

地盤の不飽和化による液状化対策工法に関する振動台実験

東日本旅客鉄道 正会員 ○川村 大士, 水野 弘二, 佐々木 愛, 滝沢 聡

1. はじめに

筆者らは、地下水の揚水復水による、地盤の不飽和化を利用した液状化対策工法を提案している¹⁾。これまでの実験で地下水の揚水復水により飽和度が低下すること、そして飽和度が低下した状態が持続することを確認している

¹⁾。本稿では、揚水復水による地下水位変動履歴を与えた模型地盤に対して振動台実験を行いその液状化対策効果を確認したため、その結果を報告する。

2. 試験概要

表-1 に試験概要を示す。試験は、対策工実施の有無による2ケースとし、各ケース 100gal で加振した後に、150gal で加振を実施した。

表-1 試験概要

ケース名	対策工 (揚水・復水)	入力波	地盤材料	土槽作成方法	使用水
case1	無	100gal×3Hz×20波 150gal×3Hz×20波	東北珪砂6号	水中落下法	脱気水
case2	有	100gal×3Hz×20波 150gal×3Hz×20波			土槽作成時：脱気水 復水時：水道水

図-1 に模型地盤の概要及び計測器の位置を示す。模型地盤に使用する土槽はせん断土槽を使用し、土槽作成方法は水中落下法とした。使用した砂は東北珪砂6号、土槽作成時に使用する水は脱気水とし、相対密度 $Dr=60\%$ となるように作成した。また、計測器の位置は高さ方向で G.L.-100mm, -300mm, -500mm の位置に設置した。

3. 不飽和化模型地盤の作成

図-2 に地下水位変動ステップを示す。模型地盤作成後飽和度が安定するまで水位を保持する。case1 は飽和度が安定後、case2 は揚水復水を実施後、飽和度が安定するまで水位を保持し、安定後、振動台実験を実施することとした。揚水復水は、模型地盤と外部タンクをそれぞれの下部で接続し、外部タンクを上下させることにより再現した。

図-3 に揚水復水による地下水位変動履歴を与えた際の飽和度の時刻歴を示す。飽和度は、土壤水分計の計測値から Topp 式により体積含水率を求め、飽和度を計算することで算出した。G.L.-100mm の飽和度は揚水開始前 92%, 揚水完了時 25%, 復水完了時 82% となり、揚水前から復水後では 11% 低下した結果となった。G.L.-300mm の飽和度は揚水開始前 95%, 揚水完了時 75%, 復水完了時 84% となり、揚水前から復水後では 12% 低下した結果となった。G.L.-500mm の飽和度は揚水開始前 101%, 揚水完了時 103%, 復水完了時 101% となり、揚水復水による飽和度の変化はほとんどみられなかった。このことから、G.L.-100mm, G.L.-300mm では揚水復水による飽和度低下効果が確認された。

