

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

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
 名古屋工業大学 正会員 佐藤 智範

1. はじめに

既設住宅にも適用可能な経済性、施工性の優れた液状化対策の開発が急務となっている。そこで、本研究では液状化の発生は許容した小規模な格子状地盤改良による液状化被害の低減方法を提案している¹⁾。本稿では、従来の難透水性の改良体ではなく、排水性の高い改良体を用いた対策について、2次元の振動台実験により改良体の排水性が液状化地盤に及ぼす影響を検討し、その結果をもとに排水性格子状改良が液状化対策に及ぼす影響について検討した。

2. 改良体の排水性が液状化地盤に及ぼす影響

2.1 実験条件

本検討は、振動モーターによる簡易的な振動台実験装置を用いて模型縮尺が 1/30 程度の 2 次元振動台実験を行い、加振中における地盤内状況や過剰間隙水圧を測定した。図 1 に入力加速度を示す。入力波は約 20Hz で最大加速度が 3.0m/s² 程度の 3 次元的な正弦波であり、加振時間は振動モーターの駆動時間 (10 秒) とモーターの完全停止までの時間 (10 秒) を合わせた約 20 秒間である。実験には幅 500mm × 奥行 85mm × 高さ 500mm のアクリル製土槽を用いた。模型地盤には珪砂 7 号を使用し、締固めを伴わない水中落下法により層厚が 300mm の非常に緩い地盤 (相対密度 $D_r=36.8\%$) を作製した。模型地盤には、墨汁により水平・鉛直方向に 20mm 間隔で着色した。排水性改良体には透水性は変化しない固化材で固化した珪砂 2 号を用いた。ここで、珪砂 2 号の透水係数は $k_{15}=2.2 \times 10^{-2} \text{m/s}$ であり、珪砂 7 号の透水係数 ($k_{15}=6.5 \times 10^{-5} \text{m/s}$) に比べて十分に高い。間隙水圧計は排水性改良体からの距離 $d_w=50\text{mm}$, 200mm の位置に G.L.-100mm, G.L.-200mm の 2 深度に設置した。

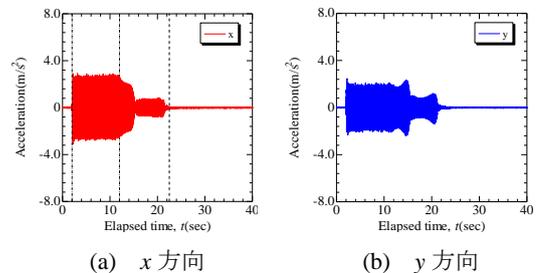


図 1 入力加速度

2.2 実験結果と考察

図 2, 図 3 に過剰間隙水圧比を示す。入力加速度が非常に高いため、加振直後から地盤内全体で液状化が発生している。過剰間隙水圧比を同一深度で比較すると、排水性改良体から離れるほど水圧の消散が遅い。また、同じ位置で比較すると下層よりも上層の方が水圧の消散が遅い。従って、発生した水圧は下方から上方へ、また排水性改良体に向かって消散し、地盤内では水の流れが発生していると考えられる。

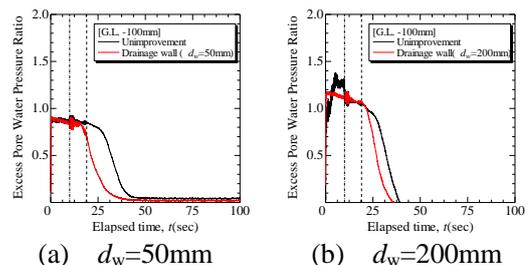


図 2 G.L. -100mm における過剰間隙水圧比

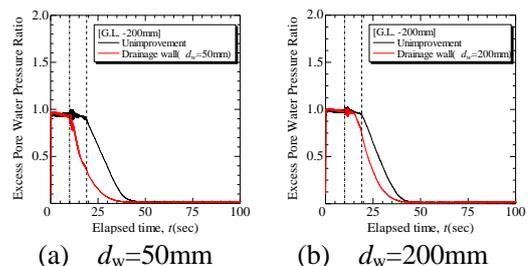


図 3 G.L. -200mm における過剰間隙水圧比

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所町

名古屋工業大学 16 号館 227 号室 TEL052-735-5497

図 4 に加振終了後における地盤内の状況を示す。液状化によって地盤内全体が大きく乱れているが、排水性改良体近傍では乱れが少ない「低流動化領域」が深くなるにつれて広がるように形成されている。これは、排水性改良体に向かう水の流れにより、土粒子に透水力が作用したためだと考えられる。

