

本牧粘土の採取試料の品質に及ぼすチューブ形状の影響

防衛大学校 ○(学)吉津 考浩・(学)奥田 大史・(正)正垣 孝晴

1.はじめに

チューブサンプリング(TS)による試料攪乱のメカニズム解明を目指して、豊浦砂¹⁾と本牧粘土²⁾を用いた一連のモデル試験を行っている。これらのモデル試験では、チューブ刃先角度 90° が 6° のそれらより採取試料の品質が高く、この傾向は、チューブ内径 45-mm(以降、45-mm と表記)と 75-mm(同、75-mm)の半割チューブやチューブ貫入速度 S_p に依存しないことが示された。チューブ内壁面近傍に形成される塑性領域は、チューブに刃先角度を付与しない方が、採取試料の品質に有効に働くことも明らかにした^{1), 2)}。

本稿は、本牧粘土の再構成土に対するモデル試験²⁾で採取した試料に対する一軸圧縮試験と標準圧密試験から、試料の品質を定量的に検討する。

2.供試土と試験方法

供試土は、本牧粘土の再構成土である。土粒子密度 2.613g/cm^3 、液性限界 $w_L 114$ 、塑性指数 69 の高塑性粘土(CH)である。直径 46.8 cm、高さ 70 cm の圧密土槽に w_L の 2 倍程度の含水比のスラリー状の本牧粘土を投入して、20kPa の初期圧密圧力から数段階で 84kPa の最終圧力で圧密した試料である。図-1 は、35-mm、45-mm、75-mm サンプラーをモデル地盤に貫入した図を示している。また、チューブで採取した試料と塩ビパイプの外側からブロックで採取した試料に対する一軸圧縮試験と標準圧密試験の供試体位置も併せて示している。一軸の供試体寸法は、 $d15\text{mm}$ 、 $h35\text{mm}$ の小型供試体であり、サクシオン S_0 測定を伴う一軸圧縮試験³⁾を行う。また、圧密供試体は、 $d30\text{mm}$ 、 $h10\text{mm}$ の小型供試体である。これらと通常寸法のそれらの強度・圧密特性は同等であることを確認している⁴⁾。チューブとブロックで得た試料の供試体に対しては、同じ含水比下の練返し土の供試体を作成して同様の強度・圧密特性試験を行う。

