

統計的劣化予測に基づく舗装補修施策の評価

大阪大学大学院 正会員 ○小濱 健吾
 西日本高速道路株式会社 正会員 加藤 寛之
 大阪大学大学院 正会員 貝戸 清之
 西日本高速道路株式会社 正会員 田中 克則
 株式会社三菱総合研究所 正会員 宮崎 文平

1 はじめに

舗装の補修に関しては、舗装工学の知見を基盤として、その施策が計画、実行され、現場管理者の長年の経験やノウハウを反映する形で継続的に改善がなされる。そのため、舗装補修施策の妥当性を科学的に検証することは困難である。路面性状測定車の開発などにより、高速道路では膨大な量の路面性状調査値が蓄積されつつある。本研究では、膨大な調査データを用いて路面の期待寿命を統計的に推定するとともに、調査値との比較を通して舗装補修施策を評価する。

2 路面性状調査データ概要

本研究で用いるデータは、西日本高速道路株式会社、関西支社(以下、関西支社)管内の17路線を対象に、2006年から2012年までの6年間に実施された路面性状調査を通して獲得された評価長10m単位のひび割れ率、IRIである。17路線の総延長は約3,400km・車線である。なお、関西支社では、各路線が3年に1回程度の周期となるように路面性状調査を行っている。さらに、獲得されたデータを元に、路面の期待寿命を統計的に推定するためのデータベースを作成した。表1にはひび割れ率、IRIに対する健全度ランクの定義を示している。健全度ランクの設定においては、健全度の最大値と維持管理を行う上での補修目標値を一致させている。すなわち、ひび割れ率では健全度6、IRIでは健全度7に達した段階で切削オーバーレイ等の表層に対する補修が実施される。また、データベースをひび割れ率とIRI、密粒度アスファルト舗装(以下、密粒度舗装)とポラスアスファルト舗装(以下、高機能舗装)の違いによって区別し、最終的に、それぞれの組合せによって構成される4つのデータベースを作成した。表2に各データベースのサンプルサイズを示している。高機能舗装のデータが多く、路線全体で高機能舗装化が進展している。特に、高機能舗装におけるIRIのデータ量は120,000を越えるものであり、

表 1: 健全度ランク

健全度	ひび割れ率 : Cr (%)	IRI (mm/m)
1	$0 \leq Cr < 1$	$IRI < 1$
2	$1 \leq Cr < 5$	$1 \leq IRI < 1.5$
3	$5 \leq Cr < 10$	$1.5 \leq IRI < 2.0$
4	$10 \leq Cr < 15$	$2.0 \leq IRI < 2.5$
5	$15 \leq Cr < 20$	$2.5 \leq IRI < 3.0$
6	$20 \leq Cr$	$3.0 \leq IRI < 3.5$
7	-	$3.5 \leq IRI$

表 2: 各データベースのサンプルサイズ

表層種別	評価指標	サンプルサイズ
密粒度舗装	ひび割れ率	22,069
密粒度舗装	IRI	30,568
高機能舗装	ひび割れ率	39,297
高機能舗装	IRI	125,824

本研究の分析は土木分野におけるビッグデータ分析として先行的な事例である。

3 路線別の期待寿命の推定

期待寿命の推定のための統計モデルとして、混合マルコフ劣化ハザードモデル [1] を援用した。4つのデータベースそれぞれに関して混合マルコフ劣化ハザードモデルを推定したところ、説明変数として構造形式(土工部 or 橋梁部)、および年平均大型車日交通量が採用された。図1に、4つのデータベースそれぞれに該当する路線別の期待寿命を示す。期待寿命は健全度の最大値に到達するまでの平均的な時間と定義している。構造形式は土工部を対象としている。また、現場の意思決定においては、ひび割れ率、IRIのいずれかが補修目標値に到達した段階で補修を実施する。そのため、図1には、各路線においてひび割れ率とIRIの期待寿命のうち、短い値をとる寿命(以下、代表期待寿命)を示している。図1より、代表期待寿命として、密粒度舗装においてはひび割れ率の期待寿命が、高機能舗装においてはIRIの期待寿命が比較的多く選択されていることが確認できる。これは、補

