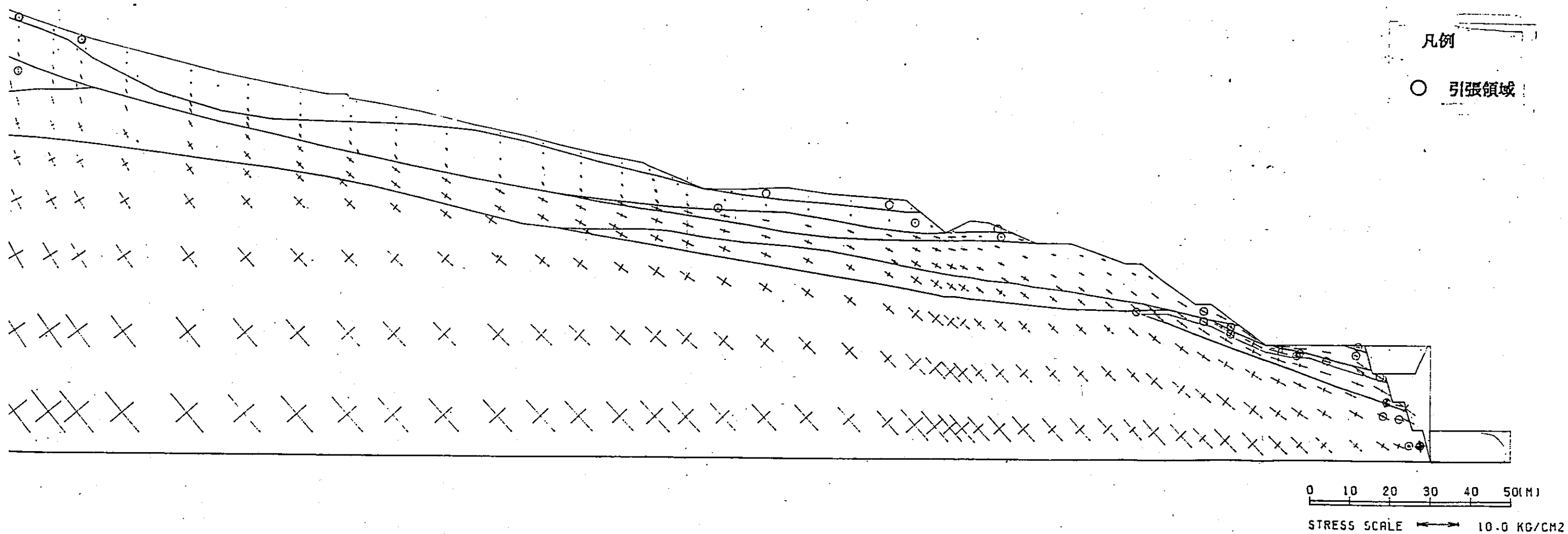


① — ① 断面

静的線形解析

凡例

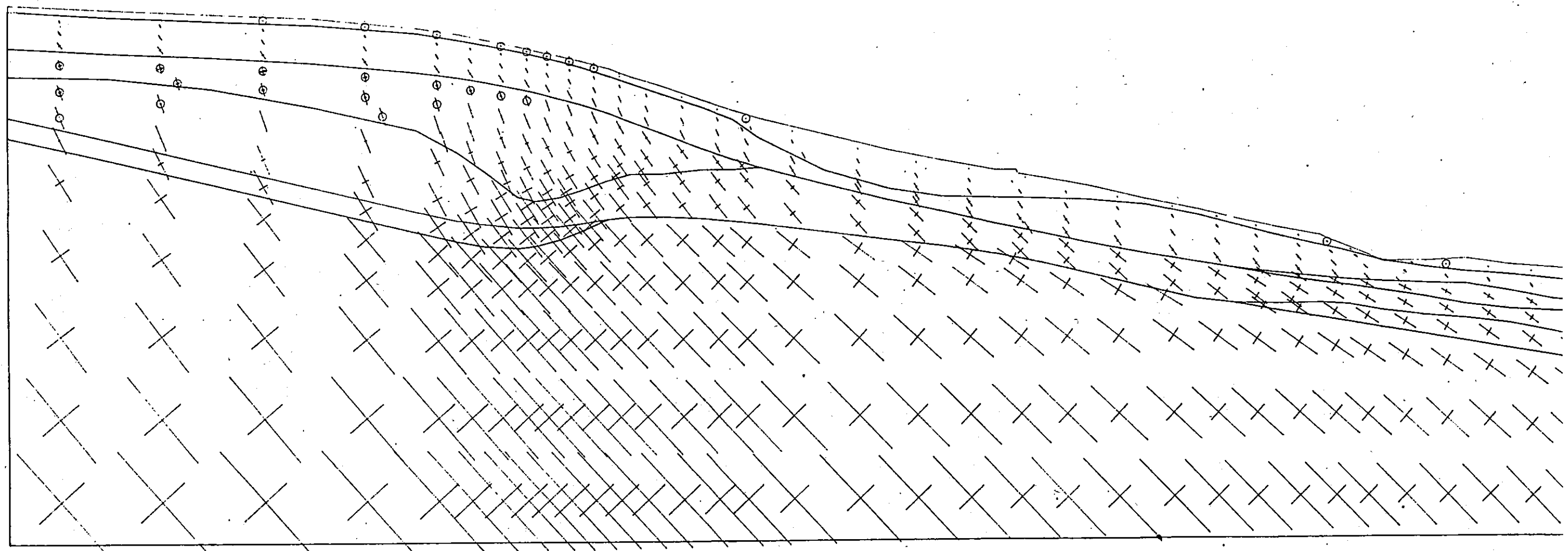
○ 引張領域



第 3.21 图 大雨時主応力分布图

EL (M)

140
130
120
110
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
-10



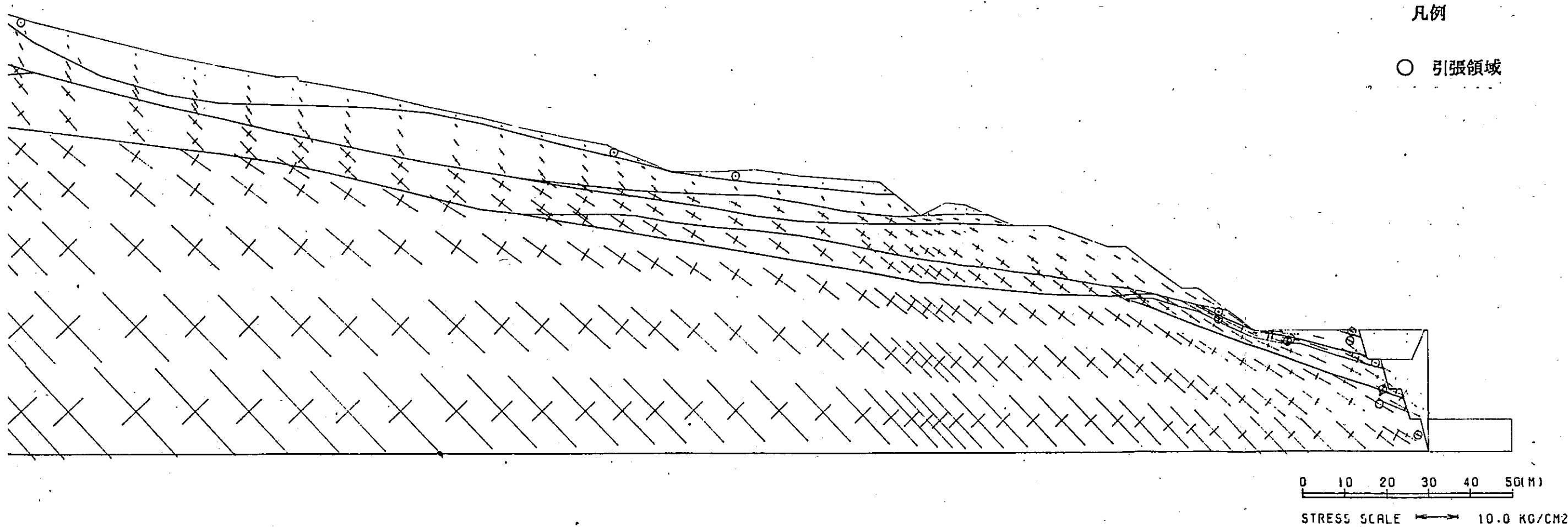
① — ①' 断面

静的線形解析

地震力方向 \longrightarrow

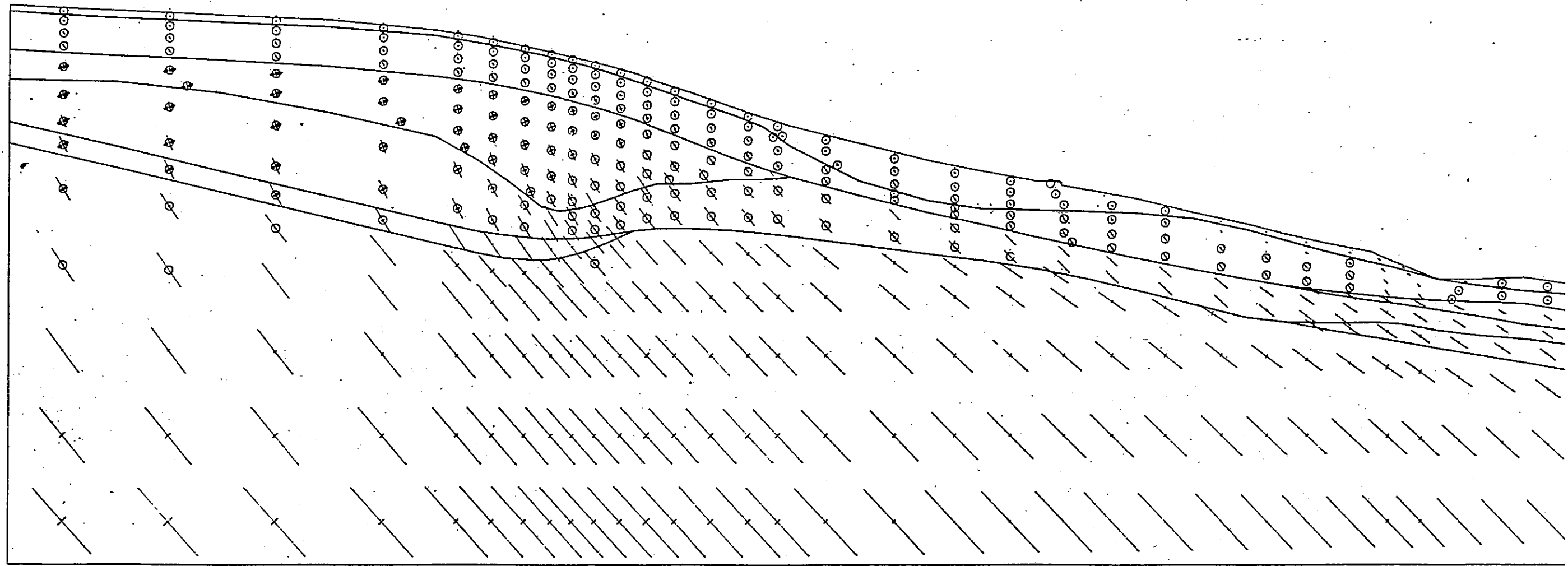
凡例

○ 引張領域



第 3.22 图 地震時主応力分布图

EL (M)
140
130
120
110
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
-10



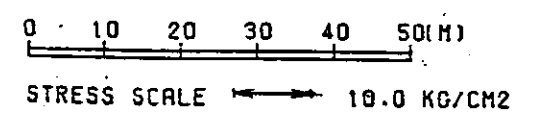
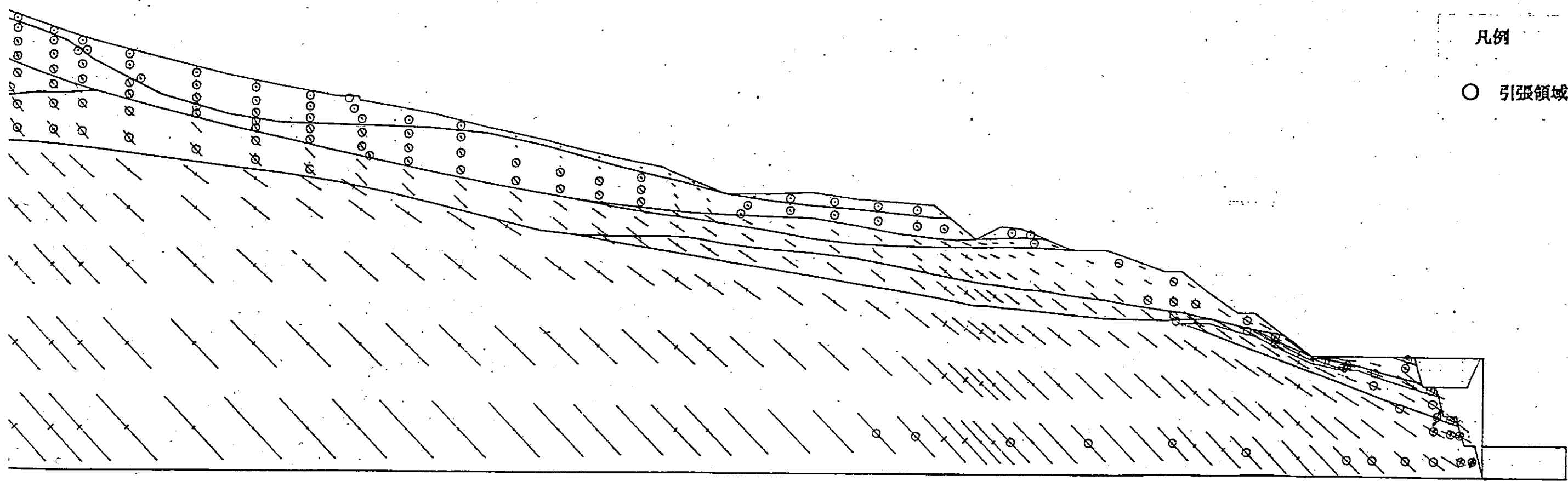
Ⓐ — Ⓐ 断面

静的線形解析

地震力方向 →

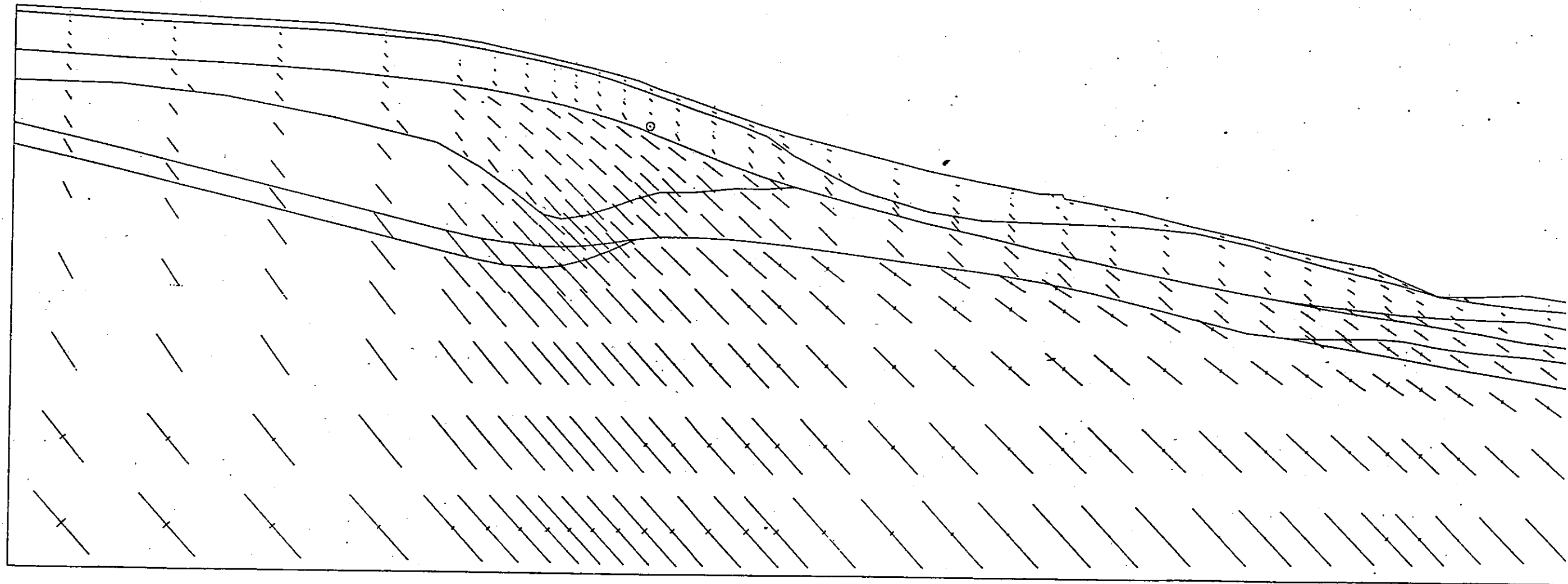
凡例

○ 引張領域



第3.23图 大雨・地震時主応力分布图

EL (M)
140
130
120
110
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
-10



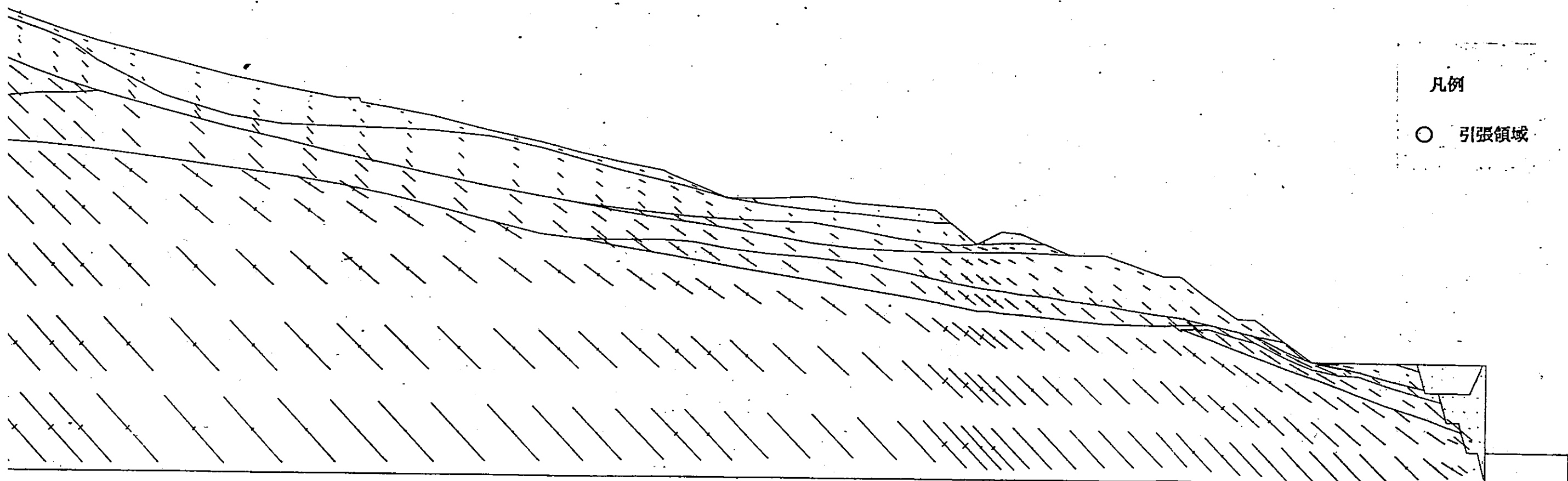
① — ① 断面

no tension 解析

地震力方向 →

凡例

○ 引張領域



0 10 20 30 40 50(M)

