

Ⅲ-A162

水膜現象（WFE）が流動メカニズムに与える影響に関する模型実験

中央大学理工学部 学生員 野中 のぞみ
同 上 正会員 國生 剛治
同 上 学生員 故島 哲朗
同 上 学生員 中野 孝威

1. はじめに

自然地盤は堆積構造を反映し、シルト質から礫質までの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、液状化時の上昇間隙水流は低透水性層直下に水膜を形成する。これが液状化後の地盤の流動メカニズムやすべり破壊形態に影響をもたらしているのではないかと考えられる。この現象の重要性を考慮して、液状化地盤において、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。

我々は既に、円弧状シルト層の存在により、液状化による間隙水の上昇流がシルト層直下に水膜を形成し、それが側方流動の流動メカニズムに影響を与えることを明らかにしている。²⁾ また、長辺方向に振動させた場合については既に報告しているため、³⁾ ここでは短辺方向に振動させた場合についてのみ報告を行う。この方向に振動を与えることで、流動に与える振動による慣性力の影響を除くことができる。本研究では水膜がすべり破壊の流動メカニズムにどのような影響を与えるかを、実際の地盤条件により近い水平成層地盤を対象とした模型地盤を作成し、振動台実験を行った。

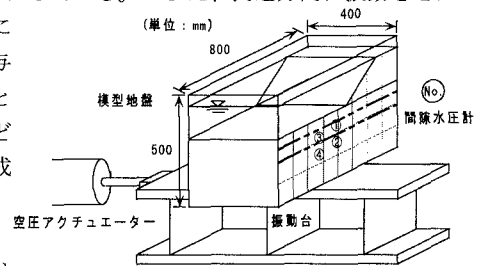


図-1 実験装置

2. 実験概要

図-1 に示すような寸法 800 × 500 × 400 mm の透明アクリル製矩形土槽に細砂を水中落下させ、水平な飽和ゆる詰め模型地盤を作成する。このとき、水平成層地盤の重層構造を表現するため実験に用いる細砂試料より透水性の低い非塑性シルトを水平に2層はさみ込む(case1)。一方、これと比較するため、シルト層をはさまない、均一砂層の飽和ゆる詰め地盤も作成する(case2)。いずれの場合も水平砂層上に、それ自身が液状化しないように粗砂を用いて盛土を作成する。そして振動台により加振し、流動量を測るため土槽内壁に 100 × 100 mm の格子状に貼りつけたマーカーの流動の様子をビデオで撮影する。

また、細砂の物理特性は表-1 に、実験条件は表-2 に、試料の粒度分布は図-2 に示す通りである。

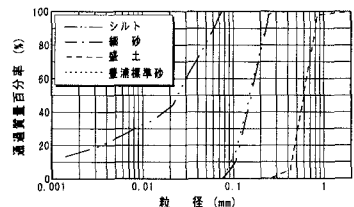


図-2 粒径加積曲線

3. 実験結果と考察

各ケースの振動前から振動終了後までの流動の様子と case1 の振動終了後から流動終了後までの流動の様子を図-3 に、また各ケースにおける代表点の移動量を図-4 に、加速度と間隙水圧の時刻歴を図-5 に示す。

間隙水圧の時刻歴よりシルト層がない場合に比べてある場合の方が間隙水圧の逸散が抑制されているのがみてとれる。また図-3 より、振動を受けた模型地盤は、上載荷重によりすべり破壊を起こしていることがわかる。このときシルト層をはさんだケースでは地盤の液状化に伴う間隙水の上昇流により、シルト層直下に水膜が形成された。振動が終

表-1 細砂試料の物理特性

土粒子密度 (g/cm ³)	2.717
最大密度 (g/cm ³)	1.631
最小密度 (g/cm ³)	1.279
最大間隙比	1.124
最小間隙比	0.666

表-2 実験条件

	case	1	2
地盤	シルト層	あり	なし
相対密度 (%)		14.0	19.0
質量 (g)		20377.6	20376.3
体積 (cm ³)		13050.0	13402.9
振動台	振幅 (mm)	16	16
	周波数 (Hz)	3	3
	振動波数	3	3

