

軟弱粘性土地盤中の杭基礎水平挙動に関する研究

(その2: 模型実験)

中部電力 正会員 河村精一 加藤誠司 シーテック 正会員○恒川和久
大林組技術研究所 正会員 渡邊康司 高橋真一 長岡技術科学大学 大塚悟

1. 目的

同名論文(その1)では、模型地盤を構成する地盤材料の変形強度特性に与えるひずみ速度の影響について検討した。本報(その2)では、杭に作用する抵抗力と粘性土のせん断強度の関係および地盤の塑性化や杭周辺地盤への回りこみの影響を確認することを目的として実施した模型実験について報告する。

2. 実験方法

地盤材料は同名論文(その1)と同様にトチクレイ($G_s=2.717, w_L=32.0\%, w_P=17.1\%$)を用いた。模型地盤の作成方法は、乾燥状態のトチクレイに加水して、含水比43.0%(w_L の1.5倍程度)に調整した後、土槽内に投入した。圧密は段階的に実施し、Case1は50kPa、Case2は100kPaまでそれぞれ圧密した。圧密完了は3t法により判定した。図-1に模型実験装置を、写真-1に実験装置のセットアップ状況をそれぞれ示す。本模型実験は対象地盤中における杭の抵抗力、地盤ばねの

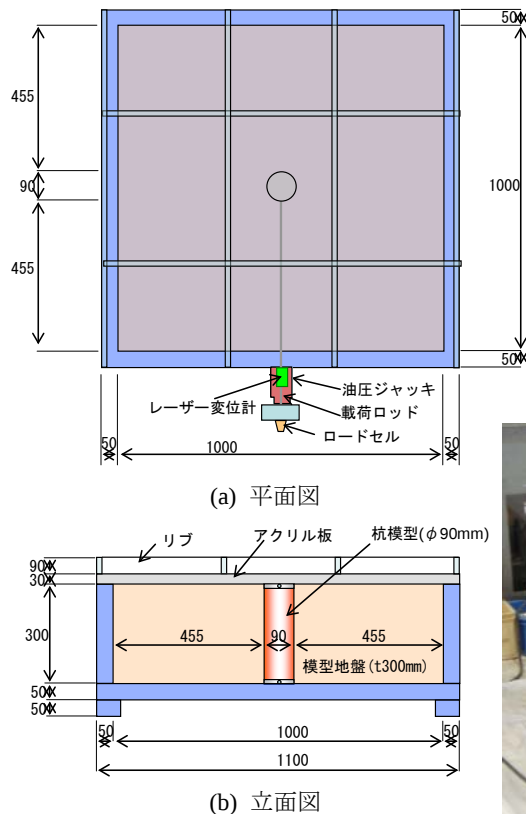


図-1 実験装置概要

表-1 実験条件

実験ケース	载荷ステップ	地盤作成時 圧密圧力(kPa)	载荷速度 (mm/sec)
Case 1	Step 1	50	0.02
	Step 2		0.2
	Step 3		2
Case 2	Step 1-1	100	0.02
	Step 1-2		0.02
	Step 2		0.2
	Step 3		2
	Step 4		max



写真-1 実験装置セットアップ状況

特性および地盤の塑性化を把握することを目的としているため、杭の一要素を抜き出した部分をモデル化している。地盤作成時に杭模型を土槽内に設置し、模型地盤を作成した。载荷は、油圧ジャッキで行ない、制御方法は変位制御とした。測定項目は、载荷ロッド上下の荷重および変位である。加えて杭周辺地盤の変形を観察するために模型地盤上面にターゲットを設置した。これについては、同名論文(その3)で報告する。表-1に実験条件をまとめて示す。Case 1では3ステップ、Case 2では5ステップの载荷を载荷速度を変化させて同一地盤に対して実施した。ここで、Case 2で同一の载荷速度(0.02mm/sec)で2ステップの载荷を実施したのは処女载荷と地盤の乱れを含んだ载荷の影響、地盤の乱れを含んだ状態での载荷速度の影響を明確に把握するために実施した。

3. 実験結果

図-3にCase 1、Case 2から得られた $p-y$ 関係を示す。ここで、地盤反力 p は载荷ロッド上下で計測した荷重の合力を杭模型の水平投影面積($\phi 90 \times h 300$)で除して算出した。各ケースともに载荷速度が大きいほど、大きな地盤反力を示す傾向が得られた。また、初期剛性(地盤反力係数)に関しては、Case 1では载荷速度が小さい場合に大きくなる傾向を示した。これは、Step 1が処女载荷であり、地盤の乱れの影響を受けていないた

