

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 学○杉村晃嗣 正 伊藤和也 正 末政直晃
三信建設工業（株） 正 島野 嵐

1. はじめに

日本は国土の60%が山地で占めており、人口が集中する低地や台地の面積が少ない。また、少ない低地のほとんどが軟弱地盤であり、構造物の沈下対策や地震時に対する安定対策として地盤改良が施されることが多い¹⁾。地盤改良の代表的な工法として深層混合処理工法があり、その代表例としてスラリー攪拌工法がある。スラリー攪拌工法は、今までに海上、陸上共に多くの施工実績を残している。一方、「共回り現象」という施工不良を起こすような課題も未だに存在している。

図-1 に実施工において共回りして攪拌翼に試料が付着した様子を示す。共回りの対策として共回り防止翼があるが、バラツキの少ない均質な改良体の築造は施工品質向上のために必要である。

本研究では、現場での実績も多く、技術的にも確立されている深層混合処理工法について、共回りのような施工不良を引き起こしうるモデル地盤を作成し、施工品質の向上及び新しい攪拌翼の検討をするための基礎的な研究としてモデル攪拌機を用いたモデル実験を実施した。

2. モデル攪拌実験

攪拌翼の角度が改良体に及ぼす影響を確認するために攪拌翼の角度が地面に対して 15° 、 30° 、 60° 、 90° のものを使用してモデル攪拌実験を行った。図-2 に使用した攪拌翼、図-3 に羽根の形状を示す。

モデル地盤は塩ビ土槽(内径 $\phi 200\text{mm}$ ×高さ 460mm)に青粘土:珪砂7号=1:3の割合とした混合土(含水比 $w=16.0\%$ 、湿潤密度 $\rho_t=1.45\text{g/cm}^3$)を投入し、ベロフラムシリンダーを用いて静的に締め固めて作製した。

セメントスラリーは高炉セメント B 種を使用し、固化材重量比をセメント:水=1:1の割合で作製し、モデル攪拌機に接続したモノポンプによってモデル地盤に流し込みながら攪拌混合を実施した。

既往の研究を参考に昇降速度 $0.12(\text{m/min})$ 、回転数 $22.5(\text{rpm})$ 、羽根切り回数 $1500(\text{回/m})$ 、吐出流量 $736(\text{ml/分})$ と設定した。改良体作製後7日間気中養生し、取り出した改良体に対して一軸圧縮試験及び針貫入試験を実施した。表-1 に実験ケースを示す。



図-1 実施工で共回りを起こした際の攪拌翼の様子



図-2 使用した攪拌翼

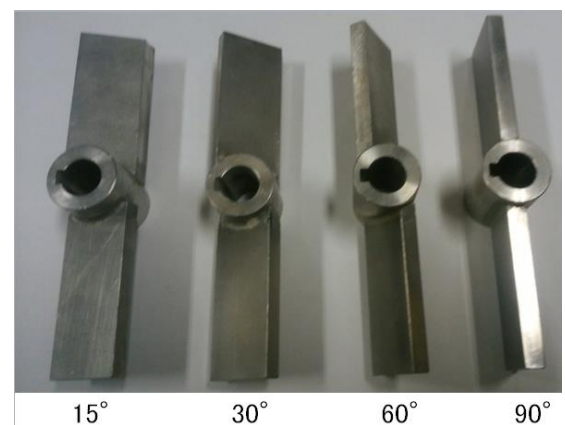


図-3 羽根の形状

キーワード：地盤改良，スラリー攪拌工法，共回り現象，攪拌翼

連絡先：〒158-8557 東京都世田谷区玉堤1-28-1 東京都市大学地盤環境工学研究室 g1218042@tcu.ac.jp

3. 一軸圧縮試験

取り出した改良体を成形し、アムスラー式圧縮試験機（東京衡機社製）を用いて一軸圧縮試験を実施した。図-4に一軸圧縮試験結果を示す。最大一軸圧縮強度は、攪拌翼 30° が最も高い値を示した。また、図-5 より E_{50} は最大一軸圧縮強度と同傾向の変化を示した。

4. 針貫入試験

取り出した改良体を成形したのち、高さ方向に3等分し、それぞれの断面計6か所について軟岩ペネトロ計（丸東製作所製）を用いて針貫入試験を実施した。1断面に49か所試験を実施し、得られた値を分布図に表した。角度ごとに6か所の分布図があり、ここではそのうちの最下部（下-下）について比較を行った。針貫入試験結果を図-5に示す。全体的に同じ円周上でも強度にばらつきがあり、強度が高い位置が螺旋状となっている傾向から攪拌時の吐出口と昇降速度等が影響しているものと考えられる。攪拌の均一性としては攪拌翼 15° が最も均一であり、このことから攪拌翼 15° が最も均一に攪拌混合されているといえる。