3.一軸圧縮強度特性に及ぼすチューブ形状の影響

図-2 は、モデル地盤表面からの深度 z として 3 cm

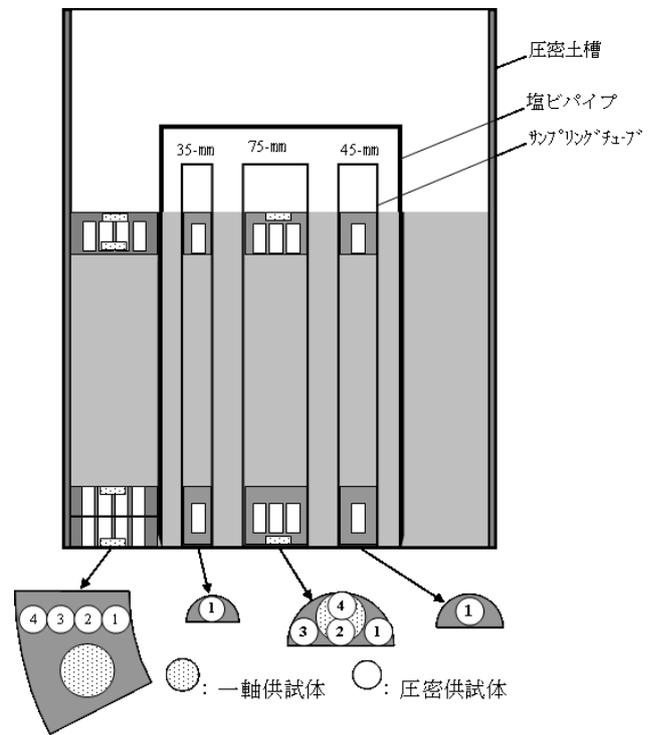


図-1 一軸と圧密供試体位置

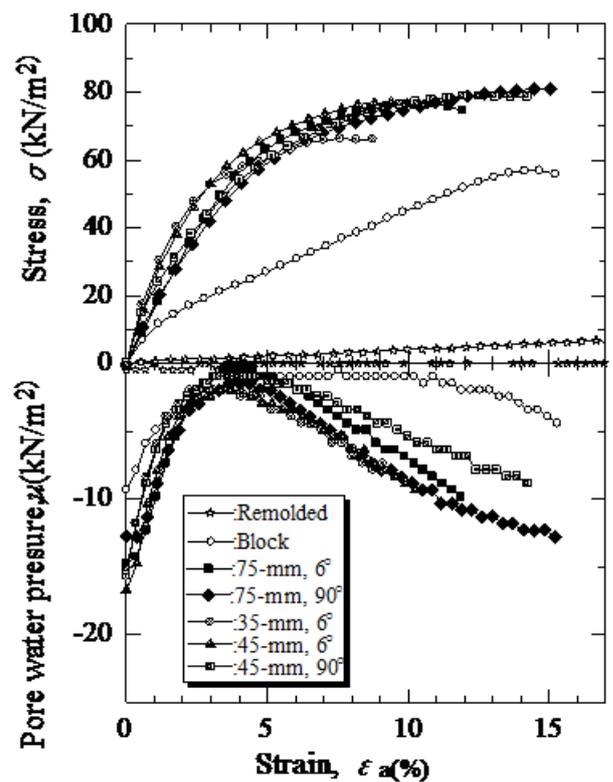


図-2 応力、間隙水圧とひずみの関係($z=3\text{ cm}$)

に位置するチューブとブロックで採取した試料から得た供試体の応力 σ 、間隙水圧 u と軸ひずみ ϵ_a の関係である。ブロックと練返し試料の σ と u の挙動は、チューブのそれらと大きく異なるが、チューブで得た供試体の強度特性は同等である。同様に $\phi=19\text{cm}$ の供試体の結果を図-3に示す。ブロックと練返し土の強度特性が他と異なるのは、図-2と同様であるが、土層下部の $\phi=19\text{cm}$ では、刃先角度 6° の45-mmと75-mmの q_u が小さい。また、これらの q_u の小さい供試体は、せん断前の S_0 (図-2と3の $\epsilon_a=0\%$ の u の絶対値)も小さいことから、試料の乱れに起因していることが推察される。ブロックの q_u が小さいのは、塩ビパイプの貫入による排土効果による乱れに起因している。

図-4は、図-2と3で示した一軸圧縮試験結果と、チューブ貫入によって移動したターゲットの変化量から求めたチューブ内の試料の体積ひずみ ϵ_{v0} を併せて示している。また、一軸試験の練返し土の結果は、上・下部試料の中間位置として $\phi=13\text{cm}$ にプロットしている。チューブ試料の w_n は、供試体の z に関係なく89%で変動も2%と小さく、均質性

