

I - B 425 「非液化化層を含む側方流動地盤が杭に及ぼす外力に関する模型実験とその数値解析」

早稲田大学 学生会員 飯田 康史
同 フェロー会員 濱田 政則
三菱地所 坂口 拓己

1.研究目的及び概要

1964 年新潟地震や 1995 年兵庫県南部地震における基礎杭被害の事例分析により、液化化層上部に存在する非液化化層の変位が杭被害の支配的要因であったことが明らかにされている。そこで本研究では非液化化層を含む地盤の模型実験を行い、杭に作用する外力の特性を検討した。さらに模型実験結果の数値解析を行った。

2.実験の概要・結果及び考察

実験に用いた土槽及び模型地盤と実験ケースを図 1、表 1 にそれぞれ示す。土質材料は遠州灘の浜砂であり、中央に模型杭（ポリカーボネート製、直径 26mm）を設置した。まず浜砂を定位置まで入れ、土槽底面からの注水によるボーリング及び攪拌によって飽和地盤を

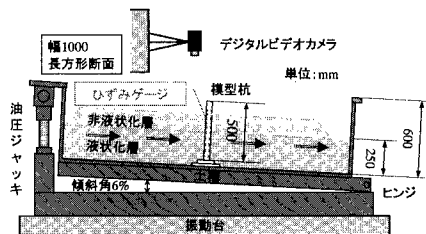


図 1 実験土槽、模型地盤図

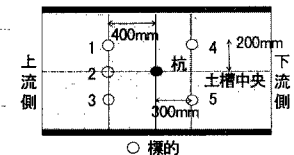


図 2 標的の位置

作成し、その上に乾燥砂を捲いて非液化化層を作成した。なお非液化化層の動きに対する土槽の拘束の影響を軽減するため、非液化化層は断面が台形状になるよう作っている。この土槽を 6% に傾斜後、流動直角方向に加振し、地表面の標的をビデオカメラで撮影、変位の時刻歴を計測した。標的の位置を図 2 に示す。また模型杭に上流、下流側各 10 個のひずみゲージを取り付け杭の曲げひずみを計測している。表 1 に示した実験ケースのうち 15a の実験における杭の曲げひずみ、地表面変位と速度の時刻歴を図 3 に示す。曲げひずみは杭上流側下端での観測値で、フィルターにより振動成分を除去している。図中の速度はビデオカメラによって撮影された変位の時刻歴を二次関数で補間し、これを微分することによって得られたものである。図 3 より、杭の曲げひずみは振動初期に増大し一定値に収束することが分かる。このことは杭に作用する外力に上限があることを示している。図 4 に曲げひずみが最大となる時刻での杭に作用する荷重の分布を示す。杭に作用する荷重は曲げモーメントを 2 回微分し算出した。図には土の単位体積重量を 15.7kN/m^3 として求めた受働土圧による値を併せて示すが、実験値は受働土圧による荷

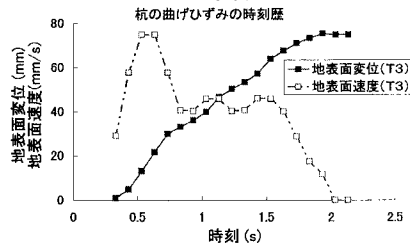
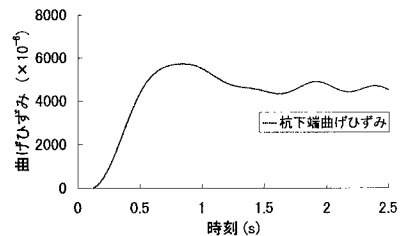


図 3 各パラメータの時刻歴

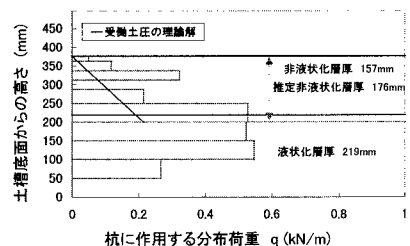


図 4 分布荷重

Case No.	非液化化層厚(mm)	液化化層厚(mm)	相対密度(%)	出力加速度(m/s ²)
5a	52	221	30.2	7.5
5b	53	225	25.8	7.5
5c	51	233	28.1	7.5
15a	157	219	29.6	7.5
15b	161	227	27.1	7.5

