

VI-39

路下式深礎掘削機械の開発

大林組 土木技術本部技術第1部 正会員○小山 浩史

大林組 横浜土木総合工事事務所 天野金三郎

J R 東日本 東京工事事務所 森本 武夫

J R 東日本 東京工事事務所 山岸 太一

1. はじめに

近年、高架橋下や既設ビル下といった空頭が限られた条件下での基礎杭工事が多くなっている。現在杭径 $\phi 1\text{m} \sim 3\text{m}$ 、空頭 $4\text{m} \sim 5\text{m}$ の条件下で採用されている基礎杭の施工法としては、①リバース杭工法、②深礎工法などがある。各工法とも施工条件に応じてその特徴を活かされているが、まだ解決されていない課題も種々あるのが現状である。特に深礎工法は、支持層を直接確認できる反面、人力による作業が中心であり、施工方法としても数十年前からほとんど改善されていない工法である。最近では、熟練労働者の減少、作業条件の向上が問題となっており、深礎工法の機械化に対する開発が望まれていた。

以上のような背景のもと、東日本旅客鉄道株式会社と（株）大林組は、深礎工法の掘削及び土砂搬出を低空頭下でも施工できる機械を共同開発した。本報告は、今回試作した路下式深礎掘削機械の概要と掘削性能試験結果について報告するものである。

2. 機械概要

今回開発した機械の全景写真を写真-1に、機械仕様を表-1に示す。掘削および掘削土の中央部への集土はヘリカルドラム自体の回転とセンターシャフト回りの旋回機構により行う。センターシャフト内に取り込まれた掘削土は風送（バキューム）方式により連続的に地上部まで揚土される。

本掘削機の特徴を以下に示す。①機械高さが低く、空頭が限られた場所での施工が可能である。②機械を分割可能としており、狭限な場所への搬入が可能である。③掘削と揚土が同時にでき効率的である。④覆工方式は、ライナープレート、吹き付けコンクリートなど任意に対応可能である。⑤掘削外径は、ヘリカルドラムの先端部を取り替えることにより、容易に変更可能である。⑥対象地盤は、中硬岩および巨礫混じりの礫層を除く全ての地層に対応可能である。⑦機械操作はグリッパー架台上で行うことを基本としているが、地上で操作することも可能である。

3. 施工順序

ライナープレートによる覆工を行った場合の施工順序図を図-1に示す。①グリッパーをライナープレートに当て機械の位置決めをする。②センターシャフトを1旋回当たり数cmずつ貫入させながらヘリカルドラムにより掘削し、同時に風送による揚土を行う。③1リング分（50cm）掘削が完了後、人力によりライナープレートを設置する。④グリッパーを縮め、機体本体を吊るすワイヤーを緩めながらグリッパー

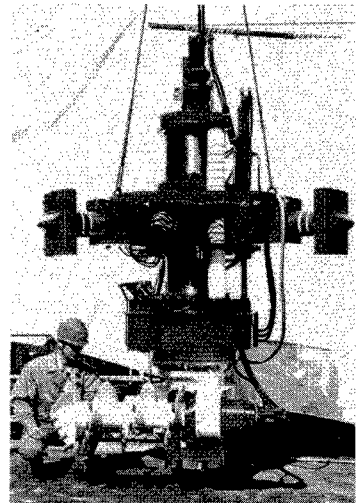
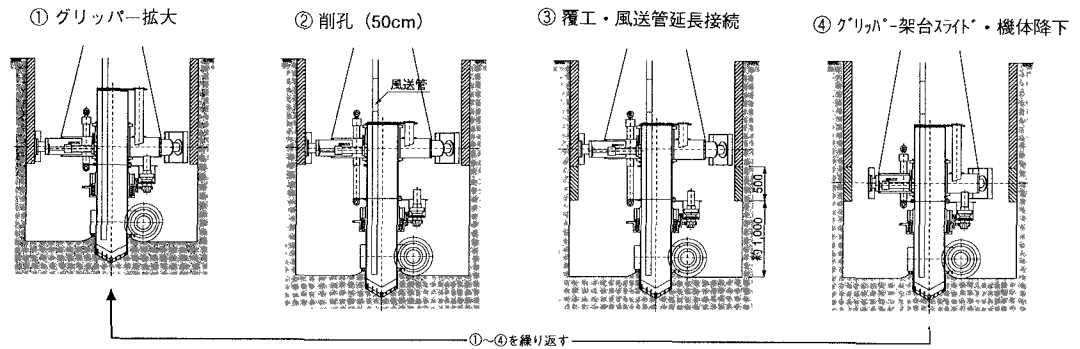


