

III-308

岩盤不連続面のせん断強度について

埼玉大学 正員 吉中 龍之進 丹沢 昭義
 榊熊谷組 正員 清水 昭男 新井 元
 榊熊谷組 正員 〇蟻坂 俊英 西村 良司

1. はじめに

岩盤不連続のせん断強度が不連続面の形状に依存することはよく知られている。ここでは圧裂引張破壊させた人工的な花崗岩の不連続を用いた実験結果を解析し、岩盤不連続面のせん断強度について検討したので、その概要を報告する。

2. 花崗岩およびモルタル模型のせん断強度

実験供試体形状は、花崗岩、モルタル模型とも図1のようであり、不連続面はA, B, Cの3種類がある。

（実験方法・実験結果は文献1参照。）本実験は3軸方向からの载荷であり载荷装置と供試体の摩擦が無視出来ない。ここでは、側面の摩擦係数を0.06, 上下面の摩擦係数を0.15として摩擦補正を行った。図2にモルタル模型のせん断強度とBartonの式でJRC=8とした場合の強度曲線を示す。Bartonの式は実験値と低応力部で合わせれば高応力部が合わないことがわかる。Bartonの式を実験値と合うように次のように修正する。

Bartonの式：

$$\tau_p = \sigma_n \tan \left(JRC \log_{10} \frac{\sigma_c}{\sigma_n} + \phi \right) \quad (1)$$

修正式：

$$\tau_p = \sigma_n \tan \left\{ \frac{1}{2.6} JRC \left(\log_{10} \frac{\sigma_c}{\sigma_n} \right)^{2.5} + \phi \right\} \quad (2)$$

ここに、 τ_p ：ピークせん断強度、 σ_n ：垂直応力、 σ_c ：母材の一軸圧縮強度、 ϕ ：母材の平らな面の摩擦角、JRCはBartonの不連続面粗さ係数で $0 \leq JRC \leq 20$ である。

図3に花崗岩モデルのせん断強度と(2)式によるせん断強度曲線を示す。この実験では、同一供試体に対し垂直応力を変えて再载荷する多段階载荷方式を採用したので、不連続面の小さな凹凸がとれて、JRCが各段階毎に低下するものと考えられる。例えば面Aでは、最初JRCが8であったが6に低下し、 $\sigma_n = 10 \text{ kgf/cm}^2$ のときはそのまま、 $\sigma_n = 20 \text{ kgf/cm}^2$ のときにJRC=6の強度を示したが粗さはさらに低下し、次の $\sigma_n = 5 \text{ kgf/cm}^2$ の再载荷時にJRC=4.5の強度を示している。面Cでは2回目以降の载荷でJRCに変化のないことがわかる。花崗岩では、同一の粗さを持つ供試体を再び作ることは出来ないが、仮

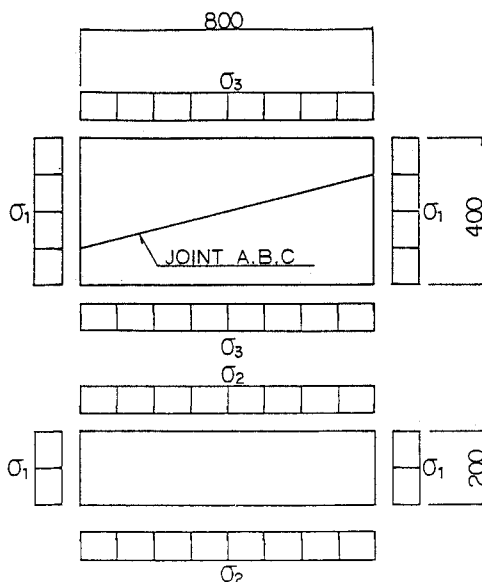


図1 実験供試体

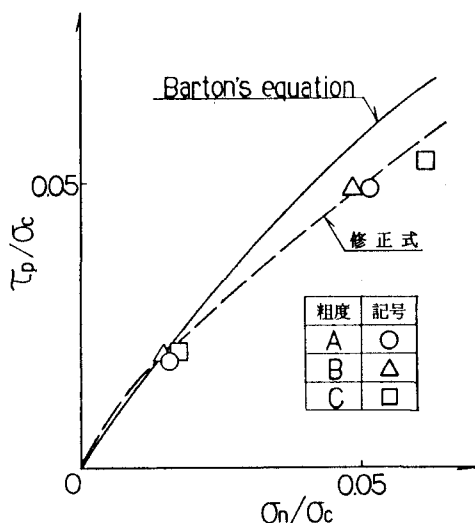


図2 2種類の強度式と実験結果との比較（その1）

に同じ供試体で最初から垂直応力を変えた試験を行った場合には、強度曲線は(2)式でJRC を適当に選んだ曲線に近いと推測される。また、平らな面（機械切断面）の強度曲線がJRC=1.5 に相当しているのは興味深い。なお、Tilt試験により求めた ϕ の値は、モルタルで39° 花崗岩で33°であった。

