

次世代高速通信技術 5G を用いた重機の遠隔操縦

(株) 大林組	正会員	○上條 宏明
(株) 大林組	正会員	陣内 英二
(株) 大林組		岩下 正剛
(株) 大林組		岡本 邦宏
(株) 大林組	正会員	古屋 弘
大阪府 安威川ダム建設事務所		永江 敦

1. はじめに

少子高齢化に伴い建設分野の技能労働者不足が深刻化している。また地震、豪雨、台風等による大規模自然災害が各地で多発しており、熟練オペレータの確保、効率的運用が求められている。これらの問題を解決する手法の一つが、無線による重機の遠隔操縦である。しかし、既存の通信技術では遠隔操縦に必要な大容量のデータを遅延無く送受信することは大変難しい。よって超高速、多数接続、また超低遅延といった特徴を持つ次世代通信技術 5G（以降 5G）に着目し、無線による重機の遠隔操縦実証実験を行った。

本稿では、総務省が主催する 2018 年度 5G 総合実証試験に KDDI (株) を実施主体とした (株) 大林組と日本電気 (株) による災害復旧作業を模擬した実証試験、および 5G を用いた複数台の重機遠隔操縦について報告する。

2. 実証試験概要

試験は安威川ダム建設工事（大阪府茨木市大字生保地内他 発注者：大阪府）敷地内で行った。試験ヤード A には重機の稼働を想定し、5G アンテナを備えたバックホウ、クローラードンプ、高所作業車を配置し、試験ヤード B には移動可能なトレーラーハウスを遠隔操縦室として室内にシミュレータを設置した。また災害時、基地局から交換局までの有線による商用通信回線が不通になった場合を想定し、試験ヤード A～試験ヤード B（直線距離 750m）の通信は長距離無線伝送が可能な無線エントランスを設置した。実証試験概要を図-1 に示す。

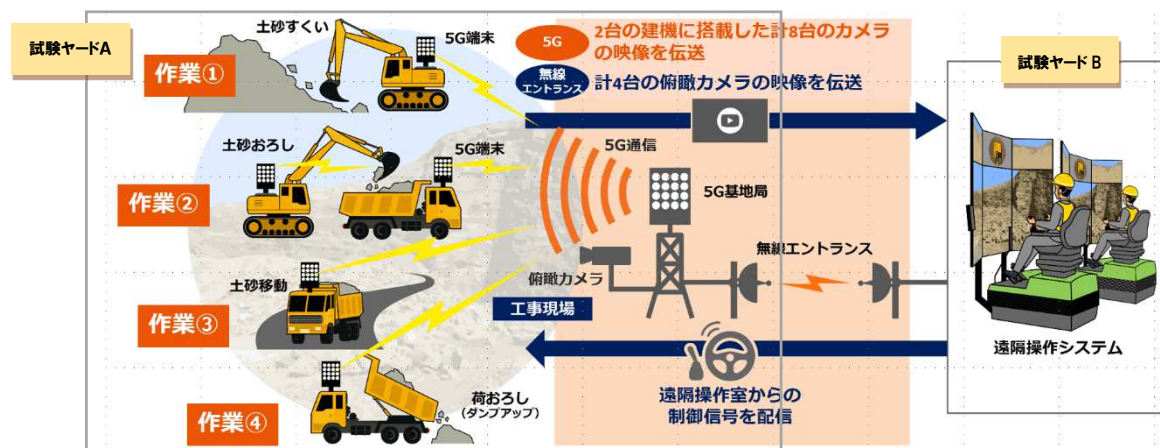


図-1 実証試験概要

3. 課題と対策

3-1. 5G アンテナの正対装置の開発

実験当時 5G の通信回線網が確立されていなかったため、試験ヤード A には 5G の基地局、重機に端末（移動局）を設置し 5G の通信回線網を構築した。しかし、当実験で使用した 5G アンテナは指向性が鋭いため、重機の旋回・走行時に通信が頻りに途切れる不具合が発生し、基地局と移動局を正対させる必要がある事が判明した。そこで当社開発機械スカイジャスター®（以降 SJ）を応用し、重機の旋回動作時に SJ を連動させる事で、アンテナ同士の

