

サンプリングチューブの貫入に起因する土要素の移動

防衛大学校 (学) 熊谷尚久・酒井裕美・正垣孝晴

1. はじめに

室内土質試験のために採取した試料の品質は、土質試験結果やそれを用いた設計信頼度を直接的に支配する。乱れの少ない粘性土の試料採取は、日本では固定ピストン式シンウォールチューブサンプラーが用いられるが、チューブ貫入に起因してチューブ内の試料の乱れの領域やそれが強度・圧密特性に及ぼす影響を定量的かつ適正に検討した研究は少ない。著者ら¹⁾は有明粘土を対象にチューブ壁面の摩擦に起因する試料の乱れは、壁面から数 mm の範囲であり、チューブ径に依存しないことを示したが、試料が限られていることに加え、実態的な検討は出来ていなかった。

本稿では地盤を模擬した土槽に、2つ割りチューブを貫入させた際のチューブの貫入に起因する土要素の移動を先のカオリン²⁾と同様に測定し、併せてチューブ内外の試料の強度特性からこの挙動を考察した。

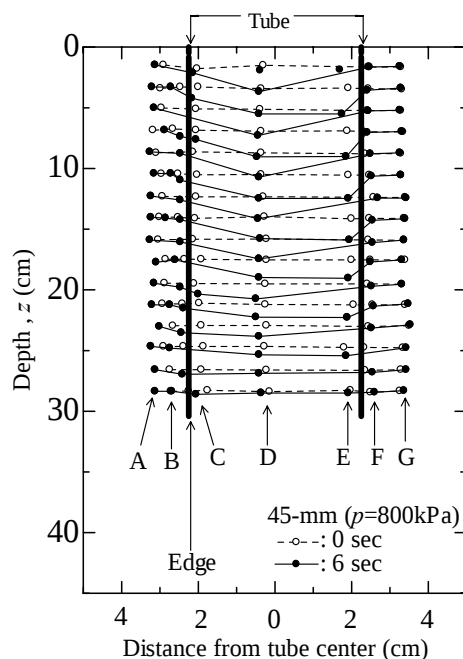
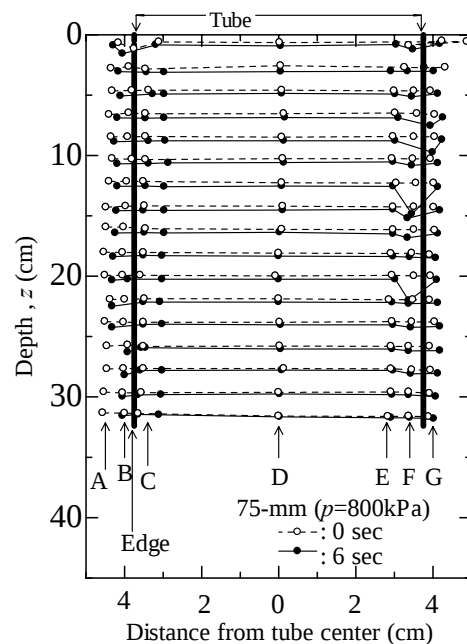
2. 供試土と検討方法

供試土は本牧粘土である。土粒子密度 ρ_s 2.613、液性限界 w_L 113.8%、塑性指数 I_p 68.5 の高塑性粘土 (CH) に分類され、砂分が 18%、シルト 48%、粘土 34% の粒度組成を持つ。2mm 篩で貝殻片等を除去して、 $2w_L$ 以上の含水比に調整した試料をソイルミキサーを用いて十分に混練した後、 $d46.8$ cm、高さ $h70$ cm の圧密土槽で圧密した。最終の圧密圧力 p は 500 kPa と 800 kPa としたが、10 kPa の初期圧密圧力から数段階で最終圧力に到達した。各荷重段階において、排水と表面沈下が終わったことからその段階の圧密終了を確認し、最終の圧密段階の試料をサンプリング実験の供試土とした。この供試土に対し、サンプリングをシミュレートしたチューブ貫入試験を先のカオリン²⁾と同様に行った。

