

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

大成建設株式会社 九州支店 正会員 ○川元 健太郎, 古賀 快尚
大成建設株式会社 土木本部 正会員 宮本 真吾

1. はじめに

山岳トンネルの支保工の一つであるロックボルトに関して、脆弱な地山を対象に 6m ロックボルトが採用されることがある。6m ロックボルトを施工する際、切羽近傍において 20kg 超のボルトを狭隘なマンケージ上で挿入する作業は大きな危険を伴う。また、補助ベンチ付き全断面工法で掘削する場合、ロッド・ドリフターと補助ベンチの干渉が問題となる。図-1 に掘削断面と 6m ロックボルト用のロッド・ドリフターの関係を示す。6m ロックボルトを施工するためには、ロッド長が 6.5m、フィード長 4.2m のドリフターを採用する必要がある、削孔時の全長は 8.1m 程度となる。この場合、上半盤に手を加えず施工すると、ドリフターと補助ベンチが干渉するため、削孔角度や位置間隔といった出来形を管理することが難しい。また補助ベンチの中央部を掘り下げて施工すると、脆弱な地山の緩みを助長することになり、安全面と品質面で課題がある。

これらの課題を解決するために、国道 57 号滝室坂トンネル東新設工事に 6m 継ぎロックボルト打設機能を有するボルティンガーを導入した。本稿では、現場への導入結果と、継続的な現場運用を行う過程で明らかとなった課題への対応について述べる。

2. ボルティンガーの概要と現場導入

今回導入したボルティンガーは、3 ブームジャンボのセンターブームをロックボルト打設専用のボルティングユニットに改造したものである。図-2 にボルティングユニットの機構を示す。ボルティングユニットは、モルタル注入用ホース、ボルトを格納するマガジン、継ぎ作業時にボルトを把持するクランプ、ボルト挿入用のドリフターで

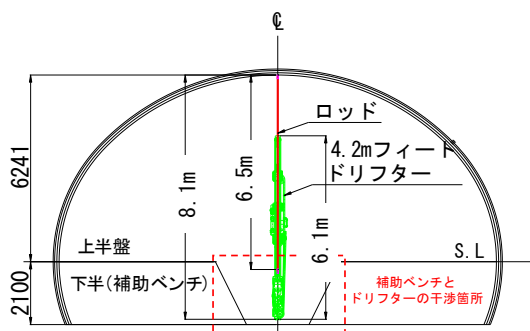


図-1 掘削断面と6mロックボルト用ロッド・ドリフターの関係

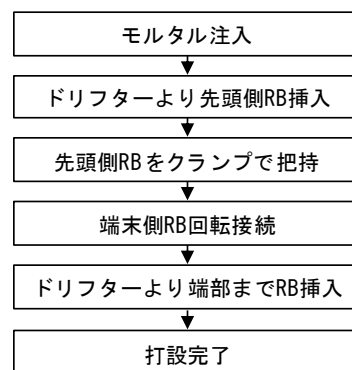


図-3 6m継ぎロックボルト打設フロー

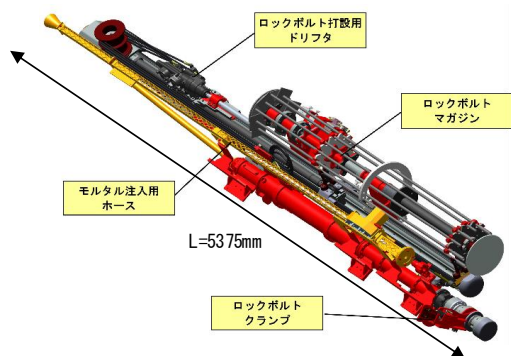


図-2 ボルティングユニットの機構



図-4 6m継ぎロックボルト施工状況

キーワード 山岳トンネル, ロックボルト, 機械化, 省人化

連絡先 〒869-2801 熊本県阿蘇市波野大字小地野 1143-2 大成・杉本 JV 滝室坂トンネル東工事作業所 TEL : 0967-24-0211

構成されている¹⁾。このボルディングユニットは、3m×2の継ぎ構造を採用したことで、全長5375mmとなり、上半盤内での6m継ぎロックボルトが施工可能となる。図-3に6m継ぎボルトの打設フロー、図-4に施工状況写真を示す。図-4よりボルディングユニットによる打設を行うことで、補助ベンチを掘り下げることなく6mロックボルトを施工可能であることが確認できる。図-5に6mロックボルトの打設作業について、通常ジャンボとボルディングの切羽近傍における人力作業時間の比較を示す。モルタル注入とボルトの挿入作業を機械化したことで、従来は5人で行っていた作業を3人で可能とし、切羽近傍の人力作業時間を79%低減することが出来た。

