

埼玉大学 工学部 正員 ○吉中 龍二進  
 埼玉大学 工学部 正員 山辺 正  
 日建設計 北条 幸治

1. はじめに 一般に、岩盤には節理、片理や断層などの不連続面が存在し、それらは平行な一群あるいは2~3の系列を形成している。このような岩盤の破壊には、岩盤を構成する岩石の強度特性、不連続面の強度特性とその分布状態、不連続面と各主応力のなす角度、作用する平均主応力の大きさ等が支配的な要因となって複雑な影響を及ぼしていると考えられる。本研究では、軟岩地盤に相当する岩盤モデルとして多亀裂性の岩石と不連続体をとりあげその強度・変形特性について考察する。

2. 多亀裂性岩石の強度 花崗岩は、風化に伴ない間ゲキ率が增大し、強度が著しく低下する。図1は、マサチと強制風化させた花崗岩<sup>2)</sup>の三軸試験結果を图中に示したベキ関数破壊規準<sup>3)</sup>による表現としたものである。本図より、一軸圧縮強度をパラメータとする破壊規準<sup>3)</sup>を用いて種々の程度に風化した花崗岩の強度を一本の直線で表現できることがわかる。

次に、Jaeger<sup>4)</sup>による多亀裂性安山岩の三軸試験結果を図1と同様の表現としたのが図2である。この安山岩は開口亀裂や割れ目により直径15cmの供試体断面が約50~100の小部分に分割されており、一軸圧縮強度は12.9 kgf/cm<sup>2</sup>であるが、岩質自体の強度は直径2.5cmの供試体で2730 kgf/cm<sup>2</sup>と非常に高い。この場合にも、ベキ関数破壊規準が適用しうることがわかる。

3. 不連続性岩盤モデルの強度・変形特性 亀裂体や不連続体の力学特性に関する従来の研究は、応力伝達機構、不連続面の強度特性、ジョイント密度の影響、異方性の効果などを扱ってきた。ここでは、Reik<sup>5)</sup>らの実験結果と、凝灰岩を用いた不連続性岩盤モデルの実験結果に基づいて強度・変形特性について述べる。

Reikらの用いたモデルは軽量コンクリート(G-75)製の5cm x 7.5cm x 10cmのブロックを、60cm x 60cm x 130cmに積み上げ、Müllerのジョイント係数 $K$ を $K_1=1.0, K_2=K_3=0.5$ としたものである。材料の一軸圧縮強度は、約100 kgf/cm<sup>2</sup>であり、連続する不連続面( $K_1$ )が中間主応力方向と平行な場合の強度関係を示したのが図3である。この場合にも、ベキ関数による表現が可能であり拘束条件が一定の直線と異方性に関する角度が一定の直線により全てのデータが表現できる。

続いて、一軸圧縮強度が約70 kgf/cm<sup>2</sup>の凝灰岩を用い不連続面を導入

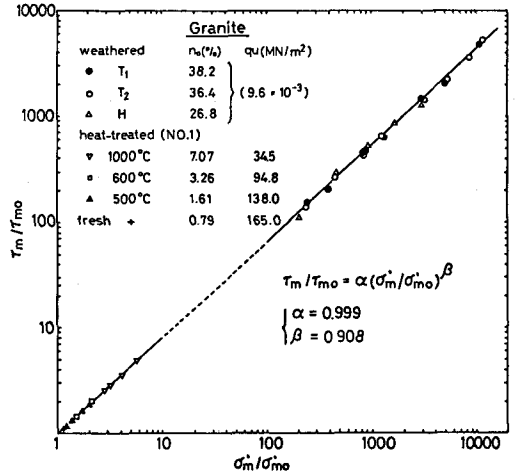


図1 風化花崗岩の強度

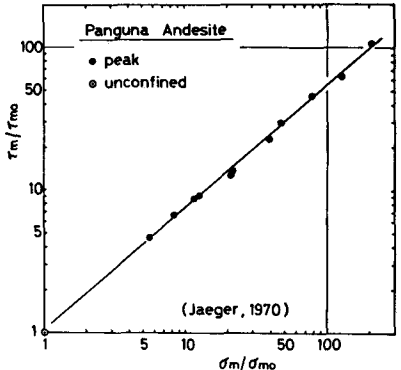


図2 多亀裂性安山岩の強度

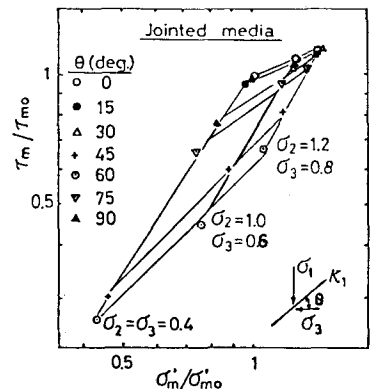


図3 積層体(G-75)の強度

した岩盤モデル (50 cm × 50 cm × 30 cm) により種々の拘束圧下で強度・変形特性を調べた。なお、最小主応力は常にゼロとした。図4は、中間主応力を 2 kgf/cm<sup>2</sup> した時の応力～歪関係であり、不連続面上での摩擦成分が卓越する場合 (D-4 等) と実質部分の破壊が支配的な場合 (D-2 等) が区別できる。中間主応力を変化させた時の応力～歪関係の一例が、図5(a), (b) である。本国より、中間主応力が変形係数に与える影響が大きいことがわかる。Janbu<sup>6)</sup> の求めた初期接線弾性係数  $E_i$  と拘束圧  $\sigma_2$  の関係が固結力のある場合にも適用できるようにした吉中<sup>7)</sup> の関係式  $E - E_0 = KPa(\sigma_2/Pa)^m$  を、この場合に適用したのが図6(a), (b) である。この関係式を用いて中間主応力  $\sigma_2$  の効果を評価しうることが予想される。また、拘束圧を変化させた時の破壊強度は、図7に示すように非線形な関係となる。

