

岩盤不連続面の粗度とせん断特性に関する研究

鳥取大学工学部 正会員 藤村 尚
鳥取大学大学院 学生員佐々木 康哲
鳥取大学大学院 学生員 田中 良典

1. はじめに

岩盤不連続面のせん断特性は、垂直拘束圧、岩石・材料強度、せん断速度や不連続面の表面形状およびかみ合わせ等の要因に依存する^{1),2)}。とりわけ、不連続面の表面形状は、不連続面のせん断特性に大きく影響する。そこで、表面形状の形状変化や凹凸による粗さ等を定量化して表現することが重要になる。

本研究では不連続面の表面形状に着目し、表面形状の定量化を行う。次に、不連続面を有するモルタル供試体の一面せん断試験を行い、表面形状が岩のせん断特性にどのように関わっているのかを調べる。

2. 供試体の作製及び実験方法

3種類の異なる不連続面を持つ岩石試料を準備する。実験には、その岩石試料から不連続面を複製したモルタル供試体を用いた。使用した材料及び供試体の強度は、表-1に示す。なお、供試体の大きさは90mm×50mmである。

表面形状の計測は、レーザー変位計とX-Y自動ステージで行う。計測結果の一例を図-1に示す。岩の一面せん断試験は垂直拘束圧を0.5MPaで一定とし、せん断速度を0.2mm/minでせん断変位を8mmまでとする。

3. 不連続面の表示

ここでは、不連続面の表面形状を、形状変化と微小な凹凸によって示すとして、表面形状の定量化を図る。

まず、形状変化を値のばらつきとして捉えて、式(1)に示すばらつきの指標を用いて表現する³⁾。

$$\sigma'_{X(k)} = \sqrt{\left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (X_{(i)} - \mu'_X)^2\right)} \quad (1)$$

表-1 材料及び強度

材料	早強ポルトランドセメント
W : C : S = 0.6 : 1 : 2	
14日強度	
圧縮強度 N/mm ²	36.45
引張強度 N/mm ²	2.48

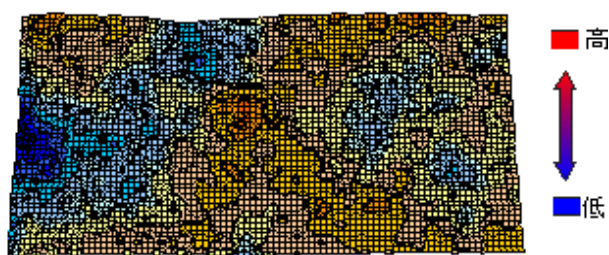


図-1 供試体 NO.1 粗さの計測結果

表-2 形状変化 S'とS

供試体番号	計測ピッチ	試験前		試験後	
		S'	S	S'	S
NO.1	1.0 mm	0.14	6.87	0.13	6.44
	0.5 mm	0.19	18.09	—	—
NO.2	1.0 mm	0.17	8.13	0.17	7.96
	0.5 mm	0.23	22.34	—	—
NO.3	1.0 mm	0.22	10.51	0.21	9.88
	0.5 mm	0.26	24.63	—	—

表-3 粗度 G

供試体番号	計測ピッチ	試験前	試験後
		G	G
NO.1	1.0 mm	4.43	4.35
	0.5 mm	7.88	—
NO.2	1.0 mm	3.97	3.82
	0.5 mm	5.18	—
NO.3	1.0 mm	5.94	5.62
	0.5 mm	11.88	—

キーワード 岩盤不連続面、粗度、岩のせん断強度

連絡先 鳥取市湖山町南4丁目101、TEL.0857-31-5296

ここに、 μ'_X = 各供試体のせん断方向成分の各ラインあたりの最高値と最低値の平均とする。また、せん断方向の1ラインあたりのデータ数を n とし $i=1 \sim n$ 、総ライン数を m とし $k=1 \sim m$ とする。次に、せん断方向成分の1ラインあたりで、 μ'_X の等値線と交差する回数をカウントし、 $I(k) = (\text{カウント数} + 1)$ をもとめる。ここでは、 μ'_X の等値線と交差してから次に交差するまでの表面形状の変化は考慮せず、それまでの変化を1つの大きな表面形状の変化として、その間の変化は全て微小な凹凸とする。形状変化 S を式(2)のようにする。

