

東南海地震による名古屋市沖積地盤の液状化地点の P_L 値の考察

中部大学 正会員 山田 公夫

中部大学 正会員 杉井 俊夫

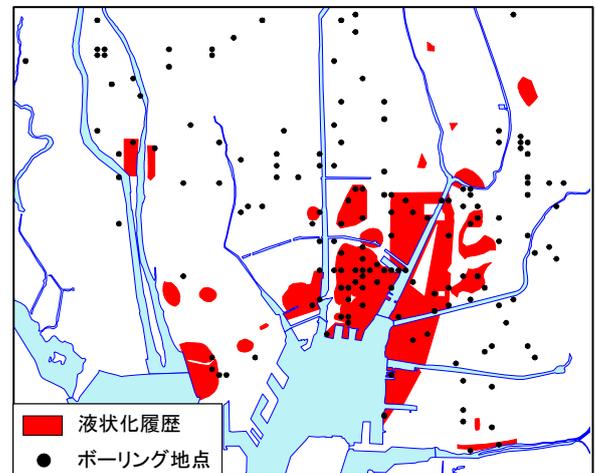
中部大学 学生員 ○堀 利明

1. はじめに

わが国は地理的に環太平洋地震帯の上に位置しており、世界でも有数の地震多発国である。とりわけ、太平洋沿岸の大都市圏は沖積平野に発展しており、常に地震の脅威にさらされている。近年の地震被害は地震の揺れによる直接的なものだけではなく、地盤の液状化による被害も多く見られる。したがって、大都市圏の地震防災を考える上で液状化対策は極めて重要な課題である。液状化対策の事前準備には、大都市圏の沖積地盤地域のような広域を対象とした液状化判定に利用できる効率的で精度の良い液状化予測法が必要となる。本報告は、1944年の東南海地震による名古屋市沖積地盤の液状化地点に対して、道路橋示方書¹⁾による液状化抵抗率 F_L 値より液状化指数 P_L 値²⁾を求め、 P_L 値による液状化判定の適用性を検討したものである。また、東南海地震による非液状化地点に対しても P_L 値を算出した。さらに、筆者らの一人が提案した数量化理論による液状化予測モデル³⁾との比較も行った。

2. 東南海地震による液状化ならびに非液状化地点の選定

名古屋市域において東南海地震時に液状化したとされる地区を文献^{4)~6)}によって調べた。その結果を図・1に示す。図・1の液状化履歴地区に対して地盤資料⁷⁾を用いて沖積層基底面深さまで地盤調査が行われている地点を抽出した。その地点数は60箇所となった。これに対して、非液状地点はつぎのように抽出した。図・1に示した液状化履歴地区を除いて、東南海地震時に住家被害が無く、かつ当時、住家が存在していたところを文献^{5) 8)}を用いて調べ、この地区を非液状化地区とみなした。そのうち、非液状化地区に対して、液状化履歴地区と同様の方法で地盤調査が行われている地点を抽出した。その地点数は150箇所となった。抽出した液状化ならびに非液状化地点は図・1に●印で示した。



図・1 名古屋市域の液状化履歴と液状化ならびに非液状化地点(一部の地点省略)

3. 液状化および非液状化地点の P_L 値

液状化指数 P_L 値は液状化抵抗率 F_L を地表面から深さ20メートルまで積分した値であり、浅い部分の液状化ほど被害に与える影響が大きいという考えで、深さに対する重み関数が導入されている²⁾。本研究では、飽和した沖積砂質土に対して道路橋示方書による F_L 値を求めた。

P_L 値による液状化判定は、以下のように区分されている。

- | | | | |
|---------------------|----------------|--------------------|----------------|
| ① $P_L = 0$ | : 液状化危険度は極めて低い | ② $0 < P_L \leq 5$ | : 液状化危険度は低い |
| ③ $5 < P_L \leq 15$ | : 液状化危険度が高い | ④ $15 < P_L$ | : 液状化危険度が極めて高い |

