

パイルド・ラフト基礎に関する大型模型実験

(その1: 実験計画および長期載荷試験結果の概要)

パイルド・ラフト 鉛直載荷
大型模型実験 圧密沈下

正会員○伊勢本昇昭^{*1} 同 沼上 清^{*2}
同 都祭 弘幸^{*3} 同 藤原 達夫^{*4}
同 古賀 靖広^{*5} 同 内山不二男^{*6}
同 土屋 勉^{*7}

1. はじめに

パイルド・ラフト基礎は、支持層の深い中低層建物等において、杭の沈下抑止効果を期待した合理的な基礎工法として採用されることが多い。沈下抑止効果については、解析的な検証の他に模型実験等で検証した事例が報告されているが^{1),2),3)}、杭-地盤-ラフト間の相互作用効果を確認した実験はほとんど報告されていない。そこで筆者等は、鉛直・水平載荷による直接基礎との比較実験の他に、相互作用効果に着目した大型模型実験を実施した。本報では、そのうち実験計画概要及び粘性土の圧密沈下を対象とした長期載荷実験結果について報告する。

2. 実験計画概要

実施した実験ケースを一覧して表1に示す。実験地盤は、砂質土及び粘性土を対象としており別の大型土槽を使用した。実験土槽の諸元は、以下のとおりである。

砂質土：せん断土層 10m×3.6m×5m (深さ)

粘性土：軟弱地盤再現土槽 9m×7m×6m (深さ)

実験の種類は、相互作用効果を確認するための実験⁴⁾、及び直接基礎とパイルド・ラフト基礎の比較実験⁵⁾に大別され、それぞれ鉛直荷重と水平荷重を載荷した。さらに他の実験終了後に、砂質土地盤では振動実験⁶⁾を、粘性土地盤では圧密沈下を対象とした長期載荷実験を実施した。

3. 地盤の概要

砂質土地盤には、6号珪砂(栃木県日光産)を使用した。相対密度を30%に想定し、厚さ25cm毎に所定量を投入・転圧してできるだけ均質な密度を確保した。地盤作製時に、深度毎に土槽内9箇所を実施した急速平板載荷試験結果によると、変形係数 E_{vd} は、平均値:19.7MN/m²、

表1 実験ケース一覧

対象地盤	実験記号	載荷方向	実験種類	載荷対象	備考
砂質土	SVIP	鉛直	相互作用実験	杭	
	SVIF	鉛直	相互作用実験 比較実験	ラフト	
	SHIP	水平	相互作用実験	杭	
	SHIF	水平	相互作用実験 比較実験	ラフト	
	SVPR	鉛直	比較実験	パイルド・ラフト	
	SHPR	水平	比較実験	パイルド・ラフト	
粘性土	SDPR	水平	比較実験	杭, ラフト, パイルド・ラフト	振動載荷
	CVIP	鉛直	相互作用実験	杭	
	CVIF	鉛直	相互作用実験 比較実験	ラフト	長期載荷
	CHIP	水平	相互作用実験	杭	
	CHIF	水平	相互作用実験 比較実験	ラフト	
	CVPR	鉛直	比較実験	パイルド・ラフト	長期載荷
CHPR	水平	比較実験	パイルド・ラフト		

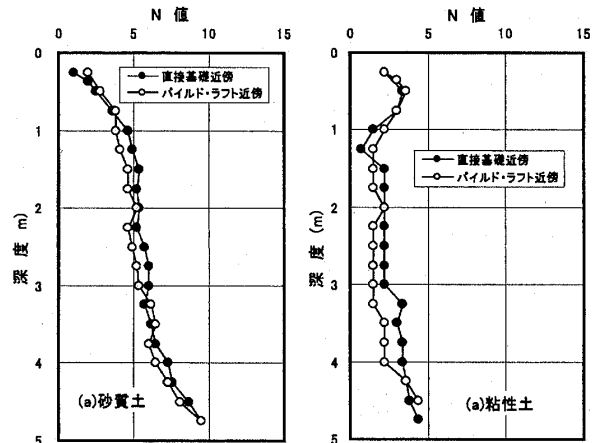


図1 スウェーデン式サウンディング試験による換算N値分布

変動係数:18%であった。粘性土地盤は、スラリー状態にして攪拌し、自重圧密させて脱水した後、40kN/m²の上載圧を載荷して作製した。

図1には、それぞれの土槽において地盤作製後2ヶ所で行ったスウェーデン式サウンディング試験結果から換算したN値分布を示す。いずれも平面的なバラツキは小さく、ほぼ均質な地盤が作製できたことがわかる。粘性土地盤では、表層部付近に乾燥の影響によるものと思われる多少N値の大きな領域が認められた。

