

大阪大学工学部 正 員 伊 藤 富 雄  
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 現在、現場で行なわれている岩盤の強度試験の一つである“岩盤せん断強度試験”の適否を調べ、また、いかなる解析方法を用いれば、満足しうるせん断強度をえられるかという目的で、下記のような方法で検討してみた。なお、同一の解析方法を、性質の異なった材料に適用することができるか否かを、モルタルと石こうの2種類について検討した。

・実験内容 図-1 に示す突起部において、側方載荷方向に平行、または垂直な節理されつが1本、または2本入っている場合について行なう。

・試験体 図-1 に示す大きさの模型試験体を、モルタルおよび石膏で作製した。

1 モルタル 配合(重量比)は、セメント：水：細骨材=2：1：6、材料強度測定用の供試体寸法は、 $\phi 10 \times 20$  cm であり、その結果えられた材料強度は、おおよそ、圧縮強度； $180 \text{ kg/cm}^2$ 、引張強度； $17 \text{ kg/cm}^2$ 、弾性係数； $1.7 \times 10^5 \text{ kg/cm}^2$ 、内部摩擦角； $55^\circ$ である。

2 石こう 配合(重量比)は、石こう：水=3：4、材料強度測定用の供試体寸法は、 $\phi 5 \times 10$  cm であり、その結果えられた材料強度は、おおよそ、圧縮強度； $14 \text{ kg/cm}^2$ 、引張強度； $3.5 \text{ kg/cm}^2$ 、弾性係数； $3.1 \times 10^3 \text{ kg/cm}^2$ 、内部摩擦角； $29^\circ$ である。

・実験方法 モルタルは材令7日、石こうは材令24時間で、図-1 に示す方法で載荷実験を行ない、垂直荷重は、モルタルでは、一軸圧縮強度の $\frac{1}{3}$ 、 $\frac{1}{5}$ 、 $\frac{1}{10}$ 、石こうでは、 $8 \text{ kg/cm}$ 、 $40 \text{ kg/cm}$ の一定値とし、水平荷重をモルタルでは、1 ton 単位、石こうでは、50 kg 単位のくりかえし増加荷重とした。

・解析法と実験結果 材料のせん断強度は、モールの破壊線の近似式より求める。

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

模型試験体の応力解析は、単位幅あたりについて行ない、図-2 に示すごとく、水平荷重の合力をP、垂直荷重の合力を $nP$ 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、 $\frac{8}{5}y$ 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。

$$\left. \begin{aligned} \sigma_y &= \frac{8y^3x}{4a^3} + \frac{8}{4a^3} \left(-2yx^3 + \frac{6}{5}a^2yx\right) - \frac{nP}{2a} \\ \tau_{xy} &= \frac{38y^2}{8a^3} (a^2 - x^2) - \frac{8}{8a^3} (a^3 - x^4) + \frac{38}{20a} (a^2 - x^2) \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

