

模型振動実験に用いる簡易型せん断土槽の基本性能

日本大学工学部 学生会員 ○櫛田 剛大
日本大学工学部 正会員 仙頭 紀明

1. はじめに

平成23年3月11日の東北地方太平洋沖地震では、液状化現象が広範囲に渡って発生し、道路、河川堤防、上下水道などのライフライン施設、家屋等に甚大な被害をもたらした。特に沿岸部や埋立地で液状化の被害が見られ¹⁾、地震時における地盤の液状化やそれに伴う基礎を含めた構造物の地震時挙動を把握することの重要性が改めて認識された。これらの挙動を把握するために、模型振動実験手法による研究が行われている。そこで用いられる従来のせん断土槽は、積層の土槽枠とその層間にベアリングを設置し、土槽内側にゴム膜を取り付けた構造である²⁾。そのため作製コストが高い上に、ゴム膜の経年劣化により破損し、メンテナンスコストも必要となる。そこで、本研究では簡易な構造のせん断土槽を提案し作製した。さらにこの土槽の振動特性、具体的には固有周期、変形モードを把握するため、せん断土槽のみ(地盤無し)及び土槽内に地盤モデルを作製した場合(地盤有り)の振動実験を行った。

2. 実験概要

実験には、2次元永久磁石地震波振動台(サンエス製:型式 SPT2D-20K-85L2-80T)を用いた。その上にせん断土槽を設置して振動実験を行った。せん断土槽は、内寸法で幅1,500mm、高さ1,600mm、奥行き900mmである。土槽は高さ約80mmの土槽枠17段とその枠の間に厚さ約15mmのクロロプレンゴムを貼り付けた互層構造からなる。用いたクロロプレンゴムはJIS K 6253に準拠した硬度A44、引張強さ6.6MPaである。計測センサーは加速度計(東京測器製:型式 ARH-20A)、変位計(東京測器製:型式 CDP-50M)、レーザー変位計(KEYENCE製:型式 IL-S100、IL-S065)である。センサー配置状況を図-1に示す。模型地盤に用いる砂質土は珪砂6号であり、その粒径加積曲線を図-2に示す。地盤は、空中落下法により砂をまき出し、高さ100mm毎に目標相対密度 $D_r=60\%$ となるように転圧しながら作製した。実験ケースを表-1に示す。ケース1,2は地盤無し、ケース3~6は地盤有りである。入力波は表に示すスウィープ波、サイン波、JMA神戸波を用いた。スウィープ波は土槽及び地盤の固有周期を求めるために実施した。

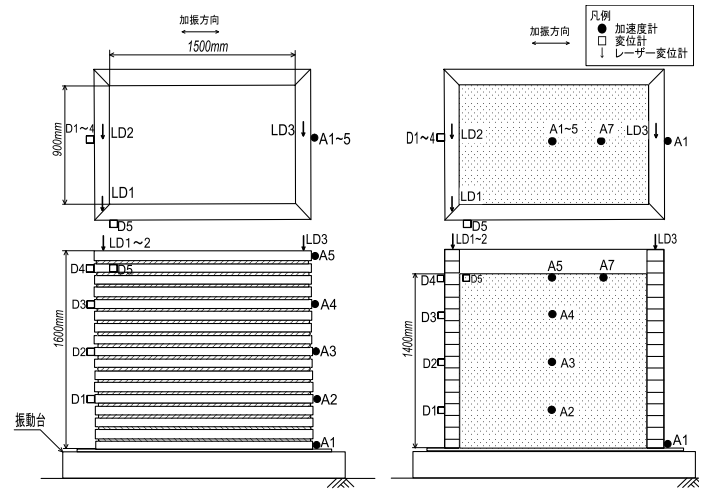


図-1 せん断土槽概略図とセンサー配置状況

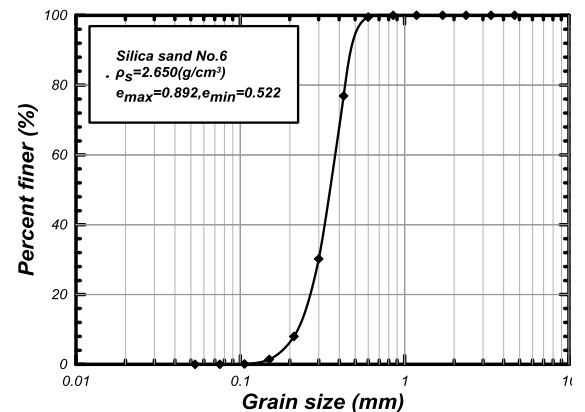


図-2 粒径加積曲線

表-1 実験ケース

ケース	地盤	相対密度	入力波
1	無し	-	スウィープ波(0.5~30Hz) 加速度 100gal 200秒間
2	無し	-	サイン波 加速度 100gal 周波数 8.55Hz 40秒間
3	有り	60%	スウィープ波(0.5~30Hz) 加速度 50gal 200秒間
4	有り	61%	サイン波 加速度 50gal 周波数 9.88Hz 40秒間
5	有り	76%	JMA神戸波 加振波 500gal 継続時間 20秒
6	有り	80%	JMA神戸波(時間軸を1/4に短縮) 加速度 600gal 継続時間 5秒

