

小径深礎工法の機械化に伴う高効率排土方法の開発

鉄建建設(株) 正会員 ○ 盧 海洋 正会員 岩瀬 隆
 東日本旅客鉄道(株) 正会員 金田 淳 正会員 大野 啓介

1. はじめに

鉄道営業線に近接して杭工事を施工する場合、施工場所が狭隘かつ厳しい空頭制限があり掘削機械の持込みができず、人力掘削による深礎工法が基本となっており、機械掘削と比べて工期やコストの増大を招いている。加えて作業環境が過酷であり、作業員の高齢化もあり、担い手不足の傾向は否めない状況にある。そこで、深礎工法の機械化を図ることで省人化を実現させ、作業環境の改善と生産性の向上を目指して機械式深礎工法（以下 Shinso-MaN 工法）を開発した¹⁾。Shinso-MaN 工法においては掘削作業の効率化と同時に排土作業の効率化も図っている。

本稿は高効率排土方法の有効性を確認するために実施した性能確認試験について報告するものである。

2. 開発概要

従来使用されているベビーホイストによる排土バケツの楊重では機器の設置は容易であるが、楊重能力と巻上速度が低いため、掘削作業を停滞させることがある。一方、Shinso-MaN 工法ではベビーホイストを高出力のウインチに変えることで、楊重能力と巻上速度の向上を図った。ウインチ操作は PLC（Programmable Logic Controller）制御を取り入れ、自動加減速により排土バケツの高速移動を実現させた。制御システムは図-1 に示す構成でプログラムの書き込みにより自動加減速が設定できる。操作はタッチパネルまたは押しボタンスイッチで行い、タッチパネルでは図-2 に示すように排土バケツの位置や状況を可視化できるようにしている。

安全性にも配慮し、急加減速を防止するため PLC 制御器とウインチの間にはインバータを設置してスムーズな加減速ができるようにした。排土バケツの高速化により荷振れの危険性が高まることからライナープレートの内側にガイドレールを設置し、排土バケツをレールに沿って移動させる方式とした。さらに、ガイドレールには位置検出センサを設置し、排

土バケツの位置をリアルタイムに把握できるようにしている。図-3 に示す位置検出センサはガイドレールの上下端部と上端から 2m 下部、下端から 2m 上部の 4 ヶ所に設置した（図-4 参照）。上下端部の 2 ヶ所については当該箇所を達したらウインチの動作を即時停止するよう設定し、過巻上げによる排土バケツやウインチの損傷と過巻下げによる排土バケツの脱線を防止している。一方、上下端部より 2m 離れた位置のセンサは速度切替点の機能を持たせ、排土バケツが当該箇所を通過した際に高速と低速との切替を行う。これにより排土バケツの走行が端部では低速に、中間部では高速に設定でき安全かつ高効率な排土バケツの走行を可能にしている。

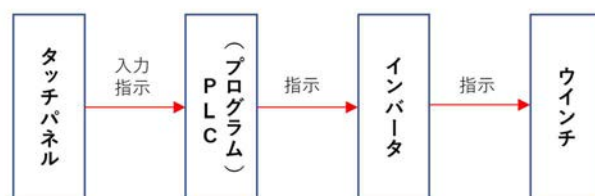


図-1 制御システム



図-2 タッチパネル画面

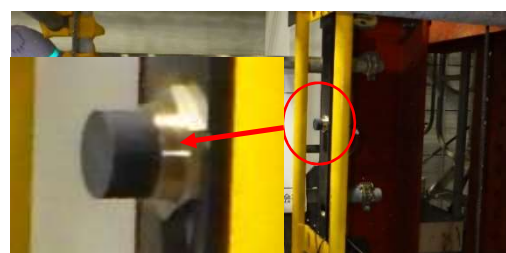


図-3 位置検出センサ

キーワード ウインチ制御, 加減速, 高速化, 排土方法

連絡先 〒286-0825 千葉県成田市新泉 9-1 鉄建建設建設技術総合センター TEL 0476-36-2359

3. 性能確認試験

性能確認試験は図-4 に示すように高低差 11m の架台を設置し、従来のベビーホイスタイプと開発したウインチタイプそれぞれで排土バケツの楊重を行った。使用機器の基本性能を表-1 に示す。ウインチはベビーホイスと比較して電動機出力が約 4 倍、吊上能力が約 1.5 倍、巻上速度が約 3 倍となっている。性能試験においては以下の項目について比較を行った。

