

原子炉安全専門審査会第27部会  
Cグループ第9回会合議事次第

昭和59年 4月 4日 (水)

日本原子力研究所第4会議室

議 題

1. 前回議事概要の確認について
2. 北海道電力株式会社泊発電所の原子炉の設置（1号および2号原子炉の設置）に係る  
安全性について
3. その他

以上

原子炉安全専門審査会第27部会（北海道電力株式会社泊発電所（1，2号原子炉の設置））  
Cグループ議事概要（案）

第8回会合 日時 昭和59年3月23日（金） 午前10時～正午  
場所 日本原子力研究所第4会議室

出席者 原子力安全委員 名 通商産業省 4名  
審査委員 6名 事務局 2名

委員

| 原子力安全委員      | 出欠 | 審査委員  | 出欠 | 通商産業省 | 出欠 | 事務局 |
|--------------|----|-------|----|-------|----|-----|
| 内田秀雄         |    | 和泉正哲  | ○  | 田中    |    | 佐藤  |
| 大山彰          |    | 大竹政和  | ○  | 鈴木    |    | 内田  |
|              |    | 川本眺万  | ○  | 村山    | ○  |     |
|              |    | 北村信   |    | 川原    | ○  |     |
| 竹越尹<br>(部会長) | ○  | 田治見宏  | ○  | 大橋    | ○  |     |
|              |    | 谷資信   | ○  |       |    |     |
|              |    | 吉中龍之進 |    |       |    |     |
|              |    |       |    |       |    |     |
|              |    |       |    |       |    |     |
|              |    |       |    |       |    |     |

配布資料

資料番号 資料名

資料第27C-議-7号 原子炉安全専門審査会第27部会（北海道電力株式会社泊発電所（1，2号原子炉の設置））Cグループ第7回会合議事概要（案）

|  |  |
|--|--|
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |

議事概要

1. 前回議事概要(案)の確認

原案通り確認した

2. 北海道電力株式会社泊発電所の原子炉の設置(1, 2号原子炉の設置)に係る安全性について

1) 下記、項目について通商産業省より説明を聴取し、調査審議を行った。

敷地、地盤のうち

1. 1) 原子炉建屋背後斜面の安全性

引き続き調査審議することとした項目のうち

1. 2) 断層物質、単純せん断試験の試験条件

1. 3) E級岩盤、三軸圧縮試験、試験条件

1. 4) 3C<sub>2</sub>に対応する原子炉建屋、せん断力分布

1. 5) 動的解析で用いた入力地震動、波形

1. 6) 地震時、断層の局所安全係数

2) 調査審議の結果、下記、項目について次回以降、引き続き審議することとした。

2. 1) 1号炉、背後斜面、局所安全係数、提示

2. 2) 対策Iについて、凍結・融解、対策

2. 3) バックフィル・コンクリートの設計方針、計算条件及び結果

2. 4) 津波について、敷地周辺観測点以外での波形の時刻暦、提示

2. 5) 地震時、沈下量

以上

泊発電所（1、2号炉）

敷地地盤における地震波伝播特性に

関する検討について

昭和59年4月4日

# 目 次

|                |   |
|----------------|---|
| 1. 検討内容        | 1 |
| 2. 検討条件        | 1 |
| 2.1 解析モデル      | 1 |
| 2.2 解析モデルの境界条件 | 2 |
| 2.3 入力条件       | 2 |
| 2.4 解析用地盤物性値   | 2 |
| 3. 検討結果        | 2 |

## 1. 検討内容

敷地の地盤は主として新第三紀中新世の凝灰角礫岩、凝灰岩（平均横波速度  $1.3 \sim 1.5 \text{ km/s}$ ）、凝灰質泥岩等（平均横波速度 約  $1.1 \text{ km/s}$ ）からなり、海側へ  $30^\circ \sim 50^\circ$  程度で傾斜する同斜構造をなしている。この地盤構造により地震波伝播特性がどのような影響を受けるのかを二次元有限要素法解析により検討し、その際の評価項目は伝達関数としている。

## 2. 検討条件

### 2.1 解析モデル

敷地内の地質構造については、各種調査・試験結果に基づく岩盤分類図を基礎資料として、以下のような工学的見地に立ってモデルを作成している。

- (1) 岩級境界は原則として変更しない。
- (2) 局所的に存在する薄層等は微小なものを除き分布状況が反映できるようにモデル化する。
- (3) F-1~F-6の主要断層は幅  $1 \text{ m}$  として評価し確認範囲までモデル化する。
- (4) 解析範囲は幅  $600 \text{ m}$ 、深さ  $250 \text{ m}$  とし、検討断面は1号炉と2号炉の山-海断面  $Y_{1c} - Y_{1c'}$  及び  $Y_{2c} - Y_{2c'}$  とする。EL+ $2.3 \text{ m}$ （原子炉建屋基礎底面）以上の地形及び建屋等はモデル化しない。
- (5) モデルの分割要素の大きさは振動数  $20 \text{ Hz}$  までが充分通過できることを前提に分割する。

解析対象の岩盤分類図を第1図及び第2図に、解析モデルを第3図及び第4図に示す。

## 2.2 解析モデルの境界条件

解析モデルの境界条件は底面は粘性境界、側面はエネルギー伝達境界としている。

## 2.3 入力条件

解析モデルへの入力地震波はモデル底面の境界を介し、単位加速度を有する正弦波としている。

## 2.4 解析用地盤物性値

解析に用いる地盤物性値は、「原子炉建屋の設置地盤の安定性」に用いているものと同様とし第1表のとおり設定している。

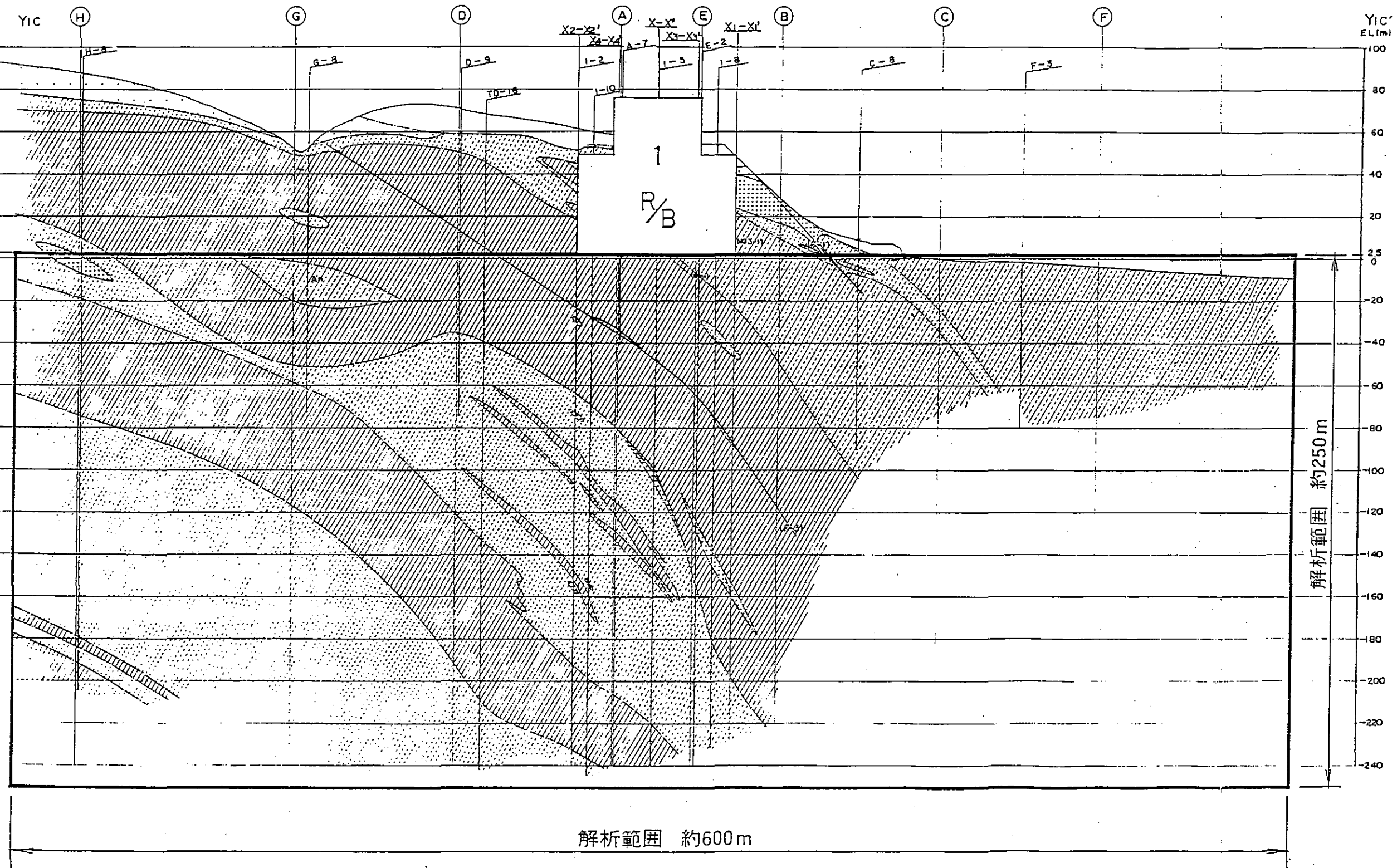
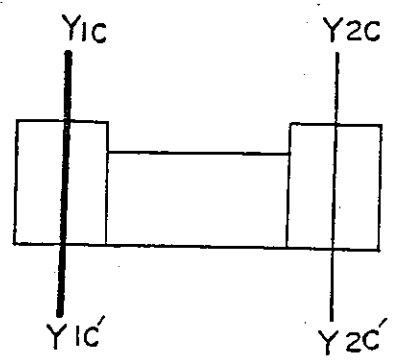
## 3. 検討結果

地盤構造の不規則性が地震波伝播特性に与える影響を、原子炉建屋付近の伝達関数により検討を行っている。本検討の流れを第5図に示す。

原子炉建屋付近の伝達関数及びそれらの平均伝達関数を第6図～第9図に示し、その結果を次のようにまとめている。

検討断面  $Y1c-Y1c'$  及び  $Y2c-Y2c'$  のケースでは0.15秒を境に短周期側で各点の伝達関数に差異が見られるが、伝達率は1.0を下廻っており、長周期側では同じ形状の伝達関数となっている。

これらによると、原子炉建屋基礎底面(EL+2.3m)付近においては、地震波伝播特性に関して地盤構造の不規則性による顕著な特異性は認められないことから、これを解放基盤表面として基準地震動を耐震設計に用いることとしている。

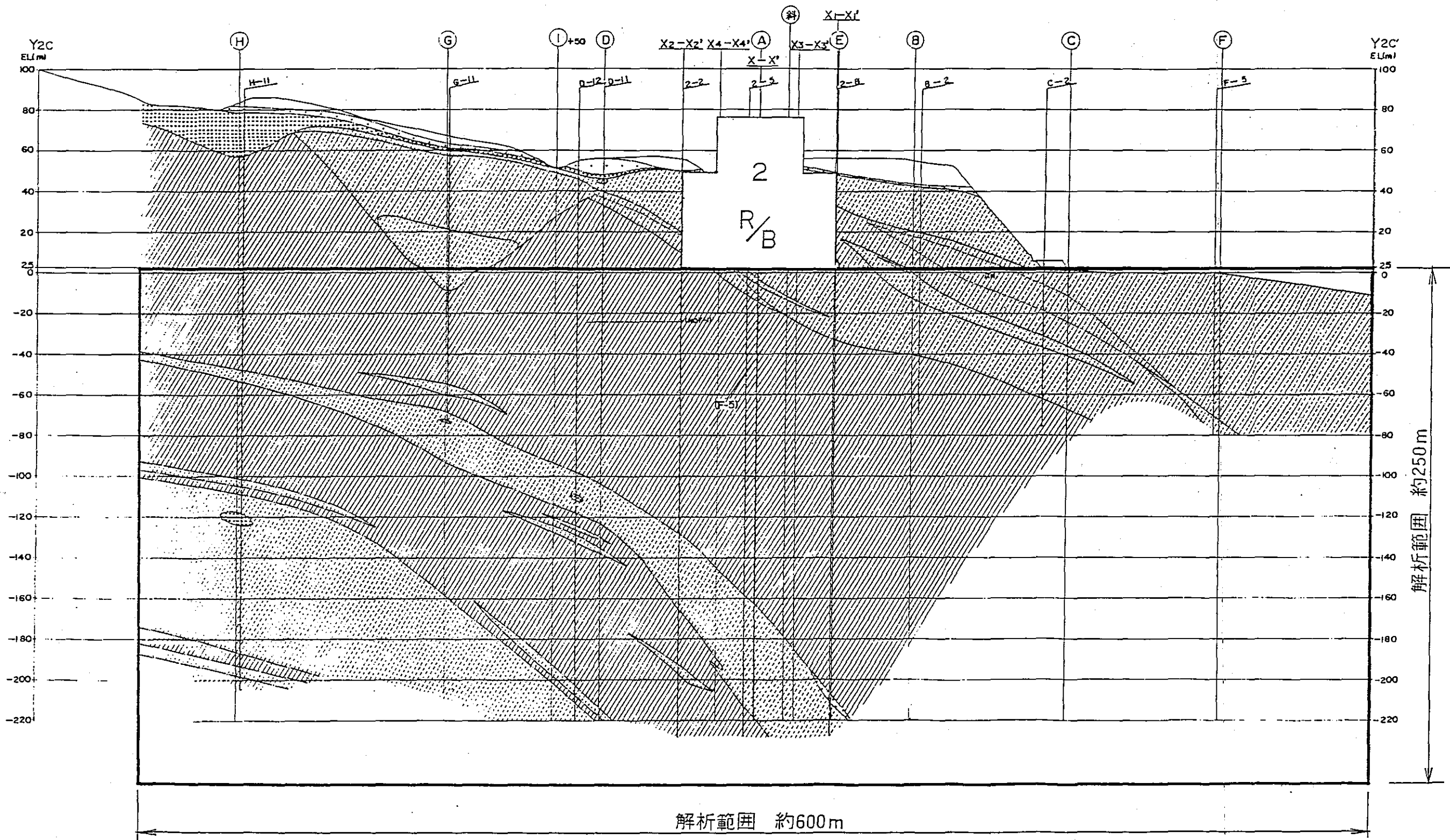
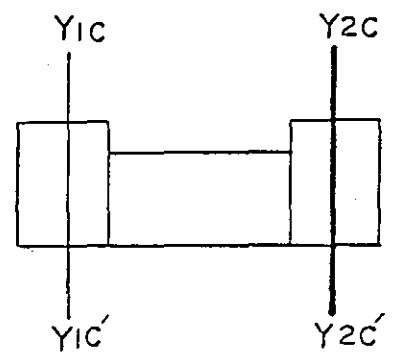


凡例

|  |        |
|--|--------|
|  | A 層岩盤  |
|  | B 層岩盤  |
|  | C 層岩盤  |
|  | D 層岩盤  |
|  | E 層岩盤  |
|  | 層・砂・粘土 |
|  | 層      |

An 安山岩塊  
 (NO3-1) 1. 測線

第1圖 岩盤分類圖 (Y1c-Y1c')

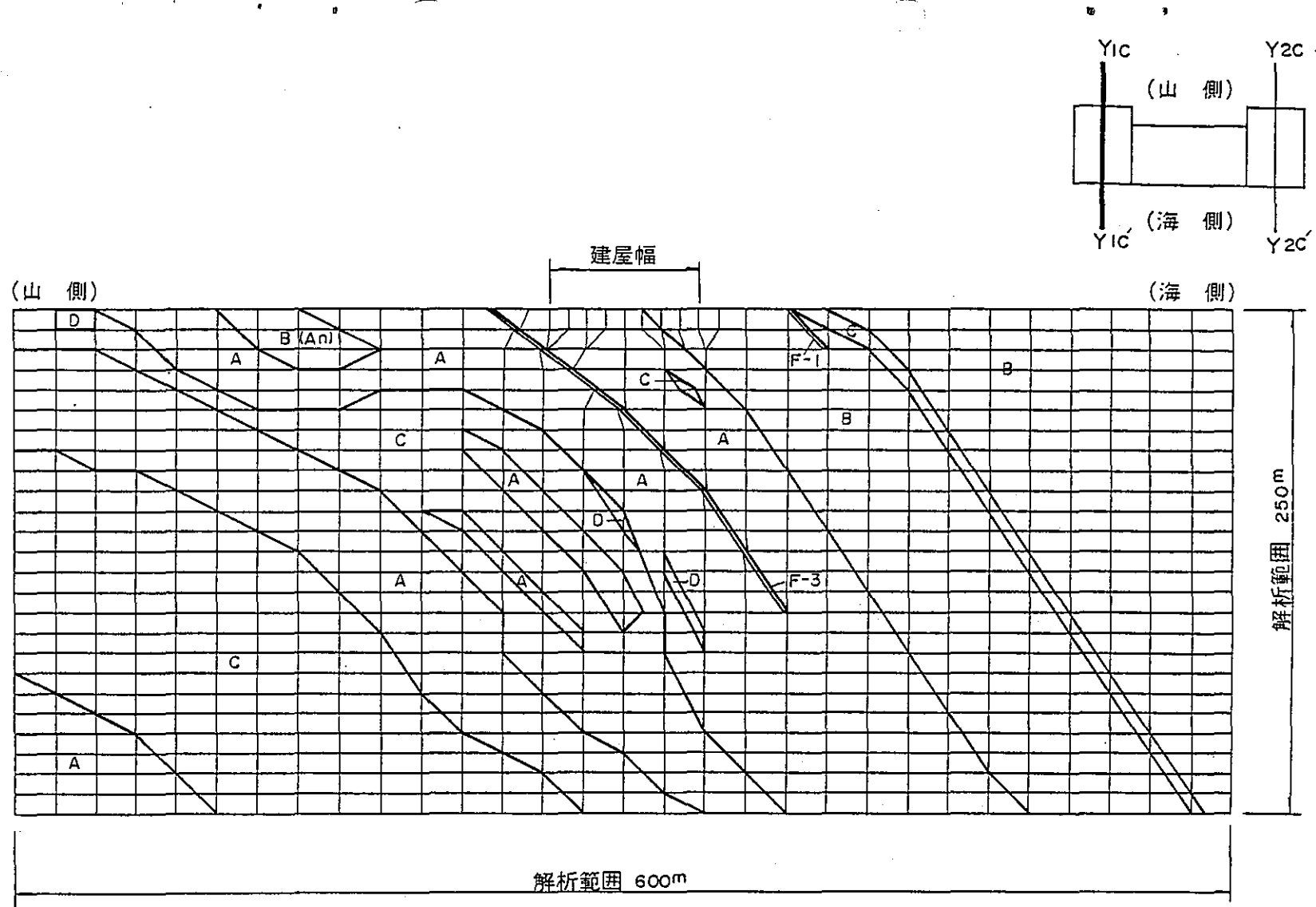


凡例

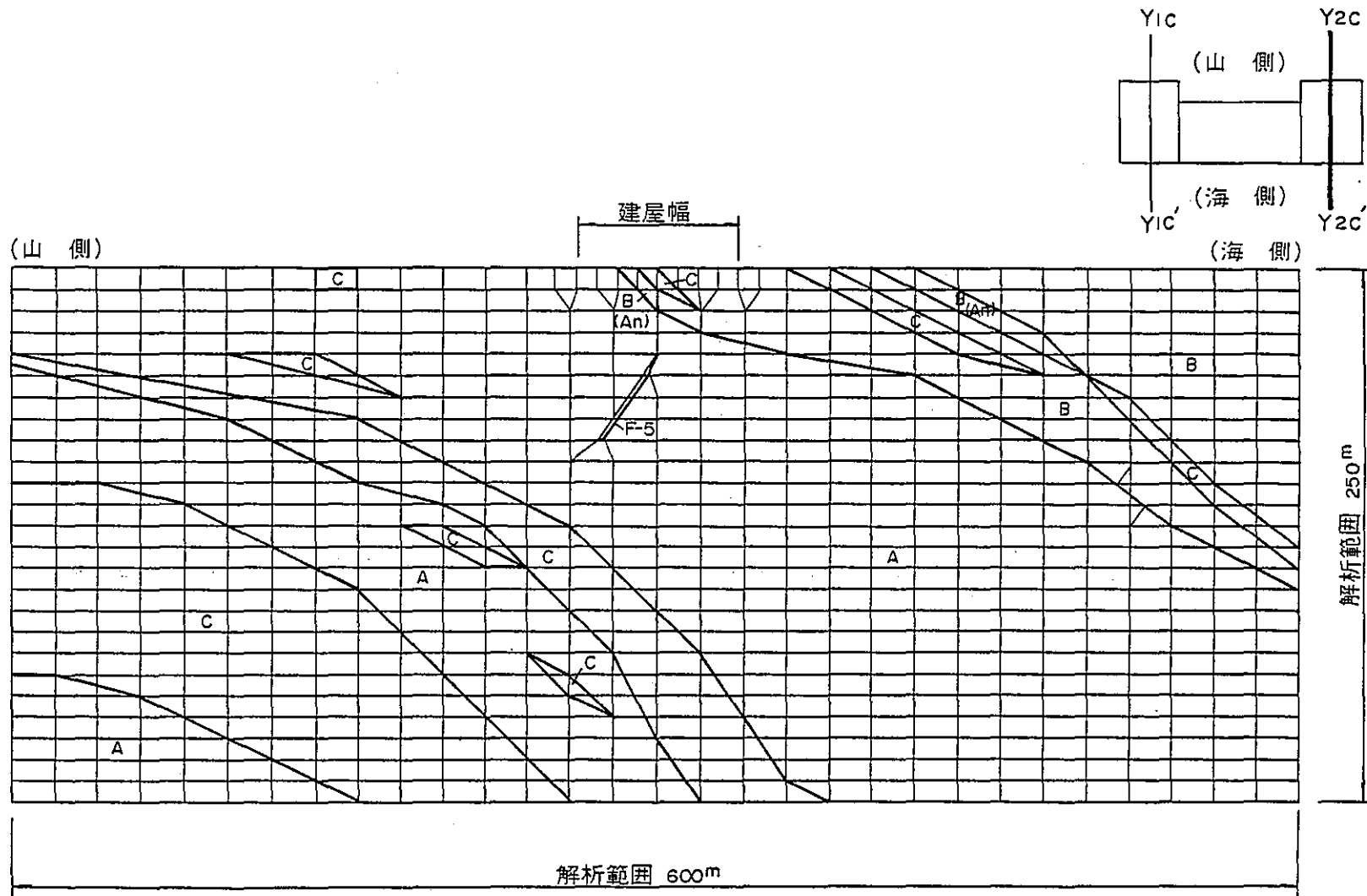
|  |         |
|--|---------|
|  | A 層 岩 質 |
|  | B 層 岩 質 |
|  | C 層 岩 質 |
|  | D 層 岩 質 |
|  | E 層 岩 質 |
|  | 層・砂・泥   |
|  | (F) 斷 層 |

△n 河 口 標 高 標  
 (NO3-1) + 地 溝

第 2 圖 岩盤分類圖 (Y2c - Y2c')



第3図 分割メッシュ (Y1c - Y1c')



第4図 分割メッシュ (Y2c - Y2c')

