

(III-83) 傾斜した軟弱地盤の動的遠心模型実験

武蔵工業大学 ○学生会員 佐藤 恭孝
 武蔵工業大学 正会員 末政 直晃
 武蔵工業大学 正会員 片田 敏行
 労働省産業安全研究所 正会員 豊澤 康男

1. はじめに

地震により傾斜した緩い砂地盤が液状化すると側方流動をおこし、地盤内の埋設管や、構造物の杭基礎の破壊などに大きな被害を与える。そこで、液状化に伴う側方流動現象のメカニズムを解明し、この現象に対する対策を行うことが必要となってきた。側方流動において、砂がどのように挙動するのかを調べる場合、要素試験では、流動中の砂地盤全体をマクロに捉えることができず、全体における地震時の地盤の応答特性を知ることはできない。そこで本研究は、動的遠心模型実験を行うことにより、液状化した傾斜地盤の振動中の応答特性を調べることを目的とする。

2. 実験方法

遠心装置は、労働省産業安全研究所所有のものを用いた。これまでの加振実験では剛性容器を用いていたが（例えば文献1）、これでは大きな水平変位が発生する側方流動現象を再現できないため、今回新たにせん断土槽を試作した。これは市販のアルミフレーム（厚さ16mm）を組み合わせたもので、内径縦98mm、横280mm、高さ150mmを有する。アルミ枠とアルミ枠との間には、図-1に示すようにナイロン球を並べ、摩擦を軽減している。実験では剛性容器内にこのせん断土槽を取り付け、さらに袋状にしたゴムメンブレンを挿入した。供試体はこのゴムメンブレン内に豊浦標準砂を空中落下させ、相対密度Drが約40%になるように作成した。その後、供試体下部より二酸化炭素を約1時間通気し、脱気水を約3時間かけて注入した。アルミ枠の上下動を防ぐため、最上部のアルミ枠に固定器具を取り付けた後、これを遠心装置のプラットフォームに取り付けてある加振台に設置した。

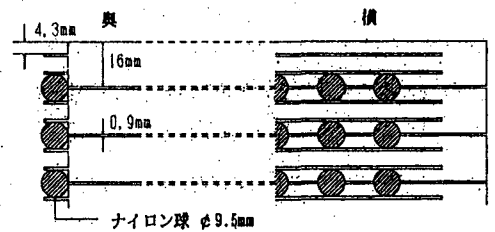


図-1 アルミ枠の概略図

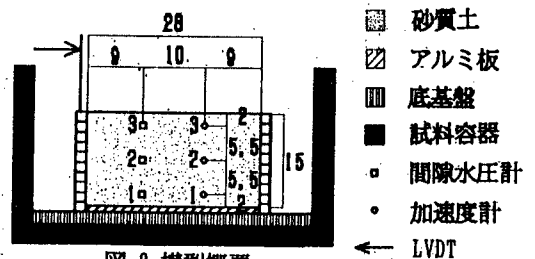


図-2 模型概要

表-1 実験条件

CASE	傾斜角	相対密度	飽和度
1	0°	45.2%	95.4%
2	5°	36.3%	93.5%
3	10°	37.0%	93.0%

本研究では、3ケースの実験を行った（表-1）。ケース1は水平地盤、ケース2,3はそれぞれ傾斜角 5°、10° の傾斜地盤を想定したものであり、全て約50Gの遠心加速度場で振動実験を行った。振動実験では、20波の正弦波（200Hz）を1回とし、水平震度約0.3になるように加振させた。図-2に示すように地盤内に埋め込んだ加速度計、間隙水圧計と、アルミ枠上部に取り付けた変位計により応答加速度、間隙水圧、水平変位を計測した。また、加振前後の写真より、地盤内部の変形状況を確認した。

3. 実験結果及び考察

写真-1,2は傾斜角5°の加振前と加振後の写真である。この写真より加振前は水平変位は生じていないが、加振後では土槽の中間あたりから水平変位が生じているのが分かる。図-3は傾斜角5°の間隙水圧を示してい

