

急速载荷試験による回転圧入鋼管杭の支持力特性調査（その2 解析結果と考察）

日本製鉄㈱ 正会員 ○鈴木 健吾, 石濱 吉郎, 長浦 崇晃
 ㈱地盤試験所 亀井 秀一, 林 世峻

1. はじめに

その2では, 先端 N 値 30 程度かつ大径の回転圧入杭の支持力特性の把握を目的として, ULPC_CM 法を用いて整理した Pile 1 (杭径 1200mm) と Pile 2 (杭径 1500mm) の急速载荷試験 (RLT) の結果を示す. また分析として, 別サイトで実施した杭径の異なる回転圧入杭の静的载荷試験や他杭工法と支持力特性を比較する.

2. 実験結果

2. 1. 鉛直抵抗力の全体挙動

図1に ULPC_CM 法による杭径に対する杭頭変位量の比率 S/D と杭頭における静的地盤抵抗力 R_w の関係を, 図2に $\log S/D - \log R_w$ の関係を示す. なお, Pile 1, Pile 2 それぞれで変位初期において一度減少した荷重が再度増加する不自然な挙動がみられたため, 一部プロットを除外している. 図2より, 载荷初期では Pile 1, Pile 2 のいずれにおいても $S/D=0.2\%$ 程度で $\log S/D - \log R_w$ 関係の変曲点がみられ, またその際の荷重も 1660~1770kN と同程度であった. また図1から, 変曲点以降においても, いずれの杭でも荷重は増加し続けた. ここで, 道路橋示方書¹⁾における杭の極限支持力 R_u に相当する $S/D=10\%$ での荷重を各プロットの線形補間により求めたところ, Pile 1 と Pile 2 ではほぼ同程度であった.

杭先端における鉛直抵抗挙動の分析として, S/D と杭先端抵抗力 P_p の関係を図3に示す. 抵抗挙動全体として, Pile 1 と Pile 2 で概ね同様の傾向であることが確認できる. また, $S/D=10\%$ における抵抗力度は, Pile 1 では 1708kN/m^2 , Pile 2 では 1275kN/m^2 であった. この違いは, 図4に示すように, 支持層への根入れ量の杭径に対する比率が Pile 1 では $1.5D$ であったのに対し Pile 2 では $1.0D$ と小さいことが影響していたと考えられる.

杭の支持形式の考察のため, S/D と先端支持力比 P_p/R_w の関係を図5に示す. Pile 1, Pile 2 はいずれの杭でも, 変位初期は先端支持力比が小さく周面摩擦が支配的であったが, $S/D=2\%$ では P_p/R_w が 0.6 程度まで急増し, $S/D=10\%$ では $P_p/R_w=0.6\sim0.7$ と最終的には先端支持が支配的であった.

以上を踏まえると, 杭径 1200mm と 1500mm では, 鉛直抵抗挙動は同様であったと考えられる.

