

硬質粘土の立方体供試体を用いた高圧三軸試験

京都大学工学部 正員 赤井 浩一
 京都大学大学院 学生員 ○ 森 寛昭

本実験は、従来から行なわれている円筒形供試体を用いた軸対称三軸試験とは異なり、立方体供試体に各軸方向それぞれ独立した荷重を作用させる三軸試験である。試験機は、最近特に重要視されるに至った岩石や非常に硬質な土の力学特性を調べる目的で製作されたもので、供試体に100~200tの高圧を与えるものである。ここでは試験機の紹介とともに、試験機の性能を確かめることも含めて、含水比10%前後の乾燥した硬質粘土供試体(一辺6cmの立方体)に関して行なった若干の試験結果を報告する。

1. 高圧三軸試験機

本試験機(図-1,写真1)

は、立方体供試体を圧縮するための互に直交な圧盤を持ち、上下軸、水平2軸方向の圧縮をそれぞれ独立して作用せしめるために、3つの負荷機構を備えた高圧三軸試験機である。各負荷機構には

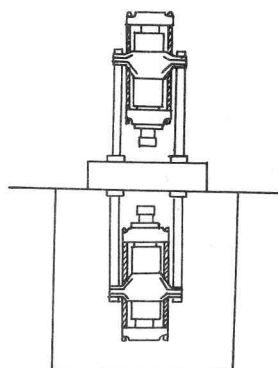
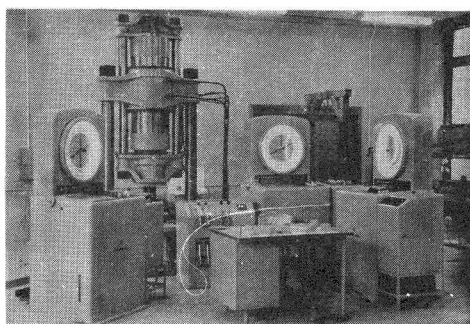


図-1.

荷重制御装置が備えられているので、自動的に一定荷重に保持することができる。そして水平2軸だけを異なった応力状態に保ち、上下軸方向の圧縮力を増減することもできる。さらに、各軸方向の圧縮応力の比を一定に保ったまま圧

最大負荷能力	上下軸	200, 100, 50, 20, 10 ton
	水平軸	100, 50, 25, 10 ton
負荷方式	油圧駆動対向シリンダー方式	
負荷速度	0.1~2.0 ton/min	
圧盤の大きさ	正方形一辺 20, 10, 5 cm	

表-1

縮応力を増し、破壊に至らすこともできる。実験中、供試体の中心が移動しないように、上下軸および水平2軸の対向している圧盤が等速で圧縮するような機構になっている。なお、試験機の性能は表-1のとおりである。

2. 二軸試験の結果

これは、立方体供試体を上下軸および1つの水平軸方向に圧縮し破壊に至らしめたもので、そのときの圧縮応力比 σ_1/σ_2 ($\sigma_3=0$)を1, 2, 3, 4, 5, ∞ と変えた一連の二軸試験である。実験中、供試体のひずみは、ダイヤルゲージで測定した。図2は、この結果を σ_{oct} - τ_{oct} 座標で表わしたものである。

図から解るように、 τ_{oct} は σ_{oct} の変化に対して極大値をとり、

そのときの σ_1/σ_2 は5となっている。なお試験に際して各軸方向のひずみを測ったが、 σ_2 面の圧縮ひずみが $\sigma_1/\sigma_2=5$ の場合にほとんど生じなくて、それ以上の圧縮応力比になると形張

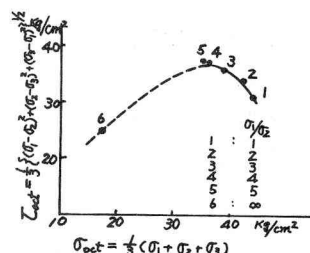


図-2

側のひずみが生ずることを予測させる結果が得られた。このことは、中間主応力方向のひずみが破壊強度に何らかの関係を有していることを示唆するものであるが、これについては現在研究、検討中である。

供試体の破壊面は、圧縮していない自由面にほぼ平行に生じた。

3. 三軸試験の結果

これは、1つの水平軸方向に一定の圧縮応力 4 kg/cm^2 と、他の1つの直交水平軸方向にそれぞれ一定の圧縮応力 $8, 12, 16, 20, 40 \text{ kg/cm}^2$ を作用させておき、上下軸方向に荷重速度 $4 \text{ kg/cm}^2/\text{min}$ の荷重制御方式で載荷した三軸試験ならびに、水平2軸を同じ圧縮応力 $4, 8, 16 \text{ kg/cm}^2$ に保って上下軸より載荷した三軸試験である。なお比較のために、同一試料を用いて一軸および二軸試験も行なった。

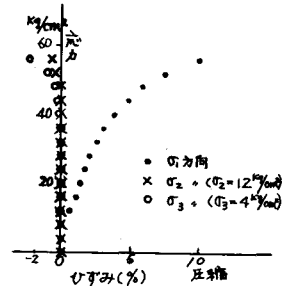


図-3

図-3は、この場合の応力-ひずみ曲線の1例であり、 σ_2, σ_3 方向のひずみは圧縮応力 σ_1 に対してプロットしてある。荷重制御試験の特徴として破壊荷重をどこにとるかが問題であるが、ここでは図からも推測されるように、次の荷重段階では完全に破壊に至るような最終試験荷重を用いた。この結果を σ_{oct} - τ_{oct} 座標で表わしたのが図-4である。傾向は二軸試験と同様で、 τ_{oct} は顕著な頂点を示し、この極大の τ_{oct} は、やはり中間主応力方向のひずみがほとんど見られない状態で生じた。中間主応力が最小主応力に等しい場合の結果(図中の×印)は、一直線上にあるが、中間主応力が漸次増加し最大主応力に近づくにつれて、その結果は直線からはずれてくる。他の荷重状態においても同様なことが言える。とすれば、 σ_{oct} - τ_{oct} 座標で表わされた破壊規準は、中間主応力の影響である幅をもったものとなると考えられる。同一試料が数多く得られなかったため、多くの応力状態のもとで実験を行えなかったが、この問題は今後の研究課題である。

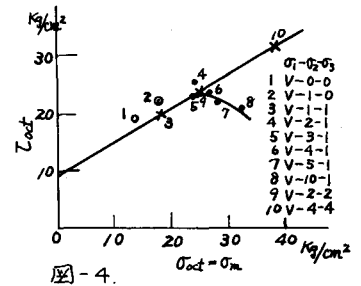


図-4.

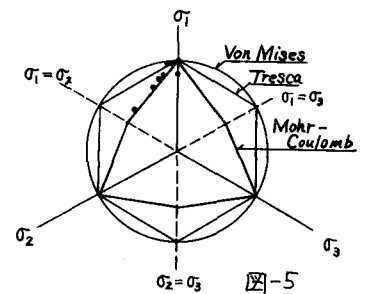


図-5

図-5は、破壊の応力状態を正八面体平面上にプロットしたものである。実験値は、Mohr-Coulombの破壊規準の外側へ少しはみだしている。この結果は、中間主応力の強度に反響する影響を示すもので、飽和粘土に関する2,3の従来の研究結果を支持するものである。

破壊面は、中間主応力面内で生じ、最大主応力面に対して $60^\circ \sim 80^\circ$ の角度で理われた。これは、二軸の場合の破壊面と著しく異なっている。