

## 施工方法の工夫による生産性向上に向けた取組み事例

国土交通省 九州地方整備局 大分河川国道事務所 建設監督官 今村 剛  
 (株)大林組 九州支店 下屋形トンネルJV工事事務所 正会員 永松 雄一  
 (株)大林組 九州支店 下屋形トンネルJV工事事務所 正会員 ○原口 雄人

### 1. 工事概要

大分 212 号下屋形トンネル新設工事は、地域高規格道路である中津日田道路の一部を構成する三光本耶馬溪道路(L=12.8km)の一区間に計画された完成2車線道路トンネルを新設する工事である。掘削箇所の地質は、大分県北部地方に広く分布する凝灰角礫岩を主体とした比較的安定した地質が想定された。工事概要を表-1に示す。

表-1 工事概要

項目	内容
工事名称	大分 212 号下屋形トンネル新設工事
発注者	国土交通省九州地方整備局大分河川国道事務所
施工場所	大分県中津市本耶馬溪町跡田
工期	2017年1月13日～2020年1月31日
施工者	大林・新成特定建設工事共同企業体
工事内容	トンネル工 (NATM) [発破掘削方式] ・トンネル掘削 L=1,322.0m ・覆工 L=1,333.5m・インバート工 L=723.8m (内空断面積 93m <sup>2</sup> ～134m <sup>2</sup> )

### 2. 本工事における技術的課題

山岳トンネル工事において、初期掘進を順調に進めること、及びトンネル掘削のサイクルタイムを短縮することは工事を軌道に乗せ全体工程を短縮する上で最も重要な要素である。

発破掘削方式は、硬質の岩盤でも確実に破碎できトンネル掘削を確実に進捗させることができるが、発破時の騒音、振動等が周辺環境に与える影響が大きく、防音扉を設置するまでは昼間のみの作業を余儀なくされる。また、防音扉設置後も、坑口から近い位置での発破作業は、夜間作業の時間制限や発破作業の中止といった要望が出されることで、掘削工期の遅延が懸念された。

加えて本工事の坑口部は、インターチェンジの合流車線がトンネル内まで延びるため、拡幅断面①(165m<sup>2</sup>)→拡幅断面②(128m<sup>2</sup>)→標準断面(106m<sup>2</sup>)の順序で段階的に断面が変化する構造となっていた。初期掘進から発破掘削を行った場合、拡幅断面①に防音扉を設置しなければならず、インバート工、覆工施工時に一時撤去、再設置作業が頻繁に発生することによる、掘削工程遅延リスクを多く抱えていた。

### 3. 解決策とその技術的根拠

#### (1) 初期掘進に機械掘削方式の適用

初期掘進部の地質は、一軸圧縮強度は低い凝灰角礫岩であるものの、潜在的な亀裂がなく切羽の自立性が良好な地質が想定されていた。この状況を勘案し、周辺環境への影響の少ない自由断面掘削機(ロードヘッダー:カヤバ社製 RH-8J, 240kw 級)による機械掘削方式に変更し初期掘進を行った。初期掘進に機械掘削方式を採用したことで、早期に昼夜施工でのトンネル掘削を開始することができた。

機械掘削時の騒音対策として、坑口部にシートを設置する対策を実施した(写真-1)。この対策により、機械掘削時の騒音は約3～4dB程度低減され、機械掘削期間中は、地域住民からの苦情もなく順調に掘削を進捗させることができた。

地質状況も当初の想定通りであり、掘削工事は順調に進行し、坑口の拡幅断面を含む区間を約3ヶ月で180m進捗させることができた。その後、発破掘削方式への切替え時に、標準断面部(坑口より60m地点)に坑内移動式防音扉(2基一体型、低周波対応型)を設置した。これにより、超大断面部に防音扉を設置する必要がなくなり現場での作業を大幅に軽減することができた。実施した改善案と標準案の比較を図-1に示す。