る。深さ7.5cmの所では、間隙水圧の値がその位置の全応力にほぼ等しくなり液状化したと思われるが、深さ13cmの所では液状化には至らなかった。この結果は水平変位の現れ方によく似ており、液状化部で側方流動が生じたと考えられる。また液状化層(層厚約7.5cm)に対して約1.5cmの水平変位が生じた。一方、傾斜角0°の地盤ではこのような側方流動は生じなかった。これは傾斜角の有無が側方流動の発生に大きな影響を与えることを示しており、これまでの被害調査結果ともよく対応している²⁾ 図-4は入力加速度の一例で傾斜角5°のものである(実地盤換算で水平震度0.3程度)。図-5は傾斜角0°の時の加速度応答であるが、加速度計1の加速度応答が一番大きく、地盤が浅くなる程小さくなっている。またどの位置の加速度応答も±等しい大きさとなっている。一方、傾斜角5°の加速度応答を示す図-6(加速度計を傾けて設置してしまったため初期加速度がずれている)では、加速度計1の加速度応答は±約15Gの加速度が生じているが、加速度計3の加速度応答は+側に約15G、-側に約8Gという片振れ状態になり、+側にはSpike状の加速度が見られた。このように傾斜地盤では片振れとSpikeが生じ、水平地盤では発生しないという傾向は、Dobry³⁾らと同様の傾向である。

4. まとめ

本研究では砂質土の水平地盤と傾斜地盤の動的遠心模型実験を行い、液状化した傾斜地盤の振動中の応答特性を調べた。傾斜角があると液状化による側方流動が生じ、それにより加速度やの応答特性に違いが生じることが確かめられた。また、今回新たに作成したせん断土槽は非常に安価にもかかわらず、強度的にも問題なく、十分に使用に耐えられた。但し、今回は安全のためせん断土槽を剛性容器内に取付けたため、剛性容器の振動がナイロン球を介して地盤上部に伝達されたと思われる。今後、装置の改良を行い、幾つかの実験を行いたいと考えている。

参考文献

1)清水 道浩:軟弱粘性土地盤上の地震時安定測定,第22回関東支部技術研究発表会,平成6年度。2)浜田 他:日本海中部地震における地盤の永久変位の測定,第18回土木学会地震工学研究発表会,1985年7月。3)R. Dobry:Centrifuge modeling of liquefaction effects during earthquakes,First international conference on earthquake geotechnical engineering(IS-Tokyo),14-16november,1995,Tokyo,Japan。

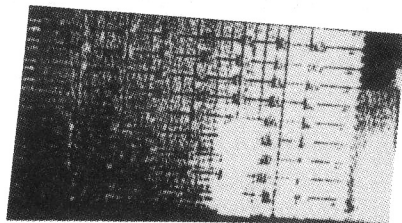


写真-1 加振前

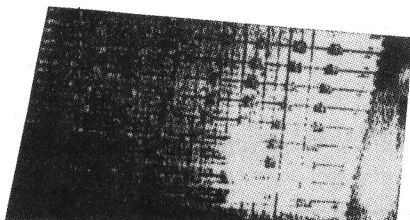


写真-2 加振後

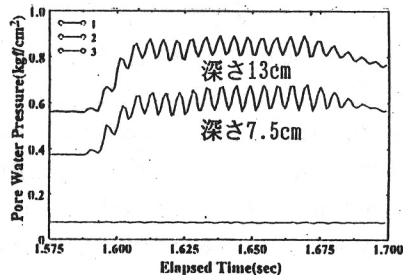


図-3 間隙水圧

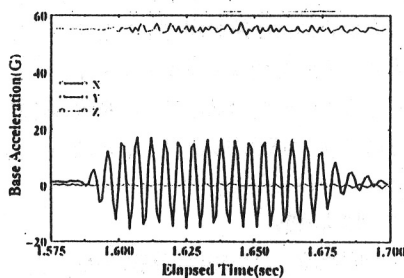


図-4 入力加速度

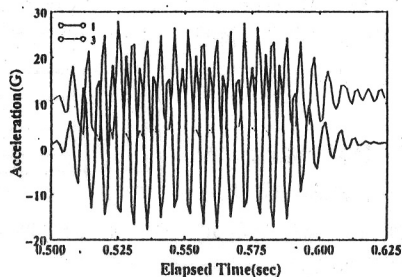


図-6 応答加速度 ケース2

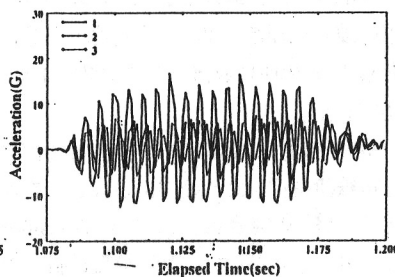


図-5 応答加速度 ケース1