

パイルド・ラフト基礎に関する大型模型実験  
(その4:相互作用に関するFEMシミュレーション)

正会員 ○古賀 靖広 \*1 同 矢島 淳二 \*4  
同 保井 美敏 \*2 同 森 和久 \*1  
同 都祭 弘幸 \*3 同 土屋 勉 \*5

パイルド・ラフト 大型模型実験 相互作用  
FEM解析

1. はじめに

前報(その1~その3)<sup>1)</sup>において、パイルド・ラフト基礎の相互作用に関する一連の実験結果の概要を示した。本報においては、砂質土地盤と粘性土地盤、鉛直荷重と水平荷重のそれぞれにおいて、概ね微小変形時を想定した三次元FEMによる弾性解析を行い、実験結果と解析結果を比較することにより、解析による相互作用の影響評価について検証するものである。

2. 解析モデル

解析モデルを図1に示す。解析モデルの地盤の幅は、実験砂質土槽の短辺幅3,600mmを仮定し、粘性地盤も同じ土槽幅とした。土槽深さは砂質土及び粘性土の各々の深さを採用した。地盤及びラフトは、3D要素(8節点)を用いる。杭については、実験では円形鋼管を使用した

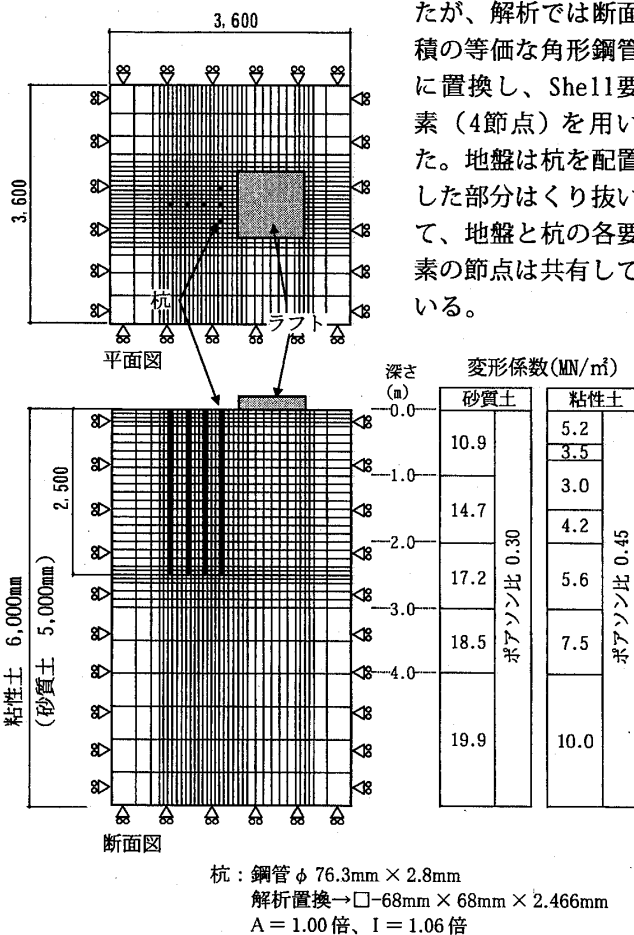


図1 解析モデル図

3. 解析に用いた地盤の変形係数

解析に用いた地盤の変形係数を図2及び図3に示す。砂質土地盤に関しては、地盤作製時に実施した急速平板荷重試験の各深度における9箇所の試験平均値から得られた変形係数(Evd)に、深さ方向の拘束圧に依存する補正係数を乗じた値を採用した。

粘性土地盤に関しては、実験後に表層及び600mm正方で掘削し、深さ250mm毎に1,500mmの深さまで実施した急速平板荷重試験とサンプリング試料を用いた三軸圧縮試験(CU)の1%軸ひずみ時における割線剛性の試験結果を用いた。

4. 解析結果

図4に、荷重-変位曲線における実験と解析の比較の一例として砂質土地盤の鉛直試験結果を示す。0.3~2mm程度(砂質土0.3mm~0.8mm、粘性土1~2mm)の小さい変位量域では比較的良く対応している。地盤調査結果を適切に評価した変形係数を用いることにより、小さな変形域(弾性域)では実験結果と解析結果は良い一致が得られている。

