

砂の液状化振動実験に及ぼす多重せん断箱の変形性の影響

日本大学大学院 学生会員 ○原田 慶太

日本大学理工学部 正会員 梅津 喜美夫

1.はじめに 地当研究室では、震時の発生せん断応力は、水平方向の繰り返し加速度により発生することに着目し、起震機による液状化振動実験装置を試作して、実際に液状化強度曲線を描く実験を行った。¹⁾ 本報告は、既報¹⁾と同様の供試体について、多重せん断箱の変形性の影響について調べ、結果を報告する。

2.供試体 使用した砂試料は、豊浦標準砂($G_s=2.631$ 、 $D_{50}=0.093\text{mm}$ 、 $U_c=1.32$)で、供試体は、アクリル製モールド(内寸法:幅60mm×長さ120mm×深さ100mm)に試料を自由落下させ、不飽和状態($S_r=70\%$)にして凍結させたものを用いた。供試体の種類は表-1に示すように、「密詰めと緩詰め」の互層供試体、「均一密詰め供試体」、「均一緩詰め供試体」の3種類である。

3. 多重せん断箱 図-1に使用する供試体と多重せん断箱の概要を示す。詳細については既報¹⁾と同様である。液状化振動実験に用いたせん断箱の種類を表-2に示す。このせん断箱の種類については表-2に示すように、ゴム片の弾性変形を利用したE-typeと、自由に变形ができるF-type、変形が拘束されたR-typeである。

4. 実験装置 4-1.実験装置 図-2に試験装置の概要を示す。これについても、詳細は既報¹⁾と同様であるので省略させていただく。 4-2.起震機 実験は当初、図-3(a)に示すような電磁式のものをしていたが、揺れが漸増していき一定になるまでに時間がかかるのでその後図-3(b)のようなクランク式のものに変えた。

5.実験方法 実験方法についても既報¹⁾とほとんど同様であるので、省略させていただく。振動実験はB値が95%以上であることを確認してから所定の有効拘束圧(等方応力 σ'_0 [電磁式: 9kN/m^2 、クランク式: 10kN/m^2])を載荷した後、非排水条件で起震機により液状化試験を行った。なお、クランク式起震機の場合は、振動数(4.5Hz, 4.7Hz)と振幅(5mm, 10mm)を変えて、発生せん断応力 τ_d を様々に設定した。

6. 実験結果と考察

6-1 せん断挙動

図-4及び図-5は各種の実験結果の代表例を示したもので、それぞれ上から順に「せん断応力」、「発生過剰間隙水圧」、「せん断ひずみ」を示している。以下にこれらについて述べる。

(1)起震機による違い 図-4の(a)図は電磁式によるもの(E-type)、(b)図はクランク式によるもの(E-type)を示し

表-1 供試体の種類

種類	供試体状況
互層供試体 平均 $Dr=80\%$	密詰め ($Dr=80\%$) 緩詰め ($Dr=50\%$)
均一供試体	密詰め ($Dr=80\%$) 緩詰め ($Dr=50\%$)

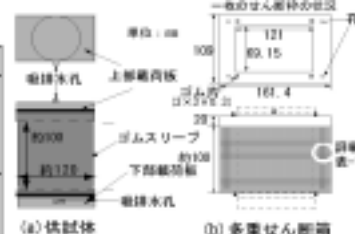


図-1 供試体部概要

表-2 せん断箱の種類

E-type	せん断時にゴム片を挟めたもので両者の間にある強度の摩擦があるので水平方向弾性変形する
F-type	E-typeのせん断時のゴムにグリースを塗り摩擦をカットしせん断が自由に水平移動できるようにしたもの
R-type	E-typeのせん断時の孔の中に鉄の棒を通して込みせん断が水平に移動できなくしているもの

