

パイルド・ラフト基礎の杭頭接合部回転剛性に着目した模型載荷実験 (その5 解析結果との比較検討)

正会員 ○藤田 将輝*¹ 同 根本 恒*¹ 同 堀井 宏謙*²
長谷井 秀昭*³ 同 Kitiyodom Pastsakorn*⁴

パイルド・ラフト 模型載荷実験 杭頭接合条件
簡易変形解析 地盤特性

1. はじめに

筆者らはパイルド・ラフト基礎の模型載荷実験を行い、前報(その1)～(その4)¹⁾にて実験概要、結果及び考察を述べた。本報では三次元簡易変形解析プログラムPRAB^{2), 3)}による解析結果と実験結果の比較を行うと共に、杭頭接合部回転剛性に着目したパラメータ解析結果について報告する。

2. 解析方法及び解析条件

図1にPRABでのパイルド・ラフト基礎のモデル化の概要を示す。ラフトは薄板要素、杭は梁要素、地盤はラフト節点あるいは杭節点に連結された3本のばねで表現する。相互作用はMindlinの解に基づいて求められる。解析手法の詳細は参考文献2), 3)を参照されたい。なお、本報では弾・完全塑性解析による検討を行った。

解析モデルは実験を忠実に模擬する事とし、杭頭接合部のモデル化は実験と同様に、杭径を調整する事により行った。地盤特性は前報(その1)によるものとし、地盤モデルは15分割の有限多層地盤とした。なお、地盤のせん断剛性は砂の三軸試験から得られた拘束圧との関係を基に、深さと共に増加させた。

3. 実験結果と解析結果の比較

鉛直荷重-沈下関係

鉛直載荷時の鉛直荷重-沈下関係について、実験結果と解析結果のそれぞれを図2に示す。各ケースとも解析結果は実験結果と比較的良好な対応を示した。前報(その2)で述べたように、解析結果でも基礎形式毎の沈下性状の差異は確認できたが、4本杭基礎とパイルド・ラフト基礎それぞれの杭頭接合部回転剛性の違いによる有意な差異は認められなかった。

水平荷重-水平変位関係

水平載荷時の水平荷重-水平変位関係について、実験結果と解析結果のそれぞれを図3に示す。実験結果では載荷初期から非線形挙動を示しているが、解析結果でも同様な性状を示しており、各ケースとも概ね良好な対応を示した。前報(その3)で述べたように、解析結果でも杭頭固定度が高いほど、載荷初期段階からの水平剛性が大きくなる傾向を示した。

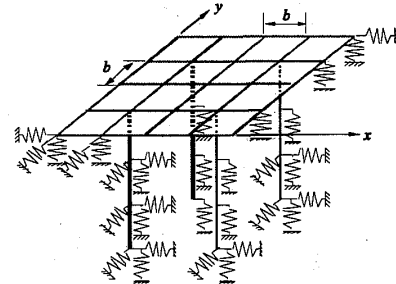


図1 パイルド・ラフト基礎のモデル化の概要

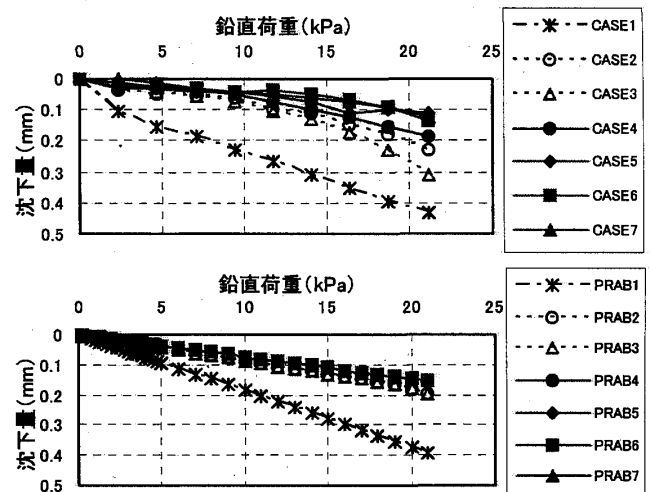


図2 鉛直荷重-沈下関係(上段:実験, 下段:解析)

