

## ポリエチレン管が混在するガス導管ネットワークの被害低減効果の検証

東京ガスネットワーク（株） 正会員 ○猪股 渉  
千葉大学大学院 正会員 丸山喜久

### 1. 目的

1995年阪神・淡路大震災において、低圧ガス導管の被害は5,000箇所を超え、その9割以上が耐震性の劣るねじ接合鋼管に集中したり。この教訓を踏まえ、ガス事業者は耐震性の高いポリエチレン管（以下、PE管）への更新等、地震対策を強化してきた。その甲斐もあり、2010年代に発生した2011年東日本大震災、2016年熊本地震では表-1に示す通り低圧ガス導管の被害箇所数は大きく減少した。ねじ接合鋼管の埋設延長の減少に伴い被害箇所数が減少することは当然であるが、同じ材料・構造であれば同程度の値を示すはずの被害率も最近の地震では図-1のように小さくなる傾向が確認されている。本研究では優れた変形性能を有するPE管の敷設割合が年代と共に高まっていることに着目し、ガス導管ネットワーク全体の耐震性能（変位吸収性能）が高まっているとの仮説を立て、その検証を行った。ねじ接合鋼管や耐震性を有する鋼管・鋳鉄管のような剛性の高いガス導管の中にPE管が混在するネットワークに対し、グリッド内のPE管の敷設割合をPE管比率として指標化し、PE管比率の高まりがねじ接合鋼管の被害低減に影響していることを確認した。

### 2. PE管比率の高まりにより期待される効果

ガス導管は管体と継手の材料・構造により許容強さが決まり、その場所で発生する外力がその許容強さを超える場合に破断等の被害が発生する。低圧ガス導管のように面的に多数の被害が発生する問題に対し、著者らはSI値を説明変数として用い、マクロに被害を予測する手法を確立している<sup>2)</sup>。本研究ではSI値に加えネットワークの中のPE管比率を指標として用い、耐震

性能を評価する。具体的には、東日本大震災における仙台市ガス局のねじ接合鋼管の被害をPE管比率ごとに整理し、PE管比率がねじ接合鋼管の被害低減に影響していることを確認する。東日本大震災時点のPE管比率（全国平均値）は37.2%であり、その時の敷設状況を視覚的に確認するため、250mメッシュ単位でPE管比率を算出し、低圧ガス導管のネットワークおよびねじ接合鋼管の被害箇所を重ねたものを図-2に示す。PE管比率が高いメッシュに着目すると、非耐震管のねじ接合鋼管、耐震管の鋳鉄管等の剛性の高い管の中にPE管が相当量入り込んでいる様子が伺える。PE管が大きく変形する範囲が面的に存在することで、ネットワーク全体の変位吸収性能が高まり、ねじ接合鋼管の継手部にかかる外力やひずみが軽減されることが推察される。また、被害箇所もPE管比率の低いメッシュに偏っている様子が伺えることから、ねじ接合鋼管の被害率にPE管比率が影響しているとの仮説は概ね妥当であると考えられ、ネットワーク中のPE管比率が被害を説明する変数となることが期待される。

