

薄鋼矢板を用いた戸建住宅の液状化被害軽減工法に関する実験的研究

1/4 模型振動実験

住友林業(株)	正会員	○金子 雅文
東京電機大学	フェロー会員	安田 進
建築研究所		平出 務
(株)エムテック	正会員	三上 和久
(株)オリオン計測	正会員	尾澤 知憲

1. はじめに

東日本大震災では浦安市などの東京湾岸地域において地盤の液状化が発生し、戸建住宅が沈下・傾斜する被害が発生した。これを背景に戸建住宅の液状化被害軽減方法として文献 1) に提示される方法例を用いた技術開発が進められており、筆者らは基礎下地盤を薄鋼矢板で囲込む工法の開発を行っている²⁾³⁾。この工法は液状化した（または剛性の低下した）地盤の流動を薄鋼矢板（以後、矢板）が抑制することで被害軽減効果を期待するものである。さらに一般の鋼矢板（厚さ 10～15mm 程）よりも薄い鋼矢板（厚さ 2.3mm）を用いることで導入コストの低減が図れる。本論文では既設住宅を対象とし、また施工上の想定される問題点（例えば、囲込み矢板が必ずしも閉合しないなど）を考慮した 1/4 模型振動台実験を実施し、本工法の被害軽減効果について検討する。

2. 実験概要

図 1 に実験モデルおよびセンサー配置図を示す。実験地盤は非液状化層（Dr=80%, 厚さ 2.3m）および液状化層（Dr=40%, 厚さ 2.5m）の 2 層構造とし、大型せん断土槽（長さ 10.0m, 幅 3.6m, 高さ 5.0m）の底盤から非液状化層、液状化層の順に空中落下法により作製した。地盤材料は栃木県産の日光硅砂 6 号を用いた。住宅模型は基礎をコンクリート製、上部構造を木造とし、地表面に 2 棟設置した。北側の基礎の大きさは長さ 2.5m, 幅 1.7m, 高さ 0.17m である。南側模型では既設住宅に対する施工を想定し、北側と同じ基礎に対して 4 側面を拡幅基礎で連結し 0.5m 拡幅した。基礎下には液状化被害軽減を目的とする矢板を設置した。矢板長は両側ともに 1.25m（液状化層厚の半分）である。北側矢板は実施工において囲込み矢板が完全に閉合しない場合を想定し非閉合とした。さらに既設住宅の埋設管等を回避するための吹出部を設けた（吹出部の先端は開口）。囲込み範囲は、概ね長さ 2.1m, 幅 1.3m である。南側は囲込み範囲を 3.12m, 幅 2.34m とし、頭部は拡幅基礎と連結した。写真 1 に矢板

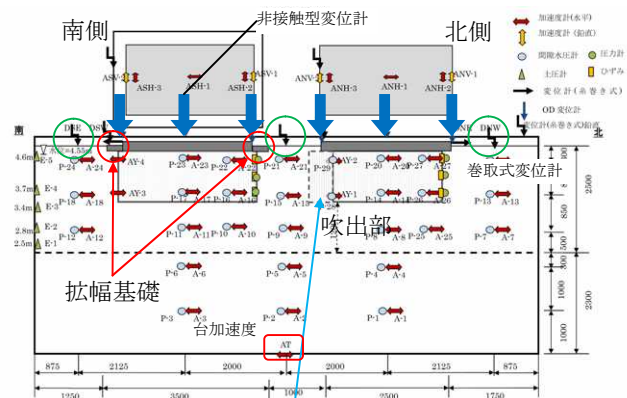


図 1 実験モデルおよびセンサー配置図

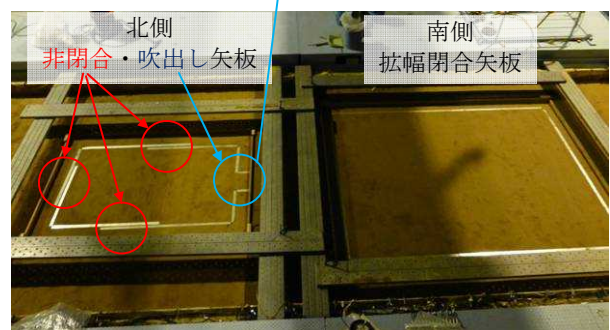


写真 1 矢板の設置状況

の設置状況を示す。地下水位は GL-0.25m とした。地盤内には加速度計および間隙水圧計等を設置し、住宅模型の基礎には非接触型変位計と加速度を設置した。また、地表面沈下量を巻取式変位計で計測した。上記の実験モデルに対して正弦波 120gal, 2Hz, 120 波の加振条件で振動台実験を実施した。この加振波形は東日本大震災の東京湾岸の地震波と等価な繰り返しせん断波を求め、かつ、振動台の加振能力を考慮して求めた。

