

Barton-Choubeyプロファイルをも 有する岩盤不連続面のせん断挙動

国立環境研究所 正会員 木村 強

九州大学工学部 正会員 江崎哲郎

九州大学大学院 学生会員 生貞幸治

○九州大学工学部 学生会員 中原和宏

1. はじめに

岩盤不連続面のせん断特性は、その表面形状に大きく左右される。BartonとChoubey(1977)は、表面形状を表す指標としてJRCを提案しており、粗さの程度によりFig. 1に示すような10種類のプロファイルに分類し、それぞれに0~20の値を定めている。これらのプロファイルとJRCの値は、不連続面の記述に関する指針(ISRM, 1978)にも採用されている。しかし、JRCの決定は主観による部分が大きく、10種類のプロファイルの中にはJRCが正しく評価されていないものがあるなど問題点を多く含んでいる(木村と江崎, 1992)。

本研究では、BartonとChoubeyが示した典型的な不連続面のプロファイルを石こう試験体で再現し、高、中、低レベルの垂直応力下でせん断試験を行い、表面形状の粗さがせん断挙動に及ぼす影響を検討した。また、せん断試験の前後に、レーザー変位計を用いて不連続面の表面形状を計測し、せん断による表面形状の変化と垂直応力の関係を調べた。

2. 実験方法

2. 1. せん断試験

試験体の作成については、まず、Fig. 1からNo. 2, No. 5, およびNo. 8のプロファイルを選択し、それらの凹凸の高さをデジタイザーで読み取った。次にそれらのデータをもとにアルミニウムブロックを切削し、一次元の凹凸、つまり、せん断方向に直行する方向では凹凸の変化のない不連続面を作成した。そして、そのアルミブロックを型枠として石こうを流し込み、試験体を作成した。なお、配合比は、石こう:水=1:0.4とし、養生は、30℃で24時間自然乾燥したのち、80℃で24時間強制乾燥した。また、一軸圧縮強度は21.5MPa(変動係数=2.4%)、せん断面積は80cm²(10cm×8cm)である。

せん断試験は、一定の垂直応力(0.1, 0.4, 1, 2, 4MPa)のもとで行った。せん断の速度は0.025mm/sで、最大せん断変位10mmに達した後、その状態で垂直荷重

を除荷して実験を終了した。せん断方向は、プロファイルの下部を右に移動させる方向とした。

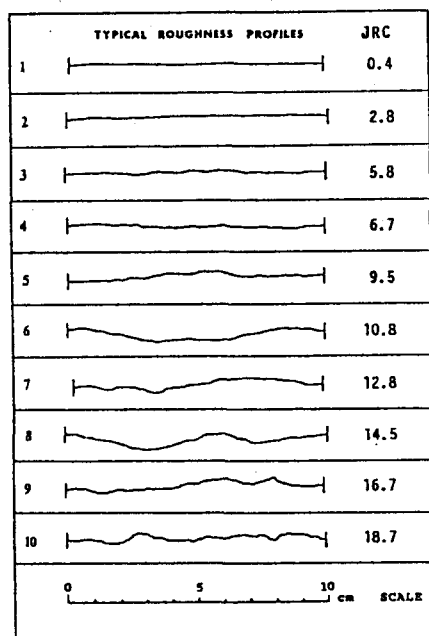


Fig.1 Typical profiles and the values of JRC (Barton and Choubey, 1977).

2. 2. 表面形状の計測

計測システムは、精密X-Y位置決めテーブル、およびレーザー変位計からなり、試験体をテーブル上に固定し、コントローラーによる自動制御でテーブルを移動させることによって、不連続面の表面形状を迅速に計測することができる。この計測システムを用いて、それぞれの垂直応力下でせん断試験を行った後の不連続面の表面形状を上下両面について計測した。この際、奥行き方向(せん断方向に直行する方向)では、せん断によって一様に凹凸が破壊されたものとみなし、奥行き中央部の測線をせん断方向に長さ10cm、測定間隔0.05mmで一次的に読み取った。

