

中部大学 正会員 山田 公 夫

正会員 杉井 俊 夫

○学生員 久野 芳 房

1. まえがき 近年、液状化地盤中の構造物の挙動に関する研究の必要性が指摘されており、本研究は広域を対象とした液状化と構造物の被害との関係の究明を目的としている。今回、新潟地震(1964, M=7.5)時の液状化発生地域である新潟市域を対象として数種の地盤要因を取り挙げ、多項ロジットモデル¹⁾を用いた液状化による構造物の被害規模の評価を試みた。

2. 多項ロジットモデルの概要 複数の被害事象(後述するA, B, C被害)の判別に多項ロジットモデルを適用し、その被害事象*i*を支持する被害ポテンシャル関数 U_{jn} を式(1)のように仮定する。

$$U_{jn} = V_{jn} + \varepsilon_n \quad (1)$$

V_{jn} は得られている要因情報で説明される確定項、 ε_n は明らかにされていない要因やデータの誤差を含んだ確率項である。確率項にGumbel分布を仮定することにより、被害規模*i*となる確率は式(2)で表される。

$$P_{in} = \frac{\exp(V_{in})}{\sum \exp(V_{jn})} \quad (2)$$

ここで確定項 V_{jn} は式(3)のように線形式で表されとしている。

$$V_{jn} = \theta_0^i + \theta_1^i X_{n1} + \cdots + \theta_k^i X_{nk} \quad (3)$$

$X_{n1}, X_{n2}, \cdots, X_{nk}$ は特性要因であり、地盤特性値などを示す。 $\theta_0^i, \theta_1^i, \cdots, \theta_k^i$ は最尤推定法により決定される定数パラメータである。

3. 液状化による構造物の被害 新潟地震による新潟市域一帯の液状化発生、非発生地域を記した資料は幾つか見受けられるが、大崎²⁾は地盤の液状化によって傾斜した鉄筋コンクリート建造物の傾斜角に基づいて被害規模を次のように整理している。傾斜角が 1° を超える建物が全くなかった地域を「A」、 1° 以上 2.5° 未満の傾斜が生じた地域を「B」、 2.5° 以上傾斜した建物が多数認められた信濃川沿岸一帯を「C」として図-1のように表している。これを基に、図-1に示すメッシュに分割整理したものを個々の地盤として取扱い、各メッシュごとに地盤データの収集³⁾を行った。

また、図-1で*印のないメッシュはボーリングデータが存在していることを示しており、また資料収集上、ボーリングデータが存在しないメッシュ(*印)については、周辺メッシュと縦断面図をもとに仮想断面を作成している。地盤データは沖積層の上部砂層の基底面までを対象とし、表-1に示す要因を説明要因として、ボーリングデータを有するメッシュのみを用いてモデルの構築を行った。

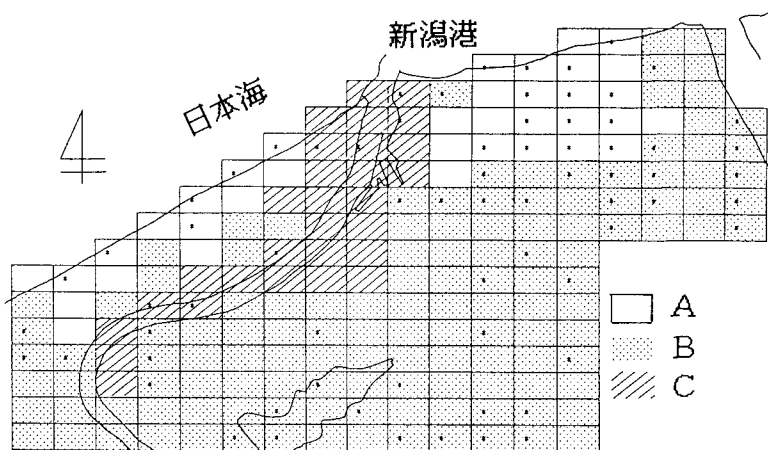


図-1 構造物の傾斜角による被害規模と分割メッシュ

表－1 説明要因の説明

① 地下水位	G.Lからの深さ
② 換算N値	深さの重み付けをしたN値 $\frac{\sum(N_i/L_i)}{\sum(1/L_i)}$ (N_i :N値, L_i :深さ)
③ 実効震度	文献 ⁴⁾ より
④ 地 形	旧河道・河川周辺の場合
⑤ 地 形	埋立地の場合
⑥ 飽和砂層厚	沖積層上部砂層基底面まで
⑦ 地下水の種類	被圧地下水

