

VI-164

ソイルセメント柱列壁工法における攪拌翼の研究

-新しい攪拌翼の可視化モデル実験-

佐藤工業株式会社 正会員 花田行和 前川滋夫
 株式会社武東工務店 武東義憲

1. はじめに

ソイルセメント柱列壁工法において、改良効果に影響を与える要因は、改良地盤の土質状態、攪拌翼の形状、改良材の性質など多岐にわたっている。その中で効果的に地盤改良を行う場合、土と改良材をいかに均一に混合攪拌するかが重要な問題である。筆者らは、混合攪拌の効率を向上させる目的で、攪拌翼の形状に着目し、新しい攪拌翼（メビウス翼）を考案した。本報告は、この新しい攪拌翼について、可視化モデルを用いた実験を行い、画像処理による解析結果に基づいて攪拌混合効果を検討したものである。

2. 実験概要

今回の実験では、目に見えない地盤内の混合状況を模擬的に再現することによって、攪拌翼の形状の違いによる攪拌効果の差異を可視化手法を用いて確認した。まず予備実験においては、1軸の単純モデルを使用し、基本的なメビウス翼の攪拌性能を確認した。この結果をもとに、モデル実験では、3軸攪拌翼を使って多軸攪拌翼相互の影響を検討すると共に、混合攪拌時における攪拌トルクを計測した。

3. 実験装置

図-1に実験装置全体の概要を示す。

実験装置は、3軸攪拌翼に回転力を与える攪拌装置と、これを任意の速度で上下させる昇降装置からなる。試験体は、透明度の高いアクリル材で加工した容器の中に、色の鮮明なカラーボールを各層に敷き均して作成した。攪拌時の混合状況はビデオ等の映像で収録し、同時に画像高速認識装置（キ-エンスVX-4200）で画像処理を行った。

図-2に今回使用した攪拌翼を示す。

攪拌翼の種類は、従来から使用されているスクリーウ翼と新しく開発した2種類（1段ひねり、2段ひねり）のメビウス翼であり、表-1を基準に製作した。メビウス翼の形状は、回転軸の外周に带状板を巻き付け、その一部を折り返すことによって回転軸との間に空隙を形成したもので、この折り返し部分で地盤を剪断し、攪拌する機能を具備したスクリーウ翼である。

4. 実験方法

(1) 試験体作成方法

可視化実験に使用した試験体は、3軸の攪拌翼の外周が通る軌跡をモデル化した $\phi 160\text{mm} \times 3$ 連の断面形状をしており、深さ1200mmの透明アクリル容器中に作成した。容器内には、下から200mmまで透明な高分子ポリマー（ゼリー状の物質）を入れ、縦に3分割に仕切った両側の部分に、下層から順次200mmの層厚で3層6色のカラーボールを配置した。中央部には高分子ポリマーおよび水をカラーボール表面まで充填した。

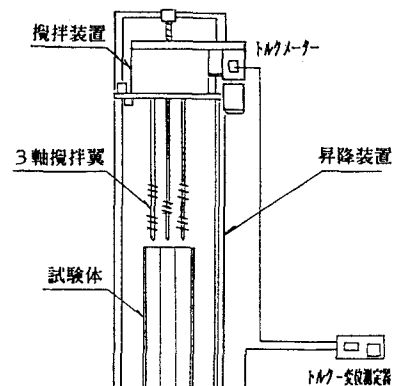


図-1 実験装置概要図

表-1 翼の基準寸法

形状・寸法	
翼の外径	$\phi 145\text{mm}$
ピッチ	100mm
翼の有効長	200mm
軸径	$\phi 60.5\text{mm}$
軸長	1200mm

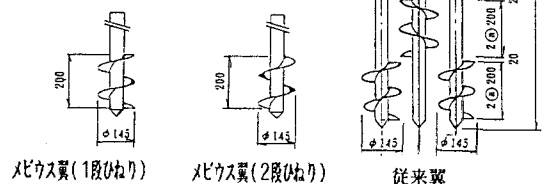


図-2 攪拌翼の種類

攪拌トルクの計測は、縦 300mm×横 600mm×高さ1200mmの銅製型枠の中に、高濃度の泥水に砂を加えて作ったモルタル状の模擬地盤で行った。地盤性状管理は、テーブルフロー（15回落下後の径=125 mm）で行い、比重は2.1とした。

