

解説

推進技術・最前線

進化した推進技術 滑材・添加材・裏込め材に求めるものは

もちづき たかし
望月 崇

(公社)日本推進技術協会
技術部長(本誌編集委員)



1 はじめに

推進工法は、1896年から1990年にかけて、アメリカのノーザン・パシフィック鉄道が軌条下に多数の鑄鉄製の下水管を推進・埋設したのが始まりといわれている。そして、一般に普及するようになったのは1950年代であり、場所は、ニューヨークやデトロイトであった。その後、この工法はアメリカの五大湖地区を中心に採用され、イギリスやヨーロッパ大陸に広まり定着した。

日本での施工は、アメリカで施行されてから約50年後の1948年、国鉄尼崎臨港線の下にさや管として内径600mmの鑄鉄管を6m推進したのが第1号といわれております。

アメリカでの始まりから119年、日本で施工された第1号から67年が経過しております。その間、いくつかの開発が行われている。アメリカでは人力掘削に変わり機械掘削が考案され、測量技術も開発された。この結果、1日当たりの施工量の増加、推進延長も増加した。

日本においても、1953年に中押し工法が開発され、泥水式推進工法の採用、土圧式推進工法の開発そして、泥濃式推進工法の開発と密閉型の施工方法が

採用、開発されており、施工延長の増加、急曲線の施工が発注され施工されている。

このような状況で、推進力を低減する施工方法および滑材、切羽の安定を確保する添加材、推進完了後の裏込め注入での裏込め材が重要となってきた。これら各種注入材に、機能、性能について、何が求められているのか、考えてみたい。

2 滑材に求められるもの

現状での長距離推進の実績が増えていくことを考えると、滑材に求められる機能、性能は、以下の項目と考えられる。

2.1 推進力の低減

推進工法は工場で作られた推進管を、掘進機を到達立坑から引き出すまで地中を推し進めなければならない。このため、延長が伸びれば、推進管と土との摩擦抵抗を低減させなければならない。

2.2 テールボイドの確保・保持

推進工法は到達し、掘進機を引き出すまで裏込め注入を施工できない。言い換えると、裏込め注入が完了するまでは、滑材により、テールボイドの保

持が必要となる。保持ができないと、地上への影響が発生してしまう。このため、裏込め注入完了するまでは、滑材(溶液)の注入圧を保つ必要があり、地下水に希釈されない材料と、圧力を保つシステムが必要となる。

2.3 地下水に影響されない

テールボイド保持のために到達まで地下水に影響されない滑材が必要であり、近年は 海岸部での施工、海底での施工実績があり、塩分の等の影響しない滑材が必要である。

3 添加材(高濃度泥水)に求められるもの

添加材については、施工実績、高知市での事故を考慮し、泥濃式推進工法の高濃度泥水について求められる機能、性能について考える。

泥濃式推進工法は、泥土圧式シールド工法の開発に携わった方が開発したと聞いている。開発の目標は、玉石、礫を割ることなく取り込むことが可能な掘進機で、長距離曲線推進に有利な工法の開発であった。軸付きのスクリュコンベアから礫への対応のためにリボンスクリュコンベアそして、礫を割らず取り出すために、排泥バルブが考えら

れたものと想像する。軸付きスクリュコンベアと比較し、リボンスクリュコンベアでの添加材の比重、粘性は、大きな礫への対応となるため、大きい値となる配合となっている。排泥バルブの場合は、より大きな礫を割ることなく排土することを考えると、それ以上の比重、粘性の値の配合で、掘削土と混合かくはんし、塑性流動化した泥土としたと考える。以上のように開発者の考え方を想像してみた。

このようなことを考えると、高濃度泥水と混合かくはんした泥土には以下のような機能、性質が必用と考える。

- ①塑性流動化した泥土となり、止水性を確保する必要がある
- ②排泥バルブから、間欠的に安定した排土となる必要がある

掘削土と現状の設計積算要領に記載された配合の高濃度泥水を混合かくはんし、以上のような機能、性質を確保できているのか、考え直す必要があると考える。

4 裏込め材に求められるもの

近年の施工は、長距離の施工が多くなっている。このため、裏込め注入は、掘進機を引き上げた後での施工であり、発進立坑方ポンプで圧送すると、推進延長以上の長距離をポンプで送ることになる。このため、裏込め注入材に求められる性質は、以下の項目と考える。

- ①材料分離を起こさない
- ②流動性がよく、充填性に優れる
- ③注入後の体積変化が少ない
- ④早期に地山の強度以上になる
- ⑤水密性に優れている
- ⑥地下水に溶け出さず環境に影響を及ぼさない

以上の性質をもった材料として、改築推進工法での既設管の充填や、東日本大震災において損傷した既設管の充填モルタルとして、起泡型の充填材（チチブレコキープ、TM300zero）使用されており、裏込め注入材として使用できるものとする。

このモルタルは、混和剤や特殊気泡

剤、分離防止材が一体となったプレミックスタイプの充填材である。この材料の性質は、

- ①優れた気泡力
- ②ブリーディングの発生がなく、体積変化がない
- ③優れた流動性がある
- ④水中での不分離で海水の影響がない
- ⑤強度の調整が可能である。

5 おわりに

近年の施工は、長距離施工が多くなっている。滑材、添加材（高濃度泥水）および裏込め材は、推進工事において主体的な材料とはいえない。しかし、推進工事でのトラブル防止には、重要な材料と考えられる。特に高濃度泥水については、災害も発生しており、掘削土と混合かくはんされた泥土の品質管理方法を含め、配合等について考える必要があるものとする。