$$S = \sum_{k=1}^m (\sigma'_{X(k)} / I(k)) \quad (2)$$

次に表面粗さの定量化の方法を示す。表面粗さは微小な凹凸の個数 L をカウントして行う。表面粗さ L を式(3)で表す。

$$L = \sum_{k=1}^m L(k) \quad (3)$$

S と L を総ライン数 m で割ったものを S' 、 L' とし、不連続面を式(4)で表現する。

$$G = S' \times L' \quad (4)$$

4. 結果及び考察

形状変化と粗度の結果を表-2、表-3に、せん断変位と、せん断応力及びせん断変位の関係を図-2、図-3に、残留強度及びピーク強度と、 S' 及び G の関係を図-4、図-5に示す。これらの結果から、不連続面の粗度に違いを持つ供試体について、形状変化を表す指標 S' と残留強度に、不連続面の粗度を表す指標 G とピーク強度が大いに関係していることがわかった。しかし、垂直変位と S' 及び G の関係は明らかでない。

5. まとめ

不連続面について形状変化と表面粗さからなる粗度 G を示し、岩のせん断強度特性は不連続面の粗度 G や形状変化 S' に大いに影響を受けることがわかった。なお、垂直変位と G との関係については今後さらに検討して行く。

<参考文献>

- 1) 日本材料学会：岩の力学 基礎から応用まで、丸善株式会社 pp.467～pp.470
- 2) R・E・グッドマン：不連続性岩盤の地質工学、森北出版株式会社 pp.138～pp.164
- 3) 社団法人 土木学会：新体系土木工学 2 確率・統計解析、技報堂出版株式会社 pp.160～pp.162

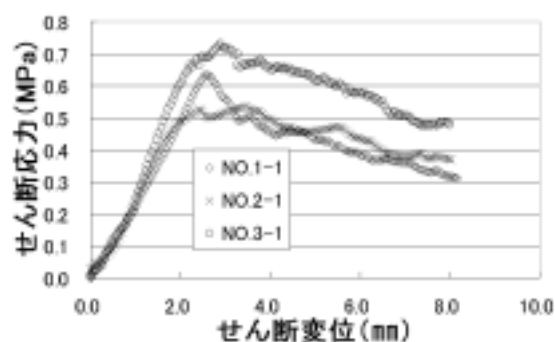


図-2 せん断応力 - せん断変位

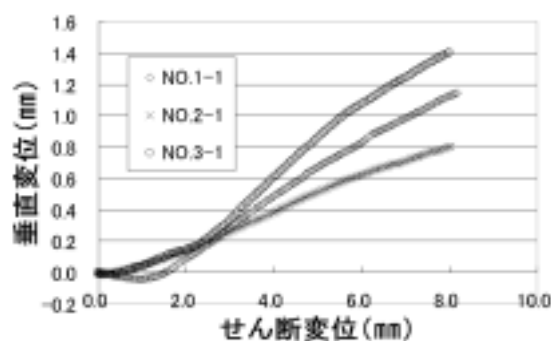


図-3 垂直変位 - せん断変位

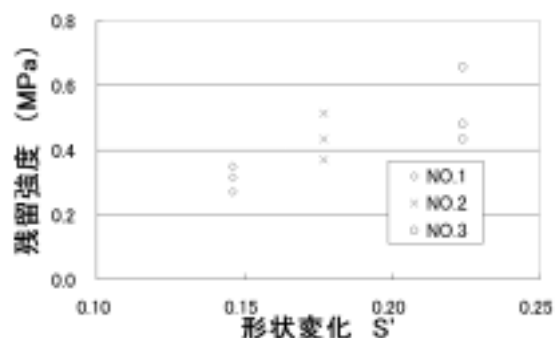


図-4 S' と残留強度

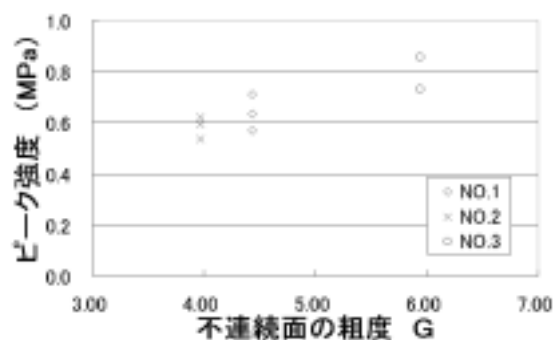


図-5 G とピーク強度