

(b) GPS測量

GPS測量は、固定点(GPS基点)と移動点(各測点)の2地点で同時に観測し、その標高差および2地点の相対位置を測定する相対測位を実施した。相対測位によれば、1時間以上の観測で数cm程度の精度が、5~20分間の観測でも1m以下の測定精度が得られる。

GPS基点はチカトマスの Kantor Camat の前庭に設置した。基点の標高は三角点(No. 250 Pasir Nagrog, 359.0m)との間の相対測位により決定した。

基点の標高を決定する際には約1時間の観測を行った。また、一般測点の観測には、衛星の数、配置に応じて、6~30分を費やした。

GPS測量では「WGS(World Geodetic System)-84」楕円体に準拠した緯度・経度が得られるが、データ処理過程では「国際」楕円体に準拠した緯度・経度に変換した。GPS測量による測点は、全測点316点のうち256点である。

(c) 水準測量

海岸沿いの高低差の小さい地域の測点60点については、自動レベルを使用した通常の水準測量を実施した。各測点の緯度・経度は、その位置を1:25,000地形図にプロットして読み取った。

(3) 岩石試料採取

密度測定に供する岩石試料は、層序、岩質などを考慮しながら、調査地域内のほぼ全域で採取した。採取個数は合計100個で、採取位置を第2-9図に示した。またMIT-5のボーリングコアから22個の試料を採取した。

3-1-2 データ処理方法

重力探査のデータ処理は大きく次の2つの過程に分けられる。

- ・重力計のダイヤル読取値から重力値を算出するまで(重力値の算出)
- ・重力値からブーゲー異常値を算出するまで(重力補正)

(1) 重力値の算出

重力計のダイヤル読取値から重力値を算出する過程では、以下の各計算を行う。

- ・ミリガル変換
- ・潮汐補正
- ・器械高補正
- ・ドリフト補正

これらの計算処理のために、各測点の番号、測定日時、重力計読取値、器械高、緯度・経度、標高、極近傍地形補正值、重力計の種類、測量方法、周辺地形補正值を80桁の所定のフォーマットで作成した「測定データファイル」を使用した。以上の各計算方法の詳細は巻末資料4に示す。

(2) 重力補正

重力値からブーゲー異常値を算出する過程が重力補正で、以下の各計算がある。

- ・緯度補正
- ・地形補正
- ・大気補正
- ・フリーエア補正
- ・ブーゲー補正

これらの計算方法の詳細は巻末資料4に示す。

(3) 重力成果一覧表

測点の位置（緯度・経度）、標高、重力値、各種補正值、正規重力値及び重力異常値をまとめた重力成果一覧表、各地形補正領域の補正值一覧表及び6種類の仮定密度のブーゲー異常値一覧表を作成した。これらの一覧表を巻末資料5～7に示す。

(4) 重力図の作成

ブーゲー異常図をプロッターを使用して作図するため及びフィルター解析用の重力値を求めるために、各測点のブーゲー異常値を直角座標系格子点のブーゲー異常値に変換した。

格子点値の計算には、各測点位置におけるブーゲー異常値の再現性が極めて良いLa Porte(1962)法を用いた。格子間隔は500mとし、格子点を中心とする240度以上、半径6kmの取り込み範囲内に6点以上の測点がある場合のみ、その格子点の計算を行うこととした。

本調査では補正密度 2.00, 2.10, 2.20 及び 2.30g/cm³の4種類について等重力線図（ブーゲー異常図）を作成し比較した。

3-1-3 解析方法

(1) 密度仮定の方法

(a) 岩石試料の密度測定

採取した岩石試料の密度は、以下の式により算出した。

$$\text{自然乾燥密度} = \frac{W1}{W2 - W3} \quad (3-1)$$

$$\text{強制湿潤密度} = \frac{W2}{W2 - W3} \quad (3-2)$$

W1: 試料を室内（常温）で数日間放置した状態（自然乾燥状態）の空中重量

W2: 試料を自然気圧下で約24時間浸水（強制湿潤）したのち、表面の付着水を拭きとった状態での空中重量

W3: 強制湿潤状態での水中重量

(b) 地形相関法

標高が高い山では、補正が十分でない（補正密度が実際よりも小さい）ブーゲー異常値は周囲に比べて高くなる。逆に補正が過大になると（補正密度が実際よりも大きい）ブーゲー異常値は周囲に比べて低くなる。従って、地形の起伏が大きくなるような断面線に沿って、補正密度の異なる数種類のブーゲー異常の断面図を作成し、地形断面と対比することにより、最適な補正密度を比較的容易に見つけたすることができる。

(2) 重力解析の方法

(a) 重力トレンド解析

トレンド解析は地下深部の構造に起因する長い波長の重力異常を抽出し、ブーゲー異常を、地下深部の構造に起因する広域重力トレンドと、浅部構造に起因する重力残差に分離することを目的として行う。この方法ではブーゲー異常の長波長成分を低次の曲面(x,yに関する多項式)に近似する。具体的には、点(x,y)のブーゲー異常値 $\Delta g(x,y)$ を用いて、多項式の各係数を最小二乗法で計算する。n次のトレンドは次の式で表される。

1次トレンド

$$\Delta g_1(x,y) = a_0 + a_1x + a_2y \quad (3-3)$$

2次トレンド

$$\Delta g_2(x,y) = a_0 + a_1x + a_2y + a_3x^2 + a_4xy + a_5y^2 \quad (3-4)$$

3次トレンド

$$\Delta g_3(x,y) = a_0 + a_1x + a_2y + a_3x^2 + a_4xy + a_5y^2 + \dots \\ \dots + a_6xy^2 + a_7y^3 \quad (3-5)$$

n次トレンド

$$\Delta g_n(x,y) = a_0 + a_1x + a_2y + a_3x^2 + a_4xy + a_5y^2 + \dots \\ \dots + a_{m-1}xy^{n-1} + a_my^n \quad (3-6)$$

ここで $m = n(n+3)/2$ である。

ブーゲー異常から広域的な重力トレンドを差し引いたものが重力残差である。これは比較的浅部の構造を反映するものと考えられる。

(b) 2次元断面解析

2次元断面解析は、測定された重力異常に対して最も近似する重力異常を引き起こす、2次元の地下構造モデルを求める定量解析である。2次元の地下構造モデルによる重力異常値は、次の Talwani et al(1959)の式を用いて計算する。

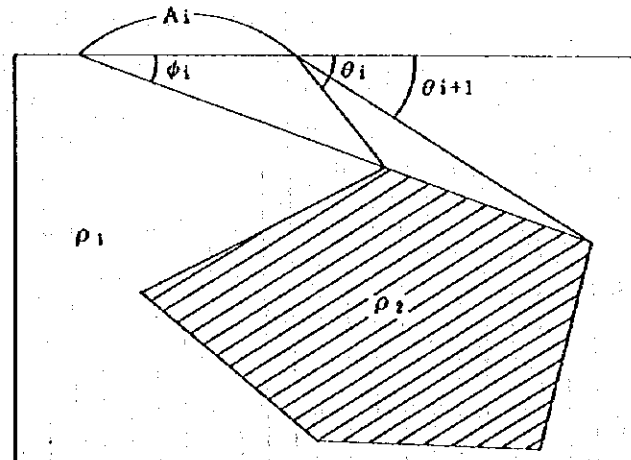
$$g = 2G \Delta \rho \Sigma Z_i \quad (3-7)$$

$$Z_i = A_i \sin \phi_i - \cos \phi_i \left[\theta_i - \theta_{i+1} + \tan \phi_i \log \frac{\cos \theta_i (\tan \theta_i - \tan \phi_i)}{\cos \theta_{i+1} (\tan \theta_{i+1} - \tan \phi_i)} \right] \quad (3-8)$$

g : 重力異常値

G : 万有引力定数 ($6.673 \times 10^{-8} \text{cm}^2/\text{g} \cdot \text{sec}^2$)

$\Delta \rho$: 密度差 ($\rho_2 - \rho_1$)



Talwani の方法による密度構造解析模式図

地下の密度構造が2層モデルで近似できる場合には、密度差と基準深度を指定し、密度境界面の形状を徐々に変えながら重力異常の計算値を測定値に近似させていく、「逐次近似法」による自動解析計算でほぼ一義的な解が得られる。実際の地下の密度構造が2層構造モデルに近い場合にはこの方法は非常に有効で、短時間で優れた解が得られる。

本調査では、この2層構造モデルによる自動解析を実施した。

3-2 探査結果

3-2-1 岩石密度

(1) 岩石密度測定

100個の岩石試料と22個のボーリングコアの密度測定結果を巻末資料8に、地層及び岩石別の平均密度（強制湿潤）を第2-7表に示す。100個の岩石試料の平均湿潤密度は 2.18 g/cm^3 であった。

本地域の地質は大局的には4つの密度層にまとめられる。

第1層はベントナイト層の石灰岩・石灰質砂岩で、平均密度は 1.98 g/cm^3 である。

第2層はカリブチャン層の石灰岩・石灰質砂岩で、平均密度は 2.31 g/cm^3 である。

第3層はジャンバン上部層の凝灰岩で、平均密度は 1.91 g/cm^3 である。

第4層はジャンバン下部層の安山岩・安山岩質火山角礫岩で、平均密度は 2.67 g/cm^3 である。今回の調査では本層を基盤と考えている。

ブーゲー補正密度としては、調査範囲の地表を広く覆うベントナイト層及びカリブチャン層の平均密度 $2.0 \sim 2.3 \text{ g/cm}^3$ が適当と考えられる。

(2) 地形相関法

第2-10図に補正密度の異なる6種類のブーゲー異常値と地形の対比を示す。ブーゲー異常値のカーブと地形が最も相関（正の相関、負の相関とも）のない補正密度が適正であると考えられる。断面の南部では 2.40 g/cm^3 、北部では 2.00 g/cm^3 が適正である。従って調査地域全体の補正密度としては、 2.20 g/cm^3 が適当であると考えられる。

3-2-2 等重力線図

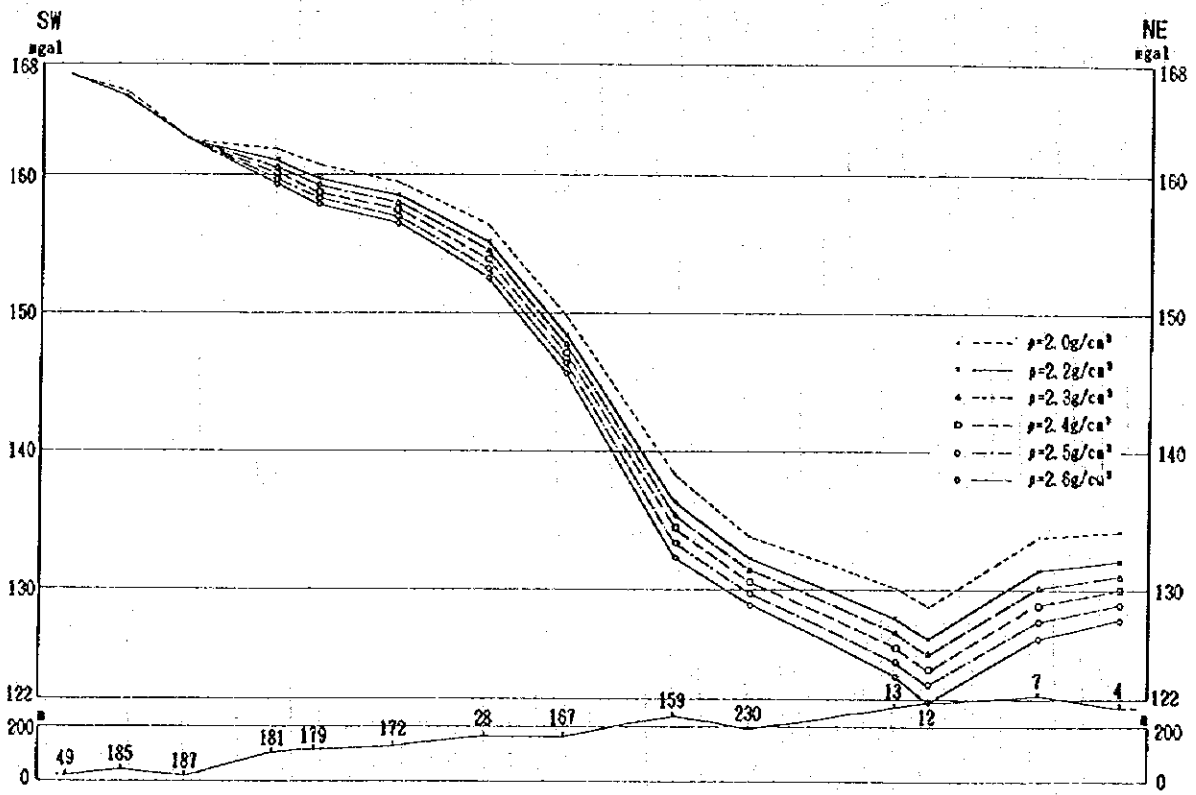
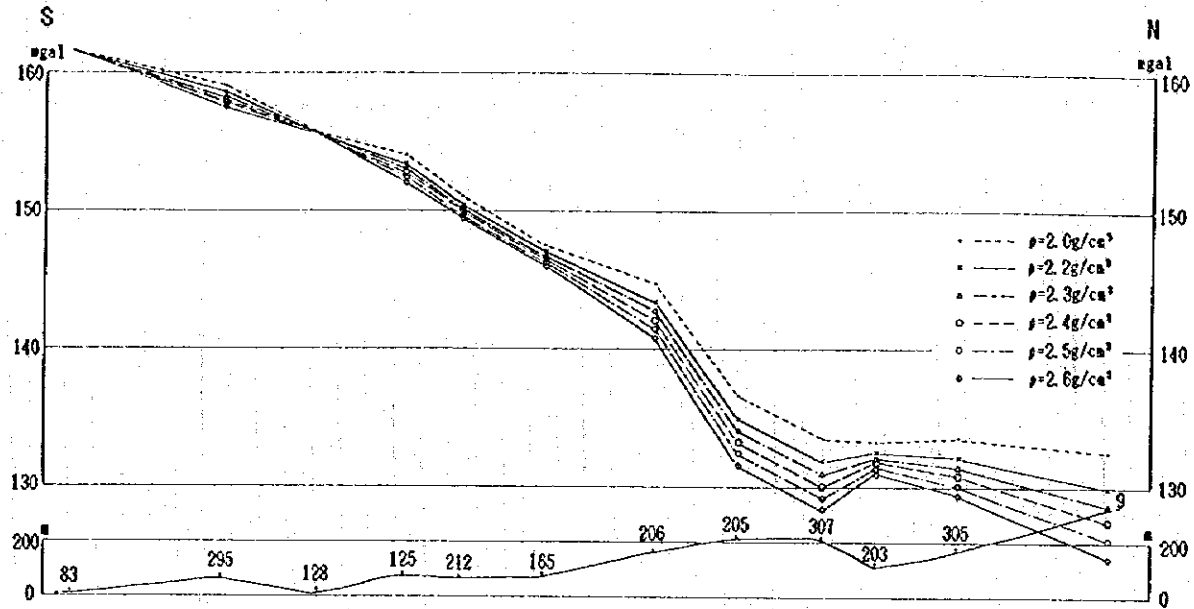
等重力線図は、 2.00 g/cm^3 、 2.10 g/cm^3 、 2.20 g/cm^3 、 2.30 g/cm^3 の4種類のブーゲー補正密度について作成した。しかし、重力異常の分布に大差がなく、その後の解析の結果にも差がでないと判断し、密度測定と地形相関法の結果から、ブーゲー補正密度 2.20 g/cm^3 を選択した。第2-11図にブーゲー補正密度 2.20 g/cm^3 の等重力線図を示す。

調査地域のブーゲー異常値は、大局的には北部で低く南部で高い。最大値は調査地域西部のチダダツ付近で 166 mgal を越え、最小値は調査地域北東部のサンカリ南西方で 118 mgal 未満となっている。この2点間の距離は約 24 km である。従ってブーゲー異常値は約 2 mgal/km の急傾斜で、北北東から南南西に向かって増加している。この卓越した広域的なトレンドは、第2-1図に示した地表近くの地質とは全く相関がなく、より深部の地殻構造によるものである。

局所的な異常としては、顕著な低重力異常がバシールニャトゥから西へ延びている。その他、バシールガル付近、バシールベレンドウン付近、チダダツ付近及びバレカンバン南方に高重力異常が認められ、サカリ南東方、チバトゥ付近、バシールタミアン付近、ポ

第 2-7 表 平均岩石密度 (濕潤)

Age	Formation	Rock name	Number	Average density(g/cm ³)
Pliocene	Bentang	Limestone	8	2.17
		Calcareous Sandstone	25	1.91
Late Miocene	Kalipucang	Limestone	21	2.34
		Calcareous Sandstone(surface) (drilling core)	2	2.00
Middle ~ Early Miocene	Upper	Tuff (surface)	21	1.88
		(drilling core)	20	1.94
Oligocene	Jampang	Andesitic Volcanic Breccia	2	2.29
		Andesitic Volcanic Breccia (Andesite Fragment)	7	2.68
		Andesite	7	2.78
	Intrusives	Andesite	7	2.64



第2-10図 地形-ブーゲー異常断面对比図

ンドクラデン付近及びチカロン南方に低重力異常がみられる。また幾つかの等重力線の歪みがチササ付近などでみられる。

しかし、局所的重力異常の位置や規模を検討するためには、広域的な重力トレンドを取り除かなければならない。

3-2-3 重力トレンド解析

(1) 重力トレンド

1次、2次及び3次の重力トレンドを計算したものを第2-12図に示す。

これらの重力分布は深部の地殻構造による広域的なトレンドを示していると考えられる。これら3つの図を比べると、重力値が北部で低く、インド洋側の南部で高いという大局的な傾向は変わらない。しかし、調査地域の東西の周辺部では高次のトレンドほど傾斜が強まり、重力値も高くなっている。1次重力トレンドでの傾斜は 2.3mgal/km である。

(2) 重力残差

第2-11図の等重力線図から第2-12図の重力トレンドを差し引いた1次、2次、3次の重力残差図を第2-13図に示す。調査地域中心部では大差がないが、東西の周辺部で高次のものほど重力値が低くなっている。そのため、高重力異常の位置が高次のものほど調査地域の中心部に近寄ってきている。高重力異常と基盤岩であるジャンバン層下部層の露出地域との対応は2次、3次の残差図で悪くなり、周辺部の重力分布にかなり歪みが生じていると考えられる。従って1次重力残差図が比較的浅部の地質構造を最もよく反映していると考えられる。

(3) 1次重力残差図における重力分布

1次の重力残差図を第2-14図に示す。

認められる局所的な重力異常分布は次の通りである。

高重力異常が

- | | |
|---------------|---------------------|
| H、チウラン川中流域 | (チウラン川中流隆起帯と名付ける) |
| H、バシールガル付近 | (バシールガル隆起帯と名付ける) |
| H、バシールギントウン付近 | (バシールギントウン隆起帯と名付ける) |

の3ヶ所に分布する。

一方、低重力異常は

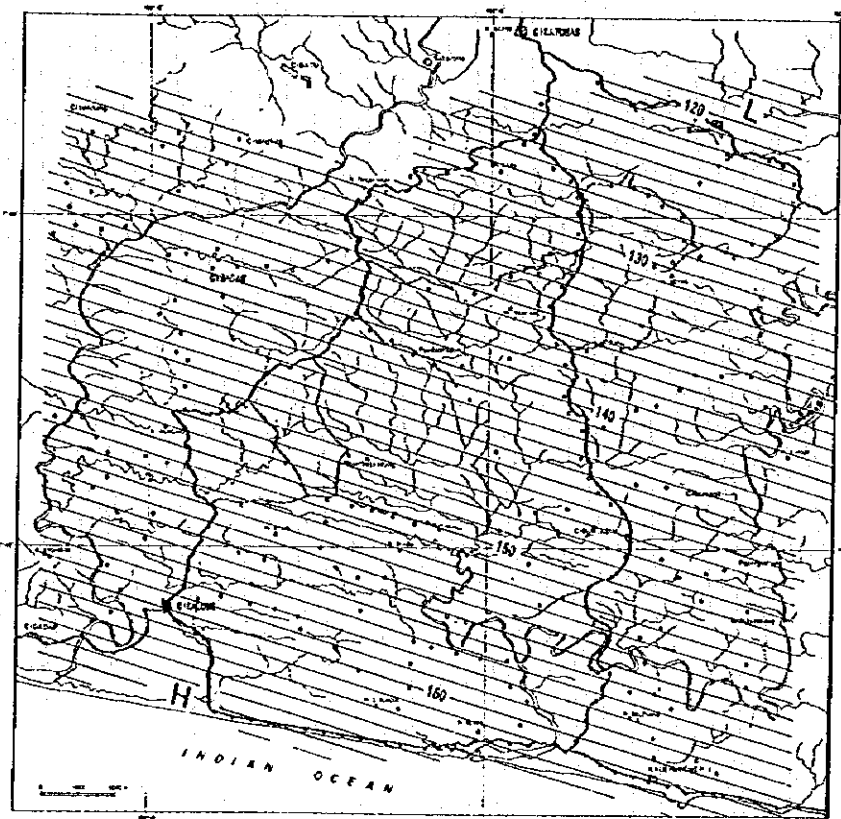
- | | |
|----------------------|--|
| L、バシールニャトゥからチメダン川下流域 | (チカロンベースンと名付ける) |
| L、バシールバングランサン付近 | |
| L、ポンドクラデン付近 | |
| L、バシールウーチング東 | (L ₁ , L ₂ , L ₃ をチボンガスベースンと名付ける) |

