

上載圧を与えた砂地盤の振動台による液状化実験（その1）

大阪市立大学大学院 正 大島昭彦 学 宮本貴子 ○学 藤元 学
 大阪市立大学工学部 学 岡 克彦
 (株)浅沼組技術研究所 正 浅田 毅 正 溝口義弘

まえがき 筆者らは、砂の液状化強度試験として繰返し定体積一面、単純せん断試験を提案している¹⁾。今回、その結果を検証するために、振動台による液状化実験と比較する研究を始めた。通常の振動台実験では加振能力や地盤作製の手間から土槽の層厚は1m程度とするものが多く、1g場での実験では地盤の応力レベルが低い条件となる。ここでは、地表面に上載圧を与えて応力レベルを上げた振動台実験による加速度、間隙水圧特性を報告する。

実験方法 用いた振動台の概略を図-1に示した²⁾。油圧サーボ式の振動台の上にせん断土槽を設置し、その中に地盤を作成した。せん断土槽は高さ60mmのローラ付きアルミフレームを17段積層した幅1.2m、奥行き1.0m、高さ1.035mで、止水のために内側にゴム膜を張っている。今回は地盤表面に載荷板を設置し、その上に鉄板、土のうをのせて1tf/m²の上載圧を与えた。

用いた試料は、岐阜県土岐市産の珪砂5、7号および3~7号を等量混合した混合珪砂である。

図-2に粒度と物理性質を示した。珪砂5、7号は相似粒度、混合珪砂は珪砂5号と同じ最大粒径、平均粒径で、粒径幅の広いものである。

土槽の底部にあらかじめ加速度計と間隙水圧計および垂直・せん断荷重計を設置した。地盤は1層当たり10cmとし、飽和となるのに必要な水を土槽内にはり、二重ふるいを用いて水中落下法で作製した。1層毎に加速度計と間隙水圧計を地盤表面に設置した。地盤作成後、1tf/m²の上載圧を与え、レーザ変位計（せん断土槽の4ヶ所のフレーム変位を測定）を設置してから、加振実験に入った（計器の位置は図-1参照）。

加振条件は、周波数2Hzの正弦波、10秒（20波）で、初期80galから順に加振加速度を上げて数回液状化させた。なお、加振後に地盤面沈下量を測定し、液状化した場合には噴砂量も測定し、地盤密度を算定している。各試料とも再現性の確認、異なる加振加速度にするため、2回ずつ実験（計6ケース）を行った。

実験結果の概要 表-1~3にそれぞれ珪砂5、7号、混合珪砂の実験結果をまとめた。表中の D_r は加振前の地盤の相対密度、 α は加振加速度、 N は液状化に至った波数（-は液状化しなかったことを示す）。珪砂7号が同じ加速度で何度も液状化したことが特徴的であった（液状化しても地盤の密度増加が小さかった）。

加速度、間隙水圧特性 図-3に代表例として珪砂5号のCase4.2 ($D_r=32\%$, 120gal)の浅部、中央部、深部の加速度、過剰間隙水圧波形を示した（↓は液状化発生位置を表す）。 α は液状化後に一旦減衰するが、その後増幅している（高周波成分も現れている）。 Δu は有効土被り圧 σ'_v に達して液状化した後、増減を繰返しながらか振中に大部分が消散している（ただし、浅部は液状化に達していない）。 Δu の増減は α が増幅した時間と一致していることから、粒径の粗い珪砂5号は透水性が良いため、加振中に密度増加してせん断抵抗が増加したと考えられる。

