

非接触移動式 RI 測定器による盛土の品質管理手法の検討

ソイルアンドロックエンジニアリング(株) 正会員 ○後藤 政昭
 ソイルアンドロックエンジニアリング(株) 正会員 池永 太一
 ソイルアンドロックエンジニアリング(株) 石井 正紀 松浦 良信
 立命館大学 正会員 小林 泰三

1. はじめに

近年の少子高齢化社会の到来に伴い、労働人口の減少、生産性の低下が社会問題となっている。平成 28 年度より、建設分野では情報通信技術 (ICT) を全面的に活用することなどを示した i-Construction を推進する取り組みが開始された。そのうち、土工における ICT の全面的な活用 (以下、ICT 土工) に際して、盛土の品質管理は、従来の RI 法などの現場密度試験による土の密度や含水比などを点的に測定する品質規定方式に代わり、試験施工により決定したまき出し厚さや締固め回数を、ICT に対応した建設機械を用いて面的に管理する工法規定方式となっている。TS・GNSS を用いた盛土の締固め管理要領によると、施工前には目視や含水比確認による土質材料の確認が必要であり、適用条件を満たさない事象が確認された場合や、そもそも地形、立地条件が悪く、ICT の導入が困難な場合においては、従来通りの現場密度試験が必要とされる¹⁾。また、それ以前に土は鋼材などとは異なり、均質な性状を有している材料ではなく、土取場や採掘深度の違いなどによって性状が日々変化するのが一般的である。このような現状から、含水比、現場密度を迅速、かつ高精度に測定する RI 法の技術は今後も重要であると考えられる。筆者らは、削孔を不要とする RI 測定器を用いて盛土の密度および水分の分布を測定し、ICT 土工における品質管理を補完する品質管理手法を提案した²⁾。

本報告は、ICT 土工の導入現場にて新しく開発した非接触移動式 RI 測定器 (以下、移動式) の実証実験を行った結果について取りまとめたものである。

2. 移動式 RI 測定器の概要

現在、RI 法として盛土の締固め管理に用いられている RI 測定器は、事前に削孔した孔に深さ 20cm の位置に線源が封入された鋼棒を挿入し、地中から透過して地表まで到達する放射線を計測する「透過型」と呼ばれる測定方式である。この方式に対し、線源を地中に挿入することなく地表面に配置し、散乱して戻ってくる放射線を計測する「散乱型」と呼ばれる測定方式がある。測定深度がほぼ明確な透過型に対し、散乱型は、削孔が不要という利点はあるが、測定深度が不明瞭で土工現場での採用実績が乏しい。今回新しく開発した「移動式」は、散乱型を採用し、線源を含む散乱型を盛土表面から浮上させた状態で測定を行うことが可能である。図-1 に透過型、移動式 (散乱型) の概要図を、図-2 に移動式の写真を示す。

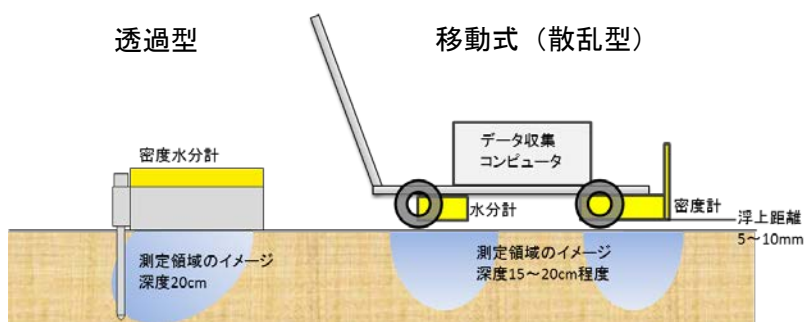


図-1 透過型、移動式 (散乱型) の概要図

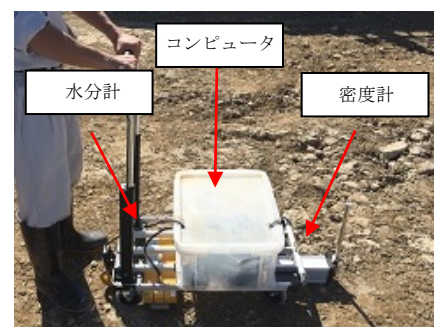


図-2 移動式写真

キーワード i-Construction, ICT, 情報化施工, 品質管理, RI, 非破壊, 自動化

連絡先 〒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) TEL. 06-6331-6031

3. 計測結果

本技術を含む様々な新技術の実証のために福井県大野市にて現場実験を行った。本実験のために 20m×30m×3 層の試験ヤードを準備した。試験ヤードと測定点について図-3 に示す。透過型 RI 測定器（以下、透過型）と散乱型 RI 測定器（以下、散乱型）で各層 24 点、移動式で各層前述の 9 点を含む移動測定を行った。既往の知見から不陸の影響を受けることが予想されたため、散乱型と移動式は、転圧後の測定のみ実施した。