1

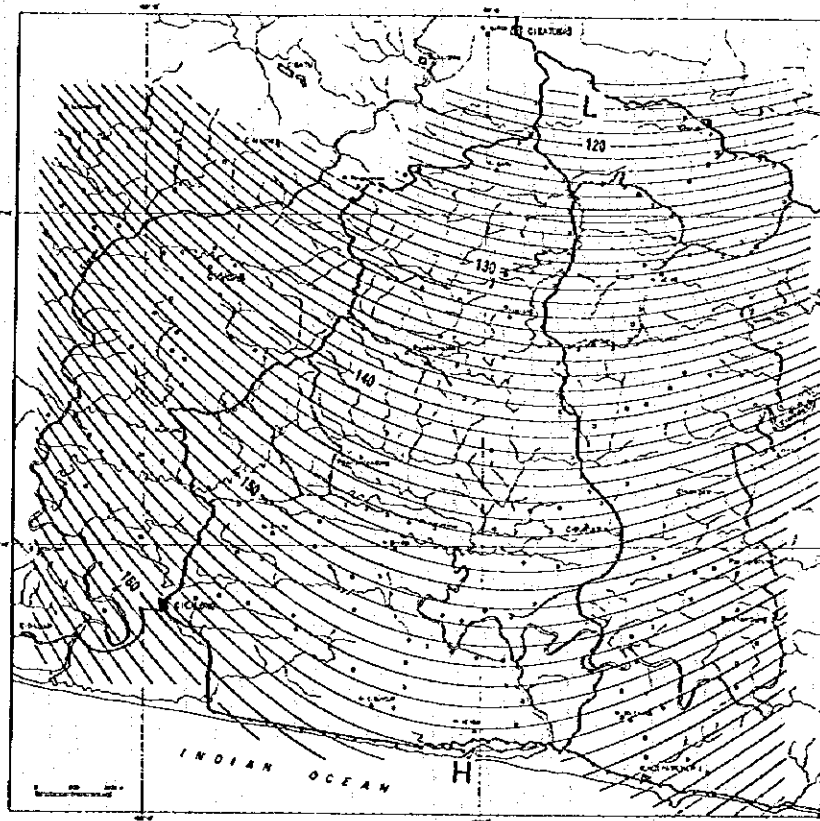
2

3

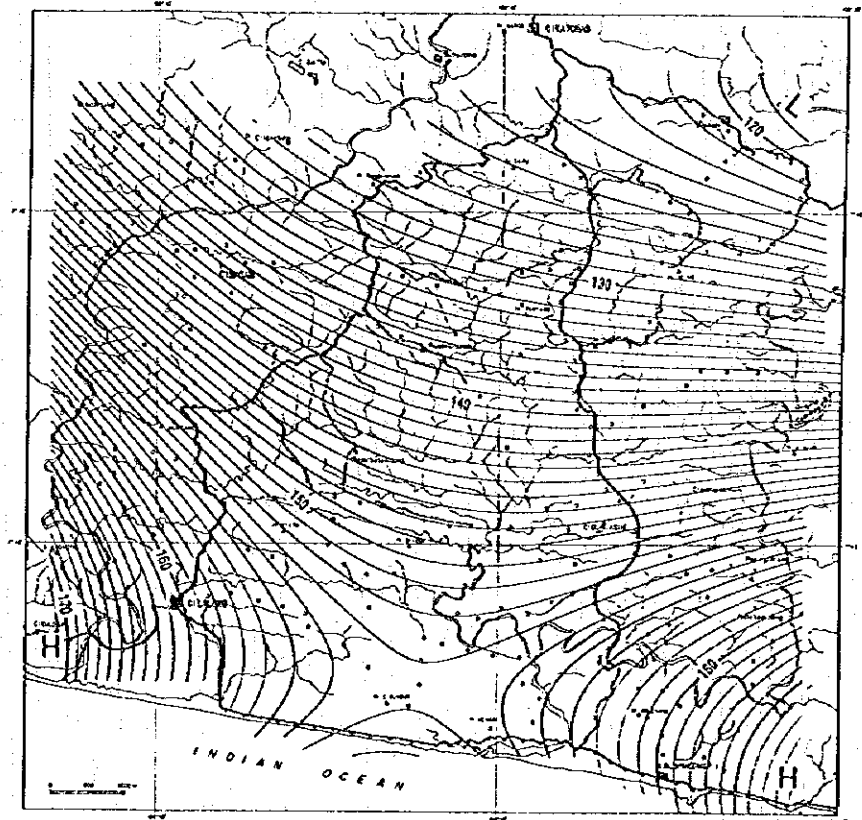
First-order



Second-order

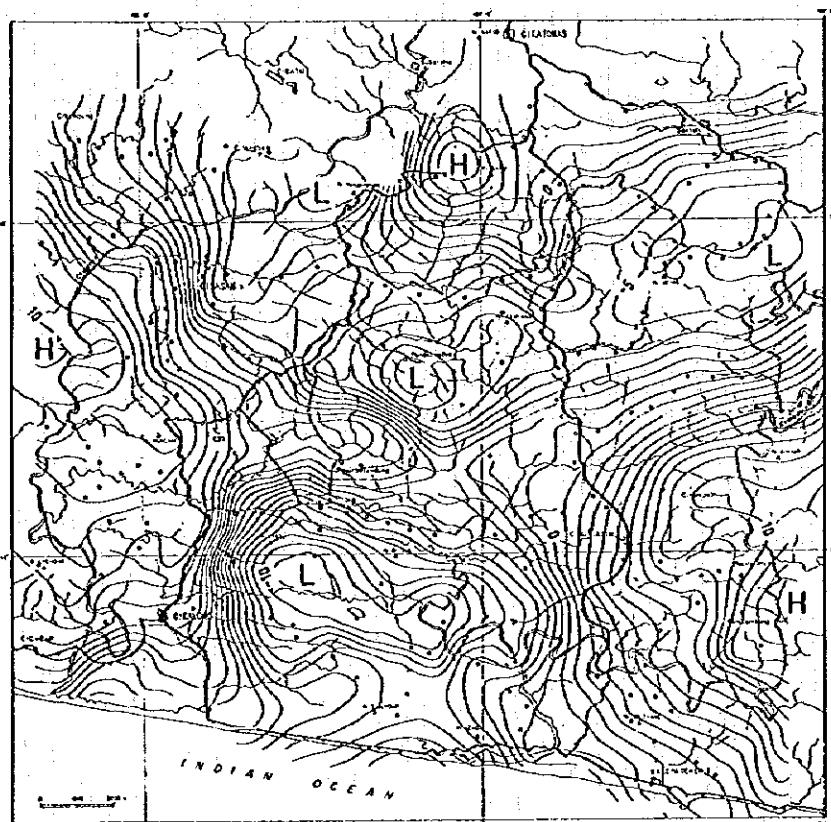


Third-order

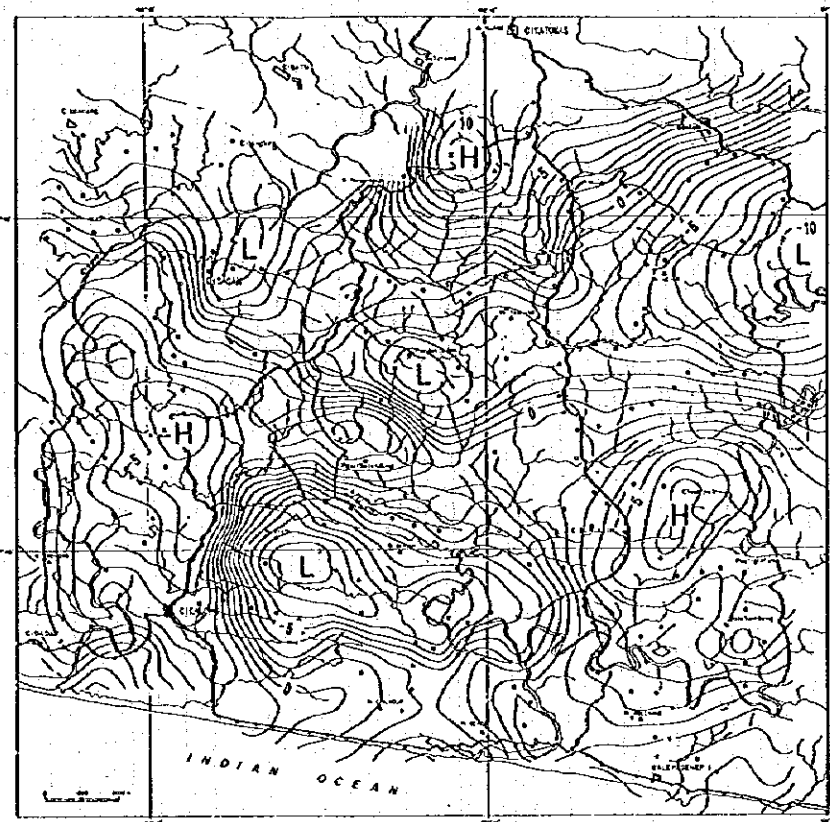


第2-12図 重力トレンド比較図

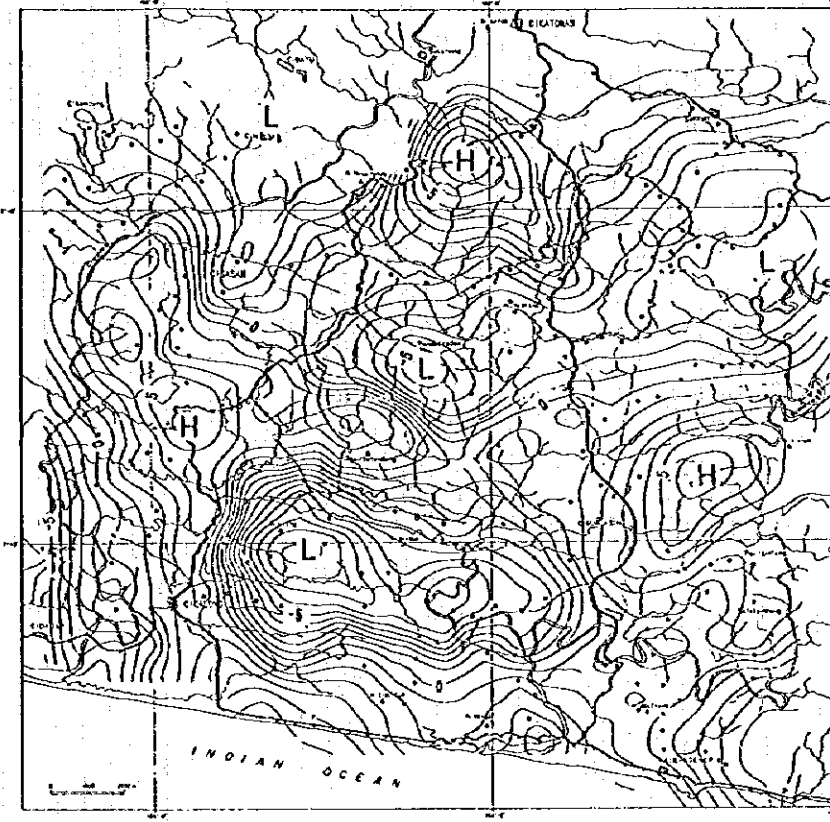
First-order



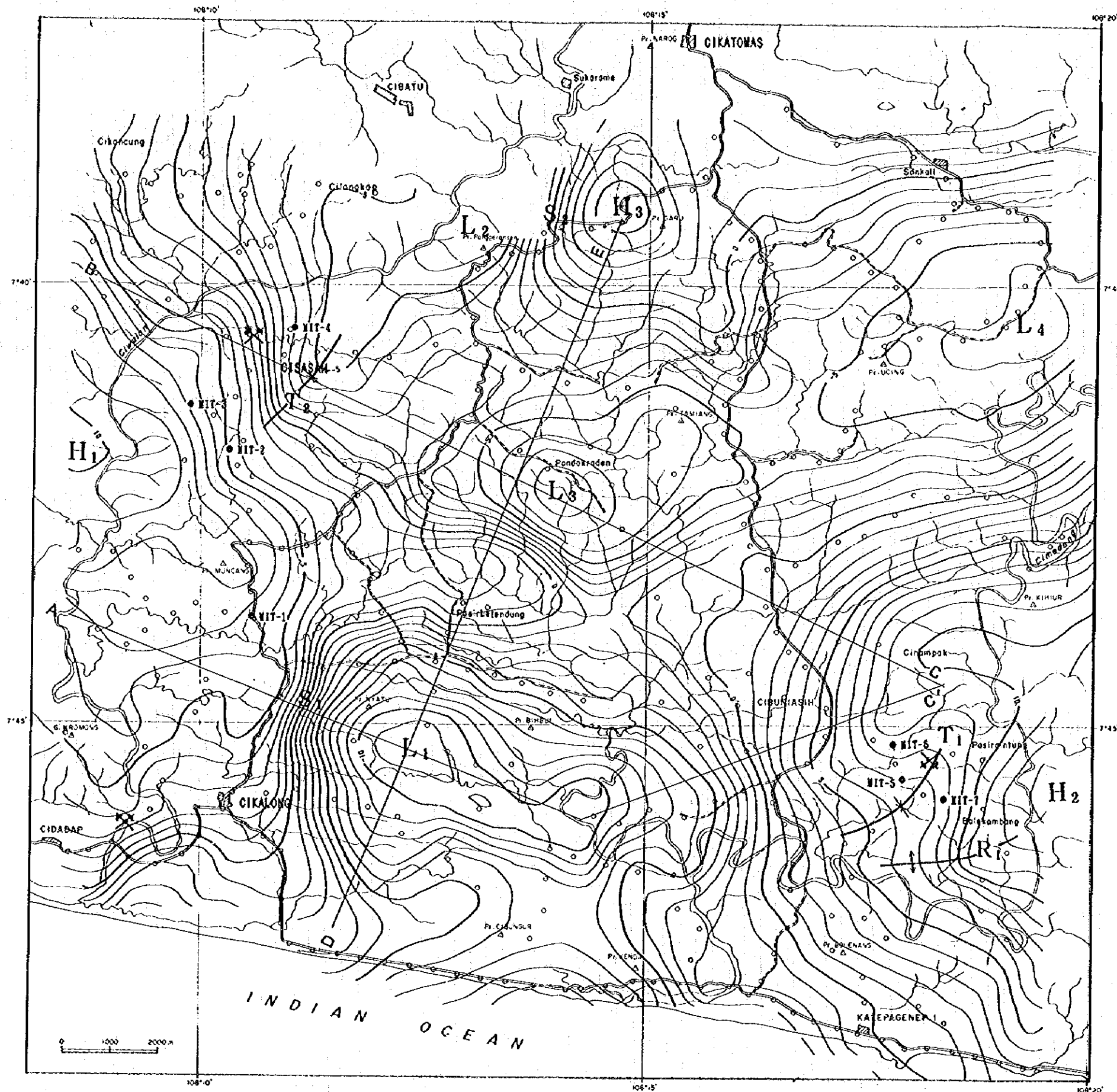
Second-order



Third-order



第2-13图 重力残差比较图



第2-14图 1次重力残差图

の4ヶ所に分布する。

重力急傾斜帯で十分な測点が配置されているものが

S₁: 低重力異常L₁の西～北西縁

S₂: 高重力異常H₃の西側

に認められる。

高重力異常H₁、H₂及びH₃は、基盤であるジャンバン層下部層の露出地域の分布とよく一致し、基盤の隆起を示すと考えられる。

L₁は最も顕著な低重力異常で、東西約10km南北約6kmの盆状構造を示している(チカロンベースン)。その西～北西縁は重力急傾斜帯(S₁)となり、西へはチカロン-チカトマス道路へ向け、北へはバシールベレンドウンへ急激に重力値を増加させ高重力異常H₁に至っている。対称的にその東側は比較的緩い傾斜で、高重力異常H₂へ向け重力値が高くなっている。

低重力異常L₂は、H₁からH₂へ延びる東西方向の高重力帯によって、L₁と分けられている。また東に向かいL₁へ、北西に向かいL₂へと連続し、一つの低重力帯(チボンガスベースン)を形成している。

高重力異常H₂と低重力異常L₂の北側は、調査地域の北端部にあたり十分な測点がないため正確な広がり不明である。

重力急傾斜帯S₁とS₂は、基盤深度の急激な変化を示していると考えられ、S₁はN-S及びE-W方向の、S₂はN-S方向の断層の存在を示唆する。また、チササ石膏鉱山の東にはやや急な重力傾斜が、S₁の北方延長上に認められる。

またチブニアシ地域では、等重力線がトラフT₁とリッジR₁を形成している。これらは航空写真解析によって抽出された向斜と背斜にそれぞれよく一致している。また、別のトラフT₂がチササ付近に認められる。これらのトラフと鉱床との関係も興味深い。

既知の石膏鉱床2ヶ所(チササ、チダダップ)と重晶石層1ヶ所(チブニアシ)は、いずれも高重力異常と低重力異常の中間部に位置する。

3-2-4 2次元断面解析

2次元断面解析は第2-14図に示したA-C'、B-C及びD-Eの3断面について実施した。このうちA-C'とB-Cの2断面は、第2-1図の地質断面とほぼ同地域を通過している。

この解析の目的は、調査地域の基盤であるジャンバン層下部層上面の構造を定量的に明らかにすることである。このジャンバン層下部層の露出地域の分布は、1次重力残差図の高重力異常とよく一致している。また岩石試料の密度測定結果(第2-7表)より、ジャンバン層下部層上面が非常に顕著な密度境界であり、その上位の地層との密度構造が概ね2層

モデルに近似できると考えられる。従って、解析には1次重力残差値を使用し、2層構造モデルによる自動解析を行った。

計算結果は、密度差 $\Delta\rho=0.9, 0.7, 0.5, 0.3$ の4種類について示した。基盤とジャンバン層上部層との密度差は $\Delta\rho=0.7\sim 0.8$ 、カリブチャン層との密度差は $\Delta\rho=0.4\sim 0.7$ 、ペンタン層との密度差は $\Delta\rho=0.5\sim 0.7$ と考えられる。

コントロールポイントはA-C'とB-Cの2断面についてはジャンバン層下部層の露出地域を、D-E断面については先の2断面との交点に設定した。

(1) A-C' 断面 (第2-15図)

本断面は高重力異常 H_1 (チウラン川中流隆起帯)近傍より、低重力異常 L_1 (チカロンベースン)の中心をほぼ西から東に横切り、チブニアシ地域へ向かうものである。コントロールポイントは断面西端近くの基盤露出点の海拔100mと、断面東端の基盤露出点の海拔125mに設定した。

チカロンベースンの中心での基盤の深度は $\Delta\rho=0.9$ で-470msl, $\Delta\rho=0.7$ で-670msl, $\Delta\rho=0.5$ で-1,080mslである。ここではジャンバン層上部層の凝灰岩が地表に露出していることから、この低密度の凝灰岩が基盤の上に地表まで厚く堆積していると考えられる。従って $\Delta\rho$ が0.7より大きい可能性が高く、基盤の深度は-700msl~-500mslと予想される。

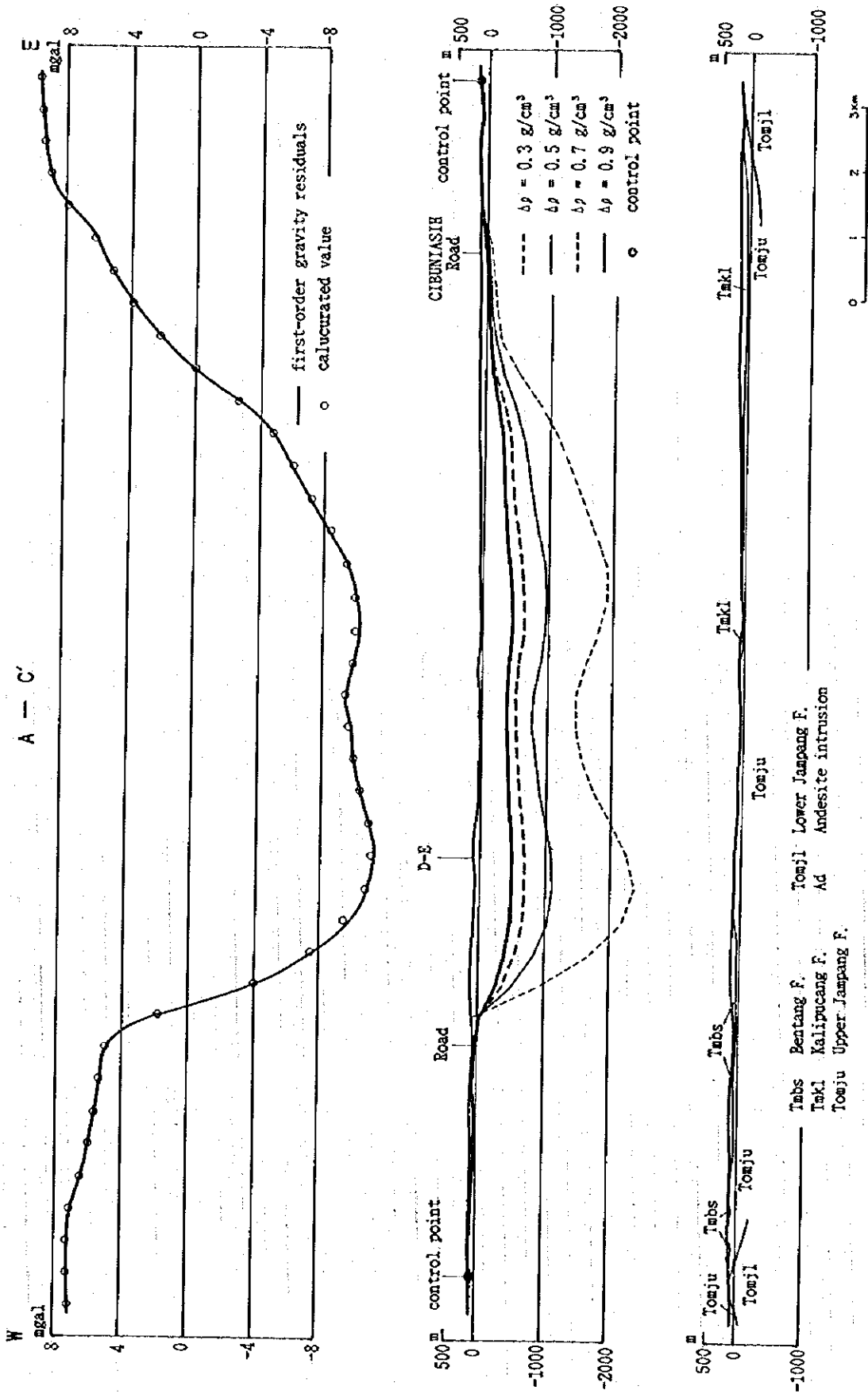
またチカロンベースンの西斜面は急であり、それに比して東斜面は比較的緩やかなことがよくわかる。この西斜面には断層が存在する可能性がある。

(2) B-C 断面 (第2-16図)

本断面はチササの石膏鉱山から、低重力異常 L_3 (チボンガスベースンの一部)の中心をほぼ北西から南東に横切り、チブニアシ地域へ向かうものである。コントロールポイントはチウラン川の基盤露出点の海拔75mと、断面東端の基盤露出点の海拔125mに設定した。

チボンガスベースンの最深部の基盤の深度は $\Delta\rho=0.9$ で-360msl, $\Delta\rho=0.7$ で-500msl, $\Delta\rho=0.5$ で-790mslである。ここでは地表にはペンタン層とカリブチャン層の石灰岩あるいは石灰質砂岩が分布している。しかし、その層厚は100mを越えないと考えられ、その下位には低密度のジャンバン層上部層の凝灰岩が堆積していると考えられる。従って $\Delta\rho$ は0.5から0.9の間と推定され、基盤の深度は-800mslから-400mslと予想される。

またチササの石膏鉱山の西、本断面の約1km北にはボーリングMIT-4が掘削されており、約-100mslで基盤とみられる層準をつかまえている。このボーリングの位置の重力値と等しい本断面上の点での計算された基盤の深度は $\Delta\rho=0.9$ で約-150msl, $\Delta\rho=0.7$ で-200msl, $\Delta\rho=0.5$ で-350mslである。重力値の傾斜が比較的急な場所なので正確には比較できないが、地表から基盤まで低密度のジャンバン層上部層の凝灰岩が堆積しているこの地点周辺では、仮定する $\Delta\rho$ は0.7から0.9が実際の基盤面深度に近い値を表していると考え



第2-15图 2次元重力構造解析断面图 (A - C')

えられる。

本断面東部の地表地質調査の結果から推定される断層の位置では、重力値の中程度の傾斜がみられるが明瞭ではない。この断層の変位は大きくないと推測される。

(3) D - E 断面 (第2-17図)

本断面は低重力異常 L_1 (チカロンベースン) の中心をほぼ南から北に横切り、低重力異常 L_2 、さらに高重力異常 H_3 へ向かうものである。コントロールポイントは A - C', B - C 断面との交点に設置し、本解析で計算された深度を使用した。

チカロンベースンと低重力異常 L_2 (チボンガスベースン) を隔てている高重力帯での基盤の深度は、 $\Delta\rho = 0.7$ 及び 0.5 で $+30\text{msl} \sim +40\text{msl}$ である。従ってここではジャンパン層上部層の凝灰岩が薄くなっており、層厚は $50 \sim 100\text{m}$ 程度と推測される。

本断面北端の高重力異常 H_3 では、計算結果から基盤が露出するか、地表近くに存在することが予想される。このことは、地表地質調査によりこの地域の沢沿いに基盤の露出が認められた事実と良く合う。

