

43. 自律走行式土工用振動ローラの開発

共同開発プロジェクトによる試験研究

酒井重工業株式会社
酒井重工業株式会社
酒井重工業株式会社
JIG-SAW 株式会社

○ 楢田 成基
遠藤 涼平
青山 雅規
志賀 太生

1. はじめに

近年の建設業界においては建設労働人口および熟練オペレータの激減という問題を抱えている。その対策として国土交通省は i-Construction を推進中で、特に建設機械の自動化関連技術は、建設現場での早期確立が望まれる技術の一つである。同省は「国土強靱化に関する施策のデジタル化」¹⁾の中で、無人化施工技術の安全性・生産性を向上させ、2025 年度までに建設機械の自律制御・走行技術の確立を目指している。これらに寄与すべく弊社は JIG-SAW(株)と自律走行式振動ローラの共同開発に着手し「Auto-Drive Synchronized Control System, “ASCS” for Compaction Equipment」と称する開発プロジェクトを立ち上げ、その共同体メンバーとして参画頂いたゼネコン各社と実証試験を行った。本報では自律走行車両のシステムおよび試験結果（設定走行経路との誤差）の概要について報告する。

2. 自律走行式ローラ（研究機）の構成

2.1 システム構成

研究機には一般的な土工用振動ローラである 10t 級の弊社 SV513D 型を選定し、自律走行に必要な改造を行った。写真-1 に示す、RTK-GNSS システム、自律走行用プログラム搭載の車両制御用 PC、車両コントローラ、緊急ブレーキ、操舵シリンダ用の測長センサなどを搭載した。



写真-1 自律走行式ローラと主な改造項目

2.2 安全装置

3D センサを用いた緊急（自動）ブレーキシステムを初め、遠隔停止スイッチ、手動停止スイッチ等の複数のブレーキシステムを搭載した。さらにモニタカメラを CAB 上部の前後左右に 4 個搭載し遠隔操作画面上で車両周辺の安全性を常時確認した。

3. 走行試験

試験場（幅 6m×長さ 25m）において、速度 4km/h、無振動、前後進 1 往復×3 レーン×横方向 1 往復の走行試験を実施した。RTK-GNSS データから算出した前輪中心の走行軌跡を図-2 に示す。直線部では、設定経路に対する前輪中心の走行軌跡の誤差は、平均 3.2cm、最大 16.4cm、また始点と帰着時の終点との誤差は 3.1cm であった。

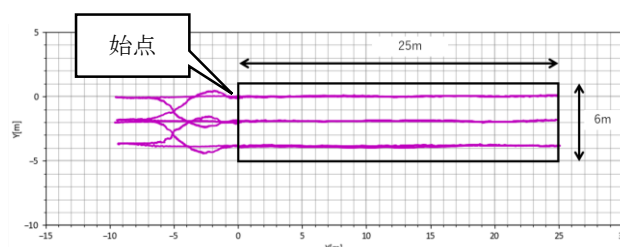


図-2 走行実験結果 1（無振動）

図-3 に走行軌跡の左右誤差とその発生率を示す。+ と - は進行方向の右側および左側の各誤差で、幅 2cm 毎（例：中央値 0 は ±1cm）に示す。中央値 0 に対して正規分布し誤差 ±5cm 以内に全データの 73%、±10cm 以内に 97% が含まれる。

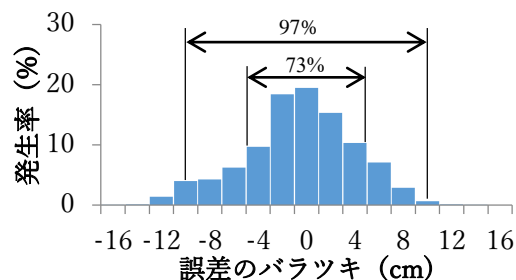


図-3 走行軌跡の左右誤差とその発生率の関係

ここで10cm以上の誤差の発生率が3%と非常に低いのは、設定経路から外れた場合の自動復帰プログラムが有効に機能しているためと考えられ、その実用性を確認することができた。

4. 共同開発プロジェクト

4.1 プロジェクト概要

共同プロジェクト発足前から弊社はJIG-SAW(株)と共同開発した自動操縦プログラムを用いて社内試験を行っていた。記述のように実用化の目途がついたので「Auto-Drive Synchronized Control System, “ASCS” for Compaction Equipment」と称する開発プロジェクトを立上げた。その共同体メンバーとして参画頂いたゼネコン各社と試験工事において試験研究を行った。以下に試験結果の概要を紹介する。

4.2 総務省 5G 実用化実証試験²⁾

本試験の目的は第5世代移動通信システム「5G」(5Gと称す)を活用し3種類(バックホウ、キャリアダンプ、ブルドーザ)の建設機械(建機と称す)の遠隔操作と弊社の自律走行式振動ローラの同時連携に加え、工事に必要な施工管理データのリアルタイム伝送・解析による一般的な道路造成工事の施工への適用性を確認することであった。遠隔施工管理室と自律走行式振動ローラの間で、施工開始指示データと、振動ローラの位置情報、転圧結果、品質等がリアルタイムで伝送された(写真-3)。ローラは幅8m×長さ22mの工区において、速度4km/h、振動(低振幅)、前後進3往復×4レーンを走行した。設定経路に対する前輪中心の走行軌跡の誤差は、平均14.2cm、最大39.7cmであったが、終点での誤差は+1.2cmに収束した。



写真-3 総務省 5G 実用化実証試験

4.3 自動建機の協調運転システム³⁾

複数の自動運転建設機械(自動建機と称す)の協調運転を制御するシステムによる4種類の建機(バックホウ、クローラダンプ、ブルドーザ)の協調運転性能を実証する現場において、同システムの協

調制御用プラットフォームに自律走行式振動ローラの通信システムを連携して協調性を確認した(写真-4)。現場では各自動建機の位置情報と作業進捗を監視しながら、建機各々の自動運転の実行および停止を指示するなど協調運転の制御を行った。自律走行式振動ローラは幅8m×長さ20mの工区において、速度4km/h、無振動、前後進4往復×4レーンを走行した。設定経路に対する前輪中心の走行軌跡の誤差は、平均16.9cm、最大で44.2cmであったが、終点での誤差は+2.3cmに収束し、十分な精度を確保できることが実証された。



写真-4 自動建機の協調運転システム

5. おわりに

走行経路誤差は自律走行式振動ローラの重要な基本性能の一つであり、直線走行部での平均誤差は社内試験(無振動)で3.2cm、現場試験では14.2cm(有振、4.2項)、16.9cm(無振、4.3項)であったが、設定経路を維持するための自動復帰プログラムにより、走行終了時の終点での左右誤差は、全ての試験で約3cm以下に収束していることを確認した。共同体メンバーとして参画頂いたゼネコン各社との現場実証試験を通じて、各社システム用制御プラットフォームと容易に連携できることも確認した。共同体メンバー会社のご厚意とご協力に感謝する。今後も自律走行式ローラが建設業界の抱える問題解決に資すべく、共同体メンバーと協力して更なる改良を図る所存である。

参考文献

- 1) 国土交通省, 国土強靱化に関する施策のデジタル化, 2020年12月11日発表.
- 2) https://www.obayashi.co.jp/news/detail/news20200214_1.html (株式会社大林組HP, 2020年2月14日参照)
- 3) https://www.taisei.co.jp/about_us/wn/2021/210209_5072.html (大成建設株式会社HP, 2021年2月9日参照)