

舗装の補修後の劣化速度を考慮した工法選定

青木 一也¹・福島 和也²・永尾 辰巳³・岡田 貢一⁴・窪田 智則⁵

¹正会員 株式会社パスコ 研究開発センター (〒153-0043 東京都目黒区東山2-8-11目黒ビル新別館1F)
E-mail:kiakzo6013@pasco.co.jp

²熊本県 土木部 道路保全課 (〒862-8570 熊本県熊本市水前寺6丁目18番1号)
E-mail:fukushima-k@pref.kumamoto.lg.jp

³熊本県 土木部 道路保全課 (〒862-8570 熊本県熊本市水前寺6丁目18番1号)
E-mail:nagao-p-dz@pref.kumamoto.lg.jp

⁴正会員 株式会社パスコ インフラマネジメント事業部技術二部システムソリューション課 (〒227-0062 横浜市青葉区青葉台2-6-17)
E-mail:kaodial292@pasco.co.jp

⁵株式会社パスコ インフラマネジメント事業部技術二部システムソリューション課 (〒227-0062 横浜市青葉区青葉台2-6-17)
E-mail:taotmo9461@pasco.co.jp

本研究では、道路舗装の補修後の劣化速度を評価し、ライフサイクル評価にもとづき最適な工法を選定するための分析モデルを提案する。道路舗装の劣化は、ひび割れ、わだち掘れ等の路面の劣化と表層以下の構造体の耐荷力の劣化が同時に進行する。舗装構造の劣化は、路面の劣化速度に影響を及ぼす。その場合、舗装が時間とともに劣化し切削オーバーレイにより路面の状態が回復しても、表層以下が劣化していた場合、その後の路面の劣化速度がはやくなる。本研究では、このような舗装劣化の階層構造に着目し、補修後の劣化速度を過去のアーカイブデータを用いて評価し、ライフサイクル費用の最小化に資する工法選定のための基準を導出する考え方を提案する。さらに、適用事例にて自治体が管理する道路舗装を対象として、路面の定期点検のデータを用いた適用事例を示し、本研究が提案する分析モデルの実用性を検証する。

Key Words : *pavement, asset management, deterioration prediction, optimal repair method, LCC analysis*

1. はじめに

わが国におけるインフラ資産のアセットマネジメントの取り組みは、施設の高齢化、損傷の進行、さらに財政状況の悪化等の背景のもと、将来時点において維持管理、更新需要の増大への懸念が高まったことにより進展した。例えば、橋梁の場合、建設からの経過時間から、補修や更新の他、計画的な架け替えのタイミングを調整することにより、維持管理費用の集中を防止することが大きな課題の一つである。

一方、道路舗装のアセットマネジメントの研究、実務への適用が急速に進展している。舗装のアセットマネジメントでは、路面の劣化予測モデルを構築し、舗装の状態を維持するための投資計画を立案することが最初の取り組みで検討される。また、道路舗装の劣化過程の多様な不確実性を取り上げ、劣化速度が著しくはやい舗装区間を評価し、対応箇所の優先度を設定する、先進的な取り組み事例が報告されている。この劣化速度の舗装区間別の評価は、舗装の維持管理問題をリスクマネジメントとして捉え、劣化リスクが高い区間への優先的な対応により、舗装の長寿命化を目指すものである。

道路舗装の将来の投資計画を検討する場合、過去の路

面の劣化に関するデータを用いた統計的劣化予測モデルを作成し、劣化予測モデルをインプット情報として、将来の劣化/補修過程をシミュレーションによって予測する方法が一般的に採用される。橋梁の例のように、将来の更新需要により費用が集中する現象は起こりにくい。舗装の維持管理では、劣化が進行した舗装区間に対して、切削オーバーレイまたは打換え工法によって、舗装の状態を回復させる。切削オーバーレイは劣化した路面に対して表層のみを再構築する補修方法である。一方、打ち換えは、舗装の劣化に対して表層のみの対応では十分な回復が期待できない場合に、舗装の全部または大部分を取り去って、改めて舗装を行う方法である。現在は、切削オーバーレイによる補修が中心であり、施工性や補修費用等の面から、打ち換えが採用されることは多くない。言い換えれば、切削オーバーレイと比較して費用が高い打ち換えを採用するという意思決定を行うための十分な根拠が示されていないため、切削オーバーレイが採用される場合が少なくない。

