

# アスファルト

第39巻 第189号 平成8年10月発行

# 189

## 特集・特殊なバインダーを用いた舗装

特集にあたって	中村俊行	2
新材料などを用いた舗装と評価技術への期待	片脇清士	4
排水性舗装	久保和幸	14
橋面舗装用付着性改善改質アスファルト	羽入昭吉・田中正義	19
超重交通用改質アスファルト	村山雅人・遠藤孝司・脇阪三郎	25
再生混合物用改質アスファルトの開発	青木秀樹・矢島浩二	30
カラー舗装	深田芳	38

第74回アスファルトゼミナール開催のお知らせ	1	
インターネットと舗装工学(第2回)	姫野賢治	44
<第8回論文賞入選第2席>		
改質アスファルトの再生	鈴木勲・峰岸順一	49
<アスファルト舗装技術研究グループ・第26回報告>		
海外舗装文献検索システムについて	峰岸順一	59
「海外舗装文献検索システム」の開発について		
アスファルト舗装技術研究グループデータベース班		
吉村啓之・阿部長門・北沢弘明・鈴木康豊	60	
<新刊書紹介>		
漫画で学ぶ舗装工学 基礎編	蒔田實	64
<用語の解説>		
騒音調査	小島逸平	65
マイクロサーフェッシング	青木秀樹	67
<資料>平成7年市販アスファルトの性状調査	68	
<統計資料>石油アスファルト需給統計資料	72	

## ASPHALT

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

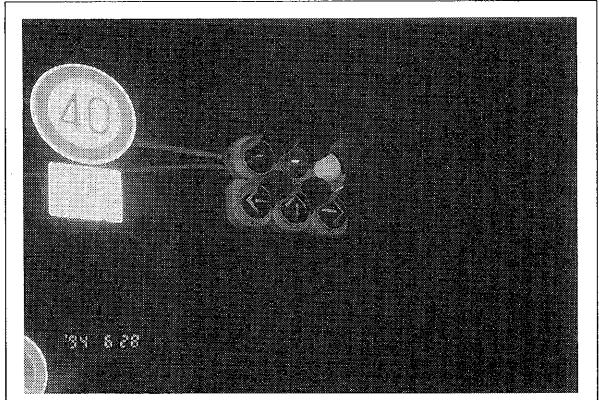
# ~~~ 路上ウォッキング ~~~

ちょっと不思議なもの



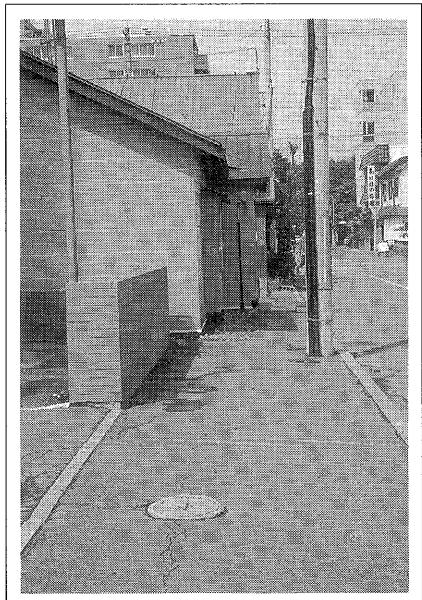
せっかくお化粧された歩道もアスファルト混合物で補修をされてしまってかわいそうです。

(札幌市中央区で)



よくある信号機のようですが、赤信号だ  
というのに、左折も直進も右折もOK！普通  
の青信号とどう違うのでしょうか。本当  
の赤信号になる直前の数秒の現示でした。

(札幌市北区で)



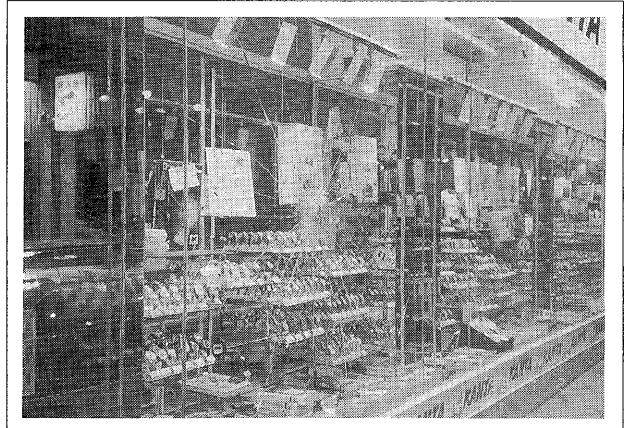
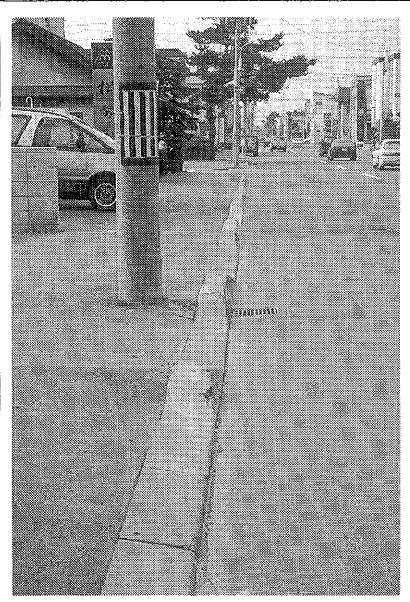
比較的閑散とした住宅街。歩道を歩いていくと、突然住宅が張り出し、歩道がなくなってしまった。その向こうの住宅もまた同じです。

(札幌市北区で)



「北21東2」というバス停の名をわざわざローマ字で"Kita niJuichi higashi ni"と書いていますが、一体誰のためのものでしょうか？

(札幌市北区で)

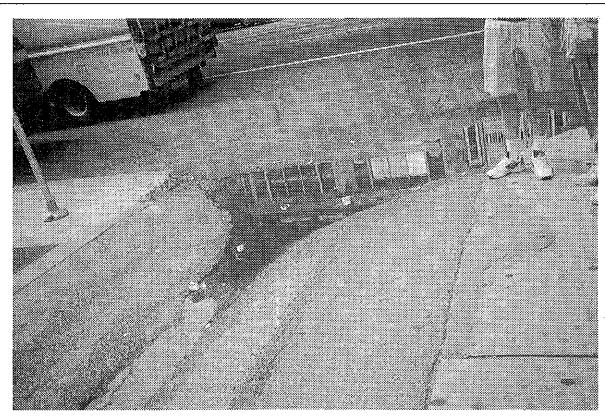


▲ 車道の割にはゆったりとした歩道。車輛のアプローチのために段差がこまめにすりつけられていますが、残った縁石がまるでノコギリの歯のようです。その歯に除雪車のグレーダーがひっかかってすり傷を。

(札幌市東区で)

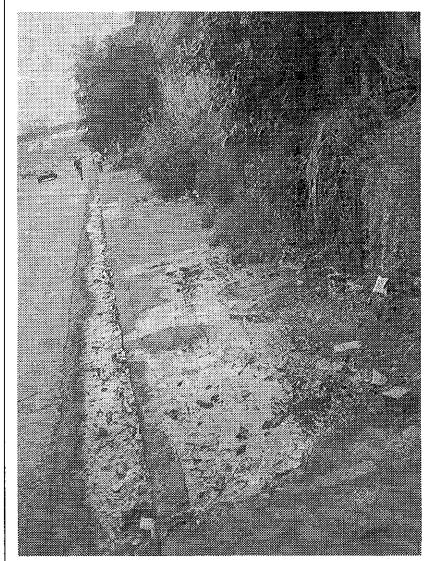
▲ ショーウィンドウのガラスが何者かに割られています。ヨーロッパの大都市でよく見られます。

(ベルリンで)



▲ 多分歩行者の苦情対策で行ったと思われる歩道の段差すりつけの結果、水の行き場がなくなってしまいました。

(シカゴで)



▲ 片側だけでも 6 車線もあるこの国屈指の幹線道路ですが、その歩道は狭く、車道との間だにガードレールもない。その上、生活排水が流れ込んでしまっています。

(マニラで)

# 第74回アスファルトゼミナー開催のお知らせ

平成8年度に行われます第74回アスファルトゼミナーが平成9年2月に新潟市において開催することが決定いたしました。

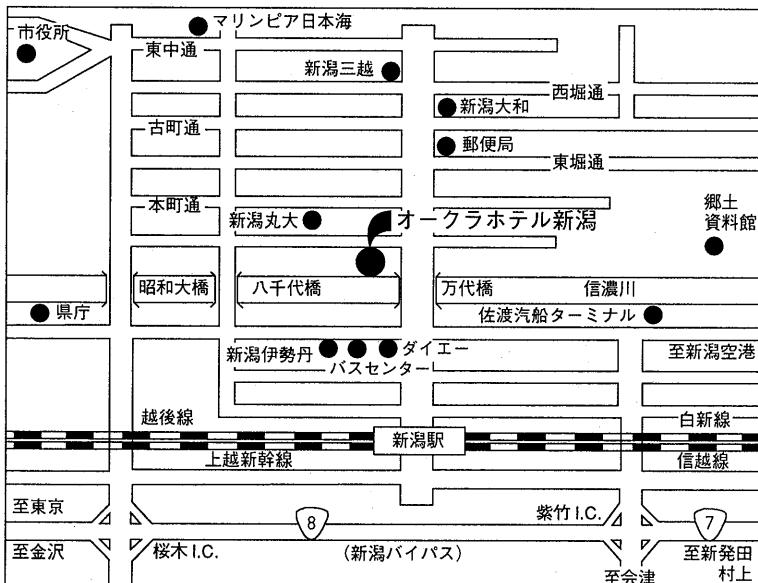
11月初旬には案内書が皆様のお手許に届くと思いますので、大勢の方々の参加をお待ち申しあげております。

なお、当日の会場に予定されておりますオークラホテル新潟では、アスファルトゼミナー参加者の宿泊については特別価格にて対応していただけることになりましたので、案内書に同封されるパンフレットをご参照ください。

日 時 平成9年2月6日（木）10時40分～16時40分  
2月7日（金） 9時30分～12時30分

場 所 新潟市 オークラホテル新潟「末広の間」  
新潟市川端町6丁目53番地 ☎ 025-224-6111

## 〈会場案内図〉



## ▼交通のご案内

新潟駅より ▼タクシーで5分

▼市バス（古町方面行き）礎町下車徒歩3分

## 特集中にあたって

中村俊行

建設省道路局道路整備調整室長

アスファルト混合物は、骨材とバインダーで構成されており、この両者が関連して舗装の性質を決定することとなる。骨材については近年になって、景観等の環境面からの舗装の多様化に対応して、カラー骨材や人工骨材が使われだしてきているが、一般的には天然の碎石が使われてきている。

一方、バインダーについては、舗装の高度化や交通の重量化に対応して、アスファルトの性質を改善する試みが古くから行われてきている。

西欧では、1900年代のはじめに、アスファルトにゴムを添加する試みがなされていたようであるが、日本では、1952年に東京都と神戸市でそれぞれ天然粉末ゴム、屑ゴムを使用した試験舗装を施工したのが最初である。これは、アスファルト舗装面の荒れやひび割れが目立っていた当時の舗装において、接着力、把握力の大きいゴムに着目して、アスファルトの改質を試みたものである。

その後、バージンゴムをアスファルトに練り込む技術が確立され、1960年にはNR入りアスファルトのメーカー規格が設定され、プレミックスゴムアスファルトの供給が可能となった。

一方、この時期は路面のすべりによる事故が増大して、開粒度の滑り止め舗装が施工されたが、舗装面の荒れがひどくなり、コストは高いが把握力の大きいゴム入りアスファルトに期待が集まつた。また、北海道を中心として積雪寒冷地では、タイヤチェーンによる摩耗がひどくなり、耐摩耗としてのゴム入りアスファルトが試験的に使用してきた。

これを受け、アスファルト改質専用のSBRラテックスが国産化され、規格が設定されている。

さらに、1970年代にはいると車両の大型化や交通量の増大によりわだち掘れの問題が顕在化してきた。このためにアスファルトを固くする方向が試みられたが、ひび割れの問題が反対に出てきた。このために、固いだけでなく韌性も大きい樹脂が注目を浴びてきた。

こうして、ゴムや樹脂入りアスファルトの経験と研

究の成果を踏まえ、1976年にゴム入りアスファルトの標準的性状が、1978年には樹脂入りアスファルトおよびAC-140が特殊材料としてアスファルト舗装要綱で規定された。

さらに、道路交通の増大による舗装の破損に対応するために、流動・摩耗・ひび割れのすべてに効果のあるバインダーへのニーズが強くなり、官民共同の研究開発により、1983年には「筑波1号」が開発され、試験舗装が施工された。

1988年のアスファルト舗装要綱の改訂では、改質アスファルトI型(ゴム)、II型(樹脂)とセミプローンアスファルト(AC-100)が一般材料として採択された。さらに1992年の改訂では、I、II型の区分が、改質材の種類による区分からその性状による区分に変更されている。

このような、研究開発と使用実績を踏まえて、改質アスファルトの出荷量は年々増加してきており、1995年度には約24万トンに達している。これは、道路用アスファルトの総需要量400万トンの約6%に相当している。

現在研究開発が進められている舗装技術のうちで、バインダーに関するものとしては、「道路技術五箇年計画」に見られるように「排水性舗装」、「アスコン再生利用」、「長寿命化舗装」、「景観舗装」等がある。

排水性舗装は、1987年に日本での初施工が行われている。当初はバインダーとしてストアスや改質I型も使われたが、試験舗装の追跡調査等から機能の持続性に問題のあることが判明した。これを解決するためには、排水性舗装用の高粘度改質バインダーが開発され、機能の持続性が大幅に改善されるようになった。このため、排水性舗装の施工実績が飛躍的に増加して、平成7年度には約400万m<sup>2</sup>に達している。今後さらに、機能の持続性の面からより高性能のバインダーの開発と、コストの縮減が求められている。

また、排水性舗装は、透水機能以外に騒音低減機能

を有しており、沿道の道路交通騒音対策に寄与するところから、いわゆる「低騒音舗装」としても注目を集めている。

アスコンの再生利用は、省資源、廃棄物処理等の問題から、昭和50年代の半ばから本格的に実施されるようになり、以降今日まで着実にその実績を伸ばしてきている。特に、平成3年に「リサイクル法」が施行されてからは、急速に舗装発生材の利用が促進されてきている。

今後さらに、舗装の再生利用が進むと思われるが、そのためには解決しなければならない課題がいくつもある。そのひとつが、一度再生されたアスコンを再度再生するという再々生の問題である。これに対処するためには、従来の針入度を改善することを主目的とした再生用添加剤から、アスファルトのその他の性状をも回復する新しい再生用添加剤の開発・利用が必要になる。また、再生混合物を重交通道路の表層や基層に使う場合に、通常の再生では耐流動性に問題があり、再生用の改質アスファルトの検討が必要になる。

長寿命化舗装は、道路の維持修繕工事を減らして沿道環境や交通渋滞への影響を少なくするとともに、資源の保全の観点からその必要性が高まっている。現在、長寿命化を目指した舗装技術としては、構造面と材料面からアプローチしたものがあり、具体的には、アスファルト舗装の設計期間の長期化、コンポジット舗装、新材料の開発等が検討されている。

新材料の開発ではエポキシアスファルトを用いた試験舗装が建設省で実施されている。このエポキシアスファルトは、アスファルト量の40%をエポキシ樹脂に置き換える、ストレートアスファルト60%中に均等分散させたもので、耐流動性、耐衝撃性、高接着力等の特性を有しているので、従来の改質アスファルト以上の耐久性が期待できる。

さらに、舗装の長寿命化のために、改質アスファルトについても、従来の改質アスファルトⅠ型、Ⅱ型以外の、超重交通道路での耐流動性を向上させた超重交通用改質アスファルトや、はく離防止と耐流動効果を有するコンクリート橋面用の付着性改善改質アスファルトが開発されている。

景観舗装は、ブロック系、タイル系や塗布式など多くの種類が開発されてきている。このうちアスファルト系のバインダーでは、脱色アスファルトを利用したカラー舗装がこの範疇にはいる。このタイプのカラー舗装は、1970年代より美観を目的として、主として歩道や広場に採用されてきた。さらに、最近では美観のみでなく、バスレーンのカラー舗装やトンネルや交差点での交通安全対策としての施工事例が多くなってきているが、これらには脱色バインダーとして耐流動性に優れた改質II型タイプが使われている。さらに排水性舗装や、自然の土壤の風合いを表現できる新たな脱色バインダーの開発も行われてきている。

特殊なバインダーを用いた舗装の、今後の技術開発の方向を考えてみると、改質アスファルトや脱色バインダー等のさらなる高品質化があげられる。舗装は産業発展や社会生活の基盤である道路の、走行の快適性や安全性の向上のために急激にその施工面積を拡大してきた。しかし、近年ではそれ以外にも、排水性舗装や景観舗装に見られるように、新しい舗装の機能が注目され、その目的のための舗装が開発されてきている。このために、改質アスファルトや脱色バインダーの品質の高度化や多様化が必要であり、さらに新しいバインダーの開発が、新たな舗装の機能の開拓につながるものである。

また、ライフサイクルコストの面から、新設コストだけでなく維持修繕のコストや間接コストまで考慮した舗装の技術開発が必要になってきている。このために、長寿命化舗装用のバインダーは言うに及ばず、軽交通道路の舗装に適したバインダーや、維持修繕用の合材のための新たなバインダー等その種類の多様化と高品質化が求められている。

さらに、今後ますます環境問題への対応を考慮した舗装技術の開発が重要になると考えられる。このためには、路上も含めた舗装の再生利用や、常温舗装の適用を促進するような特殊なバインダーの研究開発が期待されている。

今回の特集では、このような特殊なバインダーを用いた舗装をテーマとして、その技術の現状について取り上げている。これが、今後の新たな技術開発の一助となることを期待するものである。

## 新材料などを用いた舗装と評価技術への期待

片脇清士\*

### はじめに

道路舗装はその善し悪しが、直接利用者（ドライバー）に効果をもたらす土木構造物の一つであることから、豊かさを体感できる社会を作り上げるためにも舗装にもっと多くの配慮がなされて良いであろう。

ところで、舗装技術のシーズは、現在、順調に涵養されているであろうか。新技術、特に、次世代型の材料が準備されているのかいさきか心配であるとの指摘がされているようである。

技術に関する開発は会社に任せられ、その投資は工事や資材の購入によって回収されるというやり方は効率的な面もあるが、ややもするとビッグなプロジェクトに集中投資されることになりがちであり、長大橋、大規模トンネルなどでは、著しく技術が進展する。他方、工事が定常的でありしかも工事規模が比較的小さな分野では、社会的な要望は高いにもかかわらず技術革新はなされにくく傾向がある。

アスファルト技術を生き生きとしたものとするには、社会が歓迎する新しい技術の開発が必要であり、しかも多くの創造力豊かな人材が必要である。このためには優秀な若い人材を惹きつけるプログラムと創造性を保証するためのインセンティブが重要である。研究開発を支援する財政的裏付けと同時に、特にその柔軟な発想が期待できる大学や研究機関などからどれだけ多くの研究者や技術者を誘引できるかが問われることになる。

正確なニーズの把握と適正な評価技術の進展が、技術シーズの涵養を促進することは間違いないであろう。ここでは新材料などを用いた舗装の取り組みについて、ニーズと評価の観点から考えてみたい。

### 1. 道路と舗装へのニーズ

道路は、地域社会における社会资本の根幹施設として地域住民の日常生活を支えるものであるとともに、

広域的ネットワークを形成して地域間の連携・交流の基礎となるものである。しかも、道路は良好な市街地の骨格の形成、都市や地区のシンボル形成等の機能、消防活動や避難路、緊急輸送路など防災活動のための空間としての機能を有している。緩衝空間、通風、採光、修景、人々が集い、憩う場として活動空間の形成、美装化といった環境空間としての機能、地下鉄など公共交通施設等の収容空間としての機能が高まっている。

このようなスタンドポイントから、「21世紀に向けた新たな道路構造のあり方」（道路審議会）では次のような道路づくりを提案している。

#### ① 多様な道路の役割の明確化

道路に期待される主たる機能に応じて道路を区分し、それぞれの道路のもつ機能がより効果的に發揮できる構造とする。

#### ② 地域の特性を反映させた道路づくり

自然や歴史的建造物を借景した線形、地場材料による舗装、統一されたデザインの道路付属物等、それぞれの地域の歴史・文化・風土にふさわしい道路構造とすることにより、合理的、個性的な道路づくりを推進。

#### ③ 道路の有効活用

マルチモーダル施策による道路利用の効率化、ITS等新技術の導入、道路の上下空間の計画的な活用による道路空間の有効利用を推進。

#### ④ 人間の復権、高齢者、障害者のための道路づくり

車道とは別に、歩道の連続したネットワークを構築し、その構造は、高齢者や障害者を含めた様々な歩行者の行動に配慮。

#### ⑤ 良好的な環境の創造

低騒音舗装、環境施設帯等の設置、緩衝建築物の沿道への誘導等、背後地に良好な沿道環境を創造する施策を推進。

このような道路整備の方向に応じて、舗装技術にも明確なコンセプトと具体的な技術の進展が求められて

\*かたわき きよし 建設省土木研究所新材料開発研究官

いる。たとえば、ニーズの一部を舗装と関連づけて整理すると表-1にまとめることができよう。

アスファルト誌では、「土木系学生から見た次世代道路・舗装」というアンケートがなされている。これによれば将来の舗装は、環境安全、高令層、弱者への配慮、省資源、などをくみこんだものとなると期待される。これらのうちいくつかは、前述の行政課題あるいは、道路技術5カ年計画で、開発目標とされているものである。これらは現在の技術の延長上にあるものだけでなく、構造、技術を含めた含めた技術開発が求められるものである。

平成8年1月に「公共工事の品質に関する委員会」報告書が公開された。この中で、公共工事の品質確保・向上の基本的方向として、技術者・技能者の技量を向上させ、能力を十分に発揮させることや、技術開発を促進し、技術基盤を整備することが提唱されている。

ニーズをもとに技術開発を促進すること、そしてその成果が迅速に事業に結びつく仕組みが整えられることによって次世代舗装への着実な進展が可能となろう。

## 2. 新しい舗装材料

排水性舗装、橋面舗装、長期耐久性舗装、再生混合

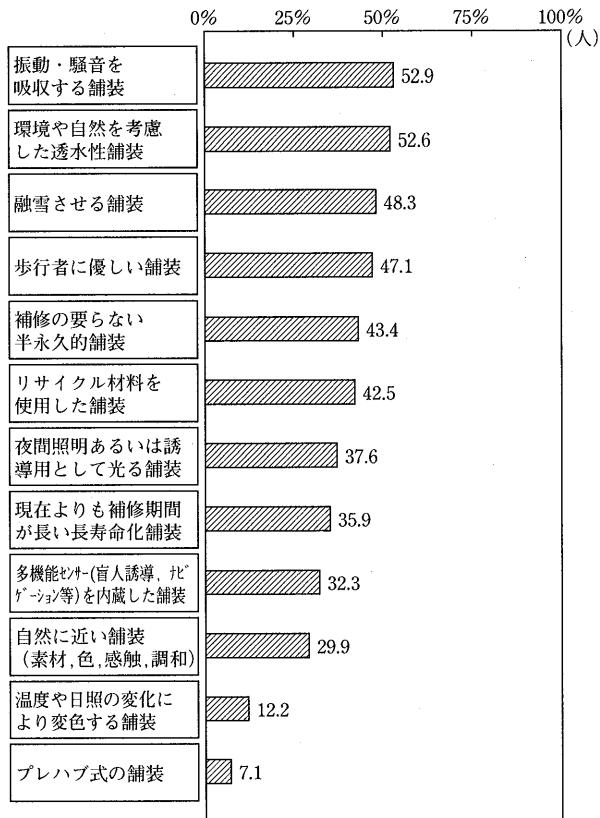


図-1 将来に望まれる舗装

表-1 舗装のニーズに対する開発課題と期待される効果

	ニーズ	開発課題	対策項目	期待される効果
機能面	耐久性	表層用大粒径アスファルト舗装、コンポジット舗装 耐流動性舗装 耐磨耗性舗装、耐ひび割れ舗装 半たわみ性舗装	補修減少対策 補修対策	・ドライバーの快適性向上 ・工事渋滞の緩和による道路環境の改善
	補修性	プレキャスト舗装、路上表層再生工法 早期冷却工法、急硬性常温薄層アスファルト工法	補修対策	
安全面	耐すべり性(排水性) (視認性)	すべり止め舗装、凍結防止舗装、融雪舗装、排水性舗装(明色排水性舗装),透水性舗装、明色性舗装、高輝度舗装	すべり対策 水はね対策 視認対策	・歩行者およびドライバーの安全性向上
	障害者誘導性 歩行性	磁気誘導舗装 弾性舗装、クレイ系舗装	障害者誘導対策 歩行対策	
環境面	環境保全	吸音性舗装(排水性舗装) 防振舗装 耐磨耗性舗装、簡易舗装、クレイ系舗装 防塵型土質安定材	騒音対策 振動対策 粉塵対策(排ガス対策)	・歩行者および沿道住民の環境保全 ・住みやすい街づくり
	都市景観	カラー舗装、天然石舗装、ブロック舗装 平板舗装、ストリートプリント工法 砂利系自然色舗装、土系自然色舗装 半たわみ性舗装、キャブ化	景観対策(緑化対策)(渋滞対策)(路地対策)	
経済面	施工性	再生路盤工法、路上表層再生工法、RCCP工法 コンクリート薄膜オーバーレイ工法 再生アスファルト混合物	環境破壊対策 資源対策	・資源のリサイクル ・産業廃棄物問題の解消
	設計・管理	舗装マネジメントシステム 舗装診断システム 景観舗装デザインシステム	機能対策	

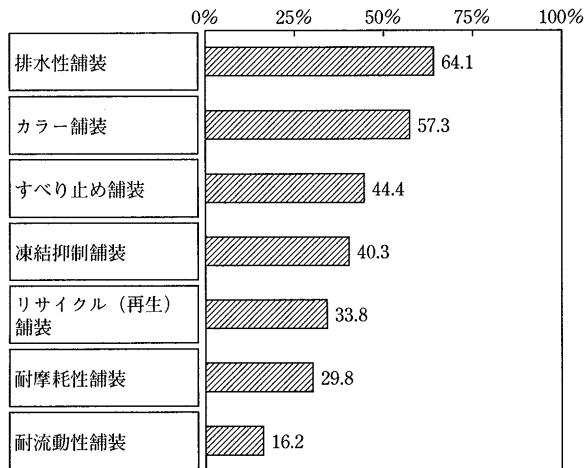


図-2 知名度の高い舗装

物、カラー舗装などは多くの技術蓄積をもとに普及が進んでいる。これらに共通するのは、アスファルトを改質し、高機能化しようとする動きである。(図-3)

改質アスファルトは舗装の耐久性や機能性の向上を目的として改善したものである。アスファルトにゴム・熱可塑性エラストマー、熱可塑性樹脂などの高分子材料などを添加したゴム・熱可塑性エラストマー入りアスファルト。この他に熱硬化性樹脂入りアスファルトや天然アスファルトをアスファルトに加えたものがある。排水性舗装に使用されている高粘度改質アスファルトも良く知られている。(図-4)

今後注目されるのが、地球環境に優しい省エネ型舗装材料である。常温混合物とプラスチックアスファルトである。さらに、廃プラスチックのアスファルト混

合物骨材としての利用は、プラスチックの廃材処分問題を解決し再生資源として活用できる方法として注目されている。

舗装体の中に機能を組こむことは骨材とアスファルトという伝統的な素材や特別な機能をもった材料をくみ入れることであるが(図-5)，それらをマトリックスとした状態での総合的な性能について、その効果を予測する方法についてさらに体系的な研究が必要となる。

### 3. 海外の舗装に関する技術開発プロジェクト

新材料などを用いた舗装の取り組みを本格的に押し進めるには、技術開発を競争的に行うためのしくみの整備が求められている。これには、米国やヨーロッパで実施中の舗装に関するビッグプロジェクトが参考に

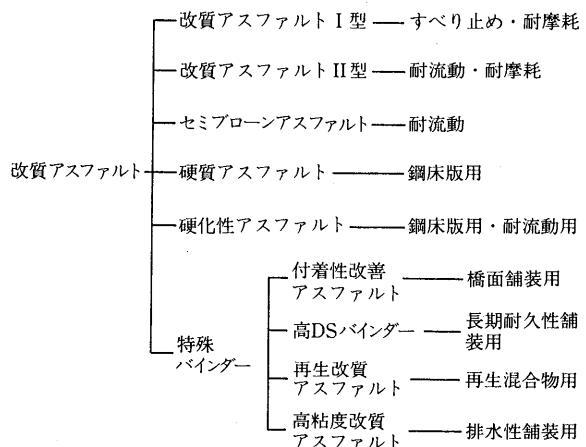


図-3 改質アスファルトの種類と主な用途

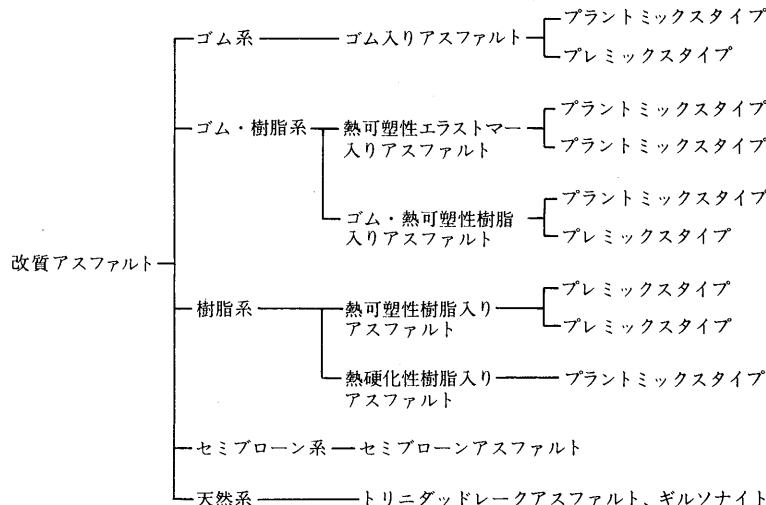
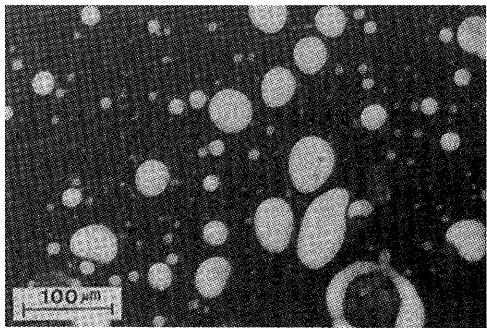
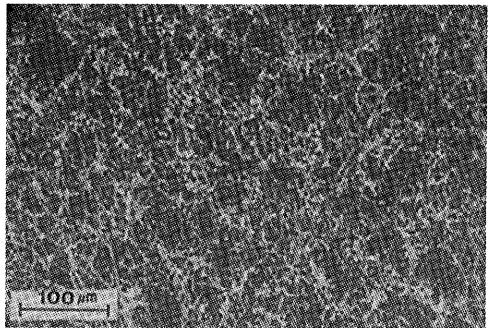


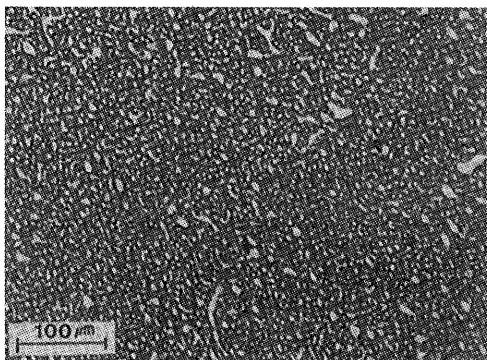
図-4 改質アスファルトの分類



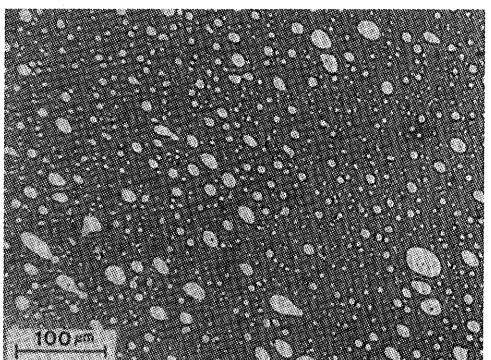
(a) ゴム入りアスファルト



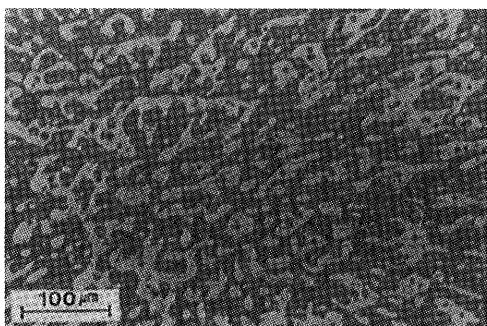
(b) ゴム入りアスファルト



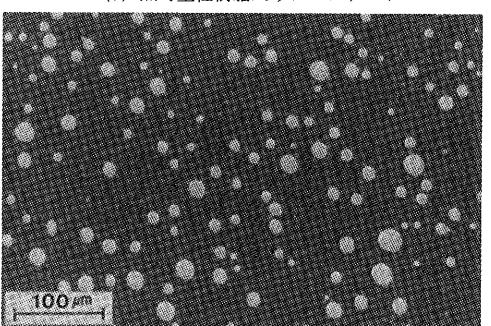
(c) 热可塑性樹脂入りアスファルト



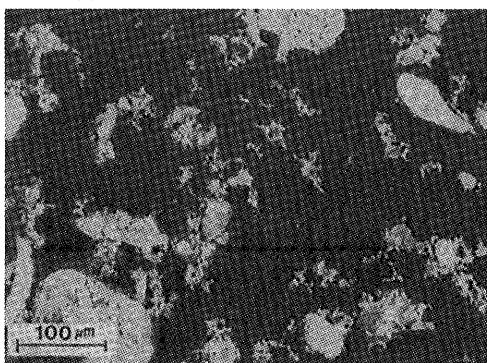
(d) 热可塑性樹脂入りアスファルト



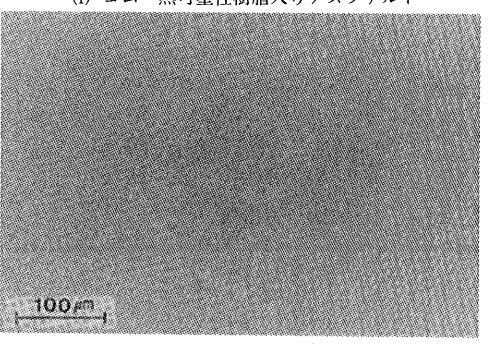
(e) ゴム・热可塑性樹脂入りアスファルト



(f) ゴム・热可塑性樹脂入りアスファルト



(g) ゴム・热可塑性樹脂入りアスファルト



(h) ストレートアスファルト

図-5 改質アスファルトの種類と相溶性状

なる。どちらも道路のインフラを、さらに拡大するための技術面からの支援策である。

### 3.1 ヨーロッパの重交通舗装

ヨーロッパの統合により、自動車交通の増加がみこ

まれており、これまで国内道路を中心とした交通政策から国際道路のためのより高度な水準での交通ネットワークの整備が進められている。

ヨーロッパでは重交通舗装に用いられる道路構造には、アスファルト混合物、ポリマー改質アスファルト、ポーラスアスファルトだけでなく、グースアスファルト、ホットロールアスファルト、碎石マスチックアスファルト、歴青砂利混合物、密粒度アスファルトマカダム、高密粒度アスファルトマカダムなどがある。

ハイモジュラス路盤舗装設計の解析モデルにおいて、重要な破壊基準のひとつに舗装底面からの疲労ひびわれがあり、使用するアスファルト材料の疲労ひびわれ抵抗性を増加させることが重要となってくる。この抵抗性は、アスファルト量を増加させることによって得られる。しかし、単にアスファルト量を増加させると永久変形抵抗性が低減して、初期わだちを引き起こしてしまう。フランスでは永久変形抵抗性と疲労抵抗性がバランス良く組み合わされたアスファルト材料が開発された。材料自身のスティフネスを増加させることにより永久変形抵抗性を増し、そしてアスファルト量を増加させることによって疲労ひびわれ抵抗性を増している。

また、アスファルトのスティフネスを増加させることにより、アスファルト混合物の永久変形抵抗性を増加させることはできる。しかし、スティフネスの大きいアスファルトは、一方で温度ひびわれを引き起こすという懸念がある。この解決策のひとつにポリマー改質アスファルトがあり、従来型のゴム系のものに加えて樹脂（ポリエチレン）を用いたものもグレート別に採用されている。

これらの材料はLCPC（仏国中央土木研究所）などにおいて促進的な実験によって評価がなされている。

### 3.2 米国とインターラーツとナショナルハイウェイ

イ

米国のインターラーツの建設は1956年に開始され、今年で丁度40年になった。この間7万kmの高速道路ネットワークを作りあげている。このインターラーツはアイゼンハワー大統領の指示で米国の国力を向上させるためにナショナルハイウェイシステムとして計画され、大規模で効果的な交流・物流システムを形成した。

この成果をうけて、1995年のクリントン大統領の署名でもってより効率的な陸上輸送システムを構築するために新しいナショナルハイウェイシステム（NHS）

の建設が開始されようとしている。

わが国の舗装技術はAASHTOにより試験舗装による影響を強く受けたが、これは1960年のインターラーツの本格実施に向けての技術基盤であった。

SHRPやSUPERPAVEは21世紀初等のNHSのための技術要素であり、これは次世代型の舗装の主たる骨格をなすものと認識できる。

次世代方舗装でのキーワードは“耐久性”であり、長寿命で安全な道路を指向している。これはわが国の第二東名高速道路計画や道路技術5ヶ年計画と共に考え方があるといえよう。

## 4. 重要さを増す性能評価技術

ヨーロッパでは仕様現在から性能規定へと舗装に関する規格をかえようとする動きがみられる。まだ、表立ってはいないがCEN（ヨーロッパ規格を作成する機関）などではこのための性能試験法などの提案がなされているようである。

社会的なニーズの多様化に伴い、これからメニューがふえると予想される新材料などを用いた舗装を対象に性能評価技術自体も大きな変化があると推察される。

たとえば、新材料のひとつである改質アスファルトの性状試験の多くはストレートアスファルトの試験を踏襲しているが、改質アスファルト特有の性状に関する試験も組み込まれている。（タフネス・テナシティ試験、60°C粘度試験、フラーク脆化点試験など）。しかし、これらの試験方法では実際の供用性や機能を定量的に予測することは難しいと考えられる。今後の方向である性能規定の水準に耐えるには信頼性の高い、理論的に納得できる高度な試験技術が必要となるであろう。

