

# アスファルト

第24巻 第129号 昭和56年10月発行

# 129

特別企画・アスファルト舗装技術委員会 編集  
特集・歴青系舗装材料の現況

卷頭言 アスファルト舗装の歩み	多田 宏行	2
1. 総論・舗装各層の機能と構成材料	阿部 賴政	4
2. 歴青系材料		10
3. 骨材およびフィラー		33
4. セメント系材料		43
5. その他の材料		46
6. 舗装における材料の位置づけ	昆布谷竹郎	60
7. 舗装材料の展望	藤井 治芳	62

詳細目次は本文1ページに掲載

## ASPHALT

社団法人 日本アスファルト協会  
JAPAN ASPHALT ASSOCIATION

## 特集・歴青系舗装材料の現況

## 巻頭言 アスファルト舗装の歩み

多田宏行 2

## 1. 総論・舗装各層の機能と構成材料

阿部頼政 4

## 2. 歴青系材料

2-1 ストレートアスファルト	牛尾俊介 10
2-2 アスファルト乳剤	鈴木紀章 15
2-3 カットバックアスファルト	大西練一 18
2-4 改質アスファルト 1) セミブローンアスファルト	林誠之 20
2) ゴム入りアスファルト	金野諒二 22
3) 熱可塑性樹脂入りアスファルト	鈴木秀敏 25
4) トリニダッド・レー・キ・アスファルト	澤正 27
2-5 硬化性アスファルト	山梨安弘 29
2-6 石油樹脂・エポキシ樹脂(カラー舗装用)	白神健児 31

## 3. 骨材およびフィラー

小島逸平 33

3-1 骨材の分類.....	33	3-6 砂.....	36
3-2 骨材の製造.....	33	3-7 スラグ.....	37
3-3 碎石.....	34	3-8 特殊骨材.....	39
3-4 玉碎.....	36	3-9 フィラー.....	39
3-5 砂利.....	36	3-10 再生骨材.....	41

## 4. セメント系材料

## 4-1 セメント

羽山高義 43  
44

## 4-2 石灰

## 5. その他の材料

## 5-1 目地材

太田健二 46

## 5-2 接着剤

佐々木賢也 48

## 5-3 防水材料

田村恒喜 51

## 5-4 はく離防止剤

荒井孝雄 53

## 5-5 路面標示材

高木正幸 55

## 5-6 再生添加剤

荒井孝雄 57

## 6. 舗装における材料の位置づけ

昆布谷竹郎 60

## 7. 舗装材料の展望

藤井治芳 62

## アスファルト舗装の歩み

多田 宏行

建設省関東地方建設局長

本協会アスファルト舗装技術委員長

昭和30年代初頭には僅か2万kmにも満たなかったわが国の舗装道路も、現在ではおよそ20万km（簡易舗装を除く）にまで大きく延伸された。

このような龐大な舗装の整備を可能にしたものは、昭和40年代の急速な経済成長を背景とする道路投資の拡大に加えて、数多くの道路技術者の舗装技術の向上への絶えざる努力であった。

とくに、わが国の舗装の大部分を占めているアスファルト舗装は、日本道路協会から昭和25年に発刊されたアスファルト舗装要綱を、統一された最初の技術基準とし、その後は経験を積み、研究の成果を踏えて、遂次これを改訂しつつ、その技術水準を向上させてきた。

したがって、これまで数回に亘って刊行されたアスファルト舗装要綱の、それぞれの特色を見ることにより、わが国の舗装技術の進歩の跡を探ることが出来る。

まづ、アスファルト舗装要綱の初版は、米

国アスファルト・インスティテュートのハンドブックを台本にして作成されたが、その最大の特色は、路床・路盤の設計、施工への土質工学の理論の導入であろう。土の締固めにおける最適含水比の概念や、路床、路盤の強度評価の指標としてK値およびCBRが採用されている。またアスファルト混合物の配合設計では、安定度や空隙率の条件が満たされる範囲で、できるだけアスファルト量を多くする傾向にあった。

およそ10年を経て昭和36年には要綱が改訂されたが、その特徴は、まづ舗装の構造設計にCBR法が、また混合物の配合設計にマーシャル安定度試験による方法が、それぞれ採用されたことである。これらが、アスファルト舗装の統一的設計法として、ここに定着したことの意義は極めて大きい。混合物の標準配合の種類は5つに整理され、アスファルト量は従前よりもやや少な目の配合設計になった。また路盤工にセメント安定処理工法の設計、

施工が新たに明示されている。

つぎの昭和42年の改訂においては、構造設計に材料の弾性的特性を考慮した等値換算係数を採用するとともに、設計輪荷重に大型車交通量区分を導入したなどが特筆すべき点であろう。また、混合物の標準配合が3種類に整理されるとともに、機械化施工の普及を反映して最大粒径25mmの粒度が廃止になっている。なお、この42年版に基づいて設計すると、舗装厚は従来より厚くなり、混合物のアスファルト量もやや多目になった。

そして昭和50年の改訂は、車両の大型化、重量化に伴なうアスファルト舗装の流動現象に対応するためのものであった。マーシャル試験における突固め回数を50回から75回に増やしたり、ホイールトラッキング試験による動的安定度の確認など、重交通用混合物の配合設計が採り上げられている。

この耐流動対策は、昭和53年の改訂で一段と重要視され、高粘度の改質アスファルトの採用も推奨されるようになった。そして一方では、軽交通道路の構造設計のために新たに交通量の区分を追加している。また路盤工では、石灰安定処理が新たに加わり、路盤用高炉スラグの材質も規定されている。

以上に概観したように、わが国の舗装は道路交通情勢の推移あるいは施行体制の変革な

ど、時代のすう勢に対応しながら進歩し今日に至った。

そして舗装技術の進歩は、構造設計、材料、配合設計、施工等の各分野に亘るが、なかでも設計・施工に関する改善を主体とする時代がこれまで永いこと続き、ここでキメ細かい品質への要求に、材料の改善で対応する、いわば材料の時代を迎えていていると見ることができる。

その具体例を挙げてみると、アスファルト混合物の塑性流動に対する抵抗性を改善する目的で、昭和52年に開発されたセミブローンアスファルトACの出現なども、その一つと云えよう。これは重交通道路におけるわだち掘れ対策として、かねてから試験舗装を実施中であるが、これまでの研究成果から判断して、可成りの評価が与えられよう。

新材料の開発ばかりでなく、既存材料の見直しや利用方法の工夫もまた重要である。たとえば近年、資源の有効利用の面から注目されているスラグの利用を、路盤材料としてのみならず、アスファルト混合物の骨材としてまで及ぼすことにも興味ある課題である。

しかし、どのような材料にも長所と短所があり、限界がある。したがって、これらをどのように評価し、組合せ、を利用してゆくか、すなわち総合化こそが、これから舗装材料のとるべき道ではないだろうか。

# I. 総論 舗装各層の機能と構成材料

阿部頼政\*

## 1. はじめに

### 1.1 舗装の種類

アスファルト系舗装は「アスファルト舗装要綱」によって設計・施工される高級アスファルト舗装（以下単にアスファルト舗装と略す）と、「簡易舗装要綱」による簡易舗装とに大別される。設計寿命は、アスファルト舗装が10年、簡易舗装は4～5年を目標としているが、対象とする交通量や表層・基層の最小厚から見れば図-1で明らかなように簡易舗装はアスファルト舗装の延長上にあり、両者は決して異質なものではない。設計寿命の相違は構造設計ならびに材料の規定が、簡易舗装では若干ゆるやかになっていることに起因している。

### 1.2 舗装の役割

舗装は一般に下層路盤、上層路盤、基層および表層から構成されており、表層に作用した荷重がこれらの各層により充分軽減されて路床に到達するように構造設計を行なう。したがって各層の役割は、層自体に欠陥を生ずることなく荷重を広く分散して下方の層に伝達することにある。

表-1 各層に使用される材料・工法（アスファルト舗装要綱）

使用する位置	工法・材料	摘要	等値換算係数 $a_n$
表層 基層	表層・基層用加熱アスファルト混合物		1.00
上層 路盤	歴青安定処理	加熱混合：安定度 350kg以上 常温混合：“ 250kg “	0.80 0.55
	セメント安定処理	一軸圧縮強さ（7日）30kg/cm <sup>2</sup>	0.55
	石灰安定処理	一軸圧縮強さ（10日）10kg/cm <sup>2</sup>	0.45
	粒度調整碎石、粒度調整スラグ	修正CBR 80以上	0.35
	水硬性粒度調整スラグ	修正CBR 80以上 一軸圧縮強さ（14日）12kg/cm <sup>2</sup>	0.55
	浸透式		0.55
下層 路盤	クラッシャーラン、切込砂利、スラグ、砂など	修正CBR 30以上 修正CBR 20以上30未満	0.25 0.20
	セメント安定処理	一軸圧縮強さ（7日）10kg/cm <sup>2</sup>	0.25
	石灰安定処理	一軸圧縮強さ（10日）7kg/cm <sup>2</sup>	0.25

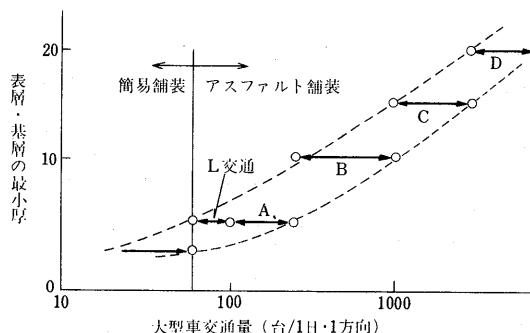


図-1 アスファルト舗装と簡易舗装の比較

ことなく荷重を広く分散して下方の層に伝達することにある。

### 1.3 舗装材料の価値

舗装を構成する各層の荷重分散効果は層厚とともに材料の種類と品質に支配される。表-1は下層路盤から表層までに使用される材料・工法を一覧表したものであるが、表中の等値換算係数とはそれぞれの1cm厚が表層・基層用加熱アスファルト混合物の何cmに相当するかを示すものである。すなわち舗装材料の相対的価値はこの等値換算係数によって評価されている。

## 2. 路床

2.1 路床に作用する応力  
路床は、表層に作用した交通荷重を究極的に支持する部分である。交通荷重に起因して路床に生ずる応力は、

\* 日本大学理工学部土木工学科助教授

本協会アスファルト舗装技術委員会委員

図-2のような分布をするものと考えられる。最大応力は当然のことながら荷重直下に発生し、中心から離れるにしたがって次第に減少していく。いま最大応力を  $\sigma_{max}$  とし、これに対応する路床の歪を  $\epsilon_{max}$  とするとき、 $\epsilon_{max}$  が復元可能な範囲、すなわち交通荷重が通り過ぎた後、弾性的な回復を得て元の状態に戻れる範囲であれば永久変形は残らない。この限界は、主として路床土の力学的性質と  $\sigma_{max}$  の大きさに依存する。舗装の設計において両者の関係は独立ではなく、路床土の力学的性質に応じて  $\sigma_{max}$  を増減させることになる。すなわち、設計の対象とする路床土が永久変形を起さない程度に  $\sigma_{max}$  を調整するわけであるが、 $\sigma_{max}$  の調整は舗装厚とその構成材料によって行なう。これが模式的に考えた構造設計の原理である。

以上のように、路床土の力学的性質は舗装の構造設計を根本的に左右する因子である。わが国では、この力学的性質の判定方法として20年前からCBR試験を採用してきた。これは、土のせん断強さを間接的に測定する方法であるが、粘土から粒状材に至るまで広い範囲の土に適用できるとともに、1940年頃から舗装設計に利用されて膨大なデータの蓄積があるため、世界的な路床土支持力判定試験となっている。しかし、CBR試験によって路床としての必要性状がすべて把握できるものではなく、個々の土に応じて技術的な判断と工夫が肝要であることは言うまでもない。

## 2.2 路床土の置換、安定処理

盛土によって路床を準備する場合にはしかるべき材料を選択できるが、切土の場合には自然地盤がそのまま路床となる。この路床土が軟弱で路床としての必要条件を満さないときは、CBR 3以上の材料で置換するか、あるいはセメント、石灰等で安定処理を行なう。安定処理した層は一般に支持力が増加し、既存の路床土では起しかねなかった永久変形を防止する効果がある。この場合適切な材料の選択、配合設計、施工が重要な条件となる。

## 2.3 凍上抑制層

積雪寒冷地など冬期に氷点下の気温が永く続く地方では路床土が凍結し、それに伴なう体積膨張のため舗装を破壊してしまうことがある。このような懸念のある場合には、凍結深さを考慮した所定の厚さだけ路床土を他の材料で置き換えなければならない。置換した層を凍上抑制層と呼び、置換材としては砂、スラグ、切込み砂利、

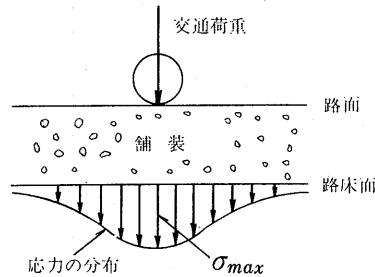


図-2 路床に作用する応力の分布

クラッシャランなど凍上を起しにくい粒状材を使用する。

## 3. 下層路盤

### 3.1 下層路盤の役割

下層路盤は舗装の最下層に位置し路床の上に直接設置される部分である。一般に天然の地盤である路床と人工の構造物である舗装のいわば境界層にあたり、両者の緩衝的な役割が期待されている。すなわち、路床土とは抵抗なく密着するとともに、上層路盤の機械化施工が可能なように必要な支持力を確保しなければならない。路床土によってはこの下層路盤材料がめり込んでしまう可能性があり、高価な材料を使用するのは経済的に問題があるため、一般に安価な現地材料を使用する。しかし、下層路盤も舗装の一部であり、荷重分散の役割を担うこと、さらには層自体の破壊を防ぐ意味からも材質には種々の制限を設けている。

### 3.2 アスファルト舗装の下層路盤

アスファルト舗装の下層路盤用材料としては、クラッシャラン、スラグ、山砂利、砂、切込み砂利などが使用される。これらの材料にもそれぞれ色々な種類や品質があるが、アスファルト舗装要綱で規定している条件は次のとおりである。

- (1) 材料の修正 CBR が20以上であること。
  - (2) 材料の 0.4 mm ふるい通過分の塑性指数 (PI) が 6 以下であること。
  - (3) 材料の最大粒径は 50 mm 以下であることが望ましい。  
ここで(1), (2)の条件を満足する材料でなければ下層路盤材としてそのまま使用することはできない。
- なお、施工現場によっては、上記のような条件を満たす材料の入手が困難な場合がある。このようなときには

現地材料をセメントまたは石灰で安定処理し、下層路盤として使用することができる。ただし、安定処理もすべての材料に可能というわけではなく、所要の性状を確保するため、品質に制限を設けている。

### 3.3 簡易舗装の下層路盤

簡易舗装では、在来砂利道を下層路盤として利用することもできるが、一般には砂、切込砂利、クラッシャーランスラグなどを使って築造する。この場合も材料は次の条件に制約されている。

- (1) 修正 CBR は 10 以上であること。
- (2) 0.074 mm ふるい通過重量は 10% 以下であること、あるいは 0.4 mm ふるい通過分の PI が 9 以下であること。
- (3) 最大粒径は 50 mm 以下が望ましい。

アスファルト舗装の下層路盤材料に比較すると若干制約条件が緩和されている。以上の条件を満たす現地材料が入手し難い場合は、やはりセメントまたは石灰で安定処理を行なうが、対象となる材料の品質規定は特に設けられておらず、技術者の判断に委ねられている。

以上に述べた下層路盤材料の種類と使用条件をまとめると表-2 のようになる。

## 4. 上層路盤

### 4.1 上層路盤の役割

上層路盤は舗装の載荷能力という面から見れば最も重要な役割を果す層である。すなわち表層・基層から伝達された荷重を広い範囲に分散し、単位面積当りの荷重をできるだけ軽減して下層路盤や路床に伝える使命がある。もし、荷重分散が充分に行なわなければ、下層路盤や路床に過大な応力がかかり不等沈下などの欠陥が生じ、ひ

表-2 下層路盤材料の種類と使用条件

材 料	使用方法	アスファルト舗装	簡 易 舗 装
クラッシャーランスラグ	そのまま使用	修正 CBR 20 以上 PI 6 以下	修正 CBR 10 以上 PI 9 以下
山 砂 利			
砂	安定処理して使用	修正 CBR 10 以上 PI 9 以下(セメント) 6 ~ 18(石灰)	特に規定せず
切 込 砂 利			

(注) PI は 0.4 mm ふるい通過分を対象とする。

いては舗装全体の破壊へと発展する。そのため、上層路盤はかなりの厚さを必要とすると同時に、力学的にも安定した材料で構築しなければならない。

上層路盤として採用できる材料と工法は、粒度調整系と安定処理系に大別できる。すなわち、

- ①粒度調整系：粒度調整碎石、粒度調整スラグ、水硬性粒度調整スラグ、浸透式、マカダムなど
- ②安定処理系：歴青安定処理、セメント安定処理、石灰安定処理など

である。①は主として骨材のかみ合せにより、②は添加物と骨材の混合物にして力学的抵抗性を得るものである。

### 4.2 粒度調整碎石

これは、数種類の碎石を適当な比率で混合し規定の良好な粒度となるように調整したものである。これを敷きならして締固める工法を粒度調整工法といふ。碎石の他に切込碎石、スラグ、山砂、砂およびスクリーニングスなどを併用する場合もある。以上の材料の品質についてはアスファルト舗装要綱に規定があり、これを逸脱することは避けなければならない。

粒度調整工法は路盤工の最も基本的な形で実績も多いが、骨材のかみ合せによってのみ支持力を得るので、入念な締固めがきわめて重要となる。また雨水の浸透に弱いので表層・基層の透水性に充分配慮する必要がある。

表-3 路盤用高炉スラグの材質（アスファルト舗装要綱）

名 称	呼 び 名	用 途	修 正 C B R (13日養生 1 日水浸後)	一 軸 圧 縮 強 度 (kg/cm <sup>2</sup> )	单 位 容 積 (kg/cm <sup>3</sup> )
クラッシャーランスラグ	C S	下層路盤	30 以上	—	—
粒 度 調 整 ス ラ グ	M S	上層 //	80 //	—	1,500 以上
水硬性粒度調整スラグ	H M S	// //	80 //	12 以 上	1,500 以上

### 4.3 スラグ類

スラグは、碎石類と異なり人工の産物である。すなわち、高炉における銑鉄の製造中に生成される溶融物を冷却し碎いたものである。材質も硬く、路盤材料としては碎石とほとんど同様に使用することができる。スラグのうち、水硬性スラグは締固めた後の強度増加が期待できるためさらに品質の高い材料として位置づけられている。

スラグ類の材質規定を表-3に示す。

### 4.4 浸透式工法、マカダム工法

これらはいずれも交通量の少ないアスファルト舗装の上層路盤や、簡易舗装の上層路盤に採用される工法である。

マカダム工法は、主骨材と呼ばれる単一粒径の骨材を一様に敷き並べ、主骨材が相互にかみ合うまで転圧し、この上に粒径の小さいくさび骨材や目つぶし骨材を散布し、主骨材のすき間に転圧圧入して仕上げる工法である。主骨材として使用される碎石の粒径は、一層の仕上り厚とほぼ同じく40mm～80mmで、くさび骨材、目つぶし骨材は5mm～20mm程度のクラッシャラン、スクリーニングス、砂、碎石などが使用される。これらくさび骨材、目つぶし骨材の種類と締固め方法により、水締めマカダム、砂詰めマカダムおよびくさび石マカダムの3種の工法がある。

浸透式工法は、敷きならした骨材に歴青材料を浸透させる工法で、骨材のかみ合せによって荷重を支え、歴青材料の接着性と粘性によって骨材の移動を防ぎ、安定性ある層をつくるものである。簡易舗装では表層に使用されることも多い。骨材は主骨材、くさび骨材とも単粒度のものを用い、歴青材料はストレートアスファルト、アスファルト乳剤、カットバックアスファルトなどを用いる。

表-4 安定処理材料の望ましい粒度範囲とPI

(アスファルト舗装要綱)

工法 ふるい目	歴青安定処理	セメント 安 定 处 理	石灰安定処理
50		100	
40		95～100	
20		50～100	
2.5		20～60	
0.074	0～10	0～15	2～20
PI	9以下	9以下	6～18

### 4.5 各種の安定処理工法

歴青、セメント、石灰安定処理工法は、現地材料またはこれに碎石、砂利、スラグ、砂などの補足材料を加えて調整した骨材に、それぞれ歴青材料、セメント、石灰を添加して処理する工法である。効果的な安定処理を行なうには骨材を表-4のような粒度範囲に調整することが望ましい。上層路盤材料は、混合の均一性、安定処理材添加量の管理などが要求されるので一般に中央プラントで混合される。歴青材料はストレートアスファルト、カットバックアスファルト、アスファルト乳剤、セメントはポルトランドセメント、高炉セメント、フライアッシュセメント、石灰は工業用石灰1号などが使用される。

以上に述べた上層路盤の各種工法と使用材料をまとめると表-5のようになる。簡易舗装の上層路盤もほぼ同様であるが、層厚や材料の規定はゆるやかになっている。

### 5. 基層

基層は上層路盤の上にあってその不陸を整正するとともに、交通開放後には表層に加わる荷重を均一に路盤に伝達する役割を持つ。交通荷重の影響を強く受けるため

表-5 上層路盤の各種工法と使用材料

工法	材料	碎石類	スラグ	現地材料	歴青材	セメント	石灰
粒 度 調 整	○	○	○				
マ カ ダ ム	○						
浸 透 式	○				○		
歴 青 安 定 处 理	○	○	○	○			
セメント 安定処理	○	○	○		○		
石 灰 安 定 処 理	○	○	○				○

(注) ○印は各々の工法で使用する材料

通常は加熱アスファルト混合物である粗粒度アスコンで作っている。歴青材料、骨材、配合設計などすべて次章に述べる表層用混合物に準拠する。

## 6. 表層

### 6.1 表層の役割

表層は舗装の最上部にあって交通荷重や気象作用の影響を直接受ける部分である。表層は一般に加熱アスファルト混合物を使用して作るが、混合物の種類は交通条件や気象条件によって選択する。表層が備えるべき機能は次のように要約できる。

- (1) 交通車輛に安全で快適な路面を提供する。
- (2) 雨水の浸透を防ぎ路盤や路床を保護する。
- (3) 表層以下の層に荷重を分散して伝達するとともに表層自体に欠陥を生じない。

以上の機能を、永い年月の供用期間中絶えず維持するためには、適切な構造設計、材料の選択、配合設計ならびに入念な施工を必要とするが、アスファルト混合物の性質が主因となって発生する表層の欠陥は表-6のようにまとめることができる。

### 6.2 表層用加熱アスファルト混合物

アスファルト舗装の表層は加熱アスファルト混合物に限られている。バインダーは一般に針入度40~60, 60~80, 80~100のストレートアスファルトを使用し骨材は碎石、砂利、砂、スクリーニングス、フィラーなどを使用する。アスファルト舗装要綱では混合物の種類を一般地域と積雪地域に分けて提示し、舗装のおかれる環境に応じて技術者が自由に選択できるよう配慮している。表-7にはこれらの混合物の特徴を簡単にまとめて示した。通常は以上の混合物の中から目的に応じて一種類を選択し、アスファルト舗装要綱の記述に従って配合設計を行なえばあまり欠陥の現われることはない。しかし、大型車の特に多い道路のわだち掘れ（混合物の流動による）や車輪が冬中スパイクタイヤを着用している積雪寒冷地の摩耗など、これらの混合物では対処しきれない場合もある。そのため、新らしいバインダーや骨材の開発が試

表-6 混合物に起因する表層の欠陥とその原因

表層の機能	欠陥現象	原因
(1)	交通事故	すべり抵抗性の不足
(2)	舗装全体の破壊	不透水性不足（雨水の浸透）
(3)	クラック	疲労抵抗性不足
(3)	わだち掘れ（流動）	安定性不足
(3)	摩耗	摩耗抵抗性不足
(3)	老化、はくり	耐久性不足

表-7 表層混合物の種類と特徴

一般地域	種類	特徴	流動	摩耗	耐久	すべり抵抗
	密粒度アスコン(20)					○
	”(13)	○				○
積雪地域	細粒度アスコン(13)			○		
	密粒度ギャップアスコン(13)			○		○
積雪地域	密粒度アスコン(20F)	○	○			
	”(13F)		○			
	細粒度ギャップアスコン(13F)		○	○		
	細粒度アスコン(13F)		○	○		
	密粒度ギャップアスコン(13F)		○			○

（注）○印は優れている性質を表す。なお（ ）内の数字は最大粒径を、Fは石粉を多く使用していることを示す。

みられ、その効果が期待されている。

### 6.3 バインダーによる特殊対策

特殊バインダーの使用目的は、主としてアスファルト混合物の流動対策である。これらは改質アスファルトと熱硬化性樹脂入りアスファルトに大別できよう。改質アスファルトはストレートアスファルトをベースとし、空気を吹き込んだり添加物を加えたりして、もとになるアスファルトの改質をはかったもので、次の3種に代表される。

- ①セミブローンアスファルト：ブローイング操作を加え、感温性を改善し、かつ60°C粘度を高めたもの。
- ②ゴム入りアスファルト：ゴムを混入し、タフネス・テナシティや伸度の増加をはかったもの。
- ③熱可塑性樹脂入りアスファルト：熱可塑性樹脂を混入し、軟化点や60°C粘度を高めたもの。

この他の改質アスファルトとしては、グースアスファルトおよびロールドアスファルトに使用する目的で精製トリニダッドアスファルトを混入することがある。

熱硬化性樹脂入りアスファルトは、加熱によって硬化

反応を起す樹脂をアスファルトに加えたバインダーである。これを使用した混合物はマーシャル安定度やホイールトラッキング試験の動的安定度が高く、疲労抵抗性にも優れている。しかし、可使時間が60~90分と短かく施工に難点があること、わが国での使用実績が乏しいことなどから広く一般化するまでには至っていない。

#### 6.4 骨材による特殊対策

この種の代表的骨材は硬質骨材であり、天然産のエマリー、人工骨材のカルサインドボーキサイト、硬質スラグ、研摩材などがある。これらは、すべり止め対策、摩耗対策に効果があると言われている。他に、舗装路面を明るくするために使用される明色骨材、人工的に着色したり焼成して発色させた着色骨材などがある。

#### 6.5 簡易舗装の表層

簡易舗装の表層には加熱アスファルト混合物の他に、常温混合式工法および浸透式工法も採用されている。前者の工法で使用する歴青材料はカットバックアスファル

トであり、後者ではさらにストレートアスファルトも使用されている。

### 7. おわりに

舗装を構成する各層の機能を考察しながら使用材料を一覧してきた。以上に述べた項目は舗装の最も基本となる部分に限られており、他に付随する項目が数多くあることは言うまでもない。舗装構成から見れば、摩耗対策としての摩耗層、層間の接着をはかるタックコート、プライムコート、軟弱地盤の場合のしゃ断層、コンクリート床版、鋼床版上の特殊な舗装などがある。また、材料の面から考えると、エポキシ樹脂、石油樹脂などの特殊結合材、はくり防止剤、繊維質補強剤、鋼床版舗装の接着材、防水材、再生骨材用の添加剤、さらには車線区分のレーンマーク材など、非常に数多くの材料が関与してくれる。紙面の都合上、すべての材料をとりあげることは不可能であるが、これらのうち、いくつかは各論で紹介する。舗装材料の現況把握に一助となれば幸いである。

## 最近のアスファルト事情

B5・48ページ・¥500（送料は実費）

当面するアスファルト事情を  
わかりやすく解説した資料です。  
広くご利用いただけるよう編  
纂致しました。

ハガキにてお申込み下さい。  
申込先 105 東京都港区虎ノ門2丁目6番7号  
和孝第10ビル  
日本アスファルト協会

次

★需 要	★課 題	臨時石油アスファルト需給等対策会議
用 途	★参考資料	道路予算
需要の推移	品質規格	世界の原油確認埋蔵量
★供 給	試 験 法	原油輸入量の推移
生 産	品質管理	原油価格
流 通	アスファルト舗装の特長	石油需給計画
施 策		

## 2. 歴青系材料

舗装用歴青材とはストレートアスファルトに代表される石油アスファルトを指すと言つても過言ではない。ストレートアスファルトは、加熱して碎石などの骨材と混合し、表層・基層材として用いられている。また常温での作業性などの配慮から、これに手を加えたアスファルト乳剤やカットバックアスファルトが考案され、表面処理用やバインダー用として利用されている。

最近では交通荷重の重量化、あるいは日常的渋滞による低迷化に起因するわだち掘れ現象が、舗装破損の主形態となってきた。このような破損を防止する流动対策として、舗装構造の改善とともにアスファルトを改質して対応するのが一般的となっている。改質アスファルトには、セミブローンアスファルト、ゴム入りアスファルト、樹脂入りアスファルトなどがある。セミブローンアスファルトは、ストレートアスファルトに加熱下で空気を吹込み組成を変えて60°Cにおける粘

度を高めたものである。ゴム入りアスファルトは、ゴムを添加して合材の把握力やねばりを増加させたものであり、樹脂入りアスファルトは、熱可塑性樹脂を添加して高温性状の改善をはかっている。

また使用量は少ないが、石油アスファルトに天然アスファルトを精製したトリニダッドピューレを加え改質したものもある。

熱硬化性樹脂入りアスファルトはエポキシアスファルトに代表され、床版との接着性や曲げ疲労に対する抵抗性に優れ長大橋の橋面舗装に用いられる。

アスファルト系以外の有機質結合材料は、特殊結合材料として総称される。石油樹脂やエポキシ樹脂はカラー舗装用のバインダーとして利用されている。

本章では、以上の歴青材料について詳述する。

(阿部忠行)

### 2-1 ストレートアスファルト

#### アスファルトについて

アスファルト (Asphalt) という言葉の定義は各国によってまちまちであるが、大別して天然アスファルトと石油アスファルトの2種類に分類される。

天然アスファルトはその産出状態により、レーキアスファルト (lake asphalt), ロックアスファルト (rock asphalt), オイルサンド (oil sand), アスファルタイト (asphaltite) などに分類される。いづれも長い年月を経て自然に滲出したアスファルトで、通常は有機質の夾杂物を含んでいる。

石油アスファルトは石油精製で得られる歴青物で、わが国ではこれを通常、アスファルトと呼称している。以下、石油アスファルトをアスファルトとして記述することとする。

アスファルトは、JIS K 2207 (1980) によれば、ストレートアスファルト、ブローンアスファルト、防水工事用アスファルトの3種類に大別されている。現在、わが国のアスファルトの総消費量の80~85%が道路舗装に用いられており、ほとんどがストレートアスファルトである。他の15~20%はルーフィング等の防水材料、工業用

粘結材および目地またはコーティング材、塗料、インク等の特殊用途に使用されており、これにはブローンアスファルト、防水工事用アスファルトその他ゴムあるいは樹脂入り等の特殊アスファルトが用いられている。

ここでは、道路舗装に用いられるストレートアスファルトの製造・用途・材料特性・品質規格等について現状を概括して述べることとする。

#### ストレートアスファルトの製造

原油から各種アスファルト製品ができるまでの系統図を図2-1に示す。原油は加熱器で加熱され、常圧蒸留塔の下部に送り込まれる。原油中の低沸点留分が各留分に分離され、塔底に残る重質の残渣油は再び加熱器を経て減圧蒸留塔に送られる。圧力10~18mm Hg、温度350~400°Cで減圧蒸留を行なうと、最後に沸点の高い減圧残渣油が得られる。これがストレートアスファルトである。このストレートアスファルトを原料にして空気を吹き込んでつくられるのがブローンアスファルトである。またナフサや灯油などの溶剤を調合してカットバックアスファルトを製造したり、水に乳化させてアスファルト乳剤を製造している。

現在わが国には非常に多くの種類の原油が輸入されて

いるが、どの原油からでもアスファルトが製造できるわけではない。アスファルトは比較的比重の大きい重質原油から製造されるのが普通で、わが国でアスファルトの製造に用いられている代表的原油はアラビアンヘビー、イランヘビー、クウェート、カフジ等である。

### ストレートアスファルトの用途

ストレートアスファルトの用途は道路・ダム・貯水池・水路などの舗装用、防水フェルト、接着剤、塗料、電絶縁および煉炭、コークスなどの工業用に大きく分類される。表2-1はストレートアスファルトの主たる用途を示したもので、用途の目的により硬いものから軟いものまでの各種グレードのストレートアスファルトが使いわけら

表2-1 ストレートアスファルトの用途<sup>1)</sup>

用 途	種 類	ストレートアスファルト											
		0 10 20 40 60 80 100 120 150 200 300	10 20 40 60 80 100 120 150 200 300										
道 路 用	加 热 混 合			○	○	○	○	○	○	○	○	○	
	アスファルト乳剤						○	○	○	○	○	○	
	カットバックアスファルト					○	○	○	○	○	○	○	
	アスファルトルーフィング							○	○	○	○	○	
	アスファルト・プロック	○	○										
自 地 材			○	○	○	○							
アスファルト塗 料	○	○	○										
イ ン ク	○	○											
導 火 線	○	○											
コークスバインダー用	○	○						○	○	○	○	○	
ガ ス 化 用								○	○	○	○	○	

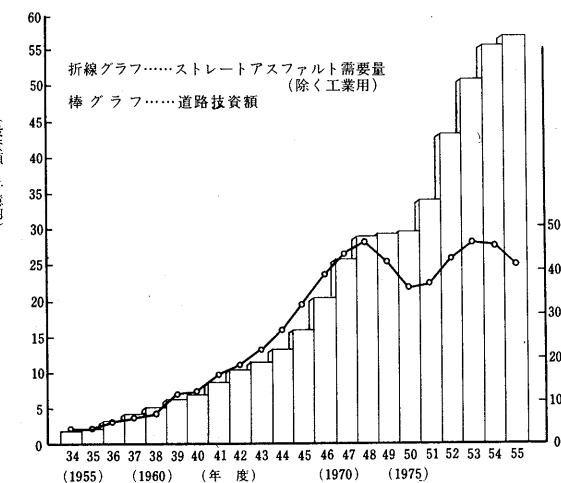
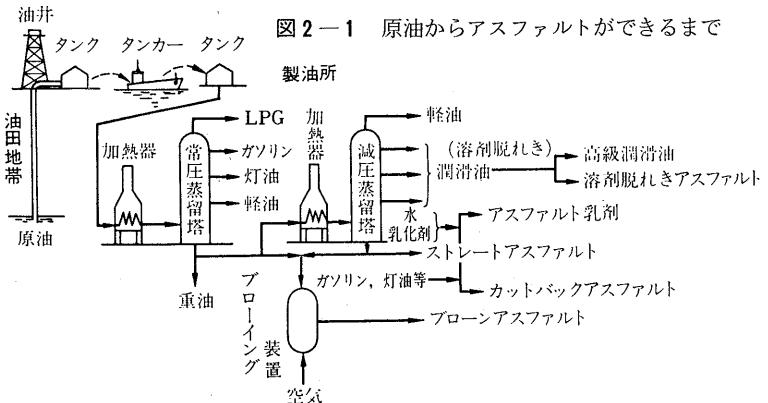


図2-2 道路投資額とストレートアスファルト需要の推移<sup>1)</sup>

図2-1 原油からアスファルトができるまで



れている。用途のうち需要量からみると舗装用が約90%を占めており、単にアスファルトというときは舗装用アスファルトをさすことが多い。<sup>1)</sup> 図2-2はストレートアスファルトの需要量の推移と道路投資額を示している。昭和30年代は100万トン以下の需要量であったが40年代に急伸長を続けて48年には470万トンに達した。その後、オイルショックの影響で需要の低下が見られ、その後、53~54年には一時回復の兆しをみせたが、55年以降は、やや低迷気味である。

### ストレートアスファルトの性質

ストレートアスファルトは通常、いろいろな粒径の骨材と混合の後、道路舗装の路盤・基層・表層に敷設、締め固められて交通に開放される。施工においては骨材との混合、敷きならし、締固めの各工程を通じて適度な温度と粘度の関係を有していなければならない。また供用においては外力による破壊作用に対して抵抗できる強さを有し、長期にわたって変質しにくいものでなければならぬ。図2-3は施工・供用の各温度条件におけるアスファルトの性質を示したものである。この図からもわかるようにアスファルトの基本的な性質は、温度の変化に対するアスファルトの挙動の変化に左右されるもので、これらの性質の評価が規格に反映されることが望ましい。<sup>2)</sup>

