

ジオセルを用いた埋設管浮上対策に関する振動台実験 Shaking Table Tests on Flotation of Buried Pipes with Geocell-reinforcement

○池端瑠香* 永谷太志* 伊藤修二** 園田悠介* 澤田 豊*

Ruka IKEBATA, Taishi NAGATANI, Shuji ITO, Yusuke SONODA, Yutaka SAWADA

1. はじめに

地震時の液状化による埋設管浮上を防止する工法として、ジオテキスタイルを用いて管の周辺地盤を一体化する工法（以降、従来工法）が採用されているが、施工性向上のため、管周辺にジオセルを設置する工法が提案されている¹⁾。しかし、既往研究¹⁾においては、乾燥砂による模型管の押上げ実験で有効性を検証しているのみであり、実際に液状化した状態での実験は行われていない。そこで、本研究では振動台実験を実施し、液状化状態における本工法の埋設管浮上対策効果を検証した。

2. 実験概要

本実験に使用した土槽の模式図を **Fig. 1** に示す。模型管には外径 150 mm、長さ 442 mm のアルミ管を使用した。土槽壁面をフッ素コーティングすることで摩擦の影響を減らした。模型地盤は 6・7 混合珪砂を使用し、相対密度 60% の密詰め地盤を作製した。ジオテキスタイルおよびジオセル内部の中詰め材は碎石を使用し、相対密度 80% とした。ジオテキスタイルとジオセルの模型作製は縮尺 1/4 とし、引張剛性の相似側を考慮して、それぞれ、不織布シートおよび軟質塩化ビニルシートを選定した。実験ケースを **Fig. 2** に示す。管のみを設置した無補強の Case 0, 1 枚の不織布で碎石を包み込むことで従来工法を再現した Case 1, ジオセルを用いた Case 2 を実施 (**Fig. 3** 参照) した。5Hz の正弦波を 200gal, 400gal, 600gal, 800gal の順で 20 秒ずつ段階加振した。また、管頂部にフックを取り付け、変位計に取り付けたワイヤーと繋ぐことで加振時の管の浮上量を計測した。

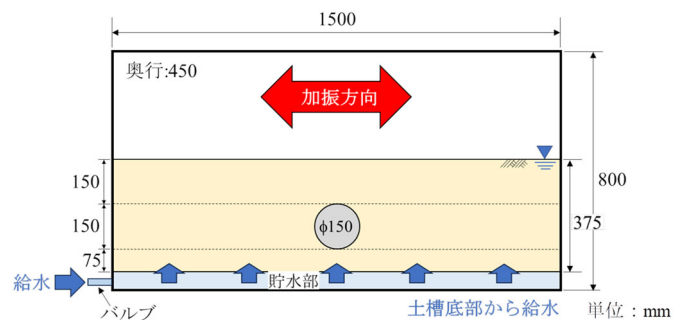


Fig. 1 実験土槽概要図
Schematic diagram of test container

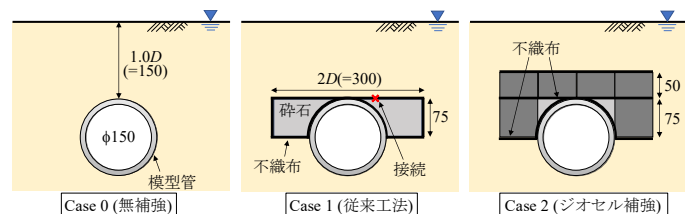


Fig. 2 実験ケース
Experimental cases

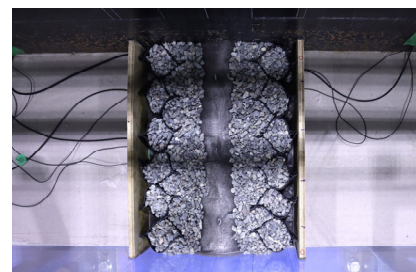


Fig. 3 Case 2 のジオセル設置の様子
Geocell installation in Case 2

*神戸大学大学院農学研究科 Graduate School of Agricultural Science, Kobe University

**前田工織株式会社 MAEDAKOSEN CO., LTD.

キーワード：埋設管, 振動台実験, ジオシンセティックス

3. 実験結果

Fig. 4 に管の浮上変位量の経時変化を示す. なお, 加振時の映像より, 600gal および 800gal 加振時では全ケースにおいて地盤表面が全体的に波打っている様子が確認できたため, 液状化していると考えられる. Fig. 4 より, 無補強では 400gal 加振の時点で管が大きく浮上していることが確認でき, 800gal 加振時では地表面付近まで浮上していることが確認できる.

