

ジオセルで補強された埋設管の浮き上がり抵抗力について (その 1) Uplift resistance of buried pipe with geocell-reinforcement (No. 1)

池端瑠香* 永谷太志* ○沢井拓** 伊藤修二*** 園田悠介* 澤田 豊*

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

1. はじめに

我が国は地震大国であり、将来、南海トラフなど巨大地震の発生が危惧されている。農業用管路の地震被害は、周辺地盤の液状化による管の浮上に起因するものが多く、浅く埋設する場合、ジオテキスタイルを用いて管路上部地盤を一体化する浮上対策工法(以降、従来工法)が採用されている。著者らは従来工法よりも施工性向上と浮上抵抗力の増加を目的に地盤との高い一体化性能が期待できるジオセルに着目し、その積層体上下を連結する浮上対策工法を提案するとともに模型実験よりその効果を検証した(Nagatani et al., 2024)。本研究では、さらに省力化するため、既往研究で行っていたジオセル積層体の連結を外し、各層にジオテキスタイルを敷設することでジオセル領域の一体化を期待する新たな工法を提案するとともに模型管の押し上げ実験を実施し、本提案工法の浮上対策としての有効性を検証した。

2. 実験概要

Fig. 1 に示すように、実験に使用した土槽は幅 1000 mm、奥行き 450 mm、高さ 620 mm の寸法である。また、本実験の地盤材料は 6・7 混合珪砂を使用し、相対密度 80% の密地盤とした。模型管はパイプの外径が 150 mm、奥行き 442 mm のアルミ管である。本実験は、模型管を鉛直方向に 2 mm/min で約 40 mm 押し上げて管の浮上を再現した。ジオセルを構成する材料は、縮尺 1/4 の相似則に基づき、軟質塩化ビニルシートを使用した。また、ジオテキスタイルを模擬するために不織布シートを用いた。実験ケースを **Fig. 2** に示す。本研究では、管のみを設置した無補強の Case 0、砕石を中詰め材として従来工法を再現した Case 1、珪砂を中詰め材としてジオセルで補強した Case 2, 3 の全 4 ケースを実施した。Case 2 はシートを通して結束バンドでジオセル上下を連結した。一方で、Case 3 はジオセル各層にシートを敷設するのみで、その上下を固定しておらず、作業手間を省力化した。

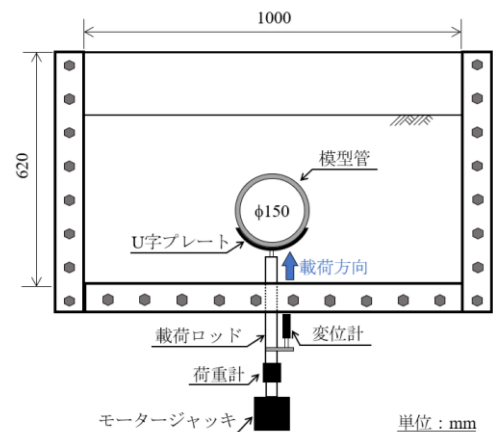


Fig. 1 実験土槽概要図

Schematic diagram of test container

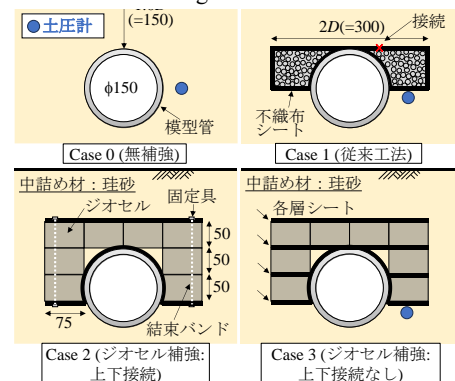


Fig. 2 実験ケース
Experimental cases

*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，模型実験，ジオセル

計測項目は管の浮上量、抵抗力、管側部の土圧であり、ジオセルで補強した管浮上対策工法と無補強時、従来工法の比較を行い、その有効性を検証した。

3. 実験結果

Fig. 3 に各ケースの浮上量と抵抗力の関係を示す。従来工法、ジオセル補強ともに無補強の Case 0 と比較して、ピークおよびピーク後の大変位時に大きな抵抗力を発揮した。施工を省力化した Case 3 は、ジオセル積層体上下を連結した Case 2 と比較して抵抗力は低減するものの、従来工法を再現した Case 1 と比較して大きなピーク抵抗力を発揮しており、従来工法よりも優れた浮上対策効果を有することがわかった。**Fig. 4** にピーク抵抗力 R_p とそのときの浮上量の関係を示す。 $0.99 \times R_p$ 以上の抵抗力が得られる浮上量の範囲も同時に示している。ジオセル補強は無補強、従来工法と比較してもピーク抵抗力を維持する区間が広がっており、施工を省力化した補強法(Case 3)においても浮上対策の有効性が顕著に表れている。