3-3 考察

1次重力残差の解析により3つの重要な基盤構造が把握された。(1) ベースン-基盤隆起帯構造、(2) 断層構造、及び(3) トラフ構造である。

ベースン-基盤隆起帯構造としては次のものが認められた。

- ・チカロンベースン、及びチボンガスベースン
- ・チウラン川中流隆起帯、バシールギントウン隆起帯及びバシールガル隆起帯

チカロンベースンは、バシールニャトゥからチメダン川下流域に広がる最も顕著な低重力異常である。このベースンは東西約 10km 、南北約 6km である。2次元断面構造解析の結果、中心での深さは海面水準下 $500 \sim 700\text{m}$ と推定される。その西縁はチカロン-チカトマス道路へ向け重力急傾斜帯となり、急激に重力値を増加させてチウラン川中流隆起帯に至っている。対称的にその東側は、バシールギントウン隆起帯へ向かい、比較的緩い傾斜で重力値が高くなっている。地質調査の結果からは、中新世中期に形成されたグリーンタフから成るベースンと解釈される。チカロンベースンの北方には東西方向に並ぶ3つの低重力異常が認められ、チボンガスベースンを形成している。

3つの高重力異常-チウラン川中流域、バシールギントウン付近及びバシールガル付近-は、基盤であるジャンパン層下部層の露出地域の分布とよく一致し、基盤の隆起を示すと考えられる。

認められた重力急傾斜帯は、基盤深度の急激な変化を示していると考えられ、断層の存在を示唆する。N-S系のものとしては、チカロンベースンの西側及びバシールガル隆起帯の西側が挙げられる。チブニアシの北方にも重力の傾斜は中程度であるが、地質調査の結果から推定される断層が存在する。またチササ石膏鉱山の東にはやや急な重力傾斜が、チカロンベースンの西側の急傾斜帯の北方延長上に認められる。E-W系のものとしては、チカロンベースンの北側のものが顕著である。

局所的なトラフ状構造は塊状硫化物鉱床の形成に有利な場であると考えられ、チブニアシ重晶石層の付近に認められた。このトラフは、バシールギントウン隆起帯からチカロンベースンへの斜面上に南西方向に延びている。また、別のトラフ状構造が、チササ石膏鉱山の南に認められ北東に延びている。

既知の鉱床は、重力の高異常と低異常の中間の重力構造の斜面上に位置し、地質構造的にはグリーンタフベースンの縁辺部の基盤隆起帯に接している箇所に分布するものと解釈される。チブニアシ重晶石層は、チカロンベースンの縁にあり、バシールギントウン隆起帯に接する。チササ石膏鉱床は、チボンガスベースンの縁にありチウラン川中流隆起帯に接している。チダダップ鉱床の場合は、チブニアシやチササほど明瞭ではないが、インド洋岸に想定されるベースンの縁辺にあり、チウラン川中流隆起帯に面していると推定される。さらに重力構造の解析によって、マンガン鉱床と石膏鉱床・重晶石層の位置関係に関して興味ある事実が認められた。即ち、層状マンガン鉱床は常に石膏や重晶石に対して重力の高異常側に位置している。

第4章 IP電気探査

4-1 調査目的及び概要

タイムドメインIP探査が、本年度先行して実施された地質調査、地化学探査、重力探査の結果をもとに得られた、探鉱有望地チブニアシ・バレカンバン地域において実施された(第1-2図)。探査の目的は地下深部の電気的性質を明らかにし、鉱化作用に関連したIP異常を抽出することである。

調査は第2-18図に示す測線12本合計23.2kmにおいて、ダイポール-ダイポール電極配置(電極間隔50m, N=1~5, 周波数 0.25Hz)で実施した。また現地で採取した26個の岩石試料について比抵抗・充電率の測定を行った。

4-2 調査方法

4-2-1 手法

IP法は、大地の電気的な分極効果(IP効果)を観測する探査法である。IP効果は次のような現象から生じる。

金属鉱物を含む岩石に直流電流を流すと、鉱物の表面と周囲の間隙水の間で電位が生じ、電荷が蓄えられ分極がおこる。この電荷は、電流を切断した後に徐々に放出され、時間の経過とともに減衰する残留電圧を発生させる。しかしIP効果は、金属を含む岩石以外に石墨、粘土を含む堆積岩などにおいても生じることがある。

タイムドメインIP法では、第2-19図に示すように、通常送信電流として方形波断続交流が用いられ、受信電位は、通電時の1次電位 V_p 及び電流切断後の減衰電圧(2次電圧 V_s)から形成される。IP効果の大きさを表す指標として、充電率は受信電位から求められる。

充電率Mは、(4-1)式で表される。1次電位に対する2次電位の時間積分値の比であり、単位は $mV \cdot S/V$ である。

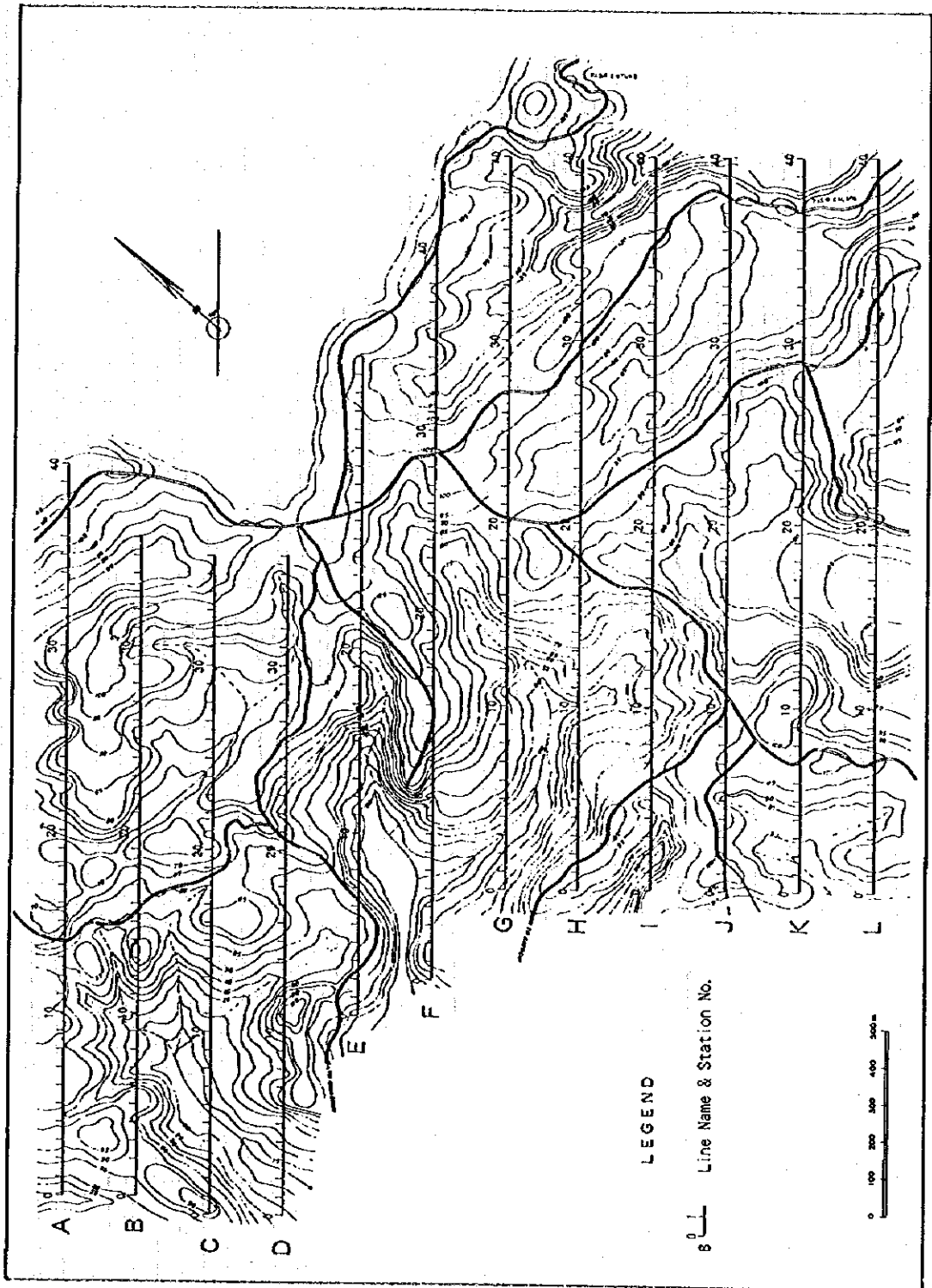
$$M = \frac{1}{V_p} \int_{t_1}^{t_2} V_s dt \quad (mV \cdot S/V) \quad (4-1)$$

t_1 : 減衰電位測定開始時間

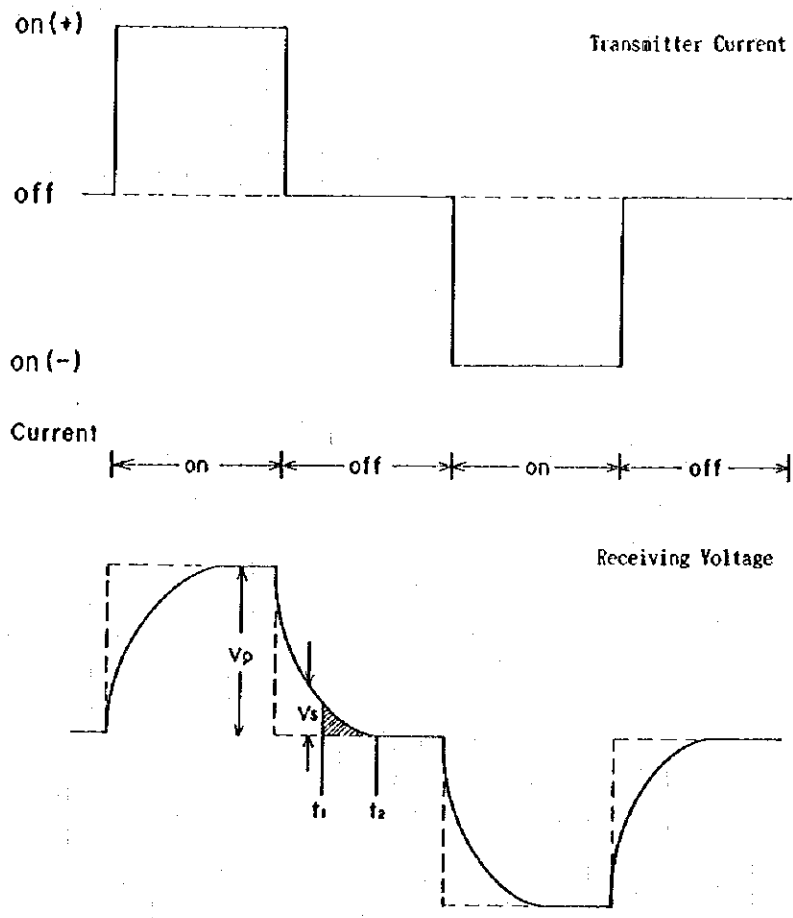
t_2 : 減衰電位測定終了時間

V_p : 通電時の1次電圧

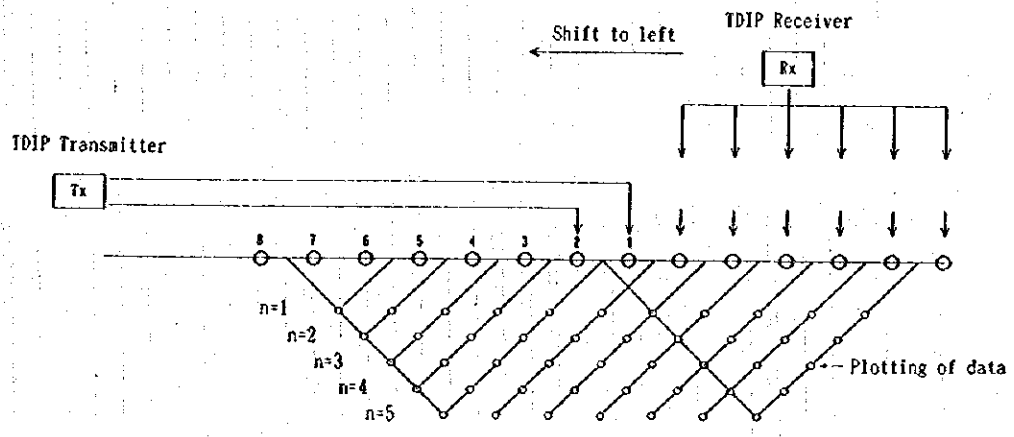
V_s : 電流切断後の積分区間の減衰電圧(2次電圧)



第2-18图 I P 探查测线位置图



第2-19图 IP 探查送信・受信波形



第2-20图 受信器配置概念图

受信電極 銅・硫酸銅非分極ポーラスポット

(3) 測定方法

測定の仕様は次の通りである。

- ・電極配置 ダイポール・ダイポール配置
- ・電極間隔 水平距離 50m
- ・電極隔離係数 $N = 1 \sim 5$
- ・ON/OFFサイクル 0.25Hz

送信ダイポールと受信ダイポールは第2-20図のように配置した。

今回使用した受信機GDP-16では、次式によって充電率が定義されている。

$$M = T / 1024 \times 1.87 / V_p \times \int V_s \quad (\text{mV} \cdot \text{S}/\text{V}) \quad (4-2)$$

ここで0.25Hzでは

T : 周期 4秒

1024 : 1サイクルのサンプル数

1.87 : Newmont定数

V_p : 通電時の1次電圧

$\int V_s$: 電流切断後0.5~1.1秒の減衰電圧(2次電圧)の積分

比抵抗は、通電時の1次電圧(V_p)と送信電流(I)から次式で求められる。

$$\text{見掛比抵抗 } R = \pi a n(n+1)(n+2) * V_p / I \quad (\text{ohm} \cdot \text{m}) \quad (4-3)$$

ここで a : 電極間隔 (m)

n : 電極隔離係数

V_p : 通電時の1次電位 (Volt)

I : 送信電流 (Amp)

4-2-3 室内試験

調査地域内において代表的な岩石及び鉱石を採取し、野外測定と同一の測定方法により、比抵抗及び分極率の室内測定を実施した。室内試験をおこなった岩石サンプル数は26件である。

4-2-4 解析方法

測定された比抵抗及び充電率は、それぞれ各測線毎に断面図に表示した。また電極隔離係数による地表下深度によって平面図に表示した。これらの平・断面図から地下の電気的特性を解釈した。

IP異常に対する定量的な解析法として、2次元モデルシミュレーションを室内試験結果を考慮して実施し、異常源の充電率・比抵抗・規模等を推測した。

上記の解析結果を、地質・地化学・重力・ボーリング調査結果も活用して考察を行なった。

4-3 調査結果

4-3-1 見掛比抵抗

観測された見掛比抵抗の各測線の断面図を第2-21,22図に示す。またこれらの観測値を電極隔離係数による地表下深度毎に平面図に示す(第2-23,24,25図)。作成したN=1,3,5の3深度の平面図は、それぞれ概ね地表下約50m,100m,150mのものに相当する。

本調査地域の見掛比抵抗の特徴は次の通りである。

- ・比抵抗は全体に低く5~30ohm-mが支配的である。観測された比抵抗は2~154 ohm-mである。
- ・30ohm-m以上の比較的高比抵抗は、調査地域南東部(測線K,L及びJの南西部)の地下浅部から深部にかけて分布する。ここでは重力調査の結果から基盤がかなり浅いと推定される。また、測線Aの測点6~16付近にも分布する。これは、地表の高比抵抗の石灰岩の丘の影響であると推測される。その他、測線B,C,D及びHの地表近くにも幾つか小さな高比抵抗が検出された。B,C,Dのものはカリブチャン層の石灰岩の分布域にあたり、その影響と思われる。
- ・調査地域中央部には10ohm-m以下の低比抵抗が広く分布する。これは重力残差の解析で抽出されたトラフ状構造に概ね合致する。

4-3-2 充電率

観測された充電率の各測線の断面図を第2-26,27図に示す。またこれらの観測値を電極隔離係数による地表下深度毎に平面図に示す(第2-28,29,30図)。作成したN=1,3,5の3深度の平面図は、それぞれ概ね地表下約50m,100m,150mのものに相当する。