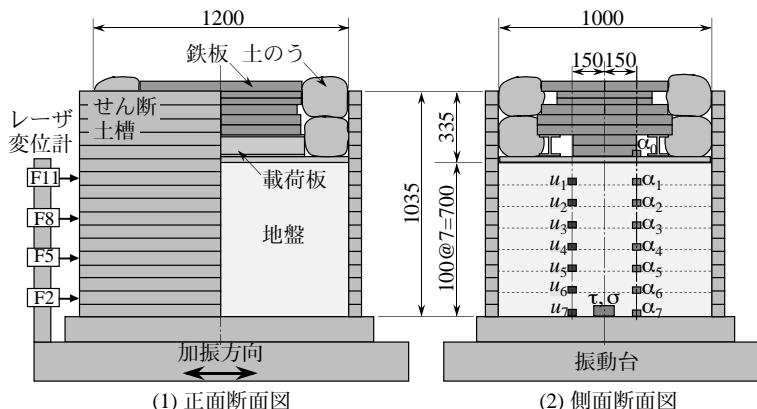


図-1 振動台の概略

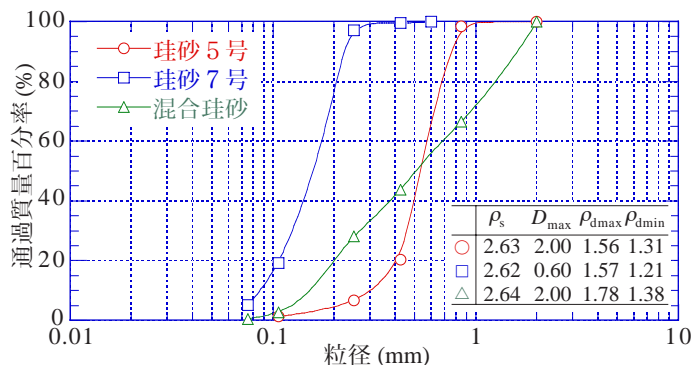


図-2 試料の粒度と物理性質

Key Words: 液状化, 振動台実験, 加速度, 間隙水圧, 相対密度, 砂

〒558-8585 大阪市住吉区杉本3-3-138 大阪市立大学大学院工学研究科都市系専攻 TEL 06-6605-2996 FAX 06-6605-2726

図-4 に同じ珪砂 5 号の Case4.6 ($D_r=73\%$, 400gal) の中央部の結果を示した。密度増によって, Δu の増減が激しくなり (正のダイレイタンシーによる), α の高周波が目立っている。

図-5, 6 にそれぞれ珪砂 7 号の Case5.2 ($D_r=59\%$, 120gal), 混合珪砂の Case6.2 ($D_r=58\%$, 120gal) の中央部の結果を示した。やはり液状化後の α の減衰と高周波が現れている。粒径の細かい珪砂 7 号は透水性が低いため, Δu の消散が他の試料に比べて非常に遅いのが特徴である。混合珪砂は珪砂 5, 7 号の中間的な挙動となった。

この結果を踏まえて, 各ケースのせん断応力比, せん断ひずみを求めた結果については文献 3) を参照されたい。

表-1 珪砂 5 号の実験結果

実験No.	D_r (%)	α (gal)	N (波)	実験No.	D_r (%)	α (gal)	N (波)
Case 1.1	34	80	-	Case 4.1	31	80	-
Case 1.2	35	160	2.0	Case 4.2	32	120	5.0
Case 1.3	65	160	2.5	Case 4.3	60	120	-
Case 1.4	85	200	-	Case 4.4	60	160	-
Case 1.5	87	250	-	Case 4.5	61	250	-
Case 1.6	89	400	12.0	Case 4.6	73	400	9.0

表-2 珪砂 7 号の実験結果

実験No.	D_r (%)	α (gal)	N (波)	実験No.	D_r (%)	α (gal)	N (波)
Case 2.1	51	80	-	Case 5.1	51	80	12.0
Case 2.2	52	140	3.5	Case 5.2	59	120	3.0
Case 2.3	61	140	3.5	Case 5.3	66	160	3.0
Case 2.4	68	140	4.0	Case 5.4	74	200	3.0
Case 2.5	73	140	6.5	Case 5.5	78	200	6.0
Case 2.6	77	140	12.0	Case 5.6	83	200	8.0
Case 2.7	81	140	-	Case 5.7	87	200	-
Case 2.8	81	250	-	Case 5.8	88	400	-
Case 2.9	83	400	17.0	Case 5.9	89	500	-

表-3 混合珪砂の実験結果

実験No.	D_r (%)	α (gal)	N (波)	実験No.	D_r (%)	α (gal)	N (波)
Case 3.1	56	40	-	Case 6.1	51	80	7.5
Case 3.2	56	80	-	Case 6.2	58	120	4.5
Case 3.3	58	125	4.5	Case 6.3	63	120	-
Case 3.4	68	125	-	Case 6.4	67	160	-
Case 3.5	71	200	6.0	Case 6.5	68	250	8.0
				Case 6.6	75	400	4.0

