

東日本 大震災 速報

東京湾ウォーターフロントに おける液状化被害

田村 修次*

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では、東京湾の埋立地（主に新木場より東側）、千葉県、茨城県で激しい液状化が発生した。ここでは、3月13日および15日に行った新木場（東京都江東区）と浦安市（千葉県）の液状化調査結果を速報する。

2. 地震動

図1にK-NET 浦安で計測された加速度時刻歴を示す。最大水平加速度は 157 cm/s^2 （EW成分）である。地震動の継続時間は5分に及ぶ。そのうち、加速度振幅 50 cm/s^2 以上の地震動は1分程度である。K-NET 浦安は内陸側にあり、噴砂等は確認されていない。液状化が発生したエリアにおいても最大水平加速度は $150\sim 200\text{ cm/s}^2$ 程度だったと思われる。

3. 新木場

写真1は新木場駅前における噴砂である。新木場駅では構造的被害は無く、電気・上下水道も使用可能であった。新木場1丁目では、写真2に示すように歩道、車道が30cm程度の厚さの噴砂で覆われていた。また、交番が沈下傾斜していた（写真3）。新木場では地名の示すように材木問屋、倉庫、オフィスビル等が多く存在する。多くの事業所で噴砂の片付けや段差の補修が行われていた。一方、液状化が激しいエリアにおいても、

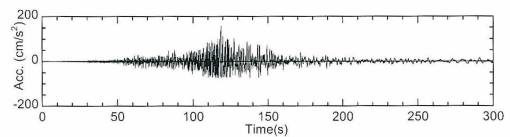


図1 K-NET 浦安の加速度波形（E-W成分）



写真1 新木場駅前における噴砂



写真2 歩道を覆った噴砂（新木場）

* 京都大学防災研究所
Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University



写真3 沈下・傾斜した交番（新木場）



写真5 杭基礎建物の周辺地盤の沈下（新木場）



写真4 液状化被害が軽微な事業所（新木場）



写真6 噴砂で覆われた道路（浦安市今川）

写真4に示すように液状化が軽微な事業所もあった。地盤改良等の液状化対策が行われたと思われる。地震時における企業活動継続をするうえで、地盤改良等の液状化対策は有効である。杭基礎と思われる建物では周辺地盤が50cm程度沈下するとともに、基礎と周辺地盤に隙間が生じていた(写真5)。建物に傾斜や構造的被害は見られなかった。

東京の地盤（東京都土木技術センター <http://doboku.metro.tokyo.jp/>）の土質柱状図によると、新木場では、地表面から10m～18mまでN値10以下の砂層またはシルト質砂層である。その下部ではN値3以下の軟弱シルト層が20m程度続く。表層の砂またはシルト質砂が液状化したと考えられる。新木場の西隣に位置する辰巳や東雲では、液状化の発生は新木場に比べて局所的である。辰巳や東雲の土質柱状図によると、表層に緩い砂層がある地点は限定的であり、液状化発生と整合し

ている。

4. 浦安

4.1 液状化

浦安市では、昭和40年代、50年代にかけて浚渫による埋立てが行われた。埋立地の表層地盤は、主に砂とシルト質砂で構成される。古東京川礫層までの深さは、最も浅い部分で20m、市域の大部分で30mを超え、60mを超える場所もある¹⁾。

浦安市においても激しい液状化が発生した。道路は噴砂で覆われ(写真6)、その厚さは55cm程度に及んだ(写真7)。その噴砂で埋没した自動車や自転車(写真8)が至るところで見られた150cm/s²程度の最大加速度の地震動で、多量の噴砂が発生した要因として、地下水位が高く表層にN値10未満の緩い砂が堆積していたことおよび地震動の長い継続時間が挙げられる。



写真7 噴砂の厚さ55cm (浦安市今川)

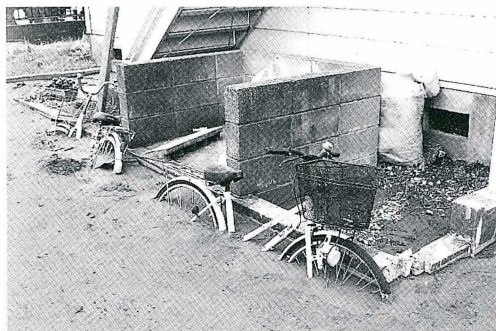


写真8 噴砂に埋もれた自転車 (浦安市今川)

4.2 戸建て住宅の被害

液状化発生地域における住民によると、地震による揺れは、「船に乗っているようなもの」であった。また、家具の転倒なども無かったと言う。これからも、液状化によって地盤の応答加速度が減少し、長周期化したことが伺える。また、噴砂は地震動の継続中に発生し、1時間程度は泥水が流れたという証言もあった。

液状化に伴い多くの戸建て住宅が沈下・傾斜した(写真9)。傾斜角は 1° ～ 2° 程度のものが多く見られた。上部構造物の損傷は、概ね軽微である。これは、多くの戸建て住宅で、剛性の高いベ



写真9 傾斜した建物 (浦安市入船)

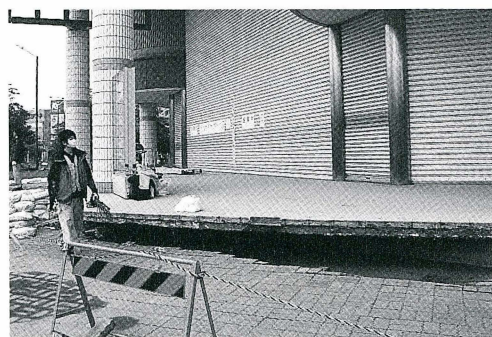


写真10 杭基礎建物の周辺地盤の沈下 (浦安市明海)

