

ローカル 5G を活用した自動走行及び 4K 映像伝送に関する屋外実証実験

株式会社熊谷組 正会員 ○畑本 浩伸 正会員 飛鳥馬 翼
 正会員 久保田恭行 正会員 天下井哲生
 正会員 古川 敦 正会員 北原 成郎

1. はじめに

近年、調査、測量から設計、施工等すべての建設プロセスにおいて ICT 技術を活用する「i-Construction」と呼ばれる取り組みが進んでいる。現在では、台風や地震等の自然災害に対する補修時に無人化施工技術が導入される。土砂崩壊地、火山噴火等の危険な作業場所において遠隔操作が可能な建設機械を用いて安全に施工を実施できる。無人化施工技術の更なる高度化のためには、4K による車載カメラ映像の高品質化、建機の傾きや振動等の現場情報のフィードバックが必要であり、従来よりも高速で低遅延な伝送を可能とする無線通信システムの利用が望ましい。

現在、高速・低遅延・多数同時接続の無線通信を実現できる第 5 世代移動通信システムのサービスエリアが拡大している。さらに、地域や産業の個別ニーズに応じて地域の企業や自治体等の様々な主体が構築可能なローカル 5G (L5G)¹⁾ が普及しつつある。我々は無線局の免許申請によって特定場所での周波数帯域を占有可能な L5G に注目し、屋外実験ヤードに対する L5G を用いた建設機械の自動走行と 4K 映像伝送の検証実験を実施した。本稿では検証実験の結果について述べる。

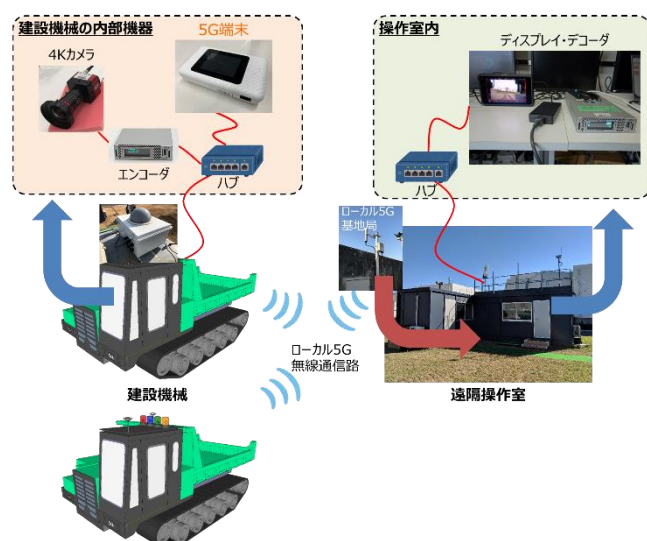


図1 実験構成図

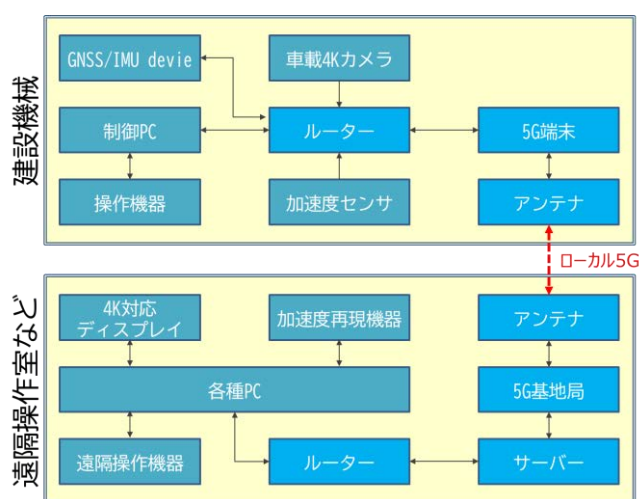


図2 建機の遠隔操作システムのブロック図

2. システム構成

2. 1 実験構成図

茨城県つくば市にある熊谷組技術研究所に L5G システムを導入している。図 1 に、実験構成図を示す。研究所中央付近の建物屋上に基地局を配置し、屋外実験ヤードの方向に対して放射するように指向性アンテナを設置した。2 台の建設機械（不整地運搬車）に無指向性アンテナを含む L5G 通信端末を取り付けている。加えて、遠隔操作時の前方確認用の 4K カメラ、映像信号用のエンコーダが設置される。一方、遠隔操作側には 4K 映像を確認するためのデコーダやディスプレイ、遠隔操作機器、加速度再現機器等が設置される。

