

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  
解析的検討の基本方針について

昭和58年 6月20日

原子力発電安全審査課

## 目次

1	目的	1
2	解析方法	2
3	解析条件	3
3.1	解析モデル	3
3.1.1	「地殻構造モデル」	3
3.1.2	「地質構造モデル」	5
3.2	解析モデルの境界条件	6
3.3	入力条件	7
3.4	解析用地盤物性値	7
3.4.1	「地殻構造モデル」	7
3.4.2	「地質構造モデル」	7
4	解析ケース	8

## 1 目的

泊発電所敷地周辺の地盤は海側へ向かって傾斜する同斜構造を示しており、深部の方に弾性波速度のやや遅い凝灰質泥岩層が存在している。

申請者はこの地盤構造が地震波伝播特性へ与える影響についての解析的検討を計画しており、その内容を検討する。

## 2 解析方法

申請者は敷地地盤の地震波伝播特性に関する検討を波動論的手法等では地盤構造が適切に反映出来ず、解析振動数にも制限のあることから、これらの条件も満足させる二次元FEM解析により実施することとしてゐる。

すなわち、地盤構造は敷地周辺の各種調査結果から大局的には陸域から海域に向かつての同斜構造(第1図参照)であること、敷地内の調査結果から深部に弾性波速度のやや遅いC級岩盤(凝灰質泥岩)の存在が確認されてゐることから(第2図～第4図参照)、この地盤構造により地震波伝播が影響を受け注目する領域でどのような地震動特性を示すのかも二次元FEM解析により評価しようとしてゐる。その際の評価項目は検討モデルへの入力に対する注目領域における伝達関数としてゐる。

本解析の流れを第5図に、解析対象断面位置を第6図に示す。

### 3 解析条件

#### 3.1 解析モデル

申請者は本解析に用いる解析モデルを以下のよう  
に設定している。

##### 3.1.1 「地殻構造モデル」

申請者が実施した敷地周辺の地下構造調査結果  
(第1図参照)によれば、陸の主測線①-①  
の敷地近傍では速度境界はほぼ平行となってい  
るのでこの断面での検討は行わず、海の測線②  
-②の敷地近傍では速度境界が若干傾斜してい  
ることから、②-②を参考とし原子炉建屋間  
に直交する断面③-③(以降「地殻構造モデル」  
と称する。)で傾斜構造による影響の検討を計画  
している。

以下にモデルの条件を示す。

- (1) 敷地周辺では  $V_p=6.0 \text{ km/s}$  と  $V_p=4.5 \text{ km/s}$   
の層境界角度は約  $6^\circ$  となっており、 $V_p=4.5$   
 $\text{ km/s}$  と  $3.0 \text{ km/s}$  の層境界角度(約  $15^\circ$ )、 $V_p=$   
 $3.0 \text{ km/s}$  と  $2.0 \text{ km/s}$  の層境界角度(約  $27^\circ$ )に

比較して傾斜の程度が小さく、ほぼ水平とみなせることから解析領域は  $V_p = 4.5 \text{ km/s}$  の範囲までとし、解析範囲を幅約 1800 m、深さ約 1500 m とする。

(2) EL 0 m 以上の地形はモデル化しない。

(3) 二次元 FEM モデルの分割要素の大きさは原子炉建屋の 1 次及び 2 次の振動特性に重要と考えられる振動数 10 Hz までが充分通過できることを前提に以下の如く定める。

$$\text{最大高さ } H_{\max} = \frac{1}{5} \cdot \frac{V_s}{f_{\max}}$$

$$\text{最大幅 } W_{\max} = (2 \sim 4) H_{\max}$$

### 3.1.2 「地質構造モデル」

敷地内の地質構造については 基5803 (C-43)201 「泊発電所 (1.2号炉) 岩盤分類の考え方について (メモ)」 の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解析用地盤モデル (以降「地質構造モデル」と称する。) を作成してゐる。

- (1) 岩盤分類図に記載した岩級境界は原則として変更しない。
- (2) 局所的に挟在する薄層等は微小なものを除き、分布状況が反映出来るようにモデル化する。
- (3) F-1 ~ F-6 の主要断層は平均幅 10 cm 程度であるが、幅 1 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 約 600 m (原子炉建屋長辺の約 8 倍)、深さ 約 250 m (原子炉建屋長辺の約 3.5 倍) とする。

(5) EL+2.3 m (原子炉建屋基礎底面) 以上の地形及び建屋等は原則としてモデル化しない。

(6) 二次元 FEM モデルの分割要素は振動数 20 Hz までが充分通過できることを前提に以下のように定める。

$$\text{最大高さ } H_{\max} = \frac{1}{5} \cdot \frac{V_s}{f_{\max}}$$

$$\text{最大幅 } W_{\max} = (2 \sim 4) H_{\max}$$

「地質構造モデル」のモデルを第 8 図～第 13 図に示す。

### 3.2 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、側面は粘性境界又はエネルギー伝達境界としてする。

### 3.3 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、単位加速度振幅を有する正弦波として入る。また、基準地震動 S1 入力による検討ではモデル底面の境界を介し、基準地震動 S1 を直接入力させるとして入る。

### 3.4 解析用地盤物性値

#### 3.4.1 「地殻構造モデル」

「地殻構造モデル」の解析に用いる地盤物性値は敷地周辺の地下構造調査から第1表のとおり設定して入る。

#### 3.4.2 「地質構造モデル」

「地質構造モデル」の解析に用いる地盤物性値は「泊発電所（1,2号炉）原子炉建屋基礎岩盤の安定性解析基本方針について」と同一の物性値として入る。（第1表参照）

#### 4 解析ケース

申請者の計画している解析ケースは以下のとおりである。

「地殻構造モデル」では原子炉建屋間に直交する①-①断面にっつて、「地質構造モデル」では1:2号原子炉建屋中心を通るX-X'断面、X-X'と直交し原子炉建屋中心を通るY<sub>1C</sub>-Y<sub>1C'</sub>、Y<sub>2C</sub>-Y<sub>2C'</sub> 2断面の計3断面にっつて検討する。

解析ケース及び検討内容を第2表に示す。

# 第1表 解析用物性値

## 地殻構造モデル

	弾性波速度(km/s)		動ポアソン比 $\nu$	密度 $\gamma$ (g/cm <sup>3</sup> )	減衰 (%)
	V <sub>P</sub>	V <sub>S</sub>			
V <sub>P</sub> =2.0 km/s層	2.0	1.2	0.25	2.0	2.0
V <sub>P</sub> =3.0 km/s層	3.0	1.7	0.25	2.2	2.0
V <sub>P</sub> =4.5 km/s層	4.5	2.6	0.25	2.5	2.0

## 地質構造モデル

	弾性波速度(km/s)		動ポアソン比 $\nu$	密度 $\gamma$ (g/cm <sup>3</sup> )	減衰 (%)	
	V <sub>P</sub>	V <sub>S</sub>				
A級	3.2	1.5	0.36	2.2	3.0	
B級	2.7	1.3	0.35	2.1	3.0	
C級	2.4	1.1	0.37	1.9	3.0 (5.0)	
D級	1.7	0.76	0.38	1.9	3.0 (5.0)	
E級	1.1	0.43	0.41	1.7	10.0	
安山岩/熔岩	3.1	1.6	0.32	2.6	3.0	
断層	F-1	(1)式	(2)式	0.48	1.8	10.0
	その他の断層	(1)式	(3)式	0.48	1.8	10.0

$$(1) \text{式} \quad \nu = \frac{(V_P/V_S)^2 - 1}{2\{(V_P/V_S)^2 - 1\}}$$

$$(2) \text{式} \quad V_S = \sqrt{\frac{g \cdot G}{\gamma}}$$

$$G = 284 \sigma_V^{0.56}$$

g: 重力加速度

$$(3) \text{式} \quad V_S = \sqrt{\frac{g \cdot G}{\gamma}}$$

$$G = 303 \sigma_V^{0.73}$$

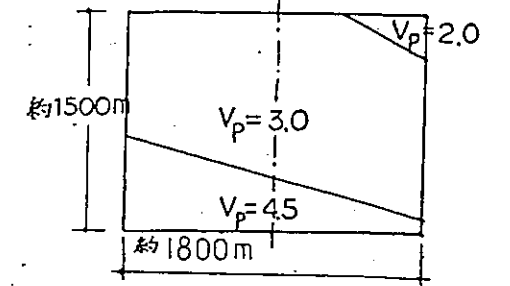
$\sigma_V$ : 鉛直応力度

第2表 解析ケース及び検討内容

検討内容	解析モデル	地震波入射角	地盤減衰	
a 基本検討	「地殻構造モデル」 ◎-◎	1	$V_p=2.0 \text{ km/s}$ $V_p=3.0 \text{ "}$ $V_p=4.5 \text{ "}$ ] → 2%	
	「地質構造モデル」 Y1c-Y1c	2	A B C D ] → 3%	
		3		断層 → 10%
		4		X-X'
b 地震波入射角による影響	「地殻構造モデル」 ◎-◎	1	$V_p=2.0 \text{ km/s}$ $V_p=3.0 \text{ "}$ $V_p=4.5 \text{ "}$ ] → 2%	
		2	A B C D ] → 3%	
	「地質構造モデル」 Y1c-Y1c	2	断層 → 10%	
		5	A, B, C, D → 3% E 断層 → 10%	
c 後背地形による影響	同上	6	A, B, C, D → 3% 断層 → 10%	
d 建屋基礎による拘束効果	同上	2	A, B → 3% C, D → 5% 断層 → 10%	
e 減衰による影響	同上	2	A, B, C, D → 3% 断層 → 10%	
基礎地震動S <sub>1</sub> 入力による検討	同上	2	A, B, C, D → 3% 断層 → 10%	
検討領域及び項目	a~e 原子炉建屋近傍における伝達関数, 尚, aについてはモデル上端全領域を対象とする。 f 原子炉建屋近傍における加振応答スペクトル及び加振振幅比			

