

# 首都圏における液状化被害状況

## Liquefaction Damage due to the 2011 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake in Tokyo Metropolitan Area

山田 雅一  
Masaichi Yamada

Abstract: This paper is the report of the liquefaction damage due to the 2011 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake in Tokyo Metropolitan Area and the comparison with liquefaction evaluation using its ground parameter.

### 1. まえがき

2011年3月11日14時46分頃に東北地方太平洋沖を震源とするマグニチュード9.0の地震が発生した。宮城県栗原市築館では震度7が観測されている。防災科学研究所のK-NET/KiK-netで記録された最大加速度はMYG004(K-NET 築館)観測点の2933gal(3成分合成値)であった。この地震で、首都圏では東京湾東部沿岸と利根川沿岸に広域的な液状化による被害が発生した。東京湾東部沿岸と利根川沿岸における各地の震度は、浦安市、習志野市、千葉市美浜区、香取市で震度5強、市川市、船橋市、我孫子市で震度5弱で、潮来市で震度6強、稲敷市で震度5強であった。また、地震動は継続時間が長く、揺れの回数が多いのが特徴である。

本報告では、この地震による東京湾東部沿岸と利根川沿岸の液状化による被害状況の概要と簡易な液状化判定結果を報告する。

### 2. 調査概要

本報告は、3月14日以降から3月30日までの調査結果をまとめたものである。調査範囲は、千葉県浦安市から富津市までの東京湾東部沿岸と、利根川下流域では千葉県柏市から香取市までの利根川右岸側と茨城県潮来市と稲敷市の利根川左岸側である。調査方法は、主として目視により、噴砂や地盤変状、建物の沈下・傾斜および軽量構造物の浮き上がりの状況を確認した。

### 3. 調査結果

#### 3.1 液状化の特徴

本調査による首都圏における東北地方太平洋沖地震で発生した液状化の主な特徴をまとめると以下の通りである。

(1) 東京湾東部沿岸と利根川沿岸において広域的に液

状化が発生した。

- (2) 東京湾東部沿岸では埋立地、利根川沿岸では旧河道上の埋立地で、利根川周辺地域では旧湖沼の干拓地において液状化が確認された。
- (3) 1987年千葉県東方沖地震で液状化が発生した一部地域では今回も液状化が発生し、再液状化現象が確認された。
- (4) 埋め戻し土の液状化によるマンホールなどの浮き上がり被害が各地で見られた。

#### 3.2 液状化被害の状況

図1は、今回の調査で確認した液状化発生地点(●、●印)と、1987年千葉県東方沖地震(マグニチュード6.7)で液状化が認められた地点(●印)<sup>1)</sup>を併せ示したものである。●印は再液状化が生じた地点を表している。以下に、地域別に液状化の被害状況を述べる。

##### 3.2.1 東京湾東部沿岸

浦安市から千葉市美浜区新港までの東京湾東部沿岸一帯に液状化が発生した。これらの地点は海岸埋立地である。浦安市海楽、美浜、入船と千葉市美浜区高浜、新港では1987年千葉県東方沖地震でも液状化が確認されており、この地点では再液状化が確認された。市原市、袖ヶ浦市、木更津市、富津市においては液状化が確認できなかった。

浦安市は、現在の市総面積の約3/4が埋立地であり、1968年(昭和43年)から1981年(昭和56年)まで付近の海底からの浚渫土を用いてサンドポンプによって6つの区画が順次埋立てられた。この埋立地盤は細粒分が多いことが報告されている<sup>2)</sup>。埋立区画によって液状化被害の程度は異なっていたが、埋立年代と液状化被害の程度には相関は見られなかった。

