

III-39 振動台による再液状化試験

山口大学工学部 正員 大原 資生
同 上 〇山本 哲朗

1. まえがき 筆者らは先に振動台を用いて直径60cm, 高さ4cm程度の比較的大きい砂供試体の液状化実験を行い, その結果は通常行われる直径7.5cm, 高さ2cmの供試体を用いた動的単純せん断試験機による液状化実験結果とはほぼ一致することを示した。振動台を用いた液状化実験では粗大粒子からなる飽和土の実験を行うことができるので, 本文では最大粒径が5.66mmの礫およびまさ土を始めとして鉋さい等の粗い粒子からなる試料および比較のために砂の液状化実験を行った。本実験では一度液状化を生じた試料の再液状化特性を調べることを主な目的としたので, 一度液状化を生じた試料に対して排水を行った後, 液状化実験を行うという方法で合計3回の液状化実験を行っている。

表-1 試料の物理的性質

	Toyoura sand	Shingu sand	Gravel	Masado	Slag
G_s	2.63	2.64	2.76	2.63	2.81
D_{max} (mm)	0.84	2.00	5.66	5.66	4.76
D_{50} (mm)	0.27	0.83	4.40	1.75	0.82
e_{max}	1.028	0.890	0.853	1.062	1.491
e_{min}	0.678	0.640	0.638	0.597	0.954
U_c	1.6	1.7	2.1	8.9	2.6
k_{15} (cm/sec)	0.041	0.39	5.2	0.078	0.40
$(D_{15}/48\%)$	(39)	(44)	(41)	(40)	

2. 試料 本実験に用いた試料は豊浦砂, 新宮砂, 宇部産まさ土, 礫および鉋さいの五種である。各試料の物理定数, 粒度曲線を表-1, 図-1に示す。まさ土を除くすべての試料はかなり均等度が良い。粒度曲線中, 一点鎖線および破線で囲まれる粒度範囲は土田氏の提案による液状化の可能性のある粒度範囲, とくに液状化を生じやすい粒度範囲を示す。したがって礫を除く他の試料はいずれも液状化の可能性のある粒度分布となっている。

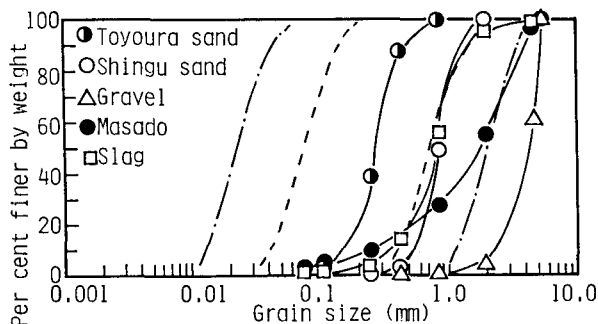


図-1 試料の粒度分布

3. 実験装置

および実験方法

実験装置は前

論文で詳細に述

べたので, こ

では簡単に述べ

る。振動箱内で

作製した, 直径

60cm, 高さ4

cm程度の供試体の周囲には厚さ1cmの塩化ビニール板製リングが4枚積み重ねられた状態となっており, これによって供試体のせん断変形がほぼ拘束されないことになる。供試体の上には質量255kgの載荷板がのせられていて鉛直圧として0.09 kgf/cm²が作用する。これ以上の鉛直圧の実験では圧力室をセットして行う。振動台を駆動することで載荷板, リングおよび供試体に作用する慣性力が供試体底面にせん断応力として作用する。

実験方法も先の場合とほとんど同じだが, ただ違うのは, 今回の実験では一度完全液状化を生じた供試体に対して, ほとんどの実験で10分, さらに一部の実験では11時間の排水を行って圧密した後, もう一度最初と同じ加速度(振動数: 3 Hz)を与える液状化実験を行った。その後, さらに排水を行い, 3回目の実験を行った。

