

円周シールド用測量システムの開発と検証

(株)奥村組 ○正会員 犬飼 貴 (株)奥村組 正会員 川嶋 英介
(株)奥村組 正会員 木下 茂樹 (株)奥村組 正会員 齋藤 隆弘

1. はじめに

東京外かく環状道路(関越～東名)の地中分岐合流部において、奥村組は国土交通省に対し円周シールドの施工を基幹技術として提案している。開発業務の中で円周シールドの施工計画立案に際し、円周シールド坑内の3次元的な測量の実施方法および精度の確保手法が技術的に課題となった。そこで円周シールドの坑内測量用に新たに測量システムを開発し、実証実験を行ってその有効性を確認したので報告する。

2. 開発の背景

円周シールドは本線トンネルの外周を回るように掘進し円環状の構造物を築造するため、坑内測量を実施してシールドの姿勢を把握し、計画した線形を維持することが重要となる。これまで複数の実績を有する拡大シールド工法では、本線トンネルにガイドリングを設置したり、本線トンネル坑内から測量しシールドの姿勢を把握してきた。

一方、東京外かく環状道路地中分岐合流部で計画している円周シールドは、図-1に示すとおり直径が30m以上になり本線とは完全に分離する構造である。そのため、本線内から円周シールドの挙動を直接測量することができないことから、新たな坑内測量手法を考案する必要がある。

円周シールド坑内を測量するためには、1)狭隘な坑内で正確な測量を行う必要がある点、2)測量する方向が上下方向となる点、3)元押しジャッキを併用して掘進する場合、常に発進立坑から開放トラバース測量を行う必要がある点など、従来のトンネル坑内測量とは異なる課題を有している。そこで、トンネルの坑内測量で多くの実績を有する自動追尾トータルステーションを用いた測量手法をベースに、円周シールド用の測量システムを新たに開発し、実証実験を行った。