3. 実験結果および考察

3. 1. セン断特性

Fig. 2に、垂直変位-せん断変位の関係を示す。垂直応力が低い場合、せん断が凹凸の乗り上げのみによって生じるため、プロファイルの形状が粗いほど大きなダイレーションを示す。しかし、垂直応力の増加に伴って、凹凸の破壊が主となり、ダイレーションは小さくなる。

Fig. 3に、せん断により破壊された部分の面積と垂直応力の関係を示す。本来凹凸の破壊は体積で表現すべきところであるが、奥行き方向には凹凸が変化しないプロファイルを採用しているので、それぞれの断面中の破壊された面積で表現した。破壊部分の面積は、せん断後の計測により得られた上下面の凹凸データを、せん断前のものと比較することによって得られる。すべてのプロファイルで、垂直応力の増加に伴って破壊部分の面積も増加する傾向にあるが、面積が大きく変化する時の垂直応力は、各プロファイルで異なっている。また、さらに垂直応力を上げていくと、プロファイルはフラットな状態に近づいていき、その後一様に摩耗されるため、破壊される面積の増加率はほぼ一定になる。

4. まとめ

垂直応力が低い場合、不連続面の表面形状がそのせん断挙動を支配するが、垂直応力の増加に伴って凹凸の破壊面積が大きくなるため、ダイレーションは小さくなることが明らかとなった。

5. 参考文献

Barton, N. and Choubey, V. (1977): The shear strength of rock joints in theory and practice, Rock Mechanics, Vol. 10, pp. 1-54.

ISRM (1978): Suggested methods for the quantitative description of discontinuities in Rock masses, Int. J. Rock Mech. Min. Sci. & Geomech. Abstr., Vol. 15, pp. 319-368.

木村強・江崎哲郎 (1992): 岩盤不連続面の表面粗さ (JRC) とせん断特性, 応用地質, 第33巻, pp. 255-262.

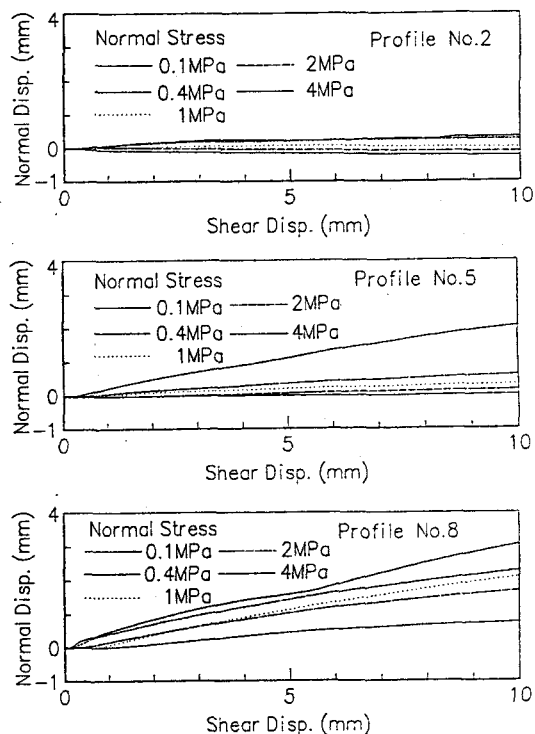


Fig. 2 Normal-shear displacement curves for joints having three different profiles.

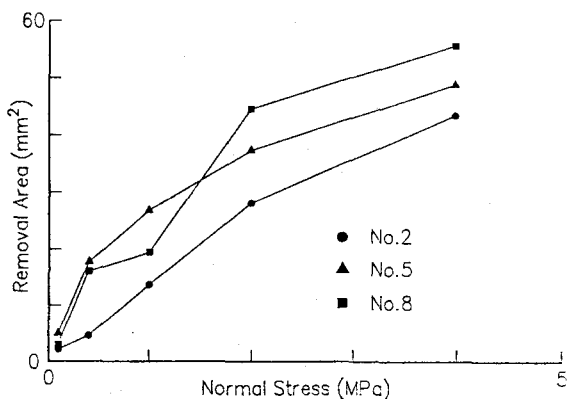


Fig. 3 Relationship between removal area of destroyed asperities and normal stress.