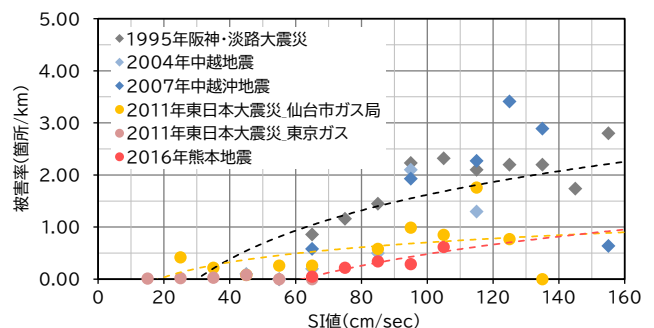


図-1 既往地震におけるねじ接合鋼管の被害率

表-1 既往地震における都市ガスの被害概況<sup>1)</sup>

	阪神・淡路大震災 (兵庫県南部地震)	中越地震	中越沖地震	東日本大震災 (東北地方太平洋沖地震)	熊本地震
発生日	1995年1月17日	2004年10月23日	2007年7月16日	2011年3月11日	2016年4月16日
地震規模	震度7, M7.2	震度7, M6.8	震度6強, M6.8	震度7, M9.0	震度7, M7.3
供給停止戸数	約85.7万戸	約5.7万戸	約3.4万戸	約46.3万戸	約10.1万戸
復旧日数	94日	39日	42日	54日	15日
中圧被害箇所	106箇所	6箇所	27箇所	22箇所	9箇所
低圧被害箇所	5,223箇所	148箇所	166箇所	774箇所	79箇所
低圧耐震化率	68.0% <sup>*1</sup>	73.5%	76.6%	80.1%	85.9%
低圧PE管比率	4.2% <sup>*1</sup>	24.8%	30.4%	37.2%	43.7%

\*1 大阪ガスネットワークの耐震化率、PE管比率（他の地震は全国のガス導管事業者の平均値）

キーワード 低圧ガス導管、ポリエチレン管比率、東日本大震災

連絡先 〒220-0024 横浜市内西区西平沼町 5-55 東京ガスネットワーク（株）神奈川導管事業部 Tel 045-311-7845

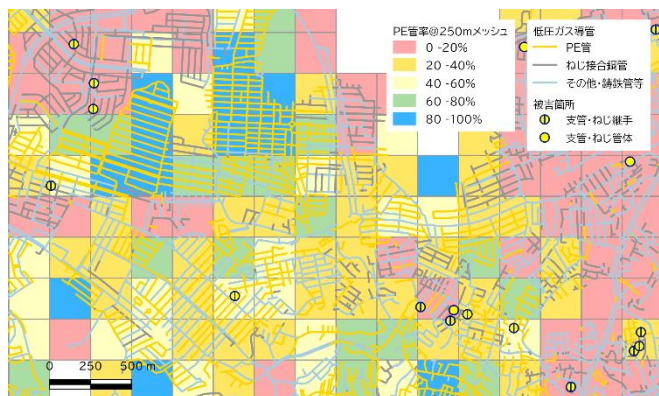


図-2 250mメッシュごとPE管比率とガス導管敷設状況

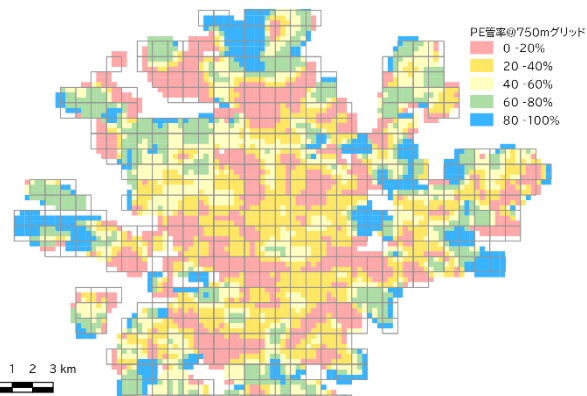


図-3 PE管比率の分布(750mグリッド)

### 3. PE管が混在するネットワークの耐震性能評価

PE管比率は対象とするグリッドの大きさ・範囲により得られる値が変動するため、ネットワークの耐震性能を確認する上で適切に条件設定することが重要である。本研究では、250mメッシュの集合体として250m, 500m, 750m, 1km, 2km, 3kmと6つの大きさのグリッドを取り上げ、その影響について評価を行った。グリッドを750mとした際のPE管比率の分布を図-3に、PE管比率ごとのSI値に対するねじ継手の被害率を図-4に示す。図-4からはSI値に対する被害率がPE管比率に応じて低減する仮説通りの傾向が確認された。また、PE管比率に対するより全体的な傾向を確認するため、全SI値に対する被害率を図-5に示す。SI値の影響が加味されないため平均化された評価にはなるが、5区分のPE管比率に対して被害率が低減する傾向とその程度を定量的に確認した。

