

ジオシンセティックスの側方流動対策効果に関する実験及び解析的検討

金沢大学大学院自然科学研究科 学生会員 ○杉田亘

金沢大学大学院自然科学研究科 Hendra Setiawan

金沢大学大学院自然科学部研究科 学生会員 芹川由布子

金沢大学理工研究域 正会員 宮島昌克

1. はじめに

1995年兵庫県南部地震では、阪神地区の埋め立て地において大規模な液状化地盤の側方流動が生じた。護岸が3~4m海方向に水平変位するとともに、埋め立て地全体が海方向に移動し、埋設ライフラインに大きな損害を与えた。さらに、2016年4月に発生した熊本地震においても、熊本県益城町で側方流動が原因で住宅、道路、管路に対する被害がみられた¹⁾。

液状化地盤の側方流動抑止のための工法としては、支持層まで基礎杭を打ち込む等の工法により地盤を強化する工法等が確立されている。これらは、実験及び解析による液状化地盤の側方流動抑止の効果も確認されており²⁾、実施工にも用いられている。

従来は、液状化地盤の側方流動を抑制するために、地盤改良を行っている。地盤改良のために一般的な杭基礎を用いた場合の費用は約1~2万円/m²であり高価となってしまいコスト面での問題が大きい。そこで、筆者らは、材料費が1250円/m²であるジオシンセティックスに着目し、側方流動抑制工法を提案する。

ジオシンセティックスは耐久性、耐荷重性、耐薬性、施工性に優れた材料であり、地盤内に配置することで液状化による側方流動を抑制できることを期待している。

側方流動抑制のためにジオシンセティックスを配置する工法は比較的近年に考案されたということもあり、定量的、定性的に研究されている例は多くない。そこで本研究ではジオシンセティックスを用いた側方流動抑制工法について実験により定性的評価を行う。さらに、実験結果の確認のために有限要素法に基づいた2次元動的有効応力解析ソフトであるFLIPを用いて実験の再現を行う。その上で、実規模における解析により液状化地盤の側方流動抑制について定量的な評価を行う。

2. 側方流動実験概要

本工法は地盤内に、高強度ポリエステル長繊維で作られた引張補強材であるジオシンセティックスを挟み込んだ碎石層を作製し液状化時の地盤の変形を抑制する工法である。ジオシンセティックス及び碎石層の剛性により表層地盤の変形を抑制し、碎石層の排水効果により液状化を抑制するため、側方流動低減を期待できる。土槽の寸法は長さ 1500mm×幅 750mm 高さ 750mm でアクリル製である。地盤は珪砂 7 号($\rho=2.66\text{g/cm}^3$, $D_{50}=0.17\text{mm}$)を用いてボーリングにより相対密度(D_r)50%程度の飽和砂質地盤を作製した。側方流動が生じるように、地盤は傾斜 6%程度になるように調整し、入力波は最大加速度約 200gal で振動数 3Hz の正弦波であり、加振時間を 15 秒間とした。碎石層には、碎石 5 号($\rho=2.56\text{g/cm}^3$, $D_{50}=3.55\text{mm}$)を用いて厚さ 6cm とした。ジオシンセティックスはエターナルプレザーブ株式会社で作製されているパラリンクの模型を使用した。実験に用いたジオシンセティックスの性質は引張強度特性 $T=6.0\text{kN/m}$ 、軸剛性 $EA=60\text{kN/m}$ である。

本研究では、碎石とジオシンセティックスの効果および配置の仕方による効果の違いを明確に評価するために次のように以下の 5 パターンの実験を行った。

- | | |
|------------------------|-----------|
| I 無対策 | II 碎石のみ配置 |
| III 碎石の上にジオシンセティックスを配置 | |
| IV 碎石の中にジオシンセティックスを配置 | |
| V 碎石の下にジオシンセティックスを配置 | |

代表的な実験配置としてIV「碎石の中にジオシンセティックスを配置」を図1に示す。加速度計で入力加速度及び地盤の応答を計測した。地盤表面の側方流動を計測するとともに、水圧計を碎石及びジオシンセティックスの上下に図1のように配置し、間隙水圧の上昇を計測した。

3. 側方流動実験結果

側方流動実験のケース別の地盤表面の平均変位量を図2に示す。IV碎石層の中にジオシンセティックスを設置したものがI無対策と比べて最も平均変位量が減少した。次にV下部配置、III上部配置、II碎石のみの順に平均変化量が小さかった。ジオシンセティックスと碎石を併用して用いたIIIIVVについて平均変位に大きな差がみられたことから、両者の位置関係は重要であることが分かる。また、III上部配置では、液状化に伴い碎石が沈下してしまったことで碎石層及びジオシンセティックスが分離し全体としての剛性が低下し、平均変位量がIV中配置やV下部配置と比較して大きくなったと考えられる。そこで今後は、碎石層とジオシンセティックスが分離しないように一体にして実験を行う予定である。

