

瀝青材料の最近の動向

LATEST TREND OF BITUMINOUS MATERIALS

鈴木秀敏*

by Hidetoshi SUZUKI

1. はじめに

瀝青材料はアスファルトとコールタールに大別されるが、生産量では圧倒的にアスファルトが多く、瀝青材料の大半を占めている。

アスファルトは①熱可塑性、②粘弾性、③不透水性、④粘着性、⑤電気絶縁性、⑥耐薬品性及び⑦無公害性等の多くの特性を有しており、特に防水性や粘着性を利用した用途では、きわめて長い歴史に支えられた高い信頼性を勝ち得ている。

アスファルトは、比較的安価で安定した供給が得られることから、アスファルトが持つこのような性質を有効に利用して次に示すような極めて多岐に渡る分野に利用されている。

1. 道路舗装用
2. 水利工事用
3. ルーフィング製造および防水工事用
4. アスファルトブロック
5. 塗料
6. 目地材、目地板
7. 電気絶縁材料
8. ゴム混和
9. ネックグリース
10. 水道用鋼管のライニング
11. ブリーキライニング
12. 艦船ピッチ
13. ブラックテープ
14. 制振材
15. 軌道道床
16. 防音材
17. ガス化熱分散用
18. 燃料用

アスファルト需要の最大の分野である舗装関係にあっては、特に最近では東南アジアやアマゾン川流域の森林の伐採によるO₂の減少とともに石油系燃料によるCO₂の増加が地球の温暖化をもたらすとして、省エネルギー、省資源の必要性が叫ばれている。平成5年に建設省が第11次道路整備五箇年計画

の発足に合わせて策定された道路技術五箇年計画の中にも「環境保全、省エネルギー、省資源への新たな挑戦」として省エネルギー、省資源のための技術開発を掲げており、これを受けてアスファルトを原料とした製品にも省エネルギーを指向した種々の製品が開発され使用されてきている。

また成熟化社会にある我が国ではニーズが多様化し、同一品種にあっても多くのバリエーションが要求される時代であり、アスファルト舗装の分野においても例外ではない。

本報告では、瀝青材料の変遷とアスファルトの種類を紹介し、アスファルトの最大の利用分野である舗装関係の最近の動向について記述する。

2. 瀝青材料の変遷

瀝青材料の中でもアスファルトは、ノアの方舟の防水に使われるなど旧約聖書にもその名前が記され、防水材料として最も古い歴史を持ち、紀元前3800年頃の古代メソポタミア文明やインダス文明で天然アスファルトをモルタル状にして、防水材や石材等の目地に、またエジプトのミイラの保存や建造物に使用されるなどアスファルトが歴史に現れた年代はきわめて古く、紀元前既に道路舗装材料として使用されていたと言われている。

当時のアスファルトは、天然アスファルトの類に限られていたことと、産地が限定されていたことから使用数量はきわめてわずかであった。

また、石油精製によりアスファルトが生産されるまでは、世界各地で産出する天然アスファルトを様々な加工して使用されていた。

19世紀に入って産業革命が起こり、その原動力となった石炭はエネルギー源ばかりでなく、石炭化学の発展に伴って多くの化学製品を生みだし、その副産物であるコールタールは道路に使用され始めて、道路舗装に大きく貢献した。

その後20世紀に入って、大規模な油田が世界の各地で発見されるに及んで、その中心は石油に取って代われ、今日では石油産業の発展と共に石油アスファルトは大量に生産され、我が国では道路関係をはじめ防水関係など多くの分野に年間約570~600万

* ニチレキ(株)技術部技術第二課長 (〒102 東京都千代田区九段北4-3-15)

トンの需要がある。

なお、コールタールはその蒸気を吸入すると慢性又は急性の中毒を起こす危険があり、又蒸気にふれると皮膚がかぶれたり目や鼻が侵されることがあるばかりでなく、発ガン性物質を微量に含んでいるとの指摘等から最近では特殊な用途に限られ、今日では瀝青材料といえはアスファルトをイメージするまでになってきている。

3. 瀝青材料の種類

瀝青材料は、図3.1 のとおりアスファルトとコールタールに大別され、アスファルトはさらに天然アスファルトと石油アスファルトに分けられる¹⁾。

天然アスファルトは、アスファルト基原油が地熱、圧力、酸素、バクテリア等の作用を受けて長時間の

うちに変性したものと考えられており、これらにはレーキアスファルト、ロックアスファルト、アスファルタイトなどがある。

石油アスファルトは石油精製の残油として人為的に作られているものであり、蒸留残渣のままの状態であるストレートアスファルト（以下ストアス）と、これに高温で空気を吹込み酸化重合させたブローンアスファルト及び蒸留によって分離して潤滑油中に残っているアスファルト分を液体プロパン等で抽出させたプロパン脱瀝アスファルト等がある。

また、瀝青材料としてはこれらのアスファルトを溶剤に溶かしたカットバックアスファルト、高分子エラストマー等により改質した改質アスファルトあるいは乳化剤と安定剤により水中に分散させたアスファルト乳剤がある。

