

弾性地盤に支持された小口径杭の座屈に関する模型実験
(その2:長さ径比の影響)

正会員 ○廣瀬 竜也*1 同 小梅 慎平*2
同 下平 祐司*3 同 伊藤 淳志*4

小口径杭 座屈 長さ径比
模型実験 小規模建築物

1.はじめに

小規模建築物には地盤補強工法として小口径の鋼管杭や既製 RC 杭などが用いられている。筆者らは、これらの杭材の長さ径比による許容圧縮力の低減についての力学的検討を行っており、前報¹⁾では、地盤の剛性を変えた模型座屈実験について報告した。本報では、杭の長さ径比を変化させた模型座屈実験を行ったので、以下に報告する。

2.実験概要

実験装置を図1に示す。実験土槽には、外径165.2mm、高さ680mm、厚さ5mmの鋼管を用いた。模型杭の長さの変化に対応できるように、これとは別に同径、同厚で高さが340mmと680mmの鋼管を用意して組み合わせた。各鋼管の両端部にはフランジを溶接し、鋼管と鋼管および鋼管と土槽底板(厚さ25mm)の接合部に2mmのゴムを挟みボルトで固定した。模型杭には、外径 $D=5\text{mm}$ 、厚さ $t=0.8\text{mm}$ 、長さ $l=650\text{mm}$ (長さ径比 $l/D=130$)、 975mm ($l/D=195$)、 1360mm ($l/D=260$)の3種類のステンレスパイプ(SUS304)を使用し、模型地盤は、前報と同様、弾性体と見なせる寒天を用いて模擬した。ステンレスパイプの材料特性を表1に示す。ヤング係数と降伏強度は、引張試験により求めた。模擬地盤は、粉寒天と水の配合比率を変えることによって、剛性を変化させた。実験の種類と変形係数 E_{50} を表2に示す。粉寒天と水の配合比率は、 $l=650\text{mm}$ については、粉寒天に対して質量比で水10、20、25、60の4配合、 $l=975$ 、 1300mm については、10、20の2配合とし、これらに加えて、地盤の無い状態でも実験を行った。 E_{50} は、溶かした寒天をモールドに流し込んで作製した供試体の一軸圧縮試験より求めた。なお、地盤の作製方法、載荷方法および測定方法については、前報を参照されたい。

3.実験結果

杭頭荷重 P_0 —杭頭鉛直変位量 S_0 関係を長さ径比ごとに図2に示す。同図には、オイラー座屈荷重 P_E も示している。No.1、No.6、No.9の杭頭荷重の最大値は、 P_E より大きな値を示した。また、いずれの長さ径比においても、 E_{50} が大きくなれば、前報同様、最大杭頭荷重 $P_{0\text{max}}$ も大きくなっていることがわかる。

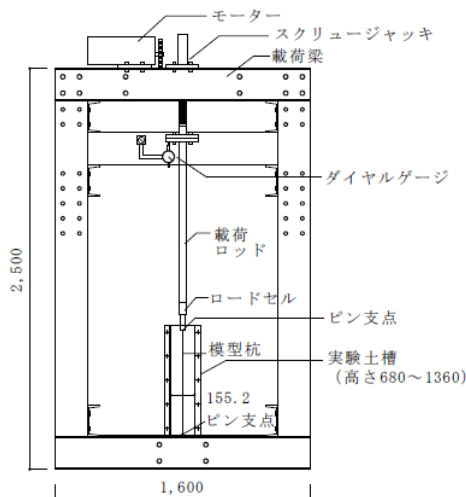


図1 実験装置 (単位: mm)

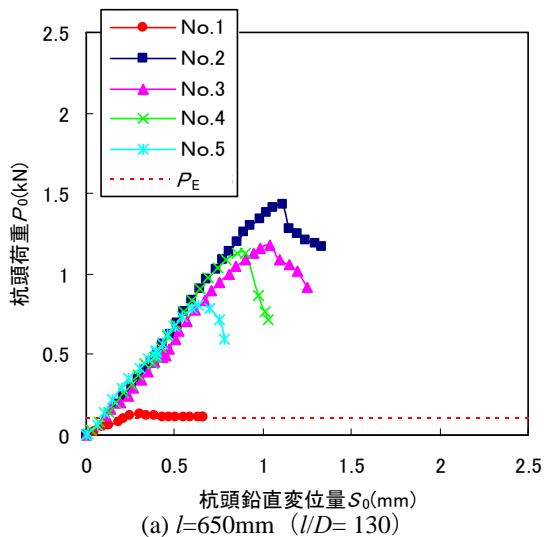
表1 ステンレスパイプの材料特性

ヤング係数 E (N/mm^2)	断面二次モーメント I (mm^4)	降伏強度 σ_y (N/mm^2)
175000	24.1	236

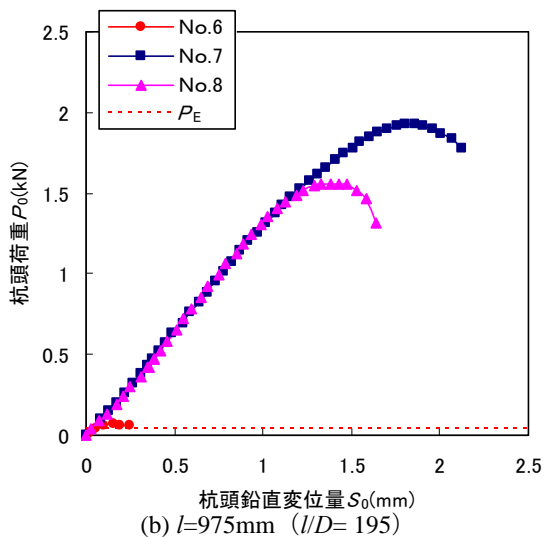
表2 実験の種類と模擬地盤の変形係数

実験 No.	杭長 l (mm)	長さ径比 l/D	寒天1に対する水の質量	模擬地盤の変形係数 E_{50} (kN/m^2)
1	650	130	—	—
2			10	542
3			20	214
4			30	107
5			60	23
6	975	195	—	—
7			10	607
8			20	283
9	1300	260	—	—
10			10	621
11			20	101

