

◆特集：戦略的な道路構造物マネジメント◆

## 舗装の効率的な維持管理について

藪 雅行\* 久保和幸\*\*

### 1. はじめに

舗装のマネジメントシステムに関する総論については既に2年前の土木技術資料の特集<sup>1)</sup>で紹介しているので、今回は舗装の効率的な維持管理に向けた最近の取り組みについて紹介する。

まず紹介するのは舗装の管理に関する検討である。舗装の維持修繕要否判断の目安については既に「道路維持修繕要綱」<sup>2)</sup>に示されているとおりであるが、その後に関発されたMCI (Maintenance Control Index、舗装管理指数)<sup>1)</sup>を含め、必ずしも十分なアカウンタビリティが果たされていない面がある。そこで、土木研究所では、(社)日本道路協会舗装委員会とも連携して、舗装の管理目標のあり方について、概念整理と管理目標の設定手法に関する検討を進めており、ここに検討状況を紹介する。

次に紹介するのは具体的な維持修繕工法に関する取り組みである。切削オーバーレイなどの修繕工法については前述のMCIや道路維持修繕要綱の目安などに応じて実施されてきたが、その前段となるクラックシールや路面切削については、現場の道路管理者のパトロールなどに基づき適宜判断して実施されており、これらの工法選定に関する定量的な目安などは特に存在しない。そこで、平成18年2月に改訂された「舗装設計施工指針」<sup>3)</sup>では路面の調査項目や、路面の破損状況に基づき考えられる破損の原因、対応する維持修繕工法を

例示し、より具体的に維持修繕工法の選定が行えるように記述が充実された。また、国土交通省では、直轄国道の舗装管理においてシール材注入工法などを「予防的修繕工法」として新たに位置付け、舗装工事のコスト縮減を図ろうとしている<sup>4)</sup>。

こうした取り組みを紹介することで、抽象論になりがちなアセットマネジメントについて、より具体的な情報として提供したい。

### 2. 管理目標に関する検討について

#### 2.1 従来の管理目標

多くの道路では、舗装の維持修繕の要否は巡回等の目視を通じて道路管理者の判断で実施されている。「道路維持修繕要綱」には表-1の目安が示されており、こうした主観的な判断の際の目安として利用されている<sup>2)</sup>。

また、維持修繕判断を行う総合的な指標としてMCIがある。MCIは、道路行政のアウトカム指標である構造物保全率の一指標として用いられる等、現在の直轄国道の管理に利用されてきた<sup>5)</sup>。

$$MCI = 10 - 1.48C^{0.3} - 0.29D^{0.7} - 0.47\sigma^{0.2}$$

C：ひび割れ率 (%)

D：わだち掘れ量 (mm)

$\sigma$ ：平たん性 (mm)

MCIは、土木研究所が道路局、地方建設局(当時)とともに開発した指標であり、開発当時に修繕を実施することが望ましい水準(MCIの値)も併せて提案している<sup>5),6)</sup>。

表-1 維持修繕要否判断の目安<sup>2)</sup>

組織	道路の種類	わだち掘れ (mm)	段差 (mm)		すべり摩擦 係 数	平たん性 (mm)	ひび割れ率 (%)	ポットホール (cm)
			橋 梁	管 渠				
日本道路協会	自動車専用道路	25	20	30	0.25	Pr I=90 $\sigma = 3.5$	20	20
	交通量の多い一般道路	30-40	30	40	0.25	$\sigma = 4-5$	30-40	20
	交通量の少ない一般道路	40	30	-	-	-	-	-

How to establish the maintenance system for pavement?

