

III-641 ナチュラルジョイントのせん断—透水同時計測

九州大学工学部 正会員 江崎哲郎
 国立環境研究所 正会員 木村 強
 九州電力(株) 正会員 生貞幸治
 ○九州大学工学部 学生会員 中原和宏

1. はじめに

近年、深部地下の開発利用が注目されている。その開発のためには岩盤不連続面のせん断特性および透水特性を把握することが極めて重要である。著者らはせん断試験と透水試験を同時に行うことのできる実験装置を開発し、花崗岩の人工的不連続面を用いて破壊以降の残留領域までのせん断特性および透水特性を同時に求めた(江崎ら, 1992)。

本研究では、新たに現場採取のナチュラルジョイントにも対応できるせん断容器を開発して、そのShear-flow coupling実験を行い人工的不連続面の実験結果との比較を行った。

2. 実験の概要

まず、釜石鉱山の550mレベル、NW坑道の花崗閃緑岩からなる坑道壁面付近にある不連続面を選定し、直径約100mmのボーリングコアのほぼ中央に含まれるように採取した。採取したサンプルはすでにせん断履歴を受けている。そこでせん断以前の噛み合いの位置に移動させて、せん断方向をスリッケンサイトの方に一致させる状態で型枠に埋め込んだ(Fig. 1)。埋め込み材料にはエポキシ樹脂と珪砂を1:2の比で混合したSBモルタル(硬化時の圧縮強度約50MPa)を用い、また透水実験のための給水孔(直径8mm)を試験体下部から不連続面まで貫通させた。このようにして作成した試験体を型枠ごとせん断容器にセットして実験を行った。実験装置はせん断容器を新たに開発した以外は基本的には従来のもの(江崎ら, 1992)を用いた。実験は垂直応力を一定に保った状態で行う。せん断速度は約0.1mm/secで、最大変位20mmに達した後逆方向にせん断し、変位0mmの状態まで戻す。透水量の計測は、せん断途中の各段階で一時的にそのせん断変位を保って行った。本実験では、1つの試験体に対して垂直応力を1, 2, 5, 10, 20MPaと段階的に増加させて5回の繰り返しせん断試験を行った。

3. 実験結果および考察

Fig. 2に、せん断応力—せん断変位曲線を示す。ここでは比較のために人工的に作成した花崗岩不連続面(以

後、人工的不連続面と略称する)の実験結果も併せて示している。人工的不連続面の場合、せん断の初期段階において突出したピークせん断応力を示すのに対し、自然の不連続面の場合ではピークを示さずにそのまま残留応力に達している。また、各垂直応力における自然の不連続面の残留応力は、人工的不連続面よりも若干低い値を示している。これは、自然の不連続面は外的作用によって既に履歴を受けており、そのため表面の形状が人工的不連続面よりもかなり滑らかになっていることが原因と考えられる。

Fig. 3に、垂直変位—せん断変位曲線を示す。人工的不連続面の場合、20MPaまでのすべての垂直応力においてダイレーションの傾向を示すのに対し、自然の不連続面の場合には、比較的低い垂直応力下でダイレーションを示すものの、その傾向は人工的不連続面に比べて小さい。さらに垂直応力が増加するとダイレーションの傾向はなくなり、垂直応力20MPaの場合では、逆に負のダイレーションを示している。これらの挙動の違いには、表面形状の粗さおよび壁面強度が影響していると考えられる。

Fig. 4に、垂直応力1, 10, 20MPaにおける透水係数とせん断変位の関係を示す。人工的不連続面の場合、すべての垂直応力下において、せん断に伴って透水係数は1~2オーダーほど急激に増加している。これに対して自然の不連続面の場合、せん断変位を生じた状況では人工的不連続面と同様の挙動を示すが、せん断変位のない状況では大きく異なる。これらの傾向はダイレーション挙動の変化と相関しており、ダイレーションの傾向がなくなる垂直応力10MPaのとき透水係数もほとんど変化がなくなり、負のダイレーションを示す垂直応力20MPaのときでは透水係数は急激な減少や不規則な変化を示す。

4. おわりに

本研究では、現場採取の任意形状の試験体に対応できるせん断容器を開発しShear-flow coupling実験を行うことに成功しナチュラルジョイントの基本的性質を

調べることができた。今後はさらに実験を重ね、データの集積を行う予定である。

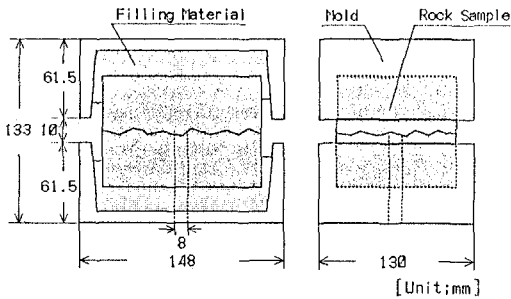


Fig.1 Preparation of specimen having a natural joint sampled from Kamaishi Mine.

