

地盤改良併用型鋼管杭の水平抵抗に関する研究

武蔵工業大学 学生会員 福島裕二

武蔵工業大学 正会員 末政直晃 片田敏行 田中剛

1 はじめに

近年、地盤改良体に芯材として鋼管杭を挿入した地盤改良併用型鋼管杭が開発され、多く実用されている。この杭には、地盤改良により杭周辺地盤の強度・剛性が増加するため、改良体を有しない鋼管杭に比べその鉛直支持力・水平支持力が大幅に改善される、地盤改良体が完全に固結する前に鋼管杭を挿入するため、鋼管杭と地盤改良体がよくなじむなどの利点がある。しかしながら、比較的新しい工法であるため、水平降伏耐力などを十分把握できていないのが現状である。

そこで本研究では、性能設計法を見越した杭の終局状態まで着目し、改良地盤が杭の水平抵抗に与える影響を定量的に評価することを目的とする。改良地盤が杭の水平抵抗に与える影響を評価するには、地盤改良併用型鋼管杭の部材特性を把握する必要がある。そこで、今回は模型杭の曲げ載荷試験を実施し、地盤改良併用型鋼管杭の曲げ変形特性を調べた。

2 曲げ載荷試験概要

試験に使用した載荷装置は、5kN 計のロードセルで変位制御による載荷が可能である。また、支点にはローラーがついており、これにより水平方向の軸力の作用を回避することができ、部材に曲げモーメントを正しく付与することができる。

次に、曲げ載荷試験概要を図-1 に示す。直径 $d=56\text{mm}$ または 16mm 、支間 $L=400\text{mm}$ の供試体に2点載荷で曲げ載荷試験を行った。実験ケースは模型鋼管杭(未改良杭)として外径 16mm 、肉厚 1mm のアルミ棒と、模型地盤改良併用型鋼管杭として配合の異なる2ケースに対して改良体のみのものと模型地盤改良体に模型鋼管杭を挿入した模型地盤改良併用型鋼管杭の計5ケースで行った。模型地盤改良体は、石膏・関東ローム・水を配合し、想定強度になるよう作製した。その時の結果を図-2、表-1 に示す。測定項目としては、ロードセルによる荷重、変位計による変位、ひずみゲージによる模型地盤改良体・模型鋼管杭のひずみ(それぞれの圧縮側と引張側の各1ヶ所ずつ)とした。約 0.02mm/s の定速度による変位制御で載荷を行った。

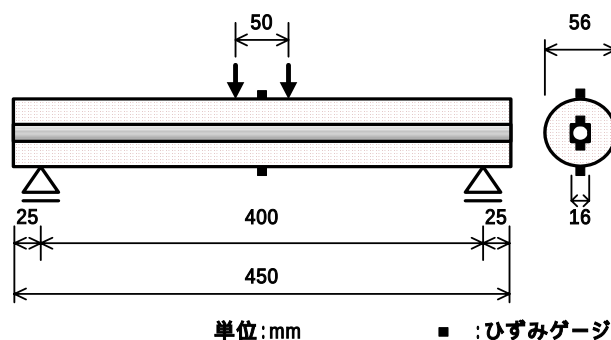


図-1 曲げ載荷試験概略図

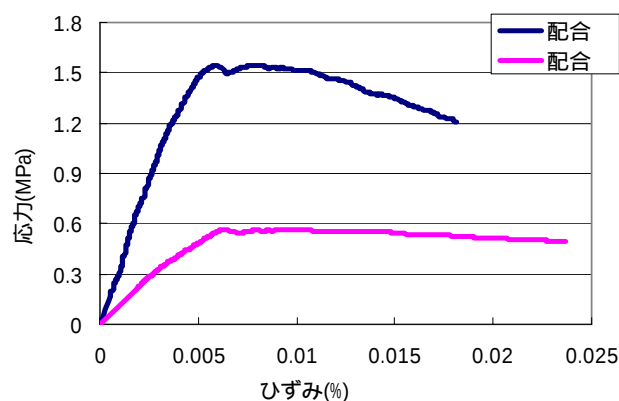


図-2 一軸圧縮試験結果

表-1 一軸圧縮試験結果

配合	E(MPa)	qu(MPa)
	333.11	1.54
	109.77	0.56

3 実験結果

3-1 荷重～変位関係

図-3、図-4 に荷重～変位関係を示す。改良体の強度の

キーワード：水平荷重，模型実験，載荷実験

連絡先：〒158-8557 東京都世田谷区玉堤 1-28-1 武蔵工業大学 地盤環境工学研究室

高い配合 では、改良体のみの荷重は同一変位量における未改良杭の荷重に比べて大きく、低荷重域においては、改良杭の荷重～変位関係は改良体のみとほぼ同様の挙動を示している。そして、改良杭の改良体の引張部にひび割れが生じると荷重が未改良杭の荷重とほぼ同等の値まで急激に落ち、そこから荷重が再び上昇していく傾向を示した。一方、改良体の強度の低い配合 では、改良体のみの荷重は同一変位量における未改良杭の荷重に比べて小さく、改良杭の荷重～変位関係は実改良杭とほぼ同様の挙動を示している。破壊形状としては、改良体のみでは引張側にひび割れが発生した時点で真っ二つに破壊した。それに対して、改良杭は引張側にひび割れが発生しても鋼管杭が引張側を负担することで破壊せずにその後荷重が増加した。