STRESS SCALE ←→ 10.0 KG/CM²

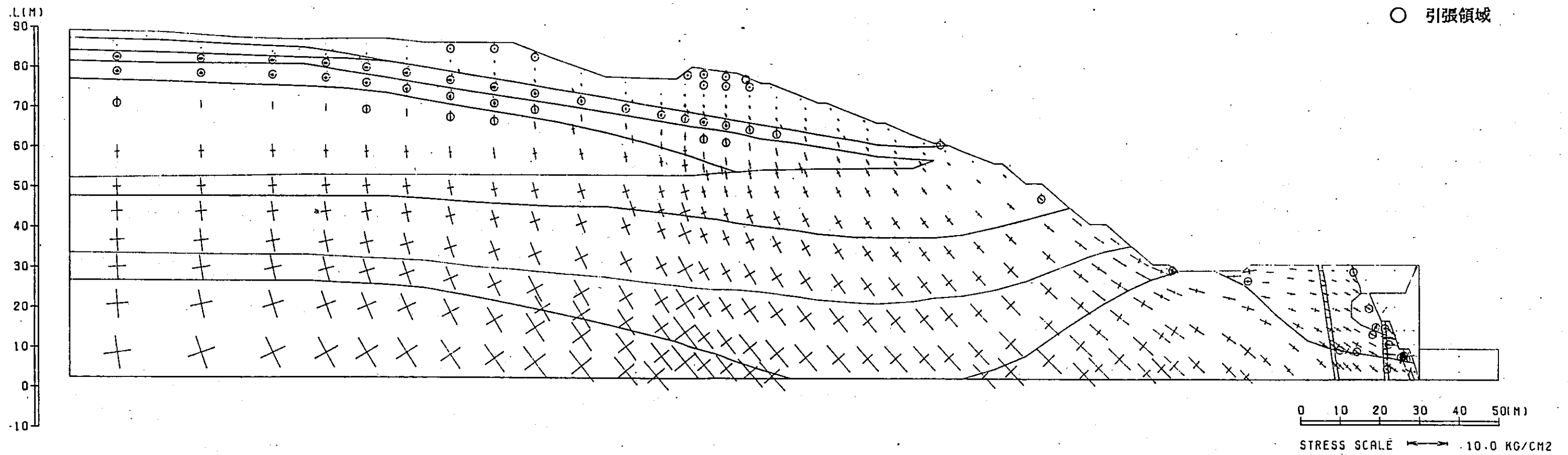
第 3.24 图 大雨・地震時主応力分布图

ⓑ — ⓑ 断面

静的線形解析

凡例

○ 引張領域



第 3.25 图 大雨時主応力分布图

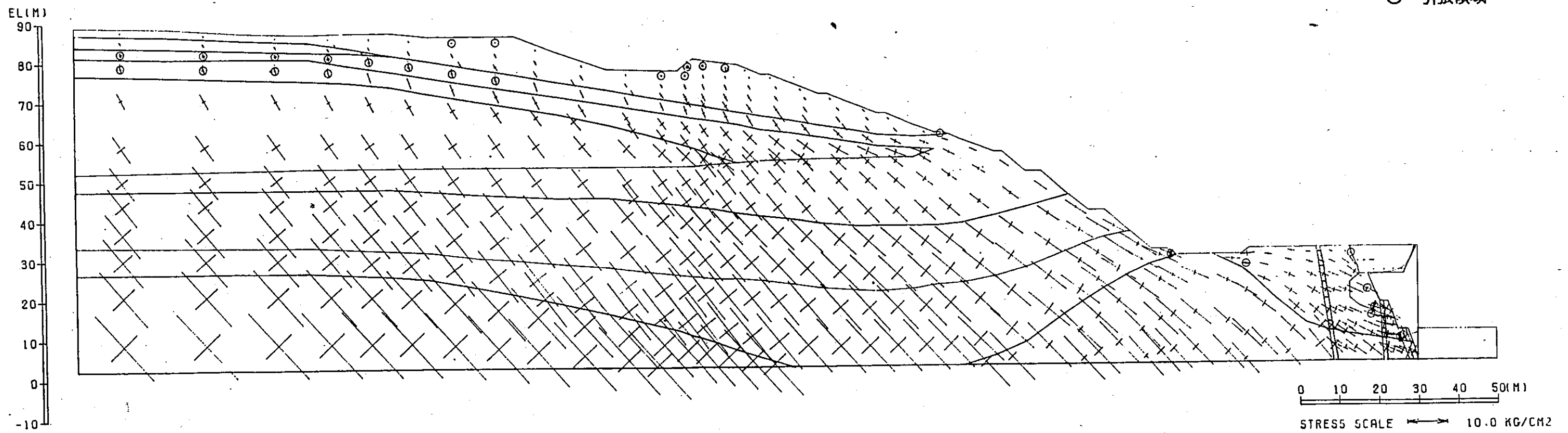
② — ② 断面

静的線形解析

地震力方向 →

凡例

○ 引張領域



第 3.26 图 地震時主应力分布图

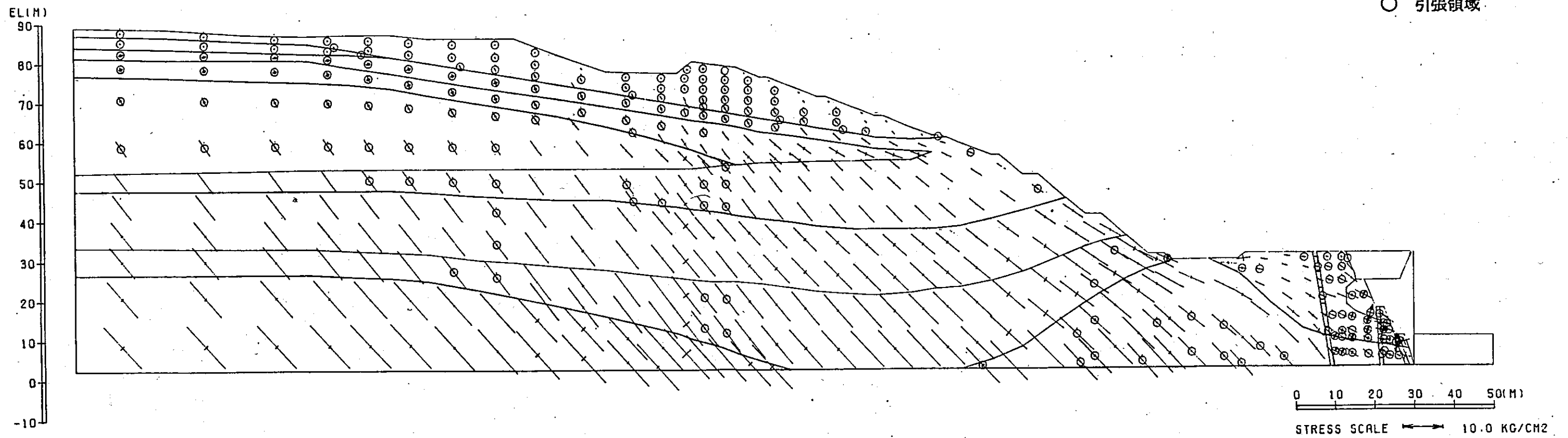
ⓑ — ⓑ 断面

静的線形解析

地震力方向 →

凡例

○ 引張領域



第 3.27 图 大雨・地震時主応力分布図

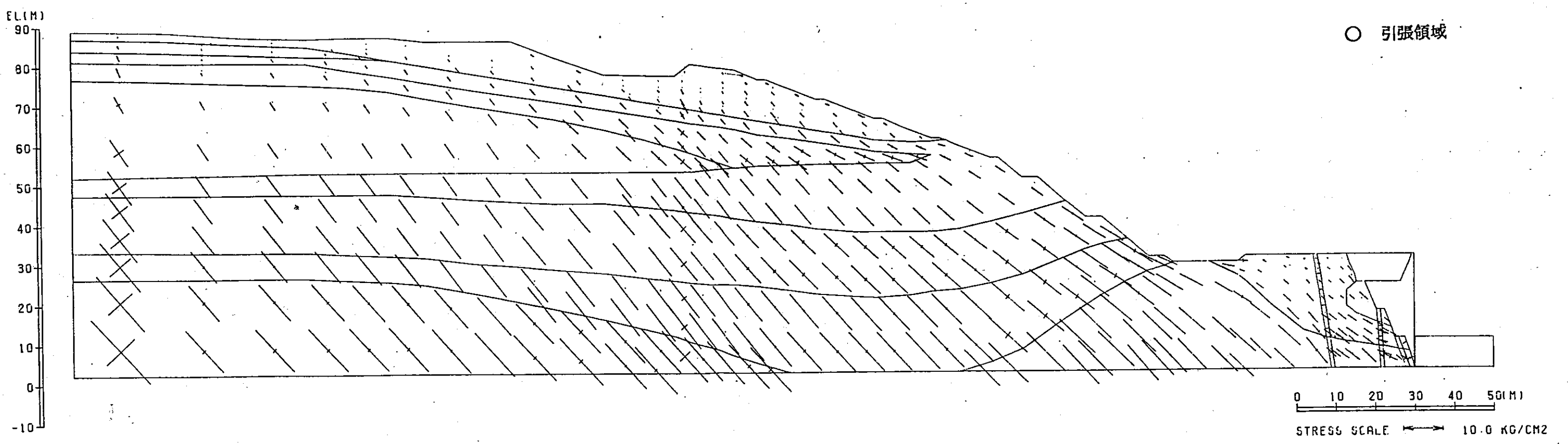
② — ② 断面

no tension 解析

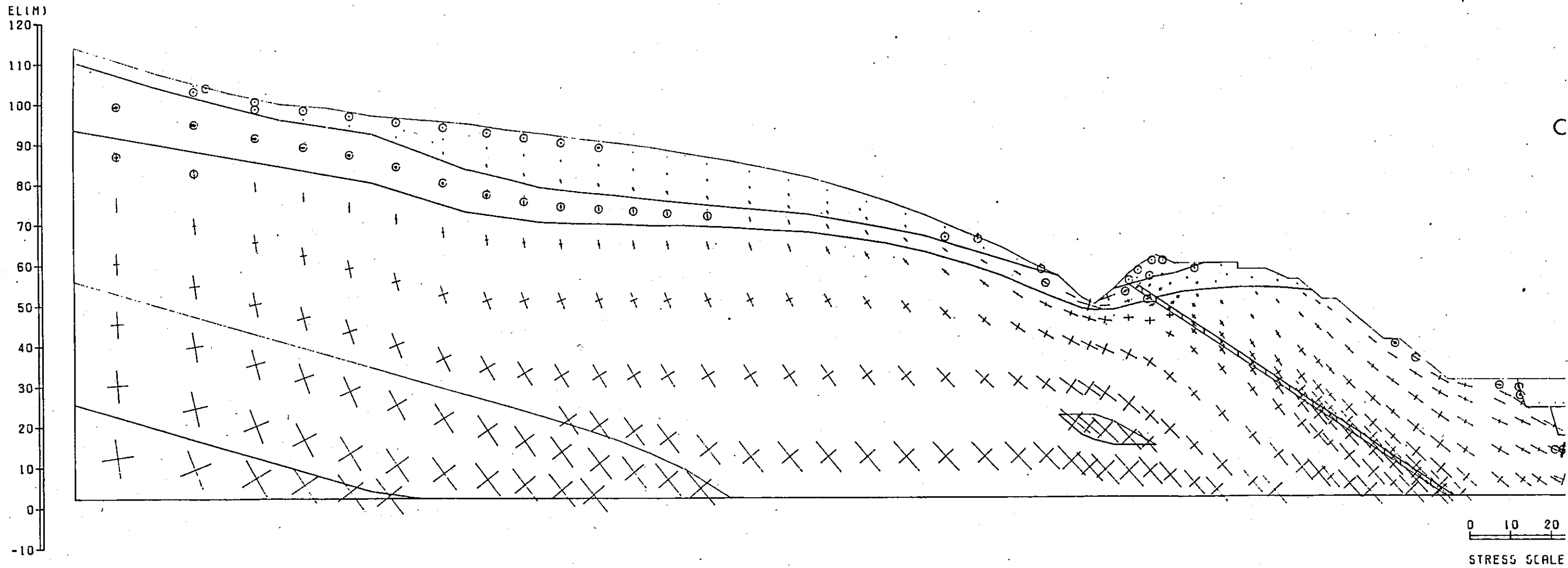
地震力方向 →

凡例

○ 引張領域



第 3.28 图 大雨・地震時主応力分布区



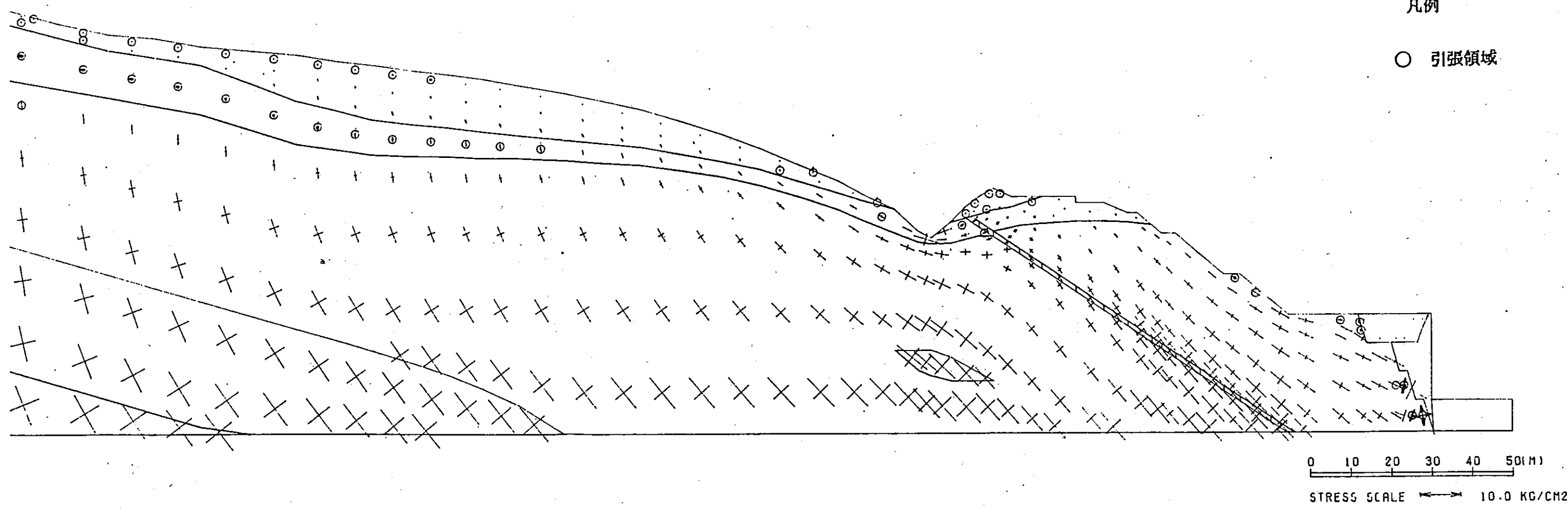
第3.29图 大町

Y_{1c} - Y'_{1c} 断面

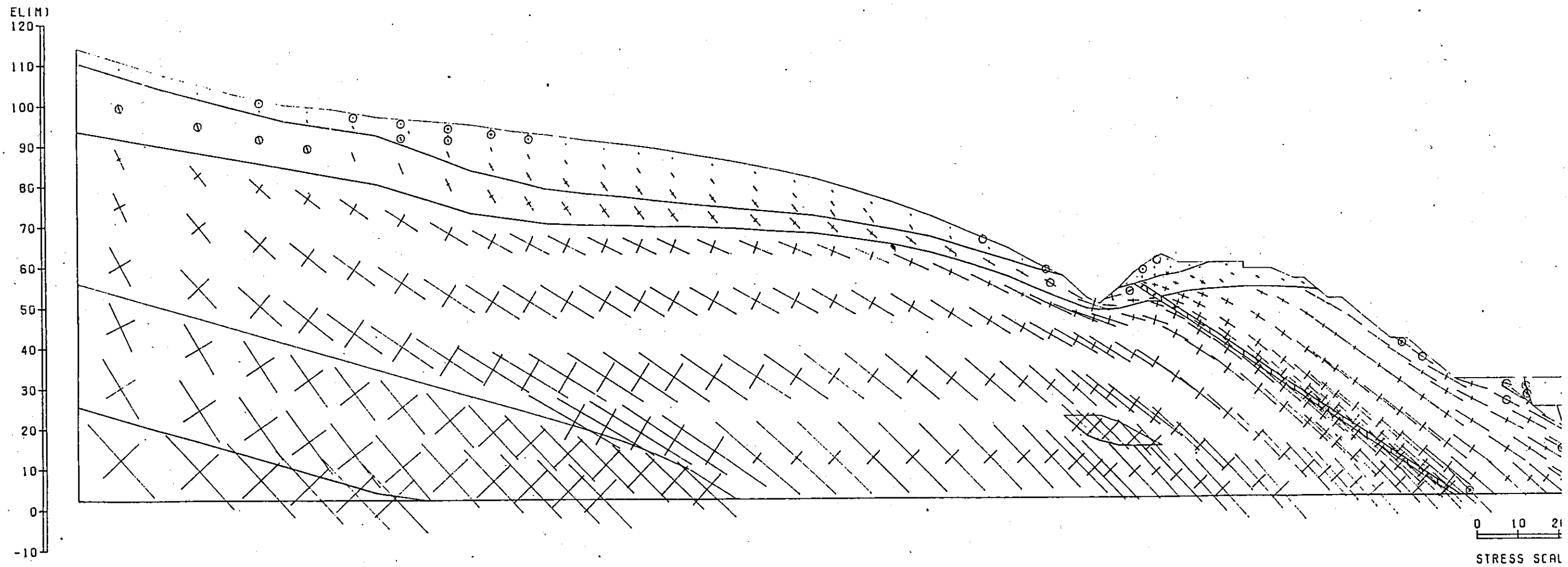
静的線形解析

凡例

○ 引張領域



第3.29图 大雨時主应力分布图



第3.30图 地质

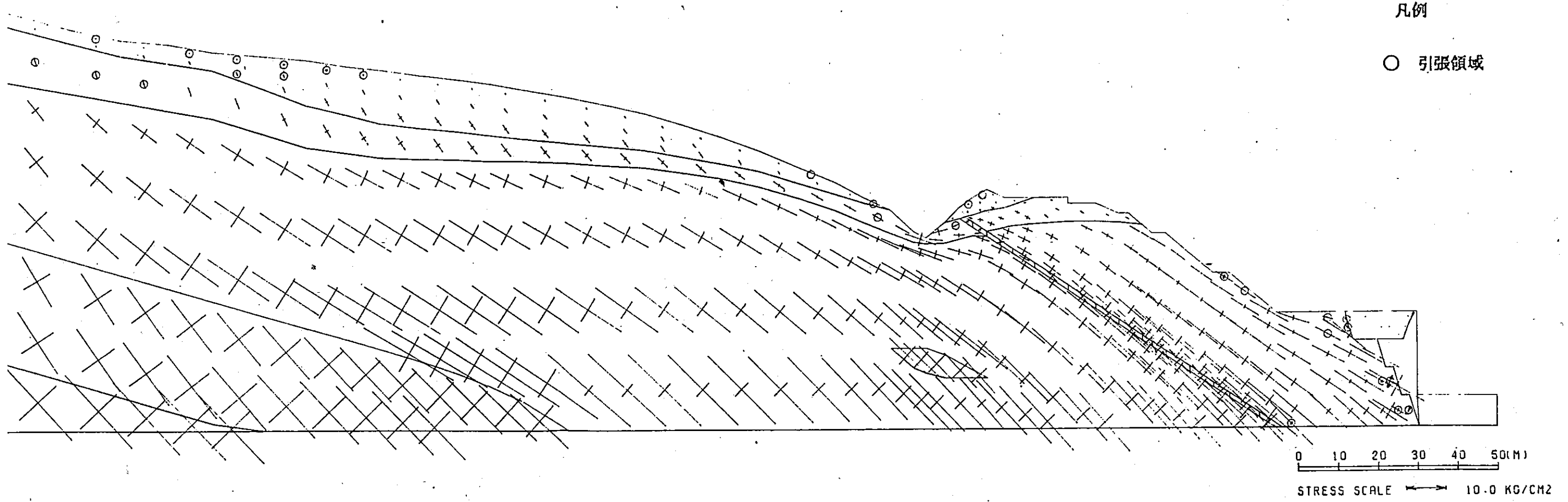
