

散乱型 RI 密度水分計による非接触計測の実験

～自動走行振動ローラへの適用～

大成建設(株) 技術センター 先進技術開発部 ○正会員 青木 浩章, 正会員 片山 三郎
ソイルアンドロックエンジニアリング(株) 機械部 正会員 池永 太一
大成ロテック(株) 生産技術本部 機械部 越村 聡介

1. はじめに

筆者らが近年開発してきた「自律制御型振動ローラ」(写真-1)は、事前に施工条件を指定して開始命令を与えれば、自動転圧走行が可能である¹⁾。この技術は、建設機械運転手の負担軽減や担い手不足の対策として期待でき、生産性の向上にも資する技術である。また、筆者らは、自動化は作業だけでなく、計測等の品質管理も自動化できると、更に生産性向上が期待できると考えている。現在、(道路)土工事等の締固め度測定は、「砂置換法」や「透過型 RI(Radio Isotope)測定器」を使用して計測されている。締固まっている地盤に、放射線源を埋設するために、削孔作業等を実施しなくてはならないため、この作業は非常に時間と労力を要する。(写真-2)。こうした管理業務も、ICT を活用して省力化してゆくことも重要であると考えている。

一方、別の RI 測定法である、線源を地中に差し込むことなく測定が行える「散乱型」方式による計測器は、測定材料に対して動かしながら非接触で計測が可能である。前述した「自律制御型振動ローラ」にこの散乱型の RI 計測器を搭載すれば、非破壊で連続計測ができるため、転圧作業と事後計測の自動化が可能となり、振動ローラを使う作業の生産性が向上すると考えて開発を行っている。本編では、散乱型 RI を車載して非破壊にて地盤の密度計測するために実施した要素実験について述べる。

2. 透過型と散乱型について

図-1 に散乱型と透過型の RI 測定原理を示す。散乱型は、地表面の凹凸によってデータが不安定になる傾向がある上、光電子増倍管を用いた高電圧・大型の測定機器で計測範囲が 10cm 程度と狭かったため、非破壊検査が可能であるメリットがありながら、建設工事用途としては一般的ではなかった。逆に、透過型は放射線源を埋設する手間が発生するが、データの信頼性・安定性に長けるため、工事現場で広く活用されてきた。近年、散乱型の構成装置の 1 つである光電子増倍管



写真-1 自律制御型振動ローラ



写真-2 透過型 RI 計測状況

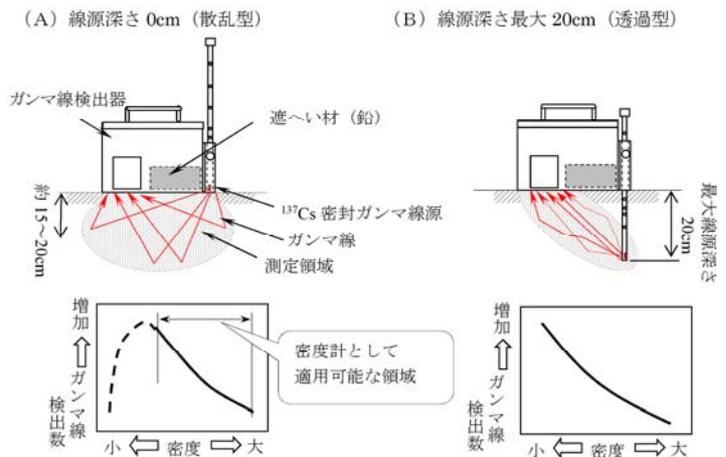


図-1 RI 計測原理 (散乱型と透過型)

安定性に長けるため、工事現場で広く活用されてきた。近年、散乱型の構成装置の 1 つである光電子増倍管

キーワード i-Construction, 生産性向上, 散乱型 RI, 自律制御振動ローラ, 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) 技術センター先進技術開発部 TEL045-814-7247

〒561-0834 大阪府豊中市庄内栄町 2-21-1 ソイルアンドロックエンジニアリング(株) 機械部 TEL06-6331-6031

〒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

は、半導体素子に置換され、装置自体を小型化できるようになっており、本件のように車両に搭載することも検討できるようになっている。散乱型の測定で影響が大きい地表面の凹凸については、にローラで転圧した直後の材料であれば、密実で平坦である可能性が高い。また、計器類をある程度重量があり、滑走可能な構造を持つ鉄板等に搭載して滑走すれば、測定精度に影響があるとされる測定面の凹凸を解消しながら連続計測する事が期待できると考えて、図-2 に示すようなそり状の滑走用鉄板に測定装置を載せて実験を行った。

