- 関西大学工学部 正会員 楠見 晴重
- 関西大学大学院 学生員 山田 亮介
- (株)関西土木技術センタ- 正会員 中村 均史
  - 関西大学工学部 正会員 西田 一彦

1. はじめに

不連続面の粗さ、不連続面を構成する岩石の強度、開口状況等、岩盤不連続面のせん断特性に影響を及ぼ す因子はさまざまである。そこで本研究は、単一不連続面を有する供試体を用いて、不連続面の開口状況を 定量的に数値化することを提案した。そして、その係数がせん断特性に与える影響について実験的検討を行 った。

## 2. 使用した供試体及び不連続面形状計測方法

本研究には、宮津花崗岩 (MG1~MG6)6本、ひん 岩(P1~P3)3本、ジェットセメント(J1~J12)12本を 供試体として用いた。宮津花崗岩、ひん岩、ジェッ トセメントの一軸圧縮強度は、それぞれ <sub>c</sub>=70.26 MPa、42.01 MPa、40.02 MPaである。ジェットセ メント供試体の作製方法としては、自然な岩盤不連 続面を有する岩石からウレタン樹脂により型枠を作 製し、ジェットセメント、水を1:0.4 で配合したも のを流し込み、不連続面がほぼ中央に来るように長



さ100mmに整形する。そして、図-1に示すようにコア軸に対する傾き (<sup>°</sup>)を考慮して、不連続面がせん断 方向と水平になるようジェットセメントを用いてせん断箱に収めた。不連続面の形状計測システムは先に報 告<sup>1)</sup>したものと同様である。

# 3. 実験方法

せん断試験は変位制御で行い、せん断、垂直応力はサーボコントロール方式で制御されている。供試体に 作用させた垂直拘束圧は、0.2、0.5、1.0、2.0MPaの4段階、せん断速度0.1mm/min、せん断試験はせん断 変位が5.0mmまで行った。

#### 4. 不連続面の開口状況の定量化

図-2 のように、不連続面の片面を A 面、もう一方の面を B 面とし、凹凸の基準線からの座標をそれぞれ  $a_{ij}$ ,  $b_{ij}$ とする。 式(1)に示すように  $a_{ij}$ と $b_{ij}$ を加えたものを  $c_{ij}$ とし、 $c_{ij}$ の最大 値を  $c_{max}$ とする。 $c_{max}$  は両面を合わせたときに、両不連続面が 最初に接触する点とみなせる。式(1)より、不連続面の各点にお ける開口幅  $e_{ij}$ は式(2)のように表される。不連続面の開口幅  $e_{ij}$ うち最も大きい開口幅を  $e_{max}$ 、平均したものを  $e_{ave}$ とすると、 せん断方向(i方<u>向</u>)



図-2 A面とB面の開口状況(横断面図)

不連続面の開口状況を定量化する係数として、式(3)に示すような を提案した。ここで、Aは不連続面の 面積である。

$$\boldsymbol{c}_{ij} = \boldsymbol{a}_{ij} + \boldsymbol{b}_{ij} \tag{1}$$

キ-ワ-ド:岩石不連続面,開口状況,せん断,破壊崩落線,JRC 〒564-8680 吹田市山手町 3-3-35 TEL,FAX 06-6368-0837

$$e_{i j} = c_{max} - c_{i j}$$
(2)  

$$\gamma = \frac{\sum e_{ij}}{e_{max} \times A} = \frac{e_{ave} \times A}{e_{max} \times A} = \frac{e_{ave}}{e_{max}}$$
(3)

ただし、(0 <1.0)である。

#### 5. 破壊包絡線

図-3は*JRC* 9において、 をパラメータとしたときの各供試 体の破壊包絡線を示したものである。この図より、 が小さいほ ど破壊包絡線は大きくなることが認められ、不連続面の粗さが同 じでも、開口部の空隙の割合が異なるとこれらの特性も異なるこ とが分かった。次に、これらの $(\sigma_n/\sigma_c) - (\tau_n/\sigma_c)$ 曲線を次式に示 す双曲線で近似させた。ここで、 。は供試体実質部の一軸圧縮強 度であり、式(5)、(6)より、1/a は破壊包絡線の初期接線係数、1/b はその漸近線を示している。

$$\frac{\tau_p}{\sigma_c} = \frac{(\sigma_n / \sigma_c)}{a + b(\sigma_n / \sigma_c)}$$
(4)

$$\frac{d}{d(\sigma_n/\sigma_c)} \left(\frac{\tau_p}{\sigma_c}\right)_{(\sigma_n/\sigma_c=0)} = \frac{1}{a}$$
 (5)

$$\lim_{\sigma_n \to \infty} \left( \frac{\tau_p}{\sigma_c} \right) = \frac{1}{b}$$
 (6)

## 6. 実験結果および考察

図-4 は JRC をパラメータとしたときの と1/aの関係を示した ものである。この図より、と1/aの間には一次的な関係があり、

が増加すると1/aは減少する傾向がみられた。このことから、 1/aとの関係を次式のように示した。

$$\frac{1}{a} = -m\gamma + \left(\frac{1}{a}\right)_{\gamma=0} \tag{7}$$

図-5 は JRC と式(7)のmとの関係を示したものであり、JRC が 6~ 16 の範囲において、mが増加すると JRC も増加し、その関係は直線 的な増加傾向を示した。これらの関係は式(8)のように表される。

m = 0.22JRC + 0.74(8)以上のことより、空隙状況を表す指標、JRCをパラメータとして、

開口した不連続面のせん断強度は、双曲線で表されることが分かった。

7. まとめ

岩盤不連続面における、開口部の空隙状況を定量化しパラメータ を提案した。そのパラメータ とJRC は双曲線の初期接線係数1/aと強い相関があり、最大せん断強度はとJRCの関数として表すことができた。 今後においては、式(4)の妥当性について実験的検討を進めるとともに、パラメータbのについて検討して いく。

### 参考文献

1) 楠見晴重, 酒井崇, 西田一彦, 中村均史:岩盤不連続面の開口状況の定量的評価とそのせん断強度式へ の適用性,土木学会論文集,No.631,pp.505-510,1999.9



図-3 JRC 9 における破壊崩落線







図-4 と JRC の関係