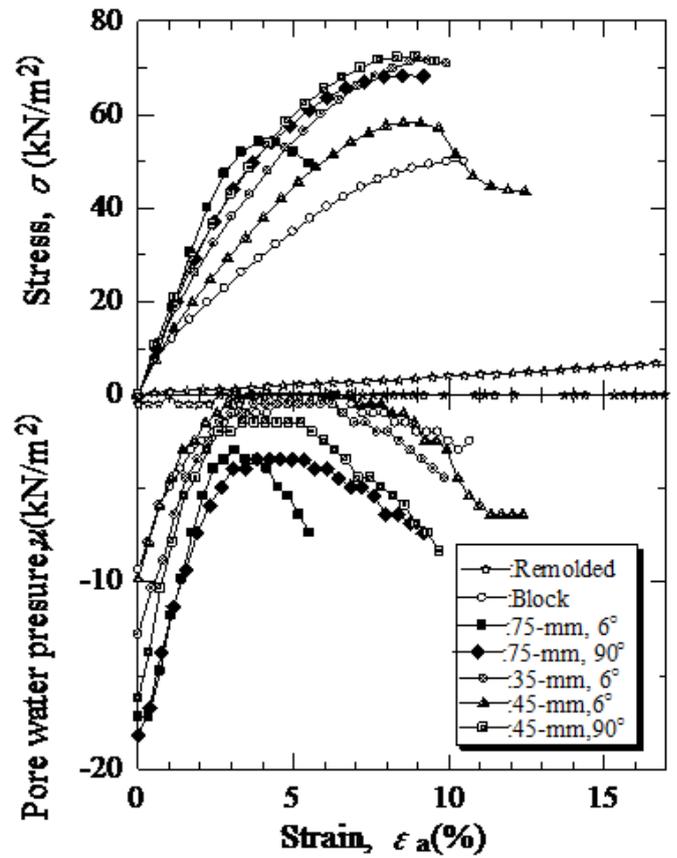


図-3 応力、間隙水圧とひずみの関係($\phi=19\text{ cm}$)

