

## 4

## ホーム下での施工可能な超低空頭場所打ち杭工法の開発 ～超低空頭場所打ち杭工法コンパクトリバーズ JET-18 タイプ～

竹田 茂嗣\*1・栗栖 基彰\*2・高島 博之\*3・齋藤 雅春\*4

### 概 要

多くのお客様が乗降される駅改良工事等において、列車運行やお客様の流動の妨げにならないよう、ホーム下に小規模な土留め程度で確保できる桁下 2m の作業空間において施工可能な杭打ち機を開発した。

本工法は、駆動方式やロッド構造等の見直しを行い、杭打ち機を新たに設計したことにより、機械高 1.8m に押さえたにもかかわらず、フィードストローク長 1.1m、使用するリバーズロッド長 1.0m を実現した。これにより、ホーム下のような極小空間でも最大杭径 2.5m(後に 3.0m に拡大)の施工が可能となり、従来人力施工や、夜間線路閉鎖間合いのみ作業をおこなっていた様なシーンまで適用範囲を広めることができた。

なお、本研究開発は、東日本旅客鉄道(株)・ジェイアール東日本コンサルタンツ(株)・鉄建建設(株)・(株)東亜利根ボーリングの共同研究開発である。

キーワード：超低空頭・場所打ち杭・駅改良

## DEVELOPMENT OF A CAST-IN-PLACE CONCRETE PILING METHOD FOR LOCATIONS WITH EXTREMELY SMALL OVERHEAD CLEARANCE BELOW RAILWAY PLATFORMS -COMPACT REVERSE JET-18-

Shigetsugu TAKEDA \*1, Motoaki KURISU \*2, Hiroyuki TAKASHIMA \*3, Masaharu SAITO \*4

### Abstract

A new piling system (named “Compact Reverse JET-18”) was developed. It is capable of piling in a work space 2 m high below the platform girder, with small earth retaining. This system is therefore most suitable for a project for improving a station without interrupting train operation and flow of many people.

This new piling system was designed by reviewing the driving system, rod structure, etc. In spite of its small system height of 1.8 m, the feed stroke is 1.1 m and the reverse rod length is 1.0 m. It enables piling up to a diameter of 2.5 m (to be enlarged to 3.0 m) even in a limited space below a platform. This system is applicable also to jobs conventionally done manually and tasks carried out while closing the railway track at night.

This system was developed jointly by East Japan Railway Company, JR East Consultants Company, Tekken Corporation and Toa-Tone Boring Co., Ltd.

Keywords: Extremely small overhead clearance, Cast-in-place concrete pile, Improvement of railway station

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

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

\*3 Manager, Civil Engineering Business Department, Tokyo Railway Project Branch

\*4 General Manager, Construction Technology Center, Engineering Division

## ホーム下での施工可能な超低空頭場所打ち杭工法の開発 ～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～

竹田 茂嗣\*1・栗栖 基彰\*2・高島 博之\*3・齋藤 雅春\*4

### 1. はじめに

駅改良工事等では、列車運行の妨げとならないよう柱及び基礎はホーム上に設置するのが一般的である。しかしながら従来から、同種の工事を実施する場合、ホーム上に仮囲いを設置し施工することが多く、少なからずお客様の流動を阻害するような状況であった。また、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は、夜間のみの施工を行ったり、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に杭打ち機の見直し、非常に小型でホーム下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。

なお、本開発は、東日本旅客鉄道(株)・ジェイアール東日本コンサルタンツ(株)・鉄建建設(株)・(株)東亜利根ボーリングの4社の共同開発によるものである。

### 2. 開発の概要

#### 2.1 既往の工法

これまで駅改良工事では、以下のような方法で基礎杭の施工をおこなってきた。

##### (1) 仮囲い内機械施工

ホーム幅に比較的余裕があり、杭打ち作業を仮囲い内で施工できる場合に用いられる。この方法は、ホーム上の占有という問題点がある。

(写真-1, 図-1 参照)

