

チューブ貫入による地盤の変形挙動に及ぼす拘束圧の影響

防衛大学校 奥田大史・正垣孝晴

1. はじめに

チューブサンプリングやコーン貫入試験のように貫入体を地盤に貫入する地盤調査法は多い。コーンサンプラー¹⁾が開発され、コーン貫入による地盤の乱れが採取試料の品質に及ぼす影響が少ないことが現地実験によって示されている²⁾が、その貫入メカニズムや採取試料の品質等に関する実証的な研究はほとんどない。本研究は相対密度を変化させた豊浦砂と地盤強度を変化させた川崎粘土にチューブとコーン貫入試験の先端を貫入させた際の土の変形挙動に及ぼす拘束圧の影響を、ターゲットを配したモデル試験で観察した。本稿では、紙面の都合上豊浦砂のチューブ貫入の結果を中心に述べる。

2. 供試土と実験方法

豊浦砂の土粒子密度は 2.653g/cm^3 である。有効土被り圧 σ'_{v0} は写真-1 に示すようにモデル地盤上に 6.3 kPa となる鉛玉を配して载荷した。 6.3 kPa は飽和砂の場合、地表から約 80cm の深度の σ'_{v0} に相当する。豊浦砂の相対密度 D_r は、一連の研究³⁾を踏まえて 30% に設定した。モデル地盤やチューブの貫入と整理方法は、従来の方法³⁾と同じである。

3. サンプラー貫入による豊浦砂の変形挙動

図-1 は、チューブ貫入長と時間の関係を示している。ペロフラムシリンダーによる貫入であるが、拘束圧の有無に関係なく、 2.9cm/s の等速で貫入できていることが分かる。図-2 はチューブ貫入力と貫入圧を深度に対してプロットしている。貫入圧 P_p は貫入力 F_p をチューブ断面積とチューブ内の砂を含めた断面積で除した値で整理している。これらの値は、同等であり σ'_{v0} の有無にも依存していない。

$D_r30\%$ の豊浦砂に内径 45 mm のサンプラーを貫入した場合の土槽の亚克力板に沿うターゲットの動きを $\sigma'_{v0} = 0$ と 63.5 kPa に分けて、それぞれ図-3 (a) と (b)

に示す。 z は土層表面からの深度、 L は土層左端からの距離である。両者のチューブ貫入速度は、 2.9 cm/s と同等であった。矢印の元と先は、貫入前後のターゲットの位置を示す。これらの位置は、貫入前後に撮影した写真から判定した。

チューブ内のターゲットの移動は、深度とともに小さくなるが、 $\sigma'_{v0} = 63.5\text{ kPa}$ が 0 kPa のそれより大きい。同じ深度のターゲットの移動量はチューブ内ではチューブ壁面近傍と中央部で同等である。また、チューブ外のターゲットも壁面近傍とチューブから離れた位置においても有意差がなく、その移動量は無視できるほど小さく、この挙動に σ'_{v0} の影響も認められない。

水平方向のターゲットの配置を密にした $z = 7.6, 13.9, 20.4, 26.1\text{ cm}$ のチューブ壁面近傍のターゲットの鉛直変位 D_v を図-4 に示す。図-3 の結果を反映して、 $\sigma'_{v0} = 63.5\text{ kPa}$ のターゲットの D_v が大きい。同じ深度のターゲットの D_v は、チューブ壁面に接するターゲットを除き壁面からの距離に依存しない。チューブの壁面摩擦に起因するターゲットの移動は、壁面から 1 mm 以内であり、この挙動に土被り圧の影響もない。

図-5 は図-4 で示したチューブ内のターゲットの D_v の平均値 \bar{D}_v を、それぞれの z に対してプロットしている。 \bar{D}_v は、 z が大きくなると小さくなるが、 $\sigma'_{v0} = 63.5\text{ kPa}$ の \bar{D}_v が $5.1 \sim 16.5\text{ mm}$ であ

