

## 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対策効果

名古屋工業大学 学生会員 ○花田 響  
 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 正会員 前田 健一

## 1. はじめに

既設住宅にも適用可能な経済性、施工性に優れた液状化対策の開発は急務である。本研究では小規模な浮き型格子状地盤改良に着目し、これまで構造物の沈下被害抑制効果の検討<sup>1)</sup>を行ってきた。しかし、住宅等の損傷度は傾斜角に応じて大きくなるため、既設住宅の液状化対策は沈下被害のみならず傾斜被害についても併せた検討が必要である。今日まで、傾斜被害の抑制には構造物直下の地盤内支持力を確保することが重要<sup>2)</sup>であることが確認されている。そこで、本稿では既設小規模構造物を対象に浮き型格子状地盤改良に過剰間隙水圧消散工法を併用するため、改良体の一部に排水性改良体にした複合型改良体を用いた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 実験概要

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、縮尺が1/30程度の二次元模型実験を行い、浮き型格子状地盤改良による設置圧が偏心している構造物の沈下、傾斜被害抑制効果についての検討を行った。本検討では幅500mm×高さ500mm×奥行85mmの亚克力製土槽を使用し、珪砂7号を用いた層厚300mm、相対密度 $Dr=50\%$ の飽和地盤を作成した。模型構造物は幅80mm×高さ20mm×奥行80mmのアルミニウムブロックの片側に、幅40mm×高さ10mm×奥行80mmのアルミニウムブロックを重ね、偏心荷重が作用するようにし、偏心比 $e/B=1/20$ 、平均設置圧0.67kPaとした。模型改良体には亚克力製の不透水性改良体、珪砂2号を透水性に影響を与えないよう固化した排水性改良体、および不透水性改良体と排水性改良体を組み合わせた複合型改良体の計3種類の改良体を使用した。珪砂7号および排水性改良体(珪砂2号)の透水係数は各々 $k=6.5 \times 10^{-5} \text{m/s}$ 、 $k=2.2 \times 10^{-2} \text{m/s}$ で

あり、排水性改良体の透水係数は模型地盤に比べて十分に高い。また、改良体寸法は幅23mm×奥行80mmであり、改良体は液状化地盤に対して剛性が十分に高く、土槽に固定している。また、本検討では図-2に示すように、入力波を周波数が約17Hz、最大加速度が約 $2.0 \text{ m/s}^2$ の正弦波とした。本実験装置では、振動モーターへの電力供給のみが制御され、モーターへの電力が供給されている主加振時間は3秒であり、その後モーターが完全に停止するまでの時間約10秒を合わせた約13秒が加振時間となる。

表-1に実験ケースを示す。本検討では、改良間隔 $L$ 、改良深度 $H$ を基礎幅 $B$ (80mm)で正規化した改良間隔 $L/B=1.20$ 、改良深度 $H/B=2.25$ のケースについて、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、排水改良比 $H_d/H=0/3$ (不透水性改良体)、 $1/3$ 、 $2/3$ 、 $3/3$ (排水性改良体)、および未改良地盤を含めた計5ケースの検討を行った。

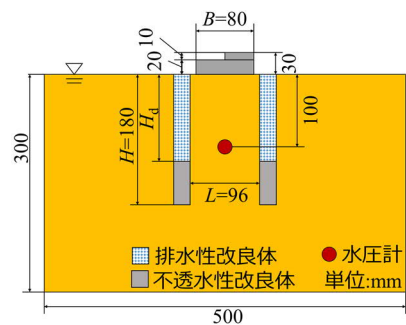


図-1 実験概要図(正面)

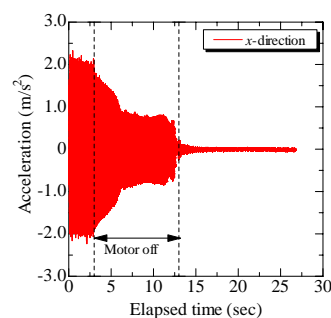


図-2 入力加速度

表-1 実験ケース

排水改良比 $H_d/H$	Case
—	Unimprovement
0/3 (不透水性改良体)	Case 1.20-2.25(0/3)
1/3 (複合型改良体)	Case 1.20-2.25(1/3)
2/3 (複合型改良体)	Case 1.20-2.25(2/3)
3/3 (排水性改良体)	Case 1.20-2.25(3/3)

