

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6: 水平荷重時の鉛直方向挙動)

正会員 ○根本 恒*¹ 同 武内 義夫*² 同 八重樫 光*³
正会員 長谷井秀昭⁴³ 同 松本 樹典*⁵

パイルド・ラフト 模型実験 杭頭接合部
水平載荷 杭軸力 沈下

1. はじめに

筆者らは、パイルド・ラフト基礎の合理的な設計・解析技術の確立を目指して実験的・解析的検討を行っている¹⁾。ここでは、模型基礎の水平載荷時における鉛直方向の挙動に着目し、杭の軸力やラフトの沈下について検討した結果を報告する。

2. 実験概要 (詳細は文献 1)参照)

2-1 模型基礎と模型地盤

模型概要を図-1 に示す。模型基礎では、ラフトには正方形 (400×400mm, $t=40$ mm) のステンレス板を、模型杭には、外径 $d=40$ mm, 肉厚 $t=2$ mm, 杭長 $L=600$ mm のアルミ製のパイプ(閉端)を 4 本用い、ラフトに等間隔に配置した。模型地盤材料には気乾状態の豊浦標準砂を用い、鋼製土槽に相対密度 $D_r=80\%$ 程度となるよう締めめた。

2-2 実験方法

本研究では杭とラフトの接合部における回転剛性に着目しており、表-1 に示す実験ケースを設定した。この一連の実験における載荷は、先ず所定の鉛直載荷 ($p_v=21$ kPa) を行い、鉛直荷重を保持したまま、引き続き多サイクルの水平交番載荷 (荷重制御方式) を行った。

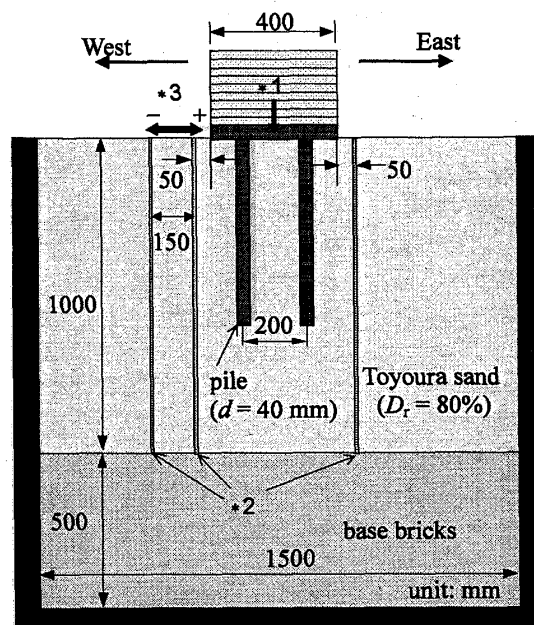
3. 実験結果

水平載荷により杭頭部 (地表-100mm) に生じる軸力 (東・西それぞれ 2 本の合計) の変化を図-2 に示す。水平載荷前の鉛直載荷によって、すでに杭に軸力が生じているが、ここでは、水平載荷開始時点からの軸力の増分 (変化量) で示すこととする。Case 2 (群杭, 剛接合) では、正方向加力 (西→東) で東側の杭が圧縮, 西側の杭が引張となる。Case 3 (群杭, ピン接合) では、杭頭ピン接合の効果で正方向加力, 負方向加力ともにほとんど軸力は生じていない。一方、パイルド・ラフト基礎の Case 4 (剛接合) と Case 7 (ピン接合) では、正方向加力, 負方向加力共にすべての杭が圧縮となる。これについては、後で考察する。

図-3 はラフト重心位置の水平荷重-沈下量関係である。交番載荷の進行に伴って徐々に基礎全体が沈下していくが、杭基礎よりもパイルド・ラフト基礎の方が若干沈下量が大きくなっている。

