

# 舗装の維持管理におけるポリマー改質アスファルトの役割

野口 健太郎\*

平成28年2月25日、26日に大阪で開催されたアスファルトセミナーで報告した内容について、一部加筆修正して掲載します。

## 1. はじめに

現在、ポリマー改質アスファルトは年間約40万トン出荷されており、国内のアスファルト出荷量全体の1/5以上を占めるようになってきている。ポリマー改質アスファルトを用いた混合物の主な適用箇所は高速道路や主要幹線道路であり、人・物の移動を支えるライフラインの構築には、必須の舗装材料である。

これまで当協会では、ポリマー改質アスファルトに関する技術の向上、品質の安定化を通して、舗装性能の向上や維持に貢献してきた。

本報告では、舗装の「維持管理におけるポリマー改質アスファルトの役割」について、当協会の活動ビジョン、これまでの活動、最近のポリマー改質アスファルトの技術と管理の一例、そして、将来に向けての展望を通して説明する。

## 2. 日本改質アスファルト協会のビジョン

当協会は『「ポリマー改質アスファルトに関する技術面の向上を図ることにより、国民生活の向上と公共の福祉に寄与すること」を目的に社会貢献に努め、法秩序を遵守し、広く利用者にポリマー改質アスファルトに関する情報の開示に努める』ことをビジョンとし、活動を行っている。

このビジョンを実現するために、図-1に示す8つの柱を設け、当協会の活動の基本としている。

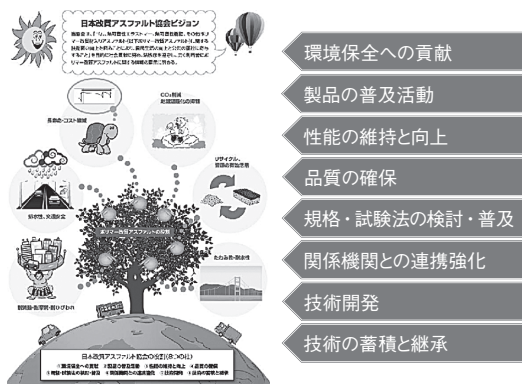


図-1 当協会のビジョンを支える8つの柱

## 3. ポケットガイドの改訂

当協会では、ポリマー改質アスファルトをより身近に感じ、より安全に使用してもらうため「ポリマー改質アスファルト ポケットガイド」を平成7年より刊行し、その内容を技術の進展とともに改訂をおこなってきた。

本ポケットガイドの内容について、平成27年1月に改訂を行った。ここでは、これからの国土インフラの効率的な維持修繕において積極的な活用が期待される、耐久性に優れるグレード、橋梁の長寿命化に資するグレード、作業環境改善や低炭素舗装を実現する中温化グレードなどの最新情報を記載した。さらには、ポリマー改質アスファルトを安全に取り扱ってもらうための情報についても増補した。

本書が、ポリマー改質アスファルトの活用に少しでも役立つことができれば幸いである。

\*のぐち けんたろう 一般社団法人 日本改質アスファルト協会 (昭和シェル石油株式会社 中央研究所)

#### 4. ポリマー改質アスファルトとは

ポリマー改質アスファルトとは、製油所から出荷されているストレートアスファルト等に改質材を加え、性能を向上させたアスファルトである。改質材を加えることで、アスファルトは、軟化点、接着力、粘度などが上昇する。この結果、ポリマー改質アスファルトは、舗装の長寿命化、高耐久化、高機能化を実現することができる。

ポリマー改質アスファルトに対するニーズは時代とともに変化しており、それらに対応するために様々な改質材が用いられてきた。改質材の変遷を図-2に示す。

従来、改質材として、ゴム系のSBR(スチレン・ブタジエンゴム)、熱可塑性樹脂のEVA(エチレン・酢酸ビニル共重合体)・EEA(エチレン・エチルアクリレート共重合体)、熱可塑性エラストマーのSIS(スチレン・イソプレン・スチレンブロック共重合体)などが用いられてきた。

そして、現在最も主流となっているのが熱可塑性エラストマーのSBS(スチレン・ブタジエン・スチレンブロック共重合体)である。

SBSを改質材として用いることで、ポリマー改質アスファルトは、高温時(約100℃以上)には良好な加工性を、供用温度や常温では高い耐久性を発揮ようになる。これは、アスファルト中のSBSが高温では流動性、常温以下ではゴム弾性を発揮するためである。

