

東北地方太平洋沖地震における東京ガス供給エリアの埋設管被害分析

千葉大学大学院工学研究科 学生会員 ○向後 陽平, 正会員 丸山 喜久
東京ガス株式会社 防災・供給部 正会員 猪股 渉

1. 研究の背景と目的

2011年東北地方太平洋沖地震では、水道、ガスなどの埋設管に多くの被害が発生した。東京ガス(株)の供給エリアでは、一部、耐震性の劣る低圧ガス導管に被害が発生したが、防災システム SUPREME¹⁾が確実に稼働したことで保安を確保した。被害箇所は表-1に示すとおりである。また、SUPREMEにより、供給エリア内に設置されている約4000箇所のSIセンサーなどからこの地震に関する多くのデータを得ることができた。

既往研究²⁾では、東北地方太平洋沖地震の際に被害の大半を占めたネジ継手の本支管被害率について、被害推定式の精度検証が行われた。ネジ継手の本支管に関してはSUPREMEの被害推定式の精度が高いことが確認できたが、供給管や灯外内管に関してはSI値と被害率の関係性がやや異なっているとされている。

そこで、本研究では、供給管、灯外内管に関して、東北地方太平洋沖地震の際の被害分析を行う。さらに、被害率とSI値との関係性を評価し、被害予測式を構築する。本研究の成果によって、首都圏のエネルギーの更なる安全安定供給に貢献することを目指す。

2. 分析対象データ

本研究では、東京ガス(株)がとりまとめた東北地方太平洋沖地震の際のガス管の被害データ、SUPREMEによって推定された50mメッシュのSI値分布、PL値分布を用いた。さらに、灯外内管の被害分析には、50mメッシュ内の需要家数、供給管本数、SUPREMEが観測したPGAのデータを使用した。都市ガス供給の設備区分は図-1に示す通りである。

3. 供給管・灯外内管(ネジ継手)の被害予測式

SI値に対する供給管、灯外内管(ネジ継手)の被害率を算出した。なお、被害率は件/kmで定義した。さらに、PL値を考慮することで、液状化地域と非液状化地

表-1 東北地方太平洋沖地震における東京ガス供給エリアの低圧導管被害数²⁾

| | | |
|-----|------|-------|
| 道路下 | 本支管 | 145箇所 |
| | 供給管 | 131箇所 |
| 民地 | 灯外内管 | 929箇所 |

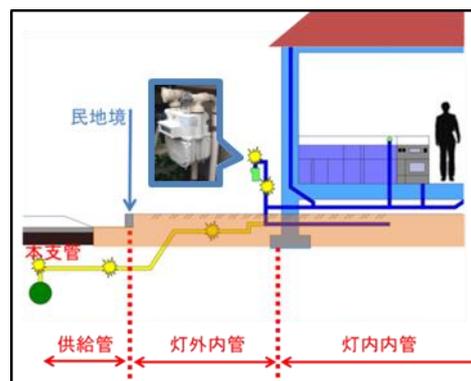


図-1 都市ガス供給の設備区分

域の区別をし、非液状化地域のみを対象に被害率を算出した(図-2)。ここで、PL値が5.0以上を示すメッシュを液状化地域とした²⁾。

供給管の被害率と灯外内管理設部の被害率は、SI値に対してよく似た傾向を示している。これは供給管と灯外内管の区別が、民地との境界線を隔てて名称が異なるだけで、基本的な構造は同じであるためと考えられる(図-1)。そこで、本研究では供給管と灯外内管理設部の被害率をまとめて、被害予測式を構築した。

供給管、灯外内管の被害予測式は、SUPREMEが搭載している本支管(ネジ継手)の被害予測式を変形することで構築した(図-2)。本支管の被害予測式の関数形は式(1)のようであるが、このうちパラメータλを管路延長wを重みとした重み付き最小二乗法により定めた(式(2))。

$$P = C\Phi((\ln SI - \lambda)/\zeta) \quad (1)$$

$$\varepsilon = \sum (P_R - P)^2 w \quad (2)$$

ここで、被害率Pは、SI値に関する対数正規分布に倍

Key Words: 東北地方太平洋沖地震, SUPREME, 被害予測式, 供給管, 灯外内管, メーターガス栓
連絡先: 〒263-8522 千葉県千葉市稲毛区弥生町 1-33 千葉大学大学院工学研究科建築・都市科学専攻 TEL043-290-3555

