

埋立地盤におけるパイルド・ラフト基礎建物の静的水平載荷解析  
(その3：杭の曲げモーメント分布と鉛直荷重支持性能)

正会員 ○Kitiyodom Pastsakorn \*  
正会員 園田 隆一\*\*  
正会員 松本 樹典\*\*\*

パイルド・ラフト 水平荷重増分解析 Rankine の受働土圧  
最大水平抵抗 曲げモーメント 鉛直荷重支持性能

1. はじめに

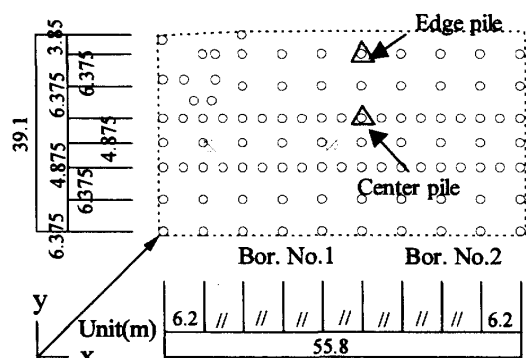
その 2 では、埋立地盤に建てられた、パイルド・ラフト基礎建物を対象として、静的水平載荷解析を行い、その解析概要と解析結果について報告した。その 3 では、静的水平載荷解析で得られた杭の曲げモーメントおよびせん断力分布とパイルド・ラフト基礎の鉛直荷重支持性能について報告する。

2. 解析結果

解析ケースと解析パラメータを表 1 に、杭配置を図 1 に示す。

表 1 解析ケースと解析パラメータ

Analysis case	$\alpha_p$	$\lambda$
Case 1	3.0	9.0
Case 2	1.0	2.5



Symbol Pile diameter Pile length Location of bore hole  
○  $D=0.5m$   $L=12m$

△ 応力分布を表示した杭

図 1 杭配置

Case 1 における杭の応力分布を図 2 と図 3 に示す。また、Case 2 における杭の応力分布を図 4 と図 5 に示す。図中には、図 1 に△印で示す杭における、 $K_h=0.2$ ,  $K_h=0.3$ ,  $K_h=0.45$  時点の杭長さ方向の曲げモーメント分布とせん断力分布を記載している。各解析ケースとも Edge pile の杭頭曲げモーメントは、Center pile の杭頭曲げモーメントより  $K_h=0.2$ ,  $K_h=0.3$ ,  $K_h=0.45$  のどの時点においても大きくなっ

ている。その割合は、Case 1 では約 2.4 倍、Case 2 では約 1.3~2.1 倍となっている。一方、せん断力については、Case 1 では、 $K_h=0.2$  時点では Edge pile と Center pile のせん断力はほぼ等しく、 $K_h=0.3$ ,  $K_h=0.45$  の時点においては、Center pile のせん断力が Edge pile のそれよりそれぞれ 1.34 倍、1.80 倍大きくなっている。Case 2 では、 $K_h=0.2$  時点では Center pile のせん断力が Edge pile のそれより 1.26 倍大きい。 $K_h=0.3$ ,  $K_h=0.45$  の時点においては、Edge pile のせん断力が Center pile のそれより 1.01 倍~1.09 倍大きい。これは、杭周面地盤およびラフト底面の破壊状況により杭頭せん断力が変化していると考えられる。

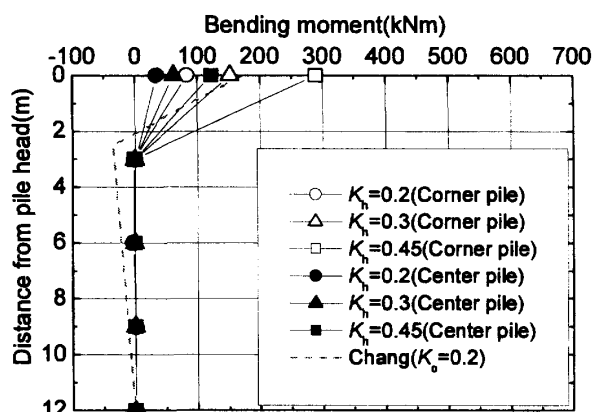


図 2 杭の曲げモーメント分布 (Case 1)

