

# 小口径長距離曲線推進工法（スーパーマイクロ工法）の自動測量システムについて（その2）

村本建設 正会員 堀中 俊治\*<sup>1</sup> みらい建設工業 加藤 寿徳\*<sup>2</sup>  
 クボタ建設 官川 恒夫\*<sup>3</sup> ピーエス三菱 正会員 ○ 高橋 弘樹\*<sup>4</sup>  
 川崎重工業 寺内 正憲\*<sup>5</sup>

## 1. はじめに

本報告は、スーパーマイクロ工法の自動測量システムの概要について述べる。

## 2. 自動測量システムの概要

スーパーマイクロ工法自動測量システムには、次の3つの機能がある。

- ①掘進機、強制管、ポンプ筒、後続管1、後続管2を初期掘進する際に行う初期掘進測量
- ②後続管2 推進完了および推進管推進完了毎に行う本測量
- ③推進管推進毎に行うリアルタイム測量

これらの機能は、掘進機～後続管2に設置されている各種センサ、測量ロボット、トータルステーション等から得られたデータを通信によって中央操作室にある測量パソコンに送信し、それらのデータを元を実現される。本システムの概要を図1に、測量の流れを図2に示す。

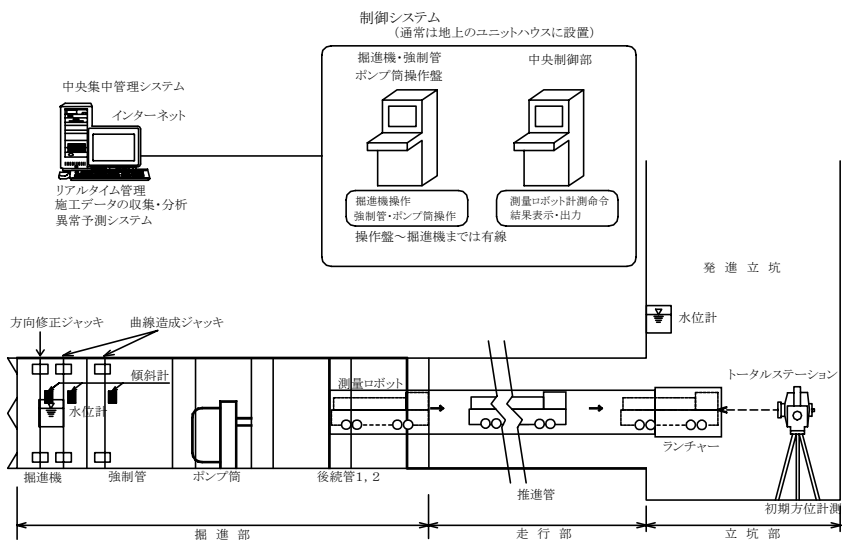


図1 システム概要

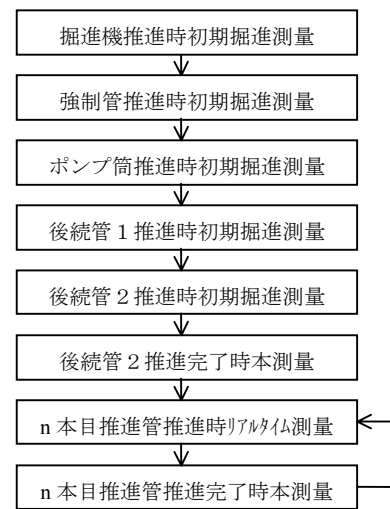


図2 測量の流れ

### 2. 1 掘進部（掘進機～後続管2）

掘進機～後続管2は鋼製で中折部には磁歪センサ等が装着してあり、それらのストローク量から各中折部の中折角を求めることができる。したがって後述のトータルステーションや測量ロボットにより後続管2の方向と位置が求めれば、後続管2よりも前方にある各鋼管の方向と位置も順次求めることが可能になる。

また各鋼管の標高については、強制管に据え付けられた水レベル計と各鋼管に据え付けられたピッチング計のデータを利用して演算処理することにより求めることが可能になる。求めたデータは中央制御室の測量パソコンに自動的に伝送される。

キーワード：下水道、小口径推進、長距離推進、曲線推進、推進工法、方位計

連絡先 *1: 〒542-8522	大阪市中央区南船場2-4-8	村本建設	技術研究所	TEL 06-6262-809
連絡先 *2: 〒103-0007	東京都中央区日本橋本町2-31-1 (浜町センタービル)	みらい建設工業	営業企画部	TEL 03-5641-9104
連絡先 *3: 〒104-0044	東京都中央区明石町6番22号 (ダウインテック2)	クボタ建設	技術部	TEL 03-3547-9149
連絡先 *4: 〒104-8215	東京都中央区銀座7丁目16-12 (G-7ビル)	ピーエス三菱	土木技術第二部	TEL 03-4562-3072
連絡先 *5: 〒675-0180	兵庫県加古郡播磨町新島8番地	川崎重工業	土木機械技術部	TEL 0794-35-2136

