

単杭の水平抵抗メカニズム解明のための可視化実験

防衛大学校 学 ○松永祥承

防衛大学校 正 野々山栄人 宮田喜壽

1. 目的

要求性能に応じて杭の形状や寸法を決定するという性能設計の流れが本格化している。設計の信頼度を高めるためには、杭の土中挙動をより明確に把握する必要がある。そこで、杭の水平抵抗挙動を研究対象として、そのメカニズム解明のために、近年盛んに研究が行われている透明土による模型実験技術を適用した単杭の水平繰返し載荷試験を実施した結果を報告する。

2. 実験の概要

模型実験の概要を図-1 に示す。幅 195mm, 高さ 600mm, 奥行き 195mm, 2面アクリル製の観察窓付の土槽を用いて杭の水平繰返し載荷試験を実施する。今回は、杭をおよび杭周りの地盤の様子を可視化することに主眼を置き、可視化に特化した小型の実験土槽を用い、それに伴って模型杭も従来の模型実験より細い模型杭(外径 10mm, 肉厚 0.5mm の中空のアルミ製パイプ)を使用した。試験試料には透明土(石英ガラス: $\rho_s=2.214\text{g/cm}^3$, $D_{50}=1.0\text{mm}$, $e_{\max}=1.018$, $e_{\min}=0.707$, 屈折率 1.4585 と流動パラフィン: 屈折率 1.4556 と 1.4616 の流動パラフィンを混合して石英ガラスの屈折率に合わせたもの)と乾燥珪砂(6号, $\rho_s=2.65\text{g/cm}^3$, $D_{50}=0.32\text{mm}$, $e_{\max}=0.92$, $e_{\min}=0.59$)の2種類を用いた。目標相対密度を 80%として、珪砂では多重ふるい装置を用いた空中落下法で、透明土では液温制御による液中落下法¹⁾を用いてそれぞれ地盤を作製した。図-1 に示す箇所にひずみゲージを取り付けた。杭頭には載荷用の治具を取り付け、載荷装置により 1mm/min の変位制御方式で載荷を行った。

透明土を用いた可視化実験では、実験中の様子を2台の CCD カメラを用いて、同期撮影(撮影間隔: 30 秒/枚)した。地盤内の透明粒子の動きを可視化するために、トレーサーを配置した。トレーサーには、石英ガラス($\rho_s=2.214\text{g/cm}^3$, $D_{50}=2.5\text{mm}$, $e_{\max}=1.022$, $e_{\min}=0.734$, 屈折率 1.4585)を着色したものを使用した。

3. 実験結果と考察

珪砂を用いた実験で得られた水平荷重-水平変位関係を図-2 に示す。水平変位 10, 20, 30, 40mm の時(図-2 中の矢印の位置)の曲げモーメント分布を図-3 に示す。曲げモーメントは、杭に取り付けたひずみゲージより得られた結果より算出した。水平変位が大きくなるにつれて、浅層部の杭の曲げモーメントが大きくなっていることが確認できる。また、透明土を用いた実験で得られた水平荷重-水平変位関係および水平変位 10, 20, 30, 40, -10, -20, -30, -40mm ごとの曲げモーメント分布を図-4, 5 に示す。図より、透明土を用いた実験においても、珪砂を用いた実験と同じ傾向が得られた。次に、2台のカメラで撮影した模型地盤の様子を図-6 に示す。地盤内に配置したトレーサーを確認することができる。この動きを解析することで、杭周辺の地盤の動きや、杭の挙動と地盤の挙動の関係を調べることができる。

4. まとめ

今後は地盤内に配置したトレーサー粒子の移動を PTV 画像解析を用いて求め、杭と杭周辺の地盤の変形挙動を明らかにし、そのメカニズムの解明に努める。

キーワード 水平抵抗, 繰返し載荷, 単杭, 可視化実験

連絡先 〒239-8686 神奈川県横須賀市走水 1-10-20 防衛大学校 TEL: 046-841-3810 E-mail: nonoyama@nda.ac.jp

