

地盤の流動が杭基礎に及ぼす影響に関する実験的研究（速報）

独立行政法人土木研究所 正員 田村敬一
 " " 岡村未対
 " " 谷本俊輔

1. はじめに

液状化に伴う地盤の流動が基礎構造物に及ぼす影響に関しては、1995年兵庫県南部地震を契機として実務的な研究が進められ、その成果は、例えば、道路橋¹⁾、鉄道構造物²⁾などの耐震設計にも取り入れられるに至っているが、流動現象のメカニズムの複雑さ等から依然として精力的な研究が行われている。本稿では、矢板護岸の背後地盤中に位置する杭基礎を対象として、地盤の流動が杭基礎に及ぼす影響を検討することを目的として実施した振動台実験の概要について速報する。

2. 実験方法

本研究では表-1に示す3ケースの実験を実施したが、本稿では、そのうちのケース1とケース2の概要について述べる。ケース1とその他のケースでは、液状化層の層厚及び相対密度を変化させているが、これは、後述するようにケース1では間隙水圧の上昇が十分ではなく、特に、加振加速度の小さいステップ1加振では液状化が発生しなかったことを考慮したものである。実験模型の概要を図-1に示す。また、実験模型の作製手順は次のとおりである。幅4m、奥行1m、高さ2mの土槽内に杭基礎模型と矢板護岸模型をセットする。矢板護岸模型は板厚6mmの鋼板であり、支柱により鉛直になるよう支持する。豊浦砂を用いて支持層を空中落下と締固めにより作製した後、土槽底面より注水して支持層を飽和させる。矢板護岸模型の前面側及び支持層の上部に豊浦砂を用いて液状化層を水中落下により作製する。液状化層上に薄い紙を敷き、いわき珪砂2号を用いて粗砂層を作製する。

杭基礎模型は3×3本の群杭基礎を模したものであり、計測用の杭としては、ひずみゲージを貼付した杭6本及び土圧測定杭1本を使用した。杭は、外径60mm、肉厚1mmの鋼製であり、ひずみゲージは10～15cm間隔で12深度に貼付した。土圧測定杭は、支柱と支柱にロードセルを介して取りつけた外径60mmの鋼管からなり、支持層内の1深度及び液状化層内の2深度において杭に作用する土圧を直接計測するものである。杭先端はいずれも土層底面に固定した。また、地盤内の水平変位を計測するために地盤内変位計を1箇所を設置した。地盤内変位計は、小型の加速度計を取りつけた薄いステンレス板を蝶番で接続し、加速度計の傾斜から地盤内の水平変位の深度分布を計測するものである。

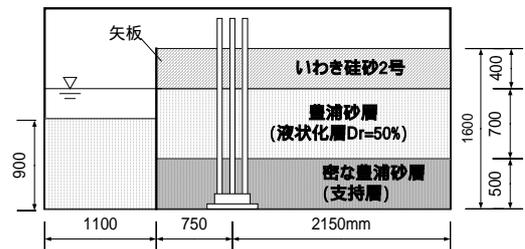
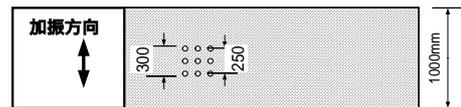
加振は2回行うことを原則とした。ステップ1加振では400gal、5Hzの正弦波を20波、ステップ2加振では700gal、3.5Hzの正弦波を40波入力した。ただし、実験ケース2では、ステップ1加振で矢板護岸が大きく変位したため、ス

表-1 実験ケースの一覧

ケース	非液状化層厚	液状化層厚	液状化層相対密度	杭頭固定条件	加振方向
1	40cm	70cm	50% (49%)	回転自由	護岸平行
2	40cm	90cm	35% (32%)	回転固定	護岸直交
3	40cm	90cm	35%	回転固定	護岸平行

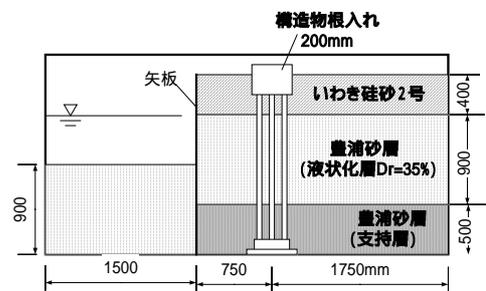
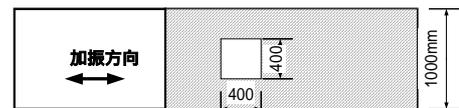
()内は、実測値。

杭間隔:2.5D



(a) ケース 1

杭間隔:2.5D



(b) ケース 2

図-1 実験模型の概要

キーワード：液状化、地盤流動、杭基礎、耐震設計

連絡先：〒305-8516 茨城県つくば市南原 1-6 土木研究所耐震研究グループ 電話：029-879-6770

テップ2加振は行わなかった。

3. 実験結果

(1) ケース1

地盤模型作製時に矢板護岸を支持するために用いた支柱を加振前に取り外すことにより、矢板頭部では35mmの水平変位が発生し、矢板近傍の地盤表面付近のみに変位が認められた。本ケースでは土槽の短辺方向に加振したため、土槽のロッキングにより、土槽上端で計測した加振方向の加速度は振動台加速度の1.5倍程度となった。

