

4. センターポール式深礎掘削工法

(株)大本組：*太田 俊行、小林 光雄、
佐藤 彰祐

1. はじめに

従来の人力施工を主体とした深礎工法は、機械設備の規模が小さく、工事ヤードも狭くできる等の利点から、山岳地に建設される橋梁や鉄塔基礎、並びに地べり抑止杭等に多く採用されてきた。

しかし、その施工は狭隘な立坑内で危険を伴う苦渋作業を呈しているのが実状である。また、近年の熟練労働者の減少と高齢化などから、特殊労働者の確保が困難な状況にある。

一方、橋梁基礎や地すべり抑止杭等の大型化に伴って、深礎工事は大口径・大深度化の傾向にあり、従来の施工法では安全性や施工速度に問題が生じている。このような背景から、大深度・硬質地盤の深礎掘削工事における安全性の向上、省人化、施工効率の向上、およびコスト縮減に向けた機械化施工法の開発が望まれている。

本報文は、これらのニーズへの対応を目指し、遠隔操作可能な深礎掘削工法の試験施工までを取りまとめたものである。

2. 工法の概要

本工法は、深礎杭の中心にセンターポール（厚肉鋼管）を先行して建込み、このポールを支柱軸にして、システム化された上下移動・旋回可能な掘削機、削岩機（鉛直方向・水平方向）を取付け、掘削・積込作業や発破装薬孔やロックボルト孔の穿孔作業を行う。

また、アタッチメントとしてプレーカおよびコンクリート吹付けノズルの取付けが可能であり、軟岩・中硬岩の小割作業や NATM への対応も図っている。

これらの各作業ツールを使用することによって、土砂から硬岩までの地山に対応し、効率的な施工を行うことができる。

また、上下移動・旋回および各作業ツールの運転は、機械本体に装着した監視カメラを介して、地上に設けた操作室から遠隔操作が可能である。このため、作業員の関与が低減される。概念図を図-1 に示す。

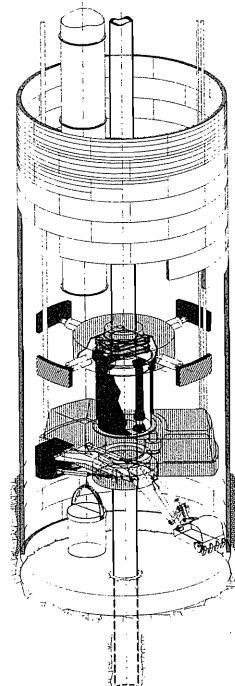


図-1 センターポール式深礎掘削工法概念図

3. 工法の特徴

従来工法による深礎杭の標準的（国土交通省積算基準）施工法は、掘削深さ 20m～40m で掘削径 5.0m以下の場合は人力および超ミニバックホウ（0.03m³級）、また掘削径 5.0m～7.5mの場合は人力およびミニバックホウ（0.2m³級）で掘削し、トラッククレーン（15t 吊級）で排土する。これらの施工法と比較し、以下に示すような特徴を有している。

① 掘削効率の向上

センターポールに本体を固定（ピンロック機構およびバンドブレーキの併用）させ、強力な掘削反力を得ることができるため、従来型より大型のバケットおよびブレイカの装着ができ、岩盤部では特に威力を発揮し掘削効率の向上が図れる。