##### (2) 夜間線路閉鎖間合い機械施工

ホーム幅に余裕がない場合やお客様が多く、施工に十分な仮囲いをホーム上に設置すること



写真-1 ホーム上に設置された仮囲い

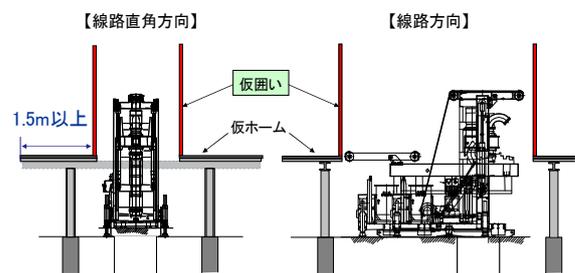


図-1 ホーム仮囲い内での施工例



写真-2 夜間線路閉鎖間合いの施工

\*1 エンジニアリング本部 研究開発部 地盤グループ

\*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 土木営業部 担当部長

\*4 建設技術総合センター所長

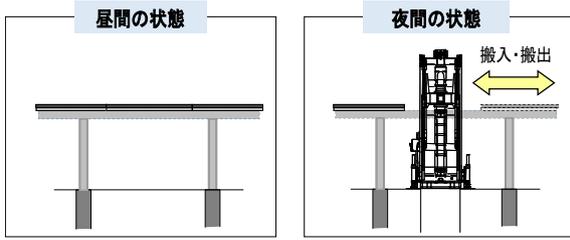


図-2 夜間線路閉鎖間合いの施工例



写真-3 ホーム下での深礎工法

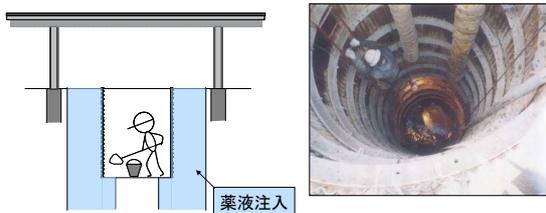


図-3 ホームでの深礎施工例

が困難な場合に用いられる。この施工法はホーム上占有・夜間のみ施工で非効率という問題点がある。(写真-2, 図-2 参照)

**(3) 人力施工**

(1)(2)よりさらに施工条件が厳しく、杭打ち機の搬入や留置が物理的に困難な場合に用いられる(写真-3, 図-3 参照)。この施工方法は、人力に頼った非効率的な施工で特にコスト高が問題点である。

**2.2 開発の目的**

前述の通り、既往の工法では、お客様の流動を少なからず阻害したり、非効率・高コストであったりといった問題点があった。そのため、本開発では、掘削作業をすべてホーム下において施工可能な杭打ち機を製作し、ホーム上の仮囲いを不要とすることで、低コストでお客様に迷惑をかけることのない、安全安心な場所打ち

杭工法を提供することを目指した。

**2.3 マシンの要求性能**

超低空頭場所打ち杭工法の要求性能は、図-4, 及び表-1 に示す通り設定した。

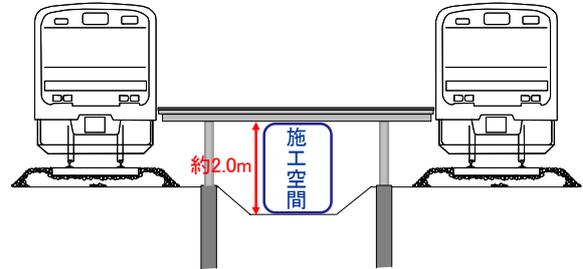


図-4 ホーム下施工イメージ

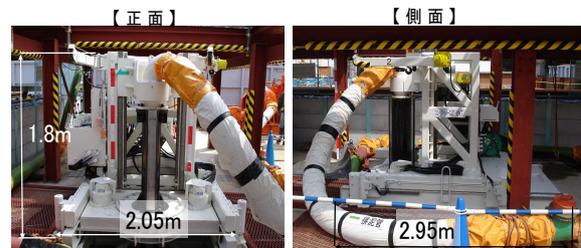
表-1 マシンの要求性能

項目	要求性能
空頭	作業性を低下させない高さで、簡易な土留めで確保できる作業空間 ⇒ 2.0m程度 (既往工法：約4.4m [TBH-8])
杭径	既往の掘削機械(TBH-8)により施工できる最大杭径 ⇒ 2.5m(後に3mに拡大)

**2.4 杭打ち機の仕様**

**(1) 杭打ち機の仕様**

杭打ち機の仕様は、図-5 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 と既往の同種の杭打ち機と比較して、圧倒的な小型化を図った。この杭打ち機をホーム下に配置した場合の想定図を図-6 に示す。



機械名	コンパクトリバスJET-18タイプ
形式	ターンテーブル式リバスサーキュレーションドリル
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-5 杭打ち機の仕様

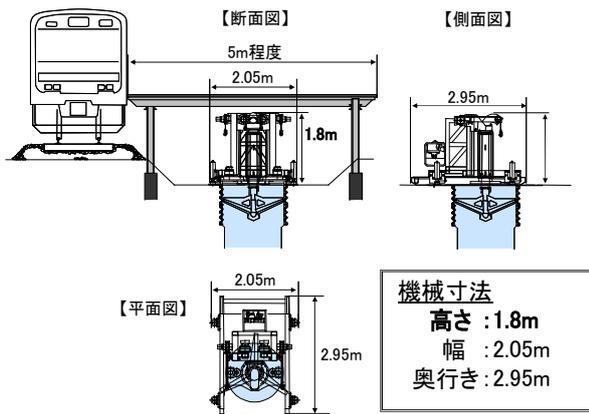


図-6 杭打ち機配置想定図

(2) 超低空頭化のための工夫

本工法において、上述の超低空頭化(機械高さ1.8m)を実現するために、まず駆動方式を大きく変更した。既往工法では、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底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配置することで超低空頭であってもフィードストロークを十分確保できるように配慮した。

