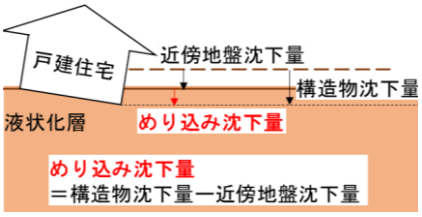
戸建住宅を対象としたジオテキスタイル端部拘束効果によるめり込み沈下量の低減

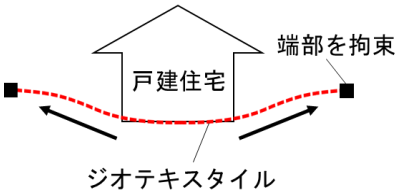
茨城大学　学生会員　○渡辺真大
茨城大学大学院　正 会 員　小林　薫
東京工業大学　非 会 員　鈴木海里
茨城大学 GLEC　フェロー会員　安原一哉
みらい建設工業　正 会 員　足立雅樹

1. はじめに

東北地方太平洋沖地震による液状化の発生が確認された地域において，特に液状化層が厚い地域の戸建住宅で被害が大きく [1]，対象構造物の沈下量と構造物近傍地盤の沈下量の差であるめり込み沈下が生じ（**図—1**），住宅の機能に影響を及ぼした [2]．野口ら [3]は，剛性の高いジオテキスタイル（透水性のあるシート類）を敷設することで戸建住宅のめり込み沈下を抑制することを明らかにした．しかし，剛性が高いジオテキスタイルは高価で取り扱いにくく施工性が良くない．ここではジオテキスタイルの引張強度に着目し，この特性を活かすため端部を拘束した新たな工法を開発する．これにより，**図—2** の様に載荷部分が沈下しようとすると端部の拘束（ハンモック効果）によりめり込み沈下量を抑制する力が働き，めり込み沈下量を抑制することが可能になると考えられる．以上より，戸建住宅に対する安価で施工性の高い液状化時めり込み沈下量を抑制する簡易な方法を考案することを目的に，簡易実験によるジオテキスタイルの端部拘束方法の検討と端部拘束したジオテキシタイルを用いた 1g 場振動台模型実験により液状化時めり込み沈下量の抑制効果を実験的に確認した．



図—1　めり込み沈下量の定義



図—2　ハンモック効果の概要図

表—1　試料の物性値

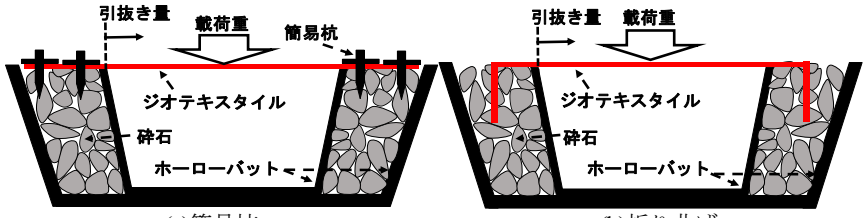
試料名	土粒子の密度 (g/cm^3)	最大乾燥密度 (g/cm^3)	最小乾燥密度 (g/cm^3)	透水係数 (m/s)
豊浦砂	2.651	1.675	1.397	1.50×10^{-4}
7 号砕石	2.687	1.586	1.372	1.75×10^{-2}

2. 端部拘束方法に関する簡易実験と結果

（1）試料の物性値

試料の物性値を**表—1** に示す．ジオテキスタイルの端部拘束するための地盤としては，7 号砕石を用いた．

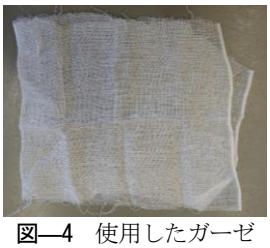
（2）実験概要



(a)簡易杭　(b)折り曲げ

図—3　端部拘束に関する実験の概要図

図—3 に端部拘束に関する実験の概要図を示す．ジオテキスタイルは引張強度を有し剛性を持たないものとしてガーゼを用いた（**図—4**）．端部拘束方法については，経済性や施工性を考慮して簡易杭（割り箸の先端部を鋭角に尖らせ上部にはガーゼを抑え込む為の四角板（1.0×1.0cm）を取り付けたもの）と折り曲げ（両端を 7 号砕石に埋設）の固定法を考えた．また，ジオテキスタイルの折り曲げ部と簡易杭と 7 号砕石の接触面積を同一にする為，折り曲げはガーゼ両端で幅 100 mm×深さ 20 mm（接触面積＝4000mm²）を埋め込み，簡易杭（Φ＝5mm）は 4 cm 貫入させた場合には 1 本の杭あたり貫入部分の接触面積が 628.3 mm² である為，6 本（接触面積＝約 4000mm²）用いて実験を行った．**図-3** の載荷重を徐々に増加させてその際の引抜き量を測定し，荷重と引抜き量の関係を基に端部拘束方法について検討した．引抜き量は，7 号砕石から抜け出した量をものさしで測定した．



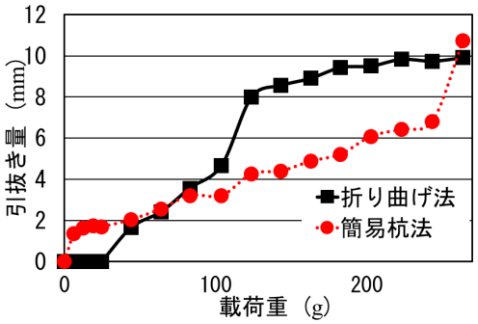
図—4　使用したガーゼ

キーワード　液状化　沈下量　ジオテキスタイル
連絡先　〒316-8511　茨城県日立市中成沢町 4-12-1　TEL:0294-38-5163　e-mail:17t5062f@vc.ibaraki.ac.jp

