

Ⅲ - A 126

地盤の側方流動に及ぼす水膜現象の影響についての模型実験

中央大学理工学部 正会員 國生 剛治
同 上 正会員 ○渡邊 一洋

1. まえがき

兵庫県南部地震(1995年)では護岸の背後地盤が側方流動をおこし、橋梁やタンク、建屋の基礎などに多大の影響を与えた。同様の被害は新潟地震(1964年)、日本海中部地震(1983年)などの液状化地盤でも顕著であり、また諸外国でも多くの例が指摘されている¹⁾。これらの被害のケーススタディーでは、側方流動が地震継続中だけでなく終了後も継続する場合が多いことが指摘されている。また、このような側方流動は極端な場合、非常にわずかな地表面の傾斜角によっても生じることも指摘されている²⁾。

本研究は、砂の透水性のわずかな違いで液状化後の砂層中に水膜が形成されることに注目し、それが地盤の安定性に大いに影響するのではないかと考え、意図的に水膜現象(water film effect)が生じやすい条件の模型地盤を作成し、それが側方流動の生じ方に及ぼす影響を定性的に明らかにすることを目指している。

2. 実験概要

図-1に実験装置、図-2、表-1に試料の諸性質を示す。試料の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地盤を下層、シルト層、上層の順に作成する。このときシルト層は意図的に円弧状に薄く作成する。振動は空圧アクチュエーターにより板バネ振動台を加振する。また流動を観測するために100mm×100mmの格子状にマーカーを配置し、その流動の様子をビデオ撮影する。

3. 実験結果と考察

本報告では表-2に示す条件で行ったものについて考察する。なお、いずれも全く同じ加速度を振動台に入力している。CASE I、IIは平均勻配約30%の均一な模型地盤、及びシルト層を挟み込んだ模型地盤、CASE IIIは平均勻配約20%のシルト層を挟み込んだ模型地盤である。CASE Iの加速度入力前から加速度消散の瞬間までの流動の様子を図-3に、その時から流動が終了するまでの様子を図-4にそれぞれ示す。同様にCASE IIはそれぞれ図-5、6に、CASE IIIはそれぞれ図-7、8に示す。また、CASE IIにおける加速度と4個の間隙水圧計の時刻歴を図-9に示す。間隙水圧計の番号は図-1に示すものと対応しており、②はデータ不良であるがシルト層上部の①とシルト層下部の③、④を比較するとシルト層により間隙水圧の逸散が抑制されている様子が見られる。CASE IIIでも同様の挙動を示している。CASE IとIIにおいて図-3、5を比較すると、加速度が消散するまでの流動はシルト層の有無にかかわらずあまり違いが見られない。しかし、それ以降の流動は図-4、6を比較するとCASE Iでも多少は流動が見られるが、CASE IIではシルト層を境に大きく流動していることがわかる。実際、模型地盤に振動を加えると液状化を起こすが、シルト層がある場合その層の直下に水膜が形成され始め、徐々に水膜が成長し、その水が抜けてしまうまでの10秒程度の間にはシルト層より上部が大きく流動する様子が観察できる。これは、液状化により間隙水の上昇流が生じるが、透水性の違いによりシルト層の直下に水膜が形成さ

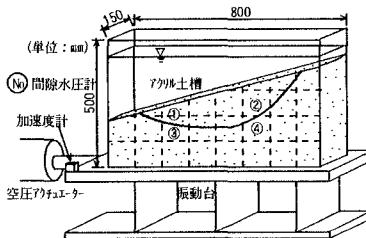
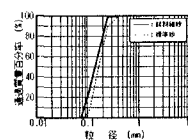


図-1 実験装置の概要



土粒子密度 (g/cm ³)	2.723
最大密度 (g/cm ³)	1.559
最小密度 (g/cm ³)	1.227
最大間隙比	1.219
最小間隙比	0.747

図-2 粒径加積曲線 表-1 試料の諸性質

	CASE	I	II	III
シルト層		なし	あり	あり
模型	平均勻配 (%)	30.1	33.9	22.9
地盤	乾燥密度 (g/cm ³)	1.272	1.280	1.282
	間隙比	1.141	1.127	1.124
振動台	相対密度	0.165	0.194	0.202
	振幅 (mm)	16	16	16
振動台	周波数 (Hz)	3	3	3
	振動波数	3	3	3

