

単一および隣接構造物における液状化挙動に関する研究

東京都市大学 学 ○高徳亮太 学 上村健太郎 正 伊藤和也 正 末政直晃  
 独立行政法人労働者健康安全機構 労働安全衛生総合研究所 正 吉川直孝 正 平岡伸隆  
 University of Auckland Barrios Gonzalo, Nawawi Chouw, Thomas Larkin, Rolando Orense

1. はじめに

日本は数多くの地震が発生する地震大国であり、人や構造物に被害を与える大規模な地震が数年おきに発生している。2011年に発生した東北地方太平洋沖地震では埋立地や河川堤防において液状化現象が発生した。ニュージーランドでは、2010年および2011年のカンタベリー地震により、直接基礎を有する中小規模建築物が地盤の液状化に伴う不同沈下や側方流動によって被害を受けた。また、過去の研究においては、構造物間の距離が変化することによって液状化後の挙動が異なること<sup>1)~2)</sup>や重量構造物直下においては液状化が発生しにくいこと<sup>3)</sup>が示されており、実際に、直接基礎の上載圧を利用した液状化対策工法が提案されている<sup>4)</sup>。このような理由から、中小規模建築物における液状化被害については構造物-地盤系の相互作用も検討する必要があると考えられる。しかしながら、地盤-構造物の動的相互作用には未解明な点が多い。そこで、本研究では、構造物の重量および隣り合った構造物間の距離によって変化する液状化挙動を検討するために遠心場振動台実験を行った。本報告では、構造物と地盤の相互作用を確認するために構造物間の距離と重量を変化させた時の液状化時における挙動について検討した結果を報告する。

2. 実験概要

本実験では、同重量の直接基礎下における液状化挙動および構造物間の重量と設置位置が異なる場合の液状化挙動を検討した。遠心模型実験装置は労働安全衛生総合研究所が所有するJNIOSh-Mark II Centrifuge<sup>5)</sup>である。実験条件および実験に用いた模型地盤、構造物の設置位置、構造物間の距離およびセンサー類の配置図を図1、表1に示す。なお、表1では実物換算した値を [ ] 内に示してある。本実験では土槽の境界部の影響を少なくし、無限地盤における液状化の現象を再現するために積層型のせん断土槽を用いた。最下層には基盤層として玉砂利を厚さ3.0cmで敷き、地盤の作製に用いた試料は豊浦砂である。基盤層の上には非液状化層および液状化層を想定し、下層に層厚5.00cmの密な層(D<sub>rL</sub>=70%~90%)、その上層には層厚17.0cmの緩い層(D<sub>rD</sub>=30%~40%)を気乾状態の豊浦砂を空中落下法によって作製した。また、それぞれの層厚は実物換算で下層から1.5m, 2.5m, 8.5mである。センサー類は構造物直下、お

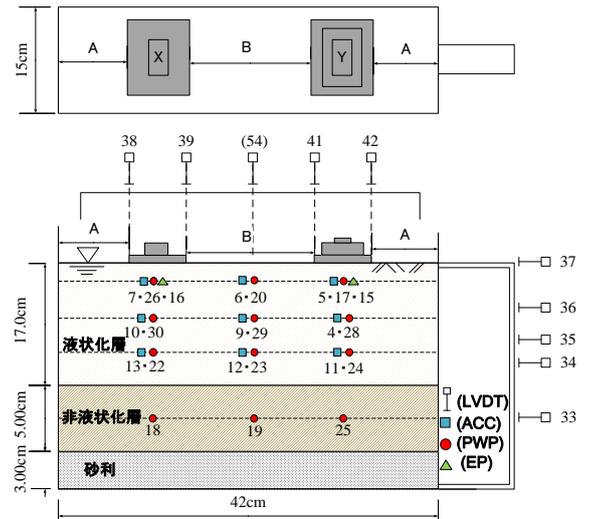


図1 模型地盤概要図

表1 実験条件

	Dr (%)		Sr	設置圧力		構造物の位置	
	緩い層	密な層		模型(kPa)/[実物(kPa)]		A	B
			(%)	X	Y	模型(cm)/[実物(m)]	
Case1	40.0	73.0	93.0	1.40 [70.0]	2.30 [115]	8.00 [4.00]	12.0 [6.00]
Case2	34.0	86.0	94.0	1.40 [70.0]	1.40 [70.0]	12.5 [6.25]	3.00 [1.50]
Case3	34.0	86.0	97.0	1.40 [70.0]	2.30 [115]	12.5 [6.25]	3.00 [1.50]

キーワード 液状化 遠心場振動台実験

連絡先 〒158-8557 東京都世田谷区玉堤 1-28-1 東京都市大学 世田谷キャンパス TEL.03-5707-0104

よび中央部に設置した。また、変位計を模型地盤の上部に設置し、鉛直沈下量を計測した。センサー設置後、脱気した粘性50倍のシリコンオイルを下部から緩速浸透させることによって飽和させ、地盤の飽和度が上昇したことを確認し、遠心加速度50G場において加振した。入力加速度は、図2に示すような20波の正弦波であり、最大加速度100m/s<sup>2</sup>(実大換算2m/s<sup>2</sup>)、振動数50Hz(実大換算1Hz)とした。以降に示す実験結果は、すべて実物換算値として示す。