キーワード：液状化・振動台実験・動的

連絡先：〒112-8551 文京区春日 1-13-27 中央大学理工学部土木工学科 TEL03-3817-1799 FAX03-3817-1803

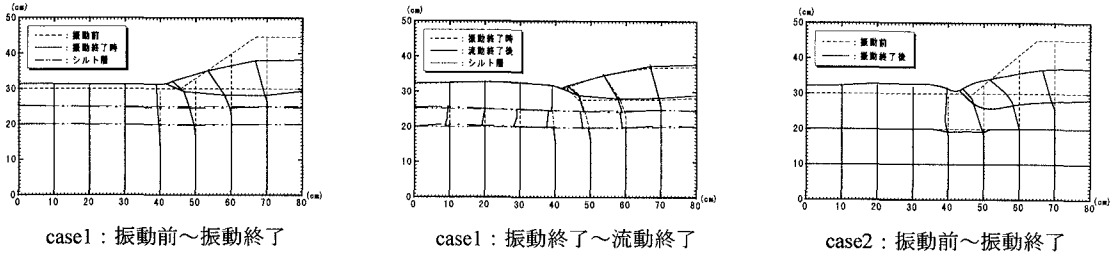


図-3 マーカーの流動の様子

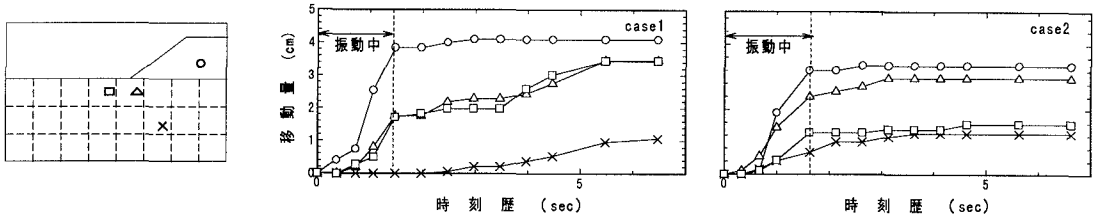


図-4 代表点の移動量

了するまでの流動はシルト層の有無に関わらず違いがみられない。しかし、それ以降の流動は case2 ではみられなかったのに対し、case1 ではシルト層を境に不連続に流動しているのがわかる。また、図-4 の代表点の移動量をみても、シルト層をはさまない場合は振動終了と同時に流動がほぼ停止するのに対し、シルト層をはさんだ場合は、振動終了後も、流動を続けていることがわかる。

以上の結果より、地盤中のシルト層の存在、すなわちそれにより形成された水膜の存在により、シルト層上部の層は水膜の上に浮いた状態となり、シルト層との間のせん断抵抗はゼロに近づく。この条件下で上載荷重を受けると、この面を境に側方に大きく流動を起こしうる。このように、水膜現象は液状化した砂地盤の流動メカニズムに影響を及ぼすと考えられる。

4. まとめ

本実験により、定性的ながら以下の点が明らかになった。

- ・砂層地盤中にシルト層をはさみだために形成された水膜が、地盤の流動メカニズムに影響を与えている。
- ・シルト層をはさんだ場合、はさまない場合に比べて、側方流動による変形量が大きくなる傾向がある。
- ・上載荷重が存在するとき、地震の慣性力によらずその重量のみにより、水膜に沿った流動が生じる。
- ・液状化により水膜が形成されたとき、せん断抵抗がゼロの潜在すべり面が流動の不連続性をもたらし、振動後もすべり面による側方流動が継続される可能性がある。

<参考文献>

- 1) Seed, H.B.: Design problems in soil liquefaction, Journal of GE, ASCE vol.113, No.8, 1987. 2) 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 3) 國生剛治、中野孝威、故島哲朗、野中のぞみ：水膜現象(WFE)が側方流動に与える影響に関する模型実験、第34回地震工学研究発表会

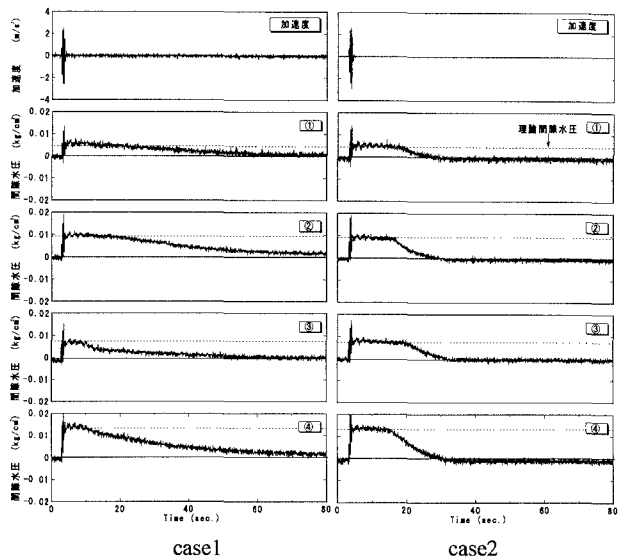


図-5 加速度と間隙水圧の時刻歴