

自動化セントルによる生産性向上について

Improving productivity with Tunnel RemOS -Lining

飯古 光輝*

Mitsuki Hanko

西田 幸弘*

Yukihiro Nishida

山本 悟**

Satoru Yamamoto

佐藤 寛之*

Hiroyuki Sato

要 約

令和2年度玉島笠岡道路西大島トンネル他工事では、トンネル覆工コンクリートの施工において、作業の省人化・作業員の負担軽減を目的として自動化セントルを採用した。その結果、従来の6人編成での作業を3人編成で行うことができ、「脱型・施工・セット」の作業時間を1時間短縮することができた。また、今回の施工において効率化および施工品質確保のために行った工夫と今後の課題も提示した。

目 次

- § 1. はじめに
- § 2. 工事概要
- § 3. 自動化セントルの概要
- § 4. 改善点・対応
- § 5. 実績
- § 6. まとめ

§ 1. はじめに

我が国の高齢化に伴う労働人口の減少による建設業者の減少・高齢化の進行は加速しており、生産性向上の観点から業務効率化が求められている。このような背景から西大島トンネルは、覆工コンクリート工において作業工程の自動化を図ることで、覆工作業の省人化・作業員の負担軽減を目的として自動化セントル¹⁾を採用した。覆工コンクリートの施工においては、①セントルのセット、②コンクリートの打設、③脱型・移動といった工程を繰り返していく。この覆工コンクリートの施工を従来は6名の作業員で実施していたが、自動化セントルの採用により作業員3名で施工することが可能となる。

本稿では、自動化セントルによる生産性向上について報告する。

§ 2. 工事概要

玉島・笠岡道路は、地域高規格道路倉敷福山道路の一部を構成する倉敷市玉島阿賀崎から笠岡市西大島新田に至る延長13.9kmの道路であり、岡山県西部地域で発生している慢性的な交通混雑の緩和や交通事故の削減、周辺地域との連携を強化し、地域の発展に資することを目的としている。

本工事は玉島・笠岡道路のうち、全長568m（施工延長900m）を施工するトンネル・道路改良工事である。図-1に現場位置図を、図-2に地質縦断図を示す。トンネル掘削はNATM発破工法で終点側から片押しで施工した。



図-1 現場位置図

* 中国（支）西大島トンネル（出）

** 技術研究所土木技術グループ



図-4 セントル自動セットシステム概要



図-5 鋼製妻板+エアバルク 概要図

(2) 感圧センサ

セントルセット時の既設覆工とのラップ部における押し上げクラックを防止するために感圧センサを肩部、側部、ハンチ部に配置している。感圧センサは面状であり、過度な既設覆工への押付けが発生しないように、閾値以上の圧力を感知すると自動セットシステムの動作を停止する。

(3) 鋼製妻板+エアバルク

従来は妻部全面に木製の矢板を2人掛かりで設置していたところを、鋼製妻板にエアバルクを載せレバー操作で地山に密着させることで1名での作業が可能となる(図-5)。

3-2 コンクリート自動打設機能

(1) センサ付きパイプレーター

コンクリートが上昇しセンサが感知することで、振動しながら30 cm程上昇すると停止する動作を繰り返すセンサ付きパイプレーターによりコンクリートの締固めを行う(図-6)。制御盤操作に1名、配管切替え、締固め状況の監視、棒状パイプレーターによる締固めの補足を行う打設補助員2名による計3名での打設が可能となる。

(2) セントル変位自動監視装置

コンクリート打設中、トータルステーションでセントル変位状況を自動測定する(図-7)。対策開始変位量(±5 mm)を超過時は、パトライトが作動し、ジャッキの増し締め、打設速度の減速などの処置を迅速に行うことで、