キーワード ローカル 5G, 無人化施工, 遠隔操作, 4K 映像

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:03-3235-8653

2. 2 遠隔操作システム

図2に、L5Gを用いた建機の遠隔操作システムのブロック図を示す。映像信号の流れに注目すると、建設機械上の4Kカメラからの映像信号(12G-SDI)がエンコーダを通じてパケット化され、ルーターを通じて通信端末へ入力され、4.9GHz帯の無線周波数へと変調された後、上り回線の無線信号として送信される。L5Gの通信路を経由して、基地局で受信された信号が復調され、パケットがデコーダで映像信号へと変換された後、遠隔操作室上のディスプレイで映像を確認できる。

2. 3 自動走行システム

建設機械には衛星測位システム(GNSS)装置が設置されており、上り回線を通じて遠隔操作室内の制御PCに測位情報が保存される。そのため、フィールド上で遠隔操作によって記録された安全なルートを建設機械が自動走行できる。複数台がフィールドで走行する場合でも、PCが各車両の往路もしくは復路に対する通行可能な範囲を計算し、進行と停止を制御することで効率的な自動走行が可能になる。

3. 自動走行及び4K映像伝送に関する屋外実験

屋外実験ヤードにおいて建設機械2台による自動走行を実施した。図3に、建設機械2台の自動走行制御マップを示す。同図では1台目と2台目が自動走行する際に走行可能な範囲が深い青と青緑の点集合で表現される。4Kカメラの映像情報が遠隔操作室内のディスプレイ上で、リアルタイムに再生されていることを確認した。図4に、屋外実験ヤード内移動時の受信信号電力特性を示す。同図より、フィールド内の右側の領域では安定的に通信可能な-80dBm以上の受信信号電力を達成している。一方、左側の領域においては-90dBm程度の受信信号電力となる場合があり、ディスプレイ上の映像で目視確認可能な遅延の発生を確認した。したがって、受信信号電力に応じて映像伝送レートを制御する機能が将来的に必要である。

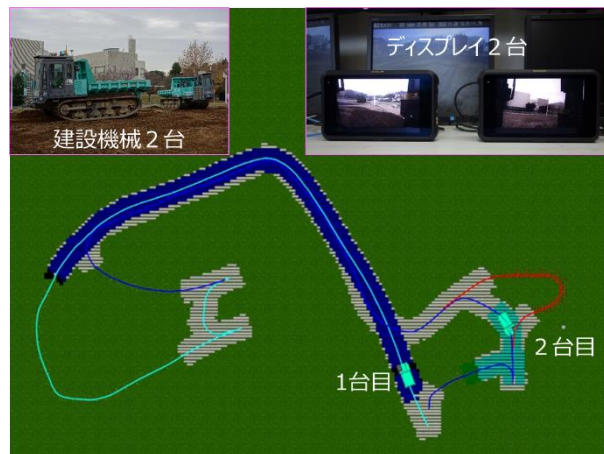


図3 建設機械2台の自動走行制御マップ

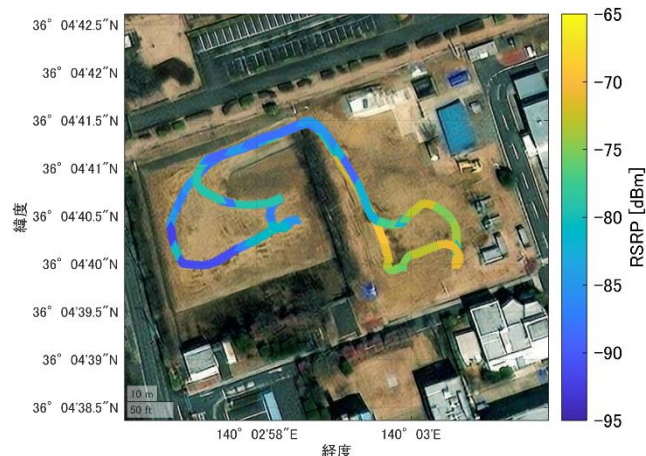


図4 屋外実験ヤード内移動時の受信信号電力特性

4. まとめ

L5Gを活用した無人化施工のための屋外実証実験を行い、建設機械2台の自動走行を実施できた。加えて、4Kカメラ映像を遠隔操作室内で確認できた。実際の建設現場における技術検証等、4Kカメラが搭載された建機の自動走行の高度化・実用化に向けて各種無線通信システムを用いた様々な実証実験を引き続き行う。

謝辞：本実験にご協力頂きました京セラ株式会社、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) 畑本浩伸, 飛鳥馬翼, 竹下嘉人, 天下井哲生, 古川敦, 北原成郎: 屋外実験ヤードにおけるローカル5Gの通信品質に関する理論と実測特性の比較検討, 土木学会第77回年次学術講演会, VI-749, 2022.
- 2) 三瓶政一: ワイヤレス通信工学, オーム社, 2014.