

# アスファルト

第41巻 第198号 平成11年1月発行

# 198

## 特集・予防的維持補修

特集にあたって	七五三野茂	1
建設省の舗装データバンクシステム	落合文雄	2
東京都における道路維持補修計画支援システム	峰岸順一	8
JH日本道路公団における舗装マネジメントシステム	小松原昭則	14
首都高速道路の舗装維持管理	富永博夫	20
路面性状の測定技術	丹治和裕	26
路面性状の評価	川村彰	33

## <第9回論文賞入選佳作>

### アスファルトの品質性状に影響を及ぼす化学特性に関する一考察

田中晴也・川付正明・高木清美 37

## <アスファルト舗装技術研究グループ・第31回報告>

峰岸順一 43

### 第3回舗装のリフレクティブクラッキングに関する国際会議の論文抄録(その2)

アスファルト舗装技術研究グループ

## <用語の解説>

R Iによるアスファルト量 小島逸平 54

アスファルトの中温化技術 青木秀樹 55

<資料>平成9年市販アスファルトの性状調査 技術委員会 58

<統計資料>石油アスファルト需給統計資料 62

# ASPHALT

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

## 第77回 アスファルトゼミナール開催のご案内

社団法人 日本アスファルト協会

拝啓 時下ますますご清栄のこととお慶び申し上げます。

さて、恒例の当協会主催の「アスファルトゼミナール」を下記要領にて開催致します。

内容等参考の上、奮ってご参加くださいますようご案内申し上げます。

敬 具

記

1. 主 催 社団法人 日本アスファルト協会  
2. 協 賛 社団法人 日本アスファルト乳剤協会、日本改質アスファルト協会  
3. 後 援 建設省、社団法人 日本道路建設業協会、社団法人 日本道路建設業協会 中部支部  
社団法人 日本アスファルト合材協会、愛知県アスファルト合材協会

4. 開催月日 平成11年2月5日（金）～6日（土）

5. 開催場所 愛知県名古屋市「愛知県中小企業センター講堂」（案内図参照）

名古屋市中村区名駅4-4-39 ☎052-561-4121

6. 内 容 裏面「プログラム」参照

7. 申込方法 平成11年1月20日までに下記参加申し込み書に必要事項をご記入のうえ参加費を添えて現金書留でお申し込み下さい。申し込み受付次第受講券、領収書をお送り致します。

8. 申込先 社団法人 日本アスファルト協会 アズミ係

〒105-0001 東京都港区虎ノ門1-21-8 秀和第3虎ノ門ビル

☎03-3502-3956 FAX 03-3502-3376

9. 参加費 6,000円

10. 参加人数 600名（締切日以前でも定員になり次第締め切らせていただきます。）

11. その他の  
①払い込み済みの参加費は、不参加の場合

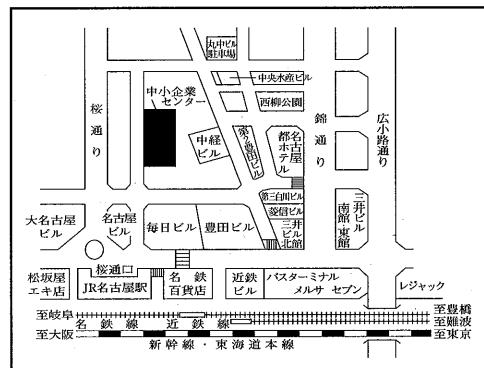
でも払い戻し致しません。参加者の変更をすることは差し支えありません。  
なお、不参加者には後日テキストをご送付致します。

②当日申込受付はできませんので、必ず上記方法でお申し込み下さい。

③宿泊のあっ旋は、勝手ながら当協会では致しませんので、各自にてお願いします。

④会場には駐車設備がありませんので、車でのご来場はご遠慮願います。

### 会場案内図



----- キ リ ト リ 線 -----

### 第77回 アスファルトゼミナール 参加申込書

勤務先			
所在地	〒		
T E L			
連絡先部課・氏名			
参加者氏名	役職名	参加者氏名	役職名

# プログラム

開催月日平成11年2月5日(金)～6日(土)

開催場所愛知県名古屋市「愛知県中小企業センター講堂」

名古屋市中村区名駅4-4-39 ☎052-561-4121

第1日目平成11年2月5日(金) 10:00～16:20

1. 挨拶	10:00～10:03
社団法人 日本アスファルト協会 会長	富 安 正 剛
2. 舗装技術・最近の話題	10:03～11:03
日新舗道建設株式会社 専務取締役	河 野 宏
3. 建設CALS／ECの動向について	11:03～12:03
財団法人 日本建設情報総合センター 建設CALS/ECセンター長	藤 崎 強
(休憩 12:03～13:10)	
4. 尾張徳川宗春と八代將軍吉宗の政策について	13:10～14:10
財団法人 徳川黎明会 徳川美術館学芸部普及課長	小 池 富 雄
5. 高齢者に配慮した生活環境整備	14:10～15:10
東京都老人総合研究所 生活環境部門室長 (休憩 15:10～15:20)	溝 端 光 雄
6. アスファルト規格の動向	15:20～16:20
社団法人 日本アスファルト協会 材料開発研究分科会長	坂 本 浩 行

第2日目 平成11年2月6日(土) 9:20～12:20

7. 平成11年度道路予算案	9:20～10:20
建設省 道路局企画課道路経済調査室長	奥 平 聖
8. マイクロサーフェシング技術について	10:20～11:20
社団法人 日本アスファルト乳剤協会 技術委員	小 林 信 夫
9. 高速道路における高機能舗装について	11:20～12:20
日本道路公団試験研究所 舗装研究室長	七五三野 茂

