

新技術・新工法による舗装工事の提言

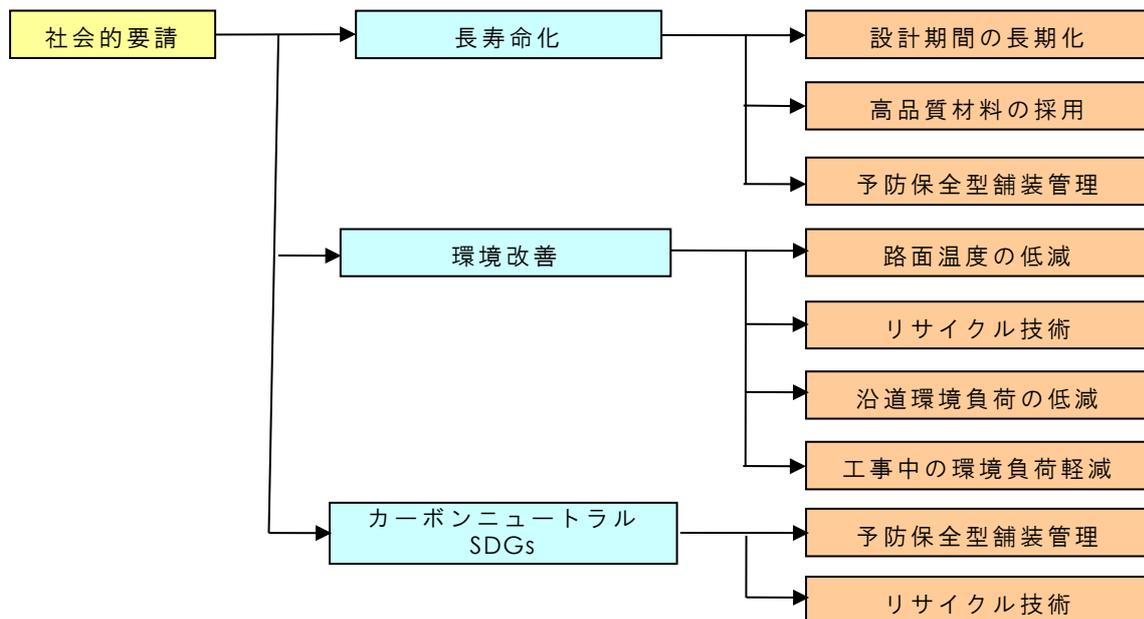
一般社団法人 千葉県道路舗装協会

1. はじめに

我が国を取り巻く社会情勢は、少子高齢化の進展とそれを一因とした経済の低成長化、自然災害の深刻化、高度情報化社会への対応、人々の価値観の多様化など大きく変化している状況である。また近年では、国土強靱化などの政策をはじめ ICT や DX への対応、SDGs やカーボンニュートラル社会の実現といった新たな社会的要請への対応が求められている。

これまで、道路事業は生活向上のための道路整備が中心であったが、公共土木施設ストックの増大と老朽化の進行、減少する公共土木予算、舗装点検の義務化、対症療法的舗装管理から予防保全型舗装管理への移行など多様な要請を踏まえた新たなメンテナンスサイクルの確立が不可欠であり、舗装管理の考え方を再構築することが求められる転換期であるといえよう。

本資料では、道路を安全かつ快適な状態を維持し、効率的に活用しながら次世代に良好な状態で引き継ぐための「長寿命化」舗装技術、騒音・振動の低減化や都市部に於けるヒートアイランド抑制などの「環境改善」技術、「カーボンニュートラル社会の実現」や SDGs の数値目標実現のために活用可能な技術について整理を行った。



今後益々多様化・複雑化する社会の要請に確実に対応していくためには、新技術に目を向け、既往の技術を含め新たな視点で再評価することが重要であり、各種技術の試行等を通し、最適な適用条件や工法の効果的な組み合わせ、ライフサイクルコストに関する検討などを行い、より効率的なメンテナンスサイクルを構築していくことが求められているといえよう。

