安全率履歴 円弧-応力(地震時)

表 7.3.12 実規模斜面（軟岩斜面）すべり安全率 ワースト10 円弧-応力(地震時)

ランク	時刻	安全率
1	12.56	3.03197
2	12.57	3.03489
3	12.55	3.06813
4	12.58	3.0763
5	12.54	3.14548
6	12.59	3.15725
7	12.53	3.26746
8	12.6	3.28028
9	12.52	3.43913
10	12.61	3.44947

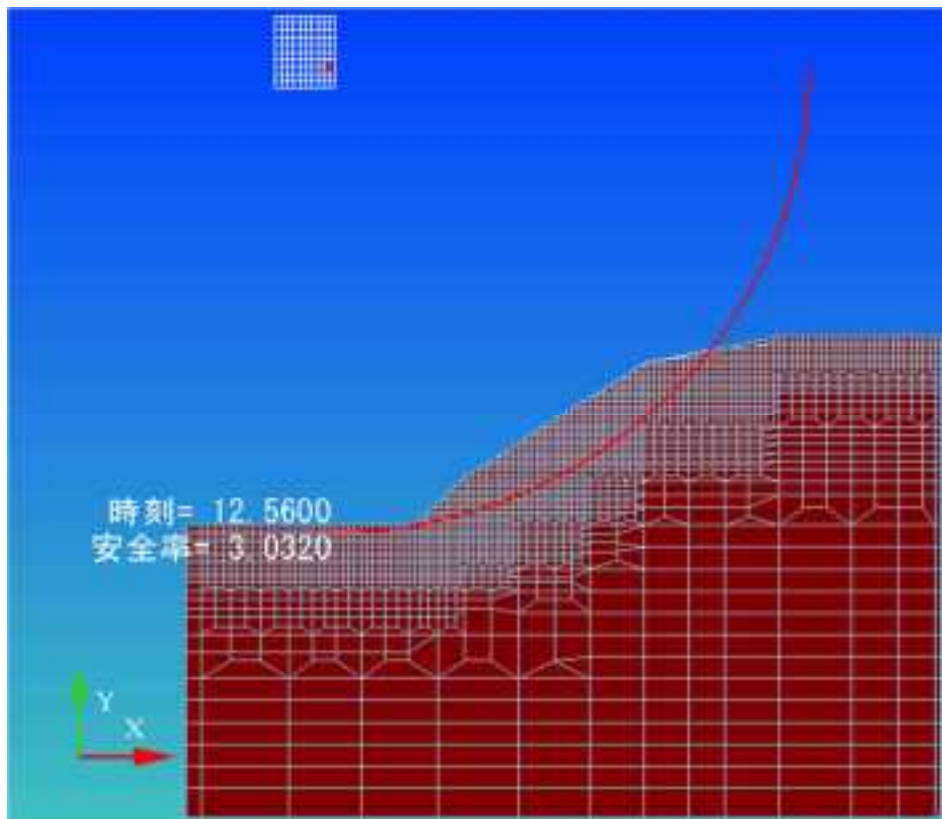


図 7.3.36 実規模斜面（軟岩斜面）すべり線形状（最小すべり安全率時） 円弧-応力（地震時）

(7) 硬岩斜面

① 逐次非線形動的解析

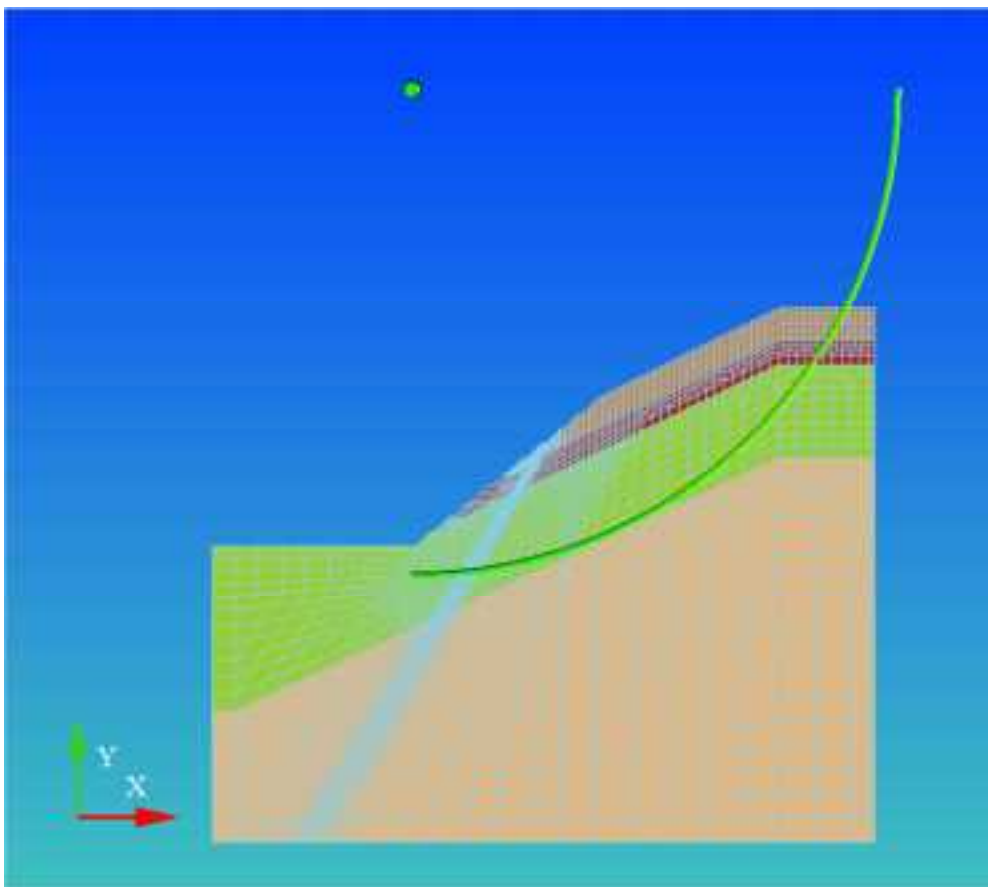


図 7.3.37 実規模斜面（硬岩斜面）円弧 探索条件

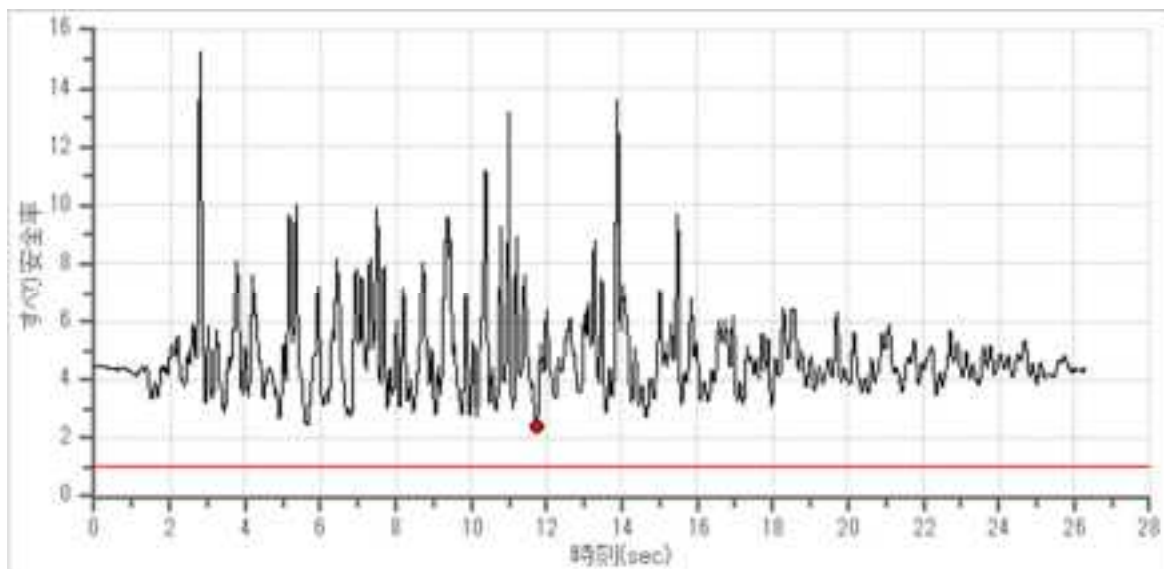


図 7.3.38 実規模斜面（硬岩斜面）すべり安全率履歴 円弧-応力(地震時)

表 7.3.13 実規模斜面（硬岩斜面）すべり安全率 ワースト10 円弧-応力(地震時)

ランク	時刻	安全率
1	11.72	2.39354
2	11.71	2.4029
3	11.73	2.43014
4	5.66	2.45634
5	5.65	2.47315
6	11.7	2.47336
7	5.67	2.47755
8	11.74	2.49217
9	5.64	2.49785
10	5.63	2.50986

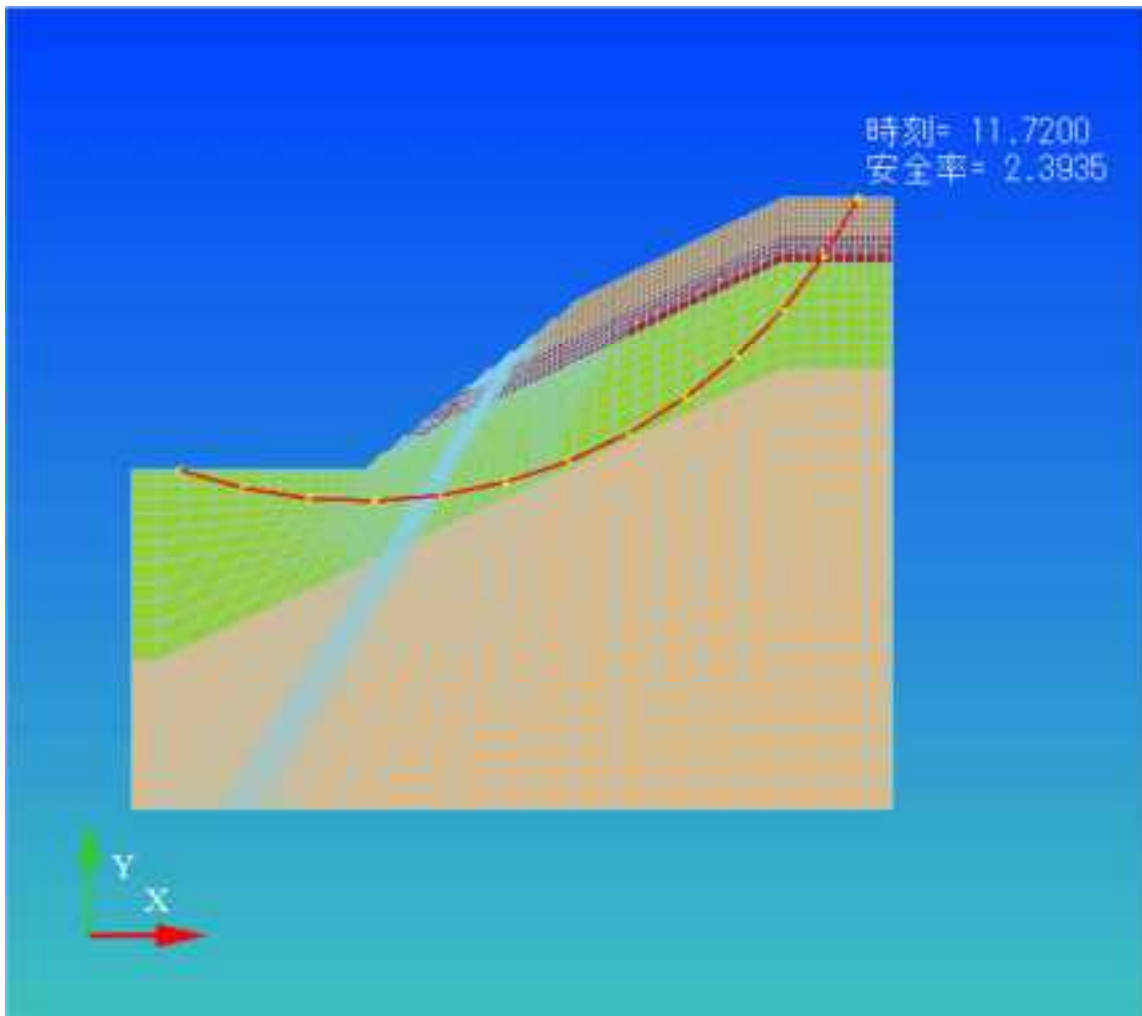


図 7.3.39 実規模斜面（硬岩斜面）すべり線形状(最小すべり安全率時) 円弧-応力(地震時)

②等価線形解析

円弧探索条件設定

名称:

最小要素数:

最小半径: 最大半径: 分割数:

斜面の向き:

中心点位置 X方向分割数:
Y方向分割数:

四隅で指定

	左下	右下	右上	左上
X座標	<input type="text" value="120,000"/>	<input type="text" value="121,000"/>	<input type="text" value="121,000"/>	<input type="text" value="120,000"/>
Y座標	<input type="text" value="519,000"/>	<input type="text" value="518,000"/>	<input type="text" value="511,000"/>	<input type="text" value="511,000"/>

中央で指定

中心X座標: X方向半径:
中心Y座標: Y方向半径:

OK キャンセル

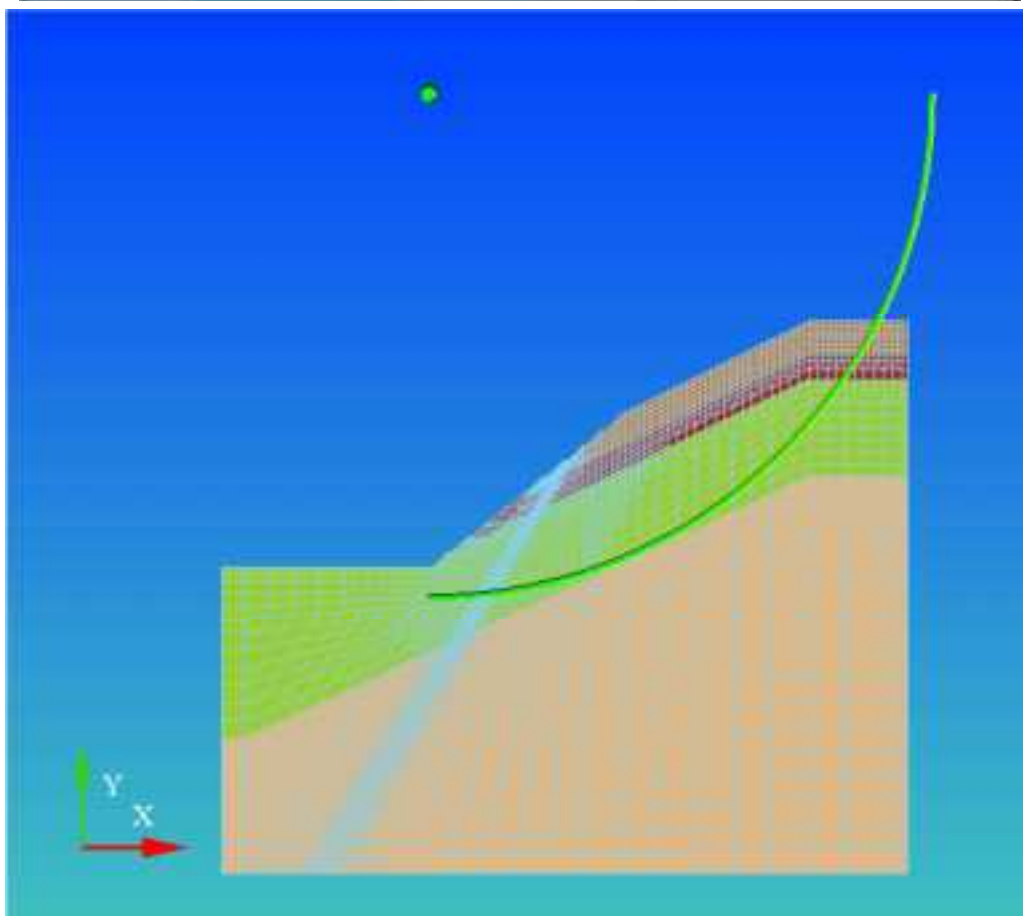


図 7.3.40 実規模斜面（硬岩斜面）円弧 探索条件

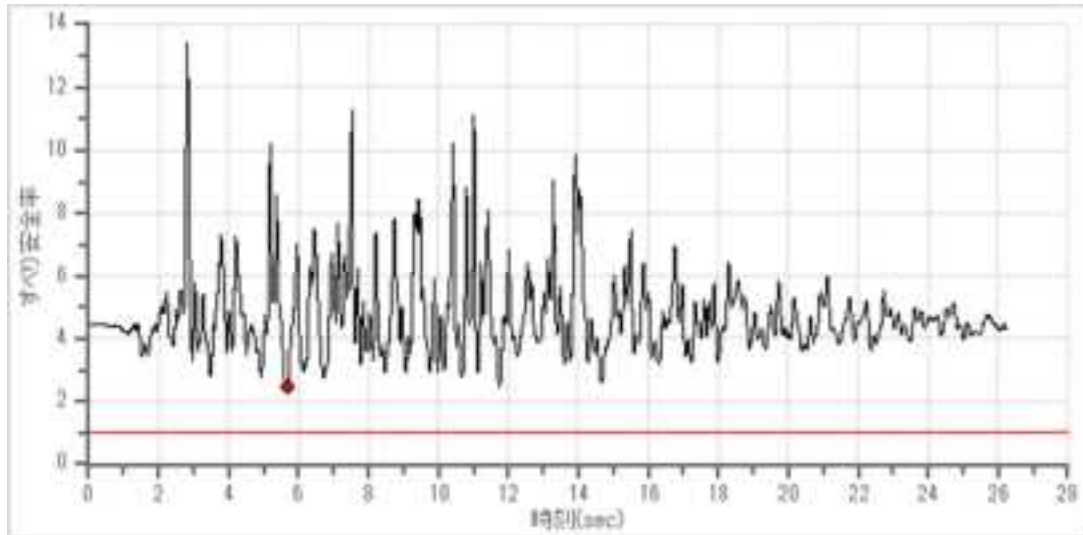


図 7.3.41 実規模斜面（硬岩斜面）すべり安全率履歴 円弧-応力(地震時)

表 7.3.14 実規模斜面（硬岩斜面）すべり安全率 ワースト10 円弧-応力(地震時)

ランク	時刻	安全率
1	5.68	2.45959
2	5.67	2.4738
3	11.74	2.47724
4	11.73	2.48608
5	5.69	2.48644
6	5.66	2.4952
7	5.64	2.50023
8	5.65	2.50151
9	5.63	2.50236
10	11.75	2.52174

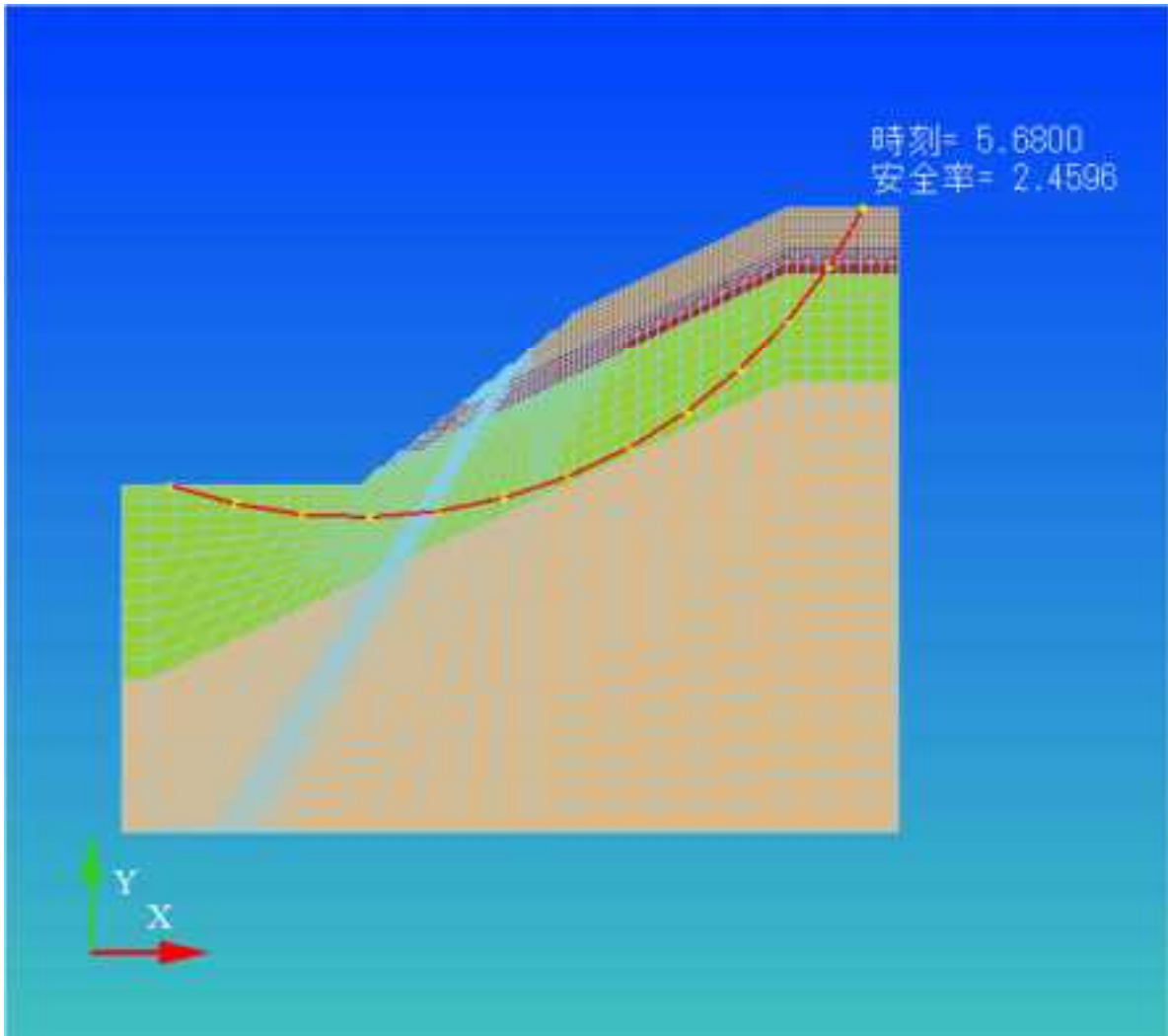


図 7.3.42 実規模斜面（硬岩斜面）すべり線形状(最小すべり安全率時) 円弧-応力(地震時)

7.3.2 円弧による探索-加速度履歴

(1)Case27

①逐次非線形動的解析

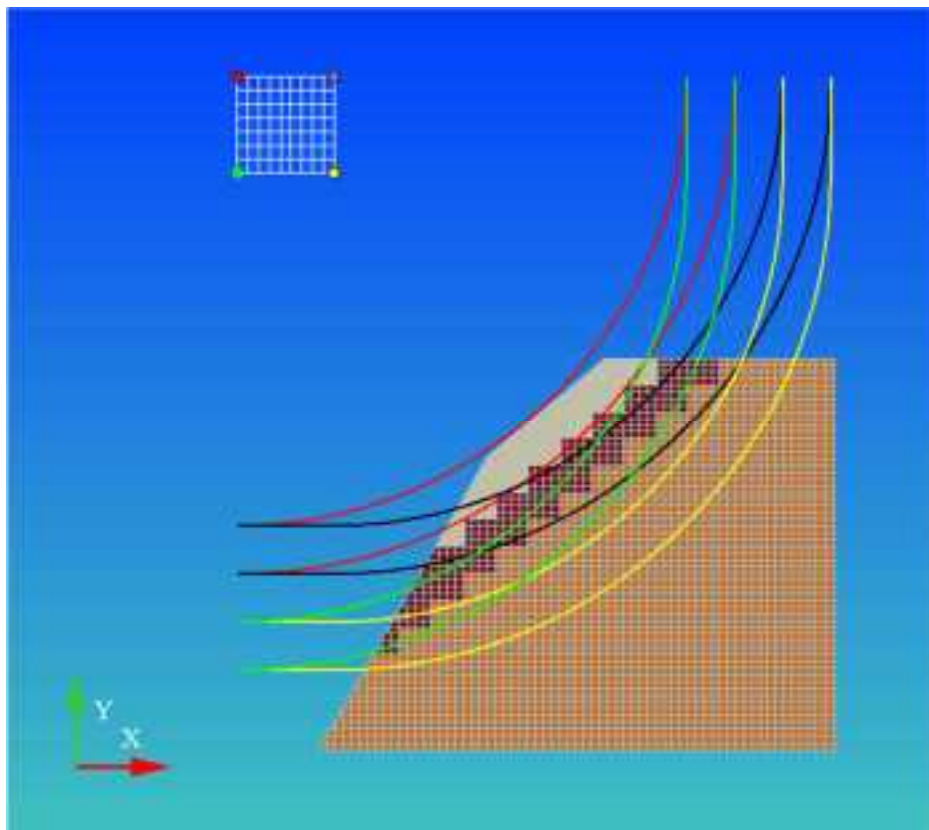
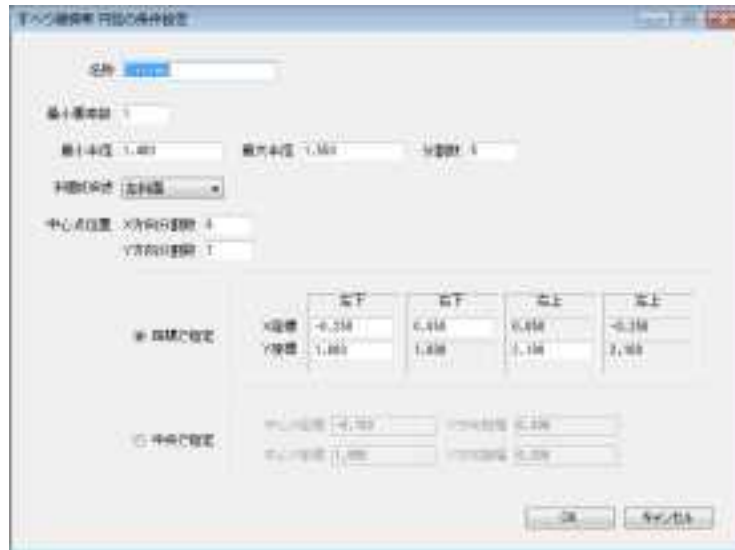


図 7.3.43 小型振動台 (Case27) 円弧 探索条件

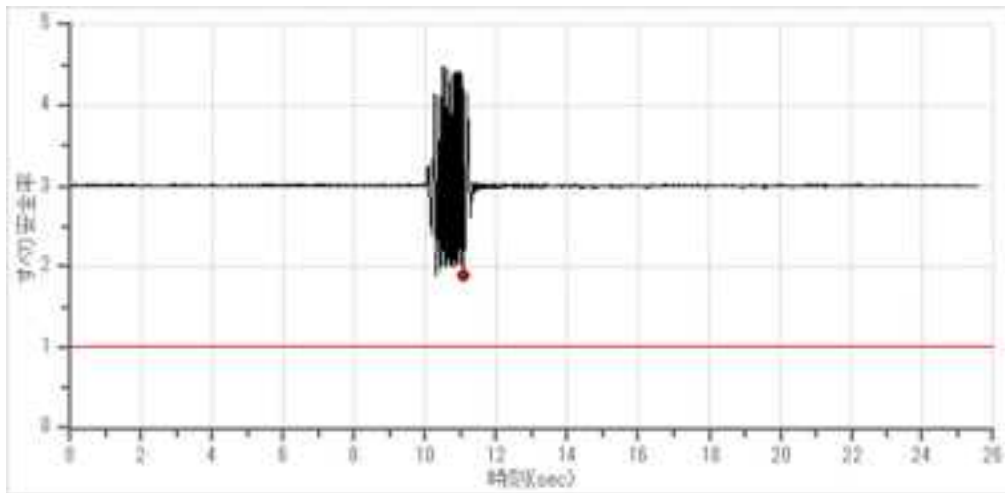


図 7.3.44 小型振動台 (Case27) すべり安全率履歴 円弧-加速度(地震時)

表 7.3.15 小型振動台 (Case27) すべり安全率 ワースト10 円弧-加速度(地震時)

最小すべり安全率	時刻	半径	中心X座標	中心Y座標
1.87989	12.56	1.49	-0.18333	1.97143
1.89779	10.36	1.49	-0.18333	1.97143
1.94763	10.58	1.49	-0.18333	1.97143
2.00395	11.77	1.49	-0.18333	1.97143
2.00531	11.17	1.49	-0.18333	1.97143
2.00831	11.37	1.49	-0.18333	1.97143
2.01262	11.57	1.49	-0.18333	1.97143
2.0148	11.97	1.49	-0.18333	1.97143
2.01511	10.97	1.49	-0.18333	1.97143
2.02018	10.77	1.49	-0.18333	1.97143

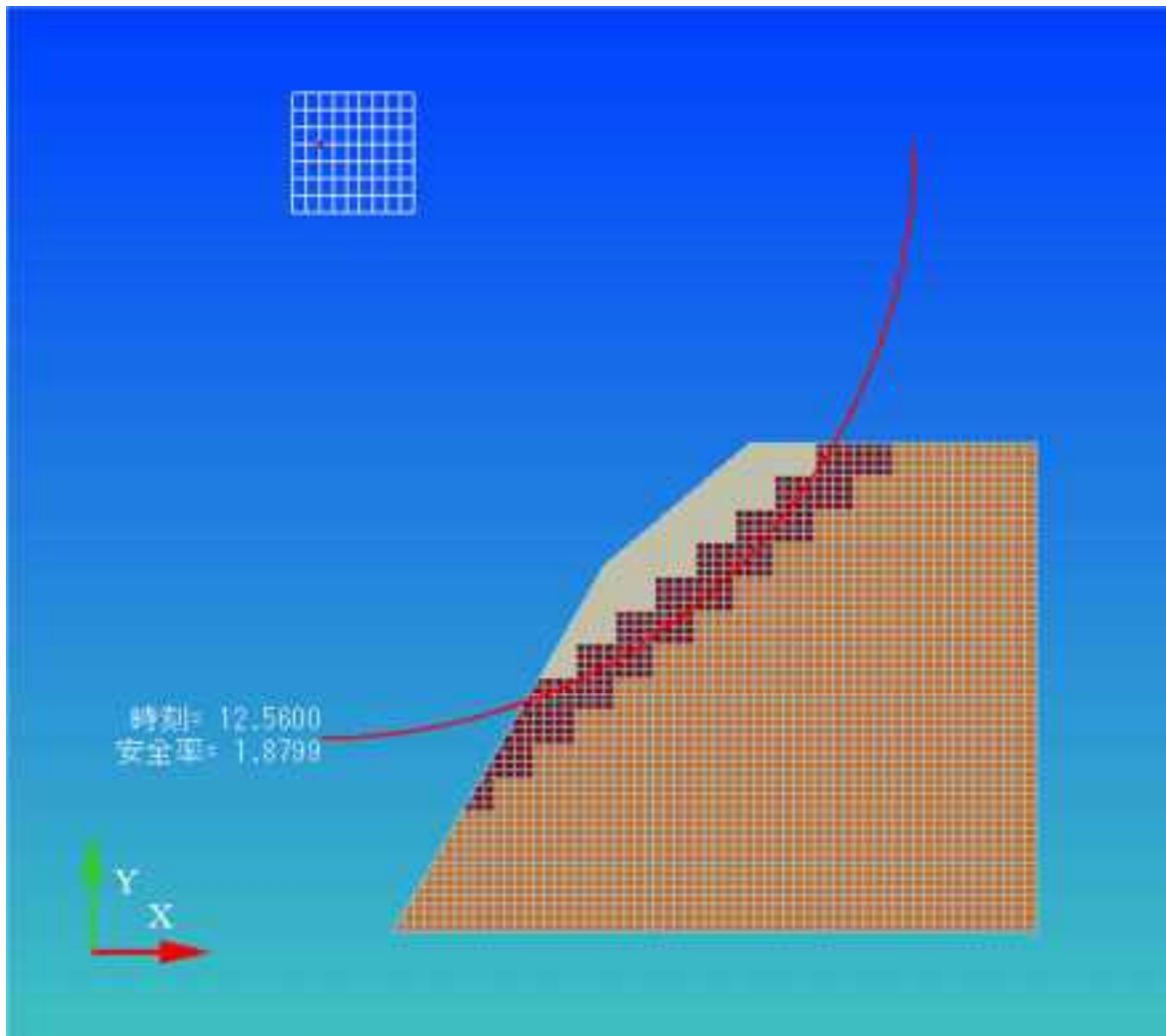


図 7.3.45 小型振動台 (Case27) すべり線形状(最小すべり安全率時) 円弧-加速度(地震時)

②等価線形解析

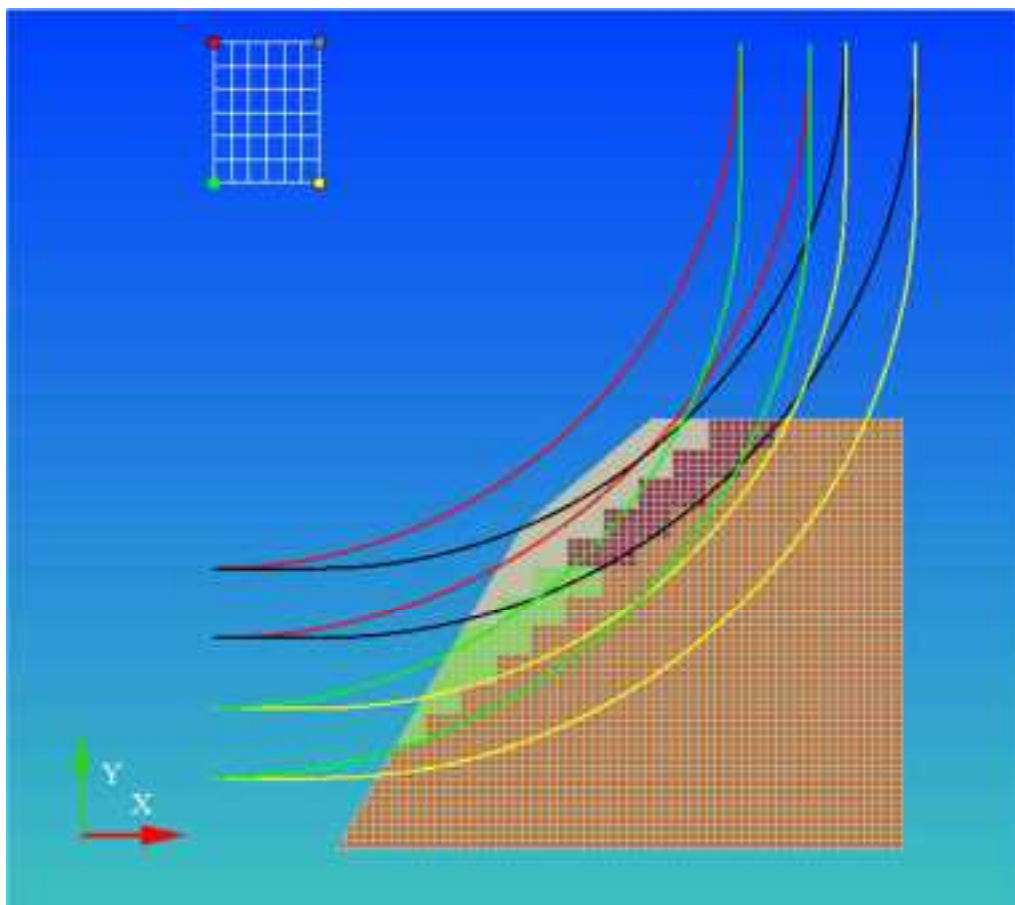


图 7.3.46 小型振動台 (Case27) 円弧 探索条件

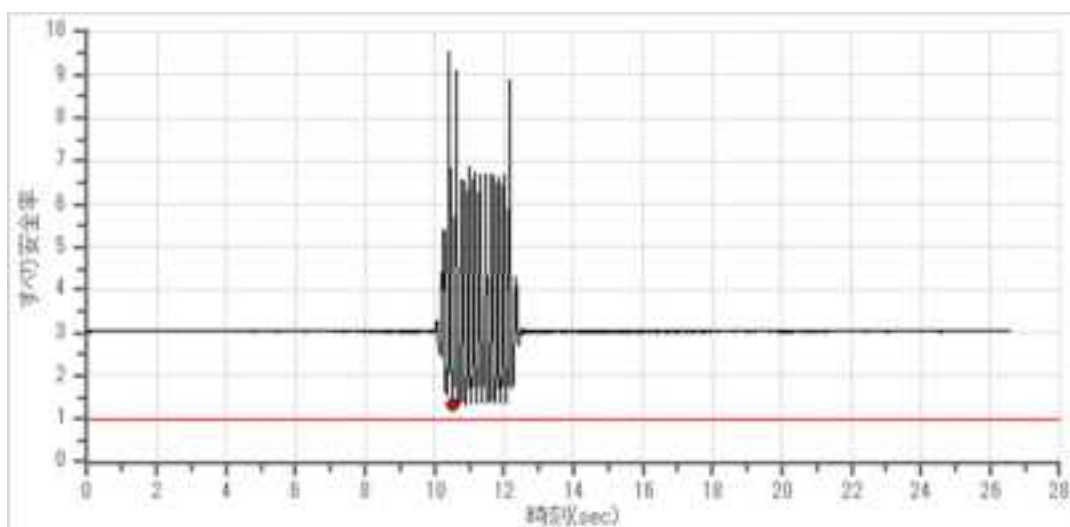


図 7.3.47 小型振動台 (Case27) すべり安全率履歴 円弧-加速度(地震時)

表 7.3.16 小型振動台 (Case27) すべり安全率 ワースト10 円弧-加速度(地震時)

最小すべり安全率	時刻	半径	中心X座標	中心Y座標
1.33816	10.56	1.55	-0.2	2.03333
1.34683	10.76	1.55	-0.2	2.03333
1.35129	10.96	1.55	-0.2	2.03333
1.35211	11.16	1.55	-0.2	2.03333
1.35394	11.36	1.55	-0.2	2.03333
1.3544	12.36	1.55	-0.2	2.03333
1.3586	12.16	1.55	-0.2	2.03333
1.36141	11.56	1.55	-0.2	2.03333
1.36212	11.96	1.55	-0.2	2.03333
1.36426	11.76	1.55	-0.2	2.03333

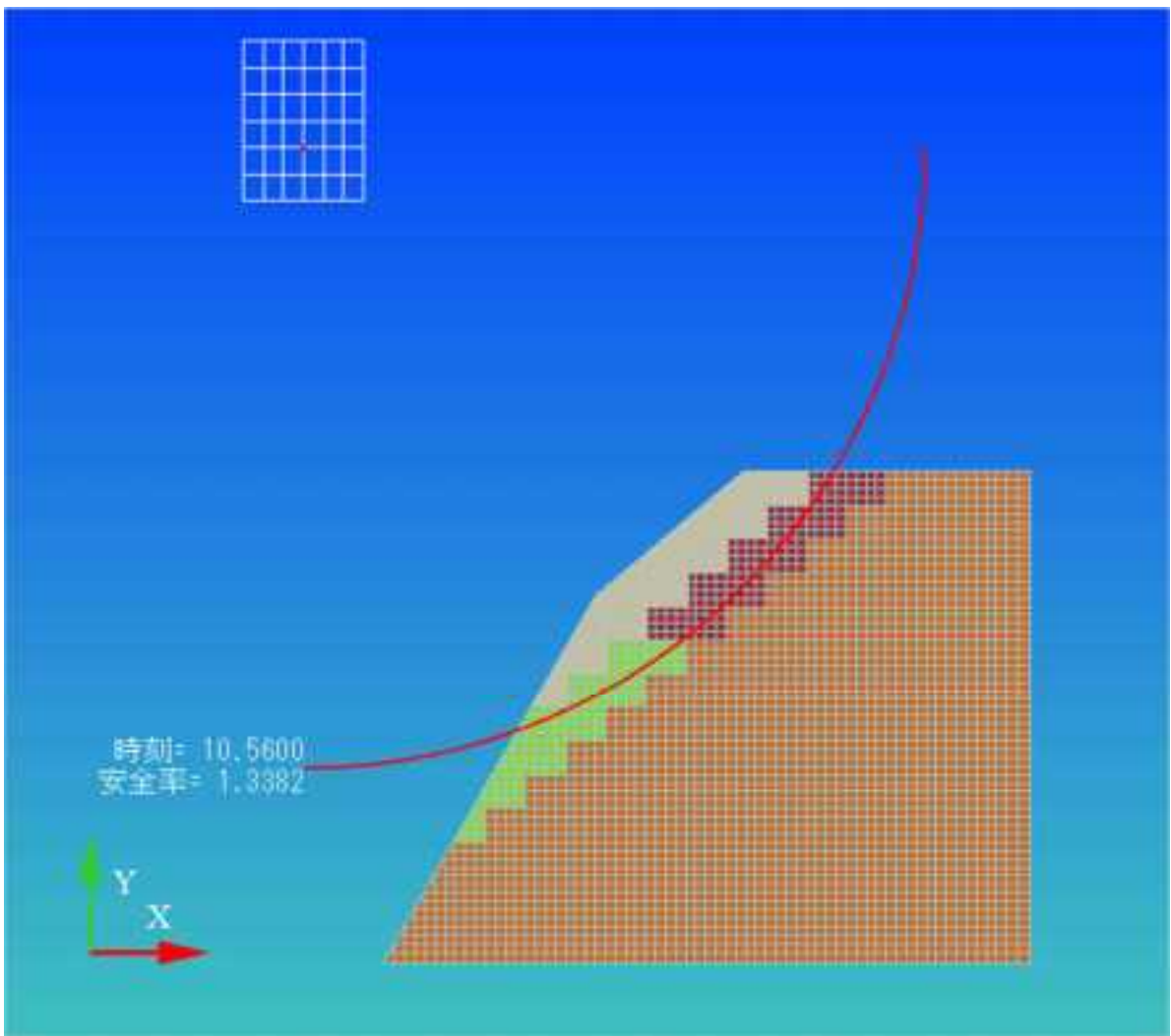


図 7.3.48 小型振動台 (Case27) すべり線形状(最小すべり安全率時) 円弧-加速度(地震時)

