

HMDによるトンネルコンクリート吹付機の遠隔操作技術の開発（その2）

～2眼カメラ配置方法に関する実験～

大成建設 正会員 ○高倉 克彦
 正会員 西田 与志雄
 正会員 小仲井 一朗

1. はじめに

山岳トンネル工事におけるコンクリート吹付工では、従来、吹付機操作者は吹付の状況を確認するために切羽近くで作業を行っている。このため、切羽の肌落ちや崩落・吹付材の跳ね返りによる被災、粉塵による健康被害を受けることが考えられる（図-1 参照）。

一方、厚生労働省は「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」（平成30年1月18日改正）において、切羽近くでの作業を可能な限り少なくすることを、強く求めている。

そこで、大成建設保有の人の目と同じように2眼のカメラにより遠近感の把握が可能な「臨場型遠隔映像システム」¹⁾を、実際のトンネル吹付工に適用し、その操作性が良好であることを確認した²⁾（図-2、写真-1参照）。

このとき、2眼カメラの配置を三脚もしくは吹付機前面に配置したレール上を移動させることとしたが、切羽前面に毎回カメラを設置し撤去することは手間が掛かるため、三脚や走行レールに代わるカメラ配置方法を考案し、実際のトンネル工事【「熊本57号 滝室坂トンネル東新設(1期)工事」】においてその有効性を確認した。

以下にその概要を述べる。

2. 2眼カメラ配置位置

支保工組立機能を有するエレクター付吹付機（写真-2）を対象として、吹付機にカメラを設置することを考えた。

カメラの移動が可能な配置位置としては、吹付ブーム、エレクターならびにマンケージが挙げられるが、チルト機構などカメラの向きを変化させる自由度の高いマンケージを選択することとした。吹付ブームについては、

吹付部近くにカメラ配置が可能だが、吹付時の振動が大きいことから採用しなかった。なお、マンケージの下方にカメラを配置することによって、衝突などからカメラの防護を行うことも可能となる。

