

総論

土圧式の強み

わだ こうじ
和田 浩治機動建設工業(株)
取締役土木本部長

1 はじめに

大口径管推進工法-密閉型3工法(泥水式、土圧式、泥濃式)のシリーズ特集の2回目である今回は土圧式推進工法です。土圧式は、土木学会のトンネル標準示方書で、カッタチャンパ内への添加材の注入の有無によって土圧シールドと泥土圧シールドに分類され(公社)日本推進技術協会においても、推進工法でも土圧式推進工法と泥土圧式推進工法に細分類しています。土圧式(土圧式+泥土圧式)の施工延長は、大口径管推進工法による下水道管路敷設においては全体の10%程度で、他の密閉型2工法(泥水式および泥濃式)と比較して採用件数は決して多くありません。しかし呼び径3500以上の超大口径管推進工法を見ると、現在までに完了しているすべての密閉型推進は泥土圧式によって施工されています。また、シールド工法では泥土圧シールドによる施工件数が7割以上を占めて、密閉型シールドでは泥水工法と比較して(シールド工法では泥濃式は採用されていません)断然リードしています。また、現在では土圧式のほとんどが泥土圧式により設計・施工されており、その基本概念である「泥土化による切羽安定」は、さまざまな小口径管推進工法にも取り入れられています。

本稿では土圧式推進工法の基本と他の2工法と比較して優れている特徴、およびその特徴が生かせる場面などを解説していきたいと思えます。

2 土圧式(泥土圧式)推進工法誕生の背景

密閉型3工法の中では泥水式の開発が最も早く、1965年に泥水式推進工法が初めて施工され、シールド工事や推進工事で施工実績を着実に増やしていきました。このような中で、泥水式に対抗する工法として、泥水処理のための大がかりな地上設備を必要としないことを特長に、シールドメーカーやゼネコン各社が土圧式の開発に取り組みされました。この開発の過程では、土圧シールドと泥土圧(泥土加圧)シールドの二つの流れがありました。以下にそれぞれの開発背景を簡単に整理してみます。

2.1 土圧シールド

土圧シールドは、シールドメーカーが主体となって開発されました。概念的にはブラインドシールドに機械シールドの要素(カッタヘッド+スクリュコンベヤ)を組み合わせたメカニカルシールド(土圧バランスシールド)で、1974年に実現場(東京、下水道水元幹線)に採用されました。

ブラインドシールドは、JIS A8201-1993に「切羽面を密閉し、その一部に調整可能な土砂取出し口又は取出し装置を備えているもので、シールド掘進機を地山に貫入させ、フード内の土砂に塑性流動を起こさせながら排土するもの」と規定されているように、軟弱粘性土地盤に用いられていたものです。隔壁に5%程度の開口を開けておくと、シールドジャッキで推すだけで開口部から土が押し出され、圧気や薬液注入等の補助工法を必要と

しないで安全な掘進ができました。1965年頃から用いられていましたが、地盤の変化(粘性土分の増減)に応じて開口を調整する必要があり、また砂分が増えてくると閉塞し排土できないといった問題がありました。

このような地盤の変化に、カッタヘッドによる掘削・混練とスクリュコンベヤの回転数調整による実質開口率の拡大(縮小)で対応したのが土圧バランスシールドです。土圧バランスシールドは、基本的に掘削土砂のみで切羽の土圧・水圧とバランスを取るもので、砂分が多い地盤では圧密脱水によるチャンバ内での固結や閉塞等の問題がありました。これらを防ぐためにチャンバにステンレス鋼材を用いたり、チャンバ内にエアーを送ったり、といった様々な方法で土砂の付着や固結を防止する方法がとられました。根本的な解決にはいたらなかったようです。

