

地中構造物の浮上りに影響を与える種々の要因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
 東京電機大学理工学部 正 会 員 安田 進
 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 本田直樹

1. はじめに

地震時に地盤が液状化すると、軽い地中構造物は場合によっては浮上る。筆者らは、昨年から振動台を用い、液状化による埋設管の浮上りについて検討しており、埋設管が浮上る際に、埋設管上部や側方の砂が底部に回り込むという結果を得ている¹⁾²⁾。さらに、地震による地中構造物の被害形態や程度は、構造物の形状、地盤の密度、液状化の程度などに起因するのではないかと考えられる。そこでこれらの要因が、浮上り挙動にどのような影響を及ぼすのかを調べてみた。以下に結果を報告したい。

2. 実験装置

実験に用いた土槽は、長さ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)上にのせて加振を行った。埋設管には、 $\phi=60, 114, 165$ mm、長さ51.0cmの塩ビ管を用い、マンホールとしては、幅10cm、奥行き50cmの箱型模型を用いた。土槽内には図-1に示すように各模型を設置している。各模型の見かけの比重 ρ は、中におもりや砂を入れて重量調整をしている。また、模型がなるべく真つすぐ上向きに浮上るように、各模型の両端に輪を付け、それに垂直に張った2本の糸(ガイド)を通して、変位量をポテンシオメータで、さらに模型底部の水圧(P4)は各模型底部に貼り付けた小型水压計で測定した。また、土槽の側壁の影響を軽減するため、図-1のように両側に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、水中落下法により所定の相対密度になるように模型地盤を作成した。地盤作成後しばらく放置して飽和化を図り、所定の水位に調節してから実験を開始した。加振には3Hz、250,400galの正弦波を用い、各模型が浮上がりきるまで加振した。実験条件は、地盤の密度を緩詰め($Dr=30\%$ 程度)とし、見かけの比重 $\rho_p=0.5$ の一定のもとで管径 $\phi 60, 114, 165$ mmの3種類、管径 $\phi 165$ mm($\rho_p=0.5$)とマンホール($\rho_p=1.0$)に対して緩詰め、中密($Dr=50\%$ 程度)、密($Dr=70\%$ 程度)の3種類、また緩詰めに対して地下水位を地表、GL-15cmの2種類に変えた。さらに管径 $\phi 114$ mm($\rho_p=0.5, 1.7$)とマンホール($\rho_p=0.5, 1.0$)に対して入力加速度を2種類に変えた実験も行った。したがって、今回は計19ケースの実験結果について以下に示す。

4. 実験結果および考察

1) 構造物の形状の影響

図-2に埋設管の管径を $\phi=60, 114, 165$ mmに変化させたときの浮上り量の時間変化を示す。これより、

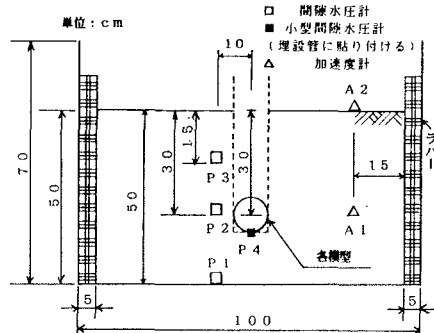


図-1 実験モデルおよび計器配置図

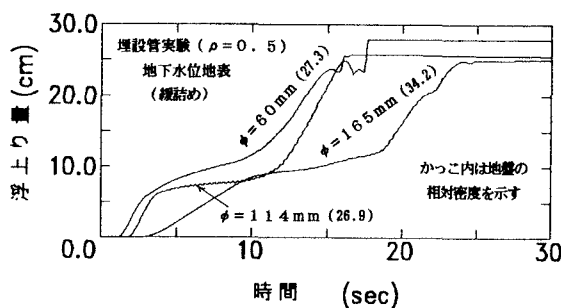


図-2 時間-浮上り量の関係 (埋設管、管径の影響)

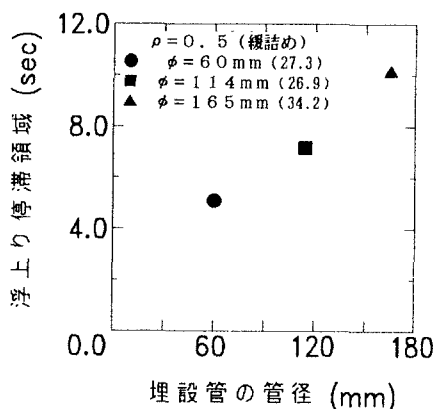


図-3 管径-浮上り停滯領域の関係

管径が大きいほど浮上りスピードが遅いことが分かる。また、埋設管は一定のスピードでは浮上らず、一旦途中で浮上りが止まる領域（浮上り停滞領域と称する）が存在していることが分かる。そこで、この領域を各管径に対してまとめたものを図-3に示す。これより、管径が大きくなるほどこの領域が大きくなっていることが分かる。つまり管径が大きいものほど、浮上に伴って周辺地盤の砂が管底部に回り込むのに時間がかかるものと思われる。

