

2025 年 11 月 11 日

株式会社竹中土木

土の密度や水分量を自動計測する「自動透過型 RI 計測ロボット」を開発 ～盛土工事の「締固め管理」を自動化し生産性向上。省人化率 14%の低減効果を確認～

株式会社竹中土木（本社：東京都江東区、取締役社長：竹中祥悟）は、施工管理の生産性向上を目的に、盛土工事において土を締め固める作業が適切に行われているかを確認し、管理する「締固め管理」を自動化する「自動透過型 RI 計測ロボット」（図 1）（以下、本計測ロボット）を開発しました。

現在、盛土工事の「締固め管理」は、RI（radioisotope：放射性同位元素）計器による密度試験※1）を人力で行っています。本試験ロボットは、人力作業で地面に穴をあけ、線源棒を地中に挿入し、透過してきた放射線の強度を検出することで、土の密度や水分量を迅速に計測するという一連の作業を、すべて自動計測することが可能です。

当社では本試験ロボットを、現在施工中の「（仮称）福岡苅田物流計画造成計画」（野村不動産株式会社発注）に適用し、従来の計測精度と同等での計測結果が得られるとともに、省人化率 14%の低減効果を確認するなどその有効性を確認しました。

本計測ロボットは、ロボットによる自動計測を実施することによって、施工管理の省人化および生産性向上を実現します。今後、盛土工事に適用し生産性向上および品質管理の高度化を目指します。



図 1. 自動透過型 RI 計測ロボット



図 2. 適用現場「（仮称）福岡苅田物流計画造成計画」

※1) RI（radioisotope：放射性同位元素）計器による密度試験

RI 計測器による密度試験は微弱な放射線を出す線源を用いて、土の中を透過するγ線、中性子線の量を計測することで土の密度および含水比を求める試験で、盛土の品質を管理する重要な業務です。

1. 開発の背景

盛土工事は、土を敷均し機械（ブルドーザーなど）用いて一定の高さで均一に敷き均し、その上を転圧機械（振動ローラー）で、規定回数締め固める作業を層ごとに繰り返し盛土構造物を構築します。盛土構造物の品質管理として、規定の締め固め密度で施工されているかを確認することが重要で、現場密度試験により土の密度管理を行うことが規定されています。試験方法として砂置換法と RI 計器による計測の二つがあり、砂置換法は単位体積重量が既知の砂を充填することで、掘り取った土の質量と体積を求め、密度を求める試験です。RI 計器による計測は、RI（radioisotope：放射性同位元素）が放出する放射線を利用して土の密度及び含水比を測定する方法です。

RI 計器による計測は砂置換法と比較して計測にかかる時間が短く、複数点計測（面的管理）が可能という特徴があり、盛土の締め固め管理に広く用いられています。RI 計器による計測は、短時間で面的な管理ができる反面、計測頻度が高く人力で地面に鉄ピンを打ち込むことで地面に穴を空け、鉄ピンを抜いた穴に線源棒を挿入して計測を行うため、労力が大きいという課題がありました。

2. システムの主な特徴

本計測ロボットは、人力での計測と同様に 1.計測場所への移動、2.計測穴の削孔、3.透過型 RI 試験機の線源棒挿入、4.密度計測の一連の流れを自動化しました。これまで人力で実施していた作業を、ロボット操作の軽作業のみで実現することができます。

① 従来計測方法と同等の計測精度

削孔径の最適化および線源棒を孔壁に設置する機構や、計測機が計測面の傾きに追従する機構を搭載することにより、計測精度を確保しました。従来の計測方法と誤差 $\pm 3.0\%$ 以内での計測精度で計測できることを確認しました。

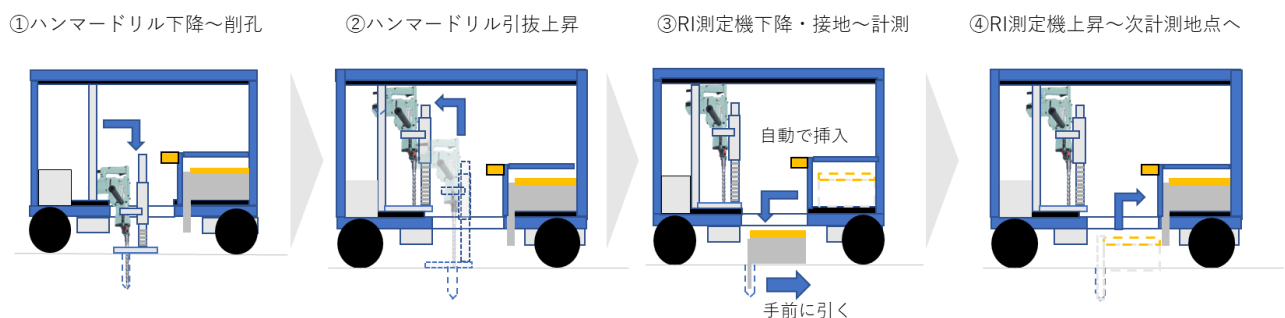


図 2. 計測フロー

② 品質施工管理の生産性の向上

自動透過型 RI 計測ロボットとでは、ピンを打設することや重量物を持ち運ぶ労力を削減できることから、生産性向上に寄与することができます。

3. 実施工による効果確認

施工面積約 29,000m²の造成現場において、約 250 点測定しました。従来の計測精度と同等での計測結果が得られるとともに、省人化率 14%の低減効果を確認できました。

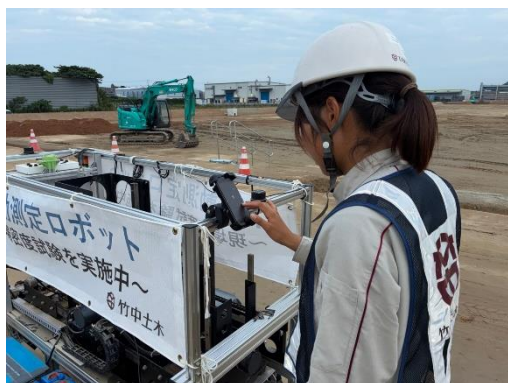


図 3. 現場計測状況

4. 今後の展開

今後は実施工での適用を推進し生産性向上を図ります。また、さらなる生産性向上をめざして自律走行技術の開発も進める予定です。

本計測ロボットが盛土工事における施工品質管理の高度化と、施工管理の生産性向上に貢献できるよう、引き続き技術開発に取り組んでまいります。

【本件に関するお問い合わせ先】

株式会社竹中土木

経営企画室広報グループ Tel:03-6810-6493

E-mail : koho1941@takenaka-doboku.co.jp