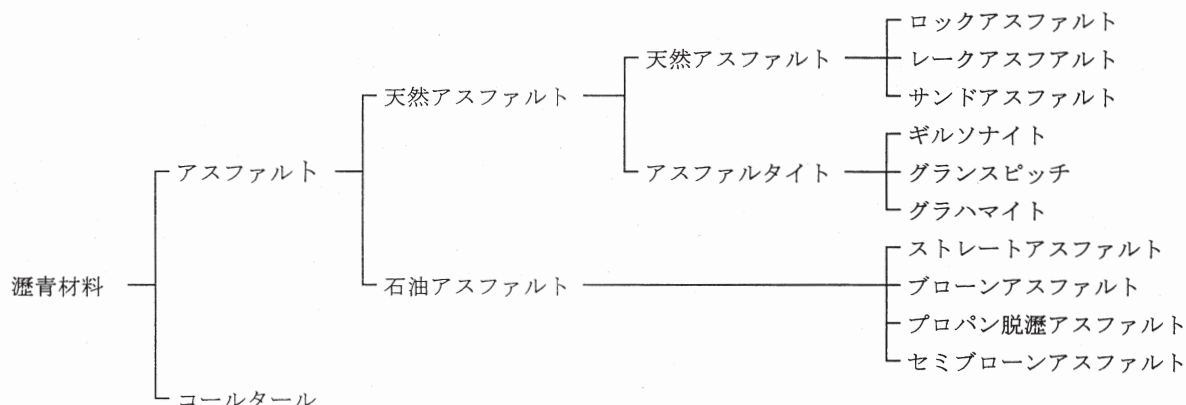


図3.1 瀝青材料の種類

表4.1 舗装の推移

(単位：km, %)

年度	S40	S50	S60	H 2	H 4	H 5	H 6	H 7
一般国道	16,540 59.0	35,136 91.3	44,880 96.7	46,074 98.2	46,301 98.4	52,400 98.3	52,459 98.4	52,545 98.5
都道府県道	20,198 16.7	83,213 66.2	111,738 87.7	118,783 92.2	120,284 93.0	115,184 93.2	115,918 93.6	117,836 93.9
市町村道	36,667 4.4	218,384 24.2	492,318 51.8	602,229 64.5	628,653 66.6	642,142 67.7	654,286 68.6	664,719 69.4
合計	73,405 7.4	336,733 31.6	648,935 57.7	767,085 69.1	795,237 71.0	809,726 71.9	822,662 72.8	835,100 73.5

注1 上段は簡易舗装を含む舗装延長

注2 下段は簡易舗装を含む舗装率

4. 舗装用瀝青材料

近年我が国の道路整備は飛躍的な伸びを示し、表4.1²⁾に示すとおり、昭和50年で31.6%（簡易舗装を含む）であった舗装率が、15年後の平成2年には69.1%にまで高まり、これまでの舗装率を向上させるための量の確保から質の向上への変遷を迫られる時代へと変化してきている。このような時代の変化に

対応すべくアスファルト舗装要綱も見直しが繰り返され、昭和63年度版のアスファルト舗装要綱には、それまで「第7章 特殊舗装および特殊材料」に記述されていた改質アスファルトが、「第3章 材料」の項に組み入れられ、一般材料として認知された。改質アスファルトは、改質アスファルトⅠ型、Ⅱ型およびセミブローンアスファルトに区分され、耐摩耗

用あるいは耐流動用バインダーとして一般化されて広く使用されるようになっていった。

しかし、舗装に対する社会的ニーズは単なる耐摩耗、耐流動にとどまらず、多様化の傾向を年々色濃くし、最近では多くの機能を付与させた舗装が求められる時代となってきている。

4. 1 道路用ストレートアスファルト

我が国の石油アスファルトの需要は過去順調な伸びを示してきたものの、平成2年(1990)の620万トン peaks としてその後減少傾向にあり、平成7年度の需要量は約570万トンであった。その内訳は、表4.1³⁾に示すとおり工業用ストアスが約8%、ブローンアスファルトが約4%、燃焼用アスファルトが約17%で、残る約71%が道路用ストアスであり、この比率は過去10年間さほど大きな変動がなく推移してきている。

表4.1 我が国の石油アスファルトの需要の推移 単位=千t

年度	ストレートアスファルト		燃焼用 アスファルト	ブローン アスファルト	合計
	道路用	工業用			
84	4,000	162	805	254	5,221
85	3,739	139	911	246	5,035
86	3,979	241	1,238	237	5,695
87	4,252	360	995	255	5,862
88	4,307	421	967	258	5,953
89	4,360	447	932	251	5,990
90	4,416	606	929	254	6,205
91	4,316	591	796	241	5,944
92	4,559	568	741	241	6,109
93	4,337	601	860	238	6,036
94	4,129	506	968	231	5,834
95	4,015	475	977	230	5,697
比率	(70.5)	(8.3)	(17.1)	(4.0)	(100)

4. 2 道路用改質アスファルト

自動車は戸口から戸口への利便性がその大きな魅力の一つであり、交通手段として広く一般に受け入れられており、それに伴って交通量はいまだ増加する傾向にある。また舗装率が向上し、社会が成熟化するに及んで道路舗装へのニーズは、従来の舗装率の向上を指向した量の確保の時代から安全性、快適性、走行性、耐久性等といった質の向上を求める時代に変化してきている。さらに大量輸送時代に入って車両の大型化による道路の供用条件はますます過酷となり、耐流動、耐摩耗性等に優れた質の高い舗装が求められてきている。

