

地中構造物の浮上り対策効果に対する ALID による解析

東京電機大学	正 安田 進
住友金属工業株式会社	正 田中 宏征
新日本製鐵株式会社	正 龍田 昌毅
株式会社地盤ソフト工房	正 安達 健司
東京電機大学大学院	学。田中 智宏 山下 丈二 小宮 真悟

1. はじめに

これまで行われてきた地中構造物の浮上りに対する様々な研究により、浮上りを促進す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ような対策工を施すことによって甚大な被害を避けられると考えられる。そこで、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。また、その対策工自体の剛性の違いが浮上り量にどのように影響を与えるかも検討し、残留変形解析 ALID を用いて解析を行い、その解析結果と実験結果を比較し ALID の適応性に関して検討した。

2. 浮上り対策実験¹⁾

実験装置の振動台には電気油圧式振動試験装置を用い、土槽には擬似せん断土槽を用い、共同溝モデルには（幅 150mm×奥行き 450mm×高さ 100mm）の亚克力製のものを用い、鋼矢板を模擬した回り込み対策用の羽根には、四種類（5・10・15・20cm）の長さのアルミ製（厚み 3mm）もしくは亚克力製（厚み 1mm）のものを取り付けた。そして、全比重を 0.8 になるように共同溝モデル全体の重さを調節した。試料には豊浦砂を用い、その相対密度を 60,70,80,90%とした。更に、相対密度 60%で非液化化層まで対策工を設置した場合の挙動も検討した。また、どのケースも液化化安全率が 0.8・0.5 になるように加振し、それぞれを比較した。その結果、全ケースで繰返し回数 10 回時の浮上り量を比較すると、どのケースも対策工が長いほど、また液化化安全率が大きいほど浮上り量が小さくなっており、亚克力製の対策工はアルミ製の対策工よりも浮上りを抑制する効果が小さいことがわかった。更に、回り込む砂がほぼないような時では相対密度が低くても十分に浮上りを抑制した。

3. 豊浦砂の低拘束圧下での物性²⁾

模型振動台実験の解析やそれに伴う数値シミュレーションを行う際には、砂の低拘束圧下での物性の把握が必要となる。ここでは低拘束圧下の豊浦砂における液化化後の変形特性を調べた。

試験には、低拘束圧下でも精度良く実験が行えるようレギュレータ類等を低圧用に変更した中空ねじりせん断試験装置を用いた。載荷方法は、回転速度 0.716 度/分と非常にゆっくりとした速度で、メンブレン張力の補正をしながら行った。20 回繰返し載荷を行った後、非排水状態のまま回転速度を 7.16 度/分とし静的単調載荷を行った。

繰返し載荷後の静的単調載荷時の γ - τ 関係を低剛性域と剛性回復域に分け、各区域の接線を引き、低剛性域での割線勾配を G_1 、剛性回復域での割線勾配を G_2 と定義した。また static におけるせん断ひずみ $\gamma=0.1\%$ 時の割線勾配を初期せん断剛性 $G_{0,i}$ と定義し、 G_1 を $G_{0,i}$ で除したものを液化化に伴うせん断剛性低下率 $G_1/G_{0,i}$ と定義した。

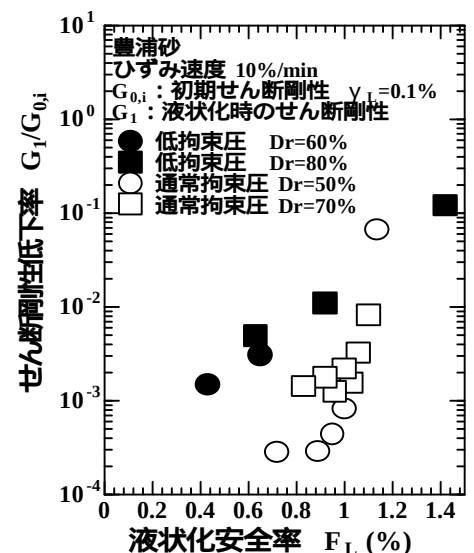


図-1 F_L - $G_1/G_{0,i}$ 関係

キーワード 地震，液化化，振動台実験，地中構造物，浮上り

連絡先 〒350-0394 埼玉県比企郡鳩山町石坂 TEL 0492-96-2911 (2748) FAX 0492-96-6501

その結果、液状化安全率 F_L とせん断剛性低下率 $G_1/G_{0.1}$ の関係を、過去に行われた通常拘束圧下での試験結果とあわせて図-1 に示す。低拘束圧下ではせん断剛性が低下しにくくなっている事がわかる。

4. 浮上り対策実験の解析

本解析で対象とするケースは、表-1に示すような条件（相対密度 Dr 、対策工の羽根の長さ H 、厚さ d ）のうち相対密度60%のcase01～10・相対密度80%のcase25～30 の計16ケースとした。

本解析では、地盤作成時、矢板挿入、掘削、共同溝の埋め戻し、矢板引き抜き、液状化発生時と7つの工程を踏み、それぞれのせん断剛性を用いた有限要素法を使う。まず、常時のせん断剛性を用いて地盤作成時から矢板引き抜きまでの工程の応力状態の変化を推定する。次に、このせん断剛性を用いて、液状化にともなう材料の特性の変化により生じる不釣り合いの力を外力として与えて、変形量を求める。そして、後者から前者の変形量を差し引いて液状化による浮上り量を求めた。

