

液状化による地上構造物がもたらす地盤内変位と地中連続排水壁深度の検討

名古屋工業大学 学生会員 ○武田 祐輔
 名古屋工業大学 学生会員 田中 雄也
 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

東日本大震災では広範囲にわたり甚大な液状化被害が発生した。また、南海トラフ巨大地震においても広範囲での液状化被害が懸念されており、戸建て住宅などの既設小規模構造物を対象とした効率的かつ経済的な液状化対策が望まれている。ここで既往の研究により、高い摩擦性と排水性を兼ね備える「破砕瓦」を用いた既設構造物周囲の地中連続排水壁は過剰間隙水圧の消散効果と地盤変形の抑制効果によって液状化時における構造物の沈下被害を抑制することがわかっている。そこで、本研究では液状化による構造物の沈下に伴う地盤変形の影響範囲を検討するとともに、その結果に基づいて改良深度が改良効果に及ぼす影響を検討した。

2. 実験装置と使用材料

本実験で用いた実験装置はインバーター・タイマー付き電源に接続された遠心モーターによる簡易型の振動台であり、振動の制御はモーターの周波数と電源の ON・OFF のみで行っている。振動台に設置されている剛土槽の寸法は幅 500mm×奥行 500mm×高さ 500mm である。また、模型地盤には珪砂 7 号を使用し、地中連続排水壁には一度水洗いした破砕瓦を使用した。ここで、珪砂 7 号の最大粒径は 0.425mm、均等係数は $U_c=1.9$ 、透水係数は $k=6.48 \times 10^{-5} \text{m/s}$ 、内部摩擦角は $\phi=40.94^\circ$ である。また、水洗い後の破砕瓦の最大粒径は 9.5mm、均等係数は $U_c=6.0$ 、透水係数は $k=3.26 \times 10^{-4} \text{m/s}$ 、内部摩擦角は $\phi=44.02^\circ$ である。

3. 実験概要

図 1 に実験概要図、表 1 に実験ケースを示す。本検討における模型縮尺は 1/30 程度とし、模型構造物の寸法は幅 140mm×奥行 140mm×高さ 25mm であり、質量は 1.3kg、接地圧は 0.66kN/m^2 とした。模型地盤および地中連続排水壁は締固めを行わない水中落下法によって作成し、模型地盤の層厚は 300mm、排水壁の壁厚は 40mm とした。本検討では未改良地盤の Case 0、改良深度を基礎幅と同等の 150mm にした Case 1、改良深度を 100mm にした Case 2 の 3 ケース

について検討を行った。ここで、Case 1、Case 2 における改良深度は後述する未改良地盤において構造物の沈下が下部地盤に与える影響範囲を参考に決定した。間隙水圧計は図 1(b) に示す地点 A、B、C の位置で GL-100mm および GL-150mm の深度に設置した。

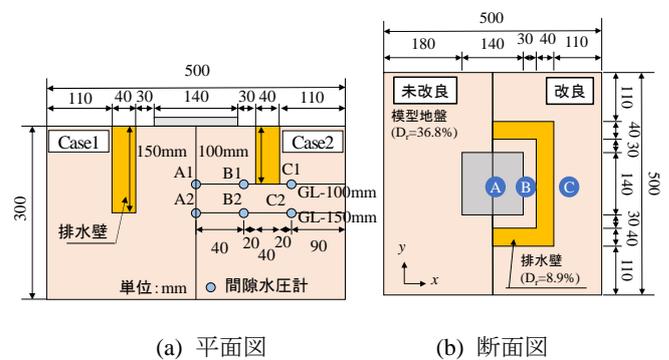


図 1 実験概要図

表 1 実験ケース

実験ケース	地盤条件
Case 0	未改良
Case 1	改良深度：150mm
Case 2	改良深度：100mm

図 2 に入力波を示す。入力波の周波数は約 20Hz、最大加速度 2m/s^2 程度の正弦波とした。遠心モーターの駆動時間は 10 秒間であるがモーターへの電力供給が停止した後も振動がある程度は継続するため、加振の継続時間は全体で約 20 秒となっている。

