

2026 年 9 月 28 日
株式会社 竹中土木

山岳トンネル工事における爆薬装填作業の遠隔化技術を開発

～切羽への立入りを低減し、安全性・生産性の向上と省人化を目指す～

株式会社竹中土木（本社：東京都江東区、取締役社長：竹中祥悟、以下「竹中土木」）は、先端ロボット工学スタートアップ企業の株式会社人機一体（本社：滋賀県草津市、代表取締役社長：金岡博士、以下「人機一体」）と共同で、山岳トンネル工事の掘削作業で使用する爆薬を遠隔操作で装填できるロボットを開発しました。

【背景】

山岳トンネル工事における掘削の最先端（切羽）では地山が露出しており、岩石等が落下する「肌落ち」による労働災害が発生するなど、切羽周辺での作業には一定の危険が伴います。肌落ち災害の被災事例のうち、6%が死亡災害、42%が休業 1 か月以上の災害となっており※¹、発生時の重篤度が高いことが課題です。そのため、切羽周辺における作業員の安全確保が重要な課題となっており、特に、掘削作業時の肌落ち災害のリスク低減が求められています。

また、建設業界全体で担い手不足や技能労働者の高齢化が進むなか、山岳トンネル工事においても人材確保が難しくなっています。このため、施工の生産性向上と省人化の実現が喫緊の課題となっています。

当社は、これらの課題を解決するため、先端ロボット工学技術を活用した、爆薬装填ロボットの開発を進めており、作業員の切羽への立入りを低減し、山岳トンネル工事における安全性と生産性の向上に取り組んでいます。



図 1 従来の爆薬装填状況イメージ

【技術の概要】

竹中土木は、2023 年より人機一体と共同で、橋梁の耐震補強工事において耐震補強用鋼製ブラケットを設置するための「橋梁耐震補強用鋼製ブラケット取付ロボット」の開発を進めており、2026 年 1 月に自社施工現場にて試験施工を実施しました。（※2, 図 2-5）本ロボットは、耐震補強用鋼製ブラケットを搭載したロボットを地上から遠隔操作することで、ブラケットの設置作業を行う技術です。独自の力制御技術と遠隔操作技術を融合することで、低遅延かつ直感的な操作性と力覚フィードバックを実現しており、操作者があたかも自身の手で部材を掴んで取り付けるかのような高い操作性を実現しています。

今回の開発では、この遠隔施工技術を応用し、新たに山岳トンネルの爆薬装填作業を行うことを可能にしました。本ロボットは、装薬孔内の清掃および爆薬装填に関する作業を対象としており、作業員が切羽

から離れた場所からロボットを遠隔操作することで、安全に作業を行えます。

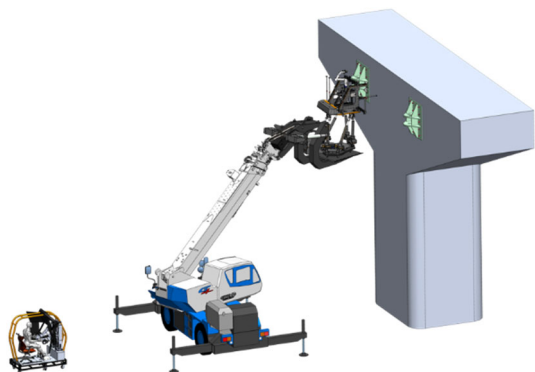


図2 耐震補強部材取付ロボット 全体構成図

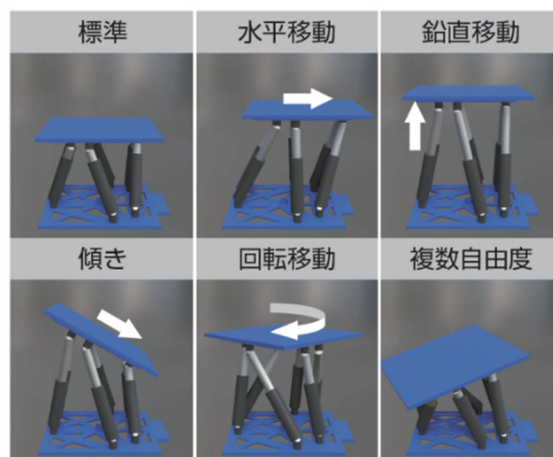


図3 ロボット機構（スワイフプラットフォーム）可動図



図4 耐震補強部材取付ロボット 試験施工状況



図5 耐震補強部材取付ロボット 操作状況

【試験】

開発したロボットの評価試験を、滋賀県草津市にある人機一体の社屋内に設置した模擬試験環境で実施しました。本試験は、令和8年度SBIR建設技術研究開発助成制度を活用した「力制御ベースの遠隔操作ロボットによる棒状物体の大出力精密挿入技術の開発」の一環として実施したものです。

その結果、模擬環境において、装薬孔内清掃および爆薬装填に必要な作業を遠隔操作で実施できることを確認しました。また、低遅延かつ直感的な操作性と力覚フィードバックを用いることで、操作者の意図に応じたロボット操作が可能であることを確認しました。

【今後の展望】

2026年度中に自社施工現場での実証実験を実施し、実環境における適用性を検証する予定です。今後は、実証結果を踏まえてロボットの改良を進めるとともに、結線を含めた遠隔施工技術のさらなる高度化および適用範囲の拡大を検討していきます。竹中土木は今後も安全かつ効率的な施工技術開発を通じて、建設業のさらなる発展に貢献します。

※1：出典「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」, 厚生労働省 HP

https://www.mhlw.go.jp/stf/newpage_40441.html

※2：建設用スチュワートプラットフォームを用いた橋梁耐震補強用鋼製ブラケット取付ロボットの開発, 令和8年度土木学会全国大会 第81回年次学術講演会 VI-493

<https://pub.conf.it.atlas.jp/ja/event/jsce2026/presentation/VI-493>



株式会社 竹中土木

- ・本社：東京都江東区
- ・取締役社長：竹中祥悟

<https://www.takenaka-doboku.co.jp/>



株式会社 人機一体

- ・本社：滋賀県草津市
- ・代表取締役社長：金岡博士

<https://www.jinki.jp/>

【本件に関するお問い合わせ先】

株式会社竹中土木

経営企画室広報グループ Tel：03－6810－6493

E-mail：koho1941@takenaka-doboku.co.jp