

I-502

関東地震による東京低地の液状化発生モデル

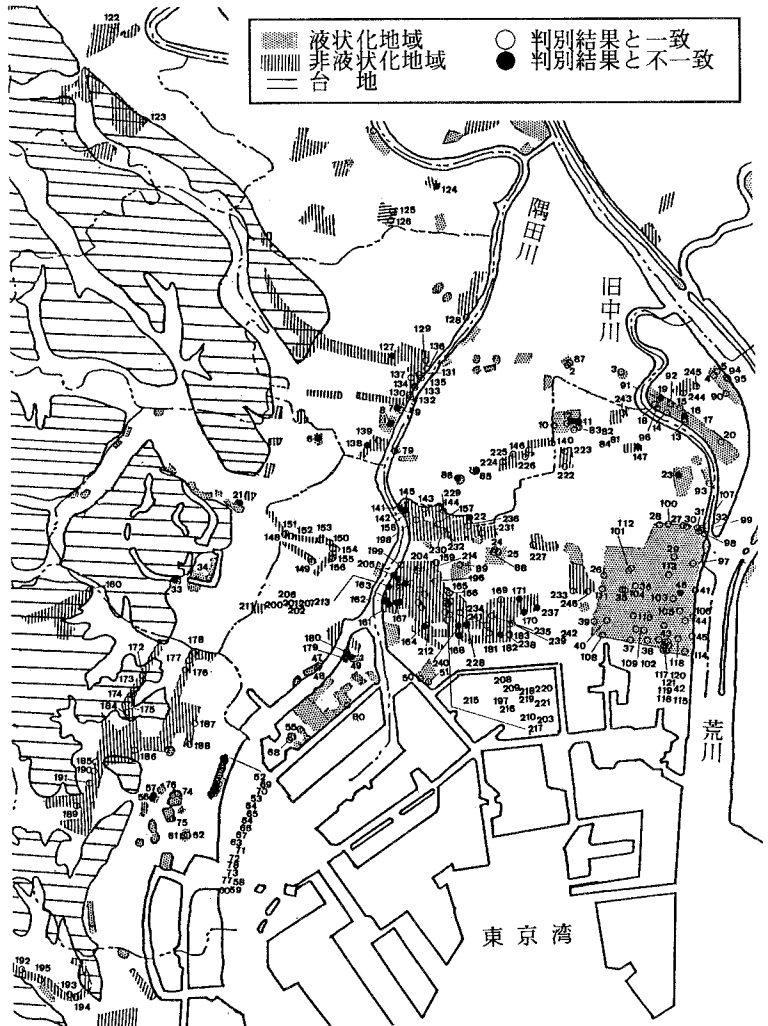
中部大学 正会員 山田 公夫

1. まえがき

筆者は広域を対象とした液状化予測のために、南海海地震（1944, $M=8.0$ ）による名古屋市域の液状化発生、非発生地域に対して要因分析を行い、液状化発生モデルを提案した¹⁾。さらに、このモデルを関東地震（1923, $M=7.9$ ）による東京低地の液状化発生、非発生地域に適用し、モデルの妥当性を検討した²⁾。その結果、液状化発生の有無を判別する的中率は65.3%となり、名古屋市域に対する的中率81.6%と比較してかなり低い値となった。この差は両都市の地盤特性の違いによるものとも考えられるので、名古屋市域の場合と同様の方法で関東地震による東京低地の液状化例の要因分析を行い、東京低地の液状化発生モデルを得ることを試みた。

2. 関東地震による液状化発生・非発生地域と分析に用いた要因

東京都土木技術研究所は、関東地震による東京低地の液状化履歴図を示した³⁾。この履歴図は液状化程度の区分とそれらの発生地点の確定性の区分の組み合わせによって11種類に分類して示されている。筆者は文献3)の記述を基に、図・1に示すように東京低地において液状化が発生した地域と発生しなかった地域の2つに大別し、これらの地域に該当する土質調査地点を東京の地盤資料⁴⁾を用いて抽出した。抽出した各地点に対して、目的変数を液状化が発生した、または発生しなかったという2つのカテゴリーに分け、以下に示す6つの要因を説明変数として、これらの要因を組み合わせる一次判別関数ならびに数量化理論Ⅱ類を用いて要因分析を行った。分析に用いた要因は①震度、②地下水位の深さ(m)、③平均N値、④飽和砂層厚(m)、⑤粘土・シルト層厚(m)、⑥地形



