

種々の荷重条件下におけるパイルドラフト基礎、フーチング基礎、杭基礎の支持力の実験とその解析

名古屋工業大学大学院 学生会員 ○岡田和也
名古屋工業大学 正会員 中井照夫 檜尾正也
富山県 正会員 臼井健太郎

近年構造物基礎として、フーチング基礎と杭を組み合わせたパイルドラフト基礎が採用されることがあるが、その支持機構や基礎地盤の変形機構はまだ明確ではない。また、一般に基礎に作用する外力は鉛直中心荷重だけではなく、偏心荷重や傾斜荷重が基礎に作用したときのその支持力や地盤の変形をどのように予測するかということも大切な問題である。ここでは、前報¹⁾に引き続き、パイルドラフト基礎の杭部分とラフト部分が、それぞれ基礎としてどれだけの効果をもっているのか、パイルドラフト基礎、杭基礎、フーチング基礎のモデル実験とそれに対応した有限要素解析を通して検討する。また、荷重条件も中心鉛直載荷だけでなく偏心荷重や傾斜荷重に対する実験・解析も行い、これら種々の荷重条件下における個々の基礎形式の有効性についても検討する。

1.実験の概要

アルミ棒積層体を地盤材料とする2次元モデル試験(図-1参照)を行った。基礎の形式は図-2に示す3種類である。ラフト部分の幅はすべて12cmで、パイルドラフト基礎ではラフトに長さ3cm、6cmの杭(2次元なので幅1cm板)を取り付け、杭基礎ではパイルドラフト基礎と同じ作用点高さになるようにラフト部分を薄くし地盤に接触しないようにしている。しかし、杭の根入れ深さLはパイルドラフト基礎の杭と同じ3cm、6cmとした。載荷方法は図-3に示すように、中心に鉛直荷重 q_v を与える中心鉛直載荷、偏心比 $2e/B$ (e :中心から載荷位置の距離)が $3/4$ の位置に鉛直荷重を与える偏心鉛直載荷、中心に傾斜角 $\alpha=15\text{deg}$ で荷重を与える中心傾斜載荷の3パターンである。

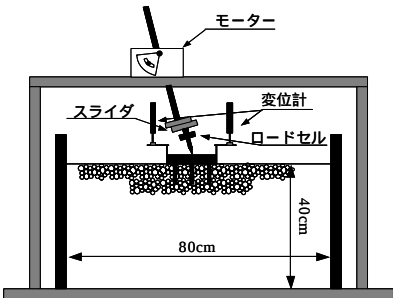


図-1 モデル試験機

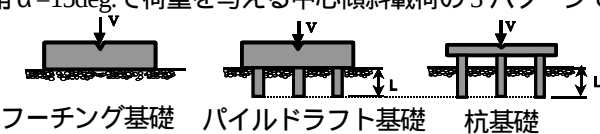


図-2 基礎の種類

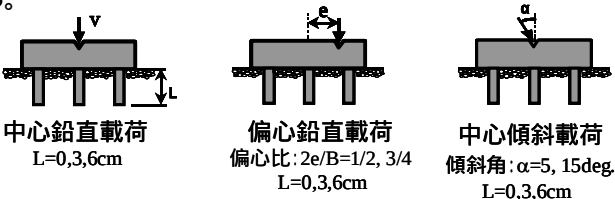


図-3 載荷方法

2.解析の概要

図-4に示すように解析メッシュはモデル試験のスケールに合わせ、構成モデルとして等方硬化型 *subloading t_{ij} model*²⁾を用いている。基礎は十分剛な弾性体とし、地盤と基礎と間の摩擦特性は弾塑性 *joint 要素*³⁾を用いて表現し、その摩擦角は摩擦角を求める実験から $\delta=15^\circ$ と設定した。解析に用いたアルミ棒積層体のパラメータを表-1に示す。また、アルミ棒積層体の2軸試験結果と要素解析結果を図-5に示す。同図から構成モデルは実験で用いたアルミ棒積層体の応力～ひずみ挙動を妥当に表現できていることが分かる。

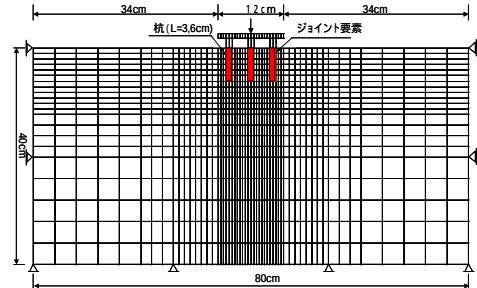


図-4 杭基礎の有限要素メッシュ

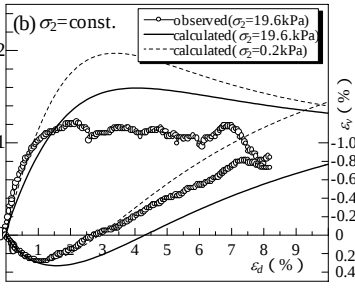


図-5 アルミ棒積層体の応力比～ひずみ関係

λ	0.008
κ	0.004
$N(p=98\text{ kPa})$	0.3
$R_{cs}(\text{comp.})$	1.8
β	1.2
v_e	0.2
a	1300

