

ジオセルによる地盤補強効果のメカニズム解明に関する室内模型実験と可視化

防衛大学校 学 〇神田竜弥 正 宮本慎太郎
防衛大学校 正 宮田喜壽

1. はじめに

地震などで道路網が遮断された際、速やかに車両の通行を可能にする地盤技術が重要になる。著者らはジオセルの有効性に着目し、その補強効果を室内模型実験で調べる研究を行っている¹⁾。本文では、ジオセルの地盤補強メカニズムを解明するために実験的な検討を行った。まず、模型実験の結果を可視化するために、PIV解析法の高度化について検討した。そこで得られた知見を帯基礎の鉛直支持力試験と剛性車輪の移動載荷試験に適用し、ジオセル補強地盤の鉛直荷重および移動荷重に対する補強メカニズムについて検討した。

2. PIV 解析精度に関する試験

本研究では、平均粒径 0.4 mm のシリカ砂に、それとほぼ同じ粒度分布を有する色砂を混合する材料を用いて模型地盤を構築した。模型実験に先立って、色砂の混合率を変化させて可視化精度を調べた。精度検証では、図-1 に示す装置を用いた²⁾。一連の実験では、混合砂を薄く張り付けた供試体をマイクロメーターに設置し、それを水平方向に $d = 0.1, 0.3, 0.5 \text{ mm}$ ($\simeq 1, 3, 5 \text{ pixel}$) スライドさせたときの供試体変位をカメラ (画素数 $2144 \times 1424 \text{ pixel}$) で撮影し、PIV 解析によって画像から変位を計算した。PIV 解析の精度は変位の標準偏差によって評価した。標準偏差と色砂の混合率の関係を図-2 に示す。色砂の混合率が増加することで、解析時の誤差は少なくなり、供試体変位によらず混合率 30 % 以上で誤差は 4 % 以下であった。供試体変位が小さい場合には誤差が大きくなる傾向がみられ、模型実験の PIV 解析において、変位間隔を 3 pixel 程度に設定して解析することが重要であることが示唆された。本結果より、混合率 50 % の混合砂を用いて模型実験を行った。

3. 模型実験

混合砂を用いて、模型地盤 (寸法: 長さ 1200, 幅 305, 高さ 400 mm) を作製し、帯基礎の鉛直支持力試験と剛性車輪の移動載荷試験を行った。混合砂の相対密度は $D_r = 50 \%$ とし、ジオセル (寸法: 高さ 60, 幅 60 mm (図-3)) は PET シートを用いて作製した。鉛直支持力試験では、帯基礎 (寸法: 長さ 100, 幅 300, 高さ 50 mm) を、速度 1 mm/min で鉛直方向に載荷した。移動載荷試験では、剛性車輪 (寸法: 直径 400, 幅 300 mm) を、鉛直荷重 $P_v = 6.54 \text{ kN/m}$, 移動速度 $v = 130 \text{ mm/min}$ の一定条件で 10 往復載荷した。鉛直支持力試験での鉛直応力と沈下量の関係を図-3 に、移動載荷試験での載荷回数と沈下量の関係を図-4 に示す。ジオセルで補強することで、支持力の増加がみられ、鉛直荷重載荷時の支持力は 3 倍に、移動荷重載荷時の沈下量は 2 倍抑制された。両試験での PIV 解析結果を図-5~8 に示す。鉛直支持力試験の可視化結果では、無補強、ジオセル補強地盤ともに、沈下量 $S/B = 0.15$ 時の変位ベクトル分布を示す。移動載荷試験の可視化結果では、載荷 1 回目の変位ベクトル分布を示す。結果より、ジオセルによって水平方向の変位が拘束されることで、鉛直載荷時の支持力増加、移動載荷時の沈下量減少などの補強効果が発揮されている様子が観察された。

