

ロックボルト遠隔施工システムによるロックボルト打設作業の機械化

清水建設株式会社 正会員 ○大矢剛大 邊見涼 井手康夫
古河ロックドリル株式会社 非会員 志澤俊哉
株式会社ケー・エフ・シー 非会員 千葉稔

1. はじめに

山岳トンネル掘削作業におけるロックボルト打設作業は、穿孔以外のモルタル充填からロックボルト挿入までの作業を人力に依存した苦渋作業である。また、切羽直下での作業のため肌落ちによる重篤災害の発生リスクがあり、より安全性の高い施工方法が求められていた。そこで、筆者らは、ロックボルト打設の機械化を実現する「2ブームロックボルト打設専用機」によるロックボルト遠隔施工システムを構築し、現場導入を進めている（図1）¹⁾。本稿では新たに開発したモルタル自動供給装置およびロックボルト遠隔施工システムの大断面トンネルへの適用成果、開発を進める高精度同芯位置制御システムの検証結果について報告する。



図1 ロックボルト遠隔施工システム

2. ロックボルト遠隔施工システム

2. 1 2ブームロックボルト打設専用機

2ブームロックボルト打設専用機は、穿孔用装置、モルタル充填用装置、ロックボルト格納用マガジン、ロックボルト押込み用装置を一体化したロックボルトの遠隔打設装置（ボルティングユニット）を2基搭載する（図2）。事前にシミュレートした動作パターンをもとに、ナビゲーションに従い作業を進めることで、穿孔やモルタル充填を確実にを行い、技能者の熟練度に依存せず、ロックボルトの施工品質の均質化と出来形精度の確保を可能にする。またキャビン内から遠隔操作するため、切羽直下でのサポートを必要とせず、ロックボルト打設が可能である。

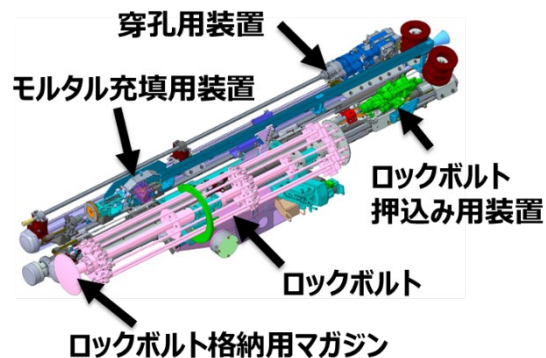


図2 ボルティングユニット

2. 2 モルタル自動供給装置の開発

開発したモルタル自動供給装置は、大型モルタル供給装置（(株)ケー・エフ・シー製らくらくぞうさん）をタイマーとレベルセンサーにより制御し、消費量に応じて自動で左右のMAIポンプにモルタルを補充する（図3）。本装置により、これまで、遠隔施工システムの運用に際して必要としていたモルタルポンプ操作者が不要となり、ロックボルト打設専用機のオペレー

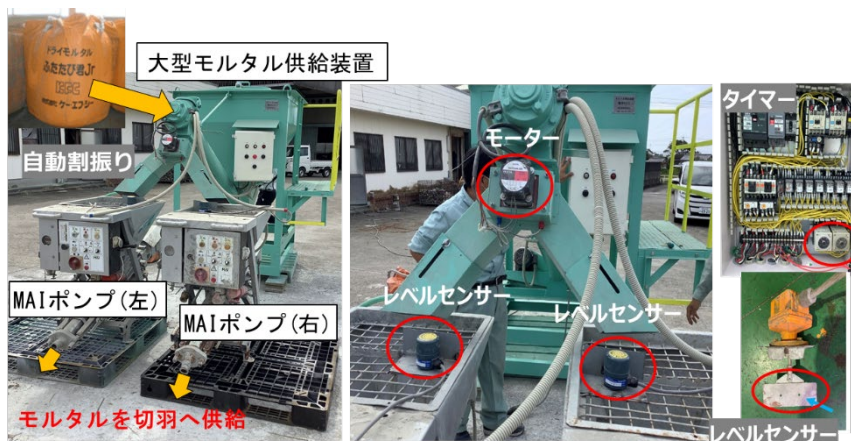


図3 モルタル自動供給装置の概要

キーワード：山岳トンネル，ロックボルト，機械化，自動化，機械制御

連絡先 〒104-8370 東京都中央区京橋 2-16-1 清水建設（株）地下空間統括部 TEL:03-3561-3887

タ 2 人のみでロックボルト打設作業が可能となる。装置によるモルタルの供給量は最大 84.8kg/min であり、6m のロックボルトを 2 カ所同時に施工した場合に必要な量(最大約 50kg/min)を十分に供給可能である。

3. 大断面トンネルへの適用性の検証

東海北陸自動車道 真木トンネル工事 (L=1,578m) の拡幅断面区間 (断面積: 102m²) において、ロックボルト遠隔施工システムの大断面トンネルへの適用性の検証を行った。検証断面の地山等級は CII であり、上半に 4m ロックボルトを 12 本打設する (図 4)。検証の結果、上半 12 本のロックボルトの総打設時間は 38 分 30 秒であり、積算サイクルタイム (1 本あたり 4 分、計 48 分)²⁾ と比較して約 20% 作業時間を短縮できた。また、当該箇所のロックボルトの引抜き試験の結果から、十分な引抜き耐力が得られることを確認しており、大断面トンネルにおいても高い施工品質でロックボルトを打設可能であることが実証できた。