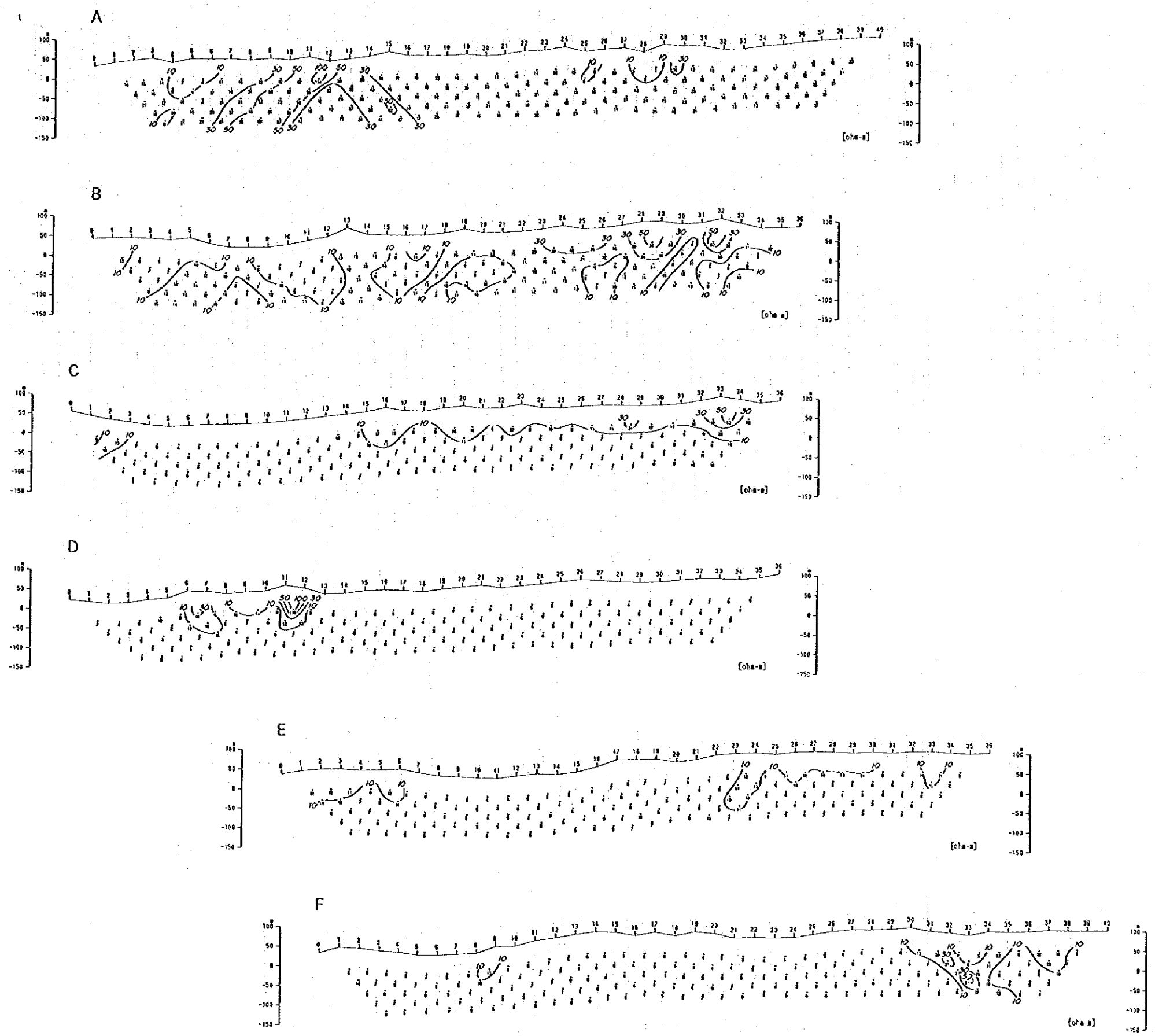
本調査地域の充電率の特徴は次の通りである。

充電率は全体的に低く、平均2.5(mV·S/V)、標準偏差1.1(mV·S/V)であった。ただこのバ

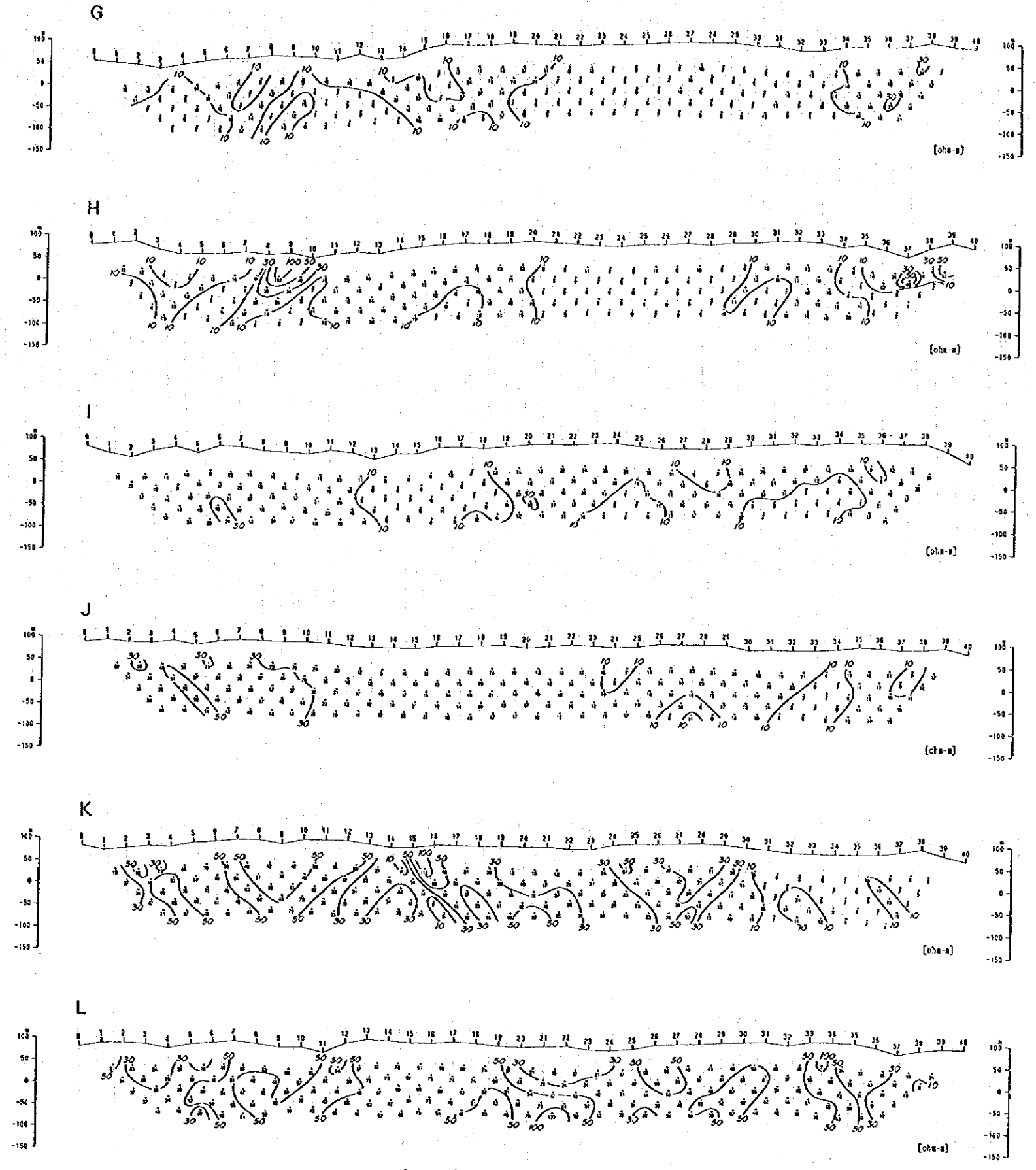
0

3

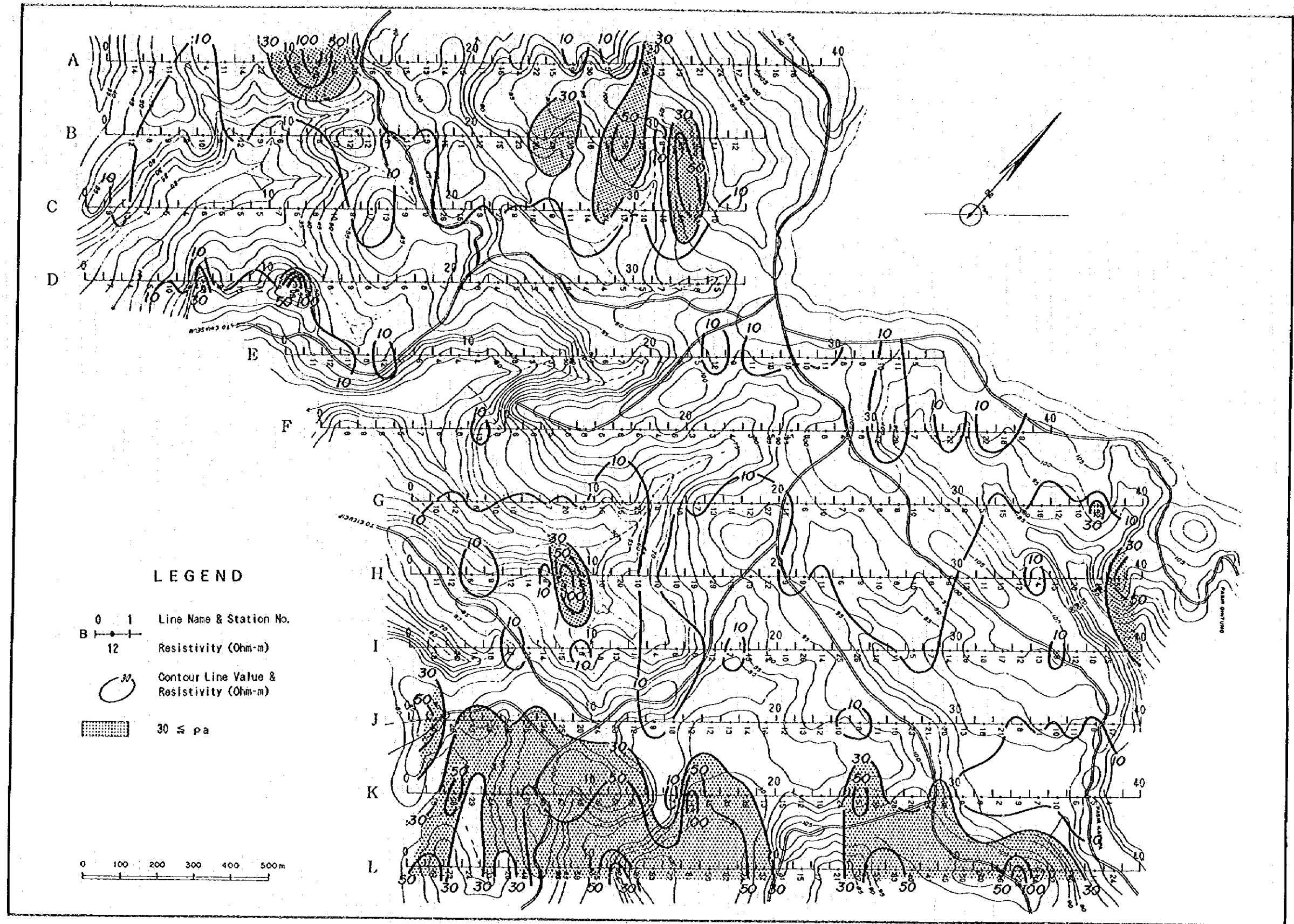
0



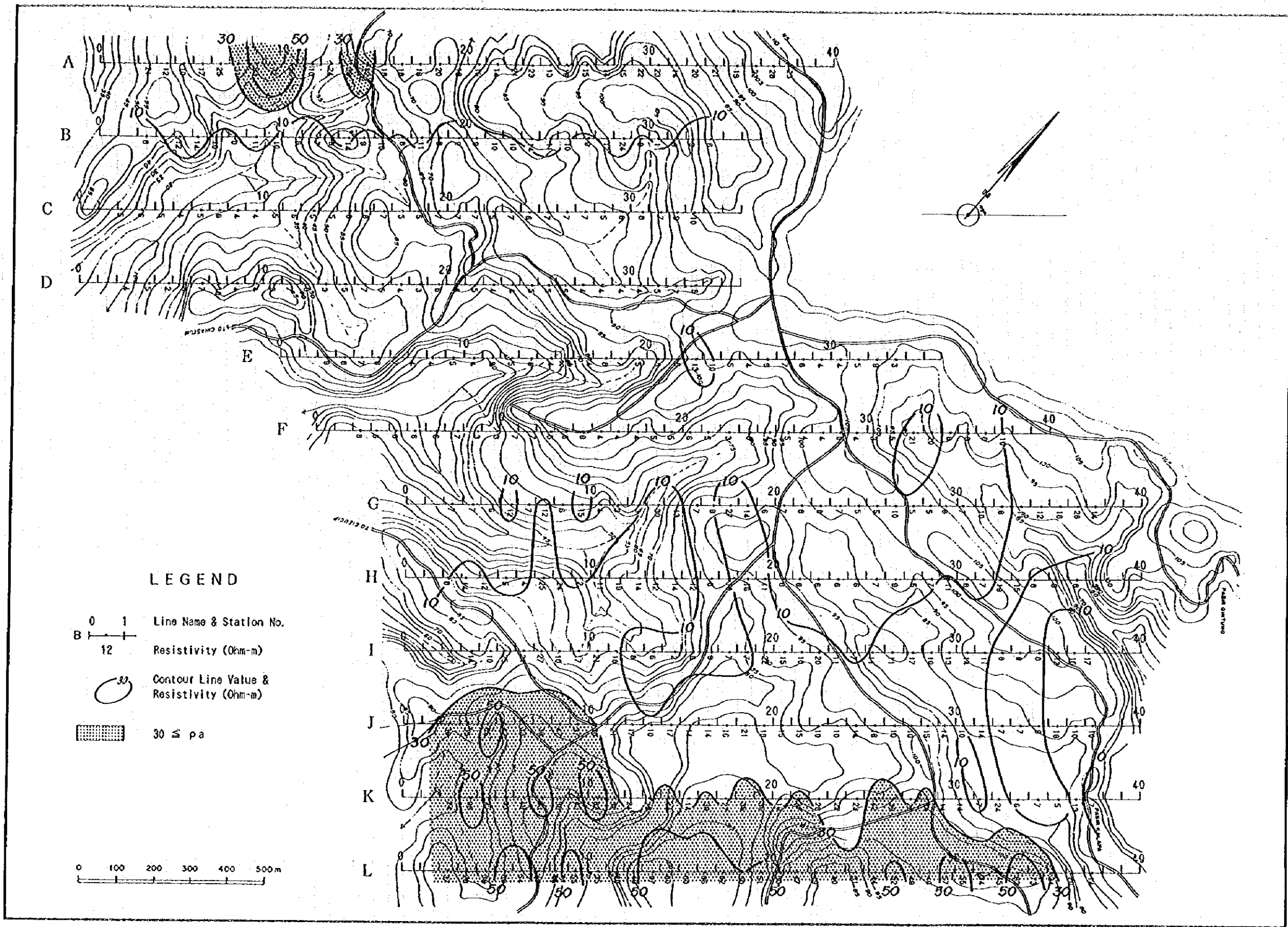
第2-21图 見掛比抵抗断面图 (A-F)



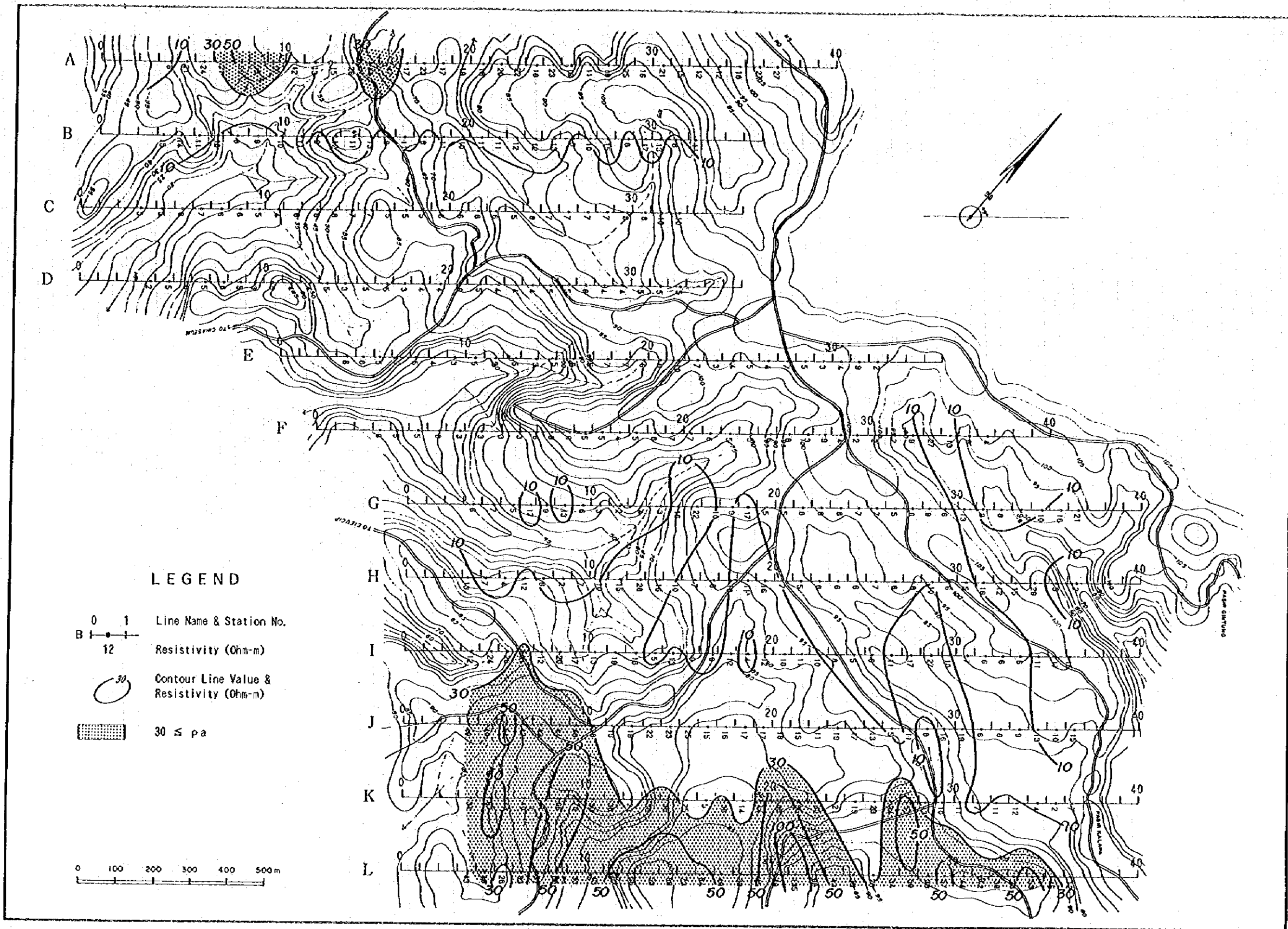
第2-22图 見掛比抵抗断面图 (G-L)



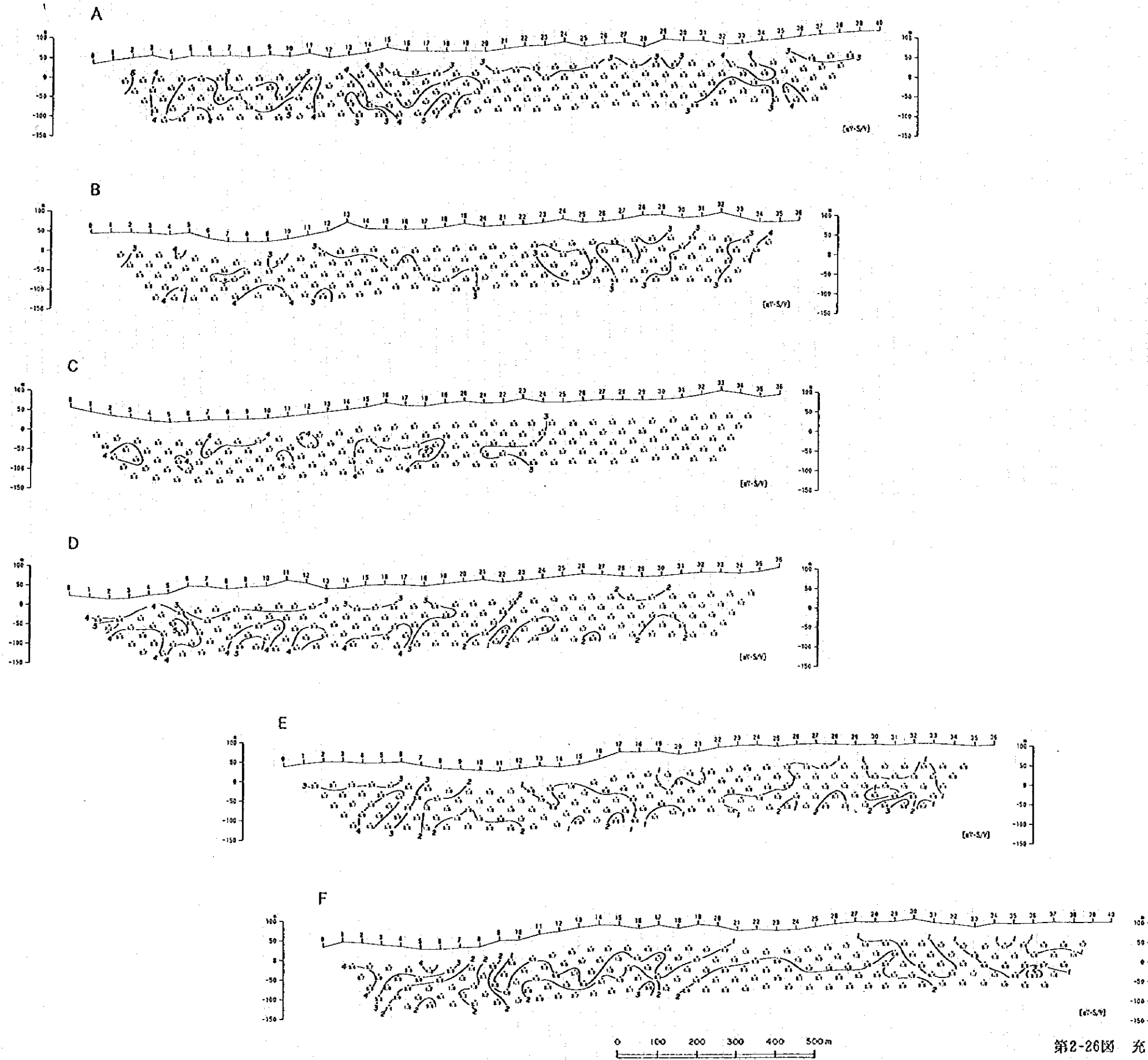
第2-23图 見掛比抵抗平面図 (N=1)



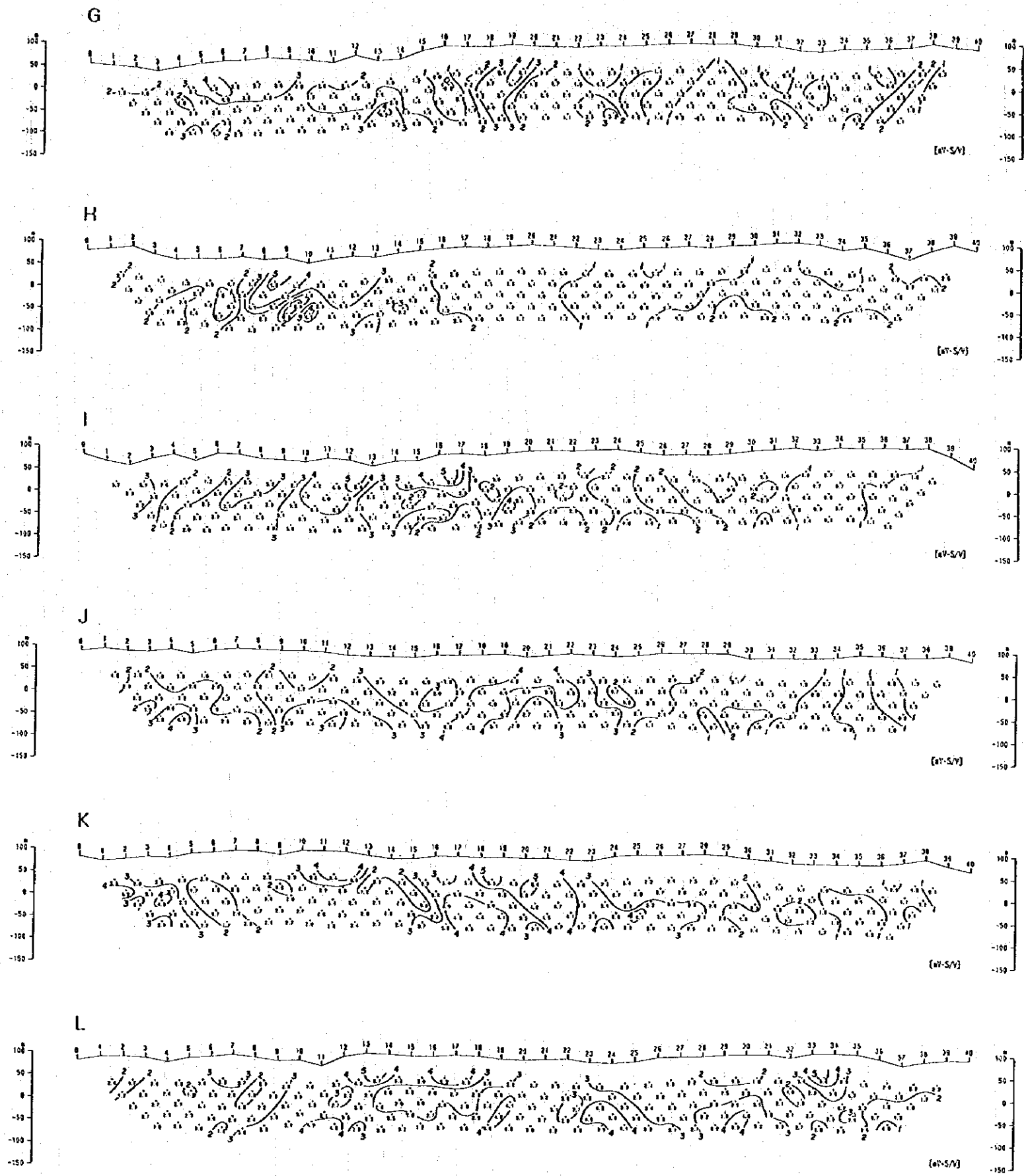
第2-24図 見掛比抵抗平面図 (N = 3)



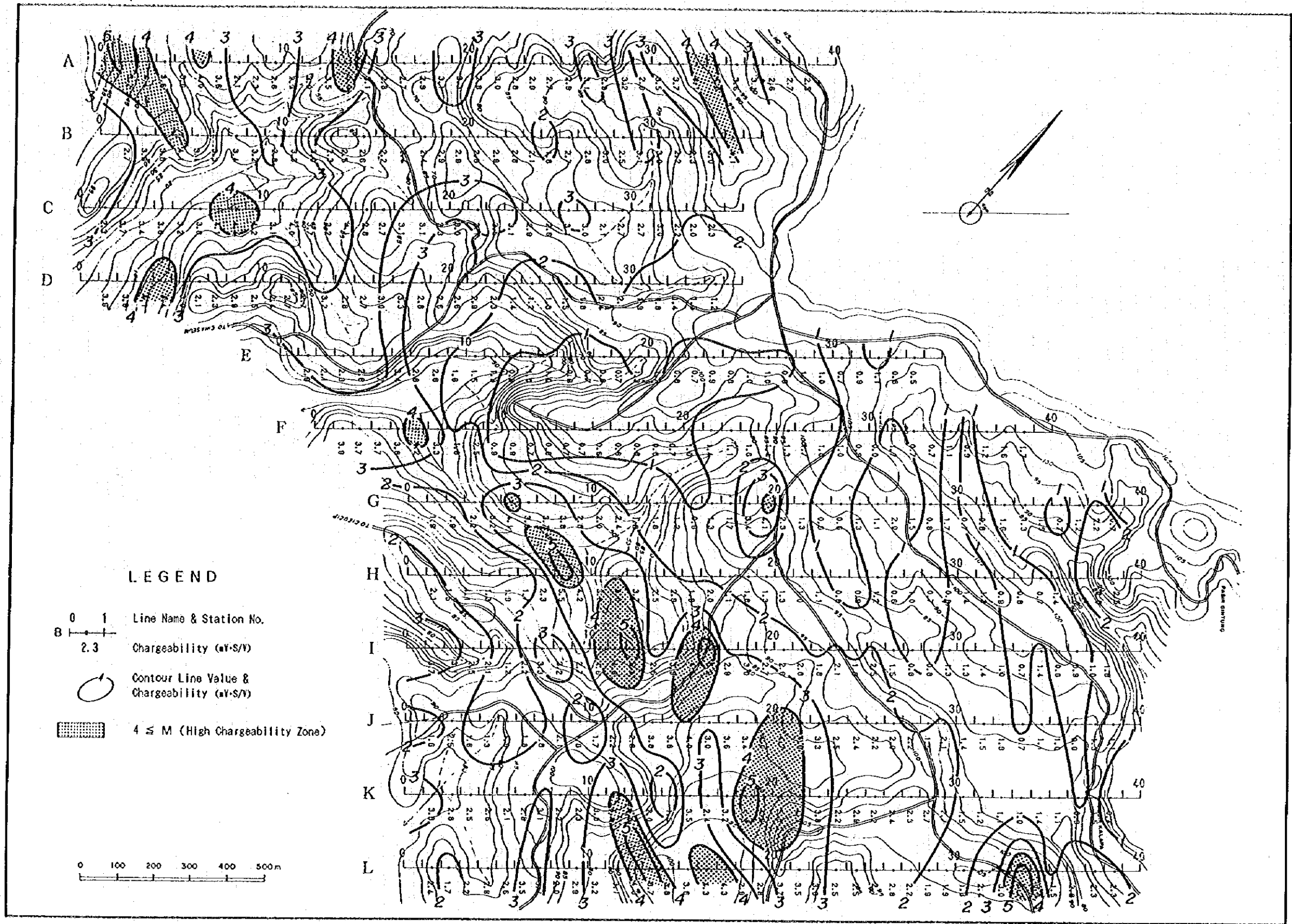
第2-25图 見掛比抵抗平面図 (N = 5)