この背景には、舗装の定期調査として定着している路面性状調査が、ひび割れ、わだち掘れ、平たん性の計測を行い、舗装の健全度を評価するものであり、舗装構造全体の耐荷力を評価するものではなく、路面性状調査の

結果から、舗装構造全体の劣化に対する補修工法を意思決定するための情報が提供できないことが挙げられる。一般的に、舗装の路面と表層以下では、路面の劣化速度の方がはやく、表層以下の構造体の劣化は路面に比べて緩やかである。しかし、表層以下の構造の耐荷力が劣化することにより、路面の劣化速度がはやくなる。同様に、路面が劣化することにより、舗装構造全体の劣化を加速させる。路面の劣化が進行し、表層以下の構造の耐荷力が維持できていれば、表層のみを回復させる切削オーバーレイが適用される。しかし、舗装構造全体が劣化している場合に、切削オーバーレイを適用しても、構造全体の耐荷力が低下しているため、補修後の劣化パフォーマンスが低下し、次の補修のタイミングをはやめてしまう。

本研究は、道路舗装の補修として切削オーバーレイの適用後の劣化速度を評価し、舗装の供用の経過時間を補修回数によって表現し、ライフサイクル費用分析により最適な補修工法を選定するための考え方を示すものである。

2. 本研究の基本的な考え方

(1) 従来の研究概要

道路舗装の劣化予測モデルに関する研究成果が蓄積され¹⁾²⁾、実用的な技術として普及している。特に、舗装の劣化過程の不確実性に対応するために、舗装の劣化過程を確率で表現する確率的劣化予測モデルが、舗装のアセットマネジメントのための劣化予測モデルとして提案されている。これらの劣化予測モデルは、舗装の定期調査と補修履歴データのアーカイブデータを用いて劣化過程の規則性をモデル化する、統計的劣化予測モデルである。道路舗装の定期調査は、自動測定車を用いた効率的な調査が一般的に普及し、アセットマネジメントのためのアーカイブデータが十分に蓄積されてきた。そのデータ蓄積が、舗装のアセットマネジメントが急速に発展した要因の一つと言えよう。

道路舗装を設計する際、設計年数を10年または20年に設定する。しかし、実際の調査データから劣化パフォーマンスを評価した場合、舗装の寿命長は設計年数より長く、舗装構造全体を更新するサイクルは、30年を超える場合も少なくない。その場合、舗装のライフサイクルを劣化パフォーマンスとして評価するためには、舗装のライフサイクルに対応した時系列データの蓄積が必要となる。そのように蓄積された時系列データには、舗装構造の耐荷力の直接的な観測データはなくとも、その耐荷力の低下が考慮された路面の劣化速度に関する情報を含んでいる。

舗装構造の耐荷力をモニタリングするためには、FWD調査等の詳細調査が必要である。FWD調査を実施しその結果を蓄積することにより、舗装構造の耐荷力のパフォーマンスカーブを求めることができる³⁾⁴⁾。しかし、FWD調査は、交通規制が不要な路面性状調査とは違い、交通規制が必要な定点観測による調査である。そのため、定期調査として管理対象の全区間のFWD調査を実施することは極めて難しい。そのため、特に自治体の舗装管理の現場では、FWD調査の結果から、舗装構造の耐荷力のパフォーマンスを評価するためのデータが蓄積されていないのが実情である。

路面の劣化速度の違いによって、舗装構造の耐荷力が低下している舗装区間を想定し、優先的にFWD調査を実施する取り組みが報告されている⁵⁾。FWD調査を実施する舗装区間を合理的に選定し、補修する際の補修工法をFWD調査結果にもとづいて決定することにより、当該舗装区間のライフサイクル費用を低減させる補修工法の選定が可能である。しかしながら、管理対象の全道路区間に対して、将来にわたる補修費用を算出する際に、舗装構造の耐荷力の劣化を考慮し、切削オーバーレイと打ち換えのバランスを考慮した予算計画のための工法選定基準を示すためには、打ち換えを適用する基準を設定する必要がある。FWD調査結果が十分に蓄積され、そのデータを用いて舗装構造の耐荷力のパフォーマンスカーブを算出することができれば、路面と耐荷力の劣化速度の関係から、最適な補修工法を選定するためのモデルを構築することが可能である。しかし、そのためには十分なFWD調査結果の蓄積が条件となる。