ポリマー改質アスファルトの性能は、SBSの添加量によって大きく変化する。以下に、ポリマー改質アスファルトの軟化点とSBS総形態の変化を関連づけて説明する。

ポリマー改質アスファルトのSBS添加量と軟化点の関係を図-3に、顕微鏡によって可視化したポリマー改

質アスファルト中のSBS相溶形態を図-4に示す。なお、顕微鏡で相溶形態を観察した場合、暗い部分がアスファルト、明るい部分がSBSとして観察される。

図-3よりSBS添加量の増加とともに、ポリマー改質アスファルトの軟化点は上昇することがわかる。特にSBSの添加量が約7%を超えると、急激に軟化点が増加することが確認される。

ここで図-4を確認すると、SBS添加量が約7%以下では、アスファルト中にSBSが分散するアスファルト連続相(図-4左)、SBS添加量が約7%以上では、SBS中にアスファルトが分散するSBS連続相(図-4右)が形成されていることが確認できる。

これより、SBS添加量が7%以下(例えば、ポリマー改質アスファルトI型、II型)のアスファルト連続相となる場合には、ポリマー改質アスファルトはアスファルトの持つ粘性的な性質が強くなり、7%以上(例えば、ポリマー改質アスファルトH型)のSBS連続相の場合にはSBSの持つゴム弾性的な性質が強くなる。

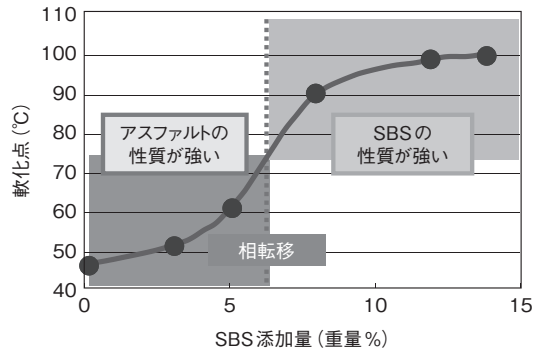


図-3 SBS添加量と軟化点の関係

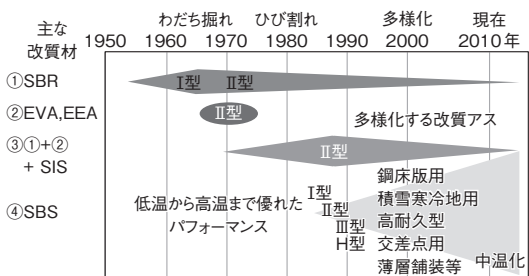


図-2 改質材の変遷

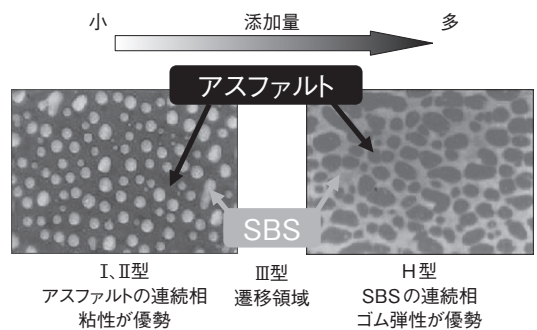


図-4 SBS相溶形態

## 5. ポリマー改質アスファルトの種類と適用箇所について

舗装用のポリマー改質アスファルトは、適用される混合物の機能に応じて種類を選定する必要がある。舗装用のポリマー改質アスファルトの種類と適用箇所について表-2に示す。

ポリマー改質アスファルトはI型、II型、III型及びH型に分類される。I型、II型、III型は密粒度、細粒度、粗粒度などの混合物に用いられ、大型車の交通量に応じた塑性変形抵抗性を有するバインダが適応される。また、橋面舗装には、耐水性に優れたIII型-Wや、可とう性に優れたIII型-WFがあり、コンクリート床板及び鋼床版上の舗装に適用される。ポーラスアスファルト舗装用のバインダとしては一般地域用のH型と、積雪寒冷地用のポリマー改質アスファルトH型-Fとして使用される。

## 6. ポリマー改質アスファルトの取り扱い

ポリマー改質アスファルトは、適切に管理し、使用する

ることによりその能力を発揮することができる。ここでは、ポリマー改質アスファルトの取り扱い方法について述べる。

ポリマー改質アスファルトは、大きく「プレミックスタイプ」及び「プラントミックスタイプ」に分かれる。それぞれのポリマー改質アスファルトの受入・貯蔵方法について、表-3に示す。