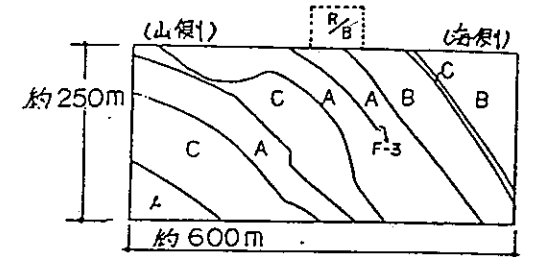
「地殻構造モデル」

◎-◎ 1

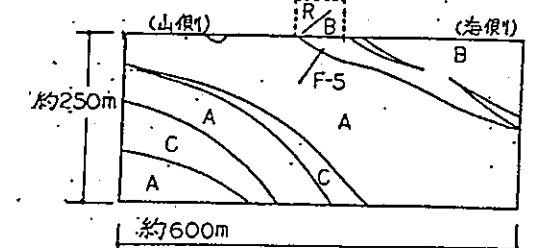


「地質構造モデル」

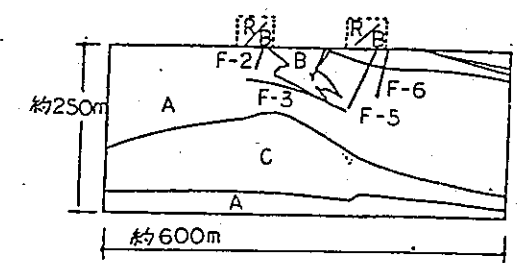
Y1c-Y1c 2



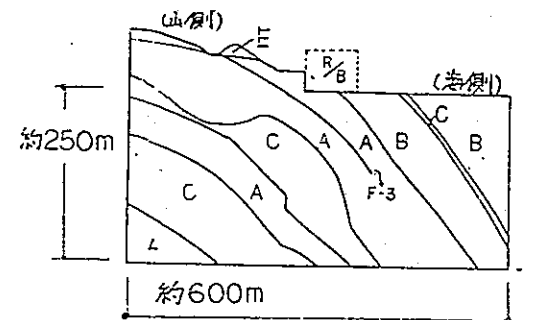
Y2c-Y2c 3



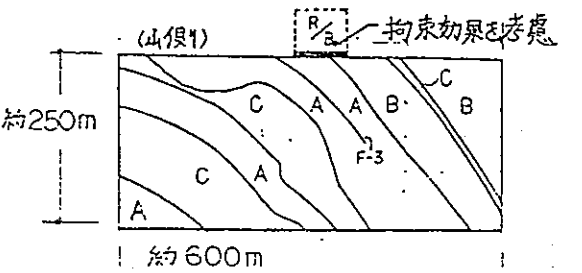
X-X'

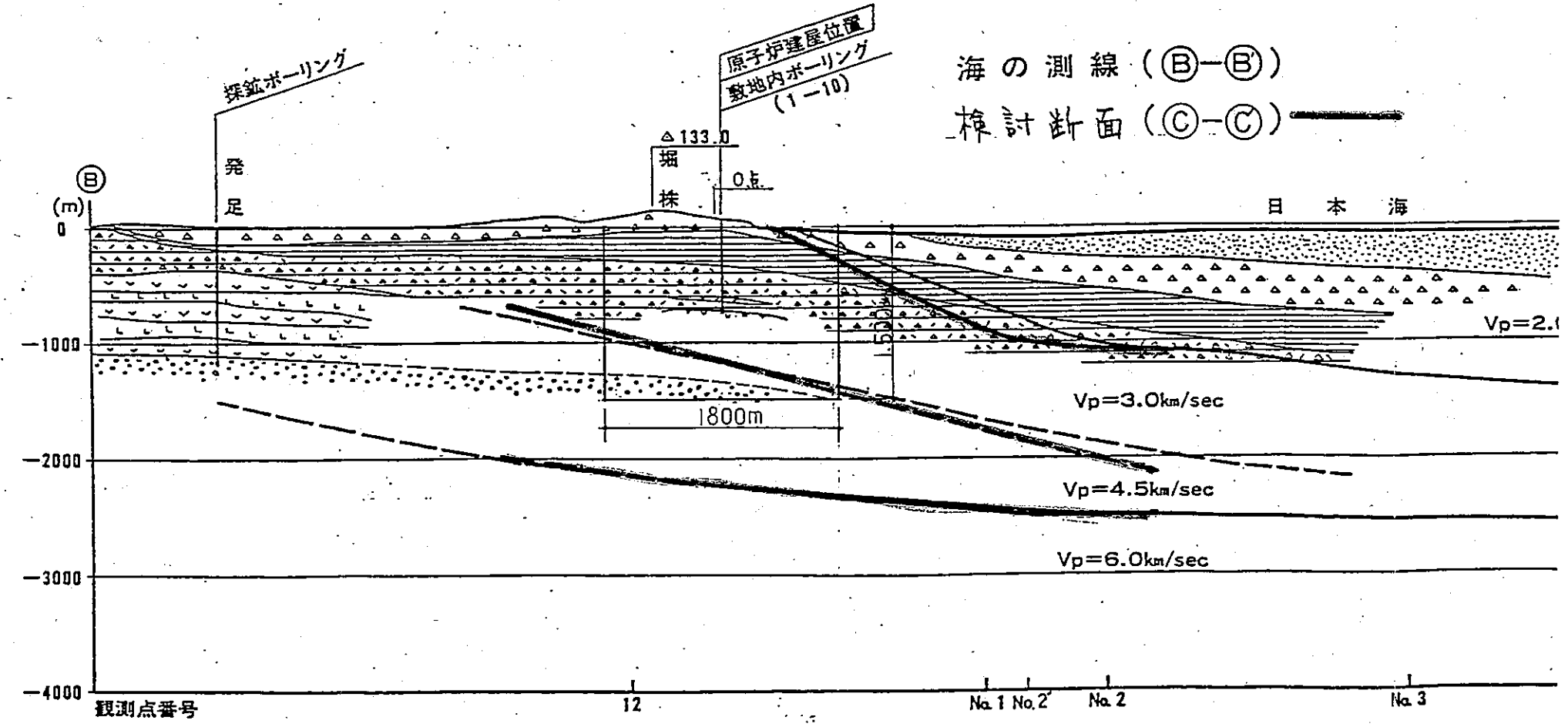
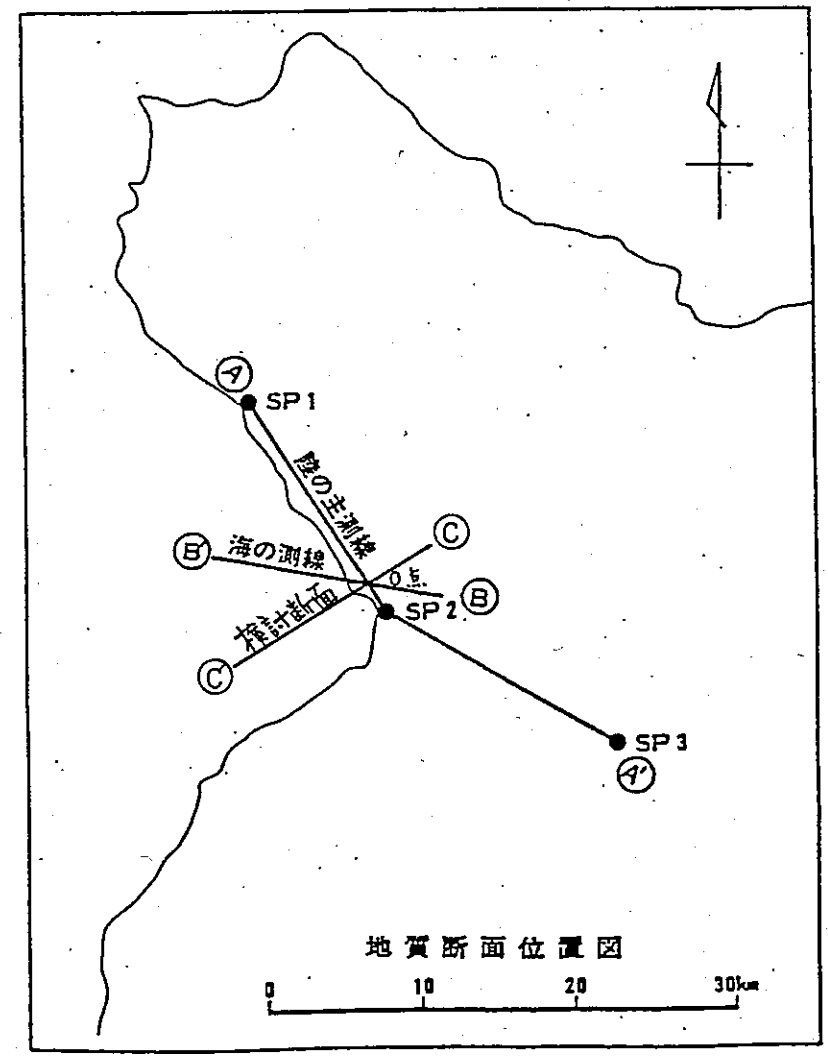
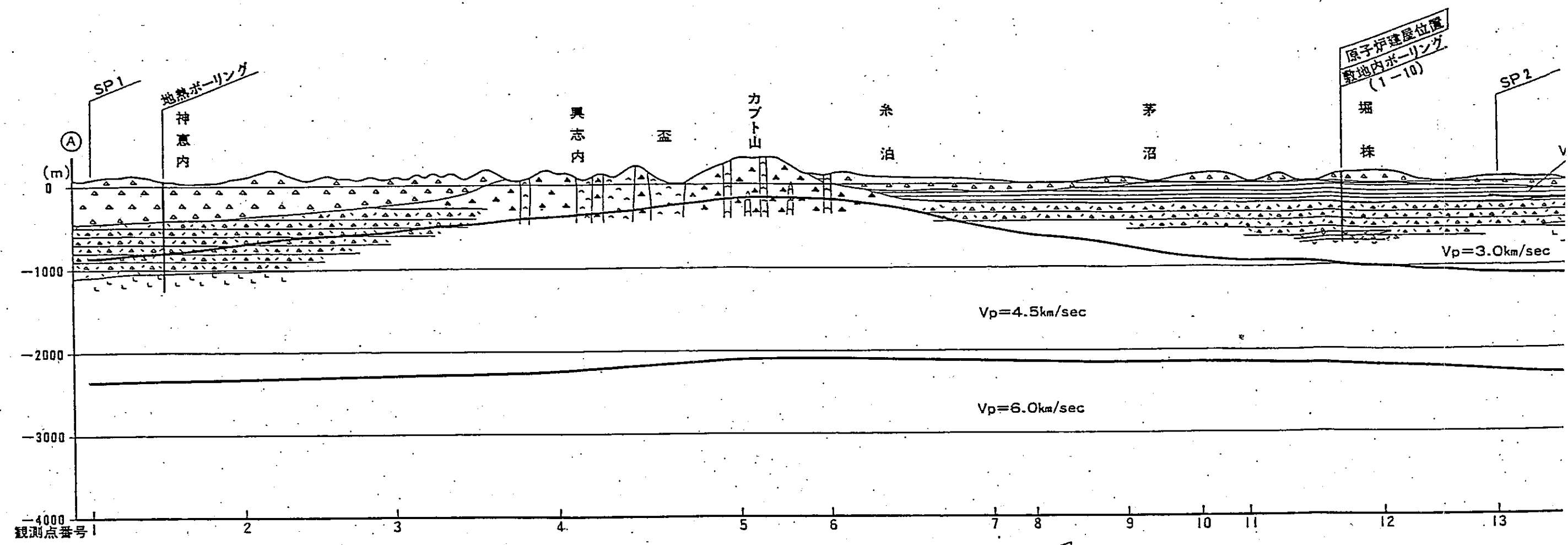


