

解説

# 泥土圧式推進工法のさらなる発展技術 —アルティミット工法—

ふなばし とおる  
船橋 透  
機動建設工業(株)  
土木本部副本部長

## 1 はじめに

推進工法の始まりは、鋼管等を土中に押し込む押し管工法と言われています。押し管工法では推進距離に限界があるため、先端部（切羽）の土を人力によって掘削するようになり、また、厚みのあるヒューム管が用いられるようになったことから、先端部に鋼製の刃口を装着する現在の刃口式推進工法が開発されました。刃口式は地下水のない地盤などで多く用いられ、地下水低下工法や薬液注入工法によって切羽の自立が確保できる状態で施工されてきました。

その後、軟弱な地盤や地下水がある崩壊性の高い地盤においては、密閉型機械式が開発され発展してきました。現在供用されている3方式による密閉型推進工法のうち、最も早く開発されたのは、土砂の搬出を流体輸送で行う泥水式でした。

続いて、施工条件の制約などを克服するために、泥水式での地上設備より小さな設備で行える土圧式推進工法が開発され、様々な土質や用途、管径に対応するため、土圧式、泥土圧式と区別し、添加材の開発、土砂圧送設備、バケット排土のコンパクト化（パイプールの普及）などによって、泥土圧式推進工事が採用され進展してきました。

さらに、土圧式掘進機をより簡潔な構造と礫の丸のみを可能とした泥濃式が開発され普及し、現在では中口

径を主体とし約6割強の施工実績となっています。

このような推進工法の歴史のなかで、各々の工法の特徴があり、その利点・欠点を使い分けることで、顧客ニーズに対する環境条件にマッチした対応が可能となり、推進工法が全国に普及発展し現在の推進技術が確立されました。

シールド工法ではほとんどが泥土圧式での採用となっているのとは相反し、推進工法での土圧式は他工法と比較し、採用・施工実績の割合が少なくなったとはいえ、大口径管（超大口径管）推進の施工では主流を明け渡していない現状などに鑑み、今回は泥土圧式推進工法にスポットライトを当て、さらなる技術開発や対応などを行っている「アルティミット工法泥土圧式」を紹介します。

## 2 土圧式・泥土圧式推進工法の特徴

土圧式と泥土圧式の違いは、掘削土を塑性流動化させるのに必要な添加材の注入装置の有無によって区分されますが、掘削対象土質は均一とは限らず、土質変化に対応した加泥材を注入することで施工ができる泥土圧式が主流となっています。

### 2.1 土圧式の切羽安定

掘進機のカッタチャンバ内およびスクリュコンベヤ内を泥土で満たし、元押ジャッキ等の推進力により泥土圧を発生させ、この泥土圧を切羽の土圧および地下水圧に

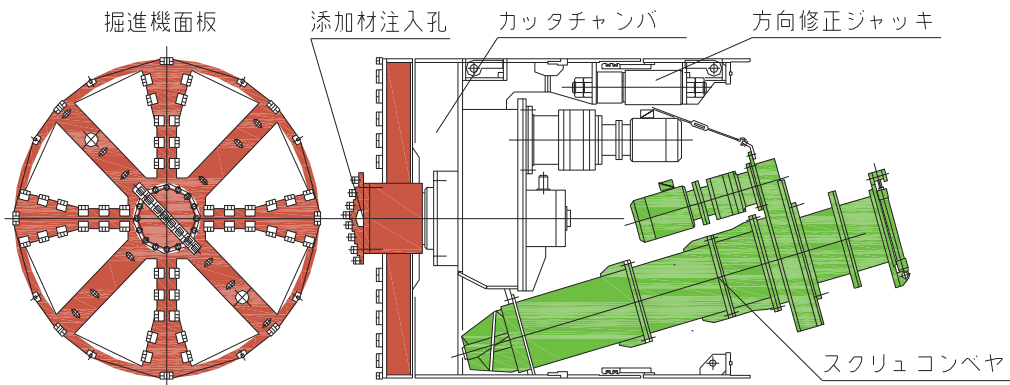


図-1 土圧式・泥土圧式掘進機（一般図）

見合う圧力に保持することにより切羽を安定させます。掘削土はカッタの回転と同時に水や添加材を加え、攪拌混練りして塑性流動化され、スクリュコンベヤの回転数を調整することでチャンバ内の圧力を保持しながら排土します（図-1）。

## 2.2 連続排土方法の優位性

### (1) 土砂圧送による連続排土は泥水式、泥濃式の日進量に引けを取らない

密閉型推進工法は、泥水式、泥土圧式、泥濃式に区分されます。これらの長所・短所については前号（4月号）の総論等に譲りますが、その中で、最も採用基準としてコストパフォーマンスが高い工法が採用されているのが実情です。しかし、重要なことは推進工事が行われる環境では都市部が多く、重要埋設物に近接する場合等、一歩間違えれば不測の事態を招くこととなって

しまいます。従って、安全安心を供給する推進工法、さらには環境面（SDGs）に配慮した工法であることが求められます。そのためには泥土圧式推進工法のような切羽安定を確実にを行い、安定した連続排土が行える土砂圧送方式は、発注者や地域住民に信頼のおける方法であるといえます。3方式の一般的な比較を表-1に示します。

### (2) 切羽安定を左右するポイントは添加材

泥土圧式推進工法で切羽の安定や土砂の圧送性（ポンパビリティ）に重要な役割を果たすのは添加材です。掘削土砂は攪拌翼によって加泥材と混練し、塑性流動化された泥土はスクリュコンベヤの回転で切羽の安定を確保しつつ排土されます。また、土砂圧送においては、排出する土砂の性状把握が可否の支配的な要素となります。そのためには、土質の粘土・シルト含有量の把

表-1 3方式の一般的比較

密閉型推進工法	泥水式	土圧（泥土圧）式	泥濃式
地上設備	大	小	中
切羽管理方法	泥水還流	スクリュコンベヤ回転調整	ピンチ弁開閉
切羽安定度	○	◎	△
排土方式	流体輸送	土砂圧送またはバケット排土	吸引排土
操作性	掘進中切羽を安定させるためには還流ポンプ回転を調整し一定圧に保持し、土質の変化ではカッタトルクを監視しながら推進スピードを調整しながら推進する	掘進中の切羽安定はスクリュコンベヤの回転を調整しながらカッタトルクを監視し推進スピードを調整しながら推進させる	掘進中高濃度泥水を充填し推進することで切羽圧を上げ、上限圧になればピンチ弁を開放しチャンバ内圧力を下げ、加減圧になれば閉めるといった間欠に行いながら推進スピードを調整する
土量管理	流体輸送のため泥水に溶けたシルト粘土分の土量は一次二次処理での管理は困難なため、密度計を用いた乾砂流量システム等を用いることで正確な土量管理が可能であるが高価となる	掘削添加材注入量と掘進土量を合わせた量を測定することで比較的管理しやすい	土圧式同様高濃度泥水量と掘削土量を測定することで比較的管理しやすい