

加振加速度が水膜現象による流動に与える影響と加振後の水圧の時間的变化

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

1. はじめに

実地盤は、粒径の異なる成層構造からなっているのが通例である。地盤が地震によって液化し、その後液化化から回復する際に間隙の再配分によって排水された余剰間隙水が透水性の低い層の直下に捕捉され、水の膜を生成すると考えられる。この現象を水膜現象（Water film effect）と呼び、この水膜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<sup>1)</sup>。

今回は、斜面地盤に円弧状に低透水シームを挟み込んだ実験について加速度を変えて実験を行った。また、水膜による流動時の過剰間隙水圧の時間的变化を調べ、シームがないケースと比較した。

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て、その間に平均4mmの厚さの非塑性の低透水シームを円弧状に挟み込み、傾斜した地盤を作製した。この模型地盤を土槽短辺方向に3Hz、3波の正弦波で加振し、地盤を流動させた。なお比較のため、シームを挟まないケースについても実験を行った。地盤変形の様子を把握するために土槽内壁に貼り付けた100×100mmのマーカの動きをビデオカメラで撮影した。図-1に実験装置の概略図、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<sup>3</sup>、最大密度は 1.558g/cm<sup>3</sup>、最小密度は 1.216g/cm<sup>3</sup>である。透水係数は細砂が 2.5 × 10<sup>-2</sup>cm/s、非塑性材料が 2.0 × 10<sup>-4</sup>cm/s である。

3. 結果と考察

図-4の移動量の時刻歴から、低透水シームがないケースでは主な流動は加振中のみで、振動終了後は際だった流動をしていない。一方シームがある case2,3 では振動終了後に一度収まりかけた流動が水膜現象により低透水シームより上部が形状を保ちながら再び流動しているのがわかる。ここで注目すべき点は、case2,3 とともに加振中よりも加振後に大きな流動をしている点である。しかも case3 の加速度が小さいケースでは加振中はほとんど流動し

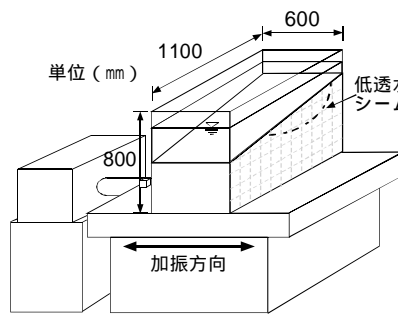


図-1 実験装置の概略図

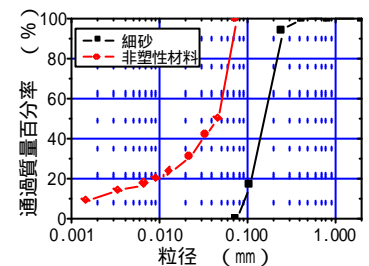


図-2 粒径加積曲線

表-1 実験条件

	case1	case2	case3
低透水シーム	なし	円弧状	円弧状
相対密度 (%)	28	32	33
入力加速度 (gal)	290	340	180
斜面勾配 (%)	24	24	24