一方、MCIは道路管理者が異なる破損状況の路面を見比べて破損の程度を点数により評価したものをわだち掘れ量などの路面性状値により重回帰分析することにより求めたものであり、必ずしも道路利用者であるドライバーや歩行者の観点が反映されているわけではない。MCIが開発された当時に比べ、経済社会状況、車の性能や道路利用者のニーズ等が変化してきていることから、MCIが現在の管理の指標として適しているのかという指摘もある。

## 2.2 管理目標の概念

平成13年6月に発出された「道路の構造に関する技術基準」(国土交通省都市・地域整備局長、道路局長通達)<sup>7)</sup>において、舗装の性能規定化の方針が打ち出されたのを受け、舗装委員会では、舗装の機能や求められる要件、舗装の性能を図-1のとおりまとめている<sup>3)</sup>。ここでは、路面に求められる性能として「安全・円滑・快適・環境」を掲げ、これらのキーワードに基づき概念の整理がなされている。

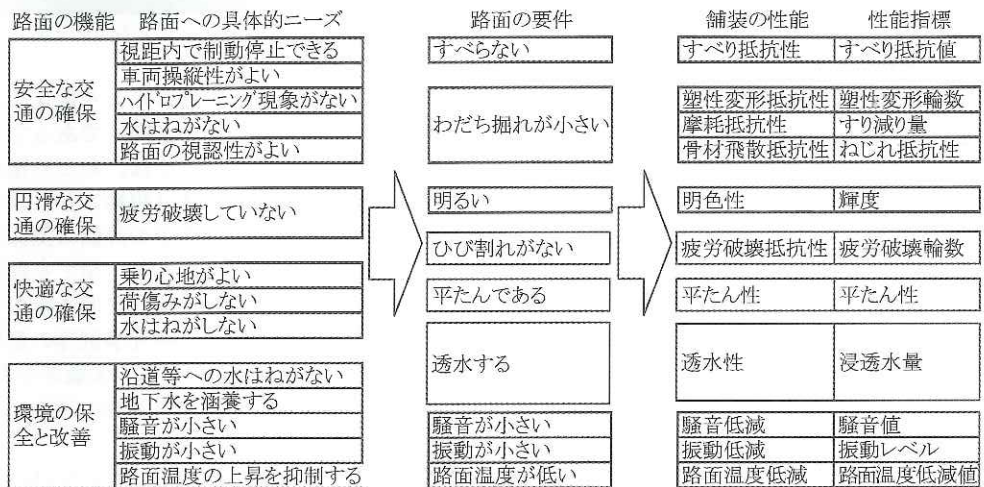


図-1 車道および側帯の舗装における性能指標の例<sup>3)</sup>

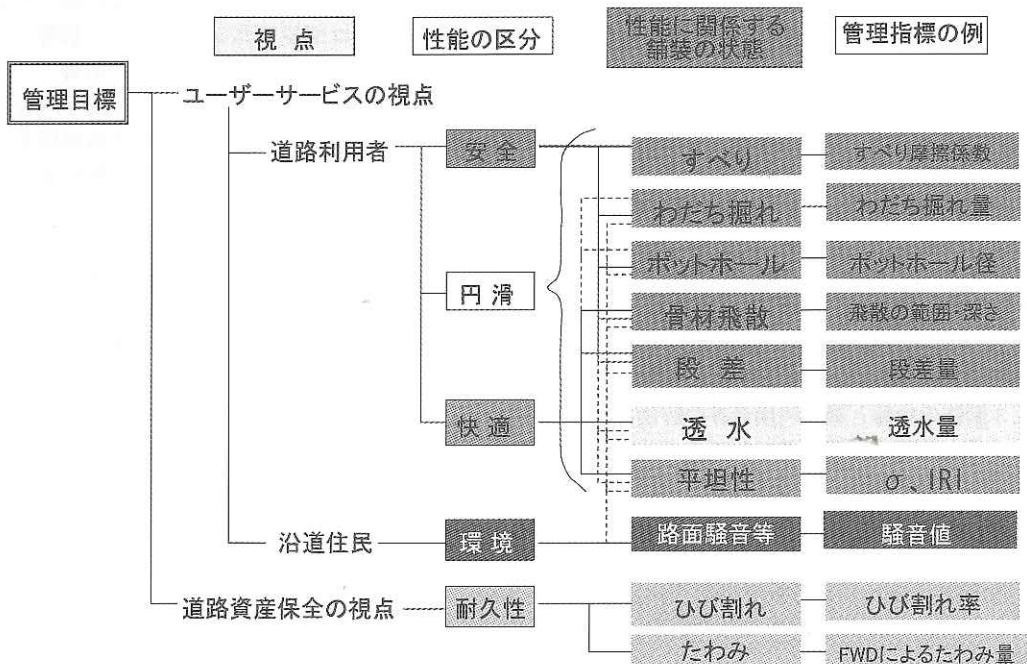


図-2 舗装の管理目標の体系<sup>8)</sup>

こうした概念整理を踏まえ、舗装管理の視点として「ユーザーサービスの視点」と「道路資産保全の視点」により区分することにより、舗装の管理目標の体系を図-2に示すように整理した。前述の「安全・円滑・快適」については、道路利用者であるドライバーに関わる項目として整理し、「環境」については沿道住民に関わる項目としている。また、道路資産保全の視点としてユーザーサービスには関わらないが、道路管理者が舗装を良好な状態に保つために必要な指標として「耐久性」という性能を新たに加えた。

なお、道路利用者や沿道住民等が舗装に求める性能やその水準は、道路の性格や地域性などにより異なることから、管理目標の設定にあたっては、これらを考慮して、管理する道路において確保すべき性能を選択し、当該道路に用いる管理指標を設定していく必要があると考えている。

図-2に示された各管理指標に対して如何に管理目標を設定するかが次の課題となるが、その際には、まず管理目標の位置づけを明確にする必要がある。これには、以下のようなものが考えられる。

