

ジオテキスタイルを用いた簡易液状化対策工法の開発

八戸工業大学
八戸工業大学大学院
八戸工業大学
三菱樹脂(株)
三菱化学エンジニアリング(株)

学生会員 田村祥一
学生会員 佐藤雄太・立花大地
正会員 鈴木久美子・金子賢治・熊谷浩二
正会員 間 昭徳
非会員 鶴山 昇

1. はじめに

地震時の液状化被害に関して種々の対策工法が構築されている。これらの工法の多くは、固化改良工法、地盤置換工法、排水工法など大規模かつコストが大きい工法が主流である^{1),2)}。一方、現在各建築法令の改訂が進み、オイルタンク等の比較的重要度の低い既存の建築構造物に対しては、より安価で簡易な液状化被害を低減する工法の開発が求められている。本研究では液状化被害を低減する比較簡易な工法として、ジオテキスタイルを使用した新しい液状化工法について検討する。本研究で検討するジオテキスタイルを用いた液状化対策工法の概念を図-1に示す。構造物直下の地盤をジオテキスタイルを縦方向に使うことで、液状化時の構造物直下の地盤の側方流動の軽減を図る。なお、本工法の目的は完全に液状化を防ぐことを目指しているのではなく、中規模の地震により液状化が発生した場合にも上部の構造物の完全な崩壊を防ぐことである。本文では、このような簡易な対策工法について振動台模型実験により基礎的な検討を行った結果について報告する。

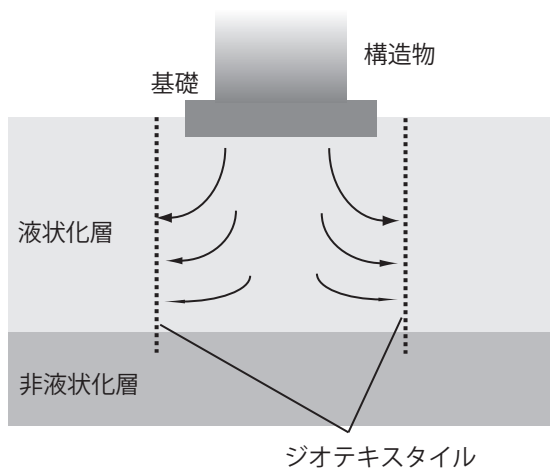


図-1 ジオテキスタイルを用いた側方流動対策の概念図

2. 振動台模型実験

(1) 実験の概要

実験に用いた振動台は水平・垂直の2方向の加振が可能であるが本研究では水平方向加振のみとした。振動台のサイズは1200mm×1200mmであり、この振動台上にアルミ製土槽(幅800mm×奥行き300mm×深さ500mm)を剛結し内部に模型を作製した。本実験で用いた模型の概要を図-2に示す。本実験で使用した硅砂5号の基本的性質を表-1に示す。硅砂5号を相対密度95%に調整し、非液状化層を土層底面から100mmまで作製した。液状化層は相対密度40%に調整し、非液状化層の上部に100mm作製した。非液状化層および液状化層の飽和度を100%とした。まず、非液

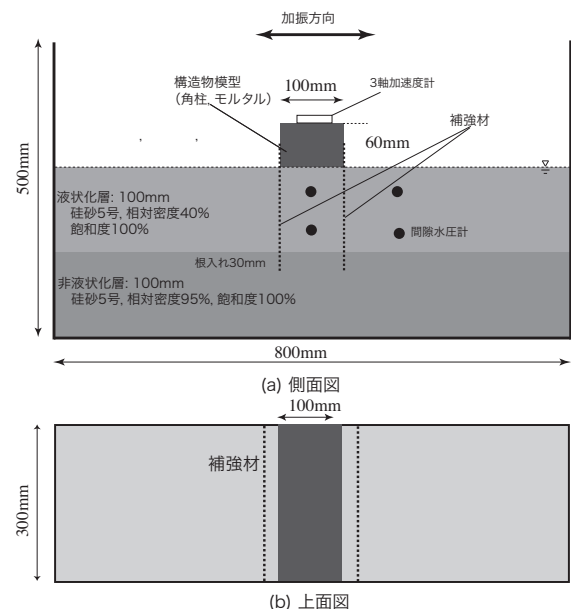


図-2 振動台模型実験に用いた模型

表-1 実験に用いた試料の基本的性質

試料名	ケイ砂 5号
土粒子の密度 (g/cm ³)	2.603
均等係数	2.29
曲率係数	1.21
最小密度 (g/cm ³)	1.321
最大密度 (g/cm ³)	1.624