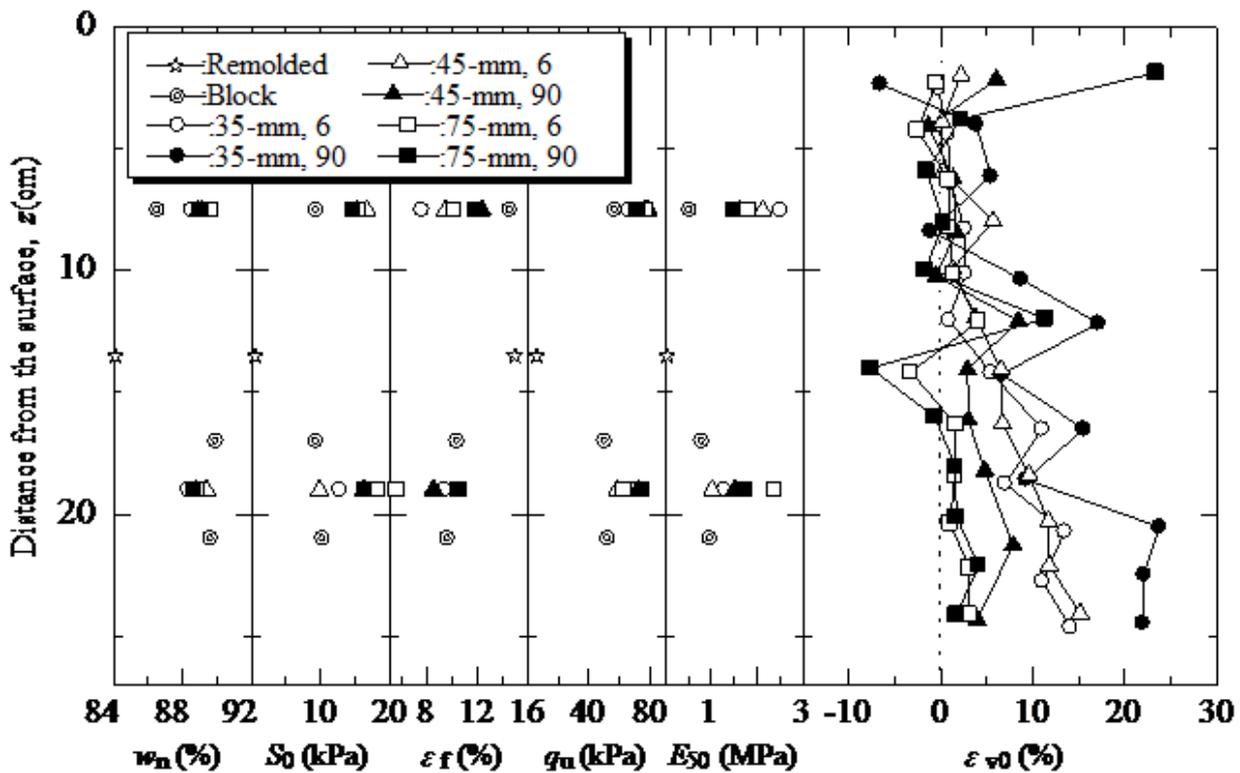


図-4 一軸試験結果とチューブ貫入によるターゲットの体積ひずみ

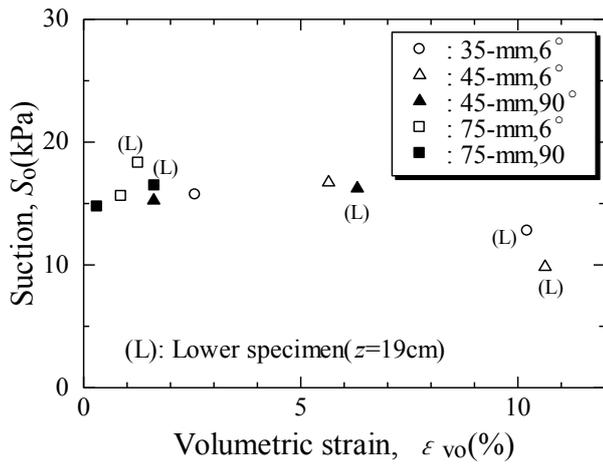


図-5 S_0 と ϵ_{vo} の関係

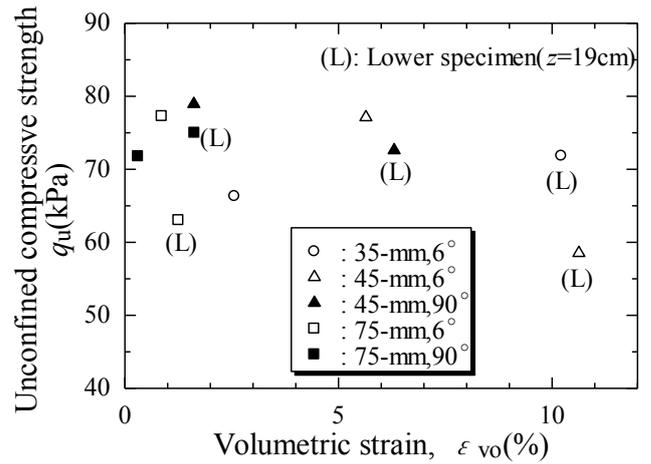


図-6 q_u と ϵ_{vo} の関係

の高いモデル地盤が形成されていることがわかる。 ϵ_{vo} が大きいと試料の乱れは大きいですが、負の ϵ_{vo} はターゲットの位置の読み取り誤差に起因している。したがって、 $z < 10\text{cm}$ の領域ではチューブ貫入による試料の変形は認識できないと判断できる。これは、図-2 で述べた強度特性にチューブ径が影響していないことと整合している。

一方、図-4 に示す $z=19\text{cm}$ の下部試料に相当する ϵ_{vo} は、75-mm 以外の 35-mm と 45-mm の値が大きい。このような試料は、 S_0 と E_{50} が小さく試料の乱れが大きいことがわかる。しかし、この乱れは 75-mm の貫入による地盤の乱れに起因していると

