

## パイルド・ラフト基礎に関する大型模型実験 (その6: 水平載荷時の比較実験)

正会員 ○尻無濱昭三<sup>\*1</sup> 同 伊勢本昇昭<sup>\*2</sup>  
同 保井 美敏<sup>\*2</sup> 同 藤原 達夫<sup>\*1</sup>  
叶田 剛<sup>\*3</sup> 同 土屋 勉<sup>\*4</sup>

パイルド・ラフト 大型模型実験 水平載荷  
荷重分担率 基礎構造

### 1. はじめに

本報告は、パイルド・ラフト基礎と直接基礎の基本特性を把握する目的で実施した砂質土および粘性土地盤と土質性状の異なる2種類の地盤を用いた一連の大型模型実験<sup>1),2),3)</sup>のうち、水平載荷試験に関するパイルド・ラフト基礎と直接基礎の結果について述べる。

### 2. 実験概要

実験は、別報<sup>1)</sup>に示す砂質土地盤と粘性土地盤において、図1に示す1000×1000×220(mm)のRC製の基礎に4本の鋼管杭(φ76.3mm, t=2.8mm, L=2500mm)からなるパイルド・ラフト基礎と同型の直接基礎(ラフト)をそれぞれ設置して実施した。水平載荷は、ラフト高さ中央位置を載荷点にして、変位制御による1方向の多段階載荷方式(0.2, 1, 5, 10, 25mm)で、各ステップ間の保持時間は、砂質土地盤で15分間、粘性土地盤で30分間とした。また、水平載荷試験は、上載荷重として直接基礎の極限荷重の1/3(長期荷重相当)を想定した荷重(砂質土地盤で26.6kN、粘性土地盤で55.1kN、ラフト自重5.1kN)を載荷した状態で実施した。なお、ラフトと地盤間で摩擦が十分に発揮できるように、事前にラフト底面に砂を塗布してある。

### 3. 実験結果

#### (1) 水平載荷結果

図2に水平載荷時のパイルド・ラフト基礎と直接基礎の荷重-変位量の関係を地盤毎に示す。パイルド・ラフト基礎の水平載荷試験における第1限界抵抗力は、砂質土地盤で25kN、粘性土地盤で20kNとなっていた。砂質土地盤の場合、直接基礎では、20kN前後で摩擦が切れた状態になるのに比べ、パイルド・ラフト基礎では、20kN以降も変位の増加に従い荷重が漸増していることが分かる。また、粘性土地盤の場合、直接基礎、パイルド・ラフト基礎ともに、20kN前後以降も変位に依存した荷重の増加傾向がみられ、パイルド・ラフト基礎は直接基礎に比べ、漸増傾向が大きいことが分かる。

#### (2) パイルド・ラフト、ラフト、パイルの水平荷重分担

パイルド・ラフト基礎と直接基礎のラフトにおける水平荷重分担と変位量の関係を図3に示す。パイルド・ラフト基礎のラフト分担は、杭頭せん断力との差分から算出した値で、直接基礎は水平荷重値である。図中の縦軸は、対象地盤により異なる上載荷重の影響を考慮して、水平荷重を鉛直荷重で除した値(H/V)に基準化してある。

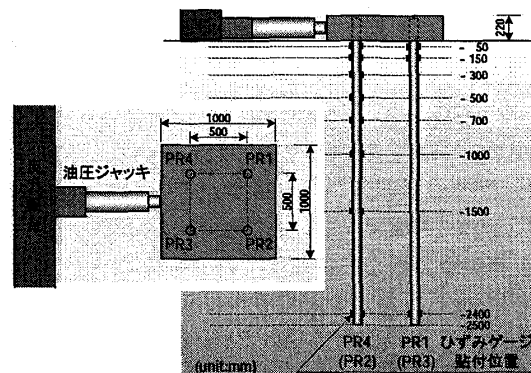


図1 実験概念図(パイルド・ラフト基礎)