第1表 解析用物性値

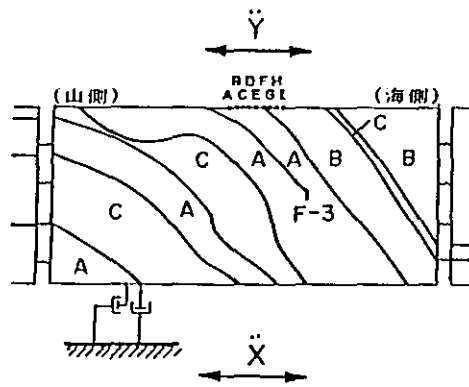
|       | 弾性波速度 (km/s) |       | 動ポアソン比<br>ν | 動弾性係数<br>E (×10 <sup>4</sup> kg/cm <sup>2</sup> ) | 密度<br>r (g/cm <sup>3</sup> )         | 減衰<br>(%) |      |
|-------|--------------|-------|-------------|---|--------------------------------------|-----------|------|
|       | Vp           | Vs    |             |   |                                      |           |      |
| A 級   | 3.2          | 1.5   | 0.36        | 13.7  | 2.2                                  | 3.0       |      |
| B 級   | 2.7          | 1.3   | 0.35        | 9.8   | 2.1                                  | 3.0       |      |
| C 級   | 2.4          | 1.1   | 0.37        | 6.4   | 1.9                                  | 3.0       |      |
| D 級   | 1.7          | 0.76  | 0.38        | 3.1   | 1.9                                  | 3.0       |      |
| 安山岩熔岩 | 3.1          | 1.6   | 0.32        | 17.9  | 2.6                                  | 3.0       |      |
| 断層    | F-1          | (1) 式 | (2) 式       | 0.48  | 840.6 σ <sub>v</sub> <sup>0.56</sup> | 1.8       | 10.0 |
|       | その他の断層       | (1) 式 | (3) 式       | 0.48  | 896.9 σ <sub>v</sub> <sup>0.73</sup> | 1.8       | 10.0 |

$$(1) \text{ 式 } \nu = \frac{(V_p/V_s)^2 - 1}{2 \{(V_p/V_s)^2 - 1\}}$$

$$(2) \text{ 式 } V_s = \sqrt{\frac{g \cdot G}{r}} \quad G = 284 \sigma_v^{0.56} \quad g: \text{重力加速度}$$

$$(3) \text{ 式 } V_s = \sqrt{\frac{g \cdot G}{r}} \quad G = 303 \sigma_v^{0.73} \quad \sigma_v: \text{鉛直応力度}$$

検討内容 : 地盤構造の不規則性が地震波伝播特性に与える影響



検討断面 :  $\begin{pmatrix} Y1C - Y1C' \\ Y2C - Y2C' \end{pmatrix}$

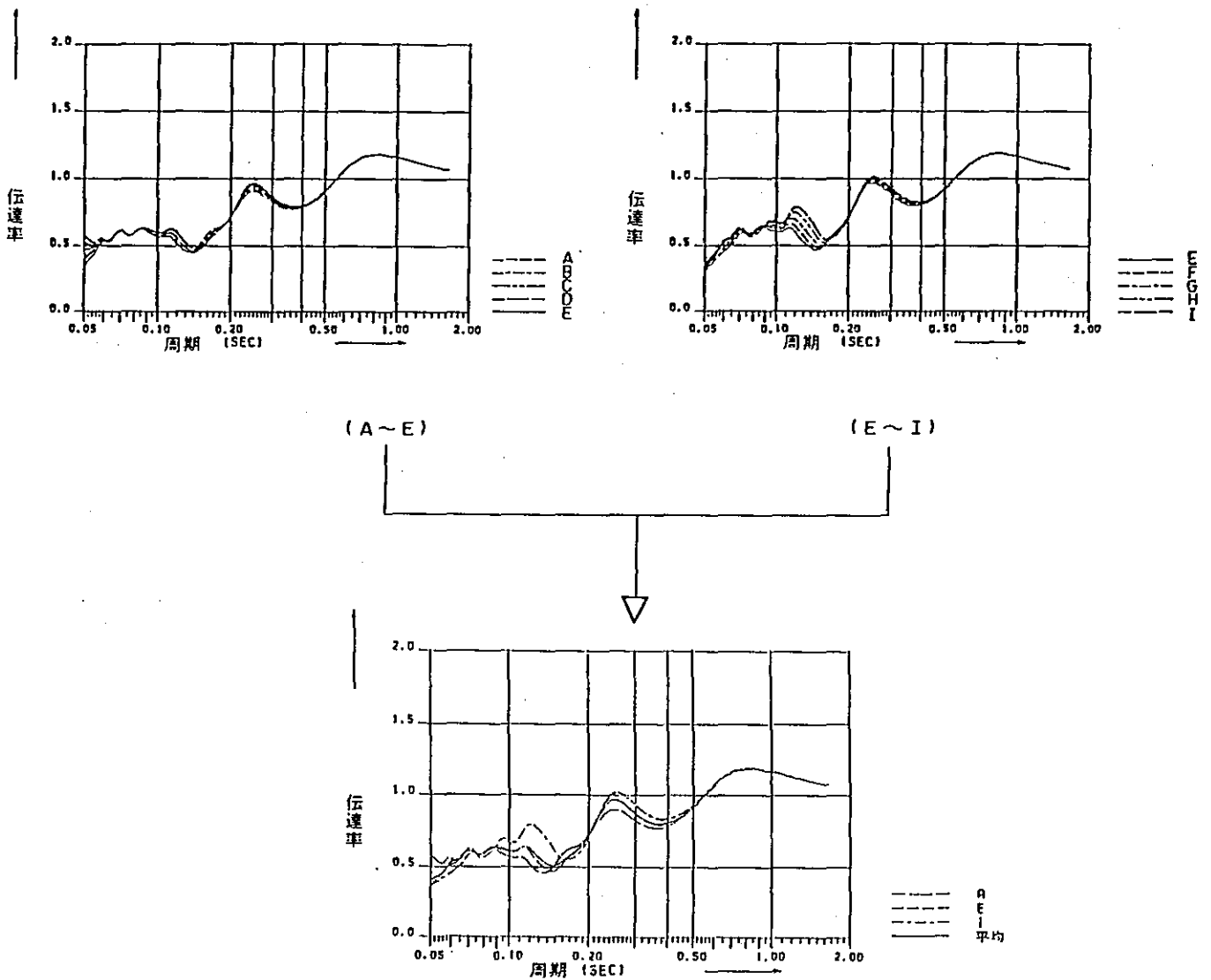
減衰 :  $(A \cdot B \cdot C \cdot D - 3\%)$   
(断層 - 10%)

入射角 :  $0^\circ$

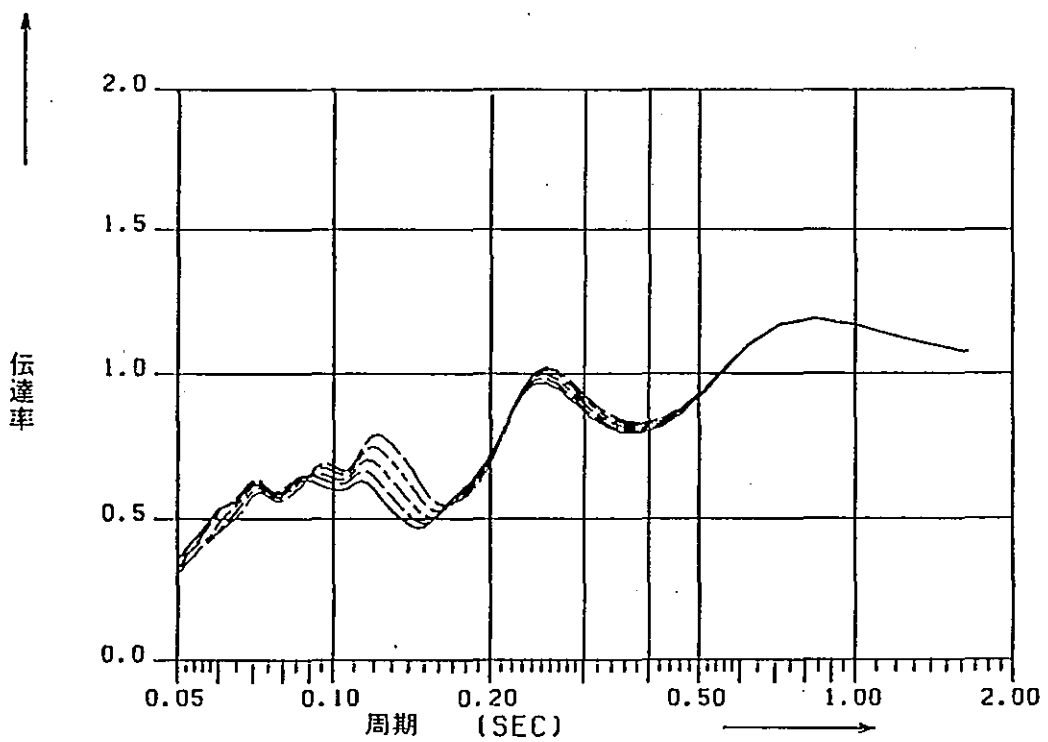
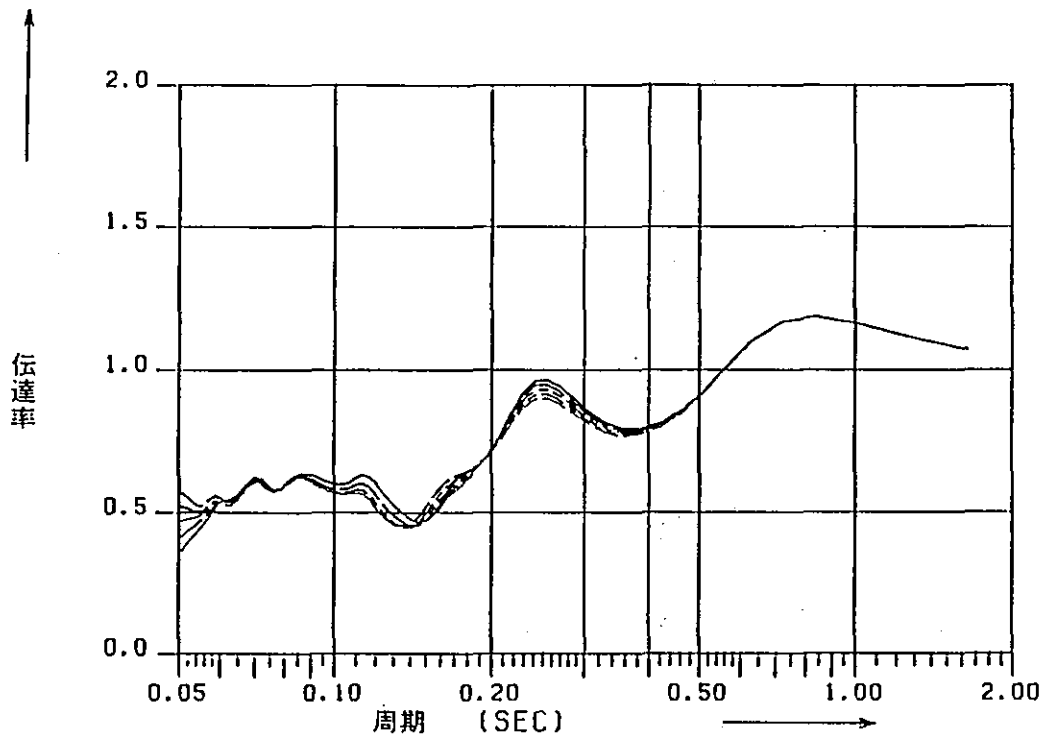
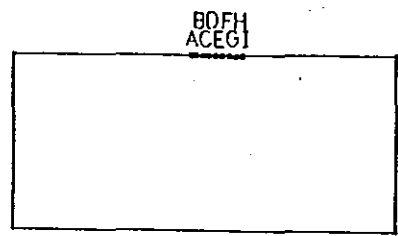
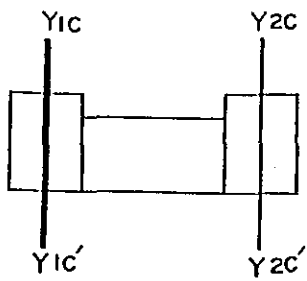
$\ddot{X}$  : 単位加速度振幅をもつ正弦波

$\frac{\ddot{Y}}{\ddot{X}}$  : 伝達関数

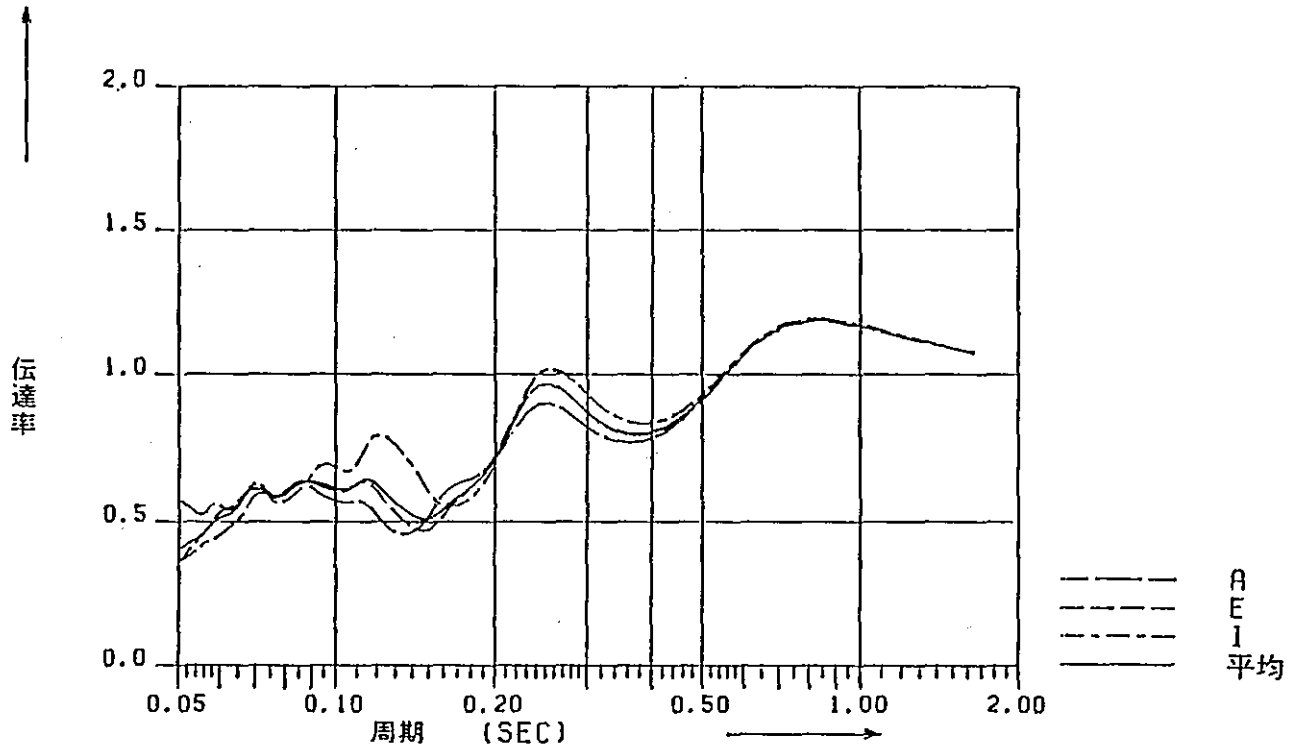
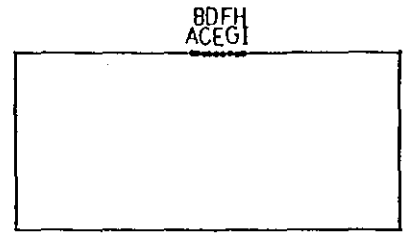
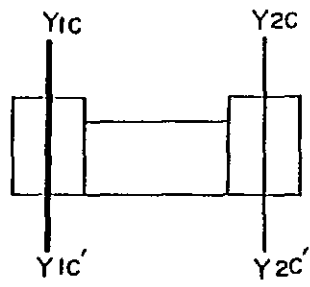
原子炉建屋近傍における伝達関数



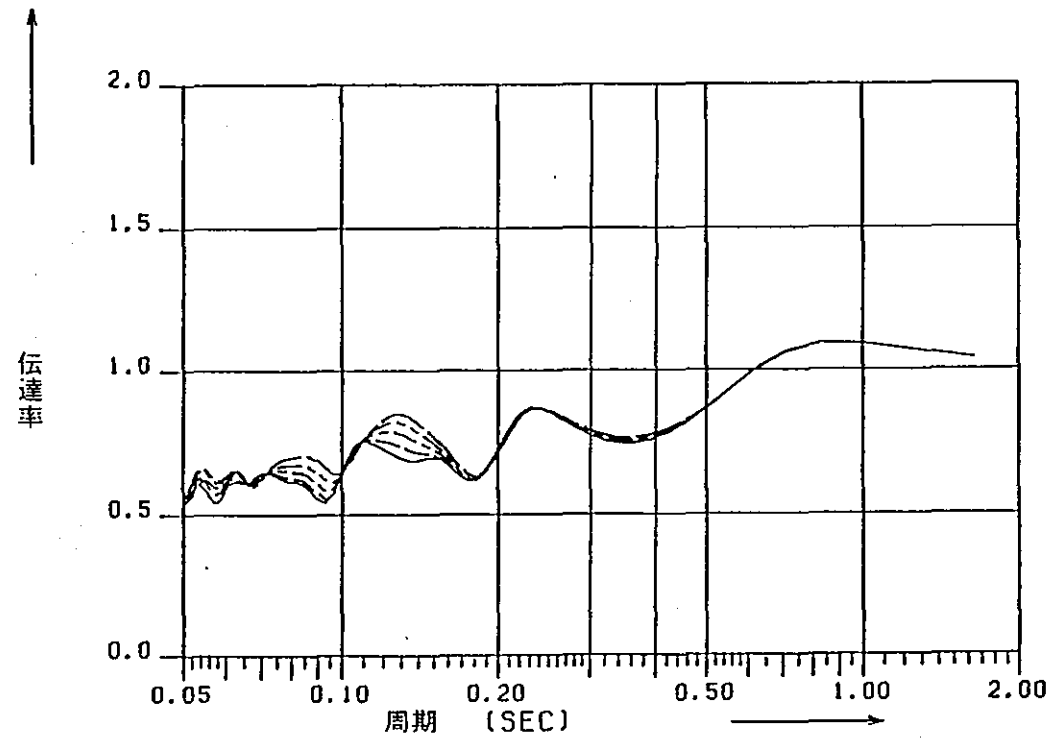
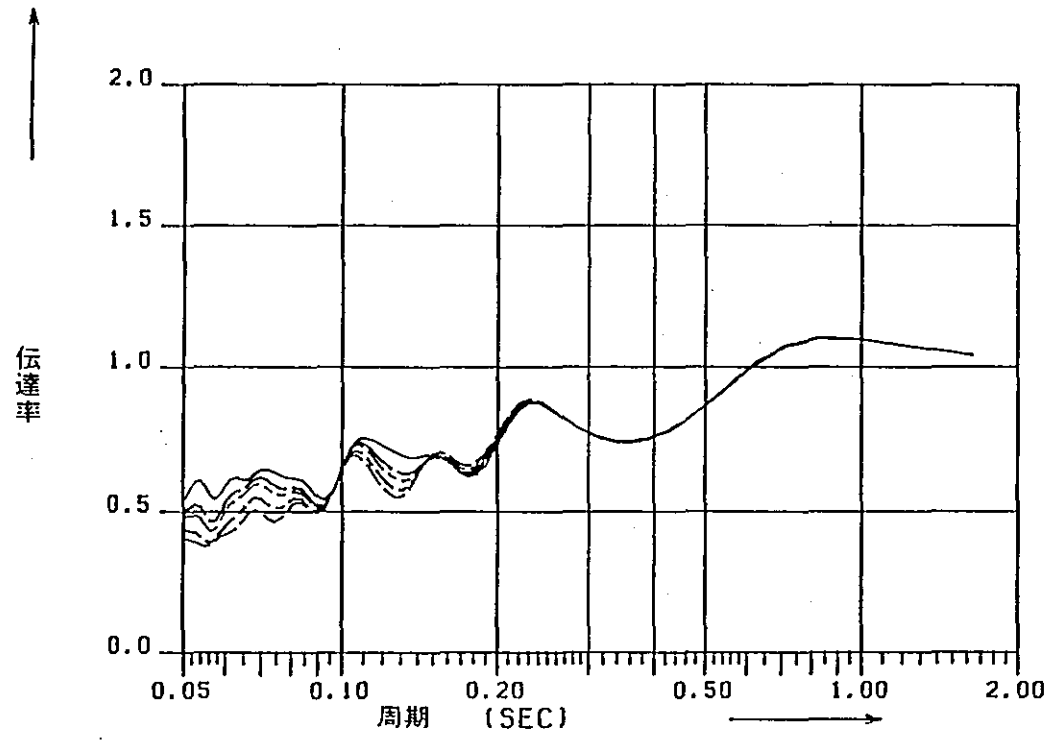
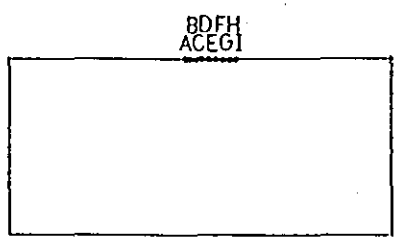
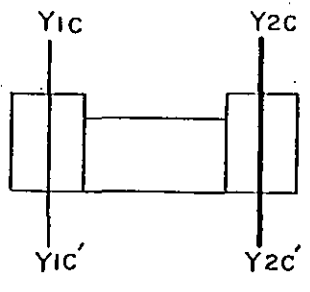
第5図 検討の流れ



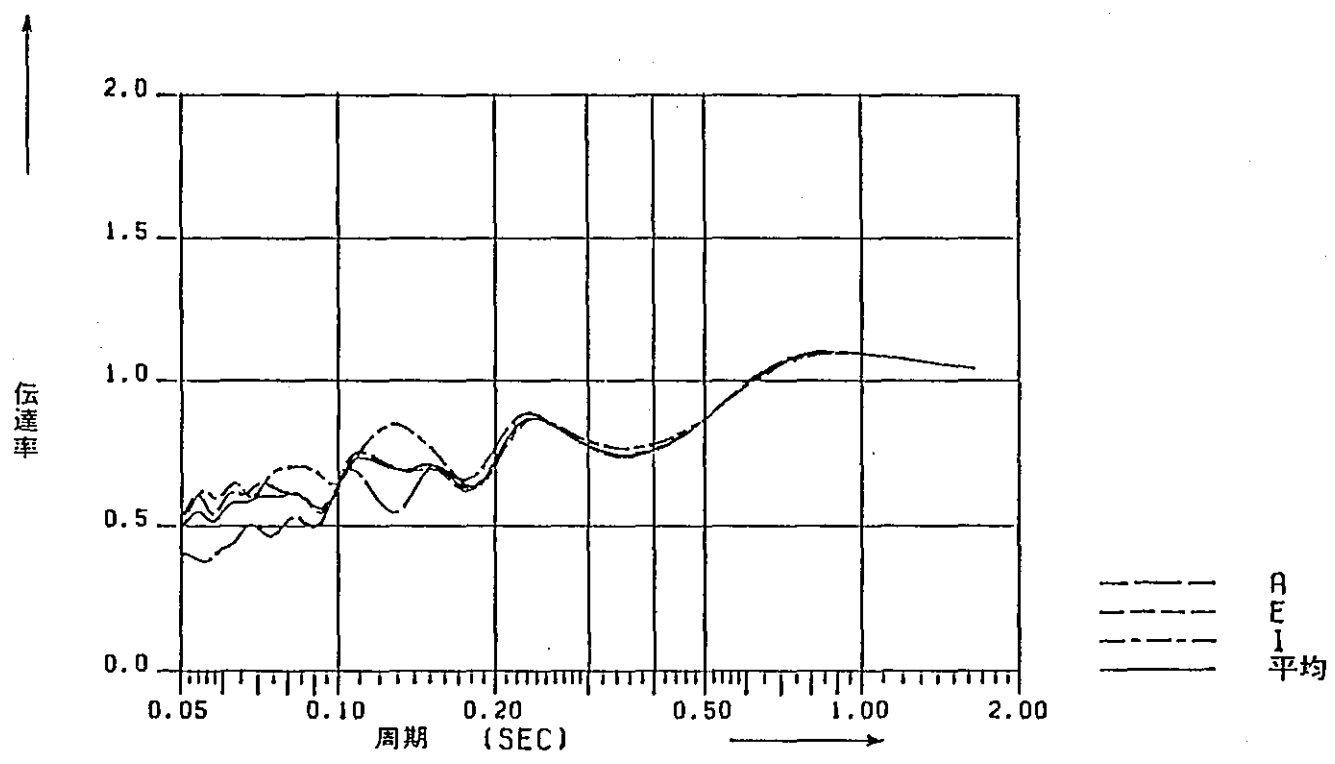
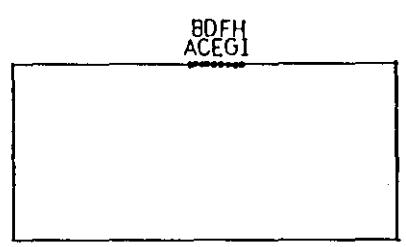
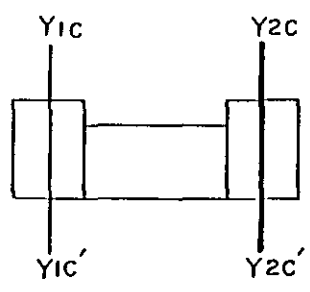
第6図 伝達関数 (Y1c-Y1c')