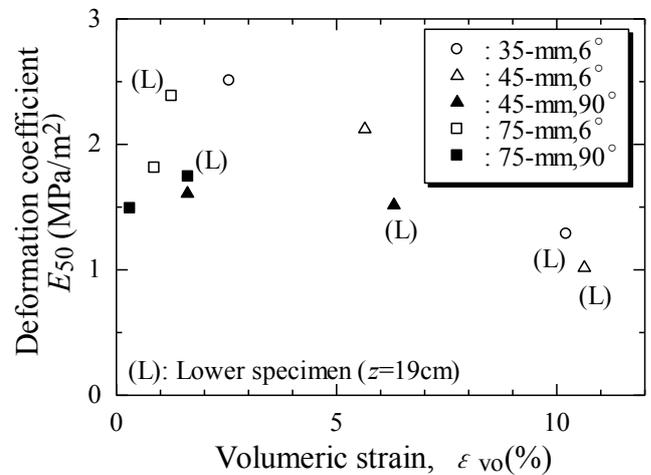


図-7 E_{50} と ϵ_{vo} の関係

考えている。75-mm の貫入によるチューブ外側のターゲットが水平移動して、45-mm と 35-mm を貫入する領域に影響を及ぼしているのが理由である。

図-5, 6, 7 は、 S_0 , q_u , E_{50} を ϵ_{vo} にプロットしている。 $\epsilon_{vo} < 3\%$ のターゲットの読み取り誤差の範囲のプロットは、 $z=19$ の下部の試料であっても他の供試体と同様な S_0 と q_u 値であるが、 ϵ_{vo} が大きくなるとこれらの値が小さくなり、75-mm の押し込みによる地盤の乱れの影響が反映している。

4 圧密特性に及ぼすチューブ形状の影響

図-8 は、圧密試験の結果であり、一軸試験と同じ $z=3\text{cm}$ と 19cm のブロックと 75-mm チューブの 6° と 90° から採取した試料から得た供試体の間隙比 e と圧密圧力 p の関係である。これらの供試体の w_n , 湿潤密度 ρ_t , 初期間隙比 e_0 と式(1)で定義する体積ひずみ ϵ_{v0} , 圧密降伏応力 σ'_p , 圧縮指数 C_c を図-8 中の表にまとめている。

$$\epsilon_{v0} = (e_0 - e_1) / (1 - e_0) \times 100 \quad (\%) \tag{1}$$

ここで e_1 は有効土被り圧下の e であり、84kPa(再構成土の圧密圧力)を採用している。式(1)の ϵ_{v0} は、土が受けた変形量として、ターゲットの移動量から求めた ϵ_{v0} (図-4)と同じ物理量を意味する。

図-9 は w_n , e_0 , ϵ_{v0} , σ'_p を z に対してプロットしている。図-8 と 9 で特徴的なことは以下のように要約される。

- 1) $z=7\text{cm}$ の上部試料では、ブロック(+)の w_n が 7% 小さいことを反映して、 e と C_c が 0.27 と 0.10 小さく、 σ'_p が 7kPa 大きい、75-mm の刃先角度が ϵ_{v0} , σ'_p , C_c に及ぼす影響は明らかでない。

2) $\phi=21\text{cm}$ の下部試料では、ブロック(+)と 75-mm(90°)の ε_{v0} が 75-mm(6°)のそれより大きい。前者には、図-3 で述べた塩ビパイプの貫入に起因した試料の乱れである。後者に対しては、刃先角度の影響が推定されるが、乱れの影響を大きく受ける q_u と E_{50} (図-4)に同じ傾向がないことから判断して、測定精度の範疇とも解釈される。

図-10 と 11 に圧密係数 α_v と体積圧縮係数 m_v を平均圧密圧力 \bar{p} に対してプロットしている。乱れの大きいブロック試料の α_v が小さく m_v が大きい傾向があるが、刃先角度による α_v , m_v の差は明らかでない。

本牧粘土の採取試料の品質に及ぼすチューブ形状の影響は、強度・圧密特性の観点から自然堆積した名古屋粘土⁵⁾のと同様に明らかでない。

5 おわりに

本牧粘土の採取試料の品質に及ぼすチューブ形状の影響は、強度・圧密特性の観点から自然体積した名古屋粘土⁵⁾と同様に明らかでない。このような結果は、豊浦砂に対する結果とも整合するが、従来の通説や観念と異なっている。異なる土質条件を踏まえた精緻で体系的な検討を予定している。

