

市町による橋梁点検結果の包括的活用が劣化予測に与える影響

金沢大学 正会員 小川福嗣
金沢大学 正会員 近田康夫

1. はじめに

維持管理の実施主体は各管理者にあることから、各管理者が詳細な点検要領を定めた上で実施されている。また、点検結果についても各管理者が橋梁マネジメントシステムを構築し管理している。このことから、現状においては各管理者の点検結果を統合し有効に活用できる体制は構築されていないと考えられる。このような問題意識から戦略的イノベーション創造プログラム（SIP）では、産学官連携により自治体向けインフラ DB を開発しており、山形県内市町ではシステムを導入し情報を一元的に管理することにより各管理者や大学との連携が図られている。

市区町村における橋梁管理については、橋長 2m 以上の橋梁数でみると市区町村が約 68% と大多数を管理しており、また、人的・財政的資源等の制約による問題点も指摘されている。このことから市区町村における橋梁の維持管理の実施が重要であるといえる。福島県においては、自治体職員やそのほかの専門技術者のみならず地域住民との協働による維持管理のあり方を模索している¹⁾。管理橋梁数に占める市町の割合は大きいが各市町の管理橋梁数は決して多くはなく、長寿命化修繕計画の策定等のマクロ的な維持管理を行う上では個別の点検結果に大きく依存しないように周辺の市町が管理する橋梁の劣化傾向を参考にするなどが必要であると考えられる。既存研究では比較的管理橋梁数の多い管理者の点検結果データを利用した研究事例が多く、例えば、大竹ら²⁾による岐阜県の点検データの分析事例が挙げられる。一方で、全国規模データを利用した分析としては、同程度の規準で点検が行われている国土交通省の各地方整備局の点検データを用いて全体的な劣化傾向について分析した玉越ら³⁾が挙げられる。

各管理者の責任において適切に維持管理の実施を行うことは重要であるが、効率的な維持管理の実施という面からはデータの相互利用を行うことにより、より精度の良い劣化予測を行うことができると考えられる。また、管理する橋梁の劣化が平均的な劣化との差異を

把握することでより適切な意思決定を行うことができると考えられる。

そこで、本研究では、蓄積された点検データを相互利用した場合における劣化予測に与える影響について分析・考察を行う。

2. 分析方法

点検データの共有による影響を分析するため、解析対象データは各市町である程度データが蓄積されている上部工の主桁、主要使用材料が RC の橋梁とする。また、劣化曲線（モデル）は式（1）を仮定する。

$$y = 5 - ax^2 \quad (1)$$

なお、 y は健全度、 x は架設からの経過年数、 a は劣化係数を表す。劣化係数 a を最小二乗法及び階層ベイズ推定により推定した結果について比較する。最小二乗法では管理者自身が取得したデータのみを利用し、階層ベイズ推定では他市町のデータも利用可能であるという条件において推定を行う。推定されたパラメータを比較しデータの共有による劣化予測の影響について考察する。ベイズ推定においては劣化係数 a は式（2）により表現されたとする。つまり、劣化係数 $a_{i,j}$ は標準的な劣化係数 a_{std} に、材料別 $a_{material}$ 及び管理者別 a_{city} により表現されたと仮定する。ここで、材料別とは主桁の主要使用材料別に RC、PC、H 型鋼、鋼（鉄）の分類を表す。

$$a_{i,j} = a_{std} + a_{city[i]} + a_{material[j]} \quad (2)$$

$$(i = 1, 2, \dots, I, j = 1, 2, \dots, J)$$

$$a_{city} \sim \mathcal{N}(0, \sigma_{city}) \quad (3)$$

$$a_{material} \sim \mathcal{N}(0, \sigma_{material}) \quad (4)$$

3. 結果と考察

各管理者ごとに蓄積された点検データ数（橋梁数）を表-1 に示す。また、蓄積された点検データは補修履歴等がデータベースに記録されていないこと等により不適切と思われるデータも存在する。本稿では、一般的な劣化曲線を求めるものとして、各健全度 i のデータについて経過年数 x_i が平均から標準偏差の範囲内の

キーワード 長寿命化修繕計画, 劣化予測, 橋梁マネジメント

連絡先 〒920-1192 石川県金沢市角間町 金沢大学 総合技術部 TEL 076-234-4635

表-1 管理者ごとの点検橋梁数

管理者	データ数 (橋梁数)	管理者	データ数 (橋梁数)
A	50 (18)	H	28 (17)
B	7 (3)	I	31 (15)
C	51 (25)	J	67 (26)
D	666 (340)	K	96 (48)
E	118 (70)	L	36 (18)
F	79 (47)	M	39 (15)
G	119 (57)	N	108 (63)

