

斜杭を有する群杭の支持力特性(傾斜荷重と偏心量の影響)

九州共立大学 学 ○北崎 誠
新日本製鐵株式会社 小松 章九州共立大学 正 前田 良刀
(株)白石 大石 雅彦

1. はじめに

平成14年度の試験結果から、斜杭の水平支持力特性として、水平荷重作用方向に傾斜した場合(本研究では $\alpha > 0^\circ$)、水平支持力が増加し、逆に水平荷重作用方向と反対に傾斜した場合(本研究では $\alpha < 0^\circ$)では水平支持力が減少することがわかった。一方、一つのフーチングに両方の傾き($\alpha > 0^\circ$ 、 $\alpha < 0^\circ$)を有する両開き斜杭では、 $\alpha > 0^\circ$ 、 $\alpha < 0^\circ$ でも水平支持力が増加した。

本文は、一般に用いられている両開き斜杭を有する群杭の支持力特性に関して、室内での支持力試験をもとに検討する。

2. 試験概要

今回、載荷試験に用いた試験装置および試験地盤は前年度の試験¹⁾²⁾と同様のものを使用しており、載荷方法および支持力評価方法も同様の方法である。

3. 試験結果と考察

3.1 単杭での試験結果と考察

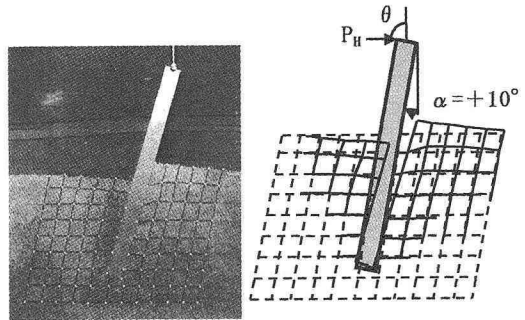
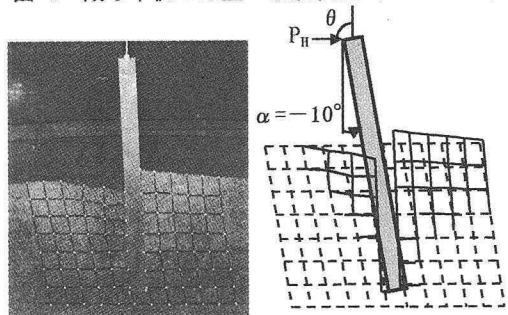
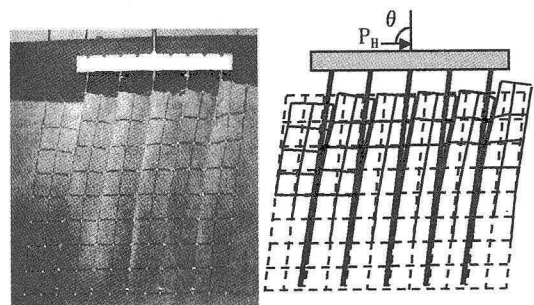
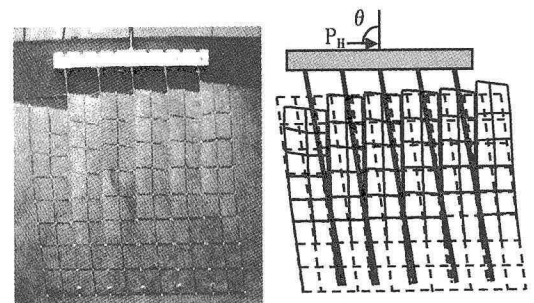
図-1、図-2は水平荷重 $\theta = 90^\circ$ 、杭の傾斜角 $\alpha = +10^\circ$ 、 $\alpha = -10^\circ$ の剛な単杭の地盤の破壊状況を示したものである。斜杭の傾きの違いにより、地盤の破壊領域が異なることがわかる。本文では、この地盤の受働抵抗領域の違いによる水平支持力の変化を受働土圧効果と呼ぶ。

また、柔な単杭の試験でも同様な結果が得られたことから受働土圧効果は杭の剛性の程度に依存しないことがわかる。

3.2 片方向傾斜群杭での試験結果と考察

図-3、図-4は杭本数 $n=5$ 、水平荷重 $\theta = 90^\circ$ 、偏心量 $e=0$ 、杭の傾斜角 $\alpha = +10^\circ$ 、 $\alpha = -10^\circ$ の片方向傾斜群杭の地盤の破壊状況を示したものである。図-3、図-4の比較から片方向傾斜群杭での地盤の受働抵抗領域は杭の傾斜方向の違いによらずあまり変化がないと予測される。この原因は、群杭間に挟まれたアルミ地盤が杭の変形に対応して強制的に変位させられていると考えられる。しかし、この場合も片方向傾斜群杭の水平支持力特性にも受働土圧効果が存在する。

この受働土圧効果による支持力特性をまとめたものが図-5(a)である。

図-1 剛な単杭の地盤の破壊状況 ($\alpha = +10^\circ$)図-2 剛な単杭の地盤の破壊状況 ($\alpha = -10^\circ$)図-3 片方向傾斜群杭の地盤の破壊状況 ($\alpha = +10^\circ$)図-4 片方向傾斜群杭の地盤の破壊状況 ($\alpha = -10^\circ$)

3.3 構造効果

フーチングに固定された一般の群杭では上部構造の荷重やフーチングの剛性により、水平荷重に対する杭頭の変位が拘束させる。すなわち、上部工による鉛直荷重が作用し、フーチングが十分に剛であれば図-2、図-4 に示した杭の変位は生じにくい。すなわち、杭の傾斜が $\alpha < 0^\circ$ の杭では杭の回転に伴い地盤が破壊するために水平荷重に対して杭頭が鉛直方向に起き上がる必要があるが、このとき杭頭の鉛直方向の拘束条件が重要である。

