

岩盤試験についての二三の検討

大阪大学工学部 正員 藤井清司
大阪大学大学院 学生員 青山護

はじめに 本実験は、現位置岩盤強度試験の一つである“岩盤せん断試験”について、等方等質に作製した試験体の模型実験により現行の試験方法の適否を照査するものである。実験内容は、突起部に側方荷重方向に平行、または垂直な節理が1本、または2本入っている場合の影響を調べ、材料のせん断強度（粘着力）、内部摩擦角を知る方法を求めることである。

・試験体 図-1に示す大きさの模型試験体を、モルタル〔セメント：水：細骨材＝2：1：6（重量比）の配合〕で打設作製し、湿潤養生を行った。また、材料強度を測定するため、同じ材料でφ10×20 cmの円筒形の供試体を作製した。その結果得られた強度は、圧縮強度：約180 kg/cm²、引張強度：約17 kg/cm²、弾性係数：1.7×10⁵ kg/cm²である。

・実験方法 材令7日で、図-1に示す方法で荷重実験を行なう。垂直荷重は、一軸圧縮強度の1/3, 1/5, 1/10の一定値にして、水平荷重を1 cm単位で繰りかえし増加させる。

・解析法と実験結果 材料せん断強度は、図-2に示すモールの破壊線の近似式より求める。

$$\text{せん断強度}(\tau_0) = \frac{\sigma_x}{2\sqrt{\frac{\sigma_x}{\sigma_c}\left(1 - \frac{\sigma_x}{\sigma_c}\right)}}$$

模型試験体の応力解析は、単位巾あたりについて行ない、図-3に示すごとく、水平荷重の合力をP、垂直荷重をnPとする。水平荷重は、三角形分布と考え、y方向にy点での荷重をfyとすると、突起部の応力は、応力関数を用いた応力解により次式を得る。

$$\sigma_y = \frac{fy^3}{4a^3} + \frac{fy}{4a^3}(-2yx^3 + \frac{6}{5}a^2yx) - \frac{nP}{2a}$$

$$\sigma_x = -\frac{fy}{2} + fy\left(\frac{x^3}{4a^3} - \frac{3x}{4a}\right) \quad (1)$$

$$\tau_{xy} = \frac{3fy^2}{8a^3}(a^2 - x^2) - \frac{fy}{8a^3}(a^2 - x^2) + \frac{3fy}{20a}(a^2 - x^2)$$

ただし $n = \frac{\text{垂直荷重}}{\text{水平荷重}}$

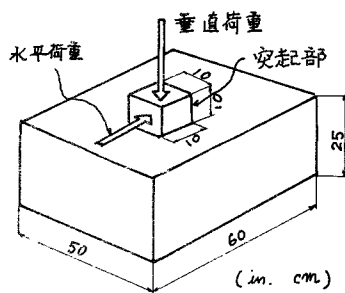


図-1 模型試験体

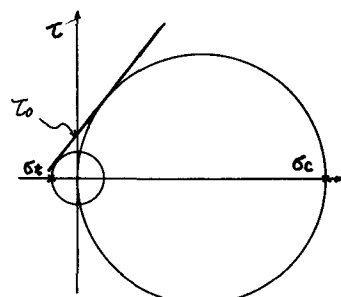


図-2 一軸試験結果より描いた破壊包絡線

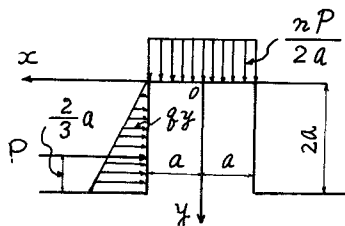
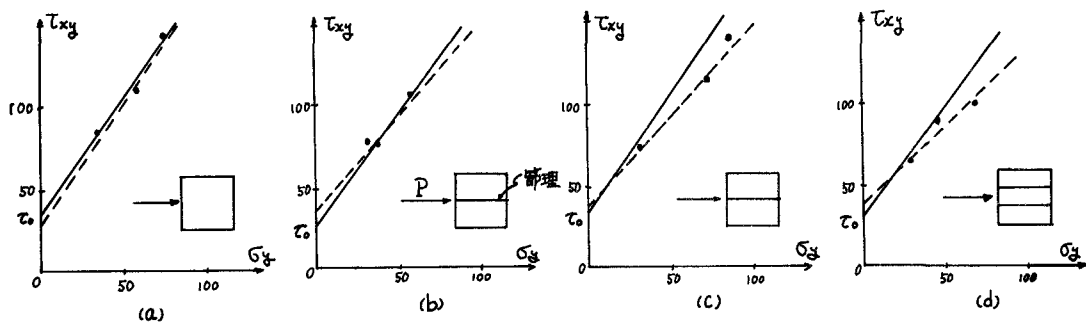


図-3 荷重図



また破壊限度を表わす条件として、せん断ひずみエネルギー説を用い、2次元の場合の破壊限度を表わす式として次式を用いる。

$$\frac{1}{4}(\sigma_x - \sigma_y)^2 + \tau_{xy}^2 = \tau_c^2 \quad (2)$$

ただし τ_c : 単純せん断の破壊限度
 ○結論 材料強度のモールクーロンの式 $\tau = \sigma \tan \phi + \tau_0$ 中材料の固有値である内部摩擦角, せん断強度を求めるためには, 各模型試験体に対し, 垂直荷重を種々に変えた数種の実験をし, $y = 10.0 \text{ cm}$ の点(突起部の根もと)が, せん断面であると仮定(実験の結果でもほとんど $y = 10.0 \text{ cm}$ 付近でせん断された)する。せん断エネルギー説(2)式と(1)式, 図-4の材料強度のグラフから, 破壊限度に達している点を求めると, $x = -0.5 \text{ cm}$ 付近に限界点が存在することがわかる。この $x = -0.5 \text{ cm}$, $y = 10.0 \text{ cm}$ における応力 σ_y , τ_{xy} を(1)式より求め, プロットしたのが図-4の●印である。図-4にて, 材料強度の直線と模型試験体の直線と比較すると, ほぼ内部摩擦角, せん断強度が等しいことがわかる。やえに, 岩盤せん断試験から材料本来の内部摩擦角, せん断強度を求めるには, 図-1のような試験方法により, 何種類かの垂直荷重に対するせん断試験を行ない, (1)式を用いて $x = -0.5 \text{ cm}$, $y = 10.0 \text{ cm}$ における応力 σ_y , τ_{xy} を求め, $\sigma_y - \tau_{xy}$ 座標上にプロットし, 直線式を求めるとその式が, 材料強度の直線式になり, 内部摩擦角, せん断強度を求めることができる。

なお破壊機構が複雑なので, 検討すべき点が多々あるが, この点については今後の研究に待たたい。

おわりに, 研究に御協力いただいた小寺秀則君に対して, 感謝の意を表する次第である。参考文献;

土木学会: 土木技術者のための岩盤力学

近藤泰夫 坂静雄: コンクリート・ハンドブック

図-4

----: $x = -0.5$, $y = 10$ における $\tau_{xy} - \sigma_y$ のグラフ (in kg/cm^2)
 ———: 材料強度