## 水平荷重、モーメント荷重を受けるパイルドラフト基礎の遠心模型実験

東京工業大学大学院	正会員	○澤田	幸平
東京工業大学大学院	正会員	竹村	次朗

## 1. はじめに

パイルドラフト(PR)基礎は、ラフト底面に少数の摩擦杭を併用した基礎として基礎設計の1つに位置付けられている<sup>1)</sup>。ラフト部の支持性能を活かしつつ、杭により不等沈下の低減が期待できるため、経済的な基礎形式として知られている<sup>2)</sup>が、PR基礎が水平、モーメント荷重を受けた場合、ラフト部の鉛直荷重分担率(RLP)が変化するなど、その挙動が複雑になるため未解明な点が残されている。本研究ではモーメント力を受けた際のPR基礎の挙動を解明するために遠心載荷装置を用い、PR基礎とその構成要素である直接基礎、杭基礎の水平載荷実験を行った。

## 2. 実験概要

本研究では図1で示す実験システムで水平載荷実験を行った。基 礎模型は、図2に示すように、80mm×80mm×20mmのステンレス 製のラフト部を持ち、ラフトの上部には上部構造物としてステンレ ス製のブロックが剛結されている。PR 基礎、杭基礎はラフト部に 外径10mm、肉厚0.5mmのステンレス製模型杭が杭間隔50mmで4 本配置されている。またラフト部の底面には、サンドペーパーが貼 付けてあり粗の状態としてある。模型の設置方法は、まず豊浦砂を 用い目標相対密度50%で空中落下法により地盤を作製し、1g 場の 自重により杭を貫入させた。その後50g 場で載荷装置を用い、上部 構造物に鉛直荷重を与えることで、ラフト底面を地盤に接地させた。 ただし杭基礎はラフト底面と地盤との間に5mmのギャップを与え た。水平載荷実験は、50gの遠心加速度場で2方向ジャッキを用い て行い、図1で示す下側のLDTで計測した水平変位δLDTが所定(表



宝殿ケーフ

1)の値になるまで交番載荷を行った。ラフト底面からの水平載荷点高さ(h)は h=50mm、90mm の高さに与えるこ ととし、水平載荷実験を行う前には各基礎にはプレロードとして鉛直荷重を与え、その結果水平載荷前の RLP は 27%であった。載荷中は図1で示した計測機器により鉛直荷重、水平荷重(PL)、鉛直変位、ラフト底面水平変位(δ)、 回転(θ)、杭に働く応力を計測した。また、基礎に働くモーメント力(ML)は PL×h によりもとめることとした。

3. 結果					
図3に水平載荷中の8-基礎の沈下関係を示す。PR基礎は水平	Case	実験の詳細	h=50mm での水平 変位, δ <sub>LDT</sub>	相対 密度	
Unit(mm)		直接基礎 (RLP=100%)	鉛直載荷	52.4%	
80	R5	直接基礎 (RLP=100%)	±50mm(h/s=1,1.8) +250mm(h/s=1)	52.4%	
	R6	直接基礎 (RLP=100%)	±50mm(h/s=1,1.8) +200mm(h/s=1.8)	51.1%	
	P2	杭基礎 (RLP=0%)	±50mm ±100mm(h/s=1,1.8)	53.0%	
80	PR3	パイルドラフト (RLP=0%)	鉛直載荷	50.9%	
	$\mathbf{PR4}$	パイルドラフト (RLP=27%)	±50mm (h/s=1,1.8) ±100mm(h/s=1,1.8)	52.8%	
(1) 2 模型概要 直接基礎 (1) (1) (1) (1) (1) (1) (1) (1) (1) (1)	PR5	パイルドラフト (RLP22%)	±50mm (h/s=1,1.8) ±100mm(h/s=1,1.8)	49.4%	