表2には、使用した粘性土の物理特性を示すが、液性限界が小さく低塑性の砂質シルトである。図2には、最後に実施した長期載荷実験終了後にパイルド・ラフト基礎近傍、直接基礎近傍、自由地盤の3ヶ所所で採取した不攪乱試料による圧密試験結果を示す。明確な圧密降伏応力は認められなかったが、多少過圧密状態にあり、長期載荷実験による間隙比の減少傾向が認められる。

表2 粘性土の物理特性

試験項目		試験結果
土粒子密度 ρ (g/cm ³)		2.689
自然含水比 w_n (%)		34.4
粒度特性	礫分 2~75mm (%)	0.0
	砂分 0.075~2mm (%)	15.4
	シルト分 0.005~0.075mm (%)	51.5
	粘土分 0.005mm未満 (%)	33.1
シリンダー特性	液性限界 w_L (%)	41.6
	塑性限界 w_p (%)	27.1
	塑性指数 I_p	14.5
分類	分類名	砂質シルト (低液性限界)
	分類記号	MLS

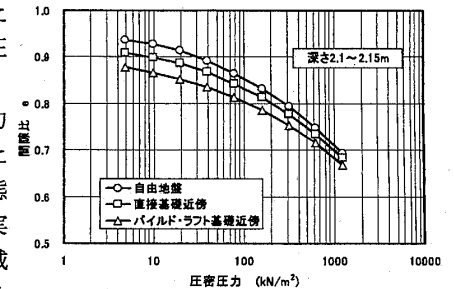


図2 圧密試験結果

Large Scale Model Tests of Piled Raft Foundations (Part1: Outlines of Test Plan and Long-term Loading Test Results)

ISEMOTO Noriaki, NUMAKAMI Kiyoshi, TOMATSURI Hiroyuki, FUJIWARA Tatsuo, KOGA Yasuhiro, UCHIYAMA Fujio, TSUCHIYA Tsutomu

4. 試験体の概要

図3に、長期荷重実験を実施した粘性土地盤における各試験体の平面的な配置および水平加力実験の荷重方向を示す。ラフト(1000mm×1000×220)はRC製、杭は相互作用実験に使用したものも含めて、全て径76.3mm、肉厚2.8mm、長さ2700mmの閉端鋼管杭であり、頭部200mmが地表面より露出している。杭の設置は、砂質土地盤では予め治具で杭を固定して地盤を作製し、粘性土地盤では上載荷重による圧密終了後にジャッキによって静的に圧入した。パイルド・ラフト基礎は、4本の鋼管杭を併用しており、杭を先行して設置した後に、箱抜きして作製したラフトを杭に被せ、さらにボルトで固定した後に無収縮モルタルを打設して、杭とラフトを一体化した。

ラフトの荷重は、鉛直荷重については実荷重、水平荷重についてはジャッキを使用し変位制御とした。長期荷重実験を除く荷重保持時間は、砂質土地盤、粘性土地盤でそれぞれ15分、30分とした。図4に、長期荷重実験に使用した試験体及び計測器の配置を示す。ラフトの鉛直・水平変位、接地圧、鋼管杭歪の他に、試験体間の地表面沈下量を計測した。

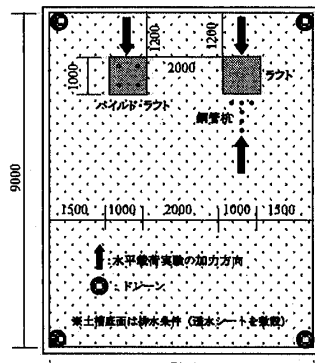


図3 試験体配置 (粘性土地盤)

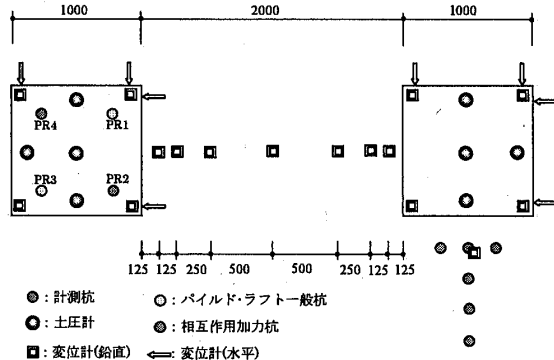


図4 計測器の配置 (粘性土地盤)

