

図解法から求めた地盤反力係数の多質点系梁モデルへの適用手法の検討

鉄道総合技術研究所 正会員 ○佐名川 太亮 西岡 英俊 笠原 康平

1. 目的

杭基礎の設計においては、一般的に多質点系の梁ばね解析モデルが用いられるため、地盤抵抗特性（地盤反力係数～変位関係）を深度ごとにモデル化する必要がある。一方で、杭の水平載荷試験から地盤反力係数を評価する際には一般的に図解法が用いられるが、この方法では深度方向への分布形状は評価できない。そこで、図解法（ならびにそれに準じる手法）から求まる地盤反力係数を多質点系の梁ばね解析モデルに適用する手法について、模型杭を用いた検討を行った。

2. 模型実験¹⁾

実験に用いた模型杭としては外径 150mm、肉厚 5mm、根入れ 3m の鋼管杭を用い、これを土槽底面に設置した後に気乾砂地盤を構築した（図 1）。鋼管杭には予めひずみゲージを 16 深度で設置している。この模型杭に対して、起振器を用いた共振実験ならびに油圧ジャッキを用いた静的水平載荷実験を実施した。

模型実験から得られた地盤反力係数と杭頭変位の関係を図 2 に示すが、地盤反力係数が連続的に変化することが示された。

3. 多質点系モデルへの展開

模型実験で得られた地盤反力係数の非線形特性（図 2）を、図 3 に示す多質点系の梁ばね解析モデルに組み込むことで杭全体の水平抵抗で表現可能か検討する。

はじめに、杭頭変位 1%時の逆算地盤反力係数（図 4 (a)）に、模型実験で得られた変位レベル依存性（図 4 (b)）を組み合わせたモデルで解析を実施した。深度方向の地盤反力係数の変化については、地盤の弾性波速度 V_s の計測結果、ならびに曲げモーメント分布から逆算された地盤反力係数の深度方向分布を参考に深度に対して 0.5 乗で増加すると仮定している。また、非線形特性については、変位の小さな領域から大きな領域まで表現可能な R0 モデル²⁾ でフィッティングを行った。図 5 に解析から求められた荷重～変位関係と実験結果を示す。ここでは地表面位置と載荷点位置での荷重変位関係で実験結果と比較しているが、模型杭の全体水平抵抗としては実験結果を大きく上回る結果が示された。これは、地表面での杭体変位量に対して、杭の全体水平を主に担保している範囲での変位量は小さく、非線形特性としてはそれほど軟化しないため、実験結果を上回ったと考える。

