

比抵抗2次元探査(高密度電気探査)

解説書

平成15年1月

有限会社 地下構造研究所

有限会社 ジオインフォメーション

目 次

	頁
(1)測定原理 -----	(1)
(2)測定方法 -----	(4)
(3)解析方法及び結果-----	(5)

(1) 測定原理

地中に点電流 C を置いたときの他の点 P における電位は、 C における電流の強さを I 、 C より P への距離を r 、媒質の比抵抗を ρ として次式で表される。

$$V = \frac{I \rho}{4 \pi r} \dots\dots\dots$$

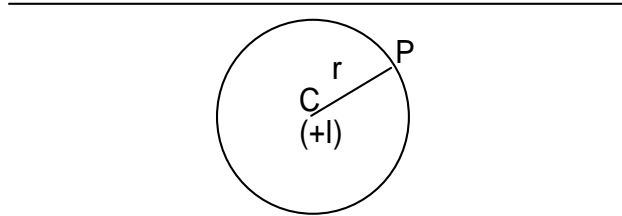


図 -1 点電流源による電位

図 -1 に示す球面上で電位はいずれも 式に示す V に等しくなる点 C が地表にあるときは、電流密度が 2 倍となり、等電位面は半球状となる。

$$V = \frac{I \rho}{2 \pi r} \dots\dots\dots$$

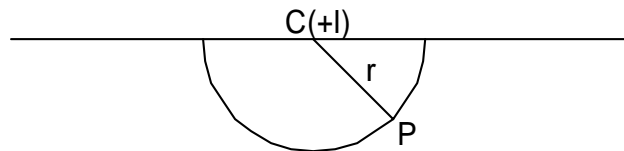


図 -2 地表電流源による電位

電気探査(比抵抗法)では、各電極の接地抵抗の影響を除去するために、電流電極 2 極、電位電極 2 極の計 4 極の電極を設置し、電流電極に荷電したときの電位電極間の電位差を測定する。

電流電極を $C_1^{(+)}$ 、 $C_2^{(-)}$ 、電位電極を $P_1^{(+)}$ 、 $P_2^{(-)}$ とすると、 P_1 の電位 V_1 は 式を用いて、

$$V_1 = \frac{I}{2} \left(\frac{1}{C_1 P_1} - \frac{1}{C_2 P_1} \right) \dots\dots\dots$$

同様に P_2 の電位 V_2 は

$$V_2 = \frac{I}{2} \left(\frac{1}{C_1 P_2} - \frac{1}{C_2 P_2} \right) \dots\dots\dots$$

したがって、 P_1 、 P_2 間の電位差 V は、

$$\begin{aligned} V &= V_1 - V_2 \\ &= \frac{\rho I}{2\pi} \left(\frac{1}{C_1 P_1} - \frac{1}{C_2 P_1} - \frac{1}{C_1 P_2} + \frac{1}{C_2 P_2} \right) \dots\dots\dots \end{aligned}$$

により求めることができる。

式を変形すると、

$$\rho = 2\pi \left(\frac{V}{I} \right) \left(\frac{1}{C_1 P_1} - \frac{1}{C_2 P_1} - \frac{1}{C_1 P_2} + \frac{1}{C_2 P_2} \right)^{-1} \dots\dots\dots$$

