

6 m継ぎロックボルト打設装置の開発

大成建設（株）トンネル技術室 正会員 ○宮本 真吾

大成建設（株）トンネル技術室 正会員 友野 雄士

1. はじめに

山岳トンネル工事のロックボルト工では、ドリルジャンボで削孔を行った後、マンケージバスケットに乗った作業員がモルタルをホースで注入し、その後、マンケージバスケットにあらかじめ積み込んでおいたロックボルトを人力で挿入する。ロックボルト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(図-1)。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とから、このような切羽近傍での人力作業を機械化することが特に重要である。

本稿で述べるのは、切羽近傍の人力作業のうち、ロックボルト工に特化した技術開発である。ロックボルト工の従来施工方法を機械化することで省力化を図り、切羽近傍作業での安全性を確保した経緯について以下述べる。

2. 開発の背景

ロックボルト作業を人力によらず施工する機械は、海外を中心に普及が進んでいる。この装置は削孔、モルタル注入、ロックボルト挿入の一連作業を行うものであり、削孔用の削岩機、モルタル注入ホース、並びに打設するロックボルトを保持しておくマガジンと挿入用の削岩機が一体となった機構である(図-2)。

この機構は、一連の作業を行う装置がすべて組み込まれていることから総じて重量が重くなり、機械本体に対して1台の装置の組み合わせとなるのが一般的である(図-3)。既存のロックボルト専用機は、打設するロックボルトの全長に合わせて機械設計されており、一般的に打設するボルト長に約1.5m程度の長さを加えた全長となっている。これはロックボルトを挿入する際の削岩機長であり、6mのロックボルトを1本もので打設する際には7.5m(6.0m+1.5m)程度の打設装置長となる。このような機械を使用する際には、高さ方向に7.5mを超える空間が必要となるが、一般的に6mのロックボルトが計画されているトンネルは地質条件が悪い場合が多く、全断面掘削工法ではなく、補助ベンチ付や上半先進ベンチカット工法等の採用が一般的であり、必然的に掘削断面が小さくなり、打設装置の全長が収まらない断面となることが多い。また、地山の状況に応じて支保パターンが変わり、ロックボルトの長さも都度変更となることから、ロックボルト長の変更に柔軟に対応可能な打設装置が必要である。

以上の背景から、筆者らは、日本国内のトンネル現場特有の施工条件に適用可能なロックボルト打設専用機の開発を行うこととした。

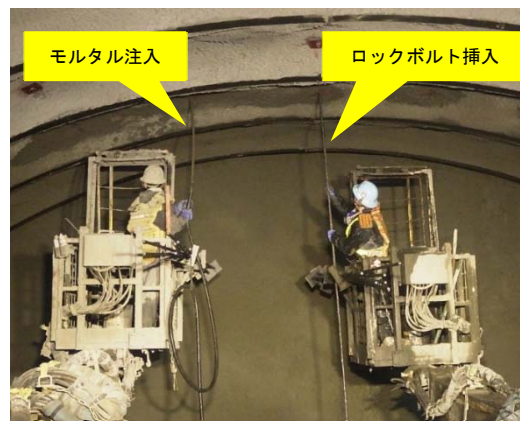


図-1 人力によるロックボルト打設作業



図-2 既存のロックボルト打設装置（例）



図-3 ロックボルト専用機（例）

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

3. 打設装置の開発

3. 1 継ぎロックボルト打設装置

開発の基本方針として、6m ロックボルトは3mの2本継ぎとし、4mまでは1本モノで打設できる構造を目標とした。これにより、装置長さは4mを打設することも考慮して6m未満となる構造を目指すこととした（図-4）。2本のロックボルトを継ぎ足す構造とするにあたっては、油圧のロックボルトクランプ装置を開発した（図-5）。打設の手順（図-6）は、削孔、モルタル注入後、1本目のロックボルトを孔に挿入したのち、1本目の端部を油圧クランプで保持して、2本目のロックボルトを回転させながら連結、打設する方式である。

3. 2 削孔作業

既存のロックボルト専用機は削孔からロックボルト打設作業まで一連の作業を行うことができる反面、打設が完了しないと次の孔に移行できず、総じて施工時間が長くなる傾向にあることが問題であった。そこで当該打設装置を使用する場合の削孔作業は別のブームで行うこととし、削孔用ブームとモルタル注入・ロックボルト打設用ブームとを分けることとした（図-7）。なお、削孔ブームは、6mを削孔する際に3mロッドを機械的に接続できる「ロッドセッター」を使用することでこちらも全長を抑えた。これにより、ベンチ付断面でも削孔とロックボルト打設作業が並行して進められることになり、作業サイクル短縮を可能とした。これらの基本方針に基づき開発した打設装置を従来型と比較して図-8に、本装置を搭載したロックボルト専用機「ボルティンガー」を図-9に示す。

