

# セメント系固化材を用いた機械攪拌式地盤改良工法の高品質化に関する研究

東京都市大学 学生会員 ○久保友理子 正会員 伊藤和也  
 三信建設工業株式会社 正会員 島野 嵐

## 1. はじめに

地盤改良工法である深層混合処理工法は自然地盤を対象としているため、改良効果に悪影響を与える要因は、カルシウム溶脱、フミン酸の含有量など複雑多岐にわたる。中でも粘性土と固化材の混合がいかかに均一に行えるかが重要な問題である。本研究では、改良体の品質向上を図るため地盤改良工法の一つである、機械攪拌工法で作製するセメント改良体の高品質化について模型実験を行い検討した。本報告では、攪拌翼の形状による、一軸圧縮応力と針貫入試験による強度のばらつきについて調査した結果を報告する。

## 2. 実験概要

写真-1の機械攪拌装置を用いて模型実験を実施した。これは、回転方向を正転・逆転に変更可能であり、インバータにより攪拌翼の回転数を72(rpm)、昇降速度を0~0.35(m/分)の範囲で制御が可能である。<sup>1)</sup>攪拌翼の先端部にはスラリーの吐出口があり、攪拌機上部に接続したモノポンプからセメントスラリーを吐出する。作製した改良体に一軸圧縮試験と針貫入試験を行った。

### 1) 室内配合試験

模型実験で作製する改良体の目標強度を設定するため、室内配合試験を実施した。プラモールド(内径50mm×高さ100mm)に、珪砂と青粘土をそれぞれ7:3の割合で混合した混合土(含水比:19%)と、固化材重量比においてセメント:水が1:1の割合で混合したセメントスラリーを加えて機械攪拌を模擬した改良体の作製を行った。攪拌時間を0.5分、2.5分、5分とし、各々3本、計9本の改良体を作製した。これを7日間気中養生させた後、一軸圧縮強度を測定した。



写真-1 機械攪拌装置



写真-2 攪拌翼の形状

表-1 実験ケース

	Case1	Case2	Case3
攪拌翼(枚)	4	4	4
回転数(rpm)	5.25	5.25	5.25
昇降速度(m/分)	0.12	0.12	0.12
羽根切り回数(回/m)	350	350	350
攪拌翼間隔	狭い(20mm)	中間(35mm)	広い(70mm)

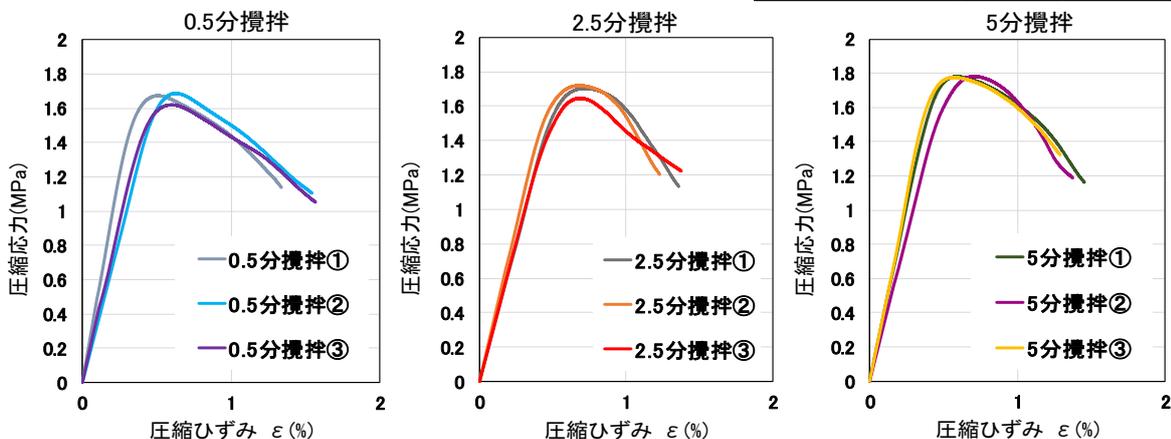


図-1 室内配合試験 一軸圧縮試験結果

キーワード：地盤改良, 柱状改良工法, スラリー攪拌工法

〒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: g1618027@tcu.ac.jp

2) 模型攪拌実験

珪砂と青粘土をそれぞれ7:3の割合で混合した混合土に水を加えることで軟弱地盤を想定した試料を作製した。試料を塩ビ土槽(内径 200mm×高さ 460mm)内に静的に締め固め、固化材重量比においてセメント:水が1:1の割合で混合したセメントスラリーを混合攪拌させることで柱状改良体を作製した。攪拌翼の形状を写真-2に示す。攪拌翼の角度は、過去の実験で攪拌が均一に行われた 15° のものを用いた。<sup>1)</sup>羽根切り回数は現場で採用されている 350 回/m をベースとして、表-1の実験ケースを実施した。それぞれ 2 本改良体を作製し、一軸圧縮試験と針貫入試験を実施した。針貫入試験では改良体を三等分に切断することによって生じた 6 つの断面に対して針貫入を行った。

