

総

論

多様性を発揮

推進工法の利点と推進技術の進歩が多様性を促し大活躍

かわい あきら
川相 章

(公社)日本推進技術協会
技術部長



1 はじめに

内径60cm程度の、現在では小口径管とも言うべき極少の管内に這いずり込んで掘削作業を行い、土を掻き出しながら鋼管を手押ジャッキで押し出す。そのような状態でスタートした推進工法であるが、それから60余年、現在では密閉型掘進機が地下水の豊富な地盤をいとも簡単に掘り進み、内径4.0mの大きさの推進管を敷設するまでになった。推進工法の下水道分野での施工延長の実績は、最盛期の1/3程度まで低下したが、推進技術の発展によって、下水道管路以外の様々な分野でその拡がりを見ることができる。今回の特集は「多様性を発揮して大活躍している推進技術」であり、当協会の昨年の技術講習会において、多くの方々にその事実を知っていただいたが、それが可能となった背景には推進工法がこれまで有している工法独自の優位性やさらには要素技術の著しい進歩が挙げられる。掘進機の回収再利用、遠隔操作による作業効率の向上、簡素な設備機器、滑材やその注入管理システム、切羽安定手法と掘進機構造、長距離・曲線施工と推進管の健全度の

検証手法など、それらが一体となって推進工事の確実性を高めることができたことに他ならない。その結果、縦断勾配に曲線線形を含む電力幹線管路、海底推進による天然ガス供給パイプライン、さらに生簀（いけす）養殖用新鮮海水の取水用トンネル、安全・安心な歩行者用地下空間通路、都市部の渋滞幹線道路の立体化、農業基盤整備の再構築灌漑水路、建物内からの通信ケーブル接続用トンネルなどで推進工法が縦横無尽に活躍を見せている。

以下の特集号では、その施工を可能とした推進技術、特に大口径管推進工法について詳細に述べられており、ここではその技術の主だったものについて解説する。



写真-1 山岳坑口防護パイプルーフ

2

地下水の豊富なわが国の地下に、通信、エネルギー、安全確保の地下空間を構築

2.1 パイプルーフ工事による安全・安心な歩行者用地下空間通路

従来、パイプルーフ工法は山岳トンネルの先受け工事（写真-1）のような目的で使用され、地下水対策にさほど労力を必要としない地盤を適用範囲としていた。これについては小口径管推進工法オーガ方式が施工できる地盤を想像するほうが理解しやすい。一昔前、鉄道や道路横断の人道構築用工事の防護工として鋼管推進工法に分類されていたことがある。いずれにしても高水圧、崩壊性地盤で採用する場合には、地盤改良工法が既設構造物へ与える影響や改良効果への信頼性などから採用には慎重にならざるを得なかった。鋼管は径1.0m内外のものを使用し、障害物が出現した場合は、管内から人力除去も可能であるが、いずれにしても掘削地盤の安定が不可欠であった。

この切羽面が開放された鋼管推進ではなく、泥水式や泥濃式などの密閉型推進工法としてパイプルーフを施工するという新しい発想が推進工法の新たな領域を切り拓いている。それは、従

来のようなしっかりとした自立する地盤ではなく、崩壊しやすい軟弱で地下水が豊富な地盤を対象にすることができ、幅狭する都市部では地下鉄を新規に建設した場合、より深い場所に建設することとなり、そのための連絡通路として新たに人道を設けなければならない。

狭隘な作業空間にも関わらず、地下水や崩壊性の地盤を対象に地中を切り広げる工事は、従来の方式のパイプルーフ工法を採用して防護工とするわけにはいかない。パイプの先端に密閉型の掘進機を装着し、所定の推進距離（人道の延長距離に相当）を施工した後、なおかつ掘進機を発進側に引き戻して再び発進する。この引き戻すことができるところにも推進工法の利点が生かされている。引き戻しは、推進さ