改質アスファルトに対するニーズは、長寿命化舗装用、はく離防止用、再生混合物用など、今後ますます多様化すると思われる。これらの多様化するニーズに応えるためにも性状のはっきり異なる材料の特性を的確に評価できるように、従来の試験法の改良や新たな試験法の提案などが不可欠である。

### 4.1 SHRPにおけるバインダー評価技術

SHRPではアスファルトの物理特性の評価に先立って、化学的な側面から主に過去の研究成果を見直し、温度・時間依存性、疲労強度特性、酸化劣化などをアスファルトの極性成分、アスファルテン量、分子量などで表される化学的なモデルによって説明を試みた、SHRPのバインダー仕様は、舗装の破損に対応する基準

値を設定していることと、加熱、加圧劣化を与えたバインダーについて基準値を適用する点が従来のものと大きな違いである。

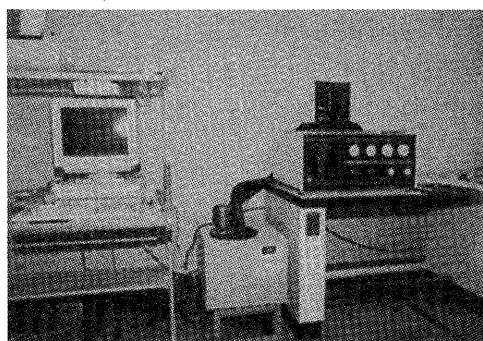
低温ひびわれ、構造的疲労ひびわれ、わだち掘れ、劣化、水分ダメージによる舗装の損傷を対象としたが、水分ダメージは骨材との相互作用でもあるため混合物レベルで評価することになった。

新しく採用された試験装置としてダイナミックシェア・レオメーター(以下、DSR)、ベンディングビームレオメータ(BBR)、ダイレクトテンションテスト(DTT)があり、これらはわだち掘れやひびわれの評価値として粘弾性理論による複素弾性率や位相角あるいはクリ

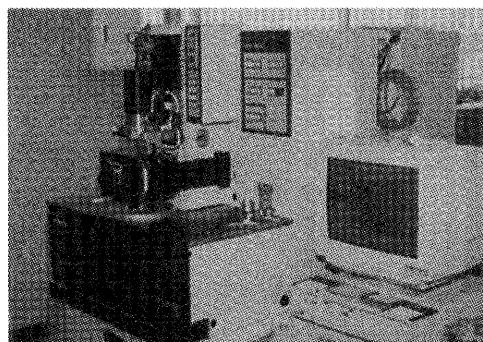
ーフスティフネスなどを出力する。(図-6)一方、回転式薄膜加熱試験(以下、RTFOT)と加圧劣化試験により各々短期劣化(混合物の製造あるいは施工直後に相当)と長期劣化(供用後5-10年に相当)をシミュレートさせている。

SHRPバインダー試験方法は試験方法の特徴としてアスファルトのレオロジー測定を主としており、従来の針入度、軟化点、粘度などに比べ物理的に明確な指標が打ち出されている。

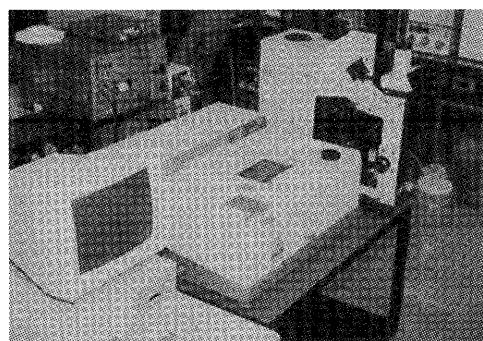
(1)ダイナミック・シェア・レオメトリー(Dynamicshearrheometry ; DSR)：試験は測定される復素弾性率が1kPa-5MPaとなる温度範囲内(試験条件：角速度10rad/s)で行う。また、試験はひずみ依存性のない線形領域で行う。角速度は自動車の走行を再現する範囲で行う。(2)ベンディング・ビーム・レオメトリー(Bending Beam rheometry ; BBR)：試験は試験開始後載荷時間60秒後のスティフネス値が10MPa以上となる温度範囲で行う。(3)ダイレクト・テンション(Direct Tension ; DT)：試験は単純引張り(試験条件：引張り速度1mm/min)において破壊ひずみが1.0-5.0%となる温度範囲で行う。(4)回転粘度計(Rotational Viscometer; RV)：試験はアスファルト合材工場での混合および施



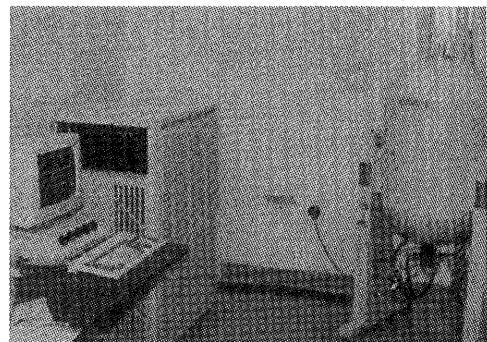
(a) ベンディング・ビーム・レオメータ



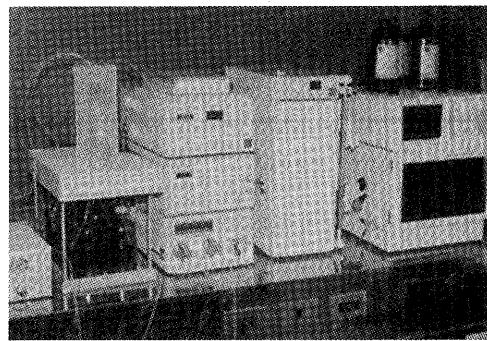
(b) ダイナミック・シェア・レオメータ



(d) フーリエ赤外分析装置 (FTIR)



(c) 核磁気共鳴分析装置 (NMR)



(e) 液体クロマトグラフ分析装置

図-6 SHRPにおけるバインダー評価試験装置

工時の締固めを考慮した温度範囲で行う。(5)プレッシャー・エーティング・ベッセル (Pressure aging vessel; PAV) : 試験はアスファルト舗装の長期供用により起こる劣化をシミュレートするものである。

アスファルトの化学特性に関する試験(分析)方法には次のものがあり組成など化学的性状を把握するのに用いられる。

(1) 基本的な分析方法: 有機元素分析、赤外分光法 (IR)、分子量測定、核磁気共鳴法 (NMR) など (2) イオン交換クロマトグラフィー (IEC) (3) 分子サイズクロマトグラフィー (SEC) (4) 超臨界液体クロマトグラフィー (SFC) (5) アスファルトの酸化劣化方法

#### (6) アスファルトの電位差滴定方法

#### 4.2 混合物の評価試験方法

わだち掘れは主として交通荷重下での繰返しせん断変形によって引き起こされる、わだち掘れ量に影響を及ぼす要因としてはタイヤの輪荷重、空気圧、交通量、温度環境等の外力と混合物自体の有する材料特性がある。混合物特性の中では骨材の表面テクスチャーや形状、合成粒度といった骨材特性が耐流動性に対して影響している。ストレートアスファルトもしくは改質アスファルトの添加量とその粘弾特性付着力も重要である。混合物の密度や骨材と骨材の構成、構造が重要であるために、実道における施工時の転圧ならびに交通荷重による転圧の状況を再現する室内供試体の締固め方法を確立することが求められている。

試験方法は以下のとおりである。・一軸および三軸クリープ試験・一軸および三軸繰返し載荷試験・三軸力学試験 (triaxial dynamic test)・圧裂試験 (クリープ

および繰返し載荷)・中空シリンダ試験 (hollow cylinder tests) 一軸方向ならびにねじりの複合載荷・単純せん断試験・ホイールラッキング試験

はく離はアスファルト被膜の骨材表面からのはがれであり、アスファルトと骨材の付着が失われたことを意味するものである。はく離はまず水が骨材とアスファルトの付着面に入り込んで付着を失わせ、その結果としてバインダとしての結合力がなくなり、混合物の耐久性が急激に失われることになる。はく離に関する要因は、混合物を構成する材料の性質等の内部要因と混合物に作用する水や交通荷重等の外部要因に分けられる。

室内評価に用いられている主な試験は、静的はく離試験、静的載荷試験、動的載荷試験、ホイールトラッキング試験である。

SHRPでは混合物を対象とするパフォーマンス予測試験としては円柱供試体のせん断試験や間接引張り試験などが採用されている。バインダー仕様でのRTFOTやPAVによる劣化シミュレーションに対応して、混合物レベルの室内での劣化シミュレーションも検討され、暫定的ではあるがガイドラインを示している。

#### 4.3 試験道路

FHWAの指導のもとに米国では大規模な試験道路によるアスファルト舗装の評価が盛んに行われている。(表-2)ここでは、新材料を用いた舗装の耐久性試験が、高度な測定設備を用いて、長期に(20年以上)にわたって計画されている。

さらに走行荷重型舗装試験装置(いわば実大道路規模のホイールトラッキング試験)を行っている。MLS

表-2 米国における舗装試験一覧

プログラム	種類	舗装種類 <sup>a</sup>	試験区画数	ESAL <sup>b</sup> Loading Rate (Annual) ( $\times 10^3$ )	一区画あたりの Total ESALs per Section ( $\times 10^3$ )	期間
AASHO Road Test	試験走路	PCC, HMA	836	500	1,114	1957-1961
Penn State Track	試験走路	PCC, HMA	28	600	1,200	1971-現在
Wes Track	試験走路	HMA	26	5,000	10,000	1994-1998
LTPP GPS	実道	PCC, HMA	780	85 to 300 minimum	1,700 to 6,000 minimum	1989-2009
LTPP SPS	実道	PCC, HMA	1400	85 to 200 minimum	1,700 to 4,000 minimum	1991-2011
Mn/Road Mainline	実道	PCC, HMA	23	1,000	20,000	1994-2014
Mn/Road Loop	試験走路	PCC, HMA Aggregate	17	20	50 to 100	1994-2014
Ohio Highway Research Project	実道	PCC, HMA	20 PCC 18 HMA	1325 PCC 980 HMA	26,500 PCC 19,600 HMA	1995-2016

<sup>a</sup> PCC=ポルトランドセメントコンクリート舗装、HMA=アスファルト舗装

<sup>b</sup> ESAL=equivalent 80-kN (18,000-lb) single-axle loads

やALFとよばれる大型促進荷重試験装置である。これらはテキサス大学などに開設され最大50トン程度までの走行荷重を載荷できるものである。実際的な信頼性の高い評価試験方法として今後注目される技術となる。(表-3)

表-3 大規模な走行型荷重舗装試験装置

プログラム (Machine) <sup>a</sup>	舗装種類	荷重 (kN)	バス/時間	開始年
FHWA (ALF)	HMA	40-100	380	1986
Louisiana (ALF)	HMA	40-100	380	1994
Indiana (APT)	HMA	40-90	220-300	1992
California (HVS)	HMA	20-150	850	1995

<sup>a</sup> ALF=accelerated loading facility;  
APT=accelerated pavement tester;  
HVS=heavy vehicle simulator

#### 4.4 ヨーロッパにおけるアスファルトの評価

アスファルトの品質を総合的に評価するために、アスファルトの感温性状を針入度指数(PI)と高温粘度域における同義の性質を粘度指数(BTS)で表わし、粘弹性特性としてのアスファルトの品質を把握する(図-7)。幅広い温度領域におけるアスファルトの性質はストレートアスファルトと同様に改質アスファルトにお

いても図示(QUALAGON)される。アスファルトの品質評価項目を関連づけてアスファルトの原料及び製造方法を選択する手法として用い良好な結果を得ているとのことである(図-8)。

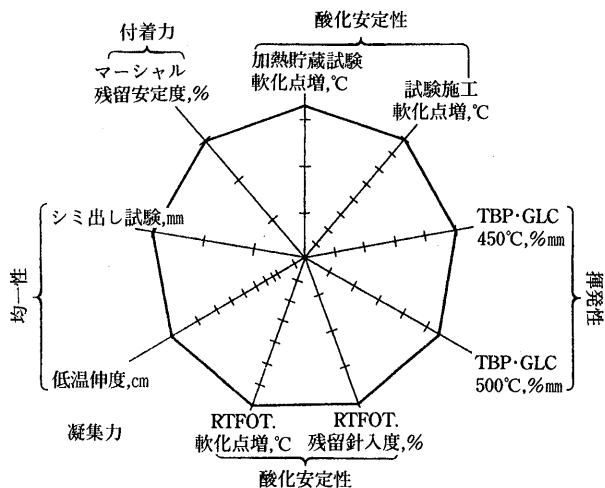


図-8 道路用アスファルトのQUALAGON評価

アスファルトの品質、規格、試験法が舗装技術の進歩、供用条件の過酷化によって大きな変革期を迎えており、アスファルト舗装の供用性能は気象条件、交通条件、舗装構造、舗装材料等多くの要因により左右されるが、アスファルト混合物に起因するとされる欠陥が多い。アスファルト混合物の評価は施工性、強度特

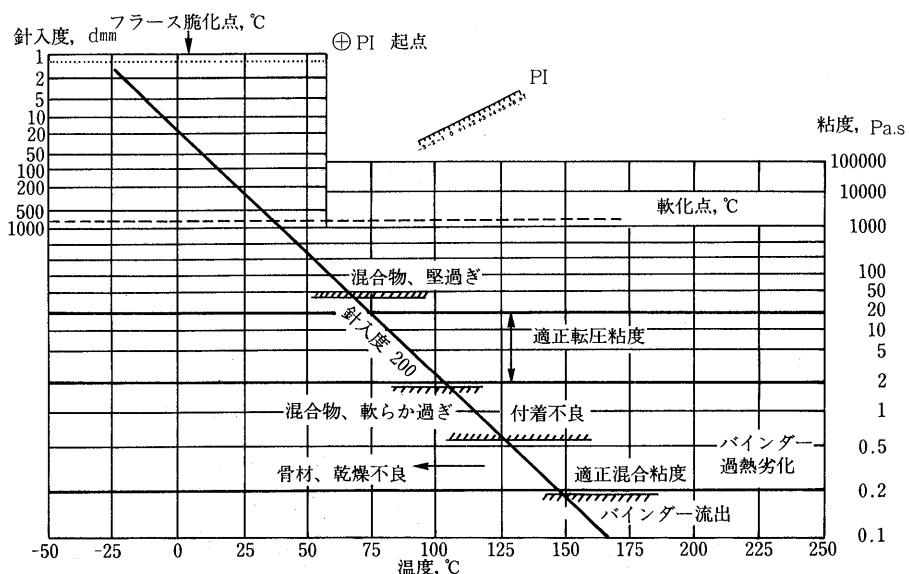


図-7 アスファルトの粘度-温度特性と実用性能(密粒度アスファルト混合物)

性、仕上がり路面状態、長期耐久性などの観点で行われるが、アスファルト混合物の品質特性に影響を与える要素もまた多い。骨材の品質、アスファルトの品質や配合設計、プラント機械設備、温度管理などの施工条件によっても良否が左右される。従ってアスファルトの品質のみの評価で全てを論じることは出来ないが、アスファルトの品質が重要であることもいうまでもないことであり、改質アスファルトのように性能が表れる程に評価の重要性が高まることになる。

## 5. 土木研究所における評価試験

### 5.1 アスファルトバインダーに関する試験

土木研究所においては、アスファルトのレオロジー試験機械一式を導入して、主要なアスファルトや、改質アスファルトの測定を行っている。これまでの測定によれば、バインダーについて精度の高い試験方法を導入することができ、試験の前提となるレオロジーにそった考え方も、おおむね合理的であると判断している。

わが国の場合、たしかに、ストレートアスファルトに限れば種類が少ない、むしろ、単一の製品のようにさえ見えることがあるくらい、といえる。しかし、改質アスファルト等を含めると、その種類（製品）は、急に多くなる。しかし、これらの製品はその組成があきらかにされることはなく、古い試験方法によって、その性質を推察しているにすぎない。普及を高めるには、新しいものとして、各々の性質を明らかにし、ニーズに相応しい適用場所を設定する事が求められる。

舗装のライフサイクルコストを削減するために、イニシャルコストが高くとも長期的にみて経済性の高い長寿命化舗装が有用であると言われている。舗装体の損傷を防ぎ新設の状態をできるだけ長く保持させるために、材料、構造、配合等の研究が盛んに行われ、その中でもアスファルトバインダーは舗装の供用性を確保するうえで重要な因子となっている。

舗装用アスファルトの長期耐久性を評価するために、長期供用後の劣化を室内で予測できる室内促進試験が必要であるが、現状では室内で薄膜加熱試験により加熱混合状態にお

ける熱劣化を再現しているのみであり、供用後の劣化性状は試験施工により長年の調査結果を待たざるを得ない状況である。

劣化アスファルトの性状変化についてアスファルトは現場において施工時と供用中とでは劣化条件が大きく異なる。施工時には、プラントでの混合から運搬および敷きならしまでにアスファルトは数4mmないし数十mm単位の薄膜で高温にさらされ、そのために急激な酸化反応および軽質分の揮発が起こり硬化する。それに対し供用中は水、紫外線、物理的な変状等の因子も加わって劣化が進行する。このように、供用中は施工時と比較して温度が低いために劣化は徐々にであるが長期的にみて物性変化は著しく大きい。供用中の劣化は水の介在による骨材界面の接着力の低下や紫外線と水の介在による舗装表面の酸化反応等が影響する。

このように施工時の熱劣化と供用中の劣化では条件が大きく異なることから、アスファルトの劣化を評価する場合はこの2つに区別する必要があるものと考えられる。

実験施工時の熱劣化と供用中の劣化の違いを踏まえ、施工時の熱劣化を再現する加熱試験の薄膜加熱試験と回転式薄膜加熱試験の比較・供用後の劣化を再現する加熱試験方法の検討・アスファルトの性状変化に及ぼす加熱試験と加圧試験の影響の違いの調査・自然環境下（屋外暴露）で劣化したアスファルトとの比較による室内促進試験の検証を行っている。

### 5.2 舗装走行実験場

舗装走行実験場は、新材料・新工法を用いた試験舗

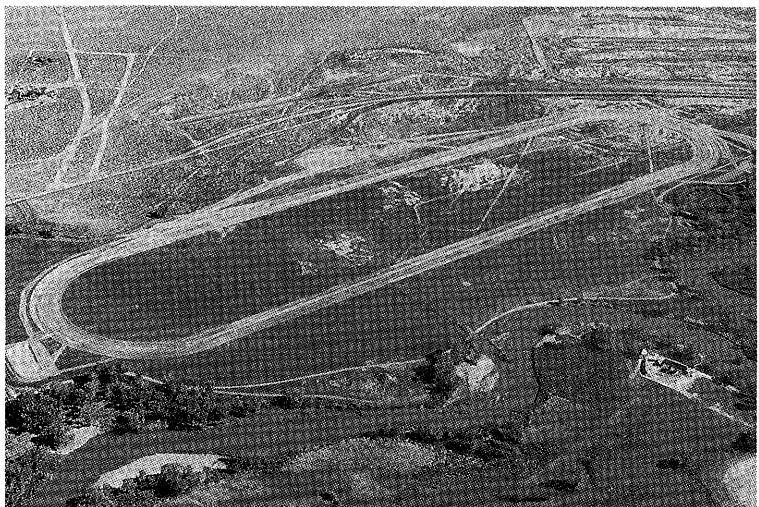


写真-1 舗装試験路 (Wes Track)

装の供用性を実物大で評価することを目的とした施設であり、2本の試験走路（820mの大ループと628mの中ループ）と載荷用の5台の荷重車からなる、世界的にも高い評価を得ている試験システムである。主な追跡調査項目はわだち掘れ量、平坦性、ひび割れ率といった一般的な路面性状のほか、FWDによるたわみ量、DTテスターによるすべり摩擦係数などである。また、排水性舗装など付加価値を有する舗装に対しては、現状透水量など、その機能に応じた調査項目を設定している。

舗装走行実験場には、現在、排水性舗装、コンポジット舗装、インターロッキングブロック舗装、常温舗装、多孔質弹性舗装、常温型排水性舗装の試験舗装が施工されている。

## 6. 評価技術への期待

特殊なバインダーを用いた新しい舗装については本特集で詳しく紹介されることから、ここでは新しい舗装を普及させるに必要な共通的なことがらのいくつかについて整理してみた。

これまで開発の段階と幅広い普及との間に無視できない時間差（タイムラグ）があったように思われる。これが、ややもすると開発意欲の減退をもたらしただ

けでなく、技術成果の果実を利用者が速やかに享受しないという不合理をもたらしたといえよう。仕組みが時代に対応しないなど、評価システム自体にも不備があったといえるであろう。これは材料開発に力を入れても評価技術自体を育成するゆとりがなかった社会的背景にも理由がある。

新しいニーズに合った材料は新しい評価技術で正当に評価すべきであり、基本的な物性から舗装体までの挙動までを体系化した合理的な評価技術がますます期待されているといえよう。

## — 参考文献 —

- 1) 土木系学生から見た次世代道路、アスファルト、VOL38-186, 1996.1
- 2) 特集・舗装用バインダーとしての規格・試験法、アスファルト、VOL37-181, P 8~27, 1994.10
- 3) 片脇清士 新しい土木材料とその展開 1995 山海堂
- 4) Test tracks and in-service test roads : Using real-world experience to develop tools for designining better pavements, FHWA-RD 96-118, U.S. Depart of Transportation.

## 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 クリ返し精度
4-2 温度計	9-2 再現性
4-3 恒温そう	
4-4 減圧装置	
4-5 秒時計	
5. 校正	
5-1 粘度計の校正	

★  
実費額 400円  
★

申込先 社団法人 日本アスファルト協会  
東京都港区虎ノ門1丁目21番8号  
〒105 電話 (03) 3502-3956

# 排 水 性 舗 装

久 保 和 幸\*

## 1. はじめに

排水性舗装は、通常のアスファルト舗装の表層部分に空隙率の高い多孔質なアスファルト混合物（以下、排水性混合物）を用い、排水性混合物層（以下、排水機能層）の下に不透水性の層を設けることにより、排水機能層に浸透した水が不透水性の層の上を流れて排水処理施設に速やかに排水され、路盤以下へは水が浸透しない構造としたものである。こうした透水性を有する舗装構造としては東京都などの都市域の歩道や駐車場に施工されている透水性舗装もあるが、路盤内に水が浸透することにより路盤が軟弱化し、舗装体としての耐久性が低下することを懸念して、車道においては路盤以下へは水を浸透させない排水性舗装を採用することとなっている。図-1には排水性舗装、透水性舗装ならびに通常のアスファルト舗装の概念図を示す。

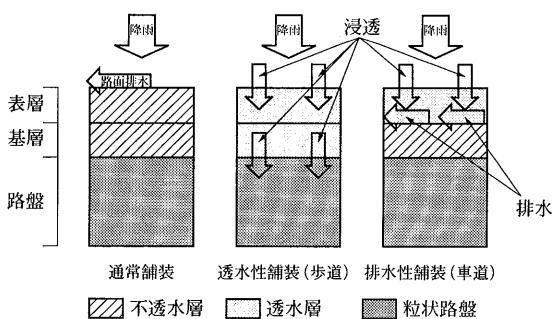
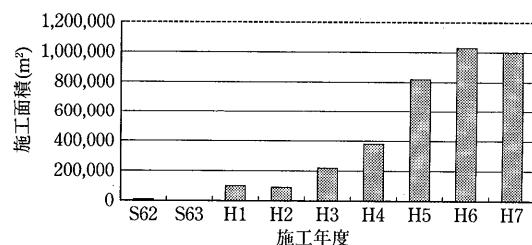


図-1 排水性舗装の概念図

わが国においては、昭和62年に東京都の環状7号線ではじめて施工されたが、この排水性舗装ではバインダとしてストレートアスファルトが使用され、バインダ量を増やして耐水性等を高めるために植物纖維が添加されていた。最近では、排水性舗装用バインダとしては高粘度改質アスファルトを使用することが一般的となっており、現在、(社)日本道路協会で刊行作業中の「排水性舗装技術指針(案)」（以下、指針(案)）に

おいても高粘度改質アスファルトを使用した排水性混合物を標準として取り扱っている。

図-2には（社）日本道路建設業協会会員11社に排水性舗装施工実施についてアンケート調査を行ったとりまとめ結果を示す。平成2年度頃の排水性舗装の施工初期の段階では騒音低減機能の持続性に課題が残されていたため、主に雨天時の車両の走行安全性の向上を目的として施工されており、施工実績にしめる高速道路の割合が50%程度と非常に高かった。しかし、最近では舗装に対しても騒音低減機能などの環境性能を求める傾向が徐々に強くなってきており、建設省直轄国道をはじめとする都市域の幹線道路での施工実績が伸びてきている。



## 2. バインダ別試験舗装の実施

建設省では、バインダ別の排水性舗装の耐久性や機能の持続性などの傾向を調査するために、平成2～3年度に以下の3種類のバインダを用いた排水性舗装を施工し、追跡調査を行ってきた。

### ①ストレートアスファルト

（植物纖維添加、石粉の半分を消石灰により置換）

### ②改質アスファルトII型

### ③高粘度改質アスファルト

ここで、③の高粘度改質アスファルトについては、こ

\*くば かずゆき 建設省土木研究所舗装研究室研究員

の試験舗装を施工していた当時は、高粘度樹脂入りアスファルトと称していた。試験舗装調査要領を作成した際に、高粘度樹脂入りアスファルトとして各地建に推奨したバインダは、

セナファルト（1Rまたは3R）：ブリヂストン  
タフファルトスーパー：ニチレキ  
パー・ミバインダー：東亜道路工業  
ドレイニッジスーパー：昭和シェル

であったが、これらのバインダを指定した理由は（財）建設物価調査会の「月刊 建設物価」に道路舗装材としてこれらのバインダが記載されており、その規格のところに“排水性舗装用”という記述があったためである。ちなみに、これら以外にブリヂストンからはセナファルト5R、ニチレキからはタフファルトも商品化されていたが、これらのバインダは若干粘度が低いものとして植物纖維との併用が推奨されていたかと記憶している。このように、平成2年当時は排水性舗装のまさにスタートの時期でもあり、メーカーも試行錯誤の時期であったといえる。①のストレートアスファルト+植物纖維+消石灰については植物纖維によりアスファルト量を増やして耐水性等を向上させるとともに、消石灰を用いることによりはく離抵抗性を向上させることを期待したものである。もともと①によつて最も低廉な排水性舗装を施工しようとしていたのであるが、植物纖維そのものの単価が意外と高いこと、植物纖維のプラントでの投入の手間がかかることなどから、結果的にあまり低廉な仕様とはならなかった。

試験舗装のその他の共通仕様は以下のとおりである。

目標空隙率：15%程度  
粗骨材最大粒径：13または20mm  
表層厚：5cm

バインダ別の試験舗装と同時期に目標空隙率別の試験舗装を実施しており、10%程度、15%程度、20%程度の3段階の目標空隙率の設定を行っていた。いまでは目標空隙率20%程度以上が標準となっているが、当時は目標空隙率を高く設定することによる混合物の強度低下を懸念して15%程度の空隙率を標準として、機能性と耐久性の最もバランスのよい目標空隙率を模索していたため、バインダ別の試験舗装の目標空隙率を15%程度に設定した経緯がある。

図-3にはバインダ別の試験舗装工区で測定されたわだち掘れ量の経年変化を示す<sup>1)</sup>。各試験舗装工区では比較のために通常のアスファルト舗装工区を設定しており、この図の縦軸は排水性舗装工区で測定されたわだち掘れ量から比較工区で測定されたわだち掘れ量を差し引いた値を示している。したがって、この数字がマイナスであれば通常のアスファルト舗装よりも良好な耐流動・耐摩耗特性を示しているといえる。この図を見る限り、特にストレートアスファルトを用いた工区がわだち掘れが生じやすいなどのバインダ別の明らかな傾向は見られず、高粘度改質アスファルトを用いた工区よりも改質アスファルトII型を用いた工区の方がわだち掘れが生じにくい傾向にあることが分かる。このような傾向となった主な原因としては、前にも述べたように平成2年度頃は排水性舗装のスタートの時期であり、バインダ製造メーカ、施工業者とともにどうすれば良好な排水性舗装が築造できるかという知識が十分蓄積されていなかったと考えられる。特に、プラントでの混合温度や施工現場での転圧温度など試行錯誤で施工していた時期であり、こうした施工上の課題により思ったほど高粘度改質アスファルトの効果を發揮できなかつたものと思われる。すでに平成4年頃には機能の持続性の観点から排水性舗装を施工する場合は高粘度改質アスファルトを使用することが半ば常識となっており、高粘度改質アスファルトの使用に関する知識が蓄積されてから改めてこうしたバインダ別での傾向を見るための試験舗装は施工されていない。

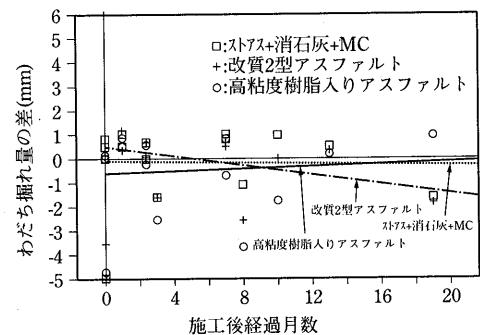


図-3 わだち掘れ量の差の経年変化

図-4にはストレートアスファルトをバインダとして使用した場合の現場透水量の経年変化を示す<sup>1)</sup>。1工区だけ非常に良好な機能の持続性を示しているが、目標空隙率が15%であったこともあり、ほとんどの工区で1年以内に排水機能が失われている。これに対して改質アスファルトII型もしくは高粘度改質アスファル

トを用いた工区では2年程度の持続性は確保されており、機能の持続性の観点から、排水性舗装には改質アスファルトII型もしくは高粘度改質アスファルトを使用することを推奨した。

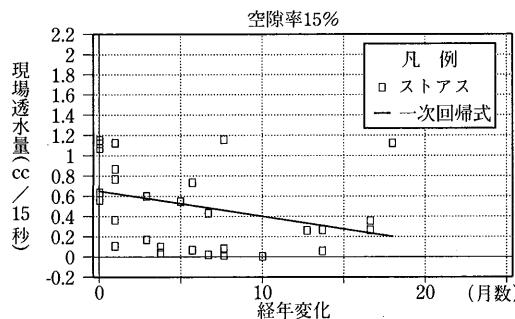


図-4 ストレートアスファルト工区の現場透水量の経年変化

### 3. 高粘度改質アスファルトの性状

平成4年度に(社)日本アスファルト協会において実施した排水性舗装に関するアンケート調査結果より、当時の高粘度改質アスファルトの性状を一覧表にまとめたものが表-1である。当時は高粘度改質アスファ

ルトの定義も特に定まっておらず、各メーカーが排水性舗装用バインダと称していたものをとりまとめただけなので針入度や60℃粘度などのばらつきが大きいことが分かる。

ここで示したバインダのうち、プラントミックスタイプのものも3社で製造されていたが、このアンケート調査の時点ではプラントミックスタイプの高粘度改質アスファルトは全体の5%程度に過ぎなかった。アスファルト混合物全体の製造量に占める排水性混合物のシェアはまだわずかであり、アスファルトプラントにおいて高粘度改質アスファルトのために別途アスファルトタンクを備えることは困難である。したがって、プラントミックスタイプの高粘度改質アスファルトに期待が寄せられるが、

- ・高粘度するために従来のプラントミックスタイプの改質アスファルトよりもさらに均一な混合が難しい
- ・原アスファルトの性状の変化に敏感に反応するため、均一な性状の確保が難しい

表-1 高粘度改質アスファルトの性状一覧表

No.	1	2	3	4	5	6	7	8
最大粒径 (mm)	13	13	13	13	13	13	13	20
アスファルト量 (%)	5.0	5.0	4.5	5.6	5.0	5.3	5.0	5.0
密度 (g/cm³)	2.010	1.976	2.005	1.980	1.986	1.981	1.970	1.979
空隙率 (%)	19.8	20.2	20.0	20	21.7	19.7	20.0	21.7
マーシャル安定度 (kgf)	551	540	812	753	557	620	650	440
フロー値 (1/100cm)	31	30	35	27	28	27	29	27
透水係数 ( $\times 10^{-2}$ cm/sec)	5.8	7.52	6.5	11	46.4	12	20	—
残留安定度 (%)	94.6	96.5	88.2	83.9	97.1	83.0	89.5	83.6
ホイール試験 DS (回/mm)	3,600	3,005	4,650	6,000	4,500	3,850	4,500	8,650
ラベリング試験 <sup>1)</sup> (cm²)	—	—	2.1	1.3	1.11	0.89	0.75	—
ラベリング試験 <sup>2)</sup> (cm²)	6.4	—	—	—	10.8	—	—	—
カンタブロー試験 (%)	3.1	10.0	5.3	7	—	5.5	5.1	—
No.	9	10	11	12	13	14	15	—
最大粒径 (mm)	13	13	13	13	13	13	13	—
アスファルト量 (%)	5.0	4.5	4.7	5.0	5.0	4.9	5.0	—
密度 (g/cm³)	1.976	2.04	2.11	1.955	2.006	2.111	1.965	—
空隙率 (%)	19.3	19.7	17	20.1	19.8	15.0	20.6	—
マーシャル安定度 (kgf)	720	527	500	680	640	840	1,027	—
フロー値 (1/100cm)	18	26	32	29	36	30	58	—
透水係数 ( $\times 10^{-2}$ cm/sec)	6.24	—	1.8	19	18.9	11	9.06	—
残留安定度 (%)	81.9	—	—	92.0	89.2	81.0	94.2	—
ホイール試験 DS (回/mm)	5,100	1,580	6000以上	4,730	4,600	—	6,230	—
ラベリング試験 <sup>1)</sup> (cm²)	—	—	1.23	0.96	—	—	—	—
ラベリング試験 <sup>2)</sup> (cm²)	6.17	—	—	—	—	—	—	—
カンタブロー試験 (%)	9.4	14	8	5.4	1.7	—	—	—

1) チェーン往復式

2) スパイク回転式

などの理由から主流となるには至っていない。こうした長所・短所はまさしく通常の改質アスファルトのプレミックスタイプとプラントミックスタイプにも言えることであり、高粘度改質アスファルトの場合はこの長所・短所がより明確になっていると考えられる。

指針（案）では、高粘度改質アスファルトの定義を明確にするために“60℃におけるアスファルトの絶対粘度が20,000Pa·s以上のもの”としている。表-2には、指針（案）で提案されている高粘度改質アスファルトの標準的性状を示す。

表-2 高粘度改質アスファルトの標準的性状

試験項目	標準的性状	
針入度(25℃)	1／10mm	40以上
軟化点	℃	80.0以上
伸度(15℃)	cm	50以上
引火点	℃	260以上
薄膜加熱質量変化率	%	0.6以下
薄膜加熱針入度残留率	%	65以上
タフネス(25℃) N·m kgf·cm		20以上 200以上
テナシティ(25℃) N·m kgf·cm		15以上 150以上
60℃粘度	Pa·s Poise	20,000以上 200,000以上

また、指針（案）では、排水性混合物に要求されるバインダ性状として以下の項目を挙げている。

### 1) 骨材飛散抵抗性

混合物の安定性を確保するためには、骨材を強く接着させる、すなわち強い把握力・粘着力が必要になる。そのため、把握力の強い（タフネス・テナシティの大きい）バインダを使用する。

### 2) 耐候性

混合物の空隙率が高いため、日光や空気等の影響を受けやすく、これらによる劣化を防ぐ目的でバインダ膜厚を厚くするため、粘度の大きいバインダを使用する。

### 3) 耐水性

舗装体内に雨水等が浸透するため、耐水性（はく離抵抗性）を確保するために、骨材との付着性の高い（はく離抵抗性の大きい）バインダを使用する。

### 4) 耐流動性（重交通道路の場合）

混合物の塑性変形に対する抵抗性を高めるために軟化点や60℃粘度の高いバインダを使用する。

高粘度改質アスファルトに使用される主な改質材には、

SBR（スチレン-ブタジエン共重合体）

SBS（スチレン-ブタジエンブロック共重合体）

SIS（スチレン-イソプレンブロック共重合体）

SEBS（スチレン-エチレン-ブテンブロック共重合体）

EVA（エチレン-酢酸ビニル共重合体）

EEA（エチレン-エチルアクリレート共重合体）

などがある。

## 5. エポキシアスファルトの開発

現在、排水性舗装用バインダとしては高粘度改質アスファルトが主流となっているが、著しく大型車交通量の多い個所などではいまだに空隙つぶれによる早期の機能低下が生じているのが現状である。こうした空隙つぶれによる機能低下を抑制するためには骨材の品質の向上とともにバインダのさらなる高強度化が有効であると考えられる。（社）日本アスファルト協会では、高強度バインダとしてエポキシアスファルトに着目し、協会員3社の協力を得て排水性舗装用エポキシアスファルトの開発を行ってきている。開発された3種類のアスファルトはベースアスファルトとエポキシ樹脂（主剤、硬化剤）から構成され、その構成割合は表-3のとおりである。製品Bではエポキシアスファルト用に製造されたアスファルトにあらかじめ硬化剤を混合したものとベースアスファルトとしている。

表-3 エポキシアスファルトの構成

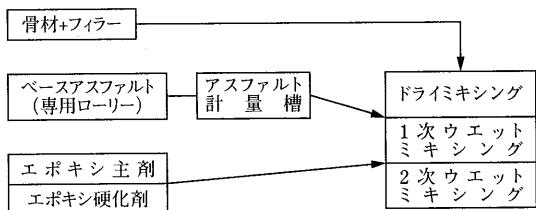
材料名	製品A		製品B		製品C			
	材 料	配合比	材 料	配合比	材 料	配合比	材 料	配合比
構 成	ベースアスファルト	80	ベースアスファルト	95.2	ストレートアスファルト	60	ベースアスファルト	80
	主 剂	15	主 剂	4.8	主 剂	23.6	主 剂	11.8
	軟化点	25			硬化剤	16.4	硬化剤	8.2

エポキシアスファルトの利用にあたっては、反応性の材料であるために、その温度管理の簡便化や可使時間の最適化など、作業性の向上が最大の課題となる。各材料の目標温度範囲を表-4に、混合物の製造手順を図-5に示す。

表-4 各材料の目標温度範囲

	製品A	製品B	製品C	
			E P - S	E P - X
バインダ温度 ℃ (ベースアスファルト)	160~170	160~180	150~160	165~175
骨材温度 ℃	145~155	165~175	160~170	165~180
混合物の練り 練おとし温度	140~150	165~175	150~165	160~175

