25. 超低空頭場所打ち杭工法の開発と駅改良工事への現場導入

鉄建建設株式会社 東日本旅客鉄道株式会社 東日本旅客鉄道株式会社 竹田 茂嗣和田 旭弘小池 明

1. はじめに

大都市圏の駅改良プロジェクトの場所打ち杭は、 駅構内への進入路確保が困難なことや施工空間が 狭隘であること、さらには大規模な防護工が必要 であったり、線路閉鎖間合での作業が多くなるな どが工期や工費増大の一因となっている。

また、杭施工のためホーム上に仮囲いを設置するような場合は少なからずお客様の流動を阻害することがあり、さらにお客様が多い場合やホーム幅が非常に狭いなどの理由で仮囲いが設置できない場合等では、夜間のみ施工を行ったり、極小空間で人力施工をする等、非効率的な施工を行わざるを得なかった。

そこで、これらの問題点を解決するため、杭打ち機を設計から見直し、非常に小型でホーム下等でも施工可能な超低空頭場所打ち杭工法(コンパクトリバース JET-18 タイプ)を開発した。

本稿では、開発の概要と、本工法の特長である 軽量・コンパクトを有効に利用した現場導入事例 について、報告するものである。

なお,本開発は東日本旅客鉄道㈱・鉄建建設㈱・ ㈱東亜利根ボーリングの共同開発によるものであ る。

2. 開発の概要

2.1 杭打ち機の要求性能

ホーム下のような狭隘な空間でも作業性を落とすことなく施工可能な杭打ち機を開発することで、ホーム上の仮囲いを縮小、もしくは不要とし、お客様にご迷惑をおかけすることのない、安全安心な場所打ち杭工法を提供することを目指した。要求性能を、表-1に示す。

2.2 杭打ち機の仕様

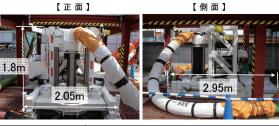
(1) 杭打ち機の仕様

杭打ち機の仕様は、図-1に示すとおり、高さ1.8mと超低空頭仕様となっており、加えて平面的な大きさも2.05m×2.95mと既往工法の杭打ち機と比較して、大幅に小型化を図った。この杭打ち機をホ

ーム下に配置した場合の想定図を**図-2**に示す。

表-1 杭打ち機の要求性能

項目	要 求 性 能		
空頭	簡易な土留め等を用いてホーム下で確保できる作業空間(H=2.0m)で掘削可能であること。		
杭径	大都市近郊プロジェクトで想定される最大杭 径 (φ3.0m) に適応可能なこと。		



形式 穿孔能力 原動機 スピンドルトルク スピンドルトル名 フィードローク フィードコピード 適用ロッド 質量(掘削機本体) (油圧ユニット)

機械名称

コンパクトリバースJET-18タイプ ターンテーブル式リバースサキュレーションドリル 深度50m, 孔径800~3000mm 油圧ユニット用, 30KW, 4P LOW 7.5rpm, HIGH 15rpm LOW 3000kg-m HIGH 1500kg-m 200mm(8B) 1100mm MAX.10000kg (上昇, 下降) 0~6m/min (急速フィード機能付き) 200mm(8B) x L 1000mm 約4.0ton 約1.1ton (作動油230 L 含む)

図-1 杭打ち機の仕様

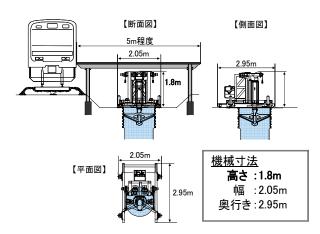


図-2 杭打ち機配置想定図

(2) 超低空頭化の詳細

本工法において,超低空頭化(機械高さ1.8m) を実現するため、駆動方式を大きく変更した。 既往工法の杭打ち機(TBH-8)では、駆動モータ ーをロッド上部に配置するトップドライブ方式が 主流であるが、本工法においては杭打ち機ベース フレーム部に駆動部を配置したターンテーブル方 式を採用,駆動モーターをロッド側部に2台配置 した。(図-3 参照)

これにより超低空頭であってもフィードストロ ークを 1.1m 確保でき、また軽量小型であっても気 既往工法の約1.7倍である3000kg·mの掘削トルク を装備することができた。