#### 1) アスファルトの感温性

アスファルトの性質が温度によって著しく変化することはすでに述べたが、この温度の変化に対する性質の変化のしやすさを感温性という。アスファルトの性質を試験温度に対する針入度あるいは粘度の関係で表わすこ

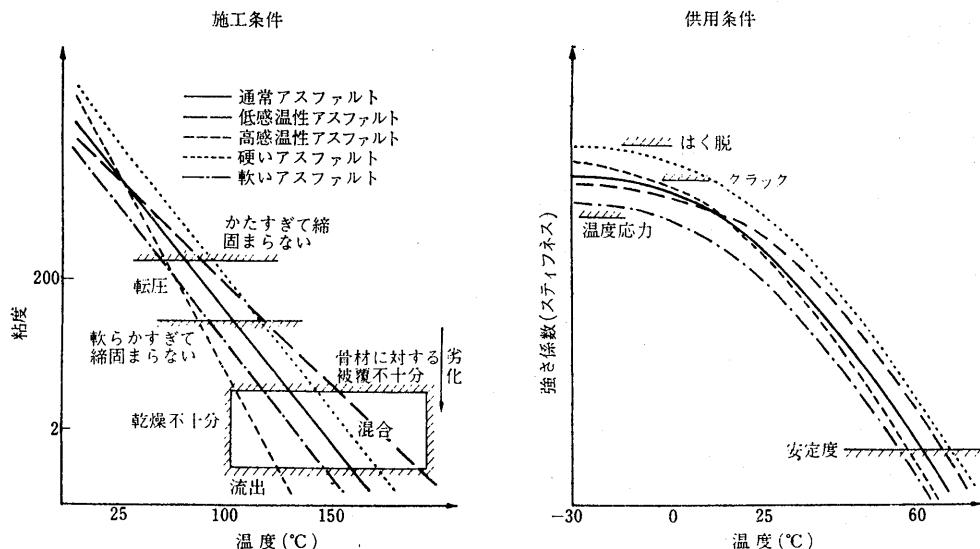


図2-3 施工、供用条件における各種アスファルトの温度に対する粘度特性および強度特性<sup>2)</sup>

とが多いが、いづれも log-log、あるいは log-log で直線関係にあり、これらの直線の勾配が感温性を示すものとして重要な意味をもつ。Pfeiffer と van Doornmaa<sup>3)</sup>はこの関係を利用して実用上非常に便利な感温性指数、すなわち針入度指数（P.I.）を提案した。(1)式はアスファルトの針入度と軟化点から P.I. を求める計算式である。

$$\frac{\log 800 - \log \text{Pen}}{T_{R\&B} - T} = \frac{20 - \text{P.I.}}{10 - \text{P.I.}} \times \frac{1}{50} \quad \dots \dots (1)$$

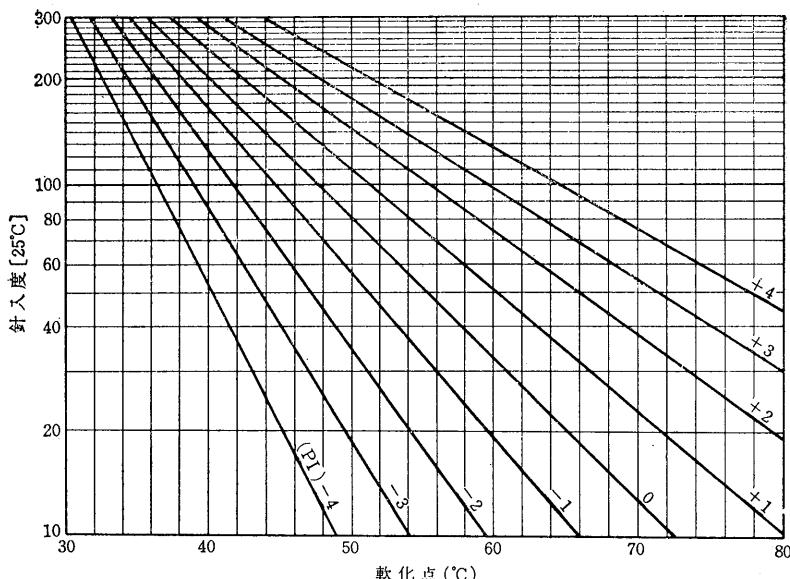


図2-4 舗装用アスファルトのP.I.チャート<sup>1)</sup>

(1)式から計算されるストレートアスファルトのP.I.は  $-2.0 \sim +2.0$  の範囲が普通である。P.I. の値が大きくなるほど感温性は低くなり、混合物が高温でフランクや流動を起こしにくく、低温でクラックやはく脱を起こしにくい、すなわち安定性が優れているといえる。P.I.を計算によらず簡単に求めるノモグラフを図2-4に示す。<sup>1)</sup>

## 2) アスファルトの粘弹性

アスファルトは高温で液状であるが、低温では極端に粘度が増大するとともに弾性的な性質を表わすようになってくる。このように程度の差はある粘性と弾性が共存する物質のことを粘弹性体といいう。アスファルトは典型的な粘弹性体で、学問的にはフォークトおよびマックスウェルの両模型をいろいろな形で組み合わせて説明がなされているが図2-5は最も分かりやすい4要素モデルの場合の説明図である。アスファルトに荷重がかかった場合、瞬間に弾性挙動を示したのち粘性挙動が加味されて粘弹性挙動が続き、非常に長時間の載荷状態では粘性が支配的なものとなり変形が継続する。そして荷重を取り去った時、弾性回復のあと永久変形が残る。このような現象をクリープ現象といい、載荷時間と変形係数から変形特性を求

めることができる。<sup>4)</sup> この変形係数を van der poel はスチフネス (Stiffness) と呼び、次のように定義した。<sup>5)</sup>

$$S = \left( \frac{\sigma}{\epsilon} \right) T, t \quad (2)$$

添字 T, t は温度および時間であり、この温度・時間の条件のときの応力  $\sigma$  をひずみ  $\epsilon$  で割ったもので、弾性体のヤング率または弾性係数に相当する。各種アスファルトに対する任意の温度と時間におけるスチフネスを求めるノモグラフが作製され、広く用いられている。<sup>5)</sup>

### 3) アスファルトの粘度

アスファルトは低温で固体、高温で液体となる。アスファルトの粘度とは、アスファルトを流体と考えた時の粘性係数のことであり、温度によって粘度の値は著しく異なる。アスファルトは通常、施工を加熱状態（粘度の低い状態）で行い、施工完了後、常温または低温状態（粘度の高い状態）で実用に供されている。施工の良し悪しは後の供用寿命に大きく関係するため施工時のアスファルトの粘度の設定が重要である。また、交通解放の後、クラック、塑性変形、流動などの破壊現象が起きないようにするためにアスファルトの種類を選んで用いる傾向にある。アスファルト混合物の混合の機構で重要なことは、アスファルトで骨材の表面を十分にぬらすことであり、また転圧に際して良好な締固めを得るためにある粘度幅内の温度が保たれなければならない。Krom<sup>6)</sup> からはこれらの施工過程の最適粘度として、ぬらすためには 200 センチストークス（2 ポアズ）、締固めには 20,000 センチストーク（200 ポアズ）を提案している。最近特に問題になっているものとして、わだち掘れがあるが、これは高温時における重交通によって生ずる舗装面の塑性変形で、日本アスファルト協会では重交通用アスファルトの粘度を 60°C で 14,000 ± 4,000 ポアズと提案し、アスファルト舗装要綱規格に採用されている。<sup>7)</sup>（別項「セミブローンアスファルト」参照のこと）

### 4) アスファルトの付着性

アスファルト混合物では、まずアスファルトが骨材表面に常に付着しており、かつ十分な接着強度を有していないなければならない。アスファルト混合物のはく離現象は、舗装中に水が浸透し、アスファルトの界面張力より水のそれが小さいので、微小な間げきを通じて骨材表

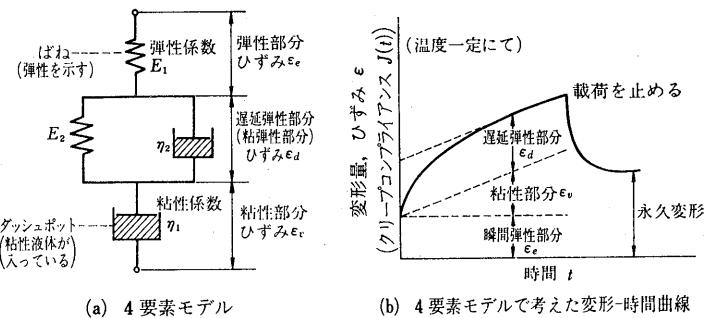


図 2-5 粘弾性的性質の考え方<sup>10)</sup>

面に浸透した水分が碎石に付着したアスファルトにとって代り、アスファルトが骨材表面からはく離する現象である。このはく離現象を抑制するためにはアスファルトが骨材の表面に良く付着していることが重要で、混合時に液体状態でのアスファルトが骨材表面を十分に被覆（ぬらす）していかなければならない。骨材表面のぬれの程度はアスファルトの粘度と骨材表面の粗さに関係している。<sup>8) 9)</sup>しかし最も効果的なはく離防止対策は良い混合物を作ることである。すなわち混合前の骨材の加熱、乾燥を徹底すること、混合時にはアスファルトの適正な粘度域において十分に混練することが大切である。そして施工に際しては適正な空隙率を得るために十分な締め固めを行なう必要がある。

以上、アスファルトが有している主要な性質について述べたが、この他にも体膨張係数・比熱・熱伝導度・電気的性質・吸水・透水係数などの物理的性質も重要であるが紙面の都合で省略する。その他、アスファルトの化学的性質に関する、アスファルトの組成はアスファルテン・レジン・オイルの 3 成分で構成されていると考えられているが（アメリカ鉱山局法）、極端な高温に加熱したり、あるいは長時間加熱貯蔵がなされるとアスファルテン分が増加して硬いアスファルトに変化する特性がある。アスファルト混合物の混合・運搬・敷設の工程である程度のアスファルトの硬化は避けられないが、最小限に留めるために温度管理に十分注意する必要がある。舗装用ストレートアスファルトは 180 °C 以上に加熱してはならない。<sup>7)</sup>

### ストレートアスファルトの規格試験とその意味

前節でアスファルトが有している基本的な性質について述べたが、舗装用材料として要求される性質を検討するため、現在行なわれている関連試験法をあけると次の如くである。<sup>10)</sup>

- (a) 粘性と感温性：粘度，針入度，軟化点，伸度，  
フーラス破壊点各試験
- (b) 耐久性：蒸発量，薄膜加熱，アスファルト回収各  
試験
- (c) 付着性：はく離，粘度各試験

これらの試験方法の詳細はJIS, ASTM, アスファルト舗装要綱などに定められているので、ここでは各試験法の特徴と意義について簡略に述べることとする。

針入度試験 (JIS K 2530)：荷重100g, 温度25°C, 時間5秒の条件でアスファルトに針を貫入させ、アスファルトの硬さを貫入深さ(1/10mm)で表わす。アスファルトの種類の分類に用いられ、性質を判定する上で最も一般的な試験である。

軟化点試験 (JIS K 2531)：温度の上昇とともにアスファルトが軟らかくなる程度を同一コンシステンシーに達する温度で表わすもので、同一針入度の場合、軟化点の高いアスファルトほど温度変化に対して安定である。

伸度試験 (JIS K 2532)：定形の試料を定温水中で引張り、一定の引張速度で破断するまでの長さで表わす。工学的根拠が明確でなく、アスファルトの品質を評価する試験としての位置づけは低い。

蒸発量試験 (JIS K 2533)：アスファルトを加熱溶融して用いる際、蒸発分と針入度の変化を測定して性状の変化の程度を知るものである。蒸発量が大きく、針入度の低下が大きいアスファルトは熱安定性に劣り、供用期間中にクラックなどの破壊現象を起しやすい。

蒸発後の針入度比 (日本道路協会規格)：蒸発量試験を行ったサンプルで未搅拌のものと搅拌のものの針入度の比を百分率で表わしたもので、加熱によってアスファルトに不均一な層ができるものは好ましくない。

薄膜加熱試験 (ASTM D 1754)：アスファルトの加熱による硬化の程度を測定するもので、この試験結果がアスファルトプラントにおける加熱劣化に極めて近い値を示すため、品質の評価試験として欠かすことのできない試験である。

フーラスせい化点試験 (JIS A 6011)：アスファルトは低温になるとろくなる性質があるが、この試験は規定条件のもとでアスファルトに曲げ変形を与えて破壊点の温度を測定するものである。ストレートアスファルトでは針入度の大きいものほど、また同

一針入度級ではP.I.の高いものほど低い傾向を示す。  
粘度試験 (ASTM E 102, ASTM D 2170, 2171,

JAA 001)：アスファルトの試験のなかで最も重要なものの一つである。施工、供用中を通じてアスファルトおよび混合物の挙動を支配するのは粘度である。使用するアスファルトの粘度特性に合った使い方をすることが良い舗装を作ることの基本である。

以上、アスファルトの主な試験法と意義について述べたが、この他にも不純物の混入をチェックするための三塩化エタン可溶分試験(JIS K 2534)、加熱溶融時の安全温度限界を定めるための引火点試験(JIS K 2274)、製品の受渡しおよび配合設計に必要な比重を測定するための比重試験(JIS K 2249)などがある。これらいくつかの試験の結果からアスファルトの性状が総合的に判断される。

#### ストレートアスファルトの問題点と今後の展望

舗装用ストレートアスファルトは、材料として維持補修工事が容易、短い工事期間、快適な走行性の確保など多くのメリットがあるが、反面いろいろな問題点も指摘されている。最近の主な問題点として、舗装表面のすりへり摩耗、クラック、わだち掘れがあるが、ある意味ではストレートアスファルトの宿命ともいえるものであろう。道路の種類は交通量の少ない市町村道路から重工業地帯を結ぶ重交通道路、遠距離高速道路と非常に巾が広いが、上記の問題は重交通道路と高速道路に集中している。特にすりへり摩耗については冬季タイヤチェーンまたはスパイクタイヤを用いる積雪寒冷地において著しい。これらの問題点を解決するために断面構造の強化、アスファルト混合物に用いる骨材の最大粒径、粒度曲線、フィラー／アスファルト量等の検討がなされ、大きな成果を上げているが、特にバインダーとしてのアスファルトの強さがますます重要視されてきている。わが国の舗装用ストレートアスファルトは針入度を中心として分類されているが、その選択にあたっては、硬さを特に重視する傾向にあり、実用要求性状にもとづく選択はなされていないように思われる。この意味で今後、実用性状によるアスファルトの評価方法と規格が導入され、ストレートアスファルトの道路舗装に対する利用の範囲と限界が示されることが望ましい。最近供用条件の厳しい道路舗装用バインダーとしてセミブローンアスファルト、ゴムアスファルト、樹脂入りアスファルトなどの特殊バインダーの開発が盛んに行なわれているが歓迎すべきこと

である。

一方、原油が重質化していく中で白油リッチの需要構成への推移にどのように対処していくかが、石油産業の大きな課題となっている。<sup>11)</sup>従来からも重質燃料油、アスファルトとして処理されてきた重質油を各種分解装置を通して得率を増やす試みが盛んであった。分解装置が大規模に稼動して重質油と軽質油の製造バランスが巧みに行われるようになると、アスファルト留出用の原油もこれまで以上に多種類にわたることが予想される。したがって舗装用として要求される一定品質のストレートアスファルトの安定供給を図ることが石油メーカーに課せられた今後の重要な課題であろう。

以上、ストレートアスファルトの用途・性質・規格について簡単に述べるとともに、現在の問題点についてもふれた。記述の中で筆者の主観による部分もあるかと思われるが、ご批判を頂ければ幸いである。

## 参考文献

- 日本アスファルト協会編、『アスファルトポケットブック』、『最近のアスファルト事情』(1981)
- Dormon, G.M., The First Conference on Asphalt Pavement for Southern Africa, Durban, Jul. (1976)
- Pfeiffer, J.ph., Van Doormaal, P.M., J. Inst. pet., 22, 414, 1936.
- 牛尾俊介、『石油学会誌』、第21巻第3号、1978年、5月
- Van der Poel, J. Appl. Chem., 4, 5, 1954.
- Krom, G.J., Dormon, G.M., Seventh World Petroleum Congress, Mexico, April, 1967
- 日本道路協会編、『アスファルト舗装要綱』、昭和53年
- Thelen, E., Highway Research Board, Bulletin 192, 63, 1958
- 昆布谷竹郎、『舗装』第5巻第7号、27, 1976.
- 菅原照雄他編、『土木材料III(アスファルト)』、44、昭和49年5月、共立出版
- 橘宗昭、『ペトロテック』Vol. 3, No 12, 1115, 1980

〔文責：牛尾俊介 シエル石油技術研究部〕

## 2-2 アスファルト乳剤

### アスファルト乳剤について

アスファルト乳剤は、アスファルトを微細な粒子として、乳化剤、安定剤を含む水中に分散させた褐色の一様な液体で、分散粒子の粒径は1~3μm程度である。

#### 種類

アスファルト乳剤はアスファルト粒子のイオン化により、カチオン系(プラスに帶電)、アニオン系(マイナスに帶電)そしてノニオン系(無電荷)に大別される。図2-6にカチオン系、図2-7にアニオン系乳剤のモデルを示す。

舗装用材料としては、カチオン系がその需要量の大半を占め、アニオン系は特殊な用途に使用されることが多い。

#### 製造

アスファルト乳剤は、原則として舗装用アスファルトに用いるが、用途によっては、これに石油系の溶剤を加える場合がある。もう一つの原材料である乳化剤には界面活性剤と安定剤があり、これらを組合せて水中に溶かし乳化液とし、各種用途別のアスファルト乳剤が製造される。

このようにして製造された各種のアスファルト乳剤は

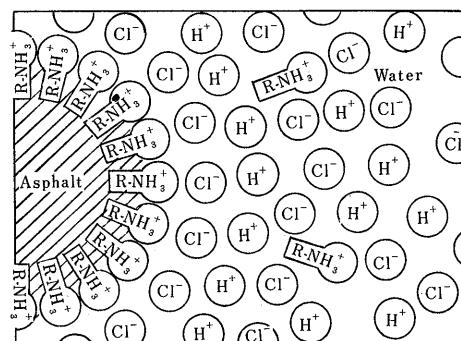


図2-6 陽イオン分散粒子

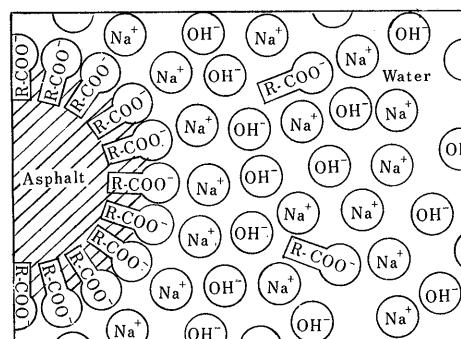


図2-7 陰イオン分散粒子

いずれもそれぞれ均一な散布性、良好な浸透性、常温における混合性と分解性など、結合材として優れた特性をもっており、目的に応じて使い分けられる。

これらアスファルト乳剤の製造工程の概略が図2-8であり、アスファルトと乳化液をそれぞれ適当な温度にした上で、乳化機を通して乳化する。

両者の割合は、一般にアスファルト50~65%、乳化液35~50%である。

#### アスファルト乳剤の品質について

アスファルト乳剤は、最近JISの改訂が行われ品質の安定した標準が制定されるに至った。なお日本アスファルト乳剤協会では、JIS以外の品質をもつアスファルト乳剤については別に協会規格（JEAAS）を定め、製品の品質向上をはかっている。また特殊な用途に使用される製品には各社が定めたそれぞれの規格がある。

JIS K 2208-1980

この規格では、道路舗装、護岸防水、のり面保護などに用いる石油アスファルト乳剤について規定されている。

アスファルト乳剤はその性状により、カチオン乳剤とアニオニン乳剤に分けられ、それらの種類および記号を示したのが表2-2で、その品質および性能の規定が表2-3である。

#### 日本アスファルト乳剤協会規格（JEAAS）

JISによらない高濃度アスファルト乳剤（PK-H）、ゴム入りアスファルト乳剤（PK-R）、カットパックアスファルト乳剤（MK-C）については、日本アスファルト乳剤協会でその規格を表2-4のように定めている。

#### JIS、JEAAS以外の規格

JISあるいはJEAAS以外の品質をもったアスファルト乳剤も、用途に応じて各メーカーが製造、販売しております、それに適した規格を定めている。

特殊製品は限定された用途に使用され、その性能をより良く発揮するようにしたもので、プライムコート用、常温混合による補修用、表面処理用などのアスファルト乳剤がある。道路以外に大量に使用されているアスファルト乳剤の例としてA乳剤（日本国有鉄道による名称）がある。これは国鉄のスラブ軌道の充填材であるセメントアスファルトモルタルに用いられるアスファルト乳剤で、特殊製品の一例として国鉄が定めた標準規格を示す

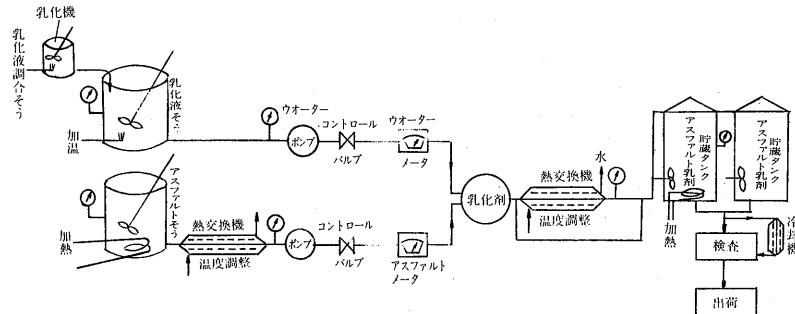


図2-8 乳剤製造系統図

表2-2 種類および記号 (JIS K 2208)

種類		記号	用途
カチオン乳剤	浸透用	1号 PK-1 2号 PK-2 3号 PK-3 4号 PK-4	温暖期浸透用及び表面処理用 寒冷期浸透用及び表面処理用 プライムコート用及びセメント安定処理層養生用 タックコート用
	混合用	1号 MK-1 2号 MK-2 3号 MK-3	粗粒度骨材混合用 密粒度骨材混合用 土まじり骨材混合用
	浸透用	1号 PA-1 2号 PA-2 3号 PA-3 4号 PA-4	温暖期浸透用及び表面処理用 寒冷期浸透用及び表面処理用 プライムコート用及びセメント安定処理層養生用 タックコート用
	混合用	1号 MA-1 2号 MA-2 3号 MA-3	粗粒度骨材混合用 密粒度骨材混合用 土まじり骨材混合用

備考 P: 浸透用乳剤 Penetrating Emulsion  
M: 混合用乳剤 Mixing Emulsion  
K: カチオン乳剤 Kationic Emulsion  
A: アニオニン乳剤 Anionic Emulsion

と表2-5のとおりである。

#### アスファルト乳剤の用途

アスファルト乳剤が、わが国で初めて使われ始めたのは、大正の終りころ、当時の東京市が大震災で荒廃した道路の舗装に使用したのが始まりといわれている。その後、製造技術と施工技術の発達により、応用面がだいに拡大され、乳剤の種類そして用途も増えていった。

アスファルト乳剤の年度別需要量は表2-6のとおりであるが、その大部分は道路舗装用および補修用である。その主な用途と工法について概述する。

#### ①砂利道の歴青路面処理

大型車交通量の少ない道路では、在来砂利層の路面を整正し、またはその一部を補強したうえに歴青材料等による処理層を施して交通に供しても、十分に耐久性を保ち得ることが多い。

このような道路を対象として歴青路面処理指針が検討

表2-3 品質および性能 (JIS K 2208)

項目	カチオン乳剤						アニオニン乳剤								
	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	
エンジラード (25°C)	3~15	1~6		3~40				3~15	1~6		3~40				
ふるい残留分 (1190 μm) %	0.3 以下						0.3 以下								
付着度	$\frac{2}{3}$ 以上			—			—			—					
骨材被膜度 (40°C, 5分)	—						$\frac{2}{3}$ 以上			—					
粗粒度骨材混合性	—			均等であること			—			均等であること					
密粒度骨材混合性	—						均等であること			均等であること					
土まじり骨材混合性 %	—						5 以下			—					
粒子の電荷	陽 (+)						陰 (-)								
蒸発残留分 %	60 以上		50 以上		57 以上		60 以上		50 以上		57 以上				
蒸発残留物	針入度 (25°C)	100 を超え 以下	150 を超え 以下	100 を超え 以下	60 を超え 以下	60 を超え 以下	60 を超え 以下	100 を超え 以下	150 を超え 以下	100 を超え 以下	60 を超え 以下	60 を超え 以下	60 を超え 以下		
	伸度 (15°C) cm	100 以上			80 以上			100*以上			80 以上				
	三塩化エタン可溶分 %	98 以上			97 以上			98 以上			97 以上				
貯蔵安定度 (5日) %	5 以下						5 以下								
凍結安定度 (-5°C)	—	粗粒子、塊のないこと	—			—	粗粒子、塊のないこと	—			—				

表2-4 日本アスファルト乳剤協会規格 (1979)

## 高濃度アスファルト乳剤

## カットバックアスファルト乳剤

## ゴム入りアスファルト乳剤

項目	種類	PK-H	項目	種類	MK-C	項目	種類	PK-R
セイボルトフロール度 (50°C) 秒	20~500		セイボルトフロール度 (25°C) 秒	30~500		エングラー度 (25°C)	2~30	
ふるい残留物 (1190 μm) %	0.3 以下		ふるい残留物 (1190 μm) %	0.3 以下		ふるい残留物 (1190 μm) %	0.3 以下	
貯蔵安定度 (5日) %	5 以下		貯蔵安定度 (5日) %	5 以下		貯蔵安定度 (5日) %	5 以下	
付着度	% 以上		凍結安定度 (I) (-5°C)	合 格		付着度	% 以上	
凍結安定度 (I) (-5°C)	合 格		密粒度骨材混合性	合 格		凍結安定度 (I) (-5°C)	合 格	
粒子の電荷	陽 (+)		粒子の電荷	陽 (+)		粒子の電荷	陽 (+)	
留出油分 (360°Cまでの) 容量 %	5 以下		留出油分 (360°Cまでの) 容量 %	3~20		残 残 物 %	57 以上	
残留物 (360°Cにおける) 容量 %	65 以上		残留物 (360°Cにおける) 容量 %	50 以上		蒸発残留物 (25°C)	60~300(2)	
針入度 (25°C)	80~300(2)		フロート試験 (60°C) 秒	20~170		伸 度 (5°C)	100 以上	
伸度 (15°C) cm	100 以上		伸度 (10°C)	80 以上		三塩化エタン可溶分 %	96 以上	
三塩化エタン可溶分 %	98 以上		三塩化エタン可溶分 %	97 以上				

表2-5 A乳剤製品規格

表2-6 アスファルト乳剤出荷数量 (t)

(日本アスファルト乳剤協会調べ)

試験項目	規定
粒子の電荷	規定しない
エングラー度 (25°C)	5~15
ふるい残留物 (1190 μm) %	0.3 以下
貯蔵安定度 (5日) %	5 "
低温安定度 (-5°C) %	合 格
セメント混合試験	"
蒸発残留物 %	58~63
針入度 (25°C)	60~120
伸度 (15°C) cm	100 以上
四塩化炭素可溶分 %	97 "

年度	浸透用	混合用	高濃度	その他	計
50	283,367	105,585	11,720	13,755	414,427
51	275,439	88,207	13,867	12,478	389,991
52	298,039	85,335	14,107	18,173	415,654
53	317,114	76,266	14,515	25,757	433,652
54	299,997	64,364	16,644	21,741	402,746
55	270,571	55,401	14,333	15,340	355,645

されており、これによりアスファルト乳剤のより適正な使用基準が定められよう。

路面処理は、3cm以下の表層からなり、場合によっては路盤と表層を兼ねた構造とすることもある。

この歴青路面処理にはアスファルト乳剤を用いた工法として、路盤には乳剤安定処理、セメント・乳剤安定処理、表層には浸透式、常温混合式の各工法があり、安定処理と常温混合にはMK-1, 2, 3が、浸透式にはPK-1, 2, PK-Hが使用される。

## ②簡易舗装

浸透式工法：PK-1, 2が主に用いられる。混合設備の必要がなく、工費は一般に安価であり、注意して施工すれば耐久性のある舗装が得られる。

常温混合式工法：MK-1, 2を用い簡易プラントで骨材と混合し、その混合物を常温で舗設する工法である。配合は混合物のおさまりなどの面から粗粒配合が好ましい。また初期の安定性を保ち、水密に仕上げるためシールコートを施工する必要がある。

歴青安定処理工法：アスファルト乳剤を用いると、路上混合方式（スタビライザ）による常温混合が可能であり、施工性がよいことと同時に使用骨材の範囲も広くなる。この工法にはMK-2, 3が使用されるが、骨材に細粒分が多い場合にはMK-3が望ましい。

最近、セメントなどを併用して安定性を増す工法が試みられ、良い結果が得られているが、これにセメントとの混合性が良好なアニオン系もしくはノニオン系のアスファルト乳剤を使用することもある。

## ③アスファルト舗装

タックコート：PK-4またはPK-Rが使用され、その使用量は0.4～0.8ℓ/m<sup>2</sup>の範囲であるが、散布量が少ない場合には均一に散布することが大切である。

プライムコート：PK-3が一般的に用いられ、その散布量は0.8～2.0ℓ/m<sup>2</sup>の範囲であるが、車輪への付着を防ぐために砂などを散布する。PK-3の代りに路盤へよく浸透し、車輪への付着も少ないカットバック系ア

スファルト乳剤が使用されることも多い。

## ④維持修繕

表面処理：表面処理には防じん処理と既設舗装路面の表面処理があり、両方ともにアスファルト乳剤が多く用いられている。

市町村道には、まだ未舗装の砂利道が相当数あり、この防じん処理にPK-1, 2または浸透性、付着性向上させたカットバック系アスファルト乳剤が使用される。

表面処理は路面の状態や交通の状況によって、舗装の寿命を延ばすために行う予防処置、または路面の老化によるひびわれ、摩耗などを再生し、耐久性のある路面を得るために行なう。

その工法にはシールコート、アーマーコート、フォッギーシールなどがあり、PK-1, 2さらにPK-H, PK-Rなどの製品も使用される。混合式工法としてはスラリーシール、カーペットコートがあり、これに用いるアスファルト乳剤はMA-2, 3またはMK-2, 3あるいはスラリーシール用乳剤が、カーペットコートには半加熱用のアスファルト乳剤がある。

応急処置：ひびわれ、ポットホール、くぼみ、フラッシュなどは見つけしだい直ちに処置することが大切である。応急処置としてはPK-1, 2またはPK-Hを用いたシールや、常温混合物によるパッチング、小面積のオーバーレイを行なう。補修用の常温混合物は作業性が良く、交通車輛による飛散が少なく、必要に応じて使用できるよう貯蔵可能なものが好ましい。それらの性状を満足させる製品としてカットバックアスファルト乳剤（MK-C）があり多く使用されている。

アスファルト乳剤は常温使用、他材料との良好な混合性、樹脂などに比べ安価であることなど多くの特徴をもっている。今後はこれらの特性を生かし道路舗装以外の用途、例えば防水用、接着用、建材用、鉄道用などへの適用が期待できる。

〔文責：鈴木紀章 東亜道路工業総合技術研究所〕



## 2-3. カットバックアスファルト

### カットバックアスファルトについて

カットバックアスファルトとは、一般に針入度60-200の舗装用アスファルトに適当な溶剤を加えて粘度を低下させ、流動性をよくしたアスファルトで常温でも使用で

きる利点がある。

カットバックアスファルトは、アスファルトが溶剤中に混合溶解状態で存在しており、用いられる溶剤、すなわちカットバック油の量と質が製品の品質に大きな影響をおよぼす。カットバック油の大部分は石油留出油で、

その留出範囲は100~360°Cであり、カットバックアスファルト中に重量で10~40%が加えられている。カットバックアスファルトのコンシスティンシーはアスファルトの針入度と軟化点、溶剤の品質と配合量および、沸点範囲により相違する。

カットバックアスファルトの施工後における硬化はカットバック油の蒸発によるのが大部分であるが、その他骨材などによるカットバック油の吸収、カットバック油ならびにアスファルト自体の変質によるものである。

#### 材料の特性と主な用途

舗装用カットバックアスファルトの主な用途には、それぞれ適当な粘度と乾燥速度が要求され速硬性(R C)、中硬性(M C)に分けられる。規格は表2-7のとおりである。

#### 速硬性タイプのカットバックアスファルト

溶剤の蒸発速度がきわめて早いので、速硬性を必要とする用途に効果がある。また冬期でも凍結することなく、老化したアスファルトの若返りを計るなどの効果がある。しかし細粒度骨材に対する浸透性および混合性は悪い。主な用途は、

(イ)1層または2層の表面処理用

(ロ)浸透式マカダム用

(ハ)常温プラントおよび路上混合用

(ニ)冬期または寒冷地におけるタックコート用

#### 中硬性タイプのカットバックアスファルト

最もよく用いられるタイプで乾燥速度が中程度のため骨材に対して浸透性および混合性がよく、混合物は貯蔵できるなどの利点がある。

(イ)路盤の強化、養生を計るプライムコート用

(ロ)在来路盤を生かした2層または3層の防じん処理用

(ハ)加熱混合、常温補修用

#### その他、添加剤入りカットバックアスファルト

アスファルトの感温性を低減する目的で、加える添加剤や、はく離防止剤などの特殊な添加剤を用途に合わせ

表2-7 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 等級	R C				M C			
	70	250	800	3,000	70	250	800	3,000
引火点(タグ開放式) °C	—	30以上				40以上	65以上	
動粘度(60°C) C S <sup>①</sup>	70~ 140	250~ 500	800~ 1,600	3,000~ 6,000	70~ 140	250~ 500	800~ 1,600	3,000~ 6,000
分留試験(360°Cまでの全留出量に対する)容積%								
190°Cまで	10以上	—	—	—	—	—	—	—
225°C //	50以上	35以上	15以上	—	—	—	—	—
260°C //	70以上	60以上	45以上	25以上	20以上	15以上	—	—
316°C //	85以上	80以上	75以上	70以上	65以上	60以上	45以上	15以上
蒸留残留物(360°Cにおける)容積%	55以上	64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°C) <sup>②</sup>	80~250			80~250				
伸度(15°C) cm	100以上			100以上				
三塩化エタン可溶分%	99.5以上			99.5以上				
水分	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、材料がつぎ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	3,000
セイボルトフロール度・秒50°C	60~120	—	—	—
60°C	—	125~250	—	—
82°C	—	—	100~200	300~600

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分けることができる。80~120, 120~250

[注1] カットバックアスファルトはその等級に応じて粘度を調整しており、溶剂量は通常容積で10~40%の範囲にある。また、はく離防止剤などの添加剤を加えて使用することがある。

[注2] カットバックアスファルトは、その生産量の約半分が常温混合物用として自家消費されている。この場合、混合物の用途、目的が多岐にわたるため、使用されるカットバックアスファルトの規格は本規格に適合しない場合がある。

て配合し、使用される場合がある。

(イ)表面処理用の特殊改良品として用いられる

(ロ)常温補修用合材の改良や、袋詰め長期貯蔵用

(ハ)リサイクル合材の添加剤として検討されている

#### 製造方法

カットバックアスファルトは、大部分がバッチ式装置を用いて製造されている。すなわち適当なまに適量の溶剤とアスファルトを入れ機械的にかきませ、充分に均一な混合状態になったとき製品としてとりだす。この場合、溶解速度を上げるためにアスファルトをやや加温して加えることが多く、製造中に蒸発する溶剤はコンデンサーで回収するよう設計されている。また連続混合装置を

用いる場合もある。

#### アスファルトの選択

アスファルトは溶剤によく溶解し、溶解後分離や構造変化を起こさない安定なものであることが望ましい。またアスファルトの種類によっては、溶剤の乾燥速度に影響し、粘度が増大することがある。このため、長鎖アミン、アルコール、有機酸類を添加することがある。

