

側方移動の影響を受ける橋台杭基礎の断面力に関する遠心模型実験

(国研) 土木研究所 正会員 ○田辺 晶規 谷本 俊輔, 非会員 七澤 利明

1. はじめに

地盤の変状に伴う基礎の設計法・照査法の高度化を図る上では、地盤の変状による基礎への土圧の作用状況を把握し、その評価法を構築することが必要である。また、地盤変状の影響を受けて変位を生じた基礎は、その後の再利用の可否を判断する上で断面力の評価が必要となるが、実際にどのような断面力分布を示すのかは知られていない。

そこで、本報では、軟弱粘性土地盤で側方移動の影響を受ける橋台を対象として、遠心模型実験により杭の断面力分布を把握するとともに、実験結果に基づいてメカニズム、影響要因に関する考察を行った結果を報告する。

2. 実験方法

実験対象は橋台高さが 6m ないしは 12m の杭に支持される橋台とし、75G の遠心力場で実験を行った。模型概要を図 1、実験ケースを表 1 に示す。以降に示す数値は、特記しない限り実物スケールの値である。

支持層の層厚は 12m とし、東北珪砂 7 号を用い、相対密度 $D_r=80\%$ となるように作製した。粘性土層の層厚は 12m であり、Case1, 2 ではスミクレー、Case3 ではカオリンを使用した。これらの物理特性および力学特性は表 1 に示すとおりであり、スミクレーはカオリンに比べて圧縮性が低く、せん断強度が大きいのが特徴である。粘性土層は、スラリー状の粘土材料を土槽に投入した後、遠心力場で 80kPa 程度の上載荷重を与えた状態で圧密させることにより作製した。盛土には $D_r=80\%$ の東北珪砂 7 号を用い、層厚は Case1, 3 で 12m、Case2 で 6m とした。

模型杭は 5 列×3 列とし、外径 1.05m、肉厚 75mm のアルミパイプにより模した。一部の模型杭には、軸ひずみ及び曲げひずみを測定するため、パイプの内側にひずみゲージを設置した。杭頭はフーチングに剛結し、杭先端は支持層に 6m 根入れさせた。

実験では、75G に達するまで 0.1G/分の速度で遠心

加速度を上昇させた。その後、地表の沈下量の時刻歴に \sqrt{t} 法を適用し、90%圧密を確認するまで遠心加

表 1 実験ケース

実験ケース	橋台高さ (背面盛土高)	粘性土層			
		材料	塑性指数 I_p	圧縮指数 C_c	強度増加率 c_u/p'
Case1	12m	スミクレー	15.8	0.183	0.656
Case2	6m				
Case3	12m	カオリン	51.5	0.394	0.308

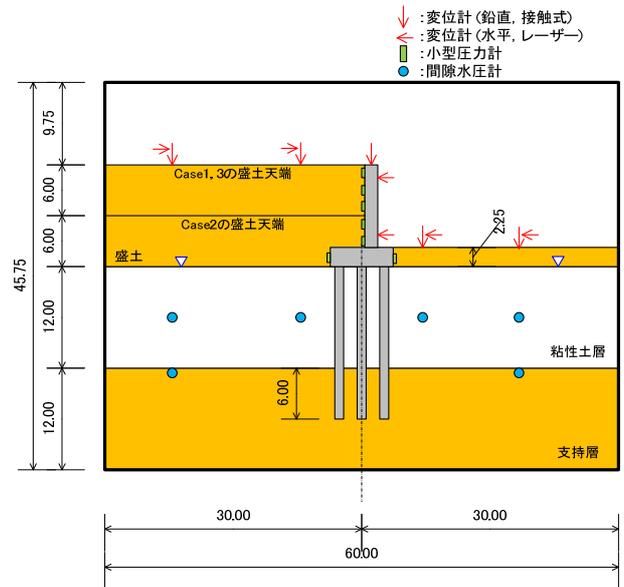


図 1 模型概要図 (単位 : m)

速度を保持した。結果として、75G に達した後の圧密完了までに要した時間は Case1, 2 で 9~10 時間、Case3 で 16 時間程度 (いずれも模型スケール) であった。

3. 実験結果

Case3 を例に、実験後における模型地盤の残留変位の観察記録を図 3 に示す。橋台背面地盤に大きな沈下が生じていること、それに比して背面盛土や粘性土層に生じた残留水平変位が小さいことが分かる。なお、背面盛土では、フーチング上載土とさらにその背後で変位量が不連続に変化しているが、破壊域の大きさと段差の生じ方から、主働破壊や受働破壊の痕跡ではなく、単なる不等沈下の影響であると見

キーワード 軟弱粘性土地盤, 遠心模型実験, 杭基礎, 圧密

連絡先 〒305-8516 茨城県つくば市南原 1 丁目 6 番 土木研究所 CAESAR TEL029-879-6773

られる。粘土の圧縮性が低い Case1 と、さらに盛土荷重が小さい Case2 では、Case3 に比べて模型地盤の残留変位量が小さかったものの、変形モードに有意な差異は認められなかった。

