

排水性浮き型格子状地盤改良による再液状化被害への対策効果

名古屋工業大学 学生会員 ○岡崎 昂奈
 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 花田 響
 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

余震による再液状化に対しても有効で、戸建て住宅などの既設小規模構造物にも適用可能な液状化対策の開発は急務である。既往研究により、排水性の高い改良体には過剰間隙水圧の抑制効果¹⁾や、液状化後における地盤強度の増加効果²⁾が期待できるため、再液状化に対しても被害抑制効果が期待できることが明らかとなった。

そこで本稿では、重力場での振動台模型実験により明らかとなった、複数回の加振に対する排水性改良体の水圧抑制効果や、排水性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報告する。

2. 排水性改良体による過剰間隙水圧の抑制効果

2.1 実験概要

図-1 に実験概要図を示す。本検討では、縮尺 1/30 程度の二次元模型実験を行い、複数回加振した際の排水性改良体による過剰間隙水圧の抑制・消散効果について検討を行った。模型地盤は透明なアクリル土槽に、幅 500mm×奥行 85mm×層厚 300mm、目標相対密度 50%の珪砂 7号による飽和地盤を作成した。排水性改良体は珪砂 2号 ($k_{15} = 2.2 \times 10^{-2} \text{ m/s}$) を金属メッシュ籠に入れて作成しており、透水係数は模型地盤 ($k_{15} = 6.5 \times 10^{-5} \text{ m/s}$) に比べて十分に高い。間隙水圧計は G.L. -150mm の深度で、排水性改良体からの水平方向の距離が $d_w = 0\text{mm}, 50\text{mm}, 100\text{mm}, 150\text{mm}, 225\text{mm}$ の位置に設置した。

図-2 に入力加速度を示す。実験装置では周波数と振動モーターへの電源供給の時間を制御しており、周波数が 17Hz、最大加速度が約 2.5m/s^2 の三次元的な正弦波を、電源が供給されている主要動が 3 秒間（完全停止まで約 13 秒）となるように与えている。

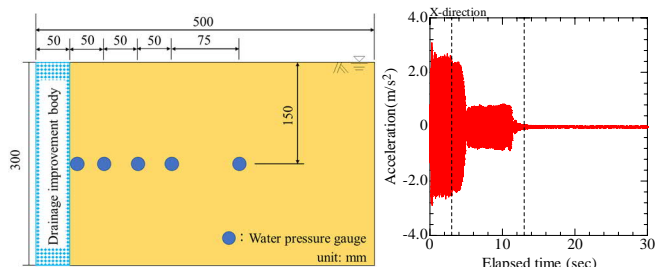


図-1 実験概要図

図-2 入力波

2.2 実験結果と考察

表-1 に地盤層厚から計算した地盤全体の平均相対密度を示す。未改良地盤（排水性改良体なし）、および排水性改良体の両ケースにおいて、加振回数に応じて平均相対密度はほぼ同様に上昇している。

図-3, 4 に未改良地盤、および排水性改良体を用いたケースにおける土層中心深度 (G.L. -150mm) の過剰間隙水圧比を示す。未改良地盤の場合、3 加振目まで液状化しているが、加振回数に応じて相対密度の上昇に伴い地盤が固くなるため、過剰間隙水圧の消散が早くなっている。一方で、排水性改良体の場合、改良体付近では主要動中においても 1 加振目から水圧が即座に消散し始め、さらに加振回数に応じて水圧の抑制効果や早期消散効果が高まるため、3 加振目では全ての地点で過剰間隙水圧が大きく抑制され消散も早いことが分かる。しかし、未改良地盤と比べ地盤の平均相対密度に大きな差は無いことから、この過剰間隙水圧の抑制効果は相対密度のみによるものではないと考えられる。

