

# 列車運行時間帯における営業線に近接した 大口径場所打ち杭の施工

## 信越線新潟駅高架化工事における孔壁防護併用場所打ち杭工法の適用

柴崎 佑典・山田 宣彦

線路に近接した狭隘な箇所でも薬液注入などの補助工法を施工することなく、安全に列車運行時間帯における杭の施工が可能な工法として、孔壁防護併用場所打ち杭工法を開発した。新潟駅付近連続立体交差事業に伴い、営業線に近接して高架橋を構築する工事において、営業線のホーム上で施工する大口径（φ2,800 mm）場所打ち杭 15 本に対して、孔壁防護併用場所打ち杭工法を適用し、その安全性を実証することができた。

キーワード：営業線近接、大口径場所打ち杭、孔壁防護

### 1. はじめに

駅改良工事等のプロジェクトでの場所打ち杭は、施工環境が狭隘かつ軌道にも近接していることから、万が一孔壁が崩壊した場合には、列車運行安全性が確保できないため、列車運行時間帯外の線路閉鎖間合いでの作業が多くなる。また孔壁崩壊を防止するためには、薬液注入等の補助工法による大規模な防護工が必要であることから、工期や工事費が増大する傾向にある。これらの問題を解決するため、杭孔の掘削と同時に孔壁の防護を施し、線路に近接した狭隘な箇所においても、孔壁崩壊による軌道変状リスクを極限まで減らすことにより列車運行時間帯での施工を可能とした、孔壁防護併用場所打ち杭工法（以下「本工法」という）（機械名称：ポータル JET-32、以下「本掘削機」という）を開発した。本稿では本工法の概要および新潟駅高架化工事への適用例について報告する。

### 2. 本工法の概要

本工法で使用する掘削機（本掘削機）の形状を図-1に示す。

#### (1) 工法特徴

- ・土質条件により孔壁崩壊の危険性が高い範囲に、孔壁防護用のライナープレートを掘削と同時に沈設する。ライナープレートと地山の間に裏込め材を充填しながら沈設することで、掘削の進行にあわせて即時に孔壁を防護する<sup>1)</sup>。なお、ライナープレート下

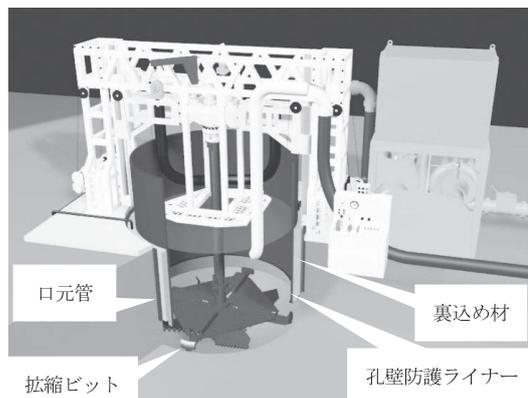


図-1 本掘削機の形状

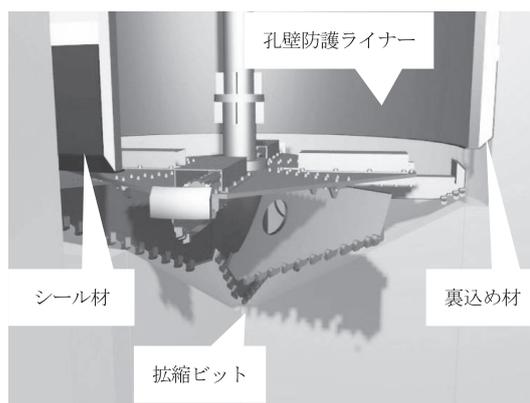


図-2 孔壁防護機構

端には、孔壁の凹凸に追従できる裏込め材漏出防止用のシールを取付けている（図-2）。

- ・孔壁崩壊防護範囲と、以深の設計杭径との杭径の違いに対応可能な拡張ビットを装備。
- ・空頭および幅の制約に対応したコンパクトな門型フレーム構造で、直径3m級の杭も、ホーム上の小