第7図 伝達関数 ( $Y_{1c} - Y_{1c}'$ )



第 8 図 伝達関数 ( $Y_{2c} - Y_{2c}'$ )



第9図 伝達関数 ( $Y_{2c} - Y_{2c}'$ )

泊発電所（1、2号炉）

津波の数値シミュレーション結果について

昭和59年4月4日

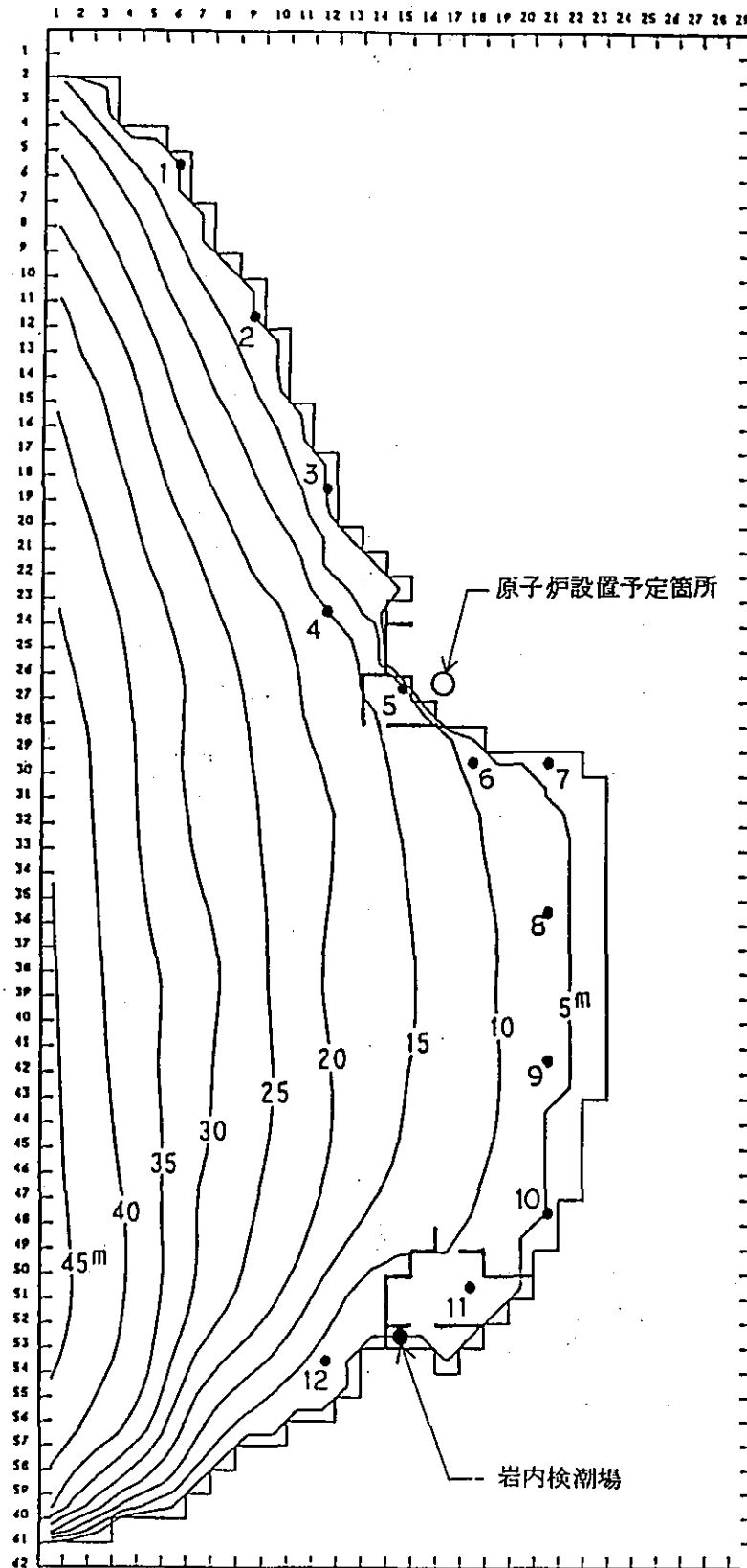
# 1. 数値シミュレーション結果

津波の数値シミュレーションに用いる断層モデルの諸元を第1表、敷地周辺の計算格子点及び計算結果の出力点を第1図、計算波形を第2図及び第3図、津波の最大振幅を第2表に示す。

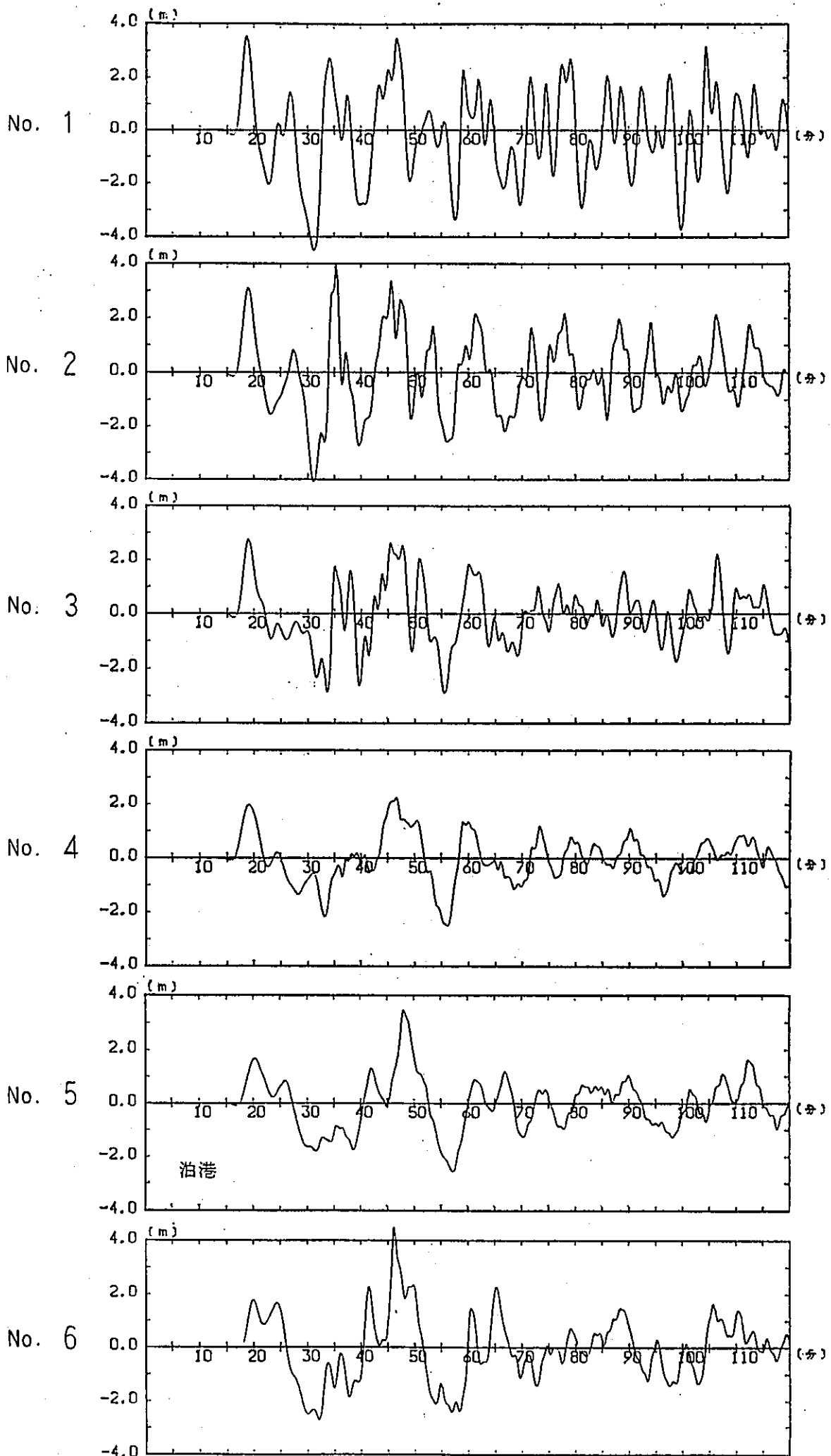
第1表 断層モデルの諸元

| 断層モデル                                    | 断層の形態 | 地震マグニチュードM      | 断層の長さL (km) | 断層の幅W (km) | すべり量D (m) | 傾斜方向と北方向のなす角 $\phi$ (°) | 傾斜角 $\delta$ (°) |
|--|-------|-----------------|-------------|------------|-----------|-------------------------|------------------|
| 神威岬西侧断層の位置にM=7 $\frac{3}{4}$ の地震を想定したモデル | 逆断層   | 7 $\frac{3}{4}$ | 82          | 41         | 397       | 90                      | 45               |

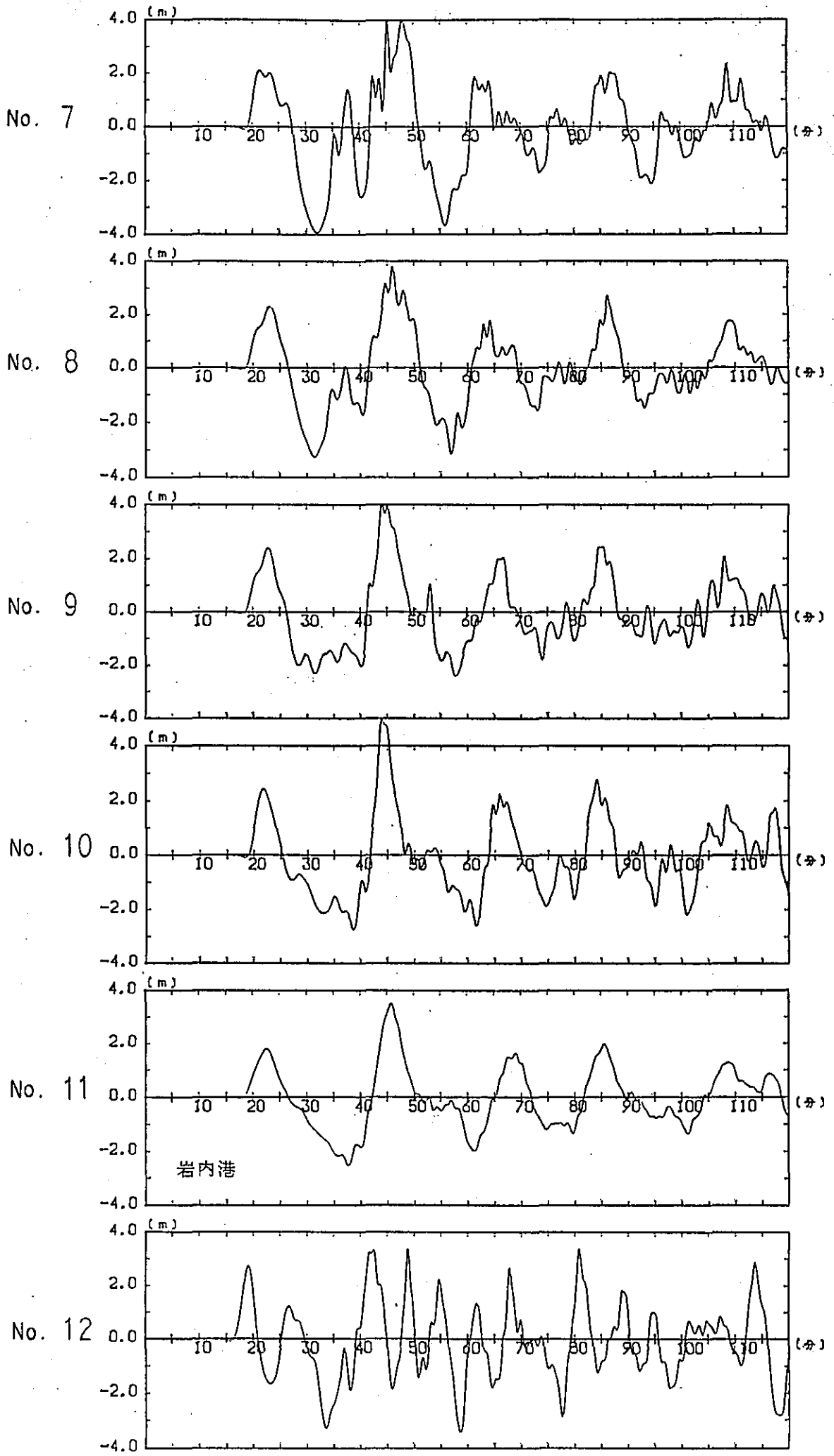
格子間隔 200 m  
 0 1 2 km



第1図 計算格子と結果の出力点



第2図 計算波形



第3図 計算波形

第 2 表 津波の最大振幅

(m)

| 出力点 No. | 最大上昇波の振幅 | 最大引き波の振幅 |
|---------|----------|----------|
| 1       | 3.53     | 4.50     |
| 2       | 3.97     | 4.10     |
| 3       | 2.76     | 2.88     |
| 4       | 2.25     | 2.48     |
| 5       | 3.46     | 2.55     |
| 6       | 4.55     | 2.80     |
| 7       | 4.01     | 3.92     |
| 8       | 3.80     | 3.25     |
| 9       | 4.06     | 2.39     |
| 10      | 4.95     | 2.73     |
| 11      | 3.51     | 2.52     |
| 12      | 3.38     | 3.44     |

泊発電所（1，2号炉）

原子炉建屋設置地盤の安定性に

関する指摘事項について

[その2]

昭和59年 4月 4日

1. 原子炉建屋基礎底面の動的解析における沈下量を算出すること

第1.1表に動的解析により得られた原子炉建屋基礎底面の沈下量及び傾斜を示す。

これによると、動的解析における基礎底面の傾斜は、最大で1/19,000となり、最大傾斜を生じた時の沈下量は最大で1.4 cm程度となり、この程度の沈下では安全上支障となることはない。

第1.1表 原子炉建屋の沈下に対する検討結果

| 断 面          |          |       | 1号炉<br>$Y_{1c} - Y_{1c}'$ | 2号炉<br>$Y_{2c} - Y_{2c}'$ |          |
|--------------|----------|-------|---------------------------|---------------------------|----------|
| 動的<br>解<br>析 | $S_{H2}$ | 沈下量   | 山側                        | 1.24 cm                   | 0.67 cm  |
|              |          |       | 海側                        | 1.40 cm                   | 1.06 cm  |
|              |          | 不等沈下量 |                           | 0.16 cm                   | 0.39 cm  |
|              |          | 傾 斜   |                           | 1/46,000                  | 1/19,000 |
|              | $S_N$    | 沈下量   | 山側                        | 1.25 cm                   | —        |
|              |          |       | 海側                        | 1.42 cm                   | —        |
|              |          | 不等沈下量 |                           | 0.17 cm                   | —        |
|              |          | 傾 斜   |                           | 1/44,000                  | —        |

泊発電所（1，2号炉）

原子炉建屋背後斜面の安定性に

関する指摘事項について

昭和59年 4月 4日

## 1. 検討内容

- (1) 原子炉建屋設置位置を通る山～海方向の断面  $Y_{1c} \sim Y_{1c}'$  及び  $Y_{2c} \sim Y_{2c}'$  断面の斜面部の安定性について検討を行う。

検討断面の位置及び鉛直地質断面図を第 1.1 図～第 1.3 図に、水平及び鉛直岩盤分類図を第 1.4 図～第 1.6 図に示す。

### (2) 解析用物性値

解析用物性値は、①-①', ②-②' 断面と同様であり、第 1.1 表に示すとおりである。

### (3) 地震力

検討に用いる地震力は、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 を水平方向に与える。

### (4) 検討方法

検討は、円弧すべり面法による慣用法と、静的二次元 FEM 解析により行っている。

岩盤分類図に基づき作成された解析用要素分割図を第 1.7 図～第 1.8 図に示す。FEM 解析の境界条件は、下方が固定、側方が荷重方向ローウーとしていた。

### (5) 地下水位

地下水位は、第 1.2 図～第 1.3 図に示すように現状では岩盤内の低い位置にあるが、解析では、大雨により地表まで飽和した場合も検討する。

## 2. 検討結果

(1) 地震時における  $Y_{1c}-Y_{1c}'$  断面及び  $Y_{2c}-Y_{2c}'$  断面の検討結果は、以下のとおりである。

慣用法及び静的二次元 FEM 解析による最小すべり安全率とすべり線の位置を第 2.1 図～第 2.2 図に示す。

また、静的二次元 FEM 解析による局所安全係数を第 2.3 図～第 2.4 図に示す。

これらによると、最小すべり安全率は、 $Y_{1c}-Y_{1c}'$  断面では、慣用法で 2.11、静的 FEM 解析で 2.20、 $Y_{2c}-Y_{2c}'$  断面では、慣用法で 1.66、静的 FEM 解析で 2.50 となっている。また、局所安全係数は、いずれも 1.0 を上回っている。

(2) 大雨・地震時における検討結果は、以下のとおりである。

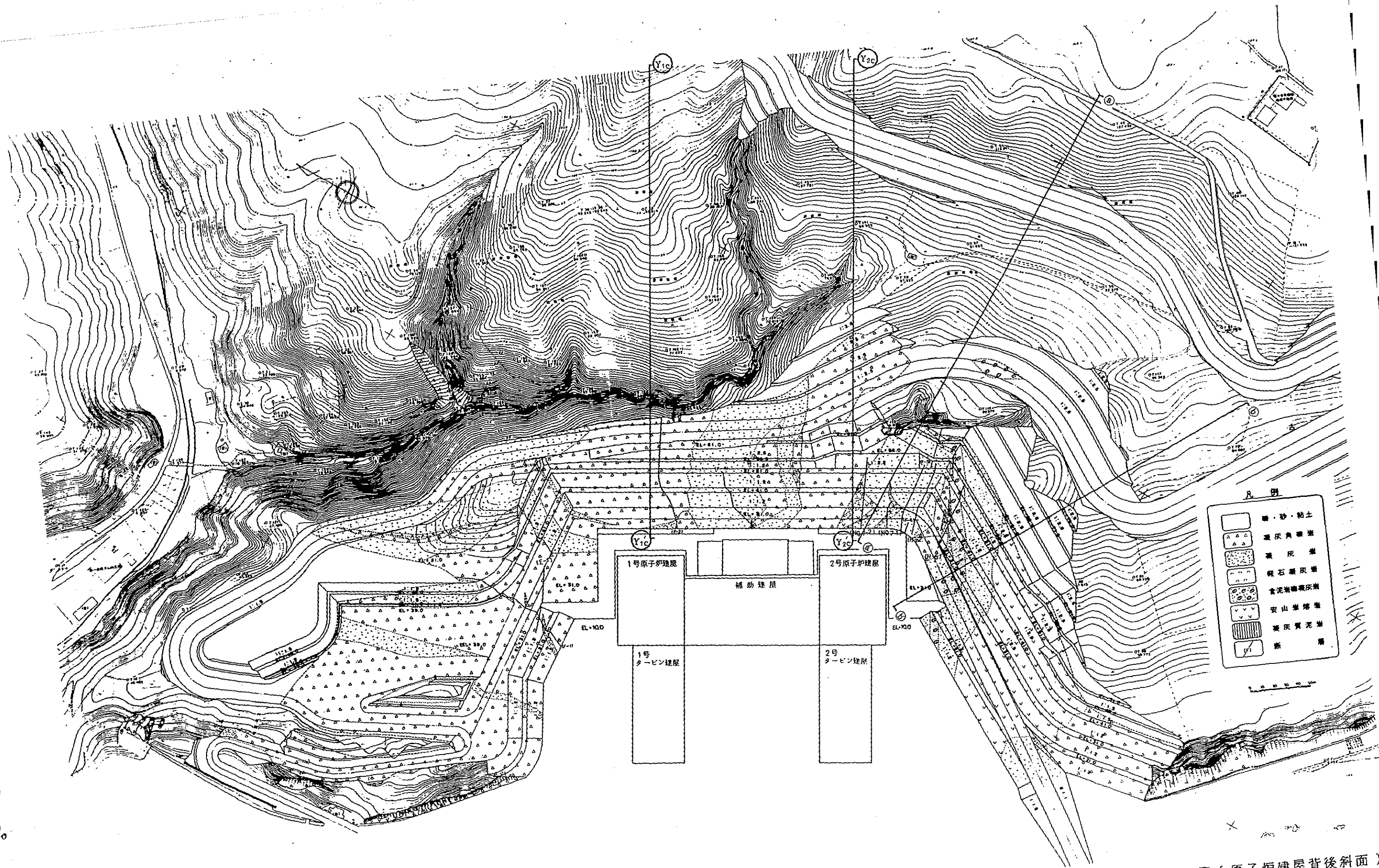
慣用法及び静的二次元 FEM 解析による最小すべり安全率とすべり線の位置を第 2.1 図～第 2.2 図に、静的 FEM 解析により得られた局所安全係数を第 2.5 図～第 2.6 図に示す。

これらによると、地形上、原子炉建屋に直接影響を与える可能性の少ない背後斜面の土砂部、風化岩においても、最小すべり安全率は、 $Y_{1c}-Y_{1c}'$  断面では、慣用法で 1.62、静的 FEM で 1.70、 $Y_{2c}-Y_{2c}'$  断面では、慣用法で 1.25、静的 FEM で 2.00 となっている。また、局所安全係数は、いずれも 1.0 を上回っている。

