

総論

泥水式推進工法の概説

い ぬ だ よ し か ず
稲田 義和

(公社)日本推進技術協会
技術委員会大口径部会長
飛鳥建設(株)土木事業本部

1 はじめに

近年では、地球温暖化に伴い頻発する集中豪雨により、全国各地に浸水被害が発生して、内水に対応する整備の緊急性、重要性が高まっています。このため、雨水整備事業の主要な一翼を担う推進工法のニーズも、今後数年にわたりさらに高まっていくことが予想されます。

今月号のテーマは、「大口径管推進工法の基礎泥水式編」です。ここでは、推進工法の用途や種類、歴史などを概説し、泥水式推進工法の基本的な仕組みや、それに伴う管理方法の基礎を、これから推進工法に携わる若手技術者が理解できるようにわかりやすく解説していきます。

2 推進工法の歴史と位置づけ、種類と特徴

2.1 推進工法の歴史

推進工法は、1890年代にアメリカで北太平洋鉄道下にコンクリート管を埋設する目的で採用されました。日本では、1948年に鉄道軌道下を横断して内径600mmの鑄鉄管をさや管として敷設する際に、施工したのが最初です。

泥水式推進工法は、1965年に東京都の下水道工事に採用されました。引き続き、1976年には同じく東京都の下水道工事で土圧式推進工法が採用されています。

泥濃式推進工法は、やや遅れて1981年に佐賀県で採用されました。

初期の推進工法は、ライフラインのさや管を軌道、水路、道路等を横断して埋設するための特殊な工法でしたが、徐々に道路に沿った管の埋設にも使用されるようになり、密閉型推進工法の開発により飛躍的な発展を遂げ、現在では下水道を中心とした都市部のライフライン構築の主要工法としての地位を確立しています。

2.2 推進工法の位置づけ

都市部を中心とする生活圏では、人々の生活を支えるため水道、下水道、電力、ガス、通信などのライフラインが設置されており、その多くが地下に管きよとして埋設されています。

管きよの埋設方法は、地上からの開削工法と地下にトンネルを掘る非開削工法に分かれます。ライフラインは公道の下に埋設されることが多いため、人口が密集する都市部では、工事に伴う交通渋滞や騒音、振動が軽減でき、長い管渠を短期間で埋設できる非開削工法が主流となっています。

非開削工法は、山岳トンネル工法、シールド工法、推進工法に分類されます。ライフラインの需要が高い都市部では、地下水位が高く自立が困難な柔らかい地盤が多いため、掘削と同時にトンネルの孔壁である覆工を構築することで地盤の崩壊を防止できるシールド工法と推進工法が主に採用されます。シールド工法は、覆工を

分割したセグメントをトンネル坑内に運び込み掘進機の後端で組み立てるのに対し、推進工法は、掘進機と覆工である推進管を接続し、トンネル先端の掘進機で掘進しながら、トンネル始端の発進立坑で推進管を順次接続してジャッキで押し込み、掘進機と推進管全体を前進させる工法です。シールド工法と推進工法は、埋設する管きよの径や長さ、土質条件などに応じて、それぞれの工法の特徴を生かして採用されています。

2.3 推進工法の種類と特徴

推進工法は、トンネル前面の切羽と呼ばれる土砂の掘削面を崩れないように押さえる方法と掘削した土砂の地上までの輸送方法により、「刃口式」「泥水式」「土圧（泥土圧）式」「泥濃式」の4つに分類されます。

初期の推進工法に採用された刃口式推進工法は、開放された切羽を人力や機械により掘削し、トロバケット等で掘削土砂を搬出するもので、「開放型」と呼ばれま

す（図-1）。この工法は切羽が露出するため、地下水の湧出が多い場合や地盤が軟弱な場合など、切羽が崩れてしまう場合には補助工法が必要となります。

この課題を解決するために、切羽の掘削は掘削用ビットをスポークに取付けたカッタを回転させて行い、カッタのすぐ後ろに隔壁を設けてカッタチャンバと呼ばれる密閉空間を確保して掘削土砂をため、切羽面に作用する土圧・水圧との均衡を保ちながらカッタチャンバより掘削土砂を取り込むことで切羽の崩壊を防止する「密閉型」と呼ばれる方式が開発されました（図-2）。密閉型推進工法の開発により、推進工法の適用範囲が飛躍的に広がりました。