4. まとめ 多層裂性の岩石及び不連続性岩盤モデルの強度表現に、べき関数破壊規準が適用しうる事、及び中間主応力が変形係数に与える影響について考察した。

最後に、本研究をすすめるにあたって田中 敏人君 (現、国土開発技術センター) の多大なる協力を得た事を記して感謝します。

5. 参考文献 1) Yoshinaka, Onodera ('77) 9th. IC SMFE, SS-2, 99-102 2) 吉中, 小野寺 ('76) 10th. 岩盤工学, 31-35 3) 吉中, 山辺 ('77) 12th. 岩盤工学, 31-35 4) Jaeger ('70) 11th. Symp. Rock Mech., 99-124 5) Reik, Zacas ('74) R.M.H.S., 15, 295-303 6) Janbu, Nilmar ('63) Proc. Eur. Conf. SMFE, 1, 19-25 7) 吉中, 渡島, 西取 ('77) 9th. 岩盤工学, 127-132

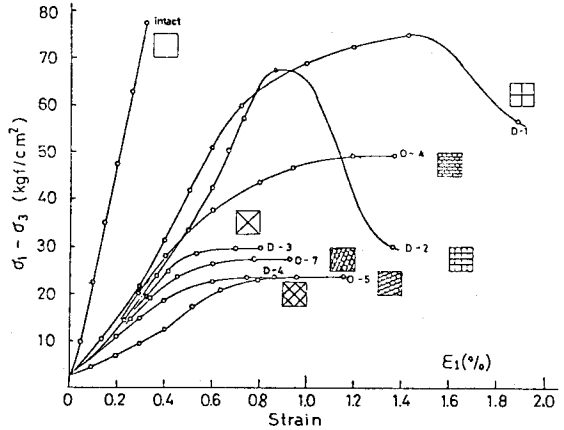


図4 不連続性岩盤モデルの強度 ( $\sigma_2 = 2 \text{ kgf/cm}^2$ )

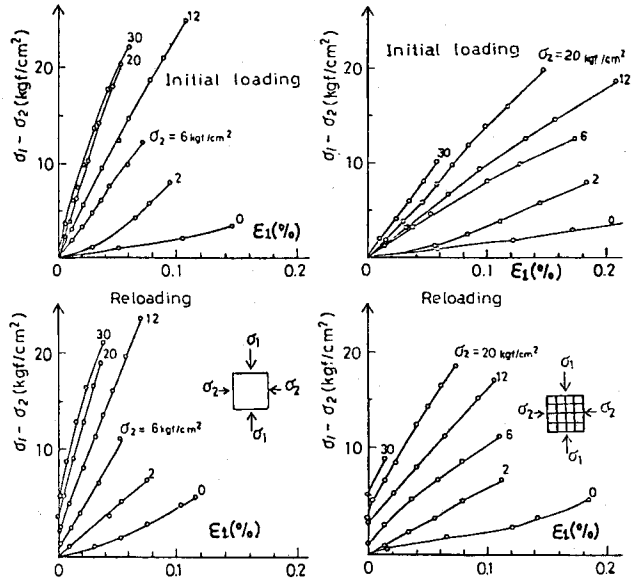


図5 中間主応力と再載荷量が変形性に与える影響  
(a) intact の場合 (b) 不連続体の場合 (D-2)

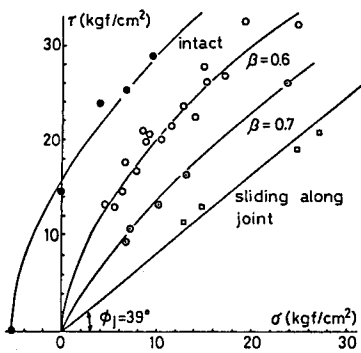


図7 不連続性岩盤モデルの強度

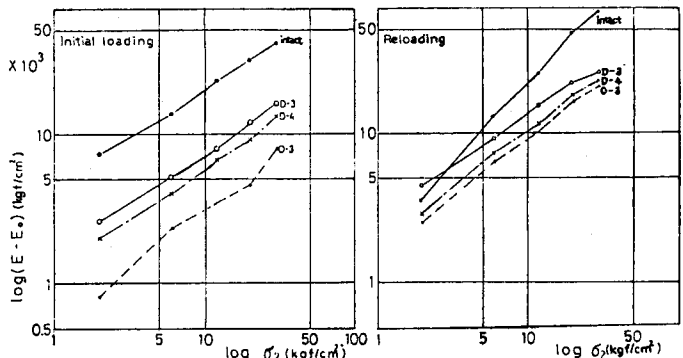


図6 変形係数と中間主応力の関係  
(a) 第1 載荷の場合 (b) 再載荷の場合