図-5(b)、図-6 は杭頭の鉛直変位を拘束した場合の剛な単杭における水平支持力の変化と地盤の破壊状況を示している。 $\alpha < 0^\circ$ の斜杭でも杭頭の鉛直変位を拘束したことにより地盤の受働抵抗領域は変化しないものの、杭頭鉛直変位拘束の力学的条件により水平支持力が増加することがわかる。本文ではこれを構造効果と呼ぶ。

3.4 両開き斜杭の水平支持力特性

図-7 は杭本数 $n=5$ 、傾斜荷重 $\theta=90^\circ$ 、偏心量 $e=0$ 、杭の傾斜角 $\alpha=\pm 10^\circ$ の両開き斜杭の地盤の破壊状況を示したものである。地盤の破壊状況は片方向傾斜群杭と同じく $\alpha > 0^\circ$ では受働抵抗領域が増大し、 $\alpha < 0^\circ$ では逆に減少するが、杭頭の変位はフーチングの存在により $\alpha > 0^\circ$ では鉛直沈下が生じ、 $\alpha < 0^\circ$ の領域でも杭の起き上がりを防止しようとする効果が伺える。すなわち、両開き斜杭では受働土圧効果と構造効果の両方が存在する。図-8 は水平支持力比 η と杭の傾斜角 α の関係を示したものである。 $\alpha > 0^\circ$ 、 $\alpha < 0^\circ$ を有する両開き斜杭では水平支持力は増加している。これは、 $\alpha > 0^\circ$ では地盤の受働抵抗領域(受働土圧効果)が大きくなり、 $\alpha < 0^\circ$ では杭が起き上がろうとするのをフーチングの剛性により防止しようとする効果(構造効果)によるものと考えられる。

4. まとめ

本文での成果を以下にまとめる。

①杭の水平支持力は剛な単杭、柔な単杭および片方向傾斜群杭は $\alpha > 0^\circ$ では増加し、 $\alpha < 0^\circ$ では減少した。一方、両開き斜杭は $\alpha > 0^\circ$ 、 $\alpha < 0^\circ$ 両方で水平支持力が増加した。②一般に用いられる形式の両開き斜杭は受働土圧効果と構造効果の二つで水平支持力が増加する。このとき、フーチングの剛性と上部構造の鉛直荷重が重要である。

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), (その2), 土木学会西部支部研究発表会講演概要集, 2002. 3 2) 北崎, 古屋敷, 前田, 森: 斜杭を有する群杭の支持力特性, 土木学会西部支部研究発表会講演概要集, 2003. 3

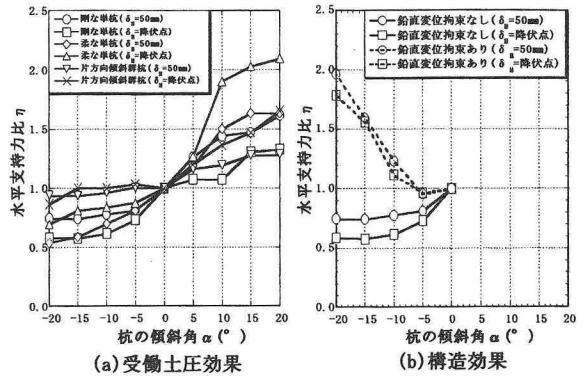


図-5 受働土圧効果および構造効果

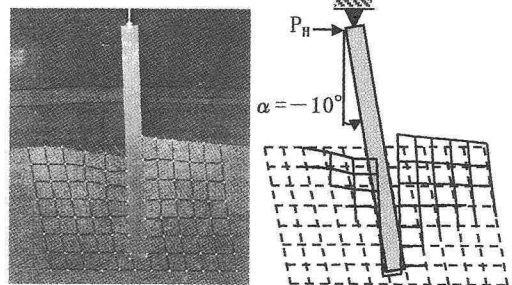


図-6 鉛直変位拘束した場合の地盤の破壊状況

(剛な単杭, $\alpha = -10^\circ$)

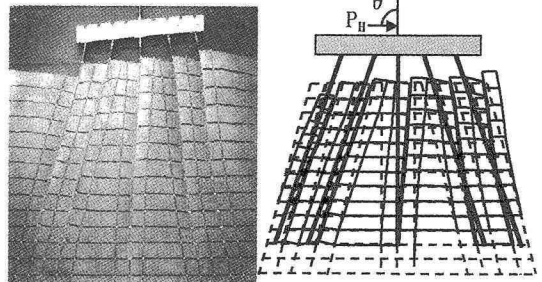


図-7 両開き斜杭の地盤の破壊状況 ($\alpha = \pm 10^\circ$)

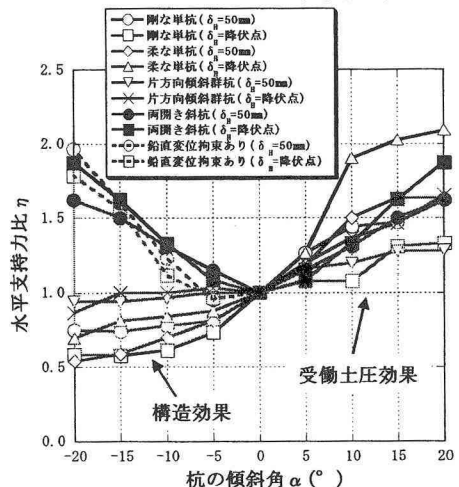


図-8 水平支持力比 η と杭の傾斜角 α の関係