

回転攪拌機による地盤改良土の品質特性と品質評価方法に関する考察

(株) 親和テクノ 正会員 ○古賀浩史, 赤坂宗昭, 杉谷和彦
(株) 協和製作所 藤井道博
松尾建設 (株) 正会員 西田耕一
九州大学 正会員 橋口公一, 岡安崇史

1. はじめに

セメントスラリーを回転攪拌しつつ土中に注入してコラムを形成する深層地盤改良が広く普及している。回転攪拌機には、大別して、攪拌翼を単一方向に回転するシングルミキシング (SM) 工法と 2 枚の回転翼を反対方向に回転させるダブルミキシング (DM) 工法が見られる。前者は土およびセメントスラリーが攪拌されるさいに回転翼と共回りするのに対して、後者はこれらの共回りは生じず混合攪拌性能が高いと予想されるが、これまで、これらによる改良地盤の品質の評価は十分に行われていない。一方、現場施工コラムは室内作成コラムの 30% 以下の強度に止まることが指摘されている¹⁾。これは、室内では均質に作成された試料土が緻密に攪拌されるのに対して、現場では不均質に分布する土層をサイズの大きな羽根で攪拌するので、不均質にならざるを得ないことによると思われる。したがって、現場施工コラムの強度にも回転攪拌機の機構によって大きな相違が生じると予想される。

本文では、SM 工法と DM 工法による改良地盤の品質特性に関して、従来から行われている一軸圧縮試験強度に加えて土壌硬度および画像処理による均質度の面から比較、照査を行った。

2. 地盤改良工法と施工地の概要

DM 工法は、図-1 に示す通り上下二段の正逆回転する攪拌翼を有しており、これにより φ1000mm の改良体を深さ 5.0m まで形成した。改良体は、攪拌翼回転数 60rpm、貫入・引抜速度 1.0m/min で施工された。また、土木研究センター²⁾では、施工時の羽根切り回数として 350 回/m 以上を推奨しており、今回の施工ではそれを上回る 480 回/m の羽根切り回数を与えた。セメントの添加量は、高炉セメント B 種を改良対象土 1m³ に対して 100kg とし、水/セメント比=100%のスラリー状で注入混合している。



図-1 DM 工法の攪拌翼形状

調査地の地盤特性は、図-2 に示すように、粘土・シ

ルト分が 90% 以上を占め、粘土もしくは砂混り粘土に分類される。一軸圧縮強度は 20~50kN/m²、自然含水比は 100~130% 程度で液性限界を上回るものが多く、軟弱かつ不安定な性状の粘土である。

3. 地盤改良体の品質と評価方法

地盤改良施工後 7 日および 28 日経過後の改良体より、コアボーリングにて採取した試料で実施した一軸圧縮試験の結果を、図-3 に示す。単一方向回転の SM 工法の一軸圧縮強度は 300~2600kN/m² と、強度のばらつきが大きい。これに対して、正逆回転の DM 工法の強度は 1900~3500kN/m² 程度と平均強度も大きく、強度

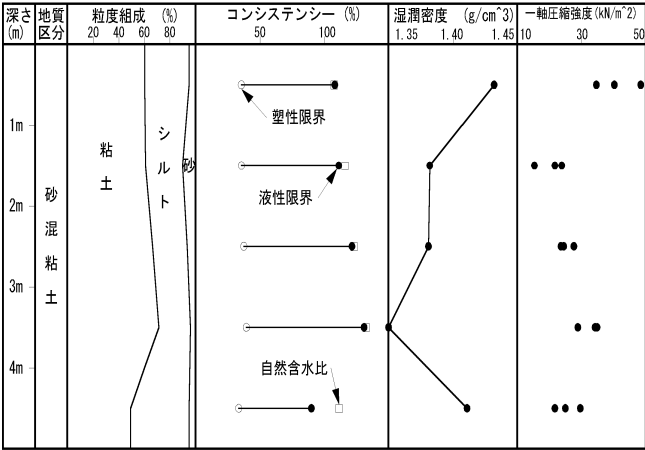


図-2 調査地の地盤特性

キーワード 軟弱地盤 地盤改良 品質 強度 評価方法
連絡先 〒849-0201 佐賀県佐賀郡久保田町大字徳万 1856-1 (株) 親和テクノ

のばらつきも小さい。

図-4 に山中式土壌硬度計の測定結果を示すが、一軸圧縮試験と同様の傾向が見られる。土壌硬度測定は円錐状の貫入部を供試体に刺す方法であるので、局所的な部位が測定対象となり、

潜在クラック等が有る部分や軟質部では測定値が極端に小さくなる。SM 工法では強度のばらつきが見られ、測定硬度が0に近い箇所が多く見られる。

図-5 は改良コアの横断面画像であり、セメントスラリーの輝度と未改良粘土の輝度を基準値として、改良コア横断面の輝度分布を段階的に表示している。SM 工法では、深度の違いによりセメントの輝度に近い場合や粘土の輝度に非常に近い場合がある。また、同一深度でも、局所的にセメントの輝度や粘土の輝度を示す部分が見られ、セメントスラリーが均一に混合されていない様子が認められる。これに対して、DM 工法は、輝度分布は深度に関係なくほぼ粘土とセメントの中間値を示しており、セメントスラリーが均一に注入混合されていることが確認される。