5. まとめ

攪拌翼の角度を変えた実験を行い一軸圧縮試験及び針貫入試験にて攪拌翼の角度が改良体に及ぼす影響を確認した。

一軸圧縮試験結果より最大一軸圧縮強度は攪拌翼 30° が最も高い値を示した。また、 E_{50} は最大一軸圧縮強度と同傾向の変化を示した。一方、針貫入試験結果では、全体的に同じ円周上でも強度にばらつきがあり、強度が高い位置が螺旋状となっている傾向から攪拌時の吐出口と昇降速度等が影響しているものと考えられる。攪拌の均一性としては攪拌翼 15° が最も均一であり、このことから攪拌翼 15° が最も均一に攪拌混合されているといえる。

本実験では混合土である母材の含水比を最適含水比にて実施したが、今後は含水比を変えた実験を行い、それらの比較を行う。

6. 参考文献

1) 安井成豊: 浅層から中層地盤改良の施工技術, 基礎工, Vol.42, No.8, pp.5-8, 2014
2) JISC 日本工業標準調査会: コンクリートからのコアの採取方法及び圧縮強度試験方法 : <http://www.jisc.go.jp/app/pagerid=183222>
3) 土木工学会基準 針貫入試験方法 : http://www.jiban.or.jp/file/file/jgs3432_201105-chousa.pdf

表-1 実験ケース

Case	角度	試験
1	15	一軸
2		針貫入
3	30	一軸
4		針貫入
5	60	一軸
6		針貫入
7	90	一軸
8		針貫入

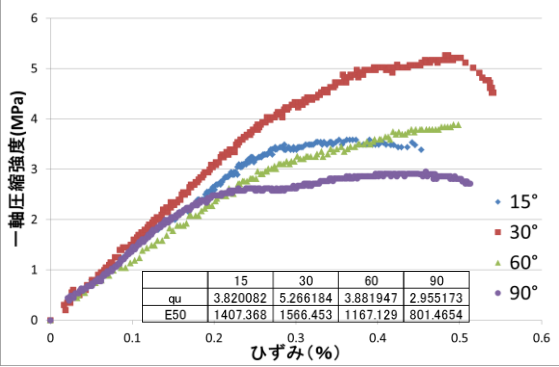


図-4 一軸圧縮試験結果

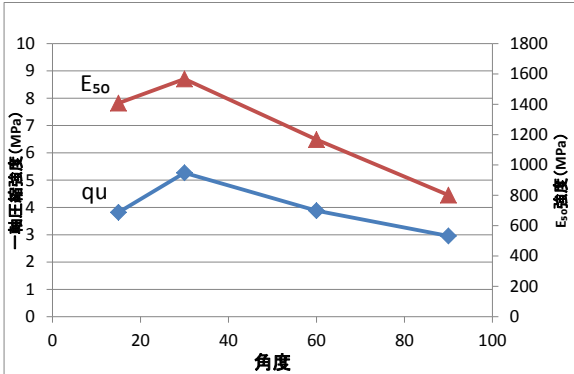


図-5 最大一軸圧縮強度と E_{50} の関係

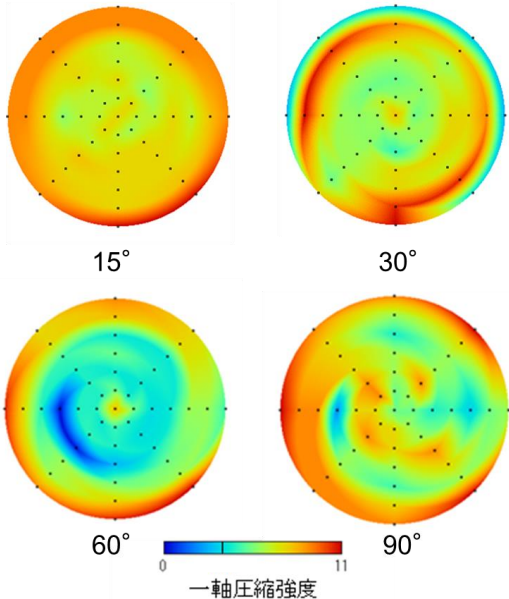


図-5 針貫入試験結果（下-下）