

路面転圧作業と締固め度管理の一貫した自動化の実証 ～国土交通省プロジェクトでの適用事例～

大成建設(株)技術センター生産技術開発部 ○正会員 市村 朋也, 正会員 後藤 洸一, 正会員 青木 浩章
大成ロテック(株)先進技術研究室 正会員 城本 政一, 正会員 佐々木 恵

1. はじめに

国土交通省の官民研究開発投資拡大プログラム(PRISM)で公募された「建設現場の生産性を向上する革新的技術の導入・活用に関するプロジェクト」において、筆者らは2020年度より5社コンソーシアムを組み2種類の提案を実施してきた。1つは転輪型RI計器により走行中に締固め度を連続自動計測する「T-iCompaction®」を自動化振動ローラ「T-iROBO® Roller」(図-1)に搭載することで自動走行と自動計測を同時に行い、クラウドにアップロードされた計測データを自動で帳票化する技術である。そしてもう1つは舗装工事において熱画像センサを用いた面的温度管理・帳票のクラウド上共有による品質管理技術である。これらの技術を組み合わせて道路工事の施工、品質管理の高度化・効率化を目指すものである。筆者らは2021年度の取組みとして、東北地方整備局発注の「玉川野田地区舗装工事」において、上記提案技術の実証実験を行った。本稿では道路工事に対して「T-iROBO Roller」による自動走行、自動計測を実施した成果について記す。



T-i Compaction®

図-1 転輪型 RI 計器搭載
自動化振動ローラ

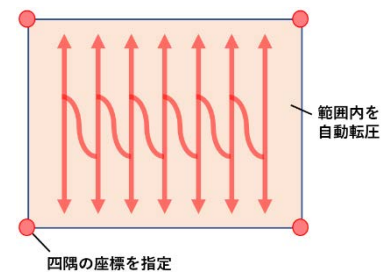


図-2 座標を指定する走行計画作成

2. 技術概要

「T-iROBO Roller」は地盤や路盤の指定した範囲において、自動的に転圧作業を行うことができる振動ローラである。転圧範囲や転圧回数等の条件及び制御関連のパラメータを設定して開始命令を与えるだけで、自動的に転圧走行を行うことができる。ここで自動走行を行うためには走行計画の作成が必要となる。図-2のように施工したい箇所の四隅の座標を指定した矩形の範囲とラップ幅、往復回数を設定し直線的に走行経路を作成する方法と、図-3のように道路線形的设计データである LandXML データより作成する方法がある²⁾。走行計画は必要通過点「waypoints」の座標値で記述され、自動化振動ローラはその waypoints に追従するように自動走行する。本取組は曲線を含む道路工事であるため後者を採用した。

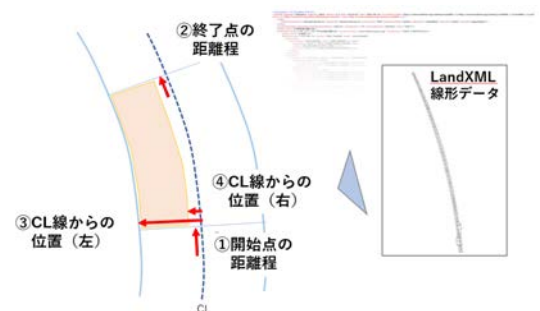


図-3 LandXML による走行計画作成

「T-iCompaction」は筆者らが開発した締固め度管理システムであり、振動ローラ等に搭載して走行しながらの計測が可能であり、計測結果は、時刻、計測点の座標、湿潤密度、含水量及び締固め度が CSV ファイルとして出力される。この計測結果は計測中にクラウドサーバに即時に LTE 回線を使ってアップロードされ、web 上で自動的に帳票へ加工して関係者間で共有できる。

キーワード DX, 生産性向上, 転輪型 RI 計器, 自動化振動ローラ, 自動走行, 自動計測

連絡先 〒245-0051 神奈川県横浜市戸塚区名瀬町 344-1 大成建設(株) 技術センター生産技術開発部 TEL045-814-7247

〒365-0027 埼玉県鴻巣市上谷 1456 大成ロテック(株) 生産技術本部機械部 TEL048-542-0121

3. 2021 年実施内容

本工事の一部区間(L=約 600m、幅員 5~8m)において、下層路盤工（材料：RC-40）の自動転圧と締固め度の自動計測を行った。実施範囲全体にわたって R=2,800(単曲線)、縦断勾配 3%、横断勾配 2%であった。この範囲において、延長約 50m を 1 区画とする、11 区画にて実施した。1 区画において幅員によってレーンが 2~3 本あって、1 レーン毎に転圧走行 2 回、計測走行 1 回とし、振動ローラは最端レーンの端部から自動制御を開始し、自動転圧作業と締固め度の自動計測を繰り返しながら指定した区画を連続施工した。振動ローラは、転圧時やレーン変更時の速度は 2 km/h、計測時は速度を 1km/h とした。これは計器と路面の密着性を安定させることや締固め度計測時間の確保、計器の損耗を防止するためである。自動走行の延べ施工面積は約 6,600m²であった。

