

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3）

～初期セットアップ時間の短縮～

大成建設	正会員	○渡辺	正嘉
	正会員	竹中	計行
	正会員	木下	勇人
	正会員	宮本	真吾
	正会員	松田	一輝

1. はじめに

従来、山岳トンネル工事におけるコンクリート吹付工では、その吹付機操作者は仕上り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。また、令和2年7月20日付けで厚生労働省の「ずい道等建設工事における粉じん対策に関するガイドライン」が改訂され、コンクリート等吹付作業において、「より本質的な対策として、遠隔吹付技術の導入を検討すること」と遠隔吹付技術が明記された。

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後²⁾、カメラ配置に関する検討を行った³⁾（図-2参照）。この時点で、HMD（ヘッドマウントディスプレイ）による遠隔吹付は十分可能であることを確認したが、問題点として、吹付機を切羽に配置した後、HMD遠隔吹付を行うためのセットアップ（機材搭載車両の配置、カメラボックスから制御パソコンへの配線、パソコン起動など）に15分程度を要してしまっていることが挙げられた。そこで、このセットアップ時間を短縮する検討・試行実験を行った。

2. セットアップ時間短縮方法

セットアップ時間の大半を占める作業が、カメラボックスから制御パソコンへの配線であることから、時間短縮のために、HMD機材を予め吹付機に搭載することとした（図-3）。これに伴って、HMD遠隔吹付者は、吹付機の運転席部で遠隔操作を行うこととした。

カメラボックスから制御パソコンへの配線は、マンケージブームへの既設配線に沿わせることとし、HMD類の電源は、吹付機から供給することとして、外部電源を用いないこととした。このことによって、セットアップ時間を大幅に短縮できるものと考えた（片付け時間の短縮にも寄与）。

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㈱技術センター生産技術開発部 TEL045-814-7229

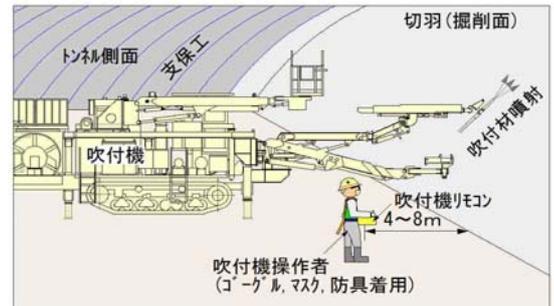


図-1 吹付作業模式図（現状）

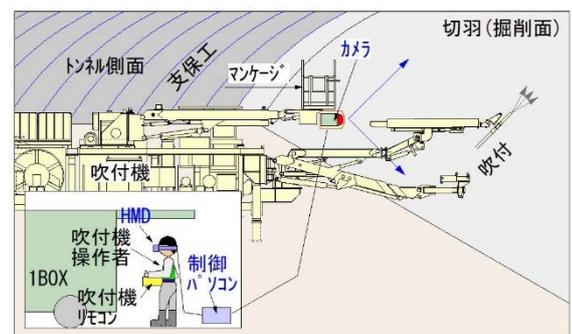


図-2 HMD吹付作業模式図（マンケージ下カメラ配置）

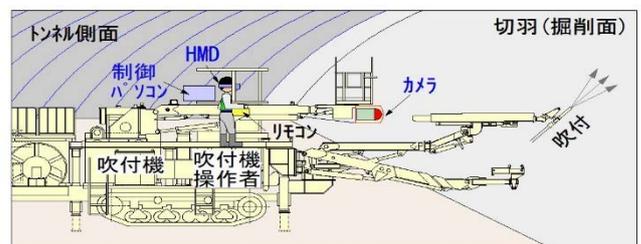


図-3 HMD吹付作業模式図（吹付機への機材搭

3. 吹付機へのHMD機材設置

吹付機への機材配置および次項の遠隔吹付試行は、「大分 212 号跡田トンネル（東工区）新設工事」において実施した。

運転席後方右側部へのパソコンボックスならびに HMD 収納ボックスの配置状況、カメラボックス配置状況およびマンケージブームの既設配線部への新規配線状況を写真-1～写真-3 に示す。



写真-1 運転席への機材配置状況



写真-2 カメラボックス設置状況

4. HMD遠隔吹付試行

写真-4 に HMD 遠隔吹付試行状況を示す。

従来の吹付者の位置を HMD に内蔵されたセンサーとカメラで特定する方式では吹付機の振動により画像が安定しなかったが、カメラの画像認識機能により特定する方式を採用することで頭部の動きのみで画像を制御することができ、画像の安定化を図った。吹付機が作業位置に移動後、HMD を動作させるまでの時間は、パソコンの立上りによって HMD が連動して立上がるバッチファイルを組み込むことで、1分程度に短縮することができた。

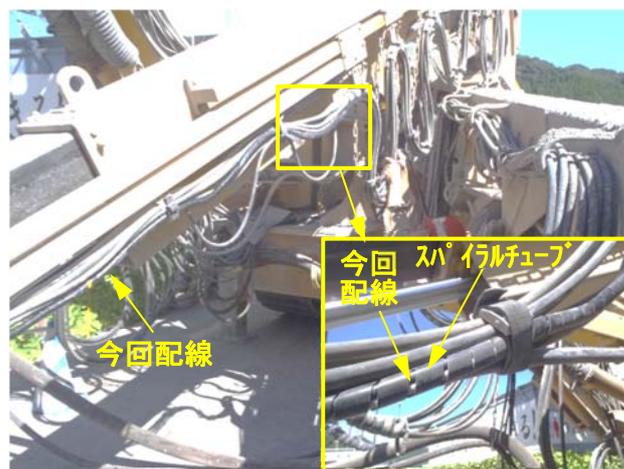


写真-3 マンケージブーム部への配線状況



写真-4 HMD 遠隔吹付状況

5. まとめ

HMD 機材を吹付機に搭載することで、HMD 遠隔吹付のセットアップ時間を大幅に短縮（15分→1分）することができた。今後、現場での試行を繰り返して課題の解決を図りながら耐久性や安定性も確認し、HMD 遠隔吹付を定着させていく予定である。

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

3) 高倉ほか: 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(その2)～2眼カメラ配置方法に関する実験～, 土木学会第 75 回年次学術講演会, VI-434