

人・地球・水環境

がんばろう 日本

月刊下水道

JOURNAL OF SEWERAGE, MONTHLY

August, 2011

8

VOL.34 No.9

特集

変化求められる下水道トンネル技術

- 推進技術協会が公益法人化を目指すもの
- 長距離・大口径シールドの高速施工
- シンガポールの大深度トンネル下水道システム



■ 人・ひと・ヒト
シールド工法技術協会 会長
金井 誠 氏



「推進／シールド併用技術」による 新カテゴリー創出についての展望 —エコスピードシールド工法

エコスピードシールド (ESS) 工法協会 事務局 檜皮 安弘



1 はじめに

近年、都市部の地下では、上下水道、ガス、電力、通信等のライブラインが完備され、さらに新設の管路施設を構築するためには、土質条件はもとより、道路交通条件、既設地下構造物、周囲の生活環境への配慮を含め、さまざまな諸条件に応えなければならない。その上、経済性・安全性および優れた品質が要求されることから、その計画は苦渋を伴うものとなっている。

このような時代背景の中で、非開削工法であるメリットを生かしたシールド工法および推進工法が主軸となり、双方それぞれの施工領域において、個別の技術として発展してきたことは、周知のとおりである。最近では、推進工法の長距離・急曲線技術の向上と社会的な経済情勢をより勘案した計画が要求される中で、これまでシールド工法の領域であった施工において、より経済性に優れた推進工法の採用が増加の一途をたどっている。

その一方で、推進工法およびシールド工法双方のメリットとリスクを勘案し、経済性・安全性および品質に優れた工法の選定は、非常に難しい問題となっている。

そこで、当「エコスピードシールド工法」では、このような問題に着目し、推進工法とシールド工法を融合させた“推進／シールド併用タイプ”的

施工技術を、新しいカテゴリーとして、より多くの方々に認知していただくことを目標とし、普及に努めている。

2 推進工法と シールド工法の融合

シールド工法は 1818 年にイギリスでフランス人技師ブルネルによって考案されたもので、1825 年にロンドンのテムズ河を横断する水底トンネルに初めて採用された。しかし、浸水によって工事は難航し、到達したのは 1840 年だった。

日本国内では、イギリスでシールド工法が誕生してから約 100 年経った 1917 年に奥羽本線折渡トンネルの施工を行ったが、途中で断念せざるを得なかった。その後、1936 年に国鉄の施工によって関門鉄道トンネルが到達した。

一方、推進工法の起源については、古代ローマ時代といわれている。古代ローマ遺跡発掘の中では、盗水に用いられた穴のある水道用の木管が発見されている。盗水は、埋設されている水道管に木管を押し込む方式で行われていたことから、推進工法の起源といわれている。現代のかたちに近い推進工法が最初に採用されたのは、1890 年代後半にアメリカの北太平洋鉄道横断工事であった。

日本国内では、今から 60 年以上前の 1948 年に兵庫県尼崎市内で、旧国鉄尼崎臨港線（廃線）

を横断して、ガス管を布設する工事で用いられたのが最初であった。昭和40年代に入ると、セミシールド（現在の推進）工法として、泥水式の掘進機が導入され、施工延長が大幅に拡大した。その後も推進工法は、さまざまな施工条件下で採用され、実績を挙げてきた。そのことが、今日の推進技術の基礎となっている。

しかし、推進工法では施工延長に限界があることから、今から15年ほど前には、各社で推進工法とシールド工法を組み合わせることが立案されていたが、実現には至らなかったと思われる。その後、推進力低減システムの登場により、推進技術は大幅に進化し、近年ではシールド工法に対抗できる存在となった。またその一方で、推進工法とシールド工法を併用する技術の開発も進み、現在では全体で20件程度の施工実績が存在する。だが、まだまだ認知度は低い。

両工法はそれぞれ個別の技術として発展してきたが、融合することにより双方の利点と欠点を補い合うことができる新しい技術であることを、本稿を通じて認識していただければ幸いである。

3 ESS工法の概要と特長

3.1 概要

当ESS工法は、呼び径1,000～2,400mmを対象とした非開削による管渠構築工法である。①推進

工法によって管耐荷力の限界もしくは急曲線手前の任意の地点まで施工を行った後に、立坑を築造することなくシールド工法に切り替える「推進／シールド併用タイプ（特殊推進工法）」と、②全区間をシールド工法によって施工する「シールドタイプ（小口径シールド工法）」の2種類から、施工条件に応じて選択することが可能である。「推進／シールド併用タイプ」は、推進工法とシールド工法の両方の利点と欠点を補い合うことで、全区間を推進工法で施工することが困難な場合に、推進工法からシールド工法に切替える方式である。図-1に工法の概要、図-2に工法システムの概要を示す。

