

解説

泥水式推進工法における 施工のポイント

ひらの ひろと
平野 弘人

南野建設(株)
関西本店工事課長

1 はじめに

兵庫県尼崎市で初めての推進工事がガス管のさや管として鋳鉄管を敷設されたのが昭和23年（1948）です。その翌年にはヒューム管に刃口を装着しての推進工事が施工され、以後方向修正が可能となり下水道管に採用されました。機械設備においては元押ジャッキの動力化、中押管の開発などにより推進距離は増大し、上下水道をはじめとする都市土木におけるライフライン構築を急ぐ社会的要求に伴い、シールド工法より経済的な工法として推進工法は爆発的に発展しました。

当社の記録によると、昭和39年（1964）泥水式が国道17号（大宮バイパス）下の荒川左岸流域下水道で採用後、15年余りで施工延長300kmを超えるとあります。泥水式に続いて地上設備をコンパクトにした泥土圧式が開発され、つづいて泥濃式の開発および推進力低減装置等周辺技術の開発により施工延長はさらに延びていきました。

刃口式は切羽開放型で地下水位低下工法や地盤改良工と併用して施工されていましたが、その効果には不確実な側面があり、これを解消するために切羽密閉型の泥水式が開発されました。

泥水式は主に軟弱土層に対応するた

めに開発されましたが、砂礫、玉石、さらに硬質土、岩盤に対応可能な掘進機が開発され、その適応範囲は広範囲に変化してきました。

本稿では泥水式の基本から一般的な泥水式においても、特に施工上留意するポイントについて施工事例をもとに説明します。

2 泥水式推進工法の概要

2.1 工法の概要と特徴

前項で述べたように泥水式は刃口式における課題点を解消するために開発された工法である。刃口式の課題点とこれを解消する泥水式の利点を比較することで、その概要と特徴を知ることができる。開発当初の比較表を表-1に示す。

表-1 刃口式の課題点と泥水式の利点

	刃口式の課題	泥水式の利点
切羽の安定	切羽開放のため異常出水と切羽崩壊の危険性大。	送泥水の圧力により切羽の安定を保つので安全性が高い
掘削土砂搬出	人力作業であり施工能率が悪い	機械掘削と掘削土砂の流体輸送により施工能率は高い
推進距離	長くなると施工能率が低下し長距離に向かない	流体輸送により連続した作業となるので基本的に長くなっても施工能率は変わらない
作業環境	狭陰な坑内（切羽および管路）での人力作業は過酷	機械掘削であり管内設備は主にスラリー管のみであり過酷な人力作業から解放される

比較表から分かるとおり、泥水式推進工法の概要は次の通りである。掘進機前面のカッタ後方に設けられた隔壁で密閉された泥水室に満たされた泥水の圧力を、切羽の土圧および地下水圧に見合う圧力に保持することにより切羽の安定を保ちながら掘削推進を行う。

カッタヘッドにより掘削した土砂は、泥水と攪拌し排泥管を通して立坑内に設置した排泥ポンプ（P2）で坑外に流体輸送しながら元押ジャッキにより管の圧入敷設を行う。流体輸送された泥水は、坑外に設けた泥水処理装置により土砂と泥水に固液分離し、泥水は再び送泥ポンプ（P1）により切羽に送られる。送排泥水の管路系統は循環経路になっている（図-1）。

泥水式推進工法の特徴は先に述べた切羽の安定理論にある。送排泥管路から泥水室（カッタチャンバ）は

完全に密閉された状態であり、送泥水圧（送泥流量）と排泥水圧（排泥流量）の管理により一定圧力を保持することができる。すなわち定められた比重と粘性となるよう配合された送泥水を切羽に送り、この時土砂の粒子間に泥水が浸透することで泥水膜（マッドフィルム）が形成され、これに泥水圧が作用し土圧と地下水圧に対抗してバランスを保持する（図-2）。この時、切羽付近の地山にある程度の粘着性を与えることと、不透水性の泥水膜を素早く形成することがポイントとなる。そのためにはより多くの微細な土粒子を含む泥水を送ることで、地山の粒子間に送泥水の微粒子が入り込み短時間で泥水膜の形成が可能となる。ただし、より多くの土粒子を含む泥水は当然高比重となるため、分散材の使用により粘性を下げるなどして、送排泥水流体輸送のバランスを考慮し適正な比重と粘性をつかむ必要がある。

