

測位機能を搭載した汎用型 RI 密度水分計の活用 ～締固め度計測システムの高度化～

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
 ソイルアンドロックエンジニアリング(株) 機械部 塩見 篤志
 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
 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

国土交通省が提唱する「i-Construction（以下、i-Con）」に基づき、工事現場では ICT（情報通信技術）を活用した技術による生産性の向上等が望まれている。土工事等で締固め度計測を行う際に活用する「RI(Radio-Isotope)密度水分計」は、現行では、現地計測のデータがレシート用紙に印字された「紙面」として出力される。現地作業後、現場技術者はレシート用紙に記載される数値を見ながら一覧表を作成したり、CAD 図等を用いて測定場所のマップを作成する等の事後作業を行っている。事後作業は、現場技術者の手間（勤務時間）を増加させる要因になり、生産性を妨げる要素となっている（写真-1、図-1）。こうした要素を ICT 技術を活用して見直すことは、i-Con の命題である。

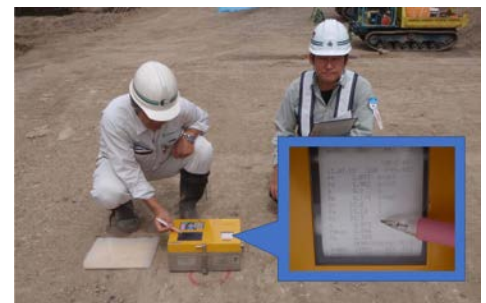


写真-1 従来の RI 締固め度管理
(現場)

小型の GNSS 測位計が装備されたカメラは、写真データに緯度経度情報（ジオタグ）が追加され、地図サービス画面上に撮影位置が表示される機能（マッピング）を有する。これと同様に、RI 密度水分計に小型の GNSS 測位計を搭載し、RI 計測データにジオタグを付加してマッピングできるシステムを開発した。土工等の締固め管理に資するツールと目している。



図-1 従来の RI 締固め度管理
(帳票等のイメージ)

2. GNSS 測位計の仕様について

汎用型 RI 密度水分計に、下記仕様の 1 周波 GNSS 測位計を搭載した（写真-2）。測定データは、Wi-Fi によって通信し専用アプリケーションによって定型出力・閲覧が可能なものとした。

GNSS モジュール：u-blox/NEO-M8N

チャンネル数：72

受信信号：GPS, GLONASS, Galileo, BeiDou, QZSS, SBAS

起動時間：3 秒/26 秒（ホットスタート/コールドスタート）

位置精度：水平 2m

処理部：W34.5mm×D32.5mm×H90mm, 30g（仮値）

アンテナ：φ66.5mm×H47.5mm, 150g, -40db



写真-2 測位機能搭載 RI 密度水分計

キーワード i-Construction, RI 密度水分計, GNSS, 生産性向上, ジオタグ

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) 機械部 TEL06-6331-6031
 〒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
 〒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. 出力データと精度検証について

写真-2 に示す測位機能搭載 RI 密度水分計の計測を，写真-3 のように仮設したヤードにおいて 27 点実施した．ヤードの周囲に特に高い建物等は存在せず，GNSS 測位に厳しい環境では無かった．密度計測は 1 分間で行う事とし，測位中は GNSS 測位精度に影響が出ないように作業者が近づかないように配慮しながら計測を実施した．終了後には，RI 計測で用いた線源棒挿入跡（計測箇所）をトータルステーション（TS）によって通常測量を実施して GNSS による測位値と比較した．

図-2 に測位地点の GNSS の 1 分間計測時の変遷データを示す（データ数は 60，中心は TS による計測値でこれを真値と考えた）．変遷データは真値付近において，時折方向を変えながら移動する傾向が見られる．また，図-2 には 3 種類の計算方法で変遷データを処理した結果例を併せて示した．測定開始直後 10 秒間，測定終了直前 10 秒間は測定者の影響が生じた可能性があるため，計算処理から除外した．残った 40 秒間のデータに対して，最終データ，全て平均処理を行ったデータ，DGPS の測位補正が有効となったデータのみを平均処理したデータとした．

表-1 に全 27 点の GNSS 測位精度の平均値と標準偏差を示す．最終データと比較すると，平均処理を行ったデータの方が小さい平面距離差が得られた．どの瞬間に真値に近づくかはその瞬間の衛星条件に依存するため，平均処理を行った方が，誤差が小さくなると考えられる．DGPS の測位補正の有無による明確な差は生じなかった．いずれの計算方法においても，RI 計測に合わせた 1 分間の測定時間で，GNSS モジュール公称の水平測位精度 2m を下回る良好な結果を得ることができた．

4. まとめ

将来的には図-3 のように，モバイルネットワークを活用して GNSS 補正データを受信し(VRS 方式)，更に現地計測の結果をデータクラウド上に送信することを計画している．これにより，現在手作業で実施している，データの一覧表や測定毎の詳細データ（現在のレシート）の整理，測定位置のマッピング図等が，後作業無く定型で自動出力・閲覧が可能となり，締固め度の施工管理については従来よりも生産性が向上するものと思われる¹⁾．

また，VRS 方式によって補正データを受信できれば，平面位置だけでなく，30cm 程度で巻き出した高さ方向の「層の判別」も可能となり，一層の生産性寄与に資するものとする．

参考文献

1) 青木ら：サーフェイスモデルを利用した盛土の施工管理システムの開発，土木学会第 69 回年次学術講演会，VI-229，pp.457-458，2014



写真-3 GNSS 搭載 RI 計測の精度検証

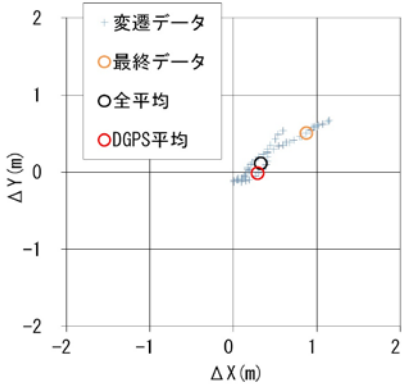


図-2 1分間のGNSS測位変遷

表-1 GNSS 測位精度の比較結果

真値との平面距離差	最終データ	全平均	DGPS平均
平均値 (m)	1.852	1.750	1.752
標準偏差 (m)	0.895	1.013	1.016

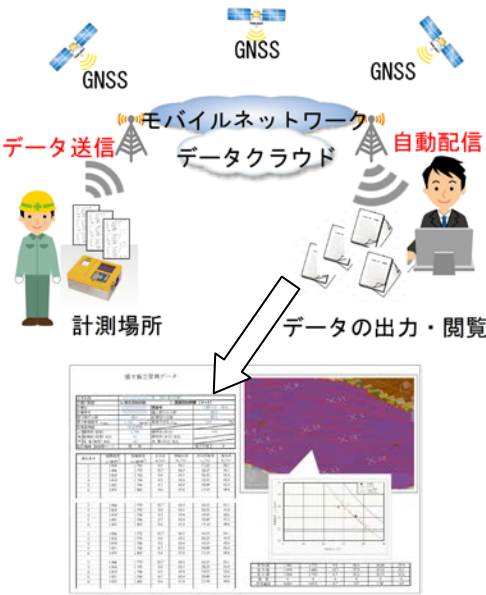


図-3 将来のシステム図・帳票例