

岩石試料の高密度比抵抗測定に向けた数値計算手法の開発 Development of resistivity modeling code designed to high-density electrical prospecting for cylindrical rock samples

鈴木 健士^{1*}; 吉村 令慧²; 大志万 直人²
SUZUKI, Takeshi^{1*}; YOSHIMURA, Ryokei²; OSHIMAN, Naoto²

¹ 京都大学理学研究科地球惑星科学専攻, ² 京都大学防災研究所

¹Graduate School of Science, Kyoto University, ²DPRI, Kyoto University

近年、地震発生場や火山活動場などの電気伝導度構造を明らかにするための電磁気探査が広く実施されている (例えば、Ogawa et al., 2001; Yoshimura et al., 2009)。電気伝導度という物性値は、流体をはじめとする良導体の存在に対して敏感な反応を示すので、地殻における水の分布を探るには特に有効な情報であると言える。

得られた電気伝導度構造の解釈には、良導相がもつ電気伝導度の値・良導体の量・連結の程度などの情報が必要である。室内実験による、ある条件下での母岩や間隙水の電気伝導度については多くの報告があるが、その量と連結の程度については一意に決めることが難しい。従って、比抵抗構造を解釈するときにはいくつかの混合側や実験式 (例えば、Archie, 1942; Hashin and Shtrikman, 1962; Glover et al., 2000) などを用いて、どちらか一方を仮定することでもう一方を推定するという手順を踏んでいる。この仮定が構造解釈に幅を生んでいるため、仮定した良導体のつながり方が正しいか否かについては検証を行う必要があるが、これまでに十分な検証がなされていないのが現状である。

この問題の検証のためには、地中において良導体がどのようにつながっているかを調べることが理想だが、実際に観察するという手段は現実的ではない。そこで次に考えられるのは、様々な手法によるイメージングの対比が可能な岩石試料を用いた検証である。高密度な電気探査によって高い分解能をもつ比抵抗構造を求め、ここから推定される物性値を他のイメージング手法で得られた値と詳細に対比することができれば、上述した問題を検証することができるだろう。

本研究では岩石の比抵抗イメージングの前段階として、不均質構造を電氣的に検知することが可能かどうか数値実験による事前検討を行った。3次元の有限差分法による比抵抗モデリングは、現在に至るまでに様々な数値計算コードの開発が報告されているが (例えば、Dey and Morrison, 1979; Spitzer, 1995; Zhang et al, 1995, Loke and Barker, 1996)、これらはすべて実際のフィールドを探索対象とした半無限媒質を想定するコードであり、今回想定するケースのように有限の体積を持ち、円筒形状をした媒質に対しては適用するのが難しい。そこで本研究では、岩石試料の外部形状である円筒形を正確に扱えるコードを開発した。

コードの性能を確認するにあたり、円筒形状を考慮した解析解との比較は困難である。加えてデカルト座標系でコーディングされた数値計算との解の比較は、境界形状の正しい取扱いの評価に向かない。そこで、導電性プラスチックと導電性エポキシ樹脂を用いたアナログ実験結果との対比という形で性能評価を行った。その結果、新しく開発した計算コードによる外部境界、特に円筒形状のエッジ部近傍の計算結果は、アナログ実験による測定結果と調和的であることを確認した。さらにアナログ実験によって厚さ 1mm 以下の層状不均質構造を検出し、開発したコードによるフォワードモデリングを行うことで、その比抵抗値の推定を行った。

キーワード: 岩石実験, 電気比抵抗, 数値実験

Keywords: rock experiments, electrical resistivity, numerical simulations