写真-1 機械掘削時の騒音対策

キーワード 山岳トンネル、生産性向上、機械掘削、大型ホイールローダ

連絡先 〒108-8502 東京都港区港南 2-15-2 品川インターシティ (株)大林組 TEL 03-5769-1319

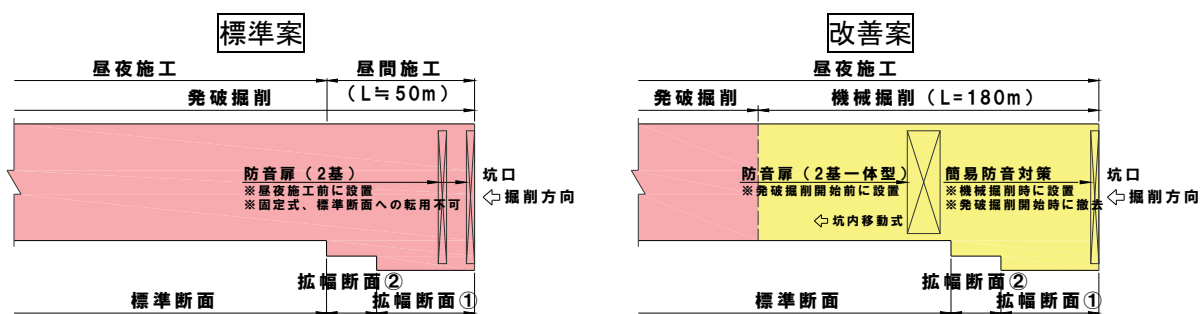


図-1 標準案と改善案の比較

## (2) 大型ホイールローダの採用

発破掘削により発生したトンネルずりは、従来 3.1m<sup>3</sup> 級サイドダンプ方式のホイールローダ（積算上は 2.3m<sup>3</sup> 級）を採用するのが一般的である。本工事は完成 2 車線の大断面であり、上半 3 芯円の偏平形状となっているため、トンネルの高さに対し幅員が広がっているのが特徴である。発破掘削方式は、一回の発破で大量の掘削ずりが発生するため、ずり処理を早く行うことがトンネル掘削のサイクルタイム、掘削工期の短縮につながる。本工事では、トンネルの幅員が広いという特徴を活かし、ずり搬出作業の効率化、サイクルタイム短縮を目的として、5.0m<sup>3</sup> 級のフロントダンプ方式ホイールローダを採用した。

一般的に用いられているサイドダンプ方式のホイールローダは、バケットを右に返しダンプに積込む構造となっている（写真-2）。そのためバケットの右側は、ずりを落とし込むために開口となっており、開口があるためにバケットいっぱいはずりを積み込むことができない構造となっている。今回採用したフロントダンプ方式では、重ダンプトラックの積込み位置を変えることで、左右どちらからでも積込むことが可能である（写真-3,4）。また、重ダンプトラック一台に積込む回数は、バケット容量の違いによりサイドダンプ方式の 6 回に対し半分の 3 回で積込みを行うことができた。これにより、ずり搬出作業のサイクルタイムは約 30% 短縮（100min→70min）、トンネル掘削作業全体のサイクルタイムを 10% 程度短縮（280min→250min）することで、4.0 基/日の施工ペースを 4.5 基/日に向上させることができた。

本工事では、平成 30 年 2 月より完全週休 2 日制を導入したが、平成 30 年 3 月には、最大月進 123.6m(CII パターン、22 日稼働)を記録、その後もコンスタントに月進 100m 以上の実績を残すことができた。大型ホイールローダの採用により、土曜日に掘削を行わなくても従来と同等以上の進行を確保することで、生産性向上に大きなメリットをもたらすことができた。



写真-2 サイドダンプ方式による積込み



写真-3 フロントダンプ方式（左積）

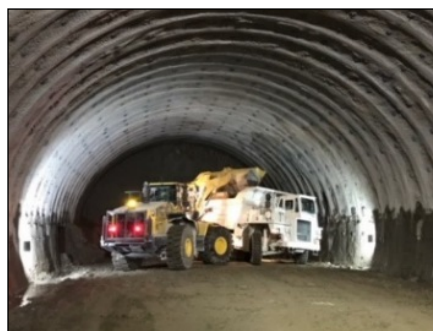


写真-4 フロントダンプ方式（右積）

## 4. まとめ

本工事は、完成 2 車線の大断面トンネル工事であり、事前調査、過去の施工実績から機械掘削が可能な地質であることが想定されていた。また、掘削を開始する終点側坑口は、拡幅断面となっていること、坑口周辺に民家が点在しており、発破による周辺環境への影響が懸念される環境にあった。これら工事の特徴を計画段階で理解し、従来の手法にとらわれず生産性向上に向けた新たな取組みを試みたことで、全体工期の 70% を完全週休 2 日制とし、当初工期を 3 か月余す形で令和元年 12 月に工事完成を迎えることができた。

今後本報文が、他の同様な工事の参考になれば幸いである。