表-1 材料パラメータ

3.結果と考察

グラフの各軸は、鉛直変位 v を基礎の載荷幅 B で無次元化した v/B で表し、同じく水平変位は h/B で表し、荷重は鉛直荷重 q_v を模型地盤の単位体積重量 γ と基礎幅 B で無次元化した支持力係数に相当する $2q_v/\gamma B$ で表した。回転角は時計回りを

正として表示している。

はじめに中心鉛直载荷の結果について考察する。杭長が3cmの結果を図-6、杭長が6cmの結果を図-7に示す。パイルドラフト基礎の支持力は他の2つの基礎に比べ大きく、杭長が長くなれば杭の支持力も大きくなりその割合でパイルドラフト基礎の支持力も大きくなることからわかる。特に実験結果を見る限り、フーチング基礎の支持力と杭基礎の支持力を足す形でパイルドラフト基礎の支持力が評価できるようである。ただ、解析では同様の傾向は見られるが、実験ほど杭長の効果がパイルドラフト基礎の支持力増加に寄与していない。

次に、偏心荷重条件下および傾斜荷重条件下におけるそれぞれの基礎の支持力特性について検討する。以後は杭長の違いによる効果は中心鉛直载荷とよく似た傾向を示したので、杭長6cmの結果について考察をすすめる。偏心鉛直载荷の結果を図-8、図-9に示す。偏心荷重条件下では中心载荷に比べいずれの基礎形式でも支持力は下がるが、基礎形式の違いによる差も小さくなる。つまり、偏心鉛直载荷ではパイルドラフト基礎はそれほど有効であるとはいえないことになる。また、実験だけでなく解析結果からも、偏心荷重条件下の基礎の回転角や水平方向の変位についてもパイルドラフト基礎が他の基礎形式よりも有利であるとはいえない結果になっている。

中心傾斜载荷の結果を図-10、図-11に示す。中心鉛直载荷と同じようにパイルドラフト基礎の支持力が、杭基礎、フーチング基礎の支持力に比べ大きくなっている。しかし、基礎の回転や相対的な水平変位がパイルドラフト基礎で特に他の基礎形式に比べ小さくなるわけではない。図-11の鉛直、水平変位関係で点線は荷重の作用方向を表しているが、いずれの基礎形式でも基礎の変位方向はかなり水平方向に卓越することがわかる。

またここでは、種々の基礎の変位と支持力について検討したが、地盤の材料特性を適切に評価した支持力問題の有限要素解析結果とモデル試験結果にはよい対応関係があることもわかる。

<参考文献>

- 1)中井、檜尾、岡田(2002):‘種々の荷重条件下のパイルドラフト基礎の実験とその解析’,第37回地盤工学研究発表会
- 2)中井、城戸、西村、宮田(2002):‘正規・過圧密粘土の等方硬化型モデル’,第37回地盤工学研究発表会
- 3)T.Nakai(1985):‘Finite element computations for active and passive earth pressure problems of retaining wall’

Soils and Foundations, Vol.25, No.3, pp.98-112.

<中心鉛直载荷>

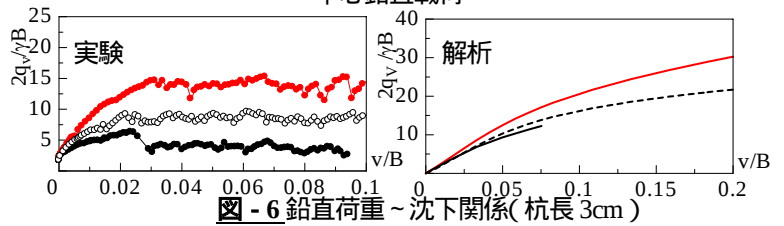


図-6 鉛直荷重～沈下関係(杭長3cm)