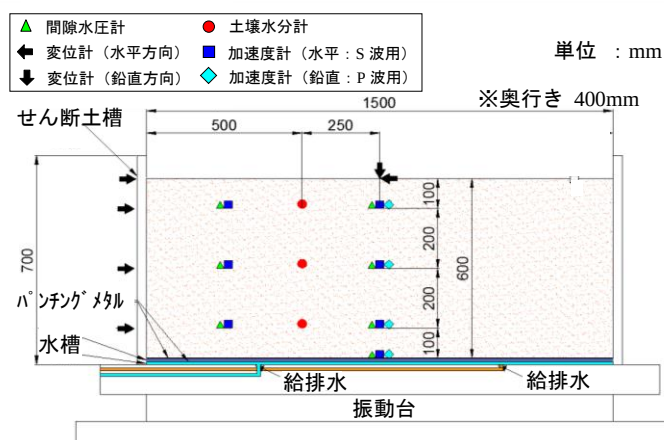


図-1 模型地盤の概要及び計測器の位置

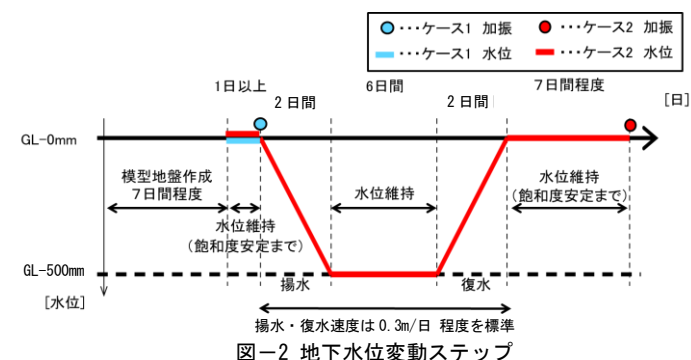


図-2 地下水位変動ステップ

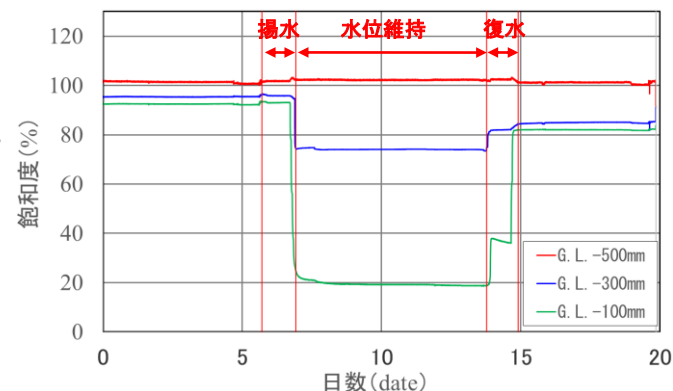


図-3 飽和度の時刻歴(case2)

キーワード 不飽和化, 液状化対策工法, 振動台実験

連絡先 〒151-8512 東京都渋谷区代々木二丁目2番6号 東日本旅客鉄道(株) 構造技術センター TEL03-6276-1251

4. 振動台試験結果

図-4 に 100gal 加振時の間隙水圧の時刻歴を、図-5 に 150gal 加振時の間隙水圧の時刻歴を、土槽中央部に設置した計測器の高さ毎に示す。過剰間隙水圧比は、それぞれの水圧計位置の有効上載圧から算出した。図-4, 5 から、case1 は、100gal, 150gal 加振時ともに、G.L.-100mm, -300mm では、過剰間隙水圧比が 1.0 を超え、G.L.-500mm では、1.0 程度となり、G.L.-100mm, -300mm で液状化に至っていることが分かる。case2 は、100gal, 150gal 加振時ともに、G.L.-100mm, -300mm, -500mm の過剰間隙水圧比は、1.0 を下回り、液状化していないことが分かる。

このことから、飽和度が下がった範囲 (G.L.-100mm, -300mm) は、対策工を行うことで間隙水圧の上昇が 5 割程度低減され、飽和度が変わらなかった範囲 (G.L.-500mm) は、間隙水圧は case1 と同程度に上昇することが分かる。

図-6 に 100gal 加振時の地表面鉛直変位の時刻歴を示す。case1 は 14mm 程度低下し、case2 は 6mm 程度低下した結果となり、対策工を行うことで地表面変位が 6 割程度低減された。

図-7 に case2 の加振前後の飽和度の時刻歴を実線で、初期飽和度の数値を破線で、それぞれ示す。各計測位置毎の飽和度は、100gal 加振前後で G.L.-100mm で 82% から 84%, G.L.-300mm で 85% から 91%, G.L.-500mm で 102% から 91% となり、150gal 加振前後で G.L.-100mm で 83% から 84%, G.L.-300mm で 89% から 91%, G.L.-500mm で 91% から 90% となった。加振に伴い G.L.-100mm, -300mm において、飽和度の上昇がみられたが、これらは G.L.-500mm の水圧上昇による影響を受けていると考えられる。また、初期飽和度と 150gal 加振後の飽和度を比較すると、G.L.-100mm はそれぞれ 92% と 84%, G.L.-300mm はそれぞれ 95% と 91%, G.L.-500mm はそれぞれ 101% と 91% となった。このことから、対策工により飽和度が低下した G.L.-100mm, -300mm で、加振時に飽和度の上昇はあったが、初期飽和度までは戻らず、不飽和化による液状化対策効果が持続する可能性が確認された。