今川、弁天、富岡の住宅地では特に液状化による被害が大きく、噴砂が敷地内および前面道路に30cm程

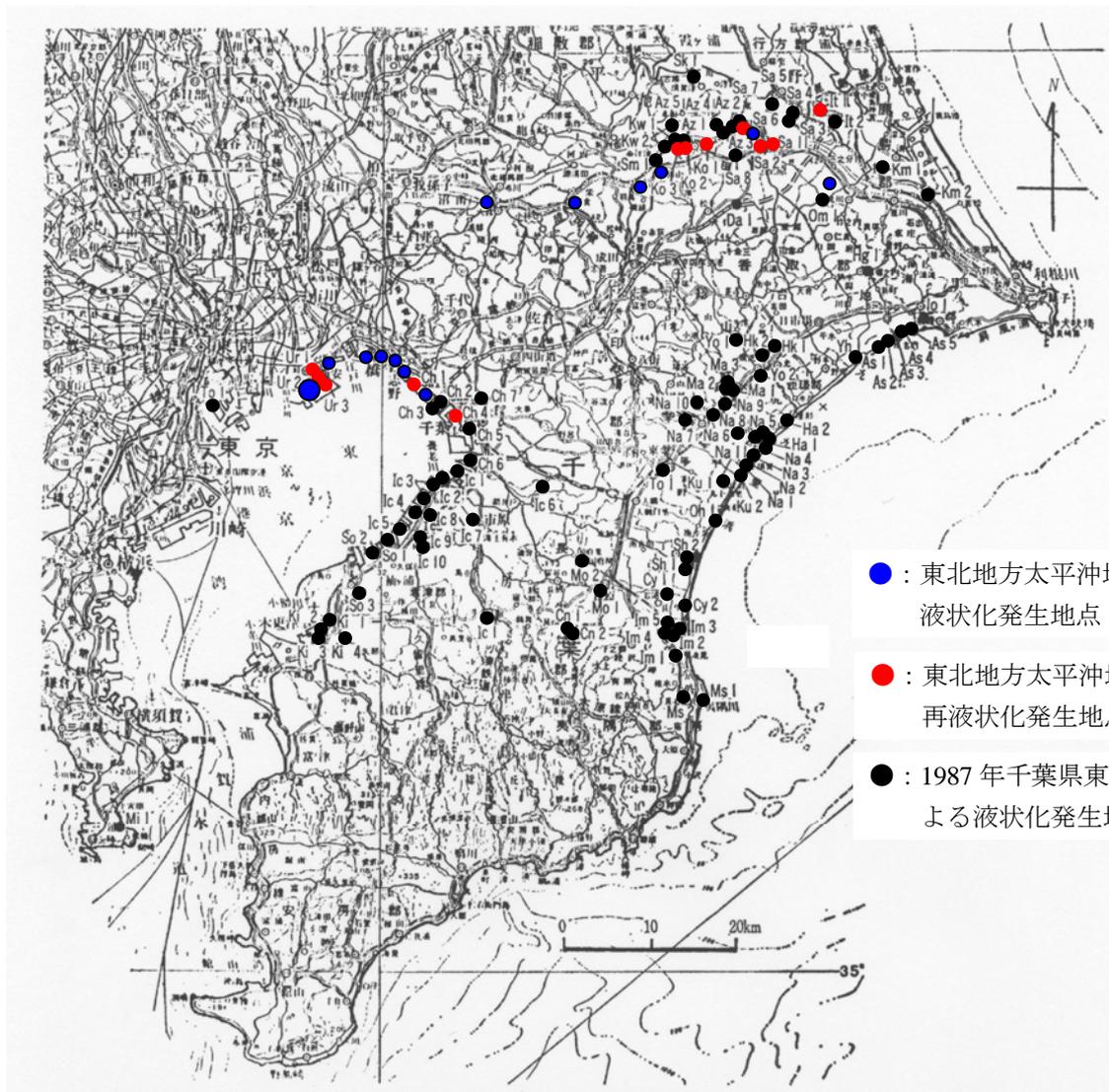


図1 東北地方太平洋沖地震による液状化発生地点(文献1)に加筆

度堆積し、家屋の沈下・傾斜、電柱の傾斜が多数見られた。千葉県東方沖地震で液状化が確認された海楽、美浜、入船では、噴砂と家屋の沈下・傾斜が見られ、特に入船においては、液状化の程度が激しく、家屋の沈下・傾斜や商業施設の外構の沈下、道路や駐車場の変状が確認された。

その他は、マンホールの浮き上がり、側方流動による護岸の変状、京葉線橋脚周りでは噴砂と地盤の変状が見られている。しかしながら、地盤改良が施されている地点では液状化による被害は見られなかった。

