

液状化危険度分布の即時推定によるガス被害推定の高精度化

○東京ガス株式会社 正会員 清水 善久
 東京ガス株式会社 正会員 坂上 貴史
 東京ガス株式会社 非正会員 山内 亜希子
 株式会社エイト日本技術開発 正会員 石田 栄介
 東京電機大学 フェロー会員 安田 進

1. はじめに

東京ガス(株)では、大地震発生時の迅速な供給停止による二次災害防止と、過剰な供給停止防止によるお客さまのご不便の極小化を同時に実現させるため、首都圏の供給エリアに約 4,000 基の地震センサーを設置した地震防災システム「SUPREME⁽¹⁾」を開発し、2001 年から運用を開始している。このシステムは地震発生直後に揺れの分布を把握し、50mメッシュで地震動分布、液状化分布を推定し、ガス導管網の被害を推定する。

都市ガスの導管網は一般的に地中に埋設されており、この被害の有無はガス管の管種のほかに地点ごとの地盤や微地形、液状化の度合いに大きく影響を受ける。これまで、SUPREME では液状化のガス管被害の影響を液状化層厚で評価していたが、2005 年の東京湾北部地震において推定誤差が大きかったことを受けて、本論では新たにリアルタイム P_L 値推定手法を開発し、さらにこの手法を利用することにより P_L 値を変数とした液状化地域のガス管網被害推定式を構築したので報告する。

2. 2005 年千葉北西部地震における液状化被害推定

2005 年 7 月 23 日の千葉北西部地震は SUPREME の稼働以来最も大きな揺れであり、東京都足立区では気象庁が震度 5 強を観測した。この地震により SUPREME の迅速な情報収集や被害推定の動作が確認された。

一方、SUPREME はある程度の液状化の発生を推定したものの、実際の目視確認では目立った液状化は確認できなかった。ガス管被害推定には液状化の影響をパラメータとして組み込んでおり、液状化の過剰推定はガス導管網の過剰な被害推定へと繋がる。このときの地震では、被害推定件数 1.2 件に対し、実際の被害は 0 件

であった。この程度は誤差の範囲とも取れるが、より大きな地震が発生した際に更に大きな誤差へと繋がる可能性を孕んでおり、SUPREME の液状化推定及び液状化地帯でのガス管被害推定の見直しの契機となった。

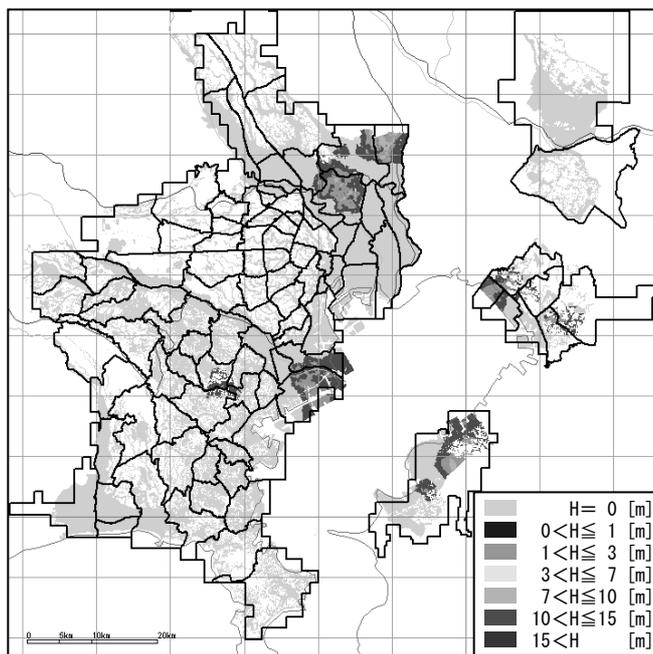


図1 千葉北西部地震における液状化推定(従来手法)

3. リアルタイム P_L 値推定手法の開発

液状化の過剰推定を解決するため、液状化層厚に替わり P_L 値を用いたリアルタイム液状化推定の開発を行った。複数のレベルの地震動強さに対し、 P_L テーブルを事前に計算し準備しておくことにより、地震発生時に迅速な P_L 値分布推定を行うことを可能とした⁽²⁾。この新たな手法を元に、先ほど千葉北西部地震における SUPREME の液状化推定を再度行った結果、沿岸部及び足立区周辺での過剰推定が解決され、直後の目視による状況調査結果に近い推定がされることを確認した。

