

報 文 3

# 新規溶剤を用いた溶剤脱れき残渣の 舗装用アスファルトへの利用検討

中央技術研究所 燃料研究所 精製プロセスグループ **高田 智至** (たかだ ともり)



## 1. はじめに

表 1 に示す通り、舗装用アスファルトには JIS によって規定される用途に応じた各種の等級があり、それぞれは針入度によって区分される。針入度は所定容器に入ったアスファルトの標準針の貫入量によって表される硬さの指標であり、小さいものほど硬いことを意味する。アスファルトの針入度は概してアスファルテンなどの重質成分を多く含むものほど低下する傾向にあり、舗装用アスファルトの製造には、図 1 に示すように重質成分を比較的多く含む減圧残油やプロパン脱れき残渣が用いられる<sup>1)</sup>。

表 1 舗装用アスファルトの種類と一般性状

種類		40-60	60-80	80-100	100-120
主な用途		重交通道路	一般道路	積雪寒冷地道路	
針入度(25°C)	1/10mm	40を超え 60以下	60を超え 80以下	80を超え 100以下	100を超え 120以下
軟化点	°C	47.0~55.0	44.0~52.0	40.0~50.0	
伸度(15°C)	cm	10以上	100以上		
トルエン可溶分	%	99.0以上			
引火点	°C	260以上			
薄膜加熱質量変化率	%	0.6以下			
薄膜加熱針入度残留率	%	58以上	55以上	50以上	
蒸発後の針入度比	%	110以下			
密度(15°C)	g/cm <sup>3</sup>	1.000以上			

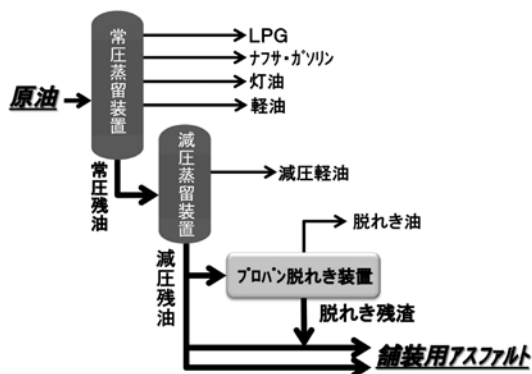


図 1 舗装用アスファルトの製造工程

減圧残油の性状は原料となる原油の性状に強く依存するため、減圧残油のみで舗装用アスファルトを製造する場合には、重質原油主体の混合原油を使用する必要がある

など、原油選択の自由度が制限される。これに対し、プロパン脱れき装置では減圧残油から油分の抽出・回収を行うため、重質成分の濃縮された針入度の小さい脱れき残渣を得ることが可能である。そのため、脱れき残渣と減圧残油を混合して使用することにより、表 2 に示す通り、ブレンド比の調整だけで効率的に様々な等級の舗装用アスファルトを製造できる<sup>2)</sup>。更に、減圧残油のみで舗装用アスファルトを製造する場合に発生する原油選択の制約を緩和できる利点もある。

この脱れき装置に着目してみると、近年、減圧残油から更に油分を回収するため、使用する溶剤としてブタンやペンタンを用いる脱れき装置が導入されてきている。表 3 に各種溶剤を用いた脱れき装置からの残渣の組成を示すが、使用する溶剤の分子量が大きくなるほど残渣のアスファルテン濃度が上昇し、針入度も小さくなるのが分かる。現在、ブタンやペンタンを溶剤として用いた脱れき装置の残渣は舗装用アスファルトには使用されていないが、プロパン脱れき残渣と同様に、舗装用アスファルト基材としての利用が可能であると考え、アスファルト性状、並びに舗装用アスファルトとしての実用性能について評価した。

表 2 プロパン脱れき残渣を使用した舗装用アスファルトの一般性状例

		舗装用アスファルト			
		40/60	60/80	80/120	
基材	プロパン脱れき残渣	mass%	42	32	24
	減圧残油	mass%	58	68	75
性状	針入度	1/10mm	50	70	90
	軟化点	°C	49.5	47.5	45.5

