

振動ローラの自動運転システムに関する実験報告

安藤ハザマ 正会員○千野雅紀 正会員 武石学

1. はじめに

今後、建設業の就労者数の減少が予想されるなか、現在の就労者は高齢化しており、熟練技術の継承や施工の効率化に向けた対策が求められている。これらの解決策として、建設機械に関する省人化、安全性向上の技術開発が ICT 技術の進歩とともに盛んに行われており、その中でも進んだ取り組みとして建設機械の自動運転技術の開発が行われている。自動運転技術は指定した範囲を自動かつ無人で施工できることから、生産性や安全性の向上に寄与すると期待されている。

筆者らは、この建設機械の自動運転技術に着目し、ダム堤体や造成工事で使用する振動ローラの自動運転技術の開発に取り組んできた。本稿では、開発した自動運転システムについて実証実験を行ったのでここに報告する。

2. システム概要

今回開発した振動ローラの自動運転システムの概要を以下に示す。

- (1)開発対象とした振動ローラは、コンクリートダムの転圧作業で用いられる酒井重工業製の SD451 である。
- (2)振動ローラは、GNSS やジャイロなど各種センサを装備しており(写真-1)、これらのセンサ情報は制御用 PC にリアルタイムで送信される。この情報から車体の位置や方向、ステアリング角などの状態を把握し、車体を制御することで自動運転している。
- (3)制御用 PC に施工範囲を設定することで、各レーンの前後進および次レーンへのレーンチェンジを行う走行経路を自動的に算定し、この経路上を走行するように車体を制御して自動運転を行う。施工範囲は 1 レーン目の始点と終点の 3 次元座標、施工幅を入力することで設定する(図-1)。また、制御用 PC に転圧回数などの施工条件を設定することで、加振を行いながら走行し、指定回数の転圧を行う。



写真-1 自動化振動ローラ

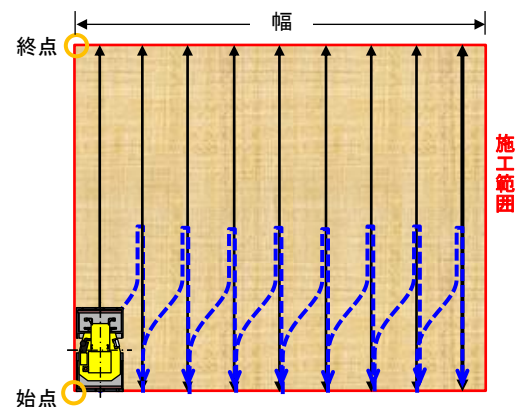


図-1 施工イメージ

開発した自動運転システムの走行精度を確認するために実験を行った(写真-2)。実験は前後進走行における蛇行修正と、レーンチェンジ走行の 2 種類に分けて実施した。実験ヤードは縦 30 m、横 8 m の大きさであり、走行レーンの目安となるロープを設置した。

前後進走行では、直線 30 m を走行する際の直進精度を確認する。比較対象として、自動化振動ローラの他に、ベテランオペレータ、資格取り立ての初心者オペレータ 2 名が運転を行った。GNSS で取得した走行中の座標より、走行レーンからの



写真-2 自動運転実験状況

キーワード 振動ローラ、遠隔操縦、自動運転

連絡先 〒107-8658 東京都港区赤坂 6-1-20 Tel.03-6234-3786

E-mail: chino.masaki@ad-hzm.co.jp

振動ローラのずれをそれぞれ算出する。精度計算では左右の区別をつけずにずれ量の絶対値を求め、平均誤差、標準偏差、最大誤差を評価指標とする。

レーンチェンジ走行では、同様に目標軌跡となる曲線からのずれ量を算出することで、目標軌跡に従って走行しているかの確認を行う。レーンチェンジ走行においては、正しい軌跡を定義することが困難であることから、オペレータの搭乗操作による精度比較は行っていない。

4. 実験結果

精度確認の実験結果を表-1 に示す。前後進走行では、ベテランオペレータの運転精度が一番よく、平均誤差が 46 mm、最大誤差は 129 mm であった。次いで運転精度がよかったのは自動化振動ローラであり、平均誤差が 68 mm、最大誤差が 249 mm であった。初心者オペレータは、平均誤差が 87 mm と 93 mm と、いずれも自動化振動ローラよりも誤差が大きい結果となった。この結果を棒グラフとして示したのが図-2 である。また、走行レーンを直進させて蛇行量を計測した結果の一例を図-3 に示す。

