

粘性流体を用いた遠心場での液状化実験

東洋建設(株) 技術研究所 正会員 ○ 佐藤 毅
 “ 正会員 三宅 達夫

1. まえがき

前報¹⁾では、振動実験時において土槽端面の拘束の影響を低減できるせん断土槽を用い液状化実験結果について報告した。本報告は、前報に引き続きせん断土槽を用い、遠心場での振動現象と透水の相似則を合わせるため間隙水に粘性流体を用いて行った。ここでは、液状化実験結果の中で主に間隙水圧と地表面沈下の挙動について報告する。

2. 実験方法

遠心加速度は、50Gであり、遠心場での振動現象と透水の相似則を合わせるため、間隙流体として50cPに調整したメチルセルロースの水溶液を用いた。実験試料は、標準砂 ($e_{max}=0.942, e_{min}=0.616$)を用い、単一水平地盤を作製した。表-1に実験ケースの一覧を示す。入力波は、振動数50Hzの正弦波を用い、実物換算時の入力振動数が1Hzとなるようにした。図-1に、地盤内の計測器設置位置を示す。

図中の数字は実物換算した計測器設置深さを示している。なお、以下に示す実験結果はすべて実物規模に換算した値で示す。

3. 実験結果

3. 1 地盤密度の違いによる影響

図-2に、「密詰め」(case-5)と「緩詰め」(case-3)に対する地盤深さ3m付近の間隙水圧(U2)と地表面沈下量の時刻歴を示す。図より過剰間隙水圧の消散は「密詰め」が「緩詰め」地盤より、約1/2程度の時間で消散している。これは「密詰め」地盤が「緩詰め」地盤の約2.3倍の相対密度を持つことに起因しており、加振後の地盤の再堆積における余裕間隙比²⁾の違いによるものであると考えられる。また、「緩詰め」「密詰め」地盤の最終沈下量はそれぞれ23.5cm、7.5cmであり、「緩詰め」地盤は「密詰め」地盤に比べて約3倍の沈下量が発生している。さらに、実験後の相対密度を各実験ケースの最終沈下量と実験前の相対密度から求めると、「緩詰め」は50%、「密詰め」では80%となった。筆者らの行った一連の液状化実験結果より、相対密度50%の地盤が液状化することはすでに確認しており、相対密度が30%程度の地盤では再液状化の可能性が有ると考えられる。さらに、最終沈下量に対する加振終了時の沈下量の比は「密詰め」で87%、「緩詰め」で81%であり、全体の約80%~90%が加振中に沈下していることがわかる。

3. 2 加振加速度の違いによる影響

図-3には、case-2、3における、加振開始から5~35sec後の過剰間隙水圧の深度分布を示している。

表-1 実験ケース一覧

実験ケース	地盤状態	乾燥密度 (g/cm ³)	相対密度 (%)	地盤高さ (m)	粘性 (cP)	加振加速度 (gal)	入力波数
case-1	緩詰め	1.450	33.9	7.43	50	240	16
case-2	緩詰め	1.454	35.5	7.48	50	223	19
case-3	緩詰め	1.445	31.9	7.37	50	74	20
case-4	密詰め	1.543	68.0	7.60	50	250	15
case-5	密詰め	1.563	74.8	7.55	50	74	19

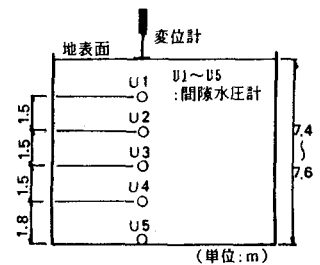


図-1 計測器配置図

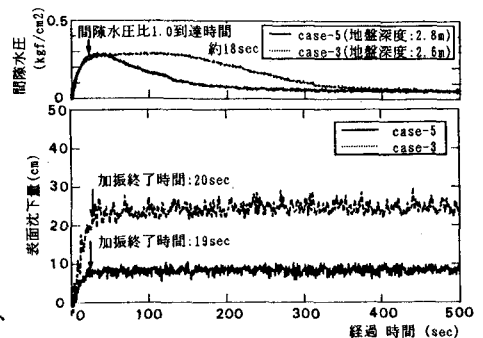


図-2 地表面沈下量の時刻歴(case-3、case-5)