## 平成11年度 1級・2級舗装施工管理技術者 資格試験のご案内

### 1. 資格試験の目的

舗装施工管理技術者資格試験は、舗装工事に携わる技術者の技術水準および能力を適切に評価することによって、より水準の高い安定した舗装工事の施工を図ることを目的として、平成7年度より毎年1回、財団法人道路保全技術センターが実施している資格試験であります。

この資格試験には1級と2級の区分があり、これに合格すると、登録申請を行うことにより、財団法人道路保全技術センター理事長から資格登録証が交付され、「1級舗装施工管理技術者」または、「2級舗装施工管理技術者」と称することができます。

### 2. 実施概要

・受験資格：次表に示す①、②、③、④のいずれかに該当する者

学歴または取得資格等	舗装施工管理に関する実務経験の必要年数 <sup>注1)</sup>				
	1級試験		2級試験		
	指定学科 <sup>注2)</sup>	指定学科以外	指定学科 <sup>注2)</sup>	指定学科以外	
①	大学卒業者	卒業後 3年以上 指導監督的実務経験年数1年以上を含むものとする	卒業後 4年6ヶ月以上	卒業後 1年以上	卒業後 1年6ヶ月以上
	短期大学および高等専門学校(5年制)卒業者	卒業後 5年以上 指導監督的実務経験年数1年以上を含むものとする	卒業後 7年6ヶ月以上	卒業後 2年以上	卒業後 3年以上
	高等学校卒業者	——	——	卒業後 3年以上	卒業後 4年6ヶ月以上
	その他の方	——	——	卒業後 8年以上	——
②	技術士(建設部門) 二次試験合格者 1級土木施工管理 技術検定合格者 1級建設機械施工 技術検定合格者	指導監督的実務経験年数 1年以上 <sup>注3)</sup>	——	実務経験の年数は問わない	
③	2級土木施工管理 技術検定合格者 2級建設機械施工 技術検定合格者	合格後5年以上 指導監督的実務経験年数1年以上を含むものとする	——		
④	2級舗装施工管理技術者 資格試験合格者	合格後5年以上 <sup>注4)</sup> 指導監督的実務経験年数1年以上を含むものとする	——		

注1) 実務経験の必要年数とは、舗装工事に関する施工管理に従事した年数をいう。

注2) 指定学科とは、土木工学、農業土木学、森林土木学、鉱山土木学、砂防学、治山学、都市工学、衛生工学、交通工学、緑地・造園学または建築学に関する学科をいう。

注3) 資格取得以前のものも含まる。

注4) 当面、該当者はない。

・試験日：1級・2級試験ともに 平成11年6月27日(日)

・試験地：1級・2級試験ともに 札幌、仙台、東京、新潟、名古屋、大阪、広島、高松、福岡、那覇

・受験手数料：1級試験 15,000円(税込) 2級試験 10,000円(税込)

・申込受付期間：1級・2級試験ともに 平成11年2月19日(金)～3月5日(金)

・受験に必要な書類：1部 1,000円(税込)

●受験の手引き、受験申込書、実務経験証明書等、郵便振替払込用紙、申込用封筒が含まれています。

●1月20日(水)から(財)道路保全技術センター、(財)北海道道路管理技術センターおよび(社)建設弘済会(協会)、(財)北海道開発協会、(社)日本道路建設業協会で頒布します。

●郵送を希望される場合は、道路保全技術センター(本部・支部)に限り受け付けます。次ページの郵送申込書をコピーして必要事項を記入のうえ、現金書留(代金と送料)で請求して下さい。

部数	1部	2～3部	4～5部	6～7部	8～15部	16～24部	25～30部
送料	200円	500円	800円	900円	1,200円	1,400円	1,600円

●送料には、梱包材料・手数料が含まれます。

●31部以上の場合の送料は上記範囲内の分割となります。

●20部の場合の代金と送料の計算例 1,000円×20部(代金) + 1,400円(送料) = 21,400円

(例えば、40部の場合の送料は8～15部と25～30部の組合せで2,800円となります。)

◎ 問合せ先 〒103-0005 東京都中央区日本橋久松町9-9  
TEL. 03(5695)1911 FAX. 03(5695)1913

財団法人 道路保全技術センター 技術検定室 (9:00～17:30 土・日・祝祭日は休日です)

※郵送により「受験に必要な書類」を請求される場合は、この申込書をコピーして必要事項を記入のうえ、現金書留で請求して下さい。

郵 送 申 込 書		
下記により舗装施工管理技術者資格試験の 「受験に必要な書類」を郵送して下さい。		
部 数	部	1級 部
代 金	円	2級 部
送 料	円	計 部
合 計	円	( 代金=部数×1,000円 )
住 所		
〒 都 道 市 区 府 県 郡		
_____		
_____		
T E L _____		
F A X _____		
氏名または団体名		
_____		

