

地区別の破損データを使った配水管の破損予測手法

環境計画研究室 長野美咲

1. 背景と目的

高度経済成長期に急速に布設された上水道管路が今後 10~20 年で法定耐用年数の 40 年に達し更新のピークを迎える。2013 年時点で 40 年を超える管は約 4 万 5 千 km で、配水管全体の 7.6% となっている。水道サービスの持続的な供給のためには管路の計画的な更新が必要である。

そのために管路の破損予測が求められ、十分な埋設環境データがある場合にはそれをもとに管の破損率を推定している。しかし十分なデータが揃っていない多くの中小規模事業者では開発されている方法による破損予測ができていない。

本研究では、十分にデータを持っていない事業者が地区別の破損データを得た場合の破損予測手法を検討する。

2. 研究の流れ

管路の破損発生数の確率分布は次のポアソン分布で表すのが一般的である。

$$P(n) = \frac{(\lambda L)^n e^{-\lambda L}}{n!}$$

本研究では事業者の持つ情報量に応じて場合分けし、それぞれのケースで破損率 λ を推定する。

推定方法として事前情報を取り込む場合はベイズ推定を用いる。従来の結果を取り込み、また新しく得られた破損データによって破損率の更新をしながら推定精度を向上させる方法を提案する。事前情報を取り入れない方法としては GLM を用いる。事前情報を取り入れたベイズ推定による推定結果と比較する。

また本研究では地区の相関を考慮した破損予測手法の効果を検証する。隣り合う地区間の環境が似ている場合、地区間の差異はそれぞれの地区で独立と言えないかもしれない。このような場合、空間配置の影響を考慮すべきと考える。

事後分布の平均値が得られたときに、次の事前分布の平均値に隣接地区の平均値を取り込むことで地区相関を考慮した推定を行う。

3. 推定結果

モデルデータによる破損予測では事前情報を取り込む場合も取り込まない場合も、精度のよい推定結果が得られた。しかし実際の事業者のデータ

を用いた破損予測では、事前情報を取り込んだ方がより精度のよい推定結果を得た。事前情報を取り込むことで、実世界の観測されるデータ以外の要因を考慮したためと考える。またベイズ推定による破損率更新の効果と考える。図 1 に 2 回更新した場合と 5 回更新した場合の破損率を示す。更新によって破損率の推定精度が高まったことが分かる。

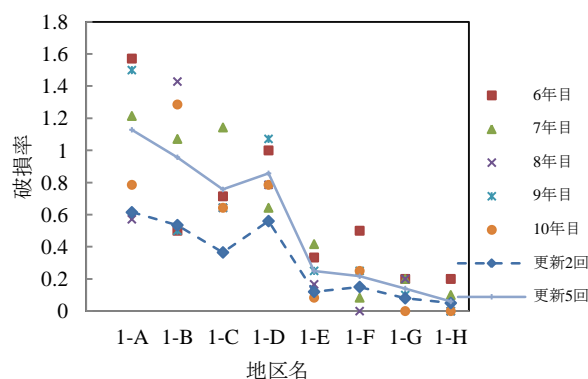


図 1 更新された破損率

地区の相関を考慮した場合と考慮しなかった場合では推定精度に大きな差はなかった。相関を考慮した場合としない場合の推定結果と観測値の比較を図 1 に示す。故障が頻繁には起きない配水管では地区の特徴を破損数から読み取るのは難しいため推定結果に大差がなかったと考える。

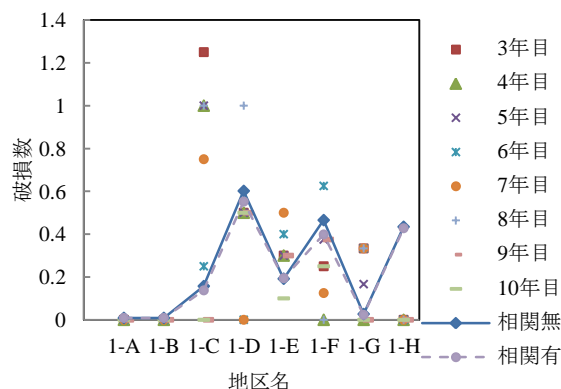


図 2 埋設年数 40 年, 更新 2 回の破損率

4. 結論

配水管の地区ごとの破損数は少ないため、地区の相関を考慮した破損予測は困難であると分かった。しかし、事前情報を取り入れたベイズ推定により、配水管に関する情報の少ない事業者でも破損発生数の予測を行うことができると確認できた。