

## 攪拌混合系改良土の内部構造可視化実験

防衛大学校 学 ○Suphanatkriangkrai Phusith

防衛大学校 正 宮本慎太郎 正 宮田喜壽

### 1. はじめに

地盤の改良や補強を行うことを目的に、土試料に改良材や補強材を機械的に攪拌して混合する地盤技術が広く普及している(図-1 参照)。この際、攪拌混合した改良土等は、一般的に改良材の混合率によって力学特性が評価され、攪拌混合条件の違いによる影響はあまり明らかにされていない。筆者らは、攪拌混合条件がセメント改良土の力学特性に及ぼす影響を明らかにするための研究を行っている<sup>1)</sup>。本文では、2種類の土を攪拌混合した混合土の混合状態を評価するための基礎的な検討を行った。以下にその成果を示す。

### 2. 実験装置と方法

攪拌翼の回転・上昇速度を制御できる攪拌混合実験装置を作製した。実験装置の概要を図-2 に示す。攪拌槽は直径 166mm、高さ 350mm の円筒形であり、攪拌翼は翼径 155mm、高さ 15mm で 45° 傾斜したパドル翼である。攪拌翼の回転速度を最大 100 rpm、上昇速度を最大 200mm/min で制御できる。実験の手順を図-3 に示す。供試土層は高さ 50mm とし、土試料に珪砂 6 号を、混合材に珪砂 6 号を特殊な染料で黒色に着色した黒着色砂を用いた。基礎的な検討であるため、土試料と混合材の土粒子密度や粒径の差はないように設定した。供試土層に攪拌翼を挿入し、その後に攪拌翼を回転・上昇させることで、土試料と混合材を攪拌混合する。混合状態を評価するために、供試土層の断面を観察する必要がある。そのため、攪拌混合後、供試土層の下面から水を供給して飽和させ、その後に所定の空圧を作用させて脱水し、供試土層の中央断面を観察した。撮影画像の解析には、オープンソースの画像処理ソフト(ソフト名: ImageJ)を使用し、供試土層の中央断面の輝度値の分布から混合状態を評価した。

### 3. 実験結果と考察

脱気圧による供試土層の飽和度の変化と中央断面の画像解析の精度を調べるためのキャリブレーション試験を行った。手動で完全に土試料と混合材(混合率  $M=20\%$ )を混合した試料を用いて、脱気圧を  $\sigma=0, 25, 50, 75, 100$  kPa で変化させて作用させた。供試土層断面の輝度値の累積分布を図-4 に示す。累積分布の 10, 90% 累積値の差の対数を輝度値分布指標として定義し、脱気圧によって変化する供試土の飽和度と輝度値分布指標の関係を図-5 に示す。脱気圧が大きくなるほど、飽和度は小さくなり、輝度値分布指標は大きくなる。輝度値分布指標が大きいほど、供試土層断面の輝度値の分布が広く、画像解析の精度が向上していることを意味する。本実験では、脱気圧を  $\sigma=100$  kPa として、攪拌混合実験を行った。土試料に混合率  $M=20\%$  の混合材を、攪拌時の回転速度  $v_r=30, 60, 90$  rpm で混合する実験を行った。供試土層の中央断面を観察した結果を図-6 に、回転速度  $v_r=30, 90$  rpm の供試土層断面の輝度値の頻度分布を図-7, 8 に示す。結果より、混合材の混合率が同等でも、攪拌混合後の供試土の混合状態は大きく異なり、回転速度が小さいと混合が十分に行われないうこと、回転速度が大きくなると完全混合状態に近づいていくことを定量的に評価できることを示した。

### 4. まとめ

(1) 攪拌混合による土試料と混合材の混合状態を評価するための室内試験法を確立した。攪拌混合後の供試土を飽和・脱水することで、供試土層の中央断面を観察できることを示した。(2) 混合材の混合率が同程度でも、攪拌混合条件によって混合状態が大きく異なることを定量的に示した。

**参考文献:** 1) 神崎達也, 宮本慎太郎, 宮田喜壽, 高野大樹: 攪拌混合条件がセメント改良土の力学特性に及ぼす影響に関する室内試験, 第 17 回地盤工学会関東支部発表会, 講演概要集(CD-ROM), 防災 5-7, 2020.