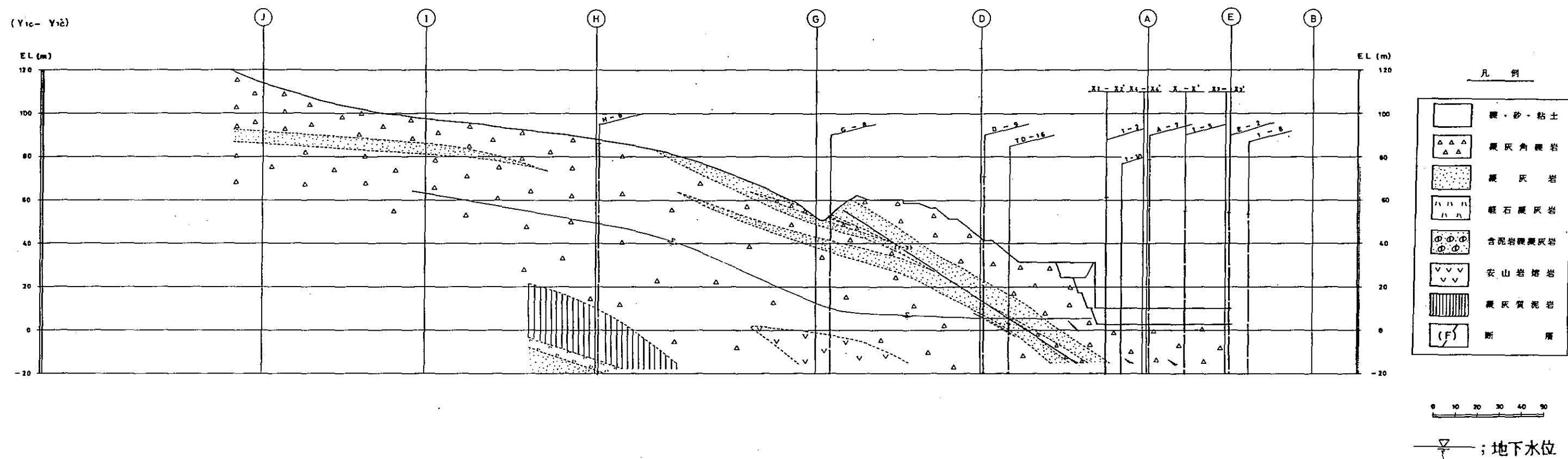
第 1.1 表 解析用物性値

| 岩盤分目<br>(地類) | 特性 | 物理特性                                 | 強度特性                                    |                     | 変形特性  |                   |
|--------------|----|--------------------------------------|---|---------------------|---|-------------------|
|              | 項目 | 密度<br>$\gamma_t$ (t/m <sup>3</sup> ) | せん断強度<br>$\tau_0$ (kg/cm <sup>2</sup> ) | 内部摩擦角<br>$\phi$ (°) | 静的解析  |                   |
|              |    |                                      |   |                     | 静弾性係数<br>$E_s$ ( $\times 10^4$ kg/cm <sup>2</sup> ) | 静ポアソン比<br>$\nu_s$ |
| A 級          |    | 2.2                                  | 22.1                                    | 51.1                | 6.2   | 0.25              |
| B 級          |    | 2.1                                  | 15.8                                    | 47.0                | 2.8   | 0.25              |
| C 級          |    | 1.9                                  | 5.8                                     | 46.3                | 1.0   | 0.25              |
| D 級          |    | 1.9                                  | 3.0                                     | 38.8                | 0.5   | 0.30              |
| E 級          |    | 1.7                                  | 0.87                                    | 25.5                | 0.04  | 0.35              |
| 表土           |    | 1.9                                  | 0.67                                    | 14.9                | 0.03  | 0.40              |
| 断層*          |    | 1.8                                  | 1.81                                    | 22.2                | $193.2(\sigma_v)^{0.811}$                           | 0.40              |

\* 静弾性係数の単位は kg/cm<sup>2</sup> である。

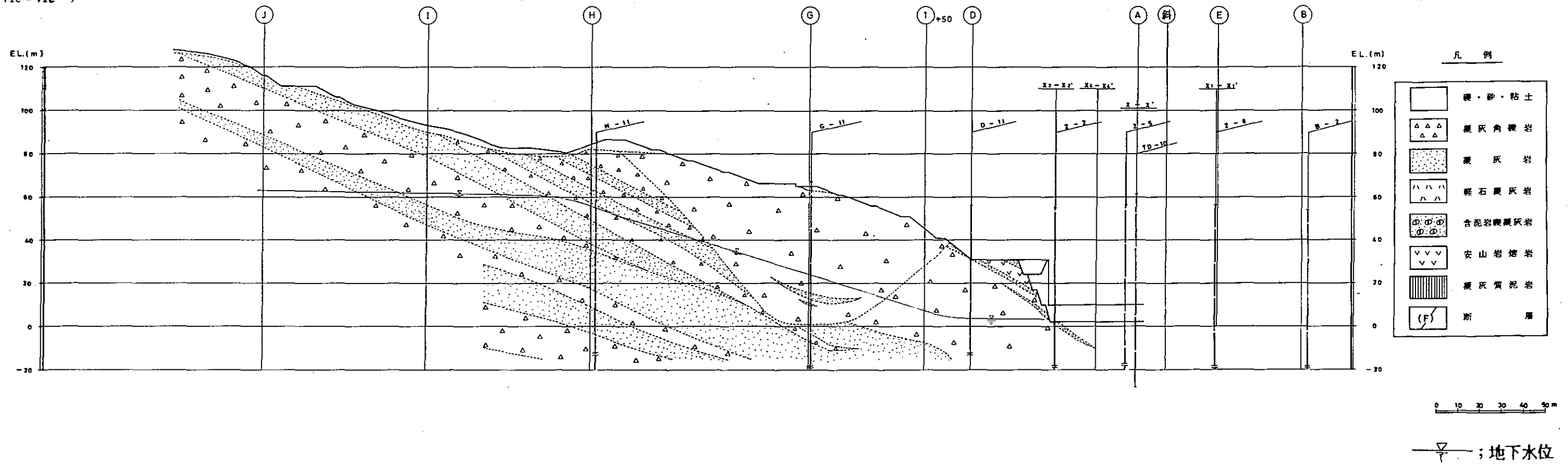


第 1.1 図 水平地質断面図 (原子炉建屋背後斜面)

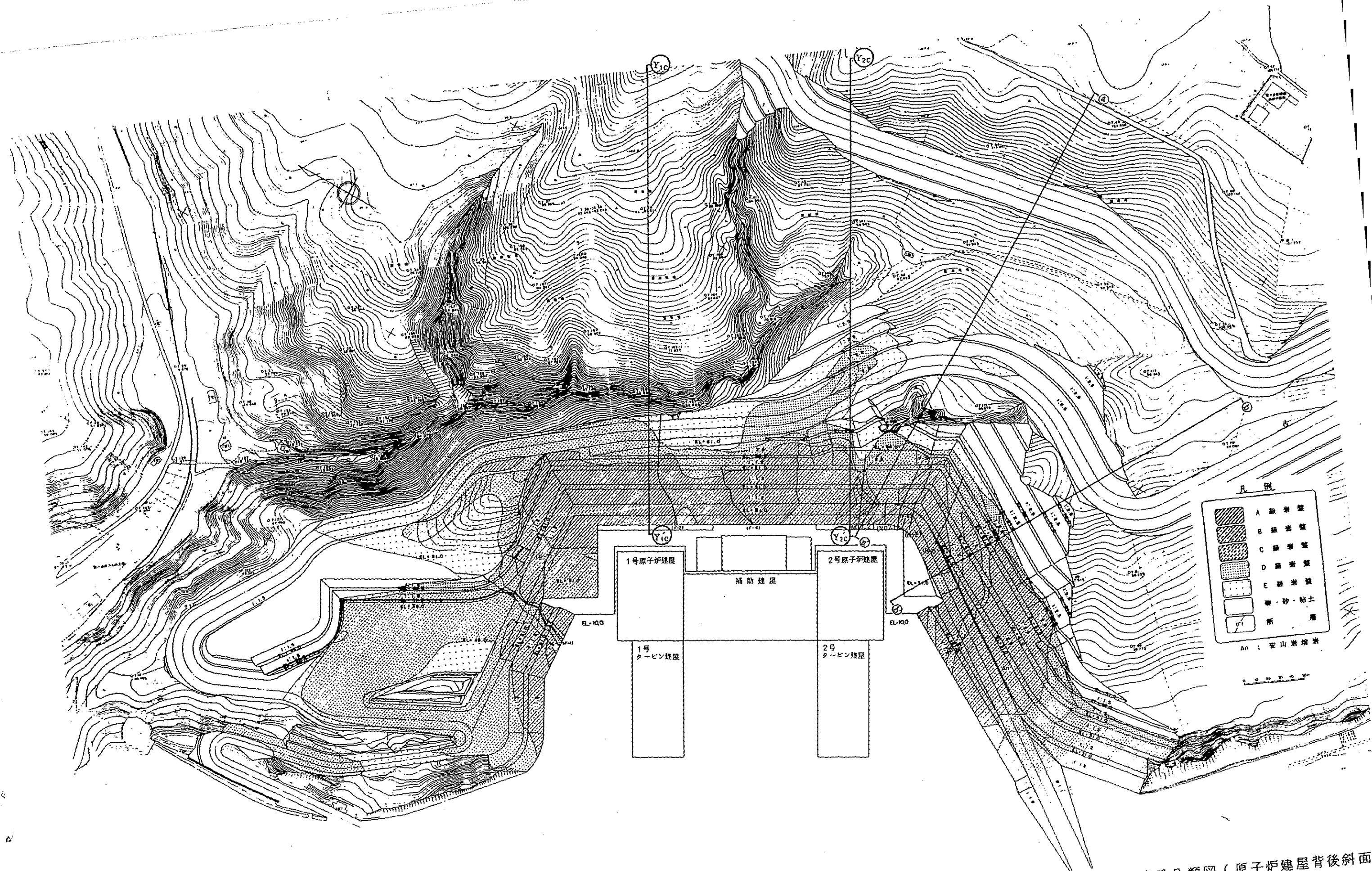


第 1.2 圖 鉛直地質断面圖 (Y1c - Y1c')

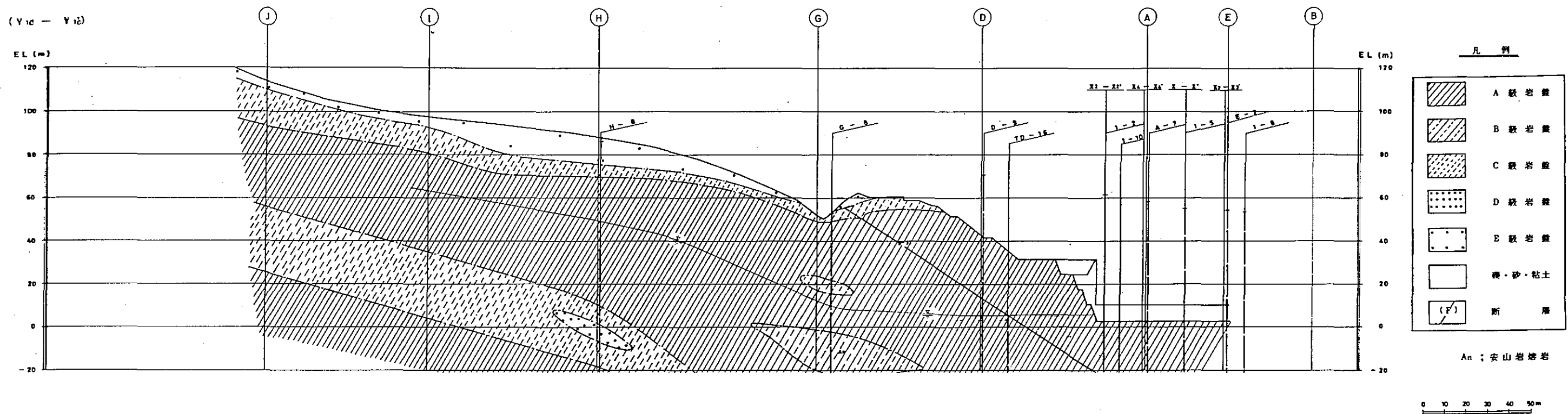
( Y<sub>2c</sub> - Y<sub>2c'</sub> )



第 1.3 圖 鉛直地質断面圖 ( Y<sub>2c</sub> - Y<sub>2c'</sub> )



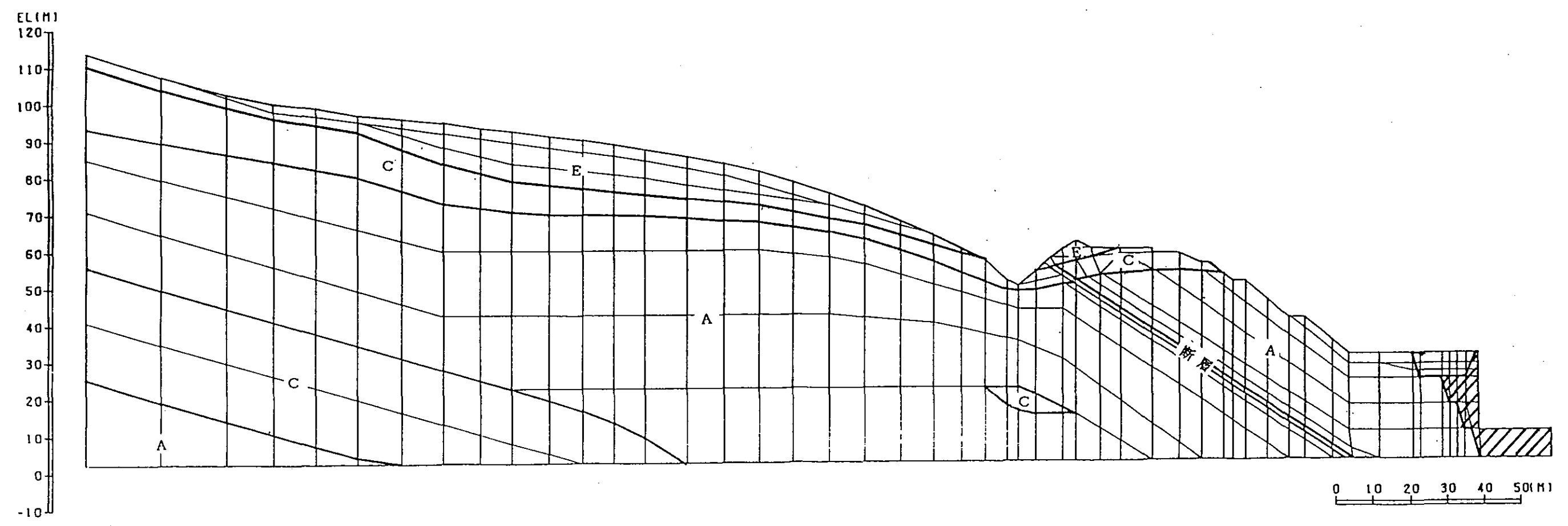
第 1.4 図 水平岩盤分類図 (原子炉建屋背後斜面)



第 1.5 図 鉛直岩盤分類図 (Y<sub>1c</sub> - Y<sub>1c'</sub>)

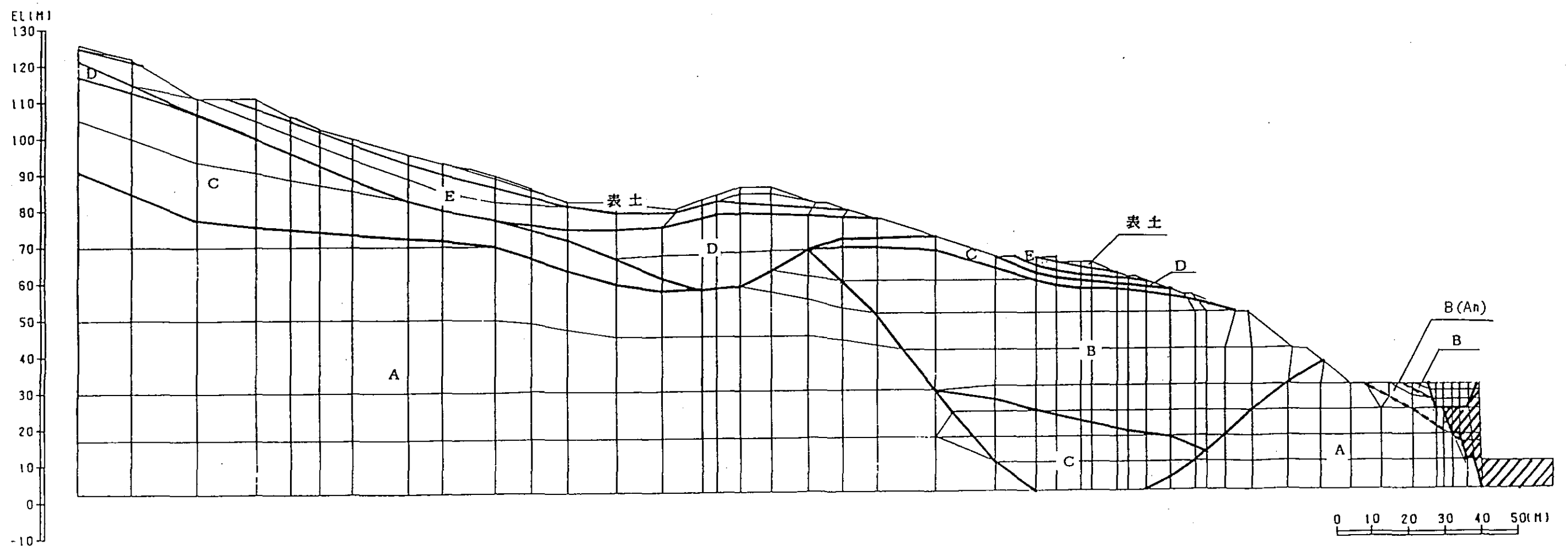


Y<sub>1c</sub> - Y'<sub>1c</sub> 断面



第 1.7 图 解析用有限要素分割图

Y<sub>2c</sub> - Y'<sub>2c</sub> 断面



第 1.8 图 解析用有限要素分割图

自然斜面

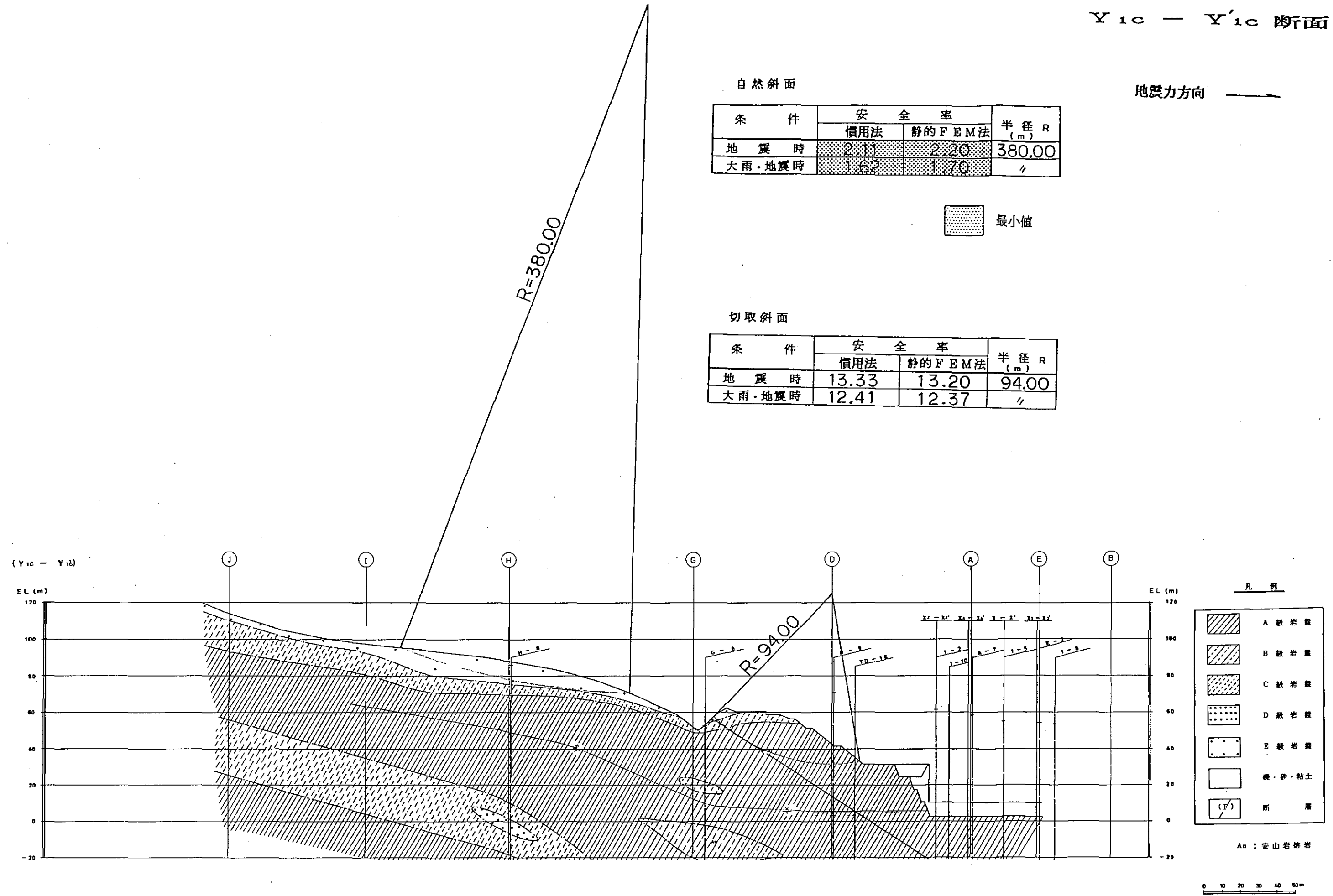
| 条 件    | 安 全 率 |        | 半 径 R<br>(m) |
|--------|-------|--------|--------------|
|        | 慣用法   | 静的FEM法 |              |
| 地 震 時  | 2.11  | 2.20   | 380.00       |
| 大雨・地震時 | 1.62  | 1.70   | 〃            |

 最小値

切取斜面

| 条 件    | 安 全 率 |        | 半 径 R<br>(m) |
|--------|-------|--------|--------------|
|        | 慣用法   | 静的FEM法 |              |
| 地 震 時  | 13.33 | 13.20  | 94.00        |
| 大雨・地震時 | 12.41 | 12.37  | 〃            |

地震力方向  $\longrightarrow$



第 2.1 図 すべり安全率図

地震力方向 →

自然斜面

| 条 件    | 安 全 率 |        | 半 径 R<br>(m) |
|--------|-------|--------|--------------|
|        | 慣用法   | 静的FEM法 |              |
| 地 震 時  | 1.66  | 2.50   | 122.00       |
| 大雨・地震時 | 1.25  | 2.00   | ∕            |