「プレミックスタイプ」は、あらかじめストレートアスファルトに改質材を溶融混合させ、アスファルト混合物の製造プラントに納入されるタイプである。プレミックスタイプの受入は、専用タンクに納入、タンクローリと計量槽を直結して行い、貯蔵は、高温での貯蔵、局所過熱は避ける。また、貯蔵期間は、180℃以下で1週間を目安とする。

「プラントミックスタイプ」は、アスファルト混合物の製造プラントにおいて、混合ミキサに直接改質材を投入するタイプである。プラントミックスタイプの受入は、コンテナまたはドラム缶にて納入、貯蔵は、直射日光を避け、また凍結させないように注意する。

また、ポリマー改質アスファルトの取り扱いの注意について、図-5に示す。なお、この取り扱いの注意については、ポケットガイドの巻末(P76～77)にまとめている。

実際に取り扱う場合には、あらかじめ製品のSDS(安全データシート)を確認の上、使用する。その他、不明な点がある場合には販売者及び製造メーカーに問い合わせ頂きたい。

表-2 ポリマー改質アスファルトの主な適用箇所1)

	種類 付加記号	I型		II型		III型		H型	
						-W	-WF		-F
混合物機能 主な適用箇所	適用混合物	密粒度、細粒度、粗粒度等の混合物に用いる。I型、II型、III型は、主にポリマーの添加量が異なる。						ポーラス混合物に用いる。ポリマー添加量が多い	
塑性変形抵抗性	一般的な箇所	◎							
	大型車交通量が多い箇所		◎					◎	◎
	大型車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	◎	◎	○	○	○			
骨材飛散抵抗性								○	◎
耐水性	橋面(コンクリート床版)		○	○	◎				
たわみ追従性	橋面(鋼床版)	たわみ小		○	○		◎		
		たわみ大						◎	
排水性(透水性)								◎	◎

W:耐水性、F:可とう性  
◎:適用性高い、○:適用可能、空欄:要検討

表-3 ポリマー改質アスファルトの受入と貯蔵

	プレミックスタイプ	プラントミックスタイプ
受入	・専用タンクに納入 ・タンクローリと計量槽を直結	・コンテナまたはドラム缶により納入
貯蔵	・高温での長期貯蔵は避ける ・局所過熱を避ける ・180℃以下で1週間程度を目安	・直射日光を避けて保管する ・厳寒期に凍結させない

## 安全上の注意













- 
**水を近づけないでください**  
 溶融した高温のアスファルトが飛び散り、火傷を負う可能性があります。
- 
**着火源を近づけないでください**  
 溶融した高温のアスファルトは引火する可能性があります。
- 
**粉末または炭酸ガス消火器を使用してください**  
 万一着火した場合、水を消火に使用すると燃え広がる恐れがあります。
- 
**触れないでください**  
 溶融した高温のアスファルトに触れると、火傷を負う恐れがあります。
- 
**保護具を着用してください**  
 作業時は火傷防止および皮膚への付着防止のため、面、長手袋、長袖衣類等の保護具を着用してください。
- 
**蒸気を吸わないでください**  
 溶融したアスファルトの蒸気を吸うと、気分が悪くなる恐れがあります。吸引する恐れのあるときにはマスク等の保護具を着用してください。
- 
**換気をしてください**  
 室内でアスファルトを加熱・取り扱う場合は十分に換気を行ってください。

図-5 ポリマー改質アスファルトの取り扱いの注意<sup>1)</sup>

## プラントにおける取り扱い上の注意

- 
**タンクでの他製品混入に注意してください**  
 アスファルトタンクに貯蔵する場合は、タンク内に残存する他のアスファルトの混入による品質変化に、十分注意してください。
- 
**貯蔵温度上限に注意してください**  
 タンク内の貯蔵温度は180℃以下とし、貯蔵期間も1週間を超えないように注意してください。
- 
**局部加熱を避けてください**  
 貯蔵時、融解時にヒーター、バーナーによる局部加熱を受けると、バインダーが変質し供用後に石飛び、ひび割れ等の損傷が発生する恐れがあります。また室内で溶融する場合も、直火バーナーによる局部加熱を避け使用してください。
- 
**添加剤はシート等で養生してください**  
 プラントミックス添加剤は、厳冬期には凍結させないよう、室内保管またはシートでおおうなどの配慮をしてください。
- 
**あらかじめ製品の「安全データシート (SDS)」を確認の上、ご使用ください。**  
 その他、不明点は販売者および製造メーカーにお問い合わせください。


