

組合せ荷重下の単杭の支持力特性に関する模型実験

建設技術研究所 ○ 禿 和英
九州共立大学 前田 良刀
日本道路公団 市川 博康
建設技術研究所 坂田 隆博

1. まえがき

基礎には、上部構造の自重などの鉛直荷重と土圧や地震時慣性力などの水平荷重が作用する。このような組合せ荷重の影響は、特に浅い基礎の支持力に大きく影響すると考えられてきた。一方、杭のような深い基礎の支持力特性は、鉛直荷重および水平荷重に対してそれぞれ分離して検討されており、組合せ荷重に対しては、meyerhofら¹⁾の研究がある程度である。

本文は、鉛直荷重と水平荷重の組合せ荷重下における杭の支持力特性を検討するための第一歩として、室内での模型杭による支持力実験を行い考察を加えたものである。

2. 載荷実験装置と載荷方法の概要

実験に用いた砂は、乾燥した岡垣砂²⁾であり、豊浦標準砂とほぼ同一の力学特性、物理物性を有する。地盤は、多重（3重）ふるいによって空中落下方式により作成したが、毎回ほぼ均一な地盤が作成されたことが確認されている。²⁾

図-1は、杭と載荷装置の概要を示したものである。模型杭は、直径 $\phi=50\text{mm}$ 、厚さ $t=6\text{mm}$ で中空を有するアクリル材であり、根入れ長さ $Df=440\text{mm}$ ($\beta L \approx 2$)、 200mm ($\beta L \approx 1$)、および、地上部への突出量 $h=95\text{mm}$ である。

実験用土槽は、横幅 $B = 40\text{cm}$ 、奥行き $L = 236\text{cm}$ 、深さ $D = 70\text{cm}$ であり、この土槽に、3本の杭を概ね平均値な間隔で設置した。杭の設置方法は、平面位置と鉛直度に十分に留意しながら、手動ジャッキにより杭を地盤中へ押し込んだ。

組合せ荷重の載荷方法は、まず、剛な載荷ロッドを組み込んだテーブルプレートを横移動し、載荷ロッドを介して杭頭に水平荷重を載荷する。所定の水平荷重を多サイクル方式で載荷し、その後、水平荷重を所定の値に保持したまま、載荷ロッドによって鉛直荷重を多サイクル方式で最大まで載荷する方法をとった。(図-1)したがって、荷重経路は、図-4に示ようになる。なお、荷重の偏心も考慮できる装置となっているが今回は、偏心量はゼロである。又、第1限界荷重(降伏荷重)は、土質工学会基準³⁾のLog P-Log S法により、第2限界荷重(極限荷重)は杭径の50%(25mm)の変位量が生じたときの荷重とした。

なお、水平荷重のみの水平支持力については、現在、

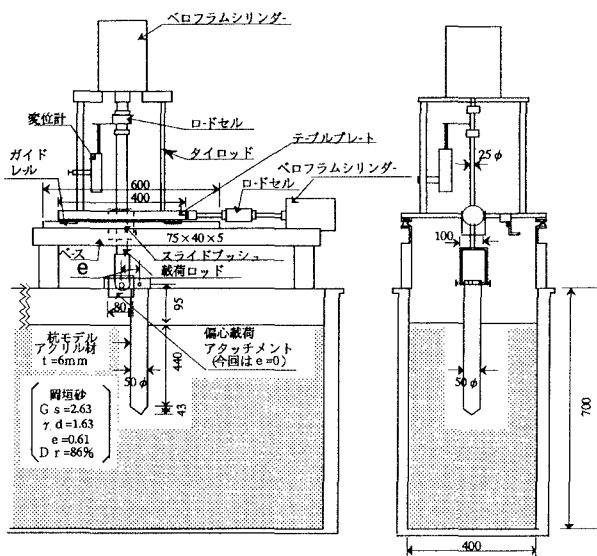


図-1 載荷装置の概要

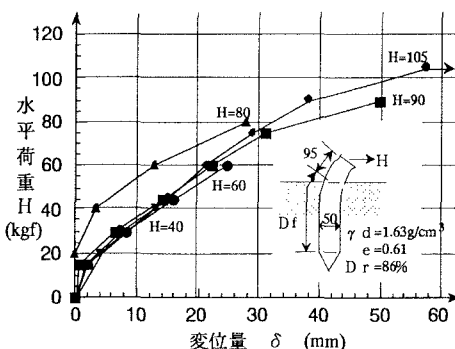


図-2 水平荷重と変位量の関係(Df=440)