3. チューブ径が壁摩擦に及ぼす影響

圧密試料に 45-mm と 75-mm の半割りチューブを貫入した際のターゲットの移動量からチューブ内の土要素の変形挙動を検討する。図 - 1 と 2 は、チューブ貫入に伴うターゲットの動きを示しており、本牧粘土の $p=800$ kPa に対する 45-mm と 75-mm サンプラーの結果を示している。図の縦軸が土槽表面からの深さ z 、横軸はチューブ壁面からの水平距離を示している。チューブ貫入の開始時 (○) と終了時 (●) のターゲットの動きがこれらの図に示されている。32 cm の貫入に 6 sec を要していることから、5.3 cm/sec の貫入速度となる。この速度は倍圧サンプラー³⁾の実務の実態と同等であり、75-mm サンプラーに対するその 2 倍程度の値となる。

チューブ壁面の摩擦がターゲットの移動に及ぼす影響を定量的に検討するため、図 - 1 と 2 のアルファベットで示す位置のターゲットの鉛直変位の差 D_i を深度に対して整理した。図 - 3 と 4 は図 - 1 と 2 で示す本牧粘土の $p=800$ kPa の 45-mm と 75-mm の結果である。チューブ壁の摩擦による影響を定量的に検討する。チューブ壁面からの距離の違う 2 つのターゲットを比較したとき、チューブ壁面の摩擦が影響しているならば、チューブ壁により近いターゲットの方が

図 - 1 土要素の移動 (本牧粘土, $p=800$ kPa, 45-mm)図 - 2 土要素の移動 (本牧粘土, $p=800$ kPa, 75-mm)

キーワード：チューブ貫入・壁面摩擦・模型実験

連絡先：〒239-8686 神奈川県横須賀市走水 1-10-20 防衛大学校建設環境工学科

046-841-3810

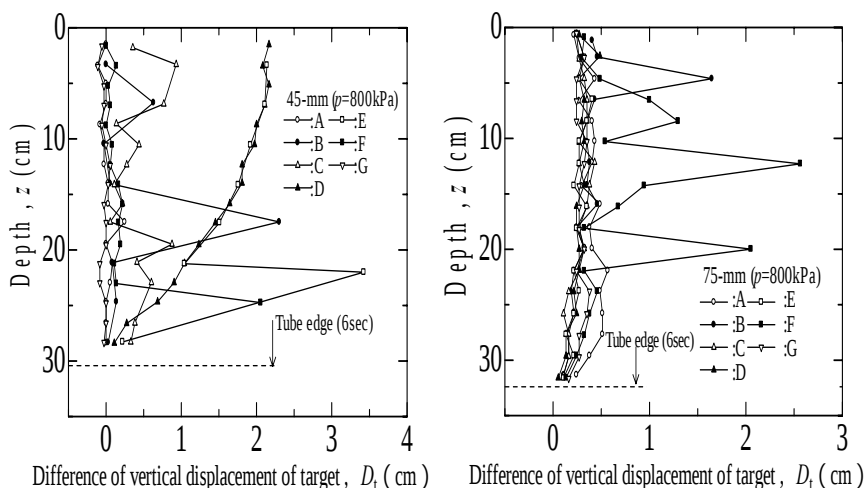


図 - 3 土要素の変形量
($p=800\text{kPa}$, 45-mm)

図 - 4 土要素の変形量
($p=800\text{kPa}$, 75-mm)

壁面に引きずられて移動量が大きくなることが予想される。図 - 1 と 2 に示すチューブ貫入前後のターゲットの D_t は、アクリル容器の底面の影響で採取土の変形が拘束された $z=24 \sim 32$ cm の範囲を除き、75-mm の場合 (図 - 4) チューブ内の C, D, E で 2 ~ 3 mm の一定値である。一方、45-mm (図 - 3) においても D, E の D_t は同等であり、このような挙動は z に依存していない。このことは、カオリン²⁾においても同様であった。図-3 と 4 の D_t が大きく突出するプロットは、チューブ刃先に直接接して移動したターゲットである。カオリンと本牧粘土に対する以上の結果は、壁面の摩擦の影響を受ける範囲は壁面から 2 mm 程度であるとする結果¹⁾を補強するものである。

