

Ⅲ-A119 水膜現象が液状化地盤の側方流動メカニズムに及ぼす影響に関する模型実験
 - 間隙水圧変動との関係 -

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 倉田康二
 同 上 学生員 坂本栄太

1. はじめに

過去の報告された地震の被害例の中には、地盤の液状化に伴う側方流動によるものが多くある。その中には、側方流動が地震時ばかりではなく、地震が終了した後起こったことが明らかにされている例もある。このことは、側方流動の起こる原因の多くは地震の慣性力というよりもむしろ地盤の高低差によるせん断力である事を示している。また、地盤がわずかに傾斜している地点でも、側方流動による変位が生じた例も報告されている。

通常、自然地盤は堆積構造を反映した、透水性の異なる多くの層からなる重層構造を形成している。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。著者らはこのような現象を水膜現象(WFE; Water Film Effect)と呼んでいる。

既に著者らは水膜現象が側方流動の流動メカニズムに大きな影響を与えることを、円弧状シルトを挟んだ斜面³⁾、盛土下に水平シルト層を挟んだ水平地盤³⁾、水平シルト層を挟んだ斜面地盤⁴⁾についての模型振動台実験により明らかにしてきた。本研究では水膜の影響を間隙水圧の上昇をふまえて明らかにするため、円弧状シルト層を挟んだ台形斜面の模型地盤を作成し、振動台実験を行った。

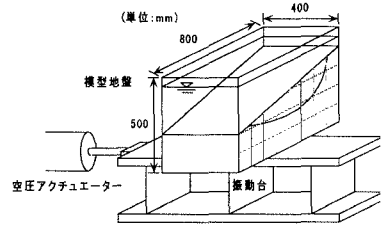


図-1 実験装置

2. 実験概要

図-1 に示すような内寸法 800 × 500 × 400mm の透明アクリル製矩形土槽に細砂を水中落下させ、傾斜した飽和ゆる詰め模型地盤を作成する。この時、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円弧状に挟み込む(シルトあり)。また、シルト層を挟まない均一な飽和ゆる詰め地盤も作成し(シルトなし)、比較する。これらを振動台により、短辺方向に振動を加える。この方向に振動を加えることで、振動による慣性力が流動に与える影響を除くことが可能になる。この流動量を計測するため、土槽内壁に 100 × 100mm の格子状に貼り付けたマーカーの流動をビデオで撮影する。なお、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。

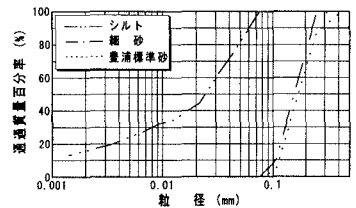


図-2 粒径加積曲線

表-1 細砂の物理特性

土粒子密度 (g/cm ³)	2.717
最大密度 (g/cm ³)	1.640
最小密度 (g/cm ³)	1.216
最大間隙比	1.234
最小間隙比	0.657

3. 実験結果と考察

流動の様子を図-3 に、間隙水圧の時刻歴を図-4 に示す。また、代表点と間隙水圧計の位置を図-5 に、代表点の移動量を図-6 に示す。

図-4 より、振動を受けた模型地盤はすべり破壊を起こしていることが分かる。この時、シルト層を挟んだ場合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

表-2 実験条件

地盤	シルト層	
	あり	なし
振動台	相対密度 (%)	25.8 22.0
	振幅 (mm)	12 12
	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 東京都文京区春日 1-13-27 中央大学理工学部土木工学科 TEL 03-3817-1799 FAX 03-3817-1803

流動はシルト層の有無による大きな違いはみられない。しかし、それ以降の流動はシルト層を挟まない場合では見られないのに対し、シルト層を挟んだ場合ではシルト層を境に不連続な流動が生じていることが分かる。