 一般社団法人  
**日本改質アスファルト協会**  
<http://www.jmaa.jp/>

## 7. ポリマー改質アスファルトを用いた舗装管理の例

ここでは、ポリマー改質アスファルトを用いた舗装管理について、例を紹介する。

### 7.1 大型車交通量の著しく多い箇所の適用例(ポリマー改質アスファルトⅢ型)

ポリマー改質アスファルトⅢ型(以降、Ⅲ型)は、塑性変形抵抗性が高く、大型交通量が著しく多い箇所への適用が最も高いグレードである。

アスファルト舗装に生じるわだち掘れを抑制するために最も多く利用されているのが、塑性変形抵抗性を向上させたⅡ型である。しかしながら、大型車の交通量が著しく多い箇所といった厳しい交通条件の場合、十分な効果が得られないことがある。このような場合は、より塑性変形抵抗性を向上させたⅢ型を適応することが望ましい。

舗装に生じるわだち掘れの評価は、一般にホイールトラッキング試験による動的安定度によって行うが、Ⅱ型

とⅢ型を用いたアスファルト混合物の測定結果は変形量が小さいため、優位性を示すのが困難であった。

これに対し、独立行政法人 土木研究所(現、国立研究開発法人 土木研究所)と一般社団法人日本道路建設業協会とで共同研究が行われ、その過程で舗装走行試験が実施された<sup>2)、3)</sup>。その結果を図-6に示す。

本試験結果より、初期のわだち掘れ量は、Ⅱ型もⅢ型

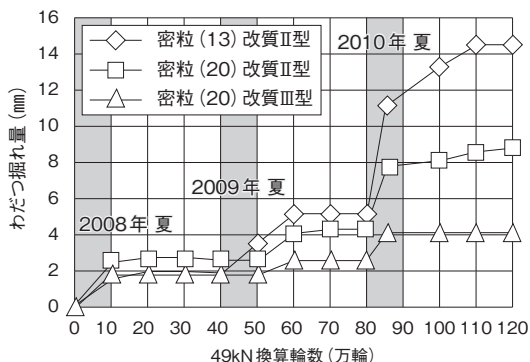


図-6 舗装走行試験結果<sup>2)</sup>

も同等であり、有意差を見出すことはできないが、3年後にはⅢ型のわだち掘れ量は、Ⅱ型と比較して半分になっていることがわかる。これらの結果より、Ⅲ型はⅡ型よりも塑性変形抵抗性が優れていることが明らかとなった。

このことから、改質Ⅲ型は、舗装の長寿命化対策として大型車の交通量が著しく多い箇所などには有効なバインダであると言える。

## 7.2 極めて高い耐水性を求められる適用例(ポリマー改質アスファルトⅢ型-W)

ポリマー改質アスファルトⅢ型-W(以降、Ⅲ型-W)は、Ⅲ型の耐水性を向上させ、骨材との付着性を改善したグレードである。雨水の滞留や浸透により骨材とアスファルトが剥離しやすい、橋面舗装への適用性が高い。

首都高速道路では、交通量の多い高速3号渋谷線の橋面舗装にⅢ型-Wを用いた混合物を基層に使用し、その供用性を調査し、報告している<sup>4)</sup>。

調査結果では、表層にⅢ型-Wを使用した箇所は、Ⅱ型を使用した箇所と比べ、わだち掘れ量が小さくなる、さらに、ひび割れやパッチングに対する抑制効果も顕著に確認され、緊急補修回収が大幅に減少したことが報告されている。

これより、改質Ⅲ型-Wは耐水性に優れており、橋面舗装の耐久性向上に有効なバインダであると言える。

なお近年では、改質Ⅲ型-Wを用いたアスファルト混合物の耐久性が注目され、橋面舗装での施工実績が増えている。

## 7.3 混合物の温度低減の例(中温化ポリマー改質アスファルト)

中温化ポリマー改質アスファルトとは、舗設時の施工性を改善、ないし混合物製造温度を低減することを可能とするアスファルトである。省エネルギー、作業環境改善などを実現しつつ舗装の耐久性を向上させることができる次世代型アスファルトとして近年期待が高まってきている。