特に流動わだち掘れは安全な走行性の確保の見地からその対策の必要性が叫ばれ、それへの対応策の一つとして改質アスファルトの利用が図られてきており、その需要は年々増加する傾向にある。しかも、改質アスファルトが舗装要綱の一般材料の項に組み入れられた昭和63年以降は図4.1⁴⁾に示すとおり急激な増加を示し、なかでもわだち掘れ対策として、耐

流動用改質アスファルトである改質アスファルトⅡ型が顕著な伸びを示している。

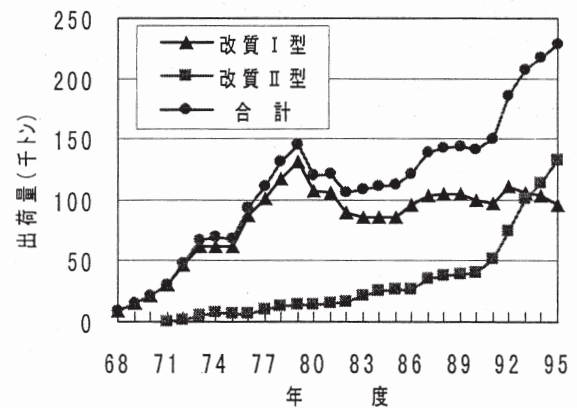


図4.1 改質アスファルトの需要の推移

4. 3 排水性舗装用高粘度改質アスファルト

第11次道路整備5箇年計画の発足と合わせて、平成5年に策定された道路技術5箇年計画では、「渋滞、交通安全等の基本的な課題に対する新たな挑戦」として交通安全対策技術が盛り込まれ、その技術の一つとして、排水性舗装が注目されている。

雨天時の幹線道路や高速道路では路面に滞留した水に起因するハイドロプレーニング現象、スリップ、水はねやスモーキング現象による視界障害が運転ミスを引き起こし、事故につながるケースが見られる。

また、市街地や住宅街の道路では、雨天時の追突事故防止や歩行者への水はね防止が重要な課題となっている。

このような課題に対する解決策として開発された排水性舗装は、空隙率が15%以上の開粒度アスファルト混合物で舗設された舗装であり、舗装表面に降った雨水を速やかに排水し、水はねやスモーキング現象が発生しない上、高いすべり抵抗性が確保できるなどの特徴を有している。

しかし、排水性舗装は空隙率が大きいため、バインダーであるアスファルトは紫外線や空気あるいは水の影響を受けやすい過酷な条件下におかれる。したがって、極力骨材表面の膜厚を厚くすることにより、アスファルトの劣化による影響を最小限に押さえる必要がある。

一方アスファルト膜厚を厚くすることによって懸念される、混合物の安定性低下を防ぐ必要があり、このためこれまでの密粒タイプの混合物には使用が困難と考えられるような極めて高粘度の改質アスファルトが開発され使用されてきている。なお、さらに膜厚を確保させるための助剤として植物性繊維を添加する場合もある。

また、排水性舗装用混合物は細粒分が少なく、骨材のかみ合わせ効果による支持力が期待できないため、混合物への高い安定性付与および表面の骨材の飛散を防ぐために骨材間を強く密着させる必要があり、この高粘度改質アスファルトには強い把握力、すなわち、高いタフネス、テナシティ性能が要求される。また、排水性舗装はその機能から、舗装体内部に雨水が滞留することとなり、4.4の節で述べるような耐はく離性の高い性能が要求される。

このような排水性舗装は、アスファルト舗装要綱には特殊舗装の一つとして記述されているが、これとは別に（社）日本道路協会では「排水性舗装技術指針(案)」⁹⁾をまとめ、平成8年11月に発刊している。

表4.2に当指針(案)で示された高粘度改質アスファルトの標準的性状を示す。

表4.2 高粘度改質アスファルトの標準的性状

項目	標準的性状
針入度 (°C)	1/10mm 40以上
軟化点	°C 80.0以上
伸度(15°C)	cm 50以上
引火点	°C 260以上
薄膜加熱質量変化率	% 0.6以下
薄膜加熱後の針入度残留率	% 65以上
タフネス(25°C)	N・m(kgf・cm) 20.0(200)以上
テナシティ(25°C)	N・m(kgf・cm) 15.0(150)以上
60°C粘度	1×10 ⁴ , Pa・s(Poise) 2.0(20)以上

高粘度改質アスファルトは、先述したとおり一般的な改質アスファルトと比較し、軟化点、タフネス、テナシティ、60°C粘度が極めて高い特長を有している。現在、市販されている高粘度改質アスファルトの60°C粘度は100万 poise 前後あるいはそれ以上のものがほとんどであり、2000poise 前後のストレートアスファルトとは際だった相違を示している。

排水性舗装に対する要求性能は、高い透水係数の確保であるが「排水性舗装技術指針(案)」では排水性混合物の目標値を表4.3のとおりとしている。

表4.3 排水性混合物の目標値

項目	目標値
空隙率	% 20程度
透水係数	cm/sec 10 ⁻² 以上

一方、排水性舗装はその名が示すとおり、排水性機能の付与を目的に開発されたものであるが、これ以外に騒音低減機能や、視認性向上機能、すべり止め機能等の多くの機能を有しており、特に平成7年7月の国道43号線の騒音訴訟での地域住民の勝訴最高裁判決を機に、低騒音舗装として脚光を浴び、多く