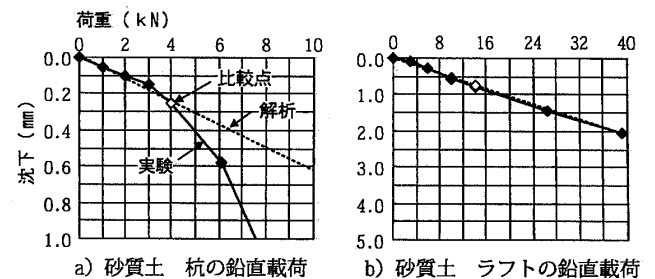


図4 荷重-変位曲線の比較

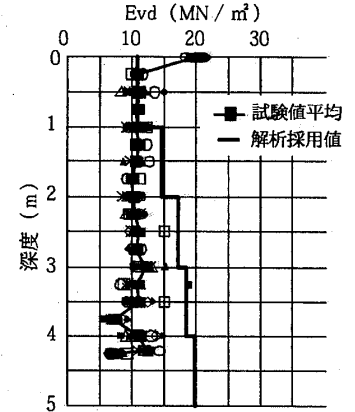


図2 砂質土地盤の変形係数

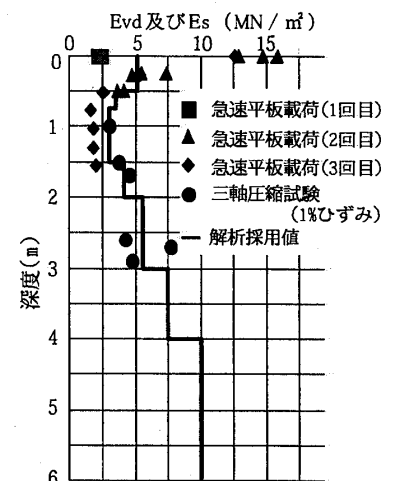
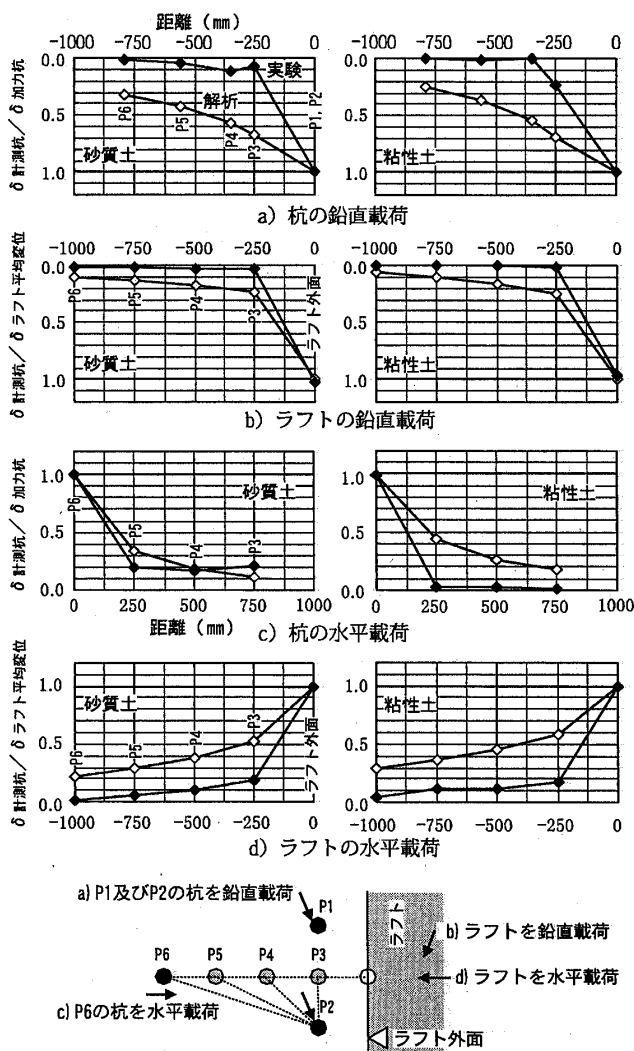


図3 粘性土地盤の変形係数

図5に正規化した変位分布の比較を示す。図4中に表示する実験の曲線と、解析のそれが交差する図中の◇印において比較を行なった。この図では加力点からの距離をパラメータにして、加力点の変位を1.0として各点の変位を正規化している。実験結果は、解析結果よりも何れの場合もその影響は軽微である。図4に示す様に、鉛直載荷時の加力点の荷重-沈下の剛性は良く一致しているにもかかわらず、隣接杭への相互作用を評価すると、実験結果は解析のそれより明らかに小さい値である。杭（杭径76.3mm）に比較して載荷影響範囲の広いラフト（1,000mm）を加力した場合においても同様の傾向である。また水平載荷の場合についても隣接杭への相互作用は実験結果の方が小さくなった。砂質土に比べてポアソン比の大きい粘性土では、弾性解析上ではより大きな相互作用が働くが、実験の結果からはこの傾向も認められない。