#### 溶剤の種類と添加量

溶剤は適当な揮発性および溶解性をもち、あまり引火点が低すぎないこと、毒性がないことが必要である。

溶剤の蒸発速度は沸点範囲によって決まるだけでなく、

そのものの芳香族性によって左右される。また溶剤の添加量はその粘度に最も影響をおよぼす。

#### 現状と方向

カットバックアスファルトは、浸透式マカダム用および常温混合用として簡易舗装に使用されてきた。しかし、最近では、常温補修材および老朽化した既設アスファルト舗装の表面処理用として、その用途をひろげている。最も新しい用途としては、リサイクル合材の添加剤（再生剤）として検討されており、期待されるところである。

〔文責：大西練一　日進化成㈱技術研究所〕

## 2-4 改質アスファルト

### 2-4-1 セミブローンアスファルト AC-140

#### 使用目的と開発経過

セミブローンアスファルトAC-140は、従来のストレートアスファルトと比べ60°C粘度の高いブローン系アスファルトであり、道路のわだち掘れを軽減すべくわが国で特に最近開発を始めたアスファルトである。このアスファルトは加熱混合物のバインダーとして基層および特に表層用に使用することによって、わだち掘れの発生程度を大幅に押えることのできるものである。

近年、わが国ではアスファルト混合物の流動によるわだち掘れが目立ってきたことから、日本アスファルト協会アスファルト舗装技術委員会では、昭和50年4月にアスファルト舗装の緊急課題として、わだち掘れ対策用ア

スファルトの材料開発を探りあげ、以後、今日まで専門の分科会で研究検討され開発されたものである。なお昭和52年には建設省より建設技術研究補助金を受けて試験施工が行われ、昭和53年6月、アスファルト舗装要綱の第7章に規格が記載された。

#### 材料の特性

##### 規格

セミブローンアスファルトAC-140の日本道路協会規格を表2-8に示す。ここでACとはアスファルトセメントの略であり、140とはこの数値を100倍した値、すなわち14,000が60°Cにおける絶対粘度値ボアズの基準値であることを示したものである。

##### 原理および特徴

この規格値の制定根拠については既報<sup>1)-2)</sup>に詳しく述べてあるので、ここでは簡単に触ることとするが、主な点は以下のとおりである。

(1) 60°C粘度：わだち掘れを念頭に置いていた場合のアスファルトの硬さとして採りあげた一つの指標であり、数値14,000ボアズは諸外国の中のわだち掘れの少ない国のみに、わが国のわだち掘れを押えることを目標にして決定されたものである。±4,000ボアズは製造管理上必要な許容幅であり、この幅は軟化点でいうと±2°C以下に相当し、従来のストレートアスファルトと

表2-8 セミブローンアスファルトの規格（日本道路協会）

項目	種類	AC-140
粘度 (60°C)	poise <sup>①</sup>	14,000±4,000
動粘度 (180°C)	cSt <sup>②</sup>	200以下
薄膜加熱重量変化 %	%	0.6以下
針入度 (25°C, 100g, 5秒)		40以上
三塩化エタン可溶分 %	%	99.0以上
引火点 °C		260以上
比重 (25°C/25°C)		1.000以上
粘度比, 60°C (薄膜加熱後/加熱前)		6以下

(注) ①60°Cの粘度は減圧毛管式粘度計で測定する。試験方法は日本アスファルト協会試験法規格JAA-001(石油アスファルト絶対粘度試験方法)による。  
②動粘度は毛管粘度計を用いて測定する。140°C, 160°Cの測定値も明示しなければならない。他の測定器によって測定して動粘度を算出した場合は、測定器の形式と換算式を示さなければならない。

比べ極めて厳しいものになっている。

なお、一般的ストレートアスファルトの60°C粘度は、針入度40~60で約3,000~4,000ポアズ、60~80で約1,500~3,000ポアズ、80~100で約1,000~2,000ポアズであることをから、AC-140の60°C粘度は非常に高いレベルにあるといえる。

(2) 針入度：この規格ではアスファルトの硬さという意味合いかではなく、混合物曲げ試験における曲げぜい化温度が、従来から用いられているストレートアスファルトより高くならないよう配慮して決定した値である。

(3) 60°C粘度比：加熱混合時の粘度増加率が極端に高い場合は、早期にひびわれが発生しやすい傾向にあるという経験をもとに決定したものである。

(4) 180°C粘度：わだと掘れ対策という観点から60°C粘度の高いアスファルトとなつたが、在來の加熱混合物工法が適用できるよう高温粘度の上限を規定したものである。

### 製造法

<sup>2)</sup>既報で述べたようにこのAC-140を製造するにはセミブローイング法以外はない。ここでセミブローイング法とは、一般的防水用ブローンアスファルトを製造する場合の空気ブローイング方式と原理的には全く同一である。ただ防水用の場合と比べて到達軟化点が約60°C位と低いため、防水用の（フル）ブローイングと区別する意味でセミブローイング法といっている。ブローン系アスファルトの製造装置としては単独釜を使用してバッチシステムで製造する場合もあるが、最近では図2-9に示したような堅型コンバーターを用いた連続式の装置が多く採用

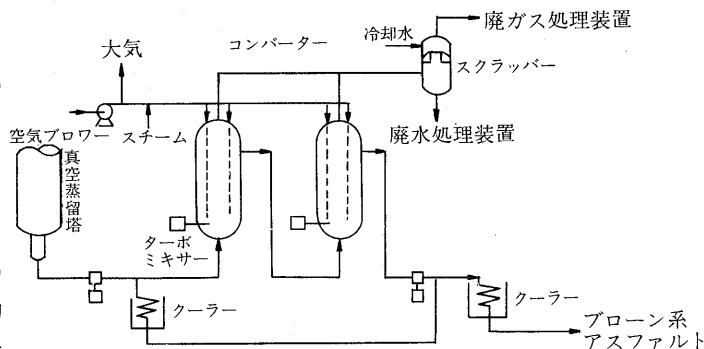


図2-9 連続式アスファルトブローイング装置系統図

されている。連続式の場合のブローイング温度は普通220~270°Cである。

### 使用実績および供用性

これまでの使用実績は、建設技術研究補助金事業としての試験舗装<sup>1)</sup>であり、関東以西90工区において施工され、表層あるいは表・基層の両方に用いられた。これまでの施工結果から、施工性は従来からのストレートアスファルトと大差ないこと、わだち掘れに対しては抑制効果が極めて大きいこと、累積大型車交通量に対する供用性サービス指標（PSI）の低下度合が、従来のアスファルト舗装より少ないと（図2-10）などがわかっている。

### 問題点と注意点

これまでの施工結果から主に以下の点が見出された。

- (1) アスファルトの60°C粘度および60°C粘度比が規格上限値を大幅に上まわる場合には、早期にひびわれが発生しやすい。
- (2) アスファルトの使用段階でストレートアスファルトの混入を受けると60°C粘度が低下する（図2-11）

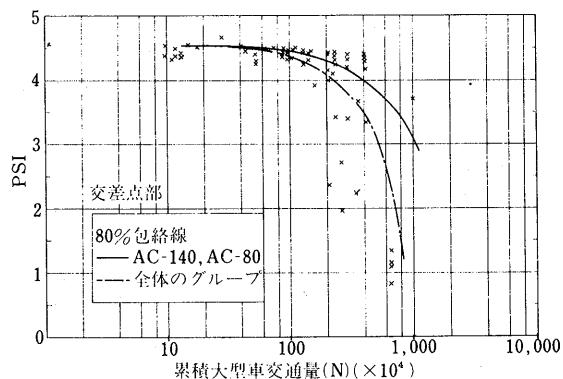
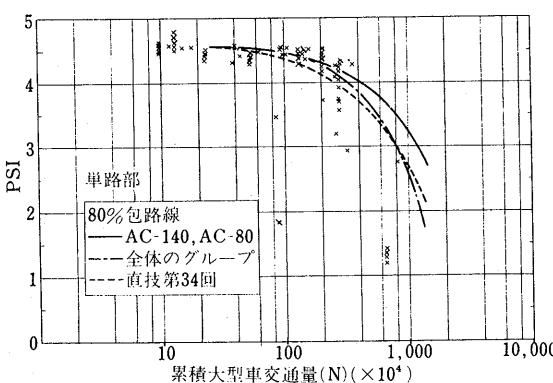


図2-10 累積大型車交通量と供用性（PSI）の関係

ので、受入れの場合はタンクを完全に空にしなければならない。

(3) 加熱混合物の温度低下を防ぐため運搬に当ってはシートをかけるなどの配慮が必要である。

(4) またジョイントはホットジョイントまたはタックを塗り、ジョイントヒーターを用いて暖めた後、一体となるよう十分締固める方法がよい。

(5) 表層用には密粒度アスコンが適している。

### 将来の展望

わだち掘れに対する効果は十分確認されたことから、近い将来重交通道路などでその性能を發揮することになる。ただ、ストレートアスファルトと比べると若干ひびわれの発生しやすい傾向にあることから、現在60°C粘度を10,000ポアズ程度に落したものについて、試験施工が実施<sup>\*</sup>されている。

\* 日本アスファルト協会試験舗装調査分科会（分科会長飯島尚氏）が建設省の協力を得て、関東以西11工区において実施中。なお、セミブローンアスファルトは現在市販されていない。

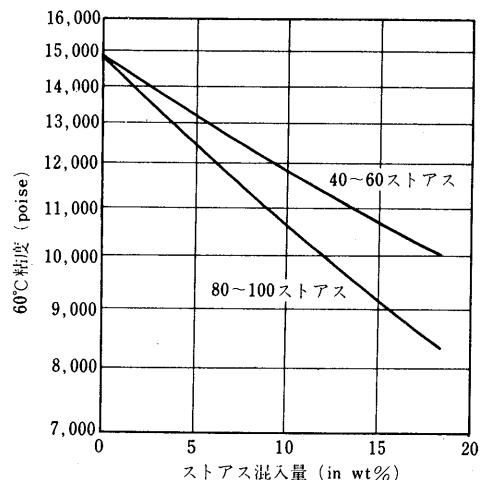


図2-11 ストレートアスファルト混入による  
60°C粘度低下

### 引用文献

- 1) 第42回アスファルトゼミナール：アスファルト，23, No. 127, 34 (1981)
- 2) 林 誠之：アスファルト，20, No. 112, 5 (1977)  
〔文責：林 誠之 日本石油㈱中央技術研究所〕

### 2-4-2 ゴム入りアスファルト

#### 使用の経緯

アスファルトにゴムを添加して、アスファルト舗装の性質を改善しようとする試みは、西欧諸国において、19世紀前半から行なわれてきたが、改質材としてのゴムが、アスファルトの価格と比較して極めて高価なため、得られた改質アスファルトが高価格になると、舗装材料としてその供用性と施工性が相反する関係にあるため、その使用条件に種々の制約を生ずるなどの理由により、本格的に使用されるまでに至らなかった。

わが国にゴム入りアスファルト舗装が登場したのは、昭和27年、東京都がNR（天然ゴム）粉末を用いたものが最初で、同年神戸市が屑ゴムにより、続いて昭和29年には、北海道開発局によりNR粉末が国道36号線に使用された。昭和35年には天然ゴム研によりNR/アスファルトマスターバッチ方式が開発され、プレミックス方式が商品化された。その後、国内における石油化学の発展とともに、NRと併せて合成ゴムのSBR（スチレン・ブタジエンゴム）も多量に使用されるようになった。

プラントミックス方式は、昭和40年に輸入SBRラテックスにより札幌市で、翌年北海道開発局の手で国道36号線に実施された。一見、極めて乱暴に見えるこの方式は、簡便かつ合理的にゴム入りアスファルト混合物が製造し得ることと、国産SBRラテックスの登場（昭和42年国道12号線）により、急速に需要が伸び、最近では表2-9に見られるように年間10~15万トン

表2-9 ゴム入りアスファルトの需要動向（アスファルト換算 ton）

種類	年度	アスファルト換算 ton					
		49	50	51	52	53	54
プレミックス	ゴム入りアスファルト	24,300	22,500	36,900	38,500	41,600	46,500
	脂樹ゴム入りアスファルト	7,500	6,900	6,500	10,100	13,200	13,400
	小計	31,800	29,400	43,400	48,600	54,800	59,900
プラントミックス		37,500	39,000	50,000	62,500	76,000	85,000
総計		69,300	68,400	93,400	111,100	130,800	144,900
							120,500

日本ゴムアスファルト協会調査

(アスファルト換算)が、耐摩耗・耐流動・すべり止め舗装用のバインダーとして広く使用されるようになった。

### ゴム入りアスファルトの種類と製造方法

ゴム入りアスファルトは、その製造方式からプレミックス方式とプラントミックス方式の2方法に分類され、これらの原料ゴムとしては、NR、SBRおよびこれらのラテックスが使用されている。

プレミックス方式とは、図2-12に示すとおり予め工場で加熱アスファルト中にゴムまたはラテックスを溶解し、助剤等を加えて結合させてゴム化アスファルトとし、混合所にバインダーとして供給する方式である。

プラントミックス方式とは、図2-12に示したように在来のアスファルト混合所で、アスファルト噴射直後に直接ラテックスをパグロミ中に添加し、ゴム入りアスファルト混合物を製造する方法である。

### ゴム入りアスファルトの特性

一般に知られているように、アスファルトはマルテン

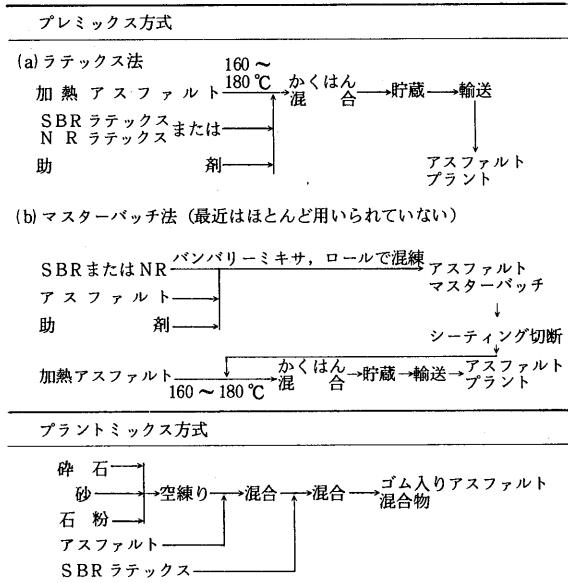


図2-12 ゴム入りアスファルトの製造工程

を溶媒とし、アスファルテンに富んだ粒子を溶質とするコロイドとされている。ゴムをアスファルトに添加した場合、ゴム粒子(粒子径500~1500Å)は、マルテン中に膨潤溶解し、粘性の高い状態となってアスファルテンに富む粒子を覆うものと考えられる。それ故、添加するゴムの種類・性質・量ばかりでなく、原料アスファルトの種類・品質等でかなりバインダー性状が異なる<sup>1)</sup>。

表2-10<sup>2)</sup>は、ゴムの種類によるバインダー性状の変化を示し、表2-11<sup>3)</sup>は、添加するゴムの質的変化——ムーニー粘度(分子量分布の一つの尺度)の相違——がバインダー性状に及ぼす影響を示し、表2-12<sup>4)</sup>は、原料アスファルトの相違によるバインダー性状を示した。またゴムの添加量が増えるとアスファルトの質的変化の影響はかなりうすめられる。

表2-13は、一般的に広く用いられているアスファルト舗装用SBRラテックス(国際合成ゴム生産者協会品質基準)の性状で、乳化重合により製造されている。

表2-10 ゴムの種類とゴム入りアスファルトの性状<sup>2)</sup>

項目	種類	原料アスファルト	NR*	SBR	CR	SIR
ゴム量(固形分)%	0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
針入度( $25^{\circ}\text{C}$ , 100g, 5秒)	89	84	89	96	86	
軟化点 $^{\circ}\text{C}$	45.5	50.0	49.5	47.0	46.5	
タフネス( $25^{\circ}\text{C}$ ) kg·cm	25.3	125.9	36.7	48.8	55.8	
テナシティ( $25^{\circ}\text{C}$ ) kg·cm	1.1	98.3	8.3	24.4	26.7	
蒸発減量試験	針入度%	88.8	74.2	72.7	74.5	98.6
	針入度比%	92.4	86.2	92.8	96.1	95.8
セイボルト フロール 秒	140 $^{\circ}\text{C}$	110	271	215	178	187
	160 $^{\circ}\text{C}$	50	131	110	82	78
	180 $^{\circ}\text{C}$	27	36	57	37	36

注) \* : 加硫物

表2-11 品質性状の異なるSBRラテックスによるバインダー性状の影響<sup>3)</sup>

試験項目	latex 添加量%	SBR latex A			SBR latex B			アスファルト 舗装要綱の 標準的性状
		St 60/80 0	3	4	5	3	4	
針入度( $25^{\circ}\text{C}$ )	76	53	45	39	66	62	59	
軟化点( $^{\circ}\text{C}$ )	49.0	62.0	69.5	76.5	55.0	57.5	59.5	+5 $^{\circ}\text{C}$ 以上
伸度( $7^{\circ}\text{C}$ )	6	100+	100+	100+	100+	100+	+50以上	
toughness kg·cm	47	158		270	79	84	92	+15以上
tenacity kg·cm	11	95		204	26	29	33	+8以上
60 $^{\circ}\text{C}$ 粘度 poise	1600	5100		45000	4000		7000	

表2-12 原料アスファルトの相違によるゴム入りアスファルトの性状<sup>\*4)</sup>

項目	原アスの種類	A	B	C	D	E
針入度(25°C, 100g, 5秒)	94	91	89	96	94	
軟化点 °C	48.0	47.0	48.5	47.5	46.5	
タフネス(25°C) kg·cm	81.7	51.5	34.2	22.3	47.8	
テナシティ(25°C) kg·cm	53.9	24.4	9.8	5.5	23.1	
伸度(5°C) cm	24	48	40	41	16	

注) \* : 天然ゴム 2% (ゴム固型分)

ゴムによるアスファルトの改質効果は、バインダーとして次の点が挙げられる。

- 1) 粘弾性状の改善
  - 2) 感温性状の改善
  - 3) 耐老化性状の改善
- また、舗装体に及ぼす効果として
- 1) 高温性状の改善：わだち掘れ、コルゲーション、フラッシュ防止
  - 2) 低温性状の改善：亀裂、すりへり防止
  - 3) 耐久性の改善

などが挙げられる。勿論、これらの特性は碎石・砂・石粉などの品質、配合組成、粒度分布に大きく依存することはいうまでもない。

ゴム入りアスファルト混合物は、そのバインダー特性から、バインダー量を多くすることが出来、かつ骨材に対する膜厚を厚くし得るため、密粒度ギャップアスコン、細粒度ギャップアスコン等でその特性を活かすことができ、またフィラーフーの多い配合においても、フィラービチューメンの強化を図ることができる。

#### 問題点とその対策

ゴム入りアスファルト舗装の問題点は、その材料特性から供用性が改善される一方、施工性に難点を生ずることである。言葉を換えれば、長所と短所が裏腹に存在しているといえよう。通常のアスファルト舗装が温度に依存するのと同様、ゴム入りアスファルト舗装の施工においては、より温度に対する依存度が大きい。即ち、供用性の効果は、施工方法および施工時の温度管理によって支配されるといつても過言ではない。

このため、混合物の製造と舗設は、一般のアスファルト混合物より温度を若干高くしなければならない。良好な舗装体を得るために、敷均し、転圧作業は手早くかつ円滑に行なわなければならない。特に2次転圧は少な

表2-13 アスファルト舗装用SBRラテックス品質基準  
(国際合成ゴム生産者協会品質基準)

SBR ラテックス	
全固体分 %	50±0.5
ラテックス粘度(25°C) CPS	300以下
結合ステレン %	23±2
pH(25°C)	9.0~11.0
凝固分(対ラテックス) %	0.05以下

プラントミックスに使用されるSBRラテックスの使用量は6~10%である。

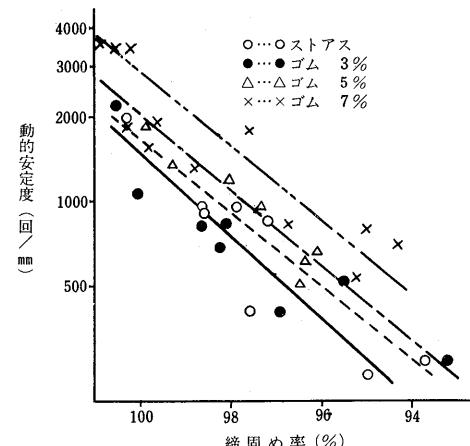


図2-13 締固め率と動的安定度

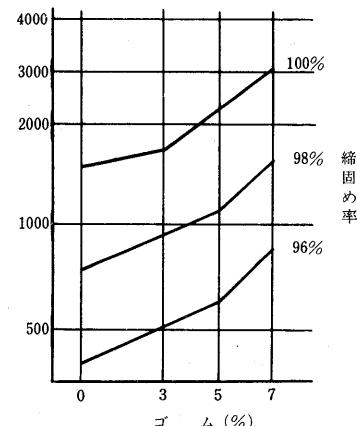


図2-14 ゴム量と動的安定度

くとも130°C以上で転圧を開始することが好ましい。

図2-13~図2-16は、細粒度アスコン(As量 6.6%)における締固め条件と供用性との関係を示した。これによても明かなように、締固め条件が供用性効果に大きく影響することが良く判る。

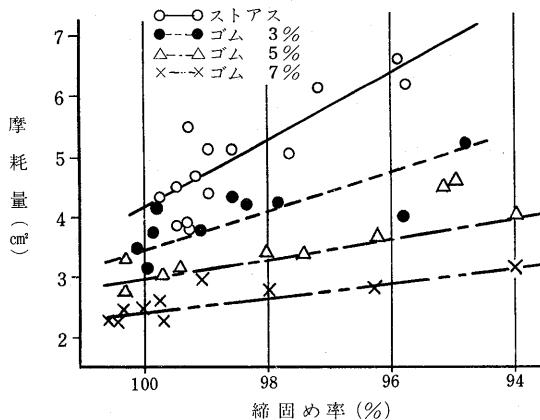


図2-15 締固め率と摩耗量

また、冬期間の施工には施工温度の確保と併せて転圧効果の大きなローラまたは足の早いローラの使用等、施工機械面からも充分配慮しなければならない。

#### 今後の課題

高分子化学の新しい展開は、高分子材料の用途開発が活潑に行われるようになり、従来のゴム入りアスファルトとは異なる領域ものも出現し、舗装材料としての位置付けも複雑さを増しつつある。したがって、今後は材料の品質基準の見直し、材料の発達とともになった簡便な

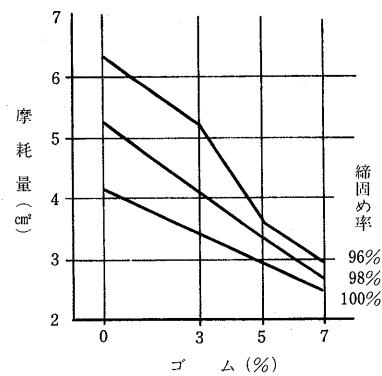


図2-16 ゴム量と摩耗量

検収方法の開発をはじめ、材料の特性に適応した使用目的、舗装構成、配合、施工方法、施工機械等を検討することが重要な課題である。

#### 参考文献

- 1) 金野; 舗装 9月号 (1977年)
  - 2) 太田; アスファルト Vol 22, No. 118 (1979)
  - 3) 金野; 第14回日本道路会議投稿中
  - 4) 太田; アスファルト Vol 22, No. 118 (1979)
  - 5) 原・鈴木; 第1回北陸道路会議
- 〔文責: 金野諒二 日本合成ゴム㈱エマルジョン技術部〕

### 2-4-3 熱可塑性樹脂入りアスファルト

#### 主な用途と使用目的

熱可塑性樹脂により改質されたアスファルトは、その改質素材により、その特性を異にするが<sup>1), 2)</sup>、いずれも表層以下のアスコン層のバインダーとして使用され、主に耐流動を目的として重交通路線、交差点あるいはコンクリート橋梁等の塑性流動が懸念される箇所に用いられる。<sup>3), 4)</sup>

#### 材料の特性

アスファルトに添加される樹脂にはエチレン・酢酸ビニール共重合物 (EVA)、エチレン・エチルアクリレート共重合物 (EEA)、エチレン・プロピレン共重合物 (EPR)、ポリエチレン (PE)、等が代表的なものであり、これら以外にも熱可塑性ゴムと呼ばれるスチレンとブタジエン (SBS)、スチレンとイソブレン (SIS) のブロック共重合物等がある。これらの樹脂は、いずれもモノ

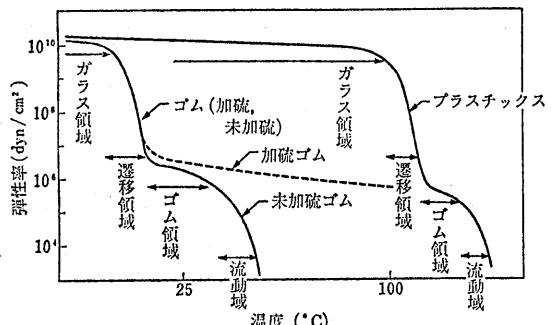


図2-17 高分子物質の弾性率～温度曲線(模式図)

マー比、モノマーの配列様式等の組成、構造上の違いからその物性を異にし、当然アスファルトへの相溶性、改質効果も異なる。<sup>5)</sup>しかし図2-17の模式図<sup>6)</sup>で示すように、一般的に樹脂は広い温度範囲で高い弾性率を保持し、変形に対して高い抵抗性を示す。これら樹脂の添加はア

スファルトの粘度、軟化点を上昇させ感温性を低下させると同時に、タフネス・テナシティーを増大し混合物の流動抵抗性を改善する。代表的な例として EEA, EVA, SBS, SIS の場合を表 2-14 に示す。

#### 開発の背景と現状

すべり止め舗装、耐摩耗舗装を主な目的とし<sup>7), 8), 9), 10)</sup> アスファルトにゴムを添加して改質する試みは、かなり古くから行なわれていたが、樹脂入りアスファルトは比較的新しく 1960 年頃に始まる。ゴム添加によるアスファルトの改質効果が明らかにされたことにより、高分子エラストマーの添加効果が注目され始めた。一方、モータリゼーションの飛躍的な発展とあいまって道路整備に対する要求レベルが高まり、とりわけ水はね現象、走行性の阻害原因となる塑性流動に关心がもたれ、耐流動に効果のある樹脂入りアスファルトが着目されるようになり、以後種々の改質剤が検討され今日に到っている。

#### 製造方法 使用方法 施工方法

樹脂入り改質アスファルトの製造方法にはプレミックス法とプラントミックス法がある。

プレミックス法は、充分な品質管理のもとで工場製造されるため品質の一定した製品が期待でき、配合設計等の室内試験結果が現場によく反映されるが、混合物製造プラントに専用ケトルを必要とする。

プラントミックス法は任意な数量を隨時製造できるという利点をもつが、原料アスファルトによる品質のバラツキは避けられない。<sup>11)</sup>

混合物の製造および施工時の温度は、通常のアスファルトの場合より若干高める必要がある。ジョイント部はホットないしはタックコートを施し、一次転圧は早めに行ない温度低下を防ぐ等の配慮を必要とする。

#### 適用性

樹脂入りアスファルト混合物は通常のアスファルト混合物と比較して一般にスティフェスが大きく、応力緩和性能が低いため、適用にあたっては十分な配慮が必要である。樹脂入りアスファルトの主な用途である塑性流動対策を例にとれば、耐流動性の確保と経済性の両面から、とかくバインダー量を少な目に設計する傾向にあるが、このことは早期にひびわれを生じさせる原因となり、結果的に舗装寿命を短かくしている。したがって適用にあたっては混合物の動的安定度の目標値を定め、できるだけバインダー量を多く使用する等の配慮が必要である。

表 2-14 樹脂入りアスファルトの性状例（添加量 5 %）

項目	ポリマーの種類	ストレートアスファルト	EEA	EVA	SBS	SIS
針入度 (25°C)	78	51	61	71	70	
軟化点 (°C)	46.5	58.0	64.0	56.0	61	
伸度 (7°C) cm	100 + 0		75.4	11	35	
タフネス (25°C) kg·cm	29	92.5	112	78.5	151	
テナシティー (25°C) kg·cm	2.7	1.2	49.8	27.2	67	
セイボルトフロール (180°C) sec	32	131	89	85	101	
P I	-1.05	0.67	2.33	1.12	2.5	

#### 問題点

以上のように樹脂の添加は塑性流動抵抗で代表される高温性状の改質効果に顕著なものがあるが、一方、摩耗抵抗性等の低温性状の改質は、ゴム等の添加と比較して充分とはいがたい。したがって高温から低温までの広い温度範囲での改質を図るためにゴムとの併用が行なわれている。

#### 今後の課題

現在、一般的に用いられている材料についても同様であるが、特に樹脂、ゴムまたは他の化学反応によって改質した舗装用バインダーの今後の課題は、

- 1) 各材料の特性を生かした使い方がなされているか  
……配合設計、施工方法、施工機械
- 2) 材料特性と適用位置ならびに舗装構成のあり方
- 3) 1), 2), を踏まえて材料の作用効果をトータルコスト面から検討を加え、改質アスファルトの経済性を研究していくことが今後の重要な課題である。

#### 参考文献

- 1) 太田：改質アスファルトの特性（その 1）アスファルト Vol. 22 No. 118
- 2) 金野：高分子材料によるアスファルトの改質(1) 舗装 Vol. 12-9
- 3) 桐山、他：各種結合材・添加材を用いた舗装のわだち掘れ調査 舗装 Vol. 11-6
- 4) 畑、椋本：路面流動の現状とその対策 舗装 Vol. 13-2
- 5) 金野：高分子材料によるアスファルトの改質(2) 舗装 Vol. 12-10
- 6) 化学、増刊 58 「高分子物質と分子構造」

- 7) 市原：新しい問題としての道路の表面性状 道路建設 No. 260, 1969.
- 8) 斎藤：舗装用ゴム入りアスファルトの性質 道路建設 No. 278, 1971.3
- 9) 斎藤：薄層舗装用特殊結合材について 道路建設 No. 278, 1973, 3.
- 10) 北海道開発局技術研究会発表会資料「寒冷地舗装の摩耗状況実態調査」
- 11) 南雲, 阿部：新体型土木工学（瀝青材料）
- 12) 蒔田：ゴム入りアスファルト舗装 道路 1980-8

〔文責：鈴木秀敏 日瀝化工业㈱技術研究所〕

## 2-4-4 トリニダッド・レーキ・アスファルト

### T.L.A.について

南米トリニダッド島に産出する天然アスファルトである T.L.A. (Trinidad Lake Asphalt) は、アスファルトにブレンドした形で使用され、アスファルト混合物の①耐流動性の増大、②耐すりへり性の改善、③すべり抵抗性の向上、④施工性の向上などを目的として、主にロールドアスファルト、マスチックアスファルト、グースアスファルトなどに結合材の一部として用いられている。

### 開発の歴史

T.L.A. は、<sup>1)</sup>ピッチ・レーキとして1595年に Robert Dudley, Walter Raleigh 卿らによってその存在が知られたが開発は遅れ、1870年にアメリカの Newark 市で行なわれた E.J.de Smedt 設計の「ロールドアスファルト舗装」を契機に道路舗装用バインダーとして認められるようになり、戦後ヨーロッパ諸国を中心に広く用いられているものである。

### わが国における T.L.A. の使用

日本では、戦前に東京を中心として、アスコン、シートアスファルト、トペカ等のバインダーとして広く使用されていた。<sup>2)</sup>戦後はしばらく輸入が中断していたが、昭和47年に立山有料道路ロールドアスファルト舗装工事に戦後初めて使用されて以後、グースアスファルト、ロールドアスファルトを中心に使用実績が増えてきている。舗装用バインダーとしては、53年版アスファルト舗装要綱に改質アスファルトとして加えられ、また、本州四国連絡橋の橋面舗装基準（案）にはグースアスファルト用バインダーとして硬質アスファルトが規格化されている。

T.L.A. のここ数年の輸出実績は 6 ~ 7 万 t/年（ドイツ 2 万 t/年、イギリス 3.5 万 t/年）である。表 2-15 に過去 5 年間の日本の T.L.A. 輸入実績を示す。

表 2-15 日本の T.L.A. 輸入実績（三菱商事調べ）

1976年	20 t
1977年	450 t
1978年	500 t
1979年	350 t
1980年	1100 t

表 2-16 精製 T.L.A. の代表的性質<sup>4)</sup>

組 成	可溶アスファルト (%)	53-55
	鉱物質（燃焼試験後の灰分） (%)	36-37
	燃焼試験中に失われる鉱物質 (%)	1.5
	鉱物質に吸着したアスファルト分 (%)	0.5
	鉱物質中の水和水 (%)	4.3
	アスファルト以外の有機質 (%)	3.2
物 性 ( ) 内は、 可溶アス分 についての 値	比 重 (15°C)	1.40-1.42 (1.06-1.08)
	針入度 (25°C)	1-4 (3-12)
	軟化点 (R&B) (°C)	93-98 (68-78)
	蒸発量 163°C, 5 時間 (%)	1.1

### T.L.A. の性状

天然のままのレークアスファルトは、<sup>3)</sup> クルドアスファルトと呼ばれ、ビチューメン、鉱物質、水およびガスをほぼ 1/3 づつ含む均質なエマルジョンであり、クルドを 160 °C で脱水、さらに不純物を除去し精製したものが T.L.A. 一通称エピューレ (Epuré) の名で各国に輸出されている。精製された T.L.A. は、常温において黒褐色の固体で、その代表的な性質を表 2-16 に示す。また、ストレートアスファルト 20~40 (75%) と精製 T.L.A. (25%) を混合したバインダーの性状例を表 2-17 に示す。

T.L.A. のメカニズムは、Karl Letters 教

授の考察によれば,<sup>5)</sup>次のとおりである。

精製後にも残存している約4%の水和水に、コロイド学上特に重要な意味がある。T.L.A.に含まれる約35%の鉱物質の組成は、40%石英、45%イライト、15%カオリナイトで特に平板状のイライト粒子は、0.1μ以下

のコロイド粒子として存在して

おり、堅く結合した水和水は、

これら粘土質鉱物と共に、ある

種の安定構造物を形成している。

また、可溶アスファルト分には

30%を超えるアスファルテンが含まれており安定性に寄与している。

マルテンは一部の石油アスファルトに含まれているものとは異なり極めて粘着性に富んでいる。<sup>6)</sup> T.L.A.では、この安定構造物が一種の乳化剤としてアスファルト粒子を包み、レーキアスファルトに油中水滴型エマルジョン独特の安定性をもたらしている。たとえば、天然アスファルト含有の効果、安定性は、アスファルトに通常のフィラーを加えたもののそれに比し顕著である。

グースアスファルトの場合、安定性向上させるために、精製T.L.A.を併用するが、これは施工経験を通じて、精製T.L.A.添加による種々の効果が、精製T.L.A.無添加のグースアスファルトに比し、①高温時(施工)において流動性が良い。②貫入量が小さくなる。③たわみ性が増す。④すべり抵抗性が増す。⑤寿命が長い。⑥うすい色あいなので、カラー舗装に適する、などが認められたためである。また、ロールドアスファルトの場合、その特徴であるすべり抵抗性、気象作用に対する耐久性、重交通下での安定性、耐摩耗性等、他のアスファルト種に比し優れた効果があることが知られている。

#### 適用法

精製T.L.A.は鉱物質を含有するのでストレートアスファルトとの混合には、特別のブレンド装置(融解混合タンク、貯蔵タンク)が別途に必要となる。ただし、小規模工事の場合には、精製T.L.A.をこぶし大に碎いて石油アスファルト溶解タンクに直接投入することがある。また、グースアスファルトについては、アスファルトクリッカー中に直接投入することもある。なお、ミキサーに

表2-17 St. 20-40(75%)とT.L.A.(25%)のブレンドバインダー性状

項目	St. 20-40	T.L.A.	ブレンド試料	硬質アスファルトの規格 本四橋橋面舗装基準(案)
針入度(25°C)	33	2	26	15~30
軟化点(R&B), °C	57.5	96.6	61.0	58~63
伸度(25°C, 5 cm/min), cm	120+	0	15	10以上
引火点, °C	308	257.2	287	240以上
蒸発量(163°C, 50 g, 5hr), %	0.04	0.52	0.05	0.5以下
蒸発後の針入度, %	88	100	77	—
三塩化エタン可溶分, %	99.9	54.0	—	86~91
比重(25°C/25°C)	1.023	1.406	1.098	1.07~1.13

直接投入できるように精製T.L.A.にフィラーを加え粉末化したものもある。

#### 将来の展望

将来の展望としては、T.L.A.中に含有されたレジン分を活用して、アスファルトの性状を改善する瀝青材料として利用できることから、大切に使用すべきものであろう。また、多量に使用することを考えれば、薄い色合いをいかし、T.L.A.をフラックスして明色舗装用の着色バインダーとして使用することも考えられる。

#### 参考文献

- 1) 昆布谷 竹郎「アスファルト舗装—この未知なるもの」道路 1958. 2
- 2) アスファルト同業会「アスファルトおよびその応用」1965. 11
- 3) Herbert Abraham 「Asphalts & Allied Substances」 6 th Edition Vol. 1
- 4) I. J. Dussek 「道路舗装におけるトリニダッド・レイク・アスファルト」第3回建設機器・資材展技術セミナーテキスト 1979. 5
- 5) Karl Letters 「Testing of the Properties of Asphalt and of Trinidad/Bitumen Mixture」 Bitumen, Teere, Asphalt, Peche. №.6~7, 1963.
- 6) D. C. Broome 「Trinidad Lake Asphalt and its Use in Road Construction」 Roads & Road Construction 1~2 1964.

