

溶解度パラメータを用いた改質材の選定とポリマー改質アスファルト性状の検討

大林道路(株) 技術研究所 正会員 ○木谷 貴宏
同 梅本 叡史
同 正会員 東 本 崇

1. はじめに

近年、舗装の長寿命化によるライフサイクルコストの削減、リサイクル性の向上、高温および重交通条件下における塑性変形抵抗性の向上などポリマー改質アスファルト（以下、PMB）に対する要求条件がますます多様化している。PMB の一般的な改質材はスチレン-ブタジエン-スチレンブロック共重合体（以下、SBS）であり、SBS はこれらの要求性能を満たすことができる改質材である¹⁾。本検討ではより高度化する要求性能を満たすべくSBS の改質材の性状を強化するために溶解度パラメータ（Solubility Parameter 以下、SP 値）から選定した第二の改質材と SBS を併用した PMB を作製し、性状を評価することで第二の改質材の効果の評価を行った。

2. 溶解度パラメータによる改質材の選定

SBS の改質効果の強化のためには SBS の成分とある程度の相溶が必要と考える。相溶の指標として、溶解度パラメータがある。SP 値とは、凝集エネルギー密度の平方根で定義される物性値であり、成分間の SP 値の差が小さいほど相溶性が高いと評価される²⁾。表-1 にアスファルトの各成分と SBS の各成分の SP 値の調査結果を示す。本検討では、SBS の拘束相である PS ブロックの強化を目的とし、これらの成分と SP 値の差が小さく相溶可能であり、再加熱によるリサイクル可能な熱可塑性樹脂であるポリフェニレンエーテル（以下、PPE）を選定し、アスファルト/SBS/PPE の三成分から構成される PMB 性状の検討を行った。

表-1 アスファルトの各成分と改質材の SP 値調査結果

材料名称	構成成分名	SP値(cal/cm ³) ^{1/2}	SP値参考文献
アスファルト	アスファルテン	80-10.0	3)
	マルテン	8.0以下	
SBS	ポリスチレンブロック(以下、PS)	8.8	4)
	ポリブタジエンブロック(以下、PB)	8.3	
PPE	単体	8.8	

3. PMB 作製条件

PMB 作製に用いた材料を表-2に示す。材料を所定の配合割合において高せん断ミキサで 170℃～185℃、5000rpm で 30 分混合し、その後低せん断ミキサで 185℃、300rpm で 24 時間の条件で加熱しながら攪拌を行って PMB を作製した。配合割合は全体で 100wt%となるようにした。PMB 作製時の熱履歴を合わせるために改質材が入っていないものについても攪拌作用を行った。作製した PMB は一度冷却を行い、170～185℃に再加熱し成型を行い各種試験に使用した。

表-2 使用材料

材料名	物性値
ストレータアスファルト	針入度グレード:60/80
SBS	スチレン/ブタジエン比:30/70 MFR [※] (g/10min) at 200℃, 49N: <1
PPE	ポリ(2, 6-ジメチル-1,4-フェニレンオキサイド)含有量:99.7%以上

※MFR メルトフローインデックス

4. 結果と考察

作製した PMB の軟化点試験結果を図-1 に示す。同添加量の複数の凡例は繰り返し作製した試験結果を表す。横軸は SBS 添加量を表し、凡例の PPE のパーセンテージは PPE 添加量を表す。つまり、横軸の SBS 添加量が 7%

キーワード ポリマー改質アスファルト、溶解度パラメータ、PPE

連絡先 〒204-0011 東京都清瀬市下清戸 4-640 大林道路(株)技術研究所 TEL 042-495-6800

かつ凡例の PPE1% の配合比はアスファルト 92%, SBS7%, PPE1% を意味する。アスファルト/SBS の二成分系では, SBS の添加量と軟化点は S 字カーブを描く。相転換に必要な SBS 添加量は, およそ 6% 前後であった。SBS 添加量 6% 以下ではアスファルトリッチ相が海構造であり, ポリマーリッチ相が島構造と推測される。一方, 6% 以上では海島構造の体積分率が逆転し, 海構造がポリマーリッチ相, 島構造がアスファルトリッチ相となる。PPE を添加したアスファルト/SBS/PPE の三成分系では, SBS 添加量が 6% を境に PPE の改質効果が異なることが観察された。SBS 添加量が 6% 以下では PPE の添加によってアスファルト/SBS の二成分系の軟化点とほぼ同一か若干低くなる傾向であり, PPE の改質効果は見られない。しかし, SBS 添加量が 6% 以上ではアスファルト/SBS の二成分系の軟化点よりはるかに軟化点が向上する改質効果が観察された。ここから PPE の改質効果は海構造がポリマーリッチ相の場合に強く発現することが判明した。

