

粗粒材を対象とした大型中間主応力制御型 三軸試験機の試作とその適用性

(株)フジタ 技術研究所 福島 伸二

§ 1. まえがき

一般に土質力学で扱う土構造物では長手方向に変位がない平面ひずみ状態を仮定している。しかし実際には土構造物の長手方向に変位がないわけではなく、例えばロックフィルダムなどではダム軸方向の伸び変形($\varepsilon_z < 0$)が発生しており、堤体内の応力状態は三軸圧縮($\sigma_1 > \sigma_2 = \sigma_3, \varepsilon_z < 0$)と平面ひずみ圧縮($\sigma_1 > \sigma_2 > \sigma_3, \varepsilon_z = 0$)の中間の3次元応力状態にあると考えられる。したがってこのような3次元応力状態にある土構造物の安定性を合理的に評価するには、中間主応力の影響を考慮した土の強度が必要である。筆者はこれまで一辺78mmの立方体形状の供試体の中間主応力制御型三軸試験により砂の強度に及ぼす中間主応力の影響について調べてきたが¹⁾、ここではロックフィルダムや高盛土などの盛立材料である粗粒材の強度に及ぼす中間主応力の影響を調べるために試作した一辺200mmの立方体の供試体を用いた大型中間主応力制御型三軸試験機の概要と、この試験機の適用性を検討するために実施した豊浦砂を用いた検定試験結果について報告する。

§ 2. 試作した大型中間主応力制御型三軸試験機

ここで試作した中間主応力制御型三軸試験システムは大型平面ひずみ圧縮試験システム²⁾と同様に図-1に示す大型三軸セルをそのまま利用したものである。図-2には大型三軸セル内に長さx幅x高さが $L \times W \times H = 200\text{mm} \times 200\text{mm} \times 200\text{mm}$ の供試体用の中間主応力制御システムを設置した状態を示すが、キャップ・ペデスタルなどの基本的な構成は小型の試験システム¹⁾と同じである。供試体を包むゴムスリーブは供試体外周長とほぼ等しい円周長を持つ内径 $\phi_m = 250\text{mm}$ 、厚さ $t_m = 1\text{mm}$ の円形のものを使用している。このシステムは図示したように供試体の中間主応力方向に荷重が加えられるように载荷ピストンとロードセルを内蔵した载荷板から構成されている。中間主応力方向の荷重は圧力ビュレット内の水を精密レギュレータにより空気圧を制御してピストン内に送り込むことにより供試体に加え、この時の横方向荷重(P_L)は载荷板(計測側)

内に設置されたロードセルにより測定した。写真-1には中間主応力制御システムをセットした供試体の状況を示す。せん断中の軸荷重は、最小主応力一定のまま(σ_3 :セル圧)、変位制御($\varepsilon_1 = 0.25\%/min$)で加えたが、中間主応力は上述したシステムにより中間主応力係数 $b = (\sigma_2 - \sigma_3) / (\sigma_1 -$

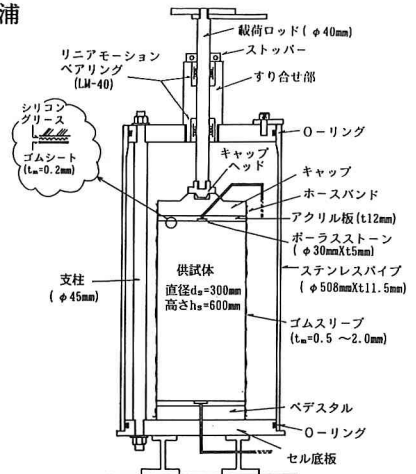


図-1 大型三軸セル

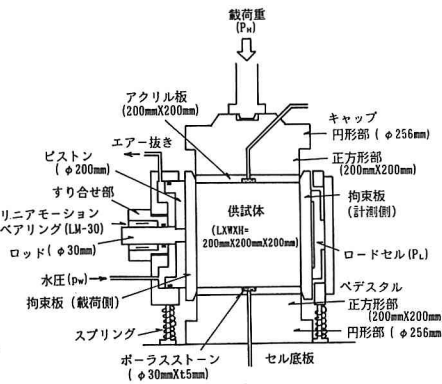


図-2 大型中間主応力制御システムの設置状況

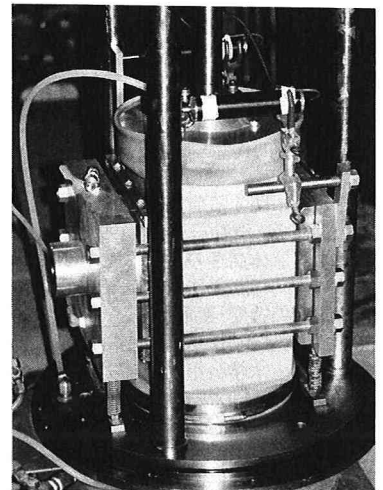


写真-1 システム全体写真

σ_3 が一定になるように加えた。この時の中間主応力の制御は軸荷重 P_H ($= (\sigma_1 - \sigma_3) \cdot W \cdot L$)と中間主応力方向荷重 P_L ($= (\sigma_2 - \sigma_3) \cdot W \cdot H$)の比がある一定の b -値 [$b = (\sigma_2 - \sigma_3) / (\sigma_1 - \sigma_3) \approx P_L / P_H$] になるように行った。

