

廃 EPS 添加による再生加熱アスファルト混合物の耐流動性評価

東北工業大学 正 会 員 ○竹内 健二
東北工業大学 正 会 員 村井 貞規
(有)三南合金工業所 柴田 良治

1. 目的

近年、アスファルトの高騰またCO²排出量削減の浸透によりアスファルト舗装廃材含有アスファルトの資源価値が高まり、アスファルト舗装廃材の高次利用のために再生骨材配合率を高めた再生加熱アスファルト混合物が要望されている。その結果、再生用添加剤の添加量が増加することによる初期流動わだち掘れおよび夏季流動わだち掘れに対する対策が急務となっている。

本研究は、熱溶融固化した廃発泡スチロールインゴット（廃 EPS）を破碎し再生加熱アスファルト混合物に添加混合することにより、再生用添加剤の影響による流動わだち掘れの対策を試みた。

2. 廃 EPS 材料添加再生加熱アスファルト混合物の性能

2.1 廃 EPS 材料の添加量試験

2.1.1 マーシャル安定度試験

表-1 に、再生密粒度アスファルト混合物(13)〔略：再密 13〕の配合設計を示す。廃発泡スチロールインゴット（写真-1）破碎材 4.75mm アンダー〔略：EPS〕（写真-2）の添加量を決定するため、廃 EPS を混合物総重量の外割りで、0.5・1.0・2.0・5.0・10.0%添加混合してマーシャル供試体を作製し、舗装試験法便覧に準拠した標準マーシャル安定度試験を行った。

2.1.2 結果と考察

廃 EPS の添加量が増加すると、密度は減少する。廃 EPS による密度の減少を空隙と仮定すると、空隙率は増加する。また、安定度が増加し、フロー値も増加傾向を示した（表-2）。

廃EPSを添加混合することにより、安定度を高めることが確認できた。また、密度の減少は単位体積重量が軽くなることであり、運搬エネルギーと運搬CO²排出削減にも寄与できる。

添加量 5.0%で規格フロー値の上限近くになることと、廃 EPS の製造量および再生アスコン製造工場での添加コストを勘案し、本研究の廃 EPS 添加量は 1.0%と決定した。

2.2 動的安定度の確認

2.2.1 ホイールトラッキング試験

廃EPS無添加再密 13 と廃EPS1%添加再密 13 をローラーコンパクタによりホイールトラッキング供試体を作

表-1 再密 13 の配合設計

項 目	再密 13
再生骨材 (13-0)	60.0
6 号碎石	25.0
7 号碎石	10.0
粗砂	5.0
計	100
設計バインダ-量	5.8
外割バインダ-量	6.16
旧アスファルト量	3.63
再生用添加剤	0.47
外割断 As 量	2.06
設計針入度 (1/10mm)	70



写真-1 廃 EPS インゴット



写真-2 廃 EPS 破碎材

表-2 マーシャル安定度試験結果

項 目	密度	空隙率	安定度	70-値
単 位	g/cm ³	%	kN	1/100cm
規格値	—	3~6	4.90 以上	20~40
再密 13	2.341	3.9	15.08	32
廃 EPS 添加量 0.5%	2.332	4.3	16.06	33
廃 EPS 添加量 1.0%	2.291	6.0	21.01	33
廃 EPS 添加量 5.0%	2.156	11.5	31.91	38
廃 EPS 添加量 10.0%	2.021	17.0	35 kN <測定上限	

製し、舗装試験法便覧に準拠した 60℃ホイールトラッキング試験で作製直後の動的安定度 (DS) (回/mm) を計測した。併せて、夏季にはアスファルト舗装表面温度が 60℃を超えるという報告²⁾ から、70℃でのホイールトラッキング試験を行い高温時の動的安定度を比較した。

また、再生密粒度アスファルト混合物 (20F) [略：再密 20F] (表-3) の廃 EPS 無添加と廃 EPS1%添加をプラント製造し、実験舗装により廃 EPS の添加効果を評価した。