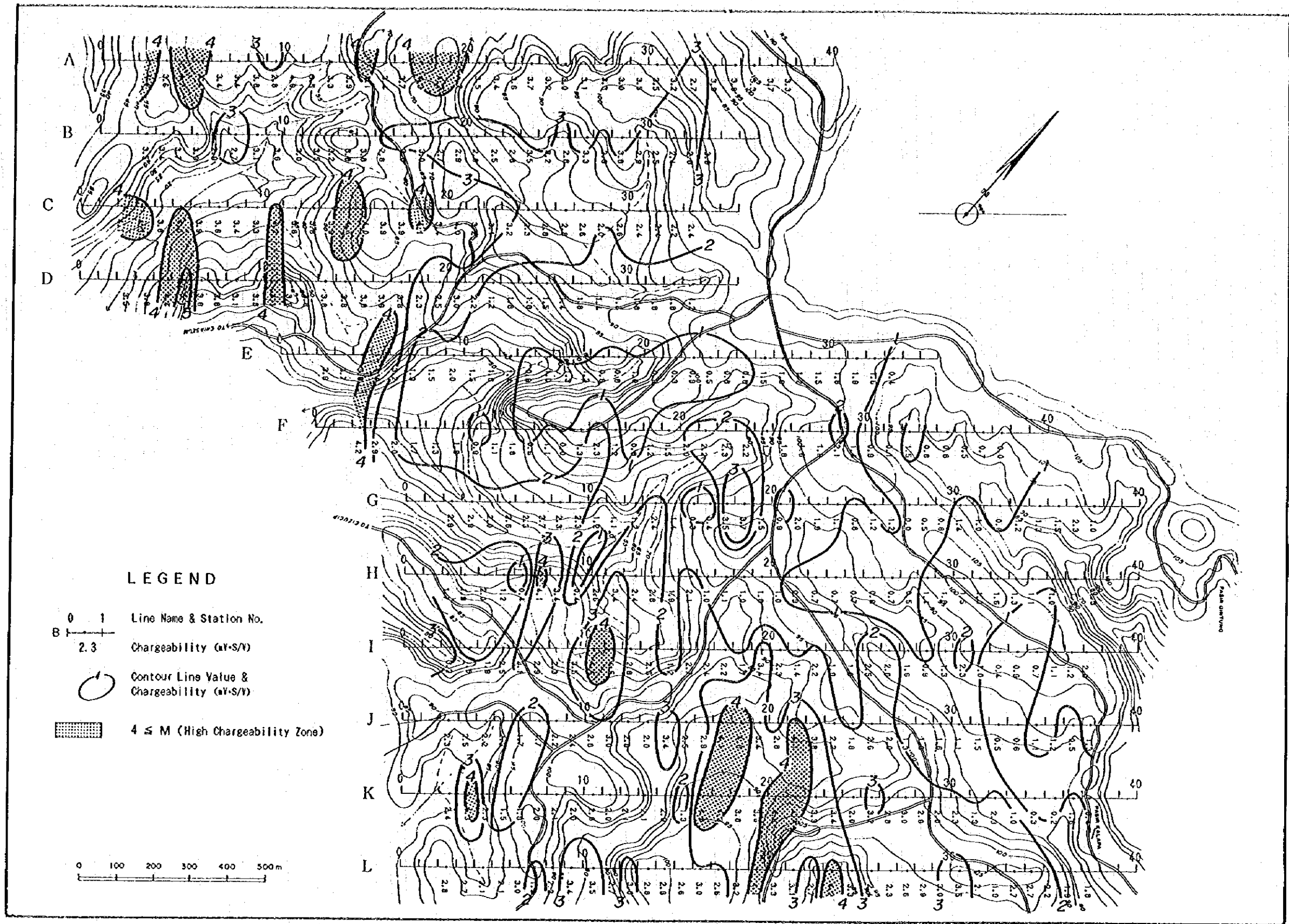
第2-26图 充电率断面图 (A-F)



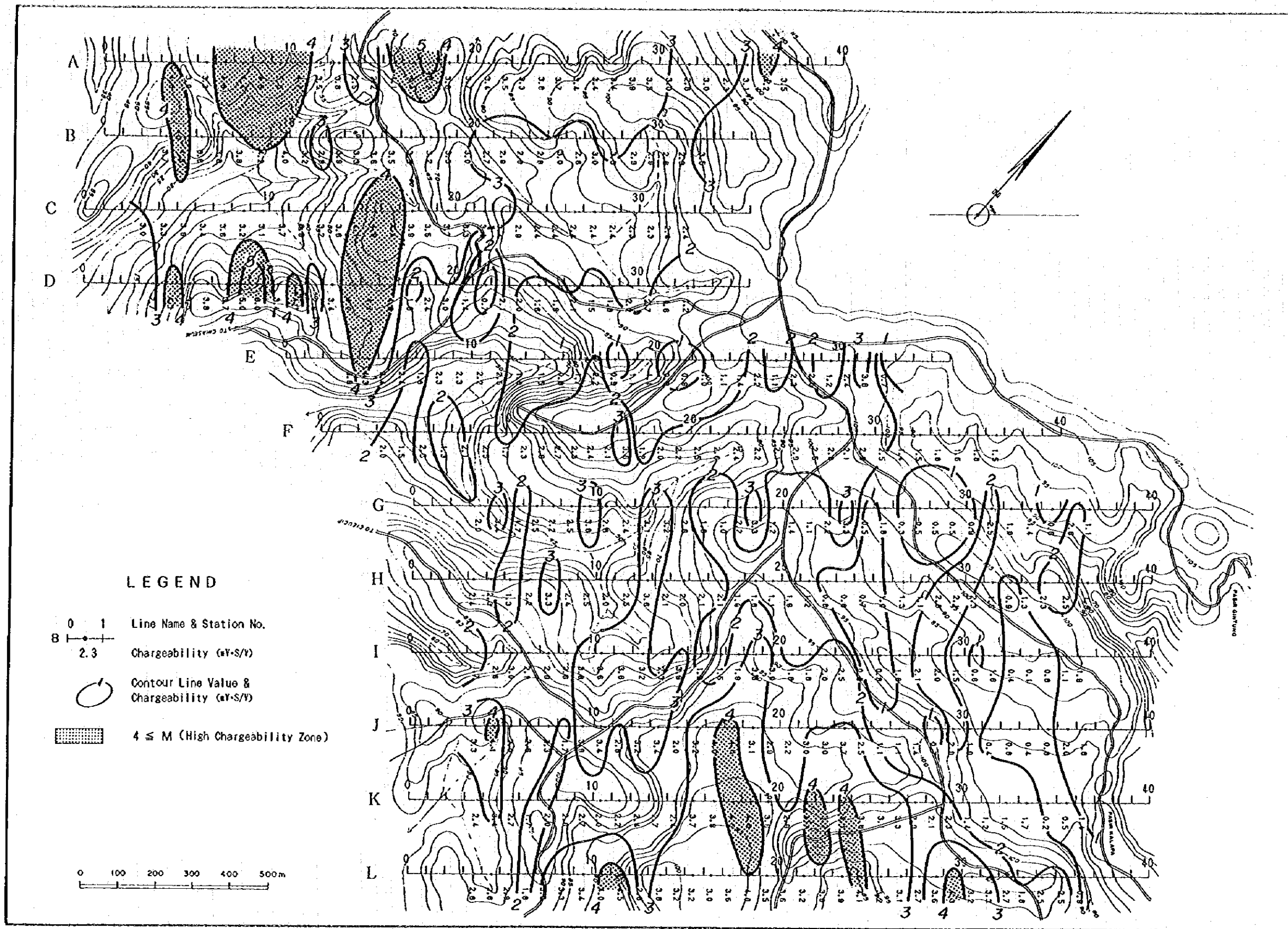
第2-27图 充电率断面图 (G-L)



第2-28图 充电率平面图 (N=1)



第2-29图 充電率平面図 (N = 3)



第2-30图 充電率平面図 (N=5)

ックグラウンド値は、調査地域西部（測線A全体とB, C, Dの南西部）ではやや高くなっている。これはカリブチャン層の石灰岩の分布とほぼ一致している。

本調査では充電率 4.0 (mV·S/V) 以上を充電率異常として抽出した。主につぎの3つの地域で異常域が把握された。

(a) 測線 C, D の南西部の中深部～深部 スカサリ地区

これらの異常は10 ohm-m以下の低比抵抗域に存在し、バックグラウンドとの顕著な比抵抗の差がない。

(b) 測線 A の南西部の浅部～深部 スカサリ地区

これらの異常は、10～30 ohm-mのバックグラウンドである地域に存在する。地表の高比抵抗の石灰岩の丘によるやや複雑な比抵抗パターンの中にあり、比抵抗との関係は明らかではない。

(c) 測線 J, K, L の中央部の浅部～深部 ビヒプール地区

これらの異常は、30 ohm-m以上の比較的高比抵抗域の縁辺付近に存在する。

その他、浅部から中深部の小規模な異常が、(c) の異常から西へ向かい雁行状に検出された。

- ・測線 I の測点11及び16付近
- ・測線 H の測点 8 付近

である。また測線 E の測点 5 付近及び測線 A の測点36付近にも、小規模な異常が検出された。

4-3-3 室内試験結果

7個の地表採取試料、19個のボーリングコア試料について野外測定と同じ測定器及び条件で、比抵抗と充電率の測定を実施した。その結果を第 2-8表に示す。

岩種ごとの比抵抗及び充電率の平均値は、以下に示す通りである。

Rock	Resistivity(ohm-m)	Chargeability(mV·S/V)
Tuff(U. Jampang F.)	25	7.3
Sandstone(Kalipucang F.)	22	11.3
Gypsum	910	1.6
Manganese ore	54	144
Siliceous ore(Py, Cp imp)	660	126

比抵抗に関しては、ジャンバン層上部層の凝灰岩、カリブチャン層砂岩、マンガン鉱石は低比抵抗であり、石膏と珪質鉱石は高比抵抗である。特に本調査地のバックグラウンド

第 2-8表 充電率・比抵抗室内試験結果

No.	Rock Name	Deeps (m)	Chargeability (mv/v)	ρ ($\Omega \cdot m$)	Remarks
1	Gypsum	Surface	1.7	518	
2	Gypsum	Surface	1.5	1,980	
3	Gypsum	Surface	1.7	240	
4	Manganese ore	Surface	143.9	54	
5	Siliceous ore	Surface	80.1	1,590	Py, Cp, imp
6	Siliceous ore	Surface	112.7	310	Py, imp
7	Siliceous ore	Surface	185.9	88	Py, Cp, imp
8	Sand stone	MIT-5 5.25	17.6	33	
9	Sand stone	MIT-5 5.40	5.4	12	
10	Fine tuff	MIT-5 28.50	9.7	43	
11	Fine tuff	MIT-5 28.70	7.0	60	
12	Fine tuff	MIT-5 28.90	3.1	41	
13	Dacitic tuff	MIT-5 38.75	8.0	31	
14	Dacitic tuff	MIT-5 38.85	8.1	10	
15	Coarse tuff (sandy)	MIT-5 56.05	12.2	16	
16	Coarse tuff (sandy)	MIT-5 56.15	15.1	16	
17	Coarse tuff (sandy)	MIT-5 56.25	1.7	16	
18	Coarse tuff (sandy)	MIT-5 106.36	4.7	42	
19	Coarse tuff (sandy)	MIT-5 106.45	8.3	39	
20	Coarse tuff (sandy)	MIT-5 106.50	2.5	26	
21	Coarse tuff (sandy)	MIT-5 124.96	7.7	18	
22	Coarse tuff (sandy)	MIT-5 125.05	4.6	17	
23	Coarse tuff (sandy)	MIT-5 128.80	7.0	10	
24	Coarse tuff (sandy)	MIT-5 129.00	4.6	11	
25	Coarse tuff (sandy)	MIT-5 129.10	5.2	10	
26	Coarse tuff (sandy)	MIT-5 141.20	14.5	12	

とみられる凝灰岩は非常に低比抵抗で、17個の試料のうち10個が10~20 ohm-mである。室内試験のサンプルは、風化帯・破砕帯などの脆弱部（透水性の良い、即ち導電性の良い箇所）の存在しない状態であり、一般に比抵抗は現場より大きく測定される。このことを考慮すると、野外調査の結果をよく裏付けるものとなっている。凝灰岩は全般的にモンモリナイト化変質を受けており、低比抵抗の一因と考えられる。

充電率は、黄鉄鉱・黄銅鉱の鉱染が認められる珪質鉱石で高く、凝灰岩と砂岩で低く、石膏で非常に低い。凝灰岩の平均値7.3 mV·S/Vを野外調査の結果の平均値2.5 mV·S/Vと比べるとかなり高い。

4-3-4 モデルシミュレーション解析結果

4 mV·S/V以上の高充電率異常を検出したA測線及びD測線の南西部、K測線の中央部の3測線に対して2次元モデルシミュレーションを実施した。バックグラウンドのジャンバン層上部層の凝灰岩は、比抵抗7~40 ohm-m、充電率2.5~3.0 mV·S/Vに設定した。鉱化帯の比抵抗はバックグラウンドと同程度、充電率は室内試験の結果よりバックグラウンドの10倍程度の30~40mV·S/Vを仮定した。

【A測線】（第2-31図）

本測線では、測点1~3、測点4~11、測点14~19の地下に把握された高充電率と測点8~13の地下に検出された、比較的高比抵抗が特徴である。測点10付近の高充電率異常は、隣接したB測線でも地下深部で検出されている。

作成したモデルは、測点5、測点11及び測点18付近の地下に30mV·S/Vの高充電率ゾーン（コード4）を、また測点13付近の浅部に10mV·S/Vのやや高充電率のゾーン（コード5）を設定した。さらに地形に合わせ測点3、11、15、19、21付近の地表には、石灰岩の丘を想定した高比抵抗低充電率のゾーンを、それ以外の地表にはカリブチャン層の砂岩を想定した低比抵抗低充電率のゾーンを設定した。測点2付近の異常は測線南端のためモデル計算の対象から除外した。

シミュレーション計算の結果は、測定結果と良好な調和が得られており、妥当なモデルと考えられる。異常源として、測点11付近の地表下約150mに数十m規模の高充電率帯が存在する可能性がある。また、測点5付近の地表下約100mに、20m×100m程度の規模の傾斜した層状の高充電率帯の存在が推定される。さらに、測点18付近の地表下約100mにも、20m×150m程度の規模の傾斜した層状の高充電率帯の存在が推定される。

【D測線】（第2-32図）

本測線では、測点2~6、測点8~13、測点14~17の地下に把握された高充電率と、測点6付近と測点11付近の地表近くに検出された高比抵抗が特徴である。測点14~17の高充

電率異常は隣接した C, E 測線でも検出されており、また測点 9 付近の地下深部は $N = 5$ で充電率が $5 \text{ mV} \cdot \text{S/V}$ を越え、本地域で把握された最も強い異常の一つである。

作成したモデルは、野外測定結果の高充電率異常のパターンを考慮して、測点 10 付近と測点 16 付近の地下深部に $30 \sim 40 \text{ mV} \cdot \text{S/V}$ の高充電率ゾーン（コード 4, 6）を、測点 3 ~ 7 の地下浅部に $8 \text{ mV} \cdot \text{S/V}$ のやや高い充電率の層状ゾーン（コード 5）を設定した。また測点 6 付近と測点 16 付近の地表には、石灰岩の丘を想定した高比抵抗低充電率のゾーンを設定した。

シミュレーション計算の結果は、測定結果と良好な調和が得られており、妥当なモデルと考えられる。測点 10 と測点 16 の地表下約 150m には、数十 m 規模の高充電率帯が存在する可能性がある。また測点 3 ~ 7 の地表下約 50m に、 $20 \text{ m} \times 300 \text{ m}$ 程度の規模のやや高い充電率の層状ゾーンの存在が推定される。

【K 測線】（第 2-33 図）

本測線では、測点 12 付近及び測点 16 ~ 23 の地下に把握された高充電率と、測点 15 の地下に検出された比較的高比抵抗を含めたやや複雑な比抵抗パターンが特徴である。測点 20 付近の高充電率異常は、隣接した J 測線でも地下浅部で検出されている。

作成したモデルは、測点 18 付近の地下に $35 \text{ mV} \cdot \text{S/V}$ の高充電率ゾーン（コード 7）を、また測点 20 付近の浅部に $6 \sim 7 \text{ mV} \cdot \text{S/V}$ の、また測点 26 付近の地下に $15 \text{ mV} \cdot \text{S/V}$ のやや高い充電率のゾーン（コード 5, 6, 9）を設定した。さらに測点 12, 15 付近の地表近くには、高比抵抗のやや高い充電率のゾーン（コード 4）を仮定した。重力探査の結果よりこの付近の基盤の深度は、ボーリング孔 MIT-7 での深度よりやや浅いと考えられ、地表下約 200m を基盤とした。さらに測点 14 付近の地表には低比抵抗低充電率のゾーンを設定した。

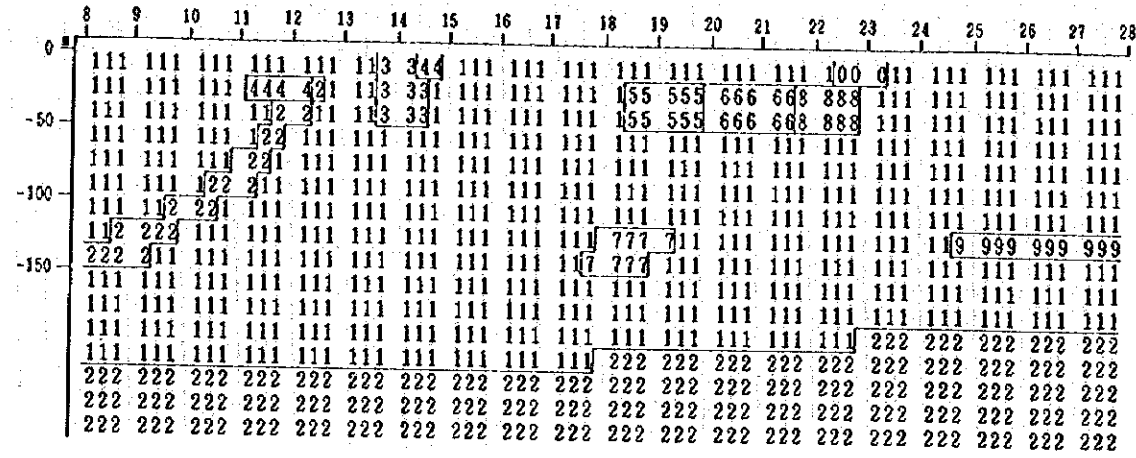
シミュレーション計算の結果は、測定結果と良好な調和が得られており、妥当なモデルと考えられる。測点 20 付近の地表下約 20m に、 $30 \text{ m} \times 150 \text{ m}$ 程度の規模の層状のやや高い充電率のゾーンの存在が推定される。また測点 18 付近の地表下約 150m には、数十 m 規模の高充電率帯が存在する可能性があるが、この高充電率帯の上部には前述の層状のやや高い充電率ゾーンが推定され、それより深部での規模や形状の推定は困難である。測点 26 付近の地表下約 100m には、 $20 \times 150 \text{ m}$ 程度の規模の層状のやや高い充電率のゾーンの存在が推定される。測点 12, 15 の地表近くには小規模な高比抵抗でやや高い充電率のゾーンが推定される。

4-4 考察

本調査地での物理探査総合解析図を第 2-34 図に示す。現地測定結果、採取した岩石試料の室内試験の結果及びモデルシミュレーション解析等により次のことが明らかになった。

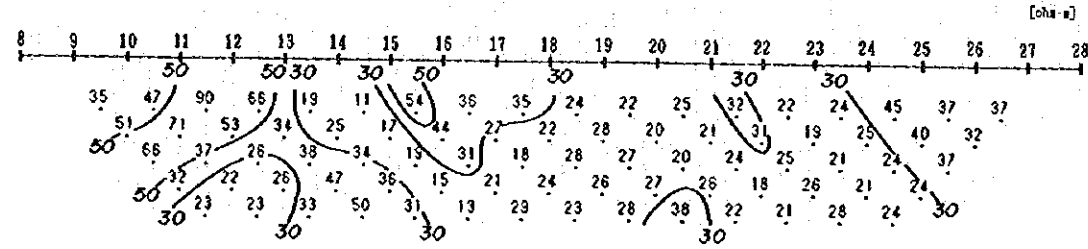
鉱化作用に関連すると考えられる IP 異常（充電率 $4.0 \text{ mV} \cdot \text{S/V}$ 以上）が、主に次の 3ヶ

SIMULATION MODEL LINE K

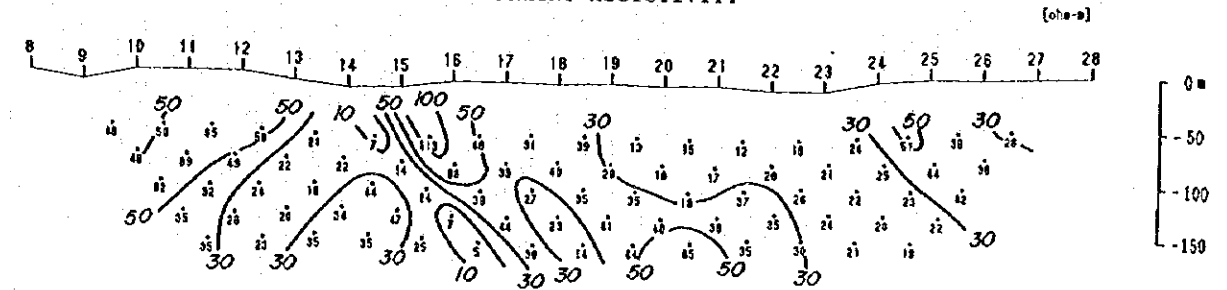


CODE	RESISTIVITY (ohm-m)	CHARGEABILITY ($\mu\text{V}\cdot\text{S}/\text{V}$)
0	air	
1	40	2.5
2	300	2.5
3	5	0.5
4	500	8.0
5	15	6.0
6	30	7.0
7	50	35.0
8	20	2.5
9	40	15.0

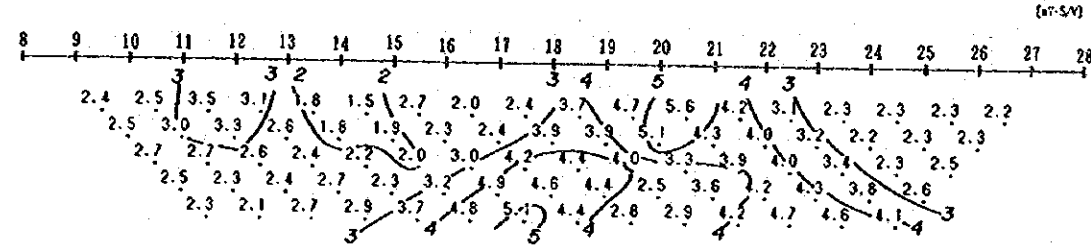
APPARENT RESISTIVITY



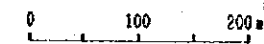
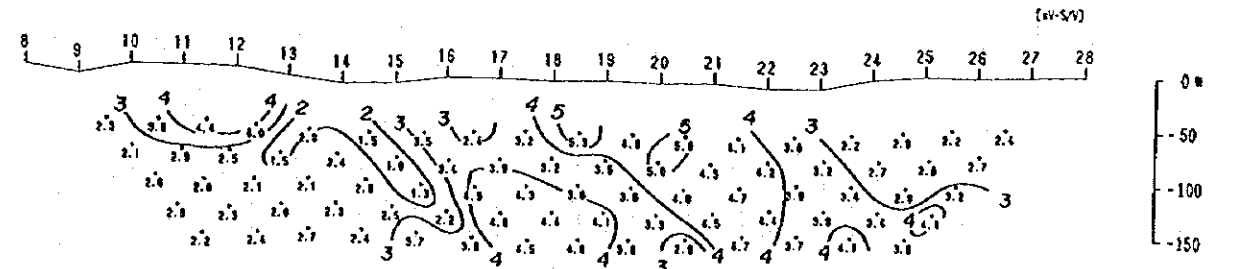
OBSERVED APPARENT RESISTIVITY