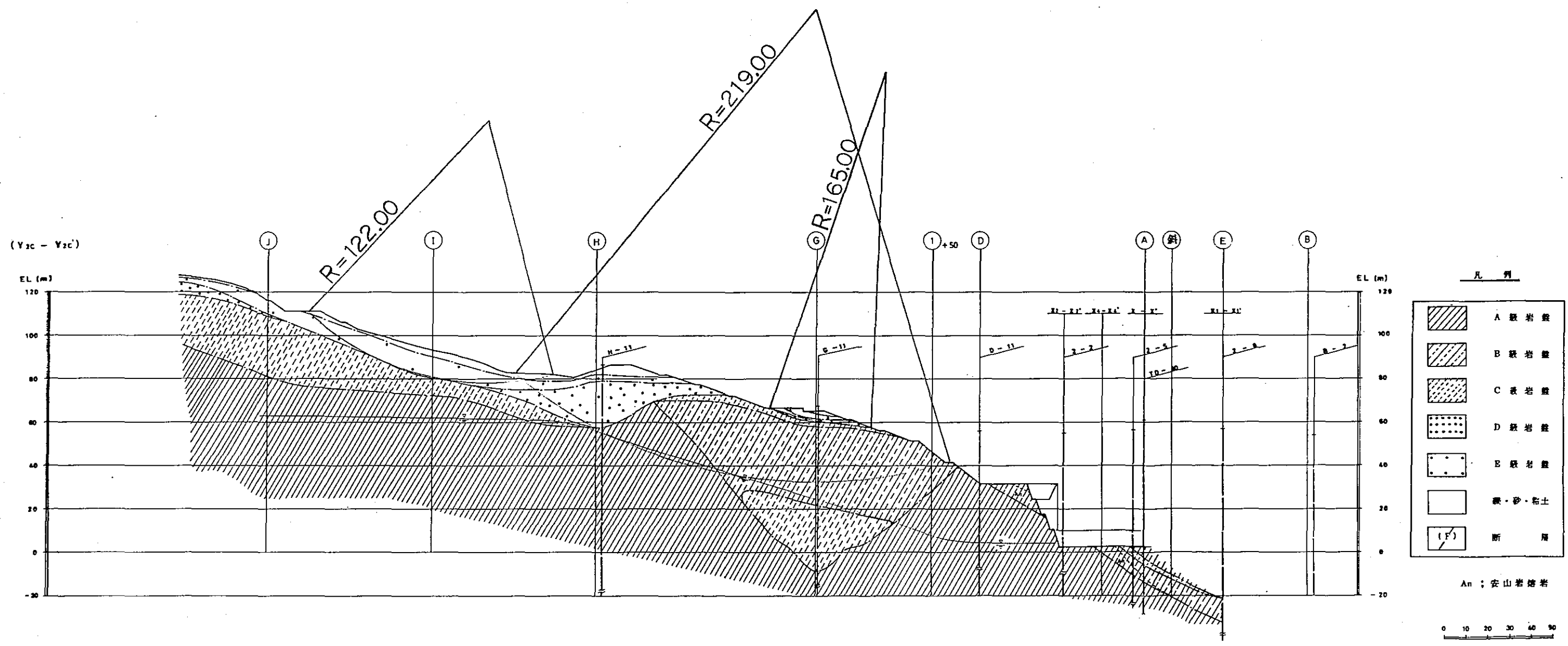
 最小値

切取斜面 (全体)

| 条 件    | 安 全 率 |        | 半 径 R<br>(m) |
|--------|-------|--------|--------------|
|        | 慣用法   | 静的FEM法 |              |
| 地 震 時  | 6.71  | 7.65   | 219.00       |
| 大雨・地震時 | 5.87  | 6.66   | ∕            |

切取斜面 (地表部)

| 条 件    | 安 全 率 |        | 半 径 R<br>(m) |
|--------|-------|--------|--------------|
|        | 慣用法   | 静的FEM法 |              |
| 地 震 時  | 5.34  | 9.51   | 165.00       |
| 大雨・地震時 | 5.34  | 8.96   | ∕            |

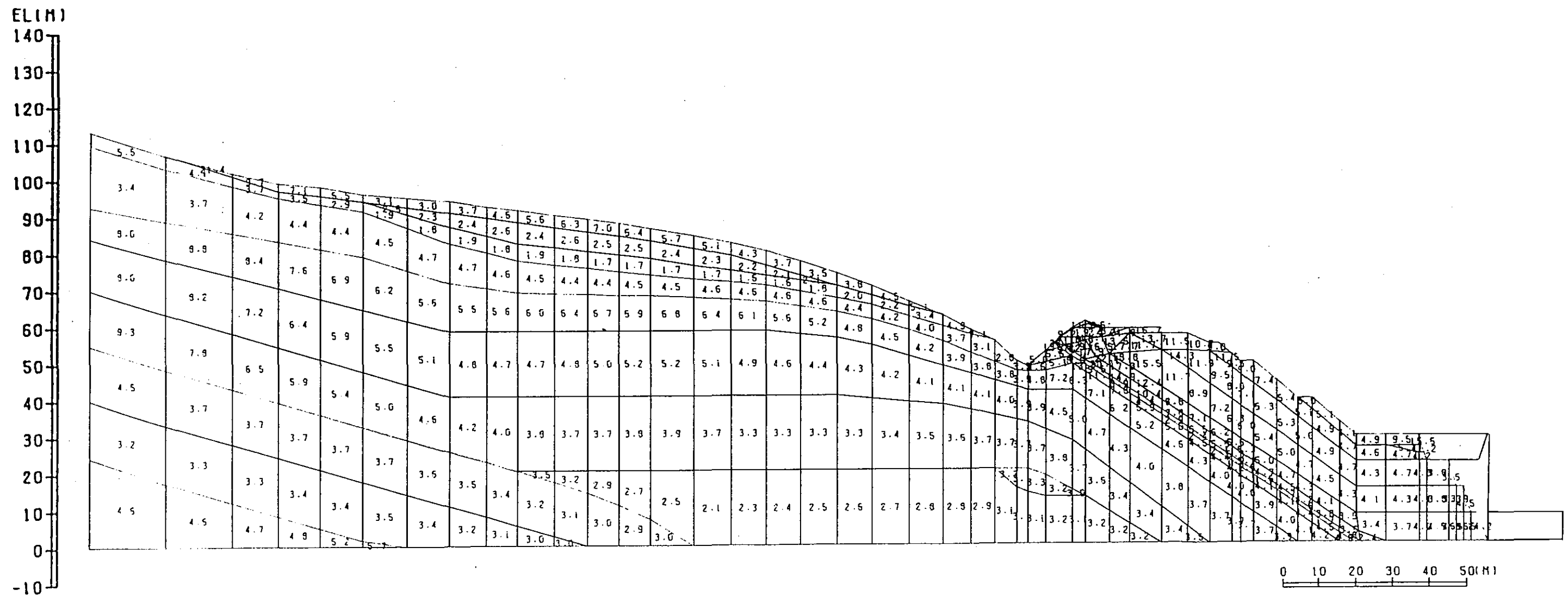


第 2.2 図 すべり安全率図

Y<sub>1c</sub> - Y'<sub>1c</sub> 断面

靜的線形解析

地震力方向  $\longrightarrow$

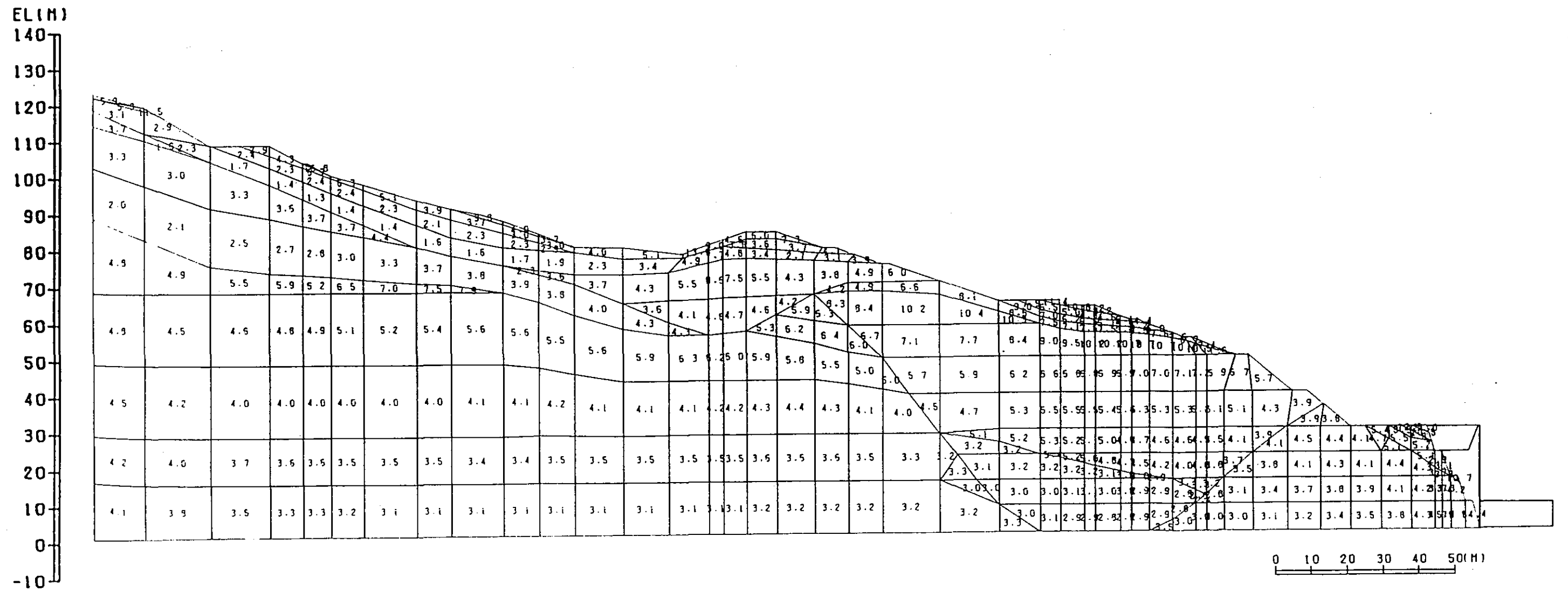


第 2.3 图 地震時局所安全係數图

Y<sub>2c</sub> - Y'<sub>2c</sub> 断面

静的線形解析

地震力方向  $\longrightarrow$

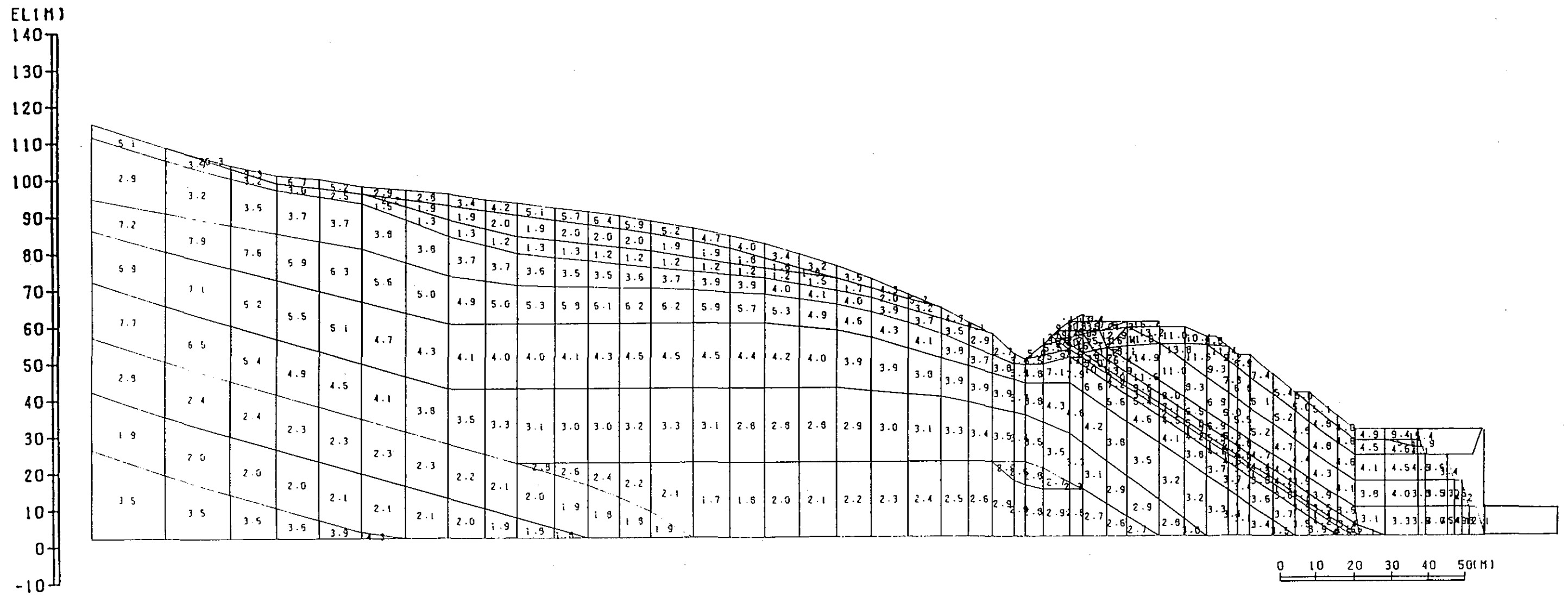


第 2.4 图 地震時局所安全係数图

Y<sub>1c</sub> - Y'<sub>1c</sub> 断面

静的線形解析

地震力方向  $\longrightarrow$

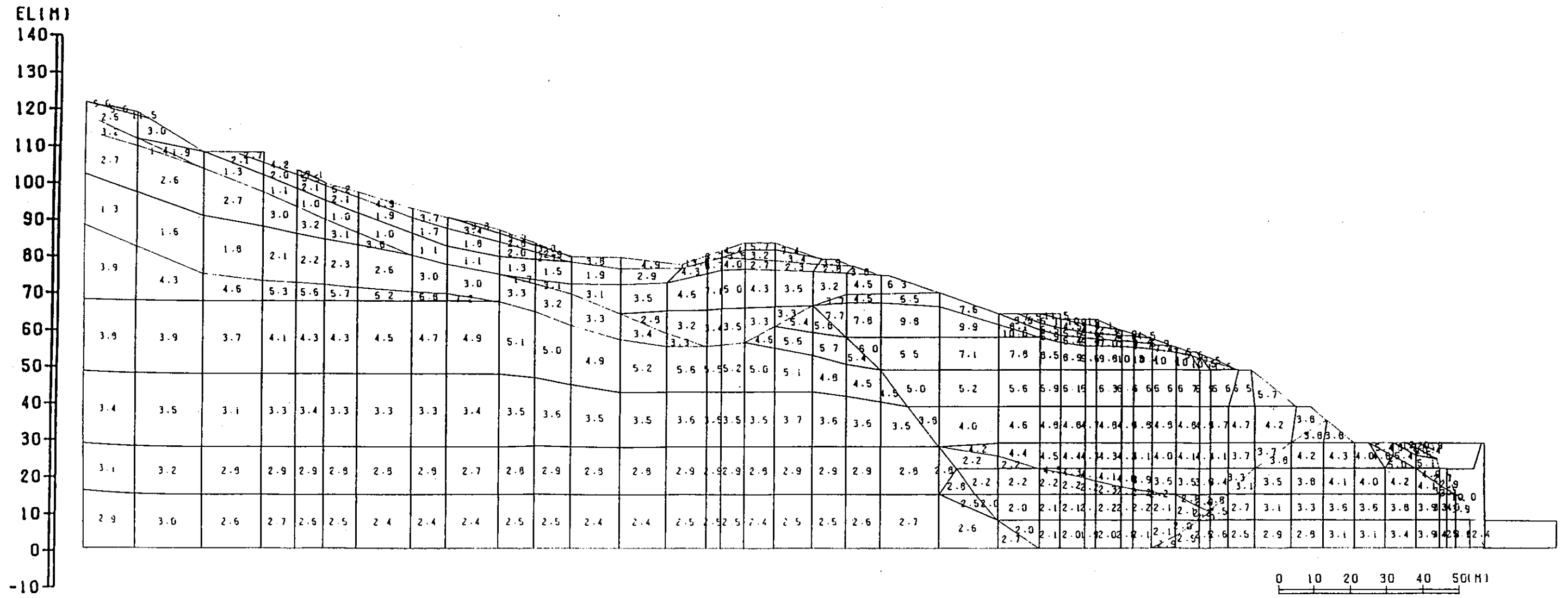


第 2.5 图 大雨 - 地震時局所安全係数图

Y<sub>2c</sub> - Y'<sub>2c</sub> 断面

静的線形解析

地震力方向  $\longrightarrow$



第 2.6 图 大雨・地震時局所安全係数图

泊発電所 (1, 2号炉)

バックフィルコンクリートの強度検討について

昭和59年4月4日

## 1. 検討目的

原子炉建屋背後のバックフィルコンクリートの強度検討を静的二次元FEM解析結果も考慮に入れて行う。

## 2. 静的二次元FEM解析

### (1) 解析方法

解析方法は、初期地圧、構造物自重及び地震による発生応力を静的二次元FEM解析によって求め、それらを重ね合わせて地震時応力としている。

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解析を行っている。

### (2) 解析条件

解析条件は、バックフィルコンクリートにPSアンカーで補強した場合に基準地震動S<sub>2</sub>の最大加速度370 galを震度に換算した0.38を作用させている。

なお、PSアンカーの緊張力は、節点外力として与えている。

### (3) 解析モデル

解析断面は、1号側山～海方向のY<sub>1c</sub>-Y<sub>1c</sub>断面とし、解析領域は、幅250m、深さE<sub>1</sub>-100mとし、バックフィルコンクリート及びその周辺岩盤の要素は、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、原子炉建屋基礎地盤の安定性の検討に用いたものと同様である。

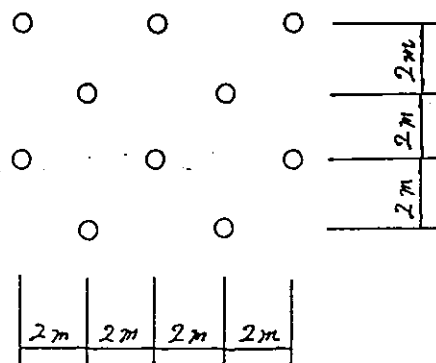
バックフィルコンクリートの標準断面を第2.1図に、解析用要素分割図を第2.2図に示す。

(4) 解析用物性値

解析用物性値を第2.1表に示す。

また、P S アンカーの諸元は、以下のとおりである。

|          |        |
|----------|--------|
| アンカーの長さ  | 20m    |
| アンカー定着長  | 6m     |
| アンカー平面配置 | 下図のとおり |
| 緊張力      | 60 t/本 |



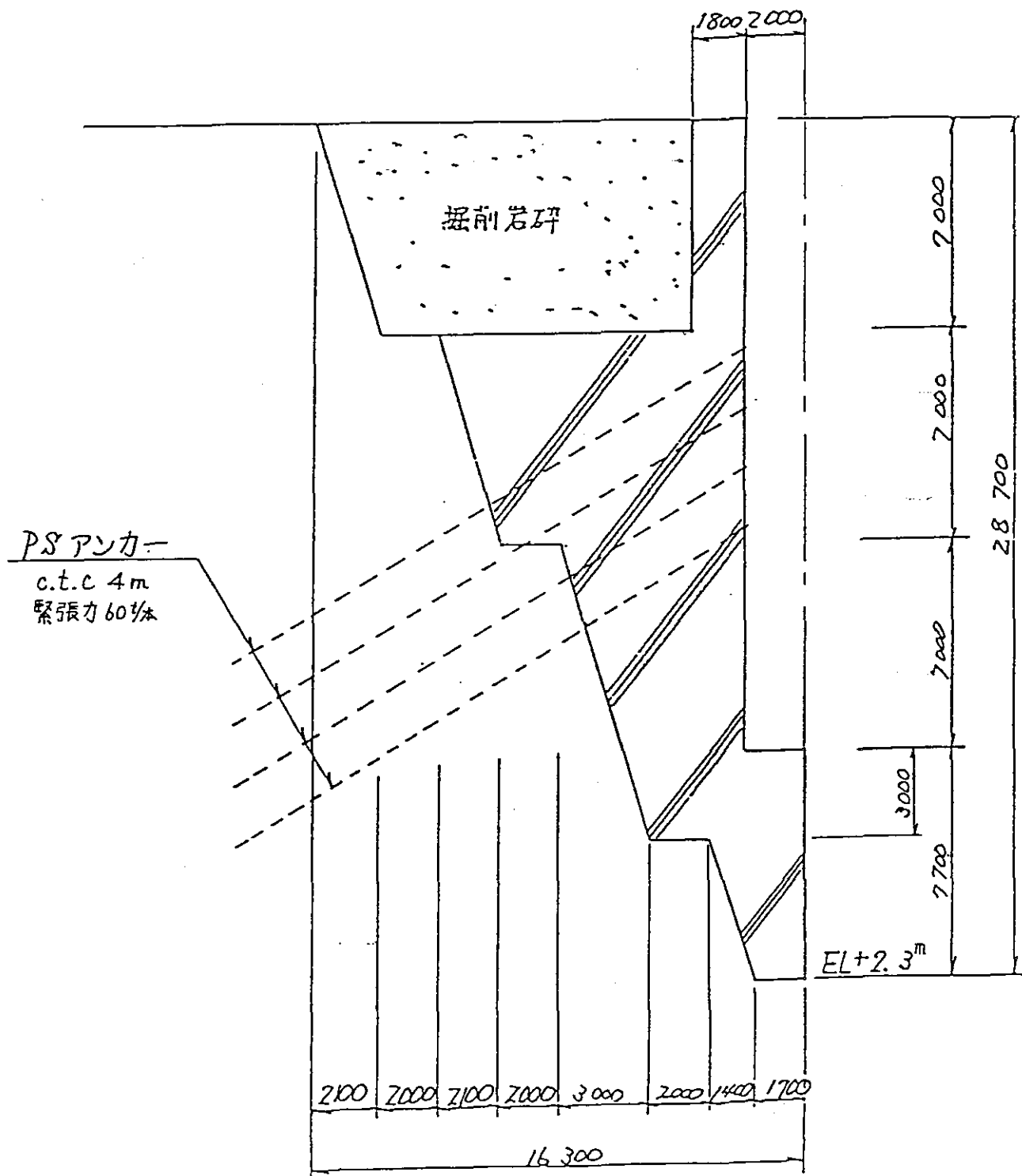
## (5) 解析結果

解析結果による局所安全係数分布を第2.3図に、主応力分布、最小主応力分布、最大せん断力分布を第2.4図～第2.6図に示す。

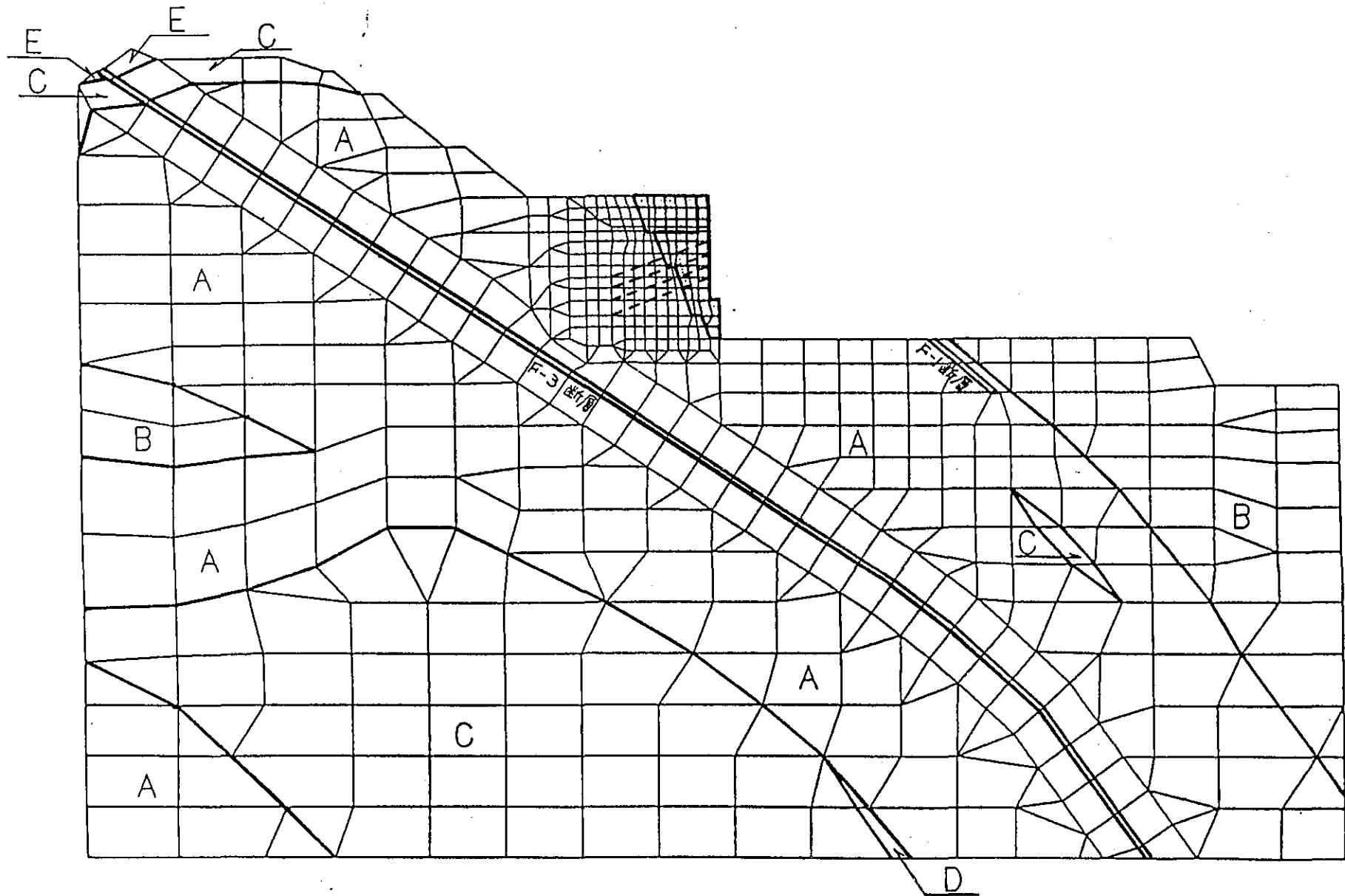
解析結果を要約すると以下のとおりである。

- i) 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、2.0を上回っており十分な安定性を有している。
- ii) バックフィルコンクリートは、上部の擁壁部周辺に引張応力が生じているので配筋を行う。
- iii) バックフィルコンクリート本体は、全体に圧縮応力状態にあり、底部で最大圧縮応力が約  $50 \text{ kg/cm}^2$ 、最大せん断応力が約  $20 \text{ kg/cm}^2$  生じているが、コンクリートの材料強度<sup>\*</sup>からみて十分な安定性を有しているものと考えられる。