返信用住所（当センターで発送小包に添付するものですから必ず記して入下さい）

住 所		
〒 都 道 市 区 府 県 郡		
_____		
_____		
團 体 名		
_____		
_____		
氏 名		
_____		
様		

### 参 考

1級試験、2級試験は、ともに一般試験（択一式）と応用試験（記述式）で行います。  
主な出題範囲は次のとおりです。

種 別	細 别	
	項 目	例
土木工学 (一 般)	土工	・切土、盛土 等
	コンクリート構造物	・側溝、擁壁 等
	安全施設	・道路標識・標示 ・防護柵 ・道路照明 等
	建設機械	・土工用機械 等
	造園	・道路緑化 等
	共通	・契約約款 ・設計図書 ・測量、調査 ・試験 等
舗装工学 (専 門)	設計	・路床の支持力評価 ・アスファルト舗装 ・セメントコンクリート舗装 ・特殊舗装 等
	材料	・骨材 ・アスファルト・セメント ・路盤材 ・加熱アスファルト混合物 ・舗装用セメントコンクリート ・特殊材料(新材料) ・その他(新材料、再生材等) ・試験 等
	施工	・路床、路盤 ・舗装用材料の製造・運搬 ・アスファルト混合物の舗設 ・セメントコンクリートの舗設 ・その他の舗装 ・舗装用機械 等
	補修	・在来舗装の評価 ・補修の設計 ・補修工法(路上表層再生工法等) 等
施工管理	施工計画	・施工計画 ・建設副産物の活用 等
	施工管理	・工程管理 ・原価管理 ・安全管理 ・品質管理 ・出来形管理 ・検査 ・試験 等
舗装工事 関連法規	労働関係	・労働基準法 ・労働安全衛生法 等
	建設業関係	・建設業法 等
	道路・道路交 通関係	・道路法 ・道路交通法 等
	環境保全対策 関係	・環境基本法 ・大気汚染防止法 ・騒音規制法 ・振動規制法 等
	建設副産物 関係	・再生資源の利用の促進 に関する法律 ・産業廃棄物の処理及び 清掃に関する法律 等

## 特集にあたって

七五三野 茂

日本道路公団試験研究所舗装研究室長

我国の道路総延長は約110万kmであり、その内、舗装延長は簡易舗装を含めて約80万kmである。膨大な舗装ストックに対して、適切な維持管理を行うことによって初めて舗装を長期間良好で経済的に供用してゆくことが可能となる。

適切な維持管理を実施してゆくためには、交通量、気象、舗装の構造、材料、供用性能などの舗装に関する数多くの情報をうまく利用しなければならない。また、所掌範囲における工事ごとの優先順位や予算配分なども維持管理を実施してゆく上で重要な作業である。

そこで、これらの舗装に関する膨大な情報をうまく利用して適切な維持管理を行うためのひとつの手段として、舗装マネージメントシステムが用いられることになる。

舗装マネージメントシステムは、AASHO道路試験の結果を評価し、理論的な基礎を構築するために、1960年代後半にシステム的な視点から舗装にアプローチする方法を研究したのが始まりであるといわれている。1970年代以降のコンピュータの発展も舗装マネージメントシステムの普及にとって大きな役割を果たしている。舗装マネージメントシステムは、通常、計画、設計、建設、維持管理、評価などの主要サブシステムにより構成されている。

これまで我国では、舗装の種類や使用する材料がそれほど多くなかったこと、舗装の補修要因としてわだち掘れを主に取り扱っていればよかつたこと、建設が主体であったことなど様々な理由により、舗装マネージメントシステムを舗装の建設・管理に用いるという必要性が希薄であった。

最近では、社会的なニーズの多様化にともない、排水性舗装、低騒音舗装、凍結抑制舗装などの特殊な機能を持つ舗装をはじめとして舗装の種類が豊富になるとともに、使用される材料の種類も増えてきた。

また、これまでの供用性能の評価はわだち掘れ

が主体であったが、ひびわれや平坦性に加えて今後はテクスチャや乗り心地などの安全性や快適性に関する新たな路面管理指標の利用も必要となることが想定される。排水機能や騒音低減機能などの機能を評価する新たな指標も必要である。

更に、予防的維持が実際の維持管理の中で多用されながら、材料や頻度などが重要な情報となって蓄積され、ライフサイクルコストの算出などに利用されることも考えられる。

このように、限られた人員と予算の中で、増大する舗装に関する情報を処理しつつ、適切な補修工法や時期の選択をしながら、安全・快適な舗装路面を経済的に提供しなければならず、システム的なアプローチのための機が熟してきたといえる。また、今後はエキスパートシステムの要素を備えたサブシステムも専門的な技術知識を補うために必要となるのではないかと思われる。

ちなみに、海外では欧米を中心として既に幾つかの個別のシステムが稼働しているが、世界銀行が中心となって開発し、世界道路協会(PIARC)が評価や普及を進めているHDM-4(Highway Design and Maintenance Standards Model)は、道路投資の経済評価や舗装マネージメントシステムとしての利用を目的としたものであり、今後、舗装マネージメントシステムのひとつのツールとしても発展途上国を含めた海外で利用が多くなるものと想定される。

このような状況の中で、我国における既開発の舗装マネージメントシステムを取り上げ、その現況や課題を中心に内容を知ることは今後の開発に役立つものと思われる。また、供用性の評価や予測はシステムの中核となるものであり、そのベースとなる路面性状の測定に関する最新の技術動向や、路面をプロファイルとしてとらえて新たな評価指標などの研究動向を知ることは、供用性の評価を適切に行い、システム全体を効果的に運用するための大変重要なと思われる。

# 建設省の舗装データバンクシステム

(Pavement Data Base System in Ministry of Construction)

落合文雄\*

舗装を合理的に管理するシステムとして「舗装管理システム」が開発され、それの中核的なシステムとして「新舗装データバンクシステム」が構築されている。本文は「新舗装データバンクシステム」の概要を紹介するものである。

## 1. はじめに

道路管理者は利用者に、供用性の高い安全で快適な道路を提供する必要がある。

道路における舗装は、その地域の交通車両による繰返し荷重や気温、降雨等の自然条件の影響を受けて、時間経過とともに供用性能が低下し維持補修の必要性が生じてくる。

近年、交通量の増大、車両の大型化による路面の損傷の進行に加え、道路利用者からの高い供用性能を求められている。さらに、道路整備とともに舗装のストックは年々増大しており、その維持管理には多額の費用が必要となるが維持管理費は必ずしも伸びていない状況にある。一方、管理延長の増加により、パトロールによる路面の現状把握は各々の道路管理者の主觀による相違が生じることから合理性に、舗装台帳は迅速な情報の利活用に欠けているなど課題が存在している。

