

## 砕石とジオシンセティックスを用いた道路盛土の液状化時変形抑制に関する振動台実験

福井工業高等専門学校 学生会員○橋本 涼  
 福井工業高等専門学校 正会員 吉田 雅穂  
 福井工業高等専門学校 橋本 芹菜  
 エターナルプレザーブ 正会員 倉知 禎直

### 1. はじめに

地震時の液状化に起因する道路盛土の沈下や流動は路面の段差や亀裂などを発生させ、地震後の車両通行に障害をもたらし、応急復旧作業に多大な影響を与える。道路盛土に対する液状化対策工法の一つとして、高強度のジオシンセティックスを透水性の高い砕石で挟み込んだ層を盛土直下に敷設し、砕石層によって過剰間隙水圧を早期に消散させ、さらにジオシンセティックスと砕石の摩擦によって盛土の変形を抑制する工法が提案されている<sup>1)</sup>。本工法は、液状化の発生を完全に抑制するのではなく、ある程度許容する一方で、盛土の側方流動や沈下などの変形を抑制することによって、地震時の盛土の変形量を修復可能限界以内に留めて道路の機能確保を目的としている。本工法の有効性は既に遠心模型実験や数値解析により明らかにされているが<sup>1)</sup>、本研究では75分の1縮尺の模型地盤を用いた1G場振動台実験によりその有効性を検討した。

### 2. 実験概要

図1に模型地盤の概要を示す。振動台上にアクリル製の土層(幅1200mm×奥行400mm×高さ500mm)を設置し、その中に模型地盤を作成した。実験砂は珪砂7号(密度2.66 g/cm<sup>3</sup>, 平均粒径0.17 mm, 透水係数4.79×10<sup>-3</sup> cm/s)であり、まず、水中落下法で作製した相対密度約50%の緩詰め飽和砂層を振動数5Hz, 最大加速度100gal, 加振時間30秒の正弦波で加振し、相対密度約90%の基盤層100mmを作製した。つぎに、その上層に同様な方法で相対密度約60%の緩詰め飽和砂層200mmを作製した。模型地盤の厚さ合計300mmであり、地下水位は地表面と一致している。改良層は、地表面から10mm以深に砕石7号を用いて厚さ30mm(幅290mm, 奥行き390mm)の砕石層を作製し、その中間にオレフィン系材料で作製した同寸法のジオシンセティックス模型を挟み込むことで構築した。

盛土模型は昭和ケミカル製のDLクレイに信越化学工業製のシリコンオイルを質量比22%で混合した土を使用し、型枠に入れて目標単位体積重量15kN/m<sup>3</sup>になるよう突き固めて作製した。その目標寸法は高さ50mm, 天端幅130mm, 法尻幅290mm(実物寸法の高さ4m, 天端幅10m, 法尻幅22mの75分の1を想定)であり、飽和砂層上に設置した。入力波は図2に示すように振動数5Hz, 目標最大加速度140gal, 加振時間6秒である。実験中は入力加速度(A1), 自由地盤の応答加速度(A2), 地盤内の応答加速度(A3, A4), 盛土天端の応答加速度(A5), 地盤内の過剰間隙水圧(P1~P5), 地盤の鉛直方向変位量(D1~D4)を計測した。また、盛土の3測線において基準点から1cmごとにポイントゲージを用いて加振前後の盛土の変形量を計測した。

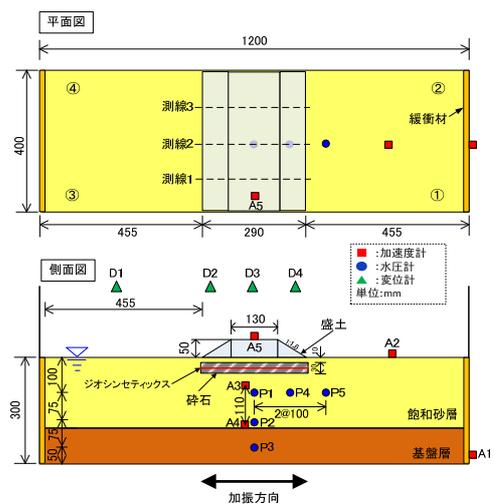


図1 模型地盤の概要

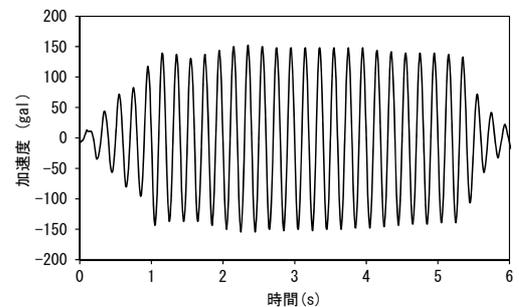


図2 入力加速度の時刻歴波形

キーワード：地震，液状化，盛土，ジオシンセティックス，砕石，振動台実験

連絡先：〒916-8507 福井県鯖江市下司町 Tel&Fax: (0778) 62-8305 Email: masaho@fukui-nct.ac.jp

### 3. 実験結果および考察

図3に盛土の測線2における加振前後の変形を示す。ここで、地盤高とは加振前の砂地盤表面を原点とした時の相対高であり、盛土の変形による影響範囲外にある4箇所の地盤沈下量の平均値を差し引いている。同図より、無対策地盤と比較して対策地盤の盛土はその形状を維持しながら沈下している様子が確認できる。