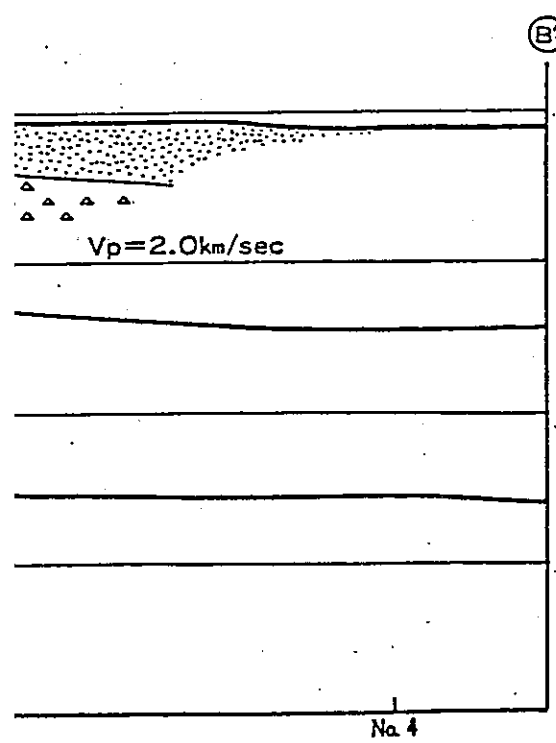
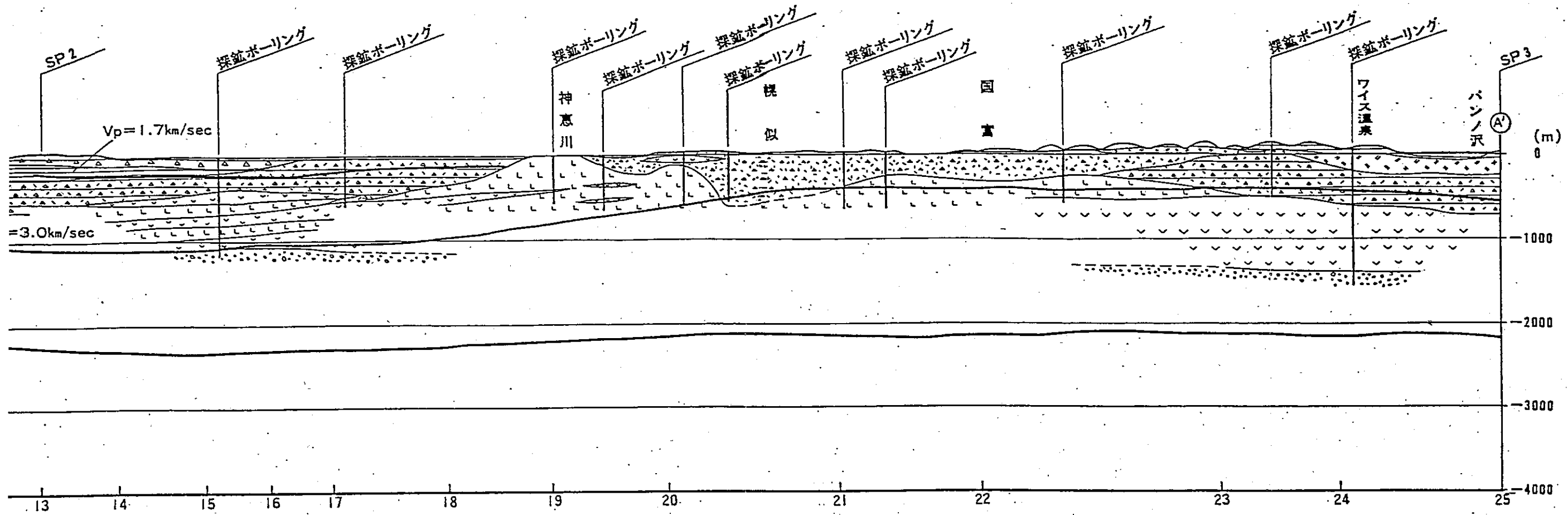
Y1c-Y1c 5



Y1c-Y1c 6







### 凡 例

地質時代	模様	主な岩相	
第四紀 — 第四紀層		粘土、砂、砂礫、火山灰	
新第三紀 — 野塚累層		砂、礫	
新第三紀 中新世	神恵内累層		安山岩質火砕岩
			泥質凝灰岩、砂質凝灰岩、泥岩、砂岩
	古平累層		石英安山岩質・軽石質火砕岩
			安山岩質火砕岩
			玄武岩質火砕岩
			石英安山岩、石英安山岩質火砕岩
	泥質凝灰岩、砂質凝灰岩、安山岩質・石英安山岩質火砕岩		
		礫岩	

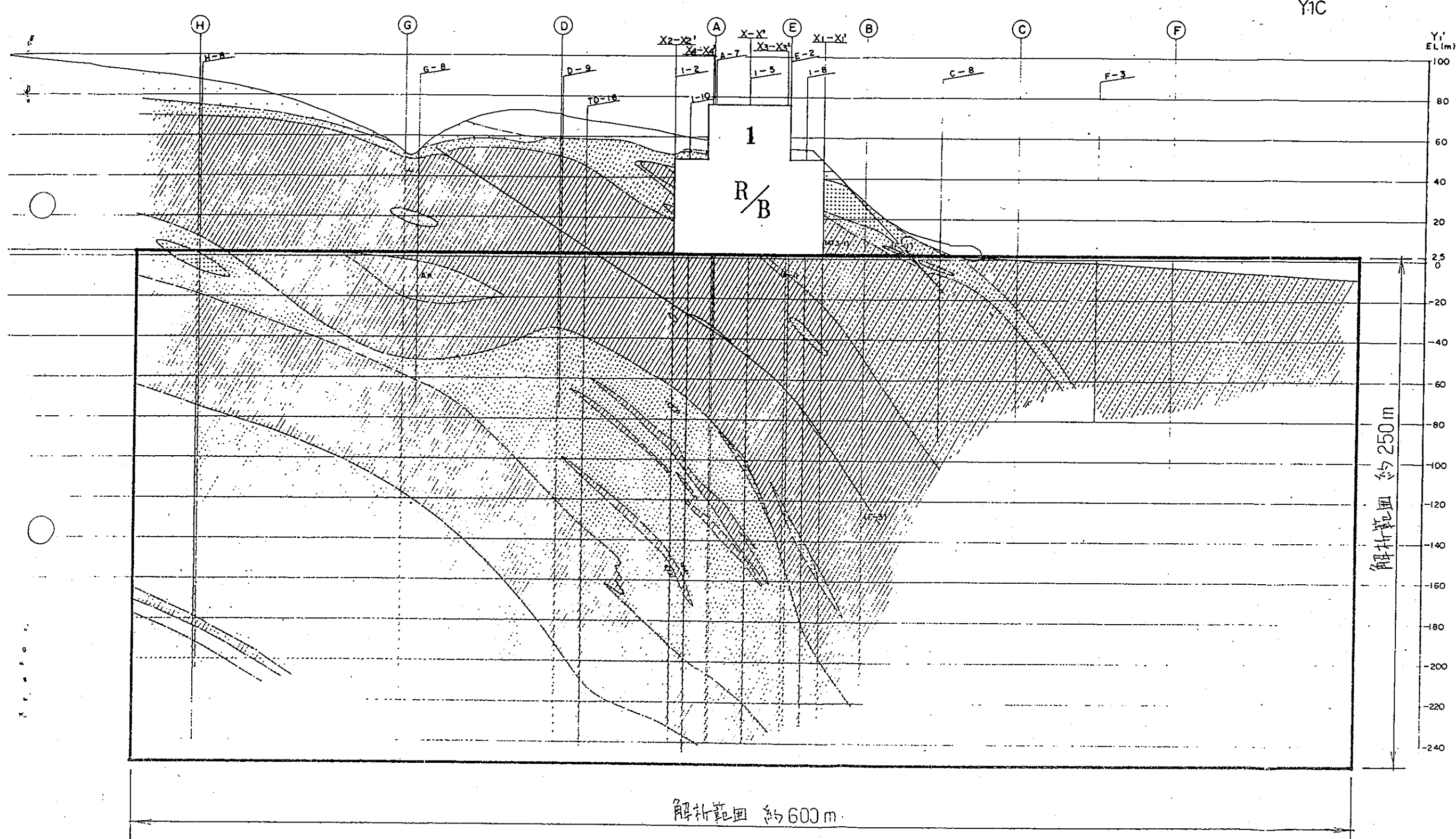
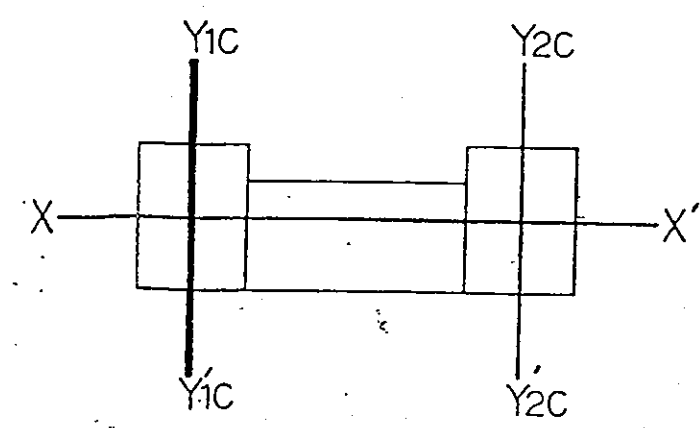
貫入岩類 (第三紀・中新世)

