

シート材料を用いた埋設構造物の浮き上がり対策に関する基礎的検討

新潟大学工学部 正会員 ○保坂 吉則
 成田空港株式会社 非会員 久保 司
 新潟大学工学部 正会員 神立 秀明

1. はじめに

新潟県中越地震では、埋設された下水道管渠とマンホール大きな被害が発生した。復旧には、液状化対策としてセメント混合砂による埋め戻し等が実施されている。しかし、全国各地で今後新規に敷設される下水道管渠施設については、より簡便で安価な浮き上がり対策手法も必要と思われる。筆者らは、シート材料を用いた対策手法を考案し、振動台実験でその有効性についての基礎的な検証を行ったので報告する。

2. 対策の概要

砂地盤で液状化が生ずると、浮遊状態の砂粒子が沈降し始め、液状化層の最下部から徐々に再堆積しながら液状化が収束する。この現象は液状化層に挟まれた粘土薄層などの境界面上でも発生し、また地中構造物の上面においてもこれが生ずるはずである。既報¹⁾では埋設管頂部の間隙水圧を観測してその現象を確認している。埋設管単体では面積が小さいため、その有効土圧は浮力に抗するに十分ではないが、上部に広い面を持ったシート材料を敷設し、沈降再堆積で生ずる有効荷重の合力を地下埋設管等に伝達することによって浮き上がりを抑止できないかと考えた。

3. 検証実験の概要

そこで、図1のような土槽(内寸:幅40×深さ50×奥行90cm)の飽和砂地盤内に設置した埋設管およびマンホール模型にシート材料を被せ、管渠縦断方向に1G場の正弦波で加振(6Hz,300gal)して液状化させ、構造物の浮き上がり量を計測した。砂地盤は、阿賀野川砂($\rho_s=2.671\text{ g/cm}^3$, $D_{50}=0.54\text{ mm}$)を水中沈降法によって緩詰め($\rho_{sat}=1.83\text{ g/cm}^3$)に作成した。埋設管およびマンホールの模型は塩化ビニル管で製作し、材料諸元と地盤密度から推定される最大の浮力を表1に示す。シート材料には土のう袋を所定の大きさに切り取って用いた。これを、図のよう管外周に沿って巻き付けて設置した。マンホール模型では、まず底版に取り付けた1辺が15cmの剛な正方形抑止版の効果を確認した後、その上面にシート

材料を敷設して加振した。構造物の設置位置は、土槽底面の場合($H=0\text{ cm}$)と底面から10cmの2通りとした。前者は埋戻し部だけが液状化する条件を、後者は周辺地盤も液状化するような境界条件を想定している。シート設置幅 W を、埋設管では18, 28, 38cm, マンホールでは30, 40cmとした。なお奥行方向は、管, マンホールいずれも60cmでそろえた。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て、その画像から読み取った。加振は過剰間隙水圧が消散するまで継続して与えた。

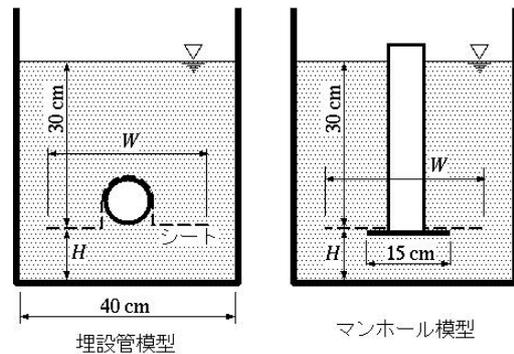


図1 模型土槽横断面図

表1 埋設構造物の緒元

構造物種別	埋設管	マンホール
塩ビ管規格	VU65	VU50
外径 (mm)	76	60
長さ (m)	60.0	35.5
自重 (N)	5.65	2.79
液状化時の想定浮力 (N)	48.8	18.0

4. 埋設管に対する効果

周辺も液状化する条件($H=10\text{ cm}$)における実験結果を図2に示す。比較のため、シートを使わなかった場合と、30cm幅のシートを管頂部に水平に設置した時の結果も合わせて示す。シートを併用しない場合は急速に浮上し、完全に地表面上に達してしまっ。管頂部水平敷設では6cm程度浮き上がったが、抑止効果として

キーワード 液状化, 埋設管, マンホール, 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

は十分とは言えない。一方、管に巻き付ける敷設方法はその効果が高く、敷設幅が大きくなるに従って浮き上がり量が小さくなった。埋設管の下部が液状化しない場合はその効果がさらにに高くなるのが図3からわかる。