密閉型の推進工法は、切羽の崩壊を防ぎ自立させる手法と掘削した土砂をカッタチャンバ内より坑内に取り込み地上まで運搬する手法の違いにより、「泥水式」「土圧（泥土圧）式」「泥濃式」に分類されます（図-3）。

泥水式推進工法は、泥水を送泥ポンプにより切羽に送ってカッタチャンバ内を満たして泥水に圧力をかけることにより、切羽面に作用する土圧・水圧と均衡させて切羽の崩壊を防止します。掘削した土砂は泥水とともに配管を通じてポンプにより地上まで搬送します。

土圧式推進工法は、カッタチャンバ内で掘削土砂に添加材を加えかくはん（攪拌）混練して生コンに近い性状に塑性流動化させて充填させ、推力により切羽面に作用する土圧・水圧に見合う圧力で押し付けて均衡させることにより切羽の崩壊を防止します。掘削した土砂は、隔壁に取付けたスクリュコンベア等で坑内に取り込み、トロバケットや圧送ポンプで地上まで搬送

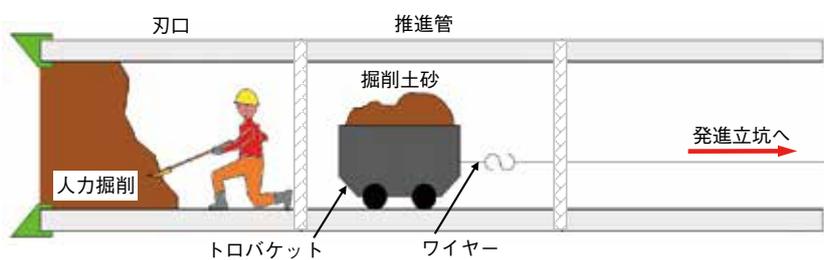


図-1 開放型（刃口式）推進工法

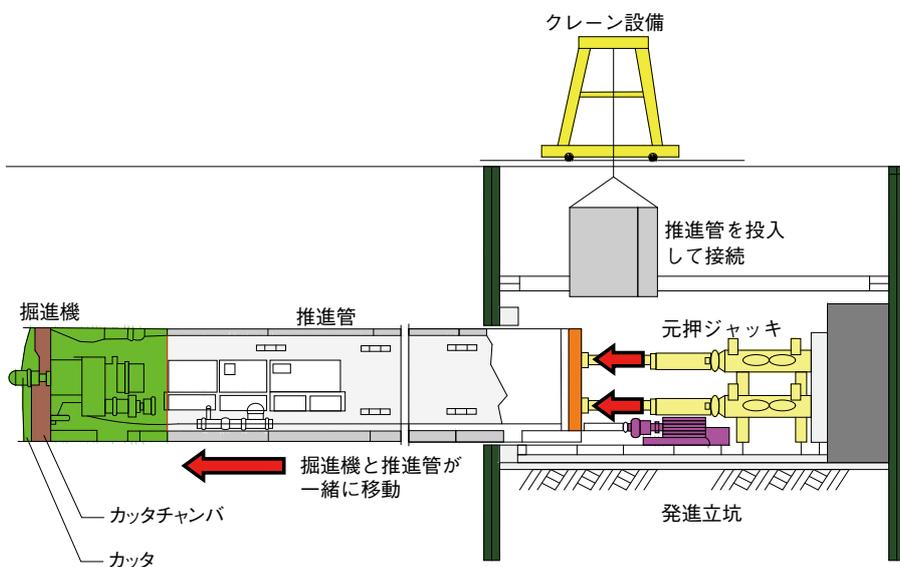


図-2 推進工法説明図