


分類	①安全管理、③生産性・品質向上（省力化）
----	----------------------

課題名	鋼製支保工建込作業の安全性・生産性向上について		
工事名	利賀トンネル（2工区）工事		
施工業者名	大成建設株式会社		
担当技術者名	担当技術者 檜山 将太		
工事場所	富山県南砺市利賀村草嶺地先		
工期	令和4年3月12日～令和7年3月24日		
工事概要	トンネル(NATM掘削・支保)	2,394.7 m	
	覆工・防水工	2,394.7 m	
	インバート工	420.0 m	
	坑内付帯工	1.0 式	
	仮設工	1.0 式	
	残土処理工	368,380 m ³	

1. はじめに

本工事は一級河川庄川水系利賀川に建設される利賀ダム(多目的ダム)の延長約9.1kmの工事用道路(国道471号利賀バイパス)に、延長4.96kmのトンネル新設工事のうち、2.4kmを施工するものである。トンネル施工が主体の工事となるため、トンネル掘削作業の安全性の向上や生産性の向上を図ることが重要となる。本工事ではトンネル掘削作業のうち肌落ち災害の発生が最も多い鋼製支保工（以下、支保工）建込作業において新技術を用いて施工を実施したので、その検証結果について報告する。



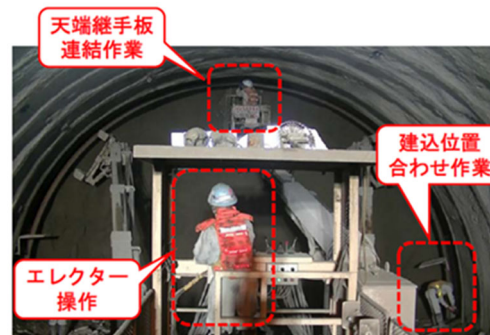
本坑写真



切羽写真

2. 山岳トンネル施工の課題

山岳トンネル工事は、岩盤を発破や機械により掘削し、吹付コンクリートや支保工・ロックボルトなどにより地山を安定させながら施工を実施する。掘削作業においてはトンネル先端部（切羽）において地山が露出しているため、岩石の肌落ち災害に

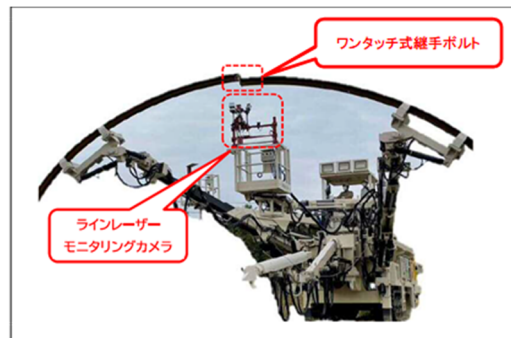


より、重篤度が高い災害が発生している。支保工の建込作業は切羽掘削直後の切羽面に鏡吹付けを実施したあとに立入るが、切羽直下での作業が多いため、肌落ち災害のリスクが最も高い作業となる。

上記の背景から、本工事では支保工建込作業において、完全な遠隔作業にて支保工を建込むことができる『T-支保工クイックセッター』を使用した。

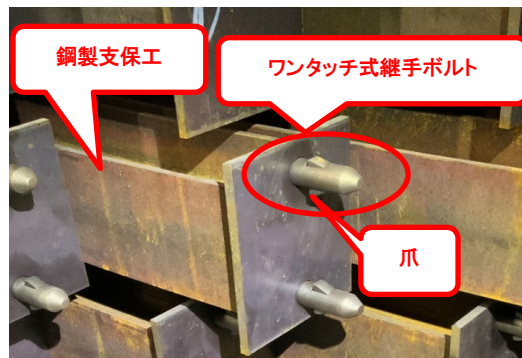
3. システム概要

本技術はワンタッチ式継手ボルトによる支保工の天端締結と、ラインレーザー等による建込み位置明示、運転席からカメラによる建込み状況の遠隔確認から構成されている。また、大掛かりな改造や高性能なベースマシンを使用した専用機が不要な技術であるため、汎用性の高い技術である。各技術の詳細について以下に示す。