本研究では、路面の定期調査及び補修履歴データの時系列データを用いて、舗装構造の健全度の低下を考慮した路面の劣化速度を評価し、最適な補修工法を選定するための補修パターンを、ライフサイクル費用分析によって求めるものである。

(2) 道路舗装の階層構造と劣化過程

図-1に、道路舗装の階層構造と劣化過程を示している。本図には、道路舗装の階層構造を示しており、路面の健全度と舗装構造の耐荷力のパフォーマンスを対比している。パフォーマンスカーブAは、路面が健全な状態から時間の経過とともに劣化が進行し、管理水準を下回った時点で、補修が適用されている。同様に、パフォーマンスカーブDは耐荷力の低下を示す。切削オーバーレイによって路面の状態が回復しているが、耐荷力は改善されていない。切削オーバーレイによる補修後、路面の状態は回復するが、その後も時間の経過とともに劣化が進行する。その際のパフォーマンスカーブBは、耐荷力の低下によって、Aに比べて劣化速度がはやいことを示して

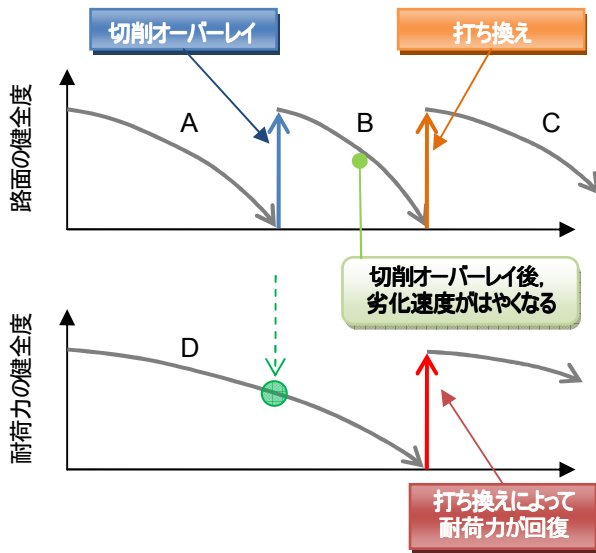


図-1 道路舗装の階層構造と劣化過程

いる。さらに、その後、路面の劣化が進行し、再び管理水準を下回った場合、打ち換えによって路面の状態が回復される。このとき、同時に耐荷力の状態も初期状態に回復している。耐荷力の回復により、打ち換え後の路面のパフォーマンスCによる劣化速度は改善され、パフォーマンスカーブAと等しい。

本研究では、路面の劣化速度をパフォーマンスカーブによって評価できるが、耐荷力のパフォーマンスカーブは推計できないものとする。耐荷力の低下を、補修後の路面のパフォーマンスの低下によって表現できるものと仮定し、補修適用後の路面のパフォーマンスを劣化予測モデルによって評価する。その結果、補修後のパフォーマンスが低下することで、次の補修工法として、安価な切削オーバーレイと費用が高い打ち換へのいずれかを合理的に選択するためのライフサイクル費用分析を行い、最的な補修パターンを選定する。

3. 道路舗装の劣化予測モデル

道路舗装の劣化予測モデルの推計方法の概略を以下に示す。詳細は、参考文献¹⁾²⁾に詳しい。

(1) マルコフ推移確率

道路舗装の劣化過程を、マルコフ推移確率を用いて表現する。舗装の推移過程は不確実であり、将来生起する状態を確定的に予測できない。任意の時刻間における舗装の健全度の不確実な推移状態をマルコフ推移確率で表現する。時刻 τ_A の定期調査で観測されたある舗装区間の損傷度を、状態変数 $h(t_A)$ を用いて表す。状態変数 $h(t_A)$ は時刻 t_A に測定した健全度であり、観測された健全度が i であれば $h(t_A)=i$ と表せる。マルコフ推移確率は、時刻

t_A で観測された健全度 $h(t_A)=i$ を与件とし、将来時点(たとえば t_B において健全度 $h(t_B)=j$ が生起する条件付推移確率として定義される。すなわち、

$$\text{Prob}[h(t_B)=j | h(t_A)=i] = \pi_{ij} \quad (1)$$

と表せる。このような推移確率を健全度ペア (i, j) に対して求めれば、マルコフ推移確率行列

$$\Pi = \begin{pmatrix} \pi_{11} & \cdots & \pi_{1J} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & \cdots & \pi_{JJ} \end{pmatrix} \quad (2)$$