5. 長期荷重実験結果

図5に、長期荷重実験による直接基礎、パイルド・ラフト基礎、両者の中間地盤における圧密沈下量と経過時間の関係を比較して示す。また図6には、経過時間ごとの試験体間地盤の圧密沈下分布を示す。載荷荷重はいずれも80kN/m²であり、圧密沈下は実荷重を載荷した直後(約30分間)に発生した即時沈下を除外した値である。即時沈下量は、直接基礎、パイルド・ラフト基礎、中間地盤でそれぞれ3.2mm、2.5mm、0.3mmであった。この結果

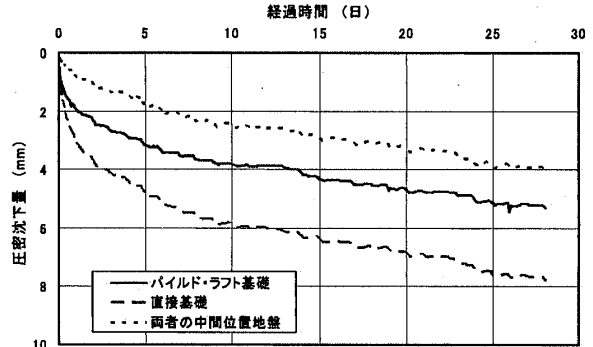


図5 圧密沈下量の経時変化

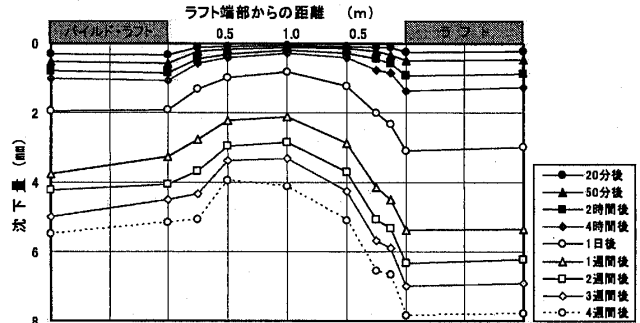


図6 試験体間地盤の圧密沈下分布

より、即時沈下は勿論、圧密沈下に対してもパイルド・ラフト基礎による沈下抑止効果を確認することができた。これは、杭に荷重を分担させることにより、等価荷重載荷面が下がったことによるものと思われる。図7は、圧密期間中におけるパイルド・ラフト基礎の杭荷重分担率の経時変化を示す。圧密期間中に、若干杭荷重分担率の増加(0.37⇒0.45)が認められるが、これは圧密沈下に対してもラフトと比較して杭の沈下剛性が大きいことによるものと思われる。

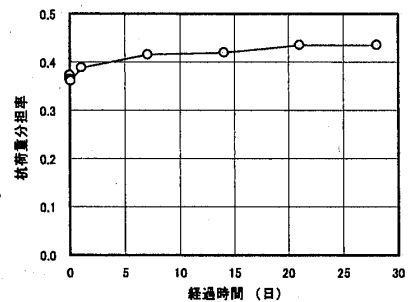


図7 杭荷重分担率の経時変化

【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)渡邊徹他、沈下低減杭を併用した直接基礎の鉛直荷重試験、日本建築学会学術講演会(近畿)、2005 2)萩原幸男他、パイルド・ラフト基礎の原位置鉛直・水平荷重試験、日本建築学会学術講演会(近畿)、2005 3)新井寿昭他、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荷重試験、日本建築学会学術講演会(近畿)、2005 4)細井泰行、矢島淳二、古賀靖広他、パイルド・ラフト基礎に関する大型模型実験(その2~4)、日本建築学会学術講演会(関東)、(投稿中) 5)佐野大作、尻無浜昭三、内山不二男他：パイルド・ラフト基礎に関する大型模型実験(その5、6、8)、日本建築学会学術講演会(関東)、(投稿中) 第41回地盤工学研究発表会、2006(投稿中) 6)保井美敏他、パイルド・ラフト基礎に関する大型模型実験(その7)、日本建築学会学術講演会(関東)、(投稿中)

*1 戸田建設 *2 東急建設
*3 五洋建設 *4 鉄建建設
*5 飛鳥建設 *6 構造計画研究所
*7 室蘭工業大学

*1 Toda Corporation *2 Tokyu Construction Co., Ltd.
*3 Penta-Ocean Construction Co., Ltd *4 Tekken Corporation
*5 Tobishima Corporation *6 Kozo Keikaku Engineering Inc.
*7 Murooran Institute of Technology