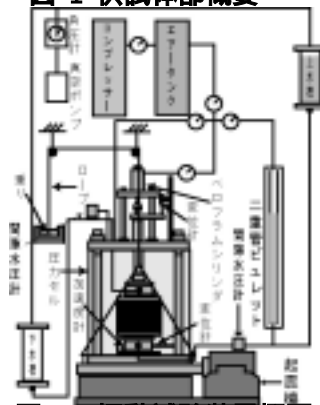


図-2 振動試験装置概要

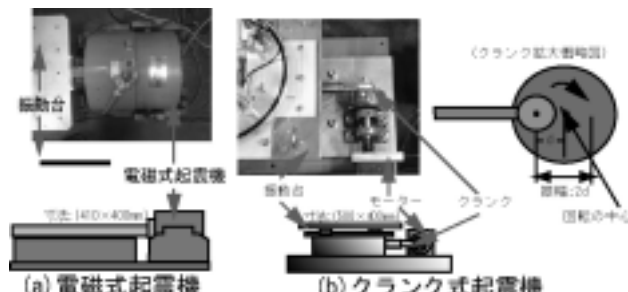


図-3 電磁式・クランク式起震機の概要

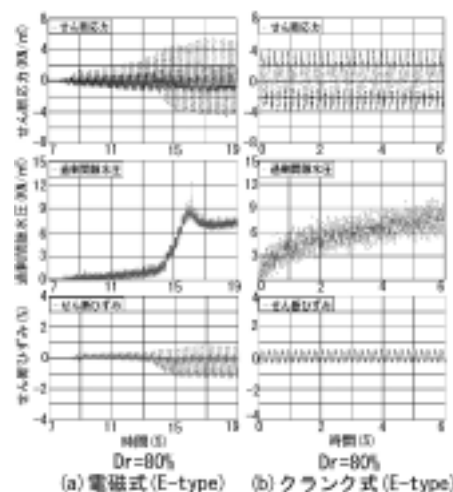


図-4 両起震機の試験結果の概要

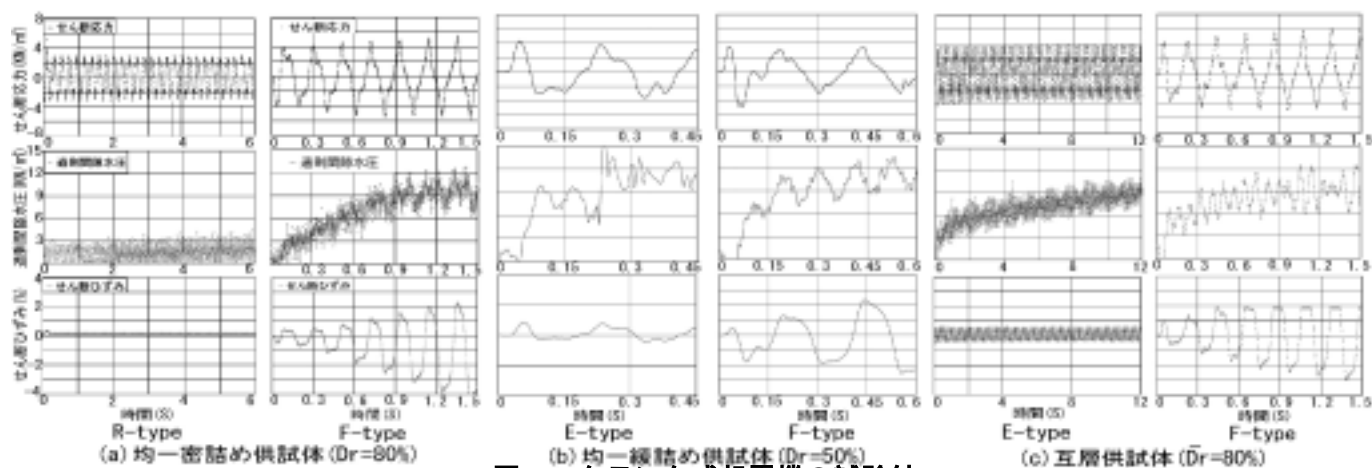


図-5 クランク式起震機の試験結果

ている。両者とも時間の経過と共に過剰間隙水圧が上昇し、有効拘束圧の値に近く達して液状化しているが、電磁式の場合はクランク式と異なり、繰り返しせん断応力が一定になるまで20秒近く要している。

