

第 2 回 アスファルトの製法と組成

阿 部 頼 政 *

1. はじめに

前回でアスファルトおよびアスファルト舗装の概要を述べた。今回からは、アスファルトの基本的性状について考察していくことにする。

アスファルト舗装に交通荷重がかかったとき(図-1)表層および基層を構成するアスファルト混合物は、この荷重を分散させて、路盤に伝える役割を果たすと同時に、それ自身、この荷重に耐えるだけの安定性を持たなければならない。そして、安定性を保証するものは、この場合アスファルトと骨材であることは言うまでもなからう。図-2に混合物の状態を模型的に示した。外力に抵抗するものとしては、骨材のかみ合わせ、骨材間の摩擦、結合材(アスファルト)の粘着力等がまず考えられる。実際には骨材とアスファルトが単独に荷重を受け持つのではなく、相互に影響しあいながら外力に抵抗するわけであるが、この辺の詳細は混合物の項で考察することにして、ここでは結合材としてのアスファルトに着目しよう。

粒状材料(路盤)とアスファルト混合物(表層・基層)の相違はいうまでもなく、このアスファルトの存在にある。アスファルトの役割は主として、骨材を被覆し、骨材間の分離を防ぐことにある。従って、外力により、骨材が移動しようとするれば、アスファルトも当然それに抵抗することになる。特に骨材が抵抗能力のないような力(引張力等)に対しては、アスファルトの強さが全体の強さを支配する。ところが、このアスファルトは、前回考察したように、高温では液体のようになり、低温では固体状を示すようなきわめて複雑な材料特性を持つ。また、外力の種類によっても異った挙動を示す。従ってアスファルト混合物、ひいてはアスファルト舗装を考える場合、このアスファルトの性状を詳しく知ることが、まず最初のステップになる。今回はその手はじめとして、アスファルトの製法、組成等を一覧しておこう。

図-1 アスファルト舗装

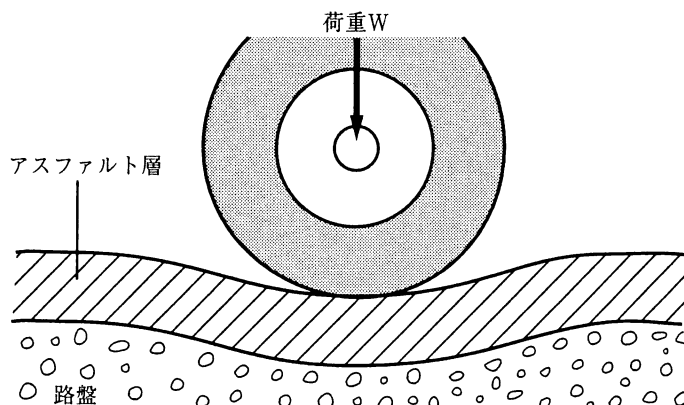
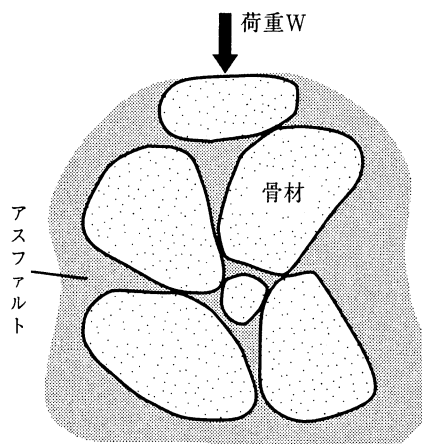


図-2 アスファルト混合物



2. アスファルトの製法

石油は古代の動植物が地層の中で、バクテリアや、地熱、圧力等の作用で長年月の間に分解して作られたものとされている。したがって、産出場所により化学組成や物理的性状に差があることは当然であろう。

石油から製造されるアスファルトは、この原油の相違の他に、さらに製造工程も各メーカーによって異なる点があると思われるから、同じアスファルトという名状でもその内容は千差万別であるといつてよい。舗装用としてアスファルトを使う場合には、このように色々の種類があつては、設計や施工に不便なため、また、耐久性の点からみて望ましい品質も過去の経験からある程度わかっているのので、「舗装用石油アスファルトの規格」¹⁾と