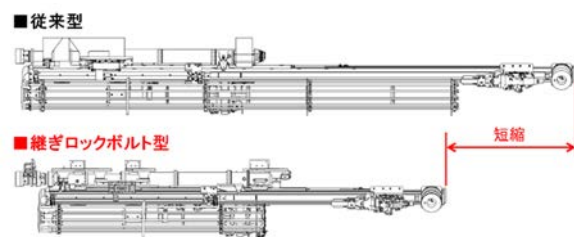


図-4 打設装置の全長短縮

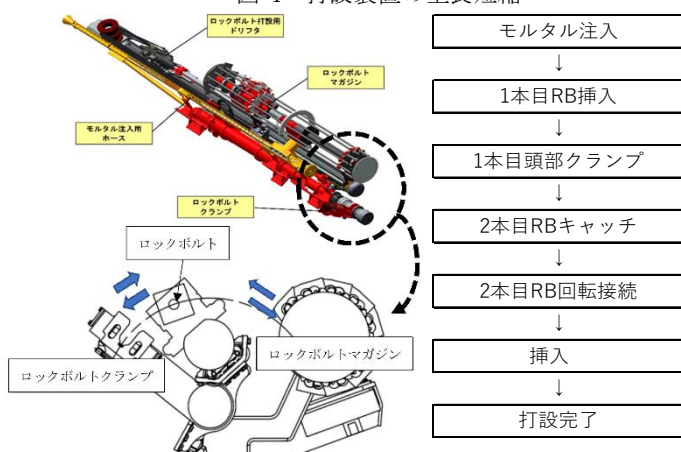


図-5 ロックボルトクランプ

図-6 打設手順

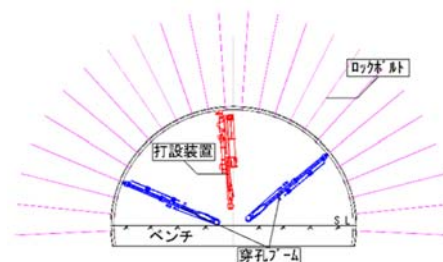


図-7 ブーム役割分担

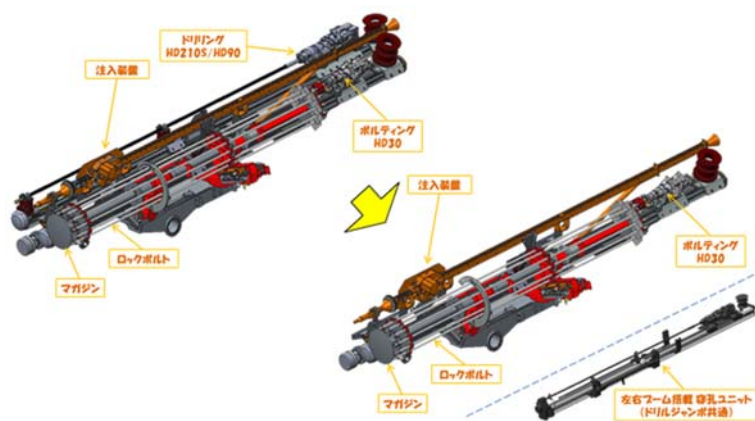


図-8 打設装置（左：従来仕様 右：今回開発）

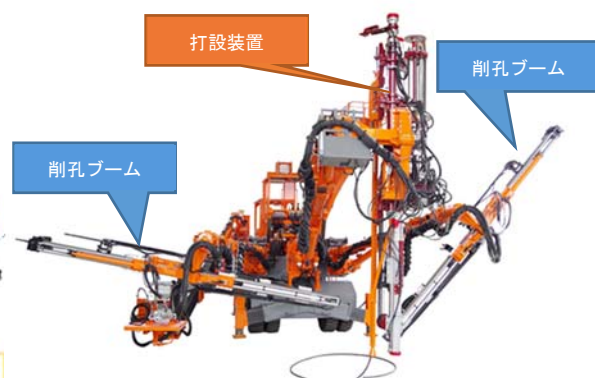


図-9 ロックボルト専用機（ボルティンガー）

4. 活用効果と今後の展望

本装置を使用することで、ベンチ付断面でもロックボルトの完全機械化施工が可能となり、切羽近傍での人力作業をゼロにすることで、今まで5人で行っていた作業を3人まで削減することに成功した。作業サイクルについては、従来の人力作業を短縮するまでには至っていないが、従来型の打設装置と比較すれば格段に向上している。今後は現場への導入実績を増やし、装置の更なる機能向上と作業性改良を重ね、引き続き、安全性の向上と、省力化技術の開発に努めていきたい。