が得られる。式は、電流電極間の電流強さと、電流を流したときに生じる電位電極間の電位差を測定すれば、地下の比抵抗を求めることが可能であることを意味している。

電極の配置方法は任意であり、比抵抗法では多くの電極配置型が提案されているが、以下では今回採用したウェンナ配置及びエルトラン配置について説明する。

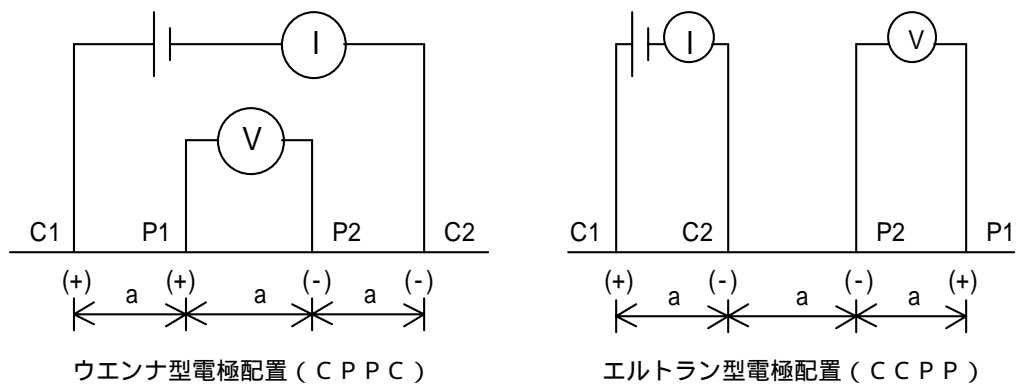


図 -3 測定に用いた電極配置型

式に各電極間距離を代入すると、ウェンナ配置及びエルトラン配置に対し、

$$\text{(ウェンナ配置)} \quad \rho = 2\pi a \left(\frac{V}{I} \right) \dots\dots\dots$$

$$\text{(エルトラン配置)} \quad \rho = 6\pi a \left(\frac{V}{I} \right) \dots\dots\dots$$

が得られる。

地下の比抵抗が均質であれば、式～式などにより得られたはその値を示すが、地下が均質でない場合、電極間隔、電極位置、電極配置形などの変化とともに、の値も変化し、は真の比抵抗としての意味を失ってしまう。

したがって は地下構造固有の値ではなく、また単なる平均の比抵抗ともいえないが、地下構造と何らかの関係がある量であり、その電極系の影響下にある地下構造を均質であるとみなした時に得られる比抵抗値と考えられる。

このような意味で、式などから全く形式的に得られるの内容が見かけ比抵抗値 ρ_a [Apparent Resistivity]として定義されている。 ρ_a は地下の比抵抗そのものではなく、また得られた個々の ρ_a と地下構造を一義的に対応させることはできないが、その電極系の感度分布に応じて地下構造を反映したものであり、多くの地点で、各種の電極間隔、電極配置型を用いて、より多くの ρ_a を求めれば、その分布状況により、逆に地下の比抵抗分布が求められる可能性がある。

比抵抗法電気探査は、このことを原理としており、垂直探査(地下の一次元的構造を仮定して測定・解析を行う)及び水平探査(地下の二次元的な比抵抗分布を求める)に大別される。

(2) 測定方法

今回の測定では、水平探査を行う。電極配置型は、ウェンナ及びエルトラン配置とし、測定データを用いて二次元解析を行う。

) 電極展開

最小電極間隔 $a_{(min)}$ = m とし、 $a_{(max)}$ = m まで 展開の測定を行う。測線長は L = m である。

) 使用機器

使用機器は以下の通りである。

- ・ デジタル比抵抗測定器 応用地質(株)製 MODEL-2115 型
- ・ 多点式切換器 (ISS-002 型)
- ・ 蓄電池 12V (NS-40 型)
- ・ 電極棒及び接続コード一式



