3

超低空頭場所打ち杭工法の施工試験と現場導入

竹田茂嗣*1・栗栖基彰*2・小野玄治*3・高島博之*4

概　要

東日本旅客鉄道㈱・ジェイアール東日本コンサルタンツ㈱・鉄建建設㈱・㈱東亜利根ボーリングの共同研究開発である超低空頭場所打ち杭工法（コンパクトリバース JET-18）について，適用範囲を拡大するため，最大掘削径をφ2500 からφ3000 に拡大し，N値 50 以上の支持層の削孔を行う施工試験を実施し，その性能を実証した。

また，当初既往の掘削機で施工することとなっていた駅改良工事において，超低空頭場所打ち杭工法を採用，桁式ホームの全面撤去を一部の範囲に縮減，ホーム端部は撤去せずに杭打ちを実施した。これにより杭掘削は線路閉鎖間合い作業から，シャッター間合い作業が可能となり工期短縮，さらに軌道上作業が低減され，より安全な施工が可能となった。

キーワード：場所打ち杭・駅改良工事・超低空頭

VERIFICATION TEST AND APPLICATION TO A CONSTRUCTION SITE OF THE CAST-IN-PLACE PILING TECHNIQUE WITH AN EXTREMELY SMALL OVERHEAD CLEARANCE

Shigetsugu TAKEDA *1, Motoaki KURISU *2, Motoharu ONO *3,Hiroyuki TAKASHIMA *4

Abstract

The cast-in-place piling with an extremely small overhead clearance (compact reverse JET-18 type) was jointly developed by East Japan Railway Company, JR East Consultants Company, Tekken Corporation and Toa-Tone Boring Co., Ltd. In order to expand applicability of this technique, the maximum boring diameter was increased from 2500 mm to 3000 mm, and its performance was verified by test boring in a load bearing layer with an N value of 50 or more.

This technique was used in a railway station improvement project instead of conventional excavators initially planned. The section of the existing beam-type platform to be removed was reduced from entire to partial, that is, piling was performed without removing the platform extremities. Consequently, piling was possible with shutters closed, and did not require railway track closure, which shortened the construction period and reduced work above the railway tracks, enabling safer construction.

Keywords: cast-in-place pile, railway station improvement, extremely small overhead clearance

*1 Geotechnical Engineering Group, Research and Development Department, Engineering Division

*2 Manager, Foundation/Geotechnical Engineering Group, Civil Engineering Technology Department, Engineering Division

*3 Manager, OOSAKI Site Office, Tokyo Railway Project Branch

*4 Manager, Civil Engineering Business Department, Tokyo Railway Project Branch

超低空頭場所打ち杭工法の施工試験と現場導入

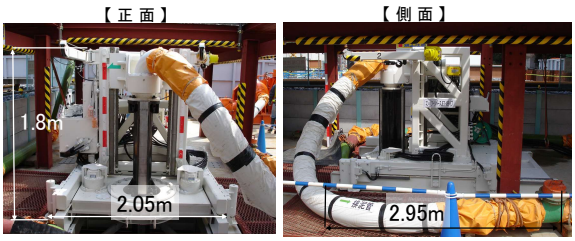
竹田茂嗣*1・栗栖基彰*2
小野玄治*3・高島博之*4

1． はじめに

大都市圏の駅改良プロジェクトでは，進入路の確保が困難なことや施工空間が狭隘であること，さらには従来の場所打ち杭の施工法での掘削で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となるなど，工期や工費増大の一因となっている。そのため，可能な範囲で柱スパンを大きくとり，基礎杭の本数を減らし，工期・工事費を減らしたいという発注者のニーズがあり，このことは場所打ち杭の大口径化を意味する。

現在計画中のプロジェクトにおいては，同様の工事実績がほとんどない杭径φ3.0m程度のものが計画されており，これらのプロジェクトに対応すべく，超低空頭場所打ち杭工法（以下本工法と称す）の施工試験を実施した。

また，軽量・コンパクトという本工法の特長を有効に利用した大崎駅南乗換えこ線橋拡幅その他工事について報告するものである。



機械名	ｺﾝﾊﾟｸﾄﾘﾊﾞｰｽJET-18ﾀｲﾌﾟ
形　式	ﾀｰﾝﾃｰﾌﾞﾙ式ﾘﾊﾞｰｽｻｰｷｭﾚｰｼｮﾝﾄﾞﾘﾙ
適用杭径	0.8～2.5m（後に3.0mに拡大）
穿孔能力	深度 50m
機械重量	約4tf

