

Ⅵ-43

シールド自動測量ロボットの開発

不動建設㈱ ○正会員 横崎 照将
 ㈱青木建設 坂本 繁一
 ㈱森本組 正会員 青木 健一

1. はじめに

現在、シールド工事は、その施工対象地域における「地下空間の利用」状況から、立坑建設場所の選定や路線計画が容易ではなくなり、「長距離化」・「急曲線化」を余儀なくされてきている。

また、それに伴って様々な手法で測量作業の自動化が図られ、高度な施工管理が実現されてきている。

本報告は、中・小口径シールドトンネルをも適用対象とした、高精度な光学的自動測量を可能にするロボットの開発に関して述べるものである。

2. シールド自動測量ロボットの概要

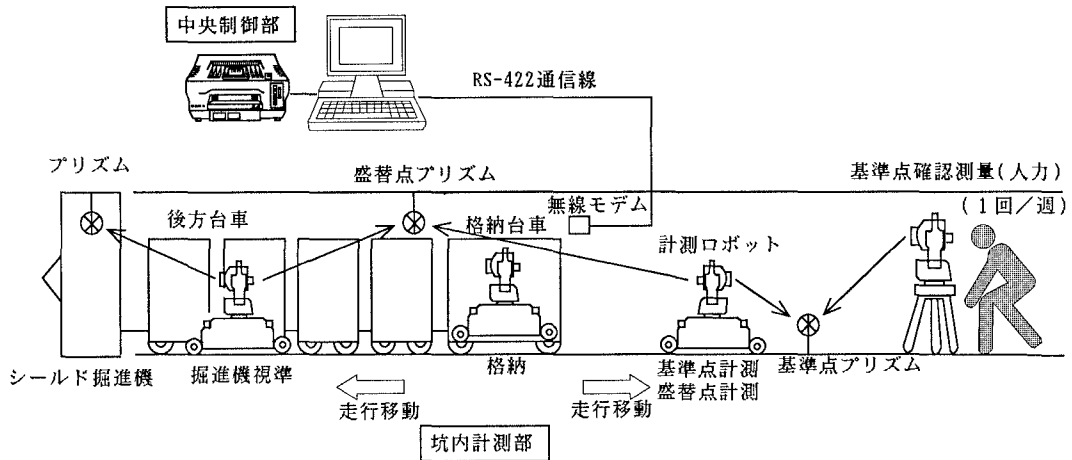


図-1 シールド自動測量ロボットのシステム構成

シールド自動測量ロボットは、通常、現場の測量技術者がトータルステーション等で測量を行っている時間（休憩時間・昼夜の作業交代時間 等）に人間が行っている測量作業そのものを自動化するもので、走行計測ロボット・格納台車・無線伝送装置・ターゲットプリズム・中央制御装置等から構成される。

システムの全体構成を図-1に、またシステムの開発仕様を、表-1に示す。

表-1 システム開発仕様

システム構成	計測ロボット・ノートP C・格納台車
目標測量精度	測量延長100mで測量誤差±20mm以内
測量所要時間	1時間以内（休憩時間内で処理完了）
計測可能曲率	曲率半径10m以上
対象工法	限定無し（ミニシールドを含む）
対象口径	セグメント内径φ900mm以上
走行速度	max. 5km/時
ロボット諸元	1830mm×330mm×590mm(重量:100kgw)

本ロボットは、図-1に示すように、坑内に設置したプリズムを視準・移動を繰り返す事により坑内に開トラバースを展開し、シールドマシンに取り付けたターゲットの座標を得るもので、この測量結果と、マシンの姿勢データ（ロール・ピッチ・方位角・中折れ角データ等）を演算処理する事で、最終的にシールドマシン先端中心の位置座標を求める。

3. システム構成

本システムは、主に「走行計測ロボット」「格納台車」「中央制御部」から構成されている。

走行計測ロボットは、整準台・自動追尾式トータルステーション・距離計・プログラマブルコントローラ・無線モデム・ボードコンピュータ等の機器と、車軸を折り畳む事が可能な走行台車から構成されている。

