道路舗装の施工範囲の設定が管理水準と施工回数に与える影響

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
株式会社パスコ インフラマネジメント事業部　正会員　○岡田 貢一，森 悠，青木 一也

1. はじめに

舗装のストックの増加に対して，維持管理の予算は必ずしも増加していない．そのため，限りある予算を効率的，効果的かつ計画的に配分するために，定期調査に加えて、日常的なパトロール等の結果に基づき，舗装の維持管理計画を立案する要求が高まっている．多くの自治体で，これまで蓄積した路面性状データ，補修履歴データを用いて劣化予測モデルを構築し，補修基準や補修の優先順位を設定し，補修計画を策定する試みを実施している．

舗装の補修計画を立案する際には，劣化予測モデルに基づき将来の補修需要を予測し，必要補修事業費と管理水準の関係を分析する．このようなマクロ分析では，現実の補修の方法（補修箇所選定基準や補修範囲の設定等）とは異なる単純な条件下での分析を行うことが一般的である．この場合，補修方法の設定方法によっては，計算結果が現実と大きく乖離する場合も考えられる．一方で，舗装のライフサイクル分析では，補修費用の他，道路利用者への負の影響をコスト換算した利用者費用を定義し，トータルコストの最小化を求める算出方法も存在する．しかし，特に施工回数の削減効果等を市民へ説明することを考えた場合，必ずしも費用換算した結果を示すことが説明力を有しているとは限らない．

このような背景のもと，本研究では，実際に運用している補修方法の考え方を分析条件に取り入れたライフサイクル分析を行い，補修方法（施工範囲）の設定が将来時点における補修費用と管理水準及び施工回数に与える影響をシミュレーションによって分析することを試みた．

2. 本研究の基本的な考え方

2.1 舗装の施工範囲の考え方

舗装の維持管理業務では，定期調査や日常管理による情報をもとに，補修箇所を選定する．補修を実施する際，損傷が進行した舗装区間を中心に，舗装の前後区間の損傷状態を考慮し，さらには規制時間等の制限を踏まえ，効率的な施工範囲を設定する．たとえば，要補修箇所が点在する区間で，同時に補修を実施したほうが効率的であると判断した場合，良好な状態の舗装区間も同時に補修することとなる．一方，ある区間で損傷が発見されたとしても，利用者の安全性に大きな影響を及ぼさないと判断され，さらに前後の区間が良好な状態を維持している場合には，補修のタイミングを遅らせる考え方も存在する．本研究の数値シミュレーションでは，補修箇所選定パターンを**図 1** に示すような補修箇所選定ルールの設定を行った．補修工法として切削オーバーレイを実施する場合の施工範囲の上限を 150m と設定し，150m の区間の中に 100m 以上の区間で補修の判断基準値以下の区間が存在する場合，当該舗装区間を補修候補箇所として選定する．**図 1** は，補修基準を MCI 4.0 以下に設定した場合の考え方を示している．

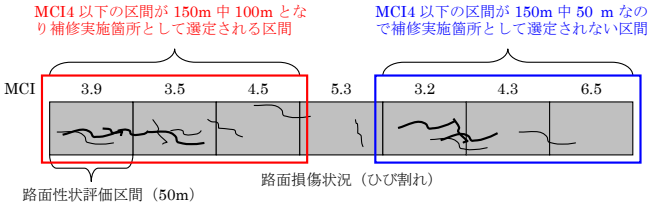

図 1　補修箇所選定パターン

2.2 施工回数の削減効果

このような補修箇所を選定する際には，舗装工事による道路利用者へ与える負の影響を考慮し，できるだけ少ない施工回数とすることを同時に考慮する．特に交通量が多い幹線道路では，補修による渋滞損失は大きい．舗装の LCC 分析では，そのような利用者の負の影響をコスト換算して算出する考え方が古くから存在するものの，1)コスト換算の精度の問題，2)分析結果の説明力の問題，により昨今では利用者費用を含まない LCC 分析での報告も数多くみられる．道路利用者や市民へ舗装維持管理業務の効果を説明する場合，実際の工事回数の削減数の期待値を示すことにより説明力を増す場合も考えられよう．本研究ではこのような観点から，シミュレーション分析によって工事回数の削減効果を算出する方法論を開発する．

3. 数値シミュレーション分析

3.1 シミュレーション分析の概要

川崎市が管理する道路舗装を対象として，モンテカルロ・シミュレーションを用いて施工範囲の設定による影響分析を行った．川崎市では幹線道路（約 240km）を対象に路面性状調査を継続的に実施しており，劣化予測モデルを高精度に推計するための十分なアーカイブデータを管理している．路面性状調査の評価単位は

キーワード　舗装，劣化予測モデル，管理水準，施工回数，モンテカルロ・シミュレーション
連絡先　川崎市建設緑政局道路河川整備部道路施設課（〒210-8577 川崎市川崎区宮本町 1 番地 TEL044-200-2819）