* 日本大学理工学部 講師

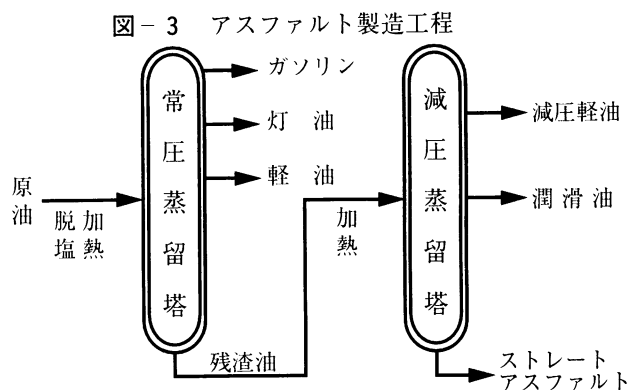
してある範囲に規定しているのである（図-1）。これらの各項目については後に述べるが、舗装用のアスファルトは、この規格の範囲に入っているだけであり、本質的には、一つ一つが異なる性質を持っているということ、道路技術者としては理解しておく必要がある。またこの規格は絶対的なものではなく、今後の経験と研究により、少しずつ改良されていくべき性質のものであろうと思われる。

以上のような、できあがったアスファルトの品質は、道路技術者にとっても重要な問題であるが、その製造工程、化学的な組成等は、いわば二次的な問題であるため興味も薄いと思われるので、ここでは、簡単に紹介することにする。

アスファルトは一言でいえば石油の残渣である。アスファルトの製法といっても、アスファルトを製造するのが目的ではなく、種々の石油製品を作る場合の副産物としてアスファルトができるわけである。その製造方法は色々あるが、現在わが国で舗装用として市販されているアスファルトは、蒸留法によってできたものが大半を占めるので、この製造工程について簡単に述べよう。

図-3に蒸留法の工程図を示した。まず原油を脱塩した後、常圧加熱炉で加熱し、常圧蒸留塔に送る。ここでは比較的低い沸点を持つガソリン、灯油、軽油が分離される。

次に、塔の底部にたまった高沸点の残留油をさらに加熱した後、減圧蒸留塔に送る。ここで、減圧しているのは、蒸留温度をあまり高めると残留油の成分が化学的に変化してしまうので、温度を上げるかわりに圧力をさげて、留出しやすくしているためである。この減圧蒸留塔では減圧軽油や潤滑油が留出し、塔底には、非常に沸点の高い残渣油が残る。この残渣油がすなわちストレートアスファルトと呼ばれるものである。



以上の製造工程からも容易に推察できると思うが、原油の種類、蒸留の方法（温度、速度、減圧度）等によって、アスファルトの品質は変わってくる。これらの点を色々と調整し、また得られた残渣油に手を加えたりして、前に述べた規格を満足するストレートアスファルトができあがるわけである。現在、アスファルトの総生産量のうち、90%以上がこのストレートアスファルトであり、一般にアスファルトといえばストレートアスファルトをさすものと思っよいであろう。

3. アスファルトの化学組成

こうしてできたアスファルトの化学組成は、まだほとんどの部分が不明である。アスファルトの母体である石油自身がきわめて多種類の炭化水素からできているうえに、アスファルトが蒸留後の残渣油であることを考えれば、これらの炭化水素のうち複雑なものばかりが残っていることから、分析の困難さは容易に想像されるであろう。ここでは、一般の参考書にも紹介され、道路技術者としても一応知っておいた方がよいと思われる程度の知識を整理することにする。

アスファルトは前にも述べたように複雑な炭化水素およびその誘導体の混合物であり、これを構成する化合物を一つ一つ分離することはほとんど不可能に近い。従ってこれまでの研究の方向としては、化学的特性の似通った構成成分をいくつかのグループにわけ、そのグループの特徴を調べることに、全体としてのアスファルトの化学的性質をとらえることであった。このような手法は最初にMarcussonによって始められたと言われており、その後、種々の方法が提案されたが、確立されたもので最も代表的なのはアメリカ鉦山局²⁾法である

表-1 舗装用アスファルトの規格

(日本道路協会規格)