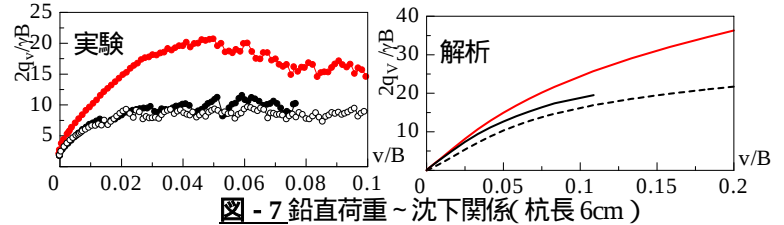


図-7 鉛直荷重～沈下関係(杭長6cm)

<偏心鉛直载荷>

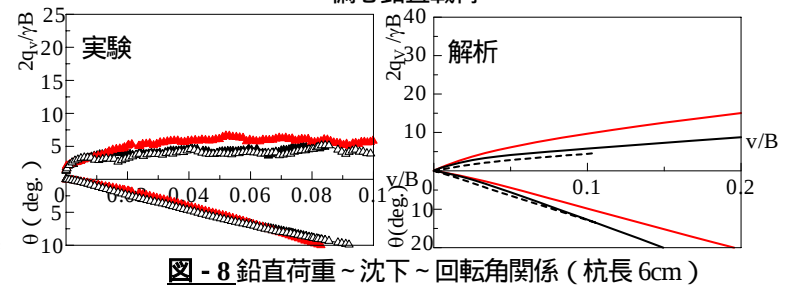


図-8 鉛直荷重～沈下～回転角関係(杭長6cm)

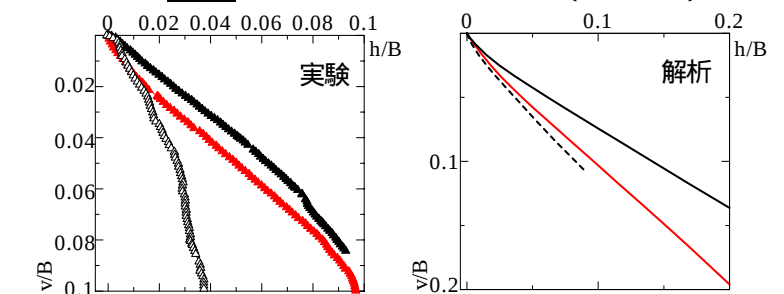


図-9 鉛直～水平変位関係(杭長6cm)

<中心傾斜载荷>

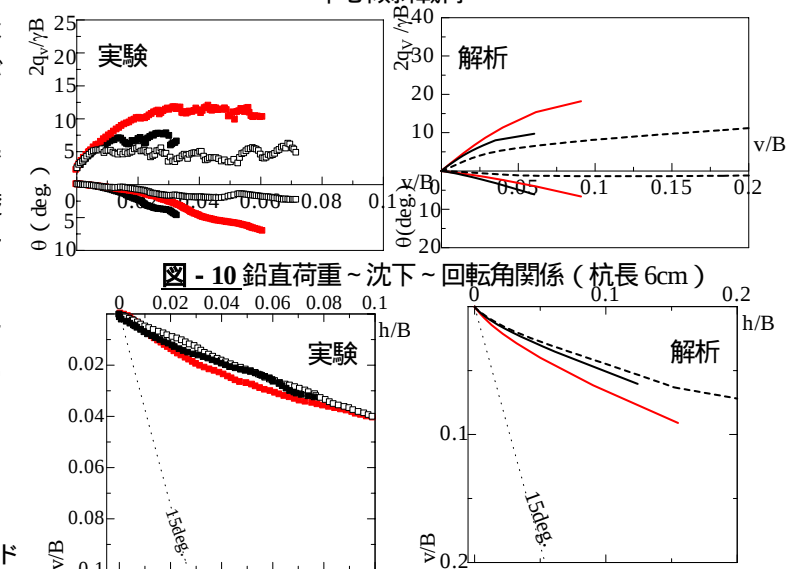


図-10 鉛直荷重～沈下～回転角関係(杭長6cm)

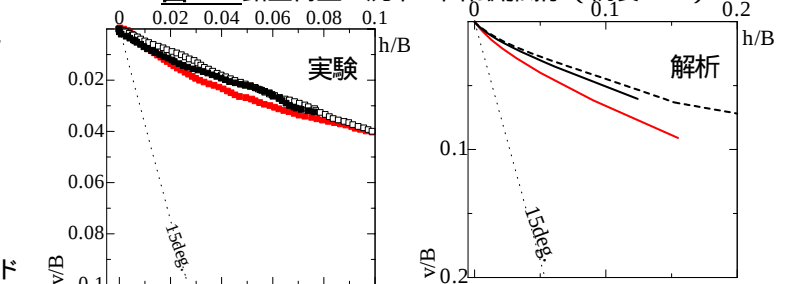


図-11 鉛直～水平変位関係(杭長6cm)

