

新しいトンネル掘削方法の取組み（その1）

——施 工 機 械 の 開 発——

鹿島建設(株)関東支店 正会員

○山田謙二、反り目好男、釧持 昇、萩原智寿、内藤圭一郎

1. はじめに

坂上トンネル工事は、長野県北信地区に位置する更級郡上山田町と東筑摩郡坂井村を結ぶ、主要地方道大町麻績インター戸倉線道路改良工事の内の主要工事である。

本トンネルは、第3種第4級の2車線道路トンネルで歩行者用通路を有しないため、掘削断面 54m^2 と比較的小断面のトンネルとなっている。このため、掘削進行の確保、坑内環境（粉塵対策等）の向上及び重機車両災害の防止を目的とし、新たに機械を開発し良好な施工結果を得られたので報告する。



図—1 位置図

2. 工事概要

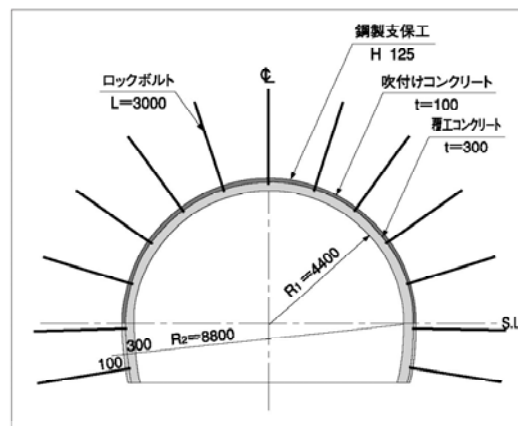
坂上トンネルは、全長 1513m の片側 1 車線の 2 車線道路トンネルであり、当工区は、このうち上山田側 950m 施工する。

掘削方法は、CⅡ区間では補助ベンチ付全断面掘削工法が、DⅠ～DⅢ区間は上半先進ベンチカット工法（先受け工有り）を採用し、掘削方式は発破掘削となっている。

3. 地質概要

地層は、新第三紀中新世中期の青木層と新第三紀貫入岩体から成る。青木層は泥岩～砂質泥岩が優勢な地層で、本層の泥岩は硬質泥岩と称されるもので岩質的には硬い。細互層により堆積構造を示す部分がある。坑口から 280m 付近までは風化作用を受け、土砂状・粘土化帯をともなう破碎帯が分布している。貫入岩体と泥岩層の境は接触熱変成作用を受けたホルンフェルス化帯があり、多亀裂・破碎帯状となっている。貫入岩体は石英閃緑岩を主体とし、岩は硬質で目の状態は比較的大きい。

土被りの大きくなる区間においては、予想し得ない応力が作用する可能性があり、また多亀裂・破碎帯においては背面側の地下水の状況によって突発湧水の可能性もある。



図—2 支保パターン図（CⅡ）

4. 開発機械

トンネルは比較的小断面であるため、それに合った施工機械としてエレクター付き吹付けロボット、吹付け用後続台車、モルタル注入台車を新規に開発した。これらの主な特徴について、以下に述べる。

キーワード：エレクター付き吹付けロボット、吹付け後続台車、モルタル注入台車、0.5t リユースバック

長野県更級郡上山田町温泉 4 丁目 25-4 坂上トンネル工事事務所

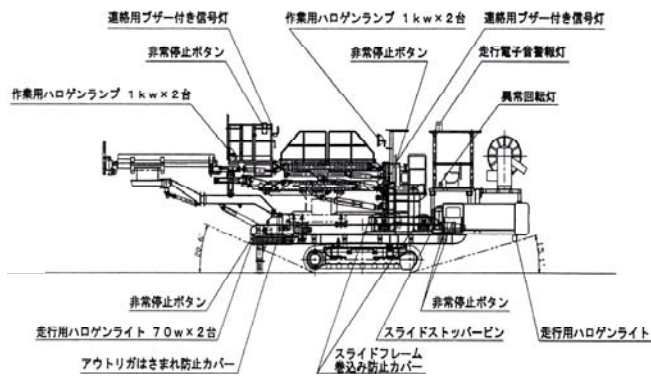


図-3 エレクタ付き吹付けロボット設計図



写真—1 支保工建込み状況

(1)エレクトー付き吹付けロボットの開発

- ・一次吹付けコンクリート→支保工建込み→2次吹付けコンクリートの一連作業を、エレクター付き吹付けロボットで行い、重機の入替え時間を短縮した。
 - ・鋼製支保工の建込みは、支保工をエレクターで完全に固定し、微調整を行いながら仮組みできるため、その間、人が切羽に近づく必要が無いため、支保工の脱落や肌落ち等による危険性を減らした。
 - ・安全設備として非常停止装置を機械のボディ、マングージなど計8箇所に設置して緊急時の動力停止を運転席以外から行えるようにすると共に、機械前面に CCD カメラを設置して前方の死角をなくした。
 - ・機械本体を極力小さく、軽くすることによって、断面が比較的小さい本トンネル（掘削仕上り高さ 6.6m）へ対応している。
- 

(2)後続台車 (写真-2 参照)

吹付け後続台車は、急結材投入装置、供給装置、コンクリート吹付機、コンプレッサー、さらに2tクレーンを備えた一体型のホイール式台車である。



写真—2 吹付け後続台車

- ・急結材を **25kg** の袋詰から **0.5t** リユースパックに変更し、クレーンによる投入作業を行うことで、人力作業と粉じん作業の低減を図ると共に、空袋ゴミを無くした。
- ・吹付けロボットと分離して機械寸法を小さくした。

(3)モルタル注入台車の開発（写真－3参照）

この台車は2 t 車に水タンク、ポンプ、モルタルポンプ、投入装置、電磁バルブをセットしたものである。

- ①急結材と同様にドライモルタルに **0.5t** リユースバックを用い、専用の投入装置を共同開発し、人力作業と粉じん作業の低減を図ると共に、空袋ゴミを無くした。



写真—3 モルタル注入台車

5. おわりに

地山等級 D 区間ではフォアポーリングがあるため、支保工建込みの後、ドリルジャンボへの重機の入替が必要であったが、支保工建込みはスピードアップが図れた。また、従来に比べ切羽付近での人力作業が軽減され、安全面に関しても格段の進歩と言える。