

東南海地震による名古屋南部の液状化の要因分析

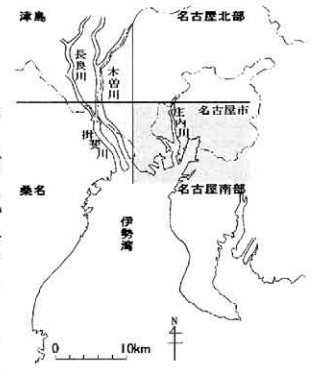
中部大学大学院 学生員 岩村 陽子 中部大学工学部 正会員 山田 公夫
 中部大学工学部 正会員 杉井 俊夫 前田道路 (株) 岡田 憲一

1. まえがき

筆者らは、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¹⁾。構築したモデルを濃尾平野全域に再現したところ、液状化発生の有無に対する判別率的中率は80%程度となり、良好な結果が得られた。また、図・1に示すように濃尾平野を4地域に分け、各地域にモデルを再現したところ、名古屋南部を除いた3地域では濃尾平野全域とほぼ同様の判別率的中率が得られた。これに対して、埋立地が卓越した名古屋南部の判別率的中率は65%程度となり、モデルの再現性は良好でなかった。本研究は、名古屋南部を対象にロジットモデルを用いて、東南海地震による液状化の要因分析を行った結果について述べたものである。

2. 研究対象地域

研究対象地域は図・1に網掛けで示した範囲で、土地条件図²⁾に記載された図名でいうと、「名古屋南部」である。この地域は「日本の地盤液状化履歴図³⁾」によれば、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。本研究は文献³⁾に示された東南海地震による名古屋南部の液状化地域に対して要因分析を行った。分析のために対象地域を500m四方のメッシュに分割し、メッシュ単位で液状化発生・非発生の区別をした。対象地域のメッシュ数は1600(40×40)であるが、台地・丘陵地がメッシュ面積の50%以上を占める場合は、後述するように、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。その結果、表・1に示すように、分析対象となったメッシュ数は1145であり、そのうち液状化メッシュ数は70となった。



図・1 研究対象地域

表・1 分析対象メッシュ数と液状化メッシュ数

	名古屋南部	濃尾平野全域
総メッシュ数	1145	4509
液状化メッシュ数	70	308

表・2 分析に用いた要因

要因	1:25000土地条件図の地形分類
① 固有ダミー変数	
② 河川	水部、頻水地形、旧河道
③ 湖沼、池	水部
④ 人工地形Ⅰ	平坦化地、農耕平坦化地(階段耕作地)
⑤ 人工地形Ⅱ	盛土地、埋土地、凹陷地
⑥ 人工地形Ⅲ	盛土地、高い盛土地、埋土地、干拓地
⑦ 扇状地	扇状地、緩扇状地
⑧ 自然堤防	自然堤防、天井川沿いの微高地
⑨ 谷底平野	谷底平野・氾濫平野
⑩ 海岸平野	海岸平野・三角州
⑪ 後背低地	後背低地
⑫ 砂丘	砂丘、砂(礫)堆・砂(礫)州
⑬ 台地	台地・段丘
⑭ 斜面	斜面
⑮ 凹地・浅い谷	凹地・浅い谷
⑯ 震央距離	震央から各メッシュの中央までの距離(km)
⑰ 標高1m未満	1メッシュの平均標高(m)

3. 分析に用いた要因

分析に用いた要因を表・2に示す。これらの要因は前報¹⁾と同じであり、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)による液状化地域³⁾と地形分類の関係を調べた結果⁴⁾に基づいて選んだ。表・2に示す②～⑮までの地形に関する14要因と⑯震央距離および⑰標高1m未満か否か⁵⁾の計16要因を説明要因として分析に用いた。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つのメッシュにおいて、表・2の②～⑮の要因が複数含まれる場合はつぎ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の要因⑤と⑥は、濃尾平野干拓・埋立年代図⁶⁾を用いて、江戸時代以降に干拓・埋立されたところを⑥人工地形Ⅲ(埋立地)、それ以外を⑤人工地形Ⅱとした。

キーワード：液状化モデル、地形、要因分析、東南海地震

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 FAX0568-52-0134

4. 分析結果と構築モデルの再現

表・2の要因を用いて、濃尾平野全体（図・1の4地域）に対する分析によって構築されたモデルが表・3に示すモデルAである¹⁾。モデルAは②河川、⑤人工地形Ⅱ、⑥人工地形Ⅲ、⑧自然堤防、⑨谷底平野、⑩海岸平野の6つの要因で構成される。一方、名古屋南部に対する分析によって構築されたモデルは表・3のモデルBである。モデルBは②河川、⑥人工地形Ⅲ、⑧自然堤防の3つの要因で構成される。これらのモデルを構成する要因は、それぞれt検定で信頼度95%を満足している。各要因のパラメータは+の場合は液状化を発生させる側に働き、-の場合はそれを抑制する側に働くことを示す。モデルA、Bを構成する要因のパラメータはすべて+であるから液状化を発生させる側に働く。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。したがって、モデルAでは液状化発生に最も影響する要因は⑥人工地形Ⅲ、つぎに⑩海岸平野、⑤人工地形Ⅱ、②河川の順となる。また、モデルBでは⑥人工地形Ⅲ、⑧自然堤防、②河川の順となるが、要因間の弾性値に大きな差は見られない。

