

ファイバーモデルを用いた地盤改良併用型杭の曲げ変形特性について

武蔵工業大学 学 〇福島裕二 小田切一樹

武蔵工業大学 正 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やH鋼を挿入した地盤改良併用型杭が開発され、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杭を挿入するため、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、地盤改良体による効果は十分に明らかで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、部材特性を把握する必要がある。そこで、今回はファイバーモデルを用いて地盤改良併用型杭の曲げ変形挙動解析を行い、曲げ載荷実験で得られた実験値との比較・検討を行った。

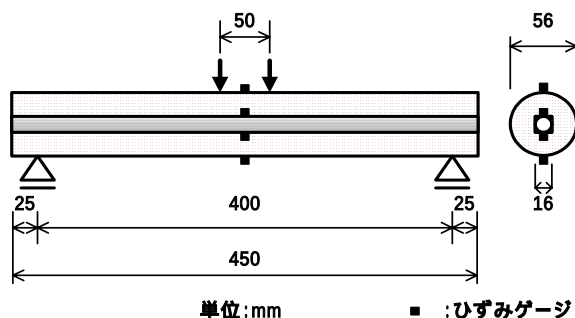


図-1 曲げ載荷実験概略図

2. 曲げ載荷実験概要

曲げ載荷実験概略図を図-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点載荷で曲げ載荷実験を行った。実験ケースは芯材部だけの未改良杭と、改良体に芯材を挿入した改良杭の2ケースについて行った。芯材には外径 16mm 、肉厚 1mm の中空アルミ棒を、改良体には関東ローム・石膏・水を配合させたものを使用した。また、測定項目としては、ロードセルによる荷重、ひずみゲージによるひずみとし、これより曲げモーメントおよび曲率を算出した。

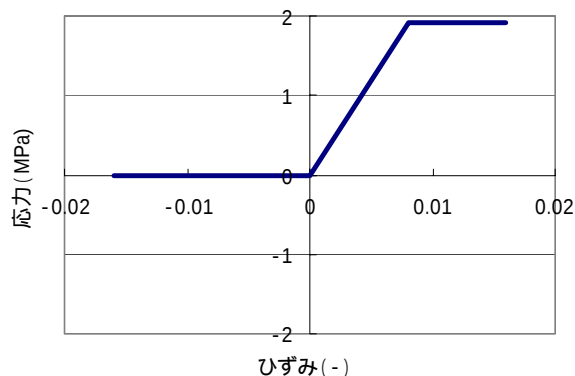


図-2 改良体の構成則

3. ファイバーモデルの概要

ファイバーモデルとは、材料非線形特性に着目した曲げ変形解析であり、異なる部材から成る複合体を別々に考慮する離散化手法である。

実際の計算方法¹⁾としては、断面を層状(ファイバー)に分割して中立軸位置を仮定し、ひずみ分布を算出する。ここで、各部材の構成則を用い応力・合力を求め、外力のつり合いを収束計算により中立軸位置を決定させる。そして、合力と合力作用位置から M (モーメント) を、圧縮縁ひずみと中立軸位置から ϕ (曲率) を算出する。

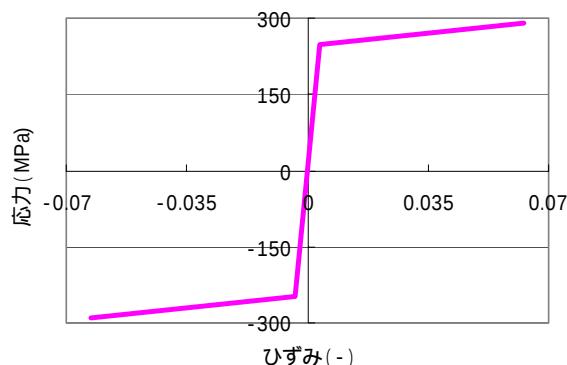


図-3 アルミの構成則

キーワード：ファイバーモデル、地盤改良、杭、 $M-\phi$

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 Tel&Fax: 03-5707-2202

4. 材料モデル

改良体の構成則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ものを，アルミの構成則はアルミニウムハンドブック²⁾の値を簡略化したものを用いた．また，そのときの応力-ひずみ関係を表したグラフを図-2 に改良体，図-3 にアルミとして示す．