キーワード トンネル、吹付、遠隔操作、ヘッドマウントディスプレイ

連絡先 〒245-0051 横浜市戸塚区名瀬町 344-1 大成建設(株)技術センター生産技術開発部 TEL045-814-7229

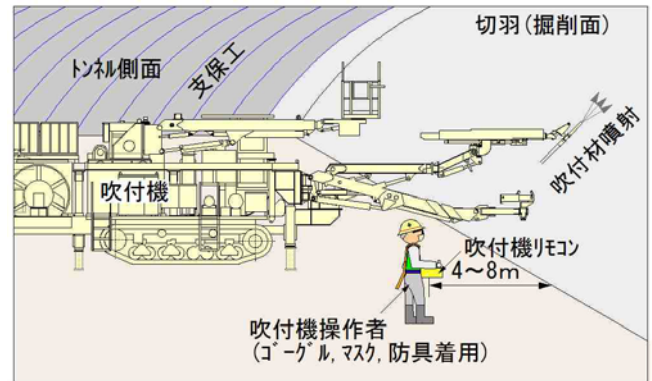


図-1 吹付作業模式図（現状）

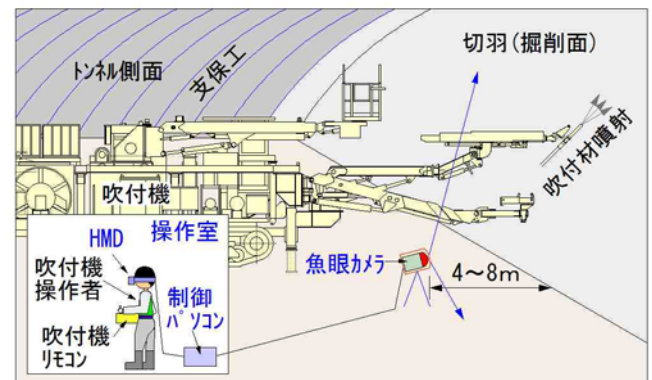


図-2 吹付作業模式図（HMD+三脚によるカメラ配置）



写真-1 カメラ配置（走行レール）

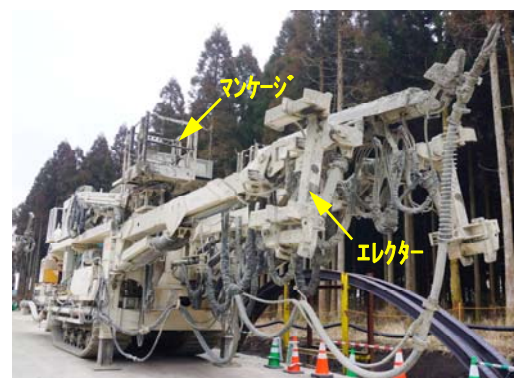


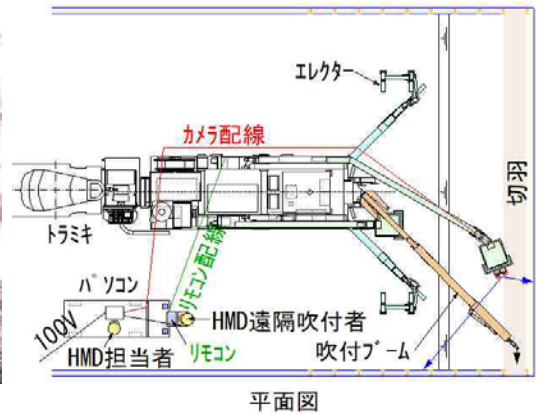
写真-2 エレクター付吹付機

3. マンケージに設置した2眼カメラによるHMD遠隔吹付実験

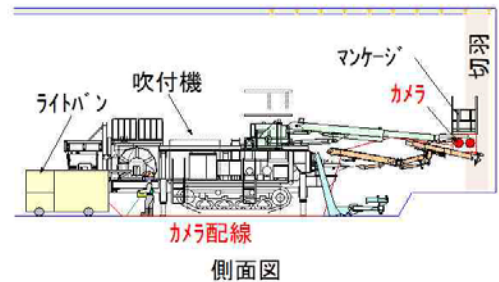
マンケージに2眼カメラを設置する際の問題点は、①吹付時の吹付ブームの振動が、マンケージに伝わり、カメラからの取得映像が揺れないか②片側のマンケージのカメラで切羽全体をカバーできるかである。そこで、実際のトンネル工事において、このカメラ設置方法の遠隔吹付操作における有効性を確認することとした。マンケージへのカメラ設置状況を写真-3に示す。



写真-3 カマ設置状況



平面図



側面図

図-3 機材等配置状況(切羽右側吹付時)

図-3に切羽右側吹付時の機材配置状況を、写真-5に切羽左側から、中央、右側までの吹付状況を示す。カメラの映像は、吹付ブームの動きに合わせてマンケージを移動させることで取得した。

支保工間の遠隔吹付を4名の操作者に実施してもらったところ(写真-4参照)、全員から①マンケージの揺れによる画像の乱れは全く感じない、②支保工間の吹付も十分できる、③吹付に掛かる時間は通常の吹付と変わらない、④吹付ブームを目視する位置が今までとは異なるが、慣れれば問題ないだろうとの高評価を得ることができた。ただし、機材のセットアップに時間が掛からないようにしてほしいとの意見が聞かれた。

4. まとめ

マンケージへの2眼カメラ設置を行い、吹付位置近くにカメラを移動配置することによって、HMD遠隔吹付の実用性が向上することが認められた。

今後、機材セットアップの時間短縮などを踏まえて実装に向けた開発を行っていく予定である。

参考文献 1) 加藤ほか: HMDを用いた臨場型遠隔映像システムの開発, 土木学会第73回年次学術講演会, VI-684

2) 西田ほか: HMDによるトンネルコンクリート吹付機の遠隔操作技術の開発, 土木学会第74回年次学術講演会, VI-739



写真-4 HMD遠隔吹付状況

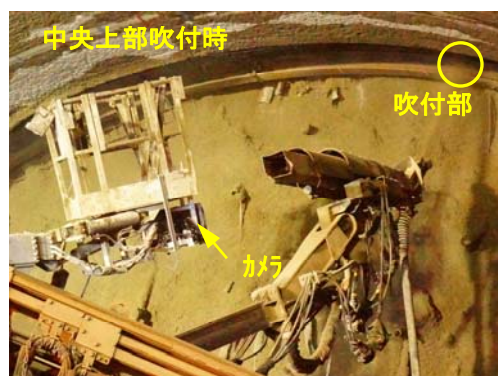
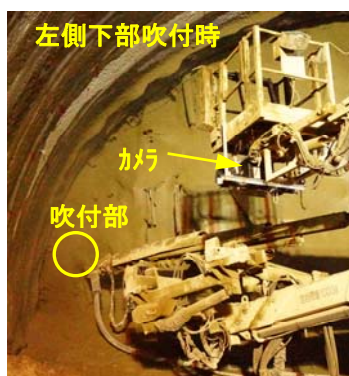


写真-5 HMD遠隔吹付時のカマ配置状況