2.2.2 結果と考察

再密 13 の 60℃動的安定度 (表-4) は、廃 EPS 無添加の 4,315 (回/mm) から廃 EPS1%添加では 8,832 (回/mm) と 2 倍程度に増加した。また、廃 EPS 無添加の 70℃動的安定度は 431 (回/mm) と 60℃の 1/10 程度に減少したが、廃 EPS1%添加すると 2,972 (回/mm) と 1/3 程度の減少であり、60℃無添加の 3/4 程度の減少となった。

プラント製造の再密 20F の 60℃動的安定度 (表-5) は、廃 EPS 無添加の 1,227 (回/mm) から廃 EPS1%添加では 3,259 (回/mm) と 2.7 倍程度に増加した。

再密 13 および再密 20F では、廃 EPS を 1%添加混合することにより 60℃動的安定度 (DS) を 2 倍以上に増加させられることがわかった。また、70℃においても廃 EPS を 1% 添加混合することにより、動的安定度の減少を小幅に抑えられることがわかった。

表-3 再密 20F 現場配合

項 目	再密 20F
再生骨材 (13-0)	64.52
5号碎石	7.51
6号碎石	8.45
細砂	11.27
砕砂	5.63
設計アスファルト量	% (6.10)
旧アスファルト量	(3.48)
再生用添加剤	0.28
新アスファルト量	2.34
計	100.0
設計針入度 (1/10mm)	70

表-4 再密 13 ホイールトラッキング試験結果

項目		密度	圧密変形量	動的安定度
	単位	g/cm ³	mm	DS (回/mm)
	基準値	—	—	3000 以上
再密 13	60℃	2.311	1.40	4315
	70℃	2.332	2.22	431
EPS1%	60℃	2.294	0.96	8832
	70℃	2.311	1.17	2972

表-5 再密 20F 試験結果

項目		密度	安定度	フロー値	圧密変形量	動的安定度
	単位	g/cm ³	kN	1/100cm	mm	DS (回/mm)
	基準値	—	4.90 以上	20~40	—	3000 以上
再密 20F	60℃	2.426	14.82	30	1.40	1227
廃 EPS1%		2.401	17.93	39	1.43	3259

3. まとめ

再生加熱アスファルト混合物は、再生骨材の配合率が増加し再生用添加剤の添加量が増加すると、再生用添加剤の軽質油分の要因による初期流動わだち掘れの危険性が増加する。同じく、夏季の高温による流動わだち掘れの危険性も増加する。廃発泡スチロールには、臭素や補強材として廃 EPS 以外の物質が添加されているケースがある。それらは、溶融固化しインゴット化してもリサイクル困難物として埋め立てまたは焼却される場合がある。

本研究において、再生加熱アスファルト混合物の再生用添加剤が要因と考えられる初期流動わだち掘れおよび夏季の高温流動わだち掘れの対策として、廃発泡スチロール溶融固化インゴットの破砕材が効果をもたらすことが確認できた。今後は、再生加熱アスファルト混合物の軽量化にも着目し、廃 EPS 添加再生加熱アスファルト混合物の耐流動性、曲げ抵抗性および剥離抵抗性のバランスを探索する計画である。

廃棄物は地域内資源循環 (地産地消) により、運搬エネルギーおよび運搬CO²排出量の削減が容易に可能になる。地域内から発生するアスファルト舗装廃材の高次利用に地域内から発生する廃発泡スチロールが利活用され、地域内資源循環の一助になれば幸いである。

参考文献

- ・ 竹内健二ほか：廃棄発泡スチロール溶解ゲルを活用した舗装材料の開発研究，土木学会第 62 回年次学術講演会
- ・ 東京都新宿区環境土木部土木課出典：
<http://www.city.shinjuku.tokyo.jp/division/380800doboku/files/p10/10st.htm>