

試作コーンプローブを用いた負の間隙水圧の測定に関する一考察

鹿児島大学大学院 学生会員 石野孝樹

鹿児島大学工学部 正会員 北村良介 城本一義

(株)日建設計中瀬土質研究所 正会員 角南 進 片桐雅明

片上典久

1. はじめに

降雨に伴う斜面崩壊を予測するためには、崩壊要因である潜在すべり面より上部の地盤における雨水の浸透過程を把握するために含水状態を知らなければならない。現在は、原位置で不攪乱試料を採取し、室内で含水比試験を行なうのが一般的である。我々は原位置において正・負の間隙水圧の測定が可能なコーンプローブの開発を試みている。本報告では、試作したコーンプローブより得られた室内土槽試験結果と室内保水性試験結果をもとに計器・測定方法の妥当性の検討を行なう。

2. 模型土槽

土槽：模型土槽は図-1 に示すように内径は750mm、高さは1000mmの鋼製である。底部中央には、土圧計が設置されている。

コーンプローブ：コーンプローブの概略図を図-2 に示す。コーンプローブは鋼製で先端角は60°、径は25.4mm、先端部の断面積は5cm²であり、間隙水圧測定用の間隙水圧計（容量：-10kPa～+100kPa）、先端荷重測定用の荷重計（容量：5kN）が内蔵されている。

間隙水圧測定用フィルターとして、ポーラストーンの代わりにセラミックフィルターを用いている。フィルターの飽和には、真空による脱気を行った。

試料：用いた試料は、鹿児島市（旧日置郡松元町）で採取したしらすである（以下、松元しらすと称す）。松元しらすの物理特性を表-1、粒径加積曲線を図-3 に示す。

模型地盤の作製：実験には、通過粒径4.75mmの通過試料を用いている。相対密度Drを制御し、物理試験結果より得られた土粒子密度s、最大・最小間隙比e_{max}、e_{min}より投入量を求める。最終試料高さは、土槽底面から90cmとした。模型地盤は、10cmごとに9回に分けて作製した。また、試料上面を木製ランマーで締め固めることによって設定した相対密度Drとなるようにした。

3. 実験条件・手順

模型地盤：実験には、湿潤状態（含水比w=22%）の松元しらすを用いた。この含水比は、一般的なしらすの自然含
キーワード：しらす、サクシオン、コーン貫入試験

連絡先：〒899-0065 鹿児島県鹿児島市郡元1-21-40 鹿児島大学海洋土木工学科

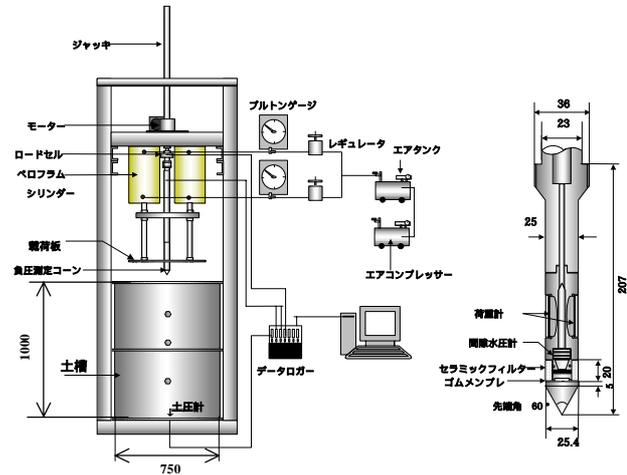


図-1 荷重装置の概略(mm) 図-2 コーンプローブ(mm)

表-1 松元しらすの物理特性

試料	松元しらす
土粒子密度 s (g/cm ³)	2.41
最大間隙比 e_{max}	2.07
最小間隙比 e_{min}	0.91
均等係数 U_c	26.75
曲率係数 U_c'	2.46
最大粒径 (mm)	4.75

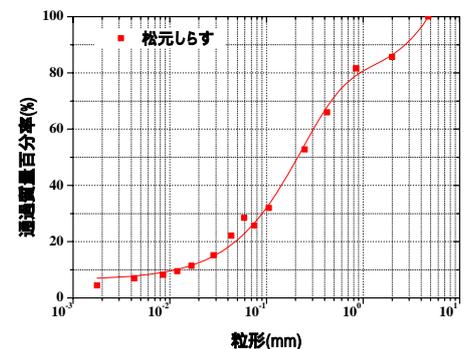


図-3 粒径加積曲線

水比 w_n に相当する。模型地盤は、相対密度 $Dr=85\%$ ($e=1.08$) として一層模型地盤を作製した。模型地盤表面には、ビニール製のシートを覆い、模型地盤中の含水比が変化しないように管理した。貫入試験は、模型地盤作成後、1日おいてから行った。

コーンプローブ: 脱気水中でフィルター、先端部を取り付ける際に生じる過剰な水圧が消散されたことを確認して実験を行なった。フィルターは貫入直前までメンブレンで覆うことで飽和状態を保っている。貫入速度は $0.5\text{mm}/\text{min}$ である。