チューブ貫入前後のターゲットの移動を土要素の変形として図 - 5 に示す。図 - 4 を反映して鉛直方向に 3mm 程度移動している。しかし水平方向の移動は、チューブ外側の壁面に近いターゲットで 2mm 程度である。そして、この値は壁面から離れると急減して 15mm 程度で 0 となる。一方、チューブ内側では壁面からの距離に関係なく水平移動はない。このような挙動はチューブ肉厚分の土が刃先の外側に排土されたことで説明でき、土の変形量はターゲットの深度やチューブ径に依存していない。すなわち、土中に貫入したチューブの体積は、チューブ外側 2mm 程度の範囲の土の圧縮によって相殺されていることが分かる。 $z = 26 \sim 30$ cm のチューブ外側の変形が 4cm 程度に及んでいるのは土槽底部の拘束の影響と考えている。

45-mm と 75-mm の半割りチューブサンプラーで採取した試料とブロックサンプリングの試料の強度特性は同等であった⁴⁾。これは、試料の品質がサンプリング法やチューブ径に依存していないことを示しており、図-3,4の結果とも符合する。

4. おわりに

本稿の主要な結論は以下のように要約される。

- 1) 45-mm と 75-mm サンプラーを土槽地盤に貫入した場合、チューブ内のターゲットは、チューブの貫入に対してチューブ壁面からの距離に関係なくほぼ同じ挙動を示し、これは塑性の異なる試料や圧密圧力にも依存していなかった。この結果は、壁面の摩擦の影響範囲は壁面から 2 mm 程度であった微視構造の観察結果¹⁾を補強するものであった。
- 2) チューブ貫入時のチューブ内側土要素の移動はないのに対し、水平方向の移動はチューブ外側の壁面に近いターゲットで 2mm 程度であった。そして、この値は壁面から離れると急減して 15mm 程度で 0 となった。土中に貫入したチューブの体積は、チューブ外側 2mm 程度の範囲の土の圧縮によって相殺されていることが分かった。またこれはサンプラー径にも依存しなかった。

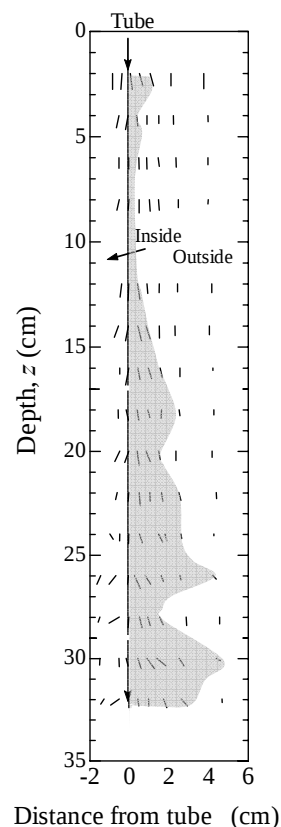


図 - 5 土要素の変形
($p=800\text{kPa}$, 75-mm)

参考文献 1) Shogaki, T: Microstructure, strength and consolidation properties of Ariake clay deposits obtained from samplers, *Journal of ASTM International*, Vol. 3, No.7, pp.98-105, 2006. 2) 酒井・熊谷・正垣・金田(2007): サンプリングチューブの壁摩擦に起因する土要素の移動, 第 4 回地盤工学会関東支部発表会, pp.329-334. 3) Shogaki, T.: A small diameter sampler with two-chambered hydraulic piston and the quality of its samples," *proc. of the 14th ICSMFE*, Hamburg, pp.201-204, 1997. 4) 酒井・熊谷・正垣(2008): 採取試料の品質に及ぼすチューブサンプリングの影響, 第 35 回土木学会関東支部技術研究発表会, CD-ROM.