

東京ガス(株) 技術研究所 正員 ○ 兵藤 元宣
 同 上 正員 高木 宜雄
 東京工業大学 正員 日下部 治
 同 上 太田 明

1. はじめに

静的な傾斜引張り荷重による杭の抵抗についての研究は、¹⁾ 吉見によって行われ、また遠心力載荷装置を用いた杭の実験は、鉛直繰り返し荷重、²⁾ 水平繰り返し荷重について既に行われている。本文は、引張り傾斜荷重を繰り返し受ける単杭に関する遠心力実験について報告する。

2. 遠心力実験

2.1 実験システム及び手順

遠心力実験は有効半径1.25mの東工大Mark II遠心力載荷装置を用いて行った。用いた遠心容器は一面強化ガラス製の矩形容器(長さ500mm、幅150mm、深さ400mm)であり、実験システムを図-1に示す。モデル地盤①($\gamma=15.6 \text{ kN/m}^3$)は、その中央部にアクリル製のモデルパイル②(長さ330mm、管外形10mm、内厚1mm)を設置し、ついで豊浦砂をホッパーより300mmの自由落下高さから降らせて作成した。載荷は変位制御とし、リニアベクトルモーターロッド③の水平往復運動をプーリー④を介してパイル先端部に伝えた。所要の載荷傾斜角(δ)はプーリーの位置を変化させることによって定め、引張り力はモーターのロッド先端部に引張り力測定用の圧力変換器⑤を用いて測定し、杭の水平及び垂直変位はLVDT⑥により測定した。モーターロッドの水平往復運動の振動はリリーススイッチによってコントロールされた。モデルパイル外面に添付された一連のストレインゲージ(共和ゲージKFL 5-350-C1-11)の出力は、ジャンクションボックス⑦に集められ、プリンター及び磁気テープに保存された。

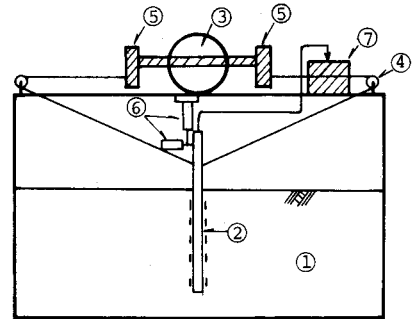


図-1 テストシステム

パイプ材料定数	
$I=289.8 \text{ mm}^4$	
$E=3.0 \times 10^4 \text{ Pa}$	
$\nu=0.37$	
豊浦砂	
$G_s=2.66$	
$e_{\max}=0.966$	
$e_{\min}=0.610$	
$D_r=83\%$	

表-1

Test No.	δ	e (mm)	L (mm)
PL-1	60	80	200
PL-2	30	80	200
PL-3	15	80	200
PL-4	0	80	200

表-2 実験条件

2.2 実験条件

用いたモデルパイルの材料定数、形状、豊浦砂の特性などの諸量を表-1に、今回行った実験条件を表-2に示す。今回特に注目したのは、載荷傾斜角(水平面となす角度) δ の効果であり、他の条件、変位振幅(3.5mm)、鉛直荷重(0 kN/m^2)、根入れ長($L=200 \text{ mm}$)、載荷杭作用点と地表面との距離($e=80 \text{ mm}$)は一定とし、実験は50gのもとで行った。したがって、プロトタイプとしては根入れ長10mのコンクリートパイルが水平変位17.5cm傾斜繰り返し引張り荷重を受けるのにほぼ対応している。

3. 実験結果と考察

3.1 杭頭の変位

図-2及び図-3は繰り返し載荷に伴う杭の水平、垂直変位を繰り返し載荷回数(n)について $\delta=15^\circ$ の場合を代表例として選り、プロットしたものである。なお、水平変位は地表面より60mm上方で、垂直変位は70mm上方で上向きを正として測定した。水平変位は繰り返し回数とともに減衰してその後、一定となっている。この理由としてモーターと杭を結ぶ糸の伸びや結び目の影響でモーターの変位が一定値として杭に伝達されなかった

ことがあげられる。今後はモーターの変位でなく杭頭の変位で制御できるように実験装置を改良する予定でいる。また垂直変位は繰り返し回数とともに測定値が振幅を繰り返しながら徐々に増大していることが認められる。振幅しているのは、杭の片側で変位を測定しているためで変位計側に引張られた時は大きな値、反対側の時は小さな値を示している。実際の変位は破線で示したようにその中間付近の値とみなすことができよう。

