

亀裂性岩盤の大型岩盤ブロック室内せん断試験（その2 - 変形特性）

○ 東京電力(株) 松尾 敏^{*1} (株)大林組 鈴木健一郎^{*2}
東京大学 堀井秀之^{*3} 東電設計(株) 高橋秀明^{*4}

1. はじめに

亀裂性岩盤の変形特性の把握は、主に原位置試験が対象となっていた。この研究では、原位置試験と同規模の岩盤試料（W50cm × D50cm × H50cm）の室内三軸試験により岩盤の変形特性を調べた。同一岩盤から採取した亀裂構造の異なる岩盤ブロック供試体の室内三軸試験から、変形特性についての特徴について報告する。

2. ブロック供試体および試験方法

ブロック試料は、美濃帯中古生層の砂岩主体の C_L 級岩盤から採取した一辺50cmの立方体である。試験は70cm立方までの供試体を三主応力制御にて加圧できる岩盤多機能試験装置を用いた。これらブロック試料および試験方法の詳細は文献1)を参照されたい。亀裂の動き等の局所的な変形を把握するために全面（底面は除く）に5cm 格子を描きその全節点座標（11 × 11 個）を試験前後で計測した。計測方法は、出来る限り直角に各面を写真撮影し、写真上で0.5mm 精度にて座標値を求めた。

3. 試験結果および考察

拘束圧0.1MPaでせん断試験を行った2つの供試体(No.A5とNo.B2)の亀裂状況をそれぞれ図-1と図-2に示す。これら供試体の応力と平均ひずみの関係を図-3と図-4に示す。載荷板上の4点で計測した変位を、それ

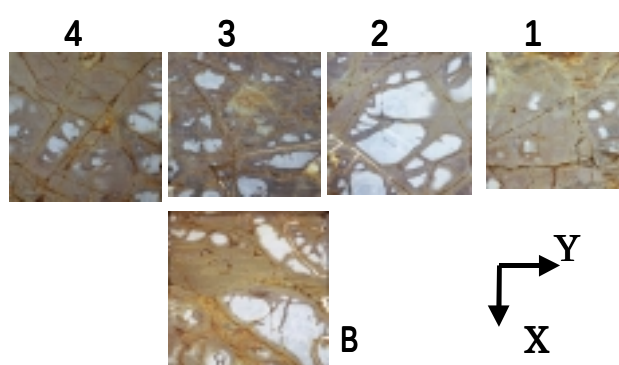


図 -1 No.A5 供試体亀裂状況

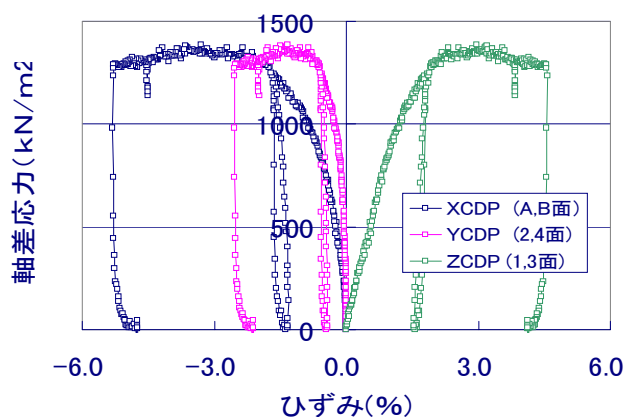


図 -3 No.A5 供試体応力～ひずみ関係

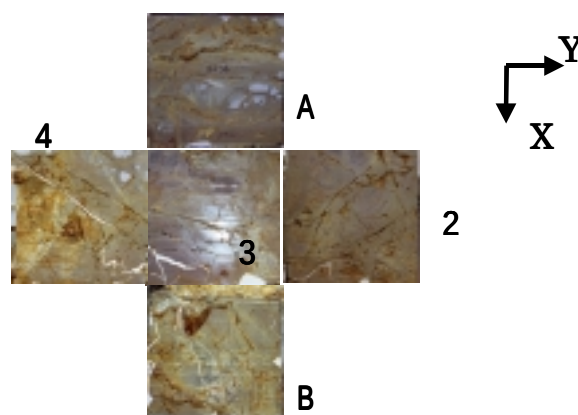


図 -2 No.B2 供試体亀裂状況

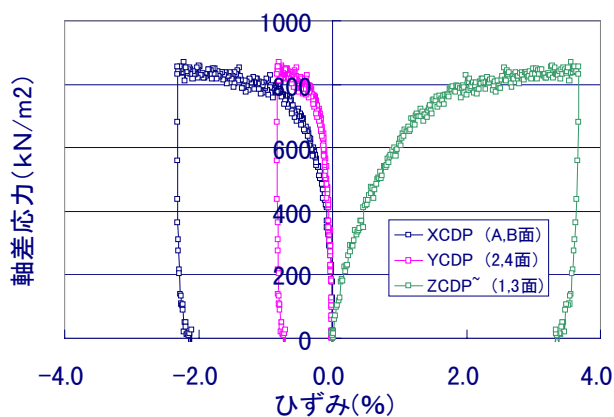


図 -4 No.B2 供試体応力～ひずみ関係

それぞれに対する面の変位との相対変位をとり、それらの平均値を初期供試体寸法との比を平均ひずみとした。応力～ひずみ関係の主応力軸は、両供試体とも No.3 面が最大主応力載荷面 (Z) で、X および Y 方向は図-1 中の方向に対応する。No.A5 供試体では、明瞭な滑りブロックが存在せず、側方各 4 面がそれぞれ一様に変位して側方応答に若干の異方性が表れている (図-5 参照)。一方、No.B2 供試体は、No.4 面から No.3 面を貫通し、No.2 面に到達する滑りブロックが存在する。図-5 に示したように載荷板の動きも No.A 面において上部がせり出す傾向にあり、それが X 方向の変位となって表れている。Y 方向にはほとんど変位が現われない。この結果は、少なくとも等方材料の 2 つの弾性係数では変形を特徴付けられないことを意味する。