図4に加振後の盛土の鉛直変位を示す。ここで、鉛直変位とは前述の地盤高の加振前後の差を求めた絶対変位であり3つの測線の平均値とした。同図より、対策地盤の鉛直変位が軽減されていることがよく分かる。また、無対策地盤では盛土の天端部の変位が大きく法面部が小さい傾向であるが、対策地盤ではその差が小さく盛土全体が一様に沈下している様子が見取れる。これは、砕石とジオシンセティックスで構成された改良体が剛な盤状構造物となり、盛土堤体と共に一体となって沈下したためと考えられる。このことは、地震時の盛土の変形量を修復可能限界以内に留めて道路の機能を確保するという本工法の目的を満たす結果と言える。

図5に改良層直下の地表面から100mmの位置(P1)における過剰間隙水圧比の時刻歴を示す。対策地盤では、過剰間隙水圧の上昇を抑制し、消散を促進する結果が得られており、砕石の透水効果が顕著に表れている。このことも、前述の盛土の沈下抑制に大きく寄与したと考えられる。

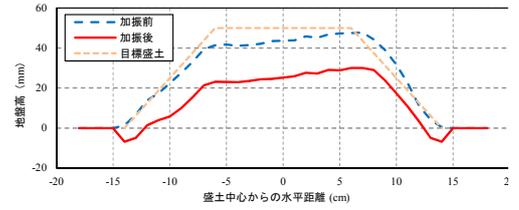
図6に加振開始後3秒間の過剰間隙水圧上昇過程における、盛土直下 G.L.-90~-200 mm の地盤応答加速度より算出した応力-ひずみ関係を示す。同図より、対策地盤ではせん断ひずみがほとんど発生していないことがわかる。対象となる地盤は改良層直下であり、図5で示した過剰間隙水圧の抑制とともに盤状の剛な改良層の存在によって繰り返しせん断に伴うせん断剛性の低下が抑制されたと推測される。

### 4. まとめ

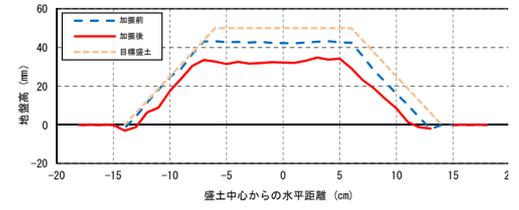
- (1) 盛土直下地盤に砕石とジオシンセティックスで構成される改良層を敷設することで、盛土の沈下が抑制され、また、天端の平坦性が保たれた。
- (2) 改良層は周辺地盤の過剰間隙水圧の発生を抑制し消散を促進した。さらに、直下地盤のせん断剛性の低下を抑制する効果を有した。

謝辞 模型振動実験では福井高専学生の五十島康平氏、宇佐美怜志氏、川端祐輝氏、塚本湧正氏の協力を得た。ここに記して謝意を表す。

参考文献 1) 村上清基, 久保幹男, 松本正士, 大河内保彦: ジオシンセティックスを用いた液状化変形抑制工法に関する遠心模型実験, ジオシンセティックス論文集, vol.25, pp.133-140, 2010.



a) 無対策地盤



b) 対策地盤

図3 盛土の変形

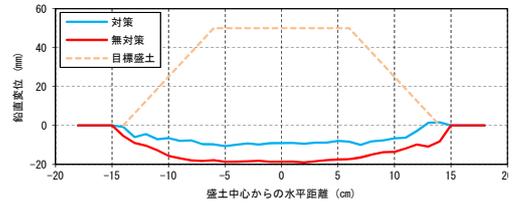


図4 盛土の鉛直変位

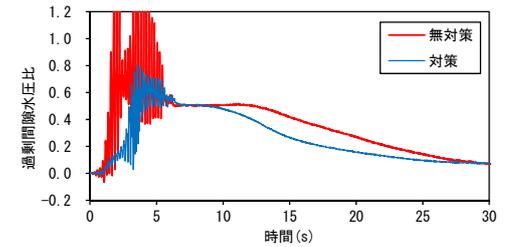
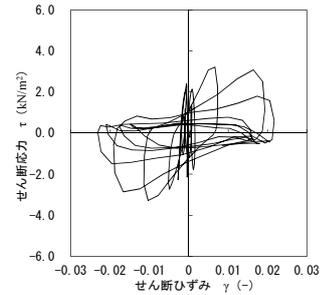
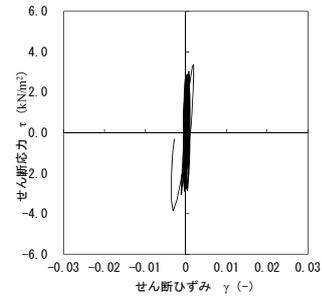


図5 過剰間隙水圧の時刻歴 (P1)



a) 無対策地盤



a) 対策地盤

図6 地盤の応力-ひずみ関係