

模型機械式攪拌機の開発

東京都市大学 学生会員 ○平間 慎一郎
 正会員 末政 直晃
 学生会員 石垣 拓也

1. はじめに

日本は島国であり、その内の約 70%は山地や丘陵で占められ、平野部は海岸に近い大きな河川流域に存在する。大都心部は、この平野部を中心に発達しているが、このような領域には軟弱地盤が多く分布している。経済発展に伴い敬遠されてきた軟弱な地盤上での開発が必要となり、地盤改良工法が開発されてきた。既往の工法には弱土に改良材を混合して土質安定処理を行う工法や、路床や路盤などの表層を安定処理する工法がある。深層地盤処理工法は、まず、運輸省港湾技術研究所において、石灰による深層混合処理(DLM 工法)が 1960 年代に開発された。その後、セメント系改良材をスラリー状にして軟弱地盤内に注入攪拌して固結させる工法 (CDM 工法) へと移行した。近年、CDM 工法は多くの施工実績を有する工法だが、粘性土地盤において土とスラリーが掘削翼と攪拌翼にへばりつき、同時に同一方向に回転するだけで混合されない「供廻り現象」が問題視されている。供廻り防止翼などの対策を導入したが、設置位置や防止翼の長さなど地盤によって異なる。

そこで本研究では、新しい攪拌翼の開発とモデル実験による攪拌状況を可視化することによって、固結パイルの施工品質の向上を目的とする。本報告では、モデル地盤で行った固結パイル作製実験について報告する。

2. 攪拌機を用いた実験

深層混合処理工法は、技術的に確立された工法であるが、より少ないセメント添加量で施工性の高い攪拌をすることによって、掘削残土を減らし工費の削減、環境に優しい工法に繋げることが理想である。本攪拌機を用いて、実施工で高品質な固結パイルを作製するために、新しい攪拌翼を検討する。

2-1. 攪拌機

写真 1 に攪拌機を示す。攪拌翼の回転数 0~72rpm、昇降速度 0~0.35m/分の範囲でインバータ制御されている。シャフト先端は攪拌翼を取り外すことが可能で、先端部にはスラリーの吐出口があるため攪拌軸上部にポンプを接続し、セメントスラリーを吐出した状態での攪拌が可能のように設計した。

