

Ⅲ - A113 地震時の液状化による道路盛土の挙動に関する動的遠心模型実験

日本道路公団試験研究所 正会員 川井田実 殿垣内正人
別井智行

鹿島建設技術研究所 正会員 大保直人 正会員 吉迫和生

1. はじめに

地震による盛土被害は、主に軟弱地盤上もしくは片切片盛部で発生している。兵庫県南部地震やその他の近年の規模の大きな地震においても、そのような被害事例は数多く報告されている。筆者らは平成5年度より、地震時の地盤の液状化が原因となる盛土被害を再現した動的遠心模型実験を実施し、地震時の盛土崩壊のメカニズムの解明や液状化対策工法の有効性の検討を行ってきた^{1)~4)}。今回はそれらの成果を一括し報告する。

2. 実験概要

実験は以下の二つに分類される。

- ①地盤の相対密度(以下 Dr と記述)が盛土の破壊形態にどのような影響を及ぼすか調べるために、地盤の Dr を変化したケース1~3。
- ②現在、盛土の軟弱地盤対策工として用いられている、押え盛土(本体盛土の脇に背の低い盛土を施す)、敷網工(盛土内底部に金網やジオテキスタイルを敷く)、BH杭工(盛土のり尻付近の地盤をボーリングマシンによって掘削してモルタルを打ち、H鋼を建て込む)の、液状化対策工としての有効性を検討する為に行ったケース4~8。

表-1に全実験ケースの主な条件を示す(最大入力加速度と盛土換算沈下量は実物換算値を示す)。加振実験は全て縮尺1/50の模型を用いて、50g(gは重力加速度)の遠心加速度場内で200Hzの正弦波を0.8秒間入力して実施した。また図-1に実験模型の基本的な概要を示す。実験の詳細については文献1)~4)を参照されたい。

3. 実験結果

図-2に全実験ケースの地盤、盛土の変形状況を示す。地盤の Dr を変化したケース1からケース3を比較すると、地盤の Dr が小さいケース1の場合、盛土天端での換算沈下量(表欄外参照)が全ケース中最も大きい。盛土全体が沈下するとともに、盛土のり尻が局部的に円弧状に広がって、のり面にクラックが生じ、盛土天端にはクラックが生じなかった。また地盤の Dr が大きいケース3の場合、盛土沈下はほとんど見られず、地盤の側方流動も全ケース中最も小さい。このケースでは盛土にクラックが生じているが、これは盛土での加速度応答が大きくなったために生じたものと考えられる。Dr がその間であるケース2では、盛土の沈下および側方流動はケース1とケース3の中間の状況を示しているが、盛土天端にクラックが発生し、影響としては最も大きいといえる。この結果を受けて、以下の液状化対策工の効果を検討する実験ではケース2を基本として地盤の Dr を約50%に設定した。

対策工として押え盛土を施したケース4、ケース5では地盤の浅い位置での側方流動が小さくなっている。ケース7では本体盛土と押え盛土の付け根付近と盛土底面から盛土中程付近までのびるクラックが発生した。また押え盛土

表-1 実験ケースと主な実験条件

ケース	ケース種別	相対密度(%)	盛土の締固め度(%)	最大入力加速度(m/s ²)	盛土換算沈下量(cm)	備考
ケース1	盛土のみ	39.5	89.4	1.78	38.0	
ケース2	盛土のみ	56.2	86.7	1.87	20.3	
ケース3	盛土のみ	93.2	88.3	1.56	9.9	
ケース4	押え盛土 勾配無し	55.4	88.8	1.57	26.7	押え盛土厚さ0.8cm
ケース5	押え盛土 勾配有り	48.3	87.7	1.36	30.3	押え盛土厚さ0.8cm~1.2cm
ケース6	敷網あり	53.5	86.7	2.51	19.0	敷網の引張り最大強度2.2kN/m
ケース7	敷網あり	58.0	87.1	1.38	18.2	敷網の引張り最大強度1.2kN/m
ケース8	BH杭	52.0	88.2	1.64	31.5	面付剛性220kN・cm ²

