

解説 進化発展した技術

推進工法の縁の下の力持ち 推進材料の最先端



しん ただし
新 律

松村石油株式会社
営業本部長付化成品担当
(本誌編集委員)

1 推進工法の変遷

日本国内において、最初の推進工事が行われたのは、昭和23年大阪ガス発注の国鉄軌道下横断工事、鑄鉄管φ600を延長6mの手押しジャッキによる工事でありました。翌24年には、開放型刃口推進工法の原型であるφ600のヒューム管に柵刃口を装着した推進工事が実施されました。開放型刃口推進工法の施工当初は短距離、直線施工が殆どであり、人力掘削でも問題は無かったが、施工場所が全国に広がるにつれて土質条件は多岐にわたり、先端開放型の刃口推進工法の施工を困難にしました。

昭和40年代に入り、泥水加圧式推進工法の施工、その8年後には土圧式推進工法の施工、さらに昭和50年代中頃より泥土加圧式推進工法の施工が始まりました。さらに最初の泥濃式推進工法が施工されました。

昭和50年旧労働省労働基準局長通達により、管内径が800mmに満たない管坑内での人的作業が一切禁止されました。この法令の影響により昭和50年代初頭より、掘進機の先端位置の計測と方向制御機能を持つ高精度の

小口径管推進装置が次々に開発されました。

昭和50年代半ば以降、従来の開放型刃口推進工法に替り、密閉型機械式推進工法の採用が増え、昭和60年代に入ると開放型刃口推進工法はさらに減少し、次第に大口径管推進工法および小口径管推進工法における、本格的な密閉型機械式推進工法の時代を迎えて行くこととなります。

2 推進材料の変遷

推進工法用滑材に付きましては、ボーリング掘削の応用により、ベントナイト水溶液を滑材として使用していました。昭和44年にはベントナイト・オイルを主成分とする標準滑材が推進工事に使用されました。推進工法の機械化に伴い、ヒューム管等を掘進する上での摩擦抵抗を低減する要求はさらに高まり、滑材の開発が進み、50年代半ばにはベントナイトに高吸水性樹脂を加えた一液性滑材が開発されました。

掘削添加材に付きましては、密閉型機械式推進工法の採用と共に使用が始まりました。

泥水加圧式推進工法の開発当初は、

泥水調整剤（初期作泥）として、粘土・ベントナイト・CMC等が使用されていました。近年以降施工現場の狭隘化及び環境意識の高まりもあり、少量化・中性化した材料に置き換えられてきています。

泥土圧式推進工法の開発当初は、添加材として粘土・ベントナイトを使用していました。近年以降施工現場の狭隘化及び環境意識の高まりもあり、少量化・中性化した材料に置き換えられてきています。ただし土質が粘着土の場合、適量の添加材が存在せず水等を注入していました。近年以降チャンバ等に粘着土が付着するのを防止する目的により、粘着土付着防止剤が開発され使用されています。

泥土加圧式推進工法の中でオーガ排土型の場合の添加材に付きましては、管内をスムーズに排土させる為、ベアリング効果のある高吸水性樹脂を主体にし、ポリマを加えた掘削添加材が開発され使用されています。

泥濃式推進工法に付きましては、添加材として当初主成分の粘土にCMC・逸泥防止剤（ウラゴメール等）を加えたものが使用されていました。近年以降掘削土の切羽安定効果及び真空での

長距離輸送に適合した新たな添加材が開発され使用されています。これにより粘土の使用が大幅に減り、コンパクトな材料配合に替わってきています。

推進工法用裏込材に付きましては、当初フライアッシュ・ベントナイト等＋セメントの配合から、従来配合より少量型の裏込混和剤＋セメント配合に変わり、さらに一体型裏込材へと変遷してきています。

3 推進材料の最先端

3.1 滑材

【標準滑材】

ベントナイト水溶液に替り、昭和40年半ばより商品化されました。かつては滑材の主流でありましたが、一液性滑材の登場と共に使用機会が減り、現在では使用されるケースは殆ど有りません。(現在でも標準滑材は、推進工法用滑材の標準設計配合になっています)