4. まとめ

本研究では、色砂を用いた PIV 解析手法を提案し、模型実験への適用を行った。色砂を 30 % 以上の割合で混合することで PIV 解析の精度が向上することを明らかにした。本手法による模型実験の可視化により、ジオセルによって水平変位が拘束されることで補強効果が発揮される様子が観察された。

謝辞

本研究は JSPS 科研費 (若手研究: 18K13832) の助成を受けた。東京インキの皆様にはジオセルに関する情報提供や材料提供を頂いた。ここに記して感謝の意を表します。

キーワード ジオセル, 地盤補強, 模型実験, PIV 解析

連絡先 〒239-8686 横須賀市走水 1-10-20 TEL. 046-841-3810 E-mail : miyamoto@nda.ac.jp

参考文献

- 1) 宮本慎太郎, 宮田 喜壽: ジオセル補強地盤の鉛直支持力特性とセル高さの関係, 土木学会第 73 回年次学術講演会, 講演概要集 (CD-ROM), III-117, 2018.
- 2) White, D.J., Take, W.A., Bolton, M.D.: Soil deformation measurement using particle image velocimetry (PIV) and photogrammetry. Geotechnique 53(7), 619–631, 2003.

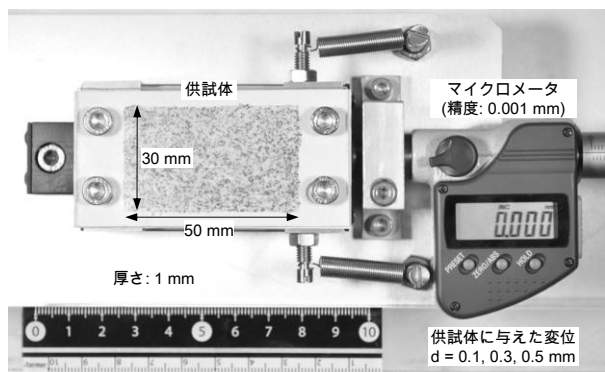


図-1 PIV 解析精度の検証試験装置

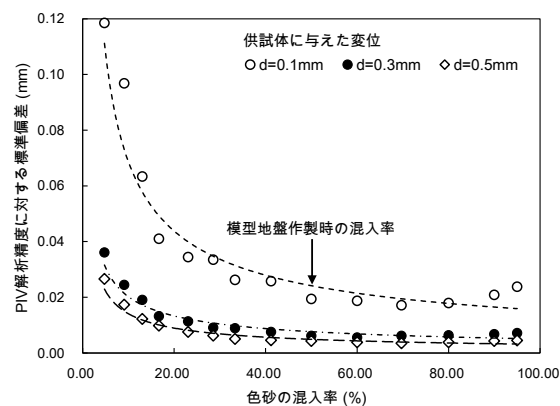


図-2 色砂の混入率が PIV 解析精度に及ぼす影響

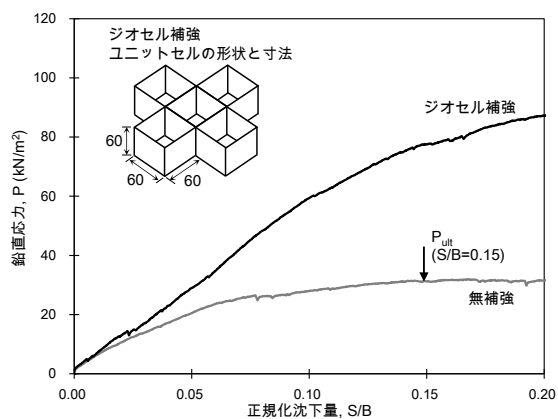


図-3 帯基礎の鉛直支持力試験結果

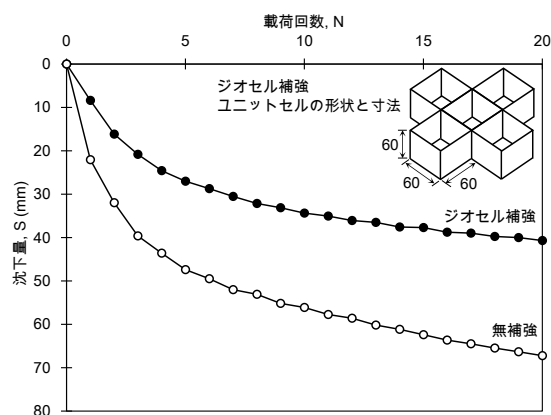


図-4 剛性車輪の移動載荷試験結果

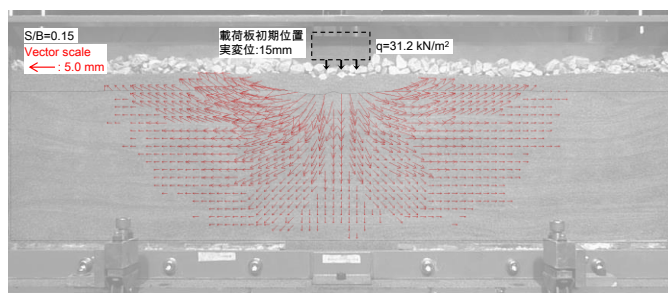


図-5 変位ベクトル分布 (無補強, 鉛直支持力試験)

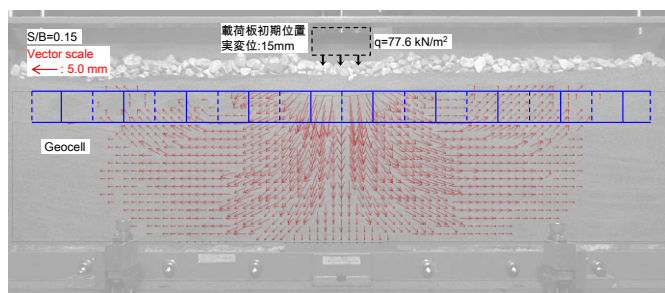


図-6 変位ベクトル分布 (ジオセル補強, 鉛直支持力試験)

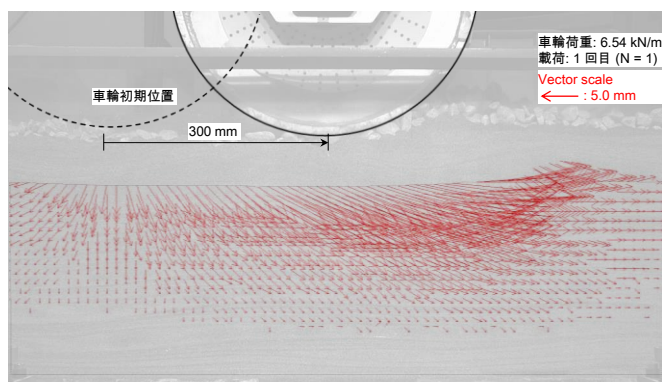


図-7 変位ベクトル分布 (無補強, 移動載荷試験)

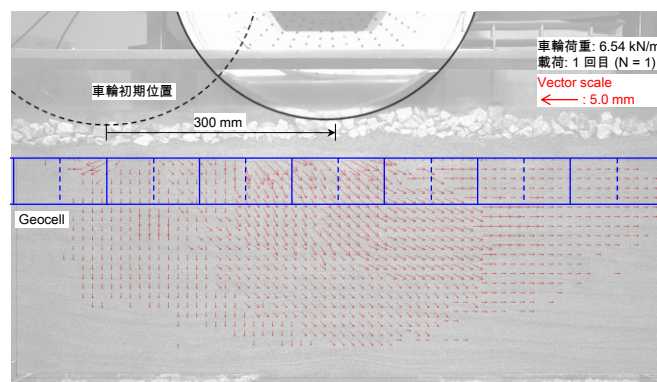


図-8 変位ベクトル分布 (ジオセル補強, 移動載荷試験)