

埋設管の浮き上がりに関する基礎的実験

九州工業大学工学部 学生会員 ○峯 啓一郎
九州工業大学工学部 正 会 員 安田 進
九州工業大学工学部 正 会 員 永瀬 英生
九州工業大学大学院 学生会員 板藤 繁

1. はじめに

近年、上・下水道、ガスの普及に加えて、電力、通信ケーブル等の地中化が進められており、地中構造物が飛躍的に増えている。これに伴い、最近の地震時における砂地盤の液状化による被害の一つとして、埋設管の浮き上がりが問題にされてきている。しかし地震時に埋設管がどのような挙動を示しているか、これまで余り明らかにされていないのが現状である。そこで振動台を用い、軽い埋設管が液状化に伴って浮き上がる際の管及び地盤の挙動を調べてみた。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)上にのせて加振を行った。土槽内には図-1に示した様に供試管(塩ビ管 100A)を設置している。供試管は重量調整のため中におもりや礫を入れて蓋をしている。また供試管がなるべく真っすぐ上向きに浮き上がるように、供試管の両端に輪を付け、垂直に張った2本の糸(ガイド)に通している。変位量は管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、更に供試管底部の水圧(P4)は管底部に貼り付けた小型水圧計で測定した。また土槽は箱型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。

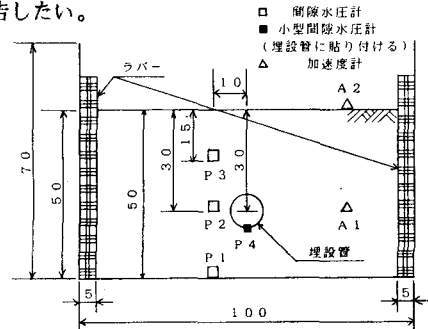


図-1 装置配置図

表-1 実験ケース

ケース NO.	地盤の密度			管の見かけの 単位体積重量		地下水位	
	緩詰め (Dr=30%)	中密 (Dr=50%)	密 (Dr=70%)	0.5 (tf/cm ³)	1.7 (tf/cm ³)	地表	地表 から 15cm
1	○			○		○	
2		○		○		○	
3			○	○		○	
4	○			○			○
5	○				○	○	
6		○			○	○	
7			○		○	○	
8	○				○		○

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、250galの正弦波を用い、供試管が浮き上がりきるまで加振した。実験ケースを表-1に示す。

4. 実験結果及び考察

図-2、3に供試管の見かけの単位体積重量が $\gamma_p=0.5, 1.7(\text{tf/cm}^3)$ のときのそれぞれの浮き上がり量の時間変化を示す。これらより、供試管の見かけの単位体積重量が小さいほど、また地盤の密度が小さいほど早く浮き上がっていることが分かるが、密な地盤についてはいずれの場合についても浮き上がらなかった。このときの供試管が浮き上がった場合と浮き上がらない場合での供試管底部の水圧計(P4)の値を図-4、5にそれぞれ示

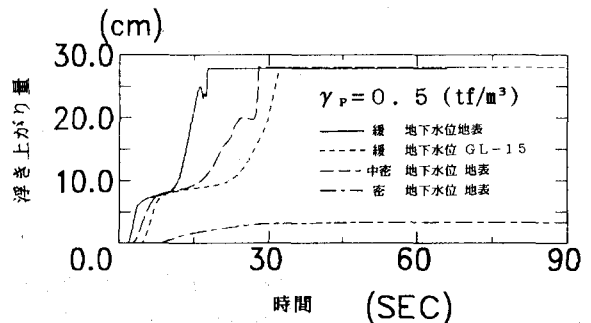


図-2 時間-浮き上がり量の関係 $\gamma_p=0.5(\text{tf/m}^3)$

す。ここで供試管底部の過剰間隙水圧は、供試管の浮き上がりに伴って静水圧が減少する値を過剰間隙水圧上昇値から差し引いている。これよりいずれの場合においても水圧比1.0に達しているがこのような違いが見られるのは、浮き上がった場合は液状化に伴って地盤強度が低下したのに対して、浮き上がらなかった場合では液状化しても地盤強度があまり低下しないため供試管が浮き上がるのを抵抗したのではないと思われる。