中温化ポリマー改質アスファルト混合物の縮固め特性の一例を図-7に示す。

図-7において、従来のⅡ型が温度の低下とともに縮

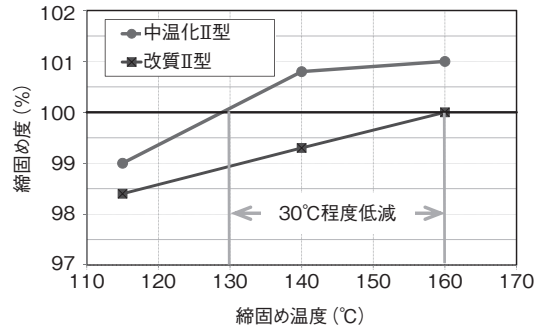


図-7 中温化ポリマー改質アスファルトの縮固め特性

固め度が低下するのに対して、中温化Ⅱ型は温度が130℃まで低下しても、良好な縮固め度を確保した。これより、中温化Ⅱ型は、従来Ⅱ型よりも縮固め温度を30℃程度低減可能と考える。

中温化ポリマー改質アスファルトを用いた施工の様子を図-8に示す。本施工では、サーモグラフィーを用いて施工時の温度を確認した。その結果、アスファルト混合物の温度が130℃まで低下しても縮固めが可能であった。この施工例では、中温化ポリマー改質アスファルトは、混合物温度を低減させながら混合物密度を確保する有効な手段であることが確認された。

以上、中温化ポリマー改質アスファルトによって実現できることを図-9にまとめる。

今後は、この中温化ポリマー改質アスファルトについて、さらなる検証を行い、技術の確立を目指す。



図-8 中温化ポリマー改質アスファルト混合物の施工の様子

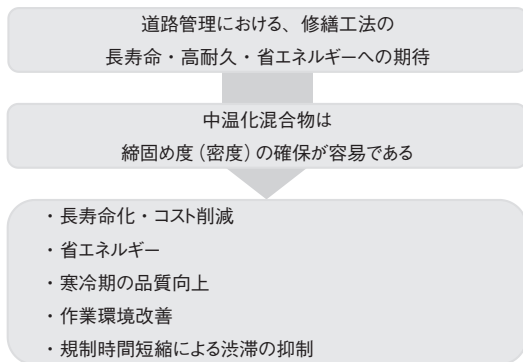


図-9 中温化ポリマー改質アスファルトによって実現可能なこと

## 8. 将来に向けた展望

当協会では、多様なニーズに応えるために、適材適所のポリマー改質アスファルトに関する技術開発、及び規格検討・情報交換を継続して行う所存である。これらの活動を通して、高耐久、LCC低減、省エネルギー、CO<sub>2</sub>削減、資源有効利用、リサイクルを行い、さらなる社会貢献を目指す。

当協会の「将来に向けた展望」を図-10に示す。

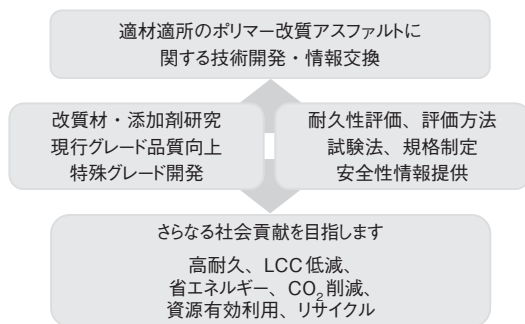


図-10 将来に向けた展望

## 9. おわりに

当協会はポリマー改質アスファルトに関する技術の向上、品質の安定化などを通して社会貢献に努めてきた。

今後も、国民の皆様にご満足いただける道路舗装構築の一翼を担うべく、ポリマー改質アスファルトの開発・安定供給に努力するとともに、多様なニーズに応える活発な活動を継続していく所存である。

## 参考文献

- 1) 日本改質アスファルト協会、「ポリマー改質アスファルト ポケットガイド」(2015)
- 2) 坂本 他、「耐流動性評価指標とわだち掘れの関係」、土木学会第66回年次学術講演会、pp.787 (2011)
- 3) 井原 他、「耐流動性に優れた混合物の評価方法およびその評価指標とわだち掘れに関する検討」、舗装Vol.47 No.6 pp.7-11 (2012)
- 4) 田中 他、「高機能舗装の基層に使用するポリマー改質アスファルトの耐久性評価」、土木学会第65回年次学術講演会、V-069 (2011)