当工法は「泥濃式」を採用しており、推進区間では通常の推進工法に比べてテールボイドが大きくなる。そのため、特殊な固結型滑材を注入することでゲル体をテールボイド内で任意に変形させて劣化を抑制し、テールボイドの保持を行う。さらに、推進区間の施工完了直後に裏込注入を行うことで地盤沈下を抑制する。一方、シールド区間では、裏込注入を掘進即時注入とすることで地盤沈下を抑制する。

ESS工法用セグメントは、ヒューム管と同様の「遠心力製法」によって製造される。そのため、一般的な「振動製法」によるセグメントと比べて、「強度」「水密性」「耐久性」が高い。

掘進完了後は、二次覆工が不要なため、坑内設備を搬出撤去し、推進管目地およびセグメント目

図-1 推進／シールド併用タイプの概要

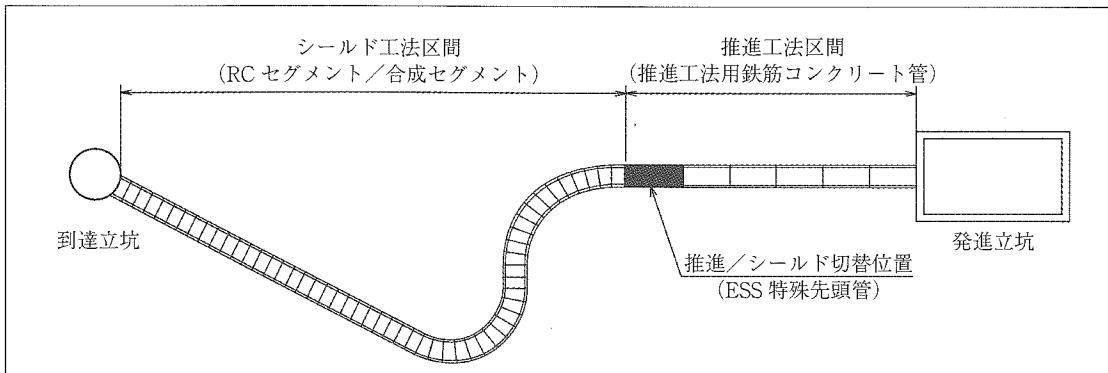
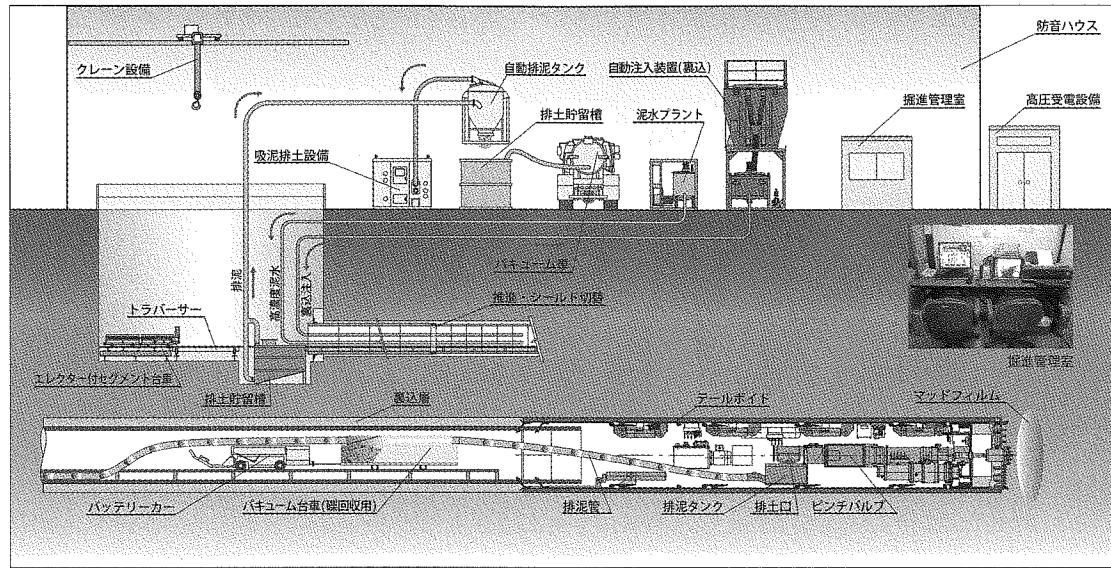


図-2 工法システムの概要



地、注入孔等を無収縮モルタルにて仕上げを行う。

3.2 特長

推進／シールド併用タイプの特長を下記に示す。

- ① 仕上り内径は ϕ 1,000mmから。1スパン 1,000m以上で、超急曲線R = 10 mが可能である。
 - ② 推進工法からシールド工法への切替えが容易である。

- ③ 掘進機内からビット交換および障害物の撤去が可能である。
 - ④ シールド区間において、二次覆工を省略することで大幅な工期短縮が可能である。
 - ⑤ 全区間シールド工法に比べて、経済性に優れている。
 - ⑥ シールド工法に切替えることで、安全性が向上する。

