

解説

推進長距離施工と測量技術

いなば とみお
稲葉 富男(株)ソーキ顧問
(本誌編集参与)

1 はじめに

「掘進距離 1,000m の推進工事」なんと魅力的な響きでしょうか。今日の長距離推進ではこの 1,000m 超えもできています。しかし、この推進距離 1,000m を可能にするためには相当な技術の裏付けが必要です。それも管材、掘進機、排土、滑材、測量、その他補助技術等すべての分野においてこれを可能にする技術水準がないと達成できません。またこれら要素技術だけでなく、これらの技術を総合的にまとめ管理できる現場の総合力も求められます。ここではこの長距離推進施工を実現するための測量技術について解説したいと思います。

2 推進工事の測量について

まずはじめに推進工事の測量について解説します。

(1) 管内に基準点が作成できない

推進工事は管体そのものを押し進めて構造物を構築する工法です。管体は常に押し込まれていくため施工中は管内に静止点がありません。

(2) 基準点は立坑に設置

測量の基準点が作成できるのは発進立坑だけとなります。しかも立坑は掘進距離に比べて非常に短くなります。

(3) 開放トラバー測量

短い立坑内の基準点を使用して、その何百倍もの

開放トラバー測量です。誤差が大きく拡大されます。

(4) 狭い環境

大中口径管は呼び径 800 からで、非常に狭い管内での測量作業になります。

3 長距離施工とは

「推進工法体系Ⅱ2016年版」において、長距離施工とは掘進延長が呼び径の 250 倍を超えた場合または 500m を超えた場合と定義されています。これによりますと呼び径 1200 では 300m、呼び径 1800 では 450m 以上が長距離施工となります。しかし近年、大中口径施工では 500m を超すものも珍しくなく 1,000m を超すような超長距離施工の事例もみられます。また小口径管でも 150m を超えるような長距離推進と呼んで良い線形も珍しくなくなってきました。

4 大中口径管の長距離推進の測量方法

4.1 掘進開始時

掘進初期の直線部では管内からのレーザ直線による測量が用いられます。これはレーザセオドライドを立坑に設置し推進管の掘進方向と平行にレーザ光を発射し掘進機に設置したターゲットを照射することで位置を把握します（写真-1）。

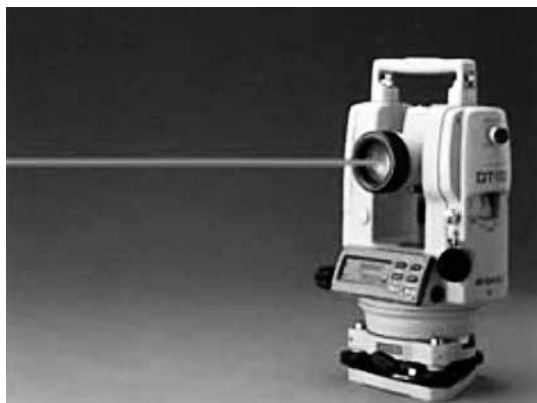


写真-1 レーザセオドライトDT110LF (トプコン)

4.2 レーザ計測ができなくなった後

長距離推進測量では測量精度の確保、測量時間の短縮、狭い作業環境、人員の削減、安全性等の面から自動測量システムを使用するのが一般的です。大中口径管の自動測量システムは自動追尾式トータルステーションを管内に必要台数設置し、立坑に設置した基準機から順次開放トラバース測量を行う方法が採用されています。

5 長距離施工時の推進測量

2項で述べたように推進工事の測量技術は非常に難しいものです。これが長距離施工となると、さらに次のような条件が加わります。

5.1 共通課題

(1) 高い精度

長距離推進測量は立坑内の短い基準を数百倍に伸ばすため誤差も数百倍に拡大します。そのため立坑内の基準点はもちろん坑内の中間点測量も非常に高い精度が求められます。

(2) 測量時間の短縮

測量時間は推進掘進のサイクルタイムに大きく影響します。長距離施工では掘進延長が長くなると測量時間も長くなるので、これを短縮することが品質向上にも繋がります。

5.2 自動測量システムの課題

(1) 長距離測量では設置台数が増える。

設置台数が増えるということは、様々なトラブルの要因

が増えると同時に測量精度にも影響します。トラブルは様々な面でマイナスの要因となり、できるだけ減らすことが重要であります。それにはシステムの状態や環境面を常に最良に保つことが重要です。

(2) 運用時間が長い

長距離推進の施工は発進から到達までの日数がかかります。つまり測量機および付帯設備が長く坑内に留まるので環境による性能の低下を防止する必要があります。そのためには機器の整備を確実に行うことが重要であります。

(3) 長距離特有の問題

電圧低下や通信の長距離化に伴う不安定化があります。システム機器に対して必要な電圧が供給される対策が必要であり、通信についても長距離対応の手法を用いる等の対応が必要であります。

6 自動測量システムについて

今日、大中口径管の推進自動測量システムは自動追尾トータルステーションを複数台連結して計測する方法が使われています。以下、自動測量システムの概要と問題点について述べます。

6.1 概要

立坑内に基準となる測量機（立坑機）およびそのバック点を設置し、推進管内には見通しが利く位置に測量機（中間機）を、そして先端の掘進機には掘進機位置計測用のターゲットを設置します。そしてそれらは通信ユニット（SB-1）を介して通信ケーブルで繋がっています。計

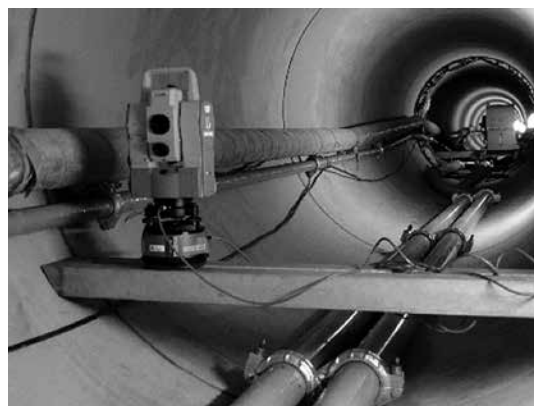


写真-2 管内設置状況