

群杭模型基礎の支持力試験（その2）
（偏心・傾斜荷重の影響）

九州共立大学工学部土木工学科
九州共立大学工学部土木工学科
新日本製鐵株式会社

学員〇久々宮健太 学員 杉浦 由幸
正員 前田 良刀 正員 森 巖
正員 岡 扶樹

1. はじめに

本文は群杭模型基礎の支持力試験（その1）に引き続いたものである。報文（その1）が中心鉛直荷重や水平荷重作用下での群杭支持力の基本的特性を扱ったものであるのに対し、本文（その2）では荷重の偏心と荷重の傾斜が群杭の支持力特性に与える影響を検討したものである。

2. 試験概要

載荷試験はアルミ棒混合積層体を用いた2次元支持力試験装置を用いて行った。載荷試験に用いた装置やアルミ棒地盤および試験杭の形状の概要は報文（その1）を参照のこと。ここでは、くい本数5本の群杭について、鉛直荷重の偏心量を $e=0\sim 300\text{ mm}$ 、荷重の傾斜角を $\theta=0\sim 90^\circ$ に変化させた、合計45ケースの試験を行った。

本試験では杭の剛性と根入れの関係から鉛直支持力に比較して水平支持力が小さく、水平破壊モードが多く生じることが予想されることから荷重の載荷手順を、図-1示すように、水平荷重のみ（ $\theta=90^\circ$ ）に得られる水平支持力の10等分 $\Delta P_H = P_H(\theta=90^\circ)/10$ を載荷ステップにして先に載荷した後固定し、その後荷重の傾斜角 θ に対応した鉛直荷重成分 ΔP_V を載荷している。

また、支持力の判定は基本的に荷重・変位関係が変位軸に平行となったときの荷重を極限支持力とするが、極限支持力が明確でない場合は、鉛直変位 δ_V および水平変位 δ_H が先に50mmに達した時の荷重をそれぞれ、鉛直支持力、水平支持力としている。

3. 試験結果および考察

(1) 荷重の偏心の影響

図-2は、荷重の偏心が鉛直支持力に与える影響を示したものである、荷重の偏心量が增大するにつれて鉛直支持力が減少することがわかる。また、図-3は、荷重の偏心量と鉛直支持力の変化を示している。図中には、試験から得られた群杭での支持力の他に、直接基礎の支持力評価に用いる有効荷幅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' に含まれる杭本数に単杭での支持力を乗じた場合も示してある。報文（その1）で示したように鉛直支持力には群杭効果が存在し支持力の絶対値は異なるが、荷重の偏心に対して

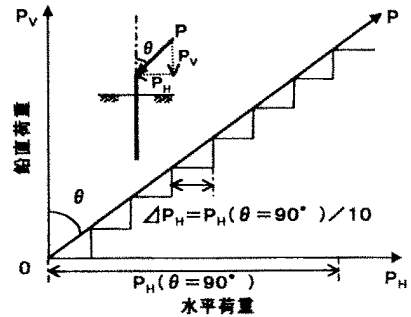


図-1 荷重の載荷手順

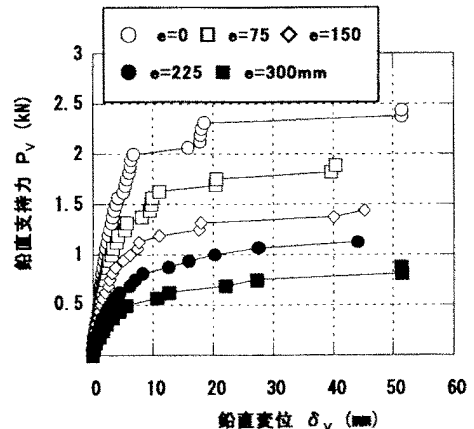


図-2 偏心鉛直荷重と変位の関係（ $\theta=0$ ）

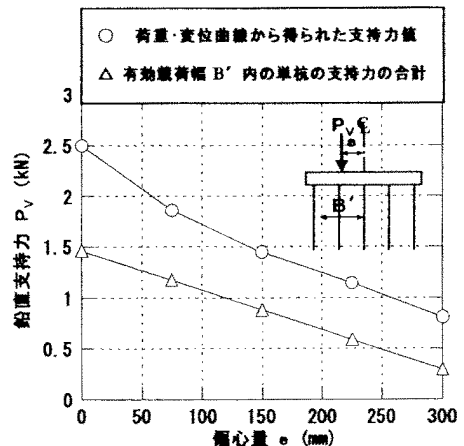


図-3 有効載荷幅の概念による支持力比較（ $\theta=0$ ）

はほぼ同様の支持力の変化を示す。このことから、杭基礎においても有効載荷幅の概念が成立することがわかる。したがって、現在の道路示方書¹⁾等のように、一列の杭の反力と杭の支持力の関係から群杭基礎全体の降伏支持力を評価する方法ではかなり安全側となる。