一方, 従来工法およびジオセル補強のケースでは管の浮上が大きく抑制されており, 両ケースともに管の浮上対策として有効であることがわかる. Fig. 5 に, Fig. 4 の縦軸のスケールを変えて, 従来工法とジオセル補強のケースのみを比較する. 400gal まででは従来工法の方がわずかに浮上が抑制されるものの, 600gal および 800gal 加振時ではジオセル補強の方が従来工法の約 1.8 倍抑制されている.

以上より, 地震時の飽和地盤においてもジオセル補強が有効であることが示された. Fig. 6 に, 800gal 加振後の様子を示す. 無補強では地表面付近まで管が浮上している. 従来工法およびジオセル補強のケースでは, 管上部と管側部の不織布が左右対称の凸型に湾曲している様子が確認できる. このことから, 管側部がカウンターウェイトとして浮上抵抗に寄与していると考えられる. ジオセル補強の場合, 管側部に加えて管上部の砕石も抵抗に寄与するため, 従来工法に比べて浮上が大きく抑制されたと考えられる.

4. まとめ

本研究では, 液状化状態における埋設管浮上対策の効果を検討するため, 模型管を用いた振動台実験を実施した. その結果, 従来工法およびジオセル補強ともに, 地震時の飽和地盤において管の浮上対策として有効であることがわかった. また, 両工法の比較では, 600gal 以降の大きな地震動に対してはジオセル補強の方がやや管の浮上量が小さく, 有効であった. これは, ジオセル補強の場合, 管側部がカウンターウェイトとして作用するとともに, 管上部の砕石も一体化し, より大きな浮上抵抗力が得られたためと考えられる.

謝辞: 本研究は公益財団法人関西エネルギーリサイクル科学研究振興財団および JSPS 科研費 JP20H00441 の助成を受けました.

参考文献: 1) Nagatani, T., Sawada, Y., Inoue, Y., Ito, S., Ling, H.I., Kawabata, T. (2024): New geocell utilisation as a pipe uplifting countermeasure and its validation using model experiments, *Geotextiles and Geomembranes*, Vol.52, Issue 3, pp.319-331.

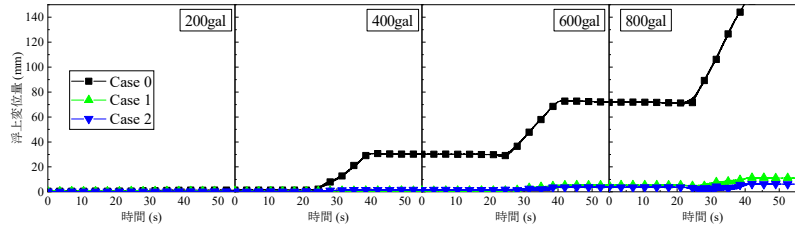


Fig. 4 管の浮上変位量の経時変化
Time histories of the pipe flotation

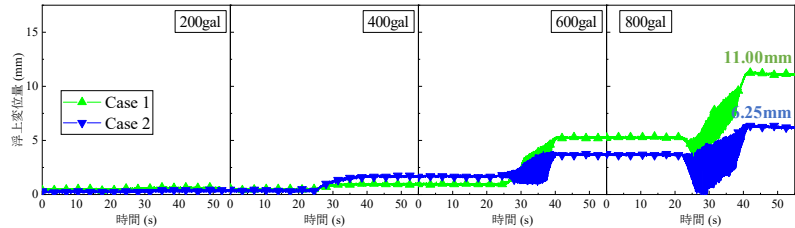


Fig. 5 Case 1 と Case 2 の浮上変位量の比較 (Fig. 4 のスケール変更)
Comparison of the flotation between Case 1 and Case 2

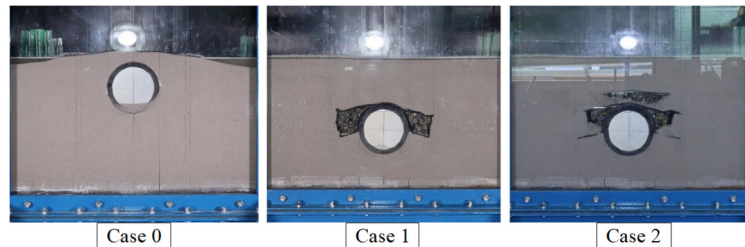


Fig. 6 800gal 加振後の様子
After 800gal excitation