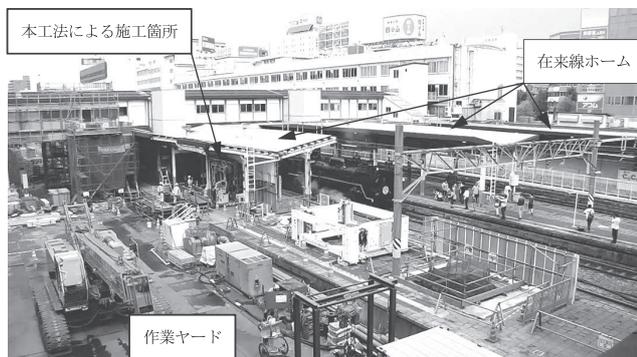
さな仮囲い内 (5 m × 8 m 程度) で施工が可能。

(2) 本掘削機の仕様

- ・形式：トップドライブ式リバーサーキュレーションドリル
- ・外寸：(H) 3,200 × (L) 5,000 × (W) 2,200 mm
- ・穿孔能力：深度 50 m, 孔径 φ 800 ~ φ 3,000 mm, 孔壁防護部掘削径：φ 2,000 ~ φ 3,400 mm
- ・掘削機本体重量：約 10 tf
- ・リバーサーロッド：8 インチ, L = 1.5 m (120 kgf/本)

3. 工事概要

新潟市が事業主体となる新潟駅連続立体交差事業は、新潟駅付近の約 2.5 km について道路と鉄道との連続立体交差化を行うものであり、JR 東日本が鉄道関連工事の施工監理を実施している。本工事は、新潟駅高架化駅東工区を構築するものである (写真—1)。本工法による施工箇所は、図—3 に示す平面図のうち、営業線ホーム上の場所打ち杭 15 本 (φ 2,800 mm, L = 22.0 m ~ 28.0 m) である。



写真—1 施工箇所全景

4. 施工実績

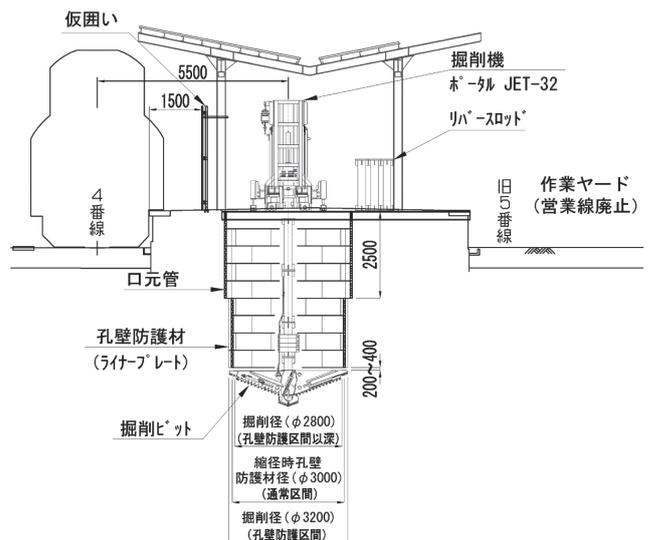
杭径 φ 2,800 mm, 杭長 L = 22.0 m の場所打ち杭を、本工法にて施工した。作業箇所の断面図を図—4 に、施工フローを図—5 に示す。

