

岩盤せん断試験の実験

大阪大学工学部 正 員 伊 藤 富 雄
 “ “ 藤 井 清 司
 “ 大学院 学主員 O上 阪 恒 雄

まえがき 現場でよく行われる硯位置岩盤せん断試験の試験法の適否を調べるために、本学においてモルタルセメントによる模型実験を行ない、断続的に研究してきた。今回、さらに実験ケースを増し、今まで得られたデータを整理した。また、応力解析として、非線形解析と有限要素法を用いて行なった。

実験 図-1に示すような試験体(一様)を厚み10 cm)を重量比で、水：セメント：細骨材=1：2：6のモルタルで製作し、打設の際図-1に示す位置に2方向モールドゲージを埋設する。材令7日で実験を行うが、その時、圧縮強度 σ_c ：180 kg/cm²、引張強度 σ_t ：20 kg/cm²、せん断強度 τ_0 ：37 kg/cm²、弾性係数： 1.4×10^5 kg/cm²、ポアソン比：0.15である。試験体周辺を載荷装置に固定させ、垂直荷重Vを1, 3, 5 tonのいずれかの一定値に保ちつつ、水平荷重Hを1 tonきざみで繰り返し増加させる。各荷重段階においてモールドゲージを測定し、仮想せん断面上でせん断破壊した時のHを最大水平荷重 H_{max} とする。

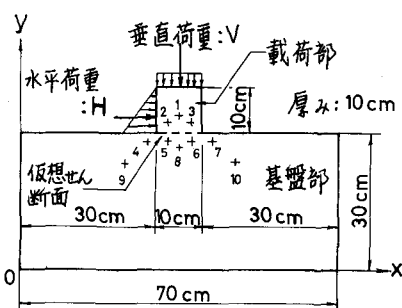


図-1 試験体

解析 三節点三角形要素を用い、節点数82、要素数132に分割する。非線形解析法として、本報告では、O.C. Zienkiewiczにより提案され最近よく用いられているInitial Stress Processを用いる。降伏条件としては、Drucker & Pragerによって提案されているモールローレン型の条件を用いており、それは

$$f = \alpha J_1 + \sqrt{J_2} - K \quad \text{----- (1)}$$

J_1 ：応力の一次不変量、 J_2 ：応力の二次不変量で表わされる。境界条件は実験と一致させるため、三辺を固定としている。

実験および解析結果 材料強度試験として本実験では、圧縮試験、引張試験の二種類についてのみ行っている。したがって σ_c 、 σ_t を用いてせん断強度 τ_0 を推定しなければならぬ。ここでは、日本鉱業会で案として出されている次式を用いている。

$$\text{せん断強度}(\tau_0) = \frac{\sigma_t}{2\sqrt{\sigma_c/\sigma_c(1-3\sigma_t/\sigma_c)}} \quad \text{----- (2)}$$

このような結果を用いると式(1)に対応する降伏条件式は次式のようになる。

$$f = 0.222 J_1 + \sqrt{J_2} - 24.68 \quad \text{----- (3)}$$

数値解析ではこの式を用いる。図-2は、この条件式を用いた場合の $V=3$ tonの時の塑性域の進展状況を示している。この解析では $V=3$ ton、 $H=1$ tonが載荷された時から解析を

はじめ順次Hが1ton
ずつ増していった時の
塑性域の拡がりをも
求めている。この図
より、水平荷重載荷
側より仮想せん断面
上にあって、塑性域
の拡がっていくのが
わかるが、この現象
は実験での観察と一
致している。また、
この時の応力状態を

Mohrの破壊条件で調べてみると仮想せん断面の載荷
側付近はすべて引張破壊をしており、載荷反対側で
はせん断破壊していることがわかる。このことは実
験において、最大水平荷重で一気に破壊し、そのあ
とにすべりの痕跡を残していた事と一致する。