キーワード 攪拌混合, 室内試験, 内部構造, 可視化

連絡先 〒239-8686 横須賀市走水 1-10-20 TEL. 046-841-3810 E-mail : miyamoto@nda.ac.jp

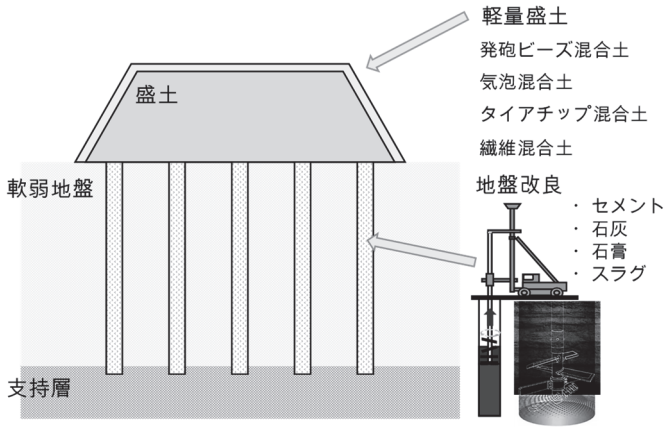


図-1 機械攪拌により異種材料を混合する地盤技術の例

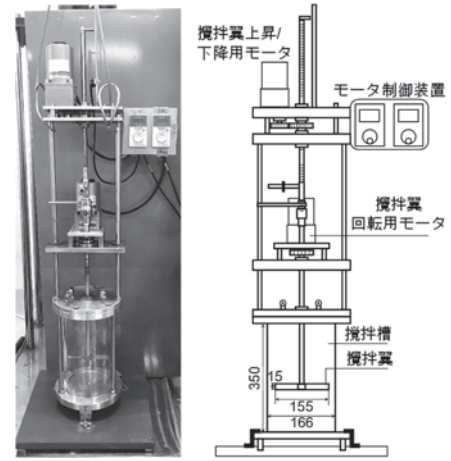


図-2 攪拌混合実験装置の概要

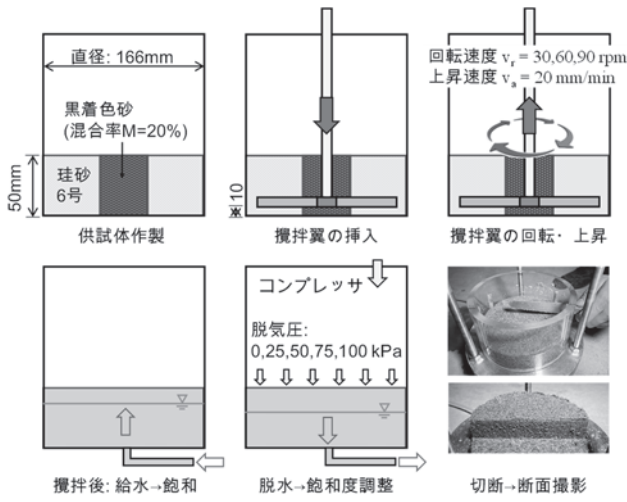


図-3 攪拌混合実験の手順

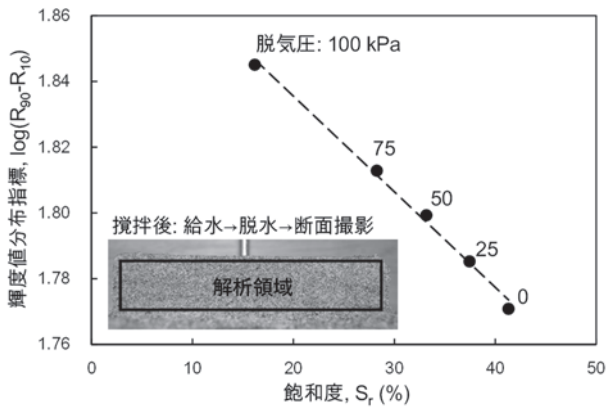