程 類	針入度 (25℃ 100g 5秒)	軟化点 ℃	伸 度 (15℃)	蒸発量 %	蒸発後の 針入度 (原針入度 に対して) %	四塩化炭 素可溶分 %	引火点 ℃
60~80	60~80	43.0~53.0	100以上	0.3以上	75以上*	99.5以上	240以上
80~100	80~100	41.0~51.0					
100~120	100~120	40.0~50.0		0.5以上	70以上		210以上
120~150	120~150	38.0~48.0					

* 軟化点47.5℃以上のものの蒸発後の針入度は80%以上が望ましい。

[備考] 比重および粘度温度関係を付記することが望ましい。比重および粘度温度関係の試験方法は受渡当事者間の協定による。

う。これは、各成分の溶剤に対する溶解度差を利用していくつかのグループにアスファルトを分けるものである。その概要を図-4に示した。

まず、アスファルトをn-ペンタンに溶かし、このとき溶けずに沈殿析出される物質をアスファルテンと呼ぶ。n-ペンタン可溶分のうち、活性アルミナに吸着されるものをレジン、吸着されないものをオイルとする。すなわち、アスファルトをアスファルテン、レジン、オイルの3成分に構成されるものと考えられるわけである。このように3つの成分にわけると手法というのは、道路舗装に関するものにとっては土質分類でたびたび見かけるように非常にわかりやすい。すなわち、三角図表（図-5）であらわせるため、そのものの材料特性がひとめでわかるからである。

針入度が100程度のアスファルトにこの分析方法を適用した結果²⁾を図-6に示した。これで見るとオイル分はアスファルトの種類にかかわらずほぼ50%程度でありアスファルテンが15~30%、レジンが20~35%の範囲にある。すなわち、オイル分はかわらず、アスファルテンが増加するとレジンが減る傾向にある。したがって、このアスファルテンの量がアスファルトの品質をかなり左右するといえよう。

以上の方法によって分類された3成分の特長を次に述べる。

アスファルテン：アスファルテンは通常かたくてもろい褐色ないしは黒色の粉状物質で、アスファルト成分中最も分子量の高い化合物のグループである。炭化水素の性質を左右する炭素と水素の比(C/H)は0.8以上で、平均分子量は測定法によってかなりの差はあるが、ほぼ1,500~2,500といわれている³⁾。

レジン：レジンは約93℃ぐらいの融点を有する赤褐色の固体、あるいは半固体である。C/H比は約0.7程度で分子量はほぼ1,000前後である。このレジン分がアスファルトに接着性と可塑性を与え、同時に流動特性を左右すると考えられている。レジンを酸化するとアスファルテンが得られ、還元するとオイル分が得られるのでレジンはアスファルテンとオイル分の中間に存在するものと考えてよからう。

オイル：これは最も分子量の低い化合物のグループでほぼ400~1,000ぐらいの平均分子量を持つ。C/H比は約0.6程度でほぼ潤滑油に類似した成分を持つと考えられている。

表-2に坂上ら⁴⁾がベネゼラ原油について分離した結果を示した。平均分子量、C/H比ともに上に述べた範囲にある。また、この例でもそうであるが、アスファルトの組成としては炭化水素が90%以上である⁵⁾ことは覚

図-4 アスファルトの化学成分の分離

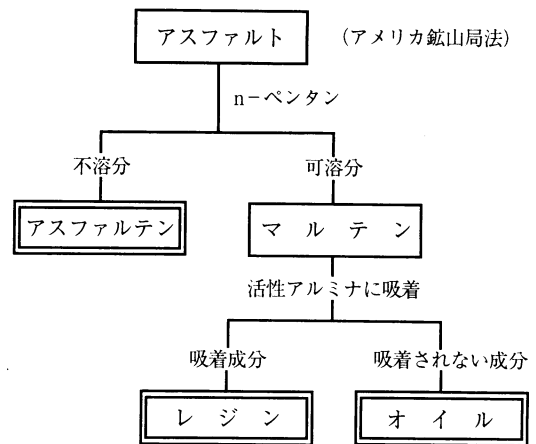
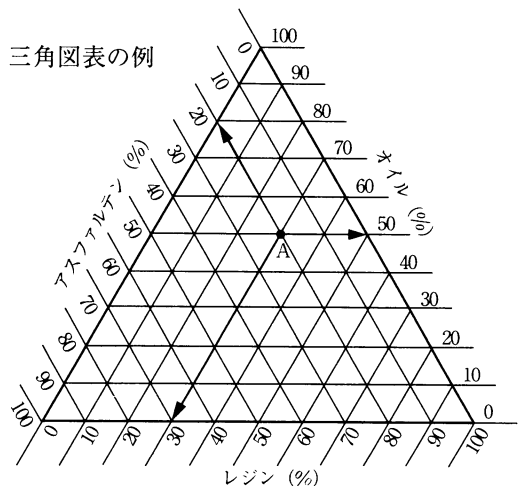


