

高密度電気探査

—高密度電気探査の概略—

高密度電気探査とは、測線上に一定間隔で電極を多数配置し、数多くの測定を行うことにより、地盤の状態を可視化するものである。本手法は、基本的に従来から行われている電気探査比抵抗法と同じであるが、測線上の電極をさまざまに組み合わせて数多くの測定を行い、得られた結果を基に解析して、測線断面の比抵抗分布としてカラー表示する点が異なる。図示されたパターンからは、地質構造・地下水状況および地下異常体などを視覚的に捉えることが可能である。

—測定原理—

電気探査比抵抗法は一对の電流電極から地盤中に人工的に電流を流し、もう一对の電位電極間の電圧(電位差)を測定することで、地盤の比抵抗を測定するものである。この4本の電極の配列方法には、図-1に示すように様々な種類があり、探査目的に応じて使い分けられている。高密度電気探査では、これらの配列方法のうち、探査深度が大きく作業効率が良い2極法配置(ポール・ポール法)が良く用いられているが、探査目的に応じて、他の電極配列による測定も行う場合もある。

配置の名称	配置図	電極配置係数
二極法配置 (ポール・ポール法)		$2\pi a$
ポール・ダイポール配置		$2\pi(x+1)\pi a$
ダイポール・ダイポール配置		$2\pi(x+1)(x+2)\pi a$
ウェンナー配置		$2\pi a$
シュワベルグ配置		$((L-l^2/4l)\pi$

図-1 主な電極配置

—地盤物質の比抵抗値—

地盤を構成する物質の比抵抗は、粒度・固結度・風化の程度・孔隙率並びに含まれる水の量や質に支配される。このことを利用して、地盤状況・地質構造の判定を行う。地盤を構成する物質の比抵抗は一般的に以下の特徴がある。

- ・未固結堆積物では粘性土の比抵抗が高く、砂質土・礫質土の比抵抗は高い
- ・乾燥状態のものは比抵抗が高く、湿潤状態のものは比抵抗が低くなる
- ・通常、岩石の比抵抗は非常に高いが、亀裂などに含まれる水により比抵抗は低下する

表-1に地盤の比抵抗に影響する要因、また図-2に代表的な地盤構成物質の比抵抗値を示す。

項目	比抵抗の変化		関連事項・現象
	低比抵抗	高比抵抗	
間隙率 (飽和)	高	低	風化・破砕度
飽和度 (間隙率一定)	高	低	地下水位
体積含水率 (間隙率×飽和度)	高	低	風化
粘土鉱物 (導電性鉱物)	多	少	変質・風化
地下水の電導度	高	低	塩水楔など
温度 (地温)	高	低	地熱・温泉

表-1 地盤の比抵抗に影響する要因

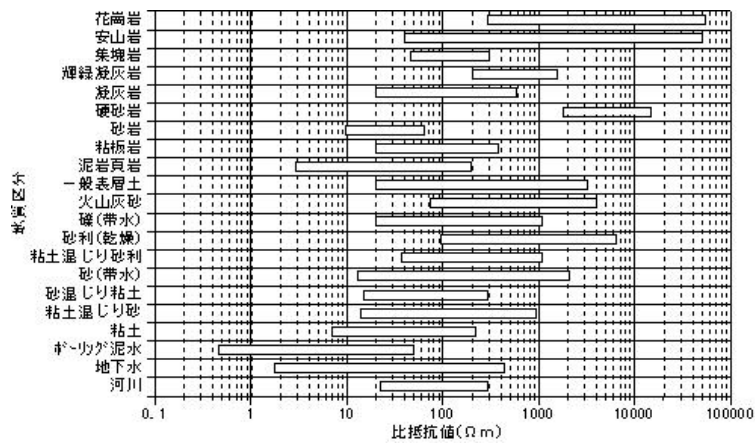


図-2 代表的な地盤構成物質の比抵抗値

—解析・処理方法—

前項で得られた測定電流・電位は、必要に応じて遠電極補正、地形補正および感度補正を行い、それぞれの影響を除去する。但し遠電極補正は、最大探査深度に比べて遠電極の位置に近い場合、完全に補正することが困難である。また地形補正は地形の起伏が顕著な場合、補正を行っても地形の影響を除去することが困難である。

次に、見かけ比抵抗 $\rho_a$ を計算し、測線上での測定電極の位置と電極間隔により決定される見かけ比抵抗の代表点にプロットする。例えば、2極法配列(ポール・ポール法)における平面地盤での見かけ比抵抗の代表点は、測線上の電流電極と電位電極の中心において、電流電極と電位電極との距離を深度方向にとった点となる(図-3参照)。

全ての測定値について見かけ比抵抗の計算を行い、代表点に値をプロットして予め設定した区分によりコンター線を描き、値の高低により色区分することで見かけ比抵抗疑似断面図を作成する(図-4参照)。