3-2 曲げモーメント M ～ 曲率 ϕ 関係

図-5、図-6 に初期段階における曲げモーメント M と曲率 ϕ の関係を示す。改良体の強度が増加するのに伴って曲げモーメントが増大していることがわかる。次に、平面保持の仮定より鋼管杭と改良体の複合体の曲げ剛性はそれぞれの曲げ剛性の和で表すことができると想定し、改良杭の実験値とこの仮定から求める算定値とを荷重初期段階において比較した¹⁾。未改良杭の EI は実験値から、改良部の EI は一軸圧縮試験から得られたものを用いて求めた。その結果、改良杭の実験のよる $M \sim \phi$ 関係と算定した $M \sim \phi$ 関係の傾きはほぼ一致していることが図-5、6 より分かる。これより、初期弾性領域では平面保持の仮定が成り立つことが説明できる。

4 まとめ

- ・同一変位量に対し、改良体のみの荷重が未改良杭より大きい場合、改良杭の荷重～変位関係は改良体のみと同様の挙動を示す。それに対し、同一変位量に対し、改良体のみ荷重が未改良杭より小さい場合、改良杭の荷重～変位関係は未改良杭と同様の挙動を示す
- ・鋼管杭と改良体の複合体の曲げ剛性では平面保持の仮定が成り立ち、鋼管杭と改良体の複合体の曲げ剛性はそれぞれの曲げ剛性の和で表すことができる。

なお、今後は平面保持の仮定が地盤中にある杭に対しても成り立つかを地盤内での曲げ載荷試験を行い、検討していきたいと考えている。

5 参考文献

- 1) 姜相旭: 地盤改良併用型羽根付き鋼管杭の水平抵抗に関する基礎的研究, 修士論文 武蔵工業大学 地盤工学研究室, 2002.

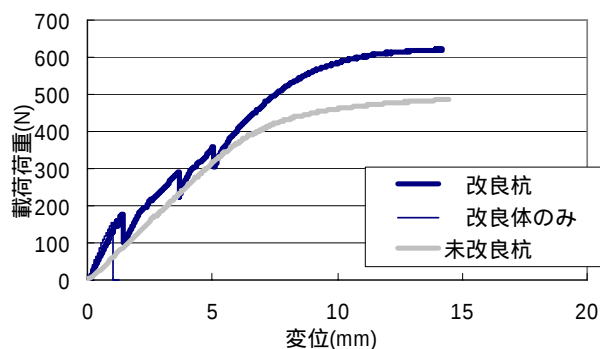


図-3 荷重～変位

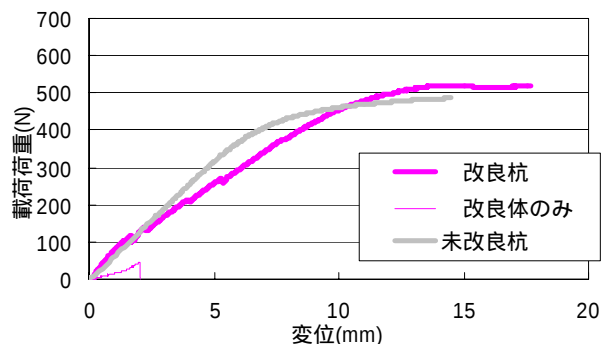


図-4 荷重～変位

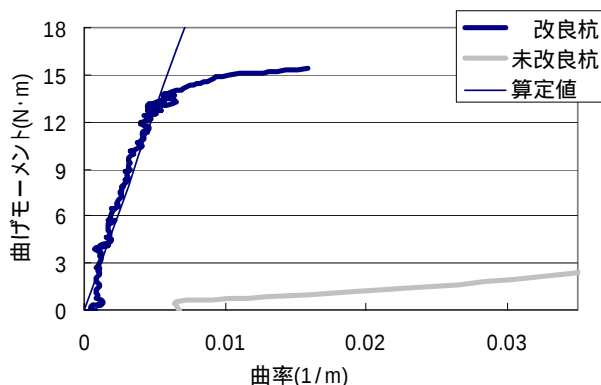


図-5 $M \sim \phi$ 関係

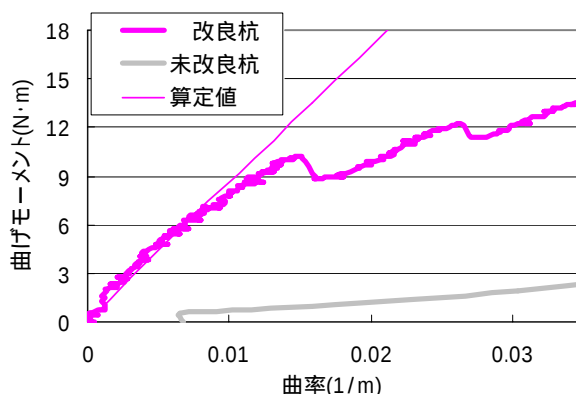


図-6 $M \sim \phi$ 関係