また、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採用した。なお、掘削時にはこのブッシュ部分により回転駆動をロッドに与えながら、下方へ凸部をスライドさせる(図-7参照)。

ロッドの接続作業では、ターンテーブル直上でボルト締め込み作業が必要となる。この際ボルトの差込作業が困難となるため、あらかじめボルトを取付けた(写真-4参照)。

以上の工夫に加え、ロッド接続時のマストの移動を行う(図-8参照)ことで、接続作業の効率を落とすことなく、既往の掘削機の約4割程度の大きさの超低空頭機を開発した(図-9参照)。

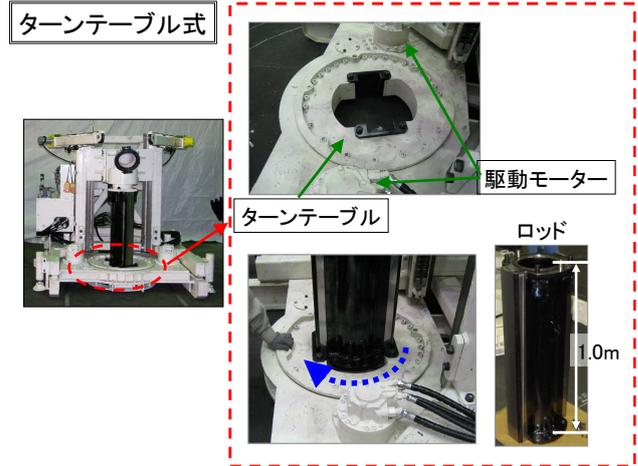


図-7 ターンテーブル方式説明図



写真-4 ボルト接続部詳細

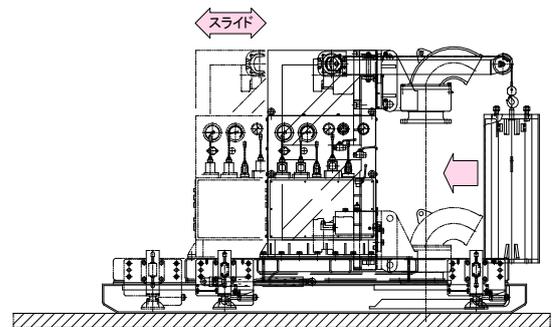


図-8 マストの移動

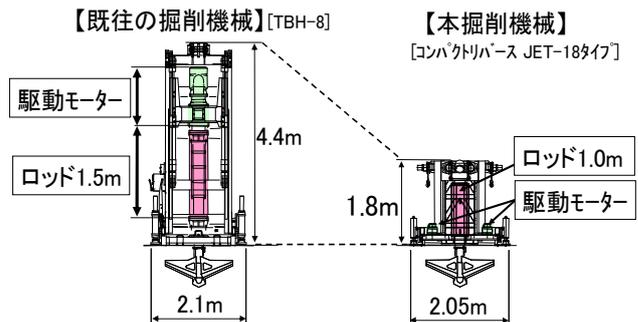


図-9 駆動方式

### 3. 施工試験

#### 3.1 施工試験概要

建設技術総合センター実験ヤード内において、施工試験を実施した。試験概要は、以下の通りである。

- 工法名：超低空頭場所打ち杭工法
- 使用機械：コンパクトリバース JET-18タイプ
- 杭径：φ2500mm
- 掘削深度：17m(N<sub>50</sub>以上)に2m貫入
- 口元管径：φ3000mm
- 口元管長：1.5m
- 模擬軌道：10.0m
- 仮設ホーム：幅5.5m×延長10m
- 仮設ホーム桁下空間：2.0m



写真-5 施工試験状況

#### 3.2 施工試験結果

掘削速度・回転速度を変えながら掘削状況のデータ収集を行った(写真-5参照)。その結果について概要を述べると以下のとおりとなる。

- ① 掘削速度・地質にかかわらず、高速回転時には回転が不安定となりやすく、孔曲がりが発生しやすい。
- ② 低速回転で、掘削速度を50mm程度以下のビットが安定して回転する状況であれば、硬質な砂質地盤であっても良好な掘削が可能である。
- ③ 掘削トルクが最大値近くになっても、掘削機固定箇所への反力は最大でも5kN程度であり、大掛かりな反力装置は不要と考えられる。
- ④ ケリーロッドのスライド部からの摩擦音はほとんど発生しなかった。
- ⑤ 設置した模擬ホーム下で、空頭2.0m以下の施工性は、良好であった。
- ⑥ スライドベースの固定クサビ、フィード装置のガイド部等のおそびが大きく、調整が必要なものがあつた(調整済)。
- ⑦ 掘削完了時のビットの回収方法には、改良が必要である。