2. 舗装の長寿命化を目的とした舗装技術

舗装の長寿命化技術は、舗装の耐久力を高め、従来の舗装よりも設計期間を長期にとることで補修の頻度や内容を軽減することを目的とした舗装と、舗装の劣化が顕在化する前に予防処置を行うことで舗装を延命する予防保全型舗装管理などがある。

舗装の耐久力を高める対策は、初期建設費は高いものの、供用期間が長いいためライフサイクルコストを安価に押さえることができると考えられる。

予防保全型舗装管理は、安価な予防処置を定期的に行うことで舗装の損傷の引き金になる劣化・老化を抑制し舗装の長寿命化を図るもので、よい状態の舗装を長期間維持しながらライフサイクルコストの低減も実現できると考えられる。前者は交通量の多い路線、後者は交通量の比較的少ない路線に適した舗装管理手法と考えられる。

2.1. 従来の設計法の延長による設計期間の長期化

アスファルト舗装の構造設計においては、必要とされる舗装厚さ（ T_A ）は次式によって求められる。【信頼度 90%】

$$T_A = \frac{3.84N^{0.16}}{CBR^{0.3}}$$

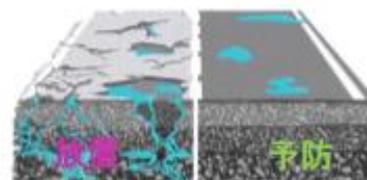
Nは設計期間（n年）における累積49kN（5トン）換算輪数であり、通常、n=10とするが、長寿命化舗装では10年を超える設計期間を設定し、舗装構造の強化を図るものである。下表は20年の例である。一方、長期供用すると材料の劣化や表面の機能低下は避けられないため、路面設計の考え方を整理しながら最適なメンテナンスサイクルを検討することが重要である。

舗装計画交通量（台／日・方向）	N:疲労破壊輪数（回／10年）	N:疲労破壊輪数（回／20年）の例
3,000以上	35,000,000	70,000,000
1,000以上 3,000未満	7,000,000	14,000,000
250以上 1,000未満	1,000,000	2,000,000
100以上 250未満	150,000	300,000
100未満	30,000	60,000

2.2. 改質アスファルトなどの高品質材料による長寿命化

改質アスファルト等の高性能な材料により、舗装の耐久性を高め、長寿命化を図るものである。改質アスファルトの一般規格は以下のとおりで、交通条件や施工箇所の特性などを勘案して最適なものを選定するのが一般的であるが、これら以外にも様々な機能・性能を持ったポリマー改質アスファルトが数多く開発されており、一般品では十分な耐久性が確保しにくい箇所や長寿命化をはかりたい箇所に適用できる。

また、近年では各種樹脂を結合剤として混合し静止荷重や油脂に対する抵抗性を高めた加熱混合物も開発されており、半たわみ性舗装のかわりに用いられる事例がある。多様な選択肢の中から目的に合致するものを選定しやすい状況となっている。



	種類	ポリマー改質アスファルト						
		I型	II型	III型	III型-W	III型-WF	H型	H型-F
混合物機能	適用混合物 主な適用箇所	密粒度・細粒度・粗粒度などの混合物に用いることが多い。I型・II型・III型は、主にポリマーの添加量が異なる。					ポラスアスファルト混合物等に用いられる。ポリマー添加量の多い改質アスファルト	
塑性変形抵抗性	一般的な箇所	◎						
	大型交通量が多い箇所		◎				◎	◎
	大型交通量が著しく多い箇所及び交差点			◎	○	○	○	○
摩耗抵抗性	積雪寒冷地域	◎	◎	○	○	○		
骨材飛散性							○	◎
耐水性	橋面（コンクリート床版）		○	○	◎			
たわみ追従性	橋（鋼床版）	たわみ小		○	○		◎	
		たわみ大					◎	
排水性（透水性）							◎	◎

