

シート材料を用いた埋設管浮き上がり対策工法の検討

新潟大学工学部 正会員 ○保坂 吉則 神立 秀明
 国土交通省中部地方整備局 非会員 渡邊 正洋
 国土交通省北陸地方整備局 非会員 長井 一平

1. はじめに

埋戻し土の液状化に伴う下水道管渠の浮き上がり対策として、筆者ら¹⁾はシート材料を用いた手法を考案し、振動台実験でその有効性についての基礎的な検討を行ってきた。前報では、土木シートを埋設管上面に敷設することで、液状化直後からシート面上で生ずる砂粒子の再堆積に伴う有効応力・剛性の回復を利用し、埋設管下部への液状化した砂の回り込みを防止する効果を持たせて浮き上がりの防止を図ってきた。

本報告では、その対策効果をより有効に発揮させるためのシート材料物性と補助的な工夫についての検討を振動台模型実験によって行ったので報告する。

2. 模型実験の概要

振動台実験に用いた小型土槽($W40 \times D50 \times L90$ cm)の概要を図1に示す。砂地盤は、阿賀野川砂($\rho_s = 2.671 \text{ g/cm}^3$, $D_{50} = 0.54 \text{ mm}$)を用いて水中沈降法によって緩詰め($\rho_{\text{sat}} = 1.83 \text{ g/cm}^3$)に作成した。埋設管は底部が土槽底面から10cmとなるように設置し、施工性を念頭に置いてその上半部にシート材料を沿わせて敷設することとした。埋設管模型は長さ60cm、VU65規格の塩化ビニル管の両端にキャップを施して中空状態としている。管自重5.65Nに対して、地盤密度から推定される液状化時の浮力は約49Nとなる。

加振は1G場において、管渠縦断方向に6Hz, 300galの正弦波で与え、液状化が発生してその過剰間隙水圧が消散するまで継続した。管の浮き上がり量は、頂部に付けた軽量メジャーの動きをデジタルビデオカメラで撮影し、その画像から読み取った。また、シートの上下面で間隙水圧の測定を行った。

前報では、シートの埋設位置と幅を変えて検討を行ったが、本報ではシート材料の透水性と剛性に着目し、表1に示す各条件で実験を行うこととし、敷設幅と位置・深度はすべて上記の条件でそろえた。なお、基本的には管の周辺地山も液状化するという想定で検討を進めているが、実験Eのみはシートの下面を締め固めることで、管の上部だけが液状化する条件とした。実験Fでは剛性のあるジオグリッドを透水シートの下に重ねて敷設した。実験Gでは、Fの条件に加えて埋設管との間に図1の平面図に示すように3箇所アルミの針金を入れて補強を行い、シート全体の剛性を高めた。

3. シートの透水性の影響

はじめに、敷設するシートの透水性が浮き上がり挙動に及ぼす影響を検討する。Bは市販の土のう袋を切り取ったものであり、多少水は通すものの、液状化の時間スパンでは難透水性と見なせる。C, Dはポリプロピレンの不織布であるが、厚み(約0.7mm)のあるCは土のう袋同様に透水性が小さく、

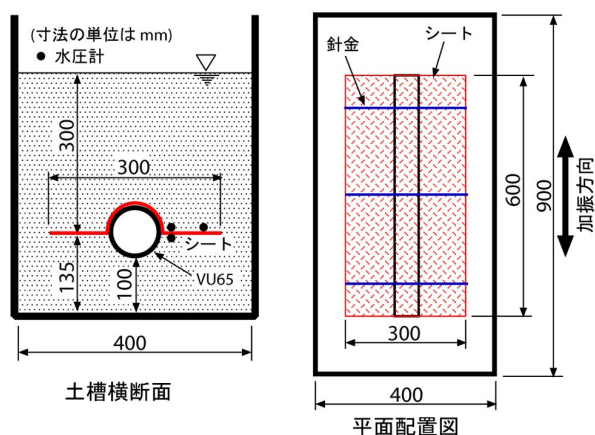


図1 実験装置の概要

表1 実験条件

Ex	シートの透水性	シートに付加する対策	下面の液状化
A	シート無し		有り
B	難透水シート (土のう袋生地)	付加対策無し	
C	難透水性シート (SP-1150E)		
D	透水性シート (SP-1070E)	下層締固め	無し
E		ジオグリッド併用	有り
F			
G		ジオグリッド ＋アルミ針金併用	