の機関で採用の機運が高まっている。

騒音低減効果は最大粒径、舗装厚、空隙率等により異なるとされ^{6)~11)}その検証は多くの機関で試みられており、ここではその一例を紹介する。

図4.2¹²⁾は舗設厚5cmの時の密粒度舗装と排水性舗装の各走行速度における騒音レベル差を、最大粒径が20mmと13mmの場合で示したものであり、また図4.3¹²⁾は最大粒径13mmで舗装厚が異なる場合を示したものである。

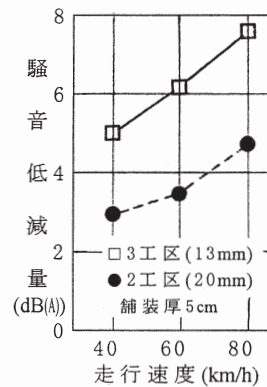


図4.2 最大粒径が異なる場合の走行速度と騒音低減量の関係

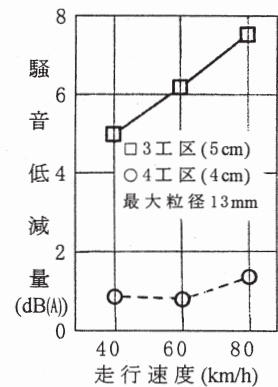


図4.3 舗装厚が異なる場合の走行速度と騒音低減量の関係

すなわち最大粒径13mm、舗設厚5cmの排水性舗装は密粒度舗装より走行速度40km/hの場合で5dB(A)、80km/hの場合では8dB(A)近くの騒音低減効果が得られる。ただし、舗設厚が薄い場合はその効果が低減する傾向にある。

このような多くの機能を有する排水性舗装ではあるが、現時点では排水、騒音低減等の機能の持続性や耐久性および補修方法等に課題を残しており、今後の研究が待たれる。

4.4 附着性改善改質アスファルト

舗装の破壊形態は、わだち掘れ、ひびわれ、縦断凹凸およびすべりに大別できるが、これらはいずれも舗装表面に現れる現象である。これらの現象を引き起こす原因は内的、外的要因として多くのものが考えられ、多くの機関でそのメカニズムが研究されている。

中でも、骨材とバインダーの附着性の良否は舗装の安定性（わだち掘れ、ひびわれ、縦断凹凸等の現象として顕在化する）に大きく影響を与え、特に水が介在した場合、顕著に表れる性質のものである。

これに対する対策は、従来はく離防止剤としての界面活性剤の添加等により対応していたが、熱安定性や持続性に不安があり、また高温多湿な状況下ではバインダーを軟化させる等の欠点を有していた。

特に橋梁舗装の場合、舗装体はコンクリートある

いは鋼版で囲まれた状態で供用されるため、一旦舗装体に浸入した水分は極めて抜けにくい。このような湿潤状態のもとで、かつ高温で車両の繰り返し荷重が作用すると、アスファルト混合物はニーディングを起こし、はく離現象が生じて安定性を失い、やがてわだち掘れあるいはひび割れ現象として表面に現れてくる（極端な場合はポットホールが生じてくる）。

橋梁のアバット付近のわだち掘れやひびわれは、このはく離現象に起因する場合が多い。

このような現象に対処すべく、最近では熱安定性が高く、持続性に富んだ付着性改善型の改質アスファルトが開発されており、表4.4 にその日本改質アスファルト協会規格¹³⁾を示す。

表4.4 付着性改善改質アスファルトの規格

項目		日本改質アスファルト協会規格
針入度 (°C)	1/10mm	40以上
軟化点	°C	68.0以上
伸度(15°C)	cm	30以上
引火点	°C	260以上
薄膜加熱質量変化率	%	0.6以下
薄膜加熱後の針入度残留率	%	65以上
フラースぜい化点	°C	-12以下
タフネス(25°C)	N・m(kgf・cm)	16.0(160)以上
テナシティ(25°C)	N・m(kgf・cm)	8.0(80)以上
60°C粘度	1×10 ⁴ Pa・s(P)	0.15(1.5)以上
粗骨材の剥離面積率	%	5以下

すなわち、アスファルト舗装要綱に示されている改質アスファルトⅡ型以上の性状を有し、耐剥離性の基準として水浸ホイールトラッキング試験での剥離面積率を5%以下としているところに特長がある。

また、表4.5 は水浸マーシャル試験および動的はく離試験である水浸ホイールトラッキング試験結果を従来のストアスと比較して示したものであり、付着性改善改質アスファルトが顕著な剥離抵抗性を持つことが分かる。

表4.5 水浸ホイールトラッキング試験結果

試験項目	付着性改善改質アスファルト	ストアスアスファルト
水浸マーシャル試験 残留安定度 %	97	78
水浸ホイールトラッキング試験 剥離面積率 %	0	25