図・1 関東地震による東京低地の液状化履歴図（文献3）に基づく）

である。①の震度は今村による関東地震時の震度分布図⁵⁾を用いた。

3. 一次判別関数による液状化発生モデル

一次判別関数は、説明変数が定量的な変数で与えられる場合に適用される。前述した①～⑤までの定量的要因を種々に組み合わせ、変数選択を施した要因分析の結果、震度 x_1 、平均N値 x_3 、飽和砂層厚 x_4 の3要因を用いた場合が最も高い中率となった。得られた判別関数を次式に示す。

$$z = 4.1x_1 - 0.24x_3 + 0.31x_4 - 1.1 \quad (1)$$

この分析における液状化発生・非発生の判別区分点は $z_0 = 0.004$ であり、判別関数の効果を示す中率（＝59.8％）を表・1に示す。式(1)で得られた z が z_0 よりも大

ならば液状化、小ならば非液状化と判定されるが、このモデルでは40％の誤判別が起こる。つぎに、液状化に対する説明変数の影響力を知るために、式(1)を基準化すると以下ようになる。

$$z = 0.16x_1 - 0.64x_3 + 0.84x_4 \quad (2)$$

右辺の各係数の大きさより、ここで用いた要因では飽和砂層厚が液状化発生に最も影響することがわかる。

4. 数量化理論Ⅱ類による液状化発生モデル

一次判別関数で用いた要因に、さらに⑥地形を加え要因を種々に組み合わせて、数量化理論Ⅱ類を適用して要因分析を行った。その結果、表・2に示したモデルが最も高い中率となり、カテゴリースコアの並びも工学的に妥当であった。表・2のモデルによる液状化発生・非発生の判別区分点は $z_0 = -0.14$ であり、一次判別関数と同様に得られた z が z_0 よりも大ならば液状化、小ならば非液状化と判定される。

図・1ならびに表・3に対象地点に対する判別結果を示す。図・1において○印の地点は実例と判別結果が一致したところである。一方、●印の地点は実例と判別結果が一致せず、誤判別を生じたところである。また、表・3に示したように液状化判別の的中率は82.1％となった。以上のことより、一次判別関数によるモデルよりも数量化理論Ⅱ類によるモデルのほうが判別精度の高い良好なモデルであるといえる。

5. まとめ

東南海地震を対象とした要因分析によって得られた液状化発生モデルを東京低地に適用した場合、液状化判別の的中率は65.3％であったが、上述のように関東地震による東京低地の要因分析では82.1％の高い中率を持つ液状化発生モデルが得られた。両モデルを比較検討し、より一般性のある液状化発生モデルを得ることが今後の課題となるが、本研究ではそれぞれの地域に応じた分析によって、より判別精度の高いモデルが得られることを示した。

（参考文献）

- 1) 山田：土木学会第42回年講，Ⅰ，pp. 790-791, 1987.
- 2) 山田：土木学会第44回年講，Ⅰ，pp. 878-879, 1989.
- 3) 東京都土木技術研究所：東京低地の液状化予測，pp. 41-52, 1987.
- 4) たとえば，東京都土木技術研究所：東京都の地盤（Ⅰ），技報堂，1977.
- 5) 今村：関東地震調査報告，震災予防調査会報告100号甲，1926.

表・1 一次判別関数によるサンプルの判別結果

	判別した群		計
	■	□	
もと■	7 6	4 5	1 2 1
の群□	5 4	7 1	1 2 5

的中率＝59.8％
（■：液状化発生，□：液状化非発生）

表・2 数量化理論Ⅱ類による分析結果

要 因	カテゴリー	データ数	カテゴリースコア	レンジ
震 度 k e	$0.0 < k e \leq 0.125$	1 0	-0. 6 2 4 6	0.7937
	$0.125 < k e \leq 0.175$	9 2	-0. 1 9 6 8	
	$0.175 < k e$	1 4 4	0. 1 6 9 1	
地下水位 Z (m)	$0.0 < Z \leq 1.0$	6 5	0. 7 8 7 5	1.6904 (1)
	$1.0 < Z \leq 2.0$	9 2	0. 3 1 7 1	
	$2.0 < Z$	8 9	-0. 9 0 2 9	
飽和砂層厚 D (m)	$D=0.0$	3 2	-0. 4 9 5 9	1.0290 (3)
	$0.0 < D \leq 5.0$	1 4 7	0. 0 2 5 8	
	$5.0 < D \leq 10.0$	6 0	0. 1 3 9 0	
地 形	河川周辺	2 4	0. 6 9 6 5	1.2762 (2)
	埋立地 その他	1 4 2 8 0	0. 2 0 8 9 -0. 5 7 9 7	

表・3 数量化理論Ⅱ類によるサンプルの判別結果

	判別した群		計
	■	□	
もと■	1 0 0	2 1	1 2 1
の群□	2 3	1 0 2	1 2 5

的中率＝82.1％
（■：液状化発生，□：液状化非発生）