

地盤の堆積条件が液状化時の間隙水挙動に及ぼす影響

福島工業高等専門学校 学生会員 西丸あずさ
 福島工業高等専門学校 正会員 森田年一
 茨城大学工学部 フェロー会員 安原一哉

1. はじめに

1987年に発生した千葉県東方沖地震や1993年に発生した北海道南西沖地震、1999年に発生したトルコ地震などではこれまでよく分かっていなかった非塑性シルトを含む砂地盤でも液状化し易いということが明らかになった¹⁾。また、同様の現象が模型振動実験によっても確認されている²⁾³⁾。そこで本研究では、非塑性シルトを含む砂地盤の堆積条件の違いが液状化時の間隙水挙動に及ぼす影響を解明することを目的とし、模型振動実験を行った。

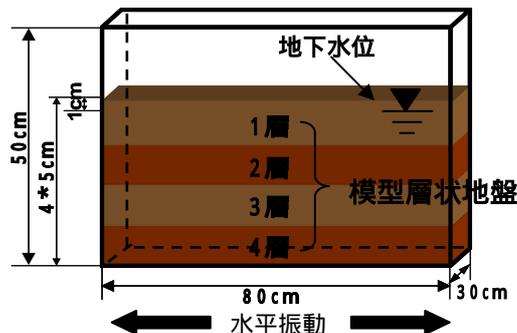


図-1 模型振動土槽

2. 実験方法

2.1 模型作成方法

土槽は、80cm × 30cm × 50cm(図-1)のものを使用した。土槽内には、1層5cmで4層から成る高さ20cmの水平成層地盤を水中落下法により作成し、地下水位は地表面から1cmとした。図-2に使用した試料の粒径加積曲線を示す。この2種類の試料を用いた4層から成る3ケースの地盤について実験を行った。実験ケースを図-3に示す。また、各層の境界面には、変位を測定するためのマーキングを施した。

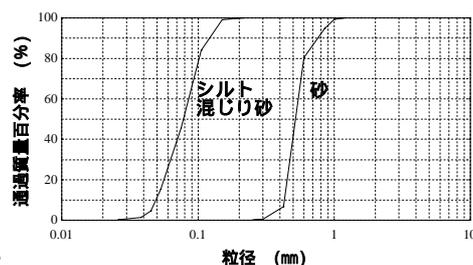


図-2 試料の粒径加積曲線

2.2 加振

加振は水平一軸方向で入力加振波は5 Hzの正弦波(5秒)とし、振幅レベルを徐々に上げていくステージ加振とした。また、液状化発生時の地盤挙動の観察や地表面沈下量の測定を目的として加振時の様子を動画撮影した。



図-3 実験ケース

3. 実験結果

振動実験における各ケースの液状化発生時の入力加速度、地表面沈下量及び沈下に要した時間を表-1に示す。以下、本文中では、1,2層の総称を上層、3,4層の総称を下層と記す。

ケース1の実験結果より、全層シルトを50%程度含む地盤であっても、 0.778m/s^2 の加速度で液状化が生じることがわかった。一般的に、砂の液状化現象は振動終了と同時に沈下が終了するが、このシルト混じり砂の液状化時の沈下には時間的遅れが生じた。

表-1 液状化時の入力加速度及び沈下量、沈下時間

	ケース1	ケース2	ケース3
液状化時の入力加速度(m/s^2)	0.778	0.572	0.53
地表面沈下量 (cm)	0.5	0.25	0.65
沈下時間(秒)	270	50	60

キーワード：液状化 シルト 模型振動実験

連絡先：〒970-8034 いわき市平上荒川字長尾30 Tel(0246)46-0827 Fax(0246)46-0843

一方、ケース 1 に比べ下層を砂層に変えた場合のケース 2 では、 0.572m/s^2 と比較的低い加速度レベルで液状化が生じた。図-4 に示す撮影画像より、下層である砂層の液状化が発生し、その間隙水排出の過程で非液状化層であるシルト混じり砂層の支持力が失われ、地表面が沈下するという挙動が見られた。また、加振終了時、上層と下層の境目に間隙水が滞留した影響で上層のシルト混じり砂層が浮遊状態となる現象も見られた。このような現象は北海道南西沖地震の際の現地調査でも確認されており¹⁾、この挙動が側方流動の要因の一つとして考えられている。

ケース 3 では、ケース 2 と同程度の加速度レベルで液状化が発生し沈下に要した時間もほぼ同様であった。これらの結果より、砂層の上部にシルト混じり砂が存在することによって、液状化時の沈下に時間的遅れが生じるといえる。

また、ケース 3 では、図-5 の撮影画像から分かるように、間隙水の排出が顕著に見られるまで 13 秒もの遅れが生じた。他のケースでは、加振が終了すると同時に間隙水は少しずつ地表面に排出されているが、ケース 3 では異なる現象が見られた。この理由として 2 層目の砂層厚の影響でケース 2 と比べて間隙水圧のエネルギーが弱まり、排出に時間を要したと推測できる。これより、透水性の低いシルト混じり砂層の下に位置する砂層厚によって間隙水圧のエネルギーが変わり、結果的に沈下の時間的遅れに影響しているという結果が得られた。



加振終了時



加振終了 10 秒後



加振終了 50 秒後

図-4 ケース 2 における加振終了後の様子



加振終了時



加振終了 10 秒後



加振終了 13 秒後



加振終了 60 秒後

図-5 ケース 3 における加振終了後の様子

4. まとめ

- 1) 全層にわたりシルトを 50% 程度含む地盤においても液状化が発生し、その際、沈下に対して非常に大きな時間的遅れが生じる。
- 2) 砂層の上部にシルト混じり砂が存在することによって液状化時に砂層の間隙水が層の境目に滞留する傾向が見られた。この現象は既往の地震時の挙動と整合するものであった。
- 3) 砂層の上部にシルト混じり砂が存在することによって、液状化時の沈下に時間的遅れが生じる。
- 4) 透水性の低いシルト混じり砂層の下に位置する砂層厚によって、間隙水圧のエネルギーの大きさが変わり、沈下量と沈下の時間的变化に影響する。

【参考文献】

- 1) 陶野郁雄：液状化による砂層の堆積構造の変化が強度特性に及ぼす影響に関する基礎的研究、文部省科学研究費補助金研究成果報告書、1998 年
- 2) 西丸あずさ、森田年一、安原一哉：地盤の土層特性が液状化に及ぼす影響について、平成 17 年度土木学会東北支部技術発表会講演概要、2006 年
- 3) 森田年一、西丸あずさ、大和田祐加：層状砂質地盤の液状化に及ぼすシルトの影響、第 41 回地盤工学研究発表会(投稿中)、2006 年