

模型攪拌装置を用いたセメント系固化材の採取方法の違いが一軸圧縮強度に与える影響

東京都市大学大学院 学生 ○田代 怜

東京都市大学 久保友理子(現 大成建設(株)) 正 伊藤和也

三信建設工業(株) 正 島野嵐

1.はじめに

現在、軟弱地盤に対し様々な地盤改良工法が施工されているが、中でも深層混合処理工法は軟弱地盤と改良材を原位置にて強制的に攪拌混合することで強固な地盤を形成する工法で、多くの実績を有している。しかし、原位置土と固化材の混合が均一に行われなかった場合、改良強度がばらつき、改良品質に影響を与えるといった課題がある。そこで本研究では改良体の高品質化を目的とし、機械攪拌式地盤改良工法の攪拌翼のパラメータを変化させた模型攪拌実験を実施した。本報告では攪拌翼の設置位置が違う3ケースにおける模型攪拌試料の一軸圧縮強度のばらつきと、未固結採取試験、室内配合試験から得られた各試料の一軸圧縮強度との関係性について検討した。



図-1 機械攪拌装置

2.実験概要

本実験では上下の攪拌翼の感覚が異なる3ケースにおいて、本学の所有する機械攪拌装置を用いて模型攪拌実験を行った。図-1に機械攪拌装置を示す。本実験では攪拌翼の回転数5.25(rpm)、昇降速度0.12(m/分)で制御し、回転方向を正転・逆転させた。さらに攪拌機上部に接続したモノポンプを経由し攪拌翼の先端部から固化材を吐出させた。まず軟弱地盤を想定し、珪砂7号:青粘土=7:3の割合で塩ビ土槽(内径200mm×高さ460mm)に静的に締固めて地盤を作製した。そこに固化材としてセメントスラリー(固化材重量比 セメント:水=1:1)を、機械攪拌装置を用いて混合攪拌させることで柱状改良体を作製した。図-2に使用した攪拌翼の形状を示す。攪拌翼の角度は既往の研究¹⁾より攪拌が均一に行われた15°を、羽根切り回数は実現場で採用されている350回/mをベースとし、供試体を2本ずつ作成した。

また未固結採取試験として、Case1において攪拌混合した直後の改良体からスラリー状の試料を上部、中部、下部の順に採取し、プラモールド(内径50mm×高さ100mm)内に投入し、供試体を各3本作製した。

次に模型攪拌実験で作製する供試体の目標値を設定するため、室内配合試験を実施した。模型攪拌実験と同様、珪砂7号:青粘土=7:3(含水比19%)の割合と、固化材としてセメントスラリー(固化材重量比 セメント:水=1:1)を5分間攪拌混合させ、プラモ

キーワード:セメント系固化材, 機械攪拌, 一軸圧縮試験

〒158-8557 東京都世田谷区玉堤 1-28-1 東京都市大学 TEL:03-5707-0104 E-mail:g1618048@tcu.ac.jp



Case1-1 Case1-2 Case1-3

図-2 攪拌翼の形状

表-1 実験ケース

Case	試験内容	備考
1-1	模型攪拌	攪拌翼間隔20mm
1-2	模型攪拌	攪拌翼間隔35mm
1-3	模型攪拌	攪拌翼間隔70mm
2-1-1	未固結採取	上部
2-1-2	未固結採取	上部
2-1-3	未固結採取	上部
2-2-1	未固結採取	中部
2-2-2	未固結採取	中部
2-2-3	未固結採取	中部
2-3-1	未固結採取	下部
2-3-2	未固結採取	下部
3-1	室内配合	
3-2	室内配合	
3-3	室内配合	

ールド(内径 50mm×高さ 100mm)に投入し供試体を 3 本作製した. 表-1 に模型攪拌実験, 未固結採取試験, 室内配合試験の実験ケースを示す. それぞれで作製した供試体を 7 日間気中養生し, オートグラフ(島津製作所 精密万能試験機)を用いて一軸圧縮試験(載荷速度 1mm/min)を実施した.

3.実験結果及び考察

3-1.模型攪拌実験

図-3 に模型攪拌実験における一軸圧縮試験結果を示す. 攪拌翼の間隔が 70mm と最も広い Case1-3 において最も剛性が高いことが確認された. しかし, 改良体の整形面の不陸等の要因により, 模型攪拌実験では降伏点が 2 つ生じてしまったことから, 本来に比べ, 強度が過少評価された可能性が考えられる.

3-2.未固結採取試験

図-4 に未固結採取試験における一軸圧縮試験結果を示す. 上部と中部では結果にばらつきがあるものの, 大きな差はみられず, 下部では大きなばらつきが確認された. これは 3 本採取したうち, 2 本にはセメント含有量が少なかったためである. また模型攪拌実験 Case1-3 と比較すると, 下部の結果と近いことから, 模型攪拌実験では弱部で強度が低く出たことが考えられる.

