

道路舗装の劣化要因分析に関する一考察

株式会社パスコ インフラマネジメント事業部 正会員 ○森 悠, 岡田 貢一, 青木 一也
川崎市建設緑政局道路河川整備部道路施設課 星野 司, 張戸 祐典, 沼田 聡史

1. はじめに

道路舗装のアセットマネジメントを考える場合、舗装の劣化予測モデルの作成方法に関する議論を回避することはできない。路面の定期調査は、自動測定車によって劣化過程に関する大量のデータの観測が可能となり、それにともない劣化予測モデルに関する研究成果並びに実践例が数多く発表されている。劣化予測モデルを作成するにあたっては、まず道路の特性別に劣化速度を比較し、劣化の速度に与える要因の影響分析を行う。劣化要因分析は、特に劣化速度がはやい舗装区間の性質を把握し、劣化速度を改善するための補修工法を決定する際に有用な情報を提供する。さらには、劣化予測モデルは、将来時点における舗装の劣化状態を予測し、必要事業費やサービス水準を検討するためのLCC分析のインプット情報として用いられる。このように、劣化要因分析及び劣化予測モデルは、舗装マネジメントにおいて、重要な意思決定の結果を左右する条件としての役割を有しており、モデルの導出プロセスと結果には、十分な説明力を持ち合わせていなければならない。

本稿は、道路舗装の劣化要因分析の実例を示し、その導出過程と結果の解釈方法について議論することを目的としている。その結果、舗装マネジメントのPDCAサイクルにおける劣化要因分析及び劣化予測モデルの役割を明確化することを目的とする。

2. 本研究の基本的な考え方

2.1 舗装マネジメントにおける劣化予測の役割

舗装の劣化過程には多様な不確実性を有している。また劣化の要因は、交通量等の供用条件の他、施工条件、舗装構造全体の耐荷力等の様々な要素に支配され、その劣化メカニズムは複雑である。同一路線の同じ条件で施工され供用された舗装区間であっても、同じ劣化傾向を示すことは現実的にはあり得ない。このことから、舗装の維持管理では、定期調査や日常点検等の実際の損傷データを用いて維持管理計画が立案される。舗装のアセットマネジメントの場合も同様に、日常管理において生成される情報（調査点検及び補修情報等）をもとに、劣化予測モデルを構築し、LCC分析等に基づき、舗装維持管理業務における合理的な意思決定の方法を導き出す。ここでの劣化予測モデルは、管理対象の実際の道路で発生した劣化状態及び補修に関するアーカイブデータの規則性をモデル化するもの

であり、正確には過去のパフォーマンスを表現したものである。さらには、劣化過程の不確実性を考慮した確率的劣化予測モデル¹⁾は、これまでの実績値から、劣化確率の大きさを定量的に示したものであり、劣化要因分析は、要因別に劣化速度を相対評価するものと言えよう。舗装アセットマネジメントは、現場のデータから導き出すパフォーマンスベースのマネジメントサイクルと定義することができる。

2.2 舗装の劣化速度とその要因に関する仮説

舗装の劣化要因分析を検討する際、交通量または大型車交通量や舗装厚等の説明変数を用いて、それらの要因が劣化速度へ与える影響を分析する。その手順は、舗装管理における経験的知見に基づき、劣化速度に与える要因に関する仮説を設定し、その仮説を統計分析により検証する。劣化要因分析は、過去のパフォーマンスを評価するものであり、経験と実績に基づく知見と実際のデータを融合させるものである。つまり、土木技術者の経験や知識等のヒューリスティクスを考慮しながら、劣化の速度と劣化に与える環境要因との関係を統計的推定により解明する科学的推論問題と定義することができる。

例えば、舗装の劣化に与える影響として、大型車交通量を取り上げて分析することを想定する。大型車交通量が多い路線は路面の劣化速度がはやいことは、これまでに経験から説明力のある論理である。しかし、実際に劣化要因分析の結果、大型車交通量と劣化速度に相関関係が見出せない場合も少なくない(図1参照)。その場合、大型車交通量よりも他の要因の影響を強く受けている可能性が高い。大型車交通量と劣化速度に負の相関関係が統計分析の結果として示された場合、大型車交通量が隠れている本来の要因（この時点ではわからない）の代理変数となっている可能性がある。経験から設定した仮説の検証は、参考文献¹⁾に示した手法を用いる場合、劣化要因をハザード率の線形式に表現するため、符号条件の合致を確認する必要がある（劣化速度と説明変数の関係が負となる場合、パラメータがマイナスの値をとる）。統計分析の結果、大型車交通量と劣化速度として負の関係が示された場合、その結果をそのまま許容することはできない。大型車交通量の多い路線の劣化速度がはやいという経験則が正しければ、背後に潜んでいる不確実な要因の影響が大型車交通量の影響を含めてさらに強く支配していることを意味している。このように、劣化要因分析及び劣化予

キーワード
連絡先

舗装、アセットマネジメント、劣化予測モデル、劣化要因分析、科学的推論
株式会社パスコ インフラマネジメント事業部（〒227-0062 横浜市青葉区青葉台 2-6-17 TEL 045-985-1741）

