

解説 進化の歴史

推進自動測量のあゆみ

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

推進工事施工は当初直線施工から始まった。そして施工技術の改良と時代の要請に応じ長距離化・曲線施工が進んでいった。この変化は測量技術に大きな変革が必要であった。つまり今までのレーザによる測量では間に合わず新しい測量技術が求められた。ここでは今日では採用されていない技術について触れると同時に現在推進工事で行われている自動測量技術が現在に至るまでの経過を示す。

2 推進自動測量システムの考え方の変遷

2.1 走行台車方式から自動追尾式トータルステーションへ

推進工事は管体が移動するため管内に基準点を設けることができない。このため常に動かない立坑の基準点から測量を行う必要がある。人力測量の曲線推進測量では見通しが利く位置に測量機を設置し、立坑からの開放トラバース測量を順次行う。この不便さの解消には1台の測量装置で曲線を計測するために自走する測量装置方式が最良と考えられ走行台車方式が考案された。し

かしこの方式は技術的なハードルも高く、出来上がった測量装置の取り扱いも専門家を必要としたため汎用的な技術にはならず、工法と一体化した小口径管推進のみが生き残った。次に考え出されたのは、当時小型化されたモータ駆動式自動追尾トータルステーションを利用し人力測量の延長上のシステムであった。これは計測部分を自動化するだけで、曲線中の配置換えは人力によるものであった。しかし測量精度の安定と狭い管内の苦渋作業の大幅な低減が可能となり、今日の大口径管推進の自動測量へと発達した。また小口径管推進工事では人が中に入れないため様々な測量方法が考案された今日に至っている。

2.2 走行台車を使用した測量

(株)ソーキが開発したロボサチャーはタイヤにより管内を自走する走行台車に海上用の自動追尾式測量機(LAH: ラアー)を搭載したものである。管内を自走して計測地点で自動整準しバック点とフォアサイトに対して測量を行った。このシステムは湾曲した管内の走行に難があり実現現場での採用には至らなかった。時を同じくして、自動測量研究会(ASCODE)が開発され

たジャイロナビゲーターは管内に線路を設置しその上を走行するもので、距離計と角度変化を感知するリングレーザージャイロを搭載しそれらのデータから掘進機の位置を計算するものであった。このシステムは大口径管測量には採用されなかったが、マイクロ工法へと進化した。ASCODEではロボサチャーと計測原理が同じシールドナビゲーターをシールド用に開発した。測量機はAPL1を使用した線路走行方式であった(図-1~3)。

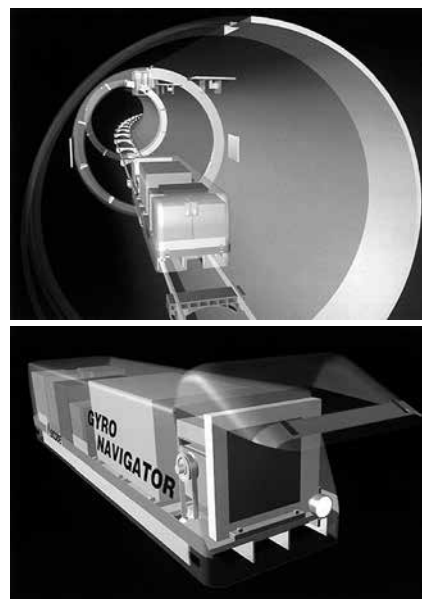


図-1 ジャイロナビゲーター 出典:自動測量研究会HP



図-2 シールドナビゲーター 出典：自動測量研究会HP



図-3 ミクロ工法 出典：自動測量研究会HP



写真-2 トプコンAPS1 出典：トプコンHP



写真-1
ジオジメーター 140T



写真-3 APL1

2.3 自動追尾式トータルステーションの発達と推進測量

現在の推進自動測量システムではトータルステーションを使用したものが大中口径管で採用されている。この自動追尾式トータルステーションは当初海上誘導用の測量機として開発された。それらとしてはスウェーデンのジオジメーター製の140Tや国産では(株)橘高工学研究所のLAH(ラー)がある。これらに続いてトプコン製のAPS1が発

売された。いずれも大型でしかも高価(20kg程度、1千万円オーバ)であった。これらの機器が推進工事に採用されるには、小型化および低価格化が必要であった。その小型化されたものとしてトプコン製のAPL1とジオジメーター製の600シリーズが発売され推進工事に使用された。APL1を使用した推進測量システムを(株)奥村組が開発し、ジオジメーターを使用したものを(株)ソーキが開発した(写真-1～3)。

2.4 その他の技術を使用した測量

大中口径管ではトータルステーションを使用したシステムが主流であるが、小口径管では測量機が設置できないので別のシステムが開発された。一つは電磁波を検知して位置を検出するものである。通常は地上から位置を割り出すが、応用例として到達立坑から掘進機の位置を検知し確実に誘導する電磁波測量がヤスダエンジニアリング(株)で開発された。またこの電磁波技術が障害物探査技術へと発展している。次に管内を直接測量する技術がアイレック技建(株)のプリズムでありアイポスへと進化している。その他小口径のレーザ測量においては、先導体(掘進機)でレーザ光を受け取るような工夫がなされ精度向上に役立っている(図-4～6)。

2.5 リアルタイム測量への挑戦

これまでに述べた推進工事測量では掘進中のリアルタイムな計測はできない。これを解消するために、ジャイロコンパスを使用して掘進中の位置を算出する方法が使用されている。従来は高速回転するコマの運動を用いて方位を

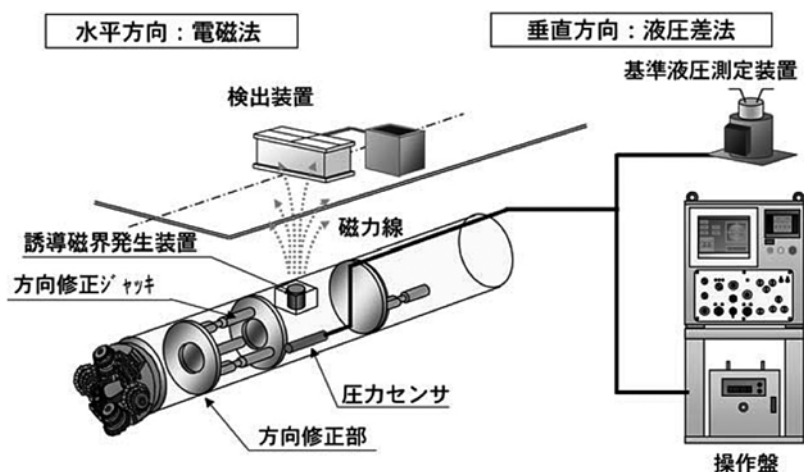


図-4 電磁法と液圧差法の原理 出典：エースモール工法協会HP