

溶結凝灰岩の風化の評価に関する研究

九州大学工学部 正会員 江崎哲郎 蔣 宇静
 学生員 吉田 良 ○小林和昭

1. はじめに

構造物の材料として石材を使う場合、長期的時間の経過による強度の劣化の進行は、構造物の維持や安全性の面で大きな問題となってくる。その劣化の原因の1つに風化がある。今まで風化については、地質学的に数多くの研究がなされてきた。今回筆者らは自然風化した石材を用いて、特に力学的性質に着目して垂直剛性、せん断剛性、すり減り度を求め、風化の深さ方向への分布を評価した。以下に実験手順と実験結果について述べる。

2. 実験概要

試験体は、原石山より切り出してから約150年たった溶結凝灰岩であり、その物理的性質は比重1.943、吸水率9.85%、一軸圧縮強度32.1MPaである。

今回は、露出した面から25cmの深さまで角柱状に試料棒を採取し、その表面、及び表面から4,8,12cmの深さに入れた人工的不連続面において試験を行った(以後、表面を0cmと表現する)。人工的不連続面の作成方法については、試験体高さの中央位置に深さ10mm、幅1mmのスリットをいれておき、そのあと試験体をせん断容器内にセットし、垂直応力を約8MPaに加え、さらに水平方向からくさびを介して約20kNの荷重を載荷する。次に水平方向の荷重を一定に保ちながら、垂直応力を徐々に除荷することにより安定した状態で試験体を破断させた。

試験方法については、強制乾燥させたこの試験体に、垂直応力10MPaを載荷しそのあと除荷する。そして一定の垂直応力0.5MPaを載荷しながら最大変位20mmのせん断を行う。このとき、垂直応力と垂直変位、せん断応力とせん断変位のデータをとる。さらに1,2,5,10MPaについても同様の試験を行う。

また、ローリー式すり減り試験を行った。この試験は、研磨剤として標準砂を用い、直径1inchの円柱形の試験体を、周長2mの円形テーブル上で12Nの垂直荷重下で100回転させて、そのサイクルごとの重量の変化を調べるものである(この重量の変化をすり減り量と呼び、以降Wdで表す)。

3. 実験結果及び考察

Fig.1に垂直応力-垂直変位曲線の例として深さ4cmにおける結果を示す。垂直変位の+を不連続面の縮みとした。この図は試験中の載荷、せん断、及び除荷時の垂直

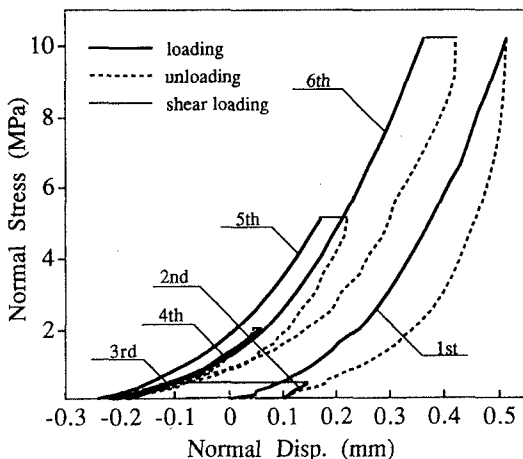


Fig.1 Normal stress vs. normal displacement curves of the artificial joint which be made at 4cm from the sample surface.

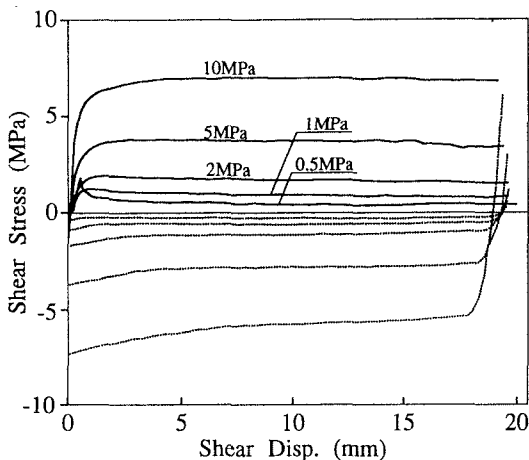


Fig.2 Shear stress vs. shear displacement curves of the artificial joint which be made at 4cm from the sample surface, for normal stress 0.5MPa~10MPa.

