

東南海地震による液状化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
株式会社神田設計 正会員 岩村 陽子

1.まえがき

筆者らは、これまで、面的に情報が欠けていない土地条件図の地形分類を説明要因として、東南海地震(1944,M=8.0)による濃尾平野の液状化発生地域に対して、ロジットモデル¹⁾を用いて要因分析を行い、広域を対象とした液状化モデルの構築を試みてきた²⁾。本研究は、この液状化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、新潟地震(1964,M=7.5)による新潟の液状化履歴地域にモデルを適用した結果について述べたものである。なお、本研究では液状化が起こりうる確率を被災確率として表現している。

2.分析に用いた要因

分析に用いた要因は表・1に示す2~23までの22要因である。目的変数は液状化発生の有無とし、液状化メッシュを1、非液状化メッシュを2とした二項判定による解析をロジットモデルを用いて行った。1つのメッシュにおける要因採取方法は、表・1の2~21の要因が複数含まれる場合は次のように要因を選んだ。液状化メッシュでは液状化したエリア内における地形をすべて選んだ。これに対して、非液状化メッシュではそのメッシュに占める面積割合の大きい地形から順次取り上げ、それらの占める面積の合計がメッシュ全体の50%を超えるまで複数個の地形を選んだ。

3.濃尾平野モデル

東南海地震による濃尾平野の液状化発生・非発生地域に対する要因分析によって構築したモデルを表・2に示す。表・2には、t検定で信頼度95%(t値1.96)を満足する要因とそのパラメータ、弾性値が示してある。各要因のパラメータの符号は+の場合には液状化を発生させる側に作用し、-の場合は液状化を抑制する側に作用することを示す。また、弾性値はその絶対値が大きい要因ほど液状化発生の有無に大きく寄与することを示す。モデルを再現した場合の的中率が表・2の下欄に示してある。モデルの再現時に、液状化発生・非発生を判別する被災確率は、分析対象地域の液状化メッシュ数/総メッシュ数(308/4508=0.068)を基準とする。

4.構築モデル適用対象地域

構築したモデルの適用対象地域は、図・1に示す範囲であり、土地条件図³⁾に記載された図名でいうと「新潟」、「内野」の2地域である。これらの土地条件図を500m四方のメッシュに分割し、「日本の地盤液状化履歴図⁴⁾」を用いて、メッシュ単位で液状化、非液状化の区別をしたのち、各メッシュに表・2の液状化モデルを適用した。2面の土地条件図の総メッシュ数2060のうち、台地・丘陵地がメッシュ面積の50%以上を占める場合は、2.で述べたように、そのメッシュは台地・丘陵地として扱うため、液状化の可能性は無いものとして分析対象から除外した。また、メッシュ全域が水部(海面)の場合も除外した。

以上のような整理の結果、2面の土地条件図の適用対象となったメッシュ数は1400、そのうち液状化メッシュは339である。2面の土地条件図それぞれに対する総メッシュ数と液状化メッシュ数(内数)を表・3に示した。

表・1 分析に用いた要因

地形要因		12 扇状地・緩扇状地	
1 固有ダミー変数	13 自然堤防・天井川沿いの微高地	14 砂丘・砂堆	
2 河川	15 凹地	16 谷底平野・氾濫平野	
3 旧河道	17 海岸平野・三角州	18 後背低地	
4 高水敷・低水敷	19 斜面	20 台地	
5 湖沼・池	21 山麓堆積地形	22 震源域の縁からの距離	
6 平坦化地・農耕平坦化地	23 標高1m未満か否か		
7 盛土地			
8 高い盛土地			
9 干拓地			
10 埋土地			
11 凹陥地			

表・2 濃尾平野モデル

	パラメータ t値	弾性値
固有ダミー変数(補正後)	0.337	—
1.固有ダミー変数 (補正前)	-2.276 3.641	—
3.旧河道	2.447 10.598	0.887
6.平坦化地	-1.746 2.910	-4.559
7.盛土地	2.143 14.308	0.865
13.自然堤防	1.649 10.607	0.790
22.震源域の縁 からの距離	-0.026 3.058	-1.853
全体の的中率(%)	75.9	
液状化的中率(%)	78.2	
非液状化的中率(%)	75.8	



図・1 適用対象地域

表・3 総メッシュ数と液状化メッシュ数

	新潟	内野	計
総メッシュ数	1203	197	1400
液状化メッシュ数	325	14	339

(注)液状化メッシュ数は内数

キーワード：液状化モデル、地形、要因分析、東南海地震、新潟地震

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 TEL0568-51-1111 FAX0568-51-3833

5.構築モデルの適用結果

表・2の濃尾平野モデルを新潟地震による新潟地域の液状化・非液状化地域へ適用を行った。モデルの適用に際して、本研究では液状化発生の有無の判定基準を被災確率 $P=0.5$ としている。これはモデルの再現時と異なり、将来の地震を想定してある地域（構築モデルの適用地域）の液状化の判定を試みる場合、液状化発生箇所数、非発生箇所数は当然未定のため、 $1/2$ の確率、すなわち $P=0.5$ で、ある事象の発生・非発生の区別を考えているためである。想定地震に対する適用は、その地震が発生しないと適用結果の検証ができない。そのため、既往地震に対してモデルを適用し、その検証を試みるが行われる。既往地震では液状化発生箇所数、非発生箇所数は既知（広域に対しては、実際は不明な場合が多い）であるが、これらを未知として、モデルの適用を行い、その結果と実際の結果の比較から、モデルの適用性を知ることができる。