2.2 泥土圧(泥土加圧)シールド

泥土圧シールドの先駆けである泥土加圧シールドは、(公社)日本推進技術協会の会員でもある大豊建設(株)が1974年に特許出願し開発を進められたもので、粘性土分の少ない地盤でも添加材を注入しスポーク型のカッタで攪拌・混練することでチャンバ内の掘削土砂に流動性を持たせ切羽の土圧・水圧に対抗させる工法です(図-1)。泥土加圧シールドは、1976年に東京、葛飾区青戸の下水道工事に採用され(シールド工事：仕上り内径1650mm×トンネル延長160m)、また、同工事で呼び径1350×延長51.6mの推進工事も施工されています。

その後、土圧バランス式の発展形として、カッタチャンバ内に添加材を注入しリボンスクリュ(後述)で礫(玉石)を排出できる泥漿(でいしょう)シールド(図-2)、カッタチャンバ内に注入した添加材と掘削土砂をカッタチャンバ内で前後に摺動するカッタヘッドによって攪拌・混練する削土密封式といった様々な掘進機が

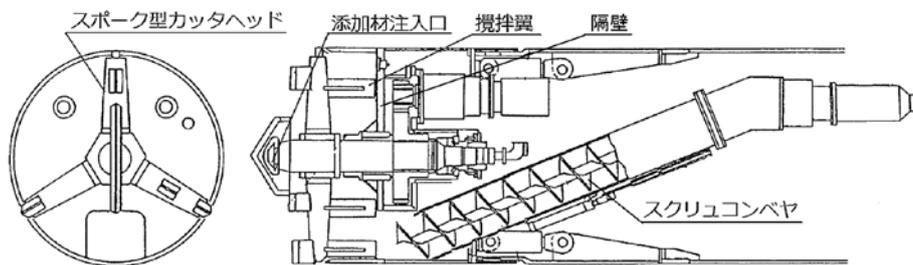


図-1 泥土加圧シールド

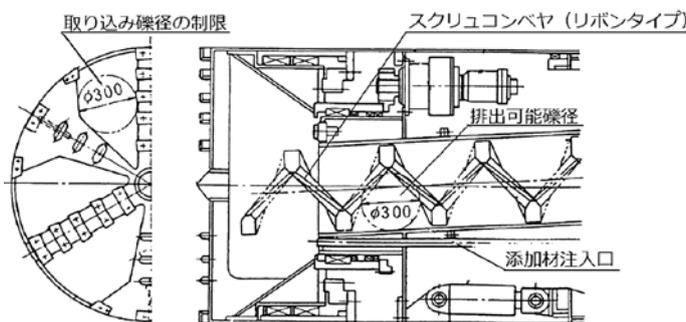


図-2 泥漿シールド

開発されましたが、現在は泥土加圧シールドの考え方が泥土圧シールド(泥土圧式推進工法)の標準になっています。

2.3 土圧式による切羽の安定

土圧式推進工法は、①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、②元押ジャッキの推進力により泥土圧を発生させ、③スクリュコンベヤで排土量を制御することによって泥土圧を切羽の土圧および地下水圧に見合う適正な圧力(掘進管理土圧)に保持することにより切羽の安定を図ります(図-3)。

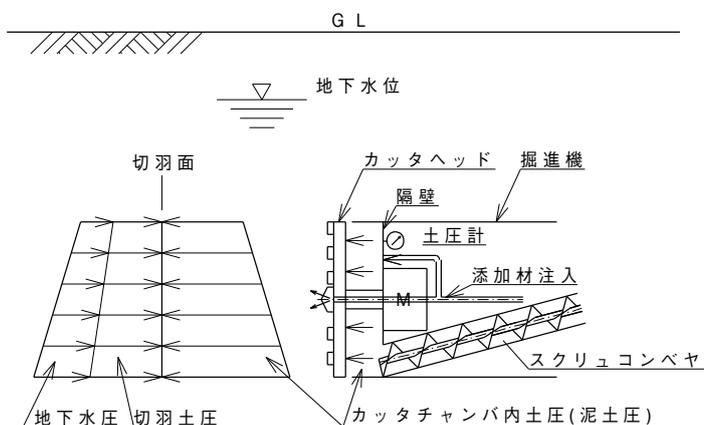


図-3 土圧式の切羽安定方法