

材料摩擦性および改良形式が液状化対策効果に及ぼす影響

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  
 名古屋工業大学 正会員 佐藤 智範

1. はじめに

高い摩擦性と排水性を持つ材料を用いた地中連続排水壁により、液状化時における既設構造物の沈下被害を抑制可能であることが既往研究によりわかっている<sup>1)2)</sup>。しかし、材料特性や改良形式が及ぼす影響についてはあまり検討が行われていない。そこで、本研究では排水性材料の摩擦性および改良形式が液状化対策効果に及ぼす影響について簡易振動台実験により検討した。

s

2. 実験概要

本研究で用いた実験装置はインバーター・タイマー付きの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みである。土槽は幅 500mm×奥行 500mm×高さ 500mm の剛土層を用いた。模型地盤には珪砂 7号を使用し、液状化対策材料には破碎瓦とガラスビーズを用いた。ここで、ガラスビーズは破碎瓦と同等の粒度分布に調整してあり、珪砂 7号、破碎瓦、ガラスビーズの透水係数はそれぞれ、 $k=6.48 \times 10^{-6} \text{m/s}$ 、 $k=3.26 \times 10^{-4} \text{m/s}$ 、 $k=2.61 \times 10^{-4} \text{m/s}$  である。また、三軸圧縮試験結果より破碎瓦とガラスビーズの内部摩擦角はそれぞれ、 $\phi=44.02^\circ$ 、 $\phi=33.44^\circ$  であり、両者はほぼ同等の透水係数ではあるものの、摩擦性のみが大きく異なっていることがわかる。

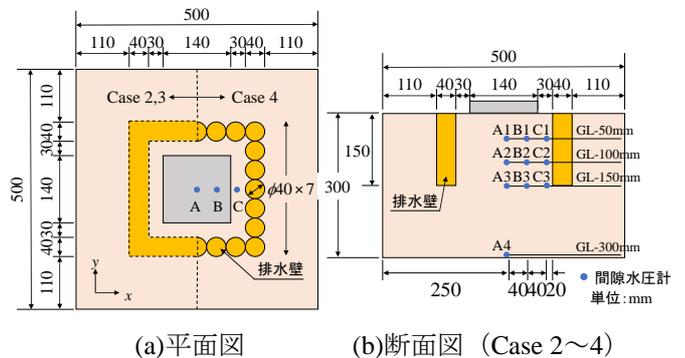
実験ケースを表 1 に示す。本検討では基本ケースとなる未改良の Case 1、摩擦性の高い破碎瓦を用いた壁状改良の Case 2、摩擦性の低いガラスビーズを用いた壁状改良の Case 3、破碎瓦を用いた柱状改良 ( $\phi 40 \text{mm} \times 24 \text{本}$ ) の Case 4 とした。本検討では Case 2 と Case 3 により材料特性が及ぼす影響を検討し、Case 2 と Case 4 により改良形式が及ぼす影響を検討している。

実験概要図を図 1 に示す。模型縮尺は 1/30 程度であり、模型構造物は幅 140mm×奥行 140mm×高さ 25mm

のアルミニウム製で質量は 1.3kg、接地圧は  $0.66 \text{kN/m}^2$  である。また、間隙水圧計は図 1(b)に示す A~C の 3 地点×3 深度、底板部 (A4) の計 10 か所に設置した。図 2 に入力波を示す。入力波の最大加速度は  $2 \text{m/sec}^2$  程度、周波数は約 20Hz であり、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約 7 秒間は振動が続いている。

表 1 実験ケース

実験ケース	改良形式・使用材料	改良率(%)
Case 1	未改良	—
Case 2	壁状改良・破碎瓦	49.0
Case 3	壁状改良・ガラスビーズ	49.0
Case 4	柱状改良・破碎瓦	38.5



左: Case 2,3 右: Case 4

図 1 実験概要図

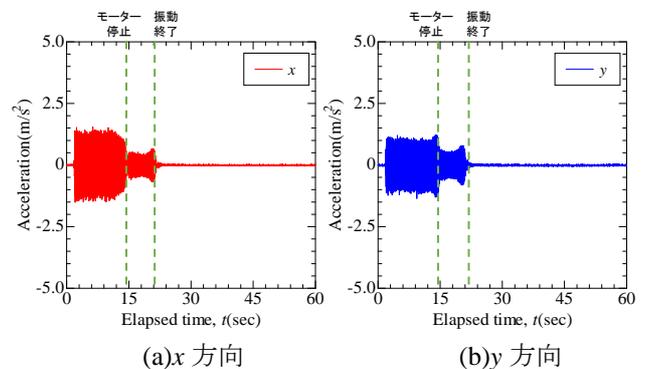


図 2 入力波

### 3. 実験結果および考察

図3に改良下端となるGL-150mmにおける地点A3 ( $d_w=100\text{mm}$ ), B3 ( $d_w=60\text{mm}$ ), C3 ( $d_w=20\text{mm}$ )での過剰間隙水圧比を示す。ここで、図中の $d_w$ は改良体から間隙水圧計までの水平距離を示す。全ケースにおいて、加振後すぐに過剰間隙水圧比が大きく上昇し、液状化に至っていることがわかる。しかし、液状化対策を行ったCase2~4では、加振終了直後に過剰間隙水圧の消散が始まっていることが分かる。