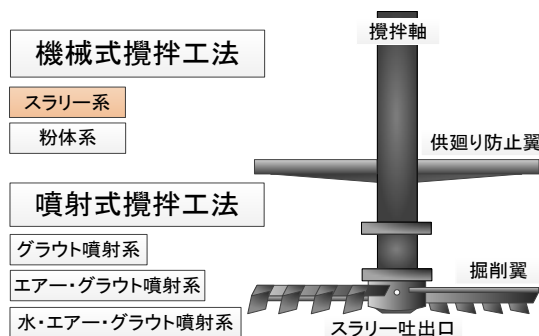


図 1：深層混合処理の分類と攪拌翼

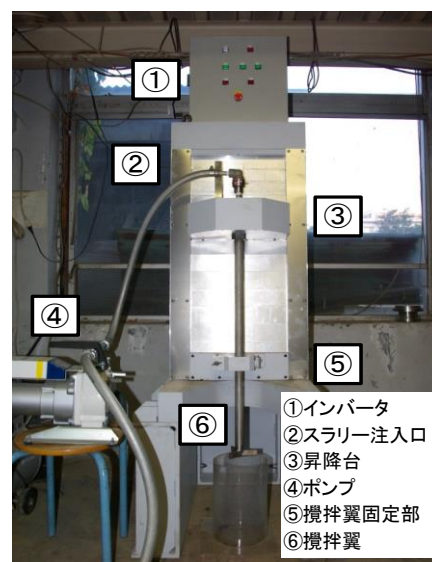


写真 1：攪拌機

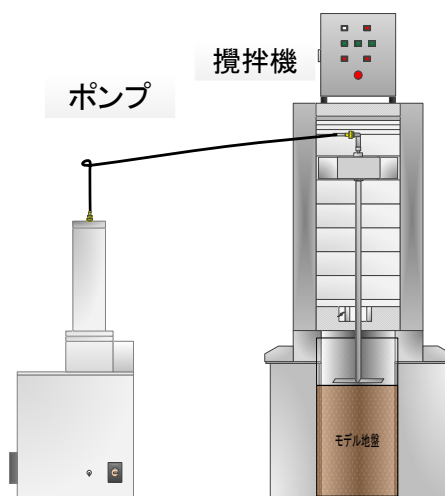


図 2：実験概略図

Keyword 攪拌翼 供廻り現象 固化材添加量

連絡先：〒158-8557 東京都世田谷区玉堤1-28-1 東京都市大学 TEL03-5707-0104 E-mail:g1118074@tcu.ac.jp

2-2. 攪拌実験①

攪拌翼は 2 枚翼と 4 枚翼を用いた。モデル地盤は、アクリル土槽直径 $\phi 20.5\text{cm}$ × 高さ $H25.0\text{cm}$ に関東ローム 2 : 山砂 1 の割合で締め固めて作製した。その後、攪拌機に配置し、アクリル土槽が攪拌により供廻りが発生しないよう、重りで固定した。スラリーを配合し、ポンプを用いて地盤内に掘削と同時に注入する。本実験で使用した固化材としては、高炉セメント B 種を使用し、セメント 1 : 水 1, 固化材添加量 $0.1(\text{g}/\text{cm}^3)$ の配合になるように作製した。実験後、7 日間養生し固結パイルの状態を確認する。

写真 2 に攪拌実験の様子を示す。7 日後、状態を確認したが固結しておらず、写真 3 に示した通り、脱型時に崩れた。固結しなかった原因は、ポンプにスラリーを充填した際にセメントが容器底部に沈殿したことで、配合量を吐出出来なかったことや吐出圧が弱いため吐出口が土で塞がったことなどが挙げられる。配合量全てのスラリーを注入した際に、固結パイルを作製出来るか確認するために漏斗を用いた攪拌実験を実施した。

2-3. 攪拌実験②

攪拌翼には 2 枚翼を用いた。実験条件は、攪拌実験①と同様にモデル地盤を作製し、表 1 に示した Case1～Case6 の条件でスラリーを配合し、掘削と同時に漏斗を用いて地盤内に注入する。実験後、7 日間養生し固結パイルの状態を確認する。

Case1, Case2 では、土が攪拌段階で塊状化して、間隙に水と空気が入り込み、さらに攪拌部には小さな土塊が発生し、固結しなかった。Case3, Case4 では、パイル状には固結したが、深度によって未固化部があり、パイルに対して横方向に亀裂が入り崩れた。Case5, Case6 では、2 枚翼の外径 $\phi 15.0\text{cm}$ と同径で固結していた。これらの結果より、スラリーの注入方法と固化材添加量の配合量が重要であることが分かった。今後は、ポンプを用いて地盤内にスラリーを吐出し、固結パイルを作製する実験を行う。

3. 参考文献

- 1) 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：財団法人土木研究センター発行：平成 16 年 3 月
- 2) セメント系固化材による地盤改良マニュアル：社団法人セメント協会
- 3) 化学工学の進歩 24 攪拌・混合：編集化学工学会
- 4) <http://www.sanshin-corp.co.jp/engineer/improvement/cdm>
三信建設工業株式会社 CDM 工法
- 5) 深層混合処理工法について(その 1) 齋藤二郎, 松尾龍之, 西林清茂



写真 2: 攪拌実験①様子



写真 3: 2 枚翼固結パイル様子

表 1: 固化剤添加量とスラリー量

case	固化材添加量 (g/cm^3)	スラリー量 (mL)
1	0.10	345.691
2	0.15	518.536
3	0.20	691.382
4	0.25	864.227
5	0.30	1037.073
6	0.35	1209.918



写真 4: Case6 の固結パイル