4.5 排水性舗装用エポキシアスファルト

4.3の節で記述したとおり排水性舗装用のアスファルトとしては、高粘度改質アスファルトが一般化

されつつあるものの、車両荷重や夏季における高温条件の下での空隙つぶれを起因とした排水機能の低下が課題となっている。このような課題に対処すべく反応硬化型エポキシ樹脂をアスファルトに添加した排水性舗装用エポキシアスファルトが開発されている。^{14),15)} 従来のエポキシアスファルトは反応速度のコントロールが難しく、しかも作業性、初期強度の確保が難点であったが、ベースアスファルトを改質し、硬化剤を改良することによりこれらを克服している。すなわち、混合物舗設初期にあっても高粘度改質アスファルトと同程度の安定性を確保できるまでになってきている。表4.6¹⁵⁾にその一例を示す。

表4.6 混合物性能

試験項目	エポキシアスファルト		市販高粘度改質アスファルト
	初期性能	最終性能	
マーシャル安定度 kgf	560	2,000以上	650
カンタプロ損失率 %	6.8	13.8	9.4
動的安定度 回/m	3,710	21,000	4,200

4.6 超重交通用改質アスファルト

我が国の舗装延長は約80万kmにおよび、この膨大な舗装ストックの供用性能を長期間一定以上の水準に保ち、後世に伝えていかなければならない。そのためには適切な時期に適切な補修を施す必要があるものの重交通街路における補修工事は夜間に特定され、小規模とならざるを得ず、インフラ関連工事と相まって頻度高く道路工事が行われることとなり、渋滞の発生、騒音の発生、発生材の増加、資源エネルギーの消費等、道路利用者や沿道住民ばかりでなく、社会全般に負担を強いることとなる。

このためには現行より供用期間の長い舗装を開発し、早期に導入して、上記の負担の軽減化を図る必要がある。

このような考えから、道路技術5箇年計画には、一層効率的で無駄のない道路整備、維持管理の追求があげられ、維持管理、更新の安全性向上、省力化、低廉化等の高度化を図る技術として、長寿命化舗装の導入がその方策としてあげられている。

これまでアスファルト舗装は、設計寿命を10年、コンクリート舗装を20年として設計されてきたが、これより長期に高い供用性能を持つ舗装を追求していこうとするものである。これには当然、舗装構造設計にライフサイクルコストの概念を取り入れた開発が指向されている。当然、機能的な破損対象となる表層、基層材料に対してもこれまで以上に長期に高い供用性能を持つものが要求される。

機能的破損の主な形態はわだち掘れとひびわれであり、これまでは最も深刻である耐わだち掘れ対策

として、アスファルト量を減じて対応を図る考え方で進められてきた。

しかし、アスファルト量の減量化は、耐ひびわれに対しては負の対策であり、必ずしも満足できる状態にはなかった。

最近になって、アスファルト量を減じることなく、極めて高い耐わだち掘れ特性を發揮する改質アスファルトが長寿命化舗装の一端を担うべく「超重交通用改質アスファルト」として開発されてきている。

この「超重交通用改質アスファルト」は、表4.7¹³⁾に示すとおり、高い軟化点、タフネス、テナシティ、60℃粘度を有し、かつ作業性の一指標である180℃粘度は従来の改質アスファルトⅡ型とほぼ同程度の値であり良好な作業性を確保している。しかも図4.4に示すとおり、アスファルト量を増加させても動的安定度の低下度合はこれまでの改質アスファルト混合物よりゆるやかであり、結果的に多くのアス

表4.7 超重交通用改質アスファルトの規格

項目		日本改質アスファルト協会規格
針入度 (°C)	1/10mm	40以上
軟化点	°C	75.0以上
伸度(15°C)	cm	50以上
引火点	°C	260以上
薄膜加熱質量変化率	%	0.6以下
薄膜加熱後の針入度残留率	%	65以上
タフネス(25°C)	N・m(kgf・cm)	20.0(200)以上
テナシティ(25°C)	N・m(kgf・cm)	15.0(150)以上
60℃粘度	1×10 ⁴ Pa・s(P)	0.3(3.0)以上

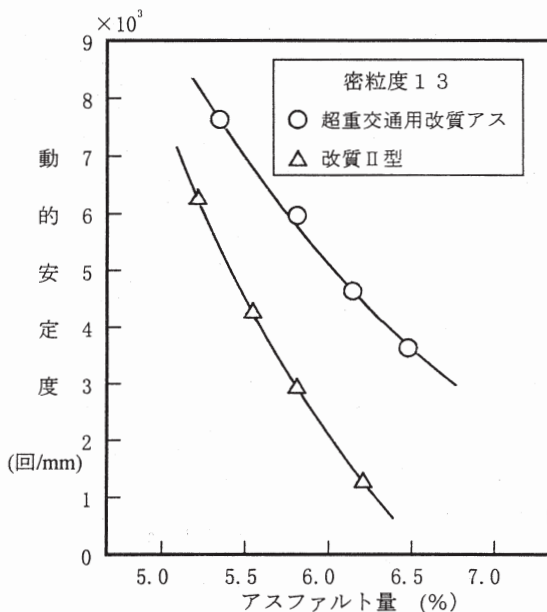


図4.4 動的安定度とアスファルト量の関係

ファルト量を含んでも高いわだち掘れ抵抗性を持つ混合物を得ることができる。

また、図4.5¹⁶⁾は密粒度混合物を対象に動的安定度 (DS) と繰り返し曲げ疲労試験 (歪600μm、20°C、5Hz) における破壊回数との関係を、ストアス、改質アスファルトⅡ型および高粘度改質アスファルトとを比較して示したものである。これより超重交通用改質アスファルトが、高い動的安定度を示すばかりでなく高い破壊回数を保持し、耐流動、耐ひびわれ性のいずれをも高い性能が發揮されることが分かる。