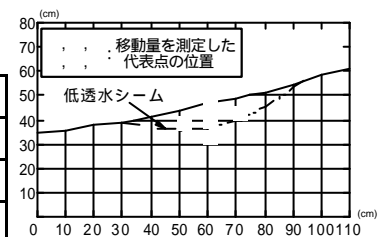


図-3 代表点の位置

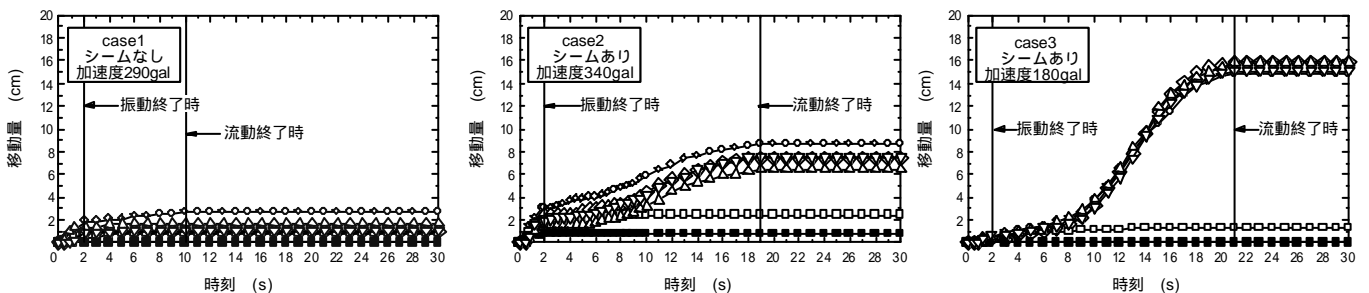


図-4 移動量の時刻歴

キーワード：液化化，水膜現象，側方流動，過剰間隙水圧，振動台実験

連絡先〒 112-8551 文京区春日 1-13-27 中央大学工学部土木工学科 03-3817-1799 FAX 03-3817-1803

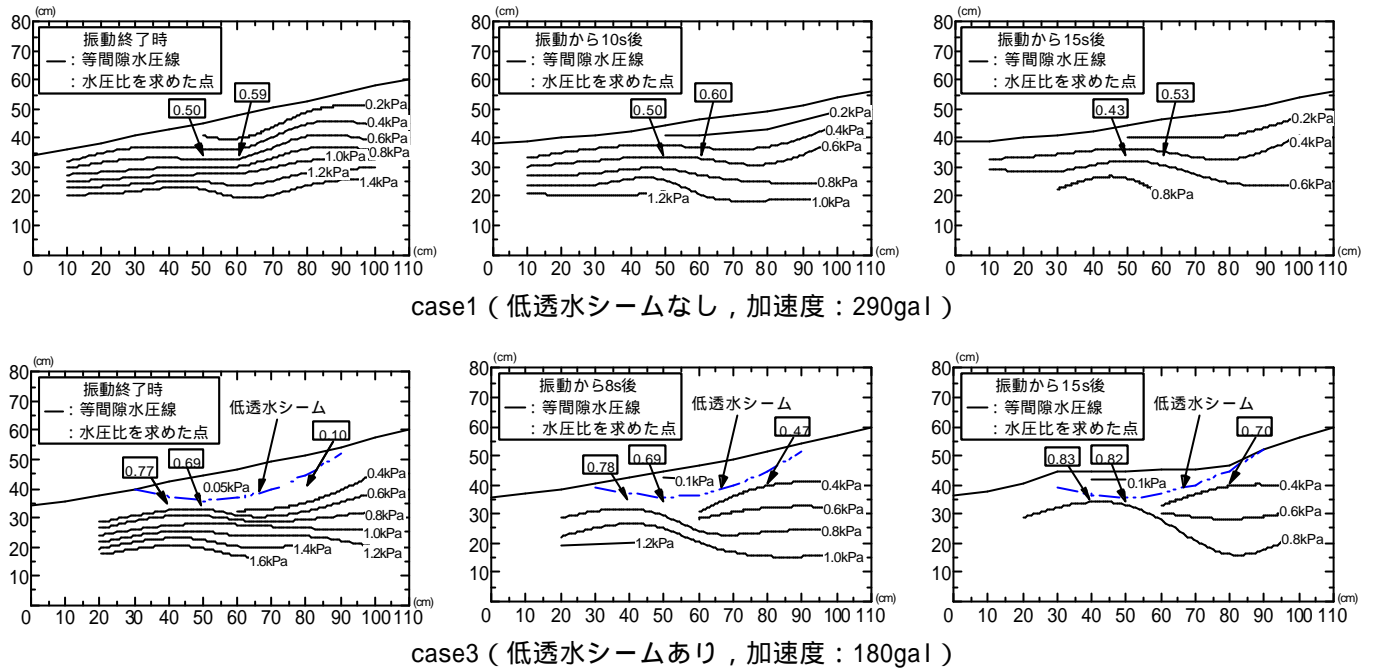


図-5 過剰間隙水圧のコンター図

ていないのにも関わらず、振動後に case2 よりも大きな流動をしている。このことから小さな加速度で加振中にほとんど流動を生じなくても、水膜現象により振動後に大きな流動を生じる可能性がある。

図-5 は case1 と case3 の過剰間隙水圧のコンター図を表したものである。この図から低透水シームがない case1 では時間の経過とともに土槽下部から過剰間隙水圧が消散してゆくのが分かる。それに比べて低透水シームがある case3 についてシームより上部では、流動により多少の変動があるものの、シームにより下部層からの間隙水の供給が抑制されるために水圧が消散するのが早い。シームより下部では、振動終了時には case1 と大きく違わないが、水膜による流動が起きる 8s あたりから低透水シーム下部で水圧が上昇し始め、水膜による流動中の 15s では 0.8kPa まで上昇している。これは、水膜が生成されることにより斜面勾配による上部地盤からのせん断応力が軽減され、シーム直下の水圧が上昇したと考えられる。これを Kokusho は Shear Stress Isolation 効果と呼んでいる<sup>2)</sup>。また、水圧は円弧状シームの最深部に比べて、円弧状シームの両端では水圧の値が小さい。これはシームの両端から水膜として溜まっていた水が抜けてしまい、水圧が高い値にまで上昇しないためである。ここで過剰間隙水圧比に注目すると、case1 では単調に下がるのに対して、シームがある case3 では、水膜の生成により水圧比が上がるものの、やはり円弧状シーム上流側の水圧比が下流側ほど上昇していない。このことから水膜による流動時にシームに沿って発揮されるせん断抵抗力が円弧状シームの上流側と下流側で異なるものと考えられる。

また、加速度が大きい case2 では実験中に水膜の生成されるのが見られたが、加速度が小さい case3 では局部的に撮影した CCD カメラの映像からも明確な水膜は見られなかった。これは加振の強さに違いによって、下部地盤の液状化の程度が case3 の方が小さかったためであると考えられるが、それにも関わらず case3 の方が大流動を起こした。この理由としては、図-5 に示すように水膜による流動時にシーム下部で水圧が上昇していることから、ごく薄くではあるが水膜が生成されたと考えられる。

#### 4. まとめ

- ・ 小さい加速度でも、水膜現象によって時間遅れを伴い大流動が生じる可能性がある。
- ・ 低透水シームがあるケースにおいてシーム下部に沿って求めた水圧比から、シームの場所によって水圧比が異なり、水膜による流動時にシームに沿って発揮されるせん断抵抗力に違いがあると考えられる。

参考文献 1) Kokusho, T.: Water film in liquefied sand and its effect on lateral spread., Journal of Geotechnical Engineering, Vol.125, No.10, ASCE, pp.817-826, 1999. 2) Kokusho, T.: Mechanism for water film generation and lateral flow in liquefied sand layer, Soil and foundations, Vol.40, No.5, pp.99-111, 2000.