(文責:澤 正 日本舗道技術部)

## 2-5 硬化性アスファルト

## 主な用途と使用目的

硬化性アスファルトは、一般にアスファルトに熱硬化性のエポキシ樹脂を添加したバインダーの総称で、用途別に次の2つに分類できる。

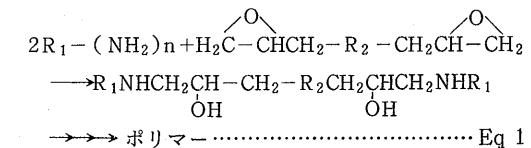
- (1) すべり止め表面処理のバインダー
  - (2) エポキシアスファルト混合物のバインダー

すべり止め表面処理は交通事故防止対策として、交差点、急勾配の坂、急カーブ、あるいは地下鉄工事現場の覆工版上などのスリップを起し易い場所に施工され、事故防止にかなり有効であることが認識されて、普及している。

エポキシアスファルト混合物は耐流動、耐摩耗および耐久性に富む表層または表層および基層用の混合物として開発され、重交通道路、橋梁(特に鋼床版舗装)、空港などの耐久性を要求される場所の舗装として使用されている。アメリカなどに橋梁舗装、空港舗装としての施工例を多く見ることができるが、日本での施工例はいまだ数10例であり、試験舗装的に使用されている。この点ではこれから舗装材料といえる。

材料の特性

硬化性アスファルトは通常2液で構成されており、その成分は主剤としてのエポキシ樹脂、副剤としての硬化剤、アスファルト、硬化促進剤、変性剤などとなり、



硬化性アスファルトは施工時の温度が低いことが一つの特長であるが、Eq 1 の付加重合反応が進むにつれ、高分子化、架橋化がおこり増粘する。ついには常温で固体物となる。したがって施工する場合、可使時間（施工可能な時間と粘度）がある。熱可塑性なアスファルトなどと相違して、硬化性アスファルトは温度を上げすぎると付加重合反応が促進され、時間とともに粘度はむしろ増加して施工が不可能となる。図2-19はある種のエポキシアスファルトバインダーの温度をパラメーターとした粘度と時間経過の関係を示したものである<sup>1)</sup>。温度が高いほど初期における粘度は低いが、以後の粘度上昇は著しい。施工時におけるエポキシアスファルト混合物の敷き均しは、バインダーの付加重合反応（硬化）が

時間 (時間)	粘度 (未定)
1000	高
800	中
600	低
400	高

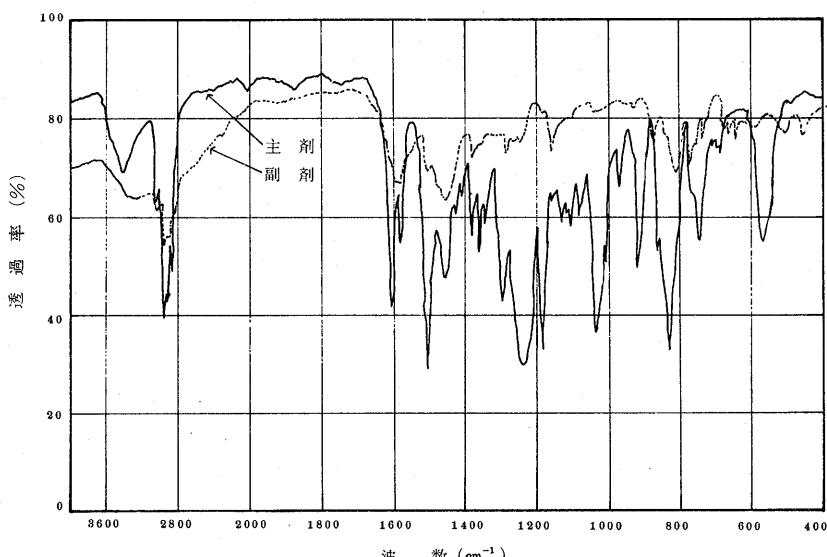


図 2-18 主剤および副剤の赤外線吸収スペクタル

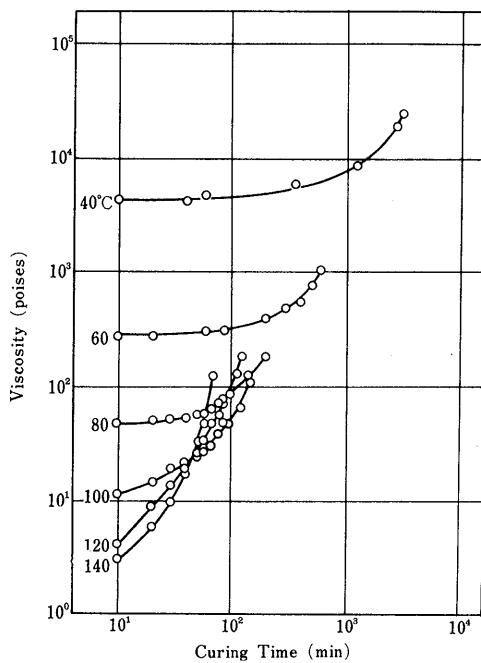


図 2-19 エポキシアスファルトバインダーの養生時間と粘度の関係

進みすぎないこと、バインダー粘度が約 100 ポアズをこえない範囲で可使時間内に施工が終了するように混合温度を設定すること、などが必要である。

硬化性アスファルトの品質は硬化剤などの選定によって、限定された範囲内であれば、ある程度コントロールが可能である。そのためメーカーによって品質に幅のあるものが供給されている。すべり止め表面処理のバインダーに関しては、13種類のバインダーについて物理化学および力学的手法によって比較検討され<sup>2)</sup>、品質規格についても提案がなされている。<sup>3)</sup>エポキシアスファルト混合物に関しては混合物の性状<sup>4~10)</sup>および施工報告<sup>11, 12)</sup>がなされている。ただし、メーカーの数および施工例の少ないことから、比較検討された報告は少ない。一例として混合物の動的力学性状を図 2-20 に示す。<sup>10)</sup>これは養生日数をパラメーターとした時の動的力学性状と載荷時間の関係であるが、エポキシアスファルト混合物がアスファルト混合物より高い弾性率を示している。

### 施工方法

すべり止め表面処理はバインダーをニート工法または特殊な 2 液混合スプレー機械を使用したスプレー工法で路面に塗布し、3~5 mm 程度の骨材（一般的にはエメリー）を散布する。その後数時間の硬化養生をして交通開

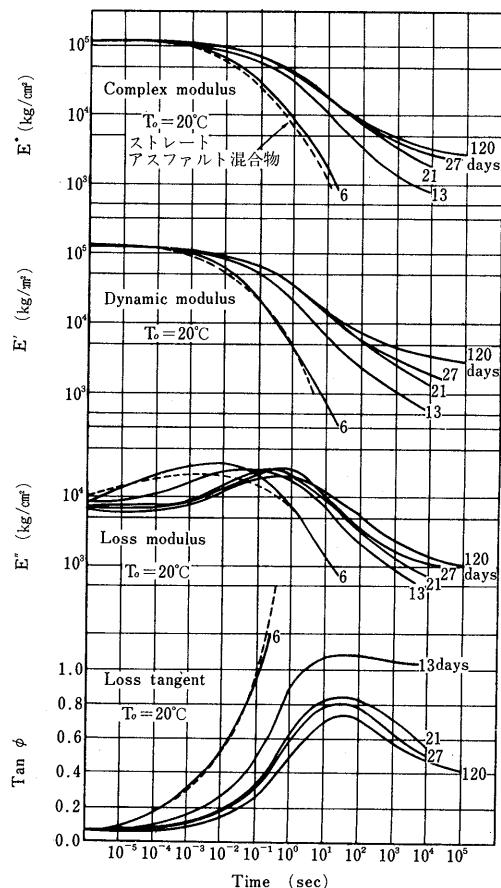


図 2-20 エポキシアスファルトバインダーの養生日数と動的力学性状の関係

放する。比較的簡単な工法ですべり止め効果を得られることから交差点前後の延長 30~50m 程度を処理する場合が多い。急カーブ、急勾配の坂等では視覚的注意を促すため、ゼブラと呼ばれる横断帯状の処理工法が行なわれている。

エポキシアスファルト混合物は普通のアスファルト混合物と全く同様に施工される。（ただし、製造は、アスファルトプラントに特殊なバインダー供給装置を付設して造られる）しかし前述したように、エポキシアスファルト混合物が可使時間を持つため、綿密な施工計画を立てて行う必要がある。鋼床版舗装ではタックコートにエポキシアスファルトバインダーを使用し、エポキシアスファルト混合物舗装として施工される場合が多い。

### 適用性と問題点

すべり止め表面処理工法は、施工の簡易さ、安全対策

等の面から普及してきた。

しかし、この工法は、バインダーの路面への接着力不足、路面の含水などの原因によるはく離等の失敗例が見られる。また寒冷時における耐衝撃性に難点があり、タイヤチェーン、スパイクタイヤによる摩耗、飛散が見られるので、積雪寒冷地での施工例はきわめて少ない。

エポキシアスファルト混合物は耐塑性変形、耐摩耗等の性状を示し、供用性に優れた材料であるが、施工性に関しては、可使時間を過ぎた混合物は使えなくなる。このため施工工程の正確さと、ある程度の施工経験が必要とされる。ただし、エポキシアスファルト混合物の施工性を改良した可使時間の長いバインダーも開発されつつあり、今後の改良が期待される。

硬化性アスファルトは高価なエポキシ樹脂を添加しているため、アスファルトに比較すると10~20倍の単価である。したがって施工単価も高く超高級舗装材料といえる。硬化性アスファルトを使用する場合は、使用目的を明確にするとともに、長期にわたってのコストの問題等、トータル的に判断する必要があろう。

## 参考文献

- 1) 山梨、太田：石油学会誌、24 (1), 15 (1981).
- 2) 蒔田、坂本、吉村：土木技術資料、17 (12) 3, (1975).
- 3) 蒔田、坂本：道路建設 8月、44 (1980).
- 4) 間山：石油学会誌、21 (1), 68 (1978).
- 5) 間山、菅原：石油学会誌、22 (3), 170 (1979).
- 6) 間山：石油学会誌、22 (6), 356 (1979).
- 7) 間山、山内、山梨：石油学会誌、22 (6), 362 (1979).
- 8) 間山：石油学会誌、23 (4), 248 (1980).
- 9) 間山、山梨、山内：石油学会誌、22 (3), 192 (1979).
- 10) 山梨：石油学会誌、24 (1), 21 (1981).
- 11) 高橋：舗装、14 (5), 25 (1979).
- 12) 山梨、太田、小黒：舗装、16 (3), 24 (1981).

〔文責：山梨安弘　日溼化学工業㈱技術研究所〕

## 2-6 石油樹脂・エポキシ樹脂〔カラー舗装用バインダー〕

### はじめに

カラー舗装は歩道や商店街、建物の周囲などに施工して美観を高めたり、バス専用レーン・バストップなどに施工して道路の機能向上を計ったり、または交通安全対策としてスクールゾーン・交差点などに施工されている。<sup>1)</sup>また最近では舗装自体の力学的性能、メンテナンスフリー性などを生かして、テニスコートなどスポーツ施設にも使われている。

このようにカラー舗装の適用箇所が非常に広範囲であるので、カラー舗装に要求される性能も単に着色だけすればよいものから、重交通荷重に耐えるもの、適度な弾力性をもつもの、耐摩耗性、耐候性、耐汚染性に優れたものなど、用途に応じた性能をもつものが要求されるようになってきた。

カラー舗装には多くの材料、工法が開発されているが、それらのうち主なものは①石油樹脂系バインダーによる加熱混合工法、②エポキシ樹脂・ポリエステル樹脂によ

る常温混合およびニート工法、③アクリル樹脂・ウレタン樹脂によるスラリーおよび塗布工法、④カラーブロック・テラゾータイル・レンガ・カラータイルなどの貼り付け工法などがある。

ここではカラー舗装の各種材料のうち、石油樹脂系バインダーとエポキシ樹脂について材料、工法を紹介する。

### 石油樹脂系バインダー

石油樹脂系バインダーはナフサ分解の際、副生するC<sub>5</sub>、C<sub>9+</sub>留分を重合して製造する石油樹脂（軟化点70~140℃程度の飴色で硬くてもろい樹脂）をベースに、これに鉱物油を主体とする可塑剤と各種の添加剤を配合して、針入度を60~100程度に調整した淡黄色~黄褐色の熱可塑性の結合材である。このものはアスファルトと同様、常温で半固体であるが、加熱すると容易に溶融する。

原料の石油樹脂にはC<sub>5</sub>留分から合成される脂肪族系、C<sub>9+</sub>留分から合成される芳香族系およびこの両方の混合

留分から合成される混合系の製品がある。<sup>2)</sup>原料留分によって得られる石油樹脂の性質も異なってくるので、粘着性に富みかつ優れた耐熱性、耐候性をもつバインダーを製造するためには、原料樹脂や可塑剤の選択が特に重要である。表2-18に市販のバインダーの性状をアスファルトと比較して示す。

施工法はアスファルトによる加熱混合工法とほとんど同じである。混合物の配合設計はアスファルトに準じて行うが、舗装表面のキメの細かい細粒度アスコンタイプの混合物のほうが仕上がりがきれいである。骨材は現地産のもので、着色は顔料で行う。顔料には有機系と無機系とがあるが、カラー舗装には着色力は劣るが耐光性、耐熱性などに優れた無機顔料が用いられることが多い。バインダー自体が淡色であるのでアスファルトベンガラの場合と違って少量の添加で赤・黄・緑・青色など鮮明に着色する。普通0.5~2.0%配合されている。

カラー合材の製造、舗設は既設のアスファルト合材プラントおよび舗設機械を清掃して行う。この際、バインダー専用の溶融ケットルと計量槽を設けることが望ましい。施工厚は1.5~3.0cm程度で表面をキメ細かく仕上げることが肝要である。施工後は直ちに交通開放できる。得られる舗装は色彩が鮮明で強度も大きいが、耐汚染性が十分ではない。

歩道・遊歩道・自転車道・車道・広場などに適用できる。既設の設備を使い大規模に機械化施工できるのでコストは比較的安い。

### エポキシ樹脂

エポキシ樹脂は分子内に反応性に富むエポキシ基を2個以上もつ熱硬化性樹脂で、種々の組成の樹脂が製造されている。普通、各種アミン、多価カルボン酸などの硬化剤と反応させて硬化物として用いる。硬化物は一般に接着性に富み、強度が大きく、耐熱性・耐摩耗性・化学的安定性などに優れている。エポキシ樹脂と硬化剤の種類・混合割合・硬化促進剤・可とう性付与剤などの配合によって得られる硬化物は特性、可使時間、硬化時間などがかわってくるので、用途に応じた材料の組み合せや配合を行わなければならない。<sup>4)</sup>

エポキシ樹脂によるカラー舗装はニート工法と常温混合工法によっている。

ニート工法はエポキシ樹脂混合物を舗設面に所要量吹付けたり、ゴムレーキなどで均一に流し塗りし、硬化する前に粒径の揃った着色骨材を散布し、完全に硬化後固着していない骨材を回収する方法である。着色骨材には

表2-18 石油樹脂系バインダーの性状

項目	ストレート アスファルト	A	B	C
針入度 25°C	90	90	95	84
軟化点 °C	46.5	42.5	45.0	47
伸 度 cm, 15°C	>140	>150	>150	>100
引火点 °C	>300	250	252	238
蒸発量 Wt %	0.01	0.3	0.1	0.18
蒸発後の針入度 %	91	83	91.1	98
四塩化炭素可溶分 Wt %	99.9	99.9	99.9	99.9

天然に産するものと、人工的に着色加工したものがあるが、普通、着色ガラスや珪砂、白色碎石などを着色樹脂で被覆した着色樹脂被覆骨材が用いられている。表面の粗さは使用する骨材の粒径によってきまつてくる。仕上がりは3~5mmである。すべり止め効果が大きい。重交通道路にも適用できるが、下地との接着が悪いとクラックを生じやすい。交通安全対策として交差点の手前、急坂部などや、飛行場などの耐油性舗装にも適している。

常温混合方法は樹脂モルタル工法ともいわれている。エポキシ樹脂混合物を珪砂・石粉・顔料などとモルタルミキサーなどで混合し、金鑛などで舗設面に塗り広げる工法で、締め固めに小型ローラーを使うこともある。着色骨材を用いてもよい。仕上げ厚は2~10mmで、模様塗りも簡単にできる。小規模舗装に適した工法で、歩道・自転車道・歩道橋・商店街・遊園地などに適している。

### 今後の展望

今までのカラー舗装の適用箇所は、商業環境や住宅環境の美化を目的とするものが大きなウェイトを占めてきたが、今後は車道への適用が期待される。車道は交通荷重が大きく、カラー舗装にとって非常に厳しい条件にある。しかし、これに十分耐え得るカラー舗装を経済的に構築するには、現状の材料、工法では必ずしも十分でない。今後この面の工夫改善を一層進めれば、カラー舗装の需要は大巾に伸びることが期待される。

### 引用文献

- 1)日本道路協会、『アスファルト舗装要綱』、139昭和53年版
- 2)上村政紀、三菱石油技報、(51)26(1973)
- 3)各社パンフレット
- 4)橋本邦之、『エポキシ樹脂』、13(1974)日刊工業

[文責：白神健児 三菱石油研究所]

### 3. 骨材およびフィラー

アスファルト舗装やコンクリート舗装の路盤・表層・基層には、碎石・玉石・スラグ・砂利・碎砂・砂・その他これに類似する骨材が多様に使用されている。道路統計年報（1980、建設省）によれば、昭和53年度の道路事業（単独事業は除く）に使用された骨材は、合計 6,600万t であり、内訳は改良事業に56%、舗装事業に27%、橋梁事業に5%、その他9%となっている。

しかし最近では、河川砂利の用途規制等の関係から、道路用骨材の供給に限れば、ほとんどが碎石によって

いるといえる。しかも碎石の岩種は多種類に及んでいるのが実状である。このようなことから、アスファルト舗装の表層・基層用碎石やコンクリート用碎石は、材料そのものの品質に重点をおいて使用することが、ますます重要になってきている。また路盤用では、材料そのものより混合物の品質に重点をおいた使用がうたわれているため、地方産材料の有効利用ということが必要になってきている。

以下、これらの各材料の特徴を紹介する。（小島）

#### 3-1. 骨材の分類

骨材は粒子の大きさ、生産場所、石質、重量などによって分類している。

粒径に応じた分類では、アスファルト舗装用としては 2.5 mm ふるいに止まるものを粗骨材、通過するものを細骨材として区別している。一方コンクリート舗装では 5 mm ふるいに重量で 85% 以上とどまる骨材を粗骨材、10 mm ふるいを全部通り、5 mm ふるいを重量で 85% 以上通過する骨材を細骨材としている。

生産場所による分類では天然骨材と人工骨材に分けられる。天然骨材とは河川、海、山などから産出する砂利、砂などの普通骨材や、火山れきのような軽量骨材をいい、人工骨材とは、岩石を破碎してつくった碎石、碎砂、高

炉スラグなどの普通骨材や頁岩、粘土などを焼成してつくった軽量骨材などをいう。ここで軽量骨材の定義は、土木構造物用として粗骨材では絶乾比重 1.5 未満、細骨材では 1.8 未満のものをさしている。

天然の岩石はその成因によって火成岩、水成岩、變成岩（以下分類別と記す）に大別される。各分類に属する主な岩石をあげると次のようになる。

(イ) 火成岩；花崗岩、閃緑岩、玄武岩、輝緑岩、流紋岩、粗面岩

(ロ) 水成岩；石灰岩、頁岩、砂岩、チャート、礫岩  
(ハ) 变成岩；片麻岩、角閃岩、けい岩、蛇紋岩

アスファルト混合物用の骨材は粒径、硬さ、耐摩耗性、耐久性、アスファルトの付着性などを重視して材料の品質を規定している。しかし、路盤用骨材は材料そのものより混合物の品質を重視して、地方産材料を有効に利用しようとする考えを示している。

#### 3-2. 骨材の製造

普通骨材は原石の採掘、破碎、ふるい分けという主な工程を経て製造される。これらの1例を図3-1に示した。碎石は破碎機の種類によって製造される形状が異なり、衝撃式の破碎機（インパクトクラッシャなど）では比較的立方形に近い形となり、圧碎式の破碎機（ジョークラッシャなど）では偏平な形になりやすいので、碎石プラントでは1次から3次程度のクラッキング工程に応じて使い分けがなされているようである。

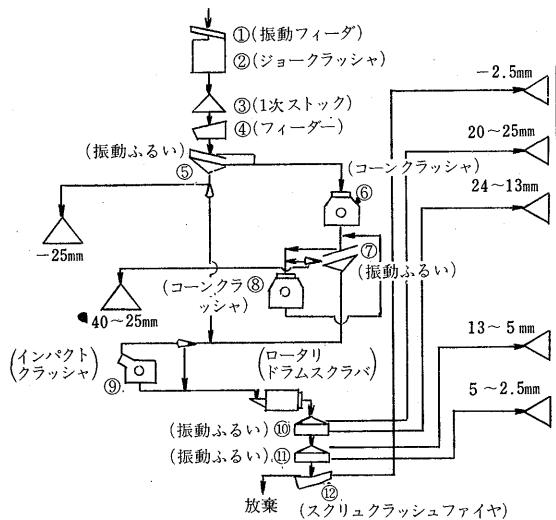


図3-1 碎石プラントの1例

### 3-3. 碎石

岩石を破碎したもので、その材質は表3-1を標準としている。土木研究所が行った碎石の全国試料の性状試験結果を図3-2に示した。これによれば比重は分類別では差がなく  $2.671 \pm 0.037$  の範囲にある。しかし火成岩には規格値 2.5 以上を満足しないものが 5.4 %認められ、これをもとに不良率の推定を行うと 0~12.7 %となる。したがって、わが国の火成岩質碎石には 1 割近くが比重の規格に合わないものがありそうであることがわかる。

さらに火成岩に属する岩種の比重をみると輝緑岩 > カンラン岩 > 玄武岩 > 王分岩 > 安山岩 > 石英斑岩 > 花こう岩 > 流紋岩の傾向にある。このように火成岩は比重の差が大きく、不良率も高いので生産地ごとに品質を確認して使用する必要があるようである。

水成岩は岩種別の差ではなく  $2.670 \pm 0.022$  の範囲にある。変成岩も同様に岩種別の差ではなく  $2.729 \pm 0.161$  の範囲にある。

碎石の吸水量は火成岩、水成岩および変成岩ともかたよりがありバラツキの大きい傾向にある。このため碎石の分類別では吸水量に差があり、火成岩が  $1.746 \pm 0.39$  (%), 水成岩が  $0.754 \pm 0.39$  (%), 変成岩が  $0.957 \pm 0.39$  (%) である。

表3-1 碎石の材質

用 途	表層・基層	上 层 路 盤	
		マカダム工法 浸透式工法	粒 度 調 整 工 法 歴 青 安 定 处 理 工 法 セ メ ント 安 定 处 理 工 法
表 乾 比 重	2.45 以 上	—	—
吸 水 量 (%)	3.0 以 上	—	—
すりへり減量 (%)	30 以 下	40 以 下	50 以 下

注 1) 碎石は同種の岩石でも、その山によってあるいは使用するクラッシャーの種類によって、薄っぺらに割れることがあるので注意が必要である。

2) 碎石の呼び名別粒度の規定を要綱表-3・6に示す。呼び名別粒度の規定に適合しない粒度の碎石であっても、他の碎石、砂、石粉などと合成したときの粒度が、所要の混合物の骨材粒度に適合すれば使用することができます。

3) 碎石の材質について、特に耐久性を吟味するときの限度の1例を要綱表-3・7に示す。

4) 花崗岩や頁岩などの碎石で、加熱によってすりへり減量が特に大きくなったり破壊したりするものは表層に用いてはならない。

5) 表層や基層に用いる碎石で、特に有害物含有量を吟味するときの限度の1例を要綱表-3・8に示す。

0.39 (%) の範囲にある。規格 3% 以下に対する不良率(図3-2 参照)は火成岩において高いことがわかる。特に、流紋岩、玄武岩、花こう岩の不良率が高いことが認められるが、これらの岩石はいずれも 60~70% 程度のケイ酸分を含有した酸性岩である。酸性岩は界面化学的にも水分を吸着しやすい親水性(hydrophilic)の性質

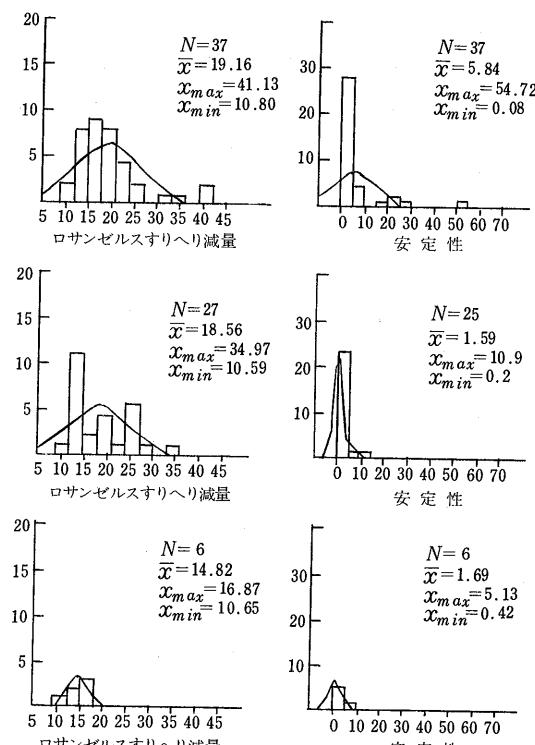
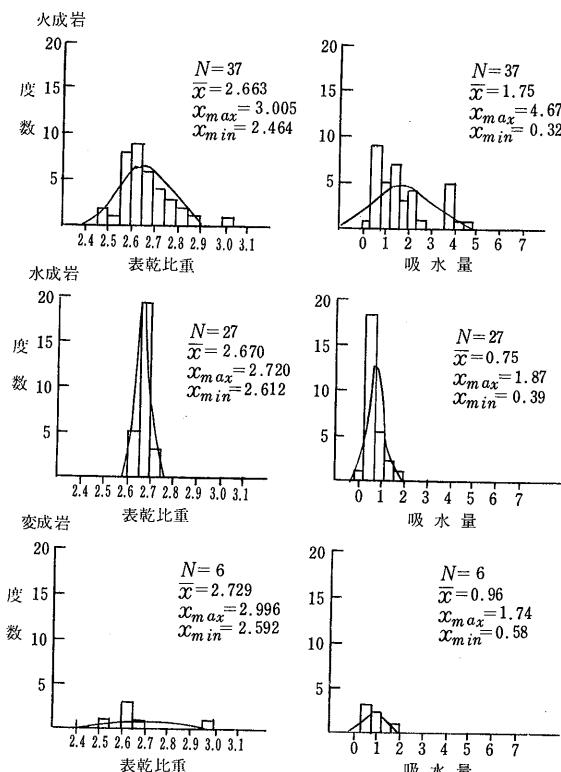


図3-2 碎石の分類別による各種試験のヒストグラム

を示すので、これらの碎石は空隙などによる毛管吸水の他に親水性の性質も加わって吸水量が大きくなる特徴がある。

ロサンゼルスすりへり減量試験は、骨材の単なる耐摩耗性のみならず、破碎、衝撃等に対する抵抗性を評価するための実用試験として規定されている。分類別のすりへり減量には差は認められず、碎石全体の値は  $18.55 \pm 2.77$  (%) の範囲にある。しかし、火成岩と水成岩では岩種別の差が認められ、水成岩は差が大きい傾向にある。このことは石灰岩と砂岩のすりへり減量の値がそれぞれ  $24.23 \pm 3.61$  (%),  $15.43 \pm 3.61$  (%) であり、両者の差の大きい結果のあらわれである。このほか、火成岩の中ではことに花こう岩のすりへり減量が  $32.58 \pm 5.97$  (%) ときわめて大きいことが認められた。

ロサンゼルスすりへり減量の規格は表層、基層用では30%以下とされている。規格に対する不良率は変成岩が 15.0% ときわめて大きいことがわかる。特に片摩岩のすりへり減量は 43.54 % ともっとも大きい。片摩岩は層理が薄く平行であるという特徴をもつて、このような岩石は摩耗、衝撃に対する抵抗が小さいようである。花こう岩は不良率の推定値が 1~99% となり、摩耗層用骨材として不適当であるといえる。

骨材の耐久性の評価には、同種の骨材を用いたコンクリートに対する凍結融解試験の結果を利用することができる。しかし、この試験では装置や経費等に問題があり、道路の現場のどこでも使用するというわけにはいかない。これに反して、硫酸ナトリウムや硫酸マグネシウムによる耐久性 (JIS A 1122) は、簡単な方法によって骨材の耐久性を評価することができる。試験は骨材が上述の

表3-2 耐久性の限度の例

用 途	表層・基層	上層路盤
損失量(%)	12	20

注) 試験方法は JIS A 1122 の硫酸ナトリウムを用いるものによる 5 回繰返しとする。

表3-3 有害物含有量の限度の例

有 害 物	含有量(全試料に対する重量百分率%)
粘土、粘土塊	0.25
軟らかい石片 <sup>1)</sup>	5.0
細長いあるいは薄っぺらな石片 <sup>2)</sup>	10.0

注 1) 試験方法は JIS A 1126 による。

2) 骨材を包む直方体の最大長と最小長との比が 5 より大きい石片、5 mm 以下の骨材には適用しない。

溶液中の塩基置換で生じる膨張、溶出作用による浸食の程度を評価するものである。アスファルト舗装要綱では、碎石の耐久性を表3-2、表3-3 のように規定している。分類別のヒストグラムでは火成岩と変成岩は分布の巾が小さく類似しているが、火成岩はバラツキが大きいことがわかる。しかし、碎石の分類別での差は認められず、平均値は 4% 程度である。火成岩の岩種別では玄武岩の平均値が 11.37 % で安定性に劣ることが認められた。水成岩では、石灰岩 > 貝岩 > 砂岩 > 磯岩の順で安定性が良いようである。変成岩では粘板岩の方が角閃岩より安定性にまさることが認められた。しかし、バラツキ( $\sqrt{V}$ )を考慮して検討すれば、特定の岩種が安定性にすぐれるという判定は困難である。舗装要綱の規格に対する不良

表3-4 碎石の粒度 (JIS A 5001-1973)

呼び名	粒度範囲 (mm)	ふるいを通るもの の 重 量 百 分 率 (%)												
		100	80	60	50	40	30	25	20	13	5	2.5	1.2	0.4
S-80 (1号)	80~60	100	85~100	0~15										
S-60 (2号)	60~40		100	85~100	—	0~15								
S-40 (3号)	40~30				100	85~100	0~15							
S-30 (4号)	30~20					100	85~100	—	0~15					
S-20 (5号)	20~13							100	85~100	0~15				
S-13 (6号)	13~5								100	85~100	0~15			
S-5 (7号)	5~2.5									100	85~100	0~25	0~5	
M-40	40~0				100	95~100	—	—	60~90	—	30~65	20~50	—	10~30
M-30	30~0					100	95~100		60~90		30~65	20~50	—	10~30
M-25	25~0						100	95~100	—	55~85	30~65	20~50	—	10~30
C-40	40~0				100	95~100	—	—	50~80	—	15~40	5~25		
C-30	30~0					100	95~100	—	55~85	—	15~45	5~30		
C-20	20~0							100	95~100	60~90	20~50	10~35		

注) これらのふるいは、JIS Z 8801 (標準ふるい) に規定する標準網ふるい 101.6 mm, 76.2 mm, 63.5 mm, 50.8 mm, 38.1 mm, 31.7 mm, 25.4 mm, 19.1 mm, 12.7 mm, 4760 μ, 2380 μ, 1190 μ, 420 μ および 74 μ に対応するものである。

率は玄武岩が25.0%と高く、安定性が悪いといえる。

粒度の規格は表3-4に示すとおりであるが、この規格に合格しないものであっても他の材料と合成したときの粒度が、所要の混合物の粒度に適合すれば使用できるものとしている。

### 3-4. 玉碎

玉碎は玉石または砂利を破碎してふるい分けたものである。非破碎面があるので、5mmふるいにとどまるもののうち、重量で40%以上が少なくとも1つの破碎面をもつこと、マカダム工法および浸透式工法には5mmふるいに残るもの75%以上、粒度調整工法の場合は60%以上が少なくとも2つの破碎面をもつものでなければならない、という破碎面の規定を設けている。

これは、非破碎面が多くなると、安定度が小さくなる、締まりやすいため空隙率が低くなりすぎる、骨材配列の構成指数が小さくなる、などの欠点を少なくするためにとり入れられたものである。

### 3-5. 砂利

砂利は採取地によって、川砂利、山砂利、海砂利などに分けられる。その材質や粒度は変動しやすいので十分調査のうえ使用する必要があることを示している。砂利の品質は碎石の規定を準用することにしている。

### 3-6. 砂

天然砂は砂利と同様に採取地によって、山砂、川砂、海砂などに分けられる。人工砂にはスクリーニングス、高炉水サイ砂、キュポラ水サイ砂などがある。アスファルト混合物用には粗目砂と細目砂という粒径による分類呼称が使われている。前者を0.6mmふるい通過分が60%以下の砂、あるいは粗粒率が3以上の砂、後者を0.6mm

表3-5 スクリーニングスの粒度範囲

(JIS A 5001-1973)

呼び名	粒度範囲(mm)	ふるいの呼び名 (mm)	通過重量百分率(%)					
			5	2.5	0.6	0.3	0.15	0.074
スクリーニングス	F-2.5	2.5~0	100	85~100	25~55	15~40	7~28	0~20

これらのふるいは、JIS Z(標準ふるい)に規定する標準網ふるい4760μ, 2380μ, 590μ, 297μ, 149μおよび74μに対するものである。

- 注1) 天然砂は採取個所により粒度などが変化しやすいので、十分調査のうえ使用しなければならない。  
2) 碎石ダストはシリトや粘土などの有害量を含むことがあるので、十分調査のうえ使用しなければならない。  
3) 海砂に含まれている塩分については通常特に問題はない。  
4) 高炉水さいは高炉鉄を急冷して製造した砂であり、キュポラ水さいはキュポラ鉱を急冷して製造した砂である。いずれも天然砂の代用として使用されることもある。

