

解説

岩盤・玉石推進に挑戦する CMT工法

きのした たかよし
木下 貴義

CMT工法協会
技術担当

おかむら みちお
岡村 道夫

CMT工法協会
広報担当

1 はじめに

1980年前後より大中口径管推進工法においては、機械化の波が押し寄せ泥水式、土圧式、泥濃式と3工法による密閉式推進工法が研究・開発され、急速に施工件数を増やしていきました。

1978年に(株)推研も独自の工法開発に着手し、本格的に岩盤用掘進機の開発に取り組み始めました。当時の泥水式、土圧式は普通土に対応した考え方が基本であり、岩盤での地域現場では刃口式推進工法で切羽作業員が終日ブレーカやピックを使って岩盤を破碎し、岩強度にもよりますが10cm/日以下ということも当たり前で、時に切羽作業員があまりの現場環境の悪さに逃げ出すということもありました。特に、呼び径800～1000では岩粉が渦巻くといった劣悪な環境下での作業でした。このような悪環境を見ることにより、これを機械による掘進機に置き換える方式を考えることが、弊社が本格的に岩盤掘進機の開発に取り組むきっかけとなりました。

岩盤工事における岩強度の変化は常に起きるものと認識し、なんとしても呼び径800でも掘進機内よりビット交換可能な仕様(点検扉の装備)が必須条件となりました。この条件を満たすにはカッタ回転方式は、外周駆動方式の掘進機でなくてはならないとの結論になりました。当

時の呼び径800～1200クラスの市場に出ているものでは、センタシャフト方式のものがほとんどであり、ビット交換ができる掘進機はありませんでした。そのため(掘進機の)開発は、設計上の多くの問題点等の克服が必要で、試行錯誤を重ねながらとなりました。

1981年に岩盤推進用の1号掘進機が開発され、兵庫県三田市において採用されました。面板には切削ビットが装着されたものでしたが、1992年にはローラビットを装備するなど、現在も掘進機の改善・改良が図られ進化を続けています。開発された複合推進工法(以下、CMT工法)の切羽保持の方式は、カッタヘッドの面板で切羽を所定の圧力で押圧しながら岩盤を効率よく安定して切削・破碎する土圧方式の面板加圧方式が採用されています。

このような経緯から、CMT工法は従来の泥水式、土圧式、泥濃式などの工法区分とは異なる独自の工法ですが、本誌においては土圧式特集の解説記事として執筆いたします。

本稿では、メインとなる外周駆動方式と面板加圧方式で構成されるCMT掘進機の特徴を活かし、安定した切羽管理を行いながら岩盤・玉石推進が確実に施工可能な岩盤・玉石推進システムの詳細と、施工事例等について報告させていただきます(表-1)。

表-1 CMT工法における推進工法の分類

項目	大分類	小分類
切羽保持の方式	◎土圧方式	◎面板加圧方式 削土密閉加圧方式
	水圧方式	泥水加圧方式
排土の方式	◎流体排土方式	◎水力排土方式
		空送排土方式

◎印はCMT工法の属する分類

2 CMT工法の概要

CMT工法は、単一のシステムではなく、推進システム、排土システム等を組み合わせて、多種多様な施工条件に対応します。その代表的なものは次のとおりです。

2.1 CMT岩盤推進システム

従来の岩盤掘進は、ビットの摩耗が発生し交換せざるを得ないときには、その位置に立坑を構築し、ビットの交換が行われていました。この方法では、岩強度によっては頻繁なビット交換が必要となり、計画的な推進設計は困難となります。

このため、呼び径800の掘進機よりカッタを外周駆動とすることで、隔壁部（バルクヘッド）に「点検扉」を装備して機内からビット交換を可能にしたことが最大の特長です。非常に硬い岩盤推進においても、ビットの摩耗に起因する推進可能距離の限界から解放されました（写真-1）。

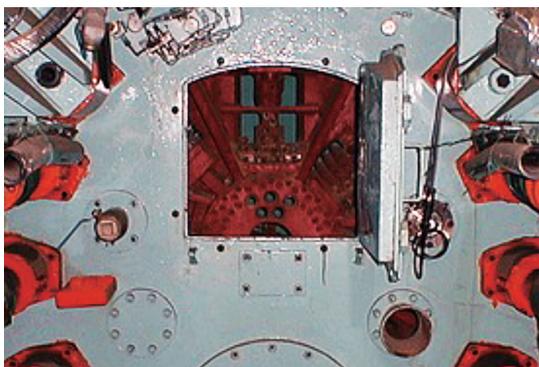


写真-1 点検扉

2.2 CMT玉石・砂礫地盤推進システム

砂礫地盤中の玉石は、流水に晒されても風化しなかった岩石ですので、非常に硬く、しかも粘り（剪断強度が高い）があります。地域によって多少の差異はあります

が、50%程度は250MN/m²を超える玉石です。このため、掘削には大きなトルクが必要で、従来、呼び径800～1000程度の比較的小型の掘進機に十分な掘削トルクをもたせることは非常に難しい課題でした。本システムでは、岩盤掘削を原点にして開発されたもので強力なトルクを有しており、300MN/m²の玉石も破碎します。岩盤用掘進機ですから、転石・玉石の大きさには関係なく推進が可能です。管径よりも大きな転石・玉石でも岩盤掘進の速度で掘進できます。

2.3 CMT長距離推進システム （フローティングシステム）

土圧理論によるフローティングシステムは、土質や土圧による摩擦抵抗ではなく、テールボイドに通常の滑材と性質の異なる塑性体である「緩み土圧抑制材」を注入し、その塑性体の「ズリ変形抵抗」を推進抵抗とし、推進工法用管に作用する抵抗を低減するという新しい理論に基づくシステムです。長期間テールボイドを保持させると同時に浮力等による減摩効果に基づき、超長距離推進を可能としています。

2.4 CMT曲線推進システム

掘進機は、「掘進機中折れ装置」や「折れ角吸収装置」の採用によって、急曲線の推進施工が可能となります。また、曲線用推進力伝達材は、平断面の幅を全幅とする近似的台形をしていますので、推進管の端面の曲率中心側の大きな端面が利用でき、安定した推進力伝達ができます（写真-2、図-1～3）。



写真-2 折れ角吸収装置