

一次元地盤の液状化水膜生成実験における壁面摩擦の軽減効果

中央大学 学生会員 伊藤 力
 中央大学 正会員 國生 剛治
 中央大学 学生会員 故島 哲朗
 中央大学 学生会員 大庭 紀明

1.はじめに

実際の自然地盤は決して均質ではなく、粒径の異なるシルト質砂から礫質砂を含む多くの薄層が重なった構造を成している。このような地盤が地震などの大きなせん断力を受けて液状化を起こした際には、土粒子は沈降するが、その結果、余剰間隙水は地表に向かって相対的に上昇し、その途中に低透水性層があるとその直下に捕捉されて水膜を生成すると考えられる¹⁾。この水膜の存在が、地盤内にせん断抵抗ゼロの面を形成することから、側方流動のメカニズムに大きな影響を及ぼすのではないかと考えられる。

我々はすでに一次元地盤の模型実験により、砂層に挟まれた非塑性シルト薄層の直下に水膜が容易に生成される事を明らかにしている¹⁾。しかし、これまで用いてきたアクリル円筒土槽では液状化後の再堆積時の壁面摩擦が結果に大きな影響を与えてしまう²⁾。そこで今回、そのアクリル土槽の内側にビニールシートの容器を設置し、壁面を二重構造として実験を行い、地盤の液状化後における間隙水圧の変化から、摩擦の軽減効果を検討した。

2.実験方法

図-1 に示すように、case1 では高さ $z=211.5\text{cm}$ 、内径 13cm のアクリル製の円筒土槽に試料を水中落下させ、case2 ではアクリル土槽の内側に内径 12.6cm の円筒形ビニールシートを自立させ、その中に試料を水中落下させて、それぞれ飽和したゆる詰め模型地盤を作成する。

case2 における摩擦軽減を試みた方法について説明する。厚さ 0.2mm で、地盤を作成させた時に膨張しない様に網目を張り巡らせたビニールシートの筒を従来のアクリル土槽の内側に自立させ飽和地盤を作成後、アクリルとビニールの間に水を充填してから液状化実験を行った。この構造により、液状化後の模型地盤は壁面のビニールと共に沈下する事によって、ビニールにはしわがより、液状化から回復した後の砂層における壁面摩擦の影響が軽減される。また、この際、水圧計は上部より地盤内に挿し込む方法をとる。

この実験で用いた試料の透水係数は細砂が約 0.04cm/s 、シルトが約 $2 \times 10^{-4}\text{cm/s}$ であり、粒度分布については図-2 に示すとおりである。この実験ではバネの力を用いた打撃機によって、土槽に一定の打撃力を加え、砂層全体を瞬時に液状化させ、この時の過剰間隙水圧を6個の間隙水圧計で測定する。また、生成される水膜の厚さと砂層の沈下量をデジタルビデオ

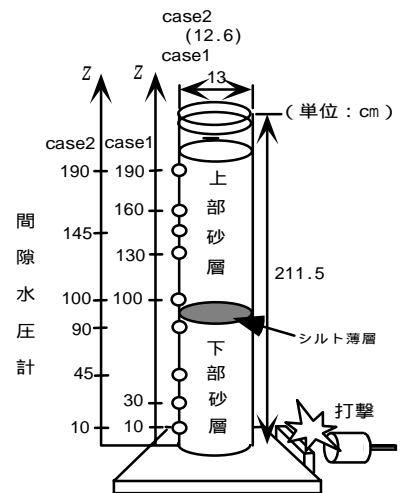


図-1 実験装置の概要

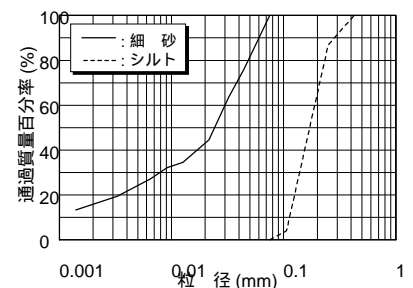


図-2 粒径加積曲線

表-1 実験条件

	試料	case1 (アクリル壁面)		case2 (ビニール壁面)	
		層厚(cm)	相対密度(%)	層厚(cm)	相対密度(%)
上部砂層	細砂	104.4	7	104.5	7
中間層	シルト	0.4	-	0.4	-
下部砂層	細砂	95.2	29	95.0	33

