

鉄道営業線に近接した高性能型マイクロパイル工法の施工

マイクロパイル、近接施工、二重管杭 (株)大林組 正会員 渡辺郁夫 (株)大林組技術研究所 正会員 ○粕谷悠紀
(株)大林組技術研究所 正会員 山本彰、高橋真一、稲川雄宣

1. はじめに

鉄道盛土の耐震補強工事における大型重機車両の工事用栈橋基礎杭として、高性能型マイクロパイル工法を適用した。高性能型マイクロパイル工法は、ボーリングマシンを用いて二重管削孔し、 $\phi 300\text{mm}$ 以下の小口径鋼管杭を建込んだ後にグラウトを充填し、地盤中に鋼管を定着させる杭工法である。当該現場では $\phi 165\text{mm}$ の高張力鋼管を使用しており、杭頭部は曲げ剛性を考慮して $\phi 216\text{mm}$ の高張力鋼管との二重構造としている。本報告では、鉄道営業線との近接施工や架空線による空頭制限を受ける厳しい条件下での高性能型マイクロパイル工法の施工事例について述べる。

2. 高性能型マイクロパイル工法の概要

高性能型マイクロパイル工法は、都市部の狭隘地、地下空間、山岳傾斜地等の限られた施工空間、厳しい環境条件下での施工を対象として開発した小口径杭工法である。鋼管の継手は、鋼管単体と同等以上の強度および剛性を有するねじ継手を用いる。削孔時に孔底に残留するスライムによる支持力低下を改善するため、鋼管先端部に取付けた攪伴ビットを用いて地盤改良し、残留したスライムを攪伴・固化する。杭頭部は、上部鋼材と接合しやすい支圧板方式とする。また、小型の機械による施工が可能であり、桁下などの空頭に制限がある場所や平面的に狭隘な場所でも適用可能である。

3. 施工概要

3.1 施工内容

施工対象は、鉄道盛土の耐震補強工事における工事用栈橋の基礎杭である。工事用栈橋は、Fig.1に示すように、盛土耐震対策用のシートパイル打設を行う際の重機足場であり、鉄道盛土法面上に長さ約60m、幅最大11m設置する計画である。Fig.2に示すように、営業線に近接しており、一部の杭は施工時に架空線による空頭制限を受ける厳しい条件である。当該現場で使用している鋼管は $\phi 216\text{mm}$ (杭頭部のみ)と $\phi 165\text{mm}$ の二重管で、杭長は約12m~17m、杭本数は40本である。当該箇所の地層構成は、斜面上と擁壁基礎まではN値10以下の盛土からなり、擁壁基礎以深はN値15~50程度の細砂からなる。なお、基礎杭の設計は、鉄道指針¹⁾に準じて行っている。

当該工事では、当初工事用栈橋の基礎杭として、循環水(泥水)で孔壁を満たして自立させながら削孔するBH工法を検討していた。しかし、泥水の逸水による盛土への影響等の懸念、鉄道近接条件や大型機械が使用できない施工上の制約および後施工となる棒状補強材を用いた盛土補強工への影響を考慮して、①二重管削孔による孔壁安定確保、②小型機械(重量3t程度)による施工が可能、③棒状補強材工に干渉しない小口径杭である等の本工法の特徴が認められて採用されている。