## 2.2 実験結果及び考察

図-3に各ケースにおける格子中央部、深度100mmでの過剰間隙水圧比を示す。過剰間隙水圧測定実験のみ振動モーターが駆動している主加振時間を10秒(合計20秒)にした。完全な排水性改良体によるCase 1.20-2.25(3/3)以外のケースでは、加振直後から過剰間隙水圧比は約1.0となり液状化している。ここで、排水改良比が高いCase 1.20-2.25(2/3)は未改良地盤および不透水性改良体のケースより過剰間隙水圧の消散するタイミングが早いことが分かる。

したがって、以降に示す不透水性改良体を用いた浮き型格子状地盤改良による改良効果は液状化地盤の側方流動抑制効果によるものであり、複合型改良体において排水改良比が高いケースでは過剰間隙水圧の消散効果による影響が大きくなると考えられる。一方で、排水性改良体を用いた場合の対策効果は側方流動の抑制効果と過剰間隙水圧の抑制効果との相乗効果によるものだと考えられる。

図-4に偏心した構造物の平均沈下量および傾斜角の時刻歴を示す。不透水性改良体を用いた場合、沈下被害は抑制できているが、傾斜被害については沈下被害ほど対策効果を得られていない。これは、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内変位のみが発生することが確認されており<sup>2)</sup>、不透水性浮き型格子状地盤改良のみでは傾斜被害抑制効果が得られにくかったためだと考えられる。一方、複合型改良体のケースでは、モーターへの電源供給が終了し加振が弱まる時刻(約3.0秒後)から、不透水性改良体のケースと比べて沈下量、傾斜角ともに抑制されており、排水改良比が大きいほど対策効果は高いことが分かる。さらに、完全な排水性改良体のケースはすべてのケースの中で最も対策効果が高いことが分かる。

これは、完全な排水性改良体を用いることで過剰間隙水圧の発生を抑制し、排水改良比が小さい複合

型改良体でもある程度は排水効果が得られているためだと考えられる。

以上より、浮き型格子状地盤改良により構造物の沈下および傾斜被害を抑制するためには改良体に排水性を与えることが有効であり、複合型改良体の排水改良比を高めることで対策効果は向上する事が確認できた。

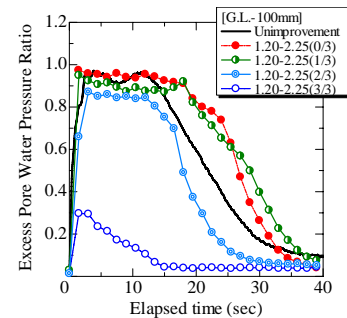
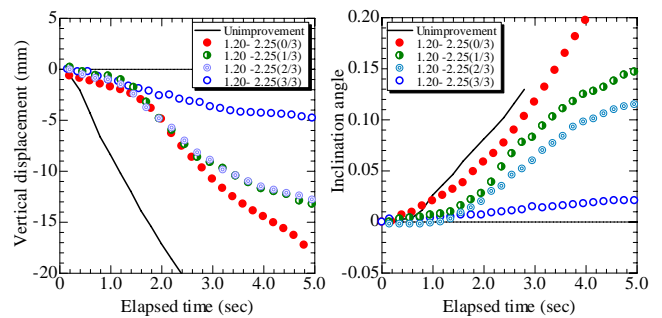


図-3 過剰間隙水圧比



(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対策効果

## 3. まとめ

本研究を通じて得られた知見を以下に示す。

- 1) 浮き型格子状地盤改良の一部に排水性改良体を用いることで、沈下、傾斜抑制効果は向上する。
- 2) 複合型改良体の排水改良比が高くなるほど、対策効果は向上する。

## 参考文献

- 1) 森河由紀ら：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抑制効果，土木学会論文集 A2 (応用力学)，in printing.