- ①安全性の観点からの限界値として、これ以上下回ることができない基準として設定する管理目標
- ②一定レベルのサービス等を提供するとともに、舗装としての健全性を効率的に確保することが望ましい目安として設定する管理目標
- ③比較的大きな補修を必要とする舗装状態の目安や補修の優先順位を決定するための目安として設定する管理目標

①は概念的には考えられるが、安全性は路面の状態のみならず、道路の規格、線形、交通量、天候などの状況に影響を受けると考えられ、また、例えばドライバーを見ても年齢や運転技能等は様々である。このため、安全性については、道路の限界となる舗装性能を定義し、限界値を示すことは困難である。

国内外での管理目標の事例を見ても、その位置づけは②、③が一般的となっている。

### 2.3 舗装の状態と道路利用者等の評価に関する検討

こうした概念整理を受け、舗装の状態と道路利用者等の評価の関係に関する調査検討を進めている。

舗装は、管理目標と利用者の受けるサービス水準が連動することから、管理目標を設定しようとする場合には、管理目標が利用者にとって、どのようなサービスに相当するか明確にすることが求められる。

一方、道路利用者の評価は、交通量・道路構



写真-1 ドライビングシミュレータ

造・車両の性能・気象条件等により変化し、また舗装の状態も管理指標の値が同一であっても実際の路面は同一ではない（例えば、わだち掘れ量が同一であっても、その形状は現場ごとに異なる）。

舗装の状態と道路利用者等の評価の関係については、様々なケースが考えられ、全てを網羅することは困難であるが、今後検討に取り組む方の参考となるよう、既存の調査研究事例等の整理や既存事例で不足する事項についての実験等を実施し、舗装性能の各水準と道路利用者等の評価についての整理を進めている。

例えば、わだち掘れの状態については以下のような観点から実施している。

- ・車線変更時の道路利用者の安心感への影響
- ・ハイドロプレーニング現象への影響
- ・水はねによる沿道や歩道への影響
- ・水はねによるドライバーへの視界障害への影響

具体的には、車線変更時の道路利用者の安心感への影響を例にとると、わだち掘れ量の異なる道路（実道）やあらかじめわだち掘れ量の異なる路面を設定したドライビングシミュレータ（写真-1）において、被験者に車線変更を体験してもらうことで、わだち掘れ量別に感じた安心感についてアンケート調査等により検討を進めている。

