

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 福島裕二

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てその鉛直支持力・水平支持力が大幅に改善されることや、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。また、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が望まれている。

そこで本報告では、地盤改良併用型杭の部材特性を把握するために、ファイバーモデルを用いて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。

2. 曲げ載荷実験概要

実験に使用した載荷装置は、5kN計のロードセルを装備した変位制御型の鉛直載荷実験機である。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。

図-1に曲げ載荷試験概要を示す。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。実験は芯材部だけの未改良杭と、地盤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、地盤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、これより曲げモーメントおよび曲率を算出した。載荷方法としては、約0.02 mm/secの定速度による変位制御で載荷を行った。

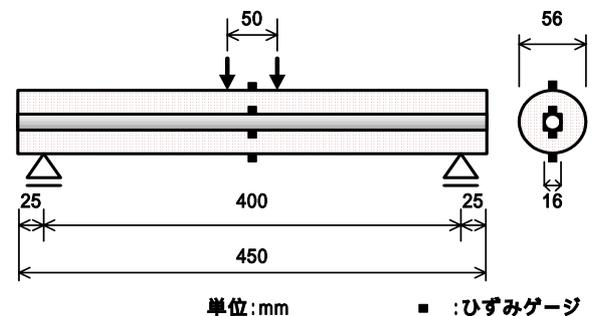


図-1 曲げ載荷実験概略図

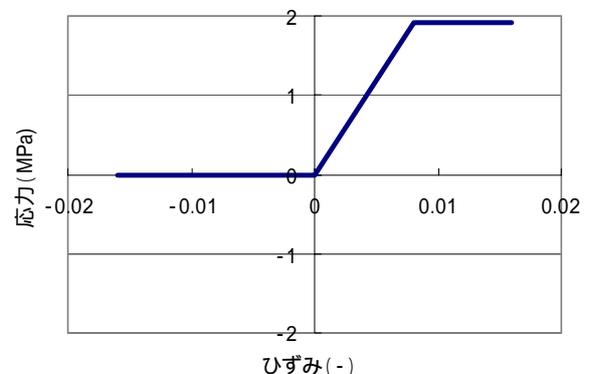


図-2 改良体の構成則

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(曲率)を算出する。

キーワード：ファイバーモデル、地盤改良、杭、 M -

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

改良体の構成則は模型地盤改良体の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用いた。また、引張側は考慮せずに0とした。次に、アルミの構成則はアルミニウムハンドブック²⁾の値のヤング率を2倍、降伏応力を1.65倍し、簡略化したものを用いた。これは、先に実施したアルミのみのファイバーモデルの解析結果より求めた値である。また、それぞれの応力-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M- 関係を解析結果と実験結果をあわせて示す。図より実験結果と解析結果はほぼ一致していることが確認できる。しかし、曲率が約0.2より小さい初期段階においては、解析結果は実験結果よりも小さい値を示しており、ずれが生じていることがわかる。この原因として、改良体の引張側があげられる。解析を行う際は改良体の引張側は考慮せずにゼロとしているが、模型実験などの実現象ではひび割れが発生するまでは、改良体は引張側も作用し、応力を受け持っているため、ファイバーモデルにおいても改良体の引張側も考慮して解析を行う必要があると考えた。そこで、改良体の応力-ひずみ関係を再度検討することにした。まず、いつ改良体の引張側にひび割れが発生するかについては、実験結果や解析結果から判断することは困難であった。そこで、圧縮側の降伏応力の何割かまではひび割れは発生せずに応力を受け持つと考え、圧縮側と同じヤング率で応力を受け持ち、それ以降ゼロとなるようにした。図-5にそのときの改良体の応力-ひずみ関係を示す。また、今回は引張応力を実験結果に一番近い値となった圧縮側の1/3とした。

ここで、引張側を考慮した改良体の構成則を用いて、再度改良杭に対して解析を実施した。そのときの改良杭のM- 関係を図-6に示す。図より初期段階において、引張側を考慮していない図-4に比べ、解析結果が実験結果に近い値を示した。また、改良杭のM- 関係をより再現できることがみてとれる。

6. まとめ

改良体の引張側を考慮した構成則を用いることで、改良杭のM- 関係をより再現できることが確認できた。

また今後は、拘束圧のかかる地盤内や軸力が作用している場合についても検討していきたい。

<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

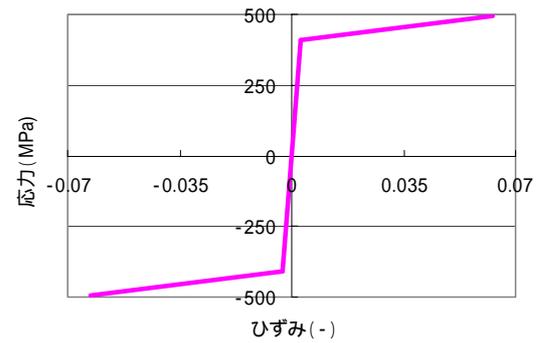


図-3 アルミの構成則

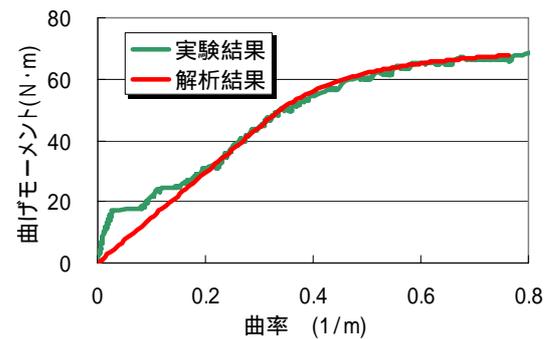


図-4 改良杭のM- 関係

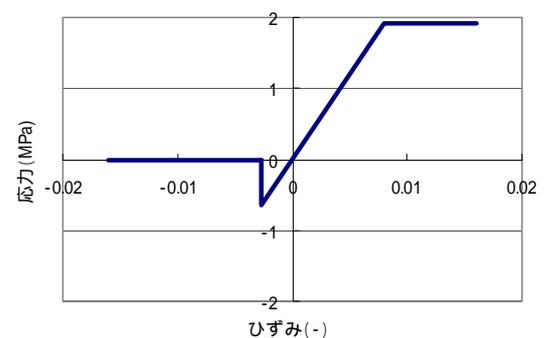


図-5 引張側を考慮した改良体の構成則

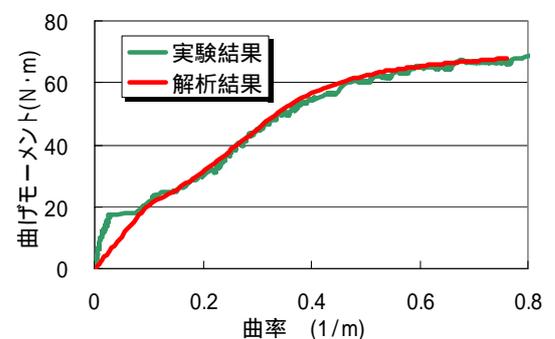


図-6 引張側を考慮した改良杭のM- 関係