

京都大学工学部 正会員 谷本親伯

京都大学工学部 正会員 岸田 潔

三井建設(株) 正会員 ○坂上清明

1. はじめに

岩盤不連続面のせん断挙動を決定づけるパラメータとして垂直拘束圧・せん断の破壊モード・材料強度・不連続面の形状の4つが挙げられている¹⁾。本研究では、垂直拘束圧とラフネスに着目し、垂直拘束圧一定条件のもとで一面せん断試験を行いせん断強度とラフネスとの関係を考察した。また、ラフネスの定量的な評価方法について検討を行った。

2. 供試体及び実験方法

本研究では、5種類の自然状態の不連続面を複製したセメントモルタル供試体を用いた。その寸法は、断面が一辺4.2cmの正方形で高さは5cmである。

不連続面ラフネスの計測は、TOK式ラフネス測定装置を用い0.5mm間隔で行った²⁾。また、せん断試験はせん断試験機(誠研舎DTA-176型)を用いて、垂直拘束圧一定条件のもとで5種類の垂直拘束圧(0.2, 0.4, 0.6, 0.8, 1.0MPa)を設定して行った。

3. 実験結果及び考察

(1) 垂直拘束圧とせん断強度との関係

図1は、せん断変位に伴うせん断応力の変化を示している。これを見ると、せん断変位の増加に伴いせん断強度が増加し、ピークをむかえた後残留領域に至る。この図は、供試体1についてのものであるが、すべての供試体においても同様の結果を得た。図2は、垂直拘束圧とピークせん断強度との関係を示したものである。これを、各供試体毎に直線近似を行った。それにより、クーロンの破壊基準に合わせて粘着力 C 、残留内部摩擦角 ϕ を求め、これらの値を相関係数 R とともに表1に示す。相関係数は、非常に高いものになった。 ϕ は、どの供試体においてもほぼ一定の値を示している。本研究では、同一のセメントモルタル供試体を使用しており、せん断強度に影響を与えるものは、不連続面ラフネスと垂直拘束圧である。 C の値は、各供試体により相違が明瞭であり、ラフネスの影響が C に大きくあらわれているものとする。

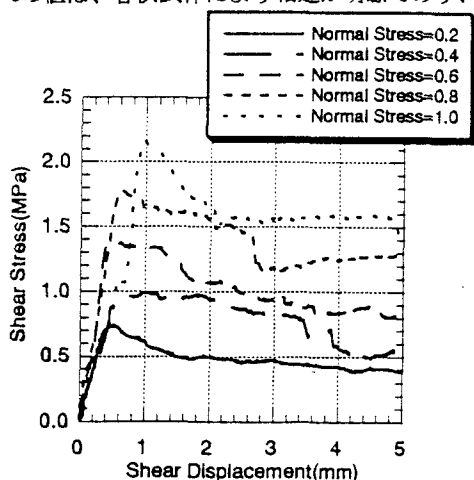


図1 せん断変位—せん断応力

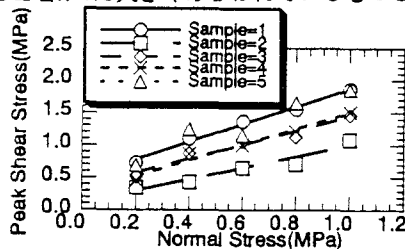


図2 垂直拘束圧—せん断強度

	Sample1	Sample2	Sample3	Sample4	Sample5
C	0.5038	0.1183	0.3677	0.2740	0.5021
ϕ	53.66	41.27	46.66	50.70	53.69
R	0.9943	0.9626	0.9782	0.9859	0.9523

表1 各供試体の C 、 ϕ 、 R

(2) ラフネスとせん断強度との関係

(1)で述べたように、不連続面のせん断強度にはラフネスが影響を及ぼしている。そこで、ラフネスとせん断強度との関係について考察を行う。本研究では、 Ms 値、 An 値を用いた2種類のラフネスの定量化を行った。

