

I - B 299

流動地盤から模型杭に作用する外力の特性(1)

ー液状化層のみの実験と解析ー

早稲田大学 フェロー会員 濱田政則

学生会員 ○吉田誠

同 大野政弘

同 三野栄作

1. はじめに

飽和砂層による模型地盤中に模型杭を設置し、加振により液状化させた後、土槽を傾斜させることにより流動を発生させ模型杭の曲げひずみを測定した。さらに液状化土を粘性流体と見なした数値解析を行い、実験値と比較することにより液状化土の流動外力の特性について考察した。

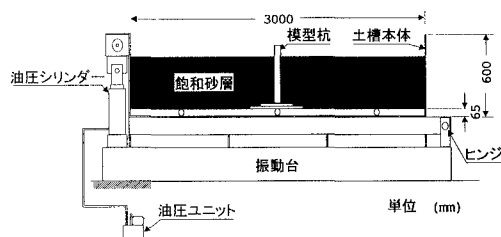


図1. 傾斜振動土槽の概要

2. 実験方法

本実験に用いた模型地盤材料は遠州灘の浜砂である。図1に示すように流動方向の土槽の長さは3m、水平幅は1mで、土槽左端のヒンジと右端の油圧ジャッキで任意の角度で地表面を傾斜させることができる。図2に模型杭の概要を示す。

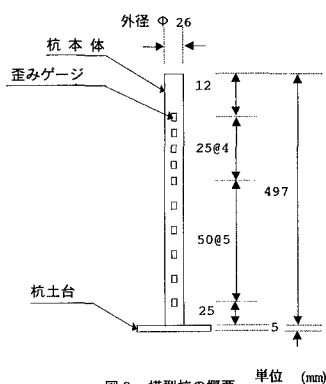


図2. 模型杭の概要

材質はポリカーポネイト（ヤング率 $E=2.2 \times 10^4 \text{ gf/cm}^2$ ）で、土槽底板に固定されている。杭に作用する外力を測定するためひずみゲージを模型杭の内側表面に接着した。実験は、地表面勾配、および加振と土槽傾斜の方法を変化させて行った

が、ここでは2ケースの実験結果について報告する。CASE-Aでは模型地盤を2%の勾配で傾斜させた状態で5Hz、最大振幅約600galの正弦波で連続加振することにより流動を発生させている。すなわち流動中も加振が継続されている。CASE-Bでは模型地盤の地表面を水平に保った状態で5Hz、最大振幅約530galを正弦波8波で液状化させた後、加振を完全に停止し、その後土槽を2%傾斜させて流動を発生させている。

3. 実験結果と考察

図3にCASE-Aにおける土槽底板加速度、地表面変位、地表面速度および杭下部における曲げひずみの例を示す。地表面変位はデジタルビデオカメラによって撮影された画像を読み取ったものであり、図中の補間曲線は測定値を4次多項式によって近似したものである。また地表面速度は補間した変位曲線を微分して求めている。また、CASE-Aの杭のひずみ波形には振動成分が含まれているが、平滑化によって振動成分を除去した時

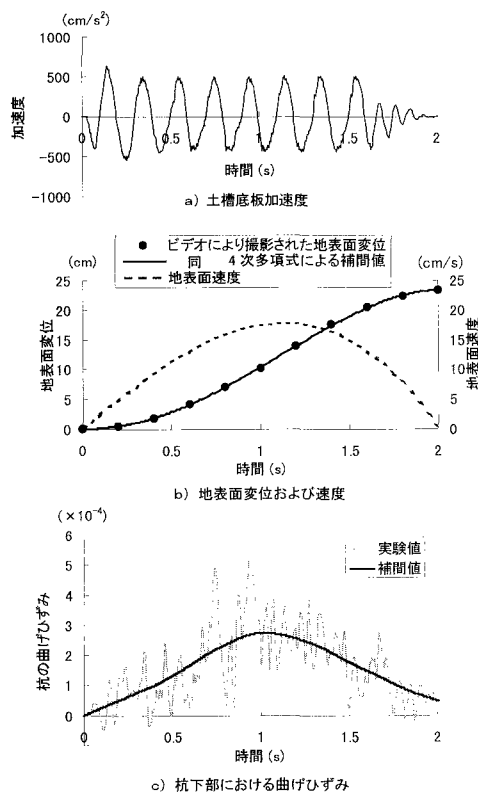


図3. 実験結果(CASE-A)

キーワード：液状化, 杭, 振動台実験, 側方流動, 数値解析, 模型実験

〒169-0072 東京都新宿区大久保 3-4-1 早稲田大学理工学部濱田研究室 TEL 03 (3208) 0349

刻歴も併せて示している。図示した結果によれば、杭のひずみの平滑化された時刻歴は流動速度の時刻歴とほぼ相似形になっており、杭に流体力が作用したことを示唆している。

図4にCASE-A、B双方の最大曲げモーメントおよびせん断力の分布を示す。流動中も加振を継続したCASE-Aは液状化後加振を停止し傾斜によって流動を生じさせたCASE-Bと比較し、曲げモーメント、せん断力とも小さい値になっていることが注目される。