\* 徳光(1972)等のコンクリートの三軸圧縮試験によると  $180 \text{ kg/cm}^2$  程度の設計基準強度の場合、せん断強度  $\tau_0 = 50 \text{ kg/cm}^2$ 、内部摩擦角  $\phi = 30^\circ$  程度の値とされている。



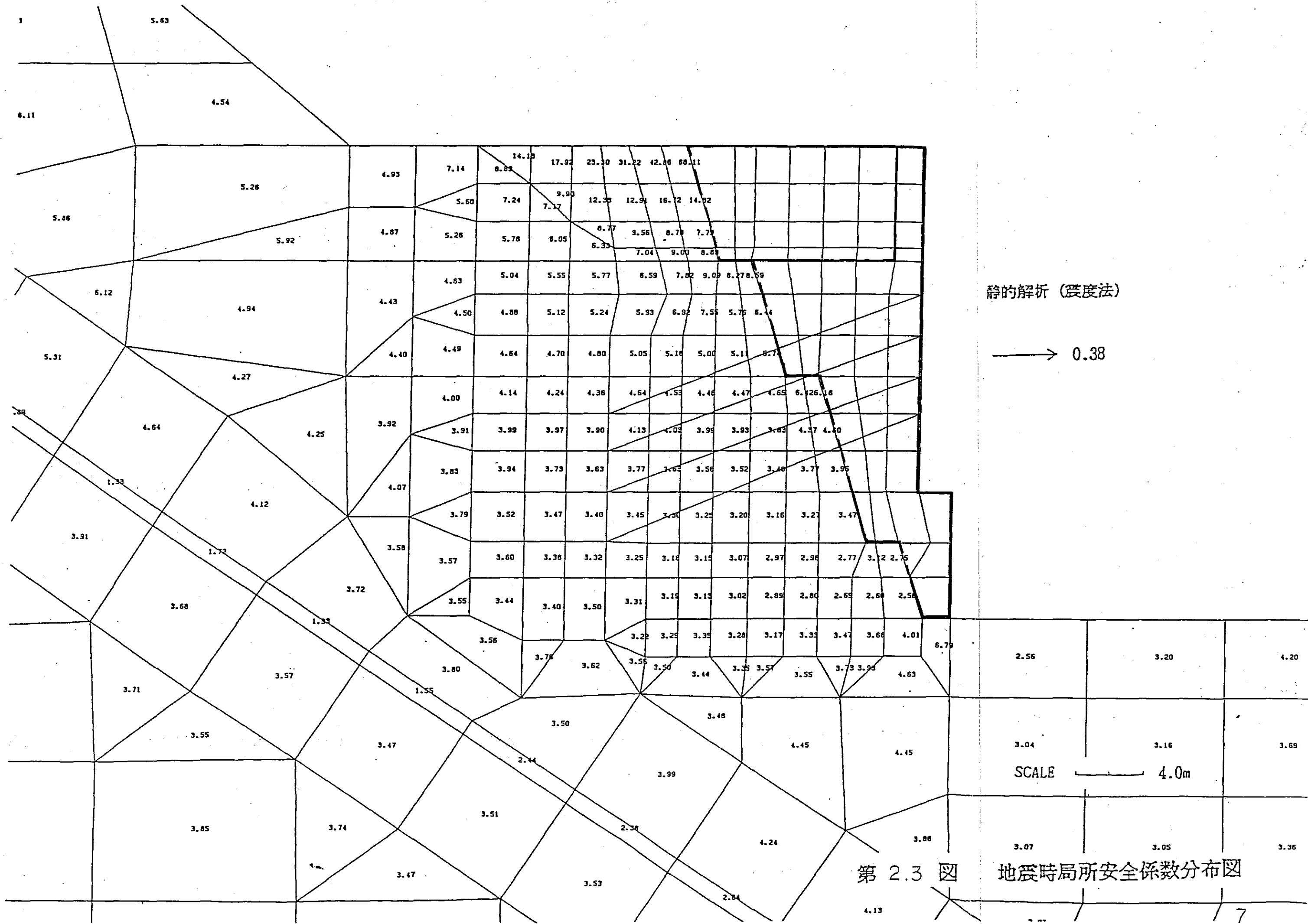
第2.1図 バックフィルコンクリート標準断面

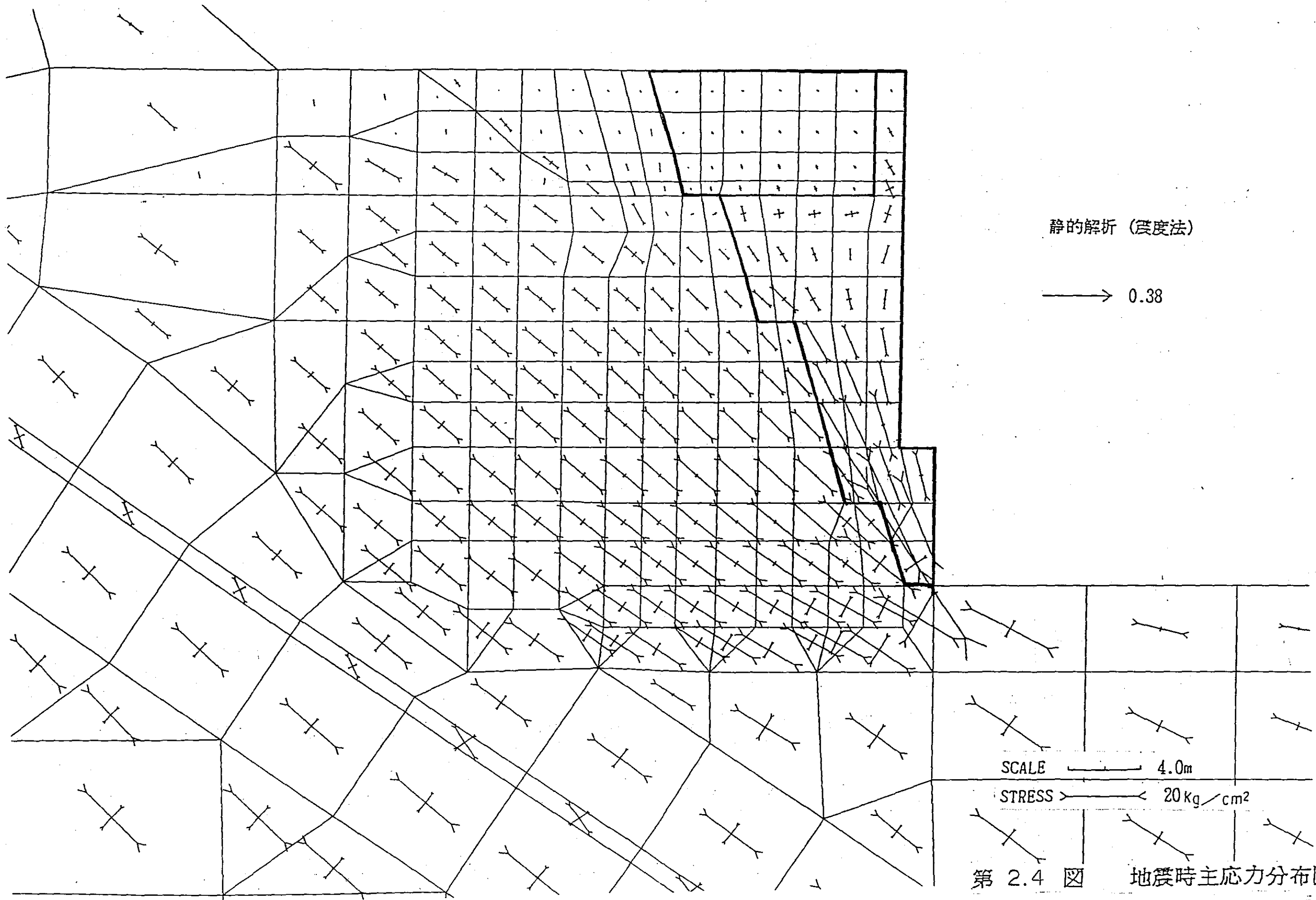


第2.2图 解析用要素分割图

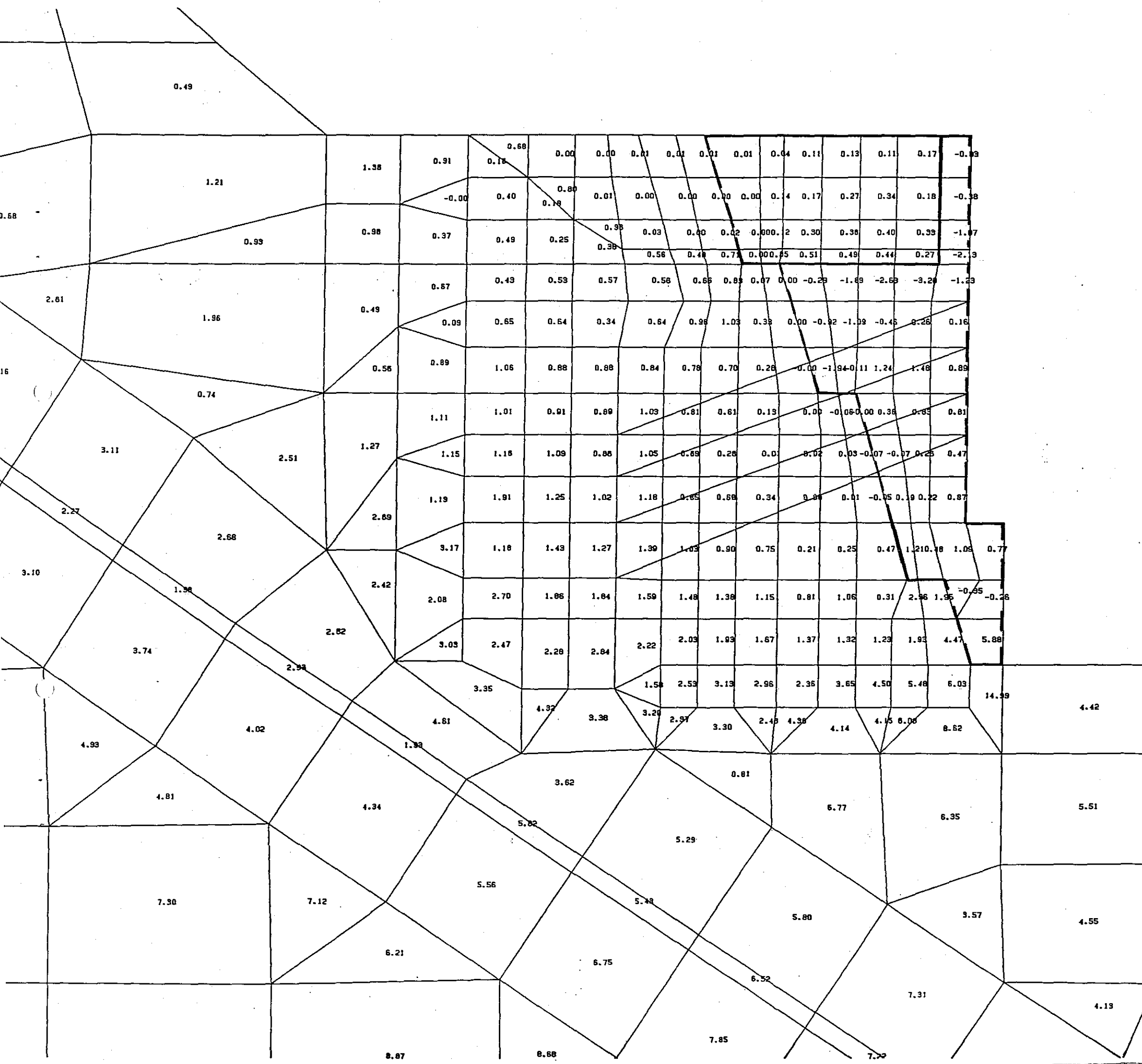
第2.1表 解析用物性値

| 岩盤分類   | 特性 | 物理特性                                 |   | 強度特性                |                                  | 変形特性         |  |
|--------|----|--------------------------------------|---|---------------------|----------------------------------|--------------|--|
|        | 項目 | 密度 $\gamma_t$<br>(t/m <sup>3</sup> ) | せん断強度 $\tau_0$<br>(kg/cm <sup>2</sup> ) | 内部摩擦角 $\phi$<br>(°) | 静弾性係数 E<br>(kg/cm <sup>2</sup> ) | 静ポアソン比 $\nu$ |  |
| A 級    |    | 2.2                                  | 22.1                                    | 51.1                | $6.2 \times 10^4$                | 0.25         |  |
| B 級    |    | 2.1                                  | 15.8                                    | 47.0                | $2.8 \times 10^4$                | 0.25         |  |
| C 級    |    | 1.9                                  | 5.8                                     | 46.3                | $1.0 \times 10^4$                | 0.25         |  |
| 安山岩塔岩  |    | 2.1                                  | 15.8                                    | 47.0                | $2.8 \times 10^4$                | 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          |  |
| 埋戻岩砕   |    | 1.8                                  | 0.35                                    | 38.0                | 500.0                            | 0.4          |  |
| コンクリート |    | 2.4                                  | —                                       | —                   | $21.0 \times 10^4$               | 0.167        |  |





第 2.4 図 地震時主応力分布図



静的解析 (震度法)

→ 0.38

単位: kg/cm<sup>2</sup>  
(-) 引張

第2.5図 最小主応力分布



### 3. バックフィルコンクリートの強度検討

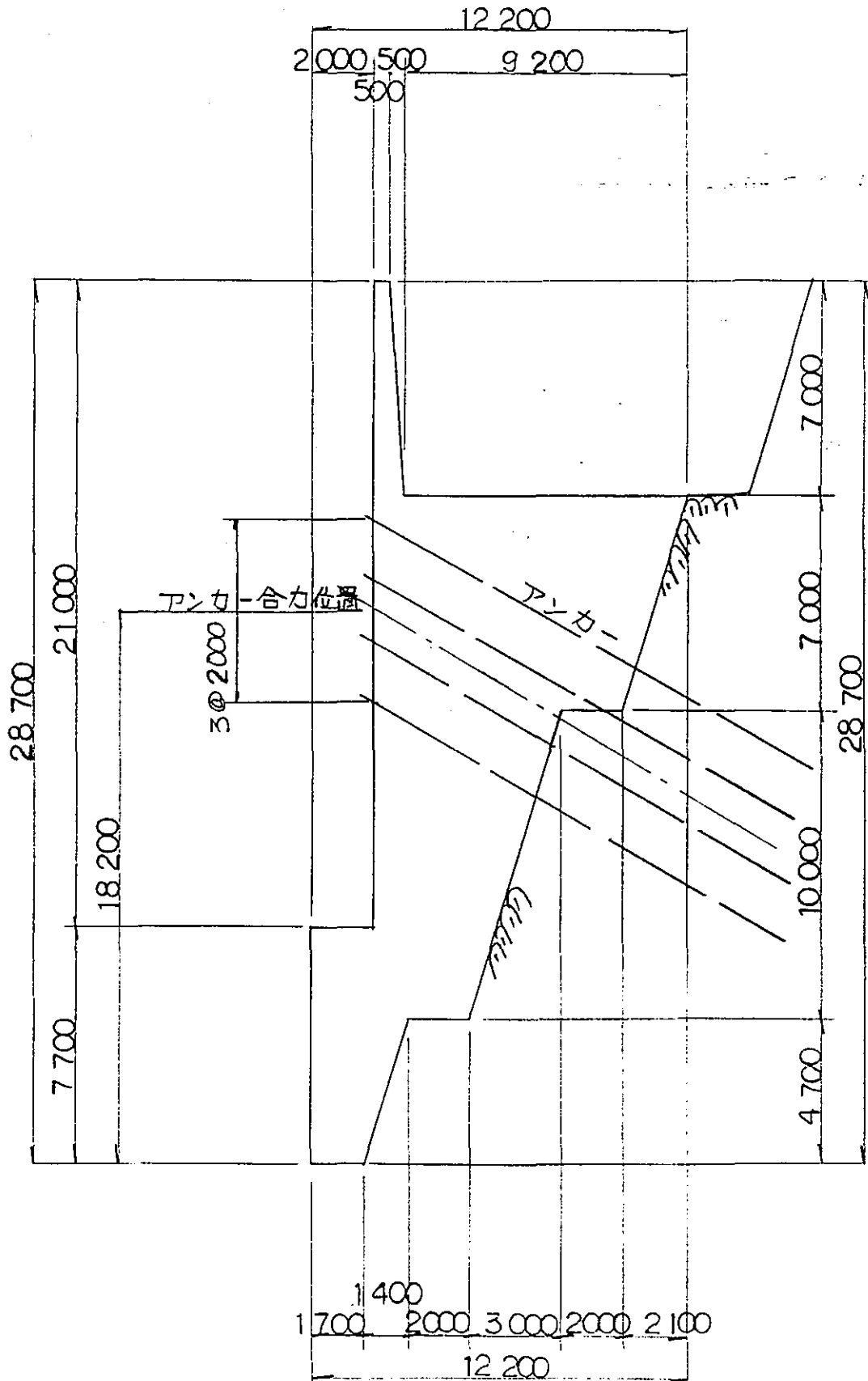
#### 3.1 検討方針

- (1) 地震力は、基準地震動 $S_2$ の最大加速度 $370 \text{ gal}$ を震度  
に換算した $0.38$ を作用させる。
- (2) バックフィルコンクリートの擁壁部は、鉄筋コンクリ  
ート、本体部は原則として無筋コンクリートとして検討する。
- (3) FEM解析では、バックフィルコンクリート背後の岩盤  
の付加荷重の影響により本体は圧縮応力状態であり鉄筋による  
補強の必要性はないが、ここでは岩盤からの付加荷重を無  
視し、バックフィルコンクリートを剛体として強度検討を行  
う。
- (4) 掘削岩砕は、本体の検討においては慣性力、擁壁部の検  
討にあたっては土圧として考慮する。
- (5) PSアンカーは、施工にあたっては設計緊張力を $70 \text{ t/本}$   
とする。
- (6) 本体部の強度検討にあたっては、コンクリート、岩盤は  
引張応力を伝え得る材料として検討した各断面の断面力分布  
から内部応力を求め、必要に応じて鉄筋で補強する。

#### 3.2 断面形状

バックフィルコンクリートの断面形状は、第3.1図のとおりとする。

S = 1/200



第3.1図 バックフィルコンクリート断面図

### 3.3 検討条件

#### (1) 設計震度

基準地震動 $S_2$ の最大加速度を静的に換算して水平震度 $k_h=0.38$ とする。

#### (2) 設計荷重

上記の震度を躯体重量及び掘削岩砕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  $\gamma_t = 2.4 \text{ t/m}^3$

掘削岩砕の単位体積重量  $\gamma_t = 1.8 \text{ t/m}^3$

##### b. 土圧

物部・岡部式を用いて地震時土圧を算出する。

$$p_{Ea} = \gamma \cdot x \cdot K_{Ea}$$

$$K_{Ea} = \frac{\omega \gamma^2 (\phi - \theta_0 - \theta)}{\omega \gamma \theta_0 \cdot \omega \gamma^2 \theta \cdot \omega \gamma (\theta + \theta_0 + \delta) \left[ 1 + \sqrt{\frac{\sin(\phi + \delta) \sin(\phi - \alpha - \theta_0)}{\omega \gamma (\theta + \theta_0 + \delta) \omega \gamma (\theta - \alpha)}} \right]^2}$$

ここに、

$p_{Ea}$ : 深さ  $x$  における地震時主働土圧強度 ( $\text{t/m}^2$ )

$K_{Ea}$ : 地震時主働土圧係数

$\gamma$ : 土の単位重量 ( $\text{t/m}^3$ )

$x$ : 土圧  $p_{Ea}$ ,  $p_{Ep}$  が壁面に作用する深さ (m)

$c$ : 土の粘着力 ( $\text{t/m}^2$ )

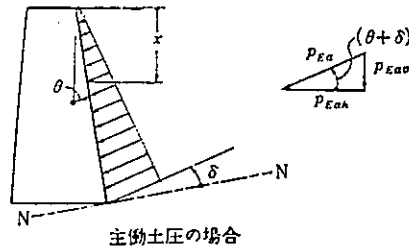
$\phi$ : 土のせん断抵抗角

$\alpha$ : 地表面と水平面とのなす角

$\theta$ : 壁背面と鉛直面とのなす角

$\delta$ : 壁背面と土との間の壁面摩擦角

$\theta_0 = \tan^{-1} k_h$



$$k_h = 0.38, \quad \delta = 0^\circ$$

$$\theta_0 = 21^\circ, \quad \phi = 38^\circ, \quad \alpha = 0^\circ, \quad \theta = 4^\circ \text{ を代入し}$$

$$K_{EA} = \frac{\cos^2(38^\circ - 21^\circ - 4^\circ)}{\cos 21^\circ \cdot \cos^2 4^\circ \cdot \cos(4^\circ + 21^\circ) \left[ 1 + \sqrt{\frac{\sin(38^\circ + 0^\circ) \sin(38^\circ - 0^\circ - 21^\circ)}{\cos(4^\circ + 21^\circ + 0^\circ) \cos(4^\circ - 0^\circ)}} \right]^2}$$

$$= 0.535$$

(3) 地震時許容応力度 (土木学会編コンクリート標準示方書による)

・コンクリートの許容圧縮応力度

|           |  |
|-----------|--|
| 鉄筋コンクリート部 | $60 \text{ kg/cm}^2 \times 1.5 = 90 \text{ kg/cm}^2$   |
| 無筋コンクリート部 | $45 \text{ kg/cm}^2 \times 1.5 = 67.5 \text{ kg/cm}^2$ |

