

廃 EPS 溶融骨材の再生加熱アスファルト混合物への利活用

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

平成 18・19 年度に実施したアスファルト舗装温暖化対策研究では、廃発泡スチロール(EPS)を化学溶解によりゲル化し加熱アスファルト混合物に添加することにより、高温時における耐流動性が大幅に増加することが確認された¹⁾。しかし、ゲル状のEPSをアスファルト混合所で添加するためには、保温タンク・定量供給装置等の高額な設備が必要になる。また、CO²排出量削減・アスファルトの高騰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、よりアスファルト舗装廃材の混入率を高めた地域内資源循環が拡大し、再生用添加剤量が増加することによる初期流動および夏季流動に対する対策が急務となってきた。

本研究は、熱溶融固化した廃発泡スチロールインゴットを破碎し、再生加熱アスファルト混合物に簡易に添加することにより、再生用添加剤による流動わだち掘れの防止を試みた。

2. EPS 骨材添加再生加熱アスファルト混合物の性能

2.1 EPS 骨材の添加量試験

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EPS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、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

EPSの添加量が増加すると、密度は減少する。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)。

EPSを添加混合することにより、安定度を高めることができ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、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、EPS添加量は1.0%と決定した。

表-1 再密13の配合設計

項目	再密13
再生骨材(13-0)	60.0
6号砕石	25.0
7号砕石	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
外割新As量	2.06
設計針入度(1/10mm)	70



写真-1 EPSインゴット



写真-2 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	フロー値	
	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	
EPS添加量	0.5%	2.332	4.3	16.06	33
	1.0%	2.291	6.0	21.01	33
	5.0%	2.156	11.5	31.91	38
	10.0%	2.021	17.0	35 kN < 測定上限	

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

EPS無添加再密 13 と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動的安定度の比較をした。

また、再生アスコン製造工場に依頼して再生密粒度アスファルト混合物 (20F) [略: 再密 20F] (表-3) の、EPS 無添加と EPS1%添加をプラント製造し EPS の添加効果を検証した。

2.2.2 結果と考察

再密 13 の 60 動的安定度 (表-4) は、EPS 無添加の 4,315 (回/mm) から EPS1%添加では 8,832 (回/mm) と 2 倍程度に増加した。また、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、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、EPS 無添加の 1,227 (回/mm) から 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 20 では、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 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号砕石	7.51
6号砕石	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 基準値	g/cm ³ mm	DS(回/mm) 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 基準値	g/cm ³ kN	1/100cm 20 ~ 40	mm	DS(回/mm) 3000 以上	
再密 20F	60	2.426	14.82	30	1.40	1227
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 EPS 以外の物質が添加されているケースや、印刷インクおよび汚れが付着しているケースがある。それらは、溶融固化しインゴットにしまりサイクルできずに埋め立てまたは焼却されている。

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わだち掘れおよび夏季の高温流動わだち掘れの防止材として、廃発泡スチロール溶融固化インゴットの破砕材が活用できることが確認できた。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、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求する計画である。

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わだち掘れおよび夏季の高温流動わだち掘れの防止材として、廃発泡スチロール溶融固化インゴットの破砕材が活用できることが確認できた。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、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求する計画である。

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排出量の削減が簡単に可能になる。地域内資源活用の一助になればと考える。

参考文献

- 1) 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
- 2) 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>