

# 廃棄発泡スチロール溶解ゲルを活用した舗装材料に関する基礎研究

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  
 (株)イーデー 草野 征夫  
 (株)畑惣一郎商店 畑 文雄

## 1. 目的

廃棄発泡スチロールから、化学溶解によりスチロールゲルを安定的に製造する技術は既に確立している。しかし、地域から発生し再資源化されたスチロールゲルを、発生量に見合うだけ地域が活用する技術およびシステムが確立されていない。

本研究は、地域から大量に発生する廃棄発泡スチロールと、同じく地域から大量に発生するアスファルト舗装廃材に着目し、双方の特性を生かし劣性を補完することにより、特色のある新舗装材料を開発することを目的とする。

## 2. 密粒度アスファルト混合物(13F)の製造および供試体作製

### 2.1 配合および作製条件

①ストレートアスファルト (stAs) 60-80 を用い、廃棄発泡スチロールを化学溶剤 A (特許番号 PAT-212645) により溶解したゲルに流動性を与えるため10%の溶剤を添加したスチロールゲル(S)を、設計アスファルト量の2.5, 5.0, 10%添加し骨材と混合する。配合と製造条件を表2-1に示す。

②再生骨材(13-0mm)を70%配合し、スチロールゲルを設計再生アスファルト(As)量の2.5, 5.0, 10%添加した再生密粒度アスファルト混合物(13F)の配合と製造条件を表2-2に示す。

マーシャル供試体を、混合温度 155~161℃、締固め温度 144~148℃で作製する。

### 2.2 マーシャル安定度試験結果と考察

マーシャル安定度試験の結果を、表2-3, 2-4に示す。全てがマーシャル安定度試験の規格値に適合した。スチロールゲルを混合することにより密度は減少する。空隙率、飽和度に大きな変化はないが、安定度が増加しフロー値は減少した。このことから、スチロールゲルは破壊抵抗性および変形抵抗性を高める働きをされると考えられる。密粒のS10および再生密粒のS20の安定度/フロー値は、一般地域で2,000~4,900 (kN/m)、積雪寒冷地域で1,500~4,400 (kN/m)の望ましい範囲を大きく上回り、破壊抵抗および変形抵抗の大きい混合物である。

表 2-1 ①密粒度アスコン(13F)の作製条件

項目	S0	S2.5	S5	S10
6号砕石	35.8			
7号砕石	14.1			
粗砂	20.2			
細砂	19.7			
石粉	10.2			
設計バインダー量	6.5			
外割バインダー量	6.95			
スチロール添加量	0.00	0.17	0.35	0.70
外割新As量	6.95	6.78	6.60	6.25

表 2-2 ②再生密粒度アスコン(13F)の作製条件

項目	骨材のみ	旧As含む		
6号砕石	25.0	25.0		
細砂	5.0	5.0		
再生骨材(13-0)	70.0	74.23		
旧As量5.7%				
計	100.0	104.23		
設計バインダー量	6.3			
外割バインダー量	6.72			
旧As量	4.23			
再生用添加剤	0.34 (対旧As8.0%)			
混合物記号	S0	S2.5	S5	S10
スチロール添加量	0.00	0.17	0.34	0.67
新As量	2.15	1.99	1.82	1.48
旧As針入度	1/10	28		
設計RAs針入度	mm	60~80		

表 2-3 ①密粒度アスコン(13F)の試験結果

項目	単位	規格値	S0	S2.5	S5	S10
密度	g/cm <sup>3</sup>	—	2.304	2.299	2.299	2.289
空隙率	%	3~5	4.2	4.1	4.1	4.4
飽和度	%	75~85	77.7	77.7	77.8	76.6
安定度	kN	4.90以上	11.42	14.06	13.99	15.73
フロー値	1/100cm	20~40	39	35	33	25
安定度/フロー値	kN/m		2928	4017	4239	6292

表 2-4 ②再生密粒度アスコン(13F)の試験結果

項目	単位	規格値	S0	S5	S10	S20
密度	g/cm <sup>3</sup>	—	2.399	2.392	2.398	2.363
空隙率	%	3~5	3.4	3.6	3.6	4.6
飽和度	%	75~85	81.3	80.0	80.3	75.7
安定度	kN	4.90以上	10.61	12.34	11.63	14.77
フロー値	1/100cm	20~40	39	36	36	24
安定度/フロー値	kN/m		2721	3428	3231	6154

