

締切り部材の剛性が地中構造物の液状化時浮上がり抑制効果に及ぼす影響について

九州工業大学工学部 正会員 廣岡 明彦 清水 恵助 永瀬 英生
九州工業大学大学院 学生会員 ○橋本 裕二郎 新井 章太
九州工業大学工学部 学生会員 鹿島 啓示

1. 研究の背景及び目的

締切り工法は、地震時液状化に伴う地中構造物の浮上り現象に対し、その抑止効果を期待し得る工法であり、既設構造物への適用や施工時の土留め仮設併用が考えられ、実用工法として注目される。そこで本研究は、不透水性の鋼矢板による締切り工法を適用した場合の重力場振動台実験を実施し、地中構造物の浮上り抑止効果に締切り部材の剛性が与える影響について調べた。

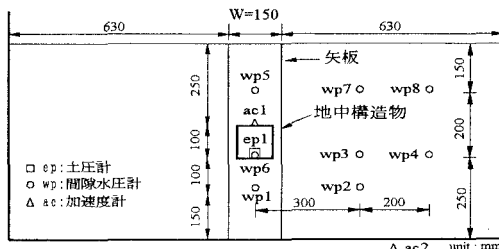


図-1 実験モデル

2.実験方法及び条件

実験モデルの概要を図-1に、実験ケースを表-1に示す。モデルの縮尺は想定した実物の1/10としており、各物理量の決定に際しては井合の相似則¹⁾を適用した。その他詳細については別報²⁾を参照されたい。模型地盤は豊浦珪砂を用いて不飽和砂締固め法により作製し、相対密度は20%に設定した。矢板敷設間隔は150mmとし、土槽底部に剛結した。通常用いられる矢板の曲げ剛性が小さいものでも 1.6×10^4 (kN・m²)程度であることを考えると、本実験では非常に剛性の小さな矢板を用いたこととなる。加速度振幅約300gal、周波数3Hzの正弦波を約10秒間入力し加振実験を実施した。

実験 ケース
Case 1
Case 2
Case 3

表-1 実験条件

実験 ケース	対策工	矢板板厚 t (mm)	実規模での 曲げ剛性
Case 1	無対策	—	—
Case 2	締切り工	0.5	$3.26 \text{ (kN} \cdot \text{m}^2)$
Case 3	締切り工	2.3	$3.18 \times 10^2 \text{ (kN} \cdot \text{m}^2)$

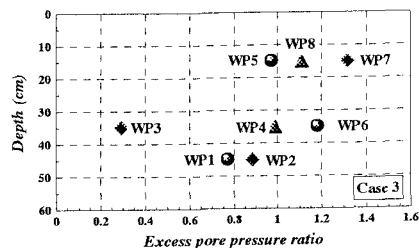
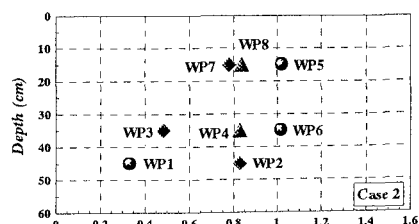
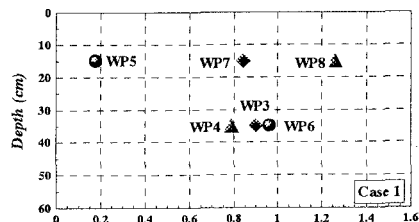


図-2 過剰間隙水圧比の最大値

図-3 に加振終了時までの過剰間隙水圧比の最大値をプロットしたものを示す。縦軸には間隙水圧計の設置深さを示し、同一鉛直線上に位置する間隙水圧計については同一のシンボルで表記した。無対策の Case1 の wp5、Case2 の wp1・wp3、Case3 の wp3 を除く全ての水圧計において 0.8 以上の高い間隙水圧が発生している様子が観察される。構造物上部地盤の wp5 の比較において Case2、Case3 で高い値を示していることから、締切り工の適用により構造物上部地盤及び矢板壁内においてもせん断歪が発生し、高い間隙水圧が発生したと推察され、Case2、Case3 で用いた模型矢板の剛性は、加振による矢板壁内地盤のせん断変形を抑制するのには十分ではなかったと結論づけられる。

構造物右側矢板天端における基盤に対する相対水平変位の経時変化を図-4 に示す。天端が構造物側(内側)に変位した場合を負と定義し、加振前の位置を 0 とした。Case2 では、緩やかに減衰しながら矢板天端が外側に変位していくような挙動を示し、加振終了時には約 25mm の残留変位が観察されるのに対し、Case3 では内側へ約

3mm の残留変位が観察されるのみであった。両実験ケースで地盤はほぼ液状化しており、矢板の変位挙動の違いは、動的成分については矢板自身の振動特性に、残留成分については地盤流動に対