図-4 は、水平荷重とラフトの傾斜 (西→東加力で東端が持ち上がる傾斜を正とする) の関係である。杭基礎

(Case 2, Case 3) では加力前方側が沈み込む現象となり、その度合いは剛接合 (Case 2) で非常に大きく、ピン接合 (Case 3) でほとんど傾斜を生じない。また、パイルド・ラフト基礎では剛接合 (Case 4), ピン接合 (Case 7) ともに傾斜は小さい。すなわち、パイルド・ラフト基礎では基礎があまり傾斜しない状態で、ラフト全体の水平移動にともなう沈下が生じている。



*1 鉛直載荷鋼板
*2 地盤変位測定用りん青銅板
*3 水平交番載荷

図1 実験模型概要

表1 実験ケース一覧

実験ケース	基礎条件	杭頭接合条件	水平載荷前のラフトの鉛直荷重分担率(%)
Case1	ラフトのみ		100
Case2	群杭	剛接合	0
Case3	群杭	ピン接合	0
Case4	パイルド・ラフト	剛接合	49
Case5	パイルド・ラフト	固定度 0.5	27
Case6	パイルド・ラフト	固定度 0.25	35
Case7	パイルド・ラフト	ピン接合	28

Loading Tests of Model Piled Rafts with Various Rotational Stiffness of Pile Head Connection (Part 6: Vertical Behaviors on Horizontal Loading)

NEMOTO Hisashi, TAKEUCHI Yoshio, YAEGASHI Kou, HASEI Hideaki, MATSUMOTO Tatsunori

図-5 は、ラフトのみ(Case 1)の水平荷重—水平変位—沈下量関係である。興味深いことは、水平荷重の増加に伴って、ラフトが沈下してゆくことである。

以上の実験結果に基づいて、パイルド・ラフトでは、水平荷重の増加に伴って、杭軸力が増加するメカニズムについて考察する。図-5 の結果から推測すると、パイルド・ラフトのラフト下の地盤は負のダイランシーによって体積が減少する。すなわち、地表面の沈下が生じる。一方、杭先端周辺地盤では、あまりせん断ひずみが生じないことと、有効鉛直応力が比較的大きいため、杭先端の沈下がほとんど生じない。すなわち、杭は先端支持杭の挙動となるものと推測される。そのため、ラフト直下地盤の体積減少に起因するラフトの鉛直荷重の減少分が、杭の軸力増加となって現れると考えられる。

4. まとめ

水平載荷時における杭基礎とパイルド・ラフト基礎の杭軸力、沈下、傾斜の傾向の違いから、その際の鉛直方向の挙動や杭挙動にもラフトが影響を及ぼすことがわかった。特徴的なことは、以下である。

- ・地表面付近で負のダイランシー特性を示す砂地盤においては、パイルド・ラフト基礎では、水平載荷時にすべての杭に圧縮の付加軸力が生じる。
- ・パイルド・ラフト基礎および群杭基礎とも、杭頭の接合条件をピンにすると、ラフトの傾斜が減少する。
- ・パイルド・ラフト基礎では杭頭剛接合でも、群杭基礎に比べて、ラフトの傾斜が小さい。

