

丸太打設による既設戸建て住宅の液状化対策の数値解析による検討

飛島建設 正会員 筒井雅行 飛島建設 フェロー 三輪 滋
 飛島建設 正会員 沼田淳紀 飛島建設 正会員 村田拓海

1. はじめに

著者らは、小規模な構造物にも適用できる丸太を用いた液状化対策を開発¹⁾し、適用事例も増えている²⁾。その原理は地盤に丸太を打設し、地盤の密度を増大させることであり、木材を利用することで、CO₂を半永久的に固定し、地球温暖化抑制にも効果があることがわかっている^{1), 3)}。一方で、戸建住宅などの既設小規模構造物の液状化対策については、効果を定量的に検証した工法が適切な価格で提供されていないのが現状である。著者らは、図-1のように既設構造物の周囲に丸太を打設して液状化の被害を低減する工法を検討し、振動台実験で沈下抑制効果を確認している⁴⁾。効果を一般化していくには様々な条件での検討が必要であり、数値解析による基本的な検討を実施した。

2. 数値解析による検討

検討するモデルは、液状化の可能性がある地盤上に立つ80m²の広さを有する2階建て戸建て住宅とする。建物、基礎の重量はそれぞれ4.97kN/m²とし、基礎は分布荷重として考え、建物は高さ5.5mに集中荷重を持つ一質点系でモデル化した。地盤は、液状化層が10mまであり、その下にS波速度310m/sの5mの非液状化層が存在するモデルとした。地盤の物性値を表-1に示す。液状化層は相対密度50%、液状化対策を施した部分は密度増加により相対密度が75%となるものとした。液状化強度は、図-3に示すように、沼田らの研究⁵⁾から得た、相対密度と相関のある液状化強度とし、それに合うように液状化パラメータを設定した。同じ考え方のパラメータを用いて、建物下をすべて改良する場合の大型振動台実験の結果⁶⁾をおおよそ再現できることを確認している。丸太は末口14cmの丸太とした。丸太は深さ8mまで打設し、下に2mの液状化層が残るようにしている。3次元非線形有効応力解析⁷⁾を実施し、その効果を検討した。入力地震動は、1995年兵庫県南部地震で神戸海洋気象台で観測された波形を用いた。

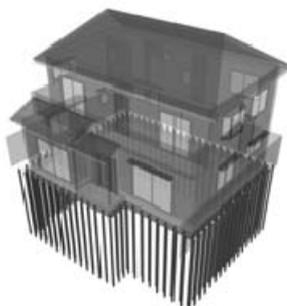


図-1 既設戸建て住宅の周囲に丸太を打設する液状化対策

表-1 地盤の物性値

Layer	relative density Dr	mean effective confining pressure σ_{ma} [kN/m ²]	initial shear modulus G_{ma} [$\times 10^3$ kN/m ²]	bulk modulus K_{ma} [$\times 10^3$ kN/m ²]	Poissons ratio ν	mass density ρ_{sa} [t/m ³]	porosity n	cohesion C [kN/m ²]	internal friction angle ϕ_f [deg.]
Liquefiable layer	Dr=50%	98	94.8	247	0.33	1.98	0.419	0	39.6
Improved area of liquefiable layer	Dr=75%	98	106.5	278	0.33	2.03	0.391	0	41.6
Unliquefiable layer	-	-	-	538	0.4	2.00	-	-	-

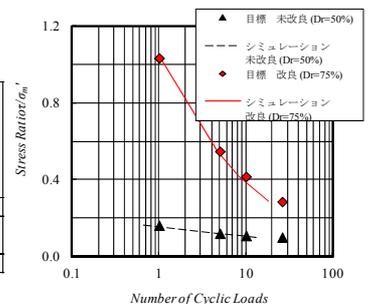


図-2 液状化強度

3. 3次元解析

3次元解析では、無対策、丸太打設液状化対策で効果の幅を1mとした場合、液状化対策の効果の幅を2mとした場合、丸太が列状に配置されセメント固化による囲い込み工法のように壁のような構造になっていると仮定した場合について検討した。液状化対策は建物基礎から1m離れて施工されているとした。幅2mのケースは建物に接するように改良されている。それぞれのモデルを図-4に示す。丸太の配置間隔は1mでやや広い設定である。図-5に基礎中央の沈下の時刻歴、図-6に基礎中央の残留沈下量を示す。最大加速度の非常に大きな場合で検討したので、いずれのケースも液状化に至った。沈下はそれぞれのケースで違いがみられる。無

キーワード 丸太、液状化対策、既設戸建て住宅

連絡先 〒270-0222 千葉県野田市木間ヶ瀬 5472 飛島建設技術研究所 masayuki_tsutsui@tobishima.co.jp

対策では 24cm 沈下するが、周囲に丸太を打設することにより、沈下は 18cm と 3/4 に減少する。丸太を密にして壁のようにし剛性をあげればその効果も寄与しさらに 14/24 に減少する。密度増大の幅を増加させると 11/24 まで減少する。ただし、これには、地盤改良部と基礎が結合したような効果も含まれると考えられる。

