

トンネル覆工作業での自動化セントルの開発と現場適用

西松建設(株) 北日本支社 正会員 ○西川 菜々彩 八巻 大介
 西松建設(株) 北日本支社 正会員 佐藤 宏飛
 西松建設(株) 技術研究所 正会員 山本 悟

1. はじめに

建設労働者の高齢化・労働人口の減少が進み、業界全体で機械化や効率化による生産性向上への取り組みが進んでいる。また、昨今のトンネルの大断面化や長距離化に伴い、施工を効率化する自動化技術へのニーズも高まっている。このような背景から、岐阜工業株式会社との共同でトンネル覆工作業の効率化、省人化を目的とした「自動化セントル」を開発し、福島県発注の五郎窪トンネル工事に導入した。大断面トンネルの覆工作業は2日に1回の打設サイクルを5～6名の作業員で行うのを通常とし、この人員削減と効率化を目標とする。

2. 自動化セントルの概要

「自動化セントル」は、覆工コンクリートの施工に関わる一連の作業「セントル据付け」、「コンクリート打込み」、「脱型・移動」をアシストする各種装置や機能を搭載し、セントルを用いた覆工コンクリートの作業を完全機械化した自動化施工技術である。従来、人力で行っていた作業の省力化により、人員の削減・作業時間の短縮に加え、安全性の向上と品質の向上にも期待できる。システムの概要、構成を以下に示す。