図－１　杭打ち機の仕様

2． 工法の概要

超低空頭場所打ち杭工法（機械名称：コンパクトリバース JET-18）の仕様を**図―１**に示す。

本工法は，ホーム下のような極小空間でも 2mの空頭で場所打ち杭の施工を可能としたことが大きな特長であるが，その他，以下のような特長を有している。

- コンパクトな形状のため，幅 4mの作業床があれば機械の設置，掘削が可能。
- 機械高さを抑えるために，機械底部で駆動させるターンテーブル方式を採用。
- リバースロッドはターンテーブル駆動方式に適合させるため，特殊ケリーロッドを採用した。ロッド長は１ｍである。
- 最大削孔径は当初 2.5mであったが，今回の施工試験より 3.0mまでとした。最大削孔長は 50m。

本工法は既往の工法と比較して，非常に軽量小型であり，施工に必要な作業空間が小さいことから，ホーム上・下のどちらで施工した場合においても，工事によるお客さまへの影響が軽減でき，施工が夜間に限定されないことによる工期短縮やコストダウンが可能である。

3． 施工試験

3．１　施工試験の概要

施工試験の諸元を，以下示す。

場　所　：茨城県猿島郡境町
杭　径　：φ3.0m
削 孔 長：約 36m

*1　エンジニアリング本部　研究開発部　施工技術グループ
*2　エンジニアリング本部　土木技術部　基礎・地盤グループ　グループリーダー
*3　東京鉄道支店　大崎作業所　所長
*4　東京鉄道支店　土木営業部　担当部長

土　質　：**図―２**参照

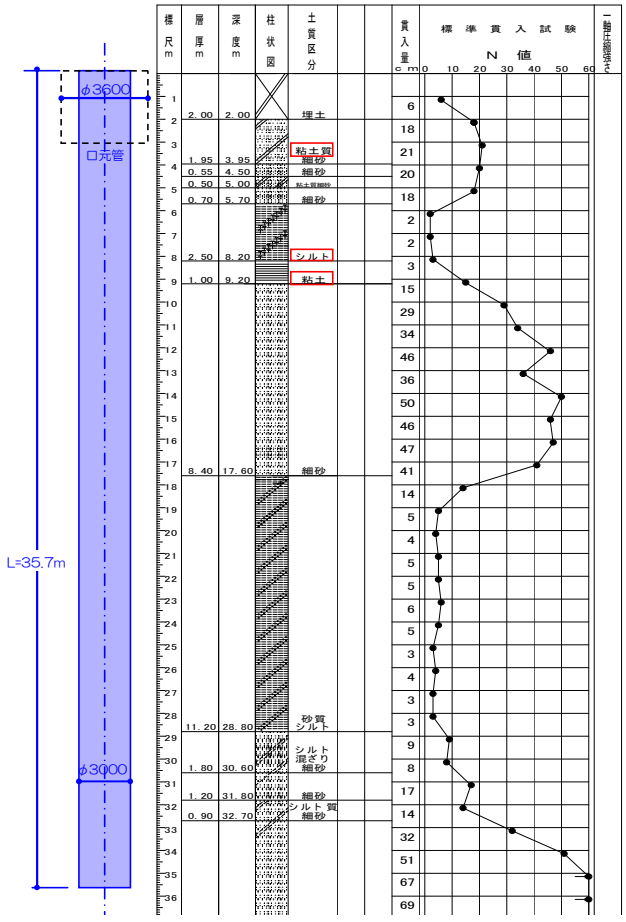
施工条件：**図―３，４，写真―１**参照

図―３，４に示すとおり幅 6.0mの狭い島式の盛土ホームを想定，盛土撤去と仮ホーム（ホーム覆工）化を最小限にすることと，仮囲いについてもホーム上に最小限の大きさのものを設置するという条件を再現，この条件下での施工試験を実施した。

