

Ⅲ-17 三軸圧縮と圧縮せん断による 岩石のせん断特性の比較について

日本大学工学部 学生員 ○千葉 久志

日本大学工学部 正 員 田野 久貴

日本大学工学部 正 員 赤津 武男

1. まえがき

土木構造物の設計・施工を行う上でせん断強度 τ_s 、内部摩擦角 ϕ は重要な要素である。せん断強度 τ_s 、内部摩擦角 ϕ を求めるためには一般に三軸圧縮試験が行われるが、特別な実験装置と多くの労力が必要である。一方、小林ら¹⁾によって改良された、圧縮せん断試験は実験装置や操作が簡便であることが大きな特徴である。したがって、多くの τ_s 、 ϕ を求め三軸圧縮試験のそれらと比較して、両試験法の結果の間にある程度の相関が認められれば、実用上有益であると思われる。本文では砂岩と泥岩の三軸圧縮試験と圧縮せん断試験を行い、モール・クーロンの破壊包絡線よりせん断強度 τ_s 、内部摩擦角 ϕ を求めその比較を行ったものである。

2. 試料と実験方法

本実験ではあるダム建設予定地内の試掘横坑より採取した砂岩と泥岩をそれぞれ試料とした。用いた試料の物理試験結果および一軸圧縮強度を表-1に示す。試料の堆積層に対して水平にコアを採取し、三軸圧縮試験用に直径5cm×高さ10cmの円柱形、圧縮せん断試験用に一辺が3.5cmの立方体にそれぞれ整形し供試体とした。

三軸圧縮試験は、高圧岩石三軸圧縮試験装置を用いて行った。側圧は砂岩では10、25、50、75、100 kgf/cm²、泥岩は10、15、25、50 kgf/cm²として実験を行い、最小主応力 σ_3 、最大主応力 σ_1 よりモールの応力円を描きこれにモール・クーロンの直線式をあてはめて、包絡線と τ 軸との切片よりせん断強度 τ_s 、包絡線の角度より内部摩擦角 ϕ を求めた。

表-1 物理試験結果と一軸圧縮強度

	吸水率 (%)	含水率 (%)	有効間隙率 (%)	一軸圧縮強度 (kgf/cm ²)
砂 岩	9.58	17.45	20.37	284.8
泥 岩	6.28	12.29	14.62	160.1

圧縮せん断試験は図-1に示す回転ダイス型圧縮せん断試験器¹⁾を用いて行った。供試体を回転ダイス型圧縮せん断試験器にセットし、毎分200kgfの荷重速度で供試体が破壊するまで載荷を行い、最大軸荷重を測定する。本実験ではダイスの角度を55~65°とし、式(1)より垂直応力 σ 、せん断応力 τ を求める。

$$\sigma = (P/A) \cos \psi \quad \dots\dots\dots (1)$$

$$\tau = (P/A) \sin \psi$$

P：最大軸荷重 (kgf) A：供試体断面積 (cm²)

ψ ：ダイスの角度 (°)

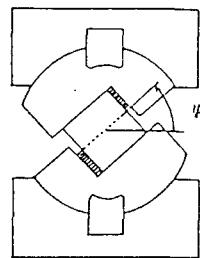


図-1 回転ダイス型
圧縮せん断試験器¹⁾

計算より求めた垂直応力 σ 、せん断応力 τ を σ - τ 図にプロットし、プロットされた点より最小自乗法を用いて包絡線を描き τ 軸との切片よりせん断強度 τ_s 、包絡線の角度より内部摩擦角 ϕ を求める。

3. 結果と考察

砂岩と泥岩の三軸圧縮試験結果と圧縮せん断試験結果をそれぞれ図-2および3に示す。実線は三軸圧縮試験の包絡線、点線は圧縮せん断試験の包絡線を表している。図より求めたせん断強度 τ_s 、内部摩擦角 ϕ を表-2に示す。三軸圧縮試験と圧縮せん断試験より求めたせん断強度 τ_s には差が生じている。これは三軸圧縮試験では三つの主応力すべてが圧縮応力状態にあるが、圧縮せん断試験では圧縮せん断試験器の歯によりあらかじめ定められたせん断面に沿って強制的にせん断破壊を生じさせ、载荷初期にせん断面上の応力が端部に集中し、破壊はまずこの点から発生し強制せん断面に沿って進行すると推定されることなど、二つの実験では破壊条件が違うためにせん断強度 τ_s に差があると考えられる。また、図-2と3においてモールの応力円と圧縮せん断試験のプロットされた点を比較すると砂岩においては両者は接近しており、泥岩は低応力レベルにおいて比較的接近しているようである。

このことから、全ての側圧に対して直線式により包絡線を描いているためにせん断強度 τ_s 、内部摩擦角 ϕ の値に相違が生じたのではないかと考えられ、側圧の小さい範囲では三軸圧縮試験結果と圧縮せん断試験結果は比較的良く対応しているようである。換言すれば、放物線包絡線を用いると両者の差はより接近すると考えられる。

なお、両試験法の τ_s 、 ϕ との相関を明かにするためにはさらに多くの実験が必要である。

【参考文献】

- 1) 小林良二・奥村清彦：日本鉱業会誌，87巻，999号，昭和46年5月

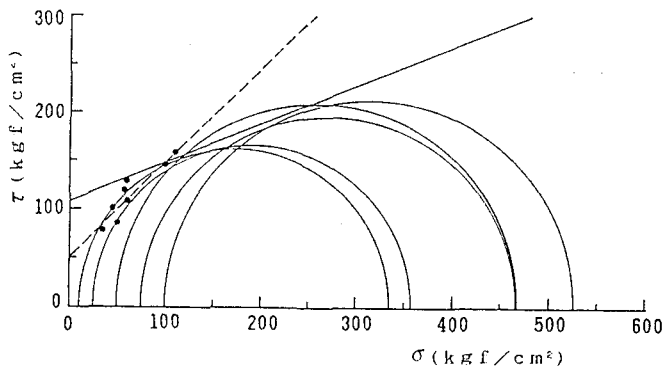


図-2 三軸圧縮試験結果と圧縮せん断試験結果（砂岩）

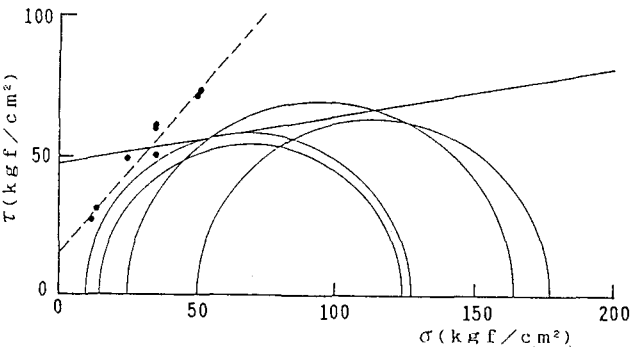


図-3 三軸圧縮試験結果と圧縮せん断試験結果（泥岩）

	表-2 実験結果 τ_s 、 ϕ			
	三軸圧縮試験		圧縮せん断試験	
	τ_s	ϕ	τ_s	ϕ
砂 岩	107.4	21.6	50.2	44.5
泥 岩	47.6	9.4	15.5	49.2

τ_s (kgf/cm²)、 ϕ (°)