

# サステナブル社会に貢献する ポリマー改質アスファルト

平松 真\*

本報文は、2024年1月24日に開催された第101回アスファルトゼミナールで報告した内容について、一部加筆修正をして掲載します。

## 1. はじめに

現在、日本をはじめ世界各地でサステナブル社会の実現を目指した取り組みが行われている。サステナブル社会とは、社会の持続可能性を指し、現在のニーズを満たすだけでなく、将来を見据え、自然環境の維持に役立つ開発や自然環境に配慮し活動することを意味している。

また、2015年に国連持続可能な開発サミットにおいて、様々な環境・社会問題に対し世界共通の課題を解決する目的として持続可能な開発目標 (SDGs) が採択され、17項目のゴールが定められた。

我が国においては2020年10月、内閣総理大臣所信表明演説において、2050年までに温室効果ガスの排出量を全体としてゼロにする、カーボンニュートラルを目指すことが宣言された。

現状に目を向けると、2020年度インフラ分野としてのCO<sub>2</sub>排出量は全体の約10.4億トン-CO<sub>2</sub>に対し、約6.4億トン-CO<sub>2</sub>と3分の2程度であり、道路分野においては、全体の約16%を占める状況である<sup>1)</sup>。

これを受け、国土交通省では道路分野において、2030年度に2013年度から35%以上の温室効果ガスを削減するため、新技術の開発、交通マネジメント等に対して取り組みが必要であることが示されている。その中で具体的な推進戦略の1つとして、道路のライフサイクル全体の低炭素化を掲げ、道路計画、建設、管理の各段階でCO<sub>2</sub>排出量の削減を目指すこととされている。

SDGsで掲げる目標No.13「気候変動に具体的な対策を」に対し、カーボンニュートラルは環境問題への取り組みへの観点で深く関連しており、ひいてはサステナブル

社会の実現に寄与すると考えられる。

第101回アスファルトゼミナールでは「サステナブル社会に貢献するポリマー改質アスファルト」と題し、ポリマー改質アスファルトの説明とサステナブル社会の構築に貢献する技術について事例を示しながら報告した。以下にその内容を紹介する。

## 2. ポリマー改質アスファルトについて

### 2.1 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は製油所から出荷されるストレートアスファルト (以下、ストアス) に改質材や必要に応じて添加剤を加え性能を向上させたアスファルトである。この改質材により、アスファルトの軟化点、接着力、粘度などが上昇し、舗装の高耐久化、高機能化、長寿命化が可能となる。

現在、改質材としてはSBS (スチレン-ブタジエン-スチレン共重合体) に代表される熱可塑性エラストマーが最も広く使用されている。このSBSは、施工後の供用温度領域においてポリスチレン鎖の高い凝集力によりドメインを形成し、アスファルト混合物の塑性変形抵抗性を向上させる。また、ポリスチレン同士をつなぐポリブタジエン鎖が優れたゴム弾性を発現しひび割れ抵抗性を向上させることも可能である。

### 2.2 ポリマー改質アスファルトの種類と適用範囲

ポリマー改質アスファルトは、舗装設計施工指針などによって規格化されており、基本的に表-1に示すグレードに大別される。また、適用箇所を表-2に示す。

\*ひらまつ まこと 一般社団法人日本改質アスファルト協会 技術委員

表-1 ポリマー改質アスファルトの品質規格

項目	種類 付加記号	I型		II型		III型		H型	
		-W	-WF	-W	-WF	-W	-WF	-F	-F
軟化点	°C	50以上	56以上	—		70以上		80以上	
伸度	7°C	30以上	—	—		—		—	
	cm	—	30以上	—		50以上		50以上	
タフネス (25°C)	N・m	5.0以上	8.0以上	—		16以上		20以上	
テナシティ (25°C)	N・m	2.5以上	4.0以上	—		—		—	
縦骨材のはく離面積率	%	—	—	—		5以下		—	
フラス軟化点	°C	—	—	—		-12以下		-12以下	
曲げ仕事量 (-20°C)	kPa	—	—	—		—		400以上	
曲げひびき (-20°C)	MPa	—	—	—		—		100以下	
針入度 (25°C)	0.1mm	—		—		40以上		—	
薄層	質量変化率 %	—		—		0.6以下		—	
加熱後	針入度残留率 %	—		—		65以上		—	
引火点	°C	—		—		260以上		—	
密度	g/cm³	—		—		試験表に記載		—	
最適混合温度	°C	—		—		試験表に記載		—	
最適締め温度	°C	—		—		試験表に記載		—	

付加記号の略字 W：耐水性 (Water Resistance)、F：可とう性 (Flexibility)



