

ロックボルトの自動化施工にむけた鋼管膨張型ロックボルトの打設システムの開発 —熊本3号 中尾山トンネル新設工事—

国土交通省 九州地方整備局 八代河川国道事務所 橋本 和浩

国土交通省 九州地方整備局 八代河川国道事務所 重黒木 幸英

(株)熊谷組 九州支店 中尾山トンネル作業所 正会員 新宮 信也 正会員○石中 亮

1. はじめに

トンネル工法として主流となっている NATM において、ロックボルトは重要な支保部材の一つである。一般的にロックボルトの打設作業は人力作業による苦渋作業かつ切羽近傍の高所での危険を伴う作業であり、改善すべき作業のひとつである。そこで、ロックボルトの施工性向上を目的として、ボルト挿入から定着までを機械化するシステムを開発し、試験施工を行った結果について報告する。

なお、今回開発対象としたロックボルトは、一般的に用いられているモルタル定着式ではなく、主に湧水対策として用いられることが多い鋼管膨張型ロックボルト「RPE ロックボルト (図-1)」とした。



図-1 RPE ロックボルト

2. 開発概要

本開発では、RPE ロックボルトを用いてロックボルト挿入から注水・定着の作業を機械化した一連の作業となるように専用治具を開発し効率的なロックボルトの自動打設を目指した。

図-2 に専用治具の概念図を示す。本開発では主に下記に示す2つの開発を行った。

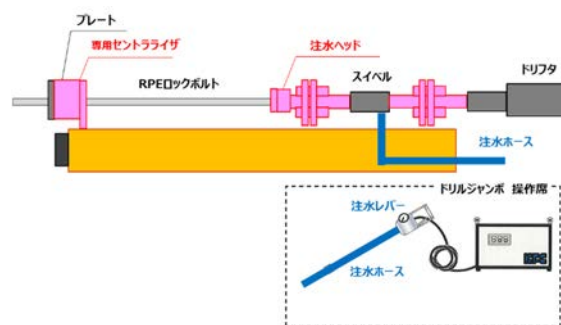


図-2 専用治具の概念図

(1) レーザ照射付きセンタライザ

レーザ照射付きセンタライザ (写真-1) を開発した。削孔された孔に機械操作で正確に RPE ロックボルトを挿入するために十字のレーザを照射した。またセンタライザ部分にカメラを取り付け、操縦席から RPE ロックボルト先端が見えるようにした。これによりスムーズに挿入することができた。

また、通常は角座金を使用しているが今回は作業員による向きの調整ができないため丸座金 (写真-2) を採用し、向きの調整を省略した。



写真-1 レーザ照射付きセンタライザ

(2) 注水治具

ドリフタに連結する注水治具 (写真-3) を開発した。この注水治具をドリフタに取り付けることにより挿入から注水・定着まで一連の作業を機械化することが可能となった。注水治具は操縦席の注水レバーとつながっており、挿入を終えたオペレータ自身で注水することができるため、地上で RPE ロックボルトをドリフタにセットする作業員とドリルジャンボのオペレータの2人で作業を進めることができた。