写真-1 機械全景

表-1 機械仕様

ヘリカルドラム	形状 回転数 駆動方式	$\phi 500\text{mm}$ $0 \sim 60\text{rpm}$ 油圧駆動
旋回機構	旋回角度 旋回回転数 駆動方式	360° 全旋回 $0.5 \sim 3\text{rpm}$ 油圧駆動
グリッパー	伸縮方式 シュー寸法	油圧シリンダー-3本 $400\text{mm} \times 400\text{mm}$
グリッパー架台 スライダ機構	スライダ方式 ストローク	油圧シリンダー-1本 550mm
機械寸法	高さ 外径 ヘリカルドラム先端脱着時	2420mm 外径 $\phi 1800\text{mm}$ ヘリカルドラム先端脱着時 $\phi 1500\text{mm}$
機械重量		1650kg
掘削外径		$\phi 1.8\text{m} \sim 3\text{m}$ 程度（標準 $\phi 2.0\text{m}$ ）



図－1 施工順序図

架台をスライドさせる。以下①から④を繰り返す。

4. 掘削性能試験

今回試作した機械の掘削能力・掘削効率を確認する目的で図－2に示す試験装置により掘削性能試験を実施した。同図に示すように、試験では揚土は行わずに、予めセンターシャフト部を箱抜きしておき、切削した土は下に落とし込むこととした。試験ケースを表－2に示す。なお掘削外径は $\phi 2.0\text{m}$ である。

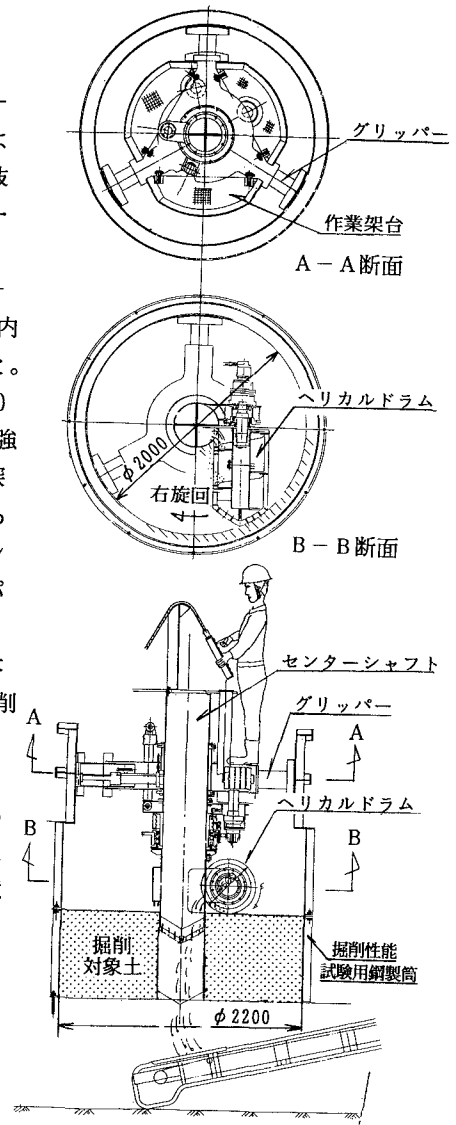
試験結果によると、①どの地盤に対しても、ヘリカルドラム＋旋回機構により、切削した土量のほぼ100%をセンターシャフト内へ横送りしており、本機構で効率よく掘削・集土可能であること。②砂質土および粘性土に対しては、1旋回当たりの切削深さを10cm（旋回速度=0.8rpm）にしても十分掘削可能であったが、圧縮強度 $q_u=40\text{kgf/cm}^2$ のモルタル地盤に対しては1旋回当たりの切削深さは7.5cm（旋回速度=0.3rpm）が機械の旋回トルク上、限界であること。③グリッパーシューに波板を取りつけることにより、シューとライナープレートが滑ることを防止でき、3本のグリッパーにより掘削時の反力を確保できること。などがわかった。

これらのことから、今回対象とした地盤の強度程度であれば本機械の掘削性能として、直径 $\phi 2\text{m}$ 、深さ50cmを1時間以内で掘削（覆工時間は含まない）できることが確認できた。

現在、本機械による掘削と風送による揚土、ライナープレートによる覆工を組み合わせた実証実験を実施中であり、結果については別の機会に発表する予定である。なお、本機械を製作するにあたり御協力頂いた（株）三井三池製作所の関係各位に感謝の意を表します。

表－2 試験ケース

対象土	強度	1旋回当り 切削深さ	旋回回転数 (無負荷時)
モルタル	$q_u=40\text{kg/cm}^2$	5.0～7.5cm	0.4～0.8rpm
砂質土	N値=40程度	5.0～10cm	0.4～0.8rpm
粘性土	$C=2\text{tf/cm}^2$	5.0～10cm	0.4～0.8rpm



図－2 試験装置