

I - B263 堆積パターンを考慮した液状化予測モデルの新潟地震への適用

中部大学工学部 正会員 山田 公夫* 中部大学工学部 正会員 杉井 俊夫*
 ㈱アイ エス シイ 正会員 植村 千恵子** 中部大学大学院 ○学生員 上田 剛*

1. はじめに

著者らはこれまでに、東南海地震（1944, M=8.0）による愛知県西部の液状化発生・非発生地域に対して、液状化に関与すると考えられるいくつかの定性的ならびに定量的な地盤要因を用いて、ロジットモデルによる要因分析を行った。その結果、液状化発生に寄与する要因は地盤を構成する砂層と粘土・シルト層の堆積パターンによって異なることが示唆された。そのため、愛知県西部地域の地盤の堆積パターン分類を行い、地表面下の第1層と第2層の堆積パターンを考慮した液状化予測モデルを構築した¹⁾。本研究は、このモデルを新潟地震（1964, M=7.5）による新潟地域の液状化・非液状化地域に適用し、モデルの適用性を検討した結果について述べたものである。なお、ここでは液状化の起こりうる確率を被災確率として表現している。

2. 堆積パターンを考慮した液状化予測モデル

ロジットモデルによる要因分析に用いた地盤要因は、表-1に示す2から16までの15要因である。分析は図-1に示すような2つの堆積パターンに分け、それぞれ要因間の相関性を考慮して行った。また、図-1には表-1の要因16の地盤に関する値(パターン①: J_1 、パターン②: J_2)も示した。表-2に堆積パターンを考慮して構築されたモデルを示す。また、比較のためにパターン分けをしない場合の構築モデルを表-3に示す。これらの表には表-1に示した地盤要因の中で分析によって抽出された要因（t検定で信頼度95%を満足）とそのパラメータ推定値 θ_k ならびに弾性値 E_{xk} が示してある。 θ_k はロジットモデルの定義より+の場合には液状化を発生させる側に、-の場合には液状化を抑制する側に働くことと解釈される。 E_{xk} はその絶対値が大きいほど、液状化発生に対する寄与率が大きいことを示す。表-1

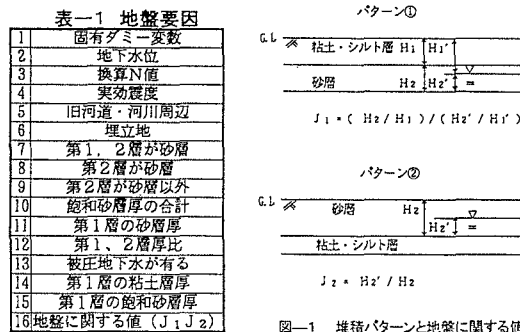


図-1 堆積パターンと地盤に関する値の説明

表-2 モデル構築結果

| 要因 | 堆積パターン 1 | | 堆積パターン 2 | |
|----------------------------|------------------------|--------------|------------------------|--------------|
| | パラメータ- θ_k [t値] | 弾性値 E_{xk} | パラメータ- θ_k [t値] | 弾性値 E_{xk} |
| 固有ゲミー変数 | -1.8818 [3.9652] | — | -3.9170 [2.6652] | — |
| 地下水位 | -0.5848 [2.0826] | -8.455 | — | — |
| 実効高度 | — | — | 17.3791 [2.0507] | 2.6844 |
| 旧河道・河川 | 1.8171 [2.3776] | 0.6802 | — | — |
| 埋立地 | 1.3282 [2.3357] | 0.6738 | 2.1453 [3.6421] | 0.8220 |
| 第2層が砂層 | — | — | — | — |
| 第1層の粘土層厚 | — | — | — | — |
| 地盤に関する値 (J_1 or J_2) | -0.0052 [1.7217] | -0.3824 | -2.8809 [3.5546] | -1.4880 |
| 的中率/充率比 | 68.3% / 0.480 | — | 77.1% / 0.487 | — |

表-3 構築結果

| 要因 | 堆積パターンを考慮なし | |
|----------------------------|------------------------|--------------|
| | パラメータ- θ_k [t値] | 弾性値 E_{xk} |
| 固有ゲミー変数 | -1.7582 [4.9872] | — |
| 地下水位 | — | — |
| 実効高度 | — | — |
| 旧河道・河川 | 0.8945 [2.2250] | 0.5638 |
| 埋立地 | 1.8784 [4.2398] | 0.7624 |
| 第2層が砂層 | -0.8818 [2.3000] | -1.1748 |
| 第1層の粘土層厚 | -0.1372 [2.4142] | -0.2882 |
| 地盤に関する値 (J_1 or J_2) | — | — |
| 的中率/充率比 | 65.1% / 0.449 | — |

と2のモデルを構築した愛知県西部では、液状化メッシュ数と非液状化メッシュ数に大きな差があるため、このモデルを用いて液状化判定を行う場合は、被災事象の割合S(液状化メッシュ数/全メッシュ数)を考慮する必要がある²⁾。このSは、堆積パターン①では0.1377(23/167)、パターン②では0.1642(23/140)となる。また、堆積パターンを考慮しないモデルでは0.1498(46/307)となる。ある地点の被災確率がSより大きい場合は液状化発生、小さい場合は非発生と定義される。上述のSの値を用いた愛知県西部における液状化判別の的中率は、堆積パターン①で68.3%、パターン②で77.1%となり、両パターンを合わせると72.3%となった。一方、パターンを考慮しない場合は65.1%となった。後述するように、これらのモデルを新潟地震による液状化発生・非発生地域に適用した。

