

電磁波を利用した土の現場密度試験の適用性について —砂質土における実験結果—

(独) 土木研究所 正会員 ○橋本 毅

(独) 土木研究所 正会員 茂木 正晴

(独) 土木研究所 正会員 藤野 健一

西尾レントオール (株) 山口 秀樹

1. はじめに

盛土の締固めにおける品質管理は、現場密度試験によって土の乾燥密度を測定し、土の締固め試験 (JIS A1210) より得られる最大乾燥密度との比 (締固め度) を用いて行われるのが一般的である。主な現場密度試験法には砂置換法 (JIS A 1214)、水置換法 (JGS 1612)、コアカッター法 (JGS 1613)、RI 法 (JGS 1614) 等があるが、RI 法以外は含水比測定に約 1 日要するため、乾燥密度を得るのが測定から約 1 日後となり即日性に劣るという欠点がある。

一方、RI 法は約 1~2 分程度で乾燥密度を得ることができるが、放射線を使用しており届け出が必要であることと、機器が非常に高価であることが普及上の課題となっている。これらに対し近年、比較的安価な電磁波を利用した新しい現場密度試験法が提案されている。この方法は RI 法と同様に非破壊試験法であり測定時間も 1 カ所当たり約 2 分程度と即日性に優れているのみならず、放射線を使用していないため安全であり届け出が必要ないといった利点がある。

本稿では、この電磁波を利用した現場密度試験法の適用性を把握することを目的とした、コアカッター法との比較実験結果について報告する。

試験項目	物理特性値
土粒子密度 ρ_s (g/cm ³)	2.665
細粒分含有率 F_c (%)	14.9
最大乾燥密度 ρ_{dmax} (g/cm ³)	1.633
最適含水比 w_{opt} (%)	17.6
地盤材料の工学的分類	細粒分質砂 (SF)

2. 実験概要

2. 1. 実験概要

本実験は土木研究所土工実験施設内の実験ピット(幅 5m, 長さ 44.8m, 深さ 5m)を使用した。まず山砂を用いてピット底面より高さ 2.8m まで十分に締固められた基礎地盤をピット内に製作し、その上に表-1 に示す実験材料を仕上がり厚さ 300mm になるよう盛り立てて実験フィールドを製作した。そしてその実験フィールド上を、表-2 に示す締固め機械にて 16 回 (8 往復) 締固めを行い、0, 2, 4, 6, 8, 12, 16 の各締固め回数時の密度と含水比を 2. 2. に示す密度試験法で測定した。実験パターンは、含水比 2 種類 (16%, 17%), 締固め機械 4 種類 (タイヤローラ, 9ton 級振動ローラ, 11ton 級振動ローラ振動有, 11ton 級振動ローラ振動無) の計 8 パターンとした。

使用締固め機械	機械仕様
タイヤローラ	11t 級 (CP210)
振動ローラ	9t 級 (BW141) 起振力 155KN(前輪) 11t 級 (SV512D) 起振力 226KN



2. 2. 密度試験法

(1) コアカッター法

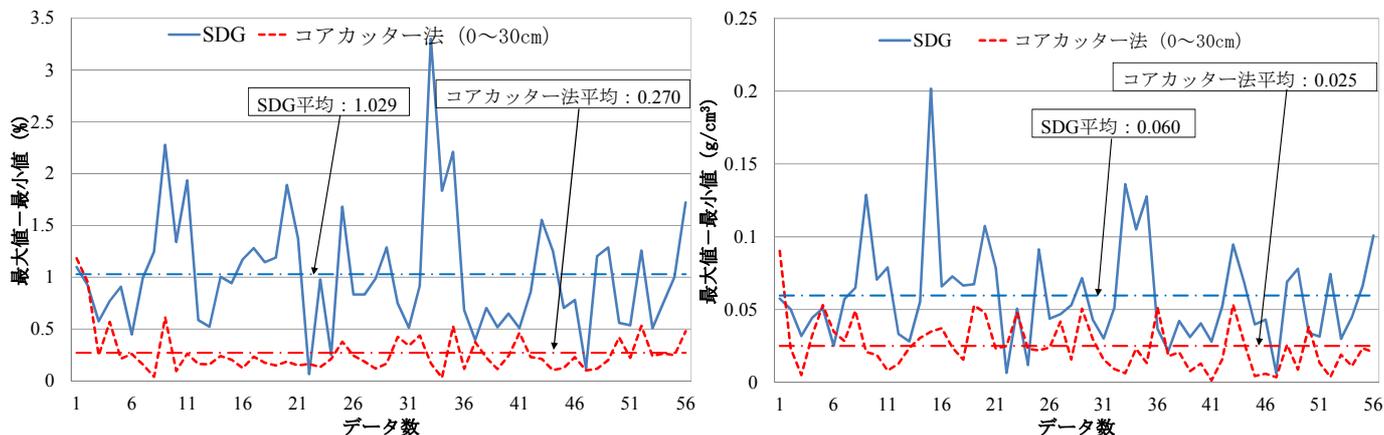
写真-1 に示す内径 100mm, 高さ 100mm の円筒形コアサンプラーを用い密度と含水比を測定した。測定点は、0, 2, 4, 6, 8, 12, 16 の各締固め回数時にそれぞれ 3 点ずつ設定し、測定点毎に深さ 0~100mm, 深さ 100~200mm, 深さ 200~300mm の 3 サンプルを採取し測定した。



