

岩盤の変形およびせん断強度特性に関する考察

京都大学工学部 正 員 畠 昭治郎
 京都大学工学部 正 員 谷本 親伯
 京都大学工学部 正 員 荻谷 敬三
 京都大学大学院 学生員 河合 正純

1. まえがき 岩盤の変形およびせん断強度特性は、岩盤内に存在する不連続面に大きく影響されるため、不連続面の定量的な評価が必要である。その1つとしてき裂頻度を検討し、岩盤の平板載荷試験およびブロッツせん断試験の結果との関連から、岩盤特性を考察した。次に写真からき裂の頻度・方向の卓越性を算定し、原位置岩盤の特性を推定する方法について考察した。

2. き裂頻度と変形特性の関係

き裂頻度の算定法として次の2方法を考えた。

算定法Ⅰ—載荷面に単位長さ(1m)をもつ任意の測線を引き、き裂との交点の数でき裂頻度 $n_1(1/m)$ とする。

算定法Ⅱ—載荷面内のき裂の総延長を載荷面積で除したものをき裂頻度 $n_2(m/m^2)$ とする。

発電所建設現場で行われた平板載荷試験の載荷面スケッチに対し、両算定法を適用してき裂頻度を求めた。載荷面は円形なので算定法Ⅰでは図-1のように45°きざみの4本の測線を引いて平均をとった。算定法Ⅱではデジタイザー(座標読み取り器)を用い、き裂上で数点選んで座標を読み取り、点を結んだ長さとしてき裂長を計算した。図-2は両算定法による頻度を比較したものであり、 n_1 と n_2 には比例関係がみられる。F.BeyerとF.Rolofsによれば、この比例定数は $\pi/2$ になることが示されており、お互いに換算もできるので、どちらの算定法を用いても同様の傾向が得られることがわかる。図-3にき裂頻度 n_2 と割線弾性係数 E_s との関係を示す。試験数の多い角礫岩においては、き裂頻度が増すにつれ、ほぼ指数関数的に E_s は減少し、 $n_2 = 10(1/m)$ 程度でその値は半減している。その他の岩種は試験数も少く明確な傾向は確認できなかった。

3. き裂頻度とせん断強度特性の関係

岩盤等級でCHの閃緑岩を対象として行われたブロッツせん断試験のせん断面スケッチをもとに、算定法Ⅰの考え方から図-4に

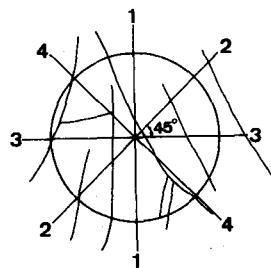


図-1 測線の引き方

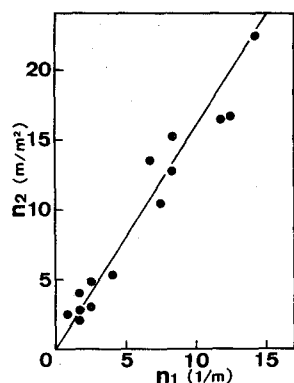


図-2 き裂頻度の比較

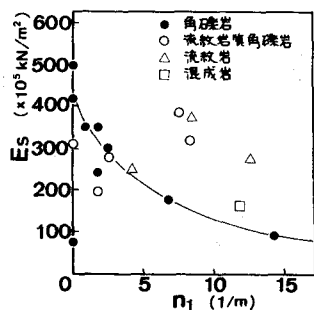


図-3 き裂頻度 n_2 と割線弾性係数 E_s の関係

示すようにせん断方向に測線を引いて得られるき裂頻度 $n_x(1/m)$ 、せん断と直交方向の測線を引いて得るき裂頻度 $n_y(1/m)$ 、および両者の平均 $\bar{n}(1/m)$ を表-1 に示す。試験より得られた破壊強度および残留強度を図-5 に示す。き裂頻度 n_x の大きい Test No. 2 と 3 は破壊強度が小さめに、頻度 n_x の小さな Test No. 1, 4, 5 は強度が大きめに出ている。残留強度も同様の傾向がみられる。 n_y あるいは $\bar{n}$ と強度の間にはこのような関係はみられず、せん断と直交する方向に測線を引いて得られるき裂頻度 n_x の大小、すなわちせん断方向におう方向をもつき裂の多少は直接的に強度に影響するが、せん断方向と直交する方向をもつき裂の多少がそのまま強度には反映されないといえる。

