改良柱の先端形状が支持力に与える影響

東北学院大学　非会員　○佐々木優太、工藤頌平
東北学院大学　正会員　山口晶
小野田ケミコ㈱　非会員　山根行弘
小野田ケミコ㈱　非会員　保坂仁哉

1.　はじめに

近年、地盤の中層処理改良工法として、縦型回転式撹拌混合工法が開発された。この工法は、先端部の左右両側に取り付けた大撹拌翼を鉛直方向に回転させる撹拌装置を用いる工法である。縦型回転式撹拌混合工法の特徴は、回転する撹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明らかになっていないため、力学的なつり合い条件を考慮し、円形部分の中心まで支持層に貫入させている。しかし､支持層を撹拌混合処理するのは容易ではなく、この点がコスト・工期の面で課題となっている。

2.　実験目的

本研究では、先端形状がフラットタイプと円形タイプの模型杭に対して支持力試験を行い、円形タイプがフラットタイプと同程度の支持力を要するには、どの程度の貫入深さが必要かを考察する。

写真－1　手動載荷試験装置

表－1　地盤条件

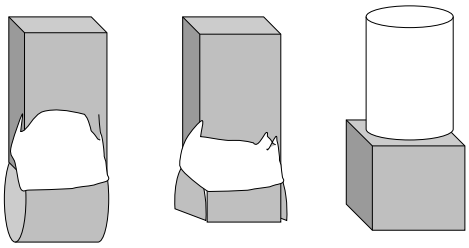
	試料 1015	試料 1010	試料 1005	試料 1000
試料混合割合 豊浦砂：カオリン	1：1.5	1：1	1：0.5	1：0
最適含水比（%）	17.70	16.10	13.75	9.20
模型地盤の密度 （g/cm^3）	1.670	1.519	1.644	1.482
一面せん断試験 粘着力（kPa） 内部摩擦角（度）	 8.4 16	 0 16	 8.4 13	 0 16

3.　支持力試験

実験で用いた手動載荷試験装置を写真－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。

実験に用いた地盤条件を表－1 に示す。模型地盤の試料は、豊浦砂とカオリンの混合割合を変えた 4 種類の試料とした。あらかじめ各試料の突き固め試験を行って最適含水比を求め、最適含水比に試料を調整して模型地盤を作製した。最適含水比および同条件で作製した供試体の一面せん断試験から求めた粘着力を示す。

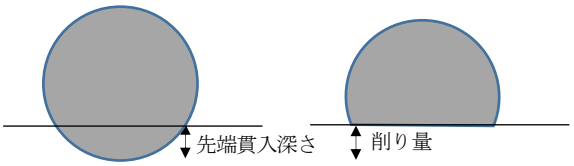
模型杭は、先端円形モデル、先端フラットモデル、先端円形フラットモデルの 3 種類を各試料に対して行った。模式図を図－1 に、実際の用いた模型杭の写真を写真－2 に示す。模型の先端部分と直線部分は別々に土にセメント系改良材を混合して作製して接着し、隙間を紙粘土で埋めた。



図－1　模型杭模式図

写真－2　模型杭の写真

地盤改良、支持力、模型実験
東北学院大学工学部　宮城県多賀城市中央 1-13-1



図－2　模型杭の説明図

貫入深さは、先端フラットモデルは 0mm とし、先端円形モデルは 0mm、5mm、10mm、15mm、20mm とした。先端円形フラットモデルは、貫入部分に対応する部分を削り、貫入部分がないとして考えた場合を想定したもので、削った分を円形の頂点から 5mm、10mm、15mm、20mm とした。図－2 に先端円形モデルと先端円形フラットモデルの貫入深さと削り量の関係の説明図を示す。