（2）実験条件および混合効果の判定方法

実験は表-2に示した設定値で行い、すべて同一条件とした。

混合効果の判定は、CCDカメラで撮影した映像を画像処理し、各攪拌回数毎の混合度を比較して行った。

5. 実験結果

図-3に攪拌翼の形状別混合度の比較を示す。

1回目攪拌後の混合度を平均値で比較すると、従来翼の5.5%に対し、メビウス翼1段ひねりは10.4%、メビウス翼2段ひねりは16.7%となった。また、2回目、3回目攪拌後の混合度は、従来翼が14.0%、19.2%となっているのに対して、メビウス翼は23.4%～37.1%と増加した。したがって、メビウス翼の混合効果を従来翼と比較すると、1段ひねりで1.7～1.9倍、2段ひねりで1.9～3.0倍の向上が見られた。

図-4に模擬地盤による攪拌トルク測定結果を示す。

従来翼、メビウス翼共に貫入時および引抜き時の攪拌トルクの変動は、ほぼ同じ傾向を示している。

最深部での定位置における攪拌トルクの最大値を比較すると、メビウス翼は従来翼に対して約17%の増大が見られた。

図-5に混合度と攪拌トルクの関係を示す。

従来翼は、攪拌回数が増えても削孔中の攪拌トルクの減少はほとんど無く約3.5 kg・mを示していた。

しかし、メビウス翼では、1段ひねり・2段ひねり共に、1回目攪拌時の攪拌トルクはほぼ5.0 kg・mに対し、2～3回目の攪拌時には、0.5～1.2 kg・mの減少が見られた。

6. まとめ

今回の可視化実験において、直接目でみることでできない流れの現象を動的画面で観察することができた。また、流体の混合効果を簡易に判定する方法として、画像処理による混合度の数値化を計った。この解析手法により、新しく開発した攪拌翼（メビウス翼）の攪拌混合効果を測定した結果、従来のスクリー翼に対して明らかに優位性が確認された。攪拌トルクの測定結果でも、1回目の攪拌に比べ2回目、3回目の攪拌トルクが減少したことは、メビウス翼の改良効果の確実性が充分現れたものと思われる。

参考文献 1)後藤ら；正逆転攪拌翼を有する攪拌装置の混合性能に関する模型実験，第25回土質工学研究発表会 2)西林ら；深層混合処理改良地盤の掘削を目的とした低強度改良に関する研究（その2）第23回土質工学研究発表会 3)橋本ら；フレッシュコンクリートの管内流動における閉塞過程の可視化に関する実験手法，コンクリート工学論文，Vol. 26，No. 2，Feb. 1988

表-2 実験条件

実験条件	設定値	備考
攪拌翼の貫入速度	0.5 (m/min)	実機の1/2
攪拌翼の回転速度	8 (RPM)	"
有効貫入量	700 (mm)	ストロー1200mm
攪拌回数	3 (回)	上下繰り返し3回

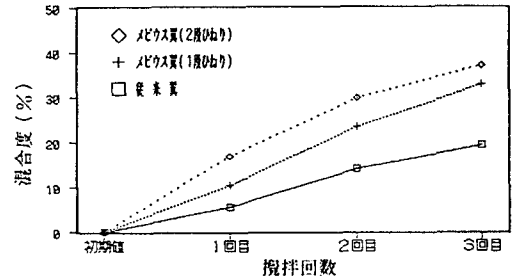


図-3 混合度の比較

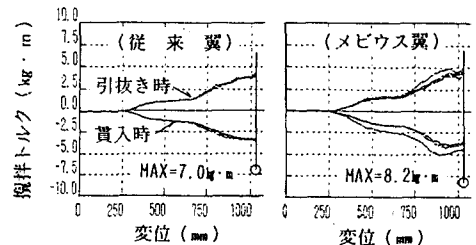


図-4 攪拌トルク測定結果

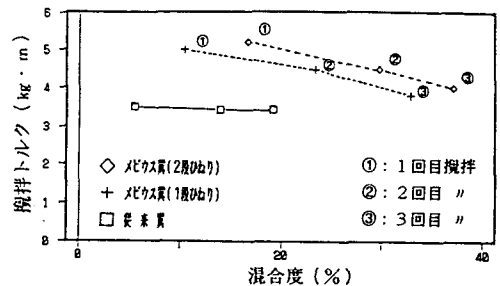


図-5 攪拌トルクと混合度の関係