

解説

泥土圧式マッドマックスの概要

わきた きよし
脇田 清司ジオリッド協会会長
株式会社ウイングス代表取締役

1 はじめに

密閉式推進工法として、日本国内で1970年代から導入され、スタートは「土圧バランス型」と呼ばれていました。その後、作泥材を切羽に注入することが主流となり、小松製作所、日立造船が「泥漿式」という名称で、掘進機を製作し、次に施工会社として大豊建設が「泥土加圧式」という工法名で、施工件数を増やし、1980年代になり、伊藤忠建設機械販売（現伊藤忠TC建機）が奥村機械製作製の「加泥式」掘進機の賃貸を始め、急速に採用が増えはじめました。さらに1990年からユアサ商事がコクド工機（現国土開発工業）製の「泥土圧式」掘進機の賃貸をはじめ、ラサ工業が「泥土バランス式」をシリーズ化し、3社による競争で、「泥水式」と「泥土圧式」の2大主流工法の幕開けとなったわけです。

シールド工法では今でも70%が「泥土圧シールド」で採用されていますが、推進工法では残念ながら、そのあと、開発された「泥濃式」の採用が増えたため土圧式のシェアは20%以下となっています。現在は、呼び径1650以上の大口径での採用が主流ですが、最も「自然にやさしい」工法であり、切羽安定は「小土被り」という条件では、最も安定しているといえます。また、呼び径2000～3000の大口径では、特に安定感があり、採用を推奨いたします。

2 土圧式推進工法の概要

泥土圧式推進工法は、前部が隔壁で密閉された土圧式掘進機のカッタチャンバ内に掘削土砂あるいは掘削土砂と添加材の攪拌混練り土砂（泥土）を充満させ、土砂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図ります。

また、カッタヘッドの回転により掘削した土砂をスクリュコンベヤで排土量を調整しながら、立坑に設置した元押ジャッキの推進力により推進管を推進し埋設する工法です。掘削土砂の排出は、トロバケットまたは圧送ポンプを採用します（図-1）。最近では真空排土方式を採用することもあります。

また、添加材注入の有無により土圧式と泥土圧式に分類されます。添加材注入は一般的にシルト、粘土の含有率が30%未満の場合に、掘削土砂の塑性流動化を促進させるために行われます。

2.1 切羽の安定

切羽の土圧および地下水圧に掘進機のカッタチャンバ内に充満させた掘削土砂の添加材を注入し攪拌した泥土の圧力を対抗させて切羽の安定を図ります。掘削土砂あるいは泥土の圧力は元押ジャッキの推進力により発生させ、推進速度とスクリュコンベヤからの排土量を制御することにより、チャンバ内土圧（泥土圧）を適正な圧力（推進管理土圧）に調整します。

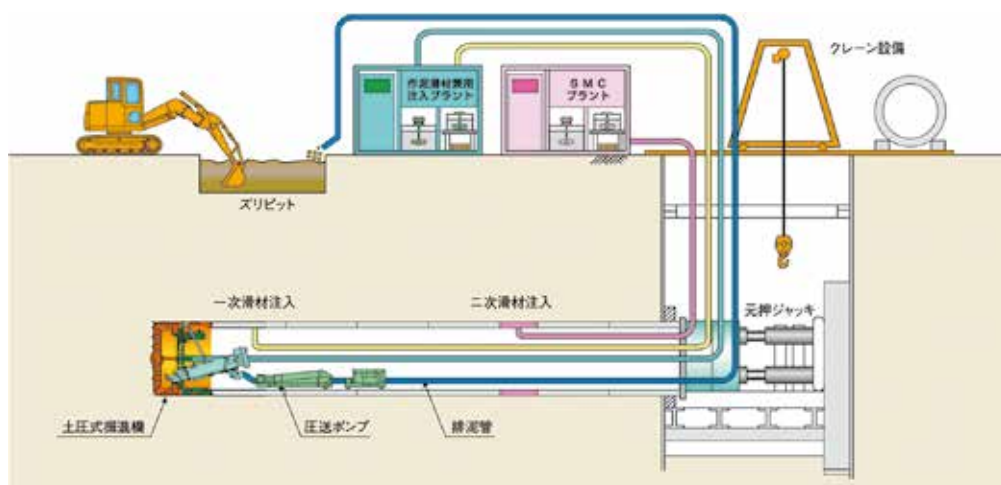


図-1 泥土圧式マッドマックス工法系統図

推進管理土圧は、チャンバ内の泥土圧が高すぎるとカッターの極端な上昇やチャンバ内の固結等もみられるため、現場における実際の管理では主働土圧と地下水圧の和に多少余裕(20~50kN/m²)を考慮し、掘進管理土圧を決定します。なお、地上に車輛等の上載荷重がある場合には、別途考慮しなければなりません。

2.2 泥土に必要な性質

切羽の安定保持のため、チャンバ内の土砂(泥土)は次の通りとなります。

(1) 塑性流動性の維持

チャンバ内の土砂(泥土)は加圧された状態のままチャンバ内を移動し、スクリュから排出されなければなりません。したがって、加圧下でも容易に移動・変形できる性質である塑性流動性が必要とされます。

また、一般に土砂は停滞した状態で加圧されると固結したりアーチアクションにより移動変形ができなくなるため、掘進機には、土砂(泥土)を練り混ぜ、常に土粒子間に相対運動を起こさせ、土砂(泥土)の塑性流動性を維持する機能が必要となります。

(2) 難透水性と圧力保持機能の維持

チャンバ内に充満された土砂(泥土)は、切羽の水圧および土圧に抵抗するため、難透水性と圧力保持機能を持つことが不可欠となります。

一般に難透水性を持たせるための添加材として、ベントナイト、粘土等を混入します。その基本原理は、チャンバ内の土砂の粒度調整と間隙水に粘性を持たせるこ

とにより、透水性を下げることにあります。

しかしながら、添加材を混入しても、なお、泥土がゆるい状態であると透水性が高くなり地山の水圧に対抗できなくなります。さらに、液体と同様にせん断抵抗がなくなるため、スクリュコンベヤの圧力保持機能が十分に発揮できなくなります。したがって、泥土には適度のせん断抵抗を発揮できる固さが必要です。

切羽の安定を保持するためには、前述の(1)(2)の相反する性質を考慮し、泥土を常に良好な状態に維持することが重要です。

2.3 掘削土砂の搬送方法

従来、土圧式推進工法の排土方式は、トロバケット方式もしくは圧送ポンプ方式により行われてきました。

しかし、呼び径1500以下の圧送ポンプ方式は、管内スペースに比べ機器が非常に大きいことから作業性が悪くなり、施工中のメンテナンスも難しいとされてきました。そこで、最近では、真空排土装置を用いることにより、これらの問題を解決しました。

よって、土質別に搬送方法を区分すると、

①トロバケット方式：全土質(写真-1)

②圧送ポンプ方式：普通土、硬質土(1)(2)
(写真-2)

③真空排土方式：普通土、砂礫土(1)
硬質土(1)(2)となります。
(施工事例2で詳細示す)