市川市から千葉市美浜区においても、国道14号線から南(東京湾側)の埋立地盤で液状化が確認され、浦安市と同様に液状化による被害は大きく、噴砂、電柱の傾斜、マンホールの浮き上がり、道路・歩道の波打ちなどが見られた。住宅地においては、家屋の沈下・傾斜や浄化槽の浮き上がりが見られ、中低層建築物(杭基礎)においては、外構の変状、沈下が見られた。局所的ではあるが側方流動による護岸の崩壊も見られた。

### 3.2.2 利根川下流沿岸

この地域は、千葉県東方沖地震でも液状化が発生しており、利根川沿岸低地と左岸北方に位置する霞ヶ浦と北浦の湖岸低地から成っている。この地域の液状化による被害は、旧河道上の埋立地に集中していた。今回の調査では我孫子市から香取市小見川まで断続的に液状化被害が認められた。

我孫子市布佐、都地区は、利根川の水害によってできた湖沼を1952年に浚渫した川砂で埋立てた地区であり、この一帯は激しく液状化しており、多くの家屋が数10cmから1m沈下・傾斜して、電柱、信号、ブロック塀が倒れたり傾くなどした。図2に、この地区の土地条件図<sup>3)</sup>と液状化被害が見られた区域(赤線)を示した。図2より、液状化被災区域は埋立地上に位置しているが、周辺の同じ埋立地では液状化被害が生じておらず局所的であることがわかる。また、液状化被災区域の約半分は、我孫子市の液状化危険度マップでは「対象外」とされていた。

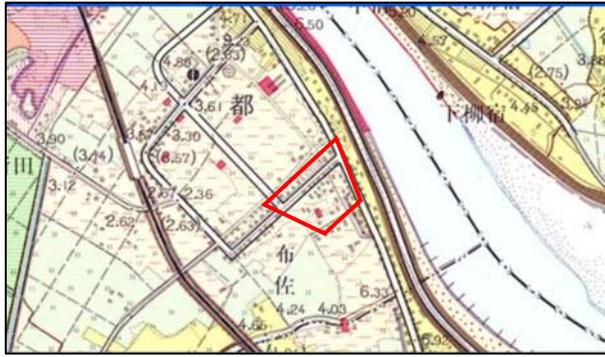


図2 我孫子市布佐，都付近の土地条件図<sup>3)</sup>

香取郡神崎町および香取市佐原も旧河道を埋立てた地区であり、激しく液状化が生じていた。両地区とも千葉県東方沖地震で液状化が発生した地点である。この辺りの水田には円形型と線状型の大きな噴砂孔が数多く見られた。宅地では、家屋の沈下・傾斜が、その他では電柱の傾斜、排水路の隆起、側方流動による護岸の崩壊、道路の波打ちが確認された。

香取郡神崎町向野においては千葉県東方沖地震による噴砂の状況が詳細に調査されている<sup>4)</sup>。その噴砂状況を図3に示す。図4には、神崎町向野付近の土地条件図<sup>5)</sup>を示す。また、図5に今回の地震による同じ場所での噴砂状況を示す。図5より、図中の2本の破線（赤色）を境に外側では噴砂は全く見られていない。これらの図より、旧河道の埋立地上の同じ地点において再度液状化が生じたことがわかる。

潮来市日の出地区は、旧湖沼の干拓地で外浪逆浦の浚渫砂で盛土造成された地域であり、噴砂、マンホールの浮き上がり、電柱の傾斜、道路の変状、家屋の沈下・傾斜が見られた。この地区も千葉県東方沖地震でも液状化被害が認められている。

利根川支流の横利根川沿岸に位置する稲敷市西代地区は旧河道上の埋立地であり、ここでも大きな液状化被害が発生していた。

#### 4. 液状化判定

公開されている地盤情報データベース<sup>6)</sup>を基に、浦安市今川、香取郡神崎町、香取市佐原口の3地点について簡易な液状化判定を行った。液状化判定方法は、道路橋示方書<sup>7)</sup>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、その $F_L$ 値を用いて液状化指数 $P_L$ <sup>8)</sup>により液状化の程度を評価した。 $P_L$ 値によって表1に示すような液状化危険度が判定される。公開されている地盤情報は、土の単位体積重量 $\gamma$ 、平均粒径 $D_{50}$ 、細粒分含有率 $FC$ が不明であるので、道路橋示方書による概略値を用いた。また、地震動は検討地点に