3.で述べたように、分析対象地域の液状化判別の被災確率は $P=0.5$ である。表・2のモデルを新潟に適用するため、すなわち、 $P=0.5$ （=液状化メッシュ数/総メッシュ数）で液状化発生の有無の判別をするために、表・2の固有ダミー変数を補正した。補正後のダミー変数は表・2に示してある。構築した液状化モデルの適用結果を表・4に示す。液状化的中率は55.8%、非液状化的中率は76.9%、全体的中率は71.8%となった。液状化的中率は、表・2に示す構築モデルの再現時の液状化的中率より20%程度低い結果となり、良好な適用性を示したとは言えない。

表・5に「新潟地域」の各要因ごとの液状化・非液状化のメッシュ数を実地震時と適用時のそれぞれに対して示した。表・2のモデルにおいて、弾性値の大きさから最も液状化・非液状化に影響する要因であった「6.平坦化地」のメッシュ数に着目をする。「6.平坦化地」は液状化を抑制する要因となったため、実地震

時の液状化メッシュ数36が、適用した結果、すべて非液状化と判定された。このことが、液状化的中率が55.8%にとどまった原因と考えられる。また、図・2に「新潟地域」への適用結果のメッシュ判定図を示す。新潟は信濃川を中心として、一般的に液状化がしやすいとされる「河川」や「盛土地」が存在し、実際、信濃川周辺の「盛土地」は新潟地震時に液状化しており、これらの地区は、モデルの適用時もほとんどが液状化と判定された。これに対し、新潟市内の「盛土地」は新潟地震時に液状化していないが、モデルの適用時は液状化と判定された。これは、モデルでは「盛土地」が液状化発生に影響する要因として抽出されたためである。

7.まとめ

面的に情報が欠けていない土地条件図の地形分類と東南海地震による液状化履歴図を対比させ、ロジットモデルを用いて液状化発生・非発生の要因分析を行い、液状化モデルを構築した。構築モデルを分析対象地域に再現した結果、再現性は良好であった。そこで、モデルの適用性を調べるために、構築モデルを新潟地震時の液状化地域へ適用をした。その結果、液状化発生地域での適用性が良好ではなかった。今後は、液状化履歴の再確認や人工的に改変された地形の取り扱いなどを再考することにより、汎用性のあるモデルの構築を試みていく。

[参考文献] 1) 森杉壽芳：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・岩村：地形分類を用いた濃尾平野の液状化予測モデルの構築、第36回地盤工学研究発表会、2001、投稿中。3) 建設省国土地理院：土地条件図、1:25000、「新潟」、1987、「内野」、1988。4) 若松加寿江：日本の地盤液状化履歴図、東海大学出版会、1991。

表・4 適用結果

		実地震時		合計 メッシュ数
		液状化メッシュ数	非液状化メッシュ数	
適用時	液状化メッシュ数	189	245	434
	非液状化メッシュ数	150	816	966
	合計メッシュ数	339	1061	1400

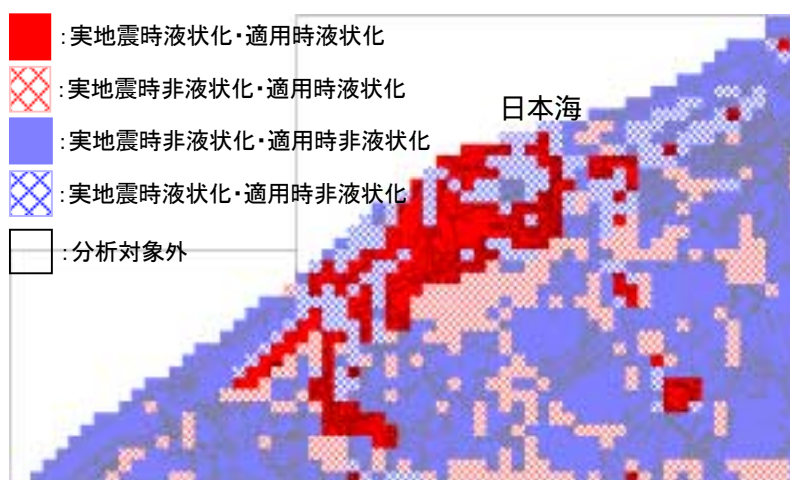
液状化的中率： $189/339 \times 100=55.8\%$

非液状化的中率： $816/1061 \times 100=76.9\%$

全体的中率： $(189+816)/1400 \times 100=71.8\%$

表・5 各要因の実地震時・適用時メッシュ数

		要因別メッシュ数				
		旧河道	平坦化地	盛土地	自然堤防	
液状化メッシュ数	実地震時	339	18	36	147	49
	適用時	434	23	0	295	147
非液状化メッシュ数	実地震時	1061	7	40	161	98
	適用時	966	2	76	13	0



図・2 「新潟地域」へのモデルの適用結果