

(Ⅲ - 4) 模型地盤による再液状化の検討

新潟大学大学院 学生員 ○石川剛巳
新潟大学工学部 正会員 大川秀雄

1. はじめに

再液状化の例として、ロマブリエタ地震(1989)がある。1906 年にサンフランシスコ湾地域で 300~450gal 程度の強震があった。それに関わらず、1989 年には震源地に近いサンタクルーズで 150~350gal の震度で液状化をした¹⁾。普通、液状化現象が起きると地盤は沈下し、マクロ的には密度が高くなって、液状化をしにくくなると考えられる。しかるに、このように再液状化をしたという事例はよくある。本報告では、再液状化現象というものが本当に存在するのかということを、砂層の模型実験によって確かめることを目的とした。

2. 実験装置及び実験方法

実験装置は、長さ 900mm、高さ 500mm、幅 400mm のアクリル製の砂槽を使用した。砂槽には排水パイプ(口径 5mm)を設置した。間隙水圧計は実験をする直前に埋め込むこととし、その位置は深さ 10、20cm とした。また、加速度計は振動台上に直接取り付けられている。間隙水圧と加速度はラピコーダーによって記録した。

砂層は水中沈降法で作製した。あらかじめ水を 20cm 入れて置き、水中で 2mm ふるいで砂をふるって堆積させた。厚さは 30cm とし、地下水面は地表面と同じになるまで戻した。

振動実験は、振動数をすべて 6Hz に固定して行った。そして、比較のために水中沈降地盤の液状化実験を行い、次に、240gal で 5 秒間揺すった後の地盤で再液状化実験を行った。

最後に、砂層の水を抜き取り、シンウォールチューブを用いて密度測定を行った。

3. 実験の試料

実験で使用した砂は阿賀野川で採集された砂で粒径 2.0mm 以上のものを取り除いてこれを使用した。この砂の物理的性質は、土粒子密度 $\rho_s = 2.675\text{g/cm}^3$ 、均等係数 $U_c = 2.11$ 、有効粒径 $D_{50} = 0.48\text{mm}$ である。また、粒径は、新潟市川岸町砂よりもやや粗な砂である。

4. 実験結果と考察

水中沈降法で作成した地盤(処女地盤)は、表 1 で示すように、湿潤重量は 1.90gf/cm^3 となる。また、図 1、図 2 に示すように、126gal で揺すったときは、ほとんど過剰間隙水圧の上昇が見られないことが分かる。しかし、136gal で揺すったときは、深さ 20cm では、完全には過剰間隙水圧の上昇が見られないが、深さ 10cm では完全に過剰間隙水圧が上昇していることが分かる。よって、処女地盤では深さ 10cm の液状化強度は 126gal 付近にありそうである。

次に、処女地盤を約 240gal で 5 秒間揺すり、いったん揺するのを止め、再び揺すった時の過剰間隙水圧の様子を図 3、図 4 に示す。まず、深さ 10cm の位置に注目すると、74、84、92gal の処女地盤では液状化をしなかった加速度

でも過剰間隙水圧の上昇が見られ、液状化し易くなっていることが分かる。また、処女地盤では不完全な

表 1 処女地盤の液状化の様子(深さ10cm)

振動数 Hz	加速度 gal	間隙比	飽和重量 gf/cm ³	沈下量 mm
6	115 (20S)	0.88	1.90	
6	126 (20S)	0.86	1.90	1
6	136 (20S)	0.84	1.91	1
6	148 (20S)	0.79	1.94	7
6	174 (20S)	0.78	1.94	12
6	174 (20S)	0.77	1.95	14

表 2 再液状化の様子(深さ10cm)

振動数 Hz	加速度 gal		間隙比	飽和重量 ³⁾ gt/cm ³	沈下量 mm
6	245 (SS)	74 (20S)	0.82	1.92	8 11
6	244 (SS)	84 (20S)	0.81	1.93	7 11
6	239 (SS)	92 (20S)	0.81	1.93	7 11
6	243 (SS)	110 (20S)	0.81	1.93	8 15
6	238 (SS)	116 (20S)	0.81	1.93	7 15
6	242 (SS)	151 (20S)	0.76	1.95	7 19
6	239 (SS)	230 (20S)	0.74	1.97	6 21
6	240 (SS)	295 (20S)	0.72	1.98	6 25
6	247 (SS)		0.85	1.91	9

表 3 240gal で液状化させた時の様子(深さ 7.5、10、10.25、10.5、10.75cm)

振動数 Hz	加速度 gal	時間 s	間隙比					飽和重量 gf/cm ³					沈下量 mm
			7.50	10.00	10.25	10.50	10.75	7.50	10.00	10.25	10.50	10.75	
6	245 (SS)	5	0.88	0.88	0.86	0.87	0.87	1.90	1.90	1.90	1.90	1.90	
6	243 (20S)	20	0.84	0.84	0.83	0.82	0.80	1.91	1.92	1.92	1.93	1.93	9
6	238 (SS)	116 (20S)	0.75	0.74	0.74	0.74	0.74	1.96	1.97	1.97	1.96	1.97	25
6	238 (SS)		0.81	0.81	0.79	0.80	0.78	1.93	1.93	1.94	1.94	1.94	7 15