表 3 各種溶剤脱れきによる残渣の組成及び性状

溶剤		プロパン	ブタン	ペンタン	
分子式		C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	C <sub>5</sub> H <sub>12</sub>	
組成	注 飽和分	mass%	5.0	8.6	6.7
	芳香族分	mass%	56.0	27.7	6.8
	レジジン	mass%	30.2	26.6	6.2
	アスファルテン	mass%	8.8	37.1	77.2
性状	針入度	1/10mm	21	1	1
	軟化点	°C	38.2	90.5	137

注：組成分析：カラムクロトグラフィー法、石油学会法

## 2. 検討結果

### 2.1 アスファルト性状評価

評価には図2に示す溶剤の異なる脱れき残渣2種類と、原油種の異なる減圧残油2種類を用いた。これらの溶剤脱れき残渣と減圧残油の配合比を調整することで、一般道路用として使用されている針入度が60～80のアスファルトを3種類試製した。これらの使用基材及び一般性状を表4に示す。いずれの試料も各性状はJIS規格を全て満足し、現行品とも同等であることから、舗装用アスファルトとして十分な性能を有していることが確認された。

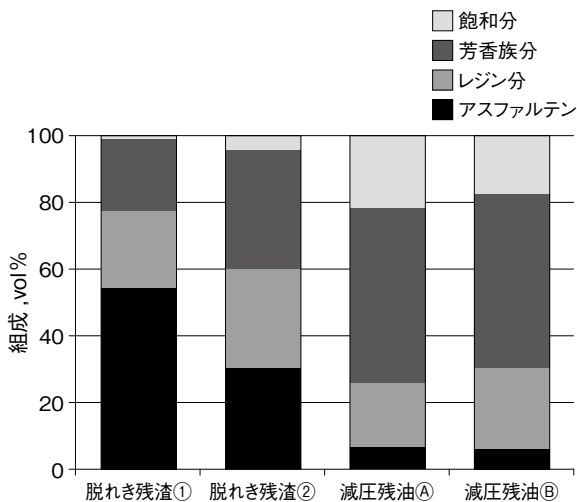


図2 アスファルト基材の組成

### 2.2 実用性能評価

次に、舗装用アスファルトとしての実用性能を評価した。舗装に使用する場合は、アスファルトに骨材(砕石や石粉)を混ぜた混合物として使用される。混合物は国内で一般的に採用されているマーシャル配合設計法<sup>3)</sup>に則り調製し、“マーシャル安定度試験”、“ホイールトラッキング試験”及び“曲げ疲労試験”で評価した。これらの試験はアスファルトの実用性能評価において一般的に行われる試験であり、それぞれアスファルト混合物の“基本的な耐荷重性能”及び路面の主な破損である“わだち掘れ”と“ひび割れ”への耐性を評価するものである。

#### (1) マーシャル安定度

図3にマーシャル安定度試験の試験機と供試体の写真を示す。マーシャル安定度試験は円筒形供試体の側面を円弧形の2枚の載荷ヘッドではさみ、供試体が破壊するまでに示す最大荷重等を測定する試験法であり、アスファルト混合物の基本的な耐荷重性能を評価する。試験は舗装調査・試験法便覧<sup>4)</sup>B001に準拠し、突き固め回数両面50回、試験温度60℃の条件下、自動試験機により行った。なお、供試体作成時の温度は混合温度範囲146～157℃、締固め温度範囲135～145℃であった。

マーシャル安定度の試験結果を図4に示す。全試料とも配合基準値の4.90kN以上を十分に満足し、試料1～3は現行品である比較試料とはほぼ同等の値であることから、試製アスファルトを用いたアスファルト混合物は十分な耐荷重性能を有していることが確認された。