図3 千葉県東方沖地震による神崎町向野の噴砂状況<sup>4)</sup>

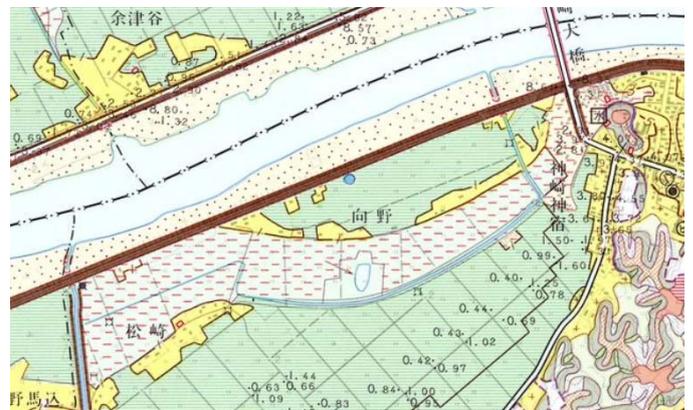


図4 神崎町向野付近の土地条件図<sup>5)</sup>



図5 東北地方太平洋沖地震による神崎町向野の噴砂状況 (Google Earth (画像取得日：2011.3.29))

表1  $P_L$  値による液状化判定区分

$P_L=0$	液状化の危険度はかなり低い。液状化に関する詳細な調査は不要。
$0 < P_L \leq 5$	液状化の危険度は低い。特に重要な構造物に対して、より詳細な調査が必要。
$5 < P_L \leq 15$	液状化の危険度が高い。重要な構造物に対して、より詳細な調査が必要。液状化対策が一般に必要。
$15 < P_L$	液状化の危険度が極めて高い。液状化に関する詳細な調査と液状化対策は不可避。

最も近い K-NET の観測点で得られた地表面最大加速度を用いた。

図 6～図 8 に、それぞれ浦安市今川、香取郡神崎町、香取市佐原口における土質構成、標準貫入試験結果 (N 値の深度分布) および  $F_L$  値の深度分布を示す。 $F_L$  値が 1.0 以下の場合に液状化発生の可能性があると判断される。図 6～図 8 に示した  $F_L$  値から算出した  $P_L$  値を表 2 に示す。表 2 より、浦安市今川における液状化の程度は今回の地震による液状化被害状況と比べるとかなり過小評価された判定結果が得られた。この一因としては、地震動 (CHB008(K-NET 浦安)では、最大加速度  $174\text{cm/s}^2$  が観測されている。) が比較的小さいが、継続時間が長かったことが考えられる。一方、香取郡神崎町、香取市佐原口の 2 地点では実際の液状化の被害状況と調和的な判定結果が得られた。

表 2  $P_L$  値による液状化判定

地点	液状化指数 $P_L$
浦安市今川	2.3
香取郡神崎町	32.3
香取市佐原口	27.1

## 5. まとめ

今回の地震による液状化被害の特徴は、東京湾東部沿岸と利根川沿岸において広域的に液状化が発生したことと、一部地域では再液状化現象が確認されたことである。液状化発生地点の地形・地盤は、東京湾東部沿岸では埋立地、利根川沿岸では旧河道上の埋立地や旧湖沼の干拓地である。また、過去の地震の液状化被害と同様に、埋め戻し土の液状化によるマンホールの浮き上がり被害が各地で見られた。

公開されている地盤情報を基に東京湾東部沿岸と利根川沿岸における 3 地点で簡易な液状化判定を行った結果、東京湾東部沿岸の浦安においては、実際の液状化被害状況と液状化判定結果が異なった。この一因として、地震動の継続時間が長かったことが考えられる。今後は、液状化判定を含めて地震動の継続時間の影響を検討することが必要である。

### 【参考文献】

- 1) 古藤田喜久夫, 若松加寿江: 千葉県東方沖地震による液状化現象とその被害, 土と基礎, Vol.36, No.12, pp.19-24, 1988.
- 2) 森本巖, 陶野郁雄, 安田進: 千葉県東方沖の地震による液状化地点とその特徴, 第 23 回土質工学研究発表会, pp.953-954, 1988.
- 3) 国土地理院: 2 万 5 千分の 1 土地条件図 (龍ヶ崎), 1975.
- 4) 古藤田喜久夫, 若松加寿江, 間瀬辰也: 1987 年千葉県東方沖地震による液状化現象 その 2. 粒度試験および地盤調査結果, 第 23 回土質工学研究発表会, pp.959-960, 1988.
- 5) 国土地理院: 2 万 5 千分の 1 土地条件図 (佐原), 1976.
- 6) 千葉県環境生活部: 地質環境インフォメーションバンク
- 7) 日本道路協会: 道路橋示方書・同解説 V 耐震設計編, 2002.
- 8) 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, 1980.