パイルドラフト基礎、杭基礎、直接基礎、水平載荷試験、遠心模型実験

東京都目黒区大岡山 2-12-1 Tel: 03-5731-2592 Fax: 03-5734-3578

載荷による沈下を抑えられることが分かる。ま た杭基礎の最終的な沈下は約3mmであり、ラ フト底面が最後まで地盤に接触していないこ とが確認できる。図4にδ-右杭の沈下関係を 示す。水平荷重はまず左側から与えられ、その 後右側から与えられるため右杭は最初に押込 まれ、その後引抜かれることになる。PR 基礎 について見てみると、押込み側ではラフト底面 が地盤に押しており、引抜き側ではラフト底面 が浮き上がる挙動を示していることが確認で きる。このことから、押込み側の杭周辺の地盤 の拘束圧は PR 基礎の方が杭基礎よりも大きく、 引抜き側では PR 基礎と杭基礎では大きな違い が無いと考えられる。図 5 に h=90mm、δ<sub>LDT</sub>= ±2mm におけるθ - M<sub>L</sub> 関係を示す。直接基礎 と杭基礎を比較すると、直接基礎はモーメント 抵抗の増加が小さくなる折れ曲がり(降伏点) が見られるのに対し、杭基礎は明確な降伏点は 見られない。このため回転角が大きくなると杭 基礎のモーメント抵抗が直接基礎よりも大き くなることが分かる。また PR 基礎は回転角に よらず、直接基礎、杭基礎よりも大きなモーメ



ント抵抗を示している。図6はPR 基礎のモーメント抵抗をラフト部と杭部に分けて示したものである。杭基礎の モーメント抵抗も合わせて示してある。PR 基礎のラフト部のモーメント抵抗は、RLP が27%と大きくないため、 全体のモーメント抵抗の15%程と小さくなっていることが分かる。PR 基礎の杭部と杭基礎のモーメント抵抗を比 較すると大きな違いが見られないことが確認できる。図7(a)にh=90mm、δ<sub>LDT</sub>=±2mmにおけるPR 基礎、杭基礎の 回転角 - 右杭の杭頭軸力、図7(b)に回転角 - 先端支持力・周面摩擦力の関係をそれぞれ示す。引抜き側では先端支 持力、周面摩擦力ともにPR 基礎と杭基礎で違いが見られない。これは図4で示したように引抜き側の杭周辺の地 盤条件がPR 基礎と杭基礎で違いがないためである。しかし、押込み側では先端支持力は杭基礎の方が大きく、周 面摩擦力はPR 基礎の方が大きくなっている。これは図3で示したようにPR 基礎の沈下が抑えられていることに加 え、鉛直荷重の一部をラフト部が受け持っているため、杭基礎の先端支持力が大きくなったと考えられる。またPR 基礎の押込み側の杭周辺地盤の拘束圧が大きいため、周面摩擦力はPR 基礎の方が大きくなったと言える。以上の 結果として図7(a)のようにPR 基礎と杭基礎の杭頭軸力は大きな違いが見られず、本研究の条件ではPR 基礎と杭基 礎のモーメント抵抗の違いは、ラフト部からのモーメント抵抗によるものであることが確認できた。

## 4. まとめ

PR 基礎の水平載荷実験より以下の結論が得られた。PR 基礎と杭基礎では引抜き側の軸力の変化に違いは見られ ないが、押込み側では先端支持力は杭基礎の方が、周面摩擦力は PR 基礎の方が大きくなった。これはラフト底面 の接地圧の影響であると考えられる。その結果、PR 基礎と杭基礎の杭頭軸力の変化は大きな違いが無く、本研究の 条件下ではPR 基礎と杭基礎のモーメント抵抗の違いはラフト部のモーメント抵抗に依るものであると確認できた。 参考文献

1) 建築構造設計指針(2001年改訂)、日本建築学会

2) Burland, J. B., Broms, B. B. and De Mello, V. F. B. 1977; behavior of foundations and structures, Proc. Of 9 ICSMFE, Tokyo, 496-546