応力の変遷を表している。0.5MPaで垂直変位が左に変位しているのは、20mmのせん断に伴う凹凸の乗り上げが原因と思われる。また、5MPaで垂直変位が右に変位しているのは、せん断に伴う凹凸の破壊によるすり減りが原因と思われる。

Fig.2 にせん断応力-せん断変位曲線の例として深さ

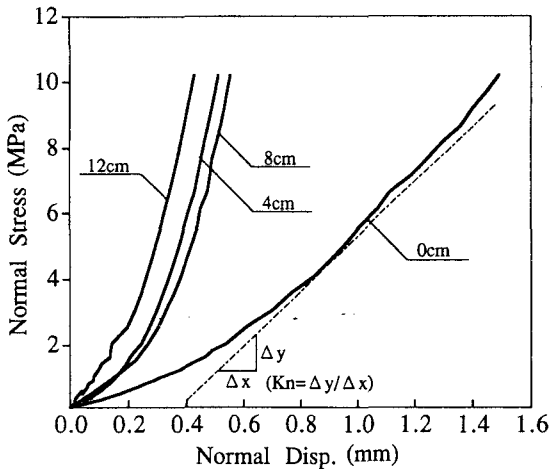


Fig.3 Normal stress vs. normal displacement curves, for normal stress 10MPa.

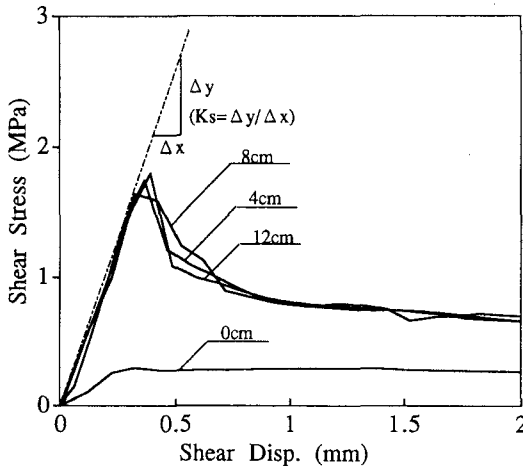


Fig.4 Shear stress vs. shear displacement curves, for normal stress 0.5MPa.

4cmにおける結果を示す。0.5MPaでピークが現れているが、1,2,5,10MPaのときにはピークは現れない。これは最初の0.5MPa時のせん断によって凹凸の表面が滑らかになっていることが原因と考えられる。

Fig.3に深さ方向の風化を調べるため、深さ0,4,8,12cmにおける試験最初の10MPa時の垂直応力-垂直変位曲線を示す。それぞれの曲線の垂直剛性KnをLocal Modulus方式を使ってピークせん断応力、あるいは残留せん断応力に達するまでの曲線の傾きによって求めた。また、Fig.4に0,4,8,12cmにおける垂直応力0.5MPa時のせん断応力-せん断変位曲線を示す。せん断剛性Ksを求めやすくするため、原点近くを拡大した。ここでもLocal Modulus方式によりせん断剛性Ksを求めた。ここで0cm

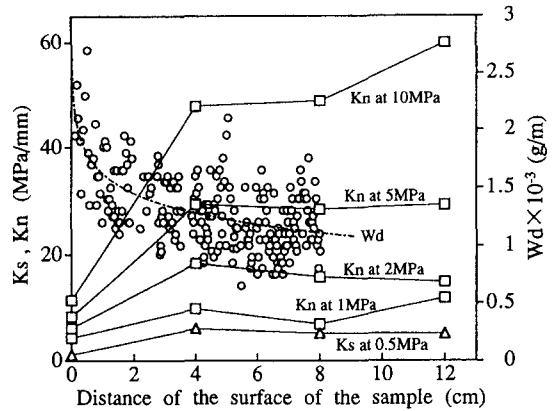


Fig.5 Relation between the depth from the surface of sample and Kn,Ks,Wd for normal stress 0.5MPa~10MPa.

の残留せん断応力は、他の4,8,12cmの残留せん断応力よりかなり低い値をとる。ここで0cmの曲線のKn,Ksは、他の曲線のKn,Ksに比べて明らかに低い値を取る。これは、0cmの強度が4,8,12cmに比べて弱いことに起因していると思われる。

Fig.5にFig.3とFig.4から求めたKn,Ksの結果と表面から8cmまでのすり減り試験の結果をあわせて示す。垂直剛性Knについては垂直応力1,2,5,10MPa時のものを求めた。ローリー式すり減り試験については、試験体の材質が均一でないのでかなりのばらつきが見られた。また、不純物の混入による著しい特異点は補正してある。Wdは表面近くでは著しく大きく、深くなると急激に減少し、ある一定の値に収束する傾向にある。4cm~8cmにかけては、やや減少の傾向にある。Kn,Ksに関しては、4,8,12cmで多少のばらつきはあるもののほぼ一定値とみることができる。また0cmは他の値と比べて小さい値をとる。

4. おわりに

今回の実験により、表面近くの力学的特性に顕著な変化が見られ、かなり弱くなっていることが解った。これは、おそらく石材に風化がかなりの影響を及ぼしているものと考えられる。今後は、化学的な風化指標との比較や地質学的視点にも注目して総合的に風化を評価したい。

参考文献

- 1) 江崎哲郎他：変位履歴のある岩盤不連続面のせん断透水同時特性，土木学会西部支部研究発表会（1994）
- 2) 土質工学会：岩の工学的性質と設計施工への応用，岩の力学委員会（1979），p838