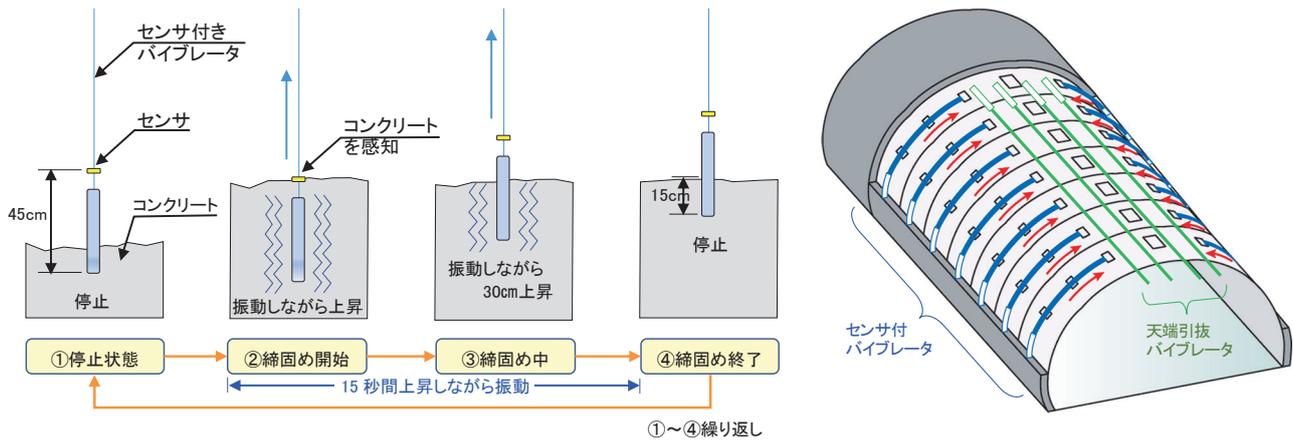
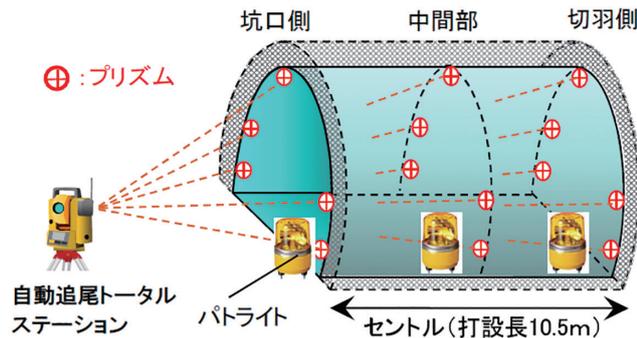


図-6 コンクリート打設概要



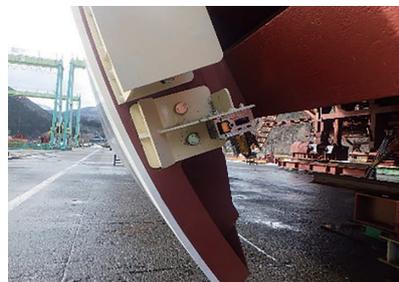
	社内管理値	規格値(標準案)※
基準高	±40mm	±50mm
全幅	-10mm	-50mm

※土木工事施工管理基準及び規格値(案)令和2年3月
出来形管理基準及び規格値(案)
10道路編 6トンネル(NATM) 5覆工 覆工コンクリート工

図-7 セントル変位自動監視装置



自動走行装置



レーザー距離計



走行・横移動操作画面

図-8 自動走行・横移動装置概要

社内管理値(設計値以上)の内空(出来形)を確保する。

3-3 セントル自動脱型・移動機能

(1) セントル自動収納装置

セントル脱型時は制御盤操作により油圧シリンダを縮めることで、所定の脱型寸法まで自動で収納される。

(2) 剥離剤塗布付ベルト式自動ケレン装置

剥離剤塗布付ベルトがセントル進行方向に前後に自走することによって型枠全表面をきれなくケレンする。ケレン完了後ベルトを反転し、剥離剤を型枠全表面にむらなく塗布する。

(3) 自動走行・横移動装置

自動走行・横移動装置は、トータルステーションにより測量したデータを基にメインシステム制御盤に数値を

入力することで走行させることができる(図-8)。制御盤操作に1名と監視員2名の計3名に省人化が可能となる。

§4. 改善点・対応

4-1 セントルセット

セントル自動セットシステムは、セントルの移動の都度計測を行うため従来30分程度のセット時間に対して50分程度と20分程所要時間が増えてしまった。また、自動走行・横移動装置においては、残り移動距離が30mm程度になると微調整に5分程時間がかかる。これらの対応としてセット位置に近い所までは制御盤操作で移動し、微調整は作業員による目視確認により実施した。



