

不透水性改良体に排水性改良体を組み合わせた浮き型格子状地盤改良による液状化対策

名古屋工業大学    学生会員    ○花田   響

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    中谷   一貴

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

戸建て住宅などの既設小規模構造物にも適用できる経済性、施工性に優れた液状化対策工法の開発は急務である。これまで、本研究では浮き型格子状地盤改良に着目し、構造物の沈下被害および、傾斜被害の抑制効果について検討<sup>1),2)</sup>を行ってきた。本稿では一般的な地盤改良工法を想定した不透水性改良体の上部に排水性の高い改良体を組み合わせた複合型改良体による浮き型格子状地盤改良の液状化対策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。模型地盤には珪砂 7 号を用いて、幅 500mm×奥行き 85mm×層厚 300mm で相対密度が 50%の飽和地盤を作成した。模型構造物は平面ひずみ条件を満足するように幅 80mm×奥行き 80mm×高さ 20mm のアルミニウム製ブロックの片側に構造物が傾斜しやすいように幅 40mm×奥行き 80mm×高さ 10mm のアルミニウム製ブロックを重ねた偏心構造物（接地圧 0.67kPa、偏心比  $e/B=1/20$ ）を用いた。改良体には一般的な地盤改良工法を想定した不透水性改良体（アクリル製）と多孔質な排水性改良体、またこれらを組み合わせた複合型改良体を用いた。排水性改良体の透水係数  $2.2\times10^{-2}\text{m/sec}$  であり、珪砂 7 号 ( $6.5\times10^{-5}\text{m/sec}$ ) に比べて十分に高い。

図 2 に土槽水平方向の入力加速度を示す。入力波は周波数が 17Hz で最大加速度が  $2.0\text{m/s}^2$  程度の三次元的な正弦波であり、主要動は振動モーターが駆動している 3 秒間（振動が完全に停止するまでは 13 秒）である。表-1 に実験ケースを示す。基礎幅  $B$  で正規化した改良間隔  $L$  および改良深度  $H$  は  $L/B=1.20$ ,  $H/B=2.25$  とした。

ここで、改良深度  $H$  に対する排水性改良体長  $H_d$  の割合を排水改良比  $H_d/H$  とし、 $H_d/H=0/3$ （不透水性改良体）、 $1/3$ ,  $2/3$ ,  $3/3$ （完全な排水性改良体）とした。

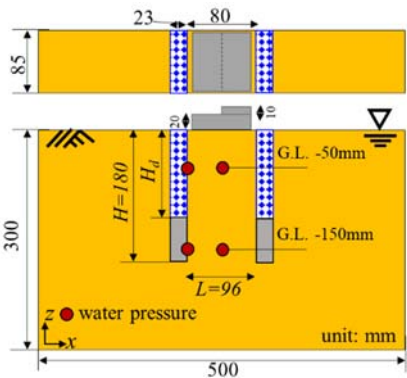
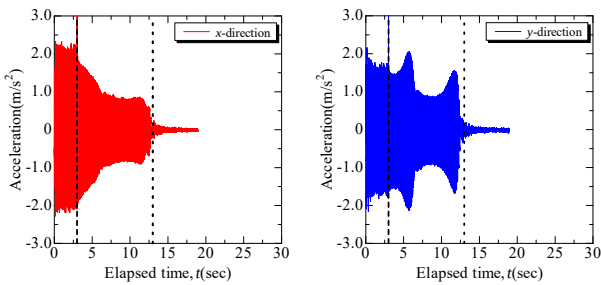


図 1 実験概要図



(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          | 排水改良比 $H_d/H$      |
|---------------|--------------------|
| 0 (未改良)       | —                  |
| 1.20-2.25-0/3 | 0.00 (不透水の性改良体)    |
| 1.20-2.25-1/3 | 0.33 (上部 1/3 が排水性) |
| 1.20-2.25-2/3 | 0.66 (上部 2/3 が排水性) |
| 1.20-2.25-3/3 | 1.00 (完全排水性改良体)    |

キーワード    液状化対策，振動台実験，浮き型格子状地盤改良

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に改良体近傍の過剰間隙水圧比 (G.L. -50mm) を示す。Case 0 や Case 1.20-2.25-0/3, Case 1.20-2.25-1/3 ( $H_d=60\text{mm}$ ) では、加振直後から液状化が発生している。一方で、Case 1.20-2.25-2/3 や Case 1.20-2.25-3/3 は排水改良比が高いため過剰間隙水圧の上昇速度が遅い上に、振動が弱まると早期に消散し始めていることが分かる。この過剰間隙水圧の抑制効果や早期消散効果は複合型改良体の排水改良比が大きいほど大きく、G.L. -150mm の計測結果でも同様の傾向が確認されている。