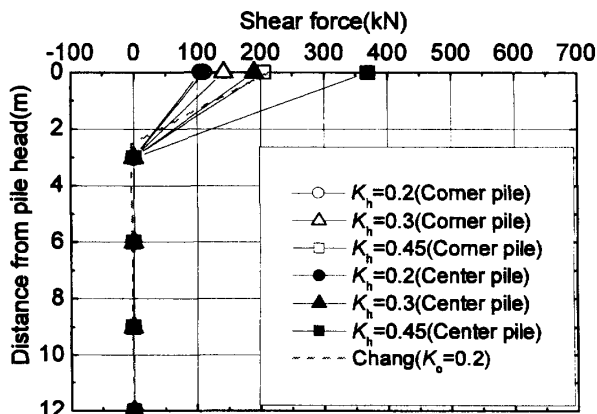


図 3 杭のせん断力分布 (Case 1)

A case study of piled raft foundation in reclaimed ground and its static lateral loading analysis (Part III: Bending moment of the pile and bearing capacity of the piled raft)

KITYYODOM Pastsakorn , SONODA Ryuichi  
MATSUMOTO Tatsunori

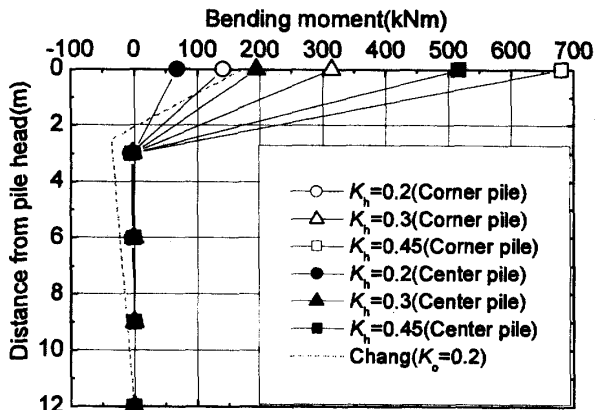


図4 杭の曲げモーメント分布 (Case 2)

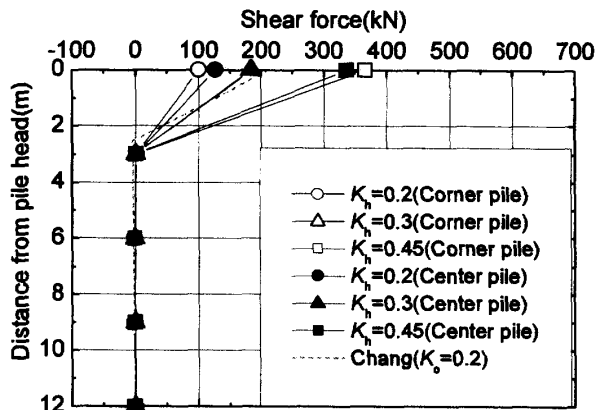


図5 杭のせん断力分布 (Case 2)

図2～図5に、Changの杭頭回転が拘束された無限に長い杭の理論解<sup>1)</sup>を用いて、 $K_h = 0.2$ の全水平力を杭で負担させた場合(群杭)の曲げモーメント分布とせん断力分布を破線で示す。パイルド・ラフト基礎とした場合、ラフトの負担水平抵抗力が発揮されるため、杭頭曲げモーメントと杭頭せん断力は、群杭のそれより低減される。 $K_h = 0.2$ 時点の杭頭せん断力は、Case 1では、106.1 kN (Center pile), 110.9 kN (Edge pile), Case 2では、126.9 kN (Center pile), 100.9 kN (Edge pile)となり、Changの理論解による杭頭せん断力212.8kNと比べて極小さい。

