

砕石とジオテキスタイルを用いた液状化対策工法の不同沈下抑制効果に関する実験

金沢大学理工学域環境デザイン学類 学生会員 ○五十嵐 央人
金沢大学理工学域地球社会基盤学系 正会員 宮島 昌克

1. はじめに

日本は地震国家であり、2011年東北地方太平洋沖地震、2016年熊本地震、2018年北海道胆振東部地震などの大きな地震が幾度となく発生し、これに伴い平面道路に段差・亀裂が発生し地震後の車両通行に障害をもたらし、復旧活動に多大な影響を及ぼした。この被害は液状化による不同沈下が原因の一つと考えられ、不同沈下による被害の対策として、被害発生部の路面の相対変位を抑制することが効果的である。しかし、道路の液状化対策は対策対象範囲が広く、地盤改良工法などの既往の対策法では膨大な費用を要することになる。

そこで道路の不同沈下抑制に効果的で、経済的でもある対策工法の一つとして道路盛土への対策として提案されている、ジオテキスタイルを砕石で挟み盛土の変形を抑制する工法¹⁾に着目する。この工法では、砕石層により過剰間隙水圧を早期に消散させ、また、ジオテキスタイルと砕石層の摩擦を確保し地盤の変形を抑制する効果を期待している。また、ジオテキスタイルは材料費も他工法と比較し抑えられ、施工する際に特殊な重機を必要としないため、振動・騒音が少なく周辺環境への影響も低いという利点がある。

本研究では、この工法を平面道路に適用し、不同沈下抑制に効果が期待できるのかどうかを模型振動実験により検証を行う。振動実験では相対密度の異なる地盤を作製し、無対策地盤と比較して検討した。

2. 実験概要

実験概要図を図-1に示す。振動台(島津製作所製, EHV-3)上に設置した土槽(幅 1500mm×長さ 750mm×高さ 750mm)に珪砂7号($\rho=2.66\text{g/cm}^3, D_{50}=0.17\text{mm}$)を用いて予備加振(振動数 10Hz, 最大加速度 400gal, 加振時間 20分の正弦波)及びボーリングを行い、 $D_r=50\%$ 程度の液状化地盤と $D_r=90\%$ 程度の非液状化地盤を作製した。この相対密度の異なる2つの地盤の上部に、ジオテキスタイル(引張剛性 $EA=60\text{kN/m}$)と砕石5号($\rho=2.56\text{g/cm}^3, D_{50}=3.55\text{mm}$)で作製した砕石層からなる対策層を不織布

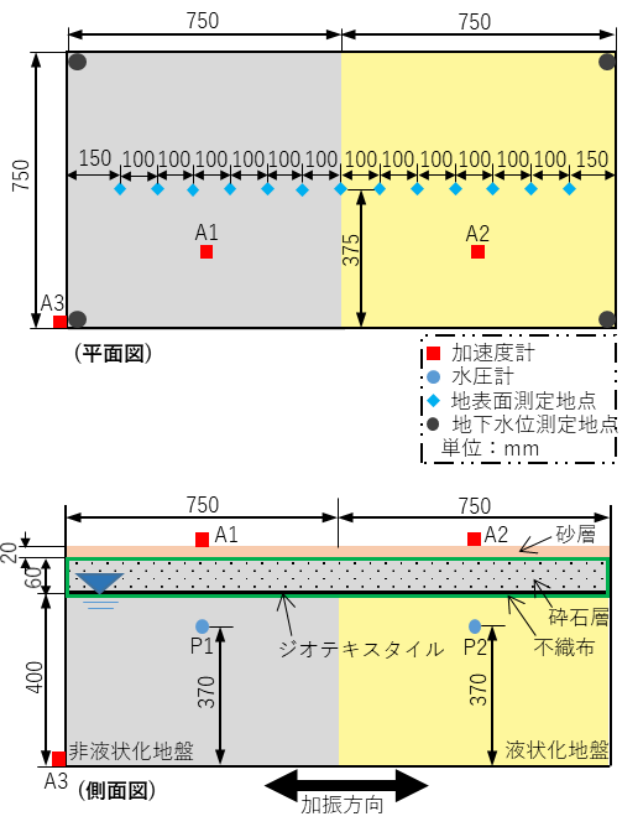


図-1 実験概要図

で包んで設置した。不織布は上部と下部の砂が対策層に侵入することを防ぐために使用している。最後に対策層の上部に20mmの不飽和砂層を作製した。対策層の有無による効果を検証するため、対策層の部分を不飽和砂層に置換した無対策モデルでの実験も行う。地下水位は土槽の四隅に設置したパイプ(内径 24mm, 丸穴ストレーナー加工)により測定を行い、実際に適用する際に想定しうる最も液状化しやすい対策層の下部(GL-0.08m)に設定した。

入力波は振動数 5Hz, 最大加速度 190gal, テーパー3秒の正弦波で加振時間を 21 秒とした。加振中は加速度計で各層上の地表面の応答加速度及び入力加速度, 水圧計で地盤内の過剰間隙水圧を, 加振前後にはポイントゲージで地表面変位量をそれぞれ計測した。