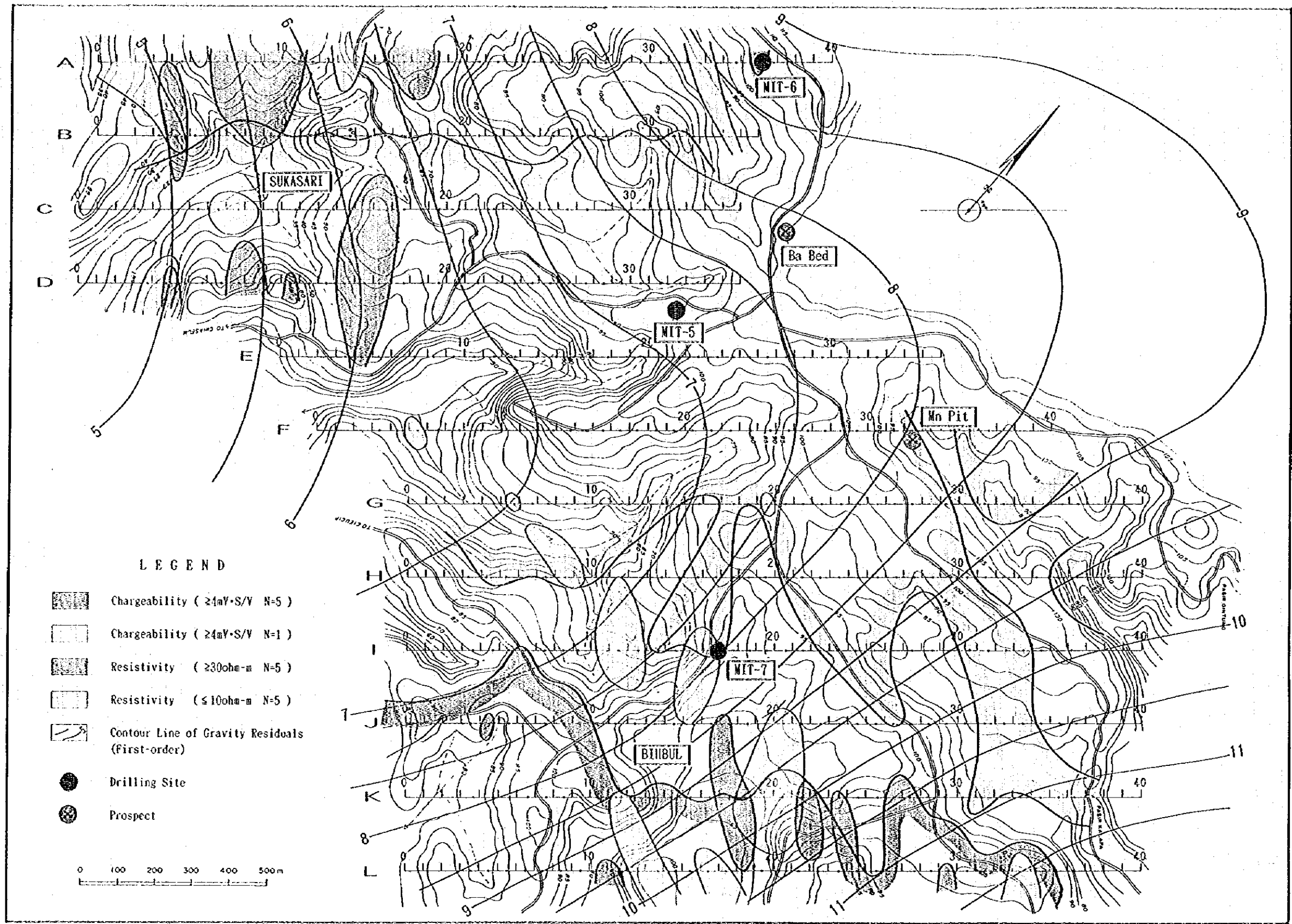
CHARGEABILITY



OBSERVED CHARGEABILITY



第2-33図 2次元モデルシミュレーション図 (K測線)



第2-34図 物理探査総合解析図 (チブニアシ地区)

所で検出された。

- (a) 測線 C, D の南西部 (スカサリ地区)
- (b) 測線 A の南西部 (スカサリ地区)
- (c) 測線 J, K, L の中央部 (ビヒプール地区)

これらの異常は、ジャンバン層上部層凝灰岩に対応する 5 ~ 30ohm-m の低比抵抗をバックグラウンドとして、浅部から深部 (地表下約 150m) に検出された。特に (a) の異常は、重力探査で認められたトラフ構造にほぼ一致する、10 ohm-m 以下の非常に低い比抵抗の分布域の中に位置している。(c) の異常は調査地域南東部に分布する 30 ohm-m 以上の比較的高比抵抗域の縁に位置する。ここでは基盤がスカサリ地区よりかなり浅いと考えられる。基盤深度は重力探査とボーリング調査の結果から、スカサリ地区では -200msl 以深 (地表下 250 ~ 300m 以深)、ビヒプール地区では -150msl 以浅 (地表下 250m 以浅) と予想される。

その他、より浅部の小規模な異常が、(c) の異常から西へ向かい雁行状に検出された。

- ・ 測線 I の測点 11 及び 16 付近
- ・ 測線 H の測点 8 付近

である。また測線 E の測点 5 付近及び測線 A の測点 36 付近にも小規模な異常が検出された。

これらの異常と比抵抗の対応は一部を除いて不明瞭で、低比抵抗のバックグラウンドと顕著な差は認められない。しかしこの低比抵抗から解釈すると、粘土変質を伴う鉱化作用に関連していると思われる。また、測線 I の測点 16 付近の地下浅部の異常をターゲットにしたボーリング M I T - 7 において、数層準の硫化物鉱染を伴う珪化、絹雲母・緑泥石変質帯を把握した。本調査地の I P 異常は同様の鉱化変質作用に関連している可能性がある。測線 H の測点 8 付近では高比抵抗と高充電率が一致し、珪化を伴う鉱化作用の可能性が有る。ただ本地域の比抵抗構造から大規模な珪化帯は考えにくい。

2次元シミュレーションの結果を、30mV・S/V 以上のゾーンを鉱化帯、6 ~ 15 mV・S/V のゾーンをやや弱い鉱化帯と区分すると、上述の主な 3カ所の異常は次のように解釈できる。

(a) 数十m規模の鉱化帯が、D測線の測点10付近及び16付近の地下深部に存在する可能性がある。そのうち測点16付近の異常は、隣接したC、E測線でも地下深部に検出され、鉱化帯が北西-南東方向に400mほど延び、その鉱化の中心はC測線寄りであると推測される。また測点10付近の鉱化帯の東側の広がり、測線がないので不明であるが、本調査で最も強い異常の一つである。重力構造のトラフにあたることも考慮すると、この2つの異常は本調査地における最も興味深い探鉱候補地と考えられる。また測点5付近の地下浅部には、

層状のやや弱い鉱化帯の存在が推定される。

(b) 数十m規模の鉱化帯が、A測線の測点11付近の深部に存在する可能性があり、隣接したB測線へ向け南西方向に広がりをもつと推測される。また傾斜した層状の鉱化帯が、A測線の測点5付近及び測点18付近の中深度に存在する可能性がある。これら3つの推定される鉱化帯の西への広がりには測線がないので不明である。また測線南端測点2付近の異常についても、測点が足りず広がり等は不明である。

(c) K測線の測点20付近の浅部に層状のやや弱い鉱化帯の存在が推定され、隣接したJ測線へ向け北西に延びていると予想される。さらにここから西へ向かい雁行状に検出されたI、H、G測線の異常は、浅部のみを検出されていることから、地下浅部の層状のやや弱い鉱化作用がビヒプール地区の鉱化の特徴と思われる。またK測線の測点18付近の地下深部には鉱化帯が存在する可能性があるが、その上部には前述の層状のやや高い充電率ゾーンが推定され、それより深部での規模や形状の推定は困難である。測点26付近の中深度には層状のやや弱い鉱化帯の存在が推定される。

本調査地で支配的な5~30 ohm-mの低い見掛け抵抗は、対応すると考えられるジャンバン層上部層の凝灰岩の室内試験結果と良く合致した。広くモンモリロナイト化がみられるジャンバン層上部層の凝灰岩が低比抵抗の一因と考えられる。

測線間隔が200mとやや広がったこと、また最も有望な異常が認められたスカサリ地区の周辺に測線が十分に配置されていないことにより、IP異常のより正確な把握ができなかったのは残念である。

第5章 ボーリング調査

5-1 ボーリング調査の概要

チササ・チダグップ・チブニアシ地域の本年度のボーリング調査は、7孔1,650mの計画で行われた。その内、4孔900mを西部地域に、3孔750mを東部地域において実施するものであった。

本年度のボーリング調査プログラムは2つの目的で行われた。第1に、本地域の基盤（ジャンバン層下部層）と鉱床層準のグリーントフの構造調査を目的とするもので、この目的にMIT-1～2の2孔が当てられた。第2は、先行した地質調査、地化学探査及びIP電気探査で得られた有望な鉱化変質帯・示徴の確認を目的とするものである。チササ石膏鉱山の周辺部において、地質調査と岩石地化学探査により得られた鉱化変質帯を対象に、MIT-3～4の2孔のボーリングが実施された。またチブニアシ地区において、地質調査・岩石地化学探査及びIP電気探査で得られた有望な鉱化変質帯・示徴の下部確認を目的として、MIT-5～7の3孔のボーリングが実施された。

ボーリング孔の1孔深度は200～250mで、地表下100ないし200mの所にターゲットを設定した。各孔とも（MIT-5を除いて）基盤のジャンバン層下部層が出るまで掘進された。最終的に7孔合計1,704.10mのボーリングが本年度実施された。ボーリング孔の位置、延長等の詳細を下の表に纏めた。第2-35図にボーリング位置図を掲げる。

ボーリング No.	地域	地区	孔口 標高	方位	傾斜	掘削深度
MIT-1	西部地域	Singkir	125 m	0	-90	200.50 m
MIT-2	同上	Panyairan	170	0	-90	200.50
MIT-3	同上	Cipari	175	0	-90	250.50
MIT-4	同上	Panyosogan	215	0	-90	311.10
MIT-5	東部地域	Sukasari	85	0	-90	250.50
MIT-6	同上	Sukasari	100	0	-90	250.50
MIT-7	同上	Bihbul	95	0	-90	240.50
合計	7孔					1,704.10 m

ボーリング柱状図は縮尺 1:200で作成され、コアはカラー写真が撮られた。分析試料数は17件、Au, Ag, Cu, Pb, Zn, Fe, Mn, Baの8元素について鉱石分析が行われた。岩石試料142件について、Au, Ag, Cu, Pb, Zn, As, Sb, Fe, Mn, Ba, CaO, MgO, K₂O, Na₂Oの14成分の地化学分析が実施された。鉱石研磨片、岩石薄片とX線解析試料が、各々15, 22, 53件採取された。

5-2 工法・使用機器

工 法

表土と砂礫層（地表下約6m）は、HWメタルケーシングシュューにより掘削され、HWケーシングパイプが挿入された。岩石の風化帯はNWダイヤモンドケーシングシュューを使い、無水掘りの普通工法で掘削された。風化帯は深度最大8mまで続き、この間はNWケーシングパイプが挿入された。着盤した後は、NQオーバーサイズのダイヤモンドビットとNQ-WLコアチューブを使用して、ワイアーライン工法により掘削され、BWケーシングパイプが深度100m程度まで挿入された。100m以上、孔底（200～250m）までの深度は、BQオーバーサイズ（外径62.0mm、内径36.5mm）のダイヤモンドビットとBQ-WLコアチューブを使用して、ワイアーライン工法により掘削された。掘削には通常、ベントナイトベースの泥水にマッドオイル、リボナイトとCHCを混合したものが使用された。亀裂の発達する箇所では、テルストップとシークレイ（石綿）が添加され、逸水防止対策に用いられた。逸水と孔壁崩壊が同時に発生した場合には、孔内セメンテーションが施行された。

使用機器

ボーリング機械として、ロングイヤージャ製L-38型試錐機とMG-15H型試錐ポンプが使用された。試錐機をはじめとする使用機器の仕様を、第2-9表にまとめて掲載した。ダイヤモンドビット及び消耗品については、第2-10及び2-11表に掲げた。

作業形態

ボーリングの掘進作業は、1日3交替制（1方8時間）で行われた。機組立て、搬入、搬出等の付帯作業は、1日1方で行われた。1方のクルーメンバーは、通常ボーリング技師1名と助手5名から構成された。付帯作業に際しては、それに約40名の作業員が加わって行われた。ボーリング作業用のベースキャンプがチカトマスに建設され、ベースキャンプと現場間の交通は車で行われた。通常の片道通勤時間は約1時間である。

運 搬

ボーリング資材は、横浜からジャカルタまで船で運ばれた。ジャカルタに到着後、そこからチカトマスまではトラック運送（10tトラック）された。その後現場までの機材の運搬は、軽トラック（2～3tトラック）をチャーターして行われた。ボーリング現場は既存車道から遠い場合があり、特に東部地域ではIP電気探査の結果でボーリング位置が決められることがあったため、既存の歩道を拡張してトラック運搬に適するよう道路造成が行われた。また、現場間の重量物運搬には、積載重量1,500kgのキャタピラー車が使用された。

第 2-9表 ボーリング使用機器リスト

Drilling Machine : Model L-38	1 set
Capacity	725 m (BQ-WL nominal)
Dimensions (L, W, H)	2,150 - 1,170 - 2,200 mm
Weight	2,200 kg
Hoisting Capacity	20,000 kg
Spindle Speed	100, 190, 320, 530 rpm
Engine : Model F3L912	38.0 ps/1,800 rpm
Drilling Pump : Model MG-15H	1 set
Piston Diameter	68 mm
Stroke	75 mm
Capacity	120 l/min (discharge)
Dimensions (L, W, H)	2,900 - 720 - 1,120 mm
Weight	500 kg (excluding engine)
Engine : Model NFD-150	13.5 ps/2,400 rpm
Wireline Hoist : Model WLH-4	1 set
Drum Diameter	120 mm
Rope Capacity	1,200 m (6 mm diameter rope)
Dimensions (L, W, H)	1,130 - 450 - 1,000 mm
Weight	110 kg (excluding engine)
Engine : Model NFAD6	5.4 ps/2,600 rpm
Water Supply Pump: Model TA-900	1 set
Plunger Type	3 plunger lateral
Capacity	100 l/min (discharge)
Dimensions (L, W, H)	555 - 354 - 444 mm
Weight	30 kg (excluding engine)
Engine : Model LA90ASES	8.0 ps/1,800 rpm
Derrick : Model PD9.5	1 set
Height	9 m
Maximum Load Capacity	10,000 kg
Mud Mixer : Model MCF-200A	1 set
Capacity	200 l/800 rpm
Engine : Model NFAD6K	5.4 ps/2,600 rpm
Generator : Model YDG-3005S	3 sets
Capacity	2.7 KVA (100 V, 17 A)
Crane Carrier : Model YFC20	1 set
Load Capacity	1,700 kg
Crane Capacity	960 kg
Dimensions (L, W, H)	2,900 - 1,700 - 1800 mm
Weight	1,825 kg
Engine : Model NS75S	11.0 ps/2,500 rpm
Drilling Tools	
Drilling Rods	NQ-WL 3.0 m - 50 pcs BQ-WL 3.0 m - 140 pcs
Casing Pipes	HW CP 1.5 m - 4 pcs NW CP 3.0 m - 12 pcs BW CP 3.0 m - 60 pcs
Core Tubes	NQ-WL 3.0 m - 3 pcs NX-STH 1.5 m - 4 pcs BQ-WL 3.0 m - 5 pcs

第2-10表 ダイヤモンドビット使用状況表

Item	Size	Bit No.	Drilling Meterage/Each Bit							Total (m)	
			MIT-1	MIT-2	MIT-3	MIT-4	MIT-5	MIT-6	MIT-7		
Diamond Bit	NQ	SINN-01	49.20							49.20	
		SINN-02	49.40	13.10						62.50	
		SINN-03		42.00						42.00	
		SINN-04		25.10	24.70					49.80	
		SINN-05			50.10					50.10	
		SINN-06			20.20	34.70				54.90	
		SINN-07				64.30				64.30	
		SINN-08					46.40			46.40	
		SINN-09					40.60	15.20		55.80	
		SINN-10						51.00		51.00	
		SINN-11						19.30	44.10	63.40	
		SINN-12							20.00	20.00	
		Total		98.60	80.20	95.00	99.00	87.00	85.50	64.10	609.40
			Average Drilling Length/Bit (m)							50.78	
	Diamond Bit	BQ	SINB-01	46.40							46.40
			SINB-02	52.00							52.00
			SINB-03		61.80						61.80
			SINB-04		54.90						54.90
			SINB-05			49.60					49.60
			SINB-06			82.00					82.00
			SINB-07			16.90	49.60				66.50
			SINB-08				54.00				54.00
			SINB-09				55.90				55.90
			SINB-10				49.60				49.60
			SINB-11					58.60			58.60
			SINB-12					56.90			56.90
			SINB-13					45.00	16.60		61.60
SINB-14								69.00		69.00	
SINB-15						74.90		74.90			
SINB-16							48.70	48.70			
SINB-17							58.80	58.80			
SINB-18							42.80	42.80			
Total		98.40	116.70	148.50	209.10	160.50	160.50	150.30	1,044.00		
		Average Drilling Length/Bit (m)							59.00		
Diamond Casing Shoe	NW	SINS-01	1.90	1.00	5.40					8.30	
		SINS-02				1.50	2.00	3.50		7.00	
		SINS-03							12.20	12.20	
		SINS-04							12.90	12.90	
		Total	1.90	1.00	5.40	1.50	2.00	3.50	25.10	40.40	
		Average Drilling Length/Bit (m)							10.10		

第2-11表 消耗品使用数量表

Expendable Items	Spec	Unit	Drill Hole No.							Total Amount
			MIT-1	MIT-2	MIT-3	MIT-4	MIT-5	MIT-6	MIT-7	
Diesel fuel		l	1,195	1,095	1,240	1,810	1,635	1,060	1,075	9,110
Hydraulic oil		l	5	60	15	60	65	60	60	325
Engine oil		l	15	30	20	30	35	30	30	190
Grease		l	40	40	35	45	40	40	40	280
Pentonite		kg	1,575	1,675	1,525	1,525	1,300	875	650	9,125
CMC		kg	75	55	111	92	92	84	39	548
Seaclay		kg	52	19	49	50	15	73	20	278
Libonite BX		kg	0	119	196	174	161	133	148	931
Tel-Stop		kg	27	21	52	32	30	38	25	225
Mud-Oil		l	32	58	88	75	94	95	66	508
Cement		kg	300	300	300	350	300	300	300	2,150
Diamond bit	NQ	pcs	2	2	2	1	2	2	1	12
Diamond bit	BQ	pcs	2	2	3	3	3	2	3	18
Diamond reamer	NQ	pcs	2	2	2	3	2	3	3	17
Diamond reamer	BQ	pcs	2	3	3	3	3	3	3	20
Metal casing shoe	RW	pcs	1	-	-	1	-	-	-	2
Diamond casing shoe	NW	pcs	1	-	-	1	-	-	2	4
Core barrel assembly	NQ	pcs	1	-	-	-	-	1	-	2
Core barrel assembly	BQ	pcs	1	-	-	-	-	1	-	2
Core lifter	NQ	pcs	1	-	-	-	-	1	-	2
Core lifter	BQ	pcs	1	-	-	-	-	1	-	2
Core lifter case	NQ	pcs	1	-	-	-	-	1	-	2
Core lifter case	BQ	pcs	1	-	-	-	-	1	-	2
Inner tube	NQ	pcs	1	-	-	-	-	1	-	2
Inner tube	BQ	pcs	1	-	-	-	-	1	-	2
Inner tube stabilizer	NQ	pcs	1	-	1	-	-	1	1	4
Inner tube stabilizer	BQ	pcs	1	-	-	-	-	1	1	3
Thrust ball bearing	NQ	pcs	2	2	2	2	2	2	2	14
Thrust ball bearing	BQ	pcs	2	2	2	2	2	2	2	14
Cylinder liner	MG-15	pcs	1	1	1	1	1	1	1	7
Pistone rod	MG-15	pcs	1	-	-	1	-	-	1	3
Pistone rubber	MG-15	pcs	2	2	2	2	2	2	2	14
V-packing	MG-15	pcs	1	1	1	1	1	1	1	7
Wireline cable		m	400	-	-	-	-	-	-	400
Core case	NQ	pcs	16	12	15	15	13	13	13	97
Core case	BQ	pcs	10	12	15	22	17	17	15	108

キャンプへの燃料・食糧の補給は、通常1週間に1回の割合で行われた。燃料・食糧は、タシクマラヤで調達され、上述のルートに沿って車で運び込まれた。

用 水

ボーリング用水は、2種類の方法で確保された。西部地域のボーリング工事は、沢に比較的近い場所が選ばれたため、用水は川からポンプで汲上げられた。一方、東部地域では付近に使用可能な水量の沢がなかったため、タンク車(3t)と揚水ポンプをチャーターし、水を川から現場までピストン輸送する形で行われた。

搬 取

ボーリングの終了後、機械類は往路を逆にたどってジャカルタまでトラックにより搬出された。続いて横浜へコンテナ船で輸出された。ボーリング孔は塞がれ、サイトは修復された。採取されたコアの一部が分析用に切取られ、残りはバンドンのカウンターパートの倉庫に保管された。

5-3 掘削工程

各孔の掘削工程を以下に記述する。作業時間総括(第2-12表)、掘削作業実績(第2-13~2-19表)、掘削成績(第2-20~2-26表)及び工程図(第2-36~2-42図)をそれぞれの図表に示した。

MIT-1: 表土とサブロライト及び強風化岩盤に対しては、コアの採取率を最大にするよう無水掘りの普通工法によって慎重に掘削がなされた。0~1.60m間はHWメタルケーシングシューによって掘削され、HWケーシングパイプが挿入された。1.60~3.50m間はNWダイヤモンドケーシングシューによって掘削され、NWケーシングパイプが挿入された。

3.50~102.10m間の掘削は、NQ-WLダイヤモンドビットとNQ-WLコアチューブを用いてワイヤーライン工法で行われた。この深度に対しては、BWケーシングパイプが挿入された。この深度においては、粘土帯が産出した。特に、50.10~52.75m間の軽石凝灰岩は強く粘土変質を受けていた。このような粘土帯に対しては、ベントナイトにCMCを混合した泥水が使用された。この箇所では切り粉が泥水と混合してゲル化し、ロッドがおさえられる状態が発生した。その場合には、潤滑材を混合して掘削された。

102.10~孔底(200.50m)間は、BQ-WLダイヤモンドビットとBQ-WLコアチューブを使って、ワイヤーライン工法により掘削がなされた。本孔の中深度の細粒凝灰岩の所では、しばしばコア詰りによるワイヤーラインの不良が発生した。細粒凝灰岩が楔状に割れて、コアがインナーチューブに詰まってしまう状況が起きたわけである。また次の2ヶ所で強粘土帯に遭遇した: 105.80~114.70m, 165.40~169.00m。このような箇所に対しては、ベン