図-3 工法の分類

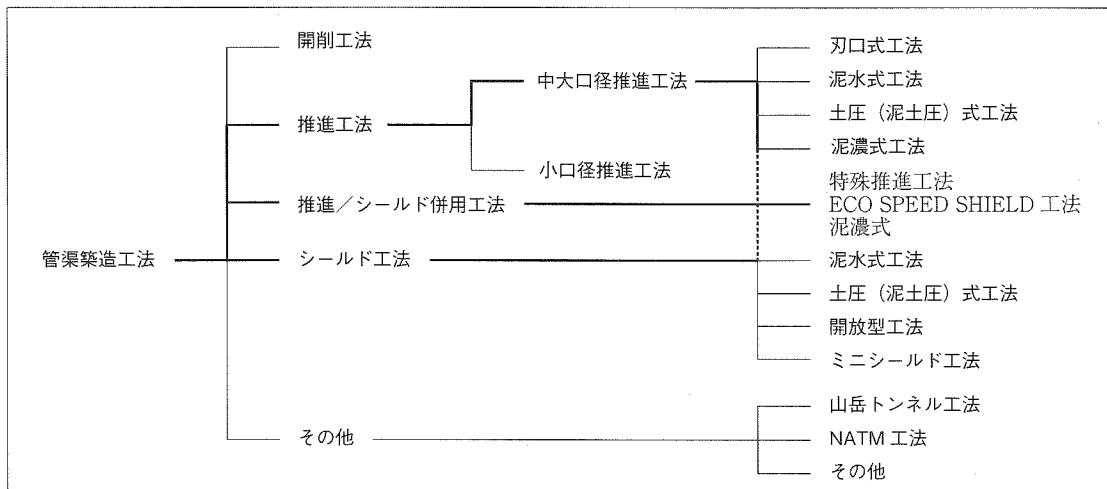


表 推進／シールド併用タイプの優位性

シールド工法	長所	<ul style="list-style-type: none"> ・推進工法では不可能な、施工延長を施工できる ・推進工法では不可能な、曲線施工が可能である ・ジャイロ、水レベル計、管理システムにより、管理が容易である ・裏込即時注入により、地盤沈下を抑制する
	短所	<ul style="list-style-type: none"> ・ϕ 1,000 ~ 1,200mm の対応ができない ・セグメントを組立てるため、推進工法に比べて日進量が小さく、二次覆工を行う場合、工期が長くなるため、コストが高価である ・推進工法に比べて、立坑およびヤードが大きい
推進工法	長所	<ul style="list-style-type: none"> ・推進管を連続的に押すため日進量が大きく、コストが安価である ・シールド工法に比べて、立坑およびヤードが小さい
	短所	<ul style="list-style-type: none"> ・推進期間中のテールボイド管理が難しい ・発進立坑から毎回、測量を行うため管理が難しい

推進・シールド併用	<ul style="list-style-type: none"> ・ϕ 1,000 から施工が可能である ・推進工法で対応できない施工が可能である ・シールド工法より、立坑およびヤードが小さい ・ジャイロ、水レベル計、管理システムにより、管理が容易である ・推進区間でも、特殊な固結型滑材により、地盤沈下を抑制する ・推進区間で、コストダウンが図られる ・二次覆工省略型のセグメントにより、工期の短縮が図られる
-----------	--

4 新カテゴリー創出の展望

当協会では、推進／シールド併用タイプを、図-3のように、推進工法とシールド工法の中間に位置する“特殊推進工法”として位置付ける。

今後は、推進工法やシールド工法のように一般的な工法として、工法選定の選択肢に加えていただくことが急務である。さらに、当工法を含めて、推進／シールド併用の技術を有する工法が、新しいカテゴリーとしてその存在価値を見出され、普及および発展していくことを期待する。

参考として、表に推進／シールド併用タイプの優位性を示す。

5 おわりに

当初、推進工法は、管を埋設する位置が軌道や河川あるいは幹線道路の下など、地上から直接掘

削できないような施工条件下で採用される特殊な工法であった。しかし、工法技術が特殊ということではなかったため、現在では一般的な工法として認知されている。その反面、社会情勢のニーズに応えるために、適用地盤の拡大、安全性の確保と向上、長距離・急曲線施工技術、省力化、耐久性・耐震性の向上、コスト縮減などに取り組み、大きな進化を遂げてきたことは、周知のとおりである。

推進／シールド併用タイプについても同様に、より複雑になった施工条件下に対応できる特殊な工法という意味で、「特殊推進工法」というカテゴリーがふさわしいと考えられる。

当工法も、設計採用、そしてまた施工についても受注をいただき、このような機会があれば、積極的に発表を行って、より多くの方々に情報を伝えていきたいと考えている。

最後に、当工法を採用していただきました発注者ならびに設計者他関係各位の皆様に、心からお礼を申し上げる。