表－2 パラメータ推定結果

要 因	パラメータ	t 値
定 数 項	θ_{0C} 0.166210 θ_{0B} 0.272158	1.12944 1.91987
地 下 水 位	θ_{1C} ——— θ_{1B} ———	
換 算 N 値	θ_{2C} -0.122985 θ_{2B} ———	1.36072
実 効 震 度	θ_{3C} ——— θ_{3B} 0.083579	1.40845
(旧河道・河川周辺)	θ_{4C} ——— θ_{4B} 0.157872	2.29618
(埋立地)	θ_{5C} ——— θ_{5B} ———	
飽 和 砂 層 厚	θ_{6C} 0.271303 θ_{6B} 0.313970	1.74291 2.06254
地下 水 の 種 類	θ_{7C} -0.123941 θ_{7B} ———	1.49236
的中率 69.4%		尤度比 0.262

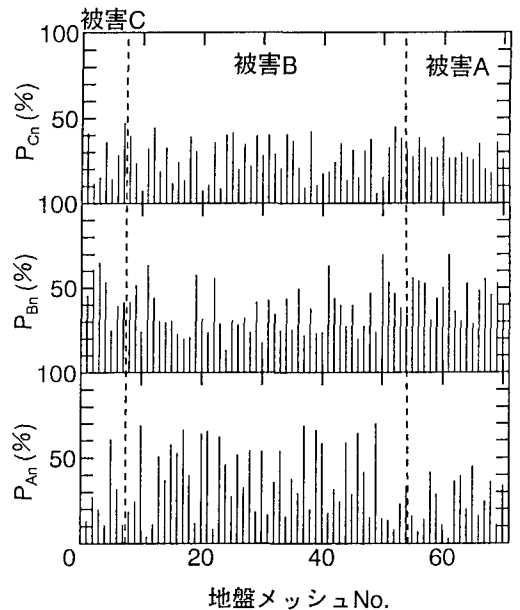
4. モデルの構築結果と被害規模予測 モデルの構築結果であるパラメータ推定値を表－2に示す。パラメータの上付きの記号は被害の程度A, B, Cを示し、一つの要因アイテムの中でその記号に対応する被害事象（程度）と他の被害事象（程度）との判別に有意であることを示しており、正符号はその被害事象（程度）を支持することを、逆に負の符号は抑止する要因であることを示す。このことから、換算N値や地下水の種類（被圧地下水）の地盤特性が被害程度の大きいCに対して抑止的に働き、また飽和砂層厚はC, Bを支持する要因であり、飽和砂層厚は厚くなると何らかの被害を生じやすいことがいえる。さらに実効震度や旧河道の地形条件はB程度の被害を支持する要因であることがこの結果から考察され、力学的に要因の解釈が可能である。

つぎに、構築されたモデルを仮想断面を作成したメッシュ(70箇所)について適用を試みた結果を図－2に示す。縦軸には3つの被害事象の確率を、横軸には地盤メッシュの番号を示し、実際にNo.1～7が被害C, No.8～50が被害B, No.51～70でAの被害が生じている。3つの確率のうち、各被害事象における被害確率が他のそれよりも高く

なるように評価されるべきであるが、今回の仮想断面に適用した結果では明確な評価結果が得られなかった。これは、周辺のデータより作成した仮想断面によるN値や飽和砂層厚などの推定方法の限界やメッシュサイズによる精度の問題が懸念され、予測精度の検証法についてもさらに検討が必要であると考えられる。

5. あとがき 今回、多項ロジットモデルを用いた液状化による被害の予測を試みた結果、仮想断面への予測の適用では、明確な評価を得ることができなかったが、モデルの構築となる要因の抽出については良好な結果が得られ、深さ方向に重み付けをした換算N値や地下水の種類（被圧地下水）などの構造物の傾斜への影響要因を特定化することができ、予測法としての可能性が得られた。

【参考文献】1)杉井, 宇野, 吉崎:河川堤防の被災規模の予測, 土木学会中部支部研究発表会講演概要集, pp. 365～366, 1994. 2)Ohsaki, Y.:Niigata Earthquakes, 1964-Building Damage and Soil Condition, Soil Foundation, Vol. 6, No.2, pp. 14～37, 1966. 3)建設省北陸地建・北陸技術事務所:新潟県平野部の地盤図集, 1981. 4)山田公夫:想定地震による名古屋市沖積地盤の液状化予測, 土木学会論文集, No. 445/Ⅲ-18, pp. 37～45, 1992.



図－2 仮想断面より作成した地盤メッシュの被害規模の予測