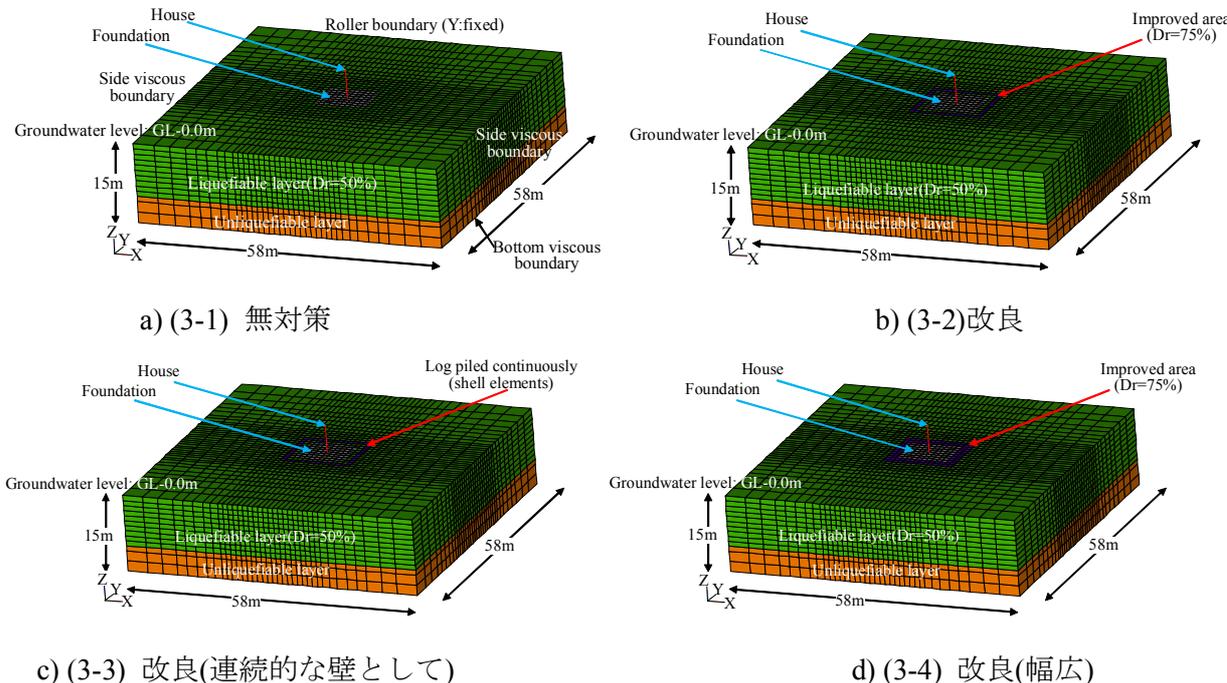


図-4 解析モデル

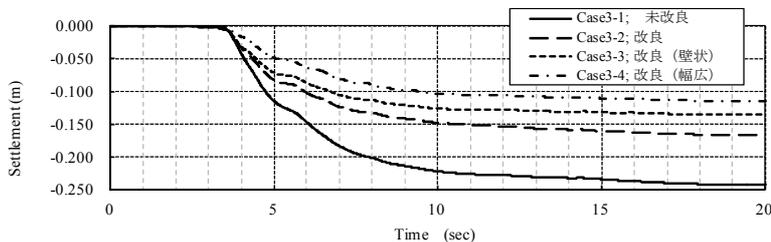


図-5 基礎中央の沈下量の時刻歴

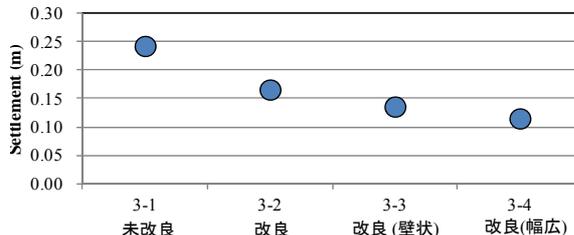


図-6 基礎中央の沈下量

4. まとめ

- 1)建物の周りのみに丸太を打設する場合、沈下の抑制効果がある程度期待することができる。
- 2)周囲に丸太を打設することで期待される効果は、その部分の地盤の密度の増大、丸太そのものの剛性が考えられる。
- 3)丸太頭部と基礎を相互に拘束することで、一体としての挙動が発揮され、効果が向上する可能性がある。

謝辞:本研究は、科研費（基盤 B, 課題番号 25282115）の助成を得て実施いたしました。ここに記して、深く感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 富松義晴, 沼田淳紀, 濱田政則, 三輪滋, 本山寛: 持続可能社会に向けた土木事業における木材利用の提案, 土木学会論文集 F4(建設マネジメント), Vol.68, No.2, pp.80-91, 2012.7.
- 2)三輪滋, 筒井雅行, 沼田淳紀: 丸太打設による液化化対策工法の実工事への適用(その 2 丸太打設による周辺地盤の変位), 2014 年度日本建築学会大会 (近畿) 学術講演会梗概集, 構造 I -No20327, pp.653-654, 2014.9.
- 3)Numata A., Hamada M., Yoshida M, Tonosaki M., Nakamura H. and Kubo H. Effect of Carbon strage due to Ground Improvement by Log Piling, International sympojium on Ground Improvement Technologies and Case Histories, 783-789, 2009.
- 4)村田拓海, 吉田雅穂, 五十島康平, 三輪滋: 丸太を用いた戸建住宅の液化化対策工法の開発に関する研究, 第 14 回日本地震工学シンポジウム論文集, pp.550-558, 2014.12.
- 5) 沼田淳紀, 嶋本栄治: N 値と相対密度を条件とした非塑性で細粒な土の液化化抵抗, 土木学会論文集, 第 764 巻, 3-67 号, pp.287-305, 2004.
- 6) Riaz S., Numata A., Mimura K., Ikeda H. and Hori T. The Effect of Log Piling on Liquefaction. Journal of JSCE, Vol.2, 144-158, 2014.
- 7)Iai S. Three dimensional formulation and objectivity of a strain space multiple mechanism model for sand, Soils & Foundations, Vol.33, No.1, pp.192-199, 1993.