

地盤改良併用型杭の組み合わせ荷重載荷模型実験

武蔵工業大学 学 野口晴央 学 福島裕二
正 末政直晃 正 片田敏行

1.はじめに

近年、地盤改良体に芯材を挿入した地盤改良併用型杭が多く実用されている。この杭は通常の杭と比較して支持力が增加するが、組み合わせ荷重が作用した時の杭の強度特性は、十分に明らかにされていない。そこで、軸力、せん断力、曲げモーメント等の組み合わせ荷重が作用する時の挙動を定量的に評価するため、地盤改良併用型杭の模型実験を実施した。ここでは、軸力を作用させて水平載荷実験を行い、軸力と水平耐力の関連性について検討すると同時に、荷重の載荷点を変えて曲げモーメントとせん断力の関連性について調べた。また、ファイバーモデルを用いた解析を行い、実験値と比較した。

2.実験概要

実験は図-1に示した装置を用いて実施した。土台を用いて模型杭を試験機に固定し、滑車と留め金を介して軸力を作用させた。荷重載荷方法は、0.02mm/sの定速度による変位制御とし、載荷板を水平方向に移動させて載荷点位置を調節し、1点載荷により水平載荷実験を行った。

実験条件は、軸力 N による影響を検討するため、 $N=0$ と $N=480\text{N}$ の2ケース、せん断力の影響を検討するため、 $N=0$ で土台から載荷点位置までの距離： $L=195\text{mm}$ ($N=0$ と共通)、 $L=160\text{mm}$ 、 $L=120\text{mm}$ 、 $L=85\text{mm}$ 、 $L=45\text{mm}$ とした5ケースの、全6ケース実施した。次に、模型杭の概要を図-2に示す。模型杭には、アルミナセメント・関東ローム・水を所定の配合条件 ($W/C=80\%$ 、 $C:m_s=8:1$) で作成した模型地盤改良体に、芯材として表面に珪砂7号をまぶした中空アルミ棒を挿入したものをを用いた。模型杭は杭長を250mm、土台の固定長さを50mmとした。改良体の強度は、一軸圧縮試験結果より、変形係数 $E=526\text{MPa}$ 、一軸圧縮強度 $q_u=3.01\text{MPa}$ であった。測定項目は、ロードセルによる荷重と変位計による変位、ひずみゲージによるひずみ(改良体と芯材の圧縮側と引張側に1ヶ所ずつ)とした。これらの値を変位が4cmに達するまで計測した。

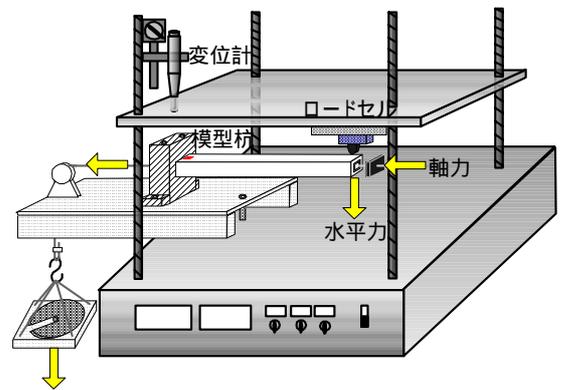


図-1 実験装置

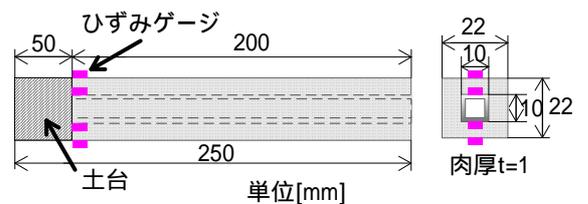


図-2 模型杭の概要

3.解析概要

ファイバーモデル¹⁾とは、材料非線形特性に着目した曲げ変形解析であり、異なる部材からなる複合体を別々に考慮する離散化手法である。今回使用した杭のモデルは矩形断面であるため、断面を中立軸に平行な層状(ファイバー)に分割した場合、断面積の計算を簡便にできるというメリットがある。本解析では、断面を440分割して実施した。図-3に改良体

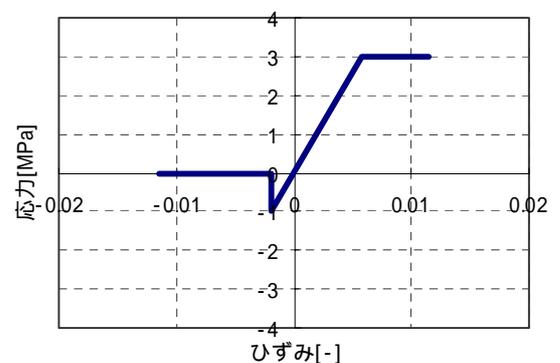


図-3 改良体の応力-ひずみ関係

キーワード：杭基礎，模型実験，載荷試験

連絡先：〒158-8557 東京都世田谷区玉堤 1-28-1 武蔵工業大学 TEL & FAX 03-5707-2202

す。改良体の構成則には、一軸圧縮試験結果から得られた応力-ひずみ関係を簡略化したグラフを、アルミの構成則には、曲げ試験結果から得られた値を簡略化したグラフを用いた。