(1) Case28

① 逐次非線形動的解析

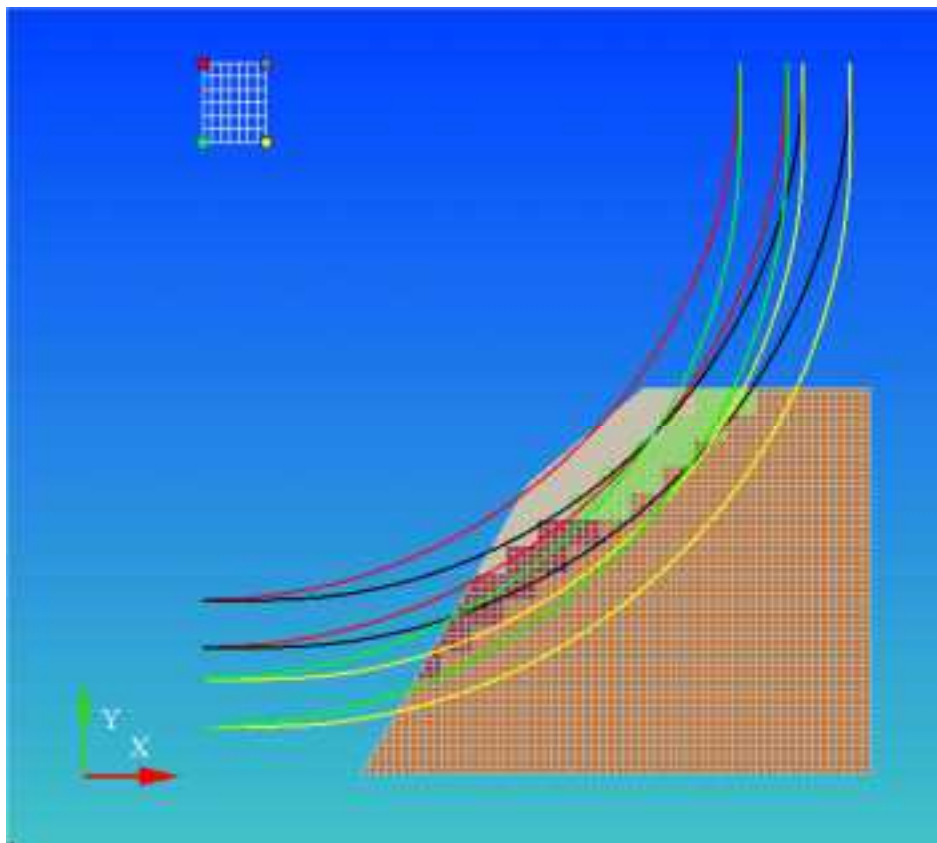


図 7.3.49 小型振動台 (Case28) 円弧 探索条件

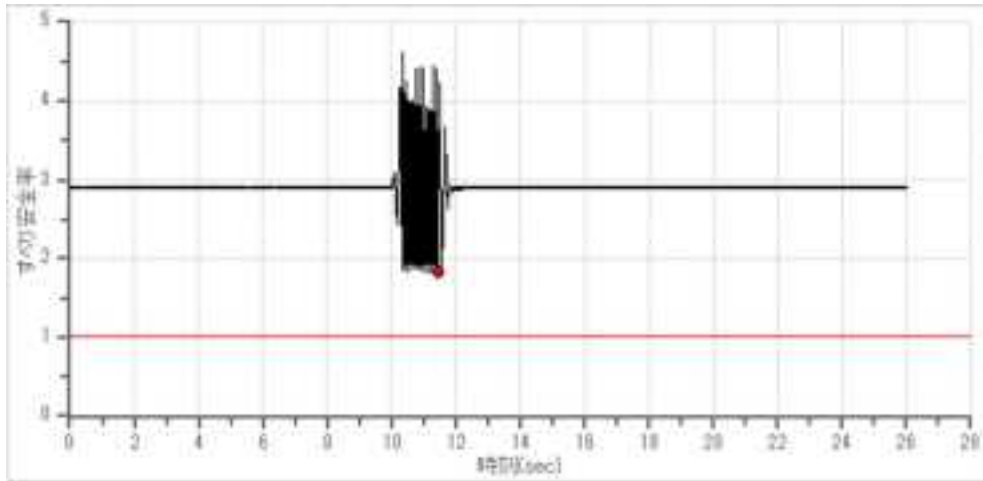


図 7.3.50 小型振動台 (Case28) すべり安全率履歴 円弧-加速度(地震時)

表 7.3.17 小型振動台 (Case28) すべり安全率 ワースト10 円弧-加速度(地震時)

最小すべり安全率	時刻	半径	中心X座標	中心Y座標
1.81948	12.39	1.78	-0.35714	2.20833
1.8202	11.99	1.78	-0.35714	2.20833
1.82548	11.79	1.78	-0.35714	2.20833
1.82978	11.59	1.78	-0.35714	2.20833
1.83213	10.59	1.78	-0.35714	2.20833
1.83504	11.39	1.78	-0.35714	2.20833
1.83542	10.34	1.78	-0.35714	2.20833
1.83928	12.19	1.78	-0.35714	2.20833
1.85658	10.79	1.81	-0.35714	2.25
1.86765	10.39	1.78	-0.35714	2.20833

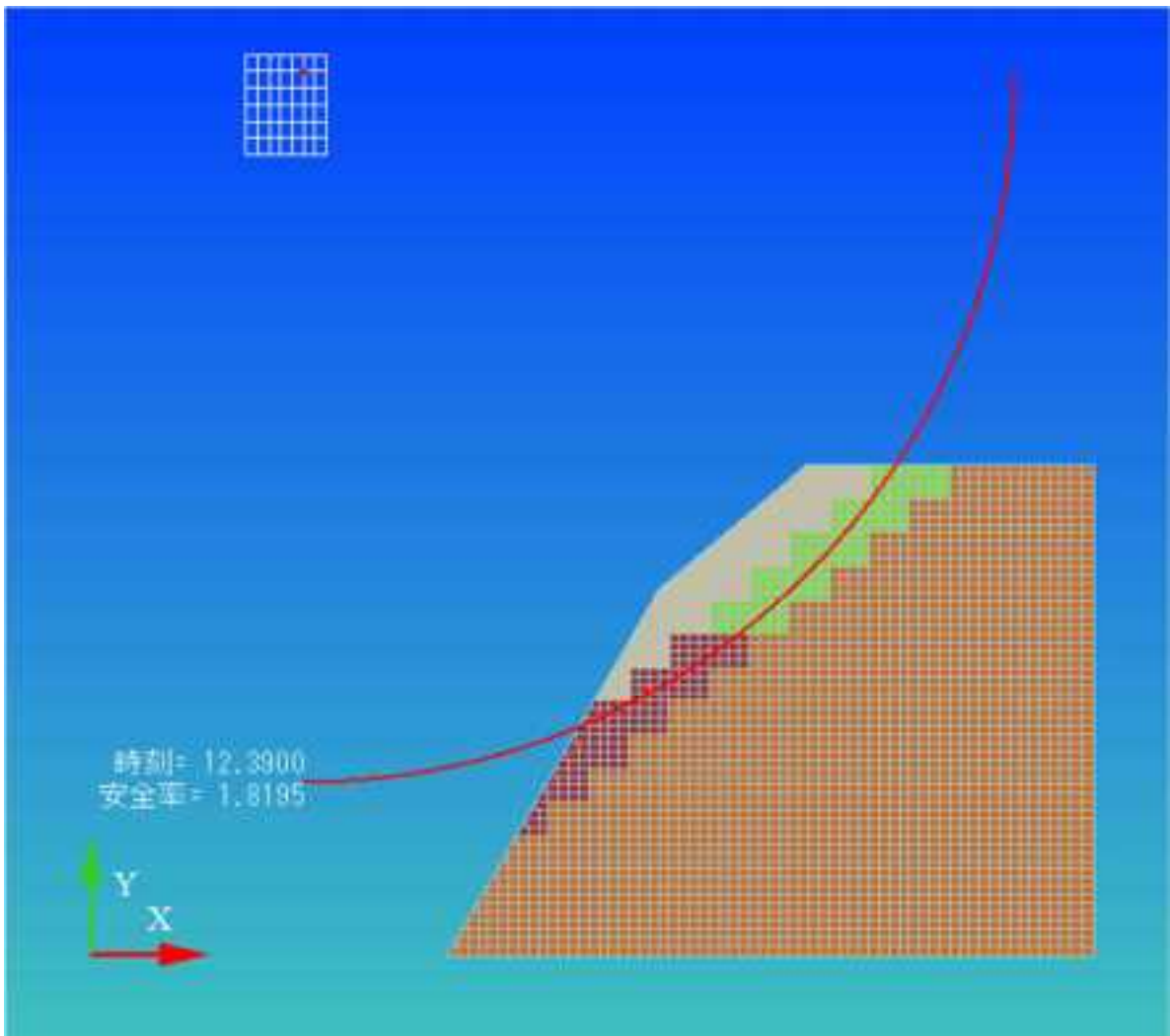


図 7.3.51 小型振動台 (Case28) すべり線形状(最小すべり安全率時) 円弧-加速度(地震時)

②等価線形解析

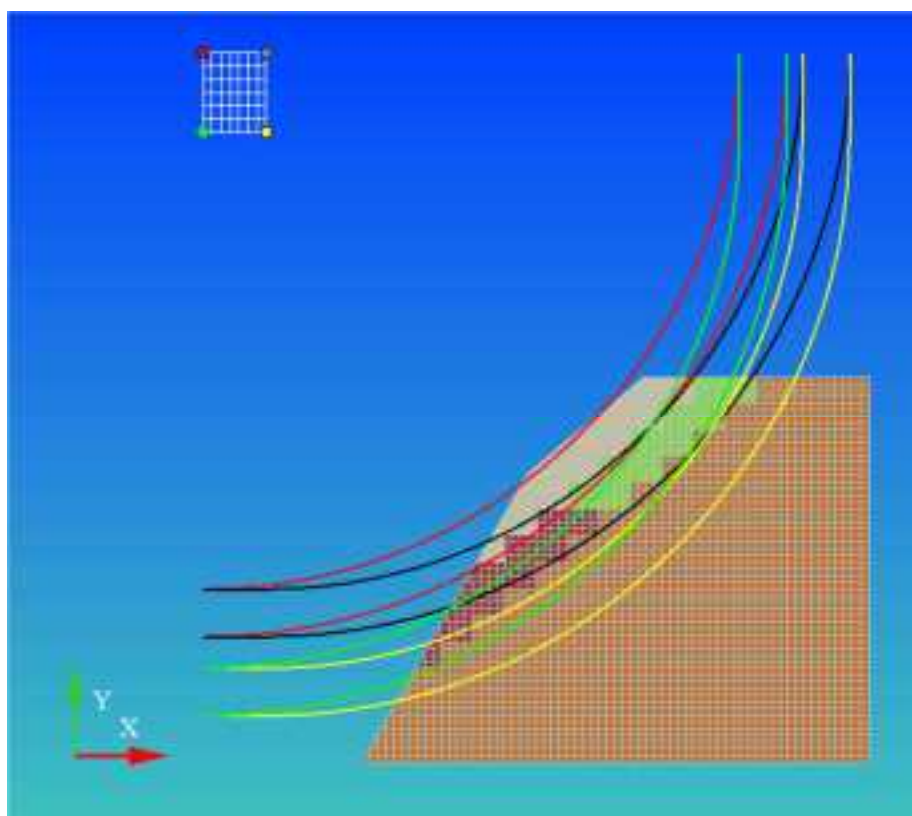


図 7.3.52 小型振動台 (Case28) 円弧 探索条件

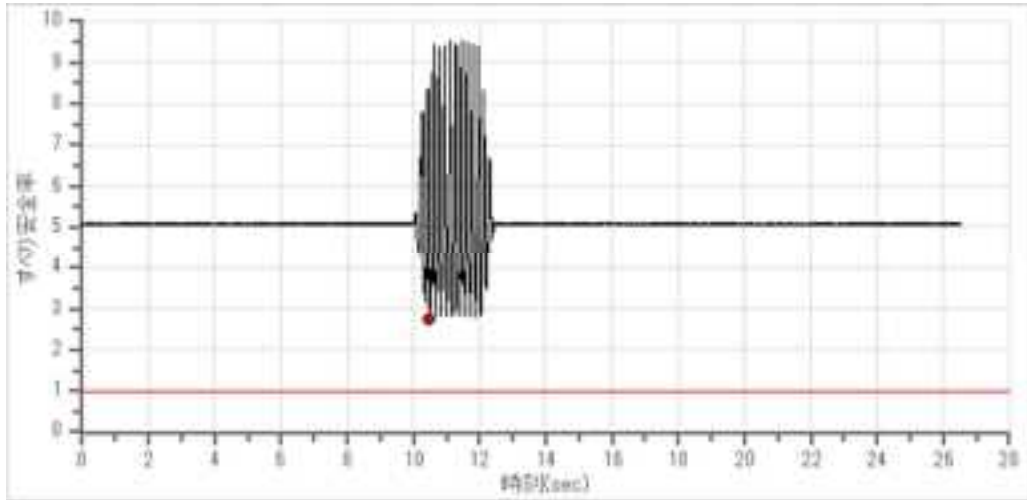


図 7.3.53 小型振動台 (Case28) すべり安全率履歴 円弧-加速度(地震時)

表 7.3.18 小型振動台 (Case28) すべり安全率 ワースト10 円弧-加速度(地震時)

最小すべり安全率	時刻	半径	中心X座標	中心Y座標
2.76777	10.56	1.78	-0.38571	2.16667
2.8062	12.16	1.78	-0.38571	2.16667
2.81387	10.76	1.78	-0.38571	2.16667
2.8163	12.36	1.78	-0.38571	2.16667
2.82189	11.96	1.78	-0.38571	2.16667
2.82681	10.96	1.78	-0.38571	2.16667
2.82885	11.36	1.78	-0.38571	2.16667
2.82986	11.16	1.78	-0.38571	2.16667
2.83506	11.76	1.78	-0.38571	2.16667
2.84105	11.56	1.78	-0.38571	2.16667

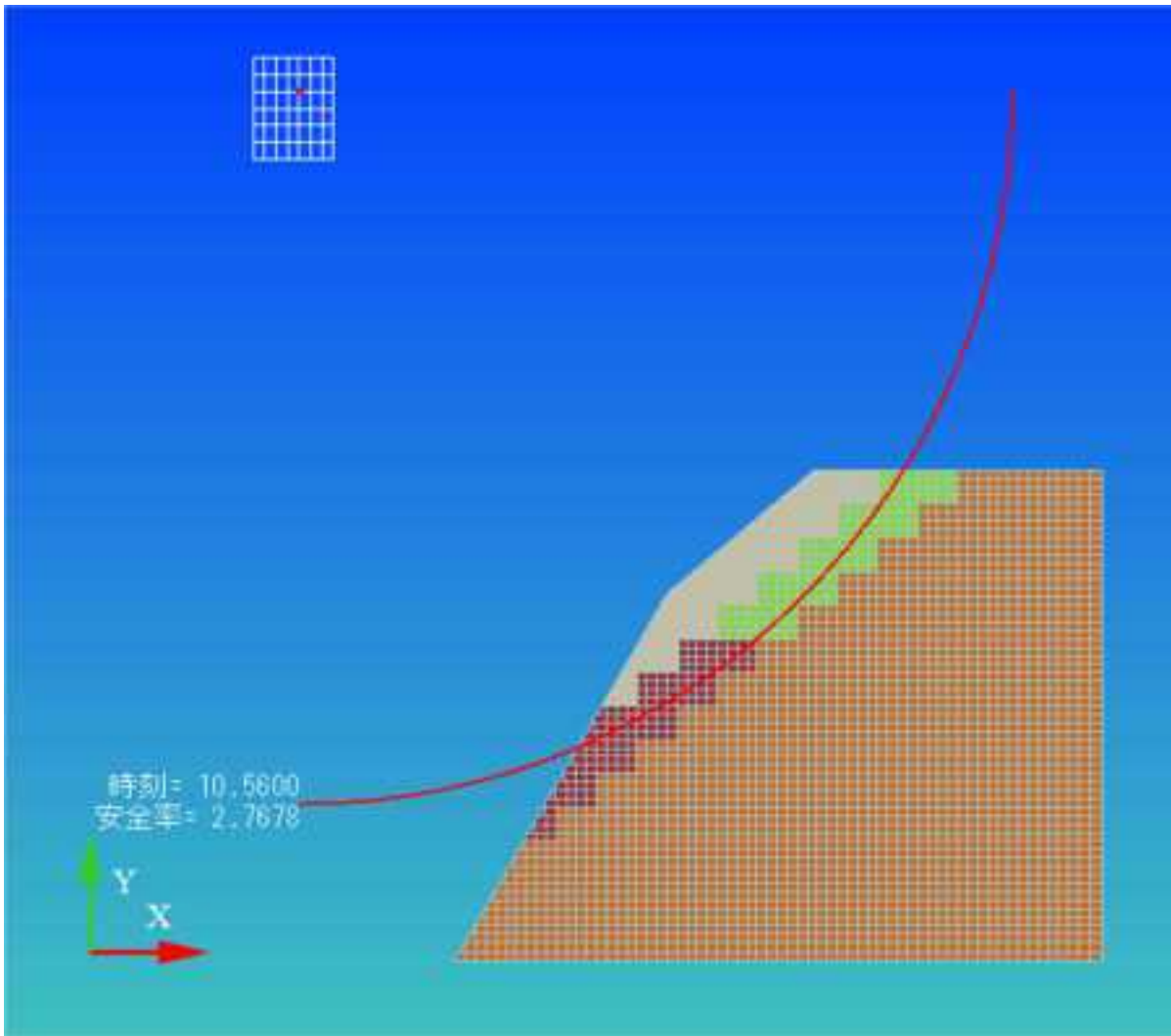


図 7.3.54 小型振動台 (Case28) すべり線形状(最小すべり安全率時) 円弧-加速度(地震時)

(3) Case29

① 逐次非線形動的解析

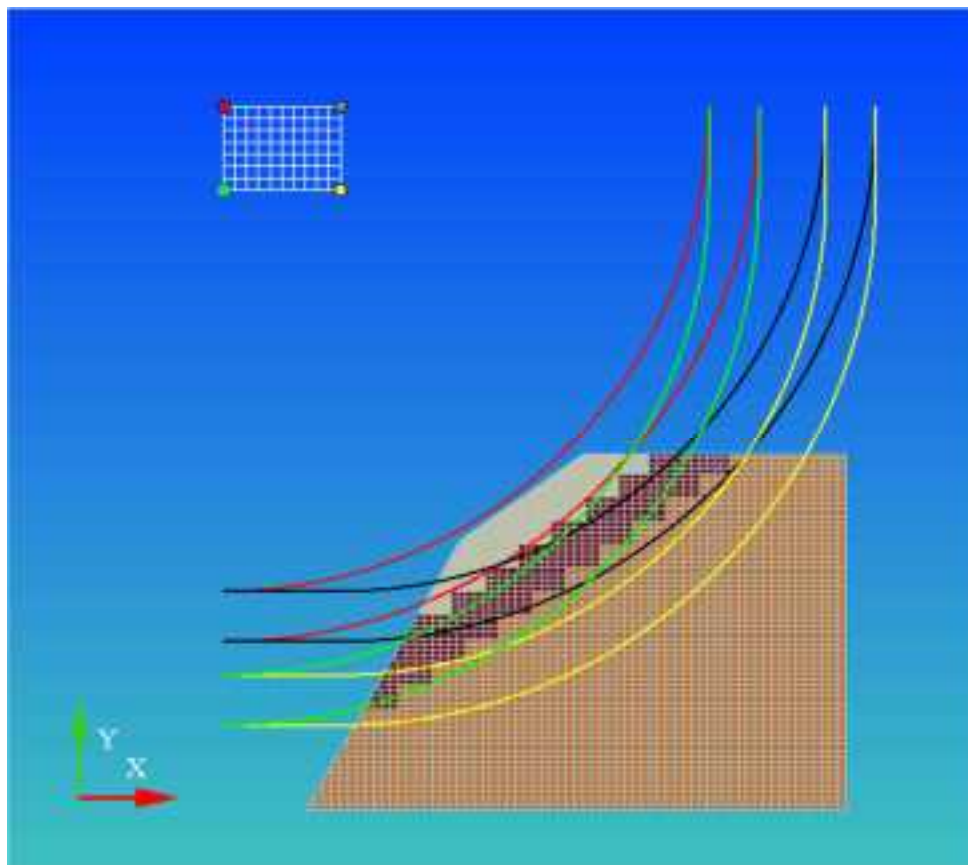


図 7.3.55 小型振動台 (Case29) 円弧 探索条件

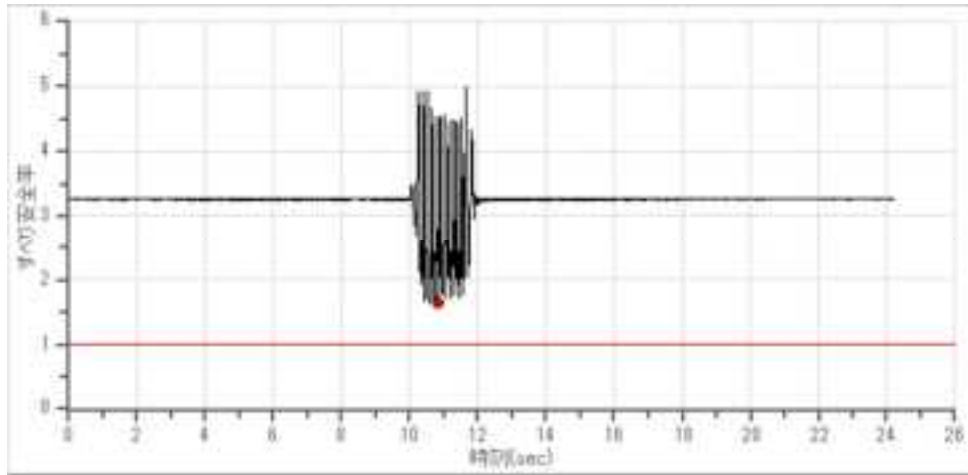


図 7.3.56 小型振動台 (Case29) すべり安全率履歴 円弧-加速度(地震時)

表 7.3.19 小型振動台 (Case29) すべり安全率 ワースト10 円弧-加速度(地震時)

最小すべり安全率	時刻	半径	中心X座標	中心Y座標
1.65771	11.15	1.54	-0.075	2.02857
1.65945	10.75	1.54	-0.075	2.02857
1.66023	10.95	1.54	-0.075	2.02857
1.68595	10.55	1.48	0.03	1.99286
1.71811	11.55	1.51	0.03	2.02857
1.72202	11.75	1.48	0.03	1.99286
1.72253	12.15	1.48	0.03	1.99286
1.77267	11.34	1.57	-0.04	2.06429
1.77299	11.94	1.48	-0.005	1.99286
1.77801	10.94	1.48	-0.005	1.99286

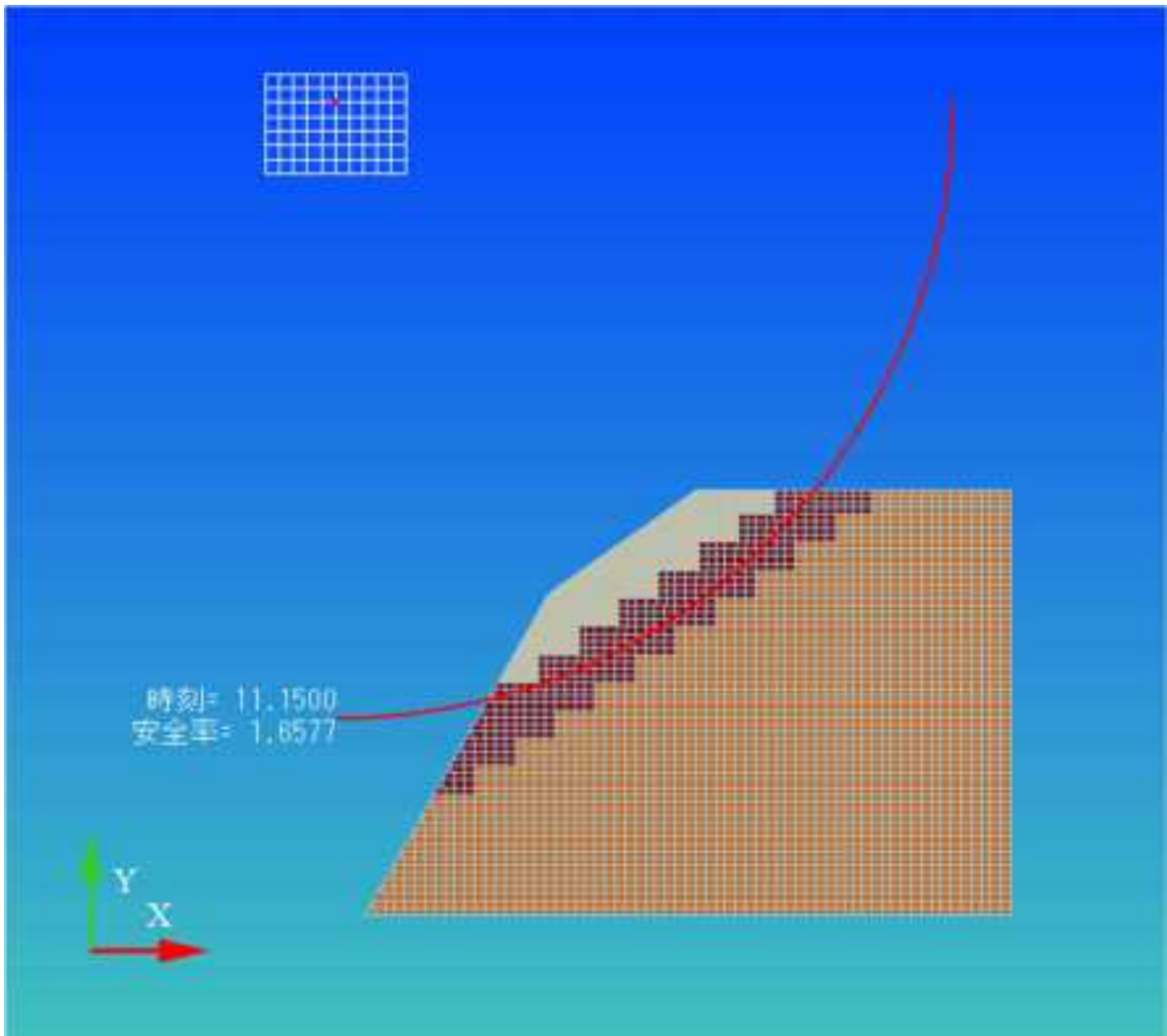


図 7.3.57 小型振動台 (Case29) すべり線形状(最小すべり安全率時) 円弧-加速度(地震時)

②等価線形解析

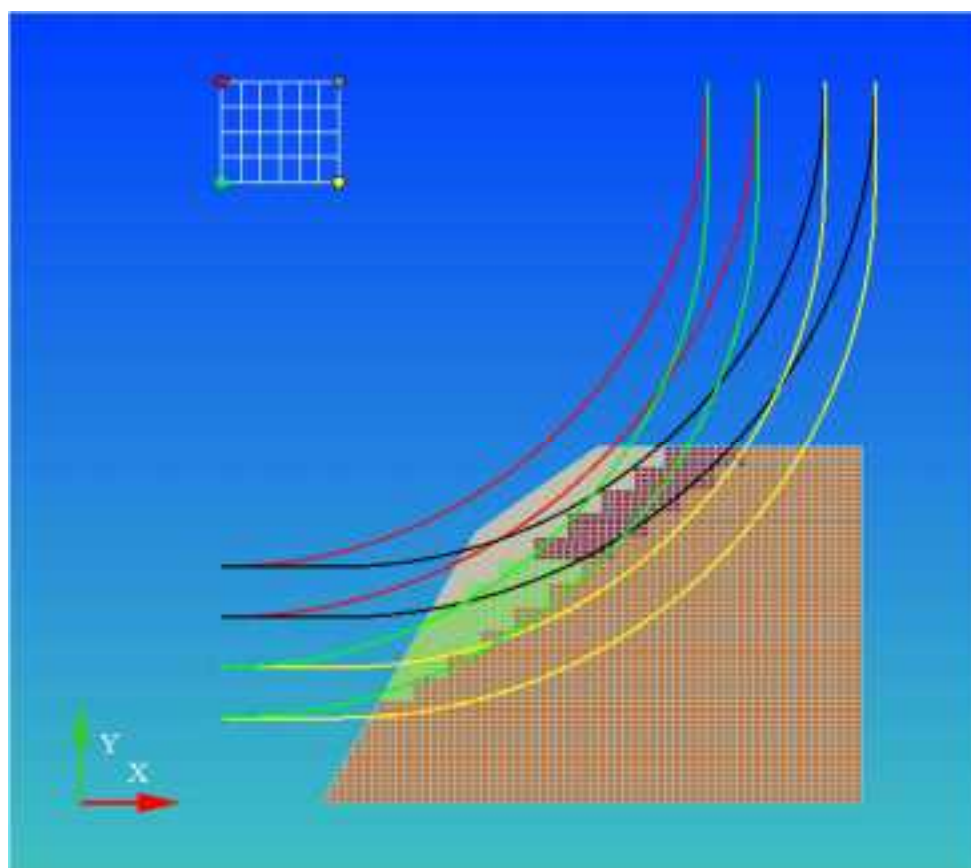


図 7.3.58 小型振動台 (Case29) 円弧 探索条件

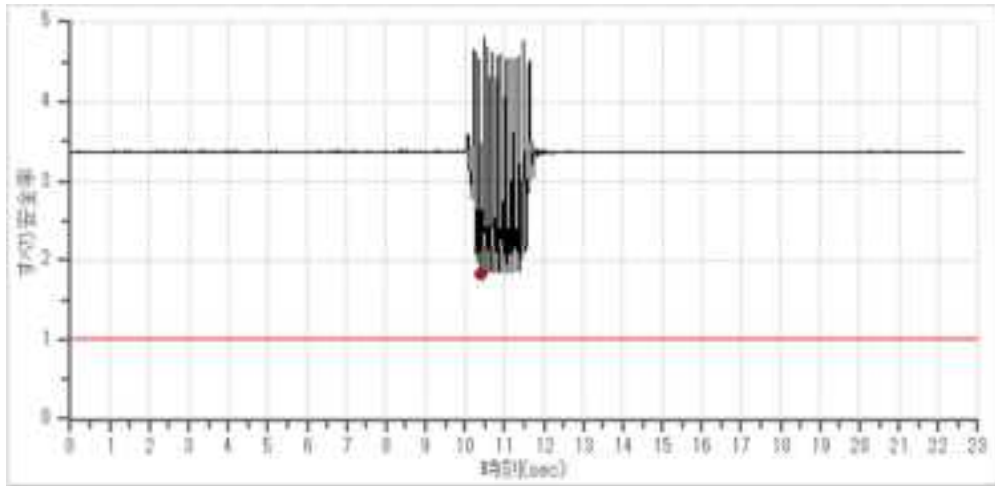


図 7.3.59 小型振動台 (Case29) すべり安全率履歴 円弧-加速度(地震時)

表 7.3.20 小型振動台 (Case29) すべり安全率 ワースト10 円弧-加速度(地震時)

最小すべり安全率	時刻	半径	中心X座標	中心Y座標
1.82004	10.57	1.6	-0.125	2.075
1.84329	11.35	1.6	-0.125	2.075
1.84581	11.75	1.6	-0.125	2.075
1.84603	11.95	1.6	-0.125	2.075
1.85296	10.95	1.6	-0.125	2.075
1.85393	11.15	1.6	-0.125	2.075
1.85413	10.77	1.6	-0.125	2.075
1.85513	11.55	1.6	-0.125	2.075
1.85962	12.35	1.6	-0.125	2.075
1.86596	12.15	1.6	-0.125	2.075

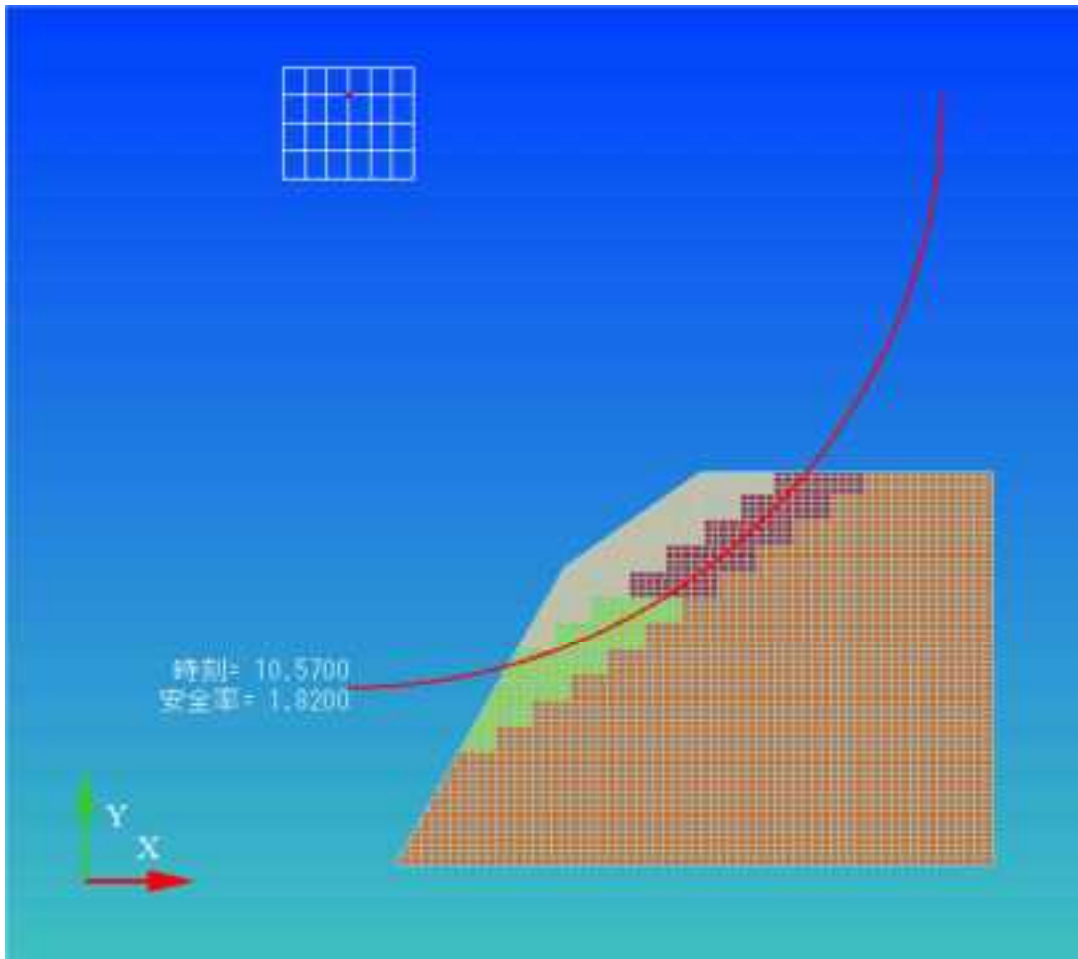


図 7.3.60 小型振動台 (Case29) すべり線形状(最小すべり安全率時) 円弧-加速度(地震時)

(4) Case30

① 逐次非線形動的解析

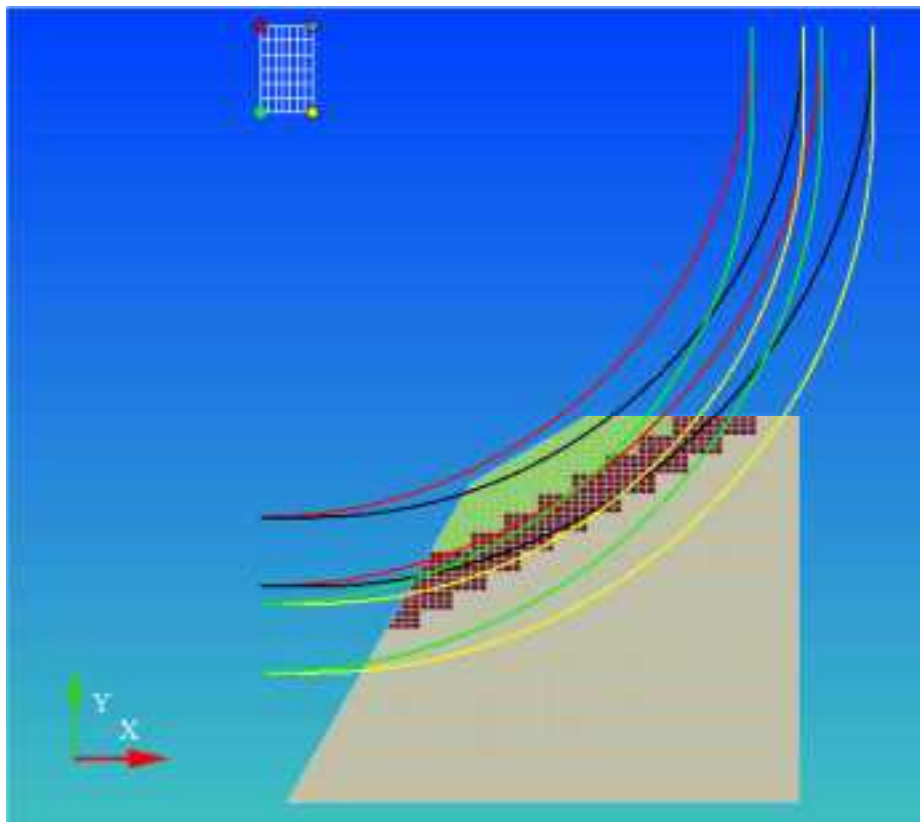


図 7.3.61 遠心模型斜面 (Case30)円弧 探索条件

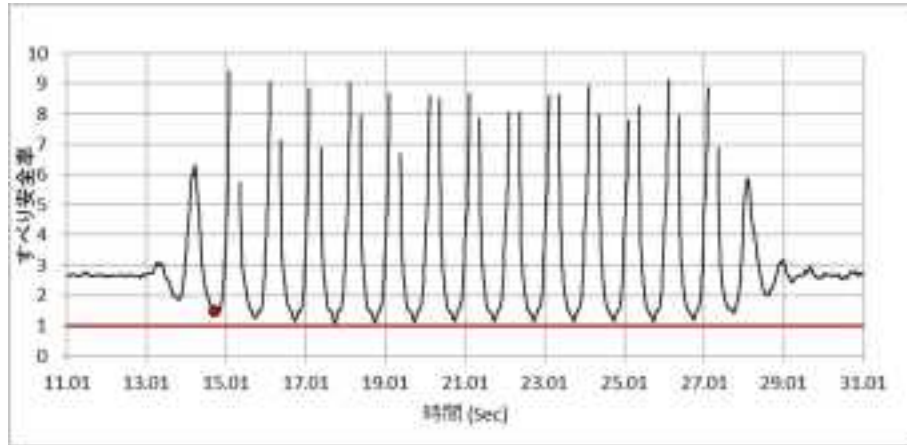


図 7.3.62 遠心模型斜面 (Case30)すべり安全率履歴 円弧-加速度(地震時)

表 7.3.21 遠心模型斜面 (Case30)すべり安全率 ワースト 10 円弧-加速度(地震時)

ランク	時刻	安全率
1	17.74	1.09938
2	17.73	1.10405
3	17.75	1.11226
4	18.74	1.11399
5	18.73	1.11737
6	17.72	1.12707
7	18.75	1.12912
8	19.74	1.13684
9	25.74	1.13914
10	18.72	1.13929

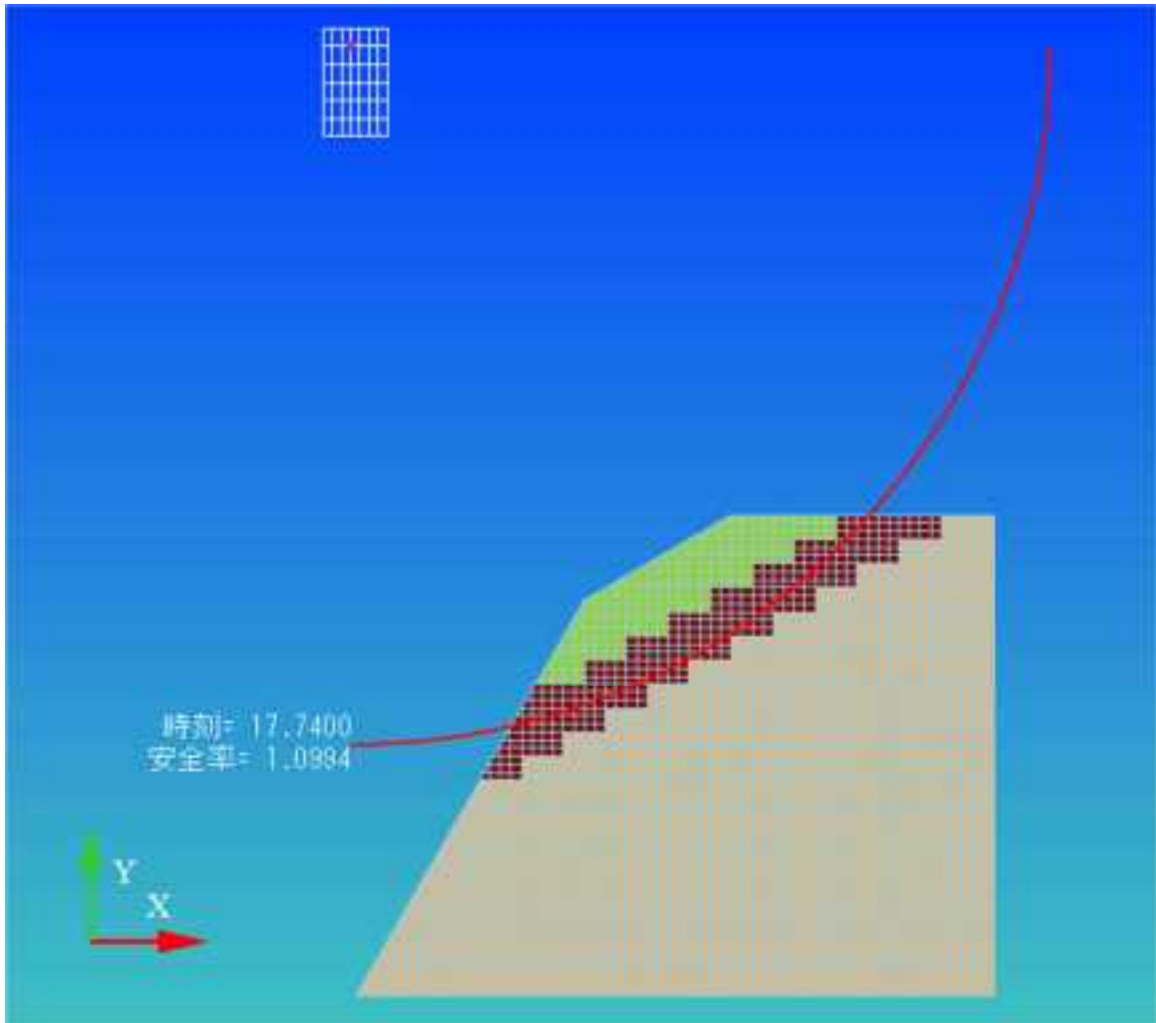


図 7.3.63 遠心模型斜面 (Case30)すべり線形状(最小すべり安全率時) 円弧-加速度(地震時)

②等価線形解析

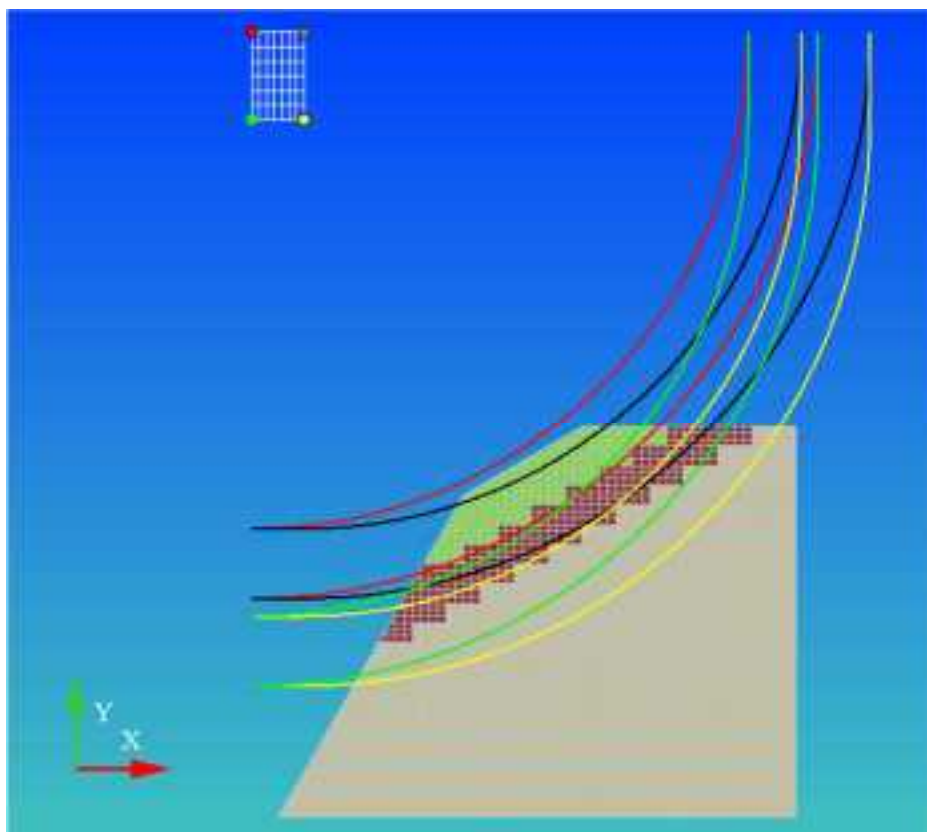


図 7.3.64 遠心模型斜面 (Case30)円弧 探索条件

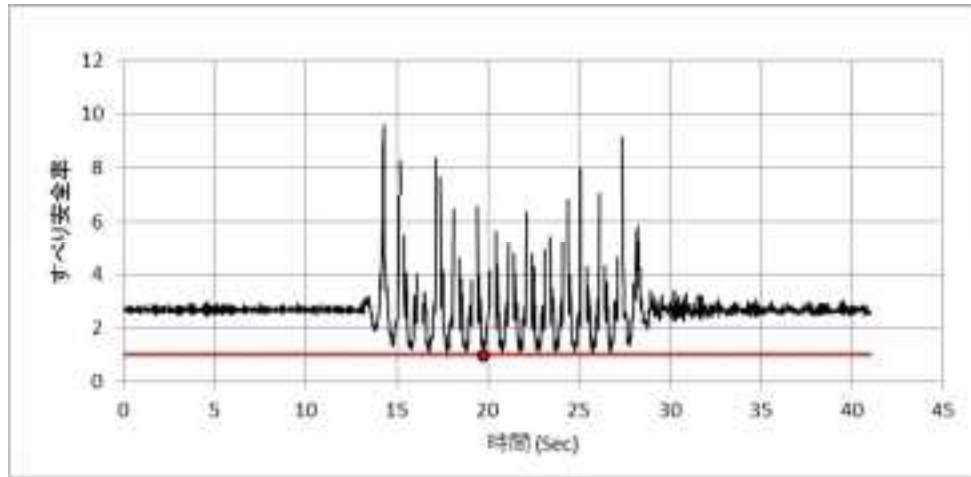


図 7.3.65 遠心模型斜面 (Case30)すべり安全率履歴 円弧-加速度(地震時)

