

360度カメラを用いた現場遠隔監視システムの開発

大成建設 技術センター 正会員 ○木下勇人 竹中計行
 大成建設 千葉支店 印西シールド工事作業所 正会員 橋本聡
 西尾レントオール 正会員 荻野裕昭

1. はじめに

今日、国土交通省では、受発注者の作業効率化を図る目的で工事立合等の遠隔臨場の試行を推進しており、インフラ分野のDXへの取り組みを加速させている。そこで筆者らは、より高解像度な映像を遠隔地からあたかも現地にいるような感覚で視聴できる新しい遠隔監視システムの構築を目指して開発を行った。本稿では、360度カメラとHMDを用いた遠隔監視システムの概要と、室内試験及び現場実証実験について報告する。

2. 現場遠隔監視システム

本システムは、現場作業ヤードに複数台設置した360度カメラユニットで取得し、作業所ローカルネットワーク経由で伝送した現場映像を、現場事務等の遠隔地の制御PC及びHMDにて臨場感のある映像で監視するシステムである(図1)。カメラの解像度は4K出力を標準(最大8Kまで出力可)としており、HMDだけでなくネットワーク内の携帯端末からも確認できる。制御PCの管理アプリケーションでは、カメラの設置場所や管理者等のタグ付けが可能であり、タグ選択からカメラを絞り込むことで指定のカメラ映像に容易にアクセスできる仕様としている。また、管理アプリケーションは視聴したいカメラの選択の他に、カメラの電源制御や通信状態の確認も行うことができる(図2)。そのため、映像視聴時のみカメラ電源を制御することや、停電時・不具合発生時に遠隔でのカメラ電源起動等が可能である。また、カメラユニットは設置場所の環境に応じて防護ハウジングを取り外すことができ、通信接続方式(有線・無線接続)が自由に選択可能なため、移設や増設時が頻繁に発生する現場状況にも柔軟に対応できるシステムとしている。

3. 室内試験

システム構築に際しては、4K以上の解像度を持ち、かつ全天球の視野角を有する360度カメラとして「Qoocam 8K Enterprise」を選定し、2種の室内試験を実施した。

3-1. 解像感検証

視力検査紙を用いた解像感検証を行った。検査紙から一定の距離に設置したカメラの映像を4K対応大型モニタに表示した際の視力で評価した(図3)。検証の結果、視力は4K出力で0.6程度、FullHD出力で0.2程度を確認した。

3-2. 遅延時間検証

IP通信時の遅延時間検証を行った。360度カメラの前にタイマー時計を設置し、映像転送されたPC

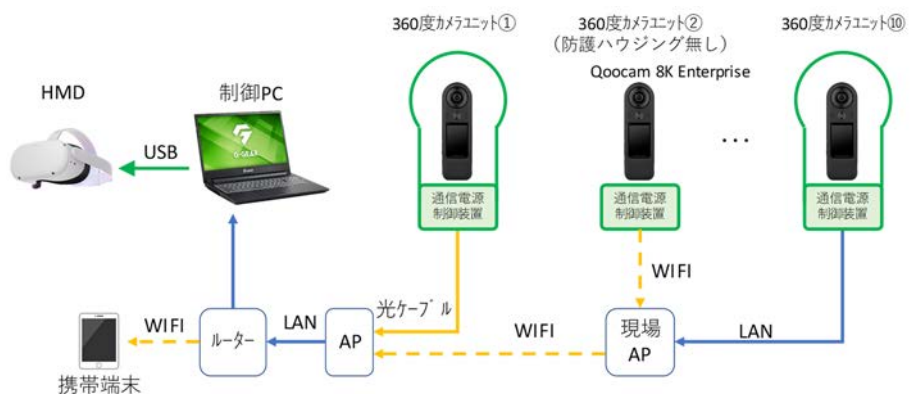


図1 システム構成図



図2 管理アプリケーション

キーワード 遠隔臨場, 現場観察, 360度カメラ, 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 大成建設株式会社 技術センター生産技術開発部 TEL 045-814-7229