キーワード 液状化, 矢板, 振動台

連絡先 〒100-8270 東京都千代田区大手町 1 丁目 3 番 2 号 住友林業(株) TEL 03-3214-3710

2. 基礎の沈下量および傾斜量

図 2 に基礎および地表面の平均沈下量の時刻歴を示す。図には台加速度の時刻歴も併せて示した。基礎の平均沈下量は各々の基礎の両端および中央部分の変位計測 3 点（図 1 の青矢印）の平均値であり、地表面の平均沈下量は自由地盤部 3 か所（図 1 の緑丸）の平均値である。実験開始（0 秒を実験開始と定義する）から約 47 秒までは両側基礎および地表面はほぼ同じ沈下挙動を示しているが、これ以降、地表面は沈下しないが、両側の基礎はこれまでの沈下速度を維持しつつ沈下している。また、加振終了後、地表面は再び沈下し、両側基礎も沈下速度は緩やかになるものの沈下している。図 3 に基礎のめり込み沈下量の時刻歴を示す。めり込み沈下量は基礎の平均沈下量から地表面の平均沈下量を差引いたものである。図 2 同様、両側の挙動はほぼ同じである。実験開始から約 47 秒以降は一定速度で両側ともに沈下し、加振終了後はゆっくりと浮き上がっている。これは図 2 において住宅模型の沈下よりも、地表面の沈下が大きいことに依る。図 4 に住宅模型の傾斜量の時刻歴を示す。傾斜量は基礎両端の相対変位を基礎幅 2.5m で除し、 $x/1000$ で表したものである。傾斜量は北型と南側ではほぼ反対称な挙動を示している。表 1 に実験開始から 100 秒後と 3 時間後の実験結果を示す。参考のために無対策に対する実験結果³⁾も示した。なお、3 時間後の値はレベル測量による。表より無対策の場合と比較すると、北側・南側ともにめり込み沈下量および傾斜量は軽減しており、本工法の液状化被害軽減効果が確認できる。この理由として矢板が液状化した、または剛性の低下した地盤の流動を抑制することが挙げられる。また、本実験では 3 時間後の地表面平均沈下量は 38.4mm であり、100 秒後から 10.4mm 増加するのに対して、平均沈下量の増加量は約 2~3mm であり、本工法は加振によって発生した過剰間隙水圧の消散に伴う住宅模型の沈下も軽減できるものと考えられる。3 時間後の傾斜量は 100 秒後と比較すると両側ともに回復しているが、これは閉切られた土槽内の実験のために生じる現象と推察される。なお、対策工の違いによる沈下・傾斜量に大きな違いは見られなかった。

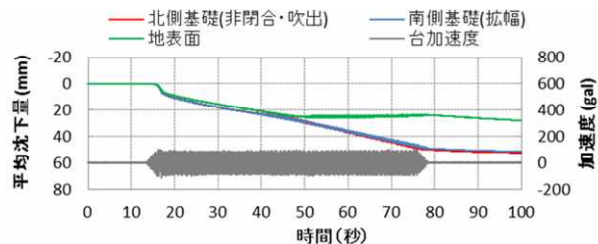


図 2 基礎および地表面の平均沈下量の時刻歴

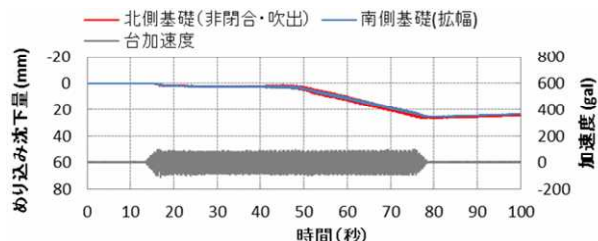


図 3 基礎のめり込み沈下量の時刻歴

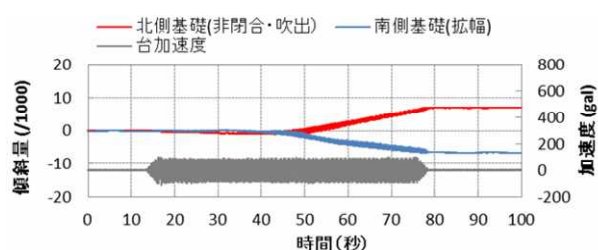


図 4 基礎の傾斜量の時刻歴

表 1 実験結果

実験開始からの経過時間	地表面平均沈下量 (mm)	南側住宅模型			北側住宅模型			無対策(北側設置) ³⁾	
		平均沈下量 (mm)	めり込み沈下量 (mm)	傾斜量 (/1000)	平均沈下量 (mm)	めり込み沈下量 (mm)	傾斜量 (/1000)	めり込み沈下量 (mm)	傾斜量 (/1000)
100秒後	28.0	51.2	23.2	-6.7	52.2	24.2	7.0	—	11.1
3時間後	38.4	53.3	14.9	-0.8	55.3	16.9	0.8	141.1	0.18

※傾斜量の符号は右下がり为正である

3. まとめ

本研究では戸建住宅の液状化被害軽減工法として基礎下を薄鋼矢板で囲込む工法を考案し、既設住宅を対象とした、かつ施工上想定される問題点を考慮した 1/4 振動台実験を実施し、軽減効果について実験的な検討を行った。その結果、本対策の軽減効果を確認した。今後、FEM 解析を用いた軽減効果メカニズムの解明や設計法の確立等を行う予定である。

参考文献

- 1) 地盤工学会関東支部：液状化から戸建て住宅を守るための手引き，2013，31pp.
- 2) 安田進，佐々木修平，野口千明，小澤直輝：薄鋼板矢板を用いた液状化被害軽減工法に関する実験的研究その 1，第 48 回地盤工学研究発表会，pp1759-1760，2013.
- 3) 安田進・平出務・金子雅文・三上和久・尾澤知憲：薄鋼板矢板を用いた液状化被害軽減工法に関する実験的研究その 5，第 49 回地盤工学研究発表会