表 7.3.22 遠心模型斜面 (Case30)すべり安全率 ワースト10 円弧-加速度(地震時)

最小すべり安全率	時刻	半径	中心X座標	中心Y座標
0.93127	19.78	65	-0.42857	88.33333
0.93593	17.78	65	-0.42857	88.33333
0.98554	23.78	61	2.14286	85
1.00013	16.78	65	-0.42857	88.33333
1.01147	25.75	65	-0.42857	88.33333
1.02144	21.78	65	-0.42857	88.33333
1.03802	22.78	65	-0.42857	88.33333
1.0409	16.75	65	-0.42857	88.33333
1.04727	25.78	61	2.14286	85
1.05359	17.80	65	-0.42857	88.33333

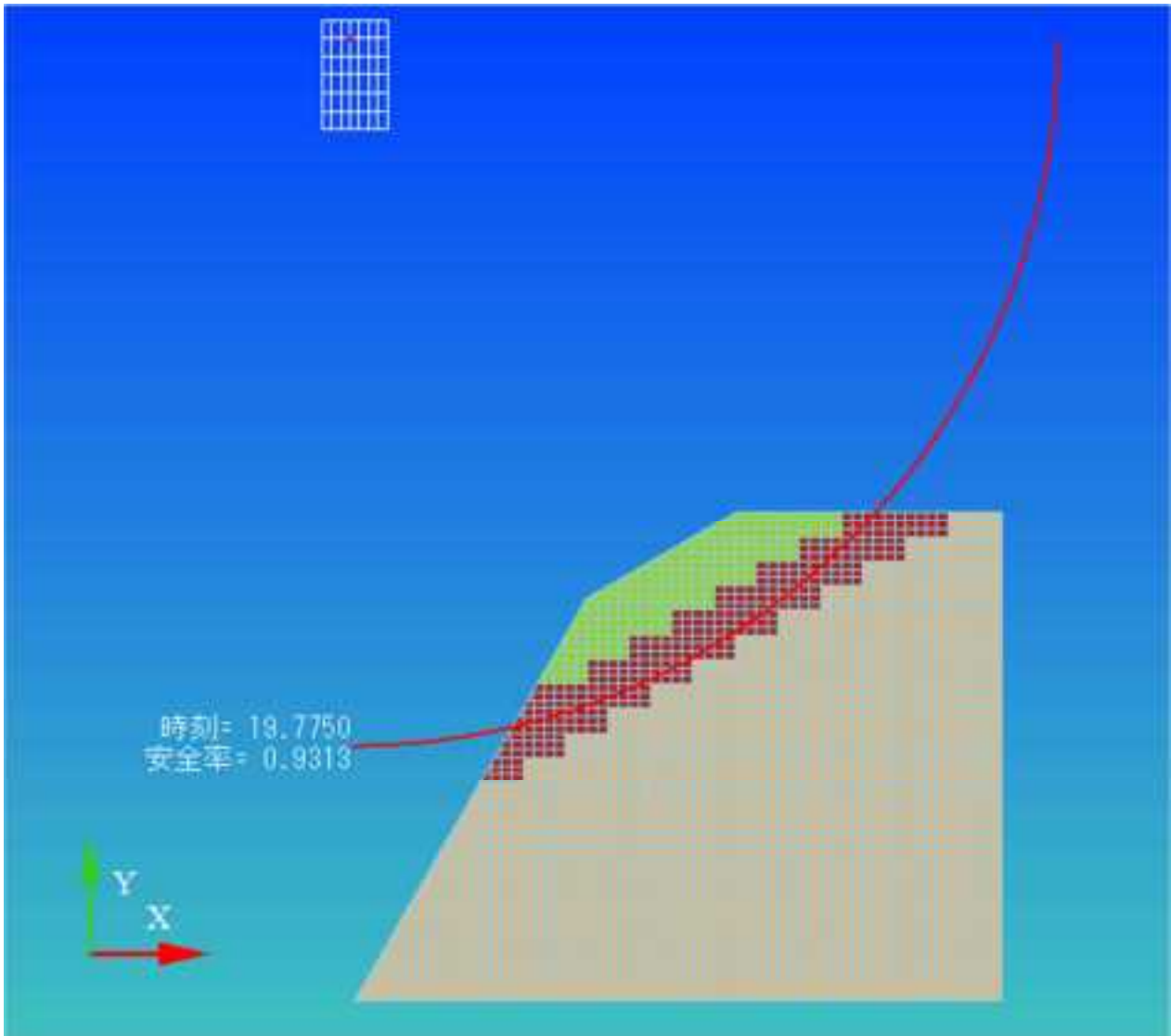


図 7.3.66 遠心模型斜面 (Case30)すべり線形状(最小すべり安全率時) 円弧-加速度(地震時)

(5) Case31

① 逐次非線形動的解析

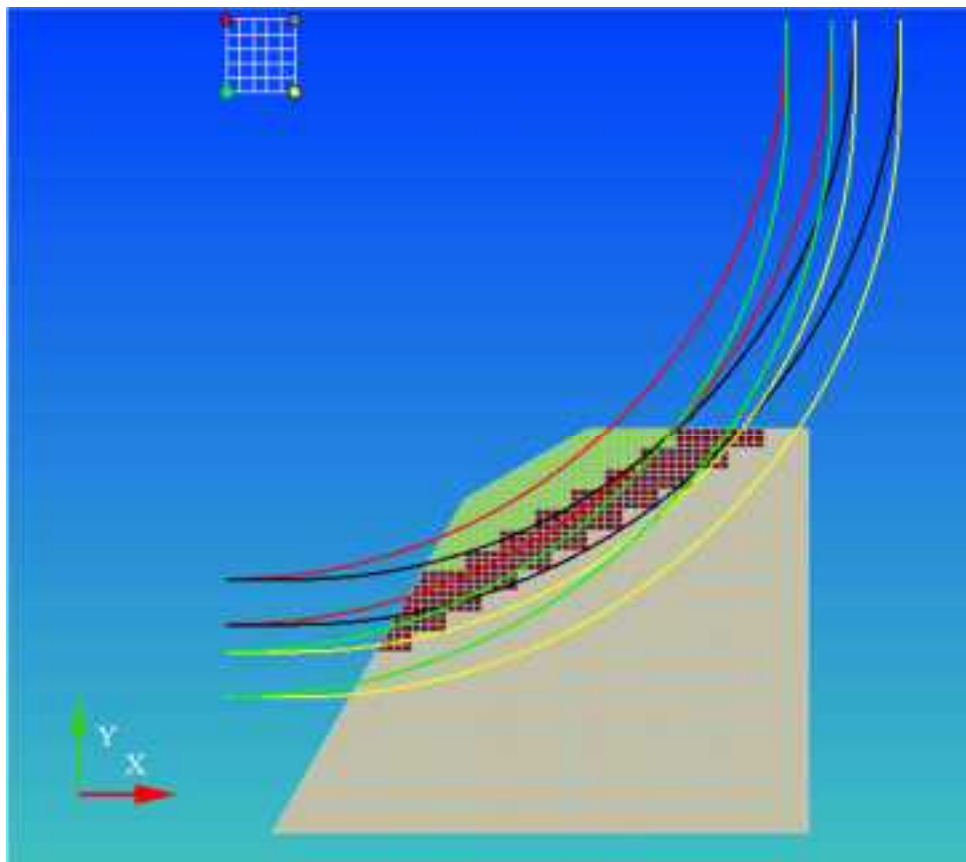


図 7.3.67 遠心模型斜面 (Case31) 円弧 探索条件

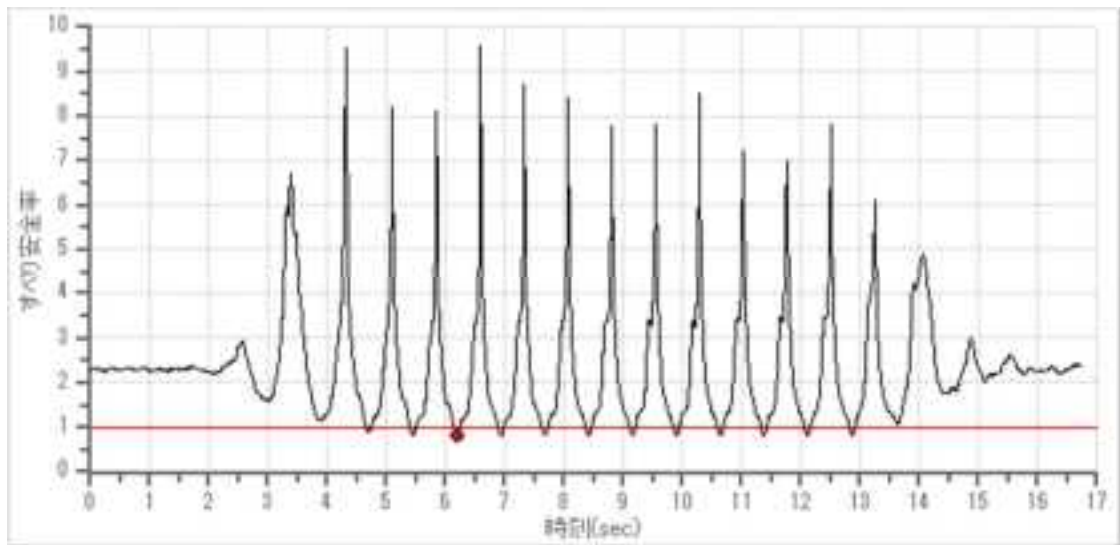


図 7.3.68 遠心模型斜面 (Case31) すべり安全率履歴 円弧-加速度(地震時)

表 7.3.23 遠心模型斜面 (Case31) すべり安全率 ワースト10 円弧-加速度(地震時)

ランク	時刻	安全率
1	18.9	0.79879
2	18.91	0.79888
3	25.91	0.8026
4	24.91	0.80611
5	19.9	0.80619
6	25.9	0.80686
7	19.91	0.80923
8	20.91	0.81325
9	24.9	0.81328
10	24.92	0.81734

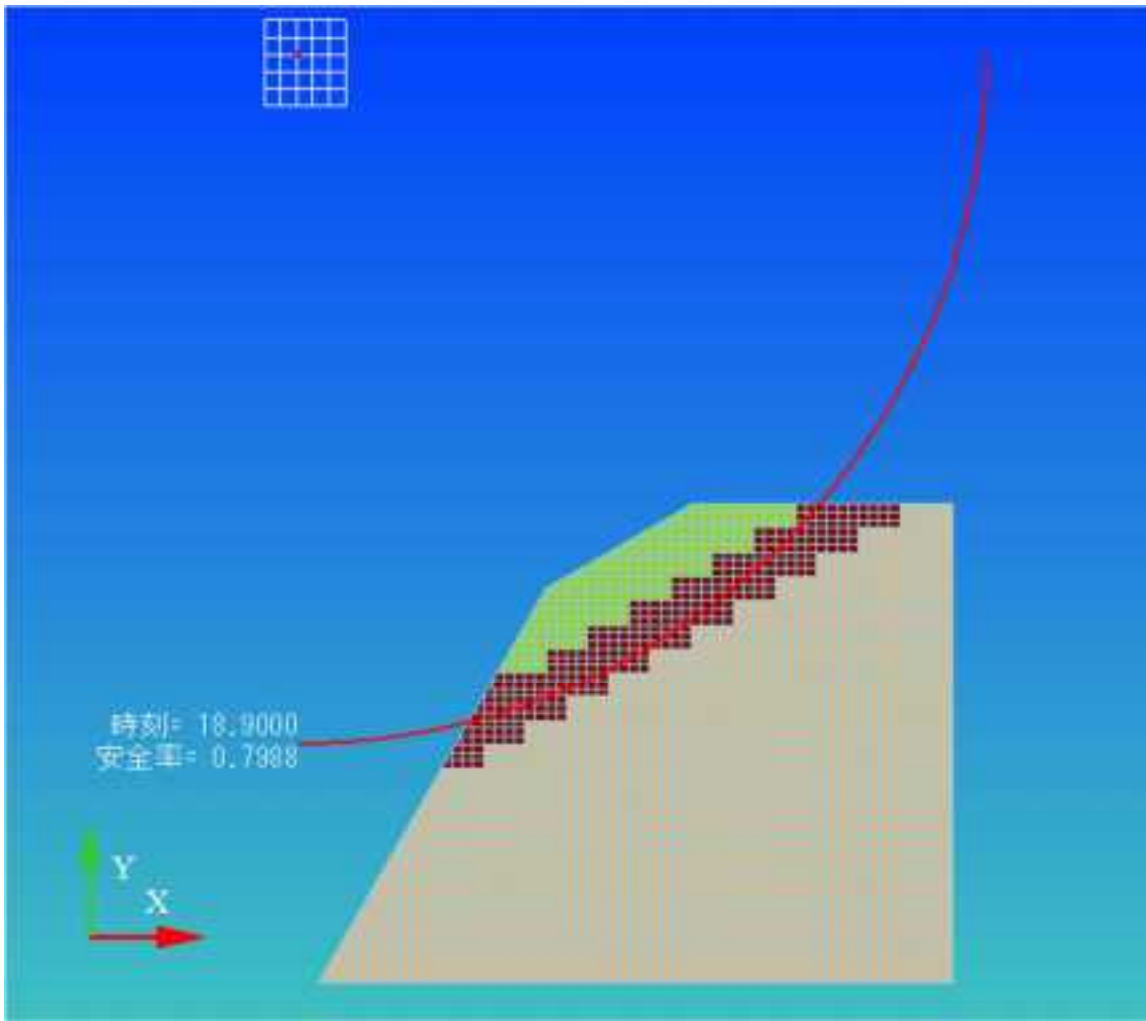


図 7.3.69 遠心模型斜面 (Case31) すべり線形状(最小すべり安全率時) 円弧-加速度(地震時)

②等価線形解析

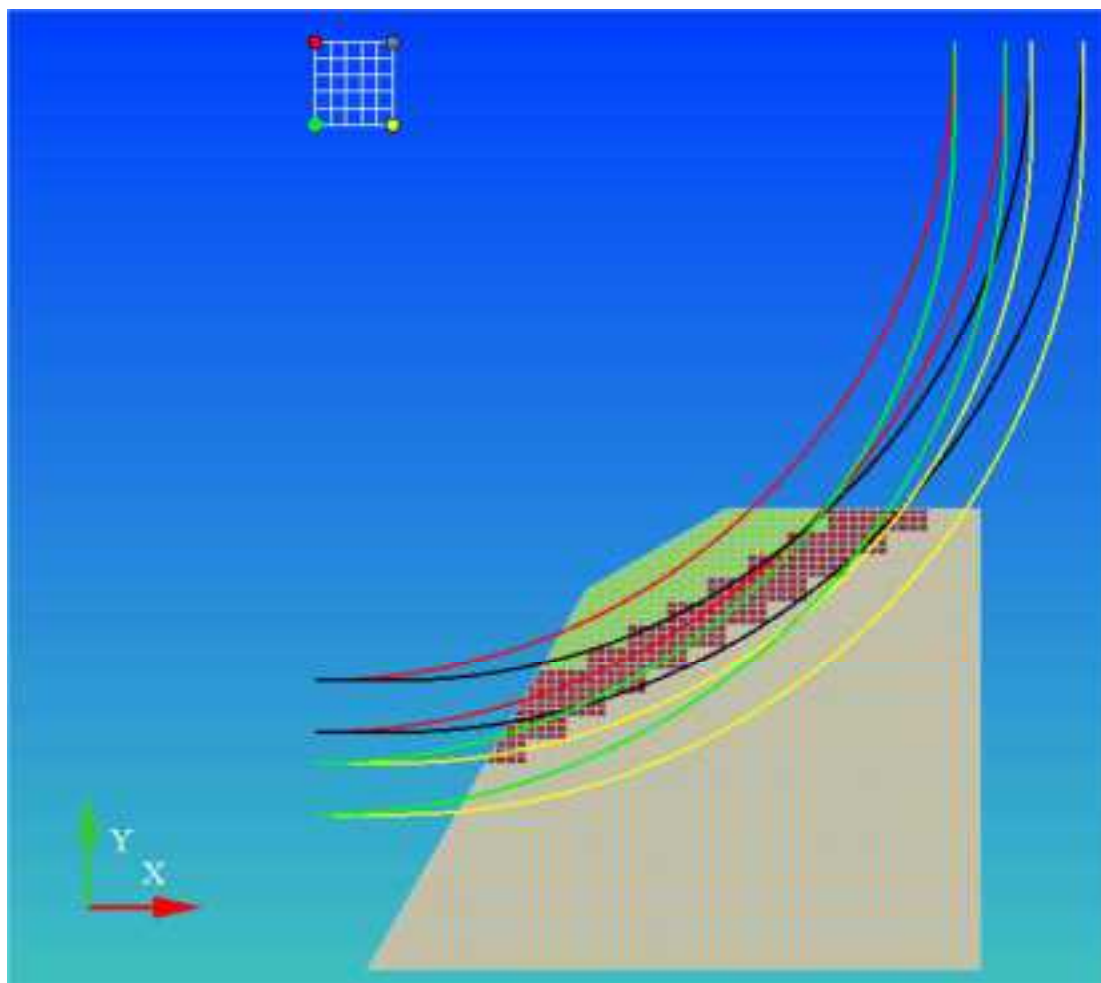


図 7.3.70 遠心模型斜面 (Case31) 円弧 探索条件

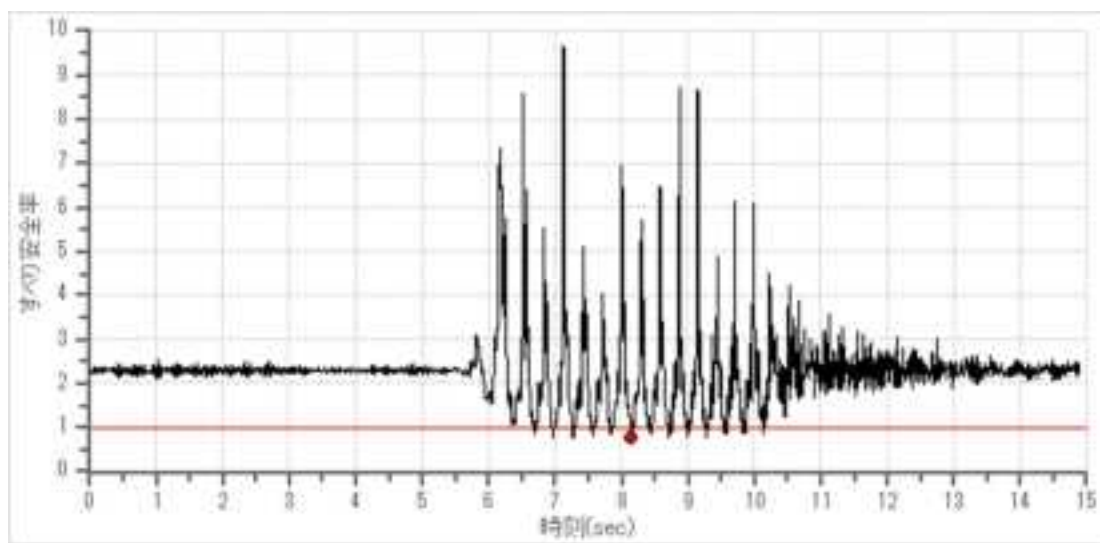


図 7.3.71 遠心模型斜面 (Case31) すべり安全率履歴 円弧-加速度(地震時)

表 7.3.24 遠心模型斜面 (Case31) すべり安全率 ワースト10 円弧-加速度(地震時)

ランク	時刻	安全率
1	8.77	0.75624
2	9.97	0.75871
3	7.58	0.76747
4	7.57	0.78268
5	10.37	0.78401
6	7.17	0.78768
7	9.57	0.78915
8	7.97	0.81674
9	10.38	0.826
10	8.78	0.82649

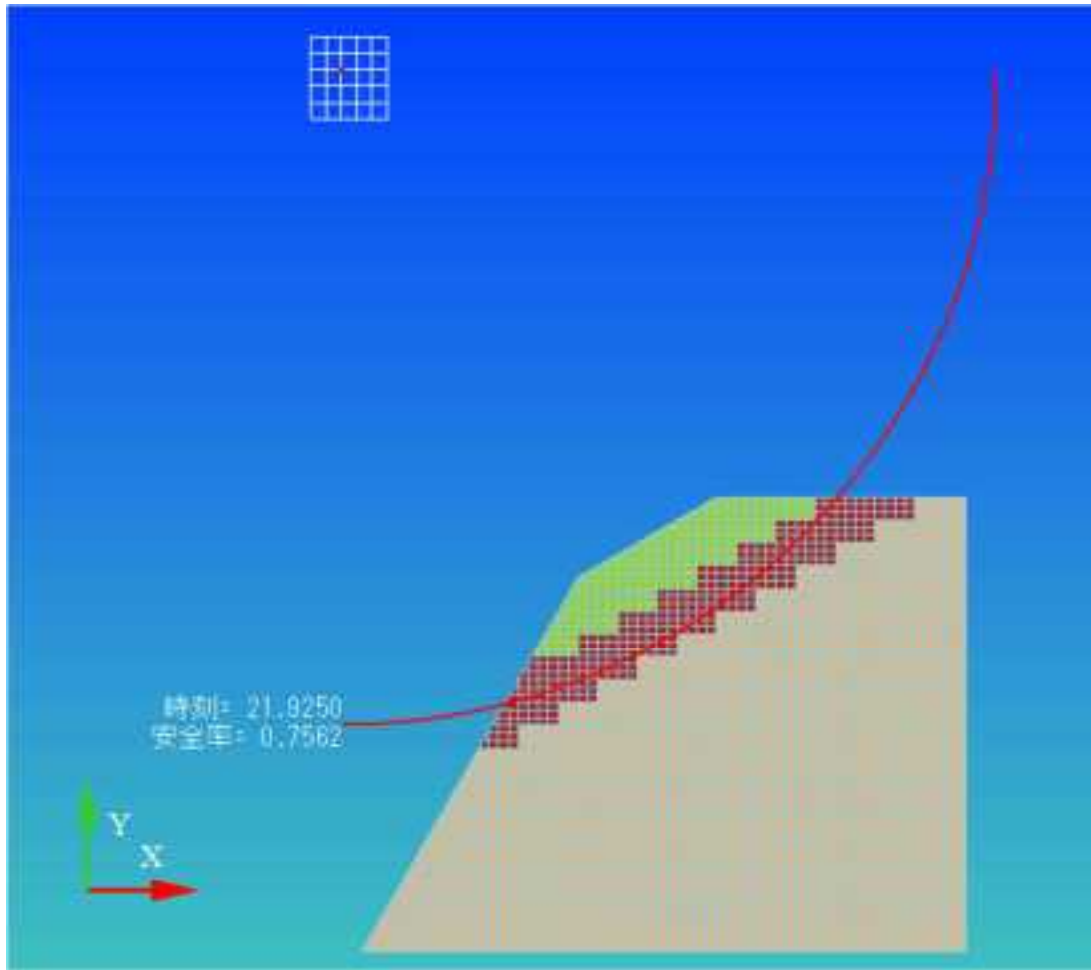


図 7.3.72 遠心模型斜面 (Case31) すべり線形状(最小すべり安全率時) 円弧-加速度(地震時)

(6) 軟岩斜面

① 逐次非線形動的解析

探索条件

最小要素数	1
最小半径	230
最大半径	330
半径の分割数	10
中心点X方向分割数	10
中心点Y方向分割数	10

格子座標

	左下	右下	右上	左上
x座標	60	100	100	60
y座標	500	500	550	550

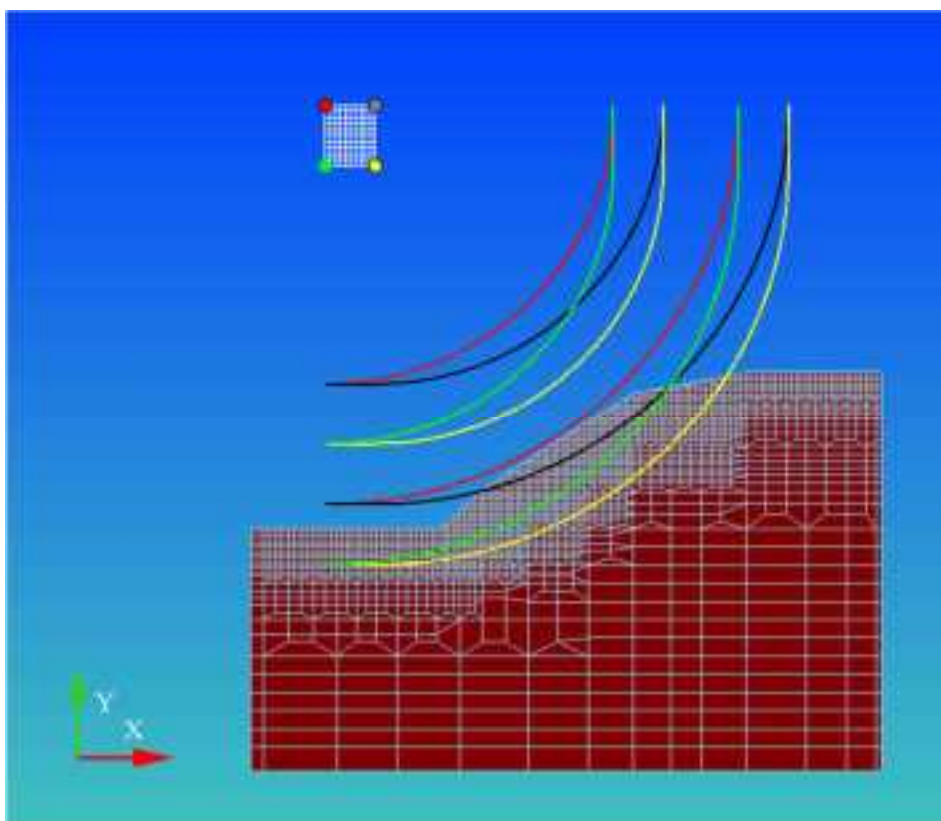


図 7.3.73 実規模斜面（軟岩斜面）円弧 探索条件

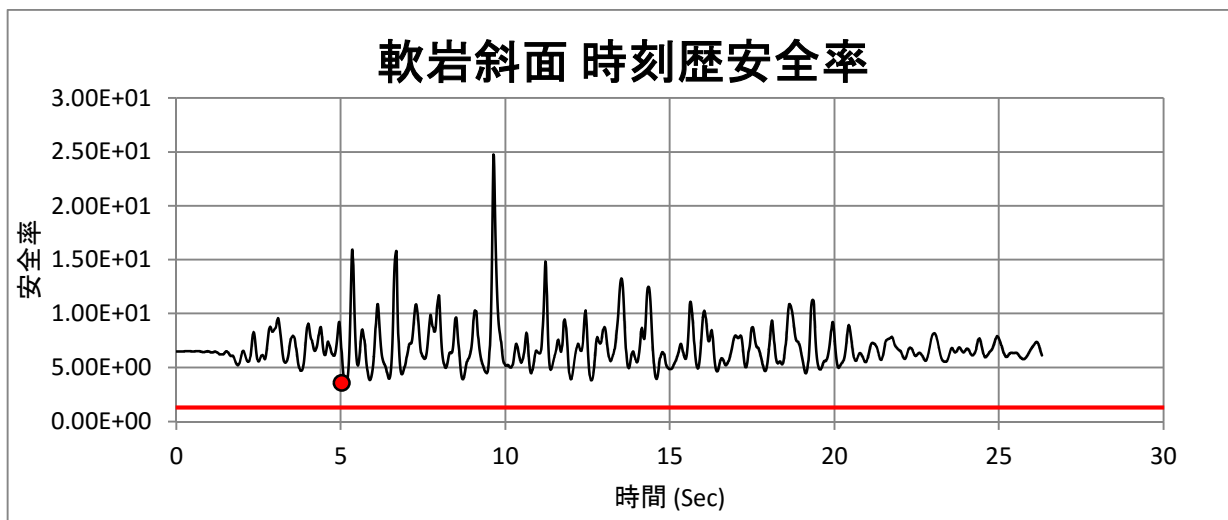


図 7.3.74 実規模斜面（軟岩斜面）すべり安全率履歴 円弧-加速度(地震時)

表 7.3.25 実規模斜面（軟岩斜面）すべり安全率 ワースト10 円弧-加速度(地震時)

ランク	時刻	安全率
1	5.15	3.51876
2	5.16	3.52021
3	5.14	3.53631
4	5.17	3.54305
5	5.13	3.57563
6	5.18	3.59334
7	5.12	3.64363
8	5.19	3.67958
9	5.11	3.74761
10	12.62	3.79894

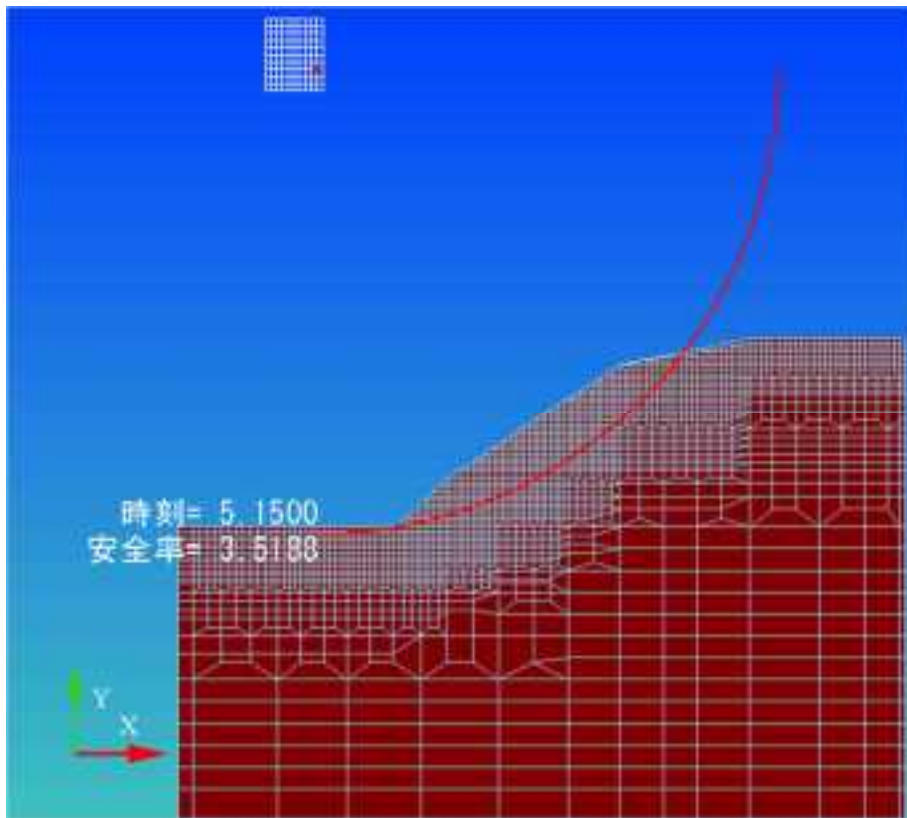


図 7.3.75 実規模斜面（軟岩斜面）すべり線形状(最小すべり安全率時) 円弧-加速度(地震時)

②等価線形解析

探索条件

最小要素数	1
最小半径	230
最大半径	330
半径の分割数	10
中心点X方向分割数	10
中心点Y方向分割数	10

格子座標

	左下	右下	右上	左上
x座標	60	100	100	60
y座標	500	500	550	550

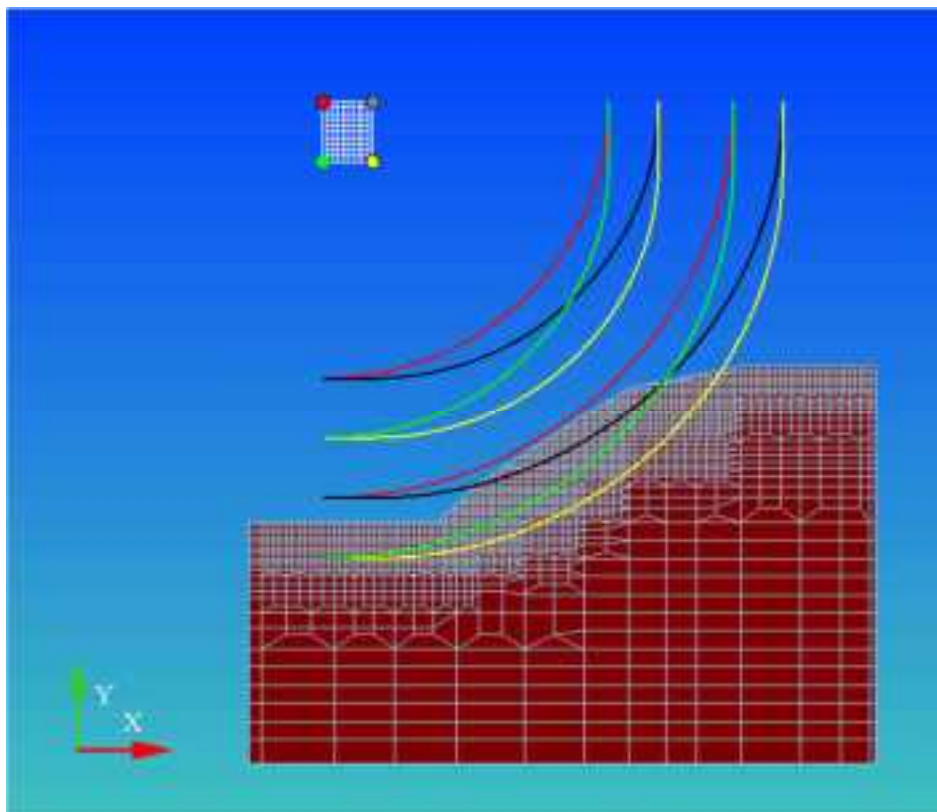


図 7.3.76 実規模斜面（軟岩斜面）円弧 探索条件

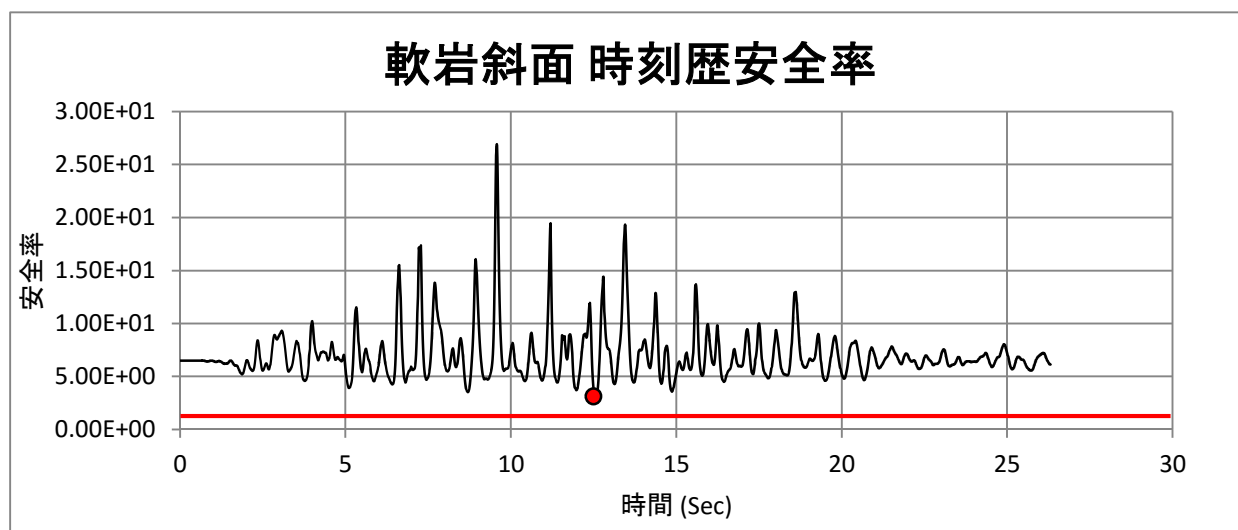


図 7.3.77 実規模斜面（軟岩斜面）すべり安全率履歴 円弧-加速度(地震時)

表 7.3.26 実規模斜面（軟岩斜面）すべり安全率 ワースト10 円弧-加速度(地震時)

ランク	時刻	安全率
1	12.56	3.03197
2	12.57	3.03489
3	12.55	3.06813
4	12.58	3.0763
5	12.54	3.14548
6	12.59	3.15725
7	12.53	3.26746
8	12.6	3.28028
9	12.52	3.43913
10	12.61	3.44947

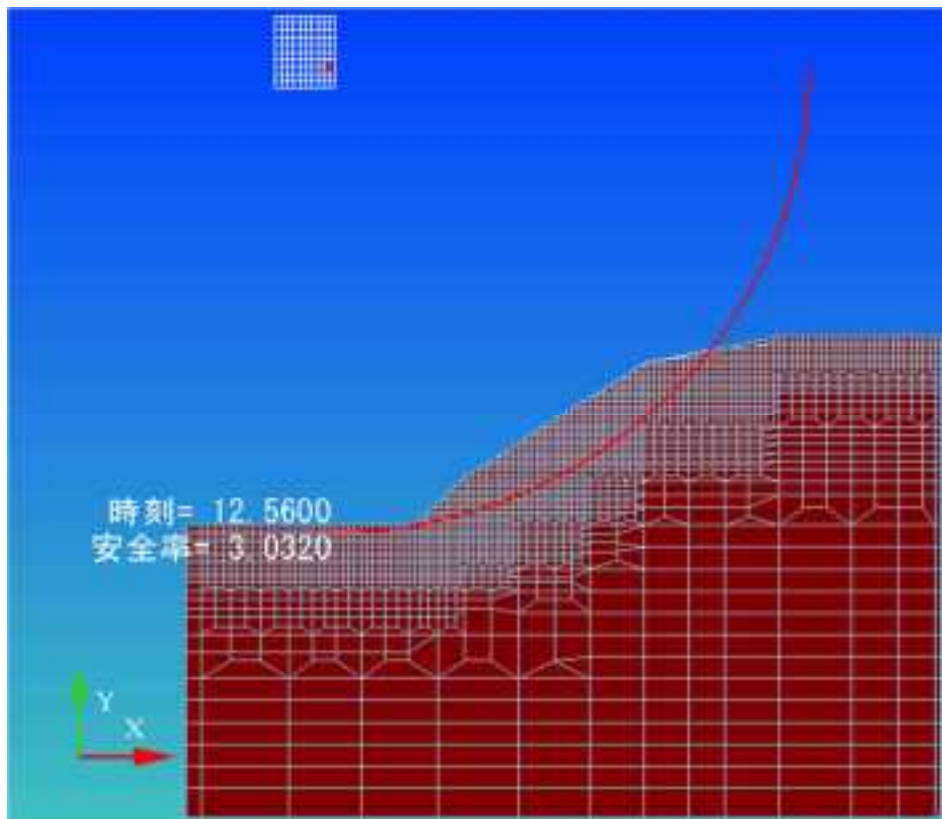


図 7.3.78 実規模斜面（軟岩斜面）すべり線形状（最小すべり安全率時） 円弧-加速度（地震時）

(7) 硬岩斜面

① 逐次非線形動的解析

探索条件

最小要素数	1
最小半径	820
最大半径	840
半径の分割数	10
中心点X方向分割数	15
中心点Y方向分割数	10

格子座標

	左下	右下	右上	左上
x座標	-240	-120	-120	-240
y座標	900	900	925	925

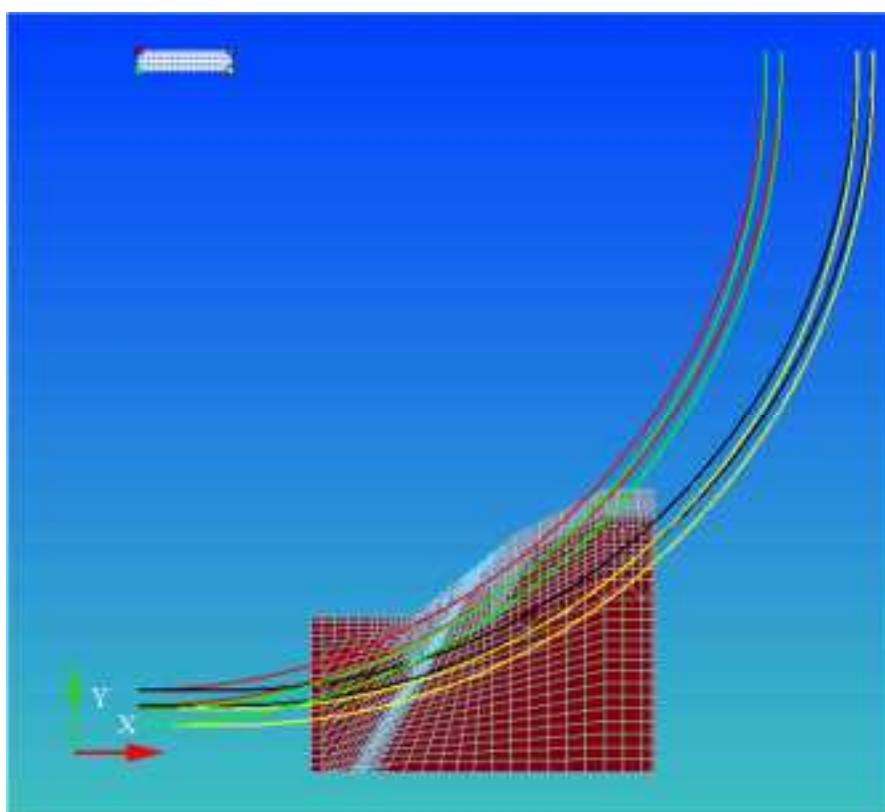


図 7.3.79 実規模斜面（硬岩斜面）円弧 探索条件

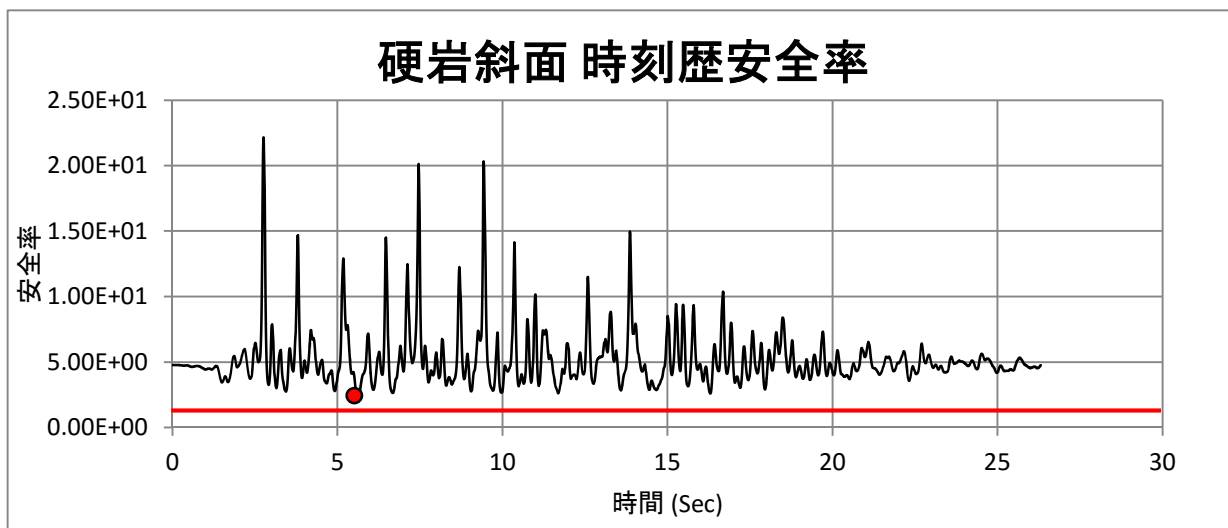


図 7.3.80 実規模斜面（硬岩斜面）すべり安全率履歴 円弧-加速度(地震時)

