

## 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

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) 石井正紀 井上恵介

### 1. はじめに

現在、我が国では、少子高齢化社会の到来に伴って生産年齢人口が減少しつつあり、建設分野においても、生産性の低下は解決しなければならない喫緊の課題であるといえる。このような背景の下、国土交通省では、近年目覚ましい発展を示す情報通信技術（以降、ICT と記す）を全面的に活用することなどを示した新しい取り組み、i-Construction の推進を行っている。i-Construction は、建設現場における一人一人の生産性を向上させ、企業の経営環境を改善し、建設現場に携わる人の賃金の水準向上を図るとともに工事の安全性確保を推進していくことを目標としている<sup>1)</sup>。

本稿では、i-Construction のうち、土工における ICT の全面的な活用（以降、ICT 土工と記す）に際して、特に品質管理の現状と今後の取り組みに関する一提案について述べる。

### 2. ICT 土工における品質管理の現状

ICT 土工における盛土の品質管理（締固め管理）は、従来の RI 法などの現場密度試験による締固めた土の密度や含水比等を点的に測定する品質規定方式に代わり、施工前に行われる試験盛土により決定したまき出し厚さや締固め回数を TS・GNSS を用いて面的に管理する工法規定方式となっている。この工法規定方式による盛土の品質管理では、従来の品質管理方式において実施されていた品質管理試験の省略や締固め状況の早期把握等による工期短縮などが期待できる。

しかしながら、「土」という材料は、施工の良否はもとより、それ自体の性状（含水比や粒度分布等）により品質が大きく左右される材料である。ICT 土工における品質管理（TS・GNSS を用いた盛土の締固め管理要領）では、施工前に目視による色合いや触土による性状確認、RI 法や電子レンジ法等による含水比測定を行い、事前に実施した土質試験と同じ材料（土）であるかを確認・判断することとなっている。しかし、その判断は熟練した技術者の経験と知識が必要であり、ましてや施工される大量の土を対象として前述したような目視確認や含水比試験を全量実施することは実質不可能であると考えられる。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、土取場や掘削深度によって性状が異なるのが一般的である。

このようなことから、筆者らは ICT 土工における品質管理について、前述した施工前、施工中の管理に加えて、さらに何らかの方法で品質の確認を行うことがさらなる品質の向上に繋がるのではないかと考える。ただし、その方法は労力と時間が掛かる従来の現場密度試験などとは異なり、ICT を活用した省力でスピーディー、かつ高精度な方法でなければならないと考える。次章では、ICT 土工における品質管理に関して、筆者らが考える更なる品質向上に繋がるための品質管理方法について述べる。

### 3. 品質管理方法の一提案

筆者らが提案する品質管理方法とは、改良型の 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て ICT 土工における品質管理を補完するものである。

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、いわゆる表面透過型と呼ばれる測定方式であり、先端部に放射線源が組み込まれた鋼棒を地中 20～30cm の深さにまで挿し込み、地中から盛土材料を透過して地表に達する放射線を地表に設置した放射線検出器で検出して、放射線の検出数を土の密度および水分に換算するものである。この方式の場合、測定の精度は高いものの、上述の放射線源が装着された鋼棒を挿し込むための孔を削孔する作業が必須であり、迅速かつ連続的な測定を行うことは困難であると考えられる。

キーワード i-Construction, 品質管理, 情報化施工, 含水比, RI 測定器, 締固め度

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) TEL06-6331-6031

筆者らが提案する方法は、線源を地中に挿し込むことなく測定が行える「散乱型」と呼ばれる方式をベースとし、測定器を盛土面から浮上させた状態で測定を行うことにより、測定器を測定対象面上で動かしながら測定する方法である。線源を地中に挿し込む必要がなく、完全非破壊の測定が可能である。