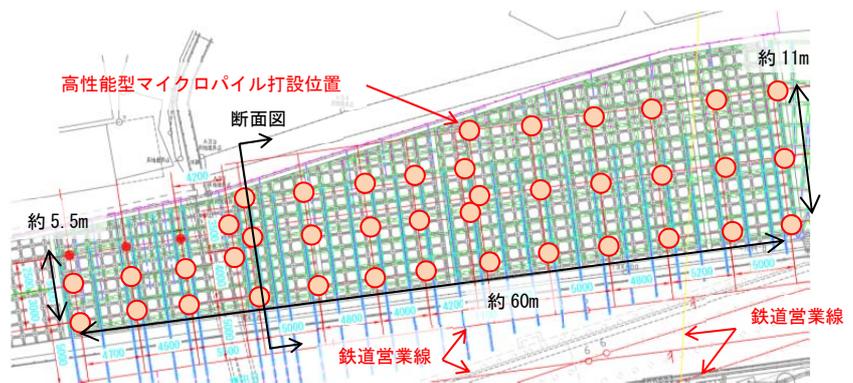


Fig.1 工事用栈橋平面図

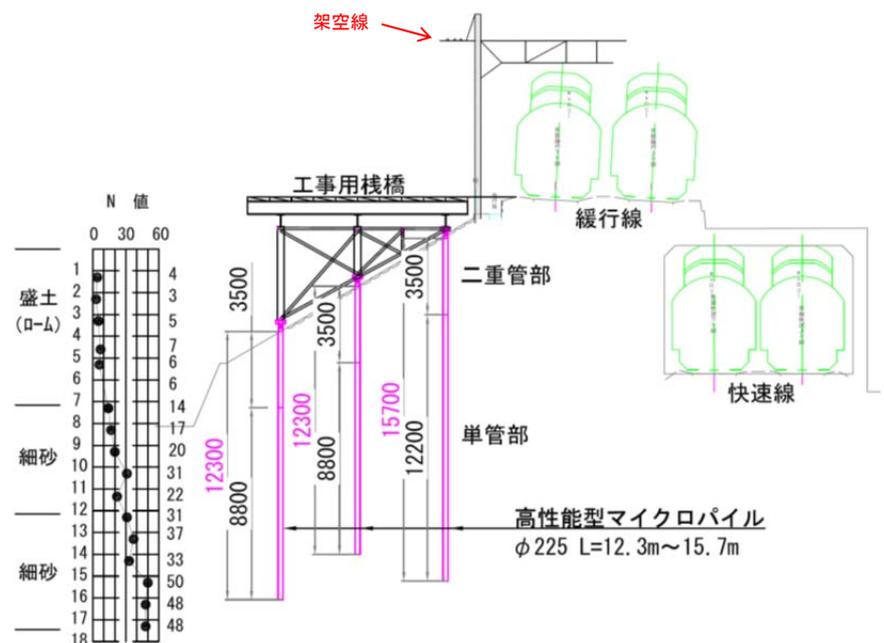


Fig.2 工事用栈橋断面図

Construction of High-Spec Micro Pile nearby railways, Obayashi Corporation, Yuki Kasuya, Akira Yamamoto, Shinichi Takahashi, Yusen Inagawa, Ikuo Watanabe, East Japan Railway, Mitutaka Hirano

3.2 施工手順

当該工事で行った二重管杭の施工手順を示す。なお、当該現場では設計上の理由で杭頭部のみ二重管としているが、通常は単杭施工のため、(6)の作業と(8)の現場溶接作業は発生しない。

- (1) 削孔機据付、削孔角度確認、インナーロットを併用した二重管方式ロータリーパーカッションにて削孔
- (2) ケーシング内へのφ165mm鋼管（内管、L=4～6m）建込み、鋼管同士はねじ継手で接続
- (3) 注入ホースを鋼管先端まで挿入、グラウト充填
- (4) 鋼管先端の攪拌ビットでスライムとグラウトを攪拌・固化
- (5) ケーシング3本回収ごとにケーシングの口元から補充注入
- (6) 内管外周へのφ216mm鋼管（外管、L=4m）建込み
- (7) 内管の引き上げ、杭頭部の接続（支圧板とスチフナは工場溶接済み）、内管高さ調整、杭頭部からのグラウト補充注入
- (8) 外管側面とスチフナの現場溶接、グラウト補充注入（後日作業）

3.3 施工状況

Photo 1 に上段部における栈橋杭の削孔状況を示す。上段部の施工では、鉄道営業線に最も近接しており、列車通過時には列車見張員の合図により揚重作業は一時停止とするが、削孔・グラウト充填作業は継続している。また、作業足場から6.8m上空の架空線の影響と鉄道近接作業による安全性を考慮して、内管1本あたりの長さは6mから4mに変更している。