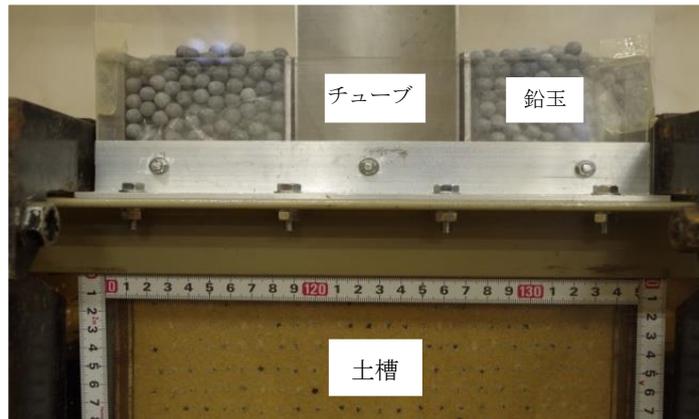


写真-1 鉛玉による拘束圧の载荷状況

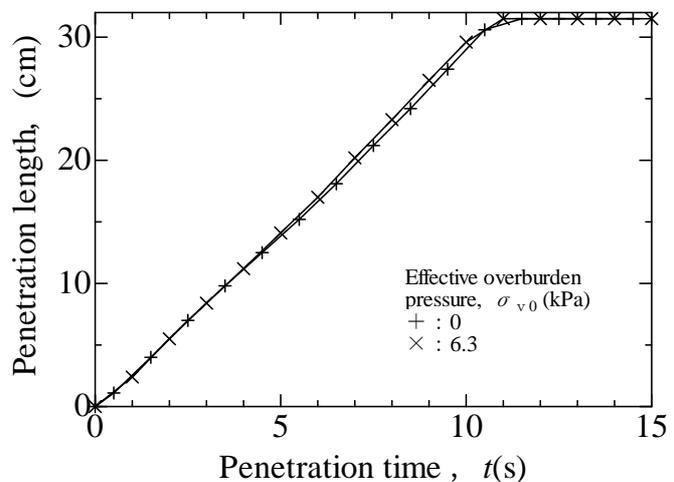


図-1 チューブ貫入長と時間の関係

キーワード チューブサンプリング 地盤の変形挙動 拘束圧 試料の乱れ

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 TEL 046-841-3810

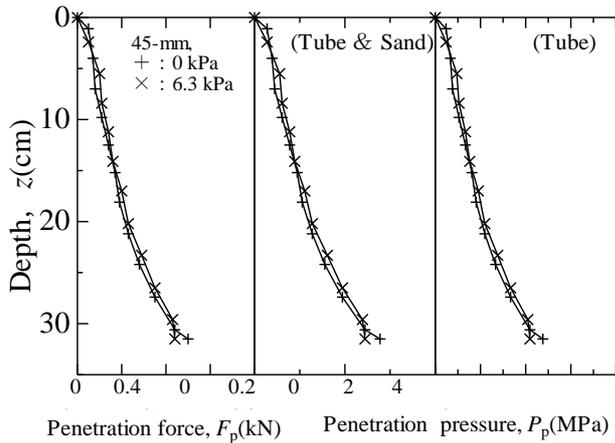


図-2 チューブ貫入力と貫入圧の深度分布 ($D_r30\%$, 45-mm)

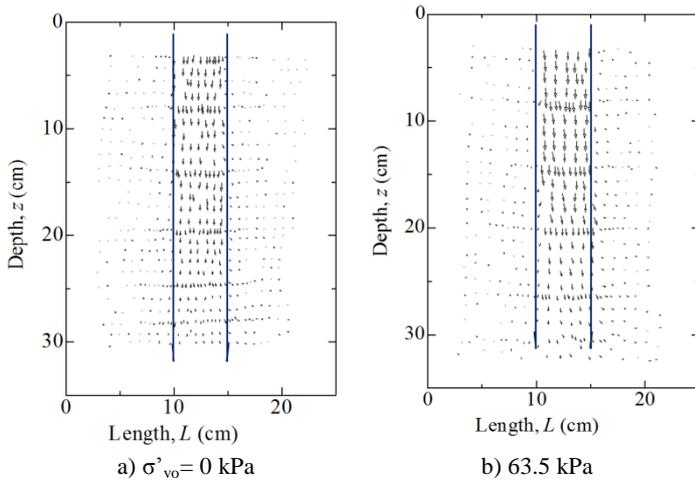


図-3 土要素の移動 ($D_r30\%$, 45-mm)

るのに対して、 $\sigma'_{vo} = 0$ kPa の \bar{D}_v は、3.0~9.9mm であり、拘束圧が小さくなると砂粒子の移動量も小さい。このような挙動は、コーンを地盤に貫入した場合⁴⁾と同様である。