モデルAの濃尾平野への再現結果は表・3の下欄に全体、液状化および非液状化的中率として示してある。これらの数値からわかるように、液状化発生の有無に対するモデルAの判別の中率は約80%である。このモデルAを名古屋南部に再現すると表・4のような結果となり、非液状化的中率は濃尾平野への再現時と比べて20%程度低下した。一方、表・3のモデルBを名古屋南部に再現した場合の各的中率を示したものが表・5である。表・5と表・4の的中率を比較すると、液状化的中率はどちらも高い結果となっている。これに対して、非液状化的中率はいずれの場合も液状化的中率と比較してかなり低いが、名古屋南部で構築したモデルBの方が幾分高い中率を示した。名古屋南部において非液状化の判別の中率が低くなった原因は、図・5に示すように、東南海地震時に液状化しなかったと推定されるメッシュの多くが、⑥人工地形Ⅲに該当するため、モデルの再現時に液状化と判定されたためである。

5. まとめ

東南海地震による名古屋南部の液状化発生・非発生に対して要因分析を行い、液状化モデルの構築を試みた。構築したモデルを再現した結果、東南海地震時に液状化しなかったと推定される臨海部において判別の中率が低くなった。今後の課題として、埋立地が卓越している臨海部に対して、再現性の高いモデルに改良することがあげられる。また、東南海地震による名古屋南部の液状化範囲の検討も必要であると思われる。

[参考文献]

- 1) 山田・杉井・岩村・岡田：ロジットモデルを用いた地形分類による液状化の要因分析、第35回地盤工学研究発表会、投稿中。
- 2) 建設省国土地理院：土地条件図「名古屋南部」(1:25000)。
- 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回地盤工学研究発表会講演集 pp.2115~2116、1999。
- 5) 建設省国土地理院：数値地図50mメッシュ(標高)日本-Ⅲ、1997。
- 6) 土質工学会中部支部：最新名古屋地盤図、p.15、1988。

表・3 液状化モデル

説明要因		全地域	名古屋南部
		モデルA	モデルB
①固有ダミー変数 (補正前)	パラメータ	-5.579	-7.026
	t値	27.374	6.750
②河川	パラメータ	1.702	2.832
	t値	9.102	3.860
	弾性値	0.797	0.935
⑤人工地形Ⅱ	パラメータ	2.281	-
	t値	14.642	-
	弾性値	0.879	-
⑥人工地形Ⅲ	パラメータ	3.349	5.359
	t値	13.703	5.120
	弾性値	0.943	0.994
⑧自然堤防	パラメータ	1.648	3.404
	t値	10.319	2.926
	弾性値	0.789	0.961
⑨谷底平野	パラメータ	1.110	-
	t値	5.773	-
	弾性値	0.656	-
⑩海岸平野	パラメータ	2.589	-
	t値	13.512	-
	弾性値	0.905	-
全体の的中率(%)		80.2	71.4
液状化的中率(%)		82.5	97.1
非液状化的中率(%)		80.0	69.7

表・4 モデルAの名古屋南部への再現結果と的中率

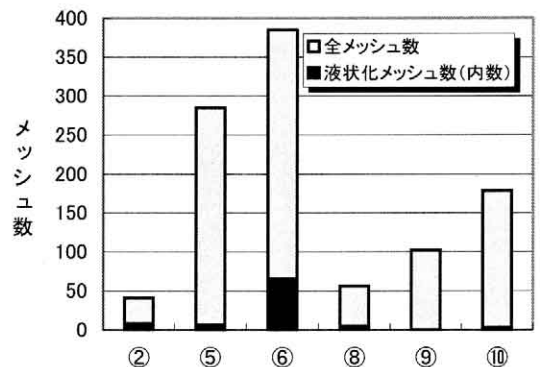
再現時		実地震時		合計
		液状化	非液状化	
再現時	液状化	70	393	463
	非液状化	0	682	682
合計		70	1075	1145

液状化的中率: $70/70 \div 100\%$
 非液状化的中率: $682/1075 \div 63\%$
 全体の的中率: $(70+682)/1145 \div 66\%$

表・5 モデルBの名古屋南部への再現結果と的中率

再現時		実地震時		合計
		液状化	非液状化	
再現時	液状化	68	326	394
	非液状化	2	749	751
合計		70	1075	1145

液状化的中率: $68/70 \div 97\%$
 非液状化的中率: $749/1075 \div 70\%$
 全体の的中率: $(68+749)/1145 \div 71\%$



図・2 名古屋南部の地形要因数と東南海地震時の液状化数