

III-361

繰り返し载荷を受ける砂地盤中の杭の支持力・変形特性

東京工業大学 学 ○ 川崎将生
東京工業大学 正 岡村未対
東京工業大学 正 竹村次朗
(財) 鉄道総合技術研究所 正 奥村文直

1. はじめに

場所打ち杭は、施工時に生じる地盤の緩みや杭先端部のスライム等により、打ち込み杭と比較して地盤反力係数が小さくなることが指摘されている。場所打ち杭の地盤反力係数を増加させる方法として、杭先端にプレロードなどの履歴荷重を加えて地盤の剛性を向上させる工法がある¹⁾²⁾。本研究ではプレロードを受けた砂地盤中の場所打ち杭の荷重-沈下挙動を調べることを目的とし、遠心模型実験装置内で杭の鉛直载荷試験を行った。

2. 実験概要及び実験条件

模型地盤は豊浦砂を用いて以下のように作成した。まず円形容器内に試料をポアリングして厚さ10cmの砂層を作成し、表面を吸引方式の整形機で水平にする。この砂層上の容器中央部に直径2cmのステンレス製模型杭を鉛直に設置し、再び杭の周辺に砂をポアリングすることによって6cmの根入れ部を作成する。次に地盤表面にろ紙を敷き、この上にサーチャージ用の鉛散弾を設置する。模型地盤作成後、図1に示すように容器に载荷ジャッキ等を取り付け、これを遠心模型実験装置に搭載し、50Gの遠心加速度場にて毎分1mmの変位制御方式の载荷試験を行った。今回行った载荷試験は、杭の沈下量が杭径の50%程度となるまで杭を単調に貫入する単調载荷試験と、杭径の10~20%ほど貫入した後除荷し、再び貫入することを3、4回繰り返す繰り返し载荷試験の2種類であり、各実験の条件は表1に示す通りである。地盤の相対密度 D_r と杭先端部の深さでの鉛直土被り圧 p を変化させて実験を行うことにより、これらの要因がプレロードの効果に与える影響について検討した。荷重の測定は杭先端と上端で行ったが両者にほとんど差は見られなかった。

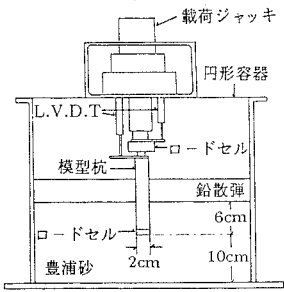


図1 実験システム

载荷方法	地盤の相対密度 D_r (%)	杭先端部の土被り圧 p (kPa)
単調	60	196
単調	80	196
繰り返し	60	196
繰り返し	80	196
繰り返し	60	98
繰り返し	80	98

表1 実験条件

3. 実験結果及び考察

図3、図4は単調载荷試験と繰り返し载荷試験から得られた荷重強度-沈下曲線である。除荷時及び再载荷時には処女载荷時と比較して同じ荷重レベルに達するまでの沈下量が小さく、プレロードの効果が現れている。再载荷時の曲線はほぼ除荷曲線をたどり、先行荷重の約70%の荷重強度となるところから沈下量が急増しはじめ、先行荷重に達したところで明確な折れ曲がり点、すなわち降伏点を持つものとなっている。繰り返し载荷試験における降伏後の曲線形状は多少のばらつきがあるものの単調载荷試験での曲線とほぼ一致

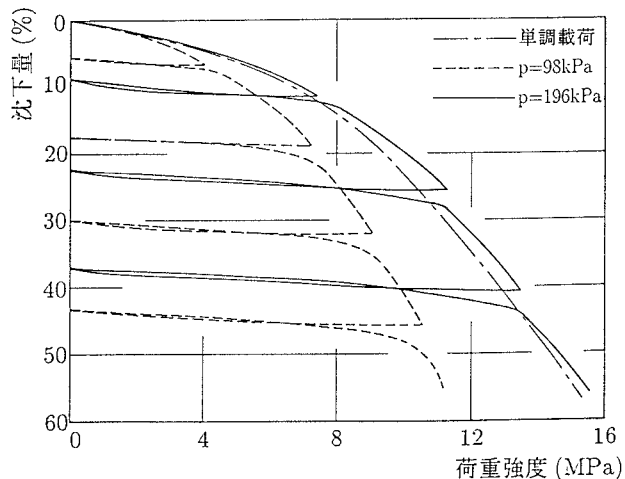


図3 荷重強度沈下曲線 ($D_r=80\%$)

