

並行する埋設管の簡便な浮き上がり対策に関する振動台実験

関東学院大学 正会員 規矩 大義  
 関東学院大学 正会員 山口 恵美  
 関東学院大学大学院 学生会員 ○安田 悟

1. はじめに

液状化地盤に埋設された下水管やガス導管については、古くから液状化・非液状化境界部での屈曲や折損、液状化に伴う流動の影響<sup>1)</sup>などの研究が行われている。浮き上がりに対しても、ジオテキスタイル等を用いた対策<sup>2)</sup>も提案されているが、メカニズムの解明が進み、対策工の実用化が進んでいるマンホールと異なり、敷設延長が膨大な管路ではよほど経済的な対策でなければ現実的ではない。一方で、対策の必要性が高い管路に対しては、浮き上がりの要因とされる土の回り込みを矢板等で抑制する対策を施すことが考えられるが、管路と矢板の離隔によって浮き上がりが生じてしまうことも予測される。特に、並行した複数の管路などに対しては、管路と管路の間は締め不足になりがちで、かつ液状化の程度も激しくなりやすく、矢板等による対策も、両横から大きく囲ってしまうと、中心部に無対策の領域を作ってしまうことになる。そこで本研究では、振動台実験を通して、これらの問題点の整理と重量バランスによる簡便な対策を試みたので報告したい。

2. 各対策工に関する振動台実験

2.1 対策方法の概要

埋設管が浮き上がる際、管路上部や側方の砂が底部のほうに回りこむことが浮き上がりに影響していることが報告されている。<sup>3)</sup>そこで本研究では、図1のように矢板を設置することにより、砂の回り込みを無くすことによって、管路の浮き上がりを抑止することを期待した。矢板は管路の外側に一枚ずつ固定している。矢板と管路をある程度離れた(a)と、管路に接触するようにつける(b)の2パターン行った。図2は、埋設管が浮上する際、錘につけた紐が接触し、浮き上がりを抑制する最も単純な対策である。これは、実施工を考えた時に掘削領域、掘削深度ともに省スペース化が可能で、新設、既設の両者に適用可能と考える。

2.2 振動台実験の概要

図3に管路模型と計測器の配置を示す。実験は幅180cm、奥行き30cm、高さ60cmの土槽を使用した。管路模型は、直径20cmの模型2本(比重1.24g/cm<sup>3</sup>)を使用した。試料は珪砂3号・5号・8号を1:1:3の割合で混ぜた混合砂( $\rho_s=2.638\text{g/cm}^3$ ,  $e_{max}=0.823$ ,  $e_{min}=0.414$ )を用いた。基礎地盤は相対密度 $D_r=80\%$ 、液状化層は $D_r=30\%$ を目標に水中落下法で作成した。加振は5Hzの正弦波で6秒間、加振加速度は500gal

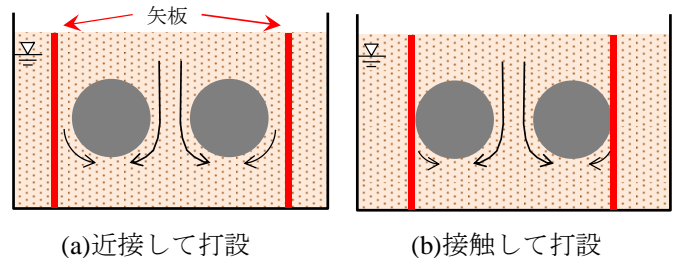


図1 矢板による対策方法の概略図

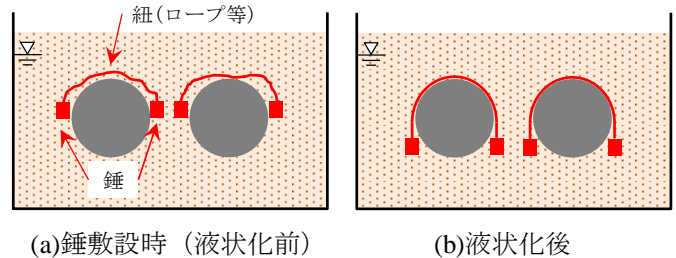


図2 錘と紐での対策方法の概略図

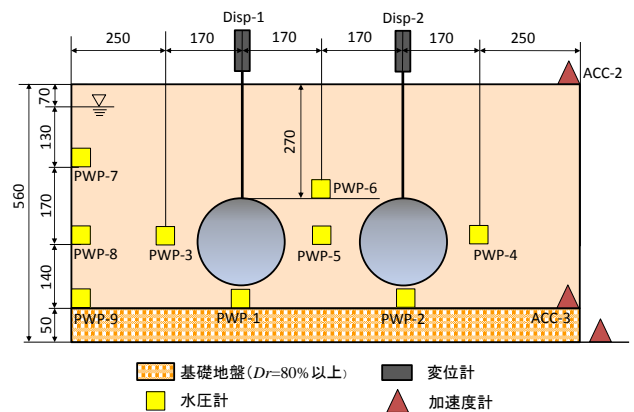


図3 振動台実験概要図

キーワード 液状化, 振動台実験, 埋設管, 浮上抑止

連絡先 〒236-8501 横浜市金沢区六浦東1-50-1 関東学院大学理工学部土木学系 地盤防災工学研究室 TEL: 045-786-7144

に設定して実験を行った。地下水位については、地表面から7cm に設定した。錘と紐を用いた浮上抑止対策では、管軸直角方向に 2kg の錘を管路を挟んで 1 対 (合計 4kg) , 紐で繋いだ。その際、常時に過大な張力が発生しないよう余裕を持たせている。錘は管路の中心高さに位置するように設置した。なお、錘を付加した管路比重は 1.67g/cm<sup>3</sup> 程度となる。表 1 に実験ケースを示す。