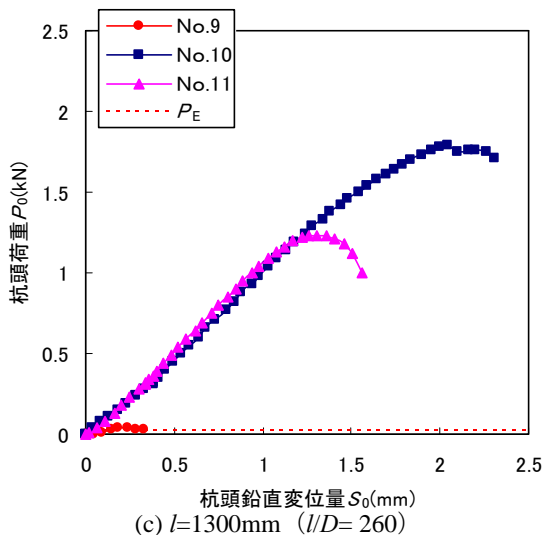
各実験の $P_{0\text{max}}$ と E_{50} の関係を図3に示す。同図には、式(1)の理論式より求めた弾性地盤上の棒の座屈荷重も示している。これは、前報の式(1)を整理したものであるが、弾性地盤に支持された棒の座屈荷重は棒の長さの影響を受けないことを示していることがわかる。



(a) $l=650\text{mm}$ ($l/D=130$)



(b) $l=975\text{mm}$ ($l/D=195$)



(c) $l=1300\text{mm}$ ($l/D=260$)

図2 杭頭荷重 P_0 —杭頭鉛直変位量 S_0 関係

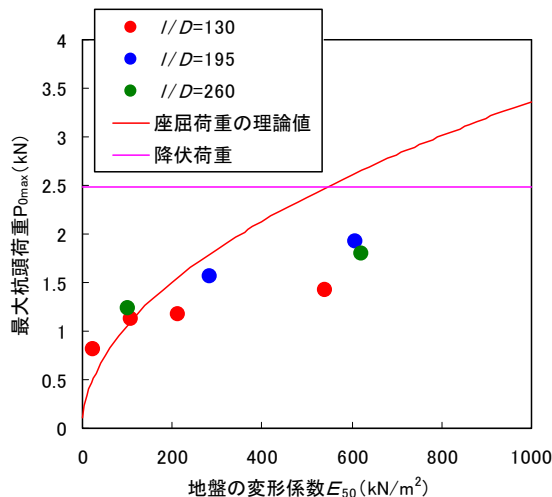


図3 最大杭頭荷重 $P_{0\text{max}}$ —変形係数 E_{50} 関係

$$P_{\text{cr}} = 2\sqrt{EI \cdot \alpha \cdot \xi \cdot E_0 \cdot B^{-3/4} \cdot D} \quad (1)$$

ここで、

P_{cr} : 弾性地盤上の棒の座屈荷重 (kN)

E : 棒のヤング係数 (kN/m^2)

I : 棒の断面二次モーメント (m^4)

α : 評価法によって決まる定数 (m^{-1}) で一軸圧縮試験から求めた地盤の変形係数を用いる場合は、80

ξ : 1.0

E_0 : 変形係数 (kN/m^2) で、一軸圧縮試験によって得られた E_{50} を用いた。

B : 無次元化杭径 (杭径を cm で表した無次元数値)

D : 杭径 (m)

前報同様、 E_{50} が 200kN/m^2 程度までの実験値は、理論値と比較的良好な対応を示しているが、 E_{50} が大きくなると理論値を下回る傾向がある。また、 l/D が大きくなっても $P_{0\text{max}}$ には明確な差は見られない。

4.まとめ

弾性地盤に支持された杭の模型座屈実験の結果について報告した。杭の長さ径比が大きくなっても杭の座屈荷重はオイラー座屈荷重のように小さくなる傾向は見られなかった。

最後に今回の実験を行うにあたり多大のご協力をいただいた関西大学卒業研究生の谷英里氏および玉本恵理香氏に謝意を表す。

参考文献

- 1) 廣瀬竜也ほか：弾性地盤に支持された小口径杭の座屈に関する模型実験，日本建築学会大会学術講演梗概集，pp.537-538，2013.

*1 日本建築総合試験所，関西大学大学院

*2 ジャパンパイル㈱

*3 日本建築総合試験所・博士（工学）

*4 関西大学 教授・博士（工学）

*1 General Building Research Corporation of Japan

*2 JAPAN PILE Corp.

*3 General Building Research Corporation of Japan, Dr.Eng.

*4 Professor, Kansai Univ., Dr.Eng.