透過型を基準とした相関図について図-4 に示す。残念ながら 1 層目は、悪天候のため途中で計測中止となった。移動式のデータは、各測定点を中心とした 20cm の測定データの平均値を採用した。ややバラつきが多い傾向が見られるのは、本実験に使用した盛土材料が一般に RI 計器で測定するには不向きとされる粒径 300mm 程度のレキを含む土質材料であった要因が大きい³⁾。散乱型、移動式の湿潤密度が透過型より全体的にやや高いのは、散乱型の測定深度が透過型より浅いため、転圧によって締固まった盛土表層部分をより多く評価したためと考えられる。散乱型、移動式の含水比が透過型より高めにしている点があるのは、散乱型ではあまり感知しないが透過型では感知する深度 10～20cm 付近にレキが存在することが原因と考えられる。

一例として、図-5 に移動式 3 層目乾燥密度のカラーマップを示す。青いデータが無いことから締固め効果は良好と判断できる。赤い測定箇所は最大乾燥密度を超えているため、表層付近にレキや不陸が存在していると考えられる。

4. まとめ

ICT 土工における品質管理を補完するために新しく開発した移動式で現場実証を行った結果、既存の散乱型と同程度の精度で面的な計測結果を得る可能性があることが明らかとなった。本実験では特に問題とはならなかったが、盛土表面の不陸の影響軽減が今後の課題である。削孔不要という利点を活かし、将来はバックホウや転圧重機に移動式を搭載することで品質管理データの自動化と、位置情報に現場密度と含水比を紐付けし、施工時における異常検知や、施工後の維持管理への活用が期待される。

謝辞

本報告は、国土交通省近畿地方整備局の新都市社会技術融合創造研究会における産学官プロジェクトのひとつである「3次元データ活用に関する研究」で行った成果の一部を発表するものである。国土防災技術(株)、福井コンピュータ(株)、五大開発(株)、前田工繊(株)、近畿地方整備局との共同研究によるものであり、実証実験には、(株)坪内建設、(株)東京測器研究所をはじめ、多くの関係者に協力を頂いた。ここに記して感謝の意を表す。

参考文献

- 1) 国土交通省：TS・GNSS を用いた盛土の締固め管理要領
- 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
- 3) （旧）建設省：RI 計器を用いた盛土の締固め管理要領（案）

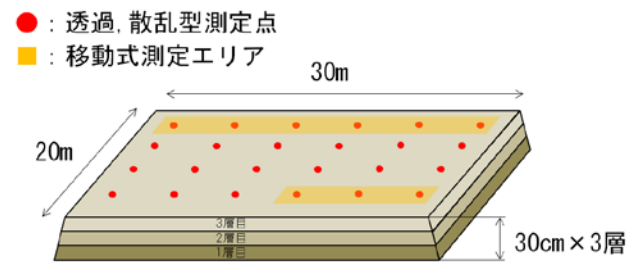


図-3 試験ヤードと測定点

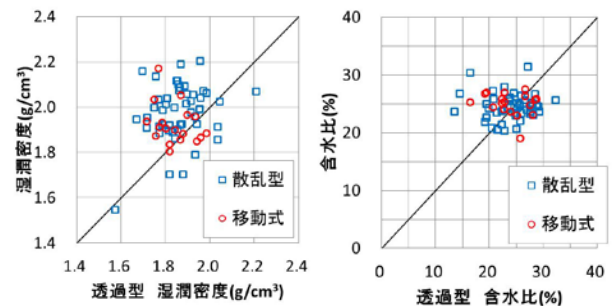


図-4 相関図（湿潤密度，含水比）

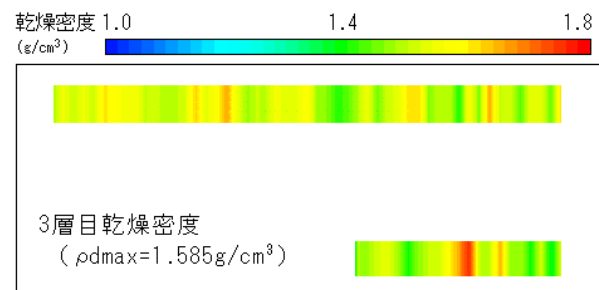


図-5 移動式 3 層目乾燥密度のカラーマップ