図-1 ポリマー改質アスファルトの出荷量推移

ポリマー改質アスファルトの出荷量自体は40万トン程度で推移している。混合物全体出荷量に対するポリマー改質アスファルト混合物の比率は、ポリマー改質アスファルトの有効性が認められ、徐々に増加傾向を示し、現在では20%程度となっている。

表-2 ポリマー改質アスファルトの適用箇所

混合物機能	種類 付加記号	I型		II型		III型		H型	
		-W	-WF	-W	-WF	-W	-WF	-F	-F
混合物機能	適用混合物 主な適用箇所	密粒度、細粒度、粗粒度等の混合物に用いる。				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 (コブ床版)			○	○	◎			
たわみ追随性	橋面 (鋼床版)			○	○			◎	
	たわみ大							◎	
排水性 (透水性)								◎	◎

ポリマー改質アスファルト I型から III型は、密粒度、粗粒度などの舗装に適用される。数字が大きくなるほどポリマー量が多くなり、軟化点等が高くなることで塑性変形抵抗性が向上し、大型交通量に応じて適用される。さらにポリマー改質アスファルト III型には耐水性に優れた III型-Wや、可とう性に優れた III型-WF などがあり、コンクリート床版や、鋼床版上の橋面舗装に適用される。ここで、付与記号Wは耐水性、Fは可とう性を意味している。

また、最も軟化点の高いポリマー改質アスファルト H型は、ポーラスアスファルト混合物に使用され、排水機能が重要な箇所に適用される。

### 2.3 ポリマー改質アスファルトの出荷量

ポリマー改質アスファルトの出荷量推移を図-1に示す。

### 3. サステナブル社会に貢献するポリマー改質アスファルトについて

国土交通省により、道路政策に関する主なSDGsとして10項目が示されている (図-2)。



図-2 道路政策に関する主なSDGs (国土交通省HPより)

これに対応し道路舗装分野における主な取組は、CO<sub>2</sub>削減、リサイクル技術の推進、舗装の長寿命化が挙げられる。ポリマー改質アスファルトはそれ自体、舗装の長寿命化を通してCO<sub>2</sub>排出削減に貢献するアスファルト材料であるが、上記の取組みに更に貢献するために、以下の方向性が検討されている。

◇CO<sub>2</sub>削減：中温化ポリマー改質アスファルト

◇リサイクル技術の推進

：再生用ポリマー改質アスファルト

◇舗装の長寿命化

：特殊弾性ポリマー改質アスファルト

また施工温度を240°Cから180°C程度まで低下可能なゲース用ポリマー改質アスファルト、循環資源を活用し

た植物系改質材などが挙げられる。

### 3.1 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は従来のポリマー改質アスファルトよりも低い温度でアスファルト混合物の製造、施工を行える材料である。また、通常より約30℃混合温度を低減できるため、アスファルトヒュームの発生も抑えられるメリットがある。(図-3)。



図-3 混合物製造時の煙状況

### 3.2 再生用ポリマー改質アスファルト

再生用ポリマー改質アスファルトは、再生骨材中の劣化したアスファルトの性状を回復させるのと同時にポリマー改質アスファルト相当の性状を付与するポリマー改質アスファルトである。再生骨材中のアスファルトを利用することで、新規で使用するアスファルトを削減でき、間接的にCO<sub>2</sub>排出量を削減するとともに舗装発生材の低減に貢献する。

製造方法としてはプレミックスタイプとプラントミックスタイプの2種類がある(図-4)。



図-4 再生改質アスファルト混合物の製造方法

プレミックスタイプは、再生骨材と新規骨材に再生用ポリマー改質アスファルトを混合し、再生改質アスファルト混合物を製造する方法である。

プラントミックスタイプは、再生骨材、新規骨材、アスファルトに、再生用添加剤、ポリマー改質材を添加することで再生改質アスファルト混合物を製造する方法である。

現在では再生骨材混入率が50%程度まで対応できるII型相当のプレミックスタイプの再生用ポリマー改質ア

スファルトなどが開発されている。

### 3.3 中温化再生ポリマー改質アスファルト

中温化再生ポリマー改質アスファルトは、先に述べた中温化技術とリサイクル技術を組み合わせた技術である。一般的なポリマー改質アスファルトII型と比較した混合物製造時におけるCO<sub>2</sub>削減量の試算例を図-5に示す<sup>2)</sup>。



図-5 混合物製造時におけるCO<sub>2</sub>削減量

ポリマー改質アスファルトII型を使用した新規混合物と比較して、中温化ポリマー改質アスファルトを使用した場合5.7%の削減、また再生用ポリマー改質アスファルトを使用した場合には11.9%の削減となる。更に、中温化技術と再生技術を組合わせた場合では、ポリマー改質アスファルトII型に比べ18.1%と大幅な削減が可能であると考えられる。

