

液状化地盤上の対策盛土の動的遠心模型実験

独立行政法人土木研究所 正会員 ○黒瀬 浩公
 同上 正会員 田村 敬一
 同上 正会員 佐々木哲也

1. はじめに

道路盛土については、過去の震災事例が少ないこと、また、被災しても比較的復旧が容易なことから一般に耐震対策が行われていなかった。しかしながら、兵庫県南部地震を契機として、土木構造物の耐震性向上が必要となってきている。そこで、本研究では道路盛土の液状化対策として、基礎地盤の締固め及び固化による対策、盛土本体のジオテキスタイルによる対策を対象とし、動的遠心模型実験によりその対策効果を検討した。

2. 実験概要

実験は遠心載荷装置を用い、盛土地盤を作成した幅 150cm, 高さ 50cm, 奥行き 30cm の剛土槽を振動台に設置し、50G の遠心場で実施した。実験ケースを表-1 及び図-1 に示す。基礎地盤は碎石層、支持層及び液状化層からなり、支持層は 7 号珪砂を用いて相対密度 $Dr=95\%$ となるよう作成し、液状化層は江戸崎砂を用いて相対密度 $Dr=50\%$ となるよう作成した。盛土は、天端幅を 25cm, 法面勾配を 1:1.8 とし、江戸崎砂を用いて相対密度 $Dr=50\%$ となるよう作成した。

盛土の基礎地盤の対策は、締固め及び固化とし、締固め層は相対密度 $Dr=100\%$ となるよう締固めて作成した。固化体はアクリル製の箱とし、鉛散弾と砂により単位体積重量を液状化層の飽和単位体積重量と等しくなるように調整した。ジオテキスタイル模型は板厚 0.5mm のポリカーボネイト板を図-2 に示すように、横リブ間隔 30mm, 縦リブ間隔 15mm に加工して作成した。別途実施したジオテキスタイル模型の引抜試験結果から、摩擦角は約 $40(\text{deg.})$ であった。

実験では最大加速度が 25G, 周波数を 50Hz とした正弦波 11 波からなる主要動とそれに続く約 10G の後続波からなる波を入力波とした¹⁾。計測器による計測は、盛土天端、盛土底面及び地盤表面の鉛直変位、盛土及び地盤内の加速度、地盤内の過剰間隙水圧について行い、模型の地表面及び側面には標点及び色砂を設置し、模型の変形を計測した。

3. 実験結果

盛土の沈下は、(1)盛土の広がり（以下、ストレッチングと呼ぶ）、(2)盛土の体積圧縮、(3)基礎地盤の側方流動、(4)基礎地盤の体積

表-1 実験ケース

ケース	対策箇所	
	基礎地盤	盛土本体
1	—	—
2	締固め ($Dr=100\%$)	—
3	固化 (支持層まで)	—
4	固化 (液状化層中間部まで)	—
5	—	ジオテキスタイル(1段)
6	締固め ($Dr=100\%$)	ジオテキスタイル(5段)

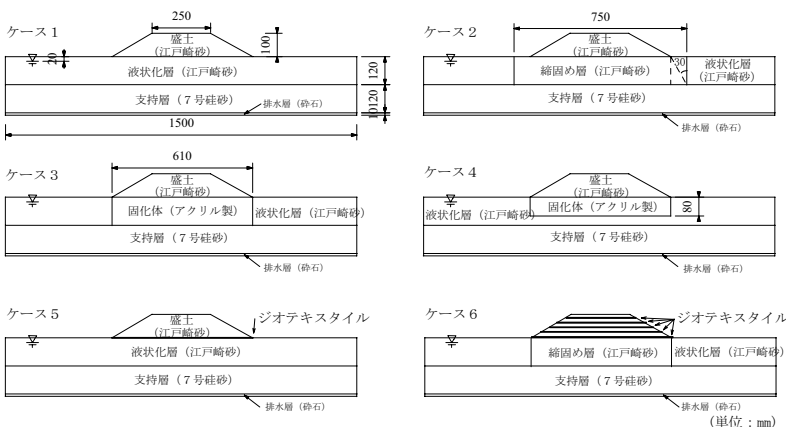


図-1 実験ケース

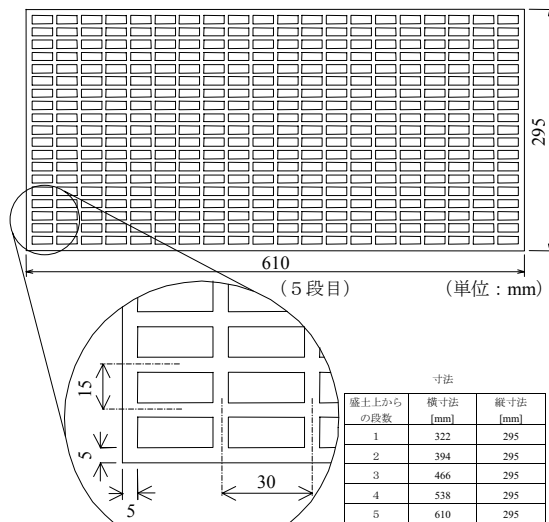


図-2 ジオテキスタイル模型

キーワード 盛土, 液状化, 対策, 遠心模型実験

連絡先 〒305-8516 茨城県つくば市南原 1-6 独立行政法人土木研究所 TEL029-879-6771

圧縮を要因として生じる²⁾と考えられる(図-3 参照). そこで, 加振前後に模型側面を撮影した写真を分析することにより求めた盛土沈下の要因の分析結果を図-4 に示す. 対策盛土天端の沈下量は, 無対策の場合と比較してその 20~60%程度になっており, 対策効果が確認できる. 最も沈下量が小さいケースは, 盛土直下液状化地盤を支持層まで固化対策を行ったケース3であった.