4. 実験結果と考察

間隙水圧と貫入深さの関係を図-4 に示す。貫入中と貫入深さ 630mm で貫入停止後の間隙水圧の時間変化を表した結果を図-5 に示す。ここで、間隙空気圧 u_a は実験開始時の大気圧と等しいものと仮定している。

図-4 をみると、貫入開始とともに約 -9kPa の最小値を示した後、約 $-7 \sim -8\text{kPa}$ の範囲で変化している。貫入深さ 150mm を境に間隙水圧が増加しているが、この原因は不明である。

図-5 は、貫入深さ 630mm で停止した後の負の間隙水圧の時系列変化を示している。貫入停止前後で間隙水圧に大きな影響がないことがわかる。これにより、貫入速度 $0.5\text{mm}/\text{min}$ では、間隙水圧に与える影響はほとんどないものと考えられる。

5. 計器・測定方法の妥当性

図-6 は、松元しらすの水分特性曲線を示している。印は、二重セル型不飽和三軸試験装置を用いて行なった吸水-排水過程¹⁾ ($e=1.38$)、印と印は水頭法(吸引法)²⁾を用いて行なった排水過程 ($e=0.95, 0.98$) における室内保水性試験結果である。図中の●印は、 $w=22\%$ におけるコーンプローブによって得られた初期(表層)部分を除いた最大・最小間隙水圧を示している ($e=1.08$)。同一試料においては、間隙比が小さくなると水分特性曲線は上方に来る傾向となり、図-6 よりコーンプローブにより得られた値は水分特性曲線とよい相関があることがわかる。

6. おわりに

コーンプローブにより得られた値は、保水性試験結果より得られた水分特性曲線とよい相関があることがわかった。それにより試作コーンプローブにより負の間隙水圧の測定が可能であることを示した。今後は、データの蓄積とともに、貫入速度を変えることで間隙水圧に与える影響の検討を行なう。また、原位置でコーンプローブを行なうための反力装置の開発が必要である。

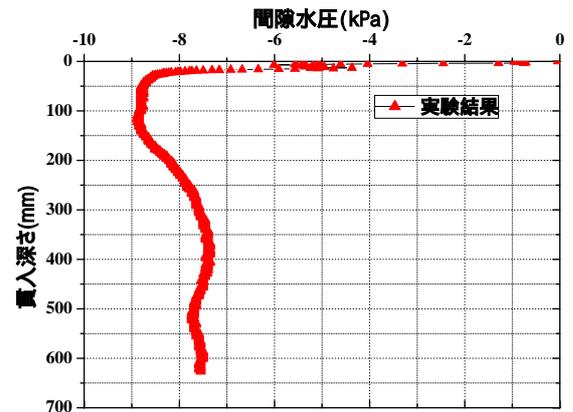


図-4 間隙水圧と貫入深さの関係

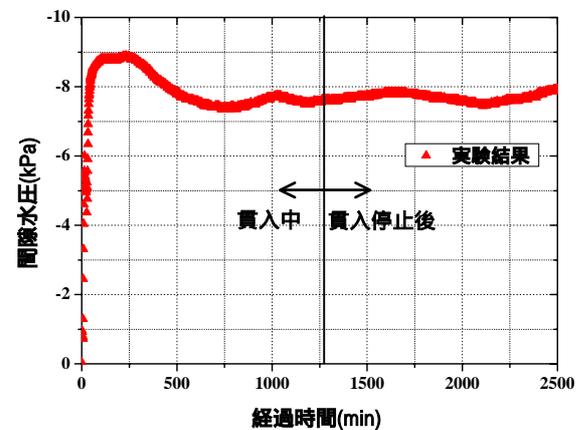


図-5 間隙水圧と経過時間の関係

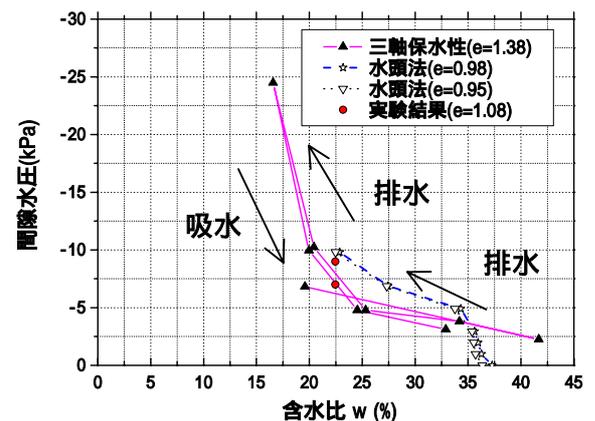


図-6 松元しらすの水分特性曲線

[参考文献]

- 1) 荒木功平ら: 火山灰砂質土と火山灰質粘性土の保水特性, (社)地盤工学会 北海道支部, 火山灰地盤の工学的性質の評価法に関するシンポジウム 発表論文集, pp.153-156, 2002.
- 2) (社)地盤工学会: 不飽和地盤の挙動と評価, pp.56-57, 2004.
- 3) 地盤工学会編: 地盤調査法 第6編 サウンディング, pp.233-241, 1995.