

巨勢山トンネルでの掘削作業における安全対策

林 下 敏 則・永 里 純 一

当工事は NATM（ナトム）の発破掘削によるタイヤ方式でのトンネル施工である。近年トンネル工事での使用機械の大型化が進むに連れ、安全面での対策強化や内燃機関の使用による坑内環境の悪化等、坑外の周辺環境を含めた作業環境対策が必要となってきている。

本稿では当現場における新型重機械・仮設備の採用によるトンネル作業環境の改善と、建設機械を主体にしたトンネルの安全対策について紹介する。

キーワード：トンネル，NATM，発破掘削，建設機械，設備，安全対策，環境対策

1. はじめに

当工事が位置する大和御所道路は、京都と和歌山を結ぶ延長約 120 km の高規格幹線道路【京奈和自動車道】のうち、大和区間と御所区間で構成される延長約 27.2 km の道路である。その内、御所区間の 13.4 km は橿原市新堂町から五条市居傳町までの 4 市を通過し五条道路へと接続、奈良の拠点都市と和歌山を繋ぐ懸け橋となる幹線道路である（図—1）。

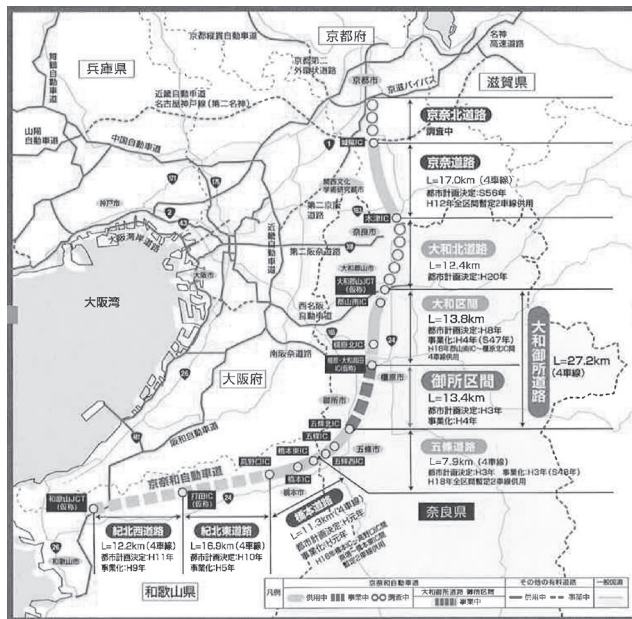
「巨勢山トンネル」は、国土交通省近畿地方整備局発注の工事で、奈良県御所市室地先を起点とし同朝町地先に至る、明り部 L = 244 m、トンネル部 L = 1,538 m、工事延長 L = 2,200 m の、山岳トンネルを主とした工事である（図—2）。

トンネルは、NATM、発破掘削方式で重ダンプトラックによるズリ出し方法で施工する。

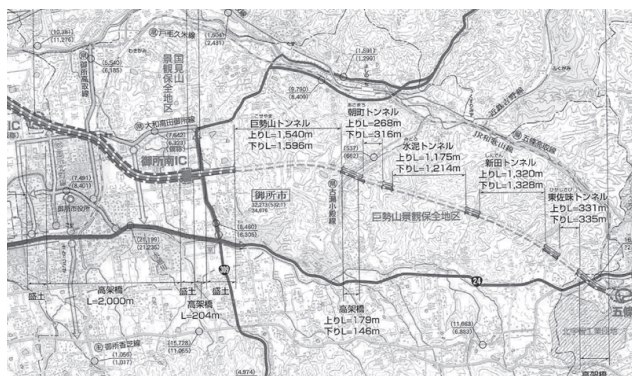
工事は、国道 309 号より延長約 600 m の工事用道路を取付け、坑外のトンネル仮設ヤードを造成、仮設備の設置を行い、平成 22 年 11 月末より坑口付けからトンネル掘削に着手した。平成 23 年 4 月末で約 300 m のトンネル掘削を行っており、平成 25 年 2 月末の完成を目標に工事を進めている。

