

I - B 497 ロジットモデルによる広域を対象とした液状化予測モデル

中部大学工学部 ○正会員 山田 公夫

中部大学学部生 清水 孝一

中部大学工学部 正会員 杉井 俊夫

平和建設

中田 直樹

1. はじめに

地震時における地盤の液状化現象については、新潟地震（1964、M=7.5）を契機として活発な研究活動が行われ、現在ではいくつかの予測法が提案されている。しかしながら、これらの予測法は必ずしも大都市域の沖積地盤地帯のような広域に適しているとは言えない。筆者らは、広範囲な地域の液状化発生の有無を容易で合理的に判定し、液状化危険度の高い地区を明確に表現できる液状化予測法の開発を試みている。

これまでに、関東地震（1923、M=7.9）による東京の液状化発生・非発生地域に対して、液状化発生に関与するいくつかの定性的ならびに定量的な要因を用いて、ロジットモデル¹⁾による要因分析を行い、予測モデルを構築した²⁾。本研究は、この予測モデルが他地域に対してどの程度の適用性があるかを調べるため、東南海地震（1944、M=8.0）による愛知県西部の液状化履歴地域に予測モデルを適用した結果について述べたものである。なお、本研究では地盤が液状化する確率を被災確率と表現している。

2. 液状化予測モデル

関東地震による東京の液状化履歴地域に対する要因分析に用いた要因は表—1の2～23の22要因である。これらの要因のうち、4を除く2～14までは、東京都総合地盤図³⁾を利用して求めた。また、15～23の要因は、土地条件図⁴⁾より求めた地形分類である。これらの要因を用いて液状化発生の有無を二項ロジットモデルを用いて分析した結果、構築されたモデルが表—2である。表には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。パラメータの符号はプラスの場合には液状化を発生させる側に、マイナスの場合には液状化を抑制する側に働くことを示す。弾性値はその絶対値の値が大きいほど液状化発生・非発生に対する寄与率が高いことを示す。なお、表中の固有ダミー変数の θ_k は被災確率 $P_n \geq 0.5$ で液状化、 $P_n < 0.5$ で非液状化と判定するように修正されている。このモデルを東京地域に再現したときの適中率は表—2の下欄に示した。

表—1 分析に用いた要因

1 固有ダミー変数	9 第1層の砂層厚	17 自然堤防
2 地下水位	10 被圧地下水の有無	18 高水敷・低水敷
3 換算N値	11 第1層の飽和砂層厚	19 旧河道・河川周辺
4 実効震度	12 第1層の粘土層厚	20 海岸平野・三角州
5 全層砂層	13 全層粘土	21 台地・段丘
6 第1層が粘土層	14 第3層の砂層厚	22 平坦化地
7 第1層が砂層	15 埋立地	23 砂丘・砂堆・砂州
8 飽和砂層厚	16 盛土・高い盛土	

表—2 分析による構築モデル

要因	パラメータ θ_k 【t値】	弾性値 E_{xk}
固有ダミー変数	-1.485 【3.291】	
全層砂層	2.061 【2.060】	0.456
第3層の砂層厚	0.200 【2.060】	0.064
自然堤防	0.604 【3.599】	0.250
高水敷・低水敷 旧河道・河川周辺	2.193 【6.599】	0.675
尤度比		0.227
全体の適中率		74.3%
液状化適中率		78.5%
非液状化適中率		70.7%

3. モデルの適用地域

構築したモデルの適用対象地域である愛知県西部を図—1に示すように、1km×1kmのメッシュに分割し、それぞれのメッシュを個々の地盤として取り扱った。つぎに、図—1に示した地域で東南海地震時に液状化が発生したと推定されるところを日本の地盤液状化履歴図⁵⁾を用いて調べ、メッシュ単位で液状化と非液状化の区別をした。図—1に網かけで示したメッシュがモデルの適用地域であり、東南海地震で液状化が発生したと推定されるメッシュ（図中の▲）は46、非発生のメッシュは261の合計307メッシュである。一方、網かけで示していないメッシュは地盤資料が入手できないため適用対象外となった地区である。

