

水膜現象が斜面地盤の側方流動に及ぼす影響

中央大学 正会員 國生 剛治

学生会員 ○清水 愛子 樺澤 和宏 駒村 和宏

1. 目的

過去の地盤の液状化に伴う側方流動による被害例には、流動が時間の遅れを伴って生じた例や、わずか数パーセントの地表面勾配で数メートルもの流動が生じた例が報告されている。この現象の一因として、地盤が液状化から回復する際に起こる間隙の再配分に伴う水膜現象が考えられる¹⁾。実地盤は成層構造から成っているのが通例であり、この水膜現象によって透水性の低い層に沿ってせん断抵抗力がゼロもしくは極めて低い面が形成され、地盤の側方流動に大きな影響を与えるものと考えられる。今回は、斜面地盤に斜面と平行に低透水シームを挟み込んだ模型実験において、斜面勾配、加速度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により緩づめで堆積させ、傾斜した地盤を作成した。その間に低透水シーム(非塑性材料)を斜面と平行に斜面から 100mm の深さに挟み込み、この模型地盤を土槽の短辺方向に 3Hz、3 波の正弦波で振動し、地盤を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。

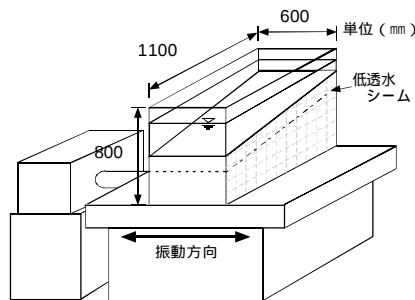


図-1 実験装置の概略図

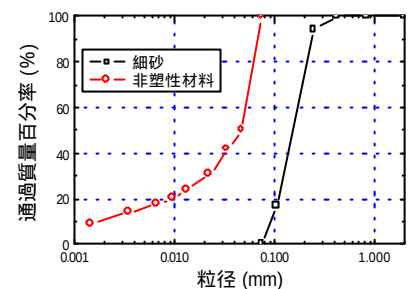


図-2 粒径加積曲線

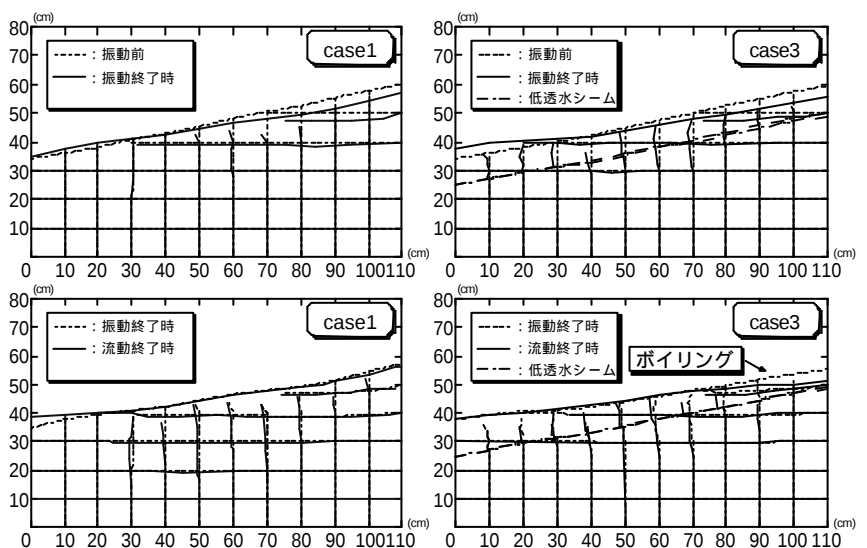
表-1 実験条件

	case1	case2	case3	case4
低透水シーム	なし	非塑性材料		
低透水シームの平均厚さ (mm)	-	3	4	4
相対密度 (%)	28	24	25	29
入力加速度 (gal)	290	290	290	140
初期斜面勾配 (%)	24	15	23	24

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/cm^3 、最大密度は 1.558g/cm^3 、最小密度は 1.216g/cm^3 である。

3. 結果と考察

図-3 は case1 と case3 の流動の様子を振動中と振動終了後に分けて表したものである。低透水シームがない case1 では、液状化による流動が主に振動中に生じ、振動終了後も多少は流動し、マーカーが連続的に変形する。それに比べ、低透水シームがある case3 では、振動中は液状化により流動し、振動終了後には水膜生成により低透水シームより上層が下層と切り離され、再び流動するために低透水シームを境にマーカーの不連続性が生ず



上段：振動中

下段：振動終了後

図-3 流動の様子

キーワード：液状化 水膜 振動台実験 側方流動 間隙水圧

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

る．またこの不連続性は図-4 の移動量の時刻歴にも表れている．ここで移動量と水圧計の代表点は図-6 に示す通りである．case2 と case3 を比べてみると初期斜面勾配が大きいほど不連続性も著しくかつ流動しており，斜面上流部ほど不連続性が大きいことがわかる．また case3 と case4 を比べて加速度が大きいほど流動しているのもわかる．

