

数量化理論第Ⅰ類による漏水リスクの評価モデル

首都大学東京大学院 ○正会員 荒井 康裕
 首都大学東京大学院 フェロー 小泉 明
 首都大学東京大学院 正会員 稲員 とよの
 福岡市水道局 新谷 政秋
 福岡市水道局 中野 直樹

1. はじめに

わが国の水道事業は、老朽化した管路の更新問題に直面している。老朽化した管路は、赤水発生といった給水水質の劣化を招くとともに、漏水事故を誘発する恐れもある。水道サービス水準の維持・向上を図るためには、水道管路整備への弛まない取り組みが不可欠であるが、厳しい財政難が予想される中では、対象地域のどこから、どのような優先順位で対策を講じるべきかといった計画性が強く要求される。そこで本稿では、既存の水道管路マッピング情報(メッシュデータ)から漏水の疑いが高い箇所を特定することを目的に考え、メッシュ毎の漏水量を外的基準(目的変数)にした数量化理論第Ⅰ類による漏水リスク評価モデルを提案する。

2. 使用データの概要

今回扱うマッピング情報には、漏水発生の主な原因箇所とされる給水管に関して、給水管修理件数(平成8~15年度)や残存鉛管延長等の基本情報がデータ化されている他、配水管の管種別延長、世帯数、土質や地形に関する情報もメッシュ毎に整理されている。本稿では、給水管における漏水防止量[m³/日](調査ブロック毎の測定漏水量を各メッシュの配水管延長に応じて按分したもの)を漏水量と定義した。なお、メッシュの1つの大きさは250m×250mで、データ数は3,033個である。

