

## 空頭制限下での新しい場所打ち杭施工機械の適用

東日本旅客鉄道㈱ ○正会員 川口 大輔  
 東日本旅客鉄道㈱ 正会員 和田 旭弘  
 東日本旅客鉄道㈱ 正会員 中村 瑞穂

### 1. はじめに

駅ホーム上で場所打ち杭を施工する場合には施工機械や鉄筋籠建込み時にホーム上家が支障し、上家の撤去復旧や付随するケーブルの移設等が発生する。今回、上家のある空頭制限下でも配置可能で、掘削と同時に孔壁防護を行える杭掘削機と、新しい鉄筋籠建込み装置（リフター）を開発し、適用した。本報告では、他の場所打ち杭工法との比較しながら、孔壁防護併用場所打ち杭の施工結果について報告する。

### 2. 開発機械概要

#### (a) 孔壁防護併用場所打ち杭掘削機

駅ホーム部より場所打ち杭施工を行う場合、表層部の盛土層や緩い砂層など孔壁崩壊の可能性があるため、孔壁防護が必要となる。新しい杭掘削機は掘削と同時に防護用のライナープレートを継ぎ足しながら沈設させることで、孔壁防護を行う工法である。防護ライナーは最下段に治具を設置して掘削機上部よりウインチで吊り下げる構造となっている。防護ライナーと削孔壁面との間に隙間が生じるが、この隙間に裏込め材の充填を行う。また、掘削ビットは、ビット径の伸縮が可能な構造となっており、防護ライナーを設置した状態で掘削ビットを回収できる機構となっている。図-1に孔壁防護併用による場所打ち杭の概要を示す。

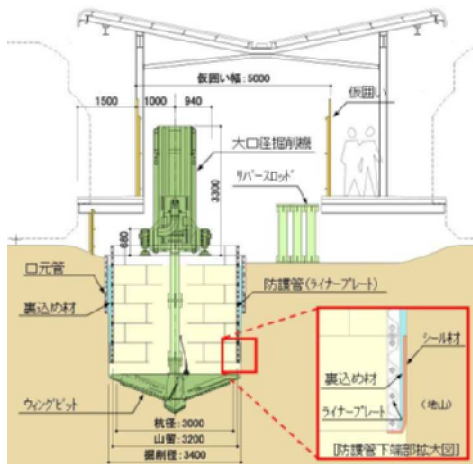


図-1 孔壁防護併用場所打ち杭施工概要断面図

#### (b) 機能追加型リフター（鉄筋籠建込み装置）

門型の油圧リフターであり、上家のある空頭制限下でも配置可能で作業性を確保するため、昇降可能領域を大きくしている。これにより場所打ち杭における、短尺籠の運搬および建込を可能とした。

### 3. 施工条件

#### (a) 地質

当該現場の場所打ち杭は、杭径φ2.8m、杭長22.0mである。地質条件を以下に示す。

- ・地下水位が高い（GL-1.400）
- ・地質条件はすべて砂層、表層付近はN値5程度の緩い砂層
- ・表層から10m付近までは液状化地盤

#### (b) 工法状況

孔壁防護併用場所打ち杭機による掘削時の施工状況を図-2、図-3に示す。掘削は昼間の列車運行時間帯に行い、地表部には口元管としてφ3.4mのライナープレートを2.5mの深さまで深礎工法により設置している。孔壁防護用ライナーの設置範囲は、線路からの近接状況、地質条件およびボーリングの検討結果を考慮し、口元管下端から9.0mの範囲とした。また孔壁防護ライナー（φ=3.2m）のため、掘削初期は3.2mの径で掘削を行っており、その後ビットを2.8mまでに縮小して杭底まで掘削を行っている。掘削時の孔内水位は地表面-0.85mの深さとし、地下水位との水頭差2.3mを確保した。

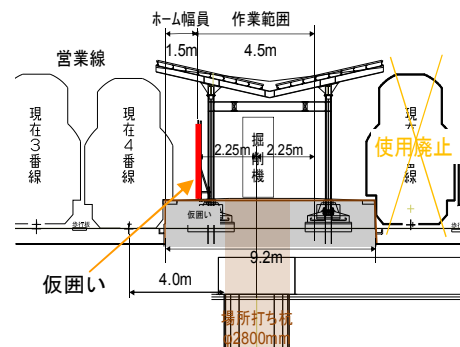


図-2 杭掘削時の施工断面

キーワード 鉄道 孔壁防護 大口径 場所打ち杭

連絡先 〒370-8543 群馬県高崎市栄町6番26号 東日本旅客鉄道株式会社 上信越工事事務所 工事管理室 TEL027-324-9369  
 〒950-0086 新潟県新潟市花園1丁目1番3号 東日本旅客鉄道株式会社 上信越工事事務所 新潟工事区 TEL025-245-2461