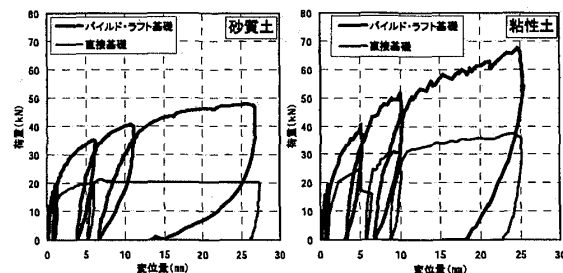


図2 荷重-変位量の関係

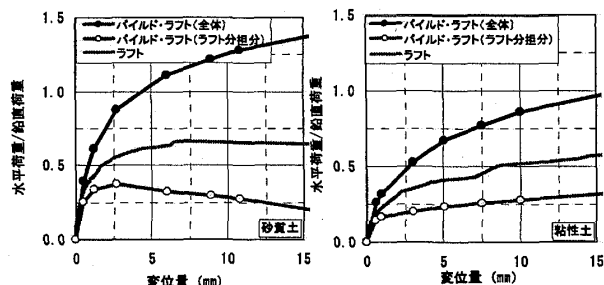


図3 荷重-変位量の関係(ラフト分担)

表1 ラフトの荷重分担

水平変位(mm)	0.5		5.0	
地盤種別	砂質土	粘性土	砂質土	粘性土
直接基礎 H/V(Rr)	0.33	0.18	0.62	0.42
パイルド・ラフト基礎 H/V(PRr)	0.26	0.12	0.34	0.24
比率 (PRr)/(Rr)	0.79	0.67	0.55	0.57

水平変位 0.5mm と 5.0mm における直接基礎(水平荷重)H/V(Rr)、パイルド・ラフト基礎のラフト分担分H/V(PRr)およびそれらの比率を表1に示す。載荷初期の水平変位 0.5mm 時は、パイルド・ラフト基礎のラフト分担分(PRr)が直接基礎(Rr)の70~80%程度であるの対して、

Large Scale Model Tests of Piled Raft Foundations (Part 6: Horizontal Loading tests of Piled Raft and Raft Foundations)

SHIRINASHIHAMA Shozo, ISEMOTO Noriaki, YASUI Mitoshi, FUJIWARA Tatsuo, KANADA Tsuyoshi, TSUCHIYA Tsutomu

水平変位 5.0mm 時では、パイルド・ラフト基礎のラフト分担率(PRr)が直接基礎(Rr)の 55%程度とその比率は小さくなっている。更に変位が進むと、比率(PRr)/(Rr)は、砂質土地盤では、ラフトのロッキングの影響から、その比率は小さくなるが、粘性土地盤では、57%程度の一定の値で推移している。

水平載荷試験結果から得られたパイルド・ラフト基礎のラフトとパイルの水平荷重分担率を図4に示す。粘性土地盤で変位 1.3mm、砂質土地盤で変位 1.6mm 付近においてラフトとパイルの分担率が逆転していることが確認できる。また、変位 3.0mm 程度までは、ラフトとパイルの分担率の増減傾向に、砂質土と粘性土の違いによる顕著な差は、今回の実験からは認められなかった。

### (3) 杭の応力分布およびラフトの挙動

パイルド・ラフト基礎の曲げモーメント分布を載荷方向前方杭(PR2 杭)および後方杭(PR4 杭)について、図5に示す。載荷初期の段階では、曲げモーメント分布の形状は、全ての杭で、ほぼ同様な傾向を示しているが、載荷が進んだ段階での杭頭部付近の最大曲げモーメントは、砂質土では、載荷方向に対して前方の PR2 杭が後方の PR4 杭より大きく、粘性土では PR2 杭、PR4 杭ともに、ほぼ等しい値を示している。

水平載荷時の杭軸力とラフトの回転について、GL-0.15m 位置における杭の平均軸力とラフト回転角の関係を図6に示す。ラフト回転角は、ラフト四隅に設置した変位計から、載荷方向前方と後方の平均鉛直変位の差を測定間距離で除した値とし、載荷方向直行軸に対して時計廻りを正としている。また、杭の平均軸力は圧縮力を負としている。砂質土に関しては、前方側の杭頭部の一部に、載荷が進むと引張力が発生する現象も見受けられたが、当該箇所における平均軸力は、前方側では圧縮力が、後方側では引張力が卓越していた。ラフトの回転角に応じて、前方側と後方側では、軸力の絶対値に差が生じており、前方側の杭では拘束圧の影響等から、軸力が大きくなっていた可能性がある。粘性土では、ラフト回転角が 0.006(rad)を超えると軸力の増加は見られず前方側、後方側ともに、ほぼ同様な一定の値となっていた。