2) 地盤の密度の影響

図-4, 5に地盤の密度を変えた場合での埋設管およびマンホールのそれぞれの浮上り量の時間変化を示す。これらより、地盤の密度が大きいものほど、また地下水位を下げると浮上りスピードが遅いことが分かる。さらに埋設管とマンホールの浮上り挙動を比較してみると、マンホールは浮上り停滞領域がなく、浮上りスピードが遙かに速いことが分かる。つまり埋設管の場合には、浮上る際に上載土によるせん断抵抗が発揮されること、管上部の砂も埋設管底部に回り込む必要があることなどのためではないかと思われる。

3) 液状化の程度の影響

図-6, 7に入力加速度を変えた場合での埋設管およびマンホールのそれぞれの浮上り量の時間変化を示す。これらより、いずれの場合も加速度が大きい、すなわち液状化の程度が激しくなるほど浮上りスピードが速いことが分かる。また埋設管においては、浮上り停滞領域が小さくなっているが、これは液状化の程度が激しければ、構造物の浮上り時に抵抗すると考えられる周辺地盤の摩擦力やせん断抵抗がさらに低下するからではないかと思われる。この結果から、大地震が発生し液状化が激しく発生した場合には、地中構造物が大規模な浮上り被害を蒙る可能性が高くなるものと考えられる。

5. あとがき

地中構造物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、地震時の地中構造物の浮上り量やスピードは、構造物の形状、地盤の密度、液状化の程度に起因していることが分かった。

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、1994
- 2) 峯・安田・永瀬・板藤：埋設管の浮き上がりに関する基礎的実験、土木学会西部支部研究発表会講演集、1994

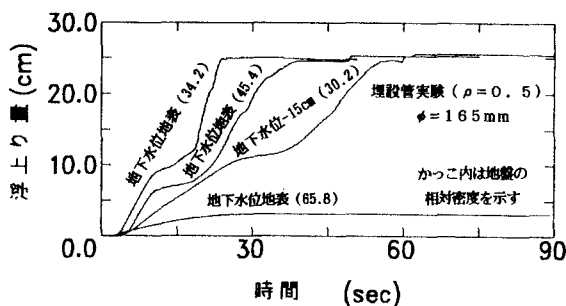


図-4 時間-浮上り量の関係
(埋設管、相対密度の影響)

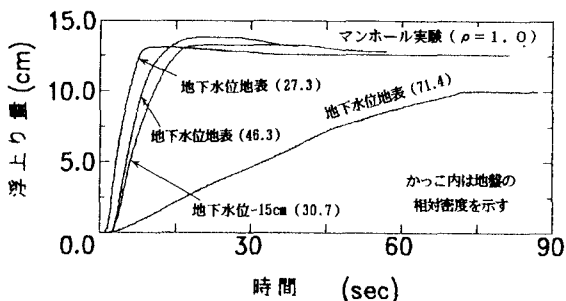


図-5 時間-浮上り量の関係
(マンホール、相対密度の影響)

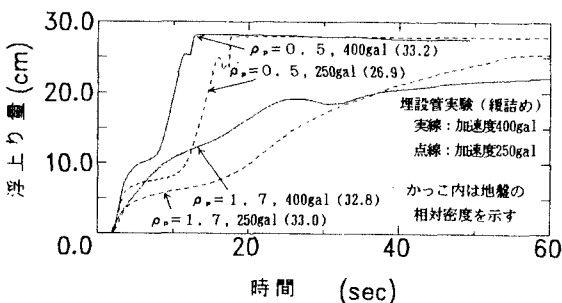


図-6 時間-浮上り量の関係
(埋設管、液状化の程度の影響)

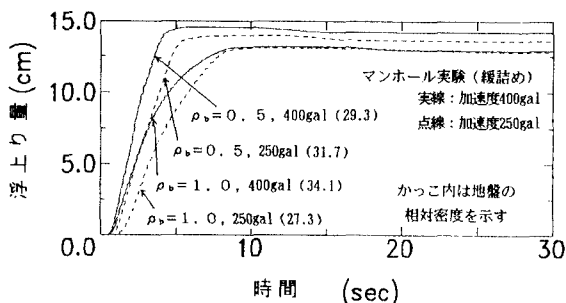


図-7 時間-浮上り量の関係
(マンホール、液状化の程度の影響)