

線路に近接した大口径場所打ち杭の施工機械の実証試験

東日本旅客鉄道株式会社	正会員	○大塚 隆人
東日本旅客鉄道株式会社	正会員	高崎 秀明
東日本旅客鉄道株式会社	正会員	鈴木 啓晋

1. はじめに

大都市圏の鉄道施設改良では、工事用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などから施工条件が厳しく、線路に近接して場所打ち杭を構築する場合には軌道への影響を低減する対策工や施工機械の配置が線路に支障するため夜間短時間での施工になるなどの制約条件があり、工程が長期化するケースが多い。このような課題に対して、線路に近接した狭隘な箇所において列車運行時間帯での作業を可能とするため、掘削と同時に省スペースで杭の孔壁防護を可能とする場所打ち杭について検討を進めている。具体的には、表層に孔壁崩壊の危険性が高い地盤が存在する駅ホーム下でのリバース杭（最大径約3.0m）の施工を想定し、掘削と同時に防護管を挿入して孔壁を保護することにより、孔壁の大規模な崩壊を防ぐ工法である（図1）。本文では、試作機による実証試験を行い、施工性および施工時間について検証したので報告する。

2. 試作機概要

図2に試作した掘削機の概要を示す。掘削機は、杭孔を跨ぐ門型の形状とし、側部固定部に沿って上下移動するフレームを持つ。防護管は門型上部から吊り下げ、その組立と延長を掘削ビットの下降と並行して行うことで、より短時間で杭孔の掘削を行うことができる。防護管には、掘削土留工に用いるライナープレートを使用することとし、最下段に治具を設置して門型上部から吊り下げ、順次上段に接合する。防護管の機能は孔壁の肌落ち程度に対する防護を想定しており、内側は泥水が満たされている。防護管と孔壁との間は、流動性のある充填材を注入することで、より確実に孔壁防護を図ることとするが、施工中は十分な流動性を有し、施工終了後に硬化するものを選定する。杭孔内の防護管を維持したまま容易にビットを回収するため、掘削ビットは縮径可能としている。

3. 試験概要

実証試験は、試作機を用いて駅ホームを模擬した狭隘な空間（図3）で実際に施工を行い、施工性および施工時間の検証を行うことを目的とした。試験杭の設計径は $\phi 2800$ で、防護管を挿入する箇所については $\phi 3000$ の防護管を吊り下げるため掘削を $\phi 3150$ とした。試験位置は細砂を主体としたN値2～16の砂質系地盤で、