### 3. 維持修繕工法に関する取り組みについて

舗装は、トンネルや橋梁などの社会資本と異なり、その修繕サイクルが短い。特に1990年頃には舗装新設費が舗装補修費を上回り始め<sup>1)</sup>、平成4年に改訂された「アスファルト舗装要綱」においても「補修」の章が新設されるなど、舗装工事における維持修繕の重要性は年々高まってきている。

#### 3.1 舗装委員会における取り組み

こうした背景を受け、前述の設計施工指針にお

表-2 路面の調査項目

調査項目	簡易調査	路面の定量調査	破損原因の調査 [注]	
			調査水準 1	調査水準 2
ひび割れ (疲労抵抗、老化など)	・目視観察	・ひび割れ率 ・ひび割れ幅 ・ひび割れ深さ	・コア採取 ・抽出および性状試験	・非破壊調査 ・開削調査
わだち掘れ (塑性変形、摩耗など)	・目視観察 ・試走 (走行感覚)	・わだち掘れ量	・コア採取 ・抽出および性状試験	・切取り供試体の 物性試験 ・開削調査
平たん	平たん性	・目視観察 ・試走 (走行感覚)	・コア採取 ・抽出および性状試験	
	段 差	・目視観察 ・試走 (走行感覚)		・開削調査
透 水	・目視観察	・浸透水量	・コア採取 ・空隙率測定 ・透水係数測定	
すべり抵抗	・目視観察	・すべり抵抗値	・コア採取 ・抽出および性状試験	
騒 音	・聴 感	・騒音値 (タイヤ/ 路面騒音、沿道環境 騒音)	・コア採取 ・空隙率測定	
ポットホール	・目視観察	・長径、短径、個数	・コア採取 ・抽出および性状試験	

表-3 日常的な維持および工法の例

維持の種類			維持および工法の例
日常計画的・反復的に行う維持			
局部的 で軽度 な修理	アスファルト舗装	ポットホール、ジョイントの開 き、ひび割れなど	パッチング工法、シール 材注入工法
	コンクリート舗装	目地材の剥脱飛散、目地部やひび 割れ部の角欠け、穴あきなど	パッチング工法、シーリ ング工法、注入工法

表-4 予防的維持工法の例

維持の種類			維持および工法の例
日常計画的・反復的に行う維持			
局部的 で軽度 な修理	アスファルト舗装	ポットホール、ジョイントの開 き、ひび割れなど	パッチング工法、シール 材注入工法
	コンクリート舗装	目地材の剥脱飛散、目地部やひび 割れ部の角欠け、穴あきなど	パッチング工法、シーリ ング工法、注入工法

表-5 主な破損と修繕工法の例

舗装の種類	破損の種類	修繕工法の例
アスファルト 舗装 (表層)	ひび割れ	打換え工法、表層・基層打換え工法、切削オーバ レイ工法、オーバーレイ工法、路上路盤再生工法
	わだち掘れ	表層・基層打換え工法、切削オーバーレイ工法、オー バーレイ工法、路上表層再生工法
	平たん性の低下	表層打換え工法、切削オーバーレイ工法、オーバ レイ工法、路上表層再生工法
	すべり抵抗値の低下	表層打換え工法、切削オーバーレイ工法、オーバ レイ工法、路上表層再生工法
コンクリート 舗装 (路面)	ひび割れ、目地部の 破損	打換え工法、オーバーレイ工法、切削オーバーレイ 工法、局部打換え工法
	わだち掘れ	オーバーレイ工法、切削オーバーレイ工法、局部打 換え工法
	平たん性の低下	オーバーレイ工法
	段 差	オーバーレイ工法
	すべり抵抗値の低下	オーバーレイ工法、切削オーバーレイ工法

いても路面の調査項目 (表-2)、破損種別に対  
応する維持修繕工法  
(表-3~5) がそれぞ  
れ示されている<sup>3)</sup>。特  
に表-4に示されている  
予防的維持工法につい  
ては、後述する予防的  
修繕工法にも関連する  
ものであり、従来のパ  
ッチングなどの維持工  
事と切削オーバーレイ  
などの修繕工事の中  
間的な位置付け工法  
として注目されるも  
のである。こうした  
工法を積極的に採  
用することにより、  
舗装の補修におけ  
るコスト縮減が期  
待されている。

