

III-484

先端強化型場所打ち杭の遠心模型実験

東京工業大学 学生員 ○空谷 真一
東京工業大学 正会員 竹村 次朗

東京工業大学 正会員 岡村 未対
鉄道総合研究所 正会員 奥村 文直

1. はじめに

杭先端部で同心円状の分割リングを中心から順番に押し込んで地盤にプレロードをかけ、場所打ち杭の先端抵抗を高める工法として先端強化型場所打ち杭工法¹⁾がある。筆者らはこれまでに底面全面に一度にプレロードをかける効果²⁾について報告してきたが、本研究では分割してプレロードをかける効果を調べることを目的として遠心模型実験を行った。

2. 実験方法

模型地盤は豊浦砂を容器底面から16cmの高さまで空中ポアリングし、吸引方式の地盤整形機を用いて表面を水平にした後、図1に示すような4分割リングからなる模型杭を底面が平らになるように地盤表面に設置し、さらに空中ポアリングにより厚さ6cmの根入れ部を作成する。この上にろ紙を介してサーチャージ用の鉛散弾を設置し、図2に示す载荷ジャッキ等を取り付けた実験システムを遠心模型実験装置に搭載し、毎分1mmの変位制御方式にて载荷実験を行った。各実験の条件は表1に示す通りであり、本研究では以下のような4種類の载荷方法で実験を行った。

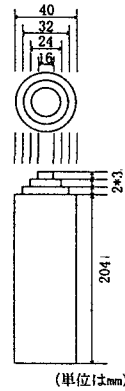


図1 模型杭

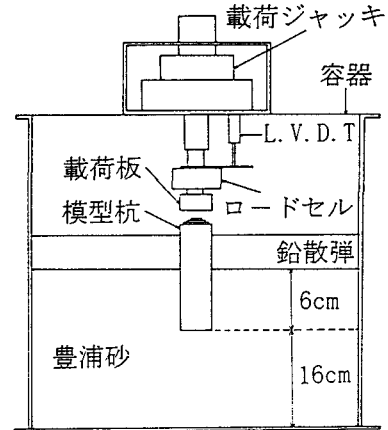


図2 実験システム

表1 実験条件

実験コード	相対密度 Dr (%)	杭先端での 土被り圧P (kPa)	载荷 方法
6005	60	49	②
6010	60	98	②
8005	80	49	②
8010	80	98	②
T 3	80	98	③
T 4	80	98	④
T 5	80	98	①

①:図3のように25g場にて直径10mmの载荷板で杭中心部のみを6mm地盤に貫入し、一端遠心模型実験装置を停止し、载荷板を直径20mmのものに交換し、再び25g場で2番目のリングのみを4mm貫入する。再度遠心装置を止め、直径40mmの载荷板に取り替え、3番目のリングのみを2mm押し、杭上面が平らな状態となった時点でプレロードを完了し、一端除荷した後に再载荷を行った。この①が最も実施に近い方法である。②:25g場にて直径40mmの载荷板で杭上面が平らになるまで単調にプレロードし、除荷後再载荷を行った。この方法で土被り圧や相対密度の影響を調べた。さらに①の方法ではプレロードの载荷中2回遠心装置を停止しているの、この影響を調べるために、③:1g場で②と同様に単調にプレロードを与えた後除荷し、25g場で再载荷する実験、及び④:25g場で単調にプレロードを与えた後除荷し、一端遠心装置を止めて1g場に戻し、再び25g場で再载荷する実験を行った。実験は砂の相対密度Drが60%、80%の地盤に対し、鉛散弾の量を調整することによって杭先端での土被り圧Pを49、98kPaと変化させて行った。なお以下で述べる荷重強度はロードセルから得られた载荷重を杭の全断面積で除したものである。

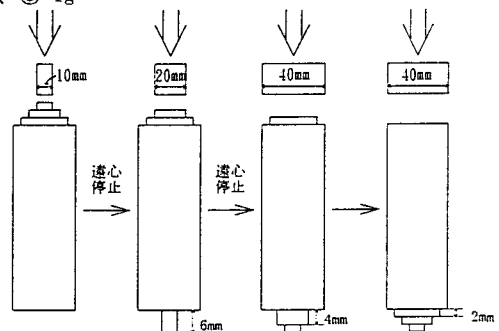


図3 载荷方法①

3. 実験結果と考察

図4、図5は載荷方法②の実験で得られた荷重強度と沈下量の関係である。荷重強度は載荷初期から杭先端での土被り圧及び砂の相対密度が大きいほど大きくなっている。しかし再載荷時の曲線の傾き、即ち地盤反力係数は相対密度、土被り圧の影響をあまり受けていない。また再載荷曲線の折れ曲がり点で与えられる降伏荷重はプレロード時の最大荷重強度とほぼ等しくなっている。