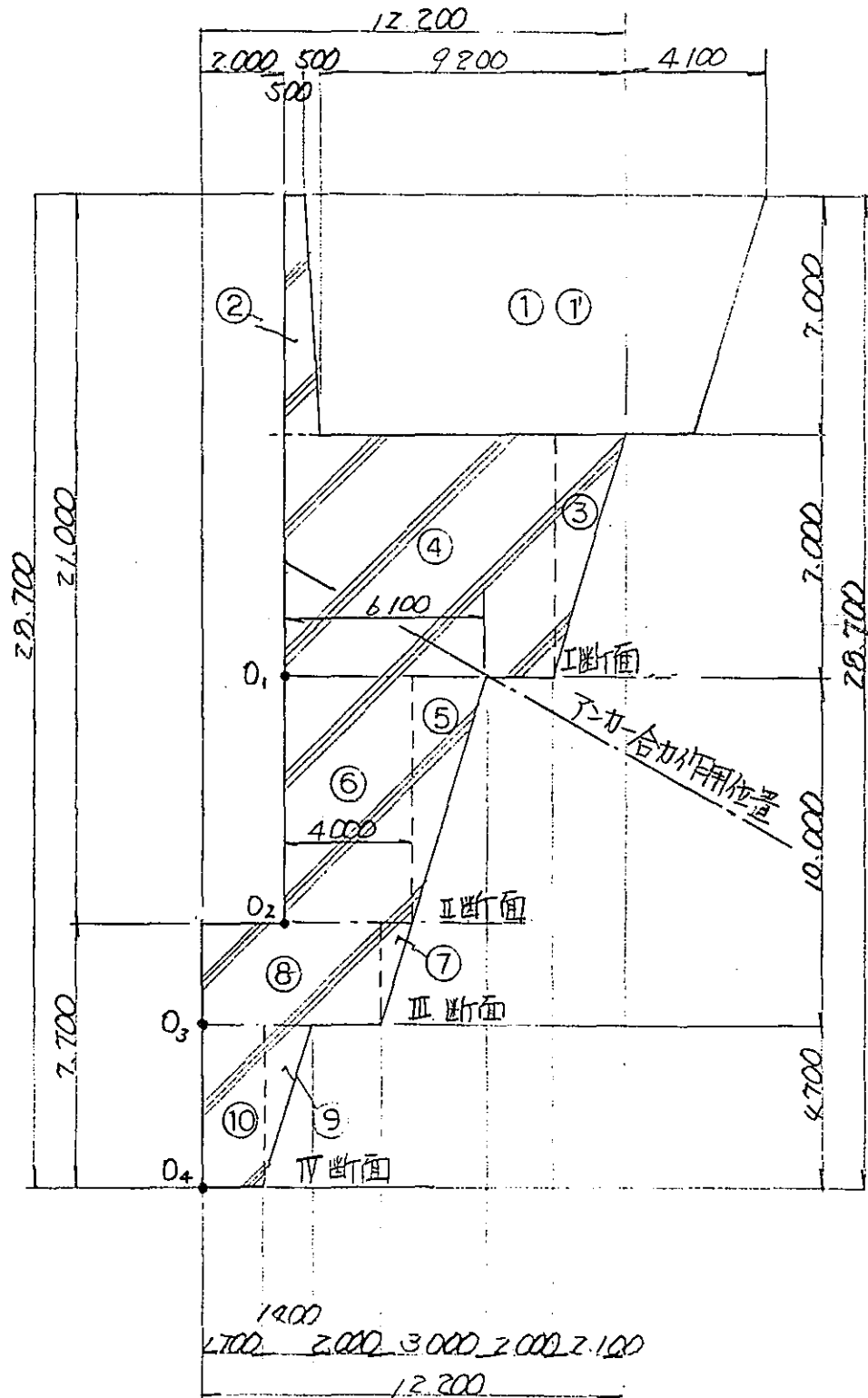
・コンクリートの許容曲げ引張せん断応力度  $4.0 \text{ kg/cm}^2 \times 1.5 = 6.0 \text{ kg/cm}^2$

・鉄筋の許容引張応力度  $2.000 \text{ kg/cm}^2 \times 1.5 = 3000 \text{ kg/cm}^2$

### 3.4 バックフィルコンクリート部材の検討

#### (1) 検討断面

検討断面は、下図のとおりとする。



(2) 荷重算定

各断面の外力及びモーメントを求めると以下のとおりとする。

(a) I 断面

i) 躯体

| 番号 | 算式  | 鉛直力<br>V<br>(t) | T-4長<br>X<br>(m) | 抵抗モーメント<br>$M_r = V \cdot X$<br>(t·m) | 水平力<br>H<br>(t)                 | T-4長<br>Y<br>(m) | 転倒モーメント<br>$M_o = H \cdot Y$<br>(t·m) |
|----|---|-----------------|------------------|---------------------------------------|---------------------------------|------------------|---------------------------------------|
| ①  | $\frac{1}{2}(9.2+9.7) \times 7.0 \times 1.8$    | 119.07          | 5.47             | 651.31                                |                                 |                  |                                       |
| ②  | $\frac{1}{2}(11.2+13.8) \times 7.0 \times 1.8$  |                 |                  |                                       | $157.50 \times 0.38$<br>= 59.85 | 10.62            | 635.61                                |
| ③  | $\frac{1}{2}(1.0+0.5) \times 7.0 \times 2.4$    | 12.60           | 0.39             | 4.91                                  | 4.79                            | 10.11            | 48.43                                 |
| ④  | $\frac{1}{2} \times 2.10 \times 7.0 \times 2.4$ | 17.64           | 8.80             | 155.23                                | 6.70                            | 4.67             | 31.29                                 |
| ⑤  | $8.10 \times 7.0 \times 2.4$                    | 136.08          | 4.05             | 551.12                                | 51.71                           | 3.50             | 180.99                                |
| ⑥  |   |                 |                  |                                       |                                 |                  |                                       |
| ⑦  |   |                 |                  |                                       |                                 |                  |                                       |
| ⑧  |   |                 |                  |                                       |                                 |                  |                                       |
| ⑨  |   |                 |                  |                                       |                                 |                  |                                       |
| ⑩  |   |                 |                  |                                       |                                 |                  |                                       |
| 合計 |   | 285.39          |                  | 1362.57                               | 123.05                          |                  | 896.32                                |

$F = L \cdot H = 0.38 V$

ii) アンカー

| 成分 | 算式                          | 鉛直力<br>V<br>(t) | T-4長<br>X<br>(m) | 抵抗モーメント<br>$M_r = V \cdot X$<br>(t·m) | 水平力<br>H<br>(t) | T-4長<br>Y<br>(m) | 転倒モーメント<br>$M_o = H \cdot Y$<br>(t·m) |
|----|-----------------------------|-----------------|------------------|---------------------------------------|-----------------|------------------|---------------------------------------|
| 鉛直 | $70.0 \times \sin 30^\circ$ | 35.0            | 0                | 0                                     |                 |                  |                                       |
| 水平 | $70.0 \times \cos 30^\circ$ |                 |                  |                                       | 60.62           | 3.50             | 212.17                                |
| 合計 |                             | 35.0            |                  | 0                                     | 60.62           |                  | 212.17                                |

(b) II断面

i). 躯体

| 番号 | 算式  | V<br>(t) | X<br>(m) | $M_r = V \cdot X$<br>(tm) | H<br>(t)                        | Y<br>(m) | $M_0 = H \cdot Y$<br>(tm) |
|----|---|----------|----------|---------------------------|---------------------------------|----------|---------------------------|
| ①  | $\frac{1}{2}(9.2+9.7) \times 7.0 \times 1.8$    | 119.07   | 5.47     | 651.31                    |                                 |          |                           |
| ②  | $\frac{1}{2}(11.2+13.8) \times 7.0 \times 1.8$  |          |          |                           | $157.50 \times 0.38$<br>= 59.85 | 17.62    | 1054.56                   |
| ③  | $\frac{1}{2}(1.0+0.5) \times 7.0 \times 2.4$    | 12.60    | 0.39     | 4.91                      | 4.79                            | 17.11    | 81.96                     |
| ④  | $\frac{1}{2} \times 2.10 \times 7.0 \times 2.4$ | 17.64    | 8.80     | 155.23                    | 6.70                            | 11.67    | 78.19                     |
| ⑤  | $8.10 \times 7.0 \times 2.4$                    | 136.08   | 4.05     | 551.12                    | 51.71                           | 10.50    | 542.96                    |
| ⑥  | $\frac{1}{2} \times 2.10 \times 7.0 \times 2.4$ | 17.64    | 4.70     | 82.91                     | 6.70                            | 4.67     | -31.29                    |
| ⑦  | $4.0 \times 7.0 \times 2.4$                     | 67.20    | 2.00     | 134.40                    | 25.54                           | 3.50     | 89.39                     |
| ⑧  |   |          |          |                           |                                 |          |                           |
| ⑨  |   |          |          |                           |                                 |          |                           |
| ⑩  |   |          |          |                           |                                 |          |                           |
| 合計 |   | 370.23   |          | 1579.88                   | 155.29                          |          | 1878.35                   |

$F = L \cdot H = 0.38V$

ii). アンカー

| 成分 | 算式                          | V<br>(t) | X<br>(m) | $M_r = V \cdot X$<br>(tm) | H<br>(t) | Y<br>(m) | $M_0 = H \cdot Y$<br>(tm) |
|----|-----------------------------|----------|----------|---------------------------|----------|----------|---------------------------|
| 鉛直 | $70.0 \times \sin 30^\circ$ | 35.0     | 2.0      | 70.0                      |          |          |                           |
| 水平 | $70.0 \times \cos 30^\circ$ |          |          |                           | 60.62    | 10.5     | 636.51                    |
| 合計 |                             | 35.0     |          | 70.0                      | 60.62    |          | 636.51                    |

(c) II 断面

i). 躯体

| 番号 | 算式  | V<br>(t) | X<br>(m) | $M_p = V \cdot X$<br>(tm) | H<br>(t)                        | Y<br>(m) | $M_0 = H \cdot Y$<br>(tm) |
|----|---|----------|----------|---------------------------|---------------------------------|----------|---------------------------|
| ①  | $\frac{1}{2}(9.2+9.7) \times 7.0 \times 1.8$    | 119.07   | 7.47     | 889.45                    |                                 |          |                           |
| ②  | $\frac{1}{2}(11.2+13.8) \times 7.0 \times 1.8$  |          |          |                           | $157.50 \times 0.39$<br>= 59.85 | 20.62    | 1234.11                   |
| ③  | $\frac{1}{2}(1.0+0.5) \times 7.0 \times 2.4$    | 12.60    | 2.39     | 30.11                     | 4.79                            | 20.11    | 96.33                     |
| ④  | $\frac{1}{2} \times 2.10 \times 7.0 \times 2.4$ | 17.64    | 10.80    | 190.51                    | 6.70                            | 14.67    | 98.29                     |
| ⑤  | $8.10 \times 7.0 \times 2.4$                    | 136.08   | 6.05     | 823.28                    | 51.71                           | 13.50    | 698.09                    |
| ⑥  | $\frac{1}{2} \times 2.10 \times 7.0 \times 2.4$ | 17.64    | 6.70     | 118.19                    | 6.70                            | 7.67     | 51.39                     |
| ⑦  | $4.0 \times 7.0 \times 2.4$                     | 67.20    | 4.00     | 268.80                    | 25.54                           | 6.50     | 166.01                    |
| ⑧  | $\frac{1}{2} \times 0.90 \times 3.0 \times 2.4$ | 3.24     | 5.44     | 17.63                     | 1.23                            | 2.00     | 2.46                      |
| ⑨  | $5.10 \times 3.0 \times 2.4$                    | 36.72    | 2.55     | 93.64                     | 13.95                           | 1.50     | 20.93                     |
| ⑩  |   |          |          |                           |                                 |          |                           |
| ⑪  |   |          |          |                           |                                 |          |                           |
| 合計 |   | 410.55   |          | 2431.61                   | 170.47                          |          | 2367.61                   |

$T = F \cdot L, H = 0.38V$

ii). アンカー

| 成分 | 算式                          | V<br>(t) | X<br>(m) | $M_p = V \cdot X$<br>(tm) | H<br>(t) | Y<br>(m) | $M_0 = H \cdot Y$<br>(tm) |
|----|-----------------------------|----------|----------|---------------------------|----------|----------|---------------------------|
| 鉛直 | $70.0 \times \sin 30^\circ$ | 35.0     | 2.0      | 70.0                      |          |          |                           |
| 水平 | $70.0 \times \cos 30^\circ$ |          |          |                           | 60.62    | 13.50    | 818.37                    |
| 合計 |                             | 35.0     |          | 70.0                      | 60.62    |          | 818.37                    |

(d) IV 断面

i). 躯体

| 番号 | 算式  | V<br>(t) | X<br>(m) | $M_x = V \cdot X$<br>(tm) | H<br>(t)                             | Y<br>(m) | $M_y = H \cdot Y$<br>(tm) |
|----|---|----------|----------|---------------------------|--------------------------------------|----------|---------------------------|
| ①  | $\frac{1}{2}(9.2+9.7) \times 7.0 \times 1.8$    | 119.07   | 7.47     | 889.45                    |                                      |          |                           |
| ②  | $\frac{1}{2}(11.2+13.8) \times 7.0 \times 1.8$  |          |          |                           | $\frac{157.50 \times 0.38}{= 59.85}$ | 25.32    | 1515.40                   |
| ③  | $\frac{1}{2}(1.0+0.5) \times 7.0 \times 2.4$    | 12.60    | 2.39     | 30.11                     | 4.79                                 | 24.81    | 118.84                    |
| ④  | $\frac{1}{2} \times 2.10 \times 7.0 \times 2.4$ | 17.64    | 10.80    | 190.51                    | 6.70                                 | 19.37    | 129.78                    |
| ⑤  | $8.10 \times 7.0 \times 2.4$                    | 136.08   | 6.05     | 823.28                    | 51.71                                | 18.20    | 941.12                    |
| ⑥  | $\frac{1}{2} \times 2.10 \times 7.0 \times 2.4$ | 17.64    | 6.70     | 118.19                    | 6.70                                 | 12.37    | 82.88                     |
| ⑦  | $4.00 \times 7.0 \times 2.4$                    | 67.20    | 4.00     | 268.80                    | 25.54                                | 11.20    | 286.05                    |
| ⑧  | $\frac{1}{2} \times 0.90 \times 3.0 \times 2.4$ | 3.24     | 5.40     | 17.50                     | 1.23                                 | 6.70     | 8.24                      |
| ⑨  | $5.10 \times 3.0 \times 2.4$                    | 36.72    | 2.55     | 93.64                     | 13.95                                | 6.20     | 86.49                     |
| ⑩  | $\frac{1}{2} \times 1.40 \times 4.7 \times 2.4$ | 7.90     | 2.17     | 17.14                     | 3.00                                 | 3.13     | 9.39                      |
| ⑪  | $1.7 \times 4.7 \times 2.4$                     | 19.18    | 0.85     | 16.30                     | 7.29                                 | 2.35     | 17.13                     |
|    | 合計  | 437.27   |          | 2464.92                   | 180.76                               |          | 3195.32                   |

$T = T \cdot L, H = 0.38V$

ii). アンカー

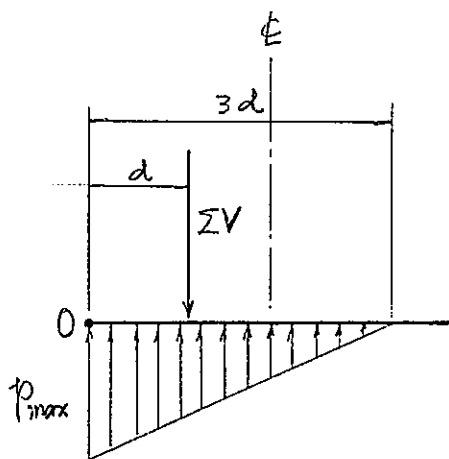
| 成分 | 算式                          | V<br>(t) | X<br>(m) | $M_x = V \cdot X$<br>(tm) | H<br>(t) | Y<br>(m) | $M_y = H \cdot Y$<br>(tm) |
|----|-----------------------------|----------|----------|---------------------------|----------|----------|---------------------------|
| 鉛直 | $70.0 \times \sin 30^\circ$ | 35.0     | 2.0      | 70.0                      |          |          |                           |
| 水平 | $70.0 \times \cos 30^\circ$ |          |          |                           | 60.62    | 18.2     | 1103.28                   |
|    | 合計                          | 35.0     |          | 70.0                      | 60.62    |          | 1103.28                   |

(3) 断面力

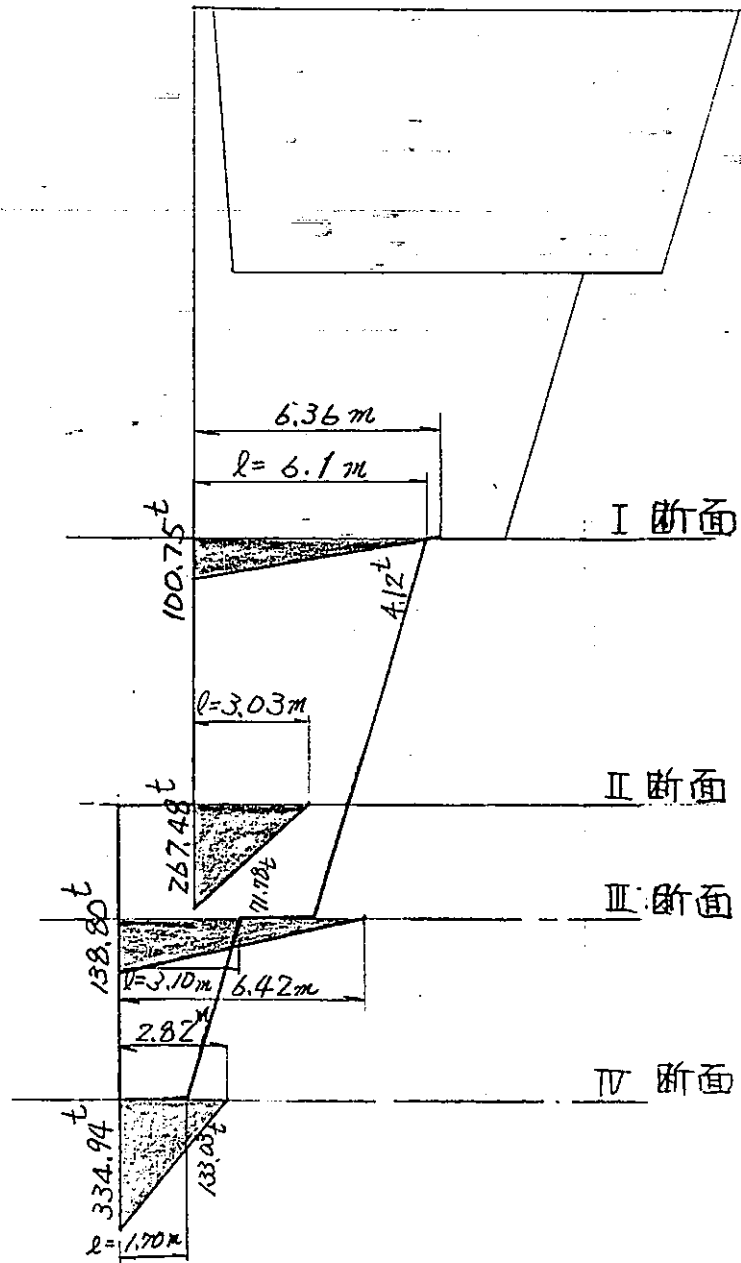
荷重算定をまとめた結果と断面力分布図を以下に示す。

(a) 荷重算定のまとめ

| 断面  | 条件  | 鉛直力<br>$\Sigma V$<br>(t) | 水平力<br>$\Sigma H$<br>(t) | 抵抗モーメント<br>$\Sigma M_r$<br>(t·m) | 転倒モーメント<br>$\Sigma M_o$<br>(t·m) | 合力作用位置<br>$d$ (m)<br>$(\frac{\Sigma M_r - \Sigma M_o}{\Sigma V})$ | 圧縮力a作用長さ<br>$3d$<br>(m) | 最大荷重強度<br>$p_{max} = \frac{2}{3} \cdot \frac{\Sigma V}{a}$<br>(t/m <sup>2</sup> ) |
|-----|-----|--------------------------|--------------------------|----------------------------------|----------------------------------|---|-------------------------|---|
| I   | 地震時 | 320.39                   | 62.43                    | 1574.74                          | 896.32                           | 2.12  | 6.36                    | 100.75  |
| II  | 地震時 | 405.23                   | 94.67                    | 2286.39                          | 1878.35                          | 1.01  | 3.03                    | 267.48  |
| III | 地震時 | 445.55                   | 109.85                   | 3319.98                          | 2367.61                          | 2.14  | 6.42                    | 138.80  |
| IV  | 地震時 | 492.27                   | 120.14                   | 3638.20                          | 3195.32                          | 0.94  | 2.82                    | 334.94  |



(b) 断面力分布



(4) せん断摩擦に対する安全性

通商産業省「発電用水力設備に関する技術基準を定める省令及び同告示」に基づいて検討する。

せん断摩擦安全率  $n$  は、次式により求める。

$$n = \frac{f \cdot V + T_0 \cdot A}{H}$$

ここで  $f$  ; 内部摩擦係数 0.65

$T_0$  ; せん断強度  $200 \text{ t/m}^2$

$V$  ; 鉛直力 (t)

$A$  ; せん断に抵抗する面積 ( $\text{m}^2$ )

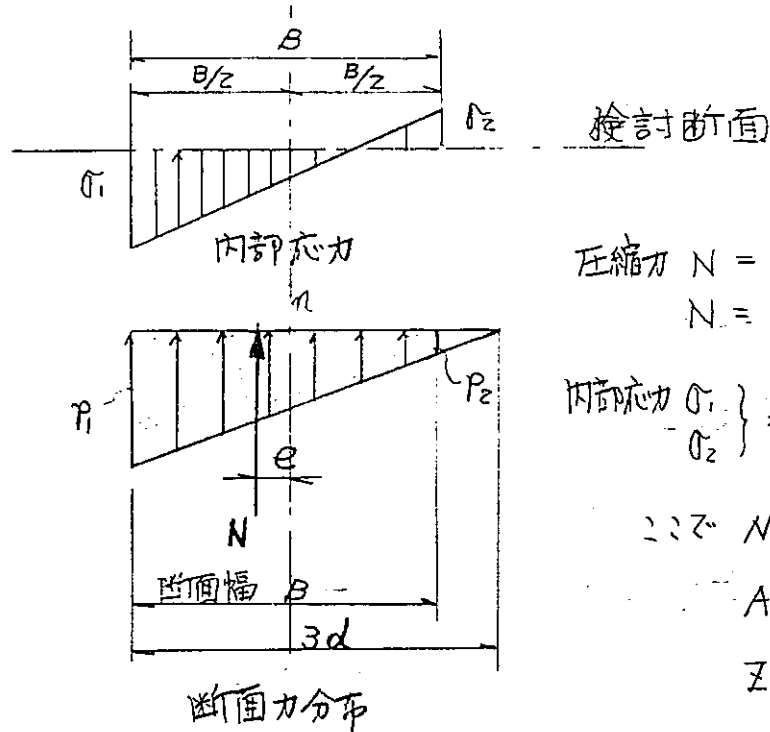
$H$  ; 水平力 (t)

| 断面  | $l$<br>(m) | 荷重強度 ( $\text{t/m}^2$ ) |        | 鉛直力<br>$V$ (t) | 抵抗せん断力 (t)  |               |                    | 水平力<br>$\Sigma H$ (t) | 安全率<br>$n$ |
|-----|------------|-------------------------|--------|----------------|-------------|---------------|--------------------|-----------------------|------------|
|     |            | $p_1$                   | $p_2$  |                | $f \cdot V$ | $T_0 \cdot A$ | $fV + T_0 \cdot A$ |                       |            |
| I   | 6.1        | 100.75                  | 4.12   | 319.85         | 207.90      | 1220.00       | 1427.90            | 62.43                 | 22.9       |
| II  | 3.03       | 267.48                  | 0      | 405.23         | 263.40      | 606.00        | 869.40             | 94.67                 | 9.2        |
| III | 3.10       | 138.80                  | 71.78  | 326.40         | 212.16      | 620.00        | 832.16             | 109.85                | 7.6        |
| IV  | 1.70       | 334.94                  | 133.03 | 397.77         | 258.55      | 340.00        | 598.55             | 120.14                | 5.0        |

