

液状化地盤の水膜現象による側方流動に及ぼす加振方向の影響

中央大学 正会員 國生 剛治 中央大学 学生会員 樺澤 和宏
中央大学 学生会員 ○駒村 和宏 中央大学 学生会員 清水 愛子

1. 目的

過去の地震の被害例には、地盤の液状化に伴う側方流動によるものが多く報告されている。実際の地盤は、粒径の異なる砂やシルトなどの成層構造からなっており、各層ごとに透水性が異なるのが通例である。地盤が地震によって液状化すると、液状化から回復する際に土粒子は沈降し、余剰間隙水は地表に向かって上昇する。その途中に透水性の低い層があると、排水された水がその層の直下に捕捉され、水の膜を生成すると考えられ、この現象を水膜現象と呼ぶ。我々は今までに、模型地盤の間に低透水シーンを挟み込み、振動台実験により地盤を液状化させ、水膜現象が側方流動メカニズムに及ぼす影響について研究を行ってきた。今回は、斜面地盤に円弧状の低透水シーンを挟み込んだ実験において加振方向の違いが側方流動に及ぼす影響について検討した。

2. 実験概要

内寸法 1100 × 600 × 800mm の透明アクリル製土槽に細砂を水中落下法で堆積させ、傾斜した飽和緩詰め地盤を作成した。その間に低透水シーン(非塑性材料)を円弧状に挟み込み、この模型地盤を 3Hz、3 波の正弦波で振動し、液状化させて流動を観察した。流動の様子を把握するために土槽内壁に貼り付けた 100 × 100mm のマーカーの動きをビデオカメラで撮影し、実験を行った。図-1 に実験装置の概略図を、図-2 に実験で用いた試料の粒径加積曲線を、表-1 に各実験条件を示す。実験で用いた細砂の土粒子密度は 2.742g/cm³、最大密度は 1.558g/cm³、最小密度は 1.216g/cm³ である。

3. 結果と考察

図-3 は入力加速度が 310-340gal とほぼ同等で、加振方向の異なる case1 と case3 の流動の様子を振動中と振動後に分けて表したものである。加振方向に関係なく振動終了後に低透水シーンを境に不連続な流動をしている。土槽全体を撮影したビデオカメラの映像からも振動終了後に水膜現象により低透水シーンを境に地盤が切り離され、シーンより上部の土塊が斜面下流方向に流されていく様子がみられた。ここで、流動終了時のマーカーの不連続さの度合から長辺方向に振動させた case1 の方が低透水シーン上部の流動量が多いことがわかる。この原因として、case3 では case1 に比べ振動中に斜面勾配が緩くなり、振動終了後の土塊の駆動力が減少してしまったことが挙げられる。図-4 には case1 ～ case4 の実験での斜面の代表点 (図-6 参照)の移動量の時刻歴を示す。case1 と case3 の比較では、前述のように、case3 では振動終了後はあまり流動していないのに対し、case1 では振動終了後も大きく流動している様子がわかる。

一方、入力加速度が 180gal と小

さい case2,case4 では case1,case3

に比べて振動中はほとんど流動

してないのに対し、振動終了後

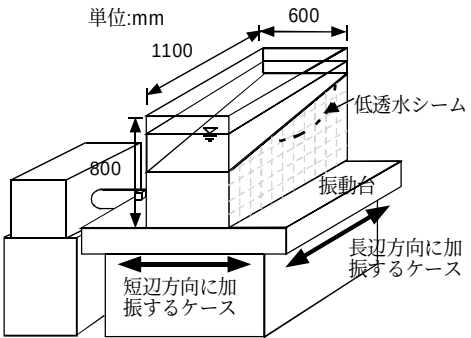


図-1 実験装置の概略図

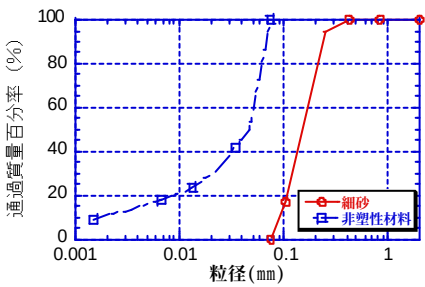


図-2 粒径加積曲線

表-1 実験条件

	case1	case2	case3	case4
振動方向	短辺方向	短辺方向	長辺方向	長辺方向
相対密度 (%)	32	33	29	31
入力加速度 (gal)	340	180	310	180
斜面勾配 (%)	24	24	23	23

キーワード 液状化 水膜 側方流動 振動台実験 間隙水圧

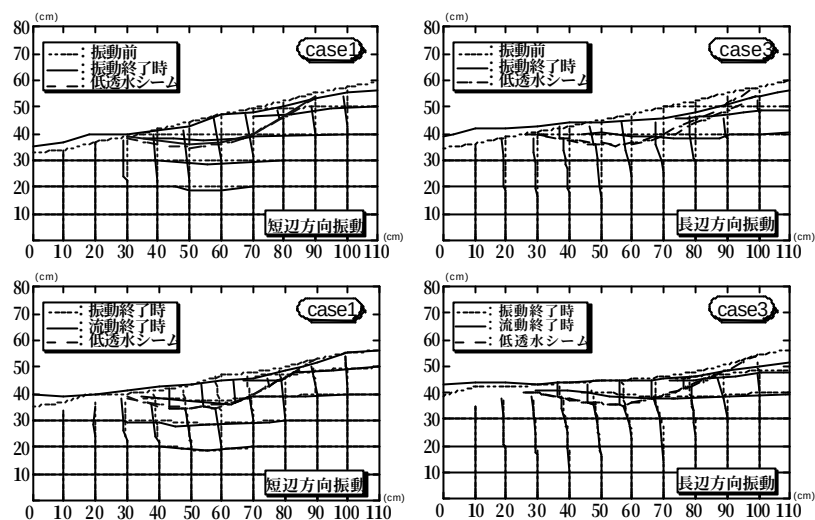
連絡先 中央大学理工学部土木工学科土質研究室 〒 112-8551 東京都文京区春日 1-13-27 TEL 03-3817-1799

