

液状化によるフーチング基礎の沈下メカニズムに関する一考察

大成建設(株) 正 藤原 齊 郁¹⁾
 大成建設(株) 正 堀越 研一¹⁾
 東京電機大学 正 安田 進²⁾
 東電設計(株) 正 佐藤 正行³⁾

1. はじめに

地盤の液状化に伴うフーチング基礎の沈下挙動について、遠心力載荷模型実験(50g)を実施した。本報では、実験結果をもとに地盤の液状化と地表面・基礎の相対沈下の面から沈下メカニズムについて考察した結果について述べる。なお、本報内での数値は断りのない限り実物換算で記述している。

2. 実験結果概要

図-1 に実験モデル(図中の寸法は1/10スケール)を示す。実験は内径400mmの円形せん断土槽を用い、基本ケース(CASE-1)として地盤は相対密度 $D_r = 40\%$ の豊浦砂、入力波は1 Hz(1/10スケールで50Hz)の正弦波20波で最大加速度90Gal、基礎モデルは幅=3.2m、上載荷重=30tf、液状化層厚=17.5mの条件を設定し、入力加速度振幅(60~220Gal)および液状化層厚(7.3~17.5m)に関するパラメータスタディを行った。また、実験では間隙流体として50cStのシリコンオイルを用い、地盤中の間隙水圧、加速度応答、基礎および地表面変位の計測を行った。図-2 にCASE-1における実験結果を示す。図から加振により地盤中の過剰間隙水圧が上昇し、地表面および基礎が沈下していることがわかる。過剰間隙水圧比に着目した場合、最大値は地盤下部の方が大きく加振終了後に徐々に低下するのに対し、上部は加振終了後にさらに上昇し、その後低下している。また、地表面および基礎の沈下は加振後の過剰間隙水圧消散時の方が大きいことがわかる。なお、過剰間隙水圧比は過剰間隙水圧測定値をBoussinesq解により基礎に作用

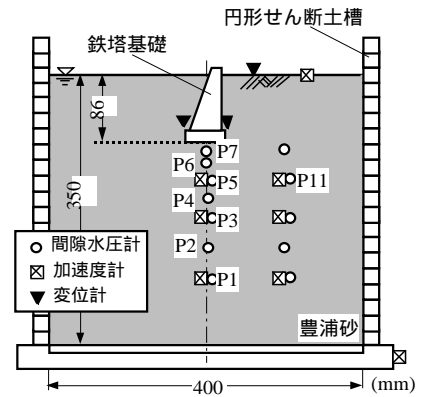
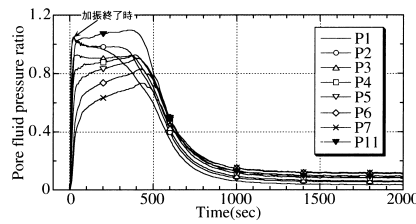
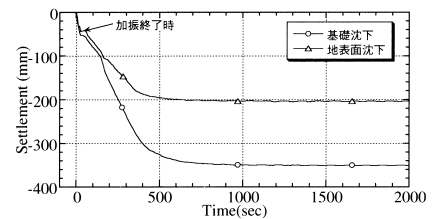


図-1 実験モデル図(CASE-1)

する上載荷重の伝達を考慮した有効上載圧で除した値であり図-2(a)中のP5とP11の水圧比の違いはこの上載圧の違いによるものである。表-1には他のケースの実験結果を示すが、各ケースとも過剰間隙水圧の分布傾向はCASE-1と概ね同様であった。基礎の沈下量については、入力加速度が大きく、液状化層厚の厚いものほど最終(消散後)沈下量が大きい。加振中よりも加振後の沈下量の方が大きい傾向は同様であった。なお、地表面の最終沈下量はいずれのケースも液状化層厚の0.9~1.5%の範囲内であった。



(a) 過剰間隙水圧比



(b) 基礎及び地表面沈下

図-2 CASE-1の実験結果

表-1 実験結果一覧

実験ケース	検討項目	相対密度 D_r (%)	液状化層厚 (m)	最大 加速度 (Gal)	加振直後 水圧比 (P11)	最大 水圧比	加振直後沈下量 (mm)		消散後沈下量 (mm)	
							基礎	地表面	基礎	地表面
CASE-1	基本ケース	40	17.5	90	0.88	1.03	53	42	352	205
CASE-2	入力加速度	40	17.5	60	0.56	0.91	55	45	220	160
CASE-3	入力加速度	40	17.5	220	1.05	1.06	139	104	394	262
CASE-4	液状化層厚	40	7.3	92	1.11	1.11	22	15	128	65
CASE-5	液状化層厚	40	11.3	92	0.82	0.91	27	19	250	168

キ-ワ-ド: 遠心載荷実験, 液状化, フーチング基礎, 沈下

1) 〒245-0051 横浜市戸塚区名瀬町344-1 045-814-7236 2) 〒350-0394 埼玉県比企郡鳩山町石坂 0492-96-2911
 3) 〒110-0015 東京都台東区東上野3-3-1 03-4464-5561

