

透明土を用いた単杭の水平抵抗メカニズムの可視化実験

防衛大学校 学 〇福本一真 井口 陸
正 野々山栄人 宮田喜壽

1. はじめに

本研究では杭の水平抵抗メカニズムの解明のために、近年盛んに研究が行われている透明土¹⁾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。本文では地盤内挙動に関する検討結果を報告する。

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単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 $B=10\text{mm}$ 、肉厚 $t=1\text{mm}$ 、曲げ剛性 $EI=15.1\text{N}\cdot\text{m}^2$ 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： $\rho_s=2.214\text{g}/\text{cm}^3$, $D_{50}=1.0\text{mm}$, $e_{\max}=1.018$, $e_{\min}=0.707$, 屈折率 1.4585 と流動パラフィン：屈折率の異なる 2 種類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）を用いた。目標相対密度を 80% として、液温制御による液中落下法²⁾を用いて地盤を作製した。実験では、図-1に示す箇所にひずみゲージを取り付けた。また模型杭と土との間の条件を実際に近いものにするため、模型杭の表面に接着剤によって石英ガラスを貼った。杭頭には載荷用の治具を取り付け、載荷装置により $2\text{mm}/\text{min}$ の変位制御方式、振幅 3B で載荷を行った。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：10 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。杭にも同様のトレーサーを接着し、そのトレーサーの動きで杭の挙動を可視化した。トレーサーには、石英ガラス（ $\rho_s=2.214\text{g}/\text{cm}^3$, $D_{50}=2.5\text{mm}$, $e_{\max}=1.022$, $e_{\min}=0.734$, 屈折率 1.4585）を着色したものをを使用した。

3. 実験結果と考察

2 台のカメラで撮影した模型地盤の様子を図-2に示す。地盤内に配置した各トレーサーを確認することができる。得られた杭頭荷重－杭頭変位 δ/B 関係を図-3に示す。図中の矢印（ $\delta=10\text{mm}$ ごと）で示した杭頭変位時の曲げモーメント分布を図-4に示す。載荷方向および杭に設置したトレーサー粒子に対して、PTV 画像解析を行い、杭頭変位 10mm ごとの変位ベクトルおよび模型杭の位置を図-5に示す。図より、杭が地盤を押すとき引くときで地盤内の変形挙動の違いや地盤深さの違いによる変位量の違いを確認することができる。

4. まとめ

今後は得られた結果を詳細に分析し、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。

参考文献

1) Iskander, M, Bathurst, R.J. and Omidvar, M.: Past, present and future of physical modeling with transparent soils, ASTM Geotechnical Testing Journal 38(5): 557-573, 2015., 2) 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。

キーワード 単杭, 水平抵抗, 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

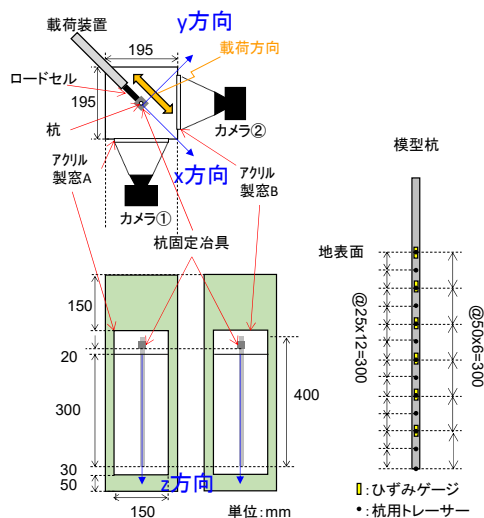


図-1 実験概要



図-2 透明化した地盤の様子
(左：カメラ①，右：カメラ②)