表-2 実験条件

これは、液状化により間隙水の上昇流が生じるが、透水性の違いによりシルト層の直下に水膜が形成さ

キーワード:液状化・振動・透水性・動的・模型実験

連絡先:〒112 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

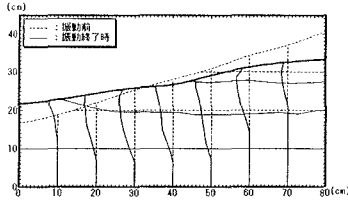


図-3 振動中の変位量 (CASE I)

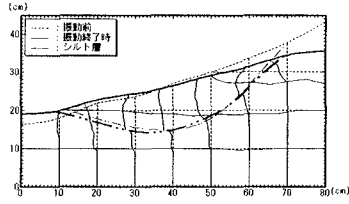


図-5 振動中の変位量 (CASE II)

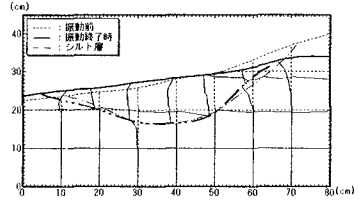


図-7 振動中の変位量 (CASE III)

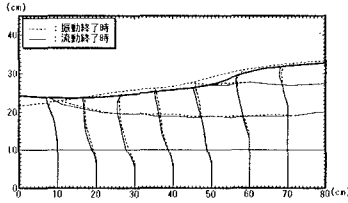


図-4 振動終了後の変位量 (CASE I)

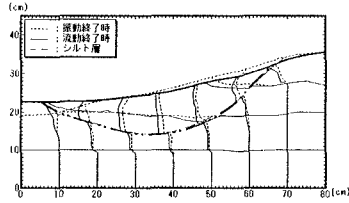


図-6 振動終了後の変位量 (CASE II)

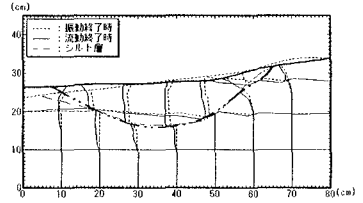


図-8 振動終了後の変位量 (CASE III)

れ始め、振動が終了した後もある程度まで成長し続けるため、それより上部は水膜が存在する間は水膜上に浮かんでいるような状態となり、摩擦抵抗が0に近づくのでこのような現象が見られると考えられる。また、CASE II より小さな勾配のCASE III でも同様の現象が見られることが図-7、8からわかる。

4. 結論

透水性の低い薄いシルト層を円弧状に挟み込んだ表面が傾斜した飽和砂層の振動台実験を行い、液状化に伴って発生する側方流動を観察した。その結果、

- ①液状化によりシルト層の直下に水膜が形成され、それが成長した時点で円弧状のシルト層の下部に沿っての流動が生じる。
- ②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。

今回の基礎実験では現象を単純化して観察するために、意図的に円弧状のシルト層を砂層中に導入して実験を行った。実際の砂地盤は図-10に概念的に示すように堆積構造を反映した透水係数の異なるいくつかの層から構成されており、透水性の低い層の直下には液状化後に水膜が形成されると考えられる。そして、このような水膜現象によって、側方流動の変形モードや発生時期、さらには埋設基礎構造体が大きな影響をうけると考えられる。

今後は流動が慣性力の影響を受けないように短辺方向に振動を加えたときの流動の観察、さらにはこの水膜現象の発生条件についての基礎的検討を進める予定である。

< 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 ほか 「液状化による地盤の永久変位の測定と考察」 土木学会論文報告集 No.376, 1986

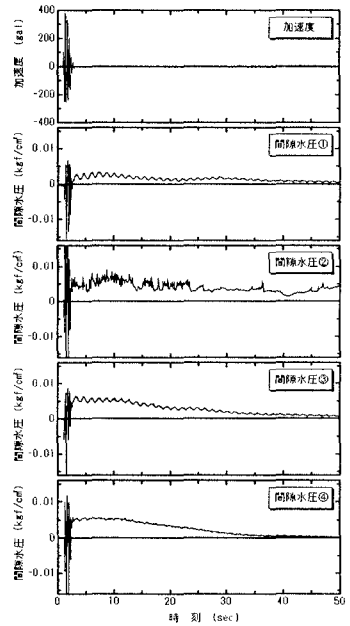


図-9 加速度と間隙水圧の時刻歴

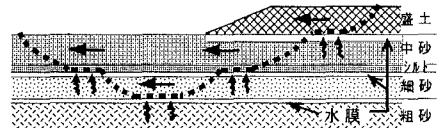


図-10 地盤の簡略図