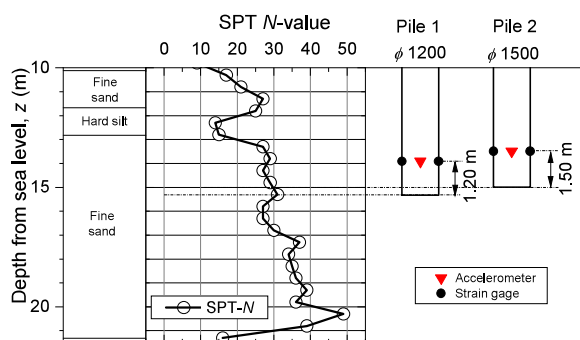
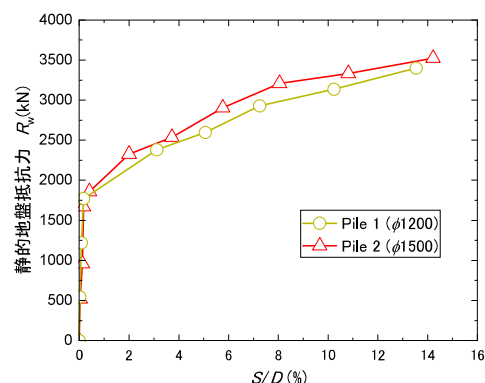
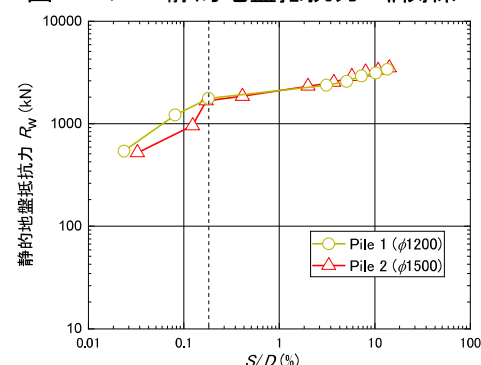
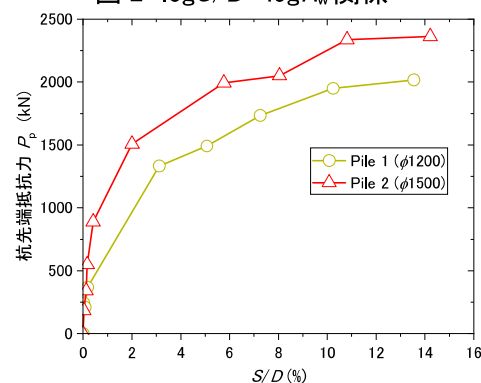
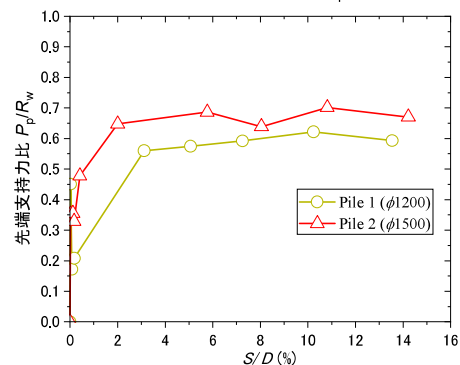


図4 支持層付近の地盤調査結果と杭の根入れ

図1 S/D -静的地盤抵抗力 R_w 関係図2 $\log S/D - \log R_w$ 関係図3 S/D -先端抵抗力 P_p 関係図5 S/D -先端支持力比 P_p/R_w 関係

キーワード 急速载荷試験, 鋼管杭, 回転圧入

連絡先 〒293-8511 千葉県富津市新富 20-1 日本製鉄株式会社 技術開発本部

2. 2. 他条件における回転圧入杭や他工法の杭との鉛直抵抗挙動の比較

鉛直抵抗挙動について他条件における回転圧入杭や他工法の杭と比較するため、 S/D と R_w/R_u の関係性を図 6 に示す。他条件における回転圧入杭として、(株)地盤試験所の四街道試験場における杭径 800mm, 支持層 N 値 60 程度の杭のデータ (Pile Y) を掲載した。図 7 にボーリング調査位置と杭位置を、図 8 に Pile Y の地盤調査結果と杭打設深さを示す。杭の施工は Pile 1, Pile 2 と同様に全周回転機 ϕ 2000 級にて実施した。また、鉛直抵抗力は地盤工学会の杭の鉛直載荷基準 杭の押込み試験方法 (JGS 1811-2002)²⁾により評価した。Pile 1, Pile 2 と Pile Y を比較すると、 $S/D=3\%$ 以降では概ね同様の挙動であることが確認できる。Pile 1, Pile 2 では荷重初期に R_w/R_u が急増したが、これは図 5 でみられた変位初期に摩擦杭的な挙動を示していた影響であると考えられる。また、他工法の杭との比較として、既往文献³⁾におけるワイブル分布曲線式を参考に、先端支持型の打込み杭、場所打ち杭、中掘り杭の曲線を掲載した。Pile 1, Pile 2 は他工法と比べても変位初期から地盤抵抗が発揮されることが確認できる。また、 $S/D=3\%$ 以降では打込み杭、場所打ち杭と近い挙動を示した。

極限支持力における抵抗機構の考察のため、鉄道構造物等設計標準・同解説 基礎構造物⁴⁾を参考に、基準先端支持力比の分布について Pile 1, Pile 2, Pile Y と他工法を比較したものを図 9 に示す。回転圧入杭の基準先端支持力比は 0.6~0.7 程度であり、打込み杭や中掘り杭の分布範囲と重複し、先端支持型の杭であることが推察される。

以上より、支持層 N 値 30 程度かつ大径の杭を用いた回転圧入杭では、変位初期から地盤抵抗が発揮できること、また先端支持型の杭であり変曲点以降の荷重増加傾向は打込み杭、場所打ち杭と同様の傾向であることが確認できた。

