

浮上防止としてジオセル補強された埋設管の水平载荷実験 Lateral loading test of buried pipes with geocell-reinforcement against flotation

永谷太志* 池端瑠香* ○蘆田彩絵** 伊藤修二*** 園田悠介* 澤田 豊*

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

1. はじめに

地震動による液状化に対して、埋設管周辺にジオセルを設置することで、管の浮上に対する抵抗力、つまり鉛直方向の抵抗力が増大することが明らかとなっている¹⁾。本工法では、ジオセルによって管と周辺地盤が一体化するため、鉛直方向だけではなく水平方向の抵抗力増大が考えられ、曲管部で働くスラスト力対策としての機能が期待できる。そこで、本研究では、模型管とジオセルを用いてスラスト力を模擬した基礎的な水平载荷実験を実施し、浮上防止策として設置されるジオセルがスラスト抵抗力に及ぼす影響を検討した。

2. 実験概要

使用した実験土槽の模式図を **Fig. 1** に示す。模型管には外径 100 mm、長さ 592 mm のアクリルパイプを使用した。模型管末端面にスポンジテープを貼り、模型と土槽壁面の間に砂が流入するのを防いだ。本実験は、スラスト力を受ける管路の挙動を再現するため、ジャッキを用いて模型管を一定速度 0.5 mm/min で水平方向に载荷した。模型地盤は 6・7 混合珪砂を用いて作製し、相対密度 80% の密詰め地盤とした。また、ジオセル模型には厚さ 1 mm の軟質塩化ビニルシートを用いた。寸法は、縦 50 mm、横 50 mm、高さ 50 mm とし、実現場で用いられるジオセルの 1/5 スケールに設定した。実験ケースは **Fig. 2** に示すように、管のみを設置した無補強とジオセルを管側と管上部に設置した 2 ケース実施し、土被りは両ケースともに 1.0D (=100mm) とした。なお、ジオセルの下端および 1 段目と 2 段目の間には、ジオテキスタイルを模擬したシートを敷設している。ジオセルの全幅は 3.0D (=300mm) とし、ジオセル下端の深さは管のスプリングラインまでとした。

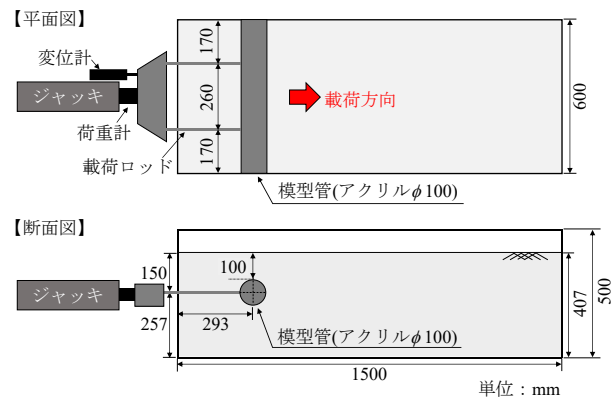


Fig. 1 実験土槽
Test container

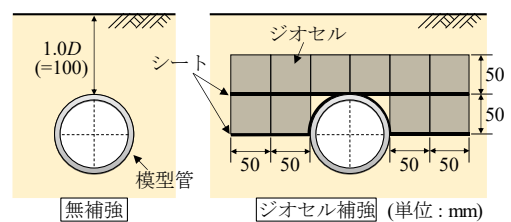


Fig. 2 実験ケース
Test Cases

3. 実験結果

Fig. 3 に管の水平変位量と水平抵抗力の関係を示す。ジオセル補強することでピーク及び大変位(25mm)時の抵抗力がそれぞれ 1.22 倍、1.16 倍増加し、ジオセルは浮上抵抗力の向上に加

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

**神戸大学農学部 Faculty of Agriculture, Kobe University

***前田工織株式会社 MAEDAKOSEN CO., LTD.

キーワード：埋設管, スラスト力, 模型実験, ジオシンセティックス

えてスラスト抵抗力の向上にも寄与することがわかった。両ケースの抵抗力はともに荷初期にピークを示し、その後減少した。ただし、無補強は緩やかに減少するのに対し、ジオセル補強は急速に減少した後一定値を示しており、ピーク後に緩やかに抵抗力が減少する管の浮上時とは異なる傾向を示した¹⁾。

