

## 液状化地盤上碎石ジオシンセティックス対策盛土の形状保持効果に関する遠心模型実験

液状化, 盛土, ジオシンセティックス

エターナルプレザーブ 国際会員 〇村上 清基  
 エターナルプレザーブ 正会員 久保 幹男  
 エターナルプレザーブ 正会員 Hla Aung  
 ジオ・シビル 正会員 川崎 始  
 中部大学 国際会員 余川 弘至

## 1. はじめに

著者らは、液状化地盤上の盛土の形状保持効果を目的に、ジオシンセティックスを碎石で挟み込む構造体を表層に設置する工法を検討している<sup>1),2),3),4)</sup>。本研究では、盛土高を6mとしたCase1無補強盛土とCase2盛土直下に碎石とジオシンセティックスを敷設した盛土の2ケースの50G動的遠心模型実験を実施した。

## 2. 実験概要

図-1に遠心模型実験の概要図を示す。実験は、1/50縮尺の遠心模型実験（遠心加速度場50G）で行った。基礎地盤は、20mm（実物換算で1m）の支持層、200mm（10m）の液状化層とし、地下水面を地表面から20mm（1m）とした。盛土は、天端幅160mm（8m）、盛土高120mm（6m）、法面勾配1:1.5とした。対策構造の碎石厚は40mm（2m）であり、ジオシンセティックスは碎石層の中央に1枚敷設した。

実験に用いた地盤材料は、江戸崎砂、東北珪砂7号及びいわき珪砂3号の3種類で、それぞれ盛土、液状化地盤及び碎石層・支持層に用いた。液状化層は、気乾状態の東北珪砂7号をサンドホッパーで自然落下させる空中落下法により作製した。目標とした液状化層の相対密度は $Dr=50\%$ であり、層厚20mmで作製した。地盤作製中に間隙水圧計と加速度計を埋設するとともに、土槽ガラス前面に標点とメッシュを作製した。盛土は、実験土槽とは別の木枠内で最適含水比付近の湿潤江戸崎砂を用い締固め法により作製した。作製途中には、所定位置に計測器（加速度計）を埋設した。作製ピッチ20mmで、目標締固め度は $Dc=90\%$ とした。碎石層も盛土と同様に木枠内に、含水比約6%のいわき珪砂3号を締固めて作製した。作製途中にひずみゲージを貼った補強材と計測器を埋設した。作製ピッチは、補強材設置位置を考慮して20mmとした。盛土と碎石層は一旦凍結させ、凍結盛土と碎石層を液状化層上の所定位置に運搬・静置した。

液状化層の飽和は、真空土槽を用いた負圧法で行った。地盤の間隙流体として、遠心加速度（50G）に対して粘度が水の50倍になるように調整したメトローズ水溶液（信越化学工業㈱製60SH-50）を用いた。飽和方法は、まず土槽全体を脱気槽に収納し真空ポンプで約 $98\text{kN/m}^2$ の負圧を与え、真空状態になるまで放置する。次にほぼ真空状態になったことを確認してから、間隙流体の入った外部タンクと真空土槽の間に $9.8\sim 13.7\text{ kN/m}^2$ の差圧をかけた。この差圧によって、間隙流体が地盤表面に滴下され飽和できる。メトローズは時間当たり約1kgを注入し、飽和には約24時間を要した。

ジオシンセティックスのモデルは、実物の引張剛性 $EA=3,000\text{kN/m}$ に相当する1/50の剛性を有する農業用シートを使用した（ダイヤテックス製：BK-85）。液状化変形時のジオシンセティックスに作用する張力分布を把握するために、盛土中央、法肩、法尻、中央と法肩間、法肩と法尻間の5箇所にはひずみゲージ（共和電業製：KFEL-5-120-C1）を設置した。実験前に模型ジオシンセティックスの校正試験を行い、実験時に計測したひずみを補正した。入力地震動は、道路橋示方書のレベル2地震動タイプII-III種地盤のポートアイランド内地盤上のNS成分を用いた（図-2）。以下の実験結果は、全て実物換算して記した。

