

無人化施工における低容量型デジタル高精細画像伝送システムの開発

(株)熊谷組 土木事業本部 正会員 北原 成郎
 (株)熊谷組 土木事業本部 正会員 坂西 孝仁
 (株)熊谷組 土木事業本部 正会員 ○飛鳥馬 翼

1. はじめに

近年、無人化施工は現場への高度な適用性が求められている。無人化施工では重要な技術となる映像伝送技術もネットワーク対応により多様な現場への対応が進んでいる。

長距離無人化施工における建設機械の遠隔操作では、外部カメラによる俯瞰映像や車載カメラによる作業用の近接映像が必要となる。そのような遠隔操作では遠隔操作室にモニタを設置し、建設機械オペレータはモニタに映し出されたカメラ映像の情報だけで作業をする。そのため、カメラの性能により現場の状態や遠近感を把握することができなかつたり、カメラ伝送の遅延が生じたりすることによって、オペレータへの負担となり作業効率を落とす原因となる。



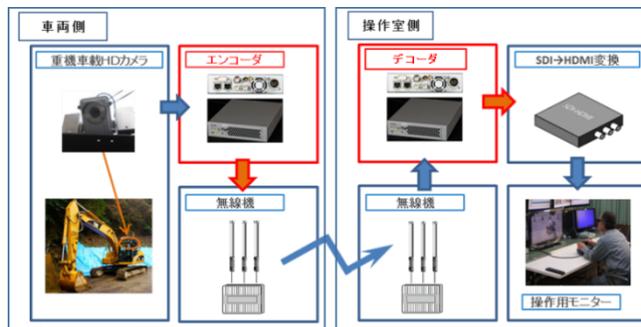
図-1 長距離無人化施工状況

本開発は、高精細度のカメラ映像を低遅延、圧縮・伝送・伸張可能、IP(Internet Protocol)ネットワークに対応した装置を開発し、過酷な環境条件下で使用される無人化施工用建設機械に搭載可能な性能を確保することにより、無人化施工の作業効率向上とオペレータの負担軽減を目指すものである。

本報告では、次世代社会インフラ用ロボット現場検証に応募し、開発した装置の検証を行ったので、その成果を報告する。

2. 本システム概要

国内で使用できる無線機の制限と遅延等から、従来はSD(Standard Definition = 標準解像度. 画素数 720×480)映像をアナログ伝送していた。しかし、映像を見て遠隔操作をすることは、高画質であるほど作業効率向上とオペレータの負担軽減に寄与するので、FHD(Full High Definition = フルハイビジョン. 画素数 1,920×1,080)映像の伝送を試みてきたが、映像を圧縮解凍するエンコーダ・デコーダ等の現在の伝送システムでは遅延が大きく、作業用として活用することは難しかった。



今回開発した低遅延型デジタル高精細画像システム

図-2 システムイメージ図

本装置は、伝送量 7Mbps の FHD 映像と同等の画質を 3Mbps の低容量、70msec 以内でのデジタル伝送を可能にした。また、無人化施工用建設機械の作業用映像として、通信性能として通信が途切れた場合にも直ぐに復帰できる性能と耐震性能として規格「JIS-D-1601 段階 20」を満たす性能を持つ。

本開発は、国土交通省大臣官房技術調査課から公募された平成 24 年度建設技術研究開発助成制度により、青木あすなる建設(株)、(株)大本組、西松建設(株)、(株)フジタ、(一財)先端建設技術センターと共同開発した。



図-3 伝送装置本体

キーワード 無人化施工, FHD 映像, 低容量, 低遅延, オペレータの負担軽減

連絡先 〒162-8557 東京都新宿区津久戸町 2-1 (株)熊谷組 土木事業本部機材部 TEL03-3235-8627

3. 次世代社会インフラ用ロボット現場検証

国土交通省主催の次世代社会インフラ用ロボット現場検証の災害応急復旧部会に参加して、システムの検証を受けた。

日時 平成 27 年 11 月 17 日(現場検証)

