

解説 自動化への挑戦

長距離推進工事 必要となる自動化技術



いしづか せんじ
石塚 千司

株式会社
土木事業本部技術企画部
技術企画第三グループ長

1 はじめに

私が最初に推進工事に携わったのは昭和55年で、その工事は呼び径1000で10スパン程あった泥水式の推進でした。推進延長50m程度のスパンが標準であり、1スパン100mともなると中押し装置が1~2段設けられていたのを記憶しています。

平成に入り長距離推進の開発に取り組むこととなり、その手段として着目したのが滑材注入でした。これはまさに自動化による滑材注入でもありました。

今回はこの滑材注入システムである管周混合推進工法(以下、本工法)と、代表的工事の施工事例について自動化技術をふまえてご紹介したいと思います。

線施工や長期間の使用となると中押し装置からの地下水の噴出もあり苦労したものでした。そこで、この中押し装置に頼らず長距離推進を可能とするために、滑材効果に着目して研究開発に取り組んだ次第です。

2.2 工法原理

本工法は、従来の液状滑材の効果と

違い、地山と滑材を攪拌混合することによって、推進管周囲の地山を2~3cmの厚さで均等にせん断抵抗の小さな土質に改良します。この改良された層(滑材混合層)で推進管を覆い、管周の摩擦抵抗力の減少をはかり、滑材効果を高めることで、長距離推進を可能にした工法です。

2.3 工法概要

本工法は、掘進機のすぐ後に滑材注入装置を接続します。この滑材注入装置は、滑材を推進管の周囲にまんべんなく出すと同時に地山と滑材を攪拌混合する機能を持たせています。推進距離がある距離以上に長くなる場合には、掘進機のすぐ後ろの注入装置の他に中間滑材注入装置を一定間隔に設置することで安定した低い推進力を保持しています(図-1、2)。

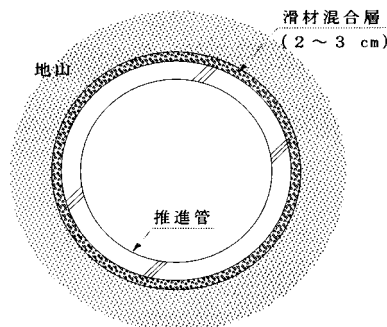


図-1 滑材混合層模式図

2 管周混合推進工法

2.1 開発の動機

当時、泥水式や泥土圧式の密閉型推進工法での長距離推進は、中押し装置を設けて計画するのが一般的でした。しかし、帯水性の砂層や砂礫層では必ずしも安心して施工できるものではありませんでした。また、曲

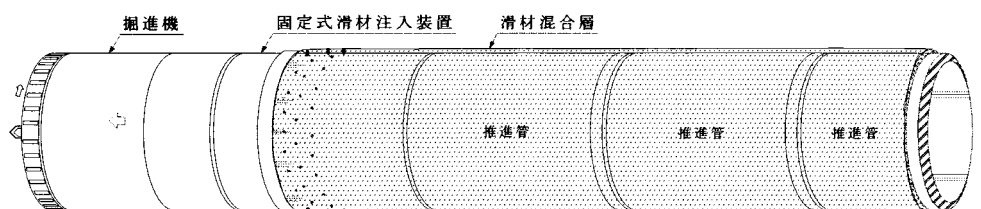


図-2 推進概念図

2.4 滑材注入装置

掘進機のすぐ後に設置した滑材注入装置には同一円周上に複数箇所の滑材注入孔が設けてあり、一定時間のサイクルで注入位置が切替わり、各注入孔より推進速度に応じて所定量の滑材が順次吐出され、確実に推進管の廻りに滑材をいきわたらせます。同時に注入