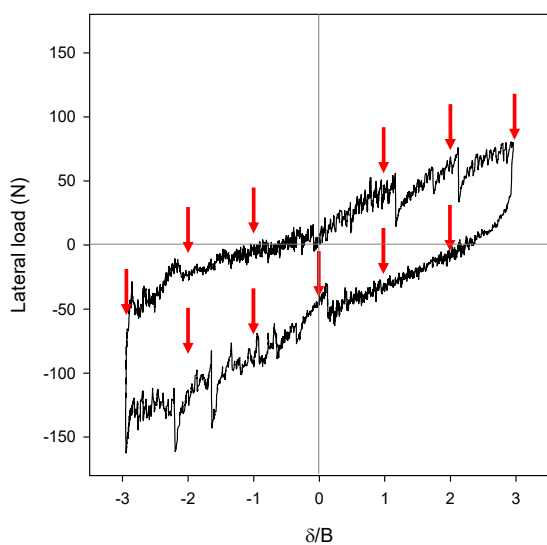


図-3 杭頭荷重-杭頭変位関係

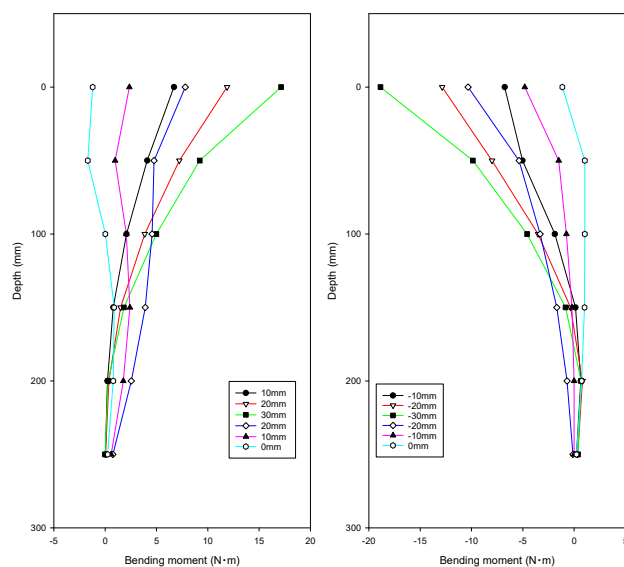


図-4 曲げモーメント分布
(左：杭頭変位 0→30→0mm，右：0→-30→0mm)

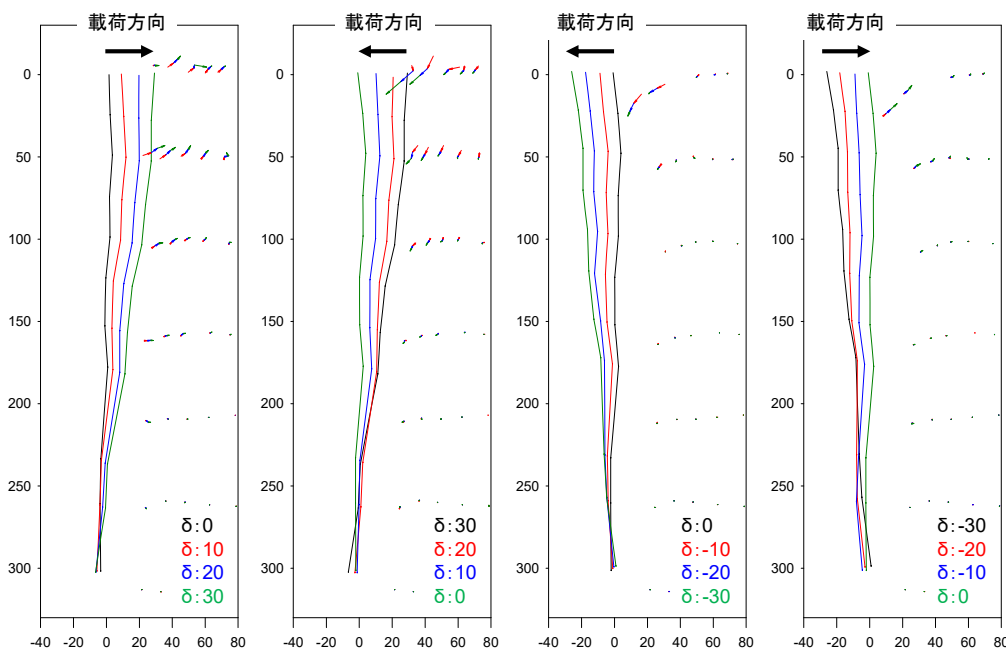


図-5 変位ベクトル (左から，杭頭変位 0→30mm，30→0mm，0→-30mm，-30→0mm)