

地震被害想定で用いるライフラインの埋設管延長の予測モデルに関する検討

鹿島技術研究所 正会員 ○永田 茂
正会員 山本 欣弥

1. はじめに

ライフライン施設の地震被害想定では、被害が集中する埋設管を中心に面的な被害や復旧日数の予測が行われている。埋設管の面的な被害予測の方法としては、過去の被害データから求められた被害率予測式と対象地域を一辺500mや250mのメッシュごとに与えられた管種・口径別の埋設管延長、液状化の有無を含む地盤情報、地震動強さ等の情報を用いる方法が一般的である。このため、埋設管の敷設範囲を特定し、埋設管延長のメッシュデータを正確に作成することが予測精度を向上させるための第一歩となる。本報告では、上下水道、都市ガスの埋設管の実延長のメッシュデータ及び各種人口統計、事業所統計、道路延長のメッシュデータを用いた判別分析と重回帰分析から求めた埋設管の敷設範囲及び埋設管延長の簡易予測式の検討結果を報告する。

2. 検討の概要

複数の自治体から入手した埋設管路のベクトルデータから作成した地域基準メッシュの4次メッシュ(500mメッシュ)単位の口径別管路延長と同じメッシュデータに割り当てられた人口、世帯数、事業所数などの各種統計データ^{1), 2)}、道路延長³⁾、地形区分⁴⁾などのデータを用いて埋設管の敷設範囲の判別式と埋設管延長の予測式に関する検討を行った。解析に用いた自治体の上下水道、都市ガス事業と埋設管の概要を表-1に示す。

表-1 解析に用いた対象地域の上下水道、都市ガスの埋設管延長

対象	解析対象地区(配水管延長, 概算夜間人口)
上水道	○市(410km, 38千人), K町(93km, 4.8千人), K市(1,348km, 91千人), A市(514km, 134千人), S市(5,682km, 1,046千人), Y市(1,665km, 418千人)
下水道	○市(145km, 38千人), K町(40km, 4.8千人), K市(401km, 91千人), N市(一部)(755km, 186千人), KH市(182km, 74千人), Y市(1,576km, 418千人), W市(53km, 7千人)(一部地域)
都市ガス	○市(373km, 38千人), K町(190km, 4.8千人), K市(1,084km, 91千人)

埋設管の敷設範囲の判別式に関する検討では、埋設管が敷設されているメッシュとその周辺のメッシュ数の比率がほぼ等しくなるように分析範囲を選択し、線形判別分析⁵⁾を行った。判別式の説明変数に関しては、昼夜間人口²⁾、地形区分⁴⁾、道路延長³⁾などのデータを用いて面的な判別状況の良否を確認しながら適切な説明変数の組み合わせを検討した。また、埋設管延長の予測式は、各種の人口や世帯数の統計¹⁾、事業所統計²⁾、道路延長³⁾などの説明変数を使用して、埋設管が存在するメッシュのみを対象とした線形重回帰分析を行い、重相関係数が高くなる説明変数の組み合わせを検討した。

3. 検討結果

上水道、下水道、都市ガスの埋設管の敷設範囲の予測式としては、異なる説明変数を用いた複数の予測モデルに関する判別分析を実施し、実際に埋設管が敷設されているメッシュの判別率が高くなるモデルを表-2に示した。今回の検討では、道路延長を考慮した場合に、実際に管路が存在しているメッシュの判別率が高くなる結果となった。一方、上水道、下水道、都市ガスの500mメッシュ単位の埋設管の口径別及び総延長の予測式としては、人口統計と道路延長を説明変数とする複数の予測モデルと、世帯数・事業所数と道路延長を説明変数とする複数の予測モデルに関して重回帰分析を行い、重相関係数が大きくなるようなモデルを選定した。表-3には、検討結果の一部として、各メッシュの総延長の予測式で最も重相関係数が大きくなった予測式と従来の埋設管延長の予測にしばしば用いられている昼夜間人口のみを用いた予測式を参考に示した。