このため、管内全体の路面性状の現状を迅速に把握するとともに、箇所ごとの舗装構造、CBR、補修履歴等のデータから的確な補修計画等を立案するなど、適切で合理的な維持管理を行うためのシステムが望まれていた。

このような背景をもとに、舗装を合理的に管理するシステムとして「舗装管理システム」が開発され、その中核的なシステムとして「新舗装データバンクシステム」が構築されている。本文は、「新舗装データバンクシステム」の概要を紹介するものである。

## 2. 開発の経緯

舗装データバンクシステムは、昭和58年度に土木研究所において舗装の現状評価や修繕計画作成を目的に開発され、昭和60年度には長期補修計画システムが、

昭和62年度には短期補修計画システムが付加された。その後改良を加えながら運用され、平成8年度からは、全国に先駆けて関東地方建設局が「新舗装データバンクシステム」の運用を開始した。

## 3. 新舗装データバンクシステムの概要

新舗装データバンクは舗装の維持管理業務（補修計画、日常管理、設計・積算、工事管理監督）の中で、主に補修計画を支援するシステムと位置付け、局、事務所、出張所それぞれにおける舗装補修計画案を効率的に実施するための支援システムである。具体的には、システムは局用システムと事務所・出張所システムで構成され、①舗装現況の把握、②補修候補箇所の選定、③維持管理計画の立案を行うことができる。

旧舗装データバンクシステムは、地方建設局における合理的な維持管理計画を支援することを主目的としていたが、新舗装データバンクシステムは事務所・出張所における現場業務においても有効に活用できるよう改善されている。システムの概念図は図-1に示す。

新システムはパソコンの能力の向上により、簡単な操作でカラーの画像で集計結果を表示したり、プリンタへの出力が可能となっている。新舗装データバンクシステムの主な特徴を以下に示す。