(1) 準備工

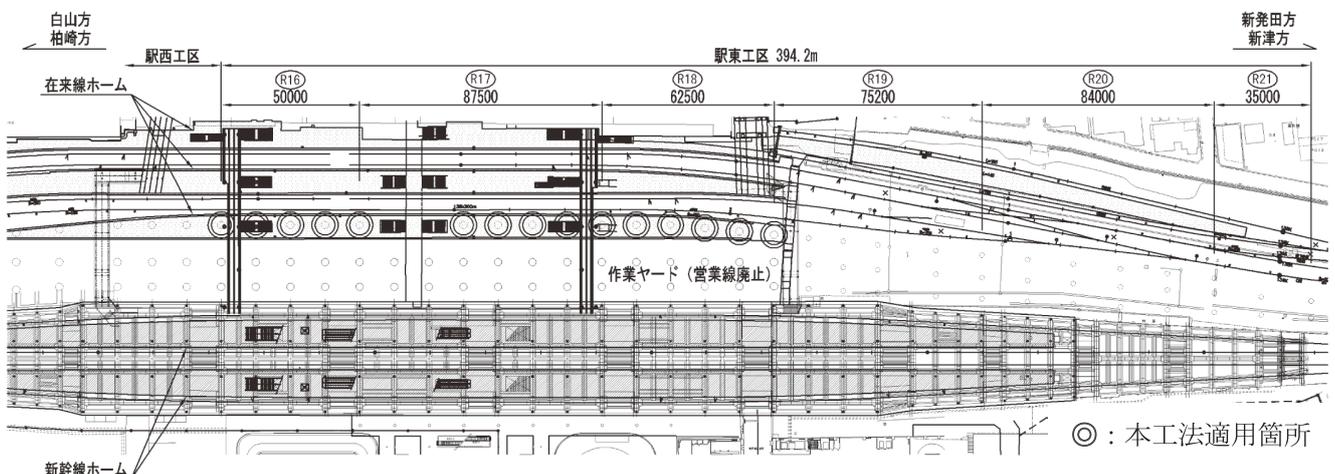
旅客の乗降スペースとして、営業線側ホーム縁端からの離隔を 1.5 m 確保して仮囲いを設置した (写真—2)。表層地盤の崩壊防止および掘削ビットのセットのため、口元管として φ 3,400 mm のライナープレート (ライナープレート) を 2.5 m の深さまで設置した。

(2) 孔壁防護区間掘削工

孔壁防護は、φ 3,000 mm のライナープレート (写真—3) を、孔壁崩壊の危険性が高い口元管下端から 9.0 m の範囲 (地表面より 11.5 m) に、φ 3,200 mm



