

ローカル 5 G を用いた建機の V R 遠隔操作に関する検討

株式会社熊谷組 正会員 〇畑本 浩伸 正会員 飛鳥馬 翼
 正会員 竹下 嘉人 正会員 北原 成郎

1. はじめに

台風や地震等の自然災害に対して災害補修のための土木施工が実施されるが、不安定な環境で建機操作を行う際の二次災害の発生が懸念される。二次災害を予防するための対策技術として無人化施工が有効な手段となっており、国土交通省は「i-Construction」の取り組みの中で無人化施工の検討を進めている。無人化のためにカメラやGPS等の通信機器が建機に搭載され、建機周辺の状況と位置に関する情報が無線通信を通じて遠隔操作室へ伝送される。4Kによるカメラ映像の高品質化や、建機の傾きや振動等の付加的な現場情報が遠隔操作室へフィードバックされる状況に対応するためには、従来よりも高速大容量の無線通信システムを適用が必要である。本検討では、ローカル 5 G（第 5 世代移動通信システム）を利用可能な屋内環境において、建機模型の VR 遠隔操作を行った実験結果を報告する。実証実験により、建設機械に搭乗した場合と同様の模擬操作環境をリアルタイムで体験できることを確認した。

2. ローカル 5 G（第 5 世代移動通信システム）を用いた建機の遠隔操作

図 1 に、ローカル 5 G を用いた建機の遠隔操作イメージを示す。土木施工の現場に遠隔操作室があり、有線ケーブルによって複数のローカル 5 G 専用基地局が接続される。さらに、ローカル 5 G 専用端末が搭載された建機が複数ある。通常の遠隔操作の場合、建機にはカメラ本体、カメラ映像を圧縮するためのエンコーダ、GPS が搭載され、それらの情報はパケット化され、LAN を経由しつつ無線端末から送信される。建機からの情報パケットが基地局に受信され、有線ケーブルを通じて遠隔操作室に伝送される。このとき、建機の位置情報や、デコーダによって再生されたカメラ情報等が操作室でリアルタイムに確認できる。

VR 遠隔操作を実施する場合、オペレーターが装着する HMD（Head Mounted Display）、操縦席が取り付けられたモーションベース、360 度カメラと加速度センサが取り付けられた建機が利用される。オペレーターは遠隔操作室内の操縦席で HMD を装着して建機を操作する。遠隔操作された建機を通じて、4K 映像や傾きや振動等の情報パケットがローカル 5 G のネットワークを通じてリアルタイムに遠隔操作座席へ転送される。

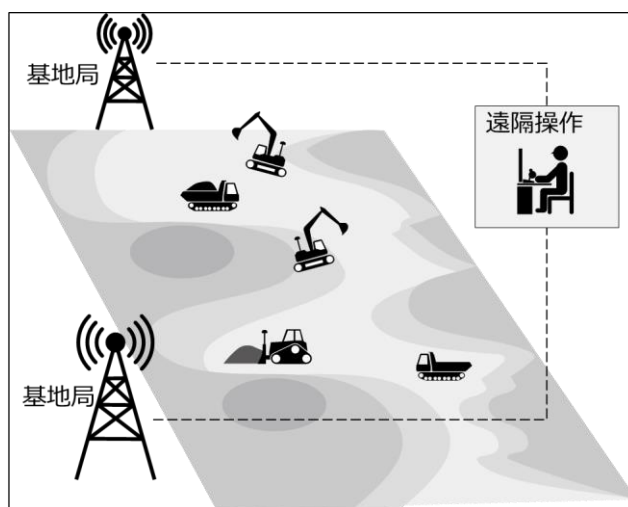


図 1 ローカル 5 G を用いた建機の遠隔操作イメージ

キーワード ローカル 5 G，無人化施工，V R 遠隔操作

連絡先 〒162-8557 東京都新宿区津久戸町 2-1 株式会社熊谷組 土木事業本部 TEL:03-3235-8627

3. 実証実験

図2に、ローカル5Gを用いた実証実験の構成図を示す。同図より、屋内環境において建機模型があり、これに4K/2K映像を撮影可能な360度カメラと加速度センサが搭載される。映像と加速度情報を含むパケットが端末側のルータを経由してローカル5G端末に届き、ローカル5G基地局への無線通信が行われる。受信されたパケットが基地局側のルータを経由してVR遠隔操作席に到着し、建機模型上の映像がディスプレイやHMDに投影され、加速度情報に基づいて振動機器が前後左右に振動する。このとき操作席に搭乗した操作者は建機に搭乗しているような振動を受けつつ、操作席上で建機模型を制御する。

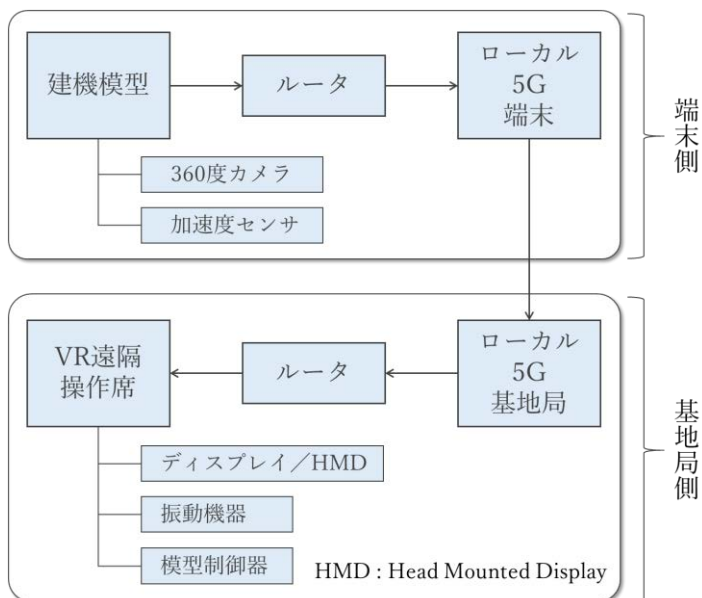


図2 ローカル5Gを用いた実証実験の構成図

図3に、実証実験の様子を示す。左側が全体像となり、右側は操作台付近の拡大図となる。同3（左）より、模型の動きに応じて操作台が傾いている。また、図3（右）より、操作台のディスプレイ上に模型の360度カメラ映像が反映されている。模型1台の遠隔操作を実施した場合、高速で低遅延のVR遠隔操作が可能なことを確認した。



図3 実証実験の様子

4. まとめ

本検討では、ローカル5Gを用いた場合の建機遠隔操作イメージ、屋内実証実験の構成、実験時の様子を紹介した。ローカル5Gは今後、準同期TDD（Time Division Duplex）対応の伝送が適用される予定があり、上り回線の更なる高速化が期待される。これによって、建機の台数が複数の場合でも4K映像を建機から遠隔操作室へ送信することが期待できる。

謝辞：本検討を実施するにあたりご協力頂きました日本電気株式会社の関係者各位に感謝いたします。

参考文献

[1]村上誉他，“ローカル5Gの現状と今後の展望,”電子情報通信学会通信ソサエティマガジン2020 冬号, No.55, Dec. 2020. [2]青木浩章他, “トンネル坑内における5G電波伝搬距離の測定と建機の遠隔操作実験,” 令和2年度土木学会全国大会, VI-1128, Sept. 2020. [3]上條宏明他, “次世代高速通信技術5Gを用いた重機の遠隔操縦,” 令和2年度土木学会全国大会, VI-1104, Sept. 2020.