

## 地盤データ空白域を考慮した液状化リスク評価

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  
 (株)ユニオン 正会員 小川 学

### 1. はじめに

$F_L$  値などの簡易予測法などを用いて液状化のリスクマップの作成を行うには、主に土質柱状図から求める砂層・レキ層内にある  $N$  値を用いる。しかし、ボーリングデータは離散的な調査個所で行なわれるため、メッシュ判定法によるリスクマップの作成には空白域ができてしまう。そこで、本研究では昨年、地盤統計手法<sup>1)</sup>による地層厚・ $N$  値の推定を行ったが、 $N$  値の推定に課題を残す結果を得た。従って、有効上載圧を用いた  $N$  値の推定法を提案し、新たな液状化リスク評価の提案を行う。

### 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)<sup>2)</sup>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。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<sup>3)</sup>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. $F_L$ 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)<sup>4)</sup>に基づく方法により  $F_L$  値によって液状化危険度を判断した。

$$F_L = \frac{R}{L} \quad (1)$$

ここに、 $R$ ：地盤の液状化強度、 $L$ ：地震時せん断応力。なお、 $F_L$  値はボーリングデータの各  $N$  値について算出し、 $F_L$  値 1 で液状化の可能性が高いと判断される。また、震度法には山田・市川<sup>5)</sup>による地震応答解析による方法で求めた地表最大加速度  $a_{max}$  を用いて、算出された実効震度を採用した。

### 4. 有効上載圧と $N$ 値推定

地盤は深さに応じた上載圧によって圧密が起こることにより、土が固くなり  $N$  値の分布に影響してくると推測し、 $N$  値と上載圧の回帰曲線を作成することで両者の相関式を導き出すことで  $N$  値の推定を試みた。その結果、有効上載圧が上昇するにつれ  $N$  値が大きくなっており、有効上載圧と  $N$  値に一定の関係が存在することが分かったが、相関性がまだ低く信頼に欠ける結果となった。しかし、上載圧の大きさによって  $N$  値がある程度の幅を持っていることがグラフから読み取ることができた。従って、有効上載圧の違いによって  $N$  値の値にどのような違いが見られるか検討を行うため、有効上載圧の大きさを 10kN/m<sup>2</sup> ごとに分類し、各幅に属している  $N$  値から確率密度分布を作成し、グンベル分布<sup>6)</sup>によるフィッティングを試みた。

グンベル分布は一定期間の反応の最大値などを求める分布で、貫入抵抗である  $N$  値も破壊耐久力を示すものであり、グンベル分布により説明される可能性があるとして考察した。

$$y = \frac{1}{u} \times \exp\left[-\frac{1}{u} \times (x - u_0)\right] \times \exp\left[-\exp\left[-\frac{1}{u} \times (x - u_0)\right]\right] \quad (2)$$

$$u = u_0 + \frac{0}{u} \quad (3) \quad = \frac{0}{u} \times \sqrt{6} \quad (4)$$

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)

ここに、 $\mu$ ：平均、 $\sigma$ ：標準偏差、 $u_u$ 、 $u_l$ ：パラメータである。

図-1には各有効上載圧によって得られた確率密度分布を示す、有効上載圧が大きくなるにつれN値の値が大きい値を取る確率が高くなっていく傾向が出ていることが確認できる。これは深い位置にあるN値の方が大きい圧密を受けることから、締め固められ地盤が硬くなった影響が出ている結果といえる。また、分散も有効応力の増加に伴い広がっていき、有効応力が大きくなるほどN値は広く値を取る傾向があることが分かる。

## 6. 有効上載圧～N値の平均・標準偏差

式(3)・(4)より、平均と標準偏差を有効上載圧の大きさから求めることで、任意の地点でのN値の確率関数を求めることができる。従って、有効上載圧と平均及び、標準偏差それぞれの回帰式を作成し、有意義な関係があるか検討を行なった。図-2には有効上載圧～平均・有効上載圧の回帰式を示す。この図より、相関性が0.95を上回っており、非常に精度の関係があることがうかがえる。また、平均を示す100～160kN/m<sup>2</sup>間の分布にみられる特性は、太平洋の沖積平野でみられるレンズ層（粘土層やシルト層がレンズ状に分布している層）の影響により、粘土やシルト成分を多く含むN値を低下させる原因となったと考えられる。

