

隣接した既設戸建て住宅に対する杭とワイヤーによる簡易な液状化対策の効果

東京電機大学 正会員 ○石川 敬祐
 ハイアス・アンド・カンパニー株式会社 正会員 深谷 敏史
 東京電機大学 名誉会員 安田 進
 東京電機大学大学院 学生会員 松橋 求

1. 目的

既設の戸建て住宅に対する液状化対策では、施工方法やその費用に強い制約がかかるため、戸建て住宅に特化した新しい液状化対策の開発が望まれている。既設の戸建て住宅に対する被害抑制対策として、例えば薄鋼矢板¹⁾を用いるなどの住宅の周囲を囲む工法が東日本大震災以後に提案されている。しかし、建物周囲を全面的に改良するためには、狭隘な場所での施工や隣家への影響、またライフラインなどによって不連続部が生じることへの影響など課題も残されている。そこで筆者らは既設の戸建て住宅に対する新しい液状化対策工法として、杭材とワイヤーを併用した簡易な液状化対策工法を提案している²⁾。本稿では、重力場での振動台実験により、2棟間の隣接距離を変化させた際の本工法のめり込み沈下や傾斜抑制効果を評価することを目的とした。

2. 実験概要および方法

図1は、模型や計測器の配置図である。本実験には、せん断土槽を用い、模型の縮尺は1/25とした。模型地盤には豊浦砂($\rho_s=2.659\text{Mg/m}^3$, $e_{\max}=0.993$, $e_{\min}=0.613$)を用い、液状化層と非液状化層の二層地盤とした。液状化層の相対密度は50%とし、非液状化層の相対密度は90%である。また、液状化層と非液状化層の層境界には吸出し防止マットを敷設している。これは繰返し模型振動台実験を行う際に液状化層の再作製を効率よく行うためである。地下水位は、全ての実験ケースで地表面とした。家屋模型は、一般的な2階建て木造住宅を想定して接地荷重を 0.48kN/m^2 (実物 12kN/m^2)とした。家屋模型の2棟間の距離は、20, 40, 80mmとした。杭材は、アルミ製パイプ(外径4mm, 厚さ0.5mm, 長さ450mm)を用いた。ワイヤーには伸縮性の少ないポリエチレンロープ(太さ1.5mm)を使用した。ワイヤーは杭頭部にネジで連結した。また、杭頭部は模型に設置したヒートン(金属金具)によって水平方向の変位を拘束し、杭先端は非液状化層に30mm根入れしている。計測器は、図1に示すように家屋模型の直下と周辺地盤中に加速度計と間隙水圧計をペアで配置した。また、各家屋模型上部の長辺中央部の2箇所巻取り式変位計を配置した。加振条件は、正弦波(2Hz, 20s)とし、振動台の台加速度を 1.40m/s^2 としている。加振方向は一方方向加振でせん断土槽の長手方向である。実験ケースは、表1に示すように2棟間の距離や対策の有無を考慮して全6ケースとした。

表1 実験ケース

実験ケース	2棟間の距離 (mm)	対策の有無
Case-2-無	20	なし
Case-2-対	20	あり
Case-4-無	40	なし
Case-4-対	40	あり
Case-8-無	80	なし
Case-8-対	80	あり