①



②

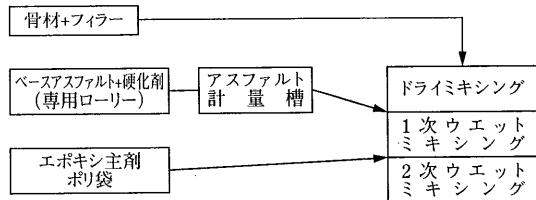


図-5 混合物の製造手順

開発されたエポキシアスファルトの施工性の確認のため、平成6年度には建設省土木研究所内の舗装走行実験場において試験施工が行われた。混合物の製造は土木研究所付近の一般のアスファルトプラントで行われたが、エポキシをはじめとする材料の供給やプラントでの混合、実験場内での施工において、特に問題となるような課題は見られなかった。本施設は無人運転の荷重車による促進載荷試験を目的としているが、施工から2年経過後も特に機能低下は見られていない。この試験施工の結果を受けて、平成8年度には九州地方建設局管内の国道3号(久留米市、鹿児島市)、国道10号(宮崎市)および国道57号(熊本市)においてパイロット事業としてエポキシアスファルトの試験舗装が実施されている。

## 6. おわりに

排水性舗装の普及にあたっての技術上の最大の課題は、施工当初の機能をいかに持続させるかであり、現在、骨材およびバインダの品質の向上が検討されているところである。これまででも高粘度改質アスファルトは現場での適用経験を基にさらなる品質改善が図られてきているはずであるが、排水性舗装に求められる性能も多様化しており、高粘度改質アスファルトを中心に、低廉化を目的とした改質アスファルトII型、高強度化を目的としたエポキシアスファルトなどのさらなる技術開発が期待されている。

## 参考文献

- 排水性舗装の車道への適用に関する調査研究、第47回建設省技術研究会道路部門指定課題論文集、平成5年11月

☆

☆

☆

☆

## 橋面舗装用付着性改善改質アスファルト

羽入 昭吉\*  
田中 正義\*\*

### 1. はじめに

橋面舗装には床版の保護と交通車両の快適な走行性確保という2つの大きな目的がある。

床版保護の観点からは防水層を設置し、床版の疲労寿命の低下および床版中の鉄筋の腐食を抑制する等の対策が講じられている。また、快適な走行性確保のために、わだち掘れを抑制し平坦性を確保すること、耐久性向上させ補修サイクルの長期化を図ること、などの目的から改質アスファルトを使用するケースが最近多くなっている。

一方、防水層の設置事例が増加するのに伴い新たな問題も生じてきた。それは防水層が設置されることによって、舗装体に浸透した雨水などが防水層上に滞留し、アスファルト舗装本体が水浸状態に置かれやすくなり、この水分の影響で剥離による破損が橋面舗装に見られるようになってきたことである。

なお、アスファルト舗装の剥離破損という現象は新しい問題ではなく、古くは九州地方を中心に取り組まれてきたテーマでもあり、その対策や評価方法については既に報告されている<sup>1)~7)</sup>

しかし、橋面においては耐水性（耐剥離性）に加えて、耐流動性や耐衝撃性などの性状を併せ持たせる必要があり、そのため新たに改質アスファルトのニーズが生まれ、付着性改善改質アスファルトが開発された。

橋面舗装用改質アスファルトとしては、改質アスファルトII型や鋼床版舗装用の本四改質アスファルトI型などがあるが、本報では剥離防止というニーズに応えるべく開発された「橋面舗装用付着性改善改質アスファルト」の特徴と適用例について以下に述べるものである。

### 2. 剥離による橋面舗装の破損

橋面舗装で剥離を起こしたアスファルト舗装の破損については報告事例<sup>8)9)10)</sup>がいくつかあり、いずれも破損形態には特徴的なある共通点がある。剥離が生じた場合の代表的な破損形態はおおむね次のとおりである。

- ① 6~7月の梅雨時期に破損が目立ちだす。
- ② 破損の初期には、ひびわれが発生し、そこから水の滲みだしや路面に白いフィラー状の吹き出しが見られる（写真-1）。

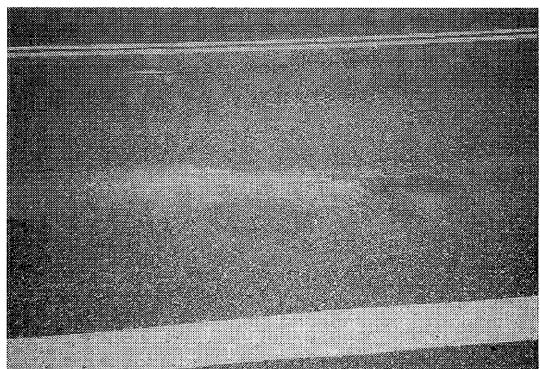


写真-1 白いフィラー状の吹き出し

- ③ ひびわれは亀甲状に発達し、流動やポットホールが見られる（写真-2）。

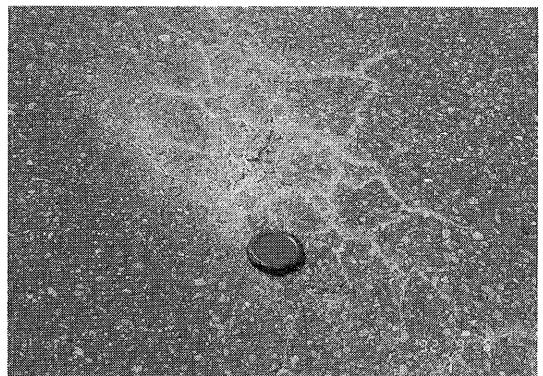


写真-2 亀甲状に発達したクラック

\*はにゅう あきよし ニチレキ株式会社技術研究所主任研究員

\*\*たなか まさよし ニチレキ株式会社技術研究所副主任研究員

- ④交通量の多い箇所では、わだち部にアスファルトのブリージングが見られる。
- ⑤破損部は骨材とアスファルトが剥離し粒状材のようになっており、滞留する水の影響でアスファルト混合物は湿潤状態にある(写真-3)。



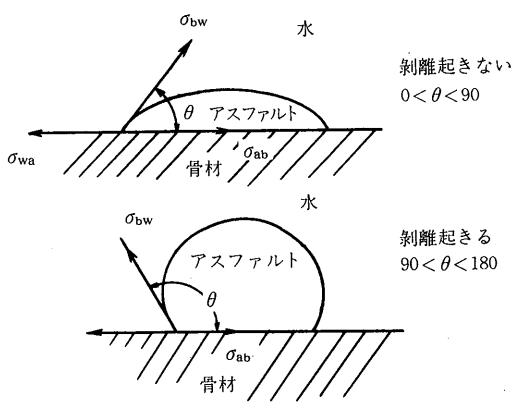
写真-3 剥離し、粒状材のようになった混合物

### 3. 剥離のメカニズムと防止対策

剥離のメカニズムは骨材、アスファルトおよび水の界面で起こる物理化学的な現象として説明することができ<sup>11)12)13)14)</sup>、それらの代表的なものと剥離防止対策例は以下に示すとおりである。

#### (1) 界面張力による剥離

アスファルト混合物は、アスファルトの界面張力が骨材の臨界界面張力よりも小さいのでアスファルトが骨材表面をぬらすことになる。水が侵入したときの骨材とアスファルトの界面状態をモデル化したものは図-1に示すとおりであり、 $0 < \theta < 90$ の場合は剥離は起きないが、 $90 < \theta < 180$ の場合は剥離が起



$\theta$ : 接触角  
 $\sigma_{wa}$ : 水と骨材との界面張力  
 $\sigma_{ab}$ : アスファルトと骨材との界面張力  
 $\sigma_{bw}$ : アスファルトと水との界面張力

図-1 界面張力による剥離のモデル化

きると考えられる。

したがって、界面張力からの耐剥離に対するアプローチの一つとしては、接触角 $\theta$ すなわちアスファルトの骨材および水に対する界面張力を小さくすることが望ましく、アスファルトのぬれ性状を向上(界面張力を低下)する方法がある。このような観点からの剥離防止対策としては、界面活性剤を使用することによって界面張力を低下させる方法がある。

#### (2) 表面電位による剥離

一般的に岩石の破碎物である骨材は、石灰岩などを除いては通常ケイ素が主成分となる。図-2に示すようにケイ素は骨材表面にマイナス電荷をもった酸素が露出するので、電気陰性度が大となりマイナスに帯電する。そして水の侵入により起こる水素結合( $H_2O$ )の水素側がプラス、酸素側がマイナスとなり骨材表面のマイナスと水素分子のプラスの極性が引き合う力)がアスファルトと骨材の分子間力より強くなり剥離が発生する。

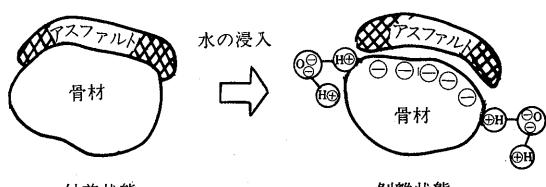


図-2 表面電位による剥離のモデル化

表面電位による剥離を抑制する方法としては、消石灰の添加により骨材表面の電気陰性度を低下させたり、アスファルトに陰性基をもたせる界面活性剤の添加などが挙げられる。

消石灰、セメントの剥離防止効果は、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り認められている<sup>3)5)6)15)</sup>。しかし、他の剥離防止剤に比べ添加量が多いためプラントでの投入操作および混合時の均一性を確保することが困難である。

また、カチオン系界面活性剤は剥離が起きやすいとされているシリカ含有量の多い酸性岩を対象しているため、塩基性岩にはほとんど効果を示さないこと、ならびに耐熱性・耐久性に劣る<sup>3)16)</sup>などが指摘されている。

#### (3) 交通荷重による剥離の促進

アスファルト舗装の剥離は、上記(1)(2)で述べた界面化学的現象の他に、交通荷重などの外的要因が加わると骨材とアスファルトの間隙にある水に間隙水

圧が生じ、舗装の力学的な挙動により生じやすくなる。

そのメカニズムを解明するには、界面化学的現象の他、交通荷重、気温、降雨等の外的要因に加え、材料および配合条件、施工条件など各要因が複雑に絡みあっているため難しい。

以上に述べたように従来の剥離防止材料は、岩種の異なる骨材への適用性、剥離防止剤の耐熱性、プラントでの投入操作の煩雑さ、均一な混合物の確保などの点で、問題を残しているといえる。このような課題を解決することを目的に開発されたのが付着性改善改質アスファルトである。

#### 4. 付着性改善改質アスファルト

##### (1) 付着性改善改質アスファルトの性状

付着性改善改質アスファルトの性状規格を表-1に示すが、併せて本州四国連絡橋で使用されている本四改質アスファルトI型と舗装要綱の改質アスファルトII型についても示した。

剥離防止効果を評価する試験項目として粗骨材の剥離面積率を規格に採用しているのは付着性改善改質アスファルトである。

また、付着性改善改質アスファルトは、改質アスファルトII型に比べ、軟化点、60℃粘度、タフネス、

テナシティなどが高くなっているといえる。また、従来のアスファルトにはなかったフーラース脆化点が規格として取り上げられており、低温でのたわみ性・ひびわれ抵抗性に着目した品質規格となっているのが特徴的である。

##### (2) 剥離防止効果

アスファルトと骨材の付着性試験としては、粗骨材の剥離抵抗性試験(静的剥離試験)、リーデルウェバ試験などがあり、水および炭酸ソーダ中にアスファルトをまぶした骨材を浸して剥離の程度を評価するものである。静的剥離試験結果例は図-3<sup>9)</sup>に示す

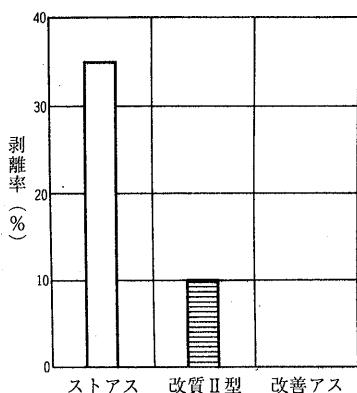


図-3 静的剥離試験結果

表-1 改質アスファルトの性状規格

試験項目	種類	日本改質アスファルト協会 付着性改善改質アスファルト	本州四国連絡橋公団橋面舗装 基準(案) 改質アスファルトI型	アスファルト舗装要綱 改質アスファルトII型
針入度(25℃)	1/10mm	40以上	60~100	40以上
軟化点	℃	68.0以上	55~65	56.0~70.0
伸度(15℃)	cm	30以上	—	30以上
伸度(10℃)	cm	—	50以上	—
引火点	℃	260以上	280以上	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	—	65以上
フーラース脆化点	℃	-12以下	-12以下	—
タフネス(25℃) N·m (kgf·cm)	N·m (kgf·cm)	16.0(160)以上	11.8(120)以上	7.8(80)以上
テナシティ(25℃) N·m (kgf·cm)	N·m (kgf·cm)	8.0(80)以上	9.8(100)以上	3.9(40)以上
粘度	60℃ 1×10 <sup>4</sup> Pa·s (poise)	0.15(1.5)以上	0.04(0.4)以上	—
	160℃ sFs	—	500以下	—
	200℃ sFs	—	200以下	—
粗骨材の剥離面積率	%	5以下	—	—
(180℃×2.5時間)	蒸発量 %	—	0.3以下	—
	残留針入度%	—	65以上	—
	軟化点 %	—	80~110	—
主な適用箇所	R C 床版 P C 床版 一般土工部	鋼床版	—	—

とおりであり、剥離率はストアスで35%，樹脂アスで10%，付着性を改善アスで0%となっている。また、リーデルウェーバ試験結果は図-4<sup>9)</sup>に示すとおりであり、付着点数はストアスが最も小さく1、消石灰を併用した改質アスファルトII型で5、付着性改善改質アスファルトが7となっており、この種のバインダーの耐剥離性が優れていることがわかる。

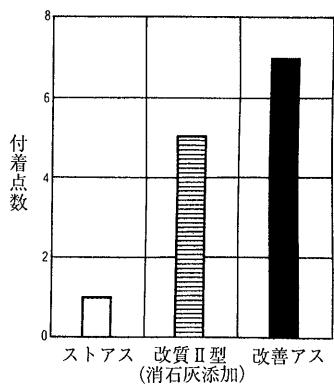


図-4 リーデルウェーバ試験結果

### (3) 高温貯蔵安定性

従来使用されていた界面活性剤タイプの剥離防止剤は、アスファルトに添加した後、プラントのケップトル等で貯蔵された場合に熱履歴を受け、効果が低下するケースが多くなった。このような状況に対する安定性を評価した結果は図-5<sup>9)</sup>に示すとおりである。ストアスにアミン系界面活性剤を添加したものは時間とともに効果が低下するのに対し、付着性改善改質アスファルトは貯蔵時間による影響をほとんど受けず、高温貯蔵安定性に優れたものといえる。

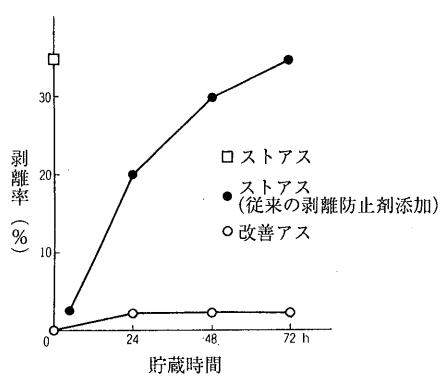


図-5 高温貯蔵後の剥離抵抗性試験結果

## 4.1 混合物性状

### 4.1.1 付着強度

#### (1) 圧裂試験

水中養生条件を変え、圧裂試験を行った結果は図-6<sup>9)</sup>に示すとおりである。いずれの養生条件にあっても、付着性改善改質アスファルトは最も圧裂強度が大きかった。

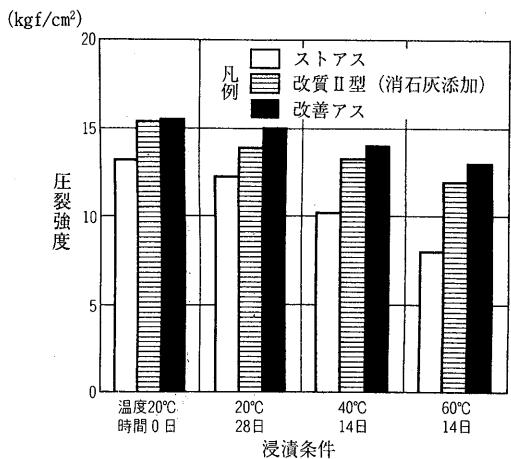


図-6 圧裂試験結果

#### (2) 引張試験

引張試験結果は図-7<sup>9)</sup>に示すとおりである。圧裂試験結果と同様にすべての養生条件において付着性改善改質アスファルトが最も引張強度が大きかった。

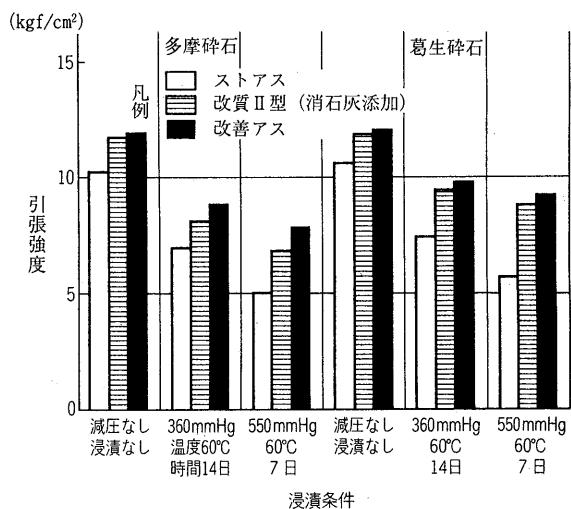


図-7 引張試験結果

### 4.1.2 水浸ホイールトラッキング試験

水浸ホイールトラッキング試験結果は図-8<sup>9)</sup>に示すとおりである。付着性改善改質アスファルトが最も剥離率が小さく、剥離抵抗性の高い結果が得られた。

次いで改質II型+消石灰、ストアス+剥離防止剤、ストアスという順になっている。

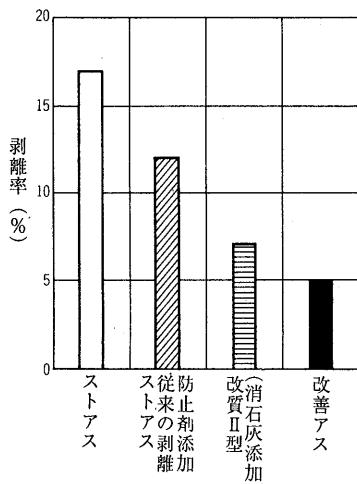


図-8 水浸WT試験結果

## 5. 施工例

写真-1～3に示したような典型的な剥離破損を起こし、日常の維持管理に苦慮していた現場に付着性改善改質アスファルトを適用した結果、剥離が抑制されたという報告例<sup>③④⑯</sup>が最近増えてきており、実橋においてかなり高い効果を挙げている。

なお、剥離は舗装体中に水が存在しなければ起こらない現象であり、単に付着性改善改質アスファルトを使用するだけでなく、舗装体中に浸透した雨水を速やかに排水するようにし、材料面および舗装構造面の双方から対策を講じることが肝要である。すなわち、透水係数が小さく水を通しにくい混合物を選定すること、地覆部と舗装の間に目地を設置し雨水の侵入を抑制すること、スラブドレーンの増設およびスパイラル状の導水管等を路肩部に設置し(写真-4)、排水升間を連結することにより、雨水等を速やかに排水すること、などの対策を併用することで、橋面舗装の耐久性を確

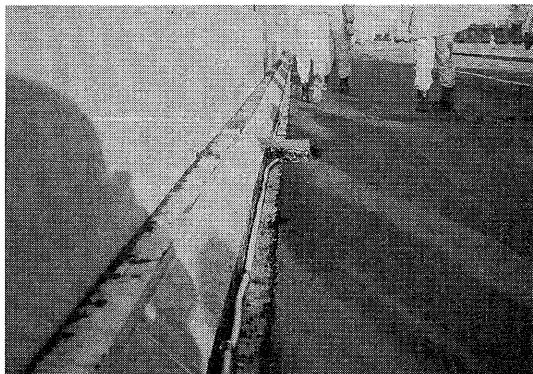


写真-4 導水管設置による床版排水

保できるといえる。

## 6. おわりに

付着性改善改質アスファルトは、開発されてから10年を経ておらずその歴史はまだ浅いが、橋面舗装で起こる剥離は予想以上に深刻な問題であり、その使用実績は増加の一途をたどっている。

すでに建設省の一部の建設局や東京都などで仕様書に記述されており、アスファルト舗装要綱にも取り上げられている。

骨材資源の枯渇が懸念される風潮のなかで良質な骨材を選びにくくなっている事実もあり、この種の改質アスファルトは、今後橋面舗装という限定された舗装への適用に留まらず、応用範囲はますます広がっていくものと考えられる。

## — 参考文献 —

- 1) 川崎他：九州地方におけるアスファルト混合物の剥離現象について、舗装、1967.2
- 2) 秋吉他：アスファルト混合物の剥離とその防止対策、土木技術資料、1970.3
- 3) 谷本他：アスファルト混合物の剥離に関する試験舗装とその観測結果、舗装、1971.5
- 4) 南雲他：アスファルト混合物の剥離現象に関する調査研究(I)，第25回建設省技術発表会資料、1971
- 5) 南雲他：アスファルト混合物の剥離現象に関する調査研究(II)，第26回建設省技術発表会資料、1972
- 6) 南雲他：アスファルト混合物の剥離とその防止対策(その2)，土木技術資料、1973.10
- 7) 秋吉他：アスファルト混合物の剥離に関する試験舗装の経過、第10回日本道路会議論文集、1973
- 8) 阿部他：春日橋陸橋の橋面舗装の剥離防止対策、都土木技術年報、1988、p.57
- 9) 阿部他：耐剥離性を向上したアスファルト舗装の橋面舗装への適用、道路建設、1990.8、p.57
- 10) 星野他：付着性改善改質アスファルトを用いた橋面舗装の補修工事とその追跡調査、第6回北陸道橋舗装会議技術報文集、1994、p.173
- 11) 峰岸：剥離防止用添加剤、アスファルト、Vol.32, No.161, 1989.10, p.38
- 12) 小林：骨材とセメントあるいはアスファルトの付着について、舗装、Vol.14, No.4, 1979, p.8
- 13) 藤田他：骨材の表面電位の測定とアスファルトの

- 剥離試験、土木学会第35回年次学術講演会概要集、  
第V部、1980、p.404
- 14) 三瀬他：アスファルト舗装混合物のストリッピングに関する一考察、第15回日本道路会議論文集、  
1983、p.257
- 15) 南雲他：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
- 16) 阿部他：耐剥離性を向上したアスファルトの橋面  
舗装への適用、第18回日本道路会議論文集、平成  
元、p.676

## 重交通道路の舗装用アスファルト 「セミブローンアスファルト」の開発

B5版・132ページ・実費頒価 3000円（送料実費）

当協会において、昭和50年の研究着手以来、銳意検討されてきた重交通道路の舗装用アスファルトについての研究の集大成です。本レポートが、アスファルト舗装の耐流動対策の一助となれば幸いです。

### 目 次

1. 研究の概要	4. 4 高速曲げ試験
1.1 文献調査	4. 5 水浸マーシャル安定度試験
1.2 室内試験	4. 6 試験結果のまとめ
1.3 試験舗装	4. 7 品質規格の設定
1.4 研究成果	5. 試験舗装による検討
2. 舗装の破損の原因と対策	5.1 概説
2.1 アスファルト舗装の破損の分類	5.2 実施要領
2.2 ひびわれ (Cracking)	5.3 施工個所と舗装構成
2.3 わだち掘れ (Rutting)	5.4 追跡調査の方法
3. セミブローンアスファルトの開発	5.5 使用アスファルトの性状
3.1 概説	5.6 アスファルト混合物の性状
3.2 市販ストレートアスファルトの60℃粘度調査	5.7 第1次および第2次試験舗装の供用性状
3.3 製造方法の比較	5.8 第3次試験舗装の供用性
3.4 セミブローンアスファルトの試作	5.9 アンケート調査
3.5 試作アスファルトの特徴	5.10 試験舗装のまとめ
3.6 60℃粘度と他の物理性状の関係	6. むすび
3.7 薄膜加熱による性状変化	資料
4. セミブローンアスファルトを用いた混合物の性状	1. セミブローンアスファルトの規格（案）
4.1 概説	2.1 石油アスファルト絶対粘度試験方法
4.2 マーシャル安定度試験	2.2 60℃粘度試験の共通試験
4.3 ホイールトラッキング試験	3. 舗装用セミブローンアスファルトの舗装施工基準

## 超重交通用改質アスファルト

村山雅人\*  
遠藤孝司\*\*  
脇阪三郎\*\*\*

### 1. はじめに

道路整備は年々着実に整備されているものの、一方では交通量の増加、車両の大型化など、舗装構造に与える諸条件は過酷化している。この状況下において、走行の安全性、走行の快適性さらには沿道住民への騒音防止の配慮など、市民の道路に対する要求は多様化しつつある。そのため舗装構造および舗装材料の研究は、ますます重要な位置になってきている。その舗装材料の一つであるアスファルトバインダーは、以上の状況下において、当然のごとく年々改善されてきている。

アスファルトの高分子材料による改質技術は、約100年以上の歴史を有するものであるが、特にここ10年間におけるアスファルト改質用高分子材料の研究開発が進み、改質アスファルトの技術内容は大きく変わった。

本報ではこの年数来、開発が手掛けられてきた超重交通用改質アスファルトについて紹介する。なお超重交通用改質アスファルトは、高性能改質アスファルトもしくは改質III型とも呼ばれているが、本報では日本改質アスファルト協会の名称である超重交通用改質アスファルトと以下で記す。

### 2. 改質アスファルトの変遷

我が国では、アスファルトの改良を目的として今日でいう改質I型（ゴム入りアスファルト）が使用されるようになったのは昭和27年である<sup>1)</sup>。その後、交通条件の苛酷化を考慮して改質II型（ゴム、樹脂入りアスファルト）なる耐流動性を主目的とした材料が出現した。1988年（昭和63年）アスファルト舗装要綱で、上記の改質I型（すべり止め、耐摩耗用）および改質II型（耐流動、耐摩耗、すべり止め用）のアスファルトが舗装一般材料として扱われるようになった。その後、1993年（平成5年）日本改質アスファルト協会が設立

され、高粘度改質アスファルト、付着性改質改質アスファルトなどを協会規格として発表した。なお図-1に改質アスファルト生産量の推移を示す<sup>2)</sup>。図-1のごとくここ数年、プレミックスタイプの改質II型の使用量が急速に多くなってきていている。

さて近年、現状の車両の大型化に対する耐流動対策においてこの改質II型では、十分対応しきれない個所が目立ってきた。そこで、改質II型よりさらに60℃粘度を向上させアスファルト混合物の耐流動性を改善させた、超重交通用改質アスファルトが要求されるようになってきた。

### 3. アスファルトの改質

原油の輸入事情の悪化によるアスファルトの品質のバラツキが大きくなるとともに、車両交通量の増大、車両の大型化が進行し、ストレートアスファルトでは舗装の耐久性に限界が生じてきた。そこで、このアスファルトを改良するためゴム、樹脂などを添加した改質アスファルトが開発された。

ここで本論に入る前にアスファルト単体における、温度と物性の関係を考えると、アスファルトは一般に、マルテン中においてアスファルテンによるコロイド構造を構成している。このコロイド構造が弾性体として、またマルテン成分が粘性体としてそれぞれ作用し、その結果、アスファルトは粘弾性体として作用する。その温度-粘度のモデル曲線を図-2<sup>2)</sup>に示した。

アスファルトの改質では、まず低温領域の耐クラック性を付与するため高分子材料を添加し、特にゴムによる低温性の改良を行っている。すなわちゴムのガラス転移温度が低い（約-50～-60℃）ことを利用している。その結果、ゴム添加量が多いほど、改質アスファルト全体のガラス転移温度は低下してゆく。このことは、図-2に示したガラス状態がさらに低温側にシ

\*むらやま まさと 東亜道路工業株式会社技術研究所

\*\*えんどう たかし 東亜道路工業株式会社千葉支店

\*\*\*わきざか さぶろう 東亜道路工業株式会社 技術研究所

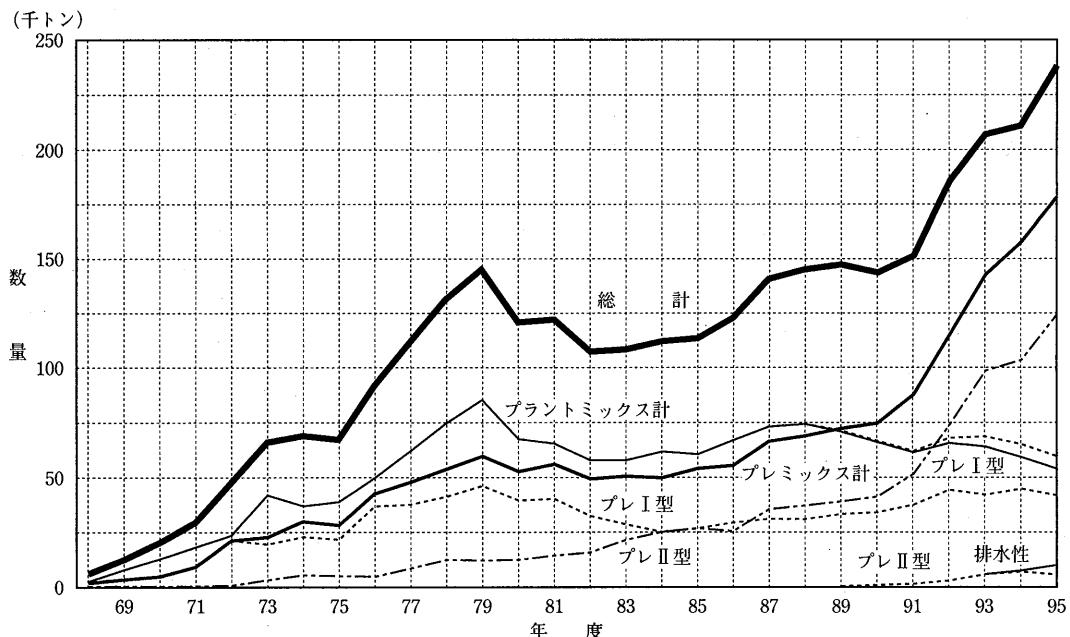


図-1 改質アスファルト生産量の推移<sup>2)</sup>

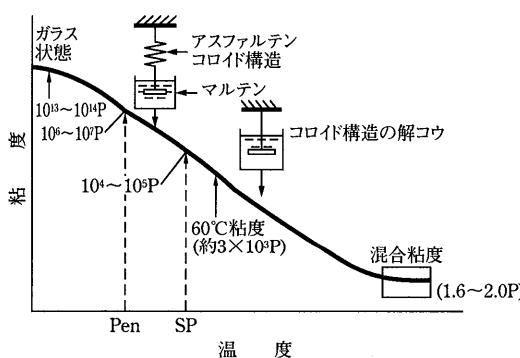


図-2 温度変化に対するレオロジー性状<sup>3)</sup>

フトしていくことである。すなわち低温領域における、耐クラック性状が向上することになる。また高温領域においては、アスファルトのコロイド構造が弱体化しても、アスファルト中のマルテンとゴム分子の相互作用により軟化点をアップさせる。その結果として、耐流動性向上につながるものである。しかしそれに伴い、

アスファルト混合物の混合温度や転圧温度は必然的に高くなってくる。

さてアスファルトに添加される改質材料は、表-1<sup>1)</sup>に示すものがある。改質アスファルト開発の初期において、天然ゴムやSBR（スチレンブタジエンゴム）などのラテックスが主として使用されていた。次にはEVA（エチレン酢酸ビニル共重合体）やSIS（スチレンイソブレンブロック共重合体）などが使用してきた。また現在では、SBS（スチレンブタジエンブロック共重合体）が主流となってきている。

近年の重合技術および改質アスファルトの製造技術の向上は、高性能のSBSをアスファルトに混合できる製造技術の発展をもたらした。その結果、超重交通用改質アスファルトの提供が可能となった。ここでいう重合技術とは、

- ・SBSの分子量が更に高分子化されてきてる
- ・アスファルトに最適なSBSの分子設計
- ・アスファルトに最適なSBSの分子量分布構成

表-1 アスファルトの主な改質材料<sup>1)</sup>

改質材	ゴム系	スチレン・ブタジエン系ゴム (SBR)
		クロロブレンゴム (CR)
		天然ゴム (NR)
熱可塑性エラストマー	スチレン・ブタジエン・スチレンブロック共重合体 (SBS)	
	スチレン・イソブレン・スチレンブロック共重合体 (SIS)	
熱可塑性樹脂	エチレン・酢酸ビニル共重合体 (EVA)	
	エチレン・エチルアクリレート共重合体 (EEA)	
	ポリエチレン (PE)	

などがあり、また改質アスファルトの製造技術の向上とは、湿式粉碎装置などがある。その結果、高分子量のSBSは、迅速かつ均一に溶解されるに至った。

高分子化されたSBSの利用により、この改質アスファルトは高温時において弾性を維持し（耐流動性への寄与）、低温時において脆性破壊（低温たわみの保持）を防いでいる。

我々舗装材料メーカが開発すべき、理想的改質アスファルトのモデル図を図-3<sup>3)</sup>に示す。すなわち、低温領域では十分な粘弹性を有して、耐クラック性状は改良される。また高温度領域においては、約100°C以上では急激に粘度が低下し、混合性および施工性が改良される。このような高分子材料もかなり検討されているようであるが、まだ実用化には難題が残されている。

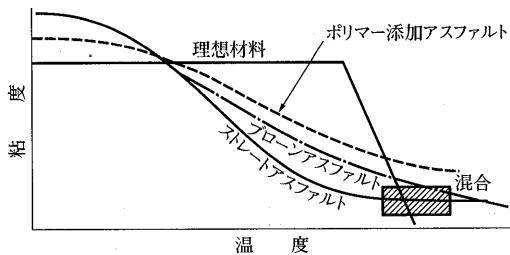


図-3 各種アスファルトの温度-粘度比モデル<sup>3)</sup>

#### 4. 高性能アスファルトの特性

今日の道路事情を反映して、改質II型の性能向上の要求が高まり、各アスファルト改質メーカは改質III型と称して超重交通用改質アスファルトの開発を手がけた。その結果、使用しているSBSの種類やその他の添加材は異なるが、我が国において8社程が超重交通用アスファルトを市場に提供するに至った。これらのアスファルトは前に述べたように、現行の改質II型の改質材に比較して、更に分子量の高いSBSを主材に用いている。

その超重交通用改質アスファルトの特性は、各社ともおおよそ以下の通りである。

- 1) 耐流動性を評価する軟化点温度が高い（70°C以上）
- 2) 耐流動性を評価する指標である60°C粘度が高い（30,000Poise以上）
- 3) 骨材に対する把握力および粘着力が大きい
- 4) クラックが発生しにくい
- 5) 動的安定度は5,000回/mm以上

また規格に関しては、日本改質アスファルト協会における超重交通用改質アスファルトの日本改質アスファルト協会規格（JMAAS）として定められている。表-2に超重交通用改質アスファルト性状規格および当社の材料性状を示した。また参考のためストレートアスファルトおよび改質II型（当社の材料）の材料性状も示した。

#### 5. 超重交通用改質アスファルトを用いた混合物の性状

超重交通用改質アスファルトを使用した混合物の性状評価を以下に示す。なお比較としては、改質II型を使用した混合物を用いた。

##### 5.1 ホイールトラッキング試験

高温度領域におけるアスファルト混合物の耐流動性は、ホイールトラッキング試験による動的安定度（DS）で評価した。

図-4は、粗粒度と密粒度混合物それぞれの動的安定度を調べた結果である。この結果、改質II型と超重交通用改質アスファルトにおいて、DS値に大きな差がみられる。このDS値の差が、超重交通用改質アスファルトの第一の特色とされている。

##### 5.2 曲げ試験

一般にDS値が大きいと、クラックの発生が懸念される。その耐クラック性を調べる方法として、曲げ試験

表-2 各種アスファルトの性状

項目	JMAAS規格	超重交通 (当社材料)	改質II型 (当社材料)	ストアス 60-80
針入度	1 / 10mm	40以上	55	53
軟化点	°C	75.0以上	87.5	64.5
伸度（15°C）	cm	50以上	100 <sup>+</sup>	100 <sup>+</sup>
引火点	°C	260以上	317	318
薄膜加熱後の質量変化率	%	0.6以下	+0.05	—
薄膜加熱後の針入度残留率	%	65以上	83.6	80.3
タフネス N・m (kgf・cm)	20.0 (200) 以上	25.7 (262)	16.5 (168)	4.4 (45)
テナシテ N・m (kgf・cm)	15.0 (150) 以上	19.9 (203)	11.6 (118)	1 (10)
60°C粘度10 <sup>4</sup> , Pa・S (Poise)	0.30 (3.0) 以上	3.65 (36.5)	0.47 (4.7)	0.02 (2.0)

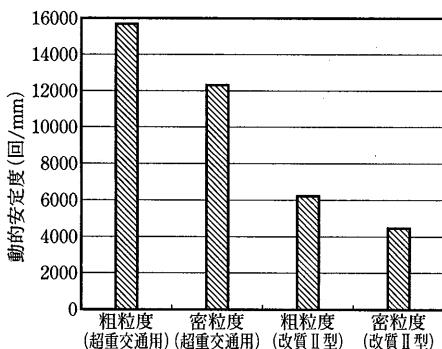


図-4 ホイールトラッキングによる動的安定度

における強度と破断ひずみがある。図-5, 6はその曲げ試験結果を示した。

図-5は、測定温度-20~20°Cにおける曲げ強度を試験した結果である。これより超重交通用の場合は、低温領域においてその特色をみることができる。すなわち、曲げ強度がやや大きいこと、更には曲げ強度に存在するピーク位置が改質II型に比べ低温側に位置しており一般的にいわれているように耐クラック性状が優れていることがわかる。また4項で述べたように、超重交通用は改質II型に比べ改質剤の添加量が多いこ

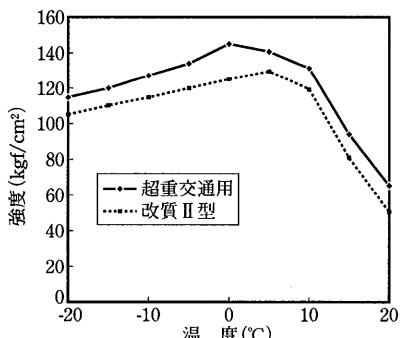


図-5 曲げ強度試験

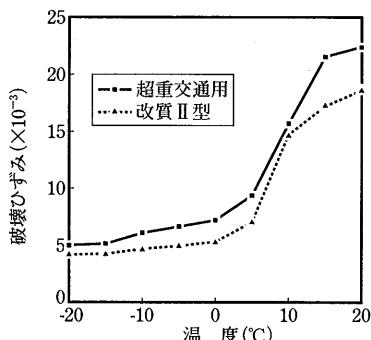


図-6 曲げ試験による破壊ひずみ

とを物語っている。

図-6は、曲げ強度試験における曲げ破断ひずみを調べた結果である。これより全温度領域において、破断にいたるひずみは超重交通用の方が優れている。

以上の結果より高品質アスファルトは、耐流動性が大きくかつ低温性状も改善されているといえよう。またDSが改質II型に比べかなり大きい値が得られ、低温クラックが懸念される。しかし曲げ試験の結果を見る限り、その懸念は払拭されよう。