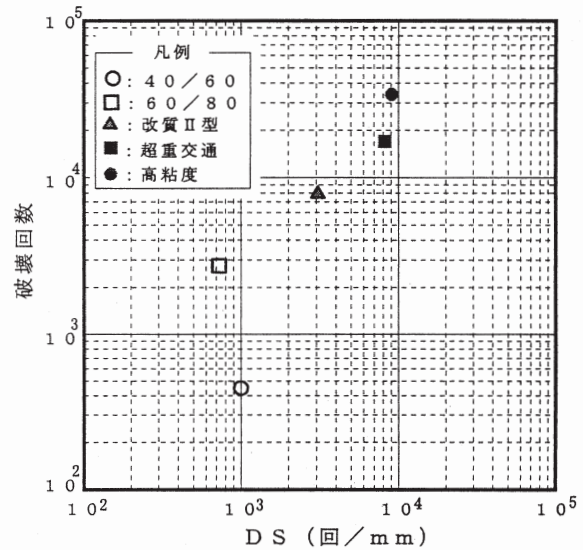


図4.5 動的安定度 (DS) と破壊回数の関係

4.7 再生混合物用改質アスファルト

産業廃棄物を抑制し、資源の再生利用の一端を担うべく舗装発生材のリサイクルは「舗装再生利用技術指針」に則って昨今盛んに行われてきている。しかし、当指針ではオイル系添加剤とストアスによる再生法が記述され、C・D交通にも適用可能としているものの、重交通路線への適用に際しては、耐流動性、ひび割れ抵抗性の点で不安を拭いきれない状況にあった。最近になってこのようなニーズに応えた重交通用の再生用改質アスファルトが開発されてきている。

この再生用改質アスファルトは、再生骨材中に含まれる劣化したアスファルトにより希釈されることを考慮して高い性状を備え、針入度や芳香族分を高めて、再生された混合物の諸性能が改質アスファルトⅡ型混合物と同等の性能を持たせることを基本としており、再生骨材の混入率は概ね30%以下と50%以下を想定している場合が多い。

表4.8は再生骨材の混入率が約30%以下を対象とした再生用改質アスファルトの性状の一例を示した

ものである。この再生用改質アスファルトを用いた混合物の性能に関して改質アスファルトⅡ型を新規添加アスファルトとした場合、ストアスを新規添加アスファルトとした場合およびオリジナルの改質Ⅱ型アスファルト混合物とを比較して示したものが図4.6および図4.7である。

表4.8 再生用改質アスファルトの性状例

項目	性状
針入度 (°C) 1/10mm	65
軟化点 °C	79.0
伸度(15°C) cm	100+
薄膜加熱後の針入度残留率 %	75
タフネス(25°C) N・m(kgf・cm)	438(430)
テナシティ(25°C) N・m(kgf・cm)	399(392)

図4.6¹⁷⁾は耐疲労破壊性能を比較した例であり、また図4.7¹⁷⁾は耐わだち掘れ性能を比較した例である。これらはいずれも再生骨材の混入率を33%とした時のものであるが、再生用改質アスファルトを添加した混合物は、改質アスファルトⅡ型オリジナル品に近似した性能を確保していることが分かる。

