

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、岩盤の力学的特性が不連続面のせん断強度・変形特性に大きな影響を受けることはよく知られている。そのため、岩盤強度の評価においては、不連続面のせん断特性を把握することが重要となる¹⁾。

本研究では、歯型傾斜角の異なった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、せん断強度特性について比較検討を行った。

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、作成方法が簡単に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 のアスペリティーの中に、卓越した傾斜角 i_b のアスペリティーを $n(n=1\sim3)$ 個有する供試体であり、供試体名を Ri_a-i_b-n とする。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 $Ri-5$ とする。

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

複合したアスペリティーを有する不連続面の場合、(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 で一定となり、ダイレーション率は i_b のアスペリティーに沿ってすべり上るため $\dot{v} \equiv i_b$ となる。破壊タイプ(ii)の場合、ある変位 u 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 $i_a \leq \dot{v} < i_b$ となる。破壊タイプ(iii)の場合、ある変位 u で i_b のアスペリティーが破壊されるために応力の落ち込みが起き、その後変位 u で i_a のアスペリティーが破壊されるため、ピーク応力に達した後残留応力に至る。また、ダイレーション率は $\dot{v} < i_a$ となる。表-2は、 $R20-30-n$ 供試体における破壊分類を示したものである。

表-1 石膏供試体の諸特性

単位体積重量 ρ (gf/cm ³)	1.59
一軸圧縮強度 σ_c (kgf/cm ²)	193.0
圧裂引張強度 σ_t (kgf/cm ²)	25.0

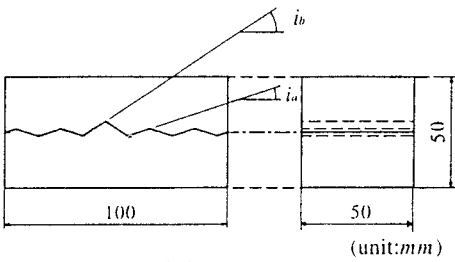


図-1 実験に用いた石膏供試体

図-3は、各垂直応力におけるR20-30- n 供試体での $(\tau_p - \tau_{Saw})/(\tau_{Int} - \tau_{Saw})$ と 30° の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、 $n=5$ のときの値は規則歯型の供試体の値であり、それぞれ白ぬきがR30-5、黒塗りがR20-5のものである。

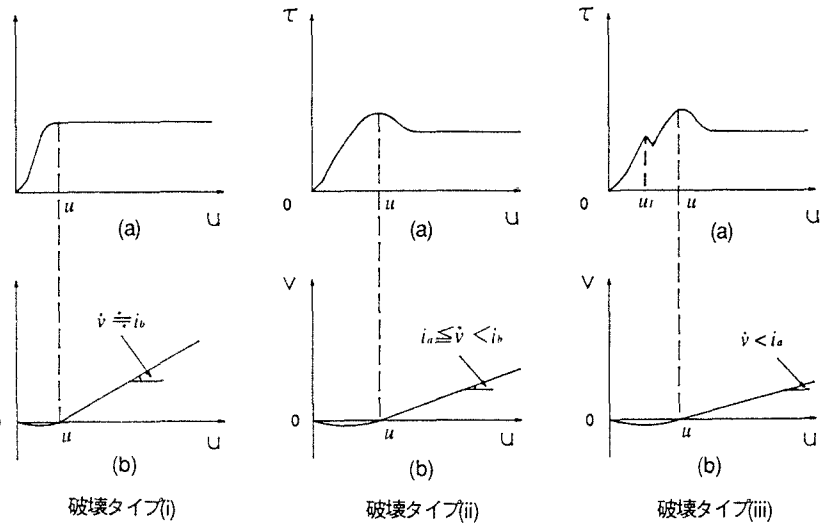


図2 各破壊タイプにおけるせん断挙動
(それぞれ(a)はせん断応力-せん断変位曲線、(b)は垂直変位-せん断変位曲線を示す)

この図より、複合したアスペリティーを有する不連続面($n=1 \sim 3$)の各破壊タイプごとにそれぞれ特徴的なせん断強度特性を示していることが認められた。破壊タイプ(i)の垂直応力 1kgf/cm^2 の場合、それぞれの値はR30-5の値に近く、 30° のアスペリティーに沿ってすべり上っていることがわかる。破壊タイプ(ii)の垂直応力 5kgf/cm^2 の場合、それぞれの値はR20-5の値に近く、またR20-5よりも低いことから 20° のアスペリティーに沿ってすべり上っていることがわかる。破壊タイプ(iii)の垂直応力 10kgf/cm^2 の場合、それぞれの値はR20-5の値に近く、またR20-5よりも高いことから 20° のアスペリティーの破壊が認められる。これから、各破壊タイプからせん断強度特性が把握されることが認められた。

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、それぞれで卓越したアスペリティーに沿ったすべり上り、低い傾斜角のアスペリティーに沿ったすべり上り、アスペリティーの破壊によるせん断強度特性を示すことが認められた。

参考文献

- 例えば、楠見晴重、寺岡克巳、谷口敬一郎：規則的な不連続面のせん断時のダイレーション特性，土木学会論文集，No.430，pp125～133，1991.

表-2 R20-30- n 供試体における破壊分類

供試体	破壊タイプ		
	$\sigma_n=1\text{kgf/cm}^2$	$\sigma_n=5\text{kgf/cm}^2$	$\sigma_n=10\text{kgf/cm}^2$
R20-30-1	(i)	(ii)	(iii)
R20-30-2	(i)	(ii)	(iii)
R20-30-3	(i)	(ii)	(iii)

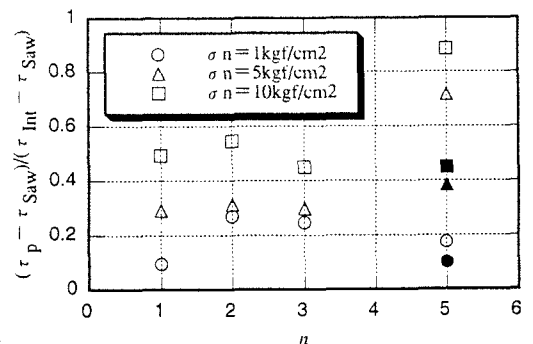


図-3 各垂直応力におけるR20-30- n 供試体の $(\tau_p - \tau_{Saw})/(\tau_{Int} - \tau_{Saw})$ と n の関係