

模型実験から求めた縦型回転式攪拌混合工法における等価根入れ深さと 先端根入れ深さの評価法の提案

東北学院大学 非会員 ○佐藤蓮、山口大朋
東北学院大学 正会員 山口晶
小野田ケミコ(株) 非会員 山根行弘、蓮香朋宏

1. はじめに

近年開発された縦型回転式攪拌混合工法の特徴は、改良柱の先端形状が円形になることである。しかし現状では先端形状が円形である場合の支持力が明らかになっていないため、先端が平面形状のものに比較して、どの程度根入れ深さが必要か不明である。本研究では、支持層の上に上部層がある場合に必要な根入れ深さを調べることにした。

2. 支持力試験

実験で用いた手動載荷試験装置を図-1に示す。図中の金属製円筒形土槽に土層を形成し、載荷装置に模型杭を取り付け、手動で支持力試験を行う。土試料は支持層と上部層ともにケイ砂8号とした。

模型杭は、先端フラットタイプ (FT)、先端円形タイプ (CT) の2種類を用いた。用いた模型杭の写真を図-2に示す。なお、模型杭 CT の円形部分の半径は 2.5cm である。

支持層の層厚は 16cm とした。支持層の上部層の厚さは、0、5、10、15cm とし、根入れ深さは、FT は 0cm とし、CT は 0、0.5、1.0、2.0cm とした。図-3 に CT の根入れ深さの説明図を示す。

支持層は 3 層 100 回ずつ円筒木杭で締め固めた。上部層については、漏斗からの落下のみである。載荷

装置のハンドルを手動で回し、所定の変位毎に荷重を読み取ることで、変位荷重関係を求めた。

3. 実験結果と考察

図-4 に上部層厚さ 5cm の条件の荷重変位曲線を示す。なお、曲線の変位は根入れ量を加算して示した。この図を見ると、変位が小さいと荷重変位曲線が急勾配となり、変位の増加に伴ってある点を境に緩勾配に変化する。他の上部層厚さの条件の実験結果も図-4と同様の結果となった。

ここで、この荷重変位曲線における初期の急勾配部分の傾きと、急勾配部分と緩勾配部分の境界となる変曲点部分の荷重（極限支持力と定義）に注目し、FT と CT の比較を行なった。

図-5 に各上部層の厚さの条件で根入れ深さに対する急勾配部分の傾きを示した。どの条件も根入れ深さが大きくなると急勾配部分の傾きが大きくなっている。

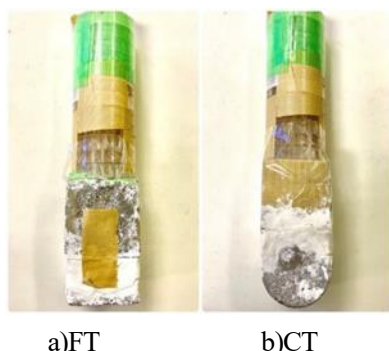
図-6 に極限支持力と根入れ深さの関係を示す。図-5 と同様に、根入れ深さが大きくなると極限支持力が大きくなっている。

ここで、FT の急勾配部分の傾きと極限支持力を表-1に示す。また、表-1に示した FT の急勾配部分の傾きと極限支持力を図-5 と図-6 中の近似直線上に赤丸で示した。この赤丸の位置の根入れ深さが、FT と CT が同程度の挙動を示す等価根入れ深さである。

図-7 は急勾配部分の傾きと極限支持力から求めた等価根入れ深さ/円形部分の半径を、上部層の厚さ/円形部分の半径で示す。図-7 を見ると、例えば上部層の厚さと半径の比が 4（本実験では半径 2.5cm なので上部層の厚さ 10cm）のとき、急勾配部分の傾きから求めた等価根入れ深さの比は 0.32（半径の 32%根入れが必要）、極限支持



図-1 手動載荷試験装置



a)FT b)CT

図-2 模型杭の写真

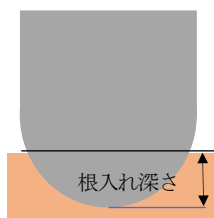


図-3 模型杭の説明

支持力、模型実験、根入れ深さ

東北学院大学工学部 宮城県多賀城市中央 1-13-1

力で考えた等価根入れ深さの比は 0.54（半径の 54% 根入れが必要）となる。急勾配部分の傾きから求めた等価根入れ深さの方が少なくなった。

4. 縦型回転式攪拌混合工法の先端根入れ深さの評価方法

上記の実験結果から、先端が円形状の改良柱の根入れ深さを、載荷初期の状態を表す急勾配部分の傾きから求めた等価根入れ深さまで根入すれば、FT と同様な弾性挙動を示すことが分かる。またこの時の極限支持力は、根入れ量に対する極限支持力の低減係数を用いることで評価することができる。

図-8 は、図-6 で求めた CT の極限支持力を FT の極限支持力（赤丸）で割った比（低減係数）と上部層の厚さ/円形部分の半径の関係を示す。例えば、上部層

の厚さと半径の比が 4（本実験では上部層厚さ 10cm）では、根入れ深さ/円形部分の半径が 0.4（根入れ深さ 1.0cm）のとき極限支持力の低減係数は 0.74 であり、根入れ深さ/円形部分の半径 0.8（根入れ深さ 2cm）のとき極限支持力の低減係数は 1.33 である。

