

第VI部門

舗装マネジメント論の試行的検討

大阪大学大学院工学研究科 学生員 ○田中 晶大
 京都大学大学院工学研究科 正会員 松島 格也
 大阪大学大学院工学研究科 正会員 小濱 健吾
 大阪大学大学院工学研究科 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

国土交通省では、国道の長寿命化，ライフサイクルコスト（LCC）削減のために，舗装状態をⅠ～Ⅳの4段階に区分して維持管理に取り組んでいる．区分Ⅰ～区分Ⅲは表層あるいは基層を対象とした維持・修繕のための判定区分であり，構造的，機能的な健全性の回復を目的とした管理水準と表層を供用する目標期間とした使用目標年数に基づいて判定される．一方，区分Ⅳは路盤を対象とした修繕のための判定区分であり，区分Ⅰ～区分Ⅲの判定後に，路盤に問題があると考えられる道路区間に対して区分Ⅳが判定されるが，その判定の基準は道路管理者に委ねられている．このように，現行の修繕の意思決定過程において恣意性が排除されたマネジメントの実施には至っていない．そこで本研究では，舗装修繕の区分基準を再編し，舗装マネジメントシステムの確立を目指す．その際，道路管理者が区分Ⅳと判定するための判断基準は，舗装の劣化速度と関係が深いことから，舗装の劣化予測モデルの推定により舗装の劣化速度を客観的に分析し，舗装状態を排他的に判定できるような区分基準を提案する．

2. 劣化予測手法

マルコフ劣化ハザードモデル¹⁾を援用して舗装路面の劣化予測を行う．モデルに関する詳細は参考文献²⁾に譲る．本研究では，道路区間ごとの特性を説明変数として採用することにより，特性ごとの劣化過程の差異を施設寿命の期待値（期待寿命）として定量的に示す．

3. 適用事例

(1) 適用データの概要

国道における舗装路面を分析対象とする．対象とす

る国道では平成22年度から平成26年度の間に路面性状調査が実施されており，ひび割れ率のデータが蓄積されている．ひび割れ率の離散的健全度は，舗装点検要領²⁾に記述される管理基準に基づいて設定し，モデルの推定に使用する情報サンプルは，同一道路区間に対する2回の点検データとその点検間隔を1つの情報サンプルとしてカウントした．また，修繕直後は，仮想的に健全度1（ひび割れ無し）を設定した．分析対象とする舗装路面のデータには，道路区間ごとの特性として，区分特性（区分Ⅰ～区分Ⅲ，区分Ⅳ），地域特性（積雪地域，非積雪地域），最新の修繕工法（表層・基層の切削オーバーレイ，路盤の打ち換え）が記録されている．道路管理者は路盤に問題があると判断した道路区間に区分Ⅳと判定している．また，一般的に路盤に問題がある場合，舗装路面の劣化は早くなると考えられている．したがって，本論文では区分特性を，道路管理者が自らの経験と知識により判定をしている区分が，路面の劣化速度と深く関係していることを示す説明変数として用いる．一方，その他の特性については，各道路区間の劣化速度の差異を定量的に表現する説明変数として用いる．舗装種別は密粒度舗装と，排水性舗装の2種類に大別されるが，それぞれの劣化形態が大きく異なることから，サンプルを分けて推計を行う．以上のことから，密粒度舗装では2,729サンプル，排水性舗装では2,127サンプル獲得された．

(2) 分析結果

獲得されたサンプルを用いてマルコフ劣化ハザードモデルを推定する．本論文では紙面の都合上，密粒度舗装についての分析結果のみ記述する．図-1には区分特性による劣化の差異を示している．区分Ⅰ～区分Ⅲの道路区間と区分Ⅳの道路区間の期待寿命には10年以上

Akihiro TANAKA, Kakuya MATSUSHIMA, Kengo OBAMA, Kiyoyuki KAITO and Kiyoshi KOBAYASHI