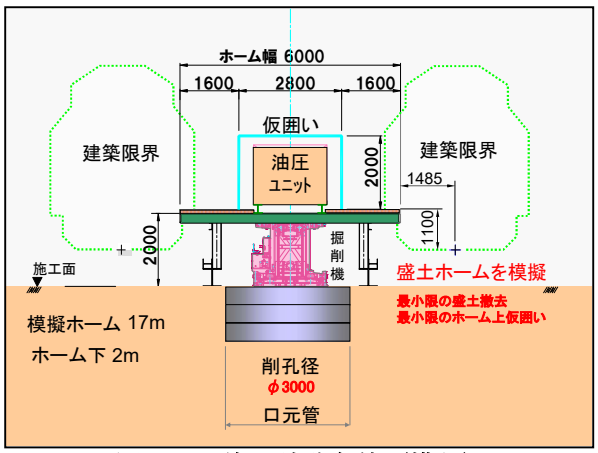
幅 2.8m×延長 4.5mの仮囲い内にはサクションポンプを配置，仮覆工上の幅 2.8m×延長 5.7mの仮囲い内には油圧ユニット，掘削用特殊ケリーロッド及びその投入用ホイストを配置，配管類はホーム面に埋設することを模擬した。盛土撤去を想定した作業空間は，幅 6.0m 延長 5.0m 高さ 2.0m であり，この狭隘な作業空間でφ3.0m の場所打ち杭を施工するものである。

その設置状況を**写真―１**に示す。

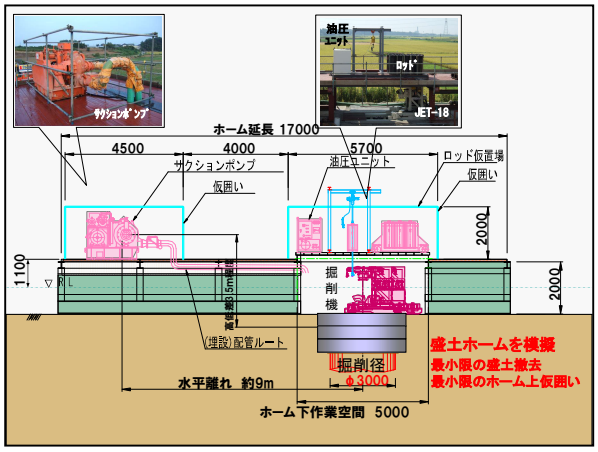
【茨城県猿島郡境町】



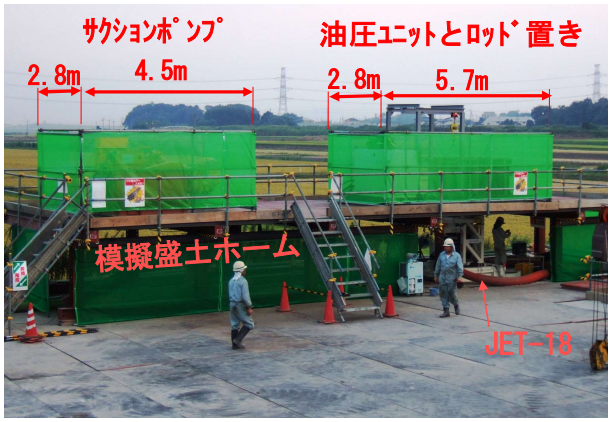
図－２　土質柱状図



図－３　施工試験条件（横断）



図－４　施工試験条件（縦断）



写真－１　模擬ホームの状況

３．２　主要機材

主要機材を**表－１**に示す。掘削は，ビットを安定して回転させるためにウェイトロッド(1t)を接続し，掘削を行った。**写真―２**にビット及びウェイト，**写真―３**にプラントを示す。

表－１　主要機材一覧

名　称	仕　様	数量
杭打ち機	ｺﾝﾊﾟｸﾄﾘﾊﾞｰｽJET-18	1
油圧ポンプユニット	30KW、4P	1
ウィングビット	φ3000　4翼	1
ウェイトロッド	1t、8B	1
特殊ケリーロッド	8B	34
サクションポンプ	62.5KW	1
サイクロンスクリーン	8m3/min	1
サンドポンプ	22KW	2
〃	11KW	4
〃	5.5KW	6
スラッシュタンク		530
発電機	150KVA	2
〃	75KVA	1
〃	55KVA	1

