

数種の再生添加剤を用いて熱劣化させた再生アスファルトおよび再生混合物の性状変化の一検討

昭和瀝青工業株式会社 正会員 ○立石昌義、徐磊、平松真
SK Innovation Beak Woon Lee、Eui Yoon Hwang

1. はじめに

アスファルトの劣化についてはすでに数多くの研究がなされており、その結果に基づいて TFOT や PAV など実験室でのシミュレーションが日々実施されている。一方、アスファルト混合物の劣化については土木研究所等でいくつかの方法が提案されているが、バインダの劣化試験との相関に関しては、まだ多くのデータが蓄積されているとは言い難い。我々の以前の研究¹⁾では、ストレートアスファルトと新規混合物の熱処理による劣化について良好な相関が得られた。今回異なるタイプの再生添加剤を用いて再生アスファルト及びその混合物を作製し、それらを熱劣化させることにより得られた結果について報告する。

2. 材料および試験条件

アスファルトは標準的なストレートアスファルト 60/80 (StAs60/80)を使用した。再生添加剤は表 1 に示す 4 種類を使用した。針入度が 21 程度となる再生骨材は表 2 に示した配合・条件で作製した。再生アスファルト混合物は各種配合設計を行い表 3 に示した配合で作製を行った。バインダ単体と混合物の劣化条件については以前の研究¹⁾を参考に行った。

表 1 再生添加剤性状

	添加剤 A	添加剤 B	添加剤 C	添加剤 D
組成・成分	石油系	飽和系	植物油系	芳香族系
60℃粘度	186	78	47	49
飽和分	27	71	0	3
芳香族分	63	26	21	93
レジン分	7	3	79	4
アスファルテン分	4	0	0	0

3. 結果

3. 1 バインダの劣化

各添加剤と劣化アスファルト(劣化 As)、新アスファルト(新 As)を混合して作製した再生アスファルト(再生 As)の TFOT/PAV 試験での伸度試験の結果を表 4 に、PAV 後のベンディングビームレオメーター(BBR)試験によるクリープスチフネス値(以下、S 値)と m 値を図 1、2 に示す。伸度試験の結果では熱劣化の工程が進むにつれすべての添加剤で減少する傾向が見られた。PAV 後の BBR 試験の結果では、S 値は添加剤 B が他の添加剤に比べ低い値であり、m 値は StAs60/80 と添加剤 B が高い値であった。S 値は小さく、m 値は大きいほど低温によるひび割れが発生し難いと言われている²⁾。これらより、伸度の結果では添加剤 B は最も硬いバインダであるが、BBR の結果では最もひび割れが発生し難いバインダであることが推測される。

表 2 再生骨材の作製条件

	条件
混合物種	密粒度アスファルト混合物(13)
バインダ	StAs60/80
配合	骨材 100%、OAC 5.8%
養生温度	骨材 180℃、バインダ 170℃
混合	Dry×30s、Wet×90s
劣化条件	110℃×60h

表 3 再生 As 混合物の作製

	添加剤 A	添加剤 B	添加剤 C	添加剤 D
混合物種	再生密粒度アスファルト混合物(13)			
配合	骨材 50%、再生骨材 50%			
OAC	5.70	5.90	5.60	5.90
劣化 As	2.90			
添加剤	0.63	0.44	0.33	0.36
新 As	2.17	2.56	2.37	2.64
養生温度	骨材 180℃、再生骨材 140℃、バインダ 170℃			
混合	Dry×30s、Wet×90s			

表 4 伸度の変化

		StAs60/80	添加剤 A	添加剤 B	添加剤 C	添加剤 D
伸度	再生 As	150+	78	77	150+	150+
	再生 As, TFOT(15℃、5cm/分)	TFOT	46	21	14	37
	PAV(15℃、1cm/分)	PAV	6	7	5	8

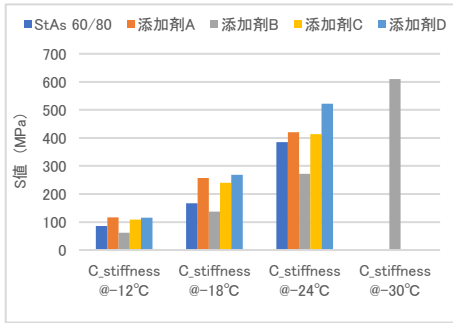


図 1 PAV 後の S 値の変化

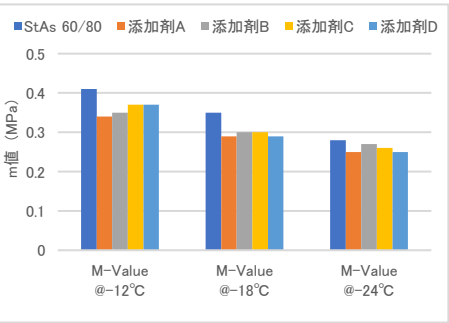


図 2 PAV 後の m 値の変化

キーワード：再生添加剤、熱劣化、BBR 試験、曲げ疲労試験、ドライスラッジ

連絡先：〒671-1242 兵庫県姫路市網干区浜田 1633 番 10 TEL:079-273-3555

3. 2 混合物の劣化

室内での混合物の劣化条件を表 5 に示す。劣化させた再生 As 混合物の動的安定度(DS)を図 3、疲労破壊回数を図 4 に示す。全添加剤にて、熱劣化が進むにつれ DS は増加する傾向であり、疲労破壊回数は減少する傾向であった。これらの結果で特徴的な挙動を示したのが添加剤 B と D であった。BBR 試験結果では添加剤 B は軟らかく、添加剤 D は硬くなる性質を示した。疲労破壊回数についてはその傾向が一致し、添加剤 B は高く、添加剤 D は低くなる結果となった。一方で DS については、低温域で見られた添加剤 B、D の特性が高温域では反対の傾向を示しており、バインダ性状と混合物性能で相関が見られなかった。