Email : a.tanaka@civil.eng.osaka-u.ac.jp

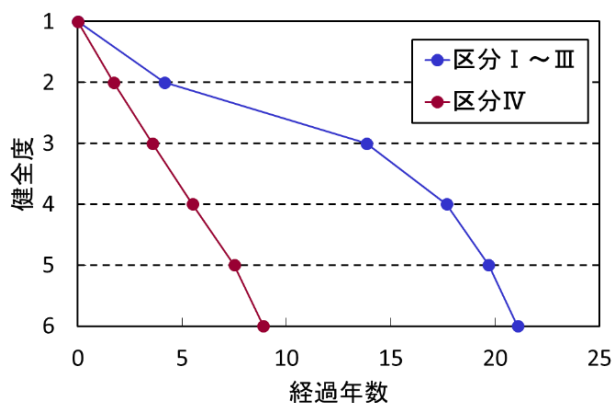


図-1 区分特性による劣化の差異

の差異がある。このことから、路盤に問題があると考えられる道路区間の劣化はその他の道路区間よりも早い傾向にあると言える。そこで、劣化速度を用いて、区分の基準を提案する。そのために、まず、1)路盤に問題がある道路区間は路面の劣化が早い 2)路盤打ち換え後からは、経年により路盤の耐荷力が低下するため、路面の切削オーバーレイを重ねるごとに、路面の劣化は徐々に早くなる、以上2つの条件を想定する。そして使用目標年数未滿に路面の管理限界に到達した場合は路盤を打ち換える維持管理施策を考える。条件2)に関して、路盤の打ち換え後から切削オーバーレイを2回以上実施したデータは獲得できなかった。しかし、先述した道路区間の特性に最新の修繕工法が含まれていたことから、路盤の打ち換え後から切削オーバーレイを1回実施した時の劣化速度の増加率を算出することができた。そこで、2回目以降の舗装路面の劣化速度は、モデルの推定結果に基づき、比例的に劣化が早くなると想定して寿命を設定していることに留意されたい。以上の考え方にに基づき、非積雪地域の密粒度舗装におけるLCCのシミュレーション結果を図-2に示す。ここで、1サイクルは路盤打ち換え後から、次に路盤が打ち換えられるまでの期間と定義する。この結果から、路面の切削オーバーレイを5回実施後に路盤の打ち換えを実施する施策を策定した時、LCCが最小となる。そして、切削オーバーレイを5回実施後の期待寿命は14年となるため、14年以内に管理限界を超過した場合は、路盤を打ち換える、そうでない場合は、表層、あるいは基層のみに対して切削オーバーレイを実施する、といった図-3のような定量的、かつ排他的な区分基準が設定できる。

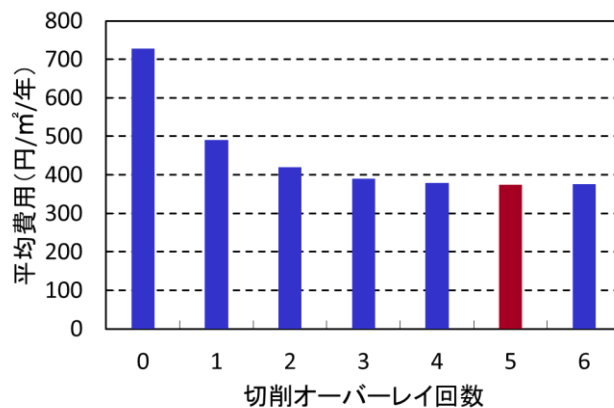


図-2 1サイクルあたりの平均費用

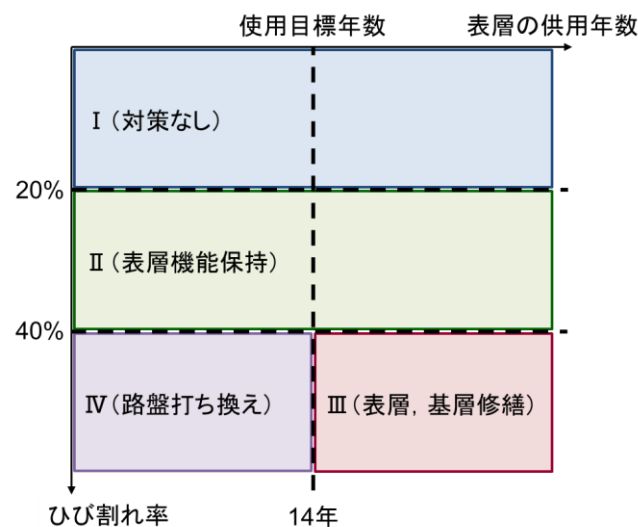


図-3 LCC分析に基づく区分基準

4. おわりに

マルコフ劣化ハザードモデルを援用して、路盤に問題があると考えられる道路区間には舗装路面の劣化速度が関係している可能性があることを示した。そして、その関係性に基づき、LCCが最小となるような維持管理施策を提案した。そして、この結果に基づき定量的、かつ排他的な区分基準を提案した。しかし、本研究では一部仮想的に寿命を設定し、LCC分析を行ったが、今後、より高度なマネジメントシステムを構築するためには、定期的に路面性状調査を行い、路面の劣化事象や、修繕時期を記録し、データを蓄積することが望ましい。

【参考文献】

- 1) 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, pp.69-82, 2005.
- 2) 国土交通省道路局: 舗装点検要領, 2016.