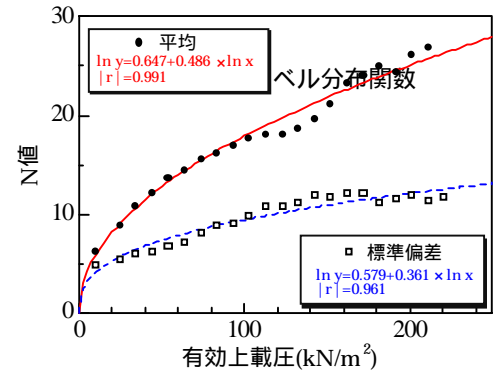


図-2 有効上載圧～N値の平均・標準偏差

## 7. 液状化確率の推定

地盤統計手法によって求めた愛知県西部地域の地盤に対して、地表面より1m間隔で確率関数を作成し、乱数を与えて2000個のN値を求めた。そのN値より液状化抵抗Rを求め、東南海地震を想定地震として実効震度を用いて求めた地震時せん断応力Lを下回る数をカウントし、各地点での液状化確率を求めた断面図の一例を図-3に示す。同時に昨年地盤統計手法よりP<sub>L</sub>値を用いて求めた液状化判定結果及び、1944年の東南海地震による液状化履歴図<sup>8)</sup>を記載する。対象地域の西部にあたる地域では、地盤統計手法によるP<sub>L</sub>値による液状化判定では南部での液状化履歴と一致した結果が得られていなかったが、今回の液状化確率を用いた方法では履歴を良く説明することができる結果となった。しかし、図-4に示す東部では逆に履歴と一致しない傾向を得た。この原因として、この地域は名古屋港付近に当たり、地盤改良など

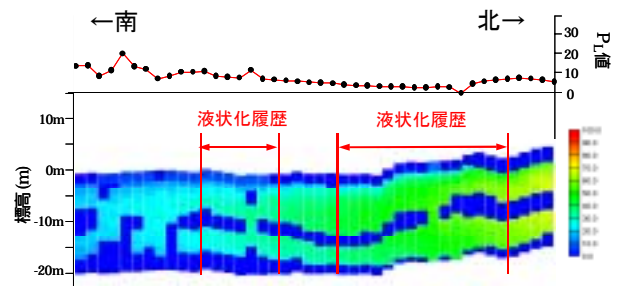


図-3 液状化確率断面図（西部）

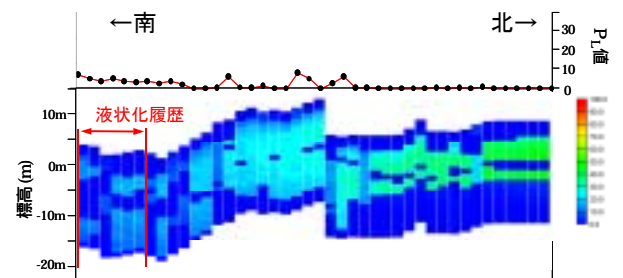


図-4 液状化確率断面図（東部）

により堆積による地盤特性が変化した場合、これを考慮することができなくなると考えられる。従って、地盤改良された地域に対する特性を与えることにより、更に液状化確率の精度を高めることができると考えられる。

### 【参考文献】

- 1)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 No457/ -21,pp51-57
- 2)(株)インフォテックス: Special Information System,1999.7
- 3)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
- 4)(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
- 5)山田公夫:実効震度と地盤の地表最大加速度,中部大学工学部紀要,第25巻,pp.75-84,1989.10
- 6)加瀬滋男・岩井重久・河田竜夫:グンベル極値統計学,1978.6.15.
- 7)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,土と基礎,Vol.29,No.11,pp.85-91,1981
- 8)若松加寿江:日本の地盤液状化履歴図,東海大学出版会,p12,101,pp210-211,pp214-215,1991