【一液性滑材】

一液性滑材は、開放型刃口推進工法及び密閉型機械式推進工法(泥水・泥土圧・泥濃式)に拘らず、また大中小口径管推進工法・小口径管(高耐荷力・低耐荷力)推進工法に拘らず、使用されています。推進管と地山との間のテールボイドに注入され、周面摩擦力を低減させています。

昭和50年代半ばには、ベントナイトに高吸水性樹脂を加えたものが最初に商品化されました。密閉型機械式推進工事が増加するに伴い、標準滑材より置き換わり、現在の推進工法用滑材の主流になっています。多くの種類の一液性滑材が上市されています。

【二液固結型滑材(可塑剤)】

泥濃式推進工法の一次滑材として採用されました。テールボイドを保持する目的に使用され、現在でも泥濃式推

進工事において必要不可欠な材料です。また泥水加圧式推進工事においても、テールボイドを大きくとり、一次滑材として使用されるケースがあります。またカーブ推進工事に付いても使用するケースがあります。

【遅硬性滑材】

小口径管推進工事の場合、通常滑材の二次注入と裏込め注入は出来ません。先導体からの注入材が、掘進期間中には滑材として機能し、掘進完了後には裏込め材として機能を有する遅硬性滑材が平成6年に商品化されました。小口径管推進工事のほか改築推進工事においても使用されています。

3.2 掘削添加材

泥水加圧式推進工法

【泥水調整剤】

泥水を切羽前面に送泥して土圧に対抗する所定の圧力を与え、泥水を循環させることにより、切羽の安定を図ると共に掘削土を流体搬出させます。還流泥水を振動ふるいにかけて砂分を除去し、粘土シルト分は調整層に戻して再度泥水として使用します。

・初期作泥(標準泥水材) 粘土＋ベントナイト＋CMC(ポリマ系泥水材) 一液性泥水材

・補給作泥(標準泥水材) CMC(ポリマ系泥水材) 一液性泥水材

標準泥水材に替り、近年以降使用されているポリマ系泥水材は、初期作泥・補給作泥共に単体で使用されるケースが多いです。ただし、玉石砂礫層等粘土シルトが少ない土質の地盤では、ポリマ系泥水材に粘土・ベントナイトを加えて使用する場合も有ります。

【解膠剤】

泥水加圧式推進工法にてバインド分(シルト及び粘土)の多い土質を掘削する場合、循環泥水の粘性及び比重が上昇し、余剰泥水が発生します。この時、循環泥水に添加することにより、

泥水の粘性を低下させることが出来る為、余剰泥水量を減少させることが可能です。

泥水加圧式推進工法

【掘削添加材(加泥材)】

添加材を切羽前面に送泥して掘削土砂と練り混ぜることにより、塑性流動性と不透水性を有する良好な泥土に変換し、連続的に掘削土を排出させます。

泥土圧式推進工法において、土質により使用する添加材が異なっており、玉石・砂礫及び砂質土の場合と粘着土(粘性のない粘土においては、水を切羽に送ることにより掘削土が泥土化する)の場合を説明致します。さらに玉石・砂礫・砂質土層においてもオーガスクリュによる排土の場合は、掘削添加材の組成は、通常の添加材とは異なります。

①掘削添加材(玉石・砂礫・砂質土層)

泥土圧式推進工法において、添加材は切羽の安定目的に、掘削土砂に注入し、チャンバー等塑性流動性の保持及びスムーズな排泥を目的に使用します。

②掘削添加材(玉石・砂礫・砂質土層)

オーガスクリュによる排土

掘削土砂はオーガスクリュの作用により排泥管内を送泥させる為、通常の掘削添加材とは組成が異なり、ベアリング効果のある高吸水性樹脂を主体としポリマを加えた添加材を使用します。

③掘削添加材(粘着土層)

粘着土付着防止剤

粘着土掘削時は水を添加するだけでは粘着性が強く、掘削機のチャンバ内及び排泥管内において粘土が付着し、排泥が不良になり閉塞を引き起こす場合があります。掘削土(粘着土)の張り付きを防止する為の添加材です。添加材溶解液と粘着土が攪拌混合されると、添加材の成分が粘土粒子を包み込んで凝集させ、粘着性を除去しますので、チャンバ等への粘着を防止致します。