Fig. 5 に画像解析から算出したピーク抵抗力発揮時の地盤の移動速度分布を示す。Case 3 は Case 0 と比較して地盤の移動範囲が明確に大きくなり、ジオセル補強により一体化領域が拡大することがわかった。また、管の浮上とともに管側部の土塊も上向きに変位しており、管とジオセルが一体化して浮上することがわかった。**Fig. 6** に浮上量と管側部における土圧の関係を示す。Case 3 は Case 0, 1 と比較して管側部の土圧が大きく低減した。このことから、管とジオセルの一体化により管側部の土塊が大きく持ち上げられ、抵抗力に寄与する土の重量が増加したと考えられる。

4. まとめ

本研究では、模型管の押し上げ実験を実施し、施工を省力化した新たなジオセルの管浮上対策における有効性について検証した。その結果、本提案工法は無補強、従来工法と比較して大きな抵抗力を発揮するとともに、ピーク抵抗力を維持する粘り強さがあるとわかった。また、ジオセル補強により管とジオセルが一体化して浮上することで管側部の土塊が抵抗力に大きく寄与することがわかった。

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：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.

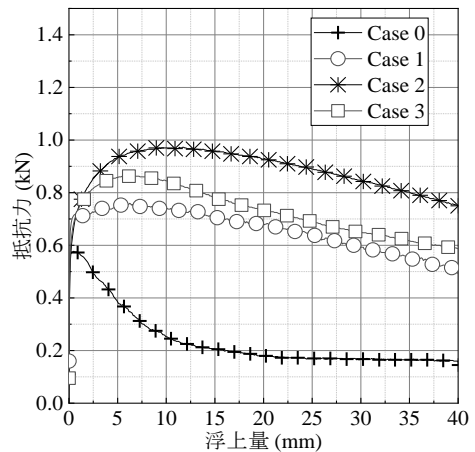


Fig. 3 浮上量と抵抗力の関係
Uplift displacement and resistance

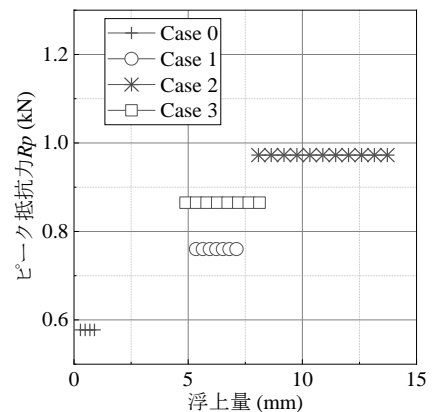


Fig. 4 浮上量とピーク抵抗力の関係
Uplift displacement and peak resistance

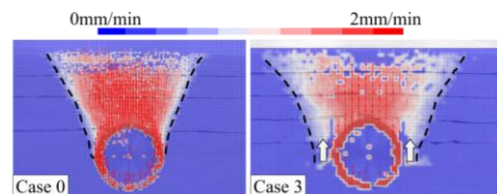


Fig. 5 ピーク抵抗力発揮時の地盤の移動速度分布
Distribution of ground movement velocity at peak resistance

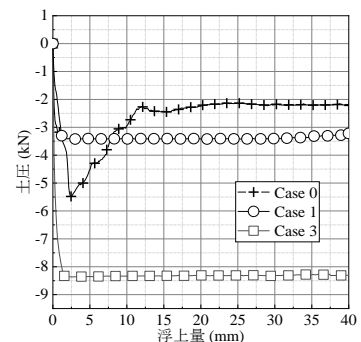


Fig. 6 浮上量と土圧の関係
Uplift displacement and earth pressure