

地盤統計手法を利用した液状化リスクマップの作成

中部大学工学部 正会員 杉井 俊夫
 中部大学工学部 正会員 山田 公夫
 国土地理院 正会員 原 慎一郎
 中部大学大学院 学生会員 小川 学

1. はじめに

現在まで新潟地震を契機とし、各自治体等で液状化被害に対する予測、及びハザードマップが作成されるようになった。地震の発生個所は主に活断層であることが知られているが、その数は国内に無数にあり、地震規模も様々である。従って本研究では地盤統計手法によって作成した地盤に対し、地震の個所・規模を自由に設定し、あらゆる地震に対しても対応できる、汎用性のある液状化被害予測を目的としている。

2. 研究対象地域

本研究において GIS ソフト(地理情報システム)¹⁾を使用し、研究対象地域を名古屋の西部を中心とする愛知県西部地域とした。また、これを 500m×500m のメッシュに分割し、縦横 20km×21km の広域において液状化予測を行う。なお、ボーリング調査地点は、濃尾地盤資料目録²⁾より、1967～1970 年(期)と 1974～1976 年(期)のデータを使用し、深さ 20m 以上のものについて採取した。(全ボーリング地点：1591)なお、地下水位については、標高データの記載がないものが少なくないこと、また調査年代や地震発生時期の地下水位とも異なり正しい再現が困難であることから、安全側を考慮し地下水位 1m として設定した。

3. P_L 値による液状化判定

液状化の判定には、道路橋示方書(1996 年)に基づく方法により F_L 値³⁾を算出し、岩崎・龍岡らによって提案された P_L 値⁴⁾によって液状化危険度を判断した。

$$P_L = \int_0^{20} (1 - F_L) \times (10 - 0.5z) dz \quad (1)$$

* $(1 - F_L) = 0$ のとき $(1 - F_L) = 0$ とする。

ここに、 $10 - 0.5z$ ：深度方向の重み、 F_L ： F_L 値
 この値が、液状化の激しさを表わす指標となり、値の大きさにより表 - 1 のように判断される。

表 - 1 P_L 値による液状化危険度

P_L 値=0	液状化危険度はかなり低い
$0 < P_L$ 値	5 液状化危険度は低い
$5 < P_L$ 値	15 液状化危険度は高い
$15 < P_L$ 値	液状化危険度は極めて高い

4. 地震時水平震度

F_L 値の算出の際に地震の外力は地震時水平震度によって数値化される。しかし、地震は発生する場所が様々であるため、柔軟に対応できるよう地震規模や地震発生場所を比較的容易に変更できることが理想である。そこで本研究では、気象庁地震観測による 387 地震 2166 の地表最大加速度の記録に基づき作成されたモラス・山崎式⁵⁾を用いることにより、地震時水平震度を算出することとした。

$$\text{LogPGA} = 0.206 + 0.477M - 0.00144R - 1.00\text{log}R + 0.00311h + C_i + T \quad (2)$$

ここで、PGA：地表最大加速度($\text{gal}, \text{cm/s}^2$)、M：マグニチュード、h：震源深さ(km)、R：断層からの最短距離(km)、 C_i ：地盤係数(表 - 2)、T：ばらつきの考慮(=0.2)である。

水平震度は、式(3)より

$$k = \text{PGA} / (100g) \quad (3)$$

ここで、g：重力加速度(cm/s^2)である。

表 - 2 地盤条件による C_i の区分

区分	C_i	説明
1種地盤	-0.055	・岩盤(第三期以前の地盤) ・岩盤までの洪積層の厚さ < 10m
2種地盤	-0.030	・岩盤までの洪積層の厚さ < 10m ・岩盤までの沖積層の厚さ < 10m
3種地盤	0.055	沖積層の厚さ < 25m、かつ 軟弱層の厚さ < 5m
4種地盤	0.110	上記以外の地盤

キーワード 液状化 GIS 地盤統計手法 P_L 値

連絡先 中部大学工学部土木工学科 (〒487-8501 愛知県春日井市松本町 1200, TEL0568-51-1111 FAX0568-52-0134)

5. 地盤統計手法⁶⁾と地盤推定

地盤統計手法は、ある空間内の未知の点における推定量を既知のデータの加重平均とし、数学的に最適な重みを与える方法である。この手法は大きく分けて2つの段階に別れる。対象となる空間分布量の空間的相関の度合いを定量的に表現する指標であるセミバリオグラムを作成し、これから推定しようとする場における被推定量の分布特性を把握することである。作成されたセミバリオグラムを用いて、補間法の一つであるクリギングによって各サンプルデータに適切な重みを与えて未知の点における推定量を算出する。図-

1は推定した地盤の断面と名古屋市地域断面図集に記載されていた断面の一部である。入力したボーリングデータの関係で標高や表土などに一部突出した部分があるが、砂層やレキ層などほぼ一致し、地盤統計手法による地層の推定はある程度の精度が得られていると考えられる。