表 7.3.27 実規模斜面（硬岩斜面）すべり安全率 ワースト10 円弧-加速度(地震時)

ランク	時刻	安全率
1	5.61	2.40155
2	5.62	2.41411
3	5.6	2.41827
4	5.63	2.44291
5	5.59	2.47435
6	5.64	2.4769
7	5.65	2.51179
8	5.66	2.55492
9	16.3	2.57937
10	5.58	2.5804

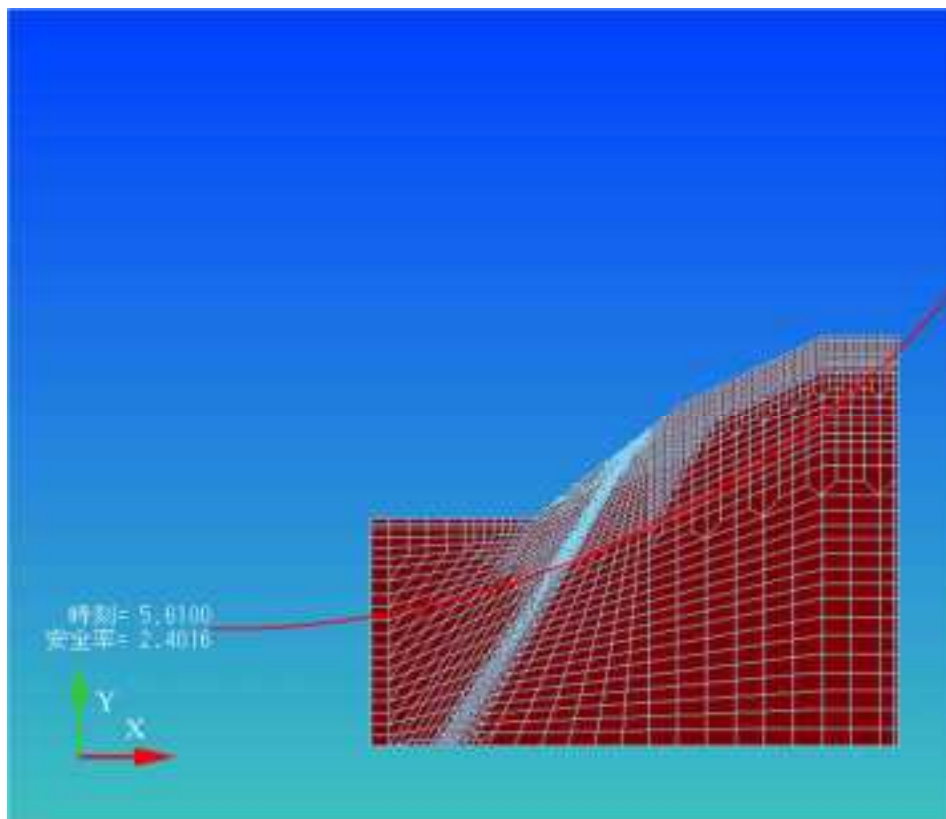


図 7.3.81 実規模斜面（硬岩斜面）すべり線形状（最小すべり安全率時） 円弧-加速度（地震時）

②等価線形解析

探索条件

最小要素数	1
最小半径	820
最大半径	840
半径の分割数	20
中心点X方向分割数	15
中心点Y方向分割数	10

格子座標

	左下	右下	右上	左上
x座標	-240	-120	-120	-240
y座標	900	900	930	930

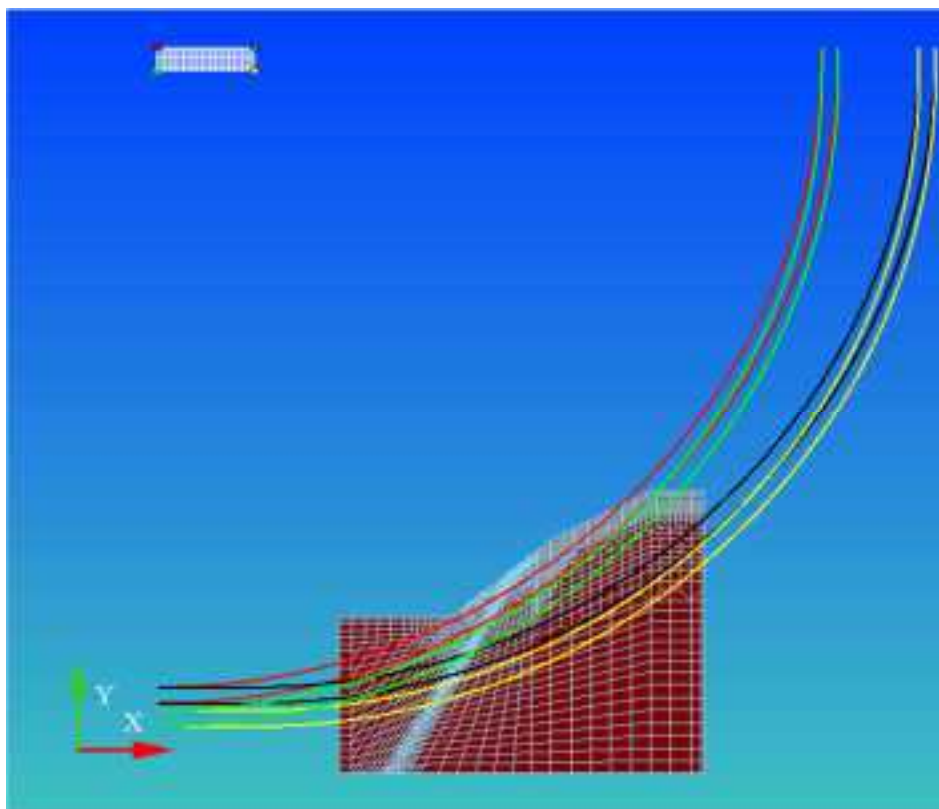


図 7.3.82 実規模斜面（硬岩斜面）円弧 探索条件

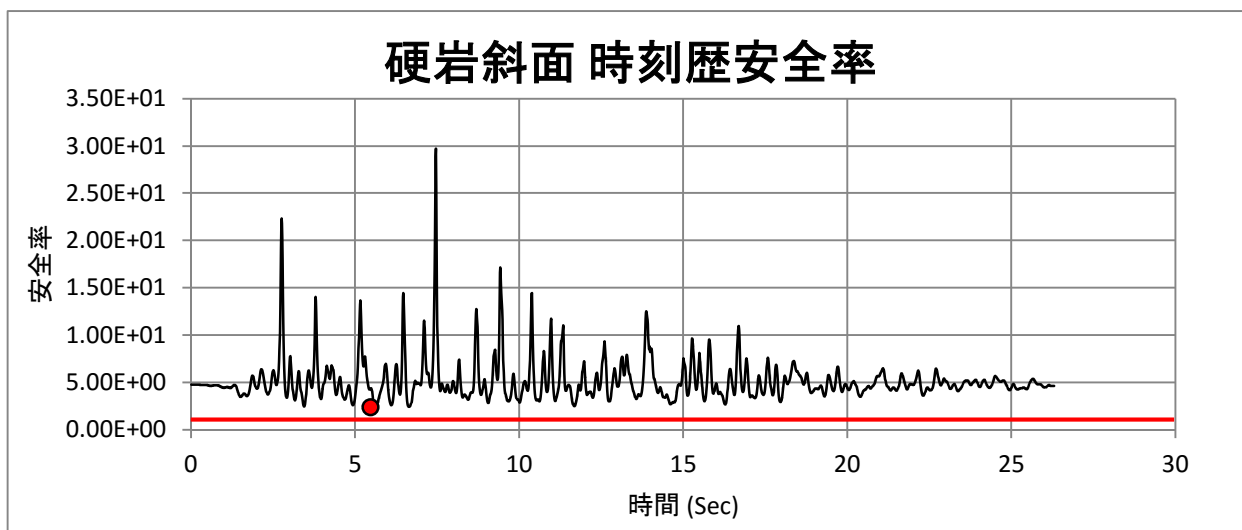


図 7.3.83 実規模斜面（硬岩斜面）すべり安全率履歴 円弧-加速度(地震時)

表 7.3.28 実規模斜面（硬岩斜面）すべり安全率 ワースト10 円弧-加速度(地震時)

ランク	時刻	安全率
1	5.6	2.27196
2	5.61	2.28268
3	5.59	2.30844
4	5.62	2.32529
5	5.63	2.38373
6	5.58	2.40574
7	6.65	2.41292
8	6.64	2.41508
9	6.66	2.42553
10	6.63	2.43605

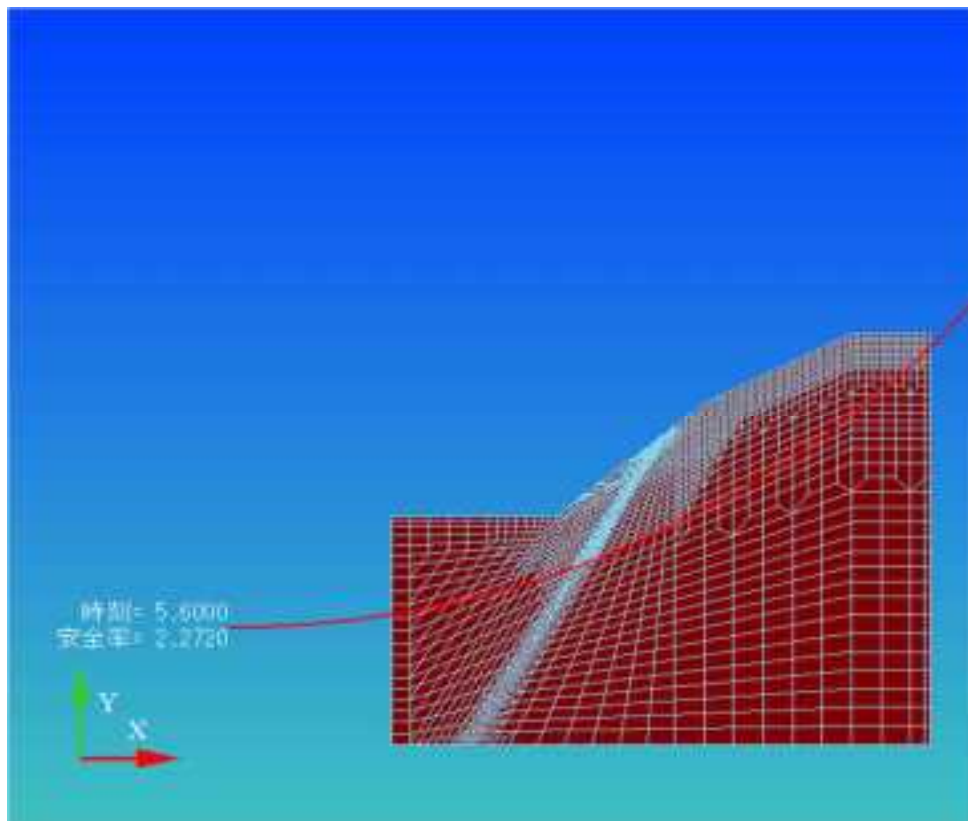


図 7.3.84 実規模斜面（硬岩斜面）すべり線形状（最小すべり安全率時） 円弧-加速度（地震時）

7.3.3 非円弧による探索-応力履歴

(1)Case27

①逐次非線形動的解析

表 7.3.29 小型振動台 (Case27) 非円弧 探索条件

初期すべり線 節点数	節点数増加 ステップ	入り口x座標 最小値	入り口x座標 最大値	出口x座標 最小値	出口x座標 最大値
4	3	0.173253	0.367297	1.058	1.254

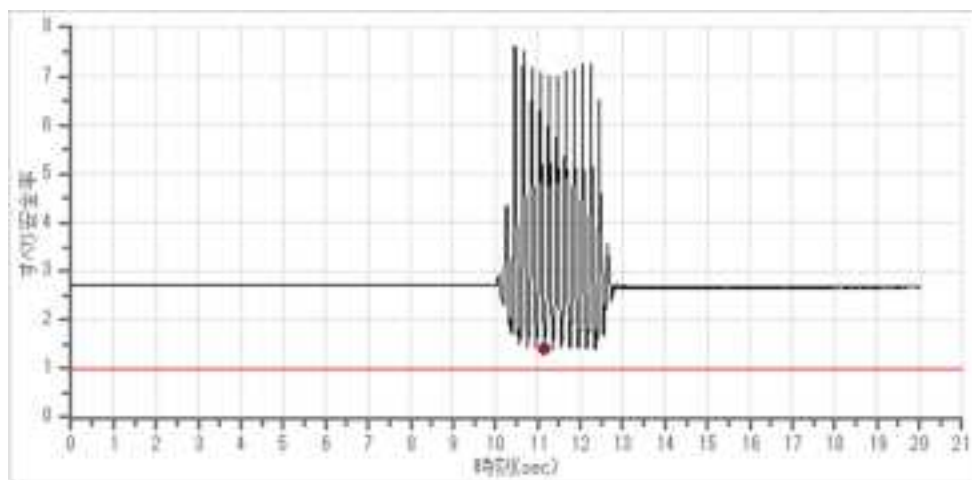


図 7.3.85 小型振動台 (Case27) すべり安全率履歴 非円弧-応力(地震時)

表 7.3.30 小型振動台 (Case27) すべり安全率 ワースト10 非円弧-応力(地震時)

Case27	
安全率	時刻
1.40304	11.15
1.42166	12.35
1.42424	12.15
1.42477	11.35
1.42627	11.55
1.42714	11.75
1.42858	10.95
1.42954	11.95
1.44015	10.75
1.44133	11.36

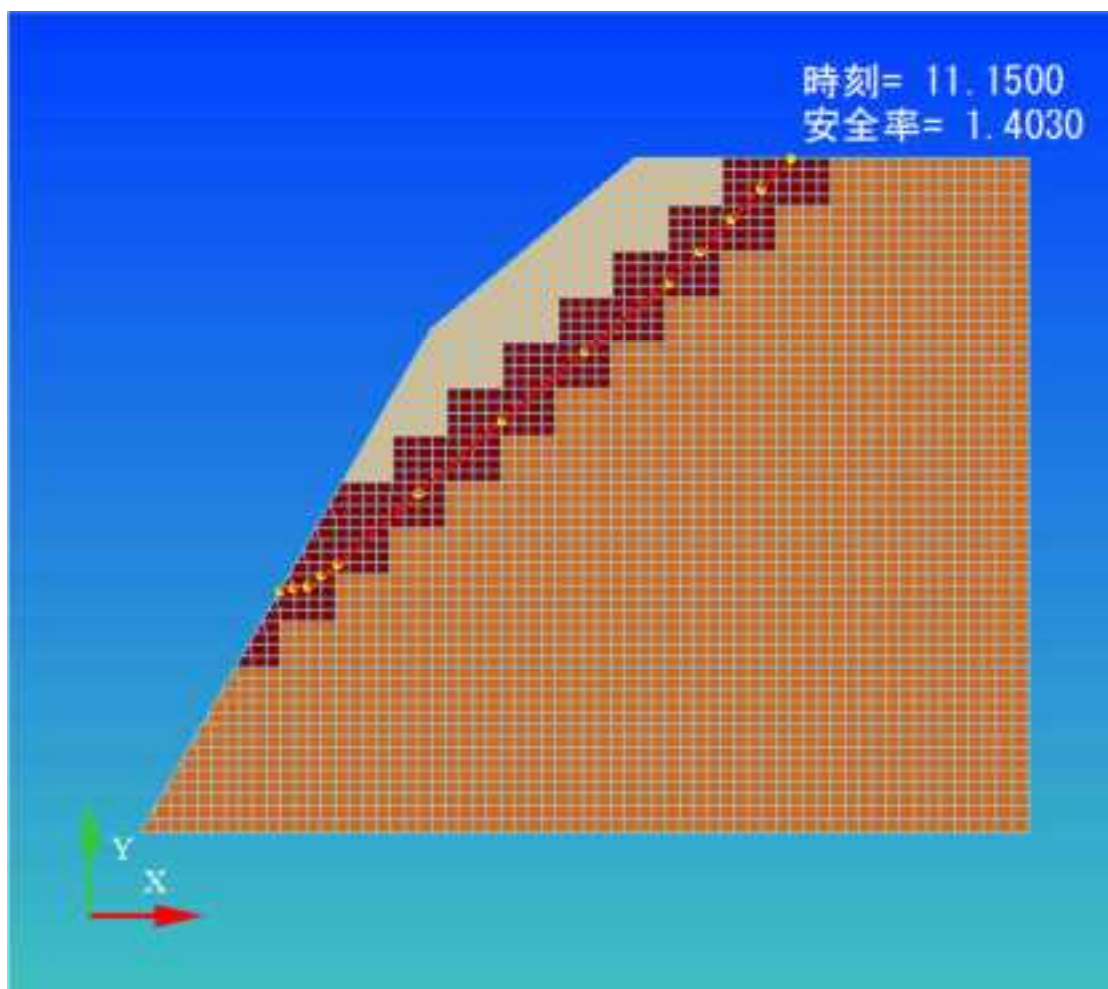


図 7.3.86 小型振動台 (Case27) すべり線形状(最小すべり安全率時) 非円弧-加速度(地震時)

②等価線形解析

表 7.3.31 小型振動台 (Case27) 非円弧 探索条件

初期すべり線 節点数	節点数増加 ステップ	入り口x座標 最小値	入り口x座標 最大値	出口x座標 最小値	出口x座標 最大値
4	3	0.173253	0.367297	1.058	1.254

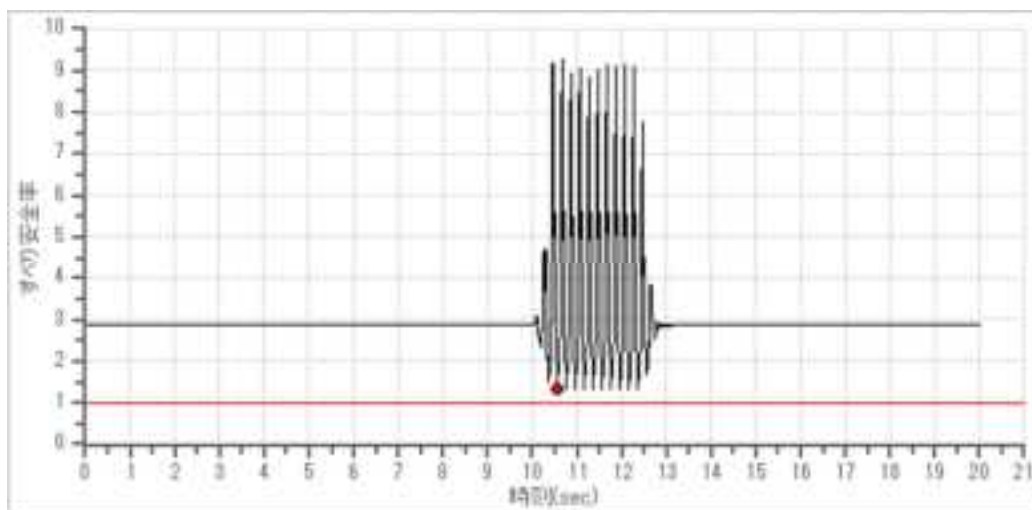


図 7.3.87 小型振動台 (Case27) すべり安全率履歴 非円弧-応力(地震時)

表 7.3.32 小型振動台 (Case27) すべり安全率 ワースト10 非円弧-応力(地震時)

安全率	時刻
1.31139	10.56
1.32017	10.76
1.32263	11.36
1.32509	11.16
1.32756	12.36
1.33091	10.96
1.33173	12.16
1.33463	11.56
1.33536	11.96
1.34228	11.76

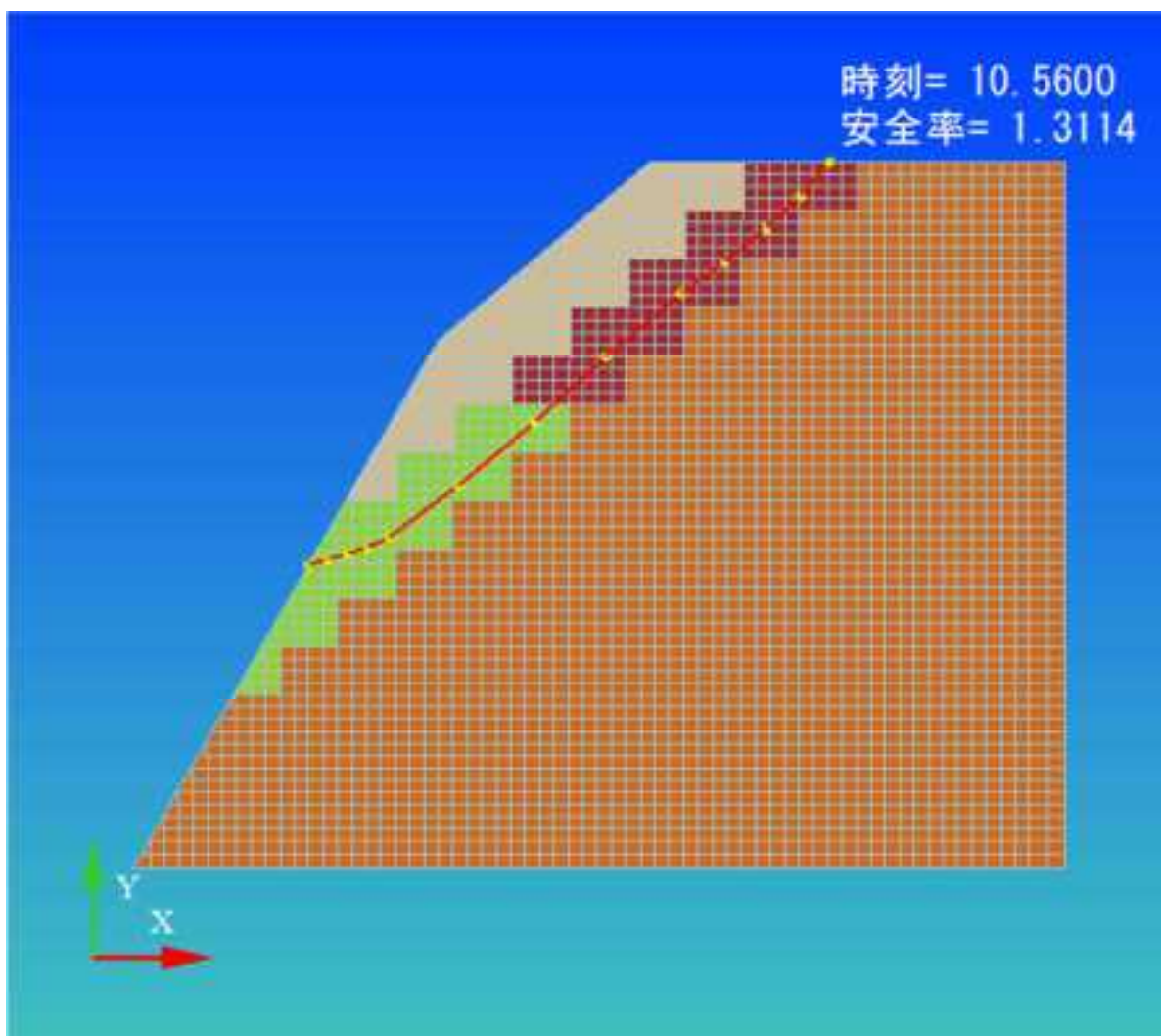


図 7.3.88 小型振動台 (Case27) すべり線形状(最小すべり安全率時) 非円弧-応力(地震時)

(2) Case28

① 逐次非線形動的解析

表 7.3.33 小型振動台 (Case28) 非円弧 探索条件

初期すべり線 節点数	節点数増加 ステップ	入り口x座標 最小値	入り口x座標 最大値	出口x座標 最小値	出口x座標 最大値
4	3	0.173253	0.27027	1.179	1.254

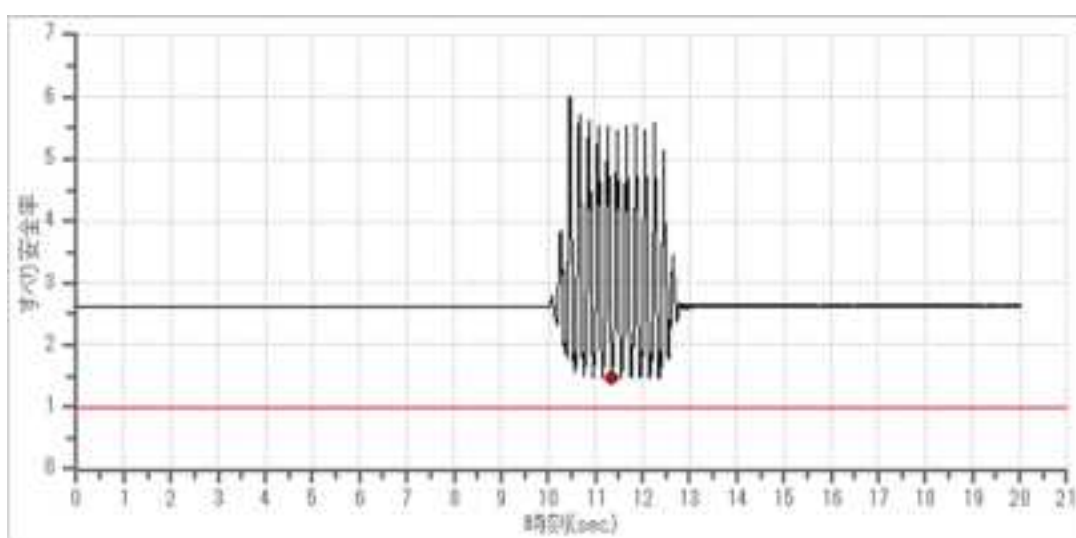


図 7.3.89 小型振動台 (Case28) すべり安全率履歴 非円弧-応力(地震時)

表 7.3.34 小型振動台 (Case28) すべり安全率 ワースト10 非円弧-応力(地震時)

安全率	時刻
1.46541	11.35
1.46615	11.95
1.46657	11.55
1.46706	11.75
1.46985	10.95
1.47122	11.15
1.48025	12.35
1.48129	12.15
1.49511	10.75
1.50233	12.16

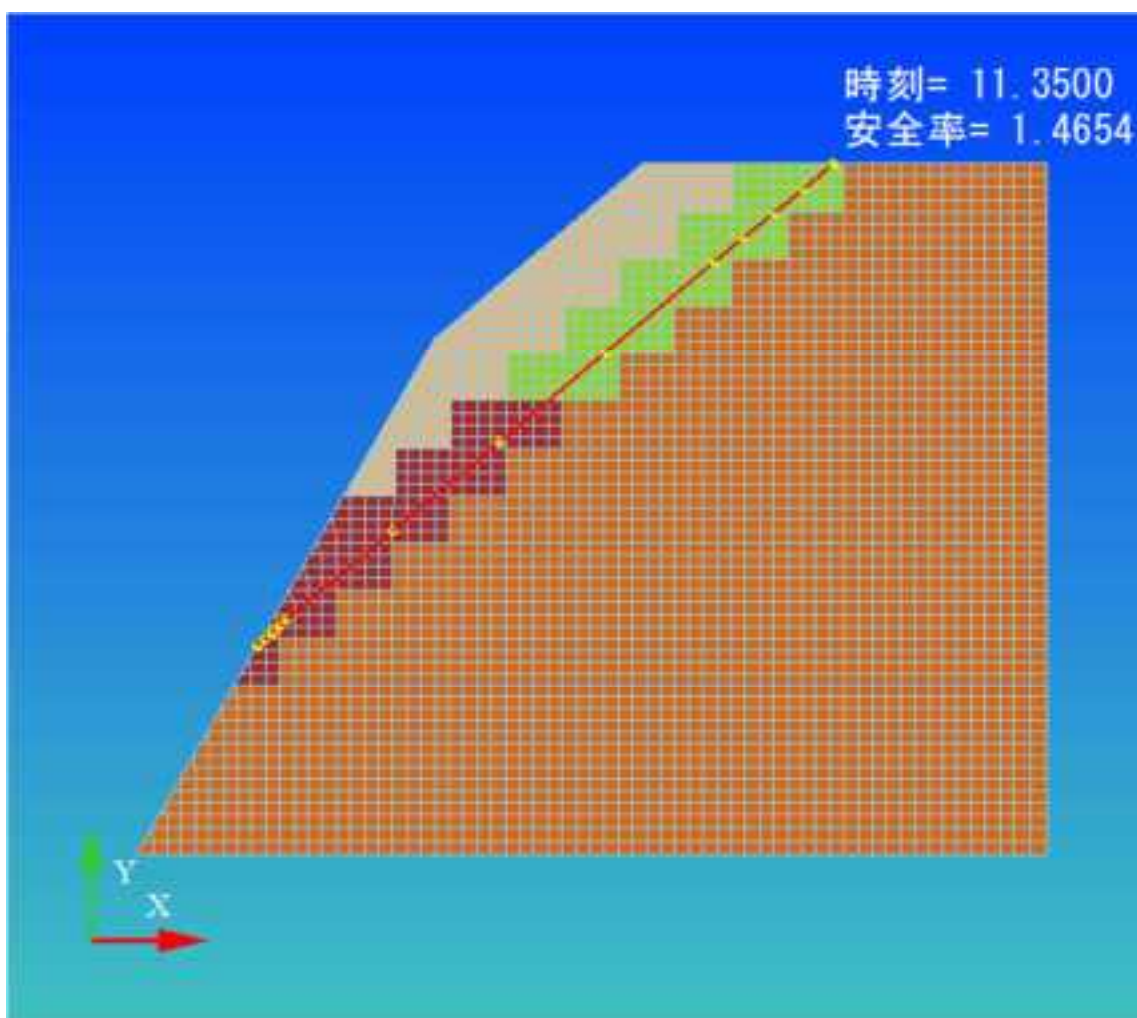


図 7.3.90 小型振動台 (Case28) すべり線形状(最小すべり安全率時) 非円弧-応力(地震時)

②等価線形解析

表 7.3.35 小型振動台 (Case28) 非円弧 探索条件

初期すべり線 節点数	節点数増加 ステップ	入り口x座標 最小値	入り口x座標 最大値	出口x座標 最小値	出口x座標 最大値
4	3	0.173253	0.27027	1.179	1.254

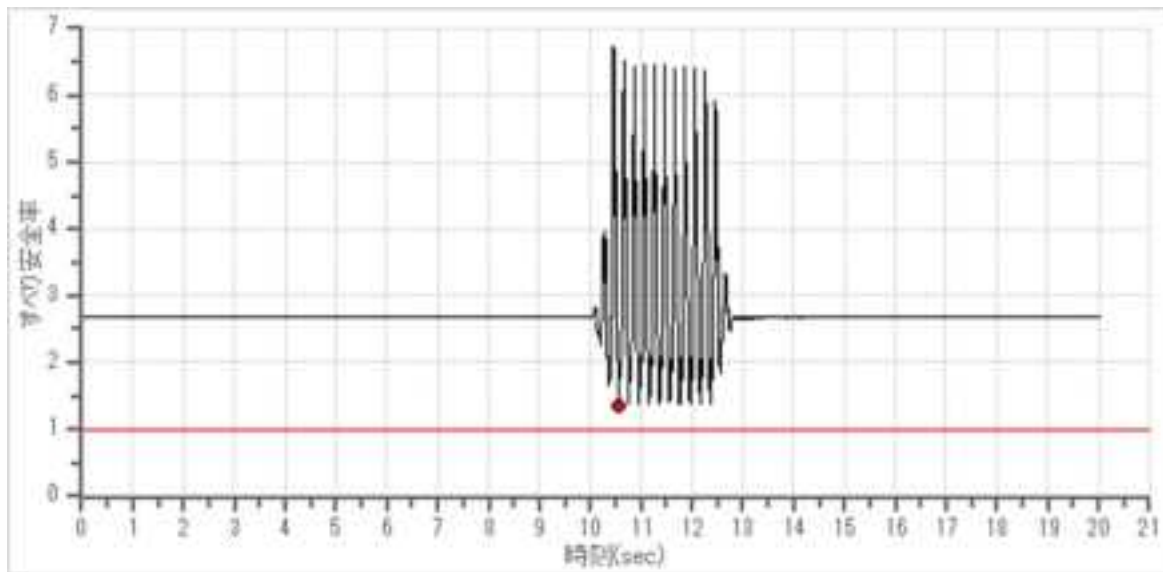


図 7.3.91 小型振動台 (Case28) すべり安全率履歴 非円弧-応力(地震時)

表 7.3.36 小型振動台 (Case28) すべり安全率 ワースト10 非円弧-応力(地震時)

Case28	
安全率	時刻
1.36462	10.56
1.39009	10.76
1.39185	10.96
1.39203	11.36
1.39303	12.16
1.39387	11.16
1.39656	11.76
1.39671	12.36
1.39681	11.96
1.39886	11.56

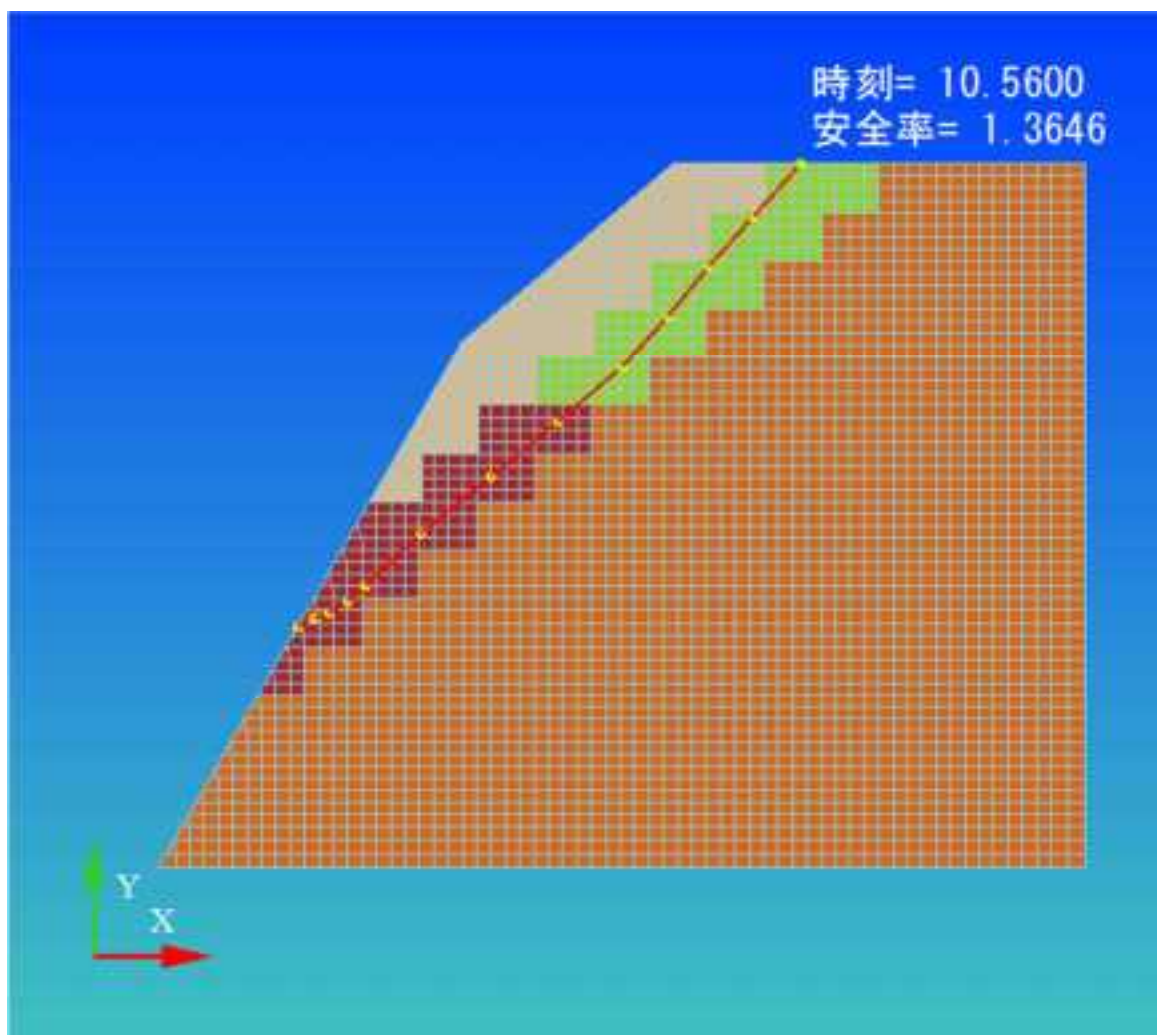


図 7.3.92 小型振動台 (Case28) すべり線形状(最小すべり安全率時) 非円弧-応力(地震時)

(3) Case29

① 逐次非線形動的解析

表 7.3.37 小型振動台 (Case29) 非円弧 探索条件

初期すべり線 節点数	節点数増加 ステップ	入り口x座標 最小値	入り口x座標 最大値	出口x座標 最小値	出口x座標 最大値
4	3	0.17948	0.330499	1.021	1.263

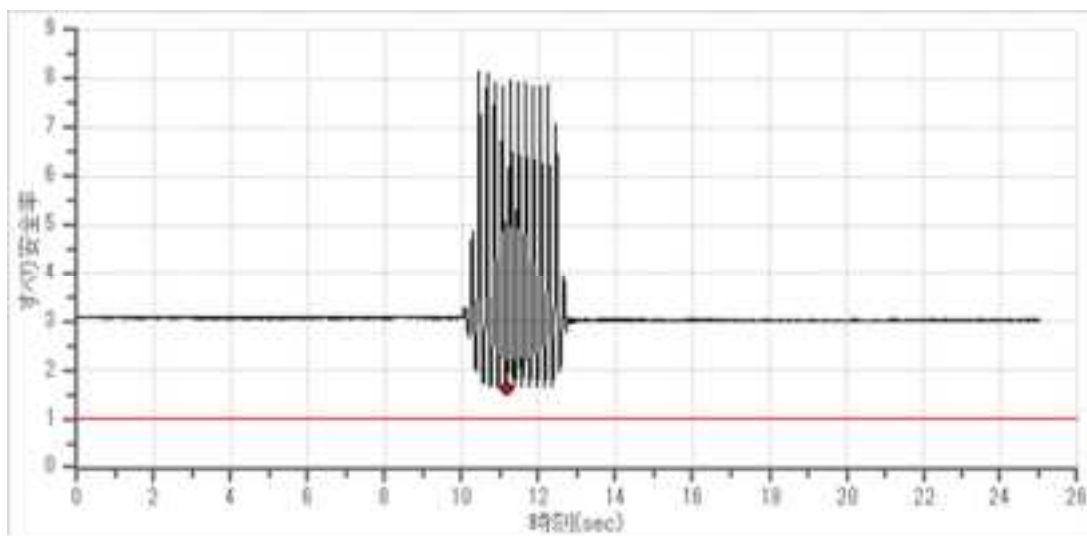


図 7.3.93 小型振動台 (Case29) すべり安全率履歴 非円弧-応力(地震時)

表 7.3.38 小型振動台 (Case29) すべり安全率 ワースト10 非円弧-応力(地震時)

安全率	時刻
1.64007	11.15
1.64786	11.95
1.64817	10.95
1.64954	10.75
1.64975	11.35
1.65035	11.55
1.65158	12.35
1.65376	11.75
1.65407	12.15
1.68746	12.36

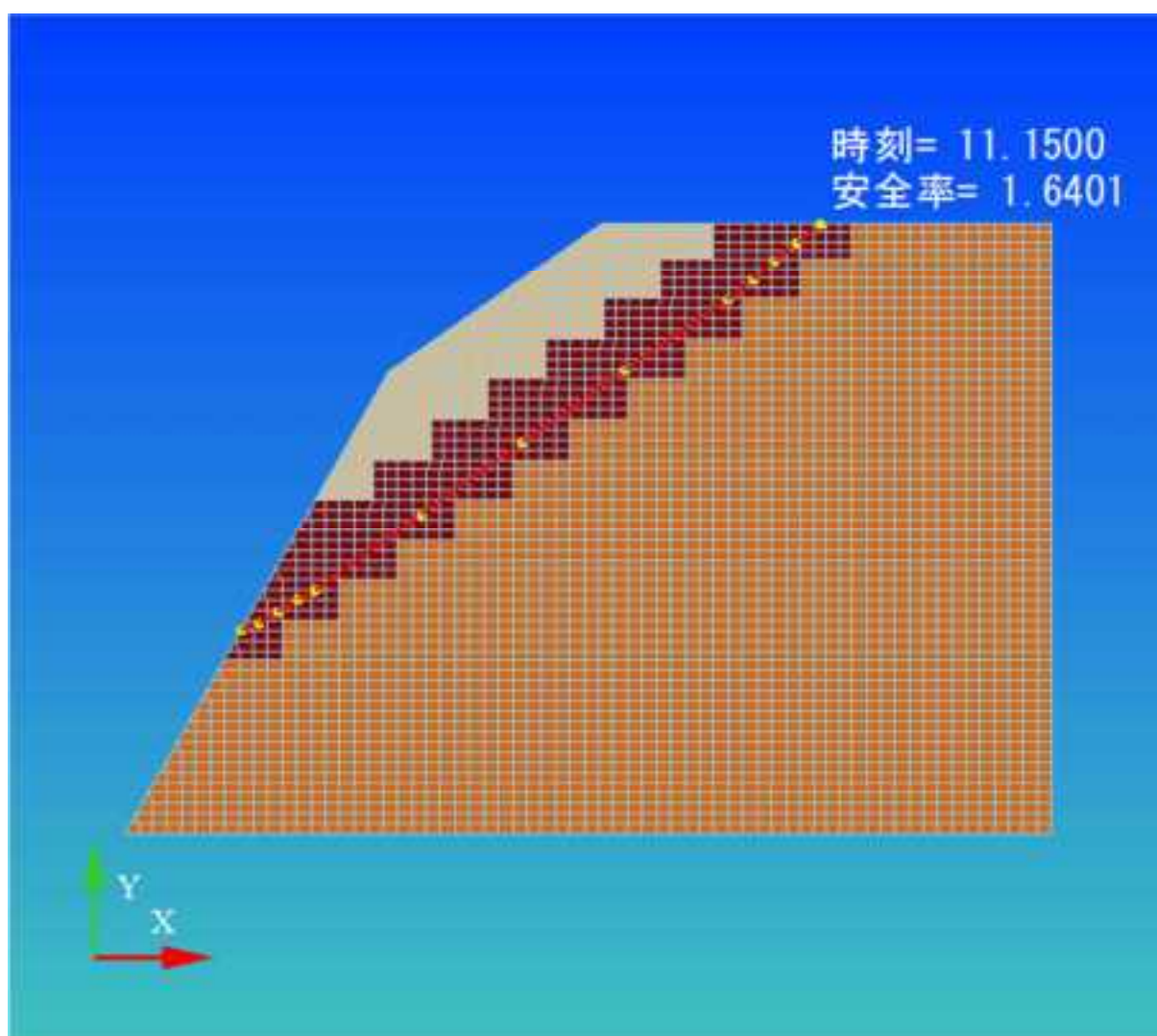


図 7.3.94 小型振動台 (Case29) すべり線形状(最小すべり安全率時) 非円弧-応力(地震時)