図—4 作業断面図



図—3 信越線新潟駅付近高架化駅東工区平面図

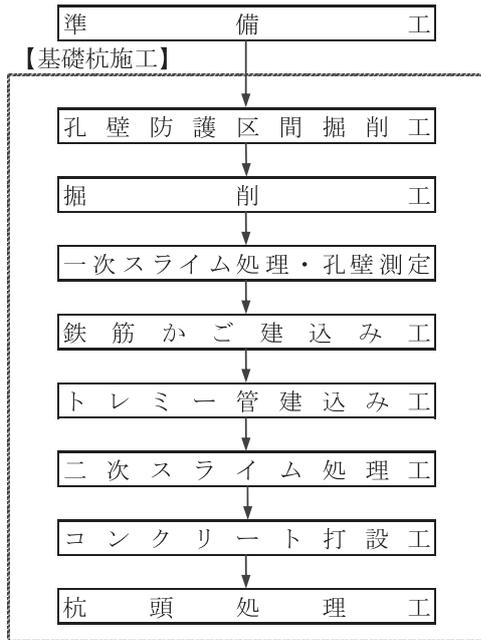


図-5 施工フロー

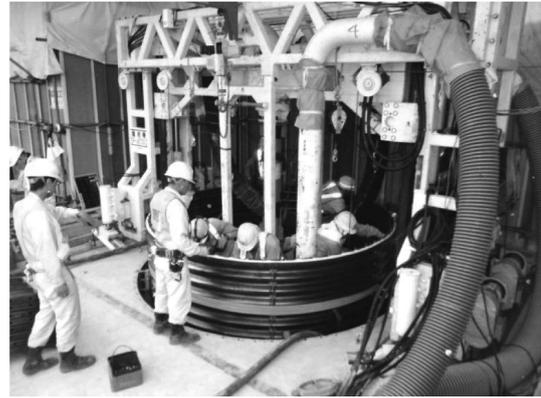


写真-4 ライナープレート組立



写真-5 裏込め材充填



写真-2 ホーム上仮囲い

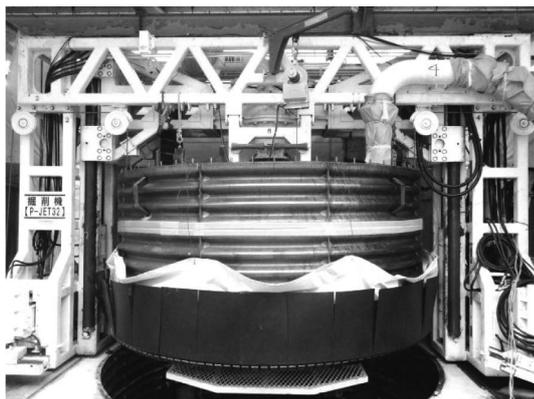


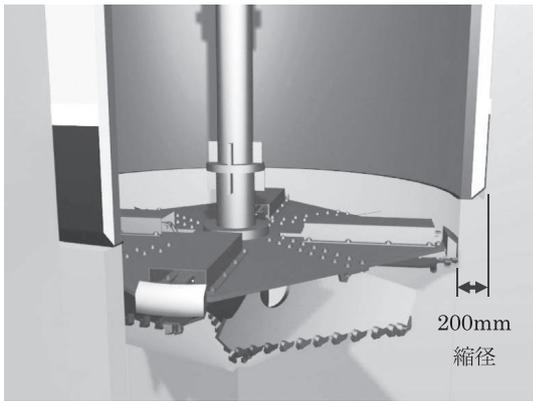
写真-3 本掘削機，孔壁防護材および裏込めシール材

での掘削と併行して沈設した。ライナープレートは、地上で人力にて組立(写真-4)、順次積上げ、門型フレームから吊り下げられるワイヤーを用いて、自重により沈設した。孔壁面とライナープレートとの隙間には、自己充填性の裏込め材を充填した(写真-5)。裏込め材は、掘削中断などトラブルへの対応として、

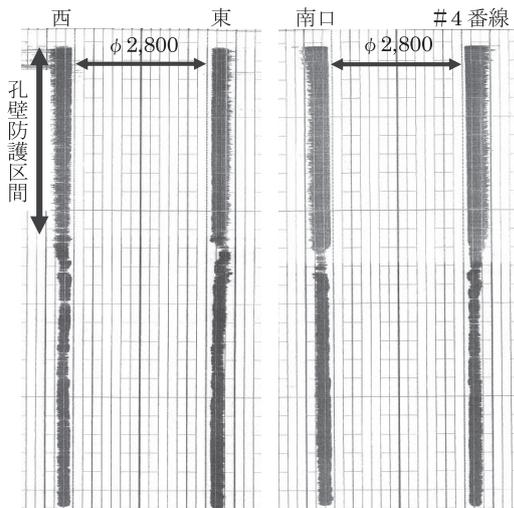
48時間程度流動性を確保できる配合とし、比重は1.13程度である。掘削時には、掘削ビットとの接触によるライナープレートの損傷防止および先掘り防止のため、ライナープレート下端と掘削ビット上面との離隔を常時200mm～400mm以内に納まるように管理した。ライナープレートの組立時間は、1リング(高さ500mm)あたり10分程度であり、孔壁防護区間の掘削速度は平均20mm/分程度であった。掘削作業は、昼間の列車運行時間帯に実施した。

### (3) 掘削工

計画深度までライナープレート沈設完了後、掘削ビットをφ3,200mmから杭設計径のφ2,800mmに縮径し(図-6)、所定の深度まで掘削を行った。掘削速度は平均25mm/分程度であった。掘削完了後、超音波測定機を用いて孔壁測定を行った。表層部から支持層までの地層は、緩い中砂および粗砂である。図-7に示す孔壁測定結果から、崩壊もなく鉛直に掘削できていることがわかる。掘削作業中の軌道への影響を把握するため、作業開始前と作業終了後に隣接線のレールレベルを光波測距儀にて測定した。施工中の計測は毎回行っているが、変位量は1mm程度であるため、軌道への影響はないと判断した。



