

比抵抗計測を用いた大型岩石供試体の損傷の可視化（その2）

大林組技術研究所	正会員	○並木 和人
大林組技術研究所	正会員	鈴木 健一郎
埼玉大学工学部	正会員	小田 匡寛
核燃料サイクル開発機構	正会員	中間 茂雄

1. はじめに

地下空洞掘削に伴う周辺岩盤の物性変化の範囲及び程度を把握することは、設計・施工上必要であり、特に大きな物性変化を生じさせる岩盤の損傷程度の評価が重要であると考えられる。しかし、従来の調査試験では、応力集中による岩盤の塑性化や破壊による損傷及びそれに起因する物性変化の程度や範囲を把握する手法はまだ確立されていない。竹村ら¹⁾は、三軸圧縮応力下の多方向のP波速度分布から、クラック密度やクラックテンソルが推定できることを示し、損傷の進展過程でのクラックのアスペクト比を推定することが透水係数を把握する際の重要な情報となる可能性を報告している。しかし、飽和状態では、弾性波速度が岩盤損傷に対し鈍感になるため、並木ら²⁾は、飽和状態で有利であるとされる比抵抗探査法の可能性の検討を行っている。ここでは、その延長線として、圧縮および伸長クリープ試験で人工的に内部クラックを生じさせた大型円柱供試体について、比抵抗計測の損傷把握に対する適用性について評価した結果について報告する。

2. 実験方法

用いた岩石は大島花崗岩であり、供試体は直径約150mm、高さ約300mmの円柱である。岩盤多機能試験装置³⁾により、三種類の試験（一軸圧縮クリープ試験、三軸圧縮クリープ試験（側方拘束圧40MPa）、伸長クリープ試験（側方拘束圧113MPa））を実施した供試体について、ハイレジスタンスメーター（アジレントテクノロジー製、4339B）を用いて比抵抗トモグラフィーを実施した。ハイレジスタンスメーターは、接地抵抗など、比較的高比抵抗の測定を対象に用いられる測定装置である。図-1のように円柱供試体の側面に等間隔に電極を設置した側線を4本設け、各点間の抵抗値を計測した。1側線あたりの電極数は8点である。電極には、シート状の導電性ゲルを1cm角にしたものを用いた。計測は供試体を水浸して実施しており、計測前には、水浸容器に供試体を密閉した後、真空ポンプによる吸引を行って、水浸を完全な状態としている。計測された値を用いて、FEMモデルによる比抵抗トモグラフィー解析を行い、供試体内の比抵抗構造の可視化断面図を作成した。解析にはLinux OS上で作動するトモグラフィー解析ソフトE-Tomoを用いて実施した。

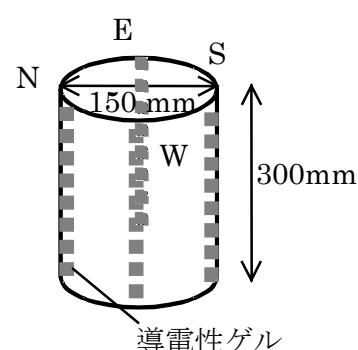


図-1 電極設置状況

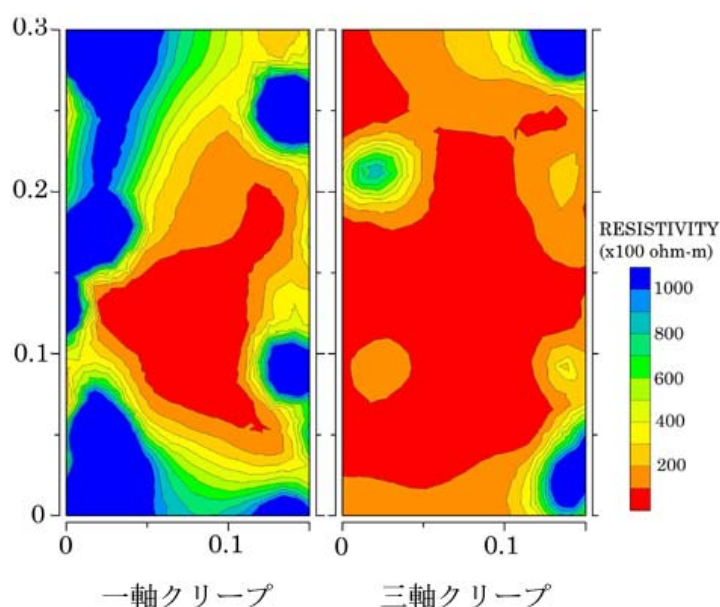
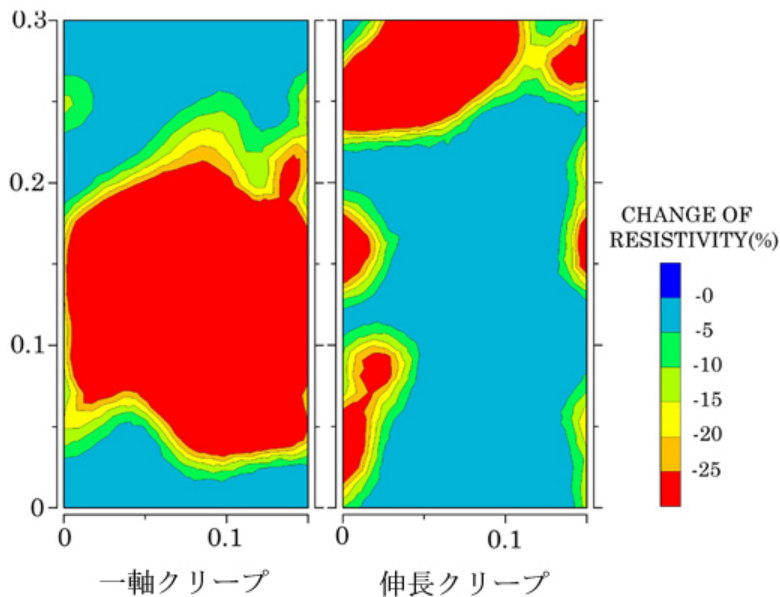