図4に構造物の平均沈下量および傾斜角を示す。Case 1.20-2.25-0/3 では側方流動の抑制効果に伴う沈下被害の抑制効果は確認できるが、傾斜被害の抑制効果はあまり得られていないことが分かる。一方で、複合型改良体を用いたケースでは、沈下被害、傾斜被害ともに排水改良比  $H_d/H$  が高くなるにつれて、対策効果が高くなる傾向が確認できる。

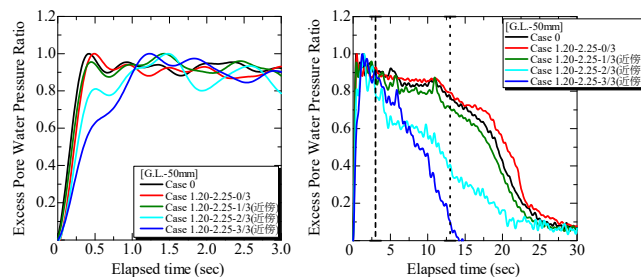
図5に Case 1.20-2.25-0/3 および Case 1.20-2.25-3/3 の加振3秒後の地盤内変位を示す。不透水性改良体では、格子内地盤において水平変位が抑制され、変直変位が卓越することがわかる。また、構造物の沈下量や傾斜角と同様に、複合型改良体を用いたケースでは改良体の排水改良比に応じて格子内地盤における地盤内の変位が小さくなることをわかる。

## 3. まとめ

本検討では不透水性である改良体の上部に排水性改良体を組み合わせた複合型改良体を用いた浮き型格子状地盤改良による液状化被害の抑制効果について検討を行った。以下に得られた知見を示す。

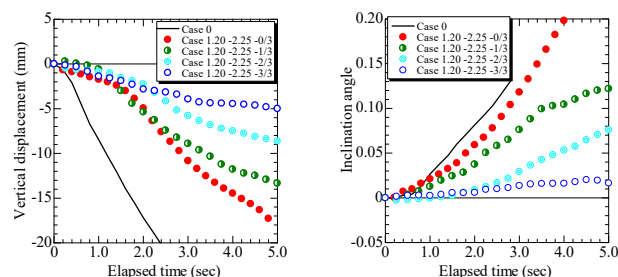
- 1) 浮き型格子状地盤改良に複合型改良体を用いることで排水性改良体近傍において過剰間隙水圧の抑制効果および早期消散効果が期待できる。
- 2) 浮き型格子状地盤改良に複合型改良体を用いることで、排水改良比  $H_d/H$  が高くなるにつれて、液状化地盤内の変位は小さくなる。
- 3) 構造物の沈下被害および傾斜被害の両方を抑制でき、排水改良比  $H_d/H$  が高くなるにつれて、液状化被害の抑制効果は向上する。

謝辞：本研究は JSPS 科学研究費 (19K15086) の助成を受けたものである。末筆ながら深謝の意を表す。



(a) 改良体近傍 (0-3 秒) (b) 改良体近傍 (0-30 秒)

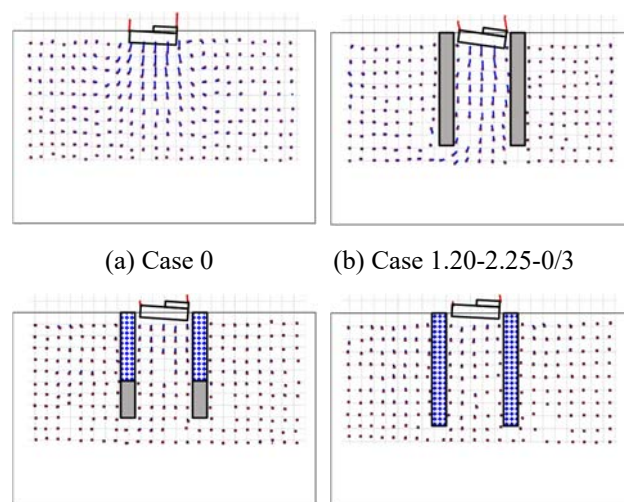
図3 過剰間隙水圧比 (G.L. -50mm)



(a) 平均沈下量

(b) 傾斜角

図4 浮き型格子状地盤改良による液対策効果



(a) Case 0

(b) Case 1.20-2.25-0/3

(c) Case 1.20-2.25-2/3

(d) Case 1.20-2.25-3/3

図5 地盤内変位 (加振3秒後)

## 参考文献

- 1) 森河由紀弘ら：小規模な浮き型格子状地盤改良による既設小規模構造物の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 (応用力学論文集 Vol. 22)，pp. I\_329-I\_339，2019。
- 2) 中谷一貴ら：浮き型格子状地盤改良による偏心荷重が作用した既設小規模構造物の液状化被害抑制効果，土木学会論文集 A2 (応用力学)，Vol. 76, No. 2 (応用力学論文集 Vol. 23)，pp. I\_279-I\_288，2021