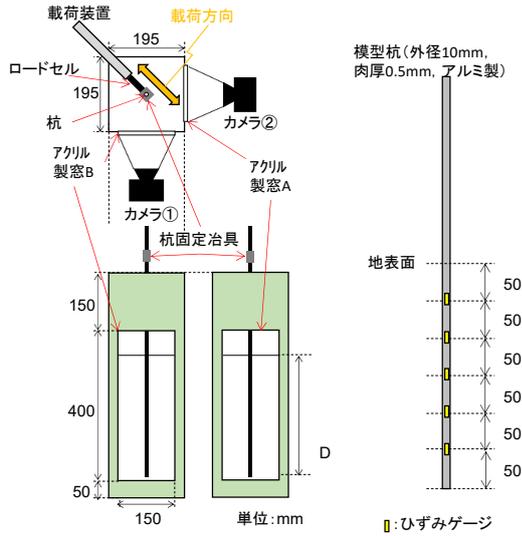


図-1 実験概要

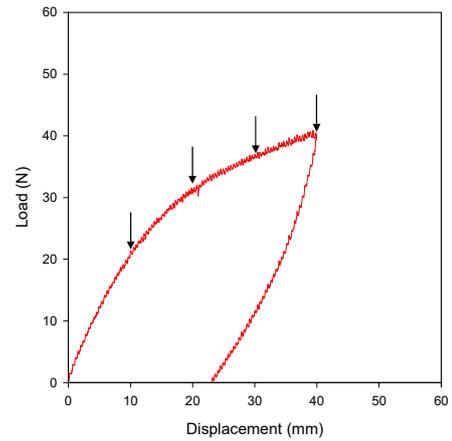


図-2 水平荷重-水平変位関係 (珪砂)

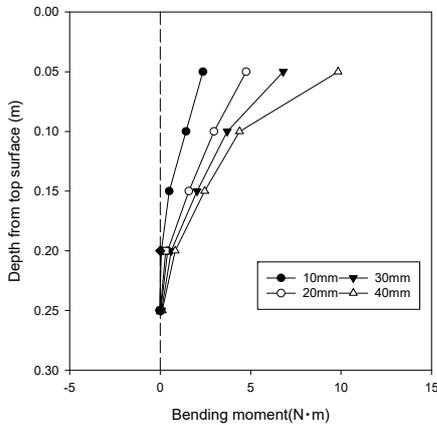


図-3 曲げモーメント分布 (珪砂)

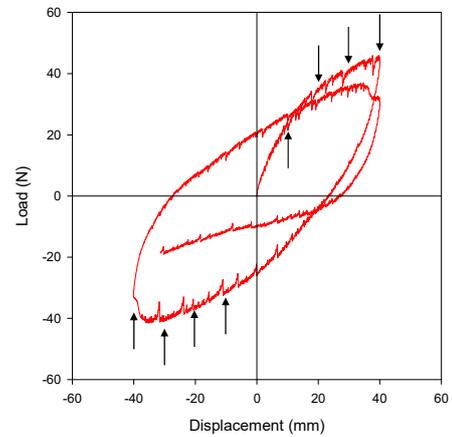


図-4 水平荷重-水平変位関係 (透明土)

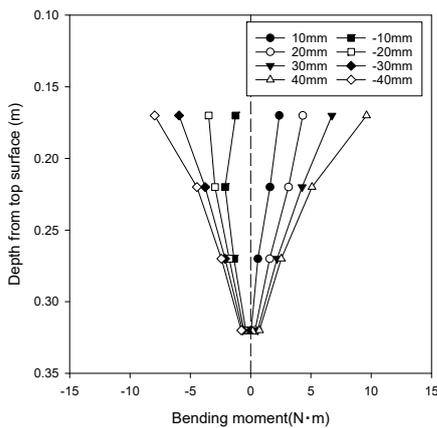


図-5 曲げモーメント分布 (1 サイクル目)

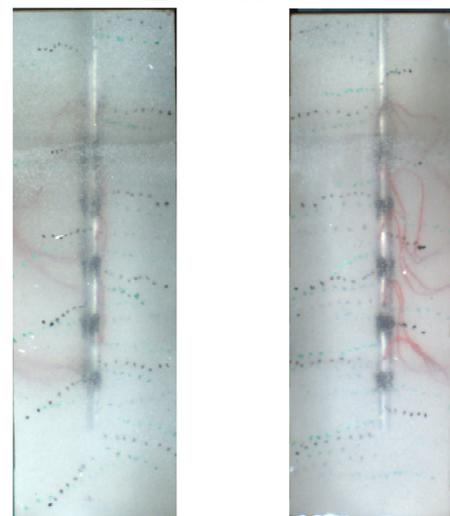


図-6 透明化した地盤の様子 (左:カメラ①, 右:カメラ②)

参考文献

1) 神崎達也, 山本圭祐, 宮田喜壽, 野々山栄人, 高野大樹, 森川嘉之: 粒状体の屈折率整合可視化実験における模型地盤作製法に関する基礎的検討, 第43回土木学会関東支部技術研究発表会, 講演概要集(CD-ROM), III-21, 2016.

謝辞: 本研究は科学研究費補助金(17K14726)による助成を受け実施したものであり, ここに謝意を表します。