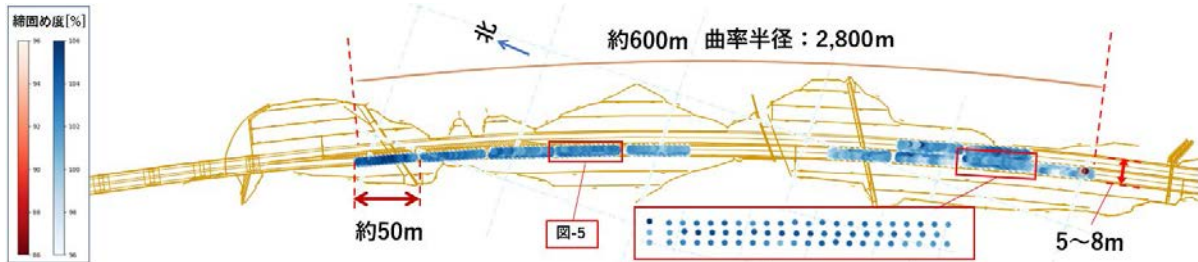


図-4 自動走行・計測結果

締固め度計測結果は図-4 のように計測点の座標毎に色分けして表示することができる。品質管理基準値以上を青、未満を赤として表示される。全区画で自動転圧、計測の一連の動作が正常に行われた。図-5 に自動走行結果の一部を示す。青色のプロットは実際に振動ローラが走行した座標、橙色のプロットは走行計画座標である。図-6 に図-5 の区間の走行計画に対しての車体の追従誤差を示す。追従誤差とは設定した走行計画の waypoints 間をつないだ線と GNSS により取得した振動ローラの座標の距離である。図-6 において追従誤差が 20cm 付近で推移しているが、急操舵による逸走と路面の損傷を防止するため、定常誤差 20cm を許容しているためである。他の 10 区画においても同様の傾向がみられた。施工区間の中に長大法面の区間があり、GNSS 電波が

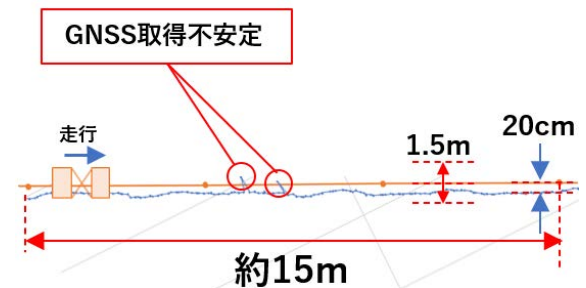


図-5 走行結果拡大図 (GNSS 軌跡)

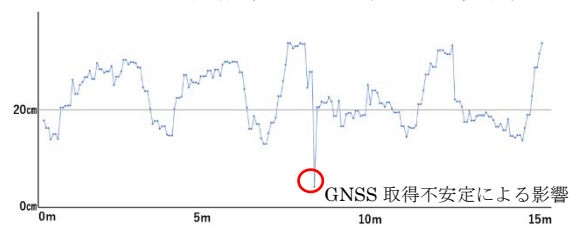


図-6 追従誤差

安定して取得できなかつたと思われる所があり、図-5 のデータからも読みとることができる。それを含めても全区画での追従誤差は平均で 23cm であった。今回縦断勾配 3%、横断勾配 2%の緩やかな斜面であったが、既往の見知では勾配のない曲線を自動走行した時の追従誤差は平均 20cm であり²⁾、勾配による極端な差は見られなかった。

4. まとめ

これまで造成工事では実証してきた振動ローラによる転圧走行と締固め度計測を今回道路工事において実施し、一連の作業の自動化が可能であることが確認できた。また道路工事では側溝や中央分離帯など構造物が存在するが、これらへの衝突や逸走がなく安定した走行が可能であることが確認できた。今後はさらなる精度向上と急曲線やより大きな縦横方向の勾配がある場合など複雑な現場条件への対応を行い生産性向上を目指していきたい。

参考文献

- 1) 佐々木 恵, 後藤 洗一, 池永 太一, 関川 祐市, 米重 士郎: 品質管理の高度化技術「T-iCompactionSM」の道路舗装工への適用, 土木学会第 76 回年次学術講演会, VI-511, 2021
- 2) 田村道生, 青木浩章, 後藤洗一, 越村聡介: 自動走行振動ローラ「T-iROBO[®] Roller」曲線自動走行の開発, 土木学会第 76 回年次学術講演会, VI-689, 2021