図一六 掘削ビット縮径

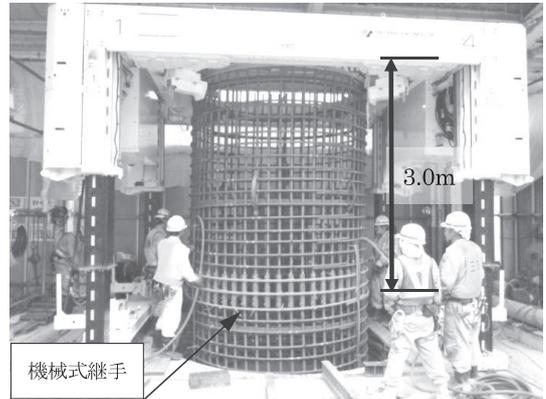


図一七 孔壁測定結果

(4) 鉄筋かご建込み工

場所打ち杭施工時のホーム上家の撤去復旧およびそれに伴うケーブル移設を不要とするため、鉄筋かごの建込みは、鉄筋かごを3.0mに分割し、機能追加型リフターによる建込みを行った(図一八)。機能追加型

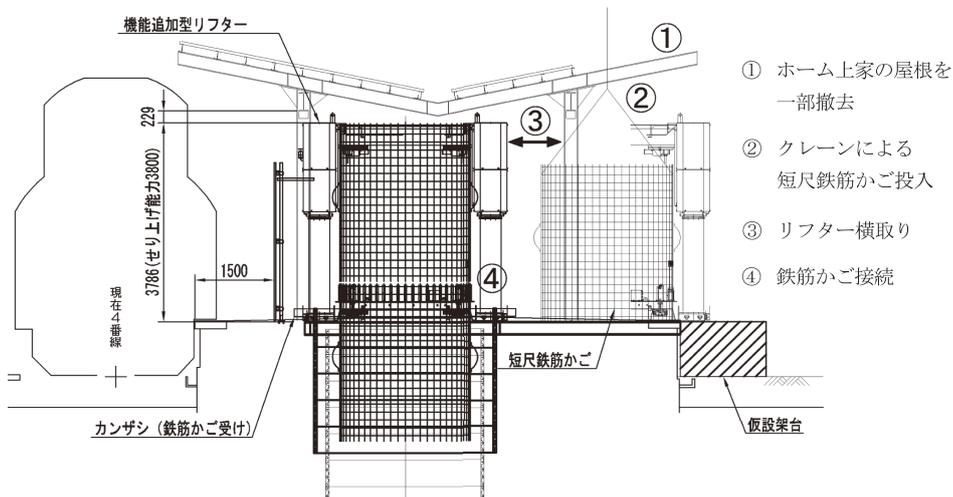
リフターは、ホーム上家による空頭制限下で、鉄筋かごの建込みを限られた時間内に効率的に施工すること、杭の大口径化に伴い鉄筋かごの重量が大幅に増加することへの対応を目的として開発した(写真一六)。表一にその仕様を示す<sup>2)</sup>。主筋(D32)の継手は機械式継手(グラウト充填タイプ)を使用した。