デジタル比抵抗測定器の諸元を表-2 に示す。

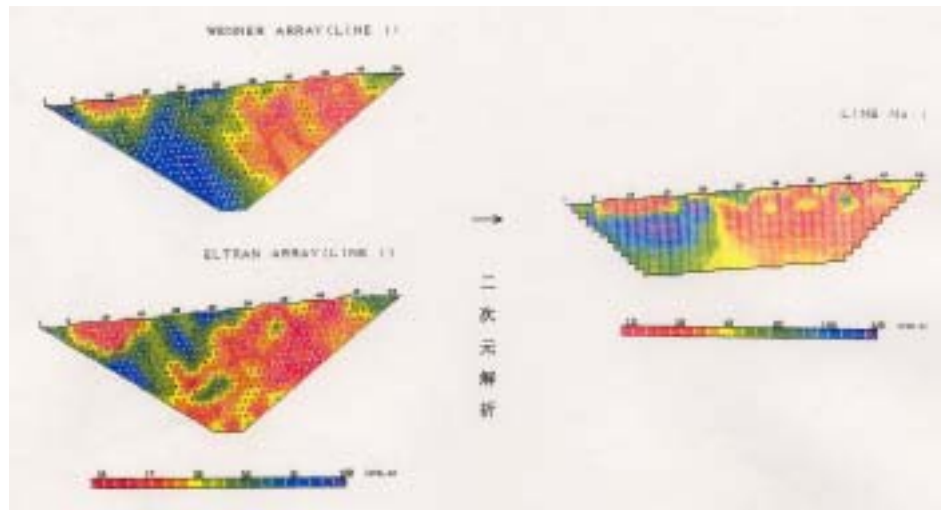
表 -2 デジタル式比抵抗測定器諸元

名称	型式	仕様
デジタル式比抵抗器 (McOHM)	MODEL-2115	<ul style="list-style-type: none"> ・トランスミッタ部 出力電圧.....400V 出力電流.....1・2・5・10・20・50・ 100・200mA(定電流) 動作電圧.....12VDC ・レシーバ部 入力インピーダンス.....1M 測定電位..... ±0.6V・6V (AUTO RANGE) 分解能.....0.02mV 50Hz/60Hz除去比.....90db スタック回数.....1・4・16・64 サイクルタイム.....3.5sec ・寸法.....206 × 281 × 200mm ・重量.....約7.5kg

(3) 解析方法

）見かけ比抵抗断面図

観測された各電極配置の見掛け比抵抗により、地下の比抵抗分布を二次元解析により求め、比抵抗断面図を作成する。



測定データ(見掛け比抵抗断面図)

解析結果(比抵抗断面図)

図3-1-5 二次元解析例

ウェンナ配置及びエルトラン配置は地下の比抵抗体の測定電位差におよぼす影響(このことを地表電極系より見て感度と称する)が異なっており、感度分布の異なる両様の電極配置を用いることは、測定データの品質管理上も有効であると考えられる。図3-1-6にウェンナ配置及びエルトラン配置の感度分布を示す。

