

センターポール式深礎掘削工法～大深度深礎工事の機械化施工技術

(株)大本組 技術本部 正会員 ○太田俊行

(株)大本組 技術本部 正会員 木村正之

(株)大本組 技術本部 正会員 佐藤彰祐

1. はじめに

従来、人力や小型掘削機を主体とした深礎工法は、機械設備が小さく、工事ヤードも狭くできるなどの利点から、山岳地に建設される橋梁や鉄塔基礎、並びに地す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、作業環境、施工速度等に問題が生じている。

このような現状を踏まえ、大深度深礎掘削工事における遠隔操作による無人化施工技術として、安全性の高い機械化施工技術「センターポール式深礎掘削工法」を開発した。

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 $\phi 457$ mm、 $t=29$ mm）を先行して建込み、このポールを支柱軸にして、システム化した作業機械の上下移動や 360° 旋回による、掘削・積込作業および発破装薬孔やロックボルト孔の穿孔作業を行う。

本掘削機のアタッチメントには、油圧ブレーカや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。

また、上下移動・旋回及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、坑内作業員の関与が低減される。概念図を図-1 に示す。

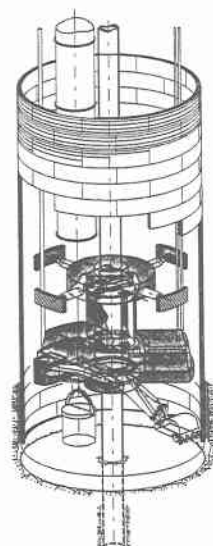


図-1 センターポール式深礎掘削概念図

3. 工法の特徴

従来工法による深礎掘削方法は、掘削径 4～7.5m、深さ 20m～40m の場合、小型バックホウ（ 0.11m^3 ）で掘削し土砂バケツに積込み、ホイールクレーン排土する。また、発破削孔やコンクリート吹付け作業は、粉塵や騒音等厳しい作業環境下での人力作業となっている。（国土交通省土木工事積算基準例）

本工法はこれらの従来施工法と比較し、以下に示すような特徴を有している。

- ①掘削効率の向上：センターポールと掘削機本体は、ピンロック等で固定し、さらに本体のアウトリガーで坑壁と固定することで強力な掘削反力が確保でき、従来型より大型バケツ（ 0.25m^3 ）が装着できる。また、油圧ブレーカ作業も強力な破砕力を発揮することができる。
- ②発破時の退避機構：本体に昇降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、旋回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安全性の向上：昇降・旋回・掘削・削岩等の作業は、遠隔操作で行うことにより、危険作業への直接関与が低減し安全性が向上する。
- ⑤高い汎用性：掘削機ブームスイング芯と機械本体芯を 1.3m 偏芯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）

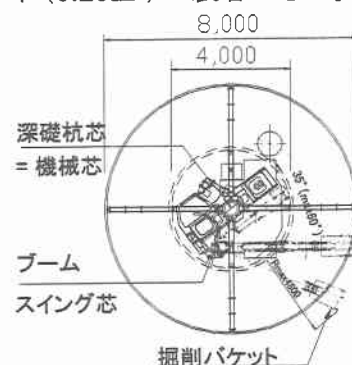


図-2 拡張機構図

4. 施工方法

本工法は、従来工法と組合せで行い、その施工フロー図は以下の通りである。

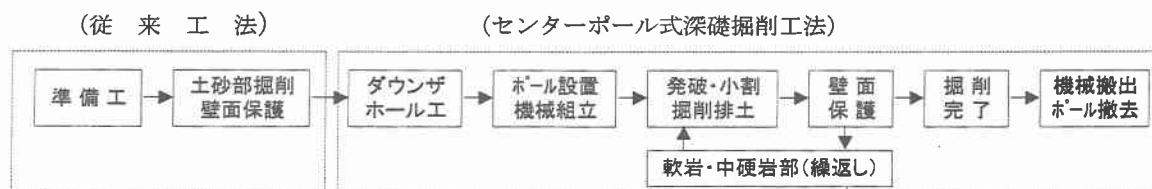


図-3 施工フロー図

5. 試験施工

5-1. 施工概要

平成13年6～8月、長崎自動車道平間工事（日本道路公団発注）において、橋脚16基の内、深礎杭で計画されたP15橋脚の深礎掘削を「センターポール式深礎掘削工法」で試験施工を実施した。施工断面及び土質性状を図-4に示す。