キーワード 次世代高速通信技術 5G, 総務省, 超高速, 低遅延, スカイジャスター, 音声操縦, 遠隔操縦

連絡先 〒573-1153 大阪府枚方市招提大谷 1-1-1 (株) 大林組西日本ロボティクスセンター TEL 072-856-9007

正対を可能とした。SJはジャイロ効果により吊荷の姿勢制御を行う装置であり、吊り荷の姿勢を保持、能動的に回転させる機能を有している。また、走行時にはGNSSから取得した方位角のデータをもとに、移動局のアンテナの向きを補正し、アンテナ同士の正対を行った。これらの機能を有した正対装置を開発することで、5Gの通信を途切れることなく確保することが可能となった。正対装置のバックホウへの搭載状況を写真-1に示す。

3-2. 一人のオペレータによる複数台重機の遠隔操縦

技能労働者不足の解決策として、一人のオペレータが複数台重機の操縦を可能とする音声操縦装置の開発を行い、ダンプの遠隔操縦に導入した。当装置では会話中の不用意な発言や言い間違いといった、人為的ミスによる誤操作を防止すために、「対話型」の音声操縦装置の開発を行った（表-1 対話表）。当実証実験において一人のオペレータが、シミュレータでバックホウ、対話型音声操縦装置でダンプの操作を行い（写真-2）、安全かつ円滑に遠隔操縦出来る事を確認した。

表-1 対話型音声操縦装置の対話表（一部抜粋）

OP（指令）	APP（復唱）	OP（確認）	APP（復唱）
音声操作開始	⇒ 音声操作開始ですね？	⇒ はい、OK ⇒ いいえ、NO	⇒ 音声操作を開始します ⇒ キャンセルしました
前進	⇒ 前進ですね？	⇒ はい、OK ⇒ いいえ、NO	⇒ 前進 ⇒ キャンセルしました
ちょい前進	⇒ SKIP	⇒ SKIP	⇒ 少し前進

OP：バックホーオペレータ、APP：対話型音声操縦装置アプリケーション

4. 結果

クローラダンプ、バックホウでの移動、積込、移動、荷卸しの一連作業を3回連続して実証実験を実施した。図-2に実証実験作業フローを示す。遠隔操縦では570秒であるのに対し、搭乗操作は450秒であった。遠隔操縦では1.27倍の作業時間が必要となり、作業効率は0.79倍となった。一般に、従来の無線LAN遠隔操縦での作業効率は0.6～0.7倍と言われているため、作業効率の向上が図る事が出来た。また、遠隔操縦の遅延時間の目標値を200msとしたが、実際には120msの遅延時間に抑えることができた。超高速・超低遅延の特性を有する5Gを活用することで、重機に搭載したカメラからの映像と実操作とのタイムラグが解消され、安全かつ円滑に遠隔操縦を行うことが可能となった。

5. まとめ

本実験を通じて、超高速・超低遅延の特長を有する5Gを活用することで、安全かつ円滑に重機の遠隔操縦が行えることを実証した。また、音声操縦装置の開発により一人のオペレータが複数台の重機の操作をすることが可能となり、技能労働者不足の解消や、生産性向上に大きく貢献することも実証できた。今後も当社技術の応用、展開を図りながら積極的に新しい技術の習得に努め、省人化や生産性向上の取組を加速させたい。

謝辞

本実証実験は総務省が委託する「都市またはルールにおいて端末からの上り300Mbpsを超える超高速通信を可能とする第5世代移動通信システムの技術的条件などに関する調査対象の請負」により実施している。本実験にご協力頂いた総務省並びに関係各位に感謝致します。また、実験フィールドをご提供頂いた大阪府安威川ダム建設事務所並びにダム建設工事関係者に感謝致します。



写真-1 正対装置搭載状況



写真-2 遠隔操縦装置

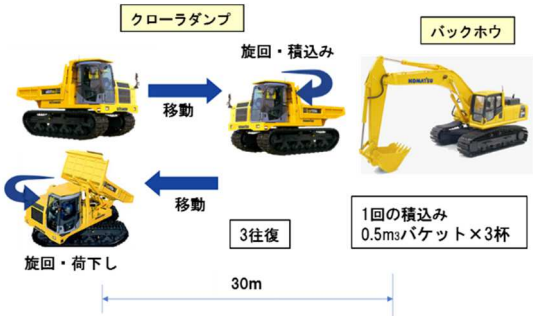


図-2 実証実験作業フロー