

科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 2年 4月 13日現在

機関番号：18001
研究種目：奨励研究
研究期間：2019
課題番号：19H00258
研究課題名：バガスを用いた砂地盤の液状化抑制効果に関する実験的検討

研究代表者 廣瀬 孝三郎 (HIROSE, Kosaburo)
琉球大学 工学部 技術部 技術職員

交付決定額 (研究期間全体) (直接経費) : 470,000 円

研究成果の概要：

本研究では、バガスを地盤改良材に適用した砂地盤モデル (以下、混合試料) を用いた振動実験を実施することで、過剰間隙水圧の上昇が抑制され液状化抑制効果がある可能性を見出した。この過剰間隙水圧の抑制に関しては、混合試料およびバガスの SEM 観察を実施することで、砂粒子とバガス繊維が形成する構造による影響やバガス繊維の無数の微細孔の存在が地中水をトラップすることで過剰間隙水圧変化に影響をもたらす可能性を示唆した。さらに、繰り返し外乱による混合試料の沈下抑制効果やバガスの含有量に伴う粘着性能の向上によるせん断耐荷力の強化が発揮されることを見出した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

埋立て沿岸部や内陸部における地盤液状化の脅威は増加傾向にあり、地盤の激しい隆起や陥没により多くの被害をもたらしている。沖縄島も例外ではなく、人口増加や産業経済の発展に伴い、観光や物流施設の拠点となる埋め立て地が整備されているため、液状化災害に対する対策が急務となっている。バガスは自然由来の材料であることから自然環境への影響が少なく、また、繊維構造は極めて強固であり、高いせん断抵抗力を生み出す可能性があることから、新たな地盤改良材として砂地盤に適用できる可能性がある。また、バガスは使用用途が模索されていることから、バガスを新たな沖縄島独自の産業へと発展できる可能性を秘めている。

研究分野：工学

キーワード：バガス繊維 バガス繊維の微細孔 液状化抑制効果

1. 研究の目的

一般的に液状化対策工法としては、サンドコンパクションパイル工法やペーパードレーン工法といった地盤の状態を改善して地盤強度を増大させる工法が多く提案および採用されている。一方で、近年では PVA のような「繊維」を砂地盤に混合させることで、地盤のせん断変形を抑制させる工法が注目を集めている。しかしながら、PVA は自然由来ではないことから、地盤の生態系へ与える影響等が懸念されている。そこで、本研究では自然由来の「バガス」を地盤改良材に適用した砂地盤をモデル化し、そのモデル地盤を用いた振動実験を実施することで、繰り返し外乱が本モデル地盤の振動挙動および液状化挙動に与える影響を明らかにすることを目的とする。具体的には、小型振動台を用いて、モデル地盤の加速度、間隙水圧、せん断強さ、沈下量、噴砂量を明らかにするとともに、バガス混合砂地盤の微細構造を走査型電子顕微鏡観察 (SEM 観察) によって明確化する。そして最終的には、バガス混合砂地盤に関する物理データの獲得と蓄積を目指すことを目的とする。

2. 研究成果

本実験では、液状化対策工法として行われている工法⁽¹⁾や PVA 繊維を用いた振動実験ではなく、自然由来の「バガス繊維」(図 1 参照) を用いた振動実験を行った。

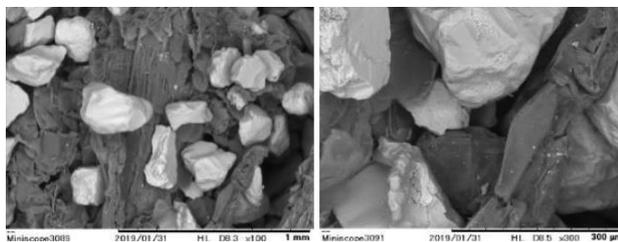
本実験では、豊浦標準砂のみの実験体（以後、Sand と呼ぶ）および豊浦標準砂とバガス繊維を混合した実験体（以後、Mix と呼ぶ）の 2 種類を用いて振動実験を行った。なお、混合試料についてはバガス繊維が 1wt% および 2wt% のものを用意した。また、バガス繊維は 2~4.75 mm に調整したものを、模型実験体は層厚を 9 cm、振動加速を 600gal、振動継続時間を 1 分として振動実験を実施した。

