

関西大学工学部 正会員 楠見 晴重
 関西大学大学院 学生員 ○上枝 和司
 関西大学工学部 正会員 西田 一彦

1. まえがき

岩盤不連続面の強度・変形特性は、不連続面を構成している種々のアスベリティー形状の組合せならびに、アスベリティーの傾斜角の分布に大きな影響を受けると考えられるが、その点に関しては十分解明されていない。そこで本研究では、不連続面を規則及び不規則な三角形歯形状断面に単純化した石膏供試体を作成し、直接一面せん断試験を行った。不規則な不連続面は、2 ないし 3 種類のアスベリティー傾斜角を有する供試体を 7 種類作成し、アスベリティー角度がせん断強度ならびに変形特性に与える影響について実験的に検討を行った。

2. 供試体および実験方法

本研究では、同一形状を持つ均質な供試体を作成する必要があることから石膏供試体を用いた。供試体、実験装置の詳細については以前発表したものと同様のものである¹⁾。表-1 に本研究で用いた石膏供試体の諸特性を示す。図-1 は供試体の側面図を示したものである。この図より、供試体は左から i_a 、 i_b 、 i_c のアスベリティーを有しており、アスベリティーの個数は 3 個、アスベリティー傾斜角は 15° 、 20° 、 25° の 3 種類とした。このうち、 $i_a=i_b=i_c$ の供試体を規則歯形供試体 RPi、アスベリティー傾斜角が異なる供試体を不規則歯形供試体 IP i_a - i_b - i_c と呼ぶこととする。

試験方法は、供試体に一定垂直荷重を載荷した状態でせん断荷重をひずみ制御方式 (0.1mm/min) で 5mm まで作用させた。1 種類の供試体に対して、垂直応力 $\sigma_n=0.1, 0.3, 0.5, 0.7, 1.0\text{MPa}$ の下で試験を行った。せん断試験終了後、形状計測装置を用いて供試体の表面形状を計測した。

3. 実験結果および考察

図-2 は、RP25、IP15-25-25、IP20-25-25 供試体の破壊包絡線を示している。この図より、アスベリティー角度の差が大きい IP15-25-25 供試体では、 $\sigma_n=0.1\text{MPa}$ で τ_p が大きくなっており、その後垂直応力の増加につれて緩やかに τ_p が増加する傾向が見られる。アスベリティー角度の差が小さい IP20-25-25 供試体では、 $\sigma_n=0.1\text{MPa}$ では IP15-25-25 に比べて τ_p は小さくなっているが、垂直応力の増加に伴う τ_p の増加

表-1 石膏供試体の諸特性

単位体積重量 γ	(kN/m^3)	15.6
一軸圧縮強度 σ_c	(MPa)	24.1
圧裂引長強度 σ_t	(MPa)	0.25

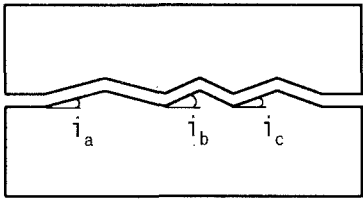


図-1 石膏供試体側面図

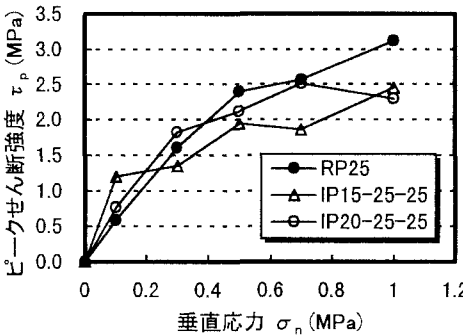


図-2 各供試体の破壊包絡線

は IP15-25-25 よりも大きくなっている。また、 $\sigma_n=1.0\text{MPa}$ では、IP15-25-25 と IP20-25-25 供試体の差異はあまり見られず、不規則歯形供試体よりも、アスベリティー角度が大きい RP25 供試体の τ_p が大きくなっている。これは、垂直応力の増加に伴って、供試体のアスベリティーの破壊が 3 個のアスベリティー全てにおよぶことから、角度が大きいアスベリティーが多い供試体のせん断強度が、大きくなるものと考え

