

解説

超泥水加圧推進工法による 土質情報から読み解く想定土質への 対応策と施工事例

よしだ こうじ
吉田 孝治超泥水加圧推進協会
事務局

1 はじめに

1970年代、推進工法は全国の下水道面整備事業で多く採用され、掘削方式も開放型の刃口式が主流であったものから密閉型機械式の泥水式、土圧（泥土圧）式が開発され技術的に大きく進化・発展を遂げていました。しかし、当時は克服できない多くの技術的な課題も残され、特に粘土層や砂礫層、玉石層などの土質は密閉型の掘削方式では施工が困難とされていました。その困難な土質こそ掘削技術の研究開発を押し進めるべきと一念発起した技術者達が研究開発を進め、これまでの推進工法とは異なった理論に基づいた掘削方式の推進工法の開発に至りました。その工法は泥水式を超えるという意味を込めて超泥水加圧推進工法（以下、本工法）と命名され、後の泥濃式の礎を築くことになりました。国内における密閉型推進工法では、海外から導入された泥水式が広く普及していましたが、その後、国内で土圧（泥土圧）式が独自開発されました。本工法はそれに続く工法として国内で開発された推進工法です。

本工法の初施工は1981年（昭和56）に佐賀市発注の「公共下水道屋外汚水幹線工事」の呼び径800、推進総延長114m（4スパン、最長推進延長29m）河川横断の施工でした。この初施工を成功裏に収めた以降も、掘進機にさまざまな改良を加えさらに高性能化を求め、多様な施工条件に対応することで下水道をはじめ

とした水道や電気、ガス、通信等の管きょ敷設の施工実績を伸ばしました。2024年3月までの施工実績は3,853件、累積施工延長935,927mに達しています。

初施工以降、工法の普及活動の全国展開を実施しましたが、初年度（1981）の施工件数は6件にとどまり、年間の施工件数が50件を超えるまでに7年間の年月を要しました。そこから工法普及に加速がつき、それに伴い泥水式にも土圧式にも分類されない本工法の類似工法が次々と開発されてきました。多くの類似工法が乱立する中で、(社)日本下水道管渠推進技術協会（現(公社)日本推進技術協会）では、それらの工法技術を整理・体系化し平成8年度（1996）に泥濃式推進工法と分類しました。初施工から実に15年の歳月を経て、名実ともに推進のひとつの工法として認められるまでに至りました。

(公社)日本推進技術協会の「推進工事施工実績調査報告」（2021年5月）によると推進工事全体の4割以上が泥濃式という統計結果もあり、いまでは泥濃式が推進工法の主流のひとつとなっていることの表れではないかと思っています。

さて、推進工事は地中を掘り進めるため、推進路線の土質情報は掘進機の選定や作泥材の配合を決定する上で重要な要素となります。通常は公表されている土質情報を基に計画立案を進めてまいりますが、加えて過去に施工された当該工事周辺の土質情報や立坑掘削時の地山の状況から推進路線の土質を読み解き、最終

的な選定および対策を計画立案いたします。

本稿では想定土質条件への対応とその施工事例について紹介いたします。

2 工法の概要と特長

2.1 安定液工法

安定液工法とは、地盤を壁状、または円筒状に掘削する際に孔内水位を地下水位より2m 高く維持し、この水圧によって孔壁の安定を図る工法です。

安定液による孔壁の安定には、ベントナイトや粘土の次の特質（機能）を活用いたします。

- ①膨潤度が大きい
- ②低濃度でも粘性が大きい
- ③透水性の小さい泥膜（マッドフィルム）を作る
- ④使用中での性質劣化が少ない

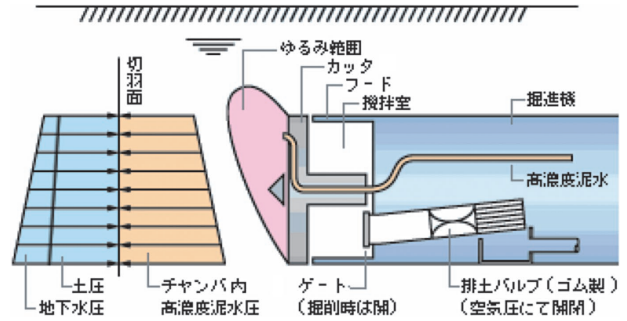
これらの機能を利用した安定機構は次のようなものが挙げられます。

- ①安定液圧により壁面に作用する地下水位に抵抗し、地下水の湧出を防止する
- ②安定液が掘削壁面から地盤内に浸透し、土粒子に付着することで、地盤の崩壊性および浸透性を減少させる
- ③壁面に不透水性の泥膜を形成し、液圧を有効に作用させ、壁面の肌落ちを減少させる

2.2 超泥水加压推進工法と安定液理論

本工法は、インフラ整備における大都市周辺地域や地方都市等での施工が増え、推進工事の掘削対象地盤も透水係数の大きな砂層や礫層地盤が多くなりました。このような地盤で低濃度の泥水を使用した際には、浸透が多く逸泥により切羽が不安定になります。これに対処するためには、高濃度泥水によって造壁効果を高める方法が有効であるとの考え方が知られています。

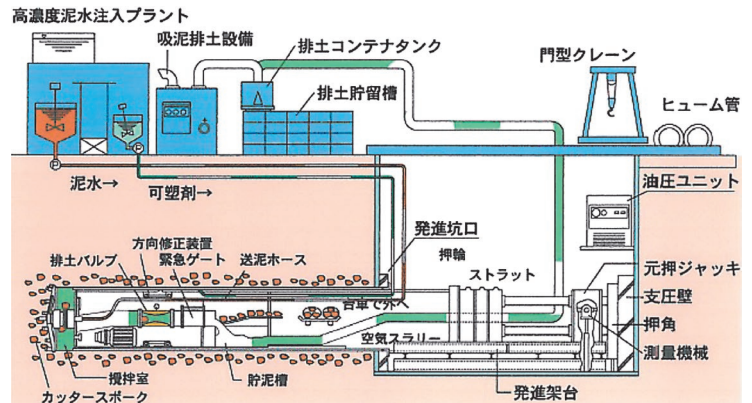
使用する安定液（工法）は、切羽の安定をより一層確実なものとするために積極的に目詰め材を加え、掘削土砂を切羽面で混合攪拌し生成した超泥水を切羽およびテールボイドの安定に利用したものです（図－1）。



図－1 切羽圧力作用概要

2.3 超泥水と切羽の安定

作泥プラントからカット先端部に圧送した高濃度泥水と掘削土砂を切羽と隔壁間の攪拌室で混合攪拌し生成した高濃度、高比重、高粘性の液状体を超泥水と言い、超泥水は攪拌室（チャンバ）内で常に切羽に接し地山に加圧され、素早く浸透し泥膜を形成します。この安定した泥膜による造壁効果で切羽を常に安全に保持します（図－2）。



図－2 超泥水加压推進工法の概要

2.4 曲線推進と低推進力

曲線推進施工では曲線部で屈曲する分力により推進力が増加します。さらに目地開口により管端部に応力が集中し、管の破損などにより、長距離の施工が不可能となる場合もあります。本工法では、オーバーカットで形成されたテールボイドに、切羽で作られた超泥水が加圧、充填され、管と地山が接しないため管周面の摩擦抵抗力は大幅に低減されます。これにより、曲線内を円筒形の推進管がスムーズに移動できるので、長距離・曲線推進に適しています。また、テールボイドの強化を図る