

建設現場におけるアーティキュレートダンプトラックの自律走行実証実験

(株) 大林組 正会員 ○川口 勇一郎 望月 勝紀 森田 晃司 杉浦 伸哉

SafeAI 非会員 平塚 龍

1. はじめに

建設機械オペレータ不足の解消と建設工事の生産性向上を目的として、建設各社が建機の自動化・自律化技術の開発を進めている。当社においても、キャリアダンプ、バックホウ、アーティキュレートダンプトラック（以下、ADT と称す）の自動・自律化システムを開発している。自動化とは、予め指示した通りに建機が動くようにすることを表す。一方、自律化とは、建機が周囲の状況に応じて、適切な動作を実行できるようにすることを表す。我々は建機の種類に応じて、自動化とするか、自律化とするかを選択している。ADT については、走行する環境が大きく変化すること、他の重機との連携が不可欠なことから、自律化することにした。2021 年に米国企業と共同開発に着手し、同年に米国の鉱山にて自律走行を成功させた。しかし、米国の鉱山と比較して日本は狭隘な地形が多いこと、通信規格が日本と米国で異なることから、改めて日本での ADT の自律走行に関する実証実験を実施した。本稿では実証実験の結果を報告する。

2. 自律化システム概要

本システムは、建機に後付けする自律化キットと複数建機を遠隔でコントロールするための群管理システム FMS (Fleet Management System) の 2 つで構成される。自律化キットの設置例を写真-1 に示す。ADT の自己位置特定は、LiDAR による周囲の地形計測と GNSS 測位により行う。走路上の障害物検知は、LiDAR による物体検知と、カメラと AI を用いた画像認識により行う。ADT と FMS の操作室との通信には、Wi-Fi を用いている。建機の自律化フローを図-1 に示す。建機の CAN (Controller Area Network) のデータを解析することで、建機を操作するための制御ソフトウェアを構築する。本手法は、建機の種類によらず適用できる。FMS の操作画面を図-2 に示す。FMS では、自律化建機に作業範囲や作業内容などを指示し、その実行状況をモニタリングできる。また、施工数量、稼働率、燃料残量といった施工管理に必要な情報は、図-3 のように自動で集約される。



写真-1 後付け自律化キットの設置例

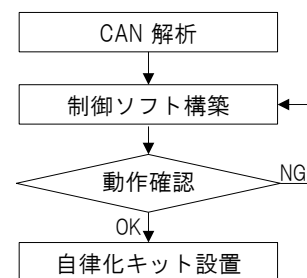


図-1 自律化の流れ



図-2 FMS 操作画面

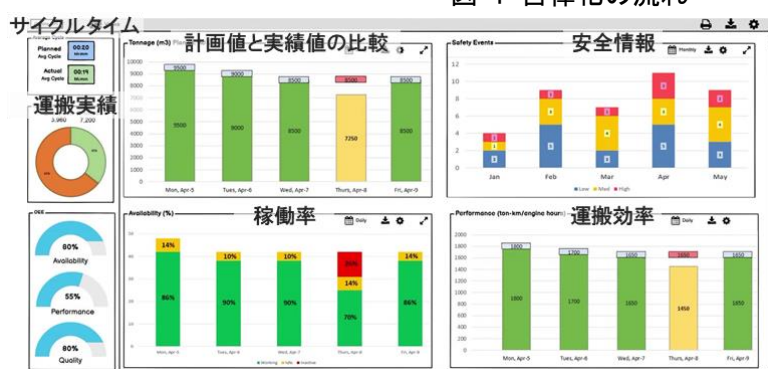


図-3 収集された施工管理データ

キーワード 自動運転, 自律運転, 重ダンプトラック, アーティキュレートダンプ

連絡先 〒108-8502 東京都港区 2-1-5-2

(株) 大林組 生産技術本部技術第二部 TEL03-5769-1302

3. 建設現場での実証実験

新名神大石龍門工事現場にて、ADT の自律走行に関する実証実験を実施した。山に囲まれた当該工事現場を実験ヤードとすることで、地形が通信に与える影響を確認した。実験概要を図-4 に示す。本実験では、土砂運搬の「積込⇒運搬⇒荷下ろし」のサイクル作業を再現した。FMS を操作する管理室は、自律走行エリアから最大で約 100m 離れ、かつ高低差のある場所に設けた。また、地山に囲まれ電波が届きにくく、急旋回走行が必要な狭隘箇所（写真-2 左）を設け、自律走行中の通信状態と速度制御機能を確認した。さらに、安全対策として自律走行エリア外での自動停止機能、障害物に対する自動停止機能、監視人が保持する遠隔停止装置の動作を確認した。



写真-2 実験ヤード全景

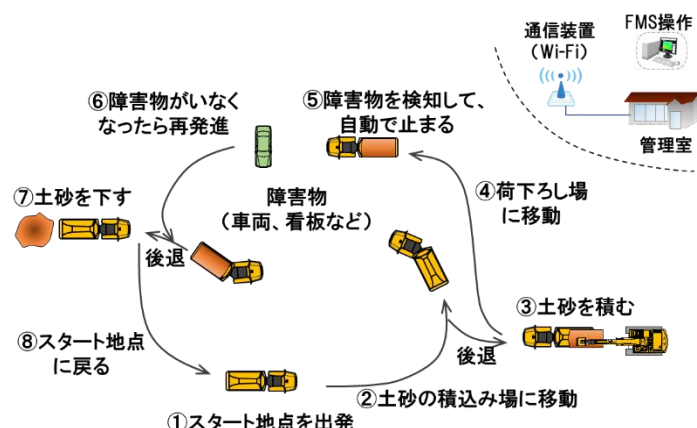


図-4 実験概要

4. 実証実験結果

実証実験の結果、狭隘な地形を有する日本の建設現場においても ADT の自律走行が可能であることを確認できた。起伏の激しい箇所では Wi-Fi 通信が不安定化することがあったが、通信アンテナの種類や設置位置を工夫することで通信の安定化が図れた。なお、本技術は ADT と操作室の WiFi 接続が途切れると、その場で安全に停止する機能を有しているが、今回の実験では確認していない。

また、降水量 3～5mm/h の雨天時や強風により粉塵が生じる環境でも、安全機能を保持したまま自律走行が行えた。ADT の走行状況については、急旋回箇所では自動で減速し、直進箇所では加速するなど、自律的な速度調整を確認できた。障害物検知機能については、工事車両や立て看板は 100%検知できたが、高さ 60cm のカラーコーンに対しては検知率が低下した。一方、障害物検知後の自動停止は確実に実行され、予め設定した離隔距離を確保して停止することを確認した。

5. 今後の課題と計画

今回、実験ヤード内は地形の変化がなかった。実際の工事では切土や盛土により地形が日々変化するため、自律施工しながら地形データを取得する機能を開発中である。安全対策に関しても、高さの低い障害物に対する検知精度向上に努めるとともに、自律建機の現場適用時の運用ルールも検討する。また、単に自律建機を利用するのではなく、さらなる生産性向上にむけて、FMS で集約した施工管理データの評価・活用手法を検討する。

6. おわりに

依然として課題は山積みであるが、建機の自動・自律化技術の実用化にむけて着々と開発を進めていく。また、自動・自律化建機を活用した新しい施工の進め方を検討し、オペレータ不足の解消と生産性向上を目指していく。

参考文献

- 1) 望月勝紀, 杉浦伸哉, 森田晃司, 平塚龍, 塩野皓士: アーティキュレートダンプの自律運転システムの開発, 土木学会第 77 回年次学術講演会, VI-666,2022