

ロックボルト打設専用機の機能拡張

大成建設（株）土木本部 正会員 ○宮本 真吾 友野 雄士
大成建設（株）中国支店 正会員 岡 幸宏 田中 秀明

1. はじめに

山岳トンネル工事のロックボルト工は地山の状況に合わせて 3m～6m 程度の規格が設計され、中でも 6m は 1 本あたり 20kg を超える重量となり、狭隘なバスケット上での空中作業で長尺かつ重量物のロックボルトを人力にて挿入する作業はかなりの重労働となっている。また、この作業は切羽直近での作業であり、切羽が崩落した場合は崩壊土砂に巻き込まれ重篤な災害となるリスクを孕んでいる。このような切羽近傍での人力作業を機械化するために開発したのがロックボルト打設専用機「BOLTINGER」である(図-1)。

本稿では、さらなる生産性の向上を目指してロックボルト打設専用機に追加した機能と、当該機械を用いたトンネル工事での施工状況について述べる。

2. 追加機能

開発した初号機（以後 1 号機）では、ロックボルトの穿孔から打設作業までの完全機械化という点に主眼を置いたが¹⁾、改良機（以後 2 号機）では、省力化と操作性の向上をもって更なる生産性の向上を目指した。

2. 1. モルタル供給装置の一体化

1 号機では、従来施工法と同様に、打設機械の横にモルタルを練り混ぜて供給する装置を積み込んだ車両を配置し、専用の作業員を配置してモルタルを供給する作業を行っていたが(図-2)、2 号機では、モルタルを供給するサイロと練り混ぜポンプを打設装置の後方に搭載し、専用機 1 台ですべてのロックボルト作業が完結する仕様とした。モルタルポンプにかかる操作は全て運転席でのボタン操作によって行うことができるようにし、後方に張り出すポンプが走行時に支障とならないように、リフトで昇降できる仕様とした(図-3)。これにより従来配置していたモルタルを練り混ぜる専用の作業員とポンプを搭載した専用車両を削減することができた。

2. 2. 穿孔ガイダンスと穿孔実績線の記録

1 号機では、ベースマシンを通常のドリルジャンボとしていたが、2 号機では穿孔位置をガイダンス可能なコンピュータジャンボを採用した。これにより、機体の姿勢計測を行うことで、コンピュータのガイダンスに基づきロックボルトを施工できるようになり、従来行っていた施工位置マーキング作業が不要になった。また、1 号機で問題となっていた穿孔した孔に打設装置の中心を合わせるのが難しい²⁾、という問題にも対応するため、穿孔実績を記録し、孔の位置情報を三次元的に確認しながら打設装置を孔に正確に合わせることが出来るようにした(図-4, 5, 6)。