### ① 詳細情報の提供による舗装現況の把握

- ・20m単位データの表示。
- ・測定値の経年変化量の表示。
- ・測定値と予測値の差の表示。
- ・わだち掘れ量の大きい箇所の形状表示。

### ② 将来推計機能の充実による補修計画立案の支援

- ・長期補修計画システムおよび短期補修計画システムの活用。

\*おちあい ふみお 建設省関東地方建設局関東技術事務所調査試験課長

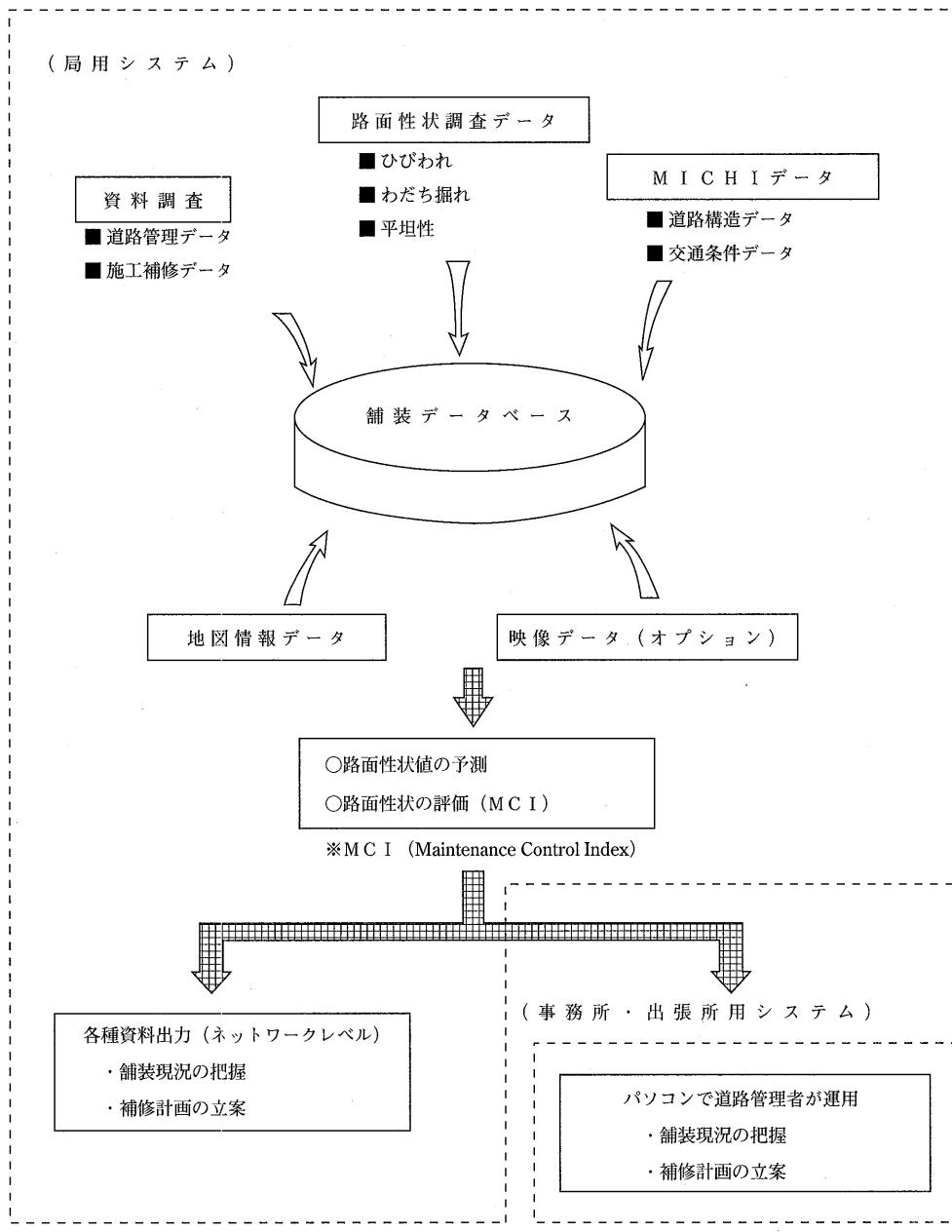


図-1 舗装データバンクシステムの概念図

- ・管理水準や補修量を設定することによる将来推計の充実。
- ③データの視覚化表現による利便性の向上
  - ・MCI等の結果を道路地図上にカラー化。
  - ・パソコン画面上の図表のカラー表示。
- ④印刷機能の付加
  - ・主要な集計結果については紙に出力。

#### 4. システムの主な機能

##### 4.1 局用システム

局用システムの主な機能は、データベースの作成とネットワークレベルの各種資料を出力することである。機能概要は図-2に示すとおりである。その中から主な機能を紹介する。

##### 1) 路面性状評価図の出力

本資料はデジタル道路地図(縮尺1/25000)上に

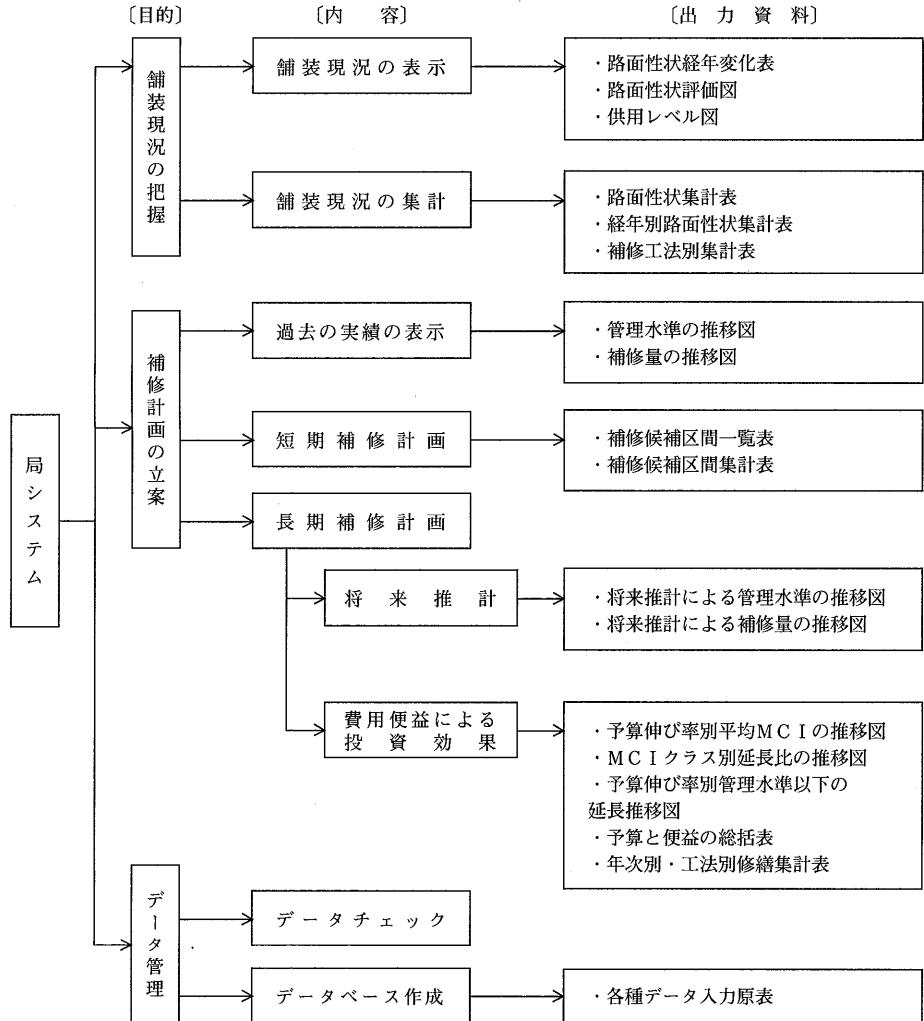


図-2 局用システムの機能概要

MCI等の路面性状測定結果を評価ランク毎にカラー表示したものであり、舗装現況の把握や補修計画立案するうえで広域的な情報をわかりやすく得ることができる。

## 2) 路面性状の将来予測集計機能

補修計画立案を支援するために、すでに開発されている「長期補修計画システム」と「短期補修計画システム」が活用できる他、以下の将来推計が可能となり、事務所の予算状況に応じた補修計画の試算が可能である。