り、この特性を生かした使用方法の開発が望まれる。また、ストレートアスファルトの場合と再生アスファルトの場合とでは、スチロールゲルの添加効果に違いがあることに留意が必要である。

### 3. ガラス破碎骨材活用再生透水性開粒度アスファルト混合物(13)の製造および供試体作製

#### 3.1 配合および作製条件

大量在庫のある廃ガラスビン破碎骨材は鏡面を持ちアスファルトとの接着性が悪く、特に2.36mm~4.75mmと粒径の大きい骨材が剥離し活用され難い。

スチロールゲルの剥離防止効果を検証するため、再生骨材(13-0mm)30%を条件とし、混合温度・締固め温度に留意して以下のマーシャル供試体を作製した(表3-1)。

①比較用混合物としてガラス破碎骨材混合なし、設計アスファルト量4.5%の再生透水性開粒度アスファルト混合物(S0G0)。

②バインダー量4.5%でガラス破碎骨材(2.36-4.75mm)5%、スチロールゲルをアスファルト量の10%添加(S10G5)。

③バインダー量4.0%でガラス破碎骨材5%、スチロールゲルをアスファルト量の2.5%添加(S2.5G5)。

④アスファルト量4.0%でガラス破碎骨材5%、スチロールゲルをアスファルト量の外割りで50%添加(S50G5)。

#### 3.2 マーシャル供試体試験結果と考察

マーシャル供試体の試験結果を表3-2に示す。安定度が6kN以上であり、ガラス破碎骨材を混合することによる安定度の低下は見られなかった。しかし、ガラス破碎骨材5%、スチロールゲルを2.5%(S0G2.5)、10%(S10G5)混合したものは透水係数が減少する。ガラス破碎骨材5%、スチロールゲル50%(S50G5)においては、フロー値が規格値を超えるものの、透水係数はガラス破碎骨材混合なし(S0G0)の比較用と同等であり、安定度、剥離損失量については、ガラス破碎骨材混合なし(S0G0)より勝る結果となった。また、混合温度・締固め温度をアスファルトの動粘度からではなく目視制御した。結果、スチロールゲルを添加することで通常より-20℃程度低温で加熱混合できることが見出され、CO<sub>2</sub>の排出削減に大きく寄与できると考えられる。

#### 4. まとめ

スチロールゲルを添加することにより、密度は減少する傾向にあるが安定度は向上する。顕微鏡写真(写真4-1、4-2)から、スチロールが繊維状態になり骨材を連結していること、フィラー分がスチロールを核として集合し骨材に接着していることが分かり、これが安定度を高める要因と考えられる。スチロールゲルは混合時の温度を低減することができ、化石燃料の節減からCO<sub>2</sub>排出削減添加剤としての活用も期待できる。

表3-1 再生透水性開粒度アスコン(13)の製造条件

項目		骨材のみ	旧As含む	骨材のみ	旧As含む
6号砕石	%	70	70.0	65.0	75.0
ガラス骨材		0.0	0.0	5.0	5.0
再生骨材(13-0)		30.0	31.58	30	31.58
旧As量5.0%					
計		100.0	101.58	100.0	101.58
混合物記号		S0G0	S10G5	S2.5G5	S50G5
設計バインダー量	%	4.5	4.0		
外割バインダー量	%	4.71	4.17		
旧As量		1.58			
再生用添加剤		0.13 (対旧As8.0%)			
スチロール添加量		0.00	0.10	0.47	外2.08
新As量		3.01	2.46	2.54	2.46
旧As針入度	1/10mm	28			
設計再生As針入度		60~80			
混合温度	℃	155~161		138~142	133~137
締固め温度		144~148		128~132	123~127

表3-2 再生透水性開粒度アスコン(13)の供試体試験結果

項目	単位	規格値	バインダー量4.5%		バインダー量4.0%	
			S0G0	S10G5	S2.5G5	S50G5
密度	g/cm <sup>3</sup>	—	1.955	1.934	2.015	1.924
空隙率	%	—	19.8	20.4	17.8	18.9
安定度	kN	3.43以上	6.24	6.36	6.09	7.92
フロー値	1/100cm	20~40	19	32	20	52
剥離損失量	%	—	20.9	22.2	—	11.4
透水係数	10 <sup>-1</sup> cm/s	—	1.25	0.46	0.79	1.19



写真4-1 顕微鏡(×10)



写真4-2 顕微鏡(×30)