トンネルは限られた空間のなかで大型機械等を使用してトンネル掘削工、防水工、覆工の施工を繰り返し行い、並行してトンネル仮設備の維持管理を行う。

発破掘削や吹付けコンクリート作業での粉じん発生、ズリ搬出時の重機械や重ダンプトラック等の内燃機関からの煤煙等の発生、路盤の泥濘化などにより作業環境が悪化し、作業員への負担が非常に大きな



図—1 京奈和自動車道位置図



図—2 大和御所道路巨勢山トンネル位置図

ることが懸念され、坑内作業環境改善を含めた様々な安全対策を講じて工事に臨む必要があった。

2. 当トンネル工事の安全に対する取り組み

(1) 作業環境の改善

坑内では各作業に応じた様々な機械類が稼働する。当工事においては、従来に比べ特に環境対策に配慮した新型重機械や仮設備を採用し、作業環境の改善を図っている。

主たる工種の主要建設機械に関する大気環境対策として、トンネル切羽での掘削機械には、PMやNO_x排出量を大幅に低減したクリーンエンジンを搭載し、第三次排出ガス規制に適合した、超低騒音型のトンネル建設用機械（油圧バックホウ、大型ブレーカ、サイドダンプロダ）を採用した（写真—1～3）。

また、主要建設機械に関するCO₂排出量削減に対する環境対策として、トンネル掘削ブリの坑内運搬車両には25t級の重ダンプトラックを採用し、従来のダンプトラックに対し1回あたりの積み込み容量を増やすことから運搬回数を削減し、燃料消費量とCO₂排出量の低減を図った（写真—4）。

坑外ブリ仮置場でのトンネル掘削ブリ積み込みにおいては、旋回電気モータで旋回減速時のエネルギーをキャパシターに蓄え、旋回起動とエンジン加速時に発電機モータを経由させる機能を有するハイブリッドバックホウを採用し、燃料消費量とCO₂排出量を低減した（写真—5）。

また、坑内での覆工コンクリート打設作業では、コンクリートポンプをエンジン掛けより電動駆動方式に変更し、排出ガスの発生やエンジン騒音の発生を低減した（写真—6）。

換気設備については、切羽での粉じん対策として電気式集塵機（2,400 m³/min）を採用したほか、坑外の仮設ヤードで昼夜において稼働する送気ファンには、超低騒音型送風機を採用し周辺環境への騒音対策を行った（写真—7,8）。

これらの工事機械の採用により、トンネル坑内の作業環境が向上すると共に、周辺環境の改善も図られた。

(2) 当現場の安全目標に対する危険有害要因の低減

トンネル掘削作業では、限られた空間の中で常に大型重機械を稼働しながら、トンネル特殊作業員等が作業を進める形態となる。

そのような状況を加味して当現場では「災害ゼロ」を安全目標に掲げ、以下に示す5項目を重点災害防止



写真—1
油圧バックホウ0.45 m³



写真—2
大型ブレーカ1,300 kg級



写真—3
サイドダンプロダ3.0 m³



写真—4
重ダンプ25 t級



写真—5
ハイブリッドバックホウ0.8 m³



写真—6
電動コンクリートポンプ



写真—7
電気式集塵機2,400 m³/min



写真—8
コントラファン2,000 m³/min

目標として現場管理を行っている。

- ①重機、機械による災害の防止
- ②肌落ち、土砂崩落災害の防止
- ③火薬類取扱い災害の防止
- ④交通災害、第三者災害の防止
- ⑤粉じんによる健康障害の防止