① セントル据付け作業の自動化

セントル自動セットシステム(図-1)、フォーム自動セット、ラップ側損傷防止センサー、妻板自動セット

② コンクリート打ち込み作業の自動化

コンクリート打設高さ感知センサー、コンクリート型枠圧力センサー

コンクリート自動配管切換システム(図-2)、打設孔自動開閉装置、高流動コンクリート対応

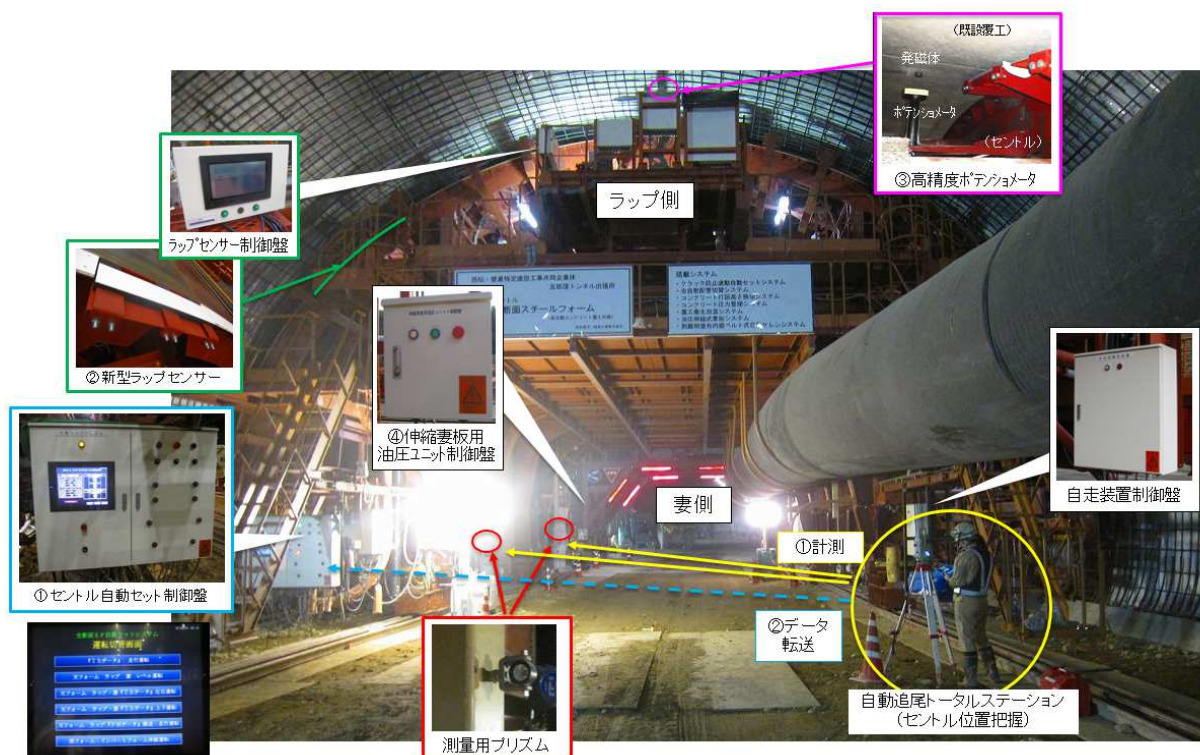


図-1 自動セットシステム

キーワード 山岳トンネル, 自動化セントル, 覆工, エレファントノズル, 高流動コンクリート

連絡先 〒980-0804 宮城県仙台市青葉区大町 2-8-33 西松建設(株) 北日本支社 TEL 022-261-8161

③ 脱型・移動作業の効率化

- ・フォーム、妻板自動収納
- ・自動走行装置
- ・剥離剤の自動塗布装置
- ・自動ケレン装置



3. 現場での適用実績

図-2 左：鋼製妻型枠 右：新型エレファント(自動配管切換装置)

(1) 自動セットシステム

従来のセントルセット方法としては、スチールテープとレベル測量により手動ジャッキで行うのが主流であり、作業員全員で行っていた。本システムでは、トータルステーションで位置情報を計測し制御盤により自動操作でセットが可能ため、2名程度でセットが実現できた。なお、据付け誤差は3mm以内であり、出来形基準を十分に満足している。ラップ側には、新型の面状クラック防止センサーにより接触面全体の監視を行い、押上げクラックを防止すると共に、妻型枠には鋼製スライド型枠を使用することで、従来矢板により行っていた型枠作業を大幅に省力化している。

(2) 自動打設

打設時は高流動コンクリートを使用することで、人力による棒パイプレーターの締固めを削減した。なお使用した高流動コンクリートは工場出荷ではなく、現場で後添加材を使用した現場製作を採用した。

また、打設時は高さセンサーと新型エレファント配管切換装置を完全連動化させることで、打設の打ち上り状況に応じた配管切換作業の自動化を実現した。

4. 成果と課題

今回の省人化効果は、覆工作業にかかる人員と作業時間を集計し、システムの導入により従来工法に対して作業時間がどれだけの時間に短縮できたかという「省人化率」という指標で集計した(表-1)。比較する従来工法のデータは、断面条件等がほぼ同条件である過去の実績を参考にした。省人化率はセット時で67%、打設時では最大56%となって省人化効果が得られ、今回作業全体での省人化施工が実現できた。

一方課題としては、設備面での追加費用とコンクリートの追加費用が生ずる。今後は生コン配合や設備の改善等により費用削減およびさらなる省人化と汎用性の向上を目指したい。

表-1 自動化セントルの省人化効果

	従来工法	自動化セントル	省人化率
標準 覆工班人数	6人編成	4人編成	67% * 防水工・鉄筋工のぞく
DAY1 作業時間 (脱型・移動(ケレン)・セット)	6人×7h=42h・人 (内、妻枠時間 9h)	4人×7h=28h・人 * 鉄筋組替え作業のぞく (内、妻枠時間 8h)	67% (妻枠89%)
DAY2 作業時間 (打設：通常配合)	6人×9h=54h・人	4人×9h+2人×4h=44h・人 * 肩部に打ち上がるまで増員	81%
DAY2' 作業時間 (打設：高流動配合)	6人×9h=54h・人	2人×9h+1人×8h +2人×2h=30h・人 * 後添加剤投入係 +準備・片付け時増員	56%