### 5.3 疲労抵抗試験

車両の通行により、舗装体は繰り返し載荷振動をうける。この結果、最終的に舗装は疲労破壊をおこす。疲労抵抗の評価は、繰り返し曲げ試験で実施した。その試験条件および試験結果を図-7に示す。

これより、疲労破壊に至る回数は、改質II型に比べ2オーダ高い値が得られた。この結果からも超重交通用は、車両から受ける繰り返し曲げに対してもかなり改良された材料といえる。

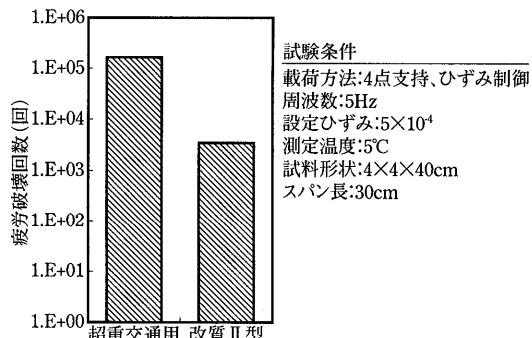


図-7 疲労抵抗試験

### 6. 超重交通用改質アスファルトを用いた試験舗装

室内的に高性能を示しても、実際に現場に適用してみると結果がおもわしくないことがある。そのため取られる手法が、試験舗装である。超重交通用も例のごとく、各社で実施され報告されている。本項では、当社千葉支店で実施した事例で簡単に紹介する。

工事場所は千葉市中央区で実施した。施工面積は約4,300m<sup>2</sup>である。現場は千葉市内の重交通路線で片側2車線の四車線道路である。本道路は大型車の走行が多く、交通区分でC交通にあり、道路の損傷がかなり多い現場である。本現場において超重交通用と改質II型とを比較、かつ走行車線と追い越し車線の比較を行うため区分けした。

基層に粗粒度アスコンを、表層には密粒度(20)を

それぞれ使用した。改質II型に比べ、混合温度および敷きならし温度は、約10°C高めで実施して問題無く施工は終了した。

現在、その現場の追跡調査を実施している。ここで図-8には、わだち掘れ量の2年間の追跡調査結果を示した。この結果2年後をみると、超重交通用が改質II型に比べその性能が現れてきていることが確認されている。

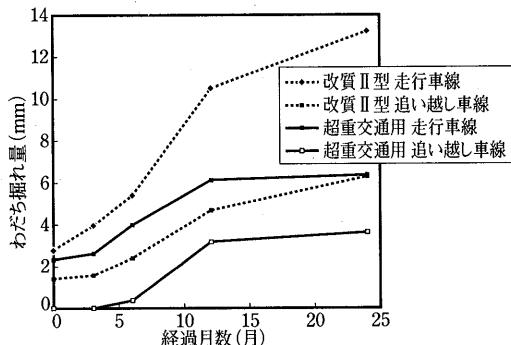


図-8 高品質アスファルト追跡調査

## 7. おわりに

最近巷では、いわゆる「商品（改質アスファルト）の差別化」と称して、異常な数値を試験成績表に記す傾向がある。そのため使用目的に対する混乱が、一部で生じている。その根拠に十分則った数値なら理解できるが、我々舗装材料提供者は何でもかんでも、試験数値を高くすれば良い商品というイメージ（誤解）をあたえていいのであろうか。その試験の意義からして、無用の数値と思われるものもある。この辺の問題に対して、専門関係者のコメントを期待している。

## — 参考文献 —

- 1) 日本改質アスファルト協会編；改質アスファルトポケットガイド (1995)
- 2) 日本改質アスファルト協会編；改質アスファルト，7号，(1996)
- 3) 脇阪，増田；舗装，No.6，Vol.14，(1979)
- 4) 高原，堀越，遠藤；第21回日本道路会議「舗装部会」，P.256，(1995)

## 砂利道の歴青路面処理指針（59年版）増刷

第3刷 B5版・64ページ・実費額500円（送料実費）

目 次			
1. 総 説	3. 路 盤	5. 維持修繕	
1-1 はじめに	3-1 概 説	5-1 概 説	
1-2 歴青路面処理の対象となる道路の条件	3-2 在来砂利層の利用	5-2 維持修繕の手順	
2. 構造設計	3-3 補強路盤の工法	5-3 巡 回	
2-1 概 説	4. 表 層	5-4 維持修繕工法	
2-2 調 査	4-1 概 説	付録1. 総合評価別標準設計例一覧	
2-3 設計の方法	4-2 浸透式工法	付録2. 材料の規格	
2-4 設計例	4-3 常温混合式工法	付録3. 施工法の一例 (D-2工法)	
2-5 排 水	4-4 加熱混合式工法	付録4. 材料の品質、出来形の確認	

## 再生混合物用改質アスファルトの開発

青木秀樹\*  
矢島浩二\*\*

### 1. まえがき

昨今、環境保全、資源保護が国際的な問題として対策が求められている状況下、各種産業廃棄物のリサイクルシステムを確立することは各企業における重要な社会的責務となっている。この環境問題への取り組みについては、道路建設業界も例外ではなく、特に道路工事に伴う舗装発生材の再利用の促進は、業界の課題として様々な試みがなされている。

舗装発生材の再利用率は「再生資源の利用の促進に関する法律（リサイクル法）」が平成3年に制定されて以来、年々高まっている。平成6年度の再生混合物の使用量は1,900万t（全混合物との比率25%）、平成7年度の使用量は2,300万t（全混合物との比率30%）であり、今後も再生材（舗装発生材）の再利用は高まるものと予想される。しかし、重交通における再生アスファルト混合物の耐久性は必ずしも充分なものでなく、交通条件が過酷な路線では、改質アスファルトを用いた混合物が使用されているのが実情である。今後、再生材をより広く普及させるためには、より交通量の多い箇所での適用を進めなければならないが、そのためには、再生混合物においても、改質アス混合物などの強度が必要である。

本報では高品質再生舗装の実現を目的とした再生混合物用改質アスファルトの開発経緯及び、当材料を用いた再生改質混合物を大阪府下の主要路線で舗設し、追跡調査を行った結果を報告するものである。

### 2. 再生合材用改質アスファルトの開発

#### 2.1 アスファルトプラントにおける再生アスファルト混合物の製造

現在、アスファルトプラントでは新材（約70%）と舗装発生材より製造される再生材（約30%）を混合して再生混合物を製造している。再生材には供用中に劣

化し、針入度が低下したアスファルトが付着しているため、新材に針入度の回復を目的として、通常より軟らかめのストレートアスファルト80/100もしくは通常のストレートアスファルト60/80に再生添加剤を加えたアスファルトが用いられている。再生混合物は通常の交通量の道路では、耐久性に問題はないが、昨今の主要道路では交通量及び交通荷重の増加が著しいため、再生混合物にもより高い強度が要求される。一般に重交通道路では改質アスファルトを用いた混合物が適用され再生混合物の使用は控えられているのが実情であるが、今後再生混合物の適用を過酷な重交通道路にまで拡げるためには耐流動、耐ひびわれの性能を向上させ、改質混合物並みの強度を得る必要がある。そのため、現在市販されている新規混合物用の改質アスファルトとは異なり、再生材との混合によっても強度を発現できる再生混合物用の改質アスファルトが必要となつた。

#### 2.2 再生混合物用改質アスファルト

##### 2.2.1 再生改質アスファルトの生成過程

再生混合物用改質アスファルトは新材に混合されるアスファルトである。実際に道路に供用される再生混合物は新材と再生材の混合により製造されるが、この時新材中のアスファルトと再生材中のアスファルトが混合されて、再生混合物中で道路に供用されるアスファルト（再生改質アスファルト）が生成される。再生混合物で舗装された道路の耐久性を考慮する上で、この再生改質アスファルトも高い強度特性を要求される。以下、図-1に再生改質アスファルトの生成プロセスを示す。

##### 2.2.2 再生混合物用改質アスファルトの目標性状

再生混合物は新材と再生材が7対3の割合による混合で製造されることが多いため、再生混合物用改質アスファルトも、その割合で再生材中の劣化アスファル

\*あおき ひでき 昭和シェル石油株式会社中央研究所

\*\*やじま こうじ 昭和シェル石油株式会社大阪支店アスファルト課

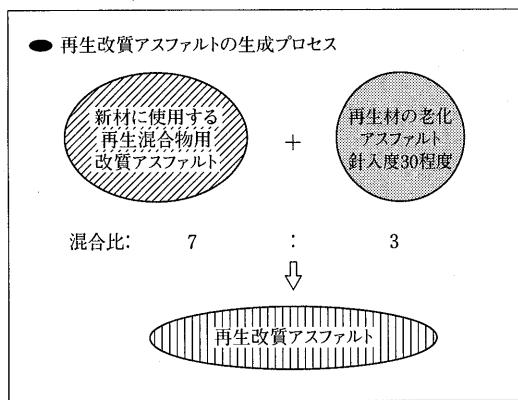


図-1 再生改質アスファルトの生成プロセス

トと混合されることを想定して開発を行った。下記が再生合材用改質アスファルトを開発するにあたって特に目標として考慮した事項である。

①改質II型の新規混合物と同等の混合物強度を発揮すること。

現在の過酷な道路状況を想定して、今回開発したバインダーを用いた再生改質合材の目標強度は改質II型アスを用いた新規合材と同等とした。

②劣化した（再生材に付着している）アスファルトとの高い相溶性。

合材の品質の安定には、短い混合時間で新材と再生材がよく混合される事が必要であり、老化したアスファルトとの高い相溶性を目指した。

③高いタフネス、テナシティ。

骨材飛散やクラックの発生を防止するために、バインダーの把握力を高めた。

#### ④高針入度、高軟化点。

低温特性、高温特性、長期供用性を考慮し、高針入度、高軟化点の材料とした。

また、再生材に付着している劣化アスファルトの性状にもバラツキがあるため、再生改質アスファルトも、ある程度劣化アスファルトの混合割合が多くても強度を発揮する性能を目指した。

#### 2.3 再生改質アスファルトの性状確認

性状評価に用いた再生改質アスファルトは、今回開発した再生合材用改質アスファルトと人工的に劣化させたアスファルトを混合して生成した。劣化アスファルトは再生材に付着した老化アスを想定しているが、これはストレートアスファルトを薄膜加熱(163°Cで12時間加熱)して、強制的に劣化させ針入度を低下させたものである。生成された再生改質アスファルトについては、再生混合物用改質アスファルトと劣化アスファルトを混合しその性状を確認した。表-1がその結果であるが、性状は改質II型アスファルトの規格にはほぼ準ずるもので、高い骨材把握力をもつ、軟化点が高く高温時のダレに対して高い抵抗性を示す等の特長を持つ。また、ストアス(60/80)並の針入度を維持し、高いタフネス、テナシティを発現していることも確認した。

##### 2.3.1 再生改質アスファルトの混合状況

しかし、実際の再生材では劣化アスファルトの付着量、性状も多様であるため、再確認として針入度がそれぞれ20及び30の劣化アスファルトと再生混合物用改質アスファルトを、その混合割合を変えて混合し、性状を測定し、今回開発した再生混合物用改質アスファ

表-1 再生改質アスの生成における各種アスファルトの性状

試験性状 試験料	① 再生合材用 改質アスファルト	② 人工劣化アスファルト * 薄膜加熱にて強制劣化	③ 再生改質アスファルト (①+②)	④ 改質アスファルトII型 規格値
針入度(25°C) 1/10mm	65	30	58	40以上
軟化点 °C	77.0	59.0	75.0	56.0~70.0
粘度(cSt) 140°C	924	452	714	
160°C	435		325	
180°C	236		167	
タフネス kg.cm	326		226	80以上
テナシティ kg.cm	276		173	40以上
伸度(15°C) cm	100+	7	92	100+
剥離面積率(cm²)	0	50		
混合温度 °C			174~182	
転圧温度 °C			158~166	

ルトに対し、劣化アスファルトをどれ程の量混入できるかを確認した。

### 2.3.2 針入度及び混合割合を変化させた劣化アスファルトと再生混合物用改質アスファルトの混合

表-2が今回の混合再確認試験に用いた各試料の性状、表-3に針入度20の劣化アスファルトと再生混合物用改質アスファルトを混合した場合、表-4に針入度30の劣化アスファルトと再生混合物用改質アスファルトを混合した場合の結果をそれぞれ示す。その結果、針入度20の劣化アスの混入割合が40%まで、針入度30の劣化アスの混入割合が50%までは、それぞれ改質II型の性状をほぼ維持できることを確認した。ただし、いずれの場合も針入度がかなり低下しており、再生材の混入割合を高めると、ひび割れ発生の懸念があるため、再生材の混入割合は20~30%程度とするのが望ましい。

なお、表-1の試験は製品の開発時に行っており、

表-2 混合用各種アスファルトの性状

アスファルトの種類	再生混合物用改質アス	劣化アスファルトPEN20	劣化アスファルトPEN30
針入度(0.1mm)	69	19	30
軟化点(℃)	88.5	63.5	57.0

表-3 再生混合物用改質アスファルトと劣化アスファルト(PEN20)の混合

試験項目	混合割合 (再生混合物用改質アス:劣化アス)			
	80:20	70:30	60:40	50:50
針入度(0.1m)	55	47	42	38
軟化点℃	81.0	80.0	60.5	60.0
伸度cm(15℃) (7℃)	100+ 51	100+ 49	87 19	75 10
タフネスkgf.cm	373	336	307	308
テナシティkgf.cm	320	284	233	218

表-4 再生混合物用改質アスファルトと劣化アスファルト(PEN30)の混合

試験項目	混合割合 (再生混合物用改質アス:劣化アス)			
	80:20	70:30	60:40	50:50
針入度(0.1m)	61	56	54	48
軟化点℃	73.0	60.0	58.0	57.0
伸度cm(15℃) (7℃)	100+ 61	100+ 53	100+ 45	100+ 28
タフネスkgf.cm	402	368	289	275
テナシティkgf.cm	345	305	229	208

表-2~4の試験は製品の開発2年後に行い、性状を改善した製品を使用したため、特にタフネス、テナシティは開発時より大きい値となった。

### 2.4 再生混合物用改質アスファルトの相溶性

再生混合物用改質アスファルト製造にあたっての留意点として、品質の均一性及び安定性がある。

ポリマー改質アスファルトにおけるポリマーとアスファルトの相溶性に関して光学顕微鏡を通しての撮影写真(オリジナルと150℃、7日後)を図-2~3に示す。

この撮影写真から理解できるように、品質の均一な開発品と均一でない試作品とが明らかに識別できる。均一な開発品では、温度の上昇に伴う組成変化が見られないが、不均一な試作品の場合、温度の上昇に伴う組成変化が著しい。

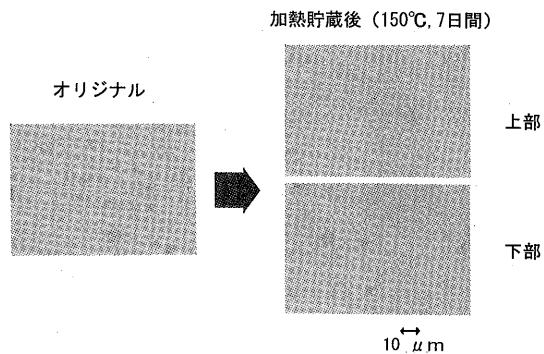


図-2 顕微鏡観察結果(加熱貯蔵安定性に優れた開発品)

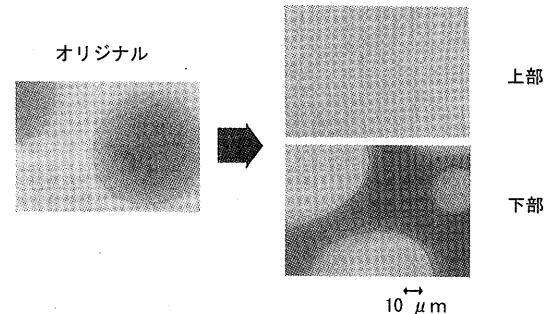


図-3 顕微鏡観察結果(加熱貯蔵安定性の悪い試作品)

改質アスファルトのアスファルトとポリマーの相溶性に関しては、アスファルトの組成、ポリマーの含有量、分子量、構造等の要素によって影響を受けることが知られているが、ベースアスファルトの芳香族及びアスファルテン含有量の影響については、一般的に、

芳香族の含有量が多すぎると、SBS系の場合、ポリスチレンドメインの凝集力を弱め、結果的に軟化点を下げ、耐流動性を低下させる。また、芳香族の含有量が低すぎ、かつエラストマーの添加量が十分でない場合も、耐流動性を低下させ、さらに品質を低下させる。

アスファルテン含有量のバランスも大切な要素であり、含有量の高すぎる場合は相分離を起こしやすくなり、また、含有量の低すぎる場合は、軟化点の低下、耐流動性の低下を引き起こす。

このように、均一性の悪い改質アスファルトは常温では均一に見えるものも、加熱溶融状態になると個々の原料の比重差や極性差により互いに反発しあい、相分離を起こす可能性が生じる。そして、相分離を生じると、上層部にはエラストマーフィーが、下層部にはアスファルト分が濃厚になる。

今回の「再生用改質アスファルト」の場合、改質II型に比較してポリマーコンテンツが高いため、「相溶性」に関してより一層の配慮が必要となる。

### 3. 再生改質アスファルト混合物の評価

#### 3.1 評価試験の概要

再生改質アスファルトのバインダーとしての性能を確認したので、次に混合物としての評価を、再生改質アスファルトを含む4種類のバインダーを使用した混合物の力学試験結果の比較によって行った。試験は通常プラントで行われる代表的な試験であるマーシャル、ホイールトラッキング、曲げの各試験で、概要是表-5の通りである。試験の対象である混合物は新規として①ストアス60/80混合物 ②改質II型混合物、再生混合物として③ストアス80/100 新材(70%)+再生材(30%) ④再生改質新材+再生材(30%)の4種類である。

表-5 混合物試験の概要

試験項目	試験条件
マーシャル試験 標準マーシャル 水浸マーシャル ホイールトラッキング試験	60°C 30分 60°C 48時間 試験温度 60°C 接地圧 6.4kg/cm <sup>2</sup> 試験温度 -10°C 載荷速度 50mm/min
曲げ試験	

#### 3.2 混合物各種試験の結果

道路の主な破壊の形態である流動とひび割れに対し、再生改質混合物が充分な耐久性を有しているかを確認することが混合物試験の目的である。表-6に試験結果を示す。

マーシャル試験については、各種混合物とも、満足する値であるので、ここでは説明を割愛する。まず、ホイールトラッキング試験結果については図-4に示す。この結果より、再生改質混合物は改質II型混合物と同等の強度を持ち、わだち掘れに対し強い抵抗性を示すことがわかる。次に曲げ試験であるが、これは図-5にその結果を示す。図中の左軸が曲げ強度を表し、右軸が破断歪みを表している。この結果より、曲げ強度は改質II型混合物と同等であり、破断歪みも大きく、

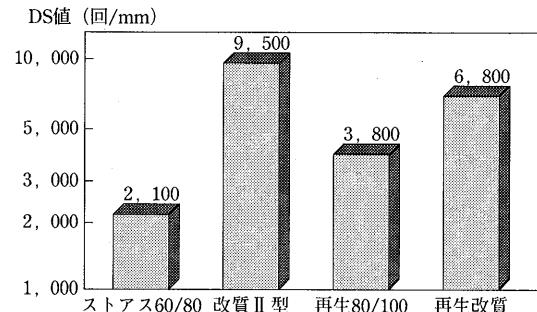


表-6 各種混合物試験結果

混合物の種類		密粒度アスファルト混合物 (20) アス量: 5.2%			
混合物の区分		新規混合物		再生混合物	
再生骨材配合率		30 %			
バインダーの種類	ストアス60/80	改質II型	ストアス80/100	再生改質	
マーシャル試験	供試体密度 g/cm <sup>3</sup>	2.390	2.391	2.372	2.395
	安定度 kgf	1,206	1,529	1,553	1,416
	残留安定度 %	79.9	81.5	87.5	86.9
	フロー値 1/100cm	27	31	33	31
ホイールトラッキング試験	DS値 回/mm	2,100	9,500	3,800	6,800
	圧密変形量 mm	1.60	1.44	1.98	1.70
曲げ試験	曲げ強度 kg/cm <sup>2</sup>	97.6	120.8	101.5	123.2
	破断歪み×10 <sup>-3</sup>	2.94	3.01	1.67	4.80

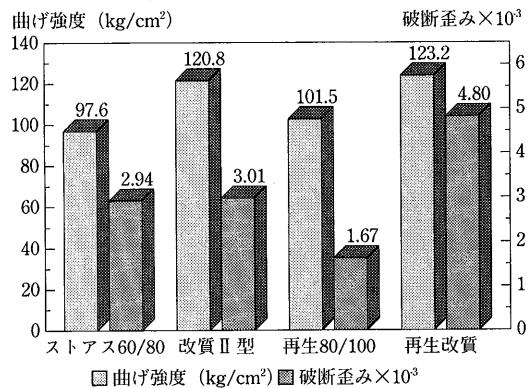


図-5 曲げ試験結果

高い曲げ強度及びたわみ性を有していることがわかる。従って、この再生改質混合物を用いた表層は下層部の動きに対する追従性が良く、骨材の飛散やクラックが発生しにくく予想される。通常の再生混合物では、ホイールトラッキング試験による動的安定度は満足する値を得られるが、反面、材質が固いことから、骨材の飛散やクラックの発生が多く見受けられる。再生改質混合物では、その点が大きく改善されており、低温時において舗装の供用性を維持できることを確認できた。

#### 4. 再生改質合材の試験施工

##### 4.1 試験施工の概要

室内試験における再生改質アスファルト及び再生改質混合物の試験を終え良好な結果を得たことから、実際の道路の補修工事にて、本再生材料の適用を行った。試験施工の概要は下記の通りである。今回の試験施工は補修工事の一貫でもあるため、他の改質アスファルト（改質II型、セミプローンアスファルト）の合材による舗装修繕も行った。

工事名 一般国道（旧）170号舗装補修工事

施工箇所：一般国道170号羽曳野－白鳥北間

施工日時：1994年3月30日

気温：6°C

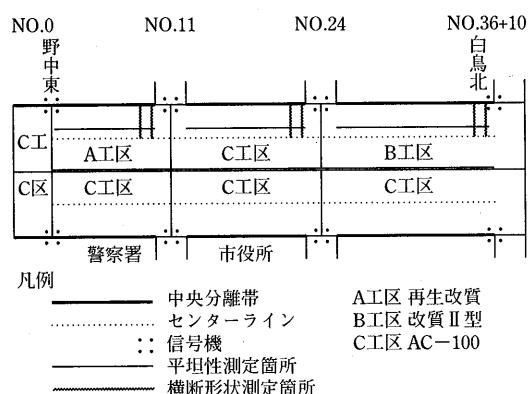
施工面積：2,358m<sup>2</sup>

層厚：5cm

工種：切削オーバーレイ

交通量区分：C交通

平面図：



同国道は羽曳野市街の中心を通る道路で、国道170号（大阪外環状線）からの流入もあり、大型車も比較的多い。施工前の状況は、わだち掘れの発生が目立っており、特に交差点付近のわだち掘れが顕著であった。

##### 4.2 混合物の配合及び合成粒度

混合物の配合及び合成粒度を表-7及び表-8に示す。混合物の種類はいずれも密粒（20mm）である。なお、再生改質合材の使用アスファルトは、再生材に含まれる旧アスファルト（1.4%）と再生合材用改質アスファルト（3.8%）である。

表-8 合成粒度一覧

	26.5	19	13.2	4.75	2.36	0.6	0.3	0.15	0.075
再生改質	100	98.1	83.1	58.5	40.3	24.1	15.6	7.4	4.8
改質II型	100	98.1	82.0	55.6	40.1	23.9	15.8	7.4	5.4
AC-100	100	99.6	83.1	57.7	40.3	25.1	15.6	6.9	5.3

##### 4.3 再生改質混合物の製造

通常の再生混合物は新材に加熱再生材を混入して製造するが、再生改質混合物も新材に混入するアスファルトが異なるだけで、製造の手順は通常の再生混合物と全く同じである。ただし、再生改質混合物では新材用のアスファルトと再生材のアスファルトの性状が大きく異なるため、それら二つの材料が室内試験と同様、現場のプラントにおいても充分混合されるか確認しな

表-7 配合一覧

	碎石5号	碎石6号	碎石7号	スクリーニング	粗砂	細砂	石粉	再生材	アスファルト
再生改質	17	23	9	11	—	7.5	2.5	30	(5.2)
改質II型	18	26	19	11	11	10	5	—	(5.2)
AC-100	17	29	10	15	13	11	5	—	(5.2)

がらの製造となった。

今回、再生混合物に付着していた劣化アスファルトの針入度は、30（1／10mm）で、この値は再生材に付着している劣化アスファルトの針入度の一般的な値である。また、混合温度及び締め固め温度は温度粘度曲線より、それぞれ174°C～182°Cと158°C～166°Cとした。

再生改質混合物の練り落とし時の状況写真-1の通りである。外見からは特に異常は見られなかった。粘度の高い合材の塊なども発見されず、新材と再生材が充分混合されていることから、再生用改質アスファルトと劣化アスファルトの相溶性の高さをアスファルトプラントにおいても確認できた。

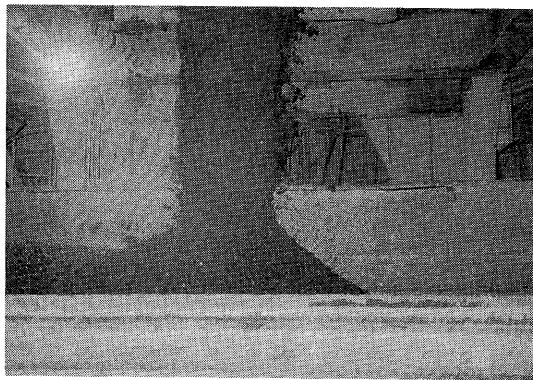


写真-1 再生改質合材の練り落とし状況

#### 4.4 再生改質合材の施工

施工も混合物の製造と同様、通常の施工機械で行った。施工の状況については写真-2、写真-3の通りである。再生改質混合物は改質アスファルト混合物と再生混合物の両方の性質を持つ材料であるため、それぞれ固有に発生する施工上の懸念事項については特に留意した。改質アスファルト混合物における高い粘度に起因するダンプ、ローラーへの付着、作業性の低下、

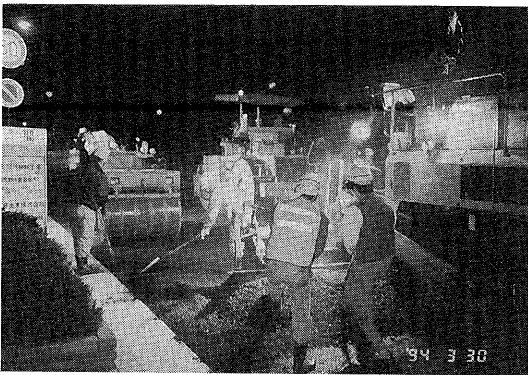


写真-2 再生改質混合物の施工

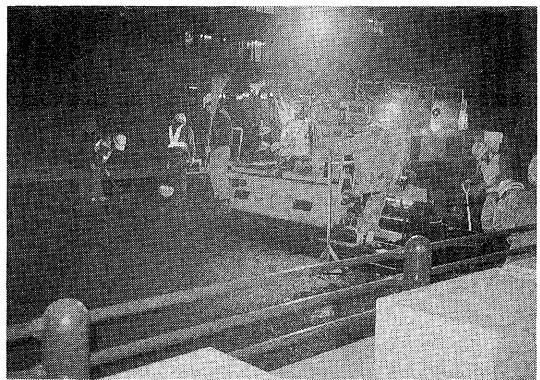


写真-3 再生改質混合物の施工

また再生混合物における低針入度劣化アスファルトに起因する合材のバラツキ、締め固めのしにくさなどを、今回の再生改質混合物の施工において注視したが、今回の施工ではそのような問題は特に発生せず、施工は滞りなく終了した。

### 5. 再生改質混合物による舗装の評価

#### 5.1 追跡調査の概要

再生改質混合物の評価は路面性状の追跡調査によって行った。比較対象として改質II型アスファルト混合物及びセミプロローンアスファルト混合物の路面性状の調査も行った。調査の概要は表-9、調査箇所は表-10、調査状況は写真-4の通りである。なお、平坦性、

表-9 追跡調査の概要

試験内容	調査試験方法
路面の状態 (外観、写真)	目視観察、写真撮影
平坦性	センターラインの1m外側(延長200m)、3mプロフィルメーターによる測定。
横断形状	停車線の3,11m手前各2箇所、横断プロフィルメーターによる測定。
ひび割れ	ひび割れ発生時に測定。

表-10 追跡調査箇所

項目	再生改質工区	セミプロローン工区	改質II型工区
調査区間	No.0～No.11	No.11～No.24	No.24～No.36+10
路面外観	区間全体	区間全体	区間全体
平坦性	区間全体1本	区間全体1本	区間全体1本
横断形状	2か所	2か所	2か所
路面の状況	1か所	1か所	1か所
ひび割れ	区間全体	区間全体	区間全体



写真-4 供用性調査

横断形状、ひび割れの各試験は舗装試験法便覧に準拠している。

### 5.2 追跡調査結果

追跡調査は施工後3年間（直後、6ヵ月、1年、3年）にわたって行う予定で、今回で6ヵ月及び1年後の調査を終了した。各舗装の供用性の評価は施工直後の路面性状との比較によって判断する。施工後1年の経過ではあるが、1年間の温度変化及び94年度夏期の異常高温を経ており、今回の測定結果は再生改質舗装の評価を行う上で、参考になるものと思われる。なお、比較対象のセミプローランアスファルト及び改質II型アスファルトの舗装は、それぞれ全国の各主要道路で使用され、道路の高品質化に効果を挙げているものであ

る。表-11に各調査の結果を示すが、路面外観、平坦性、横断形状とも良好な状況を保っている。特に懸念された、ひび割れの発生も見受けられなかった。

このように路面性状調査の結果から、再生改質舗装は各種改質アスファルト舗装と同等の耐久性を有することを確認できた。写真-5は、その供用状況である。

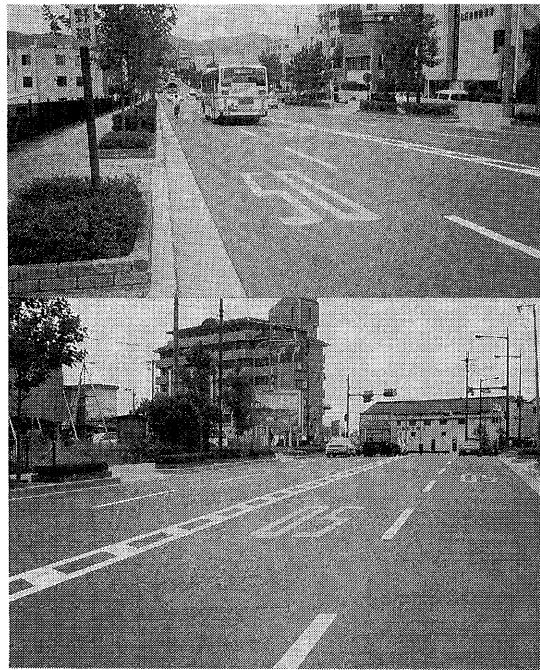


写真-5 再生改質混合物の供用状況（2年後）

表-11 路面性状調査結果

舗装種類	再生改質工区	セミプローラン工区	改質II型工区
調査区間	No.0 ~ No.11	No.11 ~ No.24	No.24 ~ No.36+10
路面外観／観察・写真撮影			
施工直後 (1994年4月)	異常なし	異常なし	異常なし
施工6ヵ月後 (1994年10月)	異常なし	異常なし	異常なし
施工1年後 (1995年4月)	異常なし	異常なし	異常なし
平坦性／3mプロフィルメーター路面凹凸量標準偏差σ (mm)			
施工直後 (1994年4月)	2.22	1.58	1.53
施工6ヵ月後 (1994年10月)	2.29	1.53	1.32
施工1年後 (1995年4月)	2.22	1.58	1.57
横断形状／横断プロフィルメーター凹凸量 (mm)			
施工直後 (1994年4月)	0 (11.5)	0 (5.2)	0 (5.8)
施工6ヵ月後 (1994年10月)	2.8 (14.3)	3.4 (8.6)	0.4 (6.2)
施工1年後 (1995年4月)	2.3 (13.8)	5.4 (10.6)	0.4 (6.2)
ひび割れ／発生状況			
施工直後 (1994年4月)	無し	無し	無し
施工6ヵ月後 (1994年10月)	無し	無し	無し
施工1年後 (1995年4月)	無し	無し	無し

## 6. まとめ

「再生混合物用改質アスファルト」の開発から実際の道路で使用し供用性を調査して得られた結論は下記の通りである。

- ①今回開発した再生合材用改質アスファルトは再生材に付着している劣化アスファルトとの相溶性がよく、劣化アスとの混合（混合比7：3）の結果生成される再生改質アスファルトも改質II型アスファルトとほぼ同等の性能を持つ。また、劣化アスの混合比を増やす、もしくは針入度の低いアスファルトを混合した場合も、改質II型の性状をある程度維持できる。
  - ②再生合材用改質アスファルトを使用した合材は、充分な対流動性及びたわみ性を持ち、改質II型合材とほぼ同等の性能を持つ。
  - ③再生改質合材のアスファルト合材プラントでの製造は通常の再生合材と同様である。
  - ④再生改質合材の現場における施工性は良好である。
  - ⑤施工1年後の供用性は他の改質アスファルト舗装と比較しても遜色無く、良好な路面性状を維持している。
- 以上、現段階において、本再生混合物用改質アスファルトが開発当初からの目的である「再生混合物を使用した道路の高品質化」を達成しつつあることを確認した。

## 7. あとがき

今後、資源の有効利用、廃棄物発生の抑制、環境の保全、リサイクルに関するニーズが益々高まっていくことは確実である。その一方で、重交通に対応した舗装も求められてきている。

従来、わだち掘れやひび割れの発生する恐れのある重交通道路には使用の控えられていた再生合材であるが、今回の「再生混合物用改質アスファルト」の開発により重交通道路への適用可能性が広がった。現在までの追跡調査の結果、D交通の箇所を含め、いずれの施工箇所においても良好な路面性状を保っていることから、さらに供用性の状況を観察し、時代のニーズに対応できる舗装材料の開発を推進していきたい。

## ——参考文献——

- 1) (社)日本道路協会「プラント再生舗装技術指針」平成4年12月
- 2) 青木、久保、板垣「高粘度改質アスファルトの開発」第20回日本道路会議論文集
- 3) Fractional Composition, F.Rostler, Bituminous Materials by Hoiberg
- 4) SICC, TR. 16. 「Thermoplastic Rubber and Bitumen Blends」

## 日本のアスファルト事情 1996年版

A5・52ページ・実費額 ¥800(送料実費)

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  
纂到しました。

ハガキにてお申込み下さい。

申込先 社団法人 日本アスファルト協会  
105 東京都港区虎ノ門1丁目21番8号  
秀和第3虎ノ門ビル

### 目 次

#### ★需 要

##### 用 途

需要の推移

#### ★供 給

##### 生 産

##### 流 通

##### 施 策

#### ★課 題

#### ★参考資料

品質規格、試験法、品質管理

アスファルト舗装の特長

アスファルト関連統計

道路投資額の推移

年度別舗装延長

主要諸国の道路事情

世界の国別原油確認埋蔵量

道路財源の推移

原油・石油製品のCIF単価

OECD諸国のアスファルト生産量・内需量

OECD諸国のアスファルト輸入量・輸出量

地域国別原油輸入状況

平成8～12年度石油需給計画

# カラーブラック

深田 芳\*

## 1. はじめに

「道路整備の新長期構想」の考え方を基本にして策定された「第11次道路整備五箇年計画」は、平成5年度からスタートし道路整備の基本的方向として、「豊かな生活の実現」と「活力ある地域づくり」および「良好な環境創造」を主要課題に設定している。さらに、これらの主要課題を実現してゆくため「道路技術五箇年計画」が策定され、『21世紀を目指す道路技術開発の基本的方向』として、7項目の主要技術テーマの開発・導入計画を掲げている。その中に、①渋滞・交通安全等の基本的な課題に対する新たな挑戦、②ゆとり、美しさ、人への優しさ、といった新たなニーズへの挑戦、の2項目が主要技術テーマにとり上げられている。ここで述べるカラー舗装（着色舗装）は、上記の基本的課題に大きくかかわり、21世紀の道路整備を支えてゆく一助として寄与するものと期待される。本稿では、高分子ポリマーと可塑剤を主成分とし、カラー舗装に用いる加熱混合物用の脱色バインダ（結合材）についてバインダの性状から混合物の製造および施工までの全般にわたり、標準的な技術について整理した。

## 2. 脱色バインダを用いたカラー舗装の変遷

アスファルト舗装要綱に「着色舗装」の名称が掲載されたのは、昭和35年の初版発刊以後、始めて見直し・修正のメスが入った改訂版発行（昭和42年12月30日）を機にしている。官公物図書に掲載、認知され、約30年の年輪を積み重ねてきたことになる。

さて、脱色バインダは欧米、特にアメリカで開発<sup>1)</sup>され、日本へは33年前の昭和37年（1962年）に始めて導入<sup>2)</sup>され、国内で輸入品の脱色バインダを用いたカラー舗装が十数ヶ所、施工された。

これを契機にバインダメーカーによる国産バインダを開発すべく取り組みが始まることになる。開発初期の国産品の脱色バインダを用いて施工したカラー

舗装は、仕上がり状態や耐久性などに問題・欠陥が認められ、多くの改良点が残されていることがわかった。しかし原因に対する解明は思うがままにはかどらず、改良されるまでに長らくの年数が費やされ、開発初期の技術の未熟さを露呈する結果になった。

さて、昭和45年（1970年）に大阪千里丘陵で開催された日本万国博覧会では、混合物を用いた工法や塗布材を用いた工法で、延べ約25.8万m<sup>2</sup>のカラー舗装が施工された。万国博覧会におけるカラー舗装の導入は、単に色彩効果を期待するものではなく、場内における展示地区や駐車場の区分、歩・車道区分、遊歩道区分、車輌誘導表示など、色彩の視認性による機能効果を積極的に活用するため、意識的に計画導入されたと報告<sup>3)</sup>されている。この万博をきっかけとして、遊歩道、園路および自転車道などの軽交通道路への適用が行われるようになり、全国的な普及が次第に始まった。