キーワード ライフライン, 埋設管, 敷設範囲, 管路延長, 予測式

連絡先 〒182-0036 東京都調布市飛田給2-19-1 鹿島建設(株)技術研究所 TEL042-489-3183

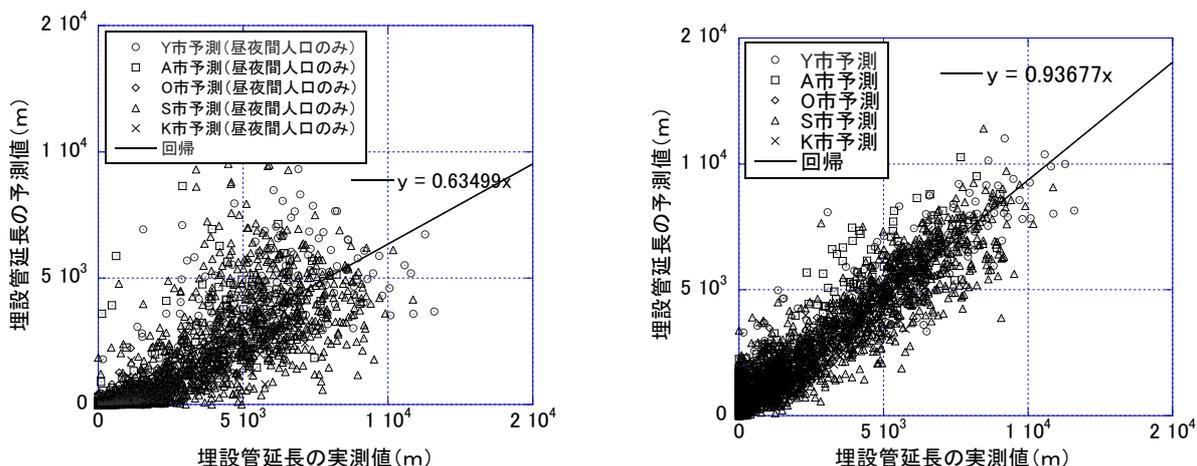
表-2 埋設管の敷設範囲の判別式の検討結果

対象	500mメッシュ単位の埋設管敷設範囲の判別式 注1) 予測値が正值の場合に埋設管がある. 注2) 当該メッシュの地形区分が該当する場合は1とする
上水道	埋設管の有無=5.544e-04・道路総延長(m)-1.102e-04・昼夜間人口-1.229・地形(山地・河川・水部)+8.995e-03
下水道	埋設管の有無=5.514e-04・道路総延長(m)-2.407e-05・昼夜間人口-0.985・地形(山地・河川・水部)-4.293e-01
都市ガス	埋設管の有無=1.021e-03・道路総延長(m)-7.294e-05・昼夜間人口+1.213

表-3 埋設管延長数の予測式の検討結果

対象	500mメッシュ単位の埋設管延長の予測式
上水道	埋設管の延長(m)=0.602・道路総延長(m)+5.645・一戸建世帯数 +2.907・全産業事業所数+0.798・共同住宅世帯数 (重相関係数=0.965) 埋設管の延長=1.276・昼夜間人口 (重相関係数=0.793)
下水道	埋設管の延長(m)=0.476・道路総延長(m)+7.476・一戸建世帯数 +4.906・全産業事業所数+1.795・共同住宅世帯数 (重相関係数=0.958) 埋設管の延長=1.790・昼夜間人口 (重相関係数=0.894)
都市ガス	埋設管の延長(m)=0.723・道路総延長(m)+9.834・一戸建世帯数+12.529・全産業事業所数 (重相関係数=0.929) 埋設管の延長=2.659・昼夜間人口 (重相関係数=0.873)

表-1に示した上水道の6事業者に関して表-2の判別式により敷設範囲を特定した後、表-3に示した昼夜間人口を用いて予測した埋設管延長と実延長の比較結果及び道路延長・世帯数・事業所数を用いて予測した埋設管延長と実延長の比較結果を図-1に示した。これらの図の相関係数の比較(図中の直線)より、本検討で得られた結果は埋設管路延長の予測精度を大幅に改善することが可能であることがわかる。



(1)昼夜間人口のみを用いた予想結果 (2)道路延長・世帯数・事業所数を用いた予測結果

図-1 上水道の埋設管延長の予測式の比較

4. まとめ

複数の自治体から入手した埋設管路のベクトルデータ、人口・世帯数統計、事業所統計、道路延長、地形区分などの各種メッシュデータを用いて埋設管の敷設範囲の判別式と埋設管延長の予測式に関する検討を行った。今回の検討したライフラインの埋設管路延長の予測式を用いることにより被害予測の精度を向上に寄与するものと考えられる。

謝辞 本研究は科研費(21310122)の助成を受けて実施したものです。分析に用いた500mメッシュ地形分類データとしては独立行政法人 防災科学技術研究所から公開データを使用した。中越沖地震関連デジタルデータ活用協議会をはじめ、管路データを提供いただいた関係各機関に深甚なる感謝の意を表します。

参考文献 1) (財)統計情報研究開発センター：平成17年国勢調査に関する地域メッシュ統計(日本測地系)データファイル説明書。 2) (財)統計情報研究開発センター：平成18年事業所・企業統計調査に関する地域メッシュ統計(日本測地系)データファイル説明書。 3) インクリメントP株式会社：SHP05仕様書 Ver 1.3.0.6(カーナビゲーション用道路地図データ), 2009。 4) 石田・久田：500mメッシュ地形分類データのダウンロード, 独立行政法人 防災科学技術研究所 HP。 5) 中村：Rで学ぶデータサイエンス 2 多次元データ解析法, 2009。