岩盤ブロックのせん断過程での亀裂の動きを計測することは、三軸状態ではできない。そこで、試験終了後に、動いた亀裂を評価するために、事前に 5cm 格子をブロック各面に描き、初期座標と終了時の座標を写真上で計測し、局所的な亀裂の動きを調べた。図-6 に結果の一例を示す。図-6 左は、節点変位を要素内のひずみ変換した場合の最大せん断ひずみの大きさを円の大きさで表わしたものである。右傾斜の連続したせん断帯が 2 本存在することがわかる。図-6 右図は、解析を行った面の亀裂状況である。せん断帯として現われた部分は、右傾斜の 2 つの亀裂面に相当し、その亀裂に沿った滑りが生じていることが確認された。また、それぞれのせん断面内では一様にひずみが分布しているのではなく、局所的であることがわかる。この面の上辺にせん断ひずみが一様に分布しているのは、上面付近の応力集中による引張り亀裂発生によるものと考えられる。

所定の拘束圧での等方圧密後の偏差ひずみ ($e_{zz} = \varepsilon_{zz} - (\varepsilon_{xx} + \varepsilon_{yy} + \varepsilon_{zz})/3$) と体積ひずみ ($\varepsilon_v = \varepsilon_{xx} + \varepsilon_{yy} + \varepsilon_{zz}$) の関係を図-7 に示した。ただし、ひずみは載荷板の平均変位から求めたものである。全ての供試体において当初収縮側に変形し、その後、膨張する傾向にある。膨張側の傾きが大きい No.A5 および No.B4 は引張亀裂の開口が卓越し、中間の No.A3 と No.B2 は亀裂により形成されるブロックのせん断滑りが卓越し、さらの上昇部の傾きの小さい No.A3 と No.B3 は連続体的な変形傾向にある。これらの傾向は変形特性を解析する際の何らかの指標になり得ることを示唆するものとする。

4. おわりに

以上から、亀裂の存在により、変形には異方性が現われる。これは原位置試験での等方の仮定が誤差を生むことを意味する。様々提案されている不連続性岩盤の変形解析の適用性は、亀裂構造によっても異なる。その適用性を表わす一つの指標として平均的な体積ひずみの増加パターンを利用することの可能性が示唆される。

参考文献

- 1) 鈴木、松尾、堀井、平間：亀裂性岩盤の大型岩盤ブロック室内せん断試験 (その 1 - 破壊基準)、第 55 回土木学会年次学術講演会論文集、2000

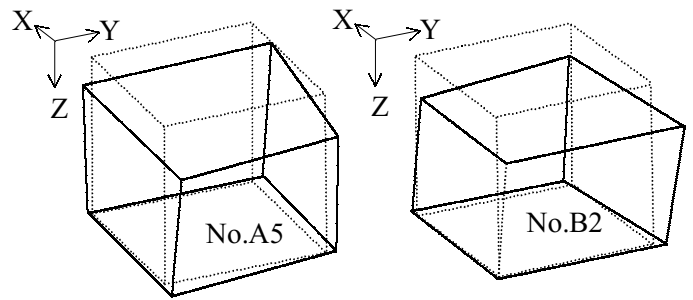


図-5 載荷板の変位モード

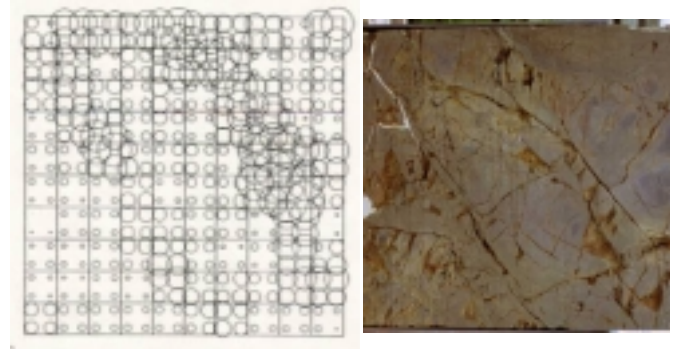


図-6 最大せん断ひずみ分布(左)と亀裂分布(右)

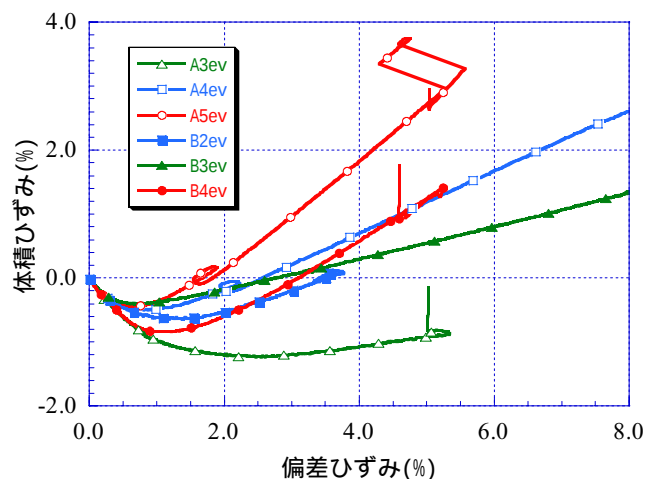


図-7 偏差ひずみと体積ひずみの関係