

大阪大学大学院 学生会員 ○早矢仕 廉太郎
 株式会社パスコ 正会員 青木 一也
 大阪大学大学院 正会員 貝戸 清之
 京都大学経営管理大学院 フェロー 小林 潔司

1. はじめに

近年新興国では、道路をはじめとする社会資本の整備が急速に進んでおり、今後はこれらの社会資本に対する維持管理を効率的に実施することが重要となる。維持管理については我が国の先進的なマネジメント技術の導入が考えられるが、各国に対して技術の適用範囲を把握する必要がある。本研究では、ベトナムの道路舗装を例としてとりあげ、現地で獲得された調査データに基づく統計分析を通じた実態調査を行う。さらに、ベトナムにおける道路舗装の劣化状況に触れながら、今後のベトナム舗装マネジメントに対する考察を行う。

2. ベトナムにおける道路舗装の維持管理の実状

ベトナムでは、2011年7月～2014年1月にかけてJICA道路ODA案件・国道路維持管理能力強化プロジェクトが実施された。ハード面では我が国の先進的な舗装マネジメント技術である高性能な路面性状調査車が導入され、より細分化された単位での舗装の評価が可能となった。一方、ソフト面では、現在舗装マネジメントシステムとして世界銀行が推奨するHDM-4が用いられているが、実務面での課題が多いことから、ベトナム政府は、我が国で提唱されている京都モデル¹⁾の導入を試みた。京都モデルでは、直近の補修履歴、現在の道路状況を用いて、路面性状調査で獲得されるひびわれ率、わだち掘れ、平坦性を示すIRIといった損傷の劣化予測を行い、その結果を用いてマネジメントサイクルを回すことが可能である。しかし、どの管理指標を用いるのかは定められておらず現場管理者の判断に委ねられる。一般的に我が国ではひびわれ率が主な管理指標として用いられているが、舗装の劣化過程は、環境条件、使用条件により大きくことなるため、ベトナムの舗装に対して、我が国と同様の管理指標を

表-1 各管理指標の健全度ランク

健全度 ランク	ひびわれ率 Cr(%)	わだち掘れ Ru(mm)	IRI (mm/m)
1	Cr=0	0<Ru≤4	0<IRI≤2
2	0<Cr≤10	4<Ru≤8	2<IRI≤4
3	10<Cr≤20	8<Ru≤12	4<IRI≤6
4	20<Cr≤30	12<Ru≤16	6<IRI≤8
5	30<Cr≤40	16<Ru≤20	8≤IRI
6	40≤Cr	20≤Ru	

用いることができるとは限らない。ベトナムの舗装マネジメントを行っていくには、現地の実態調査を通じた管理指標の設定が必要である。以上を踏まえ、本研究では、ベトナムにおける路面性状調査データを用いた舗装の劣化予測を実施し、ベトナムの舗装の実態調査を行う。さらに、ベトナムにおける劣化状況を分析するとともに、ベトナムに合わせた管理指標の提案を行う。

3. 適用事例

(1) 適用事例の概要

本研究で用いたデータは2012年にベトナム北部に位置する15の路線を対象とした路面性状調査により獲得された、ひびわれ、わだち掘れ、IRIに関するデータである。評価距離は、ひびわれ率 Cr(%), わだち掘れ Ru(mm), IRI(mm/m)いずれも 100m 単位である。これら3項目の管理指標に対する健全度ランクの定義を表-1に示す。健全度が最大の値を示すところが維持管理を行う上での管理限界となる。それぞれの供用性曲線の算出に際してはマルコフ劣化ハザードモデル²⁾を用いることとした。さらに、路線ごとの供用性曲線を混合マルコフ劣化ハザードモデル³⁾を用いて算出し、詳細な分析を実施した。推計で使用する情報サンプルは通常同一道路区間に対する2回の路面性状調査データ(事前健全度、事後健全度)とその調査間隔を1情報サン

プルとしてカウントする。しかし、本研究の対象とした道路では同一道路区間に対して 2 回の路面性状調査が実施されていない。本研究では、供用開始時点あるいは直近の補修時点を 1 回目の路面性状調査時点と定め、全道路区間に対して、仮想的に事前健全度 1 を与えた。

