

## ジオセルで補強された埋設管の浮き上がり抵抗について(その2)

## Uplift resistance of buried pipe in geocell-reinforced sand (No. 2)

永谷太志\* 池端瑠香\* ○名黒康太\*\* 伊藤修二\*\*\* 園田悠介\* 澤田 豊\*

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

## 1. はじめに

埋設管における地震被害の一つに液状化による管路の浮上が挙げられる。地震により液状化した地盤は、見かけ上大きな比重を有する液体状となるため、見かけ比重の軽い管は浮上する。従来、管の浮上に対する抵抗力を高めるためにジオテキスタイルで管と周辺地盤を一体化する浮上対策工が行われてきた。従来工法では、Fig. 1 に示すジオテキスタイルで包み込んだ管側部の土荷重( $W_2$ )とその上部の土荷重( $W_3$ )について、浮上に対する抵抗荷重として見込める割合を示す値である一体化率  $F$  を概ね 0.7~0.8 としている<sup>1)</sup>。本研究では、一体化率の向上を目的にジオセルを用いた管浮上対策工を提案し、液状化による浮上を再現した模型管の押上げ実験を実施した。本報では、土被りやジオセルの幅を変えた実験結果に基づいて本提案工法の有効性を検証するとともに、ジオセルと管の一体化率に関する考察を行った。

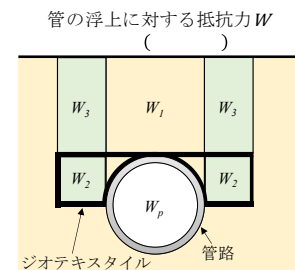


Fig. 1 一体化率を考慮する対象範囲  
Range for consideration of the integration ratio

## 2. 実験概要

本実験の地盤材料は乾燥珪砂を使用し、相対密度 80% (単位体積重量  $\gamma = 15\text{kN/m}^3$ ) 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 のアルミ管であり、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。本報で紹介する実験ケースを Fig. 2 に示す。実験で用いたジオテキスタイルを模擬したシートは、従来工法を模した Case 1 にも用いた。また、ジオセル補強は周辺地盤と同じ珪砂、Case 1 は碎石を中詰め材とした。Case 0, Case 2 は地表面からスプリングラインまでの距離  $H_c$  を 3 種類(1.0D, 1.5D, 2.0D)変えて実験を実施した。Case 3 はジオセルの横幅を左右に 0.5D 拡張した。

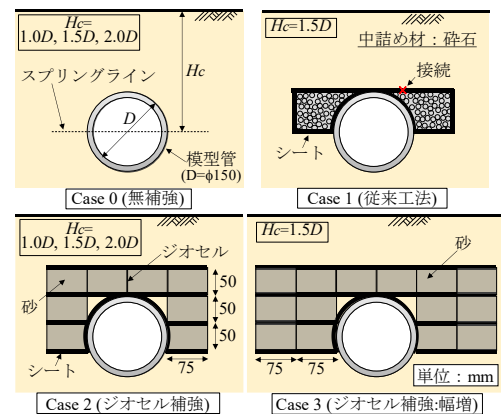


Fig. 2 実験ケース  
Experimental cases

また、ジオセル補強は周辺地盤と同じ珪砂、Case 1 は碎石を中詰め材とした。Case 0, Case 2 は地表面からスプリングラインまでの距離  $H_c$  を 3 種類(1.0D, 1.5D, 2.0D)変えて実験を実施した。Case 3 はジオセルの横幅を左右に 0.5D 拡張した。

## 3. 実験結果

## 1) 本提案工法の有効性の検証および土被りとジオセルの幅が抵抗力に及ぼす影響

Fig. 3 に土被り ( $H_c/D$ ) とピーク抵抗力比の関係を示す。ピーク抵抗力比は式(1)で示される。

$$N_p = R_p / \gamma H_c DL \quad (1)$$

\*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

ここで、 $N_p$  はピーク抵抗力比、 $R_p$  はピーク抵抗力(Fig. 4 参照)、 $D$  は管径、 $L$  は管の長さである。ジオセル補強した Case 2 は全ての土被りで無補強の Case 0 よりも  $N_p$  が大幅に増大した。さらに、Case 2, 3 はともに従来工法を再現した Case 1 よりも  $N_p$  が大きく、ジオセルが浮上対策として非常に有効であることがわかった。また、Case 0 と Case 2 は土被りとともに  $N_p$  が増大し、土被りが抵抗力に及ぼす影響が大きいことがわかった。Case 3 は Case 2 と比較して  $N_p$  が約 1.22 倍増加し、ジオセルの横幅を拡張することが抵抗力の増加に大きく寄与することがわかった。Fig. 5 に示す地表面のせん断面発生位置から、Case 3 は Case 2 と比較してせん断面が大幅に拡大していることが確認でき、ジオセル幅の拡張が抵抗力に寄与する土塊の重量を大きく増加させることがわかった。

