

鉛直圧と密度の部分的に異なる飽和砂地盤の液状化に関する振動台実験

山口大学工学部
山口大学大学院
川鉄テクノコンストラクション (株)
建設省九州地方建設局

正員 山本 哲朗
学生員 ○松永 雄紀
川中 勇
白石 清隆

1. まえがき 著者らは先に、構造物直下とその近傍のように鉛直圧が異なるが、相対密度 D_r の同じ飽和砂地盤の液状化特性を振動台実験によって明らかにした^{1),2)}。本文では図-1 に示すように構造物直下の地盤の相対密度 ($D_r=75\%$) が近傍地盤のそれ ($D_r=55\%$) よりも大きい地盤の液状化特性を先の研究と同ような実験で調べ、その実験結果を先の実験結果と比較検討した。

2. 実験装置および方法 実験には図-2 に示す 2 連式ケルマン型単純せん断箱を用いた。せん断箱の仕様および実験方法の詳細については先の論文を参照されたい^{1),2),3)}。今回の実験でも小さい方の鉛直圧 (σ'_{v0i}) は 10.4 kPa と固定し、大きい方の鉛直圧 (σ'_{v0h}) を 18.3 kPa, 30.0 kPa および 49.6 kPa と 3 通りに変えた 2 つの砂層からなる 3 種類のモデルについて液状化実験を行うことにした。

試料には豊浦砂を用いた。その物理定数は $G_s=2.65$ 、 $D_{max}=0.85$ mm、 $D_{50}=0.21$ mm、 $U_c=1.70$ 、 $e_{max}=0.94$ 、 $e_{min}=0.61$ である。砂層の高さおよび直径はそれぞれ約 6 cm、30 cm であり、モデルは各せん断箱内に詰めた 2 つの砂層を間隙水を満たしたパイプで連結して作製した。表-1 は各砂層の D_r と作用させる鉛直圧 σ'_{v0} の関係を示す。本実験では (σ'_{v0i}) を作用させる砂層の D_r を 55%、(σ'_{v0h}) を作用させる砂層の D_r を 75% とした。また、両砂層の D_r がともに 55% および 75% の過去に行われた実験は、以後それぞれ Previous (I)²⁾、Previous (II)¹⁾ と呼ぶことにする。

液状化実験は、振動台を駆動してモデルに周期 1/3 sec で振幅一定の正弦波状加速度を与えて行った。加速度の大きさは水平震度 k_h に換算して 0.09~0.23 の範囲で、各モデルに対して数通りに変化させた。

3. 結果および考察 図-3 は、3 種類のモデルに対して砂層底面に作用する応力比 τ/σ'_{v0} と液状化を生じるまでのせん断応力の繰り返し回数 n_L の関係を示す。また図中に描いた 2 本の曲線は、Previous (I) および Previous (II) において振動中にバルブ⑦(図-2 参照)を開けて行われた、要素砂層の液状化実験の結果から得られたものである。この図から、(σ'_{v0i}) を作用させた $D_r=55\%$ の砂層はモデルの種類に依存せずに、ほぼ Previous (I) の曲線上にあるといえる。(σ'_{v0h}) を作用させた $D_r=75\%$ の砂層について

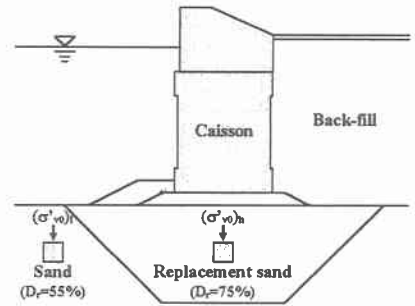
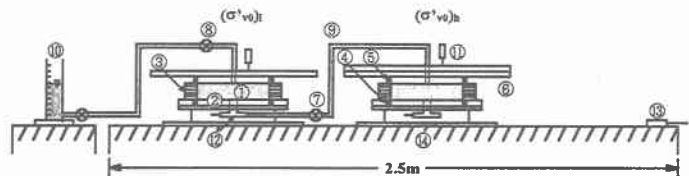


図-1 構造物下と近傍地盤の土要素



- ① Sand layer
- ② Shear box
- ③ Polyvinyl chloride rings
- ④ O-rings
- ⑤ Rubber membrane
- ⑥ Weight for vertical stress
- ⑦⑧ Valves
- ⑨ Rigid pipe
- ⑩ Measurement cylinder
- ⑪ Displacement transducer
- ⑫ Pore water pressure transducer
- ⑬ Accelerometer
- ⑭ Shaking table

図-2 実験装置

表-1 各砂層の相対密度 D_r と作用させる鉛直圧 σ'_{v0} の関係

Type of test	Relative density D_r (%)	
	(σ'_{v0i})	(σ'_{v0h})
Previous (I)	55	
Previous (II)	75	
This study	55	75