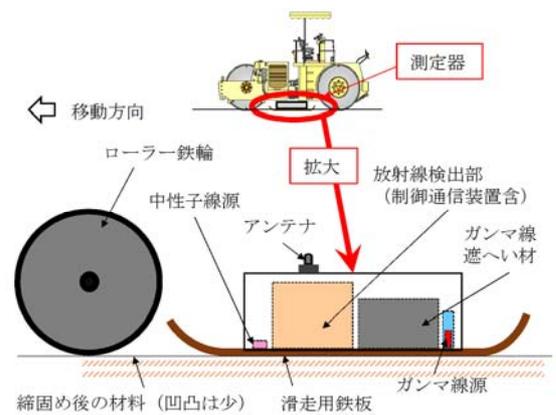


図-2 滑走型・散乱型 RI 測定器

3. 実験について

実験は、図-3 に示すように 4 種類 (M-40, RC-40, 山砂, 合材) で、合材以外は振動ローラで示す回数分締固めている。また、滑走用鉄板厚は 6mm で、実験エリア外からアスファルトフィニッシャーで牽引しながら測定した。牽引速度は、1, 5, 16 (m/min) の 3 ケースにて実施し、砂置換法にて計測したものを真値として計測の是非を検討した。その分速 5m 時の相関を図-4 に示す。山砂と合材については、比較的眞値に近い結果となった。RC-40 と M-30 については、前者に比べてばらつきが大きかった。元々表面の凹凸を解消する目的で鉄板を使って滑走させていたが、実際は表面の骨材を引きずってしまい、逆に表面を荒らしたことが、この要因の一つと考えられる。特に、転圧回数が少ない箇所ではその傾向が顕著であった。鉄板を滑走させるのであれば、地表面の凹凸を誘発しないような構造の考案が今後の課題である。速度については、早ければ早いほどデータがばらつく傾向があるが、今回の実験からは、分速 5m 程度までは計測できる可能性があると判断している。

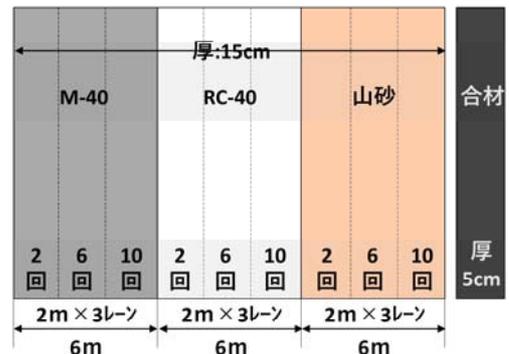


図-3 実験場の条件

4. まとめ

上記の結果から、非破壊にて地盤の密度計測を連続的に行う事が不可能ではないと考える。ただし、当初考えた「滑走鉄板を使う構造」では、計測し難い材料があることが判ったので滑走構造ではなく、タイヤのような回転構造のようなものにして地面に押し当てた方が、表面の凹凸の影響を抑えて計測ができる可能性が高いと考察する。回転構造とその材質や計測速度については、継続して実験を行いたいと考えており、まずは薄層の合材等への(ICT 舗装への)適用を目指し、将来的には土工事等で行われている 30cm 程度の層判定に(ICT 土工に)適用できるように開発を行う予定である。

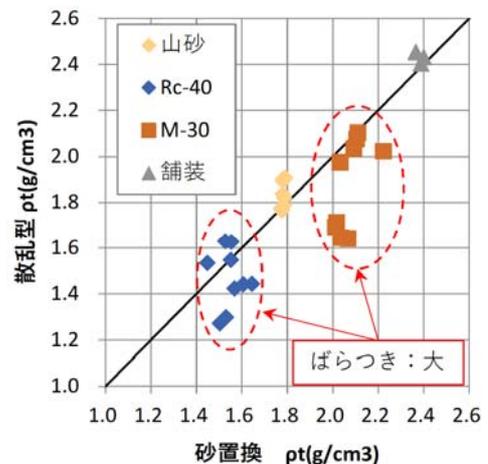


図-4 分速 5m の計測結果

参考文献

- 1) 青木浩章, 片山三郎, 阿部祐規: 自律制御型振動ローラ「T-iROBO Roller」の一般土工事における実証, 大成建設技術センター報第 50 号, No.07, 2017
- 2) 後藤政昭, 石井正紀, 井上恵介: 情報通信技術を活用した土工 (ICT 土工) への RI 測定器適用に関する一提案, 土木学会第 72 回年次学術講演会, VI-787, pp.1573-1574, 2017