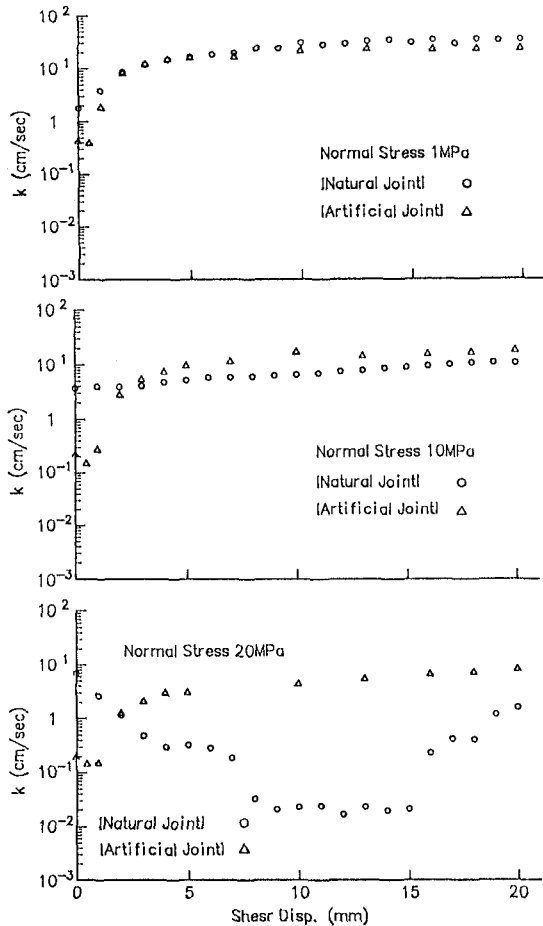


Fig.4 Hydraulic conductivity vs. shear displacement diagrams, for different constant normal stresses.

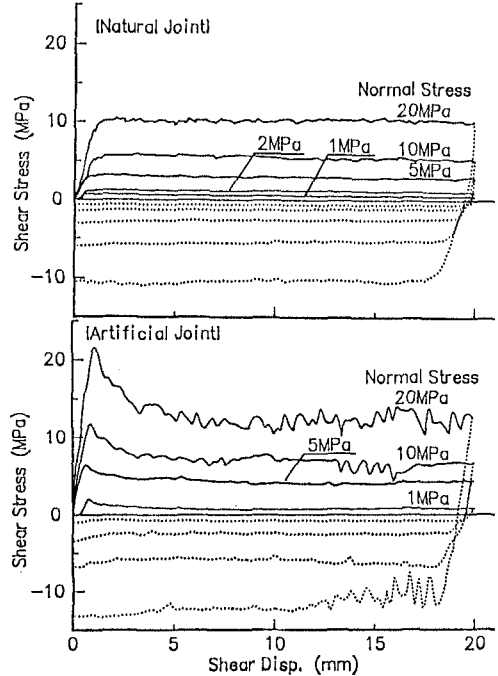


Fig.2 Shear stress vs. shear displacement curves, for different constant normal stresses.

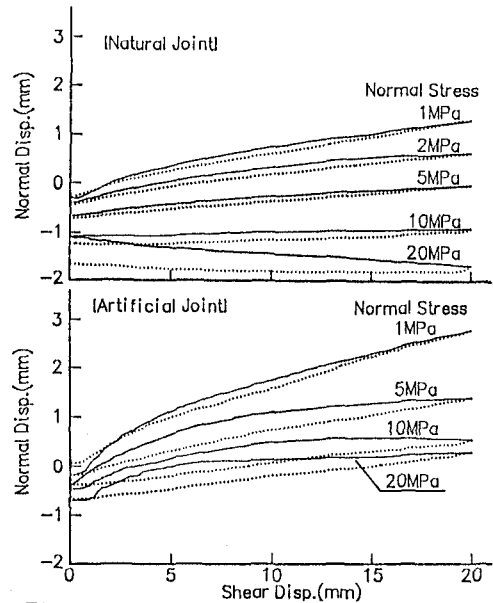


Fig.3 Normal displacement vs. shear displacement curves, for different constant normal stresses.

5. 参考文献

- T. Esaki, K. Ikusada, A. Aikawa and T. Kimura:
Surface Roughness and Hydraulic Properties of
Sheared Rock, Proc. Int. Sympo. on Fractured and
Jointed Rock Masses, pp. 366-372 (1992.6)