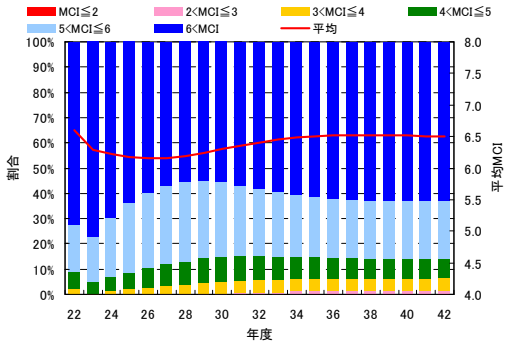

図 2 MCI 分布の推移（CASE-A）

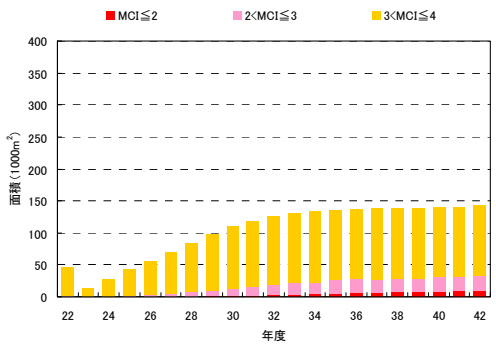

図 3 管理水準以下（MCI4.0 以下）舗装面積（CASE-A）

表 1 補修費用と管理水準の比較

	CASE-A	CASE-B
補修費用（年平均費用）	8.6億円	8.3億円
MCI 4.0以下の割合（補修繰り越し分）	6.6%以下	0%

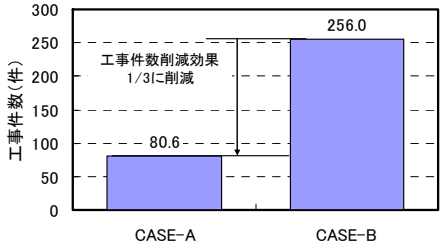

図 4 工事件数削減効果

50m として，ひび割れ，わだち掘れ，平たん性の損傷値と MCI 値を取得している．それらのアーカイブデータを用いて，舗装の劣化予測モデルとして確率的劣化予測モデル[1]を推計し，推計した劣化予測モデルをインプット条件として，シミュレーションモデルを開発した．なお，補修基準は路線毎に，MCI5 以下及び MCI4 以下とする路線の 2 グループに分け，**図 1** に示した施工範囲のルールに従った場合（CASE-A）と，50m の評価区間別に個別に施工範囲を選定する場合（CASE-B）についてシミュレーション分析を実施した．

3.2 管理水準に与える影響分析

図 2 は，CASE-A における MCI 分布の推移を示している．平均 MCI は 6.0 以上の値を維持しているものの，補修基準値 4.0 以下の割合が 10%以下の範囲で現われている．同様に，**図 3** に，管理水準以下（MCI4.0 以下）の舗装面積の推移を示す．CASE-A は，**図 1** に示した補修箇所選定パターンのルールに従って補修を実施することから，舗装区間の 150m 中，補修基準を超える区間が 100m 未満の箇所が，管理基準値以下として残り，その延長分が表現された結果である．**表 1** には，CASE-A と CASE-B の補修費用（年平均費用）と MCI 4.0 以下の割合を比較している．CASE-A は，150m の範囲のなかで，補修基準に達していない良好な区間を同時に施工することから，CASE-B に比べて費用が増加している（3.6%の増加）．一方，管理水準以下（MCI4.0 以下）の舗装面積の割合は，最大で 6.6%存在する．この舗装延長は，150m の範囲内に補修基準に達しているものの，その延長が 100m 未満であったため，補修を繰り越した延長を示している．

3.3 施工回数の削減効果

川崎市が適用する補修箇所選定パターンは，**表 1** に示すように，補修費用の増加と管理水準の低下を招くことが数値シミュレーションの結果として得られた．前述したように，このような同時施工の効果は，工事回数の削減効果として表現することができる．

図 4 に，CASE-A と CASE-B の工事件数を比較した．CASE-A の場合，20 年間の工事回数の総数が 1612 回，年平均 80.6 回となる．一方，CASE-B では，工事件数の総数が 5119 回，年平均 256.0 回となる．この結果，**図 1** に示した同時施工による工事件数は，約 1/3 となる．

本シミュレーション分析の結果，川崎市が採用している補修箇所選定パターンは，若干の費用増加と管理水準の低下を招くものの，大幅な工事件数の削減を実現していることを示した．川崎市の幹線道路の場合，交通量が多く，舗装工事による渋滞の損失も大きい．そのため，本研究で示した工事件数の削減量は，舗装維持管理業務における市民サービスの向上のための直接的な効果として，十分に説明力を有する結果であろう．無論，このような工事件数の削減から，渋滞損失等の経済効果を算出する検討が重要であることも無視できない．実際の工事件数の削減効果と併せて，マクロ的な経済効果の分析を行うことは今後の課題である．

4. おわりに

本研究では，維持管理計画を策定する上で，施工範囲の設定が管理水準と施工回数に与える影響について，モンテカルロ・シミュレーションを用いて数値シミュレーションを実施して評価した．このような数値シミュレーションの結果は，舗装の維持管理計画を策定するうえで，有用な情報を提供する有効なツールとなり得るものである．今後は，さらなる分析の高度化による実用的な維持管理計画を策定することが課題である．

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.