

Ⅲ-A416

砂地盤における模型パイルド・ラフトの水平載荷実験（その2）

金沢大学工学部 学生会員 ○福山英樹
金沢大学工学部 正会員 松本樹典

1 はじめに

著者らは、パイルド・ラフト基礎の水平抵抗力の発生機構を調べるため、砂地盤において各種寸法の模型パイルド・ラフトの水平載荷実験を行っている¹⁾²⁾。本報告では長方形ラフトに6本の杭（2×3本）を配したパイルド・ラフトの実験結果を述べる。

2 実験装置および実験方法

図1に実験装置・地盤の概要を示す。パイルド・ラフトに所定の鉛直荷重(180kgf)を載荷してからラフトをワイヤで引っ張ることで水平載荷を行った。ラフトに作用する水平荷重 Q 、鉛直変位 w 、水平変位 u をそれぞれロードセルとダイヤルゲージで測定した。杭全長を模型地盤に埋込み、地盤をほぼ最大密度まで締め固めてから実験を実施した。杭に貼付けたひずみゲージによって杭の軸力、せん断力、曲げモーメントを算出した。杭中心間隔はすべて $3.75D$ （ D は杭外径、 $D=20\text{mm}$ ）である。

3 実験結果

水平載荷開始前の杭の鉛直荷重分担率は71.6%（pile 128.9kgf, raft 51.1kgfで分担）であった。図2は杭頭から10mmでのせん断力～水平変位関係であり、

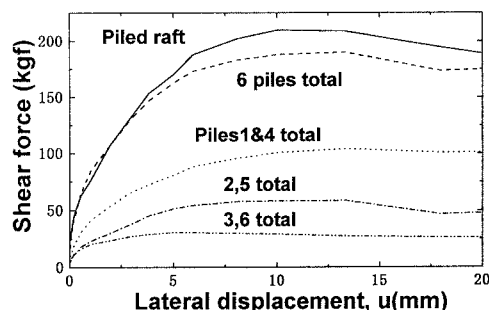


図2 杭頭から10mmでの杭のせん断力～水平変位関係

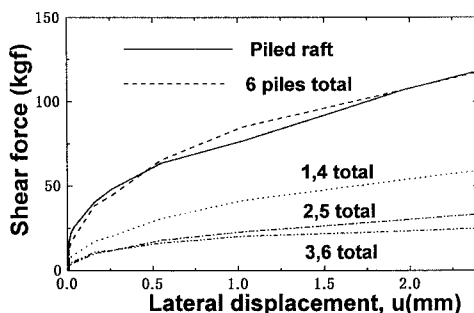


図3 杭頭から10mmでの杭のせん断力～水平変位関係（水平変位初期段階）

図3は図2の水平変位初期段階を拡大して表示したものである。水平荷重ピーク時（ $Q=209.3\text{kgf}$ ）における、杭1, 4(front piles)の合計、杭2, 5(middle piles)の合計、杭3, 6(back piles)の合計せん断力の比は、約10:6:3である。水平荷重がピーク時のfront pilesのせん断力の合計は100.1kgfであり、この2本の杭で水平抵抗の約半分を分担している。図3によると、middle pilesに加わるせん断力の合計とback pilesのそれとは、水平変位が小さいうちはほぼ一致している。しかし、back pilesが受けるせん断力は早い段階で頭打ちとなり、その結果、水平変位が大きくなると水平抵抗の分担は小さくなる。

ピーク荷重時におけるラフトの水平荷重分担は21.3kgfであった。水平載荷前のラフト部分の鉛直荷重分担は51.1kgfであり今回と同じ地盤で、同じ鉛直荷重（180kgf）を与えた時のラフト部分の摩擦係数は0.302である¹⁾。ラフト底面の水平荷重分担はラフトによる初期鉛直荷重分担より $51.1 \times 0.302 = 15.4\text{kgf}$ と計算され、実験値に近似されている。このことより、鉛直荷重の分担率は水平荷重によってあまり変化していないと考えられる。

