

I - B 495

東南海地震による濃尾平野の液状化の要因分析

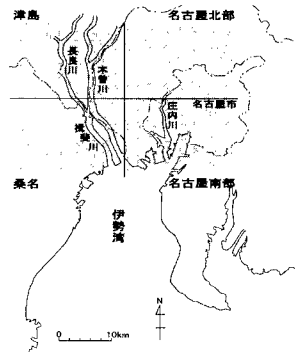
中部大学大学院 ○学生員 岩村 陽子
 中部大学工学部 正会員 山田 公夫
 中部大学工学部 正会員 杉井 俊夫

1 まえがき

現在、提案されている液状化判定法¹⁾を用いて、大都市域の沖積地盤地帯のような広域を面的にかつ小領域単位で液状化判定を試みる場合、ほとんどの判定法が土質試験結果や土質柱状図を必要としているため、地盤調査が行われていない地区は液状化判定の対象外となる。そのため、これらの地区は液状化判定の空白域として残ることとなる。本研究は地盤調査資料に頼らないで地形分類のみを考えた場合、どの程度まで液状化発生・非発生を把握できるかという点に着目し、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履歴地域に対して、ロジットモデルを用いて液状化の発生・非発生の要因分析を試みたものである。

2 研究対象地域

本研究の対象地域は図・1に網かけで示した範囲で、土地条件図(1:25000)²⁾に記載された図名でいうと、「桑名」、「津島」、「名古屋北部」、「名古屋南部」の4地域である。「日本の地盤液状化履歴図³⁾」によると、これらの地域は過去に宝永地震(1707,M=8.4)、安政地震(1854,M=8.4)、濃尾地震(1891,M=8.0)、東南海地震などで液状化が発生している。



図・1 研究対象地域

ここでは、分析のために研究対象地域を500m四方のメッシュに分割し、東南海地震時に液状化が発生したと推定される場所を上述の液状化履歴図を用いて調べた。そして、メッシュ内に少しでも液状化の履歴がある場合は液状化メッシュ、液状化の履歴が全くない場合は非液状化メッシュとし、メッシュ単位で液状化と非液状化の区別を行った。ただし、1メッシュ全体が台地や丘陵地で占められている場合は、既往地震の経験より液状化の可能性はないものとして、分析対象から除外した。

表・1 地域別のメッシュ数と液状化メッシュ数

地域名	桑名	津島	名古屋北部	名古屋南部	計
メッシュ数	550	1058	1016	690	3314
液状化メッシュ数	80	105	15	51	251

以上のような整理の結果、4面の土地条件図に対して分析対象となったメッシュ数は3314であり、そのうち液状化メッシュは251となった。また4面の土地条件図それぞれに対するメッシュ数と液状化メッシュ数は表・1に示した。

3 分析に用いた要因

分析に用いる要因の選定をするために、濃尾地震、関東地震(1923,M=7.9)、東南海地震、新潟地震(1964,M=7.5)による液状化履歴地域³⁾と地形分類の関係を調べた⁴⁾。その結果、表・2に示す②～⑨までの地形に関する8要因と⑩震央距離および⑪標高1m未満か否かの計10要因を説明要因として分析に用いることとした。また、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メッシュにおいて、表・2の②～⑨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における地形を選んだ。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。

表・2 分析に用いた要因

要因
① 固有ダミー変数
② 河川・旧河道・高水敷・低水敷
③ 平坦化地・農耕平坦化地・階段耕作地
④ 盛土地・高い盛土地・埋土地・干拓地
⑤ 扇状地・緩扇状地
⑥ 自然堤防・天井川沿いの微高地
⑦ 谷底平野・氾濫平野
⑧ 海岸平野・三角洲
⑨ 砂丘・砂堆・砂州
⑩ 震央距離
⑪ 標高1m未満

4 分析結果

(1) 対象地域全体に対する分析

表・2の要因を用いて、図・1に網掛けで示した地域全体に対して行った分析の結果、表・3に示したモードワード：液状化、東南海地震、地形分類、濃尾平野、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 TEL0568-51-1111 FAX0568-52-0134

ルAを得た。このモデルには、t検定で信頼度95%(t値 ≥ 1.96)を満足する要因、すなわち②河川・旧河道、高水敷・低水敷、④盛土地、干拓地、埋土地、⑥自然堤防、天井川沿いの微高地の3要因が分析によって抽出されている。各要因の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Aの3要因はいずれも液状化を発生させる側に作用し、液状化発生に最も寄与する要因は④、ついで、⑥、②の順となっている。分析対象地域へモデルAを再現した場合の的中率が表・3の下欄に示してある。液状化（非液状化）的中率は実地震で液状化（非液状化）したメッシュのうち、モデルの再現結果が液状化（非液状化）と判定されたメッシュの割合を示す。また、全体の的中率とは液状化と非液状化を合わせて、判定が的中したメッシュの割合を示す。次に、モデルAの再現結果を「桑名」、「津島」、「名古屋北部」、「名古屋南部」の各地域別に整理して求めた的中率を表・4に示す。