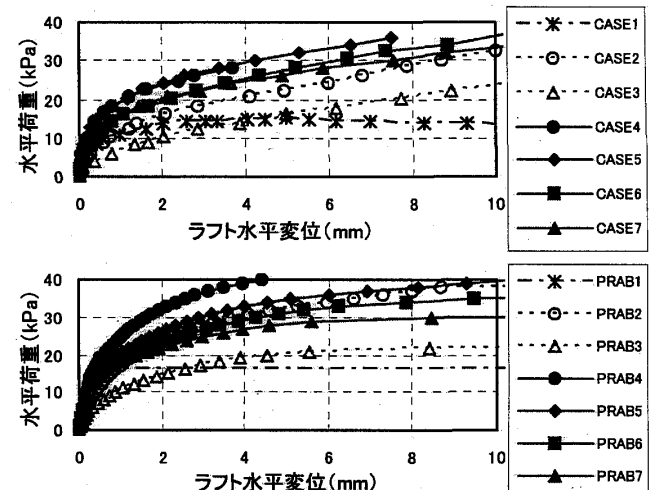


図3 水平荷重-水平変位関係(上段:実験, 下段:解析)

Loading Tests of Model Piled Rafts with Various Rotational
Stiffness of Pile Head Connection
(Part5: Comparison of Analysis Results and Test Results)

FUJITA Masateru, NEMOTO Hisashi, HORII Hironori
HASEI Hideaki, KITTYODOM Pastsakorn

杭の曲げモーメント分布

図4にパイルド・ラフト基礎の Case4 (杭頭剛接合) と Case7 (杭頭ピン接合) の東北側位置杭の曲げモーメント分布図を示す。各ケースとも実験結果と解析結果は良好な対応を示しており、杭頭接合部回転剛性の違いによる杭の曲げモーメント分布図の差異が表現できた。

ラフトと杭の荷重分担

鉛直荷重時におけるパイルド・ラフト基礎のラフト鉛直荷重分担率 (ラフト分担鉛直荷重/鉛直載荷重) の推移を図5に示す。実験結果のラフト鉛直荷重分担率の算出方法は前報 (その2) を参照されたい。解析結果は実験結果と概ね良好な対応を示しており、ラフトの鉛直荷重分担率は鉛直載荷重及び杭頭接合部回転剛性に関わらず、ほぼ一定の値 (0.35程度) となった。

水平荷重時におけるパイルド・ラフト基礎のラフト水平荷重分担率 (ラフト分担水平荷重/水平載荷重) の推移を図6に示す。実験結果のラフト水平荷重分担率の算出方法は前報 (その4) を参照されたい。解析結果は実験結果と比較的良好な対応を示し、水平載荷初期では0.7程度であったラフトの水平荷重分担率が水平載荷荷重の増加と共に低下していく傾向を示した。

4. 解析検討による杭頭接合部回転剛性の影響

本解析条件を用いて、パイルド・ラフト基礎の杭頭接合部回転剛性をパラメータとした解析検討を行った。図7に水平荷重時のラフト水平荷重分担率の解析結果を示す。固定度の評価方法は前報 (その1) を参照されたい。水平載荷の初期段階にて杭頭接合部回転剛性の違いによるラフトの水平荷重分担率の差異が認められた。回転剛性の低い杭頭ピン接合や杭頭半剛接合のケースではラフトの水平荷重分担率が0.70~0.75程度であったが、回転剛性の高い杭頭剛接合のケースでは0.60程度であった。

5. まとめ

本報では三次元簡易変形解析プログラム PRAB を用いて、模型実験のシミュレーションを比較的簡易に実施できる事を示した。また、パラメータ解析検討により杭頭接合部回転剛性が水平載荷時の荷重分担率に与える影響を示した。今後、更なる実験結果と解析結果の比較検討を行うと共に、杭頭接合部回転剛性が与える影響をより明確にしていきたい。

【参考文献】

- 1)新井ほか:「パイルド・ラフト基礎の杭頭接合部回転剛性に着目した模型載荷実験(その1)~(その4)」,2005年度日本建築学会大会投稿中
- 2)Kitiyodom & Matsumoto(2002).A simplified method for piled raft and pile group foundations with batter piles. Int. Jour. for Numerical and Analytical Methods in Geomechanics,26,1349-1369.
- 3)Kitiyodom & Matsumoto(2003).A simplified analysis method for piled raft foundations in non-homogeneous soils. Int. Jour. for Numerical and Analytical Methods in Geomechanics,27,85-109.