今後は、水平載荷時のラフトが地中部に及ぼす影響について解析結果との比較・検討を加えさらに考察を進めていきたい。

参考文献

- 1)新井他「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5)」2005年度日本建築学会大会

- *1 安藤建設、*2 西松建設、*3 間組、*4 三井住友建設、*5 金沢大学

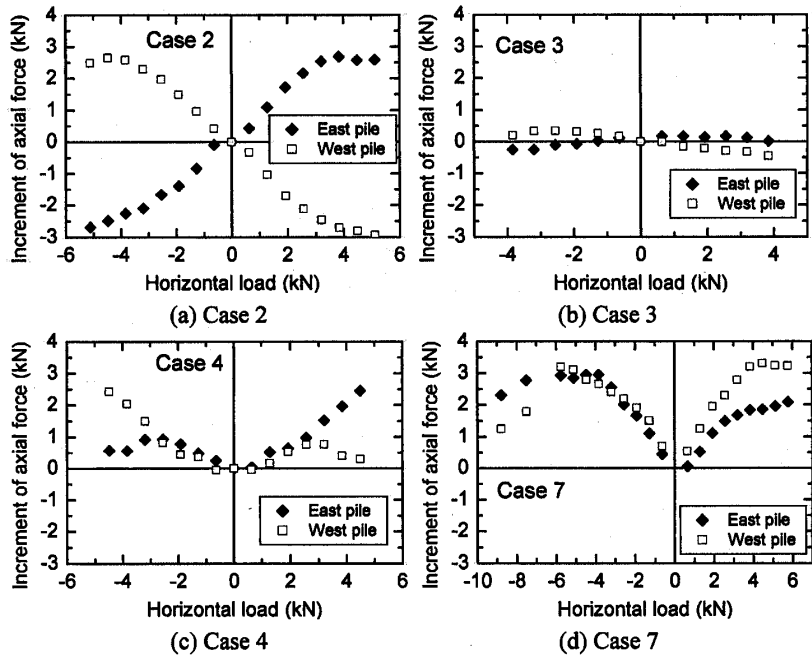


図-2 水平荷重~杭軸力関係 (水平荷重ピーク時)

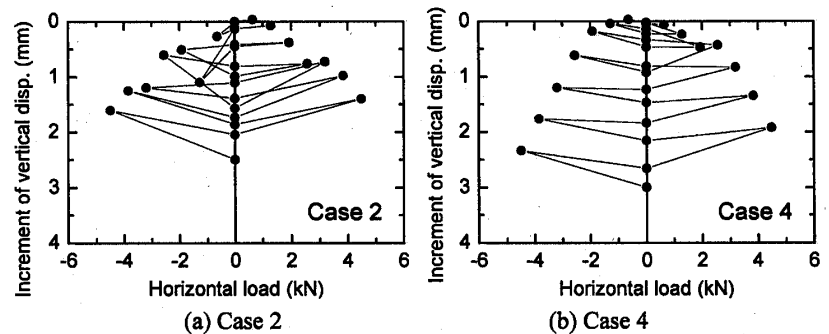


図-3 水平荷重~沈下量 (ラフト重心位置) 関係

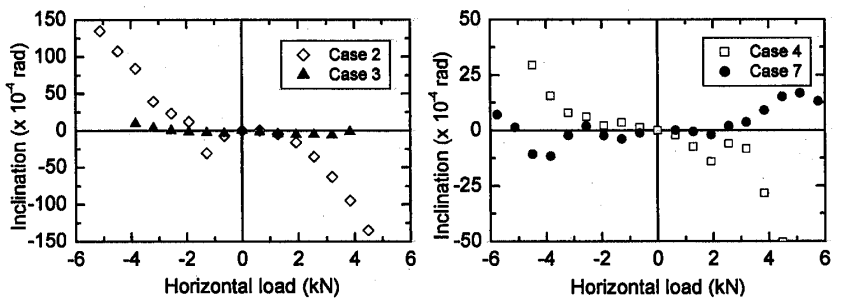


図-4 水平荷重~ラフト傾斜関係 (水平荷重ピーク時)

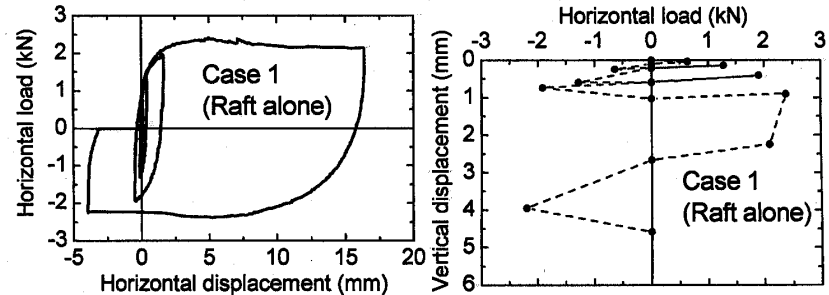


図-5 ラフトのみの水平荷重—水平変位—沈下量関係

- *1 Ando Corporation, *2 Nishimatsu Construction, *3 Hazama Corporation, *4 Sumitomo Mitsui Construction, *5 Kanazawa University