

シールド測量支援システムの開発

(株)大林組 正会員 菅野 静 正会員 西森昭博 正会員 上田 潤
 (株)演算工房 正会員 白坂紀彦

1. はじめに

シールド工事の掘進管理測量は、限られた時間の中で精度の高い測量が求められている。自動測量システムを利用して掘進管理測量を行う事例も増えてきているが、自動測量器の設置および検測のため従来方法の測量が必要である。また、小口径トンネルでは自動測量システムの適用が困難な場合が多く、従来方法の測量が採用されるケースが多い。このような現状を踏まえ、従来方法の測量を省力化するための、シールド測量支援システムの開発に着手した。本稿では、その概要と実証実験について報告する。

2. シールド測量支援システムの概要

本システムは、①坑内基準点の設置および検測を行う坑内基準点測量、②シールドの位置と姿勢を把握するための掘進管理測量（以下、マシン測量と称す）、③セグメントの水平および上下方向の蛇行量を把握する出来形管理測量（以下、セグメント測量と称す）から構成されている。

3. シールド測量支援システムの機能

図-1 に本システムの機能概略図を示す。

(1) 自動視準機能

本システムでは、ATR（Automatic Target Recognition）機能を有した自動視準トータルステーションを使用している。坑内基準点測量では大まかな方向を向けるだけでプリズムターゲットを自動で認識して視準する方式を、マシン測量およびセグメント測量では線形情報からシールドおよびセグメントに設置されたプリズムターゲットの座標を計算して自動で視準する方式を採用している。暗所での測量に強く、測量者の技量による測定のはらつきが少ない。

(2) 遠隔操作機能

タブレット端末と自動視準トータルステーション間は ZigBee 規格による無線通信を採用し、タブレット端末でトータルステーションの操作を行う方式を採用している。トータルステーションから離れた位置での遠隔操作が可能であり、シールド工事に関する一連の測量作業を1名でも行うことができる。

(3) 掘進管理システムとの連携

タブレット端末と掘進管理システム間はワイヤレスアクセスポイントを設け無線 LAN による無線通信を採用している。掘進管理システムから送信される掘進リング番号や、シールド姿勢の掘進情報と自動視準トータルステーションから送信される測量結果を元に、シールドとセグメントの蛇行量をタブレット端末で計算し表示する。測量結果と計算結果は無線 LAN 通信により、掘進管理システムに送信され保存される。

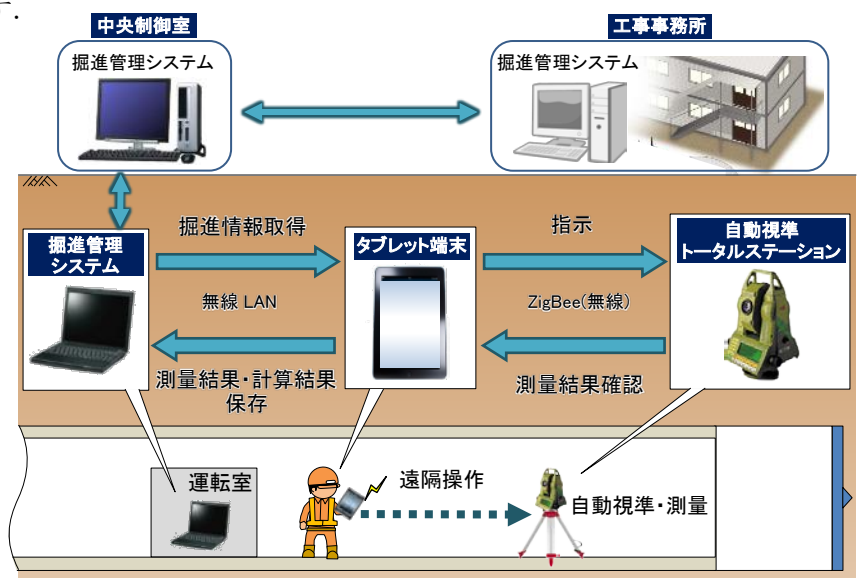


図-1 システム機能概略図

キーワード シールド, 測量, 省力化, 生産性向上

連絡先 〒108-8502 東京都港区港南 2-15-2 品川インターシティ B 棟 (株)大林組 TEL : 03-5769-1318

4. 実証実験

(1) 実験の目的と概要

本システムにおける自動視準トータルステーションの作動状況、タブレット端末を用いた遠隔操作状況、測量データの通信状況等を確認するため、屋外にて実証実験を行った。φ2000mm の円形鋼製型枠を用いて模擬シールドと模擬セグメントを製作し、直線状のシールド基線を設定したうえで、坑内基準点測量、マシン測量およびセグメント測量を実施した（図-2）。従来との比較を行うため、従来方法による測量も実施している。