## 2. 2 走行部（測量ロボットとインナーユニット）

フロントワインダとリヤワインダと呼ばれる巻き取り装置に前後から牽引されて走行する測量ロボット(図3参照)にはヨー角、ピッチ角、ロール角を計測する高精度方位計とインナーユニット(走行管)の本数を計測する磁気センサを搭載しており、リヤワインダにはケーブルの繰り出し量、巻き取り量を計測する測長器が搭載している。この測量ロボットを立坑部(ランチャ)→掘進部(ステーション)→立坑部(ランチャ)と自動走行させ、方位角と走行距離の変化量を連続的に計測する。なお、走行距離についてはリヤワインダに装着している測長器とケーブルの間でかなりの滑りがあるために、正確な走行距離検出を行うための補正を行う。距離補正方法は距離延伸に伴い誤差累積が生じないように、インナーユニット(走行管)に一定間隔(標準管 2455mm、短管 2355mm)ごとに取り付けた磁石と磁気スイッチを利用して測長器で計測した走行距離を定点補正する。これにより立坑部と掘進部の相対位置を高精度に求めることが可能となる。求めたデータは中央制御室の測量パソコンに自動的に伝送される。

## 2. 3 立坑部（トータルステーション）

発進立坑に据え付けられたトータルステーションは初期掘進中については発進架台上にある掘進機、強制管、ポンプ筒、後続管1、後続管2の方向と位置を実測し、本測量中については立坑部にて停車中の測量ロボットの方位角と座標を実測する。実測したデータは中央制御室の測量パソコンに自動的に伝送される。



図3 測量ロボット

## 3. 測量結果の利用

各計測部から伝送されたデータは測量パソコンで演算処理され、掘進機先端の計画線からのズレ量が表示される。掘進オペレータはこの計測結果と、掘進中に測量パソコンに表示されるリアルタイムのズレ量を確認しながら掘進作業が行えるようになり、より精度の高い施工が可能となる。なお、図4に測量結果画面を示す。

## 4. 測量精度

スーパーマイクロ工法自動測量システムを用いて完工した現場の精度については、曲率半径  $R=100m$  の単一カーブがあり推進延長 100m の茨城県下の実験現場では到達精度、水平+13.0mm、鉛直+3.0mm という結果が得られている。大阪府下の施工現場では、曲率半径  $R=115m$  の単一カーブがあり推進延長 72.7m で到達精度、水平 25.0mm、鉛直-8.0mm という結果が得られた。これらの結果より実施工現場でも充分に対応できる測量システムが完成したといえる。

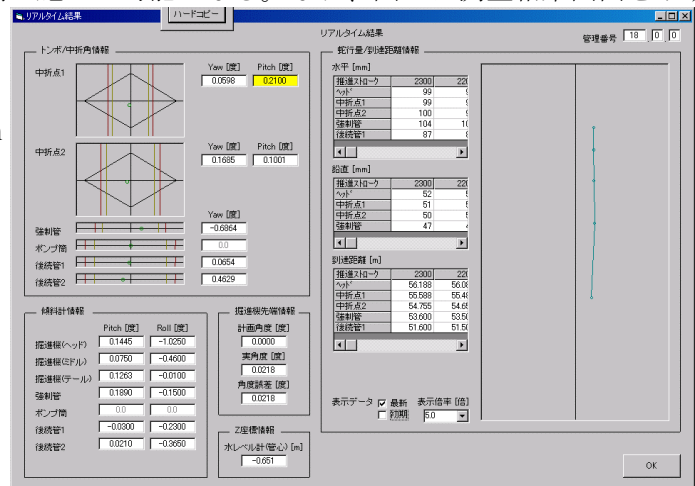


図4 測量結果画面

## 5. おわりに

スーパーマイクロ工法の測量システムについて述べた。本システムは、近接既設構造物や土被り等に影響を受けずに計測することが可能であるため、今後も増え続ける小口径推進での長距離・曲線等のニーズに対応し、下水道事業の普及に貢献したい。

なお、本開発は測量や建設工事における自動化技術の共同開発を目的とした自動測量研究会の13社(株)青木建設、(株)新井組、(株)イセキ開発工機、川崎重工業(株)、(株)クボタ建設、日本航空電子工業(株)、(株)ピーエス三菱、真柄建設(株)、(株)松村組、馬淵建設(株)、みらい建設工業(株)、村本建設(株)、(株)森本組)と、(株)エム・シー・エル・コーポレーションで共同開発したものである。