施工は、土砂部（GL-8.00m）までを従来工法で施工した後、本工法で以下の作業を実施した。

- ①軟岩・硬岩の発破作業：本掘削機の鉛直方向削岩機で、水とエアを併用し粉塵防止を図りながら装薬孔（φ42mm、1.1m）を穿孔した。発破は本体を上昇退避させ実施した。
- ②掘削排土：発破後のずりは、0.25m³ バケットで集土し、0.4m³ 油圧クラムで排土した。壁面部の仕上げは、油圧ブレーカで整形した。
- ③コンクリート吹付け（t=10cm）：レディーミクストコンクリートを吹付機に受け、連続的なエア流により圧送されるホース先端（吹付けノズル）を掘削バケットに固定し、アームの伸縮及び本体の旋回動作により均一に吹付けた。
- ④ロックボルト（D25,L=3.0m）：本掘削機の水平方向削岩機で穿孔後、カプセルモルタルを充填しロックボルトを挿入し定着した。

5-2. 施工結果

本掘削機の各作業ツールによって、掘削排土・吹付け・ロックボルトの施工は、当初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動作により、容易に円形掘削の仕上げができ、またロックボルトや発破用穿孔の位置決めもスピーディに行うことができた。試験施工における作業能力を表-1に示す。

6. おわりに

今後、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等への有効活用やセンターポールを利用（地下水の先行排水）したドライワーク化への展開など、本工法の特長を活かした作業環境向上への取組み、並びに更なる技術水準の向上を目指した開発を進める所存である。なお、試験施工では日本道路公団九州支社長崎工事事務所ならび関係者に、ご理解ご協力を頂きここに謝辞を申し上げます。

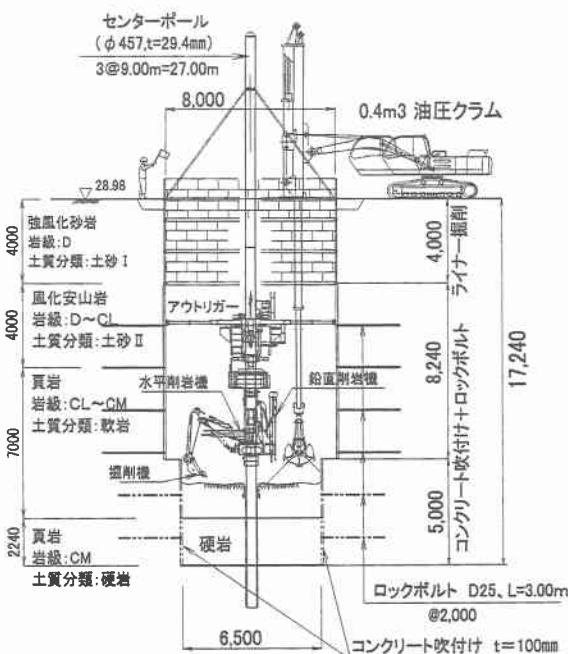


図-4 試験施工断面図

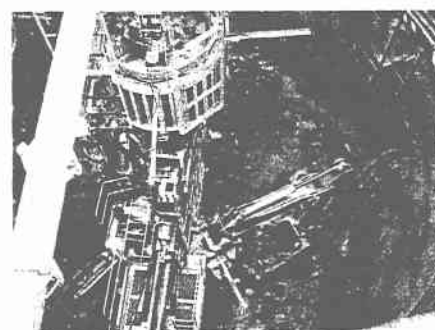


写真-1 試験施工状況

表-1 作業能力

	φ6.5m, 軟岩 GL-13.2m	φ6.5m, 硬岩 GL-15.6m	労務編成
掘削・排土	5.3 m ³ /h	3.5 m ³ /h	
装薬発破	7.3 m ³ /h	6.6 m ³ /h	
コンクリート吹付	17.4 m ² /h	同左	
日進量	0.54m/日	0.41m/日	4人