を得ることができる。補修がない限り常に劣化が進行するので、 $\pi_{ij}=0 (i > j)$ が成立する。また、マルコフ推移確率に関して

$$\begin{aligned} \pi_{ij} &\geq 0 \\ \pi_{ij} &= 0 (i > j \text{ の時}) \\ \sum_{j=1}^J \pi_{ij} &= 1 \end{aligned} \quad (3)$$

が成立する。また $\pi_{JJ}=1$ が成立する。

(2) 多段階指数ハザードモデル

離散的な健全度で表現される道路舗装の劣化状態を予測するモデルとして、指数ハザードモデルを用いたマルコフ推移確率を用いる。指数ハザード関数を用いて、検査時刻 t_A と $t_B=t_A+z$ の間で健全度が i から $j(i > j)$ に推移するマルコフ推移確率 $\pi_{ij}(z)$ は、

$$\begin{aligned} \pi_{ij}(z) &= \text{Prob}[h(t_B)=j | h(t_A)=i] \\ &= \sum_{m=i}^j \prod_{s=i}^{m-1} \frac{\lambda_s}{\lambda_s - \lambda_m} \prod_{s=m}^{j-1} \frac{\lambda_s}{\lambda_{s+1} - \lambda_m} \exp(-\lambda_m z) \end{aligned} \quad (4)$$

と表すことができる。ただし、表記上の規則として、

$$\begin{aligned} \prod_{s=i}^{m-1} \frac{\lambda_s}{\lambda_s - \lambda_m} &= 1 \quad (m=i \text{ の時}) \\ \prod_{s=m}^{j-1} \frac{\lambda_s}{\lambda_{s+1} - \lambda_m} &= 1 \quad (m=j \text{ の時}) \end{aligned}$$

が成立する。

道路舗装の劣化速度に影響を及ぼす観測可能な指標とを説明変数を取り上げ、その影響度を分析することができる。同一舗装区間に対して、過去に複数回の点検が実施されたときの損傷度と点検の時間間隔、及び説明変数

の組み合わせを1サンプルとしたデータベースを作成し、多段階指数ハザードモデルを推計する。このとき、指数ハザードモデルの未知パラメータ λ_i は、観測可能な説明変数と未知パラメータの組み合わせにより、

$$\lambda_i = \mathbf{x}\beta'_i \quad (5)$$

として表現する。ここに、 \mathbf{x} を説明変数による特性ベクトル、 β_i は未知パラメータ β_{im} による行ベクトルである。これにより、健全度別に劣化速度の違いを評価することができる。

4. 道路舗装のライフサイクル分析

(1) 補修の考え方

道路舗装の路面の状態は、定期調査によって観測される。定期調査では、ひび割れ、わだち掘れ、平坦性の3つの損傷値が取得されるが、補修の要因となっている損傷として、ひび割れ、わだち掘れを取り上げる。経験的に、平坦性による補修が実施されない。

ひび割れ、わだち掘れの損傷値を離散的な損傷ランクにより定義し、ひび割れ、わだち掘れの損傷ランクを用いて、補修基準値を設定する。ある舗装区間の損傷値が補修基準を下回った場合、補修対象区間として抽出する。

補修対象区間として抽出された舗装区間に対して、切削オーバーレイまたは打ち換えのいずれかの工法を選択するものとする。切削オーバーレイは打ち換えに比べて補修費用が安価であるが、表層のみを更新するものであり、舗装構造全体の損傷度が回復しないこととし、図-1に示したように、切削オーバーレイ適用後の劣化速度ははよくなる。

ある舗装区間に対して、前回打ち換えからの切削オーバーレイの実施回数の制限を設定する。切削オーバーレイの制限回数をN回とした場合、N回目の切削オーバーレイを実施した後に、当該舗装区間が再び管理基準値を下回った際には、打ち換えを行う。打ち換え後は、その後の劣化速度が回復するものとする。

(2) 劣化/補修過程

3.で推計したマルコフ推移確率行列を、舗装の劣化予測モデルとし、劣化/補修過程をシミュレートし、将来時点の補修需要を予測し、補修費用を算出する。その際、補修工法は、切削オーバーレイと打ち換えの2種類とし、切削オーバーレイの実施回数の制限を与件とする。

舗装の劣化予測モデルは、マルコフ推移確率行列を用いて定義するため、舗装区間の劣化過程を確定的に求めることができない。舗装の劣化過程をモンテカルロ・シミュレーションによって予測し、十分多くの試行回数を