②等価線形解析

表 7.3.39 小型振動台 (Case29) 非円弧 探索条件

初期すべり線 節点数	節点数増加 ステップ	入り口x座標 最小値	入り口x座標 最大値	出口x座標 最小値	出口x座標 最大値
4	3	0.170948	0.330499	1.021	1.263

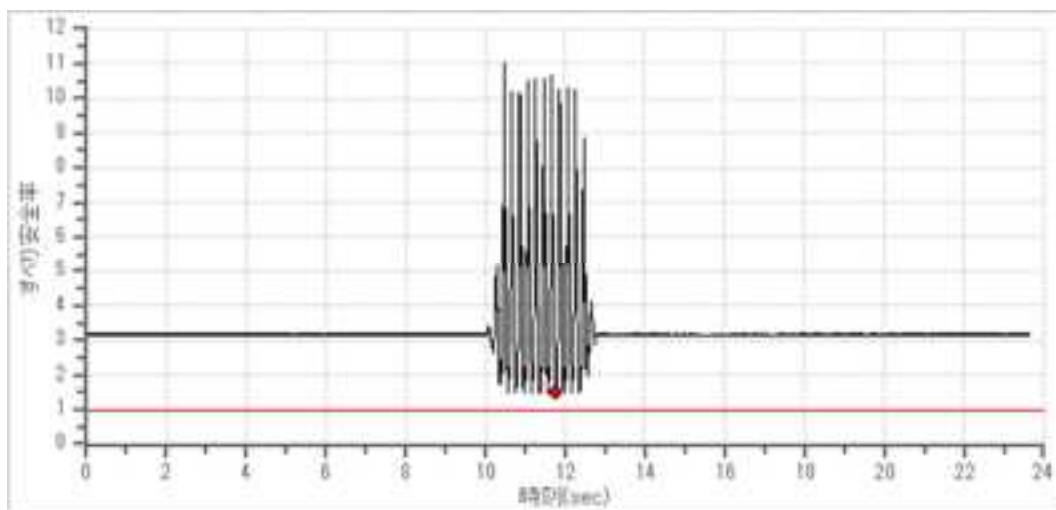


図 7.3.95 小型振動台 (Case29) すべり安全率履歴 非円弧-応力(地震時)

表 7.3.40 小型振動台 (Case29) すべり安全率 ワースト10 非円弧-応力(地震時)

安全率	時刻
1.47412	11.76
1.49008	10.56
1.49276	11.16
1.50003	10.96
1.50133	11.56
1.50305	10.76
1.50519	11.96
1.50570	12.36
1.50827	12.16
1.51304	11.36

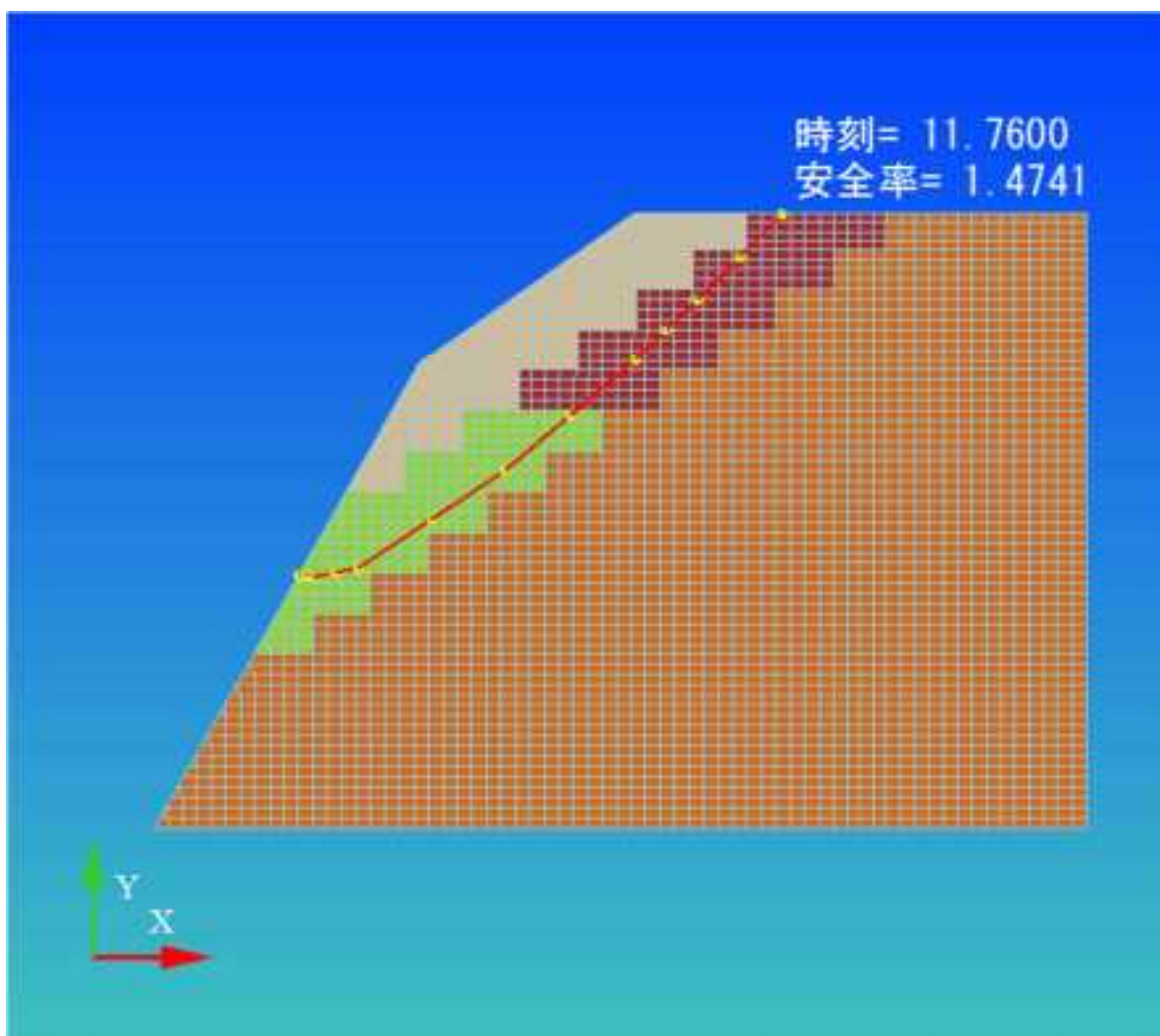


図 7.3.96 小型振動台 (Case29) すべり線形状(最小すべり安全率時) 非円弧-応力(地震時)

(4) Case30

① 逐次非線形動的解析

表 7.3.41 遠心模型斜面 (Case30) 非円弧 探索条件

Case30 非円弧 動的解析 探索結果														
スライス数	初期すべり線 節点数	節点数増加 ステップ	入り口x座標 最小値	入り口x座標 最大値	出口x座標 最小値	出口x座標 最大値	安全率 許容誤差	スライス間力 許容誤差	節点速度 許容値	粒子数	打ち切り回数	慣性定数	局所解 重み係数	最適解 重み係数
30	4	3	11.54639	16.74227	44.695	54.445	0.0001	0.00001	0.02	40	200	0.8	0.8	0.8

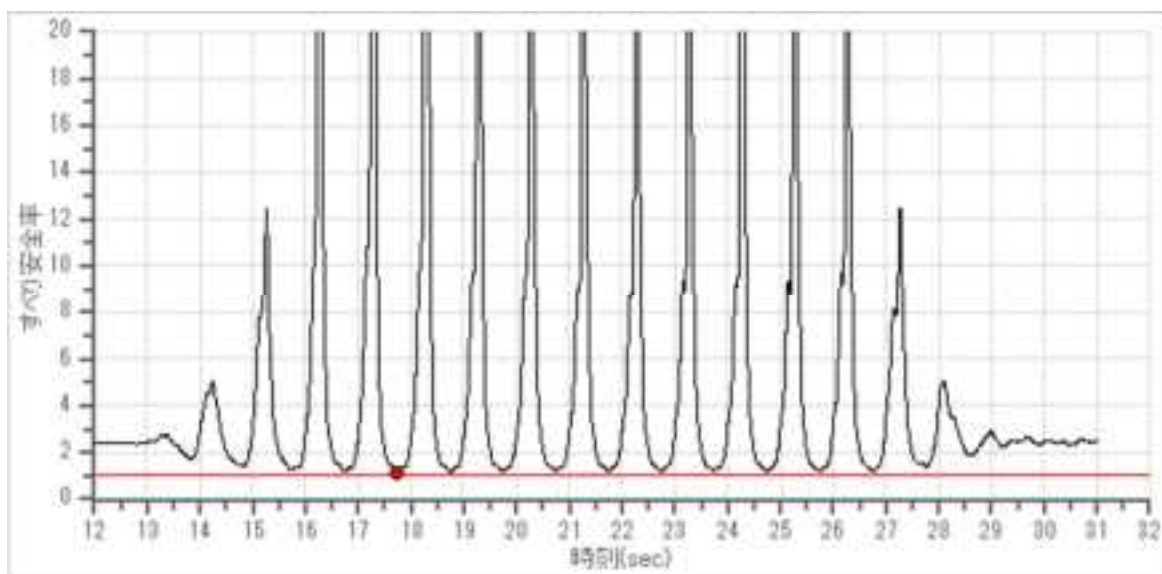


図 7.3.97 遠心模型斜面 (Case30) すべり安全率履歴 非円弧-応力(地震時)

表 7.3.42 遠心模型斜面 (Case30) すべり安全率 ワースト10 非円弧-応力(地震時)

ランク	時刻	安全率
1	17.74	1.14076
2	17.75	1.14145
3	18.74	1.15153
4	17.73	1.15211
5	18.75	1.15254
6	17.76	1.15336
7	18.73	1.1643
8	18.76	1.16502
9	21.75	1.16702
10	25.75	1.17061

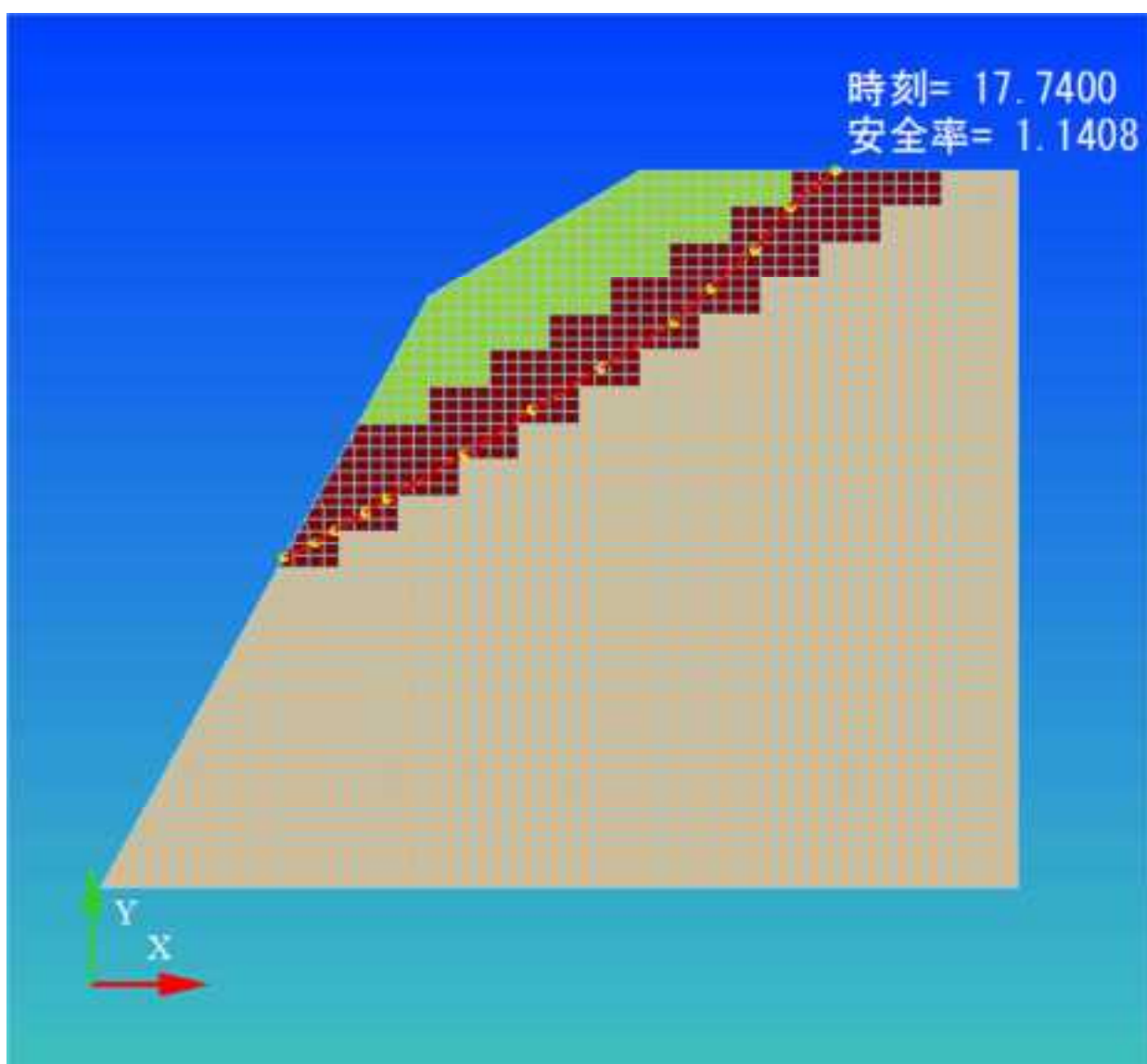


図 7.3.98 遠心模型斜面 (Case30) すべり線形状(最小すべり安全率時) 非円弧-応力(地震時)

②等価線形解析

表 7.3.43 遠心模型斜面 (Case30) 非円弧 探索条件

Case30 非円弧 等価線形解析 探索結果														
スライス数	初期すべり線 節点数	節点数増加 ステップ	入り口x座標 最小値	入り口x座標 最大値	出口x座標 最小値	出口x座標 最大値	安全率 許容誤差	スライス間力 許容誤差	節点速度 許容値	粒子数	打ち切り回数	慣性定数	局所解 重み係数	最適解 重み係数
30	4	3	11.54639	16.74227	44.695	54.445	0.0001	0.00001	0.02	40	200	0.8	0.8	0.8

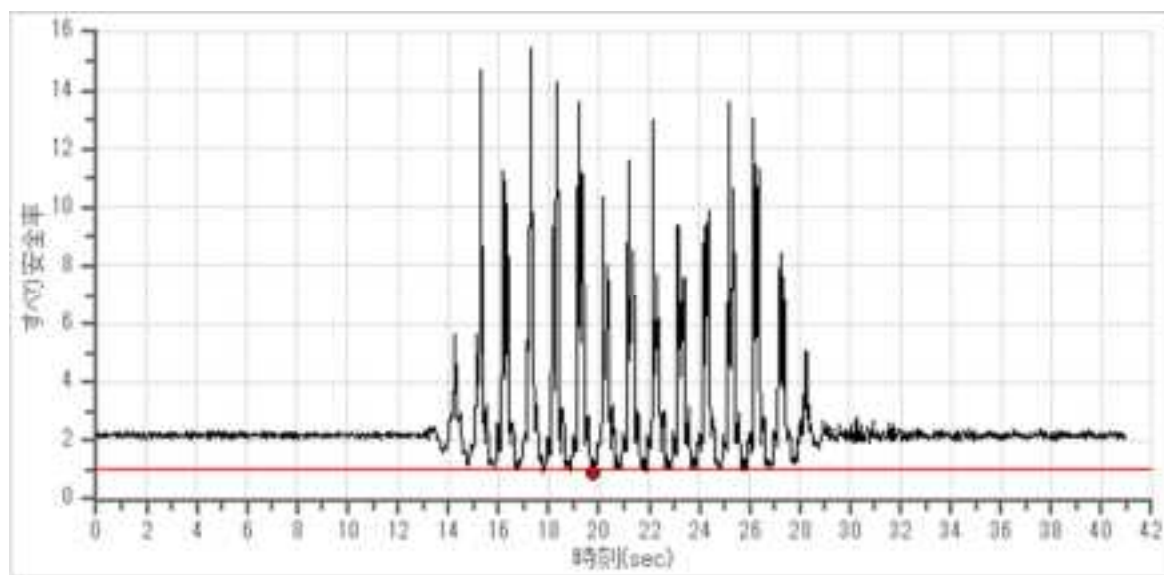


図 7.3.99 遠心模型斜面 (Case30) すべり安全率履歴 非円弧-応力(地震時)

表 7.3.44 遠心模型斜面 (Case30) すべり安全率 ワースト10 非円弧-応力(地震時)

ランク	時刻	安全率
1	19.775	0.9039
2	17.775	0.91888
3	17.8	0.97087
4	21.875	0.98188
5	25.75	0.98888
6	18.875	0.99268
7	25.875	1.00232
8	23.775	1.00549
9	21.775	1.00611
10	23.875	1.00923

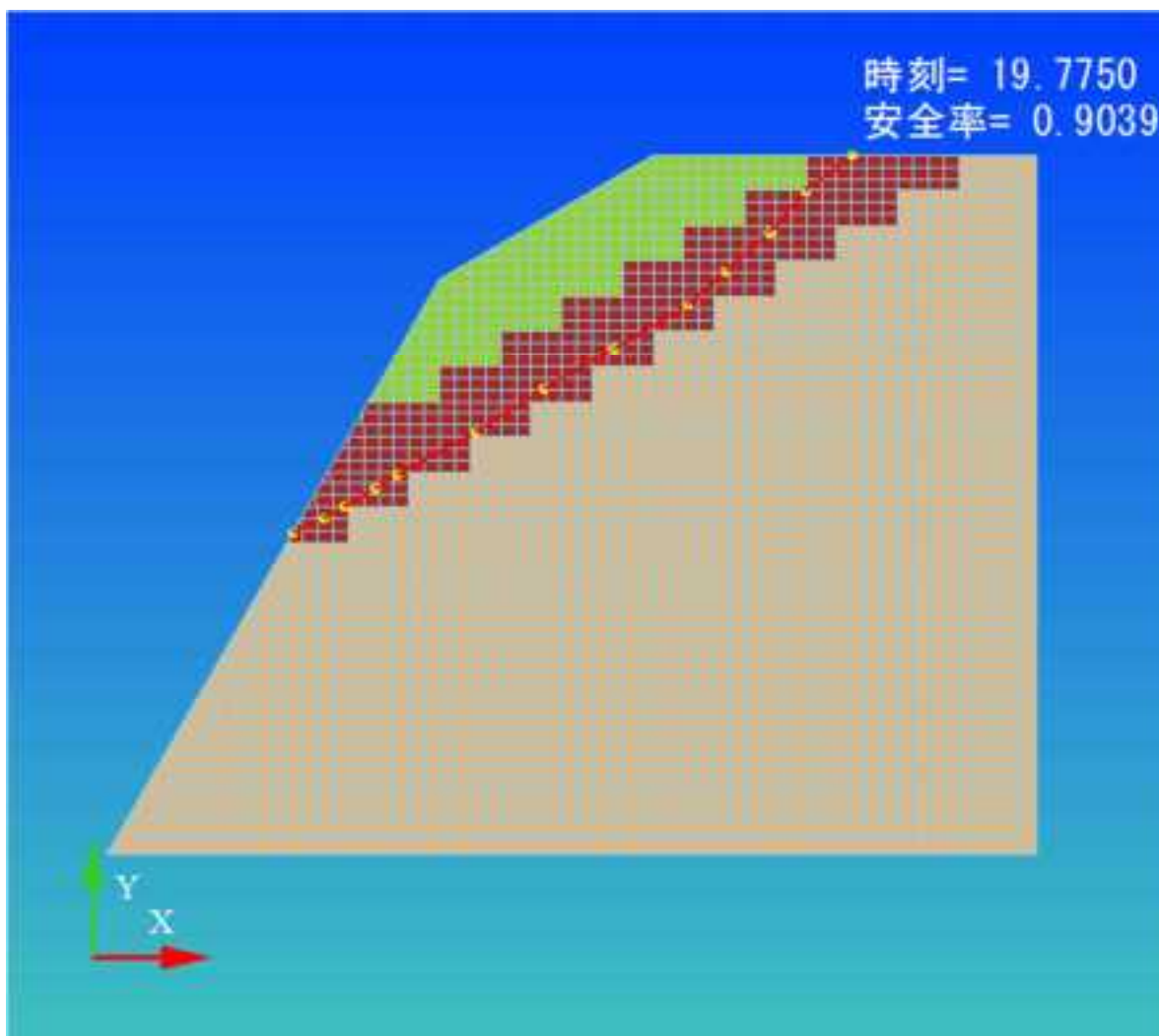


図 7.3.100 遠心模型斜面 (Case30) すべり線形状(最小すべり安全率時) 非円弧-応力(地震時)

(5) Case31

① 逐次非線形動的解析

表 7.3.45 遠心模型斜面 (Case31) 非円弧 探索条件

Case30 非円弧 動的解析 探索結果														
スライス数	初期すべり線 節点数	節点数増加 ステップ	入り口x座標 最小値	入り口x座標 最大値	出口x座標 最小値	出口x座標 最大値	安全率 許容誤差	スライス間力 許容誤差	節点速度 許容値	粒子数	打ち切り回数	慣性定数	局所解 重み係数	最適解 重み係数
30	4	3	11.54639	16.74227	44.695	54.445	0.0001	0.00001	0.02	40	200	0.8	0.8	0.8

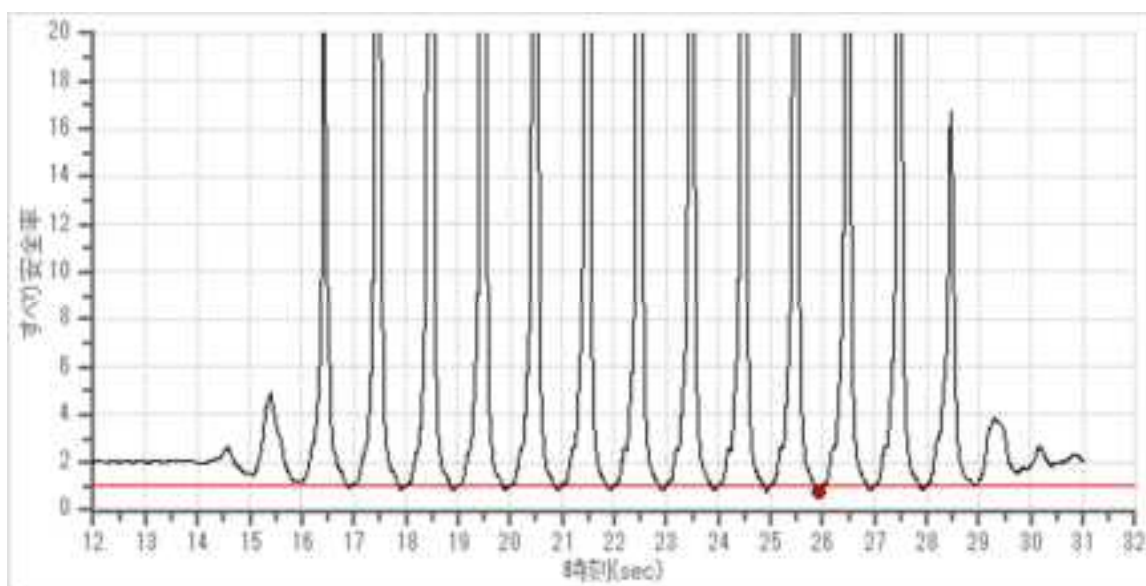


図 7.3.101 遠心模型斜面 (Case31) すべり安全率履歴 非円弧-応力(地震時)

表 7.3.46 遠心模型斜面 (Case31) すべり安全率 ワースト10 非円弧-応力(地震時)

ランク	時刻	すべり安全率
1	25.91	0.79659
2	25.92	0.80031
3	24.92	0.80824
4	24.91	0.81098
5	25.9	0.81406
6	20.92	0.8217
7	24.93	0.82289
8	25.93	0.82351
9	20.91	0.82577
10	26.91	0.82626

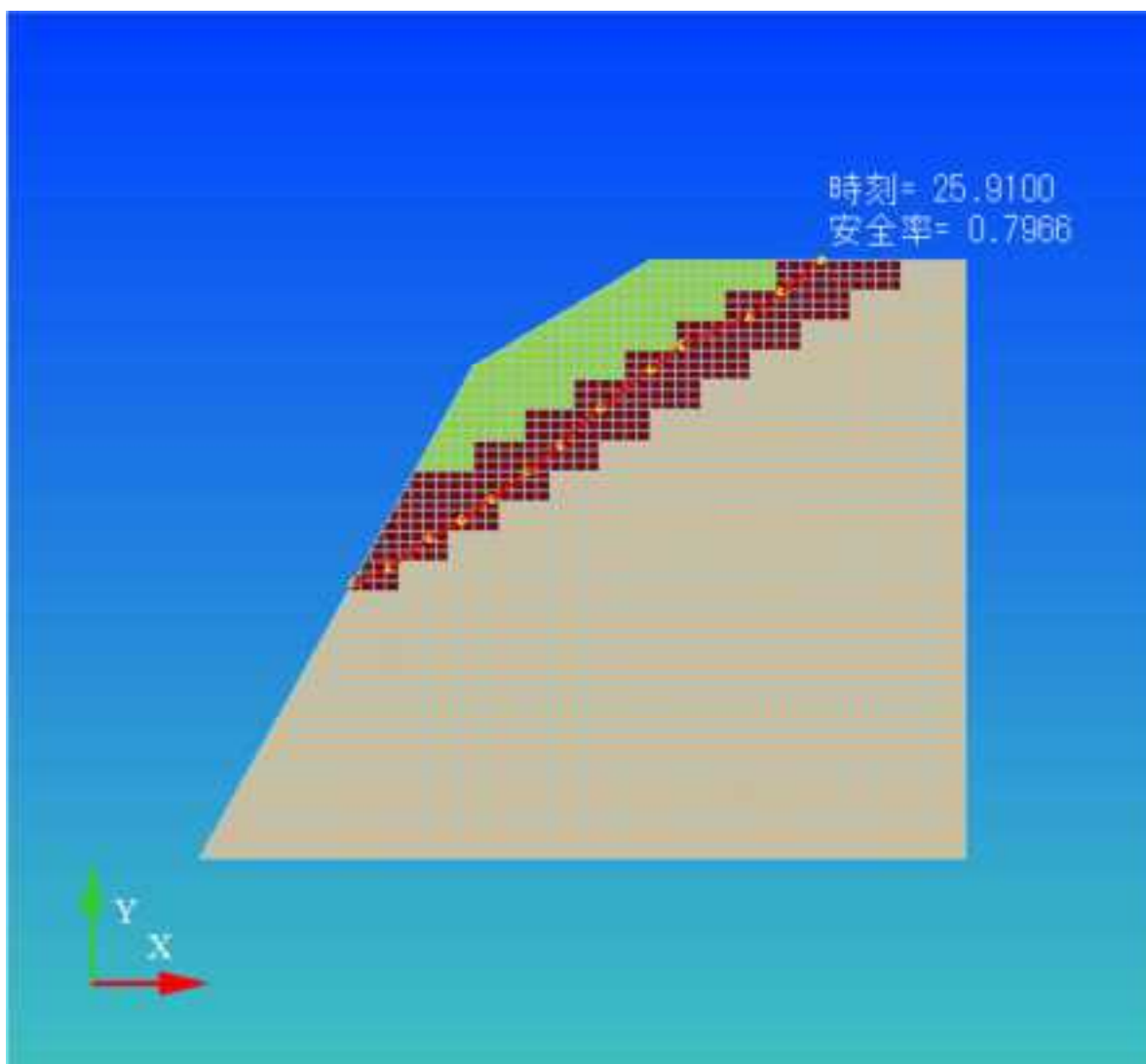


図 7.3.102 遠心模型斜面 (Case31) すべり線形状(最小すべり安全率時) 非円弧-応力(地震時)

②等価線形解析

表 7.3.47 遠心模型斜面 (Case31) 非円弧 探索条件

Case30 非円弧 等価線形解析 探索結果														
スライス数	初期すべり線 節点数	節点数増加 ステップ	入り口x座標 最小値	入り口x座標 最大値	出口x座標 最小値	出口x座標 最大値	安全率 許容誤差	スライス間力 許容誤差	節点速度 許容値	粒子数	打ち切り回数	慣性定数	局所解 重み係数	最適解 重み係数
30	4	3	11.54639	16.74227	44.695	54.445	0.0001	0.00001	0.02	40	200	0.8	0.8	0.8

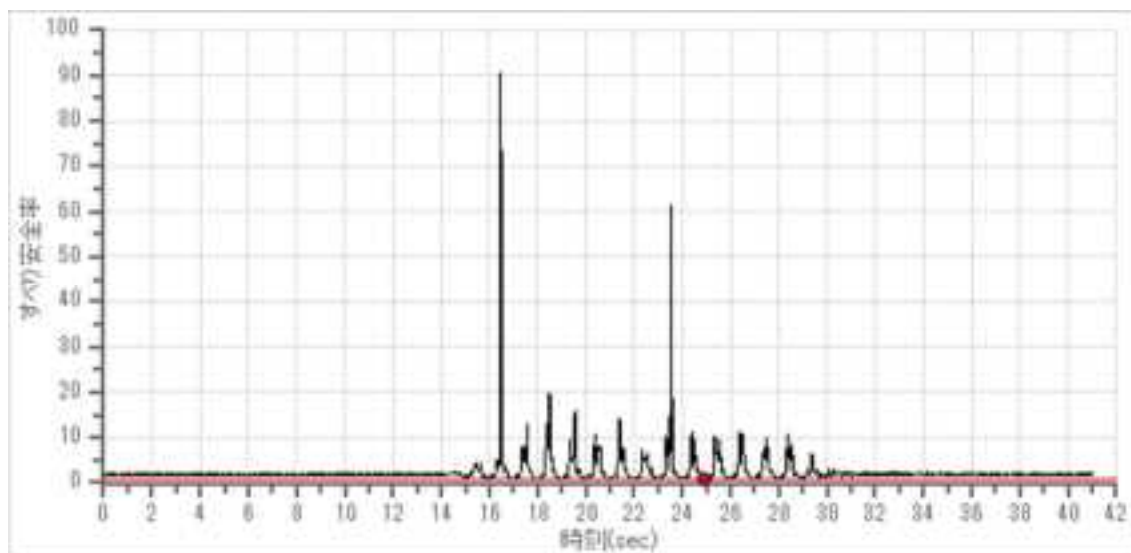


図 7.3.103 遠心模型斜面 (Case31) すべり安全率履歴 非円弧-応力(地震時)

表 7.3.48 遠心模型斜面 (Case31) すべり安全率 ワースト10 非円弧-応力(地震時)

ランク	時刻	すべり安全率
1	24.925	0.69626
2	18.95	0.70958
3	28.025	0.72093
4	23.025	0.73242
5	23.925	0.73323
6	24.025	0.73436
7	27.025	0.73587
8	25.925	0.73624
9	25.95	0.74909
10	21.95	0.74919

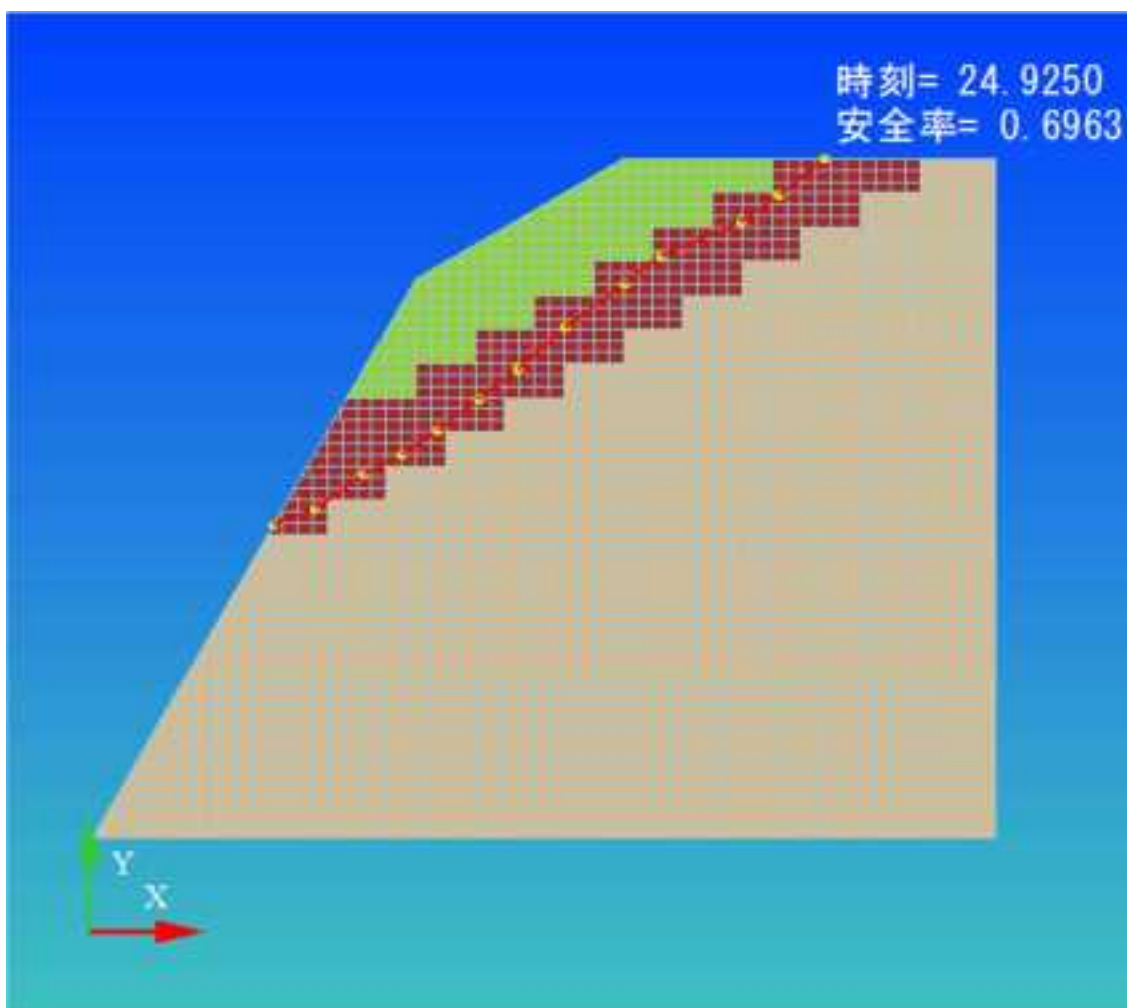


図 7.3.104 遠心模型斜面 (Case31) すべり線形状(最小すべり安全率時) 非円弧-応力(地震時)

(6) 軟岩斜面

① 逐次非線形動的解析

表 7.3.49 遠心模型斜面 (Case31) 非円弧 探索条件

軟岩斜面 非円弧 動的解析 探索結果														
スライス数	初期すべり線 節点数	節点数増加 ステップ	入り口x座標 最小値	入り口x座標 最大値	出口x座標 最小値	出口x座標 最大値	安全率 許容誤差	スライス間力 許容誤差	節点速度 許容値	粒子数	打ち切り回数	慣性定数	局所解 重み係数	最適解 重み係数
30	4	3	140	153	350	450	0.0001	0.00001	0.02	40	200	0.8	0.8	0.8

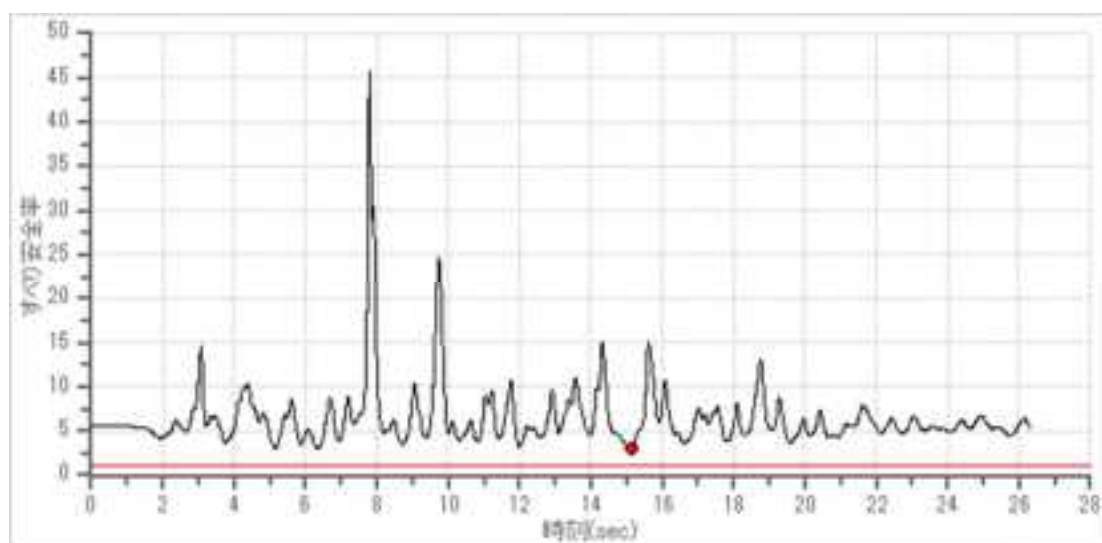


図 7.3.105 実規模斜面 (軟岩斜面) すべり安全率履歴 非円弧-応力(地震時)

表 7.3.50 実規模斜面（軟岩斜面）すべり安全率 ワースト10 非円弧-応力(地震時)

ランク	時刻	すべり安全率
1	15.13	2.94022
2	15.12	2.94352
3	15.14	2.94769
4	15.11	2.95566
5	15.15	2.96709
6	15.1	2.9736
7	15.09	2.99442
8	15.16	2.99859
9	15.08	3.01593
10	15.07	3.03717

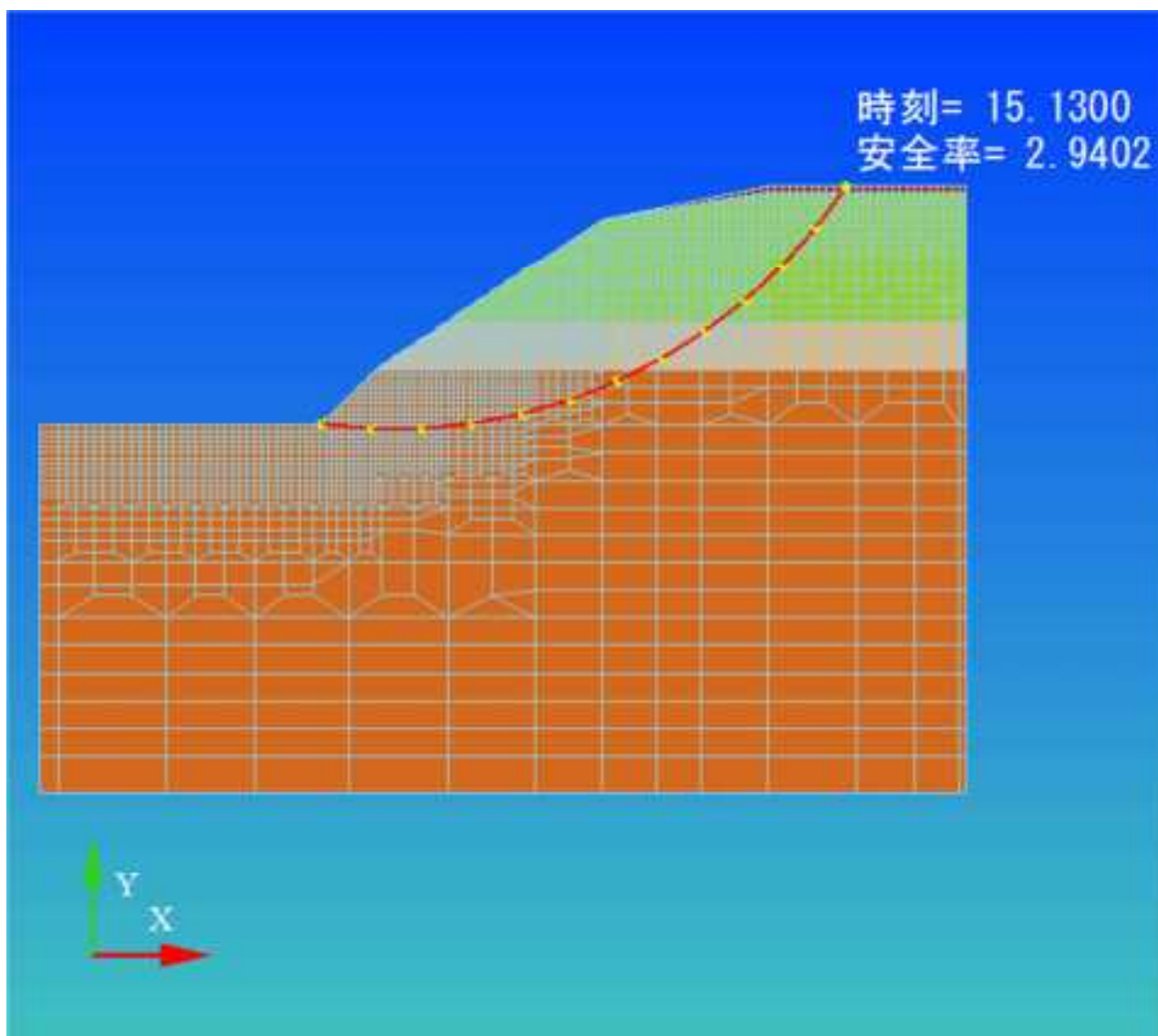


図 7.3.106 実規模斜面（軟岩斜面）すべり線形状(最小すべり安全率時) 非円弧-応力(地震時)

②等価線形解析

表 7.3.51 遠心模型斜面 (Case31) 非円弧 探索条件

軟岩斜面 非円弧 等価線形解析 探索結果														
スライス数	初期すべり線 節点数	節点数増加 ステップ	入り口x座標 最小値	入り口x座標 最大値	出口x座標 最小値	出口x座標 最大値	安全率 許容誤差	スライス間力 許容誤差	節点速度 許容値	粒子数	打ち切り回数	慣性定数	局所解 重み係数	最適解 重み係数
30	4	3	140	153	350	450	0.0001	0.00001	0.02	40	200	0.8	0.8	0.8

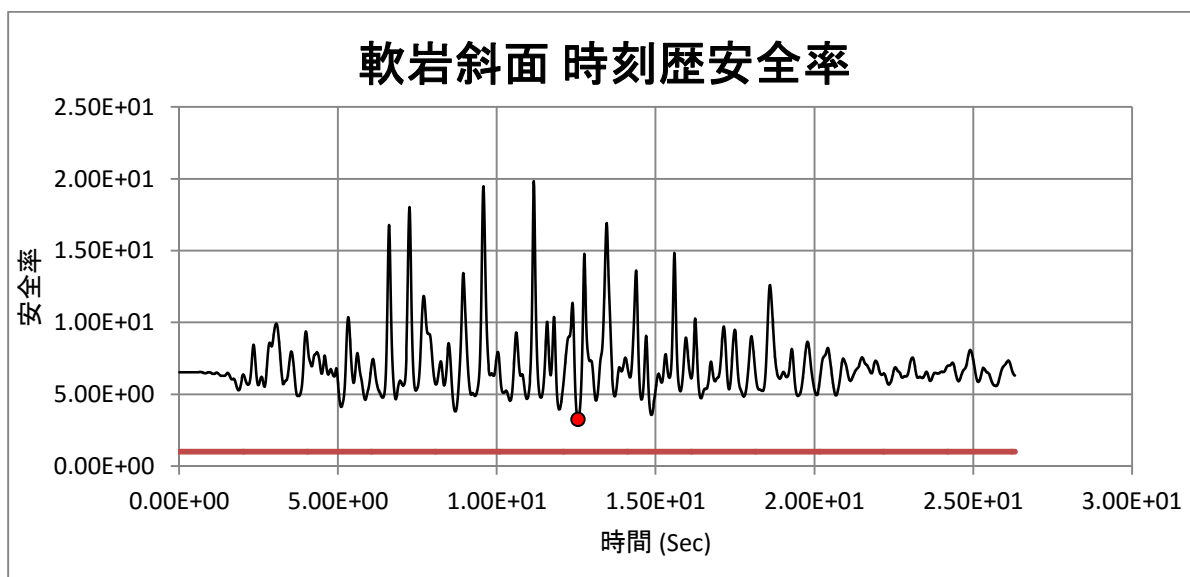


図 7.3.107 実規模斜面 (軟岩斜面) すべり安全率履歴 非円弧-応力(地震時)

