

III-358 砂の強度に及ぼす異方性・中間主応力の影響

フジタ工業(株) 技術研究所 正員○福島伸二・香川和夫

1. まえがき

土の強度・変形特性はその密度、構造異方性、中間主応力など各種の要因の影響を受ける。このため地盤内の土の要素の強度を正確に求めるにはこれらの要因の影響を考慮した試験を実施する必要がある。本報告では中間主応力制御型三軸試験により砂の強度・変形特性に及ぼす中間主応力・構造異方性の影響を調べた結果をまとめたものである。

2. 中間主応力制御型三軸試験

使用した中間主応力制御型三軸試験装置を図-1に示してある。試験機の概要については参考文献¹⁾を参照してほしい。供試体は内寸法が78X78X78mmのモールド内に空気乾燥状態にある豊浦砂($G_s=2.64$, $e_{max}=0.977$, $e_{min}=0.605$)をロートにより一定高さから自由落下させて作製し、これを水で湿润状態にしてから -20°C で凍結させて使用した。試験は背圧 $\sigma_{BP}=1.0\text{kgf/cm}^2$ を加え最小主応力 $\sigma_3=1.0\text{kgf/cm}^2$ で等方圧密し、最小主応力一定のまま中間主応力係数 b -値($=(\sigma_2-\sigma_3)/(\sigma_1-\sigma_3)$)が一定になるようにせん断した。

(供試体の構造異方性と3主応力状態)

供試体作製時の堆積面に対して図-2に示すように座標軸(xyz)を考えると(堆積は鉛直方向にするものとしこの方向を z 軸とする)、供試体は各主応力方向($\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$)と堆積面とがなす角度をそれぞれ($\delta_1, \delta_2, \delta_3$)とおくと構造異方性によりV-供試体($\sigma_z > \sigma_y > \sigma_x$, $\delta_1=90^\circ, \delta_2=\delta_3=0^\circ$)
H₁-供試体($\sigma_y > \sigma_x > \sigma_z$, $\delta_1=\delta_2=0^\circ, \delta_3=90^\circ$)
H₂-供試体($\sigma_y > \sigma_z > \sigma_x$, $\delta_1=0^\circ, \delta_2=90^\circ, \delta_3=0^\circ$)
の3種類に分類できる。

3. 試験結果

図-3にV-供試体の $b=0.2$ における典型的な応力-ひずみ関係を示してある。また図-4にはせん断中の b -値の変化を示してある。これらの図からこの装置により達成された b -値一定条件はほぼ ± 0.02 の範囲内に入っており、この方法により中間主応力の影響を調べることが十分可能であると思われる。図-5にはこのような応力-ひずみ曲線の最大応力比(σ_1/σ_3)_{max}から求めた3種類の供試体の内部摩擦角

$$\phi = \sin^{-1} \{ [(\sigma_1/\sigma_3)_{\max} - 1] / [(\sigma_1/\sigma_3)_{\max} + 1] \}$$

と間隙比(e_o)の関係を示してある。この図から供試体の構造異方性により強度が異なり、その大きさは $V > H_2 > H_1$ の順で、つまり砂の堆積面に垂直に作用する3つの主応力の大きさの順に強度もあることがわかる。このような試験を中間主応力、つまり b -値を三軸圧縮状態($b=0.0$)から三軸伸張($b=1.0$)の範囲で色々変えて行ない $\sigma_3=0.2\text{kgf/cm}^2$ における間隙比 e_o 、 $\phi=0.8$ および 0.7 における内部摩擦角をプロットした