- 玄武岩
- 安山岩

\*) 玄武岩の一部には溶岩も含む



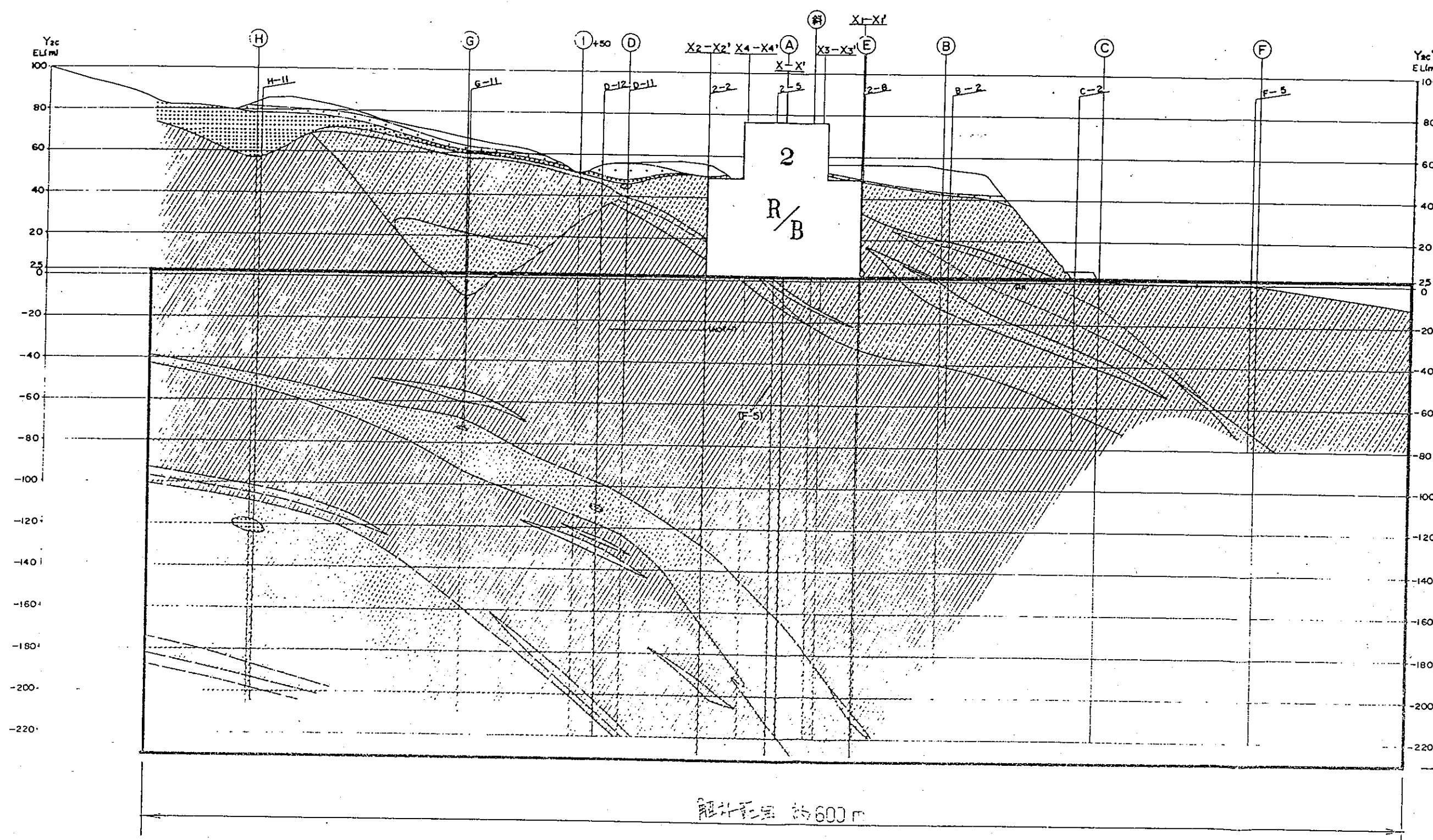
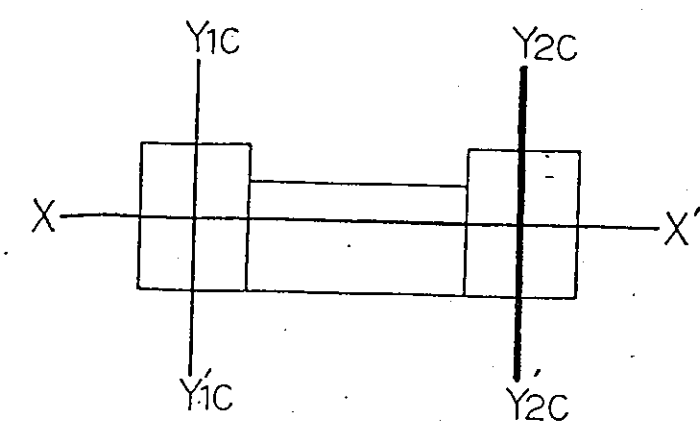
第1図 敷地周辺の地下構造



凡例

[Hatching pattern 1]	A 級 岩盤
[Hatching pattern 2]	B 級 岩盤
[Hatching pattern 3]	C 級 岩盤
[Hatching pattern 4]	D 級 岩盤
[Hatching pattern 5]	E 級 岩盤
[Hatching pattern 6]	埋設 配工
[Hatching pattern 7]	地 盤

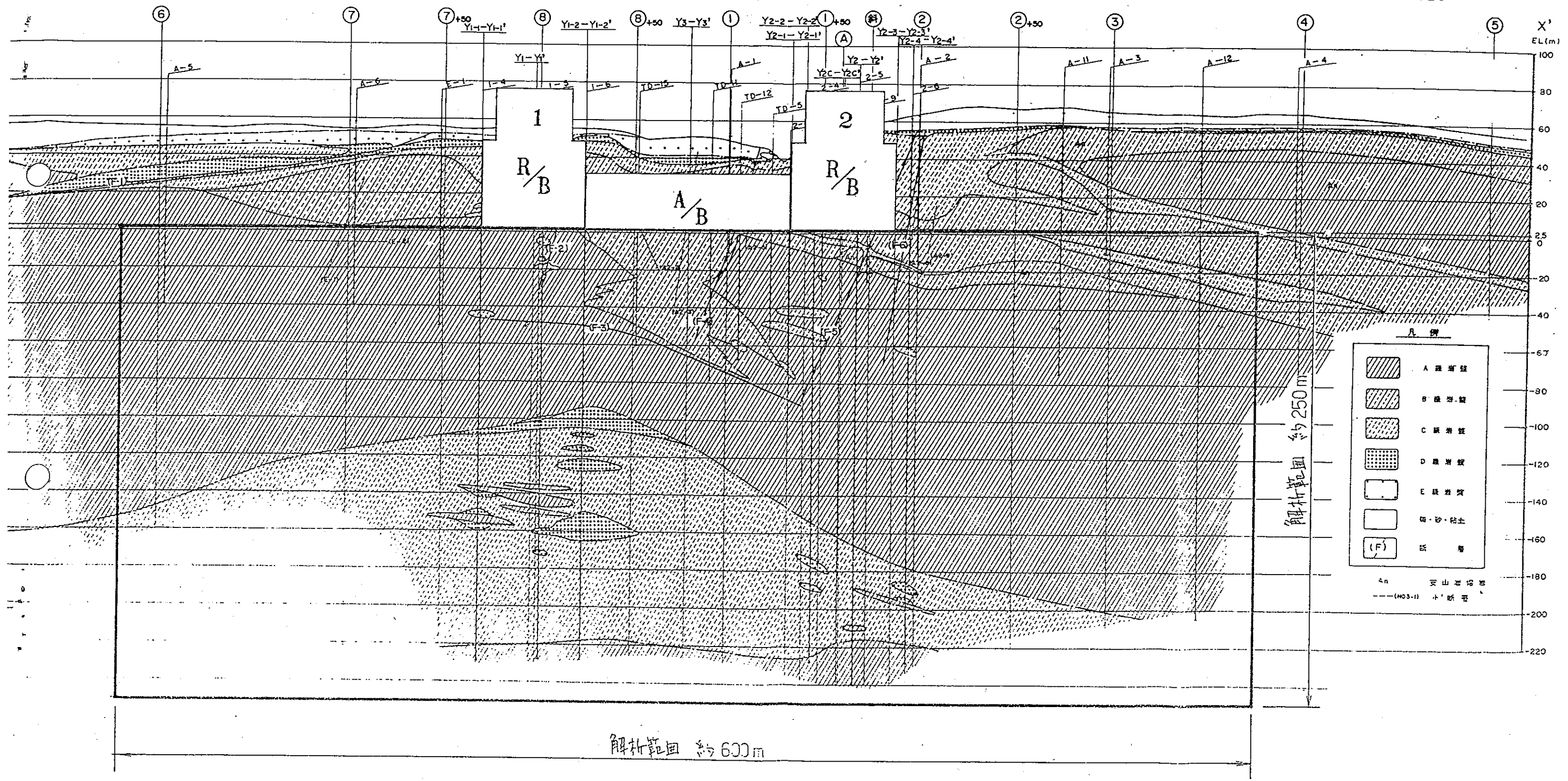
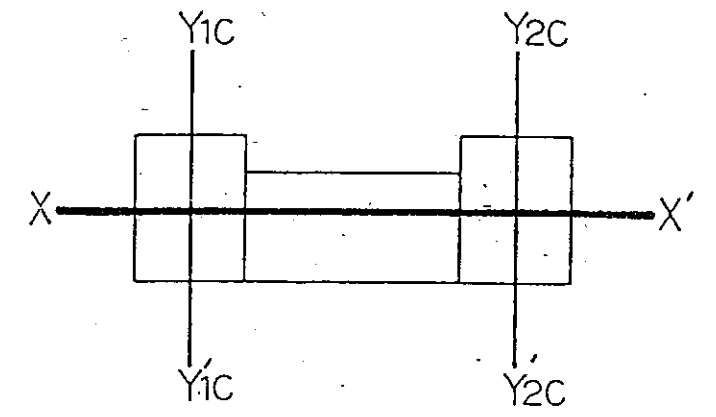
第 2 図 岩盤分類圖 Y1C-Y2C



