

小径スパイラル杭の施工時の乱れを考慮した2本群杭模型の水平載荷実験

中央大学 学生会員 ○山村 菜月 中央大学 正会員 西岡 英俊
中央大学大学院 学生会員 大西 奈穂 中央大学大学院 学生会員 木梨 優太

1. はじめに

スパイラル杭は平鋼板にねじり加工を施した杭で、人力による回転貫入での施工が可能という特徴がある。この特徴から、狭隘で重機が使用できない現場条件での小規模構造物の建設において、スパイラル杭を多数打設した群杭基礎の適用が期待されている。¹⁾

群杭基礎の設計においては、杭間隔が狭くなると杭1本あたりの抵抗力が単杭の場合より小さくなる群杭効果の影響も考慮に入れる必要がある。また、人力施工とする場合は、施工時の杭頭のブレや過回転(スパイラル杭のスパイラルのピッチよりも貫入ピッチが小さくなること)が供用時の抵抗力に影響を及ぼす可能性がある。

このような背景から、本研究では最も基本となる2本群杭を想定し、杭の間隔をパラメータとして、水平載荷試験を行い、スパイラル杭の群杭効果の傾向を検討する。また、施工時の乱れの影響についても検討した。

2. 実験概要

本実験で用いた模型スパイラル杭を図-1に示す。模型杭はリン青銅製の平板を4回ねじったもので杭幅20mm、板厚2mm(曲げ剛性 $EI=2214.4\text{kN}\cdot\text{mm}^2$)、スパイラル部の長さ400mmである。

本実験で用いた模型地盤の断面図及び配置の概要を図-2、図-3に示す。模型地盤は、乾燥豊浦砂を横1000mm、奥行き400mmの土槽に、多重ふるいを用いた空中落下法で相対密度90%程度となるように高さ600mmまで投入して作成した。

施工方法は、図-4に示す2ケースとした。Case1では高さ方向に3点で固定しながら貫入することで貫入時のブレを極力排除したのに対し、Case2では地盤表面に近い方から直径23mm、25mmの2つの穴あきプレートを設置し、それらの円周に杭が沿うように傾けながら貫入することで、意図的に杭頭のブレを与えて施工した。また、Case1では、杭材が通過する位置を固定するスリットを有する過回転防止プレートを施工治具の最下部に取り付けることで、杭全長の貫入に4回転のピッチ通りに施工した。一方、Case2では過回転防止プレートは取り付け

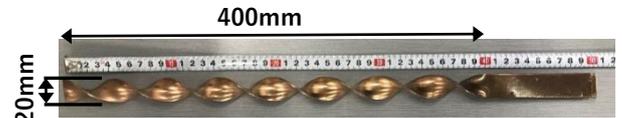


図-1 模型スパイラル杭

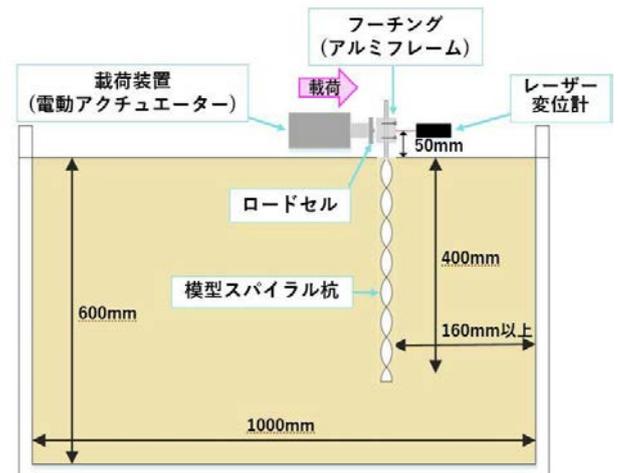


図-2 模型地盤断面及び載荷時の配置の概要

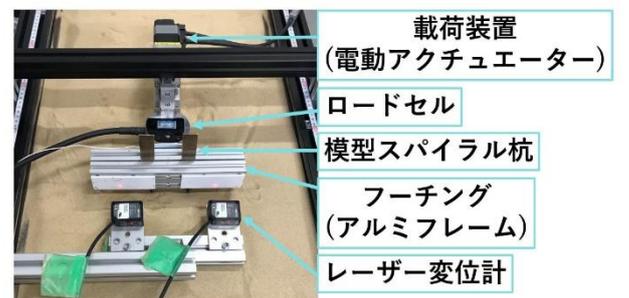


図-3 載荷時の配置の概要

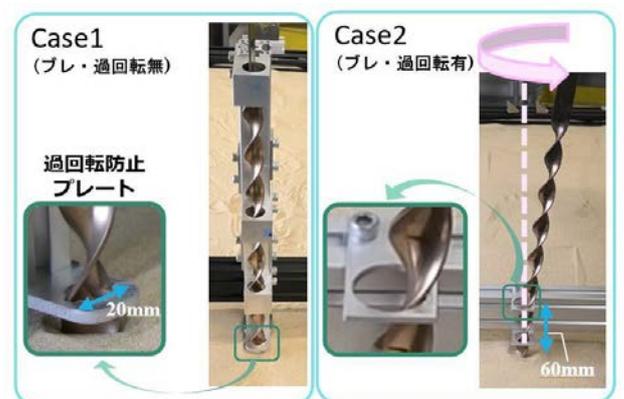


図-4 施工方法

キーワード スパイラル杭, 群杭効果, 水平載荷試験, 豊浦砂

連絡先 〒112-8551 東京都文京区春日 1-13-27 中央大学理工学部都市環境学科 基礎・地下構造研究室 TEL: 03-3817-1804

ず、約 30 回転で杭全長を貫入させた。施工した 2 本のスパイラル杭の上端(平板部)をアルミフレームで挟んで固定し、フーチングとした。

実験ケースは、模型スパイラル杭の杭幅を $D(=20\text{mm})$ として、2 本のスパイラル杭の杭間隔を $3D, 4D, 6D, 8D$ の 4 ケースとし、それぞれ 3~5 回ずつ試験を実施した。また、Case1 の単杭での試験を実施した。

