

小径深礎工法の機械化に伴う高効率排土方法の開発

蘆 海洋*1・岩瀬 隆*1・竹田 茂嗣*2

概 要

営業線近接工事等の狭隘で低空頭制限下で行う深礎工法は、掘削機械の持ち込みができず、人力による施工が基本となっている。そこで我々は、深礎工法の生産性向上を目指し、同工法の機械化を進めている。深礎工法の機械化に伴い、掘削能力が向上することから、従来のベビーホイストとバケツによる排土方法に対し、ウインチと台車を用いてウインチの加減速を制御する効率的な排土方法を開発した。

本開発により台車の巻上所要時間は 17 秒となった。これはベビーホイストとバケツの従来方法による巻上所要時間を約 1/3 に短縮する結果であった。またインバータを用いたウインチの制御により、台車の運転が安全かつ、安定的に管理できることを確認した。

キーワード：ウインチ制御，加減速，高速化，排土方法

DEVELOPMENT OF A HIGHLY EFFICIENT MUCKING SYSTEM FOR THE MECHANIZATION OF A SMALL DIAMETER DEEP FOUNDATION CONSTRUCTION METHOD

Kaiyou RO *1, Takashi IWASE *1, Shigetsugu TAKEDA *2

Abstract

In the proximity of a commercial railway, deep foundations are usually dug with human labor because an excavation machine cannot be brought in due to narrow spaces with a low overhead clearance. To cope with this issue, we are developing a mechanized approach for his type of project, aiming at better productivity for deep foundation systems. Aiming to mechanize deep foundation excavation to improve efficiency, we have developed an effective mucking system with the use of a winch and bogies, controlling the speed of the winch, to replace the conventional method with baby hoist and buckets.

This newly developed system achieved a winching time for bogies of 17 seconds, which corresponds to one-third of the winching time required by the conventional method with baby hoist and buckets.

In addition, it was confirmed also that the control of the winch by an inverter is able to control the operation of bogies in a safe and stable manner.

Keywords: winch control, acceleration and deceleration, speed-up, mucking system

*1 Construction Technology Group, Research & Development Center, Construction Technology General Center

*2 Manager, Construction Technology Group, Research & Development Center, Construction Technology General Center

小径深礎工法の機械化に伴う高効率排土方法の開発

蘆 海洋*1・岩瀬 隆*1・竹田 茂嗣*2

1. はじめに

営業線近接等の狭隘で低空頭制限下で施工する深礎工法は、掘削機械の持込みができず、人力による施工が基本となっている。また、作業員の高齢化等、担い手不足の傾向は否めない状況にある。我々は、このような課題を解決するため、深礎工法の機械化を図ることで省人化を実現させ、作業環境を改善し、生産性の向上につなげていくことを目的に機械化深礎工法の開発を進めている。

ところで、従来より使用されているベビーホイストによる排土方法は操作が簡単であり、設置も容易であるが、吊り上げ能力が低く、巻上速度が遅いため、巻上所要時間を要するなどの問題がある。

そこで、機械化による掘削能力の向上に見合った効率的な速度向上型の排土方法を開発した。

開発した排土方法は、従来使用されているベビーホイストに対して出力の強いウインチを用いることで、排土能力を向上させ、巻上所要時間の短縮を図った。またライナープレートの内側にガイドレールを設置し、排土の運搬はバケツによる方法から、ガイドレールを使用した台車による方法へ変更した。その他、リモコン操作に PLC (Programmable Logic Controller) 制御を取り入れ、自動運転と自動加減速を実現させた。さらにタッチパネルで現状況を監視し、作業の可視化を図った。

本稿は、以上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. 性能確認試験

性能確認試験は写真-1 に示すように建設技

術総合センターの施工実験棟で 11m の架台を設置し、従来型と速度向上型を比較した。

従来型のベビーホイストは写真-2 に示すとおり BH-N815 を使用した。ウインチは写真-3 に示す MA-3 を使用した (ベビーホイスト、ウインチともにトーヨーコーケン製)。

巻き上げ機の性能を表-1 に示す。ウインチの性能は、ベビーホイストと比較すると電動機出力が約 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。