ロッドはターンテーブルに取付けたブッシュの 凹部に噛み合わせるよう全長にわたって凸部のあ る特殊ケリーロッドを開発した。(図-4参照)

なお、掘削時にはこのブッシュ部分により回転を ロッドに与えながら、下方へ凸部をスライドさせ る。ロッドの接続作業では、ターンテーブルと同 じ高さでボルト締め込み作業が必要となり、フラ ンジ下方よりボルトを差込むことが困難となるた め,あらかじめボルトをケリーロッドに取付けた。 (図-5 参照)

さらに, ロッド接続時には, マストを移動させ る(図-6参照)ことで、ストローク余裕のない状 況でも,良好な作業性を確保した。

以上のような工夫により、既往工法の約4割程 度の大きさの超低空頭機を開発することができた。 (図-7 参照)

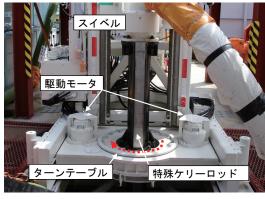


図-3 駆動方式説明図



図-4 ターンテーブル詳細図



図-5 ケリーロッド詳細図

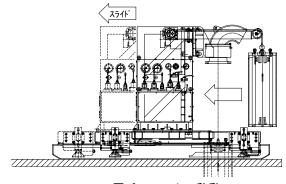


図-6 マストの移動

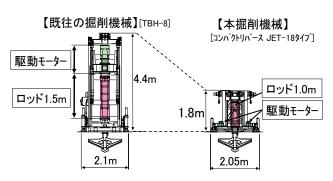


図-7 機械高さとの比較

表-2 試験施工の概要



削孔径: φ2500 削孔長: L=17m

実機使用した公開試験。

模擬軌道・模擬ホームを設置 し,ホーム下施工が可能なこと を実証。

試験施工(2)



削孔径: φ3000

削孔長: L=35.7m

盛土ホーム区間において, 最小 限の仮ホーム・仮囲いを再現 し, その条件下で, 大口径・長

尺掘削が可能なことを実証。

3. 試験施工

現場導入に先立ち、試験施工を表-2 のとおり実施したが、狭隘な施工条件を再現した試験施工では、良好な掘削性能と施工性を確認できた。

4. 現場導入事例

4.1 施工概要

ここでは、JR大崎駅構内の南乗換えこ線橋の 拡幅工事(以下,本工事と称す)への現場導入事例 について報告する。対象となるこ線橋は、埼京線・ 湘南新宿ラインからの降車乗客の増加に伴い、南 乗換えこ線橋及びホーム上の混雑がさけられない ため、こ線橋の幅員を4mから8mに拡幅する工事 であるが、当初より本工事では、工期短縮とコストの縮減を要請されており、その対応を求められていた。そこで、「超低空頭場所打ち杭工法」を適 用することで、非常に小さな作業空間で施工できることにより、仮設工事の低減によるコスト縮減と工期短縮が見込まれた。

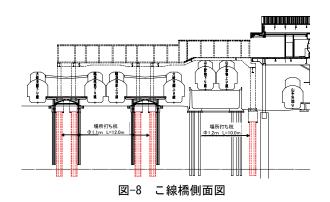
4.2 施工条件

図-8 にこ線橋側面図,表-3 に施工条件を示す。 掘削地盤は,有楽町層を主体とした N 値が 0~ 10 以下のシルト層であり,支持層は最大礫径 80mm~200mm 程度の砂礫層である。

列車の建築限界を侵すことなくホーム内で掘削作業が可能であれば、夜間に貨物列車等が通過するような線路閉鎖時間外でも杭施工可能となるため、当初計画である TBH 工法の代表的な掘削機である TBH-8 と、開発した JET-18 を比較することとなった。

表-3 施工条件

ホーム構造		W=7.6m, 桁下1.2m 桁式ホーム		
仮囲い寸法		W=4.6m, L=12.8m		
杭の諸元		φ1.1m×9本, L=12m φ1.2m×1本, L=10m		
作業時間	軌道上 搬入作業	線路閉鎖間 0:35~4:30 (週2.5日程度) き電停止間合 1:00~4:00 (")		
	ホーム内 作業	終電〜初電間合 0:00〜5:00 (ほぼ毎日作業可能)		