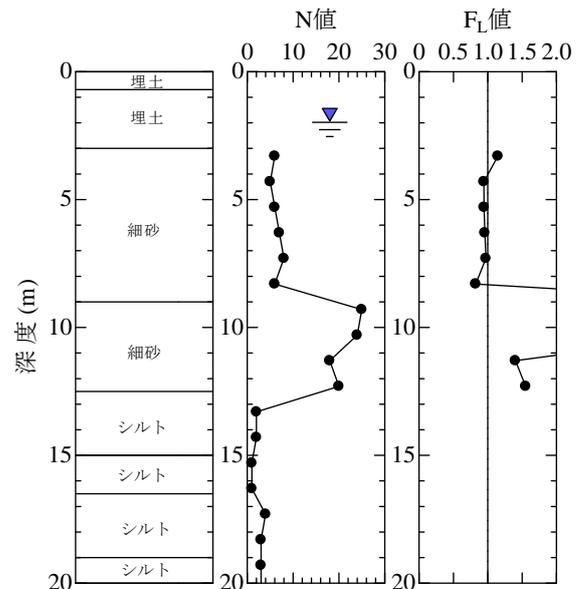


図 6 浦安市今川の土質構成と N 値,  $F_L$  値の深度分布

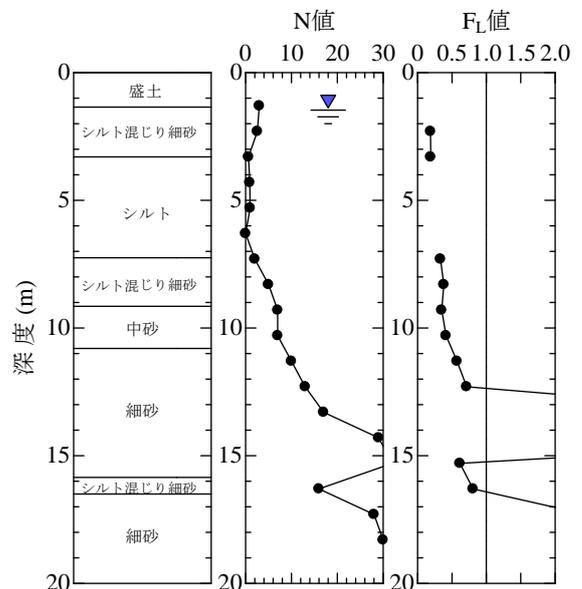


図 7 香取郡神崎町の土質構成と N 値,  $F_L$  値の深度分布

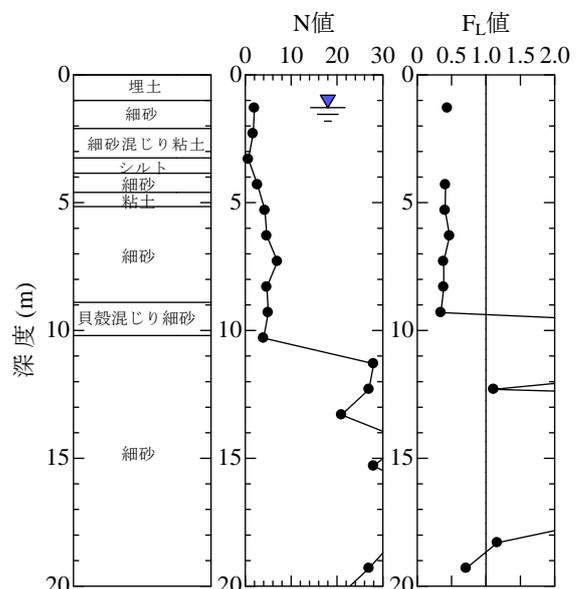


図 8 香取市佐原口の土質構成と N 値,  $F_L$  値の深度分布