3, 実験結果

1)一軸圧縮試験結果について

室内配合試験の一軸圧縮試験の結果を図-1に示す。攪拌時間が長くなるにつれて最大圧縮応力が大きくなった。本実験では、5分攪拌の平均最大圧縮応力である、1.78MPaを模型攪拌実験における目標値とした。

模型攪拌実験の一軸圧縮試験を図-2に示す。Case1,3の最大圧縮応力が0.43MPa, 0.44MPaと近い値になった。またCase3の攪拌翼の間隔が広いものが最も剛性が高いことがわかる。また図-3より目標値と比較して模型攪拌実験(Case3)の結果は約4分の1の強度が得られた。改良体の整形面の不陸や共回りなどが要因でグラフに降伏点が2つ生じたため、本実験のような結果になったと考えられる。

2)針貫入試験結果について

針貫入試験結果をコンター図を用いて図-4に示す。各々の6つの断面のうち、下部の3つのデータを比較した。図より断面の中心部と外周にセメントが分布されていることがわかる。Case1は断面によって強度に偏りがあることが分かる。Case2は下部の強度が低いこと分かる。また、Case3の断面はCase1,2と比較して強度が均一であることやセメントが円を描くように分布されていることがわかる。羽根切り回数が350回/mの場合、柱状な改良体を作製できるものの、セメントや攪拌翼の軌道は螺旋状であることがわかった。

5, まとめ

攪拌翼の間隔が広いものが、高強度かつ剛性が高いことが分かった。また針貫入試験の結果からセメントの分布が螺旋状であり、ばらつきがあることがわかった。今後の展望として、比較試料が少ないため、同一条件の改良体の数を増やし、より正確に調査を行う。

《参考文献》

- 1) 東京都市大学 杉村晃嗣(2018年3月3日)柱状地盤改良工法の効率的な攪拌方法の検証に関する基礎的研究
- 2) 公益社団法人地盤工学会, 地盤材料試験の方法と解説(2分冊の2), 平成25年11月20日, 丸善出版株式会社, pp541-551

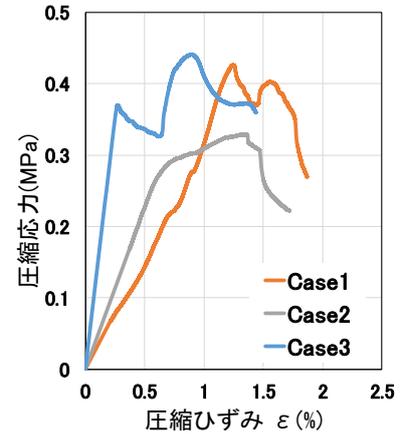


図-2 模型攪拌実験 一軸圧縮試験結果

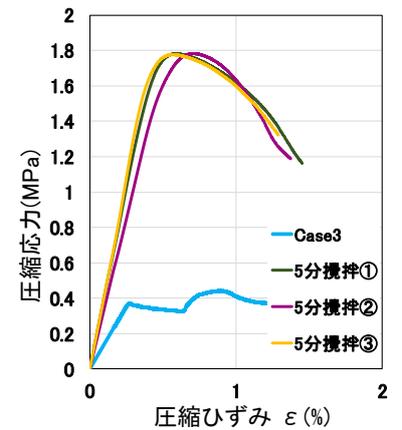


図-3 一軸圧縮試験 結果比較

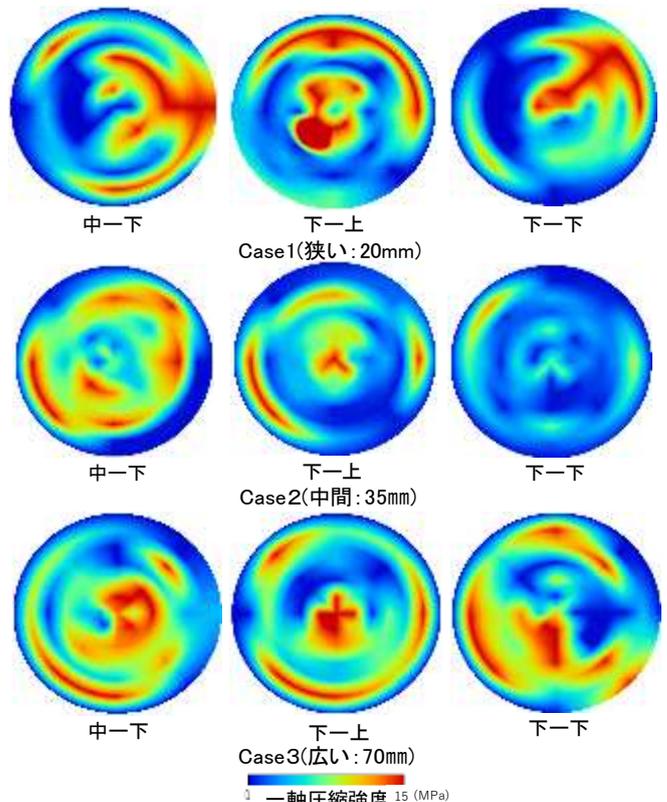


図-4 針貫入試験結果