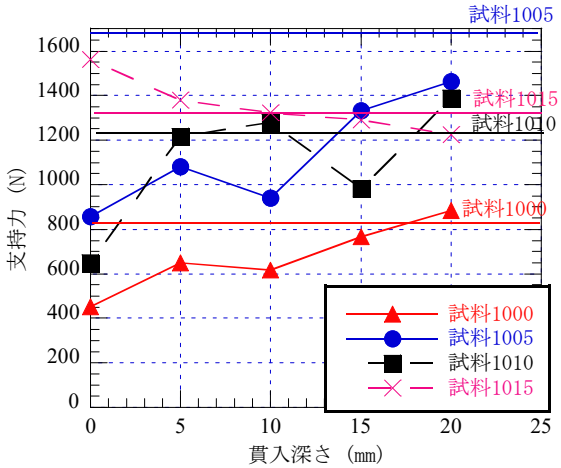
実験手順は次の通りである。まず、70cm×30cm×15cm の容器に試料を二層に分けて入れ、各層 200 回ずつ締め固めて模型地盤を作製する。貫入深さを想定している条件では、①模型地盤の表面から定規を貫入深さ分貫入させスプーンを用いて地盤を掘る、②掘った底面の地盤に模型杭が接するように載荷装置に取り付ける、③一定の速度でハンドルを回していく、④変位計の目盛 50 ずつ荷重を読みとる、という手順で行う。

貫入深さを想定しない先端フラットモデルと先端円形フラットモデルは模型地盤を掘る手順を省略し、地盤を作製したらその表面に杭を設置し、実験を行う。

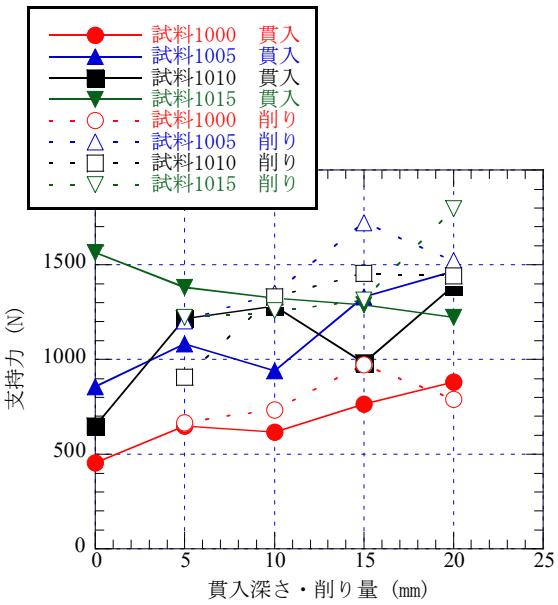
4.　実験結果と考察

図－3 に各試料に対して行った先端円形モデルの貫入深さと変位 15mm の時の荷重を比べたグラフを示す。合わせてフラットモデルの変位 15mm のときの支持力も直線で示した。なお、試料 1015 については、15mm まで貫入しなかったため、荷重と変位が直線関係と仮定して数値を求めた。この図をみると、試料 1015 以外は貫入深さが増加すると支持力が増加する傾向にある。しかし、試料 1015 では、貫入深さが増加すると支持力が低下する傾向となった。また、試料 1000 と試料 1010 では、貫入深さが 17mm～19mm でほぼフラットモデルと同程度の支持力となっている。先端円形部分の半径は 25mm であるので、円形部分の 70～80%程度の貫入深さでフラットモデルと同程度の支持力が得られたことになる。

本実験から、明確な傾向は分からないが、少なくとも地盤条件によっては、先端の円形部分を完全に貫入



図－3　変位 15mm の時の各試料の貫入深さの比較



図－4　先端円形フラットモデルと先端円形モデルの比較

させなくてもフラットモデルと同程度の支持力を得られることがある。

図－4 に先端円形フラットモデルの削り量と先端円形モデルの貫入深さについて、変位 15mm の時の支持力を示す。先端円形フラットモデルの削り量が多くなれば支持力が大きくなること、削り量・貫入深さが大きくなると、ほぼすべての試料で先端円形フラットモデルの方が支持力が大きくなった。

5.　まとめ

本研究では、先端フラットモデルと同等の支持力が得られる先端円形モデルの貫入深さを求めることができなかった。しかし、少なくとも円形部分を完全に貫入しなくてもフラットモデルと同程度の支持力を得られる場合があることは分かった。今後は、さらに地盤条件を検討したいと考えている。