

III-192 粘土の三軸圧縮試験における供試体形状の影響

(株)フジタ 技術研究所 福島 伸二

1. まえがき

土構造物の安定性評価に必要な地盤内の土の要素の強度・変形特性を正確に調べるには三軸圧縮試験だけでなく、三軸伸張試験・平面ひずみ圧縮試験などが実施される必要がある。三軸圧縮試験では供試体は高さが直径の2倍程度のものが使用されるが、三軸伸張試験では要素として一様変形を発生させるために供試体高さは直径と同程度とすべきであるという報告もある¹⁾。また平面ひずみ圧縮試験では矩形形状の供試体を使用される。これら各種試験から得られた試験結果が意味あるためには同一条件の試験では供試体形状によらず同じ結果になる必要がある。そこでここでは高さ・直径比の異なる円柱供試体と矩形供試体の三軸圧縮試験を実施し、試験結果に及ぼす供試体の高さ・直径比と形状の影響について実験的に検討したものである。

2. 試験方法

円柱供試体は高さ・直径比を $h_s/d_s=100/50, 100/75, 100/100$ (mm) の3種類を、また矩形供試体は長さ・幅・高さが $l_s \times w_s \times h_s = 105 \times 55 \times 105$ (mm) のものを使用した。供試体の上・下端面条件は図-1に示すように摩擦除去層を施し、また側面の排水用の口紙(ADVANTEC No.2)は供試体高さ・直径比 $h_s/d_s=100/50, 100/75, 100/100$ に対して $n=4, 6, 8$

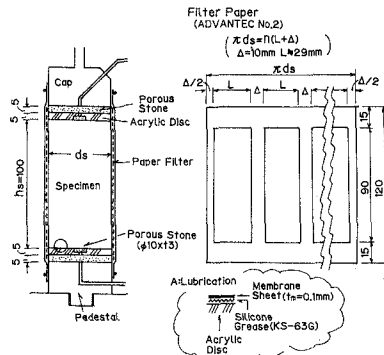


図-1 円柱供試体を用いた試験

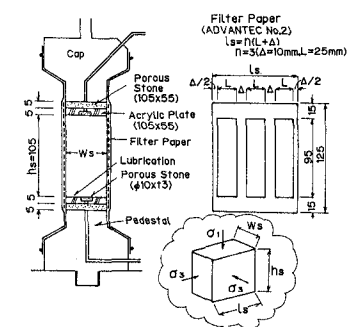


図-2 矩形供試体を用いた試験

とした。また矩形供試体では端面条件は円柱供試体と同じで、側面の口紙は図-2に示すようにした。矩形供試体側面の口紙は幅方向にのみ排水されるように長さ・高さ面の2面に設置した。これは平面ひずみ圧縮試験時には最大・最小主応力面内でのみ排水が生じるようにするためである。試料は市販の藤の森粘土 ($G_s=2.671, W_{LL}=50.0\%, I_P=24.2\%$) を液性限界の2倍の含水比でジュースミキサーで攪拌し、圧密槽内(内径 $\phi=300$ mm)で脱気後 $\sigma_{pc}=0.8\text{kgf/cm}^2$ で予備圧密して準備した(圧密槽内での出来上がり堆積層厚は約20cm、含水比は約 $W=44\sim46\%$)。供試体は圧密槽から取り出した円盤状試料から、所定の寸法・形状に切り出して作製した。試験は口紙とメンブレンをセット後 $\sigma_{NE}=-0.2\text{kgf/cm}^2$ で自立させて三軸セルを組み立ててから、負圧とセル圧を交換する。そして供試体側面の口紙部分を炭酸ガスと脱気水を時間をかけて流し、さらに背圧 $\sigma_{BP}=1.0\text{kgf/cm}^2$ を加えて飽和させる。圧密は等方応力状態で $\sigma_c = 0.2 \Rightarrow 1.0 \Rightarrow 2.0\text{kgf/cm}^2$ のように段階的に行った。せん断は最終圧密圧から非排水条件で変位速度 $\dot{\epsilon} \approx 0.2\%/min$ で行った。なお矩形供試体は平面ひずみ圧縮試験用のキャップ・ペデスタルを用いて円柱供試体と同様の非排水三軸圧縮試験を行った。