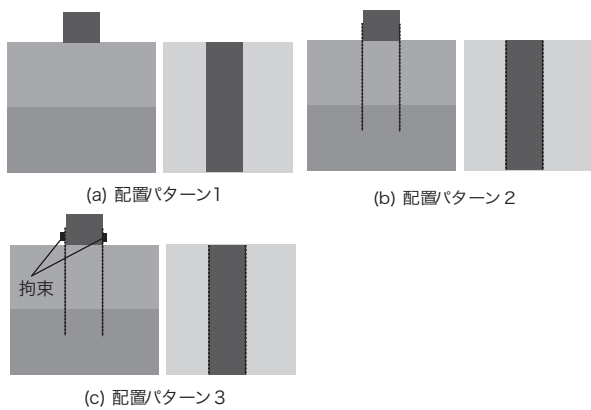


図-3 実験パターン3の配置

状化層を相対密度 95% になるように 5 層に分けて突き固め、飽和度を 100% に調整した。次に、液状化層を 5 層に分けて相対密度 40% となるように作製した後、飽和度 100% となる分量の水を投入した。補強材を設置する際にも同様に地盤模型を作製し、補強材を立ち上げながら作製した。本研究では、オイル・タンクを想定し接地圧力 170kN/m^2 を想定して、構造物の模型は縮尺を 1/100 と仮定して高さ $60\text{mm} \times$ 幅 $100\text{mm} \times$ 奥行き 290mm のモルタル製の角柱を用いた。この構造物の模型の質量は 5kg であり、接地圧力は 1.7kN/m^2 となる。ジオテキスタイル模型は高密度ポリエチレン（目合 $3.9\text{mm} \times 3.9\text{mm}$ ）を使用した。高密度ポリエチレンの引張り強度は 2.74kN/m である。入力波形は、振幅 4mm 、周波数 5Hz 、最大加速度 395Gal の正弦波を用いて、10 秒間加振した。加振前後にレーザー変位計により構造物中心の距離を測定し、構造物中心の沈下量を算定した。また、液状化層中には図-2 に示すように 4 個の間隙水圧計を設置し間隙水圧を測定した。本研究で行った実験パターンを図-4 に示す。パターン 1 は無補強のケースであり、パターン 2 はジオグリッドを構造物の脇に縦方向に挿入したもの、パターン 3 はパターン 2 と同様であるがジオグリッド上部を構造物に固定したものである。

(2) 振動台模型実験結果

各ケースの振動試験終了後の構造物模型の沈下量を図-4 に示す。全く対策をしない無補強のパターン 1 と比較して、補強材を縦方向に使用し構造物直下に置き地盤を囲んだケース 2 については、沈下量が多少上昇している。ケース 3 についてはジオグリッドを構造物と剛結した場合であるが、ケース 1 およびケース 2 と比較し沈下量が低下しており補強効果が現れている。アクリルで作成した土槽前面に乾麺を縦方向に設置して

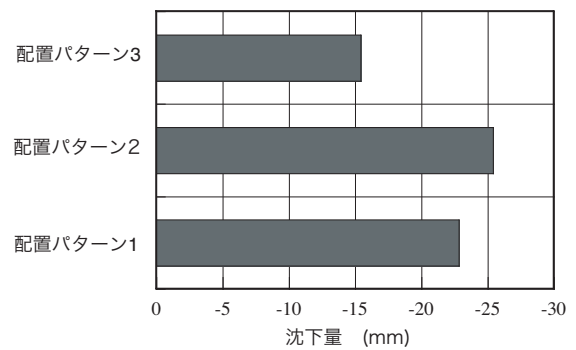


図-4 各ケースの加振後の構造物沈下量



図-5 加振後の地盤の様子（パターン 1, 3）

地盤の変形を観察したケース 1 と 3 の加振後の様子を図-5 に示す。同図から、無補強の場合に構造物直下の地盤が側方に大きく変形しているのに対して、パターン 3 の場合にはほとんど側方への変形が見られない。また、構造物直下の過剰間隙水圧の最大値はパターン 1 で 0.52kPa 、パターン 3 が 0.86kPa となり、パターン 3 の場合には側方変位が拘束されているため大きい過剰間隙水圧が現れている。なお、このことは、既往の液状化対策に関する文献²⁾においても報告されている。以上より、ジオテキスタイルを構造物と剛結し縦方向に挿入することで、液状化時の構造物直下の地盤の側方移動が拘束されることで構造物沈下量も低減されることがわかった。

3. おわりに

本研究では、ジオテキスタイルを用いた側方流動対策の可能性について、簡単な振動台模型実験を行って確認した。その結果、ジオテキスタイルを用いた簡易対策工法が、液状化時の構造物の沈下抑制に効果があり、被害低減に対して効果的な可能性があることが確認された。しかしながら、補強材の剛性とその効果の違いや地震動の波形の影響、固化改良との併用などについて今後検討する必要がある。

参考文献

- 1) 高橋・岸下・山本・兵動・三浦・吉本：液状化対策としての多層固化改良に関する振動台実験，土木学会論文集, Vol. 62(2), pp. 502-518, 2006.
- 2) 藤木・渡辺・森・村田・濱田・仙頭：ソイルセメント柱列壁による既設屋外タンクの液状化対策工に関する研究，土木学会論文集, No.595/VI-39, pp. 51-65, 1998.