

低空頭条件下における鋼管杭工法の施工確認試験

鉄建建設（株） 正会員○沼田佳久，正会員 竹田茂嗣， 中村征史
 J R 東日本 正会員 鈴木啓晋，正会員 高崎秀明

1. はじめに

鉄道の線路上空に人工地盤等の構造物を構築する際、基礎杭の施工条件は、線路の間・架空線やホーム屋根の下など、狭隘かつ低空頭（H=4m 未満）での作業となる。このような条件下において、地盤改良の不要なφ700mmの先端根固め機構を施した鋼管杭工法を開発した。ここでは、実大の試験杭を打設し、杭打ち機の打設性能および杭の鉛直支持力について検証した結果を報告する。

2. 工法概要

本工法に用いる施工機械および鋼管杭先端部の機構を図-1に示す。杭打ち機は、0.45m³級バックホウの旋回部分に短尺のリーダーを装着し、回転圧入機（回転トルク20.97~104.85kN-m，回転数2.0~5.2rpm）を取り付けた小型のもので、空頭高4m未満の作業条件下でも鋼管杭を打設できる新たな仕様とした。また、併せて鋼管杭も3m以下のつぎ杭とし、先端の鋼管には回転切削用のビットを装備しており、先端部から削孔水およびセメントミルクを噴射できる構造としている。この新たな小型杭打ち機による削孔・圧入能力および鋼管杭の継手施工による鉛直支持力への影響について検証する必要がある。

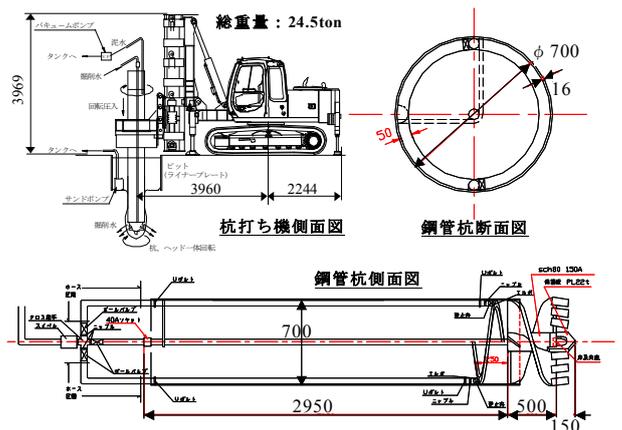


図-1 杭打ち機および先端鋼管杭

3. 打設性能および杭の支持力確認試験

(1) 地盤条件

対象とした地盤の土質柱状図を図-2に示す。地表から5.4mまではN値5前後の粘性土層であり、それ以深はN値5以上の砂質土層である。杭の打設長は、N値が30以上となる深度15m付近の細砂層を支持層とし、根入れ長1.5mを含め、L=16.5mとした。

(2) 試験方法

施工試験では、実際の施工条件を想定し、図-2に示す仕様のスパイラル鋼管を、3.0m×5本と2.5m×1本の計6本（打設長：16.5m，継手：5ヶ所）に分割し、杭先端が所定の深度に達するまで削孔・圧入および接続（半自動溶接）を繰り返して打設した。また、削孔・圧入は、先端ビットより削孔水を100~110 L/minで噴射して杭先端部の地山を攪拌しながら行い、最後に深度15.0~16.5mの範囲で先端根固めを行い打設終了となる。この間の計測は、削孔水、セメントミルク吐出量、回転トルクおよび打設速度である。

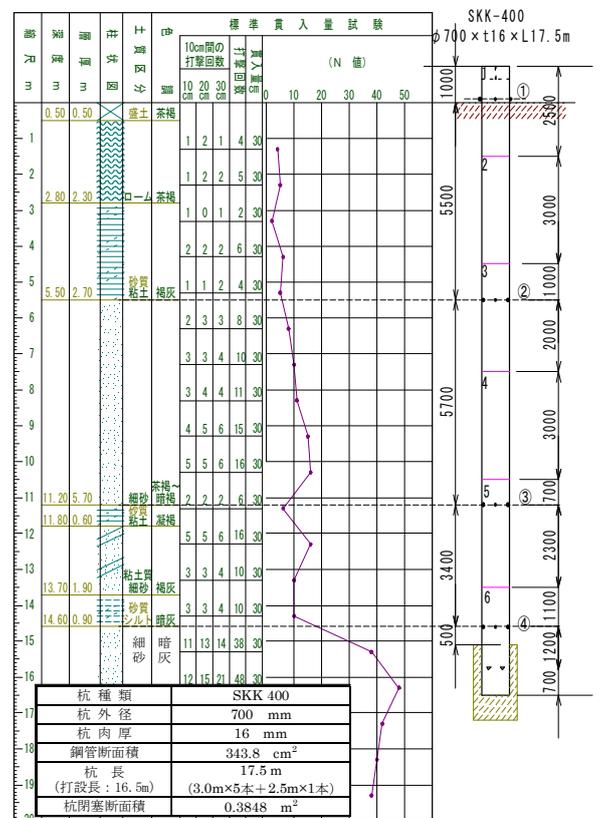


図-2 土質柱状図および試験杭

キーワード：鋼管杭，低空頭施工，鉛直載荷試験

連絡先：鉄建建設（株）技術センター 〒286-0825 千葉県成田市新泉9-1 TEL：0476-36-2334

また、支持力の確認は「(社)地盤工学会：杭の押し込み試験方法¹⁾」に準拠して実施した。設計鉛直支持力は、中掘り先端根固め杭の算定方法²⁾により求め、最大荷重を想定支持力の1.5倍に相当する4900kNとした。また、サイクル数は、5サイクルで荷重ピッチは10段階とし、各新規荷重へ到達後、30分間の荷重保持を行った。計測項目は、杭頭・杭先端沈下量、杭頭水平変位、杭体ひずみ量とした。杭体ひずみ量の計測位置は、図-2に示すように土質の変化する4断面とし、1断面につき4点ずつ計測した。