- (1) 巻上所要時間
- (2) 施工効率化
- (3) 安全性の確保

4. 試験結果

- (1) 巻上所要時間

高低差 11m の楊重作業において従来型は 50 秒、それに対して開発型は 17 秒であり約 1/3 に短縮することができた。

- (2) 施工効率化

従来型では排土バケツ内の積載荷重が約 60kg であったのに対して開発型は約 200kg と 3 倍以上の積載が可能であり、巻上所要時間も含めて大幅な効率化を図ることができた。

- (3) 安全性の確保

従来型では手動運転のため、安全ではあるが操作者がその場を離れられない状況であった。それに対して開発型は自動運転のため、ワンタッチで動作が可能である上、位置センサによる自動制御で試験中に過巻や逸走等は生じなかった。また、インバータにより過負荷による過電流が生じた際にも自動停止し、機器への安全性も確認できた。

5. まとめ

本試験を通して、以下の知見を得ることができた。

- (1)開発型ではウインチを採用したことにより、巻上所要時間を従来のベビーホイスによる巻上よりも所要時間を約 1/3 に短縮できた。
- (2)開発型は従来型に比べて積載能力が高く高効率化を図ることができた。
- (3)制御プログラムと位置検出センサにより、開発型は自動運転にもかかわらず、従来型と同等の安全性を確保できた。

今回の性能確認試験の結果により、開発型の有効性が確認できた。今後は、Shinso-MaN 工法の排土機

構として採用していく予定である。

その他にも、資機材運搬用の工事エレベーターとしての応用も可能であり、適用箇所を増やし生産性向上につなげたい考えである。

参考文献

1) 湊，金田ほか：狭隘な駅改良工事等における機械式深礎工法の開発，建設機械施工 Vol.75 No.3, 2023.3

表-1 巻き上げ機性能比較

機械種別	ベビーホイスタイプ	ウインチタイプ
型式	BH-N815	MA-3
電源	単相 100V	三相 200V
電動機出力	0.58 kW	2.5 kW
質量	19 kg	160 kg
吊上能力	250 kg	400 kg
巻上速度	12m/秒	36m/秒 (60Hz)

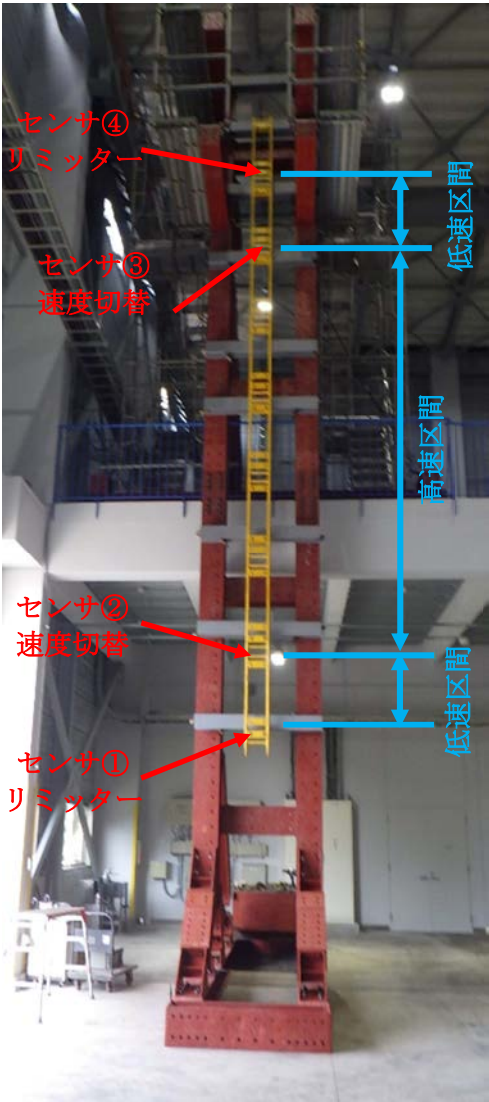


図-4 性能確認試験架台