

岩盤不連続面の粗さに着目したせん断強度特性の研究

鳥取大学大学院（現矢作建設） 正〇 田中 良典
 鳥取大学大学院 学 佐々木 康哲
 鳥取大学工学部 正 藤村 尚

1. はじめに

岩盤不連続面のせん断強度特性は、垂直拘束圧、材料強度、不連続面の表面形状、不連続面の噛み合わせなどの要因で異なる。ここでは、不連続面の表面形状に着目し、新たな表面形状の表現方法を示す。つぎに、これらの表面形状の値と室内岩盤せん断特性との関係を調べる。

2. 供試体、試験方法

供試体は、3種の粗さを異にする岩盤不連続面を選び、早強性グラウト材により型取りし、モルタルで複製したものをを用いた。それぞれをNO.1, NO.2, NO.3と呼称する。不連続面の寸法 S は90mm×50mmに整形を行っている。図-1に供試体NO.2の鳥瞰図を示す。モルタル供試体は早強セメントを使用し、水セメント比を40%と60%とする、2種類の配合について作製した。表-1に各材料の配合および各種試験結果を示す。

表-1 材料の配合および試験結果

セメント:砂:水	1:2:0.4	1:2:0.6
一軸圧縮強度(N/mm ²)	55.47	36.44
引張強度(N/mm ²)	4.58	2.48
静弾性係数(N/mm ²)	3.07×10^4	2.48×10^4

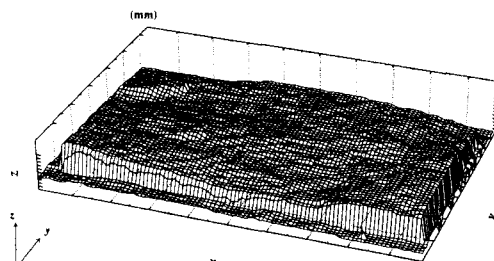


図-1 供試体NO.2の鳥瞰図

せん断試験時の垂直拘束圧は0.1MPa、0.5MPa、1.0MPa、1.5MPaの4段階で一定圧力とし、せん断速度0.2mm/minで、せん断変位が8mmに達するまで試験を行った。不連続面の表面形状の計測にはレーザ変位計とXYパルスステージを用いて自動計測を行った。

3. 不連続面の表面形状の数量化手法(1)

不連続面の一例として図-2のような表面形状について考える。この表面形状を表す個々の座標値(x , y , z)に対して、最小二乗法により平均線を求め、 z 値と平均線との差の平均値を求めパラメータとする。しかし、この方法は不連続面の大きな変化を大きく評価する特徴がある。そこで、これを解消するために小さな表面の粗さに重みを付け、図-2の様に一定間隔(STEP(mm))で表面形状を等分割し、それぞれの区間での平均線からの差について、次のようにパラメータ S_m 値を求める。



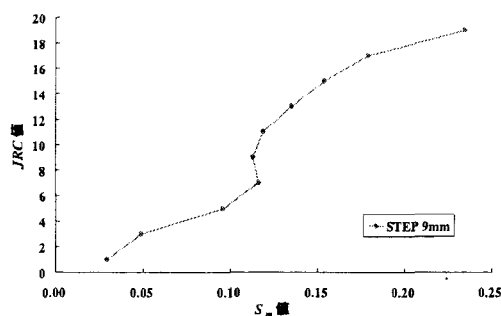
図-2 表面形状分割例

$$S_m = \frac{1}{M} \sum_{i=1}^M |Z_i - f_a(x_i)|$$

M : 1ラインあたりの測定点数 Z_i : i 番目の表面形状データ

$f_a(x_i)$: STEP間の平均線

STEPの決定には、岩盤不連続面の形状を近似的に、不規則波であるとみなし、パワースペクトルを適用する。谷本、岸田らは¹⁾表面形状の周波数特性の分布の中心的な周波数として重心周波数 f_G を示している。本研究ではJRC値の全てのレンジの f_G からSTEPを決定した。JRC値の f_G の中央値は0.105Hz(1/mm)であり周期にあたる

図-3 S_m 値とJRC値の関係

9.5(mm)をSTEPとした．図-3は S_m 値と JRC 値の関係を示す．これらは以下のような式で示すことができる．

$$JRC\text{値} = 137.43(S_m\text{値})^{1.34} \qquad \text{相関係数：0.89}$$

4. 不連続面の表面形状の数量化手法(2)