写真一六 鉄筋かご建込み

表一 機能追加型リフター仕様

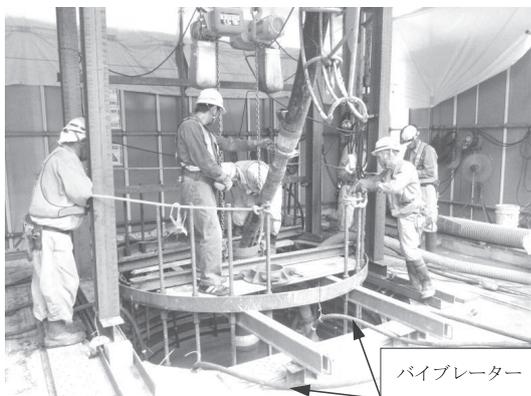
せり上げ能力	32t (荷重中心はリフター中央部)
揚程	225 ~ 3,555 mm
ストローク	3,130 mm = 1,250 mm (ビーム昇降) + 1,880 mm (リフト伸縮)
昇降速度	上昇 1,000 mm/分, 下降 1,500 mm/分
走行フレーム	車輪 4 輪 × 4 = 16 輪 (人力駆動)
油圧ユニット	AC 三相 200 V/220 V モータ出力 3.7 kW × 4 基
外径寸法	幅 3,887 mm, 奥行き 5,259 mm 高さ 3,879 mm ~ 2,000 mm (適用杭径 φ 2,800 ~ 3,000 mm)
質量	約 9.6 t



図一八 鉄筋かご建込みステップ

### (5) コンクリート工

コンクリートは、トレミー管を用いてポンプ車による打設を行った(写真一七)。過去の大口径杭のコンクリート打設実験結果<sup>3)</sup>より、コンクリートが充填可能なスランブを、トレミー管口元で20.5 cm以上として管理した。スランブの許容誤差を考慮し、打設するコンクリートの配合は30-23-25Nとした。杭頭部付近は、帯鉄筋D32が100 mmピッチで配筋されている。かぶり部の充填不良を防止するため、杭設計天端より2.8 mの区間(1D区間)は、バイブレーターを用いて締固めを実施した<sup>4), 5)</sup>。バイブレーターは10本用意し、コンクリート打設前に計画の高さに設置しておいた。



写真一七 コンクリート打設

## 5. おわりに

営業線のホーム上、上家による空頭制限下における作業環境で、本工法を適用した。現在大きなトラブル

もなく施工中である。孔壁崩壊の危険性が高い地盤において、スタンドパイプや薬液注入工等の補助作業なしに、列車運行時間帯に軌道に対して影響を与えることなく施工できることを確認した。引き続き本工事の施工にあたり、関係者の皆様のご協力のもと安全に工事を進めていく所存である。

JCMA

### 《参考文献》

- 1) 大塚隆人・高崎秀明・池本宏文・和田旭弘・栗柄基彰・山田章史：掘削同時孔壁防護機能を有する大口径場所打ち杭の防護機構，土木学会第66回年次学術講演会概要集，Ⅲ-241,pp.481-482
- 2) 岡田尚千・滝沢聡・溝口洋一・竹田茂嗣：機能追加型リフターによる鉄筋かごの建込み，土木学会第67回年次学術講演会概要集，Ⅳ-413,pp.825-826
- 3) 山内真也・上田学・池本宏文・柳博文：大口径場所打ち杭を模擬したコンクリート打設実験，土木学会第66回年次学術講演会概要集，Ⅳ-367,pp.733-734
- 4) 池本宏文・鈴木啓晋・柳博文・山内真也：大口径場所打ち杭における杭頭部コンクリートの締固めに関する基礎試験，土木学会第67回年次学術講演会概要集，Ⅳ-406,pp.811-812
- 5) 山内真也・柳博文・鈴木啓晋・池本宏文：大口径場所打ち杭における杭頭部コンクリートの締固めに関する大型試験，土木学会第67回年次学術講演会概要集，Ⅳ-407,pp.813-814

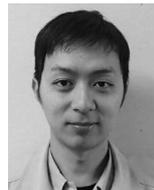
### 【筆者紹介】

柴崎 佑典 (しばさき ゆうすけ)

鉄建建設㈱

関越支店 鉄建・前田・東亜・加賀田組共同企業体

工事管理者



山田 宣彦 (やまだ のぶひこ)

鉄建建設㈱

土木本部 エンジニアリング部

課長代理

