

導電率による中層混合処理工法の品質管理システムの活用に向けた基礎的検証

(株) 加藤建設 正会員 ○牧野 貴哉 正会員 田中 正祥  
 (株) 大林組 正会員 望月 勝紀 正会員 森田 晃司

1. はじめに

中層混合処理工法(パワーブレンダー工法)では、改良体強度のバラツキが少なく設計基準強度を満足する均質な地盤改良体を造成する必要がある。改良体の均質性に影響する大きな要因は、攪拌混合機であるトレンチャの横行速度(時間当たり作業量)や土質性状があり、副次的な要因として改良体の流動性や固化材添加量等があげられる。特にトレンチャの横行速度は、速くなれば混合不足、遅ければ混合性は向上するが不経済となる。混合性を「見える化」するために改良土の導電率を計測して均質性をリアルタイムにモニタリングするシステムを用いることでトレンチャの横行速度を制御することができれば、より経済的かつ均質な改良体を造成できる。本報は、トレンチャの横行速度の違いに着目した基礎的検証から得られた導電率の変動係数と一軸圧縮強度の変動係数などの知見を報告する。

2. 導電率による品質管理システム

図-1 は導電率を計測する複数のセンサーをトレンチャの深度方向に設置し、改良体の均質性を定量的に評価するシステムである。導電率は、電気の通りやすさを示す物性値で、値が大きいほど電気が通りやすい。また、水と比べて固化材添加量の影響による変化が大きく、固化材添加量が多いほど導電率は高くなる。攪拌混合中の各センサーの1分ごとにおける導電率を計測して、導電率の変動係数を記録およびモニタリングする。

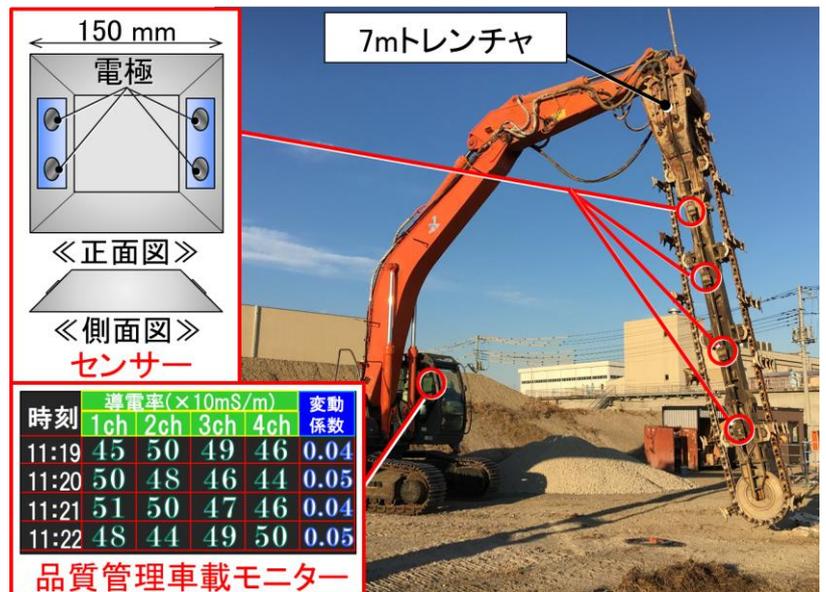


図-1. センサーおよびモニターのイメージ図

3. 試験施工における検証

(1) 試験施工の概要

試験ヤードの改良対象土はシルトおよび粘土が主体の互層地盤であり、試験ヤードをAとBに分けて施工を実施した。センサーの位置は支柱の片側面として改良深度の範囲内に収まるように合計4箇所配置した(図-2)。土質及び施工条件を表-1に示す。各ヤードの土質及び添加量と水セメント比は同条件であり、横行速度が異なっている。ヤードAは、トレンチャを所定深度まで地中に貫入後、横行方向に23cm/分で移動した。ヤードBは、15cm/分で移動した。図-3に施工方法を示す。

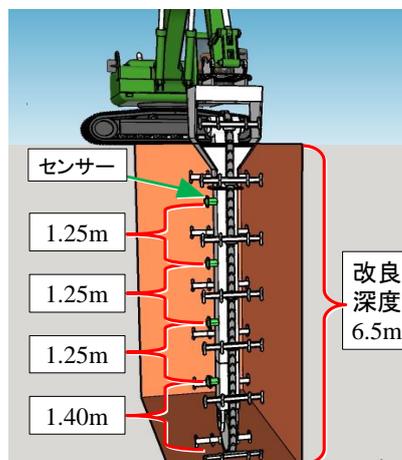


図-2. 改良中のイメージ図

表-1. 土質および施工条件

改良対象土の分類	シルト:粘土=6:4
湿潤密度	1.589g/m <sup>3</sup>
改良深度	6.5 m
セメント添加量	126 kg/m <sup>3</sup>
水セメント比	208 %
区割り寸法	延長5m×幅1m
トレンチャ横行速度	ヤードA: 23cm/分
	ヤードB: 15cm/分
区割り数	ヤードA: 191区割り
	ヤードB: 172区割り
一軸圧縮供試体	ヤードA: 51本
	ヤードB: 81本

キーワード：地盤改良工，中層混合処理工法，導電率

連絡先：〒136-0072 東京都江東区大島 3-19-2 (株)加藤建設ジオテクノロジー事業部企画開発部 TEL03-3637-5341

## (2) 導電率の変動係数の分布

図-4 はヤード B を例として、1 区割りの施工にあたり 1 分ごとの導電率の変動係数をグラフ化したものである。図-5 は、図-4 の横行時の変動係数の平均値を算出し、これを 1 区割りあたりの変動係数の平均値として各ヤードのヒストグラムおよび正規分布図をそれぞれ作成したものである。