また、地盤形状・相対密度・水位などの条件は全て実験と同条件にした。せん断剛性低下率に関しては、模型振動台実験を対象としているため、前節で求められた結果である低拘束圧下でのせん断剛性低下率を用いて解析を行った。

以上のようにして行った解析結果の変形図例を図-2に示し、実験結果との比較を図-3に示す。ただし、この図例は変形を見やすくしているため変形量の表示の倍率を各々同等に上げている。

5. 結論

浮上り対策実験を残留変形解析ALIDによって、低拘束圧下での物性値を用いて解析した結果、傾向として、実験と同じような対策工の効果や、液状化の程度が与える影響を示した。また、図-2で要素の動きの違いから、対策工を施す事によって土要素の回り込みを抑制していることから分かるように、土粒子の動きもよく表した。ただし、数値で比較すると約半分の浮上り量しか示せていない。この原因としては、埋戻し土の密度管理の問題や、浮上り量として加振途中（繰返し回数10回）での値をとっているための実験上の誤差もあるのではないかと考えられる。

【参考文献】

- 1) 安田 進, 田中 宏征, 龍田 昌毅, 山下 丈二: 液状化時の地中構造物の浮上り対策検討, 第 37 回地盤工学研究発表会発表講演集, pp.1767-1768, 2002.7.
- 2) 安田 進, 小宮 真悟: 豊浦砂における低拘束圧下での液状化及び液状化後の変形特性, 第 38 回地盤工学研究発表会発表講演集（投稿中）

表-1 実験ケース

Case No	Dr (%)	H (cm)	d (mm)	F_L
01	60	0	-	0.5
02	60	5	3	0.5
03	60	10	3	0.5
04	60	15	3	0.5
05	60	20	3	0.5
06	60	0	-	0.8
07	60	5	3	0.8
08	60	10	3	0.8
09	60	15	3	0.8
10	60	20	3	0.8
25	80	0	-	0.5
26	80	5	3	0.5
27	80	10	3	0.5
28	80	0	-	0.8
29	80	5	3	0.8
30	80	10	3	0.8

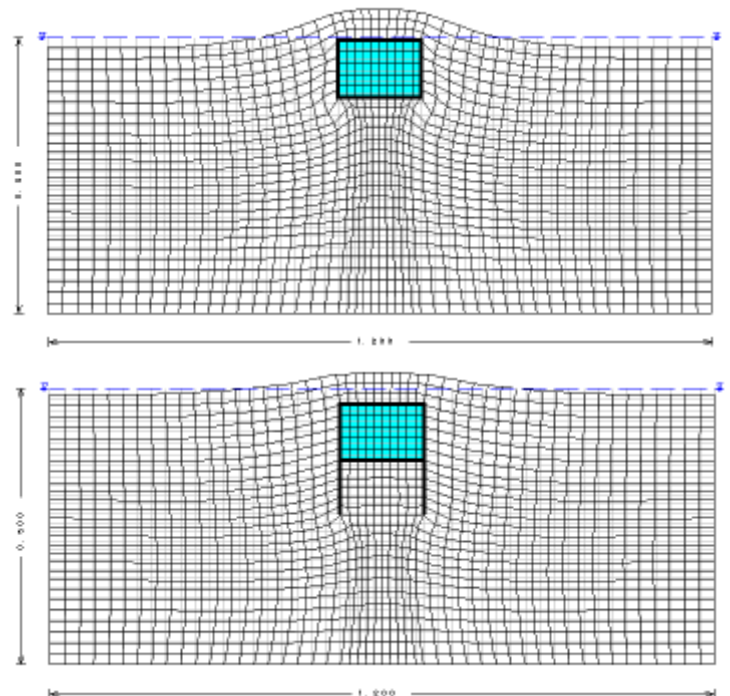


図-2 変形図例（上： $Dr=60\%$, $F_L=0.5$, 無対策
下： $Dr=60\%$, $F_L=0.5$, アルミ製対策工長さ 10cm）

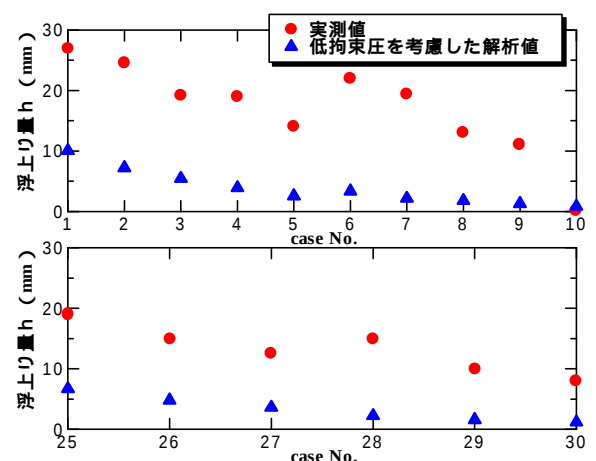


図-3 実験値と解析値の比較