

全自動鋼製支保工建込みシステムの現場適用に向けた検証試験

前田建設工業株式会社

正会員 ○五味 春香

正会員 水谷 和彦

正会員 小笠原 裕介

正会員 鈴木 麟太郎

坂下 誠

正会員 浅井 秀明

1. はじめに

前田建設は、山岳トンネル工事における安全性の向上と省人化・省力化を目的として、「全自動鋼製支保工建込みシステム（以下、全自動建込みシステム）」を開発した。また、模擬トンネルを活用して試験を行い、鋼製支保工（以下、支保工）を建て込む動作を全自動で行うプログラムを構築した。¹⁾

筆者らは、現場適用に向けた次の段階として、模擬トンネルよりもさらに制約条件が厳しい実際の切羽に本システムを適用できるかどうかを確認する必要がある。本稿は、切羽で検証試験を行った報告と新たな課題を述べる。

2. 全自動建込みシステムの概要

本システムの概要図を図-1に示す。本システムは、機体の位置計測から建込み完了までの一連の動作を全自動で行うものである。流れとしては、まず①エレクター体型吹付け機（以下、エレクタ）によって把持

された支保工を設計位置付近に移動させる。その後、②支保工に取り付けたミラーを切羽後方に設置されたトータルステーション（以下、TS）により自動追尾しながら、支保工を設計位置に建て込む。建込み後は、吹付け作業に移行するため、ミラー自動回収機構にてミラーを回収する。

3. 使用機械

開発には、エフティーエス株式会社製のエレクタを用いた。本機械は、ブームの関節や機体にセンサーが内蔵されており、ブーム制御・チルト制御を自動化できる。また、遠隔操作による建込み作業や吹付け作業にも対応できる機種である。

4. 検証試験

(1) 試験条件

試験の条件を表-1に示す。また、試験時を想定した縦断図を図-2、把持位置の拡大図を図-3に示す。

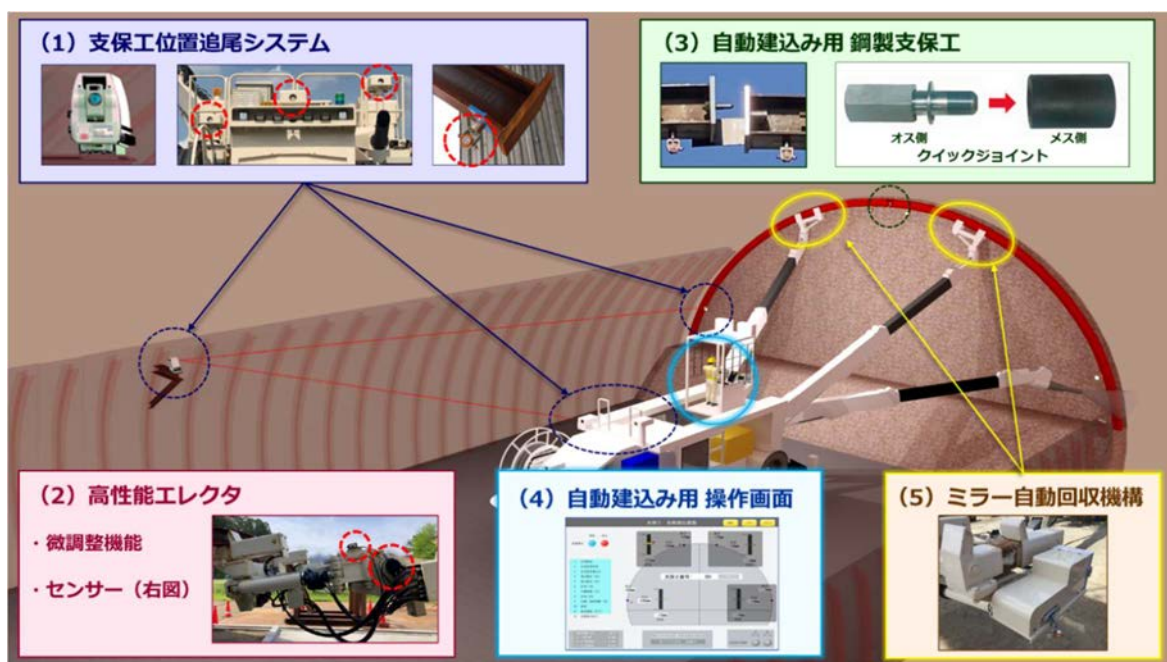


図-1 全自動建込みシステム 概要図

キーワード 山岳トンネル，鋼製支保工，自動化，支保工建込み
 連絡先 〒102-8151 東京都千代田区富士見 2-10-2
 前田建設工業(株) TEL03-3265-5551