4. おわりに

有効土被り圧 63.5 kPa 下の場合、チューブ貫入に起因する砂粒子の移動量は 1g 下のそれより大きいことが分かった。他の D_r や拘束圧下の検討は今後の課題である。実験に協力頂いた田中優様に深謝いたします。

参考文献

- 1) Shogaki, T., Sakamoto, R., Kondo, E. and Tachibana, H.: Small diameter cone sampler and its applicability for Pleistocene Osaka Ma 12 clay, *Soils and Foundations*, Vol.44, No.4, pp.119-126, 2004.
- 2) 正垣・中野：コーン機能を有する小径倍圧型ピストンサンプラーで採取した試料の品質，地盤工学ジャーナル，Vol5, No2, pp. 363-375, 2010.
- 3) Shogaki, T. : Mechanism of sample disturbance caused by tube penetration model tests on Toyoura sand, *Soils and Foundations*, Vol.57, No.4, 2017.
- 4) 正垣・橋本：貫入体による地盤の変形挙動に及ぼす拘束圧の影響，第 51 回地盤工学研究発表会，pp.223-224, 2016.

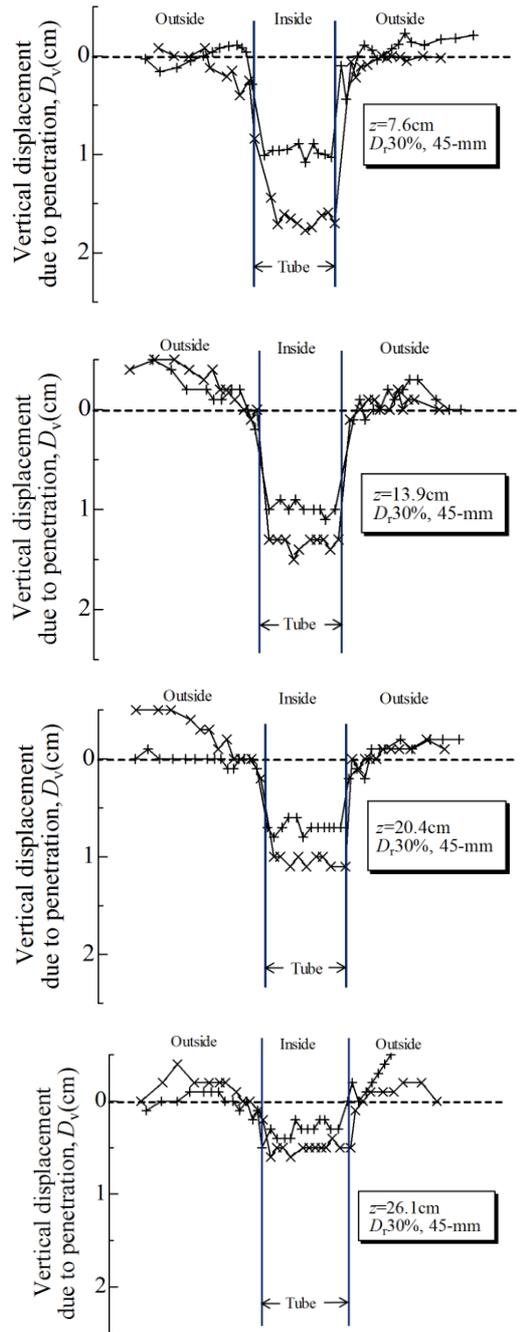


図-4 D_v と z の関係 (チューブ近傍)

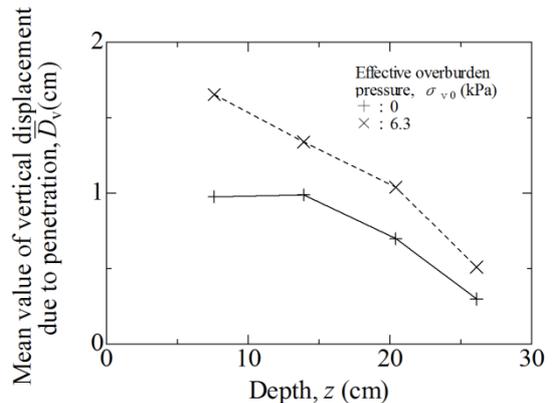


図-5 D_v の平均値と z の関係 ($D_r30\%$, 45-mm)