図-5 三角図表の例



(例) 図のA点は、アスファルテンが20%、レジンが30%、オイルが50%のアスファルトを示す。

図-6 アスファルトの分析結果の例²⁾

アスファルトの種類	組成 (%)										
	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
(1)											
(2)											
(3)											
(4)											
(5)											
(6)											
(7)											
(8)											
(9)											
(10)											
(11)											
(12)											
(13)											
(14)											
(15)											
(16)											
(17)											
(18)											
(19)											
(20)											
(21)											
(22)											
(23)											
(24)											
(25)											

えておいてよからう。炭素・水素の他に窒素・酸素・イオウ等が含まれるが、酸素・イオウ分がかなり多い。いま仮にイオウが2~3%含まれているとしても、アスファルトの年間使用量は500万トンを超えるから、10万トン以上のイオウが空気中に排出されずにすむことになる。大気汚染が問題になっている折から、アスファルト

舗装は公害防止に役立っているという見方もでてくるわけである⁶⁾。

最後に、以上のしめくりとして、Pfeiffer, Saal⁷⁾らの有名な模式図を紹介しておこう。アスファルトがコロイド（溶液中に微粒子が分散している状態）構造を持っていることは前から言われていたことであるが、Pfeiffer, Saalらはそれを模式的に図-7、図-8のようにあらわして説明した。すなわち、高分子量のアスファルテン分子が互いに二次的に結合してミセルを形成し、そのミセルがレジ

ン中に分散しているとしたのである。そして、ミセルがそれぞれ単独に存在する場合をゾル型（図-7）、たがいにかみあってミセルがジユウ毛化している場合をゲル型（図-8）、両者の中間をゾルゲル型と説明した。もちろん、これらは実験的に確認されたわけではないが、流動特性をゾル型、ゲル型に分けて考えるとき、これらの模式図をイメージとして浮かべると、非常に理解しやすい。ゾル、ゲルという言葉はアスファルトに関してよくでてくるので、ここで簡単に説明しておく、ゾル型というのは、ニュートン流動を示すもの（せん断速度とせん断応力が比例するもの）で、比較的やわらかいアスファルトがこの部類に属する。ゲル型というのは、非ニュートン流動を示し、弾性も加わっているもので、後のべるブローンアスファルトがその代表的な例である。

アスファルト内部構造⁷⁾

- 図-7 (下) ゾル型
- 図-8 (右) ゲル型

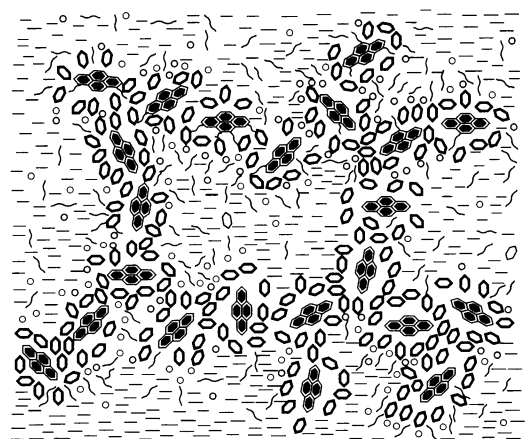
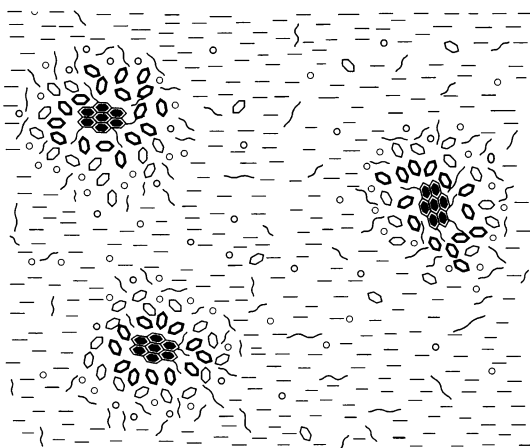