© Japan Society of Civil Engineers

（3）実験結果

図—5 に各拘束法の載荷重と引抜き量の関係を示す．これより，2 つの方法は同等の引抜き抵抗を示した事が分かる．折り曲げは載荷初期でジオテキスタイルは固定されるが，その後剛性が無いため部分的に緩みが生じた．約 130 g の載荷重では荷重に耐えきれなくなり引抜き量は大きくなったが，それ以降では張った状態を維持し，引抜きに抵抗を示した．一方，簡易杭は載荷重が 200g を超えた辺りから急激に引き抜き量が増加して，簡易杭が引き抜けた．以上より，1g 場振動台模型実験では，実施工時の施工性，経済性及び載荷重と引抜き量の関係を基に，「折り曲げ」を採用することとした．

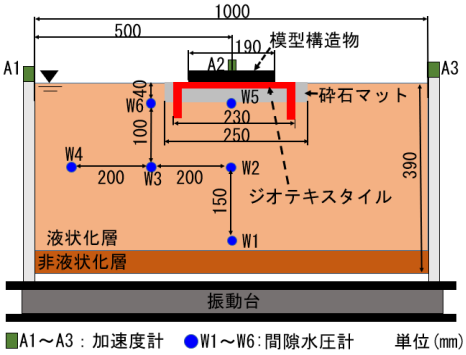


図—5　各拘束法の載荷重と引抜き量の関係

3. 1g 場振動台模型実験と実験結果

（1）実験概要

図—6 に 1g 場振動台模型の概要，表—2 には実験ケースごとの条件を示す．液状化が生じたひたちなか市を参考に，1/50 スケールの本実験に落とし込み液状化層（D_r=30%）は 340 mm，非液状化層（D_r=70%）は 50mm と設定した．また，液状化層に埋設すると砂が流動化し拘束されないため，液状化現象による地下水の排水等の関係により砕石マットを採用し，ジオテキスタイルを砕石マットに貫通させ拘束した．実験では，入力加速度 200 gal，加振時間 6 秒，周波数 5 Hz の正弦波の水平振動を模型地盤に与えた．実験後，構造物の沈下量とその近傍地盤の沈下量を土槽の上面部を基準にして，土層上面までの距離をノギスで測定し，めり込み沈下量を算出した．算出した結果を基に，ジオテキスタイル端部拘束効果によるめり込み沈下量の抑制効果を評価した．



図—6　1g 場振動台模型実験の概要

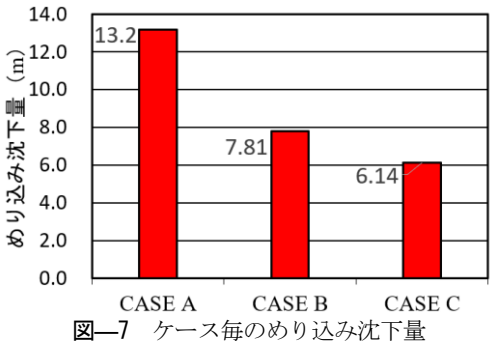
表—2　実験条件

CASE	液状化層 (mm)	砕石マット 改良幅比(-)	ジオテキスタイル 有無
A	340	0	無
B	340	1.30	無
C	340	1.30	有

※砕石マット改良幅比=砕石マット幅／構造物幅

（2）実験結果

図—7 にケース毎のめり込み沈下量を示す．端部拘束の有無による効果として約 50％めり込み沈下量が抑制された．拘束によってハンモック効果が生まれ，模型構造物と周辺地盤とのめり込み沈下量を低減したと考えられる．なお，本研究では絶対沈下量を考慮していないが，砕石杭の併用で絶対沈下量も抑制することができると DAT ら[4]が報告している．



図—7　ケース毎のめり込み沈下量

4. 結論

簡易実験，1g 場振動台模型実験の限られた実験結果ではあるが，以下の知見が得られた．

1）ジオテキスタイルの端部拘束の方法については，折り曲げと簡易杭では荷重載荷に対するジオテキスタイルの引抜き量の変化は同等であるが，簡易杭はある一定荷重以上を載荷した場合には引抜き量が急増し，脆性破壊する可能性があることが明らかになった．このことから，端部拘束の方法は，社会実装時の施工性や経済性及び実験により得られた引き抜き形態を考慮して，「折り曲げ」が適当と考えられる．

2）端部を拘束することでハンモック効果によりジオテキスタイルの引張強度が発揮され，めり込み沈下量の抑制効果が確認された．

なお，本実験に関する過剰間隙水圧の挙動については別途発表を予定している．

〈参考文献〉

1）低平地における液状化対策工法の効果の検証, http://www.scc.ibar aki.ac.jp/wp-content/uploads/2018/01/H27-murakami1.pdf,（閲覧日:2020.3.10）.
2）浦安市液状化対策技術検討調査委員会，浦安市液状化対策技術検討調査報告書 第 4 編 建築物の被害・液状化対策, pp.1-12, 55-71, 2012.
3）野口武彦・村上哲・小林薫・安原一哉：ジオグリッド敷設による液状化に伴う構造物のめり込み沈下抑制に関する振動台模型実験，ジオシンセティックス論文集第 32 巻（2017.12）, pp.13-18.
4）NGUYEN DINH DAT，液状化対策としての GCP 工法の戸建て住宅への適用性に関する研究，平成 29 年度茨城大学修士論文, pp.39-86, 2017.

© Japan Society of Civil Engineers