Y_{1c} - Y'_{1c} 断面

静的線形解析

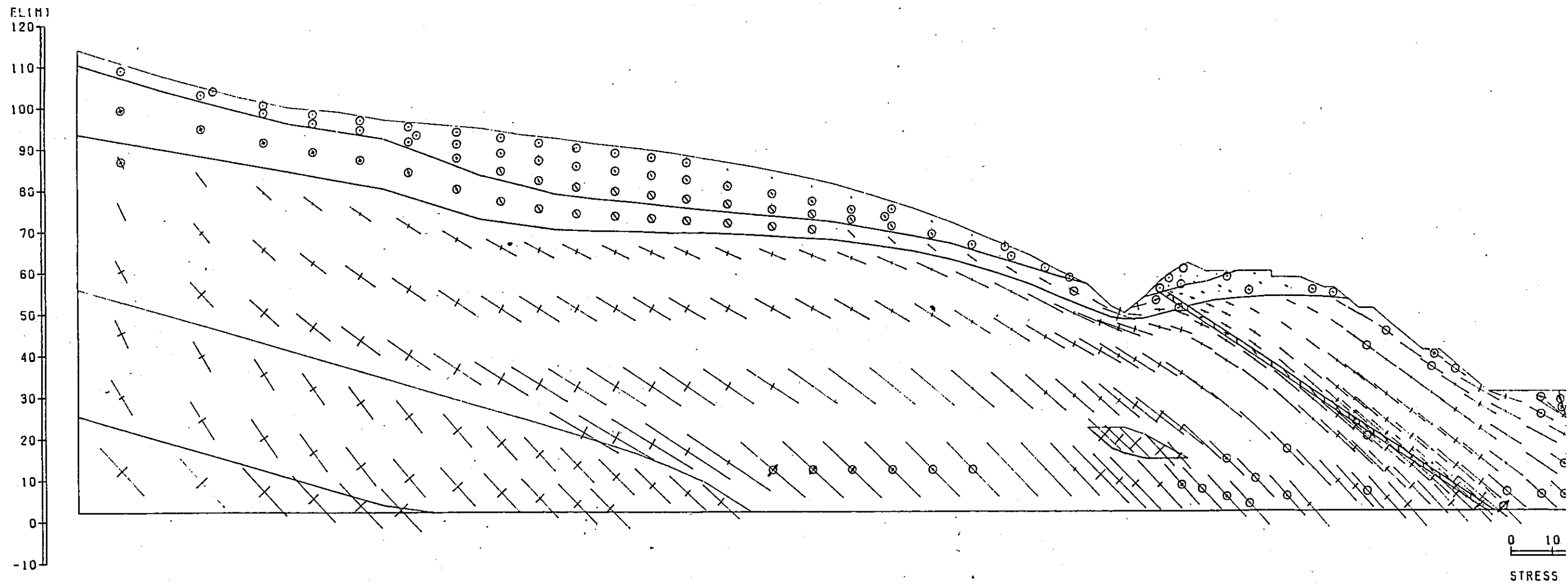
地震力方向 →

凡例

○ 引張領域



第3.30图 地震時主応力分布图



第 3.31 图 大雨・封

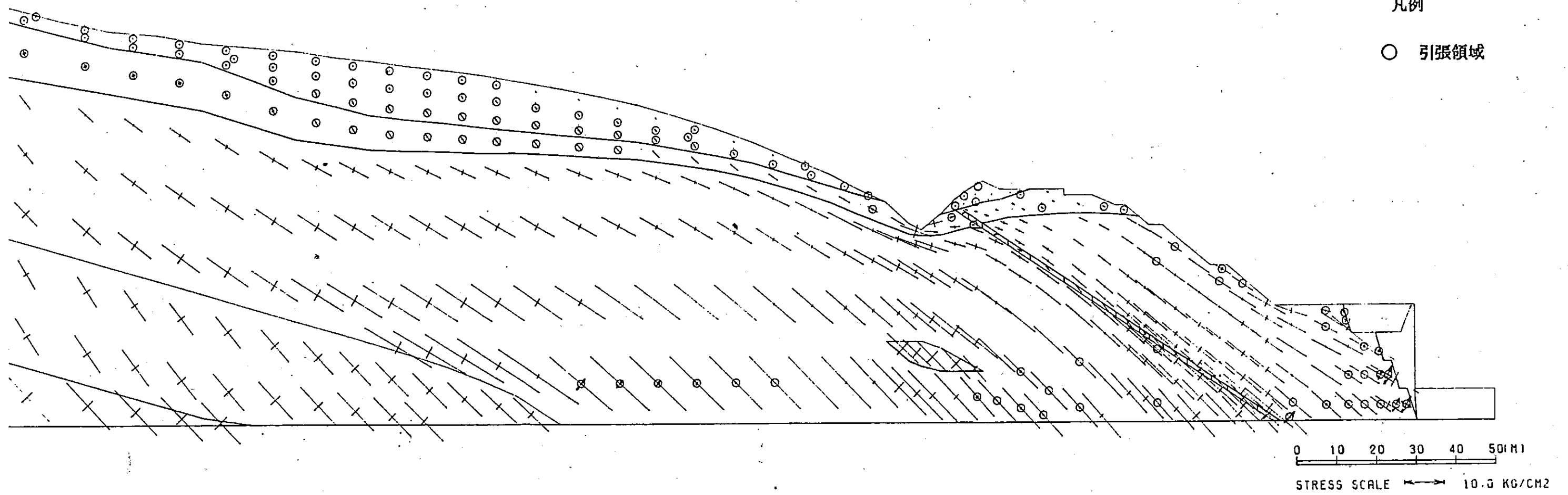
Y_{1c} - Y'_{1c} 断面

静的線形解析

地震力方向 →

凡例

○ 引張領域

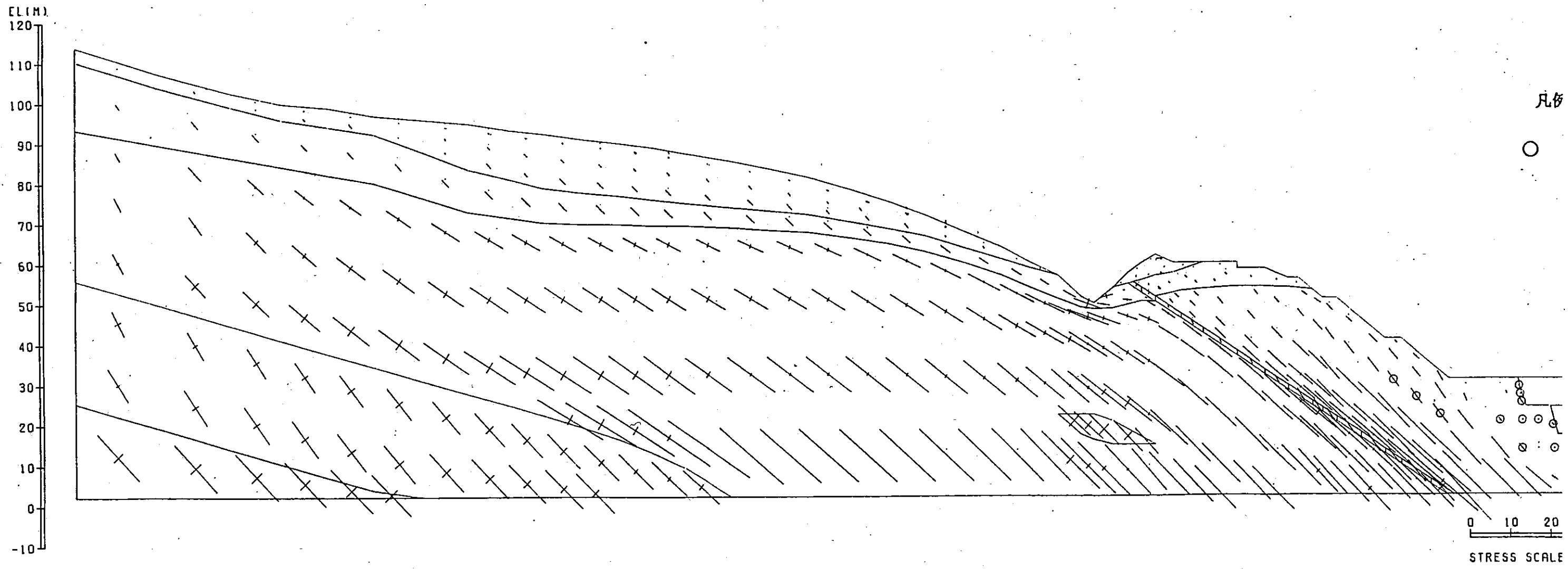


第 3.31 图 大雨・地震時主応力分布图

Y 10 -

no te

地震



第 3.32 图 大雨・地震

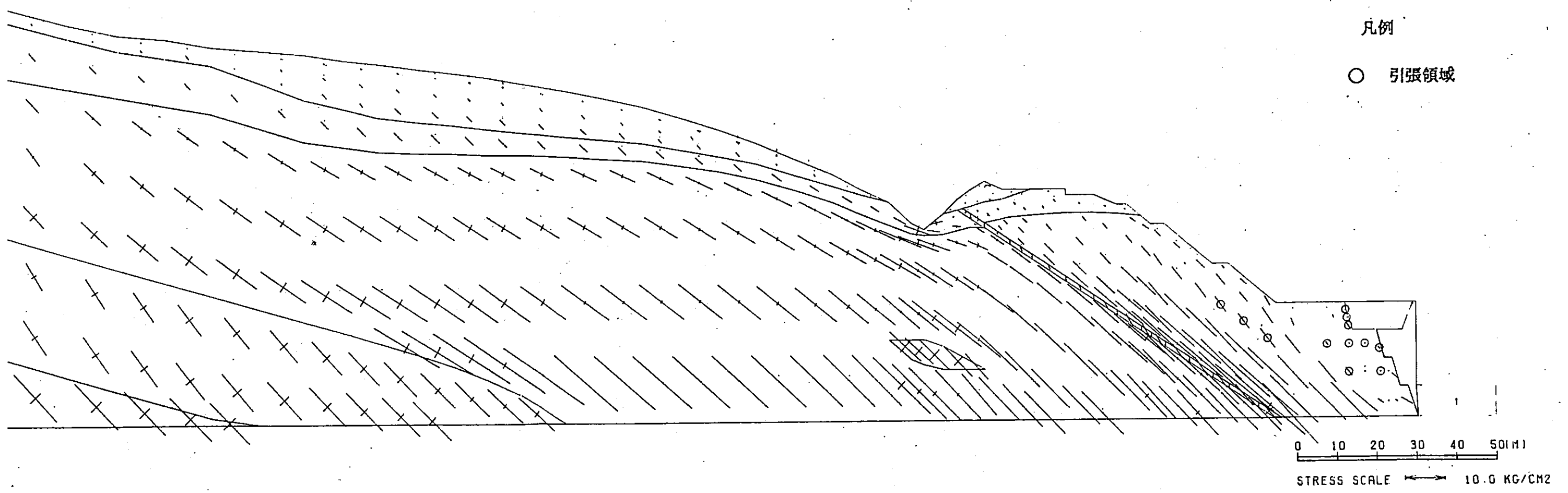
Y_{1c} - Y'_{1c} 断面

no tension 解析

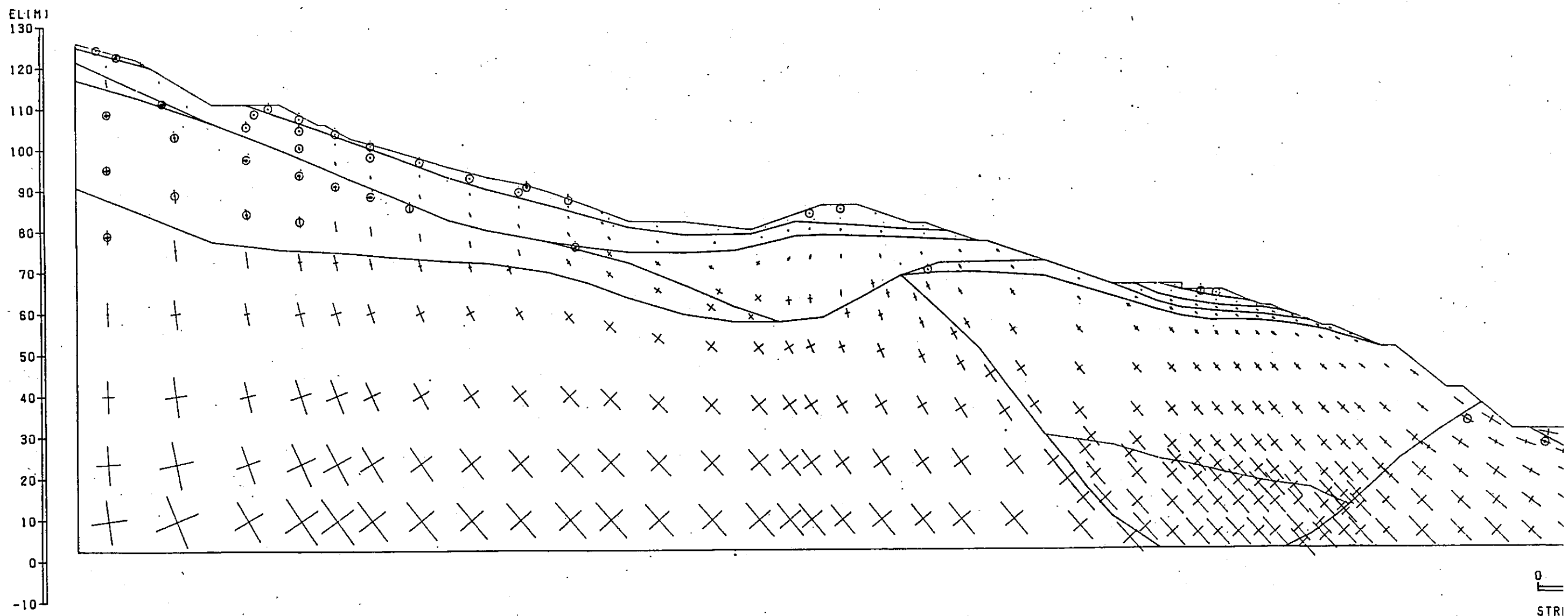
地震力方向 →

凡例

○ 引張領域



第 3.32 图 大雨・地震時主応力分布图



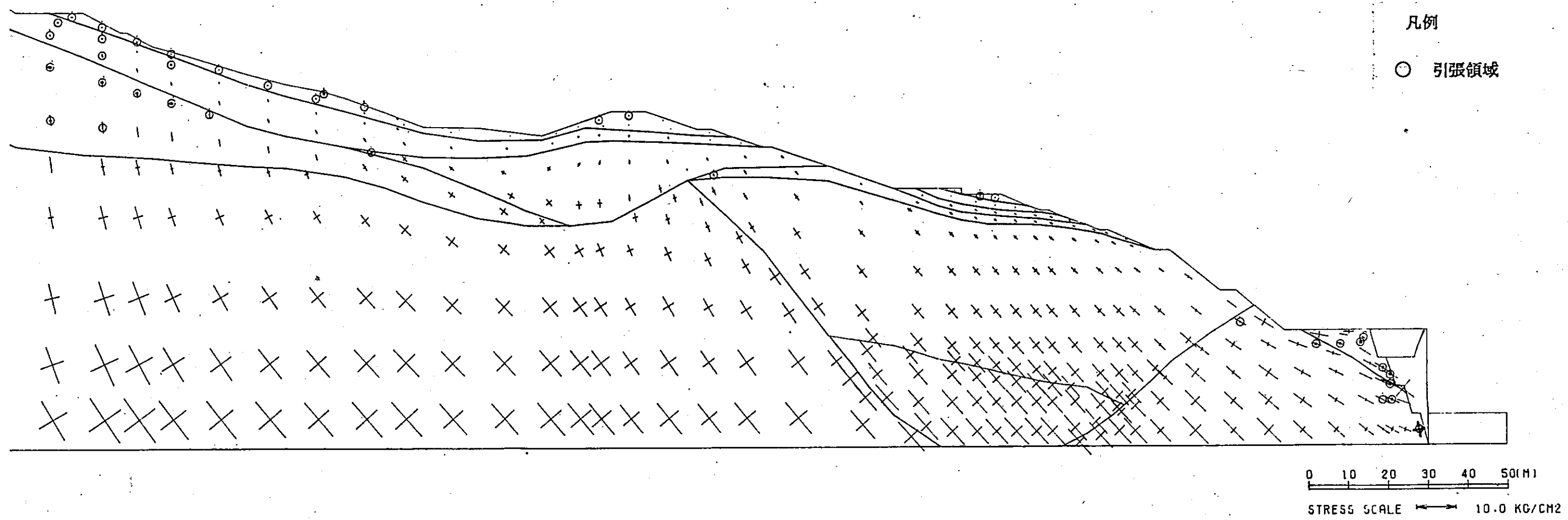
第3.33图

Y_{2c} - Y'_{2c} 断面

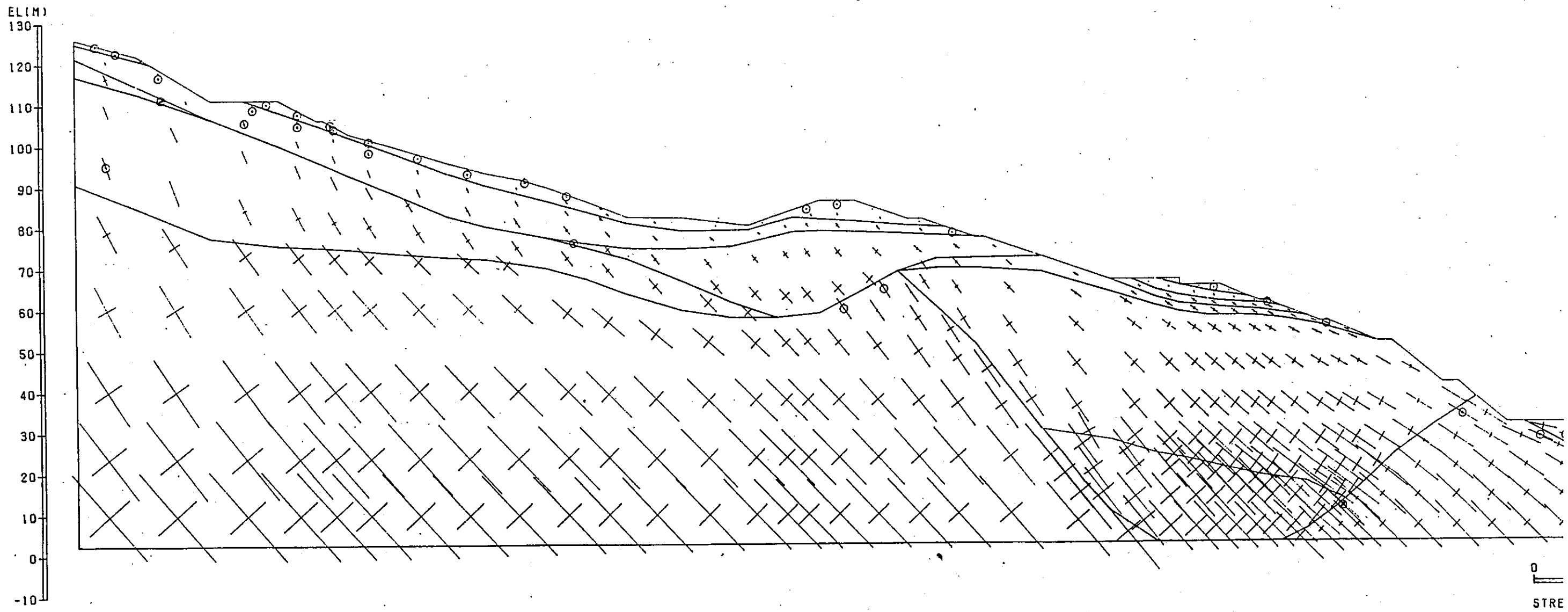
静的線形解析

凡例

○ 引張領域



第3.33图 大雨時主応力分布图



第3.34图

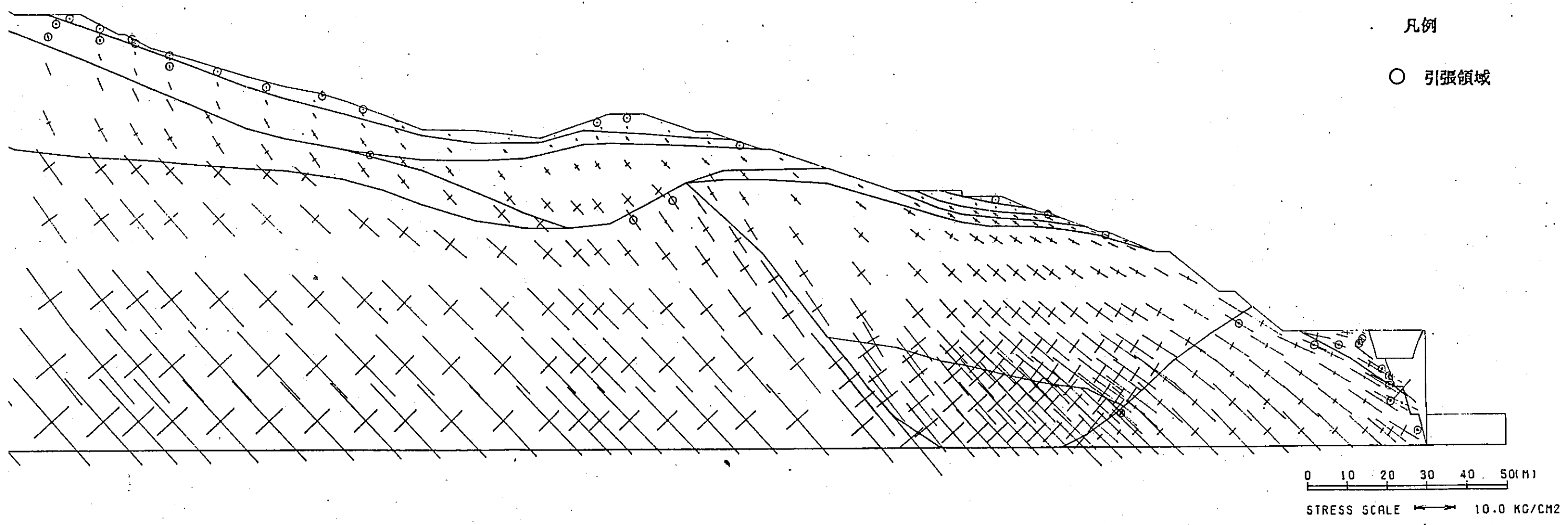
Y_{2c} - Y'_{2c} 断面

静的線形解析