図-3 防護ライナー施工状況

#### 4. 比較結果

##### (a) 掘削能率

当該現場で施工した、孔壁防護用場所打ち杭とリバース工法で施工した杭、線路近接範囲外で実施したオールケーシング杭(各φ2.8m)掘削速度比較を表-1に示す。

|                                          | ①A-1                                                | ②A-2                   | ③A-3                   | ④A-4                   |
|------------------------------------------|-----------------------------------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| 工法                                       | 空頭制限下場所打ち杭工法                                        | リバース工法                 | リバース工法(RCD工法)          | オールケーシング工法             |
| 杭径<br>(ライナー区間の杭径)                        | 2.8m<br>(3.2m)                                      | 2.8m                   | 1.8m                   | 2.8m                   |
| 杭断面積比                                    | 2.4                                                 | 2.4                    | 1                      | 2.4                    |
| 杭長                                       | 22.0m                                               | 28.0m                  | 18.0m                  | 22.0m                  |
| 杭1本あたりの掘削時間                              | 18.2時間                                              | 15.5時間                 | 7.5時間                  | 7.4時間                  |
| 掘削時間(分/m)                                | 39.3min/m<br>(51.5min/m)                            | 31.4min/m              | 13.9min/m              | 20.2min/m              |
| 掘削時間(分/m <sup>2</sup> )<br>(ライナー区間の掘削時間) | 6.38min/m <sup>2</sup><br>(8.36min/m <sup>2</sup> ) | 5.10min/m <sup>2</sup> | 5.46min/m <sup>2</sup> | 3.28min/m <sup>2</sup> |

表-1 杭掘削速度一覧

当該現場とリバース工法を用いた杭の防護ライナー設置区間(口元管から9m間)の掘削速度と比較すると、リバース工法の杭掘削時間は1mあたり31.4分に対し、孔壁防護併用場所打ち杭工法は39.3分と1.25倍の時間を要した。なお、防護用ライナー設置区間以深ではほぼ同じ掘削速度であった。

##### (b) 孔壁状況

孔壁防護併用場所打ち杭工法における超音波による孔壁測定結果を図-4に示す。孔壁防護区間の下部においては掘削径が最大で3.3mとなり防護区間の径よりも余分に掘削されている。これは当該現場の地層が一様に崩れやすい細砂層であることが、掘削径が広がった原因として考えられる。

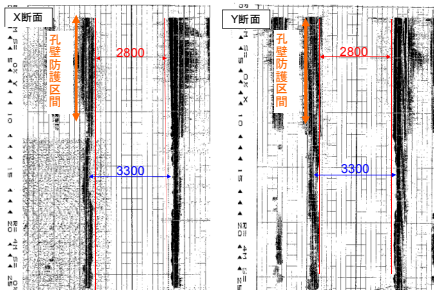


図-4 超音波孔壁測定結果(φ2.8m, φ3.3m)

##### (c) 鉄筋籠建込

図-5,図-6にホーム上のリフター設置状況と写真を示す。リフターの機械寸法は幅5.6m×高さ3.2m×奥行2.3mである。

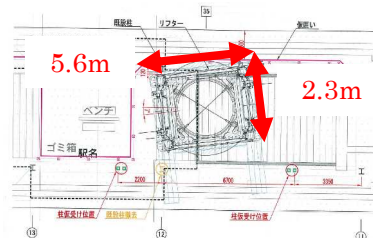


図-5 リフター設置状況



図-6 リフターおよびクレーンによる鉄筋籠建込状況

リフターを使用した場合とクレーンを用いた場合の鉄筋籠建込時間を図-7に示す。

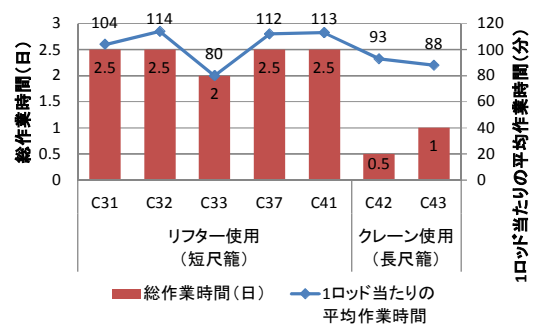


図-7 リフター使用とクレーン使用時の建込時間の比較

クレーンを使った場合は1ロッド(9m)当たり平均90分で建て込んだ。リフターを使用した場合、1ロッド(3m)当たり平均105分かかっており、通常のクレーン建込みと比較すると17%程度建込み時間が増加している。これは、リフターを用いた場合に鉄筋籠の個数が増え、それぞれを接続する機械式継手による継ぎ回数が7回と多いため、作業時間がかかっている。なお鉄筋籠の建込精度については、いずれも問題ないことを確認している。

#### 5. まとめ

本報告では、孔壁防護併用の場所打ち杭施工機の開発と特徴について述べ、現場での適用事例と他の場所打ち杭施工との比較を行い、以下のことが分かった。

- ・孔壁防護箇所は防護用ライナー設置区間の掘削に時間を要するが、それ以外の区間について掘削能率はリバース工法と比べ変わらない。
- ・機能追加型リフターを用いた場合も、精度よく建込みが可能であるが、施工時間はクレーンに比べて時間を要する。

本工法の選定においては、上家撤去復旧やケーブル移設等の総合的な工期、コストを考慮し、施工法を選定するのがよい。