

2011 年東北地方太平洋沖地震による液状化被害調査
 現行の液状化判定法の適用性(その 2)

Investigation of Liquefaction Damage due to the 2011 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake
 Applicability of the Current Liquefaction Evaluation(Part 2)

○矢部智久², 山田雅一¹, 安達俊夫¹, 工藤諒太², 森垣大佳², 山下哲平²
 *Tomohisa Yabe², Masaichi Yamada¹, Toshio Adachi¹, Ryota Kudou², Taika Morigaki², Teppei Yamashita²

Abstract: In this second paper, the liquefaction damage due to the 2011 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake in Tokyo Metropolitan Area and the comparison with liquefaction evaluation by the specifications for highway bridges using its ground parameter were examined.

1. はじめに

前報その 1 では, 東京湾東部沿岸と利根川下流沿岸において, 公開されている地盤情報データベース¹⁾を基に, 建築基礎構造設計指針²⁾(以下, 基礎指針)による簡易液状化判定と液状化被害状況を比較し, その適用性を調べた。

本報告では, 前報その 1 で検討した同じ地点に対して, 道路橋示方書³⁾(以下, 道路橋)による液状化判定を行い, その適用性と基礎指針による判定結果を比較, 検討する。

2. 液状化判定法

本報告では液状化判定法に道路橋を準用した。道路橋に基づいて検討地点の各深さにおける液状化安全率 F_L を求め, 前報その 1 と同様に液状化指数 P_L ³⁾を算出して液状化の程度を評価した。

$$F_L = R/L \quad (1)$$

$$R = c_w R_L \quad (2)$$

ここに, R : 動的せん断強度比, L : 地震時せん断応力比, C_w : 地震動特性による補正係数, R_L : 繰返し三軸強度比である。 R_L は次式より算出する

$$R_L = \begin{cases} 0.0882\sqrt{Na/1.7} & (Na < 14) \\ 0.0882\sqrt{Na/1.7} + 1.6 \times 10^{-6} \cdot (Na - 14)^{4.5} & (14 \leq Na) \end{cases} \quad (3)$$

ここに, Na : 粒度の影響を考慮した補正 N 値である。また, c_w は地震動特性による補正係数で, 地震動のタイプによって下式で求める。

タイプ I (海溝型地震)

$$c_w = 1.0$$

タイプ II (直下型地震)

$$c_w = \begin{cases} 1.0 & (R_L \leq 0.1) \\ 3.3R_L + 0.67 & (0.1 < R_L \leq 0.4) \\ 2.0 & (0.4 < R_L) \end{cases}$$

今回の東北地方太平洋沖地震はタイプ I の海溝型地震であるので $c_w = 1.0$ を用いる。

次に P_L 値は, 1.0 以下の F_L 値と深度に対する重み係数を乗じることにより, 構造物の液状化被害の程度を表している。

$$P_L = \int_0^{20} (1 - F_L)(10 - 0.5z) dz \quad (4)$$

ここに, z は地表面からの検討深さ(m)である。

P_L 値によって Table.1 に示すような液状化危険度が判定される。

Table.1 Relationship between the P_L and the risk of liquefaction

P_L	液状化の危険度
$P_L = 0$	かなり低い
$0 < P_L \leq 5$	低い
$5 < P_L \leq 15$	高い
$15 < P_L$	極めて高い

3. 液状化判定法の適用性

3.1 検討地点と判定条件

公開されている地盤情報データベース¹⁾を基に, 東京湾東部沿岸では浦安市, 利根川下流沿岸では香取郡神崎町の 2 地点について道路橋による液状化判定を行い, その適用性を調べた。

公開されている地盤情報は, 土の単位体積重量 γ_t , 平均粒径 D_{50} , 細粒分含有率 FC が不明であるので, 道路橋による概略値⁴⁾を用いた。また, 液状化判定に用いた α_{max} 検討地点に最も近い K-NET の観測点で得られた地表最大加速度を水平震度として用いた。

3.2 液状化判定結果

Table.2 に道路橋による液状化判定結果を示す。

浦安市，香取郡神崎町共に液状化判定した結果は， P_L 値が 5 よりも大きい地点では実際に液状化していることが確認されている。浦安市では埋立地で全体的に液状化をしており，被害状況と液状化判定結果は概ね同程度と判断できる。⁵⁾しかし，一部地域によっては実際の被害状況に比べて判定結果が過小評価している地点が見られた。香取郡神崎町では，Fig.1 の噴砂の状況から液状化の被害が甚大であったことが分かる。この地点は Fig.1 中の 2 本の破線の内側が旧河道上の埋立地であり，破線を境に外側では噴砂が全く見られなかった。液状化判定による F_L 値もかなり大きかった。また，この地点は，1987 年千葉県東方沖地震でも液状化が生じた。