付加記号の略字 W：耐水性（Water resistance） F：可撓性（Flexibility）
 凡例 ◎：適用性が高い ○：適用は可能 無印：適用は考えられるが検討が必要

2.3. 予防保全型舗装管理による舗装の長寿命化

近年舗装の点検・診断が普及し適時修繕が推奨されているが、予防保全型舗装管理は舗装の破損が顕在化・進展する前に処置をすることで舗装を延命するもので、近年ではこれまでの対症療法型管理から予防保全型管理に移行することが推奨されている。

予防保全に用いる工法は、フォグシール（若返りシール）、チップシール、スラリーシール（マイクロサーフェッシング）、薄層オーバーレイなどの維持工法であり、舗装表面に保護層を形成することで舗装版の劣化・老化を抑制し延命するものである。

古くからある技術で様々な製品・工法があるが、新たな製品・工法の開発も行われており、舗装管理の方針や路面の状態に応じて多様な技術を選択可能である。



フォグシール



マイクロサーフェッシング



薄層オーバーレイ

3. 環境改善を目的とした舗装技術

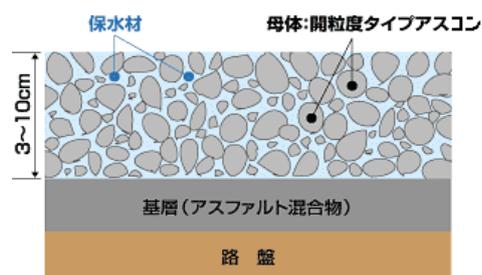
3.1. 沿道の熱環境を改善する舗装

都市部のヒートアイランド現象の緩和や熱中症などの人体への負荷低減を目的に路面温度を低減する舗装で、そのメカニズムから以下の技術がある。

車道や歩道に適用可能で各種の製品が開発されている。

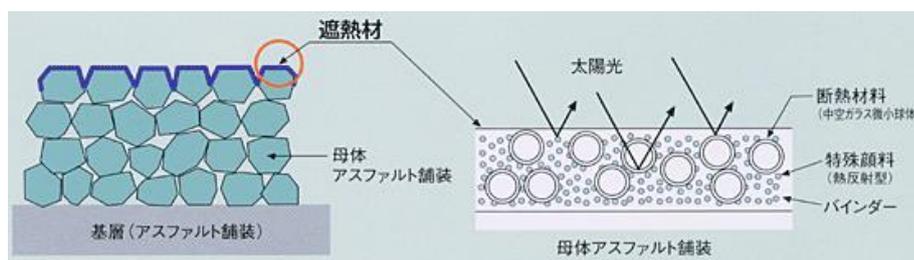
(1)保水性舗装

保水性舗装は、母体アスコンに保水材を充填した舗装で、舗装体内に保水した水分が蒸発する際の気化熱で舗装体の温度上昇を抑制する。



(2)遮熱性舗装

遮熱性舗装は、舗装表面に遮熱材を塗布し、路面温度の上昇を抑制する機能を持たせた舗装で、散水などのメンテナンスを行うことなく路面温度低下効果を発揮する。ポーラスアスファルト舗装に適用しても、排水機能・騒音低減機能は低下しない。

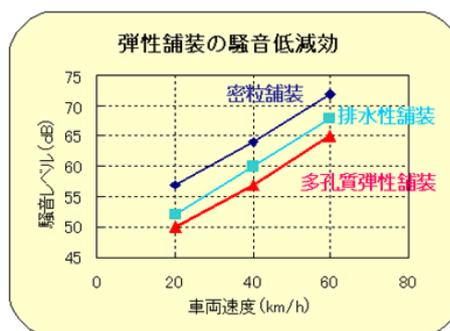
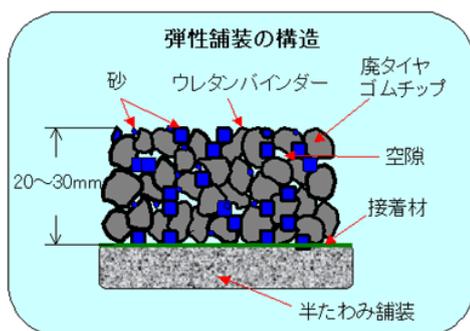


