

自動大型振動ローラの実施工導入に向けた開発

大成建設（株）土木本部機械部

正会員 ○佐野 和幸、正会員 中居 拓哉

佐藤 将、中村 凌

1. はじめに

建設機械の自動化は、人口減少が進むことによる人手不足対応や生産性向上、働き方改革を実現するため、建設現場で早期に望まれる技術の一つである。また国土交通省では、2022年3月に建設機械施工の普及に向け、業界・省庁横断的な議論を開始することとし、「建設機械施工の自動化・自律化協議会」の設立を発表した。自動化建機の実現場への導入に向けた取り組みが加速してきている。

本稿は、2013年より開発を続けてきた振動ローラを実際のダム現場において導入するために追加開発した内容を報告するものである。

2. 既存の振動ローラ制御システム

2.1 走行アルゴリズム

現在地から施工場所に進入する①進入路走行、同一レーンの始点から終点を転圧仕様に応じて所定の回数を往復走行し、計画路を外れた場合に修正する②転圧路走行、次レーンへの③車線変更である。

2.2 自己位置推定アルゴリズム

機体の方向と走行速度から自己位置を推定する慣性航法と追尾型トータルステーションを補助的に使用し自己位置を推定する。

3. 実施工導入に向けた追加システム

実施工に向けて追加した機能は以下の3点である。また実証に活用した振動ローラを図-1に示す。



図-1 自動化振動ローラ (SV900)

3.1 複数走行計画サポート機能の追加

既存の開発してきたシステムは一つの作業計画(4点で

キーワード：建設機械、自動化、協調制御、複数走行計画

連絡先：〒163-0606 東京都新宿区西新宿 1-25-1 新宿センタービル

大成建設（株）土木本部機械部 メカ・ロボティクス推進室 TEL 03-5381-5309

囲われた転圧領域)を施工するように設計していた。しかし実施工においては昼夜連続稼働もあり、複数の作業計画に対応する機能は必須であり、この機能を追加した。

3.2 自動走行制御システムについて

自動走行制御は車載アプリにて実行している。GNSS から取得した座標、方位をそのまま使用し、プリズム位置補正を実施しない方式に変更した。速度、ステアリング角度は速度エンコーダ、角度エンコーダを使用し走行制御した。

3.3 協調制御システムとの連携

今後、更なる生産性向上を図るためには、複数、別機種 of 自動化建機を協調制御しているシステムと連携をとる必要がある。今回は開発期間を短縮するため、協調制御用の情報追加や協調制御関係のポップアップ表示の追加など既存の振動ローラ制御システムの変更を最小限に留めることとした。

4. 実施、検証結果

4.1 複数走行計画サポート機能の実施、検証

設計開始時に課題となったのが1つの転圧領域を終了した後、次の転圧領域に移動する場合の処理である。移動する先の転圧領域の位置、方位などが任意とすると多様な移動方法が必要となるため、横方向の移動、縦方向の移動のみを想定し、且つ走行レーン毎の転圧回数を標準的仕様書に合わせて偶数回と限定した。偶数回に限定することで、転圧領域の施工終了時はいつも最終レーンの開始地点に戻ることになる。縦方向の移動イメージ図を図-2に示す。

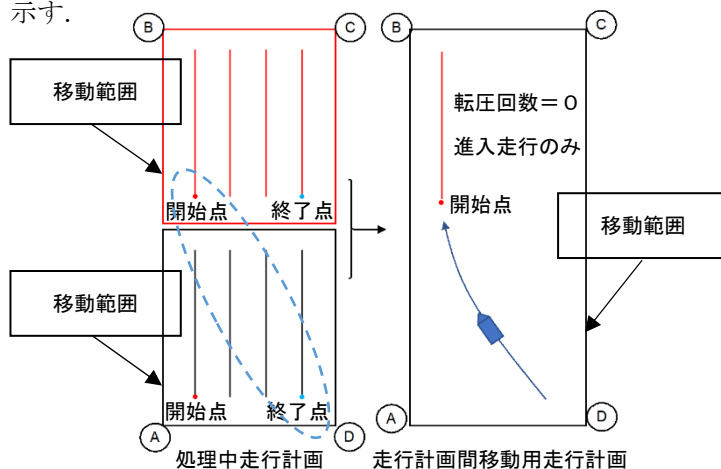


図-2 縦方向の移動イメージ

4.2 自動走行の実施、検証

振動ローラは、両輪が鉄輪、前輪のみが鉄輪などがあり、それぞれ締固め箇所が異なるため制御方法を変える必要がある。本開発に使用したタイプは前輪のみが鉄輪である。

本機種の前進時は、ステアリング角度を加味して補正位置を前輪の中心位置とすることとした。後進の場合は補正位置を後輪の中心位置としている。

(1) ずれ量による加算角度制御

本自動走行制御システムでは、走行線（走行レーン）に対する自車位置（GNSS 補正位置情報）の差をずれ量とし、自車体方位と走行線方位の角度差にずれ量により重み付けしたもの（加算角度）を考慮し制御方位としている。イメージ図を図-3 に示す。