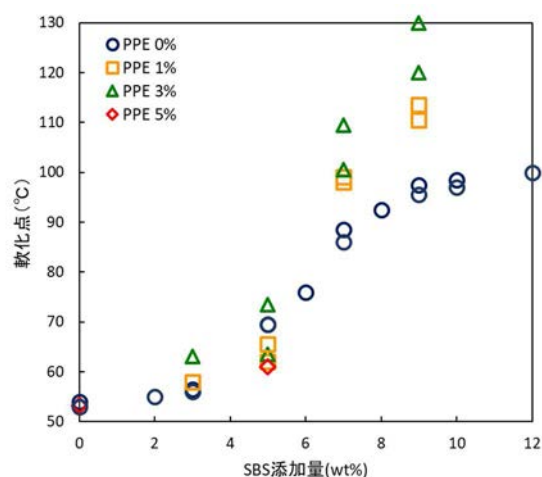


図-1 SBS, PPE 添加量と軟化点の関係

塑性変形抵抗性の指標である $|G^*|/\sin \delta$ を DSR で測定した。100°Cにおける $|G^*|/\sin \delta$ と SBS, PPE 添加量の関係を図-2 に示す。SBS 添加量が 6% 以下では, PPE の添加の有無によらず $|G^*|/\sin \delta$ の値は同様である。しかし, ポリマーリッチ相が海構造である SBS 添加量 9% では PPE が添加された場合 $|G^*|/\sin \delta$ の値の増加が観察され PPE の改質効果が発揮された。SBS の PS ブロックのガラス転移温度が約 100°C であり, ガラス転移温度以上では $|G^*|/\sin \delta$ は低下すると考えられることから, PPE 添加で $|G^*|/\sin \delta$ の上昇を確認できたことから PPE が PS ブロックにある程度相溶し PS ブロックの強化効果が確認できたと考える。

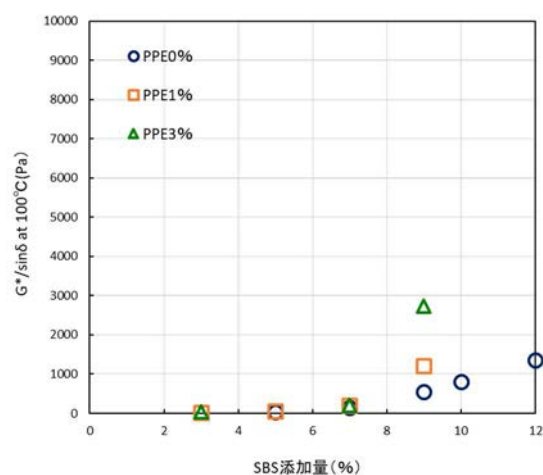


図-2 SBS, PPE 添加量と $|G^*|/\sin \delta$ の関係

5. まとめ

PMB に対する多様な要求性能を満たすため, SBS の改質効果の強化のために SP 値を指標として PPE を選択し SBS と併用して PMB を作製し性状評価を行った。結果, 軟化点試験結果より, PPE はポリマーリッチ相が海構造をとる場合に軟化点の向上が確認された。DSR の $|G^*|/\sin \delta$ から塑性変形抵抗性の評価を行った結果, SBS の PS ブロックのガラス転移温度 100°C では, ポリマーリッチ相が海構造の場合に, PPE 添加の $|G^*|/\sin \delta$ の増加が確認され, PPE が SBS の PS ブロックに選択的に相溶することが示唆された。今後も PMB の改質効果の仕組みの解明および改質効果の高い改質材の模索を行い, PMB に求められる要求性能に答えていきたい。

参考文献

- 1) 一般社団法人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, 改定 6 版, pp4-7 (2015)
- 2) 井上隆, 市原祥次：ポリマーアロイ, 高分子学会編 (1988)
- 3) Asphalt modified by SBS triblock copolymer: Structures and properties A. Adedeji, T. Grünfelder, F. S. Bates, C. W. Macosko, M. Stroup-Gardiner, D. E. Newcomb Polym. Eng. Sci., 36(12), 1707 (1996)
- 4) 国立研究開発法人：高分子データベース PoLyInfo, <http://polymer.nims.go.jp/index.html> (2018.06 閲覧)