

不連続岩のせん断特性について

関西大学工学部 正会員 谷口 敬一郎
 関西大学工学部 正会員 楠見 晴重
 関西大学大学院 学生員○寺岡 克己

1. まえがき

岩盤を対象とした諸工事において岩盤を評価するに際し、不連続面の存在を無視することはできない。従来、岩石のせん断特性を調べる場合には、三軸圧縮試験が用いられてきたが、不連続面を有する岩石の場合には、せん断面が限定される一面せん断試験の方が有利であると思われる。一面せん断試験はせん断面が限定される上に、せん断応力と垂直応力との組み合わせが任意に選択でき、応力と変位の計測が容易なこと、せん断変位量が大きくとれるという利点がある。

本研究は、roughness を有する不連続面を持つような人工的供試体を用い、一面せん断試験によりそのせん断特性について検討したものである。

2. せん断試験機

図-1は実験に用いた一面せん断試験機を示したものである。せん断箱は上箱を可動とし、下箱は固定されており、せん断箱の大きさは一辺 50mm の立方体である。試験方法は、変位制御型で変位速度を自由に变化させることができる。せん断方向の最大許容載荷荷重は 2tf であり、垂直方向の最大載荷は 1tf である。変位測定はせん断変位、垂直変位ともにダイヤルゲージを用いた。

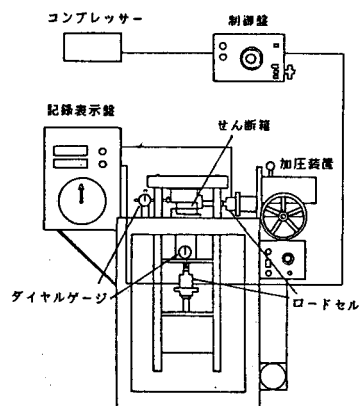


図-1 せん断試験機構造図

3. 供試体

実験には石膏供試体を用い、配合比は石膏：水 = 1 : 0.65 とし、上下別々に型わくに流し込み、14日間養生させた後、重ね合わせた面を不連続とする。図-2は、不連続面の形状を示しており、図中の a は各供試体とも 5mm であり、水平面とのなす角を θ とすれば $\theta = 30^\circ$ 、 45° 、 60° の 3 種類である。

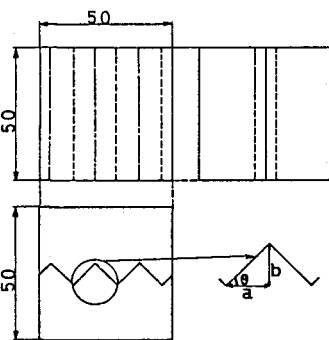


図-2 供試体

4. 実験方法

実験は定圧せん断とし、供試体に作用させた垂直応力 σ_n は $1 \text{ kgf/cm}^2 \sim 40 \text{ kgf/cm}^2$ の範囲で 7 ~ 9 段階に変化させた。各垂直応力下において、最大せん断強度 τ_p および残留強度 τ_r を測定した。なおせん断変位速度は $1.0 \times 10^{-3} \text{ mm/min}$ とした。

Keiichiro TANIGUCHI, Harushige KUSUMI, Katumi TERAOKA

5. 実験結果および考察

図-3は $\sigma_n = 8 \text{ kgf/cm}^2$ において、 θ をパラメーターとした場合のせん断応力と水平変位との関係を示したものである。なお、この図より、最大せん断強度 τ_p が最も顕著に現れているのは、 θ

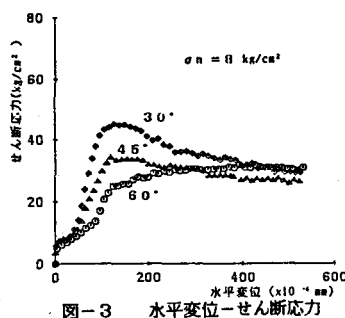


図-3 水平変位-せん断応力

$= 30^\circ$ の供試体である。また、残留強度 τ_r は θ が異なってもほぼ同様の値を示している。図-4は $\sigma_n = 40 \text{ kgf/cm}^2$ でのせん断応力と水平変位との関係を示したものであるが、図-3とほぼ同様の傾向を呈しており、 σ_n が異なっても3つの供試体の残留強度 τ_r はほぼ同様の値を示すことが認められた。