表-2 主要資機材

名称	仕様	数量
杭打ち機	コンパクトリバース JET-18	1
油圧ユニット	30KW, 4P	1
ビット	φ2500	1
サクシヨンポンプ	62.5kw	1
サイクロンスクリーン	8m <sup>3</sup> /min	1
スラッシュタンク		180m <sup>3</sup>

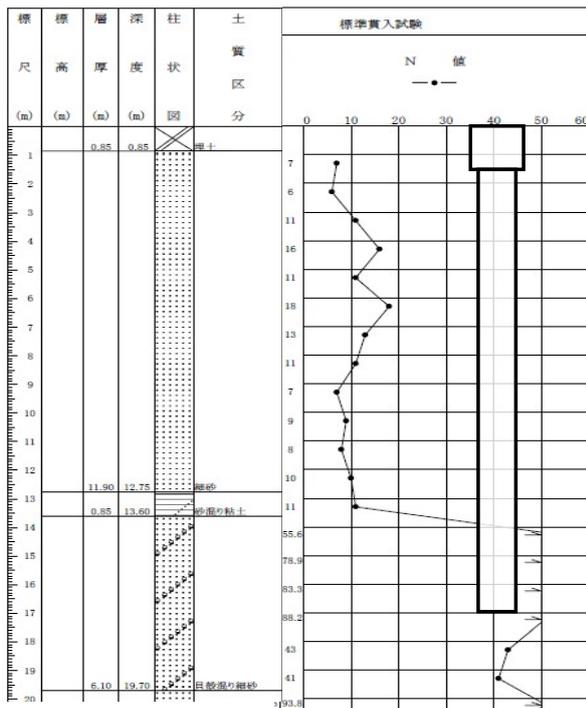


図-10 土質柱状図

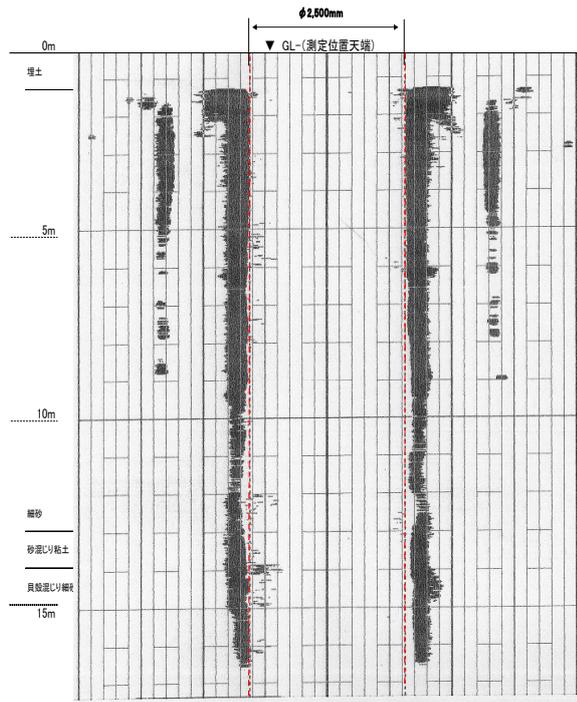


図-11 孔壁測定結果

図-11 孔壁測定結果を示す。一部孔壁が乱れているところがあるが、データ収集のため不安定な掘削をあえて行った結果である。

#### 4. まとめ

上記の施工試験の他に、杭径 $\phi 3000\text{mm}$ 、掘削長 $34.7\text{m}$ の施工をホーム上の仮囲いとホーム下の掘削をともに最小限にして実施している。

これらの結果より、本工法は既往の工法には存在しないコンパクトさと十分な施工能力、さらには既往の工法と比較しても遜色のない施工性を持ち合わせている。今後は、現場導入しながら、さらなる改良を図っていく予定である。

本工法は、4社共同研究により各社のニーズが一致し、超低空頭場所打ち杭工法として高いレベルの開発ができたものと自負している。

しかし、駅改良工事においては、杭工事の孔壁防護併進型工法や大型揚重機が不要な工法、さらには線路上空床版の効率的な施工方法等の多種にわたるニーズがあり、これらに総合的に取り組んでいく所存である。