② 発破時の退避機構

上下移動機構を装備したことにより、発破の影響範囲から迅速に退避させることができる。

③ 確実な遠隔操作性

深礎杭芯と機械本体芯を同芯にしたことにより、軌道が一定し作業位置の把握が容易にでき、遠隔操作性に優れている。

④ 機動性を考慮した機構

掘削機の軽量化・小型化を図り、本体機械は3分割で搬入し、組立・解体や移動等の機動性を高めた。

⑤ 高い汎用性

掘削機ブームスイング芯と機械本体芯を偏芯（偏芯量約 1.3m）させることによって、掘削径 4.0m～8.0m の施工に対応できる。（図-2 拡径機構図）

⑥ 安全性の向上

昇降・旋回・掘削・削岩等の作業は、地上からの遠隔操作で行うことにより、危険作業を低減し安全性の向上が図れる。

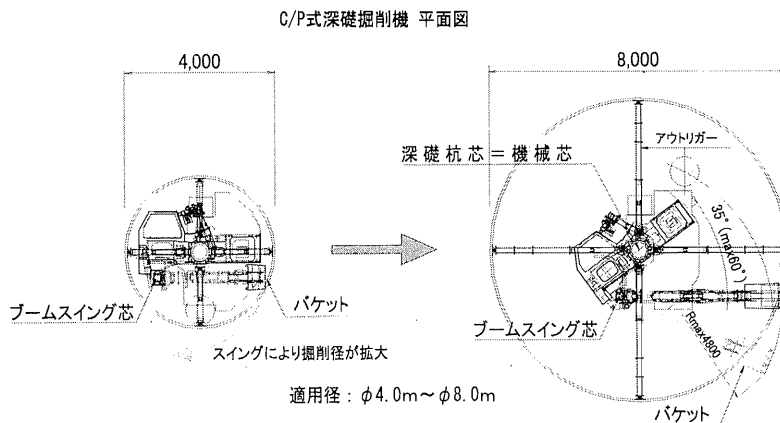


図-2 拡径機構図

4. 主要仕様

表-1 センターポール式深礎掘削機仕様一覧表

区分	構成機器	項目	仕様
作業装置	掘削機	バケット（平積）	0.15m ³ ：掘削径 4.0～6.0m 未満 0.25m ³ ：掘削径 6.0～8.0m 以下
		最大掘削力／作業半径	37.3 kN／4,800 mm
	ブレーカ	形式／質量	NPK-H4X（バケットとワリタッチ交換）／510kg
	鉛直方向削岩機	形式／質量	YH35AD（油圧駆動）／120kg（本体）
	水平方向削岩機	形式／質量	YLD-90（エア駆動）／33kg（本体）
本体装置	旋回装置	最大旋回速度	1.6 rpm（360°／38秒）
	昇降装置	昇降シリンダ／昇降速度	1000 mmストローク×2本／0.3 m/分
	固定装置	バンドブレーキ方式	締付力：350kN（円周上中心に向かい）
		ピンロック方式	ピン径 110 mm×4本（油圧駆動、押 160kN）
	原動機	出力	45kW×400/440V×50/60Hz × 1台
運転装置	機械側運転	外部設置ジョイスティック方式	
	遠隔操作による運転	監視カメラ 8台、モニター 3台	
全装機械重量			15.5 t（下部 6.5t+旋回部 3.5t+上部 5.5t）

