

## 既設戸建住宅を対象とした丸太を用いた液状化対策工法の開発に関する研究

福井工業高等専門学校 正会員○吉田 雅穂  
金沢大学 芹川 由布子  
福井工業高等専門学校 村田 拓海  
金沢大学 正会員 宮島 昌克  
飛島建設技術研究所 正会員 沼田 淳紀

### 1. はじめに

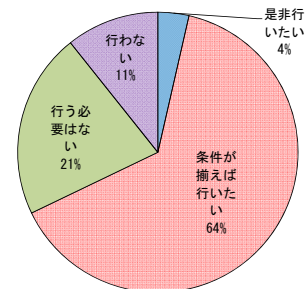
2011年東日本大震災では埋立地等の戸建住宅に液状化被害が多発し、その数は計2万7千棟を数える。これを受けて国土交通省では、平成25年3月に「宅地の液状化被害可能性判定に係る技術指針(案)」を公表し、今後の安全な宅地供給を期待するとともに、液状化対策コストの低廉化を進めることを求めている。

著者らは、間伐丸太を液状化対策に利用することを提案しており、構造物の基礎直下に丸太を打設することで液状化による沈下を抑制できることを明らかにしている<sup>1)</sup>。また、既設構造物に対しては構造物周辺地盤に丸太を打設することで沈下抑制効果が得られることを確認している<sup>2)</sup>。ここで、木材を建設資材として使用する場合、腐朽や虫害による材質劣化が懸念されるが、液状化が問題となる地盤は地下水位以深が対象となるためその心配がない。また、木材利用は地球温暖化緩和や森林事業活性化に貢献する付加価値を有しているため、今後の用途拡大が期待されている。さらに、林野庁が平成25年4月より開始した木材利用ポイント事業では、丸太を用いた地盤補強材の使用も対象となり、本工法の技術向上と低廉化を早急に推し進めることが求められている。

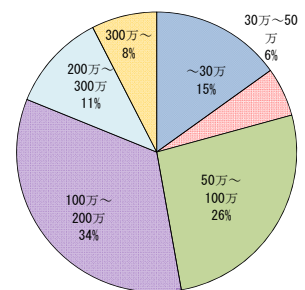
本研究では、まず、戸建住宅を対象とした液状化対策工法の需要と費用対効果を明らかにするために、一般市民を対象としたアンケート調査を行った。また、既設構造物の液状化対策工法として浦安市で提案された格子状改良工法を比較対象として、構造物周辺地盤に丸太を打設する方法の有効性について、模型振動実験による検討を行った。

### 2. 戸建住宅の液状化対策に関するアンケート調査

戸建住宅の居住者の地震防災や液状化対策に関する意識を調査し、今後の液状化対策の需要や費用対効果の妥当性を明らかにすることを目的としてアンケート調査を行った。調査対象は福井高専環境都市工学科に在籍する学生151人の保護者である。回収数は56件で回収率37%であった。回答者の属性は男女比はほぼ等しく、30～40歳代が9割、居住地は1件を除いて福井県である。調査結果の一部を図-1に示す。「今後の地震に備えて住宅の液状化対策を行う必要性を感じるか」という質問では、条件が揃えば行いたいという回答が約6割であり、条件として最も多かったのは経済的余裕であった。また、行う必要はないという回答の理由としては、既に対策済みであるから、住んでいる地域は液状化の心配はないからという2つの意見であった。「液状化対策の実施を決断できる工事費用はいくらか?」という質問では、「一般的な新築の戸建住宅に軟弱地盤対策を行う場合、地盤の善し悪しや面積の大きさで変わるが、その費用は数10万円～数100万円程度。」との注釈を入れたため、その額に応じた回答が多かったと思われる。平均額は115万円であるが、200万円未満が8割を占めるため、200万円を超えないことが戸建住宅の液状化対策を促進させる工費目標の1つの目安になると考えられる。



a) 今後の地震に備えて住宅の液状化対策を行う必要性を感じるか?



b) 液状化対策の実施を決断できる工事費用はいくらか?

図-1 アンケート調査結果

キーワード： 地震、液状化、対策、戸建住宅、丸太、振動台実験

連絡先： 〒916-8507 福井県鯖江市下司町 Tel&Fax: (0778)62-8305 Email: masaho@fukui-nct.ac.jp

### 3. 丸太打設と格子壁設置の効果の違いに関する模型振動実験

図-2 に模型地盤の概要を示す。振動台上にアクリル製の土槽（幅 800mm×奥行き 400mm×高さ 500mm）を設置し、その中に対策地盤を作製した。模型地盤は珪砂 7 号（密度  $2.66\text{g/cm}^3$ 、平均粒径  $0.85\text{mm}$ ）を用いて水中落下法で作製した相対密度約 40%の緩詰め飽和砂層であり地下水位は地表面とした。丸太模型は、直径 12mm で長さ 300mm の円柱状である。また、格子壁模型は外寸 222mm 四方、内寸 198mm 四方であり、高さは 300mm である。いずれも、福井県産のスギ間伐材より作製した。

