

東北地方太平洋沖地震における都市ガス供給ネットワークの地震被害分析

11T0215K 向後 陽平
指導教員：丸山 喜久

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、本支管 145 箇所、供給管 131 箇所、灯外内管 929 箇所の被害が低圧ガス導管に発生した（表-1）。東京ガスでは、地震防災対策としてリアルタイム防災システム SUPREME¹⁾を導入しており、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本支管ネジ継手の被害率について、被害推定式の精度検証が行われた。本支管ネジ継手に関しては、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ことが分かった。

そこで、本研究では、本支管、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）の被害予測式構築

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の被害率は、SI 値に対し

表- 1 東北地方太平洋沖地震における低圧ガス導管の被害数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

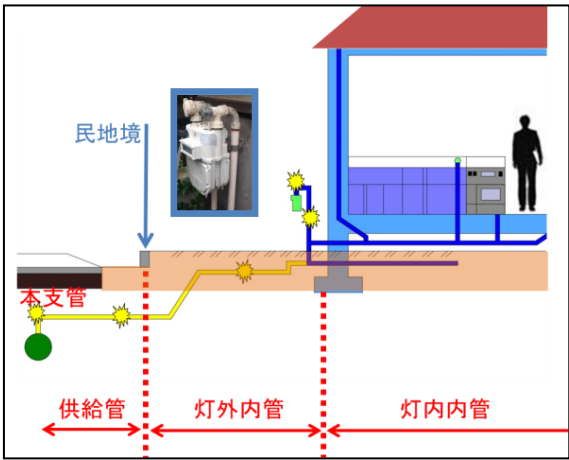


図- 1 都市ガス供給の設備区分

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、境界線を隔てて名称が異なるだけであり、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の被害率をまとめ、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)）。

$$P = C\Phi((\ln SI - \lambda)/\zeta) \tag{1}$$

$$\varepsilon = \sum (P_R - P)^2 w \tag{2}$$

ここで、被害率 P は、SI 値に関する対数正規分布に倍率 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。

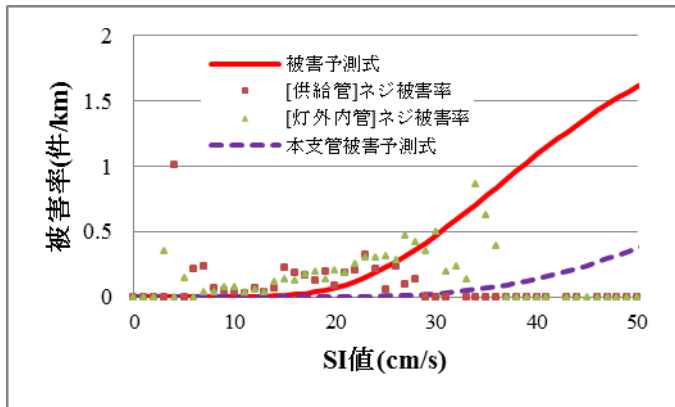


図-2 SI 値と供給管・灯外内管（ネジ継手）の被害率の関係

4. 灯外内管（メーターガス栓周り）の被害予測式構築

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。

図-4 に、戸建て住宅を対象とした場合の被害率と SI 値の関係、および式(1)、(2)を仮定した回帰分析によって得られた被害予測式を示す。灯外内管（メーターガス栓周り）の被害率は、埋設管のものと比べて SI 値との関係性があまり明瞭ではない。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分かっている³⁾。このことから、灯外内管の被害のうちメーターガス栓周りのものに関しては、SI 値以外の地震動指標との相関性を分析する必要があるものと考えられる。

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抽出し、SI 値に関する被害予測式を構築した。

供給管、灯外内管の被害は、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、SI 値との相関が埋設管と比べるとあまり明瞭ではない。今後は、PGA などとの関係性を考察し、被害予測式を構築する必要がある。

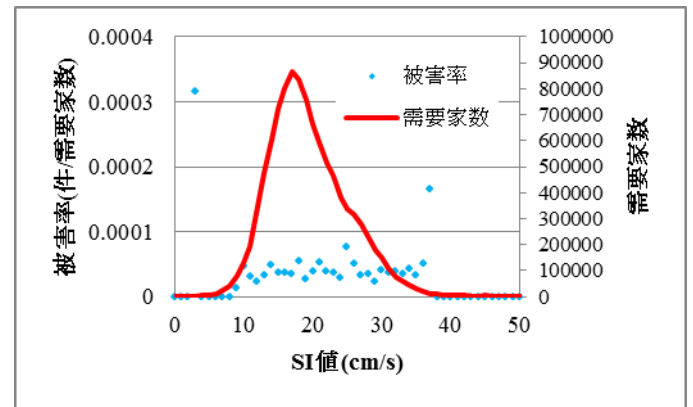


図-3 SI 値と灯外内管（メーターガス栓周り）の被害率の関係

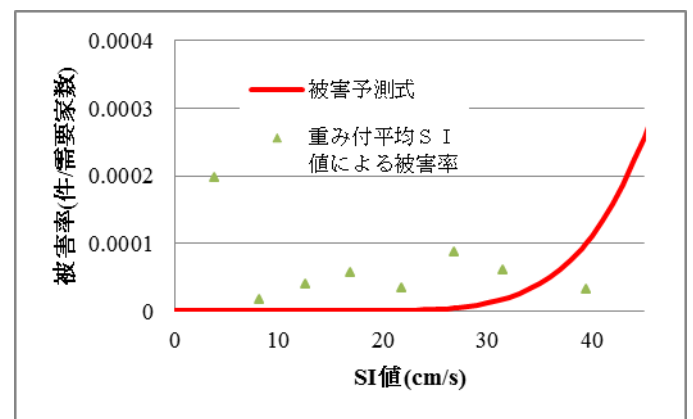


図-4 灯外内管（メーターガス栓周り）の被害予測式（戸建て住宅）

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.