しかし、車道では試験施工程度にとどまり、未だ適用されるには至らなかった。その理由は、昭和50年代初期迄の市販品は、車道舗装の結合材に用いるストレートアスファルトと比較して軟弱な物性であったこと、さらに骨材粒度は細かくトペカもしくは修正トペカを適用していたため、流動変形が生じ易く、また、カラーの汚染も早いなどの問題点が解決されずに残されていたためである。経済成長の発展に伴い、脱色バインダおよびカラー舗装に対する性能向上技術には著しい進展が見受けられ、ストレートアスファルト同等品質にとどまらず改質アスファルトI型、II型、さらには高粘度改質アスファルト相当品として車道用カラー排水性舗装に用いる高粘度脱色バインダなどが開発されている。また骨材の分野に於いても他種類のカラー骨材と併用する工夫が進められ、車道への適用・展開を可能にした。

平成8年度のカラー舗装用脱色バインダの製造メーカーは8社<sup>4)</sup>で、平成7年度景観舗装としての美化や、

\*ふかた かおる 日進化成株式会社第一技術研究所部長

道路の機能、安全対策を目的に使用された脱色バインダーの国内需要量は約10,000tonと推測される。

### 3. バインダの性状と特性

市販されている脱色バインダの性状は、使用する原材料や配合などの違いにより、各製造メーカーにより異なりはあるものの、ストレートアスファルト(60~80)、改質アスファルトI型、II型および高粘度改質アスファルトなどに相当する4種類の等級に分類することが出来る。

4種類のバインダについて、その代表性状例と適用分野を以下に整理した。

#### 1) ストレートアスファルト(60~80)相当品

ストレートアスファルト(60~80)のJIS規格に合格する性状であり、適用分野は、歩道・自転車道・広場および一般車道などを対象に使用されている。

バインダの性状例を表-1に示した。

表-1 ストレートアスファルト(60~80)相当品代表性状例

試験項目	脱色バインダ	アスファルト(60~80)の規格
針入度(25°C) [1/10mm]	72	60~80
軟化点 [°C]	49.5	44.0~52.0
伸度(15°C) [cm]	100 +	100以上
三塩化エタン可溶分 (%)	99.9	99.0以上
引火点 [°C]	284	260以上
薄膜加熱質量変化率 (%)	-0.38	0.6以下
薄膜加熱針入度残留率 (%)	59.7	55以上
蒸発後の針入度比 (%)	100.0	110以下
密度(15°C) [g/cm³]	1.024	1.000以上

#### 2) 改質アスファルトI型相当品

アスファルト舗装要綱「(社)日本道路協会」に示され、主たる使用目的をすべり止め、耐摩耗とするゴム・熱可塑性エラストマー入り改質アスファルトI型の標準的性状に合格し、適用分野は歩道・自転車道・広場および一般車道などで、ストレートアスファルト(60~80)相当品と同様の分野で用いられている。バインダの性状例を表-2に示した。

#### 3) 改質アスファルトII型相当品

アスファルト舗装要綱で主たる使用目的を耐流動、耐摩耗、すべり止めなどとするゴム・熱可塑性エラストマー入り改質アスファルトII型の標準的性状に合格し、適用分野はC交通程度までの車道を対象に

用いられている。バインダの性状例を表-3に示した。

表-2 改質アスファルトI型相当品代表性状例

試験項目	脱色バインダ	改質アスファルトI型
針入度(25°C) [1/10mm]	75	50以上
軟化点 [°C]	56.5	50.0~60.0
伸度	(7°C) [cm]	60
	(15°C) [cm]	—
引火点 [°C]	277	260以上
薄膜加熱針入度残留率 (%)	82.3	55以上
タフネス(25°C) [kgf·cm] (N·m)	185	50(4.9)以上
テナシティ(25°C) [kgf·cm] (N·m)	120	25(2.5)以上

表-3 改質アスファルトII型相当品代表性状例

試験項目	脱色バインダ	改質アスファルトII型
針入度(25°C) [1/10mm]	56	40以上
軟化点 [°C]	62	56.0~70.0
伸度	(7°C) [cm]	—
	(15°C) [cm]	90
引火点 [°C]	280	260以上
薄膜加熱針入度残留率 (%)	81.5	65以上
タフネス(25°C) [kgf·cm] (N·m)	310	80(7.8)以上
テナシティ(25°C) [kgf·cm] (N·m)	206	40(3.9)以上

#### 4) 高粘度改質アスファルト相当品

ここ3年前に車道カラー排水性舗装用の高粘度脱色バインダが開発<sup>5)</sup>され、バスレーンを中心とした重交通道路での施工・供用<sup>6)</sup>が既に各地域で行われている。バインダ性状例<sup>5)</sup>を表-4に示した。60°C粘度とタフネスが大きく、感温性(PI)に鈍く、低温でのフレキシブル特性などを特長としている。

これらの脱色バインダは、石油樹脂と可塑剤を主成分とし、他にスチレン・ブタジエンゴム(SBR)やスチレン・ブタジエンブロックポリマー(SBS)、スチレン・イソプレンブロックポリマー(SIS)、エチレン・酢酸ビニル共重合体(EVA)、エチレン・エチルアクリレート共重合体(EEA)などの熱可塑性エラストマーを単品または併用して、ストレートアスファルトもしくは改質アスファルトの物理的性状に類似するよう、

表-4 高粘度改質アスファルト相当品代表性状例<sup>5)</sup>

試験項目	開発品	比較品
	高粘度脱色バインダ	高粘度改質アスファルト
針入度(25°C) [1/10mm]	41	45
軟化点 [°C]	87.5	86.5
伸度(15°C) [cm]	100+	76
蒸発質量変化率 (%)	-0.1	+0.01
薄膜加熱質量変化率 (%)	-0.6	+0.06
薄膜加熱針入度残留率 (%)	104.9	82
60°C粘度 [poise]	1,390,000	224,000
密度(15°C) [g/cm³]	0.988	1,021
タフネス(25°C) [kgf·cm]	469	291
テナシティ(25°C) [kgf·cm]	115	219
動粘度 [cSt]	(140°C)	2,460
	(160°C)	1,070
	(180°C)	525
	(200°C)	337
		1,910
		789
		388
		199

製造・加工したものである。

以上のような原材料を用いて製造・加工された脱色バインダの持つ大きな特性は、

1) 薄膜での透明度が高く、着色性能と発色性能に優れるので、諸種の着色が可能となり、舗装の明色化が図れる（少量の顔料を添加して赤色、弁柄色、青

色、緑色、黄色および白色などを主とする着色型カラーブラックや骨材の持つ色調を強調した自然色型カラーブラックへの対応）。

- 2) バインダの種類は舗装用のストートアスファルト(60~80)のJIS規格、アスファルト舗装要綱の改質アスファルトI型、II型の標準的性状、さらに高粘度改質アスファルト相当品など、品種が備わっているので、アスファルト舗装の種類別への適用性と同様の対応が図れる（実用性と多用な適用範囲への対応）。
- 3) 混合物の製造や舗装の施工は、ストートアスファルトや改質アスファルトの取り扱いと同様のフローで作業が行える（良好な作業性と汎用性）。などがあげられる。

#### 4. 混合物の性状

混合物の性状は、加熱アスファルトもしくは改質アスファルト加熱混合物などとほぼ同等の物性能を有している。前記の表-1～表-4で示したバインダ等級別について、混合物性状の例を表-5に示した。

#### 5. 施工

##### 5.1 混合物の種類と配合設計

混合物の種類および配合設計は、アスファルト舗装要綱「4-5 基層および表層加熱アスファルト混合物の配合設計」に準拠して行う。着色のために用いる

表-5 混合物の性状例

種別 項目	ストレート アスファルト (60~80)相当品	改質アスファルト I型相当品	改質アスファルト II型相当品	高粘度改質 アスファルト相当品 <sup>6)</sup>
顔料添加量 (%) 「色」	2 「赤／白=1.5/0.5」	2 「緑」	2 「弁柄」	3 「赤」
混合物	密粒度(13)	密粒度(13)	密粒度(13)	排水性混合物
バインダ量 (%)	5.5	5.5	5.4	4.5
突固め回数(両面) (回)	50	50	75	50
空隙率 (%)	3.7	3.7	4.1	20.2
安定度 [kgf]	1,150	1,190	1,410	594
フロー値 (1/100cm)	26	28	27	—
水浸残留安定度 (%)	87.0	85.3	85.7	89
透水係数 ( $\times 10^{-1}$ cm/s)	—	—	—	1.07
カンタプロ損失量 (%) (20°C) 300回	—	—	—	8.7
ラベリングスリヘリ量 (-10°C) (cm <sup>2</sup> )	2.1	1.8	1.7	—
動的安定度 (60°C) (回/mm)	1,050	1,420	3,200	6,450

顔料は、耐熱性と耐候性に優れている無機顔料を用いるのが一般的で、その添加量は1.5~4%，石粉の一部と見なして置き換える。

排水性舗装用混合物については、アスファルト舗装要綱「9-5-4」に示される標準的な粒度範囲に準拠して行う。

歩道、自転車道、広場など軽交通道路に適用するカラー舗装は、骨材に脱色バインダと顔料を添加した混合物が用いられている。しかし交通量の多い車道では、わだち集中箇所の摩耗促進が早いために粗骨材色がレンン状に露出してしまい、顔料による着色だけで対応することは、カラー耐久性の面で困難となる。

そこで、長期にわたって色彩を維持する方法として、顔料とカラー骨材（天然骨材、人工焼成セラミック骨材）の併用が行われている。

カラー骨材は、使用する粗骨材の最大粒径と置き換え、その混入率は30~50%が一般的である。

配合設計における混合物の製造温度や供試体作成の締固め条件などは、脱色アスファルトの粘度～温度曲線から求めた温度、もしくはメーカーの指定する温度で行われている。

## 5.2 プラントでの混合物の製造

加熱混合物製造プラントに脱色バインダを供給する方法は、プラント設備機能にあわせ、次に示した3通りの方法で主に行われている。

- 1) 配管ライン（油送パイプ）にローリー車のホースを接続して供給する方法
  - 2) プラント計量信号とローリー車のポンプを、配電制御盤を通じて計量槽に直接供給する方法
  - 3) プラントの専用タンク（ケトル）に供給する方法
- カラー混合物の製造は、加熱アスファルト混合物の製造方法に準じて行われるが、明色を重視しているので、下記した事項に留意することが必要である。
- 1) プラントにおけるタンク（ケトル）、配管ライン、ポンプなど、アスファルトが付着しているものは重油でよく洗浄し、混合ミキサーは重油で洗浄後、焼骨材で再度汚れを除去する。
  - 2) 混合の順序と温度は、色調の変化に影響を及ぼすので十分に注意し、温度は過熱にならないよう管理を行う。混合物製造工程のフローの例を図-1に示した。
  - 3) 最初の1バッチは、所定の色調が得られにくいので、サンプルと比較して不適当な場合は廃棄する。

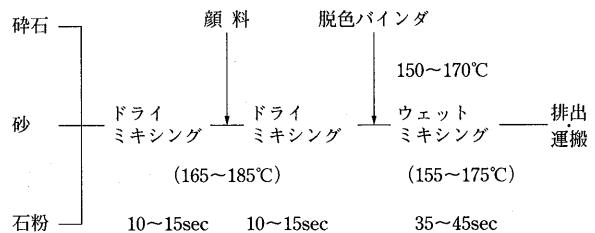


図-1 混合物製造工程のフロー例

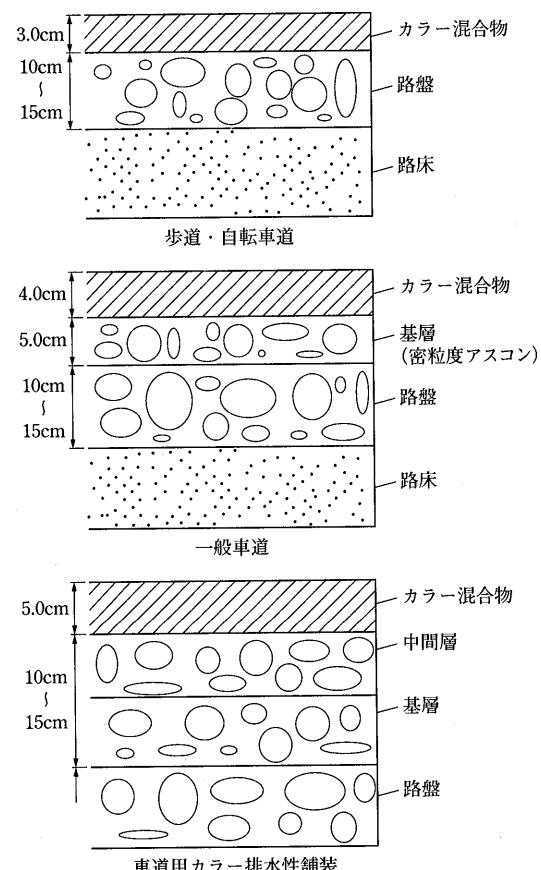
## 5.3 運搬

カラー混合物の運搬は、アスファルト加熱混合物の搬入と同じ方法で行うが、混合物の色調が汚れにより損なわれることがないように、運搬車両の荷台は、重油、灯油などで事前に洗浄しておくことが必要である。

## 5.4 舗設

### 5.4.1 舗装構造

舗道・自転車道、一般車道および車道用カラー排水性舗装などに適用される舗装構造の例を図-2に示した。



舗装構造の設計厚さは、アスファルト舗装の設計方法と同じにして、表層混合物をカラー混合物に置き換える方法で行われている。

カラー舗装の厚さは、作業性や表面仕上がり状態および経済性などの観点から、重交通路線を除外して3～4cmで行われているのが一般的である。

#### 5.4.2 タックコートおよびプライムコート

アスファルト乳剤が一般的に用いられているが、車道用カラー排水性舗装の場合はゴム入りアスファルト乳剤が用いられる。また脱色バインダを水中に乳化・分散させた脱色乳剤を使用する場合もある。いずれもタックコートの場合で撒布量は、0.3～0.5kg/m<sup>2</sup>、プライムコートで0.8～1.2kg/m<sup>2</sup>を目標に行われる。脱色乳剤は、厚さ2.0～2.5cm程度の薄層舗装を行う場合に適用されるケースが多い。これは、薄層舗装にアスファルト乳剤を用いると、混合物の舗設作業時に黒色に汚染され易く、これを防止するためである。

#### 5.4.3 敷き均し・転圧

舗設にあたっては、フィニッシャ、マカダムローラ、タイヤローラおよびレーキなどの施工機械・道具を、重油や灯油などを用いて汚れを取り除き、清浄にして用いる。また、敷き均しや転圧の作業はカラー混合物の温度が低下しないうちに、所定の温度範囲内ですみやかに行う。なお、夜間作業は出来るだけ避け、昼間に舗設するのが望ましい。

特に薄層舗装の場合は、混合物の温度低下が早いので、密度不足や仕上がり表面の粗面化など招くことがないよう、敷き均しおよび転圧時の管理・注意が必要で、また冬期における施工は避けた方が良い。鉄輪ローラやタイヤローラによる転圧時にカラー混合物が付着する場合は、水またはセッサク油乳剤を用いて防止を行い、灯油や軽油などのオイル類を使用してはならない。等級別のバインダを用いた混合物の施工温度を表-6に、また遊歩道、商店街路およびバスレーンへ

の適用例を写真-1～3に示した。



写真-1 自然色密粒度 (奈良県高松塚)

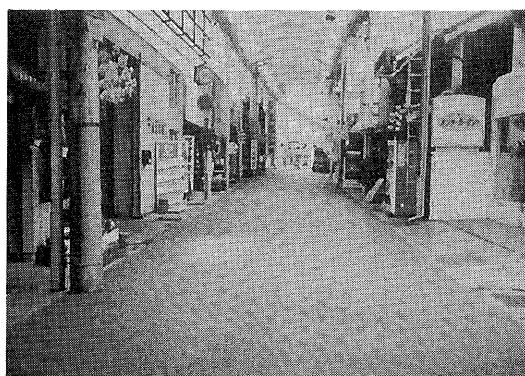


写真-2 グリーン細粒度 (兵庫県山崎町)

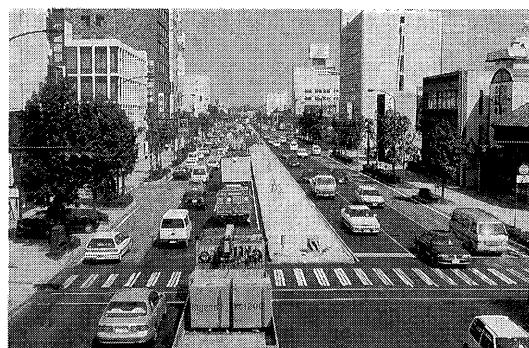


写真-3 ワインカラー排水性粒度 (広島県福山市)

表-6 施工温度の例

混合物の種類 項目	ストレート アスファルト (60～80) 相 当 品	改 アスファルト I型相当品	改 アスファルト II型相当品	高粘度改質 アスファルト 相 当 品
敷均し温度 [℃]	140以上	150 以上	150 以上	150 以上
一次転圧温度 [℃]	130～150	140～160	140～160	140～160
二次転圧温度 [℃]	110以上	120 以上	70～90	70～90
交通開放温度 [℃]	50～60以下		60以下	

(注) 玉砂利などを骨材に用いた自然色混合物は、転圧時の安定性が良くないので、表-6中の転圧温度に比べ、低温側で行い温度管理への注意が必要である。

## 6. 維持管理

ゆとり、美しさ、人への優しさなどの感性を大事にして、道路に適用される諸種類の景観舗装材全般にあってはまることがあるが、美的表現力を有するものは、汚れが目立ち易いことにある。特に代表的な例としては不特定の人通りの多い箇所でのガムやタバコの吸い殻などによる汚染である。放置し続けると見苦しくなり、感性が逆に損なわれてしまう結果にもなりかねない。カラー舗装も同様であり、そこで下記したような対策、配慮などが必要となる。

- 1) カラー舗装を実施するふさわしい場所を選び、適用する。
- 2) 施工後の復旧・埋設工事などは、できる限り少ないこと。
- 3) 汚染防止や抑制対策用として、注意喚起の標示標識や備品などの設置も必要である。また計画的な巡回点検や時には清掃などの管理も重要である。
- 4) 汚れ、復旧工事および破損などから補修工事に迫られる場合は、補修による色彩の違和感を少なくする方策として、あえて補修面積は大きく拡大して行

うなどの配慮も必要である。

## 7. おわりに

脱色バインダを用いたカラー舗装は、周囲の景観にマッチした舗装空間を容易に創出し、混合物の製造から施工までアスファルト舗装とほぼ同様の取扱い方法で行え、迅速施工、優れた耐久性、比較的安価なコストなどの多くの特長を備えている。遊歩道、自転車道、歴史の古い道路、広場、コミュニティ道路など、周辺との調和、地域個性としてのイメージ的表現、親しみ、うるおい、快適性の創出などを目的とする景観舗装材料として、また景観への配慮を兼ねた耐流動対策、トンネル内や交差点付近での安全対策、バスレーンやインターチェンジおよびサービスエリアへの誘導対策など、車道への適用も益々拡大してゆくものと期待したい。

今後もさらなる改良・開発および創意工夫に努め、脱色バインダの技術研鑽と普及展開の推進に向けた取り組み活動を図ってゆく所存である。

## — 参考文献 —

- 1) (社)日本道路協会編：日本道路史, p.1171.
- 2) 鈴木、森：「カラー舗装について」第7回日本道路会議論文集、昭和38, p.407.
- 3) 西、巻内、須崎：「日本万国博覧会場におけるカラー舗装」道路、昭和45.8, p.30.
- 4) (財)建設物価調査会：建設物価、平成8.8, p.185.
- 5) 根本、笠原、村上：「車道カラー排水性舗装用高

- 粘度脱色バインダの開発」第20回日本道路会議論文集、平成5, p.666.
- 6) 原田、若槻、斎藤：「高粘度脱色バインダを用いたバスレーンカラー排水性舗装」第21回日本道路会議論文集、平成7, p.478.
- 7) (社)日本道路建設業協会：バスレーンのカラー舗装化の手引き（案）、平成6, p.4.



# インターネットと舗装工学（第2回）

姫野 賢治\*

## 1. はじめに

前号から、「インターネットと舗装工学」と題して、インターネットとはどのようなもので、舗装に携わる研究者、技術者にとってどのような使い道があるのかというようなことを紹介し始めた。前号では、インターネットの概要とそのうちのe-mail（電子メール）について、若干の説明をした。

俗に、インターネットにおける5大アプリケーションと呼ばれるものがある<sup>1)</sup>。前回紹介した(1)e-mailのほかに、(2)World Wide Web、(3)FTP、(4)telnet、それに(5)NetNewsである。今回は、(1)e-mailについて前回説明の足りなかった分を補足した後で、インターネットと言えばネットサーフィンと考えていらっしゃる方も多いように、インターネットの花形である(2)World Wide Web、通称WWWについて説明をする。

上に示した種々のアプリケーションの価値をどのように捉えるかは人によってまちまちであり、たとえば立花隆<sup>2)</sup>は、「e-mailは単なる電話の延長」であると言い切り、その著者や対談の多くはWorld Wide Webに大変な労力を投入しているのに対し、野口悠紀雄<sup>3)</sup>は、e-mailをファクスと併用する仕事法を強く勧めているとともに、WWWについては、情報の伝達速度が遅い上に、情報の質の悪さを懸念している。そして、どちらもFTP、telnet、NetNewsにはほとんど言及していないのである。小生の私見では、FTPとtelnetは、ともにe-mailやWWWに匹敵する価値があると思っているし、NetNewsについても相当の使い道があると思うので、次回にまとめて触れる予定である。

## 2. e-mailについての補足

e-mailでは、パソコン上で作成した文書がTCP/IP（Transmission Control Protocol/Internet Protocol）という通信の取り決めに従って、電話回線のほか、無

線、衛星通信等を通じて相手に送られる。このため、紙を使わずに作成した文書を使用するコンピュータの種類に依らずに送受信することができる。文書の具体的な送受信は、メールサーバと称するコンピュータが行っている。なお、ここでいう文書とは、パソコンやワープロで作成されたテキスト型式のファイルと同義語と考えて差し支えない。

前回特に触れなかつたが、たとえばWindows95でダイアルアップ接続をするには、まず、「マイコンピュータ」の中の「ダイアルアップネットワーク」を開き、プロバイダ用に定義した接続用のアイコンをクリックして電話をかけ、パソコンをインターネットの世界とつなげるという操作が必要になる。学校関係では、文部省と学術情報センターの援助により、指定した端末が電話回線を介さずに、イーサネットボードで常にインターネットにつながった状態になっていて、この操作は必要ない。この状態でメーラと称するメールの送受信ソフトを立ち上げればよい。

メールの宛先は、e-mailアドレスと呼ばれていて、メールを送信するたびにメーラでこの宛先を指定したりアドレス帳から呼び出すことになる。e-mailアドレスは、ユーザ名、ホスト名およびドメイン名から成り立っていて、固有名詞を含めて通常すべて小文字の英数字で表す習慣がある。たとえば、小生が通常使用しているe-mailアドレスは、「himeno@highway.civil.hokudai.ac.jp」であるが、この場合、「himeno」がユーザ名、「highway」がホスト名、「civil.hokudai.ac.jp」がメイン名に当たる。

この宛先を普通の郵便に例えると、ユーザ名は、端末を利用する人の名前を、ホスト名は座席の名前を、ドメイン名は会社などの組織の名前を表していることになる。ここで、ドメイン名とは、ある地域または領域の名前という意味で、国や都道府県など特定の地域

\*ひめの けんじ 北海道大学工学部土木工学科助教授 工博

e-mail: himeno@civil.hokudai.ac.jp,GCA01104@niftyserve.or.jp,BJE41134@pcvan.or.jp

や、企業や学校といった組織の種類、あるいは部や課といった組織内の階層ごとに名称を決めるのが一般的である。「civil.hokudai.ac.jp」というドメイン名は、北海道大学土木工学科のもので、この場合、jpは日本という国、acは学校、hokudaiは北海道大学に割り当てられた名前を表している。国名は2文字で表すISO3166の規定に従うが、インターネット発祥の地であるアメリカの場合にはつけないことが多い。ユーザ名は、ユーザが自由に決めることができるが、e-mailアドレスは全世界で同一の名前は許されず、ユーザ名の申請は早いもの勝ちの世界である。

パソコンなどの端末からメールサーバに送られたメールは、一番近い経路を通って、受信者のドメイン名に対応するメールサーバに届けられる仕組みになっている。サーバが回線接続している別のサーバのドメインから、また次の別のドメインへとパケツリレー的に送られて行く。仮に途中の回線が故障していても、別の経路を通って迂回していくようになっており、接続されている線が細ければ、太くて流れの良いところを通って行く。

相手のメールサーバに届いたメールは、ホスト名で指定された端末がインターネットの回線に接続し、メールが立ち上がって端末に届けられるまで、保存をするか、システムによっては数日後送信者に返送される。

アメリカやヨーロッパにe-mailを送ると国際電話代が大変なのではないかと訊かれることがあるが、インターネットは、相手に直接電話をかける訳ではなく、自分の契約したプロバイダのアクセスポイントまでの通信費用を負担するだけだ。情報はパケットという単位に分割して送られるため、複数の利用者が一つの回線を共有でき、一本の専用回線を何百、何千という人たちで共同利用することで、コストダウンが可能となっているのである。

### 3. WWW (World Wide Web) とはなにか

次に説明するのは、WWW (World Wide Web) である。「ダブリューダブリューダブリュー」と呼んだり、「トリプルダブリュー」と呼んだりされるが、会話の中では単に「ウェブ」と言われることが多い。1993年から始まったインターネットブームの立役者であり、インターネットといえばWWWのことだと思っている方も多いであろう。ひと頃流行ったインターネットカフェというのも、基本的にはこれを見るための端末が用意された喫茶店と考えて良い。

WWWで表示される情報を「ホームページ」という。昨今は、このホームページを持たない人を「digitally homeless」と呼ぶことがあるようだ。WWWは、全世界のインターネットの利用者に情報を提供できるという画期的なものである。ただし、全世界の人々に同時にメールを出すような行為をするわけではなく、自分のホームページアドレスを公開して、関心のある人からこちらに情報を取りに来てもらうという感覚が近いであろう。実際には、ホームページを常に全ての人にオープンにしておいて、アクセスする意思を表示する人が現れたら、希望どおりに情報を提供するというのが正しいであろうか。これに対して相手に完全に自分のドメインにまで入り込んでもらい、ハードディスクの中のファイルをコピーしてもらうという行為が次回に説明を予定しているFTPと呼ばれるものである。

WWWは、インターネット上にあるあらゆる種類のデータを自由に組み合わせてグラフィカルに操作できるようにした仕組みである。利用者は、ブラウザと称する閲覧用のソフトを実行させ、特定のホームページにアクセスすると、その情報が端末の画面やスピーカなどに表示される。もともとはスイスの欧州合同原子核研究機関が開発したシステムであったが、1993年にアメリカのNational Center for Supercomputing Applicationsの学生が、グラフィカルな操作性を備えたブラウザ、Mosaicを発表し、爆発的な人気を呼び起した。このMosaicの開発スタッフの一部の人が作った会社が、今Microsoft社とともにこの分野を騒がせているNetscape Communications社であり、同社の提供するNetscape Navigatorは現在もっとも高機能でWWWの事実上の標準ソフトといわれている。これを、Microsoft社がInternet Explorerというソフトで追随しているという図式が現時点では正しいだろう。

ただ単に文字だけの情報しか見ることができなかつたときに、オンラインで静止画像を取り込めるMosaicが公開されて爆発的にヒットしたように、音声や動画などを表現できるように各ブラウザが徐々にバージョンアップをし続けている。理論的には、アメリカにいる人と仮想現実的な握手をしたり、キスをしたりすることもできるという。

国産のブラウザもあり、電話代が高い国情に配慮して、まず電話のつながったオンライン状態で高速にどんどんと情報を取り組んで、電話回線を切った後にオフラインでゆっくりと閲覧し直せる機能や、英文を和

文に翻訳する機能をもったソフトがある。

次にWWWの具体的なイメージを説明しよう。WWWにアクセスするには、電話回線を繋いだ状態で、上述のNetscapeや、Internet Explorerを起動すればよい。そして、目標のURLを入力するだけである。URLは、Uniform Resource Locatorの略で、普通は「ユーハークルエル」と発音し、対象とするデータの種類と場所の両方を表示するものである。ホームページにアクセスしたいのであれば、データの種類に「http://」がFTPを行いたいのであれば、「ftp://」が、また、オフラインで自分のディスク内の画像データやホームページの情報を見なければ、「file://」が頭に付く訳である。

URLに、たとえば「http://www.hokudai.ac.jp」と入力する場合の具体的な意味は、これから、「hokudai.ac.jp」というドメインにある「www」というサーバの「http」というプロトコルでサービスされている情報にアクセスすることを意識的に示したということである。http (hyper text transfer protocol) はWWWにおいて情報をやりとりする取り決めであり、これによって、html (hyper text markup language) という言語で記述されたホームページの情報を受け取ると、それをきちんと表示できるようになるわけである。したがって、ホームページを作る側も、普通はhtmlという言語を使うことになる。

URLに「http://ctil.volpe.dot.gov/ohim/welcome.html」のように、ドメイン名のうしろに「/」で区切って文字列を続ける場合があるが、これはそのサーバとして動いているコンピュータのディレクトリとファイル名を具体的に指定しているのである。上の例では、UNIXマシンのohimというディレクトリの中にwelcome.htmlという、html言語で記述したファイルがあって、そのファイルの内容を読み込むという指示を与えたことになる。ちなみに、このURLは、アメリカのFHWAの挨拶のページのものである。相手のサーバコンピュータがUNIXではなく、Windowsマシンであれば、ファイル名の拡張子は「.htm」と3文字になる。

少々わかりにくいが、WWWにアクセスしたければ、取り敢えずは、URLの頭には必ず「http://」が付くものであると覚えておけばよい。そして、その次にそのホームページのサーバ名とドメイン名を続ければよい。北海道大学のURLは、「http://www.hokudai.ac.jp」であり、読売新聞であれば、「http://www.yomiuri.co.jp」である。このように、多くの場合、サーバ名は「www」となっているが、これは、ここがWWWのサ

イトであることを分かりやすくするために意識的につけているだけで、例外が非常に多い。

#### 4. WWWによるホームページへのアクセス

今この原稿はニュージーランドで書いているのであるが、ここに旅立つ前に、当地で聞けるNHK Radio Japanの日本語短波放送の周波数帯と番組のプログラムを知りたかった。以下にこれを実際に調べた例を示そう。

まず、NHKのラジオジャパンのホームページのURLが知りたいところであるが、普通なら電話帳のようなものはないかと捜すところであろう。実際に、いろいろなところでいろいろなURLリストが出版されているが、ホームページは世界中でどんどん作られ、また、更新され、場合によっては整理統合されたりして激しく進化しているので、このようなリストはすぐ陳腐化して役に立たなくなると思ってよい。何よりも最大の欠点は情報の漏れであろう。ではどうしたらよいかと言えば、一般には検索エンジンと称するWWWを利用するのである。検索エンジンは、いくつかのキーワードを入力すると、そのキーワードに関連するホームページを瞬時に検索してくれるサービスである。

検索エンジンにも多くの種類があるが、小生は日本国内の場合、「http://www.yahoo.co.jp」というものを愛用している。このURLを入力すると、図-1のような画面が現れる。ここのキーワードという欄に、適当な用語を入力すればよい。今回は、「短波」というキーワードを入力してみると3件がヒットして、このうち

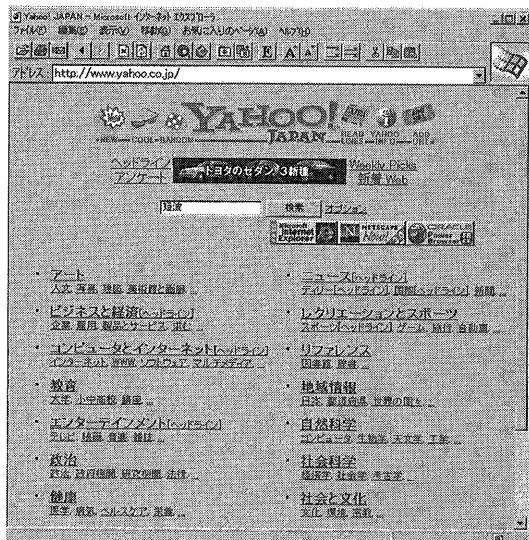


図-1 検索エンジン「Yahoo Japan」の初期画面

の「かずあきのホームページ」という、多分、短波放送マニアが個人で開設しているものに入り込んで、少々動き回ることにより、無事にお目当ての情報が入手できたという次第である。ただし、残念ながら、当地での短波放送の受信は、ホテルの位置や向きなどの関係か、なかなかうまく行かない。

なお、ここで動き回るということの意味であるが、画面でアンダーラインが引かれているところとか画像の上にマウスを移動すると、マウスポインタの形が「手」の形になるところがあるはずである。そこでWindowsマシンの場合左ボタンをクリックすると、html言語の特徴を利用することにより、そこを入り口とした次の世界に入り込むことができる。動き回るとは、このようなことを指したのである。丁度、パソコンのファイル管理をするときに一つ下位のフォルダーやディレクトリに下りたり、また上に戻ってきたりと階層を上下することがあるが、雰囲気はとても良く似ている。ひとつ大きく違うことは、そのマウスが手の形になったところから飛び出した先は、自分が今アクセスしているコンピュータとは限らないということである。外国のサイトに飛び出してしまうこともある。

このように、ホームページを設計する場合は、関連のある他のホームページの特定の場所にすぐ飛ばすことができるるのである。相手のホームページの物理的な距離は一切関係ない。こういう操作を「リンクを張る」といい、しばしば利用されている。注意していないと、いつの間にか知らない場所に連れて行かれてしまう。しかし、普通は左向きの矢印で表される「戻る」という操作を行うことにより、いつでもたどってきた道を逆向きに元に戻ることができる。しかも、戻るときは非常に高速である。これは、ブラウザが一度アクセスしたページをすべてディスクに記憶していくからである。このため、日を改めて同じページを閲覧しに行くと、一度入り込んだメニューの入り口の色が変わっていることに気付かれるであろう。これはこの情報はもうファイルを持っているから、いちいち電話回線から呼び込まないで、ファイルの情報を表示するということを表しているのである。これは、一見便利なようであるが、新聞社のホームページのように、日に数回情報を書き換えるような場合には、うっかりすると最新情報が見えない場合がある。このような場合は「リロード」という操作を行うと、いつでも電話回線からの最新情報を入手できる。

次に、海外に目を向けて、アメリカの建設省道路局

に当たるFHWAのホームページを覗いてみよう。ここでは、わが国の舗装関係のホームページにまず入り込み、ここを経由してFHWAへ飛んでみよう。舗装のホームページのURLは、「<http://plan.civil.tohoku.ac.jp/pave/hoso-m1>」である。ドメイン名を見ればわかるように、武山 泰先生のご厚意により東北大学のコンピュータを使わせていただいている。ここにアクセスすると、図-2のように先程のYahooの場合と同様にメニューに相当する画面が出てくる。これは、武山 泰先生のデザインである。

さて、この舗装のホームページから、アメリカのFHWAのホームページに入り込んでみよう。いちいちURLを入力しなくとも、「舗装に関するリンク集」の中の下線を引いてあるFHWAを示す部分をクリックするだけで一瞬にしてその世界に飛び込める。あとはメニューに従っていろいろと見ていくと、組織図、担当者一覧、その他細かい情報がぎっしりと書き込まれている。中には自分には関連の薄い情報もあるが、それは致し方がない。しかし、ここからまたTRBとかSHRPとかのホームページにリンクが張ってあるので、次々に関連する情報が入手できる。

このように、張られたリンクが絡み合った姿をWeb(クモの巣)と称し、このクモの巣を伝わって世界中を飛び回る様をネットサーフィンと称するのである。

WWWのホームページはほとんど英語だからと躊躇している人も多いようであるが、インターネットブー

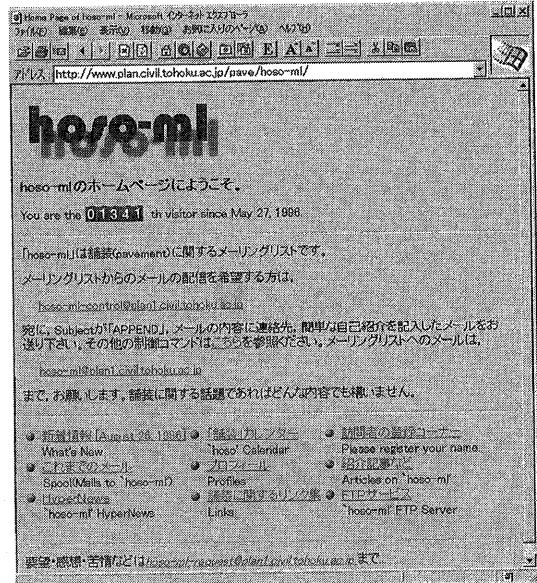


図-2 わが国の舗装のホームページの初期画面

ムに乗って各種のインターネット対応英訳ソフトも発売されているので、それほど抵抗はないであろう。とりあえずあちらにはこちらの英語力などわからないのだから。

### 5. おわりに

日本でのインターネットはどちらかというとマスコミが騒いで話題が先行している感じが強いが、欧米では必要に迫られた実際の利用が進んでいるよう、香港、シンガポールなどのアジア各国でもオフショアビジネスが中心で、当然、インターネットは世界中と連絡の取れる必需品として使われている。日本の企業の場合、ホームページも日本語だけで作り、折角の武器をとりあえず国内に会社の存在を知らせるだけのため

に利用している場合が多いようである。この際、英語版も拡充し、全世界に情報を発信すると同時に、海外との情報交換や商取引などにも積極的に活用する姿勢がもっと必要ではないかという気がするのであるが、如何なものであろうか。ちょうど、韓国ではほとんどのホームページがハングル文字で書かれていて、状況がよく見えないという指摘があるのと同じである。かく言う筆者は、"digitally homeless" であるが……

### — 参考文献 —

- 1) ソフトバンク㈱, Yahoo Japan Internet Guide, vol.1, no.8, p.18, 1996
- 2) 立花 隆, インターネット探検, 講談社, 1996
- 3) 野口悠紀雄: パソコン「超」仕事法, 講談社, 1996

## 石油アスファルト統計月報

B5 : 16ページ ¥500 (送料は実費) 毎月1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。