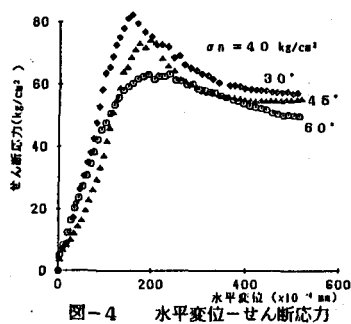


図-4 水平変位-せん断応力

図5~7は各供試体における垂直応力 σ_n と最大せん断強度 τ_p および残留強度 τ_r の関係を両対数軸上にプロットしたものである。これらの図より、 $\tau_p \sim \sigma_n$ 、 $\tau_r \sim \sigma_n$ 曲線は両対数軸上ではほぼ一次的な増加傾向を示しているのが認められ、式(1)、(2)のようなべき関数により表すことができる。

$$\tau_p = A_p \cdot \sigma_n^{B_p} \dots\dots\dots(1)$$

$$\tau_r = A_r \cdot \sigma_n^{B_r} \dots\dots\dots(2)$$

ただし、 B_p, B_r :増加指数、 A_p, A_r :定数

各供試体について、実験値を式(1)、(2)に近似させた結果を示したものが表-1であり、図5~7の直線は表-1に示した結果を描いたものである。この表より各供試体の $\tau_r \sim \sigma_n$ 曲線の増加指数 B_r と定数 A_r はほぼ同様の値となっており、これより、不連続面の形状が異なっても残留強度はほぼ同様の傾向を示すことが認められた。また、 $\tau_p \sim \sigma_n$ 曲線と $\tau_r \sim \sigma_n$ 曲線の交点の σ_n は402~577 kgf/cm^2 の値となっており、この値以上の領域においては、最大せん断強度と残留強度の明確な相違は現れないものと考えられる。

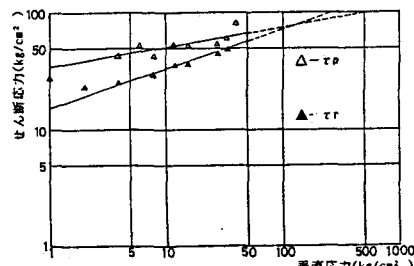


図-5 垂直応力-せん断応力 (30°)

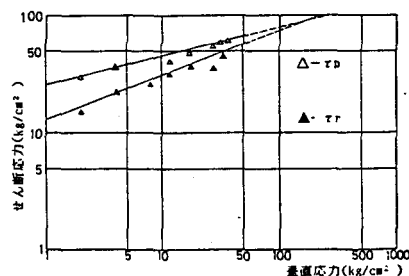


図-6 垂直応力-せん断応力 (45°)

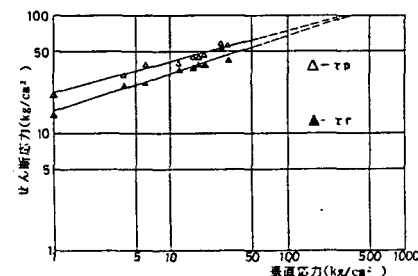


図-7 垂直応力-せん断応力 (60°)

表-1 強度定数 (A, B)

	角度	近似式	相関係数	A_p	B_p	A_r	B_r
大強 度	$\theta = 0^\circ$	$\tau_p = 31.33 \sigma_n^{0.912}$	0.912	31.33	0.22		
	$\theta = 30^\circ$	$\tau_p = 25.86 \sigma_n^{0.980}$	0.980	25.86	0.23		
	$\theta = 45^\circ$	$\tau_p = 22.40 \sigma_n^{0.978}$	0.978	22.40	0.26		
残 留 強 度	$\theta = 0^\circ$	$\tau_r = 15.44 \sigma_n^{0.33}$	0.992			15.44	0.33
	$\theta = 30^\circ$	$\tau_r = 13.26 \sigma_n^{0.33}$	0.974			13.26	0.33
	$\theta = 45^\circ$	$\tau_r = 15.26 \sigma_n^{0.33}$	0.975			15.26	0.33