写真－２　ウィングビットとウェイトロッド

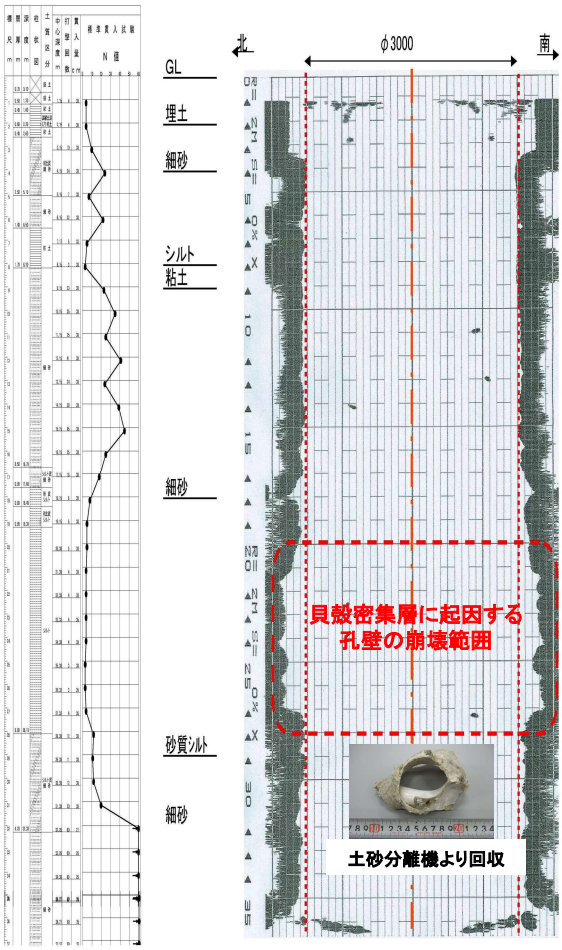
写真－３　掘削状況

３．２　施工試験結果

φ3.0m の大口径場所打ち杭を前述の通り，非常に狭隘な空間で施工を実施した。その状況を**写真―3，４**に示す。また，掘削後の孔壁測定結果を**図－５**に示す。

狭隘空間での作業ではあったが，特殊ケリーロッドの上方からの供給，接続作業は比較的円滑であり，また掘削について大きなトラブルは発生しなかった。また，孔壁測定結果からは，孔壁が崩壊しやすい貝殻密集層で杭孔が大きく

写真－４　ロッド接続状況

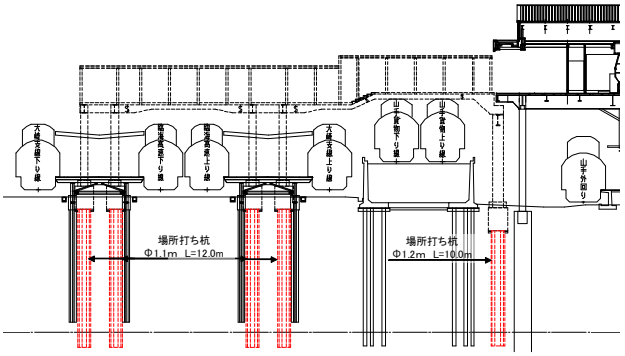


図－５　孔壁測定結果

写真－５　コンクリート打設

なったが，全体として孔曲がり等も発生せず，十分な施工能力があることを確認できた。

なお，掘削後に，同様の施工条件で，上方にトレミー管を吊り上げ・収納できるフレームを設置，コンクリート打設を実施し，円滑な作業が可能なことを確認した。その状況を**写真－５**に示す。

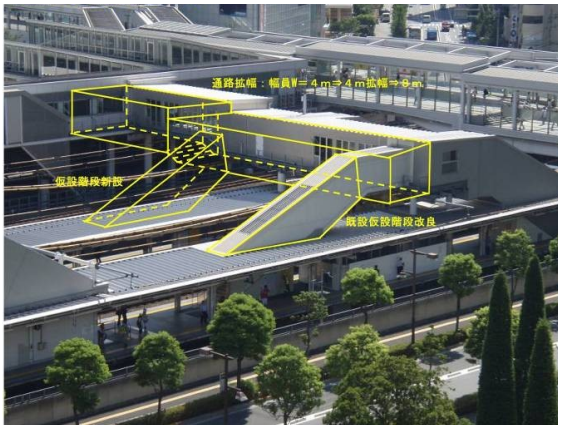


図－６　こ線橋側面図

４．　現場導入事例

４．１　施工概要

現場導入事例として報告する工事（以下，本工事と称す）は，東京都品川区に位置するＪＲ大崎駅構内の南乗換えこ線橋の拡幅工事である。このこ線橋は，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，その緩和を目的にこ線橋の幅員を 4m から 8m に拡幅する工事である。しかしながら，本工事には，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」を基礎杭施工に選定・採用し実施工を行うこととなった。本工法を適用することで，駅改良工事などのホーム上の限られた仮囲い内の極小空間における場所打ち杭施工において，工期短縮とコスト縮減が見込まれた。