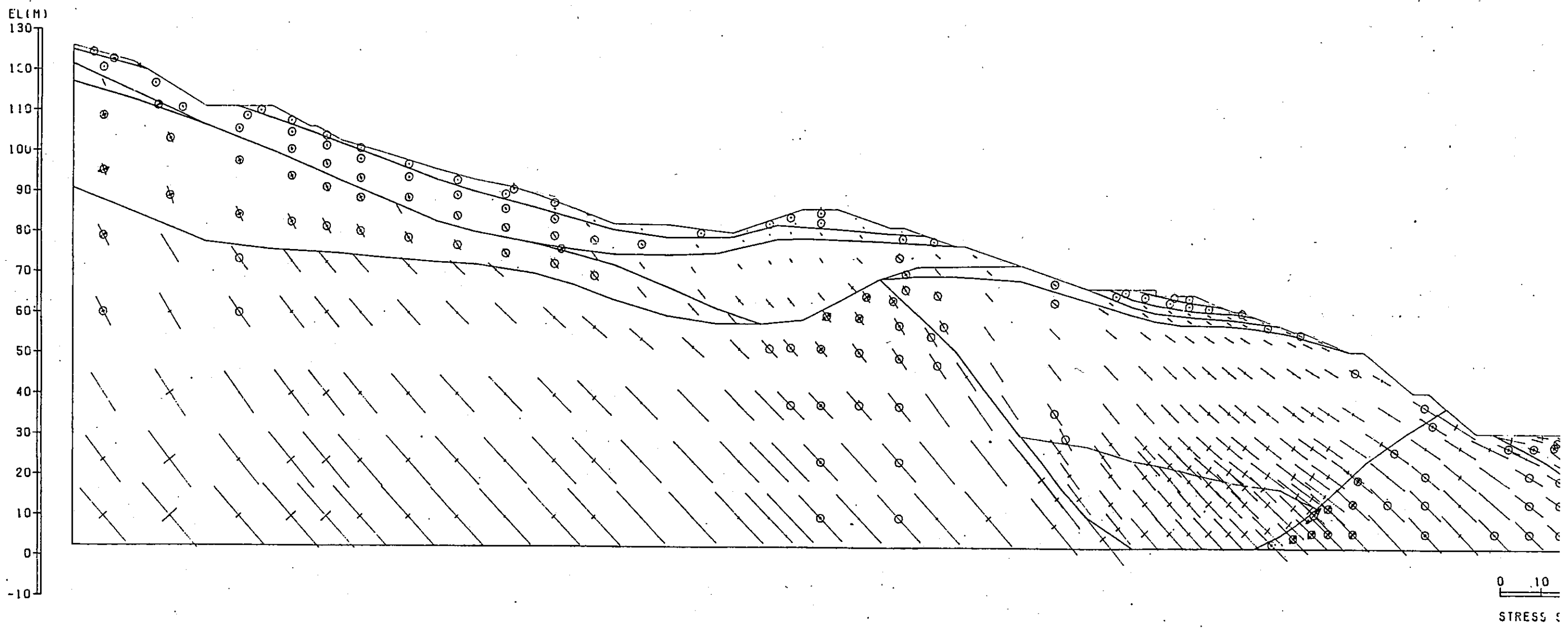
地震力方向 →

凡例

○ 引張領域



第3.34图 地震時主応力分布图



第 3.35 图 大雨 - 北

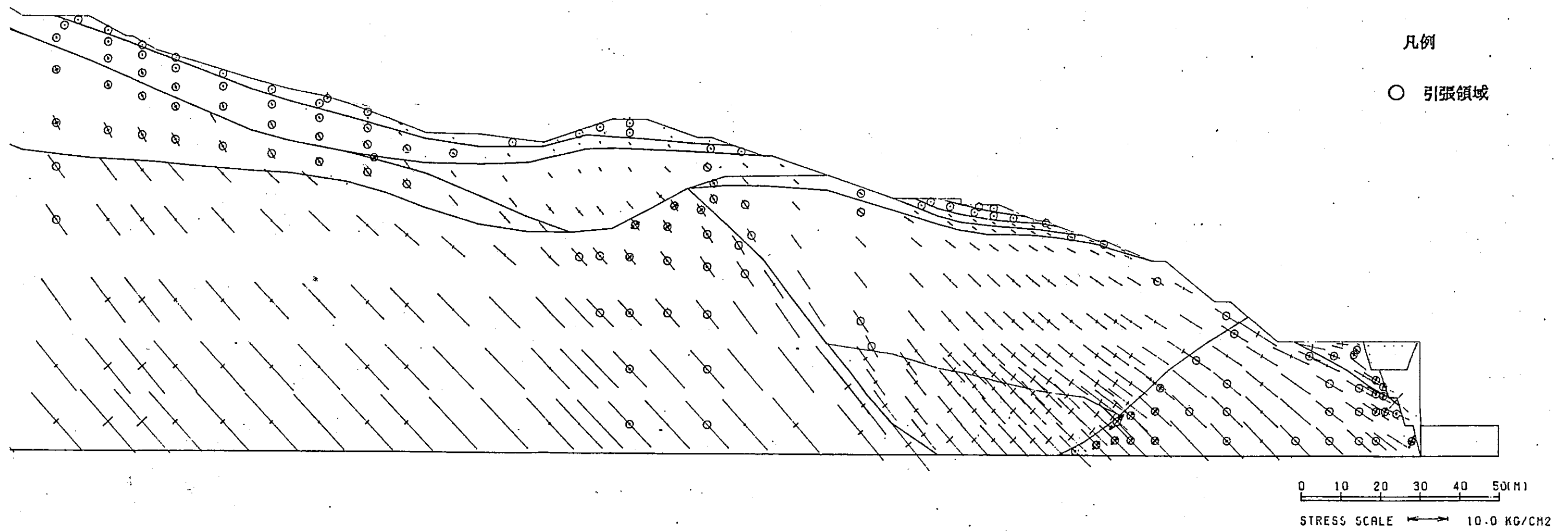
Y_{2c} - Y'_{2c} 断面

静的線形解析

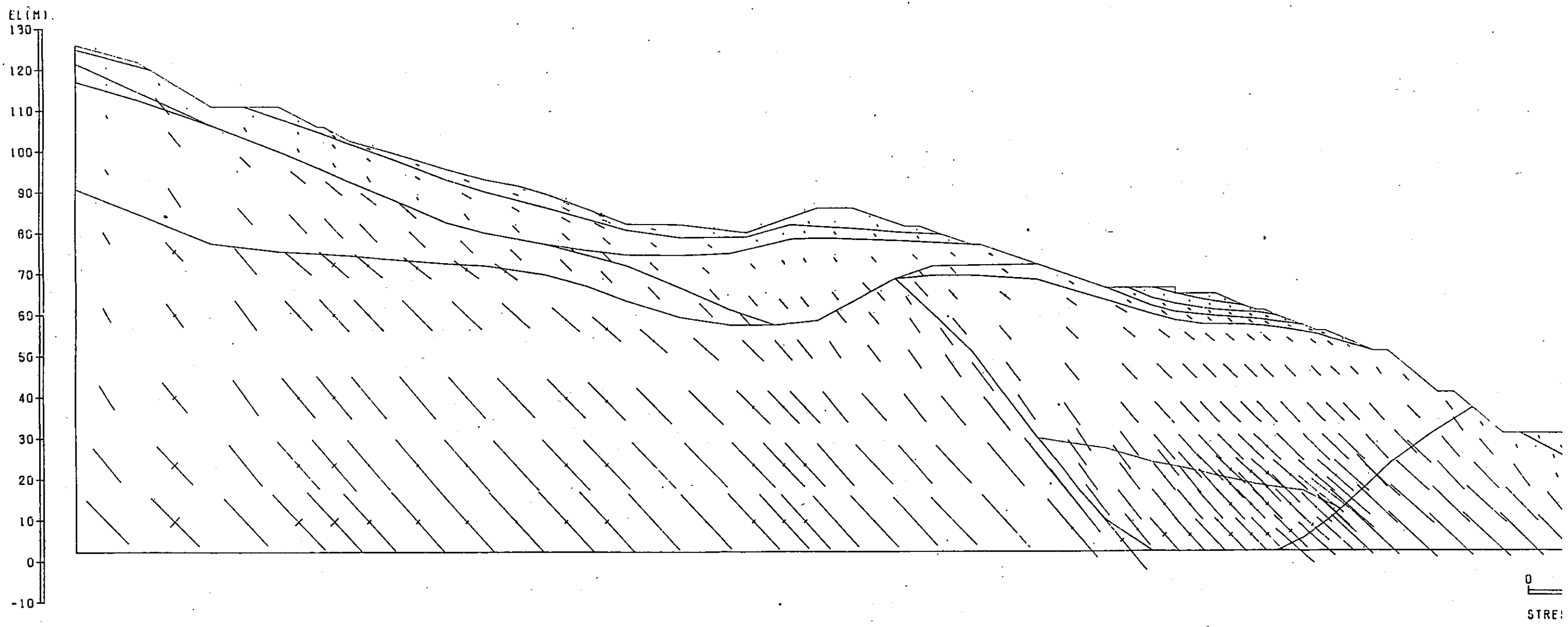
地震力方向 \longrightarrow

凡例

○ 引張領域



第 3.35 图 大雨・地震時主応力分布图



第3.36图 大雨

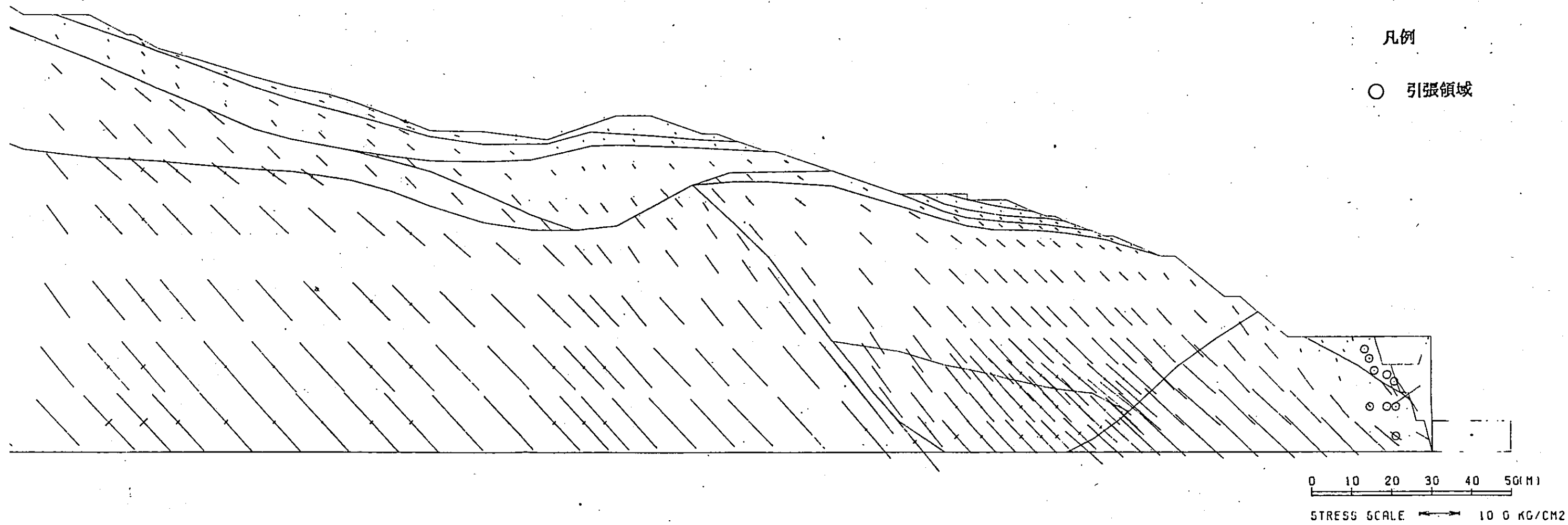
Y_{2c} - Y'_{2c} 断面

no tension 解析

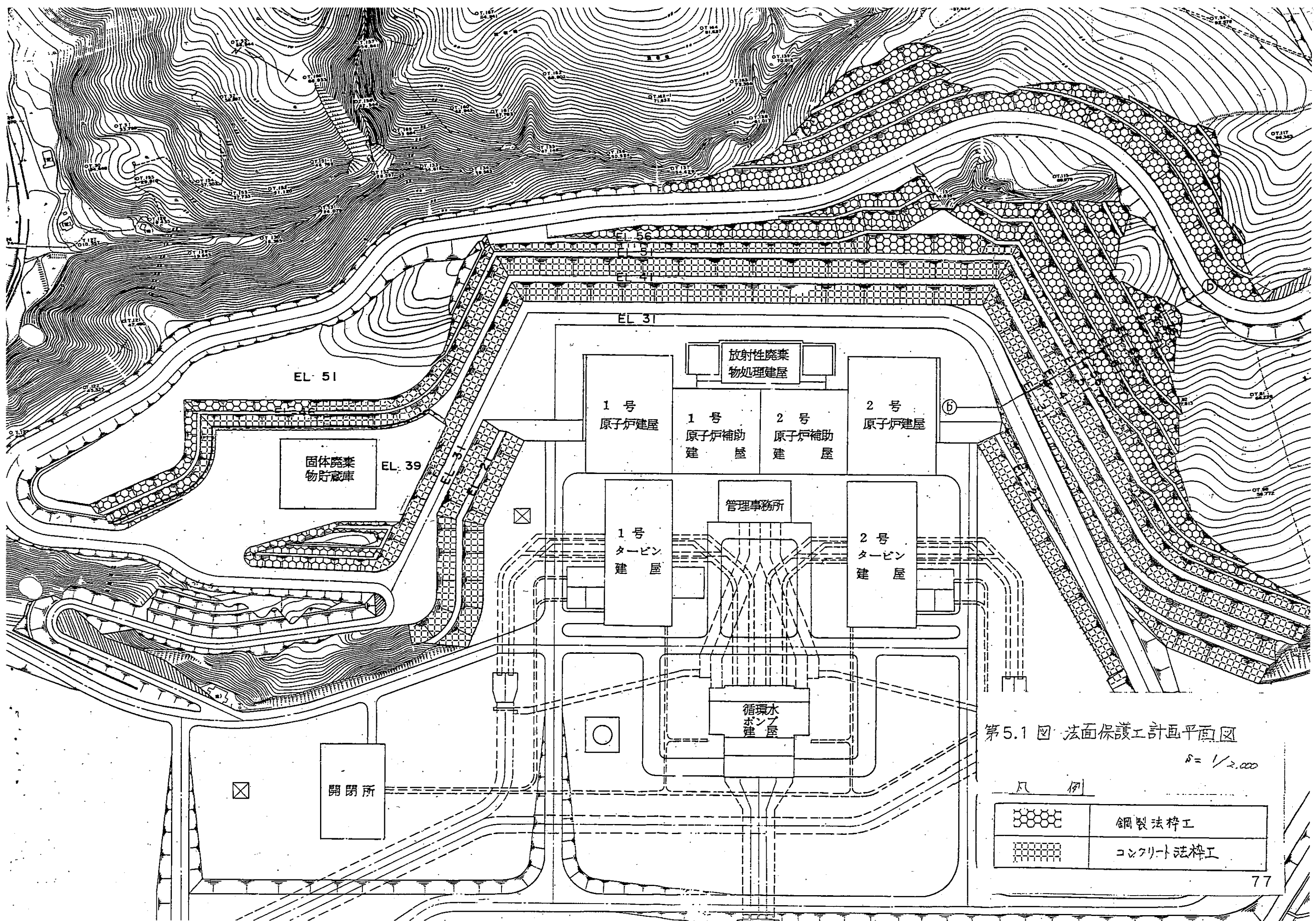
地震力方向 \longrightarrow

凡例

○ 引張領域



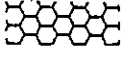

第 3.36 图 大雨・地震時主応力分布图

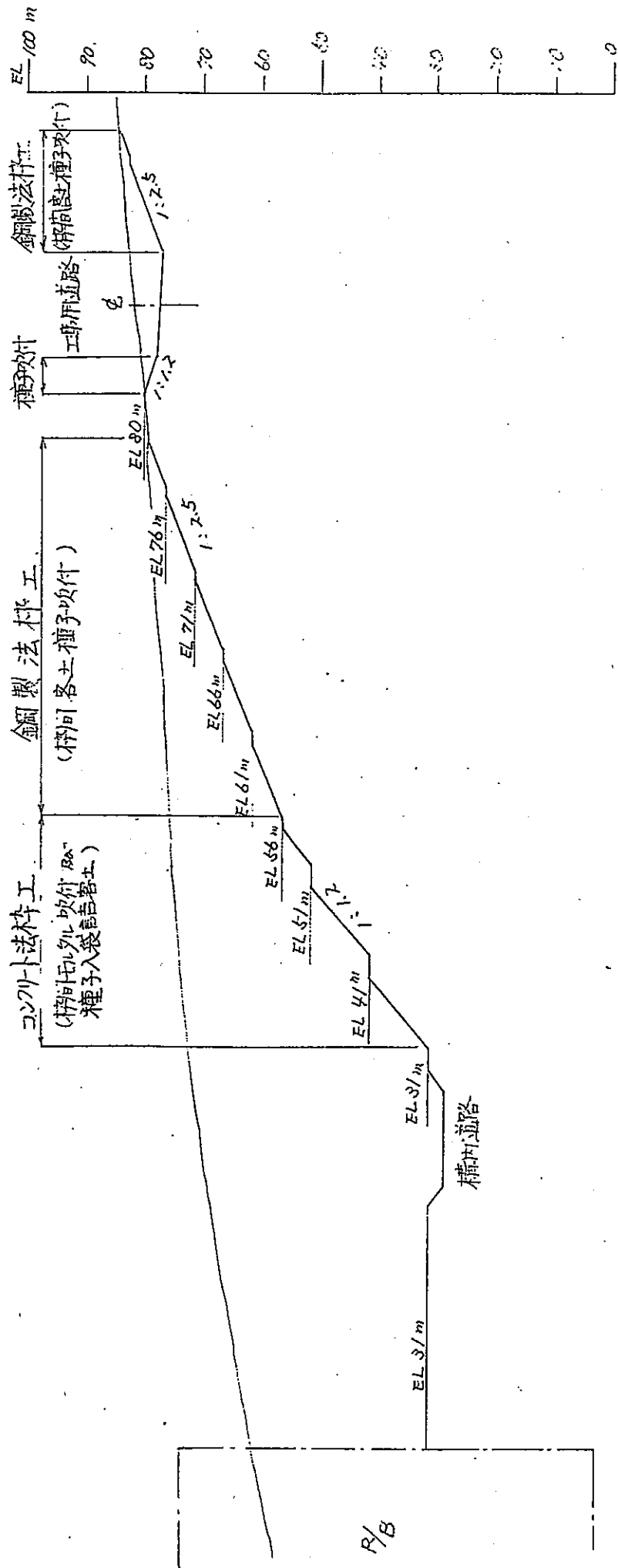


第5.1 図 法面保護工計画平面図

1/2,000

凡 例

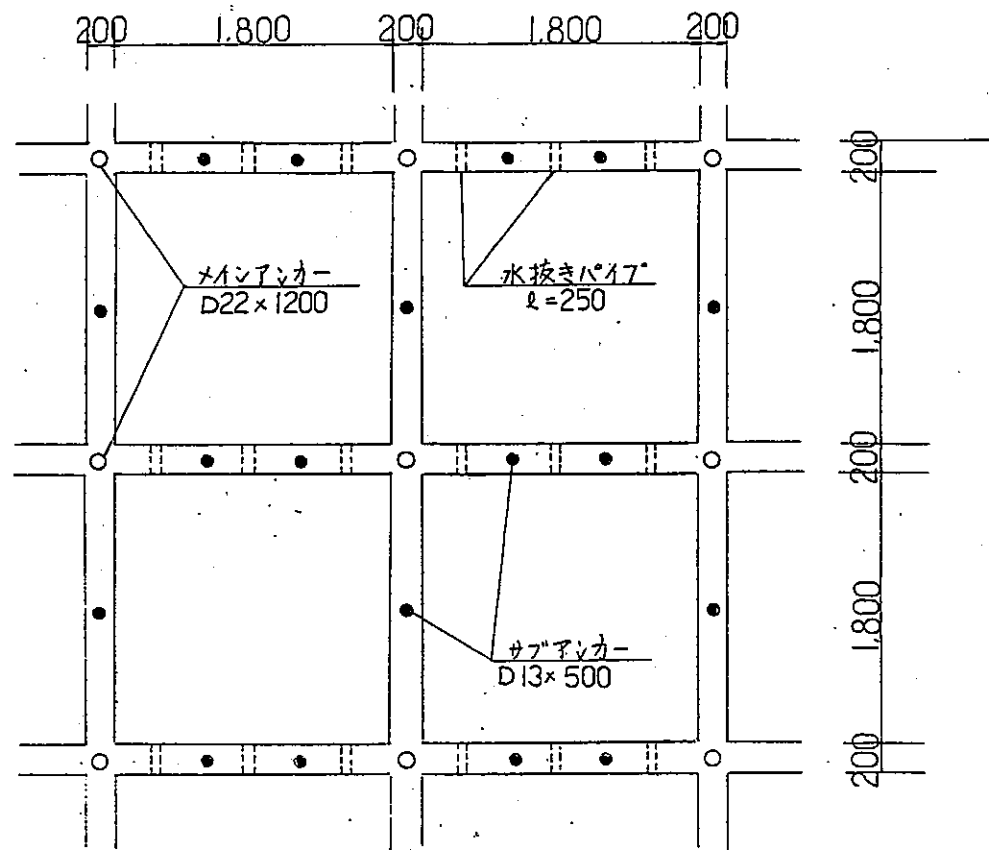
	鋼製法枠工
	コンクリート法枠工



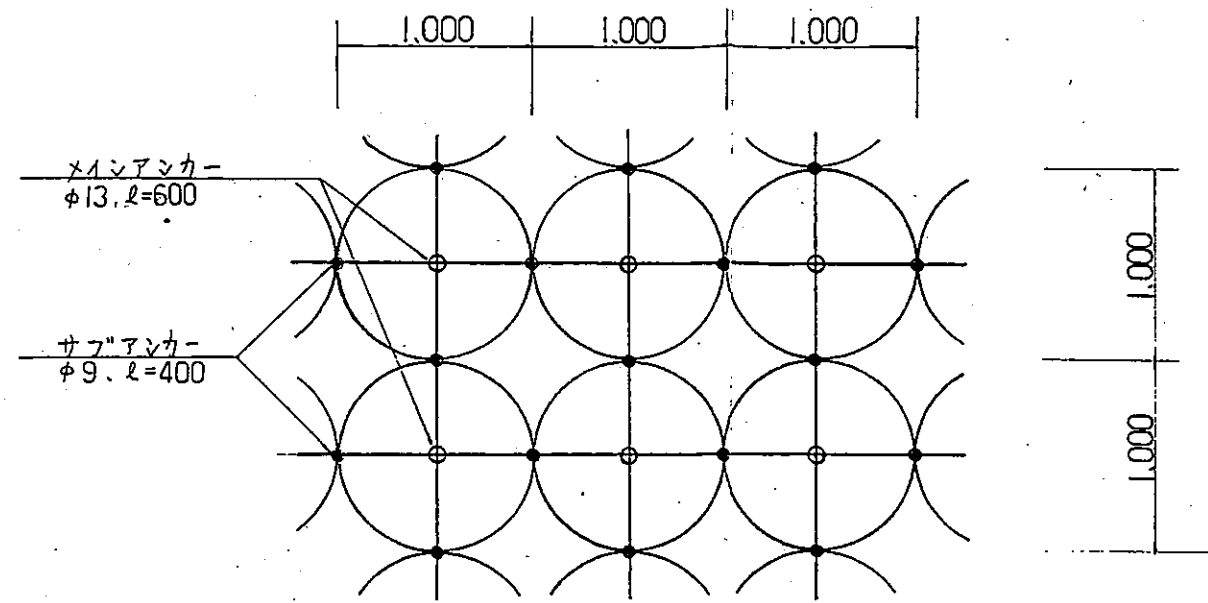
(S = 1/1,000)

第5.2図 法面保護工断面図(B-B断面)

