

# ヘッドマウントディスプレイによる重機遠隔操作システムの開発

## Development of a heavy machinery remote control system using a head-mounted display

京免 継彦\*, 中田 範俊\*\*, 吉田 直人\*, 江田 正敏\*

キーワード：山岳トンネル，遠隔操作，ヘッドマウントディスプレイ，ドリルジャンボ

### 研究目的

筆者らは、建設現場のオートメーション化へ向けた取り組みのうち、重機の自動化へ資する技術開発として、「重機遠隔操作システム」の開発を進めている。2023年度より、トンネル施工を対象とし、「ドリルジャンボ」の無線遠隔に取り組んでいる。本技術の特徴としては、ヘッドマウントディスプレイ（以下、HMD）を利用した「視覚支援システム」であり、これまで、複数カメラ+ディスプレイによる視覚支援を行っていたことにに対し、HMDを用いることで実際の運転席で操作している感覚で遠隔操作が可能となる。本報では、そのHMDによる「ドリルジャンボ」の無線遠隔操作取り組みについて報告する。

### 研究概要

ドリルジャンボ本体の遠隔操作は、メーカーである古河ロックドリル（株）が担当した。当初は、実績がある「有線」による遠隔操作にて実証を行ったが、最終的には専用 Wi-Fi ネットワークによる遠隔操作を実現した。ドリルジャンボの運転席にある操作ユニット（写真－1）は、切羽より150m 後方に設置した遠隔操作室に設置し、HMD により、オペレータが操作するシステムを開発した。視覚支援としては、ドリルジャンボに設置した魚眼レンズカメラ、拡大縮小用 PTZ カメラの2種類のカメラと、HMD のパースルーカメラを組み合わせたシステムとしている。3つの映像を合成し、HMD 上に表示する。これにより、HMD のみでドリルジャンボの遠隔操作を可能とした。

### 研究結果

実証試験は、四国にて施工を行っていた実トンネル工事において行った。実際の切羽オペレータにて「フルオート発破穿孔作業」を行った。実証試験を行った実トンネルでは、「フルオートドリルジャンボ」を採用しており、計画した「発破パターン」をシステムに組み込み、スタートボタンを押すことで、3台のアームが自動で100孔程度の穿孔を行うシステムとなっている。写真－2にヘッドマウントディスプレイによる遠隔操作状況を示す。操作は、手元のモニターですべて実施することが可能となっている。さらに、1台の操作ユニットで、3台のアームのすべてをコントロールすることができる。HMD を装着した状態においても、上記操作を行うことが十分に可能であった。また、HMD 越しに切羽穿孔作業を手動で行うことも可能であった。無線通信による遠隔操作については、懸念された「映像遅延」について0.5秒程度の遅延であったため、十分操作することが可能であることを確認できた。



写真－1 ドリルジャンボの操作ユニット



写真－2 オペレータによる遠隔操作の状況