足場上で施工するため、削孔機はスキッドタイプ、揚重機はカニクレーンタイプを使用している。通常のクローラタイプの施工機械に比べて特に機動力が劣るため、足場上で施工する際は移動距離や盛り替え回数等をいかに少なくするかが重要なポイントであることがわかった。施工中は大きなトラブル・不具合等もなく、順調に施工できることを確認した。

3.4 出来形管理

基礎杭の出来形管理項目は、打設角度、杭頭高、杭根入れ長、偏心量の4項目であり、いずれも全数検測する。**Fig.3**に示すように、栈橋杭の打設角度は1本につきXY方向の2か所計測しており、管理基準の±2.5°以内を十分満足する結果となった。**Fig.4**に示すように、栈橋杭の杭頭高は、施工足場から杭天端までの距離を計測しており、管理基準の0～-100mm以内を十分満足していることを確認している。杭根入れ長は削孔完了時に計測しており、全数にわたって設計値以上であることを確認している。なお、偏心量の計測は、施工直後で施工足場が一部残置されており計測不能であるため、今後実施する予定である。**Photo 2**に施工完了状況を示す。

4. おわりに

本報告では、鉄道営業線との近接施工や架空線による空頭制限下における高性能型マイクロパイル工法の施工事例について述べた。今回の施工では、当該工法が狭隘な斜面足場上でも高精度で施工できること、足場上で機動力に劣る施工機械を使用する場合は移動距離の最小化と盛り替えの効率化が重要なポイントであることがわかった。今後も適用現場を探索し、工法の水平展開と改善に努める予定である。

[参考文献] 1) 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,pp.217-255,2002.6.

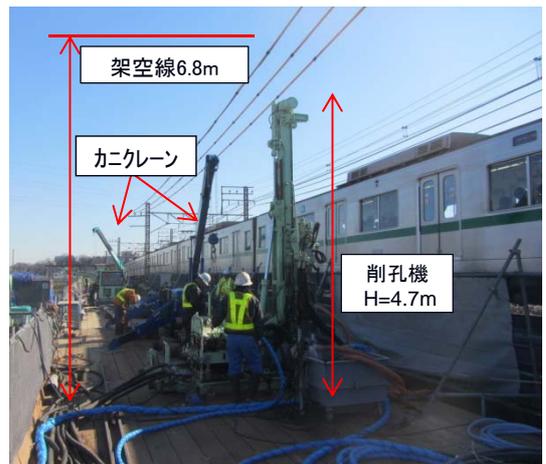


Photo 1 架空線付近での削孔状況

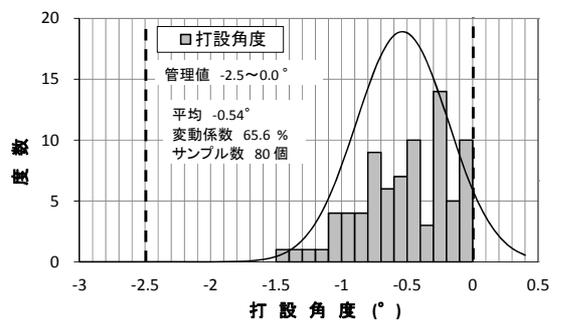


Fig.3 出来形管理（打設角度）

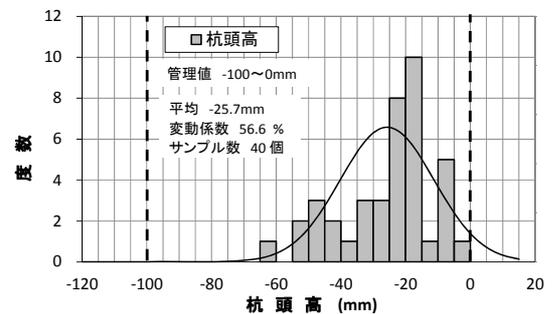


Fig.4 出来形管理（杭頭高）



Photo 2 施工完了状況