

建機フリートマネジメントシステムによる遠隔・自動・自律運転の取り組み

株式会社 大林組 正会員 〇西本 卓生 川田 貴之
堀尾 訓之 岡本 邦宏

1. はじめに

大阪・関西万博、全国的高速道路網の更新に伴うリニューアル工事およびインフラ整備事業など建設業は繁忙期が続いている。一方で建設業の就業者数はここ数年横ばいであるが、業界自体の高齢化が進行している。それに伴い、技能労働者の確保がますます困難になることが考えられる。工期短縮、生産性向上、安全性の低下を解決する方法として、遠隔、自動・自律運転技術の開発が望まれており様々な手法が報告されている。

こうした背景を踏まえ、建設 DX の一環として当社はロボティクスコンストラクション構想を提唱し、建設現場の安全性および生産性の向上を目的として技術開発を行っている。今回、建機の台数に係らず統合的に、遠隔指令・監視する建機フリートマネジメントシステム（以下、建機 FMS）を構築した。作業全体の安全性と生産性の向上を目的として、盛り土工事の無人化施工を実施した事例を報告する。

2. 試験概要

今回実証試験を実施したのは、環境省福島地方環境事務所発注の令和2・3・4・5年度飯舘村長泥地区環境再生事業盛土等工事である。

試験工事の施工概要を図-1 に示す。試験工事の特徴は、バックホウの積み込み、キャリアダンプによる運搬・荷下ろし、ブルドーザによる敷きならし・転圧作業において、すべての作業を無人化施工で実施したことである。最大で施工現場から 450m 離れた統合管理室から遠隔指令と監視をシステム管理者が行った。

3. 構成要素

（1）建機 FMS

建機 FMS の操作状況を写真-1 に示す。自動・自律化施工中は、各建機の作業状況を操作画面上の建機アイコンやシステム情報と、監視カメラの映像により、随時確認できる。

システム管理者が操作を行う FMS の操作画面を写真-2 に示す。画面上部には時刻や天気といった環境情報、建機の操作状況、連携している他の建機の情報が表示される。エリア設定から走行範囲、禁止エリアも設定できる。

建機を動かしたい場合は、画面右下にある操作指示のアイコンをクリックすることで可能である。建機のアイコンは GNSS の情報を基にリアルタイムで移動する。また、複数の安全機能を FMS 上に搭載している。建機の位置調整や建機自体の自動システムにトラブルが発生した際には、システム管理者が統合管理室から自動運転を遠隔運転に切り替えることで施工の継続を可能としている。

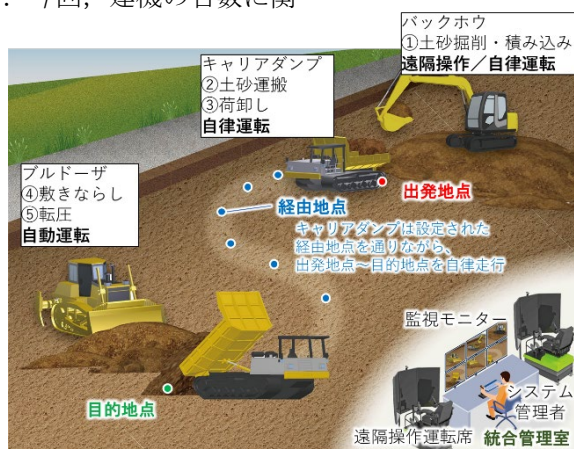


図-1 施工概要図



写真-1 建機 FMS 操作状況



写真-2 建機 FMS 操作画面

キーワード 複数台建機、統合管理、遠隔運転、自動化、自律化、建設 DX

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

(2) バックホウの遠隔運転、自律運転

①バックホウの遠隔操作

遠隔操作は、当社開発のサロゲート®（遠隔操作用の後付け装置）をバックホウに装着して行った。遠隔操作映像システムには、操作用の映像と俯瞰カメラの映像を投影し、映像遅延を抑制した仕様とした。

