

新幹線断面における効率的な山岳トンネル構築への取り組み

株式会社 熊谷組 正会員 米谷 裕樹

1. はじめに

北海道新幹線(新函館北斗・札幌間)は、トンネルが約 80%を占めており、その多くは 5km 前後の工区延長で発注されている。トンネル掘削で発生するずりの搬出方式としては、連続ベルトコンベアシステムが採用されている。しかし、新幹線トンネル断面は幅員が 9.5m と狭いため、連続ベルコンの設置は各工区とも苦慮している。そのため、効率の良いずり出し計画を各種リスクの整理とともに検討し、確立することが重要な課題と考える。

また、厚生労働省「山岳トンネル工事の切羽における肌落ち災害防止対策に係るガイドライン」では、切羽への労働者の立入りを原則として禁止されており、その対応策として機械化を積極的に進めることが求められている。

上記をふまえ、当社受注工事において従来の新幹線トンネル工事になかった新たな試みをいくつか採用し、施工の効率化を図った。導入した設備やシステムについて、その概要と効果を報告する。

2. 施工効率化の工夫

2.1 4連装の爆薬遠隔装填システムの導入

従来の手込めによる爆薬の装填作業は、切羽に長時間密着することが多い。そこで、最低 1.5m の離隔をとった位置で安全に作業することを目的として、爆薬遠隔装填システムを導入した。(図-1, 2) また、従来は遠隔装填台車 1 台で装填パイプは 2 本装備であったが、作業の更なる効率化を図るため、台車 1 台で装填パイプを 4 本装備できるように改良した。

本システムの導入により、十分に切羽から離れた位置で装薬作業を行えることで安全性が向上した。(図-3) また、圧縮エアにより爆薬・込物が孔奥に密充填されるため、安定して純爆することにより効率的な発破が可能となった。

2.2 吹付コンクリートの遠隔操作システムの導入

(1) システム概要

吹付コンクリートは、掘削サイクルの中でも粉じん濃度が比較的高い場所での作業であり、坑内労働



図-1 4連装の爆薬遠隔装填システム

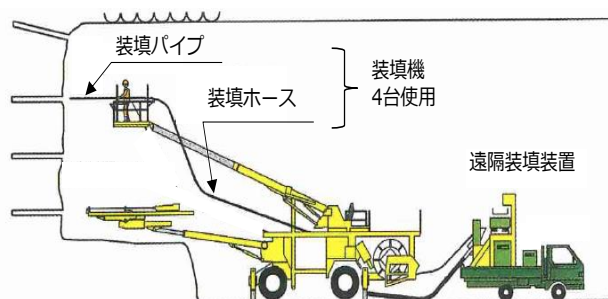


図-2 遠隔爆薬装填システム全体図



図-3 装薬作業

環境の改善は重要な課題である。加えて、切羽での作業中は落盤・土砂崩壊災害等に被災する可能性がある。そこで、「坑内労働環境の改善」と「安全性の向上」を図ることを目的として、吹付コンクリートの遠隔操作システムの試験施工を開始した。

本システムでは、吹付機に取り付けたモニターカメラからの映像と操作信号を後方に設置した操作室まで送信し、作業員がその映像を確認しながら吹付機を遠隔で操作して吹付コンクリートを施工する。(図-4,5)

キーワード 山岳トンネル、発破掘削、吹付コンクリート、連続ベルトコンベアシステム

連絡先 〒162-8557 東京都新宿区津久戸町2番地1号 (株)熊谷組 TEL03-3260-2111

(2) 今後の改良

現在、試験施工を継続しているところであるが、奥行きが表現しにくいモニター映像からの情報のみで吹付け作業を完了させるには一定の訓練が必要となる。今後は作業員に対するノズルトレーニングカリキュラムの構築に加え、操作系システムの正確性向上を継続して行うことで実用化に向けた開発を進めていく予定である。

2.3 テールピース台車の改良

連続延伸ベルコンは、一般的に GL から+2m 程度の高さで延伸される。この場合、新幹線断面ではベルコンが支障するため、ターンテーブルを使用してトラックミキサー車やダンプトラックが転回できない。また、インバート施工の際もベルコンが支障となり、施工区間でベルト高を上げるなど事前の段取り替え作業が必要となる。