表-2 ストレートアスファルト（ベネゼラ原油より製造）の分離成分の元素分析結果と平均分子量

元素組成 分子量		元 素 組 成 (%)				C/H 原 子 比	平 均 分 子 量
		H	D	N	残 (O + S)		
オイル分	n-ヘキサン 溶 離 分(1)	13.68	86.15	0	0.17	0.53	591
	〃 (2)	12.39	85.06	0	2.55	0.57	597
レジン分	ベンゼン 溶 離 分	10.30	84.77	0.38	4.55	0.69	795
	アルフルン 溶 離 分	9.29	83.97	1.44	5.30	0.75	1108
	クロロホルム 溶 離 分	9.61	84.09	1.49	4.81	0.90	2791
アスファルテン		7.69	83.45	1.73	7.13	0.90	-

* カッコ内の数値は平均値

ゾルゲル型は両者の中間であるが、アスファルトではこの型に属するものが多い。したがってここにもまたアスファルトの難解な点があるわけである。

4. アスファルト乳剤

通常のアスファルトは常温で半固体状であり、これを骨材と混合して舗装するには温度を百数十度に上げなければならない。100度以上の温度で作業をするということは、当然加熱のための大きな設備が必要であるし、作業工程でも種々の制約が加わってくる。このような取扱い上の不便さを解決しようとして考え出されたのが、アスファルト乳剤と次節でのべるカットバック

- アスファルテンの中心部
- 高分子量の芳香族性化合物
- 低分子量の芳香族性の強い化合物
- 芳香族性とナフテン性のまじった化合物
- 鎖状飽和脂肪族性とナフテン性のまじったやや分子量の高い化合物
- 鎖状飽和脂肪族性とナフテン性のまじった低分子量の化合物

図-9 アニオン系乳剤

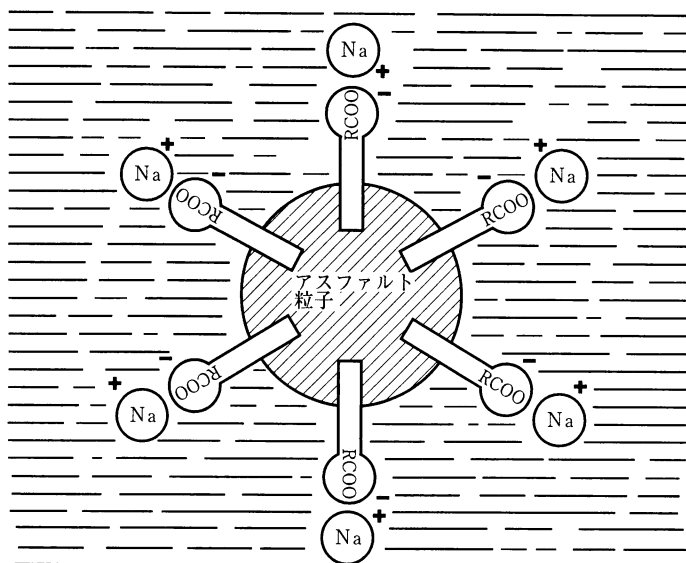
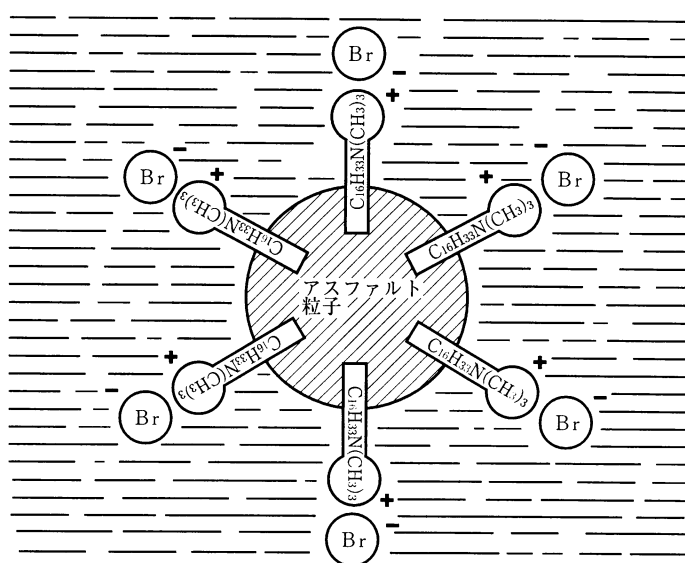