4. 試験結果

(1) 施工状況

深度と回転トルクの関係を表した施工記録を図-3に示す。削孔・圧入中のトルクは、概ね地盤のN値の変化に応じて9.8kN~49.0kNの範囲で推移した。これは、回転圧入機の最大回転トルクの47%以下にあたり、杭打ち機の削孔・圧入能力および削孔水量は十分であることを確認した。途中、深度8m付近において回転トルクが急増し、回転圧入機のチャックに滑りを生じた。これは、鋼管のスパイラル継ぎ目の突起による、チャックと鋼管との接触面積の減少が原因であり、チャックの滑り止め対策を施すことにより、それ以降は安定した打設性能を発揮できた。杭が所定の深度に達した後、先端から1.5m区間のスパイラルを設けた領域まで根固めを行い鋼管杭の施工を終了した。

(2) 鉛直載荷試験

鉛直載荷試験の結果を表-2および図-4、5に示す。第1限界抵抗力は、logP-logS曲線、S-log t曲線を用いて判定し、第2限界抵抗力は、杭先端沈下量が杭径の10% (70mm) に到達した時とした。これより、第1限界抵抗力は明瞭に表れ、第2限界抵抗力は先端支持力、周面支持力ともに設計極限支持力を上回る結果となった。また、杭頭荷重と杭頭および杭先端沈下量の関係、軸方向力の分布形の推移状況から、本試験杭は、載荷過程にて母材および溶接部での異常な変形は認められず、継手施工による鉛直支持力への影響はないものと思われる。以上より、本工法により打設された杭は、所要の鉛直支持力を有しているといえる。

5. まとめ

新たに開発した鋼管杭工法の施工試験および鉛直載荷試験を実施し、以下の知見を得た。

- ①削孔水を噴射して杭先端地盤を攪拌しながら削孔・圧入を行うことで、小型杭打ち機によるφ700mm鋼管杭の打設が可能である。
- ②本工法により打設された鋼管杭は、設計標準²⁾における中掘り先端根固め杭としての鉛直支持力を有する。

【参考文献】

- 1) (社)地盤工学会：杭の鉛直載荷試験方法・同解説，2002。
- 2) (財)鉄道総合技術研究所：鉄道構造物等設計標準・同解説（基礎構造物・抗土圧構造物），1997。

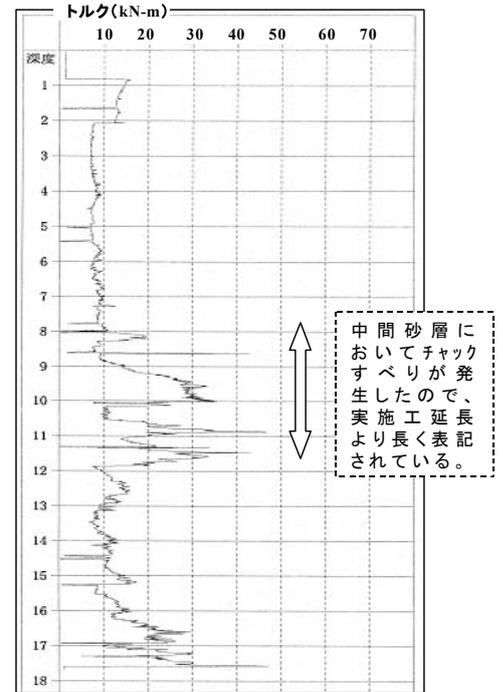


図-3 施工記録

表-2 鉛直載荷試験結果

単位：kN		
設計極限支持力	先端支持力	2375
	周面支持力	939
	合計	3314
試験最大荷重		4900
第1限界抵抗力	先端支持力	1579
	周面支持力	2341
	合計	3920
第2限界抵抗力	先端支持力	2422
	周面支持力	1988
	合計	4410

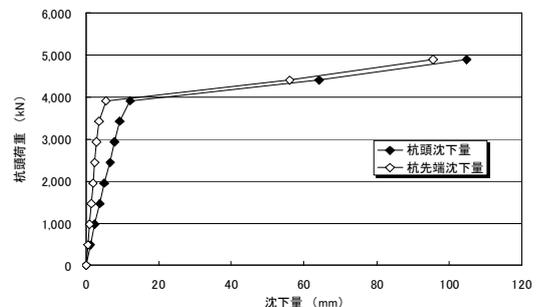


図-4 杭頭荷重と沈下量の関係

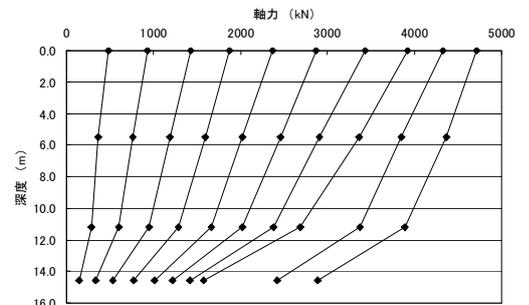


図-5 軸方向力分布図