

# (III-99) 水膜現象(WFE)が液状化地盤の流動メカニズムに与える影響(その1)

## — 流動メカニズムの検討 —

中央大学理工学部 学生員 倉田 康二

同 上 正会員 國生 剛治

同 上 学生員 野中のぞみ、坂本 栄太

### 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。

本研究では、側方流動が生じやすい条件を意図的に導入したゆる詰め飽和斜面地盤に細砂より低透水性のシルト層を水平にはさんだ模型地盤を作成し、液状化実験を行った。そして、シルト層をはさまない均一砂層の挙動とを比較し、水膜現象の流動メカニズムに与える影響を定性的に明らかにすることを目的としている。

### 2. 実験概要

図-1に示すような内寸法  $800 \times 500 \times 400\text{mm}$  の透明アクリル製矩形土槽に細砂を水中落下させ、飽和斜面地盤を作成する。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。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。そして振動台を斜面と直行方向に加振させ、流動量を測るため土槽内壁に  $100 \times 100\text{mm}$  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。

### 3. 実験結果と考察

各ケースの流動の様子を振動前から振動終了時までと振動終了時から流動終了時に分けて図-4-1,2に、また図-3に示す代表点(○、×、△)の移動量の時刻歴を図-5-1,2に、さらに加速度と図-3に示す間隙水圧(①~④)の時刻歴を図-6に示す。図-4-1,2より振動を受けた模型地盤は、流動変形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(case2)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。振動が終了するまでの流動は case2 よりも case1 の方が初期相対密度の違いを反映して大きくなっている。しかし、それ以降の流動は case1 ではみられなかったのに対し、case2 ではシルト層を境に不連続に流動しているのがわかる。さらに、case2 では水膜を保持していた2枚のシルト層のうちの上の1枚が破壊されたことによって、ボーリングが発生しシルト層より上部が大きく流動し、斜面下部に堆積する結果となった。また、図-5-1,2の代表点の移動量をみても、case1 は振動終了と同時に流動がほぼ停止するのに対し、case2 は

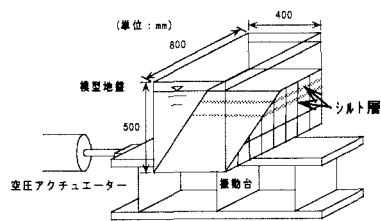


図-1 実験装置の概要

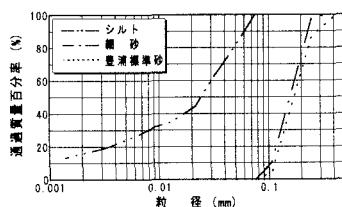


図-2 粒径加積曲線

表-1 細砂試料の物理特性

|                                  |       |
|----------------------------------|-------|
| 土粒子密度 ( $\text{g}/\text{cm}^3$ ) | 2.735 |
| 最大密度 ( $\text{g}/\text{cm}^3$ )  | 1.631 |
| 最小密度 ( $\text{g}/\text{cm}^3$ )  | 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     | なし   |
| 相対密度 (%) | 14.2     | 36.2 |
| 振幅 (mm)  | 16       | 16   |
| 振動台      | 周波数 (Hz) | 3    |
|          | 振動数      | 3    |

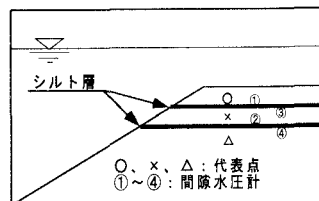


図-3 代表点・間隙水圧計位置図

キーワード：液状化・透水性・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

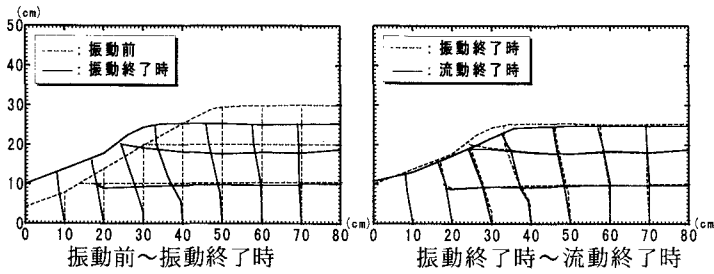


図-4-1 マーカーの流動の様子 (シルトなし)