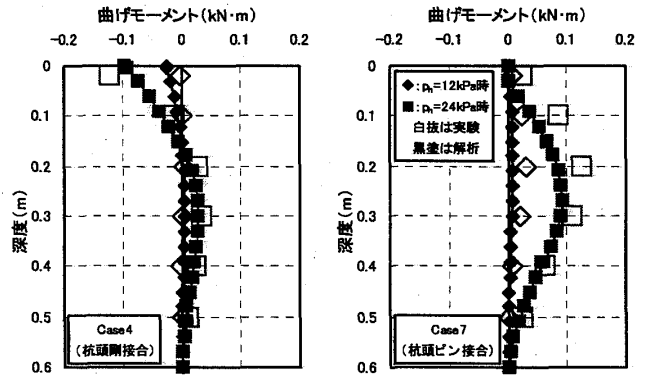


図4 杭の曲げモーメント分布 (左: Case4, 右: Case7)

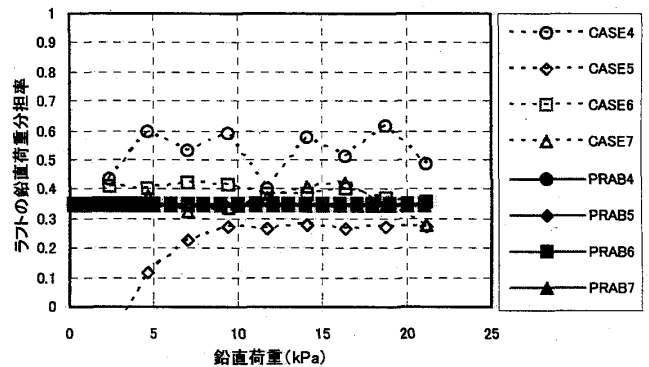


図5 ラフトの鉛直荷重分担率 (実線: 解析, 点線: 実験)

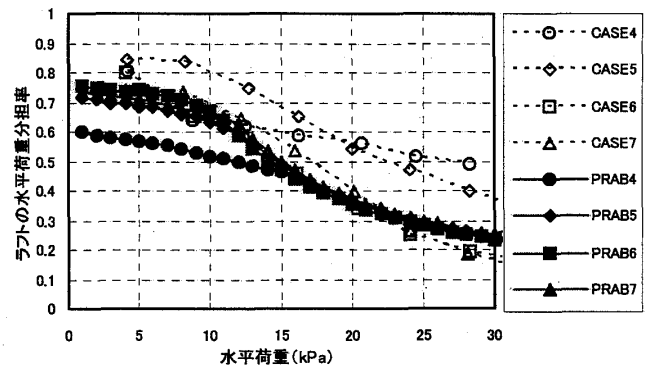


図6 ラフトの水平荷重分担率 (実線: 解析, 点線: 実験)

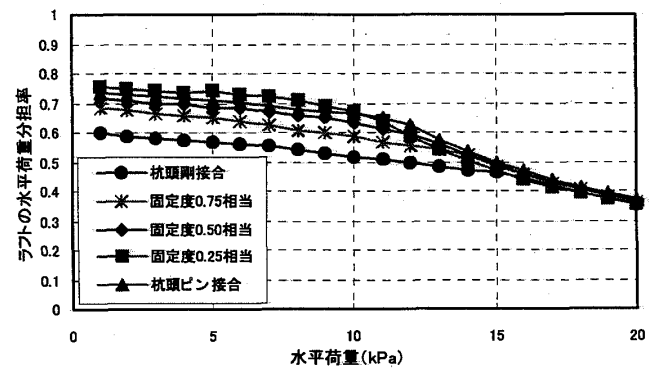


図7 杭頭回転剛性の違いによるラフトの水平荷重分担率

- | | | | |
|------------|----------|----------------------------------|-------------------------|
| * 1 安藤建設 | * 2 間組 | * 1 ANDO Corporation | * 2 HAZAMA Corporation |
| * 3 三井住友建設 | * 4 金沢大学 | * 3 Sumitomo Mitsui Construction | * 4 Kanazawa University |