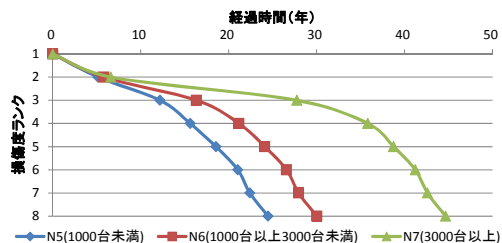


図 1 大型車交通量別（ひび割れ）

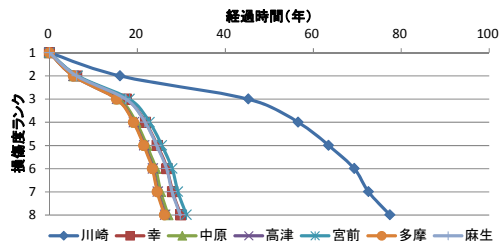


図 2 事務所別（ひび割れ）

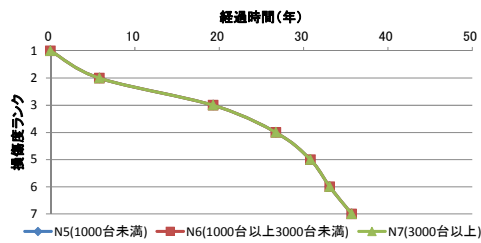


図 3 大型車交通量別（わだち掘れ）

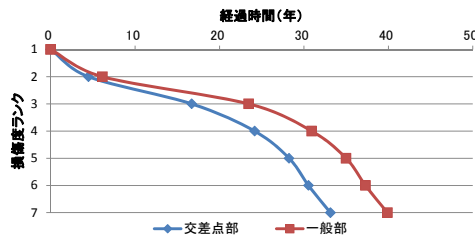


図 4 交差点部と一般部（わだち掘れ）

測モデルの作成は、仮説設定及び結果検証に経験に基づく重要な判断を必要としており、このことが劣化予測モデルの構築が統計分析に基づく科学的推論問題といえる所以である。

3. 要因分析のケーススタディ

3.1 分析の概要

川崎市が管理する舗装のアーカイブデータを用いて、劣化要因分析を試みた。川崎市では、定期的に路面性状調査を実施しており、同一舗装区間の劣化の履歴データを獲得することができる。路面性状調査の評価区間を 50m として、ひび割れ、わだち掘れ、平坦性の各損傷値及び補修履歴データを管理している。

3.2 要因分析の結果

図 1 に、ひび割れの大型車交通量別のパフォーマンスカーブの推計結果を示す。大型車交通量と劣化速度の間に負の相関が確認される。一方、図 2 には、同データを用いて、管理事務所別に劣化速度の相対評価の結果を示している。その結果、事務所別に劣化速度のばらつきが存在していることが明確である。図 1 と図 2 の結果から、大型車交通量が劣化速度に与える影響に比べて、事務所または路線別に劣化速度の違いを支配している強い要因が存在することが想定できる。その結果、劣化要因分析の目的は、大型車交通量の影響問題から、舗装区間別の劣化速度の異質性問題へと議論の焦点が変化する。

一方、図 3 には同様の手法を用いて、わだち掘れのパフォーマンスカーブを推計した結果を示す。大型車交通量による劣化速度の違いがなく、同一のパフォーマンスカーブを描いている。ここで、劣化要因の対象として、大型車交通量ではなく道路の幾何構造に着目し、交差点部とそれ以外の劣化速度を評価した。つまり、“交差点部は車両の停車、ブレーキの影響により一般部に比べて劣化速度がはやい”，という実際の現場での経験から得られた知見をもとに、仮説を再設定した。

その結果を図 4 に示す。交差点部の劣化速度が明らかにはよいことが示された。この結果は、交差点部の舗装の長寿命化を検討する際のベンチマーク指標として重要な役割を果たす。

4. 劣化要因分析と舗装マネジメント

劣化要因分析及び劣化予測モデルは、舗装マネジメントの様々な意思決定において有用な情報を提供する。LCC 分析のためには舗装の将来時点の状態を予測する必要がある。統計的劣化予測モデルは、過去のパフォーマンスの規則性をモデル化したものであり、その劣化予測モデルを将来予測に用いることは、“将来の劣化過程が、過去のパフォーマンスと同等である”という帰納法的推論に基づくものであり、取得可能なデータの規則性から仮説を評価し、劣化速度について一般化するプロセスである。無論、このような一般化が現実には適合するとは限らない。しかし、舗装マネジメントは、不確実な劣化過程を取り扱うリスクマネジメントであるにとらえた場合、劣化要因分析及び劣化予測モデルは意思決定においてリスクを低減するための情報を提供するものである。さらに、維持管理業務の実務でその仮説を検証し次のアクションの改善に活かすことができる。このプロセスこそ、舗装マネジメントの実際のデータとパフォーマンス評価に基づく PDCA サイクルである。

5. おわりに

本稿は、舗装マネジメントにおける劣化要因分析と劣化予測モデルに着目し、実際の分析事例を紹介することにより、統計分析と土木技術者の経験に基づく検討プロセスの重要性を論じた。また劣化要因分析及び劣化予測モデルの正しい評価は PDCA サイクルの実践と連動することを示唆した。その妥当性を検証するための継続的な取り組みこそ、今後の課題である。

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.