2.2 掘進機選定のポイント

泥水式推進工法は砂礫や、玉石、巨礫、硬質土、岩盤および軟弱土層と広範囲な土質への対応が可能な状況である。従って掘進機の選定については正確な土質の把握が重要なポイントとなる。

軟弱土層では一般的に開口率8%前後で、カッタビットは（すくい角のある）土砂を取込みやすいビット形状として面板による抑え力効果を期待するものである。

砂礫、玉石では面板に礫を破碎するフェースローラカッタ装備のもの、巨礫が想定される場合は外周部分の切削が可能のようにゲージカッタ装備のもの、岩盤ではその強度により先行ビットとかき込みビットを装備したもの、強度の高い岩盤にあってはローラカッタ、

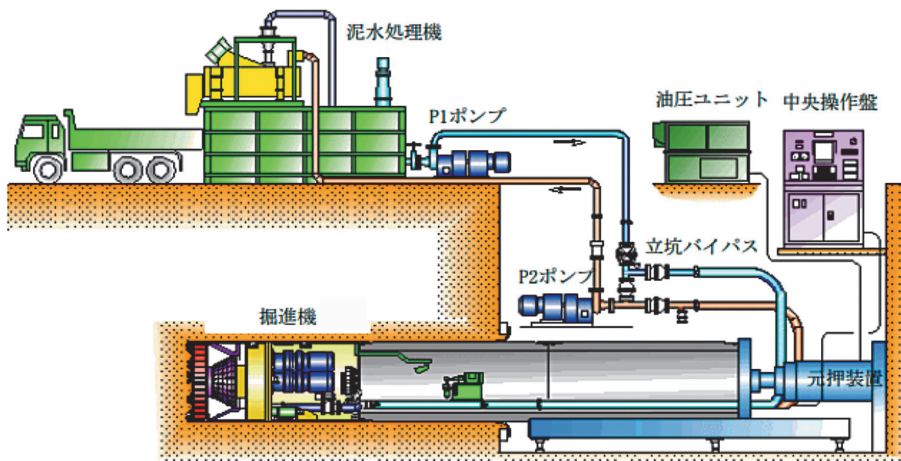


図-1 泥水式推進工法概念図

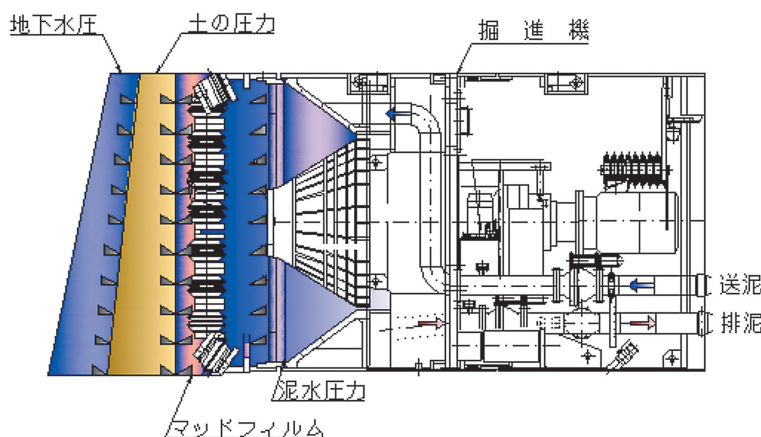


図-2 泥水式の切羽安定概念図