- ①年度別にMCIの管理水準を設定し、その水準を維持する必要補修量を試算する。
- ②年度別に補修量を設定し、その補修量で補修を行った場合のMCIを試算する。

③補修基準（例えばMCI4.0以下を補修する）を設定し、その補修基準で補修した場合のMCI値と補修量を試算する。

## 4.2 事務所・出張所用システム

本システムはパソコンで道路管理者（現場技術者）が運用するもので、機能概要は図-3に示すとおりである。その中から主な機能を紹介する（図-6参照）。

### 1) 補修候補箇所の選定

補修箇所選定条件を設定することにより該当する箇所を検索して表示することができる。

- (例1) MCIが5以下の箇所を選定せよ。
- (例2) ひび割れが10%以上の箇所を選定せよ。

### 2) 路面性状経年変化表の表示

路面性状測定値を表示するだけでなく、前回調査時

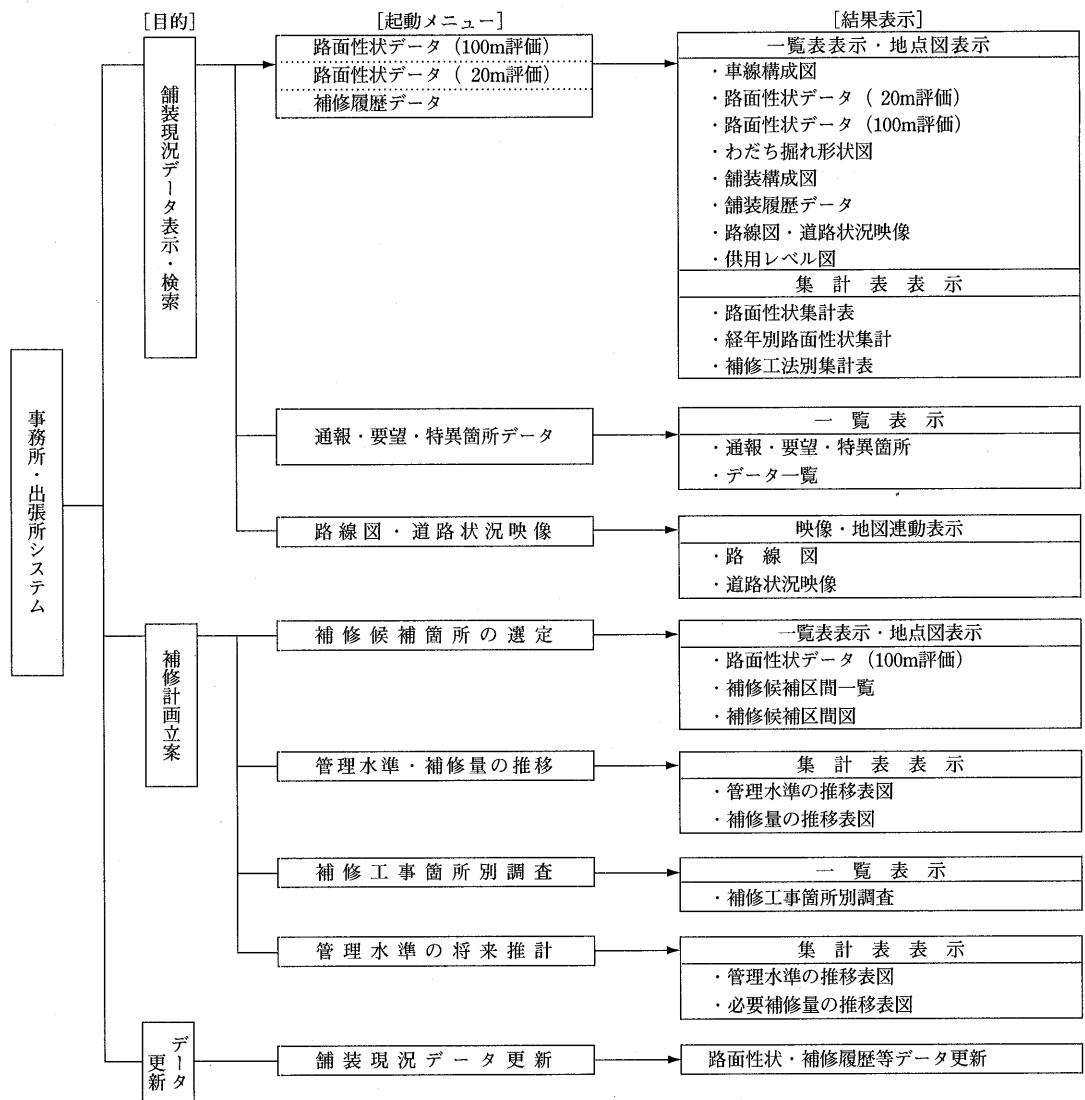


図-3 事務所・出張所用システムの機能概要

(3年前)からの変化量や予測値との差も表示する。この資料から箇所毎の路面性状進行量が把握できることや路面性状予測式の適合状況等がわかる。

### 3) 路面性状の将来予測推計機能

局用システムと同様に、以下の将来推計が可能であり、予算の応じた補修計画の試算が可能である。

- ①年度別にMCIの管理水準を設定し、その水準を維持する必要補修量を試算する。
- ②年度別に補修量を設定し、その補修量で補修を行った場合のMCIを試算する。
- ③補修基準（例えばMCI4.0以下を補修する）を設定し、その補修基準で補修した場合のMCI値と補