3. 現場運用で明らかとなった課題

ボルディングによる6m継ぎボルトが施工可能であることを確認したものの、継続的な現場運用を行っていく中で、(1)ボルディングユニットによるボルト挿入の難しさ、(2)ロックボルトクランプの操作の難しさ、(3)カプラー箇所における挿入不良の発生、の施工性に関する3点の課題が明らかになった。

(1)は削孔用ブームとボルト挿入用ブームが別れており、削孔角度とボルト打設角度を合わせる操作が難しく、時間を要した。(2)は、ボルトの継ぎ作業時に先頭側のボルト端部をクランプで把持し、端末側ボルトを回転させながら連結する。この際、削孔角度とボルト打設角度のずれが原因で、先頭側ボルトを把持する位置がずれることがあり、端末側ボルトの連結がスムーズに進まないことがあった。(3)は削孔径がφ51に対して、カプラーの外径がφ36と余裕が小さく、カプラー箇所においてボルトの挿入不良が発生することがあった。

4. 課題への対応

現場運用で明らかとなった(1)の課題に対して、削孔用ブームとボルディングユニットに3点レーザを設置した。図-6に3点レーザの設置状況を示す。各ブームで手前の既施工ロックボルトに2点のレーザを合わせることで削孔角度・削孔位置にロックボルトの挿入操作を合わせることが可能となり、施工性を改善することができた。また(2)の課題に対して、削孔角度とボルト打設角度のずれを多少許容できるよう、クランプの口元にテーパの部材を設置して形状を改良した。図-7に改良前後のクランプの比較写真を示す。(3)の課題に関しては、カプラー径の縮小を念頭にボルディングと相性が良いボルト・カプラーの試作を進めている。

5. まとめ

6m継ぎロックボルト打設装置を現場導入し、補助ベンチを掘り下げることなく6mロックボルトを施工可能であることを確認した。また、ロックボルト打設作業の省人化・省力化を確認した一方で、施工性の向上が課題として挙げられた。確認した複数の課題に対して本現場における改良の結果、施工性を一部改善することが出来た。今後も現場での運用を通じて、更なる技術のブラッシュアップを進め、安全かつ合理的な掘削作業に寄与したい。

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, 投稿中, 2021.

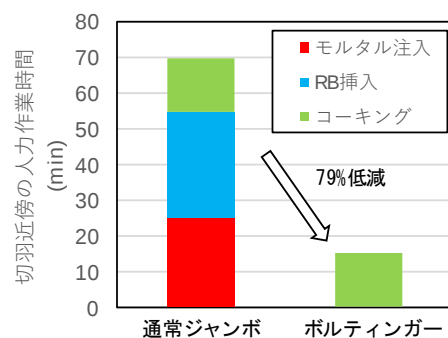


図-5 切羽近傍における人力作業時間の比較

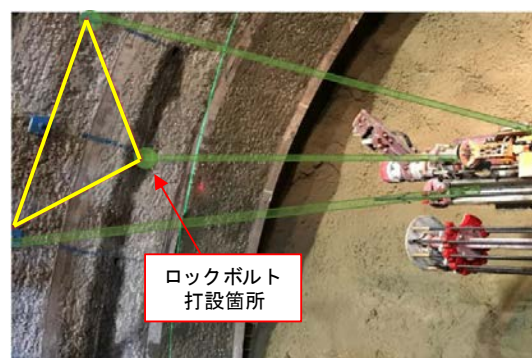
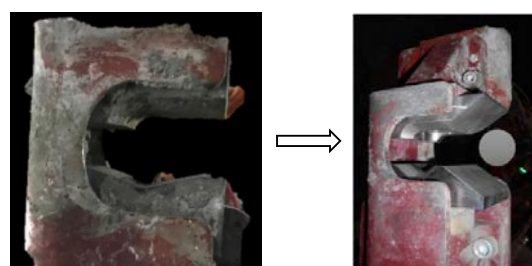


図-6 3点レーザの設置状況



(a) 導入当初 (b) 改良後

図-7 改良前後のクランプの比較写真