

自己充填コンクリートを用いた覆工自動化施工の開発 —現場実装による検証—

長野県下伊那南部建設事務所 村松賢一，宮澤仁，宮下覚
佐藤・木下特定建設工事共同企業体 正会員 加藤公章，上田真佐志
佐藤工業株式会社 正会員 ○弘光太郎，小山広光

1. はじめに

山岳トンネルの覆工コンクリートの打込みは，一般に，側壁部ではコンクリートをスライドセントルの作業窓から投入して行い，順次上へと配管を切り替え，天端部では吹上げ方式で行われる．近年の熟練工不足の問題や生産性向上，品質向上といった課題に対する解決策として，トンネル覆工の自動化施工が求められている．佐藤工業では，自動化施工の実現にあたり，これまで，自己充填コンクリートをスライドセントル下端から圧入して覆工コンクリートを構築する工法（以下，「新工法」という）の実物大実験を行ってきた¹⁾．

本稿は，長野県発注のトンネル工事である 2 災公共土木施設災害復旧工事（足瀬トンネル）において新工法を導入した結果について報告するものである．

本工事では，作業性の向上および品質確保を目的として，覆工コンクリートに中流動コンクリートを採用している．そのうち，一部区間では，新工法適用のため，使用材料を自己充填コンクリートへ変更するとともに，スライドセントルに改良を加えて液压対応とした．覆工全 43BL のうち 10 のブロックにおいて新工法にて施工した（図-1）．

2. 覆工自動化施工の概要

図-2 に新工法の概要を示す．

自己充填コンクリートを用いた新工法は，配管切替え作業および締固め作業の省略による省力化と省人化を目的としており，狭隘な空間における作業上の制約や作業員の熟練度といった諸条件に左右されない施工を目指したものである．路盤上に設置した配管切替え装置により圧送経路を左右交互に切り替えながら，スライドセントル下端部に設置した左右合計 4 箇所の圧入口からコンクリートを型枠内へ圧入し，打込みを行う．型枠内部の打上がり状況をスライドセントルに設置した打設高さ検知センサでモニタリングし，左右の打上がり高さの差が 0.5m 程度以

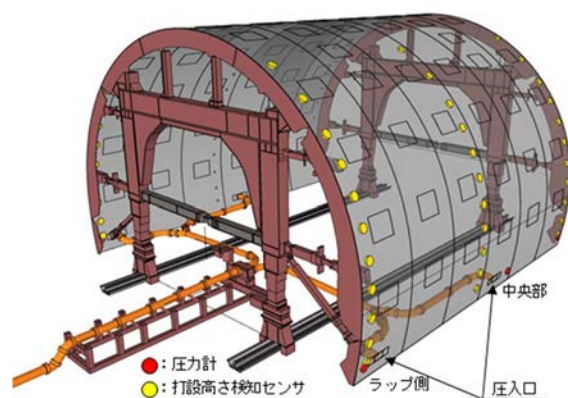


図-2 新工法の概要



図-1 現場概要

キーワード トンネル，覆工，自己充填コンクリート，省力化，充填，圧入

連絡先 〒300-2658 茨城県つくば市諏訪 C30 街区 1 佐藤工業（株）技術センター土木研究部 TEL.080-4148-6167

内におさまるよう切替えレバー操作を行いつつ、下端から天端部まで打込みを行う。

3. 現場適用

パイブレータを使用しないため、新工法の適用により作業環境の改善に繋がった。打込み中の作業は配管切替えのレバー操作と、打上がり状況の目視確認および型枠監視のみのため、施工人員を3名とした。

自己充填コンクリートは流動性が高く、打込み後に型枠に作用する側圧はほぼ液圧となる。中流動コンクリートを前提としたスライドセントルに対し、既往の実験と同様、ガントリーに胴梁を設置して液圧対応の追加補強を行った。中央部およびラップ側下端に配置した圧入口と配管切替え装置、ポンプ車を配管接続し、自己充填コンクリートの供給経路とした。

胴梁および配管切替え装置の設置により、坑内のスライドセントルから奥を車両通行止めとする必要があるため、インバートの施工が完了してからの適用となった。

現地のプラントから自己充填コンクリートを供給し、自己充填性ランク3を満足する配合 ($W/C=36.4\%$, $s/a=52.1\%$, スランプフロー $600\pm 50\text{mm}$, 空気量 $5.5\pm 1.5\%$) を実機試験により決定した。

水平なコンクリート底版上に構築した実物大実験の覆工施工とは異なり、当該トンネルではスライドセントル進行方向に対して約1.0%の下り勾配であった。これにより、既設コンクリートとのラップ部分に未充填箇所の発生、打込み時の圧力によるスライドセントルの縦断方向への逸走が懸念されたため、計測値および脱型後の出来映えを確認しつつ、打上がり高さ、圧入速度の変更等により試行錯誤を繰り返して施工方法の改良を図った。

4. 現場適用により得られた成果

現場適用を行い、以下の結果が確認された。

- 打込み時の締固め作業および作業窓への配管切替え作業をなくすことにより、施工人員を3名に省人化することができた。
- 打込み中の作業は監視を基本として、作業内容の省力化に貢献した (図-3)。
- スライドセントル下端部に作用する圧力は、実物大実験で得た結果と同様、コンクリート充填



図-3 新工法での覆工打込み



写真-1 覆工の出来映え

高さに対する液圧の範囲内であった。

- 翌日には必要な脱型強度を上回ることを確認し、2日間で1BL施工する通常の施工サイクルへの対応が可能であることを確認した。
- 覆工表面の出来映えは良好。スプリングライン下方の表面気泡は発生しなかった (写真-1)。

5. おわりに

今回の施工実績により、自己充填コンクリートを下端部から圧入する新工法の現場適用が可能であることを確認し、新工法の特長を明確にすることができた。併せて車両通行に対する支障や配管組立ての作業性など、施工手順に対する課題の抽出を行うことができた。

今後、自己充填コンクリートの低廉化や、車両通行を妨げない液圧対応スライドセントルと配管設備等の開発により、トンネル覆工施工の生産性向上に貢献していきたい。

参考文献

- 1) 弘光太郎, 小山広光, 藤原正佑, 小野知義, 宇野洋志城: 自己充填コンクリートを用いた覆工自動化施工の開発—実物大実験による充填状況および出来映えの確認—, 土木学会第77回年次学術講演会, VI-299, 2022