レーンチェンジ走行では、平均誤差が 49 mm、最大誤差は 165 mm であった。目標軌跡と実際の走行軌跡の一例を図-4 に示す。蛇行をしながらも修正を行い、目標軌跡に沿ってレーンチェンジを行っていることが分かる。

これらの結果から、自動化振動ローラは初心者オペレータよりも精度よく運転できることを確認した。実際の施工では、走行レーンのラップ幅を考慮して、前後進走行での精度は 100 mm 程度で収まっている必要がある。自動化振動ローラの平均誤差は 68 mm と、100 mm を下回っており、精度として満足のいく結果といえる。さらなる施工速度、生産性の向上を実現するためには、走行精度を上げて走行レーンのラップを小さくすることが必要であり、ベテランオペレータを超える精度を目指す必要があると考えている。

5. まとめ

開発したシステムで振動ローラを自動運転した際の、前後進およびレーンチェンジの走行精度に関する実証実験を行い、実際の施工で利用可能な精度を有していることを確認した。引き続きシステム開発を行い、走行精度の向上を図っていく。

表-1 精度確認結果

	平均値 [mm]	標準偏差 [mm]	最大誤差 [mm]
前後進走行			
ベテランOP	46	26	129
自動化振動ローラ	68	44	249
初心者A	87	54	250
初心者B	93	81	441
レーンチェンジ走行			
自動化振動ローラ	49	38	165

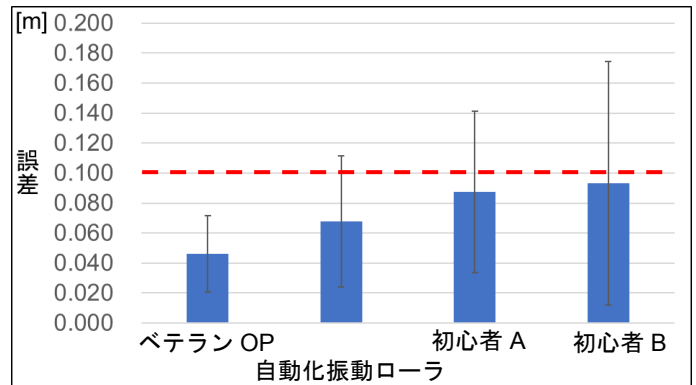


図-2 前後進走行精度結果

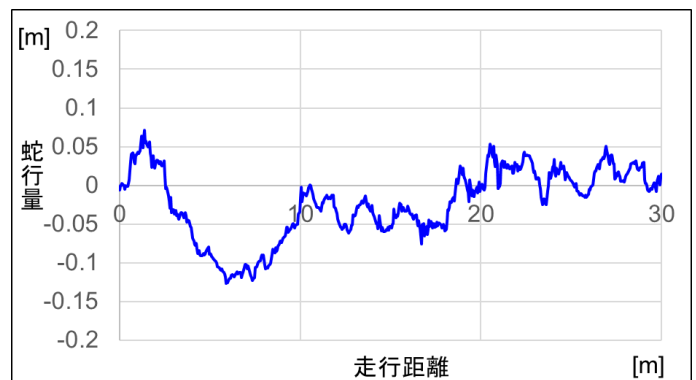


図-3 自動運転の蛇行量

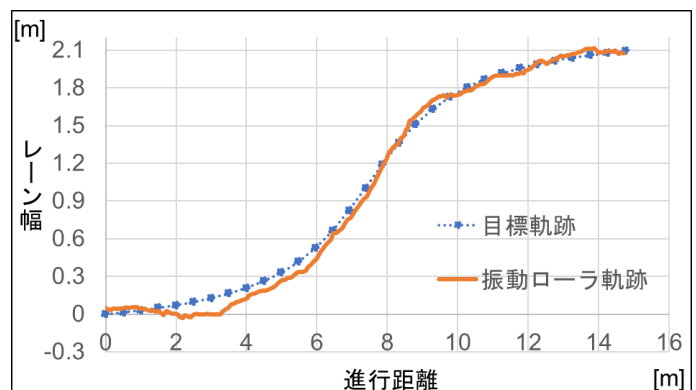


図-4 レーンチェンジ軌跡