修量を試算する。

#### 4) 詳細情報の表示

現場技術者の利便性の向上を図ったものの1つで、現地距離で20m単位の路面性状データ表示やわだち掘れ量の大きい箇所のわだち掘れ形状の表示が可能である。

## 5. システムの運用形態等

### 5.1 運用形態のフロー

システムの運用形態は図-4に示すとおりであり、局用システム（ワークステーション）、事務所・出張所用システム（パソコン）ともに専用機としてスタンド

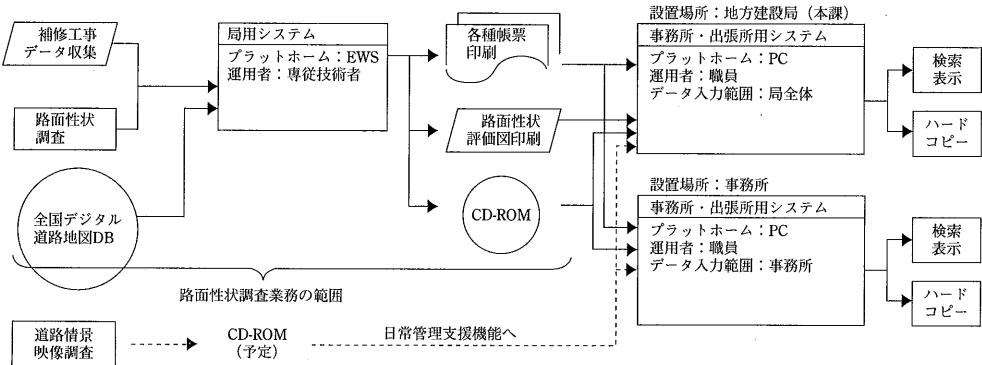


図-4 新舗装データバンクの運用形態

アローンでの使用としている。

### 5.2 データのメンテナンス

データについては、道路管理事務所へアンケート調査を行い補修工事データ、道路管理データ、舗装構成データ、道路管理データ等を収集し、毎年データ更新を行っている。また、関東地方建設局管内12工事事務所が管理する管理延長の約1/3を対象に、路面性状測定車を用いて、ひびわれ・わだち掘れ・平坦性の測定を行いデータの更新を行っている。

## 6. 路面性状予測式

現在、関東地方建設局が管理する直轄国道延長は2,300kmで、その内、現状路面性状調査は、3年間で一巡する調査体制を取っている。このため、登録されている現状データは、当該年度・前年度・前々年度の3種類でありこのままではそれぞれ単純に比較することができない。そこで、全体を評価するために、これらの現状データをそれぞれ1年後、2年後、3年後を予測し、横並びの路面性状予測値としている。

### 6.1 予測式の作成

路面性状予測式（新予測式）は要因分析結果に基づき、原則的に路線別に作成した。路線別に予測式を分類することで、道路が通っているその地域特性や交通特性の要因が総合的に考慮された式になっている。新予測式作成では、ひびわれ、わだち掘れ、平坦性について、路線別に3年前の実測値と最新の実測値との関係から回帰分析により予測式を作成した。さらに、旧式誤差率と新式誤差率の方が小さくなるよう予測式を作成した。この際、新式誤差率の方が大きい場合には、地域特性や交通特性が異なる場所で分割して回帰分析を繰り返し、精度が向上するまで（新式誤差率の方が小さくなるまで）予測式を見直している。

### 6.2 新予測式の保守・点検

予測式の精度を保つには、定期的に予測精度を調査し必要に応じ修正する必要がある。

そこで、毎年計測した路面性状を用いて予測式の精度確認を行う保守点検システムを導入している。

その保守点検システムのイメージは図-5のとおり

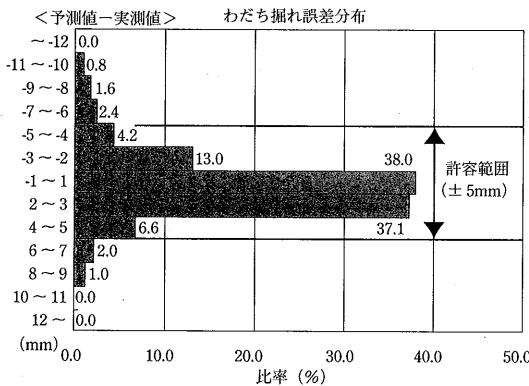


図-5 予測式の点検イメージ

であり、許容範囲内に占める割合を求めて点検を行うこととしている。

## 7. おわりに

新舗装データバンクシステムは、道路整備五箇年計画の基礎資料の作成や中・長期舗裝修繕計画の立案などに活用できるものである。また、新たに現場技術者

が直接、手元で合理的な補修箇所の選定、苦情・要望等のデータ管理等の日常の維持管理業務にも利用できるように改善されている。

今後は、各地方建設局での運用が開始されることとなっており、多くの本システム利用者からの意見や新たな要望が想定される。これらの意見を踏まえて、より利便性の高いシステムとなることを望むものである。

**メニュー画面**

舗装データバンクシステム（事務所・出張所システム） Version 1.0

路面状況データ表示・検索  
路面性状データ(100m評価)  
路面性状データ(20m評価)  
舗装構成図  
通報・要望・特異箇所データ  
路線図・道路状況映像

補修計画立案  
補修候補箇所の選定  
管理水準・補修量の指標  
補修工事箇所別調書  
管理水準の将来推計  
データ更新  
舗装現況データ更新

MCI 5以下の箇所を探してみよう

MCI 5以下の箇所の選定

このリストを基に現地を確認してみよう

以下 のメニューから必要なデータが利用できます。

舗装現況のメニュー		補修計画立案のメニュー	
1 車線構成図	8 供用レベル図	1 補修候補箇所の選定	
2 路面性状データ(20m評価)	9 路面性状集計表	2 管理基準／補修量の推移表示	
3 路面性状データ(100m評価)	10 経年別路面性状集計	3 補修工事箇所別調書	
4 わだち掘れ形状図	11 補修工法別集計表	4 管理水準／補修量の将来推計	
5 舗装構成図	12 通報・要望・特異箇所データ一覧		
6 舗装履歴データ	13 路線図		
7 (路線図・道路状況映像)	14 (道路状況映像)		

図 - 6

# 東京都における道路維持補修計画支援システム

(Pavement Maintenance Management System in Tokyo Metropolitan Government)

峰 岸 順 一\*

東京都では、大型車量の増加などに伴い維持補修の事業量が増大する状況で、かつ限られた予算の中でより効率的で合理的な維持補修を実施するために舗装管理システムが求められていた。このため、客観的なデータに基づく舗装評価、補修時期の決定、補修箇所の選定、工事の優先順位、適切な工法の選択ができるシステムの開発を進めてきた。本報告では、平成9年3月に完成したパソコンによる道路維持補修計画支援システムの現状と1年間運用後の課題について報告する。