3.2. 沿道環境の改善や交通渋滞緩和に関する舗装技術

沿道環境の改善や施工時の環境負荷を改善するための舗装技術である。

(1)騒音を低減する舗装技術

騒音を低減する舗装技術としてポーラスアスファルト混合物を用いた低騒音舗装があるが、その騒音低減効果をより効果的なものにするため、骨材の小粒径化、2層式低騒音舗装、ゴムチップをウレタン樹脂等で固めた多孔質弾性舗装などが用いられる。



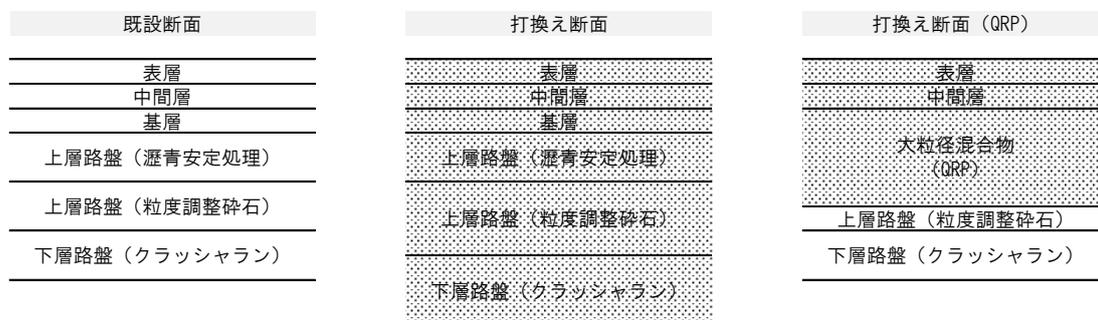
多孔質弾性舗装の例

(2)振動を低減する舗装技術

沿道の振動を軽減するには振動元となる路面の凹凸をなくし平坦にすることが基本であるが、振動を軽減する舗装として、振動減衰の大きい舗装材料を使用しシートを敷設することで振動の軽減・減衰をはかるものや表層をスラブ構造とし防振ゴムを用いて振動を減衰させる舗装などがある。

(3) 道路交通渋滞の緩和を目的とした舗装技術

既設舗装の支持力不足等で大規模な打換え工事を行うような場合、交通渋滞を緩和するためには効率よく施工できる工法が良い選択となる。施工の効率がよく打換え厚を薄くできる工法に大粒径混合物を用いたシックリフト工法やフルデプス工法があり、近年 QRP 工法の採用が増えている。



大粒径混合物による補修断面例

4. カーボンニュートラル・SDGs に関連する舗装技術

カーボンニュートラル・SDGs の数値目標を達成するため、舗装工事においても明確な目標・方針を立て取り組んでいく必要があることはいうまでもない。舗装工事に使用するアスファルトやセメントなどの素材はそれ自体の CO₂ 排出原単位が大きく、舗装工事に伴い発生させる CO₂ は、素材とその加熱や材料・廃材の運搬に伴う燃料消費に起因するものが多くを占めるといわれている。ここでは、CO₂ の削減や SDGs の目標に関連する舗装技術を取り上げる。

4.1. アスファルト混合物のリサイクル技術

アスファルト・コンクリートの再利用率は 98% に達し、そのうちの 90% 程度が再生アスファルト混合物に再生されており、徹底したリサイクルが行われている。この再生サイクルを確実に維持し、さらなる高品質化・適用範囲の拡大をはかる技術について研究が行われている。