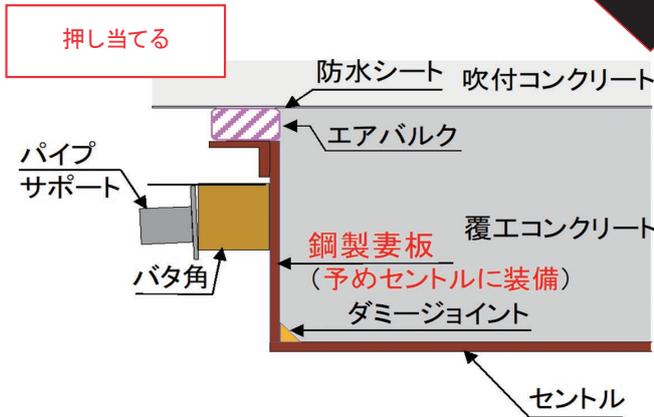
エアバルクのラップ箇所がずれコンクリートが噴出



撤去時はつり



対応



折りたたみ 最小限とする

図-9 鋼製妻板における対応 概要図

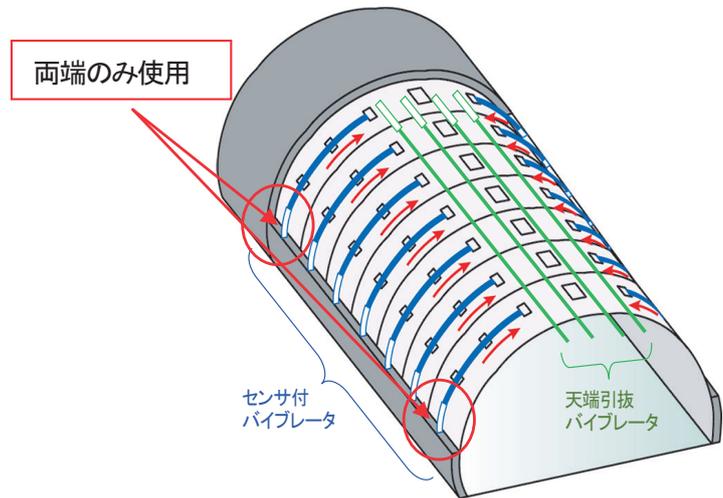
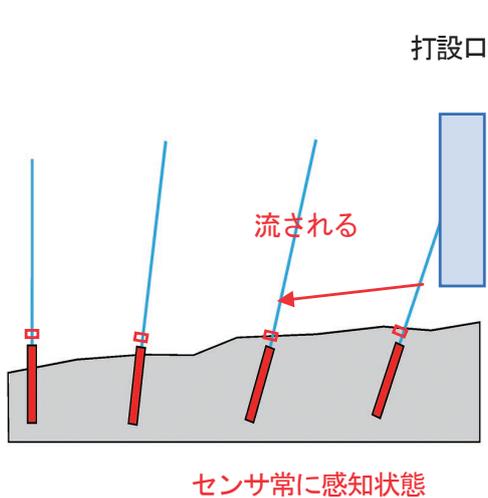


図-10 センサ付きバイブレータにおける対応 概要図

4-2 鋼製妻板・エアバルク

エアバルクを膨らませた場合、天端充填状況の確認ができず圧を過剰にかけてしまい生コンが噴出してしまふこと、またエアバルクの裏にノロがまわり撤去時にはつり作業が生じてしまうという改善点がある。対応として、エアバルクを折り畳み最小限として鋼製妻板を押し当てることでコンクリートに巻き込まれないようにした(図-9)。

4-3 センサ付きバイブレータ

センサ付きバイブレータはコンクリートに流されセット位置で作動しない事象が発生した。また、バイブレータが流されることでセンサが感知した状態となりエラーが発生するという改善点がある。対応として、流される範囲の大きい中間部では補助的に人力での締固めを行った(図-10)。

§5. 実績

本工事では、従来編成の6人に対して3人編成で覆工作業を行うことに成功した。また、脱型・移動・セット作業時には、作業時間が1日あたり7時間要していたところが6時間と減少し、作業員の負担軽減への効果も表れている。

しかしながら、セントルセット作業やコンクリート締め作業等の一部の作業では作業員による補助を必要するという課題も残った。

また、本工事で使用した生コンクリートの配合は24-15-20 Nであり通常の覆工コンクリートと同様の配合であった。これを中流動コンクリート、あるいは高流動コンクリートとすることにより、覆工コンクリートの締め作業のさらなる効率化を図ることが可能と考える。

§6. まとめ

本工事では覆工作業における省人化・負担軽減を目的として自動化セントルを採用し、その結果、覆工作業における省人化・負担軽減に大きな効果がみられた。しかし、各種設備において前述した課題を改善する必要がある。

本工事の実績を活かし、セントルメーカーとも情報共有を行い、さらなる覆工作業の生産性向上へ繋げていければ幸いである。

参考文献

- 1) 椎名貴快ほか：山岳トンネル覆工用自動化セントルの開発，西松建設技報，VOL. 44, No. 13, 2021.