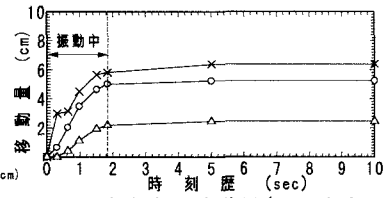


図-5-1 代表点の移動量 (シルトなし)

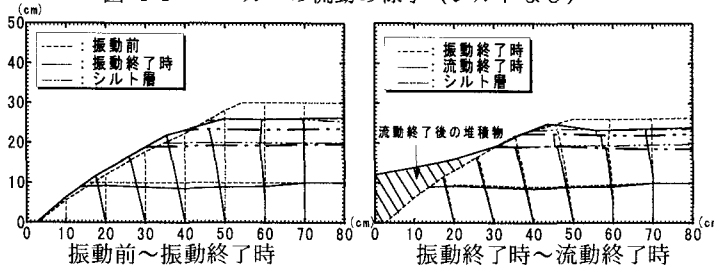


図-4-2 マーカーの流動の様子 (シルトあり)

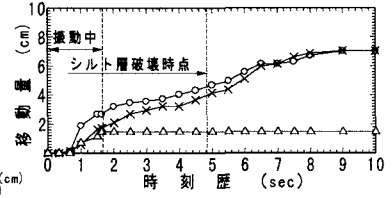


図-5-2 代表点の移動量 (シルトあり)

振動終了後も、流動を続けていることがわかる。また、図-6 よりわかるように、間隙水圧は 10 秒以上の間上昇しており、その上昇値はシルト層のない場合の方がむしろ大きい。この水圧は振動終了時の砂層の形状から水中重量により計算した有効上載圧に一致しており、間隙水圧が 100%上昇していることがわかる。シルト層のある場合は②、④の水圧がケース 1 に比べてとくに小さいが、これらの水圧変化の解析については今後の検討が必要である。

以上の結果より、地盤中に低透水性のシルト層が存在することにより水膜が形成され、シルト層より上部の層は水膜の上に浮いた状態となり、シルト層直下はせん断抵抗はゼロになるので、このような流動の現象がみられるものと考えられる。

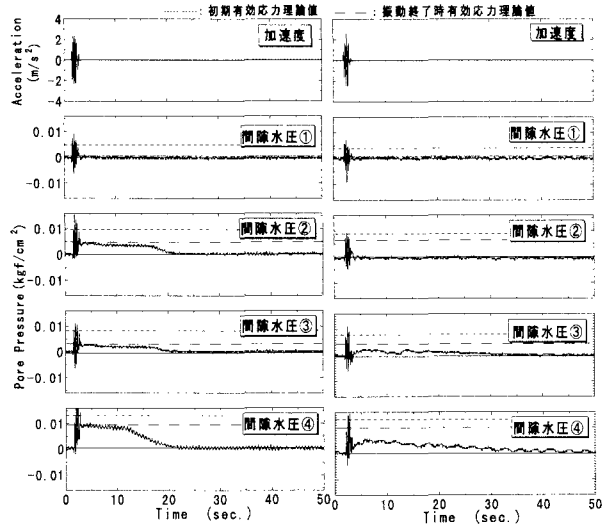
#### 4. まとめ

本実験より、定性的ながら以下のような点が明らかになった。

- ・砂層地盤中にシルト層をはさむことにより形成された水膜が、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ケースでは、はさまないケースより側方流動による変形量が大きくなる傾向がある。
- ・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、振動後に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 G.E., 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：水膜現象が側方流動に与える影響に関する模型実験、第 33 回地盤工学研究発表会講演論文集, pp.925-926, 1998.



シルト層なし                      シルト層あり  
図-6 加速度と間隙水圧の時刻歴