

群杭模型基礎の支持力試験 (その3)

九州共立大学工学部土木工学科 学生員○杉浦 由幸 学生 本告貴文
九州共立大学工学部土木工学科 正会員 前田 良刀 正会員 森 巖

1. はじめに

本文は、群杭模型基礎の支持力試験(その1)¹⁾、(その2)²⁾、に引き続き、模型群杭の支持力特性を検討したものである。ここでは、アルミ棒を用いた二次元の積層体モデルとアルミ板の杭材からなる模型群杭を用いて支持力試験を行い群杭の支持力特性とその限界状態を把握する。本文(その3)では、根入れ長 D_r を変化させた場合の群杭基礎に関して、荷重の偏心と傾斜が杭基礎の支持力特性と限界状態に与える影響について検討する。

なお、支持力の判定方法は、これまでの一連の支持力試験(その1)、(その2)と同じである。

2. 試験で得られた荷重・変位曲線

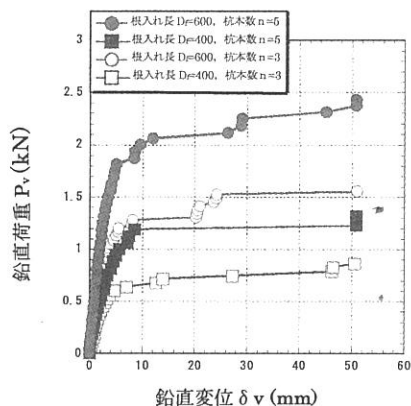
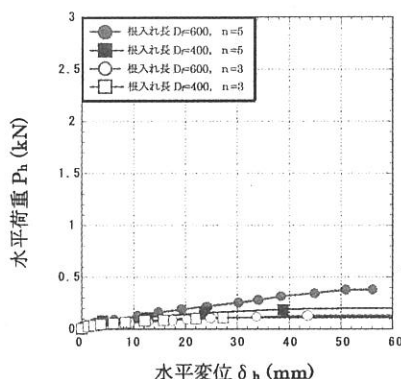
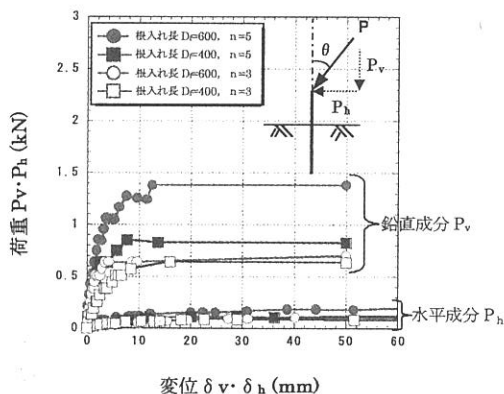
図-1 は、根入れ長 D_r を変化させた杭本数 $n=3, 5$ 本の群杭基礎において偏心のない中心鉛直荷重($e=0, \theta=0$)に対する荷重・変位曲線を示している。杭本数の増加および根入れ長の増加に伴い鉛直支持力が増加することが分かる。今回の支持力試験では実際の杭と異なり、杭の支持力がほとんど先端支持力に依存しているので鉛直支持力の改善には根入れ効果のほうが大きい。

図-2 は、水平荷重($e=0, \theta=90$)に対する荷重・変位曲線を示しているが、杭本数、根入れ長の違いにより多少水平支持力が変化するが、図-1 での鉛直支持力ほどの差異はない。今回の模型杭が板厚 $t=3\text{ mm}$ 、と薄く曲げ剛性が小さいことに起因している。

図-3 は、基礎中心に傾斜荷重が作用したときの、荷重・変位曲線の一例($\theta=10$)である。傾斜荷重を鉛直成分 P_v と水平成分 P_h に分解し、対応する変位も鉛直成分 δ_v と水平成分 δ_h としている。このケース($\theta=10$)は杭基礎の鉛直支持力破壊モードと水平支持力破壊モードが同時に出現する領域にあり鉛直支持力と水平支持力が最大限に発揮される最も効率の良い荷重状態である。

3. 群杭効果および有効載荷幅の存在と支持力特性

図-4 は、杭本数 $n=5$ の鉛直支持力の群杭効果に及ぼす杭の根入れ長の影響を検討したものである。図には、群杭での鉛直支持力試験値と短杭でのそれを

図-1 中心鉛直荷重($e=0, \theta=0$)に対する荷重・変位曲線図-2 中心水平荷重($e=0, \theta=90$)に対する荷重・変位曲線図-3 傾斜荷重($e=0, \theta=10$)に対する荷重・変位曲線

5 倍したものを比較しているが、この支持力の差が群杭効果である。一般に、砂地盤では群杭効果により支持力が増加し、粘土地盤では逆に低下することが知られている。本試験では、砂と同様の粒状体と考えられるアルミ棒を試験地盤としていることから群杭効果は砂地盤と同じ結果が得られた。