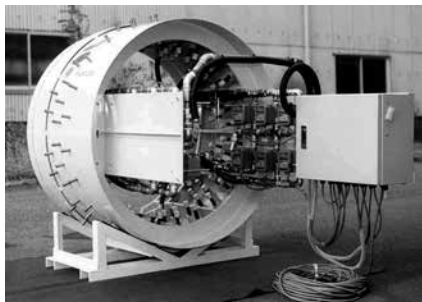


写真-1 固定式滑材注入装置

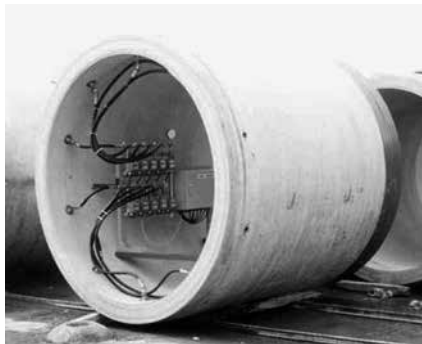


写真-2 中間滑材注入装置

孔の後方に設けられている多数の突起状の攪拌混合ピンによって地山と滑材が混合され滑材混合層が形成されます(写真-1、2)。

2.5 注入システム

本システムは、推進ジャッキと連動して、推進速度に見合った一定量の注入ができるように自動化されています。また、注入ポンプには上限注入圧力を設定してあり、異常注入圧力に対してのポンプ停止や注入再開も自動運転となっています。

システムとしては下記の装置より構成されています(図-3)。

- ・滑材注入装置・・・・・・・・・・1基
- ・電動バルブ・・・・・・・・・・12組
(φ1000mm)
- ・注入口自動切替制御装置・・1式
- ・流量可変グラウトポンプ・・1式
- ・自記流量記録計・・・・・・・・1式
- ・滑材プラント・・・・・・・・・・1式

3 本システムでの自動化

滑材注入が推進力の低減に大きく寄与することは経験的に誰もが認めると

ころかと思えます。この滑材の効果を確実にするために現場では注入量を多くしたり、注入口を複数設けて注入箇所を切替えながら注入を行っていました。そこで、この滑材注入をシステム化して誰が行なってもその効果が期待通りに得られることを目指しました。

システム化するにあたっては、極力人の操作に頼らず、機械的にまた安全・確実に注入することを前提に開発しました。これらは、人の操作や判断に替わる自動化と言えます。

本工法での広い意味での自動化としては以下のような点が挙げられます。

- ①推進速度と連動した定量的な滑材注入
- ②推進力、推進速度、滑材注入量・注入圧等の自動記録
- ③上限注入圧力による注入停止と再開
- ④坑内モニタによる注入装置と坑内状況の監視

通常通りにオペレータが掘進機の操作を行いつつワンマンコントロールによる長距離推進を可能としています。本工法は原則として人を増員することなく滑材注入装置と注入システムという自動化技術によって滑材効果を定量的に発揮して長距離推進を可能としています。

4 施工事例の紹介

本工法による代表的な長距離推進工事を紹介します、また、推進力の低減以外で実際に採用した自動化技術についても紹介したいと思います。

4.1 工事案内

工事は新潟県新津市(現在新潟市)の浸水被害解消の目的で、ポンプ場への流入渠を構築する推進工事です。埋設される道路は本地区の幹線道路であると同時に支障地下埋設物が輻輳しており、立坑用地等の確保も困難な状況下であり、長距離推進の採用となって

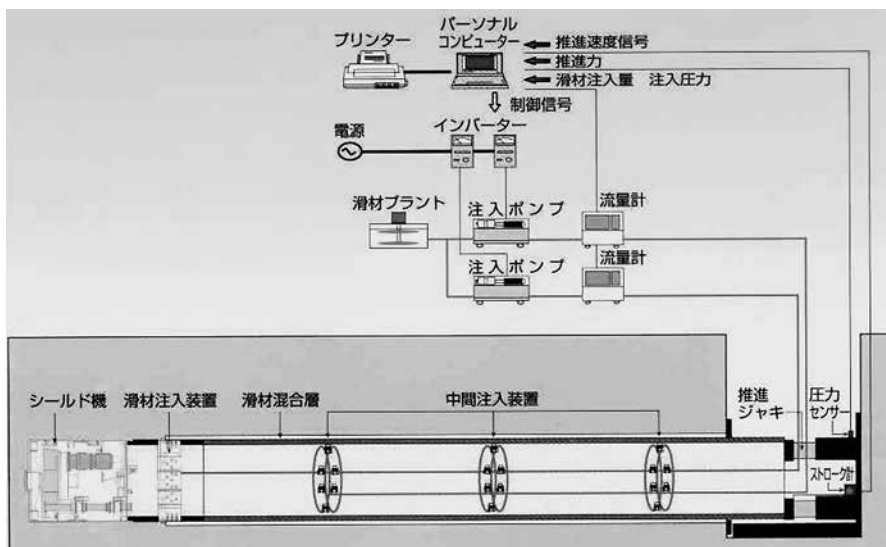


図-3 滑材注入システム