

## 液状化に伴う戸建住宅の沈下現象についての数値解析的アプローチ (その2)

正会員 ○磯部 有作\* 同 福田 毅\*\*  
同 里 優\*\* 同 余川 弘至\*\*\*  
同 新井 洋\*\*\*\*

液状化 戸建住宅 数値解析  
東北地方太平洋沖地震 お辞儀モード 動的相互作用

## 1. はじめに

本報 (その 2) では、(その 1) に続き、隣接する住宅がお辞儀するように傾斜・沈下した液状化被害<sup>1)</sup>の報告されている茨城県潮来市日の出地区 (以下、日の出地区) および千葉県習志野市香澄地区 (以下、香澄地区) を対象に、液状化解析コード LIQCA<sup>2)</sup>を用いて、2次元数値解析による被災メカニズムの検討を行う。

## 2. 解析条件

日の出地区および香澄地区の2次元解析モデルを図1、2に示す。両地区とも地盤調査結果から、ほぼ水平成層構造と考えられる。住宅の基礎は平面要素でモデル化し、上部構造は標準的な2階建て戸建住宅を想定した1質点振動系<sup>3)</sup>とした。地盤特性に関しては、(その1)の検討結果に基づいて、同等の物性値を用いた。道路もモデル化の対象としている。

モデルの側方境界には、両端の節点を同一深度で等変位設定する周期境界を用いた。また、解析領域は水平方向に十分に広くとられていない場合には解析結果に留意する必要がある。そこで、東北地方太平洋沖地震の再現解析に先立ち、IH地区を対象に解析モデルの両端が道路端部より触法側に5mまでの領域 (解析領域-小)、15mまでの領域 (解析領域-中)、43mまでの領域 (解析領域-大) について、モデル境界の影響範囲の確認を行った。入力波はその1で用いた波形とし面内方向の解析を行った。図3に、動的解析最終時刻における地表面 (地盤および住宅基礎) の鉛直変位を比較して示す。図から、解析領域の大きさが鉛直変位に及ぼす影響は小さいことが示唆される。

東北地方太平洋沖地震の再現解析は、初期応力解析→本震→本震から約29分間の排水解析→余震→余震後の排水解析の5段階で行った。また、検討項目として、液状化の影響による沈下モードの検討を行うため、a) 現況 (再現性) の検討、b) 住宅の振動性を考慮せず、その質量を基礎に分布させた検討、c) 住宅は1質点系でモデル化し、仮想的に地盤を液状化させない検討を実施した。