3. おわりに

本研究では、回転圧入杭の支持力特性の調査を主目的として、急速荷重試験を実施し、ULPC_CM 法により杭先端 N 値が 30 程度かつ大径の杭の鉛直抵抗特性を分析した。他条件の回転圧入杭や先端支持型の他杭工法 (打込み杭、場所打ち杭) と鉛直抵抗挙動を比較し考察した結果、他杭と同様に変位初期から地盤抵抗が発揮されていることが確認できた。

なお、現場試験に際し様々なご助言・ご助力をいただいた丸泰土木(株)殿、東洋テクノ(株)殿に謝意を表す。

参考文献

- 1) 日本道路協会：道路橋示方書・同解説，2017 年
- 2) JGS 1811-2002 杭の鉛直載荷試験方法・同解説（第一回改訂版）杭の押込み試験方法，地盤工学会。
- 3) 岡原美知夫，中谷昌一，田口敬二，松井謙二：軸方向押込み力に対する杭の支持特性に関する研究，土木学会論文集，第 418 号，III-13，1990 年 6 月
- 4) 国土交通省鉄道局：鉄道構造物等設計標準・同解説 基礎構造物，2012 年

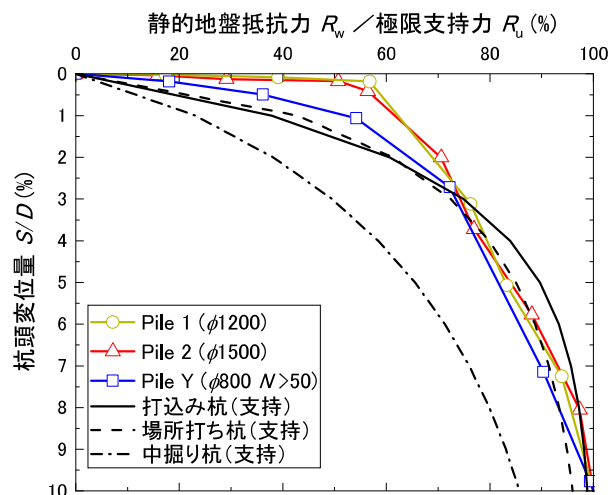


図 6 $S/D-R_w/R_u$ 関係

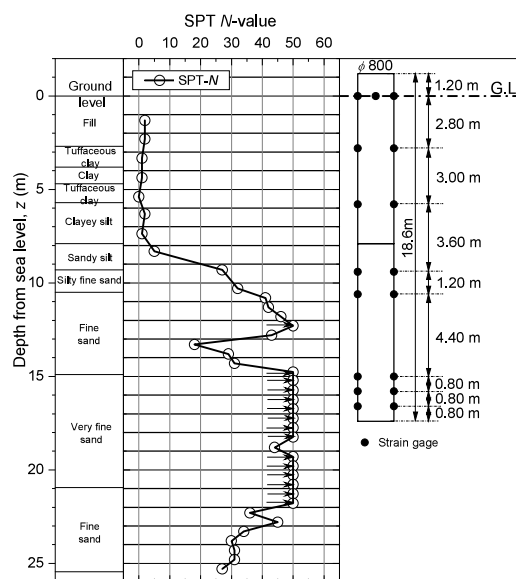


図 7 地盤調査結果と杭打設深さ (Pile Y)

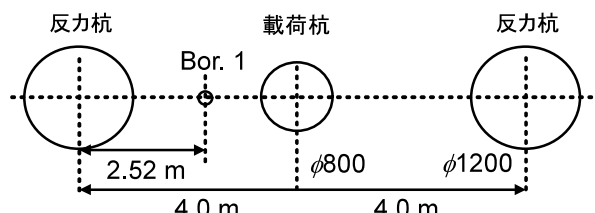


図 8 ボーリング調査位置と杭位置 (Pile Y)

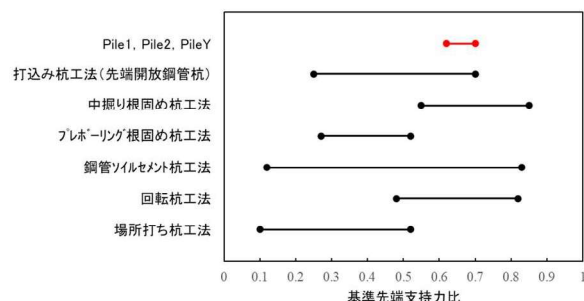


図 9 各工法の先端支持力比⁴⁾に加筆