

I - B 298

非液状化層の流動による模型杭の変形解析

早稲田大学 学生会員 ○坂口拓己  
同 フェロー会員 濱田政則  
同 学生会員 秋岡義史

1. はじめに

著者らは、液状化層のみの流動では杭に作用する外力が液状化層の流動速度に支配され、また液状化層の上部に非液状化層が存在する場合には、杭への外力が非液状化層の変位に支配されることを明らかにした<sup>1),2)</sup>。本研究では、非液状化層を含む実験の数値シミュレーションを行い、非液状化層から模型杭に及ぼされる外力の特性を解析的に検討した。

2. 解析モデルと解析条件

上部の非液状化層の変位が杭の変形に支配的な影響を与えていることから、解析では図1に示すように、杭をはり、地盤をばねとしたはり-地盤ばねモデルを用いた。地盤ばねを介し、実験によって測定された非液状化層の地表面変位を入力することにより杭の変形を求めた。また液状化層の流動による流体力については、図2に示す粘性流体の多質点系モデルにより非定常状態の流速を算定し、一様流れ場の円筒体に作用する外力を以下の Lamb の式より求め、これを杭に作用させた。

$$f = \frac{4\pi\mu v}{1 - \gamma - \ln \frac{Re}{8}} \quad Re = \frac{\rho v d}{\mu}$$

ここに、

$f$  ; 抗力 [gf/cm] ,  $Re$  ; レイノルズ数  
 $v$  ; 流動速度 [cm/s] ,  $d$  ; 杭の直径 [cm]  
 $\mu$  ; 粘性係数 [gf·s/cm<sup>2</sup>] ,  $\rho$  ; 密度 [g/cm<sup>3</sup>]  
 $\gamma$  ; オイラー数 (= 0.5772)

解析は、非液状化層が薄い 5cm の場合 [case-1]と、厚い 15cm の場合 [case-2]について行った。非液状化層の地盤ばね定数の概略値 ([case-1]) は、図3に示すように、実験で測定された地表面変位  $Ug$  および杭頭変位  $Up$  から求めた深さ方向の相対変位分布と、曲げ歪みから推定した分布荷重  $q$  をもとに算出し、この概略値をもとに地盤ばねの分布を三角形および矩形の2種類とした。

[case-2]では地盤ばね定数は拘束圧の平方根に比例するとして非液状化層の厚さによって増大させている。なお、実験において非液状化層と液状化層の実際の境界は乾燥砂と飽和砂の境界より下方にあることが明らかにされている<sup>2)</sup>。このため、解析では境界面の位置を低下させて試算を繰り返し、実験値と解析値が良好な一致を見るよう設定した。この結果[case-1]では約 5cm、[case-2]では約 10cm 低下させた。

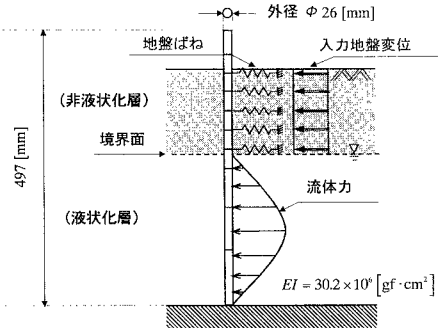


図1 解析モデル

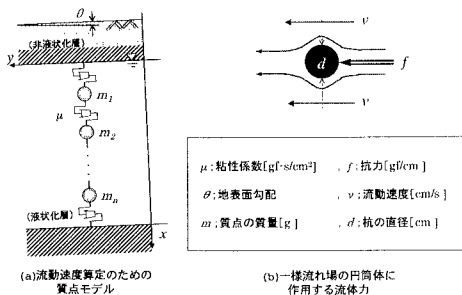


図2 流体力の算定方法

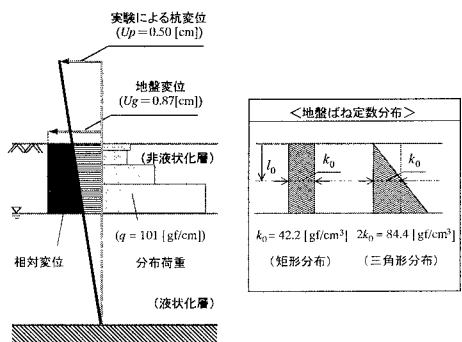


図3 [case-1]の地盤ばね係数の算定方法

液状化，側方流動，数値解析，杭，地盤ばね係数

〒169-0072 新宿区大久保 3-4-1 早稲田大学理工学部濱田研究室，TEL&FAX：03-3208-0349（直）

また、非液化化層厚が厚い[case-2]では、非液化化層上部において杭と周辺地盤の剥離が認められるため、曲げモーメントの分布を参考に地盤変位を入力する非液化化層の上限を設定している。