写真－６　乗換えこ線端拡張ｲﾒｰｼﾞ

４．２　施工条件

図－６にこ線橋側面図を，施工条件を以下に示す。

ホーム：W=7.6m，桁下 1.2m　桁式ホーム

仮囲い：W=4.6m，L=12.8m

削孔径：φ1.1m×9 本，φ1200mm×1 本

掘削長：L=12m（φ1.1m），L=10m（φ1.2m）

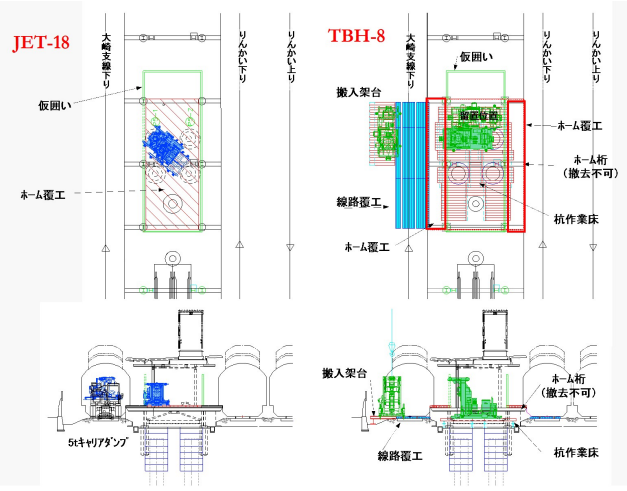
口元管：φ1.6m，L=3.5m（φ1.1m）

　　φ1.7m，L=3.0m（φ1.2m）

機電停止間合：1:00～4:00

杭施工：終電～初電間合　0:00～5:00

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。



図－７　工法の比較

４．３　工法の比較

当初計画であるＴＢＨ工法の代表的な掘削機である 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図を**図―７**に示す。TBH-8 の場合，機械据付はホーム下であり，作業箇所の既存ホームを全幅仮

受化する必要がある。当現場では，杭位置から検討した場合，仮囲いおよび軌陸車による覆工板，受桁まで撤去・復旧を繰り返し行わなければならない。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，超低空頭場所打ち杭工法の場合は，機械の据付はホーム上であり，既存ホーム仮受工は中央部の狭小面積となる．また，ホーム端部や線路上の作業が低減されるため，工期短縮とコスト縮減とともに列車運行やお客様の安全へのリスク低減にも繋がる。

４．４　施工の状況

ホーム上での施工状況を**写真－７，８**に示す。本工事では，杭位置が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。

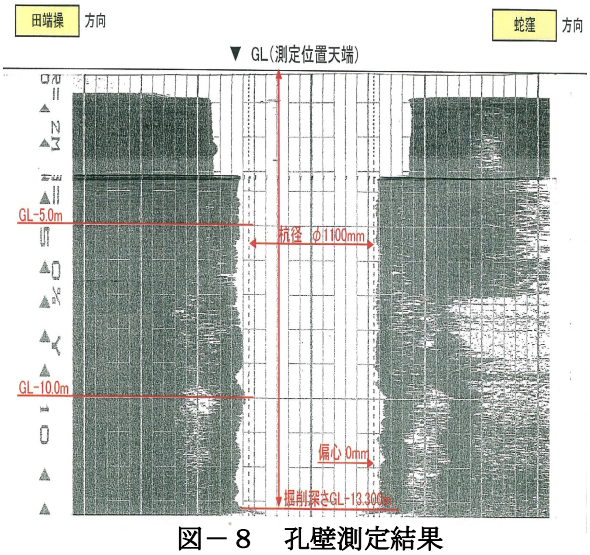
掘削機自体がコンパクトのため，狭隘な仮囲いの施工環境の中でも十分に施工性があり，掘削中は，マシン振れ，芯振れもなく継続して安定した掘削が確認できた．また掘削後に実施した孔壁測定も所定の鉛直精度を確保することができた。当初，懸念されていたロッドの接続，切り離し作業がサイクルに影響することはなく，軌道への影響もなかった。

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 というあまり施工実績のない杭径の施工を行う能力と，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が確認できた。今後は，周辺技術の改良・新規開発等により，さらなる効率化を図る所存である。

写真－７　杭打ち機搬入

写真－８　掘削状況



図－８　孔壁測定結果