

埋戻し土の液状化による地中構造物の浮上りに関する振動台実験

九州工業大学大学院 学生会員 ○板藤 繁
 九州工業大学工学部 正 会 員 安田 進
 東京電力(株) 正 会 員 増田民夫
 九州工業大学工学部 正 会 員 永瀬英生
 九州工業大学工学部 学 生 澤田 尚

1. はじめに

1993年に発生した釧路沖地震の際、釧路町では下水道マンホールが1.5mも浮き上がった。また、復旧時の調査によると、釧路市および釧路町の下水道管が数10cm浮き上がった所が多く発生していた。これらの地域は泥炭地に主に分布していた。このように浮き上がった原因については明らかにされていないが、1つの可能性として、埋戻し土の液状化に起因しているのではないかとの見方も出てきている。しかし、浮き上がるためには構造物の下に液状化した土が回り込む必要がある¹⁾ため、埋戻し部の深度や幅、周囲の地盤との透水性が影響することが考えられる。そこで、埋設管とマンホールの模型に対し振動台を用いてこれらの関係を調べてみた。結果を以下に報告したい。

2. 実験装置

実験に用いた土槽は幅1.0m、奥行0.6m、高さ0.7mのもので油圧式の振動台(1.0m×1.0m)上に乗せて加振を行った。埋設管のモデルとしては外径11.4cm、長さ51.0cmの塩ビ管を用い、マンホールのモデルとしては、単純化して2次元でも扱えるように箱型模型を用いた。土槽内には図-1に示した様に供試管および箱型模型を設置している。供試管の見かけの比重は釧路市の下水道管の比重を算出し0.75とし、箱型模型の見かけの比重は、釧路町の下水道マンホールの比重を算出し1.0とした。また模型がなるべく真つすぐ上向きに浮き上がるように各模型の両端に輪を付け、垂直に張った2本の糸(ガイド)に通している。変位量は各模型の上部から上に張った糸の動きをポテンシオメーターで、更に模型底部の水圧(P4)は各模型底部に貼り付けた小型水圧計で測定した。また土槽は剛体土槽であるため側壁の影響を軽減するように両側壁内に5cmのフォームラバーを貼り付けた。

3. 実験方法

試料には豊浦標準砂を用い、相対密度90%程度になるように模型地盤を作成した後、中央部を所定の幅と深度になるように掘削し、埋戻し部と周辺地盤とが不透水になるようにビニールを敷いた。そして埋戻し部の相対密度が約30%程度になるように水中落下法にて埋戻し部を作成した。加振には3Hz、500galの正弦波を用い、模型が浮上りきるまで加振した。実験は、各模型に対して、埋戻し深さを50cmとした時の埋戻し幅を20, 25, 30cmとした3種類、埋戻し幅を30cmとした時の埋戻し深度を35, 40, 45cmとした3種類とした。また、埋戻し部30cm×50cmではビニールを敷かず、埋戻し部の過剰間隙水圧が周囲へ伝播できる透水性を考慮した場合も行った。

4. 実験結果及び考察

1) 埋設管の実験に関して

図-2に埋戻し部の深さを50cmとし、幅を20~30cmと変えたときの浮上り量の時間変化を示す。これより、埋戻し幅が広いも

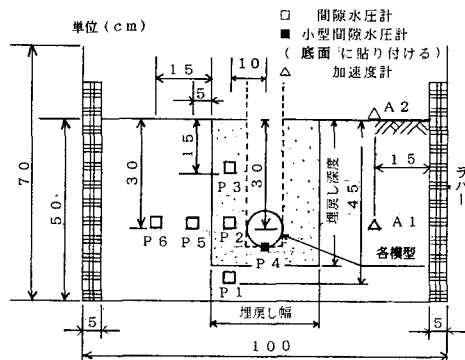
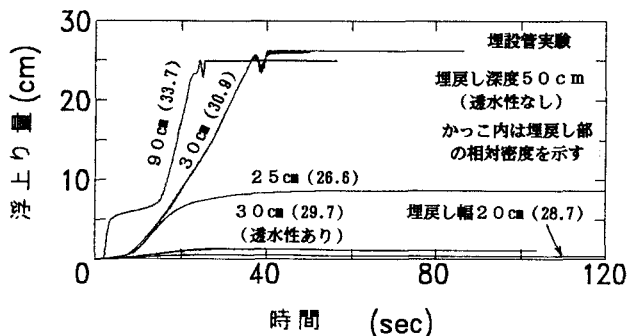


図-1 実験モデル及び計器配置図

図-2 時間-浮上り量関係
(埋設管実験、埋戻し幅の影響)