率 C が乗じられた関数形で表されている。また、 P_R は実被害率を表す。

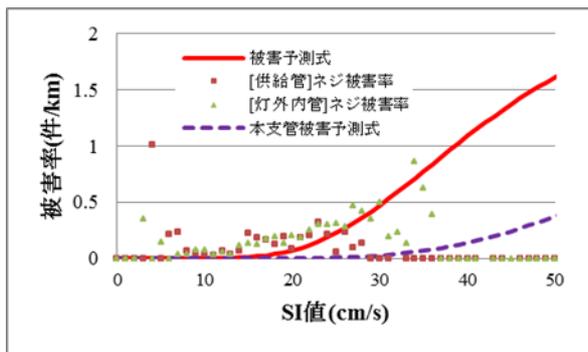


図-2 SI値と供給管・灯外内管（ネジ継手）の被害率の関係

4. 灯外内管（メーターガス栓周り）の被害予測式

灯外内管では被害の半数程度がメーター立ち上がり部で発生している。メーター立ち上がり部の被害率とSI値の関係性を評価した（図-3）。なお、被害率は被害箇所数を需要家数で除すことで定義した。図-3によると、灯外内管（メーターガス栓周り）の被害率とSI値には、明瞭な相関関係が見られない。これは、メーター立ち上がり部の被害が建物の震動特性に依存しているためと考えられる。

そこで、建物の震動特性の影響が少ないと考えられる戸建て住宅で発生した被害を対象として、被害率を算出することとした。50mメッシュごとの需要家数および供給管本数をもとに、需要家数の供給管本数に対する比が0より大きく、1.5より小さいものを戸建て住宅が存在するメッシュとした。また、ガスメーターの感震遮断率は、SI値よりもPGAと相関が高いことがわかっている³⁾。そこで、戸建て住宅を対象とした場合の被害率とPGAの関係性を評価し被害予測式を構築した。

PGAが1cm/s²ごとに需要家数と被害箇所数を集計し、被害率を算出した。図-4にPGAと被害率の関係から、確率紙を用いてパラメータを導出した被害予測式を示す。ここで、被害予測式の関数形は式(3)を仮定した。

$$P = \Phi((\ln SI - \lambda)/\zeta) \quad (3)$$

5. まとめ

本研究では、東北地方太平洋沖地震において被害が多かったネジ継手の供給管、灯外内管に関して、SI値と被害率の関係性を評価した。さらに、回帰分析を行うことで被害予測式を構築した。また、灯外内管（メーターガス栓周り）の被害に関しては、戸建て住宅の

被害のみを対象とし、PGAに関する被害予測式を構築した。

供給管、灯外内管管理設部の被害は、液状化地域でも発生しており、液状化地域の被害率は非液状化地域と比べ高いことがわかっている。今後は液状化地域でのネジ継手の被害予測式を構築する必要がある。灯外内管（メーターガス栓周り）での被害に関しては、より詳細なPGAのデータを用いて関係性を考察し、被害予測式を構築する必要がある。

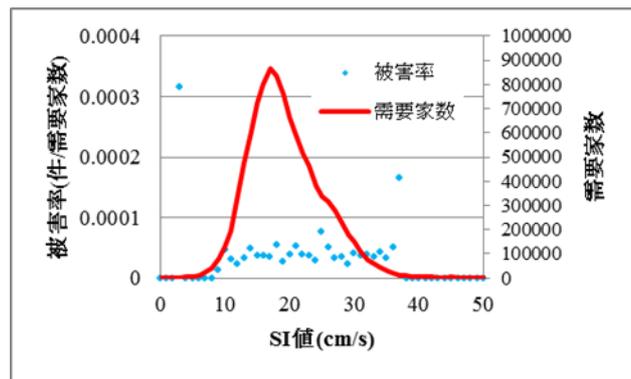


図-3 SI値と灯外内管（メーターガス栓周り）の被害率

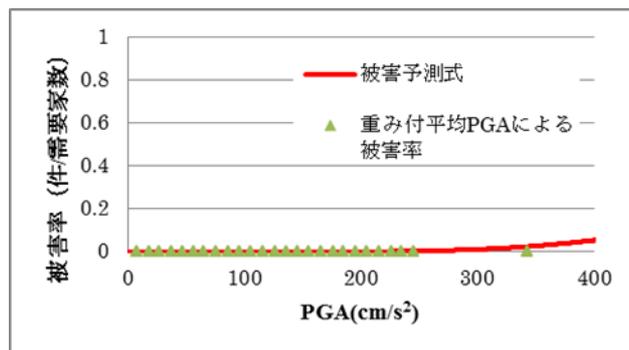


図-4 PGAと灯外内管（メーターガス栓周り）の被害率の関係（戸建て住宅）

参考文献

- 1) 清水善久, 石田栄介, 磯山龍二, 山崎文雄, 小金丸健一, 中山渉: 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, pp.283-296, 2003.
- 2) 猪股渉, 乗藤雄基, 石田栄介, 塚本博之, 山崎文雄: 東日本大震災における東京ガスの設備被害の概況と超高密度観測情報に基づく低圧ガス導管被害推定の精度検証, 日本地震工学会論文集, Vol. 13, No. 2, pp. 37-44, 2013.
- 3) 矢野嘉久, 丸山喜久, 山崎文雄, 山内亜希子, 菜花健一: 振動台実験と実地震データに基づくマイコンメーター遮断特性の評価, 土木学会論文集 A, Vol.64, No. 2, pp.248-257, 2008.