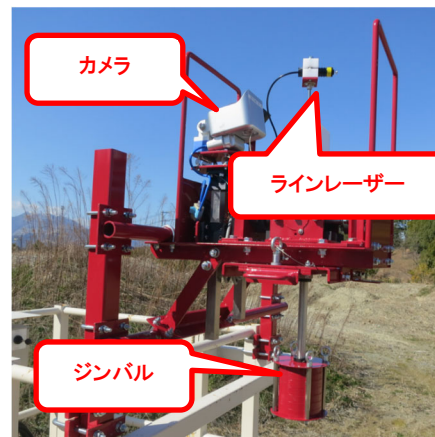
(1) ワンタッチ式継手ボルト

運転席からの機械操作のみで建込作業を可能とするため、従来の天端継手ボルトに変わり、ボルト側面にバネにより出入りする爪を有したワンタッチ式継手ボルトを使用した。本ボルトを事前に2分割された支保工の片側に溶接固定し、片側の天端継手板の孔に本ボルトを差し込むだけで鋼製支保工の締結が完了する構造とした。

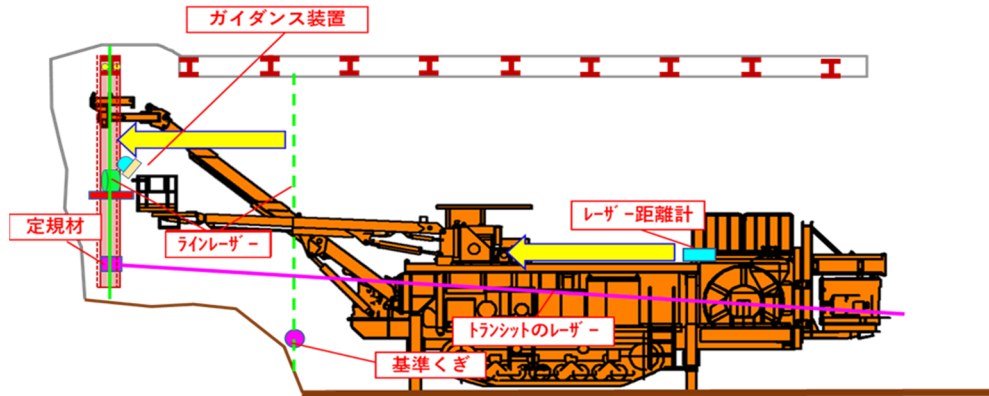


(2) ラインレーザー等による建込み位置明示

支保工のトンネル軸方向建込位置は設計で決められた間隔にて鉛直に支保工を設置する必要がある。本技術では、建込位置をレーザーで明示するガイダンス装置をマンケージに装備した。ガイダンス装置は、鉛直を保持できるジンバル架台上にラインレーザーを取付けることで、常に鉛直断面方向にレーザーを照射できるようにした。さらにガイダンス装置を取付けたマンケージブームのスライドレール部後方にレーザー距離計を



取付け、トンネル軸方向のスライド距離を計測できるようにした。上記の技術により、切羽に立入らず所定のトンネル軸方向位置に支保工を建込むことが可能となった。

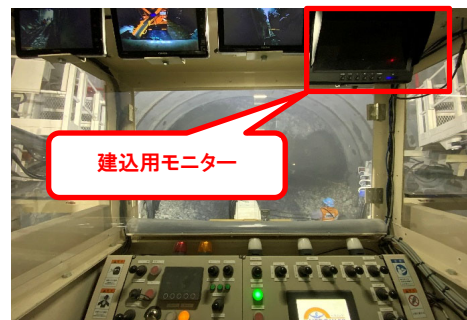


支保工のトンネル横断方向の位置合わせは、切羽から 50m 程度離れた位置からトランシットにてレーザーを照射し、従来は作業員が切羽に立入り支保工に定規材を当てることで位置を合わせていた。本技術では定規材をマグネット式とし、定規材に撤去用のロープを取付けることで、予め支保工に定規材を設置することができ、建込完了後、切羽から離れた位置にて取外し可能とした。



