

中央大学理工学部 学生員 故島 哲朗

同 上 正会員 國生 剛治

同 上 学生員 中野 孝威 野中のぞみ

1. まえがき

自然地盤は、透水係数の異なる多くの層から構成されているのが通例である。その透水性の違いにより液化に伴う間隙水の上昇流は、透水性の低い層の直下に水膜を形成する。そして、液化化後の地盤の側方流動に影響をもたらしているのではないのかと考えられる。¹⁾ この現象の重要性を考慮して、液化化した地盤において、透水性の低い層の直下に水膜ができる現象を水膜現象 (WFE: Water Film Effect) と呼ぶことにする。

実地盤において、側方流動は地震継続中だけでなく、終了後にも発生したケースが報告されている。また、わずかな地表面の傾斜でも生じていることが報告されている。²⁾ 本研究では、水膜が形成されるかされないかで、側方流動の流動メカニズムにどのような違いが生ずるのかを模型地盤の振動台実験により明らかにすることを目的としている。

2. 実験方法³⁾

図-1 に示すように、内寸法 $800 \times 500 \times 400\text{mm}$ の透明アクリル矩形土槽に細砂を水中落下させ、所定の傾斜角の飽和したゆる詰め模型斜面を作成する。このとき、透水性の低いシルト層を円弧状にはさみ込むようにする。一方、これと比較するため、シルト層をはさまない、均一砂層の模型斜面も作成する。細砂、シルトの粒度分布を図-2 に、細砂の物理特性を表-1 に示す。そして振動台により、斜面直交方向に振動を加えて、液化化実験を行った。この方向に振動を加えることにより、斜面の流動は振動の慣性力によらない、重力によるもののみで限定できる。また、流動の様子を観察するため土槽の内壁に格子状に、 $100 \times 100\text{mm}$ のマーカーをつけておき、その流動をビデオで撮影する。

ここでは、(a) シルト層をはさんだ場合、(b) シルト層をはさまない場合、の2ケースについての実験結果を述べることにする。表-2 にそれぞれのケースの実験条件を、図-3 に入力加速度の時刻歴を示す。

3. 実験結果と考察

図-4 に振動前から振動終了時まで、振動終了時から流動終了時までの斜面の流動を、図-5 に代表点の移動量を示す。どちらの模型斜面も振動が終了するまでは、砂層の上部が

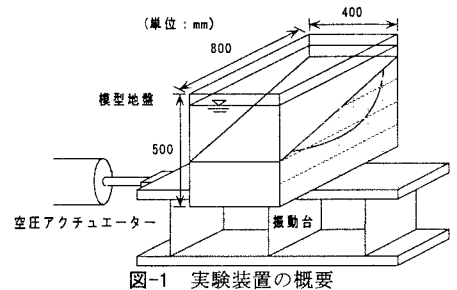


図-1 実験装置の概要

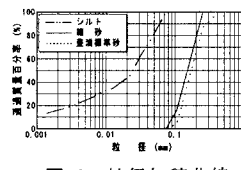


図-2 粒径加積曲線

表-1 細砂の物理特性

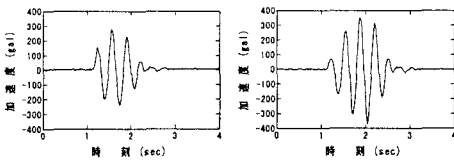
土粒子密度 (g/cm^3)	2.735
最大密度 (g/cm^3)	1.564
最小密度 (g/cm^3)	1.227
最大間隙比	1.229
最小間隙比	0.749

表-2 実験条件

		(a)	(b)
		シルト層有り	シルト層無し
模型地盤	平均勾配 (%)	30.4	31.4
	乾燥密度 (g/cm^3)	1.284	1.278
	間隙比	1.131	1.140
振動台	相対密度 (%)	20.5	18.5
	振幅 (mm)	16	16
	周波数 (Hz)	3	3
	振動波数	約 3	約 4

キーワード：液化化、透水性、動的、振動台実験

中央大学理工学部土木工学科 (〒112 文京区春日 1-13-27 Tel 03-3817-1799 Fax 03-3817-1803)