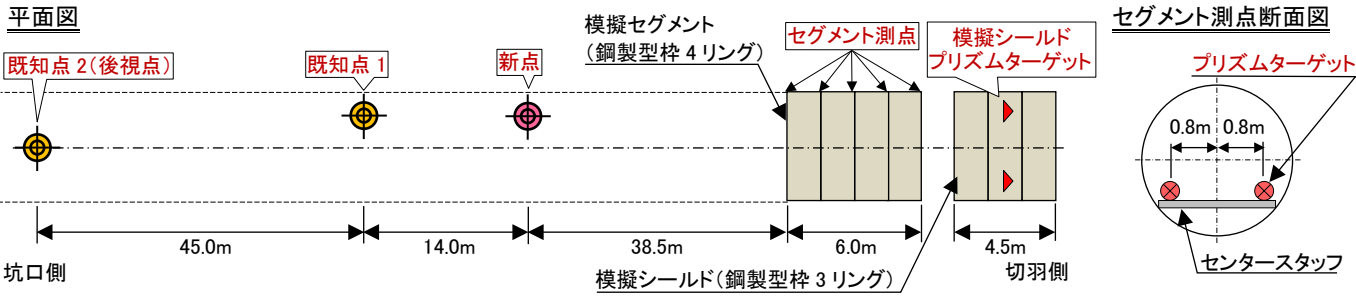


図-2 実証実験配置概略図

(2) 実験方法

①坑内基準点測量では、既知点 1 を器械点、既知点 2 を後視点として新点を視準し、角度と距離を観測して新点の座標を算出する。

②マシン測量では、新点を器械点、既知点 2 を後視点として模擬シールド内に設置されたプリズムターゲットを 2 点視準し、それぞれの角度と距離を観測して模擬シールドの先端と後端の座標を算出する（図-3）。

③セグメント測量は、マシン測量と同じ条件で実施する。模擬セグメント内にセンタースタッフを水平に置き、センタースタッフに固定されているプリズムターゲットを 2 点視準して模擬セグメントの蛇行量と面方位を算出する（図-4）。

(3) 実験結果

坑内基準点測量では、後視点および新点に設置されたプリズムターゲットを自動で視準して角度と距離を観測し、タブレット端末で新点の座標が計算・表示され、掘進管理システム内に保存されることを確認した。

マシン測量およびセグメント測量では、模擬シールドおよび模擬セグメント内に設置されたプリズムターゲットを自動で視準して連続的に角度と距離を観測し、シールドとセグメントの蛇行量がタブレット端末で計算・表示され、掘進管理システムに保存されることを確認した。

測量作業時間を表-1 に示す。本システムでの作業時間は、従来方法に対し基準点測量で 6%、シールド機位置測量で 9%、セグメント位置測量で 16% 短縮された。また、掘進管理システムへの入力作業

の省略を考慮すると、総作業時間は従来方法に対し 30%の短縮となる。さらに、実際のシールド工事においては坑内移動時間削減による効果もあるため、さらなる時間短縮が可能となる。

5. 今後の展開

実証実験により、自動視準トータルステーションの作動状況、遠隔操作状況およびデータ通信状況を確認し、本システムが正常に作動することを確認した。今後は実際のシールド現場への導入を図るとともに、実施工で得られる情報をフィードバックしながらさらに機能の拡充や使用性の改善を図っていく。最終的にはシールド測量の完全自動化を目指して技術開発を進め、さらなる省力化や生産性の向上を図る予定である。



図-3 模擬シールドターゲット設置状況

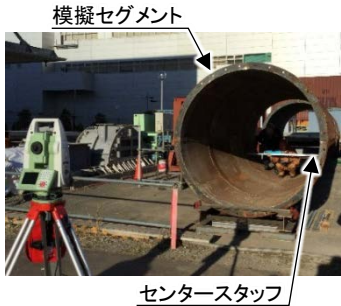


図-4 模擬セグメント測量実験状況

表-1 1回あたり測量作業時間

作業内容		基準点測量	マシン測量	セグメント測量	掘進管理システム入力	計
所要時間 (分:秒)	測量支援システム	3:37	4:06	7:10	-	14:53
	従来方法	3:50	4:30	8:33	4:24	21:17
	縮減率	-6%	-9%	-16%	-	-30% ※

※坑内移動時間削減による効果は含まない