3. 実験結果

図-2は各実験ケース、各地盤内の過剰間隙水圧比の時刻歴波形を示したものであり、移動平均法により平滑化処理を施している。同図より無対策地盤と比較して対策層を設置することで、過剰間隙水圧の上昇が抑制されていることがわかる。これより、対策層によって対策層下部地盤の液状化を抑制する効果が得られることが明らかになった。また無対策地盤において加振後も過剰間隙水圧比がしばらく下がらない一方で、対策層モデルでは過剰間隙水圧が早期消散していることも確認できる。これらは砕石層の高い透水性が発揮された効果であると考えられる。

図-3に各実験ケースの地盤沈下量を示す。同図より、地盤沈下量は液状化地盤上と非液状化地盤上で異なり不同沈下していることが確認できる。なお、ここでは、液状化地盤上と非液状化地盤上の各地表面の平均地盤沈下量の差を不同沈下量とした。対策層を用いた場合の地盤沈下量は非液状化地盤上で0.2mm、液状化地盤上で2.2mmとなり、不同沈下量は2.0mmだった。一方、無対策地盤の地盤沈下量は非液状化地盤上で-3.0mm(隆起)、液状化地盤上で0.3mmとなり、不同沈下量は3.3mmだった。また、各実験ケースの境界付近の段差傾斜角を見ると、対策層モデルが 0.2° で、無対策地盤が 0.7° となった。これより、対策層を設けることで、不同沈下及び段差傾斜角を軽減する効果を確認することができた。砕石とジオテキスタイルの剛性が高く対策層が一体化したため、変形及び傾斜角抑制効果を有したと考えられる。

4. おわりに

本研究は、平面道路の亀裂・段差の対策である不同沈下抑制を目的として、ジオテキスタイルと砕石を用いた対策層の効果について比較検討を行った。その結果、対策層を設置することで、砕石層による過剰間隙水圧消散効果が大きく、地盤内及び地表面の液状化を抑制する効果が確認できた。また、対策層が剛となったことによる、不同沈下抑制効果も確認できた。

本研究では、平面道路を簡略に模した地盤で実験を行っていたので、今後はより実際の道路に近い地盤を作製し不同沈下抑制効果は得られるのかを検証する必要性があると考えられる。

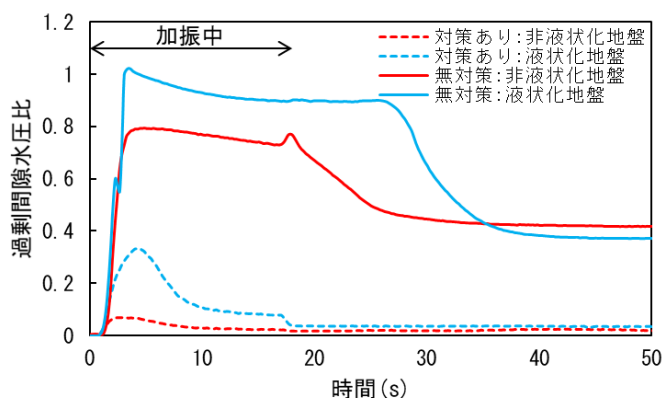
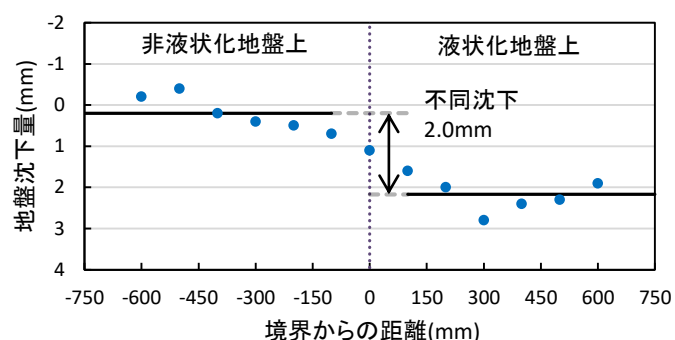
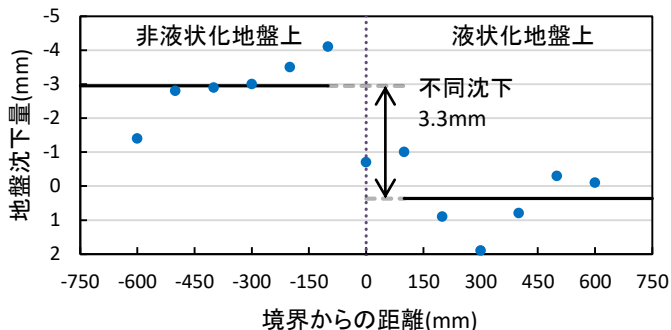


図-2 過剰間隙水圧比の時刻歴



a) 対策あり



b) 無対策

図-3 地盤沈下量

参考文献

- 1) 村上清基, 久保幹男, 松本正士, 大河内保彦: 液状化地盤上の盛土の変形抑制を目的としたジオシンセティックを砕石で挟む対策工法, ジオシンセティックス論文集, Vol.25, pp.133-140, 2010.