表-1 検証試験の条件

試験場所	切羽（支保パターンCⅡ）
吹付け状況	一次吹きした状態
使用支保工	150H
天端の継手方法	ワンタッチ式ジョイント
進行側の長さ （先掘り長）	900～950mm
周方向の余掘り	0～150mm

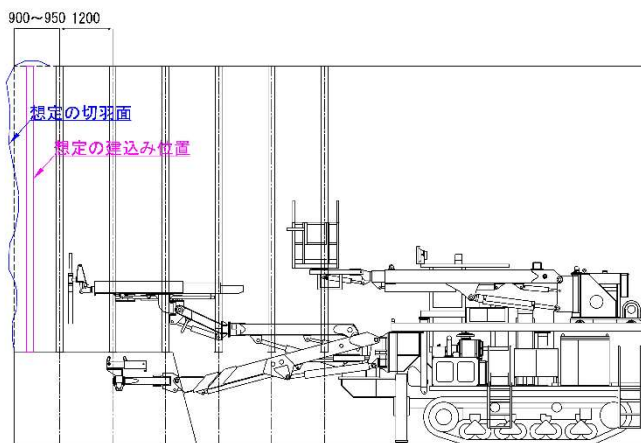


図-2 試験を想定した縦断面図

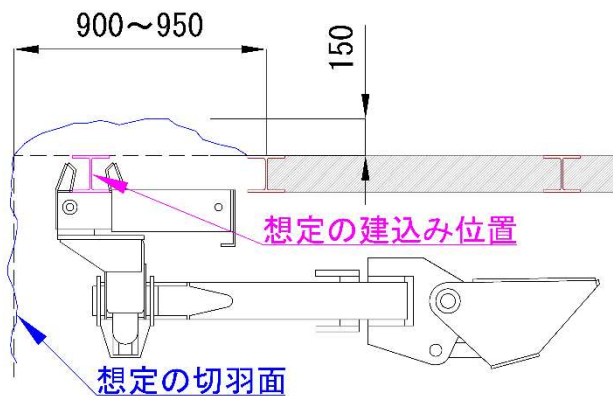


図-3 支保工把持位置 拡大図



写真-1 試験状況

(2) 試験概要

試験状況を写真-1 に示す。試験は、(1) 試験条件に示される条件において、①エレクタによって把持された支保工を設計位置付近に移動する動作、②支保工に取り付けたミラーを TS で視準しながら建て込む動作の2段階に分けて試験を実施した。

(3) 試験結果

今回の試験では、エレクタにより把持している支保工が地山や手前の支保工に接触する恐れがある場合は、直ちに動作を止め、その場で動作プログラムの変更を実施しながら遂行した。その結果、①エレクタによって把持された支保工を設計位置付近に移動する動作のプログラムを構築し、切羽直下の空間まで自動で移動できることを確認した。②支保工に取り付けたミラーを TS で自動追尾しながら建て込む動作は、掘削外周面との干渉が発生したことから、手動操作に切替えて建て込むことを確認した。

(4) 今後の課題

現場実用化に向けた課題を以下に述べる。

- ・建込み前の余掘り確認技術の構築
- ・ワンタッチ式ジョイントの短尺化や軸方向の継手などの余掘りが小さい場合にも建込みできる継手方法の検討
- ・上半支保工に継手がある場合、支保工にねじれ等が発生する恐れがあるため、支保工の立ちを確保する方策
- ・金網や転倒防止材を支保工に設置した状態で検証試験を実施

5. まとめ

本試験では、制約が厳しい切羽で全自動と手動操作を併用して支保工を建て込む検証を行い、プログラムを改修することで現場適用の見込みが立った。今後は、全自動建込みの遠隔操作についても検証を行う。

参考文献

- 1) 五味春香, 水谷和彦, 小笠原裕介, 鈴木麟太郎, 坂下誠, 浅井秀明: 全自動鋼製支保工建込みロボットの開発 模擬トンネルを活用したロボットの開発と検証, 土木施工, 2023.04, pp.83-86.