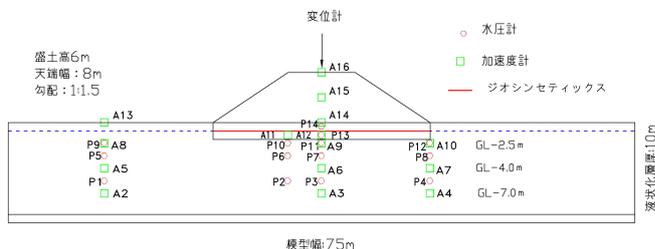


図-1 実験概要図

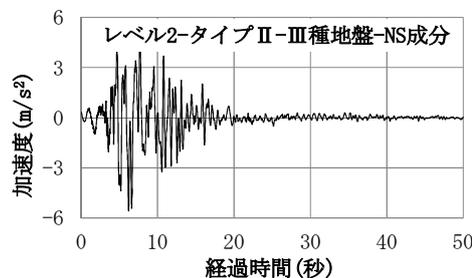


図-2 入力地震動

Centrifuge Model Experiment on Shape Retention Effect of Gravel-Geosynthetics Countermeasure Embankment on Liquefied Ground Seiki MURAKAMI (Eternal Preserve)  
 Mikio KUBO, HLA AUNG (Eternal Preserve)  
 Hajime KAWASAKI (Geo Civil)  
 Hiroshi YOKAWA (Chubu University)

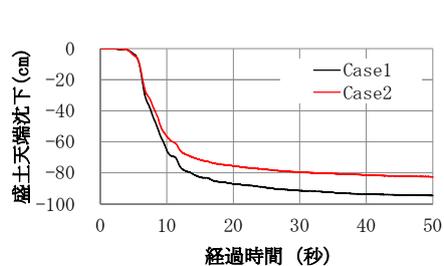


図-3 盛土天端沈下の経時変化

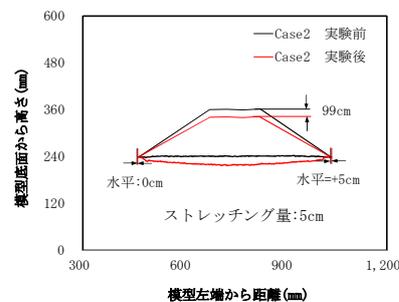
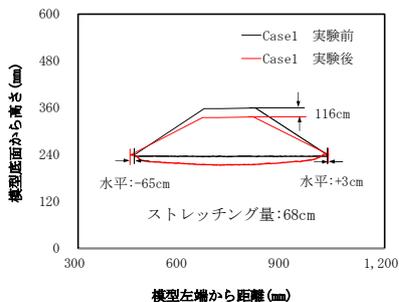


図-4 実験前後の変形状況

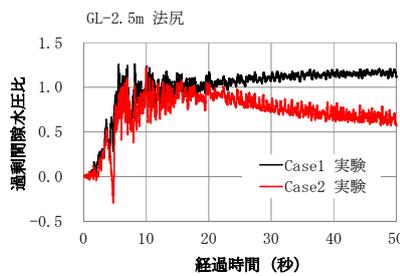
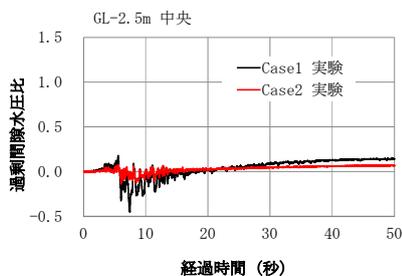