盛土換算沈下量 = 計測最大沈下量 × 基準入力加速度(1.57m/s²) / 最大入力加速度

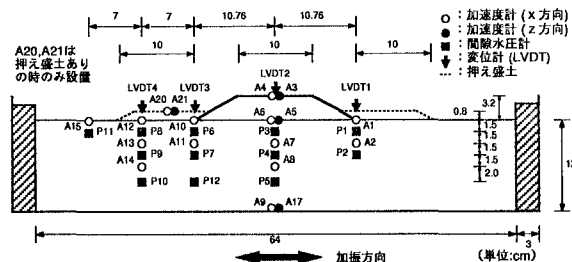
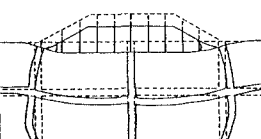
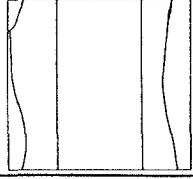
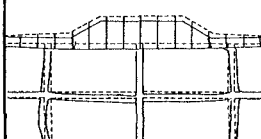
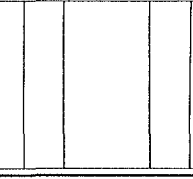
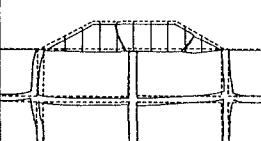
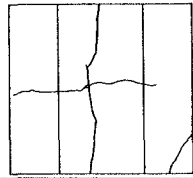
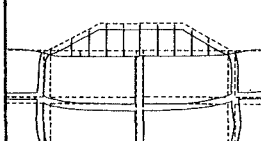
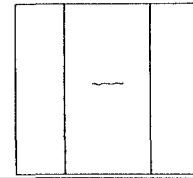
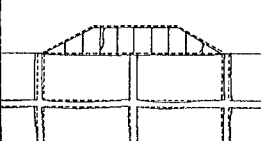
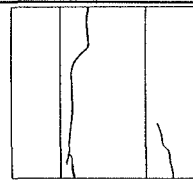
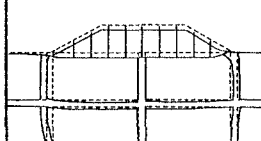
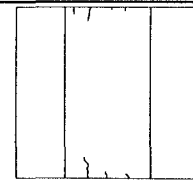
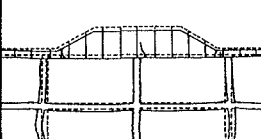
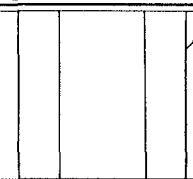
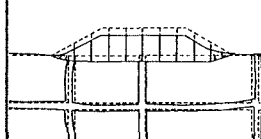
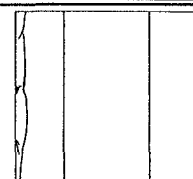


図-1 実験模型の基本的な概要

盛土 対策 地震 液状化 遠心模型実験

日本道路公団試験研究所 〒194 東京都町田市忠生1-4-1 TEL 0427-91-1621 FAX 0427-92-8650
鹿島建設技術研究所 〒182 東京都調布市飛田給2-19-1 TEL 0424-89-7077 FAX 0424-89-7087

表-2 地盤・盛土の変形状況

	側面からの様子	盛土上部の様子	側面からの様子	盛土上部の様子	
ケース1			ケース5		
ケース2			ケース6		
ケース3			ケース7		
ケース4			ケース8		

に勾配をつけたケース5ではクラックは見られなかった。この様に押え盛土のある場合には、液状化による地盤の側方流動を抑制する効果があり、盛土の損傷の程度を軽減することができる。

盛土内に敷網を設置したケース6、7では、地盤は基本となるケース2と同等に側方流動を起こしている。しかし盛土に発生するクラックは、ケース6では盛土底面から敷網にかけて、ケース7では盛土天端に生じているが、いずれも極僅かなものにとどまっている。この様に盛土内に敷網を設置した場合、地盤が側方流動を起こしたときに盛土に作用する水平引張力を敷網が分担し、その結果クラックの発生が抑制され大きな損傷に至らないものと考えられる。

盛土のり尻付近の地盤内にBH杭を設置したケース8では、盛土沈下量がやや大きくなり、左側のり面にクラックが発生しているが盛土天端にはクラックが発生していない。この様にり尻付近の地盤内に杭があることによって地盤の側方流動が抑制され、盛土のクラックの発生は少なかったと考えられる。

4. まとめ

一般的な盛土形状の場合、地盤の相対密度によらず盛土にクラックが発生する程度にとどまっており、従来から土構造物の地震時安定計算の為に設定されてきた地震外力程度では、地盤に液状化が発生したとしても盛土の崩壊など大きな損傷には至らないことが確認できた。

次に従来から用いられている軟弱地盤対策工法の地盤液状化時の安定対策としての効果については、盛土建設段階での工法としての押え盛土・敷網工法、管理段階での工法としてのBH杭等のように盛土のり尻部の補強を行う工法のいずれの場合でも、そのメカニズムは異なるものの盛土の変形抑制対策としては十分な効果があることが確認できた。

<参考文献> 1)長尾他:砂地盤の相対密度が液状化に伴う盛土の挙動に及ぼす影響について～動的遠心模型実験による検討～、土木学会第49回年次学術講演会、pp616～617 2)三嶋他:動的遠心模型実験による押え盛土工法の液状化対策効果に関する検討、第30回土質工学研究発表会、pp1079～1082 3)長尾他:押え盛土の液状化対策効果に関する動的遠心模型実験、土木学会第50回年次学術講演会、pp544～545 4)殿垣内他:敷網による盛土補強工法の液状化対策効果に関する動的遠心模型実験、第31回地盤工学研究発表会、pp1175～1176、