ハガキにてお申し込みください。

申込先 〒105 東京都港区虎ノ門1丁目21番8号  
秀和第3虎ノ門ビル7階  
社団法人 日本アスファルト協会

### — 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
- 石油アスファルト品種別通産局別月別販売量
- 石油関係諸元表

## 改質アスファルトの再生

鈴木 勲\*  
峰岸 順一\*\*

### 1. まえがき

改質アスファルトが使用されるようになってから既に20年以上が経過している。改質アスファルトは当初は特殊材料として、一部に使用されていたに過ぎなかったが、年々その使用量が増加し、昭和63年版「アスファルト舗装要綱」では改質アスファルトをゴム・熱可塑性エラストマー入りアスファルト及びセミプローランアスファルトに分類した。ゴム・熱可塑性エラストマー入りアスファルトは改質アスファルトI型、II型(以下、改質I型、改質II型)の2種類に区分され、標準的性状や品質規格を定め一般材料として扱うことと

なった。

その後改質アスファルト(ゴム・熱可塑性エラストマー入りアスファルト)の出荷量は図-1<sup>1)</sup>に示すように平成2年頃から出荷量が増加しており、特に、改質II型プレミックスの出荷量は急激な伸びを示している。地域別では、関東での出荷量が他の地域に比べて突出して多い。これらの改質アスファルト混合物発生材(以下、改質発生材)がリサイクルされる時期を迎え、徐々にではあるが再生骨材の中に混入してきている。特に、重交通路線を多く抱える東京都は、現在、都道の表層の80%近くは改質アスファルトを使用していることか

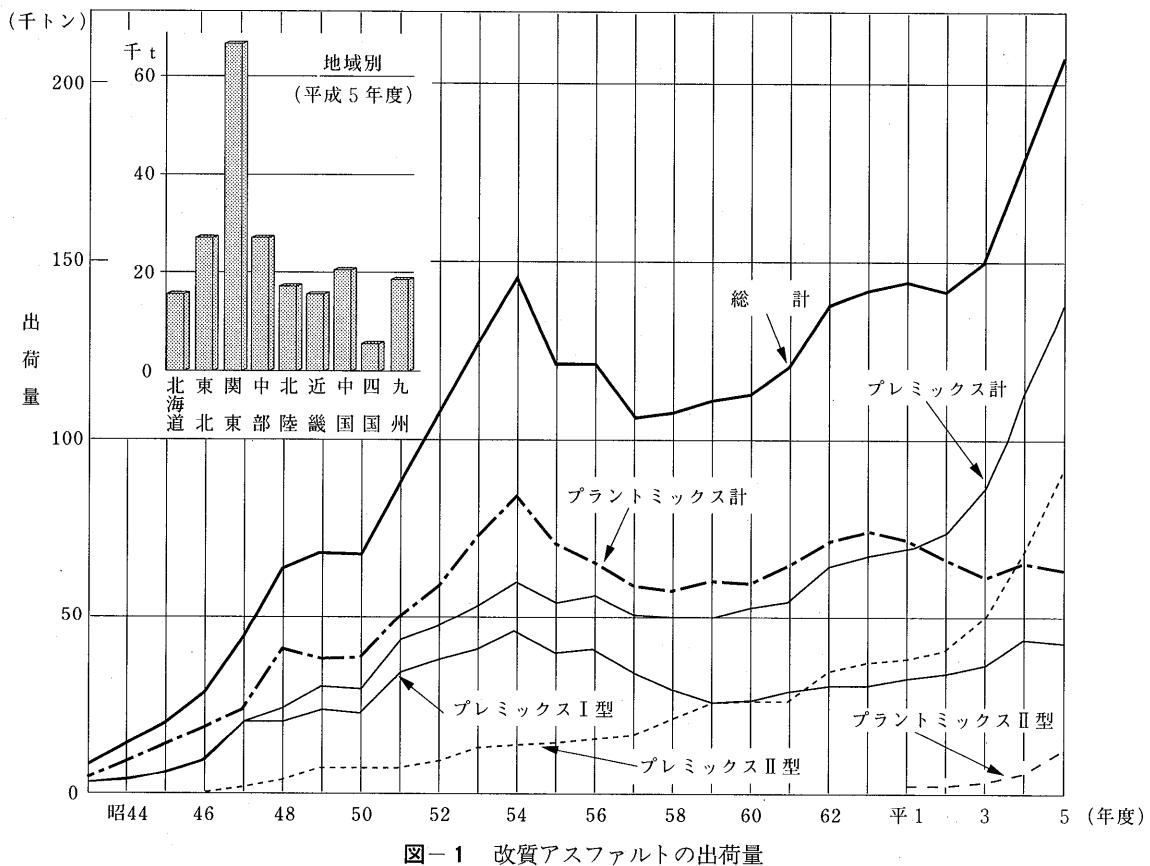


図-1 改質アスファルトの出荷量

\*すずき いさお 東京都土木技術研究所主任研究員

\*\*みねぎし じゅんいち 東京都建設局道路管理部保全課

ら、改質発生材が今後さらに増加することは明らかである。このため、アスファルト混合物の再生にあたって改質発生材の混入による影響を把握し、再生アスファルト混合物の品質の確保を図ることが求められている。

再生アスファルト混合物には、①ストレートアスファルト混合物が単独又は改質アスファルト混合物が混在する発生材をプラント再生舗装技術指針に示されるストレートアスファルト系の再生アスファルト混合物とする場合 ②ストレートアスファルト混合物が単独又は改質アスファルト混合物が混在する発生材を改質アスファルト混合物に再生する場合 ③改質アスファルト混合物単独の発生材を改質アスファルト混合物に再生する場合が考えられる。

①については、現在かなりの使用実績があるが、改質アスファルト混合物の混入による影響については不明確である。②については、現在東京都内3箇所で再生用改質アスファルトの種類および発生材中の改質アスファルト混合物の混入率を変化させた場合について試験施工を行い追跡調査を進めているところである。③の場合については、発生材が改質アスファルト混合物であると明確に判別出来、プラントでの貯蔵や製造の対応が可能な場合や路上再生の場合に適用可能であると考えられる。以上から、本文では①③に対して次の検討を行った。現場で採取した改質発生材が混入した場合の品質への影響を再生アスファルトと再生アスファルト混合物性状から把握し、再生改質アスファルトに再生する場合の改質発生材の混入限界について室

内試験で検討した。その結果、改質発生材が混入することにより、再生アスファルト混合物の一般的性状の改善に寄与するが、疲労性状からは検討すべき課題を残すことなどが把握できたので、これらを中心に述べると共に今後の方向について考察した。

## 2. 改質発生材量の推定

### 2.1 改質アスファルト混合物の製造量

アスファルト混合物（アスコン）発生材受け入れ所（以下、再生プラント）では、改質発生材が区別できるかとのアンケートに対して「全く区別できない」ということであり、アスファルト混合物の種類は簡単に識別できないのが実情である。

改質アスファルト混合物の製造量については、統計がないため明らかでないが、仮にアスファルト混合物の改質アスファルト量を6%と仮定し、改質アスファルトの出荷量とアスファルト混合物製造量<sup>2)</sup>から改質アスファルト混合物製造量を推計すると、図-2に示すように、平成5年度は全国で354万トンの改質アスファルト混合物が製造されたことになり、舗装の補修サイクルを10年と考えると10年前の改質アスファルト舗装が発生材として排出されることになる。従って全国的には約3%程度の改質発生材が既にリサイクルされていることが推定される。

### 2.2 東京都における改質発生材混入率調査

平成4年に東京都におけるアスコン発生材中に占める改質発生材の混入率を舗装管理データ及び再生プラントからサンプリングした再生骨材の成分分析により

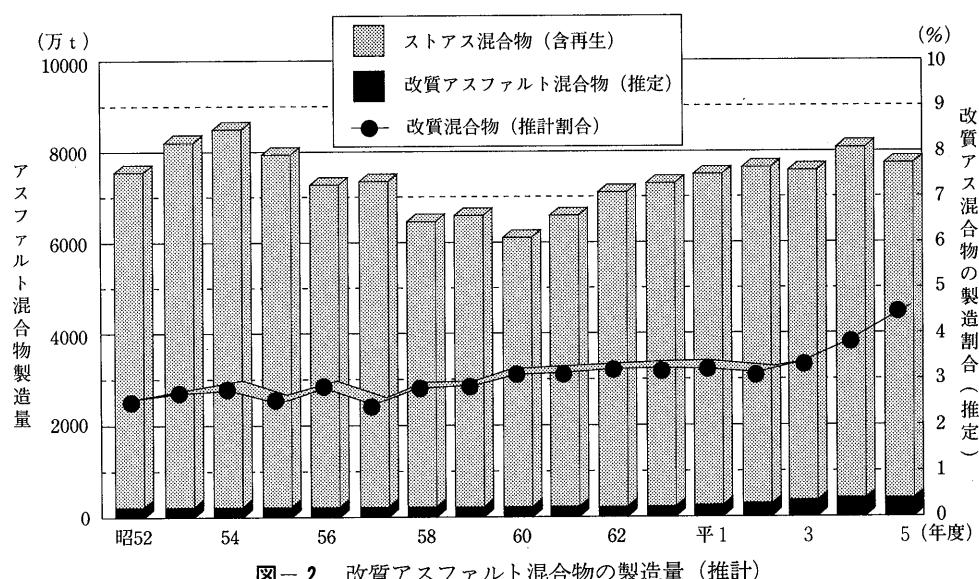


図-2 改質アスファルト混合物の製造量(推計)

調査した<sup>3)</sup>。

### 2.2.1 輸送管理データによる混入率調査

都道の補修工事箇所において、改質アスファルト混合物を使用した箇所を検索し、建設事務所毎、年度毎に集計を行い、全補修箇所における改質発生材量を求めた。その結果は図-3に示すように、63年度当時は改質発生材の占める割合は、2.7%であるがその後着実に改質発生材は増加傾向を示し、平成3年度では6.5%であった。

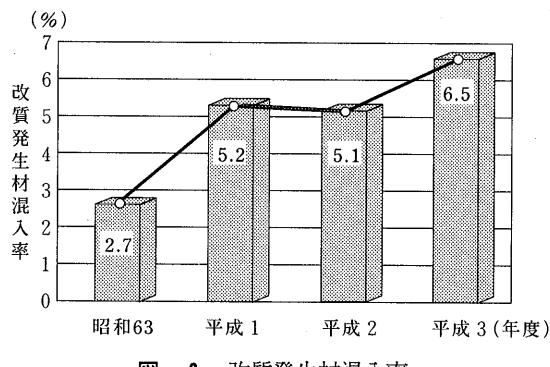


図-3 改質発生材混入率

### 2.2.2 分析機器による混入率調査

東京都より発生材を受け入れている5箇所の再生プラントから分級した再生骨材をそれぞれ採取日を変えランダムに50試料サンプリングし、熱分解ガスクロマトグラフィー（PGC）及びゲル浸透クロマトグラフィー（GPC）で改質材混入の有無を判別した。

分析結果は、GPC、PGC両方において検出されたものが、改質アスファルト混合物であると判定すると、50サンプル中3個となり、改質発生材の混入割合は約6%となった。

以上の結果から東京都では平成3年度で既に年間6%程度の改質発生材がリサイクルされていると推定された。

## 3. 発生材中の改質アスファルトの性状

### 3.1 現場採取試料による回収アスファルトの性状

改質アスファルト混合物を用いた都道から補修工事の際に採取した改質発生材の回収アスファルトの性状調査結果を表-1<sup>4)</sup>に示す。これによると施工時のアスファルト性状は不明であるが施工時の東京都土木材料仕様書の性状および過去9ヶ年の試験値の範囲から判断すると針入度（図-4）及び軟化点、粘度等からアスファルトが劣化していることは明らかである。しかし、供用年数との関係は若干みられるものの必ずしも

表-1 現場試料の性状

試 料	供用年数 年	針入度 1/10mm	軟化点 ℃	伸 度 cm	60℃ 粘度 P	160℃ 粘度 P
A	10	28	70.5	9	191200	1033
B	8	41	60	100	17800	516
C	4	37	64.5	43	32800	662
D	7	21	68	0	139600	569
E	11	11	73	0	384000	1153
F	8	21	73	17	521100	1476
G	5	28	65.5	16	79930	738
H	6	25	64	23	40400	436
I	10	38	56	28	11430	305
J	5	35	62.5	31	31600	553
K	9	21	66	9	54000	581
材料仕様書の規定値	45~65	57~75	50以上		—	
過去9ヶ年の試験値 の範囲(年間平均)*	49~53	61.5~ 62.7	—		—	

\*) 昭和61~平成6年度「工事材料の品質調査結果」(東京都土木技術研究所)

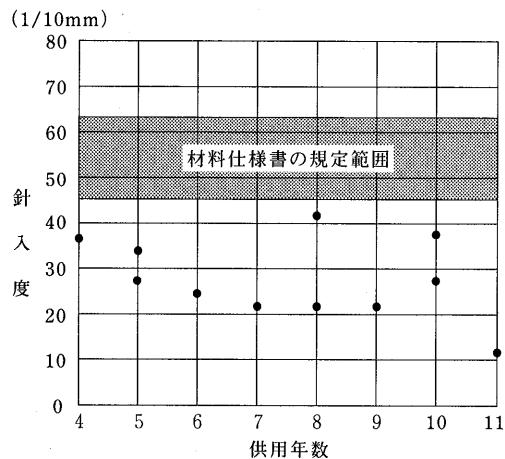


図-4 供用年数と針入度

明確ではない。供用年数と劣化の関係は、製造過程や環境、気象条件によって劣化の進行が異なるため、時間の経過に対し必ずしも一律に進行しないことを表している。

### 3.2 ストアスと改質アスファルトの劣化性状

アスファルトを回転薄膜加熱試験（RTFOT）により強制劣化させて、加熱前のアスファルトの性状値（100%）に対する変化率でその性状変化を示したもののが図-5<sup>5)</sup>である。これによると、加熱前後の劣化の変化率は改質II型がストレートアスファルト（以下、ストアス）に比べていずれも小さく、特に軟化点、伸度において顕著に現れており、ここにストアスとの大きな違いがみられる。

低温性状では、RTFOTによる加熱温度を変化させて熱劣化させたアスファルトについて、フラーク脆化点

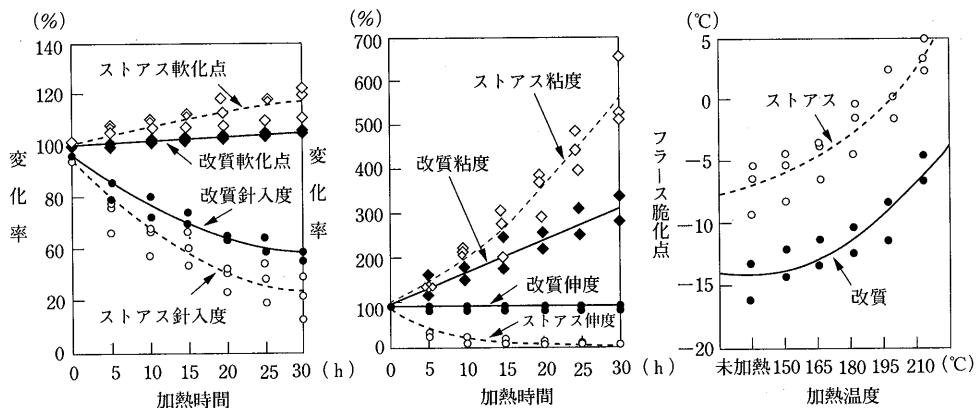


図-5 改質アスファルトの劣化性状

を測定した結果(図-5)<sup>6)</sup>をみると、改質II型はストアスと同様に加熱温度の上昇と共に脆化点が高くなる傾向を示すが、未加熱のストアス程度の低温性状は残存していることが推定できる。このことから改質アスファルトは劣化が進行してもストアスほど低温性状が低下しないことがわかる。

#### 4. 改質発生材の再生性状

##### 4.1 再生アスファルトの性状

改質発生材(試料A, B)から回収した改質アスファルトにパラフィン系、ナフテン系、芳香族系の3種類(表-2)の再生用添加剤を加えて再生した再生アスファルトの針入度及び軟化点は図-6に示すとおりである。これによると以下のとおりである。

- ①添加剤の種類によって、再生性状が大きく異なる。ナフテン系と芳香族系は、似たような性状を示したがパラフィン系の添加剤のほうが目標針入度に調整するためには添加量を多く必要とした。
- ②同じ添加剤でも改質発生材の針入度の違いによって

表-2 再生添加剤の性状

項目	パラフィン系(P)	ナフテン系(N)	芳香族系(A)	標準性状*	
動粘度 cSt	84	85	90	80~1000	
引火点 °C	302	240	235	230以上	
薄膜加熱後の粘度比(60°C)	1.07	1.14	1.20	2以下	
薄膜加熱質量変化率 %	-0.35	-1.12	-1.87	±3以下	
密度(15°C) g/cm³	0.887	0.984	0.989	報告	
組成分析	アスファルテン 飽和分 芳香族分 レジン分	0 75.8 21.9 2.3	0 51.5 42.5 4.4	41.8 51.6 6.6	報告

\*) プラント再生舗装技術指針

- 目標針入度とするには添加量にかなり差があった。  
 ③改質発生材の種類に拘らず、目標針入度に調整した再生アスファルトは軟化点が高くなり「プラント再生舗装技術指針」(以下、再生指針)の再生アスファルトの品質基準から外れて、むしろ改質アスファルト

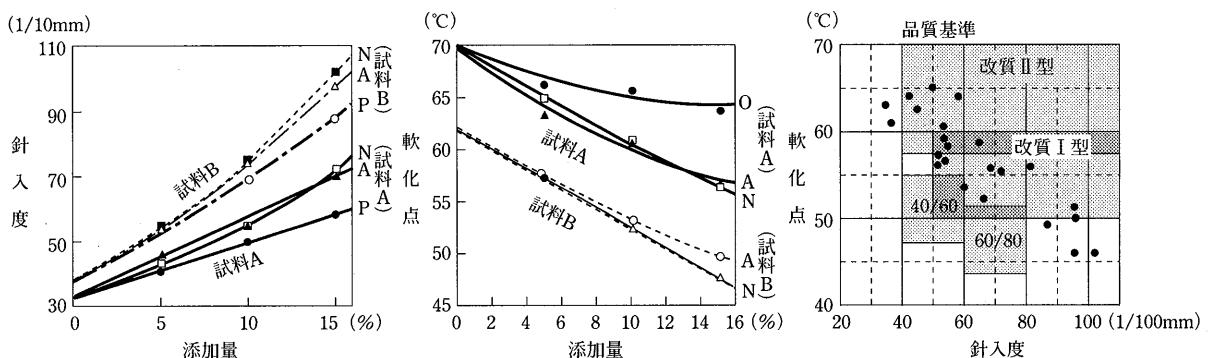


図-6 再生アスファルトの性状

トの基準値に近似する傾向がみられた。

#### 4.2 再生アスファルト混合物の性状

改質発生材混入率0, 30, 50, 80%とし、針入度の調整は芳香族系再生添加剤を用い、目標針入度50に設定してアスファルト混合物を作成して物性試験を行った。結果は以下のとおりであった。

①マーシャル特性値：配合設計によるOACは改質発生材混入率の増加により大きくなかった。マーシャル安定度は改質発生材混入率に対しほぼ一定であったが、残留安定度は増加傾向にあった。

②ホイールトラッキング試験：動的安定度(DS)と改質発生材混入率との関係は、図-7に示すようにDSは改質発生材混入率の増加と共に大きくなる傾向となつた。

③曲げ試験：再生アスファルト混合物の曲げ強度は図-7に示したように、改質発生材混入率の増加に伴つて大きくなる傾向がみられた。特に、低温時では新材料との差は小さいが、5℃ではかなり再生アスファルト混合物の方が大きくなっている。

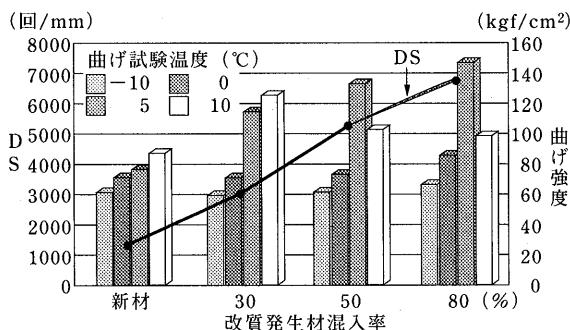


図-7 ホイールトラッキングと曲げ試験結果

④カンタプロ試験：改質発生材混入率と各温度条件における損失量の関係は図-8に示すように、室温養生後、試験温度5℃と20℃で行った場合は5℃の方が損失量が大きく、改質発生材混入率が増加すると損失量は小さくなる傾向があり、特に5℃の方が顕著であった。

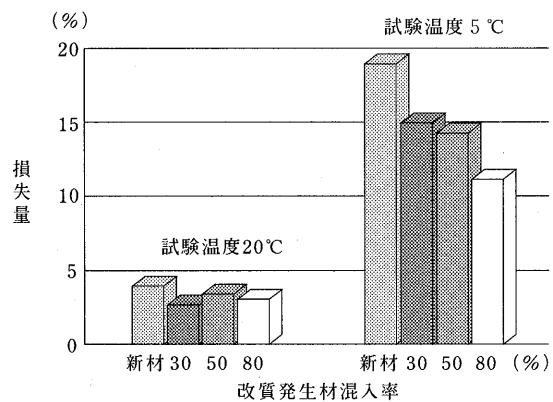


図-8 繰返し曲げ試験結果

⑤繰返し曲げ試験：測定温度0℃における疲労回数と応力の関係は、図-9に示すとおりである。再生アスファルト混合物は新材料より疲労回数が増加すると応力は小さくなる傾向がみられ、改質発生材の混入率が増加すると、さらに小さくなる傾向であった。このことから、疲労性状の面からは、改質発生材の混入率が多くなると耐久性が低下することが考えられる。

⑥一軸圧縮試験(弾性係数)：試験温度と弾性係数の関係は、図-10に示すとおりである。再生アスファル

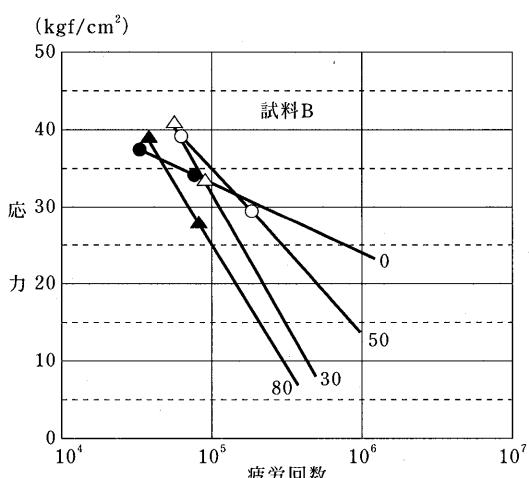
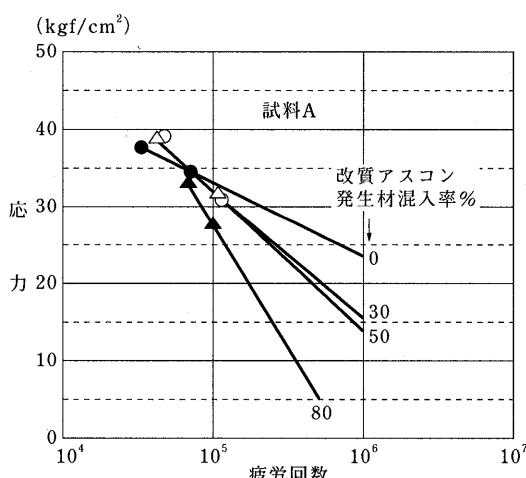


図-9 カンタプロ試験結果

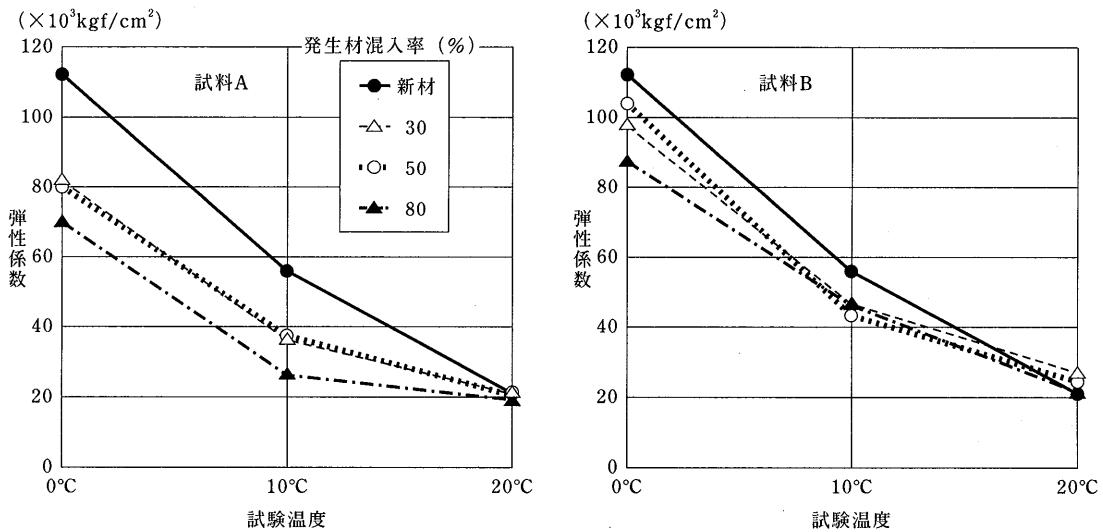


図-10 一軸圧縮試験による弾性係数

ト混合物は、新材より弾性係数は小さく、改質発生材の混入率が増加すると、弾性係数は小さくなる傾向であった。

⑦レジリエントモデュラス試験：試験温度とレジリエントモデュラスの関係は、図-11に示すとおりである。再生アスファルト混合物は、新材よりレジリエントモデュラスは小さく、改質発生材の混入率が増加するとレジリエントモデュラスは、小さくなる傾向であった。

マーシャル安定度、動的安定度、曲げ性状、カンタプロ損失量などは、新材より再生アスファルト混合物の方が良好で、改質発生材混入率の増加と共にこれら

の性状は向上した。一方、繰返し曲げ性状や弾性係数、レジリエントモデュラスの結果からは新材に比べ低い値を示し、混入率の増加でさらに低下する傾向がみられた。再生アスファルト混合物は、改質発生材が混入することにより一般的な性状試験では良好な値を示すが、疲労性状等からは、検討すべき課題を残していることが把握できた。

#### 4.3 改質アスファルトの残存効果

ストアスに再生改質アスファルトが混入すると、一般的にアスファルト性状は高粘度化し、混合物性状は新材より高い値を示す。これは、残存する改質アスファルトの性状が再生アスファルトに付与されるために

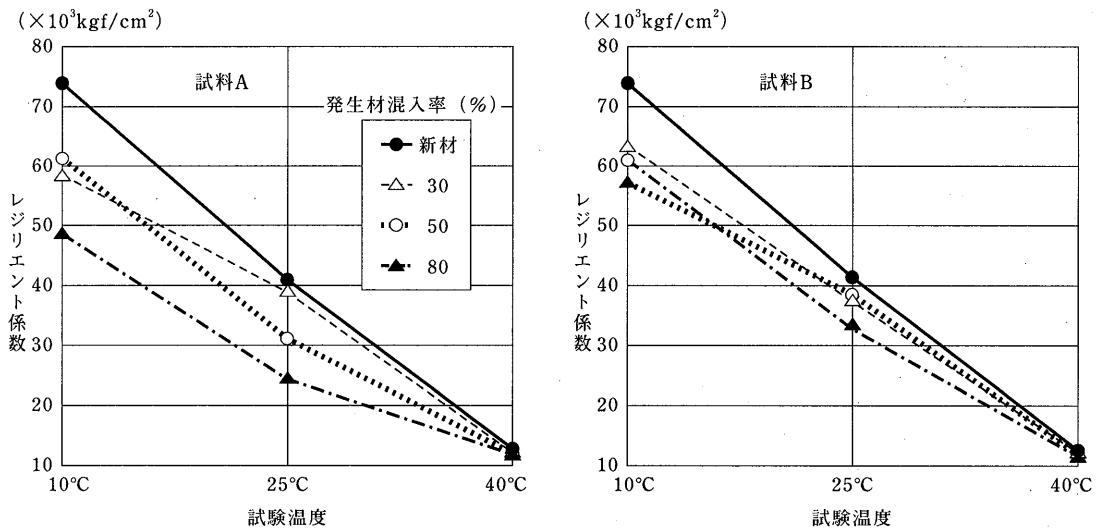


図-11 レジリエントモデュラス試験結果

起きる現象である。

ここに、赤外分光光度計(FTIR)によるアスファルトの吸収スペクトルの変化からアスファルトの成分変化を見ると、熱劣化によるピークの出現バンドはストアス及び改質アスファルトに関係なく $1698\text{cm}^{-1}$ 付近(カルボニル基)に現れる(図-12)<sup>5)</sup>。

未加熱のアスファルトに対して加熱時間が長くなるに従ってストアス及び改質アスファルトの種類に関係なくピーク強度は大きくなり、ほぼ同じ様にアスファルトが変質している。

このように、改質アスファルトの残存効果とはFTIRのスペクトルの変化から推定すると、ストアスも改質アスファルトもほぼ同様に変質するが、アスファルト中の改質材の支配力が大きいため、アスファルトの性状変化以上に改質材の性状がアスファルトの性状に影響を及ぼすものと考えられる。

これを混合物の物理性状と併せて考えると、改質発生材の混入は、残留安定度、DS、曲げ強度の増加やカンタプロ損失量の減少など混合物性状の改善に寄与することとなる。

しかし、4.2で示したように混合物の疲労性状からは、ひびわれに対する懸念が残されるため、今後施工性、長期供用性を含めて現場での検証を行う必要がある。

#### 4.4 再生アスファルトの性状と再生指針

以上のように、改質発生材から回収されるアスファルトは再生添加剤等で再生した再生アスファルトは再生指針で示す再生アスファルトの品質基準から外れてしまう、この基準を遵守するためには改質発生材混入率を20~30%に止めておかなければならぬ。

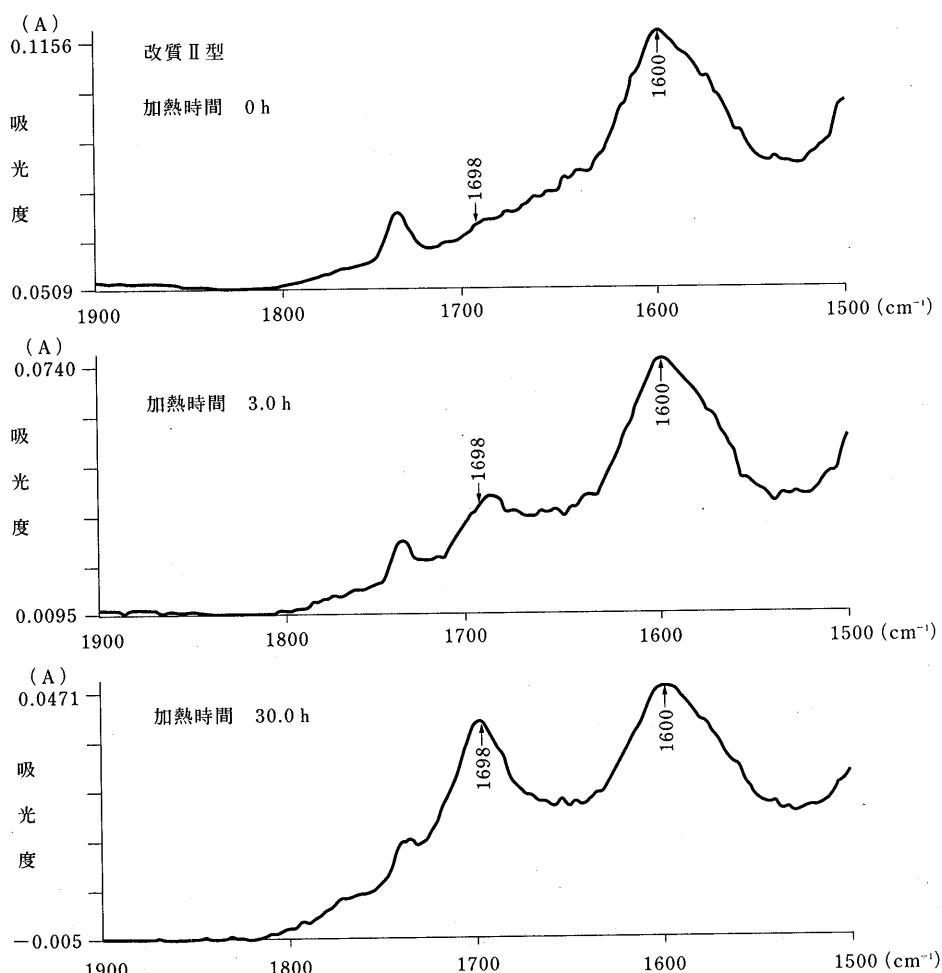


図-12 改質II型の熱劣化によるスペクトルの変化

但し、これらは再生指針に適合しないということであって、必ずしも混合物に対して悪影響を与えるものではなく、むしろ改質発生材が混入することにより新材よりも良い性状を示す場合が多い。これは前述した改質材の残存効果によるものである。

改質発生材から再生した再生アスファルトの性状は品質基準より、軟化点が高くなり粘性が大きくなるもので、作業性が許容できる粘度範囲での再生アスファルトの性状の見直しを検討する必要性があると考えられる。

## 5. 改質II型による改質アスファルトへの再生

改質発生材より回収したアスファルトに市販されているプレミックス及びプラントミックスタイプの改質II型を30, 50, 80%それぞれ添加し、再生アスファルトが再生改質アスファルトとして現基準に適用できるかどうかを試験した。試験結果を図-13に示す。

これらの結果からみるとプレミックス及びプラントミックスタイプの違いは多少みられるが、40以上の針入度を確保し、軟化点、タフネスなど他の性状も満足するためには改質II型を70~80%以上添加しなければならないことになる。従って、現在の市販されている改質II型で、再生改質アスファルトの性状を確保できる改質発生材の混入率は20~30%程度が限度となる。

また、改質発生材の回収アスファルトのタフネスは新材より高い値を示しているため改質II型の配合率が多くなるとタフネスは小さくなる傾向を示し、テナシティはあまり配合率の影響を受けない。

## 6. まとめ

今回得られた室内試験の結果は、次のとおりである。

①改質発生材から回収したアスファルトの性状は供用年数の増加と共に劣化は認められるが、供用年数との関係が必ずしも明確にみられなかった。針入度は、供用後10年以内であればほぼ、ストアス再生骨材の品質の針入度（20以上）を満たしていた。また、60°C粘度はすべて10,000poise以上であった。改質アスファルト混合物の現場切り取り試料のDSは、約8,000回/mmを超える大きな値であった。

②再生アスファルトに旧改質アスファルトが20~30%以上混入した場合、再生アスファルトの設計針入度を50とした時の軟化点は、再生指針の再生アスファルトの品質から外れる。しかし、再生アスファルトの性状は、改質アスファルトの性状に近付き、良好な値を示すことが多い。このことから、再生アスファルトの品質性状の見直しも必要と考えられる。

③再生アスファルト混合物の性状試験から、マーシャル安定度、動的安定度、曲げ性状、カンタプロ損失量などは、新材より再生アスファルト混合物の方が良好で、改質発生材混入率の増加と共にこれらの性状は向上する。このことは、再生骨材の中の改質材の残存効果が表れていると考えられる。一方、繰返し曲げ性状や弾性係数、レジリエントモジュラスの結果からは新材に比べ低下しており、改質発生材混入率の増加でさらに低下した。改質発生材の混入により一般的な性状試験では良好でも、疲労性状等からは、検討すべき課題を残していることが把握でき

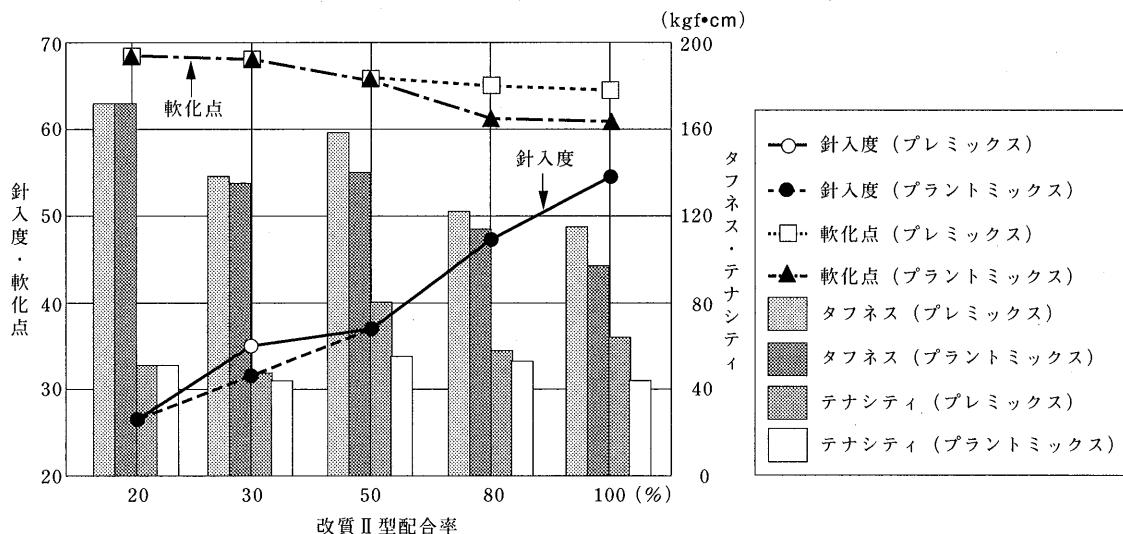


図-13 改質II型により再生アスファルトの性状

た。

新材と同程度の混合物性状を示す、改質発生材の混入率は、30%以下であった。

④再生アスコン発生材を改質II型混合物へと再生する場合、針入度からみると改質II型の品質規定を満たすためには、新改質II型を80%以上混入する必要があることがわかった。また、タフネスは改質II型の配合率が多くなると低下する傾向であったがテナシティは変化がなかった。伸度は、プレミックスの場合、改質II型の配合率の増加に対して伸びが小さかった。これらのことから、改質アスファルトを含む発生材に既存の改質II型を添加して改質アスファルト混合物として再生するには、改質発生材の混入率は20%以下に止めておく必要があることがわかった。ただし、ここでも再生アスファルトと同様に現行の性状に適合しないということであって混合物性状がすべてマイナスになるということではない。従って新たな観点から改質再生アスファルトの規格値の検討を行う必要があるといえる。

