

液状化に伴う構造物の傾斜被害に着目した浮き型格子状地盤改良の対策効果

名古屋工業大学 学生会員 ○中谷 一貴

名古屋工業大学 正会員 森河 由紀弘

名古屋工業大学 学生会員 高木 要

名古屋工業大学 正会員 前田 健一

名古屋工業大学 正会員 佐藤 智範

1. はじめに

戸建て住宅にも適用可能な経済性や施工性に優れた液状化対策の開発が急務である。これまで、本研究では設置圧が偏心してない平坦な構造物を用いて、液状化時に構造物がほとんど傾斜しない条件で浮き型格子状地盤改良の沈下被害抑制効果^{1),2)}について検討を行った。そこで、本稿では設置圧が偏心している模型構造物を用いた二次元振動台実験による浮き型格子状地盤改良による沈下、及び傾斜被害の抑制効果について述べる。

2. 簡易振動台実験装置を用いた二次元模型実験

2.1 実験条件

図 1 に実験概要図を示す。本検討では振動モーターによる簡易振動台実験装置を用いて、模型縮尺が 1/30 程度の二次元模型実験を行った。本実験では幅 500mm ×奥行 85mm×高さ 500mm のアクリル製土槽を使用し、模型地盤には珪砂 7 号を用いた相対密度 $D_r=50\%$ の飽和地盤を用いた。模型構造物には平面ひずみ条件を満足するように、幅 80mm×奥行 80mm×高さ 20mm のアルミニウムブロック片側に幅 40mm×奥行 80mm×高さ 10mm のアルミニウムブロックを重ねて、模型構造物の平均設置圧は 0.67kPa、偏心比は $e/B=1/20$ とした。模型改良体には、セメント改良土を想定したアクリル製の不透水性改良体、及び珪砂 2 号を透水性を保持したまままで固化した排水性改良体を用いた。改良体の寸法は幅 23mm×奥行 80mm であり、改良体の剛性は液状化地盤に比べて十分に硬い。また、実際の格子状地盤改良と同様に加振中においても改良間隔が変化しないように、改良体は土槽に固定して実験を行った。ここで、排水性改良体の透水係数は $k=2.2\times10^{-2}\text{m/s}$ であり、模型地盤の透水性 ($k=6.5\times10^{-5}\text{m/s}$) に比べて十分に高い。

本検討では図 2 に示す周波数が 17Hz、最大加速度が約 2m/s^2 の三次元的な正弦波を用いており、モーターが駆動している主加振時間は 3 秒、振動が完全に停止するまでは約 13 秒である。表 1 に実験ケースを示す。本検討では、未改良地盤、及び改良間隔 L 、改良深度 H を基礎幅 $B(80\text{mm})$ で正規化した $(L/B, H/B)=(1.20, 2.25)$, $(1.40, 2.25)$, $(1.20, 1.50)$ について、不透水性改良体 (U)、排水性改良体 (D) を含めた 7 ケースの検討を行った。

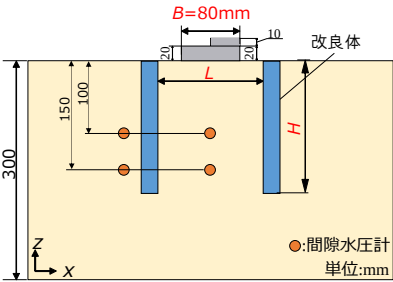
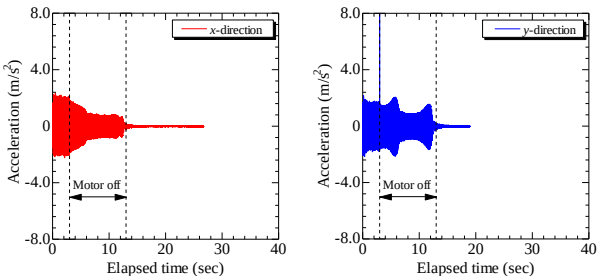


図 1 実験概要図



(a) 水平方向 (b) 奥行き方向

図 2 入力加速度

表 1 実験ケース

Case	L/B	H/B	Undrain	Drain
Unimprovement	—			
1.20-1.50 U or D	1.20	1.50	U	D
1.20-2.25 U or D		2.25		
1.40-2.25 U or D	1.40			

キーワード 液状化対策, 振動台実験, 格子状改良

連絡先 〒466-8555 愛知県名古屋市昭和区御器所町 名古屋工業大学 16 号館 227 号室 TEL052-735-5497

2.2 実験結果と考察

図3に未改良地盤及び Case1.20-2.25 における格子状地盤改良中心での過剰間隙水圧比を示す。未改良地盤、及び不透水性改良体のケースはともに全深度で液状化しているが、排水性改良体のケースは過剰間隙水圧比が 0.3 未満であり、液状化を抑制していることが分かる。従って、以降に示す不透水性改良体を用いたケースにおける対策効果は液状化地盤の側方流動の抑制に伴う効果であり、一方で排水性改良体を用いたケースにおける対策効果は側方流動の抑制効果と液状化の抑制効果との相乗効果だと考えられる。