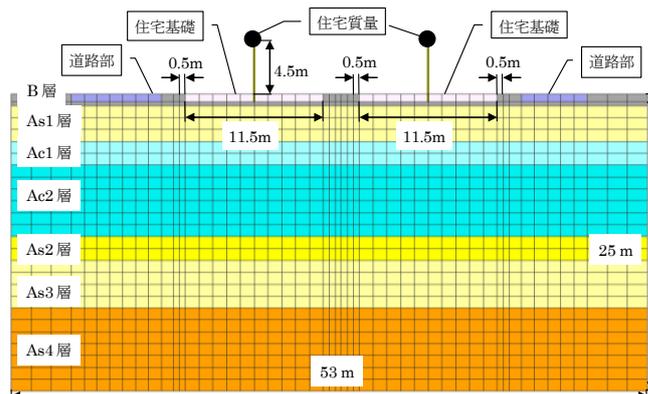


図1 日の出地区の解析モデル

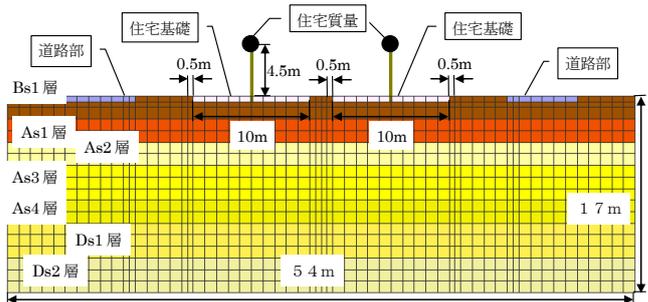


図2 香澄地区の解析モデル

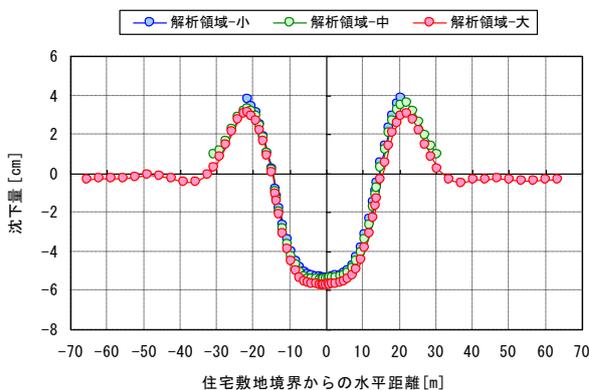


図3 解析領域の大小が地表面の鉛直変位に与える影響



図 4 日の出地区の住宅基礎表面の鉛直変位

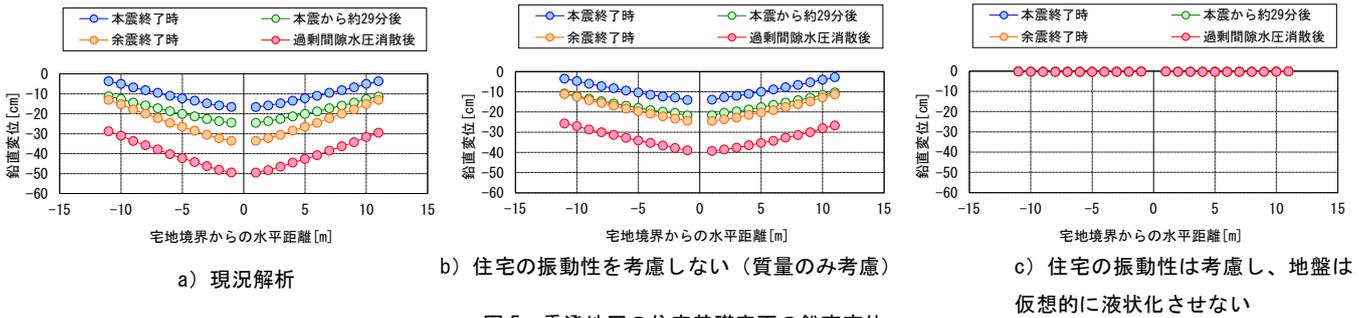


図 5 香澄地区の住宅基礎表面の鉛直変位

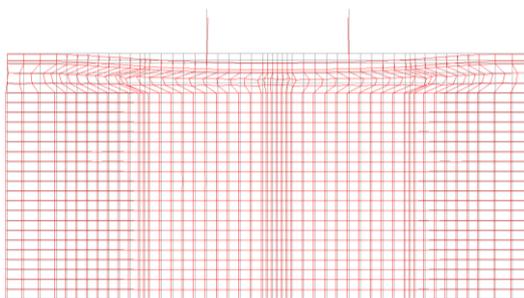


図 6 現況解析の変形モード (日の出地区)

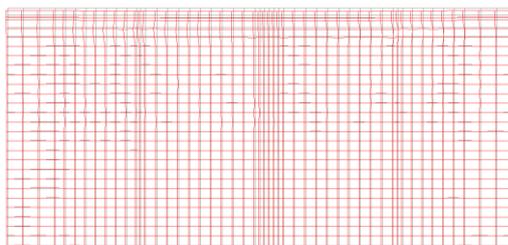


図 7 住宅の振動性を考慮しない場合の変形モード (同)

### 3. 解析結果

日の出地区および香澄地区の解析から得られた住宅基礎表面の鉛直変位の分布を図 4、5 に、系の変形モードを図 6、7 に示す。図 4a、5a、6 から、現状モデルの解析結果において、日の出地区の沈下量は最大約 18cm、香澄地区のそれは最大約 50cm となっている。これらの値が、実際の地表面沈下量とどの程度整合しているかは、今後の検証課題としたい。ただし、隣接する住宅が、お互いに

お辞儀をするように傾斜・沈下する被害モードの傾向は、定性的に表現できている。また、その傾き度合いの大小について、両地区の実被害の傾向と、大きな矛盾はないように見える。

ここで、図 4bc、5bc、7 から、住宅の振動性を無視した場合には、住宅基礎は、ほぼ直下に沈下するものの、傾斜はほとんど生じないことがわかる。また、地盤が液状化しなかったと仮定した場合には、住宅基礎には沈下も傾斜もほとんど生じないことがわかる。このことと、図 4a、5a、6 との比較から、隣接する住宅がお辞儀するような被害モードは、液状化地盤と住宅との強非線形動的相互作用によるものである可能性が示唆される。

### 4. まとめ

東北地方太平洋沖地震における関東地方の液状化被害で特徴的な隣接する住宅のお辞儀モードについて、2次元液状化解析から、その要因が液状化地盤と住宅との強非線形動的相互作用によるものである可能性を指摘した。

**謝辞** 本研究では、首都圏強震動総合ネットワーク(SK-net)を利用しました。また、本検討は、国土交通省「道路・宅地の一体的な液状化対策効果の電算解析業務」の一環として実施された。

**【参考文献】** 1) Tokimatsu, K. and Katsumata, K.: Liquefaction-Induced Damage to Buildings in Urayasu City during the 2011 Tohoku Pacific Earthquake, Proc., the International Symposium on Engineering Lessons Learned from the 2011 Great East Japan Earthquake, 665-674, 2012. 2) Oka, F., et al.: FEM-FDM coupled liquefaction analysis of a porous soil using an elasto-plastic model, Applied Scientific Research, 52, 209-245, 1994. 3) 林康裕：性能等価応答スペクトルに基づく建築物の地震荷重評価, 11JEES, 651-656, 2002.

\* 株式会社地層科学研究所 修士(工学)  
 \*\* 株式会社地層科学研究所 博士(工学)  
 \*\*\* ベターリビング 博士(工学)  
 \*\*\*\* 国土技術政策総合研究所 博士(工学)

\* Geoscience Research Lab. Co.,Ltd., M.Eng.  
 \*\* Geoscience Research Lab. Co.,Ltd., Dr.Eng.  
 \*\*\* Center for Better Living, Dr. Eng.  
 \*\*\*\* National Institute for Land and Infrastructure Management, Dr. Eng.