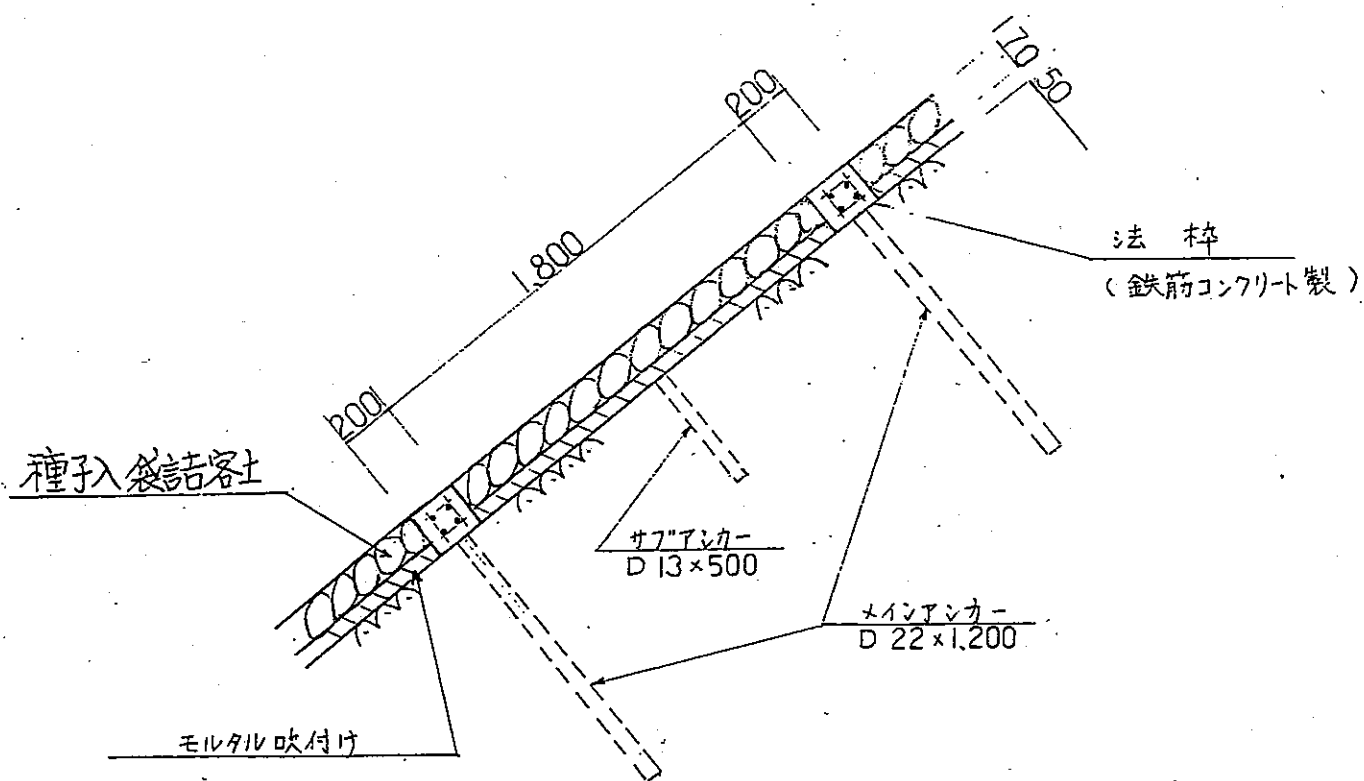
コンクリート法枠工 平面図 $s = 1/50$



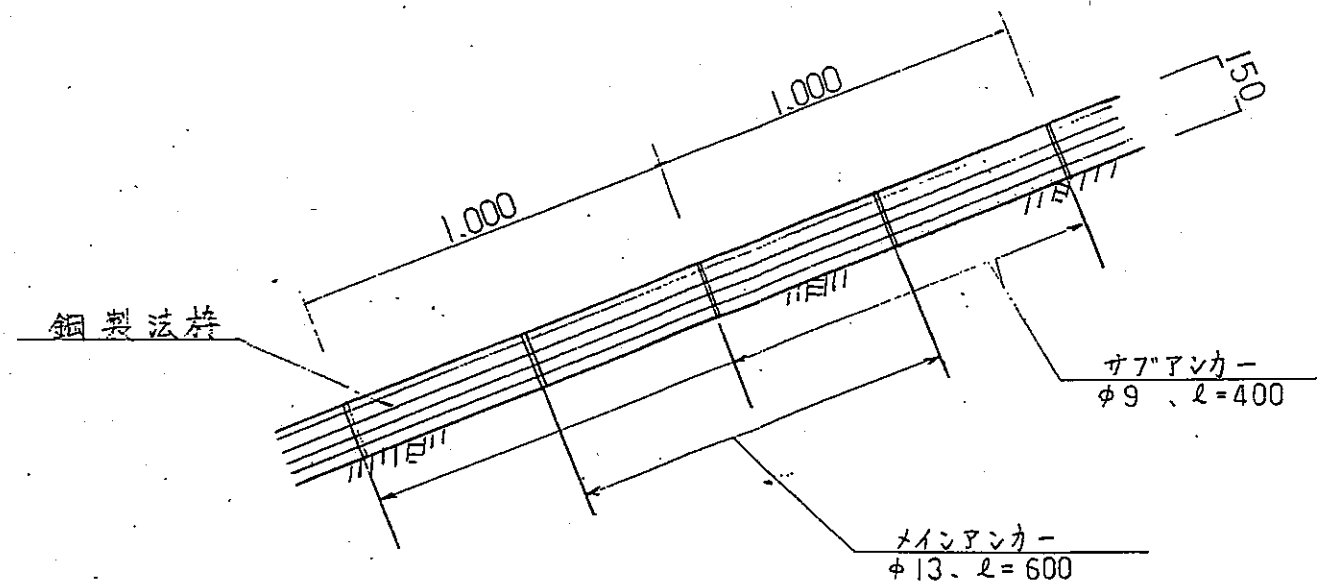
鋼製法枠工 平面図 $s = 1/40$



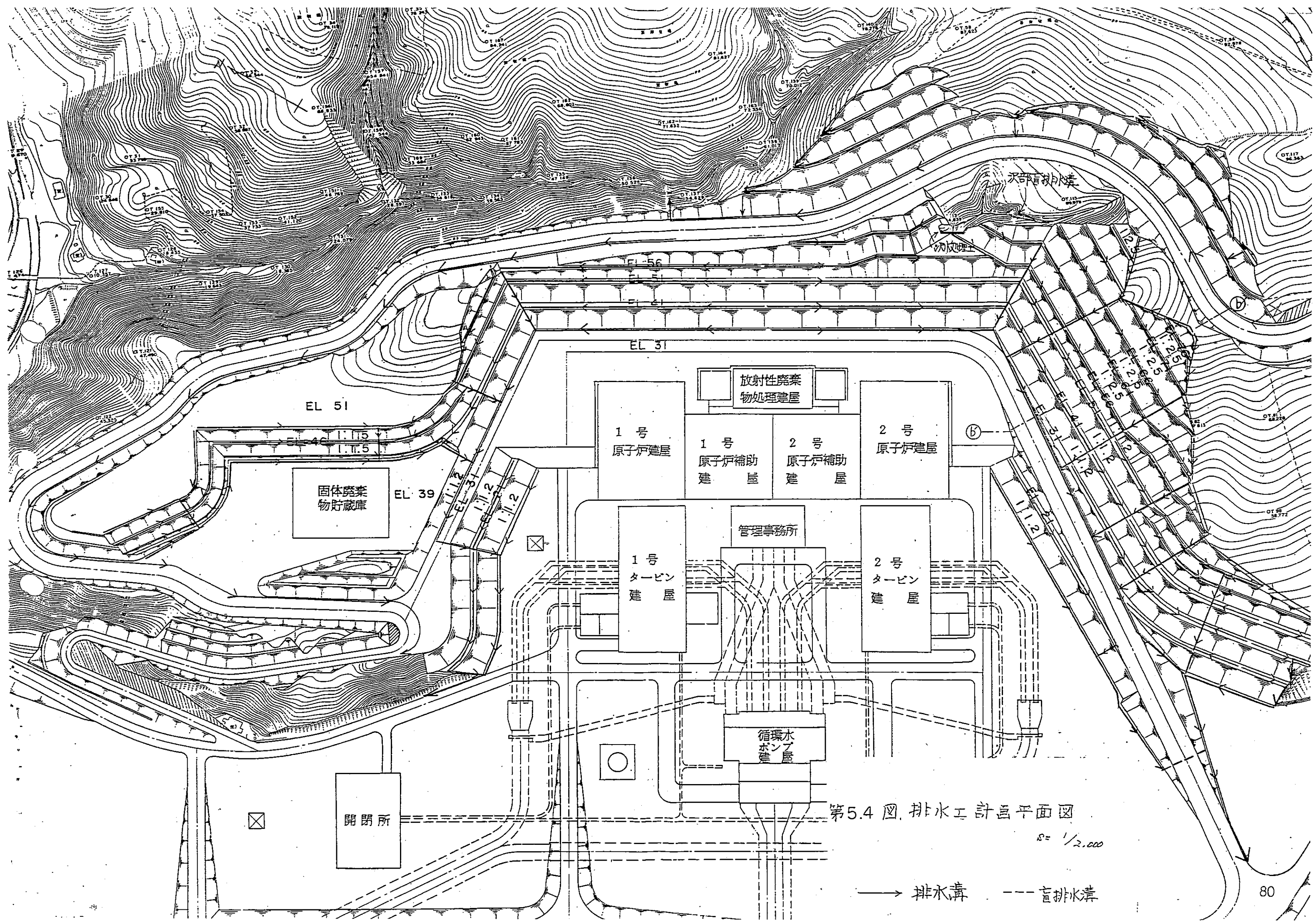
コンクリート法枠工 断面図 $s = 1/30$



鋼製法枠工 断面図 $s = 1/20$



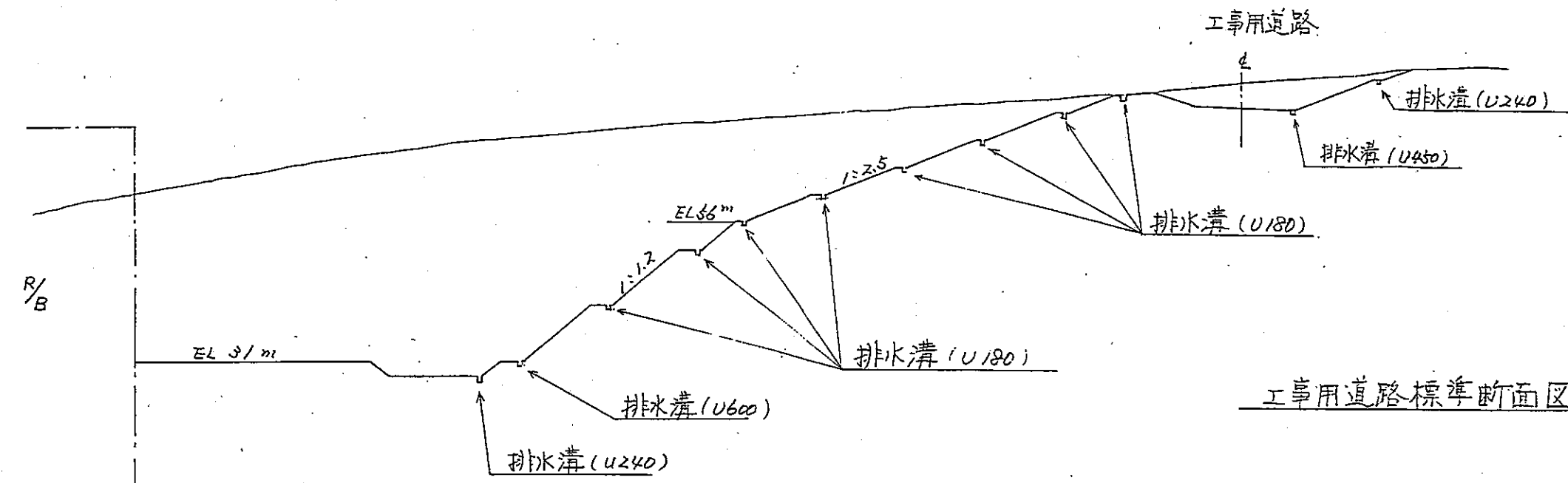
第5.3 図 法面保護工詳細図



第5.4 図 排水工計画平面図

1/2,000

→ 排水溝 - - - 盲排水溝

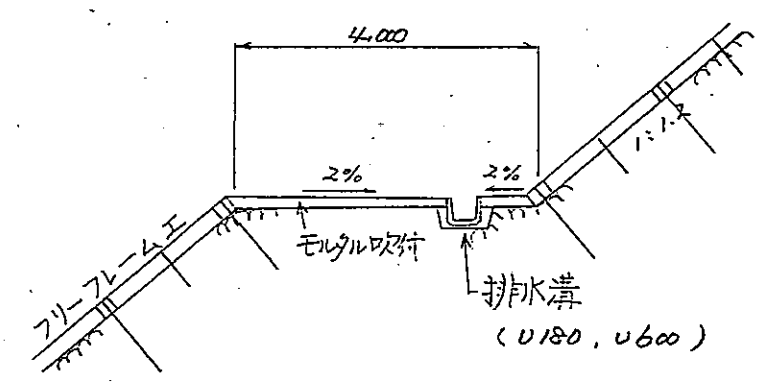


工事用道路標準断面図

$S = 1/200$

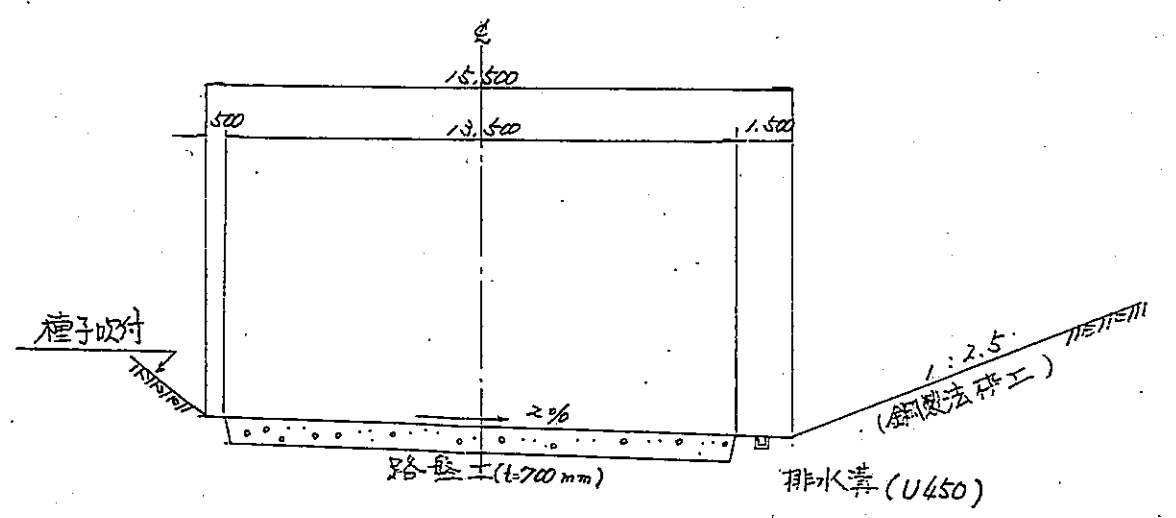
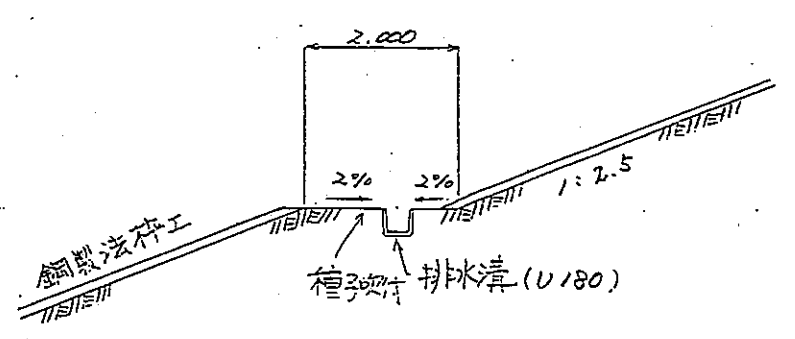
EL 56 m以下標準断面図

$S = 1/100$



EL 56 m以上標準断面図

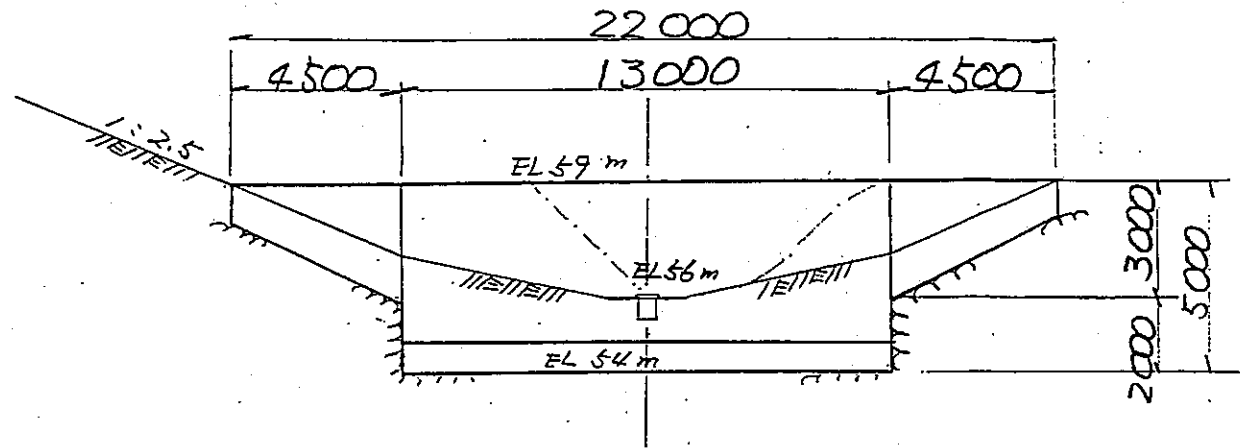
$S = 1/100$



第5.5圖 排水計画断面図 (⑥⑥断面)