この問題に対し、カテナリー機能を持ったテールピース台車を新規開発した(図-6)。この設備により、ベルコン延伸時には坑内ベルト高 GL+5,100mm の確保が可能となり、ベルト高の上げ下げの段取り替え作業がなくなった。また、後方の FILM 台車やスライドセントル、養生台車のベルト通過を同様の高さで運用している。

2.4 ずりだし方式の改善

掘削により発生したずりは通常のベルコン方式の場合、切羽後方 70~80m に設置したクラッシャーにホイールローダでずりを投入し、テールピース台車を介して連続延伸ベルコンにより坑外へ搬出する。

ずり出し時間の短縮には、クラッシャーの大容量化が考えられるが、幅員の狭い新幹線断面の坑内に設置するには限界がある。

そのため、切羽から早期にずりを搬出することを目的に、切羽後方約 200m に設置したずり坑内仮置きヤードまで 25t 重ダンプにより運搬し、その後方に設置したクラッシャーに専属のホイールローダで投入する方法を採用した(図-7)。

標準的なずり搬出方法と比較すると、25t 重ダンプ 2 台とホイールローダ 1 台が追加が必要となるが、

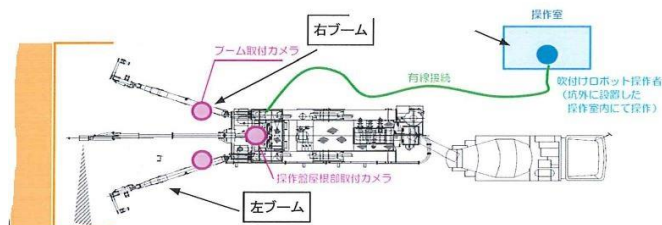


図-4 吹付けの遠隔操作システムの概略図

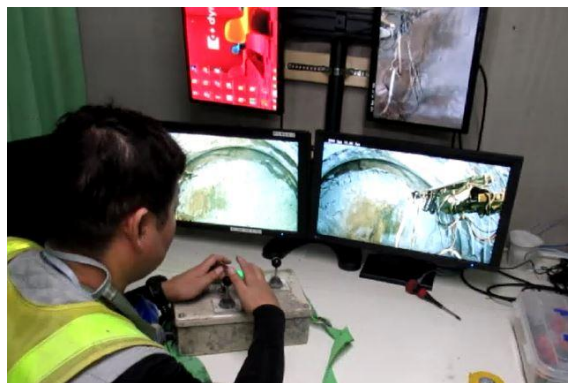


図-5 遠隔操作による吹付け作業状況



図-6 テールピース台車

吹付作業中でも切羽での作業に関係なく後方でずり搬出作業を行うことができ、確実なサイクル短縮が可能である。

3. まとめ

本工事で開発・導入した設備やシステムは、幅員の狭い新幹線断面トンネルでの効率的な施工を前提としたものだが、道路トンネルを含む多くの山岳トンネル現場でも転用可能な技術と考える。今後も継続して効果確認を行うとともに、実績の蓄積とさらなる改良に努めたい。

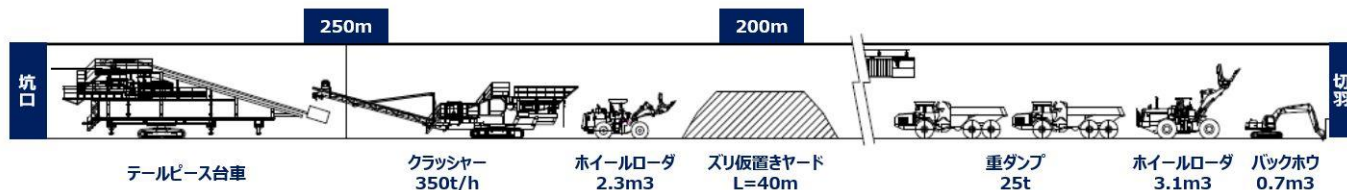


図-7 ずり搬出時坑内機械配置図