図-10 カチオン系乳剤



アスファルトである。従って、アスファルト乳剤とカットバックアスファルトの特長は常温で作業ができる程度に粘度を下げてあるところにある。

アスファルト乳剤はこの粘度を下げる手段として、アスファルトを水と混合したものである。この場合、単に水と混合したのでは、両者が分離してしまうので、乳化剤というものを加え、アスファルト粒子が水の中で分散している状態を作り上げている。この乳化剤の種類により、乳剤はアニオン系とカチオン系の2種に分類される。

(1) アニオン系乳剤

アニオン系乳剤の場合は、同一分子内に親水性基（水になじみやすい部分）と親油性基を持ったアルカリ塩、すなわちセッケン類が乳化剤として用いられる。このセッケン類をいまRCOONaとすれば、これは水溶液中で次のようにイオン化される。



ここで親油性のR基は、アスファルト粒子に吸着されるが、親水性のカルボキシル基(COO-)は吸着されにくい。そのため、アスファルトから遠ざかるような配列のしかたをする。すなわち図-9のようになる。このとき、イオンが(-)になっているため、アニオン(マイナスの意)系と称されるわけである。図で明らかのように、アスファルト粒子はまわりを(-)にイオン化した膜でおおわれ、アスファルト粒子も負の電荷をおびることになる。このような粒子がたがいに接近しようとしても、電氣的に同種のもは反発作用があるため、付着がさまたげられ結果的に、アスファルト粒子は互いに独立して存在することになる。

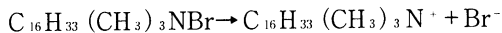
(2) カチオン系乳剤

表-3 アスファルト乳剤の規格

項目	種類	PKまたはPA			MKまたはMA				
		1	2	3	4	1	2	3	
エングレード (25℃)		2~15		2~8	2~10		3~40		
フルイ残留物%		0.3以下							
貯蔵安定度(5日)%		5以下							
付着試験		合格(PKのみ)				—			
骨材被膜試験 (40℃ 5分)		合格(PA, MAのみ)							
低温安定度 (-5℃)		—	合格		—				
粗粒度骨材混合試験		—		合格①	合格	—			
密粒度骨材混合試験		—				合格	—		
セメント混合試験		—				合格			
粒子の電荷		陽(PK, MKのみ)							
蒸留残留物%		55以上		53以上	55以上		57以上		
残留物	針入度(25℃)	100~200	150~300	100~300	100~200	80~200	60~200	60~300	
	伸度(15℃)	100以上				80以上			
	四塩化炭素可溶分%	98以上				97以上			
おもな用途	普通表面透理用(冬期期間を除く)	普通表面透理用	冬期期間を除く	プーラー	セメント	タックコート	粗粒度骨材混合	密粒度骨材混合	ソルト混合用
		おおよ	おおよ	おおよ	おおよ	おおよ	おおよ	おおよ	おおよ
[注1] PK-4, PA-4の粗粒度骨材混合試験は、受け渡し当事者間の協定により省くことができる。 [注2] 残留物の針入度は、受け渡し当事者間の協定により、下記の範囲に分けることができる。									
PK-1	PK-2	PK-3	PK-4	MK-1	MK-2	MK-3			
PA-1	PA-2	PA-3	PA-4	MA-1	MA-2	MA-3			
100~150	150~300	100~150	100~150	80~120	60~100	60~100			
120~200		120~200 150~300	120~200	100~150 120~200	80~120 100~150 120~200	100~150 120~200 150~300			
[注3] PK-2, PA-2の残留物の針入度は、受け渡し当事者間の協定により300を越えるものとする。									