4.実験結果

図-5 に実験結果と解析結果の曲げモーメント-曲率関係を示す。実験値と解析値では、軸力が作用することで模型杭の挙動に大きな差は見られなかった。これは加えた軸力が小さく、模型杭に与える影響が小さかったためと考えられる。また、初期の段階では実験値と解析値がほぼ一致しているが、模型杭が降伏するにつれて解析値の方が大きくなった。この理由として、実験では荷重を載荷すると曲げモーメントと同時にせん断力が発生するが、ファイバーモデルでは杭に曲げを与えて計算しており、実験で生じるせん断力の影響を評価できないことが原因と考えられる。

図-6 に載荷点位置を変化させた時の曲げモーメント-曲率関係を示す。曲率が大きくなるにつれて、L=195を除いてLの小さいケースから降伏した。これはLを小さくすることで、降伏するまでに模型杭に作用するせん断力が増加するためと考えられる。また、試験後の模型杭を見ると、Lが大きいケースは模型杭の引張側から曲げひび割れが発生し、Lが小さいケースは模型杭の圧縮側からせん断ひび割れが発生した。これより、Lが変化して同一荷重における曲げモーメントとせん断力の比率が変わると、模型杭の破壊形式が変化することがわかる。

図-7 に曲げモーメント-せん断力関係を示す。改良体の圧縮縁ひずみが、一軸圧縮試験結果から求めた降伏時の圧縮ひずみに達した時を模型杭の降伏と考え、この時の曲げモーメントとせん断力の値を図に示した。この図は曲げモーメントとせん断力の関係を、一種の降伏曲面として整理したものである。Lが小さくなるにつれてせん断力が増加しており、模型杭の降伏に与えるせん断力の影響が大きくなることがわかる。また、曲げモーメントにはばらつきが見られるものの、せん断力が小さくなると曲げモーメントが増加する傾向を示した。

5.まとめ

実験結果と解析結果は初期の段階では一致したが、降伏するにつれて差が大きくなった。模型杭の載荷点位置を変えると、初期では同じ挙動を示すが、曲率が増加するにつれて対応する曲げモーメントおよび模型杭の破壊形式が変化した。また、せん断力が増加すると降伏曲げモーメントが減少する傾向が見られた。

<参考文献>

1)福島ら：地盤改良併用型杭の曲げ変形特性について，土木学会年次学術講演会講演概要集 Vol.61st，No.Disk1 Page.ROMBUNNO.3-386，2006.09.

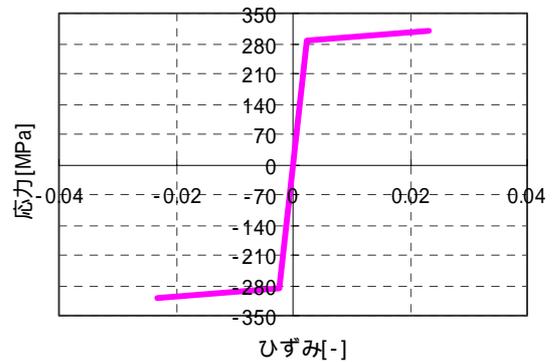


図-4 芯材の応力-ひずみ関係

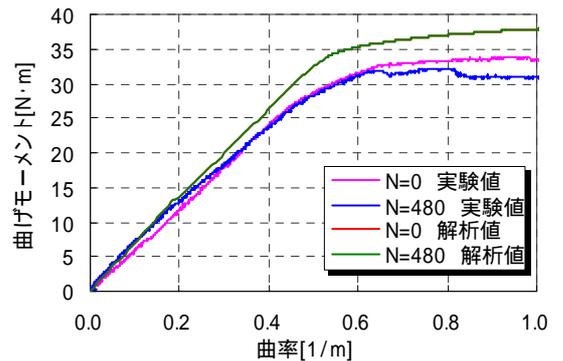


図-5 M- 関係(実験値と解析値の比較)

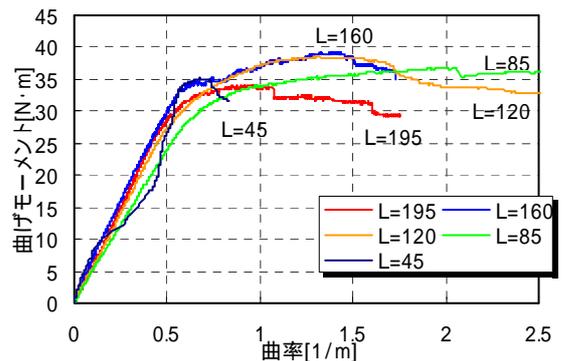


図-6 M- 関係(実験値)

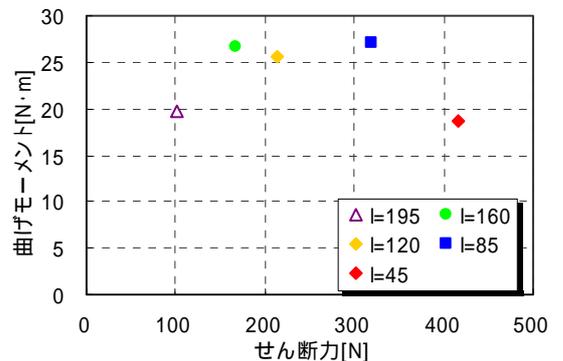


図-7 曲げモーメント-せん断力関係