橋台のたて壁における 3 点の変位計測値 (水平 2 点, 鉛直 1 点) より、フーチング下面位置における水平変位 u_f を算出した結果を、遠心加速度の推移とあわせて図 4 に示す。なお、図 4 の水平変位は模型スケールである。いずれのケースも、基礎の水平変位は遠心加速度が 75G に達するまでの間に発生し、その後の圧密進行過程～遠心力の除荷過程における水平変位量の累積は小さい。この傾向は、たて壁の傾斜角や杭の曲げモーメントについても同様であった (図 5 参照)。また、75G 到達時点における基礎の変位は、盛土荷重が大きく粘土が軟弱な Case3 で最も大きくなった。

75G 到達直後における杭の曲げモーメント分布を図 6 に示す。いずれのケースについても、後列杭のモーメント分布の形状からは、粘性土層からの側圧を直接的に受けていることが分かる。その一方で、前列杭と中列杭は前面地盤からの水平抵抗を得ていることが分かる。ケース間で比較すると、盛土高が大きいほど、また、粘土の圧縮性が高くせん断強度が小さいほど、大きな曲げモーメントが生じている。

4. 考察

本実験における「75G 到達直後」は、盛土荷重が最大に達した状態の中で最も圧密が進行していない時点であり、このときに橋台の応答が概ね最大に達した。また、橋台の応答値は盛土荷重、粘土の材料特性の影響を受ける結果となった。このことは、橋台に作用する側圧が盛土荷重の大きさと粘土のせん断強度の発現度合いの影響を受けることを意味している。さらに、圧密中の粘土のせん断強度の発現度合いは、圧密時間と強度増加率によって決定付けられる。粘土の圧縮性が高く、かつ、せん断強度が小さい Case3 において側方移動の影響が大きくなったのは、このためであると考えられる。本実験ではパラメータとしなかったが、粘土層厚が圧密時間に強く影響を及ぼすことはよく知られるとおりであり、橋台の側方移動に対する大きな影響要因となる。また、背面盛土の施工速度も橋台の挙動に関与する可能性があると考えられる。

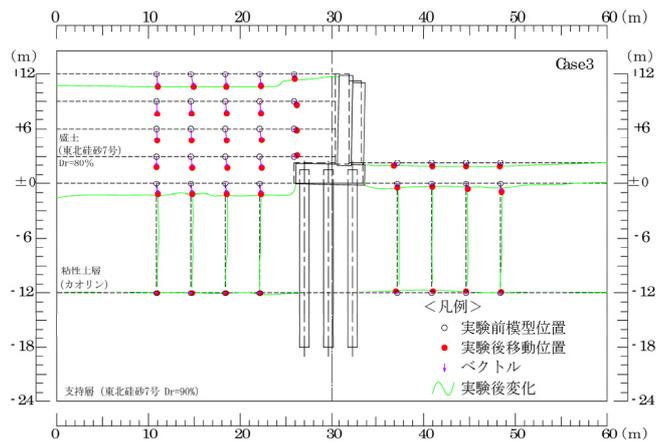


図 3 実験後の模型の変形図 (Case3)

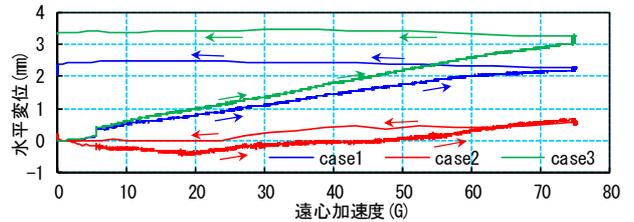


図 4 フーチングの水平変位と遠心加速度の関係

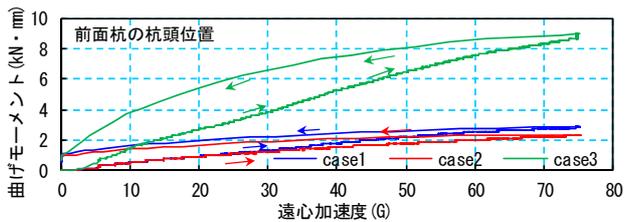


図 5 杭の曲げモーメントと遠心加速度の関係

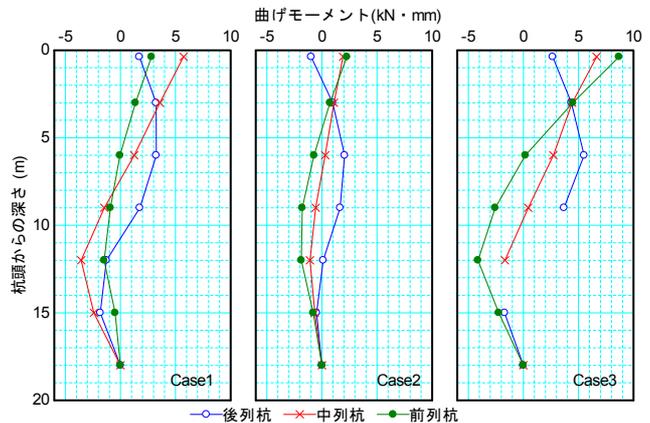


図 6 75G到達直後における杭の曲げモーメント分布

5. まとめ

本報では、側方移動の影響を受ける橋台を対象とした遠心模型実験の結果を示すとともに、側方移動のメカニズムについて考察した。今後は、実験で得られた杭の断面力分布を再現するための解析モデルについて検討を行っていきたい。