図4に偏心した模型構造物の左端に沈下を抑制するためのヒンジ付のロッドを設け、構造物を沈下させずに 10%傾斜のみをさせた場合、及び平坦な構造物が 20mm 沈下した場合における地盤内変位を示す。構造物が沈下する際には構造物の周辺地盤で側方流動が発生するのに対し、構造物が傾斜する際には構造物端部の直下付近に極僅かな地盤変位が発生するのみである。

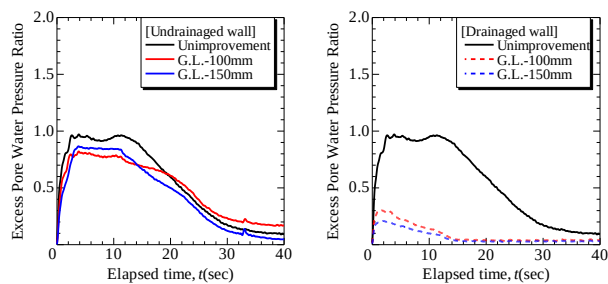
図5～6に構造物の平均沈下量、及び傾斜量を示す。不透水性改良体を用いた場合、全てのケースにおいて未改良地盤よりも構造物の沈下量は抑制できているが、傾斜量については大きな対策効果が得られなかった。これは、図4に示したように構造物が傾斜する際には側方流動が起きにくいため、浮き型格子状地盤改良の効果が得られにくかったためだと考えられる。一方で、排水性改良体を用いた全てのケースにおいて沈下量、傾斜量共に大幅に抑制できており、不透水性改良体よりも大きい事が確認できる。これは、排水性改良体により液状化を抑制することで地盤の支持力が一定程度保たれたためであると考えられる。

以上より、浮き型格子状地盤改良を用いて液状化に伴う沈下被害と傾斜被害の両方を抑制するためには、過剰間隙水圧消散工法を併用するなどして、液状化の発生そのものを抑制する必要があると考えられる。

3. まとめ

本研究を通じて得られた知見を以下に示す。

- 1) 不透水性改良体を用いた場合には、構造物の傾斜抑制効果は沈下抑制効果に比べて小さくなる。
- 2) 浮き型格子状地盤改良と過剰間隙水圧消散工法を併用することで、液状化の発生、構造物の沈下被害、及び傾斜被害を大きく抑制できる。



(a) 不透水性改良体 (b) 排水性改良体

図3 過剰間隙水圧比

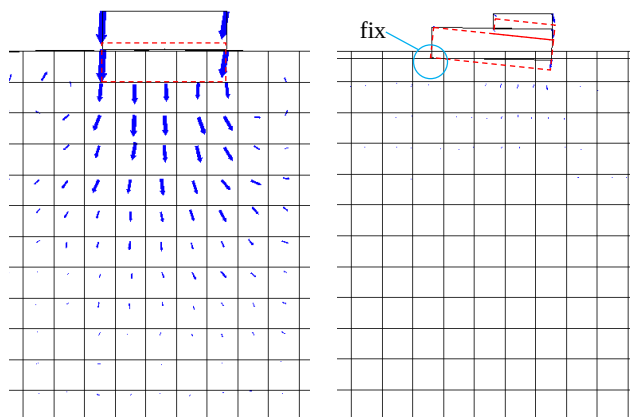
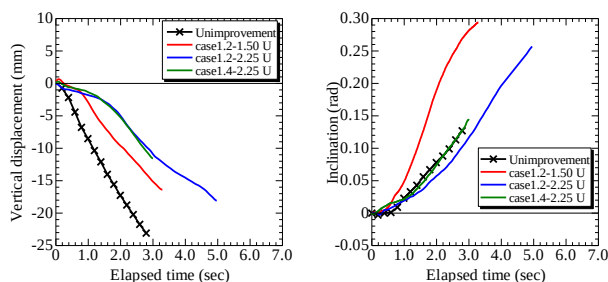
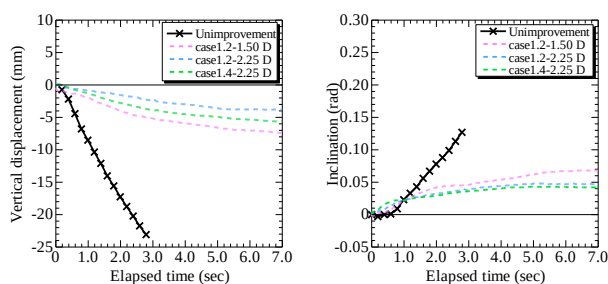


図4 地盤内変位 (左: 沈下 20mm, 右: 傾斜 10%)



(a) 平均沈下量 (b) 傾斜量

図5 不透水性改良体を用いた対策効果



(a) 平均沈下量 (b) 傾斜量

図6 排水性改良体を用いた対策効果

参考文献

- 1) 森河ら：小規模な浮き型格子状地盤改良による液状化被害の低減効果，土木学会論文集 A2 (応用力学)，Vol. 75, No. 2, pp.I_329-I_339, 2019.
- 2) 中谷ら：既設小規模構造物を対象とした排水性格子状改良の液状化対策効果，第74回土木学会年次学術講演会，pp. III_47- III_48, 2018.