また、廃棄物処分場のひっ迫等を背景として、他産業発生材の利用要請が高まっている。

道路舗装事業に使用する各種製品の素材としてこれらの活用は進んでいるが、アスファルト混合物においても、リサイクルされたカーボンブラックを用いて対候性および耐久性向上させる取組みなどが行われている。リサイクルされたカーボンブラックは燃焼を伴う用途に用いられることが多いため、舗装で有効に活用することで CO₂ 発生抑制につながる。

今後は安全で効果的に利用可能なものは積極的に活用していくことが求められる。



RCB 添加効果例(7年後の路面状態:左 RCB 未添加 右 RCB 添加)

4.2. 現地再生舗装技術

現位置再生技術は建設廃材の発生を抑制する技術で、材料や廃材の運搬に伴い発生するCO₂を抑制する有効な選択肢となる。

(1) 路上混合再生路盤工法

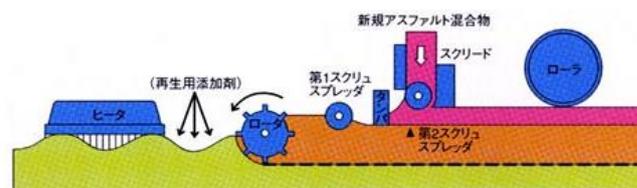
セメントや乳剤、アスファルトを利用し、主に現位置で混合することにより路盤の強化を図る工法である。コスト削減や建設廃材の抑制につながるだけでなく、地震時に損傷が発生しにくいなど自然災害に対する強靱性を備えた工法である。



(2) 路上表層再生工法

既設アスファルト舗装をロードヒーターで加熱して掻きほぐし、新規アスファルト混合物や再生添加剤を加え混合し、敷き均し・転圧する表層の現位置再生工法である。

使用材料や建設廃材の抑制を実現できるが、大型機械の編成となり適用場所が限定される場合がある。



リペーバ

4.3. 予防保全技術

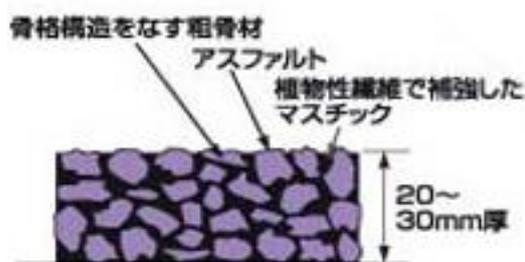
予防保全技術は「舗装の長寿命化を目的とした舗装技術」で述べたように、アスファルト混合物層が劣化・老化し、損傷が顕在化・進展する前に路面に保護層を設けることで舗装の長寿命化をはかる技術である。大規模な修繕を行いにくい重要度の低い路線の管理に有効に活用でき、路線の状況等に応じて多様な工法が選択可能である。

また、従前の適時修繕を前提とした対症療法型舗装管理から予防保全型舗装管理に移行する上でこれら工法の導入は不可欠であり、舗装の長寿命化に伴うCO₂やライフサイクルコストの低減、予算の平準化などを考慮した新たなメンテナンスサイクルを構築する上で有効な選択肢となる。

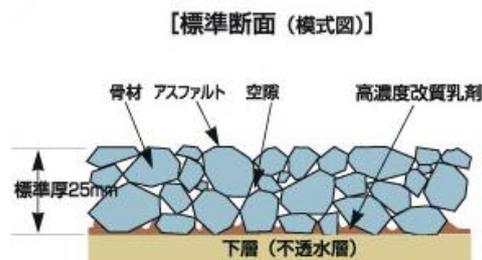
(1)薄層舗装

砕石マスチックアスファルト混合物や開粒度混合物、独自の粒度の混合物などを薄層でオーバーレイする技術である。構造的に問題がない舗装に適用し、舗装機能の回復をはかるとともに既設舗装の保護効果により舗装の長寿命化を実現する。