カチオン系乳剤の代表的なものは、脂肪性アミン塩、第4級アンモニウム塩などの界面活性剤である。そしてアニオン系のものとは反対にアスファルト粒子のまわり(+)の膜をつくるのである。たとえばC₁₆H₃₃(CH₃)₃

NBrのようなものは次のようにイオン化する。⁸⁾



ここで $N_{16}H_{33}$ が親油性、 $(CH_3)_3N^+$ が親水性である。この状態を図-10に示した。

以上に述べた乳剤は、その大半が道路舗装用として使用されている。この場合は水分が蒸発した後のアスファルトと骨材の付着性をよくするため、比較的軟質のアスファルトを使用している。舗装要綱⁹⁾ではアスファルト乳剤をカチオン系(K)、アニオン系(A)とに分類し、さらに目的別に浸透用(P)と混合用(M)とに分けている。また、品質として、「骨材に接して分解生成したアスファルト被膜の付着性がよく、雨水その他で再乳化しないもので、JIS-K-2208石油アスファルト乳剤の規定に適合したものでなければならない。」と定めてある。その品質規格を表-3に示す。

5. カットバックアスファルト

アスファルト乳剤の場合は、アスファルトを水中に分散させ、全体の粘度を下げたが、カットバックアスファルトは、針入度60ないし150のストレートアスファルトに、留出範囲140℃ないし360℃の石油留出油を乳剤として加えたものである。アスファルトの粘度を一時的に低下させて使用条件を簡易にし、使用後は大気にさらすことによって水または溶剤を蒸発させて、元のアスファルト

トを再生するという点で、アスファルト乳剤とカットバックアスファルトは非常に類似している。また使用対象が両者とも簡易舗装以下のいわゆる軽舗装であるため何かにつけてよく対比されるが、アスファルト乳剤の場合は酸化という、いわば化学的な変化をもとにしているのに対し、カットバックアスファルトは、単に溶剤と物理的に混合しただけである点において、両者は本質的に異なる。

カットバックアスファルトの性質は、使用するストレートアスファルトの性状、溶剤の組成や量により相違する。溶剂量は通常容積で10%~40%の範囲にあるが、溶剤の蒸発は溶剤の軽質なほど、温度の高いほど、風とおしのよいほど速い。日本道路協会規格¹⁾(図-4)では、カットバック油の蒸発速度の大小により、RC、MCに分類され、さらにこれらは粘度の高低により、それぞれ4段階に分けられている。ここでRC(rapid curing)はカットバック油としてガソリンを使用したもの、MC(medium curing)はケロシンを使用したものである。

以上、アスファルト乳剤、カットバックアスファルトの概要を述べた。これらは、高級舗装にはほとんど使用されないため、舗装材料としてはこれまでいわば日陰者的な存在であった。しかし、わが国の道路延長約100万kmのうち、まだ70万km以上が未舗装であり、この70万km

表-4 カットバックアスファルトの規格 (日本道路協会規格)

種 類	R C				M C			
	70	250	800	3,000	70	250	800	3,000
等 級	70	250	800	3,000	70	250	800	3,000
引火点(タグ開放式)℃	-	30以上			40以上	65以上		
動粘度(60℃)CS①	70~100	250~500	100~1,600	3,000~6,000	70~140	250~500	800~1,600	3,000~6,000
分留試験 (360℃まで の全留出量 に対する) 容積 %	190℃まで	10以上	—	—	—	—	—	—
	225℃ "	50 %	35以上	15以上	—	—	—	—
	26.℃ "	70 %	60 %	45 %	25以上	20以上	15以上	—
	316℃ "	85 %	80 %	75 %	70 %	65 %	60 %	45以上 15以上
蒸留残留物 (360℃に おける)容積 %	55以上	65以上	75以上	80以上	55以上	65以上	75以上	80以上
蒸留残留物の試験								
針入度(25℃)②	80~250				80~250			
伸度(15℃)cm	100以上				100以上			
四塩化炭素可溶分 %	99.5 %				99.5 %			
水 分 %	0.2以下				0.2以下			
(注) ①粘度をセイボルトフロール計によって測定するときは、材料が次の要件に合格すれば、指定された品種のものとして認める。								
等 級	70	250	800	3000				
セイボルトフロール度・秒	50℃	60~120	—	—				
	60℃	—	125~250	—				
	82℃	—	—	100~200	300~600			
(注) ②蒸留残留物の針入度は、受け渡し当事者間の協定により、つぎの範囲にわたることができる。80~120, 120~250								