また、図から群杭効果は根入れ長によって異なり杭長が長くなるほどその効果が増加する。

図-5 は、群杭の鉛直支持力にも Meyerhof の有効載荷幅の概念が成立することを示したものである。図中には、根入れ長の異なる群杭の支持力試験値の他に、直接基礎の支持力評価に用いる有効載荷幅 B' の概念と同様の考え方で荷重載荷位置を中心とした有効幅 B' に含まれる杭本数で単杭での支持力を乗じた場合も示してある。この二つの支持力特性において荷重の偏心 (Δe) の増加に伴う支持力の変化割合 ($\Delta P/\Delta e$) は、ほぼ同じであり杭基礎にも、直接基礎と同じ有効載荷幅 B' の概念が成立する。しかも、それは杭の根入れ長に関係しないことが分かる。

4. 群杭基礎の支持力曲面

図-6 は、杭の鉛直荷重、水平荷重および荷重の偏心量を評価軸にして偏心・傾斜荷重をうける群杭基礎の支持力包絡曲面を示したものである。現行の杭基礎設計では鉛直支持力、水平支持力に対する安全性が個別に行われるが、この場合全体的な支持力安全性は不明である。将来の限界状態設計法などでは、偏心・傾斜荷重に対する杭の支持力安全性の照査はこのような支持力包絡曲面に対して行われるのが合理的であると考えられる。図には、載荷試験から得られた根入れの異なる 2 つの結果を示しているが支持力包絡曲面の形は同じである。

5. まとめ

本文での成果を以下にまとめる。①鉛直支持力に対して群杭効果が存在し、その効果の程度は杭の根入れにより異なる。②群杭の鉛直支持力にも有効載荷幅の概念が成立する。③群杭基礎の全体的な支持力安全照査のために支持力包絡曲面を作成した。

参考文献

- 1) 杉浦, 久々宮, 前田, 森: 模型群杭基礎の支持力試験 (その 1), 土木学会西部支部研究発表会講演概要集, 2002.3
- 2) 久々宮, 杉浦, 前田, 森: 模型群杭基礎の支持力試験 (その 2), 土木学会西部支部研究発表会講演概要集, 2002.3

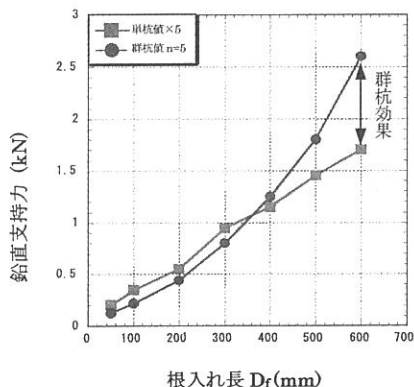


図-4 根入れ長 D_f が鉛直支持力の群杭効果に与える影響 ($n=5$)

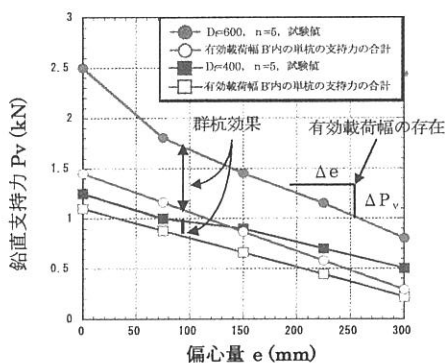


図-5 群杭基礎の鉛直支持力における有効載荷幅の存在

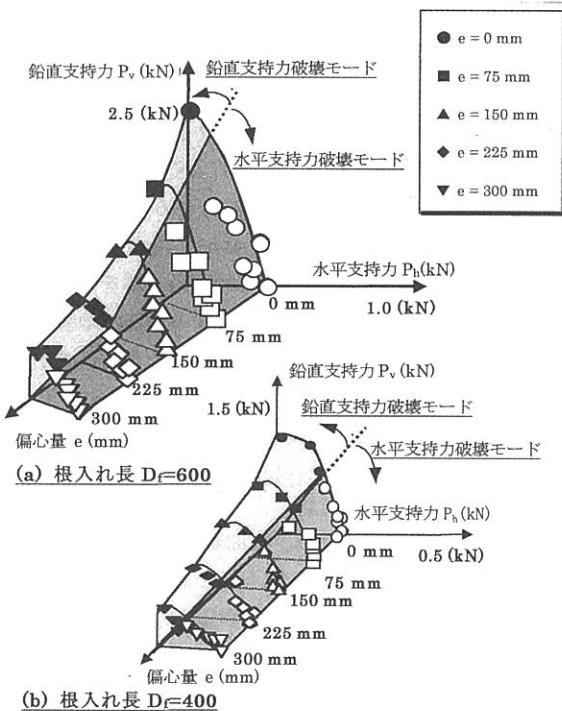


図-6 荷重の偏心と傾斜を考慮した支持力曲面