### 3.4 特殊弾性ポリマー改質アスファルト

特殊弾性ポリマー改質アスファルトは高い弾力性を有するアスファルトであり、ひび割れ抵抗性を向上させることで、舗装の長寿命化が可能となる(図-6)<sup>3)</sup>。



図-6 混合物の弾力性

バイнда性状例を表-3に示す。針入度、軟化点は改質II型より高い値を示し、ひび割れ抵抗性を示す $|G^*| \sin \delta$ や曲げ仕事量、フラース脆化点などで改質II型に対して良好な値を示している。

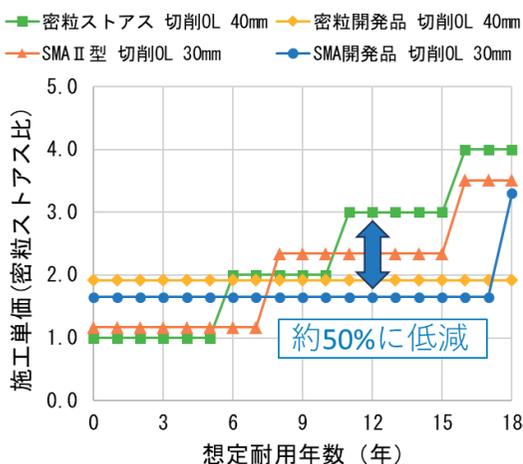
本アスファルトを使用することで、混合物は高いひび割れ抵抗性や疲労破壊抵抗性、改質Ⅱ型並みの塑性変形抵抗性を示す。

表-3 バインダ性状例

試験項目	アスファルト種		
	特殊弾性改質アス	改質Ⅱ型	
針入度 (25℃)	1/10mm	85	54
軟化点	℃	96.5	64.0
$IG^* \sin \delta$ (25℃)	$\times 10^6 \text{Pa}$	0.89	12.0
曲げ仕事量 (-20℃)	kPa	1,430	51
曲げスティフネス (-20℃)	MPa	39	460
フラス脆化点	℃	-28	-11
粗骨材の剥離面積率	%	0	0

舗装の長寿命化はCO<sub>2</sub>の排出削減だけでなくライフサイクルコストの低減にも寄与する。特殊弾性ポリマー改質アスファルトを用いたライフサイクルコスト試算例を図-7に示す。横軸に想定対応年数、縦軸に施工単価であり、修繕サイクルの目安として密粒ストアスを5年と仮定し、クラック貫通試験から得られたひび割れ貫通回数に倍率より試算した。

初期費用は緑線の密粒ストアスが安価となるものの、9年以上の長期スパンで見えた場合、青線のSMA開発品が安価となり、12年経過時のライフサイクルコストは、密粒ストアスの約50%に低減できると考えられる。



※ 想定耐用年数：密粒ストアスのひび割れ貫通回数に対する倍率から算出

図-7 ライフサイクルコスト試算例

適用事例として、ひび割れ率が40%台の路面に特殊弾性ポリマー改質アスファルトを使用したSMA混合物

をオーバーレイした。比較工区としてポリマー改質アスファルトⅡ型のSMA混合物を用いた。

プラントでの品質管理結果として、製造温度はほぼ同等で混合物を製造でき、動的安定度および曲げ疲労試験から得られる疲労破壊回数は、比較工区よりも大幅に高い値を示した(表-4)。

表-4 プラント品質管理結果

項目		試験施工工区	比較工区
製造温度(℃)	アスファルト	180	175
	骨材	200	195
	混合物	181~182	181~183
動的安定度(回/mm)		5,500	3,300
疲労破壊回数(0℃, 800μ)(回)		12,000	100

現在、供用2年後のひび割れ率として、両工区とも0%を維持しており、引き続き長期供用性を確認する予定である。

#### 4. おわりに

本報では、汎用のポリマー改質アスファルトに加え、新たに開発されたポリマー改質アスファルトについて紹介した。最後に紹介したCO<sub>2</sub>削減、舗装の長寿命化など、環境負荷低減に資するポリマー改質アスファルトは今後のサステナブル社会の構築に貢献する一助になると確信している。

当協会は、ポリマー改質アスファルトに関する技術向上、品質安定化などを通し、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する所存である。

#### 参考文献

- 国土交通省：道路局 道路におけるカーボンニュートラル推進戦略 中間とりまとめ, 令和5年9月。
- 鷹本：脱炭素社会に寄与するポリマー改質アスファルトについて, 改質アスファルト, 第59号, pp.10~15, 2022。
- 森・多賀：特殊弾性ポリマー改質アスファルトの開発, 改質アスファルト, 第62号, pp.6-11, 2024。