

Ⅲ-316

岩盤不連続面のせん断強度に及ぼすアスペリティー角の影響に関する研究

関西大学工学部 正会員 楠見 晴重
 関西大学大学院 学生員○鈴木 哲也
 大阪府 正会員 辻内 健
 関西大学工学部 正会員 西田 一彦

1. はじめに

一般に、岩盤の力学特性は不連続面の強度・変形特性に支配される。そのため、岩盤強度の評価においては、不連続面の力学特性を把握することが重要となる¹⁾²⁾。本研究は、歯型傾斜角が異なった2種類の三角形形状の不連続面を有する石膏供試体を用いて、直接せん断試験を行い、不連続面を構成するアスペリティー傾斜角が、不連続面のせん断挙動に及ぼす影響について検討を行った。

2. 実験に用いた供試体及び実験方法

不連続性岩盤のせん断挙動は、その内部に存在する不連続面の特性に大きな影響を受けるため、不連続面の粗さ形状とせん断挙動との関係を検討することが重要となる。本研究では、作成方法が簡単で均質な不連続面形状を作り出せるという利点から、石膏を用いて供試体を作成した。供試体材料の配合は、石膏、標準砂、水をそれぞれ1:1:0.6の重量比とした。表-1は、実験に用いた石膏供試体の諸特性を示している。図-1は、実験で用いた石膏供試体を示したものである。この図は、傾斜角 $i_a(i_a=10^\circ, 20^\circ)$ のアスペリティーの中に、卓越した傾斜角 $i_b(i_b=20^\circ, 30^\circ)$ のアスペリティーを $n(n=1\sim3)$ 個有する供試体を示したものであり、供試体名を $Ri-i_b-n$ とする。これを複合歯型供試体と呼ぶ。また、 $i_a=i_b=i$ の規則歯型のアスペリティーを有する供試体を $Ri-5$ とし、これを単一歯型供試体と呼ぶ。

表-1 石膏供試体の諸特性

単位体積重量 ρ (gf/cm ³)	1.59
軸圧縮強度 σ_c (kgf/cm ²)	193.0
圧裂引張強度 σ_t (kgf/cm ²)	25.0

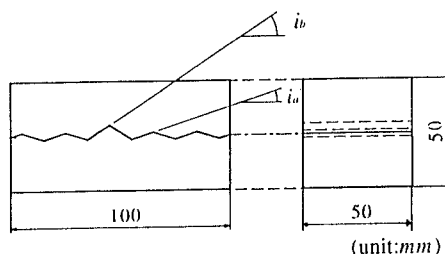


図-1 実験に用いた石膏供試体

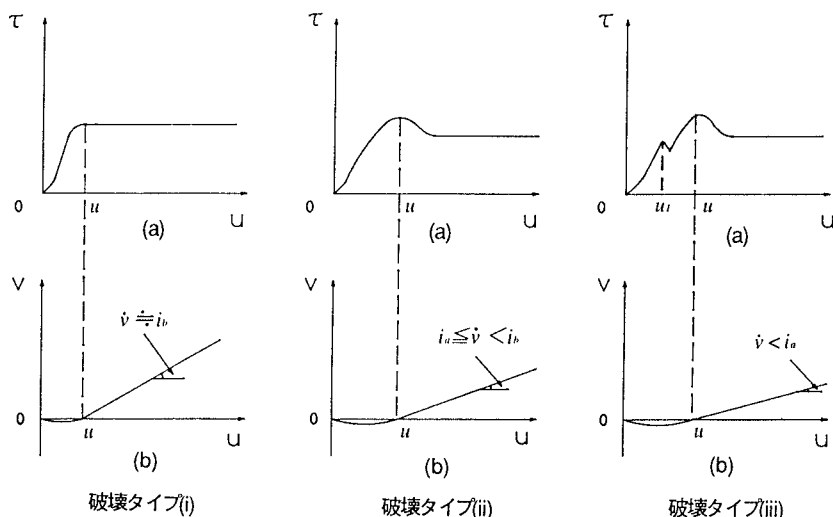
実験は、直接一面せん断試験機を用いてせん断試験を行った。本研究では、定圧一面せん断試験を行い、垂直応力 1.0kgf/cm^2 、 5.0kgf/cm^2 、 10.0kgf/cm^2 の3種類でせん断試験を行った。せん断荷重の載荷方式は変位制御方式とし、せん断速度は 0.10mm/min とした。