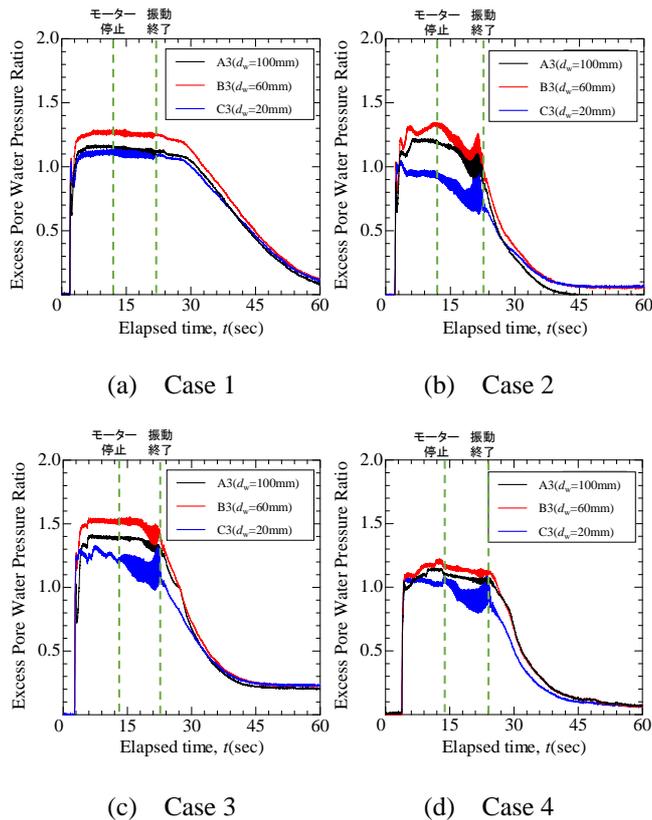


図3 過剰間隙水圧比の時刻歴

表2に構造物中心部の沈下量、図4に加振終了後における地盤内の状況を示す。未改良地盤に比べ摩擦性の高い材料を用いた壁状改良のCase2では約3割、摩擦性の低い材料を用いた壁状改良のCase3では約1割、摩擦性の高い材料を用いた柱状改良のCase4では約1割沈下量を抑制している。ここで、図4より摩擦性の低いガラスビーズを用いたCase3の排水壁は、摩擦性の高い破砕瓦を用いたCase2の排水壁に比べ、排水壁中部から上部にかけて大きく変形していることがわかる。これは、摩擦性の低い材料では構造物の沈下に伴う地盤内の変形を十分に抑制することが困難であったためと考えられる。また、Case2とCase4を比較すると沈下量においては差が生じたものの地盤内の状況ではあ

まり大きな差が確認できないのは、壁状改良であるCase2では液状化した地盤の側方流動を壁全体で支えるのに対し、柱状改良であるCase4では改良体の隙間からの流動が生じてしまうためだと考えられる。

以上より、液状化対策には柱状改良よりも壁状改良の方が効果的であり、地中連続排水壁の材料には排水性のみならず高い摩擦性も必要であるといえる。しかし、今回の検討では加振時間も短く十分な対策効果が得られなかったため、今後は被害が大きくなる長時間な地震動についても検討を行う必要がある。

表2 構造物中心部の沈下量

実験ケース	改良形式・使用材料	沈下量 (mm)
Case 1	未改良	20.78
Case 2	壁状改良・破砕瓦	14.93
Case 3	壁状改良・ガラスビーズ	18.91
Case 4	柱状改良・破砕瓦	18.85



図4 加振終了後の地盤内状況

### 4. まとめ

本研究では既設構造物にも適用可能な液状化対策について、材料特性と改良形式に着目した検討を行った。以下に検討によって得られた知見を示す。

- 1) 排水性の高い地中連続壁等を構造物周辺に設置することにより、加振後における周辺地盤の過剰間隙水圧を早期に消散可能である。
- 2) 地中連続排水壁に高い摩擦性の材料を用いることにより、構造物の沈下およびそれに伴う地盤内変位を抑制可能である。
- 3) 既設構造物の周囲から液状化対策を行う場合、柱状改良よりも壁状改良の方が効果的である。

### 参考文献

- 1) 森河由紀弘ら：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.I\_437-I-448, 2015.06.
- 2) 森河由紀弘ら：排水性材料による地上構造物の液状化対策，第50回地盤工学研究発表会，pp.1809-1810, 2015