

液状化した地区内への家屋傾斜分布簡易推定方法の運用

東京電機大学理工学部
東京電機大学大学院フェロー会員 安田進
学生会員 ○肥後成一

1、はじめに

ある地区全体で液状化対策を施す場合、その中に
ある複数の家屋の被害がどれだけ軽減できるか定量的
に評価する必要がある。家屋の被害として重要な
のは沈下量とともに傾斜角であり、それを予測する
必要がある。この傾斜角はいくつかの要因に影響さ
れ複雑であるが、隣接する建物の相互作用で発生す
る傾斜が住宅密集地では大切と考え、これに与え
る建物間距離など4つの主要な要因を取りあげ、ALID
によってそれらが傾斜角に与える影響を解析し、地
区内の傾斜角の分布を推定する式を筆者の一人達は
考案した¹⁾。そこで、本研究では2011年東日本大震
災で被災した千葉県浦安市のある地域でこの推定式
を適用し式の妥当性を検討する。また、市街地液状
化対策事業の液状化対策として挙げられている地下
水位低下工法を施した場合の効果はこの式を用いて
検討する。

2.1、推定式の概要

ある地区内での戸建て住宅の沈下や傾斜分布を求
める場合、詳細な方法としては3次元地震動的解析を
行うことが良い。ところが、このために手間がかかり
パラメータスタディを行うのは困難である。そこ
で、前述した研究¹⁾ではALIDによる2次元静的解析
データをもとに隣接する2棟建て住宅の傾斜角の推定
式を作成している。式を作成するにあたり、鳥取県
西部地震の際、安倍彦名団地における実際の条件時
の(地下水位1.5m、液状化深度10m、液状化安全率
 F_L 0.8、2棟間距離1m)のもとで二棟間傾斜角に地下
水位、液状化深度、液状化安全率、二棟間距離が与

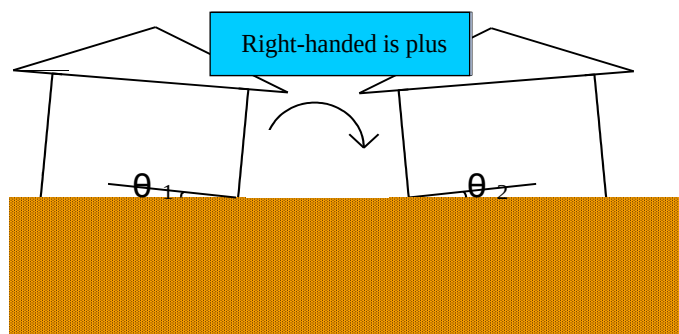
Relative angle of inclination of adjacent houses $\theta_r = \theta_1 - \theta_2$

図1 二棟間傾斜角の求め方

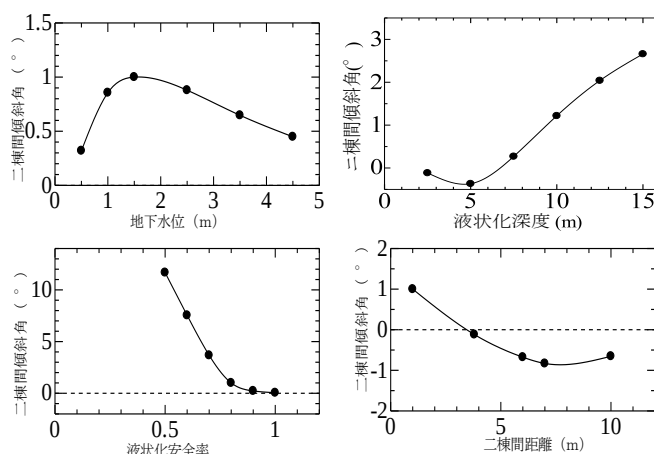


図2 各補正係数と二棟間傾斜角の関係

$$\theta = 0.61 \times C_1 \times C_2 \times C_3 \times C_4$$

$$C_1 = 0.0095h_w^5 - 0.14h_w^4 + 0.85h_w^3 - 2.5h_w^2 + 3.7h_w - 0.97$$

$$C_2 = -0.001h_L^4 + 0.029h_L^3 - 0.23h_L^2 + 0.58h_L - 0.57$$

$$C_3 = -6.0 \times 10^2 F_L^4 + 1.8 \times 10^3 F_L^3 - 1.9 \times 10^3 F_L^2 + 8.8 \times 10^2 F_L - 1.2 \times 10^2$$