表 7.3.52 実規模斜面（軟岩斜面）すべり安全率 ワースト10 非円弧-応力(地震時)

ランク	時刻	安全率
1	12.56	3.25916
2	12.57	3.26655
3	12.55	3.2941
4	12.58	3.31507
5	12.54	3.374
6	12.59	3.40497
7	12.53	3.50302
8	12.6	3.53769
9	14.87	3.5687
10	14.86	3.5699

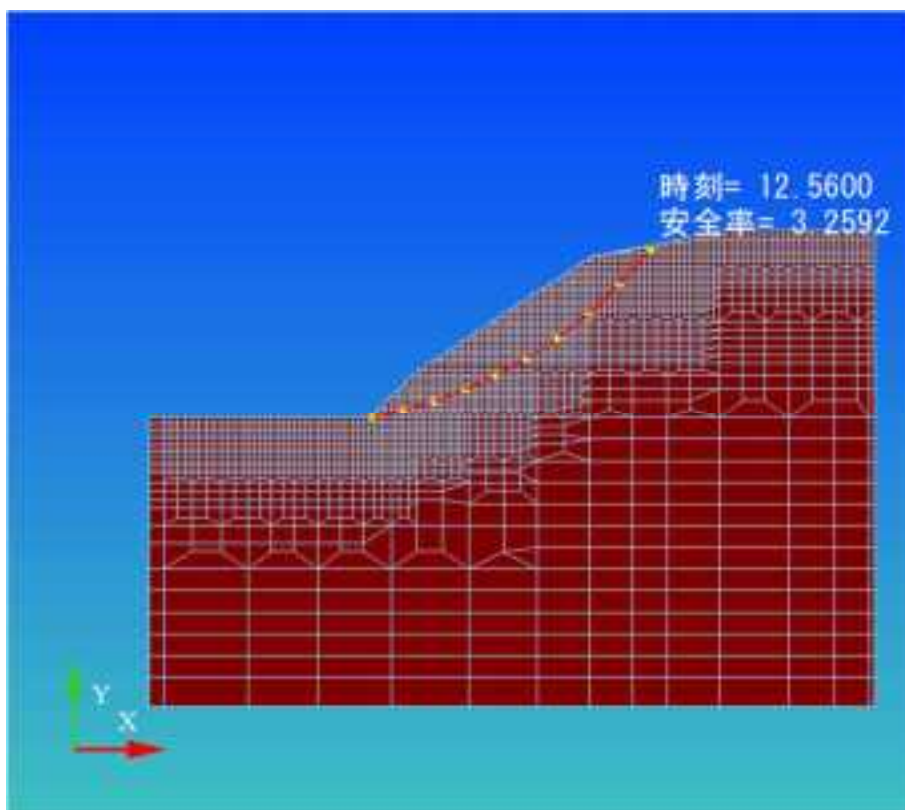


図 7.3.108 実規模斜面（軟岩斜面）すべり線形状(最小すべり安全率時) 非円弧-応力(地震時)

(7) 硬岩斜面

① 逐次非線形動的解析

表 7.3.53 遠心模型斜面 (Case31) 非円弧 探索条件

硬岩斜面 非円弧 動的解析 探索結果														
スライス数	初期すべり線 節点数	節点数増加 ステップ	入り口x座標 最小値	入り口x座標 最大値	出口x座標 最小値	出口x座標 最大値	安全率 許容誤差	スライス間力 許容誤差	節点速度 許容値	粒子数	打ち切り回数	慣性定数	局所解 重み係数	最適解 重み係数
30	4	3	120	123	370	380	0.0001	0.00001	0.02	40	200	0.8	0.8	0.8

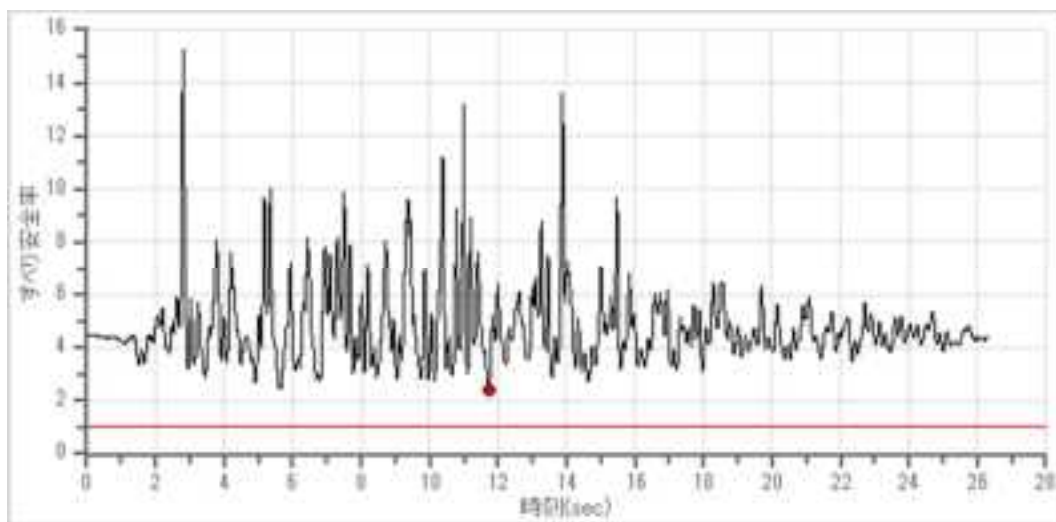


図 7.3.109 実規模斜面 (硬岩斜面) すべり安全率履歴 非円弧-応力(地震時)

表 7.3.54 実規模斜面（硬岩斜面）すべり安全率 ワースト10 非円弧-応力(地震時)

ランク	時刻	すべり安全率
1	11.72	2.39354
2	11.71	2.4029
3	11.73	2.43014
4	5.66	2.45634
5	5.65	2.47315
6	11.7	2.47336
7	5.67	2.47755
8	11.74	2.49217
9	5.64	2.49785
10	5.63	2.50986

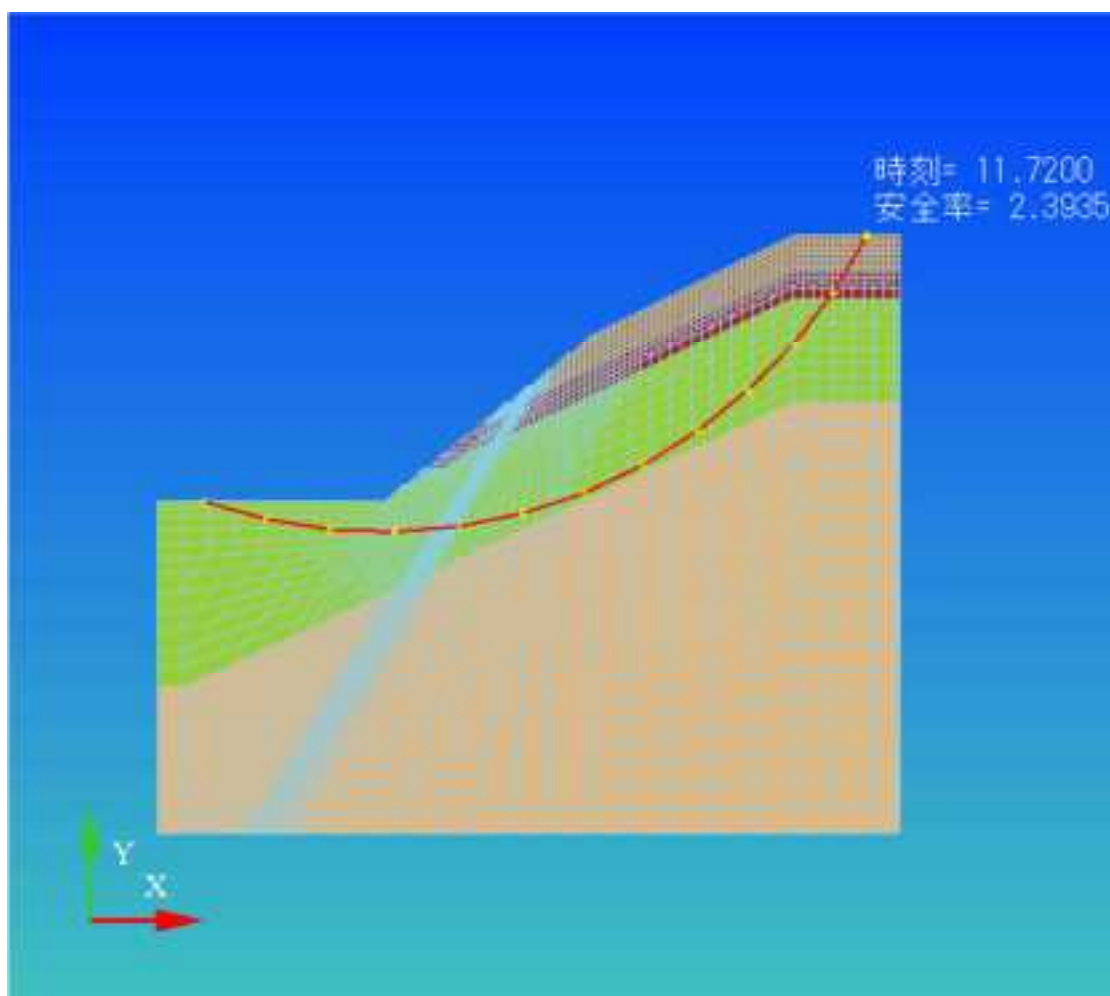


図 7.3.110 実規模斜面（硬岩斜面）すべり線形状(最小すべり安全率時) 非円弧-応力(地震時)

②等価線形解析

表 7.3.55 遠心模型斜面 (Case31) 非円弧 探索条件

硬岩斜面 非円弧 等価線形解析 探索結果														
スライス数	初期すべり線 節点数	節点数増加 ステップ	入り口x座標 最小値	入り口x座標 最大値	出口x座標 最小値	出口x座標 最大値	安全率 許容誤差	スライス間力 許容誤差	節点速度 許容値	粒子数	打ち切り回数	慣性定数	局所解 重み係数	最適解 重み係数
30	4	3	120	123	370	380	0.0001	0.00001	0.02	40	200	0.8	0.8	0.8

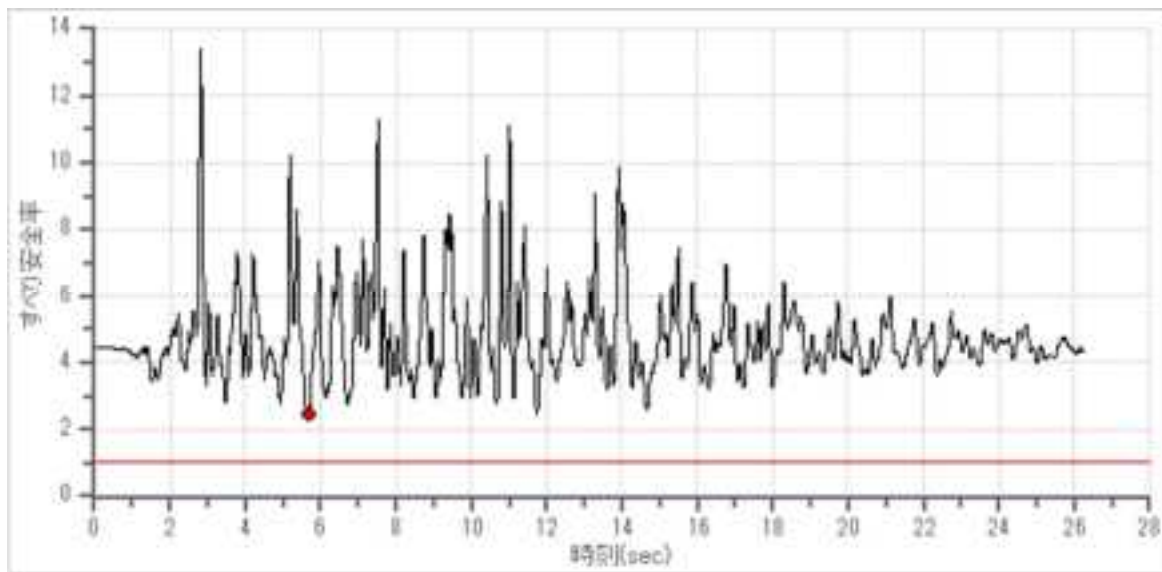


図 7.3.111 実規模斜面 (硬岩斜面) すべり安全率履歴 非円弧-応力(地震時)

表 7.3.56 実規模斜面（硬岩斜面）すべり安全率 ワースト10 非円弧-応力(地震時)

ランク	時刻	安全率
1	5.68	2.45959
2	5.67	2.4738
3	11.74	2.47724
4	11.73	2.48608
5	5.69	2.48644
6	5.66	2.4952
7	5.64	2.50023
8	5.65	2.50151
9	5.63	2.50236
10	11.75	2.52174

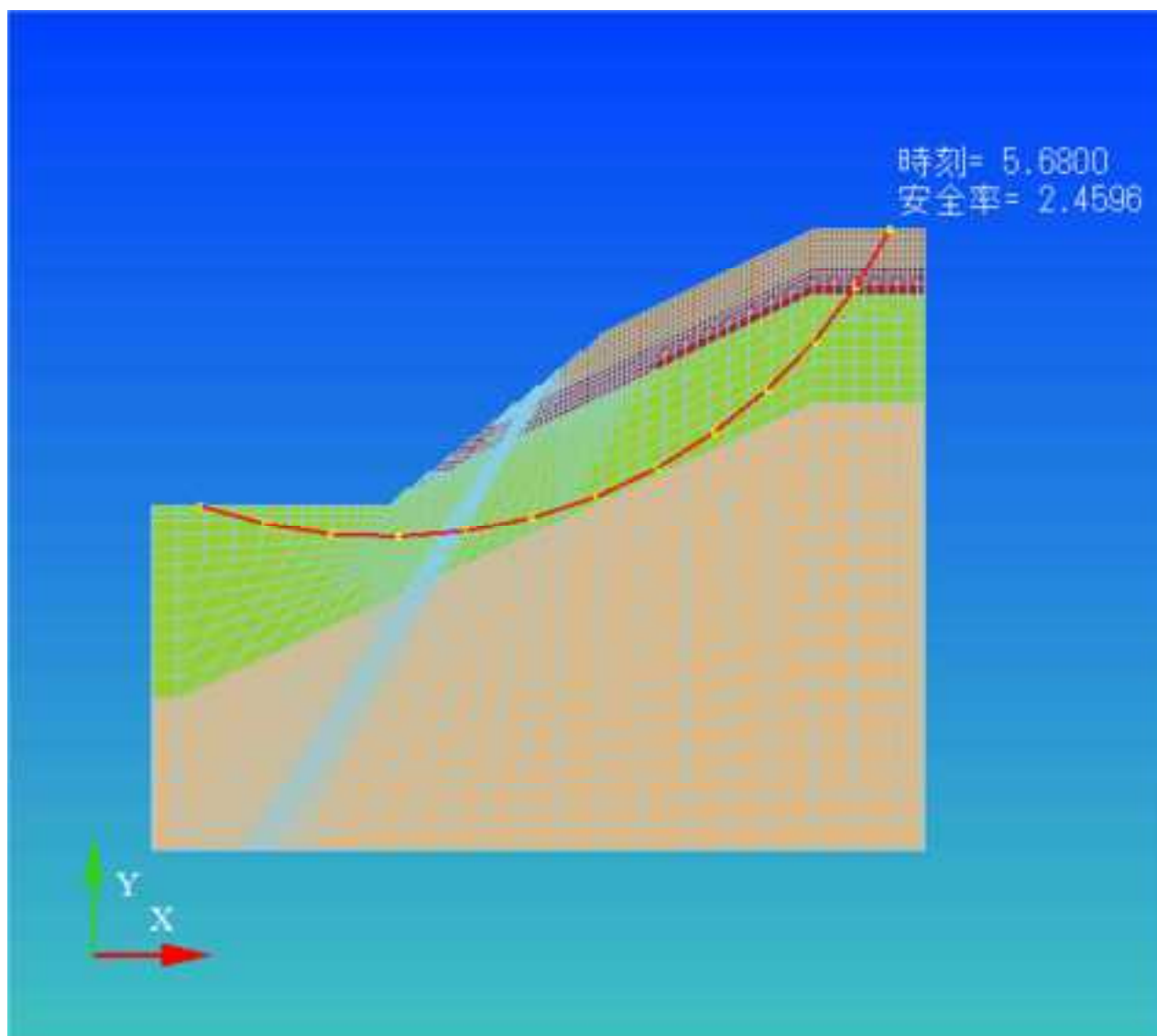


図 7.3.112 実規模斜面（硬岩斜面）すべり線形状(最小すべり安全率時) 非円弧-応力(地震時)

7.3.4 非円弧による探索-加速度履歴

(1)Case27

①逐次非線形動的解析

表 7.3.57 小型振動台 (Case27) 非円弧 探索条件

Case27 非円弧 動的解析 探索結果														
スライス数	初期すべり線 節点数	節点数増加 ステップ	入り口x座標 最小値	入り口x座標 最大値	出口x座標 最小値	出口x座標 最大値	安全率 許容誤差	スライス間力 許容誤差	節点速度 許容値	粒子数	打ち切り回数	慣性定数	局所解 重み係数	最適解 重み係数
30	4	3	0.173253	0.367297	1.058	1.254	0.0001	0.00001	0.02	40	200	0.8	0.8	0.8

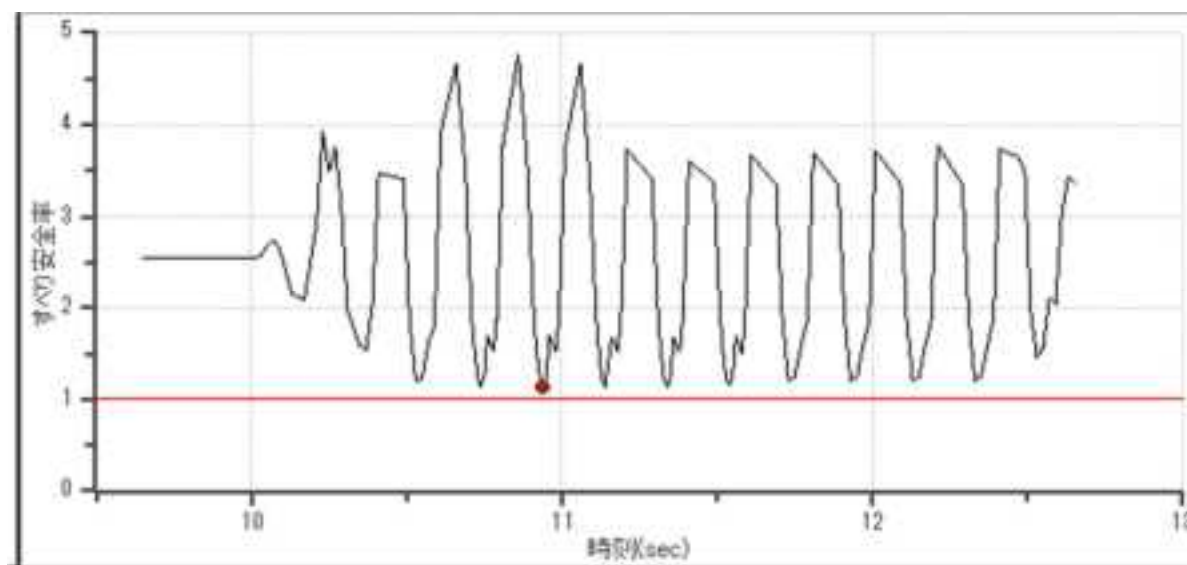


図 7.3.113 小型振動台 (Case27) すべり安全率履歴 非円弧-加速度(地震時)

表 7.3.58 小型振動台 (Case27) すべり安全率 ワースト10 非円弧-加速度(地震時)

ランク	時刻(sec)	安全率
1	10.94	1.128
2	11.14	1.129
3	10.74	1.131
4	11.34	1.132
5	11.54	1.149
6	11.33	1.193
7	11.73	1.197
8	12.33	1.204
9	12.13	1.207
10	11.93	1.208

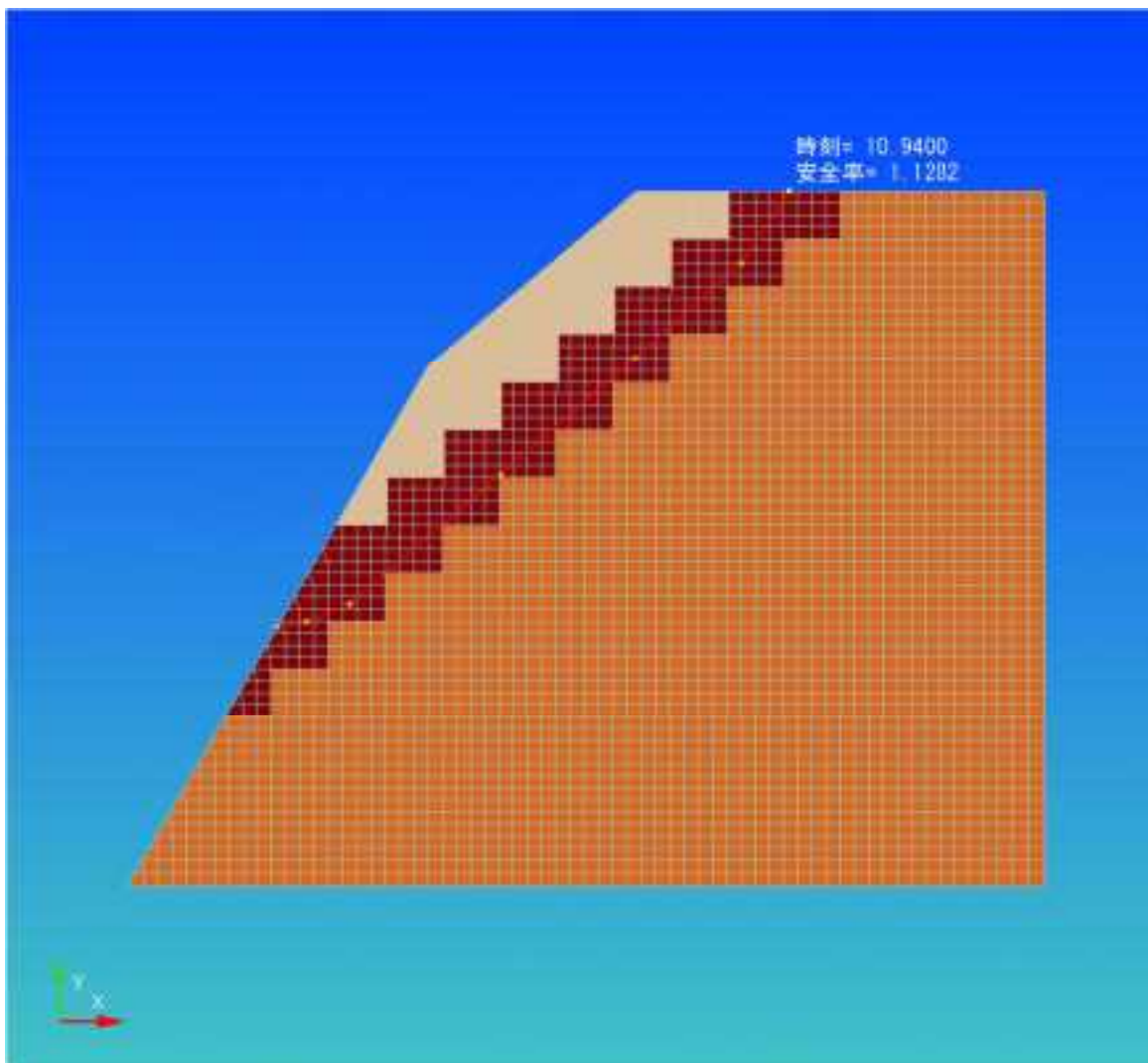


図 7.3.114 小型振動台 (Case27) すべり線形状(最小すべり安全率時) 非円弧-加速度(地震時)

②等価線形解析

表 7.3.59 小型振動台 (Case27) 非円弧 探索条件

初期すべり線 節点数	節点数増加 ステップ	入り口x座標 最小値	入り口x座標 最大値	出口x座標 最小値	出口x座標 最大値
4	2	0.24	0.28	1.1	1.17

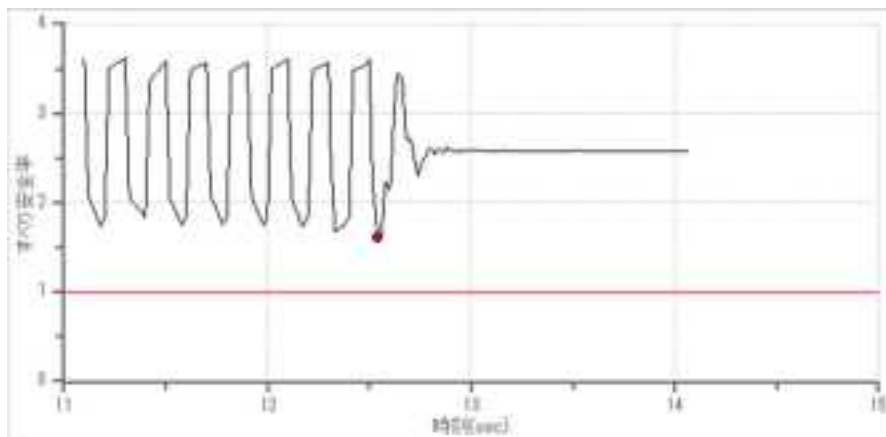


図 7.3.115 小型振動台 (Case27) すべり安全率履歴 非円弧-加速度(地震時)

表 7.3.60 小型振動台 (Case27) すべり安全率 ワースト10 非円弧-加速度(地震時)

安全率	時刻
1.60991	12.54
1.64165	12.56
1.68315	12.33
1.72924	12.37
1.73080	12.17
1.73734	11.18
1.75066	11.78
1.75147	11.98
1.75670	11.58
1.83063	11.60

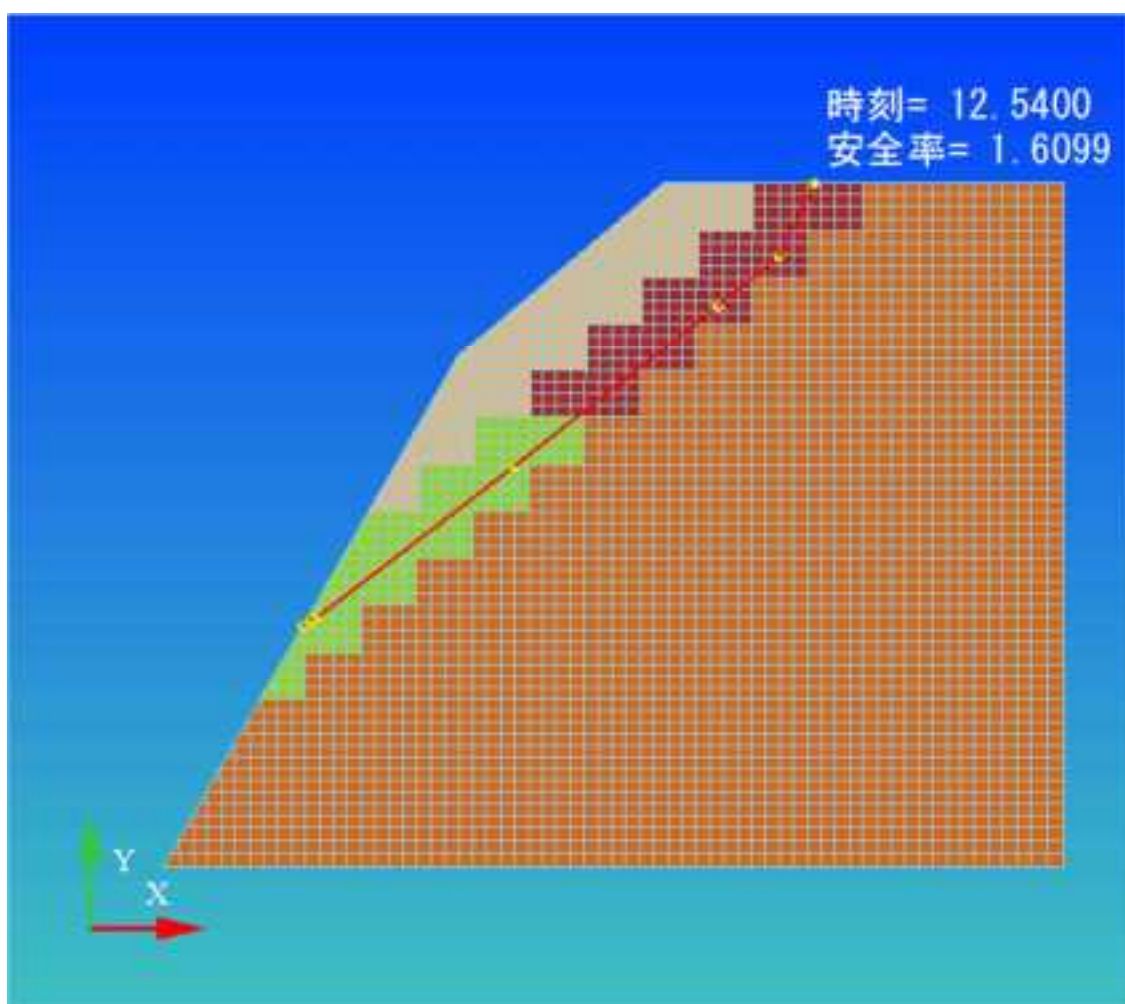


図 7.3.116 小型振動台 (Case27) すべり線形状(最小すべり安全率時) 非円弧-加速度(地震時)

(2) Case28

① 逐次非線形動的解析

表 7.3.61 小型振動台 (Case28) 非円弧 探索条件

Case28 非円弧 動的解析 探索結果														
スライス数	初期すべり線 節点数	節点数増加 ステップ	入り口x座標 最小値	入り口x座標 最大値	出口x座標 最小値	出口x座標 最大値	安全率 許容誤差	スライス間力 許容誤差	節点速度 許容値	粒子数	打ち切り回数	慣性定数	局所解 重み係数	最適解 重み係数
30	4	3	0.173253	0.367297	1.058	1.254	0.0001	0.00001	0.02	40	200	0.8	0.8	0.8

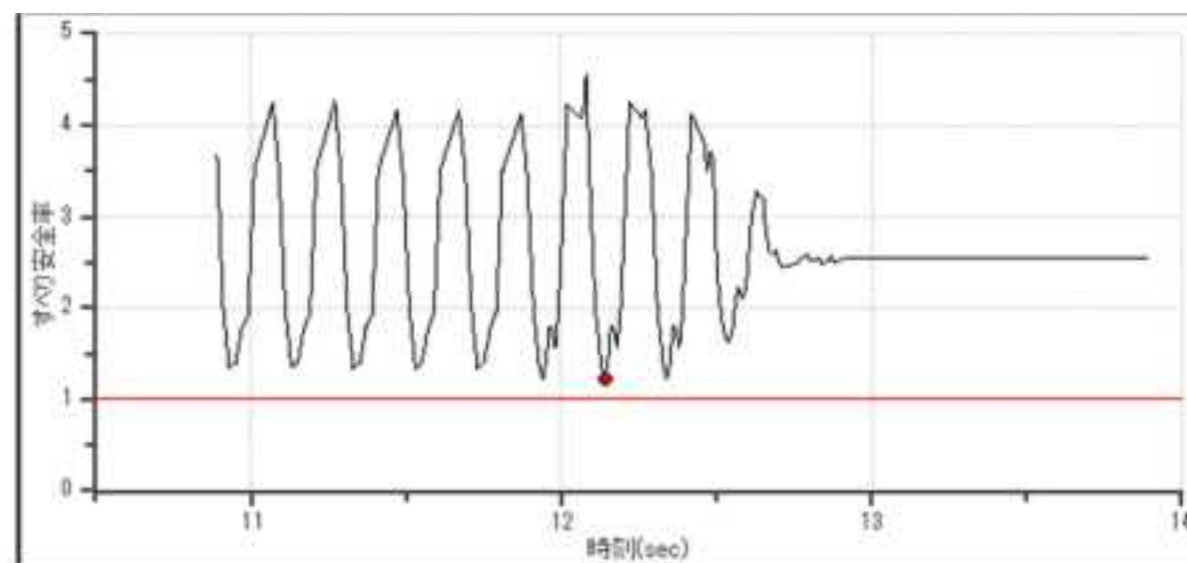


図 7.3.117 小型振動台 (Case28) すべり安全率履歴 非円弧-加速度(地震時)

表 7.3.62 小型振動台 (Case28) すべり安全率 ワースト10 非円弧-加速度(地震時)

ランク	時刻(sec)	安全率
1	12.14	1.223
2	11.94	1.225
3	12.34	1.227
4	11.73	1.333
5	12.13	1.335
6	11.33	1.336
7	11.93	1.338
8	11.53	1.340
9	11.13	1.347
10	12.33	1.356

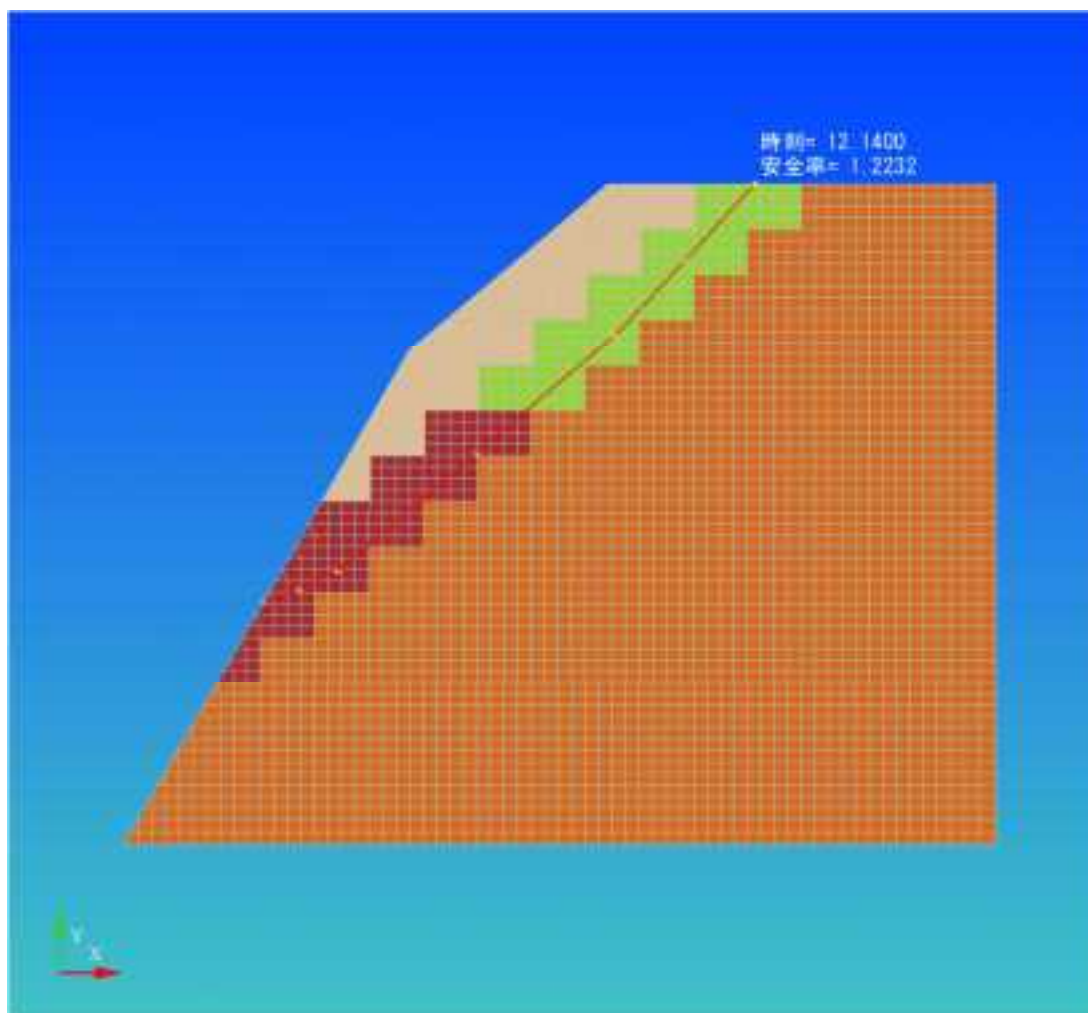


図 7.3.118 小型振動台 (Case28) すべり線形状(最小すべり安全率時) 非円弧-加速度(地震時)

②等価線形解析

表 7.3.63 小型振動台 (Case28) 非円弧 探索条件

Case28 非円弧 等価線形解析 探索結果														
スライス数	初期すべり線 節点数	節点数増加 ステップ	入り口x座標 最小値	入り口x座標 最大値	出口x座標 最小値	出口x座標 最大値	安全率 許容誤差	スライス間力 許容誤差	節点速度 許容値	粒子数	打ち切り回数	慣性定数	局所解 重み係数	最適解 重み係数
30	4	3	0.173253	0.367297	1.058	1.254	0.0001	0.00001	0.02	40	200	0.8	0.8	0.8

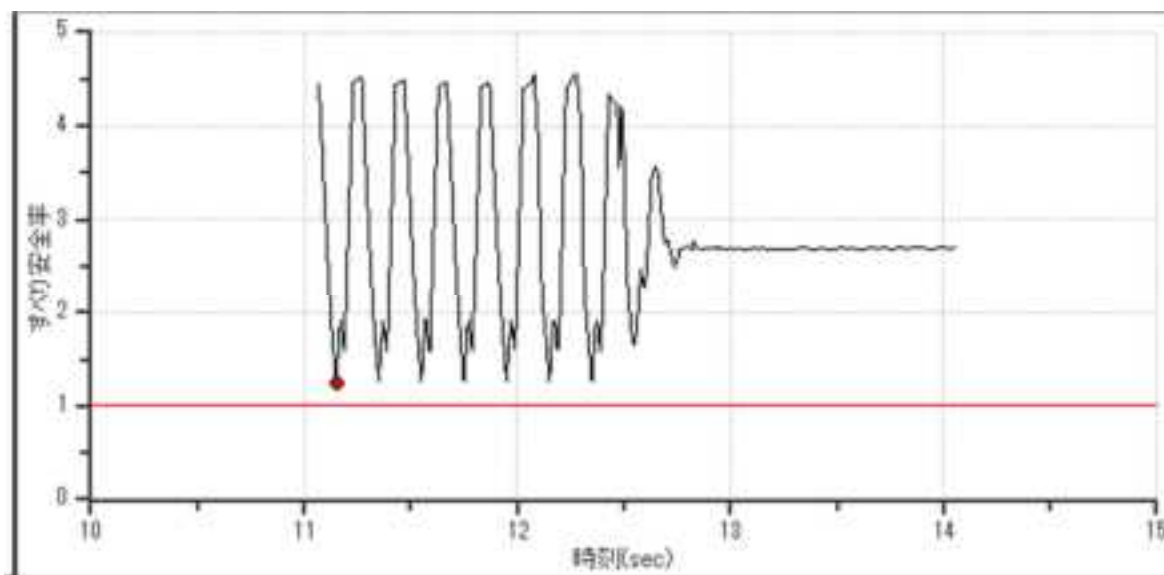


図 7.3.119 小型振動台 (Case28) すべり安全率履歴 非円弧-加速度(地震時)

表 7.3.64 小型振動台 (Case28) すべり安全率 ワースト10 非円弧-加速度(地震時)

ランク	時刻(sec)	安全率
1	11.15	1.251
2	11.55	1.260
3	12.35	1.263
4	11.95	1.263
5	11.75	1.263
6	12.15	1.265
7	11.35	1.267
8	11.59	1.578
9	11.39	1.586
10	11.19	1.594

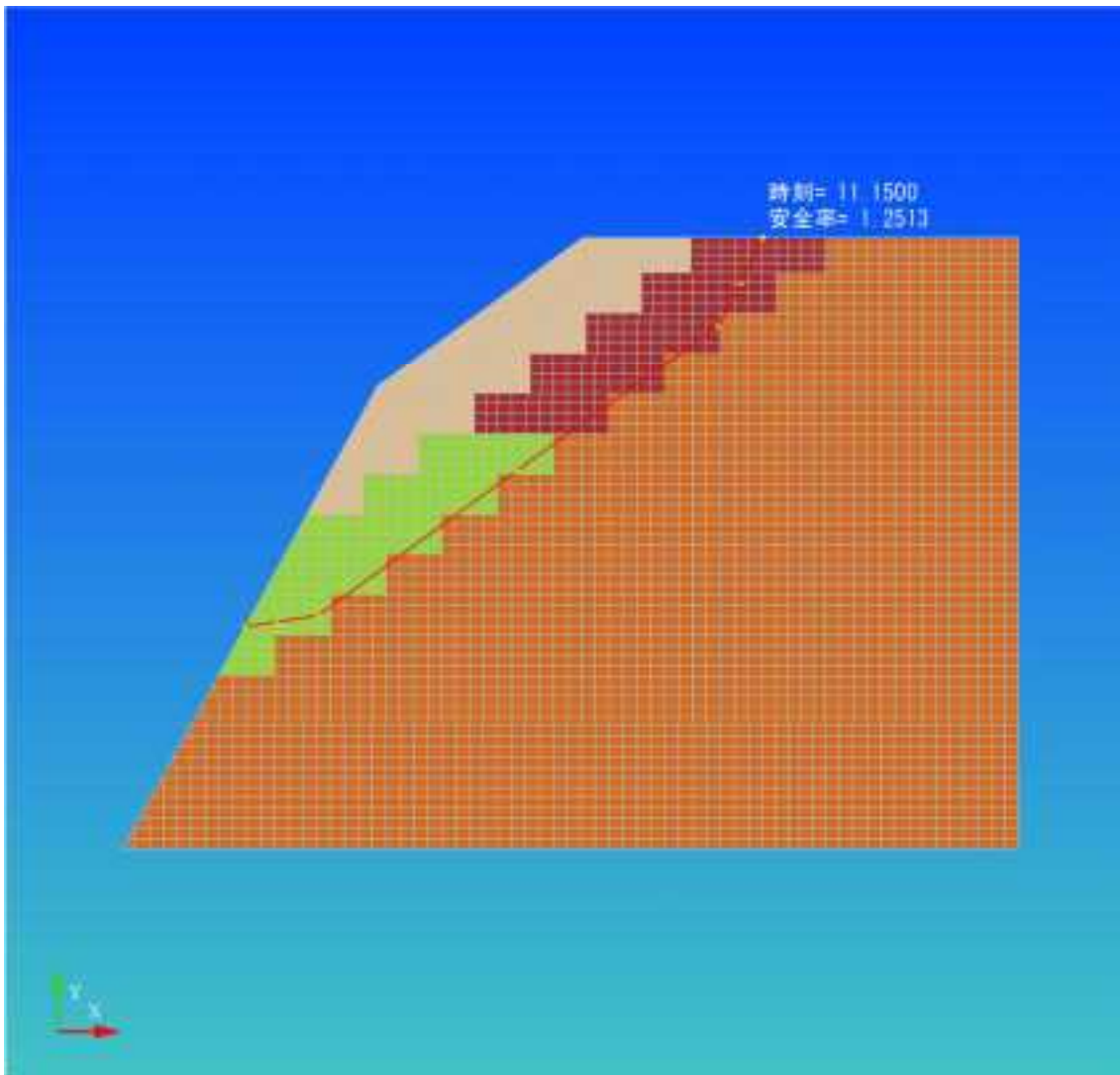


図 7.3.120 小型振動台 (Case28) すべり線形状(最小すべり安全率時) 非円弧-加速度(地震時)