この関係を実サイズに当てはめて考えてみる。例えば、改良体の円形部分の半径 0.75m（実際の施工サイズ）で上部層の厚さ 3m（上部層の厚さと半径の比が 4）のとき、図-7 から急勾配部分から求めた等価根入れ深さは 0.24m（等価根入れ深さと円形部分の半径の比で 0.32 なので）である。また、このときの極限支持力の低減係数は、図-8 から 0.7 程度の低減係数となる。

5. まとめ

縦型回転式攪拌混合工法を想定した模型実験により、フラットタイプと同程度になる等価根入れ深さと支持力の考え方を示した。支持層の上部層の厚さが大きくなるにつれて等価根入れ深さが少なくなることから、さらなる検討を加え評価方法を確立したい。

表-1 FT の急勾配部分の傾きと極限支持力

	上部層の厚さ			
	0cm	5cm	10cm	15cm
急勾配部分の傾き(N/cm)	53	71	105	120
極限支持力(N)	353	609	1150	1168

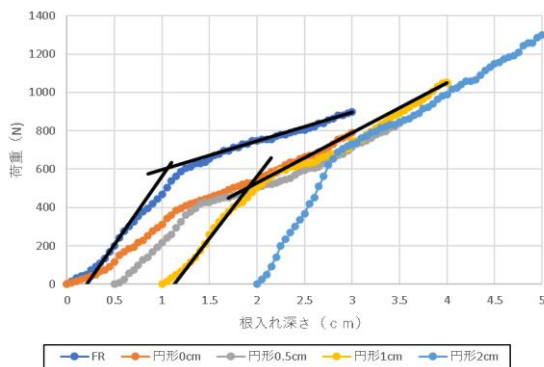


図-4 上部層厚さ 5cm の荷重-変位曲線

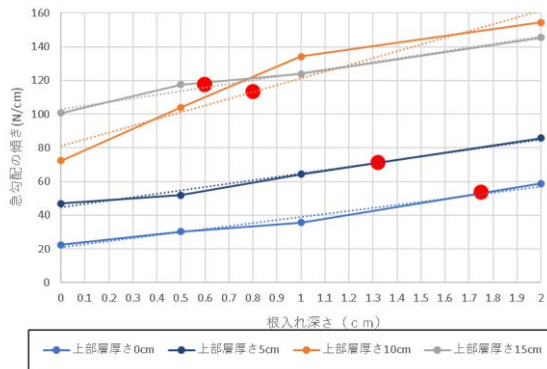


図-5 急勾配の傾きと根入れ深さの関係

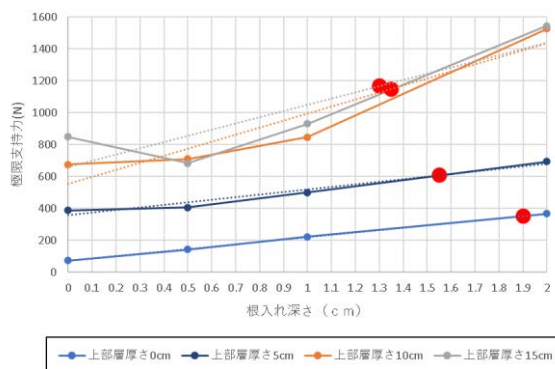


図-6 極限支持力と根入れ深さの関係

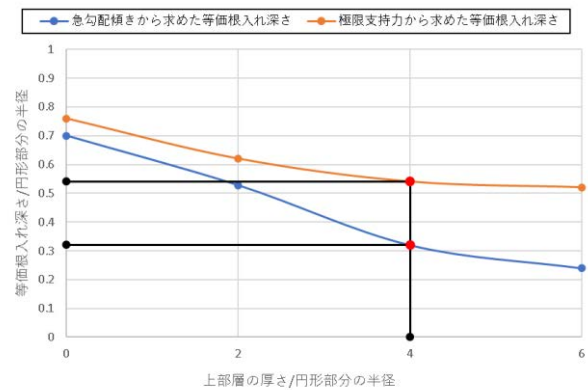


図-7 等価根入れ深さの比と上部層の厚さの比

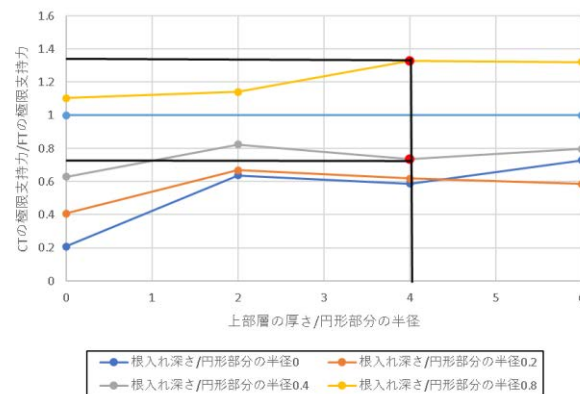


図-8 極限支持力の低減係数と上部層厚さの関係