(3) 運転席からのカメラを用いた建込み状況の確認

天端締結時やトンネル軸方向の位置合わせは基本的に運転席から目視により行うが、ガイダンス装置にカメラと LED ライトを設置し運転席で建込の詳細状況を確認できる建込用モニターを設置した。天端締結の際は、カメラを支保工天端部に近接させ、ボルトの挿入や締結状況の詳細をモニターで視認できるようにした。



4. 現場での活用効果

上記の技術を現場に導入したことにより、支保工の建込みは運転席からのマシン操作のみで実施することができ、従来 5 名程度で実施していた建込作業をマシンオペレーター 1 名のみで実施することができ、省力化につながった。また、天端ボルトの締結に必要であった作業員の切羽への立入りが不要となったため、切羽近傍での作業を完全に排除することができ、安全性が向上した。



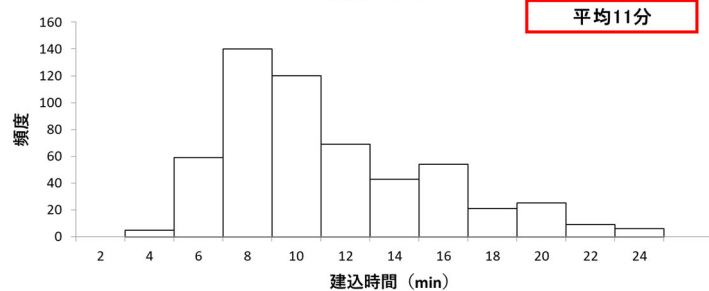
建込状況写真

当現場において本技術を用いて約 650 基の支保工建込を実施した。従来の建込方法では 15 分程度かかっていた建込作業が、平均 11 分で建込むことができた。順調に実施した場合は 5 分程度で支保工建込を完了することも確認できた。

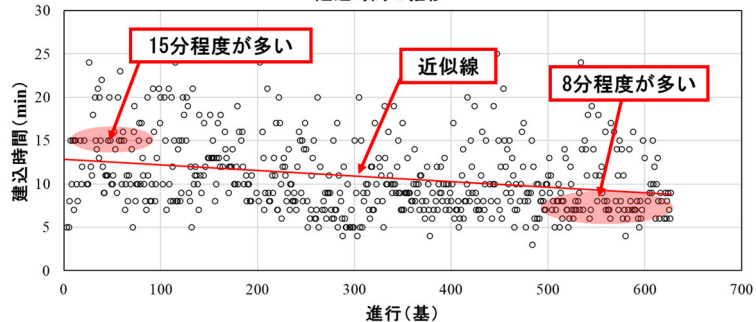
本技術における建込みでは、施工当初は 15 分程度かかることが多かったが、現在は 8 分程度で建込みを完了することができるようになってきている。現場の施工においては、ワンタッ

チ式継手ボルトの挿入完了までの時間が当初 5 分程度かかっていたが、最近では 3 分程度で挿入を完了することが可能となった。また、鋼製支保工の位置調整時間が 10 分程度から 5 分程度に短縮されている。

建込時間の分布



建込時間の推移



5. まとめ

本技術により、切羽に立入る機会を減らすことができ、肌落ち災害防止対策として有用であることが確認できた。さらに、支保工建込作業における省力化・生産性の向上を実現することができた。

令和 5 年 12 月末現在、トンネル掘削作業は残り 1.3 km 程度を予定している。今後も建込み時の切羽直下への作業者の立入りを排除し、安全作業にて施工を行っていく。今後も他工区との調整が必要となるため、利賀ダム工事事務所の皆様や協議会の方々のご指導・ご協力をよろしくお願い致します。