写真-1 架台

*1 建設技術総合センター 研究開発センター 施工技術グループ

*2 建設技術総合センター 研究開発センター 施工技術グループ グループリーダー



写真-2 試験で使したベビーホイス



写真-4 タッチパネル



写真-3 試験で使したウインチ



写真-5 タッチパネル画面

表-1 巻き上げ機性能比較

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



写真-6 押しボタンスイッチ

操作方法は、写真-4～写真-6に示すようにタッチパネルを使用し、タッチパネルによる操作と押しボタンスイッチ操作の二種類を採用した。

制御システムは図-1に示すとおり、制御プログラムを作成して、PLC制御器に書き込み、タッチパネルから自動運転や自動加減速を設定し、過加速と急減速を防止するため PLC 制御器とウインチの間にインバータを設置した。

安全性を考慮し、リミットスイッチ(写真-7)

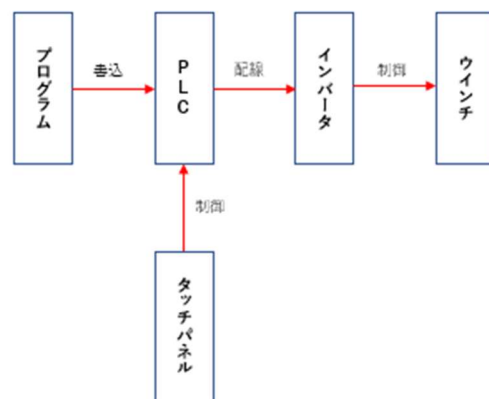


図-1 制御システム



写真-7 リミットスイッチ



写真-8 位置検出センサ

と位置検出センサ（写真-8）を設置し、バケット位置の検出と円滑な速度制御を行った。

3. 試験結果

3.1 巻上所要時間の比較

本試験では従来型の積載荷重を 60kg に、速度向上型の積載荷重は 200kg に設定した（ともにバケットの荷重を含む）。巻上所要時間は、従来型が 50 秒になり、速度向上型（120Hz 駆動）は 17 秒と、約 1/3 に短縮することができた。

3.2 効率化の向上

従来型の作業では、巻き上げ時は人払いを行い、人力の掘削を停止しなければならない。本開発では図-2 に示すシステムを採用し、掘削室内は無人数化を図るため、排土運搬時も継続して掘削を行うことができるようにした。

3.3 安全性の確保

下記 3 点により安全性の確保に努めた。

- ①過巻を防止するため、リミットスイッチを設置した。
- ②位置検出センサを取付けることにより、全体を 3 つの区間に分け、上部と下部は低速運転区間とし、中間部を高速運転区間とした。またセン

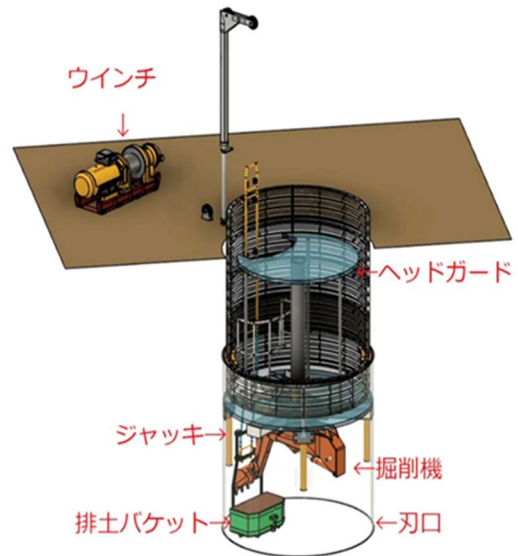


図-2 機械化深礎工法概要図

サの監視によりバケットの運転状況がリアルタイムで把握できるようにした。

- ③過電流、急加減速を防止するため、インバータを設置した。

4. 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本開発による速度向上型の排土方法は、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トによる巻上所要時間の約 1/3 に短縮することができた。
- ②速度向上型の排土方法は従来型に比べて安定的で、円滑な加減速が可能となった。
- ③位置検出センサにより、速度向上型の排土方法は運転状況がリアルタイムで把握できるようになった。

今回の性能確認試験により、速度向上型の排土方法は従来型より排土能力が向上し、巻上所要時間を大幅に短縮できることを確認した。

今後は、機械化深礎工法の施工試験において、実証を行う予定である。また、本装置は、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、適用箇所を増やして生産性の向上につなげていきたい。