表・3 地域別解析モデル

	パラメータ	モデルA	モデルa	モデルb	モデルc
		全地域 (t ≥ 1.96)	桑名 (t ≥ 1.96)	津島 (t ≥ 1.96)	名古屋北 (t ≥ 1.645)
①固有ダミー変数 (補正前)	パラメータ	-5.355	-4.056	-6.126	-7.670
	t値	26.412	11.117	13.215	6.787
② 河川・旧河道	パラメータ	1.668	1.217	1.770	1.550
	t値	9.528	3.692	6.651	2.174
高水敷・低水敷	弾性値	0.793	0.665	0.818	0.786
	パラメータ	2.956	2.320		4.108
④ 盛土地	t値	16.13	6.437		2.174
	弾性値	0.937	0.870		0.983
⑥ 自然堤防	パラメータ	1.951	3.640	4.301	1.034
	t値	12.239	8.649	9.794	1.824
天井川沿いの微高地	弾性値	0.844	0.920	0.981	0.643
	パラメータ			2.085	
⑧ 海岸平野 三角州	t値			5.884	
	弾性値			0.863	
全体の的中率(%)		68.9	68.0	75.0	75.9
液状化的中率(%)		83.3	83.8	93.3	95.3
非液状化的中率(%)		67.7	65.3	72.9	75.6

表・4 モデルAの再現結果

	桑名	津島	名古屋北部	名古屋南部
全体の的中率(%)	68.0	91.9	71.8	30.3
液状化的中率(%)	70.0	83.8	93.8	100.0
非液状化的中率(%)	67.7	92.8	71.4	24.7

表・4の的中率と表・3のモデルAの的中率と比較すると、名古屋南部を除いて各地域のそれぞれの的中率は対象地域全体に対する的中率とほぼ同等の値を示している。

(2) 地域ごとの分析

液状化履歴と地形分類の関係が濃尾平野において地域的な特徴があるかどうかを検討するため、上述した4地域（桑名、津島、名古屋北部、名古屋南部）に対して表・2の要因を用いてそれぞれ個別に分析を行った。その結果を表・3のモデルa~cに示す。個々の地域の分析においては、前述したように抽出される要因がt検定で信頼度95%を満足することを念頭においたが、この条件を満たす地域は桑名（モデルa）と津島（モデルb）となった。これに対して、名古屋北部では信頼度を90%(t値 ≥ 1.96)に下げることによりモデルcが得られたが、名古屋南部では信頼度90%に下げてもこれを満足するモデルは得られなかった。

表・3に示した4つのモデルを比較すると、全地域と桑名および名古屋北部のモデルはいずれも同じ要因が抽出されているが、各モデルのそれぞれの要因の弾性値の大きさから分かるように、液状化への影響度は同じ要因でも地域によって異なっている。次に、これら3地域へ各モデルを再現したときの液状化発生の有無に対する判別率を比較すると、全地域と桑名はほぼ同等の値を示しているのに対して、名古屋北部は10%程度高くなっている。一方、津島モデルbは④盛土地、干拓地、埋土地の代わりに、⑧海岸平野、三角州が抽出され、モデル再現時の液状化判別率の中率は名古屋北部と同等の値を示している。表・3に示した地域別の分析で得られたモデルの再現時の的中率と表・4に示すモデルAの再現時の地域別の的中率を比較すると、桑名と名古屋北部はほぼ同等な値を示した。これに対して、津島ではモデルAの再現時の場合の方が良好な結果を示している。

5 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時の濃尾平野における液状化履歴地域を対比させ、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った。その結果、液状化履歴と本研究で用いた地形的な要因の間には、地域によって液状化発生に関係する要因とその寄与率が幾分異なるという結果が得られた。一方、液状化発生の有無に対する判別率の中率は研究対象地域全体に対するモデルと地域別のモデルの間で大きな差は見られなかった。今後、地形分類の再整理やメッシュの大きさなどの検討を行い、液状化の一次判定に利用可能なモデルの構築を行う。

[参考文献] 1) 例えば、日本道路協会：道路橋示方書・同解説、V耐震設計編、1996

2) 建設省国土地理院：土地条件図、1:25000、「桑名」「津島」「名古屋北部」「名古屋南部」

3) 若松：日本の地盤液状化履歴図、東海大学出版会、1991

4) 山田・杉井・岩村・松田：地形分類による広域を対象とした液状化予測モデル、第34回地盤工学会研究発表会、1999、投稿中