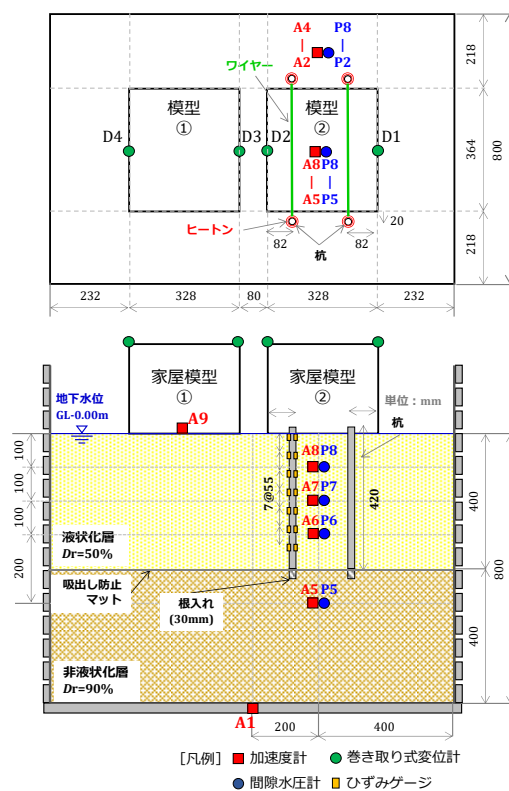


図1 模型地盤と計測器配置

キーワード 既設戸建て住宅, 液状化対策, 振動台実験, 傾斜, めり込み沈下

連絡先 〒350-0394 埼玉県比企郡鳩山町石坂 東京電機大学理工学部 TEL049-296-3289

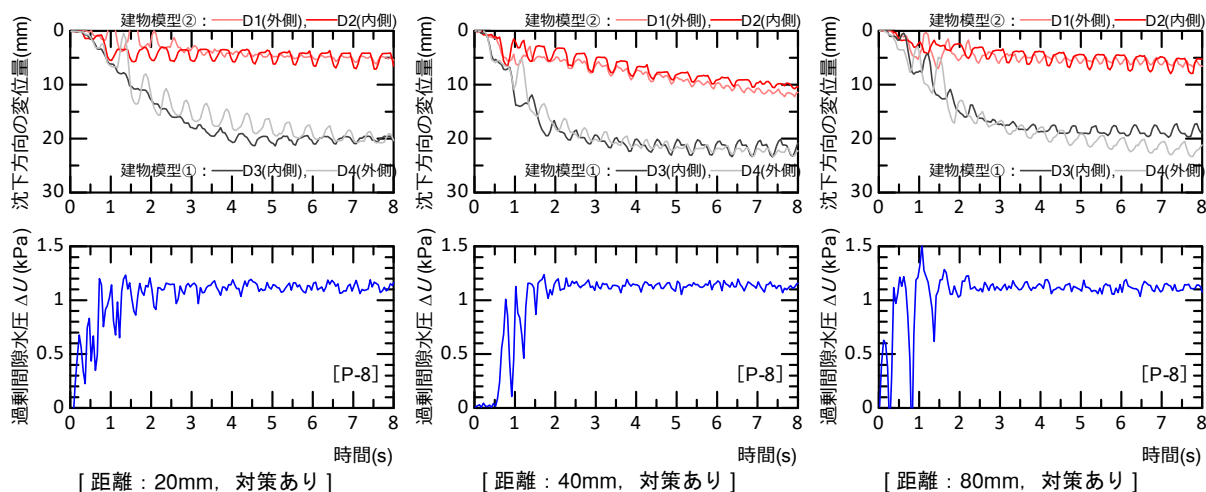


図2 2棟間距離の違いによる建物模型変位と過剰間隙水圧の時刻歴

3. 実験結果及び考察

図2は2棟間距離の違いによる建物模型の加振直後から過剰間隙水圧が頭打ちとなる間の沈下方向の変位時刻歴である。建物模型の変位量の黒線は無対策側であり、赤線が対策側である。また濃淡は建物内側と外側の変位を示している。これより、2棟間距離の違いによらず液状化層表層部の過剰間隙水圧の挙動は、加振直後から急激に上昇して約0.7s付近で頭打ちとなり有効応力が消失したことがわかる。これに伴い無対策側の模型①の沈下挙動として、2棟間距離が近いCase-2では変位計D3とD4を見比べると隣接側(D3)の沈下が大きく、2棟間距離が広いCase-8では外側(D4)の沈下が大きく、不等沈下していることがわかる。それに対して、対策側の模型②の沈下挙動として、2棟間距離の違いによらず隣接側と外側の沈下量はほぼ同じであり、対策工の効果によって沈下量に加えて傾斜量も抑制されることがわかった。図3は各ケースの家屋模型の平均めり込み沈下量の比較である。平均めり込み沈下量は、過剰間隙水圧が完全に消散した後の家屋模型4隅の平均沈下量と周辺地盤の平均沈下量の差としている。図4は、加振後2秒時点での家屋模型の平均傾斜角の比較である。家屋模型の傾斜方向は、内側傾斜を(-)とし、外側傾斜を(+)とした。図中の赤線は東日本大震災における戸建て住宅の平均めり込み沈下量と傾斜角の関係³⁾より定めた性能目標であり、めり込み沈下量は模型スケールで4mm、傾斜角は0.6度(10/1,000)とした。これより、2棟間が隣接し他方が無対策の状態でも本工法にて対策を施した建物模型②の平均めり込み沈下量はほぼ発生しておらず建物模型の沈下量と周辺地盤の沈下量が同程度となることが確認された。2棟間が隣接することで生じる不当沈下による傾斜角は、無対策の場合は2棟間距離の違いによって内向きから外向きに変化する一方で、本工法を施すことで家屋模型の傾斜角は低減し、性能目標を満足することを確認した。また、本工法の副次効果として無対策側の傾斜角も減少することがわかった。

謝辞 模型実験では、東京電機大学の山井和樹氏に多大な協力を頂いた。末筆ながら感謝の意を表します。

参考文献 1)Yasuda and Ishikawa: Appropriate measures to prevent the liquefaction-induced inclination of existing houses, *Soil Dynamics and Earthquake Engineering*, Vol. 115, pp.652-662, 2018. 2)石川ら：既設戸建て住宅に対する杭とワイヤーによる簡易な液状化対策工法の提案, 第41回土木学会地震工学研究発表会, A12-2295, 2021. 3)橋本ら：東北地方太平洋沖地震による液状化被災地区における住宅の傾斜とめり込み沈下量の関係, 第47回地盤工学研究発表会, No.748, pp.1487-1488,2012.

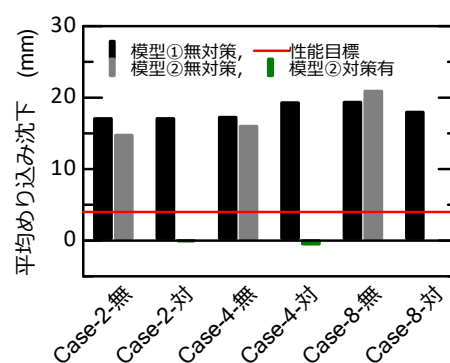


図3 平均めり込み沈下量の比較

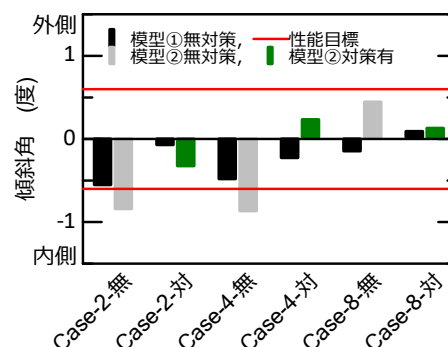


図4 建物の傾斜角の比較