また、工事における危険・有害要因の特定を行い、それに対する除去または低減策を策定、施工段階で具体的に実施しながら作業を進めている（表—1）。

- ①重機・機械による災害の防止に対する安全対策
重機・機械による災害の危険有害要因の除去または

表一 巨勢山トンネル工事の危険有害要因の特定と低減策

工 種		危険・有害要因	危険・有害要因に対する除去または低減策
大項目	小項目		
トンネル掘削工	掘削作業	・切羽崩壊, 落盤 ・浮石の剥離 ・火薬の爆発	・切羽の監視, 点検の徹底 ・コソクの徹底 ・火薬取扱法令の遵守
	鋼製支保工	・機械による挟まれ ・墜落 ・切羽崩壊, 落盤	・合図方法の徹底 ・安全帯の使用 ・切羽の監視, バックプロテクターの使用
	ロックボルト工	・機械による挟まれ ・墜落 ・切羽崩壊, 落盤	・合図方法の徹底 ・安全帯の使用 ・切羽の監視, バックプロテクターの使用
	二次覆工	・墜落 ・車両との接触	・親綱, 安全帯の使用 ・立入禁止措置の徹底 ・通路の確保
その他	残土運搬工	・追突, 激突 ・第三者との接触	・運行ルールの周知徹底 ・誘導合図の徹底
	鉄骨組立・足場組作業	・墜落 ・吊り荷の落下	・安全帯の使用 ・玉掛け, 地切り, 退避の徹底

低減を目的とし、重機械が稼働する範囲への立入禁止措置を講じている。

また、坑内で使用するサイドダンプローダ・吹付けロボット・油圧バックホウ・大型ブレーカ・重ダンプトラック・アジテータトラック等について後方確認カメラを設置、後方の死角を運転席から確認できるようにしている（写真一9, 10）。

それ以外に、重機械等が移動する際のクラクションによる合図方法を統一したほか、現場ルールとして重機械へ乗込む前の周囲確認を取り決め、確実な実施を促すためステッカーによる注意喚起を行っている。

鏡面に吹付けコンクリートを施工する等、各種の安全対策を講じている（写真一11, 12）。

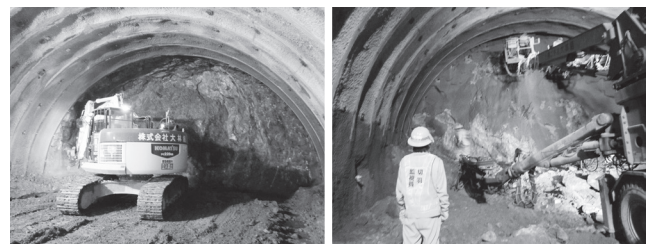
さらに、掘削作業の事前に切羽前方の地山確認を行うため、油圧ジャンボを使用したノンコア削孔検層システム（トンネルナビ）による前方探査を、トンネル全線で実施している。

この前方探査ボーリングは約50m/回の頻度で実施、切羽前方の地質や地山の硬軟を推定し、破碎帯や湧水の範囲を確認することにより切羽の変化に対応し、最適支保パターンの選定や対策工の実施を可能としている（写真一13）。



写真一9
後方確認カメラ

写真一10
後方確認用モニター



写真一11
鏡面コンソク

写真一12
切羽監視状況

②肌落ち・土砂崩落災害の防止に対する安全対策

切羽での肌落ち、土砂崩落災害要因の除去及び低減を図るため、切羽の点検・観察及び大型ブレーカでの確実なコソクの実施と、保護具の完全使用を徹底している。

また、火薬の装薬等、切羽直下に作業員が立ち入る作業では、切羽監視員を専任するほか、不良地山では



写真一13
前方探査ボーリング

③火薬類取り扱いに対する安全対策

火薬類の取り扱いに際しては、火薬類取締法の確実な遵守を基本方針としている。

また、発破時の連絡合図には、坑内用 PHS 電話機からの起動停止が可能な自動発破放送設備を採用、発破5分前より坑内外に設置のページングスピーカーから合図放送を流すことにより、発破作業を全作業員へ周知し、退避に万全を期している（写真—14～16）。



写真—14
坑内放送設備

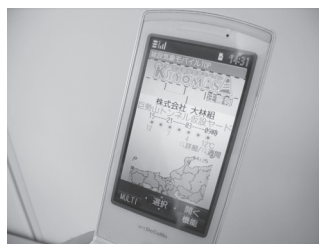


写真—15
坑内スピーカー



写真—16 PHS 操作状況

さらに、雷への対策として、従来からのサンダーホーンおよびラジオの設置の他、気象情報配信システム (KIYOMASA) により、半径 10 km 以内での落雷を 60 分先まで 10 分単位で予測、携帯電話に配信させることにより、早期対応を図っている（写真—17, 18）。



