

地盤改良を用いた軌道内で施工可能な止水性土留め工 (その 3)

前田建設工業	土木事業本部	正会員	○藤本	賢二
前田建設工業	土木事業本部	非会員	吉川	豊史
前田建設工業	横浜支店	非会員	平方	義人
JR 東日本	東京工事事務所	正会員	桑原	清
日本綜合防水	技術部	正会員	伊藤	孝司

1. はじめに

地盤改良体を仮設工とする工法の開発として前報¹⁾では、施工性の検証として、改良体の材齢とテーブルフロー値の関係、テーブルフロー値とH型鋼挿入性能の関係、及びサイクルタイムの確認を行った。本報では、今回の試験杭が所定の性能を確保しているかを検証するため性能確認試験を実施した。試験項目として、急速載荷試験²⁾ならびに水平載荷試験を実施し、それぞれの試験にて土留め杭としての鉛直支持力、水平支持力の確認を行った。

2. 急速載荷試験

(1) 試験概要

急速載荷試験(写真-1)は試験杭1本に対して行い、試験方法として軟クッション重錘落下方式を採用した。この方式は重錘を落下することにより杭頭部に押し込み力を与える方法で、落下高さを段階的に増加して載荷荷重を増やしていけば多サイクルの試験が可能となる。載荷する最大荷重の設定は、後述する設計鉛直支持力の最大値792kNを参考として1000kNとした。



写真-1 急速載荷試験状況

(2) 急速載荷試験結果

図-1に荷重-変位図(計測値)を示す。図中に示す静的な荷重-変位曲線は、本試験によって得られた動的な荷重-変位の関係から除荷点法により静的抵抗力を求めたものである。

試験時の杭の挙動は、最大荷重1000kN程度の載荷においても変位量は1.7mm程度であり、一般的に極限支持力に達すると言われる杭径(試験杭φ800mm)の10%に対しても大きく下回る結果となった。また、除荷時の残留変位も1mm以下の微小な範囲であり、今回の載荷レベルでは十分弾性的な挙動の範囲内であることが確認された。

設計鉛直支持力(地震時終局限界状態)⁴⁾と計測値を比較した場合、H型鋼のみを有効とする仮設杭(プレボーリング工法)として評価した場合257kN(先端36kN, 周面221kN)、前述の改良体を有効として場所打ち杭として評価した場合792kN(先端151kN, 周面641kN)となり、両者の荷重は今回の試験の弾性的な範囲内であり、鉛直支持力としては設計値を十分満足する結果が得られた。

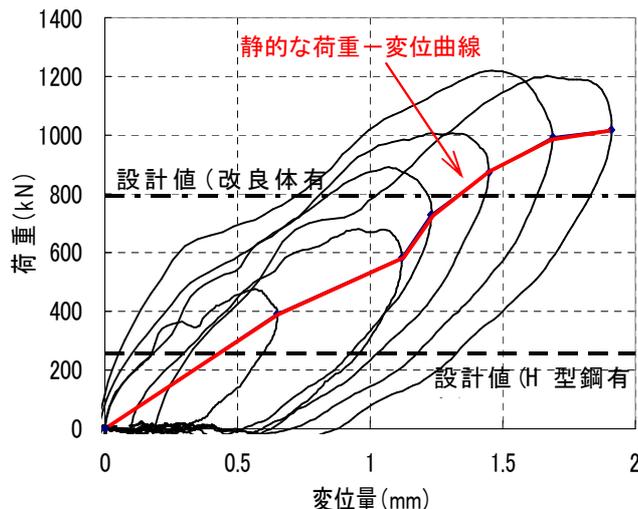


図-1 荷重-変位図(計測値)

キーワード 止水性仮土留め, ジェット併用機械攪拌工法, 軌道内, 遅延剤

連絡先 〒179-8903 東京都練馬区高松 5-8J.CITY TEL03-5372-4757 FAX03-5372-4768

3. 水平載荷試験

(1) 試験概要

水平載荷試験（写真-2）は、ラップ施工した試験杭2本に対して実施した。油圧ジャッキを用いて水平方向荷重を試験杭頭部に載荷させ、荷重値と変位量を測定した。載荷方法は変位制御にて行い10mmの変位量を1ステップとした多サイクル法にて行った。