### 3.2 国土交通省における取り組み

舗装の補修に用いる  
工法として、シール  
材注入等のように舗  
装の構造的な強度  
の低下を遅延させ  
る効果があるが、

こうした工法は一般に維持に分類され、直轄国道の管理においても維持工事として実施してきている。

一方、道路構造物の老朽化等を背景として、道路構造物を良好な状態に維持していくために必要な維持・修繕・更新に関わる費用は、今後急速に増加していくことが予測されている。このため、道路構造物を効率的に管理していくことが社会的要請となっている。

このようなことから、国土交通省では、直轄国道の舗装管理においては、従来「維持」として位置づけられていた舗装補修のうち、修繕候補区間(※)において切削オーバーレイ等の修繕工法に代わり、舗装のさらなる延命及び舗装補修のコスト削減を図るために、シール注入工法、切削工法、局部打ち換え等を組み合わせて実施する補修を「予防的修繕」と呼び、アスファルト舗装の修繕候補区間のうち、「予防的修繕」を適用できる箇所にあつては、これを実施することとした。

また、併せて同省では、直轄国道における舗装

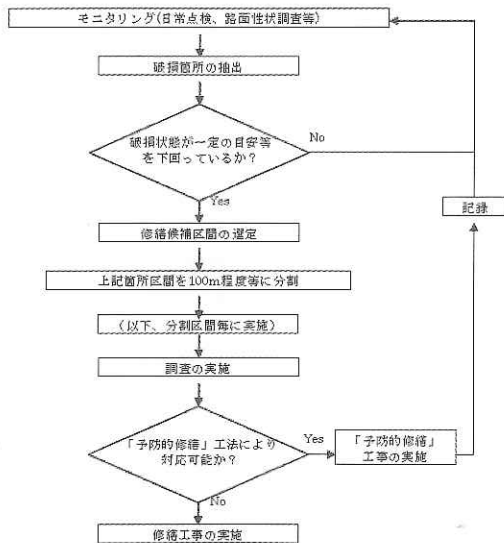


図-3 修繕候補区間の選定と工法選定の基本的な流れ<sup>4)</sup>

ひび割れ幅	0mm以上 10mm未満	10mm以上 20mm未満	20mm以上 30mm未満	30mm以上 35mm未満	35mm以上 40mm未満	40mm以上
0%以上						
10%未満						
10%以上						
20%未満						
20%以上						
30%未満						
30%以上						
35%未満						
35%以上						
40%未満						
40%以上						

① 修繕工法適用区間 (切削オーバーレイ)  
 ② シール材注入工法  
 ③ シール材注入工法・切削工法  
 ④ シール材注入工法・切削工法適用区間

図-4 修繕候補区間における密粒度舗装の工法選定の目安

管理の現場において、上記を実施するにあつての参考となるよう工法選定の目安、「予防的修繕」工法の要点等を手引き(案)としてまとめ、今後、直轄国道の修繕候補区間における舗装の補修は、この方針に沿って試行的に実施していくこととしている<sup>4)</sup>。

(※) 修繕候補区間

わだち掘れ量もしくはひび割れ率がある一定レベルを超え、「予防的修繕」もしくは切削オーバーレイなどの修繕を実施すべきと判断される区間。

以下にその概要を紹介する。

この手引き(案)における修繕候補区間の選定と工法選定の基本的な流れを図-3に示す。

修繕候補区間については、日常パトロールや路面性状調査結果を踏まえ、概ね100mを1ロットとして適宜選定する。

当面の目安としては、従来の密粒度アスファルト混合物を表層に使用したアスファルト舗装の場合、ひび割れ率30%以上、わだち掘れ量30mm以上の区間がこれにあたり、路面性状調査の結果として蓄積されている舗装管理支援システムのデータに基づき修繕候補区間が選定できることとして



