

総論

推進工法における測量の現状と課題

西田 広治

(社)日本下水道管渠推進技術協会
技術委員会 講座部会長



1. はじめに

推進工法は、当初、ガスや水道のさや管を水路、軌条、道路等を横断して埋設する際に用いられていた。その後、下水道本管の埋設に採用され、その有用性が認められてからは、下水道整備の進展とともに発展してきた。

日本の下水道管きょは自然流下方式で計画されており、設計勾配で埋設されることで管きょとしての機能を果たすことになる。これに対して、推進工法では、施工時の推進管の軌道がほぼ管きょとしての出来形（勾配）となるため、推進中の管の埋設精度を所定の管理基準値内に納めることが必須となる。

一般に、大部分の地盤では推進管は掘進機（先導体）の造成した軌道を追従していく。したがって、掘進機の方方向制御を適切に行うことが管きょ構築において重要な課題となる。掘進機の方方向制御は、掘進機的位置情報と姿勢情報を基に行われるが、これらの情報は測量によって得られる。しかしながら、近年の施工では、周辺環境への影響を小さくすることやコスト縮減のために発達及び

到達立坑の数を少なくし、かつ道路線形に沿った複数の曲線区間を含む長距離推進の計画が一般化しており、測量にも多くの手間と時間を要するようになっている。このような人力による作業の軽減、時間の短縮、精度の向上等の課題に応えるために種々の測量方法が開発され現場に提供されている。

本特集では、現在の長距離・曲線施工に用いられている自動測量を主に、その特徴と長所、短所、解決すべき課題等を解説する。

2. 推進工法における測量

現在の推進工法に用いられている掘進機位置の測量方法を表－1に示し、その概要を記す。

2.1 大中口径管推進工法の測量

(1) 直線施工時の測量

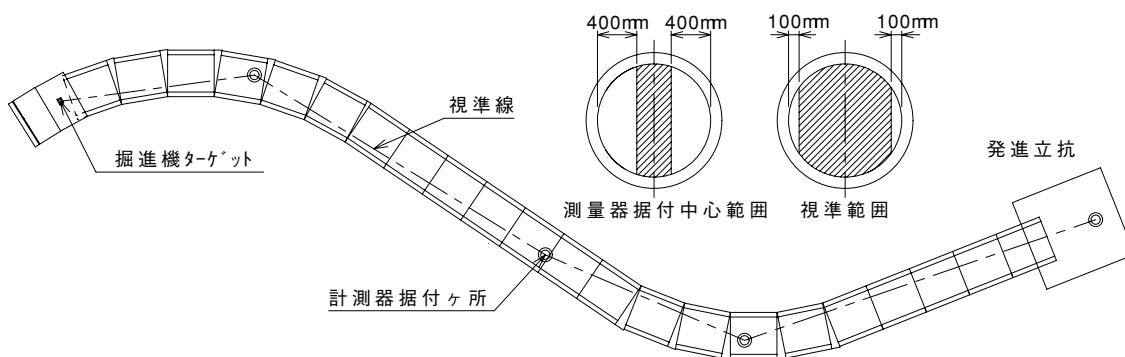
大中口径管推進工法では、原則として管を1本推進するごとに中心線測量と水準測量を行う。特に、水準測量についてはレベルを用い、掘進機に続く10m程度の区間の推進管の前端・後端を計測する。さらに、10～20m程度推進するごとに

表－1 掘進機位置の測量方法（使用機器）

延長・曲線 による分類 呼び径 による分類	直線推進工		曲線推進工	
	標準的な推進延長	長距離推進※	緩い単曲線	急曲線・複合曲線
大中口径管 推進工法	レーザセオドライト 自動レベル	管内測量（盛替） レーザセオドライト（高出力） 水管式計測器（液圧差レベル計） 自動測量（トータルステーション方式）	管内測量（盛替）	管内測量（盛替） 自動測量（トータルステーション方式） 水管式計測器（液圧差レベル計）
小口径管 推進工法	レーザセオドライト	レーザセオドライト（高出力） 水管式計測器（液圧差レベル計）	自動測量（4方式） 水管式計測器（液圧差レベル計）	

※1. 大中口径管推進工法において、長距離推進とは「一区間の推進延長が呼び径の250倍を超えた場合又は500mを超えた場合」と定義されている。

※2. 小口径管推進工法では長距離推進が定義されていないが、高耐荷力方式泥水方式一工程で150～200m程度、高耐荷力方式泥水方式二工程及び高耐荷力方式泥土圧方式で200～300m程度を目安としている。
（推進工法体系Ⅰ推進工法技術編2007年度版、P222～224参照）



図一1 開放トラバース測量

全管測量を行い、線形及び勾配に誤差が生じないようにすることが望ましい。

なお、長距離の直線施工や曲線施工でも発進立坑から掘進機を見通せる直線区間では、小口径管推進と同様に、レーザセオドライトのレーザ光を掘進機のターゲットに照射し、掘進機の位置をリアルタイムに把握できる測量方法が用いられている。

(2) 曲線施工時の測量

長距離施工や曲線施工になると、発進立坑から掘進機を直接見通せなくなるためにトラバース測量が必要になる。（図一1参照）一般に、発進立坑内又は立坑外で掘進機の運転操作を行う遠隔操作方式の場合は自動測量が、掘進機内や推進管内

で掘進機の運転操作を行う坑内操作方式では測量器の盛り替えによる管内測量が用いられている。ただし、坑内操作方式でも急曲線や多数の曲線区間があり、盛り替えに相当の時間を要する場合などに自動測量が用いられている。

2.2 小口径管推進工法の測量

(1) 直線施工時の測量

小口径管推進工法は、一般に掘進速度が速いため、方向制御のタイミングが遅れると蛇行量が大きくなる。したがって、掘進機のパレータが、常時、先導体の位置を把握できる測量方法が必須となる。これには、発進立坑のレーザセオドライトにテレビカメラを装備しオペレータがモニタを