

総論

# 地中をイメージしよう

## —推進工法の設計上の留意点—

あさい たけはる  
浅井 岳春  
オリジナル設計(株)  
下水道部技術一課

### 1 はじめに

本月号のテーマは「推進技術・最前線」ですが、来月に開催される「下水道展'19横浜」にあわせた特集号です。

下水道展会場で最新技術に触れていただく前に推進工法についての基礎知識を持って臨んでいただければより一層、理解が深まるのではないのでしょうか。ここでは「推進工法とは何か」、「推進工法の設計上の留意点」など基礎的な点にふれていきます。

管路の敷設方法は、開削工法と非開削工法とに分類され、非開削工法の代表的なものが推進工法です(図-1)。

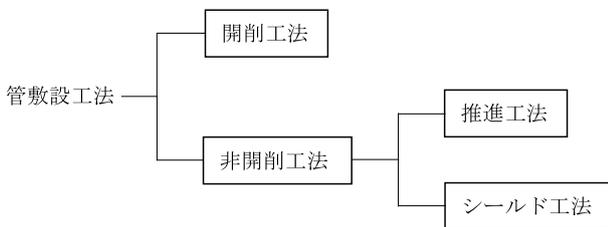


図-1 管敷設工法の分類

開削工法は地上より掘削して管路を敷設するもので、目視により状況確認が行えるため、一番確実な工法です。しかし、埋設深度が大きくなるにつれ土留めも確実なものとするのが必須であり、土留めの崩壊は即、人

命に関わることとなります。幹線道路や鉄道の横断部はどうでしょうか。交通量が少なくなる夜間、終電後に施工といった場合など、限られた時間内での施工、安全性、騒音や振動による周辺住民への影響等、困難な工事となるのが容易に想定できます。推進工法は、この様に地上から直接掘削することに制約を受けるような特殊な施工条件下で採用されることが多くあります。事実、我が国初の推進工事は、昭和23年(1948)に行われた兵庫県尼崎市内、旧国鉄尼崎港線軌道下の横断工事で、ガス管のさや管として呼び径600の鑄鉄管を6m敷設するものでした。埋設する管の先端に刃口を装着し、手動式ジャッキで押し込み、開放状態の地山を人力で掘削する刃口式推進工法の原型でした。

その後昭和32年(1957)には推進用油圧ジャッキが開発され、推進力、作業の効率が大幅に改善されました。1970年代に入るとシールド工法の技術を導入した泥水式、土圧式といった密閉型推進工法の登場により推進可能延長が大幅に伸び、これまでの軌道、水路、道路等の横断敷設のみならず縦断敷設にも推進工法が採用されることが多くなりました。

70年前、我が国初の推進工事での掘進延長は6mでしたが、現在、その最長記録は優に1kmを超えて1,447m(呼び径1000)という長距離推進を可能としています。

昭和50年(1975)4月には、労働省(現厚生労働省)

の行政指導により、作業上、安全上などの問題から呼び径800未満の管内での人的作業が禁止されたことから、掘進機の運転制御をすべて地上から遠隔操作する小口径管推進工法の開発に拍車がかかりました。当初は、遠心力鉄筋コンクリート管を推進とする高耐荷力管推進工法が主流でしたが、1990年代に入り、硬質塩化ビニル管を推進できる低耐荷力管推進工法が実用化され、適用できる推進工法用管の種類も増え、あわせて様々な土質への適用が拡大したことにより、平成27年(2015)の下水道事業における推進工事の実績(約270km/年)のうち約85%(約230km/年)が小口径管推進工法によるものです。

このように70年の歳月をかけて実績を重ね、現場で生じる問題に立ち向かってきた技術革新の歴史が、世界最高水準の推進技術を支えています。

## 2 推進工法の設計における重要なポイント

### 2.1 立坑

推進工法は、掘進機と推進管を投入し掘進する発進立坑が必要となります。また掘進後、掘進機を回収するための到達立坑については省略(必要としない)できる工法もありますが、設置が原則です。立坑の設置位置は、地下埋設物等の支障物件や交通状況といった周辺環境を考慮して選定することとなります。特に発進立坑は、工事期間が長期となる場合が多いので交差点部や病院、学校、商店等に近接する場所を避けて選定する必要があります。

あります。また、道路の屈曲部や管路の会合点等、マンホールを設置すべき箇所も立坑が必要となります。

### 2.2 線形

推進工法の平面線形は直線が最も望ましいですが、道路形態や道路の屈曲部に立坑が設置できず、曲線施工を余儀なくされる場合も多々あります。曲線施工は今日では珍しくはなく、先に述べた立坑の設置位置を考慮し、かつ公道内に埋設可能な曲線半径を設定する必要があります。これらの条件を満たすように立坑位置を選定するように計画します。

### 2.3 土質

推進工法は地中を掘進するため、地層の構成や性状を把握することが非常に重要です。これらは、標準貫入試験を伴うボーリングを主体とした地質調査により確認することができます。地層構成と各層のN値、地下水位、土質試験(土の物理・力学試験等)の結果が推進工法選定の重要な判断材料となります。今日では密閉型推進工法が一般的ですが、粘性土ではカッタチャンパへの付着や閉塞による掘進不能、礫質土の場合は礫に起因する切羽の崩壊やビットの摩耗により、掘進不

表-1 高耐荷力方式の土質条件による適用選定表<sup>1)</sup>

土質分類	土質性状			高耐荷力管推進工法			
	N値	地下水	透水係数 (cm/s)	圧入式	オーガ式	泥水式	泥土圧式
粘性土	$N \leq 2$	—	—	○	△	△	△
	$2 < N \leq 8$	—	—	○	○	○	○
	$8 < N \leq 15$	—	—	○	○	○	○
	$15 < N$	—	—	△	○	○	○
砂質土	$N \leq 10$	無	—	△	△	△	△
	$N \leq 10$	有	$k \leq 10^{-2}$	△	△	△	△
	$10 < N \leq 30$	無	—	△	○	○	○
	$10 < N \leq 30$	有	$k \leq 10^{-2}$	△	△	○	○
	$30 < N$	無	—	×	○	○	○
	$30 < N$	有	$k \leq 10^{-2}$	×	△	○	○
礫質土	—	無	—	×	○	○	○
	—	有	$k \leq 10^{-2}$	×	△	○	○
岩盤	—	—	—	×	○	○	○

(凡例)

○：一般的に適用できる

×：一般的に適用できない

△：切羽水圧、透水係数、粘土・シルト分の含有量等、および施工実績等を含め確認のうえ、各工法協会へ問合わせる。

注：地下水圧は先導体等により異なるため採用にあたっては、各工法協会へ確認すること。