(a) シルト層有り (b) シルト層無し

図-3 入力加速度の時刻歴

一様に側方流動を起こしているのがわかる。このとき、シルト層が無い場合と異なり、シルト層をはさんだ方の模型斜面は、シルト層の直下に水膜を形成した。

そして振動が終了したあと、シルト層をはさまない模型斜面は流動がほぼ停止してしまうのに対し、はさんだ方はシルト層より上部の層だけが流動を継続した。振動が終了したあとにも流動が継続されるのは、水膜により上部の層が支えられた状態となるため、つまり水膜によってせん断抵抗がゼロになるためと考えられる。よって、シルト層の有無による砂層の変形モードは大きく異なる。シルト層をはさまない場合は、変形はある深度より上で、ほぼ一定のせん断ひずみで連続的に生じているのに対し、

シルト層をはさんだ場合には、水膜を境に不連続な変形が生じている。さらにシルト層をはさんだ方が、図-3に示すように入力加速度の最大値が小さく、振動波数も少ないのに、最終的な流動量が多いのがわかる。

このように、水膜の存在は側方流動現象の継続時間、流動モードなどに、大きな影響を及ぼしていることがわかる。

4. まとめ

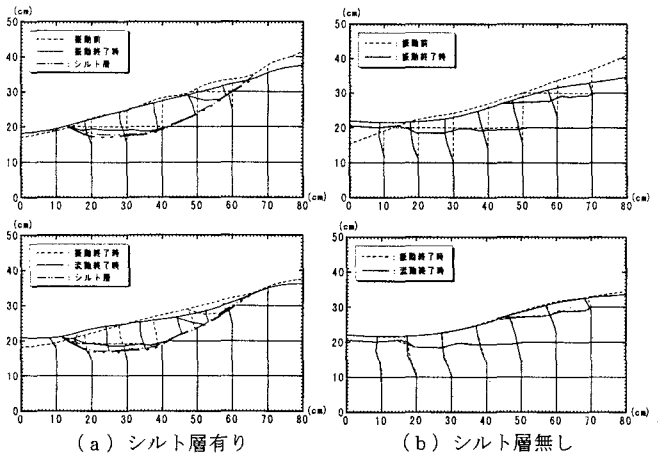
本実験により、定性的に以下の点が明らかになった。

- ・地盤の流動を考える場合、砂層が透水性の異なる重層構造からなっているということを考慮に入れる必要がある。
- ・振動が継続していなくても水膜に沿った流動は継続する。

この実験においては水膜現象の影響を強調して示すために、円弧状のシルト層を入れたが、自然地盤においてはシルトはむしろ水平に入っていることが多い。今後、このことを考慮に入れた実験と、水膜の基本的な生成条件などについて、定量的検討に入っていく予定である。

参考文献

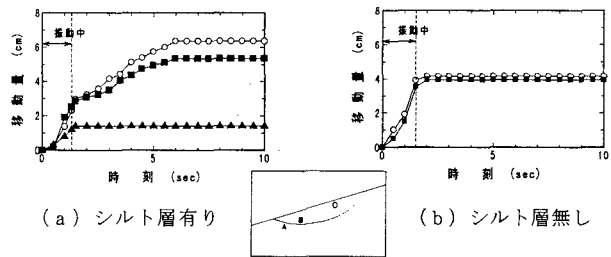
- 1) Seed, H.B.: Design problems in soil liquefaction, Journal of GE, ASCE vol.113, No.8, 1987.
- 2) 浜田政則、安田進、磯山龍二、恵本克利: 液状化による地盤の永久変位の測定と考察、土木学会論文集、No.376、III-6、pp.211-220、1986.
- 3) 國生剛治、渡邊一洋: 液状化地盤の側方流動に及ぼす水膜現象(WFE)の影響、第24回地震工学研究発表会講演論文集、pp.545-548、1997.



(a) シルト層有り

(b) シルト層無し

図-4 振動前～振動終了時、振動終了時～流動終了時の流動の様子



(a) シルト層有り

(b) シルト層無し

図-5 代表点の移動量