

解説

進化した推進技術

ここまで進化した推進測量 ～欠かせない「人」の存在～

いなば とみお
稲葉 富男

(株)ソーキ
顧問(本誌編集委員)



1 はじめに

測量技術は推進工事にとって必要不可欠な重要な技術である。しかし、その工法の特異性からもっとも過酷で難しい測量といえる。この苦渋作業からの解放や精度向上および作業の合理化のために様々な努力や技術開発が行われ、今日の推進測量技術があるのである。大中口径管推進ではトータルステーション方式が円熟期を迎え、小口径管推進では掘削工法に即した様々なアイデアの測量技術が開発され、そして現場でもまれることで最良なカタチへと進化してきた。そして推進測量の自動化が進むにつれ、測量そのものが忘れられようとしている。ここでは現在の測量の技術を報告するとともに、測量への人の関わり方にも触れる。

2 推進工事測量の特徴

推進工事は管体を推し進めて構造物を構築する工法のため次のような特徴(欠点)がある。これらは測量にとって極めて厳しいものになっている。

- ①基準点が立坑にしか設置できない
⇒誤差の拡大が著しい

②開放トラバース測量

⇒検証が出来ないので精度が解りにくい

③湿度の高い環境と狭い空間での苦渋作業

⇒精度低下や誤差が増える

3 推進測量の流れ

推進の測量と言えば「管内測量」が注目を浴びる。しかしこれだけでは十分とは言えず、測量に関する基本知識、

すなわち測量機の特長や測量の誤差についても十分な知識が必要である。また現地状況や工事内容の把握も重要となる。ここでは推進工事における測量の流れを述べる(図-1)。

(1) 事前確認

推進工事の平面線形・縦断線形は元より、仮設計画や現地状況も確認することが重要である。つまり、立坑の位置・構造さらに交通量は測量方法に影響を与える。また既存構造物がある場合はその出来形の確認も必要となる。

①図面の確認：平面線形、縦断線形、立坑との位置関係

②現場状況：立坑の深さ、構造による特徴、既設構造物との関係

(2) 地上測量

発進から到達までを平面線形に従い地上測量で確認することが重要である。これにより発進点と到達点の位置の整合や途中の要素の確認を行うことができ、座標や線形の間違ひが発見できる(図-2)。

(3) 基準点設置

基準点は立坑に設置し測量の基準となるものである。この精度の良し悪しが大きく測量精度に影響を与える。設置にあたっては立坑の深さと大きさが関

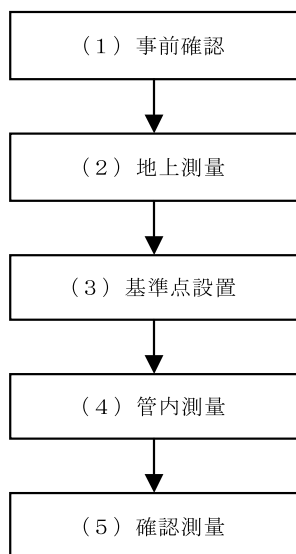


図-1 推進工事における測量の流れ

係する。浅い立坑では地上から直接の視準が可能であるが、深くなると鉛直器が必要となる。基準点の誤差の影響は一般的には発進方向に対して左右側の影響が大きくなる。この基準点は様々な要因で動くことが考えられるので、初期設置とともに施工中の確認が非常に重要となる。「基準点は動くもの」という意識が必要である（図-3）。

(4) 管内測量

推進工事の掘進が計画通りにできているかを調べるための測量である。管径や工法により様々な方法が考案されている。直線施工や発進直後の直線部では立坑からのレーザで計測し、レーザの適用範囲を超えたり曲線施工では管内に測量機を設置しトラバース測量を行う。この管内トラバース測量は狭い管内での作業であり、人力で行うには多大な労力と苦渋作業を強いられる。これらの解決のため、自動測量システムが運用されている。これらの内容については次章で述べる。

(5) 確認測量

推進工事の管内測量は開放トラバース測量でチェックが難しい。これを補うために、チェックボーリング、地上からの電磁波計測、到達からの電磁波誘導やジャイロステーションによる方向確認が行われる。

4 管内測量

推進工事の様々な条件に適応するため多様な管内測量が開発されてきた。それらについて述べる。

4.1 大口径管と小口径管の測量技術

推進工事は、 $\phi 800\text{mm}$ 以上の大口径管とそれ以下の小口径管に分かれる。そしてそれぞれに要求される技術内容が異なり、測量システムも全く違ったものとなっている。大口径は管内

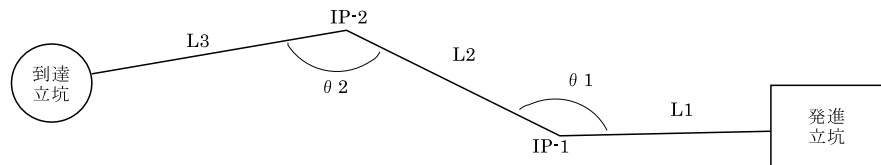


図-2 発進から到達までのトラバース測量

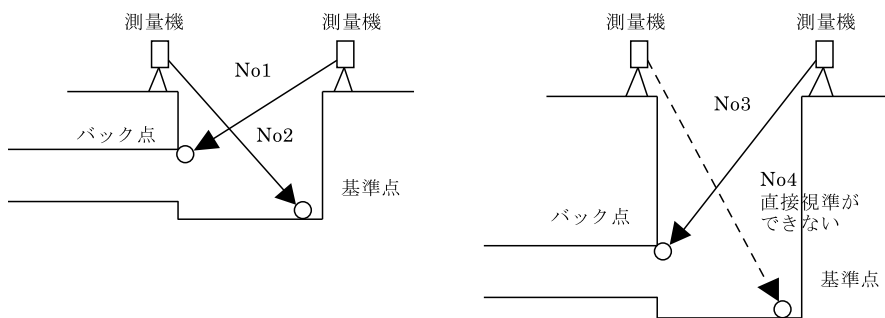


図-3 立坑深さの違いによる基準点測量

表-4 測量システムの分類

用途	管径	平面位置	高さ	採用工法
直線	すべて	レーザ光線方式	液圧差法	すべて
曲線	大口径管	トータルステーション方式	同左	すべて
		ジャイロ方式	液圧差法	すべて
		地上電磁波計測方式	液圧差法	アルティミット工法 エースモール その他
	小口径管	レーザ光線連結方式	液圧差法	エースモール
		走行台車方式	液圧差法	マイクロ工法 ベル工法
		カメラ方式	液圧差法	カーブモール ジャット工法 ジェッピー
		ジャイロ方式		Sリード
その他	補助工法	地中電磁波計測方式	—	ネオジャスト

へ人が入ることが可能であるが、小口径は管内へ人が入ることができない。それぞれに適した測量システムが開発されている。

4.2 測量システムの分類

表-1に測量システムの分類を示す。

4.3 測量システムの現状

(1) 直線施工時のレーザ光線方法

直線で距離が短い場合の測量システムは、平面はレーザ光線、高さは水レベルを採用するのが一般的である。これは大口径管、小口径管ともに広く使用されている。

(2) 大口径管の自動測量

① トータルステーション方式

$\phi 800\text{mm}$ 以上の大口径管では自動追尾トータルステーション方式が採用される。これを自動整準台の上に配置し、通信システムを通じて管内の測量機を坑口から自動制御する方法である。センサとして用いるトータルステーションは通常の測量に用いるもので、測量機メーカーの工場生産品で、品質も安定し、測定の精度も保証が得られる。測量システムとしては、工法に依存しない独立したものであり、機器の設置空間