

## 液状化時の地中構造物の浮上り対策の検討

東京電機大学 正会員 安田 進

住友金属株式会社 正会員 田中宏征

新日本製鐵株式会社 正会員 龍田昌毅

東京電機大学 学生員 山下丈二 小宮真悟

### 1. はじめに

これまで行われてきた液状化による地中構造物の浮上りに対する様々な研究により、浮上りが生じるメカニズムとして地中構造物周辺の地盤要素の回り込みが挙げられている。このメカニズムに従うと、回り込みを抑制するために羽根を取り付ける対策が考えられる。

過去に地中構造物に対し、そのような対策を剛結した研究には、埋設管に羽根を取り付けて行われた研究<sup>1)</sup>がある。本研究では地中構造物の対象を共同溝とし、回り込みを抑制するような対策を施し、浮上りをどの程度抑制できるのかを検討した。

### 2. 実験方法

実験装置の振動台には電気油圧式震動試験装置を用い、土槽には擬似せん断土槽（幅 1200mm×奥行き 450mm×高さ 700mm）を用いた。共同溝モデルにはアクリル製のもの（幅 150mm×奥行き 450mm×高さ 100mm）を用い、鋼矢板を模擬した回り込み対策用のアルミニウム製の羽根（厚さ 3mm）を取り付け、全体で比重が 0.8 となるようにした。試料には豊浦砂を用い、相対密度を 60%・90%の 2 パターンとした。

地盤の作成方法は、加振実験を一度行って締め固まった模型地盤でも再利用できる方法<sup>2)</sup>をとった。これに従い、試料上部から圧力水をパイプを用いて 10cm 間隔で送り込むジェット方法と、底盤から圧力水を送り込むボイリング方法により攪拌した。このようにすると試料は完全に浮遊状態となり均一に緩くなった。これを所定の相対密度の地盤とするため、規定の高さになるように加振して締め固めた。次に共同溝モデルと加速度計を、部分的に掘削し所定の位置に埋設した。浮上り量は共同溝モデル上面に取り付けた巻き取り式変位計により計測した。ここで、共同溝モデルを埋設しない状態で数回加振実験を繰り返し、相対密度毎に液状化回数と加振加速度の関係を求め、各相対密度の液状化回数が 10 回の時の加振加速度を求めた。これをもとに 10 波で液状化する入力加振加速度と相対密度の関係を求めた。これを図-1 に示す。この曲線はその地盤が持つ液状化強度である、液状化強度比  $R$  に相当することになる。本実験では相対密度 60%・90%で液状化安全率  $F_L$  を 0.8 と 0.5 で、それぞれの対策効果を比較検討した。よって、それぞれの加振加速度は図-1 から表-1 のように設定し、3Hz で加振した。また実験ケースは表-2 のようにした。

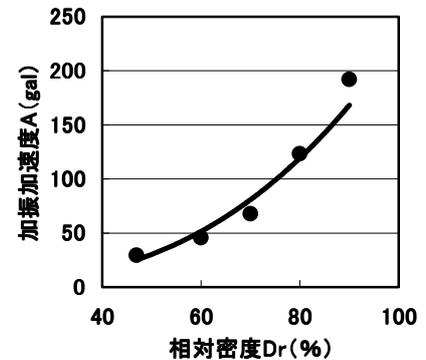


図-1 液状化回数 10 回の相対密度と加振加速度関係

表-1 加振加速度の設定

相対密度 $D_r$ (%)	液状化強度 $R$ (gal)	液状化安全率 $F_L$	加振加速度 $L$ (gal)
60	50	0.8	63
60	50	0.5	100
90	190	0.8	238
90	190	0.5	380

表-2 実験ケース

ケース No.	相対密度 $D_r$ (%)	対策の羽根の長さ $H$ (cm)	液状化安全率 $F_L$
No.1	60	0(無対策)	0.8
No.2	60	0(無対策)	0.5
No.3	60	5	0.8
No.4	60	5	0.5
No.5	60	10	0.8
No.6	60	10	0.5
No.7	90	0(無対策)	0.8
No.8	90	0(無対策)	0.5
No.9	90	5	0.8
No.10	90	5	0.5
No.11	90	10	0.8

キーワード 液状化・浮上り・振動台

住所：〒350-0394 埼玉県 比企郡 鳩山町 石坂 電話：0492-96-2911（代） FAX：0492-96-0501

### 3. 実験結果

浮上り量の時刻歴を図-2・3に示す。これを見ると相対密度60%のケースは加振終了前までに浮き上がりきってしまったのに対し、90%のケースは浮き上がりきらなかった。また、対策工を施すことによって浮上り量の傾きが小さくなった。これは浮き上がる速度が遅くなっていることを示している。