表 1 実験ケース

重を大きく上回っていることが分かる。これは本実験が単杭のため、杭に作用する荷重が

キーワード：液化化、地表面変位、杭

〒169-0072 東京都新宿区大久保 3-4-1 早稲田大学理工学部土木工学科 58-203 TEL/FAX:03-3208-0349

単純に受働土圧では表せないことを示している。本実験全ケースについて加振開始 1 秒後の推定非液状化層厚と非液状化層による外力の関係を図 5 に示す。非液状化層からの外力は、ほぼ層厚に比例して増大していることが分かる。

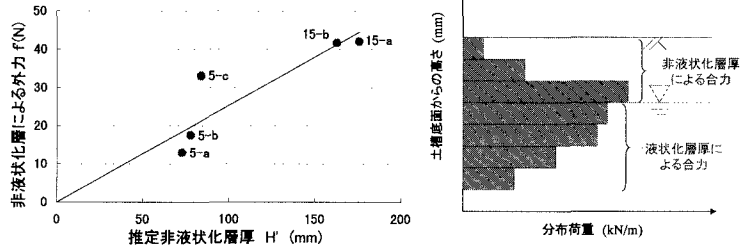


図 5 非液状化層による外力

3. 数値解析

解析モデルを図 6 に示す。本モデルでは非液状化層の変位を地盤バネを介して入力させ、液状化層からは流体力を杭に作用させている。本実験では地盤バネ係数を非液状化層全体で一様とし数値解析を行った。解析に用

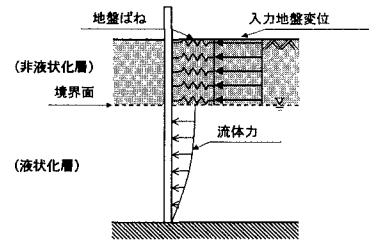


図 6 解析モデル

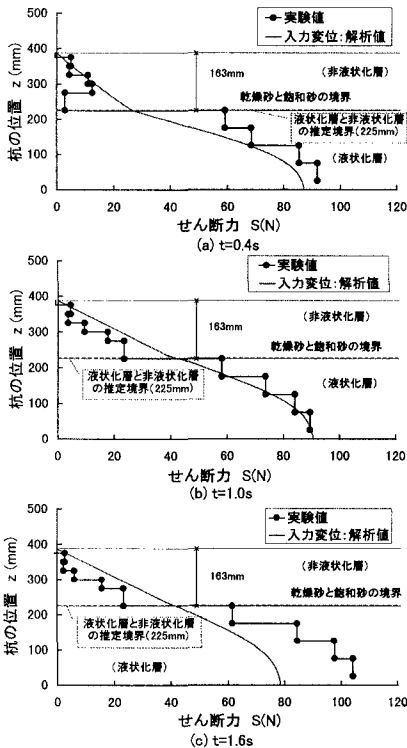


図 8 せん断力分布の時刻歴

いた地盤バネ係数は以下のように求めた。図 7 は実験によって得られた、杭に作用する外力と杭～地盤間の相対変位の関係を示す。これを基に図示するようにトリリニア型で外力と相対変位の関係をモデル化した。加振開始後(a)0.4 秒、(b)1.0 秒、(c)1.6 秒におけるせん断力分布の実験値と解析値を図 8 に示す。なお流体力の算定に関しては、液状化層のみの実験と

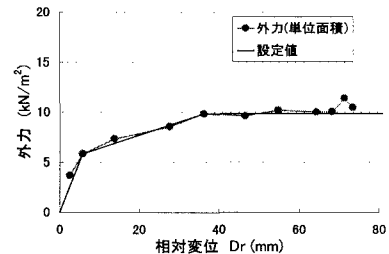


図 7 相対変位と外力(単位面積)の関係

同様に杭周辺の粘性係数の増大を考慮して、土槽全体と杭周辺で粘性係数の値を変化させ解析を行っている。粘性係数の設定方法に関しては、液状化層のみの実験と同一であるため文献 1)を参照されたい。図 8 より、(a)(b)については良好な結果が得られたが(c)では液状化層におけるせん断力に差異が見られる。この理由として、(c)の時刻は加振停止時刻とほぼ一致していることから、液状化層に固体的性質が戻り、本解析のような流体力のみでは表現し得ないような外力が作用したものと考えられる。

4. まとめ

- (実験) 1, 杭に作用する外力は地盤変位の増大とともに増加するが、最終的には一定値に収束する。
- 2, 非液状化層から受ける外力は、非液状化層厚にほぼ比例する。
- (解析) 非液状化層の変位を地盤バネを介して入力し、かつ流体力を考慮した解析結果は、実験結果を概ね説明した。

参考文献：1) 液状化土の流動特性と外力特性に関する実験的及び数値解析的研究 早稲田大学 1999 年土木学会発表論文(濱田政則他)