地震時に交通が遮断されないためには, 沈下による段差を抑えることと同時に盛土本体に損傷が生じないようにする必要がある. そこで, まず, 盛土天端の路面に生じる縦断亀裂と相関が高いと考えられる盛土の

ストレッチングに着目した. 図-5 に法肩, 法面(中央)及び法尻におけるストレッチング量を示す. 盛土直下を締固めによる対策を行ったケース2では, ストレッチング量が大きく盛土天端に縦断亀裂が多数発生していた. したがって, 液状化層の締固めによる対策のみでは不十分な可能性もあり, 同時に盛土のストレッチングを抑制する対策が必要と考えられる. 一方, その他の対策を行ったケースでは, 盛土のストレッチング量は小さく, 盛土天端に縦断亀裂はほとんど発生していない.

次に, 前述した盛土の沈下要因のうち, 盛土の体積圧縮による沈下量と盛土天端における最大加速度との関係を図-6 に示す. 盛土直下に液状化層が存在するケース1, 4, 5では, 盛土天端の最大加速度は15(G)程度であり, 盛土の体積圧縮による沈下量はわずかである. 一方, 盛土直下に液状化層が存在しないケース2, 3, 6では, 盛土天端の最大加速度が30(G)程度となり, 盛土の体積圧縮による沈下量が大きくなった. これは, 液状化層が存在しないため, 地震動が減衰することなく盛土に伝播し, 盛土に損傷が生じやすくなったことが原因と考えられる. ただし, ケース3では固化体により, また, ケース6ではジオテキスタイルにより盛土のストレッチングを抑制したことが, 盛土天端に縦断亀裂が発生していなかった原因と考えられる. 盛土のストレッチング及び体積圧縮による沈下量が最も小さいケースは, 液状化層中間部まで固化対策を行ったケース4であり, これは液状化層の存在により盛土に作用する地震動が小さくなったことと, 盛土直下の固化体が盛土のストレッチングを抑制したことによると考えられる. また, ケース5は, 盛土底面にジオテキスタイルを1段敷設した比較的容易な対策であるにも拘わらず, 盛土のストレッチング抑制効果から盛土の損傷が小さいだけでなく, 沈下量も無対策の場合の約60%になっている.

4. まとめ

液状化地盤上の道路盛土の液状化対策として, 基礎地盤の締固め及び固化による対策, 盛土本体のジオテキスタイルによる対策を対象とした動的遠心模型実験を実施した. 実験結果から, 本実験で対象とした対策はいずれも盛土の沈下抑制に効果があることが確認できた. また, 盛土本体の損傷を抑制するためには, 盛土のストレッチング生じさせないことが重要であることが分った.

今後は合理的な対策法の提案を目指して引続き検討を実施する予定である.

参考文献

- 1) 黒瀬他(2003): 液状化地盤上の盛土の変形特性に関する動的遠心模型実験, 第38回地盤工学研究発表会(投稿中)
- 2) 岡村他(2001): 地盤の液状化による盛土沈下対策工(締固め工法)の効果, 第36回地盤工学研究発表会, pp.1343-1344

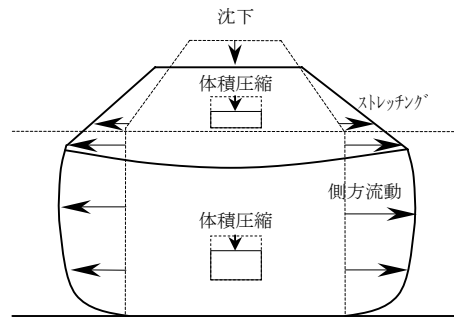


図-3 盛土の変形

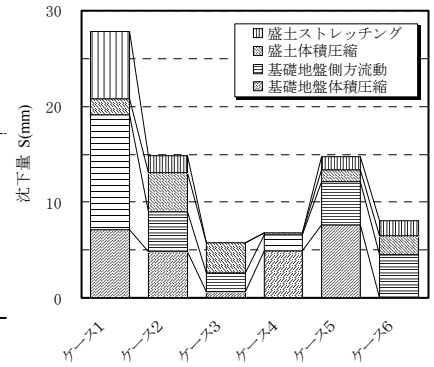


図-4 盛土の沈下要因

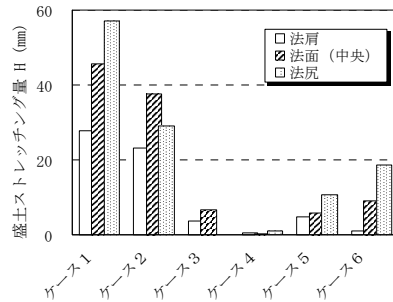


図-5 盛土のストレッチング量

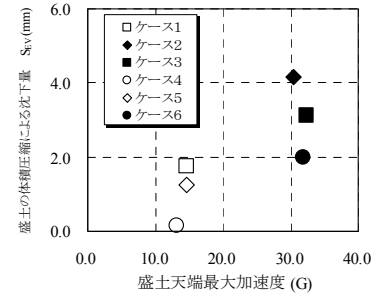


図-6 盛土の体積圧縮による沈下量と盛土天端最大加速度との関係