図-5 過剰間隙水圧比の経時変化

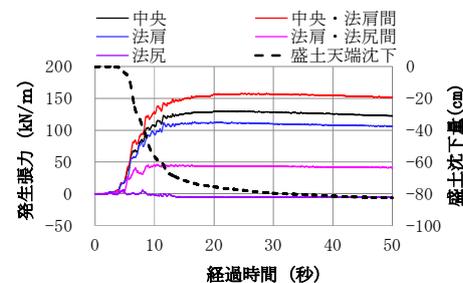


図-6 ジオシンセティックス張力の経時変化

### 3. 実験結果

#### (1) 盛土の変形

図-3 にレーザ変位計で測定した各 Case の盛土天端沈下量の経時変化を示す。時間と共に沈下量は増加するが、Case1 と比べ Case2 の沈下量が少ない。Case1, Case2 とともに加振開始から 5 秒までは沈下が生じていないが、その後 7 秒まではほぼ等しい速度で沈下が生じている。その後 Case2 は Case1 よりも沈下速度が低下する傾向が見られる。

加振後の概略の盛土形状を把握するため、参考として 1G 場に戻した後、標点の移動量をスケールで測定した(図-4)。盛土の左右法尻、左右法尻、中央位置付近の標点座標を測定した。盛土直下地盤表面の変状はレーザー変位計により連続測定した。盛土の変状は実験前後の標点座標の差より求めた。ここでストレッチング量とは、盛土の両法尻の盛土中央から離れる方向への水平変位量を足し合わせて絶対値で示したものである。測定精度が異なるため、盛土天端沈下量は図-3 の沈下量とは必ずしも一致しない。ストレッチング量は Case1 で 68cm に対し Case2 で 5cm とはるかに小さく、ジオシンセティックスを砕石層で挟み込んだ Case2 は、砕石層が盤的な挙動をすることにより盛土法尻の水平変位量を抑制し、盛土の形状を保持する効果が認められた。

#### (2) 過剰間隙水圧比の経時変化

図-5 に盛土中央直下と法尻直下 GL-2.5m 地点の過剰間隙水圧比の経時変化を示す。過剰間隙水圧比は図-1 に示した各間隙水圧計で計測した過剰間隙水圧と初期鉛直有効応力との比から作成した。加振開始 5 秒から 20 秒間(主揺動時)に着目すると、Case1 に比べ Case2 は盛土中央直下の過剰間隙水圧比の変化が小さい。これは、地震外力に伴うせん断力と盛土荷重のバランスで発生した負の過剰間隙水圧比がジオシンセティックス含む砕石層の剛性により低減されたと考えられる。尚、Case1 に比べ Case2 の法尻部では主揺動時において過剰間隙水圧比が抑制されている。砕石層周辺の過剰間隙水圧比が抑制されたことで、砕石層直下の地盤の変形を抑制し、盛土の形状保持効果に寄与したと考えられる。

#### (3) ジオシンセティックスの張力

図-6 に盛土下部の砕石層中央に敷設したジオシンセティックスに作用する張力の経時変化を示す。張力は沈下と同様に加振後 5 秒程度から発生し始め、10 秒に至る沈下の過程において張力が発揮されたことでジオシンセティックスの補強効果が確認されたと考えている。

### 4. まとめ

本工法の盛土補強メカニズムである①ジオシンセティックスの引張抵抗により砕石層の曲げ剛性が増加し、盤的な挙動を示すことにより側方変位を抑え、②砕石層により過剰間隙水圧比が低減され、砕石層直下の地盤の変形を抑制することにより、盛土の形状が保持されたことを確認できたと考えている。

参考文献：1) 村上, 久保, 松本, 大河内: 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, 土木学会第 65 回年次学術講演会, pp.567-568, 2010. 2) 高橋, 関, PRAMADIYA, 倉知, AUNG, 久保: ジオシンセティックス液状化変形抑制工法の動的遠心模型試験, 第 50 回地盤工学研究発表会 2015. 3) 高橋, AUNG, 倉知, 久保: ジオシンセティックス液状化変形抑制工法の動的遠心模型試験に対する解析的検討, 第 50 回地盤工学研究発表会, 2015. 4) アウン, 久保, 高橋: 液状化地盤上の盛土におけるジオシンセティックスと砕石を使った変形抑制対策, 地盤工学ジャーナル投稿中。