また前回の結果*では仮想せん断面上の水平荷重載
荷側のキレツの影響がないと報告されているが、こ
れは載荷側の破壊機構が引張破壊であることによる
ものであると思われる。図-3においてV=3tonの
時の測定値と解析値について、二、三のゲージにつ
いて示したものである。この図より測定値と解析値
が比較的良好に一致している事がわかる。表-1は各
垂直荷重に対する実験による最大水平荷重と、各種
解析法による最大水平荷重を列記したものである。
最大水平荷重については弾性解の結果をMohrの説で
判定しても、あまり大きな誤差は生じない。

表-1

垂直荷重 (ton)	弾 性 解 (ton)			弾塑性 解析値 (ton)	実験値 (ton)
	Mohr 説	最大せん断説	最大主応力説		
1	4	5	3.5	5	4
3	5 or 6	5 or 6	4.5	6	6
5	6 or 7	6 or 7	7	7	7

なお、本計算は阪大大型計算機センター・京大大型計算機センターで行われた。
*参考文献 伊藤・藤井・小寺“岩盤せん断試験における破壊機構について”第25回土木学会年次学術講演会

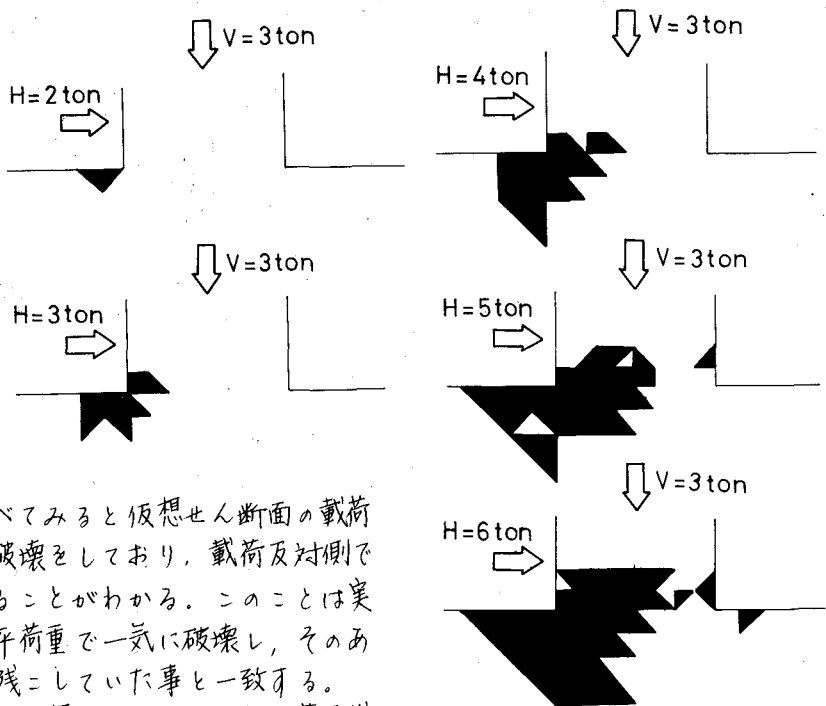


図-2 塑性域進展図

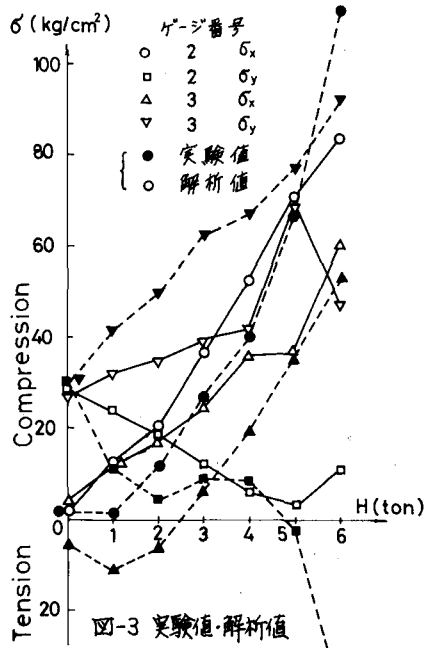


図-3 実験値・解析値