写真-2 シール材注入工法



写真-3 切削工法

いる。ただし、支援システムのデータは3年毎の更新であるため、リアルタイムの現場の状況と必ずしも一致しないことが考えられるため、日常のパトロールや現地での精査により修繕候補区間を適切に選定することとしている。

修繕候補区間が選定されると、次に当該区間の破損の状況から予防的修繕工法で対応可能かが判断されることとなる。

修繕候補区間において、補修工法を選定する場合の、目安となる路面性状のクライテリアを図-4のように示している。

なお、舗装の破損状態の形態は様々であることから、工法選定にあたっては、現場における技術的な判断が重要であるとの認識から、目安として示した数値は参考値とし、各現場の技術者が現場の条件に適した工法選定を実施することが重要であるとしている。

### 3.3 今後の取り組み

「予防的修繕」に関わる各工法は、一般的には、路面の性能の回復や舗装の構造的な強度低下を遅延される効果が期待されるものであるが、我が国にあっては、その効果について、これまで十分な検証がされていないのが現状であることから、国土交通省においては、今後、「予防的修繕」により補修された直轄国道の箇所について、施工状態や効果の持続性等の経年的な追跡調査を実施し、この調査結果を踏まえて必要に応じ本手引き（案）を見直すこととしている。

土木研究所においても従来維持工事として位置付けられてきたこれらの工法については、これまで十分な技術的な検討が行われていないのが現状である。

例えばシール材注入工法の場合、注入するシール材の材料規格が明確でなく、どのような性状のシール材が適切なものか、施工前には判断できない。また、切削工法についても、あまりわだち掘れが発達していない箇所を切削するとかえって路面の荒れが進行するおそれがあるが、その適用範囲については明確になっていない。また、切削後の路面の性状についても規定されていない。

今後、舗装委員会における取り組みとの連携や前述した国土交通省における予防的修繕工法に関する追跡調査の調査結果の分析等を行い、維持工法、予防的修繕工法、修繕工法のより適切な選定手法の構築など舗装のライフサイクルコストの最適化に向けた効率的な舗装の維持修繕手法に関する調査研究を進めていく予定である。

## 4. おわりに

道路ストックの増大、道路構造物の老朽化や厳しい財政事情等を背景として、他の道路構造物と同様に、舗装分野においても、より効率的・計画的に管理していくことが求められている。

このためには、健全度の把握、健全度の将来予測、管理目標、維持修繕箇所の優先順位や工法の選定などの補修計画、維持修繕工事の実施等を適切に実施していく必要がある。

土木研究所においても、こうした戦略的な維持修繕技術の確立に向けた取り組みの一助となるよう調査研究を進めて参りたい。

### 参考文献

- 1) 藪・伊藤：舗装マネジメントシステムの構築、土木技術資料Vol46, No.12, 2004年12月
- 2) (社)日本道路協会：道路維持修繕要綱、1978年7月
- 3) (社)日本道路協会：舗装設計施工指針（平成18年版）、2006年2月
- 4) 国土交通省道路局・国道防災課：直轄国道の舗装における「予防的修繕」工法の導入について、道路Vol.786, pp.36-39、2006年8月
- 5) 建設省道路局国道一課、土木研究所：舗装の維持修繕の計画に関する調査研究、第34回建設省技術研究会道路部門指定課題論文集, pp.323-362、1980年11月
- 6) 建設省道路局国道一課、土木研究所：舗装の管理水準と維持修繕工法に関する総合的研究、第41回建設省技術研究会道路部門指定課題論文集, pp.323-362、1987年10月
- 7) (社)日本道路協会：舗装の構造に関する技術基準・同解説、2001年7月
- 8) 藪：舗装の管理日標、舗装Vol.40, No.7, pp.11-14、2005年7月

藪 雅行\*



独立行政法人土木研究所  
つくば中央研究所道路技術  
研究グループ舗装チーム  
総括主任研究員  
Masayuki YABU

久保和幸\*\*



独立行政法人土木研究所  
つくば中央研究所道路技術  
研究グループ舗装チーム  
首席研究員  
Kazuyuki KUBO