※正規化は、実験及び解析の各々の加力杭（加カラフト）の変形を1.0とした場合の各観測杭の変形の割合を示している。

図5 相互作用による正規化した変位分布の比較

- \*1 飛鳥建設
- \*2 戸田建設
- \*3 五洋建設
- \*4 東急建設
- \*5 室蘭工業大学

図6に杭のひずみの比較例を示す。荷重は前述した図4の◇印位置である。鋼管杭の両側に貼ったひずみの平均軸歪み〔a）、b〕図〕及び曲げひずみ〔c〕図〕を示す。砂質土においては、ひずみの値は小さいものの、解析結果は実験結果とほぼ同じ傾向を捉えている。粘性土においても同様な傾向を示した。地盤変位で評価した相互作用では、実験と解析の差異はあるが、地中部応力で評価したそれは概ね一致した結果が得られた。

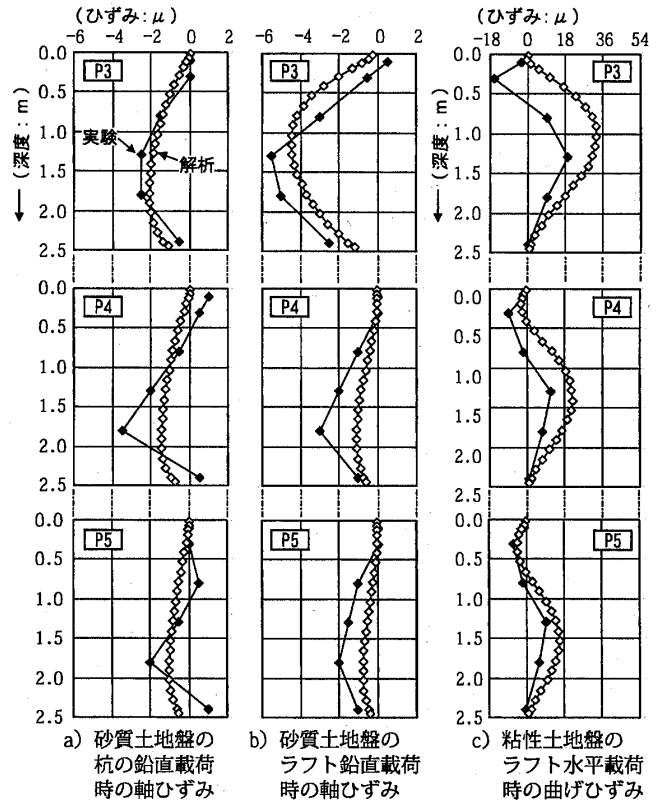


図6 杭のひずみによる相互作用の比較

### 5. まとめ

実験結果と解析結果の比較を行った結果、砂質土地盤、粘性土地盤共に応力に対する相互作用の影響は良く対応していたが、変位量に対するそれは、実験結果の方が明らかに小さかった。今回は弾性域と思われる微小な変形領域で比較を行ない、ある程度相互作用効果を検証することは出来たが、変位（剛性）で評価した相互作用効果では差異が認められる。パイルド・ラフト基礎の解析には、今回の様な弾性解析とは異なった相互作用ばね評価方法やモデル化の検討が今後必要であると考えられる。

【謝辞】本実験は、「鋼管杭を併用する直接基礎（パイルド・ラフト基礎）工法の設計用支持力に関する共同研究」（建築研究振興協会）の一部として建築研究所と共同で実施したものである。

【参考文献】1)伊勢本他、"パイルド・ラフト基礎に関する大型土槽実験（その1）～（その3）"、日本建築学会大会（関東）学術講演会（投稿中）、2006

2)伊勢本他、"パイルドラフト基礎の相互作用効果に関する実験（その1）及び（その2）"、第41回地盤工学研究発表会、2006

- \*1 Tobishima Corporation
- \*2 Toda Corporation
- \*3 Penta-Ocean Construction Co., Ltd.
- \*4 Tokyu Construction Co., Ltd.
- \*5 Muroran Institute of Technology