

縦回転攪拌混合工法をモデル化した杭の貫入実験による根入れ深さの検討

東北学院大学 非会員 ○石坂裕希、丹野照久、細谷学
 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、多田光一郎

1. はじめに

近年、地盤の中層処理改良工法として、縦型回転式攪拌混合工法が開発された。縦型回転式攪拌混合工法の特徴は、回転する攪拌翼が縦回転であるため改良柱の先端形状が円形になることである。

現状では、先端形状が円形である場合の支持力が不明なため、どの程度根入れを行えばいいのかが明らかになっていない。本研究では、先端がフラットな杭と同程度の支持力を有するために必要な、先端が円形杭の根入れ深さを調べることを目的とした。

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。図中の金属製容器に土層を形成し、載荷装置に模型杭を取り付け、手動で支持力試験を行う。

模型地盤の試料は、北日本珪砂株式会社から購入した珪砂4号、珪砂5号、珪砂6号、珪砂7号、珪砂8号の5種類の試料とした。また、各試料について、一面せん断試験で各試料の内部摩擦角を求めた。各実験の模型地盤の密度の平均値と内部摩擦角を表-1に合

模型杭は、先端フラットタイプ（FT）、先端円形タイプ（CT）の2種類を各試料に対して用いた。実際に用いた模型杭の写真を図-2に示す。

根入れ深さは、FTは0mmとし、CTは0mm、5mm、10mm、15mm、20mmとした。図-3にCTの根入れ深さの説明図を示す。模型地盤については、地表面に荷重を載荷しない荷重なしの条件と、地表面に鉛玉を置いて上載圧を想定した荷重あり（全重量50kgf、上載圧2.3kPa）条件の二種類を行った。

根入れ深さを想定する実験では、模型地盤の表面を定規で測り、スプーンを用いて地盤を所定量掘り、掘った底面の地盤に模型杭が接するように載荷装置に取り付けた。

3. 実験結果と考察

図-4に荷重なしの条件で各試料に対して行った円形モデルの根入れ深さと各実験の変位10mmの時の荷重を比べたグラフを示す。合わせてFTの変位10mmのときの支持力も直線で示した。この直線との交点が、変位10mmのときにFTと同程度の支持力となるCTの根入れ深さである。FTと同程度の支持力となる根入れ深さは9～11mm程度となる。



図-1 手動載荷試験装置



a)FT b)CT
 図-2 模型杭の写真

表-1 地盤条件

	珪砂4号	珪砂5号	珪砂6号	珪砂7号	珪砂8号
密度(g/cm ³)	1.57	1.55	1.57	1.47	1.43
内部摩擦角(°)	31.3	30.8	29.4	33.9	41.0