キーワード：液状化予測、広域、ロジットモデル、要因分析

連絡先（〒487-8501 春日井市松本町1200 中部大学工学部土木工学科 TEL 0568-51-1111 FAX 0568-52-0134）

4. 愛知県西部への適用結果

表—2のモデルを適用するために、適用対象地域の地盤資料^{6) 7)}、土地条件図⁸⁾を用いて必要な要因を収集した。東京の液状化履歴図⁹⁾は液状化地域と非液状化地域および未調査地域に大別されている。これに対して、愛知県西部では液状化したと推定される地区のみが示されている。ここでは、液状化地区以外は非液状化地区として扱った。1つのメッシュにおいて、表—1の15~23の要因が複数含まれる場合は、次のように説明要因を選んだ。あるメッシュ内で液状化発生の履歴があれば、そのメッシュは液状化として扱い、液状化エリアに該当する地形を選んだ。一方、メッシュ内に液状化発生の履歴がない場合は非液状化とし、そのメッシュに占める面積割合の大きい説明要因から順次取り上げ、それらの占める面積がメッシュ全体の50%を越えるまで、複数個の説明要因を選んだ。

そののち、表—2のモデルを適用して、それぞれのメッシュの被災確率を求めた。その結果を図—2に示す。図の横軸はメッシュの通し番号(1~307)、縦軸は被災確率である。通し番号のうち1~46は液状化メッシュ、47~307が非液状化メッシュである。この図で、被災確率が0.5以上の場合は液状化、0.5未満の場合は非液状化と判定される。モデルの適用対象となった307メッシュに対する適用結果を表—3に示した。液状化適中率は74%、非液状化適中率75%、全体の適中率は75%となり、これらの適中率は表—2に示した再現時の適中率と大きな差は見られない。

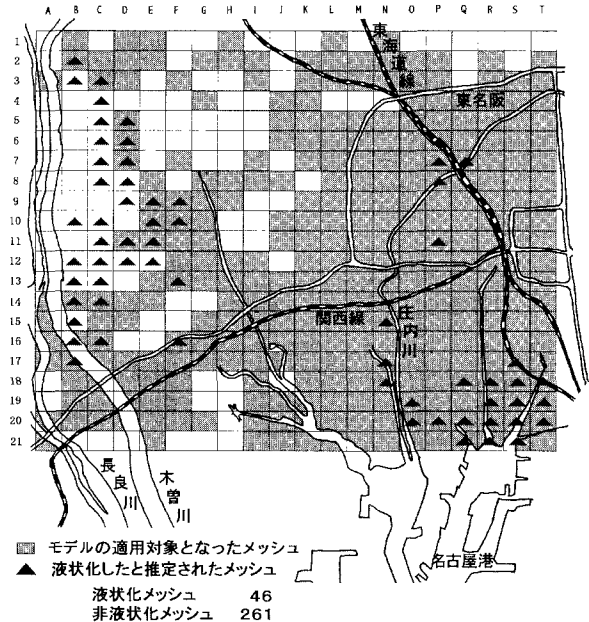
5. まとめ

関東地震を対象に東京で構築した液状化予測モデルを、東南海地震による愛知県西部の液状化履歴地域へ適用した。その結果、適用時のモデルの液状化発生の判別に対する適中率は、再現時の的中率とほぼ同等の75%程度となり良好な適用性を示した。

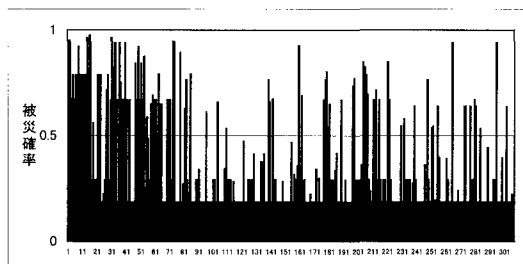
今後はこのモデルをさらに他地域に適用し、このモデルの適用性、普遍性を調べる。

参考文献

- 1) 森杉：非集計行動モデルの推定と検定、土木計画学講習会テキスト15、1984。
- 2) 山田・杉井・清水・中田：関東地震による東京低地の液状化の要因分析、第34回地盤工学研究発表会、1999、投稿中。
- 3) 東京都土木技術研究所：東京都総合地盤図Ⅰ、地質調査位置図、地質柱状図集、1977。
- 4) 国土地理院：1:25,000土地条件図 東京、1980。
- 5) 若松：日本の地盤液状化履歴図、1991。
- 6) 土質工学会中部支部：最新名古屋地盤図、1988。
- 7) 建設省中部地建：濃尾平野の地盤資料、1978。
- 8) 国土地理院：1:25,000土地条件図 名古屋市北部、名古屋市南部、桑名、津島、1975。



図—1 モデルの適用対象地域である愛知県西部



図—2 各メッシュの被災確率

表—3 モデルの適用結果

	実地震による結果		
	液状化メッシュ	非液状化メッシュ	計
判定	34	65	99
結果	12	196	208
計	46	261	307

全体の適用適中率：74.9% 液状化適中率：73.9% 非液状化適中率：75.1%