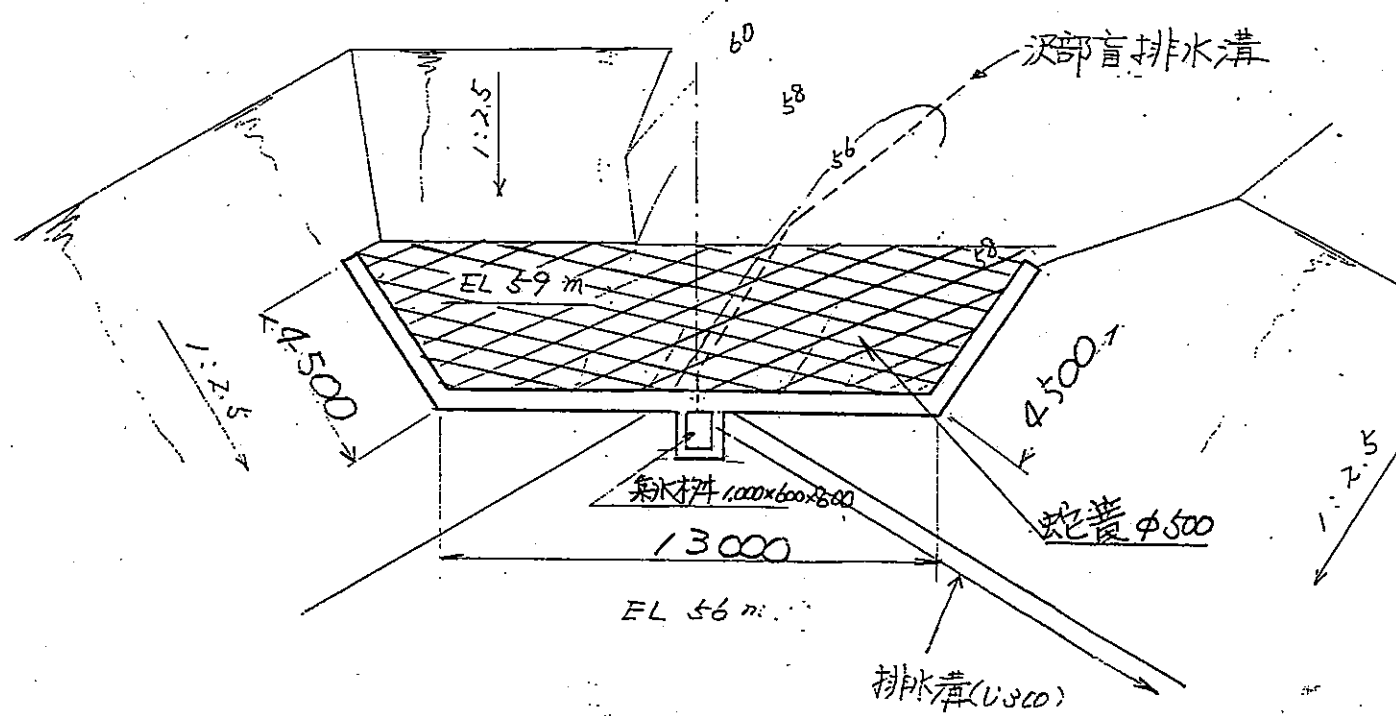
正面图

$S = 1/200$



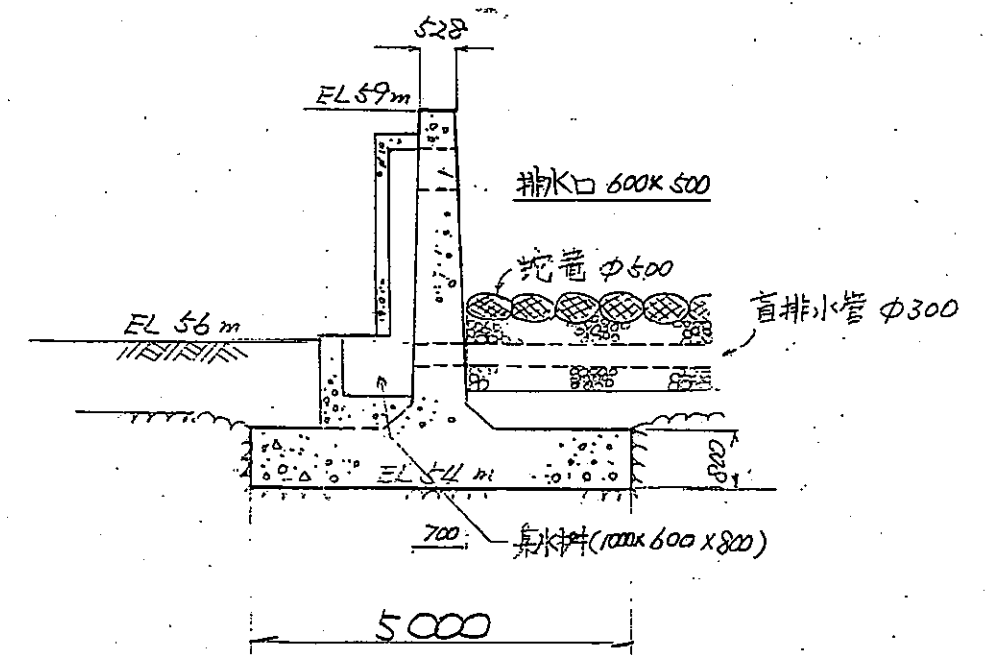
平面图

$S = 1/200$

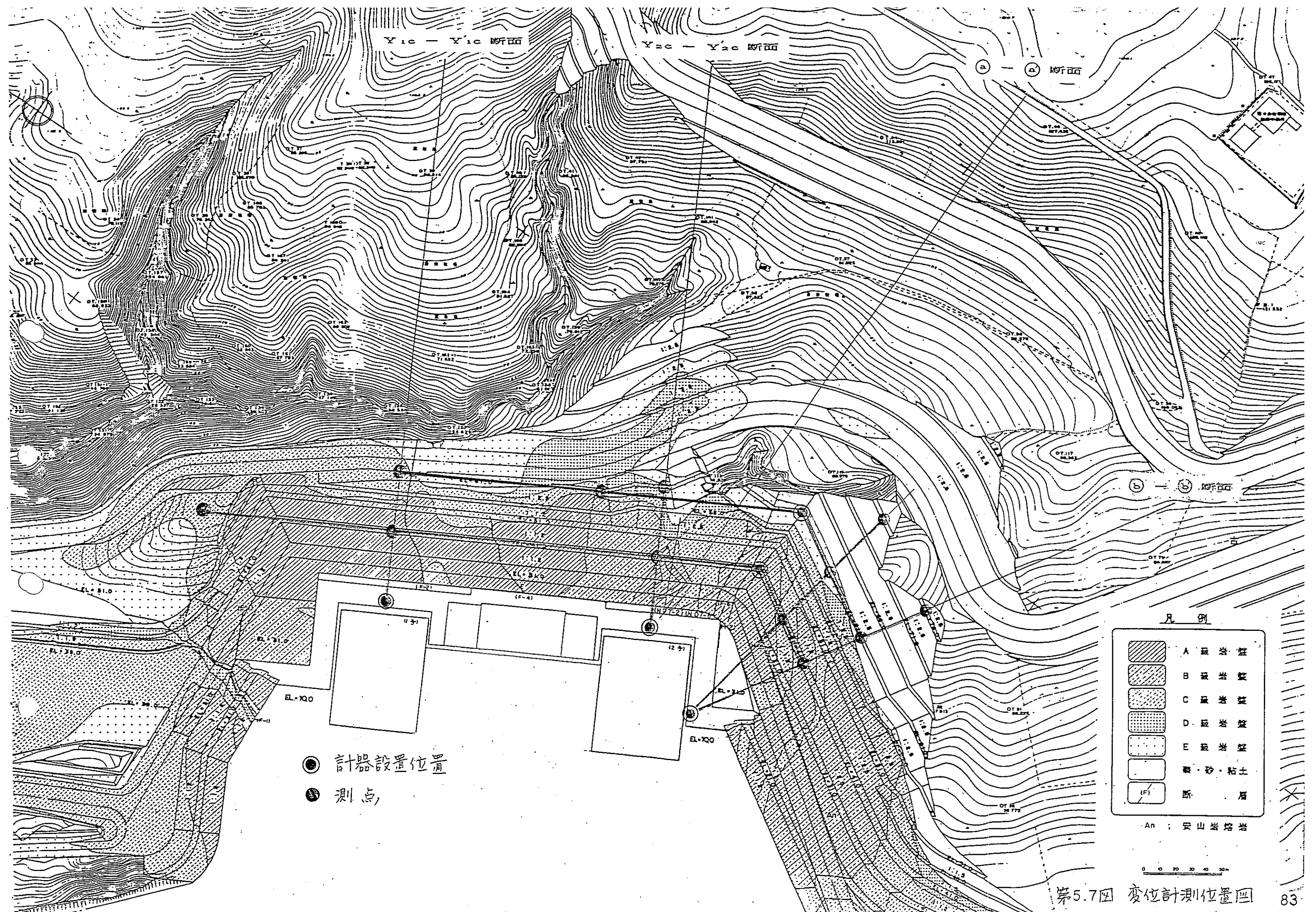


断面图

$S = 1/100$



第5.6图 污水处理工 概要图



Y1c - Y1c 断面

Y2c - Y2c 断面

断面

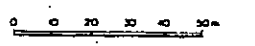
断面

● 計器設置位置
● 測点

凡例

	A 組 土 質
	B 組 土 質
	C 組 土 質
	D 組 土 質
	E 組 土 質
	敷 設 土 質
	原 土

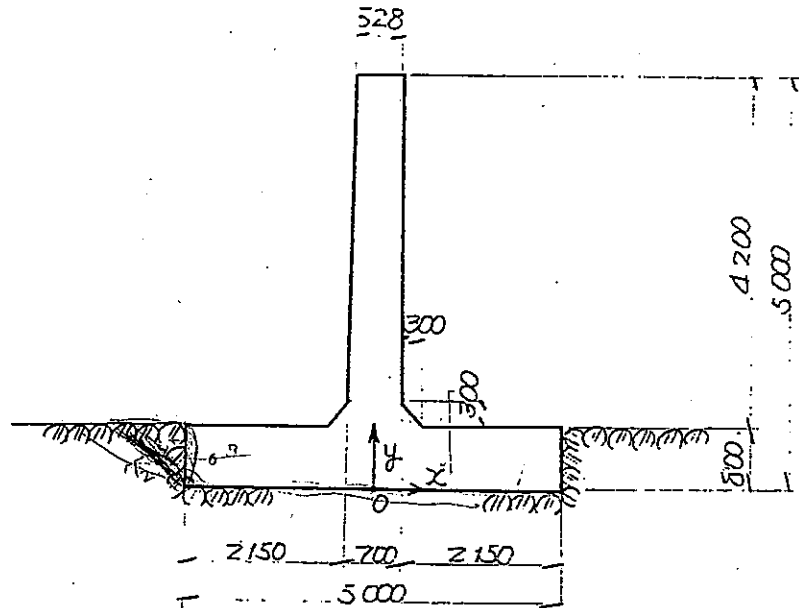
An : 埋 設 土 質



第5.7回 変位計測位置图

6. 汚水処理工(よう壁)の安定検討

6.1 よう壁の断面形状



6.2 荷重の設定

(1) 設計震度

S₂地震度の最大加速度を静的に換算して水平震度を $\tau_h = 0.38$.

$\tau_v = 0.19$ とする。

(2) 設計荷重

上記の震度を躯体重量に乗じた地震時慣性力のほか、以下の荷重を考慮する。

a. 自重

鉄筋コンクリートの単位体積重量 $\gamma_c = 2.4 \text{ t/m}^3$

b. 静泥水圧

泥水の単位体積重量 $\gamma = 2.0 \text{ t/m}^3$

泥水はよう壁直立部下端からよう壁天端までとする。 $h = 4.2 \text{ m}$

c. 動泥水圧

Westergaardの式を用いて算出する。 $\frac{7}{12} \times \gamma \times \tau_h \times h^2$

- (3) コンクリートの圧縮許容応力度 60 kg/cm^2
 コンクリートの許容せん断応力度 4.5 kg/cm^2
 鉄筋の引張許容応力度 $2,000 \text{ kg/cm}^2$

なお、地震時は上記の50%増し。

(4) 作用荷重

a. lev : 上向き

荷重	N (t)	X (m)	N·X (tm)	H (t)	Y (m)	H·Y (tm)
自重	16.0	0	0	—	—	—
地震力	-3.0	0	0	6.1	1.336	8.2
静泥水圧	18.5	1.403	25.8	17.6	2.200	38.7
動泥水圧	—	—	—	7.8	2.480	19.3
計	31.4		25.8	31.5		66.2

b. lev : 下向き

荷重	N (t)	X (m)	N·X (tm)	H (t)	Y (m)	H·Y (tm)
自重	16.0	0	0	—	—	—
地震力	3.0	0	0	6.1	1.336	8.2
静泥水圧	18.4	1.403	25.8	17.6	2.200	38.7
動泥水圧	—	—	—	7.8	2.480	19.3
計	37.4		25.8	31.5		66.2

6.3 安定検討

安定検討にあたっては、せん断抵抗力は基礎底面と岩盤との摩擦力及び前面の岩盤の抵抗力を考慮する。

(1) 転倒に対する検討

a. k_v : 上向き

$$M_B = 66.2 - 25.8 = 40.4 \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$e_B = \frac{40.4}{31.4} = 1.287 \text{ m} < \frac{B}{3} = 1.667 \text{ m}$$

b. k_v : 下向き

$$M_B = 66.2 - 25.8 = 40.4 \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$e_B = \frac{40.4}{37.4} = 1.080 \text{ m} < \frac{B}{3} = 1.667 \text{ m}$$

(2) 滑動に対する検討

a. k_v : 上向き

滑動抵抗力 (岩盤の c_0 を 58 t とする)

$$H_u = 31.4 \times 0.6 + 65.6 = 84.4 \text{ t}$$

安全率を $n = 1.2$ とすれば

$$H_a = \frac{84.4}{1.2} = 70.3 \text{ t} > 31.5 \text{ t}$$

b. k_v : 下向き

滑動抵抗力

$$H_u = 37.4 \times 0.6 + 65.6 = 88.0 \text{ t}$$

安全率を $n = 1.2$ とすれば

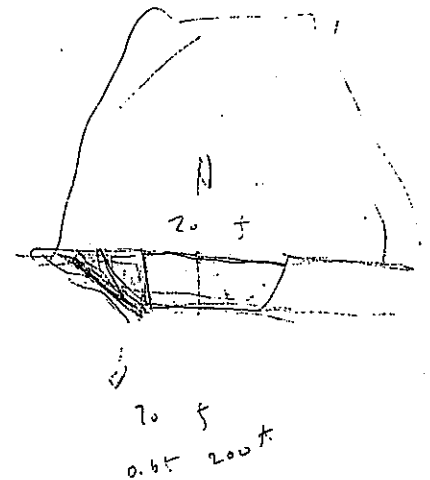
$$H_a = \frac{88.0}{1.2} = 73.3 \text{ t} > 31.5 \text{ t}$$

(3) 地盤支持力に対する検討

a. k_v : 上向き

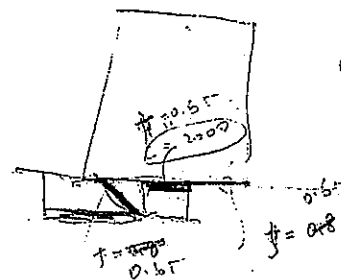
反力の作用幅

$$x = 3 \left(\frac{B}{2} - e_B \right) = 3 \left(\frac{5.0}{2} - 1.287 \right) = 3.639 \text{ m}$$



$$\left(\frac{5.0}{2} \right) + \frac{\phi}{2}$$

$$\phi = 35$$



最大地盤反力度

$$\delta_{\max} = \frac{2N}{\alpha} = \frac{2 \times 31.4}{3.639} = 17.26 \text{ t/m}^2$$

b. k_v : 下向き

反力の作用幅

$$\alpha = 3\left(\frac{50}{2} - 1.080\right) = 4.260 \text{ m}$$

最大地盤反力度

$$\delta_{\max} = \frac{2 \times 37.4}{4.260} = 17.56 \text{ t/m}^2$$

6.4 断面検討

(1) 曲げに対する検討

a-a に対して

$$M = 42.8 \text{ tm}$$

$$A_s = 33.78 \text{ cm}^2$$

$$\sigma_c = 55 \text{ kg/cm}^2 < 120 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_s = 1.953 \text{ kg/cm}^2 < 3.000 \text{ kg/cm}^2$$

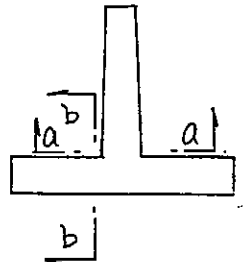
b-b に対して

$$M = 33.8 \text{ tm}$$

$$A_s = 25.81 \text{ cm}^2$$

$$\sigma_c = 40 \text{ kg/cm}^2 < 120 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_s = 1.739 \text{ kg/cm}^2 < 3.000 \text{ kg/cm}^2$$



(2) せん断に対する検討

a-a に対して

$$S = 27.8 \text{ t}$$

$$\tau = 4.4 \text{ kg/cm}^2 < 6.75 \text{ kg/cm}^2$$

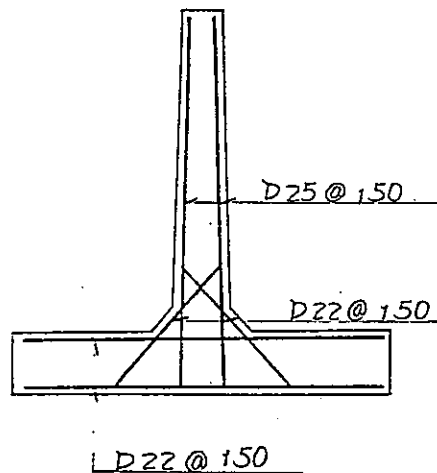
b-b に対して (KV 下向き)

$$S = 28.2 \text{ t}$$

$$\tau = 3.9 \text{ kg/cm}^2 < 6.75 \text{ kg/cm}^2$$

6.5 断面配筋図

鉄筋のかぶり厚を 7cm とし、下図のような複鉄筋とする。



7. バックフィルコンクリートの安定検討

原子炉建屋背後の EL 23^m ~ EL 31^m に設置するバックフィルコンクリート及びその周辺岩盤の安定性を検討する。

7.1 静的二次元FEM解析

(1) 解析方法

解析方法は、初期地圧、構造物自重、地震力の各状態における発生応力を静的二次元FEM解析によって求め、それらを重ね合せて地震時応力としている。

なお、バックフィルコンクリートは、3段階に逐次載荷を行っている。

解析にあたっては、岩盤が引張応力に抵抗しないものとして、no tension 解析手法を用いている。

(2) 解析ケース

解析ケースは、地盤とバックフィルコンクリートに基準地震動 S_z の最大加速度 370 gal を震度に換算した 0.38 を作用させた解析を行っている。

さらに、バックフィルコンクリートに PS アンカーを補強した検討を行いバックフィルコンクリートの安定性を確認している。

なお、PS アンカーの導入力は節点外力として与えている。

解析ケース一覧を第 7.1 表に示す。

(3) 解析モデル

解析断面は、1号側山 ~ 海方向の $Y_{1c} \sim Y_{1c}$ 断面としている。

解析領域は、幅 250 m、深さ EL - 100 m とし、バックフィルコンクリート及びその周辺の地盤の要素は応力状態を詳細に検討できるように細分化している。

バックフィルコンクリート 周辺を除く地盤の要素分割は、基 5854(C-53)102「原子炉建屋基礎地盤の安定性について」と同様に行っている。

バックフィルコンクリートの構造図を第 7.1 図に、解析用要素分割図を第 7.2 図～第 7.3 図に示す。

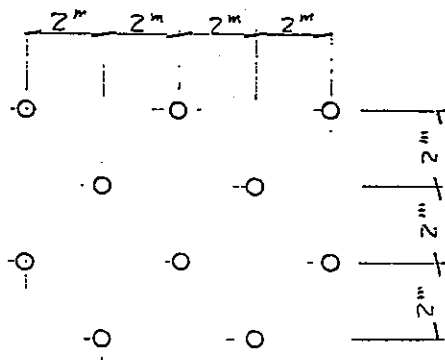
(4) 解析用物性値

地盤の物性値は、基 5854(C-53)102「原子炉建屋基礎地盤の安定性の検討について」と同様の値を用いている。

地盤及びコンクリートの物性値を第 7.2 表に示す。

また、PS アンカーの諸元は、以下のとおりである。

アンカー長さ	20 m
アンカー定着長	6 m
アンカー平面配置	下図のとおり
緊張力	60 ton/本



(5) 解析結果

解析結果による局所安全係数分布を第7.4図～第7.5図に、no tension解析による解放引張領域と主応力分布を第7.6図～第7.7図に、バックフィルコンクリートの地震時相対変位量を第7.3表に示す。

解析結果を要約すると以下のとおりである。

- a. no tension解析により岩盤に引張応力は生じていない。
なお、解析過程において引張領域が解放された領域（これを解放引張領域とする）が、バックフィルコンクリートの背後の上方岩盤にある。
- b. バックフィルコンクリート背後の岩盤の局所安全係数は、PSアンカーで補強した方がわずかに大きくなっているが、いずれも2.0を上回っており、十分な安定性を有している。
- c. 地震時のバックフィルコンクリート上下端間の相対変位はいずれも1mm程度でバックフィルコンクリートと岩盤は一体として挙動している。

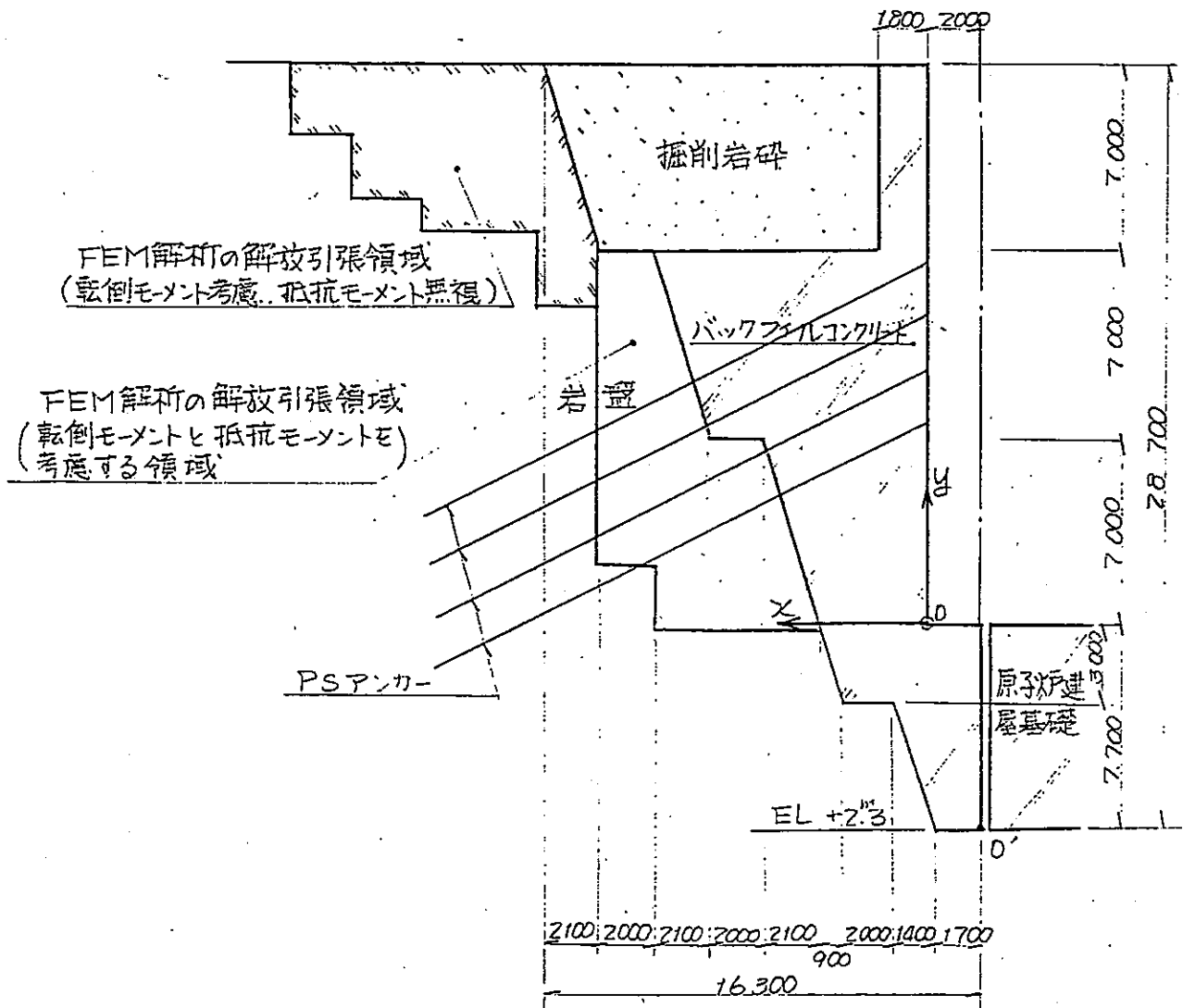
バックフィルコンクリートは、安定解析の結果、十分な安定性を有しているが、岩盤との一体化を十分はかるためPSアンカーで補強する。

7.2 バックフィルコンクリートの転倒に対する検討

バックフィルコンクリートは、静的FEM解析の結果、岩盤と一体として挙動しており、変形も小さく十分安定であることが確認されているが、ここでは、仮想的にバックフィルコンクリートと岩盤の付着力を無視した場合及びFEM解析による解放引張領域が付加重量として作用した場合について地震時の転倒に対する安定性を検討する。

