

宅地耐震技術としての空気注入による液状化抑制効果大型土槽実験－加振実験－

佐藤工業 正会員 ○永尾 浩一
武蔵工業大学 正会員 末政 直晃
国土技術政策総合研究所 明石 達生
ベターリビング 正会員 二木 幹夫
産業技術総合研究所 正会員 神宮司 元治

1. 目的

我が国の市街地は大部分が沖積平野に集中しており液状化は潜在的な脅威である¹⁾。近年、住宅ストックの超長期利用が政策課題となっているが、住宅ストックの大部分は既成市街地にあり、既存の宅地地盤の液状化対策に有効な、安価で環境汚染の少ない技術が必要とされる。

地盤に空気を入れることにより、地震時の液状化現象を抑制する工法はこれまで注目はされていたものの実用化まで至っていないのが現状であるが、この工法は無公害で環境に優しいほか、経済的であり、施工が容易なことから宅地地盤の建て込んだ狭い場所でも容易に液状化対策できる可能性がある。本研究は空気混入工法が超長期にわたって住宅を循環利用できる技術として着目し、空気注入技術の1つであるマイクロバブル水（以下MB水）による地盤の不飽和化大型せん断土槽振動台実験を行いその耐震性能を調べた。

2. 実験概要

図-1 に試験土槽概要図を示す。土槽は長さ 10m×幅 3.6m×高さ 5m の大きさであり、一段あたり 300mm、合計 17 段のせん断フレームを積み重ねた構造である。

試験試料には栃木県産の日光硅砂 6 号を使用した。試料は、細粒分 3%、平均粒径 0.25mm、均等係数は 2.09 の比較的粒径が揃った材料である。製作した地盤の相対密度 D_r は平均 45%程度であった。また、住宅基礎を模擬しフーチング(15kN/m²)を中央に設置した。

試験条件を表-1 に示す。試験は CASE1 が無対策、CASE2 が MB 水での対策の 2 ケースとした。

MB 水注水は試験土槽下部の配管により注水した。

表-1 に加振条件を示す。入力波形は正弦波 20 波とし、ステップ毎に最大加速度の大きさを大きくするステップ加振とした。

計測は図-1 に示す地盤内の飽和度、間隙水圧、加速度のほか、地下水位、地表面沈下、フーチングの変位などを計測した。なお、飽和度測定は 3 種類の土壤水分計 ADR, ADR-ECO, TDR を用いた。また、CASE2 では地盤中気泡の状況及び層別沈下を観察する目的で、土槽内にアクリルパイプを設置し、ボアホールカメラによる撮影を行った。

なお、加振前の ADR により計測された平均飽和度 S_r は CASE1 が 81%、CASE2 が 76%であった。

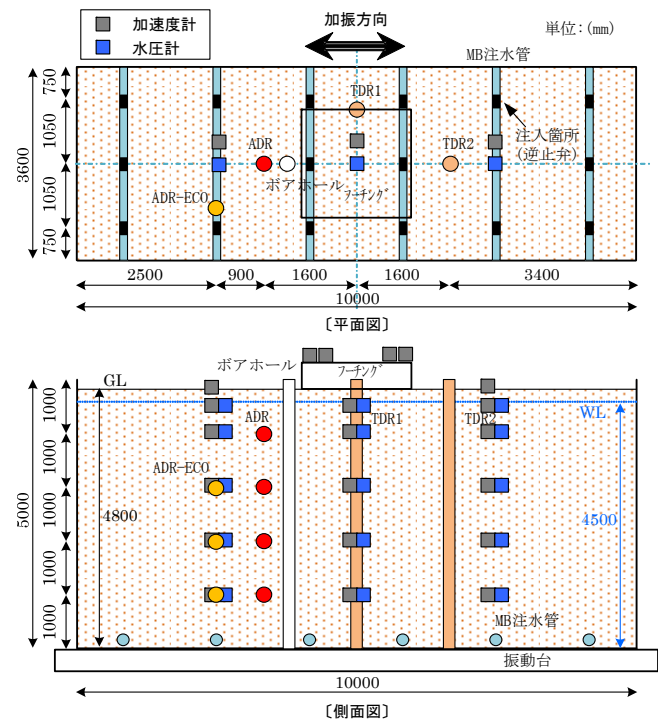


図-1 試験土槽概要図

表-1 加振条件

試験ケース	加振条件				
	ステップ	周波数	最大加速度	波形	波数
CASE1 無対策	1	2.0Hz	100gal	Sin 波	20 波
	2	2.0Hz	150gal	Sin 波	20 波
CASE2 MB 対策	1	2.0Hz	50gal	Sin 波	20 波
	2	2.0Hz	100gal	Sin 波	20 波
	3	2.0Hz	150gal	Sin 波	20 波

キーワード：マイクロバブル、不飽和、液状化対策、振動台実験
連絡先：〒243-0123 神奈川県厚木市森の里青山 14-10 TEL：046-270-3091 FAX：046-270-3093