ふるい通過分が80%以上の砂、あるいは粗粒率が2以下の砂と定義することがある。

アスファルト舗装小委員会(日本道路協会)でアスファルト混合物用の細骨材に関する全国調査を行った結果

(イ) 川砂には限度があり、海砂の使用が多くなっている。

(ロ) スクリーニングスを使用しないと合成粒度が組みにくい。

(ハ) スクリーニングスを使用する場合は0.074mmふるい通過量、含水量などに注意して使用している。などの実態が明らかになったので、要綱第5章の配合設計の項では、スクリーニングスと天然砂との配合率はスクリーニングスが天然砂より多くならないよう注意する、という注記を述べながらも実態に合わせる方向を示している。この場合、スクリーニングスの材質は表3-5を標準としている。

天然砂、人工砂などは、採取地、製造場所が異なれば品質もそれに応じて変わるといえる。特に、アスファルト混合物用ということを考慮すると、砂の粒径、硬さ、

表3-6 砂の試験法

項目	試験方法	概要	評価特性値
細粒化度試験(FD試験)	ドバール試験の改良法	ドバール試験用容器に2.5/1.2mm: 1.2/0.6mm: 0.6/0.3mm=1:1:1に調整した骨材を1,322g採取し、毎分30回の回転で1時間回転させ、前後のふるい分け試験を行う。	FD: 試料の2.5, 1.6, 0.6, 0.3, 0.15, 0.074mmふるい通過量の和。 FDR = 試験後のFD/試験前のFD
ドライビスコシティ試験(DV試験)	Public Road Dec. 1956の改良法	ロート型の容器を0.6mm~0.3mm粒径の骨材270gが流下する秒数を測る。	DV(秒)
パーティクルインデックス試験(Ia試験)	AAPT-Vol. 36: 67の改良法	AAPT-Vol. 36: 67に規定された変形容器に0.6mm~0.3mm粒径の骨材を3層10回および50回突きによる骨材間隙率を求める。	Ia = 1.25VMA <sub>10</sub> - 0.25VMA <sub>30</sub> - 32
モルタルフロー試験(TF試験)	コンクリートのモルタル試験の改良法	コンクリートモルタルフロー試験に用いる装置を用いてカットバックアスファルトをバインダとしたモルタルのフロー試験を行う。	フロー値が18cmとなるアスファルト量を求める。TF(%)
アスファルトモルタルのマーシャル安定度試験	アスファルト舗装要綱法	両面50回突きのアスファルトモルタルのマーシャル安定度試験	安定度、フロー値 空隙率

吸収アスファルト量などの性状が重要な。現行では、砂の品質を定量的に規定したものはないが、これらの性状を推定するために有効とされている試験法(表3-6)の提案があるので、必要に応じて実施することが望ましい。

### 3-7. スラグ

路盤用高炉スラグとは、下層路盤および粒度調整路盤の材料として用いるために徐冷スラグを破碎したもの、またはこれに細粒分と水硬性を補うために水碎スラグを混合したもので、用途に応じて所定の粒度に調整されたもので、その材質は表3-7に示す性状のものでなければならない。

スラグは硫黄化合物による黄濁水が流出せず、かつ細長いあるいは薄っぺらなもの、ごみ、どろ、有機物などの有害量を含まないものでなければならない。一般的にはエージング(Aging)処理を施し、呈色判定試験で呈色しないと確認されたものを使用することにしている。

クラッシャーランスラグ等の修正CBRは構造設計における等値換算係数にそれぞれ対応する値で決められている。したがって、下層路盤に利用するものは修正CBR 20以上で十分であるが、スラグは過去の実績では30を下回るものがないため、規格は修正CBR 30以上と規定した背景がある。

水硬性粒度調整スラグは水和反応によって硬化する性質を有する高炉スラグのことをさしている。水硬性の性質は一軸圧縮試験の強度で評価することにしている。

規格値の $12\text{kg/cm}^2$ は、昭和50年ごろに生産されていた代表的なスラグの試験結果をもとに決めた値である。すなわち、14日強度を $12\text{kg/cm}^2$ 以上にした場合と、28日強度を $12\text{kg/cm}^2$ にした場合のそれぞれについて180日(湿潤養生)長期強度との関係や、180日で $30\text{kg/cm}^2$ が保証される程度を調べ、表3-8の結果を得た。ここで $30\text{kg/cm}^2$ の値は等値換算計数0.55をとっているソイルセメントの場合を参考に決めたもので、材料の硬化する速さに相違はあるものの、6カ月程度でこの値を満足すれば、ソイルセメントと同等に評価できそうであると判断して目安にした値である。

これより、14日で $12\text{kg/cm}^2$ を下回る確率は28%と高いが、合格するものの180日強度は40.5 $\text{kg/cm}^2$ と高く、30 $\text{kg/cm}^2$ を上回る確率も高いことから14日強度を $12\text{kg/cm}^2$

表3-7 路盤用高炉スラグの材質

名 称	呼 び 名	用 途	修正CBR (13日養生 <sup>1</sup> 日本水浸後)	一軸圧縮強さ (kg/cm <sup>2</sup> )	単位容積重量 (kg/cm <sup>3</sup> )
クラッシャーランスラグ	C S	下層路盤	30 以上	—	—
粒 度 調 整 ス ラ グ	M S	上層 "	80 "	—	1,500以上
水硬性粒度調整スラグ	H M S	" "	80 "	12 以 上	1,500以上

[注]① スラグの粒度は表3-6碎石の粒度に準じる。ただし、水硬性粒度調整スラグ(HMS)の最大粒径は25mmを使用するとよい。  
② スラグは製造後出荷時に、呈色判定試験により水浸による黄濁水、および硫化水素臭の発生しないことが確認されたものでなければならぬ。

[注] 転炉スラグ、電気炉スラグなども路盤用などの骨材として使用されることがあるが、材質や粒度が変動しやすいので十分調査のうえ使用することが必要である。

表3-8 一軸圧縮強度基準の比較

基 準	14日強度 $12\text{kg/cm}^2$ 以上 (乾燥養生)		28日強度 $12\text{kg/cm}^2$ 以上 (乾燥養生)	28日強度 $12\text{kg/cm}^2$ 以上 (湿潤養生)
	試 料 数(N)	15	18	12
基準を下回る割合(%)	28	14	42	
180日強度 (kg/cm <sup>2</sup> )	$\bar{x}$	40.5	38.0	43.1
	Max	70.4	70.4	70.4
	Min	21.0	18.7	18.7
	$\sqrt{V}$	16.3	16.1	17.2
180日強度 の信頼区間	95% 90%	13.7 以上 19.6 以上	11.6 以上 17.4 以上	14.8 以上 21.1 以上
180日強度が $30\text{kg/cm}^2$ 以上となる割合 (%)	74.0	69.1	77.4	

に規定したものである。

一軸圧縮試験は、供試体の作製、養生条件などにおいてソイルセメント安定処理の場合と相違しているので、呈色判定試験とともに、JIS A 5015-1979の規定に準じて行なう必要がある。

転炉スラグとは、転炉で鋼と分離された溶解スラグを徐冷した後破碎加工したスラグである。碎石の性状は天然碎石に比較して比重、吸水量が高い、膨張崩壊性があるなどの特徴がある。膨張崩壊性はエージング処理によって骨材の安定化が計られている。最近では、アスファルト混合物用の骨材としての利用研究が進められている。これらの一例を表3-9、図3-3～図3-5に紹介する。これによれば、次のような特徴が明らかである。

(1) 骨材の比重が非常に大きく、石灰岩と比較すると1.3～1.4倍になる。

(2) 骨材には、ポーラスなものとち密なものが混入しており、かなりのバラツキが見られる。

(3) 骨材表面にはカルシウムを主体とした微粉末が付着しており、その量および質などによって、骨材の比重・吸水量やアスファルト混合物の性状に影響を与えていている。

表 3-9 材料試驗結果一覽表

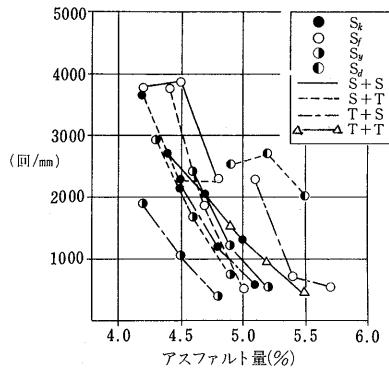


図3-3 鉄鋼スラグアスコンの DS

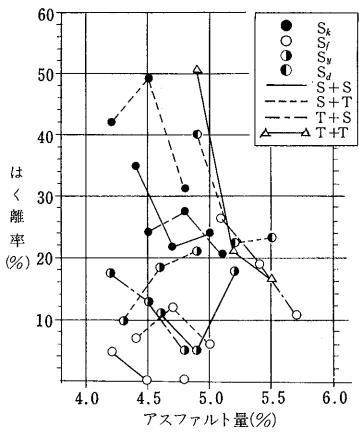


図3-4 鉄鋼スラグアスコンのはく離率

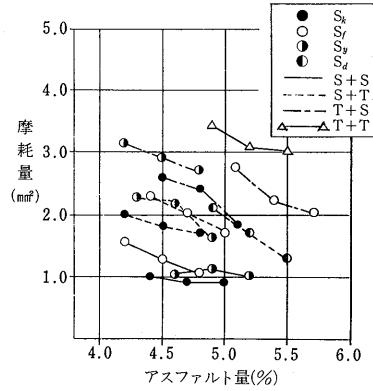


図3-5 鉄鋼スラグアスコンの摩耗量

(4) アスファルト混合物の1m<sup>3</sup>当りの重量は石灰岩によるものより約19%重く、使用アスファルト量は約7%多い。

(5) マーシャル試験におけるS/F、およびホイールトラッキング試験におけるDSが高く、また摩耗量も小さい。

これらのことから、転炉スラグは、アスファルト混合物用の骨材として使用出来ることが明らかである。一方、福山、大分を中心に転炉スラグアスコンによる試験舗装も実施されており、室内試験でうかがえた耐流動、耐摩耗の性状が認められている。これらの試験調査をもとに、転炉スラグによるアスファルト舗装の設計施工マニュアル(案)の検討が進められている。

電気炉スラグとは、電気炉から出る酸化スラグのことである。主原料の鉄くず、フランクスとしての生石灰、石灰石などの組合せによって性状が異なるので、品質を調査して使用する必要がある。

### 3-8. 特殊骨材

アスファルト舗装の特殊対策に使用される骨材で、硬質骨材、明石骨材、着色骨材および舗装廃材を再生した再生骨材などが含まれる。

#### 3-8-1 硬質骨材

硬質骨材とは研磨抵抗、すべり抵抗、破碎抵抗などにすぐれた天然または人工の骨材のことである。

天然に産するものとしてはシリカサンド、エメリー、珪石など、人工的に製造されたものではカルサイドボーキサイド、溶融アルミナ、特殊な合金鉄スラグなどがある。

硬質骨材は既説路面のすべり抵抗性を回復させたり、新設道路で、耐摩耗、耐すべりを考慮した舗装を施工する場合に使用される例が多い。ここで研磨抵抗性の高い骨材とは、ポーラスで硬い骨材の方が良く、これらを選定するには、吸水量がある程度大きく、同時にすりへり減量の小さい骨材を選定することが目的にかなうものである。

熱硬化性樹脂とエメリーやカルサイドボーキサイドを骨材としたニート工法によるすべり止め舗装は過去10年間で約100万m<sup>2</sup>程度の施工実績があるが、昭和53、54年度の年平均 $1.0 \times 10^4 \sim 1.5 \times 10^4 \text{ m}^2$ をピークに使用量は減ってきている。1.2~3.2mm程度の単粒度骨材をバインダー $1.4 \text{ kg/cm}^2$ 程度塗布した上に $7.0 \text{ kg/cm}^2$ (余剰骨材含む)散布する施工が多い。

#### 1) エメリー

天然産の硬質骨材として大分県木浦産のエメリー(emery)が知られている。アルミナ鉱物、鉄スピネル、磁鉄鉱を主成分、斜長石、紅柱石、ざくろ石等を副成分とする非常に硬い(モース硬度8~9)鉱石である。

#### 2) カルサイドボーキサイド

カルサイドボーキサイドとは、ボーキサイドの原石を1,600°C以上の温度で焼成したものを粉碎して得られるものである。形状は粒状であり、比重は3.0~3.5、粒径は1.2~3.2mm、吸水量は3.0%以下程度である。

カルサイドボーキサイドは骨材表面がポーラスで研磨抵抗性に優れ、PSV(Polished Stone Value)も高いことからイギリス等では実績が豊富である。わが国においても供給面やコスト面等から、エメリーより多く使われている。

#### 3-8-2 シノパール

デンマークで開発された人工骨材の一種である。けい砂、石灰石、ドロマイドなどを溶融して作られるガラス質の冷却熱処理によって、ガラス粒子の結晶化を計った白色の堅硬で、耐摩耗性に優れた骨材である。比重は見掛け比重が2.05、表乾比重が2.03、吸水量1.2、ロサンゼルスすりへり減量20%程度である。路面の光反射率を高めたり、路面輝度のむらを少なくするために行なう明色舗装では、アスファルト混合物の粗骨材部分を部分的に置換えて明色化を計るような使用がある。またPSVが高いことから、すべり止め舗装のチップ材に使用されるものもある。関東地建管内で53年度から実施している高すべり抵抗性摩耗層に関する試験舗装では、ホットロールドアスファルトに20~13mmサイズのシノパールを7kg/m<sup>2</sup>混入したロールドアスファルトを施工して、耐すべり、耐摩耗に一応の成果をおさめている。

### 3-9. フィラー(Filler)

フィラーとは、主に加熱アスファルト混合物に用いられる微粒子の骨材で、0.074mmふるいを通過する鉱物質微粉末のことをいう。通常、石灰石や火成岩を粉末にした石粉(いしこ)が使用されるが、この他セメント、フライアッシュ、消石灰なども用いられる。

1880年頃、米国では当時使用されていたロックアスファルトにかわって、トリニダッドレーキアスファルトと砂、石粉等をませたものを加熱混合物として舗装に利用する

ようになり、これを契機にフィラーの利用が始まったといわれている。

アスファルト混合物におけるフィラーの役割は

(1) 骨材間隙率を充填する役割

(2) フィラーとアスファルトが結合したフィラービチューメンとして作用する

の2つに代表される。

(1)は混合物の種類に応じて一定の空げき率を保証するための骨材配合、アスファルト量決定の中で総合的に検討されるもので、その標準が要綱の表5-3といえる。

(2)はフィラービチューメンがアスファルト混合物の物性(混合物の密度、飽和度、安定度、フロー値など)の改善に影響を与えることを示している。

これらのことから、フィラーの量および質がアスファルト混合物のコンシステンシーに及ぼす影響が大きいので、要綱では次のような規定を設けている。

(1) アスファルト混合物フィラーの粒度は要綱の表3-11の規定を満足するものとする。

(2) フィラーとアスファルトの混合割合(F/A)の目標値は一般地域では0.8~1.2、積寒地域は、1.3~1.6になるように配合を検討する。

(3) アスファルトプラントにおける回収ダストはその使用量を配合した骨材粒度の0.074mmふるい通過分のうち、ダストからくるものが石粉からくるものよりも多くならない範囲で使用する。

### 3-9-1 石粉

石粉は主として加熱アスファルト混合物のフィラーとして使用される。石粉は石灰岩粉末または火成岩類を粉砕したもので、水分1.0%以下で、微粒子の團粒になったものでなければならない。

石粉の粒度範囲の標準は要綱の表3-11に示すとおりである。石粉の貯蔵にあたっては絶対に水にぬらさないようにしなければならない。

火成岩の石粉は要綱の表3-12の規定を満足するものでなければならない。この規格試験は次の理由から決められているものである。

(1) 比重試験(JIS A 5008)

比重はフィラーの品質の良否を判定する物性ではないが、アスファルト混合物の配合設計を行なう場合(理論最大密度の計算)に必要となるので規定している。

(2) 水分試験(JIS A 5008)

フィラーが含水すると團粒化するので、均一な混合が出来にくくなる。さらにアスファルトプラントではフィ

ラーは常温のまま使用されるのでフィラー中の水分が規定されている。フィラーのような粉体の水分は、保管や包装の違いで異なりやすいので、保管状態の悪い場合や使用上特に支障のない限界として1.0%以下と規定している。

(3) 粒度試験(JIS A 5008)

アスファルト混合物において、骨材間隙を充填する作用、フィラービチューメンとしての作用などからフィラーは適当な粒度であることが必要になるので、その標準が定められている。70%以上という数値は、ASTM, BSなどの規格値と実態調査を参考に定められている。

(4) 塑性指数(JIS A 1205)

細粒度などの可塑性、水との親和力を評価する試験で、PIが小さいことは可塑性が小さく、耐久性に優れないとされているので上限が決められている。

(5) 加熱変質試験(アスファルト舗装要綱法、以下要綱法と略す)。

フィラー中に有機不純物が含まれているかを加熱による変色具合などの観察で確認する試験である。

(6) フロー試験(要綱法)

石灰石粉以外の石粉のアスファルトの吸収性を評価する試験であり、フローの大きいものはアスファルトを多量に使用することになり、F/Aが一定の混合物を得にくくなるので、これらを除くために規定されている。

(7) 水浸膨張試験(要綱法)

フィラーが吸水膨張する程度を求め、その耐久性を知る試験で、吸水膨張率(%)が大きい石粉をアスファルト混合物に用いると、はく離現象を生じやすいので、このようなものを除く目的で定められている。

(8) はく離試験(要綱法)

標準砂と石粉とアスファルトを規定量混合し、沸騰水中で60秒間煮沸し、標準砂からアスファルトがはく離する程度を評価するもので、はく離状の著しいものを排除することを目的としている。

### 3-9-2 その他のフィラー

アスファルト混合物用のフィラーには、石粉のほかに消石灰、セメント、ダスト、フライアッシュおよび特殊な例としての鉄物ダストなどが使用される場合がある。特に石粉が入手しにくい離島などでは、セメントをアスファルト混合物用のフィラーとして使用する例がある。セメントの品質規格は要綱の4-4-3で示すとおりである。

### 3-9-3 ダスト

ダストは、石粉の0.074mmふるい通過分のこと、あるいはアスファルトプラントで混合物を製造する場合に、ドライヤで加熱する骨材から発生する石粉や粘土からなるものをいう。集塵装置で捕集したダストは混合物のフライアとして還元使用されている。

ダストの粒度範囲は、乾式サイクロンなどで捕集されるものは規格を満足しないものがあるが、バグフィルタ回収ダストは粒度範囲を満足しているようであるが、回収ダストを使用する場合は、粒度、比重、吸水量や要綱規格4-4-3の性状を調べて使用することが望ましい。

回収ダストの使用量は、配合した骨材粒度の0.074mmふるい通過分のうち、ダストからくるものが石粉ビンからくるものより多くならない範囲で使うことにしている。鋳物加工メーカーでは、鋳鋼、鋳鉄、非鉄合金などを製造する場合、鋳物砂を使うが、この一部が廃棄される。固体廃棄物は、(イ)鋳物砂、(ロ)集塵粉、(ハ)キュポラスラグに大別される。

(イ)はけい砂が主成分であるため大部分は再利用されるが、利用しきれないものが20%近く出る。これらは細目砂より細粒度であるが細目の代用になる。

(ロ)は集塵装置で集められるダスト分であるが、成分は鋳型を固める方法の相違（炭酸ガス法、真空法、セメント法、フラン法、シェル法など）によって種々なものがある。

(ハ)は、クリンカースラグとしての性質があり、水硬性を有しているので、路盤材としての利用が可能である。鋳物工場全体から排出される固体廃棄物は年間500万t

程度になり、このうち70%は廃砂が占めている。フライアとしては、水浸膨張、粒度、フロー値などで規格をはざれるものがあるので現状では、消石灰を若干量配合すれば実用に供しうるようである。

### 3-10. 再生骨材

再生骨材とは、建設廃材を機械破碎または熱解碎して製造した骨材のことであり、アスファルトコンクリート廃材では廃材中のアスファルトを含んだものとしている。

最近では、再生骨材を用いて再生加熱アスファルト混合物を製造し、舗装の路盤、表層、基層等に用いる方法が行われるようになり、昭和53年度以降、使用例が多くなってきている。

再生骨材の性状のうち、回収アスファルトの針入度と粒度試験結果の1例を表3-10に示した。回収アスファルトの針入度はほとんどが30~40の範囲にあり、標準偏差の平均値6であることから、不特定廃材はストックヤードで混積することによって平均化されることがわかる。アスファルト量も標準偏差が小さいことがわかる。しかしこの値は生産プラントにおける分級粒度が異なるとそれに応じて変わる傾向にあり、平均粒度が大きい程アスファルト量の平均値も小さくなるようである。粒度は、新材の粒度の変動とあまり変わらない値であるといえる。しかしこの変動は廃材のストックヤードの広さ、ストックの量および積上げ方法によって差が出る関係がある。

再生混合物は再生骨材の使用率、品質基準、用途などから次の4種類のものが用いられている。

表3-10 特定の再生骨材の統計値の例

	1) ロット数 n	2) 全平均値 $\bar{x}$	ロットの標準偏差			ロットの平均値		
			平均値 $\bar{\sigma}$	最大値 $\sigma_{\max}$	最小値 $\sigma_{\min}$	最大値 $\bar{x}_{\max}$	最小値 $\bar{x}_{\min}$	
回収アスファルトの性状	針入度	14	43	6.1	17.7	0.5	57	26
	軟化点	14	54.3	1.3	3.7	0.2	60.5	50.1
	PI	8	-0.62	0.13	0.20	0.06	-0.30	-0.93
	伸度	8	10.5	28.0	50.8	13.0	12.3	8.7
抽出アスファルト量	14	5.14	0.28	0.60	0.06	7.03	4.30	
	20mm	7	-	2.0	3.8	0.0	-	-
	13	11	91.3	3.5	9.9	0.2	99.9	88.2
	2.5	11	49.5	3.2	6.3	0.4	64.8	43.6
	0.074	11	8.7	0.7	1.8	0.2	10.1	7.6

注1) 数値は1ロット平均値として取り扱った。

2) 算術平均をあらわす。

### 1) A タイプ混合物

再生骨材使用率 100 % のもので、舗装の修繕用などに暫定的に使用する例が多い。再生混合物の品質は再生骨材中の旧アスファルトの性状と抽出骨材粒度によって変わりやすい。このうち、アスファルトの調整には、(i)新規に加えるアスファルト量で調整するもの、(ii)軟化剤で調整するもの、(iii)新しいアスファルトと軟化剤を併用して調整するもの、等の処置がとられている。

### 2) B タイプ混合物

再生骨材の使用率が 70 ~ 100 % 程度のものである。アスファルトは若干の補足材を添加併用し、粒度は新規骨材と合わせて調整する方法がとられている。混合物の品質はアスファルト舗装要綱を適用し、基準を満足するものが使用されている。

### 3) C タイプ混合物

再生骨材の使用率が 30 ~ 70 % 程度のものである。アスファルトは新規混合物のアスファルトの針入度を目標に補足アスファルトの量および針入度グレードを調整し、粒度は新規骨材と合わせて調整されている。混合物の品質は要綱を適用している。

### 4) D タイプ混合物

新規骨材に再生骨材を增量材的に使用するタイプのものである。このタイプの混合物を生産できるプラントは A, B, C タイプの混合物を生産できるもの以外に高熱骨材方式のプラントもある。

B ~ D タイプの混合物はこれまで、等値換算係数に言及しない簡易舗装への使用例が多く、重交通道路の表層への適用は試験舗装的な例が主体である。

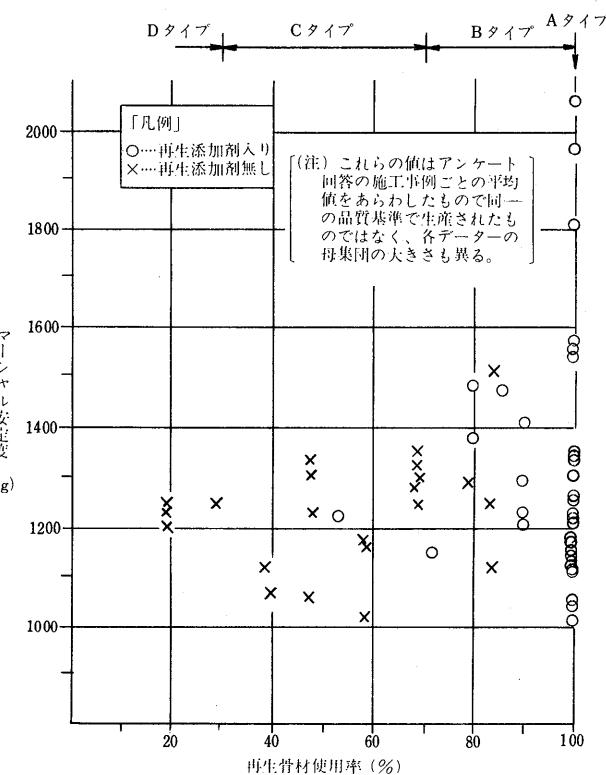


図3-6 再生骨材使用率とマーシャル安定度の関係

[文責；小島逸平 土木研究所舗装研究室]

## 4. セメント系材料

セメント系材料の種類とその使用用途は多種多岐にわたるが、ここではセメントおよび石灰をとり上げ、路床や路盤の安定処理用の安定材としての用途に限定して記述する。

路床・路盤安定処理の目的は、対象土に安定処理材としてセメントや石灰を添加して、より望ましい特性

の材料に改良することにある。セメント安定処理と石灰安定処理では類似することも多いが、反応過程と混合性の適否が異なるため、対象土の P.I と 200 番ふるい通過量などによって、セメントと石灰を使い分けるのが一般的である。

(荒井)

### 4-1. セメント

セメントの種類—— 安定処理に使用できるセメントとしては、ポルトランドセメント（JIS R 5210）混合セメント（JIS R 5211～5213）および地盤改良用の特殊セメント<sup>1)</sup>などがあるが、一般には普通ポルトランドセメントまたは高炉セメント B 種が使用されることが多い。

セメント安定処理の原理—— セメントの水硬性により骨材（または土粒子）間の接着を図り、土性を改良し、対象土に強度を付与する。セメントの硬化を阻害する成分（粘土、有機物）を含む土質への適用は好ましくなく、より効果的に使用するために、一般には礫質系または砂質系の土質が適性土とされる。

セメント安定処理の特性—— セメント安定処理土および処理層の強度は、セメント添加量に比例するが、対象土の土性、混合程度、締固め程度および養生条件などによっても影響をうける。標準的な室内配合試験結果の例を図 4-1 に示す。また、安定処理層の評価の例として図 4-2 を示す。セメント安定処理は、一般的に剛で、乾燥・湿潤、凍結・融解などの気象作用に対する安定性も大きく<sup>2)</sup>、得られた安定処理強度も、図 4-3 に示すような疲労抵抗性を有する。

用途および施工方法—— 路床、路盤のいずれにも使用されるが、適性土の関係から、路盤に適用されることの方がどちらかといえば多い。路盤材としての所要強度は「舗装要綱」では表 4-1 の値が規定されている。路床安定処理の場合には、添加量と強度の関係から改良効果を考慮して決められる。施工方法は、上層路盤に適用する場合には中央混合方式が、下層路盤または路床に適用する場合には路上混合方式がとられることが多い。路盤安定処理の場合には含水比の調整、混合から転圧までの時間、および締固め度などが、供用性を左右する。転圧後には、収縮クラックの抑制や養生のため乳剤散布が実施されている。路床安定処理の場合には均一な混合と

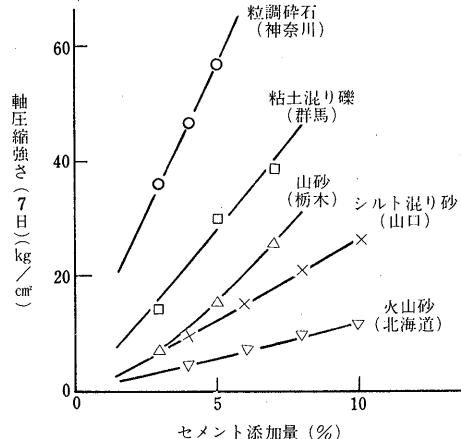


図 4-1 セメント安定処理土の強度

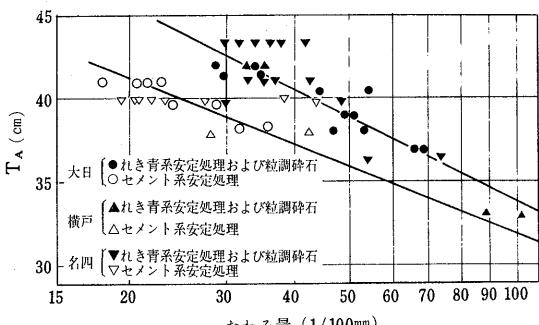
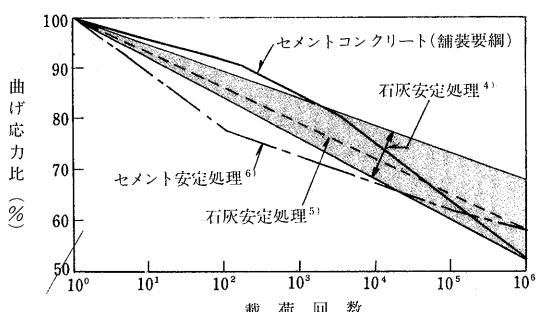
図 4-2 T\_A とたわみ量の関係(大日)<sup>3)</sup>

図 4-3 安定処理土の疲労曲線

表4-1 セメントおよび石灰安定処理路盤材の所要強度  
(アスファルト舗装要綱およびセメントコンクリート舗装要綱)

舗装区分	使用する位置	工法・材料	所要一軸圧縮強さ	等値換算係数 $a_n$	対象土の望ましい PI と粒度	
					PI	200番フルイ通過量(%)
アルストフ舗装	上層路盤	セメント安定処理	30kg/cm <sup>2</sup> (7日)	0.55	9以下	0~15
		石灰安定処理	10kg/cm <sup>2</sup> (10日)	0.45	6~18	2~20
	下層路盤	セメント安定処理	10kg/cm <sup>2</sup> (7日)	0.25	9以下	—
		石灰安定処理	7kg/cm <sup>2</sup> (10日)	0.25	6~18	—
セメントコート舗装	上層路盤	セメント安定処理	20kg/cm <sup>2</sup> (7日)	—	9以下	0~15
	下層路盤	セメント安定処理	10kg/cm <sup>2</sup> (7日)	—	—	—
		石灰安定処理	5kg/cm <sup>2</sup> (10日)	—	—	—

全層にわたる締固め度の確保などが重要となる。

なお、最近では、破損したアスファルト舗装を破碎し、たあと、セメントを加え路上混合し、安定処理する工法(現場再生路盤工法)<sup>7)</sup>にも利用されている。

#### 4-2. 石灰

石灰の種類—— 安定処理に使用できる石灰の種類は消石灰、生石灰および苦土石灰である。一般には、主にCaO量で分類した工業用石灰(JIS R 9001)のうち、工業用石灰1号、工業用生石灰特号または1号が使用されることが多い。

石灰安定処理の原理—— アルカリ雰囲気下での土と石灰(水酸化カルシウム)のイオン交換反応、およびポゾラン反応とからなり、前者の反応は短時間のうちに対象土のコンシステンシーを改善し、トラフィカビリティや施工性を向上させる。後者の反応は長期間にわたって継続し、セメントと同じようなケイ酸カルシウムなどの水和物を生成して土粒子間の膠着を進め対象土を安定化させる。こうした反応を透水係数の変化から説明した報告<sup>8)</sup>もある。この特性からして、対象土は粘土鉱物を含むものが適性土となる。なお、生石灰は土中水と反応して消化する際に水和・発熱するため、顕著な含水比低下をもたらす。(生石灰添加量30%以下では、おおむね含水比低下量(%)／自然含水比(%) = 生石灰添加量(%)／100 が成立する。)

石灰安定処理の特性—— 石灰安定処理土および処理層の強度は、セメント安定処理とほぼ同様に、各種要因によって影響をうける。セメント安定処理と異なる特性としては、化学的にみて限界添加量が存在すること、強

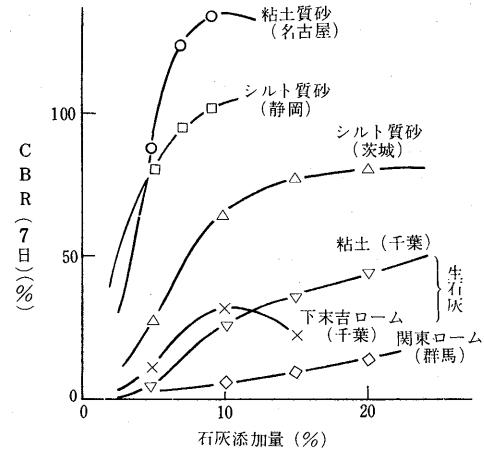


図4-4 石灰安定処理土の強度

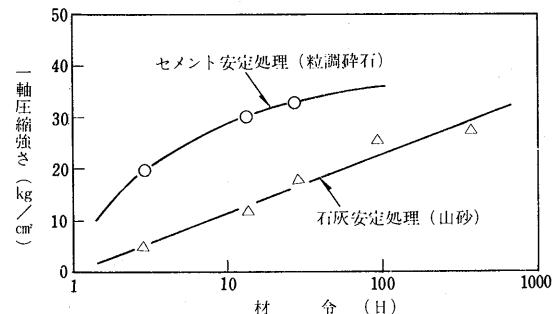


図4-5 安定処理土の長期強度<sup>4)</sup>

度発限が遅硬性であること、および自癒性が見られることなどがある。添加量と強度の関係例を示せば図4-4のとおりであり、図から、最大強度または強度の増加が期待できなくなる石灰量が存在することがわかるが、これは土中反応成分量に対応した化学的に必要な石灰量として説明<sup>9)</sup>もされている。石灰安定処理の強度発現は遅

硬性であるが、長期的には図4-5に示すように、かなりの強度を確保でき、しかもある程度の自癒性を有するため、施工後若干の損傷をうけても強度の回復が見られる。これらのことと、図4-3より版としての機能も出てくるが、これに関しては版としての検討例<sup>4)10)</sup>や、一軸圧縮強さと変形係数の関係として図4-6の例もある。

用途および施工方法——適性土の関係から、路盤よりもむしろ路床安定処理に適用されることが多い。施工方法はセメント安定処理の場合とほぼ同じであるが、生石灰を利用する場合には、生石灰の消化を待って二次混合を実施する必要がある。一般に、セメント安定処理に比べ添加量が多くなるので、路上混合時の石灰粉の飛散（スモーキング）や降雨時のアルカリ水の流出などに注意を払う必要があるが、上層舗設後は特に問題はない<sup>12)</sup>。

上述のようにセメント系材料による安定処理は、その特性を活かし、目的にあう方向で汎用されているが、より有効な効果を期待するには、施工時含水比の強度におよぼす影響、厚層転圧方法の開発、リフレクションクラックの防止方法、あるいは凍上抑制効果などについて、検討、改良すべき課題もいくつかある。また、諸外国では対象土の粒度および用途などによって名称を変え、用途も広く（ホワイトベースとしてのリーンコンクリートや薄層アスコンまたは表面処理を施したソイルセメント舗装<sup>13)</sup>など）、安定材も多様化しており（高水硬性石灰、セメント／石灰／フライアッシュの複合安定材など）今後、わが国でもより広範囲な適用が考えられるだろう。

〔文責：羽山高義 日本舗道技術研究所〕

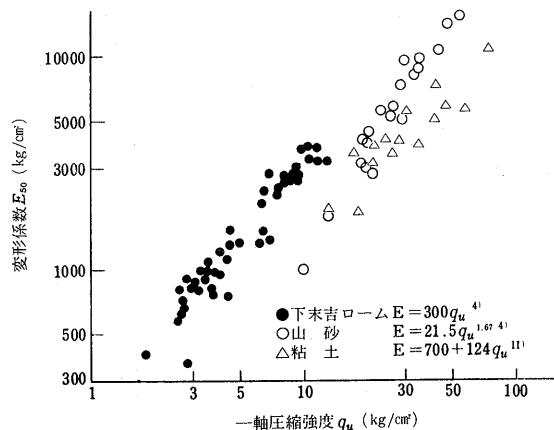
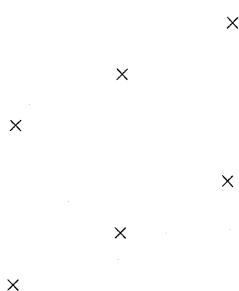


図4-6 石灰安定処理土の一軸圧縮強度と変形係数の関係

#### 参考文献

- 1) 地盤改良材一覧表、セメント・コンクリート、No. 391, Sep., 1979, pp. 122～135など。
- 2) 「セメント、石灰による路床安定処理の計画、設計および施工に関する研究報告書」、昭和53年2月、高速道路調査会、pp. 36～38。
- 3) 南雲、月成：土と基礎、Vol. 20, No. 6, 1972, p. 32。
- 4) 「新東京国際空港第二期基本施設舗装の試験研究報告書」、昭和56年3月、新東京国際空港公団、運輸省港湾技術研究所、日本舗道株式会社。
- 5) T. E. Swanson, M. R. Thompson : H R R, No. 198, 1967, pp. 9～18.
- 6) L. Raad, C. L. Monismith : T R R, No. 641, 1977, pp. 7～11.
- 7) 桃井、羽村：第13回日本道路会議一般論文集、昭和54年、pp. 409～410など。
- 8) N. M. El-Rawi, A. A. A. Awad : A S C E, Vol. 107, No. TE1, Jan., 1981, pp. 25～35.
- 9) J. E. Eades, R. E. Grim : H R R, No. 139, 1966, pp. 61～72.
- 10) 小辻、後藤：第14回日本道路会議、昭和56年、発表予定。
- 11) M. R. Thompson : H R B, No. 139, 1966, p. 8.
- 12) 久保田、羽山：第13回日本道路会議一般論文集、昭和54年、pp. 203～204。
- 13) "Thickness Design for Soil-Cement Pavement", P C A, 1970, および "Thickness Design of Soil-Cement Pavement for Heavy Industrial Vehicles", P C A, 1975.