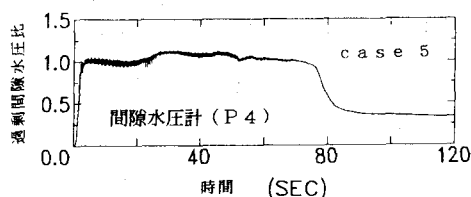


図-4 浮き上がった場合の水圧

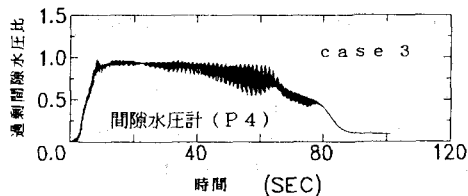


図-5 浮き上がらなかった場合の水圧

一方、これらの図から地盤の密度が緩い場合、及び供試管の見かけの単位体積重量が小さい場合において供試管の浮き上がりは一定のスピードではなく多少変動しながら発生していることが分かる。ここで埋設管の浮き上がりのメカニズムを考えてみるために、図-6、7、8に供試管の周辺地盤の水圧計(P2)と管底部での水圧計(P4)、及び浮き上がり量の時刻歴図の拡大図を示す(ケース1)。このときの水圧の値を見て見ると、浮き上がりスピードが一担止まったときは、供試管底部の水圧(P4)が多少減少し管底部に負圧が生じるが、液状化が進行するにつれて管底部に周辺地盤から浸透圧が伝播することにより液状化砂が回り込むため、水圧比も1.0に回復し、再び供試管の浮き上がりスピードが速くなったものと思われる。

5. あとがき

埋設管の浮き上がりの挙動を調べるために振動台実験によって実験を行ってみた。その結果、地震時の地中埋設管の浮き上がり量やスピードは、地盤の密度や埋設管の重量に関係していることが分かった。なお、実験に際しては九州工業大学学生、澤田 尚君に協力して頂いた。未筆ながらここに感謝の意を表します。

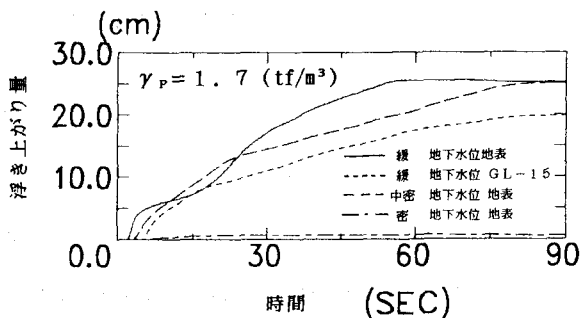


図-3 時間-浮き上がり量の関係 $\gamma_p = 1.7 \text{ (tf/m}^3\text{)}$

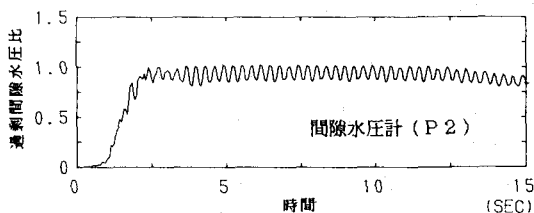


図-6 周辺地盤での水圧

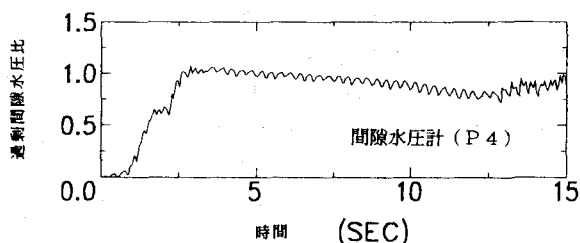


図-7 供試管底部での水圧

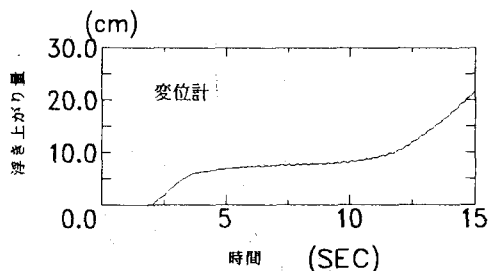


図-8 時間-浮き上がり量の関係