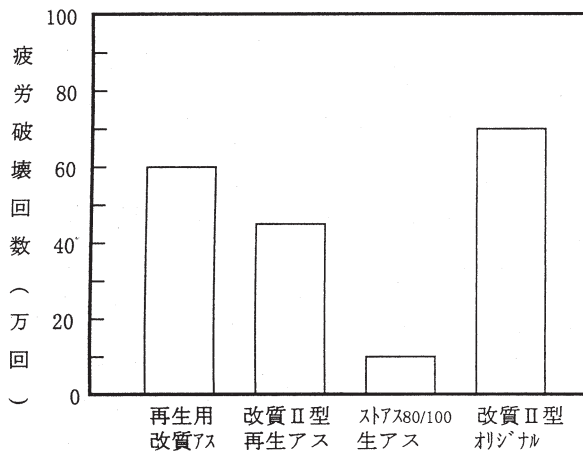


図4.6 耐疲労破壊性能の比較

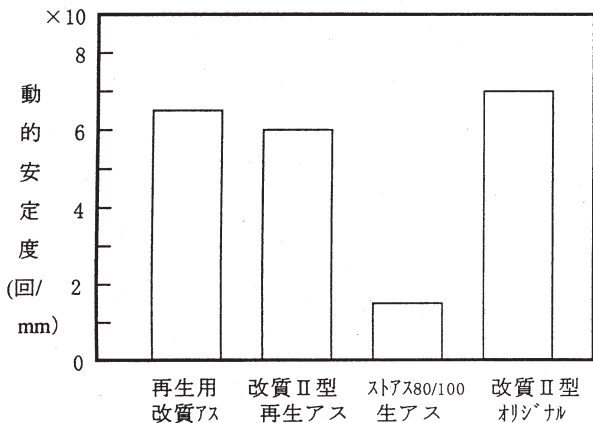


図4.7 耐わだち掘れ性能の比較

5 舗装用常温材料

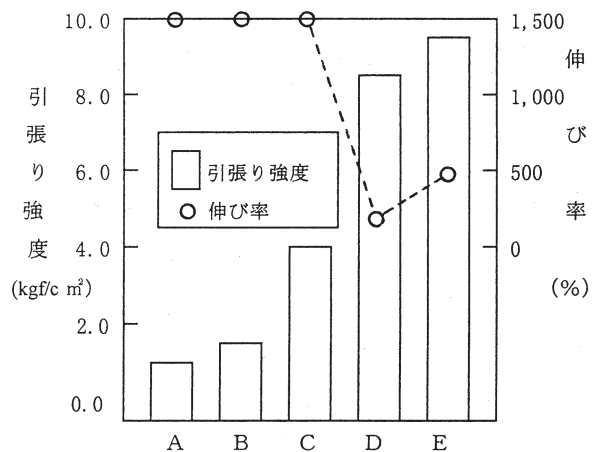
5.1 排水性舗装補修用常温混合物

排水性舗装は4.3の排水性舗装用高粘度アスファルトの節で述べたとおり多くの機能を備えているためますますその需要増が予想されている。このように排水性舗装が一般化されるに従い、その供用水準を一定レベルに保つために、その維持補修方法および材料が必然的に必要となってくる。しかし、アスファルト混合所にて排水性舗装用混合物を少量生産することは事実上困難であり、現場で少量製造できる材料が求められてきた。このようなニーズに応えるべく排水性舗装補修用常温混合物¹⁸⁾が開発されている。

この排水性舗装補修用常温混合物は、現場にて特殊改質アスファルトでプレコートされた粗骨材と粗目砂と高濃度(70%)でポリマーの含有率が極めて高いカチオン系乳剤および短時間に強度発現を得るとともに乳剤中の水分の除去材としての無機硬化材を用いて製造されるものであり、小規模な排水性舗装あるいはポットホールの補修用に用いられる。その配合は表5.1¹⁸⁾に示すとおりである。

表5.1 排水性舗装補修用常温混合物の配合

材料名	成分	配合比 (%)
骨材	プレコート6号	82.8
	粗目砂	5.5
特殊乳剤	改質乳剤	7.5
硬化材A	無機硬化材	4.2
添加剤B	促進、遅延剤	適量



- A : 高粘度バインダー
- B : 高粘度バインダー/石粉=100/50
- C : " =100/100
- D : " =100/200
- E : 特殊乳剤/硬化材A=100/56

図5.1 引張り強度と伸び率

また、特殊乳剤と硬化材Aを混合した複合材料の性状は、加熱タイプの高粘度改質アスファルトに匹敵するものであり、その一例（引張試験結果）を図5.1¹⁸に示す。

5.2 スラリーシール用乳剤、マイクロサーフェイシング¹⁹⁾

常温マイクロサーフェイシングは、高濃度のカチオン系改質アスファルト乳剤と良質骨材からなる流動性の高い（スラリー状）常温混合物を専用の混合敷均し機を用いて薄層で敷き均すものであり、常温、薄層、急硬性、施工速度が早い、交通開放時間が早い、耐久性、省資源、省エネルギー、低コスト等といった多くの特徴を持つ。

用途としては、①老朽化した路面のリフレッシュ、②わだち掘れの補修（安全対策）、③コンクリート路面におけるすべり抵抗性の向上と騒音の低減、④コンポジット舗装の表層材、⑤車線区分、明色化等が挙げられる。

マイクロサーフェイシング用常温アスファルト混合物（以下CAM）は骨材とアスファルト乳剤との接触反応により、迅速に硬化する混合物であるため、骨材を厳選する必要があるばかりでなく、気温によりその反応速度が左右されるため、作業性の確保と早期交通開放のための速硬化の調整が極めて難しい。

表5.2 CAM用骨材の目標粒度

ふるい目	TYPE I	TYPE II	TYPE III	入荷材の 許容誤差
	通過重量百分率 (%)			
9.5(mm)	100	100	100	—
4.75	100	90~100	70~90	±5%
2.36	90~100	65~90	45~70	±5%
1.18	65~90	45~70	28~50	±5%
0.6	40~65	30~50	19~34	±5%
0.3	25~42	18~30	12~25	±5%
0.15	15~30	10~21	7~18	±5%
0.075	10~20	5~15	5~15	±5%

表5.3 CAM用改質乳剤の品質

試験項目	性状
エングラー度 (25℃)	36
ふるい残留分(1.18mm)	% 0.1
粒子の電化	陽 (+)
蒸発残留分	% 65
蒸針入度 (25℃)	1/10mm 78
発軟化点	℃ 52
残伸度 (15℃)	cm 100+
留物	
タフネス (25℃)	kgf·cm 135
テナシティ (25℃)	kgf·cm 100
貯蔵安定度(24時間)	% 0.9
凍結安定度(-25℃)	なし

このため使用される材料は、厳選した骨材（最大粒径5mm）に加えて、反応抑制剤、反応制御剤および水が必要となる。表5.2¹⁹⁾に骨材の目標粒度を、また表5.3¹⁹⁾に改質乳剤の品質の一例を示す。