のほど供試管が早く浮上り、かつ浮上り量も大きくなっていることが分かる。これは、幅が広いと液状化した埋戻し部の砂が管底部に回り込み易いためであると思われる。また、透水性のある場合には、ほとんど浮き上がっていないことが分かる。これは、埋戻し部で発生した過剰間隙水圧が周辺の密な地盤に消散したために供試管がほとんど浮き上がらなかったのではないかとと思われる。さらに、土槽内の全てで相対密度が30%の場合（図-2で埋戻し幅90cmと表示）ではさらに速い速度で浮上ったが、この場合は7cm位浮上った所で一旦浮上りが止まる現象が発生していることが分かる。

図-3に埋戻し部の幅を30cmとし、深度を35~50cmと変えたときの浮上り量の時間変化を示す。これより、埋戻し深度が深いものほど供試管が早く浮上り、かつ浮上り量も大きくなっていることが分かる。これは、深度が深いと液状化した砂が管底部に回り込み易いと同時に、供試管より下方での液状化した過剰間隙水圧が上方に伝播することにより浮上り易いのではないかとと思われる。

2) マンホールの実験に関して

図-4に埋戻し部の深さを50cmとし、幅を20~30cmと変えたときの浮上り量の時間変化を示す。これより、埋戻し幅が広いものほど箱型模型が早く浮き上がっていることが分かる。また、透水性のある場合には、浮上りスピードが遅くなっていることが分かる。ただし、埋設管実験と異なって、この場合でも最終的には浮き上がっている。

図-5に埋戻し部の幅を30cmとし、深度を35~50cmと変えたときの浮上り量の時間変化を示す。これより、埋戻し深度が深いものほど箱型模型が早く浮き上がっていることが分かる。

以上のことから埋設管の実験とマンホールの実験を比較すると、いずれの実験においても、ほぼ一定のスピードで浮き上がったが、マンホールの方が浮上るスピードは遙かに速かった。これは、埋設管の場合には浮上る際に上載土によるせん断抵抗があったり、また上の土も埋設管の下に回り込まなければならないためであろう。

5. あとがき

埋戻し土の液状化による埋設管とマンホールの浮上りの挙動を調べるために振動台実験を行った。その結果、埋設管とマンホールの浮上り量やスピードは、埋戻し部分の埋戻し幅や埋戻し深度に関係していることが分かった。なお、本研究は（財）地震予知総合研究振興会での研究会活動の一環として行ったもので、関係各位に感謝する次第である。

6. 参考文献

1) 安田・岩田・永瀬・板藤：液状化による埋設管の浮き上がりに関する振動台実験、第29回土質工学研究発表会講演集（投稿中）、1994

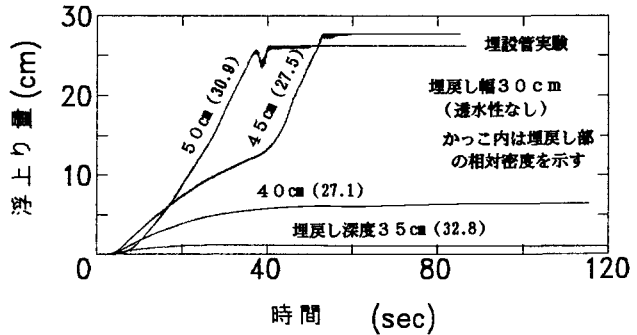


図-3 時間-浮上り量関係
(埋設管実験、埋戻し深度の影響)

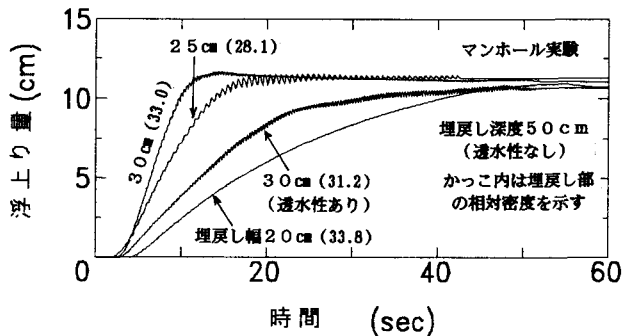


図-4 時間-浮上り量関係
(マンホール実験、埋戻し幅の影響)

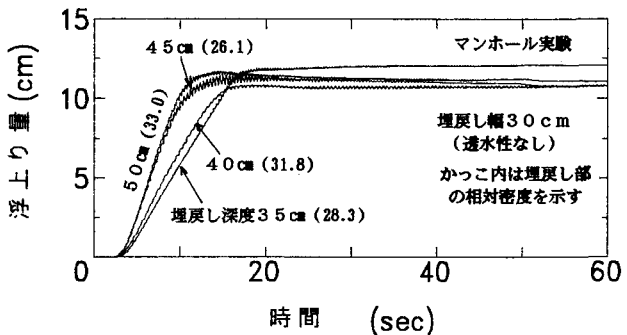


図-5 時間-浮上り量関係
(マンホール実験、埋戻し深度の影響)