3. 実験結果

図 4 に各ケースの浮上量, 図 5 に埋戻し領域中心での過剰間隙水圧比の時刻歴を示す。いずれのケースでも、埋戻し領域の水圧比が 1.0 に達してから浮上を開始している。また矢板を接触させた対策方法(CASE3)は無体策(CASE1)と比べ、若干ではあるが、浮き始めが遅い結果となっている。今回行った実験の中では、矢板を近接に打設(CASE2)したものが浮き上がり量は大きく、対策方法としての効果が期待できない結果となった。CASE3 では近接ほど浮き上がり量は少なく、対策効果はみられたが、浮上してから数秒後、右管路が大きく浮上してしまい、左右の浮上量が異なる不安定な結果となった。矢板での対策は、2 連になったことで埋戻し領域が広がったことから、矢板側からの砂の回りこみを抑止できても、反対側から回りこんでしまい、浮上量を抑えることができなかったと考える。また CASE3 は、試験後、右管路は若干ではあるが、管と矢板に隙間が生じていた。この隙間から砂が回りこんでしまい、浮上を促進してしまったため、左右に差がでたと推測する。錘と紐での対策方法(CASE4)では、水圧比としては無対策と同じ傾向だが、浮き上がり量は低減され、対策の効果が確認できた。

4. まとめ

図 6 に各地策ケースの浮上量を比較した。矢板での対策は、並行した 2 連の埋設管の場合、対策効果を正確に見積もることが難しい。矢板を接触させた場合、近接に打設したものより浮上量を 1/2 ほど抑えてはいるものの、反対側の面からの土砂移動を許しているため、対策としては不十分になることが明らかだからである。錘と紐での対策方法では、浮上量は矢板での対策と比較しても期待できる効果が得られた。実施工を考えたとき、本研究で用いた錘はコンクリートガラ等を使用すれば十分であり、調整によっては浮上量を 0 にすることも可能と考える。また、新設はもちろんのこと、既設に対しても管路の最大直径となる深度まで掘削すれば敷設出来ることから、施工性・コストともに優れた工法だと考える。今後は、地盤条件の異なるケースの実施や、敷設する錘の重量や敷設ピッチなどを、実験と解析的検討を通して、この工法の実用化に努めたい。なお、この研究を進めるにあたり、上田咲季氏 (東京技工)、渡辺弘貴氏 (トリンプルパートナーズ) には卒業研究としてご尽力いただいた。この場を借りて謝意を表す。

【参考文献】

- 1)規矩・安田 他：埋設管に対する地盤の拘束力と液状化程度の間係、地震工学研究発表会講演概要 Vol.20, pp277-280, 1989
- 2)松本・永瀬 他：ジオテキスタイルによる埋設管の浮き上がり抑制効果に関する振動台実験、土木学会第 51 回年次学術講演会, pp662-663, 1966
- 3)板藤・安田 他：地中構造物の浮上りに伴う液状化砂の回り込みに関する振動台実験、第 30 回土質工学研究発表会, pp.1043-1044, 1995

表 1 実験ケース

CASE	相対密度 (%)	埋戻し深度 (mm)	管路下液状化層厚 (mm)	対策方法
1	30	270	0.2D	対策なし
2	30	270	0.2D	矢板近接して打設
3	30	270	0.2D	矢板接触して打設
4	30	270	0.2D	錘と紐での浮上対策

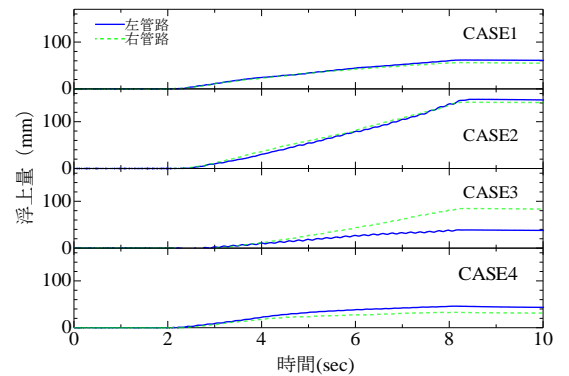


図 4 浮上量の時刻歴

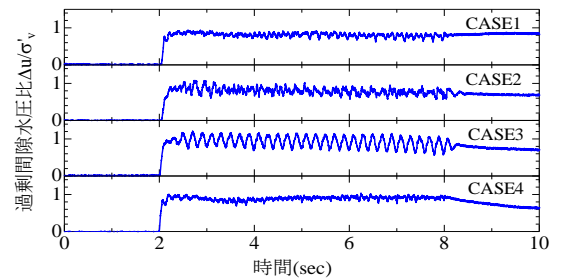


図 5 過剰間隙水圧比の時刻歴

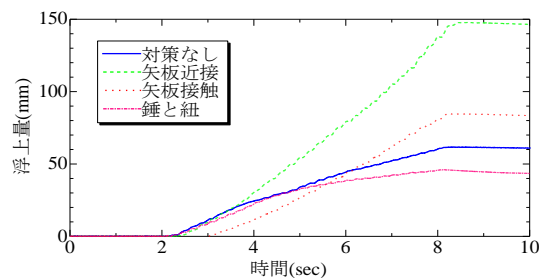


図 6 各対策の最大浮上量の比較