

攪拌翼取付け型比抵抗センサーを用いた深層混合処理施工の品質管理について

株式会社不動テトラ 正会員 ○白鳥 翔太郎
 株式会社不動テトラ 正会員 山口 博久
 株式会社不動テトラ 榎田 実
 株式会社不動テトラ 福島 宏明

1. はじめに

深層混合処理工法の施工において、改良体の強度が目標値を満足しているかは、改良体から採取した試料を用いた一軸圧縮試験により確認する。採取や試験は、造成日より数日後になるため、造成直後に土壌とセメントスラリーとの混合攪拌状態の良否を判断することができない。そこで、造成中に改良体の混合攪拌状態を検出して速やかに施工仕様の妥当性の確認と改善に繋げることを目的として『攪拌翼取付け型比抵抗センサー』を開発した。本報告では、その概要と現場適用実験の結果を報告する。

2. 攪拌翼取付け型比抵抗センサーの概要

攪拌翼取付け型比抵抗センサーを適用したイメージを図-1に示す。引抜時に土壌と接触する攪拌翼面に小型の比抵抗センサーを取り付ける。一定時間間隔毎に比抵抗を測定し、内蔵したデータロガーに記録を蓄積する。造成完了時点で、運転席の管理モニタに比抵抗の深度分布を表示させ、混合攪拌状態を確認する。混合攪拌の不良箇所があれば直ちに再攪拌を行うことが可能となる。

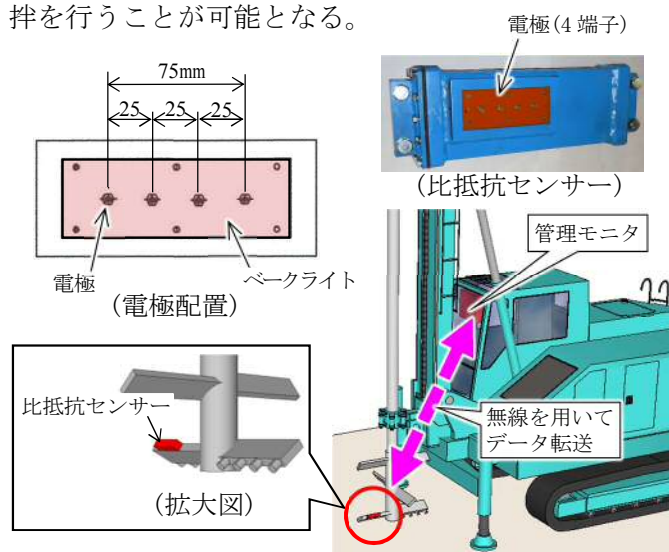


図-1 攪拌翼取付け型比抵抗センサーの概念

3. 比抵抗センサーの測定法と校正

比抵抗の測定法には、2極法と4極法があり、それぞれ計測した抵抗に電極配置を考慮した換算係数を乗じて比抵抗を求める。本報告では、比抵抗値が既知の塩水を用いて校正を実施し、比抵抗センサーの換算係数を求めた(図-2)。図-2(b)には、ウエンナー法¹⁾による換算係数を併せて示すが、溶液を用いた係数と近似している。

攪拌翼取付け型比抵抗センサーの場合では、土中を電極が移動しながら測定するため、電極の汚れや分極現象が発生しにくいことから、4極法と2極法のどちらでも適用可能と考えている。

比抵抗センサーの感知範囲は、水槽実験により確認した結果、両端電極間の距離(7.5cm)の2倍の15cm程度であった。また、土壌等の温度による比抵抗の変化は、25℃を基準として、1℃の上昇で2～3%程度の低下であった。