表-1 加振回数に対する平均相対密度

加振回数	未改良地盤	排水性改良体
1 回	56.5%	59.5%
2 回	62.9%	65.1%
3 回	68.3%	65.8%

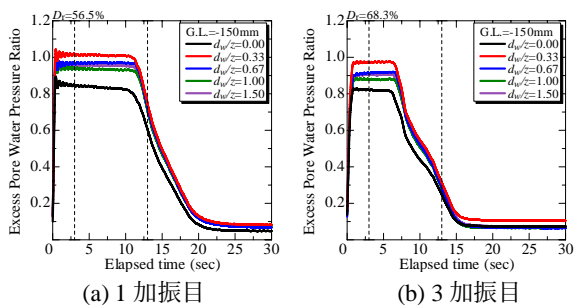


図-3 過剰間隙水圧比（未改良地盤）

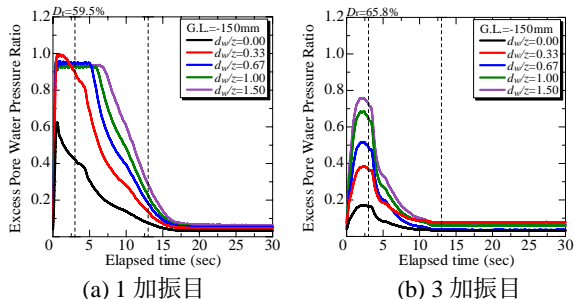


図-4 過剰間隙水圧比（排水性改良体）

3. 排水性浮き型格子状地盤改良による再液状化に対する被害抑制効果

図-5 に実験概要図を示す。地盤条件や入力加速度は前述した条件と同様である。模型構造物は底面の1辺が80mmのアルミニウム製で、接地圧は0.67kPa(2階建ての戸建て住宅に相当)、偏心比 $e/B=1/20$ である。排水性改良体は幅23mm×奥行85mm×高さ180mmであり、基礎幅 B に対する改良間隔 L 、改良深度 H は $L/B=1.20$, $H/B=2.25$ とした。本検討では、未改良地盤や排水性浮き型格子状地盤改良（改良地盤）のケースに対し、図-2 に示す入力波と同様の前震が0回、1回、2回の場合について検討を行った。

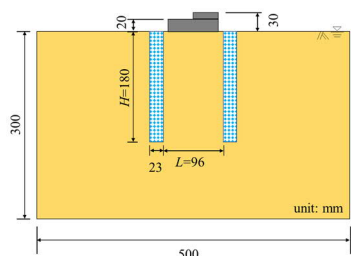


図-5 実験概要図

図-6, 7 に模型構造物の平均沈下量と傾斜角を示す。未改良地盤は前震を2回加えるまで沈下量・傾斜角はほぼ同様である。一方で、改良地盤は排水性改良体に近いほど加振後に地盤強度が増大し、過剰間隙水圧の抑制効果も高くなることから、前震の回数に応

じて、沈下量や傾斜角が大幅に抑制されている。

以上より、排水性改良体による浮き型格子状地盤改良には、複数回の地震による液状化被害を大きく抑制することが期待できる。

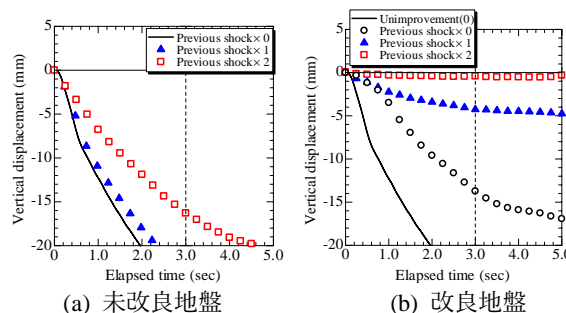


図-6 模型構造物の平均沈下量

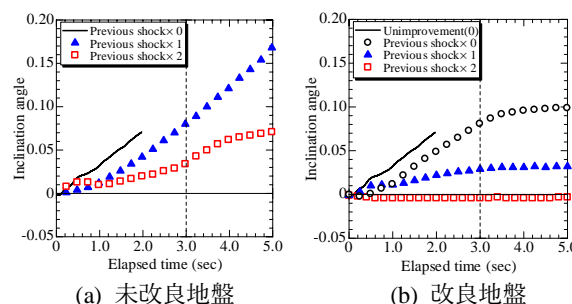


図-7 模型構造物の傾斜角

4. まとめ

本研究で得られた知見を以下に示す。

- 1) 排水性改良体の近傍では加振後において地盤の強度が増大するため、加振回数に応じて地盤の液状化強度が増大し、排水効果（過剰間隙水圧の抑制効果など）の範囲が広がる。
- 2) 本研究が提案する排水性浮き型格子状地盤改良を戸建て住宅などに適用した場合、再液状化に対しても液状化被害の抑制効果が期待できる。
- 3) 地盤の液状化強度は、排水ドレーンの効果にも依存するため、地盤全体での平均相対密度ではなく、局所的な相対密度の検討も必要である。

謝辞：本研究は JSPS 科学研究費 (21K04253) の助成を受けたものである。末筆ながら深謝の意を表す。

【参考文献】

- 1) 花田響ら：排水改良体を用いた浮き型格子状地盤改良による過剰間隙水圧と地盤変位の抑制効果, 第56回地盤工学研究発表会, pp.12-9-4-08, 2021.
- 2) 花田響ら：排水ドレーンが液状化における過剰間隙水圧の抑制や地盤剛性に与える影響, 第57回地盤工学研究発表会, pp.21-11-3-08, 2022.