(3) Case29

①逐次非線形動的解析

表 7.3.65 小型振動台 (Case29) 非円弧 探索条件

Case29 非円弧 等価線形解析 探索結果														
スライス数	初期すべり線 節点数	節点数増加 ステップ	入り口x座標 最小値	入り口x座標 最大値	出口x座標 最小値	出口x座標 最大値	安全率 許容誤差	スライス間力 許容誤差	節点速度 許容値	粒子数	打ち切り回数	慣性定数	局所解 重み係数	最適解 重み係数
30	4	3	0.170948	0.330499	1.021	1.263	0.0001	0.00001	0.02	40	200	0.8	0.8	0.8

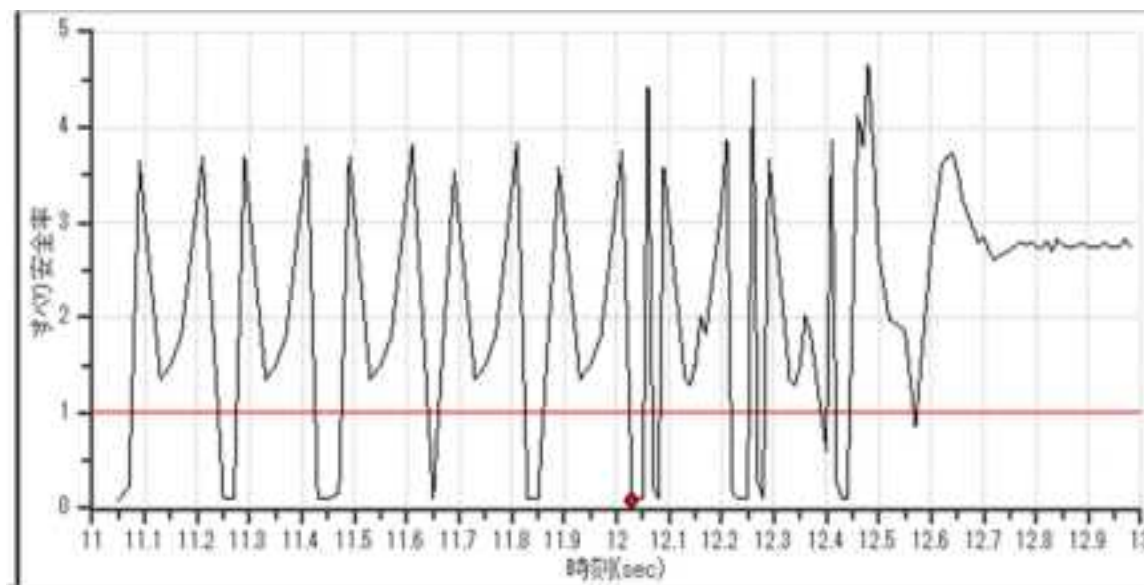


図 7.3.121 小型振動台 (Case29) すべり安全率履歴 非円弧-加速度(地震時)

表 7.3.66 小型振動台 (Case29) すべり安全率 ワースト10 非円弧-加速度(地震時)

ランク	時刻(sec)	安全率
1	12.03	0.093
2	11.05	0.094
3	11.27	0.111
4	11.85	0.111
5	12.28	0.112
6	11.65	0.112
7	11.45	0.112
8	12.05	0.112
9	11.43	0.112
10	12.43	0.112

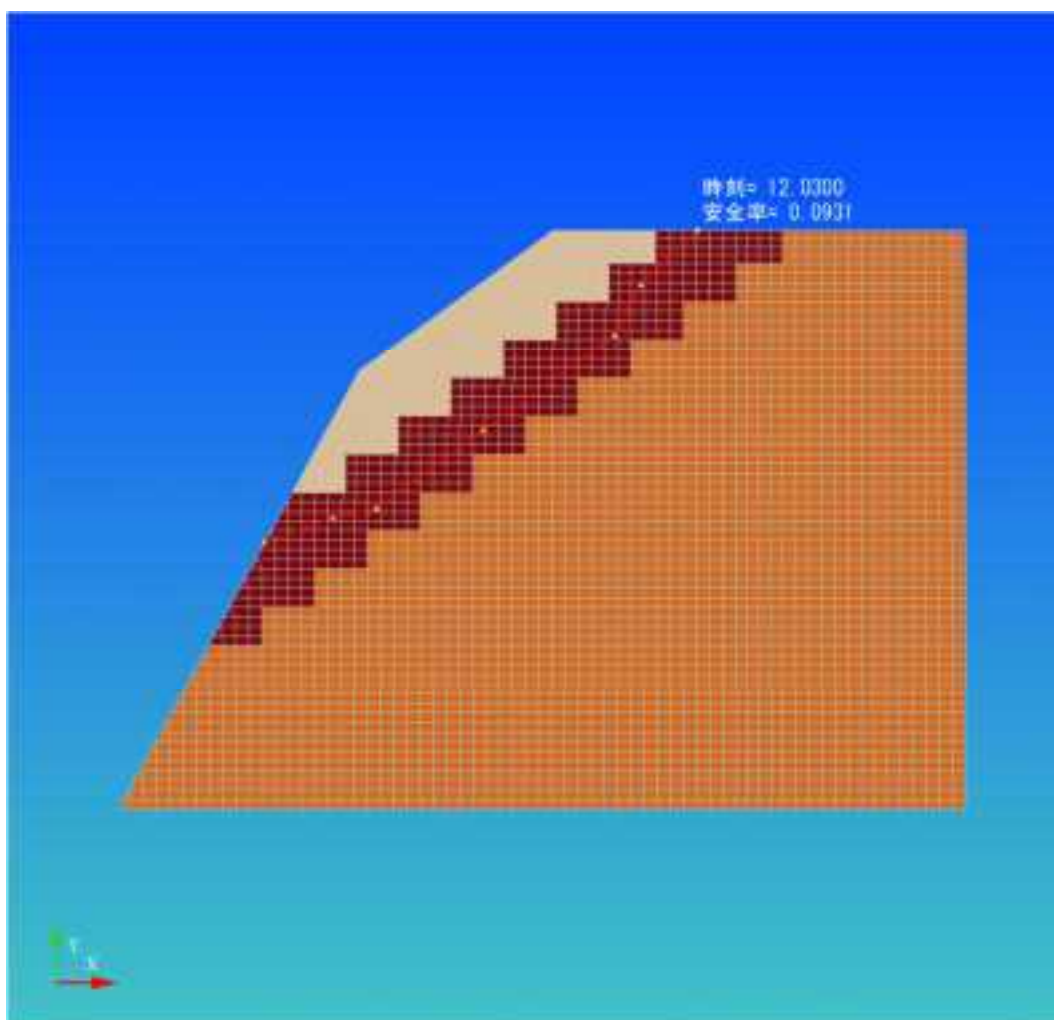


図 7.3.122 小型振動台 (Case29) すべり線形状(最小すべり安全率時) 非円弧-加速度(地震時)

②等価線形解析

表 7.3.67 小型振動台 (Case29) 非円弧 探索条件

Case29 非円弧 等価線形解析 探索結果														
スライス数	初期すべり線 節点数	節点数増加 ステップ	入り口x座標 最小値	入り口x座標 最大値	出口x座標 最小値	出口x座標 最大値	安全率 許容誤差	スライス間力 許容誤差	節点速度 許容値	粒子数	打ち切り回数	慣性定数	局所解 重み係数	最適解 重み係数
30	4	3	0.170948	0.330499	1.021	1.263	0.0001	0.00001	0.02	40	200	0.8	0.8	0.8

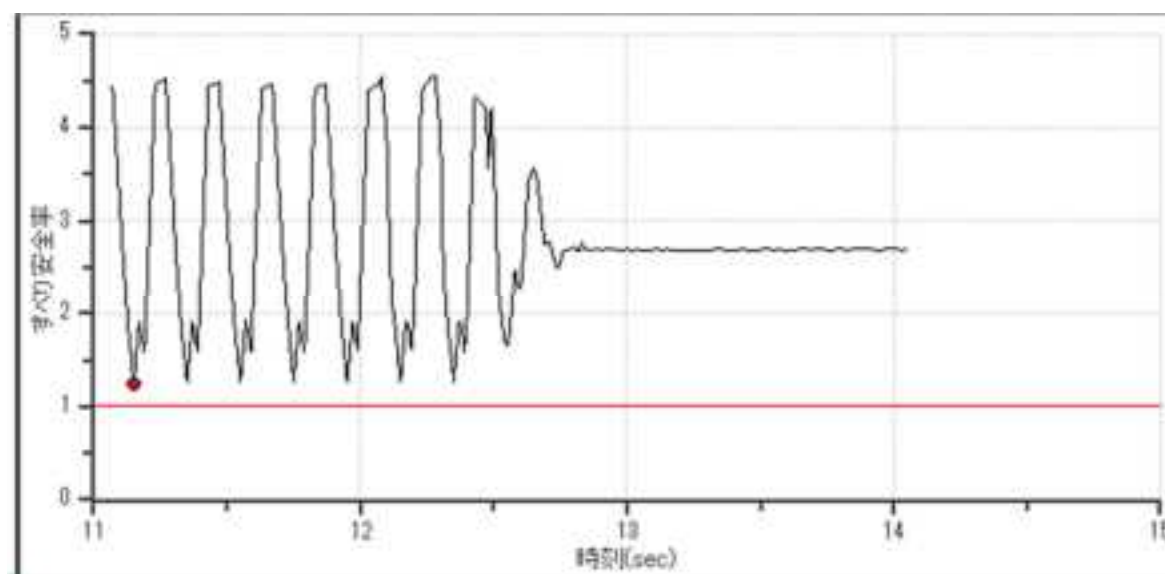


図 7.3.123 小型振動台 (Case29) すべり安全率履歴 非円弧-加速度(地震時)

表 7.3.68 小型振動台 (Case29) すべり安全率 ワースト10 非円弧-加速度(地震時)

ランク	時刻(sec)	安全率
1	11.15	1.251
2	11.55	1.260
3	12.35	1.263
4	11.95	1.263
5	11.75	1.263
6	12.15	1.265
7	11.35	1.267
8	11.59	1.578
9	11.39	1.586
10	11.19	1.594

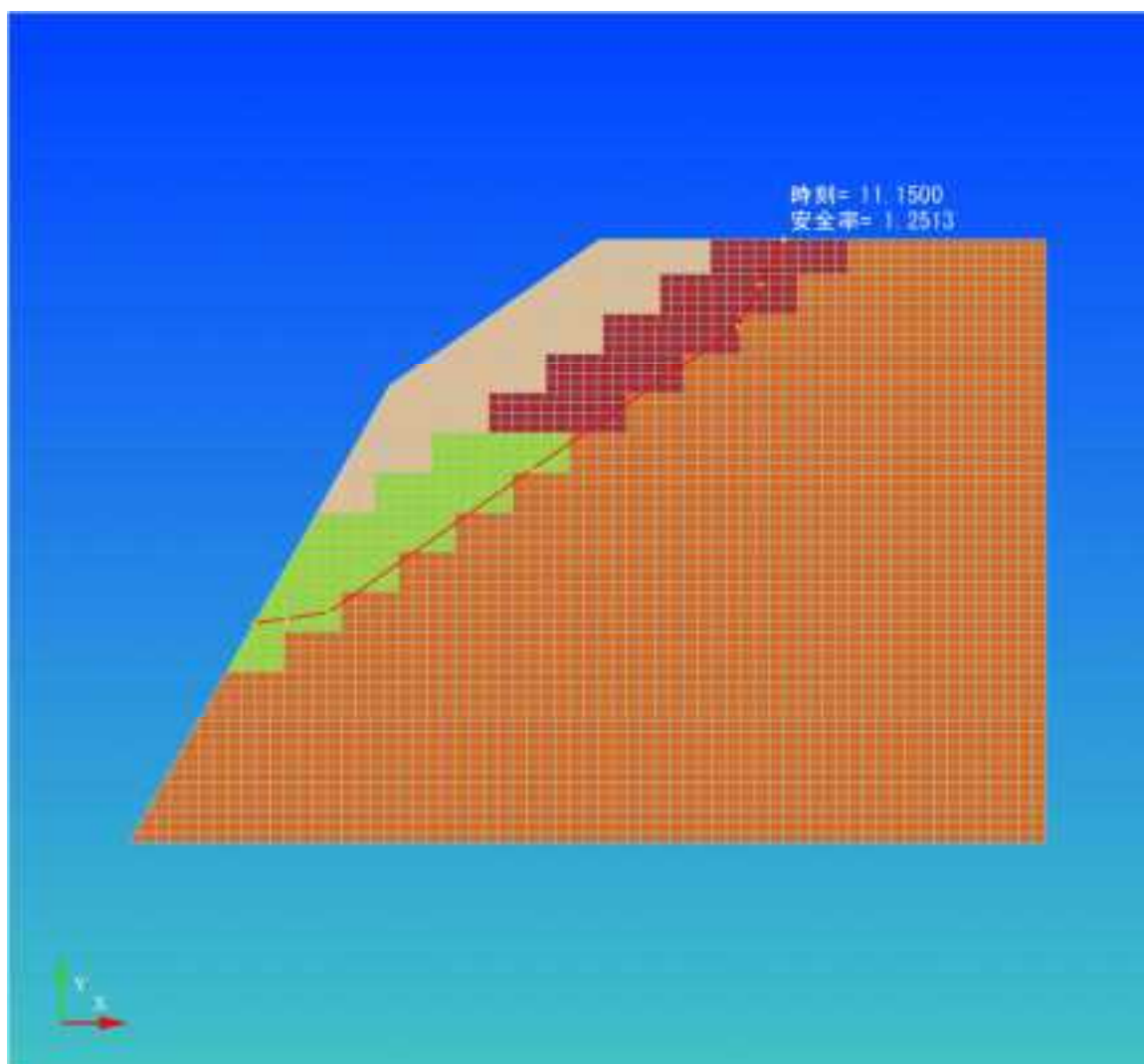


図 7.3.124 小型振動台 (Case29) すべり線形状(最小すべり安全率時) 非円弧-加速度(地震時)

(4)Case30

①逐次非線形動的解析

表 7.3.69 遠心模型斜面 (Case30) 非円弧 探索条件

Case30 非円弧 動的解析 探索結果														
スライス数	初期すべり線 節点数	節点数増加 ステップ	入り口x座標 最小値	入り口x座標 最大値	出口x座標 最小値	出口x座標 最大値	安全率 許容誤差	スライス間力 許容誤差	節点速度 許容値	粒子数	打ち切り回数	慣性定数	局所解 重み係数	最適解 重み係数
30	4	3	11.54639	16.74227	44.695	54.445	0.0001	0.00001	0.02	40	200	0.8	0.8	0.8

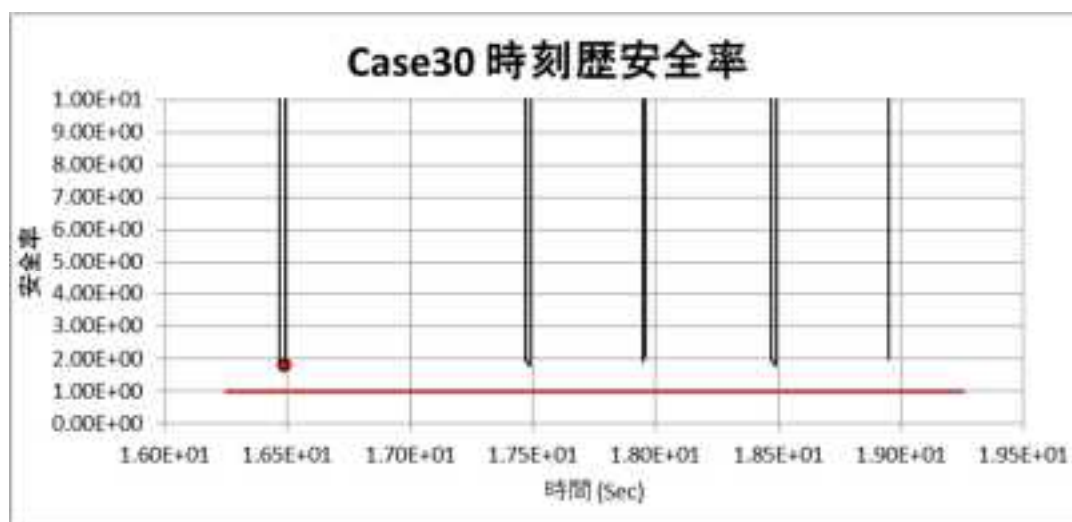


図 7.3.125 遠心模型斜面 (Case30)すべり安全率履歴 非円弧-加速度(地震時)

表 7.3.70 遠心模型斜面 (Case30)すべり安全率 ワースト 10 非円弧-加速度(地震時)

安全率	時刻
1.78	16.49
1.79	17.49
1.79	18.49
1.87	17.48
1.92	17.95
1.95	16.47
1.97	17.47
2.00	18.95
2.00	18.47
2.12	17.96

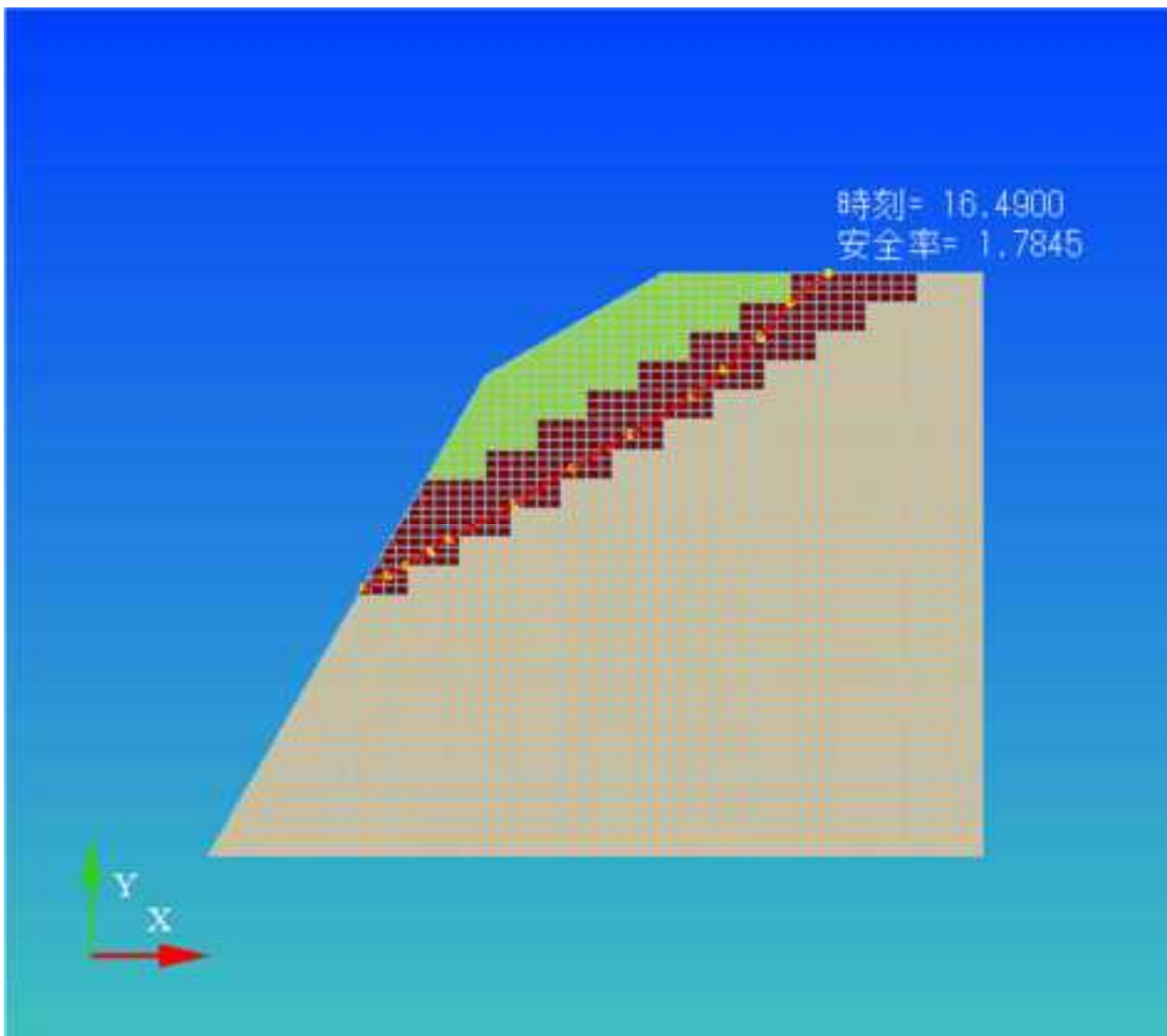


図 7.3.126 遠心模型斜面 (Case30)すべり線形状(最小すべり安全率時) 非円弧-加速度(地震時)

②等価線形解析

表 7.3.71 遠心模型斜面 (Case30) 非円弧 探索条件

Case30 非円弧 等価線形解析 探索結果														
スライス数	初期すべり線 節点数	節点数増加 ステップ	入り口x座標 最小値	入り口x座標 最大値	出口x座標 最小値	出口x座標 最大値	安全率 許容誤差	スライス間力 許容誤差	節点速度 許容値	粒子数	打ち切り回数	慣性定数	局所解 重み係数	最適解 重み係数
30	4	3	11.54639	16.74227	44.695	54.445	0.0001	0.00001	0.02	40	200	0.8	0.8	0.8

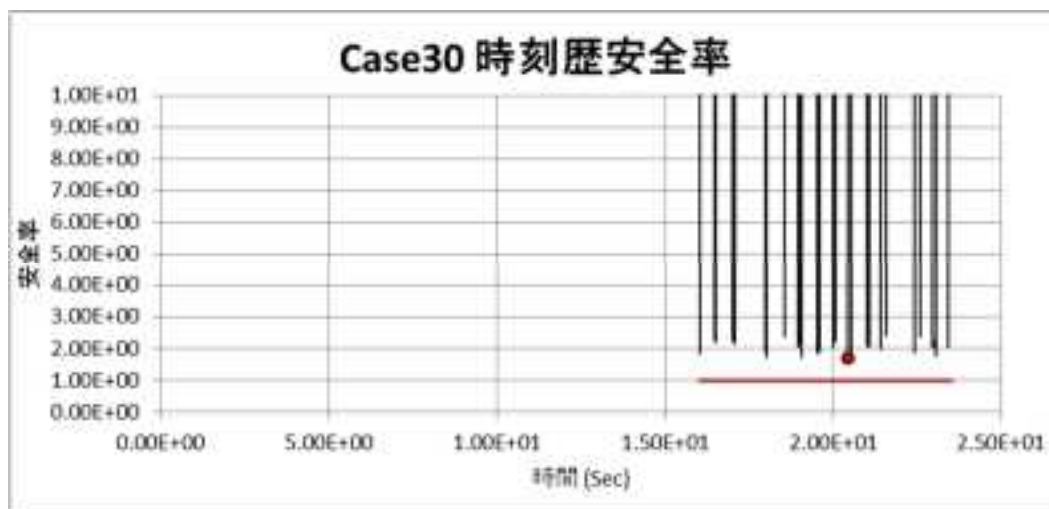


図 7.3.127 遠心模型斜面 (Case30)すべり安全率履歴 非円弧-加速度(地震時)

表 7.3.72 遠心模型斜面 (Case30)すべり安全率 ワースト 10 非円弧-加速度(地震時)

安全率	時刻
1.68	20.45
1.74	19.08
1.75	18.03
1.78	23.08
1.84	19.53
1.85	16.03
1.87	20.55
1.88	22.43
1.92	19.60
1.98	17.98

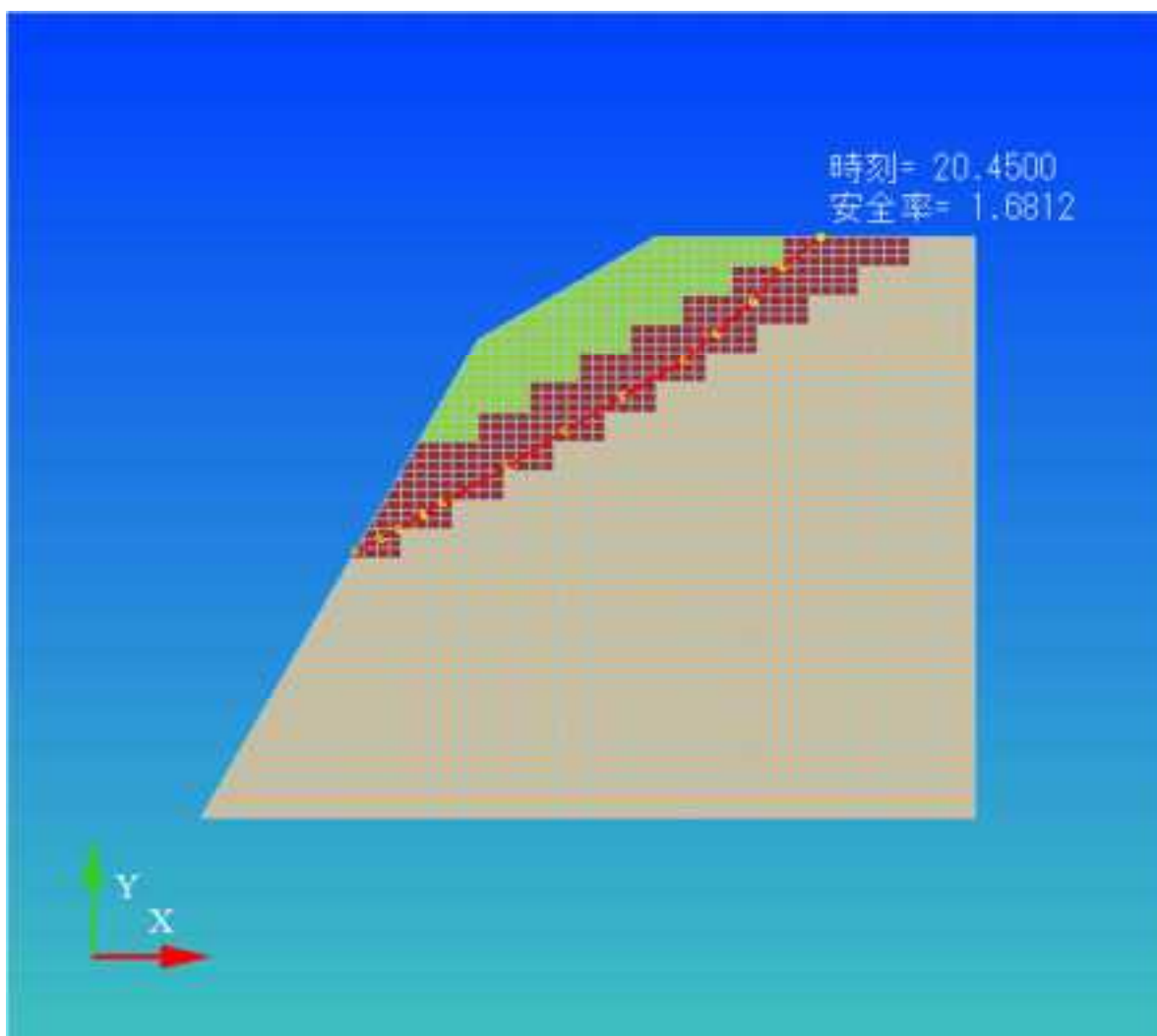


図 7.3.128 遠心模型斜面 (Case30)すべり線形状(最小すべり安全率時) 非円弧-加速度(地震時)

(5) Case31

① 逐次非線形動的解析

表 7.3.73 遠心模型斜面 (Case31) 非円弧 探索条件

Case30 非円弧 動的解析 探索結果														
スライス数	初期すべり線 節点数	節点数増加 ステップ	入り口x座標 最小値	入り口x座標 最大値	出口x座標 最小値	出口x座標 最大値	安全率 許容誤差	スライス間力 許容誤差	節点速度 許容値	粒子数	打ち切り回数	慣性定数	局所解 重み係数	最適解 重み係数
30	4	3	11.54639	16.74227	44.695	54.445	0.0001	0.00001	0.02	40	200	0.8	0.8	0.8

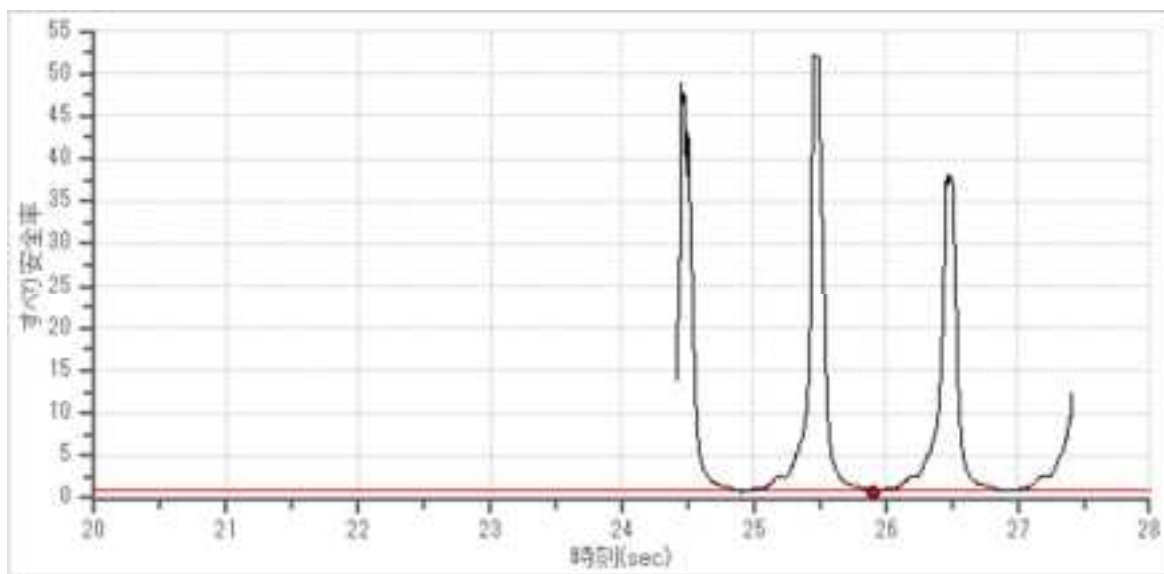


図 7.3.129 遠心模型斜面 (Case31) すべり安全率履歴 非円弧-加速度(地震時)

表 7.3.74 遠心模型斜面 (Case31)すべり安全率 ワースト 10 非円弧-加速度(地震時)

時刻	時刻	安全率
1	25.91	0.80634
2	25.92	0.81498
3	25.9	0.82245
4	24.91	0.82248
5	24.92	0.82613
6	26.91	0.83611
7	25.93	0.83695
8	26.92	0.83877
9	24.93	0.8403
10	24.9	0.84063

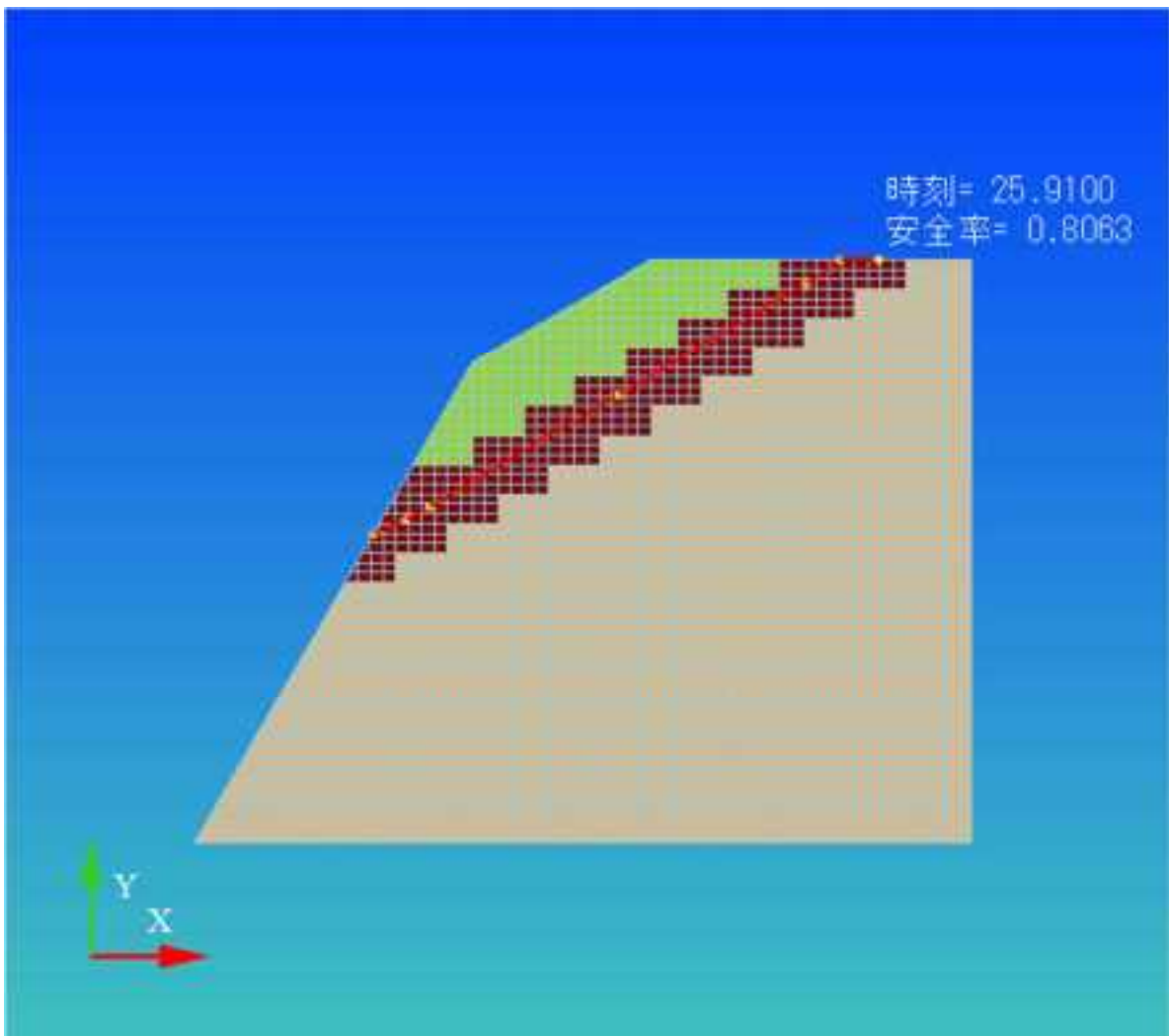


図 7.3.130 遠心模型斜面 (Case31)すべり線形状(最小すべり安全率時) 非円弧-加速度(地震時)

②等価線形解析

表 7.3.75 遠心模型斜面 (Case31) 非円弧 探索条件

Case30 非円弧 等価線形解析 探索結果														
スライス数	初期すべり線 節点数	節点数増加 ステップ	入り口x座標 最小値	入り口x座標 最大値	出口x座標 最小値	出口x座標 最大値	安全率 許容誤差	スライス間力 許容誤差	節点速度 許容値	粒子数	打ち切り回数	慣性定数	局所解 重み係数	最適解 重み係数
30	4	3	11.54639	16.74227	44.695	54.445	0.0001	0.00001	0.02	40	200	0.8	0.8	0.8

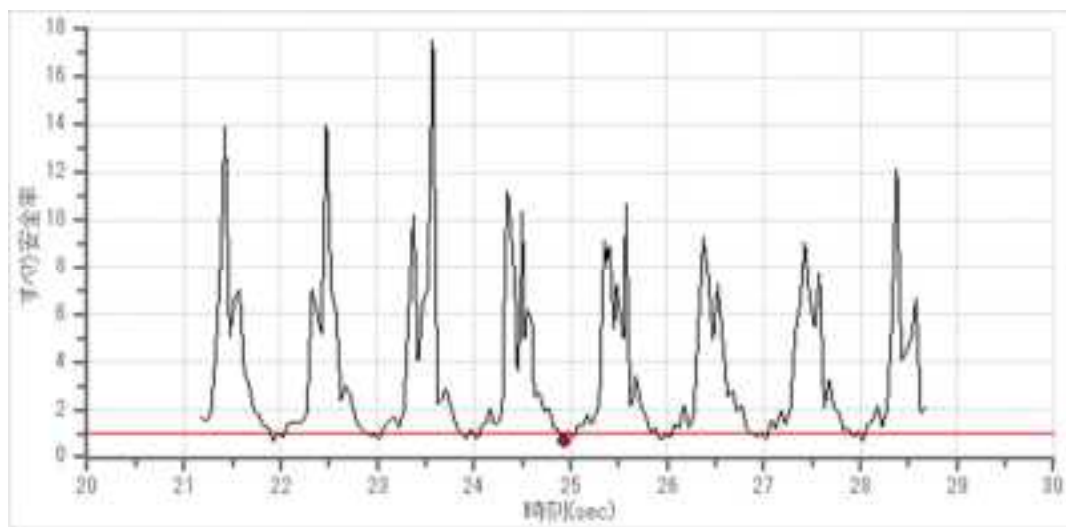


図 7.3.131 遠心模型斜面 (Case31)すべり安全率履歴 非円弧-加速度(地震時)

表 7.3.76 遠心模型斜面 (Case31)すべり安全率 ワースト10 非円弧-加速度(地震時)

時刻	時刻	安全率
1	24.925	0.69608
2	21.925	0.73059
3	28.025	0.73303
4	24.025	0.74517
5	23.025	0.75508
6	25.95	0.77541
7	27.025	0.78016
8	25.925	0.78442
9	23.925	0.8111
10	26.925	0.81673

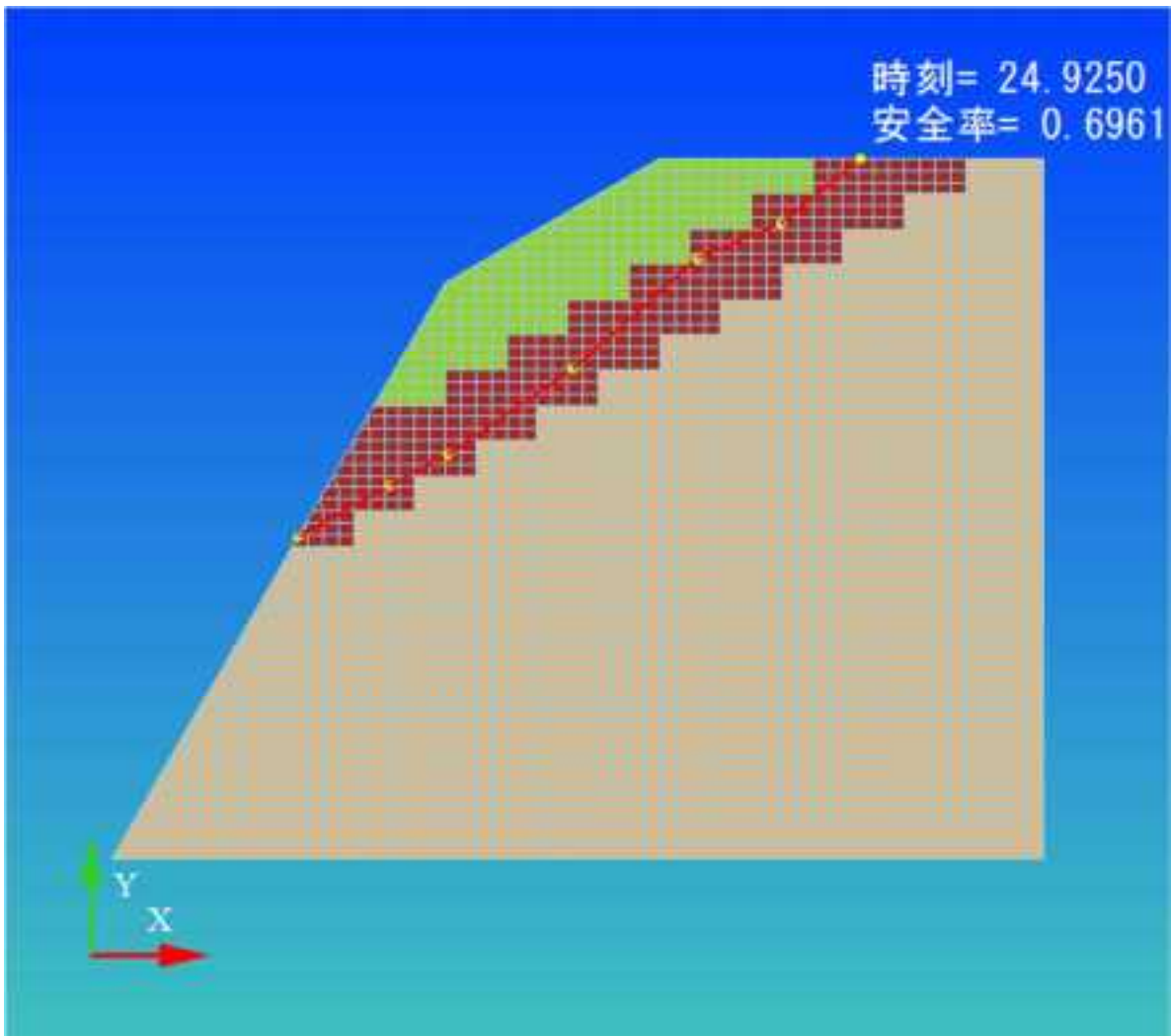


図 7.3.132 遠心模型斜面 (Case31)すべり線形状(最小すべり安全率時) 非円弧-加速度(地震時)

(6) 軟岩斜面

① 逐次非線形動的解析

表 7.3.77 実規模斜面（軟岩斜面） 非円弧 探索条件

軟岩斜面 非円弧 動的解析 探索結果														
スライス数	初期すべり線 節点数	節点数増加 ステップ	入り口x座標 最小値	入り口x座標 最大値	出口x座標 最小値	出口x座標 最大値	安全率 許容誤差	スライス間力 許容誤差	節点速度 許容値	粒子数	打ち切り回数	慣性定数	局所解 重み係数	最適解 重み係数
30	4	3	140	153	350	450	0.0001	0.00001	0.02	40	200	0.8	0.8	0.8

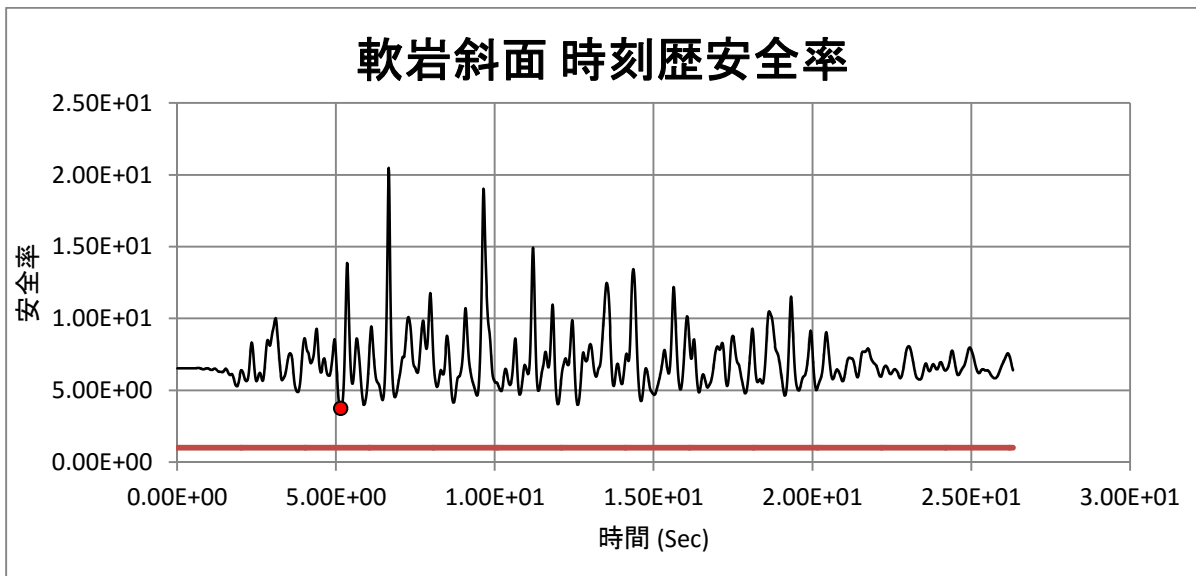


図 7.3.133 実規模斜面（軟岩斜面）すべり安全率履歴 非円弧-加速度(地震時)