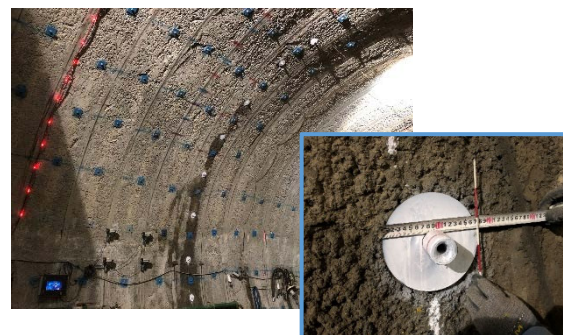


写真-2 本開発で使用した丸座金

キーワード：山岳トンネル、ロックボルト、鋼管膨張型ロックボルト、機械化、省力化

連絡先 〒810-0004 福岡市中央区渡辺通 4-10-10 (株)熊谷組 九州支店土木部 TEL092-721-021

3. 試験施工

熊本県水俣市で施工している熊本3号中尾山トンネル新設工事(表-1)をフィールドとして試験施工を行った。図-3に標準支保パターンにおけるロックボルトと今回の試験施工におけるロックボルトの打設位置を示す。通常の支保機能を損なわないよう、既に施工してあるパターンボルトの中間を試験箇所とした。試験施工箇所の地質は凝灰角礫岩で一軸圧縮強度は2~3MPa程度であり、湧水は無く、パターンボルトは通常のもルタル定着式であった。ここで使用したRPEロックボルトは一般に市販されているものである。以下に試験施工の順序を示す。

- ① 従来工法と同様にドリルジャンボで削孔する。
- ② 開発した専用治具を取り付けたドリフターにRPEロックボルトと座金をセットする。
- ③ ブーム・ドリフター操作でRPEロックボルトを挿入する。
- ④ ドリルジャンボ操縦席から注水レバーを引きRPEロックボルトを定着させる。

試験施工の状況を写真-4に示す。試験施工後、引抜き試験による品質確認を行った。150kNの引抜き荷重で最大変位量は2~4mm程度となり、ロックボルトの品質基準を満足することを確認した。

4. 今後の課題と展望

今回の試験施工でRPEロックボルトの挿入から注水・定着までを機械化する技術を確認することができた。しかし、この技術を実用化するために解決すべき課題も見つかった。それは注水治具とRPEロックボルトの接続不良である。一連の作業を行う中で、接続不良により十分な注水ができず定着まで時間がかかることがあった。通常のRPEロックボルト施工では作業員の手で注水口を接続し注水している。この際、人の手であれば繊細な力加減により確実に注水する調整が行われるが、機械による施工ではドリフターのフィード圧やガイドセルの方向調整に頼らざるを得ないため、接続部の機構を改良する必要がある。

この問題を解決できればRPEロックボルトを用いた機械化施工が実用可能であることが確認できた。

5. まとめ

建設産業において、省力化や機械化・自動化は喫緊の課題である。本開発では機械化によって人力作業・高所作業をなくすことによる安全性・施工性の向上に取り組み、一定の成果が得られた。今後はマシンガイダンスシステムを搭載したコンピュータジャンボ等を併用することで更なる自動化および施工性の向上を図り、建設産業の担い手不足や人材確保の一助となる技術を確認したいと考えている。



写真-3 注水治具

表-1 工事概要

工事名称	熊本3号 中尾山トンネル新設工事
工事場所	熊本県水俣市長野町地内
路線	南九州西回り自動車道 芦北出水道路
工期	H30.3.14~R4.3.25
発注者	国土交通省 九州地方整備局 八代河川国道事務所
工法	山岳工法(機械掘削)
内容	トンネル掘削 1416.8m トンネル覆工 1426.9m インバート工 1428.0m

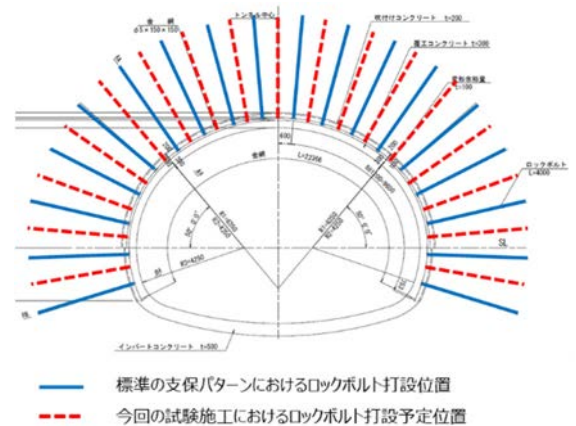


図-3 ロックボルト打設位置



写真-4 試験状況写真