$$C_4 = 0.00031x^4 - 0.013x^3 + 0.23x^2 - 1.3x + 1.9$$

θ : 二棟間傾斜角

C_1 : 地下水位による二棟間傾斜角の補正係数

C_2 : 液状化深度による二棟間傾斜角の補正係数

C_3 : 液状化安全率による二棟間傾斜角の補正係数

C_4 : 二棟間距離による二棟間傾斜角の補正係数

h_w : 地下水位(m) F_L : 液状化安全率

h_L : 液状化深度(m) x : 二棟間距離(m)

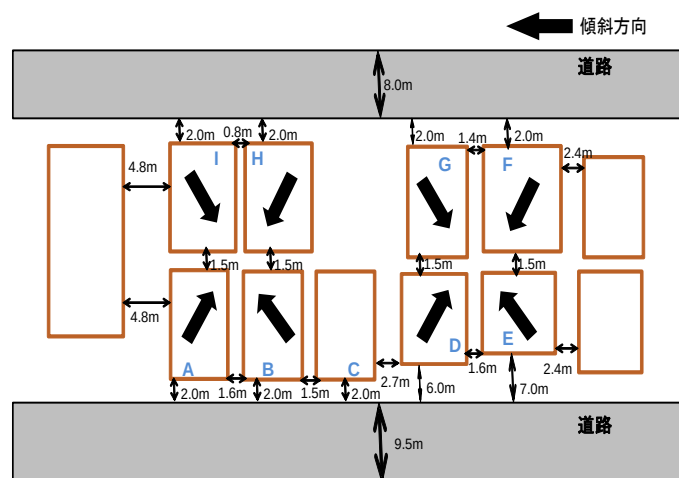


図3 推定対象地域の家屋の位置と実被害

液状化、不同沈下、戸建て住宅

東京電機大学理工学部 〒350-0394 埼玉県比企郡鳩山町大字石坂 TEL049-296-0946

える影響を補正係数で乗じる形で式が作成されている。ここで二棟間傾斜角は図1に示すようにお互いに内向きに傾く場合を+としている。補正係数は解析結果から得たデータをプロットしこれにフィッティングする曲線を引いて数式を導いている。図2に各補正係数をプロットし、フィッティングした数式の曲線を示す。また、これを式で上記のようになる。

2.2、推定地域

上記の二棟間傾斜角の推定式を千葉県浦安市のある地域で被害が明らかな区域に対して適用し、実被害と比較した。

2.3、推定条件

図3は対象とする家屋の位置関係を簡易的に示した地図である。矢印付近の値は家屋間の距離を示し、家屋内の矢印は実際の沈下方向を示している。まず、地下水位、液状化深度、液状化安全率を地区内で同じと仮定し、この付近のボーリングデータ基に以下のように仮定した。

- ①地下水位 h_w : GL-1.5m
- ②液状化深度 h_f : GL-8m
- ③液状化安全率 F_L : 0.8

また、市街地液状化対策事業で地下水位低下工法を施した場合を想定し、地下水位をGL-3.0m、GL-4.0mと下げた2パターンも計算した。

そして、各戸の傾斜角の推定は次のような手順で行った。AとIの家屋の場合、地下水位、液状化深度、液状化安全率は上記で仮定した値と二棟間距離(AとIの場合は1.5m)の値を各式に代入しそれぞれの補正係数を求め、傾斜角 θ を算出する。三棟以上の場合には各家屋の両端の差分から傾斜角を算出する。例えばBの家屋の場合にはAB間とBC間の傾斜角をそれぞれ算出し、その差分をB棟の傾斜角とした。

3、推定結果

図3の実被害と図4の推定結果を比較すると、ほとんどの家屋が実被害と推定式で同じ方向に沈下しているが、BとCの家屋は実被害と傾く方向が少し異なる結果となった。Bの場合においては左右の家屋両方の影響を受けており、ほぼ等間隔で左右の家屋があるため傾かない結果となったものである。Cの場合には向かい側に家屋がないため左方向のみ傾く結果となった。