も、 τ/σ'_{v0} の大きさによって液状化を生じる結果と生じない結果に分けられる点では Previous (II)と同ようであった。しかし、 $(\sigma'_{v0})_h$ が作用する砂層の D_r の違いが Previous (II)に比べて $(\sigma'_{v0})_h$ が作用する砂層の液状化を早めているようにも思えた。

そこで、両砂層が液状化した結果を抽出し、各砂層の D_r に対応する過去・本実験結果での n_L の比較を行ったものを表-2 (a), (b)に示す。表-2 (a)において、 $(\sigma'_{v0})_l$ を作用させた $D_r=55\%$ の砂層と Previous (I)の n_L には、ほとんど差が見られない。このことは、 $(\sigma'_{v0})_l$ が作用する砂層の n_L は $(\sigma'_{v0})_h$ が作用する砂層の D_r の影響をほとんど受けないことを意味する。これに対して表-2 (b)から、 $(\sigma'_{v0})_h$ を作用させた $D_r=75\%$ の砂層は、Previous (II)に比べて n_L が小さくなっていくようにも見受けられる。しかし、表-2 (a)と比べてもその差は小さいことから、最終的に本実験と Previous (II)の n_L にも明確な差はないものと判断した。

4. まとめ 鉛直圧と密度の部分的に異なる飽和砂地盤の液状化特性を明らかにするために、2 連式ケルマン型単純せん断箱内に作製したモデルに対して振動台実験を行った。そして本実験で得られた結果を、過去の実験から得られた鉛直圧のみが異なる要素砂層の結果と比較した。結論として、 $(\sigma'_{v0})_l$ を作用させた $D_r=55\%$ の砂層に対する応力比 τ/σ'_{v0} とせん断応力の繰り返し回数 n_L の関係は、ほぼ Previous (I)の曲線上に表すことができた。これに対して $(\sigma'_{v0})_h$ を作用させた $D_r=75\%$ の砂層のその関係は、Previous (II)と比較して液状化が早まるのではないかと思われたが、今回と過去の実験での n_L の比較から Previous (II)の場合と明確な差はなく、ほぼそれと同ようであることが明らかになった。

参考文献 1) 山本・大原・松永 (1995) : 不均等な鉛直圧下にある密な飽和砂地盤の液状化特性に関するモデル実験、第 30 回土質工学研究発表会、pp.1085~1086。

2) 山本・大原・石川 (1994) : 不均等な鉛直圧下にある飽和砂地盤の液状化特性に関するモデル実験、第 29 回土質工学研究発表会、pp.929~930。

3) Yamamoto, T., Ōhara, S., Ishikawa, M. (1994) : Liquefaction Characteristics of Saturated Sand Deposits under Nonuniform Vertical Stresses, Soils and Foundations, Vol.34, No.3, pp.11~20。

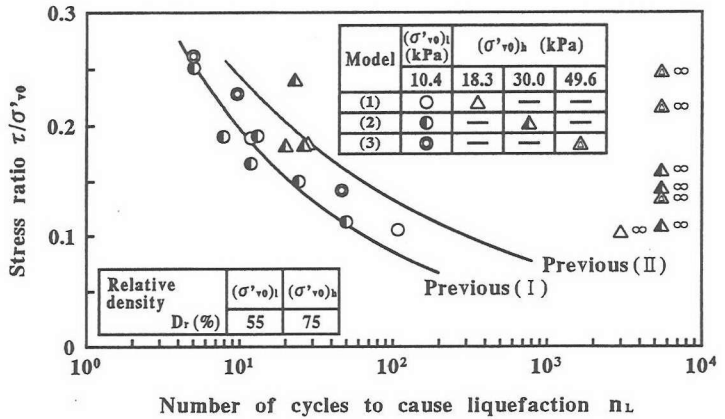


図-3 各モデルの $\tau/\sigma'_{v0} \sim n_L$ 関係

表-2 (a) 本実験および Previous (I)における n_L の比較

Test No.	Model	Stress ratio $\tau/(\sigma'_{v0})_l$	Number of cycles to cause liquefaction n_L		Difference of n_L
			This study	Previous (I)	
2	2	0.19	7.8	11.1	-3.3
6	2	0.19	13.0	11.0	2.0
16	1	0.19	11.8	11.3	0.5
28	2	0.25	5.0	5.2	-0.2

表-2 (b) 本実験および Previous (II)における n_L の比較

Test No.	Model	Stress ratio $\tau/(\sigma'_{v0})_h$	Number of cycles to cause liquefaction n_L		Difference of n_L
			This study	Previous (II)	
2	2	0.18	20.0	31.1	-11.2
6	2	0.18	26.4	30.7	-4.4
16	1	0.18	28.0	29.9	-1.9
28	2	0.24	22.9	10.8	12.1