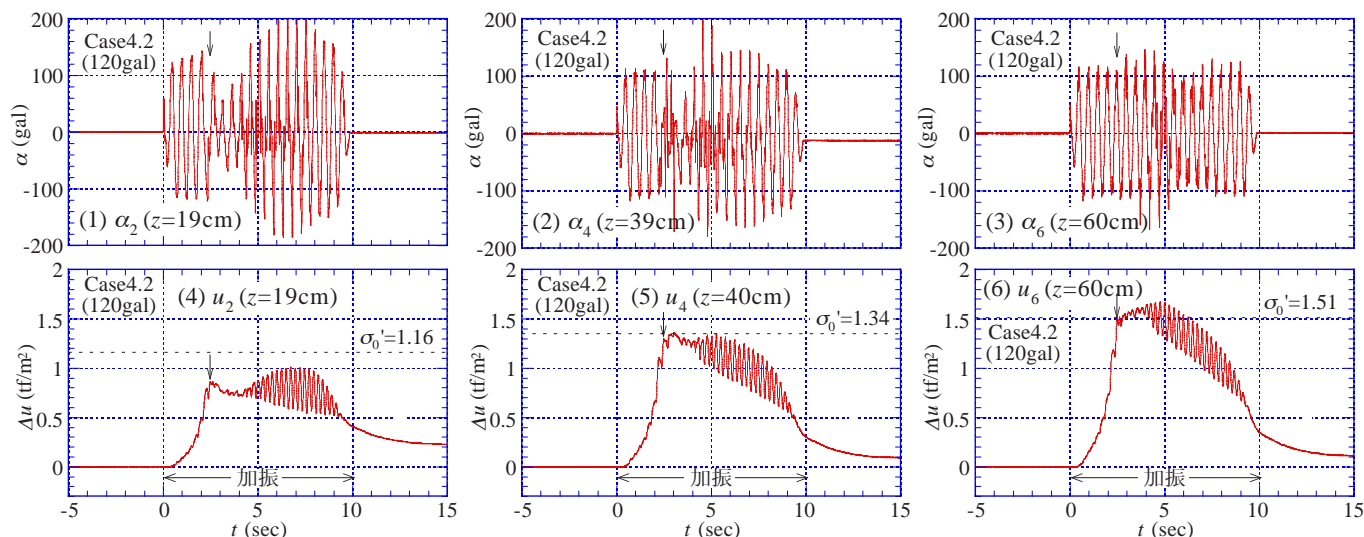


図-3 Case 4.2 (珪砂 5 号, $D_r=32\%$, 120gal) の加速度, 過剰間隙水圧波形

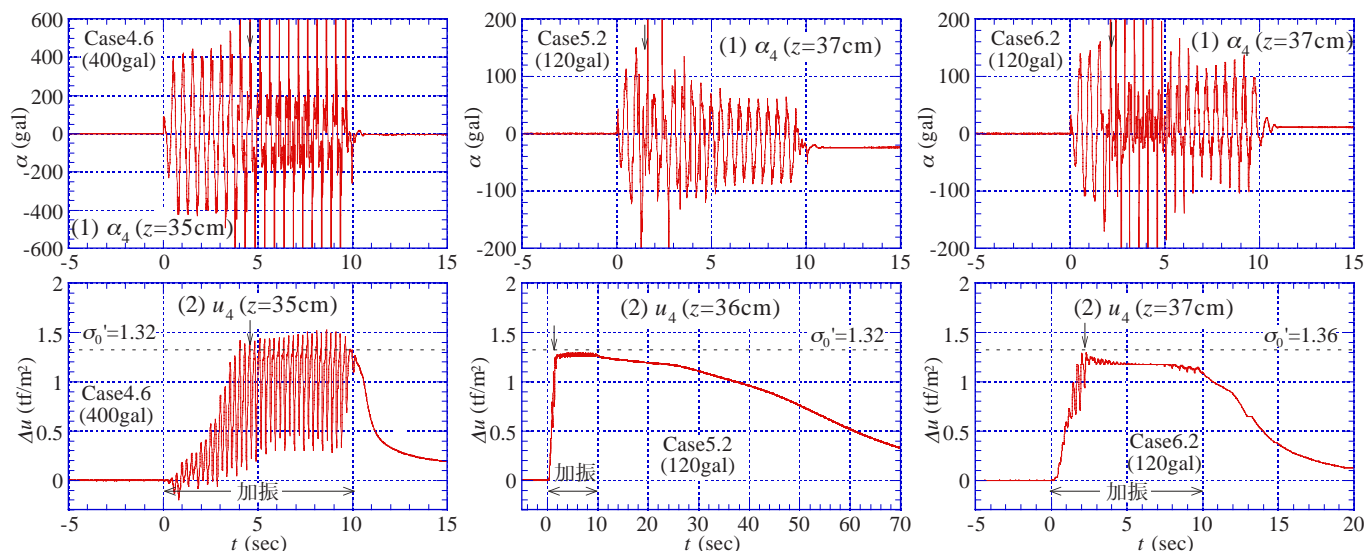


図-4 Case 4.6 (珪砂 5 号, $D_r=73\%$, 400gal) の加速度, 過剰間隙水圧波形

図-5 Case 5.2 (珪砂 7 号, $D_r=59\%$, 120gal) の加速度, 過剰間隙水圧波形

図-6 Case 6.2 (混合珪砂, $D_r=58\%$, 120gal) の加速度, 過剰間隙水圧波形

参考文献 1) 大島, 他: 繰返し定体積一面, 単純せん断試験による砂質土の液状化強度の比較, 土木学会第 55 回年講, III-A75, 2000. 2) 田中, 他: 振動台実験によるプラスチックボードドレーン敷設地盤の液状化特性, 第 36 回地盤工学研究発表会, No.371, 2001. 3) 大島, 他: 上載圧を与えた砂地盤の振動台による液状化実験(その 2), 土木学会第 58 回年講(投稿中), 2003.