図5に地下水位をGL-3mまで低下させた場合の傾斜角分布を示す。図4と傾斜の方向は同じであるが、傾斜角は小さくなっている。図6に地区内で最大の傾斜となった家屋の傾斜角と地下水位の関係を示す。地下水位低下とともに傾斜角は小さくなる結果となった。

4、まとめ

住宅密集地が液状化した場合に戸建て住宅は沈下するだけでなく、隣接する建物の相互作用によって傾く。この影響に関し静的解析のALIDでパラメータスタディを行って作成した簡易推定式を、東日本大

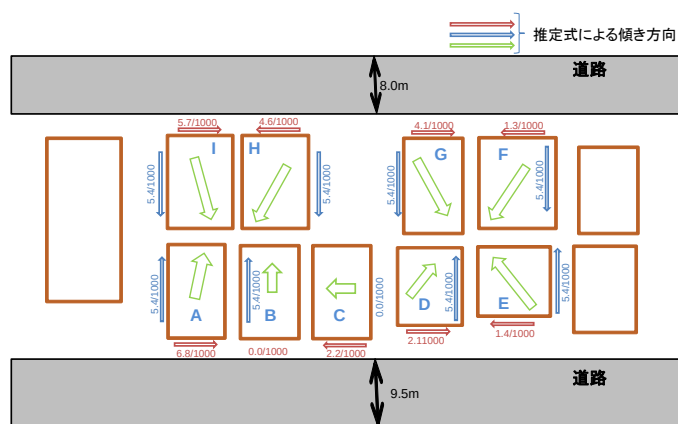


図3 簡易推定式によって推定された傾斜分布

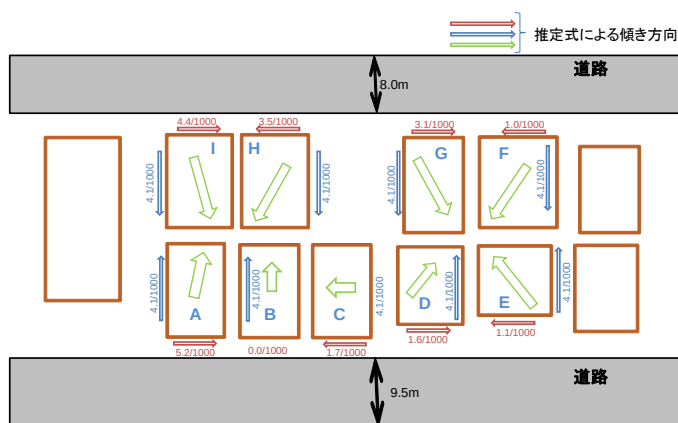


図4 GL-3.0mの場合の簡易推定式による傾斜分布

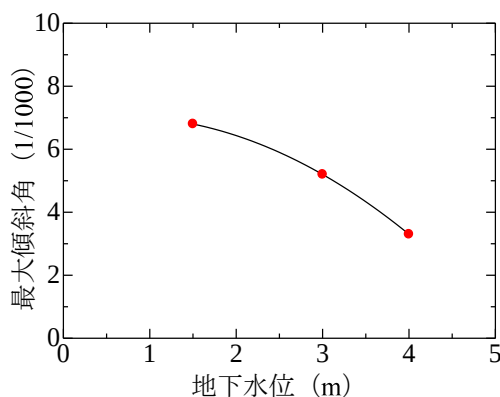


図5 最大傾斜角と地下水位の関係図

震災で被災した浦安市のある地区に適用し、実被害と比較したところ、傾斜の方向をかなり良く推定できた。ただし、この簡易推定式は2000年鳥取県西部地震で被災した地区の地盤条件をもとに作成したものであるため、今後は東日本大震災で被災した地区の地盤条件で再度解析を行い、簡易式を再構築していきたいと考えている。

[参考文献]

1) Yasuda, S. and Shitaeda, H.: A hazard mapping for liquefaction-induced differential settlement of houses, *International Symposium on Geo-Informatics and Zoning for Hazard Mapping*, 2009.