4. 流動速度と杭に作用する流動外力の解析

模型実験による土槽中央部の液状化土の流れを図5のような1次元の粘性流体の流れと見なせば、地表面勾配が一定の非定常流動速度の解は図中の式のように与えられる¹⁾。しかしながら、CASE-Bにおいては、地表面勾配が流動中に徐々に変化しているため解析解を求めることは困難である。このため、ここでは質点系モデルを用い、地表面勾配を実験条件に合わせて変化させて数値解析を行った。一方、模型杭に作用する外力はLambによる式²⁾を用いて算定した。

図5に示した式および質点系モデルによって算定された模型地盤の流動速度をLambの式に代入することにより作用外力を求め、これによる杭の曲げモーメントを算定して実験値と比較した。図6、7にそれぞれCASE-Aにおける地表面速度の時刻歴と杭の曲げモーメント分布の比較を示す。図6において実験による地表面速度は1秒前後より減少しているが、これは地表面が平坦化しているためである。これに対し、解析では定常状態の地表面速度に漸近している。図6の結果によれば、1秒前後まで粘性係数を $0.2 \sim 0.4 \text{ gf} \cdot \text{s} / \text{cm}^2$ とした場合の実験値と解析値がほぼ良好な一致を示していることが分かる。同じ粘性係数を用いた場合の解析による曲げモーメント分布を図7に示すが、この場合も粘性係数を $0.2 \sim 0.4 \text{ gf} \cdot \text{s} / \text{cm}^2$ とした場合には解析値の間に実験値が含まれている。同様な解析をCASE-Bについて行った結果を図8に示す。CASE-Bは液状化後、土槽を傾斜した実験であるがこの場合は実験による曲げモーメントが解析値を上回っている。この原因については研究発表時に述べる。

- （参考文献）1)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,1997.7,
2)谷田好過;流体の力学,朝倉書店,1994.7
（謝辞）本研究を進めるに当たりご協力いただいた東京ガス(株)基礎技術研究所の皆様にごころから感謝いたします。

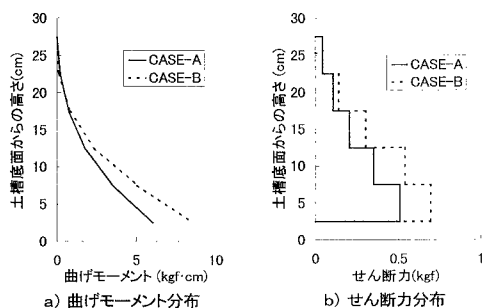


図4. 最大曲げモーメントおよび最大せん断力の分布

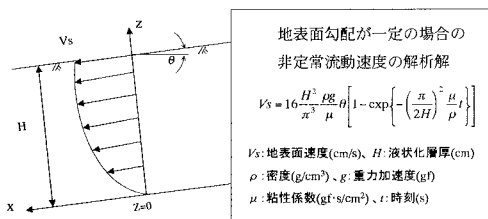


図5. 一次元粘性流体の流れ

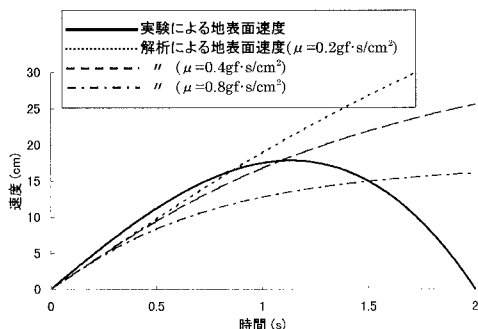


図6. 地表面変位および速度(CASE-A)

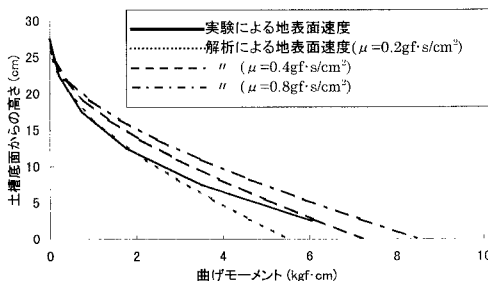


図7. 曲げモーメント分布(CASE-A)

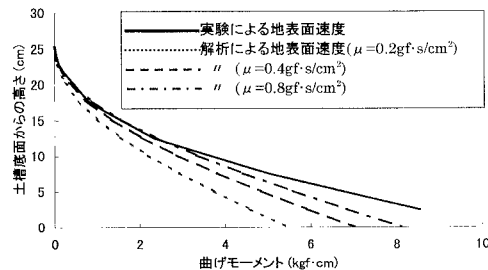


図8. 曲げモーメント分布(CASE-B)