次に，図-5 の過剰間隙水圧の時刻歴について注目する．図中の実線は過剰間隙水圧のピーク時の土被り圧の値を示し，二点鎖線は振動終了時の土被り圧の値を示す．case1 と case3 を比較すると低透水シームがある case3 の方が水膜生成により排水されないため過剰間隙水圧の消散に時間がかかっていることがわかる．次に case2 と case3 とでは斜面勾配が大きい case3 の方が過剰間隙水圧がピークを示すまでの時間がかかっている．この水圧の上昇は振動終了後にシームの直下に水膜が生成され，その水圧が計測されるためと考えられる．振動終了時の土被り圧に対する過剰間隙水圧比は case2 では 0.85，case3 では 0.73 という値をとっている．この理由として斜面勾配が急なほど地盤内のせん断力が大きくなり，水圧が上昇しにくくなるためと考えられる．図-6 中に示す ■ の位置に配置された CCD カメラの映像から水膜の厚さが，振動時から約 30 秒後に case2 では約 9mm，case3 では約 3mm と勾配が急なほど水膜が薄いことが確認できた．これも同じ要因と考えられる．

加速度的の違いについて，case4 の振動終了時の過剰間隙水圧比は 0.40 を示し，case3 と比較し加速度が小さいと十分に液状化が起きていないために値も小さくなると考えられる．次に，過剰間隙水圧がピーク値を示す時の水圧比は case2 では 0.91，case3 では 0.88，case4 では 0.67 であった．これを前述の流動を含めて考察する．case2，3 は過剰間隙水圧比の値が高く，水膜が十分に連続的に発達したものと考えられる．しかし，case2 では振動終了後に斜面勾配が小さくなったためあまり流動せず，case3 では振動終了後も斜面勾配が残っていたため大きな流動を引き起こしたと考えられる．一方，case4 では過剰間隙水圧比が小さく水膜が連続的には発達しなかったと考えられるため，振動終了後に斜面勾配が残っていてもあまり流動しなかったと思われる．

4.まとめ

斜面勾配が大きいと地盤内にかかるせん断力が大きくなるため，振動終了時の過剰間隙水圧は小さく低透水シームを挟んだ斜面において，水膜は薄く生成される．それにもかかわらず，入力加速度が大きく水膜が連続的に発生した時には勾配が大きいほど流動量は大きくなる．

4.まとめ

斜面勾配が大きいと地盤内にかかるせん断力が大きくなるため，振動終了時の過剰間隙水圧は小さく低透水シームを挟んだ斜面において，水膜は薄く生成される．それにもかかわらず，入力加速度が大きく水膜が連続的に発生した時には勾配が大きいほど流動量は大きくなる．

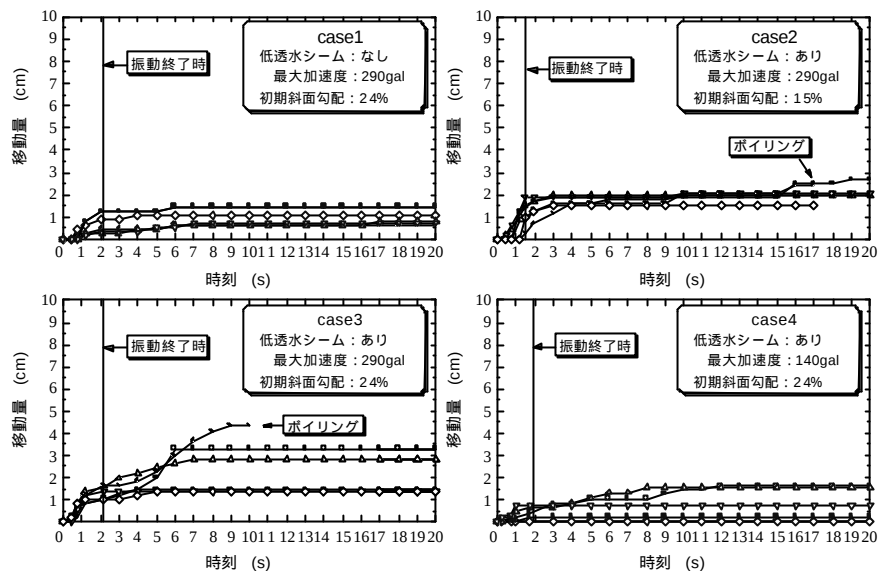


図-4 移動量の時刻歴

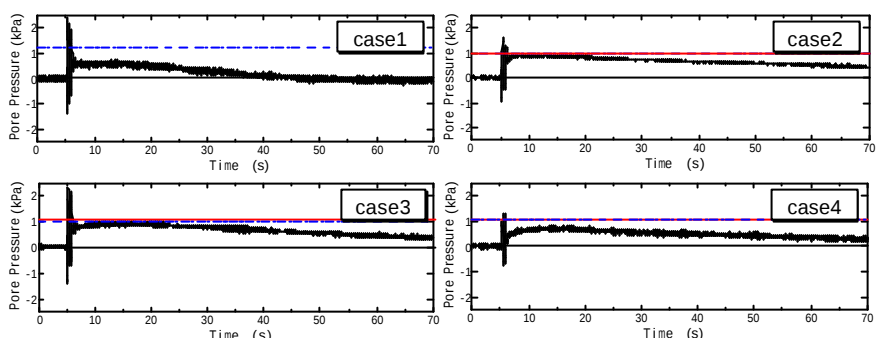


図-5 過剰間隙水圧の時刻歴

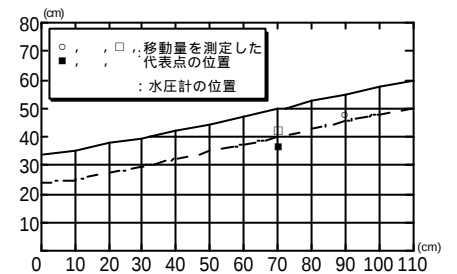


図-6 代表点の位置