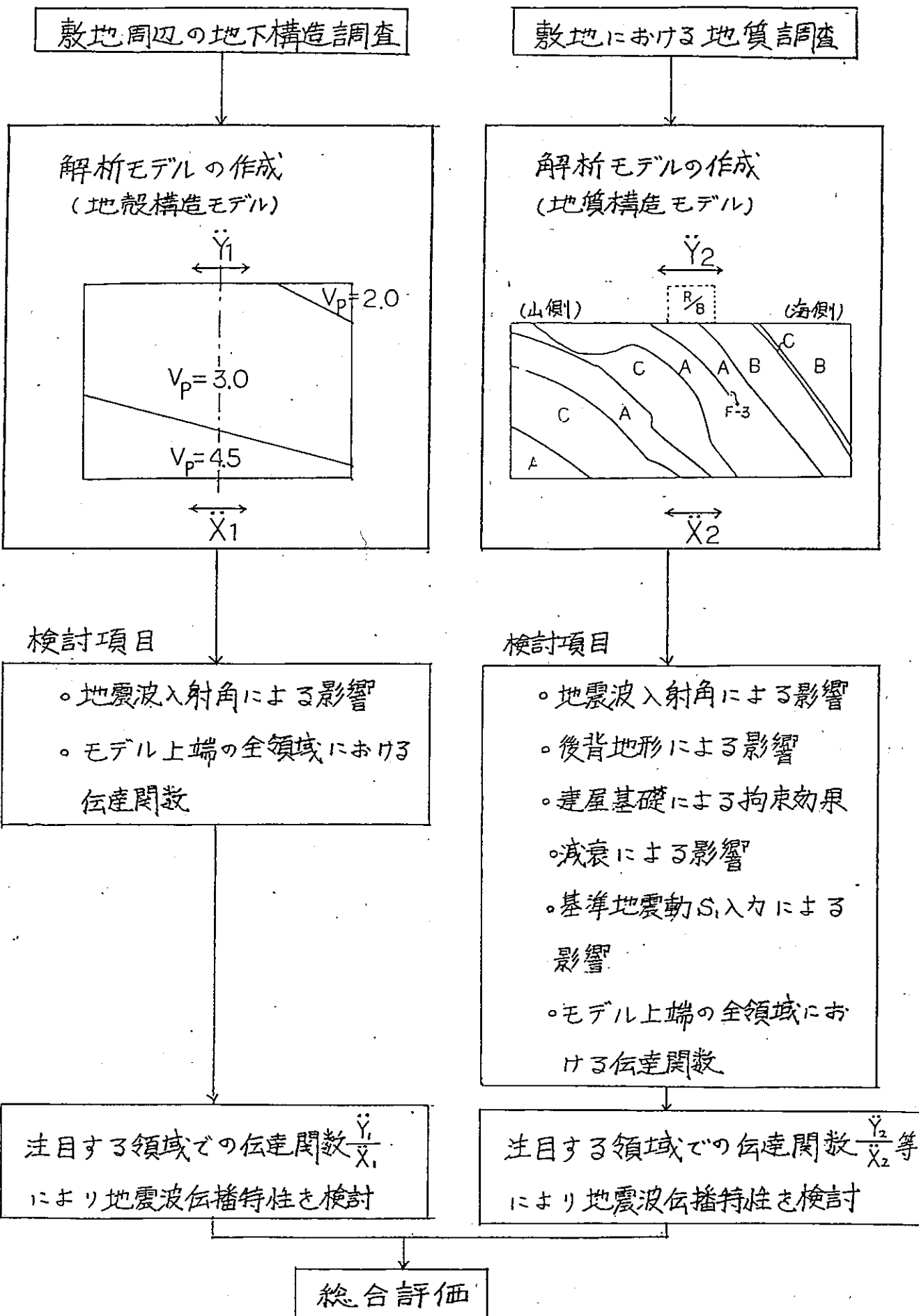
凡例

	A 凝灰岩
	B 砂岩
	C 煤層
	D 煤層
	E 煤層
	F 砂岩
	G 砂岩
	H 砂岩

第 3 圖 岩盤分類圖 Y2c—Y2c

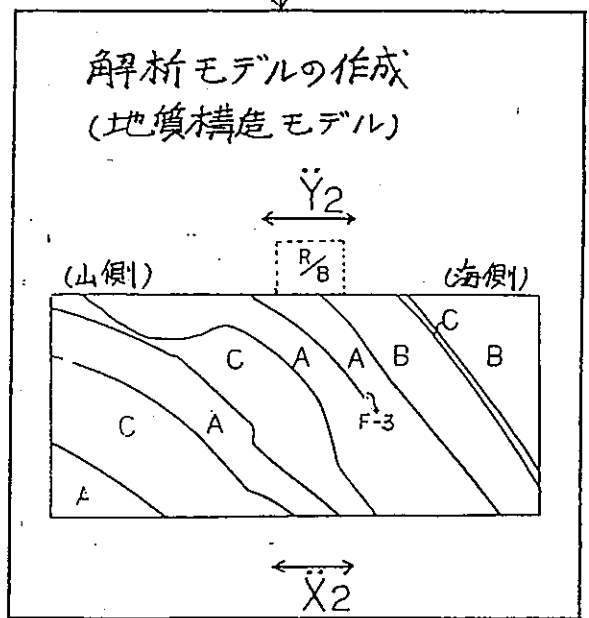
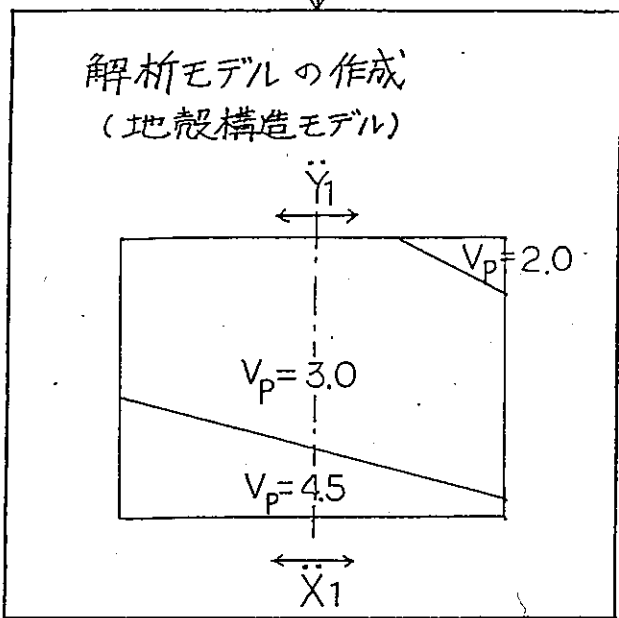


第 4 圖 岩盤分類圖 X-X'