加振開始から5sec後の過剰間隙水圧分布より、加振加速度が小さい地盤の方が、加振加速度の大きい方より過剰間隙水圧がゆっくりと上昇していることがわかる。

また、図-4に case-2、case-3に対する地表面沈下量の時刻歴を示している。加振加速度の小さい case-3では、加振終了時点で全沈下量の87%が発生しているのに対して、加振加速度の大きい case-2

では、全沈下量の64%しか沈下していない。これは、加振加速度が小さい場合、比較的ゆっくりと液状化が地盤全体に広がるため、まだ完全液状化に至っていない地盤深度で、せん断変形に伴う負のダイレイタンスによる体積変化が起きていると考えられる。それに対して、加振加速度が大きい場合、地盤全体が液状化した後、液状化による地盤沈下が生ずる。このため、加振終了後の沈下量が大きく、全沈下量も加振加速度の小さい場合に比べて大きくなると思われる。この事は、図-5に示した case-2、3の加振開始から50~400sec後の過剰間隙水圧の深度分布からも予想できる。すなわち、加振開始から300~400secにおいて、case-2の間隙水圧の深度分布は比較的滑らかな分布を示しているのに対し、case-3の方は深度2~3mで屈曲点を持ち、地盤深度2~3m以深の間隙水圧の消散が地盤深度の浅い部分より早くになっている。これは上述した負のダイレイタンスによる体積変化によって地盤の浅い位置と深い位置で密度の違いが生じたからであると考えられる。

4. まとめ

実験の結果、地盤密度の違いによる過剰間隙水圧の消散時間や地表面沈下量の差は地盤の相対密度に起因する。また、地表面沈下量は、「密詰め」「緩詰め」地盤によらず振動時間中に全沈下量の80~90%が沈下する。さらに、加振加速度の大きさは、過剰間隙水圧の深度分布や地表面沈下挙動に大きく影響することがわかった。

参考文献)

- 1) 佐藤・三宅:遠心力載荷装置におけるせん断土槽を用いた液状化実験、平成2年度土木学会関西支部年学術講演会
- 2) 石原研而:土質動力学の基礎、鹿島出版

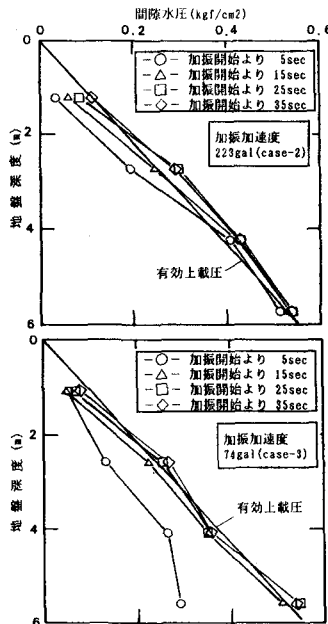


図-3 加振開始から5~35sec後の過剰間隙水圧の深度分布 (case-2、case-3)

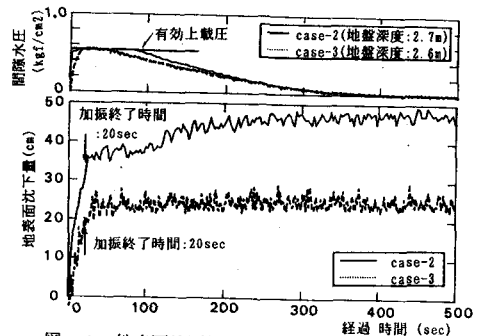


図-4 地表面沈下量の時刻歴 (case-2、case-3)

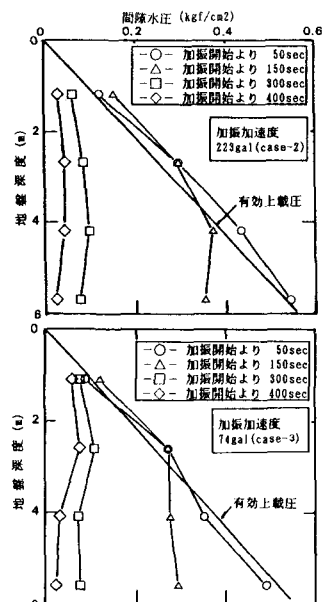


図-5 加振開始から50~400sec後の過剰間隙水圧の深度分布 (case-2、case-3)