走行計測時には車軸を上げ、410mm～610mmのレールゲージで敷設された、通常のセグメント台車等が運行している坑内軌条上を最高5km/時の速度で走行し、またシールド掘進時には車軸を折り畳んで、330mm程度の幅員にして格納台車内に格納する事で、作業台車運行に支障が無いような機構にしている。

格納台車には、走行計測ロボットを吊り込む格納装置・掘進距離計測センサ・ボードコンピュータ・計測ロボットの充電器・無線モデム等が搭載されており、シールド坑内で走行計測ロボットを格納する機能ならびに中央制御部と走行計測ロボットとのデータ通信を中継する機能をもっている。

中央制御部は、ノート型パソコンと通信変換器で構成され、走行計測ロボットやトータルステーションの動作制御データを走行計測ロボットに伝送し、動作指示を与える。また、走行計測ロボットからの計測結果ならびにシールドマシンのデータを受信・収集し、現在のシールドマシン先端中央の位置座標を演算する。

図-2に走行計測ロボットを、図-3に格納台車を、また図-4に計測手順を示す。

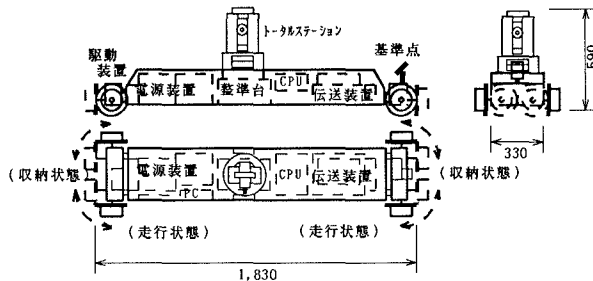


図-2 走行計測ロボット

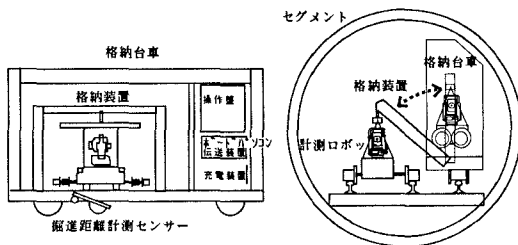


図-3 格納台車

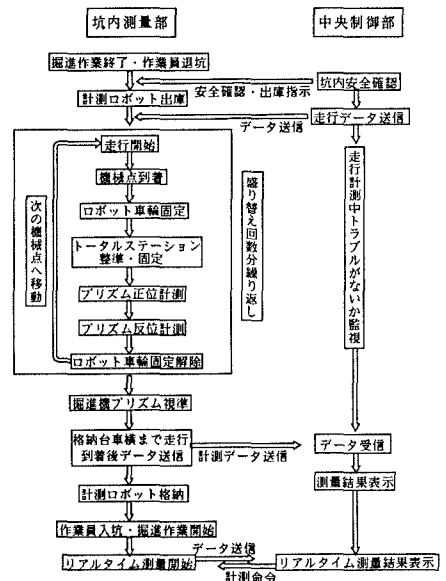


図-4 自動測量計測手順

4. 確認試験ならびにその結果

地上に設置した模擬トンネル（φ1200mm、L=28m、50Rを含む）を用いて、45mの測量延長に対し、器械点を3回盛替えて計測を行い、人間による測量値との比較を行った。その結果、誤差はトンネル軸方向で10mm以内、軸直角方向で5mm以内となり、当初の開発仕様を満足するものであった。

また、自動測量に要する時間は、1器械点あたり約5分間で、所要の器械点までの走行時間・格納台車への荷積み／荷降ろし時間を考慮しても、1時間以内で処理できると考えられる。

5. おわりに

このシールド自動測量ロボットの導入により、苦渋作業からの解放・測量人員の削減・測量精度の向上等の効果が期待される。今後は、実現場での供用を通じ、システムの改良・普及を図っていく予定である。

なお、本開発は、建設工事における自動化技術の開発を目的とする自動測量研究会で、ゼネコン13社（㈱青木建設・㈱浅沼組・㈱新井組・奥村組土木興業㈱・小田急建設㈱・㈱クボタ建設・大都工業㈱・大日本土木㈱・日産建設㈱・不動建設㈱・㈱松村組・三菱建設㈱・㈱森本組）で共同開発されたものである。