

電子地盤図を用いた浦安市の液状化判定による P_L 値と地表面沈下量の関係

東京電機大学 正会員 ○石川 敬祐
東京電機大学 フェロー会員 安田 進

1. はじめに

2011年3月11日の東日本大震災では、東京湾岸の埋立地盤で液状化に伴う甚大な被害が発生した。筆者らは、地震翌日から現地踏査による液状化状況の把握¹⁾を実施している。甚大な被害になった要因として、本震災は $M_W=9.0$ と巨大地震であるため、過去に発生した地震に比べて地震動の継続時間が非常に長いことや本震の約29分後に茨城県沖で発生した最大余震が被害を拡大させたものと考えられ、室内試験で地震動特性の影響に関して実験的に評価²⁾してきた。これらの結果を用いて、被害が特に甚大であった浦安市に対して電子地盤図を用いて液状化判定を実施し、本震災時の液状化危険度評価³⁾を行ってきた。その結果、従来の検討手法に液状化強度比の地域性や海溝型巨大地震の継続時間の影響を考慮することで実被害に即した判定結果になることを確認している。本研究では、液状化危険度評価結果と震災時の現地調査結果（地表面沈下量）との関係を整理し、物理量を持たない液状化指数（ P_L 値）と地表面沈下量の関連性を分析する。

2. 浦安市内の液状化危険度評価結果

液状化危険度評価には、全国電子地盤図を用いて F_L 値法で実施した。全国電子地盤図は、250m メッシュ内の平均地盤モデルであり、土質、地下水位、 N 値(1m 毎)の基本データが設定されている。本検討では、この基本データから細粒分含有率や液状化強度比は地域性を考慮して設定し、地震動特性による補正係数は東日本大震災の巨大海溝型地震動の特性を考慮して設定している³⁾。地震外力は、元町地域は K-NET 浦安の合成加速度（174.3gal）とし、中町・新町は同地域での観測記録の平均値（200gal）とした。同市域の液状化危険度評価結果を図1に示す。同図は、岩崎らによって考案された液状化の激しさの程度を表す指標（ P_L 値）⁵⁾で整理している。市域の P_L 値分布より、液状化の発生が確認されていない元町地域では、 P_L 値が 0.0 という評価結果となった。また、液状化の発生が確認された中町・新町エリアの P_L 値は、5～15 のメッシュが主に確認され、 P_L 値の平均値は7であった。しかし、現地調査において液状化の発生を確認したが、 P_L 値が 0～5 の判定結果となったメッシュが少数確認された。なお、 P_L 値が小さい値になった地盤モデルの特徴として、地下水位が GL-3m 程度と低い位置に設定されていることが影響していると考えられる。

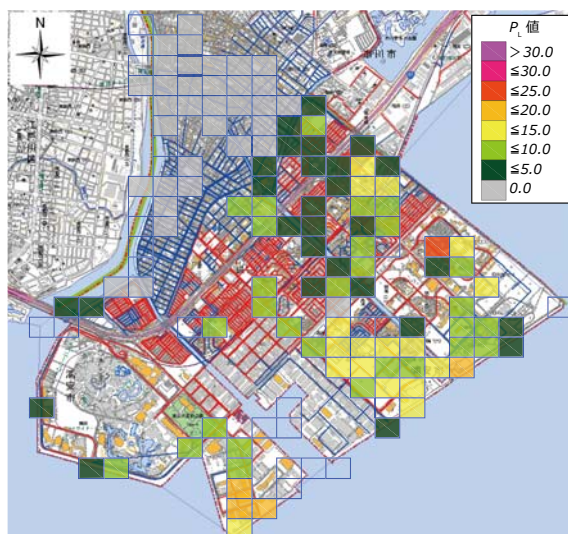
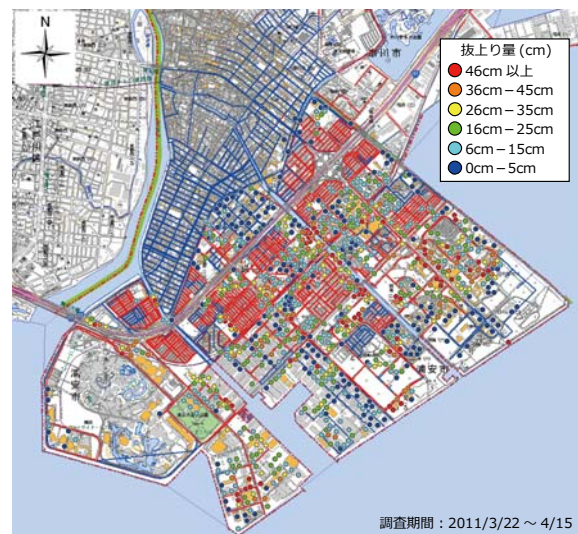
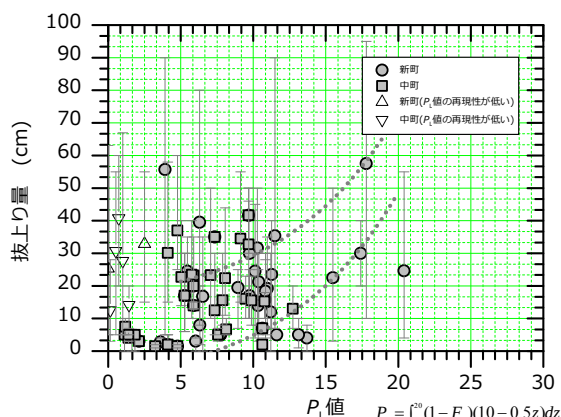
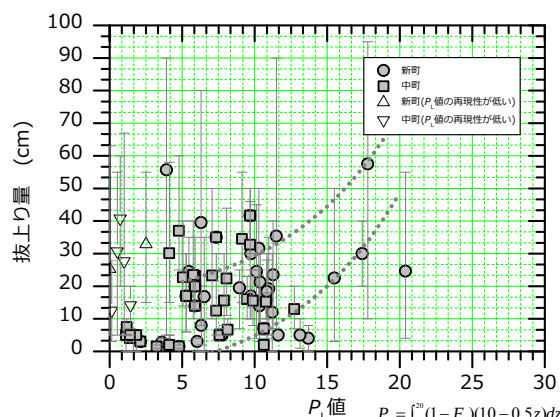
図1 浦安市の震災時の液状化危険度評価結果³⁾