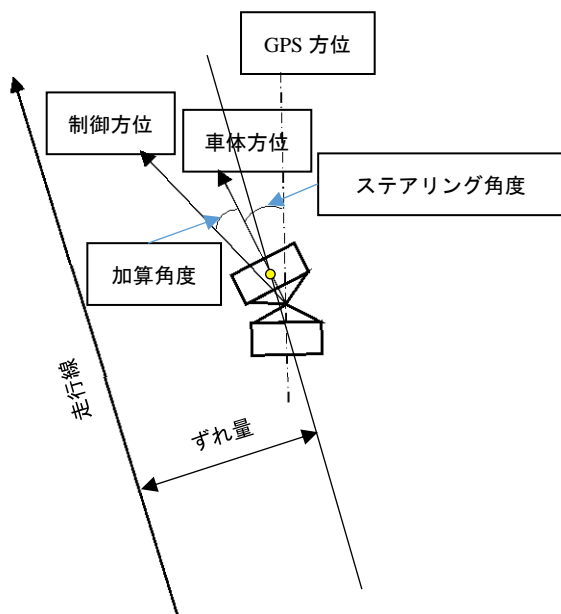


図-3 制御方位イメージ

(2) 安定走行時の未補正区間での問題

安定した走行中で「未補正」区間にずれ量が収まっている場合、ステアリング制御は実行しない（制御しないだけで、ステアリング角度はついている）ので安定した走行となる。

しかし、次第にずれ量が大きくなりこの「未補正」区間を外れた時点で車両の方位が走行レーンの方位に対して差が大きい場合に制御角が大きくなる場合がある。そうすると補正開始時の車体の挙動が大きくなり、一時的に蛇行する場合もある。

この対策として、ずれ量が「未補正」区間内でも走行レーン方位に対する車体方位のずれ角が或る値（補正開始ずれ角としてパラメータへ追加）を越えると補正を実行するよう変更した。現状はこの補正開始ずれ角を5度としている。この角度を小さくすると常に補正を行ってしまうので安定性に

欠け、このパラメータを可変とし現場状況に合わせて設定できるようにした。補正開始角度を追加した場合の走行イメージを図-4に示す。

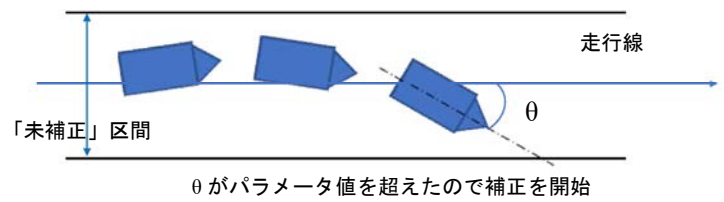


図-4 補正開始角度を追加した場合の走行

4.3 協調制御システムとの連携についての実証、検証

協調制御システムとの連携のための振動ローラ制御システムの変更は必要最小限にすることとしたが、振動ローラ制御システムから協調制御システムに対して詳細内容が報告できない事象が発生した。この対策のため応答エラーに関する詳細情報を追加し、発生した事象が分かるようシステムを改修した。また振動ローラホストシステムと協調制御中央制御部はネットワーク接続されており、物理的には有線接続である。接続 LAN ケーブルが抜けた場合などは異常処理として車両を停止させる必要があるため、安全性を考慮し 2~3 秒程度で切断検知し車両停止させるシステムに改修とした。

4. まとめ

開発してきた自動化建機を実施工へ導入するためにシステムの追加機能を開発、実験により検証することが出来た。自動化建機を活用した実施工は始まったばかりであり、今後継続して情報を取得し、システムへ反映することで、自動化建機の実施工導入の実施例になり、今後の建設機械の自動化推進に寄与できれば幸いである。

参考文献

- 1) 中居拓哉、若山真則、小森聡、田中真由子：自動化建機群の協調制御システム「T-iCraft®」の実証、土木学会第76回年次学術講演会
- 2) 片山三郎、青木浩章、阿部 祐規：自律制御型振動ローラ操作性・視認性向上のためのインターフェイス開発、土木学会第73回年次学術講演会
- 3) 片山 三郎、宮崎 裕道、石井 稔之：自律制御型振動ローラによる転圧作業の現場検証、土木学会第71回年次学術講演会
- 4) 宮崎 裕道、青木浩章、片山 三郎：次世代無人化施工システムの開発-自律制御による転圧作業-、報文