6. 液状化ハザードマップ

図-3は東南海地震の震源とマグニチュードを想定地震として液状化危険度マップを作成したものである。この結果から、地盤の軟弱である地域の木曽川下流域及び名古屋港周辺で、高い液状化危険性を示しており、また液状化履歴図⁷⁾との比較においても、木曽川流域の一部が一致していないものの大部分が一致しており、相対的に危険度の分布特性が出ていることが分かる。従って、地盤統計手法による地盤がある程度の精度が出ていると考えられる。また、図-4には想定東海地震とし、駿河湾から御前崎の範囲を震源としてM8を想定し解析を行った結果を示す。ここでは、液状化危険度の極めて高いメッシュが震源域に近い名古屋港周辺部にごく一部にみられるだけであり、液状化危険度は全体的に低い地域が多く、本研究での対象地域においては東海地震での液状化被害は小規模である結果が得られた。

7. まとめ

東南海地震に対し液状化履歴との比較を行った結果より、地盤統計手法による液状化判定が相対的に危険度地域を表現できることが分かった。また、東海地震に対する地震被害が懸念されるが、液状化に関しては、震源に近い軟弱地盤について液状化発生の可能性が一部あることが分かった。

【参考文献】

- 1) (株)イフォアティクス: Special Information System, 1999.7
- 2) 建設省中部地方建設局中部技術事務所: 濃尾地盤資料目録, 1978
- 3) (社)日本道路協会: 道路橋示方書, 同解説 V 耐震設計編, 1996.12, pp.91-94
- 4) 岩崎敏夫, 龍岡文夫, 常田賢一, 安田進: 地震時地盤液状化の程度の予測について, (1980), pp.23-29, Vol.28, No.4
- 5) Gilbert L. Molas and Fumio Yamazaki: Attenuation of Earthquake Ground Motion in Japan Including Deep Focus Events, Bulletin of the Seismological Society of America Vol.85, No.5, pp.1343 - 1358, 1995
- 6) 大西有三, 田中誠, 大澤英昭: 不均質地盤内の地盤定数の推定に関する基礎的研究, 1992.12, 土木学会論文 No.457/ -21, pp.51-57
- 7) 若松加寿江: 日本の地盤液状化履歴図, 東海大学出版会, p.12, 101, pp.210-211, pp.214-215, 1991

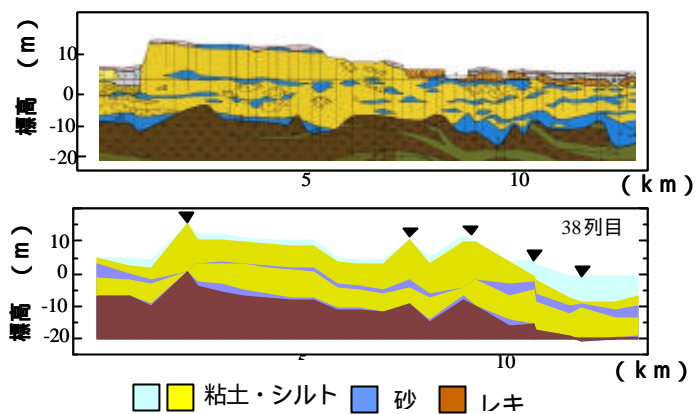


図-2 断面図の比較

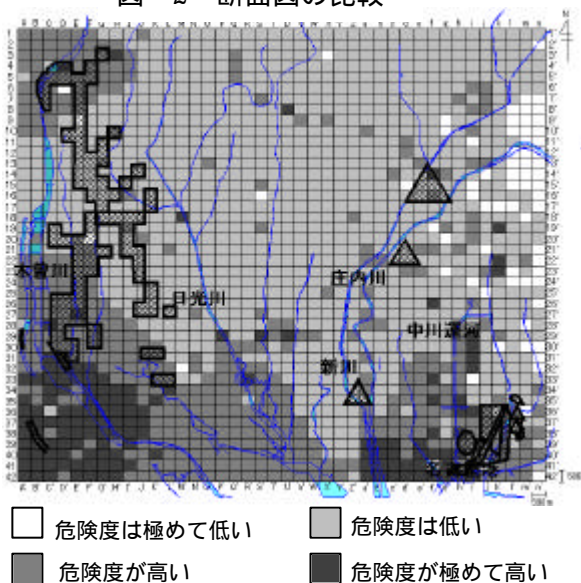


図-3 東南海地震を想定した液状化マップ

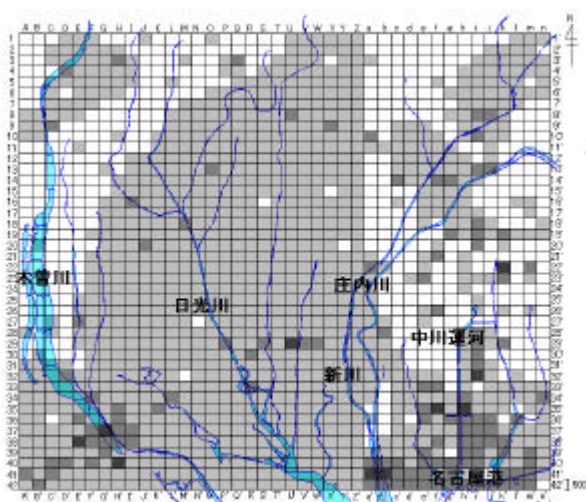


図-4 東海地震を想定した液状化マップ