

液状化時の地盤変形が杭基礎に及ぼす影響に関する実験的検討

独立行政法人土木研究所 正会員 谷本 俊輔
 独立行政法人土木研究所 正会員 田村 敬一
 国土技術政策総合研究所 正会員 小林 寛
 独立行政法人土木研究所 正会員 小野 和行

1. はじめに

地盤に液状化が生じた場合、液状化が生じない場合と比較して大きな地盤変形が生じることが考えられる。このように、地盤に大きな変形が生じる場合、地盤の変形の影響が外力として構造物に作用することが指摘されているものの^{1)~3)}、それがどのように構造物に影響するかについてはよく分かっていないのが現状である。

そこで、本研究では液状化時の地盤変形が杭基礎に及ぼす影響を評価することを目的として、せん断土槽内に剛体杭模型を設置した模型振動実験を行い、実験結果より液状化時の地盤変形と地盤反力の関係について検討を行った。

2. 実験概要

本研究では、独立行政法人土木研究所の大型振動台（8m×6m）の上に内寸長さ1.5m×幅0.75m×高さ1.0mのアルミ製のせん断土槽および剛体杭模型を設置して振動実験を行った。実験模型の概要及び計測器の配置を図-1に示す。杭模型を剛体とすることにより、構造物の慣性力の影響を排除して地盤変形による影響のみを抽出でき、また、杭模型が変形しないため杭-地盤の相対変位を精度よく計測することができる。

杭模型としては中実の角鋼（50mm）を使用し、上端を振動台に設置した反力フレームに、下端をせん断土槽底面に固定した。杭模型の両面には地盤反力を計測するための土圧計を設置し、せん断土槽のフレーム（せん断フレーム）には地盤変位を計測するための変位計を設置した。また、地盤模型の中には間隙水圧計を設置した。

地盤模型としては、豊浦砂を用いて上層地盤（液状化層）及び下層地盤（非液状化層）から構成される二層地盤を作成した。地盤模型は実験毎に土槽底面より30cmの位置に設置したパイプに水を供給してボイリングを行うことにより作成し、目標相対密度を上層地盤で表-1の値、下層地盤で80%とした。

加振に用いた波形は8Hz、加振時間10秒の正弦波であり、振幅は表-1に示すとおりである。

3. 実験データの整理

図-2に過剰間隙水圧比 Lu の時刻歴の例を示す。本研究では地盤が完全に液状化した状態のみに着目しているため、得られた実験データのうち $Lu = 1$ となった時刻以降の部分のみを検討対象として用いた。ここで、過剰間隙水圧比 Lu は間隙水圧計の計測値を有効上載圧で除することにより算出した。

また、杭の両面に設置した土圧計の計測値の差（相対土圧）

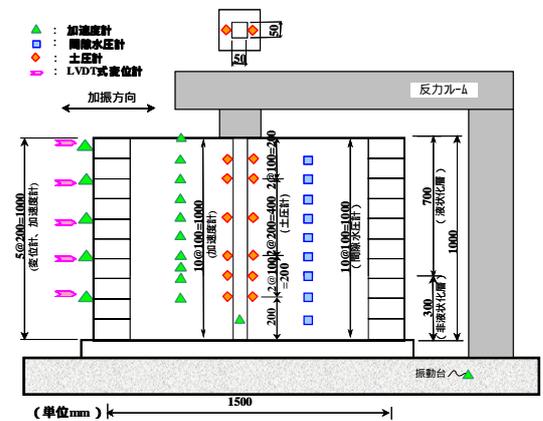


図-1 実験概要および計測器配置図

表-1 実験ケース

ケース名	振幅	上層地盤の相対密度
Case1	100gal	40%
Case2	200gal	40%
Case3	300gal	40%
Case4	200gal	70%

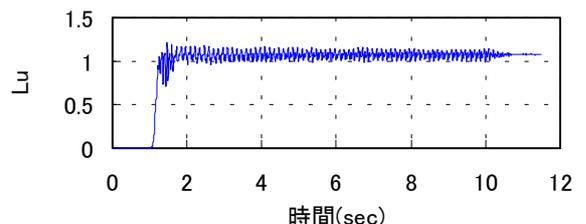


図-2 過剰間隙水圧比の時刻歴の例 (Case2 GL-0.4m)

キーワード：液状化、地盤反力、地盤変形、剛体杭模型

連絡先：〒305-8516 茨城県つくば市南原1-6, TEL 0298-79-6771 FAX 0298-79-6735

に杭幅を乗ずることにより地盤反力 p を、せん断フレームに設置した変位計の計測値から杭-地盤の相対変位 d を、せん断フレームに設置した加速度計の計測値を1回積分することにより杭-地盤の相対速度 v をそれぞれ算出した。

4. 実験結果

実験により得られた液状化時の地盤反力 p 、杭-地盤の相対変位 d 、杭-地盤の相対速度 v をプロットした p - d 履歴および p - v 履歴の例を図-3 に示すが、 p - d 履歴は楕円に近い形状となっており、相関性が低い。それに対して、 p - v 履歴は直線に近い形状となっており、地盤反力 p が最大となる時刻と杭-地盤の相対速度 v が最大となる時刻が概ね一致していることが分かる。このように液状化時の地盤反力 p [kPa・mm]と杭-地盤の相対速度 v [mm/sec]がほぼ比例関係にあることから、 p - v 履歴を最小二乗法により直線近似し、その傾きの係数 a [kPa・sec]を各ケースで深度ごとに算出した。