## 7. 改質発生材の再生利用と今後の課題

### 7.1 改質再生アスファルト混合物への動き

平成4年版の再生指針で再生アスファルト混合物がD交通の表層まで使用できることとなつたが、新アスファルトにストアスを用いた場合を前提としたもので、実際問題としては再生アスファルト混合物は供用性に問題が有るとの指摘が多い。東京都では現在再生アスファルト混合物の適用は表層ではC交通までしか認めでおらず、さらにC交通においてもわだち掘れが発生する恐れがある箇所については、改質アスファルトを使用するよう指導しており、実際には表層へはほとんど使用されていないのが現状である。従って、重交通路における適用材料は改質アスコンの使用が一般的であり再生アスファルト混合物の使用は困難となっている。

再生指針でも重交通路で流動や摩耗が懸念される場合は必要に応じてホイールトラッキング試験またはラベリング試験を行い、改質アスファルトの使用により再生アスファルトの高品位化の検討を提起しているが、具体的な方法についての記述はなくこれから技術開発分野であることを意味している。

再生アスファルトの高品位化の具体的な検討についてはまだデータが少ないが、東京都で行った改質アスファルトに粒状化セルロース纖維による再生アスコン<sup>7)</sup>

のほか中部地方建設局で改質材を使用した再生アスファルト混合物の試験施工<sup>8)</sup>、大阪府では再生アスファルト混合物用の改質アスファルトを用いた改質再生アスファルト混合物の試験舗装<sup>9)</sup>など、供用道路での施工例の報告もみられるようになった。また、関東地方建設局や東京都でも試験的に施工を行ってデータの蓄積を行つており、今後、これらの動きはデータの蓄積によって活発になってくるものと思われ、これに伴う材料開発や製造技術がさらに進展していくものと考えられる。

### 7.2 改質発生材再生時の発生ガス

再生アスコンプラントにおける臭気の発生原因は一般的にリサイクルドライヤにおいて再生材料中の微粒分が高温熱風によってアスファルト分が気化したり燃焼することが主因となっている。これに改質発生材が混入すると、改質発生材に含まれる改質アスファルトが再生時にドライヤーの加熱により分解して有害ガスの発生が懸念されるため、環境への配慮が必要であるとの指摘<sup>10)</sup>もある。

改質材として使用される汎用プラスチックは、炭素原子が主骨格原子として連なり、これに改質材の種類によって異なるが水素、塩素またはシアノ基等がついており、これらが加熱により結合が切断され有害な熱分解生成物が発生すると考えられる。

現状では改質材の混入率が極僅かであることから問題はないと思われるが、検討課題の一つとして、データを蓄積しながら経過に注意していく必要がある。

## 8. あとがき

今後の検討課題として、夏期における再生骨材ヤードでのべたつきやリサイクルドライヤーでの過加熱による劣化などプラントでの製造上の問題点などが考えられる。その他、改質II型を改良した高耐久型のものや排水性舗装等に使われる高粘度タイプのもの、骨材との付着性を改善したもの、熱硬化性改質アスファルトのように品質の異なる改質材など、社会的ニーズに対応するアスファルト混合物の多様化が進むと考えられ、これらと同時にリサイクルへの対応も検討していく必要があるといえる。

## — 参考文献 —

- 1) 日本改質アスファルト協会：改質アスファルトの出荷量、改質アスファルト、Vol.3, p.15, 1994
- 2) アスファルト合材統計年報：(社)日本アスファルト

合材協会, 平成6年

- 3) 鈴木, 田中, 峰岸: 都におけるアスコン発生材と再生利用の現況, 平6. 都土木技研年報, p.95, 1994
- 4) 峰岸, 鈴木, 田中: 改質アスコン発生材の再生に関する検討, 平7. 都土木技研年報, 1995
- 5) 田中, 鈴木: 補装用アスファルトの熱劣化による性状変化, 平2. 都土木技研年報, p.177, 1990
- 6) 田中, 鈴木: 補装用アスファルトの熱劣化, 平4. 都土木技研年報, p.111, 1992
- 7) 達下, 内田, 山岸: 粒状化セルロース繊維による

再生アスコンの高品質化—第1報—, 第19回日本道路会議論文集, p.398, 1991

- 8) 岡本, 伊藤, 山岡: 再生アスファルト混合物の重交通道路への適用例, 補装, Vol.30-1, p.24, 1995
- 9) 武友, 金銅, 中市, 矢島: 再生混合物用改質アスファルトの試験施工における評価, 補装, Vol.30-4, p.18, 1995
- 10) 荒井: 改質アスファルト等を含む補装発生材の再生について, 第20回日本道路会議論文集, p.928, 1993

## フルデブス・アスファルト舗装設計施工指針(案)

B5版 42ページ 実費頒価 800円(送料は実費)・申込先(社)日本アスファルト協会  
〒105 東京都港区虎ノ門1-21-8  
秀和第3虎ノ門ビル7階

路床の上のすべての層にアスファルト混合物を用いたフルデブス・アスファルト舗装は、昭和40年代半ばから積極的な試みとして市街地道路を中心にシックリフト工法により施工され、実施例は数十例に及んでいます。

フルデブス舗装は、舗装厚が薄く、工種が单一化されることから、工期が非常に制約される箇所等に適用して有効であるが、またアスファルト舗装の修繕に伴って発生する舗装廃材の利用方法の一つとして、フルデブス舗装の路盤への再生加熱アスファルト混合物の利用が考えられ、省資源の観点から今後普及する可能性も大きい。

本指針(案)を、フルデブス舗装の設計施工に従事する関係者必読の書としておすすめします。

### 目次

1. 総 説	3-4 アスファルト混合物
1-1 フルデブス・アスファルト舗装の定義	4. 路床および路盤
1-2 適用範囲	4-1 概 説
2. 構造の設計	4-2 路 床
2-1 舗装の構造	4-3 路 盤
2-2 設計の方法	5. 表層および基層
2-3 排 水	6. 品質管理および検査
3. 材 料	6-1 概 説
3-1 概 説	6-2 出来形および品質の管理
3-2 漆青材料	6-3 檢 查
3-3 骨 材	7. 記 錄

## 「海外舗装文献検索システムについて」

今回は、当研究グループで今までにアスファルト誌に抄訳を紹介した文献を含めて海外の主要な文献データを整理し海外舗装文献検索システムとして利用できるようにしましたので紹介させて頂きます。現在約3,300件の文献が収められており、システムとともにインターネットで配布して利用していただけるようになりました。データの訂正更新作業も隨時進めていき、インターネットをとおして最新のデータを提供して行きたいと考えていますので、文献調査に利用して頂ければ幸いです。

また、我が国の文献については、すでに各機関および会社でデータベースを構築しており協力して取り込んで海外の文献のみではなく抄訳付きの舗装文献検索システムを完成させたいと考えています。この場合データの更新、提供の問題もあり、このあたりを解決して利用しやすいものにして行きたいと考えています。

(研究グループ代表幹事：峰岸順一)

### アスファルト舗装技術研究グループ名簿

\*は班長 \*\*は副班長

峰岸順一 東京都建設局道路管理部保全課

\* 阿部長門 東亜道路工業㈱技術研究所  
伊藤達也 ニチレキ(㈱)道路エンジニアリング部  
岩崎聖司 日本道路(㈱)技術本部技術研究所  
遠藤 桂 日本道路(㈱)技術本部技術研究所  
岡藤博国 世紀東急工業(㈱)技術部  
小笠幸雄 (㈲)道路保全技術センター  
風林克也 日本道路(㈱)技術部技術開発課  
北村賢一 (㈱)ガイアートクマガイ技術研究所  
小林正利 福田道路(㈱)技術研究所  
\*\*金井利浩 鹿島道路(㈱)技術研究所  
北澤弘明 ニチレキ(㈱)情報システム部  
黒田 智 日本舗道(㈱)技術研究所  
小閔裕二 大林道路(㈱)技術研究所  
\* 佐々木巖 建設省土木研究所材料施工部化学研究室  
佐藤雅規 (㈲)道路保全技術センター  
清水浩昭 世紀東急工業(㈱)技術研究所  
菅野伸一 常盤工業(㈱)技術研究所  
杉内正弘 (㈱)協和コンサルタンツ  
\* 鈴木秀輔 大成ロテック(㈱)技術研究所  
鈴木康豊 (㈱)パスコ道路技術センター

\*\*関口英輔 日本大学理工学部阿部研究室助手  
高田祥子 日本道路(㈱)技術本部技術研究所  
田口克也 ニチレキ(㈱)技術研究所  
田中正義 ニチレキ(㈱)技術研究所  
谷口豊明 大林道路(㈱)技術研究所  
谷口 聰 建設省土木研究所舗装研究室  
立石大作 日本石油(㈱)中央技術研究所  
玉木琢雄 大成ロテック(㈱)技術部  
塚越 徹 日本石油(㈱)中央技術研究所  
遠西智次 昭和シェル石油(㈱)中央研究所  
浜田幸二 日本道路(㈱)技術本部技術研究所  
早川洋子 (㈱)パスコ道路技術センター  
林 信也 鹿島道路(㈱)技術研究所  
\*\*深沢邦彦 大成ロテック(㈱)技術研究所  
\* 増山幸衛 世紀東急工業(㈱)技術部技術一課  
水口浩明 前田道路(㈱)技術研究所  
水野卓哉 福田道路(㈱)技術研究所  
村田信之 日本舗道(㈱)企画部  
望月佐利 常盤工業(㈱)技術研究所  
山脇宏成 (㈱)ガイアートクマガイ技術研究所  
吉村啓之 前田道路(㈱)技術研究所

# 「海外舗装文献検索システム」の開発について

アスファルト舗装技術研究グループデータベース班

吉村 啓之\* 阿部 長門\*\*  
北沢 弘明\*\*\* 鈴木 康豊\*\*\*\*

## 1. はじめに

本報告は、アスファルト舗装技術研究グループのデータベース班が開発した「海外舗装文献検索システム」を紹介するものである。当研究グループで収集、調査を行っている海外の舗装文献の数は年々増加しており、新しいテーマの研究を始める場合、すべての文献に目を通すことはほぼ不可能な状態にある。しかも、検索に多大な時間が必要になっている。そこで、数年前から文献にキーワードを付ける作業を進め、検索を容易に行える独自なプログラムの開発をしてきた。プログラムの開発にあたっては、市販のソフトを利用せずに、容易に、しかも高速に検索作業を行うことを目標にした。

このたび、機能的には十分とはいえないが、基本的なシステムが完成したため、紙面をお借りして紹介することにした。なお、データベースはグループ全員で分担して海外文献の収集、キーワード付け、ファイル入力作業を行ったものである。

## 2. システムの概要

本システムは大きく分けて、検索システムとデータベース・ファイルから構成されている。

### 2.1 検索システム

検索システムは図-1に示すようにデータベース・ファイルを用いて文献を検索するもので、必要に応じて印刷機能および補助機能を利用できるようになって

いる。

### 2.2 データベース・ファイル

データベース・ファイルは文献ファイルとコード・ファイルから構成されている。文献ファイルには著者、タイトル、雑誌名、巻、発行年、発行月、ページ、キーワードが入力されている。収録した海外文献の種類と年代は表-1に示すとおりである。1996年8月現在、1991年までの文献(3279件)が収められている。なお、1991年から1995年までの文献は追加作業中である。

コードファイルは研究グループで独自に設定したキーワードを用いてコード化したものである。一例としてアスファルトに関するコードとキーワードを表-2に示す。

表-1 収録した雑誌名

雑誌名	年	収録数
Association of Asphalt Paving Technologists	1975~1990	396
Transportation Research Record	1975~1987	1194
International Conference on the Structural Design of Asphalt Pavements	1972~1987	428
American Society of Civil Engineers	1978~1991	148
OECD Report	1972~1988	18
NCHRP Report, Synthesis	1971~1988	92
Bearing Capacity of Roads and Airfields	1982~1990	276
Paving in Cold Areas	1982~1991	106
Road Engineering Association of Asia and Australasia	1976~1990	173
Transport and Road Research Laboratory	1971~1988	448

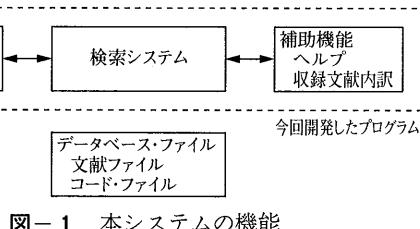


図-1 本システムの機能

\*よしむら ひろゆき 前田道路技術研究所

\*\*あべ ながと 東亜道路工業技術研究所

\*\*\*きたざわ ひろあき ニチレキ情報システム部

\*\*\*\*すずき こうゆう パスコ道路技術センター

表-2 キーワードの一例（アスファルト）

コード	キーワード
2100	アスファルト系材料
2110	バインダー
2111	ストレートアスファルト
2112	天然アスファルト
2113	プローンアスファルト
2114	カットバックアスファルト
2115	バインダー量
2116	石油
2117	蒸留、分留
2118	抽出
2119	その他

また、一部の文献にはアスファルト舗装の構造設計に関する国際会議のように、すでにアスファルト誌で抄録を報告したものがある。これらの文献については抄録も参照できるようにプログラムされている。

### 3. システムの構築

本システムの動作環境はMicrosoft Windows3.1またはWindows 95である。開発言語はマイクロソフト社のVisual Basic (Ver.2) を使用した。また、文献データの修正、管理は同社のExcel (Ver.5) を用いて行った。

なお、本システムではテキストファイルに変換して保存した文献ファイルを用いているため、他の市販ソフトに組み込んで利用することも可能になっている。

### 4. 利用方法

本システムは図-2に示すフローにしたがって操作する。

プログラムを立ち上げたときの最初の画面を図-3に示す。以下、本システムの利用方法を検索例で示すこととする。

#### 4.1 検索例

本システムには図-3に示すような3種類の検索方法が用意されている。ここではコード順に並べられたキーワードを選択して検索する方法とキーワードを直接入力して検索する方法を紹介する。なお、検索操作はマウスを使用し、クリック（マウスのボタンを押すこと）操作で作業を進める。

#### (1) キーワードを選択する方法

この方法はコード順に分類したキーワードを画面上で選択して、文献を検索するものである。図-4は図-

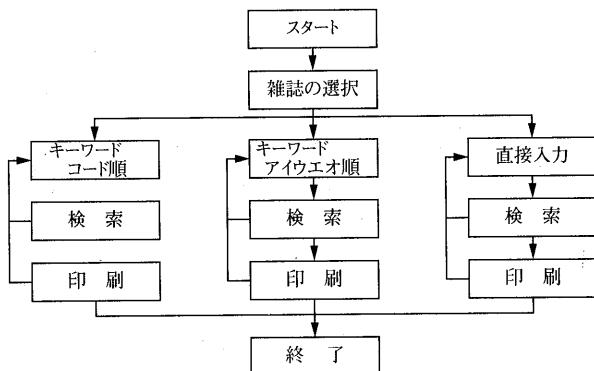


図-2 操作のフロー図

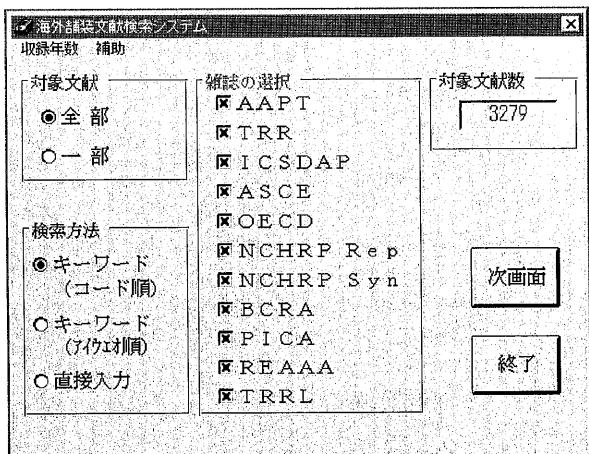


図-3 初期画面

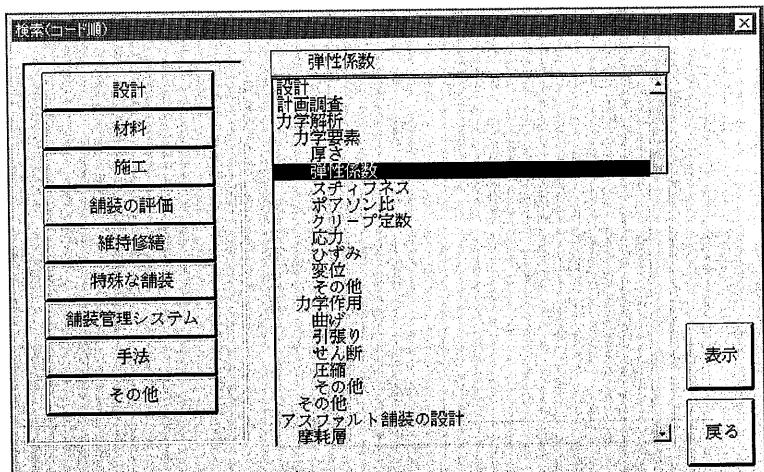


図-4 検索 (コード順) 画面

3で検索方法として [キーワード(コード順)] を選択して [次画面] をクリックし、検索したいキーワードの大分類の [設計] , [弾性係数] を順次クリックしたあとの画面を示したものである。さらに画面の [表示] をクリックすると図-5に示す [弾性係数] の検索結果が得られる。

画面には著者(1), タイトル, 雑誌名, 発行年の4項目が表示される。ある文献の収録ページなどの詳細データが必要な場合には、画面上で該当する文献の表の上でマウスをダブルクリックすると、図-6に示す詳細データ表示画面が現れる。図-5, 図-6の内容を印刷したい場合はそれぞれの画面の [印刷] をクリ

検索結果 50 件			
著者(1)	タイトル	雑誌名	年
HARRY S. PINK	asphalt rheology experimental determination	AAPT	1980
SOUTHGATE, H. F.	effects of construction variations upon	AAPT	1982
QUEIROZ, C. A. V.	a mechanistic analysis of asphalt pavement	AAPT	1983
MEIER, W. R.	evaluation of structural layer coefficients	AAPT	1985
NEWCOMB, D. E.	comparisons of field and laboratory	AAPT	1987
ROWE, G. M.	a practical approach to the evaluation of	AAPT	1988
COREE	The Synthesis of Mixture Strength Parameters	AAPT	1989
McLod	Relationship of Paving Asphalt Temperature	AAPT	1989
Kim	Chemical and Mechanical Evaluation on	AAPT	1990
CHOU, Y. T.	Shell procedure for assigning moduli to	TRR	1975
ESPINOSA, JOSE	statistical analysis of constrained soil	TRR	1975
FARZIN, M. HASSAN	evaluation of modulus and Poissons ratio	TRR	1975
KENNEDY, THOMAS W.	elastic and stochastic characteristics of	TRR	1976
SHEN, C. K.	elastic and viscoelastic behavior of a	TRR	1976
AL-JURAIBAN, A.	rutting properties of a dune-sand paving	TRR	1983
NAZARIAN, S.	use of spectral analysis of surface waves	TRR	1983
NAZARIAN, S.	nondestructive testing of pavements using	TRR	1984
BROUN, S. F.	modeling of granular materials in pavements	TRR	1985
IZAN, J.	characterization of granular material	TRR	1985

図-5 検索結果画面

詳細データ表示

著者	SOUTHGATE, H. F.						
タイトル	effects of construction variations upon dynamic moduli of asphalt concrete						
雑誌名	AAPT	抄録	無				
1982	年	昭和57	年	P.	484	~	493
Vol.	51	No.	1				
コト	1 8213						
コト	2 4129						
コト	3 1212						
コト	4 2645						
コト	5 0						
		印刷		戻る		終了	

図-6 詳細データ表示画面

ックすれば、プリンタに出力される。

## (2) キーワードを直接入力する方法

この方法はキーワードを直接手入力して、キーワードと合致する文献を検索するものである。図-7は図-3で検索方法として「直接入力」を選択し、「asphalt」と入力したときの画面を示したものである。この画面の「検索」をクリックすると図-8に示す検索結果が得られる。キーワードとしてタイトル以外に著者名、コード、発行年についても入力し、検索することができる。なお、詳細データの表示方法および印刷については(1)の方法と同様である。

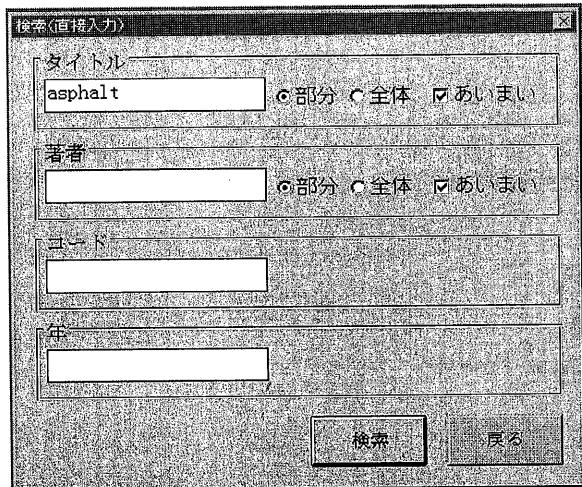


図-7 検索（直接入力）画面

## 5. おわりに

ここで紹介した海外舗装文献検索システムは、舗装に関する海外文献をだれもが容易に利用できることを目的に開発したものであるが、さらに使いやすくするために機能の充実、操作性の簡易化などを図っていく予定である。なお、開発当初にはプログラム、データベースをおさめたフロッピディスクを希望者に対して配付することを計画していたが、現在インターネットのホームページで対応していくことを検討している。

本システムの報告にあたっては、歴代アスファルト舗装技術研究グループの関係者の御尽力によるところが大きい。紙面を通して感謝の意を表するものである。

## 付記

本システムはわが国の舗装関係のホームページであるhoso-mlのFTPに登録させていただくことになりました。このホームページの詳細については北海道大学姫野先生がアスファルト誌(第189号)に書かれている「インターネットと舗装工学(第2回)」の中で紹介されています。本システムはこのホームページでの「FTPサービス」に登録され、利用できるようになります。

なお、舗装関係のホームページのURLは、「<http://www.plan.civil.tohoku.ac.jp/pave/hoso-ml>」です。本誌が発行されるころには登録する予定です。

検索結果 598 件				
印 刷	戻る	次へ	最終	年
著者(1)	タイトル	雑誌名	年	コード
JOSE M VILA	influence of accelerated climatic	AAPT	1975	
M W WITCZAK	a comparison of layered theory design	AAPT	1975	
HERBERT F	deflection behavior of asphaltic concrete	AAPT	1975	
L D COYNE	emulsified asphalt mix design and	AAPT	1975	
A PINILLAA	the influence of the temperature in the	AAPT	1975	
JOHN P SPAHR	the use of emulsified asphalt in	AAPT	1975	
P R MARTINEAU	graded aggregate seal coats utilizing high	AAPT	1975	
C VERGA	asphalt cements improvement the influence	AAPT	1975	
EGONS TONS	grading of asphalt cements by viscosity	AAPT	1975	
J MARVILLET	influence of asphalt composition its	AAPT	1975	
PRITHVI S	measurement of asphalt viscosity at 77f	AAPT	1975	
ILAN ISHAI	analysis of failure modes and related	AAPT	1975	
ROBERT L DUNNING	recycling of asphalt concrete description	AAPT	1975	
H PLANCHER	reduction of oxidative hardening of	AAPT	1976	
DOUGLAS I	force ductility an asphalt performance	AAPT	1976	
L W CORBETT	asphalt viscosity by Exxon rapid method	AAPT	1976	
H E SCHWEYER	a constant stress rheometer for asphalt	AAPT	1976	
SPERROS E	an investigation of asphalt preparation	AAPT	1976	
CHARLES W BEAGLE	deflection and performance of deep lift	AAPT	1976	
RONALD L TERREL	performance of asphalt concrete pavement	AAPT	1976	

図-8 検索結果画面

監修 多田宏行、著者 阿部忠行・稻垣竜興、絵 小出海哥子・勝山英幸  
漫画で学ぶ

## 舗装工学 基礎編

㈱建設図書 A-5版 ¥3,000円

ニチレキ株式会社  
副社長 蒔田 實

3年前に第一作「各種舗装編」を手にした時の印象、『漫画』と『舗装工学』の組み合わせの意外性と、読み終わるのに予想以上に時間のかかってしまったことを思い出した。今回出版された第二作の「基礎編」は、最初から構えてじっくりと読んでみた。第一作と同様に、しっかりした高度の内容を、平易に興味深く読ませるものとなっている。

第一作を読めば、『現在ある種々舗装は一体どう言ったところから発展して来たのか』、『舗装とはそもそも何なのか』が気になり、知りたくなる。第二作はまさにこういった興味に応えるものとなっている。また、登場人物の㈱舗装の若き技術者佐伯透が職場結婚した和子と新婚旅行から帰ったところから始まっている第一作に対して、第二作はそもそも二人の馴れ初めはどうだったのか、当然沸いてくる興味に応えるストーリーとなっており、第一作を読んだ読者は第二作も読まざるを得ない仕掛けになっている。

ところで、本誌「アスファルト」の読者は、必ずしも舗装工学の専門家ばかりではないが、舗装に何らかの係わりをお持ちの方々である。したがって、第一作を読まれて強烈な印象をお持ちの方も多いと思われるので、書評として「第一作に勝るとも劣らない第二作が出版されましたよ」と書けば、それで終わってしまうことなく。しかし、どうもこれで終わってはいけない気がしてならない。

米国では、1987年からSHRPと称する国をあげての道路研究が進められ、長期供用性の調査がなお現在も継続されている。この研究が始められた経緯は、1973年のオイルショックを契機に米国でも公共投資が制限され、結果として道路施設が非常に荒廃してしまったことによる。すなわち、米国における公共施設を健全に維持していくには膨大な資金を要するため、単なる維持修繕を繰り返すだけでは不十分で、新たなる技術開発と技術革新が必要とされるとの観点から始められたものである。しかし、この研究の隠されたもう一つの目的は、これを推進することにより、各分野の技術者の結束をはかり、次いで若い人々に道路技術に関心を持たせ、将来の人材の育成をはかることにあったと言えよう。この隠された目的は、アスファルト及び混合物の粘弾性的性状などの新しい試験方法の開発等により若い人々の関心を集め、特に、舗装技術者の育成という点では着実に達成されているものと思われる。

わが国においては、大学で舗装の講座数が減少すると共に、若い人々の舗装に関する勉強の機会が失われていく傾向にあると思われる。一方、公共事業に関しては近年暗いイメージがつきまとひ、特に舗装分野は若い人々に敬遠される傾向にある。ところで、わが国においても、将来にわたって道路を健全に維持していくには、舗装に関する一層の技術開発と技術革新が必要とされている。そのためには、若い優秀な人材を確保し育成していく必要がある。

著者らの本書出版の本当の動機は、舗装技術に対する熱い思いと、将来の舗装技術を担う人材の育成に対する危惧からではなかろうか。

本誌の読者の皆さんには、自らが読むばかりでなく、子供さんあるいは親戚の若い人々に本書の一読をお薦めいただきたい。また、大学等で講義する機会があれば、是非教科書としてご利用いただきたい。

舗装に無縁であった若い人々にも必ずや気楽に面白く読んでいただける専門書である。

## 騒音調査

道路事業を行うにあたって関係する環境要素には、  
①大気汚染、②水質汚濁、③騒音、④振動、⑤地盤沈下が含まれている。

この内、騒音は走行中の自動車から発生するエンジン音・吸排気音・冷却ファン音やタイヤ音等全体を含めた音を対象にしている。

騒音調査は調査項目として騒音レベルの中央値( $L_{50}$ )を求める事としており、その他関連する調査として測定点周辺の地形条件や土地利用状況等の周辺条件や、測定時の気象条件、既存道路の道路構造・巾員等の道路条件、及び自動車交通量大型車混入率等の交通条件を併せて調査することにしている。

騒音レベルの中央値は時間区分によってサンプリングした騒音レベルの統計的な中央値の事である。

排水性舗装や低騒音型舗装で使われている騒音調査には、①JIS Z 8731に準拠した騒音レベル測定方法、②タイヤ近接騒音測定が主体で、その他③JIS D 1024に準拠した自動車の加速時車外騒音測定方法がある。

## 1) 騒音レベル測定方法 (JIS Z 8731)

①測定位置はJIS Z 8731では対象区域の騒音を代表する地点とされているが、舗装関係では外側車線中心から7.5m地上1.2mの位置に騒音計をセットして測定する例が多い。

②測定期は、交通騒音状況を代表すると思われる日に朝・昼・夕・夜の4つの時間帯で測定することにしているが舗装関係では特定の時間帯に集中する例が多い。

③測定時間はサンプリングのデータ数として50個以上、時間間隔は5秒以下としているが、舗装関係では間隔1秒個数500個程度にしている例が多い。

④指標 $L_{50}$ は舗装関係では以下のように計算している例が多い。

$$L_{50} = L_w - 8 - 20 \log_{10} l + 10 \log_{10} \left( \pi \frac{l}{d} \tanh 2\pi \frac{l}{d} \right) + \alpha_d + \alpha_l$$

$L_{50}$ ：自動車交通騒音の中央値 (dB (A))

$L_w$ ：1台の車から発生する平均パワーレベル (dB (A)) ここでは54年規制適合車を想定して次式を求める例を示す。

$$L_w = 86 + 0.2V + 10 \log_{10} (a_1 + 8 a_2)$$

$a_1$ ：小型車類混入率

$a_2$ ：大型車類混入率

$$a_1 + a_2 = 1$$

この他57～62年規制適合車には別の式を適用する。

$l$ ：音源から予測点までの距離 (m)

$d$ ：平均車頭間隔 (m)  $d = 1000V/N$   
 $N$ ：平均時間交通量 (台/時)

$\alpha_d$ ：回折減衰による補正值(dB (A))、音源と予測点に障害ない場合は0をとる

$\alpha_l$ ：種々の原因による補正值(dB (A))、一般平面道路の道路端の値とした $N < 1000$ 台/時で-4.0、 $N \geq 1000$ 台/時で-2.5などをとる

排水性舗装での測定例を図-1～2に示す。図-1

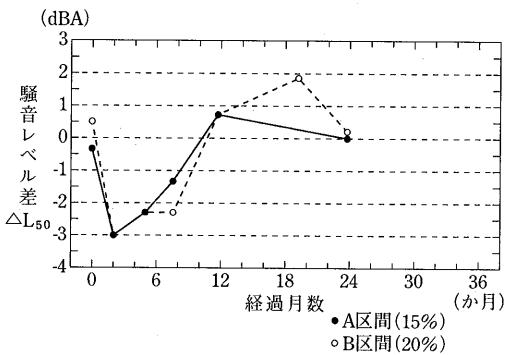


図-1 C区間(密粒)との騒音レベル差 $\Delta L_{50}$ の経時変化

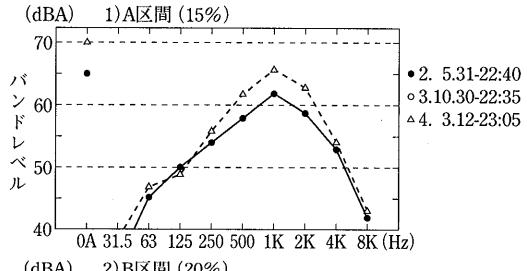


図-2 沿道騒音 $L_{50}$ の周波数構成の推移

では通常の密粒度アスファルトコンクリート区間に對してA区間（空隙率15%）とB区間（空隙率20%）のL<sub>50</sub>の差を評価し、減音効果を評価しているものである。一方、図-2は周波数構成を示すもので、通常区間は経時的にほとんど変化が無いのに比べA区間・B区間は1KHz近辺の中音部が変化してくる事を評価している。

## 2) タイヤ近接騒音

図-3に示すような仕様例の試験車両に試験タイヤ（専用タイヤとする）を装着し走行速度40, 50, 70km/h程度で走行させ、タイヤ近接騒音レベルと走行速度の関係、同一路面での騒音のバラツキや周波数構成比などの分析を行うものである。

図-4では速度60kmにおける騒音レベルを評価した例示であり、路面の種類のちがいによる減音効果の有意差を正確に評価できることを示している。

## 3) 自動車の加速時車外騒音測定法 (JIS D 1024)

交通止めを行った区間に単独で試験車両を走行させこの時の騒音のピーク値を車両から7.5m高さ1.2mの位置にセットした騒音計で計測するものである。

3つの方法のうち、環境影響評価を行うために実施

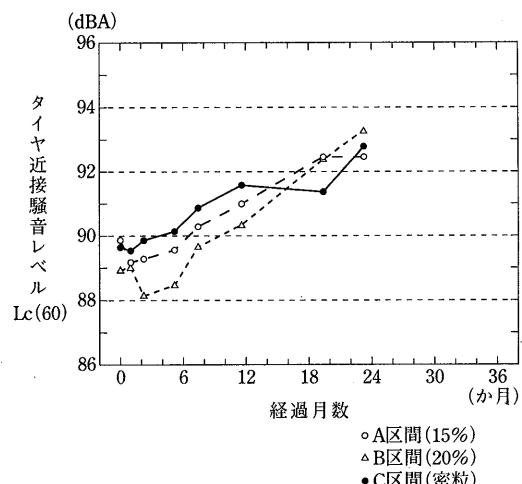


図-4 タイヤ近接騒音レベルの経時変化

するものは1)の測定によって官民境界で地上1.2mの高さでの予測が必要になる。

詳細な測定方法を規定したものとして下記の図書がある。

日本道路協会 道路環境整備マニュアル（平成元年1月） 第4章 騒音

[小島逸平 (株)ガイアートクマガイ技術研究所]

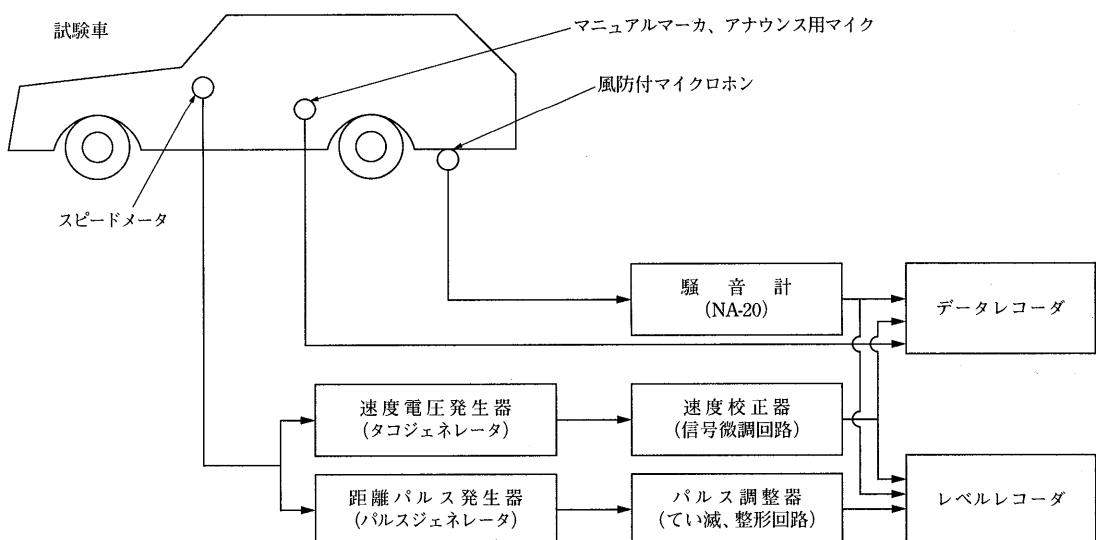


図-3 タイヤ近接騒音計測車例

## マイクロサーフェッシング

「マイクロサーフェッシング」が開発されるに先立ち、「スラリーシール」と呼ばれる工法が1963年にフランスで開発され、ヨーロッパの一部で使用され、そしてアメリカテキサス州でも使用され始めた。しかしながら、「スラリーシール」工法は耐久性、滑り抵抗性に問題があった。これらの問題点を解決するために、1960年代後半から1970年代にかけてドイツで「マイクロサーフェッシング」が開発された。

「コールドMAC」(Cold Micro Asphalt Concrete)とも呼ばれ、現在、国際スラリー舗装協会(ISSA)も認可し、ヨーロッパ、アメリカ等で施工されている。

我が国で施工してきた「フォグシール」や「スラリーシール」との主な相違点は、バインダーとしてポリマー改質アスファルトをベースとした急硬化性アスファルト乳剤を使用しており、耐久性が格段に高く、養生時間が極めて短いことである。

また、この施工は図-1に示すように、使用材料である改質アスファルト乳剤、骨材、水、セメントをすべて専用の施工機械に積み込み、施工厚さにもよるが平均20~30m/分程度の施工速度で敷きならしていくことができる。

したがって、幹線道路での補修工事に用いて、工事渋滞の発生を極力抑えることができる工法として評価されている。さらに、切削オーバーレイなどと比較して、廃

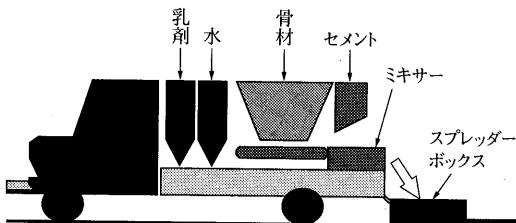


図-1 マイクロサーフェッシング専用施工機械概念図

表-2 マイクロサーフェッシング混合物の力学特性の一例

項目	特性値	試験法	備考
安定度	1,100 (kgf) [1,000]	マーシャル安定度試験 (舗装試験法便覧)	硬化した混合物を60°Cで24h乾燥後、再加熱し、通常の加熱アスコンと同様に作製、試験した値
弾性係数 (@25°C)	$4.5 \times 10^4$ (kgf/cm <sup>2</sup> ) [ $4.4 \times 10^4$ ]	間接引張り試験 (ASTM D 4123)	供試体作製は、マーシャル試験の場合と同様
耐流動性 (動的安定度)	1,420 (回/mm) [950]	WT 試験 (舗装試験法便覧)	密粒度アスコン(13) 4cm下地に常温急硬性薄層混合物 1cm (上層) で試験
耐摩耗性 (すりへり断面積)	0.9 (cm <sup>2</sup> ) [0.6]	ラベリング試験 (舗装試験法便覧)	平チェーン使用、供試体の断面は、WT試験と同様
骨材飛散抵抗性 (摩擦値)	180 (g/m <sup>2</sup> )	ウェットトラック試験 (ASTM D 3910)	I S S A 規格 $\leq 810$ g/m <sup>2</sup>

注) [ ] 内は、密粒度アスコン [13mm, ストアス (60~80)] の試験値例  
WT: ホイールトラッキング

材を出さない点も特長である。また、トータルエネルギー消費量に関しても加熱アスファルトコンクリートに比べ、省エネ効果の大きな工法としても注目されている。

マイクロサーフェッシング混合物の配合例と性状を、表-1, 表-2に示す。

マイクロサーフェッシング工法における一層当たりの平均最大施工厚は10~13mmなので、平均施工厚がそれ以上となる場合は、二層施工を行う。

我が国におけるマイクロサーフェッシングに関しての取り組みはまだその歴史は浅いが、現在までの実績としては約10万m<sup>3</sup>程度である。マイクロサーフェッシングは薄層であるため、舗装構造的な強化を目的とするよりはむしろ経済的に舗装表面状態の改善を行い、舗装寿命を延ばすという目的での適用可能性が極めて大きい工法と考えられる。