キーワード せん断土槽 振動台実験

〒963-8642 福島県郡山市田村町徳定字中河原1番地, TEL024-956-8710

3. 実験結果

ケース 1 およびケース 3 の加速度スペクトルを図-3に示す。地盤無しの固有振動数は8.55Hz、地盤有りの固有振動数は9.88Hzである。計測結果の一例として、ケース 6 のJMA神戸波加振時の加速度と変位の時刻歴を図-4に示す。加速度と変位は土槽の高さが高くなるにつれて増加していることが分かる。図-5,6に最大加速度及び最大変位の深度方向分布を示す。土槽の高さが高くなるにつれて加速度は増幅し、変位は増加している。このことから土槽は加振方向にせん断変形していることが分かる。また最も大きく変位したケース 6 の深度方向の平均せん断ひずみは0.43%となった。図-7に地表面の水平変位(D4)とせん断土槽の最上部の鉛直変位の関係を示す。図中の土槽の上端部が右側に約4mm動くと、土槽右上部は約1.5mm沈下し、左上部は約1.5mm浮き上がっている。すなわち、ロッキングしている。図-8に土槽上部の水平変位に対する鉛直変位の割合を示す。ケースによらず、概ね一定のロッキング挙動を示している。なおケース 4 ではこの割合が0.5であるが、これはレーザー変位計を固定していた治具が共振し、計測に誤差が生じたものと考えられる。

加振方向と直交方向の水平変位(D5)は図-4より最大0.145mmであった。加振方向の最大変位(D4)は6.28mmであることから2.3%と十分小さいことからねじれの影響は小さいことが分かった。

4. まとめ

土槽枠とゴムによる互層構造を有するせん断土槽を作製し、基本性能確認実験を行った結果、固有振動数は地盤無しで8.55Hz、地盤有りで9.88Hzとなった。また土槽の挙動は、ねじれの影響が小さく、かつ、若干のロッキングは生じるものの加振方向にせん断変形を示すことが分かった。

参考文献

- 1)国土交通省(2011):東日本大震災における全面的な液状化被害の事例報告 <http://www.mlit.go.jp/common/000171023.pdf>
- 2)谷和夫(2014):埋立て地盤の液状化に係る振動台実験に用いるせん断土槽に関する調査,第49回地盤工学研究発表会, No.830pp. 1659-1660

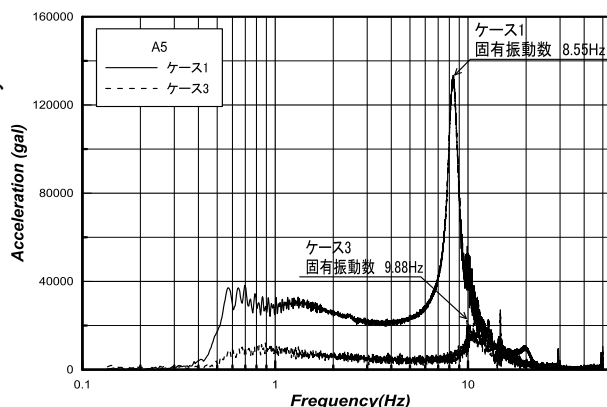


図-3 地表面の加速度スペクトル

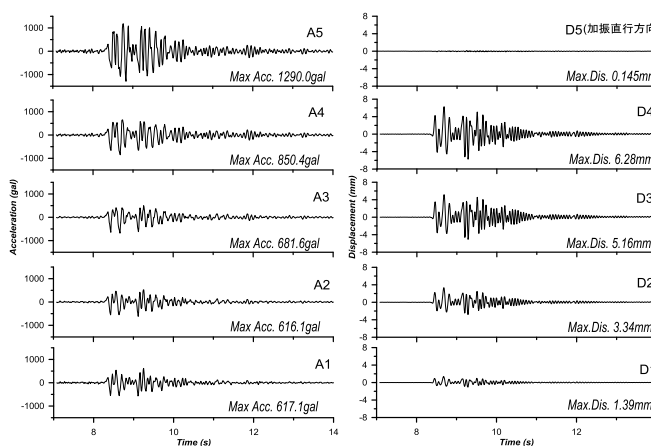


図-4 JMA神戸波加振による加速度と変位の時刻歴(ケース6)

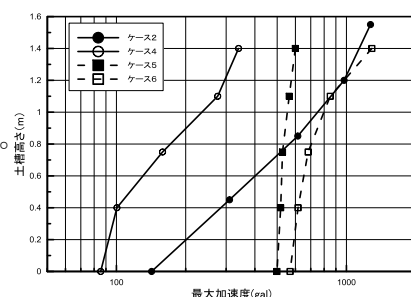


図-5 最大加速度の深度方向分布

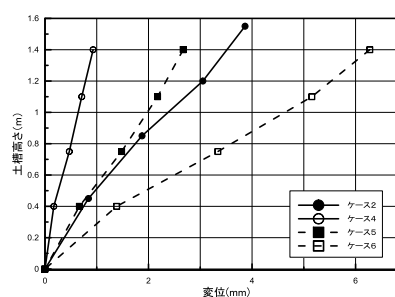


図-6 最大変位の深度方向分布

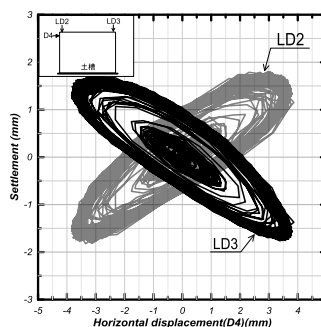


図-7 土槽枠の水平変位と鉛直変位関係

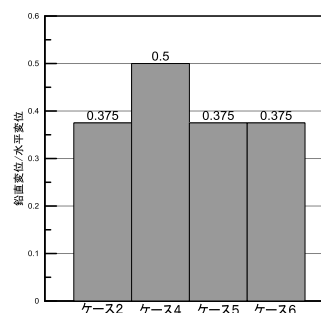


図-8 ケースごとの鉛直変位の水平変位に対する割合