モニタ表示タイムと実タイムとの差から遅延量を評価した（図4）。検証の結果、映像伝送にカメラ内蔵のエンコード機能と制御PCのデコードソフトを使用した有線通信で遅延時間1.9秒を確認した。

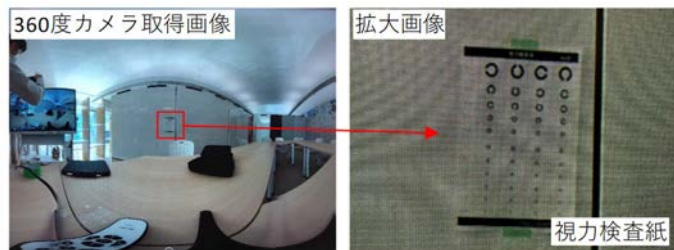


図3 解像感検証



図4 遅延時間検証

4. 現場実証

システムの映像視認性、機器耐久性、通信安定性の検証を目的に、施工中の千葉印西エリア洞道新設工事（その2）のシールドトンネルにて実証実験を行った。HMD及び制御PCは地上の中央制御室に設置し、360度カメラは①立坑下、②坑内後続台車後方、③シールドマシン内、の計3か所に設置した（図5）。当該現場は、中継アクセスポイントによりトンネル坑内の全線無線通信を実現しており、カメラ制御及び映像伝送を無線通信で行った。

カメラ及び通信・電源制御装置からなるカメラユニットは透明防護ハウジングに収納したが、ハウジングシーム部の映りこみや曲面による反射も見られず、明瞭な360度映像の視聴が可能であることを確認した（図6、7、8）。機器耐久性は、ハウジング収納に伴うカメラの放熱不足が懸念されたが、1カ月間の連続稼働でも問題ない作動を確認した。今後さらに期間を延ばして検証を継続する。通信安定性は、設置当初は通信接続が不安定であったが、映像ビットレートの変更により通信が安定した。安定後の映像遅延時間は2秒程度であり、視聴に支障がないことを確認した。映像クオリティは通信容量に依存するため、カメラの設置台数や各現場の通信環境に応じた出力設定を検討する必要がある。

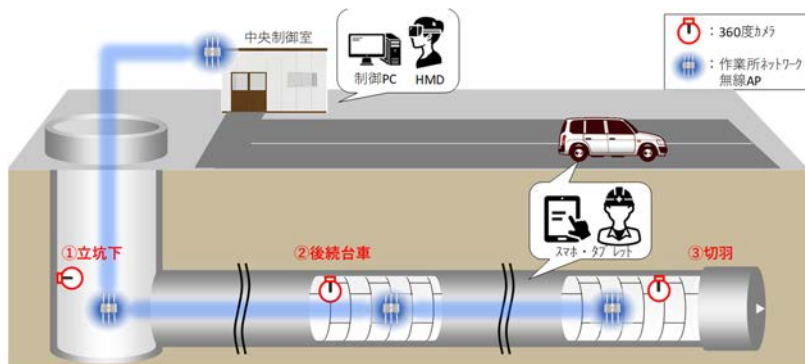


図5 機器設置概要図

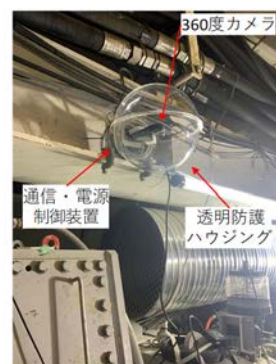


図6 カメラ設置状況



図7 制御PC及びHMD設置状況



図8 HMDでのカメラ映像視聴状況

5. まとめ

より高度な遠隔監視技術として360度カメラを用いた現場遠隔監視システムを開発した。現場実証にて複数台設置した高解像度な360度カメラ映像を、HMD等で低遅延で安定した通信状態で遠隔監視できることを確認した。今後は、音声双方向通信やハウジング小型化等の運用実用性を向上させた改良を実施し、早期の現場導入を進める。