## 5. その他の材料

舗装材料の中で、およそ「剤」と名のつくものは、それ自体は、アスファルトとかセメントなどのように主要な構成材料とはいがたい。しかし、かといって、これらを無視しては考えられない材料がある。すなわち、目地材・接着剤（特に橋面舗装）・防水材・はく離防止剤・路面標示材および舗装廃材の再生利用に伴ない、必要に応じてアスファルト舗装廃材に添加する再生添加剤……などである。

目地材は、主としてセメントコンクリート舗装に用いられるが、この他にアスファルト舗装のひびわれのシール、橋面舗装における成型目地材などがある。接着剤は主として高架橋等の舗装に使用されており、橋

面部の荷重、応力分布の特殊性からして床版と舗装体との接着を如何に保つかが問題である。このためにも接着剤の性状あるいは接着層のあり方が重要といえる。防水材は橋梁の床版の水からの保護を目的として使用されている。防水材料には歴青系シート防水材と高分子系塗膜防水材などがあり、それぞれ長所・短所をもっている。防水材については、これ単体よりは、むしろ接着剤とのペアで考えるべきものである。はく離防止剤、再生添加剤は所謂「薬剤」的見地から、その化学的組成・性状と併せて作用機構面からの対応が必要である。区画線、公安委員会の設置する道路標示などに用いられる路面標示材は交通安全、車輛の走行面から非常に重要な材料であり、舗装本体と併せてその耐久性が重要といえる。

(太田)

### 5-1 目地材

#### 目地材について

目地材といえば即コンクリート舗装といった関係にあるが、ここではアスファルト舗装のひびわれのシール、橋面舗装における地覆と舗装体のシールに使用される成型目地材についても概述する。

#### 目地材の種類と特性

現在市販されている目地材には種々の形態・性状のものがあるが、大別すると図5-1に示すようになる。

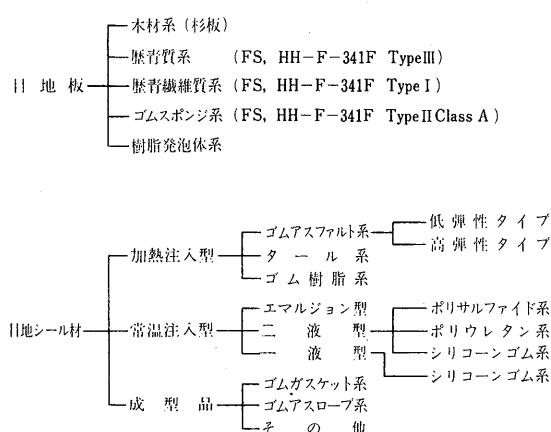


図5-1 目地材の種類

#### 目地材

目地材は材質上5種類に大別される。それぞれの特性

表5-1 目地板の作業性に関する評価<sup>1)</sup>(モニター9名)

種類	評価段階(人)					総合評価	備考 曲げ剛さ
	A	B	C	D	E		
杉板 E	9					A	22.5 kg
樹脂発泡体 D・5	4 (4)	4 (4)	0 (0)	1 (1)		B	4.8
ゴムスポンジ C・4	3 (4)	4 (3)	2 (2)			C	1.5
瀝青繊維質 B・4	3 (4)	4 (2)	1 (2)	1 (1)		D	1.7
樹脂発泡体 D・1	(1)	1 (2)	2 (2)	6 (4)		E	0.3

ただし、モニター9名、( )内の数字はアテ板を使用したときの人数

\*収縮目地をカッターで切らず、事前に挿入しておいたスレートをそのままに残した場合を検討してみた。

について以下に簡単に述べる。

1) 歴青質系：圧縮強度は適当、ただし復元率が悪くはみ出しあり大きい。また冬期の脆化も考えられる。したがって目地巾の挙動量が少ない個所、例えば縦自由端部、用水路等の常に水中に没しているところに用いるとよい。

2) 歴青繊維質系：一般的に使用されているものでバランスのとれた性状を有している。しかし、復元率が75~80%程度と若干不足していること、作業(取扱い性)上必要な曲げ剛さに欠ける点がある。(表5-1参照)

3) ゴムスポンジ系・樹脂発泡体系：材質的には耐久性にすぐれ、復元率も90%以上で100%に近いものが殆んどであり、コンクリート版の膨張・収縮に対する順応性はすぐれている。しかし圧縮強度が小さいためコンクリート打設時に圧縮され設計目地巾の確保が困難視されること、加えて曲げ剛さも小さく作業性に欠ける。ただし、米国連邦規格(F.S HH-F-341 F Tyne II)、ゴム

スponジタイプ) 適合品については密度480 kg/m<sup>3</sup>以上となっており、これらの欠点がカバーされている。

4) 杉板: 曲げ剛さが大きく取扱い性  
・施工性がよい。他方復元率は歴青繊維質系よりも小さく膨張・収縮に対する順応性が不十分、このため冬期コンクリー

ト版との間に空げきをつくることがある。その他、圧縮強度が節によっては異常に大きくなるため、できるだけ節の少ないものを選ぶ必要がある。

### 目地シール材

目地シール材には注入時に流動状態にして目地、ひびわれに注入するシール材と、予めロープ、ガスケット状に成型したものを目地、ひびわれに挿入圧着する成型シール材がある。

#### 1) 加熱注入型シール材

アスファルトにゴム粉末、エラストマー、フィラー等を混入して弾性を付与したもので、従来から広く用いられている。コンクリート舗装要綱では低弾性タイプと高弾性タイプに分け、それぞれの品質の標準を示している。低弾性タイプは米国連邦規格のSS-S-164に該当するもので、その適用性は通常約-10~20°Cまでとされている。これ以下の低温にさらされる個所、トンネル内等には耐久性、低温性状の面から高規格品の高弾性タイプ(F.S-SS-S-140 1B該当品)のシール材が使用されている。

#### 2) 常温注入型2液性タイプ

常温注入型2液性タイプシール材のうちポリサルファイド系が高弾性・耐油性・耐炎性・耐候性にすぐれているため、空港エプロンなどに広く使用されている。反面、一般の道路には現在のところ使用実績は少ない。なお最近では自衛隊との共同利用をしている空港のエプロン・ランウェーなどには使用機材の関係で、より耐炎性・耐熱性・耐久性を必要とする等の理由で、これらの性状にすぐれたシリコーンゴム系のシール材も2~3試験的に使用されている。しかし、シリコーンゴム系はコンクリートの材令(含水率)、作業性(硬化速度が遅い)、高価格等の面で適用条件が限定される場合が多い。

この他、低粘性タイプのエマルジョン型シール材、ウレタン系シール材等がコンクリート舗装、アスファルト舗装の細いひびわれのシール材として使用されている。

#### 3) 成型品

成型品のうちゴムガスケットと呼ばれる中空目地材が

表5-2 加熱施工式注入目地材の品質の標準<sup>2)</sup>

試験項目	a) 低弾性タイプ	b) 高弾性タイプ
針入度(円すい針)	6mm以下	9mm以下
弾性(球針)	—	初期貫入量0.05~0.15 復元率60%以上cm
流れ	5mm以下	3mm以下
引張量	3mm以上	10mm以上

あるが、目地溝の仕上げ、目地巾の一様性などによっては目地壁面との接着が十分でなく、はみ出しやすいなどの理由でまだ使用実績に乏しい。他方、ゴムアス系の材料をベースにしロープ状、板状に加工した成型目地材は自己粘着性にまわり多方面に使用されつつある。特に前者は目地巾、目地の形状(直線・曲線)等に自在に対応できるなどの利点から、アスファルト舗装のひびわれのシール等に使用されており今後の期待が大きい。また、後者の板状に加工された目地材は橋面舗装における地覆との取付け部などに使用され、その熱可塑性という特性を生かし舗装体と構造物との水密性を保っている。(図5-2参照)

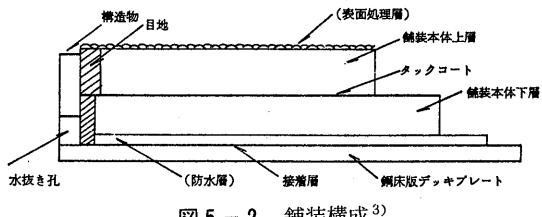


図5-2 舗装構成<sup>3)</sup>

### 問題点と今後の課題

目地材には各種の高分子材料が応用されており、室内試験物性からは諸要求性能を満しておき理想的なものが多い。しかし、これらを実際の道路に適用した場合、供用性に欠ける面が指摘されている。特に道路での目地挙動量の大きい個所への2液硬化型高弾性タイプシール材の適用の可否、材料の基本的性質と適用個所(適材適所)目地材からみた目地設計と併せて材料コストとパフォーマンス等の面から検討・追求が望まれる。

### 参考文献

- 近藤、蒔田; 最近の目地材料に関する室内および現場試験.
- (社)日本道路協会; セメントコンクリート舗装要綱(昭和55年版).
- 海洋架橋調査会; 本州四国連絡橋の橋面舗装に関する調査報告書(昭和55年3月)

(文責: 太田健二 日瀬化学工業技術課)

\*\*\*\*\*

## 5 - 2 接着剤

舗装材料としての接着剤は広汎におよぶため、本稿では特に橋面舗装に使用される接着剤について述べる。

### 橋面舗装における接着剤の必要性

橋梁部では、一般部の舗装の路盤もしくは基層に相当する部分が剛性が大きく、かつ、床版が不透水性の材質でできているところに橋面舗装の特殊性がある。

橋面舗装は一般部の舗装に比べて床版の撓みにより大きな変形・すべり・振動を受けるため、ひびわれの発生する頻度が極めて高いことが、これまでの調査<sup>1)</sup>で確かめられている。このため橋面舗装では舗装体が床版の撓みに追従し、かつ繰返し曲げ応力の作用にも耐え得ることが要求される。この場合、舗装体が床版とよく接着しているか否かが極めて重要であり、接着が悪いと舗装の破損が著しい。したがって橋面舗装においては舗装本体と床版との間に介在する接着剤(層)の良否が、舗装の疲労特性に大きな影響を与えており、接着性の良いものは耐久性が優っている。

### 接着剤の種類と性状・規格

現在、市販されている橋面舗装を対象とした接着層用

表 5 - 3 接着層に適用される材料の分類<sup>2)</sup>

瀝青・ゴム系	アスファルト・ゴム系	溶 剂 型 エマルジョン型 ホットメルト型
	タール・ゴム系	溶 剂 型 エマルジョン型 ホットメルト型
ゴム・熱可塑性 合成樹脂系	クロロブレン系	溶 剂 型 エマルジョン型
	ニトリルゴム系	溶 剂 型 エマルジョン型
	その他ゴム系	溶 剂 型 エマルジョン型
硬化型合成樹脂系 (non-bitumen)	エポキシ系	溶 剂 型 無溶剤型
	ウレタン系	溶 剂 型 無溶剤型
	その他	溶 剂 型 無溶剤型
瀝青・硬化型 合成樹脂系	アスファルトエポキシ系	溶 剂 型 無溶剤型
	タールエポキシ系	溶 剂 型 無溶剤型
	アスファルトウレタン系	溶 剂 型 無溶剤型
	タールウレタン系	溶 剂 型 無溶剤型

材料(接着剤)を大別すると表 5 - 3 に示すとおりである。これらのうち、市販の瀝青・ゴム系のもの 5 種類、

表 5 - 4 一次試験結果<sup>2)</sup>

試料 項目	一液常温形				一液ホット型			一液常温形				二液形				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12				
A 比重(20°C) B 混合物	—	—	—	—	—	—	—	—	1.135	1.135	1.060	1.065	—	—	—	—
	0.945	1.005	1.070	0.995	1.182	0.855	0.905	0.850	1.135	0.955	1.210	1.300	—	—	—	—
	—	—	—	—	—	—	—	—	1.163	1.056	1.083	1.206	—	—	—	—
A 不揮発分(%) B 混合物	—	—	—	—	—	—	—	—	82	99	100	99	—	—	—	—
	61	85	64	42	95	23	41	24	83	83	90	98	—	—	—	—
	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
A 粘度(cps) B 混合物	—	(塑性)	(塑性)	(塑性)	(160°C)	—	—	—	640	3.220	27700	22200	—	—	—	—
	317	576	628	1.400	2.440	438	4.620	3.450	1.050	240	2.630	34000	—	—	—	—
	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
作業性	合 格	合 格	合 格	合 格	不 合 格	合 格	合 格	合 格	合 格 但し 15 分	合 格 但し 25 分	合 格	合 格	—	—	—	—
指触乾燥(分)	60	30	90	60	—	15	10	30	—	—	—	—	—	—	—	—
硬化乾燥(時間)	24 以上	24 以上	24 以上	24 以上	—	24 以上	7~20	24 以上	5	4	24 以上	24 以上	—	—	—	—
A 低温屈曲性 B C	合 格	合 格	わ れ	わ れ は れ	—	合 格	わ れ は れ	合 格	わ れ は れ	わ れ は れ	合 格	合 格	—	—	—	—
	わ れ は れ	合 格	わ れ	わ れ	—	合 格	わ れ は れ	わ れ	わ れ は れ	わ れ は れ	合 格	合 格	—	—	—	—
	わ れ	わ れ	わ れ	わ れ は れ	—	わ れ は れ	わ れ は れ	わ れ	—	—	—	—	—	—	—	—
A 蔽蓋目試験 B C	10	0	10	10	—	10	10	0	10	10	10	10	—	—	—	—
	10	0	10	10	—	10	10	10	9	10	10	10	—	—	—	—
	10	10	10	10	—	1	10	5	0	9	10	10	—	—	—	—
デュポン 衝撃試験 C	合 格	合 格	合 格	わ れ	—	合 格	合 格	合 格	わ れ は れ	合 格	合 格	合 格	—	—	—	—
	合 格	合 格	合 格	わ れ	—	合 格	合 格	合 格	わ れ は れ	合 格	合 格	合 格	—	—	—	—
	戻 わ れ	わ れ	戻 わ れ	戻 わ れ	—	わ れ は れ	わ れ は れ	わ れ は れ	わ れ は れ	わ れ は れ	わ れ は れ	わ れ は れ	—	—	—	—

注) 項目の中の A, B, C は接着剤を鋼板に塗布してから試験までの工程と、下記による。

A : 20°C 73%RH で 48 時間放置。

B : 20°C 73%RH で 24 時間放置したのち、180°C で 30 分間焼付けたのち更に 20°C 73%RH で 24 時間放置。

C : 20°C 73%RH で 24 時間放置したのち、250°C で 30 分間焼付けたのち更に 20°C 73%RH で 24 時間放置。

表 5-5 二次試験結果<sup>2)</sup>

	一 液 常 温 型				二 液 硬 化 型	
	1	4	6	7	10	11
1. 耐湿・蒸煮目試験	10	0	2	6	1	10
2. 塗水噴霧・蒸煮目試験	つや減少 10 <small>ふくれ・は がれ・さび を認めない</small>	塗膜損耗 5 <small>しおを認め ない</small>	白化 6 <small>ふくれ・は がれ・さび を認めない</small>	白化 10 <small>同 左</small>	白化 10 <small>ふくれ・は がれ・さ びを認めない</small>	つや減少 10
3. 強度 (kg/cm²)	1.4 <small>A 2/3, D 1/3</small>	1 <small>C</small>	5 <small>C</small>	3 <small>C</small>	5 <small>B</small>	22 <small>C</small>
付 着 強 さ	20°C 4時間 はがれ部位	4.1 <small>A 1/2, D 1/2</small>	7 <small>C</small>	1.8 <small>C</small>	4 <small>C</small>	2 <small>B</small>
	50°C 4時間 はがれ部位	6 <small>D</small>	3 <small>D</small>	4 <small>C</small>	8 <small>C</small>	1以下 <small>B</small>
4. 曲げ強さ (押込み距離 -10°C, 4時間)	強度 A	1.7 <small>A</small>	2.0 <small>A</small>	1.1 <small>はがれを認 めない</small>	1.6 <small>C</small>	1.0 <small>B</small>
5. 低温デュラン衝撃試験 (-10°C, 4 h)	はがれ部位	A <small>A</small>	A <small>C</small>	C 2/3, D 1/3 <small>C</small>	B <small>B</small>	うき <small>うき</small>
引 張 り せん 断 強 度	-10°C 4時間 はがれ部位	5.6 <small>A</small>	1.2 <small>0.4</small>	8.0 <small>C</small>	1.4 <small>0.5</small>	10.9 <small>4.4</small>
	20°C 4時間 はがれ部位	7.9 <small>A 1/2, D 1/2</small>	4.4 <small>4.1</small>	8.5 <small>3.2</small>	5.5 <small>C</small>	1.1 <small>0.4</small>
	50°C 4時間 はがれ部位	0.8 <small>A 4/5, D 1/5</small>	0.6 <small>A 1/4, D 3/4</small>	1.6 <small>C 2/3, D 1/5</small>	1.3 <small>C 4/5, D 1/5</small>	0.6 <small>B</small>

注) A : 鋼板と接着剤の界面はがれ

B : 接着剤の凝聚破壊

C : 接着剤と舗装体の界面はがれ

D : 舗装体の凝聚破壊

なお、二つの部位で示された数値は、それらのはがれの面積の割合を示す。

ゴム系のもの 3 種類、硬化型樹脂系のもの 4 種類について試験したデータを表 5-4<sup>2)</sup> (塗膜試験)、表 5-5<sup>2)</sup> (鋼床版と舗装本体層との接着試験) に示す。通常、接着層は舗装の構成からして(A)床版と舗装本体、(B)防錆層と舗装本体、(C)床版と防水層および(D)防水層と舗装本体との接着といった 4 つのケースが考えられる。(D)については通常アスファルトシート防水の場合、必要に応じて最上層にタックコート材として貼合せ用アスファルトコンパウンドが用いられる。(A)～(C)については所謂「接着層」としての機能が要求されるため、被接着面を考慮した接着剤の選択が必要である。本四公団の橋面舗装基準(案)では接着層の材料として、舗装本体の下層に用いる混合物がグースアスファルトの場合および防水層を設ける場合には、瀝青・ゴム系接着剤を、硬化性アスファルト混合物(エポキシアスファルト混合物)の場合は硬化性アスファルト系接着剤(エポキシアスファルト)を用いることになっている。これら接着剤の品質規格は表 5-6<sup>3)</sup> に示すところである。なお、鋼床版については、ミルメーカー(原板処理)または橋梁工場においてプラスチック防錆塗料を塗布し、さらに接着剤を塗布するケース(B)が多い。本ケースに関する接着剤の試験データ例を表 5-7<sup>4)</sup> に示す。

表 5-6 接着剤の規格<sup>3)</sup>

項 目	規 格 値		試 験 法
	瀝青・ゴム系	硬化性アスファルト系	
不揮発分%	50以上	—	JIS K 6839
粘度 (25°C) cps	500以下	—	JIS K 6838
接触乾燥時間 (25°C) 分	90以下	—	JIS K 5400
低温屈曲試験 (-10°C, 3mm)	合 格	合 格	JIS K 5400
基盤目試験点	10	10	JIS K 4001 <sup>1)</sup>
耐湿試験後の基盤目試験点	8以上	8以上	JIS K 5664 <sup>1)</sup>
塗水噴霧試験後の基盤目試験点	8以上	8以上	JIS K 5400 <sup>1)</sup>

注 1) 判定点は、付録の試験方法の標準判定写真による。

### 接着剤の適用

橋面舗装用に用いられる接着剤は床版の種類、防水層および舗装本体との関係から使い分けがなされている。

#### 1) 鋼床版

最近の鋼床版舗装については舗装本体の種類、防水層の有無にかかわらず瀝青・ゴム系が圧倒的に多い。他に防水を兼ねてゴム溶剤系、硬化性樹脂系が一部使用されている。ただし、舗装本体に硬化性アスファルト混合物を用いる場合は、防水を兼ねた接着剤として混合物のバインダーと同じ硬化性アスファルトが用いられる。

#### 2) コンクリート床版

コンクリート床版については、一般的にプライムコートを兼ねた接着剤として、ゴム入りアスファルト乳剤が使用されている。なお、防水層をおく場合は、通常防水層のためのプライムコートまたは接着剤としてゴム溶剤系、瀝青・ゴム系が用いられている。コンクリート床版の場合は床版面の凹凸、水分等により接着層、防水層間にフクレが発生する例が多い。このため特殊な加工を施した防水シートも開発されている。

橋面舗装における実際の適用例を図 5-3<sup>5)</sup> に示す。

### 問題点と今後の課題

橋面舗装における接着剤の機能は床版に舗装本体を十分に接着させ、かつ防水性を有することにある。他方、橋面舗装は前記したように一般部の舗装と異なり複雑な変形、すべり、振動を受けるため床版と舗装本体とが一体となって変形することが必要であり、その接着形態のあり方、たとえば剛接着と軟接着(粘着)といった面からの検討も必要であろう。そのためには、接着剤単体の試験もさることながら、橋面舗装体としてとらえた総合的な面からの研究が今後の課題である。このような研究により現在、ある種の接着剤を兼ねた防水材にみられる床版からの舗装体のずれ等の問題も解決されるものと思われる。

表5-7 防錆材と接着剤の接着試験<sup>4)</sup>

番	供試体マーク	夾板板の下地	仕様	基準の実施	付着強度(kg/cm <sup>2</sup> )		基盤目試験	衝撃試験			屈曲試験 -10°C・90°		
					引張速度 1mm/min	引張速度 10mm/min		1000g×50cm					
								強度	強度	点数			
1	1	無発錆	OS	無	10.7	13.4	25/25	◎	○	9	◎		
2	A	2			9.4	9.7		◎	◎		◎		
3		3			9.1	—		◎	◎		◎		
4		1	錆付着	CS	5.1	10.6	"	△	○	6	◎		
5	A'	2			10.0	9.2		◎	○		◎		
6		3			12.5	10.6		△	○		◎		
7		1	無発錆	OL+(20)+CS	7.4	16.6	17.0	△	○	4	◎		
8	B	2			14.1	12.8		×	×		◎		
9		3			16.9	14.8		◎	×		◎		
10		1	OL(20)+OL(20)+CS	"	13.1	21.0	"	△	×	3	◎		
11	C	2			12.2	14.9		△	△		◎		
12		3			19.3	21.0		◎	×		◎		
13		1	EP(20)+OS	"	19.4	24.6	26.0	◎	○	9	◎		
14	D	2			15.5	14.3		○	○		◎		
15		3			8.0	22.8		○	○		◎		
16		1	EP(20)+EP(20)+CS	"	14.2	21.2	20.6	×	×	1	◎		
17	E	2			13.2	13.2		△	×		◎		
18		3			12.2	15.5		△	×		◎		
19		7	CS	有	18.0	19.6	22.7	○	○	6	◎		
20	A	8			17.0	18.3		○	○		◎		
21		9			20.0	19.8		○	△		◎		
22		7	OL(20)+CS*	"	15.2	18.6	16.2	○	△	5	◎		
23	B	8			9.8	13.4		○	△		◎		
24		9			15.1	10.7		○	×		△		
25		7	OL(20)+OL(20)+OS*	"	15.0	24.6	19.0	○	○	6	◎		
26	C	8			13.0	14.3		○	△		◎		
27		9			15.0	19.0		△	△		◎		
28		7	EP(20)+OS*	"	17.2	19.8	20.4	○	×	6	◎		
29	D	8			12.6	14.3		○	○		◎		
30		9			13.0	15.8		○	×		◎		
31		7	EP(20)+EP(20)+CS*	"	16.2	22.4	23.3	○	△	2	◎		
32	E	8			9.4	11.1		×	△		◎		
33		9			8.2	28.6		×	×		◎		

注) \*印CS(カチコート)は、革製底布

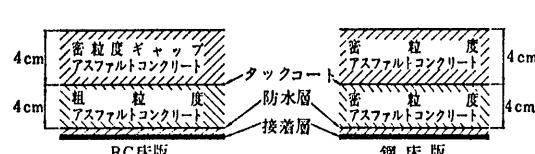
衝撃試験の評価基準

われの状態	記事	評価点数
われのないもの	◎	10
わずかなわが認められる	○	6
われによりわずかなはく離が生じた はく離が生じたもの	△	3
	×	0

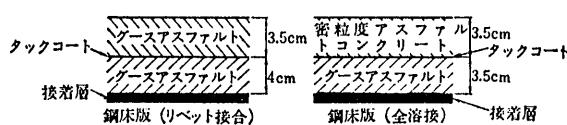
## 参考文献

- 1) 南雲、小島、坪内；鋼床版舗装の実態、土木技術資料、Vol 17, No.3 (昭和50年3月).
- 2) 日本道路協会、本州四国連絡橋舗装技術調査特別委員会；本州四国連絡橋舗装基準調査報告書(総集編) (昭和52年3月).
- 3) 海洋架橋調査会；本州四国連絡橋の橋面舗装に関する調査報告書(昭和55年3月).
- 4) 扇谷、清水；鋼床版上のジンクと接着材の密着性について、技報第13号、1981年(首都高速道路公団).
- 5) 日本道路協会；アスファルト舗装要綱(昭和53年10月).

(文責：佐々木賢也 日満化学工業㈱技術研究所)



加熱アスファルト混合物による舗装の例



グースアスファルト舗装の例

図5-3 橋面舗装における接着剤適用例<sup>5)</sup>

## 5-3 防水材料

防水材としては種類も多く、橋梁の床版防水、建築の屋根防水、地下構造物の躯体防水等、様々な防水目的で種々な防水材が使用されているが、本稿では橋梁の床版防水に限定して述べる。

### 橋梁における防水の必要性

防水材は道路橋の床版防水に使用される。

橋梁の床版に鋼床版が使用されたのは、昭和30年頃からであり、鋼床版では水は即腐蝕につながるので、その防蝕のために防水材が使用されたのが初まりである。①接着層にゴム瀝青系プライマーを使用し、その上にグースアスファルト舗装を用いる方法、②アスファルト防水層を設け、その上にアスファルト混合物を舗設する方法がある。

コンクリート床版では、施工上収縮によるひびわれが入りやすく、また荷重の増大により、ひびわれが生じる場合もあり、ひびわれを通して鉄筋の腐蝕を進行させる危険性、破壊作用の促進が予想され、従来から必要に応じて防水材を使用してきた。

昭和53年4月、建設省より鉄筋コンクリート床版に関する技術基準が出され、床版の耐久性のために防水材の使用が推奨されて以来、年々防水する橋が増大している。

### 防水材の種類と特徴

橋梁の床版防水・建築の屋根防水・地下構造物の躯体防水等、様々な防水目的で種々な防水工が実施されており、防水材の種類も多い。すなわち最も古くから用いられ、信頼されているアスファルト系を始めとして、合成ゴム系、合成樹脂系、無機系のセメントモルタルに至るまで多種多様である。

現在、橋梁の床版防水として使用実績の多いのは、アスファルト系のアスファルトシート防水と合成ゴム系の塗膜防水である。

### アスファルトシート防水

アスファルト層が塗り継ぎにより無限に延び、連続した不透水性の被膜を形成するもので、アスファルトで加工された布・紙（ルーフィング）等を用い、これを交互に施工積層し防水層を作るものである。橋梁の初期には、二層式、三層式の防水を施工していたが、最近では、アスファルトシートを貼るだけの一層式工法に変ってきた。この防水シートは、合成繊維の織布または不織布にプロ

ーンアスファルトまたはゴム化アスファルトを加熱含浸被膜させたもので、中にはアルミ箔などの金属を組合せたシートもある。

### ゴム溶剤系塗膜防水

ゴム溶剤系塗膜防水は、耐候性・耐久性にすぐれた合成ゴムを基材としたもので、クロロブレンゴムをトルエン等の溶剤で溶解した高粘度のゴム溶液であり、3~5回に分けて塗布することにより、継ぎ目ない均一な防水層膜を形成する防水材である。中にはガラス繊維を添加混合したものもある。

### その他の防水材

その他の防水材として、合成ゴム系のゴムシート、エポキシ樹脂の塗膜防水等があり、過去に使用された例があるが、いずれも舗設後、交通によるセン断力により舗装のスライド現象が発生し、最近ではほとんど使用されていない。その他、ゴム化アスファルトの塗膜防水、ゴム化アスファルト乳剤の塗膜防水等があるが、実績は少い。

### 特性と規格

橋梁防水としての防水材の規格としては、本四架橋の橋面舗装基準（案）が唯一のものといえる。

本四基準（案）では、舗装本体の下層に改質アスファルト混合物を用いる場合には、アスファルト防水シートを採用することとしており、その防水シートは、繊維シートにゴム化アスファルトを浸透被覆したもので、表5-8に示す規格に合格するものとし、表5-9に示す規格の貼付用アスファルトにて流し貼りをすることとしている。

材料の特性としては、①加熱混合物と接着が良好であるもの、②舗装時のアスファルト混合物によって熱劣化を生じないもの、③低温時において、もろくならないもの、④床版の変形に追従出来る伸び特性を備えているもの等の性能が要求される。

なお、参考までに現在使用されている代表的な防水材による防水層の比較を表5-10に示した。

### 今後の課題

#### 設計上の問題

橋面舗装の設計上の問題の一つとして、床版の排水問題がある。現状の橋梁の排水設備は、舗装表面の排水は施されていても、浸透した床版上の排水はあまり考慮さ

表5-8 防水シートの規格

項目	規格値
厚さ	2.0±0.5 mm
単位重量	g/m <sup>2</sup> 1,500以上
引張強さ (幅1cm当たり長手方向、幅方向とも)	kg 10以上
最大荷重時の伸び率 (長手方向、幅方向とも)	% 10~80
低温可撓性(長手方向、幅方向とも)	5個中 4個以上合格
吸水膨張( " , " ) %	±1.0
加熱収縮( " , " ) %	±1.0

表5-9 防水シート貼付用アスファルトの規格

項目	規格値
軟化点 °C	100以上
針入度 (25°C, 100g, 5sec) 1/10mm	20~40
針入度指数	5以上
蒸発質量変化率 %	1以下
引火点(COC) °C	280以上
三塩化エタン可溶分 %	95以上
フラークゼイ化点 °C	-15以下
だれ長さ mm	8以下
加熱安定性 (フラークゼイ化点差) °C	5以下
比重 (25°C/25°C)	1.00~1.05

表5-10 防水層の比較

	ゴム溶剤系塗膜防水	アスファルト系シート防水
作業性	何層にも重ね塗りする。	一層流し貼りする。
施工時の養生	重ね塗り各層の養生時間が長い。	養生を必要としない
防水層の厚さ	重ね塗りの為、厚さが不均一であり、膜厚も薄い	厚さが均一であり厚い
床版との接着性	良好	良好
舗装との接着性	樹脂系であり、舗装との接着が悪いものが多い	アスファルト系であり、舗装との接着がよく一体化する
舗装との引張応力	引張応力が小さく、防水層と舗装との層間剥離を呈しやすい	引張応力が大きく、舗装の中間で破断する
合材舗設時の防水層	防水層厚が薄く、合材舗設時骨材がくい込み膜が不均一になりやすい	防水層が厚く、シート中に芯が入っており、骨材のくい込みも少なく層の変化がない
防水層の自愈性	疲労により、防水層と舗装が剥離した場合、防水層に自愈性がなく、舗装のスライド現象を呈しやすい	自愈性があり、たとえ剥離しても、また接着しやすい
防水層のフクレ	鋼床版、RC床版とも防水層にピンホールが発生しやすく、フクレ部は防水性がなくなる	RC床版の含水状態により、フクレが発生する事があるが合材舗設時空気抜きをすれば、合材の熱で防水層は密着する
価格	安い	高い(塗膜より2~3割高)
最近の実績	Fe Co 少ない 多い	多い 多い
近年の施工例	松江第3大橋(コンクリート床版)	市川大橋(鋼床版)

れていない。床版上に浸透した水は排水出来ず、舗装体はたえず水浸状態にあり、舗装体の破壊を早めることになる。

外国の例として、欧州における排水設備は、表面排水と床版排水が可能な構造の排水溝が使用されている。

わが国では、昭和55年3月、本四基準(案)で床版排水を採用し、水抜き穴を設けることになったが、現状では実施例も少なく、早急に対処しなければならない問題の一つと考える。

もう一つ考慮しなければならない問題に目地がある。

床版上に浸透してくる水は、舗装表面からの浸入よりも、構造物と舗装との取付部からの水の浸入が多く、床版上への水の浸入を防止する上から、構造物と舗装との取付部に成型目地材を用いる必要がある。現状では、使用例も少なく、設計上の問題として、床版排水と同様、目地材の使用も考慮する必要がある。

#### 防水材の問題

橋梁防水は他の建築防水、地下構造物の防水と同様、防水という点では同じである。しかし、橋梁の場合、

交通荷重を直接受けるという過酷な条件があり、これに耐え得る性能が要求されており、現在、橋梁に使用されている防水材も、材質面・施工面・価格面等で、まだ改良の必要があるようと思われる。これから防水材としては、防水材単体の性能のみならず、床版と防水材、

防水材と舗装体が一体となって、合体としての性能が発揮出来るような、良質で、安価な防水材の開発と、機械化された防水工法の開発が望まれる次第である。

〔文責：田村恒喜 日満化学工業㈱技術研究所〕

### 5-4 はく離防止剤

はく離防止剤は、アスファルト混合物の耐水性の向上を目的として使用される界面活性剤を一般的に指す。アスファルトと骨材間の付着は加熱混合によって形成されるが、供用中に水の介入によって、両者間の付着がしゃ断され、アスファルト被膜が骨材表面から離脱する現象を起すことがある。これをはく離と呼んでいる。

#### 付着とはく離

付着およびはく離の機構は熱力学的な原理に基づいて説明されることが多い<sup>1)</sup>、一般的にはぬれの良否として表現されている。

ぬれ(wetting)は、二つの物体間に働く界面エネルギーが小さいほど良くなるとされ、アスファルトのはく離が起るのは、骨材—アスファルト系よりも骨材—水系の方が界面エネルギーが小さいためとされる。したがって、水が存在すればアスファルト被膜は水で置換(displacement)され、離脱(detachment)を起す傾向を潜在的にもっていると言える。

#### はく離防止の方法

はく離を防止するためには、骨材—アスファルト界面の性質を変化させ、水による置換を起しにくくしてやる必要がある。この方法として、アスファルトに0.2~2%程度の界面活性剤を添加する方法と、骨材に活性フィラー(消石灰、セメントなど)を数%添加する方法が行われている。