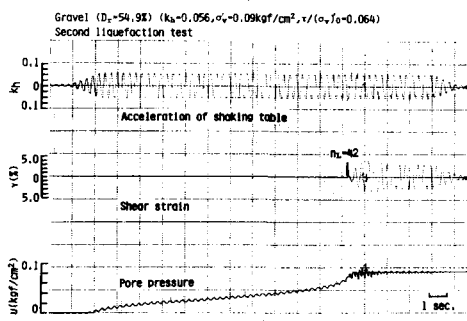
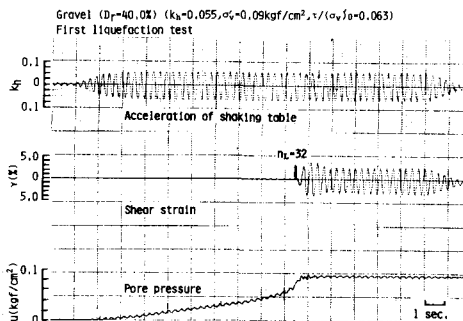


図-2(a) 1回目の液状化実験記録例(礫)

図-2(b) 2回目の液状化実験記録例(礫)

図-2(a) 1回目の液状化実験記録例(礫) 図-2(b) 2回目の液状化実験記録例(礫)
cm程度の供試体の周囲には厚さ1cmの塩化ビニール板製リングが4枚積み重ねられた状態となっており, これによって供試体のせん断変形がほぼ拘束されないことになる。供試体の上には質量255kgの載荷板がのせられていて鉛直圧として0.09 kgf/cm²が作用する。これ以上の鉛直圧の実験では圧力室をセットして行う。振動台を駆動することで載荷板, リングおよび供試体に作用する慣性力が供試体底面にせん断応力として作用する。
実験方法も先の場合とほとんど同じだが, ただ違うのは, 今回の実験では一度完全液状化を生じた供試体に対して, ほとんどの実験で10分, さらに一部の実験では11時間の排水を行って圧密した後, もう一度最初と同じ加速度(振動数: 3 Hz)を与える液状化実験を行った。その後, さらに排水を行い, 3回目の実験を行った。

4. 実験結果および考察 図-2 (a), (b)はそれぞれ礫の1回目, 2回目の液状化実験の記録の一例であって, セン断ひずみ(ϵ)が急激に大きくなる時をもって定義した初期液状化までの加速度のくり返し回数, すなわちセン断応力のくり返し回数(n_L)が, 1回目および2回目の実験でそれぞれ, 32回, 42回となっている。すなわち, この記録例は一度液状化を生じた供試体が排水によって密度が大きくなった結果, 再液状化し難くなった典型例である。

図-3, 4はそれぞれ豊浦砂, 礫の液状化実験から得た, 応力比 $\tau/(\sigma_v)_0 \sim n_L$ 関係を示す。ここで, $(\sigma_v)_0$, τ はそれぞれ供試体底面における鉛直有効圧, セン断応力と示す。礫の結果では, 液状化後の排水によって密度が大きくなるにしたがって, 1回目, 2回目, 3回目の液状化実験結果の順で同じ応力比の場合, n_L が大きくなり液状化し難くなっている。一方, 豊浦砂では, 密度の大きくなった供試体の2回目の液状化は1回目より早い場合と遅い場合とがあり, 両者の液状化に対する抵抗は同じと考えられる。また土, 鉋さいでは, 2回目の液状化は1回目の場合よりやや生じ難い結果が多かった。豊浦砂および礫の実験での相対密度と n_L の関係を分かりやすくした図が図-5, 6である。

今回の実験では, 各試料とも最大で10%程度のひずみを受けているが, 豊浦砂のように液状化後密度が大きくなっても再液状化し易いとの結果も得られた。この原因としては15分間の排水では特に供試体周辺部の間隙水圧が完全に消散していないこと, あるいは骨格構造に弱い部分が生じていること等が考えられ, 今後, 検討せねばならない。