(1) バックフィルコンクリート解析断面

バックフィルコンクリートの解析断面は第4.8図のとおりで、O点及びO'点のモーメントの関係から転倒の検討を行う。



第7.8図 解析断面図

(2) 荷重条件

a. 単位体積重量

コンクリート 2.4 t/m^3

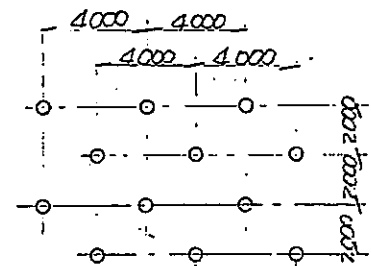
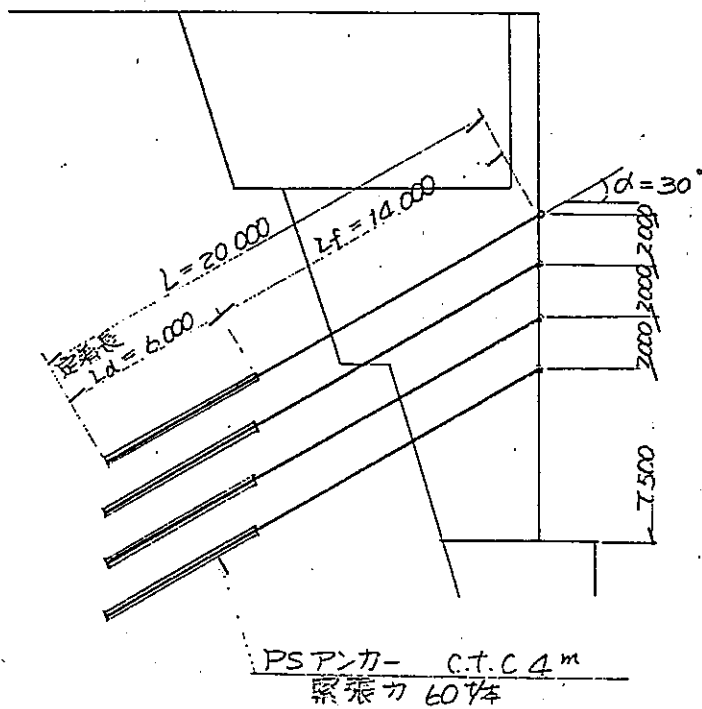
掘削岩砕 1.8 t/m^3

b. 地震力

水平地震力 0.38

c. PSアンカーの配置と緊張力

PSアンカーは、第7.9図に示すように4^mピッチ、4段で配置することとし、PSアンカー1本あたりの緊張力を60^tとする。



(平面図) 中4mに1本

第7.9図 PSアンカーの配置

(3) 検討ケース

a. バックフィルコンクリートと岩盤の付着力及びFEM解析の解放引張領域を考慮しないで0点の回りの転倒モーメントと抵抗モーメントの関係から安全率を求めろ。

- b. 解放引張領域を付加重量として考慮し、0点の回りのモーメントの関係から安全率を求める。
 - c. aと同様に解放引張領域を考慮しないで0'点の回りのモーメントの関係から安全率を求める。
 - d. bと同様に解放引張領域を付加重量として考慮し、0点の回りのモーメントの関係から安全率を求める。
- (第7.8図参照)

(4) 検討結果

転倒に対する安全率の検討結果は、第7.3表とおりである。

これによると仮想的にバックフィルコンクリートと岩盤の付着力を無視した場合及び静的FEM解析による解放引張領域を付加荷重として考慮した場合でも転倒に対する安全率は、1.1を上回っている。

以上のことからバックフィルコンクリートは、剛体としての安定性も十分確保されており、原子炉建屋に影響を及ぼすことはないと考えられる。

第7.3表 転倒に対する安全率

検討ケース	モーメント 原点	PSPカー	FEM解析の 解放引張領域	転倒に対する 安全率
a	0 (EL10.0)	あり	考慮せず	1.44
b	0 (EL10.0)	あり	付加荷重 として考慮	1.33
c	0' (EL2.3)	あり	考慮せず	1.28
d	0' (EL2.3)	あり	付加荷重 として考慮	1.11

7.3 バックフィルコンクリート工

バックフィルコンクリート工は、原子炉建屋の至近にある構造物であることから、岩盤掘削にあたっては、掘削線付近の岩盤にできるだけ損傷を与えないよう十分留意して施工するとともに、岩盤の掘削状況により、適宜ロックボルト（第7.10図）、コンソリデーショングラフト等により補強を行う。

また、バックフィルコンクリートと岩盤の一体化と安定性を高めるために設置するPSアンカーは、以下に示すように特に留意する。

(1) PSアンカーの構造

PSアンカーの構造は、第7.11図に示すようなもので、耐久性を高めるため、防錆処理として以下の措置を講ずる。

a. 定着部

定着部には、ポリエチレン製の波形シースを用いるとともに、シース内外部に、入念にモルタルペーストを注入する。

b. 自由長部

自由長部には、ポリエチレン製のスムーズシースを用いるとともに、シース内部に防錆油を充填し、外部に入念にモルタルペーストを注入する。

c. アンカー頭部

アンカー頭部には、防護用のストランドキャップを設置してキャップ内部に防錆油を充填する。

(2) PSアンカー施工

- a. PSアンカーの施工計画策定にあたって第7.4表に示す。
引抜試験を行いその結果をふまえて、地盤に対するアンカーの引抜力の判定を行う。
- b. アンカーケーブル挿入のための削孔後、透水試験を行い、透水性が高いと判断された場合には、コンソリデーショングラウトを行う。
- c. アンカーケーブル挿入後、定着部に入念にセメントペーストを挿入する。
- d. バックフィルコンクリート打設後、センターホールジャッキにより、アンカーの緊張を行う。緊張にあたっては、必ず、第4.1表の引張試験または確認試験を行い荷重の管理を行う。
- e. アンカーを緊張、定着後、ケーブルを切断し、ストランドキャップを設置する。

(3) PSアンカーの荷重の維持管理

- a. 設置されたPSアンカーの緊張力減少試験をアンカー頭部に荷重計を取付けてアンカー本数の5%以上について、適宜行う。
- b. 試験の結果、緊張力が減少していると認められた場合には、特殊ジャッキにより再緊張を行う。

第 7.1 表 解析ケース

	ケース	水平震度	鉛直震度	作用方向
1	NO Tension解析	0.38	—	→
2	NO Tension解析 (PCアンカー補強)	0.38	—	→

第 7.2 表

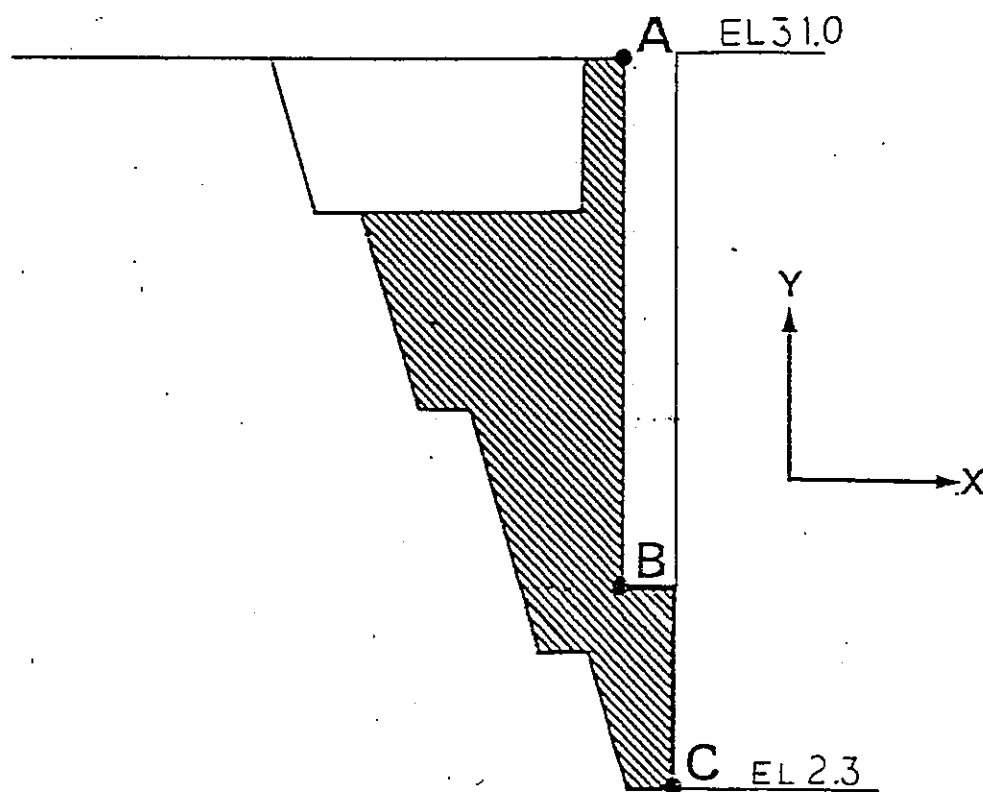
解析用物性値

岩盤分類	特性	物理特性		強度特性		変形特性	
	項目	密度 γ_t (t/m ³)	せん断強度 τ_0 (kg/cm ²)	内部摩擦角 ϕ (°)	静弾性係数 E (kg/cm ²)	静ポアソン比 ν	
A 級		2.2	22.1	51.1	6.2×10^4	0.25	
B 級		2.1	15.8	47.0	2.8×10^4	0.25	
C 級		1.9	5.8	46.3	1.0×10^4	0.25	
安山岩溶岩		2.1	15.8	47.0	2.8×10^4	0.25	
F-1 断層		1.8	1.65	14.7	$282.8 \sigma_v^{0.519}$	0.4	
その他の断層		1.8	1.81	22.2	$193.2 \sigma_v^{0.811}$	0.4	
埋戻岩碎		1.8	0.35	38.0	500.0	0.4	
コンクリート		2.4	—	—	21.0×10^4	0.167	

第 7.3 表 バックフィルコンクリートの地震時変位量

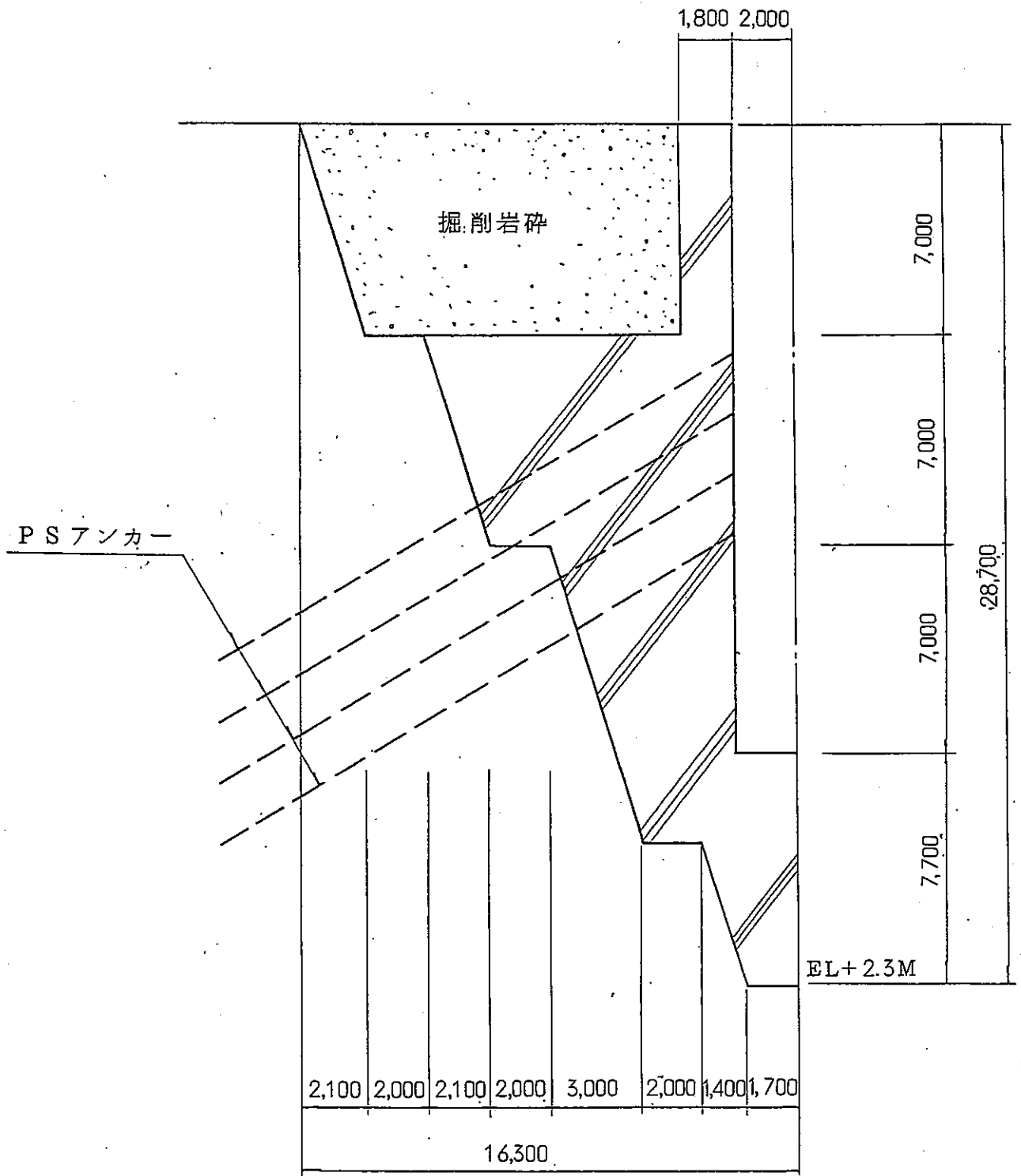
(単位 cm)

ケース (加震方向)			頂部 A	下部 B	底部 C	相対変位 A-B	相対変位 A-C
1	NO Tension解析	X	6.79	6.03	5.68	0.76	1.11
	0.38 →	Y	0.67	0.70	0.69	-0.03	-0.02
2	NO Tension解析 (P.S. アンカー補強)	X	6.83	6.04	5.69	0.79	1.14
	0.38 →	Y	0.65	0.68	0.67	-0.03	-0.02



第7.5表 アンカーの試験

種類	目的	計画最大荷重	試験本数	試験方法
引抜き試験	地盤に対するアンカーの極限引抜き力を判定するために行う。	原則としてアンカーが引き抜けるまであるいは引張り材の降伏荷重の90%	1~2本程度	推定極限引き力の0.2倍間隔ごとに5段階のサイクル載荷
引張り試験	設計したアンカーに対して施工したアンカーの変位・性状に関する適否の判定材料とする。	設計アンカーの1.2~1.3倍	打設されたアンカー全本数の5%以上または3本以上	5段階程度のくり返し載荷
確認試験	施工されたアンカーが設計アンカーに対して安全であることを確認する。	設計アンカーの1.0~1.2倍	引張り試験を行ったものを除く全本数	1サイクルで載荷し、後に緊張着計画最大荷重では十分な荷重保持時間とする。

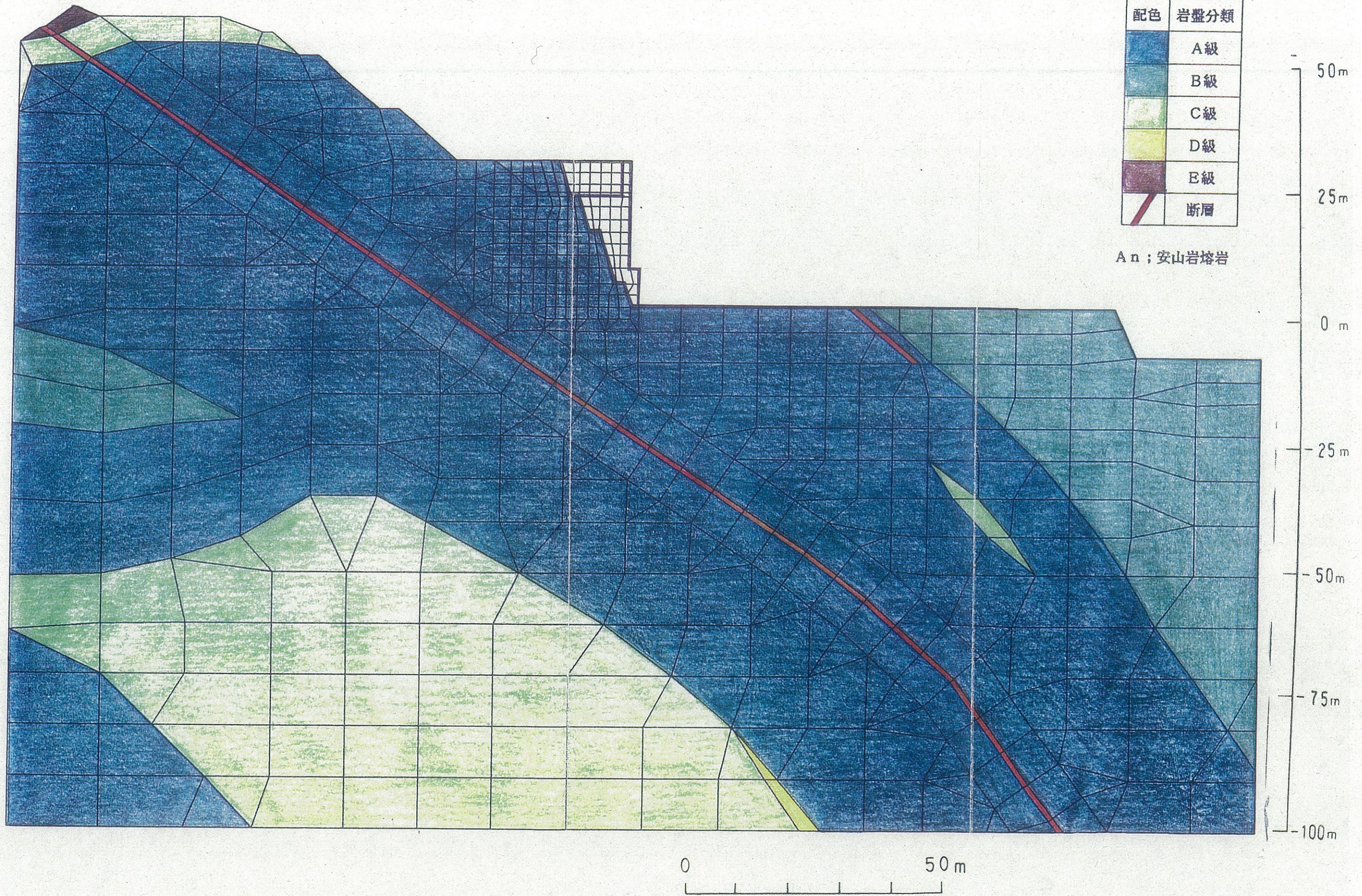


第 7.1 図 バックフィルコンクリート構造図

凡 例

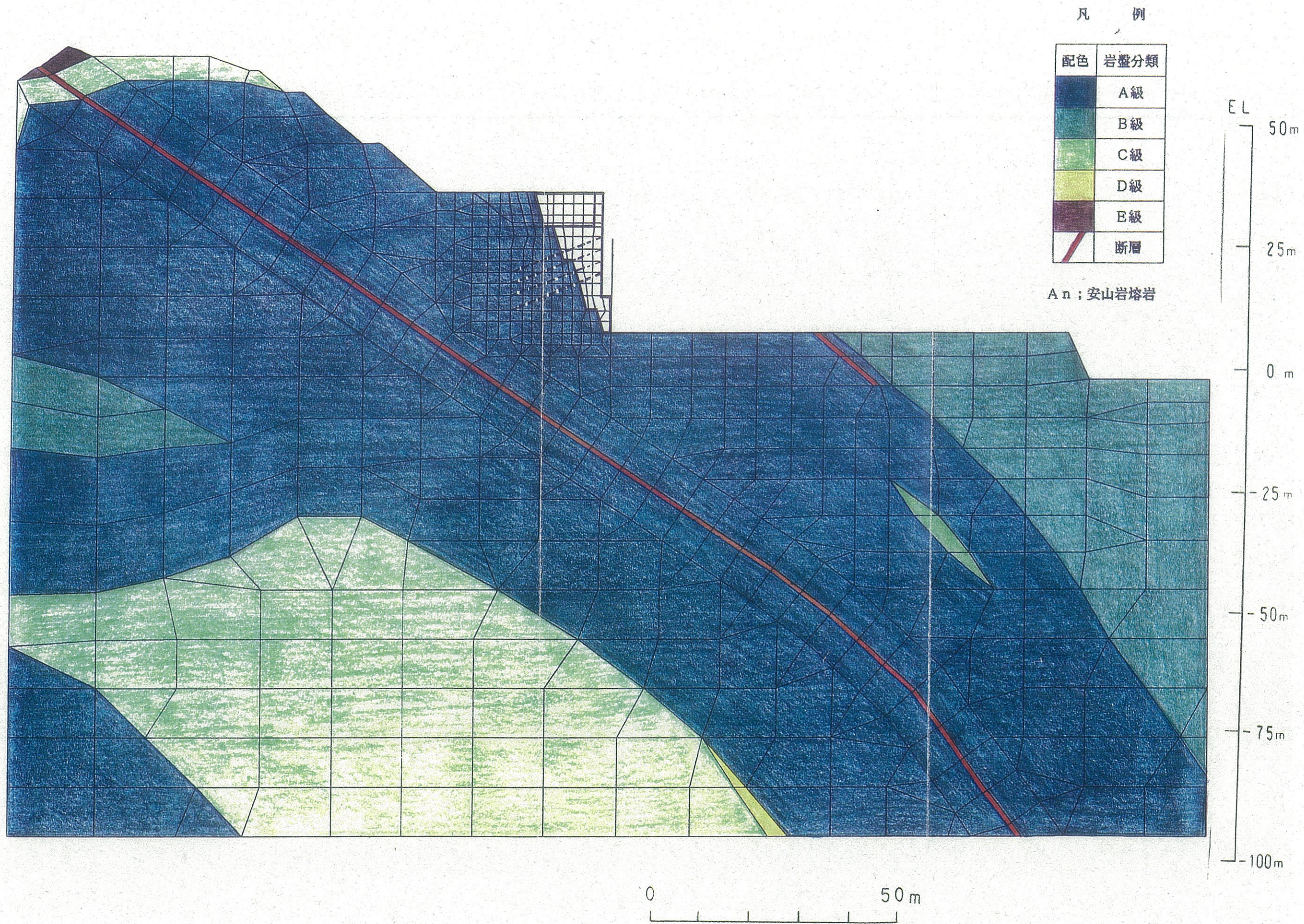
配色	岩盤分類
深藍色	A級
中藍色	B級
淺藍色	C級
綠色	D級
黃綠色	E級
紅色	斷層