従来難しいとされていた改質アスファルトの乳化は乳化技術の進歩により最近では比較的容易となり、安定した改質アスファルト乳剤が製造できるようになってきた。CAM用乳剤もその乳化技術を応用したものであり、この高濃度のカチオン系改質アスファルト乳剤は、混合物の耐久性、耐流動性、耐摩耗性を確保するため、蒸発残留分の物性を改質アスファルトI型相当としている。

マイクロサーフェイシング混合物は、①薄層でかつ高耐久性、②急硬性で施工速度が速い、③省資源、省エネルギー、④低コスト等の改質目標を掲げて開発されたものであり、力学的品質の一例を示すと表5.4¹⁹⁾のとおりである。

表5.4 CAMの力学的品質

項目	性状
マーシャル試験	
密度	g/cm ³ 2.2~2.3
安定度	kg 900~600
空隙率	% 4~6
弾性係数	kg/cm ² 50,000~30,000
動的安定度	回/mm
改質II型アス混合物:40mm	3,000~1,500
ストアス(60/80)混合物:40mm	2,000~800
ウェットトラック損失量(25℃)	g/m ² 500~100
スリヘリ断面積(-10℃)	cm ² 0.8~1.5

注1)各測定値は実施配合により得られた範囲

注2)動的安定度はCAM層(上層)が10mm、基盤層(下層)が40mmの供試体による値

注3)供試体は作製前に水分除去養生を行った。

6. おわりに

冒頭にも記したとおり、瀝青材料はきわめて多岐にわたる分野で利用されており、ここでは最大の需要分野である舗装材料に限定して紹介してきたが、主な用途としてはこれ以外にもルーフィングシート、ダムのフェーシングや産廃処分場の遮水工等の建築、土木防水への利用がある。これらの分野にあっても省エネルギー、無公害を指向した種々の技術の発展が見られる。

また、(社)日本アスファルト協会では、資源エネルギー庁の委託を受けてアスファルト利用拡大調査委員会を組織し、石油製品需給適正化調査・石油製品品質面需給対策調査事業の一環として、初年度の平成7年度は鉄道道床や廃棄物処理場へのアスファルトの利用状況についてアメリカ、ヨーロッパでの現地調査を実施している。

このような舗装分野以外へのアスファルトの利用動向については、別の機会をとらえて紹介したいと考えている。

参考文献

- 1)アスファルト舗装講座 第1巻, 日瀝化学工業

- 株式会社, pp. 6 (1972)
- 2)建設省道路局監修・全国道路利用者会議：道路ポケットブック, pp. 10 (1996)
 - 3)石油アスファルト需要統計資料：アスファルト, Vol 39, No. 189, pp. 72-73 (1996)
 - 4)改質アスファルトの出荷量：改質アスファルト, No. 7, pp. 21 (1996)
 - 5)排水性舗装技術指針（案）：日本道路協会, pp. 14 (1996)
 - 6)島：ポーラス・アスファルト舗装の騒音低減効果とそのメカニズム, ポーラスアスファルト研究会論文集, pp. 1-11 (1992)
 - 7)岡部、西海、菅原：排水性舗装路面の吸音と車内音について, 第20回日本道路会議論文集, pp. 688-689 (1993)
 - 8)水野、丸山、帆苺、花室：低騒音舗装の吸音特性に関する研究, 第5回北陸道路会議論文集, pp. 201-204 (1993)
 - 9)永関、中崎、柴田：排水性舗装の騒音低減効果, 日本道路公団技術情報, No.120 pp. 234-240 (1993)
 - 10)東京都土木技術研究所：低騒音舗装に関する調査報告書, pp. 7-13 (1995)
 - 11)明嵐：排水性舗装の騒音低減要因について, 土木学会第48回学術講演会論文集, pp. 826-827 (1996)
 - 12)帆苺、丸山、富田：排水性舗装における舗装厚と吸音特性, 舗装, Vol 27, No.7, pp. 21-25 (1992)
 - 13)ゴム・熱可塑性エラストマー入り改質アスファルト ポケットガイド, 日本改質アスファルト協会 pp. 8-12 (1995)
 - 14)朝武、佐藤、高木：排水性舗装用エポキシアスファルトの開発, 第21回日本道路会議論文集, pp. 474-475 (1995)
 - 15)細貝、青木、板垣：排水性舗装用エポキシアスファルトの開発, 第21回日本道路会議論文集, pp. 476-477 (1995)
 - 16)羽入、田中、松下：改質アスファルト混合物の耐久性に関する一考察, 第21回日本道路会議論文集, pp. 252-253 (1995)
 - 17)曾我、遠西、矢島：再生混合物用改質アスファルトの開発, 第21回日本道路会議論文集, pp. 612-613 (1995)
 - 18)伊藤、鈴木、安藤、安久：排水性舗装補修用高性能常温混合物の開発, 舗装, Vol 31, No.9 pp. 21-26 (1996)
 - 19)尾本、川端、斉藤：常温マイクロサーフェシン

グによる迅速補修工法の開発, 道路建設, Vol 47, No.6, pp. 35-44 (1995)

(1997年2月3日受付 4月28日受理)