敷地周辺の地下構造調査

敷地における地質調査



- 検討項目
- 地震波入射角による影響
  - モデル上端の全領域における伝達関数

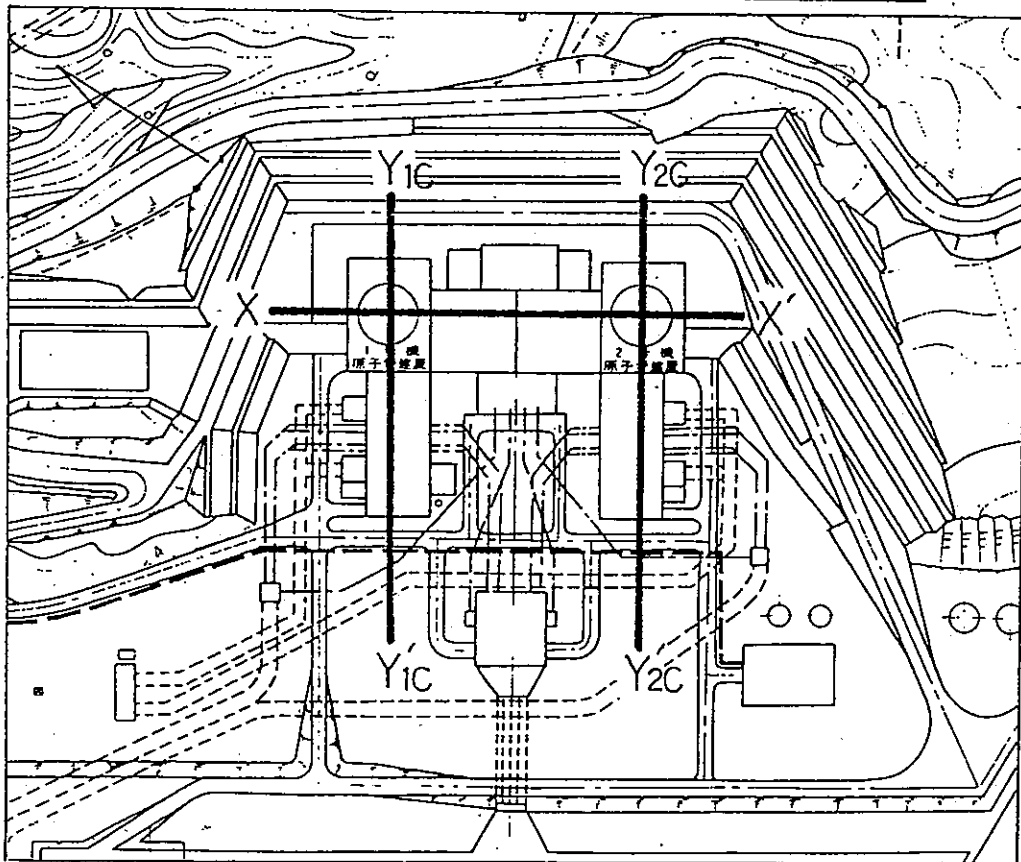
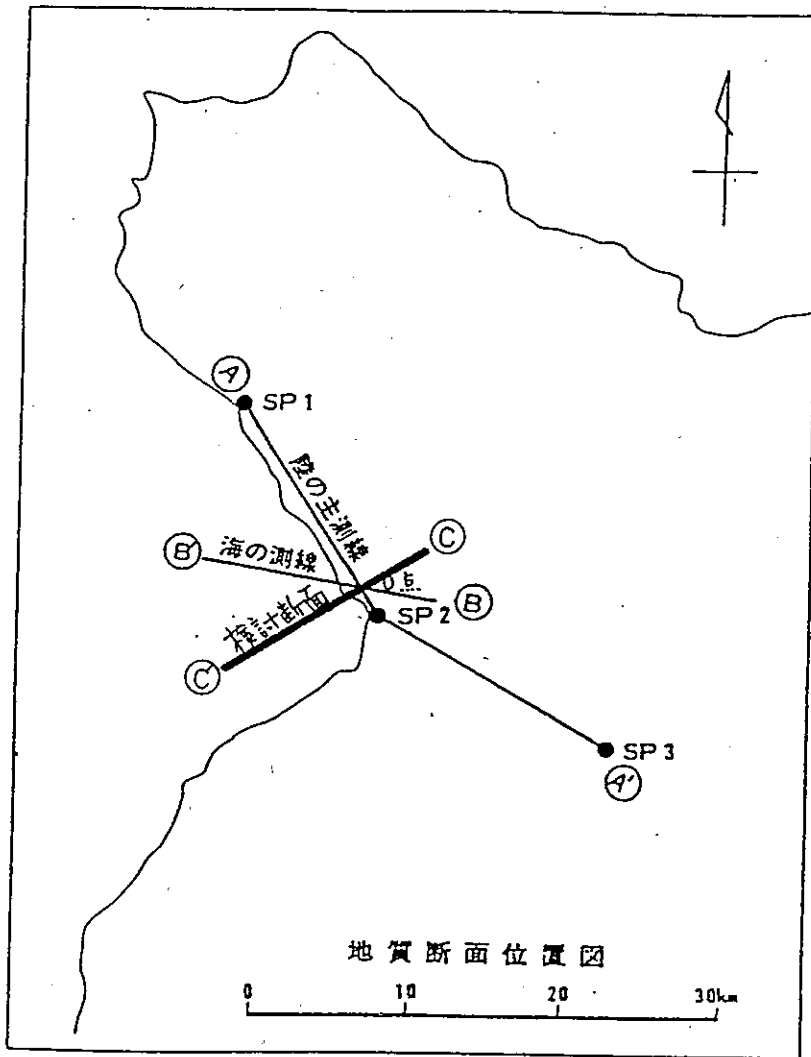
- 検討項目
- 地震波入射角による影響
  - 後背地形による影響
  - 建屋基礎による拘束効果
  - 減衰による影響
  - 基準地震動S<sub>1</sub>入力による影響
  - モデル上端の全領域における伝達関数

注目する領域での伝達関数  $\frac{\ddot{Y}_1}{\ddot{X}_1}$  により地震波伝播特性を検討

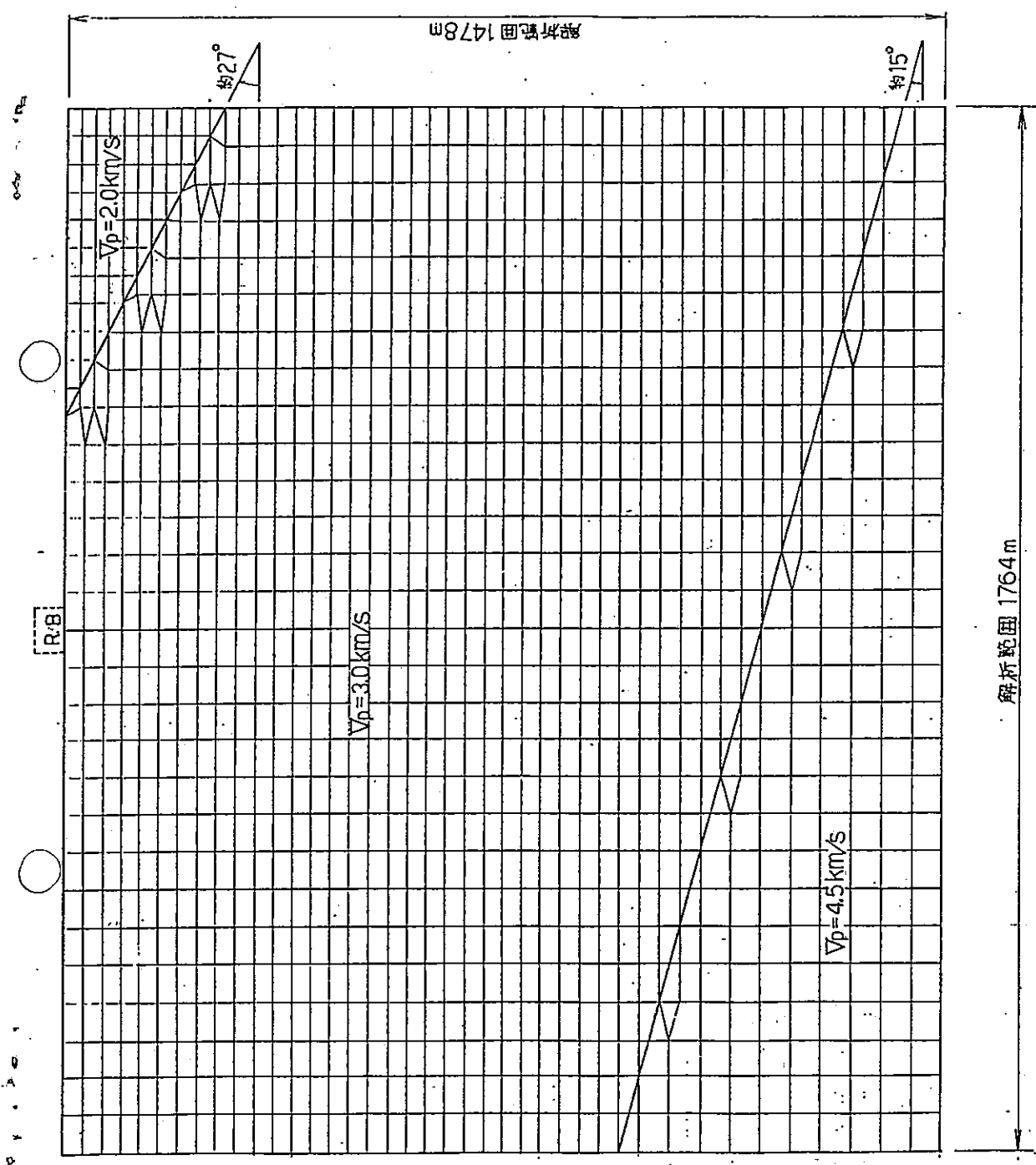
注目する領域での伝達関数  $\frac{\ddot{Y}_2}{\ddot{X}_2}$  等により地震波伝播特性を検討