平成 27 年 11 月 20 日(委員検証)

場所 雲仙普賢岳試験場

従来の SD 映像と今回開発した画像伝送装置により FHD 画像を提供して作業性の違いを検証した。

検証実験は 0.8m³級のバックホウにカメラを搭載して、①敷均し検証、②型枠設置検証、③バケット先端位置合わせ検証、④走行検証の 4 課題について、SD 映像と比較して作業性の向上確認とオペレータヒアリングにより評価を行った。現場検証の状況を図-4、図-5 に示す。

熟練者オペレータは SD 映像に慣れが生じてしまい、大きく優位性は確認できなかったが、初心者オペレータは FHD 映像の方が、作業性が向上し、優位性を確認することができた。オペレータの評価は「画像は綺麗で目の疲労度が低減したように感じる」と評価を戴いた。委員検証時には施工性の改善度を定量的に評価することは困難であると指摘を受け、急遽 SD 映像と FHD 映像の見えやすさの比較を行った。実験方法としては視力検査の要領で行った。ただし、画像を見る時は両目で見ることにした。実験のイメージ図を図-6 に示す。直径 150mm のランドルト環を用意し、人がランドルト環を持ち、カメラから離れる方向へ歩いて認識限界を確認した。結果として SD 映像はカメラから 13.8m 先の環の開いている方向を確認することができ、FHD 映像はカメラから 21.0m 先の環の開いている方向を確認することができた。これを受けて、委員検証時にも高い評価を受けることができた。

また、応急復旧部会からの総評は「運搬性、施工性に優れ、従来技術と比べて低容量で鮮明な映像が伝送できることから、オペレータの疲労感の軽減や無線資源の有効活用が期待できる。また、無人化施工のみならず監視カメラ設備等(災害時および平時)への展開も期待できる。」という評価を戴いた。(国土交通省ホームページ参照[[http:// www.mlit.go.jp/report/press/sogo15_hh_000149.html](http://www.mlit.go.jp/report/press/sogo15_hh_000149.html)])

4. おわりに

本システムを使用することにより、FHD 映像を高精細のまま低容量、低遅延で伝送できることを実現し、無人化施工のオペレータの負担を軽減することに成功した。今後は、本システムを使用して低遅延・高精細の映像を提供することにより、無人化施工の作業環境改善に寄与していく所存である。



図-4 現場検証状況 1

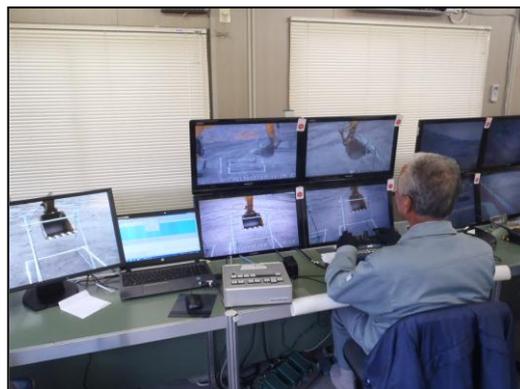


図-5 現場検証状況 2

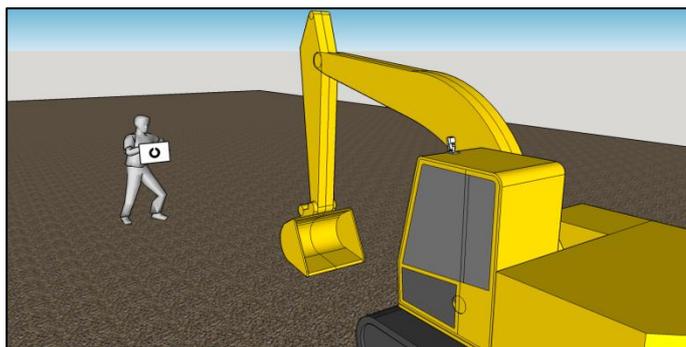


図-6 映像の見えやすさ実験イメージ図



図-7 SD 映像(下)と FHD 映像(上)の比較