実施し、補修費用はその結果の期待値により定義する。

道路舗装の劣化予測の対象として、ひび割れ、わだち掘れを取り上げる。ひび割れ、わだち掘れの劣化が独立に進行するものと仮定し、それぞれモンテカルロ・シミュレーションによって、当該期の状態を予測する。その結果、ひび割れ、わだち掘れの損傷ランクの組み合わせが、補修基準として与えたランクに達した場合に、補修対象区間として抽出する。切削オーバーレイの実施回数は、舗装区間に記憶し、補修を実施する際に、舗装区間に切削オーバーレイの制限回数のチェックを行う。制限回数を超えた場合に、打ち換えを適用する。

そのような手順にて、管理対象道路全体を対象としてシミュレーションを実施し、ライフサイクル費用を算出する。ライフサイクル費用は、切削オーバーレイ費用と打ち換え費用の合計とする。ライフサイクル費用は、初期時点から50年間の年平均費用により定義する。

5. 適用事例

(1) 適用事例の概要

本研究にて提案した手法を用いて、熊本県が管理する道路舗装を対象として、分析を試みた。熊本県では、約3,970kmの道路を管理しており、路面の状態を定期的な路面性状調査によって把握している。これまで、路面性状調査は、概ね5年サイクルにて実施し、全路線に対して2回の調査が完了している。さらに、継続的に補修履歴データを蓄積しており、路面性状調査データと補修履歴データを時系列に整理した舗装データベースを構築し、舗装の劣化予測モデルを構築した。

(2) 劣化予測モデルの推計

舗装データベースを用いて、舗装の劣化予測モデルを推計した。まず、ひび割れ、わだち掘れの全県の平均的なパフォーマンスカーブを推計し、次に補修工法別の劣化速度の違いを評価した。舗装データベースに記録されている補修履歴データから、1)前回の補修が打ち換えまたは新設の舗装区間、2)新設または打ち換え後に切削オーバーレイを実施している区間に区分し、劣化速度の相対評価を行った。

補修後の劣化速度の相対評価を実施した結果を、図-2に示す。図-2は、ひび割れの劣化予測モデルの推計結果を示している。ひび割れの損傷度ランクIIは、ひび割れ率45%である。新設・打ち換え後、損傷度ランクIIに達するまでに期待時間は、約27年である。一方、切削オーバーレイを1回適用した後の損傷度ランクIIに達するまでに期待時間は、約19年となっており、切削オーバーレイ適用後の劣化速度は、打ち換え後に比べて1.4倍はや

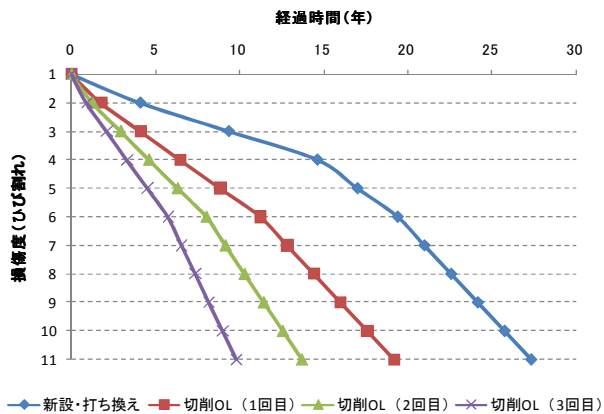


図-2 補修後の劣化パフォーマンスの違い

い結果が得られた。舗装データベースからは、切削オーバーレイを1回実施した舗装区間のパフォーマンスのみが推計可能であり、切削オーバーレイ2回以上は、有効サンプルが極めて少なく、推計が不可能であった。そのため、切削オーバーレイが2回目以降のパフォーマンスは、同様に1.4倍にて劣化速度がはやくなると仮定し、パフォーマンスカーブを描画している。なお、同様の手法により、わだち掘れの劣化予測モデルを推計したものの、補修後の劣化速度に有意な違いが得られなかった。次の最適工法選定基準のための劣化/補修過程シミュレーション分析では、ひび割れ、わだち掘れの劣化予測モデルをインプット情報として与えるが、ひび割れは補修後のパフォーマンスの違いを考慮し、わだち掘れは、補修後のパフォーマンスカーブは同一（全県平均値）のものを用いることとした。