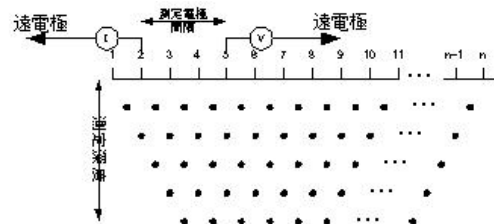


図-3 電極間隔と探査深度の関係

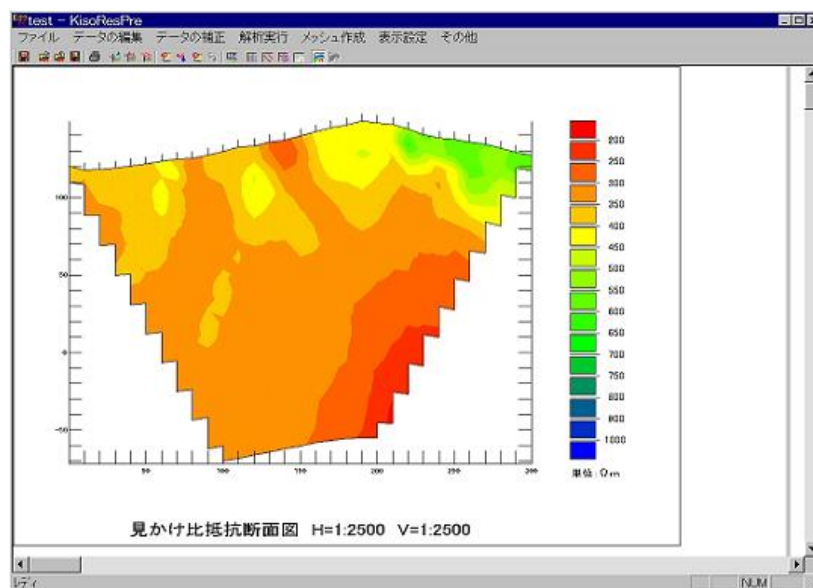


図-4 見かけ比抵抗疑似断面図の一例

見かけ比抵抗疑似断面図は、比抵抗が均一な地盤を仮定して求められたものである。しかし実際の地盤は複雑であるので、見かけ比抵抗は地盤のあらゆるところの影響を受けたものとなっている。

実際に測定された結果から、地盤の比抵抗分布を純解析的に計算することは非常に困難な作業で

あり、実質上不可能である。

そこで、図-5に示す数値計算のテクニックを用いた手順で逆解析を行い、実際の比抵抗分布に近い結果を得る。逆解析では、初期モデルとして見かけ比抵抗を用いるが、場合により、電気検層結果などの既往調査結果も考慮して設定する。

解析結果は、比抵抗の大小で色分けされたカラーパターンにより、比抵抗解析結果断面図として作図出力する。

地質構造などの解釈は、このカラーパターンから、経験法によって行う。

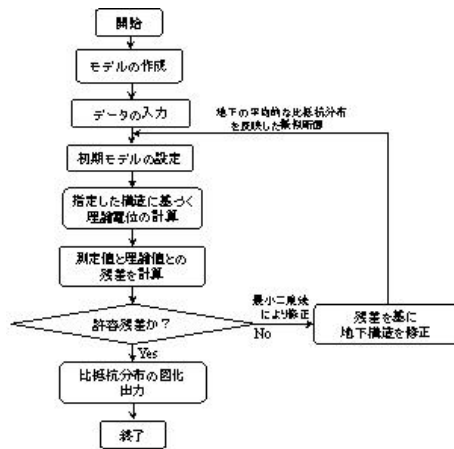


図-5 逆解析の手順

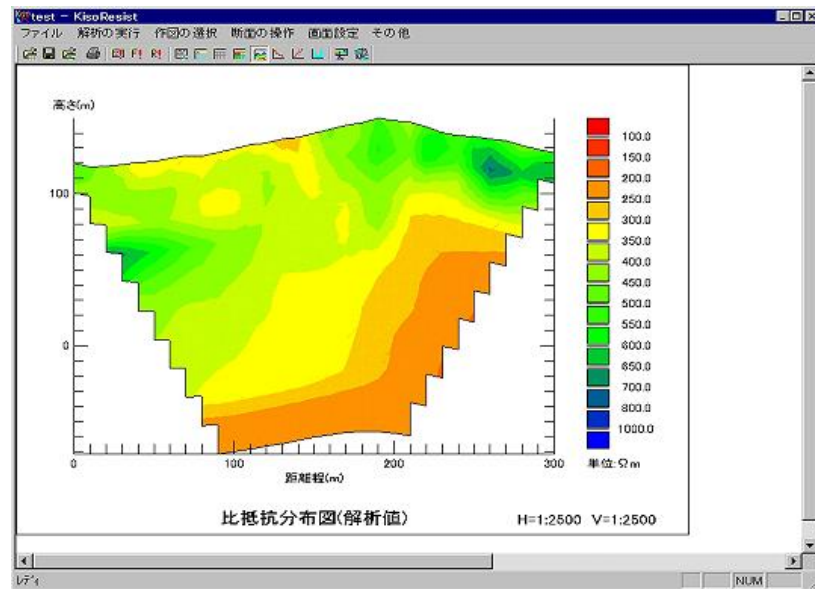


図-6 逆解析結果の一例