### 3. 解析結果

液状化土による流体力を作用させない場合における、[case-1]の杭の深さ方向の曲げモーメント分布およびせん断力分布をそれぞれ図4, 5に示す。解析による非液化化層内の曲げモーメント分布は実験値にほぼ一致しているのに対し、液状化層内では、下方に行くほど実験値より小さくなる傾向が見られる。これは、実験では液状化層において流体力が杭に作用しているためと考えられ、このことは図5のせん断力分布からも理解できる。

次に液状化土による流体力を作用させた場合におけるせん断力分布を、図6 [case-1], 図7 [case-2]に示す。この場合、流体力の算定の際に用いた流速は、実験において曲げモーメントが最大となる時刻のものとし、液状化土の粘性係数を濱田らの研究をもとに  $0.4[\text{gf} \cdot \text{s}/\text{cm}^2]$  と仮定している<sup>3)</sup>。図6, 7の結果によれば、流体力による液状化層でのせん断力の増え方はわずかであり、実験値の増え方とはかなりの差が認められる。

ばね係数の深さ方向の分布形状については、[case-1], [case-2]を通して見ると三角形分布と矩形分布にあまり有意な差は認められない。

### 4. まとめ

非液化化層の変位を地盤ばねを介して入力することにより算定された曲げモーメントとせん断力は、非液化化層の領域においては実験値と良好な一致を示した。しかしながら、下部の液状化層については解析値と実験値に差異が認められた。

また、非液化化層が比較的薄い場合および厚い場合の双方において、非液化化地盤中の杭の断面力が実験値と解析値とで一致したことから、地盤ばねの評価がほぼ妥当であったと考えられる。

文献2)で述べたように非液化化層の変位は、液状化土の流動によって液状化層と非液化化層の境界面に生ずるせん断力に起因していると考えられる。今後、この境界のせん断力と非液化化層の変位の関係についても数値解析による検討を進める予定である。

#### <参考文献>

- 1) 濱田政則, 北村健ら; 流動地盤から模型杭に作用する外力の特性(1), 第53回年次学術講演会論文集
- 2) 濱田政則, 吉田誠ら; 流動地盤から模型杭に作用する外力の特性(2), 第53回年次学術講演会論文集
- 3) 濱田政則, 若松加寿江; 液状化による地盤の水平変位の研究, 土木学会論文集Ⅲ, 1998年6月号掲載予定

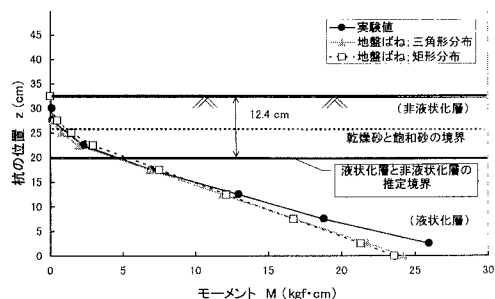


図4 [case-1] (流体力なし)のモーメント図

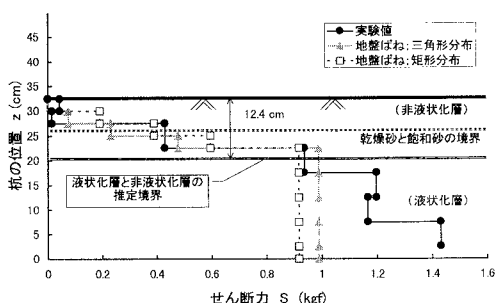


図5 [case-1] (流体力なし)のせん断力図

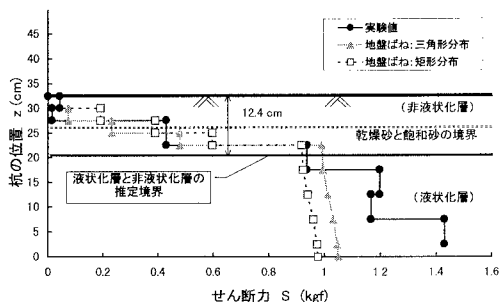


図6 [case-1] (流体力有り)のせん断力図

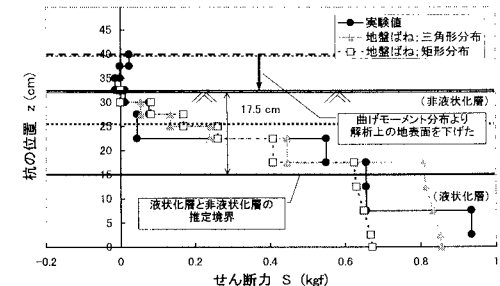


図7 [case-2] (流体力有り)のせん断力図