Fig. 4 に荷前後のジオセルの様子を示す。ジオセル上端位置に荷前は黄線、荷後は赤線を引いている。ジオセルは、荷前後で受働側が上に、主働側が下にやや傾いていることがわかる。模型管は水平方向にスラスト力を受けた時、水平変位とともにわずかに上方向にも変位する。この管の変位に従って、受働側のジオセルが傾いたと考えられる。また、主働側のジオセルについては、特に管側部のジオセルの水平方向変位が顕著であり、管の変位に追従していることがわかる。

Fig. 5 に PIV 解析によるピーク時の地盤の移動速度分布を示す。無補強時の主働側地盤の移動は認められないがジオセル補強することでわずかながら水平方向の移動が見られる。すなわち、ジオセルにより主働側地盤が一体化し、アンカーとして引抜き抵抗力が付加されたと考えられる。また、受働側のせん断面に着目すると、ジオセル補強のケースは無補強と比較してせん断領域が水平方向に拡大していることがわかる。ジオセルにより一体化した受働側地盤の移動範囲の拡大と考えられ、**Fig.3** の抵抗増加の一要因と考えられる。

4. まとめ

本研究では、ジオセルを用いた管浮上対策の屈曲部スラスト防護工法としての機能を検討すべく、模型管の水平荷実験を実施した。その結果、ジオセルで補強した本工法は無補強時と比較して水平抵抗力が増加し、スラスト防護工法としても有効であることがわかった。抵抗増加の要因はジオセルと周辺地盤の一体化であり、主働側地盤はアンカーとして作用し、受働側地盤ではせん断領域の拡大が見られた。

謝辞：本研究の一部は JSPS 科研費 JP20H00441 の助成を受けた。

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.

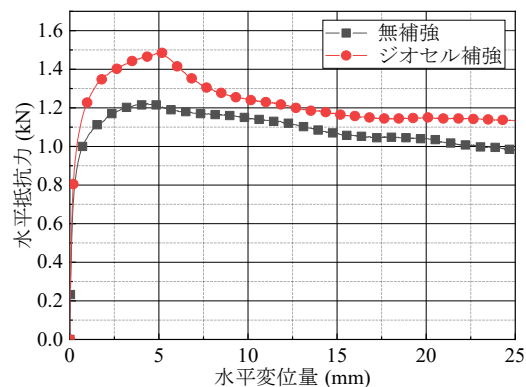


Fig. 3 水平変位量と水平抵抗力の関係
Lateral displacement-force curve

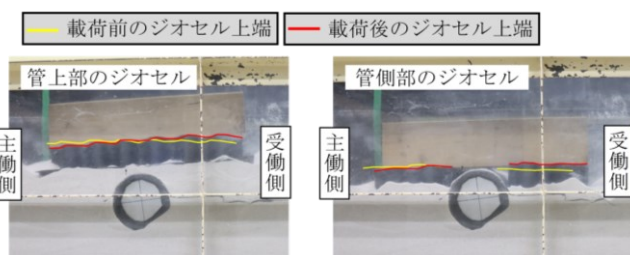


Fig. 4 荷前後のジオセルの様子
(左が2段目、右が1段目のジオセル)
Geocells before and after loading

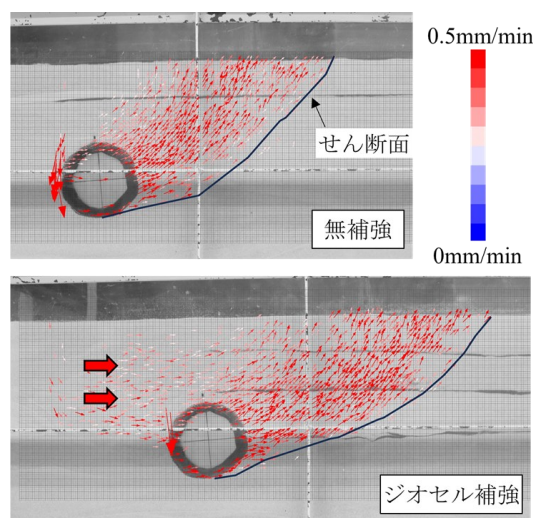


Fig. 5 地盤の移動速度分布
Distribution of ground movement velocity