図-7は1回目の液状化実験結果であり, 礫がもっとも液状化しやすい結果となった。

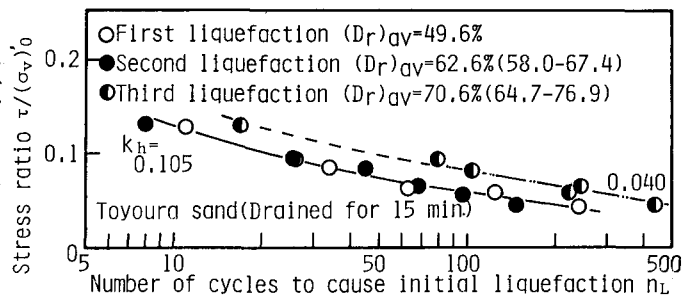


図-3 豊浦砂の液状化実験結果

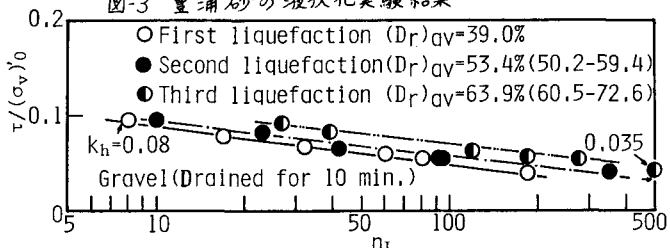


図-4 礫の液状化実験結果

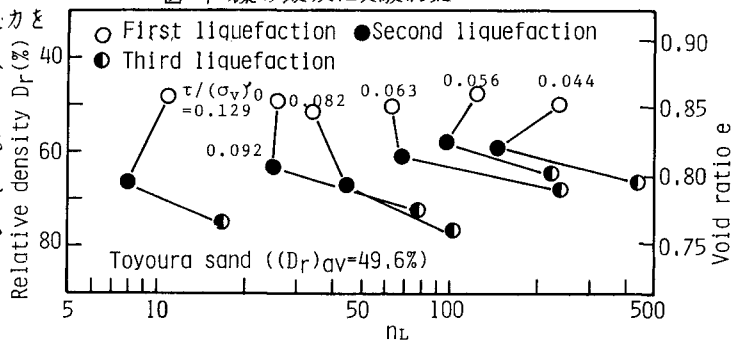


図-5 $Dr \sim n_L$ 関係 (豊浦砂)

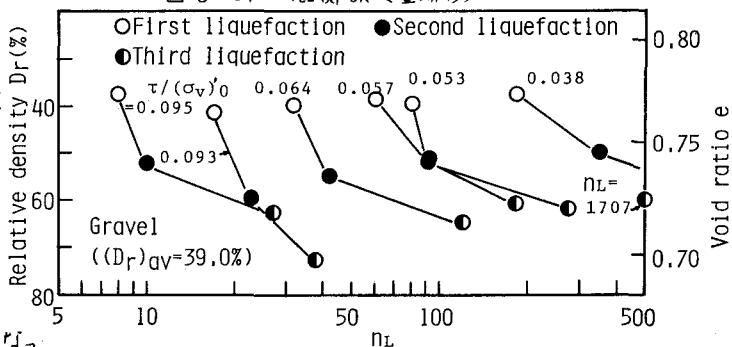


図-6 $Dr \sim n_L$ 関係 (礫)

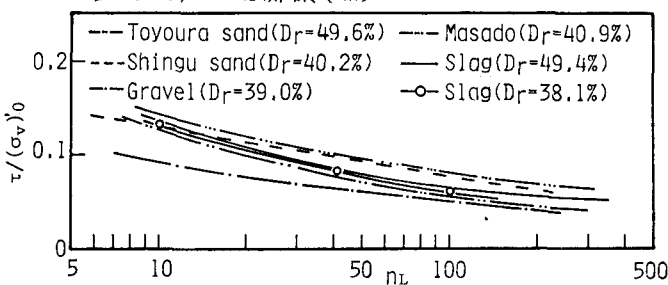


図-7 各試料の1回目の液状化実験での応力比 $\sim n_L$ 関係