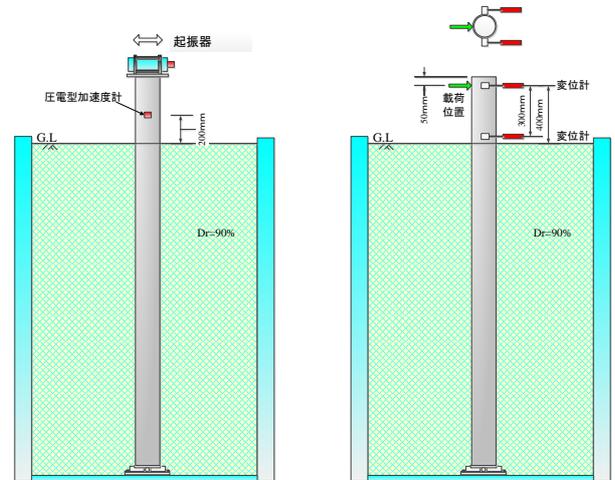


図 1 模型実験の概要

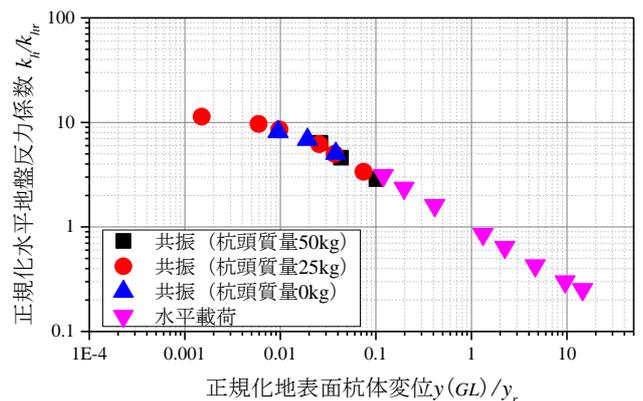


図 2 地盤反力係数と変位の関係

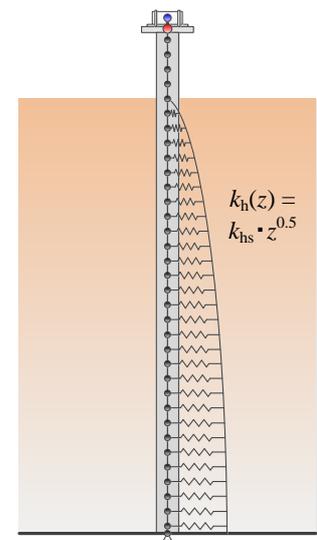


図 3 数値解析モデルの概要

キーワード 杭基礎, 水平抵抗, 構造解析

連絡先 〒185-8540 東京都分寺市光町 2-8-38 (公財) 鉄道総合技術研究所 TEL 042-573-7261

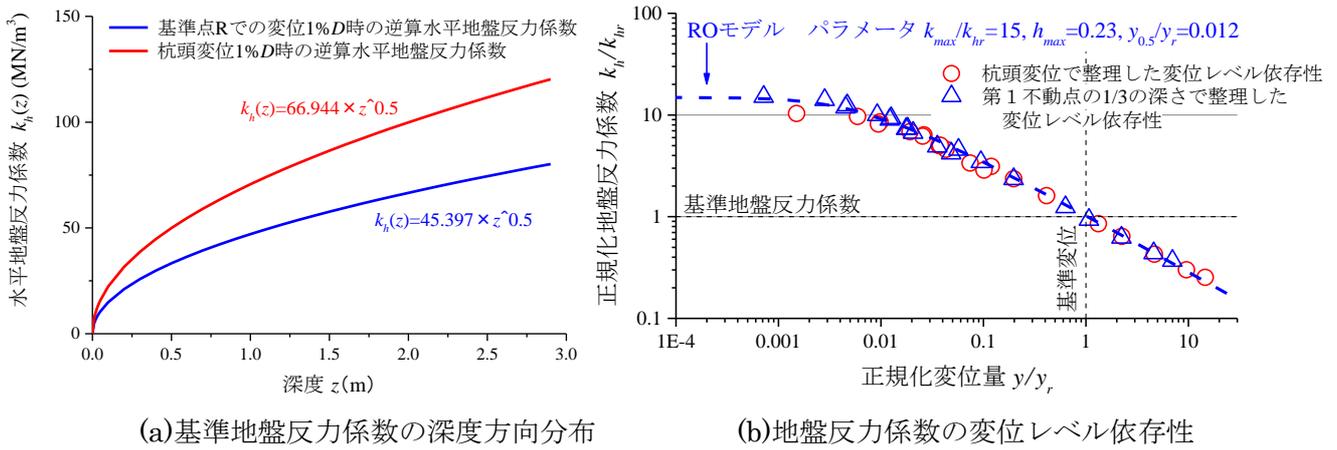


図4 解析モデルにおける相互作用ばねの設定

そこで、杭頭位置に替わり、杭の水平抵抗を表現できる基準点を新たに設定することを試みた。今回は Chang の検討³⁾を参考とし、第1不動点の1/3の高さの深度を基準点Rとし、基準点Rが1%変位時の逆算地盤反力係数と、地盤反力係数～基準点Rでの変位関係の非線形特性を再整理した結果を図4に示す。この二つを組合せた地盤ばねを用いて解析を実施した。

解析から得られた荷重～変位関係を図5に、曲げモーメント分布図を図6に示す。基準点を第1不動点の1/3の深度とすることで、幅広い変位レベルにおいて実験結果を非常に精度よく評価できることが示された。

4. おわりに

本論文では、杭の水平抵抗特性を対象とした多質点系モデルによる評価について検討を行った。今後は群杭での挙動や実杭について同様の検討を実施する予定である。

参考文献：1) 西岡ら：杭の水平地盤反力係数の変位レベル依存性に関する共振実験および静的荷重実験，第46回地盤工学研究発表会，pp.17-20，2011. 2) 龍岡文夫，福島伸二：砂のランダム繰返し入力

いて(1)，生産研究，Vol.30，No.9，1978.