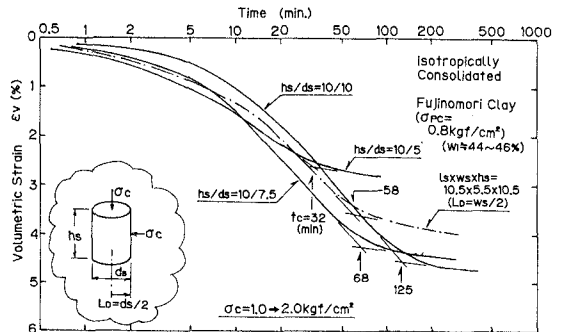


図-3 各供試体の圧密時の体積変化特性

3. 試験結果

図-3に各供試体の圧密中の供試体の体積変化を示してある。これより供試体直径つまり排水距離の違いによる差が見られ、排水距離の短い供試体ほど圧密終了が早いことがわかる。またこの圧密終了時間を最急勾配線と2次圧密領域を延長した直線との交点として求めたものはほぼ排水距離(L_d)の2乗則に近い関係にあることがわかる。これは矩形供試体でもいえることである。図-4

(a) (b)にそれぞれ

れ圧密圧 $\sigma_c=2.0\text{kgf/cm}^2$ における異なる高さ・直径比をもつ円柱供試体の応力-ひずみ関係と有効応力経路を示してある。これより応力-ひずみ関係は供試体の直径の大きい方がやや大きな偏差応力になっているがその差は小さく高さ・直径比によらず同じようである。図-5には円柱供試体と矩形供試体の比較を示してある。矩形供試体の方がせん断初期の過剰間隙水圧の増加がやや鈍く有効応力経路にその差が目立つが、応力-ひずみ曲線はほとんど同じになっている。

4. あとがき

ここで実施した高さ・直径比の異なる円柱供試体と矩形供試体を用いた三軸圧縮試験から、供試体形状による影響は小さいことがわかった。ただし過剰間隙水圧の発生特性にわずかな相違が有効応力経路に現れること、試験中の圧密過程の終了時間は排水距離を考慮して規定しなければならないことなどに注意が必要である。このことから変形の一様性などの試験条件から三軸圧縮試験とは高さ・直径比の異なる円柱供試体を用いる方が合理的な三軸伸張試験や K_0 -圧密試験（直径の大きい方が K_0 -条件を達成しやすい）や矩形供試体を用いた平面ひずみ圧縮試験を実施し、基本となる三軸圧縮試験の結果を含めた各試験間の応力-ひずみ関係・強度特性を比較検討する場合には供試体に形状の影響を考慮しなくともよいと考えられる。

参考文献

- 1) 小田 明・三田地利之：粘土の三軸伸張試験における供試体直径・高さ比について、土木学会論文集、No. 445, III-18, pp135-138, 1992.

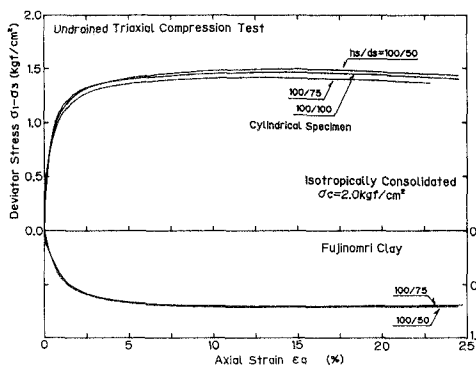


図-4 (a) 高さ・直径比の異なる円柱供試体の応力-ひずみ関係の比較

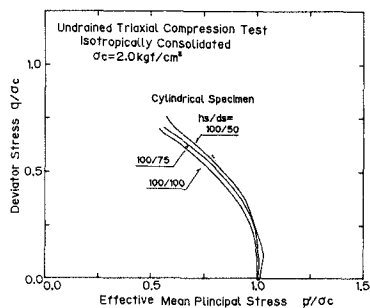


図-4 (b) 高さ・直径比の異なる円柱供試体の有効応力経路の比較

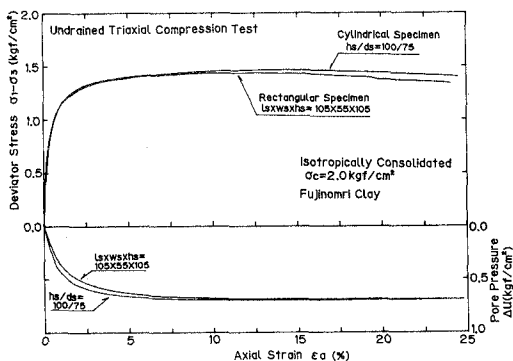


図-5 (a) 円柱・矩形供試体の応力-ひずみ関係の比較

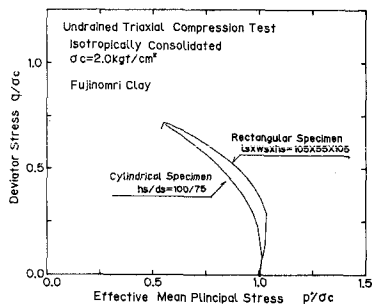


図-5 (b) 円柱・矩形供試体の有効応力経路の比較