キーワード 山岳トンネル, NATM, 支保工, ロックボルト, 継ぎ, 機械化

連絡先 〒163-0606 東京都新宿区西新宿 1-25-1 大成建設(株)本社土木本部土木技術部トンネル技術室 TEL03-5381-5271



図-1 ロックボルト打設専用機
BOLTINGER



図-2 1号機での機械配置



図-3 モルタル供給装置の一体化

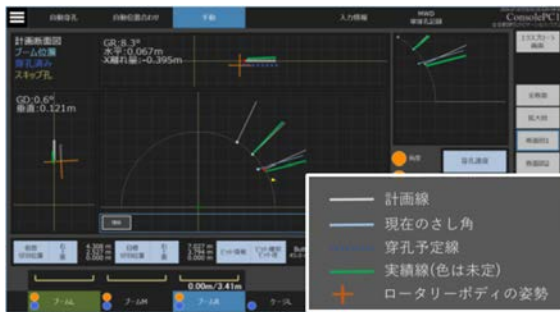


図-4 穿孔ガイダンス概要

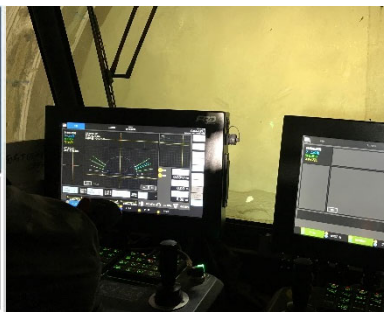


図-5 運転席操作画面

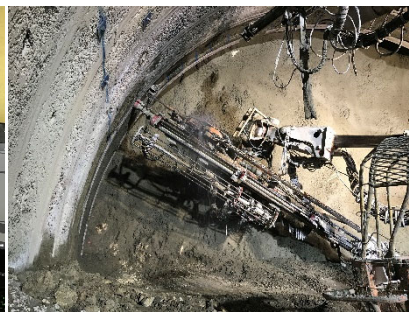


図-6 打設装置による打設状況

2. 3. 穿孔取得データのBIM/CIMモデル統合

ベースマシンをコンピュータ化したことで、穿孔時の情報(位置情報・穿孔速度・各種圧力等)を取得できるようになったことから、当該データをBIM/CIMモデルに統合することで、三次元的に地山情報を把握することが出来るようになった(図-7)。モデル空間に地山情報が見える化されることで、岩判定や補助工法の選定などの判断材料として穿孔情報が有効活用されることを期待している。

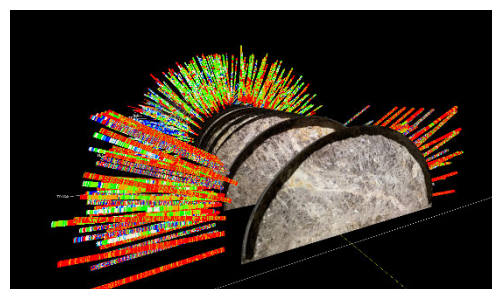


図-7 BIM/CIMモデル

3. 現場での活用効果

3. 1. 省力化施工

2号機を1号機とは別の道路トンネル(木与防災木与第3トンネル)に配備し、その効果を確認した。結果、1号機で配置していたモルタル専用作業員が不要となり、ロックボルト作業をオペレータ2名で作業が可能となったことで、専用機を用いない従来施工と比較して作業人数を5人から2名に削減し、生産性が2.5倍に向上した(図-8)。

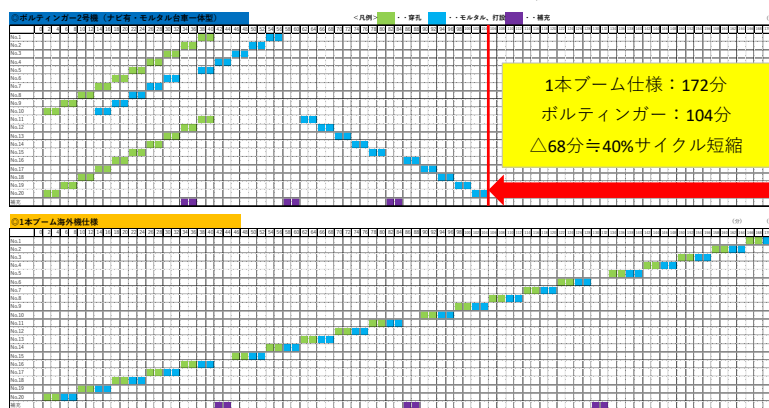


図-8 2号機での施工状況

3. 2. 実施工時間

ガイダンス機能の追加で位置合わせがスムーズになったことで、2号機の実績では、穿孔4分/本、モルタル・打設4分/本程度で施工しており、補充時間を含めて6mロックボルト20本あたり104分(5.2分/本)程度の時間で施工している。これは従来人力にて施工していた時間と同等であると同時に、海外を中心に展開している1本ブーム仕様の機械で施工した場合(継ぎ仕様が存在したと仮定)と比較して、約40%のサイクル短縮効果が確認できた(表-1)。

表-1 施工サイクルタイム比較



4. まとめ

今回の機能追加により、ロックボルト専用機の性能を向上させることで、さらなる省力化と生産性向上を達成することができた。現在3台目(2号機と同性能)の使用も開始しており、今後より多くの作業員に操作に習熟してもらい、ロックボルト作業の標準機械として、トンネル工事に普及させていきたい。

参考文献

- 1) 宮本真吾, 友野雄士: 6m 継ぎロックボルト打設装置の開発, 第76回土木学会年次学術講演集
- 2) 川元健太郎, 古賀快尚ら: 6m 継ぎロックボルト打設装置の現場導入による作業の省力化, 第76回土木学会年次学術講演集