

萌芽的共同研究（課題番号：28H-02）

課題名：円筒形岩石試料の高解像度比抵抗イメージング

研究代表者：鈴木健士

所属機関名：京都大学大学院 理学研究科

所内担当者名：吉村令慧

研究期間：平成 28 年 4 月 1 日 ～ 平成 29 年 3 月 31 日

研究場所：京都大学防災研究所および防災科学技術研究所

共同研究参加者数：3 名（所外 2 名，所内 1 名）

- ・大学院生の参加状況：1 名（修士 1 名，博士 1 名）（内数）
- ・大学院生の参加形態 [研究代表者：岩石実験の実施]

研究及び教育への波及効果について

本研究により、円筒形岩石試料に対する電流印加・電位測定に有効な測定手順が見出された。この測定手順の確立により、力学試験下で生じたクラック群の線状配列などを対象とする精密比抵抗イメージングの実現可能性が大きく高まった。また、研究代表者自身の博士後期過程における研究遂行に多大な効果があった。

研究報告

(1) 目的・趣旨

本研究の目的は、円筒形岩石試料内部の詳細な比抵抗構造推定に必要な、岩石試料への電流印加および印加電流により生じた試料表面電位の面的測定手法を確立することである。手法確立のため、電流印加・電圧測定が可能な機器の選定、実験に最適な電極サイズの決定、そして漏えい電流の防止方法などの、最適な実験設定を明らかにする。この実験手法が構築されれば、微小クラック群で構成される破壊面を有した試料へ本手法を適用することにより、バルクとしての比抵抗値の推定ではなく、構造としてクラック群に代表される不均質性が描像できると期待する。

(2) 研究経過の概要

測定手法確立を次の 2 テーマに分割して実施した。

1. エレクトロメータ 1 台による測定手法の確立
2. エレクトロメータ 2 台を用いた差動測定による測定手法の確立

テーマ 1. については最適な測定手法を確立し、確立した手法の妥当性を確認するための高密度な電極配置による面的電位測定まで完了した。テーマ 2. についても、最適な測定手法を確立し、その有効性を岩石実験で実証した。

(3) 研究成果の概要

本研究全般で、直径 52mm、高さ 100mm の円筒形の岩石試料を用いた。材質は花崗岩（白御影石）である。電流印加については Instek 直流電源 GPS-1830D、Keysight 34401A デジタル・マルチメータ、Keithley6514 エレクトロメータを選定対象として、電圧測定については Keysight 34401A デジタル・マルチメータ、Keithley6514 エレクトロメータを選定対象として、それぞれ比較・検討を行った。その結果、Keithley6514 のみが、現試料に対し、電流印加・電圧測定の両者において適当な性能をもつことがわかった。Keithley6514 は最大 $210\text{G}\Omega$ の試料にまで試験電流を流すことができ、その入力インピーダンスも $200\text{T}\Omega$ 以上あるため、非常に高抵抗な岩石試料に対しても電圧測定可能である。また、適切な電極の大きさを明らかにするため、2.5mm 四方と 10mm 四方の電極両方に電流印加を試みた。2.5mm 四方の電極では試料への接触面積が不足し、電流の印加が安定しなかったが、10mm 四方の電極においては十分な安定性があることを確認できた。加えて、10mm 四方の電極で試料側面への面的な電極配置を試みたところ、およそ 40 個以上の電極を貼りつけられることが確認された。これは当初の想定に対し十分

な密度であり、10mm 四方の電極による面的測定は可能なことがわかった。さらに、測定中にグランドにつながる端子を介した漏えい電流を確認し、それを防ぐためにはグランド電位から計測機器の LO 端子電位を浮かすフローティング測定が有効であることを見出した。電圧計として使用したエレクトロメータ(Keithley 6514)の HI 端子と LO 端子は、それぞれ入力インピーダンスが異なり、HI 端子側のみしか実験に必要な入力インピーダンスを持たないことも検証の中で明らかになった。よって、1 台のエレクトロメータで電位差を測定する時は、LO 端子側が HI 端子側より高電位にならないよう電位電極の基準点を選ぶことと、フローティング測定を行うことが重要であると分かった。それでもなお、LO 端子側からの電流の流入が測定結果にオフセットを生むことが判明したため、2 台のエレクトロメータを用いる差動測定の有効性を検証した。1 台のみ使用する測定方法に比べ、電位計測値のオフセットが殆ど無くなったため、高抵抗の岩石試料の電位計測には差動測定が最適であると分かった。

(4)研究成果の公表

(国際会議における発表)

1. T. Suzuki, R. Yoshimura and N. Oshiman, "An attempt of DC resistivity methods to the cylindrical-shape rock samples for a reliable interpretation of resistivity structures" 23rd Electromagnetic Induction Workshop, S6.1-P207, Chiang Mai, Thailand, 2016, August(ポスター発表)

(国内学会・シンポジウム等における発表)

1. 鈴木健士, 吉村令慧, 大志万直人, "高解像度比抵抗イメージングにむけた円筒形岩石試料に対する 4 極法測定の試み", 日本地球惑星科学連合 2016 年連合大会, S-EM35-P09, 千葉, 2016 年 5 月(ポスター発表)
2. 鈴木健士, 吉村令慧, 山崎健一, 大志万直人, "円筒形岩石試料に対する比抵抗トモグラフィーの試み", 地球電磁気・地球惑星圏学会第 140 回総会及び講演会, R003-P12, 福岡, 2016 年 11 月(ポスター発表)
3. 鈴木健士, 吉村令慧, 山崎健一, 大志万直人, "自然乾燥状態の円筒形岩石試料に対する比抵抗トモグラフィーの試み", 平成 28 年度京都大学防災研究所研究発表講演会, P16, 京都, 2017 年 2 月(ポスター発表)
4. 鈴木健士, 吉村令慧, 山崎健一, 大志万直人, "直流電流により生じる岩石試料表面の電位イメージング", 日本地球惑星科学連合 2015 年連合大会, SEM19-08, 千葉, 2017 年 5 月(ポスター発表予定, 投稿採択済)