第Ⅲ部門

大阪大学工学部	学生員	○尾崎	友星
大阪大学大学院工学研究科	正生員	緒方	奨
愛媛大学大学院理工学研究科	正会員	安原	英明
愛媛大学大学院理工学研究科	正会員	木下	尚樹
愛媛大学大学院理工学研究科	学生員	佐古	大地
大阪大学大学院工学研究科	正生員	乾	徹

1.はじめに

高レベル放射性廃棄物地層処分システムの安全性 の議論には、天然バリア(岩盤)の力学的耐久性や物 質閉じ込め性能を左右する, 岩盤内亀裂の変形特性 や透水特性の正確な把握が重要である. そのために は、上述した岩石亀裂の物理特性の影響因子となり 得る亀裂の開口幅や接触状況といった亀裂内部構造 の詳細評価が必須であり、これまでに様々な評価手 法が試みられてきた. なかでも, レーザー変位計を用 いて亀裂の上下面の凹凸の標高を計測し、そのデー タをバーチャル上で重ね合わせることで、亀裂の内 部構造を評価する数値実験的アプローチが多くなさ れている¹⁾²⁾が、それらの算出結果と実際の亀裂内部 構造の差異を評価した事例はあまり報告されておら ず,数値実験的アプローチでは拘束圧に応じた亀裂 内部構造変化の実態をとらえきれていない可能性も 十分に想定される.本研究では, 亀裂接触部を検知可 能な圧力測定フィルム (感圧紙) や亀裂開口幅変化計 測システムを用いた岩石亀裂への垂直拘束圧載荷試 験を行い, 拘束圧条件に依存した亀裂の接触状況や 開口幅閉塞の評価を試みた.また,上記実験より得ら れた評価データと、レーザー変位計による凹凸の標 高計測から算出した非拘束圧下での亀裂表面形状デ ータを用いた数値実験との比較検討も行った.

2. 測定概要

本研究で用いた円柱供試体は花崗岩ブロックか らコアリングにより作成し,供試体中の単一亀裂は 伊澤ら³が実施した圧裂引張試験により作成された. 花崗岩円柱供試体の物性値は表-1に示す.本研究で は、垂直拘束圧をかけない状態でのレーザー変位計 による表面凹凸の標高計測、垂直拘束圧を与えた状 態での感圧紙による接触部測定及び亀裂開口幅計測 システムによる計測の順で測定を実施した.

3. 非拘束圧下での計測と結果の整理手法

レーザー変位計による標高計測では供試体端部に 直径 0.3mm シャープペンシルの芯を接着し, 亀裂を かみ合わせた状態でのシャープペンシルの芯の位置 の関係とシャープペンシルの芯を含めた上下の亀裂 面の標高分布をレーザー変位計により計測した(図-1). 亀裂開口幅分布は上下の亀裂面の標高分布をシ ャープペンシルの芯の位置関係を基にバーチャル上 で再現することにより算出した.図-2 に算出した開 口幅分布のコンター図を示す.



Yusei OZAKI, Sho OGATA, Hideaki YASUHARA, Naoki KINOSITA, Daichi SAKO and Toru INUI ozaki y@civil.eng.osaka-u.ac.jp

口頭Ⅲ-16

5. 拘束圧下での接触部の計測と結果の整理手法

感圧紙は所定の範囲内の圧力を受けると発色し,接 触部領域を可視化することができる.そこで,亀裂間 に感圧紙を挟み込み,所定の垂直拘束圧を載荷し,除 荷後に感圧紙を取り出し,接触部を測定する.載荷圧 は0.50 MPa~5.0MPa までの,0.50 MPa ごとの10 段階 とし,感圧紙は載荷段階ごとに取り換えた.計測後の 感圧紙をカメラで撮影し,画像解析により接触分布 および接触面積率を算出した(図-3).ただし,接触 面積率は接触部面積を表-1 に示した供試体寸法から 算出した亀裂断面積で除することにより求めた.



図-3 画像処理前(左)と後(右)の感圧紙の一部 6. 拘束圧下での亀裂の閉塞量計測と結果の整理手法

亀裂開口幅変化計測システムによる計測では端部 にアタッチメントを接着した供試体に垂直載荷を与 え,アタッチメントの標高変化をレーザー変位計に より連続計測する(図-4).載荷圧は 0MPa~5.0 MPa とし,定速度で実施した.亀裂の閉塞量は同じ端面に 接着した上下のアタッチメントの標高変化を差し引 き算出する.また,本研究では亀裂の閉塞量の代表値 として,亀裂両端の閉塞量の平均値を用いている.



7.数値実験の概要と結果

レーザー変位計による亀裂表面形状計測結果を用 いた数値実験(バーチャル亀裂の開口幅操作)では、 各載荷段階における開口幅分布を算出し、拘束圧増 加に伴う接触部面積の変動を評価した. 第一載荷段 階(拘束圧 0.5 MPa)における開口幅分布は、バーチ ャル亀裂の接触面積率が感圧紙より計測された同一 拘束圧下(0.5 MPa)での接触面積率と同様になるま で,開口幅分布を均一に減少させる操作を施し算出 した. 第二載荷段階以降の開口幅分布は, 亀裂の閉塞 量計測より算出した第二載荷段階からの亀裂閉塞量 の代表値(図-5)を,前述した第一載荷段階における 開口幅分布から差し引き算出した. 図-6 に数値実験 より算出した垂直拘束圧-接触面積率関係と、感圧 紙により算出した同関係とを示す.図より,数値実験 と感圧紙計測より求めた両結果は多少の乖離はある ものの概ね類似した傾向を示している.



8. 結論

本研究においては、数値実験より得られた垂直拘束 圧ー亀裂の接触面積率関係と感圧紙で計測した同関 係が類似することが示され、数値実験により実際の 亀裂の接触状況がおおむね再現できていることが確 認された. 今後は亀裂の表面粗さ等の亀裂内部構造 の傾向が異なる供試体でも、同様の検証を行いその 再現性を確認する必要があると考えられる.

参考文献

 1)楠見晴重・酒井崇・西田一彦・中村均史:岩盤不連続面の開口状況の定量評価とそのせん断強度式への適用,土木学会論文集,631, pp.505-510,1999.

 2) 矢野隆夫・大西有三・西山哲・齋藤竜平:単一岩盤不連続面のせん断透水特性に関する実験的研究,土木学会論文集,792/III-71, pp.159-174,2005.

3)伊澤正悟:京都大学大学院工学研究科都市工学専攻修士論文, 2021