図6と図7に、Case 1のy方向各位置の水平変位—杭軸力増分関係を示す。水平変位は、ラフトの重心位置に近い節点( $x = 27.9$  m,  $y = 17.625$  m)の水平変位とした。

Case 1では、図6より、 $K_h = 0.45$ 時点まで水平力による転倒モーメントの影響により、y方向各位置の杭によって軸力の増減が生じ、全体の杭軸力としては低減している。

Case 2では、図7よりCase 1と同じ挙動を示し、杭の鉛直荷重低減分はラフトに支持されていることがわかる。その程度は、Case 1と比べて約2倍程度大きい。

全体の杭軸力の低減量は、200 kNから300 kNである。総建物荷重は133925kNであり、全体として0.15%から

0.22%の杭軸力低減率である。したがって、鉛直荷重分担率は、ほぼ変化していないことがわかる。

図6と図7の記号の凡例

- y0.0m      ○ y6.375m      ■ y12.75m
- y17.625m      ◇ y22.5m      □ y26.0m
- △ y28.875m      ☆ y30.15m      ● y35.25m
- × y39.1m      — Total

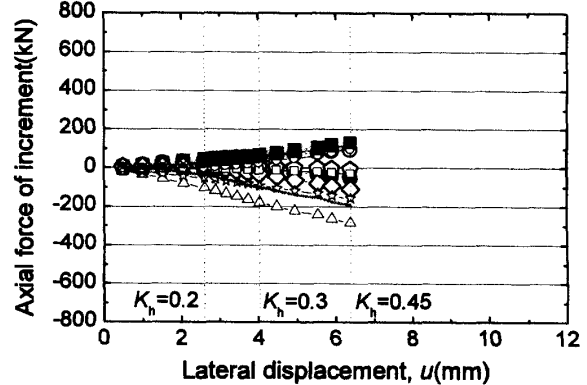


図6 水平変位—杭軸力増分関係 (Case 1)

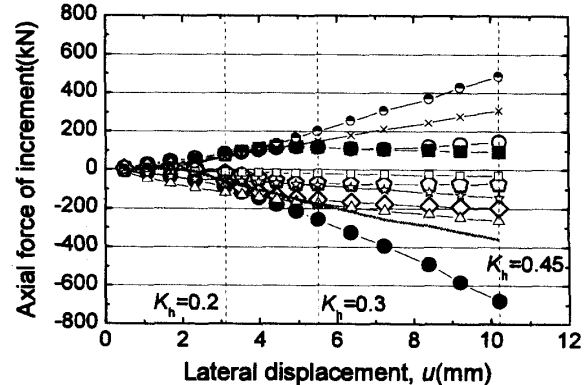


図7 水平変位—杭軸力増分関係 (Case 2)

### 3. まとめ

埋立地盤に建てられた、パイルド・ラフト基礎建物を対象として、静的水平載荷解析を行い、解析結果である杭の応力分布とパイルド・ラフト基礎の鉛直荷重支持性能について報告した。杭周面地盤の最大水平抵抗の違いがパイルド・ラフト基礎の杭応力分布および水平変位—杭軸力増分関係に与える影響が示された。

パイルド・ラフト基礎は、鉛直荷重に対してのみ設計する場合は、不同沈下を抑制するためCentered pileとすることが望ましいが、水平荷重まで考えた場合は、側杭の応力が卓越してくるため、構造物周囲の杭の水平抵抗を大きくすることが必要である。

今後、上部架構の水平荷重による転倒モーメントを考慮した解析を行う予定である。

### 参考文献

- 1) YL. Chang. (1937) Discussion on "Lateral Pile-Loading Test" by Feagin, Trans. ASCE, pp.272-278

\*金沢大学大学院 助教・工博

\*\*金沢大学大学院 博士後期課程学生・工修

\*\*\*金沢大学大学院 教授・工博

\*Assistant Professor, Kanazawa University, Dr. Eng.

\*\*Doctor Student, Kanazawa University, M. Eng.

\*\*\*Professor, Kanazawa University, Dr. Eng.