(3) 最適工法選定基準の考え方

推計した劣化予測モデル（マルコフ推移確率行列）を用いて、最的工法選定基準を求めるための劣化/補修過程シミュレーション分析を行い、補修パターン別のLCCを算出した。与件として与えた補修パターンは、1) 打ち換え→切削オーバーレイ1回、2) 打ち換え→切削オーバーレイ2回、3) 打ち換え→切削オーバーレイ3回、4) 打ち換え→切削オーバーレイ4回、の4ケースを取り上げた。それぞれ、切削オーバーレイの制限回数を超えた場合、次の補修時には打ち換えを適用する。

補修費用を算出するための補修単価情報として、打ち換え：7,920円/m²、切削オーバーレイ：2,988円/m²とした。これは過去の実績値により平均的な単価を設定したものである。打ち換え費用は切削オーバーレイの費用に比べ、約2.7倍高い。また、補修基準は、現行の水準である、MCI 3.0に相当する、ひび割れランク11（45%）、わだち掘れランク9(40mm)とした。これは熊本県のこれまでの

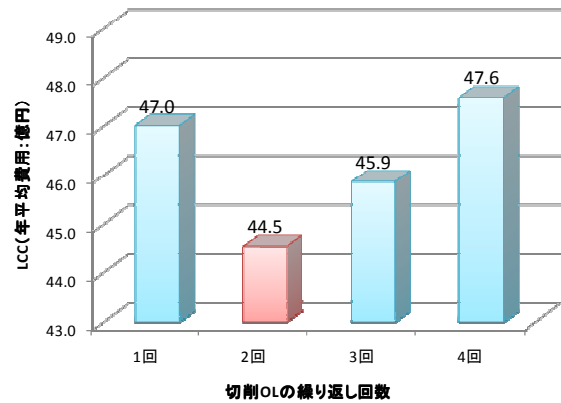


図-3 補修パターン別ライフサイクル費用評価

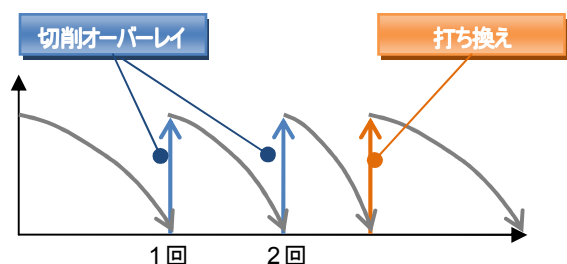


図-4 最適補修パターン

実績値により平均的な単価を設定したものである。打ち換え費用は切削オーバーレイの費用に比べ、約2.7倍高い。また、補修基準は、熊本県における現行の水準である、MCI 3.0に相当する、ひび割れランク11（45%）、わだち掘れランク9(40mm)とした。

以上の条件のもと、補修パターン別のLCCを算出した結果を、図-3に示す。4ケースの補修パターンのうち、2) 打ち換え→切削オーバーレイ2回の場合が、最もLCCが低い結果となった。切削オーバーレイを3回以上実施した場合、LCCが増加している。

本分析結果より、図-4に示す補修パターンが最適である。新設または打ち換え後、同一舗装区間の切削オーバーレイの制限を2回までとし、その後の補修時には打ち換えを行うことが、LCCを削減できることが示された。

(4) 本分析結果の考察と課題

本分析結果から、ライフサイクル費用を最小とする切削オーバーレイと打ち換えの補修パターンを求めた。その結果、同一舗装区間に対して、切削オーバーレイを繰り返し実施しても、その後のパフォーマンスの低下により、次の補修までのタイミングがはやくなり、結果的に費用が増加するため、切削オーバーレイの適用回数を2回までに限定し、打ち換えにより舗装構造全体の耐荷力を回復させることの妥当性が示された。この補修パター

ンを用いて、中長期の予算計画を策定し、将来時点の必要補修需要を算出することができる。本研究で検討した補修後のパフォーマンスの低下を考慮した劣化予測モデルを採用することにより、これまで打ち換えを適用するケースが少なかった場合でも、今後は打ち換えを適用するケースが増加する。このことは、建設からある一定の時間を経過した舗装構造の耐荷力が次第に低下したことにより、舗装の更新時期を迎えていることを示していると言えよう。予算計画上、結果的に打ち換えの割合が増加することにより、全体の補修費用は増加する。しかし、あらかじめ舗装構造の耐荷力の低下に対する対応を予算計画に考慮することで、急激な舗装の健全度の劣化を予防的に阻止することができる。