3. モデルの適用の対象地域

若松³⁾によって調べられた新潟地震時に新潟地域で液状化が発生したと推定される地域を図-2に網掛けで示す。本研究では、新潟地域を図-2に示したようにメッシュ(約600m×700m)に分割し、各メッシュを個々の地盤として液状化、地震、予測モデル、堆積パターン、適用

*中部大学工学部土木工学科(〒487 愛知県春日井市松本町1200 TEL:0568-51-1111 FAX:0568-52-0134)

**㈱アイ エス シイ(〒460 愛知県名古屋市中区千代田5-20-10 文岡ビル4F)

取り扱い、メッシュごとに地盤資料を収集した⁴⁾。図-2の★印は、地盤資料が入手できなかったため、周辺メッシュのボーリング柱状図と地盤断面図を用いて仮想地盤断面を作成したメッシュである。この仮想地盤断面を除いた各メッシュに2で述べたモデルを適用した。適用メッシュの総数は157であり、堆積パターン別にはパターン①が53メッシュ(液状化メッシュ13、非液状化メッシュ40)、パターン②が104メッシュ(液状化メッシュ69、非液状化メッシュ35)である。

4. モデルの適用結果

前節で述べた新潟地域に、表-1と2のモデルを適用した。その結果を図-3と4に示した。図-3は堆積パターンを考慮したモデル、図-4は考慮しないモデルによる被災確率を縦軸に示し、横軸にメッシュ番号を示す。液状化の判別は前述したSの値を用いた。その結果、堆積パターン①における的中率は液状化地域で69.2%、非液状化地域で95.0%となり、全体としては88.7%となった。一方、パターン②における的中率は、それぞれ58.0%、65.7%、60.6%となった。また、両パターンを合わせた場合的中率は、それぞれ59.8%、81.3%、70.1%となった。これに対して、パターンを考慮しないモデルにおける的中率は、液状化地域で68.3%、非液状化地域で90.7%となり、全体として79.0%となった。

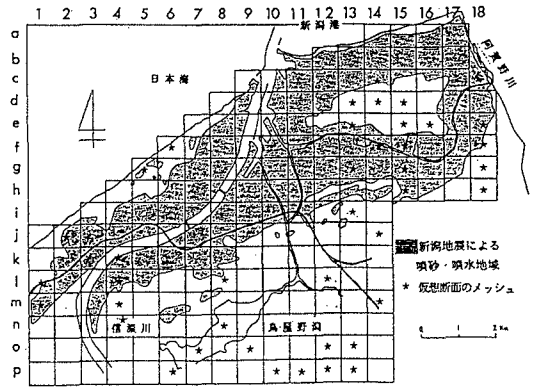


図-2 新潟地域

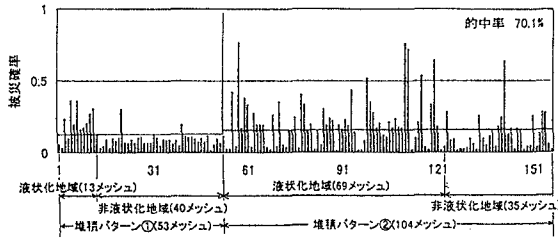


図-3 適用先被災確率 (堆積パターン①, ②)

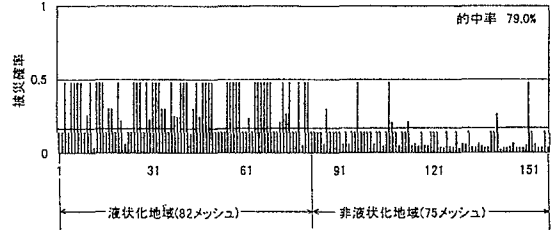


図-4 適用先被災確率(堆積パターンの考慮なし)

以上のように、各構築モデル的中率が異なったが、その理由としてつぎのようなことが考えられる。モデルの適用対象とした新潟地域は、信濃川を中心とした現河川・旧河道とその周辺地域あるいは埋立地で形成され、図-2からわかるように、液状化地域が広範囲に広がっている。また、新潟地域の地下水位は地表面付近にあり、液状化・非液状化地域ともほぼ均一な深さにある。さらに、地表面下第1層にある粘土・シルト層厚は極めて薄く、地盤は砂層が卓越している。これらのことより、河川、埋立地のように液状化を発生させる要因が含まれている堆積パターン①や堆積パターンを考慮しないモデルでは、判別率が高くなったと考えられる。これに対して、堆積パターン②のモデルでは、地形の要因として埋立地のみが抽出されていること、さらに、J2のパラメータの符号が負であることが、液状化の被災確率を小さくし、的中率を低下させたと考えられる。

5. まとめ

堆積パターンを考慮した場合と考慮しない場合の液状化予測モデルを新潟地震による液状化発生・非発生地域に適用した。その結果、新潟のような砂層が卓越している地域では堆積パターンを考慮しないモデルの方が、考慮したモデルよりも液状化の判別率が高くなった。ここで構築したモデルは、地表面下の第1層と第2層の堆積パターンのみに着目している。新潟地盤は、薄い粘土・シルト層を介在しているため、今後、新潟や愛知県西部において、地表面下の第3層の堆積状態も考慮したモデルの構築を試み、堆積パターンが液状化の発生に影響しているか否かの検討を行う。

「参考文献」

- 1) 山田・杉井・植村：第31回地盤工学研究発表会講演集 1997. 投稿中
- 2) 非集計行動モデルの理論と実際 (社)土木学会 1995
- 3) 若松加寿江：日本の地盤液状化履歴図、東海大学出版、pp. 101、1991.
- 4) 新潟平野部の地盤図集：建設省 北陸地方建設局北陸技術事務所、1981.