3. 実験結果及び考察

(1) 実験結果

図-5、図-6 に水平載荷試験の結果として、載荷点における杭 1 本あたりの荷重～変位関係を示す。載荷試験は水平変位 10mm 程度となるまで載荷するものとし、図-5 は Case1(ブレ・過回転無)、図-6 は Case2(ブレ・過回転有)の結果を示したものである。

図-5 より、Case1 では変位 1mm 付近までは杭間隔の違いによる抵抗力の差が小さいのに対し、図-6 の Case2 では杭間隔や変位レベルによらず実験毎のばらつきが大きくなっていることがわかる。これは Case2 では杭頭のブレを与える作業自体は統一して施工しているものの、人力での施工であるため杭全長の貫入に要する回転数が多少異なるためであると考えられる。

(2) 水平抵抗の群杭効果 e と施工の乱れによる影響

図-7 は水平変位 2mm(杭幅 D の 10%)時の水平抵抗力及びその群杭効果 e と L/D (杭間隔 L と杭幅 D の比)の関係性をプロットしたものである。ここで、右縦軸の群杭効果 e は、杭 1 本あたりの抵抗力を Case1 の単杭の抵抗力の平均値で正規化した値とした。よって Case2 については、群杭効果 e とブレ・過回転の有無の影響による補正率(α とする)の積($\alpha \cdot e$)に相当する。また、各ケースの平均値を結んだ折れ線を併記した。

両ケースの平均(折れ線)の傾向より、 $3D$ 程度までの範囲であれば杭間隔が密になっても水平抵抗の低下傾向は生じないことがわかる。これは、地盤中の杭の表面から隣接する杭の表面までの実際の距離はスパイラル杭の方が通常の円柱状の杭に比べれば小さく、2 本群杭の場合では地盤中の応力の影響範囲が重なりにくいためであると考えられる。また、施工時の乱れの影響としては、平均値は全ての杭間隔で Case2 の方が低い値となっており、施工時のブレ・過回転が水平抵抗を低下させる可能性があることがわかる。

4. おわりに

2 本群杭での水平載荷試験を実施し、スパイラル杭の群杭効果の傾向及び施工時の乱れの影響について検討した。その結果、2 本のスパイラル群杭では、 $3D$ 程度までの範囲であれば水平抵抗の群杭効果に顕著な傾向は見られなかったものの、施工時のブレ・過回転は杭の水平抵抗を低下させる可能性があることがわかった。今後は、杭幅の 10%より大きい変位時での群杭効果についても考察し、スパイラル杭の群杭効果の傾向を調べていく。

参考文献

1) 野中隆博, 津島史人, 前原聡, 西岡英俊, 大塚克也, 猪八重由之, 菅原哲也, 藤田昌幸: スパイラル杭と高強度繊維補強床版を用いたホームドア基礎構造の提案, 土木学会第 74 回年次講演会, VI-851, 2019.

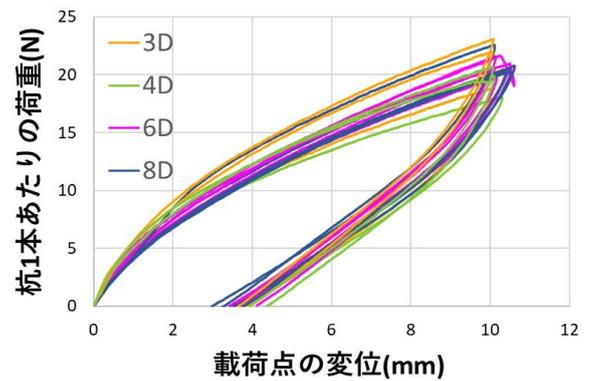


図-5 Case1(ブレ・過回転無)荷重～変位関係

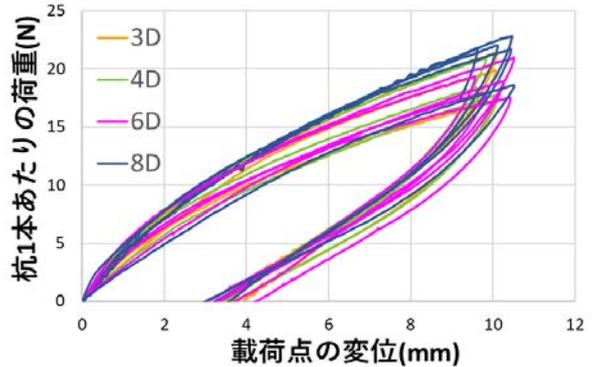


図-6 Case2(ブレ・過回転有)荷重～変位関係

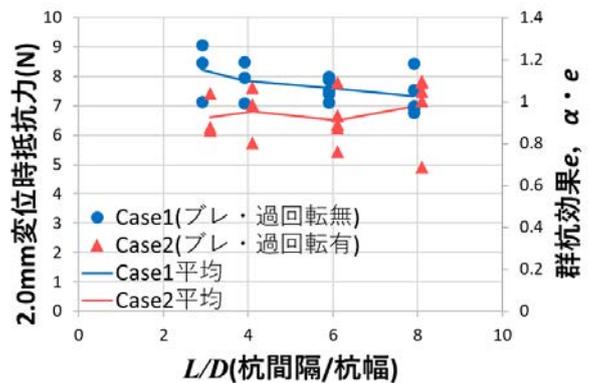


図-7 群杭効果 e , $\alpha \cdot e$