に大きく流動している。このことから小さい振動でも大きい振動を受けるより水膜現象によって大流動が起きる可能性があることが示されている。次に、図-5 に示す case2,4 での間隙水圧の時刻歴に注目する。低透水シームより上にある水圧計Aではどちらのケースも振動終了後わずかに水圧が上昇し、その後土塊の流動による土被り圧の変化により再び水圧が上昇する様子がわかる。一方、低透水シームより約 3cm 下にある水圧計Bでの水圧値のシームより上の有効土被り圧に対する比である過剰間隙水圧比を考えると、case2 では再流動がおきる時の 0.81 から間隙水圧ピーク時の 1.02、case4 では再流動が起きる時の 0.82 から間隙水圧ピーク時の 1.02 というようにどちらのケースも過剰間隙水圧比は上がっている。このピーク時の過剰間隙水圧比はほぼ 1.0 となり、シーム直下に水膜が連続的に形成されていることを意味している。このことから、この再流動が起きる時点から間隙水圧がピークを通り越すまでの時間帯に水膜現象が起こっていると思われる。さらに、図-4 の移動量の時刻歴から、この時間帯にシームより上部で大流動が起こっていることも、これを裏付けている。また図-4 から加振方向の違いで、水膜現象によって低透水シームを境に地盤が切り離される時間に差があるのがわかるが、これは振動中の慣性力や土槽壁面の長辺、短辺方向での拘束力の違いが大きく影響しているのではないと思われる。

4. まとめ

- ・加振方向の違いによる慣性力の影響で、振動終了後の水膜現象による地盤の側方流動の大きさに影響が現れることがわかった。また、流動が起こる時間に差があることもわかった。
- ・水膜現象によって振動終了後に、小さい振動でも大きい振動によるものより大きな流動量を引き起こす場合があることがわかった。

参考文献：1)Kokusho,T.:"Water Film in Liquefied Sand and Its Effect on Lateral Spread", J.Geotech.Engrg , ASCE , 125(10),pp.817-826,1999



上段：振動中 下段：振動終了後

図-3 流動の様子

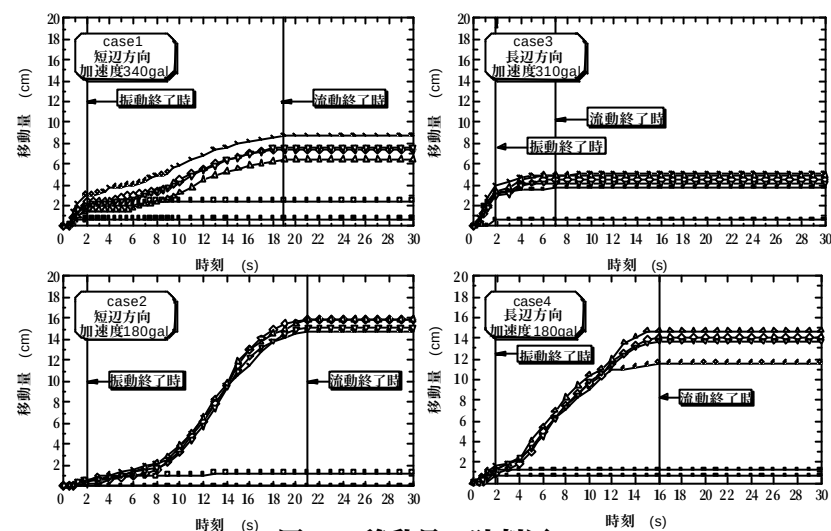


図-4 移動量の時刻歴

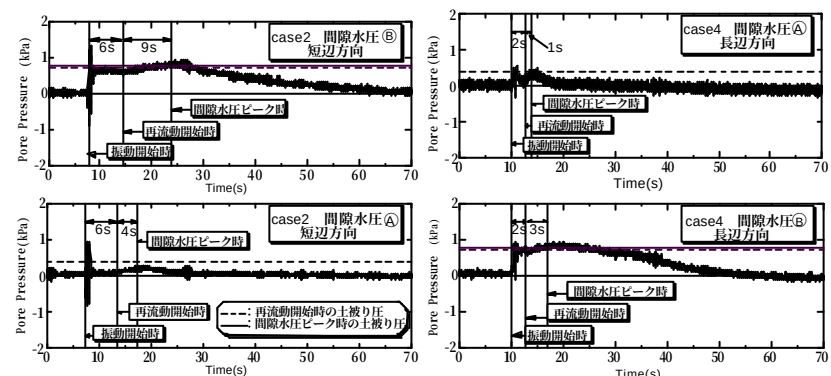


図-5 間隙水圧の時刻歴

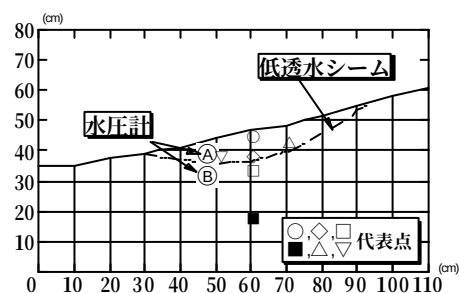


図-6 水圧計の位置と代表点の位置