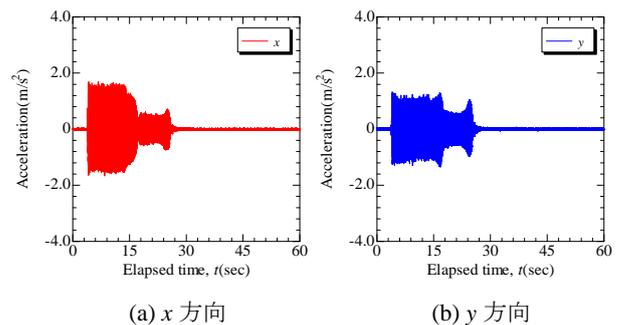


図 2 入力波

4. 実験結果および考察

図3に未改良地盤であるCase 0における加振終了後の地盤内状況を示す。ここで、構造物の沈下は地盤の圧密沈下、下部地盤の側方流動による沈下、構造物が地盤へめり込むことによる沈下の和として考えられるが、地盤内の状況を観察すると基礎幅と同程度の深度では地盤内変位が小さいことが分かる。そこで、本研究ではこの影響深度を参考に表1に示す改良深度を決定した。図4に構造物の中心真下となるA2の位置におけるGL-150mmの過剰間隙水圧比を示す。全ケースにおいて加振直後に液状化に至っているが、改良を行ったCase 1およびCase 2はCase 0に比べて過剰間隙水圧の消散が早く、特に改良深度が深いCase 1では改良深度が浅いCase 2に比べて改良効果が高いことが分かる。

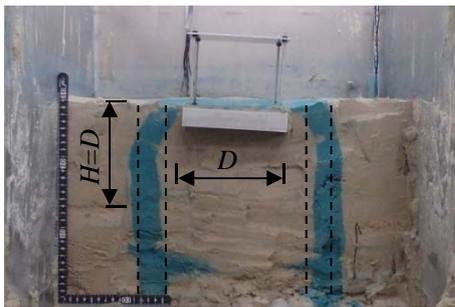


図3 加振終了後の地盤内状況

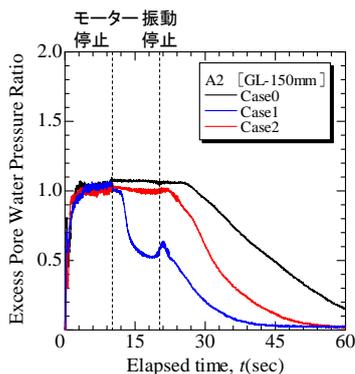


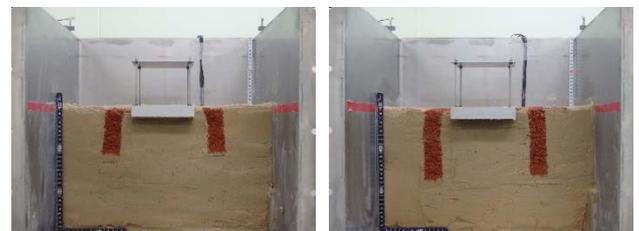
図4 過剰間隙水圧比 (GL-150mm)

表2に構造物の沈下量およびめり込み沈下量を構造物の影響が少ない土槽端部付近の平均地表面沈下量で正規化した結果を示す。ここで、相対密度などの地盤条件や地中連続排水壁の影響などによって各ケースの地表面沈下量に差が生じたため、本検討では構造物の沈下量等を正規化して評価している。実験結果より、地中連続排水壁による地盤改良を行った

Case 1では未改良地盤であるCase 0に比べて構造物沈下量比、めり込み沈下量比共に小さいことがわかる。また、改良深度が浅いCase 2では改良深度が深いCase 1に比べて若干構造物の沈下量比等は増大していることが分かる。これは、図3に示したように浅い深度では地盤内の変位が大きく、Case 1の改良深度はこの領域を満たしているためだと考えられる。これは、図5に示すCase 1およびCase 2における加振終了後の地盤内状況からも明らかであり、Case 1およびCase 2では、図3に示す未改良地盤に比べて地盤内変位が小さく、また、Case 1に比べて改良深度が浅く若干沈下量が多いCase 2では、地盤内変位も若干ではあるが大きいことが分かる。また、加振開始から構造物の沈下が収束するまでの時間はCase 0で45.50秒、Case 1で25.62秒、Case 2で29.96秒であり、改良深度が深いほど過剰間隙水圧の消散および沈下の収束が早いことが分かる。

表2 構造物の沈下量比

実験ケース	構造物沈下量比	めり込み沈下量比
Case 0	87.56	65.69
Case 1	4.70	2.65
Case 2	8.32	4.13



(a) Case 1 (改良深度 150mm) (b) Case 2 (改良深度 100mm)

図5 加振終了後の地盤内状況

5. まとめ

本研究で得られた知見を以下に示す。

- ・ 構造物の基礎幅と同程度の深度までは地盤内変位が大きく、改良深度はそれ以深が望ましい。
- ・ 地中連続排水壁によって、過剰間隙水圧の早期消散および地盤内変位の抑制が可能である。
- ・ 改良深度が浅い場合でも基礎幅に近い改良深度であれば、ある程度の改良効果は期待できる。

【参考文献】

森河由紀弘, 田中雄也, 前田健一, 張鋒: 水圧消散効果に着目した地中連続排水壁による液状化対策, 土木学会論文集 A2, Vol.71, No.2, pp.L_437-I-448, 2015.06.