②バックホウの自律運転

自律運転バックホウの動作イメージについて、図-2に示す。自律運転バックホウは、キャリアダンプに盛土材を積み込む「積込」、掘削エリアに盛土材を移動させる「積替」、鉄板走路上を清掃する「鉄板清掃」の3つの動作が可能となっている。盛土材を掘削した後は、バケット内を確認し、掘削した盛土材の体積を認識した後、重量換算し建機 FMS に積込重量を通知する。

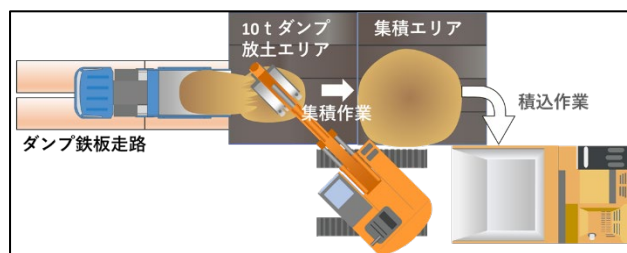


図-2 自律バックホウ動作イメージ

(3) キャリアダンプの自律運転

自律キャリアダンプの特徴は、自動車の自動運転にも採用されている GNSS を使用しない自己位置推定と任意の数の中継地点を指示する経路生成技術である。走行前に、LiDAR により周囲の地形・設備環境を事前にマッピングし、取得した点群データと走行中にリアルタイムに取得されるデータを照合し、自己位置推定している。また、システム管理者によって設定された任意の中継地点と目的地によって走行経路を生成する。走行経路上に障害物があり、迂回路が生成可能と判断した場合には、障害物を迂回することが可能である。

4. 試験結果

①バックホウの作業効率について

遠隔操作バックホウを用いた積込動作についての積込時間と試行回数についての関係を図-4に示す。試行回数 200 回付近で収束していることが分かる。この時点での積込平均時間は、搭乗操作比△20%という結果が得られた。自律バックホウについては、キャリアダンプ 1 台当たりに積込める盛土材の量が搭乗操作に比べ約 0.7m³ 少なかったため、キャリアダンプの 2 次運搬回数が増えた結果、効率が悪化した。また、積替え動作に関しても搭乗操作に比べ時間を要するため全体の施工効率は搭乗操作より 68.3% 低い結果となった。

②全体の作業効率

1 人あたりの施工量としては増加した。ただし全体の作業量は個別建機の効率低下があるため、今後改善が見込まれる。時間を基準とした全体の作業効率としては 59.4% 低下した結果となった。一方、施工に関わったオペレータ 1 人当たりの施工数量 [m³/min] を表した結果を図-5に示す。

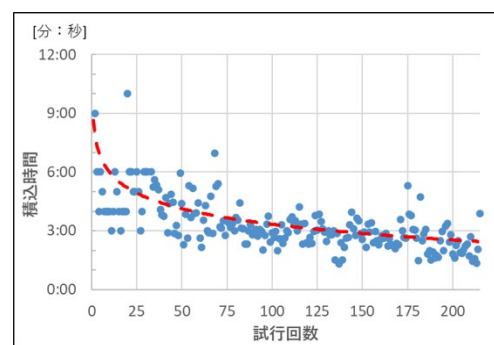


図-4 遠隔 BH 積込時間と習熟度の関係

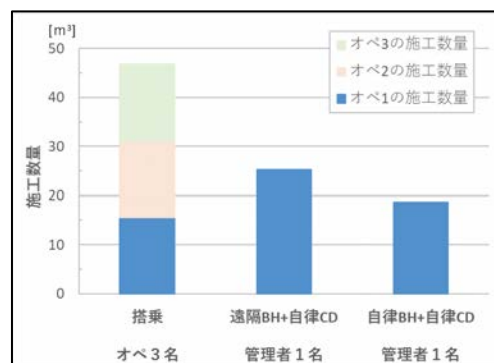


図-5 1人当たりの施工数量

5. 終わりに

本実験の遂行にあたり、多大なご助言、ご協力頂いた皆様に感謝いたします。

今回の取り組みで得られた知見をもとに他の工事機械や工種における運転省人化への取り組みが促進されることを期待する。末筆ではあるが、様々な ICT 技術を導入することにより工事機械や施工管理の省人化、高度化が実現されることで生産性向上が実現されるとともに、次世代にとって建設業が働きやすい魅力的な産業となることを願う。