5. まとめ

地下水位変動履歴による液状化対策効果を確認する目的で、振動台試験を実施し、以下の結果が得られた。

- ・水位揚水復水による液状化対策効果を確認できた。
- ・加振後でも対策効果（不飽和化領域）が持続する事が示唆された。

参考文献

- 1) 山根ら：不飽和化による液状化地盤対策工法の基礎実験，土木学会第 71 回年次学術講演会，III-226，2016.9

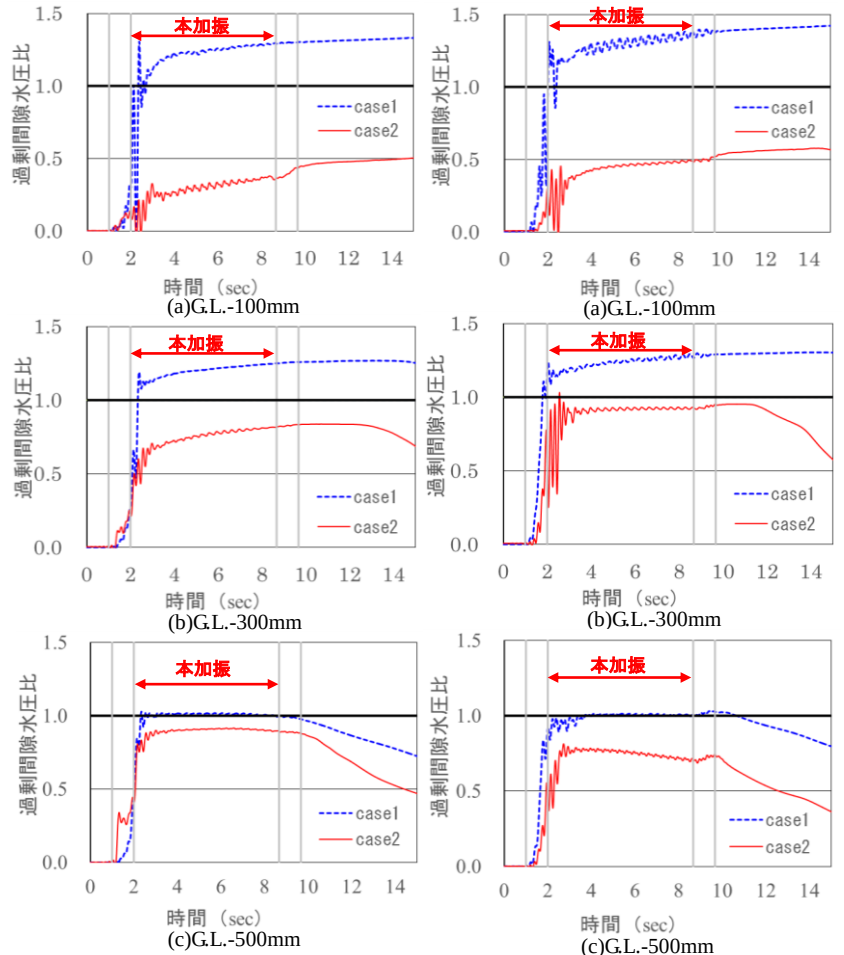


図-4 間隙水圧の時刻歴 (100gal 加振時)

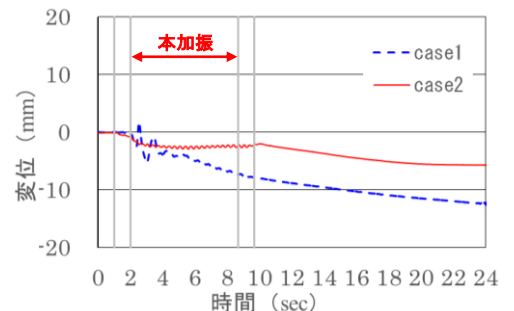


図-5 間隙水圧の時刻歴 (150gal 加振時)

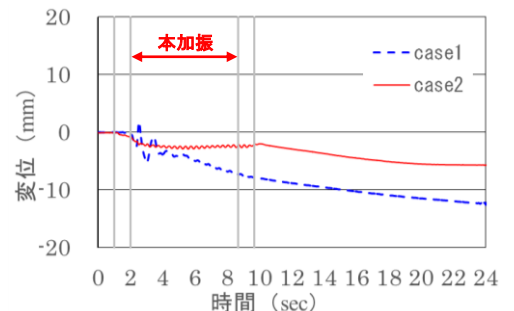


図-6 地表面鉛直変位の時刻歴 (100gal 加振時)

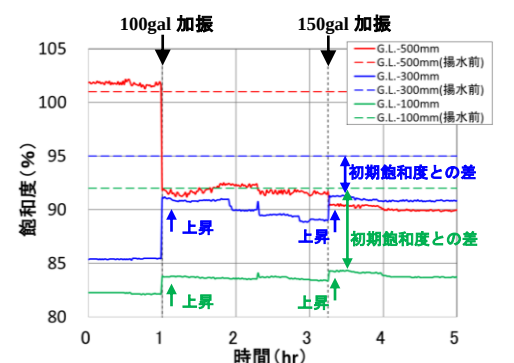


図-7 加振前後の飽和度の時刻歴 (case2)