<Keyword> 水膜 摩擦 液状化 動水勾配 浸透力

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

カメラで撮影する。

今回の実験条件は表-1 のとおりであり、case1,2 共に壁面の構造以外は、ほぼ同条件の下で実験を行った。

3. 実験結果及び考察

図-3 は過剰間隙水圧の時間的変化を表したものであり、高さは初期高さで除して無次元化してある。図-4 は沈下量及び水膜の厚さを表したものである。

なお、case2 において水膜の厚さの形跡が途中で切れているのは、60s 付近でシルト層が破れてしまい水膜として存在しなかった為である。

この実験においてどちらの case でも水膜は生成された。すなわち液状化直後から、上部及び下部砂層のそれぞれの最下部より砂粒子が再堆積していき、余剰間隙水は相対的に上昇するが、下部砂層ではシルト層の低透水性により妨げられ、シルト層の直下に捕捉される。この時、シルト層では限界動水勾配より高い動水勾配にさらされ、余剰間隙水の上向きの浸透力によって上部砂層がもち上げられる³⁾。

液状化から回復する過程で、上部砂層はその最下部から再堆積して有効応力が回復するが、その為に水平応力が壁面との間に摩擦として影響を及ぼす。実地盤では存在しない壁面摩擦を軽減した場合の挙動を知る事が重要である。水膜が生成される時の過剰間隙水圧の時間的変化は、壁面の構造によって大きく異なる事が図-3、図-4 からわかる。図-3 における破線は水膜の厚さが最大の時(図-4 に矢印で示す)の水圧値である。この時、下部砂層は再堆積がほぼ終了している。case1 では下部砂層の再堆積終了時に取るべき理論水圧値よりも低い値を取っているが、case2 ではほぼ理論値を取っている。case1 では模型地盤とアクリル壁面の間に摩擦が作用し、その分だけ水圧値が低い値を取る。それに対し、ビニールシートによる二重構造の場合、水膜より下部の水圧は理論値あるいはそれを多少下回る値を保っており、摩擦軽減の効果が発揮されている。それにより水膜の生成時にシルト層で生じる動水勾配は、摩擦の軽減された case2 の方が大きくなり、間隙水が上部へ排出される速度も速く、水膜は早く消散し砂層全体の有効応力も早く回復する。

4. まとめ

- ・ビニールシートを用いた二重構造の壁面とした液状化実験では、アクリル壁面の実験よりはるかに壁面摩擦が軽減された。
- ・摩擦が軽減された地盤において、液状化後に生成された水膜は、摩擦のある土槽での実験より早く消散する。

<参考文献> 1) 國生剛治：水膜現象が液状化砂層の側方流動へ与える影響、土と基礎、Vol.47、No.4、pp11-14、1999 2) Kokusho, T.: Water film in liquefied sand and its effect on lateral spread, Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering Division, ASCE, Vol.125, No.10, pp817-826, Oct.1999 3) Kokusho, T., Kojima, T., and Nonaka, N.: Emergence of water film in liquefied sand and its role in lateral flow, 12WCEE2000, Topic05 Geotechnical Engineering, file: 0946.jtd

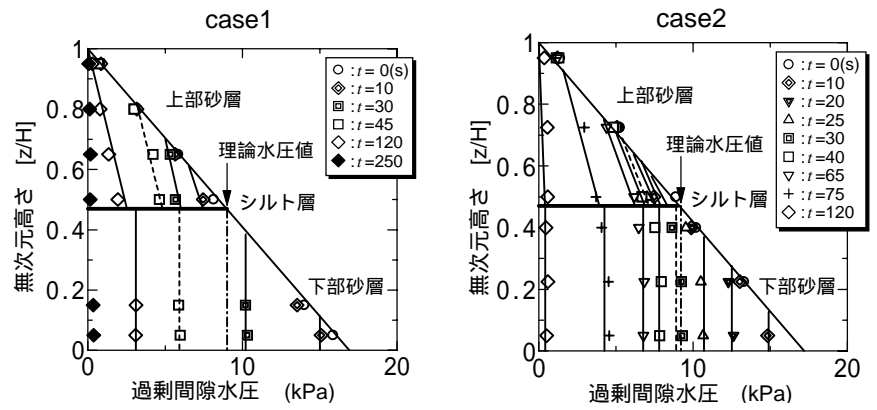


図-3 過剰間隙水圧の時間的変化

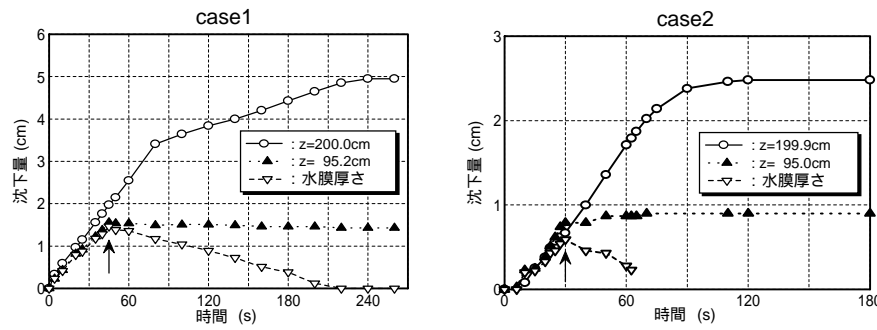


図-4 沈下量及び水膜の厚さ