係数 a の算出結果を図-4 に示すが、係数 a は深度が増すことにより急激に大きくことなること、相対密度が増すことにより若干大きくなること分かる。これらのことから、係数 a は拘束圧の違いにより影響を受けることが考えられるが、本実験は重力場で行ったものであるため、さらに拘束圧の大きな位置における係数 a の特性については今後検討が必要である。また、入力加速度の違いによる係数 a の系統的な違いは認められなかった。

5. まとめ

本研究ではせん断土槽と剛体杭模型を用いて液状化時の地盤変形が杭基礎に及ぼす影響に着目した模型振動実験を行い、液状化時の地盤変形が杭基礎に及ぼす影響の評価について検討を行った。その結果、液状化時の地盤反力 p と杭-地盤の相対速度 v の関係は概ね比例関係にあることが明らかとなった。

【参考文献】1)鉄道構造物等設計標準・同解説 - 耐震設計,運輸省鉄道局監修,鉄道総合技術研究所編,1999.10 2)小野,田村,小林,谷本,鈴木: 液状化地盤における地盤変形を考慮した模型振動実験,土木学会第57回年次学術講演会講演概要集,2002.9 3)鈴木,安達: 液状化による水平地盤反力の低減に関する実験的研究,第36回地盤工学研究発表会講演論文集,2001.6

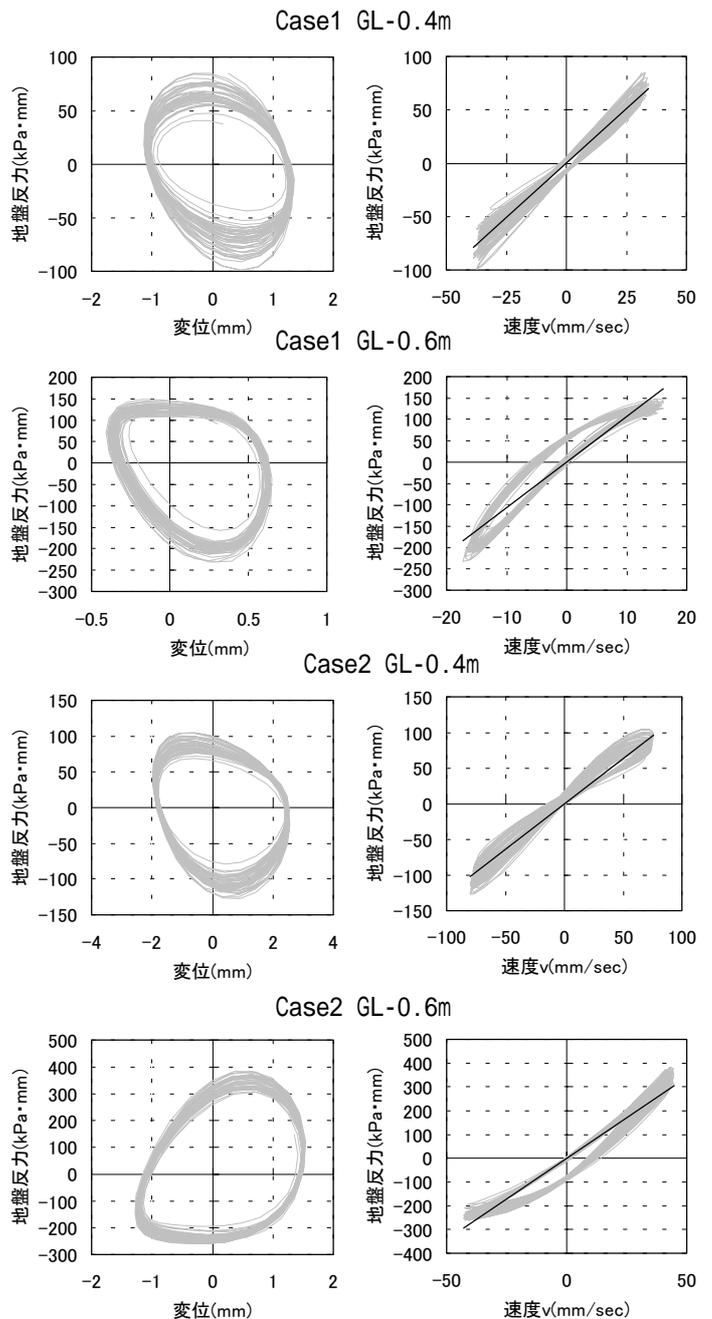


図-3 p-d 履歴および p-v 履歴

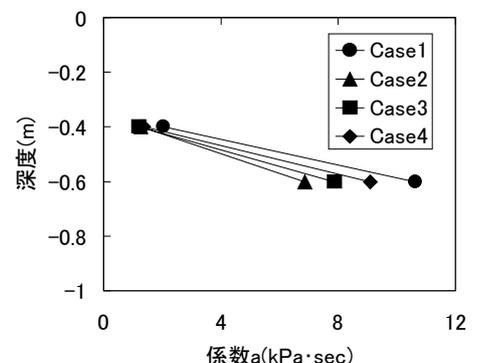


図-4 係数 a の深度分布