括弧内の数字はデータ選定後の橋梁数を表す

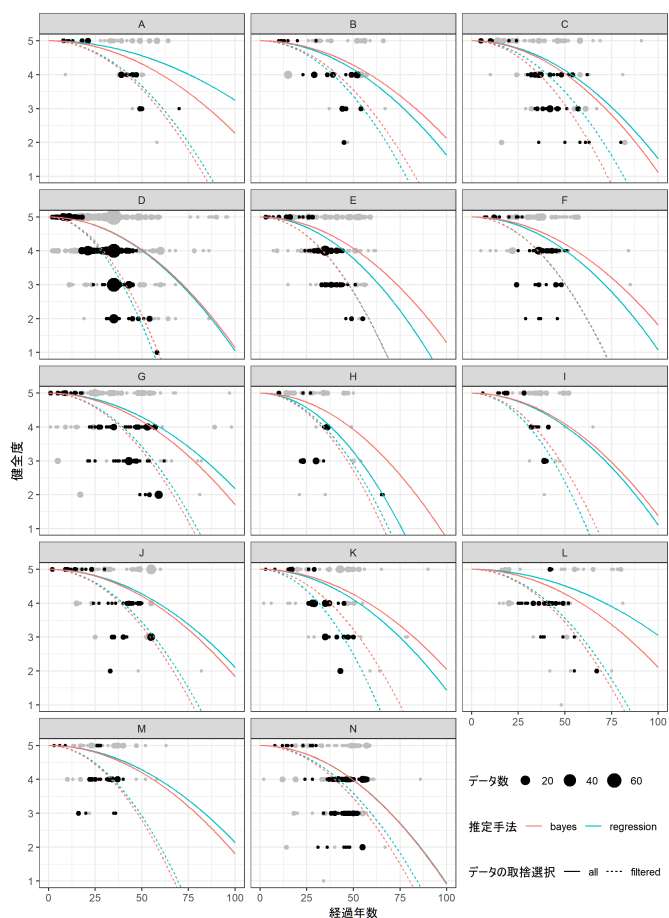


図-1 推定方法の違いによる劣化曲線の違い（管理者毎）

データを利用して劣化予測を行った場合の結果との比較も行った。表中括弧内の数字は点検データの選定を行った際の橋梁数を表す。

各市町の点検データを共有できたという状況を仮定して階層ベイズ推定を行った結果と、各市町ごとに得られた点検結果のみを利用して劣化予測を行った場合に得られる劣化曲線の比較を図-1に示す。なお、階層ベイズによる推定結果については劣化係数の期待値を採用した場合の劣化曲線である。これらの結果から

回帰分析を行う場合には適切に前処理を行わなければ、劣化の進行が遅い曲線となることが分かる。一方、劣化予測に利用する点検データを絞り込むことにより、工学的に妥当と判断できる劣化曲線を得ることができるといえる。しかし、これらで得られた劣化曲線は蓄積されたデータに大きく依存しており、市町ごとに得られる劣化曲線の差が大きい。管理者が異なっても橋梁をはじめとした社会インフラ設備は概ね全国で同様の時期・規準で整備されていることを考慮すれば、管理者毎の劣化曲線は概ね同程度であると考えられる。そこで、階層ベイズ推定では劣化曲線のパラメータ推定においては、共通の劣化係数パラメータに加えて、市町ごとにそれらのパラメータが多少異なることを表現した。ベイズ推定を行うことにより、比較的蓄積データの少ない場合であっても一部のデータに大きく影響を受けずに工学的に妥当と判断できる劣化曲線を得ることができると考えられる。ベイズ推定の結果から、各管理者のデータを共有することにより各市町の劣化曲線が県内管理橋梁における平均に近づいていることが確認できる。

4. まとめ

本研究ではI県内の市町の管理するデータを用いて、点検結果データの共有が劣化予測に与える影響について考察を行った。劣化係数の最小二乗法及び階層ベイズによる推定結果から、現状の蓄積された点検データにおいては、各市町ごとに蓄積されたデータを適切に選定することにより工学的に妥当と判断できる劣化曲線が得られることを確認した。また、階層ベイズ推定を行うことにより劣化係数の信頼性や他管理者との差異を確認できることからデータが共有できた場合には有効な推定法であることが確認できた。とくに、橋長等の要因別に劣化予測を行う場合等より詳細な劣化予測を行う場合には利用可能なデータ数が少なくなることからベイズ推定は有効であると考えられる。

参考文献

- 1) 岩城一郎, 子田康弘, 石川雅美, 小山田桂夫. 東北地方におけるブリッジマネジメント支援ツールの構築. コンクリート工学論文集, Vol. 24, No. 3, pp. 75-87, 2013.
- 2) 大竹雄, 流石堯, 本城勇介, 村上茂之, 小林孝一. 統計的手法を用いた橋梁点検データベースに基づく橋梁健全度評価に関する基礎的研究. 土木学会論文集 A2 (応用力学), Vol. 67, No. 2, pp. I.813-I.824, 2011.
- 3) 玉越隆史, 横井芳輝, 石尾真理. 全国規模の実測データによる道路橋の劣化特性とその定量的評価. 土木学会論文集 F4 (建設マネジメント), Vol. 70, No. 4, pp. I.61-I.72, 2014.