表 5 混合物の劣化条件

	模擬	条件	バインダ試験との関係※
混合直後	混合物練り落しの劣化	混合物作製後、すぐに転圧	TFOT 相当
舗設後	舗設までの劣化	混合物作製後、135℃×4h 熱劣化した後転圧	—
供用時	供用時の劣化	混合物作製後、135℃×4hr 熱劣化した後転圧 その後 85℃×20 日熱劣化	PAV 相当

※参考文献 1 より

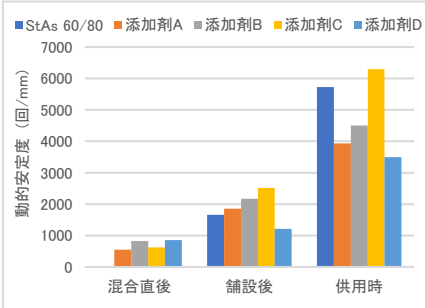


図 3 DS の変化

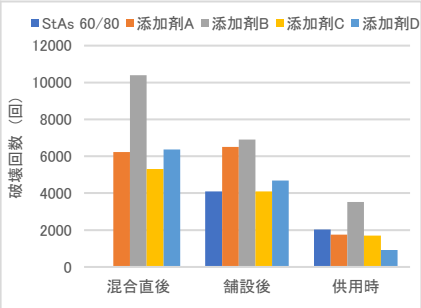


図 4 疲労破壊回数の変化

3. 3 再生添加剤の溶解性

劣化 As の再生度合いは使用する添加剤の組成・成分により大きく影響すると考えられる。そこで各添加剤による劣化 As のスラッジ量測定試験³⁾を行った (表 6)。芳香族を多く含む添加剤 A、D は劣化 As 中のスラッジ分を十分に分散・溶解させた。一方で芳香族分をあまり含まない添加剤 B、C はスラッジ分が多く残る結果となった。これらより、添加剤 A、D に比べ添加剤 B、C は劣化 As 中のスラッジ分を均一に分散・溶解できていないと考えられる。

表 6 添加剤と劣化アスファルトの溶解性確認

	添加剤 A	添加剤 B	添加剤 C	添加剤 D
ろ過残渣				
残渣率	0.002 %	1.588 %	1.134 %	0.008 %

4. まとめ

本検討はアスファルトの劣化・再生の基礎データ確認のために行われた。得られたデータでは、バインダ単体を劣化させて再生した再生 As の劣化と再生 As 混合物の劣化との結果で部分的に異なる傾向を示した。それらは再生添加剤の種類(組成・成分)により様々である。加えて図 5 のように再生 As と再生 As 混合物の劣化 As と再生添加剤の混合・溶解状態が異なることも要因の一つとして考えられる。その中で特に飽和系を多く含んだ添加剤に興味深い挙動を示したが、今回の検証は 1 種類の飽和系再生添加剤についての結果であり今後は添加剤の組成・成分について更なる検討が必要である。

今回の検討により、再生添加剤の組成・成分は各性状・性能の関係に大きな影響を示した。そしてその結果は舗装の寿命に大きく影響すると考えられる。今後、これらについてさらに検証を進める予定である。

5. 参考文献

1)立石ら、「熱劣化によるアスファルトおよびアスファルト混合物の物理的・化学的性状変化の一検討」
2)新田ら、「供用状態を重視したアスファルト試験に関する 2,3 の考察」、舗装、Vol.29、No.8、1994
3)田湯ら、「再生用添加剤の成分差異が再生アスファルトおよびその再生混合物の性状に与える影響」

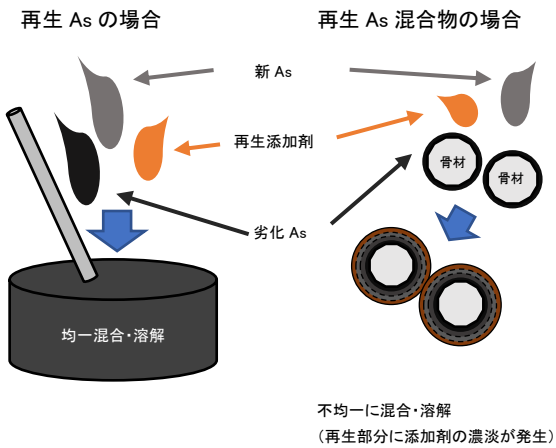


図 5 混合状況のイメージ