(2)多重せん断箱の変形性の影響 図-5はクランク式起震機について、供試体の各種類毎に代表例を示したものである。これより、以下のことが認められる。(1)(a)図の均一密詰について見てみると、変形が拘束されたR-typeは過剰間隙水圧の発生がなく液状化していないのに対し、F-typeの場合は大きな変形が生じ液状化している。なお、E-typeについては図-4(b)図に示してあるが、液状化しているものの変形が小さい。(2)(b)(c)図の均一緩詰、互層についても同様に、E、Fのタイプの違いが発生変形に見られる。

6-2 液状化強度曲線 液状化強度曲線を図-7に示してあるが、この図を作成するにあたっては、図-6に示すように装置の問題点について対応した。

すなわち、本実験では、供試体から出ている間隙水圧の測定配管が長い間、(a)図に示すように、供試体がなくとも振動だけで見かけの間隙水圧が発生した。そこで、実験結果をグラフに表す際は(b)図に示すように過剰間隙水圧が一定になった辺りを液状化点としてプロットした。以下に、このようにして作成した液状化強度曲線について記す。(1)均一密詰供試体についてはどのタイプも同じ曲線上にあるように見受けられるが、R、Eのタイプで応力比が小さいものは液状化していない。(2)均一緩詰めについても点数が少ないが、タイプの違いは見受けられないようである。(3)互層供試体については、タイプの差が明瞭に現れており、Eのものが大変液状化しにくい状況になっている。

7. おわりに 以上、多重せん断箱の変形性(種類)の影響について調べてみた。図-8は既報²⁾の繰り返しせん断試験による今回と同様の互層供試体の実験結果であるが、今回の互層供試体の結果はねじり試験の結果と対応している。今後は、今回明らかになった配管の振動による見かけの間隙水圧の問題を解決し、更に正確な実験が行なえるようにしたいと思っている。

<参考文献> 1) 梅津、岩田、大川、筒井、長;「小型多重せん断箱を用いた液状化振動試験装置」,第40回地盤工学研究発表会,平成17年(2005年)7月 2) 梅津、大川、筒井、長;「繰り返しせん断(三軸圧縮・ねじり)試験による緩詰め層をもつ砂供試体の液状化試験」,第40回地盤工学研究発表会,平成17年(2005年)7月

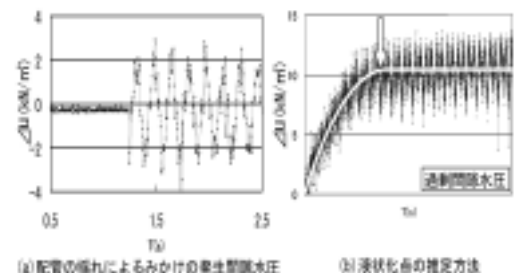


図-6 装置の問題点と対応方法

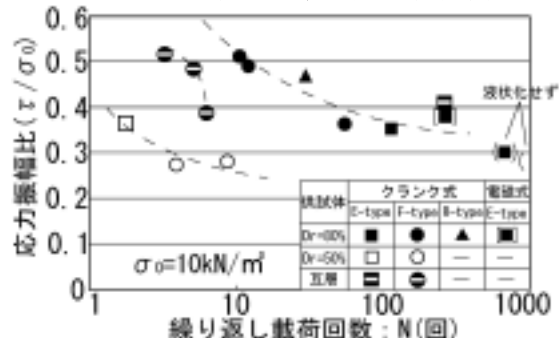


図-7 振動実験による液状化強度曲線



図-8 繰り返しせん断試験による液状化強度曲線