## 2) 従来工法, ジオセル補強における一体化率に関する考察

ジオテキスタイルやジオセルで包み込まれた管側部の土荷重( $W_2$ )とその上部の土荷重( $W_3$ )について、計算値と実験値を比較して Fig. 6 にプロットした。ここで、実験値は各ケースのピーク抵抗力と無補強時のピーク抵抗力の差である。図から、従来工法の一体化率  $F$  は約 0.8 であり、これは大口径管のおおよその一体化率(0.7~0.8)に一致する。一方で、ジオセル補強したケースはいずれも一体化率が大きく向上し、Case 3 では  $F=0.97$ 、Case 2 ではいずれの土被りにおいても  $F$  が 1 を超え、従来工法よりも浮上対策として有効であることがわかった。

## 4. まとめ

本研究では一体化率の向上を目的にジオセルを用いた管浮上対策工を提案し、土被りやジオセルの幅を変えた条件で模型実験を実施することで本提案工法の有効性の検証および一体化率に関する考察を行った。その結果、1) ジオセル補強によりピーク抵抗力が大幅に向上したこと、2) 土被りとともにピーク抵抗力比は増加すること、3) ジオセル幅を拡張することでさらにピーク抵抗力が増加すること、4) ジオセル補強は従来工法と比較して管との一体化率が向上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：1) 農研機構 (2007)：パイプラインの浅埋設工法-ジオテキスタイルによる地中構造物の浅埋設工法-設計・施工・積算指針 (案)、社団法人 農業農村整備情報総合センター

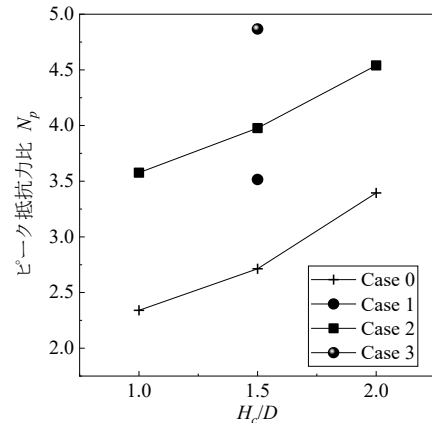


Fig. 3 土被りとピーク抵抗力比の関係  
Embedment ratio and normalized peak resistance

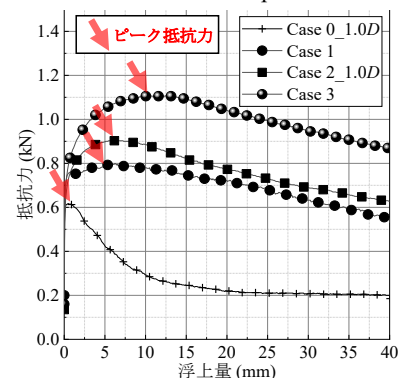


Fig. 4  $W_2 + W_3$  の浮上量と抵抗力の関係  
Uplift displacement and resistance

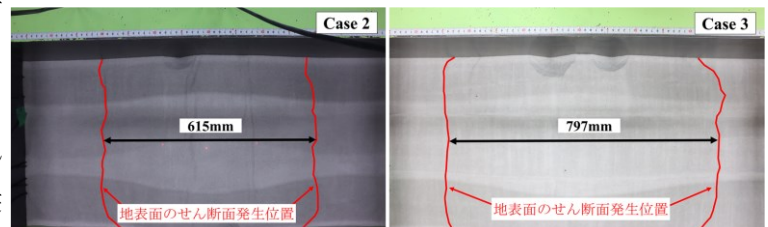


Fig. 5 地表面のせん断面発生位置  
Occurrence location of shear plane on the ground surface

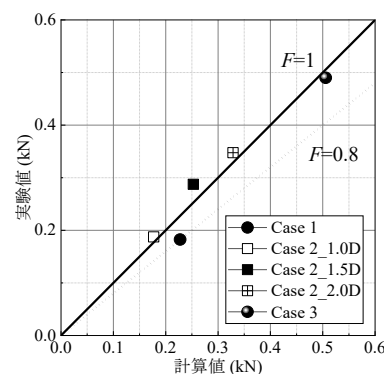


Fig. 6  $W_2 + W_3$  の実験値と計算値  
Experimental and calculated values