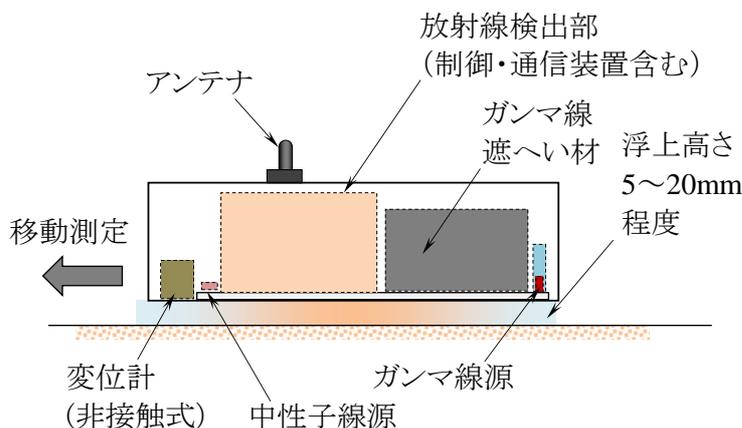


図-1 散乱型 RI 測定器 イメージ

図-1 に本提案で適用する散乱型の RI 測定器のイメージを示す。測定器は放射線源、放射線検出部、ガンマ線遮へい材、制御および無線装置等で構成される。この測定器を重機やバギー

等の車両に取り付ける、あるいは測定器を搭載したトレーラーを牽引させ、GPS およびジャイロ等で測位しながら移動測定を行う。移動しながら測定を行うため、施工を中断することなく、スピーディーな測定ができる。測定データはリアルタイムでの無線伝送を前提としている。本器の測定対象は転圧エリア全域が対象となるため、測定データを図-2 に示すようなコンター図として出力することによって、盛土表層部の密度および水分の分布を一目で把握することができる。測定データの活用方法としては、締固めが不十分なエリアがあれば、必要に応じて透過型の RI 測定器の測定を行って転圧不足や材料の差異などの範囲を限定した上で再転圧等の処置を講じるといったことが考えられる。

4. 課題

本稿で提案した方法で用いる散乱型 RI 測定器は、現段階では土工への適用実績に乏しく、実現するためにはいくつかの課題を解決する必要がある。例えば、測定影響範囲が地表面からせいぜい深さ 10cm 程度までであることから、ブルドーザ転圧などで表面が乱された盛土の場合、現行の透過型の RI 測定器と比べたときに測定値が異なることが懸念される。また、測定結果が、測定面の不陸（凹凸）の影響を受けやすいことも課題である<sup>2)</sup>。これらの課題については、測定面を整形することに加えて、現在、非接触方式の変位計を用いて測定器直下の不陸を数値化し、不陸の状況に応じた測定値の補正を行う方法についての研究を行っている。さらに、測定時の移動速度が測定精度と密接に関連するため、移動速度も重要な検討課題である。

このように現時点ではいくつかの課題があるものの、完全非破壊で連続的な測定が可能であるというメリットは非常に大きく、現状の ICT 土工における品質管理を補完できるものと考えられる。本提案が盛土品質のさらなる向上に貢献できると信じ、開発を進める所存である。

参考文献

- 1) 国土交通省：i-Construction ～建設現場の生産性向上の取り組みについて～, 2015.12.
- 2) 中場博喜：土の締固め管理のための非破壊試験法(その 12)―地盤の不陸が RI 法に及ぼす影響について―, 第 27 回土質工学 研究発表会, 1992.6.

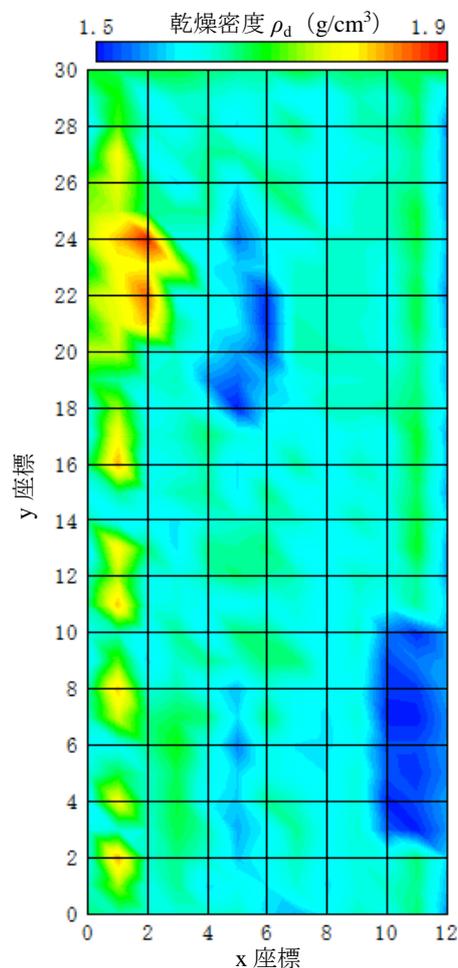


図-2 測定結果 イメージ