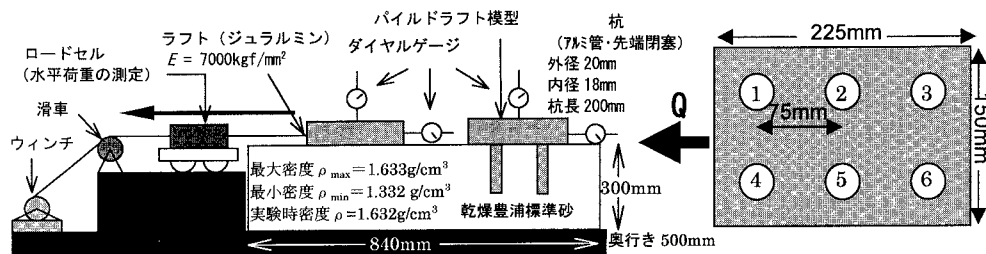


図1 実験概要

キーワード：杭、パイルドラフト、水平載荷、砂、模型実験

連絡先：〒920-8867 金沢市小立野 2-40-2 金沢大学工学部土木建設工学科

Tel 0762-234-4625

Fax 0762-234-4632

図4は杭のせん断力分布図であるが、各杭のせん断力の分布は大きく異なっていることが分かる。いずれの場所の杭も杭頭付近に最大のせん断力が発生しているが、せん断力の大きさの順序が杭頭付近で、front piles → middle piles → back piles の順であるのに対して、杭の中央付近においては、back piles → middle piles → front piles の順となっている。また杭先端付近では負のせん断力が発生している。更に $Q=45.8\text{kgf}$ と $Q=209.3\text{kgf}$ の場合を比較すると $Q=45.8\text{kgf}$ においては各杭とも非常に似たせん断力分布であるのに対して $Q=209.3\text{kgf}$ の場合では各杭のせん断力分布、絶対値とも大きく異なっている。これから水平変位（水平荷重）が小さい段階においてはだまかに見て各杭に均等に水平荷重が分担されているが、水平変位（水平荷重）が大きくなると杭が配置されている場所によって違いが現れ、front piles の水平荷重の分担率が急激に大きくなる事が分かる。

図5は各杭の曲げモーメントの分布である。front pile では、杭頭付近だけでなく杭中央付近でも大きな曲げモーメントが発生している。また、杭の配置される場所によって曲げモーメントの正負が逆転するものとそうでないものがある。これらの結果は、特に front pile は杭中央付近で、杭頭付近に加わる曲げモーメントに近い大きさの曲げモーメントが加わる可能性があり、杭の中央付近で破壊する可能性を示唆している。

図4及び図5より各杭の変形モードは図6のようになると考えられる。杭の配置される場所によって杭の変形の様子も異なることが分かる。特に back piles は、水平荷重が大きいつと小さいときで変形のモードが大きく異なっている。これはラフト牽引方向に対して杭の後方側で地盤と杭の剥離が起こることなどに起因しているものと考えられる。

なお、特に front, middle piles において実験後、杭頭付近に永久変形が生じている事が確認された。

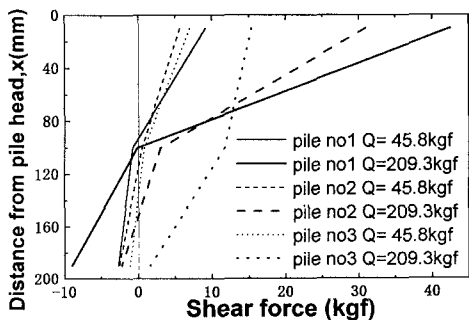


図4 杭のせん断力分布

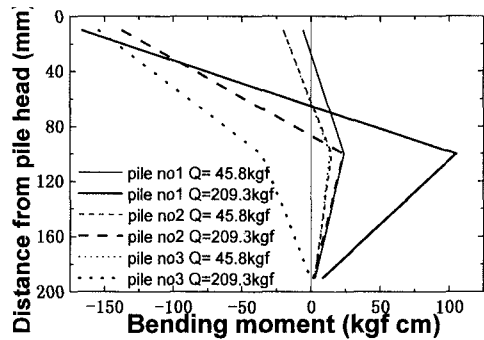


図5 杭の曲げモーメント分布

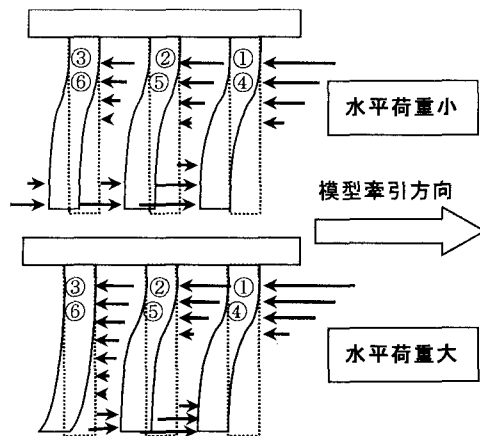


図6 杭の変形

4 おわりに

今回の実験において、パイルド・ラフト模型に水平荷重を与えると模型全体が牽引方向に傾く事が確認された。このために一方の杭（水平移動方向前方側の杭）に水平荷重が大きく分担される傾向が拡大するものと考えられるが、ラフト部分はこの傾きを抑制する効果があるものと考えられる。そのため、ラフトが接地しない場合よりも各杭が分担する水平荷重を均等にする効果があるものと推測される。また、杭の配置や杭長を変えることによって効率良く基礎の水平抵抗を増加させる事もできると考えられる。今後、群杭基礎（ラフト部分が接地しない状態）での実験を行い、ラフトを接地させた状態の実験結果と比較する事によって更に検討を進める予定である。

◆参考文献◆

- 1) 福山英樹：砂地盤における模型パイルドラフト基礎の水平抵抗特性，金沢大学学士論文，1999.
- 2) 福山ら：砂地盤における模型パイルド・ラフトの水平載荷実験，第34回地盤工学研究発表会（投稿中）.