

R003-02

D会場：11/25 AM1 (9:15-10:45)

9:30~9:45:00

塩水飽和岩石における三軸変形中の電気抵抗率異方性

#鈴木 健士¹⁾, 宗 慈瑛²⁾, 赤松 祐哉³⁾, 澤山 和貴²⁾, 片山 郁夫⁴⁾

(¹⁾ 産業技術総合研究所, (²⁾ 京都大学地球熱学研究施設, (³⁾ 海洋研究開発機構, (⁴⁾ 広島大学

Electrical Resistivity Anisotropy in Brine-Saturated Rocks during Triaxial Deformation

#Suzuki Takeshi¹⁾, Jiei So²⁾, Yuya Akamatsu³⁾, Kazuki Sawayama²⁾, Ikuo Katayama⁴⁾

(¹National Institute of Advanced Industrial Science and Technology, (²Institute for Geothermal Sciences, Kyoto University,

(³Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, (⁴Hiroshima University

Electrical resistivity anisotropy within the crust serves as a crucial geophysical indicator reflecting the distribution of stress-aligned cracks and fault zones. Recent advances in electromagnetic methods have enabled the identification of numerous anisotropic electrical resistivity structures in both continental and oceanic crusts, revealing the presence of cracks aligned with regional stress fields. These cracks typically develop with their long axes parallel to the direction of maximum principal stress, creating anisotropy that reflects the dominant stress regime of the region. To interpret resistivity anisotropy observed in the field, it is essential to validate through resistivity anisotropy measurements under controlled differential stress conditions. However, previous studies have primarily measured resistivity along the maximum stress axis direction, and comprehensive experimental methods for evaluating resistivity anisotropy have not been established. Therefore, this study developed a novel methodology for measuring anisotropic electrical resistivity during triaxial deformation experiments and elucidated the evolution of resistivity anisotropy throughout the deformation process.

For radial resistivity measurements in cylindrical rock samples, the effective cross-sectional area of electrical current was determined through three-dimensional electrostatic field numerical simulations. Evaluation of electrode materials under high-pressure conditions confirmed that Ag/AgCl electrodes demonstrated superior performance. The developed experimental method enabled simultaneous measurement of both axial and radial resistivities during triaxial deformation.

The method was applied to triaxial compression tests on Aji granite (confining pressure 20 MPa, pore pressure 10 MPa). As a result, the development of resistivity anisotropy throughout the entire deformation process could be monitored. During the early deformation stage, the increase in radial resistivity was more pronounced than in the axial direction. This can be interpreted as closure of pre-existing cracks oriented at high angles to the compression axis. In the middle stage of deformation, the decrease in axial resistivity became more pronounced than in the radial direction. This is interpreted as the development of new cracks parallel to the stress axis. At least the resistivity anisotropy observed in the early stages of deformation is considered uniform throughout the sample, and the results obtained from this study can provide data for interpreting resistivity anisotropic structures observed in field surveys.

地殻内の電気比抵抗異方性は、応力場に配向したクラックや断層帯の分布を反映する重要な地球物理学的指標である。近年の電磁気学的手法の進展により、大陸地殻や海洋地殻において、地域応力場に沿って配列したクラックの存在を示す電気比抵抗異方性が数多く報告されている。これらのクラックは一般に最大主応力方向に長軸をもつように発達し、その領域に卓越する応力状態を反映した異方性を生じる。このような野外で観測される比抵抗異方性を解釈するには、制御された差応力条件下における比抵抗異方性の実験的検証が不可欠である。しかし従来の研究は主として最大応力軸方向の比抵抗測定に限られており、比抵抗異方性を評価する実験手法は確立されていなかった。

本研究では、変形試験中の岩石における電気比抵抗異方性の計測手法を新たに開発し、変形過程における比抵抗異方性の進展を明らかにした。具体的には、円筒形岩石試料における周方向の比抵抗測定のため、3次元静電場の数値シミュレーションにより、周方向の電流の有効断面積を算定した。また、高圧環境下での電極材料評価を行い、Ag/AgCl電極が優れた性能を有することを確認した。これらの成果に基づき、軸方向と周方向の比抵抗を三軸変形試験中に同時測定することが可能となった。

開発した手法は、庵治花崗岩を用いた三軸変形試験（封圧 20 MPa、間隙水圧 10 MPa）に適用された。その結果、変形過程に伴う比抵抗異方性の発達をモニタリングすることに成功した。変形初期には、軸方向に比べ周方向の比抵抗増加が顕著であり、これは圧縮軸に対して高角度に配向する既存クラックの閉鎖によると解釈される。一方、変形中盤では、周方向よりも軸方向の比抵抗低下が顕著であり、応力軸に平行な新規クラックの発達を反映すると考えられる。変形初期に観察される比抵抗異方性は試料全体に一樣にあらわれると考えられ、本研究で得られた成果は、野外探査における比抵抗異方性構造の解釈に重要な基礎データとなりうる。