以上の検討結果より、せん断摩擦に対する安全率は十分である。

(5) 内部応力度の検討

断面力分布をもとに躯体の内部応力度の算定を行う。



圧縮力  $N = \frac{1}{2}(p_1 + p_2) B \dots (B < 3d)$   
 $N = \frac{1}{2}(p_1 + p_2) \cdot 3d \dots (B > 3d)$

内部応力  $\left. \begin{matrix} \sigma_1 \\ \sigma_2 \end{matrix} \right\} = \frac{N}{A} \pm \frac{eN}{Z}$

$N$ : 圧縮力 ( $\frac{B}{2}(p_1 + p_2)$ )

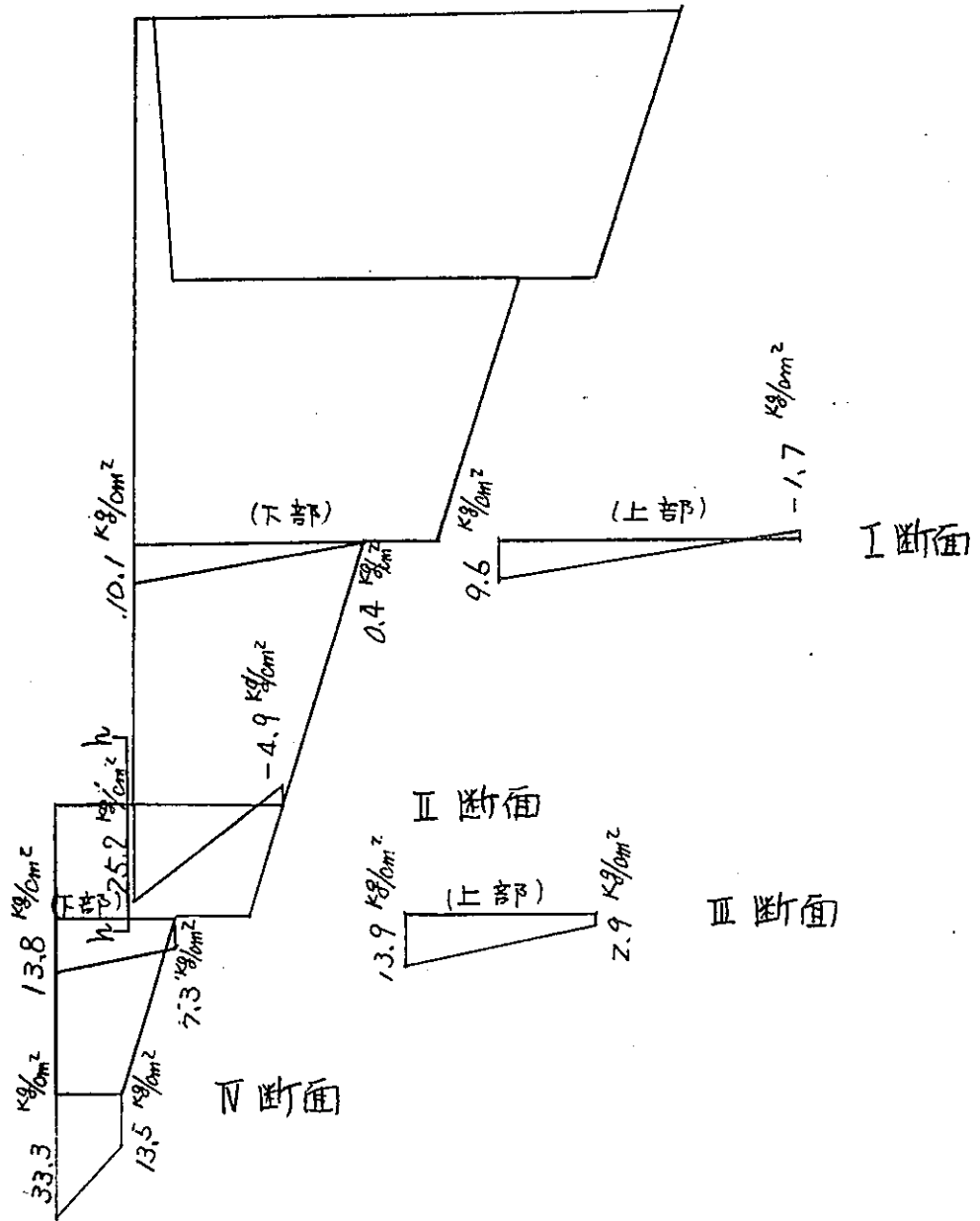
$A$ : 有効面積 ( $l^m \times B$ )

$Z$ : 断面係数

$e$ : 偏心距離

| 着目断面    | $B$ (m) | 荷重強度 ( $\text{kg/m}^2$ ) |        | $3d$ (m) | $e$ (m) | $N$ (t) | $\frac{N}{A}$ ( $\text{kg/cm}^2$ ) | $\frac{eN}{Z}$ ( $\text{kg/cm}^2$ ) | 内部応力 ( $\text{kg/cm}^2$ ) |            |
|---------|---------|--------------------------|--------|----------|---------|---------|------------------------------------|-------------------------------------|---------------------------|------------|
|         |         | $p_1$                    | $p_2$  |          |         |         |                                    |                                     | $\sigma_1$                | $\sigma_2$ |
| I断面上側   | 8.10    | 100.75                   | 0      | 6.36     | 1.93    | 320.39  | 39.55                              | 56.55                               | 9.61                      | -1.70      |
| I断面下側   | 6.10    | 100.75                   | 4.12   | 6.36     | 0.94    | 319.85  | 52.43                              | 48.48                               | 10.10                     | 0.40       |
| II断面上側  | 4.00    | 267.48                   | 0      | 3.03     | 0.99    | 405.23  | 101.31                             | 150.44                              | 25.18                     | -4.91      |
| II断面上側  | 5.10    | 138.80                   | 28.54  | 6.42     | 0.56    | 426.72  | 83.67                              | 55.12                               | 13.88                     | 2.89       |
| III断面下側 | 3.10    | 138.80                   | 71.78  | 6.42     | 0.16    | 326.40  | 105.29                             | 32.61                               | 13.79                     | 7.27       |
| IV断面上側  | 1.70    | 334.94                   | 133.03 | 2.82     | 0.12    | 397.77  | 233.98                             | 99.10                               | 33.31                     | 13.49      |

内部応力度一覽図



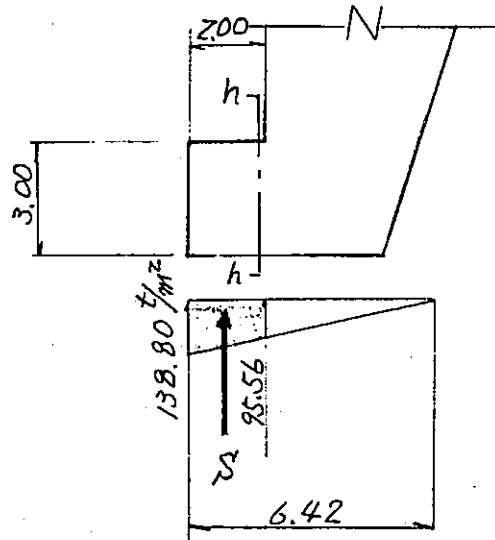
(6) 配筋検討

内部応力として引張り力が発生している箇所について断面力および内部応力度より配筋検討を行う。

(a) 曲げに対する検討

|             |            | I 断面上側   | II 断面上側  |
|-------------|------------|--|--|
| 応力度分布       |            |  |  |
| 引張力         | T          | $\frac{1}{2} \times 1.22 \times 1.7 \times 100 = 10370 \text{ kg/m}$ | $\frac{1}{2} \times 0.65 \times 4.9 \times 100 = 15925 \text{ kg/m}$ |
| 必要鉄筋量       | $A_{smin}$ | $10370 / 3000 = 3.5 \text{ cm}^2/\text{m}$                           | $15925 / 3000 = 5.3 \text{ cm}^2/\text{m}$                           |
| 外かまぼモメント    | M          | 618.35 t.m   | 401.18 t.m   |
| 圧縮力         | N          | 320.39 t   | 405.23 t   |
| 鉄筋量         | $A_s$      | 7.94 cm <sup>2</sup> (D16 etc 250)                                   | 15.5 cm <sup>2</sup> (D22 etc 250)                                   |
|             | $A'_s$     | 7.94 cm <sup>2</sup> (D16 etc 250)                                   | 7.94 cm <sup>2</sup> (D16 etc 250)                                   |
| コンクリートの圧縮応力 | $\sigma_c$ | 10 kg/cm <sup>2</sup>  | 26 kg/cm <sup>2</sup>  |
| 鉄筋の引張応力     | $\sigma_s$ | 41 kg/cm <sup>2</sup>  | 104 kg/cm <sup>2</sup>   |
| 備考          |            | M = eN で算出   |  |

。九-九断面部。



|     | せん断力<br>$S$ (t) | 了-ム長<br>$\chi$ (m) | せん断力=おそ× $\chi$<br>$M = S \cdot \chi$ (t·m) |
|-----|-----------------|--------------------|---|
| 断面力 | 234.36          | 1.06               | 248.42                                      |
| 自重  | - 14.40         | 1.00               | - 14.40                                     |
| 計   | 219.96          | —                  | 234.02                                      |

|             |            |                               |                  |
|-------------|------------|-------------------------------|------------------|
| 断面力         | モーメント      | $M$ (t·m)                     | 234.02           |
|             | 圧縮力        | $N$ (t)                       | 0                |
|             | せん断力       | $S$ (t)                       | 219.96           |
| 鉄筋量         | $A_s$      | $31.0 \text{ cm}^2$ (D22×125) |                  |
|             | $A_s'$     | $15.5 \text{ cm}^2$ (D22×250) |                  |
| コンクリートの圧縮応力 | $\sigma_c$ | 37                            | $\text{kg/cm}^2$ |
| 鉄筋の引張応力     | $\sigma_s$ | 2744                          | $\text{kg/cm}^2$ |
| せん断応力       | $\tau_c$   | 8.7*                          | $\text{kg/cm}^2$ |

※ せん断応力が許容値  $6.0 \text{ kg/cm}^2$  を上回るのてスタ-ラットで補強する。

必要スタ-ラップ鉄筋量:  $A_v$

$$A_v = \frac{S_v \cdot s}{\sigma_{sa} \cdot j \cdot d}$$

$S_v$ : スタ-ラップが受けるせん断力

$s$ : スタ-ラップ間隔. etc 500

$$S_v = S - S_c$$

$$S_c = \frac{1}{2} \tau_a \cdot b \cdot j \cdot d$$

(スタ-ラップ以外が受けるせん断力)

$$= \frac{1}{2} \times 6.0 \times 100 \times 0.875 \times 290 = 76.125 \text{ kg}$$

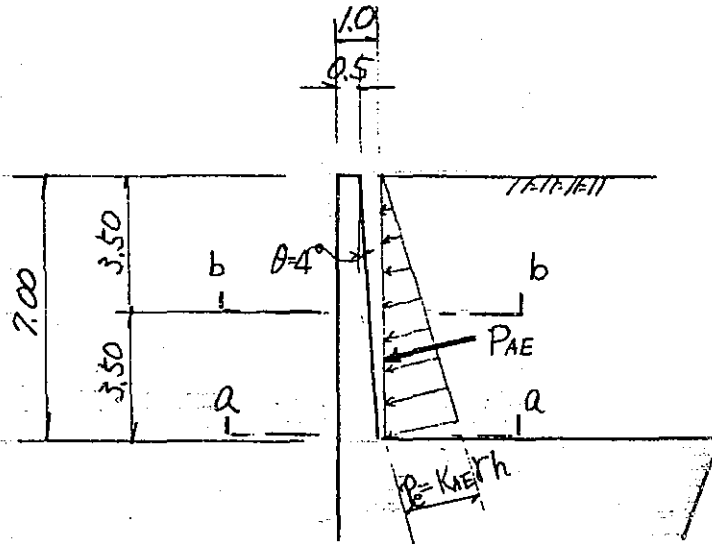
$$S_v = 219.96 - 76.13 = 143.83 \text{ kg}$$

$$A_v = \frac{143.83 \times 10^3 \times 50}{3000 \times 0.875 \times 290} = 9.4 \text{ cm}^2$$

スタ-ラップとして,  $D25-50^{\text{cm}} \times 50^{\text{cm}}$  ( $A_v = 10.1 \text{ cm}^2$ )

を配置する。

。擁壁部。



$$\begin{cases}
 P_{AE \cdot V} = P_{AE} \cdot \sin \theta \\
 P_{AE \cdot H} = P_{AE} \cdot \cos \theta
 \end{cases}$$

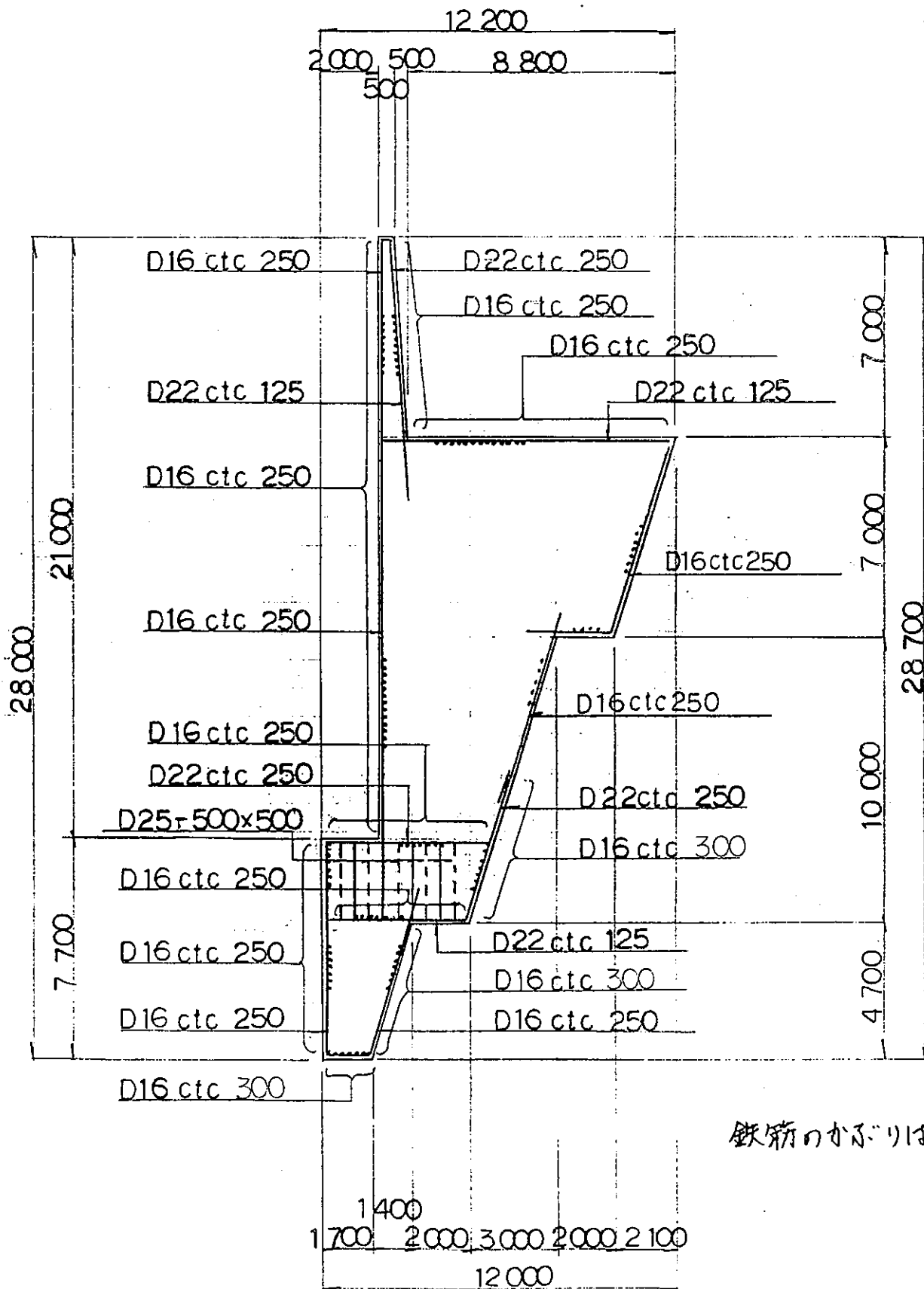
作用荷重。

| 断面          | 荷重 | 鉛直力<br>V(t) | 水平力<br>H(t) | 了-長<br>y(m) | 外下折矩<br>Hy(t.m) |
|-------------|----|-------------|-------------|-------------|-----------------|
| a<br>s<br>a | 土圧 | 1.65        | 23.53       | 2.33        | 54.82           |
|             | 自重 | 12.60       | 4.79        | 3.50        | 16.77           |
|             | 計  | 14.25       | 28.32       |             | 71.59           |
| b<br>s<br>b | 土圧 | 0.41        | 5.89        | 1.17        | 6.89            |
|             | 自重 | 5.25        | 2.00        | 1.75        | 3.50            |
|             | 計  | 5.66        | 7.89        |             | 10.39           |

|      | 断面                                   | a - a       | b - b..     |
|------|--------------------------------------|-------------|-------------|
| 作用力  | M (t·m)                              | 71.39       | 10.39       |
|      | N (=V) (t)                           | 14.25       | 5.66        |
|      | S (=H) (t)                           | 28.32       | 7.89        |
| 断面寸法 | b (cm)                               | 100         | 100         |
|      | h (cm)                               | 100         | 75          |
|      | d' (cm)                              | 10          | 10          |
|      | d (cm)                               | 90          | 65          |
| 鉄筋量  | A <sub>s</sub> (cm <sup>2</sup> )    | D22 c/c 125 | D22 c/c 250 |
|      |                                      | 31.0        | 15.5        |
|      | A' <sub>s</sub> (cm <sup>2</sup> )   | D16 c/c 250 | D16 c/c 250 |
|      |                                      | 7.94        | 7.94        |
| 応力度  | σ <sub>c</sub> (kg/cm <sup>2</sup> ) | 70.         | 22.         |
|      | σ <sub>s</sub> (kg/cm <sup>2</sup> ) | 2609.       | 915         |
|      | τ <sub>c</sub> (kg/cm <sup>2</sup> ) | 3.6         | 1.4         |

断面配筋図

断面配筋図 S=1/200



鉄筋のかぶり厚は10cm

泊発電所（1，2号炉）  
バックフィルコンクリート及び法面保護工の  
凍結・融解対策について

昭和59年4月4日

## 1. コンクリートの凍結・融解について

コンクリートの凍害は、水が必ず介在しており、コンクリート表面から浸透した水が凍結・融解を繰り返すことにより、順次破壊が進行してゆくことにより生ずるものである。

一般に凍害は、コンクリートの使用材料、施工方法、気象条件などの条件が複雑に影響して生ずる。

## 2. バックフィルコンクリートの凍害対策（概念図参照）

バックフィルコンクリートで凍害のおそれのある頂部の擁壁部の深さ7mの凹部については以下のような対策を講ずることとする。

(1) 凹部に凍結、凍上の発生しにくい粗粒の掘削岩砕を埋戻し、表面部は切込砕石により処理する。

(2) 凹部に侵入した水は、排水工を設けて排除する。

## 3. 法面保護工の凍害対策（概念図参照）

法面保護工で凍害のおそれのあるコンクリート法枠工については以下のような対策を講ずることとする。

(1) 法枠コンクリートは、場所打ちとし、各ブロック一体となるように施工するものとし、凹部には植生し直接大気にさらさばいようにする。

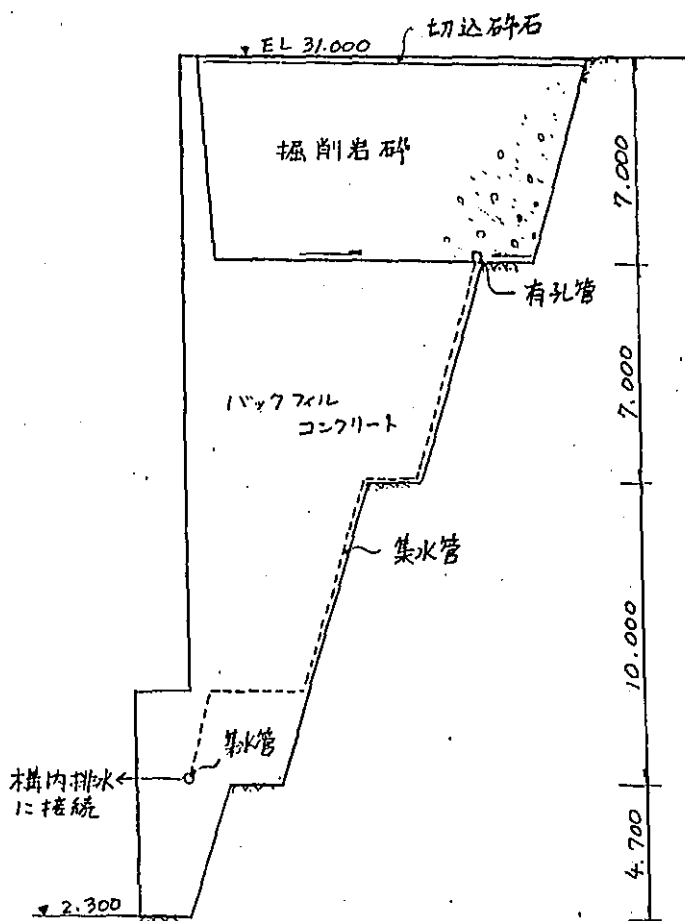
(2) 法枠コンクリートの各ブロック間に排水孔を設けて侵入水を排除する。

#### 4. 凍害の監視

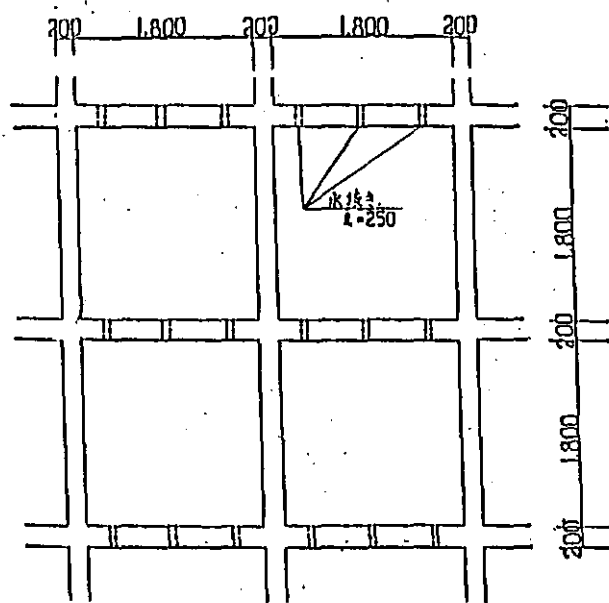
コンクリート工作物については、凍結・融解作用が終了後の春期または始まる前の秋期において適宜点検する。

#### 5. 凍害の補修

凍害を受けたコンクリート工作物をそのまま放置すると支障がある場合は、その状況に応じて防水、パッチング、コンクリート打直し、吹付け等の補修を実施する。



バックフィル コンクリート 排水概念図



コンクリート法枠工排水概念図