A n ; 安山岩熔岩



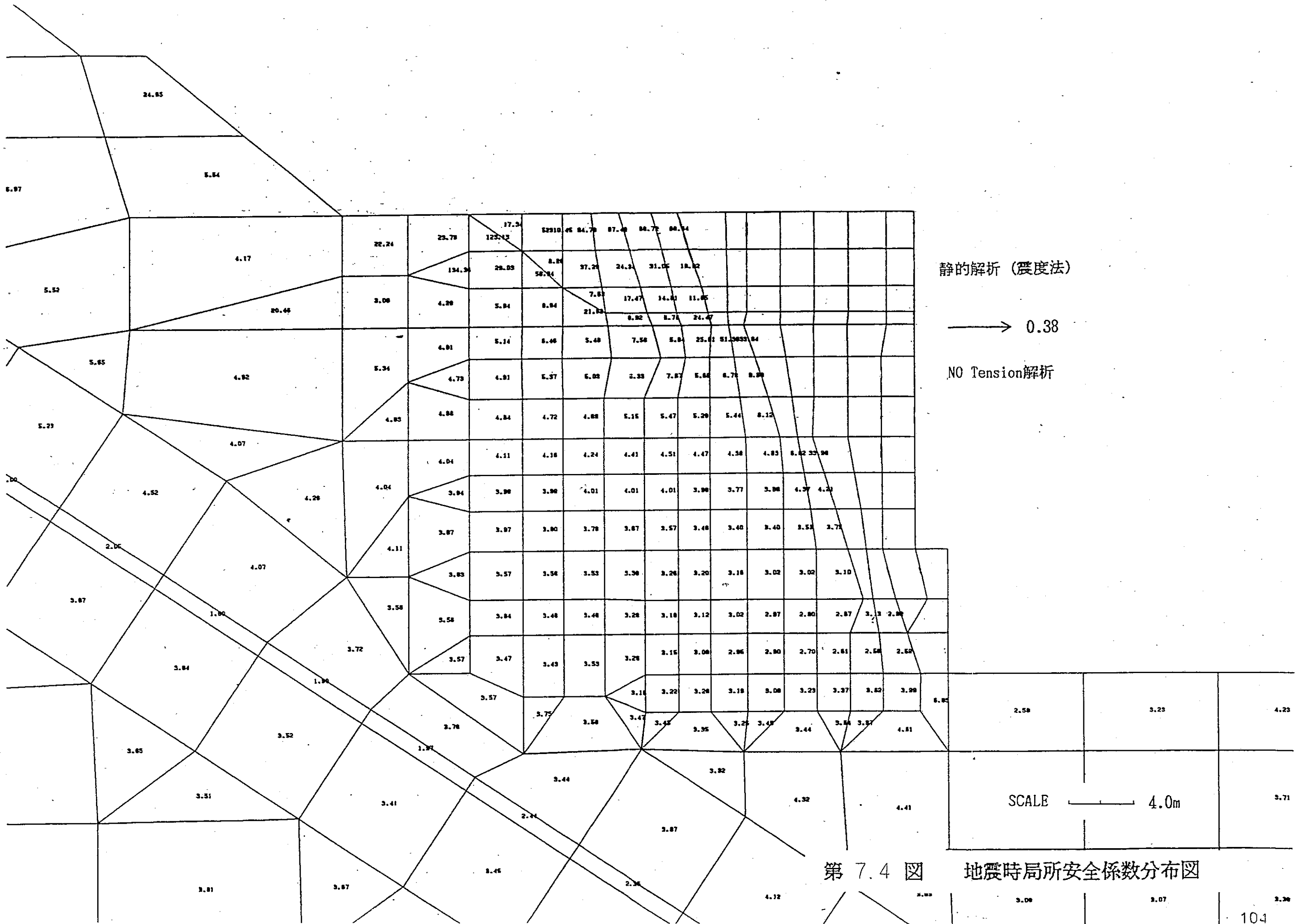
第 7.2 圖 静的 F E M 解析用要素分割図

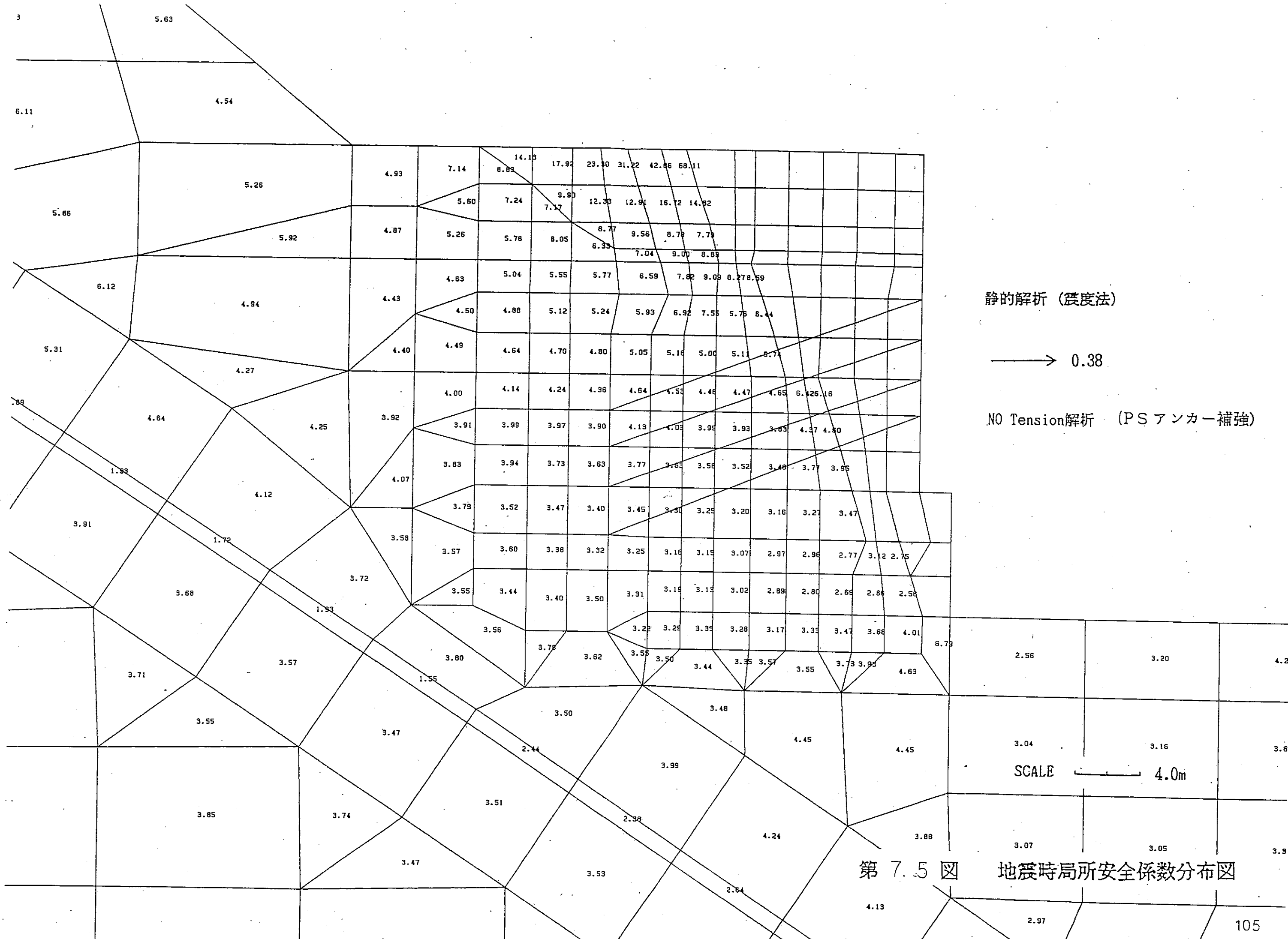
NO Tension 解析

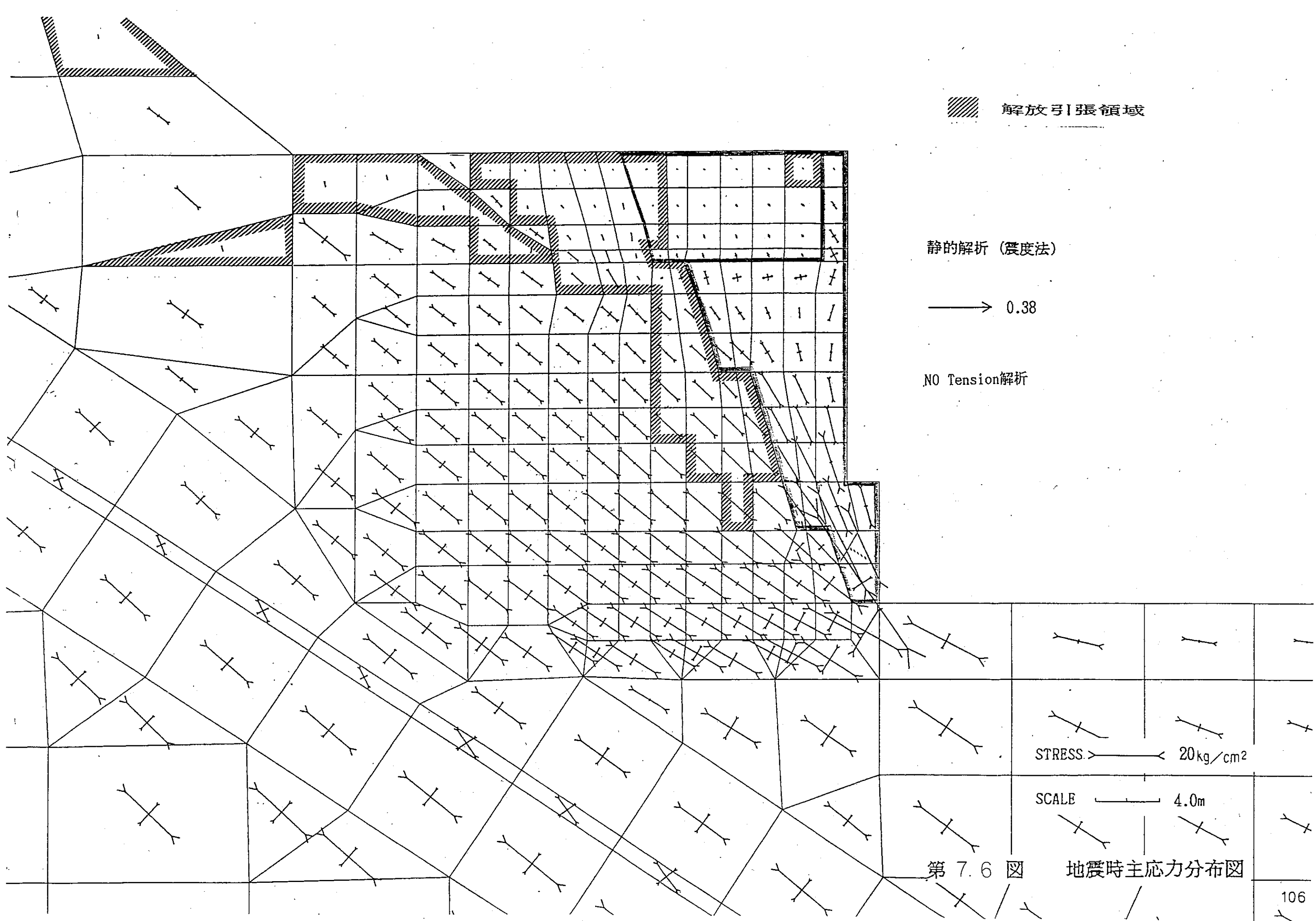


第 7.3 図 静的FEM解析用要素分割図

NO Tension解析
(PSアンカー補強)







解放引張領域

静的解析 (震度法)

→ 0.38

NO Tension解析

STRESS > 20 kg/cm²

SCALE > 4.0m

第 7.6 図 地震時主応力分布図



解放引張領域

静的解析 (震度法)

→ 0.38

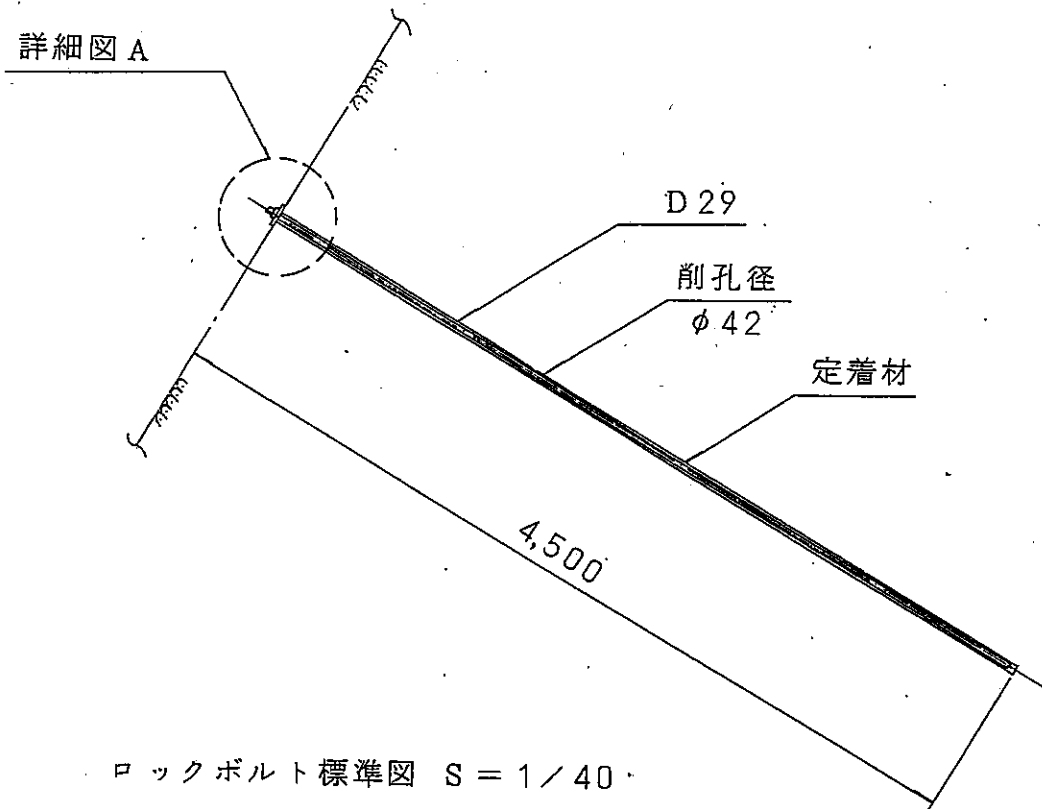
NO Tension解析 (PSアンカー補強)

STRESS > 20 Kg/cm²

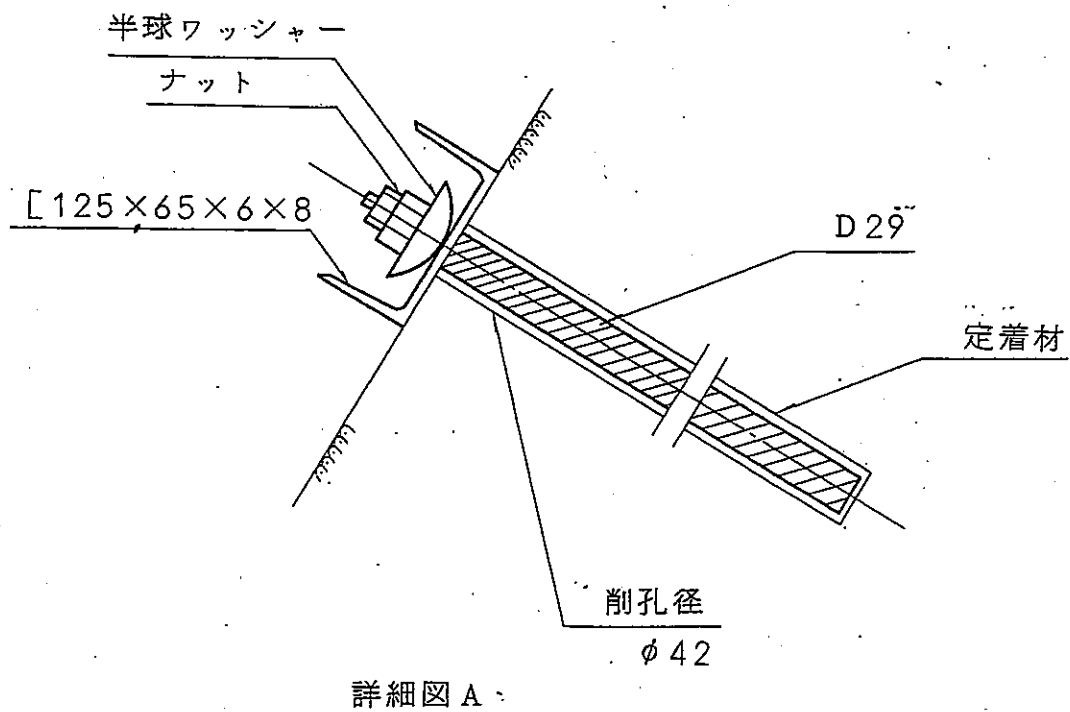
SCALE > 4.0m

第 7.7 図

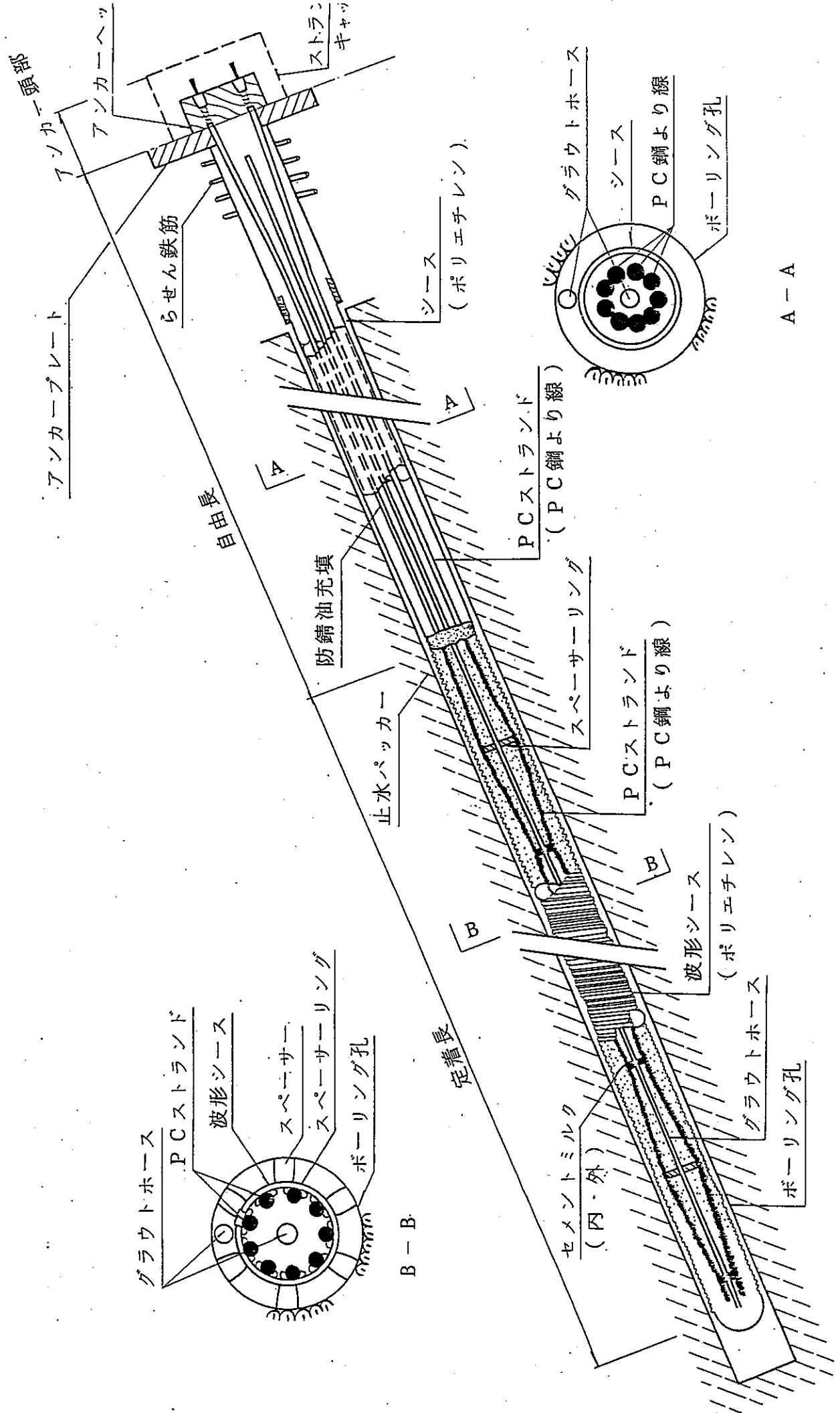
地震時主応力分布図



ロックボルト標準図 S = 1/40



第7.10図 ロックボルトの構造図



A-A

B-B

第 7.11 図 PSアンカーの構造 概念図

8. 審査意見

安定解析で考慮されている物性値は、所定の基準に準拠した岩石、岩盤試験等によって求められており、これを用いて検討を行っている。

地盤モデルの設定にあたっては、工学的見地に立って作成した岩盤分類図に基づいており、断層も含めて考慮している。

解析手法については、慣用法及び静的FEM解析を実施している。

地震力については、基準地震動 S_2 の最大加速度 370 gal を震度に換算した 0.38 を考慮している。

これらの解析の方法、解析モデル、解析条件は、周辺斜面の安定性の評価法として適切なもの認められる。

安定解析の結果、原子炉建屋周辺斜面のすべり安全率は、簡便法、静的FEM（線形及び no tension 解析）による飽和状態の地盤に基準地震動 S_2 が作用した場合においても 1.2 以上が得られている。

また、原子炉建屋背後斜面に設置するバックフィルコンクリートについても十分安定なものであることを確認している。

以上のことから、原子炉建屋周辺斜面は、原子炉施設の安全性に関して支障のないものと判断する。