以上より、排水性改良体は過剰間隙水圧の早期消散と低流動化領域の形成が可能であり、排水性格子状改良は効率的に構造物の沈下被害を抑制可能だと考えられる。

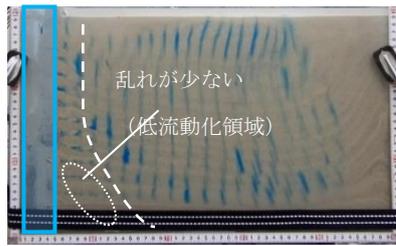


図 4 加振後における地盤内の状況

3. 格子状改良の排水性による液状化対策効果

3.1 実験条件

本検討では、2 次元模型実験を行い格子状改良の排水性が液状化対策効果に及ぼす影響について検討を行った。模型縮尺、入力加速度、改良体、地盤条件などは上述した検討と同様であり、模型構造物には幅 80mm×奥行 80mm×高さ 25mm のアルミニウム製ブロック（接地圧 0.67kPa）を用いた。

図 5 に実験概要図を示す。本検討では格子間隔 L や改良深度 H は基礎幅 B で正規化した量で整理し、格子間隔は $L/B=1.20, 1.40, 1.60, 1.80$ の 4 種類、改良深度は $H/B=0.75, 1.50, 2.25$ の 3 種類、改良体は不透水性、排水性の 2 種類を用いて、未改良地盤を含めた全 25 ケースの検討を行った。ただし、紙面の都合上、本稿では改良深度 $H/B=1.50$ は割愛する。

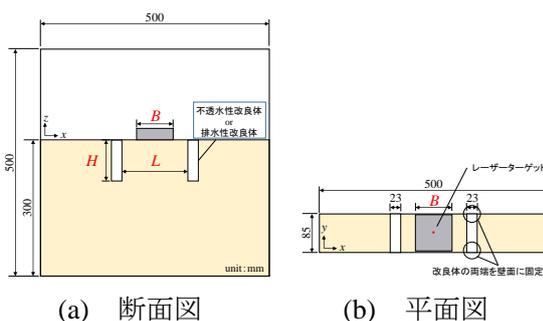


図 5 実験概要図 (2 次元模型実験)

3.2 実験結果と考察

図 6 に構造物の沈下時間比を示す。本検討では構造物が 2 秒程度で完全に埋没するため、最終沈下量による直接的な比較が困難である。そのため、本検討では構造物の沈下量が 20mm に達するまでの加振時間 t を未改良地盤における同様の加振時間 t_0 で正規化した「沈下時間比 t/t_0 」により改良効果を評価する。不透水性格子状改良では、格子間隔 $L/B=1.20$ 、改良深度 $H/B=2.25$ のケースが最も改良効果が高く、沈下時間比は約 1.8 であった。一方で、排水性格子状改良では、同様の格子間隔、改良深度において沈下時間比は約 2.6 であり、不透水性格子改良に比べて約 1.4 倍の改良効果が得られている。また、不透水性格子状改良では改良効果が得られなかった改良深度が浅い $H/B=0.75$ のケースにおいても、排水性格子状改良では改良効果が得られている。これは、排水性改良体周辺では低流動化領域が形成されて構造物の沈下が抑制され、さらに格子内ではボトルネック効果により擬似的に格子間隔が狭くなり、液状化地盤の側方流動が抑制されたためだと考えられる。

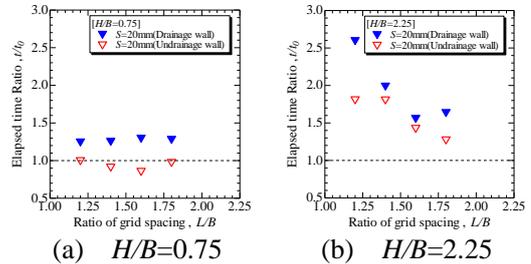


図 6 構造物の沈下時間比

4. まとめ

本研究を通じて得られた知見を以下に示す。

- 1) 排水性改良体により、過剰間隙水圧の早期消散が可能となる。
- 2) 排水性改良体付近では、深度が深くなるにつれて広がるように低流動化領域が形成される。
- 3) 格子状改良内で低流動化領域が形成されることによりボトルネック効果が得られ、構造物の沈下量を大きく抑制できる。

参考文献

- 1) 武田祐輔ら：格子状改良における構造物基礎幅・格子間隔・改良深度が液状化対策に与える影響，第 53 回地盤工学研究発表会，pp1851-1852，2018.07.24-26