3. 実験結果

複合歯型供試体において、試験後の不連続面の破壊状態は、(i)アスペリティーの破壊が認められないもの、(ii)傾斜角の高いアスペリティーの破壊が認められるもの、(iii)傾斜角の低いアスペリティーにおいても破壊の認められるものの3つの破壊タイプに分類することができる。以下、それぞれ破壊タイプ(i)、(ii)、(iii)とする。図-2は、各破壊タイプにおけるせん断挙動を模式的に示したものである。図の(a)はせん断応力-せん断変位曲線、図の(b)は垂直変位-せん断変位曲線をそれぞれ示している。破壊タイプ(i)の場合、せん断応力はある変位 u_1 で一定となり、ダイレーション率 v は i_b のアスペリティーに沿ってすべり上るため $v \approx i_b$ となる。破壊タイプ(ii)の場合、ある変位 u_1 で i_b のアスペリティーが破壊されるために応力のピークが現われ、その後 i_a のアスペリティーに沿ってすべり上るため残留応力に至る。また、ダイレーション率は $i_a \leq v < i_b$ となる。破壊タイプ(iii)の場合、ある変位 u_1 で i_b のアスペリティーが破壊されるためにせん断応力の減少が見られ、その後再びせん断応力は増加し、変位 u_2 で i_a のアスペリティーが破壊される。その後、ピーク応力に達し、残留応力に至る。また、ダイレーション率は $v < i_a$ となる。

図-3、図-4は、同一垂直応力、同一破壊タイプにおける複合型供試体の $(\tau_p - \tau_{\text{Saw}})/(\tau_{\text{Int}} - \tau_{\text{Saw}}) (=S)$ とす

る)と卓越したアスペリティーの個数 n の関係を示したものである。ここで、 τ_p は各供試体の最大せん断応力、 τ_{Saw} 、 τ_{Int} はそれぞれSaw-Cut供試体、Intact供試体の最大せん断応力を示す。また、図中の長破線、短破線、一点鎖線はそれぞれR10-5、R20-5、R30-5の値である。



破壊タイプ(i)

破壊タイプ(ii)

破壊タイプ(iii)

図-3において、破壊タイプ(i)の場合、 i_b

のアスペリティーに沿ってすべり上げるために、 i_b の値がともに 30° であるR10-30- n とR20-30- n は近い値となっている。これらの S の値は、 n の値に関わらずほぼR30-5に類似していることから、破壊タイプ(i)のせん断挙動は i_b に支配されることがわかる。

図-4において、破壊タイプ(ii)の場合、 i_a のアスペリティーに沿ってすべり上げるために、 i_a の値がともに 10° であるR10-20- n とR10-30- n は近い値となっている。また、 S の値に関して供試体間の差異は小さいものとなっており、この破壊タイプにおいてはほぼ類似したせん断強度となるものと思われる。

4. まとめ

複合したアスペリティーを有する不連続面の場合、3つの破壊タイプに分けられ、それぞれでせん断強度特性はアスペリティー角度の影響があることが認められた。

参考文献

- 例えば、楠見晴重，寺岡克己，谷口敬一郎：規則的な不連続面のせん断時のダイランシー特性，土木学会論文集，No.430，pp125～133，1991。
- 例えば、楠見晴重，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，pp13～21，1994。

図2 各破壊タイプにおけるせん断挙動
(それぞれ(a)はせん断応力-せん断変位曲線、(b)は垂直変位-せん断変位曲線を示す)

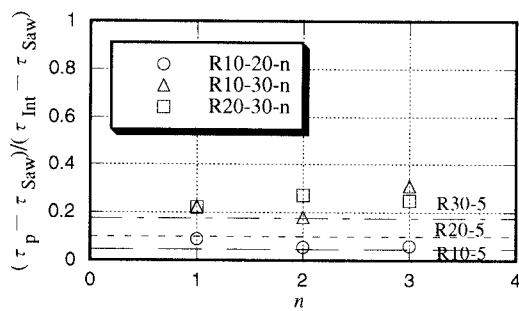


図-3 $\sigma_n = 1 \text{ kgf/cm}^2$ で破壊タイプ(i)の場合の各供試体の $(\tau_p - \tau_{Saw}) / (\tau_{Int} - \tau_{Saw})$ と n の関係

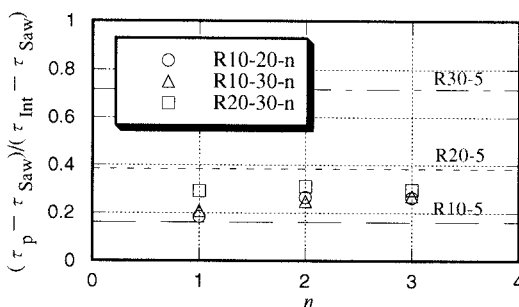


図-4 $\sigma_n = 5 \text{ kgf/cm}^2$ で破壊タイプ(ii)の場合の各供試体の $(\tau_p - \tau_{Saw}) / (\tau_{Int} - \tau_{Saw})$ と n の関係