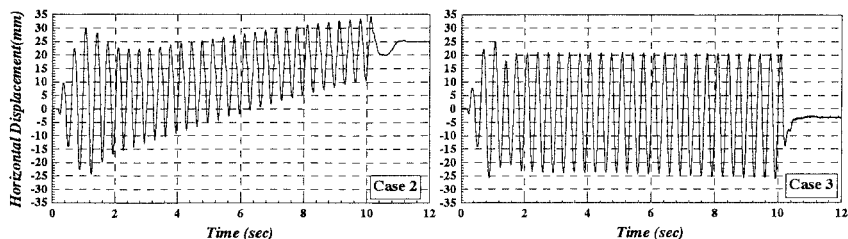


図-4 矢板天端の水平変位

する矢板の変形特性に起因するものと考えられる。

各実験ケースの地盤変位ベクトルを図-5 に示す。Case1 では構造物側方の地盤が構造物底部へ、構造物上部の地盤が構造物側方に流動し、地盤を形成している砂が構造物を巻き込むように押し上げている様子が観察される。これに対し、Case3 では、矢板により構造物の浮上がりに伴う地盤流動が抑制され、矢板周辺の地盤においてより狭い領域により小さな絶対量で発生している様子が顕著に観察される。Case2 でも Case3 同様、地盤流動を抑制している様子が観察されるものの、Case2 では矢板剛性が Case3 と比べて極めて小さいため、Case3 ではごく僅かにしか観察されない地盤の流動による構造物側へ凸となるような矢板の残留変形が観察された。

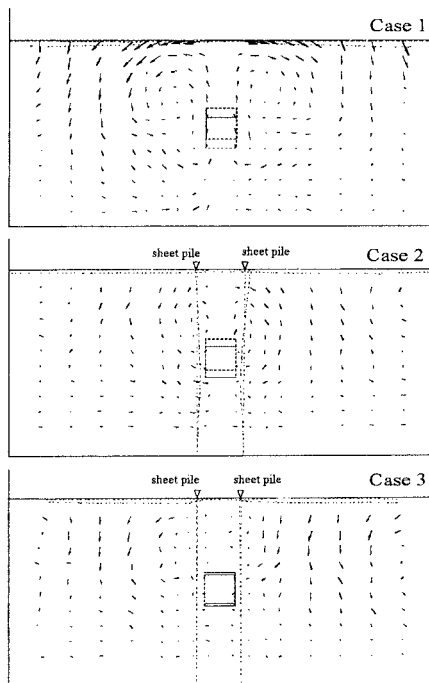


図-5 地盤変位ベクトル

各実験ケースにおける加振終了時の模型構造物浮上がり量に、Case0 (矢板板厚 $t=2.3\text{mm}$ 、敷設間隔 $W=450\text{mm}$) の浮上がり量を付記したものを図-6 に示す。矢板の剛性に注目すると無対策の Case1 に対し Case2 では 80% 程度に、Case3 では 25% 程度に、矢板の敷設間隔に注目すると広い間隔の Case0 に対し、狭い間隔の Case3 では 35% 程度に浮上がりを抑制しており、矢板の剛性が大きなものほど、また敷設間隔の狭いものほど浮上がりの抑制効果が顕著に現れた。

4.まとめ

鋼矢板による構造物浮上がり抑制効果に関する振動台実験を行った結果、以下のことが明らかになった。

- 1) 今回行った実験の範囲では、矢板の剛性が大きなものほど、また敷設間隔の狭いものほど地中構造物浮上がり抑制効果は大きい。
- 2) 剛性の小さい鋼矢板による地中構造物の浮上がり抑制は、せん断変形抑制効果や過剰間隙水圧の発生・浸透防止効果より、構造物の浮上がりに伴う地盤流動の抑止効果によるものであると考えられる。

参考文献

- 1) 井合進：1g 場での地盤-構造物-流体系の模型振動実験の相似則、港湾技術研究所報告、第 27 巻、第 3 号
- 2) 廣岡明彦：地中構造物の液状化時浮上がり抑制工に関する重力場振動台実験、第 25 回地震工学研究発表会講演論文集、pp.401～pp.404、1999.7

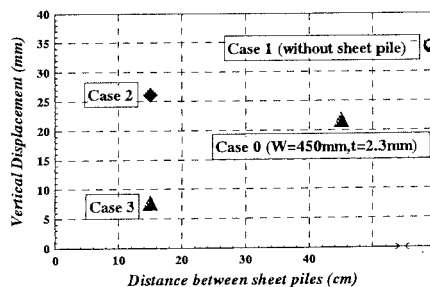


図-6 構造物浮上がり量