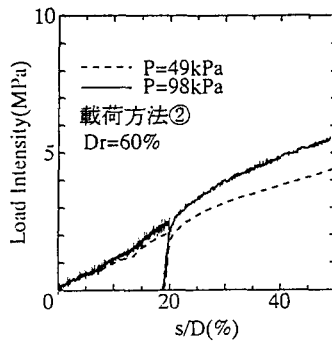


図4 荷重強度—沈下曲線
(載荷方法②、Dr=60%)

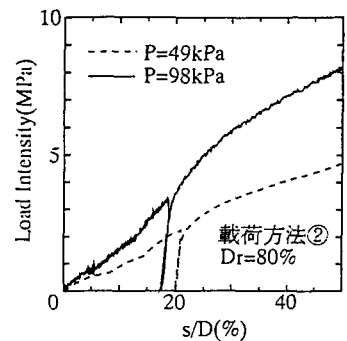


図5 荷重強度—沈下曲線
(載荷方法②、Dr=80%)

図6は相対密度が80%、杭先端での土被り圧が98kPaの模型に対して行った各載荷方法の実験で得られた再載荷時の荷重強度と沈下量の関係である。降伏荷重は載荷方法によらずプレロード時の最大荷重強度とほぼ等しくなっており、遠心を止めても降伏点は変化しないことがわかる。図7はこれらの各曲線の初期部の傾きと最大先行荷重強度との関係であり、図には同一の地盤条件で直径40mmの一体型の杭を用いて行った繰返し載荷実験の結果²⁾も併記してある。載荷方法②では前記の通り地盤条件、最大先行荷重強度による地盤反力係数の差はそれほどなく、一体型の結果と同様のものとなっている。これに対し載荷方法が異なると地盤反力係数はかなり異なったものとなる。1g場でプレロードを加えた③では、最大先行荷重強度が非常に小さく、25gでプレロードを加えた④に比べ、地盤反力係数は1/2以下となっており、遠心力場でひずみ履歴を与えることの有効性を確認することができる。しかしながら④の地盤反力係数は先行荷重強度が同じレベルである②に比べると1/2程度となっている。25g場ではプレロードによる杭直下の地盤のひずみ効果の影響が明確に見られるが、一端遠心加速度を低下させ、1gに戻すことによりこの部分の応力が大きく解放され地盤が緩み、ひずみ効果の影響が減少し、再載荷時の地盤反力係数が小さくなったものと考えられる。一方、載荷方法①では②とほぼ同じ地盤反力係数となっている。載荷方法①では、載荷重の大きな3番目のリングへのプレロード後には遠心装置を停止していないので、④ほど1gに戻すことの影響が現れなかったものと考えられる。一体型の結果と今回の実験結果を比較すると、一体型の方がやや大きめの反力係数となっているものの、両者の差はそれほどなく、一体型で分割型のプレロードの効果をある程度評価できるものと言える。

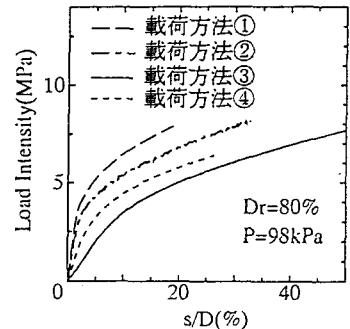


図6 荷重強度—沈下曲線
(載荷方法①②③④)

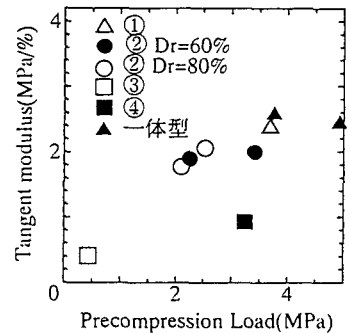


図7 接線地盤反力係数—先行荷重

参考文献：1) 奥村ら(1992):先端強化型の場所打ちコンクリート工法、土木学会誌、11月号pp. 10-13、

2) 李谷ら(1994):繰返し載荷を受けた杭の支持力、変形特性について、第29回土質工学研究発表会