トナイトに CMCとシークレイを混合した泥水が使われた。また、少量の逸水が2ヶ所で起きた：109.80~111.60m, 145.00~148.00m。両方とも幅数mmの方解石脈が発達する鉄化帯に相当する。ここでは、テルストップが逸水防止に用いられた。このように慎重に掘進がなされたため、コア採取率100%が達成された。

MIT-2: 0~2.60m間はHWメタルケーシングシューによって掘削され、HWケーシングパイプが挿入された。サブロライト帯の主要部である2.60~3.60m間は 無水掘の普通工法でNWダイヤモンドケーシングシューによって掘削され、NWケーシングパイプが挿入された。

3.60~83.80m間の掘削は、NQ-WLビットとNQ-WLコアチューブを用いてワイヤーライン工法で行われ、BWケーシングパイプが挿入された。この深度では、次の箇所です少~中量の逸水が発生した：56.00~57.00, 69.90~71.40, 83.00~84.50m。これらは粘土帯ないし方解石の網状脈の発達する箇所に相当する。このような箇所ではテルストップとシークレイを混ぜた泥水の使用が試みられたが、逸水が完全には止まらなかった。

83.80~孔底(200.50m)間は、BQ-WLビットとBQ-WLコアチューブを使って、ワイヤーライン工法により掘削が行われた。本深度の掘削では、CMCとリボナイトをベントナイトに混ぜた泥水が用いられた。塊状安山岩中の方解石脈が分布するゾーンで少量の逸水が起きた：155.00及び170.20m付近。ここでは、テルストップ・シークレイが逸水防止に使われた。本孔のコア採取率は98.4%であった。

MIT-3: 0~1.60m間はHWメタルケーシングシューによって掘削され、HWケーシングパイプが挿入された。1.60~7.00m間のサブロライト及び風化岩盤主要部(原岩軽石凝灰岩)に対しては、無水掘り普通工法によってNWダイヤモンドケーシングシューを用いて掘削がなされ、NWケーシングパイプが挿入された。

7.00~102.00m間の掘削は、NQ-WLダイヤモンドビットとNQ-WLコアチューブを用いてワイヤーライン工法で行われた。本深度に対しては、BWケーシングパイプが挿入された。この深度では、次の箇所です少~中量の逸水が発生した：77.00~85.00, 93.00~99.00, 及び106.00~108.00m。これらは方解石の網状脈の発達する箇所に相当する。このような箇所ではテルストップとシークレイを混ぜたベントナイト泥水が使用された

102.00~孔底(250.50m)間は、BQ-WLダイヤモンドビットとBQ-WLコアチューブを使ってワイヤーライン工法により掘削がなされた。本深度の掘削では、CMCとリボナイトを混入したベントナイト泥水が用いられた。本孔のコア採取率は97.8%であった。

MIT-4: 0~1.50m間はHWメタルケーシングシューによって掘削され、HWケーシングパイプが挿入された。サブロライト帯の主要部に対しては、コアの採取率を最大にするよう無水掘りの普通工法によって掘削がなされた。1.50~3.00m間はNWダイヤモンドケーシ

グシューによって掘削され、NWケーシングパイプが挿入された。

3.00~102.00m間の掘削は、NQ-WLダイヤモンドビットとNQ-WLコアチューブを用いてワイヤーライン工法で行われ、BWケーシングパイプが挿入された。

102.00~孔底(311.10m)間は、BQ-WLダイヤモンドビットとBQ-WLコアチューブを用いてワイヤーライン工法により掘削がなされた。本深度の掘削には、ベントナイトにリポナイトとCMCを混合した泥水が使われた。ここでは少量の逸水が138.00~140.50mで発生した。この箇所は珪化を受けて細かい亀裂が発達する箇所に該当する。ここでは、テルストップとシークレイが逸水防止に用いられた。本孔の当初計画では、掘削深度250mを予定していたのだが、305.30mを過ぎるまで下盤が出なかったため、深度311.10mまで掘削が延長された。この増掘の期間に強い雨が現地を襲い、道路が寸断されてしまった。このため掘削工事が数日間中断した。本孔のコア採取率は、最終的に99.2%であった。本孔の終了後、ボーリング機械のメンテナンスの必要があり、機材をベースキャンプに搬出した。

MIT-5: 本孔では表土とサブロライト及び強風化岩盤に対しては、コアの採取率を最大にするよう無水掘りの普通工法によって掘削がなされた。0~1.00m間はHWメタルケーシングシューによって掘削され、HWケーシングパイプが挿入された。1.00~3.00m間はNWダイヤモンドケーシングシューによって掘削され、NWケーシングパイプが挿入された。

3.0~90.00m間の掘削は、NQ-WLダイヤモンドビットとNQ-WLコアチューブを用いてワイヤーライン工法で行われた。この深度に対しては、BWケーシングパイプが挿入された。ここでは粘土帯が産出し、特に軽石凝灰岩が強く粘土変質を受けていた。このような粘土帯に対しては、ベントナイトにリポナイトとCMCを混合した泥水が使用された。また、少量の逸水が18.00m付近の褐鉄鉱網状脈の分布する箇所で生じた。ここでは、テルストップとシークレイが逸水防止に用いられた。さらに、深度40m付近でロッドのバイブレーションが起きたため、泥水に潤滑剤を混ぜたものが用いられた。

90.00~孔底(250.50m)間は、BQ-WLダイヤモンドビットとBQ-WLコアチューブを使って、ワイヤーライン工法により掘削がなされた。グリーンタフ中の掘削は、一部の石英/方解石分布帯での少量逸水の問題を除いて比較的順調に推移した。ところが深度133.20~140.70m間の変質帯中で孔壁崩壊が発生した。これより深いところを掘削する過程でこの箇所の崩壊が続き、ロッド屈曲が生じ、ロッド切断の恐れが起きた。そのため、掘進をグリーンタフ中で中断せざるを得なかった。本孔の最終的なコア採取率は98.8%になった。

MIT-6: 表土とサブロライト帯に対しては、無水掘りの普通工法によって掘削がなされた。0~1.00m間はHWメタルケーシングシューによって掘削され、HWケーシングパイプが挿入された。1.00~4.50m間はNWダイヤモンドケーシングシューによって掘削され、NWケーシングパイプが挿入された。

4.50～90.00m間の掘削は、NQ-WLダイヤモンドビットとNQ-WLコアチューブを用いてワイヤーライン工法で行われた。この深度に対しては、BWケーシングパイプが挿入された。

90.00～孔底(250.50m)間は、BQ-WLダイヤモンドビットとBQ-WLコアチューブを使って、ワイヤーライン工法により掘削がなされた。本深度の掘削に際しては、ベントナイトにCNCとリボナイトを混合した泥水が使用された。本孔の次の箇所では逸水が生じた：119.80、180.00～182.00、205.60、233.50m。これらはグリーンタフ中の珪化帯ないし方解石脈が発達する鉱化帯に相当する。このような箇所に対しては、テルストップとシークレイが泥水に混合して用いられた。また、深度142.70～148.20mの変質帯中で孔壁の崩壊が生じた。コア採取率は98.1%であった。

MIT-7：0～1.00m間はHWメタルケーシングシューによって掘削され、HWケーシングパイプが挿入された。表土・砂礫層、ベンタン層の石灰質砂岩及びジャンパン層上部層と考えられる粘土化泥岩層に対しては、コアの採取率を最大にするよう無水掘りの普通工法によって掘削がなされた。1.00～26.10m間はNWダイヤモンドケーシングシューによって掘削され、NWケーシングパイプが挿入された。

26.10～90.20m間の掘削は、NQ-WLダイヤモンドビットとNQ-WLコアチューブを用いてワイヤーライン工法で行われた。この深度に対しては、BWケーシングパイプが挿入された。

90.20～孔底(240.50m)間は、BQ-WLダイヤモンドビットとBQ-WLコアチューブを使って、ワイヤーライン工法により掘削がなされた。掘削泥水としては、ベントナイト泥水にCNCとリボナイトを混合したものが用いられた。本深度の151.50～167.60m間の粘土変質帯において孔壁の崩壊が発生した。本孔の総合コア採取率は96.6%であった。

第2-12表 作業時間総括表

Hole No.	Bit Size	Drilling Length (m)		Core Length (m)		Shift		Man Working		Working Time				Grand total (h)
		Drilling Length (m)	Drilling Shift (shift)	Drilling Shift (shift)	Total Shift (shift)	Engineer (man)	Worker (man)	Drilling (h)	Other Work (h)	Sub-Total (h)	Assem- blage (h)	Pisman- tlement (h)	Transpor- tation & Others (h)	
MIT-1	NW/NQ/BQ	200.50	24.0	200.50	30.0	64.0	578.0	137.00	55.00	192.00	32.00	8.00	8.00	240.00
MIT-2	NW/NQ/BQ	200.50	23.0	197.30	27.0	52.0	453.0	138.15	45.45	184.00	12.00	8.00	12.00	216.00
MIT-3	NW/NQ/BQ	250.50	29.0	245.00	34.0	60.0	522.0	159.25	72.35	232.00	16.00	8.00	16.00	272.00
MIT-4	NW/NQ/BQ	311.10	28.0	308.60	45.0	108.0	787.0	166.10	57.50	224.00	8.00	8.00	120.00	360.00
MIT-5	NW/NQ/BQ	250.50	29.0	247.50	37.0	76.0	894.0	167.40	64.20	232.00	8.00	8.00	48.00	296.00
MIT-6	NW/NQ/BQ	250.50	22.0	245.70	27.0	52.0	566.0	130.10	45.50	176.00	8.00	4.00	28.00	216.00
MIT-7	NW/NQ/BQ	240.50	26.0	232.60	31.0	60.0	574.0	149.50	58.10	208.00	4.00	8.00	28.00	248.00
Total		1,704.10	181.0	1,677.00	231.0	472.0	4,374.0	1,048.30	399.30	1,448.00	88.00	52.00	260.00	1,848.00

* Geological logging inclusive

第2-13表 掘進作業実績表 (MIT-1)

Date M D	Hole No.	Drilling Length			Drilling Total				Shift		Man Working	
		Shift 1 (m)	Shift 2 (m)	Shift 3 (m)	Drilling (m)	Core (Cum m)	Core (m)	Core (Cum m)	Drill (shift)	Total (shift)	Eng'er (man)	Worker (man)
20	MIT-1	Site Transp'n										
21		Assemb										
22		ditto										
23		ditto										
24		ditto										
25		4.20			4.20	4.20	4.20	4.20				
26		15.50			15.50	19.70	15.50	19.70				
27		18.00			18.00	37.70	18.00	37.70				
28		12.00 12.00 12.00			36.00	73.70	36.00	73.70				
29		12.00 11.00 5.40			28.40	102.10	28.40	102.10				
30		6.60 6.20 7.10			19.90	122.00	19.90	122.00				
31		8.60 6.00 9.00			23.60	145.60	23.60	145.60				
9 1		9.10 9.00 5.60			23.70	169.30	23.70	169.30				
2		6.10 6.20 6.00			18.30	187.60	18.30	187.60				
3	6.00 6.90 CP out			12.90	200.50	12.90	200.50					
4	Dismntl											
Total					200.50		200.50	24.0	30.0	64.0	578.0	

第2-14表 掘進作業実績表 (MIT-2)

Date M D	Hole No.	Drilling Length			Drilling Total				Shift		Man Working	
		Shift 1 (m)	Shift 2 (m)	Shift 3 (m)	Drilling (m)	Core (Cum m)	Core (m)	Core (Cum m)	Drill (shift)	Total (shift)	Eng'er (man)	Worker (man)
5	MIT-2	Mobila'n										
6		Mob & Assem										
7		Assembl										
8		10.70			10.70	10.70	7.50	7.50				
9		12.00 12.00 12.00			36.00	46.70	36.00	43.50				
10		12.00 9.00 3.80			24.80	71.50	24.80	68.30				
11		8.20 4.10 1.80			14.10	85.60	14.10	82.40				
12		9.00 9.00 9.00			27.00	112.60	27.00	109.40				
13		9.00 9.00 9.00			27.00	139.60	27.00	136.40				
14		12.00 9.00 9.00			30.00	169.60	30.00	166.40				
15		12.00 9.00 9.90			30.90	200.50	30.90	197.30				
16		CP-out										
17		Dismntl										
Total					200.50		197.30	23.0	27.0	52.0	453.0	

第2-15表 掘進作業実績表 (MIT-3)

Date M D	Hole No.	Drilling Length			Drilling Total				Shift		Man Working	
		Shift 1 (m)	Shift 2 (m)	Shift 3 (m)	Drilling (m)	Core (Cum m)	Core (m)	Core (Cum m)	Drill (shift)	Total (shift)	Eng'er (man)	Worker (man)
18	MIT-3	Mobila'n										
19		ditto										
20		Assembl										
21		ditto										
22		4.60 6.10			10.70	10.70	5.20	5.20				
23		12.00 12.00 12.00			36.00	46.70	36.00	41.20				
24		9.00 14.40 7.80			31.20	77.90	31.20	72.40				
25		13.80 8.20 2.10			24.10	102.00	24.10	96.50				
26		3.60 9.50 8.50			21.60	123.60	21.60	118.10				
27		9.30 9.30 9.40			28.00	151.60	28.00	146.10				
28		9.00 7.70 9.30			26.00	177.60	26.00	172.10				
29		9.30 9.30 9.30			27.90	205.50	27.90	200.00				
30		9.10 9.00 10.00			28.10	233.60	28.10	228.10				
10 1		9.20 7.70 CP-out			16.90	250.50	16.90	245.00				
2	Dismntl											
Total					250.50		245.00	29.0	34.0	60.0	522.0	

第2-16表 掘進作業実績表 (MIT-4)

Date M D	Hole No.	Drilling Length			Drilling Total				Shift		Man Working			
		Shift 1 (m)	Shift 2 (m)	Shift 3 (m)	Drilling (m)	Core (Cum m)	Drilling (m)	Core (Cum m)	Drill (shift)	Total (shift)	Eng'er (man)	Worker (man)		
3	MIT-4	Mobilz'n												
4		ditto												
5		Assembl												
6		15.90	15.80	12.00	43.70	43.70	41.20	41.20						
7		15.00	15.00	15.00	45.00	88.70	45.00	86.20						
8		13.30	10.60	15.00	38.90	127.60	38.90	125.10						
9		14.00	13.00	6.00	33.00	160.60	33.00	158.10						
10		15.00	12.00	6.00	33.00	193.60	33.00	191.10						
11		12.00	6.00	15.60	33.00	226.60	33.00	224.10						
12		15.00	11.40	8.50	34.90	261.50	34.90	259.00						
13		Road Repair												
14		ditto												
15		4.10	15.00	12.00	31.10	292.60	31.10	290.10						
16		9.00	7.90	1.60	18.50	311.10	18.50	308.60						
17		CP-out												
18		Dismntl												
19		Demobil												
20		ditto												
21		ditto												
22		Maint'ce												
23		ditto												
24		ditto												
25		ditto												
26		ditto												
27		ditto												
28		ditto												
29		ditto												
Total								311.10	308.60	28.0	45.0	108.0	787.0	

第2-17表 掘進作業実績表 (MIT-5)

Date M D	Hole No.	Drilling Length			Drilling Total				Shift		Man Working		
		Shift 1 (m)	Shift 2 (m)	Shift 3 (m)	Drilling (m)	Core (Cum m)	Drilling (m)	Core (Cum m)	Drill (shift)	Total (shift)	Eng'er (man)	Worker (man)	
30	MIT-5	Road Const											
31		ditto											
1		ditto											
2		ditto											
3		Road & Mob											
4		Mobilz'n											
5		Assembl											
6		4.90			4.90	4.90	1.90	1.90					
7		11.80	4.70	10.30	26.80	31.70	26.80	28.70					
8		11.90	5.80	8.60	26.30	58.00	26.30	55.00					
9		12.70	12.00	7.30	32.00	90.00	32.00	87.00					
10		CP	10.60	11.30	21.90	111.90	21.90	108.90					
11		6.20	3.40	14.50	24.10	136.00	24.10	133.00					
12		12.60	12.00	12.00	36.60	172.60	36.60	169.60					
13		12.00	11.90	9.00	32.90	205.50	32.90	202.50					
14		12.00	8.90	7.70	28.60	234.10	28.60	231.10					
15		4.40	6.00	6.00	16.40	250.50	16.40	247.50					
16	CP-out			0.00	250.50	0.00	247.50						
17	Dismntl												
Total								250.50	247.50	29.0	37.0	76.0	894.0

第2-18表 掘進作業実績表 (MIT-6)

Date M D	Hole No.	Drilling Length			Drilling Total				Shift		Man Working	
		Shift 1 (m)	Shift 2 (m)	Shift 3 (m)	Drilling (m)	Core (Cum m)	Core (m)	Core (Cum m)	Drill (shift)	Total (shift)	Eng'er (man)	Worker (man)
18	MIT-6	Road Const										
19		Mobiliz'n										
20		ditto										
21		Assembl										
22		4.50			4.50	4.50	0.50	0.50				
23		15.20	18.00	15.00	48.20	52.70	48.20	48.70				
24		18.00	19.30	2.70	40.00	92.70	40.00	88.70				
25		16.90	17.40	12.50	46.80	139.50	46.80	135.50				
26		11.30	12.80	12.00	36.10	175.60	35.50	171.00				
27		15.00	4.10	7.90	27.00	202.60	26.80	197.80				
28		12.00	10.00	11.00	33.00	235.60	33.00	230.80				
29		6.00	8.90	CP-out	14.90	250.50	14.90	245.70				
30	Dismntl											
Total					250.50		245.70	22.0	27.0	52.0	566.0	

第2-19表 掘進作業実績表 (MIT-7)

Date M D	Hole No.	Drilling Length			Drilling Total				Shift		Man Working	
		Shift 1 (m)	Shift 2 (m)	Shift 3 (m)	Drilling (m)	Core (Cum m)	Core (m)	Core (Cum m)	Drill (shift)	Total (shift)	Eng'er (man)	Worker (man)
12	MIT-7	Mob & Assem										
1		6.50			6.50	6.50	0.50	0.50				
2		6.70	5.40	7.50	19.60	26.10	18.20	18.70				
3		CP	3.70	4.90	8.60	34.70	8.60	27.30				
4		7.20	3.60	13.20	24.00	58.70	24.00	51.30				
5		17.70	13.80	4.20	35.70	94.40	35.70	87.00				
6		17.60	8.20	18.70	44.50	138.90	44.10	131.10				
7		18.50	9.00	11.50	39.00	177.90	38.70	169.80				
8		14.50	13.90	8.20	36.60	214.50	36.60	206.40				
9		14.00	11.00	1.00	26.00	240.50	26.00	232.40				
10		CP-out			0.00	240.50	0.00	232.40				
11		Dismntl										
12		Demobil										
13		ditto										
14		ditto										
15	ditto											
Total					240.50		232.40	26.0	31.0	60.0	574.0	

第2-20表 掘進成績表 (MIT-1)

Operation	Survey Period			Total Manday		
	Period	Day	Work Day	Off Day	Engineer	Worker
Preparation	Aug20 - Aug24, 1995	5.0	5.0	0.0	20.0	149.0
Drilling	Aug25 - Sep 3	10.0	10.0	0.0	40.0	391.0
Removing	Sep 4	1.0	1.0	0.0	4.0	38.0
Total		16.0	16.0	0.0	64.0	578.0
Drilling Length	m	m	Core Recovery of 200 m Hole (%)			
Length Planned	200	Over-burden Core	0.00	Depth of Hole	Core Recovery	Cumulat Core Recovery
Increase/Decrease in L'th	+0.50	Length Core	200.50	0 - 100.00 m	100.0	100.0
Length Drilled	200.50	Recovery	100.0	100.00 - 200.00 m	100.0	100.0
Working Hours	h	%	%	Efficiency of Drilling		
Drilling	137.00	71.4	57.1	Total Length/	m/day	
Other Work	55.00	28.6	22.9	Total Work Days	12.5	
Recovering	0.00	0.0	0.0	Total Length/	m/shift	
Subtotal	192.00	100.0	80.0	Total Shifts	6.7	
Assemblage	32.00		13.4	Drilling Length/Each Bit (m)		
Dismantlement	8.00		3.3	Bit Size	Drilled Lth	Core Lth
Water				HW	1.60	1.60
Transportation	0.00		0.0	NW	1.90	1.90
Transportation	8.00		3.3	NQ	98.60	98.60
Grand Total	240.00		100.0	BQ	98.40	98.40
Casing Pipe Inserted						
Size	Meterage	Meterage/Drilling Length x 100	Recovery			
	m	%	%			
HW	1.60	0.8	100.0			
NW	3.50	1.7	100.0			
BW	102.10	50.9	100.0			

第2-21表 掘進成績表 (MIT-2)

Operation	Survey Period			Total Manday		
	Period	Day	Work Day	Off Day	Engineer	Worker
Preparation	Sep 5 - Sep 7, 1995	3.0	3.0	0.0	12.0	125.0
Drilling	Sep 8 - Sep16	9.0	9.0	0.0	36.0	289.0
Removing	Sep17	1.0	1.0	0.0	4.0	39.0
Total		13.0	13.0	0.0	52.0	453.0
Drilling Length	m	m	Core Recovery of 200 m Hole (%)			
Length Planned	200	Over-burden Core	3.20	Depth of Hole	Core Recovery	Cumulat Core Recovery
Increase/Decrease in L'th	+0.50	Length Core	197.30	0 - 100.00 m	96.8	96.8
Length Drilled	200.50	Recovery	98.4	100.00 - 200.00 m	100.0	98.4
Working Hours	h	%	%	Efficiency of Drilling		
Drilling	138.15	75.1	64.0	Total Length/	m/day	
Other Work	45.45	24.9	21.2	Total Work Days	15.4	
Recovering	0.00	0.0	0.0	Total Length/	m/shift	
Subtotal	184.00	100.0	85.2	Total Shifts	7.4	
Assemblage	12.00		5.5	Drilling Length/Each Bit (m)		
Dismantlement	8.00		3.7	Bit Size	Drilled Lth	Core Lth
Water				HW	2.60	0.00
Transportation	0.00		0.0	NW	1.00	0.40
Transportation	12.00		5.6	NQ	80.20	80.20
Grand Total	216.00		100.0	BQ	116.70	116.70
Casing Pipe Inserted						
Size	Meterage	Meterage/Drilling Length x 100	Recovery			
	m	%	%			
HW	2.60	1.3	0.0			
NW	3.60	1.8	11.1			
BW	83.80	41.8	96.2			

第2-22表 掘進成績表 (MIT-3)

MIT-3		Survey Period			Total Manday		
		Period	Day	Work Day	Off Day	Engineer	Worker
Operation							
Preparation		Sep18 - Sep21, 1995	4.0	4.0	0.0	16.0	161.0
Drilling		Sep22 - Oct 1	10.0	10.0	0.0	40.0	321.0
Removing		Oct 2	1.0	1.0	0.0	4.0	40.0
Total			15.0	15.0	0.0	60.0	522.0
Drilling Length	m		m	Core Recovery of 250 m Hole (%)			
Length Planned	250	Over-burden Core	0.80	Depth of Hole	Core Cumulat Recovery Recovery		
Increase/Decrease in L'th	+0.50	Length	245.00	0 - 100.00 m	94.5	94.5	
Length Drilled	250.50	Core Recovery	97.8	100.00 - 250.00 m	100.0	97.8	
Working Hours	h	%	%	Efficiency of Drilling			
Drilling	159.25	68.7	58.6	Total Length/	m/day		
Other Work	72.35	31.3	26.7	Total Work Days	16.7		
Recovering	0.00	0.0	0.0	Total Length/	m/shift		
Subtotal	232.00	100.0	85.3	Total Shifts	7.4		
Assemblage	16.00		5.9	Drilling Length/Each Bit (m)			
Dismantlement	8.00		2.9	Bit Size	Drilled Lth	Core Lth	
Water				HW	1.60	0.30	
Transportation	0.00		0.0	NW	5.40	1.20	
Transportation	16.00		5.9	NQ	95.00	95.00	
Grand Total	272.00		100.0	BQ	148.50	148.50	
Casing Pipe Inserted							
Size	Meterage	Meterage/Drilling Length x 100	Recovery				
	m	%	%				
HW	1.60	0.6	18.8				
NW	7.00	2.8	21.4				
BW	102.00	40.7	94.6				