表 7.3.78 実規模斜面（軟岩斜面）すべり安全率 ワースト10 非円弧-加速度(地震時)

ランク	時刻	安全率
1	12.56	3.25916
2	12.57	3.26655
3	12.55	3.2941
4	12.58	3.31507
5	12.54	3.374
6	12.59	3.40497
7	12.53	3.50302
8	12.6	3.53769
9	14.87	3.5687
10	14.86	3.5699

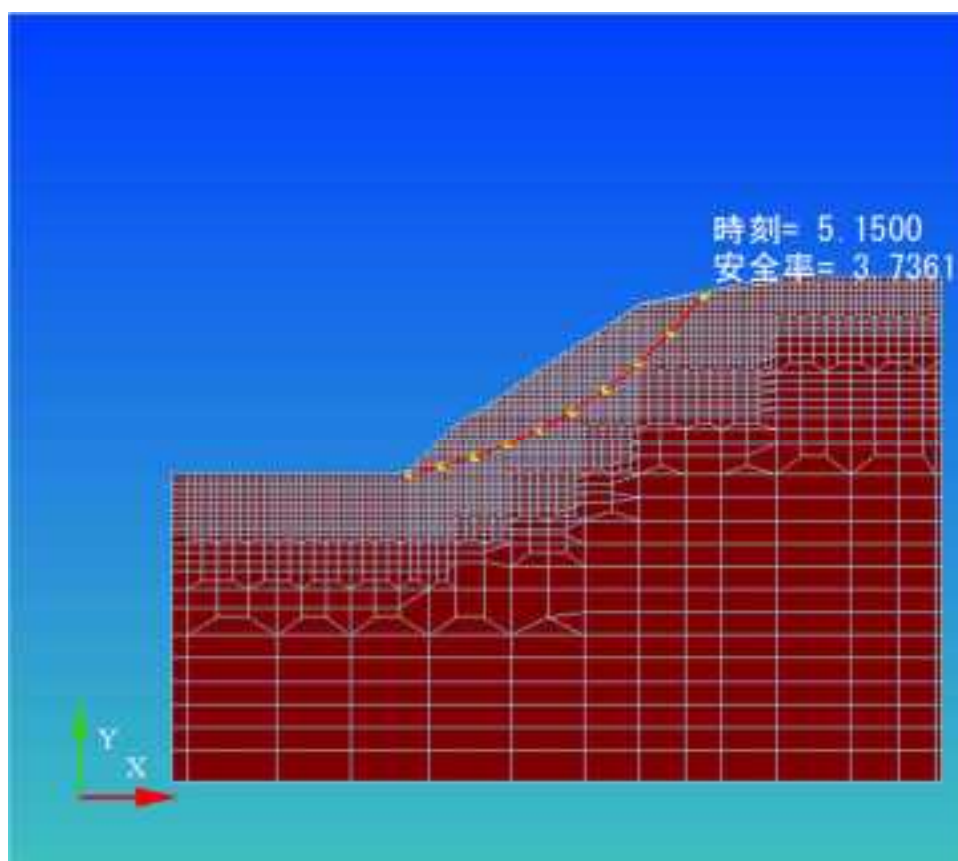


図 7.3.134 実規模斜面（軟岩斜面）すべり線形状(最小すべり安全率時) 非円弧-加速度(地震時)

②等価線形解析

表 7.3.79 実規模斜面（軟岩斜面） 非円弧 探索条件

軟岩斜面 非円弧 等価線形解析 探索結果														
スライス数	初期すべり線 節点数	節点数増加 ステップ	入り口x座標 最小値	入り口x座標 最大値	出口x座標 最小値	出口x座標 最大値	安全率 許容誤差	スライス間力 許容誤差	節点速度 許容値	粒子数	打ち切り回数	慣性定数	局所解 重み係数	最適解 重み係数
30	4	3	140	153	350	450	0.0001	0.00001	0.02	40	200	0.8	0.8	0.8

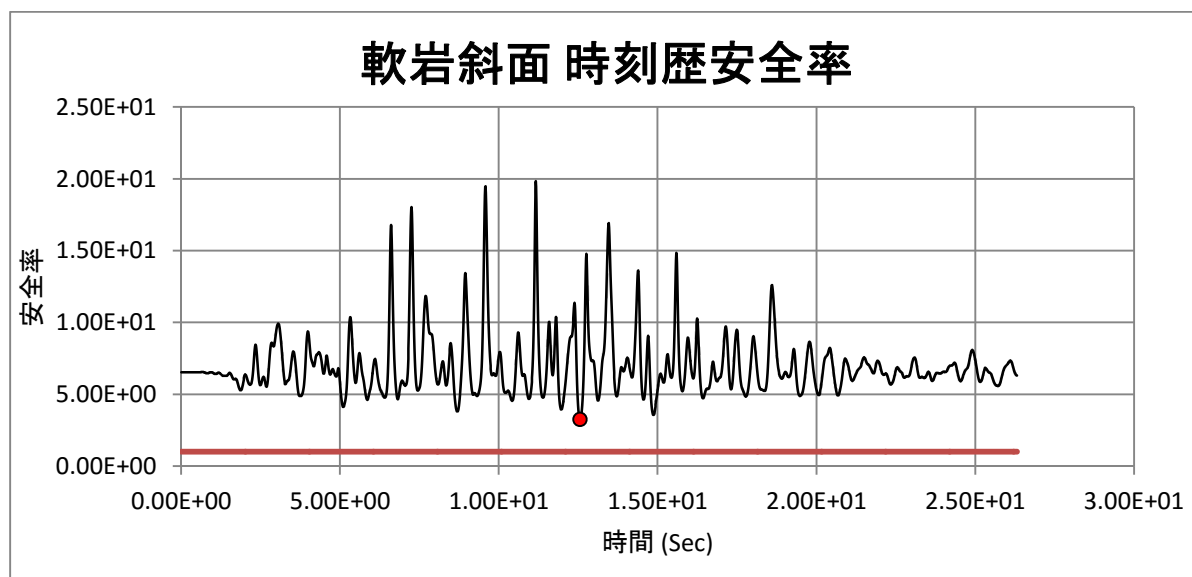


図 7.3.135 実規模斜面（軟岩斜面）すべり安全率履歴 非円弧-加速度(地震時)

表 7.3.80 実規模斜面（軟岩斜面）すべり安全率 ワースト10 非円弧-加速度(地震時)

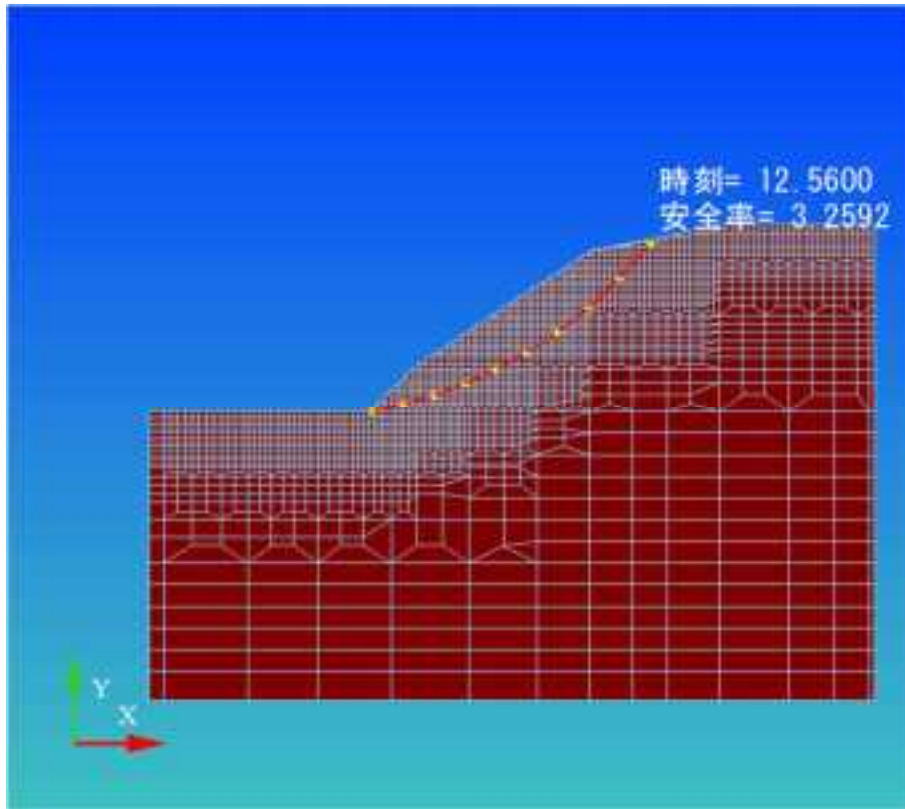


図 7.3.136 遠心模型斜面 (Case30)すべり線形状(最小すべり安全率時) 非円弧-加速度(地震時)

(7) 硬岩斜面

① 逐次非線形動的解析

表 7.3.81 実規模斜面（硬岩斜面） 非円弧 探索条件

硬岩斜面 非円弧 動的解析 探索結果														
スライス数	初期すべり線 節点数	節点数増加 ステップ	入り口x座標 最小値	入り口x座標 最大値	出口x座標 最小値	出口x座標 最大値	安全率 許容誤差	スライス間力 許容誤差	節点速度 許容値	粒子数	打ち切り回数	慣性定数	局所解 重み係数	最適解 重み係数
30	4	3	120	123	370	380	0.0001	0.00001	0.02	40	200	0.8	0.8	0.8

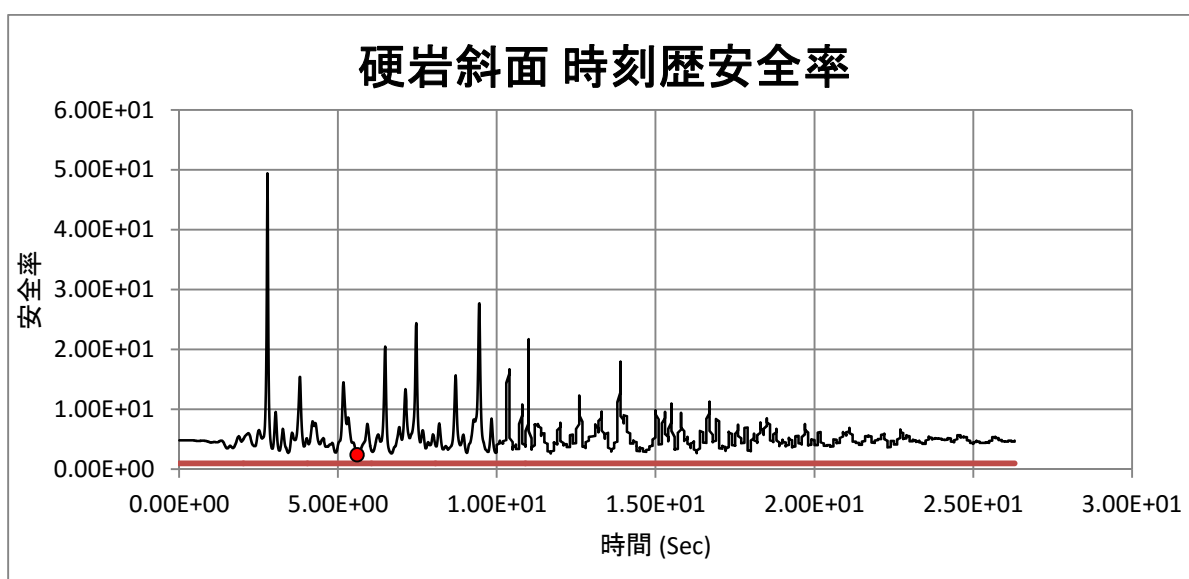


図 7.3.137 実規模斜面（硬岩斜面）すべり安全率履歴 非円弧-加速度(地震時)

表 7.3.82 実規模斜面（硬岩斜面）すべり安全率 ワースト10 非円弧-加速度(地震時)

ランク	時刻	安全率
1	5.61	2.42
2	5.6	2.43
3	5.62	2.43
4	5.63	2.46
5	5.59	2.49
6	5.64	2.49
7	5.65	2.52
8	5.66	2.57
9	5.58	2.6
10	5.67	2.64

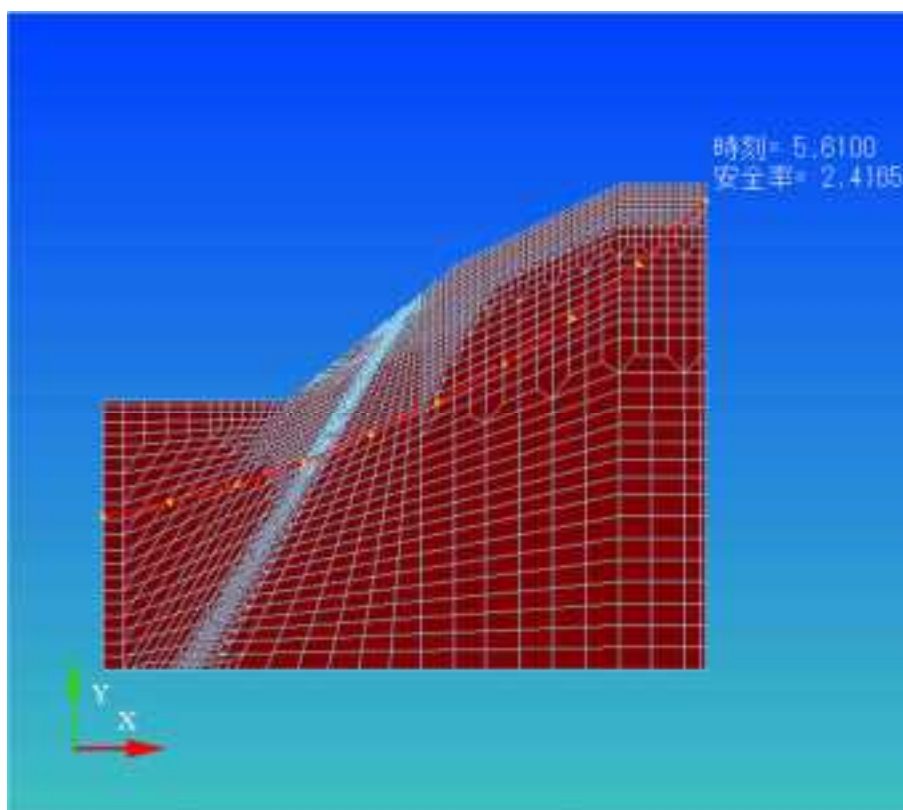


図 7.3.138 実規模斜面（硬岩斜面）すべり線形状(最小すべり安全率時) 非円弧-加速度(地震時)

②等価線形解析

表 7.3.83 実規模斜面（硬岩斜面） 非円弧 探索条件

硬岩斜面 非円弧 等価線形解析 探索結果														
スライス数	初期すべり線 節点数	節点数増加 ステップ	入り口x座標 最小値	入り口x座標 最大値	出口x座標 最小値	出口x座標 最大値	安全率 許容誤差	スライス間力 許容誤差	節点速度 許容値	粒子数	打ち切り回数	慣性定数	局所解 重み係数	最適解 重み係数
30	4	3	120	123	370	380	0.0001	0.00001	0.02	40	200	0.8	0.8	0.8

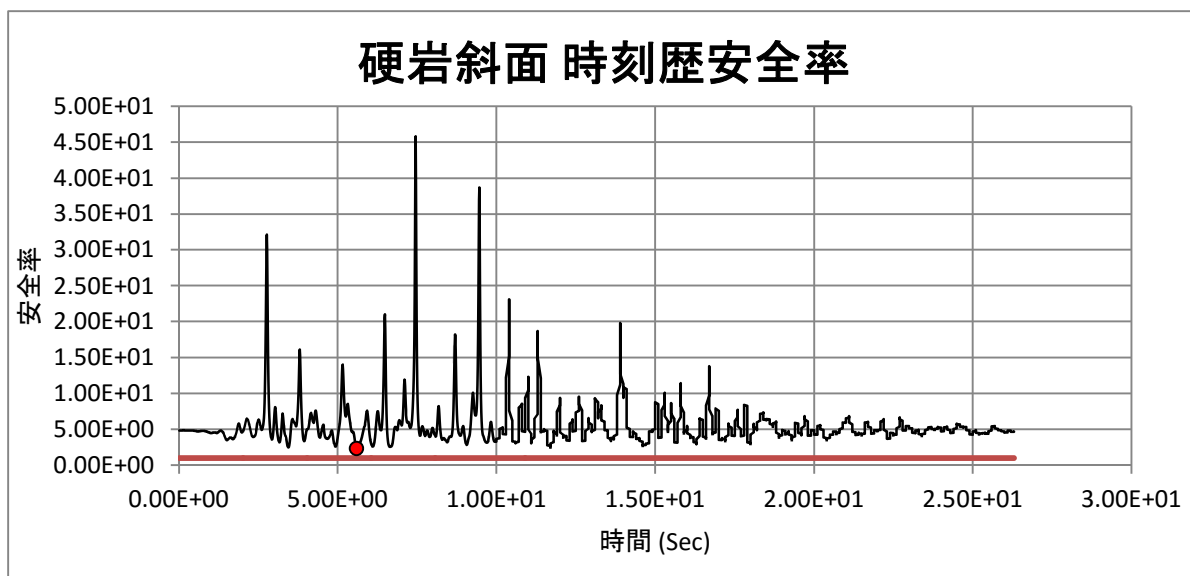


図 7.3.139 実規模斜面（硬岩斜面）すべり安全率履歴 非円弧-加速度(地震時)

表 7.3.84 実規模斜面（硬岩斜面）すべり安全率 ワースト10 非円弧-加速度(地震時)

ランク	時刻	安全率
1	5.6	2.29
2	5.61	2.3
3	5.59	2.33
4	5.62	2.34
5	5.63	2.4
6	5.58	2.42
7	5.64	2.46
8	3.45	2.47
9	3.46	2.49
10	3.44	2.51

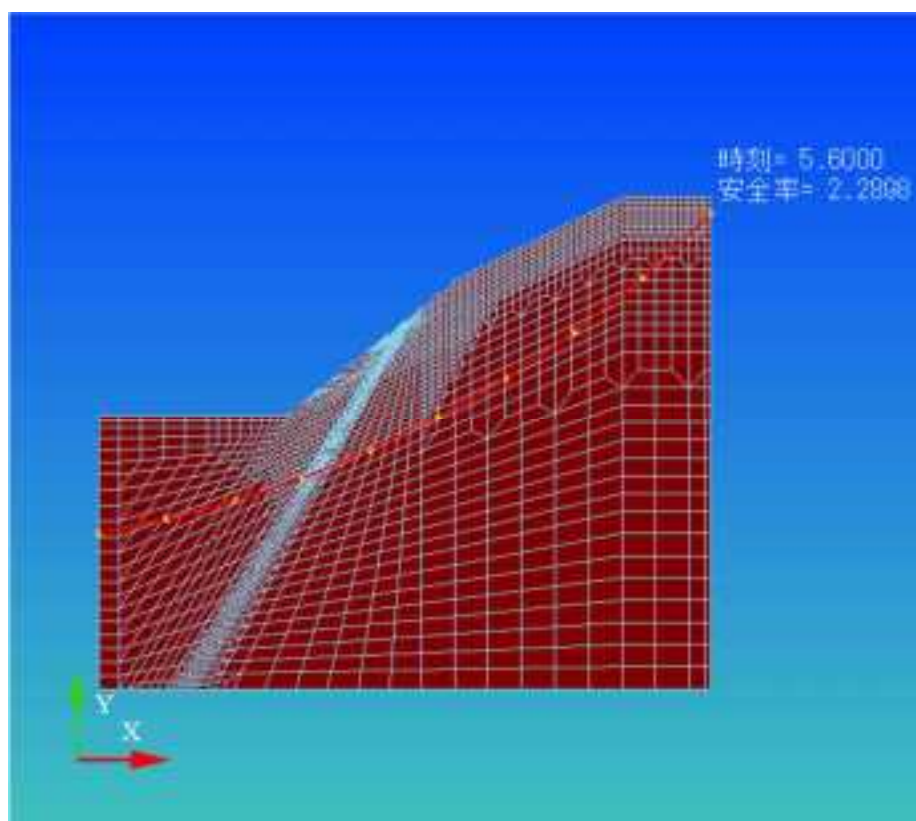


図 7.3.140 実規模斜面（硬岩斜面）すべり線形状(最小すべり安全率時) 非円弧-加速度(地震時)

7.4 ニューマーク法によるすべり土塊の変形解析

4つの安定解析手法において、すべて安全率が1を下回ったCase31について、Newmark法を用いた変位量の算定を行った。

7.4.1 円弧による探索-応力履歴

応力履歴を用いた円弧探索での遠心振動台 (Case31) の残留変位量を図 7.4.1、図 7.4.2 に示す。

○逐次非線形解析

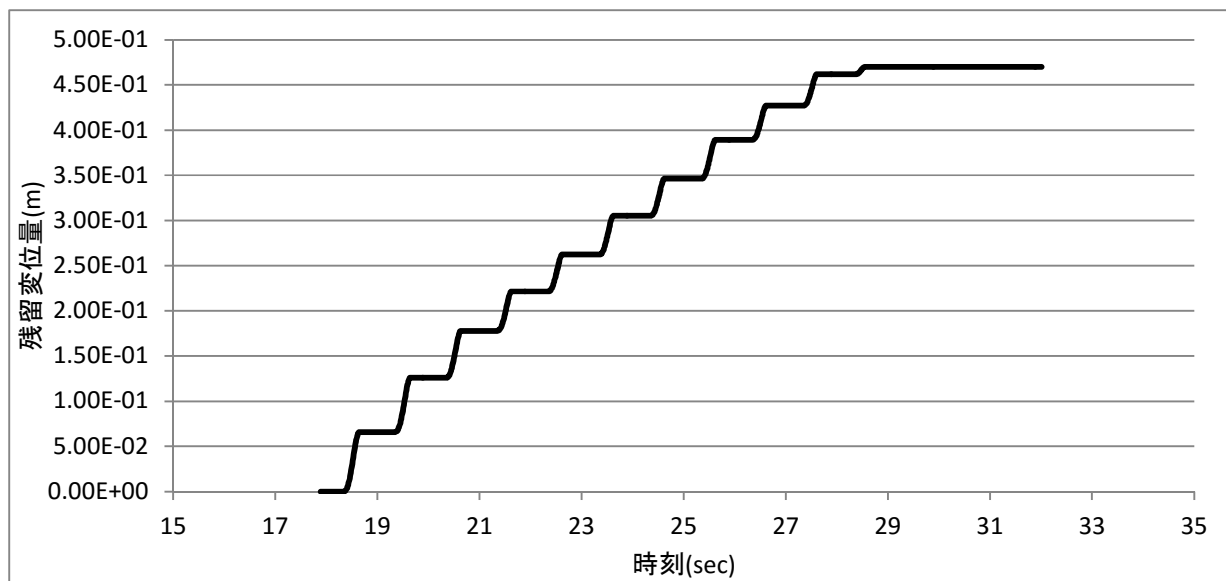


図 7.4.1 遠心振動台 (Case31) 円弧-応力 残留変位量

○等価線形解析

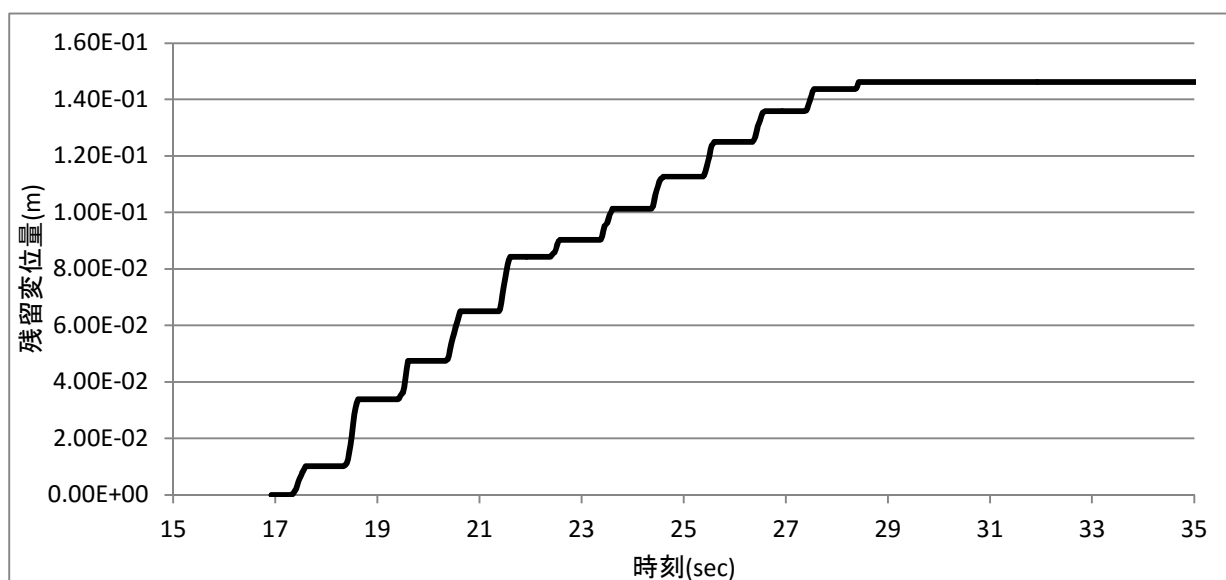


図 7.4.2 遠心振動台 (Case31) 円弧-応力 残留変位量

7.4.2 円弧による探索-加速度履歴

加速度履歴を用いた円弧探索での遠心振動台 (Case31) の残留変位量を図 7.4.3、図 7.4.4 に示す。

○逐次非線形解析

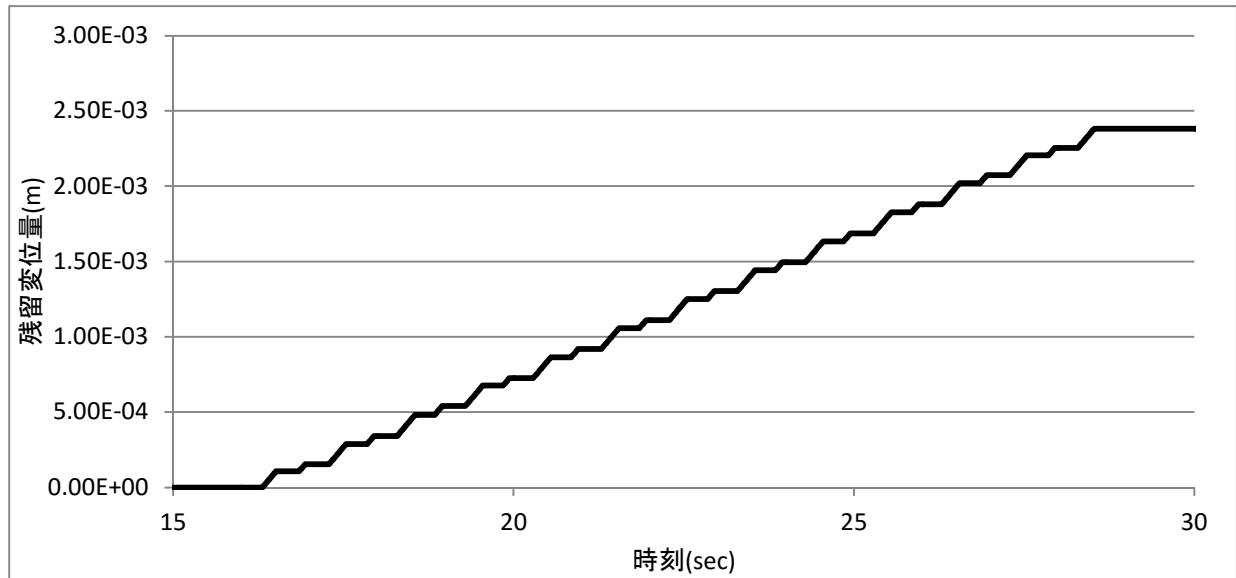


図 7.4.3 遠心振動台 (Case31) 円弧-加速度 残留変位量

○等価線形解析

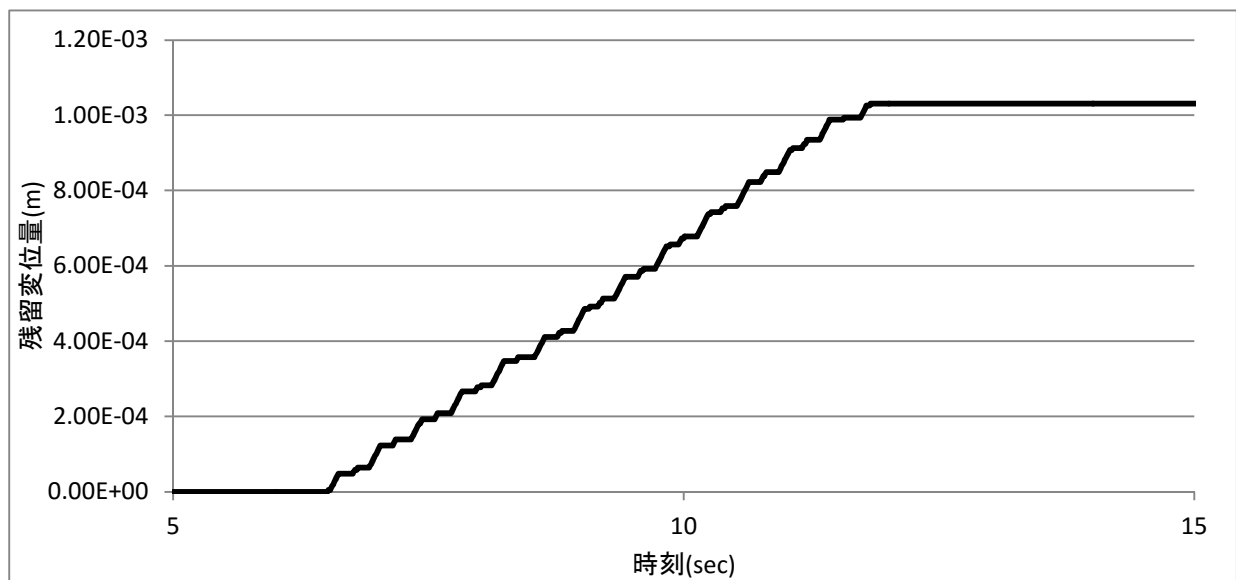


図 7.4.4 遠心振動台 (Case31) 円弧-加速度 残留変位量

7.4.3 非円弧による探索-応力履歴

応力履歴を用いた非円弧探索での遠心振動台 (Case31) の残留変位量を図 7.4.5、図 7.4.6 に示す。

○逐次非線形解析

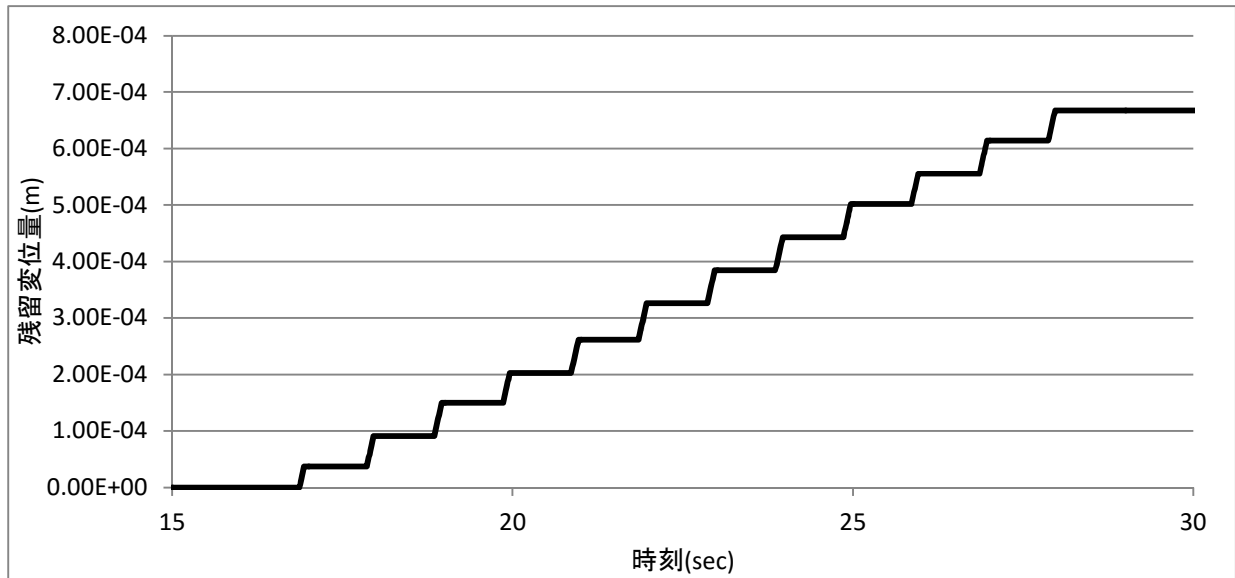


図 7.4.5 遠心振動台 (Case31) 非円弧-応力 残留変位量

○等価線形解析

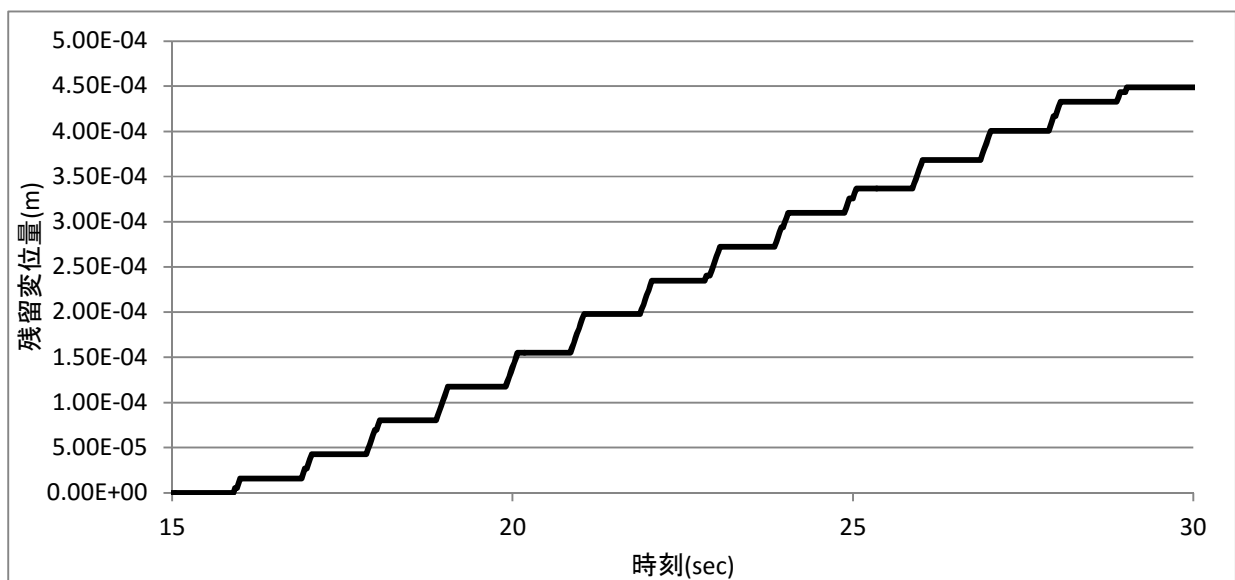


図 7.4.6 遠心振動台 (Case31) 非円弧-応力 残留変位量

7.4.4 非円弧による探索-加速度履歴

加速度履歴を用いた非円弧探索での遠心振動台 (Case31) の残留変位量を図 7.4.7、図 7.4.8 に示す。

○逐次非線形解析

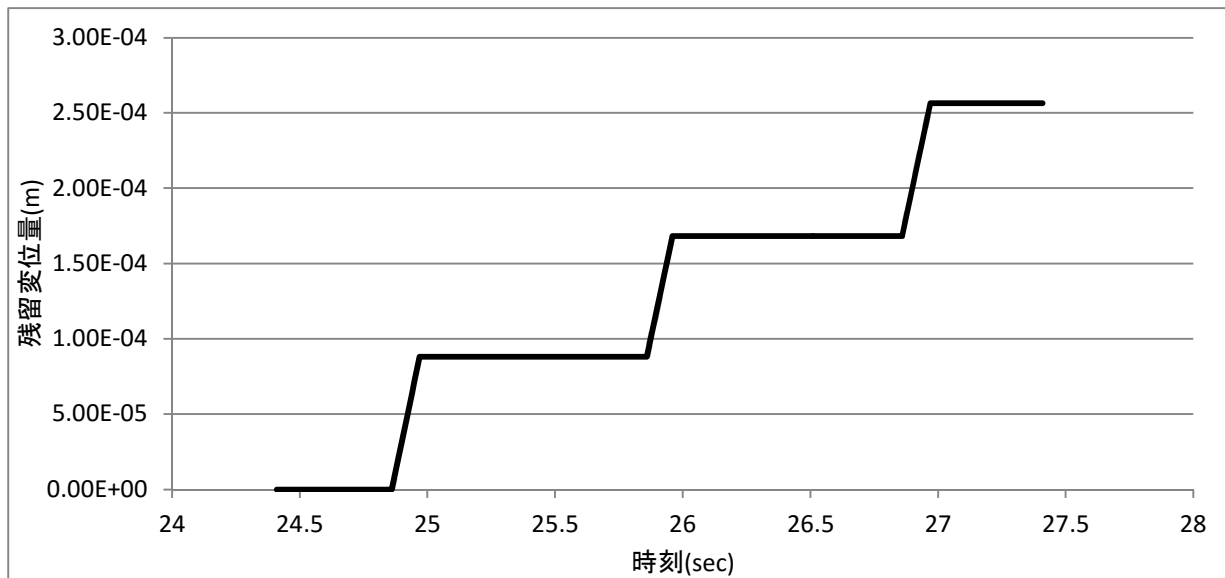


図 7.4.7 遠心振動台 (Case31) 非円弧-加速度 残留変位量

○等価線形解析

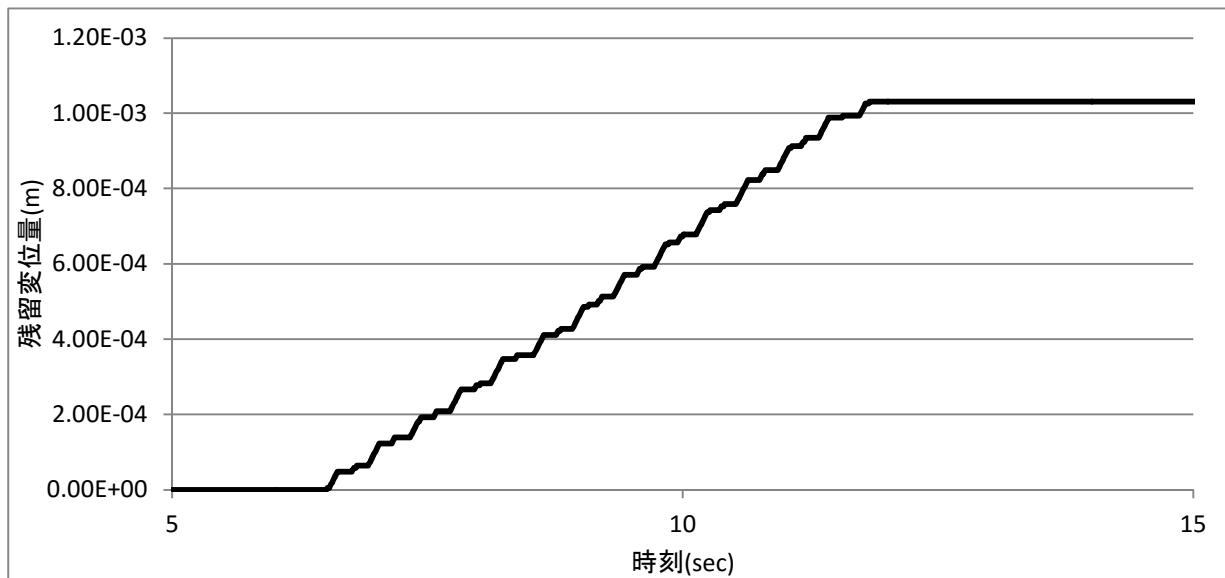


図 7.4.8 遠心振動台 (Case31) 非円弧-加速度 残留変位量

7.5 考察およびまとめ

本章では、本年度実施した Case27～31 の小型および遠心模型振動台実験について、GHE-S モデルを用いた逐次非線形動的解析と等価線形解析による再現解析を実施すると共に、それらから得られる応答値を用いて以下の 4 ケースの安定解析を実施した。

- ① 応力履歴を用いた円弧すべり
- ② 加速度履歴を用いた円弧すべり
- ③ 応力履歴を用いた非円弧すべり
- ④ 加速度履歴を用いた非円弧すべり

実験では、すべてのケースですべり破壊が生じたものの、安定解析では表 7.5.1 に示すとおり安全率が 1 を切らないケースが見られた。

表 7.5.1 安定解析結果の総括

ケース	最小安全率		最小安全率		最小安全率		最小安全率	
	① 応力履歴を用いた 円弧すべり		② 加速度履歴を用いた 円弧すべり		③ 応力履歴を用いた 非円弧すべり		④ 加速度履歴を用いた 非円弧すべり	
	非線形	等価線形	非線形	等価線形	非線形	等価線形	非線形	等価線形
Case27	1.580	1.370	1.880	1.338	1.403	1.311	1.128	1.610
Case28	1.714	1.543	1.819	2.768	1.465	1.365	1.223	1.251
Case29	1.769	1.577	1.658	1.820	1.640	1.474	0.093	1.251
Case30	1.176	0.942	1.099	0.931	1.141	0.904	1.784	1.681
Case31	0.878	0.800	0.799	0.756	0.796	0.696	0.806	0.696
軟岩	2.699	3.031	3.518	3.031	2.940	3.259	3.736	3.259
硬岩	2.394	2.460	2.402	2.272	2.394	2.460	2.420	2.290

この原因の一つとして、振動台実験では数波の地震動を入力しており、破壊が発生した振動ケースにおいても地震動入力前にすでに残留変形が蓄積しているのに対して、解析ではそれを考慮せず、破壊が生じたケースの地震動のみを入力していることが考えられる。初期状態を詳細に設定した上で、応答解析をおよび安定解析を実施する必要があると言える。また、今回は 3 軸試験結果にフィッティングすることでパラメータ設定を行ったが、ある一つの拘束圧での結果であり、拘束圧に大きく既存する地盤の破壊、変形特性を適切に設定出来ていない可能性がある。今回実施したような詳細な安定解析を実施する場合には、より詳細にパラメータ設定が出来るように地盤材料試験を実施する必要があると考えられる。

すべての安定解析ケースで安全率が 1 を切ったケースに Case31 に付いては、ニューマーク法によって滑動変位量も算出した。表に示すように、大きい場合でも 1mm 程度の変位であり、実験で見られた変形と比較して非常に小さい。今後、すべり線位置の算定精度およびすべり線発生後の土塊に作用する地震力の算定に検討が必要であると考えられる。

一方、上記と同手法を用いて、実規模斜面（軟岩・硬岩斜面）の解析も実施した。すべての安定解析ケースで安全率 1 を下回らない結果となった。また、最小安全率を与える滑り線位置について、応答解析を等価線形解析で行った場合でも、逐次非線形動的解析とほぼ同等の滑り線位置を算定できていることが分かった。ただし、すべり線の探索条件等で大きく異なることが考えられ、今後の検討課題である。