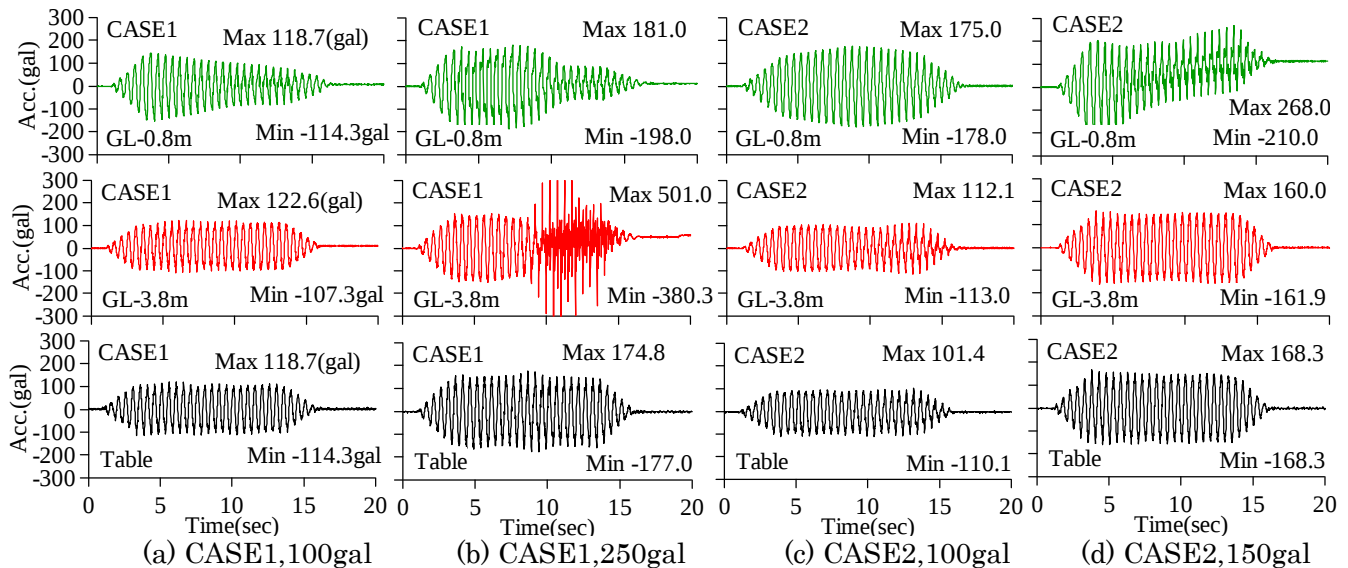


図-2 水平加速時刻歴波形例 (土槽中央部)

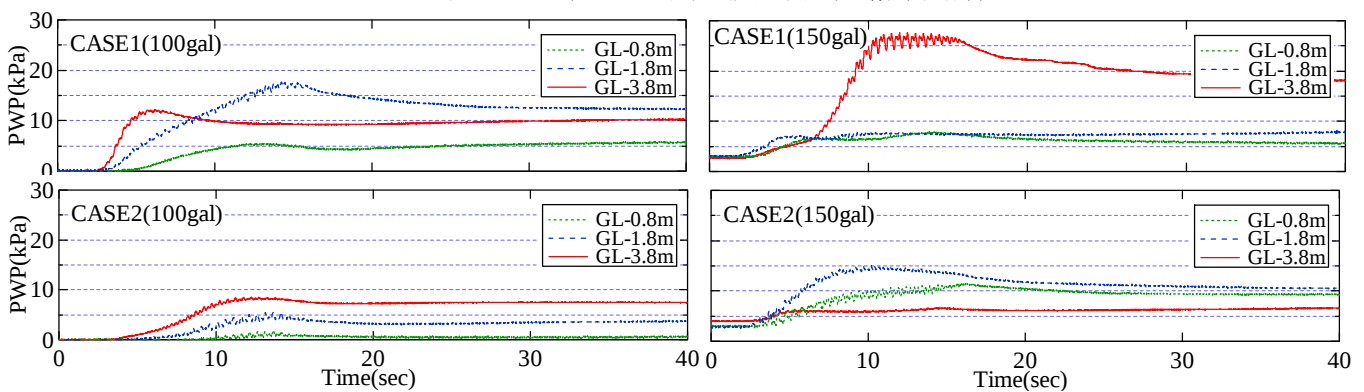


図-3 過剰間隙水圧時刻歴波形例 (土槽中央部)

3. 実験結果

各ケースの水平加速度結果の一部を図-2に、過剰間隙水圧結果を図-3に示す。入力加速度 100gal において地表面付近の加速度はCASE1では119galに達した後徐々に減衰し、CASE2は加速度が178gal程度まで増幅する結果となった。また、過剰間隙水圧の結果はCASE1では加振直後から水圧が急激に上昇しており、土槽中層付近で液状化が発生し、液状化による地盤の軟化により上部に振動が伝わらなかったと推察される。一方、CASE2では水圧上昇が少なく液状化せずに地盤が剛性を保ったと考えられる。また、加振直後のCASE1の地表面からは水が出てきており、ケーシングの沈下量はCASE1の72mmに対しCASE2では20mmであった。

さらに入力加速度 150gal においてはCASE1では底盤付近で急激に水圧が上昇し液状化が発生した。一方、CASE2でも中層から地表面にかけ徐々に水圧が上昇し液状化に至った。また、地表面からはCASE1, CASE2とも水が出てきたが、フーチング沈下量はCASE1で201mm、CASE2で101mmと約1/2に沈下量が抑制されたことが確認された。これらより室内実験同様、大型せん断土槽においても、水圧上昇を抑制し液状化に対するねばりのような効果が現れることが確認されたが、本試験の飽和度での水圧抑制効果の限界も示唆された。

5. まとめ

MB水の混入による地盤の不飽和化によって、液状化現象を抑制することが確認された。今後、実用化に向け簡易で効率の高い混入システムを開発のほか、地盤中の気泡の耐久性を実地盤で確認する予定である。

謝辞：本研究は国交省総合技術開発プロジェクト『多世代利用超長期住宅及び宅地の形成・管理技術の開発』の一環として行った。実験にあたりご指導・ご協力をいただいた各共同研究機関ならびに関係者の方々に感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 東京都防災ホームページ, http://www.bousai.metro.tokyo.jp/japanese/knowledge/material_1.html