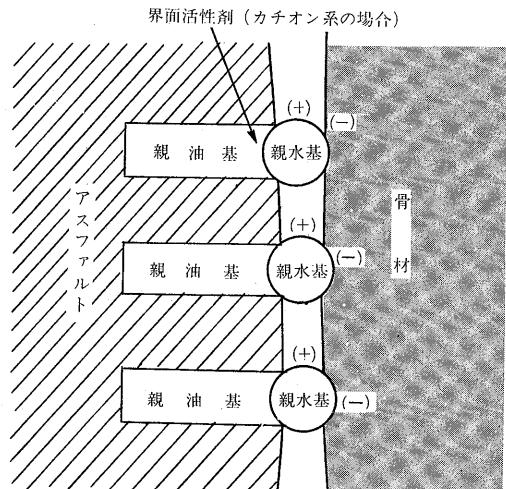
#### はく離防止剤による方法

はく離防止剤の歴史は古く、当初は脂肪酸塩、金属セッケンなどのアニオン系界面活性剤が使われたが、その後、アミン、アミド、第3または第4級アンモニウム塩などのカチオン系が研究され、最近は両性界面活性剤が主流となっている。表5-11に主な分類を示す<sup>2)</sup>。

界面活性剤は、一端が極性基、一端が非極性の長鎖分子からなり、非極性部分が親油性(疎水性)を示すもの(アスファルトに可溶)が使用される。界面活性剤の効

表5-11 はく離防止添加剤の分類(極性物質)

アニオン系	高級脂肪酸
	高級脂肪酸の重金属石けん
カチオン系	高級脂肪酸の硫酸塩あるいは磷酸塩
	モノアミン
カチオン系	アルキル第4級アンモニウム塩
	アルキルピリジニウム塩
カチオン系	アルキルアミン塩
	アルキリアリルアミン塩
ジアミン	アルキルジアミン塩
	アルキルイミダゾリン塩
ジアミン	アルキルアミドアミン塩
	ポリアミン
両 極 性	アルキルポリアミノアド塩
	アルキルアミンの脂肪酸塩
両 極 性	アルキルジアミン "
	アルキルアミドアミン脂肪酸塩
両 極 性	アルキルイミダゾリン "
	アルキルピリジン "
両 極 性	アルキルアリルアミン "
	アルキル第4級アンモニウム脂肪酸塩
両 極 性	アルキルポリアミノアミド "



果は一般に次のように説明されている。すなわち、図5-4のように界面活性剤の非極性部(親油基)がアスファルト中にひきこまれ、極性基(親水基)がアスファルトの外側に突き出た形となり、親水基が骨材面に向かう

れるため、骨材表面（親水性）へのぬれが改善されるものである。

しかし、骨材は湿潤状態で表面が(+)に帯電する場合と（一般に塩基性岩）、(-)になる場合（一般に酸性岩）とがあり、界面活性剤の極性基の電気的正負によって、骨材面と電気的に引き合って付着が改善される場合と、反発しあって付着が阻害される場合があると考えられている。たとえば、カチオン系は酸性岩に対して、ほぼ完全な効果を発揮するが、塩基性岩に対してはそれほど効果がないとされる。

このような欠点を補う目的で実用化されたものが、アニオニン、カチオニンの両極性をもつ両性界面活性剤であり現在市販されているものは、ほとんどこのタイプである。両性界面活性剤の構造例を図5-5に示す。

はく離防止剤を適用する上で必要な条件は、①少量で効果があること、②経済的であること、③アスファルトの品質に悪影響を与えないこと、④熱劣化しないこと、⑤耐久性がよいこと、などであるが、これらのうち性能面についての問題点としては熱劣化を起しやすいものがあること<sup>3)</sup>、耐久性が劣る<sup>4)</sup>等が指摘されている。

#### 添加剤による方法

はく離防止のもう一つの方法としては、フィラーの一部として骨材の2~3%程度に当る消石灰あるいはセメント等の活性フィラーを用いる方法が古くから知られている。はく離防止の機能は十分には明らかでないが、化学的に活性なフィラーがアスファルト中の有機酸と反応して、界面活性剤の働きをするカルシウム塩(Calcium-naphtharate)ができるものと考えられている<sup>5)</sup>。また、消石灰の表面積が大きいことから、骨材表面に付着して骨材表面の改質に寄与しているとの見方もある<sup>6)</sup>。

消石灰等のはく離防止効果は、過去に九州地方において建設省が実施した幾つかの試験舗装によって認められており<sup>4)7)8)</sup>、しかも、前述した界面活性剤に比較して、むしろ好結果が得られたことから、消石灰が脚光をあびるようになった。なお、試験舗装の成果を得て、はく離防止対策基準（案）も提案されている<sup>9)</sup>。

これらの事情もあって、最近の加熱アスファルト混合物製造では、はく離防止剤の添加を行うことは少くなっ

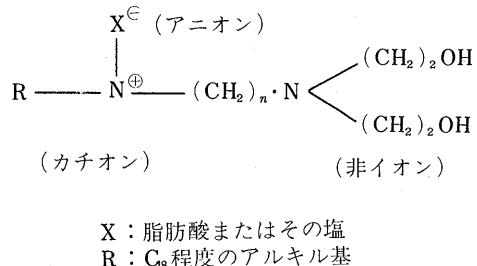


図5-5 両性界面活性剤の構造(例)

てきており、耐水性の改善が必要な場合は消石灰の添加を考慮することが多い。ただし、補修材料として使用される常温混合物は、混合温度が比較的低く水分がぬけにくいことから、はく離防止剤が使われることが多い。これは、加熱混合物ほど熱劣化の問題が少ないことも利用されている理由の一つである。

#### 参考文献

- 1) State of the Art: Effect of Water on Bitumen - Aggregate Mixture., HRB SR 98.
- 2) アスファルト同業会：アスファルト及びその応用(昭和40年).
- 3) 南雲：アスファルトはく離防止添加剤を含んだ混合物の安定度、土木技術資料、Vol. 6, No. 5, 1964.
- 4) 谷本：アスファルト混合物のはく離に関する試験舗装とその観測結果、舗装、Vol. 6, No. 5, 1971.
- 5) RRL : Bituminous Materials in Road Construction, HMSO, 1962.
- 6) 三浦ほか：消石灰添加によるアスファルト混合物のはく離防止効果について、第11回日本道路会議論文集.
- 7) 南雲、歳田、谷本：アスファルト混合物に関する津奈木試験舗装——その概要とはく離対策基準(案)——舗装、Vol. 11, No. 9, 1976.
- 8) アスファルト混合物のはく離防止に関する試験施工調査報告書、建設省九州地方建設局九州技術事務所、昭和54年3月.
- 9) 南雲ほか；アスファルト混合物のはく離とその防止対策、土木技術資料、Vol. 15, No. 10, 1973.

[文責：荒井孝雄 日本舗道技術部]

## 5-5 路面標示材

路面標示は、道路交通の安全を確保し、円滑な通行を助けるための重要な交通管理施設である。したがって、路面標示は設置後においても汚れ、はく離、その他の理由によりその効用が損なわれることのないように塗り替え、障害物の除去等の維持管理を十分に行ない、常に良好な状態に保たれるよう配慮しなければならない。

### 種類

路面標示材を工法により大別すると常温式・加熱式・溶融式があり、その他貼付式がある。

#### 1) 常温式

常温式は塗膜主要素として合成樹脂、副要素として乾燥剤などを用い、これに顔料、体质材および溶剤等を添

表 5-12 路面標示の材料

構成要素		使用原料の例			性 質	主な効果
		常温ペイント	加熱ペイント	溶融ペイント		
顔 料	白	酸化チタン 亜鉛華	酸化チタン 亜鉛華	酸化チタン 亜鉛華	極微粉の無機物 隠ぺい力大、耐熱 性が優れている	着色する。 塗膜に肉を付ける。
	黄	黄鉛	黄鉛	耐熱黄鉛 耐熱有機黄色 顔料	極微粉、着色力 隠ぺい力大、局部 過熱で変色の おそれあり。 (溶融)	
体質材		炭酸カルシウム	炭酸カルシウム	炭酸カルシウム カオリン 寒水石 珪砂	白色粉末または 粒状(溶融)で 粒径は5~800 $\mu$	塗膜に肉を付ける。 すべり抵抗を増す。 耐摩耗性を向上させる
反射材				ガラスビーズ	ガラス球微粒子 粒径は105~ 840 $\mu$ 屈折率1.5	夜間の視認性を 高める。 すべり抵抗を増す。
結合材		合成樹脂ワニス (コールドタイプ)	合成樹脂ワニス (ホットタイプ)	ハードレジン	溶融:常温でフ レーク状、塊状 淡黄色、溶剤に 可溶。加熱する と80~120°Cで 軟化し150°C位 で液化、約220 °Cで劣化が始ま り変色脆くなる	他の材料と結合 し塗膜を形成さ せる。加熱時の 流動性を持たせ る。 路面に密着させ る。
可塑剤		フタル酸エステル	フタル酸エステル	フタル酸エステル 変性アルキッド 樹脂	無色~黄色の油 状液体。溶剤に 可溶。加熱する に従い次第に劣 化し、ものによ り揮発する。	結合材の改質 (柔軟化・可撓性) と加熱時の 流動性を高める。
添加剤		乾燥剤 沈澱防止剤 皮張り防止剤	乾燥剤 沈澱防止剤 皮張り防止剤	沈澱防止剤 汚染防止剤	液状、粉状など	塗料の品質の安 定性向上 作業性の向上
溶剤		炭化水素類 ケトン類 エステル類	炭化水素類 ケトン類 エステル類		無色透明液体	塗料に流動性を 持たせる。 乾燥時間を調節 する。 蒸発して塗膜に は残らない。

表 5-13 路面標示の特徴

大別	特 性	常温式	加熱式	溶融式
性 能	固着力（安定度）	大	中 溶剂量が少ない（乾燥を早めるため）ので高粘度であること。溶剤の蒸発が早いので、セメントコンクリートでは接着不良を起こすことがある。	中 セメントコンクリートで温度等作業条件を誤ったときや亀裂の多い路面では亀裂部分より接着不良を起こすことがある。
	乾燥速度（交通開放）	小 品種および気温により乾燥速度に格差がある（3～20分）	中（3～15分）	大（1～3分）
	白さ	大	中 ビーズの散布量過大の場合は昼間黒味に見える。	中
	夜間反射 (ガラスビーズの効果)	中	大	大
	塵埃汚染度	中	大	中
	湿潤時のすべり摩擦抵抗	中	中	大
	耐摩耗性	小	中	大
	除雪作業による影響	支障なし	支障なし	ほとんど支障なし（塗面はがれは少ない）
	耐候性（変色を含む）	大	大	中
施 工 性	有効寿命	小	中	大
	標示種別への適性	大 各種の標示に全部適用する。	小 縦方向の線以外は不適当。	中
	施工中のタイヤ等による持ち逃げおよび塵土の附着度	有	有	少い
	施工性（注参照）	大	小	中
	厚さの調整範囲 (1回施工)	小 (0.2 mmまで)	小 (0.3 mmまで)	大 (1.0～2.5 mmまで)
性	施工速度	中 線状標示で塗布機によっては大なるものがある。その他の標示は小	大 ただし縦方向の線のみ	大 標示の種類によっては小なるものがある。
	交通への交障度	大	中	小 施工機の種類によっては大なるものがある。

(注) 施工性は設備、作業員の練度、作業性の難易等を意味する。すなわち、施工性の小または中とあるのは比較的大きい設備を要し、熟練度が高く、人員も多くを要するものである。

加してこれらを十分に練り合わせたものであり、常温で路面に吹付け塗り、ローラー塗り、刷毛塗り、または型塗りなどで設置する。

### 2) 加熱式

加熱式の主な塗料構成は常温式とほぼ同様であるが、一般的に助要素の添加量は常温式に比べ少ない。路面への設置は、塗料を加熱（50～70℃）して粘度を下げ、機械により吹付ける方法が一般的である。

### 3) 溶融式

溶融式は顔料、体质材および反射材からなる固体成分と、合成樹脂からなる結合材とを調合した熱可塑性混合物である。溶融式は常温式、加熱式と異なり溶剤または希釈剤を含まないため速乾性である。路面への設置は、塗料を加熱（約200℃）して流動状態にし、塗布機（スリット式、スプレー式）により固着する方法が一般的である。

### 4) 貼付式

貼付式は合成ゴムまたは合成樹脂からなる結合材と、顔料、体质材および反射材の主成分とからなるシート状のものであり、シートの裏面に接着剤を塗布し、剥離紙を付したものもある。路面への設置は接着剤を塗布して

いないシートでは、プライマーを塗布した路面にシートを置き、バーナーで加熱し軟化流動状とし路面になじませる方法が一般的である。

常温式、加熱式、溶融式の原料、性質等についてとりまとめたものを表5-12に示す。

### 特徴

路面標示材はそれぞれ特性が異なり、耐久性・養生期間等に相違があるため道路・交通条件・気象条件および経済性等を考慮して効果的な工法を選択することが肝要である。表5-13に路面標示材の特徴を示す。

### 今後の方向

路面標示材について、今後の検討事項について若干触れてみる。まず積雪寒冷地における材料・工法についての検討、次に夜間雨天時においても視認性良好な材料等の開発、第三にアスファルト舗装のひびわれをなくす材料・工法等の検討、第四にすべり抵抗の大きい材料の開発等が必要であろう。さらに路面標示の消去方法についても検討することが重要と考える。

〔文責：高木正幸 土木研究所交通安全研究室〕

## 5-6 再生添加剤

### 再生添加剤について

再生添加剤とは、劣化したアスファルトの機能を回復する目的で、プラント加熱混合方式による舗装廃材の再生、あるいは現位置における表層の再生のために添加されるもので、『現行のアスファルト規格の要求に合うように、劣化アスファルトを再生するために選定された特有の性質を有する炭化水素』などと言われている<sup>1)</sup>。

軟化剤、若返り剤、リサイクリング剤などとも表現されるが、用語についてはアスファルト舗装小委員会舗装廃材再生利用分科会（日本道路協会）において検討されている。——ここでは再生添加剤と呼ぶことにする。

### 再生添加剤の特性

日本ではまだ経験が少く、再生添加剤の品質については未知なところが多いが、再生添加剤として必要な諸条件を文献から整理すれば、概略以下のとおりである<sup>1)2)</sup>。

- ①老化程度の広い範囲に適用できること。
- ②老化アスファルトに、容易に分散・浸透すること。
- ③適切なコンシスティンシーに回復され、現行のアスファルト規格を満し得るもの。

④引火点が高く、加熱混合時の揮発が少いこと。

⑤再生されたアスファルトが耐久性を有すること。

### 実例

米国における再生添加剤の研究は古いが、当初においては作業性に重点をおいたものが主で、いわゆる軟化剤、若返り剤として軟質アスファルト、カットバックアスファルト、アスファルト乳剤、あるいは幾つかの個別の性質をもつ材料が使われ、現在も使われている<sup>3)</sup>。わが国でもある種のものは舗装面の若返り剤として古くから紹介されている。

### 研究と現状

最近、米国では再生添加剤(Recycling agent)として、幾つかの暫定仕様が提案されている。それらの基本をなすものは、アスファルトの化学的組成からのアプローチであり、老化アスファルトの組成を元の組成に近いものに復元することを目的としている。ここでは、それらの主要なものを紹介する。

アスファルトの老化は、アスファルト中のマルテン留

分（n-ペンタン可溶の極性留分、芳香族留分および飽和留分からなるものを指す）が酸化されてアスファルテン（n-ペンタン不溶分を指す）に変化する現象であるとされ、再生添加剤はこのアスファルテン分を再解こうする溶解能力をマルテン分に付与させることを目的としたものである。

Davidson らは、Rostler らの提唱した組成分析手法<sup>4</sup>を応用し（表5-14参照）、再生添加剤の望ましい特性を検討した結果<sup>5</sup>、再生添加剤は、

- ① 劣化Asと十分相溶し、アスファルテンを解こうするN留分を十分含み、アスファルテンのゲル化剤であるP留分がある量以下のもの。
- ② 離液現象（syneresis）を防ぐため、N/Pが1.0

表5-14 アスファルト成分の主な性質

留 分	一般的記述	分析の定義 ASTM D 2006	化学的活性	主な機能
A ; アスファルテン (Asphaltene)	高分子縮合物 <sup>a</sup>	n-ペンタンに不溶	低	アスファルトの骨格形成材（アスファルト中の量はマルテンの粘度に依存する）
N ; ナイトロジエンベース (Nitrogen Base)	マルテン分（すべての窒素化合物を含む）	85%硫酸によって沈澱	高	アスファルテンのペプタイザ（膠質材） <sup>b</sup>
A <sub>1</sub> ; 第1アシダフィン (1st Acidaffin)	不飽和成分 (樹脂炭化水素)	濃硫酸（98%）によって沈澱	高	膠質化アスファルテンの溶媒
A <sub>2</sub> ; 第2アシダフィン (2nd Acidaffin)	微不飽和炭化水素	発煙硫酸（SO <sub>3</sub> 30%）によって沈澱	低	同上
P ; パラフィン (Paraffin) <sup>c</sup>	飽和炭化水素（固体ワックスを含む）	発煙硫酸（SO <sub>3</sub> 30%）によって反応しない	低	ゲル化剤

a : 供用中にマルテン分から形成された低分子量のアスファルテンが加わるので平均分子量は減少する。

b : 最小必要量はN/Pに依存する。

c : 冷却留分Pによって決定する。

N+A<sub>1</sub>はポーラ（極性留分）、A<sub>2</sub>はアロマティックス、Pはサッチュレイツということもある。

表5-15 再生剤の暫定規格提案

性状	機能と目的	試験法	L *	M *	H *
粘度、60°C, cSt	再生混合物中のアスファルト粘度調整	ASTM D 2170	80～1500	1000～4000	5000～10000
引火点、C.O.C., °C	火気取扱い上	ASTM D 92	177以上	177以上	177以上
揮発性、 初期沸騰点、°C 2% 5%	大気汚染防止および揮発による硬化	ASTM D 1160, 10mm	149以上 191 " " 210 " "	149以上 191 " " 210 " "	149以上 191 " " 210 " "
整合性、N/P	離液の防止	ASTM D 2006	0.5以上	0.5以上	0.5以上
化学組成 (N+A <sub>1</sub> )/(P+A <sub>2</sub> )	再生混合物中のアスファルトの耐久性	ASTM D 2006	0.2～1.2	0.2～1.2	0.2～1.2
比重	計算	ASTM D 70	報告	報告	報告

\* 適性なポンピング温度はL=46°C, M=88°C, H=93°C

以上であり、(N+A<sub>1</sub>)/(P+A<sub>2</sub>)すなわち（極性留分）/(アロマチック+サッチュレイツ)が0.4以下であること。

③ 耐久性改善のため(N+A<sub>1</sub>)/(P+A<sub>2</sub>)が0.4～1.0（好ましくは0.4～0.8）であること。

などを得て、仕様として表5-15を提案した<sup>2)</sup>。なお、乳化再生添加剤の仕様提案もされている。

Dunning らは、再生添加剤はできるだけ少量で、元のアスファルトと基本的に同じ性状を与えるものとし、推奨仕様の要求項目として、引火点が200°C以上、粘度(60°C)は90～300 C.P.、組成はクレイ・ゲル法測定で極性留分が9%以上、芳香族留分が60%以上とした<sup>6)</sup>。

また、Kari らは33種の添加剤について種々検討して、

表5-16 加熱混合再生剤に対する提案仕様<sup>a</sup>

試験	ASTM 試験方法	RA 5		RA 25		RA 75		RA 250		RA 500	
		最小	最大	最小	最大	最小	最大	最小	最大	最小	最大
粘度 (60°C), cSt	D 2170 または 2171	200	800	1000	4000	5000	10000	15000	35000	40000	60000
引火点 (C.O.C), °C	D 92	400	—	425	—	450	—	450	—	450	—
飽和成分, % - wt	D 2007	—	30	—	30	—	30	—	30	—	30
回転薄膜試験残渣 (163°C) 粘度比 <sup>c</sup> 重量変化, ± %	D 2872 b — D 2872 b	—	3 4	— 3	— 2	— 2	3 2	— 2	3 2	— 2	3 2
比重	D 70 または D 1298	報告		報告		報告		報告		報告	

a : この仕様に合致する再生剤の最終的承認は、再生したアスファルトブレンドが現行のアスファルト規格に適合することを条件とする。

b : この仕様に関しては、ASTM D 1754 の使用は検討されていないが、適用できるかもしれない。それが問題となつた場合は、照合試験法は ASTM D 2872 であろう。

c : 粘度比 =  $\frac{\text{回転薄膜試験後粘度}(60^\circ\text{C}), \text{cSt}}{\text{オリジナル粘度}(60^\circ\text{C}), \text{cSt}}$

1980年のAAPT年次総会で、表5-16のような再生添加剤の暫定仕様を提案した<sup>7)</sup>。しかし、今のところこれらの材料を規定するための基準がないので、これから議論されるであろうとしている<sup>8)</sup>。

なお、前記の提案仕様はそれぞれ混合物配合設計の方法が異なっており、何を基準として添加量を定めるか(たとえば、針入度、粘度、あるいはトータルバインダー量など)についても統一されていないのが現状である。

#### わが国の現状と今後の課題

わが国の再生工法においても、およそ70%以上の廃材を使用する再生の場合に再生添加剤が使用されており、再生添加剤の検討も行われている<sup>9)</sup>。その適性については供用特性も含めて検討する必要があるが、過去数年の研究・調査から見た限りでは、再生混合物は一般混合物と遜色なく供用できると予測されつつあり<sup>10)</sup>、再生添加剤の品質についての一つの足がかりとなろう。しかしながら、わが国ではプラントリサイクリングは未だ途についたばかりで、再生添加剤の品質あるいは適用限界については定められていないのが現状であり、これから議論されなければならない課題である。なお、今後の方向としては、わが国でも現位置におけるサーフェイスリサイクリングが行われるものと考えられ、その場合、老化した現位置路面をどんな再生添加剤で再生するかについても、さらに大きな課題となるものと考えられる。

#### 参考文献

- W.J. Kariほか; Hot Mix Recycling of Asphalt Pavement, AAPT, Vol. 48, 1979.
- D.D. Davidsonほか; Practical Aspects of Reconstituting Deteriorated Bituminous Pavement., ASTM, STP, № 662.
- Recycling Materials for Highways., N.C.H. R.P., Synthesis № 54, TRB, p. 52.
- F.S. Rostler; Composition and changed in Composition of Highway Asphalt, 85~100 Penetration grade., AAPT, Vol. 31, 1962.
- D.D. Davidsonほか; Pecycling of Substandard or deteriorated Asphalt Pavement—A Guideline for Design Procedure., AAPT, Vol. 46, 1977.
- R.L. Dunningほか; Design of Recycled Asphalt Pavements and Selection of Modifiers., ASTM, STP № 662.
- W.J. Kariほか; Prototype Specifications for Recycling Agents used in Hot-Mix Recycling., AAPT, Vol. 49, 1980.
- R.A. Jimenez; State of the Art of Surface Recycling, National Seminar on Asphalt Pavement Recycling.
- 仁瓶, 鈴木; アスファルト廃材の加熱再生技術と配合設計法, 施工技術, Vol. 10, № 7, 1977.
- 鈴木; 再生アスファルト混合物の品質特性とその耐久性, 道路建設, 昭和56年6月.

(文責; 荒井孝雄 日本舗道技術部)

## 6. 舗装における材料の位置づけ

昆布谷 竹郎\*

アスファルト舗装材料について、その現況を種々の角度からみてきたが、以下、項目ごとに舗装における材料の位置づけについて考えてみたい。

### 1. 舗装の個別性

まず、舗装が築造されるに先だって環境的制約がある。これは諸外国の舗装とわが国の舗装とを比較することによって、内容的な相異から理解できる。舗装工学が経験工学ということによるばかりでなく、風土的に、民族的に、さらに経済的に、舗装の種類にそれぞれの特徴をもっている。そしてまた、舗装の供用環境についても、各国における気象条件や交通条件等の他に、住民の舗装に対する認識水準には歴史的な相当の相異が認められる。

舗装は、かかる状況下で存在しており、舗装を構成する材料については、明らかにその国独自のものであるが、さらにその国の工業水準にも関連している。どんな舗装材料を使用しているかは、その国の技術的というよりも全体的水準を示すものといわねばならない。ある材料を使用するということは、舗装のおかれている環境において、どんな構造設計法が採用され、どんな施工方法が行なわれ、どんな材料配合が求められているかによる。使用材料の種類や規格は、その国の舗装水準に係るものであるが、さらにその国の国力を示すものともいえる。したがって、今後の舗装材料の進展とか改良変更とかはわが国の発展に係るものであり、かかる背景の下で、技術的展開にしたがって、舗装材料の改良と変化があるものと考えられる。

### 2. 時代の要請

アスファルト舗装表層は、かつて摩耗層と呼ばれたが、鉄輪交通からゴム輪交通への変化にともない、単に表層と呼ばれるようになり、タイヤチェーンやスパイクタイヤの被害を受ければ、また摩耗層として再認識される。不透水性が必須でもあり常識であった表層に、雨水処理の考え方の転換から、透水性が望まれることも多くなる。交通路としての道路の住民環境への融和から、道路を意識させない路面や装飾的路面が喜ばれもする。

道路が通路でない概念によって把握される一面をもつようになってきたことは、必然的に舗装材料の変化を要求していることになる。

現在の設計法によって設計され、現在の規定にしたがって築造された舗装が、所期の舗装標準を超えた供用環境によって、わだちや、クラックができたりする。粗骨材や細骨材の資源は有限であり、その入手が困難となるし、結合材も他産業との関連もあって価格が高騰していく。これらへの対応はといえば、舗装築造の基本素材となる舗装材料の選択基準の変換が必要であり、材料の再生利用、代替材料の使用、他種材料の応用などが行なわれることとなる。

### 3. 構造

アスファルト舗装の構造は、大略的には、路床上に下層路盤・上層路盤・基層・表層となっており、路床支持力を基礎として積み上げられ、一体構造で交通に供されるものとして把握されている。ここで、路盤は路床を強化するための層であり、基層は表層を強化するための層であると考えても、実際上の支障はない。しかし、この考え方からすれば、路盤面において果して表層・基層を施工するに十分であるかどうかの反省が生れ、基層選定にはどのような性質について表層を補強するのか当を得た考慮が必要であり、それぞれの層の役割に対する要件が認められ、設計上の考え方も全体的把え方から個々的把え方へと変ってくる筈である。

捨コンや万能鋼版などを用いたサンドウィッヂ工法、石灰やセメントによる安定処理工法、軟弱路床土上への砂じょく層の設置、凍害地における凍上防止層の挿入など、これらの考え方の基本は、路床のCBR支持力による、またTA法による構造設計の概念下においては、明らかに異質のものである。路床の強化は種々の方法で行なわれることは当然であり、設計方法の変換にともない、路盤材料を路床強化層として使用する工法は多様化し、各種材料の開発利用も進むものと思われる。

要するに、現在もセメントコンクリート舗装の路盤について、所要の支持力を得る構造設計が行なわれているが、そのための材料・材料配合・施工の組み合せにおいて、新規材料の展開の可能性が考えられる。

ホワイトベースとかブラックベースとか、ときに耳にする古い用語であるが、これらは路盤支持力だけでは耐荷性に欠けるために、表層の補強に施工された層と解釈される。したがって、これら高級舗装と称されたものは、

\* 日本舗道㈱取締役技術部長

本協会アスファルト舗装技術委員会委員

路盤支持力に必配のないときにベース層が省かれ、中級舗装として展開した。また、表層工それ自体についても、シートアスファルト工は、1"のシートアスファルトに粗粒アスファルトコンクリートを中間層として組合せたものであり、ワーレナイトビチュリシック工は、1/2"程度の細粒混合物ワービットモルタルを2"程度の粗粒混合物ビチュリシックの上に載せたものである。ともに上層の耐荷性を下層に負わせる構成となっており、表層それ自体において、上層の弱点を下層で補っている。

アスファルト舗装要綱によれば、交通量区分に応じて表層と基層との合計厚が定められている。ここで基層を表層の強化層と考えることは、全層としては見逃される表層と基層との役割を反省させ、表層に所要の性質を表層と基層とに分割して、材料および材料配合を考えることになる。そして材料に対する新しい見方は新しい材料を生むことになる。

#### 4. 施工

力学的に良好な舗装を得るための施工の必須条件は、排水が十分に行なわれる構造、層的にみて一様である材料、そして十分な締固めの実施である。これらの点から舗装材料をみるとつぎのようになる。

排水について；これは水による舗装材料の弱体化を考えてのことである。0.074 mm 通過量や塑性指数など材料の規定は、耐水性の点からでている。排水が十分に行なわれるものであれば、このような規定は必要ないかもしれない。また、耐水性の材料であれば、排水に対する考慮は材料的にはほとんど無視できよう。

耐水性向上のための現在の材料的手段は、セメント・石灰・アスファルトなどによる安定処理であると理解したい。とすれば、配合試験における耐水性の重視があり、材料も、この観点から新規のものの導入が考えられる。

層的一様性について；等粒径の粗骨材によるマカダムなどは代表的なものであるが、施工管理上喜ばれる連続粒度の粒状材料では、最大粒径の規制となってくる。層の一様性のためには、その数字の妥当性の吟味も必要であるが、最大粒径は層厚の1/3程度以下が望まれる。

締固め厚は締固め機の性能によって制約されるので、また、粒状材料は取扱い中に粗細の分離が生ずるので、材料的には必然的に最大粒径は小となる。そして骨材粒径による耐荷力の低下をきたすことになる。したがって締固め機や敷均し機などの改良による骨材粒度の向上、または骨材関連を捨てて結合材の開発が考えられる。

十分な締固めについて；最適含水比、アスファルト混合物では適切な温度の考え方方が導入されているが、骨材ではその粒度規定がこれに対応する。粒度は、その材料のよく締固められ、さらに支持力などの増進の期待されるものであることが本質である。

しかし、下の層の支持力不足などで締固め困難なものがあるし、締固めによる支持力増進の望めないものもある。したがって、締固め効果を補強するものとして、セメント・石灰・アスファルトなどによる安定処理工法を理解したい。とすれば、おのずから安定処理剤の性状についての認識も変わり新規のものの導入が考えられる。また骨材の種類や粒度についての検討も行なわれよう。

#### 5. アスコン

アスファルト混合物の力学的性状について、その内部摩擦力によるか凝集力によるかによって、混合物の配合は異ってくる。摩擦力によるものは、マカダム工法に代表されるもので、骨材はその噛み合せによる耐荷力で選択され、結合材は凝集力よりむしろ骨材への付着力が重視される。凝集力によるものは、アスファルトモルタル工法に代表されるもので、結合材はその凝集力による耐荷力で選択され、骨材は噛み合せよりむしろ作業性や歴青保持に係る粒度が重視される。

現在のアスコンと呼ばれているものは、米国流に、ロックアスファルト舗装からシートアスファルト舗装、そしてストンフィルドシートアスファルト舗装を経て、ここに至るマスチック型の進展したものである。マスチック型では結合材を重視しているが、結合材は Hard But Brittle であり、細骨材の粒度は最重要的ものとなる。これに粗骨材が加えられていくにしたがい、耐荷力が増す結果となり、結合材の重要性や細骨材粒度の重要性が失われてきた。粗骨材が入ったといっても、骨材の噛み合せを主とするものではないので、混合物の耐荷力の生ずる要因分析を十分にすることにより、耐流動性を高めることによる耐亀裂性の低下を抑える必要がある。Hard But Brittle に対する用語に Soft But Tough があり、骨材組成にバランスのとれた結合材の開発を期待したい。

アスコンを考究していくに当って、異種の混合物のグースアスファルト、ホットロールドアスファルト、マカダミックスなどにおける経験を参考にすることは、アスコンにおける常識を超えて新しい発展があり得よう。またアスコンにおける粗骨材・細骨材・フィラーの役割を再考することも新しい発展に連なるものと思われる。

## 7. 舗装材料の展望

藤井 治芳\*

### 1. 舗装へのニーズの変化

舗装の役割については、わざわざ述べるまでのことではないが、簡単に要約してみると、

- ① 交通荷重をスムーズに路床に伝えること
- ② 安全でかつ円滑な交通ができるようになること
- ③ 気象条件その他の外的条件に対し路床（床版含む）のみならず、舗装構造の各部分がいづれも支障を生じないようにし、①、②の目的を果させること
- ④ 道路沿道環境への交通の影響（振動・騒音・透水等）を良好に保つようにすること

に分類できる。

道路舗装設計へのニーズを歴史的に振り返ってみると、まづ重車両の通行によりゼロ舗装の道は、雨水の影響も加わって、くぼみや穴だらけの道路へ変身し、車両は交通不能となってしまったが、これを防ぐために砂利を大量に投入して構築したところの砂利道が誕生した。

これは路盤のみの舗装ともいえるものであるが、これも供用年月とともに路面は再びコルゲーションや穴に悩ませられることとなった。

これを防止するため、さらに雨水の影響から路床を保護するため、表層および路盤からなる舗装構造が考案され、表層には歴青系材料やセメント系材料が用いられることがなった。

このことは、①の役割をまづ満足させるように、舗装設計の努力が払われたことになる。

しかし、適正な舗装構造を見出すには、交通荷重と路床との力学関係が解明されることが必要であり、このために幾多の長年月を要することとなったが、現在ではAASHOの道路試験等、組織的な研究調査の結果をもとに、一応合理的な構造設計が可能となっている。

一方、その間に交通需要は量的に飛躍的な増大を示し、また質的にも重車両の比率が著しく増加してきた。このことは、路面の良否が走行速度の向上、即ち交通容量の増大や交通事故の発生に極めて大きい影響をもつこととなり、②の役割を満足させるための努力が求められたこととなった。

その結果として、特に表層構造およびその材料への開発研究が盛んとなった。

また、交通荷重の増大と舗装ストックの増大は、舗装の耐久性の問題を大きくクローズアップさせ、交通荷重だけでなく、その他のあらゆる要因に対しても舗装構成の各層が弱化することを防止するための工学的配慮が求められることとなった。

このため、特に水に対する抵抗性や一般的な老化への対応について、厳しい見直しがつづけられている。

さらに、最近では、車両の通行により、舗装に起因して沿道環境の悪化を招くような種々の現象（振動・騒音）に対して、極力これを防止するための努力も求められるに至っている。

このように、舗装へのニーズは、舗装構造が単に交通荷重に対して力学的に満足することから、路面の供用性について各種の要求がだされ、さらにストックの増大等から耐久性等の向上に一層の期待がだされ、また加うるに、道路沿道への影響への万全な配慮が求められるなど多様化してきている。

このようなニーズに対して、舗装構造上の対応は相当程度のレベルにまで達しており、今後、一層の改善を図っていくためには、舗装材料の質の向上を積極的に目ざすとともに、新しい分野の材料についても、その開発・研究が強く望まれるところである。

\*建設省道路局企画課建設専門官

本協会アスファルト舗装技術委員会委員

## 2. 舗装材料への質の期待

このような舗装へのニーズを受けて、舗装が担うべき機能は、多種多様なものがある。

今後、舗装への質の向上に対する期待はますます高まるものと考えられる。

舗装の質を考える時、舗装がどのような性能を必要とするのか、どのような使われ方をするのか、これらに対し現実に材料がどのような工学的現象を生じているのか等について、合理的な把握をする必要がある。

この点から舗装の破壊がどのような形で現れるかを知ることがまづ必要となる。

舗装の破損は路面性状に関するものと、構造に関するものとに分けられるが、前者は、供用性のみに関するもので、路面の走行性や交通の安全、快適性、舗装に起因する沿道環境を直接的に阻害し、その結果、舗装の耐久性や構造の機能を損うものである。後者は、舗装の耐久性や構造を直接に阻害し、供用性の低下、沿道環境の阻

害につながるもので、亀甲状の全面的ひびわれなどとしてあらわれる。

特にアスファルト舗装は、供用後、路面性状が変化すれば、やがて降雨などによって路盤、路床が破損したり、走行性、安全性、快適性等が損われたりするのである。

以上の状況をふまえて、特に注意すべき性能について列挙すると、以下のとおりである。

1. 耐久性の大きいこと
2. 層として、力学的強度が大きいこと
3. 路床の変形に対して舗装構造として安定した挙動を示すものであること
4. 気象作用に強いものであること  
温度変化  
雨水の浸透  
雪氷作用
5. 薬品等化学作用に安定であること
6. 路面の平坦性の確保が容易であること