た基礎が用いられたことによると思われる。ただし、傾斜角 1° は約 $1/60$ に相当し、「体の不調を感じる」傾斜に相当する。実際、建物内部を調査させていただくと、明らかに違和感を感じた。

被災地域では、住宅基礎の剛性が高く、上部構造物の損傷も軽微であるため、ジャッキアップ等による補修で水平に戻すことは可能である。ただし、500～1000万円(兵庫県南部地震の液状化地帯における戸建住宅の修復事例²⁾)に達する多額の費用、再液状化を考えると、安価で再液状化にも対応できる復旧方法の開発、または宅地造成時の地盤改良が望まれる。

4.3 大規模建物の被害

杭基礎で支持された大規模建物では、建物自体の不同沈下・損傷はないものの、周辺地盤との間に50-60cm程度の段差が見られた(写真10)。このことは、周辺地盤が50-60cm程度沈下したこと

を示唆する。このため、写真11に示すように建物と周辺地盤の境界で、ライフラインの破断が発生していた。一方、フレキシブルジョイントを用いた例（写真12）では、破断は発生していなかった。液状化地盤における杭基礎建物では、フレキシブルジョイントが有効である。

浦安市では、前述のように激しい液状化が発生

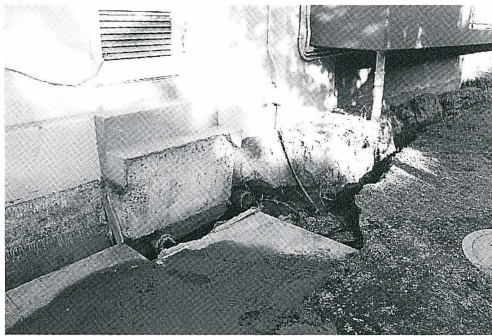


写真11 ライフラインの破断（浦安市入船）



写真12 フレキシブルジョイント（浦安市日の出）

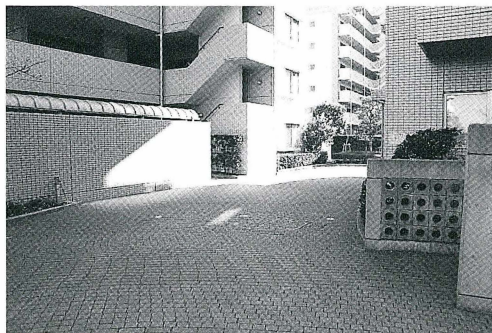


写真13 液状化していないエリア（浦安市日の出）

したものの、道路一本隔てたエリアでは、写真13に示すように液状化していない光景が多く見られた。これは、地盤改良の有無に依存すると思われる。地盤改良をした（と思われる）大規模建物では、地震による建物被害は軽微であった。

4.4 ライフラインの被害

電信柱の沈下・傾斜（写真14）、マンホールの浮上り（写真15）、水道管の破裂が液状化発生エリアで発生した。ライフラインの復旧は、電気が3月11日夜、ガスが3月30日、水道が4月6日、下水が4月15日であり、水道・下水の復旧に長い時間を有した。このため、杭基礎や地盤改良によって構造的な被害を免れたマンション等においても水道・下水が止まり、日常生活に支障がでた。下水が1ヶ月以上長期間停止した要因として、マンホールの浮上りや液状化に伴う地盤変形・沈下によって、下水管が破断し砂が混入したこと、下水道管の勾配の復旧に時間がかかったためと思われる。

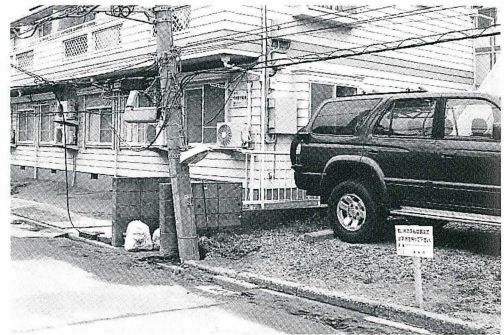


写真14 沈下した電信柱（浦安市今川）



写真15 浮上ったマンホール（浦安市日の出）

5. おわりに

東日本大震災では、浦安市をはじめ、東京近郊で液状化が発生し、戸建て住宅の沈下・傾斜、ライフラインの長期間の停止などの被害が生じた。さらに、千葉県議選が浦安市で行われないなど、2次的な地震被害も現れた。液状化の研究は1964年の新潟地震以降、精力的に行われ、液状化の予測手法、対策工法ともに実用化されている。一方、このような大きな液状化被害が発生してしまった。既存戸建て住宅やライフラインの安価な液状化対策・早期復旧方法の開発はもちろん、地震発生確率、液状化による経済的な損失予測（2次的な損失含む）を考慮した総合的かつ広域的な液状化対策が望まれる。

謝 辞

浦安市の地震被害調査は、東京工業大学時松孝次教授と共同で行った。浦安の強震記録は、防災科学技術研究所のK-NETの強震記録を使用させていただきました。記して感謝します。

参考文献

- 1) 千葉県浦安市公式サイト (<http://www.city.urayasu.chiba.jp/menu1.html>)
- 2) 藤井 衛, 伊集院博, 田村昌仁, 伊奈 潔: 兵庫県南部地震の液状化地帯における戸建住宅の基礎の被害と修復 (戸建住宅の基礎の修復に対する考え方), 土と基礎, 46 (7), pp.9-12, 1998.

(投稿受理: 平成23年 5 月 6 日)