表4 試製アスファルトの基材と一般性状

試験項目, 使用基材		試料-1	試料-2	試料-3	比較試料 60/80アスファルト	JIS規格
基 材	脱れき残渣①	18.0				
	脱れき残渣②		32.0	15.7		
	減圧残油④	82.0	68.0			
	減圧残油⑥			84.3		
	市販アスファルト (プロパン脱れき残渣/減圧残油)				100	
性 状	密度(15℃) g/cm <sup>3</sup>	1.037	1.040	1.040	1.040	1.000以上
	伸度(15℃) cm	100+	100+	100+	100+	100以上
	引火点 °C	364	360	358	358	260以上
	針入度(25℃) 1/10mm	68	69	69	69	60を超え80以下
	蒸発後の針入度比 %	97	96	95	95	110以下
	軟化点 °C	47.5	46.5	47.0	47.0	44.0～52.0
	トルエン可溶分 mass%	99.90	99.90	99.97	99.97	99.0以上
	薄膜加熱質量変化率 mass%	+0.10	+0.10	+0.10	+0.10	0.6以下
	薄膜加熱針入度残留率 %	67.6	67.1	69.6	69.6	55以上
	動粘度(120℃) mm <sup>2</sup> /s	910	844	880	880	-
	動粘度(150℃) mm <sup>2</sup> /s	205	192	198	198	-
動粘度(180℃) mm <sup>2</sup> /s	70.0	66.0	65.8	65.8	-	



図3 マーシャル安定度試験機(左)と供試体(右)

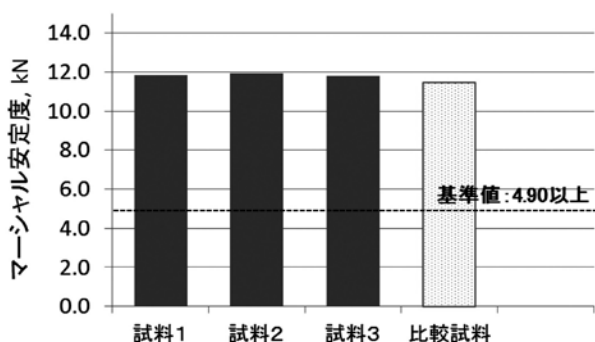


図4 マーシャル安定度試験結果

(2) ホイールトラッキング試験

ホイールトラッキング試験はアスファルト混合物の耐わだち掘れ性を評価する指標である動的安定度を算出する試験である。試験機には図5に示すようなローラーが備えられており、これを路面を模擬した試験片上で往復させたときに生じる試験片の変形量を求める。その際、動的安定度は単位変形量あたりに要するローラーの往復回数として表すため数値が大きいほど変形のしにくいことを意味する。試験は舗装調査・試験法便覧 B003に準拠し、試験温度 60℃、上載荷重 70kg、走行回数 2520回、走行距離 230mm の条件下で実施した。



図5 ホイールトラッキング試験機(左上)と供試体(右下)

ホイールトラッキング試験による各試料の動的安定度を図6に示す。全試料とも基準値の 500 回/mm 以上を十分満足しており、わだち掘れへの耐性について問題の無いことが確認された。また、試料1及び2については比較試料に比べ動的安定度が高かったことから、ブタンやペンタンによる溶剤脱れき装置からの残渣を使用することにより、わだち掘れへの抵抗性を高める効果も期待できる。

