

三次元計測装置 (ASSC) によるシールド掘進機の自動測量

石井 正典*
Masanori Ishii

坪井 広美**
Hiromi Tsuboi

1. はじめに

シールド掘進機の自動測量システムには、レーザー発信機と受光板から構成されるレーザー方式および機械式ジャイロと傾斜計から構成されるジャイロ方式がある。しかし、レーザー方式は発信機の据付位置座標の実測精度が要求されるなど、盛替回数が多くなる急曲線部では作業が繁雑となる。また、ジャイロ方式は測距儀を装備していないため、位置ズレ計算を角度変化量と掘進距離(ジャッキストロークまたはセグメント長さ)から推算算出するため、シールド掘進機が横滑り現象を起こした場合など、誤差の累積を生じ易い。

本システム (Automatic Shield-surveyor for the Sharp Curves) は、この両方式で解決できなかった短所を、全く新しい原理で解決したものであり、盛替えが簡易で姿勢・位置ともに高精度に計測することを可能にした。

2. ASSCの概要

全体配置図を図-1に示す。

計測機器はシールド掘進機本体に設置する高精度自動追尾式トータルステーション ((株)橋高工学研究所製) 2台およびピッチング、ローリング計測用高精度傾斜計と、セグメントに設置する坑内基準点用ミニプリズム2台である。

本システムでは、計測精度が計算値の精度を左右するため、山岳トンネル内空変位計測用高精度トータルステーションに自動追尾機構を持たせたものを使用している。この追尾機構は、トータルステーションの光波の同軸上に出された追尾用光波でトータルステーションの視準を自動的にプリズムのセンターに移動させるものである。

シールドの位置座標は、自動追尾式トータルステーションとミニプリズム相互間の測距と測角による測量計算と傾斜計によるピッチング、ローリング補正計算により求める。したがって、最初に人による測量で基準点の位置決めを行った後は、自動追尾式トータルステーションおよびミニプリズム相互が基準点となりうるため、坑内基準点の移動が自由に行える。

なお、ミニプリズムの盛替えは、シールド掘進機停止中に人力で行う事になるが、ミニプリズムは小型軽量であり、また盛替え位置測量は本システムが自動で行うため計測計算を含め約10分程度で完了する。

(1) 特長

① 測距・測角が非常に高精度であるので、位置決め

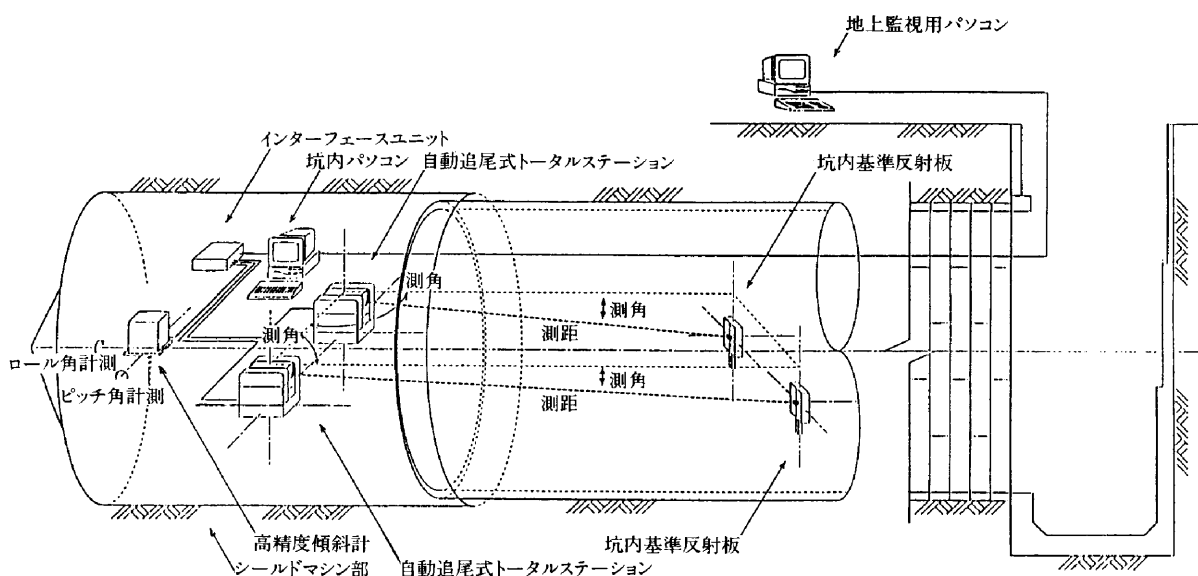


図-1 全体配置図

* 機材部機械課

** 技術研究所土木技術課



写真-1 自動追尾トータルステーション

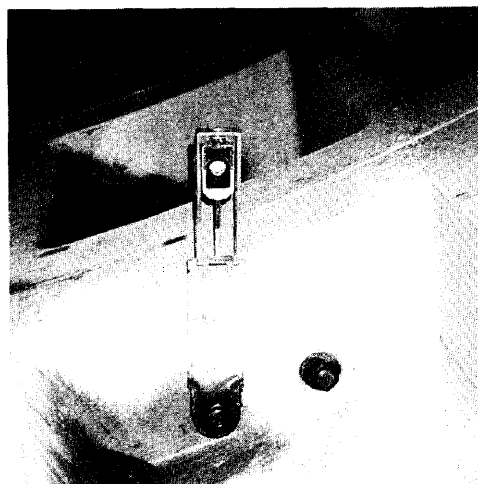


写真-2 ミニプリズム

表-1 ASSC構成機器仕様一覧表

① 自動追尾式トータルステーション (写真-1)	2台
測距精度	±1mm+2ppm
測角精度	2"
自動追尾速度	10"/sec
自動視準精度	±20"以下 (水平, 垂直)
視準距離	10~2,000m
自動追尾駆動範囲	水平±100°, 垂直±20°
サーチ機能	水平±10°, 垂直±2°
② 高精度傾斜計	
測定範囲	ピッチング±10° ローリング±10°
測定精度	10" (分解能1")
③ ミニプリズム (写真-2)	2個×2セット
④ 計測表示用パーソナルコンピュータ	
表示項目	掘削中・掘削停止 直線部・曲線部 ジャッキストローク 実ストローク 前・後胴上下左右位置偏位 前・後胴上下左右方向偏位 中折れジャッキストローク 中折れ角度 前胴ピッチング・ローリング

を正確に行える。

- ② シールド掘進機の位置・姿勢をリアルタイムに連続測定できる。
- ③ 盛替え作業が容易であるため急曲線にも対応可能である。

(2) 構成機器仕様

表-1に構成機器仕様一覧を示す。

3. 適用事例

本ASSCは平成5年5月帝都高速度交通営団7号線本郷工区土木工事φ10m泥水式シールド掘進機に搭載された。この現場はシールドトンネル部の80%が曲線部で、しかも最小曲率半径165mが含まれている。

現場適用に当たっての改良点は、架台の振動の影響を消去するためのデータ平均化手法の導入や一次的にプリズムを見失ったときのサーチ方法の改善等である。これらの改良を行った結果、測量精度（人による測量結果との比較）は±20mm以内となった。

4. おわりに

今回開発したASSCは、山岳トンネル内空変位計測用高精度トータルステーションに自動追尾機構を持たせたものを使用したため、測距誤差（停止時標準偏差で0.0005m以内）などが非常に少なく、正確な計測を可能にすることができた。

また、このトータルステーションは追尾速度が10"/秒と非常に速いため、移動体の測量など応用分野は広いと考えられる。今後は、ダムや明り工事へも適用することを検討中である。