上記の4区分において、① $P_L=0$ の場合を液状化非発生、それ以外を液状化発生として、前述した210地点の P_L 値に対して実地震と比較した液状化の判別結果が表・1である。また、実地震と P_L 値の判定から求めた液状化、非液状化ならびに全体に対する判別率を表・2に示した。表・2からわかるように、実地震に対して P_L 値で判別した液状化地点的中率はおよそ90%であるが、非液状化地点的中率が40%程度と低いこと、全体の中率は50%程度となった。表・3は数量化理論による液状化予測モデル³⁾である。このモデルによる液状化の判定方法は判定対象地点に対して表・3の6要因を調べ、各要因において該当するカテゴリーに対応するカテゴリースコアを順次加えたスコアの合計、すなわち判別スコア Z を求める。つぎに、この Z が液状化発生・非発生の判別区分スコア Z_0 よりも大きいのか、小さいかによって液状化の判定を行う。表・3のモデルでは判別スコア Z の大きさによって、次の4つに区分されている⁹⁾。

- ① $Z \leq -0.74$: 液状化の可能性は極めて低い
- ② $-0.74 < Z \leq -0.30$: 液状化の可能性は低い
- ③ $-0.30 < Z \leq 0.59$: 液状化の可能性が高い
- ④ $0.59 < Z$: 液状化の可能性が極めて高い

上記の4区分において、①の場合を液状化非発生、それ以外を液状化発生として、 P_L 値の場合と同様に210地点の判別スコアZを実地震と比較した液状化の判別結果を表・4である。また、実地震とZの判定から求めた液状化、非液状化ならびに全体に対する判別率を表・5に示した。表・5からわかるように、実地震に対してZで判別した液状化地点の的中率はおよそ95%、非液状化地点の的中率はおよそ60%、全体の的中率は70%程度となり、 P_L 値による場合よりも良好な結果となった。液状化60地点と非液状化150地点の P_L 値と判別スコアZの累積頻度曲線を図・2と図・3に示した。これらの図より P_L 値の頻度曲線はZの頻度曲線と比べて、液状化と非液状化がオーバーラップする範囲が大きい。このことが両者の判定結果の差として現れた。

4. まとめ

大都市域の沖積地盤地帯のような広域に対して、効率的で精度の良い液状化判定をするために、東南海地震による名古屋市沖積地盤の液状化履歴地点に対して P_L 値を用いて、その適用性を検討した。その結果、液状化

地点の的中率はおよそ90%と良好であったが、非液状化地点の的中率が40%程度の低い値を示したため、全体としての判別率の50%程度にとどまった。今後、他の既往地震による液状化履歴地区に対して、本報告と同様の方法によって P_L 値の適用性の良否をさらに検討する。

参考文献

1) 日本道路協会：道路橋示方書・同解説 耐震編、2002。 2) 岩崎ほか：地震時地盤液状化の程度の予測について、土と基礎、Vol.28, No.4, 1980。 3) 山田：想定地震による名古屋市沖積地盤の液状化予測、土木学会論文集、No.445、1992。 4) 横尾ら：名古屋市付近の地盤と震害に関する研究、東南海地震の被害状況、建築学会東海支部研究報告 No.4、1965。 5) 井関ら：東南海地震による被害住家の分布と地盤条件、名古屋市防災会議報告書、1978。 6) 若松：日本の地盤液状化履歴図、東海大学出版会、1991。 7) 土質工学会中部支部編著：最新名古屋地盤図、名古屋地盤図出版会、1988。 8) 参謀本部：5万分の1地形図名古屋第1号、昭和20年製版複製。 9) 河端ほか：想定東海地震による名古屋市域の液状化危険度、第50回地盤工学シンポジウム論文集、地盤工学会、2005。

表・1 P_L 値による液状化判別結果

		実地震		
P_L 値		液状化	非液状化	合計
非液状化	$P_L=0$	7	57	64
	$0 < P_L \leq 5$	22	50	72
	$5 < P_L \leq 15$	23	38	61
	$15 < P_L$	8	5	13
小計		53	93	146
合計		60	150	210