Harushige KUSUMI, Kazushi UEEDA, and Kazuhiko NISHIDA

られる。

図-3、図-4 は IP20-25-25、IP15-25-25 供試体のせん断試験後のアスペリティー角度 i を元のアスペリティー角度 i_0 で除して正規化したものと垂直応力の関係を示している。図-3 より、IP20-25-25 の供試体では、 $i_0=20^\circ$ のアスペリティーは、 $\sigma_n=0.1\sim0.7\text{MPa}$ でほとんどせん断されておらず、 $\sigma_n=1.0\text{MPa}$ で始めてせん断が起きている。一方で、角度が大きい $i_0=i_c=25^\circ$ のアスペリティーは、 $\sigma_n=0.1\text{MPa}$ ではアスペリティーのせん断はほとんど起こっていないが、それ以上の垂直応力下では、 σ_n の増加に伴ってアスペリティー傾斜角が徐々に減少している。このことは、図-4 に示した IP15-25-25 についても同様であるが、特に $\sigma_n=0.7、1.0\text{MPa}$ の条件下で IP20-25-25 よりもアスペリティーのせん断が大きい。このことから、単純化された歯型供試体において、ごく小さい垂直応力下ではアスペリティーに沿ったせん断変形が生じているが、そのせん断挙動はアスペリティー表面の摩擦力ならびに弾性変形に支配されると思われる。それ以上の垂直応力下では、大きな角度を有するアスペリティーから、破壊が進行していくことが認められた。

図-5、図-6 は、IP20-25-25 と IP15-25-25 供試体のせん断試験終了後のアスペリティー角度、供試体がピーク強度を過ぎてから示すダイレーション角度と垂直応力の関係を示したものである。これらの図から、ダイラテンション特性は、アスペリティーのせん断が起らない垂直応力下では、最大のアスペリティー傾斜角と等しくなっている。また、アスペリティーのせん断が生じると、ほぼそのせん断されたアスペリティー角度に沿って、垂直変位が増加している。図-2 で示したように、 $\sigma_n=0.3\sim0.7\text{MPa}$ の領域において、IP20-25-25 の τ_p は常に IP15-25-25 のそれよりも高い値を示している。この原因としては、この垂直応力下では、両供試体においてアスペリティー i_0 の変化に違いが見られることから、これに起因しているものと考えられる。

4.まとめ

岩盤不連続面のせん断挙動に関して、2 ないし 3 種類のアスペリティーを組み合わせる単純化した不連続面を用いて検討を行った。その結果、不連続面を構成しているアスペリティー間の角度の差によって、せん断強度の特性は異なることが認められ、それらは垂直応力の領域とも深く関係していることが分かった。

参考文献

- 1) 梶見晴重・寺岡克己・谷口敬一郎：不規則な岩盤不連続面におけるせん断強度の定式化に関する研究，土木学会論文集，No.499/III-28，pp.13-21，1994。

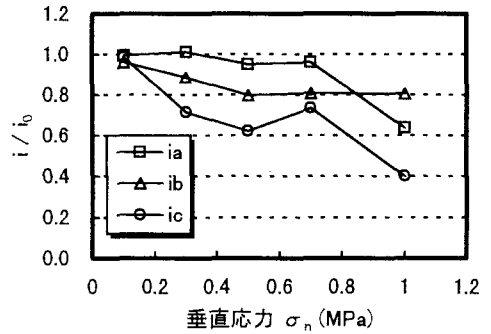


図-3 i/i_0 と σ_n の関係 (IP20-25-25)

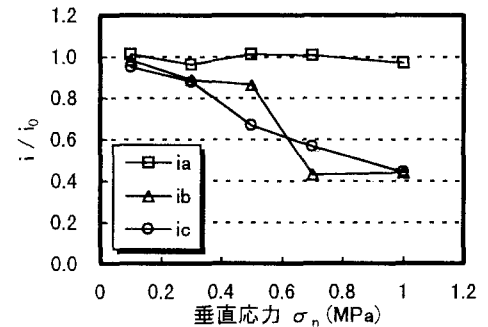


図-4 i/i_0 と σ_n の関係 (IP15-25-25)

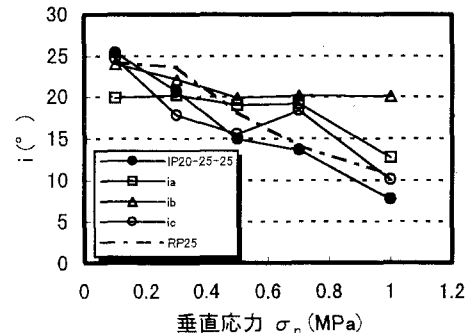


図-5 i と σ_n の関係 (IP20-25-25)

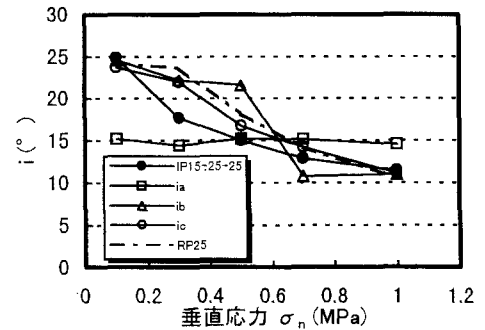


図-6 i と σ_n の関係 (IP15-25-25)