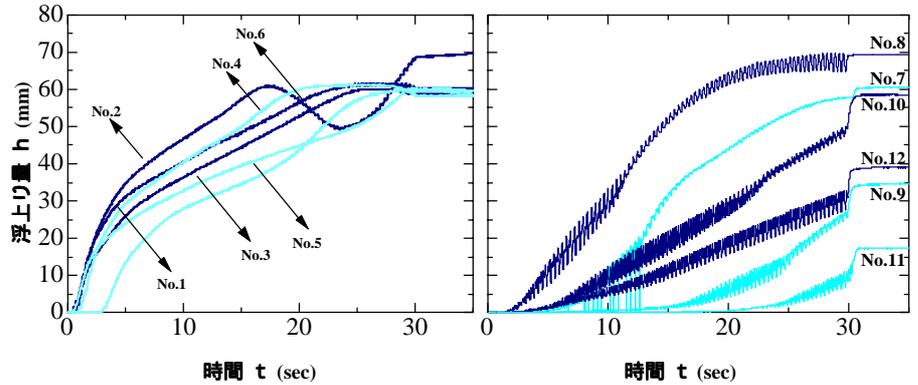


図-2 浮上り量時刻歴 (Dr=60%) 図-3 浮上り量時刻歴 (Dr=90%)

さらに、液状化回数10回での浮上り量を図-4に示す。これよりケース No.1~4・6・8は浮き上がっていたのに対し、ケース No.7・9~12はほとんど浮き上がっていなかった。これは共同溝モデルを埋設したことで周辺地盤が液状化しにくくなり、液状化安全率の定義が変化してきたためと考えられる。そこで共同溝を埋設しない時の模型地盤で液状化安全率が1.0の時の過剰間隙水圧比と、本実験で得られた過剰間隙水圧比の時刻歴の一例を図-6・7でそれぞれ比較すると、図-7の液状化回数10回での過剰間隙水圧比は、およそ0.4となっている。同様にして図-7のように10波で過剰間隙水圧が1に達していないケースについてもその値を求め、共同溝設計指針に示されている液状化安全率と過剰間隙水圧の関係を示す図-5を用いて、今回の共同溝が埋設された模型地盤での液状化安全率を予測し、表-3にまとめて示した。

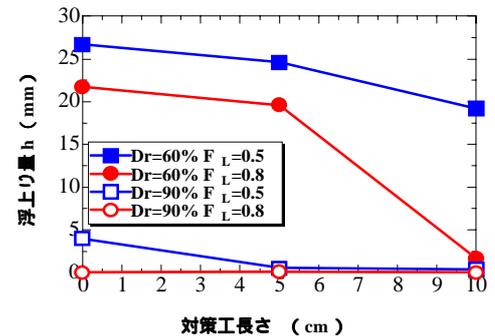


図-4 対策工長さと浮上り量の関係

### 4. まとめ

鋼矢板を模擬した羽根を共同溝の側面に取り付け、液状化に伴う浮上りに対する対策効果を検討した。その結果、羽根は浮上り対策として効果を表すことがわかった。その効果は、羽根の長さや、液状化の激しさによって異なった。また、擬似せん断土槽に共同溝モデルを埋設することで、共同溝周辺の地盤の回り込みを防ぐとともに、 $F_L$ が大きくなるといった対策効果が得られた。

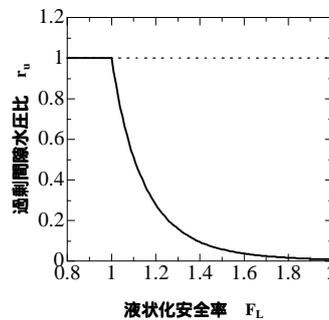


図-5 液状化安全率と過剰間隙水圧の関係

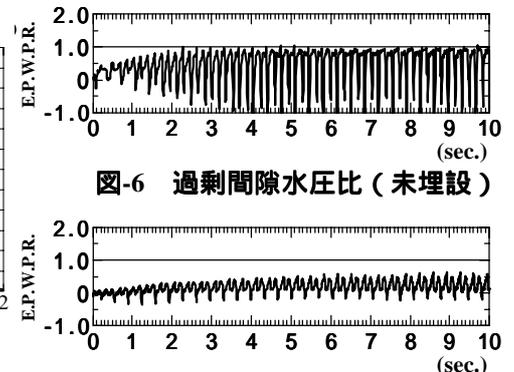


図-6 過剰間隙水圧比（未埋設）

図-7 過剰間隙水圧比（本実験）

表-3 予測される  $F_L$

ケース No.	設定した $F_L$	共同溝を埋設したことで予測される $F_L$
No.7	0.8	1.015
No.9	0.8	1.034
No.11	0.8	1.140
No.12	0.5	1.042

### 【参考文献】

- 1) 板藤 繁, 安田 進, 岩田 隆, 永瀬 英生: 液状化による埋設管の浮き上がりに関する研究, 第29回土質工学研究発表会発表講演集, pp.919-920, 1994.6.
- 2) 安田 進, 山下 丈二, 勝沼 美雪, 渡辺 隆夫: 地盤の密度が液状化による浮上りに与える影響および模型地盤の再利用方法, 第36回地盤工学研究発表会発表講演集, pp.1985-1986, 2001.6.