表・2 P_L 値による判別率

	判別率
液状化	53/60=88%
非液状化	57/150=38%
全体	53+57/210=52%

表・3 数量化理論による液状化予測モデル

要因	カテゴリー	カテゴリースコア	レンジ
実効震度 k_e	$0.0 < k_e \leq 0.125$	-0.7469	1.1637 (5)
	$0.125 < k_e \leq 0.176$	-0.1968	
	$0.175 < k_e$	0.4168	
地下水位の深さ Z (m)	$Z = 0.0$	0.4909	1.2659 (3)
	$0.0 < Z \leq 3.0$	-0.0400	
	$3.0 < Z$	-0.7750	
平均N値	$0.0 < N \leq 5.0$	0.4347	0.9077 (6)
	$5.0 < N$	-0.4730	
飽和砂層厚 D (m)	$D = 0.0$	-1.0950	2.2606 (1)
	$0.0 < D \leq 10.0$	0.0923	
	$10.0 < D$	1.1656	
シルト・粘土層厚 B (m)	$B = 0.0$	0.8576	1.2176 (4)
	$0.0 < B \leq 5.0$	0.1167	
	$5.0 < B$	-0.3600	
地形	河川周辺	0.6027	1.9966 (2)
	埋立地	0.0509	
	その他	-1.3939	

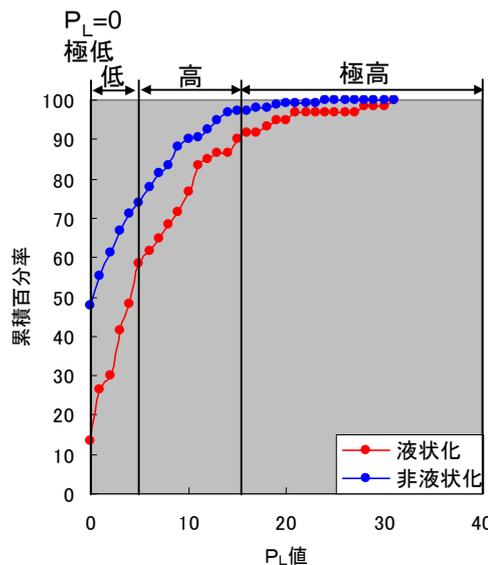
[相関比 $r^2 = 0.46$]

表・4 数量化モデルによる液状化判別結果

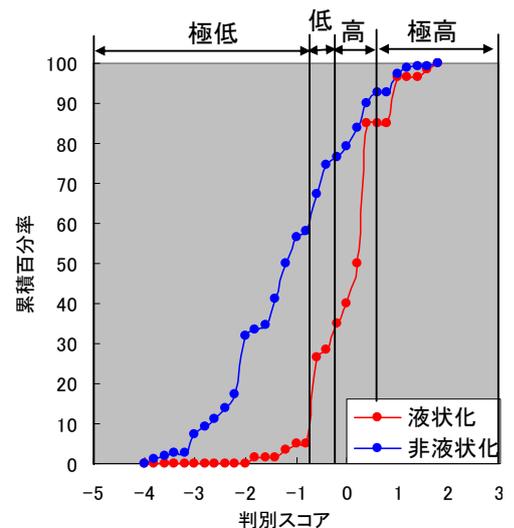
		実地震		
判別スコア		液状化	非液状化	合計
非液状化	~ -0.74	3	86	89
	$-0.74 \sim -0.3$	14	19	33
	$-0.3 \sim 0.59$	29	22	51
	$0.59 \sim$	14	23	37
小計		57	64	121
合計		60	150	210

表・5 数量化モデルによる判別率

	判別率
液状化	57/60=95%
非液状化	86/150=57%
全体	57+86/210=68%



図・2 P_L 値に対する累積頻度曲線



図・3 判別スコアZに対する累積頻度曲線