第2-23表 掘進成績表 (MIT-4)

MIT-4		Survey Period			Total Manday		
		Period	Day	Work Day	Off Day	Engineer	Worker
Operation							
Preparation		Oct 3 - Oct 5, 1995	3.0	3.0	0.0	12.0	125.0
Drilling*		Oct 6 - Oct17	12.0	12.0	0.0	48.0	394.0
Removing		Oct18 - Oct29	12.0	12.0	0.0	48.0	268.0
Total			27.0	27.0	0.0	108.0	787.0
Drilling Length	m		m	Core Recovery of 300 m Hole (%)			
Length Planned	250	Over-burden Core	2.50	Depth of Hole	Core Cumulat Recovery Recovery		
Increase/Decrease in L'th	+61.10	Length	308.60	0 - 100.00 m	97.5	97.5	
Length Drilled	311.10	Core Recovery	99.2	100.00 - 300.00 m	100.0	99.2	
Working Hours	h	%	%	Efficiency of Drilling			
Drilling	166.10	74.2	46.2	Total Length/	m/day		
Other Work	57.50	25.8	16.0	Total Work Days	9.3		
Recovering	0.00	0.0	0.0	Total Length/	m/shift		
Subtotal	224.00	100.0	62.2	Total Shifts	6.9		
Assemblage	8.00		2.2	Drilling Length/Each Bit (m)			
Dismantlement	8.00		2.2	Bit Size	Drilled Lth	Core Lth	
Water				HW	1.50	0.00	
Transportation	0.00		0.0	NW	1.50	0.50	
Transportation**	120.00		33.4	NQ	99.00	99.00	
Grand Total	360.00		100.0	BQ	209.10	209.10	
Casing Pipe Inserted							
Size	Meterage	Meterage/Drilling Length x 100	Recovery				
	m	%	%				
HW	1.50	0.5	0.0				
NW	3.00	1.0	16.7				
BW	102.00	32.8	97.5				

*Road repair (2 days) included
 **Demobilization & maintenance (88 hours) included

第2-24表 掘進成績表 (MIT-5)

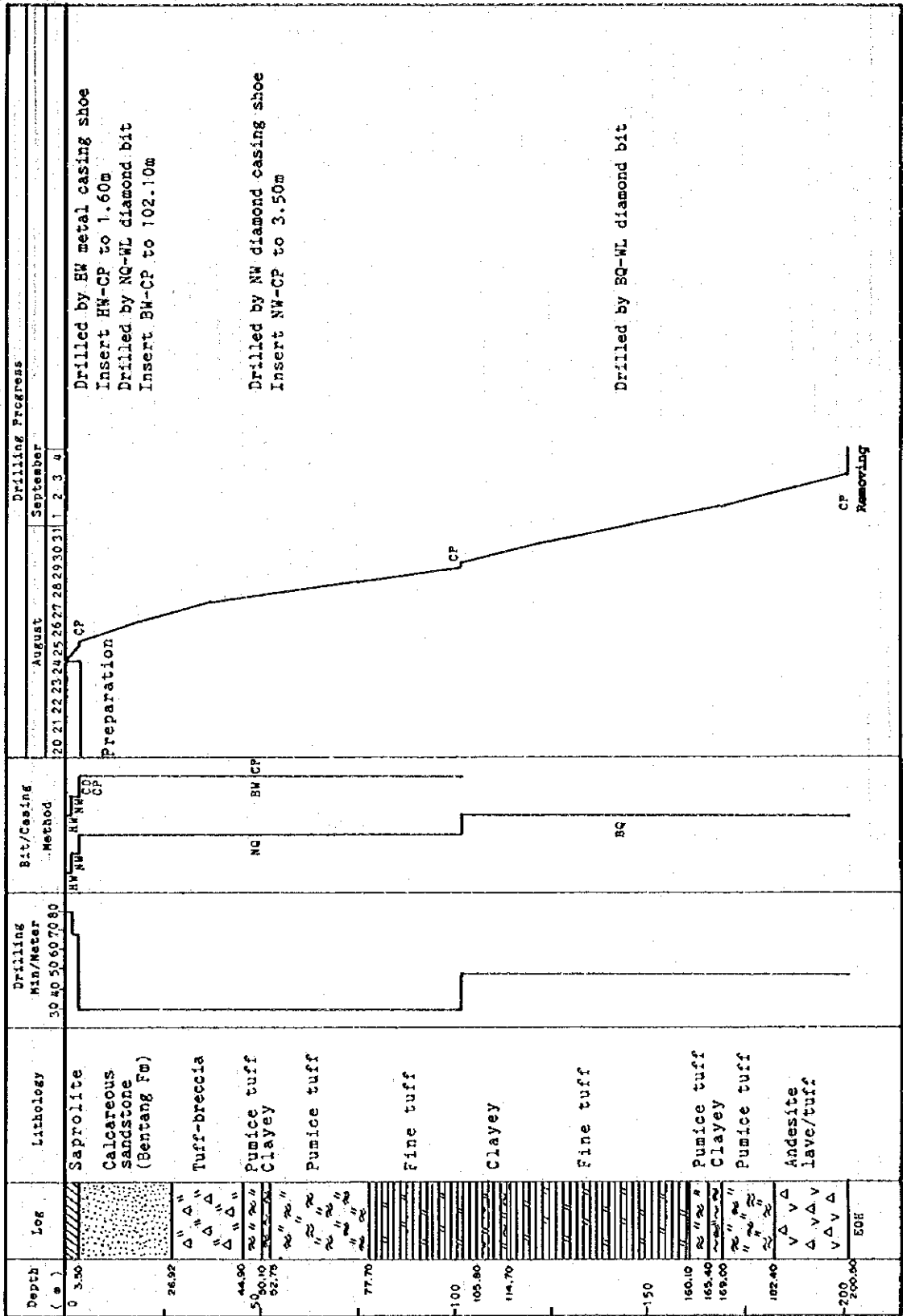
MIT-5						
Operation	Survey Period			Total Manday		
	Period	Day	Work Day	Off Day	Engineer	Worker
Preparation	Oct30 - Nov 5, 1995	7.0	7.0	0.0	28.0	269.0
Drilling	Nov 6 - Nov16	11.0	11.0	0.0	44.0	564.0
Removing	Nov17	1.0	1.0	0.0	4.0	61.0
Total		19.0	19.0	0.0	76.0	894.0
Drilling Length	m	m		Core Recovery of 250 m Hole (%)		
Length Planned	250	Over-burden	3.00	Depth of Hole	Core Recovery	Cumulat Core Recovery
Increase/Decrease in L'th	+0.50	Core Length	247.50	0 - 100.00 m	97.0	97.0
Length Drilled	250.5	Core Recovery	98.8	100.00 - 250.00 m	100.0	98.8
Working Hours	h	%	%	Efficiency of Drilling		
Drilling	167.40	72.2	56.7	Total Length/	m/day	
Other Work	62.10	26.8	21.0	Total Work Days	13.2	
Recovering	2.10	1.0	0.7	Total Length/	m/shift	
Subtotal	232.00	100.0	78.4	Total Shifts	6.8	
Assemblage	8.00		2.7	Drilling Length/Each Bit (m)		
Dismantlement	8.00		2.7	Bit Size	Drilled Lth	Core Lth
Water				HW	1.00	0.00
Transportation	0.00		0.0	NW	2.00	0.00
Transportation*	48.00		16.2	NQ	87.00	87.00
Grand Total	296.00		100.0	BQ	160.50	160.50
Casing Pipe Inserted						
Size	Meterage	Meterage/ Drilling Length x 100	Recovery	*Road construction (36 hours) included		
	m	%	%			
HW	1.00	0.4	0.0			
NW	3.00	1.2	0.0			
BW	90.00	35.9	96.7			

第2-25表 掘進成績表 (MIT-6)

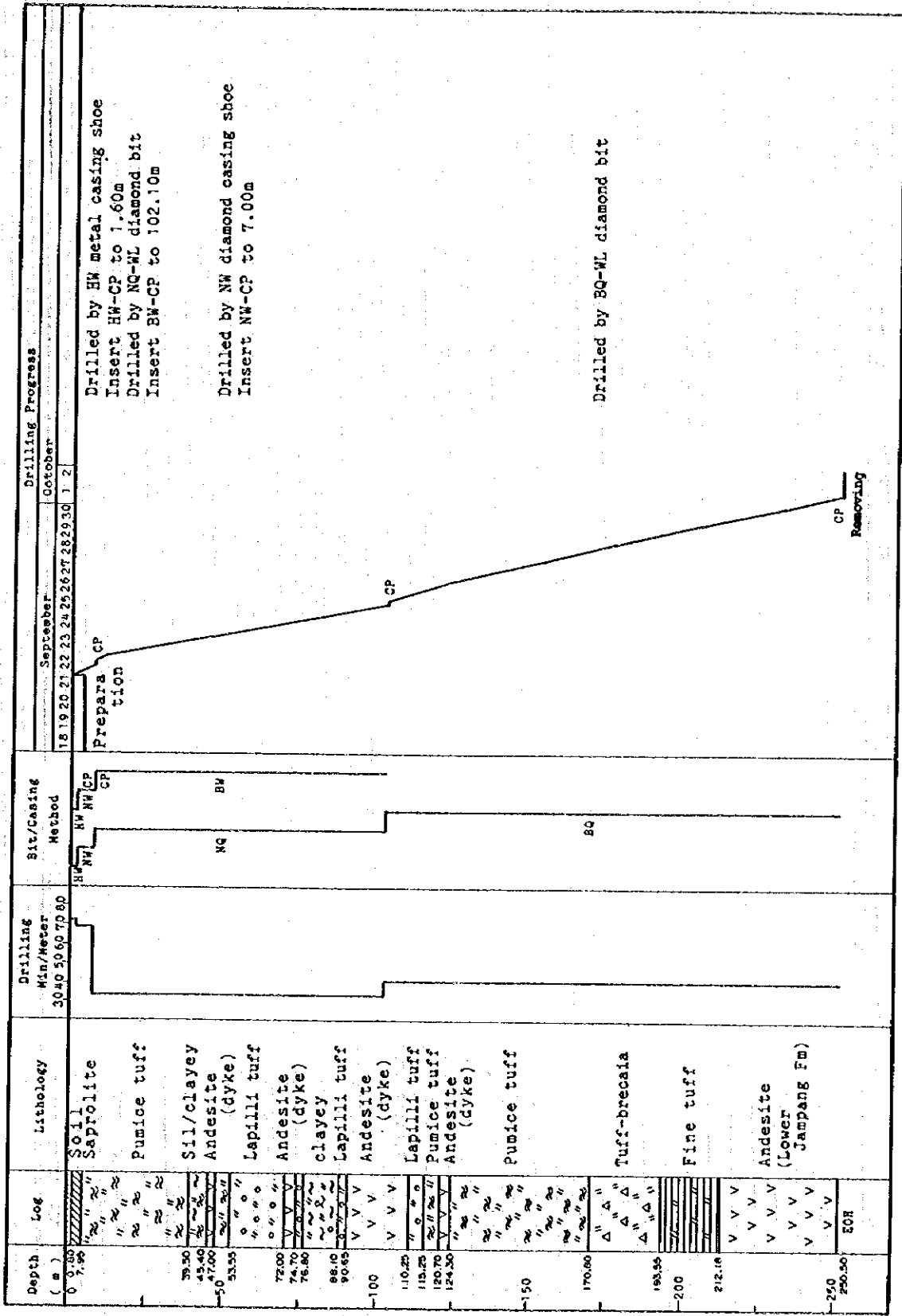
MIT-6						
Operation	Survey Period			Total Manday		
	Period	Day	Work Day	Off Day	Engineer	Worker
Preparation	Nov18 - Nov21, 1995	4.0	4.0	0.0	16.0	208.0
Drilling	Nov22 - Nov29	8.0	8.0	0.0	32.0	317.0
Removing	Nov30	1.0	1.0	0.0	4.0	41.0
Total		13.0	13.0	0.0	52.0	566.0
Drilling Length	m	m		Core Recovery of 250 m Hole (%)		
Length Planned	250	Over-burden	4.00	Depth of Hole	Core Recovery	Cumulat Core Recovery
Increase/Decrease in L'th	+0.50	Core Length	245.70	0 - 100.00 m	96.0	96.0
Length Drilled	250.5	Core Recovery	98.1	100.00 - 250.00 m	99.5	98.1
Working Hours	h	%	%	Efficiency of Drilling		
Drilling	130.10	74.0	60.3	Total Length/	m/day	
Other Work	45.50	26.0	21.2	Total Work Days	20.9	
Recovering	0.00	0.0	0.0	Total Length/	m/shift	
Subtotal	176.00	100.0	81.5	Total Shifts	9.3	
Assemblage	8.00		3.7	Drilling Length/Each Bit (m)		
Dismantlement	4.00		1.8	Bit Size	Drilled Lth	Core Lth
Water				HW	1.00	0.00
Transportation	0.00		0.0	NW	3.50	0.50
Transportation*	28.00		13.0	NQ	85.50	85.50
Grand Total	216.00		100.0	BQ	160.50	159.70
Casing Pipe Inserted						
Size	Meterage	Meterage/ Drilling Length x 100	Recovery	*Road construction (8 hours) included		
	m	%	%			
HW	1.00	0.4	0.0			
NW	4.50	1.8	11.1			
BW	90.00	35.9	95.6			

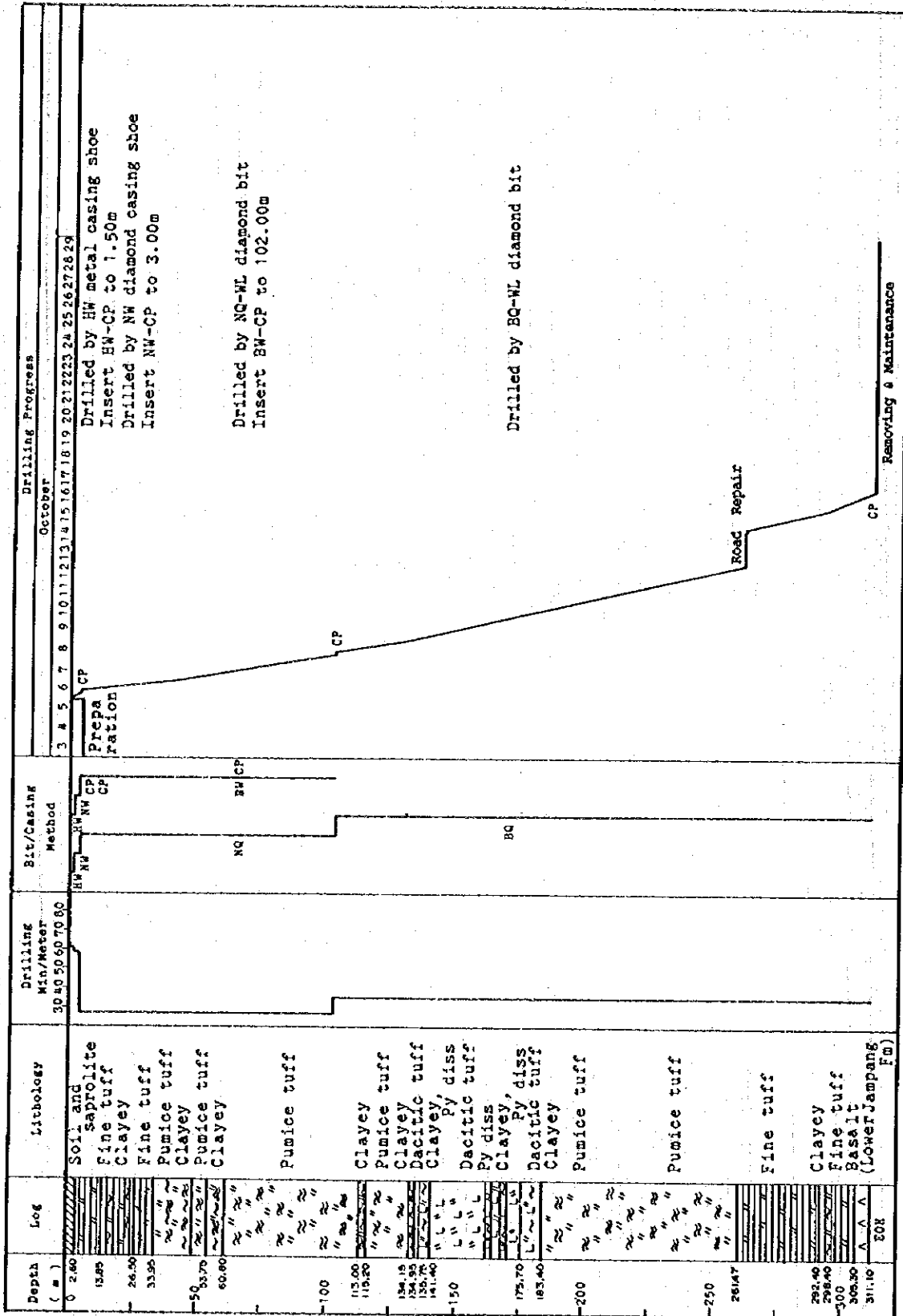
第2-26表 掘進成績表 (MIT-7)

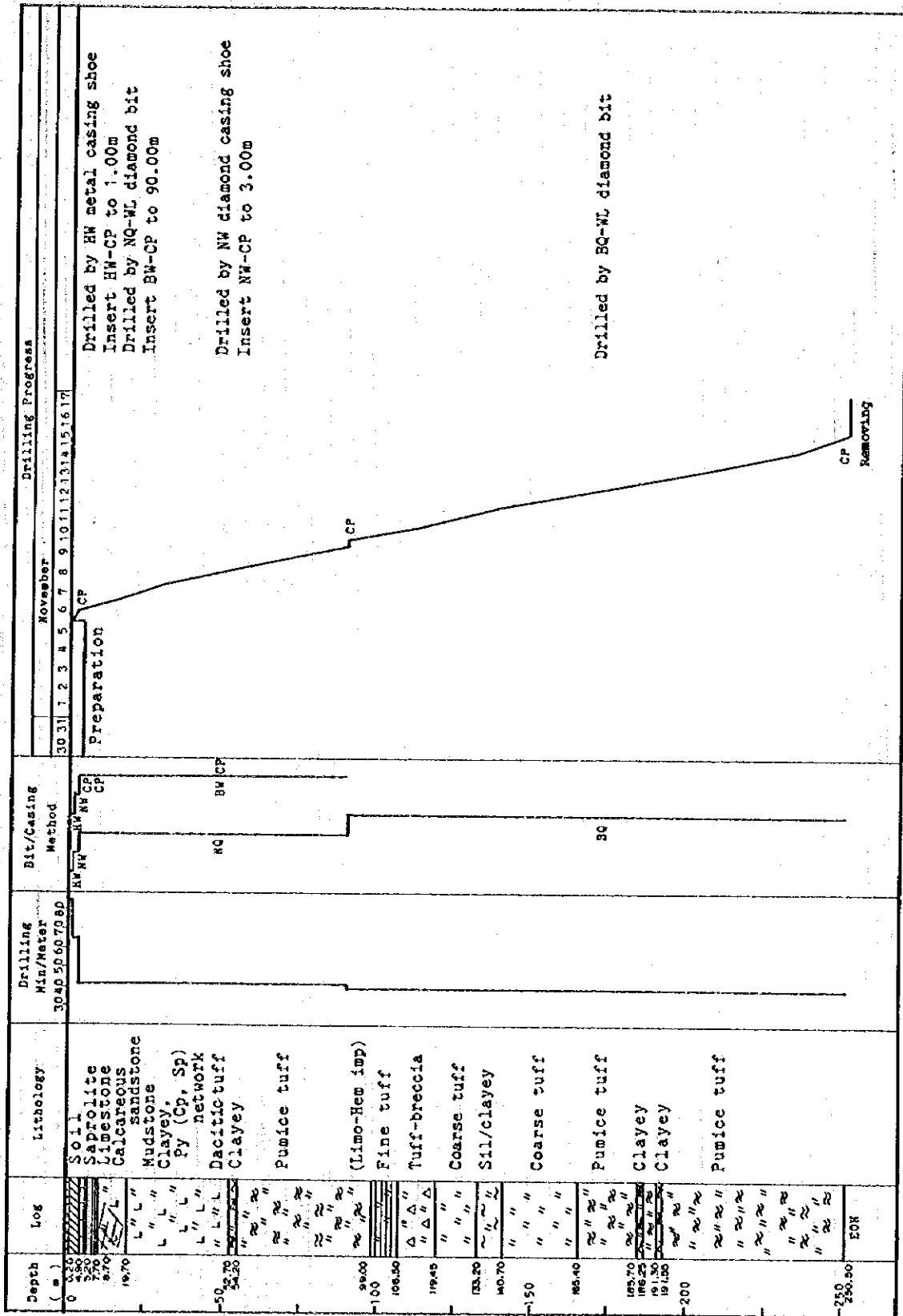
MIT-7						
Operation	Survey Period			Total Manday		
	Period	Day	Work Day	Off Day	Engineer	Worker
Preparation	Dec 1, 1995	1.0	1.0	0.0	4.0	50.0
Drilling	Dec 2 - Dec 11	10.0	10.0	0.0	40.0	344.0
Removing	Dec 12 - Dec 15	4.0	4.0	0.0	16.0	180.0
Total		15.0	15.0	0.0	60.0	574.0
Drilling Length	m		m	Core Recovery of 200 m Hole (%)		
Length Planned	190	Over-burden Core Length	6.45	Depth of Hole	Core Recovery	Cumulat Core Recovery
Increase/Decrease in L'th Length	+50.50	Core	232.40	0 - 100.00 m	92.4	92.4
Drilled	240.5	Recovery	96.6	100.00 - 200.00 m	99.3	95.9
Working Hours	h	%	%	Efficiency of Drilling		
Drilling	149.50	72.0	60.4	Total Length/	m/day	
Other Work	58.10	28.0	23.5	Total Work Days	16.0	
Recovering	0.00	0.0	0.0	Total Length/	m/shift	
Subtotal	208.00	100.0	83.9	Total Shifts	7.8	
Assemblage	4.00		1.6	Drilling Length/Each Bit (m)		
Dismantlement	8.00		3.2	Bit Size	Drilled Lth	Core Lth
Water				HW	1.00	0.00
Transportation	0.00		0.0	NW	25.10	18.70
Transportation*	28.00		11.3	NQ	64.10	64.10
Grand Total	248.00		100.0	BQ	150.30	149.60
Casing Pipe Inserted						
Size	Meterage	Meterage/Drilling Length x 100	Recovery	*Demobilization (24 hours) included		
	m	%	%			
HW	1.00	0.4	0.0			
NW	26.10	10.9	71.6			
BW	90.20	37.5	91.8			



第2-36図 ボーリング工程図 (MIT-1)







第2-40図 ボーリング工程図 (MIT-5)