5. 解析結果

図-4 に改良杭の実験結果および解析結果を示す．図より，解析結果の曲げモーメントは同一曲率における実験結果の曲げモーメントより小さい値を示しており，解析結果と実験結果ではかなりの違いが見られた．これは芯材のアルミの構成則が原因であると考えた．これは，市販のアルミ棒では強度にばらつきがあることや，平板の場合と今回のような中空の場合では， $M-\phi$ 関係の応答が変化するためだと思われる．そこで，未改良杭についても解析を実施した．そのときの結果を図-5 に示す．図より，改良杭の場合と同様に同一曲率における解析結果の曲げモーメントは実験結果よりも小さい値を示し，線形の挙動を示していることがわかる．ここで，未改良杭において実験結果と解析結果の $M-\phi$ 関係が一致したときの応力-ひずみ関係が実際の構成則であると考え，実験結果と一致する応力-ひずみ関係を逆算し求めた．その結果，ヤング率を 7 倍，降伏応力を 0.6 倍としたときに実験結果と解析結果が一致した．そのときの $M-\phi$ 関係を図-6 に示す．

未改良杭の $M-\phi$ 関係から逆算したアルミの構成則を用いて，改良杭について再度解析を行った．そのときの結果を図-6 に示す．図より実験結果と解析結果はほぼ同様の挙動を示していることが確認できる．また，初期の挙動にずれが生じているが，これは実現象のように改良体の引張側を徐々に切れさせるのではなく，考慮せずに解析を行ったためだと思われる．

6. まとめ

未改良杭の $M-\phi$ 関係から逆算したアルミの構成則を用いることで，改良杭の $M-\phi$ 関係をある程度再現できることが確認できた．

また，今後は地盤の拘束圧のかかる状態での曲げ載荷実験についても比較・検討していきたい．

<参考文献>

- 1) 池谷和之：繰返し荷重を受ける鉄筋コンクリート柱の力学的挙動に関する実験的研究，武蔵工業大学修士論文，1998
- 2) 日本アルミニウム協会：アルミニウムハンドブック

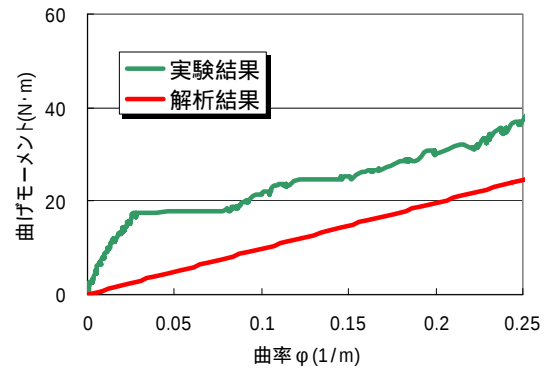


図-4 改良杭の $M-\phi$ 関係

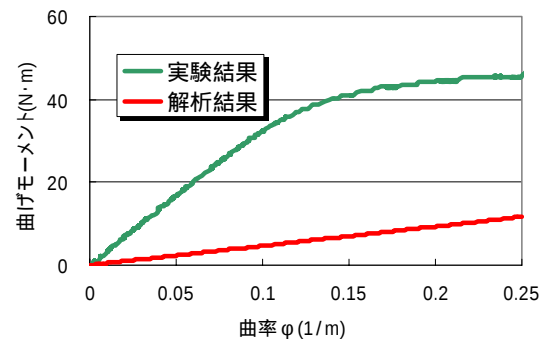


図-5 未改良杭の $M-\phi$ 関係

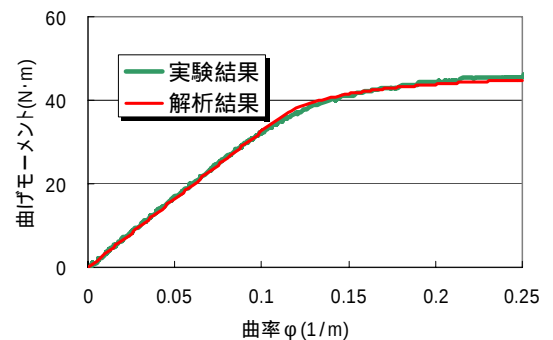


図-6 アルミの構成則を変化させた時の未改良杭の $M-\phi$ 関係

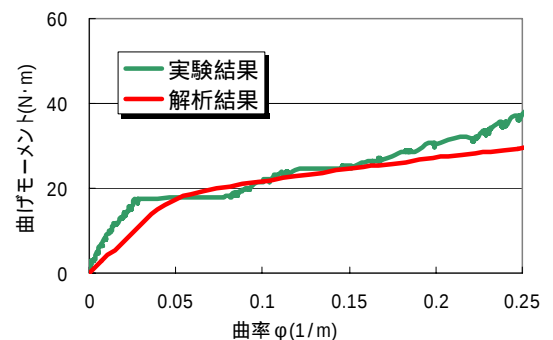


図-7 アルミの構成則を変化させた時の改良杭の $M-\phi$ 関係