丸太模型は、地盤作製後に構造物模型の周囲に 30mm 間隔で 28 本を静的に貫入し、土槽底面には固定していない。一方、格子壁模型は、地盤作製前に予め土槽内に固定しており、周辺地盤を乱す影響はない。また、いずれも長期間水中保管したものを使用し、木材の密度は約  $1.1\text{g/cm}^3$  であった。地表面に設置した構造物模型は底面が 150mm 四方で、高さ 112mm の防水処理を施した木箱で、重さは 3.45kg、接地圧は  $1.5\text{kN/m}^2$ （べた基礎の 2 階建て木造住宅の接地圧  $15\text{kN/m}^2$  の 10 分の 1 を想定）である。入力波は振動数 5Hz の正弦波で最大加速度  $120\text{gal}$  であり、加振時間は 20 秒とした。なお、実験中は入力加速度（A1）、構造物模型の応答加速度（A2）、地盤の応答加速度（A3）、地盤内の過剰間隙水圧（P1～P4）、構造物模型の鉛直方向変位量（D1）を計測した。

図-3 と図-4 に両ケースの過剰間隙水圧比（G.L.-100mm）と構造物模型の沈下量の時刻歴波形を示す。なお、図-4 には別途行った無体策地盤での結果も示してある。いずれも自由地盤では液状化に至っているのに対し、対策地盤では水圧の最大値が低減されている。丸太打設の場合、打設時に地盤の密度を増大させる効果があるため、最大値はより低下している。一方、構造物の沈下量は両ケースとも無体策に比べて最大値が低減されているが、両ケースの差は大きくない。これは、水圧抑制効果は丸太打設の方が大きかったが、格子壁は土槽底面に固定されているのに対し丸太は固定されておらず、構造物の沈下と共に丸太が側方に移動したため、沈下抑制効果が低減したと考えられる。なお、この対策としては丸太頭部を固定することが有効である<sup>2)</sup>。

### 4. まとめ

- (1) 液状化対策の工費は 200 万円未満を目標とする必要がある。
- (2) 丸太打設は格子壁設置と同等の沈下抑制効果があるが、より効果を高めるためには頭部を固定する必要がある。

**謝辞** 模型実験では福井高専元学生の臼井翔梧氏、小林俊晴氏、野坂直樹氏の協力を得た。また、本研究は科学研究費補助金（課題番号：22560504）の補助を受けて実施したものである。ここに記して謝意を表する。

**参考文献** 1) 吉田雅穂、宮島昌克、沼田淳紀、木内貴之、渡邊雄大、内藤法子：スギ丸太を利用した液状化対策工法に関する模型振動実験，第 44 回地盤工学研究発表会平成 21 年度発表講演集，pp.1425-1426，2009. 2) 吉田雅穂、村田拓海、井上広平、宮島昌克、沼田淳紀：丸太を用いた戸建て住宅の液状化対策に関する模型振動実験，土木学会第 67 回年次学術講演会講演概要集，CS12-011，pp.21-22，2012.

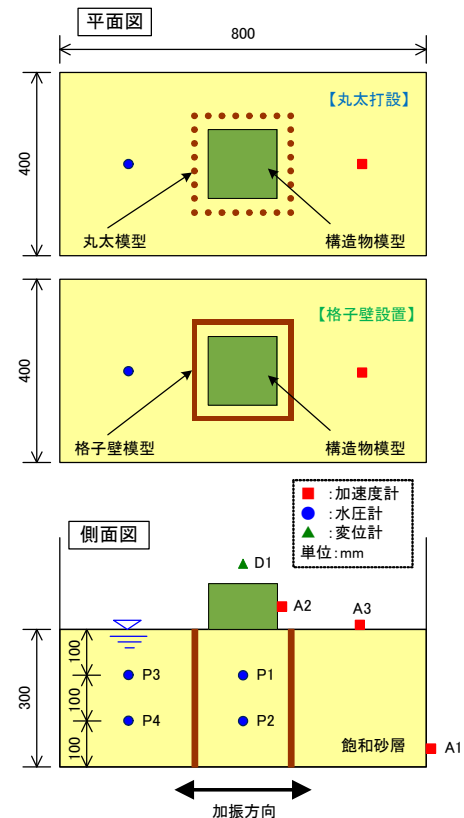


図-2 模型地盤

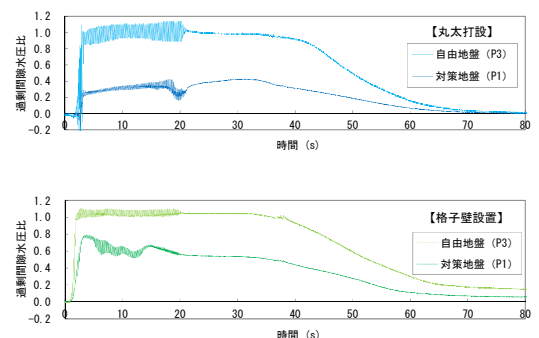


図-3 過剰間隙水圧比の時刻歴波形

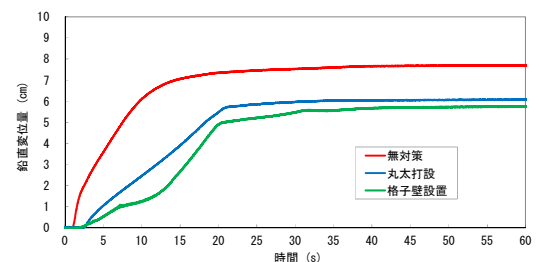


図-4 構造物模型の沈下量の時刻歴波形