3. 実験結果

3-1. 構造物の沈下量

図3に Case1~Case3 の時間と加振を作用させた際の構造物直下の沈下量関係を示す。各ケースとも構造物に設置した2つの変位計の平均値を用いている。なお、Case3の構造物Yに設置したCH41は計測不良のためCH42の結果にて表記している。図2の入力波が作用し始めてから、すべてのケースで構造物が沈下していることが分かる。その後、加振が終了した後に沈下量の増加もなくなった。Case1とCase3を比較すると、構造物の距離を変えることによって沈下量も変化することが分かった。また、Case2とCase3を比較すると構造物の重さを重くしたことで沈下量が大きいことが分かった。

3-2. 構造物の傾き

図4(a)~(c)に構造物の沈下と傾きの関係を示す。縦軸に沈下量、横軸に傾きを取っている。構造物の傾きは構造物の両端に設置した変位計の差分から構造物の幅を除いたものを傾きとした。Case1を見ると構造物は加振が作用して、揺すり込み沈下したと考えられる。次にCase2を見ると、構造物が内側に傾き不同沈下が発生した。また、Case3はCH41で正確なデータを得ることができなかつたため、傾きと沈下量を算出できなかった。しかし、構造物XはCase2と同様の挙動を示しており、Case2とCase3は両構物の相互作用により、内側に傾いたのではないかと考えられる。また、Case1は構造物間の距離が離れていることにより、構造物間の干渉がされずに沈下したと考えられる。

4. まとめ

隣接構造物の重量を変化させることによって沈下量が大きくなることが示唆された。また、構造物間の距離が離れると構造物間の干渉は少ないことが分かった。

5. 参考文献

- 1) Hayden, C. P., Zupan, J. D., Bray, J. D., Allmond, J. D., & Kutter, B. L. , Centrifuge Test of Adjacent Mat-Supported Buildings Affected by Liquefaction. *Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering*, 141(3), 04014118. 2015
- 2) 吉田望：液状化に伴う流動のメカニズム、地震時の地盤・土構造物の流動性と永久変形に関するシンポジウム発表論文集， pp.53-70.1998
- 3) 安田進，深谷成司：隣接した直接基礎構造物の液状化による不同沈下について，土木学会地震工学研究発表会報告集 Vol. 28, P 103, 2005
- 4) 柴田景太：直接基礎の上載圧を利用した液状化対策の開発，大成建設技術センター報第45号，pp.1-6.2012.
- 5) 伊藤和也ら：新遠心模型実験装置(NIIS-Mark II Centrifuge)の開発，産業安全研究所研究報告，pp58.2006.02.2.

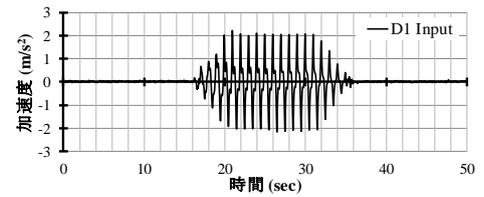


図2 加速度波形

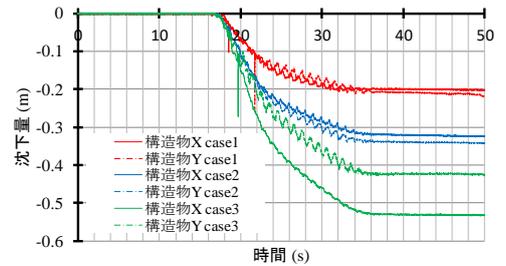


図3 構造物直下の沈下量の時刻歴

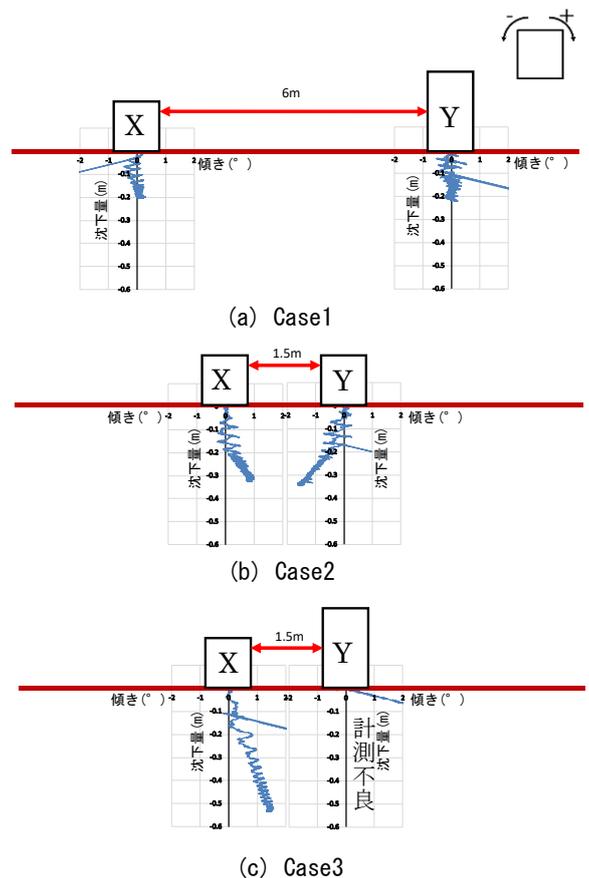


図4 構造物の沈下と傾きの関係