

ICT を活用したセントル据付け作業の省力化の試み

安藤ハザマ 正会員 ○辰巳 順一
安藤ハザマ 正会員 油井 敦弘

1. はじめに

山岳トンネルにおいて、覆工コンクリートの打設には鋼製の移動式型枠（以下、セントルと記す）を使用する。セントルは、型枠の表面にあたるスキンプレート、支持骨組み、および移動架台により構成され、打ち込んだコンクリートが必要な強度に達した後で取り外して繰り返し使用する。セントルの据付けにあたっては、付属する走行装置、横送り装置、およびジャッキによりセントルを所定の位置に移動させる。

筆者らは、走行装置、横送り装置、およびジャッキの動作量をナビゲーションする機能（以下、セントル位置誘導システムと記す）を有するセントルを実現場に導入し、据付け作業の省力化を図った。また、三次元レーザースキャナを用いて巻立空間を自動で算出するシステム（以下、巻立空間自動算出システムと記す）も導入し、出来形測定の省力化についても試みた。本稿では、一連のセントル据付け作業の省力化の試みについて、その詳細を報告する。

2. 従来のセントル据付け作業

2.1 据付け作業の概要

据付け作業に先立って、トータルステーション等を用いて打設スパン端部におけるトンネル中心位置（以下、中心点と記す）を坑内の路盤に設置する。スキンプレートの中心に下げ振りを設置し、下げ振りと路盤に設置した中心点との差分を標尺により確認しながら、走行装置および横送り装置によりセントルを縦断方向および水平方向へ移動する。その後、レベルを用いてセントルの高さを視準しながら、ジャッキにより所定の高さまでスキンプレートを上昇させる。最後に、巻尺を用いてスキンプレート側部をジャッキにより所定の幅まで押し広げる。なお、走行装置、横送り装置、およびジャッキの操作については、トンネル作業員がリモコン操作により実施する。図-1 に据付け作業の概要を示す。

据付け後は、所定の覆工巻き厚を確保できているか確認するために、スキンプレートに設置された検査窓から、標尺を用いて巻立空間の出来形測定を行う。

2.2 従来作業における課題

一連の据付け作業において、現場職員が下げ振りやレベルを視準してセントルの移動量を確認する必要があるが、切羽のずり運搬作業と重なった場合、測量を一時中断する必要がある。写真-1 に据付け作業の状況を示す。また、据付け後の巻立空間の確認では、狭隘なセントル内で検査窓から標尺を用いて人力で出来形を測定する。巻立空間の確認は、コンクリート打設数量の事前把握や覆工巻き厚を担保するデータとして活用するため、全ての検査窓（40～50箇所）で実施する。このため、職員に過大な負担がかかる（写真-2）。

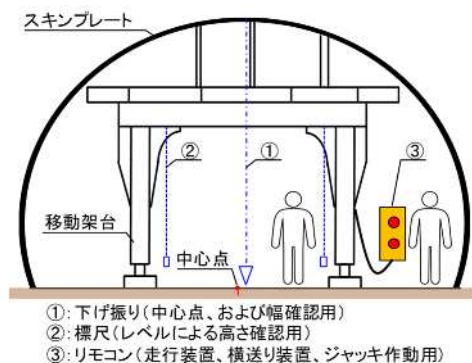


図-1 据付け作業の概要



写真-1 据付け作業の状況



写真-2 出来形計測の状況

キーワード 山岳トンネル, セントル, ICT, 三次元レーザースキャナ, 省力化

連絡先 〒107-0052 東京都港区赤坂 6-1-20 安藤ハザマ土木事業本部技術第三部 TEL 03-6234-3673

3. ICT を活用したセントル据付け作業の試行

3.1 試行概要

従来の据付け作業の課題を解決するために、セントル位置誘導システム、および巻立空間自動算出システムを搭載したセントルを実現場に導入し、試験施工を実施した。以下に各システムの概要を述べる。

(1) セントル位置誘導システム

セントルに自動レベル装置、計測プリズム、ストローク測定器、および油圧ユニット（油圧横送り装置、油圧ジャッキ）を搭載し、これらをセントル内に設置された制御盤により統合管理する。セントル位置誘導システムを用いたセントル据付け作業の手順を以下に示す。また、図-2 にシステムの概要図を示す。

- ① 脱型後、次の打設スパン付近へセントルを移動する。
- ② 自動レベル装置によりセントルの姿勢を水平に制御する。
- ③ 移動架台に2箇所設置した計測プリズムをトータルステーションにより計測し、セントルの位置座標を取得する。
- ④ 取得したセントルの位置座標から所定の据付け位置までの動作量を算出し、制御盤に表示する。
- ⑤ 作業員は制御盤に表示された動作量にしたがい、走行装置、横送り装置、およびジャッキの操作を行い、所定の位置にセントルを据え付ける（写真-3）。

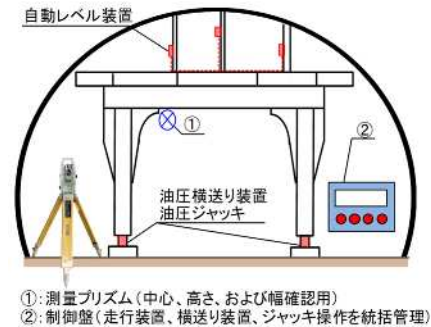


図-2 セントル位置誘導システム



写真-3 制御盤の操作状況

(2) 巻立空間自動算出システム

防水シート施工前に、三次元レーザースキャナによりトンネル壁面の形状を計測する。取得したトンネルの点群データとセントル位置誘導システムにより取得したセントルの位置座標の差分から、セントル据付け後の巻立空間を自動で算出する。

3.2 試行結果

(1) 据付け精度

従来手法と比較して、縦断方向に5mm、横断方向に2mm、高さ方向に3mmの誤差であり、セントルの据付け精度に問題がないことが確認できた。

(2) 巻立空間の測定精度

従来手法と比較して、測定値に±5%程度の誤差があることを確認した（表-1）。これは、三次元レーザースキャナの点群データからは実際に計測した点を正確に特定することができなかつたためと考えられる。ただし、出来形確認のデータとしては若干誤差が大きいものの、コンクリート打設数量の事前把握や覆工巻き厚を担保するデータとしては十分活用が可能であり、今後は出来形計測の実施箇所を削減できると考えられる。

(3) 作業に要する人員、および時間

据付け作業に要する人員は、従来手法では5名であったのに対し、本手法では測量者1名と制御盤操作者1名の計2名での据付けが可能となった。また、据付けに要する時間に大きな差はないものの、本手法ではずり運搬作業等で工事車両が通行する際にも並行して作業が可能であった。

4. まとめ

ICTを活用したセントル据付け作業を実現場で試行し、従来手法と同等の精度でセントルを据え付けられることを確認した。また、巻立空間の測定作業についても実施箇所を削減できる可能性がある。今後は、同現場で継続して運用して施工データを蓄積し、より良いシステムに改良していく予定である。

表-1 巻立空間の比較

		①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
1	中間部	実測 375	370	365	360	380	310	370
		スキャナ 382	383	369	390	359	370	355
	妻部	実測 350	360	350	375	360	370	330
		スキャナ 364	360	373	367	380	374	376
2	中間部	実測 380	365	390	370	375	335	355
		スキャナ 364	381	367	387	364	372	340
	妻部	実測 345	375	350	400	360	375	340
		スキャナ 347	394	351	405	365	392	359

【出来形測定箇所】