支持力の定義が定まっていないが、ここでは、第1 限界荷重は、LogP-LogS 法により決定し、第2 限界荷重は、水平荷重が保持できなくなったときの荷重とした。

3. 実験結果とその考察

図- 2 は、水平荷重時の荷重変位関係である。
 $H=80\text{kgf}$ の場合を除いてほぼ同様の荷重・変位関係となっており、均一な地盤が作成されていることがわかる。

図- 3 は、水平荷重を所定の値で保持した後に、鉛直荷重によって生じる、荷重・変位関係である。長い杭では、水平荷重の増加につれて第1 限界荷重付近では、変位量も増加するが、最終的な変位量は、 $H=60$ を除いてそれまでと逆転し、初期水平荷重の小さいほうが鉛直変位量が大きくなっている。

一方、短い杭では、 $H=4$ を除いて、初期水平荷重による荷重変位関係に明瞭な差はみられない。

図- 4 は、組合せ荷重と杭の支持力関係を一種の降伏および破壊曲線として、整理したものである。

鉛直方向の第1 限界荷重は、水平荷重の増大に伴って減少しているが、2つの組合せ荷重による降伏曲線は右肩にふくらみのある曲線となっており、Meyerhof (1972) らの提案している簡単な楕円形となっていない。

一方、第2 限界荷重は、根入れの長い場合、組合せ荷重の影響をあまり受けていないが、根入れが短くなるにつれて、減少する傾向がみられる。

4. まとめ

今回の模型杭実験結果から、荷重の組合せにより、第1、第2 限界荷重が変化する傾向が得られた。ただし、今回は荷重傾斜角 $\tan \alpha = H/V$ が絶えず変化する場合を主体とする、荷重経路を採用しており、 $\tan \alpha = \text{const}$ の場合はどのようなのか、興味深く、今後、検討していきたい。

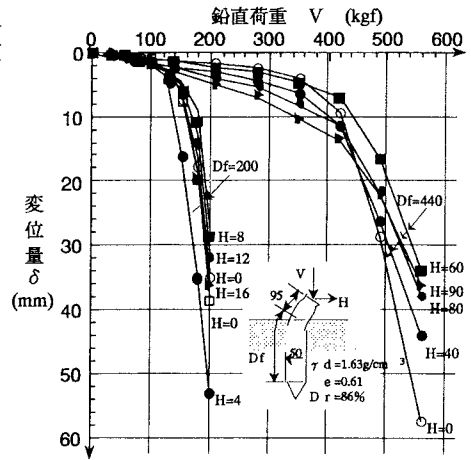


図- 3 水平載荷後の鉛直荷重と変位量の関係

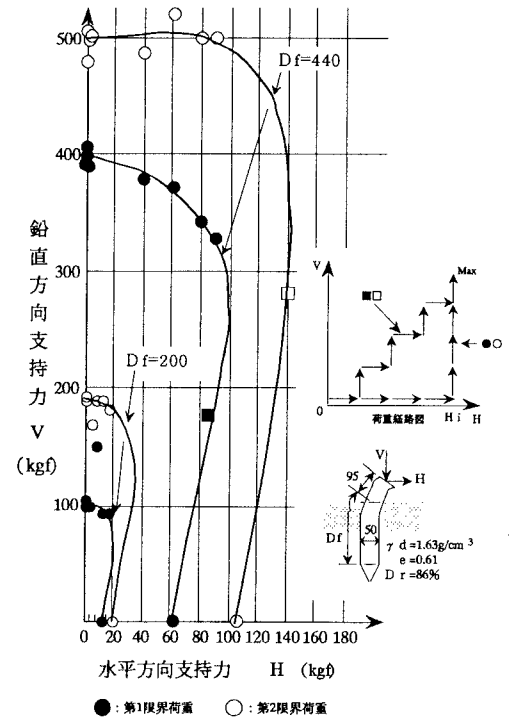


図- 4 組合せ荷重と杭の支持力の関係

参考文献

- 1) 例えば、G.G.Meyerhof, Gopal Ranjan: The Bearing Capacity of Rigid Piles Under Inclined Load in Sand. I: Vertical Piles, Canadian Geotech. Journal, 9, pp430~439, 1972
- 2) 松井謙二、前田良刀、落合英俊、李向新：岡垣砂を用いた支持力実験用地盤の作成とその力学特性、土木学会西部支部研究発表会講演概要集1995、3
- 3) 土質工学会：杭の鉛直載荷試験方法・同解説、1993