

コンクリート圧送量の精確なセンシングによる山岳トンネル覆工の打設管理

大成建設株式会社 正会員 ○上田 孝行

大成建設株式会社 正会員 大橋 将太

国土交通省中国地方整備局山陰西部国道事務所

高崎 修

国土交通省中国地方整備局山陰西部国道事務所

小野村 光正

1. はじめに

山岳工法（NATM）によるトンネル工事において、覆工コンクリートは、その構造物全体の供用期間における耐荷・耐久性能を決定づける重要な要素の一つであり、高い品質を保持することが求められるため、緻密な計画の基に綿密な施工管理を行うことが必要である。また、トンネル工事全体の省人化・自動化を見据えた技術開発が近年活発に行われており、様々なデジタル技術を応用した新たな施工管理手法も数多く提案されている。本稿では、トンネル覆工の施工管理における新技術の一例として、コンクリートポンプの圧送量を従来よりも精確に把握して管理する手法について、工事（木与防災事業）に適用した事例を紹介する。

2. 工事概要

木与防災は、国道 191 号の事前通行規制区間を回避し、緊急時の代替路を確保することを目的とした、山口県阿武郡阿武町木与から同町宇田に至る延長 5.1km の道路（事業主体：国土交通省中国地方整備局）である。そのうち、木与第 3 トンネルは、阿武町木与地内に位置する全長 410m の 2 車線道路トンネル（設計掘削断面積 124.3m²）である（図-1）。本トンネルは昨年 8 月に掘削が完了し、2023 年 3 月末に覆工が完了予定である。



図-1 位置図

3. トンネル覆工の施工における課題

山岳工法における覆工コンクリート打設に関して、現時点での課題として下記項目が挙げられる。

- ① トンネル掘削後の吹付けコンクリート面には凹凸が多く、打設量（必要数量）の詳細な把握が難しい。さらに、スライドセンタを用いた打設では、最終段階の天端部における充填状況は目視確認が困難である。
- ② コンクリート打設の進捗状況は、通常は荷卸したアジテータ車の累計台数で管理するが、その方法は現地で伝票を確認するなどに限られており情報共有が難しい。
- ③ 上記①・②により、余剰コンクリートが発生しやすく、環境負荷が生じている。

4. 打設管理機能付きコンクリートポンプ車の概要と効果

従来の覆工コンクリート打設での施工上の課題を解決する方策の一つとして、「コンクリート打設情報収集システム」を搭載した打設管理機能付きコンクリートポンプ車を採用した。本システムは、コンクリートポンプ車のピストン往復回数を検知するセンサと、アジテータ車の有無を検知して累積台数を記録する装置から成っている。システムの概要を図-2に示す。アジテータ車検知センサで、荷卸した車両の累積台数や到着・荷卸し時間等の情報を記録できる。さらに、ポンプ車からの圧送信号を受け取り、ピストン往復回数をカウントして1往復の圧送量との積を積算することにより、全体の打設数量やミキサー内の残数量等の情報が得ら

キーワード NATM, 覆工, コンクリートポンプ, 圧送, 打設管理

連絡先 〒759-3622 山口県阿武郡阿武町大字奈古 1007 大成建設(株)木与第3トンネル作業所 電話 08388-2-2880



図-2 コンクリート打設情報収集システム 概要図

れ、ポンプ車のタブレット画面に表示する。また、これらの情報は、坑内LAN・インターネットを介して別のタブレットやスマートフォン・PCでも確認できるため、工事の関係者全員で共有することが可能である。本システムの採用により得られた効果は、下記の通りである。

① コンクリートの詳細打設数量把握による精確な打ち込み

通常の覆工打設では、打設高さ・コンクリート圧力・最終打設数量等の計測は可能だが、打設数量による精確なコントロールは出来ていない。従来の測量的な計測手法と合わせて、打設数量管理機能付きコンクリートポンプを採用したことにより、ピストン単位(約0.05m³:誤差3%)での打設数量が把握でき、より精確な打込みが可能となり、本工事で採用したFILM工法(表面平滑型シート防水工)との相乗効果から、配管切り替えによる打設口の変更タイミング等の打設高さ管理を的確に実施できた。また、従来は打設中のアジテータ車の残量(残Con量)を誤差1.0m³程度の精度で推測した上で、残りの必要生コン量との差から追加発注を行うが、本システムにより残Con量を0.1m³単位で把握することで、より精密な発注量の算出が可能となった。

② 覆工コンクリート打設の進捗状況の詳細把握と情報共有

アジテータ車台数の累計や打設数量の進捗状況等について、デジタル情報としてリアルタイムに記録・共有でき、現場の生産性向上に寄与した。

③ 覆工天端部の密実な充填と余剰コンクリートの削減

覆工打設の進捗状況やコンクリートの残量を0.1m³単位で管理し、圧力センサとの併用により覆工天端部の充填管理を確実に実施できた。また、余剰コンクリートを従来に比べて少量に抑え、環境負荷を低減できた。

5. 今後の展望

昨今の担い手不足を背景に、山岳トンネル工事においても、省人化・自動化施工を目指して技術開発が進められている。本システムに加えて、自己充填型のコンクリートを使用した自動打設システムや圧力センサによる充填検知システム等を組み合わせることにより、覆工の全自動化を達成することも近い将来に可能ではないかと考えている。本稿の事例が、今後のトンネル施工の参考となれば幸甚である。