ステップ1加振では、矢板護岸の前面地盤の浅部を除いて間隙水圧の上昇は小さく、液状化の発生は認められなかった。また、ステップ1加振により矢板頭部は前面側に49mm変位したが、背後地盤の地表面が沈下したことを除けば、液状化が発生しなかったため、矢板の近傍以外では顕著な変位は見られなかった。ステップ2加振の際の測線1における加速度及び過剰間隙水圧の時刻歴を図-3に示す。この測線及び矢板前面側の地盤では液状化層の全深度で液状化が発生した。一方、杭基礎の位置に相当する測線2では、過剰間隙水圧はステップ1加振よりは大きくなったものの液状化には至らなかった。また、矢板護岸と杭基礎の中間に位置する測線3では、若干の負圧が計測された。ステップ2加振後の杭の曲げひずみ分布と曲げモーメントを二階微分して求めた土圧分布を図-4に示す。3杭ではひずみ分布に凹凸があるため土圧分布が深度方向に大きく変化しているが、流動力計測杭で測定した土圧と概ねよい対応を示している。

(2) ケース2

本ケースでは、加振実験前に矢板護岸の支柱を取り外すことにより、矢板頭部で50mmの水平変位が発生するとともに、矢板の背面では地盤表面が約10cm沈下した。また、地盤表面の沈下は矢板の背後約50cmの範囲に及んだ。

ステップ1加振により矢板頭部は前面側に49mm変位した。図-5は、ステップ1加振時の測線1における加速度及び過剰間隙水圧の時刻歴を示したものである。当該測線及び杭基礎の位置に相当する測線2では、液状化層の全深度にわたって液状化の発生が確認された。一方、測線3では全深度にわたっての液状化は確認されなかった。加振終了後の残留曲げひずみ分布と土圧分布を図-6に示す。ここで、ケース2の際には、土圧測定杭を図-4中の5杭の上側の杭の位置に変更したため、土圧測定杭の計測結果は2杭と比較している。杭頭付近で土圧分布は大きく変動しているが、杭頭を固定したケース2の特徴が認められる。

4. まとめ

本稿では、地盤の流動が杭基礎に及ぼす影響を検討することを目的として実施した振動台実験の概要について、速報として取りまとめた。本研究は「大都市大震災軽減化特別プロジェクト」の一環として実施したものであり、ご指導、ご助言を賜った関係各位に厚く御礼申し上げます。

【参考文献】1)日本道路協会：道路橋示方書・同解説 耐震設計編、1996
2)鉄道総合技術研究所：鉄道構造物等設計標準・同解説 耐震設計、1999

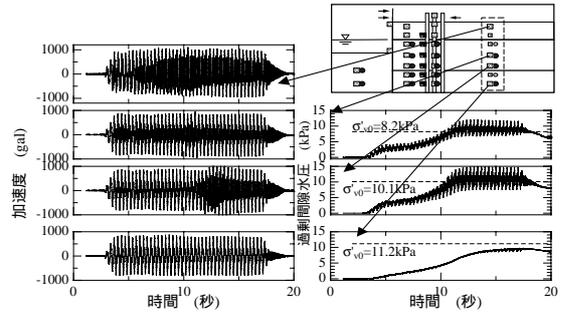


図-3 加速度と過剰間隙水圧の時刻歴（ケース1）

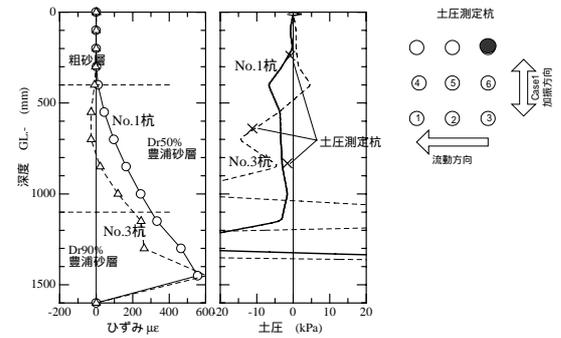


図-4 加振後の残留曲げひずみと土圧(ケース1)

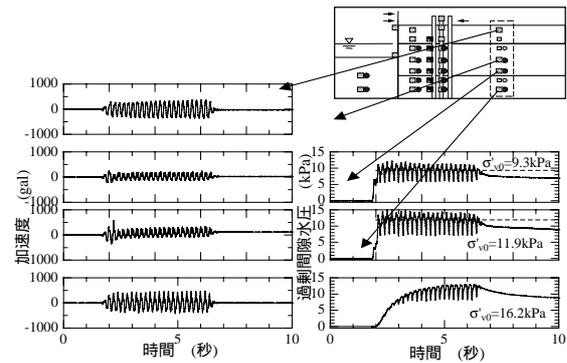


図-5 加速度と過剰間隙水圧の時刻歴（ケース2）

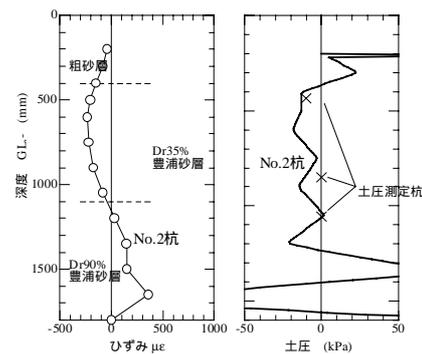


図-6 加振後の残留曲げひずみと土圧(ケース2)