Table.2 Lipuefaction evaluation results in Urayasu-shi and Kouzaki-chou

液状化判定地点	道路橋示方書 (P_L 値)	建築基礎構造設計指針 (P_L 値)	液状化危険度判定区分		
浦安市	当代島一丁目 (25346)	0.0	0.0	$P_L=0$	
	明海 (25657)	0.0	0.0		
	興浜三丁目 (25672)	0.0	0.0		
	北東四丁目 (12875)	0.0	0.0		
	明海 (25655)	0.3	0.3		$0 < P_L \leq 5$
	北東四丁目 (12873)	0.4	2.2		
	興浜三丁目 (25899)	0.4	0.0		
	高洲 (05334)	0.4	0.5		
	北東三丁目 (12877)	0.4	0.0		
	富士見三丁目 (25332)	0.9	0.0		
	高洲 (25615)	1.0	0.9		
	高洲 (25683)	1.3	1.2		
	興浜 (0847)	1.5	1.6		
	海浜二丁目 (25396)	1.6	1.2		
	今川一丁目 (05341)	1.9	2.7		
	興浜五丁目 (5337)	2.6	2.6		
	高洲 (25661)	3.6	3.8		
	鉄鋼通り (25641)	3.6	3.5		
	入船五丁目 (25672)	4.0	4.0		
	興浜五丁目 (25892)	4.2	3.6		
	興浜五丁目 (25345)	4.3	0.3		
	今川一丁目 (25394)	4.4	2.8		
	千鳥 (25604)	4.6	2.9		
	海浜二丁目 (04771)	4.8	5.2		
	海浜二丁目 7220	5.1	0.0		
	高洲 (23659)	5.2	4.3		
	千鳥 (25605)	5.4	2.9		
	高洲 (05302)	5.7	4.9		
	興浜二丁目 (09849)	5.7	2.1		
	富岡二丁目 (25896)	5.9	3.6		
	海浜二丁目 (07230)	6.0	4.1		
	港 (5324)	9.5	10.5	$5 < P_L \leq 15$	
	鉄鋼通り三丁目 (25640)	10.6	8.1		
	興浜 (25634)	10.6	7.0		
	興浜 (09848)	11.2	4.3		
千鳥 (25609)	11.6	5.2			
明海 (25654)	11.6	6.2			
千鳥 (25610)	11.7	8.7			
鉄鋼通り二丁目 (5305)	12.6	10.0			
千鳥 (25607)	12.6	11.3			
日の出 (09853)	13.3	7.3	$15 < P_L$		
高洲 (05273)	13.3	8.0			
興浜二丁目 (25895)	13.7	5.3			
高洲 (23657)	14.1	12.2			
高洲 (05307)	14.1	6.2			
富岡三丁目 (25897)	19.8	19.3			
千鳥 (25603)	24.1	18.6			
千鳥 (25608)	26.0	20.8			
神崎町	神崎町小松 (10960)	0.0		0.0	$P_L=0$
	神崎町植藤 (11128)	0.0		0.0	
	神崎町釜木 (10954)	1.5	0.0		
	神崎町小松 (10957)	8.1	3.8	$5 < P_L \leq 15$	
	神崎町小松 (10955)	8.1	3.9		
	神崎町小松 (10956)	9.2	9.2		
	神崎町神崎神宮 (09231)	11.3	7.6		
	神崎町神崎神宮 (11126)	21.3	19.3		
	神崎町小松 (10959)	22.6	21.4		
	神崎町神崎神宮 (10958)	32.1	29.1		$15 < P_L$
神崎町神崎神宮 (11124)	34.7	29.2			

※ () 内の表記は千葉県地質環境インフォメーションバンクでの整理番号



Fig.1 Sand boil on abandoned river channels

Fig.2 に道路橋による P_L 値と基礎指針による P_L 値を比較した。Fig.2 より，道路橋による P_L 値は，基礎指針による P_L 値よりも大きめに評価されることがわかる。

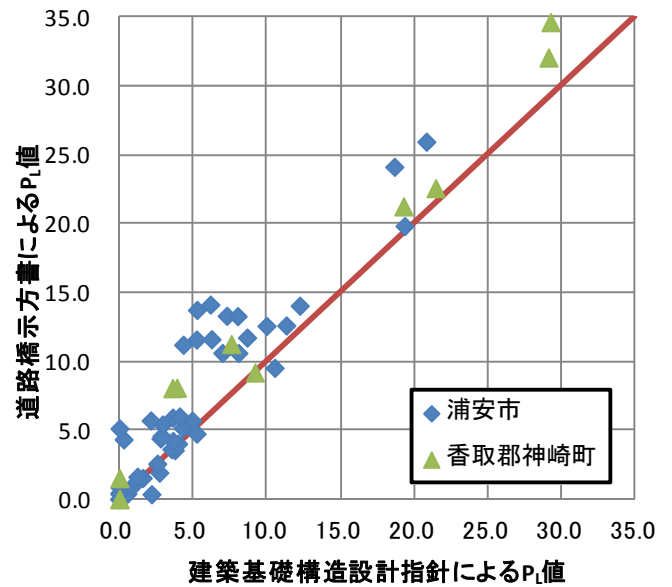


Fig.2 Comparison of P_L -value

4. まとめ

建築学会指針と道路橋示方書を比較すると，道路橋による P_L 値は，基礎指針による P_L 値よりも大きめに評価されることがわかる。しかし，浦安市今川では両者で対応が見られないが全体的には現行の液状化判定法は，今回の地震による液状化の発生を概ね判別できるようである。

【参考文献】

- 1) 千葉県環境生活部:地質環境インフォメーションバンク
- 2) 日本建築学会:建築基礎構造設計指針, 2001.
- 3) 岩崎敏雄, 龍岡文夫, 常田賢一, 安田進: 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, pp.23-29
- 4) 日本道路協会:道路橋示方書・同解説 V 耐震設計編, 2002.
- 5) 森垣大佳他:2011 年東北地方太平洋沖地震による液状化被害調査, 第 55 回日本大学理工学部学術講演会予稿集, 2011.