(2) 推計結果

ひびわれ率、わだち掘れ、IRI の平均的な供用性曲線を図-1 に示す。ひび割れ率、わだち掘れは健全度 6、IRI は健全度 5 が管理限界となっており、凡例にはそれぞれの管理限界到達時の期待寿命が示してある。図-1 よりわだち掘れの期待寿命が最も短いことが見てとれる。これについては、過積載車両や自動車交通量の増加により設計交通量を超過する区間が多く存在していることに起因するものと考えられる。図-2 では路線ごとの供用性曲線を示す。図-2 では代表例としてわだち掘れの結果を記載しているが、他の管理指標に対しても同様の結果を獲得することができる。道路を管理する上で、劣化サイクルの短い損傷を基準に補修・更新を行うことが考えられる。ここで、3 つの損傷の中から最も劣化進展が速い損傷に合わせて補修・更新が行われると仮定し、各路線 3 つの期待寿命の中から最も短い寿命を代表期待寿命と定義する。路線ごとの代表期待寿命を算出した結果を図-3 に示す。図-3 より代表期待寿命の管理指標としてわだち掘れが多く選定されていることが全体の傾向としてみてとれる。図-1、図-3 の結果はベトナムの舗装において、わだち掘れがマネジメントにおいて有用な管理指標であることを示している。今後ベトナムにおいて舗装マネジメントを実施する上では、我が国で主に用いられているひびわれ率ではなく、わだち掘れによる評価が望ましいと考えられる。また、今回対象としたベトナムに限らず、今後新興国が舗装マネジメントを実施する際には、管理指標を各国の舗装状況に合わせて設定することが重要となることが示唆される。

4. おわりに

本研究では、ベトナムで舗装マネジメントを実施するための、統計的分析に基づく実態調査を行った。分析を通じて、ベトナムの舗装では、わだち掘れが管理指標として有用であることを示唆するとともに、マネジメントを実施する上で、わだち掘れによる評価が重要であることを確認した。さらに、今後、新興国の舗装マネジメントに対して、日本の技術を適用する際に

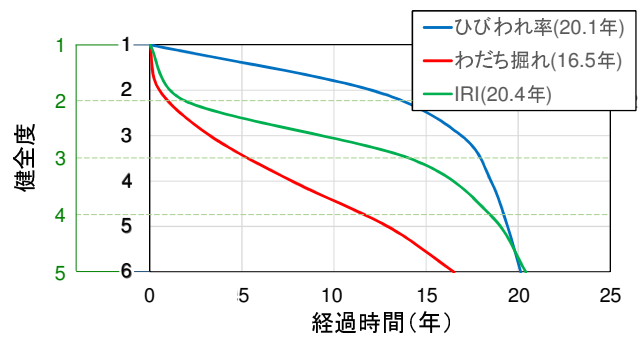


図-1 各管理指標の供用性曲線

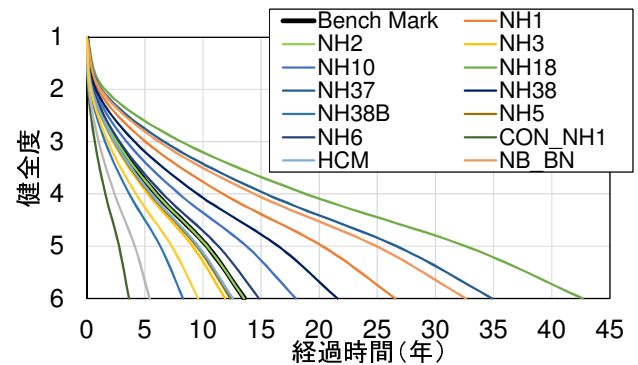


図-2 路線ごとの供用性曲線（わだち掘れ）

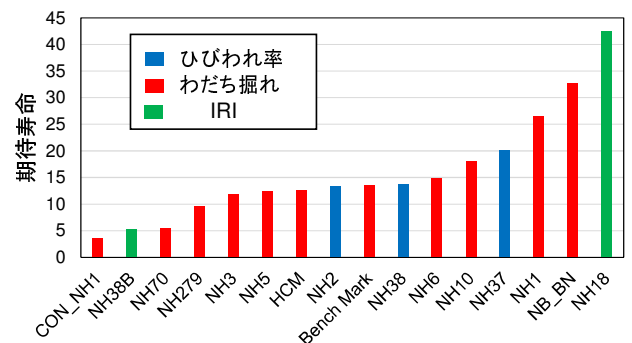


図-3 路線ごとの期待寿命による総合評価

は、各国の舗装の実態を把握し、劣化要因を分析した上で、各国に合わせた管理指標を設定することが望ましいと考えられる。

【参考文献】

- 1) 青木一也：舗装マネジメントシステムの国際標準化に向けて（特集 インフラストラクチャーのアセットマネジメント），土木技術 67(11)，pp34-40，2012.
- 2) 津田尚胤，貝戸清之，青木一也，小林潔司：橋梁劣化予測のためのマルコフ推移確率の推定，土木学会論文集 No.801/I-73，pp69-82，2005.
- 3) 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.