液状化状態の領域は 126gal~148gal と狭い領域であるのに対して、74gal~110gal と広い領域である。また、処女地盤に比べて、いくぶん最大過剰間隙水圧が低くなっているが、これは、最初の液状化による地表面の沈下の影響と考えられる。また、液状化時間は、処女地盤と比べて短くなっている。

次に、深さ 20cm の位置について注目すると、74gal~110gal の過剰間隙水圧から深さ 10cm の過剰間隙水圧の分を差し引くと、1~6gf/cm² の余分な過剰間隙水圧が残る。つまり、深さ 10~20cm の位置でもある程度液状化をしている。

ところで、240gal で揺すったときの深さ 7.5, 10, 10.25, 10.5, 10.75cm での間隙比と、飽和重量の分布を調べた (表 3)。約 240gal で揺すった地盤は最終的には、湿潤重量が約 1.97gf/cm³ になる。5 秒間揺すった場合は、1.92gf/cm³ になり、処女地盤と比べて若干大きくなっていることが分かる。したがって、密度は処女地盤より大きくなっている。それにもかかわらず、処女地盤より液状化し易いのは、構造的に劣化しているためであろうか。さらに、116gal で揺すったときに注目すると、深さ 7.5cm のほうが、深さ 10.75cm よりも飽和重量の変化が大きくなっており、浅い場所のほうが液状化し易いことを示している。

5. むずび

1. 74, 84, 92gal といった処女地盤では液状化をしない小さな加速度でも再液状化する。
2. 再液状化では、過剰間隙水圧上昇が不完全となる加速度の幅が広い。
3. 小さな加速度による再液状化では、深い位置での過剰間隙水圧上昇は小さい。
4. 密度的には大きな加速度を短時間に経験した地盤は、マクロ的には密になり液状化しにくく見えるが、実際には液状化し易い。

6. 参考文献

- 1) 石原研而：「ロマプリエタ地震による被害と地盤の関係」, 土と基礎, vol.38, No.11, pp1~3, 1990
- 2) 吉見吉昭：「砂地盤の液状化」, 1980
- 3) 内川日出夫：「振動継続時間が模型砂層地盤の再液状化及ぼす影響に関する研究」, 新潟大学工学部卒業研究論文, 1993

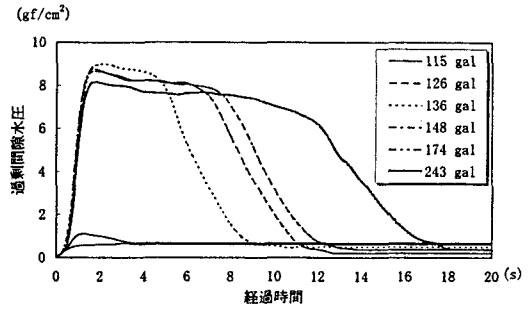


図 1 処女地盤の液状化の様子 (深さ 10 cm)

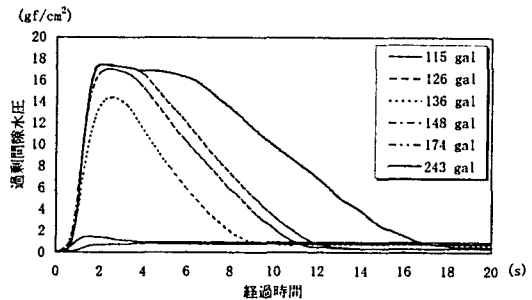


図 2 処女地盤の液状化の様子 (深さ 20 cm)

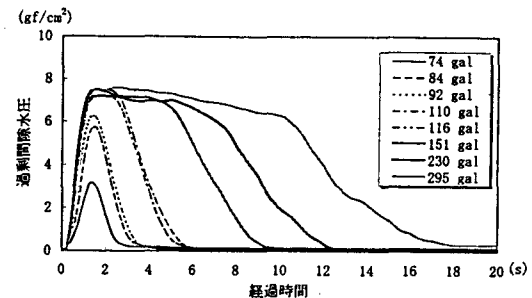


図 3 再液状化時の過剰間隙水圧の様子 (深さ 10 cm)

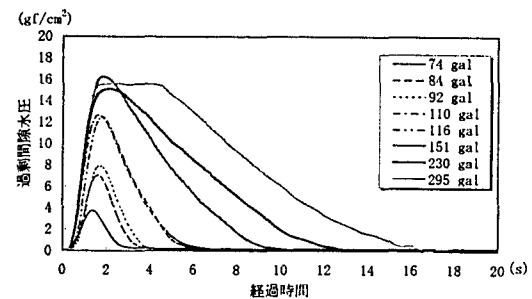


図 4 再液状化時の過剰間隙水圧の様子 (深さ 20 cm)