の大部分がアスファルト乳剤、カットバックアスファルトを使用する簡易舗装、軽舗装の対象になると考えられる。何故ならば、末舗装道路の大部分が交通量の少ない市町村道だからである。したがって、アスファルト乳剤、カットバックアスファルトが、今後ますますクローズアップされるのは明かであり、それに対応する材料、施工法の研究が必要となる。現在、日本アスファルト協会において砂利道の歴青路面処理指針を検討中⁹⁾であるが、その成果が期待されるのも、以上のような背景からである。

6. ブローンアスファルト

ストレートアスファルト、アスファルト乳剤およびカットバックアスファルトは、アスファルト舗装要綱の歴青材料の項にて述べているが、ブローンアスファルトは載っていない。これは、ブローンアスファルトが舗装に使用されることがほとんどないからである。しかし、アスファルトの材料特性、とくにレオロジー的性質を検討する場合にはストレートとブローンがよく対比されるので、ここに簡単に紹介しておこう。

ブローンアスファルトは、石油蒸留過程中の適当な重質残油に空気を吹きこみ、酸化重合させて作ったものである。この製造工程をブローイングということから、ブローンアスファルトという名称が生まれたといわれている。常温で固体状を示していることから、使用が容易であるため、きわめて多くの用途を持っている。その例としては、ルーフィング、塗料、絶縁材料、接着剤等があげられるが、その他、数えあげればきりがなくらいである。ストレートアスファルトがほとんど舗装に使用されるのと対照的である。ブローンアスファルトの規格を表-5に示した。この規格の中で最も軟質のものでも軟化点が65℃以上ということから、ブローンアスファルトは非常に硬いアスファルトであるといえよう。

表-5 ブローンアスファルトの規格

種類	針入度			軟化点 (R & B) ℃	伸度 25℃	蒸発量 %	蒸発後の 針入度% 対原針入 度	四塩化可 炭素% 溶分%	引火点 ℃
	0℃ 200g 60sec	25℃ 100g 5sec	25℃ 50g 5sec						
0~5	—	0以上 5以下	—	130以上	0以上	0.5以下	60以上	99以上	200以上
5~10	4以上	5以上 15以下	25以下	110℃	0℃	0.5%	60%	99%	200℃
10~20	7℃	10以上 20以下	45℃	90℃	1℃	0.5%	60%	99%	200℃
20~30	10℃	20以上 30以下	70℃	80℃	2℃	0.5%	60%	99%	200℃
30~40	14℃	30以上 40以下	95℃	65℃	3℃	0.5%	60%	99%	200℃

7. おわりに

今回は、種々のアスファルトの製法、組成を中心に述べた。道路技術者にとってはさほど興味がなかったかも知れないが、やはりこの程度は常識として知っておいて欲しいとも思う。なお、さらに詳しく知りたい方は、「アスファルト」³⁾「新しい工業材料の化学」⁴⁾を参考にされるとよい。筆者もこれらの著書を参照させていただいたことを付記しておく。

今回はアスファルトの特長であるレオロジー的性質について述べる予定である。

参考文献

- 1) アスファルト舗装要綱 P. 24, 26, 27
日本道路協会 (1967)
- 2) R. L. Hubbard, K. E. Stanfield: Anal. Chem 20, 460 (1948)
- 3) 金崎健児, 岡田富男共編「アスファルト」P. 45
日刊工業新聞社
- 4) 山本研一編「新しい工業材料の科学」石油系材料1.
ストレートアスファルト P. 11 金原出版
- 5) Arnold J. Hoiberg, "Bituminous Materials: Asphalt, Tars and Pitches" Volume II: Part One, 155
- 6) 「アスファルト」83, 17 (1972) アスファルト協会
- 7) J.P. Pfeiffer, R.N.J. Saal J. Phys. Chem 43, 139 (1939)
- 8) "Bituminous Materials in Road Construction" 54 (1962) Road Research Laboratory,
- 9) 「アスファルト」91, 2 (1973) アスファルト協会