また、高速道路や幹線道路などの工事渋滞をできるだけ起こさずに表面状態を補修したい場合や、老朽化したコンクリート舗装の騒音低減対策を考える場合、そして、すべり抵抗性の改善を図りたい場合、さらにはコンボジット舗装への対応としても今後の可能性は大きいと考えられる。

膨大な維持補修需要を抱える我が国のこれから時代に適した表層用薄層混合物としてこの「マイクロサーフェッシング」は新しい舗装技術の可能性を切り開いていくものとして大いに期待されている新工法のひとつである。

[青木秀樹 昭和シェル石油株式会社中央研究所]

表-1 マイクロサーフェッシング混合物の配合例

材 料	配 合
骨材	100部
急硬化性改質As乳剤	11~13
セメント	1.5~3.0
水	11~13
可使時間調整剤	- (状況に応じて)

# 平成7年市販アスファルトの性状調査

(社)日本アスファルト協会技術委員会

## 1. はじめに

市販アスファルトの性状調査については、JISと(社)日本道路協会規格が、異なっていた昭和49年当時より品質の適合性に関して毎年実施してきており、本年度も市販アスファルトの品質動向を把握するために行つた。

## 2. 調査方法

各製油所毎に各製品の長期間にわたる性状範囲を報告してもらうアンケート方式で行つた。

- (1) 調査対象は、ストレート・ローン・防水工事用アスファルトの全種類とする。
- (2) 製油所毎に、平成7年1月～12月に製造された当該製品の全ロットを対象に、試験項目毎の最大値、最小値、平均値を報告する。

## 3. データ提出機関

データは、下記の各社製油所から本協会へ提出されている。(50音順)

出光興産	昭和シェル石油	日本石油
鹿島石油	昭和四日市石油	日本石油精製
九州石油	西部石油	富士興産
極東石油工業	谷口石油精製	富士石油
興亜石油	東燃	三菱石油
コスモ石油	東北石油	歴世礦油
三共油化工業	ジャパンエナジー	

## 4. 調査結果

表-1～3の石油アスファルトの品質要約は、(1)ストレートアスファルト、(2)ローンアスファルト、(3)防水工事用アスファルトに分類し、全アンケート報告値から品質項目毎に、最大および最小値を抽出してまとめたもので調査期間中に製造された各種アスファルトの品質項目毎の範囲を示したものである。

表-4、5は、製油所毎の各品質項目における全ロットの平均値を、ストレートアスファルトのうち60～80、80～100の2種類について、取りまとめたものである。

## 5. あとがき

この性状調査は、前述のとおりアンケート方式による報告値を整理したものである。

報告内容は、

- (1) 各製油所の品質項目毎の試験値の最大値、最小値および全ロットの平均値であり、一連の性状が同一ロットの性状でないこと。
- (2) 調査対象期間が、一年間に渡ったこと。
- (3) 測定機関が異なっていること。  
などの理由から、品質範囲に幅があるが、JISや(社)日本道路協会規格の品質規格内にあり、適合している。

表-1 石油アスファルト品質調査要約 (1)ストレートアスファルト

項目	種類	20 ~ 40		40 ~ 60		60 ~ 80		80 ~ 100		100 ~ 200	
		範囲	JIS	範囲	規格・JIS	範囲	規格・JIS	範囲	規格・JIS	範囲	規格・JIS
針入度 (25°C)	25~33	20を越え40以下	43~60	40を越え60以下	61~80	60を越え80以下	81~100	80を越え100以下	100以下	154~200	150を超えて200以下
軟化点 °C	57.0~60.0	50.0~55.0	48.0~53.0	47.0~55.0	44.5~52.0	44.0~52.0	43.5~48.0	42.0~50.0	37.5~45.0	37.5~45.0	30.0~48.0
伸度 (15°C) cm	150以上	50以上	65以上	10以上	100以上	100以上	100以上	100以上	100以上	100以上	100以上
伸度 (25°C) cm	150以上	99.0以上	99.72~99.95	99.0以上	99.43~100.0	99.0以上	99.4~100.0	99.0以上	99.22~100.0	99.0以上	99.0以上
三塩化エタン可溶分Wt%	99.94~99.99	260以上	270~366	260以上	270~784	260以上	270~364	260以上	300~360	300~360	240以上
引火点 °C	304~322	0.01~0.13	0.6以下	-0.24~0.17	0.6以下	-0.35~0.13	0.6以下	-0.35~0.13	0.6以下	-0.35~0.13	0.6以下
薄膜加熱質量変化率 Wt%		60~76	58以上	55~79	55以上	55以上	53~72	50以上	-0.04~0.06	-0.04~0.06	1.0以下
薄膜加熱針入度残留率 %	0.3以下	81~100	110以下	79~106	110以下	79~107	110以下	79~107	110以下	110以下	1.0以下
蒸発後の針入度比 %	-0.03~0.00	1.000以上	1.027~1.049	1.000以上	1.019~1.064	1.000以上	1.018~1.043	1.000以上	1.017~1.032	1.000以上	1.000以上
密度 (15°C) g/cm³	1.032~1.038	2.455 ~ 2.630	900~1,600	633~1,350	552~1,040	552~1,040	552~1,040	552~1,040	430~510	430~510	430~510
動粘度 (120 °C) mm²/s		204~295	308~452	155~289	263~382	141~252	141~252	141~252	172~200	172~200	172~200
動粘度 (140 °C) mm²/s	520~533	131~190	106~173	54.5~100	51~100	51~100	51~100	51~100	116~134	116~134	116~134
動粘度 (160 °C) mm²/s	167~178	66~95.0	82~93	40.0~50.0	40.0~50.0	40.0~50.0	40.0~50.0	40.0~50.0	40.0~50.0	40.0~50.0	40.0~50.0

表-2 石油アスファルト品質調査要約 (2) ブローンアスファルト

種類 項目	10 ~ 20		20 ~ 30	
	範囲	J I S	範囲	J I S
針入度 (25°C)	11~19	10を超える20以下	21~29	20を超える30以下
軟化点 °C	92.5~112.5	90.0以上	82.5~102.5	80.0以上
伸度 (25°C) cm	1~4	1以上	2~5	2以上
三塩化エタン可溶分 Wt %	99.35~99.99	98.5以上	98.90~99.94	98.5以上
引火点 °C	300~348	210以上	294~346	210以上
蒸発質量変化率 Wt %	-0.06~0.05	0.5以下	-0.04~0.01	0.5以下
針入度指数	3.1~5.1	2.5以上	3.0~6.8	2.5以上

(注) 40~はセミブローンアスファルト。

表-3 石油アスファルト品質調査要約 (3) 防水工事用アスファルト

種類 項目	第三種		第四種	
	範囲	J I S	範囲	J I S
針入度 (25°C)	21~38	20以上40以下	31~42	30以上50以下
針入度指数	5.0~7.6	5.0以上	6.0~7.3	6.0以上
軟化点 °C	100.0~126.0	100以上	101.5~118.0	95以上
蒸発質量変化率 Wt %	-0.07~0.02	1以下	-0.01~0.00	1以下
三塩化エタン可溶分 Wt %	98.93~99.97	95以上	99.28~99.9	92以上
引火点 °C	284~350	280以上	286~324	280以上
フーラースゼイ化点 °C	-29~-15	-15以下	-24~-20	-20以下
だれ長さ mm	0~6	8以下	0~2	8以下
加熱安定性 °C	1~5	5以下	1~4	5以下

表-4 ストレートアスファルト性状表 (60~80)

番号	針入度 (25°C)	軟化点 °C	伸 度 (15°C) cm	三塩化 エタン 可溶分 Wt %	引火点 °C	薄 膜 加 热		蒸発後 の針入 度比 %	密 度 (15°C) g/cm³	動 粘 度 (mm²/s)				
						質量変化 率 Wt %	針 入 度 残留率 %			120°C	140°C	150°C	160°C	180°C
1	68	49.0	150以上	99.8	340	+0.07	75.9	92	1.033	1,028		243		82.6
2	68	48.0	150以上	99.8	365	+0.08	69.3	92	1.034	1,021		245		78.1
3	66	48.4	150以上	99.95	358	+0.10	64.0	100	1.038	1,004		228		74.0
4	65	48.0	150以上	99.9	330	+0.08	66.0	100	1.035	1,050	372	239	160	80.0
5	72	46.7	140以上	99.77	346	-0.04	59.1	95	1.031	755		178		61.3
6	67.5	50.1	100以上	99.79	336	+0.00	68.1	99	1.036	1,208		271		89
7	69	49.4	150以上	99.96	363	+0.11	68.4	96	1.036	1,150		235		76.6
8	74	46.1	100以上	99.8	344	+0.03	63.0	101	1.032	760		180		64
9	68	48.5	140以上	99.94	300以上	+0.07	75.3	100	1.039	936		214		73.3
10	70	47.5	150以上	99.9	325	-0.05	58.5	98	1.027	777		174		59
11	70	48.5	150以上	99.95	270以上	+0.03	64.0	83	1.032	913		210		72.6
12	73	48.0	150以上	99.9	339	+0.04	61.0	101	1.033	920		216		74
13	73	50.7	100以上	99.99	331	+0.06	71.3		1.032	1,073	381	245	164	81.6
14	69	47.0	150以上	99.8	299	-0.22	65.0	85	1.028	1,025	350	221	146	100以下
15	65	47.4	150以上	99.98	376	+0.10	66.4	98	1.034	900		218		75.2
16	69	46.6	150以上	99.87	358	+0.08	66.9	98	1.037	1,010		215		69.5
17	70	48.0	150以上	99.96	294	-0.04	64.6	103	1.026	1,102		260		88
18	71	47.4	150以上	99.81	343	+0.05	65.2	100	1.033	857		197		69.1
19	68	49.0	140以上	99.9	300以上	+0.07	65.3	98	1.033	906		206		72
20	66	48.7	150以上	99.95	347	+0.09	68.0	98	1.037	1,013		228		75.9
21	69	48.0	130以上	99.93	337	+0.03	68.5	98	1.035	831		191		64.8
22	69	49.0	130以上	99.97	318	-0.11	65.2	100	1.037	854		198		67.2
23	68	47.5	130以上	99.8	307	-0.01	69.0	98	1.035	892		205		69
24	70	45.5	100以上	99.72	356	+0.09	69.2	93	1.037	873		199		67.0
25	69	49.0	100以上	99.90	358	+0.07	67.5	94	1.021	1,230	425	275	183	93.3
26	69	48.5	150以上	99.94	332	+0.03	69.8	93	1.037	902		214		76

表-5 ストレートアスファルト性状表 (80~100)

番号	針入度 (25°C)	軟化点 °C	伸 度 (15°C) cm	三塩化 エタン 可溶分 Wt %	引火点 °C	薄 膜 加 热		蒸発後 の針入 度比 %	密 度 (15°C) g/cm³	動 粘 度 (mm²/s)				
						質量変化 率 Wt %	針 入 度 残留率 %			120°C	140°C	150°C	160°C	180°C
1	90	45.8	150以上	99.95	358	+0.10	64.0	100	1.035	818		194		65.1
2	89	44.7	140以上	99.69	345	-0.03	56.1	94	1.028	649		160		56.7
3	92	45.9	150以上	99.96	353	+0.10	67.3	100	1.032	772		184		62.3
4	86	45.0	150以上	99.6	329	+0.08	61.8	95	1.027	610		148		54
5	89	46.0	150以上	99.96	270以上	+0.03	61.9	85	1.029	733		180		64.2
6	83	46.9	150以上	99.9	335	+0.04	61.0	101	1.032	850		205		71
7	90	46.5	150以上	99.8	289	-0.33	63.0	87	1.025	804	279	178	119	100以下
8	91	45.7	150以上	99.75	336	-0.05	64.4	101	1.030	713		172		62.3
9	90	46.0	140以上	99.9	300以上	+0.07	65.2	97	1.030	735		177		65
10	96	46.0	150以上	99.9	338	+0.10	62.2	97	1.034	813		191		65.4
11	88	46.6	130以上	99.98	320	-0.11	64.9	100	1.032	698		168		58.7
12	89	46.0	130以上	99.8	307	-0.01	70.0	98	1.033	744		178		62
13	89	44.5	100以上	99.72	354	+0.09	68.5	93	1.033	741		176		60.8
14	88	46.5	100以上	99.68	352	+0.08	69.3	97	1.019	994	364	240	164	83.4

## 〈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 度 比	輸 入	合 計	内 需	対前年 度 比	輸 出	小 計	期末在庫	合 計
59 年 度	226	5,235	(105.9)	0	5,461	5,221	(106.1)	0	5,221	240	5,461
60 年 度	240	5,029	( 96.1)	0	5,269	5,035	( 96.4)	0	5,035	215	5,250
61 年 度	215	5,744	(114.2)	0	5,959	5,695	(113.1)	0	5,696	235	5,931
62 年 度	235	5,892	(102.6)	9	6,136	5,862	(102.9)	0	5,862	274	6,136
63 年 度	274	5,904	(100.2)	3	6,181	5,953	(101.6)	1	5,954	219	6,173
元 年 度	219	6,066	(102.7)	1	6,286	5,990	(100.6)	4	5,994	276	6,270
2 年 度	276	6,277	(103.5)	1	6,554	6,205	(103.6)	8	6,213	310	6,523
3 年度上期	310	2,844	( 93.4)	0	3,154	2,841	( 95.5)	6	2,847	302	3,149
3 年度下期	302	3,129	( 96.8)	0	3,430	3,103	( 96.0)	12	3,115	313	3,428
3 年 度	310	5,973	( 95.2)	0	6,282	5,944	( 95.8)	18	5,962	313	6,275
4 年度上期	313	2,969	(104.4)	0	3,282	2,893	(101.8)	59	2,952	326	3,278
4 年度下期	326	3,152	(100.7)	1	3,479	3,216	(103.6)	17	3,233	244	3,477
4 年 度	313	6,121	(102.5)	1	6,435	6,109	(102.8)	76	6,185	244	6,429
5 年度上期	244	2,910	( 98.0)	1	3,155	2,803	( 96.9)	26	2,829	329	3,158
5 年度下期	329	3,209	(101.8)	1	3,539	3,233	(100.5)	79	3,312	238	3,550
5 年 度	244	6,119	(100.0)	2	6,365	6,036	( 98.8)	105	6,141	238	6,379
6 年度上期	238	2,954	(101.5)	1	3,193	2,761	( 98.5)	60	2,821	377	3,198
7. 2月	329	415	( 89.2)	0	744	420	( 95.2)	11	431	314	745
3月	314	661	(100.1)	0	975	670	( 90.4)	36	706	272	978
1~3月	289	1,482	( 96.5)	0	1,771	1,449	( 94.0)	56	1,505	272	1,777
6 年度下期	377	3,070	( 95.7)	0	3,447	3,073	( 95.1)	112	3,185	272	3,457
6 年 度	238	6,024	( 98.4)	1	6,263	5,834	( 96.7)	172	6,006	272	6,278
7. 4月	272	576	( 96.5)	0	848	481	( 94.3)	28	509	341	850
5月	341	383	( 89.8)	0	724	345	( 90.0)	23	368	358	726
6月	358	357	( 90.4)	0	715	420	( 93.3)	21	441	275	716
4~6月	272	1,316	( 92.8)	0	1,588	1,246	( 92.8)	72	1,318	275	1,593
7月	275	520	( 95.9)	0	795	435	( 81.8)	34	469	328	797
8月	328	481	( 98.6)	0	809	450	(107.1)	38	488	322	810
9月	322	496	( 97.8)	0	818	489	(104.9)	31	520	300	820
7~9月	275	1,497	( 97.4)	0	1,772	1,374	( 96.9)	103	1,477	300	1,777
7 年度上期	272	2,813	( 95.2)	0	3,085	2,620	( 94.9)	175	2,795	300	3,095
10月	300	534	(112.9)	0	834	513	( 98.7)	28	541	293	834
11月	293	568	(101.8)	0	861	542	( 95.3)	33	575	289	864
12月	289	566	(101.6)	0	855	558	(104.1)	32	590	263	853
10~12月	300	1,668	(105.0)	0	1,968	1,613	( 99.3)	93	1,706	263	1,969
8. 1月	263	425	(104.7)	0	688	347	( 96.7)	27	374	316	690
2月	316	465	(112.0)	0	781	436	(103.8)	23	459	323	782
3月	323	653	( 98.8)	0	976	681	(101.6)	26	707	271	978
1~3月	263	1,543	(104.1)	0	1,806	1,464	(101.0)	76	1,540	271	1,811
7 年度下期	300	3,211	(104.6)	0	3,511	3,077	(100.1)	169	3,246	271	3,517
7 年 度	272	6,024	(100.0)	0	6,296	5,697	( 97.7)	344	6,041	271	6,312
8. 4月	271	564	( 97.9)	0	835	496	(103.1)	29	525	311	836
5月	311	446	(116.4)	0	757	422	(122.3)	19	441	317	758

〔注〕 (1) 通産省エネルギー生産・需給統計月報 8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。

〈石油アスファルト需給統計資料〉 その2

石油アスファルト内需実績 (品種別明細)

(単位:千t)

項目 年 度	内 需 量					対 前 年 度 比						
	ストレート・アスファルト			燃焼用 アスフ アルト	プローン アスフ アルト	合 計	ストレート・アスファルト			燃焼用 アスフ アルト		
	道路用	工業用	計				道路用	工業用	計			
59年 度	4,000	162	4,162	805	254	5,221	101.2	91.5	100.8	149.1	100.4	106.1
60年 度	3,739	139	3,878	911	246	5,035	93.5	85.8	93.2	113.2	96.9	96.4
61年 度	3,979	241	4,220	1,238	237	5,695	106.4	173.4	108.8	135.9	96.3	113.1
62年 度	4,252	360	4,612	995	255	5,862	106.9	149.4	109.3	80.4	107.6	102.9
63年 度	4,307	421	4,728	967	258	5,953	101.3	117.3	102.5	97.2	101.2	101.6
元年 度	4,360	447	4,807	932	251	5,990	101.2	106.2	101.7	96.3	97.3	100.6
2年 度	4,416	606	5,022	929	254	6,205	101.3	135.6	104.5	99.7	101.2	103.6
3年度上期	2,090	268	2,358	372	111	2,841	97.3	99.6	97.5	86.1	89.5	95.5
3年度下期	2,226	323	2,549	424	130	3,103	98.2	95.8	97.9	85.3	100.0	96.0
3年 度	4,316	591	4,907	796	241	5,944	97.7	97.5	97.7	85.7	94.9	95.8
4年度上期	2,153	253	2,406	372	115	2,893	103.0	94.4	102.0	100.0	103.6	101.8
4年度下期	2,406	315	2,721	369	126	3,216	108.1	97.5	106.7	87.0	96.9	103.6
4年 度	4,559	568	5,127	741	241	6,109	105.6	96.1	104.5	93.1	100.0	102.8
5年度上期	2,022	265	2,287	404	112	2,803	93.9	104.7	95.1	108.6	97.4	96.9
5年度下期	2,315	336	2,651	456	126	3,233	96.2	106.7	97.4	123.6	100.0	100.5
5年 度	4,337	601	4,938	860	238	6,036	95.1	105.8	96.3	116.1	98.8	98.8
6年度上期	1,939	257	2,196	455	110	2,761	95.9	97.0	96.0	112.6	98.2	98.5
7. 2月	297	15	312	89	19	420	104.6	27.3	92.0	107.2	100.0	95.2
3月	528	37	565	86	19	670	88.8	84.7	88.6	103.7	92.8	90.4
1~3月	1,027	103	1,130	262	57	1,449	94.1	67.8	90.9	109.2	96.6	94.0
6年度下期	2,190	249	2,439	513	121	3,073	94.6	74.1	92.0	112.5	96.0	95.1
6年 度	4,129	506	4,635	968	231	5,834	95.2	84.2	93.9	112.6	97.1	96.7
7. 4月	341	37	378	86	17	481	87.6	209.4	92.9	99.6	98.1	94.3
5月	251	7	258	72	15	345	92.7	20.6	84.9	118.0	86.9	90.0
6月	303	33	336	67	17	420	94.4	78.6	92.6	100.0	85.0	93.3
4~6月	895	77	972	225	49	1,246	91.4	81.1	90.5	105.1	89.1	92.8
7月	304	49	353	66	16	435	84.9	62.8	81.0	85.7	84.2	81.8
8月	304	47	351	82	17	450	99.7	335.7	110.0	98.8	94.4	107.1
9月	337	38	375	95	19	489	114.2	53.5	102.5	117.3	100.0	104.9
7~9月	945	134	1,079	243	52	1,374	98.6	82.2	96.3	100.8	92.9	96.9
7年度上期	1,840	211	2,051	468	101	2,620	94.9	82.1	93.4	102.9	91.8	94.9
10月	353	51	404	87	22	513	95.4	89.5	94.6	120.8	104.8	98.7
11月	385	44	429	89	24	542	95.1	80.0	93.3	104.7	100.0	95.3
12月	392	50	442	96	20	558	100.5	151.5	104.5	102.1	105.3	104.1
10~12月	1,130	145	1,275	272	66	1,613	97.0	100.0	97.3	108.4	103.1	99.3
8. 1月	202	51	253	75	19	347	99.0	102.0	99.6	86.2	105.6	96.7
2月	295	42	337	77	22	436	99.3	280.0	108.0	86.5	115.8	103.8
3月	548	26	574	85	22	681	103.8	70.3	101.6	98.8	115.8	101.6
1~3月	1,045	119	1,164	237	63	1,464	101.8	115.5	103.0	90.5	110.5	101.0
7年度下期	2,175	264	2,439	509	129	3,077	107.7	106.0	100.0	99.2	106.6	100.1
7年 度	4,015	475	4,490	977	230	5,697	97.2	93.9	96.9	100.9	99.6	97.7
8. 4月	387	13	400	80	16	496	113.5	35.1	105.8	93.0	94.1	103.1
5月	281	46	327	76	19	422	112.0	657.1	126.7	105.6	126.7	122.3

- [注] (1) 通産省エネルギー生産・需給統計月報 8年5月確報  
(2) 工業用ストレート・アスファルト、燃焼用アスファルト、プローンアスファルトは日本アスファルト協会調べ。  
(3) 道路用ストレート・アスファルト=内需量合計-(プローンアスファルト+燃焼用アスファルト+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。

# 改質アスファルトを用いた混合物の設計・施工の手引き

B5版・37ページ・実費頒価 ￥500（送料実費）

申込先（社）日本アスファルト協会  
〒105 東京都港区虎ノ門1-21-8  
秀和第3虎ノ門ビル7階

改質アスファルトは、アスファルト舗装の耐久性向上を目的として、舗装石油アスファルトの性質を改善したアスファルトで、改質方法によってその性質も多様です。したがって、これを十分に理解したうえで利用しなければ、その機能を十分に發揮させられないところがあります。

そこで、(株)日本アスファルト協会では、改質アスファルトを使用する場合の適用場所の選定をはじめ、混合物の製造および施工についての手引きをとりまとめました。

この手引きは、わが国における現今の改質アスファルトに関する標準的な技術を示したもので関係者必読の書としておすすめします。

## 目 次

1. 総 説	5.3 最適アスファルト量の決定
1.1 概 説	5.4 流動対策
1.2 本手引きの適用にあたっての注意	5.5 摩耗対策
2. 改質アスファルト	5.6 すべり対策
2.1 分 類	5.7 その他
2.2 特 徴	6. 混合物の製造・運搬
2.3 品質規格	6.1 概 説
3. アスファルト混合物の破損と対策	6.2 改質アスファルトおよび改質材路湯の準備
3.1 概 説	6.3 混合物の製造の準備
3.2 流 動	6.4 混合物の製造・貯蔵・運搬
3.3 摩 耗	7. 混合物の舗設
3.4 すべり	7.1 概 説
3.5 その他	7.2 舗設準備
4. 改質アスファルトの適用	7.3 プライムコートおよびタックコート
4.1 一般地域における適用	7.4 舗設温度
4.2 積雪寒冷地における適用	7.5 敷きならし
4.3 特殊箇所における適用	7.6 締固め
5. 配合設計	7.7 継 目
5.1 概 説	7.8 寒冷期の施工
5.2 配合設計における確認試験	8. 管理と検査

社団法人 日本アスファルト協会会員

社 名	住 所	電 話
[メーカー]		
出光興産株式会社	(100) 千代田区丸の内3-1-1	03 (3213) 3134
エッソ石油株式会社	(107) 港区赤坂5-3-3	03 (3585) 9438
鹿島石油株式会社	(102) 千代田区紀尾井町3-6	03 (5276) 9556
キグナス石油株式会社	(104) 中央区八重洲2-8-1	03 (3276) 5211
キグナス石油精製株式会社	(210) 川崎市川崎区浮島町3-1	044 (288) 8445
九州石油株式会社	(100) 千代田区内幸町2-1-1	03 (5512) 8606
極東石油工業株式会社	(100) 千代田区大手町1-7-2	03 (3270) 0841
興亜石油株式会社	(108) 港区芝浦3-4-1	03 (5441) 2518
コスモ石油株式会社	(105) 港区芝浦1-1-1	03 (3798) 3874
三共油化工業株式会社	(105) 港区新橋1-7-11	03 (5568) 6411
株式会社ジャパンエナジー	(105) 港区虎ノ門2-10-1	03 (5573) 6000
昭和シェル石油株式会社	(100) 千代田区霞が関3-2-5	03 (3503) 4076
昭和四日市石油株式会社	(510) 四日市市塙浜町1	0593 (45) 2111
西部石油株式会社	(100) 千代田区丸の内1-2-1	03 (3215) 3081
ゼネラル石油株式会社	(105) 港区海岸1-16-1	03 (5403) 3433
東燃株式会社	(100) 千代田区一ツ橋1-1-1	03 (3286) 5111
東北石油株式会社	(985) 仙台市宮城野区港5-1-1	022 (363) 1122
日本石油株式会社	(105) 港区西新橋1-3-12	03 (3502) 1111
日本石油精製株式会社	(105) 港区西新橋1-3-12	03 (3502) 1111
富士興産株式会社	(100) 千代田区永田町2-4-3	03 (3580) 3571
富士石油株式会社	(104) 中央区明石町8-1	03 (3547) 0011
三井石油株式会社	(101) 千代田区霞が関3-3-2	03 (5512) 3605
三菱石油株式会社	(108) 港区港南1-6-41	03 (3472) 7883
モービル石油株式会社	(100) 千代田区大手町1-7-2	03 (3244) 4691
[ディーラー]		
● 北海道		
コスモアスファルト(株) 札幌支店	(060) 札幌市中央区大通り西10-4	011 (281) 3906 コスモ
東光商事株式会社 札幌営業所	(060) 札幌市中央区南大通り西7-2	011 (241) 1561 三石
中西瀬青株式会社 札幌営業所	(060) 札幌市中央区北2条西2	011 (231) 2895 日石
株式会社南部商会 札幌営業所	(060) 札幌市中央区北2条西2-15	011 (231) 7587 日石
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 コスモ

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>			
株式会社 男鹿興業社	(010-05) 男鹿市船川港船川字海岸通り1-18-2	0185 (23) 3293	J O M O
カメイ株式会社	(980) 仙台市青葉区国分町3-1-18	022 (264) 6111	日 石
コスモアスファルト(株)仙台支店	(980) 仙台市青葉区中央3-3-3	022 (266) 1101	コスモ
正興産業株式会社仙台営業所	(980) 仙台市青葉区国分町3-3-5	022 (263) 5951	三 石
竹中産業株式会社新潟営業所	(950) 新潟市東大通1-4-2	025 (246) 2770	昭和シェル
常盤商事株式会社仙台支店	(980) 仙台市青葉区錦町1-10-11	022 (224) 1151	三 石
中西瀝青株式会社仙台営業所	(980) 仙台市青葉区中央2-1-30	022 (223) 4866	日 石
株式会社南部商会仙台営業所	(980) 仙台市青葉区一番町1-1-31	022 (223) 1011	日 石
ミヤセキ株式会社	(983) 仙台市宮城野区榴岡2-3-12	022 (257) 1231	三 石
菱油販売株式会社仙台支店	(983) 仙台市青葉区国分町3-1-1	022 (225) 1491	三 石
<b>● 関東</b>			
朝日産業株式会社	(103) 中央区日本橋茅場町2-7-9	03 (3669) 7878	コスモ
アスファルト産業株式会社	(104) 中央区八丁堀4-11-2	03 (3553) 3001	昭和シェル
伊藤忠商事株式会社	(107) 港区北青山2-5-1	03 (3497) 6548	九 石
伊藤忠燃料株式会社	(153) 目黒区目黒1-24-12	03 (5436) 8211	J O M O
梅本石油株式会社	(162) 新宿区揚場町2-24	03 (3269) 7541	コスモ
エムシー・エネルギー株式会社	(100) 千代田区内幸町1-2-2	03 (5251) 6961	三 石
株式会社木畠商会	(104) 中央区八丁堀4-2-2	03 (3552) 3191	J O M O
共立石油株式会社	(107) 港区元赤坂1-7-8	03 (3796) 6640	J O M O
株式会社ケイエム商運	(103) 中央区八重洲1-8-5	03 (3245) 1626	三 石
コスモアスファルト株式会社	(104) 中央区八丁堀3-3-5	03 (3551) 8011	コスモ
国光商事株式会社	(164) 中野区東中野1-7-1	03 (3363) 8231	出 光
株式会社澤田商行関東支店	(104) 中央区入船町1-7-2	03 (3551) 7131	コスモ
三徳商事株式会社東京支店	(101) 千代田区神田紺屋町11	03 (3254) 9291	昭和シェル
新日本商事株式会社	(170) 豊島区南大塚3-32-10	03 (5391) 4870	昭和シェル
住商石油アスファルト株式会社	(105) 港区浜松町2-3-31	03 (3578) 9521	出 光
竹中産業株式会社	(101) 千代田区鍛冶町1-5-5	03 (3251) 0185	昭和シェル
中央石油株式会社	(160) 新宿区新宿1-14-5	03 (3356) 8061	モービル
株式会社トーアス	(153) 目黒区目黒1-24-12	03 (5436) 8250	J O M O
東京富士興産販売株式会社	(100) 千代田区永田町2-4-2	03 (3591) 3401	富士興産
東京レキセイ株式会社	(150) 渋谷区恵比寿西1-9-12	03 (3496) 8691	富士興産
東光商事株式会社	(104) 中央区京橋2-1-4	03 (3274) 2751	三 石
東新エナジー株式会社	(103) 中央区日本橋2-13-10	03 (3273) 3551	日 石
株式会社トーメン	(107) 港区赤坂2-14-27	03 (3588) 7955	昭和シェル
東洋国際石油株式会社	(104) 中央区八丁堀3-3-5	03 (3555) 8138	コスモ
中西瀝青株式会社	(103) 中央区八重洲1-2-1	03 (3272) 3471	日 石
株式会社南部商会	(100) 千代田区丸の内3-4-2	03 (3213) 5871	日 石
日石丸紅株式会社	(105) 港区西新橋2-4-2	03 (5251) 0777	日 石
日東商事株式会社	(170) 豊島区巣鴨4-22-23	03 (3915) 7151	昭和シェル
日東石油株式会社	(104) 中央区八丁堀1-11-3	03 (3551) 6101	昭和シェル
パシフィック石油商事株式会社	(103) 中央区日本橋蛎殻町1-17-2	03 (3661) 4951	モービル
富士興産アスファルト株式会社	(100) 千代田区永田町2-4-2	03 (3580) 5211	富士興産

社団法人 日本アスファルト協会会員

社名	住所	電話	
富士鉱油株式会社	(105) 港区新橋4-26-5	03 (3432) 2891	コスモ
富士油業株式会社東京支店	(106) 港区西麻布1-8-7	03 (3478) 3501	富士興産
丸紅エネルギー株式会社	(101) 千代田区神田駿河台2-2	03 (3293) 4171	モービル
ユニ石油株式会社	(107) 港区元赤坂1-7-8	03 (3796) 6616	昭和シェル
菱油販売株式会社	(160) 新宿区西新宿1-20-2	03 (3345) 8205	三石
瀧青販売株式会社	(103) 中央区日本橋2-16-3	03 (3271) 7691	出光
<b>● 中部</b>			
コスモアスファルト(株)名古屋支店	(460) 名古屋市中区錦2-14-21	052 (223) 0711	コスモ
株式会社澤田商行	(454) 名古屋市中川区富川町1-1	052 (353) 5111	コスモ
三徳商事株式会社静岡支店	(420) 静岡市伝馬町5-3	054 (255) 2588	昭和シェル
三徳商事株式会社名古屋支店	(453) 名古屋市中村区則武1-10-6	052 (452) 2781	昭和シェル
株式会社三油商会	(460) 名古屋市中区丸の内2-1-5	052 (231) 7721	コスモ
静岡鉱油株式会社	(424) 清水市袖師町1575	0543 (66) 1195	モービル
竹中産業株式会社福井営業所	(910) 福井市大手2-4-26	0766 (22) 1565	昭和シェル
株式会社田中石油店	(910) 福井市毛矢2-9-1	0776 (35) 1721	昭和シェル
富安産業株式会社	(939) 富山市若竹町3-74-4	0764 (29) 2298	昭和シェル
中西瀧青株式会社名古屋営業所	(460) 名古屋市中区錦町1-20-6	052 (211) 5011	日石
松村物産株式会社	(920) 金沢市広岡2-1-27	0762 (21) 6121	三石
丸福石油産業株式会社	(933) 高岡市美幸町2-1-28	0766 (22) 2860	昭和シェル
<b>● 近畿</b>			
赤馬アスファルト工業株式会社	(531) 大阪市北区中津3-10-4	06 (374) 2271	モービル
飯野産業株式会社神戸営業所	(650) 神戸市中央区海岸通り8	078 (333) 2810	JOMO
大阪アスファルト株式会社	(531) 大阪市北区中津1-11-11	06 (372) 0031	出光
木曾通産株式会社大阪支店	(530) 大阪市北区西天満3-4-5	06 (364) 7212	コスモ
共和産業株式会社	(700) 岡山市富田町2-10-4	0862 (33) 1500	JOMO
コスモアスファルト(株)大阪支店	(550) 大阪市西区西本町2-5-28	06 (538) 2731	コスモ
コスモアスファルト(株)広島支店	(730) 広島市中区銀山町3-1	0822 (44) 6262	コスモ
三徳商事株式会社	(532) 大阪市淀川区新高4-1-3	06 (394) 1551	昭和シェル
昭和瀧青工業株式会社	(670) 姫路市北条口4-26	0792 (26) 2611	JOMO
信和興業株式会社	(700) 岡山市西古松363-4	0862 (41) 3691	三石
スーパーストロングインターナショナル(株)	(532) 大阪市淀川区西中島2-11-30	06 (303) 5510	昭和シェル
正興産業株式会社	(650) 神戸市中央区海岸通り6	078 (322) 3301	三石
中国富士アスファルト株式会社	(711) 倉敷市児島味野浜の宮4051-12	0864 (73) 0350	富士興産
千代田瀧青株式会社	(530) 大阪市北区東天満2-10-17	06 (358) 5531	三石
ドーロ商事株式会社	(542) 大阪市中央区東心斎橋筋1-3-11	06 (252) 5856	富士興産
中西瀧青株式会社大阪営業所	(530) 大阪市北区西天満3-13-3	06 (316) 0312	日石
株式会社ナカムラ	(670) 姫路市国府寺町72	0792 (85) 2551	JOMO
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) 5195	富士興産
富士商株式会社	(756) 小野田市稲荷町6539	0836 (83) 3210	昭和シェル
平和石油株式会社	(530) 大阪市北区中之島3-6-32	06 (443) 2771	昭和シェル
株式会社松宮物産	(522) 彦根市幸町32	0749 (23) 1608	昭和シェル
丸和鉱油株式会社	(532) 大阪市淀川区塚本2-14-17	06 (301) 8073	コスモ

社団法人 日本アスファルト協会会員

社名	住所	電話	
横田瀝青興業株式会社	(672) 姫路市飾磨区南細江995	0792 (33) 0555	J O M O
株式会社菱芳磁産	(672-11) 姫路市広畠区西夢前台7-140	0792 (39) 1344	J O M O
<b>● 四国・九州</b>			
伊藤忠燃料株式会社九州支社	(812) 福岡市博多区博多駅前3-2-8	092 (471) 3851	J O M O
今別府産業株式会社	(890) 鹿児島市新栄町15-7	0992 (56) 4111	J O M O
株式会社カンド	(892) 鹿児島市住吉町1-3	0992 (24) 5111	昭和シェル
株式会社九菱	(805) 北九州市八幡東区山王1-17-11	093 (661) 4868	三石
コスモアスファルト(株)九州支店	(810) 福岡市中央区大名2-4-30	092 (771) 7436	コスモ
三協商事株式会社	(770) 徳島市万代町5-8	0886 (53) 5131	富士興産
サンヨウウ株式会社	(815) 福岡市南区玉川町4-30	092 (541) 7615	富士興産
中西瀝青株式会社福岡営業所	(810) 福岡市中央区天神4-1-18	092 (771) 6881	日石
株式会社南部商会福岡営業所	(810) 福岡市中央区天神3-4-8	092 (721) 4838	日石
西岡商事株式会社	(764) 仲多度郡多度津町家中3-1	0877 (33) 1001	三石
畑油株式会社	(804) 北九州市戸畠区牧山新町1-40	093 (871) 3625	コスモ
平和石油株式会社高松支店	(760) 高松市番町5-6-26	0878 (31) 7255	昭和シェル
丸菱株式会社	(812) 福岡市博多区博多駅前4-3-22	092 (431) 7561	昭和シェル

[賛助会員]

岡谷鋼機株式会社東京本店 (163-10) 新宿区西新宿3-7-1 03 (5323) 3202

編集顧問

多田宏行  
藤井治芳  
松野三朗

委員長：河野 宏  
阿部忠行  
荒井孝雄  
安崎 裕  
池田拓哉

今井博文  
菅野善朗  
栗谷川裕造  
小島逸平

編集委員

副委員長：真柴和昌  
七五三野茂  
田井文夫  
野村敏明  
折井進吾

半野久光  
姫野賢治  
室賀五郎  
森永教夫

アスファルト 第189号

平成8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1-21-8 TEL 03-3502-3956

本誌広告一手取扱 株式会社 廣業社

■104 東京都中央区銀座8-2-9 TEL 03-3571-0997 (代)

印刷所 キュービシスシステム株式会社

■107 東京都港区赤坂1-9-13 TEL 03-3224-1251 (代)

Vol.39 No.189 OCTOBER 1996

Published by THE JAPAN ASPHALT ASSOCIATION