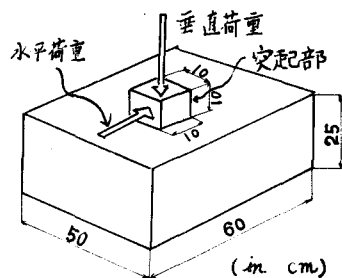


図-1 模型試験体

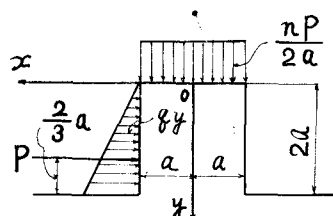


図-2 荷重図

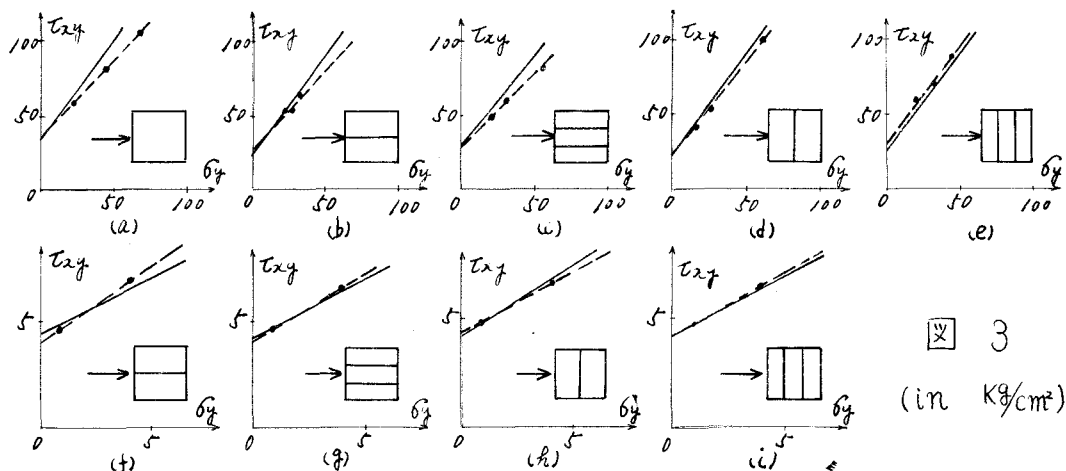


図-3 についての説明

材質および節理の有無、方向、数により9種類のグラフ(a~i)が得られ、その各々について、前述した各垂直荷重に対する水平破壊荷重(最大荷重)を得、次のような整理法を行なった。本実験においては、模型試験体の

---- : 平均化された $\tau_{xy}$   $\sigma_y$ のグラフ

—— : 材料強度

(a)(b)(c)(d)(e) : モルタル

(f)(g)(h)(i) : 石こう

突起部根もと( $y = 10$  cmの部分)が、せん断面であると仮定し(実験の結果でもほとんど $y = 10$  cm付近でせん断された)、そのせん断面上の各点の $\sigma_y$ ,  $\tau_{xy}$ を(2)式より求め、それらの値を平均化(台形公式により $\sigma_y$ ,  $\tau_{xy}$ の平均値を求めること)して、グラフ上にプロットしたのが、図-3中の・点である。それらの値を最小2乗法により整理して得た直線が、破線である。実線は、材料強度を表わす直線であり、(1)式より得られたものである。

・結論 せん断面上での最大応力( $\sigma_{max}$ ,  $\tau_{xy max}$ ), 平均化した応力( $\sigma_{y mean}$ ,  $\tau_{xy mean}$ )について考察を行なった結果、最大応力については、結果は好ましくなく、平均化された応力については、比較的満足しうる材料強度の推定値を示した。平均化された応力により求めた材料の内部摩擦角およびせん断強度の誤差範囲は、1~2割程度であり、最大応力による方法では、誤差は非常に大である。ゆえに、材料強度を推定する場合には、平均化された応力を用いるのが適当だと思う。なお、性質のおおいに異なる2種の材料、モルタルおよび石こうについて、同じ整理方法で、材料のせん断強度および内部摩擦角を求めたところ、それぞれ材料試験より求めた値に近い値を得ることができた。このことから考え合わせると、この整理方法は、異なった性質の材料の整理に共通して使用することができ、現場の岩盤にも適用しうると考えられる。

なお石こうに対して、垂直荷重がない場合の実験を行なったが、破壊型式が異なり、よい値を得ることができなかった。ゆえにせん断試験の際には、垂直荷重なしで実験するのは好ましくない。

参考文献 伊藤・藤井「岩盤試験についての二・三の検討」オ21回年次学術講演概要

藤井・青山「岩盤せん断試験についての模型実験」昭和43年度関西支部年次学術講演概要

近藤泰夫・坂静雄「コンクリートハンドブック」

土木学会「土木技術者のための岩盤力学」