漏水リスク評価モデルの説明変数の候補を検討するため、図-1に示す代表的な項目に関して要因関連図¹⁾を作成した。この図は、縦軸に漏水量との相関係数の絶対値

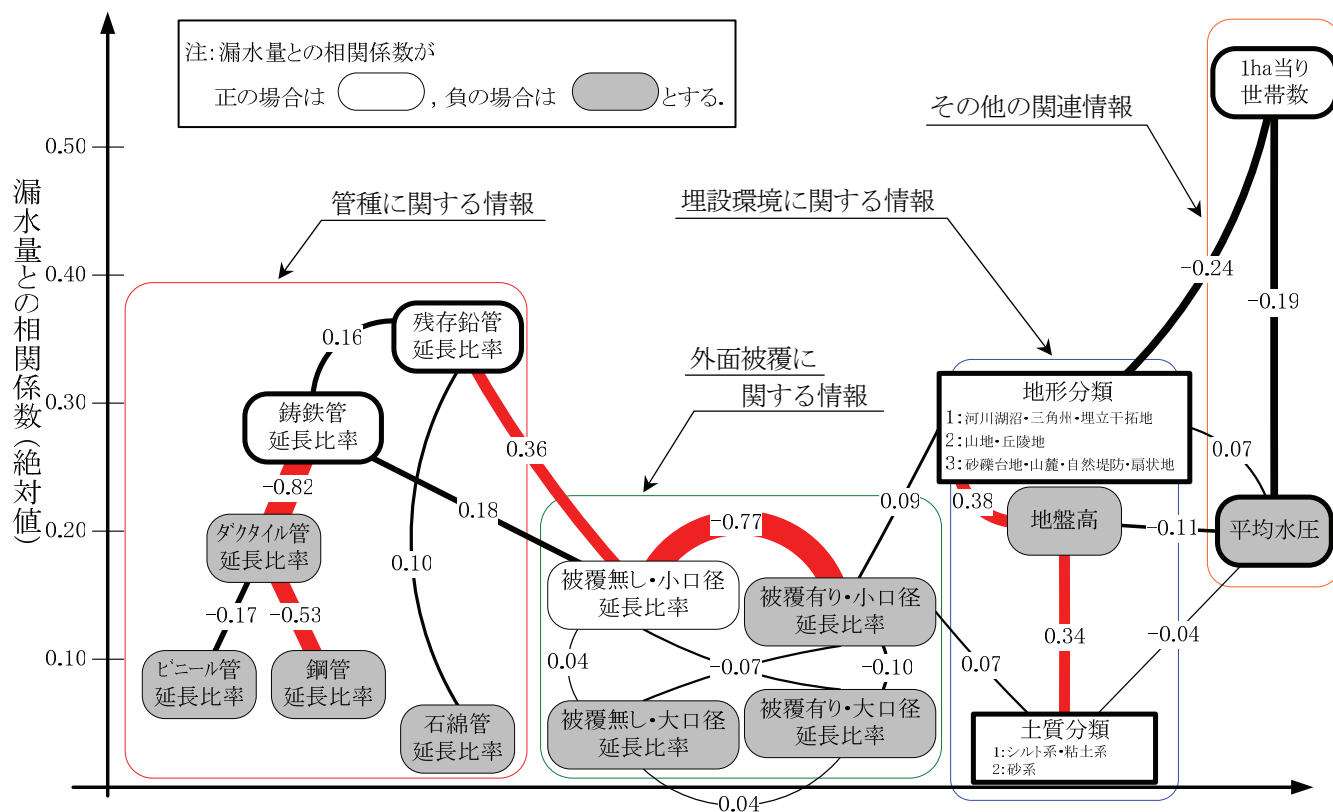


図-1 漏水量に関する要因関連図

【キーワード】漏水 給水管 管路更新 数量化理論第Ⅰ類 リスク評価

【連絡先】〒192-0397 東京都八王子市南大沢 1-1 首都大学東京大学院 都市環境科学研究科 TEL.& FAX.042-677-2947

表-1 モデルに用いるアイテム及びカテゴリー

j	アイテム	k	カテゴリー
1	铸铁管(CIP) 延長比率	1	0%
		2	～10%
		3	～20%
		4	～30%
		5	30%より大
2	外面被覆無し・ 小口径(300mm 以下)延長比率	1	0%
		2	～30%
		3	30%より大
3	残存鉛管 延長比率	1	0%
		2	～5%
		3	～10%
		4	10%より大
4	土質分類	1	シルト系・粘土系
		2	砂系
5	地形分類	1	河川湖沼・三角洲 ・埋立干拓地
		2	山地・丘陵地
		3	砂礫台地・山麓・自然 堤防・扇状地
6	平均水圧	1	～50m
		2	50mより大
7	1ha当り 世帯数	1	～10[世帯/ha]
		2	～30[世帯/ha]
		3	～60[世帯/ha]
		4	60[世帯/ha]より大

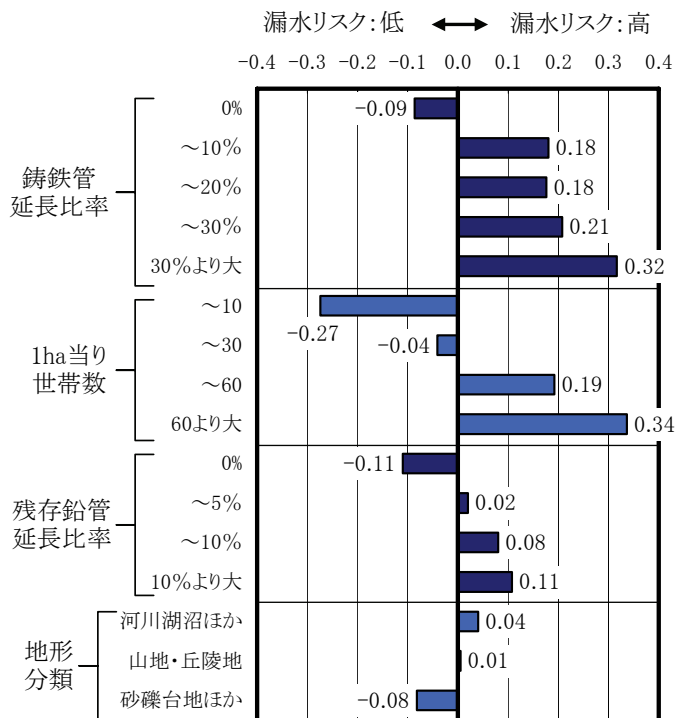
を取り、図の上方に位置する項目ほど漏水量に対する相関が高いことを表現している。なお、「延長比率」とは全て配水管延長[m]に対する百分率[%]を意味し、「土質分類」及び「地形分類」は管路に対する腐食影響等を考慮した上で、いずれも分類化したデータを用いることとした。また、対象地域における配水管のポリエチレンスリーブ採用が1978年である点を踏まえ、この年度の以前と以降を区別することで、外面被覆の有無による影響を考慮した。ただし、口径300[mm]以下を小口径、350[mm]以上を大口径とする。要因関連図の結果を踏まえ、モデルに用いる説明変数の候補を表-1に示すアイテム及びカテゴリーと定めた。

3. 数量化理論第Ⅰ類による漏水リスク評価モデル

数量化理論第Ⅰ類のモデル式を(1)式に示す。式中の係数に相当するカテゴリースコア x_{jk} は、外的基準の実測値と推定値に関する残差二乗和を最小にする係数である。

$$Y_i = \sum_{j=1}^P \sum_{k=1}^{k_j} \delta_i(jk) \cdot x_{jk} \quad \dots\dots\dots (1)$$

ここで、 Y_j ：サンプルスコア（漏水量の推定値）、 P ：アイテム総数、 k_j ：アイテム j のカテゴリー数、 $\delta_i(jk)$ ：サンプル i がアイテム j のカテゴリー k に該当する場合を1、しない場合には0とするダミー変数を表わす。

図-2 カテゴリースコアグラフ (4 アイテム R^* : 0.65)

モデルに必要な説明変数を7つのアイテムの中から選択するため、外的基準（漏水量）への影響度の大きさを示すレンジの大きさを基準に、変数減少法による数量化理論第Ⅰ類の適用を試みた。4アイテムの場合、図-2に示すカテゴリースコアが得られる。なお、この時の統計的信頼度は、自由度調整済み重相関係数 R^* で0.65である。図中のカテゴリースコア x_{jk} を(1)式に代入し、定数項(0.54)を加算することにより、サンプルスコアが計算できる。このサンプルスコアを漏水リスクの大きさと捉えれば、1ha当り世帯数が多く、铸铁管・鉛管が多く残存する箇所ほど、漏水リスクが高まる傾向にあることが確認できる。また、管路の腐食に影響を及ぼすとされる地形との関連性についても、漏水リスクに対してどのくらい寄与するかが定量化された。

4. おわりに

本稿では、数量化理論第Ⅰ類による漏水リスク評価モデルを提案した。今後は、管路更新計画における簡易診断手法として、本モデルをどのように活用して行くのかについて検討して行きたい。最後に、本稿の一部は水道技術研究センターによるNewEpochプロジェクトの研究成果であることを付記し、関係各位に謝意を表する。

【参考文献】1) 小泉明：水道計画のための水需要予測の実際、水道管路技術センター（現在、水道技術研究センター）技術レポートNo.10, pp.12-26, 1991