

山岳トンネルの鋼製支保工建込工法の開発

大成建設(株) 正会員 ○丸山 修 ,内田 正孝

宮本 真吾 ,佐藤 賢司

1. はじめに

山岳トンネル工事において、切羽作業中の肌落ち災害が度々発生しており、鋼製支保工建込作業中の災害が約 40%と最も多く、厚生労働省から公表された“山岳トンネル工事の切羽における肌落ち災害防止対策に係るガイドライン”では、「支保工建込み作業等の完全な機械化等を積極的に進めること」と謳われている。

このような背景から、筆者らは切羽に人が立ち入ることなく、遠隔操作により鋼製支保工を建込める工法「T-支保工クイックセッター」を開発した。本工法の適用により、鋼製支保工建込時における切羽直下での人力作業が不要となり、切羽での肌落ち災害を防止できることで、安全性の向上を図ることが可能である。また施工中のトンネル工事において、本工法による鋼製支保工建込作業の実証試験を行い、建込作業での安全性と作業効率の向上を確認した。以下、開発した建込装置の概要と工法について述べる。

2. T-支保工クイックセッターの特徴

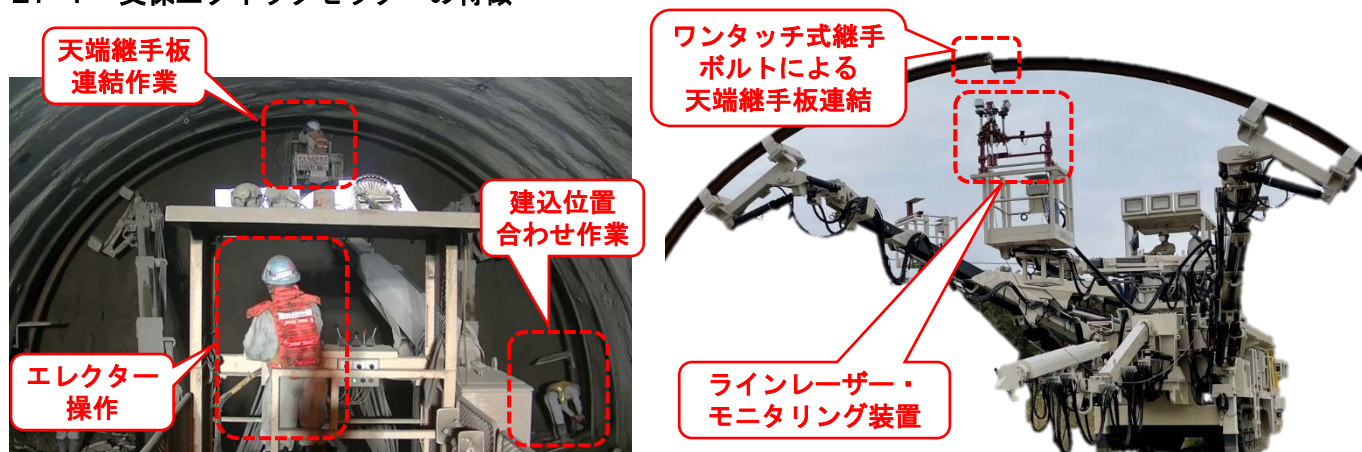


写真1 従来方式による支保工建込状況

写真2 T-支保工クイックセッターによる支保工建込状況

従来の鋼製支保工建込作業は、主に以下の手順で行われ、切羽直下では人力作業が発生する（写真1）。

- (1) 天端締結：鋼製支保工の天端継手板を締結する作業
- (2) 縦断位置合わせ：つなぎ材で鋼製支保工を連結し、縦断方向の位置を合わせる作業
- (3) 横断位置合わせ：建込レーザーに合わせて、鋼製支保工の位置・高さを合わせる作業

これらの切羽直下での人力作業を機械化することができれば、肌落ち災害を回避することが可能である。筆者らは、上記の3工程についてそれぞれ機械施工可能な方法を検討し、建込作業の完全遠隔作業化を達成した（写真2）。

上記3工程ごとに、開発した建込工法の特徴を以下に示す。

(1) 天端締結：専用のワンタッチ式継手ボルトを開発(写真3)

バネを組み込んだ爪構造のワンタッチ式継手ボルトを新たに開発し、継手板の孔に差し込んだ時点で爪が開いて締結できる継手方式を採用した。本ボルトを予め片側の鋼製支保工天端部に設置しておけば、もう一方の支保工締結板の孔に差し込むだけで支保工の連結が完了する。