キーワード 液状化, 埋設管, 浮き上がり, 土木シート

連絡先 〒950-2181 新潟市西区五十嵐二の町 8050 番地 新潟大学工学部 TEL 025-262-7032

一方、薄手(約0.4mm)のDは透水性が良好な材料である。

シート材料を1種類だけを用い、付加的な対策がないケースにおける浮き上がり挙動の比較を図2に示す。シートを用いないと完全に地表面まで浮上したのに対して、シートを敷設することにより、いずれも5cm以内に浮き上がりが抑制された。また、透水性のあるシートを用いた方が浮き上がり量が小さくなる傾向が確認できる。難透水性のシートでは、液状化直後にシート下面に水膜の形成が観察された。シートを水が通過しにくいために、シート下では砂粒子が沈降して水だけの層が残ったためである。一方、透水性が良いと液状化に伴う上向き透水がシート面を透過可能となり、明確な水膜は確認できなかった。シート上面では砂粒子が再堆積して有効応力が少し回復してくるが、透水性シートでは図3に示すように上向き透水があるために水圧が保持され、有効応力の回復が小さくなっている。浮き上がりにはシートと砂の摩擦が影響すると仮定すると、有効応力の小さなDのほうが浮き上がり易いと思われるが、両面を砂で挟まれているため、下面が水で摩擦抵抗のないCよりは移動が生じにくかったのかも知れない。さらにCは、浮き上がりに伴って水圧が再度上昇する特異な挙動も見られる。シートの移動に伴うせん断で、一度堆積した砂が再度液状化したものと考えられる。

4. 付加的な対策の検討

浮き上がり抑止効果を高めるため、まずシートの剛性を高める検討を行った。約1cmメッシュのジオグリッドを透水シートの下面に重ね合わせる方法Fでは、図4に示すように柔らかなシート1枚の10分間とほとんど変わらなかった。そこでシート形状を保持する目的でφ3.2mmのアルミ針金3本を束ねてシートと管の間に下面の3箇所挿入したところ、浮き上がり量は1cm以内に抑さえることができた。液状化中でもシートの初期形状がなるべく変わらないような剛性を持たせることが有効と思われる。

シート下面を締め固めて、その非液状化層とシートで管渠を挟み込む方法Eでは5mm程度の浮き上がり量となり、非常に効果が高いことがわかった。周辺地山が液状化しない土質の場合はこれに相当することになる。また、周辺が液状化する条件では、管の下を局部的に固化改良するなどの方策も考えられる。

5. まとめ

土木シートを利用した埋設管の浮き上がり対策手法を、模型実験によって検討した。その結果、土木シートの物性としては透水性のある材料が有利であり、ある程度剛性を持たせた方が埋設管の浮き上がり抑止効果の高いことが明らかとなった。また、シートと埋設管の下面のみを締め固めるだけでも非常に効果があることがわかった。

謝辞

本研究にあたり、前田工織株式会社様よりご支援、ご助言を頂きました。ここに記して謝意を表します。

参考文献

- 1) 保坂・久保・神立(2004)：液状化時に地中埋設管に作用する浮き上がり力に関する検討，土木学会第62回年次学術講演会講演集第3部門，pp.425-426。

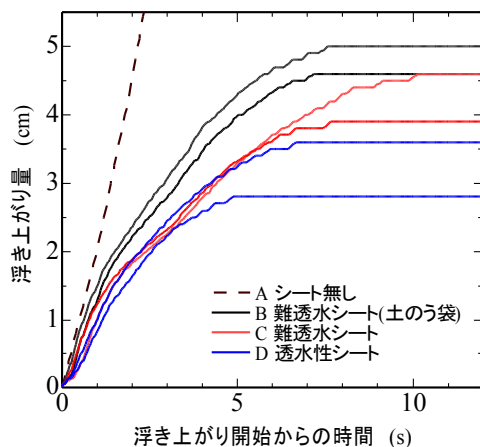


図2 シートの透水性と浮き上がり挙動

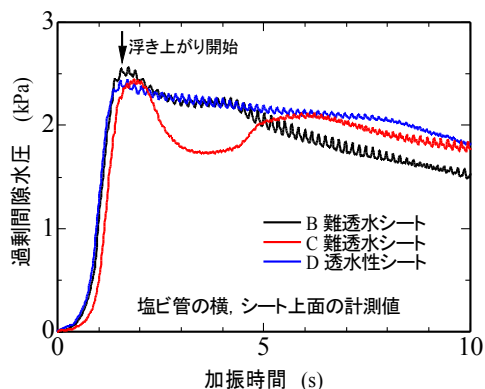


図3 透水性とシート上面の間隙水圧挙動

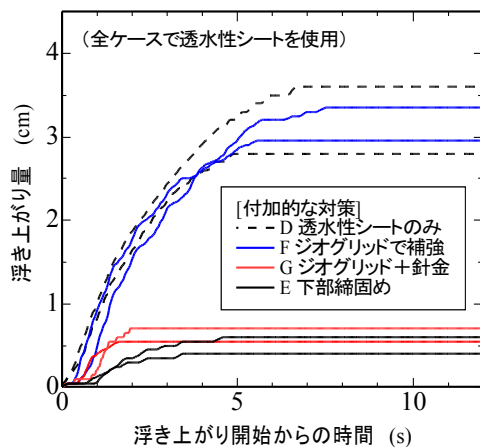


図4 シート剛性と浮き上がり挙動