薄層排水性舗装はすべり抵抗性の回復や路面下に雨水を浸透させることによる雨天時の視認性の向上などが期待できる。



砕石マスチック舗装



薄層排水性舗装

薄層

(2)フォグシール工法

フォグシール工法は既設舗装上にアスファルト乳剤を散布することで保護層を形成する工法で、予防工法の中で最も安価である。一般には舗装の損傷が顕在化する前に実施する工法で、規模に応じた施工方法が選択できる。施工時期は一般に春・秋の日中が望ましく、冬季の施工は困難であるなど施工時期に制限がある。諸外国では路面の保護に加え、劣化した表層を若返らせる効果がある技術などが実用化されている。



フォグシールの施工状況

(3)中温化技術

舗装工事に伴う CO₂の排出抑制を目的に、加熱アスファルト混合物の製造時や舗設時の温度を約 30℃程度低下させる技術である。

加熱アスファルト混合物の製造温度を低下させると、混合性や施工性、締固め度の低下が危惧されるが、中温化技術はそれらを解消するもので、近年では同技術を寒冷期の施工性改善する技術として活用することが多くなっている。

中温化技術には中温化混合物用アスファルト、各種添加剤を用いるものやアスファルトを発泡させて見かけの粘度を低減するフォームド技術など多様な方法がある。近年フォームド技術を導入するアスファルト混合所が多くなっている。



フォームド技術の概要

5. おわりに

今回、ここに紹介した舗装技術は、既に開発された舗装技術の一例であり、これ以外にも多種多様な製品・工法が存在する。

道路は国民の生活を支える最も基本的な施設であるとともに我が国の経済を左右する重要な施設であることを再認識するとともに、多様化・高度化するニーズや社会情勢の変化等を的確に捉えた舗装技術が研究・開発され、これらを効果的に活用するメンテナンスサイクルを速やかに構築していくことが求められているといえよう。

これらを実現するためには、地域のニーズや管理道路の実情を的確に把握するとともに、多様な技術に目を向け、試験舗装などを通してその効果を的確に把握していくことが必要不可欠である。

試験舗装工事について

試験舗装工事は、新材料や新技術・新工法の活用により県内各地域の課題にあった修繕を行い、振動騒音の抑制や早期の破損防止などを目的として、県と道路舗装協会が連携し、毎年実施している舗装修繕工事です。

また、施工箇所を複数年にわたり追跡調査し、効果の検証・分析を行い、発表会を開催することで、受発注者双方が広く情報共有するなど、技術力の向上を図っています。

事務の進め方

1. 県土整備部道路環境課から「試験舗装要望調査」の問合せが年度当初に各土木事務所にあります。
2. 試験舗装による修繕を希望する事務所は、道路舗装協会に連絡をいただくと、修繕箇所に適した新材料・新工法を協会の積算技術委員が適切にアドバイスをいたします。
(まずは道路舗装協会にご相談願います。)
3. 各事務所で、協会のアドバイスを基に新工法等を選定し、道路環境課に要望書作成提出します。
4. 道路環境課で当該年度の実施予定箇所を決定し、各事務所に予算令達されます。
5. 予算化された事務所には必要に応じ、協会で新工法に係る積算のお手伝をいたします。
(見積書形式での提出)
6. 発注業務～入札業務 (特記仕様書に試験舗装調査の対象工事であることを明記)
7. 施工後、受注業者が追跡調査のため「初期値測定(平坦性、わだち掘れ、その他)」を行います。
8. 受注業者は、3年間半期毎の追跡調査(目視調査、その他)を行い、異常があれば発注者と協議・対応します。
9. 受注業者は、3年経過後の最終調査(平坦性、わだち掘れ、ひび割れ、その他調査値測定)を行い、「追跡調査報告書」の提出を協会に行います。
11. 協会は、「追跡調査報告書」を取りまとめて冊子として、県土整備部他に提出します。
12. 協会の積算・技術委員会で選出された受注業者(特殊製品及び工法メーカー)が、「追跡調査報告会」にて発表し参加技術者間で質疑・応答・検討会を行います。