キーワード 場所打ち杭、近接施工、機械、施工時間

連絡先 〒151-8512 東京都渋谷区代々木二丁目2番6号 東日本旅客鉄道株式会社 東京工事事務所 TEL 03-3379-4353

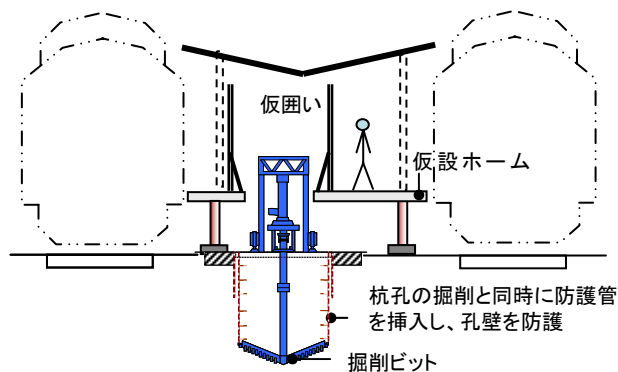


図1 開発イメージ

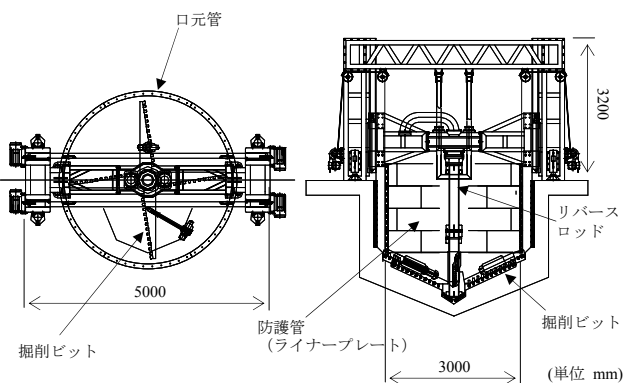


図2 試作機概要図

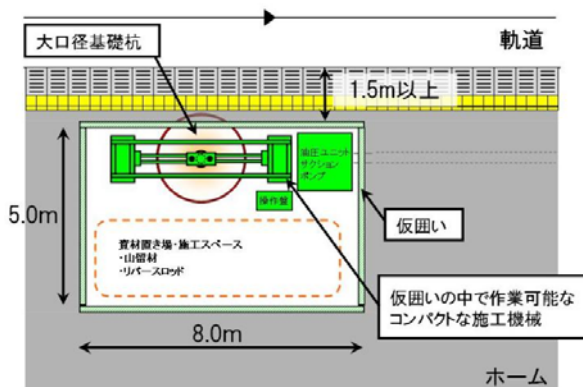


図3 施工条件（駅ホーム）

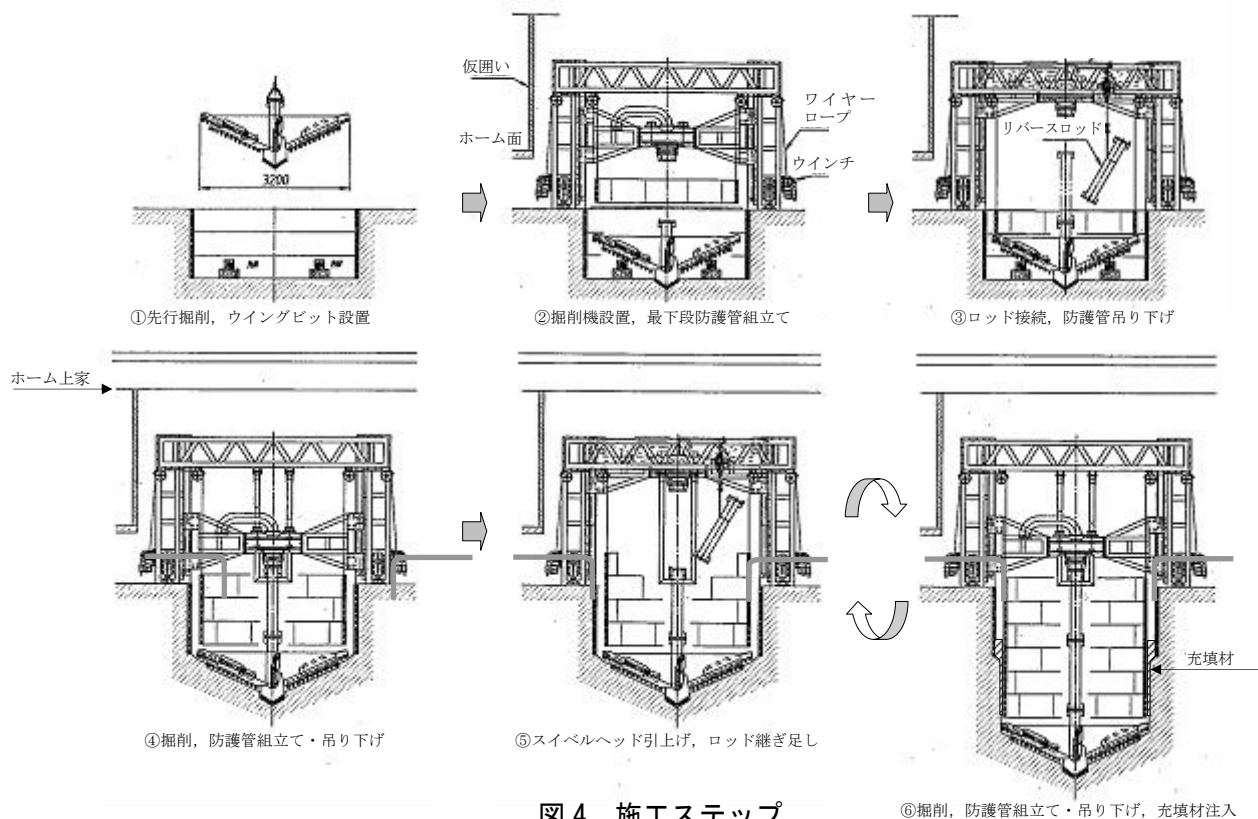


図4 施工ステップ

地下水位はGL-0.6mであった。狭隘空間の再現は、単管やH鋼等を用いてホーム上の仮囲いやホーム下の狭隘空間、施工機械や仮置き資材の占有スペースを再現した。図4に施工ステップを示す。掘削機、ロッド管、ウイングビットを設置した後、先行掘削孔内に泥水を注入し、掘削を開始したら、その進行にあわせて防護管の組立て・吊り下げを行う。杭孔と防護管の隙間にはパイプを差し込み、流動性のある充填材を注入する。掘削深度が1.5mに達したら、ビットおよびロッド管を仮受けするとともに、ウイングビットの回転および泥水の給排水を停止し、スイベルヘッドを上昇させてロッド管を継ぎ足す。以下、掘削深度1.5mごとに、ロッド接続から掘削、充填材注入および防護管組立て・吊り下げの繰返し作業を行う。表層の孔壁防護が必要な深度まで掘削と防護管の降下を終了したらウイングビットを縮径し、杭基礎の形成に必要な深度まで掘削を行う。

4. 試験結果および考察

防護管の組立てや充填材注入作業等の施工は、ホーム下の作業もあったが特に問題なく行うことができた。施工時間については、各作業項目について作業時間を測定し、そのデータからサイクルタイムを算出して検証することとした。試作機による掘削・ロッド組立て・防護管組立て・防護管吊り下げのサイクルタイムは下表となった。ここで、大都市圏での駅改良を想定し、杭長40.0m（先行掘削1.5m、機械掘削38.5m）、防護深度10.0mの場所打ち杭の施工時間を、実証試験のサイクルタイムをもとにシミュレーションすると、機械掘削は2日以内に完了できる。今回のシミュレーション結果は各作業の累計時間で計算しているが、防護管組立て・吊り下げは掘削速度と比較して早いため、随時掘削の進行と並行作業が可能なことを確認しており、これを考慮すれば更に施工時間の短縮が期待できる。

各作業項目のサイクルタイム

	実証試験結果			シミュレーション結果				
	単位	数量	サイクル タイム	単位	数量	サイクル タイム	時間	
							(min)	(hour)
試作機掘削	m	5.67	20.5 mm/min	m	38.5	20 mm/min	1925	32
ロッド組立	本	5	6.4 mini/本	本	25	7.5 mini/本	187.5	3
防護管組立	R	9	4.54 mini/R	R	20	5 mini/R	100	2
防護管吊下	R	9	7.68 mini/R	R	20	7.5 mini/R	150	3
合 計							2363	40

R：防護管1段分（高さ500mmのライナープレート）

5. まとめ

本文では、線路に近接した狭隘な箇所、列車運行時間帯に施工可能な場所打ち杭の試作機を用いて実証試験を行ったので報告した。引き続き、実施工に向けて施工方法の深度化を図っていきたい。