3. 2 曲げひずみ分布

$\delta = 15^\circ$ の時の曲げひずみ分布を図-4に示すが、左右ほぼ対称な形を成している。地表面付近で杭周辺地盤が塑性化して大きな曲げひずみが生じているが、下方にいくに従い土被りの影響により地盤反力が増大するため杭の変位が急激に減少しているのがわかる。今回の実験では繰り返し回数によって曲げひずみ量はわずかながら減少している。このことは塑性化に伴う地盤のゆるみによるものである。この塑性領域は地表面からほぼ、杭径の4~7倍の深さとみなすことができる。

3. 3 載荷傾斜角によるひずみ分布の比較

3. 1に述べた理由のため δ の変化により実際の杭頭に生ずる水平変位が異なっており現われているが、その中でほぼ同程度の水平変位が現われている $\delta = 0^\circ$ と 60° の2種を選び曲げひずみ分布及び軸ひずみ分布を比較したのが図-5である。曲げひずみは $\delta = 0^\circ$ の場合の方がわずかながら大きな値となっているが、軸ひずみは $\delta = 60^\circ$ の場合の方が3倍程度大きな値となっている。斜め引張り外力に対する杭の極限抵抗力を調べた研究によれば $\delta = 0^\circ$ から 30° 位までは破壊が水平力に左右される領域であるのに対し δ が 30° より大きくなると引張り力によって左右されるといわれており¹⁾、本実験からも δ の変化に伴い、砂地盤の破壊機構が変化することのうかがえる。

4. おわりに

今回は載荷傾斜角の効果について報告したが、今後、変位振幅の影響、 e/L の影響及び鉛直荷重が作用している場合などについて実験を継続していく予定である。

なお、遠心力実験は土自重による上載荷重を強く受ける深いパイルの挙動の解明に有効と思われる。現場実験と併し、杭に関する遠心力実験は今後、より重要なものになろう。

参考文献

- 1) Yoshimi, Y. (1963), ASCE, Vol. 90, SM 6, 1
- 2) Craig, D. (1981) Ph. D. thesis Cambridge University
- 3) Barton, Y. (1982) Ph. D. thesis Cambridge University

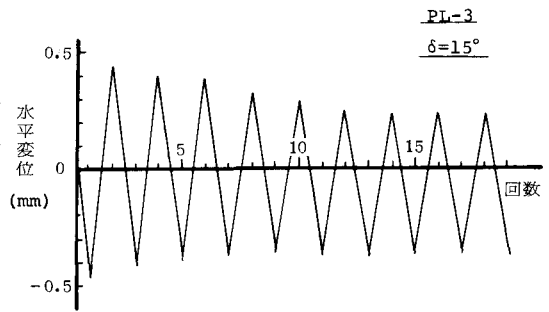


図-2 載荷回数と水平変位との関係

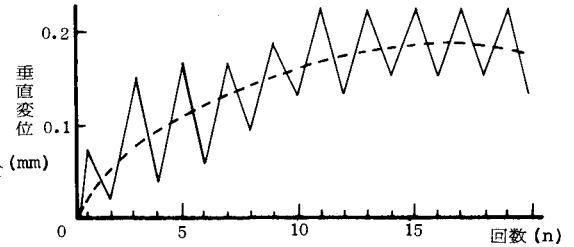


図-3 載荷回数と垂直変位との関係

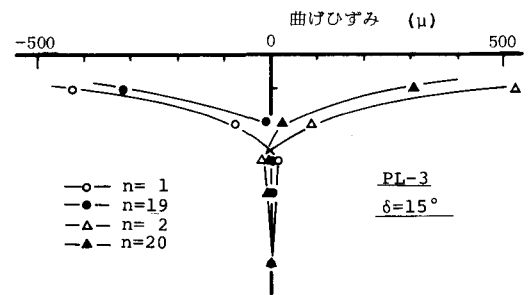


図-4 曲げひずみ分布

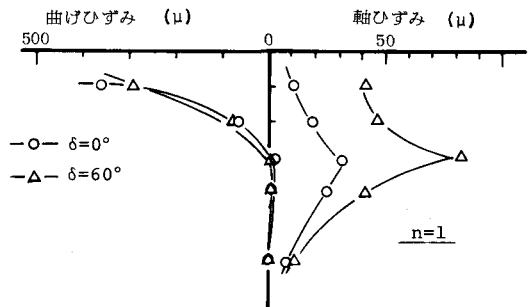


図-5 載荷傾斜角によるひずみ分布の変化