

I - B 396

非液状化層の側方流動外力特性に関する振動台実験

(財)電力中央研究所 正員 大友敬三

(財)電力中央研究所 正員 河井 正

(社)電力土木技術協会 正員 桑原弘昌

1. はじめに 道路橋示方書(日本道路協会, 1996)や最近の実験的研究(濱田ら, 1997)は, 非液状化層から杭基礎等に作用する側方流動の外力は受働土圧に相当するという考え方を示している。しかし, 非液状化層の側方流動外力は必ずしも受働土圧のみによって評価できるとは限らない。このため, 本検討では, 重力場における振動台実験により模型杭に作用する非液状化層の側方流動外力の特性を調べることにした。

2. 実験方法 本実験では, せん断土槽(長さ200cm, 幅150cm, 高さ100cm)にFig.1に示すような3ケースの模型地盤を作成し, 模型地盤を液状化させると同時に土槽の両端側壁を強制変形させることにより側方流動を発生させた。なお, ケース2は非液状化層と土槽側壁を縁切りして液状化層だけを強制変形させるケースである。液状化層(厚さ37.5cmの飽和砂地盤)と非液状化層(厚さ12.5cmの乾燥砂地盤)はそれぞれ岐阜砂, 6号珪砂で作成し, 相対密度はそれぞれ約50%, 約90%となった。模型杭として外径3cm, 肉厚0.15cmのアルミ中空管を採用し, それを土槽底部に固定用治具を介して完全固定した。計測項目は, 土槽側壁の強制変位(模型地盤の表面位置に対応するもので, 以下ではこの計測値のことを地表面変位と呼ぶ), 振動台加速度, 模型地盤の過剰間隙水圧と側方流動変位(加速度計の傾斜角からの換算による), 杭の曲げひずみ, 杭に作用する全外力(固定用治具に発生する杭模型の水平反力をあらかじめひずみゲージ出力で較正した)などである。振動台加振は振動数10Hzの正弦波を80波加えることにより行い, 振動台加速度の片振幅は約700Galに調整した。土槽側壁の強制変形速度は2cm/sとした。

3. 実験結果と考察 ケース2を例として過剰間隙水圧の発生状況と地表面変位の対応関係をFig.2に示す。このケースでは, 液状化層と非液状化層の境界面付近の深さ14cmにおける過剰間隙水圧に蓄積が見られない。それより深い位置における過剰間隙水圧は加振中に最大値を保持しており, この状態で地表面変位(このケースの場合は液状化層表面位置)が進展している。これらの結果から, 非液状化層は過剰間隙水圧の上昇を伴わずに液状化層の強制変形に追従したと考えられる。Fig.3は強制変形開始後から1秒ごと5秒までの地盤内の側方流動変位分布を示している。ケース1とケース3では概ね地表面に向って変位が大きくなる傾向を示す。一方, ケース2では, 液状化層を変形させたため, 非液状化層がその変形を拘束するような変位分布となっている。Fig.4は地表面変位量ごとの杭模型の曲げモーメント分布である。ケース1に比べてケース2とケース3の曲げモーメントは圧倒的に大きく, 非液状化層が存在することによる側方流動の外力効果が非常に大きいことがわかる。Fig.5は模型杭に作用した側方流動の全外力と地表面変位の関係を示している。同図(a)より, まず, ケース1では地表面変位量にかかわらず全外力がほぼ一定であること, またそのレベルは他のケースに比べて相当小さいことがわかる。これは, 液状化地盤の側方流動が杭の周囲をすり抜けたためと考えられる。これに対して, ケース2とケース3では, 全外力は地表面変位量とともに増加している。しかし, その増加傾向は線形ではなく, 地表面変位量に対して非線形な増加傾向を示している。さらに, ケース2とケース3においては, 同じ地表面変位量においてもケース3の方が2倍程度大きい外力となっている。これはFig.3に示した地盤内の変位分布の違いが反映されていると考えられる。今回の実験条件の範囲内では, 非液状化層が液状化層と共に変形する場合の方がより大きな外力をもたらすと判断できる。一方, Fig.5(b)は地表面変位量が2cmまでの範囲で全外力を比較したものである。まず, 0.5cmより小さい範囲内では, 各ケースにおいても外力の大きさに顕著な差は見られないこと, また, 地表面変位量が2cm程度の範囲内であれば, ケース2とケース3の外力の大きさは概ね地表面変位量と線形的な関係にあること, などが知れる。

4. まとめ 非液状化層から杭に作用する外力の特性は非液状化層の変形パターン, 地表面変位量などに応じて変化することを示した。今後, これらの特性を考慮した外力設定法に関して検討を進めていきたい。

参考文献 日本道路協会(1996): 道路橋示方書・同解説V耐震設計編, 濱田ら(1997): 側方流動が地中構造物壁に及ぼす外力に関する実験的研究, 第24回地震工学研究発表会講演論文集第1分冊, pp.685-688。