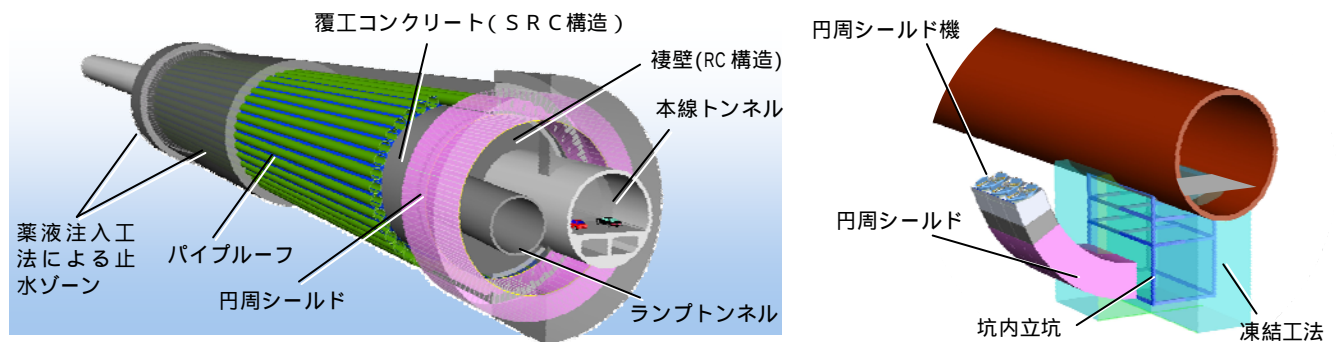


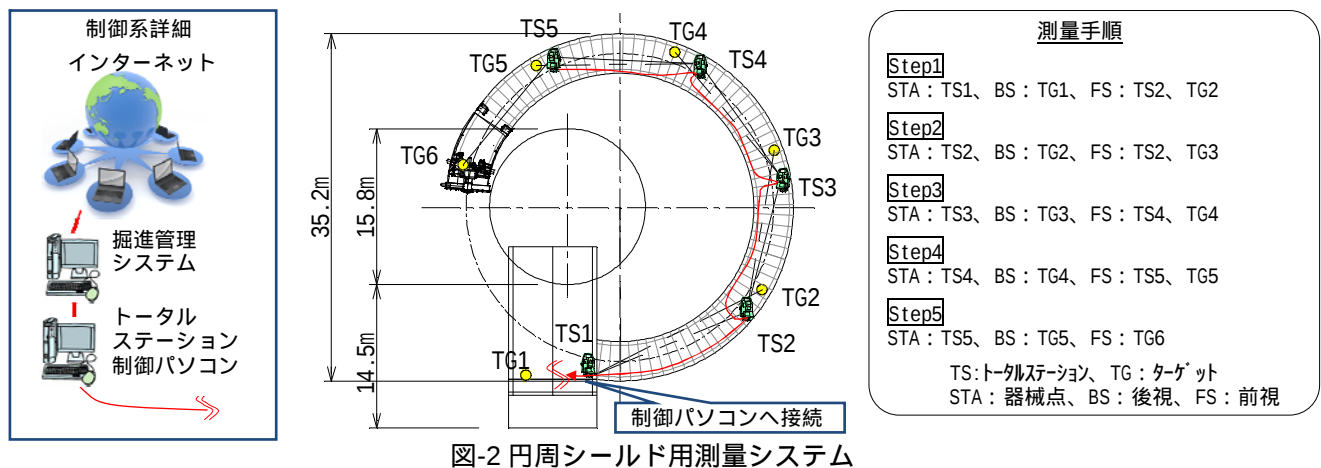
図-1 地中分岐合流部拡幅計画

3. 円周シールド用測量システムの開発

開発した測量システムを次項図-2に示す。このシステムは、推進工法で多くの実績を有する、複数のトータルステーションによる開放トラバースを行うシステムを基本として開発した。通常トータルステーションは望遠鏡の下部に操作部があるため、下方向の視準角度に限界(おおむね俯角50°程度)があり、円周シールドの測量においては線形中央付近から上部にかけて(時計でいう12時～3時、9時～12時)測量することができない。そこで器械点から前視点側に補助的なターゲットを追加し、それを後視点として測量を行うこととした。ターゲットには上下方向においても精度の高い測量が可能な360°プリズムを使用し、トータルステーションはそれぞれパソコンで自動制御することで、人の手を介さずに機械的に短時間で測量できるシステムとした。

キーワード シールド工法、円周シールド、拡大シールド、自動測量、地中拡幅

連絡先 〒108-8381 東京都港区芝5-6-1 (株)奥村組 東日本支社 土木技術部 TEL 03-5427-2322



4. 実証実験結果

開発した測量システムの有効性を確認するために、実際の測量機器を使用して測量実験を実施した。確認項目および実験方法を以下に示す。

- ・ 確認項目：高低差大、複数台のトータルステーションを自動制御する条件での測量精度および測量時間
- ・ 実験方法：ビルの階段部（3階相当）において、各踊り場に合計 4 台自動追尾型トータルステーションを据え、6 測点 5 側線の解放トラバース測量を実施（図-3）

自動測量を 7 回繰り返し測量した結果を表-1、図-4 に、実験の状況を図-5 に示す。測量結果の標準偏差が $\sigma=0.1\text{mm}$ ～ 0.3mm 程度であった。本システムは後視点を常に盛替えていく必要があることから、測量精度が悪化することが想定されたが、実施工に問題なく適用できることを確認した。また測量時間も 5 分 51 秒、1 台当たり約 90 秒であることから、工程上大きなロスとなることなく測量できることを確認した。

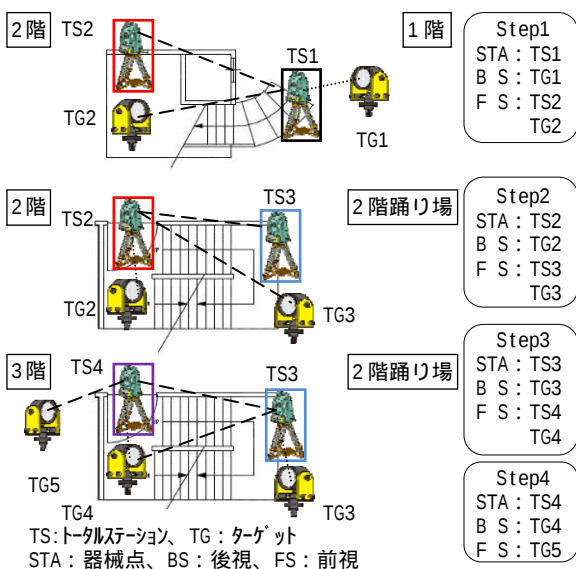
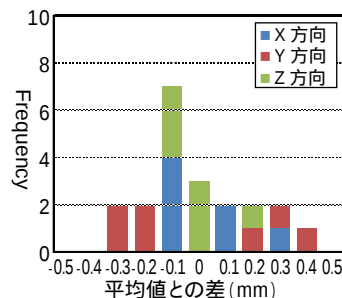


表-1 実験結果

	1 回目	2 回目	3 回目	4 回目	5 回目	6 回目	7 回目	平均
測量開始	14:17	14:37	14:55	15:03	15:08	15:13	15:20	
測量完了	14:23	14:43	15:02	15:08	15:13	15:18	15:27	
測量時間	0:06	0:06	0:07	0:05	0:05	0:05	0:07	5 分 51 秒
X (m)	-18.6185	-18.6181	-18.6185	-18.6185	-18.6183	-18.6185	-18.6183	-18.6184
Y (m)	-65.3221	-65.3226	-65.3226	-65.3227	-65.3227	-65.3222	-65.3220	-65.3224
Z (m)	12.8005	12.8006	12.8006	12.8005	12.8008	12.8006	12.8005	12.8006

X、Y、Z 座標は TG1 の座標値を 0 とした際の TG5 の自動測量結果



5. まとめ

本実験により、円周シールド用測量システムが測量精度、時間の両面で実施工に十分適用できることを確認した。一方で本システムが適用できなくなる範囲が、時計でいう 6 時～8 時方向（左周りの場合）に存在するため、現在は後方公会法による人為測量で対応する計画としているが、精度および測量時間の問題で課題が残っている。円周シールドの実施工に向けてこの課題の改善に努めていきたい。

なお本開発は、東京外環トンネル地中拡幅部における技術開発業務（その 11）として国土交通省関東地方整備局から業務委託を受け実施したものである。本開発に協力いただいた株式会社演算工房の皆様、業務委託の中で円周シールドの共同研究を行った戸田建設株式会社浅野均氏、田中孝氏、前田建設工業株式会社田辺和也氏、森芳樹氏をはじめ関係者各位、ならびに本業務にご助言、ご協力いただいた皆様に対して深謝の意を表する次第である。