

解説

# 掘進機内からのビット交換・障害物撤去を可能にした CMT長距離・曲線推進工法

ながはま まさはる  
長濱 正治

久本組・松尾組共同企業体  
現場代理人

もりもと まさたか  
森本 正敬

(株)姫野組  
関西支店作業所長

きのした たかよし  
木下 貴義

CMT工法協会  
技術担当

## 1 はじめに

推進工法は、開発当初は主に地上からの掘削が困難な鉄道、水路、道路等の横断に採用されてきました。推進工法がさらに注目されたのは、東京都下水道局発注の工事で、最初の縦断工事に成功したことによります。その後、下水道事業が本格的な整備に入るとともに、道路の縦断方向への敷設にも多く使われるようになり、その技術は需要に合わせて発展してきました。

初期の推進工法は、管列の先端に刃口を装着した刃口式（開放型）推進工法でした。刃口式は切羽が自立していることが必要条件であり、かつ地下水の湧出（湧水）がないことが望まれることから、切羽からの出水がある場合や切羽の安定が困難な場合は、地下水位低下工法や薬液注入工法等の切羽を自立させるための各種補助工法が必要でした。

(株)推研は、1974年より刃口式推進工法用の補助工法として、理論的で無公害な圧気工法の開発に取り組みました。圧気工法に用いるロック設備には、ロック扉、送気管、逆止弁などの

必要な設備をまとめた「ロックユニット」を使用します。加圧設備としては、ブローア、タンク、冷却装置などを防音室内にまとめた「ブローアユニット」を使用します。これらは全てコンパクトにユニット化されていますので、トラックで搬入し立坑付近に吊り降ろした後、速やかに運転を開始することが可能となりました（写真-1）。

また、1978年からは、本格的に独自の岩盤用掘進機（CMT岩盤推進システム）の開発に取り組み始めました。岩盤推進における岩強度の変化は常に起きるものと認識し、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。この条件を満たすためにはカッタ回転方式は、外周駆動方

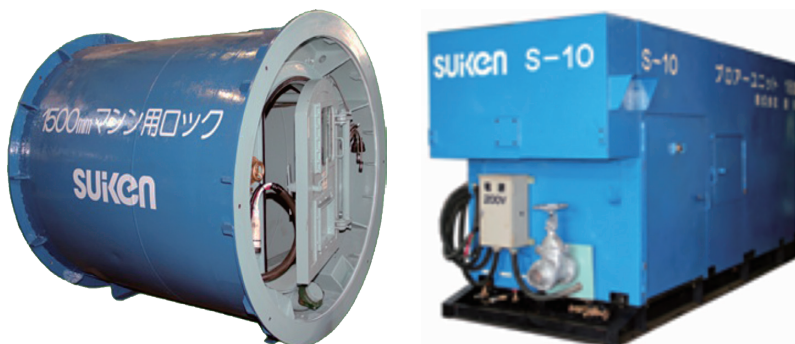


写真-1 ユニット式圧気システム（ロックユニット、ブローアユニット）

式でなくてはでき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は、センタシャフト方式のものがほとんどであり、推進機内からビット交換できる掘進機はありませんでした。1981年に岩盤用の1号掘進機が開発されました。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着するなど、現在もCMT掘進機の改善・改良が図られ進化しています。

このように、掘進機内からのビット交換などの新たな技術が開発され、岩盤推進に限らず長距離推進におけるビット交換や切羽障害物の出現など、事前調査では把握しきれない問題に対してもリスクを回避することが可能となってきました。

本稿では、メインとなる外周駆動方式（点検扉の装備）などで構成されますCMT掘進機の基本システムと近年の施工事例について、紹介いたします（写真-2）。

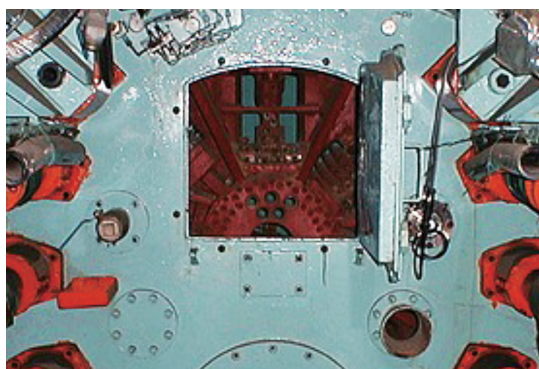


写真-2 点検扉

## 2 CMT工法の基本構成

CMT (Compound Mine Tunnel: 複合推進) 工法は、単一システムの工法ではなく、推進システム、排土システム等を組み合わせ、多種多様な施工条件に対応します。その代表的なシステムは、次のようになります。

- (1) CMT 岩盤推進システム
- (2) CMT 玉石・砂礫地盤推進システム
- (3) CMT 長距離推進システム  
(フローティングシステム)
- (4) CMT 曲線推進システム
- (5) CMT 切羽障害物撤去推進システム

### 2.1 CMT 岩盤推進システム

CMT 岩盤推進システムにおける複合掘進機は、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。

推進管の耐荷力がある限り、岩盤でも長距離推進が可能です。硬い岩盤を掘削・破碎しなければならない岩盤推進での最大の問題は「ビットの摩耗」です。優秀なビットを取り付けても、岩質によっては数十メートルでビットが摩耗して掘削が不能になることが多々あります。ビット交換ができなければ、推進工はその時点で終了となります。

CMT 岩盤推進システムでは、掘進機隔壁（バルクヘッド）の点検扉を開き、チャンバ内からビットを交換することが可能です。すなわち、CMT 岩盤推進システムでは推進可能距離はビットの寿命に左右されることはありません。

なお、岩盤推進においても切羽からの湧水が懸念されます。湧水量が多い場合は圧気工法などにより湧水量を減少させてビット交換を行います。そのための「圧気システム」も完備しています。

### 2.2 CMT 玉石・砂礫地盤推進システム

砂礫地盤中の玉石は、流水に曝されても風化しなかった岩石ですから、非常に硬くしかも粘り（せん断強度が高い）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/m<sup>2</sup>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すが、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。

CMT 複合掘進機は、岩盤掘削を原点にして開発されたものであり、強力なトルクを有していますので、300MN/m<sup>2</sup>を超える玉石も破碎します。

### 2.3 CMT 長距離推進システム

CMT 工法は、機内より掘進機のビット交換や障害物撤去が可能であることから、軟弱地盤はもちろんのこと硬質地盤でも1,000mを超える長距離推進が可能です。

長距離推進工事を安全にしかも経済的に行うためには、推進管の耐荷力、残土搬出方法、推進設備、電力設備、換気設備、測量方法などのあらゆる要素を徹底的に合理化しなければなりません。その中で最も重要