キーワード 液状化, P_L 値, SUPREME, 都市ガス, 即時被害推定

連絡先 〒105-8527 東京都港区海岸 1-5-20 東京ガス(株) 防災・供給部 TEL:03-5400-7620

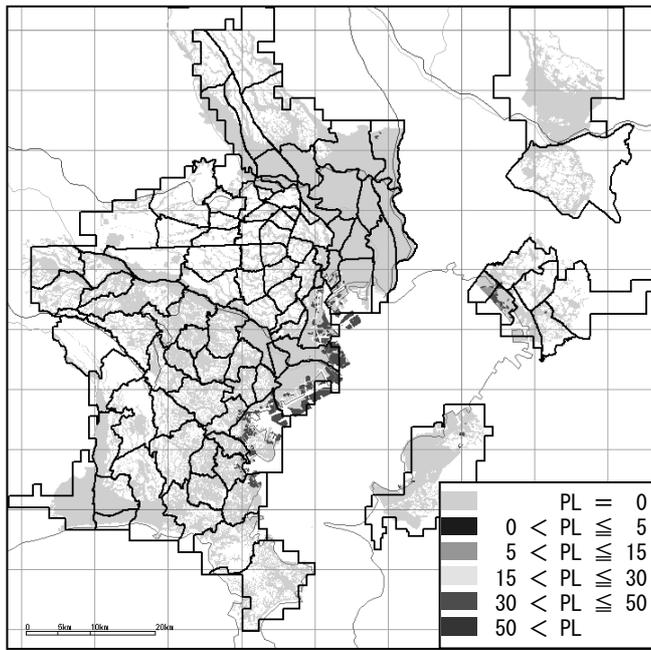


図2 千葉北西部地震における液状化推定(新手法)

4. P_L 値とガス導管網被害

これまで、SUPREME では液状化層厚に応じて既存のガス管被害推定式を1~3.5 倍の補正係数を掛けることにより、液状化の影響を表現していた。

今回、新たに P_L 法に基づくガス管被害推定式を構築するため、1995 年の兵庫県南部地震のガス導管被害データ⁽³⁾及び、hamada らの研究成果の液状化発生箇所データ⁽⁴⁾を用いて分析を行なった。兵庫県南部地震の P_L 値推定結果がある範囲内にあるメッシュ群毎に低圧ねじ継手導管網の被害数と導管延長を集計し、被害率(件/km)を算定することにより、 P_L 値とガス導管被害率との関係が整理できる。この結果、 P_L 値と低圧ねじ継手導管網の被害率との間には図3の通り、正相関関係を有することが確認された。なお、 P_L 値は3ピッチで集計し、横軸は中間値を用いている。

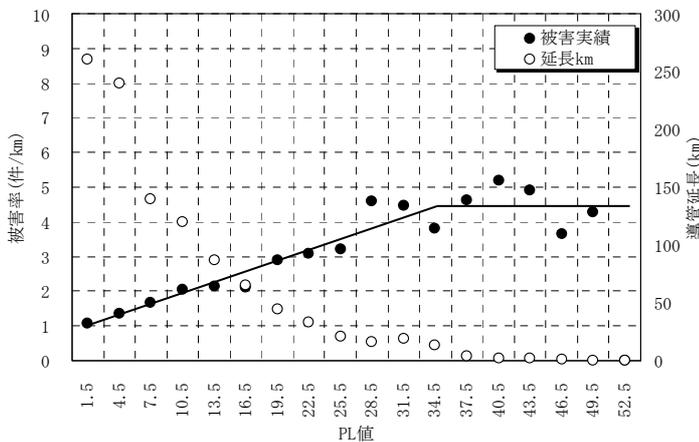


図3 P_L 値-ガス管被害率曲線

そこで、 P_L 値を説明変数とした低圧ねじ継手導管網の被害推定式を図3における2段階の直線式として構築した。具体的には式(1)の通り。

$$\phi(P_L) = \begin{cases} 0.10P_L + 1.00 & 5 \leq P_L \leq 30 \\ 4.5 & 30 < P_L \end{cases} \quad (1)$$

P_L 値推定が5未満の場合は液状化の影響は殆ど無いものとし既存のガス導管被害推定式を、5以上の場合は(1)式を用いることにより、液状化による影響を加味した被害推定をSUPREMEに構築した。

5. 既往地震における被害推定式の妥当性の確認

今回作成したリアルタイム液状化推定による液状化地域での及びガス管被害推定式の妥当性を評価するため、2005年の千葉北西部地震の観測記録を用いてシミュレーションを行なった。 $P_L \geq 5$ のエリアがなくなったことによりこれまで割り増されていた被害数が、全体で0.8件と低く抑えられたことを確認した。

6. まとめ

本研究では、地震発生直後に P_L 値分布を推定し、さらにその P_L 値分布を用いて液状化地域でのガス導管被害推定を行う手法の提案を行った。提案手法を2005年の千葉北西部地震で検証した結果、良好な結果を得ることが出来た。今後、被害推定式を表現する関数形式およびパラメータの決定についてさらなる検討を行うとともに、必要に応じて他の既往地震でも式の妥当性の評価を進めていく。

参考文献

- 1) 清水ら:都市ガス供給網のリアルタイム地震防災システム構築及び広域地盤情報の整備と分析・活用, 土木学会論文集, No. 738/I-64, pp283-296, 2003.
- 2) 石田ら:リアルタイム地震防災システムにおける液状化危険度分布の即時推定法の提案, 土木学会地震工学論文集, 第30巻, pp596-pp605, 2009.
- 3) 小川ら:兵庫県南部地震ガス導管被害の要因分析 GIS システムの構築, 第24回地震工学研究発表会, pp. 1301-1304, 1997.
- 4) Masanori Hamada · Ryoji Isoyama · Kazue Wakamatsu: The 1995 Hyogoken-Nanbu(kobe) Earthquake ,Liquefaction ,Ground Displacement and Soil Condition in Hanshin Area, Association for Development of Earthquake Prediction, 1997