図2 浦安市の液状化の有無と拔上り量の分布

キーワード 電子地盤図, 液状化判定, P_L 値, 地表面沈下量

連絡先 〒350-0394 埼玉県比企郡鳩山町石坂 東京電機大学理工学部建築・都市環境学系 TEL: 049-296-3289

図3 P_L 値と拔上り量の関係 (深度方向の重み係数あり)図4 P_L^* 値と拔上り量の関係 (深度方向の重み係数なし)

3. 液状化に伴う浦安市内の地表面沈下量

ここでの震災後の液状化に伴う浦安市内の地表面沈下量は、千葉県環境研究センターで報告されている浦安地区の詳細調査結果⁴⁾を元に整理している。この調査では、液状化被害を定量的にみる指標として、杭基礎を持つと思われる構造物の抜け上がり量の現地測定が実施されている。なお、基礎杭の種類や施工深度、地盤改良の有無によって抜け上がり量は異なることになるが、液状化に伴う地盤沈下量の目安には十分になるものと考えられている。浦安市内の杭基礎構造を持つと思われる構造物の抜け上がり量の調査結果を図2に示す。図内の線データは、液状化発生の確認の有無を示し、赤線が液状化を確認した地点であり、青線は非液状化箇所である。ポイントデータは、抜け上がり量の計測結果である。両者の関係をみると液状化が確認されたエリアで抜け上がり量が多いことがわかる。また、液状化発生が確認されていない元町地域(猫実、堀江、富士見地区)では地表面の抜け上がり量が確認されていない。このことから液状化に伴う地盤沈下は、人工改変地域の盛土、埋立土層に起因しているものと考えることができる。

4. 液状化危険度評価結果と地表面沈下量の関係

ここでは P_L 値と地表面沈下量の関係を整理してみた。図3は、 P_L 値と拔上り量の関係を、図4に P_L^* 値と拔上り量の関係をそれぞれ示す。 P_L 値は深度方向の重み係数を考慮したもので、 P_L^* 値は深度方向の重み係数を考慮していない。なお、両積分値は0から100の間の値をとる。 P_L 値と P_L^* 値を比較すると、 $P_L > P_L^*$ となるがデータの傾向は大きく変わらない。これは当該地の液状化層が深度10m以浅で生じていることを意味する。図中のプロットデータは、同メッシュ内の拔上り量の平均値であり、最大値と最小値の幅を線で示している。中町、新町ともに P_L 、 P_L^* 値の増加と共に拔上り量もバラつきはあるが増加する傾向を示す。また、拔上り量は両地域ともに P_L 値は5程度から発生し、 P_L^* 値は3程度から発生することが確認され、その量は10cm以上である。図中の点線は、平均値 $\pm 1\sigma$ のデータ範囲を示しており、拔上り量の概略値は $P_L=5$ で0~20cm, $P_L=10$ で5~30cm, $P_L=15$ で20~45cm程度となり、 $P_L^*=3$ で0~20cm, $P_L^*=8$ で5~30cm, $P_L^*=13$ で20~45cm程度となる。なお、図中の三角表記は、上述した P_L 値が著しく低く現地踏査時の状況と異なるメッシュの拔上り量のデータであり、点線の下限值外の拔上り量が少ない地点は杭基礎と地盤改良を併用している可能性が考えられる。

5. まとめ

東日本大震災時の液状化に伴う地表面沈下量と P_L 値の関係を分析した。その結果、 P_L 値が5以上で地表面沈下量が明瞭に発生し、 P_L 値の増加と共に地表面沈下量も増加する傾向があることを確認した。最後に千葉県環境研究センターより、杭基礎構造を持つと推定される拔上り量の結果を使用させて頂いた。ここに記して謝意を表します。

参考文献 1) 安田, 原田: 東京湾岸における液状化被害, 地盤工学会誌, Vol. 59 No. 7 pp. 38-41, 2011. 2) 石川ら: 海溝型巨大地震時の合理的な簡易液状化判定手法に関する研究, 地盤工学ジャーナル, Vol. 9, No. 2, pp. 169-183, 2014. 3) 石川ら: 電子地盤モデルを用いた浦安市域の東日本大震災時の液状化判定, 第14回日本地震工学シンポジウム, pp. 2347-2356, 2014. 4) 千葉県環境研究センター: 第3報: 千葉県内の液状化-流動化現象とその被害の概要及び詳細分布調査結果(第3報)-浦安地区(1)-, 千葉県 HP. 5) 岩崎ら: 砂質地盤の地震時流動化の簡易判定法と適用例, 第5回日本地震工学シンポジウム講演集, pp. 641-648, 1978.