

解説

岩盤掘進機の開発と 長距離推進技術の歴史

お ち かすとし
越智 和敏

CMT工法協会
（株）推研常務取締役

1 はじめに

岩盤推進を目的に開発されたCMT工法の複合掘進機は、時代のニーズあわせ巨石玉石地盤、軟弱地盤推進、超長距離推進、障害物撤去推進と下水道をはじめとした社会資本整備に携わってきました。

本稿では岩盤推進を得意とするCMT工法の開発と長距離推進の考え方を述べたいと思います。

2 CMT工法開発の経緯

1980年頃に兵庫県内において多くの手掘り岩盤推進工事が実施されていました。その工事の実体は一軸圧縮強度50～100N/mm²の岩盤であったため1日10cm程度の日進量であったようです。

坑内作業はブレイカーによる研り工で、さらに換気設備も不十分なため狭い坑内には粉塵が立ち込める劣悪な作業環境だったようです。もちろん作業員は長続きするはずもなく、現場所長は切羽作業工としての研り工の確保に追われていました。一方、工事を発注した自治体でも10cm程度の日進量では下水道計画そのものが成り立たない状況で混迷を極めていました。

その当時のシールド分野においてTBMのような本格的岩盤掘削機がありましたが、小口径から中口径の推進工法では1スパン100～150mという短い推進延長で

あったため、機械化が導入できない状態でした。一部の工事でブームカッタ等の部分掘削機が一時期活躍していましたが、呼び径1350以上で50N/mm²以下の岩盤の現場で施工したもので、粉塵対策等の作業環境改善の打開策がない状態でした。

そこで弊社に岩盤推進の施工者から岩盤対応型掘進機の開発依頼があり、本格的に岩盤推進の開発をスタートさせることになりました。

岩盤推進開発のコンセプトとして、以下の3項目としました。

- ①高トルクの掘進機
 - ②方向制御ができる
 - ③ビット交換が可能
- ①高トルクの掘進機

ひと言で岩盤といっても種類や強度も様々でどの程度のトルクが必要なのか試行錯誤を繰り返していました（写真-1）。そこで切削試験機を開発製作したこ



写真-1 研式切削試験機

とにより、各種の岩盤資料のテストを行い、切削スピードと最低限必要となるトルク等を決定する判断材料となるデータの収集が可能となりました。

②方向制御ができる

岩盤推進中に方向制御するためには、方向修正を小刻みに行う必要がありました。方向制御の可動部の長さを極力短くすることで小刻みな方向修正が可能としました。

③ビット交換が可能

この当時、呼び径800～1350の掘進機はセンタシャフト型のカット機構が主流でした。センタシャフトがあるとビット交換作業のためにチャンバ内への移動空間が作れないので大口径管推進で用いられる外周駆動方式のカット機構を採用する必要がありました。

外周駆動方式では経済性が悪く、中口径への適用は経験がなく掘進機の設計の難航が予想されました。

試行錯誤の末に約1年間をかけ1981年に岩盤推進用掘進機の1号機が完成しました(写真-2)。呼び径1350で掘削機能と方向制御機能のみで掘削残土は人力による積み込み方式でベルトコンベヤによりバケットで郊外に搬出するという、開放型のオープンセミシールド掘進機でした。

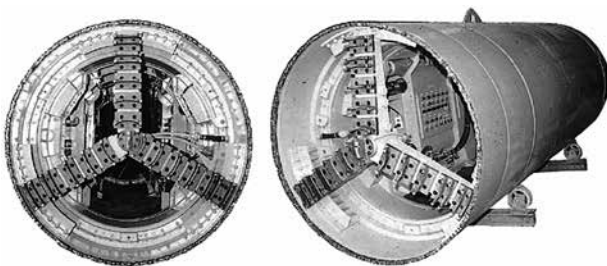


写真-2 オープンセミシールド複合掘進機1号機

この掘進機は兵庫県三田地区の住宅都市整備公団発注の下水道工事で採用されました。土質は砂岩、泥岩が主体の100m程度の工事でした。30mほど推進したところから礫岩が出現しました。礫岩の玉石部の一時軸圧縮強度が 250N/mm^2 ありビットと高トルクを期待して採用した減速機のギヤが立て続けに破損するという事態となりました。現場では破損個所の交換作業に追われ、新規開発の難しさを実感したと聞いております。

その2年後の1983年に和歌山市下水道工事で再び

岩盤推進用掘進機が採用されることになりました。呼び径1650、推進延長 $L=400\text{m}$ (2スパン)の現場で、土質は黒色片岩の $50\sim 70\text{N/mm}^2$ 、路線途中に 100N/mm^2 のチャート層が一部現れた多少難航しましたが、無事施工することができました(写真-3)。



写真-3 和歌山市にて初承認を受けた土圧型複合掘進機

3 硬岩への対応

1990年ころまでは岩盤に対しては切削方式を主として施工しておりました。しかし岩盤の一軸圧縮強度は設計当初に予定していた $20\sim 30\text{N/mm}^2$ を超え 50N/mm^2 になることも珍しくありませんでした。

切削ビットによる対応限度を超えた場合ビットの損耗頻度は激しくなり経済的にも高価になってしまいます。岩の種類や強度に応じたビット選定が理想ですが、ボーリングデータが不十分で適切なビット選定が行われず現場で対応に追われることも頻繁にありました。また、岩盤推進の実績が増えるに従い様々な高強度な岩に遭遇することとなり、それぞれに対応することで経験値を積み上げることができました。岩盤の一軸圧縮強度が低くても高くてもそれぞれの難しさがあり本工法の基礎固め礎となってくれました。

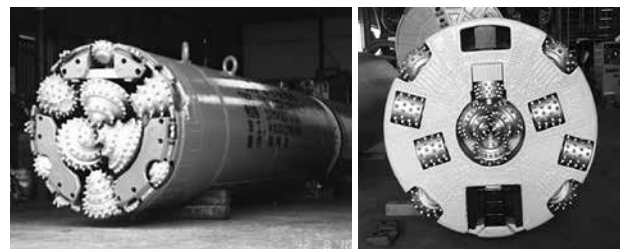


写真-4 岐阜県土岐市で採用された硬岩用複合掘進機
最新の硬岩用掘進機面板