写真-2 水平載荷試験状況

(2) 水平載荷試験結果

図-2 に試験杭2本あたりの荷重-変位図（計測値）を示す。試験杭の挙動は、荷重増加に伴い地表面付近より地盤が塑性化するため、荷重増加に対して変位増加の割合が大きくなり、40mm変位させるのに950kN程度の荷重を要した。また、最終ステップの除荷時の残留変位は10mm程度の値となった。

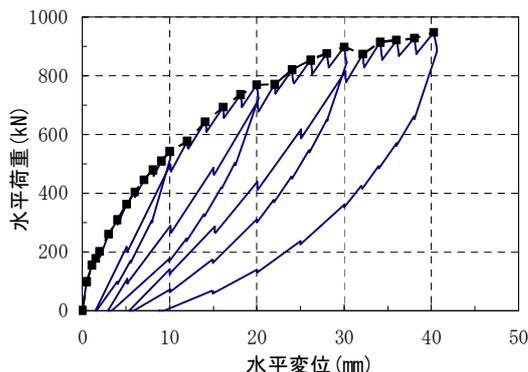


図-2 2本あたりの荷重-変位図（計測値）

図-3 に設計水平支持力と計測値を比較した試験杭1本あたりの荷重-変位図を示す。設計水平支持力の計算手法として、設計バネ値を用いた弾性解析と地盤の地表面の塑性化を再現した弾塑性解析の両手法で評価した。弾塑性解析では、杭の有効載荷幅（塑性部分）をH型鋼フランジ幅のみを有効とした場合と、改良体全幅を有効とした場合の2ケースとした。

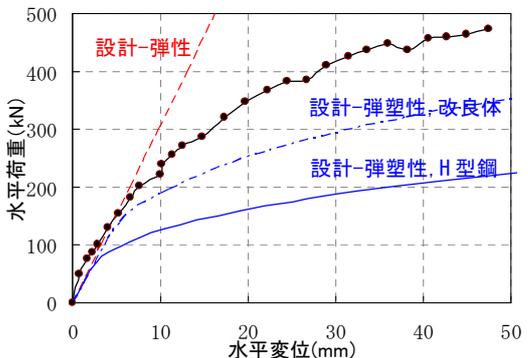


図-3 1本あたりの荷重-変位図（設計値比較）

計測値は、弾性解析値と2ケースの弾塑性解析値の間に収まる結果を示した。弾性解析で評価した場合、地盤の地表面付近が弾性範囲内だと想定される微小変位（10mm程度）では解析値とほぼ同値となっているが、塑性化の進行に伴う変位増加を正しく評価できない結果となった。弾塑性解析で評価した場合、通常の土留杭の設計であるH型鋼フランジ幅から有効載荷幅を算出した結果に対して非常に小さい変位量であり、改良体を有効としても設計値を満足する結果となり、水平支持力として設計値を十分満足する結果となった。

4. おわりに

性能確認試験より、鉛直支持力および水平支持力について、H型鋼のみを有効の仮設杭とした場合では設計値を十分満足する結果が得られた。また、改良体を有効の場所打ち杭とした場合でも設計値を満足することから、改良体を有効として評価できる可能性が大きいことが確認できた。また、前報¹⁾の施工確認試験より、本工法が線路閉鎖作業による軌道内での施工が可能であることから、本工法が実施工に適用可能な事が確認された。

今後の課題として、施工面では、遅延剤を用いた配合の適切な強度確認方法の確立、各種土質および施工条件毎の配合の標準化を行うことで配合選定の合理化が可能である。設計面では、更なる試験での確認により、改良体を有効とした合理的な設計が可能になると考えられる。これらの合理化を行うことで仮土留だけでなく乗降場や工事桁仮橋脚の支持杭への適用も可能であると考えられる。

参考文献

- 1) 地盤改良を用いた軌道内で施工可能な止水性仮土留め工（その1）、（その2）、第65回年次学術講習会 VI部門、2010.9
- 2) (社)地盤工学会 杭の鉛直載荷試験方法・同解説 第一回改訂版 2004.5
- 3) 鉄道総合技術研究所 鉄道構造物等設計標準・同解説 開削トンネル 2001.3
- 4) 鉄道総合研究所 鉄道構造物等設計標準・同解説 基礎構造物・杭土圧構造物 2002.6