

2011 年東北地方太平洋沖地震の液状化調査結果を踏まえた 発生箇所の分析

Characteristics of Liquefied Sites Deduced from the Research Report on the 2011 off the Pacific Coast of Tohoku Earthquake

山本俊雄¹、松田磐余²、荏本孝久¹

Toshio YAMAMOTO¹, Iware MATSUDA² and Takahisa ENOMOTO¹

¹ 神奈川大学工学部

Faculty of Engineering, Kanagawa University

² 関東学院大学名誉教授

Emeritus Professor, Kanto Gakuin University

Liquefaction occurred broadly in the suffered area due to the 2011 off the Pacific Coast of Tohoku Earthquake. Especially, the lowlands and reclaimed lands located in the southeastern part of Kanto area were severely damaged. The Ministry of Land, Infrastructure, Transportation and Tourism, Kanto Regional Development Bureau and the Japanese Geotechnical Society compiled jointly “The Fact Finding Report Concerning Liquefaction in the Kanto Area due to the 2011 off the Pacific Coast of Tohoku Earthquake”. We analyzed the characteristics of liquefied sites recorded on the report for the purpose of improving methodology for judging liquefaction vulnerability.

Keywords :liquefaction, site characteristics, Kanto area, the 2011 off the Pacific Coast of Tohoku Earthquake

1. はじめに

2011 年 3 月 11 日に発生した東北地方太平洋沖地震 (Mw9.0) では、液状化現象が広域に発生し、住宅・道路・河川堤防・港湾施設・ライフライン等が著しい被害を受けた。液状化現象については、国土交通省関東地方整備局・公益社団法人 地盤工学会により実態調査¹⁾が行われ、同時にアンケート調査票²⁾も公表されている。ここでは、今後の液状化現象発生危険度判定の向上に資することを目的として、この報告書に記録されている液状化現象発生箇所を分析した結果を述べる。

2. 液状化被害地域

関東地方では、関東 1 都 6 県すべてで液状化現象が発生した。図-1 に 250m メッシュごとの微地形と液状化現象発生地点を示す (文献 1 による)。図からは、利根川沿いの沖積低地と東京湾岸の埋立地で液状化が著しかったことが読み取れる。

3. 微地形区分

文献 1 によれば、液状化現象が発生したメッシュは、埋立地 (No. 20) が最も多く 35.1% を占め、次に三角州・海岸低地 (No. 15) が 16.2% である。また、液状化の可能性があるとされている微地形区分以外でも、ローム台地 (No. 9) と丘陵 (No. 3) で液状化が発生したことが報告されているが、微地形区

分が 250m メッシュであるので、液状化現象発生地点の微地形についてはより詳細な検討を要する。

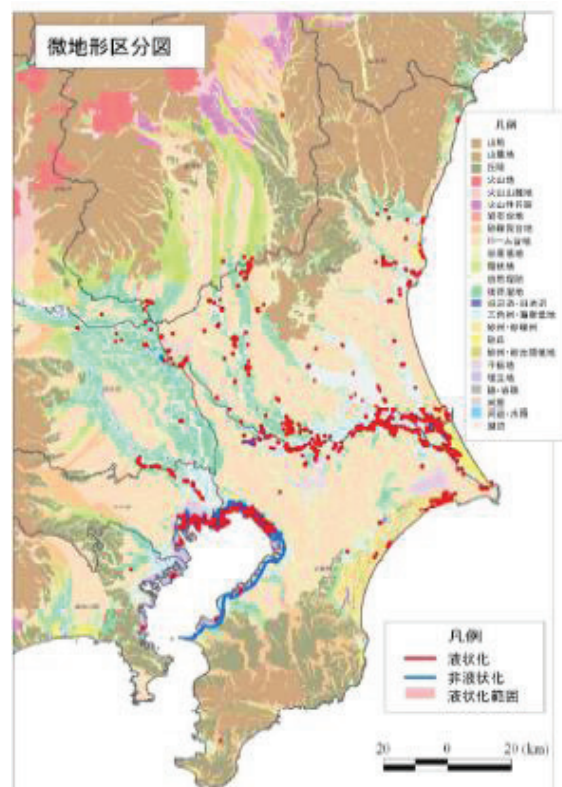


図-1 微地形区分図と液状化発生地点 (文献 1 による)

微地形毎の液状化現象発生メッシュの比率を表-1 に示した。埋立地(No. 20)で 20.2%、旧河道・旧池沼(No. 14)で 10.4%と旧水面を埋め立てた場所で液状化現象発生率が高い。次いで、干拓地(No. 19)の 7.5%が続く。