図4に、砂岩と凝灰岩の自然の不連続面を模写したモルタル供試体の実験結果（文献2）と(1)、(2)式による強度曲線を示す。(1)式より(2)式の方が実験値に近くはなっているが、高応力部でまだ少しはずれている。これらの面は、JRCの値が小さく、 ϕ の値を39°とした場合には、高応力部で平らな面の強度とほんのわずかしが違わない。不連続面の凹凸の形状によっては、母材強度に対して垂直応力が大きくなると、このような現象がおこることは、定形の20°の歯型モデルの実験結果（文献3）からも予測された。

3. 不連続面のせん断強度の予測

不連続面の縦断形状から(2)式におけるJRC を決定出来れば、せん断強度の予測が可能となる。縦断形状の検索より求まる Z_2 や SI^+ がJRCと強い相関があることは文献4で述べた。図5は、 Z_2 とJRCの関係をBartonの粗さ縦断面図と今回の花崗岩モデルについて示したものである。花崗岩不連続面の検索ピッチは1.5mmとし、同一供試体で5本の縦断面図をとって検索した。バラツキの大きいものがJRCが小さい傾向にあるため、平均値から標準偏差の2倍を引いた値が、もとの回帰直線に近くなっている。まだデータは不十分であるが、このような手法で Z_2 や SI^+ とJRCの関係を求めれば、(2)式を用いて岩盤不連続面のせん断強度が、おおよそ推定できると考えられる。

参考文献

- 1) 吉中, 清水, 新井, 蟻坂, 西村: 花崗岩を用いた節理モデルの強度特性 第21回岩盤力学に関するシンポジウム講演概要集, pp456~460, 1989.
- 2) 吉中, 清水, 新井, 加藤, 蟻坂: 実験的な不連続面粗さを持つ節理モデルのせん断試験 第20回岩盤力学に関するシンポジウム講演概要集, pp161~165
- 3) 吉中, 腰塚, 清水, 新井, 蟻坂: 岩盤不連続面の強度特性について 土木学会第42回年次学術講演会講演概要集(Ⅲ), pp334~335, 1987.
- 4) 吉中, 清水, 新井, 加藤, 蟻坂: 岩盤不連続面の粗さの指標について 土木学会第19回岩盤力学に関するシンポジウム講演概要集, pp386~390, 1987

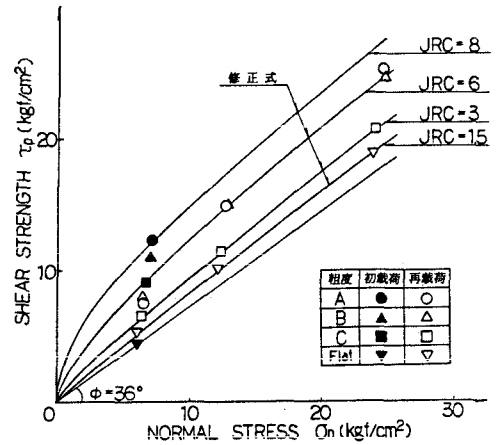


図3 修正式と実験値との比較（花崗岩供試体）

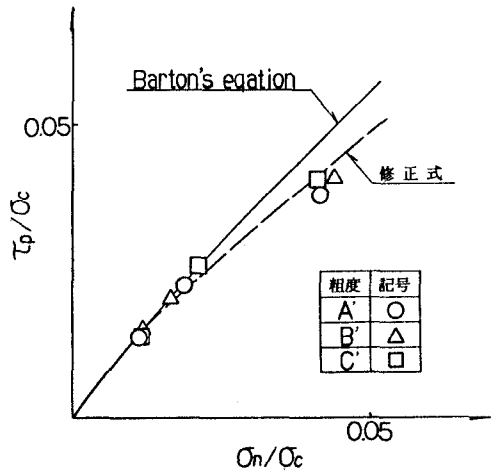


図4 2種類の強度式と実験結果との比較（その2）

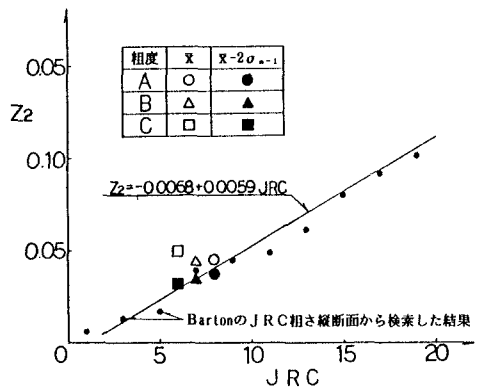


図5 JRC~Z₂関係