せたパイプの中から行うのである。回収するために掘削機のビットをパイプの径以下に縮める必要がある。それが可能となっているのである。推進工法の特長である掘進機の再利用が開発者にそのシステムを誕生させたともいえる。このように密閉型の掘進機をパイプの先端に装備し、1本のパイプを所定の距離に敷設した後、掘進機をパイプの内部を通して回収し、再び発進側から先行して敷設したパイプに嵌合させたパイプの先端部に装着させて推進させる。このように上下左右にパイプで取り囲み軟弱な地盤を防護し取り囲んだ内側空間を支保工でパイプを保持させながら掘削し、鉄筋を組み立て、型枠を構築してコンクリートを打設して人道の躯体を構築することができる。図-1、写真-2、3に、東京

都内の千代田線明治神宮前駅と後発で建設した副都心線の連絡通路建設に密閉型推進工法によるパイプルーフ工が採用された例を示す。

2.2 多彩な推進管を用いて最も安全で経済的な推進工法で雨水本管の空気孔構築

推進工法では、従来は水平方向に掘進機で地盤を掘り進め、掘進機に後続させて管を敷設する。しかし、水平方向の施工が絶対条件ということではない。用途があれば下向きでも上向きでも掘り進むことができる。地上から地下深く敷設された雨水幹線は、流入する雨水量に相当する空気抜きが必要となるため、その空気孔の構築に推進工法が最も安全で、かつ工期的にも経済的にも優れた理由から採用された例を紹介する。この事例については本誌でも紹介されているので、ここではその採用理由のみに触れてみたい。

図-2のように、直径10.8mの雨水幹線が地表面からの深さ90m程度に位置し、そこに空気抜き孔のための立坑を取り付けるのである。取付ける方法は3種類ある。第1案が4.2mの大口径リバース杭を幹線の天端から水平方向に20m程度離れた深さまで掘り込み、その内部にコンクリート壁の円形構造物を構築し、それから刃口推進工法で幹線の天端まで掘削し、シールドトンネルと接続するものである。この工法案の最大の弱点は刃口推進工法である。刃口推進工法は簡潔で施工距離が短く地盤が安定している場合は、最も経済的である。しかし、当工事のように大深度で水圧が高いと思われる箇所では、そのための地盤改良工法が最大の問題となる。改良効果への信頼性と施工の安全性、さらには工期的な課題もある。第2案は、地中連続壁工法による立坑構築である。第1案と同様に、幹線とは離れた位置まで立坑を

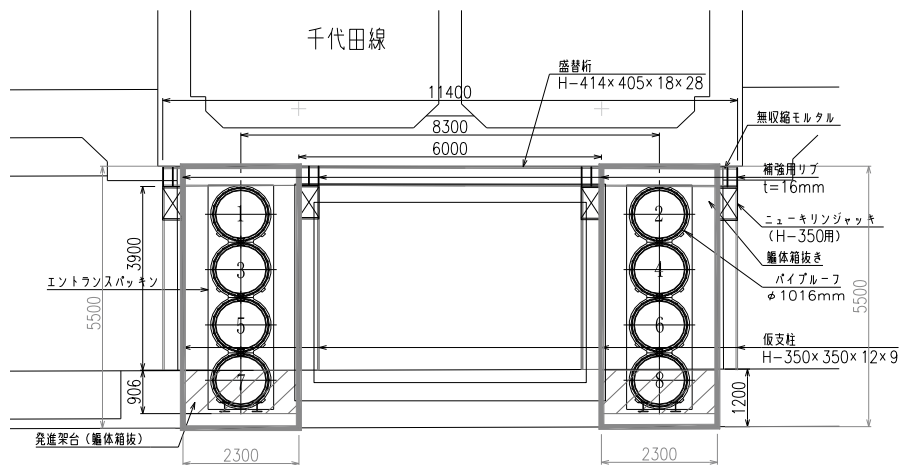


図-1 密閉型パイプルーフ施工図



写真-2 パイプルーフ施工完了



写真-3 連絡通路完成