表面形状計測装置により計測された測定間隔の 3 つのデータから微小面のステレオ投影を行う（図-4）．これにより，微小面が示す法線方向から微小面のせん断方向との傾斜方向，傾斜角（垂直角）及び走行（水平角）を求めることができる．また，極が示す傾斜角がせん断面に対して伏角である時の微小面についてせん断方向に垂直な面に微小面を投影した面積 a を求める．図-5に，これらの関係を示す． a を式で表すと

$$a = s \cdot \sin \phi \cdot \cos \theta$$

であり，せん断に抵抗する微小面の全面積 A は次式となる．

$$A = \sum_{i=1}^n a$$

n ：せん断方向に抵抗する面の総数

4. 実験結果・考察

図-6に，せん断強度-せん断変位，図-7に垂直変位-せん断変位の関係を示す．また，図-8にせん断強度と $\bar{S}_m$ 値の関係，図-9にせん断強度と A/S の関係を示す．表面形状の凹凸が大きくなるに連れ，せん断強度が増加する傾向が見られ，不連続面の表面形状の違いはせん断強度に顕著に影響を及ぼしている．

5. まとめ

新たに不連続面形状を2通りの方法で表示した．そして，表面形状の値とせん断強度に比例関係がみられることがわかった．

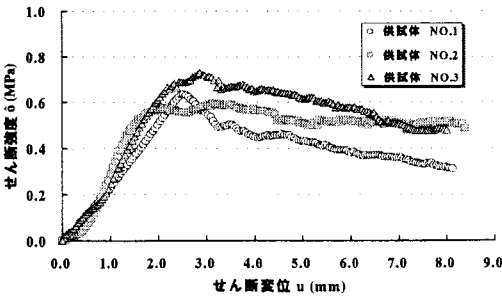
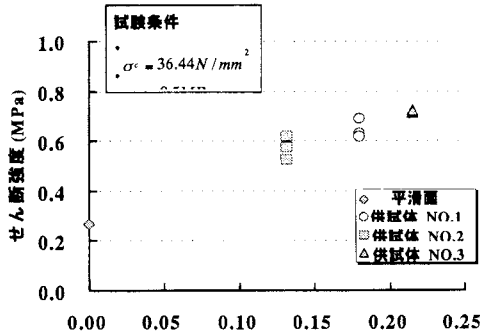


図-6 せん断変位-せん断強度図の関係



参考文献) 図-8 $\bar{S}_m$ 値-せん断強度図の関係

- 1)谷本親伯，岸田潔：岩盤不連続面のせん断特性とラフネスに関する基礎研究，第 24 回岩盤力学に関するシンポジウム講演論文集，pp.206～210，1992

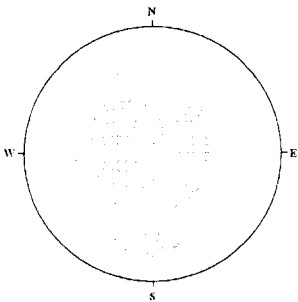


図-4 ステレオ投影図(供試体 NO.2)

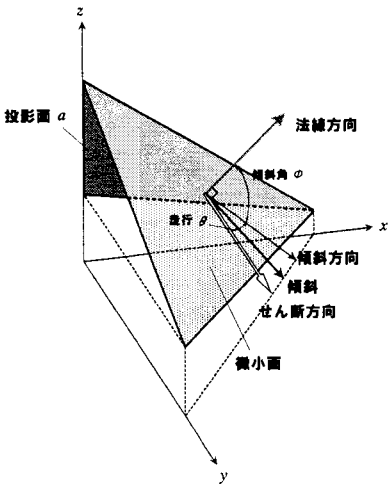


図-5 微小面のせん断抵抗面積

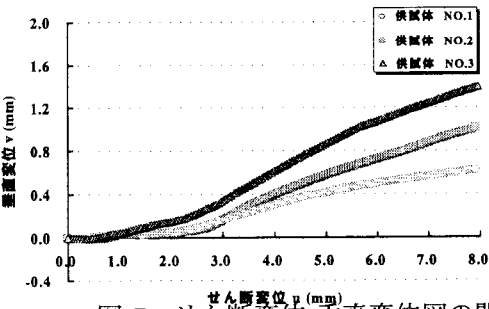


図-7 せん断変位-垂直変位図の関係

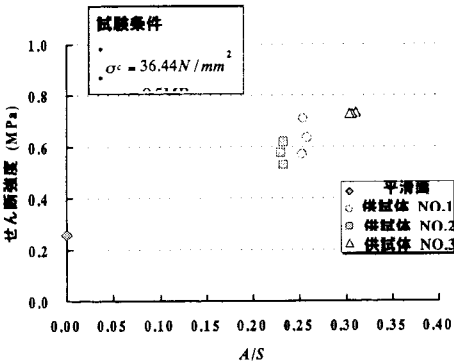


図-9 A/S 値-せん断強度図の関係