図 2 に、Sand および Mix における間隙水圧の推移を示す。Sand は振動を開始してから間隙水圧が増加していき、10 秒付近で急激に間隙水圧が上昇する挙動がみられた。その後、50 秒経過後値が収束し始める傾向があることが分かった。振動終了後、実験体を確認したところ、噴砂が発生しており、さらに沈下現象も発生していることが確認された。一方、Mix は振動を開始してから間隙水圧が緩やかに上昇した後、最大値に達するとその後は大きく変化せず、一定値で推移する結果となった。振動終了後、実験体を確認したところ、噴砂はほとんど発生しておらず、沈下は確認できなかった。以上のことから、バガス繊維を混合することにより地盤中の過剰間隙水圧の低減化および沈下現象の抑止ができる可能性が示唆された。このことについて検討するために、Mix およびバガス繊維の SEM 観察を行った。図 3 (a) に Mix の倍率 100 倍の SEM 画像、(b) に 300 倍の SEM 画像を示す。また、図 4 の (a) にバガス繊維の倍率 1000 倍の SEM 画像、(b) に倍率 2500 倍の SEM 画像を示す。図 3 (a) および (b) に示すように、微細領域では砂粒子とバガス繊維が絡み合っており、バガス繊維が砂粒子間に張り巡らされるような形で存在しているのが分かる。以上のことから、砂粒子間に束になって存在するバガス繊維が、負のダイレイタンスによって発生および蓄積する過剰間隙水圧や沈下現象を抑制した可能性が示唆された。さらに、図 4 (a) および (b) より、バガス繊維には無数の微細孔が存在していることから、地中水がこのバガス繊維の微細な孔隙にトラップされることで、結果的に過剰間隙水圧の上昇が抑制された可能性があることも示唆された。また、本研究では、バガス繊維を用いることで Mix における強度変化についても検討するために、Sand および Mix を用いて一面せん断試験を実施した。表 1 に一面せん断試験の結果を示す。同表に示すように、バガス繊維の含有量に応じてせん断抵抗角は若干減少するものの、粘着力が増加することが分かった。したがって、バガス繊維を砂に混合した場合、粘着性が向上することでせん断耐荷力の強化および靱性が増すことが分かった。以上のことからバガス繊維を砂地盤に混入することで、液状化に伴う過剰間隙水圧と地盤沈下の発生を抑制、せん断耐荷力の向上が可能であることを見出した。

しかしながら、実験体内部の微細構造の観察、寸法効果や最適投入量等の検討すべきことが多くあるため、今後更なる検討が必要である。



図 1 バガス繊維の拡大写真



(a) 倍率 100 倍 (b) 倍率 300 倍
図 3 Mix の SEM 画像

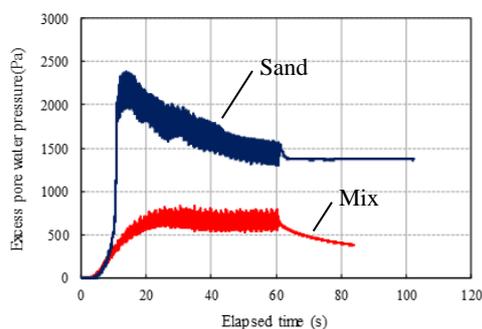
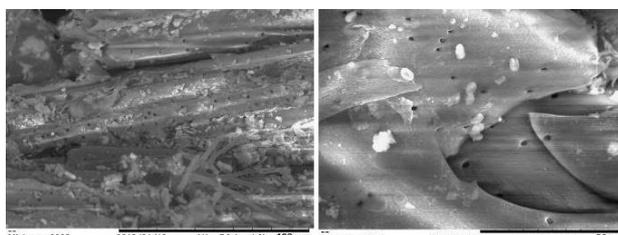


図 2 過剰間隙水圧の推移



(a) 倍率 1000 倍 (b) 倍率 2500 倍
図 4 バガス繊維の SEM 画像

表 1 一面せん断試験結果

	粘着力	せん断抵抗角
Sand	4.1632	32.574
Mix1wt%	12.617	31.492
Mix2wt%	25.583	28.825

<引用文献>

- ① 中道美穂, 佐藤研一, 藤川拓朗, 古賀千佳嗣: 短繊維引張補強材混合土を用いた液状化抑制に関する実験的検討, ジオシンセティックス論文集, 第28巻, pp.155-160, 2013-12.

3. 主な発表論文等

[学会発表] (計 1 件)

- ① 廣瀬 孝三郎: バガスを用いた砂地盤の液状化抑制効果に関する実験的検討, 実験・実習技術研究会 2020In 鹿児島.

※科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。