当初は、シート面上に再堆積して剛な板のようにふるまうのではないかと考えていた。シート面上の間隙水圧挙動は、図4のように加振後いったん完全液状化の水圧(地盤密度からの推定値)に達した後、直ぐに低下が生じている。しかし、浮き上がり停止時で0.3 kPa程度であり、剛性回復は十分でなかったと思われる。一方、巻き付けて敷設した場合はシートの鉛直部で張力が発揮され、これが下向きに作用して浮力に抗するというメカニズムが想定できる。流体中であればシートも一緒に引き上げられる可能性があるが、シート上面に有効応力が作用した場合は、それに応じた摩擦力が働くので、これがシートに張力を発生させたものと考えられる。砂を受ける水平な面が広いほどその摩擦合力が大きくなるので、浮き上がり抑止効果がより大きくなったのであろう。

5. マンホールの対策と効果

マンホールの実験結果をまとめて図5に示す。抑止板のみの場合は6cmを超える浮き上がりを記録したが、これにシートを併用することで抑止効果が高まるのがわかった。ただし今回は敷設幅の違いは明確ではない。奥行き方向には全て同じ条件の長いシートを使ったことが影響した可能性がある。地山が液状化しない条件では埋設管以上にその効果が高かった。このように適切な大きさの抑止板と安価な土木シートを併用することが合理的と考える。

6. まとめ

シート材料を利用した埋設構造物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、埋設管ではシートを巻き付けて敷設することで浮き上がりが抑止され、その敷設幅が大きいほど高い効果があることがわかった。マンホールでは、底版を拡張した剛な抑止板にシート材料を組み合わせる対策手法を提案することができた。いずれも、埋戻し土だけ液状化する条件でより効果が高いことが明らかになった。

参考文献

1) 保坂・吉川・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59回年次学術講演会講演集第3部門，pp.425-426.

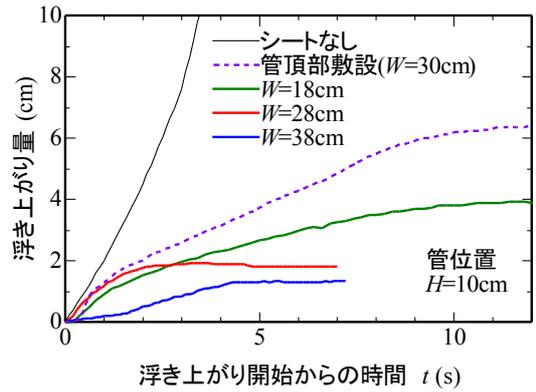


図2 埋設管の浮き上がり量

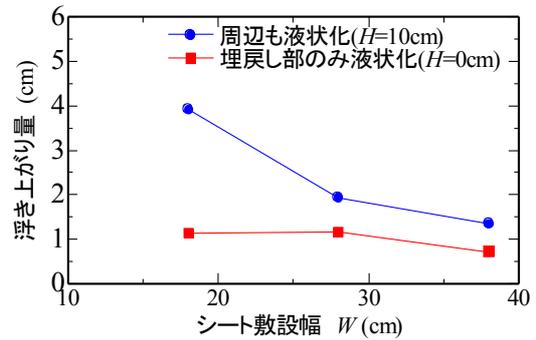


図3 浮き上がりに及ぼすシート幅の影響

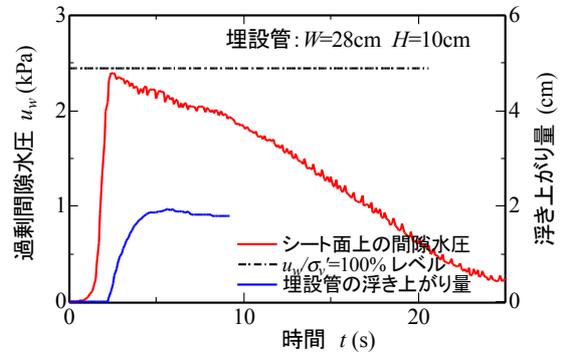


図4 シート面上の間隙水圧挙動

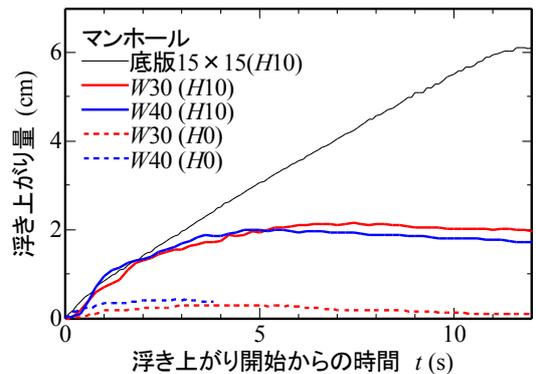


図5 マンホールの浮き上がり量