グリッドの大きさの影響を確認するため、図-6に250m-3kmグリッドに対するPE管比率ごとの被害率を示す。PE管比率が低い区分ではグリッドの大きさによらず被害率が大きくなる傾向を示し、その値も概ね同程度となることを確認した。一方、PE管比率が高い区分では期待通りに被害率が小さくならないケースも確認された。グリッドの大きさが250mと小さい場合には適切な耐震性能を表現出来ずに不安定な被害率となった。2km以上と大きい場合には、PE管比率が平均化され、PE管比率40%以上の区分で被害率の増減を表現出来なかった。PE管比率を説明変数とした際、期待通りの相関性を示しているのは750m, 1kmグリッドであると考えられる。

### 4. おわりに

本研究ではPE管が混在するガス導管ネットワークの被害低減効果を検証した。ネットワーク中のPE管の混在状況を表現する指標として、グリッド内のPE管比率を用いて分析・評価を行った。ガス導管の被害予測に用いる説明変数としてSI値に加え、PE管率を活用出来る可能性を確認した。

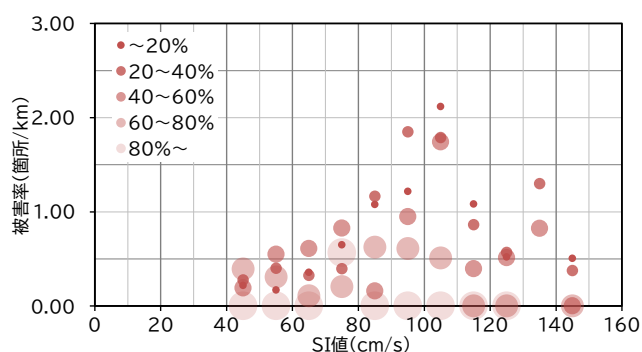


図-4 SI値に対するねじ継手被害率(750mグリッド)

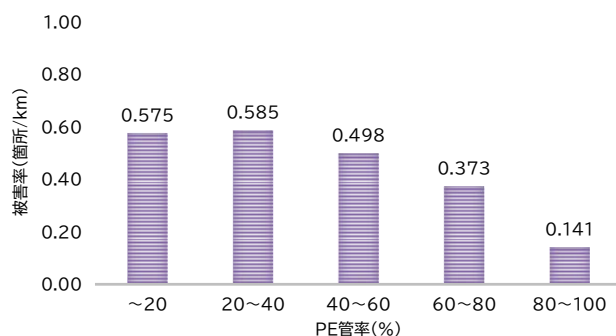


図-5 PE管比率に対するねじ継手被害率(750mグリッド)

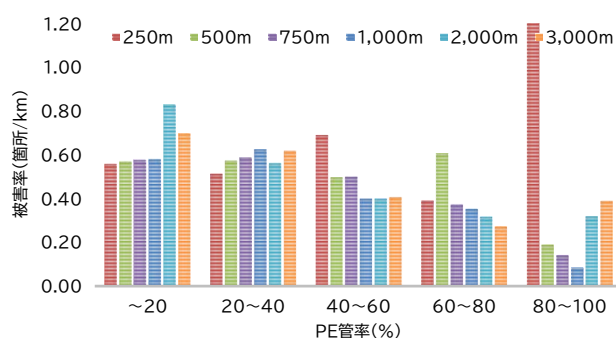


図-6 PE管比率に対するねじ継手被害率(250m-3kmグリッド)

参考文献 1) 経済産業省：平成28年熊本地震における都市ガス供給設備の被害概要について、産業構造審議会 保安分科会 ガス安全小委員会(第14回), 資料2-2, 2016. 2) 猪股渉, 丸山喜久：超高密度な地震観測記録に基づく低圧ガス導管被害予測システムの高精度化, 土木学会論文集A1(構造・地震工学), Vol. 76, No. 3, pp. 424-441, 2020.