図-3 に主要装置の名称を示す。

5. 適用条件

1) 適用範囲

- ①掘削径：4.0m～8.0m
- ②適用土質：土砂、玉石混り土、軟岩、硬岩
- ③掘削深度：60m程度までを想定

2) 施工条件

- ①大型車搬入路確保
- ②施工ヤードは、概ね 400m²
（排土一時仮置場含む）

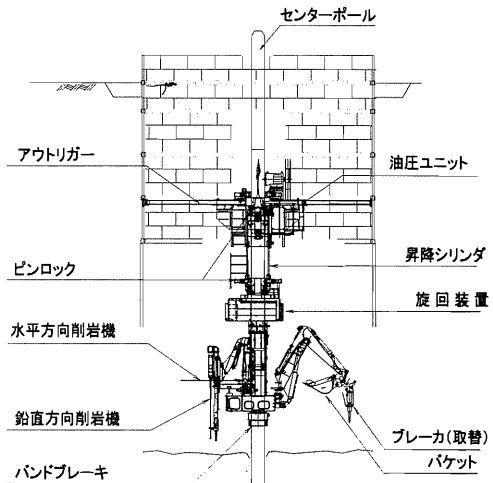


図-3 主要装置名称

6. 施工手順

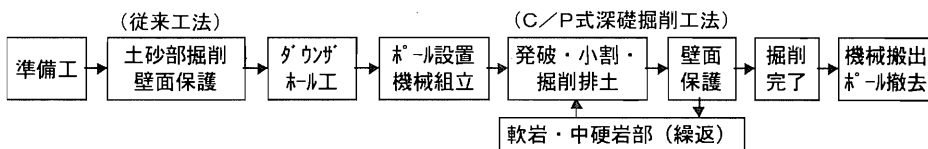


図-4 施工フロー図

7. 試験施工

1) 試験施工概要

平成13年6～7月、日本道路公団発注の長崎自動車道平間工事において、本工法による試験施工を実施した。

図-5 試験施工断面図

施工は、センターポール（φ457,27m）を設置し、①軟岩から硬岩のブレーカ掘削、発破掘削、②コンクリート吹付け（ $t=10\text{cm}$ ）、③ロックボルト（D25、 $L=3.0\text{m}$ ）の施工を行った。

2) 試験施工結果

本掘削機の各作業ツールによって、掘削・吹付け・ロックボルトの施工は、計画通りの性能を発揮することができた。

特に、杭芯と機械芯を一致させた同心円の軌道で作業を行うため、あたり掘削やロックボルト、発破用穿孔の位置決めが容易にできることが確認できた。

3) 試験施工状況写真

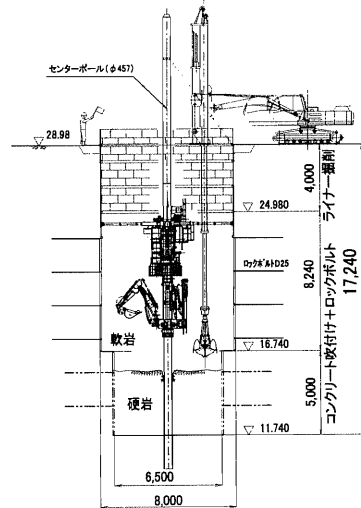


図-5 試験施工断面図

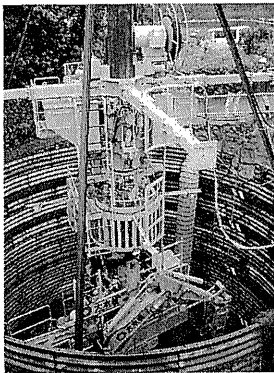


写真-1 組立全景

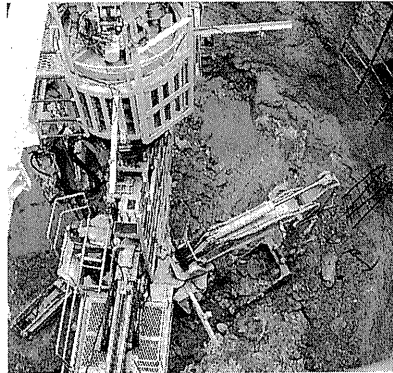


写真-2 掘削状況

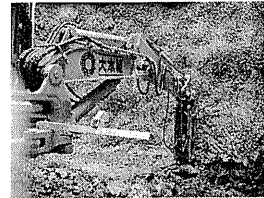


写真-3 小割状況

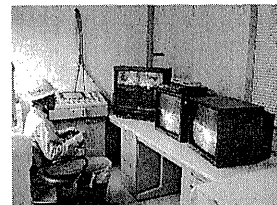


写真-4 遠隔操作

8. おわりに

今回の試験施工の深度では、在来工法と同等の施工能力であるが、センターポール式深礎掘削工法は、20m、30m と深くなるほど施工効率の向上が可能と考えられる。同時に、危険作業・苦渋作業の低減を図ることが可能である。

センターポールの設置撤去に関わるコスト的な課題が残るが、掘削後センターポールを支柱とした鉄筋組立やコンクリート打設足場への利用、またセンターポール内に排水設備を先行して設け、簡易ウエルポイント工法によりドライワークが容易になる等、更なる作業環境の改善となる有効利用方法が考えられる。