3) Chang, Y.L. : Discussion on "Lateral pile loading tests" by Feagin, Transaction, ASCE, Vol.102, pp.272-278.

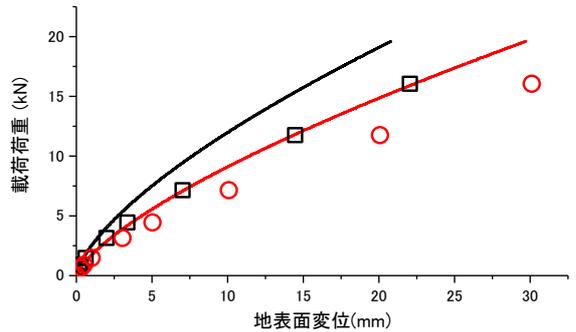


図5 再現解析結果(杭頭基準モデル)

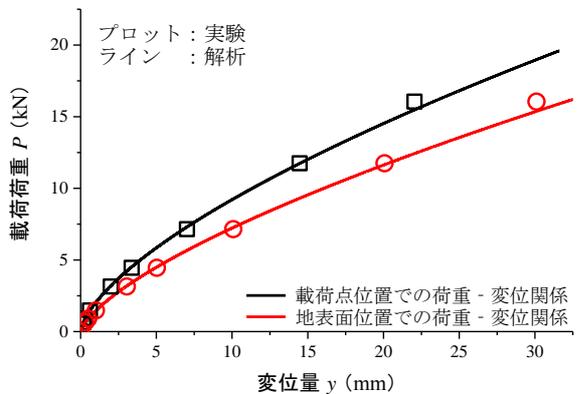


図6 再現解析結果(基準点Rモデル)

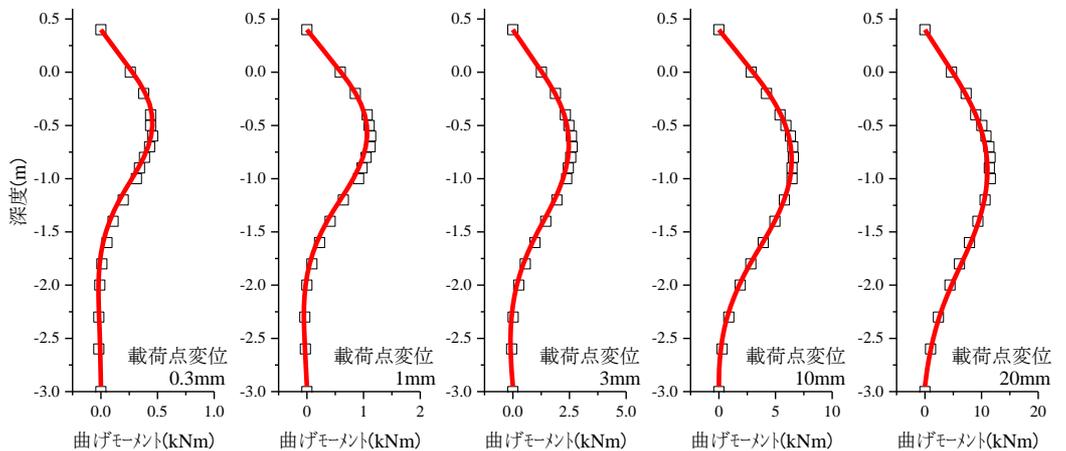


図7 解析から実験から得られた地盤反力係数と変位の関係