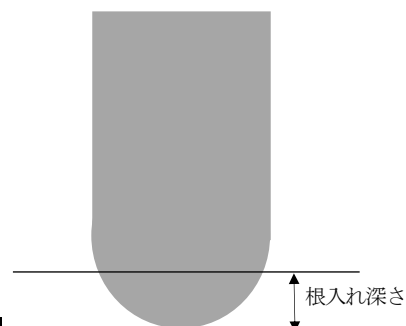


図-3 根入れ深さの説明図

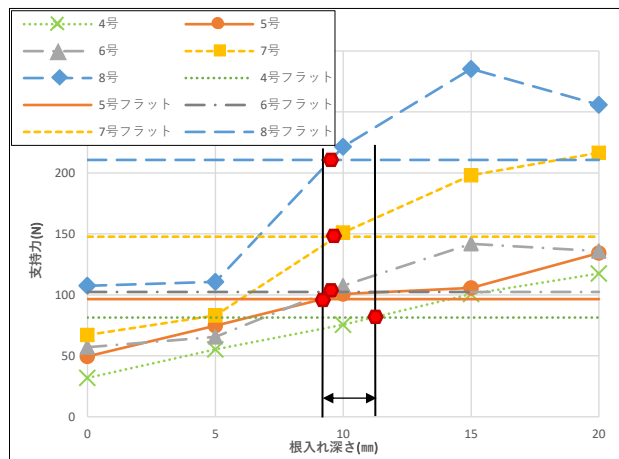


図-4 荷重なし条件変位 10 mm の時の荷重

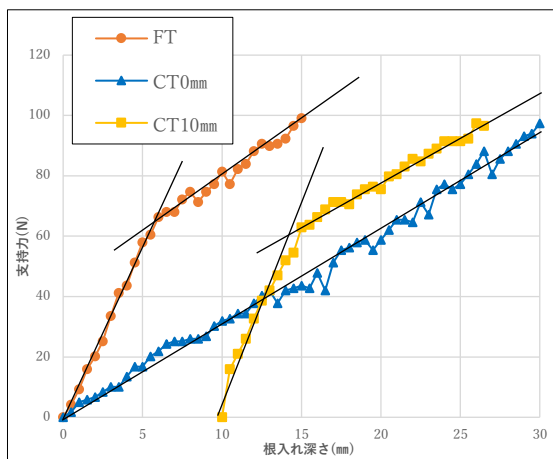


図-5 ケイ砂 4 号の変位荷重曲線

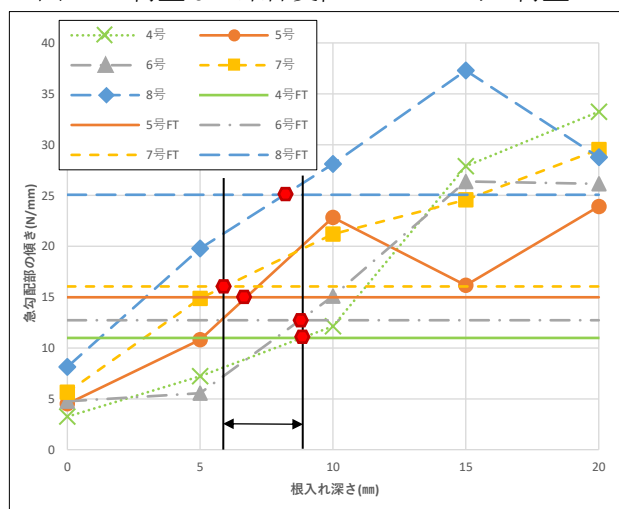


図-6 根入れ深さに対する急勾配部の傾き

図-5 に根入れ分をオフセットしたケイ砂 4 号の変位荷重曲線を示す。FT と、CT 根入れ 0 mm、CT 根入れ 10 mm を例として示す。この図をみると、FT と根入れ 10 mm の CT は、変位荷重曲線が急勾配部と緩勾配部に分かれている。急勾配部は変位が小さい時の弾性挙動を示すと考えられるので、特に急勾配部に着目し、FT と CT の急勾配部の傾きを比較した図が図-6 である。この図も、FT の急勾配部の傾きを直線で示した。直線と曲線の交点が、FT と同程度の急勾配部の傾きを示す CT の根入れ深さである。この値は、6~9 mm 程度となった。

同様にして、荷重ありの条件においても、変位 10 mm のときに FT と同程度の支持力を持つ CT の根入れ深さと、変位荷重曲線の急勾配部の傾きが FT と同程度になる CT の根入れ深さを求め、それぞれ平均値を求めて、地表面の上載圧に対してプロットしたグラフが図-7 である。これをみると、地表面に荷重をかけた場合、FT と同程度の支持力・急勾配部の傾きと

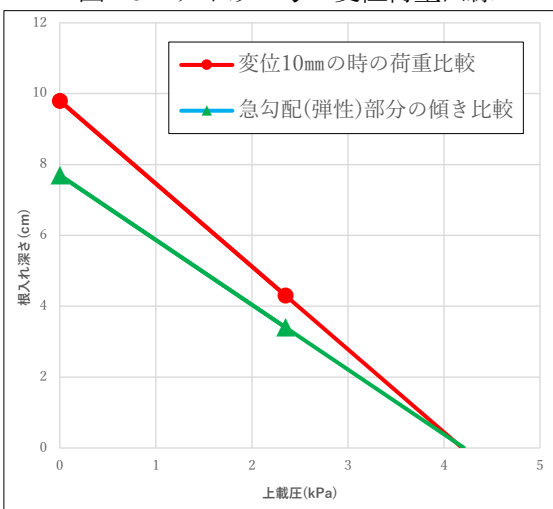


図-7 上載圧とフラットタイプと同程根入れ深さに対する急勾配部の傾き

なる CT の根入れ深さが小さくなることがわかる。上載圧は、支持層までの土圧を考えているため、支持層の深さが深くなるほど（上載圧が大きくなるほど）CT の根入れ深さが少なくて済むということを表している。仮にこの図が成り立つと考えた場合、実際の杭の直径は 1.5

m で、模型の直径は 5 cm であるため、縮尺は 1/30 となる。図-7 のグラフを直線近似すると、根入れ深さが 0 となる上載圧はそれぞれ 4.2 kPa となる。密度 1.5 g/cm³ の地盤では、29 cm 分に相当し、これを 30 倍すると、8.7 m に相当する。つまり、8.7 m 程度以上の支持層で、この縦回転撹拌工法を施工する場合は、実験上は根入れゼロでよいということを示している。ただし、実際の施工にこれをそのまま当てはめるには、さらに詳細な検討が必要であることはいうまでもない。いずれにせよ、先端が円形になる改良杭では、支持層が深いほど根入れ深さが浅くてよい可能性があることが示された。

4. まとめ

本研究では、FT と同程度の支持力・変位荷重曲線の傾きとなる CT の根入れ深さを求めた。その結果、支持層の深さが深くなるほど CT の根入れ深さが浅くて済む可能性があることを示した。