(2) 電磁波を利用した試験法

写真-2 に示す、TRANSTECH SYSTEMS 社製 Soil Density Gauge(以下 SDG) を使用し密度と含水比を測定した。本機器は電磁波を用いて地盤の静電容量を計測することにより表面から 300mm 深さまでの地盤の湿潤密度と

キーワード 盛土, 締固め, 品質管理, RI 法, 電磁波, SDG
連絡先 〒305-8516 茨城県つくば市南原 1-6 (独) 土木研究所 先端技術チーム TEL 029-879-6757

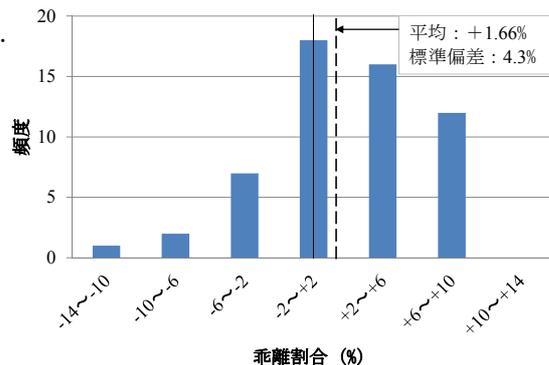


含水比を測定するものであり、1箇所を約2分程度で測定できる。測定点は、0、2、4、6、8、12、16の各締固め回数時にそれぞれ3点ずつ（コアカッター法の測定点とは異なる）設定した。

3. 実験結果

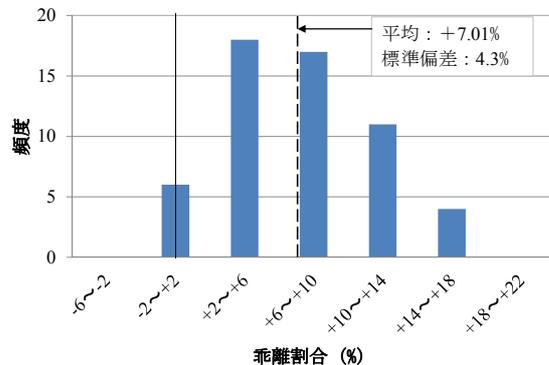
3. 1. 同一締固め回数でのデータのばらつき

同一締固め回数にて測定した3点のデータの最大値と最小値の差を図-1、2に示す（0～30cm）。データ数は「実験パターン8パターン」×「測定締固め回数7種類」の56個となる。図-1、2によると、含水比、湿潤密度ともに同一締固め回数におけるデータのばらつきは、コアカッター法による測定結果よりSDGによる測定結果の方が大きいことがわかる。



3. 2. SDGによる測定値とコアカッター法による測定値の乖離

同一締固め回数にて測定した3点のデータを平均したSDGの測定値と、同様に平均したコアカッター法の測定値との差のコアカッター法の測定値に対する割合（乖離割合）を、度数分布で示したものを図-3、4に示す。乖離割合が0に近いほどSDG測定値とコアカッター法測定値が同等の値を示していることになる。図-3より、SDGによる含水比測定値とコアカッター法による含水比測定値は概ね同等の値を示しており、ばらつきの標準偏差は4.3%となっていることがわかる。



また図-4より、SDGによる湿潤密度測定値は、コアカッター法による湿潤密度測定値より若干高い値となっており、標準偏差は含水比と同じく4.3%となっていることがわかる。

4. まとめ及び今後の取り組み

砂質土を用いて、電磁波を利用した新しい現場密度試験法（SDG）とコアカッター法にて得られた測定値の関係を調査した結果、以下の結果が得られた。

- ① 同一条件におけるデータのばらつきは、コアカッター法による測定結果よりSDGによる測定結果の方が大きい。
- ② SDGによる含水比測定値とコアカッター法による含水比測定値は概ね同等の値を示しており、SDG測定値のコアカッター法測定値に対するばらつきの標準偏差は4.3%となっている。
- ③ SDGによる乾燥密度測定値は、コアカッター法による乾燥密度測定値より若干高い値が表示されており、SDG測定値のコアカッター法測定値に対するばらつきの標準偏差は含水比と同じく4.3%となっている。

上記の結果は1種類の土質を用いた結果である。今後は、さらに多数のデータを取得しばらつきについて検討するとともに、他の材料を用いた実験でも同様の結果が得られるか調査を行いたい。また、今回は1箇所の測定値を得るために近傍5箇所の測定値を平均する機能（SDGのデフォルト機能）を使用、オフセット機能は使用しないで実験を行ったが、今後これら機能の有効性についても検討を行いたい。