自走式立坑掘削機「シャフトヘッダー」の開発

森秀文

株式会社間組　土木事業本部 機電部（〒107-8658 東京都港区北青山2-5-8）

キーワード：立坑掘削機，立坑機械掘削工法，自由断面掘削機，大口径深礎，環境配慮型施工法

１．はじめに

図-1　立坑機械掘削工法　概要図

深礎工法は機械設備の規模が小さく，狭小なヤードでの工事が可能なことから，山岳地に建設される橋梁や鉄塔基礎などに多く用いられてきた．しかし，その施工は狭隘な立坑の中での振動，騒音，粉塵などを伴う苦渋作業であり，火薬を使用する発破工法による場合などは火薬取り扱い上の危険性も内在していた．

一方，第二東名・名神高速道路をはじめとして数々の大型構造物の施工に大口径・大深度の深礎工法が採用されてきており，直径がφ15mに及ぶものも計画・施工されている．

さらに，周辺に民家が点在するような場所での施工もあることから，施工時の振動・騒音対策など，建設環境に対する配慮も必要とされてきた．

このような背景から，従来の施工方法に代えて，大口径・大深度・硬質地盤に対応した環境に配慮した施工性・安全性に優れた工法の開発に着目して大口径深礎等の新たな立坑機械掘削工法を開発した．

２．立坑機械掘削工法の概要

写真-1　自走式立坑掘削機「シャフトヘッダー」

(1)工法概要

今回開発した「機械式掘削工法」は，岩盤が出現して小型ショベルでの掘削が困難となり発破が必要になった段階で，小型ショベルに代えて深礎内に自走式立坑掘削機「シャフトヘッダー」を投入して岩盤掘削を行っていくものである．

(2)自走式立坑掘削機「シャフトヘッダー」

a)機械仕様

「シャフトヘッダー」は，37kW級電動カッターヘッドを油圧駆動のクローラ台車に搭載し，360度全周方向で垂直下方の掘削を可能とした電動駆動式掘削機械である．

表-1　機械仕様

項　目	諸　元
機械寸法	5.2m(L)×2.8m(W)×2.8m(H)
機体総質量	14.6 t
切削範囲	最大半径　3.6m 最小半径　2.1m 切削深さ　900mm
切削機仕様	電動駆動　シングルドラム式 カッター径・幅　φ900mm×φ600mm
電動機出力	37kW
操作方式	手動　及び　遠隔操作

写真-2 坑内配置状況（φ11.5m）

写真-3 坑壁掘削面状況

b)機械の特徴

機械サイズは全長5.2m，全幅2.8mとコンパクトにまとめて立坑内での機動性を高めている．また，シャーシとブームの分解・組立が１時間程度で速やかに行え，最大分解質量を9 tとし，山岳部などの狭小な場所で大型揚重機の寄りつきが困難な場所でも搬出入が容易に行えるように配慮している．一方，37kW級高トルク電動機と減速機に直結したカッターを搭載することにより，高い切削能力を確保している．

３．施工実績

(1)対象地区の特徴および地質

対象地区の地山の物性値は，一軸圧縮強度の平均値として，泥岩(CM～CH級)9～13MPa，砂岩(CL～CH級)が26～37MPaで，最大54MPaであった．

(2)掘削能力と特徴

純掘削能力は約17m³/h，作業効率を加味した時間当たりの平均掘削量は約10m³/hであった．

シャフトヘッダーによる機械掘削では，カッターヘッドをブーム操作により基盤から1.5mの高さまで上げられ，チルト機構により垂線に沿った掘削ができるため，計画掘削線に合わせた坑壁部分の掘削が可能であることから，当たり取り作業が不要なため，施工サイクルタイムの短縮と，発破工法では不可避であった余堀の低減に良好な効果を上げた．

(2) 施工環境

a) 掘削時振動

他の建設機械との振動値比較において，掘削時振動は5m付近において39dBと低く，ブレーカ，振動ローラなどの1/2程度の値であり，作業中にその振動を敏感に感じられるほどのものではなかった．

表-2 掘削時振動

建設機械	振動レベル(dB) 機械からの距離			
	5 m	10 m	20m	30m
ｼｬﾌﾄﾍｯﾀﾞｰ	**39**	**33**	**25**	**20**
ｼｮﾍﾞﾙ（車輪）	52	48	43	38
ﾌﾞﾙﾄﾞｰｻﾞ（押土）	75	73	71	―
振動ﾛｰﾗ（1t 以上）	94	83	73	68
油圧ﾊﾝﾏｰ(既製杭)	82	78	72	67
油圧ﾌﾞﾚｰｶ	72	67	60	57

b)騒音

掘削時の 72～86dB の騒音は，カッターによる岩盤掘削を音源として発生した騒音ではなく，掘削機に搭載する油圧モータなどの駆動動力源を音源とする低騒音がとらえられており，通常の油圧ショベルなどの駆動時に発生する騒音と同程度のものであった．

表-3 稼働時騒音

距離	ｱｲﾄﾞﾘﾝｸﾞ時	掘削時
3m	62 ～ 70 dB	72 ～ 86 dB

４．あとがき

シャフトヘッダーを用いた機械式掘削工法の導入により，発破を使用しない，安全で，振動・騒音の少ない建設環境に配慮した新たな立坑掘削工法を実現した．また，余堀低減などの大きなコスト的メリットも確認できた．今後，当工法の特徴を十分生かし，深礎工事以外にも，岩盤が出現する立坑への適用，騒音・振動が問題となる明かり岩盤掘削，火薬使用が制限される掘削などへの展開も可能と考える．