3-3.室内配合試験

図-5 に室内配合試験における一軸試験結果を示す. 3 ケース共に近い値となり, 平均最大圧縮応力は 1.78MPa となった. ここで得られた平均最大圧縮応力を模型攪拌実験における目標強度とし, 図-3 において最大であった Case1-3 と比較すると 1/4 の強度であることが確認された. 現場で要求される強度として, ばらつき等を加味し, 室内配合試験結果の 1/3~1/4 の強度となる²⁾ことから, 本実験では適当な結果が得られたと考えられる.

4.まとめ

図-6 に各試験における圧縮ひずみと一軸圧縮強度の関係をまとめたものを示す. 室内配合試験, 未固結採取試験, 模型攪拌実験の順に一軸圧縮強度が低下傾向にあることが確認された. これは, 未固結採取試験では採取地点により強度とひずみが違うため, 強度にばらつきが生じ, 低い結果となり, 模型攪拌実験では, 未固結採取試験結果の下部と近い強度が出たことから, 弱部で強度が出たために低い結果となったと考えられる. また, 各試験結果を見ると, 室内配合試験と比較して, 未固結採取試験と模型攪拌試験は, ばらつきが大きいことが確認された.

本実験より, 模型攪拌実験は未固結採取試験の下部と近い結果となり, ばらつきが出てしまったものの, 室内配合試験結果の 1/4 程度の妥当な結果が得られた.

<参考文献>

- 1) 杉村晃嗣ら: 柱状地盤改良工法の効率的な攪拌方法の検討に関する基礎的研究, 東京都市大学, 第 45 回土木学会関東支部技術研究発表会, III-18, 2018
- 2) 社団法人セメント協会: セメント系固化材による地盤改良マニュアル第4版, 社団法人セメント協会, 技報堂出版株式会社, pp152-155, 2012 年 10 月 10 日

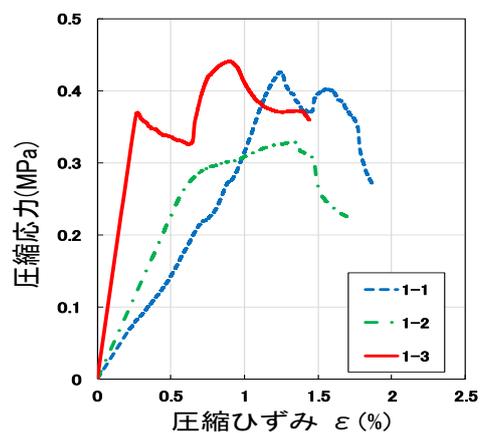


図-3 模型攪拌実験結果

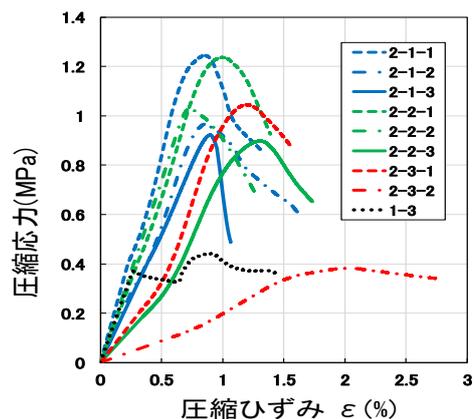


図-4 未固結採取試験結果

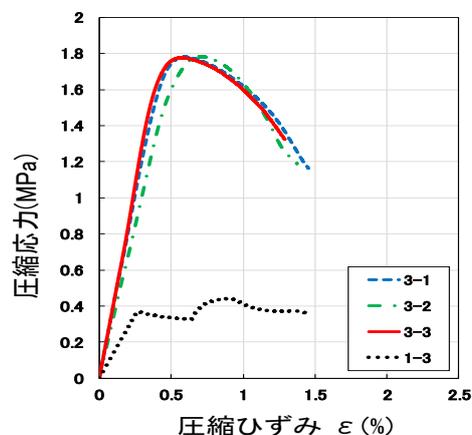


図-5 室内配合試験結果

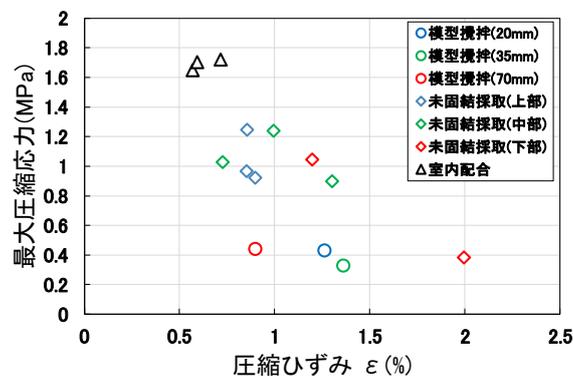


図-6 一軸圧縮試験結果