しかしながら、本分析を行ううえでの条件設定には課題を残している。1回目の切削オーバーレイの適用後のひび割れのパフォーマンスの劣化速度が新設・打ち換えと比較して1.4倍であることが実際のデータから明らかとなった。しかし、2回目以降の切削オーバーレイの適用後のパフォーマンスが、同率にて低下するものと仮定している。その条件の妥当性を評価するために、継続したデータの蓄積が必要となる。本研究で示した分析が可能となった背景には、継続的に舗装の調査と補修履歴データを確実に取得、管理していたことが重要な点として挙げられる。舗装の定期調査の意義は多様であるが、本研究で提案した舗装のパフォーマンス評価を可能とすることも定期調査データのアーカイブ化の大きな目的である。

一方、舗装の補修を実施する現場では、本分析で示した最的補修パターンの結果は、補修工法の選定や構造調査を実施する箇所を選定するような意思決定において重要な役割を果たす。当該舗装区間の補修を検討する際、補修履歴データを管理している舗装データを参照し、過去の補修履歴情報を参照することで、舗装構造の耐荷力の低下を推測し打ち換えの適用を考えることができる。そのような舗装区間では、FWD調査等の詳細調査を実施し、実際の耐荷力の状態を客観的に把握することにより、最適な補修工法を選定することができる。前述したように、すべての舗装区間についてFWD調査を実施することは不可能であり、補修対象箇所について過去の補修の状況を考慮して、優先的にFWD調査を実施する箇所を選定することができる。このように、プロジェクトレベルにおいて補修工法を選定するうえでの合理的な意思決定フローの構築が必要である。

6. おわりに

本研究では、道路舗装の維持管理計画を策定するうえ

で、補修後の路面のパフォーマンスの違いを評価した劣化予測モデルを構築し、ライフサイクル費用最小化となる最適な補修パターンを選定する考え方を提案した。まず、舗装の定期調査、補修履歴データのアーカイブデータを用いて、補修工法別の補修後の劣化パフォーマンスを比較し、各々の劣化予測モデルをマルコフ推移確率として表現した。さらに、そのマルコフ推移確率を条件として、劣化/補修過程のシミュレーションにより、ライフサイクル費用分析を実施し、LCCが最小となる補修パターンを求める考え方を示した。また、本研究で提案した手法を、熊本県の舗装維持管理業務へ適用し、実際のアーカイブデータを用いた分析結果を示した。

本研究で示した分析方法は、舗装構造の耐荷力の低下を路面のパフォーマンスの低下によって推測し、打ち換えの必要性を明示するものである。その結果、中長期的な予算計画上に、打ち換え費用による費用増加を考慮することができる。その結果、補修を実施する現場にて、打ち換えを適用するケースが増加すれば、FWD調査等の構造調査の結果が蓄積される。実際の構造調査のデータを分析に加えることにより、現実的な補修工法選定のための手順を示すことができよう。このような一連の取り組みは、舗装アセットマネジメントにおけるPDCAサイクルに従った評価と実践の繰り返しによる課題解決プロセスに他ならない。舗装のアセットマネジメントでは、このような継続的改善の取り組みが重要であり、そのための情報管理の在り方、継続的な評価による業務改善の方法についての議論を続けることが必要である。

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.
- 2) 熊田一彦, 江口利幸, 青木一也, 貝戸清之, 小林潔司: モニタリングデータを用いた高速道路舗装の統計的劣化モデルの検討, 舗装工学論文集, 土木学会, Vol.14, pp.229-237, 2009.12
- 3) 起塚亮輔, 小林潔司, 貝戸清之, 大井明: 階層的隠れマルコフ劣化モデルを用いた舗装構造の劣化予測, 第43回土木計画学研究・講演集, 土木学会, 筑波大学, CD-ROM, No.340, 2011.5
- 4) 松村泰典, 小林潔司, 江口利幸, 大井明, 青木一也, 貝戸清之: 舗装構造の予防保全モデル, 第43回土木計画学研究・講演集, 土木学会, 筑波大学, CD-ROM, No.341, 2011.5
- 5) 青木一也, 小田宏一, 児玉英二, 貝戸清之, 小林潔司: ロジックモデルを用いた舗装長寿命化のベンチマーキング評価, 土木学会土木技術者実践論文集, Vol.1, 40-52, 2010.