参考文献

- 1) 正垣・筒井・吉津：サンプリングチューブ貫入による試料攪乱のメカニズム，地盤工学会誌，No.60，No. 7，pp.22-25，2012.
- 2) 奥田・吉津・正垣：本牧粘土のチューブ貫入挙動に及ぼす刃先角度とチューブ径の影響，土木学会関東支部，2013.
- 3) 地盤工学会，サクシオン測定を伴う一軸圧縮試験マニュアル，最近の地盤調査法と設計施工への適用に関するシンポジウム論文集，pp. 422-423，1992.
- 4) 正垣：性能設計のための地盤工学，鹿島出版会，2012.
- 5) 荒井・吉津・正垣・津坂・服部：名古屋粘土の採取試料の品質に及ぼすチューブ径と刃先角度の影響，第 40 回土木学会関東支部技術研究発表会，2013.

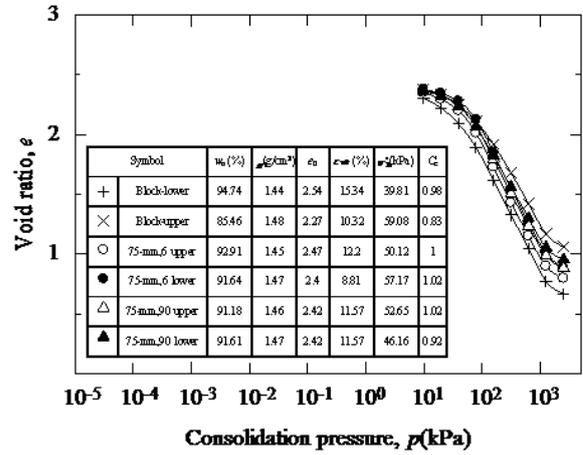


図-8 e と p の関係

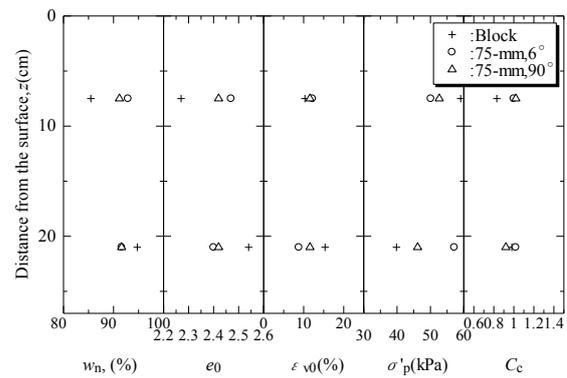


図-9 w_n, e₀, ε_{v0}, σ'_p と z の関係

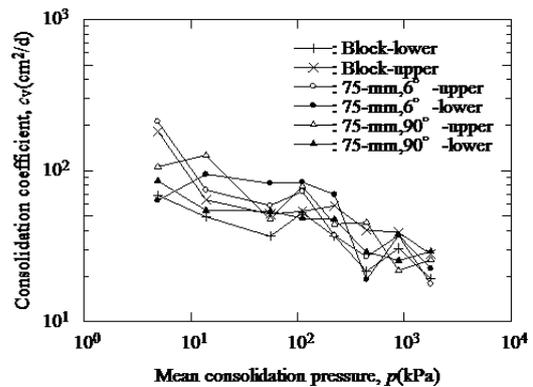


図-10 α_v と p の関係

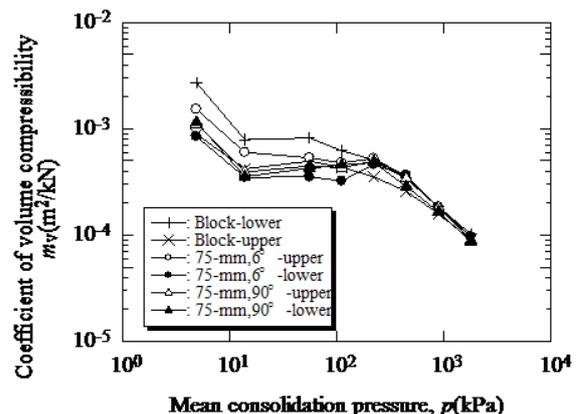


図-11 m_v と p の関係