- ヤード A の施工区域全体における導電率の変動係数の平均値は 0.15
- ヤード B の施工区域全体における導電率の変動係数の平均値は 0.09

ヤード A と比較してヤード B は平均値の周辺にデータが集中している。また、1 区割りの導電率の変動係数の平均値はヤード A において 0.05~0.32, ヤード B において 0.04~0.23 となった。

## (3) 一軸圧縮強度の分布

施工後に一軸圧縮強度を測定するための供試体をヤード A より 51 本, ヤード B より 81 本採取した。図-6 は各ヤードの施工区域全体の一軸圧縮強度を正規分布と仮定したものである。

- ヤード A の平均強度は  $544\text{kN/m}^2$  (全体の変動係数 0.56)
- ヤード B の平均強度は  $469\text{kN/m}^2$  (全体の変動係数 0.37)

一軸圧縮強度の範囲はヤード A において  $200\sim 1500\text{kN/m}^2$ , ヤード B において  $214\sim 943\text{kN/m}^2$  となった。強度分布は前述の分布と同じくヤード B の方が平均値の周辺にデータが集中している。ヤード A の平均強度が高くなっている要因は、ヤード内において土層構成が部分的に異なる箇所があったためと考えられる。

## 4. まとめと今後

トレンチャの横行速度が  $23\text{cm/分}$ ,  $15\text{cm/分}$  と異なる施工をした場合の導電率の変動係数と一軸圧縮強度の変動係数は以下の傾向があると分かった。

- 横行速度が遅くなると導電率の変動係数は小さくなり、ヒストグラムのデータが集中する傾向となった。横行速度の違いにより導電率の変動係数に明確な違いが生じた。
- 導電率の変動係数が大きくなると一軸圧縮強度の変動係数も大きくなる傾向にあり、相関性が確認できた。

リアルタイムに導電率の変動係数を確認することで改良体の深度方向のバラツキとして把握できることが確認された。今後、様々な土質性状において実証試験を行い、データの取得・蓄積を重ねてシステムをより精度の高いものにしていきたいと考えている。

## 参考文献

- 望月勝紀・森田晃司・伊藤浩邦・牧野貴哉: 導電率による中層混合処理工法の品質管理システム, 土木学会第 72 回年次学術講演会, 2017

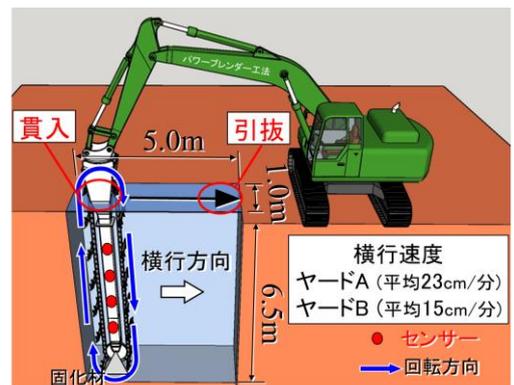


図-3. 1 区割りあたりの施工方法

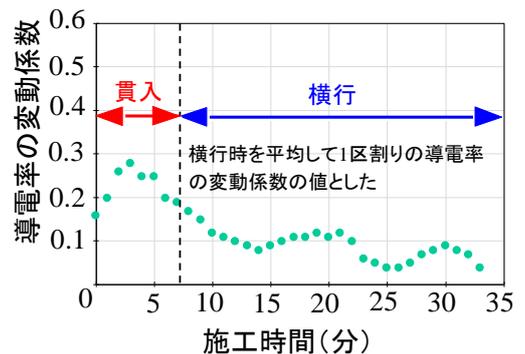


図-4. 1 区割りあたりの導電率の変動係数の例(ヤード B)

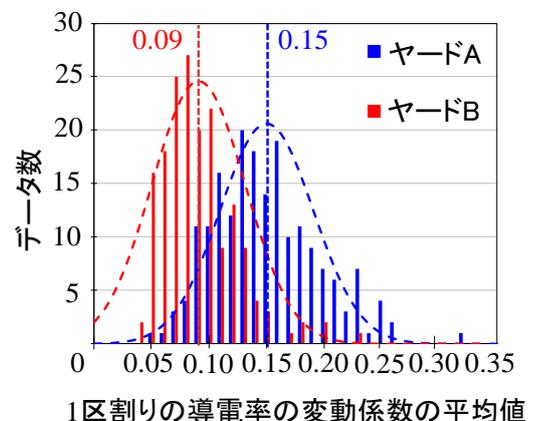


図-5. 導電率の変動係数の正規分布図

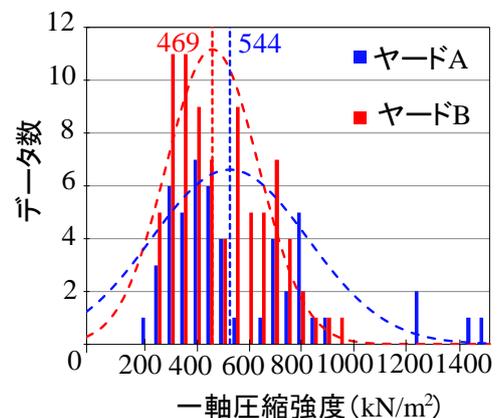


図-6. 一軸圧縮強度の正規分布図