

Ⅲ－64

地盤の土層特性が液状化に及ぼす影響について

○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確認されていなかった非塑性シルトを含む砂地盤でも液状化するということが明らかになった。そこで本研究では、非塑性シルトを含む砂地盤の土層構成の違いが地震時の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。

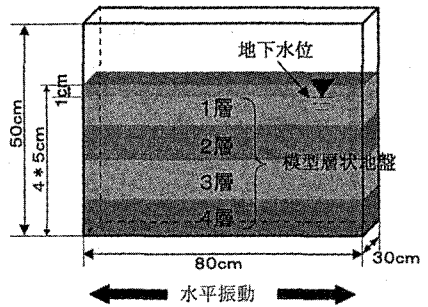


図-1 模型振動土槽

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6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。

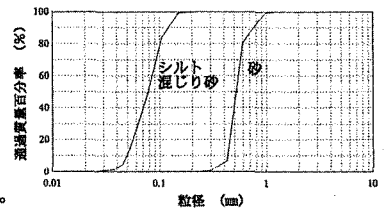


図-2 試料の粒径加積曲線

2.2 加振

入力水平加振波は5 Hzの正弦波(5秒)とし、加振は振幅レベルを徐々に上げていくステージ加振とした。結果の測定については加振時の地盤挙動を観察するとともに、図-4のようなデジタルカメラ撮影画像により地表面及び層境界の沈下量を測定した。

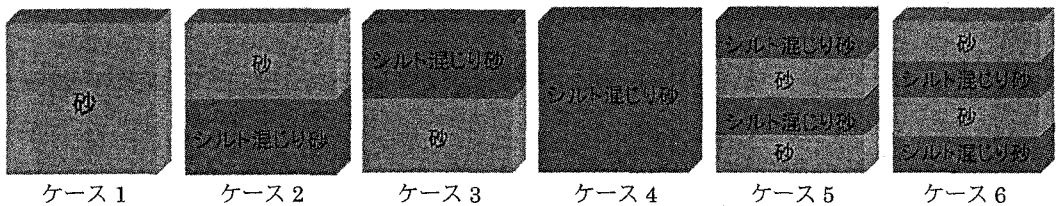


図-3 実験ケース

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、地表面沈下量及び各層の沈下量を、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、液状化発生時の入力加速度を A_v 、地表面沈下量を D_v と記す。

3.1 液状化抵抗

ケース4において、全層シルト混じり砂とした場合でも 0.778m/s^2 の加振で、液状化が発生した。これより、シルトを50%程度含む地盤であっても地震動が大きく地下水位が高いと、液状化が発生するということが明らかとなった。

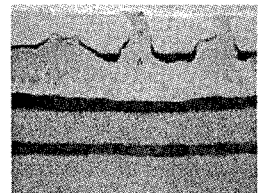


図-4 液状化時の撮影画像

表-1 液状化時の入力加速度及び各層の沈下量

	ケース 1	ケース 2	ケース 3	ケース 4	ケース 5	ケース 6
液状化時の入力加速度 (m/s^2)	0.299	0.392	0.572	0.778	0.530	0.554
地表面沈下量 (cm)	1.200	1.250	0.250	0.500	0.650	0.350

表-2 各層の沈下量

	ケース 1	ケース 2	ケース 3	ケース 4	ケース 5	ケース 6
1 層沈下量 (cm)	0.750	0.650	0.250	0.100	0.325	0.050
2 層沈下量 (cm)	0.225	0.150	-0.450	-0.125	0.275	-0.050
3 層沈下量 (cm)	0.150	0.150	-0.100	0.060	-0.250	0.350
4 層沈下量 (cm)	0.075	0.300	0.550	0.215	0.300	0

ケース 1~4 における A_L の値より、地盤全体の液状化抵抗はケース 1, 2 とケース 3, 4 で著しく異なり、ケース 1 とケース 2、ケース 3 とケース 4 のそれぞれでは、ほぼ同等のものであるという結果となった。これより上層の地盤特性が、地盤全体の液状化特性に大きく影響を及ぼすと考えられる。また、実際の施工において地盤改良を施す場合には、地下水位付近の範囲のみ地盤改良を行うだけでも、相応の液状化対策の効果が期待できると本実験結果からもいえる。

3.2 沈下量

ケース 1~3 の D_v の値では、ケース 1, 2 においては著しく値が大きく、ケース 3 では、小さい値を示した。ケース 3 においては、上層がシルト混じり砂のため透水性が悪く、2 層目と 3 層目の境に間隙水が滞留する傾向が見られた。そのため、間隙水が排出されにくく、結果的に沈下量が抑制されるかたちとなったと考えられる。以上のことから、地表面沈下量は、上層の地盤構成に大きく影響を受けるといえる。

ケース 3, 5, 6 の D_v の値より、ケース 5 のみが大きい値を示した。ケース 3 では、前述の通り間隙水が排出されにくく、また、ケース 6 では、液状化発生時に 1 層目の間隙水のみが排出したと考えられる。一方、ケース 5 では、液状化発生時において、1 層目のシルト混じり砂を透過するかたちで、1 層目と 2 層目の間隙水が排出したと考えられる。地表面からのシルト混じり砂の厚さに着目すると「地表層がシルト混じり砂でないケース 6」、「地表層から 2 層目までがシルト混じり砂であるケース 3」で D_v の値が小さく、「地表面から 1 層のみがシルト混じり砂であるケース 5」で D_v の値が大きくなった。これより、地表面からのシルト混じり砂の厚さの影響で沈下量に大きく差が現れてしまう結果となったといえる。

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、地震動の大きさや地下水位位置により液状化発生の可能性がある。
- 2) 上層の地盤特性が、地盤全体の液状化特性に大きく影響を及ぼすと考えられる。
- 3) 地盤改良を施す場合には、地下水位付近の範囲のみ、地盤改良を行うだけでも、相応の液状化対策の効果が期待できる。
- 4) 液状化後の地表面沈下量は、地表面付近の間隙水の排出状況に大きく関連し、シルトを含む地盤の厚さにも影響を受ける。

5. 今後の課題

今後、各ケースにおいて同一条件で複数回の実験を行い実験結果の精度を高めるとともに、結果に対する考察を深めていきたい。また、入力加振波の条件を変えたケースでも実験を行い、本実験結果との違いを考察し、加振波の違いが地震時の挙動に及ぼす影響を解明したい。

【参考文献】1) 増田拓哉：非型性シルトにおける繰返し載荷後の強度・剛性に及ぼす排水履歴の影響，平成 16 年度茨城大学卒業論文