表-1 微地形毎の液状化発生数(メッシュ別)
文献1より集計

No	微地形区分	液状化発生 メッシュ数	非液状化 メッシュ数	液状化発生 メッシュ%
20	埋立地	1171	4635	20.169%
14	旧河道・旧池沼	244	2094	10.436%
19	干拓地	257	3175	7.488%
15	三角州・海岸低地	538	11330	4.533%
17	砂丘	104	2660	3.763%
16	砂州・砂礫洲	254	8053	3.058%
22	河原	107	3991	2.611%
12	自然堤防	222	10077	2.156%
23	河道・水路	4	203	1.932%
13	後背湿地	282	27195	1.026%
18	砂州・砂丘間低地	15	1733	0.858%
10	谷底低地	39	25083	0.155%
9	ローム台地	92	104558	0.088%
11	扇状地	2	17063	0.012%
3	丘陵	1	40093	0.002%

4. 液状化現象発生地点の P_L 値

1) P_L 判定方法: 液状化現象発生危険度の判定には、液状化指数 P_L 値が使用される。その算定方法は、下式による。

$$P_L = \int_0^{20} (1 - F_L)(10 - 0.5x) dx \quad (1)$$

P_L : 液状化指数 F_L : 液状化に対する抵抗率
 x : 地表面からの深さ(cm)

2) 算定結果: 文献2ではアンケート調査票が 184 地点に配布されている。その回答に記載されているボーリング資料と新たに収集した資料から、 P_L 値を求めた。結果を表-2 に示す。液状化危険度ランクが「高い」と「中」で 73%を占めたが、「低い」と「ほとんどなし」を合わせると 15%に達した。不明はボーリング資料が得られなかった地点である。

表-2 液状化指数算定結果

液状化危険度ランク		箇所数	割合
高い	$PL > 15$	98	53%
中	$15 \geq PL > 5$	37	20%
低い	$5 \geq PL > 0$	14	8%
ほとんどなし	$PL = 0$	13	7%
不明		22	12%
合計		184	100%

3) P_L 値と強震継続時間の関係

文献2に記載されている加速度 50gal 以上の強震継続時間と算定した P_L 値との関係を図-2 に示す。

液状化現象発生地点数は、強震継続時間が 30 秒を過ぎると増え始め、40 秒を超えると急増する。 P_L 値から、液状化危険度ランクが「低い」と「ほとんどなし」と判定された地点でも、強震継続時間が 30 秒を超えると地点数が増え、強震継続時間が液状化現象発生に与える影響が大きい。

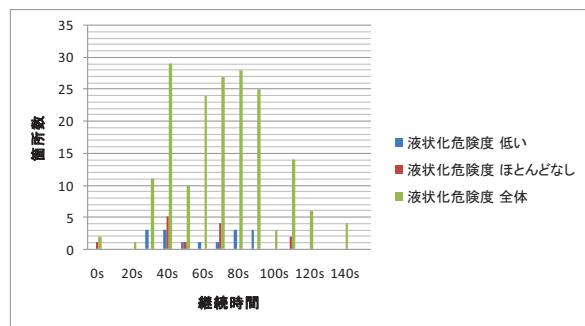


図-2 P_L 値と強震継続時間の関係

5. 液状化発生履歴

アンケート票からは、184 箇所の液状化現象発生箇所のうち、54 箇所(29%)では過去に液状化現象が発生していることが判明した。また、そのうち同一個所で再発したものが 26 箇所(48%)あった。再発した箇所の P_L 値を表-3 に示す。表-2と比較すると、液状化危険度ランクが「低い」と「ほとんどなし」と判定された地点の割合が、それぞれ 8%から 12%、7%から 27%と高くなるのが目立つ。

表-3 P_L 値と液状化発生箇所の関係

P_L 値	箇所数	割合
高い	12	46%
中	3	11%
低い	3	12%
ほとんどなし	7	27%
不明	1	4%
合計	26	100%

6. まとめ

1) 液状化現象発生箇所の微地形区分は、発生可能性のある微地形区分と比較的一致する。

2) P_L 値から、液状化危険度ランクが「低い」と「ほとんどなし」と判定された箇所でも、15%が液状化した。これらの地点での強震継続時間は 30~90 秒で、通常、強震継続時間が 20~30 秒以内であることから判断すると、強震継続時間が 30 秒を超えると危険度ランクが低い地点でも液状化する可能性が増すと考えられる。

3) 液状化発生履歴がある箇所は再び液状化しやすい傾向がある。

謝辞: 望月愛美さんには液状化指数算定など取りまとめて頂いたことに感謝する。

引用文献:

- 国土交通省関東地方整備局・公益社団法人 地盤工学会: 東北地方太平洋沖地震による関東地方の地盤液状化現象の実態解明報告書(平成 23 年 8 月)
- 国土交通省関東地方整備局・公益社団法人 地盤工学会: 東北地方太平洋沖地震による関東地方の地盤液状化現象の実態解明報告書 調査票(平成 23 年 8 月)