写真—17
KIYOMASA による落雷予測の配信



写真—18

④交通災害の防止に対する安全対策

トンネルで発生したズリは、指定の土捨場へ一般道

路を利用して運搬している。

出入口へは交通誘導員の配置を行うほか、運搬経路における安全運行上の重要ポイントを写真入りで明記したハザードマップを作成、ダンプトラック運転手への確実な教育指導に役立てている。

また、工事用出入口に横断している架空線やトンネル入口の防音扉、覆工セントル等への、重ダンプベッセルやユニック車ブームによる接触事故への防止対策として、ベッセル・ブームの格納忘れ防止装置を設置、未格納の場合は運転席の回転灯を作動させることにより注意喚起を促している（写真—19, 20）。



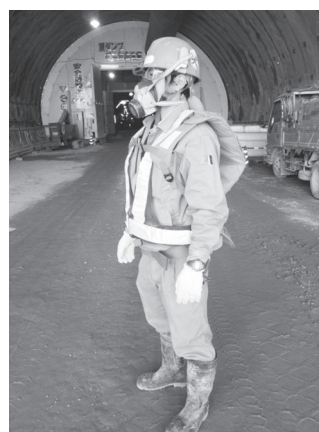
写真—19
ブーム格納忘れ防止装置



写真—20
運転席回転灯

⑤粉じんによる健康障害対策

トンネル坑内は粉じん作業場であるため、坑内作業員・職員への電動ファン付防塵マスクの着用や定期健康診断等が義務付けられており、確実に実施している（写真—21）。



写真—21 保護具装着状況

また、切羽近傍には電気式集塵機を配置し、吹付け作業や発破作業による粉じん濃度を 3 mg/m³ 以下に管理している。

また、ズリ出し作業・覆工作業での工事車両等の坑内走行による粉じんの飛散防止措置として、適宜走行路盤への散水を行うほか、配管等への堆積粉じんの除去を定期的実施している。

3. おわりに

上記のような作業環境の改善・安全対策を講じることにより、トンネル施工の安全性が大きく向上するばかりでなく、作業効率も高まるものと思われる。

巨勢山トンネルは施工中であるが、より安全により良い品質のものをより早く顧客に提供できるよう、事務所一丸となって鋭意努力して行く所存である。

また、地元地域との良好な関係に努め、多くの現場見学会等の開催によりトンネル工事のイメージアップにも貢献して行きたいと考える（写真—22）。



写真—22 地元見学会

J|C|M|A

【筆者紹介】

林下 敏則（はやした としのり）
 ㈱大林組
 巨勢山トンネル工事事務所
 所長



永里 純一（ながさと じゅんいち）
 ㈱大林組
 巨勢山トンネル工事事務所
 機電工事長



大口径岩盤削孔工法の積算 ——平成 22 年度版——

■改訂内容

- ・国交省の損料改正に伴う関連箇所を全面改訂
- ・ケーシング回転掘削工法のビット損耗量の設定
- ・工法写真、標準積算例による解りやすい説明
- ・施工条件等に対応した新たな岩盤削孔技術事例の追加
- ・“よくある質問と回答”の追加

- A4判／約 250 頁（カラー写真入り）
- 定 価
 非会員：5,880 円（本体 5,600 円）
 会 員：5,000 円（本体 4,762 円）
- ※学校及び官公庁関係者は会員扱いとさせていただきます。
- ※送料は会員・非会員とも
 沖縄県以外 450 円
 沖縄県 340 円（但し県内に限る）
- 発刊 平成 22 年 5 月

社団法人 日本建設機械化協会

〒105-0011 東京都港区芝公園 3-5-8（機械振興会館）

Tel. 03 (3433) 1501 Fax. 03 (3432) 0289 <http://www.jcmanet.or.jp>