4. まとめと今後の課題

一軸圧縮試験強度に加えて、土壌硬度および画像処理による均質度の面から SM 工法と DM 工法による改良地盤の強度特性について比較、照査を行った。その結果、前者に比して後者による施工コラムの強度ひいては品質の高さが示された。なお、今後、さらに対象地盤や施工条件等を広げて実測点数を増やして確認を行う予定である。

参考文献

1)寺師昌明ら、深層混合処理工法の実際と問題点、土と基礎、Vol.31, No.6, pp.57～64, 1983. 2)財団法人土木研究センター、陸上工事における深層混合処理工法設計・施工マニュアル、pp.150～151, 1999.

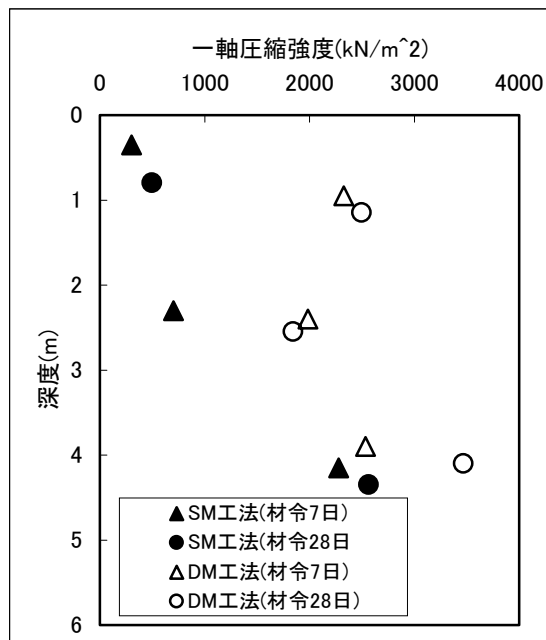


図-3 一軸圧縮試験結果

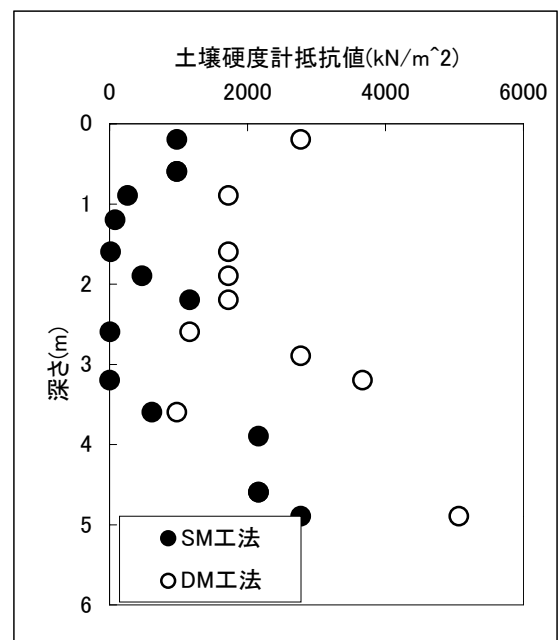


図-4 山中式土壌硬度計測定結果

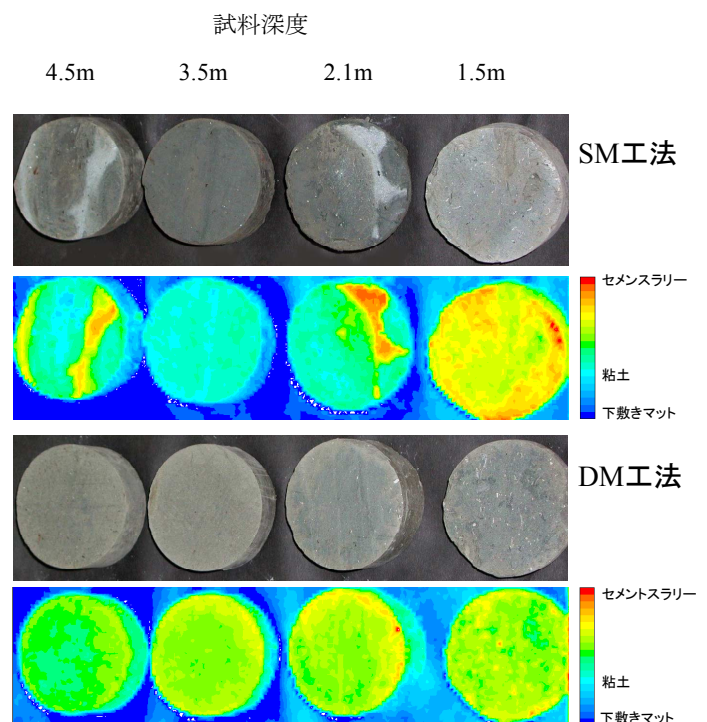


図-5 画像輝度処理結果