Keywords : 舗装補修施策, ビッグデータ, 混合マルコフ劣化ハザードモデル

〒565-0871 大阪府吹田市山田丘2-8 TA棟3F B305 TEL : 06-6879-4866

Email : k-obama@civil.eng.osaka-u.ac.jp

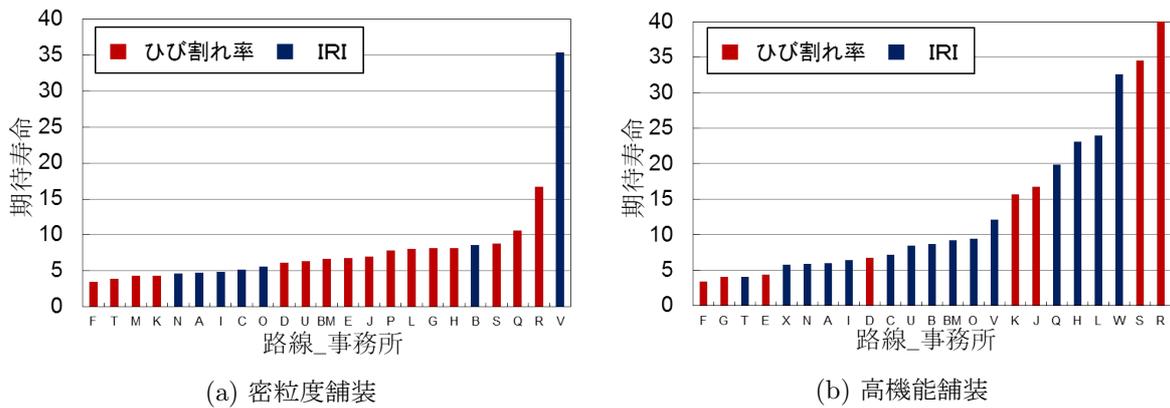


図 1: 路線別の期待寿命：土工部

修要否判断を行う際に、密粒度舗装においてはひび割れ率によって判断される路線が多いのに対し、高機能舗装においてはIRIによって判断される路線が多いことを表す。すなわち、従来からの主流であるひび割れ率による補修要否判断は、高機能舗装化が進んでいる現在の舗装路面では適合しておらず、IRIによる補修要否判断が重要となっていることを示唆している。また、図中の路線BMは、路線全体の平均的な代表期待寿命を示しており、密粒度舗装・高機能舗装いずれの表層種別においても路線BMの代表期待寿命を下回る5つの路線(F,T,N,A,I路線)については、劣化要因の究明を行うとともに、抜本的な対策が必要であるといえる。

4 実務へのフィードバック

3節において算出した代表期待寿命と、路面性状調査データおよび補修履歴を統合したデータから定義される寿命(以下、履歴寿命)を比較し、現状の路面性状調査間隔の妥当性評価を試みた。その際、評価の対象として、土工部の高機能舗装に着目している。また、履歴寿命を、ある時点で補修が実施されてから路面性状調査によって補修目標値に到達したことを確認するまでの時間の実績値として定義し、履歴寿命に関しても、ひび割れ率の履歴寿命とIRIの履歴寿命を比較し、代表履歴寿命を算出した。図2に、縦軸に代表期待寿命、横軸に代表履歴寿命をとり、調査間隔別に色分けした、路線別の散布図を示す。適切な調査間隔であれば、代表履歴寿命と代表期待寿命は乖離しないため、少なくとも調査間隔を3年未満としなければ、推定精度の低下が生じてしまうことがわかる。信頼性の高いデータの獲得を考えると、路面性状調査の間隔として、約2年が1つの目安になる。さらに、今後の舗装補修施策が事後的補修から計画的補修へと切り替わっていくことを考慮すると、路面性状調査の目的も、路面の劣化が進行した道路区間の抽出から、路面劣化過程の予測と把握へと切り替えることが重要であ

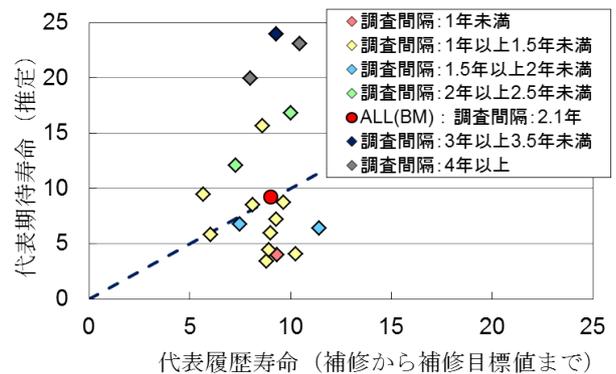


図 2: 履歴寿命と期待寿命の比較

る。したがって、最終的には路面性状調査は1年周期に行われることを目指すのが望ましいと考えられる。

5 おわりに

本研究では、西日本高速道路株式会社、関西支社が管理する複数の路線により獲得された路面性状調査データを用いて、路線別の期待寿命を算出した。また、異なる2つの路面評価指標(ひび割れ率とIRI)を用いて各路線の代表期待寿命を算出することで、舗装路面の補修要否判断において、密粒度舗装ではひび割れ率、高機能舗装ではIRIといった評価指標を用いた判断が重要となることを示した。さらに、代表履歴寿命と代表期待寿命を分析することで、路面性状調査の間隔を現行の3年に1度ではなく、より短い間隔を目指すことが望ましいと指摘した。今後の課題・展望として、本研究の推定結果と路面性状調査や補修などの費用データを関連付けた上での、最適な調査・補修計画の立案があげられる。

参考文献

[1] 小濱健吾, 岡田貢一, 貝戸清之, 小林潔司: 劣化ハザード率評価とベンチマーキング, 土木学会論文集A, Vol.64, No.4, pp.857-874, 2008.