3. 沈下メカニズムに関する考察

図-3 にCASE-1 における地盤の過剰間隙水圧比と基礎の相対沈下（基礎沈下量 - 地表面沈下量）の関係経路図を示す。なお、過剰間隙水圧比は図-1 中の測点P7（基礎直下部）及びP11（一般部）における値であり、グラフ縦軸は下向きを沈下方向としている。図から、加振により過剰間隙水圧が上昇するものの加振終了時の相対沈下量は比較的小さく、過剰間隙水圧比がP7で0.6、P11で1付近で沈下が発生し、水圧比が維持されている間に大きく沈下している様子が見られる。

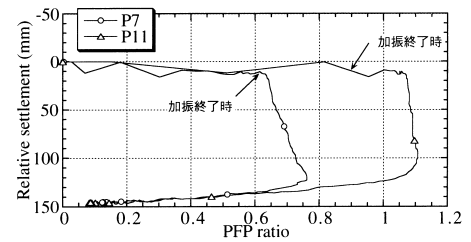
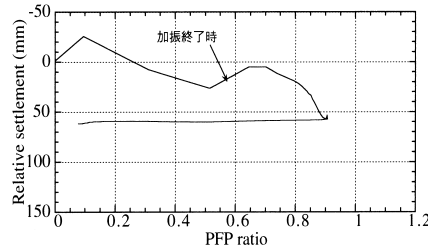
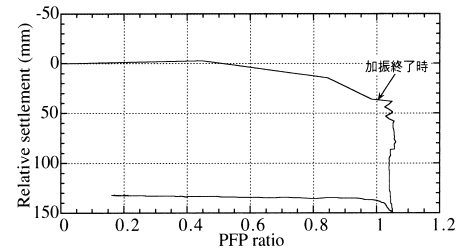


図-3 過剰間隙水圧比と基礎の相対沈下（CASE-1, 基本ケース）

図-4 に他のケースの過剰間隙水圧比（P11）と基礎の相対沈下の関係を示す。各ケースにおける結果は以下の通り。

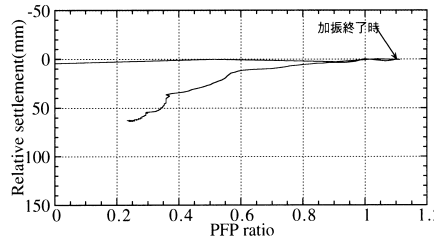


(a) CASE-2 (加速度60Gal)

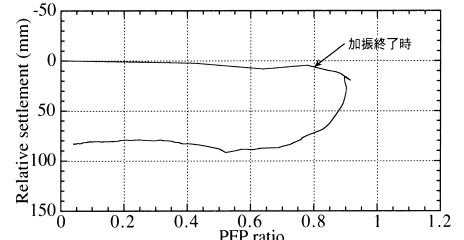


(b) CASE-3 (加速度220Gal)

CASE-2：入力最大加速度が小さいため加振終了時の過剰間隙水圧比が0.6付近と低く、この時点では相対沈下はほとんど発生していない。加振終了後に水圧比の上昇が見られるものの、水圧比そのものが低いため、相対沈下量は小さい。



(c) CASE-4 (液状化層厚7.3m)



(d) CASE-5 (液状化層厚11.3m)

図-4 過剰間隙水圧比（P11）と基礎の相対沈下

CASE-3：加振加速度が大きいため、加振終了時に水圧比1付近まで達し、相対沈下量は基本ケースよりも大きい。ただし、相対沈下の大部分は加振後の水圧比が1付近で維持されている間に発生している。

CASE-4：加振終了時に水圧比1付近まで達しているが、液状化層厚が薄く排水距離が短いため水圧比を維持することが出来ず、加振終了とともに水圧が低下し沈下量も少なくなっている。

CASE-5：加振終了時の水圧比、水圧比1付近に維持されている状況、相対沈下量ともCASE-1とCASE-4の中間的な挙動を示している。

以上の結果から、いずれのケースも相対沈下の大部分が過剰間隙水圧比が高く維持されている間に発生していることがわかる。図-5 に地盤の液状化継続時間と基礎の相対沈下量の関係を示す。なお、図中の液状化継続時間とは過剰間隙水圧比最大値の95%以上を維持している時間を示し、基礎相対沈下はこの継続時間中の相対沈下量を示している。この図によれば、基礎の相対沈下量は過剰間隙水圧比が高く維持されている時間が長いほど大きくなる傾向にあり、このことは基礎の相対沈下と液状化による地盤の支持力の低下との関連が深い事を意味しているものと考えられる。

あとがき 本研究は、(財)地震予知総合研究振興会の「液状化対策要否判定の高精度化に関する研究」ワーキングメンバーによって遂行された。メンバー各位に感謝の意を表す。

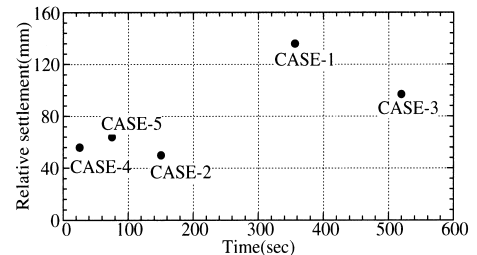


図-5 液状化継続時間と基礎相対沈下