キーワード: 液状化, 側方流動, 外力, 杭, 地中構造物

〒270-11 我孫子市我孫子1646 電話 0471-82-1181 FAX 0471-84-2941

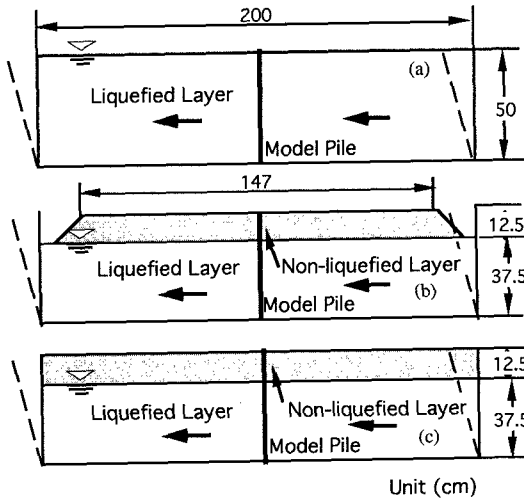


Fig.1 Shake table test case (a) Case1; (b) Case 2 and (c) Case 3

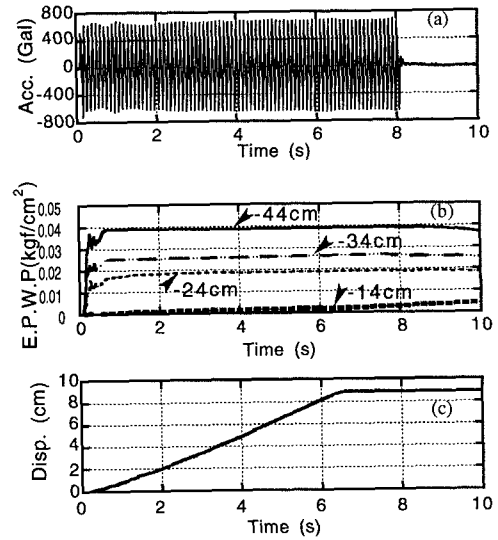


Fig.2 Test results of Case 1 (a) base acceleration; (b) excess pore water pressure and (c) ground displacement

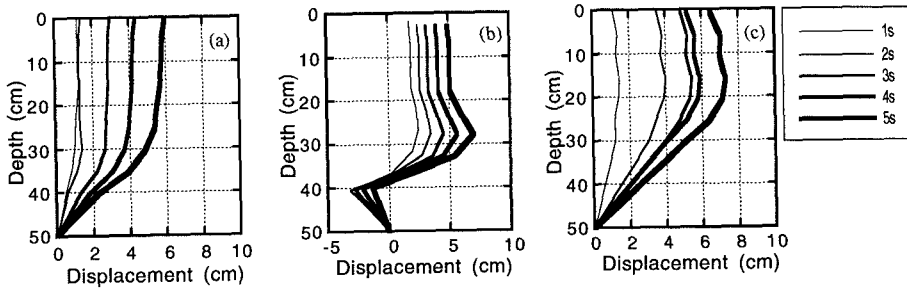


Fig.3 Ground displacement in downward direction (a) Case1; (b) Case 2 and (c) Case3

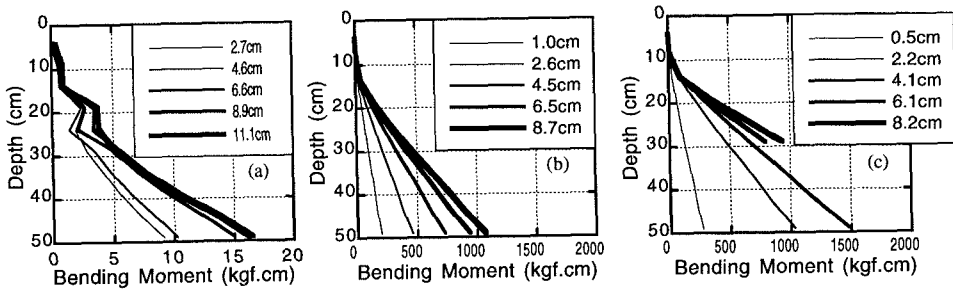


Fig.4 Bending moment distribution of model pile (a) Case1; (b) Case 2 and (c) Case3

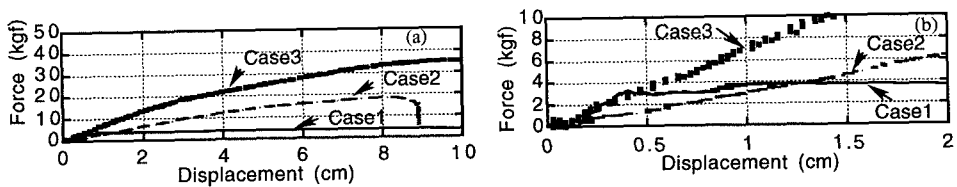


Fig.5 Total external force on model pile (a) broad and (b) narrow ground displacement range