4. 写真よりき裂の頻度・卓越方向を算定する

従来行われてきたき裂調査は、湧水等も多く狭い坑道内で行われ他の作業の妨げとなることも多く、現場では写真を撮影するだけで後の作業を室内で行えば有利である。算定法Ⅱの考え方をもとに、写真から読み取られたきれつ上の数点の座標をデジタイザーで読み取り、マイワロコンピュータにてきれつごとの長さや傾きを計算させるとともに、ディスプレイにきれつを再現した。(図-6) 計算の際、きれつの実長がわかるように、あらかじめ実寸のわかっているハニマなどを写しておき、その写真上での長さとの比から縮尺を得るようにした。また、傾き θ などのき裂の総延長を撮影面積で除して方向別き裂頻度とし、これを半径として中心角 θ のおうぎ形を描いて、図-7 のようなジョイント・ロゼット²⁾を作成した。図-7 の例では $20^\circ-40^\circ$ 、 $140^\circ-150^\circ$ の2つの卓越方向をもつことがわかる。方向別き裂頻度の総和が全体的なき裂頻度となる。

5. あとがき き裂頻度と変形特性あるいはせん断強度特性との定量的な関係を明らかにできれば、室内試験で岩石コアの変形定数、強度定数を求め、これと前項の方法で求められるき裂頻度とから、原位置岩盤の特性を推定することが可能となる。

今後は、より多くの岩種について、き裂頻度と岩盤の特性の関係を調べる必要があるであろう。

参考文献

- 1) F. Beyer und F. Rolofs ; Integralgeometrische Bestimmung geotechnisch wichtiger Kluftteigenschaften , Rock Mechanics 14, 43-56 (1981)
- 2) INTERNATIONAL SOCIETY FOR ROCK MECHANICS COMMISSION ON STANDARDIZATION OF LABORATORY AND FIELD TESTS : SUGGESTED METHODS FOR THE QUANTITATIVE DESCRIPTION OF DISCONTINUITIES IN ROCK MASSES P.320-329 , Int. J. Rock Mech. Min. Sci. & Geomech. Abstr. Vol.15, pp.319-368 , 1978

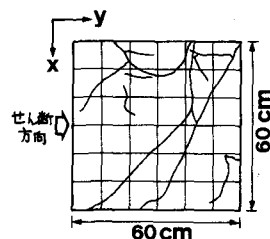


図-4 測線の引き方

表-1 き裂頻度

Test No.	$n_x (1/m)$	$n_y (1/m)$	$\bar{n} (1/m)$
1	4.7	6.3	5.5
2	5.3	5.7	5.5
3	6.7	4.3	5.5
4	2.7	5.0	3.9
5	3.7	2.7	3.2

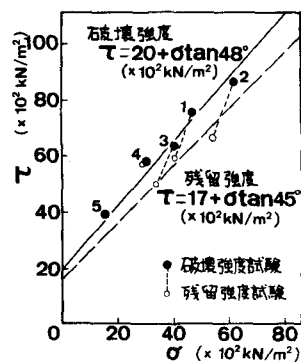


図-5 破壊強度・残留強度

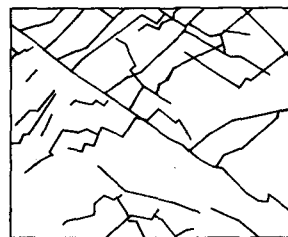


図-6 き裂の再現図

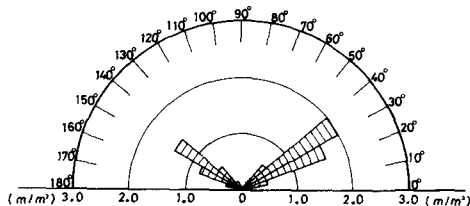


図-7 ジョイント・ロゼット