

点検記録の統計的解析による橋梁の劣化予測に向けた検討

日本電気株式会社 正会員 ○水田 辰也
西日本高速道路エンジニアリング中国株式会社 正会員 鈴木 正範
日本電気株式会社 三上 伸弘

1. 検討の目的

橋梁の劣化予測は、これまでも多方面の機関等で試みられてきている。その目的は、長寿命化計画の策定にある。インフラ維持管理業務に係る投資の平準化は、近年の社会状況の中では非常に重要な課題であり、正確な劣化予測には、その基のデータとなる点検が重要な要素となっている。

点検は、点検技術者が近接目視、触診や打音で変状を確認し、評価、判定を行っており、損傷毎の劣化度合いを表す個別変状といった指標や、部位毎の健全性を表す健全度と呼ばれる指標の判定には、点検技術者の高度な知識や経験が必要となってくる。橋梁の維持管理業務は、基本的には部位毎の健全度を基準にして補修・修理の優先度付けを行っている。

しかし点検技術者の判定基準に差が生じると、個別変状の経年変化を正確に辿ることができず、部位毎の健全度を適切に判定するのが困難になる。

また、今後も老朽化対策が必要な橋梁は増加すると見込まれており、高度な知識と実務経験を有する点検技術者を確保した効率的な維持管理が望まれる。

しかし、点検技術者の不足と高齢化により、人員を十分に確保できないといった問題がある。

本検討では、橋梁の劣化予測のために、まず蓄積されている過去の点検記録と、判定された判定区分の関係性を解析することで、点検技術者の判定基準の形式知化を行った。形式知化された判定基準を利用して点検技術者の判定支援を行い、判定結果を精緻化することで、橋梁の劣化予測の実現が可能と考え、その検証結果を報告する。

2. 分析手法

点検技術者が変状程度を判定する基となるものは、点検記録であるが、分析ではこれを「説明変数」、判

表 1：点検記録の項目(抜粋)

記録内容	項目	
点検記録 (説明変数)	上下線区分	上・下
	第三者被害 リスク	有・無
	変状種類	はく離・漏水等
	変状数量	面積等
	補足説明	はく離部 漏水有等
判定結果 (目的変数)	判定区分	A1, A2, B 等

定結果を「目的変数」として分析を行い、点検技術者の持つ知識と経験を形式知化することから進めていった。分析作業は、異種混合学習技術^[1]を用いた。分析作業では、表 1 に示す技術者が行った点検の記録と変状判定結果を用いて、これらの関係性をモデル化し、得られたものを判定区分推定モデルとした。このモデルを用いて新たな点検記録の判定を推定しその再現を確認することで、点検技術者の知識・経験の形式知化が可能かどうかを確認する。また、ここでいう再現とは、判定区分推定モデルによる推定結果と点検技術者の判定結果の一致のことをいう。

なお、今回分析の対象は、全国的に老朽化対策が急がれている鋼橋コンクリート床版である。

3. 検証結果

判定区分推定モデルによる推定結果と点検技術者判定結果の一致率はそれぞれ、はく離：89%、浮き：92%、漏水：91%、鉄筋腐食・露出：89%、エフロレッセンス：94%であった。この結果から、点検技術者の判定過程を再現することが出来たと考える。