総合評価

第5図 解析の流れ

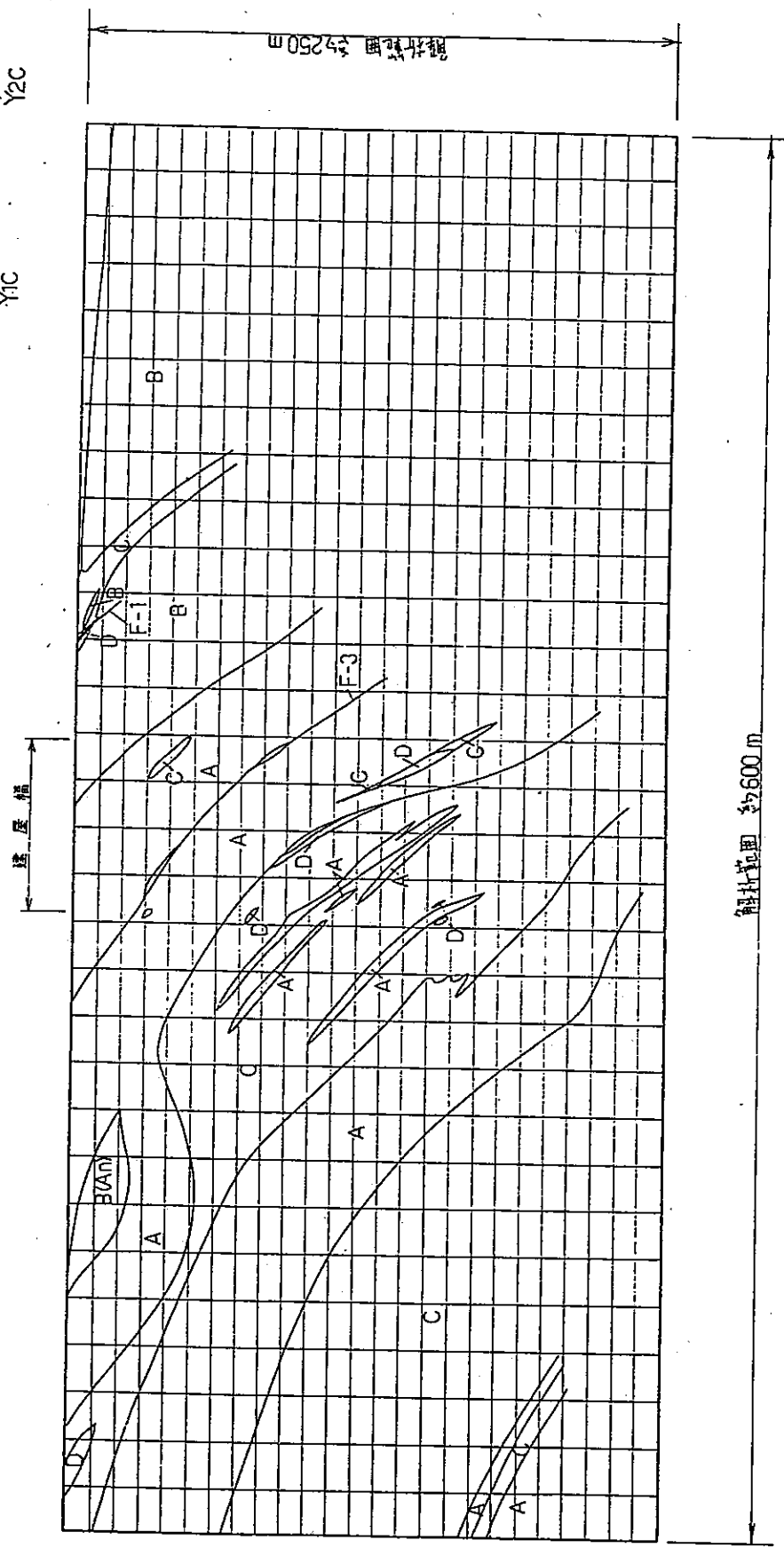
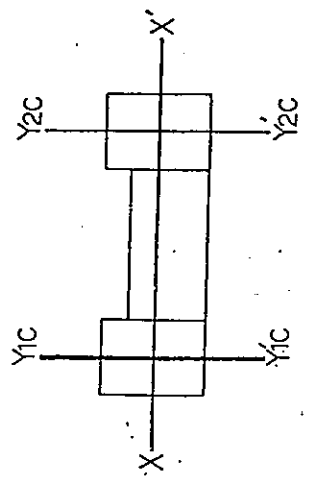


第6図 解析対象断面位置

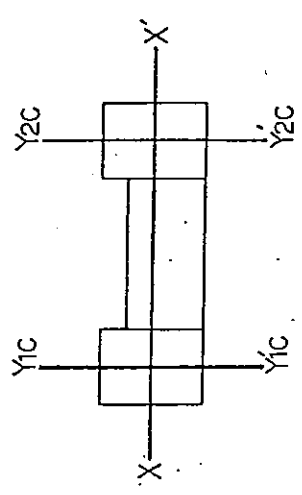


第 7 図 分割メッシュ  
 ( 地殻構造モデル C-C )

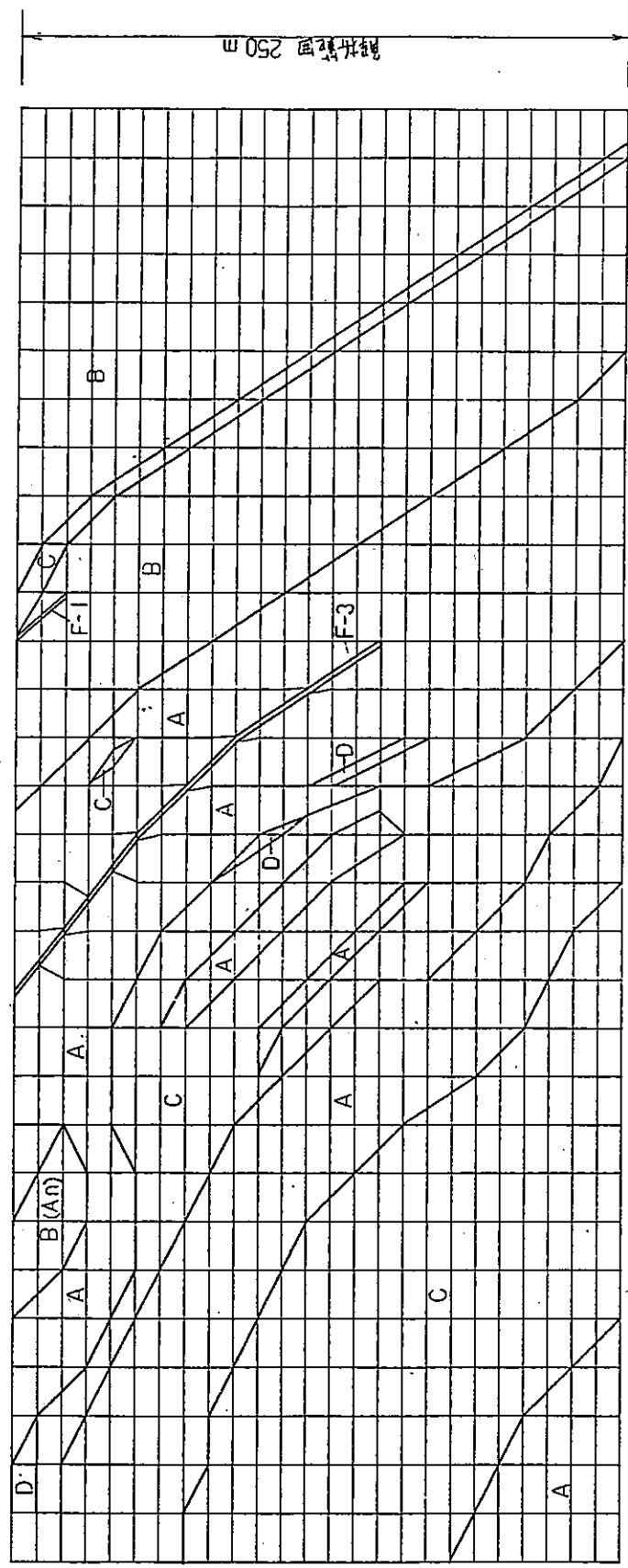
第 8 図 地盤モデル  
(地質構造モデル Y1c - Y1c)



0.0000

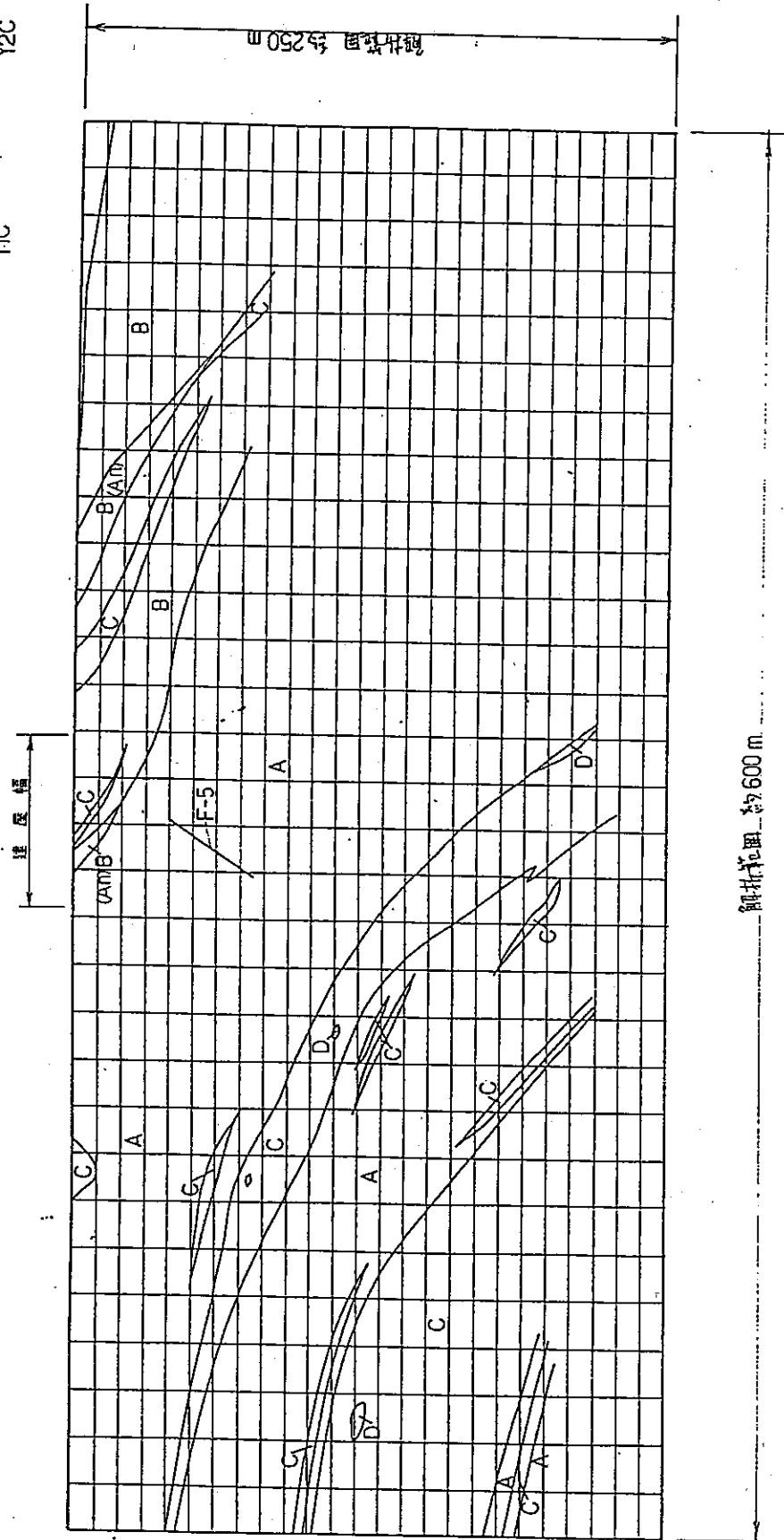
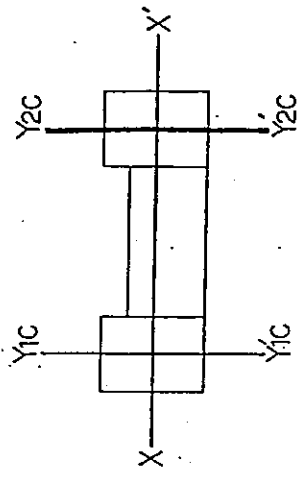