(2) 荷重傾斜の影響

傾斜荷重と変位の関係を図-4 に示す。ここで、傾斜荷重 P は、実際に載荷された荷重の鉛直成分 P_v 、水平成分 P_H から、 $P=(P_v^2+P_H^2)^{1/2}$ 、変位 δ は、鉛直成分 δ_v 、水平成分 δ_H から、 $\delta=(\delta_v^2+\delta_H^2)^{1/2}$ として計算したものである。荷重の傾斜 θ の増大により支持力が急激に減少することがわかる。そして、 θ が 30° を過ぎたあたりから支持力は水平荷重のみの ($\theta=90^\circ$) 支持力とほぼ同程度になり、杭の支持力は水平破壊モードが支配的となっている。このような、特性は杭の根入れや横剛性により変化すると考えられる。また、杭基礎では荷重の載荷方向と最大変位方向は一般に一致しないので、ここでの傾斜荷重 P と変位 δ の方向も一致していない。

図-5 は、鉛直支持力と水平支持力の関係から得られる支持力の包絡曲線の例を示しているが、鉛直支持力に対して水平支持力が小さいため二つを包絡する合計支持力もそれほど増大しないことがわかる。

(3) 荷重の偏心、傾斜の影響

図-6 は、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。荷重の傾斜と偏心により支持力特性が大きく変化することが分かる。杭基礎の支持力安全性や各段階での限界状態を合理的に評価するにはこのようなアプローチが重要であると考えられる。

4. まとめ

本文では、荷重の偏心と荷重の傾斜が群杭の支持力特性に与える影響を検討するために、傾斜荷重下の群杭の支持力特性に関する載荷試験を行いその結果を考察した。偏心荷重下では直接基礎と同様に有効載荷幅の概念が成立することを示した。また、傾斜荷重の影響により支持力が大きく変化することを示し、さらに、荷重の偏心と傾斜を考慮した支持力包絡面を作成した。

参考文献

1) 日本道路協会：道路橋示方書IV下部構造編、H8.12

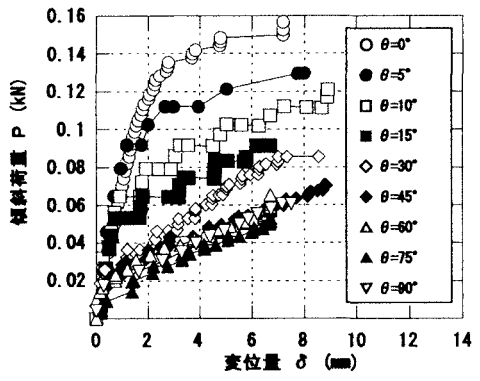


図-4 傾斜荷重と変位の関係 (e=0)

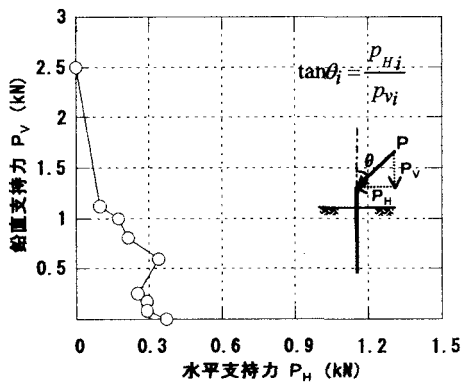


図-5 傾斜荷重と支持力曲線 (e=0)

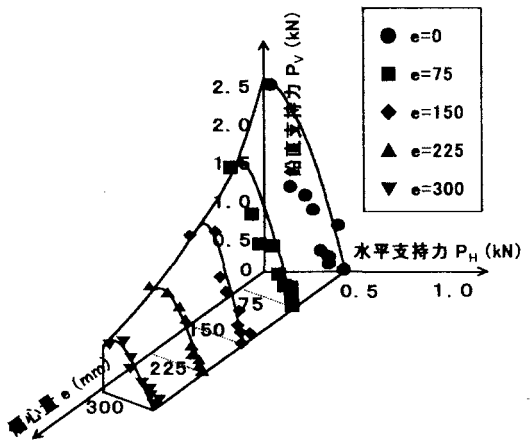


図-6 荷重の偏心と傾斜を考察した支持力曲面