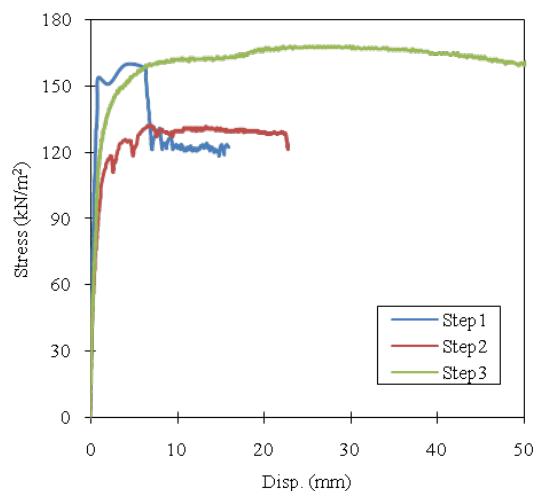
模型実験、粘土、载荷速度、水平抵抗、地盤反力、地盤反力係数

〒455-0054 愛知県名古屋市中区港若町3-7-1 シーテック TEL:052-651-4092

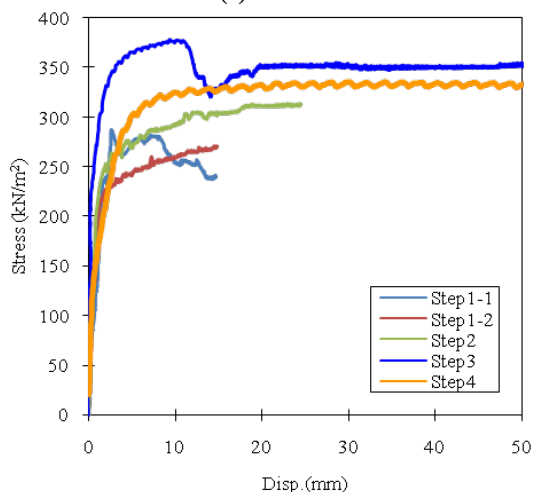
めであると考えられる。特に、Case 1 は模型地盤が軟弱であるため、載荷履歴による地盤の乱れの影響が大きかったと考えられる。一方、Case 2 は処女載荷も含め、載荷速度が大きくなるに従い、初期剛性も大きくなる傾向が得られた。これは、Case 1 に比べ地盤が強度を有しているため乱れによる影響を受けにくかったためであると考えられる。ただし、Step 4 は相当な変位を与えた後に実施している載荷であり、杭周辺地盤の変形状況を確認するために行っている載荷であるため、参考的な意味合いが強いことに言及しておく。図-3 に、正規化した極限地盤反力と載荷速度の関係を示す。ここで、正規化した極限地盤反力は、最小の載荷速度である Step 1 の載荷で得られた極限地盤反力で各 Step の極限地盤反力を正規化して求めた。また、極限地盤反力は p - y 関係における最大値として定義した。図-3 から、極限地盤反力は載荷速度の増加とともに大きくなっていることがわかる。Case 2' は載荷履歴を受けた状態を同一地盤条件と見なしたうえでの比較 (Step 1-2, 2, 3, 4) を示している。正規化した地盤反力係数と載荷速度の関係を図-4 に示す。地盤反力係数の正規化は、極限地盤反力の正規化と同様に行なった。地盤反力係数は p - y 関係の立ち上がりが直線と見なせる変位量 1mm 程度で算出している。Case 1 では載荷速度が小さい場合に大きな値となっているが、Case 2 では載荷速度が大きくなるにつれて地盤反力係数も大きな値となっている。しかしながら、Case 1 においても載荷履歴の影響を受けている Step 2, 3 を同一条件と見なして比較すれば、載荷速度が大きいほど大きな地盤反力係数となることがわかる。

4. まとめ

地盤条件および載荷速度を変化させた水平載荷実験を行った結果、載荷速度が大きい場合に地盤反力および地盤反力係数が大きな値を示す傾向が得られた。載荷速度により極限地盤反力や地盤反力係数が大きくなることは、地盤の地震時変位による杭の健全性照査という観点からは、通常の静的載荷に基づく定数設定が危険側評価になる可能性を示唆している。



(a) Case 1



(b) Case 2

図-2 p - y 関係

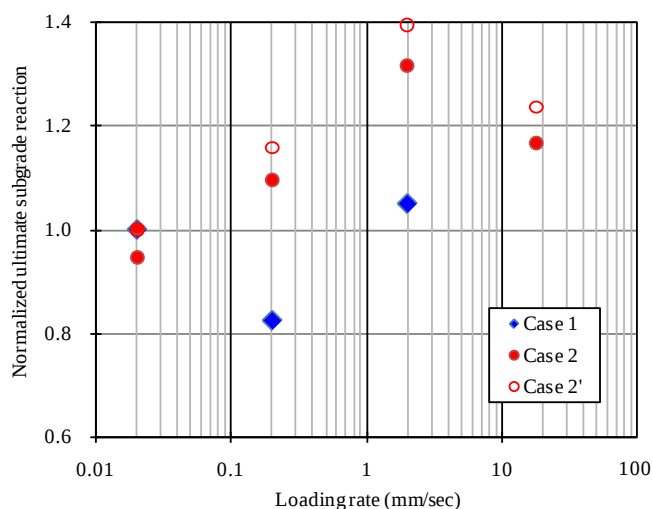


図-3 正規化極限地盤反力 vs. 載荷速度

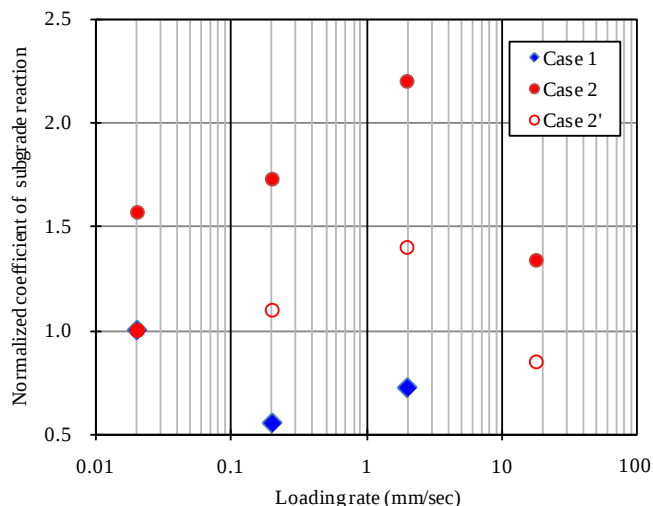


図-4 正規化地盤反力係数 vs. 載荷速度