図-5 キャリブレーション：輝度値と飽和度の関係

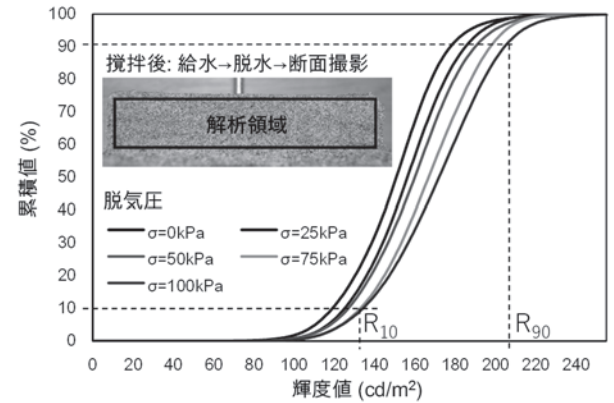


図-4 キャリブレーション：脱気圧と輝度値の累積分布

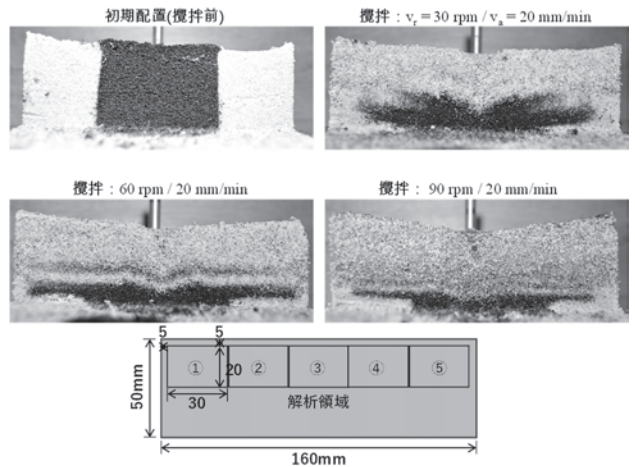


図-6 攪拌混合実験：断面の様子と解析領域

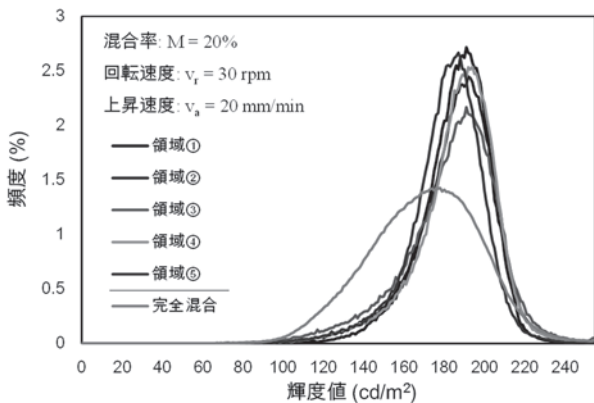


図-7 攪拌混合実験：輝度値の頻度分布 (vr = 30 rpm)

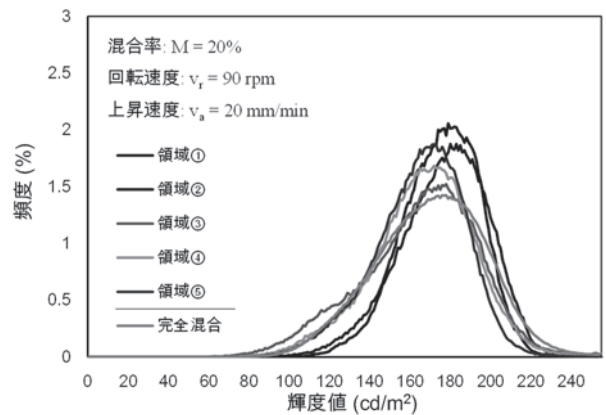


図-8 攪拌混合実験：輝度値の頻度分布 (vr = 90 rpm)