

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

大成建設 正会員 ○西田 与志雄
 正会員 友野 雄士
 正会員 高倉 克彦

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ます。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。

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、「事業者は、肌落ちによる労働災害を防止するため、切羽への労働者の立入りを原則として禁止し、真に必要な場合のみ立ち入らせるようにすること、また、この措置を実効性のあるものとするために、～中略～作業等の完全な機械化等を積極的に進めること」と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⁾をトンネルの吹付工に適用し、本技術の実現性を実際のトンネル工事（「南山造成 読売ランド線トンネル築造工事」）において実証した。以下にその概要を述べる。

2. システム構成と開発項目

従来の吹付機操作者の位置に2眼のカメラを設置し、操作者は切羽より後方の安全かつ粉塵の少ない場所でHMD（ヘッドマウントディスプレイ）を介して吹付機を操作する（図-1～4参照）。

ここで、吹付作業時の粉塵ならびに跳ね返った吹付材からカメラを防護するカメラボックスを作成し、粉塵・吹付材の付着低減対策として付着物の付きにくい強化ガラスの採用、カメラ視認性の向上対策としてLED照明の増設・遮光シートの設置を施した（図-5参照）。

また、カメラの移動・設置を円滑に行うために、レールを配置し、その上をカメラボックスを走行させることとした。

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 TEL 045-814-7229

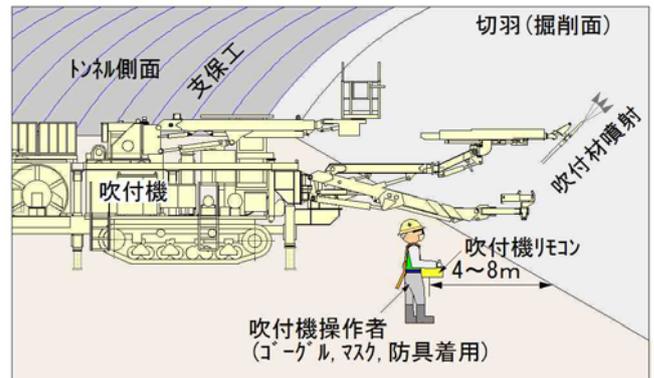


図-1 吹付作業状況 (現状)

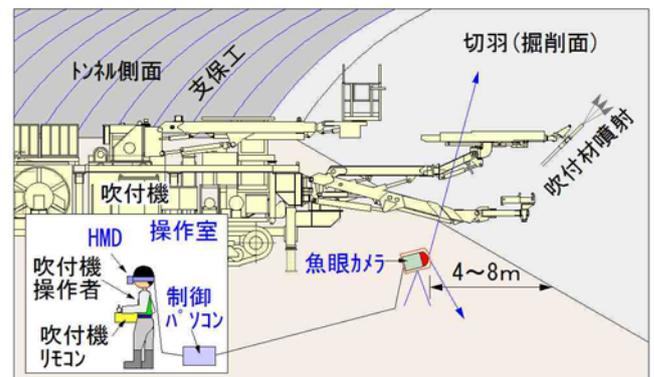


図-2 吹付作業状況 (HMD+カメラ)



図-3 ヘッドマウントディスプレイ(HMD)



図-4 魚眼カメラ

3. HMDによる吹付遠隔操作確認実験

図-6, 7に HMD による吹付遠隔操作確認実験状況を示す。

吹付機操作者は、切羽から約 20m 後方のワンボックス内に配置したパソコン付近で HMD を装着して、吹付機のリモコン操作を行った。

カメラは、吹付機前面に配置したレール上を移動させることとし、カメラの移動は左右の吹付面の切り替え時に、ホースの介添えを行う作業員が一時的にカメラに接近して行うこととした。

確認実験後に吹付機操作者からヒアリングを行ったところ、吹付作業を行うことが可能であるとの意見を得ることができた。

図-8 に吹付作業の開始から終了時点まで吹付機操作者付近に配置したカメラボックスへの吹付材の付着状況を示す。付着物はあるものの、この状況でHMDを介して吹付状況を視認することは十分可能な状況であった。

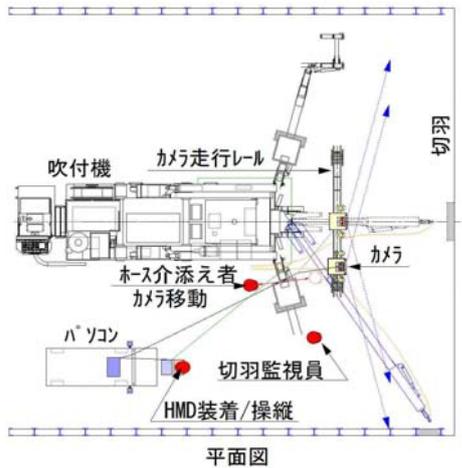
4. まとめ

「臨場型遠隔映像システム」をトンネルの吹付工に適用し、実際のトンネル工事において操作性が良好であることを確認した。今後、カメラ移動のリモート化、解像度の向上、吹付機へのシステムの搭載など、さらなる改良を加えていく予定である。

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



図-5 カメラボックス概要



カメラ配置状況 (中央)



カメラ配置状況 (側方)

図-6 実験時の機材等配置状



図-8 吹付作業後のカメラボックス状況



図-7 HMD 装着下の吹付作業状況