4. FLIPROSEVer.7を用いた実験再現解析

3. 側方流動実験結果より、ジオシンセティックス及び碎石層を地盤内に設置することにより液状化地盤の側方流動を抑制出来ることが定性的に明らかになった。しかしながら、実験では規模の制約等の点で定量的に工法を評価することは難しい。そこでFLIPROSEVer.7を用いて今回行った実験の再現及び実際の規模での解析を行う。

参考文献

- 1) 森伸一郎, 2016年熊本地震の概要と特徴的な被害, 愛媛大学防災情報研究センター平成28年(2016年)熊本地震被害調査報告会, 2016年4月22日 [http://committees.jsce.or.jp/eec205/system/files/%E7%86%8A%E6%9C%AC%E5%9C%B0%E9%9C%87\(%E6%A3%AE%E5%85%88%E7%94%9F\).pdf](http://committees.jsce.or.jp/eec205/system/files/%E7%86%8A%E6%9C%AC%E5%9C%B0%E9%9C%87(%E6%A3%AE%E5%85%88%E7%94%9F).pdf) 2016年12月1日アクセス。
- 2) 樋口俊一, 液状化側方流動抑止杭工法, 大林組技術研究報, No.76, 2012.
- 3) Hendra Setiawan, Yuko Serikawa, Mitsuru Nakamura, Wataru Sugita, Masakatsu Miyajima, Shake Table Tests on Mitigation of Liquefaction-induced Lateral Spreading by Using Gravel and Geosynthetics, 第36回地震工学会研究発表会講演集, D22-967, 2016.

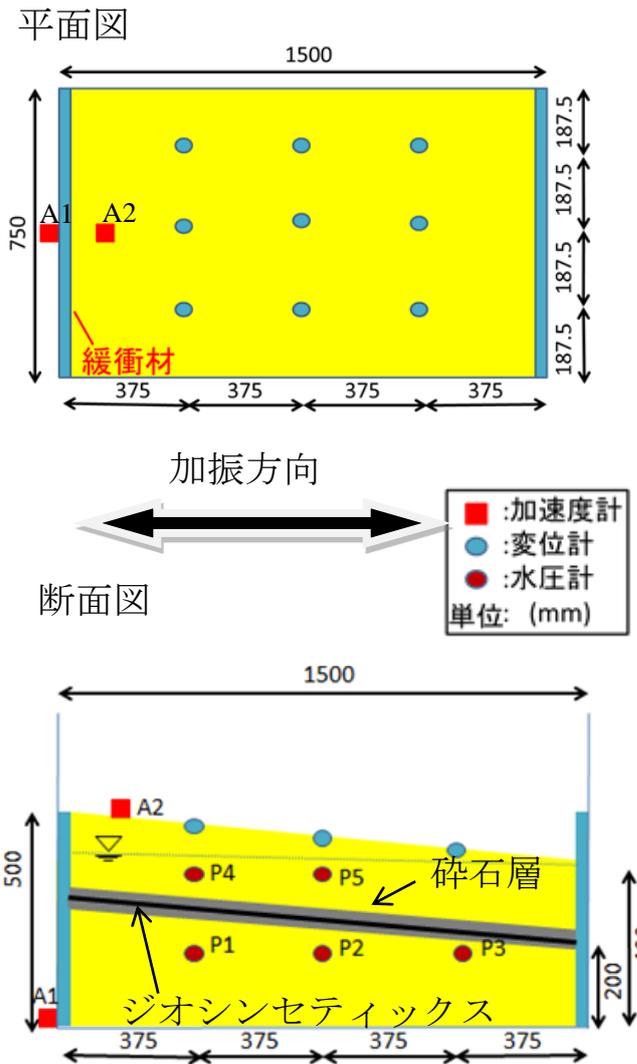


図1 実験概要図

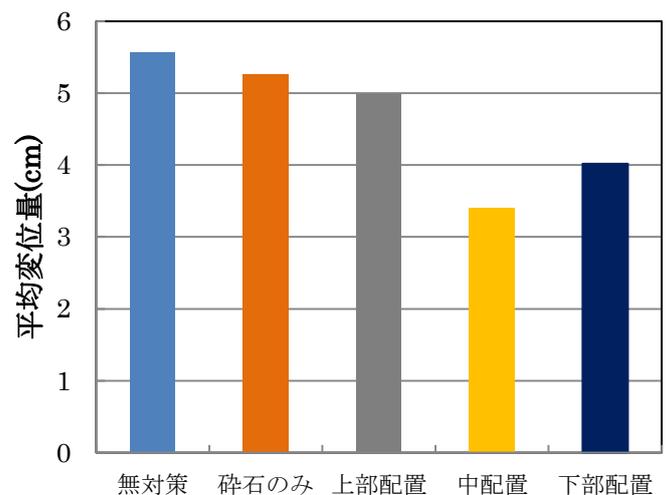


図2 平均変位量