中央大学 正会員 國生 剛治

学生会員 熊谷 有為子 樺沢 和宏 清水 愛子 高橋 哲也

1.目的

過去の地震の被害例には、地盤の液状化に伴う側方流動が多く報告されている。その中には、振動後時間 遅れの流動や地表面勾配が1%以下で流動した例がある。これらの一因として水膜現象が考えられる。実際 の地盤は、成層構造から成っているのが通例である。地盤が地震により液状化し、その状態から回復する際 に土粒子が沈降し、余剰間隙水が地表へ上昇する。その際に地盤中に透水性の低い層があると、その層の下 にこの余剰間隙水が溜まり、水の層ができる。この現象を我々は水膜現象と呼び、地盤内にせん断抵抗が極 めてゼロに近い面が形成され、側方流動に大きな影響を与える¹⁾可能性がある。

今回は、低透水シームを砂層中に挿入した2種類の模型地盤をそれぞれ土槽の短辺方向、長辺方向に加振 させた場合について、水膜現象が振動終了後の側方流動に及ぼす影響について検討した。

2.実験概要

図-1 は実験装置の概略であり、図-2 は実験で使用した土質試料の粒径加積曲線および透水係数である。図-3 は地盤の形状図を表したものである。地盤は共に内寸法 1100×800×600mm の透明アクリル製土槽に細

砂、低透水シーム、細砂の順に水中落下法により緩詰めで堆積させ作製 した。そのうち、傾斜台形地盤と呼ぶものは図-3(a)のように飽和傾斜台 形地盤の間に低透水シームを挟み込んだもの、円弧地盤と呼ぶものは図 -3(b)のように飽和傾斜地盤の間に低透水シームを円弧状に挟み込んだ ものである。これらの模型地盤を 3Hz、3 波の正弦波で加振し、液状化 させ、その流動の様子を観察した。低透水シームには石粉(Ip=0)とカ オリン粘土(Ip=23)を使用した。細砂の土粒子密度は 2.742g/cm³、最 大密度は 1.558g/cm³、最小密度は 1.216g/cm³である。

3.結果と考察

表-1 は地盤の形状ごとにそれぞれ短辺方向,長辺方向に加振した際の 振動中と振動終了後の水圧比および流動量をまとめたものである。水圧 計の位置は図-3 に示すとおりであり、が低透水シームの直下、が土 槽下部である。流動量を測定した代表点も図-3 に示すとおりである。こ の表から、水圧比は低透水シーム直下の値にはあまり差がみられないが、 土槽の深い位置では長辺方向加振の方が大きな値をとることがわかる。

これより、短辺方向加振よりも長辺方向 加振の方が振動中の液状化の程度が大き いと考えられる。また、地盤形状によら ず短辺方向加振に比べて長辺方向加振の 方が振動中の流動量が大きいことがわか る。その理由として、長辺方向加振は加 振方向が斜面の傾斜方向と平行であるこ



キーワード:液状化 水膜 振動台実験 側方流動 連絡先:東京都文京区春日 1-13-27 中央大学理工学部土質研究室 03-3817-1799

低透水シーム 振動台 長辺 方向に加 短辺方向に加 振するケース 义 - 1 実験装置の概略図 100 通過質量百分率(%) - 細砂 k=2×10⁻²cm/s 石粉 k=2×10⁻⁴cm/s -▲- カオリン粘土 k=2×10⁻⁵cm/s 1 000 粒径(mm) 义 - 2 粒径加積曲線

単位·mm

表 - 1 加振方向の異なる実験結果

地盤形状		傾斜台形		円弧	
加振方向		短辺	長辺	短辺	長辺
低透水性シーム		カオリン	カオリン	石粉	石粉
低透水性シームの平均厚さ(mm)		6	5	3	3
相対密度 (%)		32	33	33	34
最大加速度 (gal)		173	167	145	150
初期傾斜勾配 (%)		14	15	24	23
振動終了時の水圧比	水圧計	0.67	0.62	0.69	0.71
	水圧計	0.58	0.68	0.79	0.85
振動中の流動量 (cm)		1.1	1.6	0.7	1.1
振動終了後の流動量(cm)		8.1	11.4	15.2	11.9

と、土槽壁面の拘束を受けにくいこと、液状化の程度の違いが考えら れる。

図-4 は加速度に対する全体流動量と流動率(振動終了後の流動量/ 全体流動量)を表したものである。全体流動量としては、図-3 で示す 代表点の中で最も大きかった流動量を採用した。但し、傾斜台形地盤 の長辺方向加振の場合、マーカー消失のため、測定可能な点を採用し た。まず、図-4(a)、(b)の傾斜台形地盤に注目する。全体流動量の大小 に関わらず、流動率では約 90%の値を示しているケースが多いことか ら、振動中の液状化の程度によらず振動終了後の水膜による流動量が どちらも大きいことがわかる。

次に、図-4(c)、(d)の円弧地盤に注目する。図中の直線と破線はそれ ぞれ短辺方向加振、長辺方向加振の値の近似線である。全体流動量、 流動率はばらつきはあるが長辺方向加振に比べて短辺方向加振の方が 大きな値をとるように見え、ともに加速度の増加に伴って値が減少し ている。また、加速度の増加に伴って短辺方向加振と長辺方向加振の 値の差が広がるが、全体流動量[図-4(c)]よりも流動率[図-4(d)]の 方がその差は大きく、短辺方向加振の方は加速度が大きくなっても水 膜による流動量が大きいことがわかる。加速度が大きい場合に長辺方 向加振の流動率が小さい理由として、加振による慣性力や液状化の程 度が大きくなることで振動中に地盤が大きく崩れやすく、斜面勾配が 緩くなり振動終了後の水膜による流動が起こりにくくなるためだと考 えられる。

4.まとめ

- ・傾斜台形地盤において、水膜が生成されると振動終了後の流動が約 90%となり、流動の大部分が水膜現象によることがわかった。
- ・円弧地盤において、振動中の地盤の変形が大きい場合は、振動終了 後の水膜による流動量が小さく、短辺方向加振では加速度が大きく なっても水膜による流動量が大きいことがわかった。
- ・地盤形状、加振方向によらず水膜現象は側方流動に大きく寄与し、
 加速度が大きい場合でも短辺方向加振の水膜による流動量は大きい
 ことがわかった。

参考文献 1)Kokusho,T.(1999)."Water Film in liquefied sand and its effect on lateral spread.",J.Geotech.Engrg., ASCE,125(10),pp817-826



図 - 4 全体流動量 と振動終了後の流動率