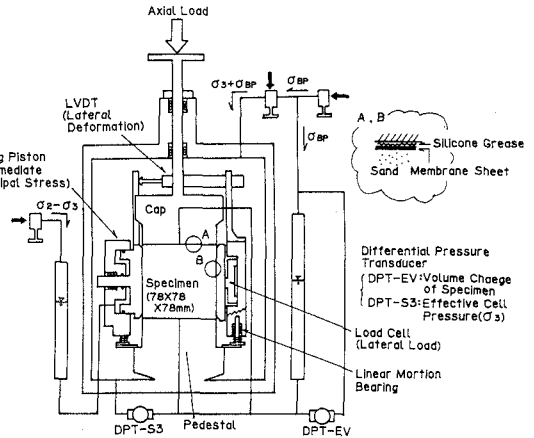


図-1 中間主応力制御型三軸試験装置

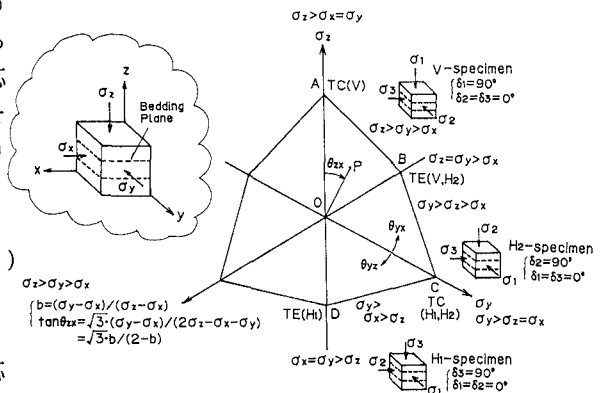


図-2 供試体の構造異方性と三主応力状態

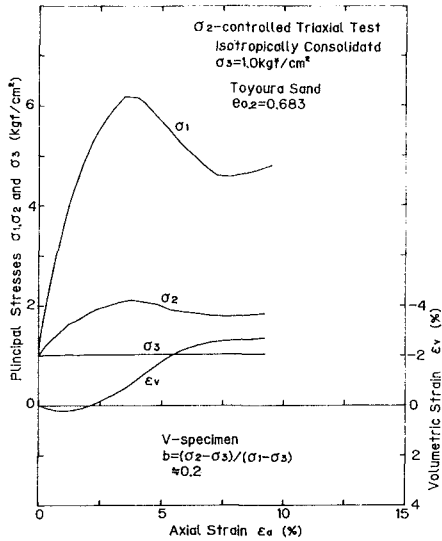


図-3 応力-ひずみ関係

のが図-6 (a)、(b) である。この図には平面ひずみ圧縮試験 (PS) において求めた内部摩擦角も示してある。ここで注意すべきことは中間主応力制御型三軸試験ではせん断中の b -値は一定であるが、平面ひずみ圧縮試験では中間主応力方向の変位を拘束しているだけで b -値は変化していることである。これらの図から砂の内部摩擦角はどの供試体においても中間主応力に依存し三軸圧縮状態 ($b=0.0$) から $b=0.2$ まで b -値にほぼ比例して増加し、 $b=0.2$ から $b=0.8$ の範囲ではほぼ一定であるが、 $b=0.8$ から三軸伸張状態 ($b=1.0$) の範囲ではやや増加する傾向にあることがわかる。また H_2 - 供試体の内部摩擦角は V - 供試体と H_1 - 供試体の中間にある。

4. あとがき

砂の内部摩擦角は堆積時の構造異方性によりことなり、その大きさは $V > H_2 > H_1$ の順になっている。また中間主応力の影響についてみると内部摩擦角は中間主応力に依存し $0.0 < b < 0.2$ までは b -値にほぼ比例して増加し、 $0.2 < b < 0.8$ の範囲ではほぼ一定、そして $0.8 < b < 1.0$ ではやや増加する傾向がある。

参考文献

- 1) 福島伸二・香川和夫：砂の中間主応力を制御した三軸試験、第25回土質工学研究発表会、1990年6月

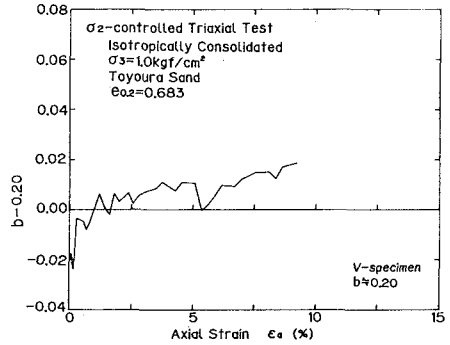


図-4 せん断中の b -値の変化

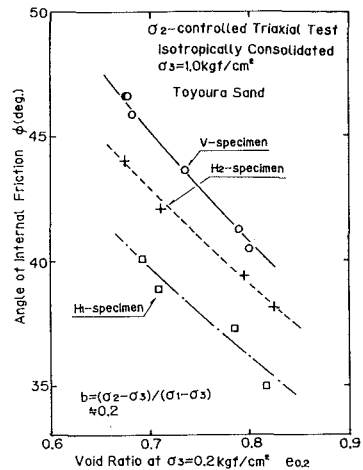
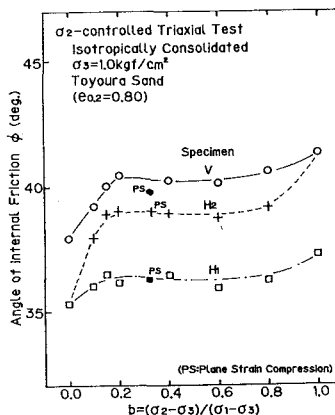
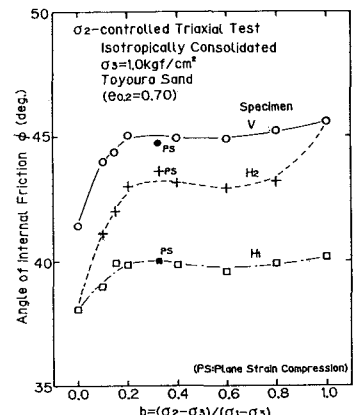


図-5 内部摩擦角と間隙比の関係



(a) 内部摩擦角と中間主応力の関係 ($e_{0.2}=0.8$)



(b) 内部摩擦角と中間主応力の関係 ($e_{0.2}=0.7$)

図-6