写真3 ワンタッチ式継手ボルトによる締結

キーワード 山岳トンネル, 鋼製支保工, 機械化, 遠隔操作, 安全性, 建込

連絡先 〒163-0606 東京都新宿区西新宿 1-25-1 大成建設株式会社 本社 TEL03-5381-5309

(2) 縦断位置合わせ：ラインレーザー等による建込位置明示（写真 4, 5）

従来方式では、建込済の鋼製支保工とこれから建込む鋼製支保工をつなぎ材で連結することでトンネル軸方向の建込位置を調整している。これに対して本工法では、バスケットに取付けたラインレーザーでトンネル横断方向にレーザーを照射することで建込位置を見える化し、エレクトー操作だけで鋼製支保工のトンネル軸方向の建込位置を合わせることを可能とした。レーザーは鋼製支保工の内側フランジに照射され、オペレータ操作席から視認できない場合も考慮し、カメラ、モニターによる確認も行える仕様とした。またこのカメラ等は、天端締結時にも状況確認に使用可能とした。



写真 4 ラインレーザー・モニタリング装置

(3) 横断位置合わせ：取外し式定規材の使用（写真 6）

従来方式では、後方のトランシットから照射されるレーザーと、作業員が鋼製支保工に当てた定規材を合わせることで横断方向の位置合わせを行っている。これに対して、本工法では定規を予め鋼製支保工に配置しておく方式とし、吹付後に離れた場所から取り外し可能な仕様とした。この定規材は使い捨てのターゲットを用いても適用可能である。

本工法の施工手順は、図 1 の通りである。

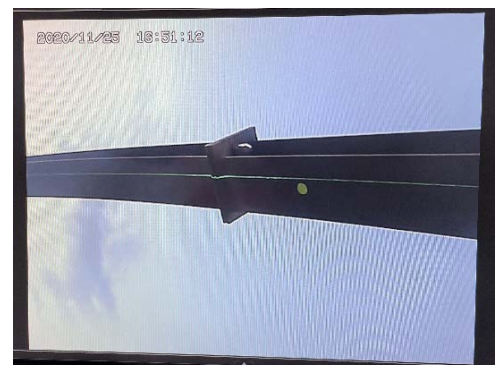


写真 5 モニターでのカメラ画像

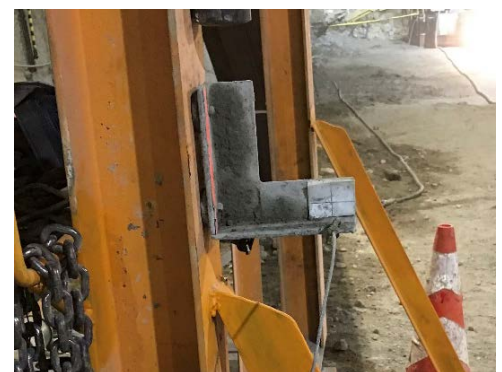


写真 6 磁石式定規材

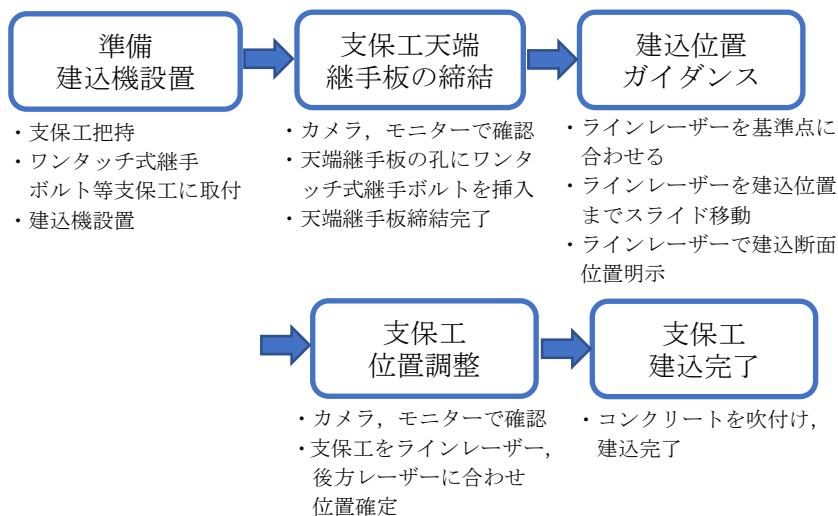


図 1 施工手順フロー図

3. 実証試験結果

施行中のトンネル現場において、開発した建込工法での実施試験を実施した。その結果、天端継手の締結作業や位置合わせ・つなぎ材の設置作業がなくなることで、従来は5名で行っていた支保工建込作業をオペレータ1名のみで施工可能となり、切羽直下に作業員が立ち入ることなく、安全に作業できることを確認できた。また、複数作業員間での作業確認が不要となりオペレータが作業に集中できることや、オペレータが建込位置を視覚的に確認しながら支保工位置を調整できるため、従来方式と比較して施工時間を約30%短縮できることが明らかになった。

5. おわりに

今回開発した工法は、施工中の現場に追加で適用可能であり、専用機を必要としない汎用性の高い工法である。今後当社では、山岳トンネル工事での支保工建込作業の標準工法として本工法の適用を推進するとともに、トンネル切羽作業の完全自動化・機械化を目指し、更なる省力化と安全性向上に努めていく所存である。