表-1  
アスファルト舗装の  
破損の分類と原因

破損の分類		主な原因	
主として路面性状に関する破損	局部的なひびわれ	ヘアクラック 線状ひびわれ 縦方向ひびわれ 横方向 "	混合物の品質不良、転圧温度の不適による転圧初期のひびわれ 施工不良、切盛境の不等沈下、基層、路盤のひびわれ 路床路盤支持力の不均一 敷均し転圧不良
	段差	構造物付近の凹凸	路床、路盤、混合物等の転圧不足、地盤の不等沈下等による不陸
	変形	わだち掘れ 縦断方向の凹凸 コルゲーション くぼみ、寄り フラッシュ	過大な大型車交通、混合物の品質不良 混合物の品質不良、路床路盤の支持力の不均一 プライムコート、タックコートの施工不良 プライムコート、タックコートの施工不良、混合物の品質不良（特にアスファルトの品質不良）
	摩耗	ラベリング ボリッシング はがれ	除雪後のタイヤチェーン、スパイクタイヤの使用 混合物の骨材品質、混合物の品質不良 混合物の品質不良、転圧不足
	崩壊	ポットホール 剝離 老化	混合物の品質不良、転圧不足 骨材とアスファルトの親和力不足、混合物に浸透した水分 混合物の歴青材料の劣化
	その他	タイヤ跡 きず 表面ぶくれ	異常な気温、混合物の品質不良 事故等 混合物の品質不良、表層下の空気の膨張
	全面的なひびわれ	亀甲状ひびわれ	舗装厚さ不足、混合物、路盤、路床の不適、計画以上の交通量の通過、地下水
	その他	噴凍 泥上	舗装の厚さ、凍土抑制層厚さの不足、地下水

## 流动

わだち掘れ、など

7. 路面として必要なすべり抵抗を保持しているものであること
8. 走行車両による摩耗に対し安定していること
9. 補装、維持修繕等、施工技術の面で容易なものであること
10. 材料の品質が安定しており、量的確保が容易で入手し易いもの

アスファルト舗装の破損とその主な原因について表一  
1に示す。

### 3. 舗装材料の今後の方向

#### 1) 舗装材料選択に際しての考え方

舗装材料として求められる品質はいろいろあるが、工学的特性に着目する場合は、

- ① 強度や耐久性を主とするグループ
- ② 変形性状等供用性を主とするグループ
- ③ 両者のバランスを求めるグループ

に分けて、どの性質を一義的に優先するかを考えて検討する必要がある。

また、工法上の特性に着目する場合は、

- ① オリジナルコンストラクションに適するもの
- ② メインテナンスが容易なもの
- ③ メインテナンス材料として適するもの

から検討することも必要である。

また、材料の特性を判断するもう一つのメジャーは、材料のもつ工学的性質の限界をどう考えるかという点である。

材料の性能限界は、工学的には通常かなりの巾があるため、適切な判断をすることは難しいが、一義的な特徴をとらえて判断する必要があるだろう。

例えば、ゴムアスファルトの性能限界を明確に表示することは困難ではあるが、交通量の少ない市町村道等に採択することは、限界判定からいって不適当であることは論をまたない。

#### 2) 今後の材料開発における問題点

交通量の増大と車両の大型化、車両性能の向上、セカンドカーの増大と未熟運転技術者の増加および道路沿道環境に対する各種の影響の防止のため、舗装の品質、性能に対する要求は、例えば、メインテナンスサイクルの激減を図るために耐久性の大巾な向上への期待など、一層せいたくなっている。

最近における基本的な主な動きを列挙してみると、

- 1) 本四架橋の橋面舗装に対する耐久性、路面性状の安定性に対する大巾な性能向上への要求とそのための委員会活動
- 2) 首都高速道路等の高架橋舗装における流动、わだち掘れに対する対策への模索と委員会活動
- 3) 直轄国道における流动、わだち掘れ増大に対するセミブローンアスファルトを中心とする改質アスファルトによる対策の検討と試験舗装の促進
- 4) 強化路盤工法としての高炉スラグ路盤、石灰安定処理路盤の標準化への努力と委員会活動
- 5) 表層用骨材等としての転炉スラグ活用のための努力と委員会活動
- 6) ゴムアスファルト品質の標準化と適用限界追求のための努力と委員会活動
- 7) 各地域における舗装廃材の再生利用のための努力と試験舗装および委員会活動
- 8) 積雪寒冷地におけるスパイクタイヤ等による舗装摩耗への影響と対策についての検討と委員会活動
- 9) 道路公団等によるサーフェイシリサイクリングのための試験機械の利用と試験舗装
- 10) 都内における耐振動低減のための舗装構造の模索や透水性路面確保のための努力

などがある。

このように舗装に対する要求に対して、いろいろな努力がなされているが、これら舗装材料の開発に際して、今後、考慮していくべき問題としては、

##### ① 品質の向上

特に a、耐久性

b、取り扱い易さ（施工性）

を重視しつつ、施工時間の時間短縮に資する品質の探求が必要である。

##### ② 評価の標準化

材料の開発においては、再現性のある評価手法の確立が必要であり、他の材料との相互比較を可能にすることが大切である。

##### ③ コストの考え方

材料の開発において当然問題になるのがコストであるが、舗装におけるコストの考え方には、現在イニシャルコスト論からトータルコスト論（建設、維持を通じてのトータルコストを考えること）へ移行しつつあり、この観点から思い切った開発への努力がまたれるところである。

#### ④ 開発から実用化へのプロセスの短縮

開発・研究された材料について実用上の問題点を速やかに把握し、実用化の可能性をまとめるため、試験舗装、委員会活動（公的機関によるシステム研究化）等を組入れた研究開発のシステム化が必要であり、従来のような単発ものの発明より、社会化された開発が望まれる時代になっていることを知る必要がある。

#### 4. おわりに

舗装は、骨材とバインダーとからなる製品であり、しかも大半を占める骨材の性質は、今後とも殆んど変わることのない材料である。

したがって舗装技術の向上は、残されたバインダーの開発と、施工技術の進展にその全てが、かかっているといつてもよいであろう。

このような観点から舗装材料開発への努力は今後ますます期待されるところである。

特に今後は、粒体や粉体を適正に混合し、現場的に舗装混合物を製造している現在の状態から、必要によっては、製品化された単体製品を路面に敷きつめるなどの可能性についても検討していく必要があろう。

航空機、宇宙技術の進歩により、接着材料の技術は飛躍的に進んできている。これらの技術の一部を導入するなど、舗装技術の向上への努力、期待はますます高まるものと考える。

その結果、必要なサービス水準を提供するにふさわしい材料をその限界性から選択するなど、より合理的な舗装の設計施工が可能になることを期待するものである。

舗装材料の開発のページは、今はじまつばかりであり、一層の進展を期待してやまないものである。

今後は開発された成果について官学民一体となって、総合的な評価を行い、適材適所としての使い方を具体化していくための努力を積み重ねていく必要があると考えている。

## 石油アスファルト統計月報

B5 : 12ページ ¥400 (送料は実費) 毎月25日発行

アスファルトに関する統計  
資料を網羅し、月毎に発行す  
る初の統計月報です。

広くご利用いただけるよう  
編纂致しました。

ハガキにてお申込み下さい。

申込先 105 東京都港区虎ノ門2丁目6番7号  
和孝第10ビル  
日本アスファルト協会  
アスファルト統計月報係

### —目 次—

- 石油アスファルト需給実績
- 石油アスファルト品種別月別生産量・輸入量
- 石油アスファルト品種別月別内需量・輸出量
- 石油アスファルト品種別月別在庫量
- 石油アスファルト品種別荷姿別月別販売量
- 石油アスファルト品種別針入度別月別販売量
- 石油アスファルト地域別月別販売量
- 石油関係諸元表

<石油アスファルト需給統計資料> その1

石油アスファルト需給実績(総括表)

(単位:千t)

項目 年度	供 給					需 要					
	期初在庫	生 産	対前年比	輸 入	合 計	内 需	対前年比	輸 出	小 計	期末在庫	合 計
49 年 度	226	4,571	( 88.5)	16	4,813	4,586	( 89.1)	29	4,615	182	4,797
50 年 度	182	4,086	( 89.4)	0	4,268	4,015	( 87.6)	13	4,029	236	4,265
51年度上期	236	2,104	( 97.2)	0	2,340	2,045	( 99.2)	18	2,060	266	2,326
51年度下期	266	2,050	(106.7)	0	2,316	2,058	(105.2)	4	2,062	256	2,318
51 年 度	236	4,154	(101.7)	0	4,390	4,103	(102.1)	22	4,122	256	4,378
52年度上期	256	2,284	(108.6)	0	2,540	2,320	(113.6)	0	2,320	227	2,547
52年度下期	227	2,506	(122.1)	0	2,733	2,445	(118.8)	0	2,445	287	2,732
52 年 度	256	4,790	(115.3)	0	5,046	4,765	(116.2)	0	4,765	287	5,052
53年度上期	287	2,661	(116.5)	0	2,948	2,636	(113.6)	0	2,636	312	2,948
53年度下期	312	2,568	(102.6)	0	2,880	2,582	(105.6)	0	2,582	297	2,879
53 年 度	287	5,229	(109.2)	0	5,516	5,218	(109.5)	0	5,218	297	5,515
54年度上期	297	2,624	( 98.6)	0	2,921	2,576	( 97.7)	0	2,576	348	2,924
55. 1月	266	283	( 91.9)	0	549	250	( 96.9)	0	250	299	549
2月	299	340	( 96.3)	0	639	350	(135.7)	1	351	288	639
3月	288	497	( 94.3)	1	786	548	( 97.2)	1	549	236	785
1～3月	266	1,120	( 94.3)	1	1,387	1,148	( 99.7)	2	1,150	236	1,386
54年度下期	348	2,440	( 95.0)	1	2,789	2,562	( 99.2)	2	2,564	236	2,800
54 年 度	297	5,064	( 96.8)	1	5,362	5,138	( 98.5)	2	5,140	236	5,376
55. 4月	236	466	( 97.9)	0	702	460	( 99.4)	3	463	242	705
5月	242	396	( 94.5)	0	638	346	( 81.4)	0	346	291	637
6月	291	327	( 85.6)	0	618	364	( 89.9)	3	367	250	617
4～6月	236	1,189	( 93.1)	0	1,425	1,170	( 90.5)	6	1,176	250	1,426
7月	250	397	( 85.9)	0	647	389	( 87.2)	0	389	259	648
8月	259	380	( 82.6)	0	639	339	( 77.4)	3	342	297	639
9月	297	409	( 96.2)	0	706	425	(106.5)	3	428	278	706
7～9月	250	1,185	( 88.0)	0	1,435	1,153	( 89.9)	6	1,159	278	1,437
55年度上期	236	2,374	( 90.5)	0	2,610	2,323	( 90.2)	12	2,335	278	2,613
10月	278	434	(102.6)	0	712	440	( 94.4)	0	440	273	713
11月	273	473	(102.8)	1	747	452	( 98.5)	3	455	293	748
12月	293	375	( 85.8)	0	668	395	( 80.8)	0	395	272	667
10～12月	278	1,282	( 97.1)	1	1,561	1,287	( 91.0)	3	1,290	272	1,562
56. 1月	273	238	( 84.1)	0	511	242	( 96.8)	0	242	269	511
2月	269	320	( 94.1)	0	589	299	( 85.4)	3	302	288	590
3月	288	506	(101.8)	0	794	552	(100.7)	3	555	240	795
1～3月	273	1,064	( 95.0)	0	1,337	1,093	( 95.2)	6	1,099	240	1,339
55年度下期	278	2,346	( 96.1)	1	2,625	2,380	( 92.9)	9	2,389	240	2,629
55 年 度	236	4,720	( 93.2)	1	4,957	4,703	( 91.5)	21	4,724	240	4,964
56. 4月	240	450	( 96.6)	0	690	360	( 78.3)	0	360	330	690
5月	330	312	( 78.8)	0	642	312	( 90.2)	0	312	330	642

[注] (1)通産省エネルギー統計月報 56年5月確報

(2)四捨五入のため月報と一致しない場合がある。

<石注アスファルト需給統計資料> その2

石注アスファルト内需実績(品種別明細)

(単位:千t)

項目 年月	内需量			構成比			対前年度比								
	ストレート・アスファルト		合計	ストレート・アスファルト		合計	ストレート・アスファルト		合計						
	一般用	工業用		一般用	工業用		一般用	工業用							
49年度	4,213	132	4,345	241	4,586	91.9	2.9	94.7	5.3	100.0	90.6	91.9	90.6	68.9	89.1
50年度	3,574	190	3,764	251	4,015	89.0	4.7	93.7	6.3	100.0	84.8	143.9	86.6	104.1	87.5
51年度上期	1,828	93	1,921	124	2,045	89.4	4.6	93.9	6.1	100.0	97.6	120.8	98.5	110.7	99.2
51年度下期	1,802	116	1,918	140	2,058	87.6	5.6	93.2	6.8	100.0	105.6	103.6	105.5	100.7	105.2
51年度	3,630	209	3,839	264	4,103	88.5	5.1	93.6	6.4	100.0	101.6	110.0	102.0	105.2	102.2
52年度上期	2,076	113	2,189	131	2,320	89.5	4.9	94.4	5.6	100.0	113.6	121.5	114.0	105.6	113.4
52年度下期	2,166	122	2,288	157	2,445	88.6	5.0	93.6	6.4	100.0	120.2	105.2	119.3	112.1	118.8
52年度	4,242	235	4,477	288	4,765	89.0	4.9	93.9	6.1	100.0	116.9	112.4	116.6	109.1	116.1
53年度上期	2,355	136	2,491	145	2,636	89.3	5.2	94.5	5.5	100.0	113.4	120.3	113.8	110.7	113.6
53年度下期	2,283	131	2,414	168	2,582	88.4	5.1	93.5	6.5	100.0	105.2	107.4	105.3	109.6	105.6
53年度	4,638	267	4,905	313	5,218	88.9	5.1	94.0	6.0	100.0	109.3	113.6	109.6	108.7	109.5
54年度上期	2,309	100	2,409	167	2,576	89.6	3.9	93.5	6.5	100.0	98.0	74.3	96.7	115.2	97.8
55.1月	211	12	223	27	250	84.4	4.8	89.2	10.8	100.0	99.1	63.2	96.1	103.8	96.9
2月	302	15	317	33	350	86.3	4.3	90.6	9.4	100.0	97.4	62.5	105.7	113.8	135.7
3月	505	11	516	32	548	92.2	2.0	94.2	5.8	100.0	98.6	55.0	97.0	100.0	97.2
1~3月	1,018	38	1,056	92	1,148	88.7	3.3	92.0	8.0	100.0	101.6	60.3	99.2	105.7	99.7
54年度下期	2,311	75	2,386	176	2,562	90.2	2.9	93.1	6.9	100.0	101.2	57.3	98.8	104.8	99.2
54年度	4,620	175	4,795	343	5,138	89.9	3.4	93.3	6.7	100.0	99.6	65.5	97.8	109.6	98.5
55.4月	418	13	431	29	460	90.9	2.8	93.7	6.3	100.0	100.5	57.1	98.6	111.5	99.4
5月	306	14	320	26	346	88.4	4.1	92.5	7.5	100.0	81.6	56.0	80.0	104.0	81.4
6月	326	15	341	23	364	89.6	4.1	93.7	6.3	100.0	91.1	88.2	90.9	76.7	89.9
4~6月	1,050	42	1,092	78	1,170	89.7	3.6	93.3	6.7	100.0	91.4	65.1	90.1	96.3	90.5
7月	354	16	370	19	389	91.0	4.1	95.1	4.9	100.0	86.8	160.0	88.5	67.9	87.2
8月	310	11	321	18	339	91.4	3.3	94.7	5.3	100.0	77.9	110.0	78.7	60.0	77.4
9月	385	18	403	22	425	90.6	4.2	94.8	5.2	100.0	108.8	105.9	108.6	78.6	106.5
7~9月	1,049	45	1,094	59	1,153	91.0	3.9	94.9	5.1	100.0	90.4	121.6	91.4	68.6	89.9
55年度上期	2,099	87	2,186	137	2,323	90.4	3.7	94.1	5.9	100.0	90.9	87.0	90.7	82.0	90.2
10月	397	17	414	26	440	90.2	3.9	94.1	5.9	100.0	93.2	141.7	94.5	92.9	94.4
11月	414	13	427	25	452	91.6	2.9	94.5	5.5	100.0	98.8	108.3	99.1	89.3	98.5
12月	356	15	371	24	395	90.1	3.8	93.9	6.1	100.0	79.5	115.4	80.5	85.7	80.8
10~12月	1,167	45	1,212	75	1,287	90.7	3.5	94.2	5.8	100.0	90.3	121.6	91.1	89.3	91.0
56.1月	199	17	216	26	242	82.3	7.0	89.3	10.7	100.0	94.3	141.7	96.9	103.8	96.8
2月	256	17	273	26	299	85.6	5.7	91.3	8.7	100.0	84.8	113.3	86.1	78.8	85.4
3月	512	17	529	23	552	92.7	3.1	95.8	4.2	100.0	101.4	154.5	102.5	71.9	100.7
1~3月	967	51	1,018	75	1,093	88.5	4.6	93.1	6.9	100.0	95.0	134.2	96.4	81.5	95.2
55年度下期	2,134	96	2,230	150	2,380	89.7	4.0	93.7	6.3	100.0	92.3	128.0	93.5	85.2	92.9
55年度	4,233	183	4,416	287	4,703	90.0	3.9	93.9	6.1	100.0	91.6	104.6	92.1	91.5	91.5
56.4月	320	18	338	22	360	88.9	5.0	93.9	6.1	100.0	76.6	138.5	78.4	75.9	78.3
5月	279	13	292	20	312	89.4	4.2	93.6	6.4	100.0	91.1	92.9	91.2	76.9	90.2

(注) (1)通産省エネルギー統計月報 56年5月確報

(2)工業用ストレート・アスファルト、ブローンアスファルトは日本アスファルト協会調べ。

(3)一般用ストレート・アスファルト=内需量合計-(ブローンアスファルト+工業用ストレート・アスファルト)

(4)四捨五入のため月報と一致しない場合がある。

# 重交通道路の舗装用アスファルトの研究

B5版・65ページ・実費頒価 700円(後払い不可)

申込先 〒105 東京都港区虎ノ門2-6-7・日本アスファルト協会

アスファルト舗装要綱 53年版 7-6 特殊材料にセミブローンアスファルトの規格が掲載されております。本研究レポートは、この規格を制定するまでの実験研究をとりまとめたものです。

## 目 次

1. 概 要	4-2-3. 混合物の性状
2. 研究の目的	4-2-4. 施 工
3. 研究の方法と経過	4-2-5. アンケート調査
4. 研究内容とその結果	4-2-6. ま と め
4-1. 室内実験による検討	5. 結 論
4-1-1. 実験要領	6. あ と が き
4-1-2. 市販アスファルトの60°C粘度	付 錄
4-1-3. アスファルトの試作	(1). セミブローンアスファルトによる舗装工事特記仕様書
4-1-4. 混合物試験	(2). アスファルト舗装表面の観察記録表
4-2. 現場施工による検討	(3). セミブローンアスファルト舗装工事アンケート調査表
4-2-1. 実施要領	
4-2-2. 使用アスファルト	

## 日本アスファルト協会試験方法 JAA-001-1978.

## 石油アスファルト絶対粘度試験方法

## Testing Method for Absolute Viscosity of Asphalt

1. 適用範囲	5-1-1. 粘度計校正用標準液による方法
2. 試験方法の概要	5-1-2. 標準減圧毛管粘度計による方法
3. 用語の意味	6. 試料の準備
3-1. 絶対粘度	7. 操 作
3-2. ニュートン流体	8. 計算および報告
4. 装 置	9. 精 度
4-1. 粘度計	9-1. くり返し精度
4-2. 温度計	9-2. 再現性
4-3. 恒温そう	中
4-4. 減圧装置	実費頒価 300円
4-5. 秒時計	
5. 校 正	申込先 社団法人 日本アスファルト協会
5-1. 粘度計の校正	東京都港区虎ノ門2丁目6番7号

〒105 電話 (03)502-3956

社団法人 日本アスファルト協会会員

社 名	住 所	電 話
<b>(メーカー)</b>		
アジア石油株式会社	(100) 東京都千代田区内幸町2-1-1	03 (506) 5649
大協石油株式会社	(104) 東京都中央区八重洲2-4-1	03 (274) 5211
エッソスタンダード石油株式会社	(107) 東京都港区赤坂5-3-3	03 (584) 6211
富士興産株式会社	(100) 東京都千代田区永田町2-4-3	03 (580) 3571
富士石油株式会社	(100) 東京都千代田区大手町1-2-3	03 (211) 6531
出光興産株式会社	(100) 東京都千代田区丸の内3-1-1	03 (213) 3111
鹿島石油株式会社	(102) 東京都千代田区紀尾井町3-6	03 (265) 0411
興亜石油株式会社	(100) 東京都千代田区大手町2-6-2	03 (270) 7651
共同石油株式会社	(100) 東京都千代田区永田町2-11-2	03 (593) 6118
極東石油工業株式会社	(100) 東京都千代田区大手町1-7-2	03 (270) 0841
丸善石油株式会社	(107) 東京都港区赤坂6-1-20	03 (588) 9611
三菱石油株式会社	(105) 東京都港区虎ノ門1-2-4	03 (595) 7412
モービル石油株式会社	(100) 東京都千代田区大手町1-7-2	03 (244) 4359
日本アスファルト株式会社	(102) 東京都千代田区平河町2-7-6	03 (234) 5021
日本鉱業株式会社	(105) 東京都港区虎ノ門2-10-1	03 (582) 2111
日本石油株式会社	(105) 東京都港区西新橋1-3-12	03 (502) 1111
日本石油精製株式会社	(105) 東京都港区西新橋1-3-12	03 (502) 1111
三共油化工業株式会社	(100) 東京都千代田区丸の内1-4-2	03 (284) 1911
西部石油株式会社	(100) 東京都千代田区丸の内1-2-1	03 (216) 6781
シェル石油株式会社	(100) 東京都千代田区霞が関3-2-5	03 (580) 0111
昭和石油株式会社	(100) 東京都千代田区丸の内2-7-3	03 (231) 0311
昭和四日市石油株式会社	(100) 東京都千代田区有楽町1-11	03 (211) 1411
東亜燃料工業株式会社	(100) 東京都千代田区一ツ橋1-1-1	03 (213) 2211
東北石油株式会社	(983) 宮城県仙台市中野字高松238	02236 (5) 8141

**(ディーラー)**

● 北海道

アサヒレキセイ(株)札幌支店	(060) 札幌市中央区大通西10-4	011 (281) 3906	日	アス
中西瀝青(株)札幌出張所	(060) 札幌市中央区北2条西2	011 (231) 2895	日	石
(株)南部商会札幌出張所	(060) 札幌市中央区北2条西2-15	011 (231) 7587	日	石
レキセイ商事株式会社	(060) 札幌市中央区北4条西12	011 (231) 5931	出	光
株式会社ロード資材	(060) 札幌市中央区北1条西10-1-11	011 (281) 3976	丸	善
(株)沢田商行北海道出張所	(060) 札幌市中央区北2条西3	011 (221) 5861	丸	善
東光商事(株)札幌営業所	(060) 札幌市中央区南大通り西7	011 (261) 7957	三	石
(株)トーアス札幌営業所	(060) 札幌市中央区北2条西2	011 (281) 2361	共	石
萬井石油株式会社	(060) 札幌市中央区南4条西11-1292-4	011 (518) 2771	丸	善

社団法人 日本アスファルト協会会員

社 名	住 所	電 話
<b>● 東 北</b>		
アサヒレキセイ(株)仙台支店	(980) 宮城県仙台市中央3-3-3	0222 (66) 1101 日アス
(株)木畑商会仙台営業所	(980) 宮城県仙台市中央2-1-17	0222 (22) 9203 共石
株式会社 亀井商店	(980-91) 宮城県仙台市国分町3-1-18	0222 (64) 6077 日石
宮城石油販売株式会社	(980) 宮城県仙台市東7番丁102	0222 (57) 1231 三石
中西瀝青(株)仙台営業所	(980) 宮城県仙台市中央2-1-30	0222 (23) 4866 日石
(株)南部商会仙台出張所	(980) 宮城県仙台市中央2-1-17	0222 (23) 1011 日石
有限会社 男鹿興業社	(010-05) 秋田県男鹿市船川港船川字化世沢178	01852 (3) 3293 共石
菱油販売(株)仙台支店	(980) 宮城県仙台市国分町3-1-1	0222 (25) 1491 三石
正興産業(株)仙台営業所	(980) 宮城県仙台市国分町3-3-3	0222 (63) 0679 三石
竹中産業(株)新潟営業所	(950) 新潟市東大通1-4-2	0252 (46) 2770 シェル
常盤商事(株)仙台支店	(980) 宮城県仙台市上杉1-8-19	0222 (24) 1151 三石
<b>● 関 東</b>		
アサヒレキセイ株式会社	(104) 東京都中央区八丁堀3-3-5	03 (551) 8011 日アス
アスファルト産業株式会社	(104) 東京都中央区八丁堀4-4-13	03 (553) 3001 シェル
富士興産アスファルト株式会社	(107) 東京都港区赤坂1-5-11	03 (585) 7601 日アス
富士鉱油株式会社	(105) 東京都港区新橋4-26-5	03 (432) 2891 丸善
富士石油販売株式会社	(103) 東京都中央区日本橋2-13-12	03 (274) 2061 共石
富士油業(株)東京支店	(106) 東京都港区西麻布1-8-7	03 (478) 3501 日アス
伊藤忠燃料株式会社	(160) 東京都新宿区西新宿3-4-7	03 (347) 3961 共石
関東アスファルト株式会社	(336) 浦和市岸町4-26-19	0488 (22) 0161 シェル
株式会社 木畑商会	(104) 東京都中央区八丁堀4-2-2	03 (552) 3191 共石
国光商事株式会社	(165) 東京都中野区東中野1-7-1	03 (363) 8231 出光
極東資材株式会社	(105) 東京都港区新橋2-3-5	03 (504) 1528 三石
丸紅石油株式会社	(102) 東京都千代田区九段北1-13-5	03 (230) 1131 モービル
三菱商事株式会社	(100) 東京都千代田区丸の内2-6-3	03 (210) 6290 三石
三井物産石油販売株式会社	(100) 東京都千代田区内幸町2-1-1	03 (504) 2271 極東石
中西瀝青株式会社	(103) 東京都中央区八重洲1-2-1	03 (272) 3471 日石
株式会社 南部商会	(100) 東京都千代田区丸の内3-4-2	03 (213) 5871 日石
日東石油販売株式会社	(104) 東京都中央区新川2-8-3	03 (551) 6101 シェル
日東商事株式会社	(170) 東京都豊島区巣鴨3-39-4	03 (915) 7151 昭石
瀬青販売株式会社	(103) 東京都中央区日本橋2-16-3	03 (271) 7691 出光
菱東石油販売株式会社	(104) 東京都中央区八重洲2-7-16	03 (281) 2030 三石
菱洋通商株式会社	(104) 東京都中央区銀座6-7-18	03 (571) 5921 三石
菱油販売株式会社	(160) 東京都新宿区西新宿1-20-2	03 (348) 6241 三石
三徳商事(株)東京営業所	(101) 東京都千代田区神田紺屋町11	03 (254) 9291 昭石
株式会社 沢田商行	(104) 東京都中央区入船町1-7-2	03 (551) 7131 丸善
新日本商事株式会社	(101) 東京都千代田区神田錦町2-7	03 (294) 3961 昭石
昭和石油アスファルト株式会社	(140) 東京都品川区南大井1-7-4	03 (761) 4271 昭石
住商石油株式会社	(160-91) 東京都新宿区西新宿2-6-1	03 (344) 6311 出光
大洋商運株式会社	(103) 東京都中央区日本橋本町3-7	03 (245) 1632 三石
竹中産業株式会社	(101) 東京都千代田区鍛冶町1-5-5	03 (251) 0185 シェル
東光商事株式会社	(104) 東京都中央区京橋1-6	03 (274) 2751 三石
株式会社 トーアス	(160) 東京都新宿区2-7-1	03 (342) 6391 共石

社団法人 日本アスファルト協会会員

社名	住所	電話
東京富士興産販売株式会社	(105) 東京都港区虎ノ門1-13-4	03 (591) 3401 日アス
東京レキセイ株式会社	(150) 東京都渋谷区恵比寿西1-9-12	03 (496) 8691 日アス
東新瀬青株式会社	(103) 東京都中央区日本橋2-13-5	03 (273) 3551 日石
東洋国際石油株式会社	(104) 東京都中央区八丁堀3-3-5	03 (552) 8151 日アス
東和産業株式会社	(174) 東京都板橋区坂下3-29-11	03 (968) 3101 共石
梅本石油株式会社	(162) 東京都新宿区新小川町2-10	03 (269) 7541 丸善
ユニ石油株式会社	(100) 東京都千代田区霞ヶ関1-4-1	03 (503) 4021 シエル
渡辺油化興業株式会社	(107) 東京都港区赤坂3-21-21	03 (582) 6411 昭石
<b>● 中 部</b>		
アサヒレキセイ(株)名古屋支店	(466) 名古屋市昭和区塩付通4-9	052 (851) 1111 日アス
丸 福 石 油	(933) 富山県高岡市美幸町2-1-28	0766 (22) 2860 シエル
松村物産株式会社	(920) 石川県金沢市広岡町卜25	0762 (21) 6121 三石
三谷商事株式会社	(910) 福井市中央3-1-5	0776 (20) 3111 モービル
名古屋富士興産販売(株)	(451) 名古屋市西区城西4-28-11	052 (521) 9391 日アス
中西瀬青(株)名古屋営業所	(460) 名古屋市中区錦町1-20-6	052 (211) 5011 日石
三徳商事(株)名古屋営業所	(453) 名古屋市中村区則武1-10-6	052 (452) 2781 昭石
株式会社 三 油 商 会	(460) 名古屋市中区丸の内2-1-5	52 (231) 7721 日アス
株式会社 沢 田 商 行	(454) 名古屋市中川区富川町1-1	052 (361) 7151 丸善
新東亜交易(株)名古屋支店	(450) 名古屋市中村区名駅3-28-12	052 (561) 3514 三石
静岡鉱油株式会社	(424) 静岡県清水市袖師町1575	0543 (66) 1195 モービル
竹中産業(株)福井営業所	(910) 福井市大手2-4-26	0776 (22) 1565 シエル
株式会社 田 中 石 油 店	(910) 福井市毛矢2-9-1	0776 (35) 1721 昭石
富安産業株式会社	(930-11) 富山市若竹町2-121	0764 (29) 2298 共石
<b>● 近畿</b>		
赤馬瀬青工業株式会社	(531) 大阪市大淀区中津3-10-4-304	06 (374) 2271 モービル
アサヒレキセイ(株)大阪支店	(550) 大阪市西区南堀江4-17-18	06 (538) 2731 日アス
千代田瀬青株式会社	(530) 大阪市北区東天満2-8-8	06 (358) 5531 三石
飯野産業(株)神戸営業所	(650) 神戸市中央区江戸町98	078 (391) 8965 共石
富士アスファルト販売株式会社	(550) 大阪市西区京町堀2-3-19	06 (441) 5159 日アス
平井商事株式会社	(542) 大阪市南区長堀橋筋1-43	06 (252) 5856 日アス
木曾通産(株)大阪支店	(550) 大阪市西区九条南4-11-12	06 (581) 7216 日アス
北坂石油株式会社	(590) 大阪府堺市戒島町5丁32	0722 (32) 6585 シエル
株式会社 松 宮 物 産	(522) 滋賀県彦根市幸町32	07492 (3) 1608 シエル
丸 和 鉱 油 株 式 会 社	(532) 大阪市淀川区塚本2-14-17	06 (301) 8073 丸善
三菱商事(株)大阪支社	(530) 大阪市北区堂島浜通1-15-1	06 (343) 1111 三石
株式会社 ナ カ ム ラ	(670) 姫路市国府寺町甲14	0792 (85) 2551 共石
中西瀬青(株)大阪営業所	(532) 大阪市淀川区西中島3-18-21	06 (303) 0201 日石
大阪アスファルト株式会社	(531) 大阪市大淀区豊崎5-8-2	06 (372) 0031 日アス
株式会社 菱 芳 礦 産	(671-11) 姫路市広畑区西夢前台7-140	0792 (39) 1344 共石
菱油販売(株)大阪支店	(550) 大阪市西区新町1-4-26	06 (534) 0141 三石
三徳商事株式会社	(532) 大阪市淀川区新高4-1-3	06 (394) 1551 昭石
(株) 沢 田 商 行 大 阪 支 店	(542) 大阪市南区鰐谷西之町50	06 (251) 1922 丸善
正興産業株式会社	(662) 兵庫県西宮市久保町2-1	0793 (34) 3323 三石
(株)シェル石油大阪発売所	(530) 大阪市北区堂島浜通1-2-6	06 (343) 0441 シエル
梅本石油(株) 大阪営業所	(550) 大阪市西区新町1-12-23	06 (351) 9064 丸善

社団法人 日本アスファルト協会会員

社 名	住 所	電 話
山文商事株式会社	(550) 大阪市西区土佐堀通1-13	06 (443) 1131 日石
横田瀝青興業株式会社	(672) 姫路市飾磨区南細江995	0792 (33) 0555 共石
アサヒレキセイ(株)広島支店	(730) 広島市田中町5-9	0822 (44) 6262 日アス
富士商株式会社	(756) 山口県小野田市稻荷町6539	08368 (3) 3210 シェル
共和産業株式会社	(700) 岡山県岡山市蕃山町3-10	0862 (33) 1500 共石
中国富士アスファルト株式会社	(711) 岡山県倉敷市児島味野浜の宮4051	0864 (73) 0350 日アス
<b>● 四国・九州</b>		
アサヒレキセイ(株)九州支店	(810) 福岡市中央区鳥飼1-3-52	092 (77) 7436 日アス
畑礦油株式会社	(804) 北九州市戸畠区牧山新町1-40	093 (871) 3625 丸善
平和石油(株)高松支店	(760) 高松市番町5-6-26	0878 (31) 7255 シェル
今別府産業株式会社	(890) 鹿児島市新栄町15-7	0992 (56) 4111 共石
入交産業株式会社	(780) 高知市大川筋1-1-1	0888 (22) 2141 シェル
伊藤忠燃料(株)福岡支店	(812) 福岡市博多区博多駅前3-2-8	092 (444) 8353 共石
株式会社 カンダ	(892) 鹿児島市住吉町1-3	0992 (24) 5111 シェル
丸菱株式会社	(812) 福岡市博多区博多駅前1-9-3	092 (43) 7561 シェル
中西瀝青(株)福岡出張所	(810) 福岡市中央区天神4-1-18	092 (771) 6881 日石
(株)南部商会福岡出張所	(810) 福岡市中央区舞鶴1-1-5	092 (721) 4838 日石
西岡商事株式会社	(764) 香川県仲多度郡多度津町新町125-2	08773 (3) 1001 三石
菱油販売(株)九州支店	(805) 北九州市八幡東区山王1-17-11	093 (661) 4868 三石
三協商事株式会社	(770) 徳島市万代町5-8	0886 (53) 5131 日アス
三陽アスファルト株式会社	(815) 福岡市南区上盤瀬町55	092 (541) 7615 日アス
(株)シェル石油徳島発売所	(770) 徳島市中州町3-5-1	0886 (22) 0201 シェル

編集顧問	編集委員	編集幹事
多田宏行	阿部頼政	中山才祐
萩原浩	飯島尚	南雲貞夫
松野三朗	石動谷英二	藤井治芳
	井町弘光	真柴和昌
	河野宏	岡村真 小島逸平
		酒井敏雄 真山治信
		太田健二 関根幸生
		戸田透 林誠之

アスファルト 第129号

昭和56年10月発行

社団法人 日本アスファルト協会

105 東京都港区虎ノ門2-6-7 TEL 03-502-3956

本誌広告 手取扱 株式会社 広業社

104 東京都中央区銀座8-2-9 TEL 03-571-0997(代)

**ASPHALT**

Vol. 24 No. 129 OCTOBER 1981

Published by

**THE JAPAN ASPHALT ASSOCIATION**