図-4 は間隙水圧の時刻歴を示しており、図中の破線は振動終了時の断面変形を考慮して算出した理論上の有効応力値である。シルト層を挟まない場合に比べて挟んだ場合の方が間隙水圧の逸散にかかる時間は長くなっていることが分かる。しかしシルト層を挟まない場合でも振動終了時にはまだ間隙水圧が低下し始める段階に至っていないことは図-4 から判断できるが、それにもかかわらず振動終了後流動は停止してしまう。①と②の間隙水圧の上昇量はシルト層の有無によらずいずれも有効応力の理論値に比べかなり低いが、これは斜面上流部に働くせん断力により正のダイランシーが生じるためと考えられる。また③と④の間隙水圧に注目すると、シルト層を挟んだ場合は挟まない場合に比べて図中に矢印で示すように間隙水圧がピークに達する時間が遅くなっていることが分かる。この、振動後から4~5秒間というのは図-6 より、シルト層より上部が大きく流動している時間であり、ここに大きなせん断力が働いたため、ダイランシーにより間隙水圧が上昇しにくかったためと推定できる。また、図-6 の代表点の移動量を見ても、シルト層を挟まない場合は振動終了と同時に流動が停止するのに対し、シルト層を挟んだ場合は振動終了後も流動が継続される。

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。

- ・砂層地盤中にシルト層を挟み込んだために形成された水膜が、せん断抵抗がゼロの潜在すべり面となり、振動終了後も側方流動が継続するなどの地盤の流動メカニズムに大きな影響を与えている。
- ・地盤が傾斜しているとき、地震の慣性力によらず、地盤の高低差によるせん断力のみにより、水膜に沿った流動が生じる。
- ・大きな流動が見られる箇所ではせん断力によるダイランシーにより間隙水圧は上昇しない。

<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回地震工学研究発表会講演論文集, pp.925-926, 1998.

4) 國生剛治、野中のぞみ、坂本栄太、倉田康二：水膜が液状化地盤の側方流動に及ぼす影響に関する模型実験、第34回地震工学研究発表会、投稿中

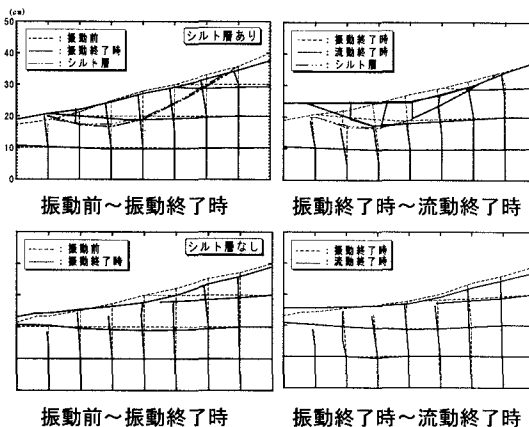


図-3 流動の様子

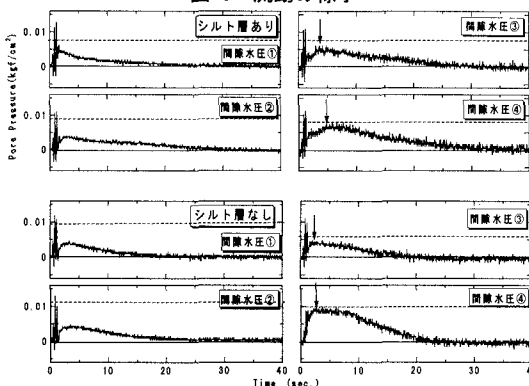


図-4 間隙水圧の時刻歴

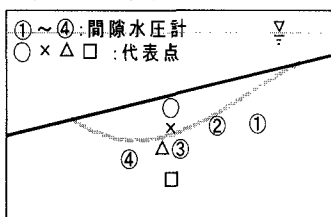


図-5 代表点の位置

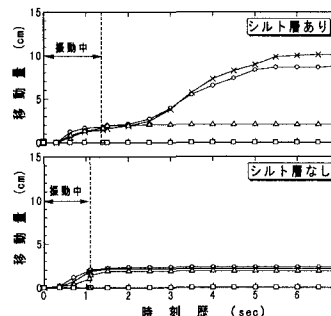


図-6 代表点の移動量