し、支持力は繰り返し载荷することによる影響をほとんど受けないことがわかる。相対密度 Dr が 60%、80% のいずれの場合でも、杭先端部の鉛直土被り圧 p が 196kPa のケースは 98kPa のケースと比較して p が 2 倍となっているにもかかわらず荷重強度はおよそ 1.3 倍程度であり、深基礎の支持力に関する既往の研究³⁾と同様に土被り圧の増加に対する支持力の増加は小さくなっている。一方、 p が等しく Dr が異なるケースを比較すると、 $Dr=80\%$ のケースの荷重強度は $Dr=60\%$ のケースの約 1.7 倍と大きなものとなっており、 Dr の違いが支持力に大きな影響を及ぼすことがわかる。

繰り返し载荷試験から得られた曲線では、いずれのケースでも再载荷曲線初期部の勾配にはほとんど差が見られない。これより今回行った実験の範囲では、再载荷曲線の初期勾配はプレロードの値にそれほど依存しないものとなると言える。プレロードが小さく、再载荷後小さな沈下量で降伏点を迎える一度目の再载荷曲線を除いた二度目以降の曲線について、再载荷開始時から杭径の 1% 沈下した時点の再载荷曲線の割線の傾き、すなわち割線地盤反力係数を各ケースごとに平均したものと、杭先端部での鉛直土被り圧 p との関係を図 5 に示す。 Dr が同じケースでは、 p が大きい方が割線地盤反力係数は大きい、再载荷時では p によるその増加率が 5% 以下とかなり小さい。一方 p が等しく Dr が異なるケースを比較すると、 Dr が 80% のケースの割線地盤反力係数は 60% のケースのおよそ 1.5 倍となっており、再载荷曲線の割線地盤反力係数にも地盤の相対密度 Dr が大きく影響し、土被り圧 p の影響は比較的小さいことがわかる。今回の実験ではプレロードによる地盤反力係数の増加割合には Dr による差があまり見られず、再载荷曲線の割線地盤反力係数を処女曲線の割線地盤反力係数で除した値は、 p が 196kPa のケースで約 3.5、98kPa のケースで約 3.8~4.0 と

なった。これより、地盤反力係数の増加に及ぼすプレロードの影響は p が小さいほど大きくなるといえる。

参考文献

- 1) 村田 修 他：杭先端に履歴荷重を与えた場所打ち杭の支持力実験，第 24 回土質工学研究発表会 pp.1271-1272
- 2) 奥村文直 他：先端強化型の場所打ちコンクリート杭工法，土木学会誌 1992.11 pp.10-13
- 3) Meyerhof, G.G. : The ultimate bearing capacity of foundations, Geotechnique vol.2

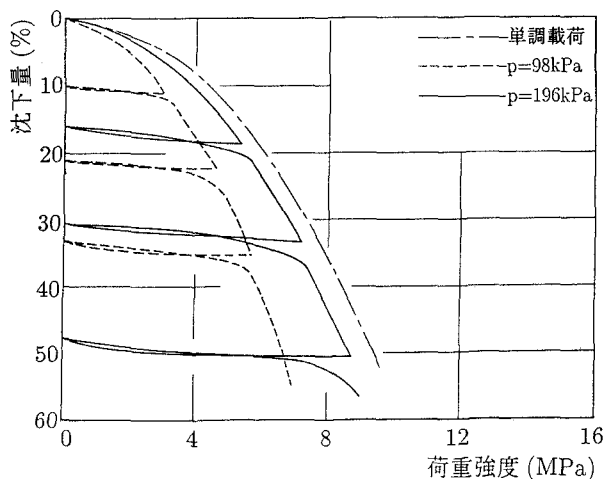


図 4 荷重強度沈下曲線 ($Dr=60\%$)

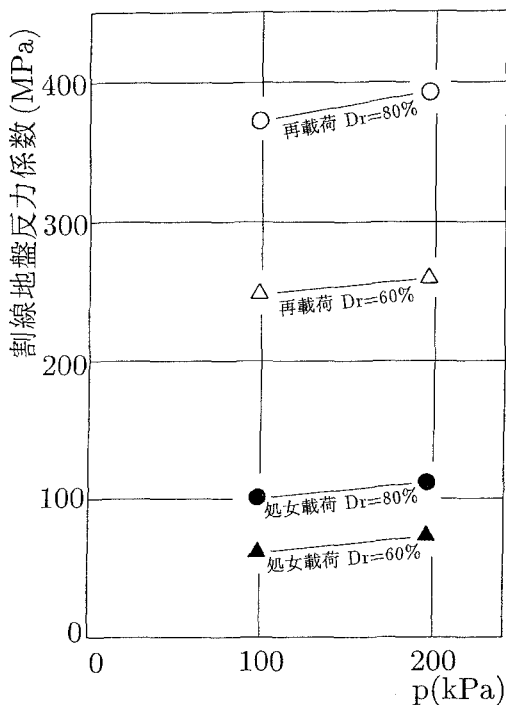


図 5 割線地盤反力係数と土被り圧 p の関係