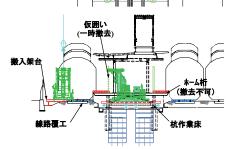


図-10 既往工法の施工図

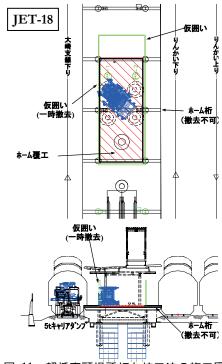


図-11 超低空頭場所打ち杭工法の施工図

4.3 工法の比較

TBH-8 と超低空頭場所打ち杭工法の JET-18 をそ れぞれホームに配置した場合の施工図を図-10,11 に, またその比較を表-4 に示す。TBH-8 の場合, 機械高さが高く,機械設置位置はホーム下となり, 作業箇所の既存ホームを全面仮設化する必要があ る。さらに、杭位置と機械位置、仮設範囲等を検 討したところ, 仮囲いおよび軌陸車による覆工板, 受桁の撤去・復旧を杭掘削時はほぼ毎夜繰り返さ なければならない。また、線路上を使用し、移動 を繰り返すため、線路覆工が必要となってくる。 一方、JET-18 の場合は、機械据付はホーム上で可 能であり, 既存ホームの仮受工は中央部の狭小面 積のみとなる。また、ホーム端部や線路上作業が 低減され作業時間が多く確保できることから工期 短縮とコスト縮減のみならず、列車運行やお客様 へのリスク低減をも可能となった。

4.4 施工の状況

ホーム上での施工状況を図-12,13に示す。本工事では、杭位置はホーム中心ではなく、仮囲い下に位置しているため、作業時には仮囲いの撤去・復旧作業が伴ったが、最小の手間と時間で本作業に掛ることができた。

掘削機自体がコンパクトのため、狭隘な仮囲いの施工環境の中でも十分に施工性があり、掘削中は、マシン振れ、芯振れもなく継続して安定した掘削が確認できた。また掘削後に実施した孔壁測定も所定の鉛直精度を確保することができた。(図-14) 当初、懸念されていた短尺の特殊ケリーロッドの接続、切り離し作業がサイクルに影響することはなく、軌道への影響もなかった。

5. まとめ

超低空頭場所打ち杭工法 (コンパクトリバース JET-18) は、φ3.0m までの施工能力と、狭隘・低空頭な施工環境においては、非常にコンパクトで仮設備の低減等が可能となる特長を持ち合わせていることを確認できてた。

現在進行中のプロジェクトでは、駅ホーム内ではほとんど実績のない φ3.0m の大口径の場所打ち杭を施工中であるが、杭の大口径化により、万が一孔壁のバランスが崩れた際の影響は非常に大きなものとなる。そのため同プロジェクトでは、孔壁の安定を保つため孔内水位監視システムを新たに開発、孔内水位を細やかに制御し安定を保つと共に、緊急時の発報を自動化し、安全性を向上させている。

今後も、掘削工法だけでなく、周辺技術の改良・ 新規開発等により、さらなる安全性向上とコスト ダウンを図る所存である。

参考文献

- 和田・池本ら:超低空頭場所打ち杭工法の開発 (1), 土木学会第66回年次学術講演会, IV-333, pp.665~666, 2011
- 小野・小池ら:超低空頭場所打ち杭工法の開発 (2), 土木学会第66回年次学術講演会, IV-334, pp.667~668, 2011

表-4 工法比較

	JET-18	TBH-8
仮設工	ホーム 中央部のみ撤去 仮 覆工・ 仮囲い	ホーム全幅撤去 端部仮覆工・仮囲い 場所打ち杭作業床 軌道部木製覆工
掘削時	終電〜初電間合い作業 (ほぼ毎日作業可能) 仮囲い一部撤去	線路閉鎖間合い作業 (週2.5日程度) 仮囲い・ホーム覆工撤去
移動時	仮囲い内移動 (ホーム間移動は線閉作業)	線路閉鎖間合い作業 仮囲い・ホーム覆工撤去 必要に応じて木製覆工上移動
評価	工期・コスト共に優れる	仮設工事が多い,作業可能時 間が短いなど不利



図-12 JET-18 搬入状況



図-13 杭施工状況

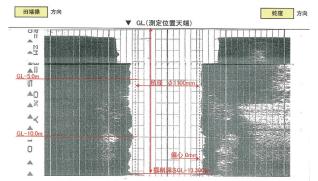


図-14 孔壁測定結果