キーワード 道路橋、個別変状、健全度、人工知能、劣化予測、異種混合学習技術

連絡先 〒108-8001 東京都港区芝五丁目 7-1 日本電気株式会社 未来都市づくり推進本部

TEL (03) 3798-8955 E-mail: s-mizuta@di.jp.nec.com

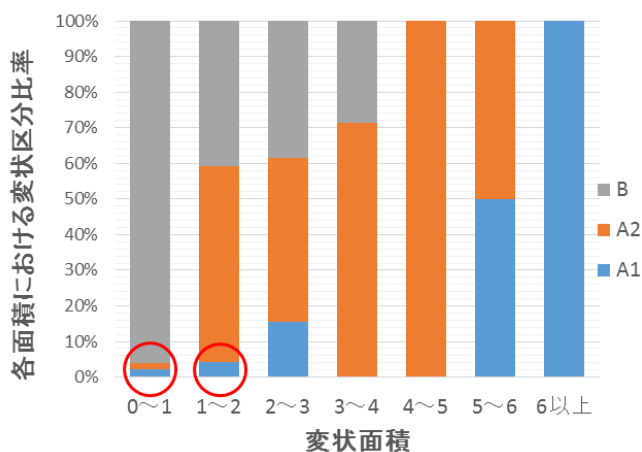


図1：判定区分毎の比率と浮きの面積

また、点検技術者の判定過程に現れる知識・経験と思われる例を示す。図1はコンクリートの浮きに占める判定区分毎の比率と浮きの面積を表している。

一般的に変状は面積が小さい場合は軽微な変状として処理され、大きい場合は重要な変状として処理されるが、図1中の赤枠で示している箇所は小面積でも重要な変状として処理されている。

点検記録を確認したところ、浮きは面積が小さくても錆汁やエフロレッセンス等の他の変状が重複する場合は、重要な変状として扱うといった点検技術者の判定傾向を確認することができた。今回の判定区分推定モデルによる推定では、このような点検技術者の知識・経験を抽出することができるところに特徴がある。

4. 劣化予測可能性の検討

劣化予測を行う上で課題となっているものは、同一の点検技術者が同じ指標で継続して個別変状を判定した結果がないといった点があげられる。これは個別変状の判定結果を基に判断されている健全度も同様である。そこで、本検討を活用して個別変状と健全度の判定結果を精緻化し、劣化予測を行うまでの取り組みの検討を行った。図2にその手順を示す。

図2の手順を実施することにより、同一の指標で判定した結果を導出することが可能になり、判定結果の経年変化を辿ることができるようになる。

さらに、形式化された点検技術者の知識・経験から劣化進行に影響があると思われる要因を抽出し、それを説明変数とすることで、健全度経年変化の推移を予測する劣化予測モデルの導出が可能になる。

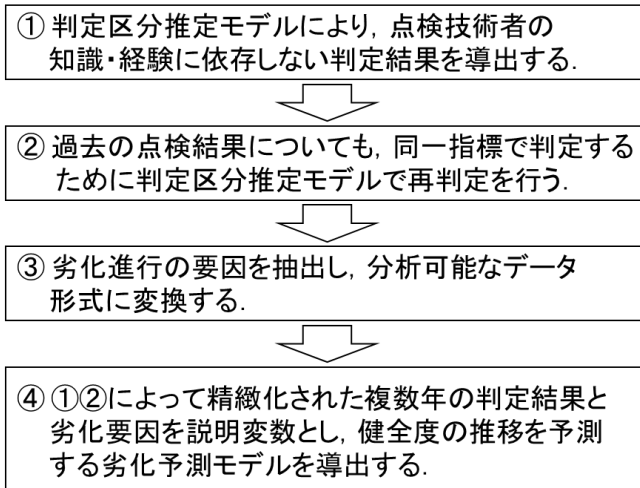


図2：劣化予測に向けた今後の取り組みフロー

5. まとめ

本検討により、点検技術者の個別変状判定における知識・経験の形式化が出来ることを確認した。

導出された判定結果推定モデルを点検技術者が利用することで、個別変状判定結果の精緻化が可能になる。これに伴って健全度の判定結果も合わせて精緻化することも可能になり、個別変状や健全度の正確な経年変化を辿ることができるようになる。

本検討では、鋼橋コンクリート床版に対してのみ分析を実施したが、さまざまな部位の劣化を予測するために、今後は分析対象を拡大することで、より多くの変状種類や部位における点検技術者の知識・経験を形式化し、変状判定の精緻化をすすめていく必要があると考える。

また、分析対象の拡大に加え、劣化要因の抽出とデータ形式の変換が今後の劣化予測のための課題としてあげられる。今後は、今回の分析によって形式化された点検技術者の知識・経験を活用して劣化要因の抽出を行う。加えて、変状の劣化に関係があると思われるコンクリートの塩分試験データや、アルカリシリカ反応や塩害の調査結果といった項目を抽出し、分析における説明変数として利用することで劣化予測モデルを導出していく。

参考文献

- [1] R. Eto, R. Fujimaki, S. Morinaga and H. Tamano, *Fully-Automatic Bayesian Piecewise Sparse Linear Models*, 17th Int. Conf. on Artificial Intelligence and Statistics (AISTATS), 2014.