Ms 値²⁾とは、ラフネスを一つの波と考え波動解析に用いられるスペクトル解析を利用し、ラフネスの特徴をとらえようとするものであり、表面形状の持つ全パワーの強さと重心周波数とを掛け合わせることでより求めることができる。よって、ラフネスの凹凸変化量と周規性を同時に評価することができる。ここで、図3に Ms 値とせん断強度との関係を示す。この図より、 Ms 値が増加すればせん断強度が大きくなるという傾向が確認できる。しかし、供試体1と供試体3に関してはこの傾向が当てはまらない。この理由は、 Ms 値はラフネスを面全体としてとらえているので、不連続面のごく一部でせん断が支配される場合にラフネスを正しく評価できない可能性が考えられる。実際に、せん断前後の不連続面を観察するとごく一部でせん断が支配されるような状況が確認された。

そこで、計測されたラフネスの計測点間の角度をせん断方向を考慮に入れて求めた。

せん断方向に対して乗り上げる角度の数が多く存在し、かつ大きな角度を含むような供試体のピークせん断強度は大きな値をとるということが推測される。したがって、せん断方向に対して正の角度についてそれぞれ 1° のものには1、 90° のものには90の重みを与える。そして、その重みと角度の存在数を掛けて足し合わせることでより求められる数を新たに An と定義する。図4に An 値とピークせん断強度の関係を示したものである。この図より、 An 値が大きくなるにつれてピークせん断強度が大きくなるという傾向がわかる。これより、 An 値はラフネスのせん断強度の特徴をとらえるのに非常に有効なパラメータであることが確認できた。

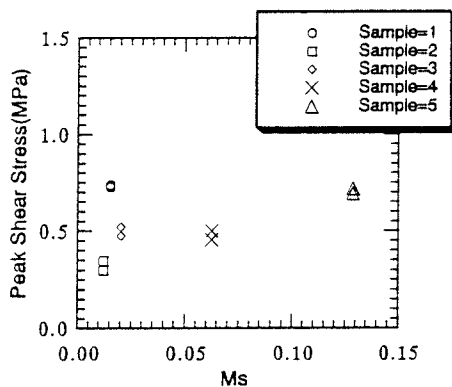


図3 Ms 値－せん断強度

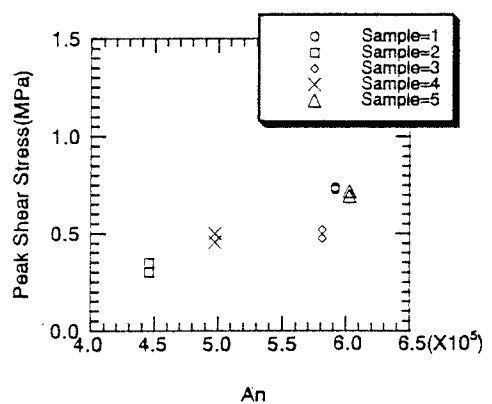


図4 An 値－せん断強度

4. おわりに

本研究では、垂直拘束圧とラフネスをパラメータとして岩盤不連続面のせん断挙動について考察を行った。ラフネスの定量化として Ms 値と An 値の2種類を用いそれらとせん断強度との関係を考察した。その結果、せん断方向を考慮に入れラフネスの表面角度を用いて求めた An 値が大きいほどせん断強度が大きくなるということが確認できた。

<参考文献>

- 1) N. Barton: REVIEW OF NEW SHEAR-STRENGTH CRITERION FOR ROCK JOINTS, ROCK MECHANICS&ROCK ENGINEERING pp. 287-332, 1973.
- 2) 谷本 親伯、岸田 潔: 3次元非接触プロファイラーと最大エントロピー法を用いた岩盤不連続面ラフネスの定量化, 土木学会論文集 1995. 3月号掲載予定