建屋幅



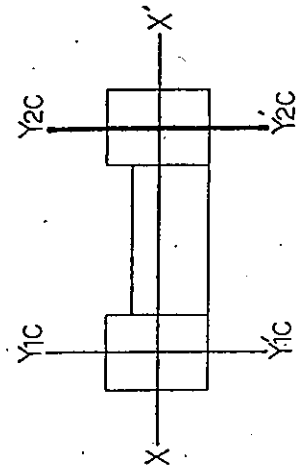
解法範囲 600 m

第 9 図 分割メッシュ  
(地質構造モデル Y1c-Y2c)

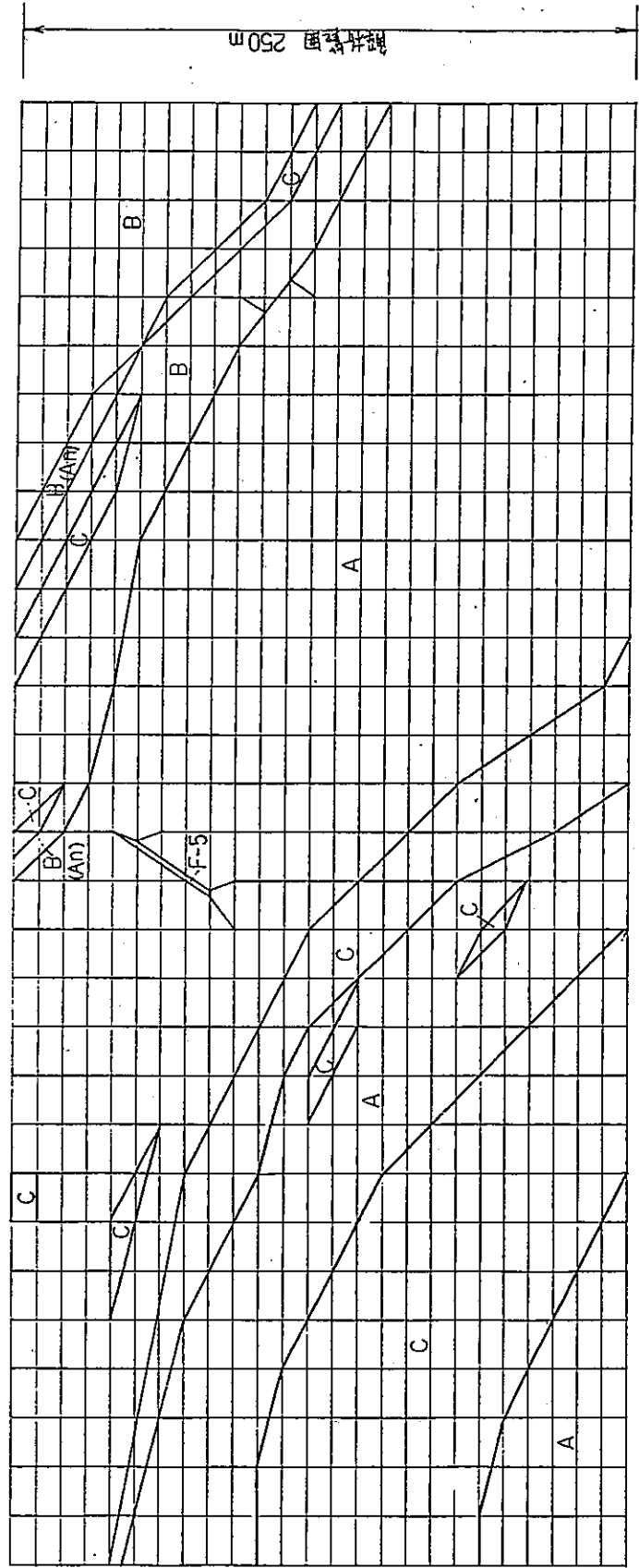


第10図 地盤モデル  
(地質構造モデル Y2C-Y2C)

0.05 ± 10%



建屋幅



解折範囲 600 m

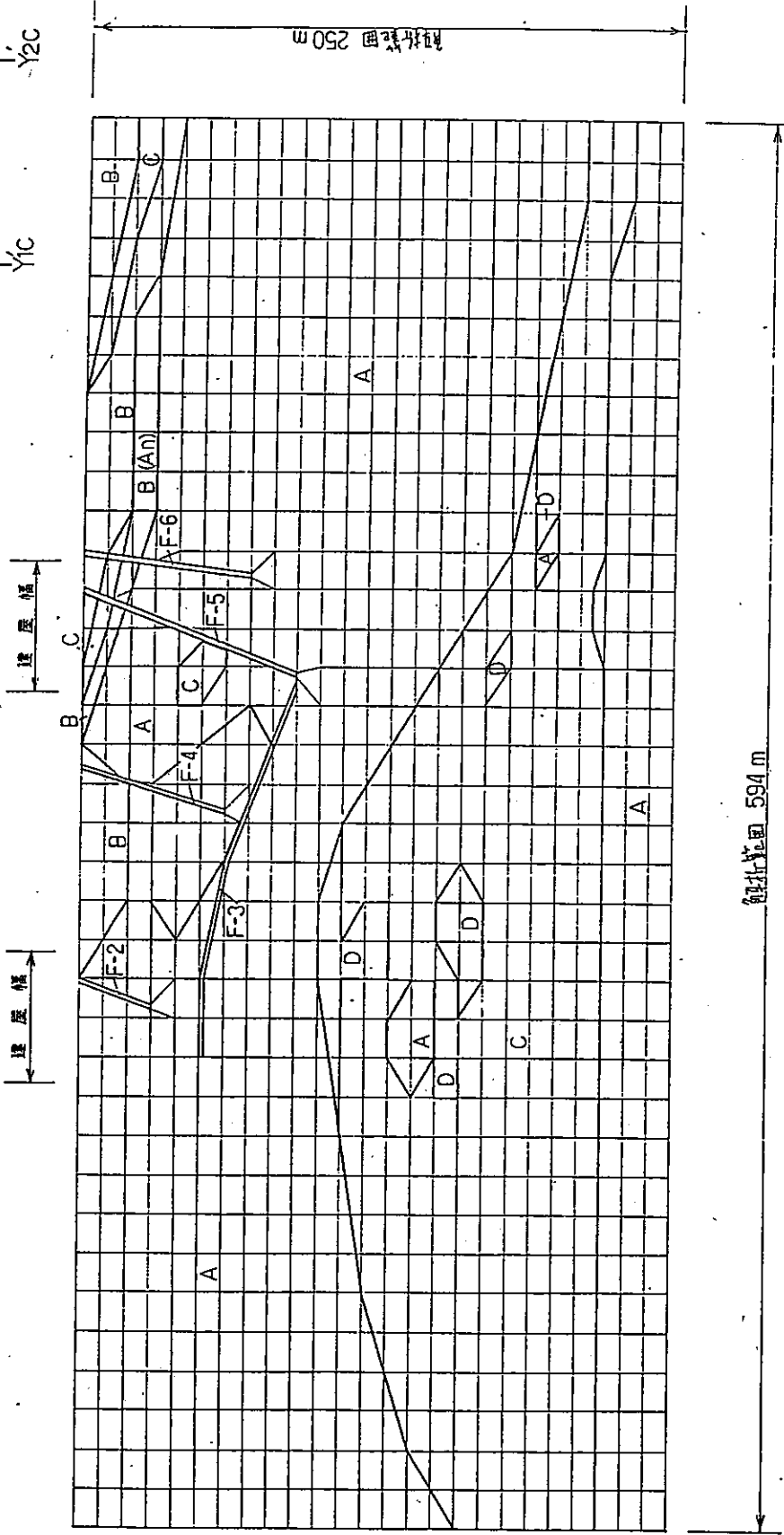
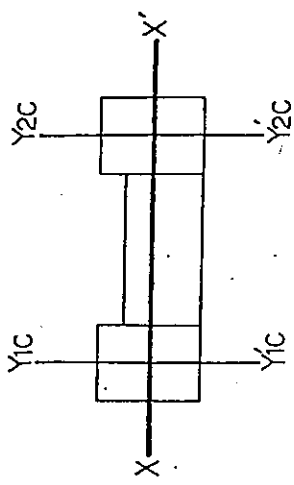
第 11 図 分割メッシュ  
(地質構造モデル Y2C-Y2C)



0 + 2



0 + 2



第 13 図 分割メッシュ  
(地質構造モデル X-X')