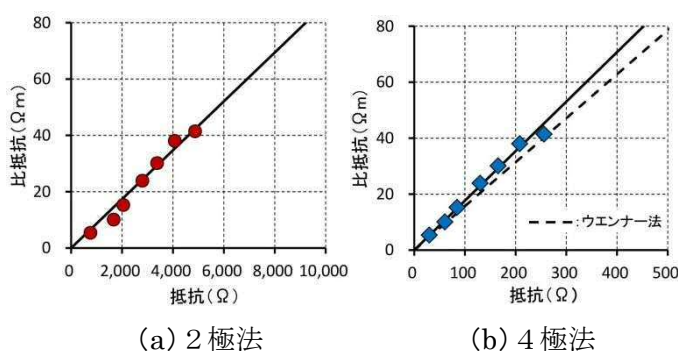


図-2 抵抗と比抵抗の関係

4. 室内混合攪拌実験

改良体の混合攪拌状態が、比抵抗を用いて評価が可能であることを室内実験により確認した。

(1) 添加量と比抵抗の関係

セメントスラリーの添加量と比抵抗の関係を図-3に示す。比抵抗は、添加量の増加にしたがって低下

することが分かる。比抵抗の変化は、低添加量の場合に顕著であり、セメントスラリーの混合不良の把握に適している。

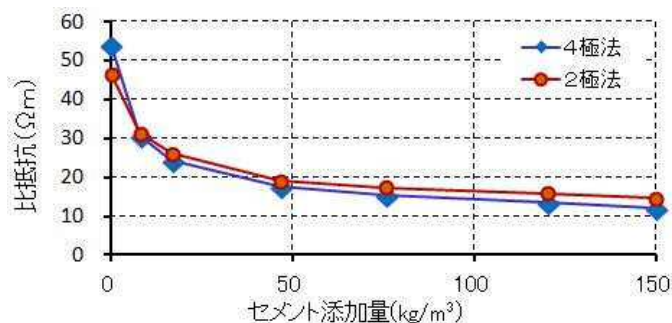


図-3 セメントスラリーの添加量と比抵抗の関係

(2) 混合状態と比抵抗の関係

土壌とセメントスラリーの境界が比抵抗センサーの電極間となるような試料を作製し、測定された比抵抗を比較した(図-4)。4極法の測定値は、中間電極(M、N)の間の物質でほぼ決定される。そのため、両端電極(A、B)の間の物質の影響は4極法で強く出るが、2極法では弱い。したがって、4極法と2極法を組み合わせることによって混合状態の良否の判定が可能であることが分かった。

表-1 実験ケース

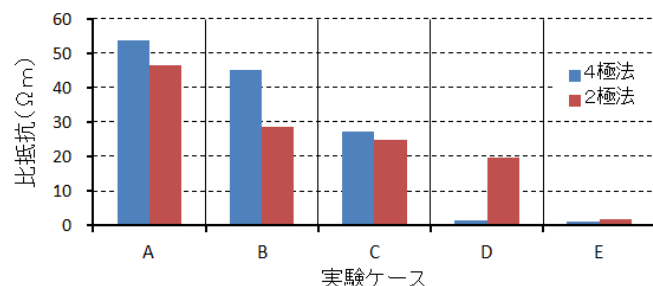
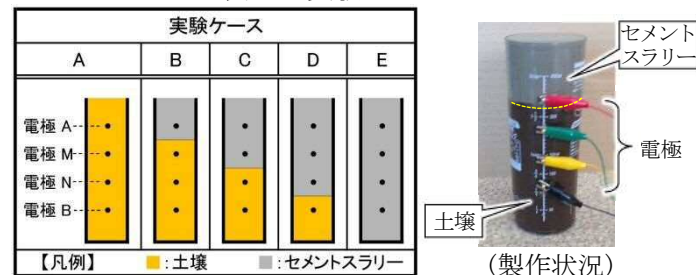


図-4 混合状態と比抵抗の関係

5. 現場適用実験

攪拌翼取付け型比抵抗センサーの現場適用実験を実施した。攪拌翼への比抵抗センサーの設置状況を図-5 に示す。比抵抗(2極法)の測定結果を図-6 に示す。貫入時と引抜時の比抵抗を比較すると引抜時の比抵抗が小さくセメントスラリーが良く混合攪拌で

表-2 施工条件

工 法	CI-CMC 工法
改 良 径	φ 1300mm
添 加 量	185kg/m ³
水セメント比	W/C = 120%
吐出方法	貫入吐出
速 度	貫入: 0.5m/min 引抜: 2.0m/min
測定間隔	1 回/秒



図-5 センサー設置状況

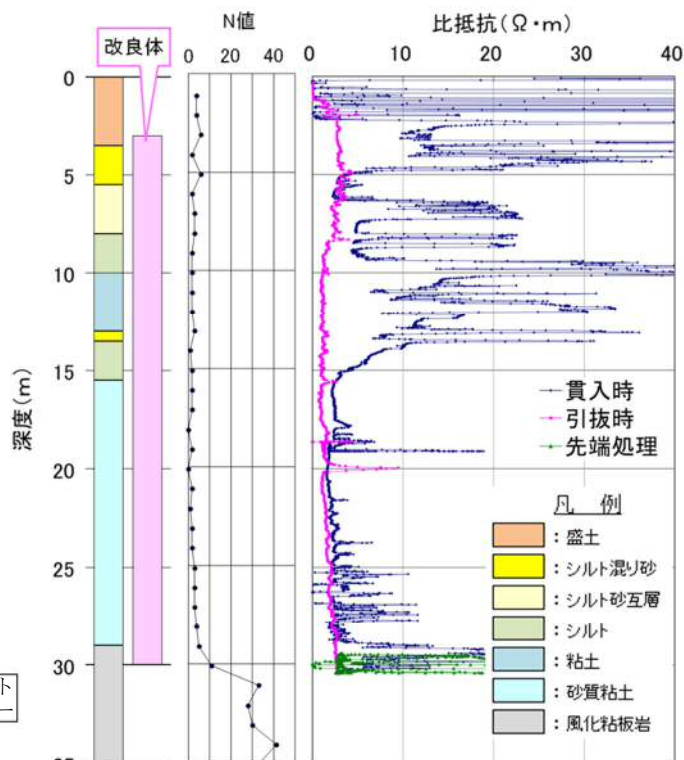


図-6 比抵抗の深度分布図

きていることが確認できる。

6. まとめ

深層混合処理工法の品質管理のため、攪拌翼取付け型比抵抗センサーを開発し、現場適用実験を実施した。得られた知見を下記に示す。

- ・室内混合攪拌実験により、土壌とセメントスラリーの混合攪拌状態は、比抵抗を用いて評価可能であることを確認した。
- ・現場適用実験により、攪拌翼取付け型比抵抗センサーによりセメントスラリーの混合攪拌状況がモニタリングできることを確認した。

参考文献

- 1) 地盤調査の方法と解説、地盤工学会、平成 25 年 3 月