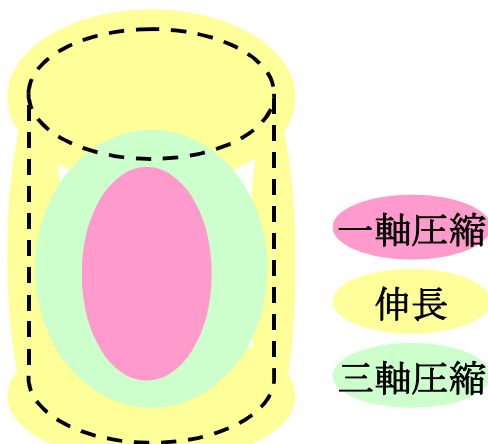
図-2 一軸圧縮クリープ試験と三軸圧縮クリープ試験実施後における比抵抗分布（E-W断面）

キーワード 岩盤、電気比抵抗、数値解析

連絡先 〒204-8558 東京都清瀬市下清戸 4-640 大林組技術研究所 地盤岩盤研究室 TEL 0424-95-0910



図－3 一軸圧縮クリープ試験と伸長クリープ試験実施前後における比抵抗変化率分布（N-S断面）



図－4 トモグラフィー結果より推定された各試験における岩盤の損傷状態

3. 実施結果及び考察

図－2は、一軸圧縮クリープ試験と三軸圧縮クリープ試験での試験（損傷）後における比抵抗分布を比較したものである。一軸試験においては、供試体の中心周辺の範囲に過ぎないのに対し、三軸試験を実施したのものには、より広域で全体的に低比抵抗域が発生している。これは、三軸圧縮クリープ試験においては、供試体内部の損傷領域がより広範に及んでいることを示唆している。

図－3は、一軸圧縮クリープ試験と伸長クリープ試験の実施前後の計測値をもとに、実施後の実施前に比べた比抵抗変化率分布について比較したものである。一軸圧縮クリープ試験においては、供試体の中心周辺に比抵抗の大きな減少領域が分布しているのに対し、伸長クリープ試験前後のものは、供試体の周囲に減少領域が分布している。これより、圧縮試験と伸長試験では、比抵抗変化領域、すなわち試験によって発生した損傷箇所が明らかに違っていることが示唆されている。

伸長クリープ試験実施後の供試体には、上部にディスクリングがみられ、この損傷範囲は比抵抗の大きく減少した範囲とおおむね整合的であることがわかっている。

4. まとめと課題

圧縮および伸長試験によって損傷を与えた岩盤供試体の内部損傷状況の把握を、比抵抗計測を用いて試みた。計測にはハイレジスタンスメーターを利用し、円柱供試体の側面に等間隔に電極を設置して抵抗値を計測した。得られた値を用いて比抵抗分布および試験前後における比抵抗変化率について可視化解析を実施した。一軸圧縮クリープ試験、三軸圧縮クリープ試験および伸長クリープ試験における損傷状態の違いについて可視化を行った。図－4に、今回の試験結果によって得られた、比抵抗トモグラフィー計測より想定された、各試験条件における岩盤損傷の状態をまとめた。これら試験結果において、低比抵抗を示す範囲が特徴づけられる結果が得られたことにより、本手法が岩盤損傷の成因による分類評価に有効であることが確認できた。今後は比抵抗のシミュレーションなどを行って、現象のモデル化を解析的手法によって検証することも想定している。また、計測値の安定性の議論については未だ不十分な点を残しており、計測手法を確立することも重要であると考えている。

参考文献

- 1) 竹村, 小田, 亀田, 鈴木, 中間: 弾性波速度とクラックテンソルによる岩石の脆性破壊機構, 土木学会第58回年次学術講演会講演概要集(2003)
- 2) 並木, 鈴木, 小田, 松井: 比抵抗計測を用いた大型岩石供試体の損傷の可視化, 第37回地盤工学研究発表会講演論文集, pp.87-88.(2002)
- 3) 例えば, 鈴木, 松尾, 堀井, 平間: 亀裂性岩盤の大型ブロックせん断試験 (その1—破壊基準), 第55回土木学会年次学術講演会論文集, III-A271. (2000)