水平載荷時におけるラフトの挙動について、水平鉛直変位量の関係を図7に示す。図中の変位量は、各計測点の値を単純平均したもので、鉛直変位量に関しては、正が沈下を表す。砂質土に関しては、パイルド・ラフト基礎の場合、水平載荷が進むと、載荷方向前方側と後方側での絶対変位に差が生じており、ラフトとしては、全体的に浮き上がる様な挙動を示していた。粘性土に関しては、直接基礎と同様に沈下傾向を示していた。

### 4. まとめ

パイルド・ラフト基礎と直接基礎の大型模型実験によ

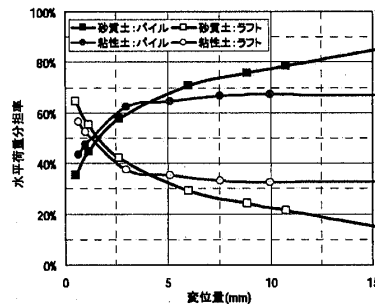


図4 パイルド・ラフト基礎の水平荷重分担

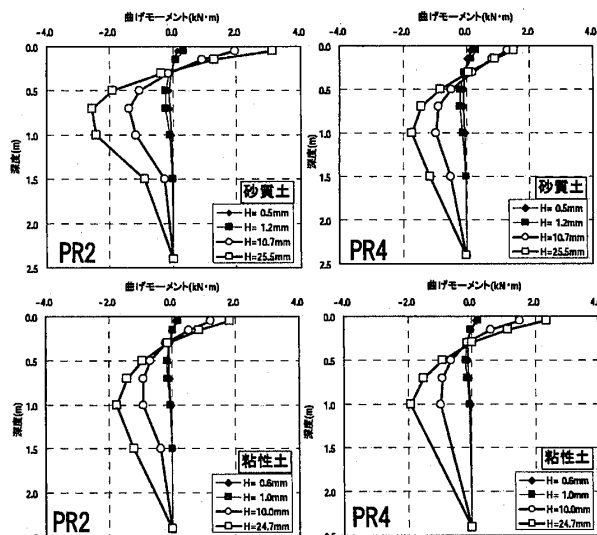


図5 杭の曲げモーメント分布

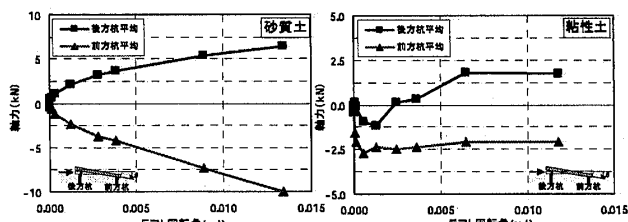


図6 杭軸力-ラフト回転角の関係

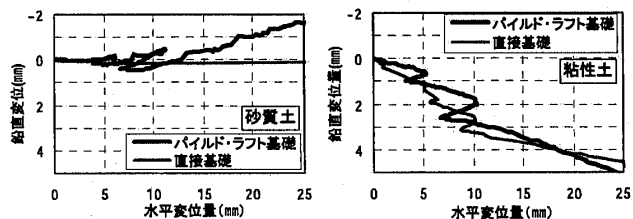


図7 ラフトの水平変位量-鉛直変位量の関係

る水平載荷試験の結果から、砂質土地盤と粘性土地盤における荷重-変位の関係、水平荷重分担率、杭の応力分布など、実験で得られた基本特性を示した。

【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・ラフト基礎の関する大型模型実験(その1～8),AIJ 大会,2006(投稿中),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1,2),第41回地盤工学研究発表会,2006(投稿中),3)佐野・他：パイルド・ラフト基礎と直接基礎の比較実験(その1～3),第41回地盤工学研究発表会,2006(投稿中)

\*1 鉄建建設 \*2 戸田建設  
\*3 五洋建設 \*4 室蘭工業大学

\*1 Tekken Corporation  
\*3 Penta-Ocean Construction Co., Ltd.

\*2 Toda Corporation  
\*4 Muroran Institute of technology