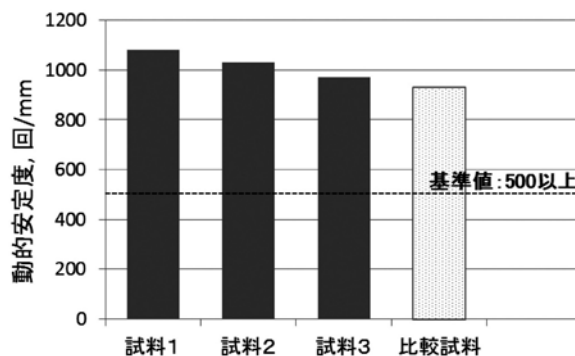


図6 動的安定度の比較

(3) 曲げ疲労試験

曲げ疲労試験はアスファルト混合物が繰り返し荷重を受けた場合の、ひび割れへの抵抗性を評価する試験である。図7に示す試験機を用いてアスファルト混合物に4点支持による繰り返し曲げひずみを加え、疲労破壊に至るまでの回数を測定する。試験は舗装調査・試験法便覧 B018Tに準拠し、供試体寸法 50×50×400mm、ひずみ 400μm、試験温度 10℃及び周波数 5Hz の条件下で実施した。

繰り返し曲げ試験結果を図8に示す。この結果より、試料2、3は比較試料と概ね同等、試料1は比較試料の2倍を超える高い性能を示すことが分かった。即ち、いずれの試料とも疲労抵抗性には問題が無く、脱れき残渣と減圧残油の組み合わせ及び配合割合を最適化することによって、更なる性能向上を見込める可能性がある。

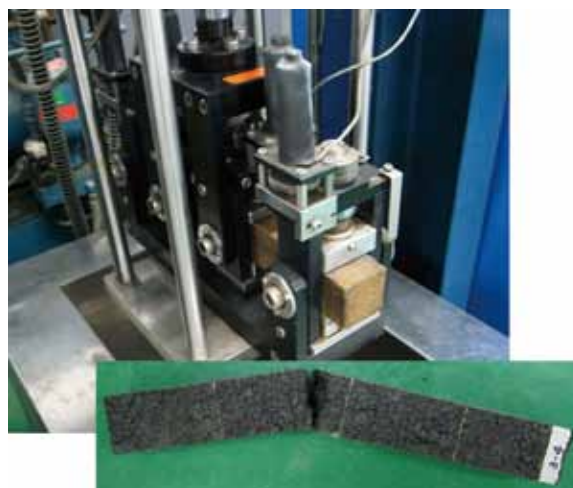


図7 曲げ疲労試験機(上)と供試体(下)

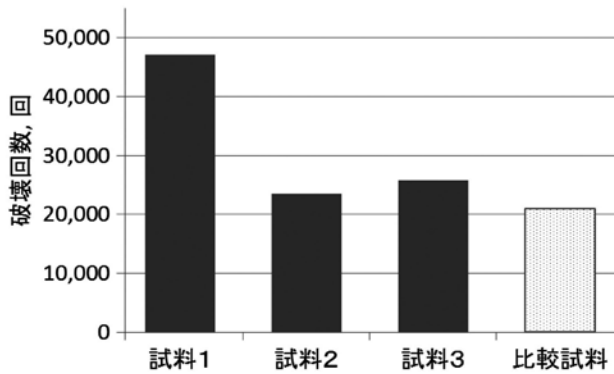


図8 曲げ疲労試験結果

### 3. まとめ

ブタンやペンタンを溶剤とする溶剤脱れき装置から得られる脱れき残渣と減圧残油を混合して製造したアスファルトの舗装材料への適用性を確認した。その結果、試製アスファルトはJIS規格を全て満足し、舗装用アスファルトとして必要な性能を有することが確認できた。また、これらの試製アスファルトを使用した混合物も、耐荷重性能、わだち掘れ及びひび割れへの耐性のいずれにおいても実用上問題の無いことが確認できた。更に、脱れき残渣と減圧残油の組み合わせ及び配合割合の最適化によって、わだち掘れやひび割れへの耐性の向上が期待できる。

#### － 参考文献 －

- 1) 小口勝也, 若林孟茂, 中山哲男, 中村悦朗, 石油学会誌, Vol.24, No.4 (1981)
- 2) 久下晴巳, アスファルト, Vol.33, No.164 (1990)
- 3) 阿部頼政, アスファルト, Vol.18, No.101 (1975)
- 4) 社団法人 日本道路協会, 舗装調査・試験法便覧 (2007)