§ 3. 豊浦砂による検定

供試体は大型三軸圧縮・平面ひずみ圧縮試験の場合³⁾と同様な方法により作製した。図-3 (a)

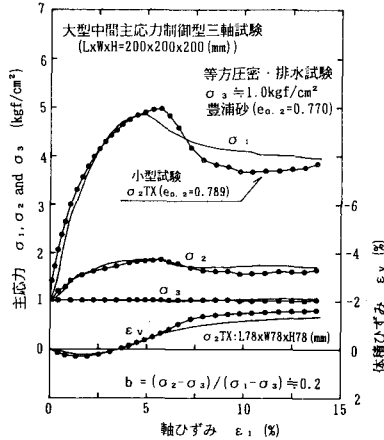


図-3 (a) 応力～ひずみ曲線 ($e_o.2 = 0.770$)

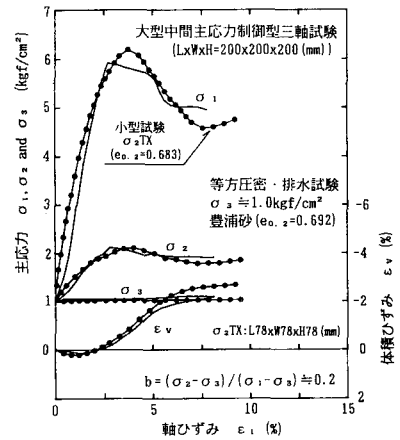


図-3 (b) 応力～ひずみ曲線 ($e_o.2 = 0.692$)

(b) に大型中間主応力制御型三軸試験による中間主応力係数 $b \approx 0.2$ における応力～ひずみ関係と小型試験 (σ_2TX) による応力～ひずみ関係の比較結果を示してある。これらの図から大型試験は初期剛性にやや差が見られるが、全体的にはよく一致しているのがわかる。次に図-4には図-3のような試験から得られた応力～ひずみ曲線の最大応力比 $(\sigma_1/\sigma_3)_{max}$ 時の粘着力 $c=0$ として計算した内部摩擦

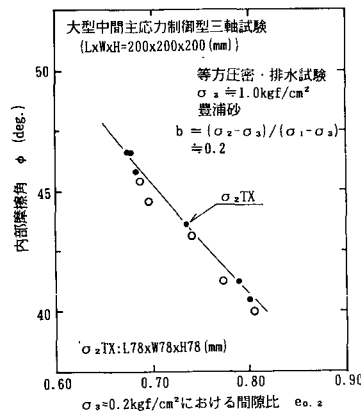


図-4 $\phi \sim e_o.2$ 関係

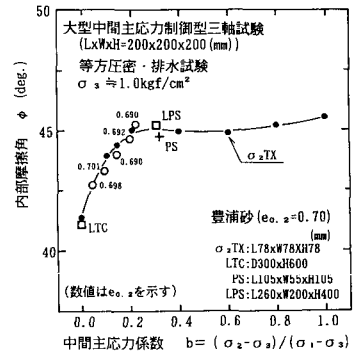


図-5 ϕ の中間主応力係数への依存性

角 $\phi = \sin^{-1} \{ [(\sigma_1/\sigma_3)_{max} - 1] / [(\sigma_1/\sigma_3)_{max} + 1] \}$ と間隙比の関係を示し、また図-5には小型試験から得られた内部摩擦角と中間主応力係数の関係図上 (●) に大型試験から得られた内部摩擦角 (○) をプロットしてある。これら図から大型試験から求められた内部摩擦角の方がやや小さい傾向にあるが小型試験の結果と比較的良好一致を示しており、この大型試験が十分な精度を有しているのがわかる。

§ 4. あとがき

ここでは粗粒材の強度に及ぼす中間主応力の影響を調べるために試作した大型中間主応力制御型三軸試験機の適用性を確認するために豊浦砂を用いた検定試験を実施し、以前実施した小型試験の結果と比較した。これより大型試験から得られる応力～ひずみ曲線、内部摩擦角は小型試験によるものとほぼ同じであり、この試験装置が粗粒材にも十分な適用性があることが確認できた。今後はこの大型中間主応力制御型三軸試験機を用いて現在計画中の高盛土の安定性を「破壊の3次元性」を考慮して評価できるように盛土材料の強度に及ぼす中間主応力の影響を調べてゆく予定である。

参考文献

- 1) 福島伸二：砂の中間主応力を制御した三軸試験、三軸試験方法に関するシンポジウム論文集、土質工学会，pp187-192, 1991.
- 2) 望月美登志・福島伸二：標準試験としての大型三軸・平面ひずみ圧縮試験を適用性、三軸試験方法に関するシンポジウム論文集、土質工学会, pp181-186, 1991.