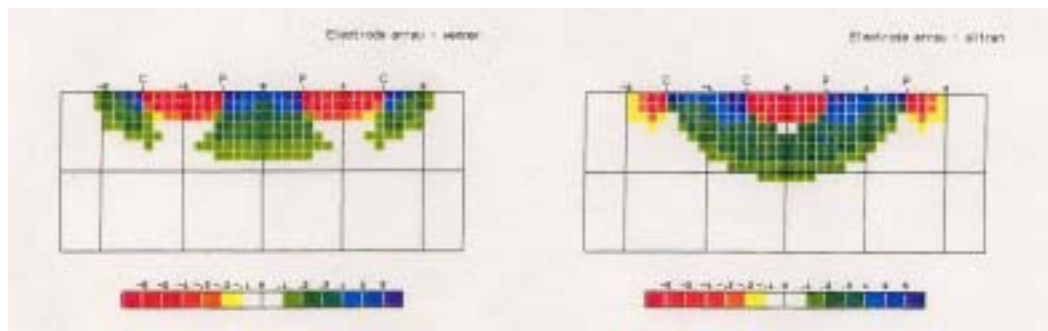


図 3-1-6 各電極配置の感度分布

) 二次元解析

水平探査のデータ解析は、以下の手順により行う。

- 1.電気探査測定器のメモリより、RS232C インターフェイスを用いて計算機へデータを転送する。
- 2.転送データをファイル化し、フロッピーディスクにセーブする。
- 3.測線上の地形座標を計算機へ入力する。
- 4.地表地形に応じて、有限要素法による電位計算用のメッシュを自動作成する。この際に観測データを併せて、二次元解析への入力用ファイルを作成する。
- 5.計算機よりペンティアムマシン(メインメモリ48MB、クロック周波数133MHz)へデータを転送し、二次元解析を行う。
- 6.二次元解析では、観測データをもとに初期値設定を行い、有限要素法により各電極配置による地表面電位の計算を行う。
- 7.得られた地表面電位により計算見かけ比抵抗を算出し、計算値と観測値との間の誤差をもととして初期値の修正を行う。修正された初期値により、再び地表面電位の計算を行う。
- 8.計算値と観測値との間の誤差が十分に小さくなるまで繰り返し計算を行い、計算終了後各ブロック(電極間隔を単位とした正方形ブロック)の比抵抗を出力する。
- 9.二次元解析終了後、ペンティアムマシンにより計算機へ計算結果が転送され、出力ファイルとしてディスクにセーブされる。
- 10.解析により得られた各ブロックの比抵抗をもとにして、比抵抗断面図を作成する。図化ブロックの最小単位は電極間隔の1/2とし、21段階でカラー表示を行う。

) 調査流れ図

現地調査及び解析のプロセスを、流れ図にして図 -5 に示す。

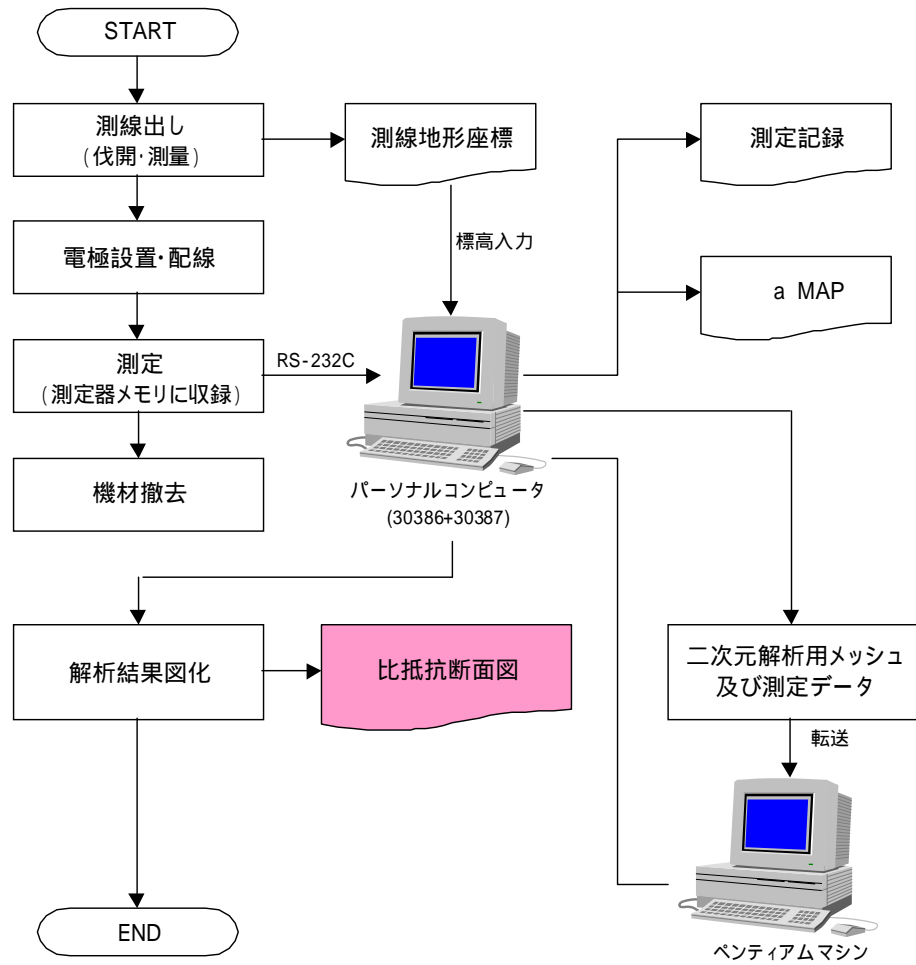


図 -5 調査流れ図