

種々の荷重条件下におけるパイルドラフト基礎、根入れ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

学生会員

黒崎祥子

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なく、偏心荷重や傾斜荷重が作用する。このような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は重要な問題である。本研究では、パイルドラフト基礎と根入れ基礎で、支持力や変形特性がどれだけ異なるのかを 2 次元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、荷重条件として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 2 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 0cm、6cm、12cm の杭 (幅 1cm アルミ板) を取り付け、根入れ基礎はパイルドラフト基礎の杭長と同様 0cm、6cm、12cm の根入れとしている。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 $1/2$ 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。

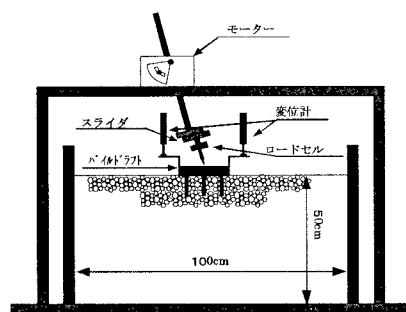


図-1 モデル試験機

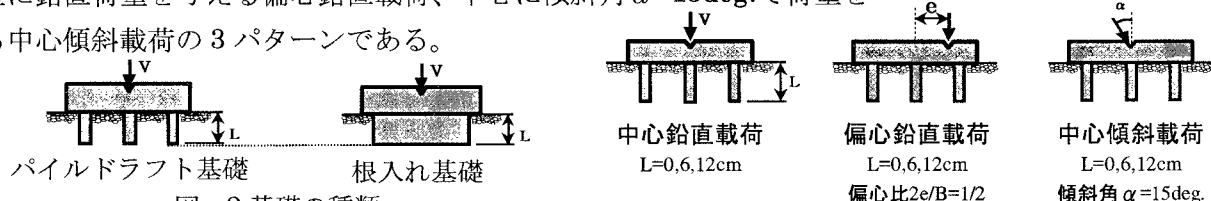


図-2 基礎の種類

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*¹⁾ 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²⁾ 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。

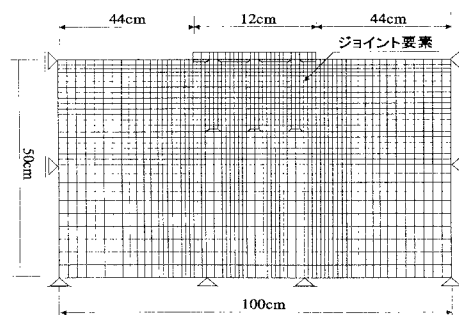


図-4 有限要素メッシュ図

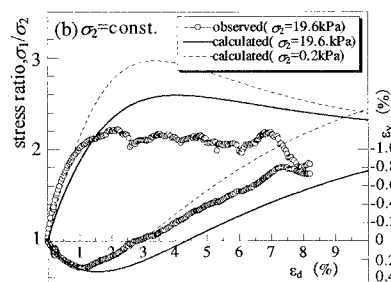


図-5 アルミ棒積層体の応力比～ひずみ関係

表-1 材料パラメータ

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

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。

はじめにパイルドラフト、根入れ基礎の杭、根入れ長の違いによる比較を中心鉛直載荷で考察する。パイルドラフト基礎の結果を図-6、根入れ基礎の結果を図-7に示す。パイルドラフト基礎、根入れ基礎ともに杭、根入れ長が長くなれば支持力も大きくなる結果となった。解析結果でも同じ傾向がみられ、実験結果と解析結果がよく対応した。

次にパイルドラフト基礎、根入れ基礎で載荷条件の違いによる支持力特性への影響を比較する。さらに杭、根入れ長の違いによる効果は各載荷条件でよく似た傾向を示したので、ここでは杭、根入れ長 12cm の結果についてのみ示す。まず中心鉛直載荷条件での鉛直荷重～沈下関係図を図-8に示す。実験、解析結果ともにパイルドラフト基礎と根入れ基礎の間に支持力の差はほとんど見られない。

つぎに偏心載荷条件および傾斜載荷の鉛直荷重～沈下関係図を図-9、図-10に示す。偏心鉛直載荷、中心傾斜載荷では中心鉛直載荷に比べ支持力は40%ほど下がるが、偏心載荷条件では若干根入れ基礎のほうがパイルドラフト基礎を上回ることが解析、実験結果の両面からわかる。回転角については偏心載荷条件、傾斜載荷条件とも基礎の違いによる差はほとんど無い。

偏心鉛直載荷、中心傾斜載荷の鉛直～水平変位関係図を図-11、図-12に示す。図-12の点線は荷重の作用方向を表している。偏心載荷でも傾斜載荷でも基礎形式の違いによる水平変位の差は小さく、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。特に傾斜載荷ではその傾向が著しい。

今回パイルドラフト基礎と根入れ基礎の比較をしたが全体的に違いはほとんど無いという結果になった。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は同じパラメータを使ったにもかかわらず、載荷条件によることなく、支持力、変位ともにより対応関係があることがわかる。

<参考文献>

- 1)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
- 2)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.