## 1. まえがき

東京都が管理する道路延長は、平成10年4月現在2,232km、舗装率は99.98%となっている。これまで舗装の維持補修は、現場技術者の技術的判断と経験によって実施してきた。しかし、大型車量の増加などに伴い維持補修の事業量が増大していることと、限られた予算の中でより効率的で合理的な維持補修を実施するためのシステムが求められていた。このためPMS(Pavement Management System)の考え方を取り入れ、客観的なデータに基づく舗装評価、補修時期の決定、補修箇所の選定、工事の優先順位、適切な工法の選択ができるシステムの開発を進めてきた。

開発当初の昭和63年から平成6年までの舗装管理システム<sup>①</sup>は、汎用機による道路台帳システム、附属物等管理情報システムおよび橋梁管理情報システムのサブシステムを含むものであったが、OA開発の見直しに伴い、平成7、8年度でパソコンを用いた道路維持補修計画支援システムとして舗装管理システムと橋梁管理システムに機能が統合された。これに伴い開発当初の画面による管理情報サブシステムも削減された。

現行のシステムは、あくまでも現場技術者の補修箇所選定および工法決定の支援を行う道路維持補修計画支援システム「PMMS (Pavement Maintenance Management System)」であり、ライフサイクルコスト分析に基づく評価結果を含む維持補修のPMSとはなってはいない。

本報告では、平成9年3月に完成し各建設事務所に設置を完了したパソコンによる道路維持補修計画支援

システムのうち舗装管理システムの現状と1年間運用後の課題について報告する。

## 2. システム概要

### 2.1 システム構成

道路維持補修計画支援システムは、図-1に示す基本フローからなっている。

各種台帳情報の一元管理を行うデータベースを核に、3年後の短期計画を支援する補修箇所選定システム(補修箇所抽出、優先順位付け)、工法選定システム(機能的判定、構造的判定)、予算計画から構成されている。予算計画については、工法と優先順位が示された補修箇所一覧の出力を予算担当者が判断して計画をたてるものとなっている。また、システムにおける各情報の関連は図-2に示すとおりである。

なお、システムは、Windows3.1上でMicrosoftのAccessおよびExcelを用いて作成しており、容量は約5,538MBである。現在、都道約1,900kmのデータベースのデータ容量は約18,514MBである。

### 2.2 データベースについて

#### 1) 地点標

データベースは、100m単位に設置された地点標をもとに100m単位に情報を管理している。データの単位は、事務所単位、工区単位、路線別に図-1に示すデータを地点標100mの代表値としている。なお、現在地点標の設置は都道のうち島嶼部を除く約1,900kmが完了している。

#### 2) 道路構成

\*みねぎし じゅんいち 東京都建設局道路管理部保全課調査係

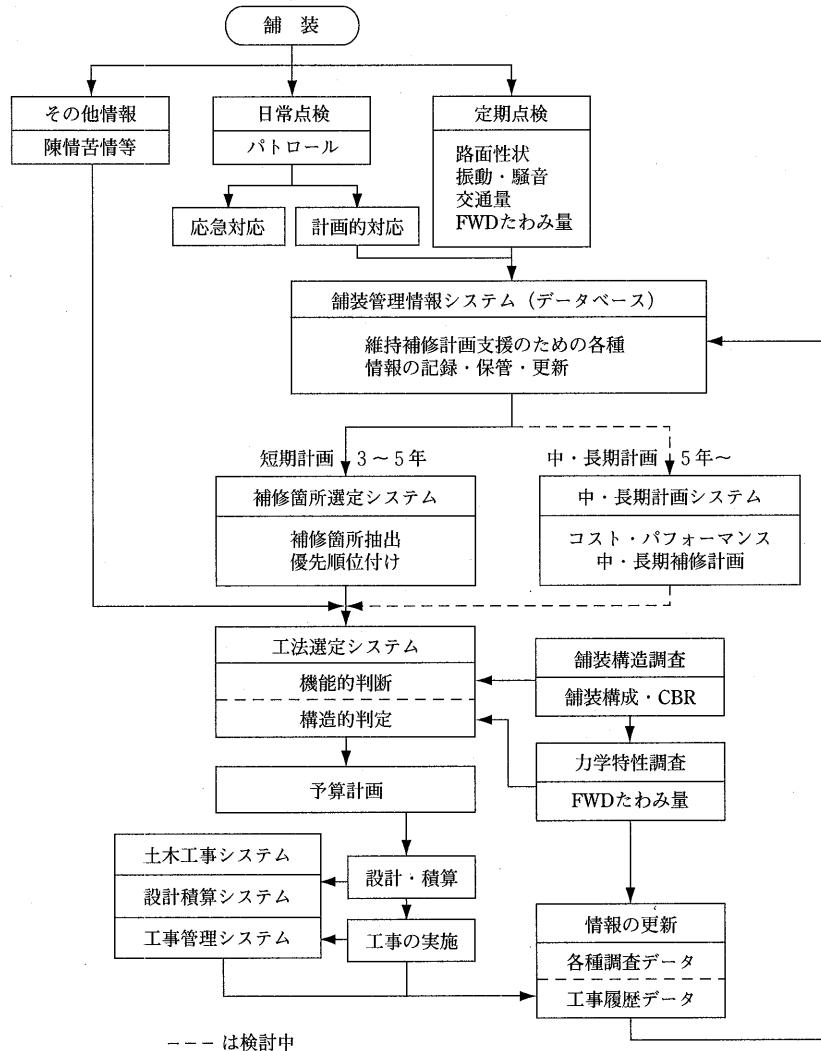


図-1 道路維持補修計画支援システムの基本フロー

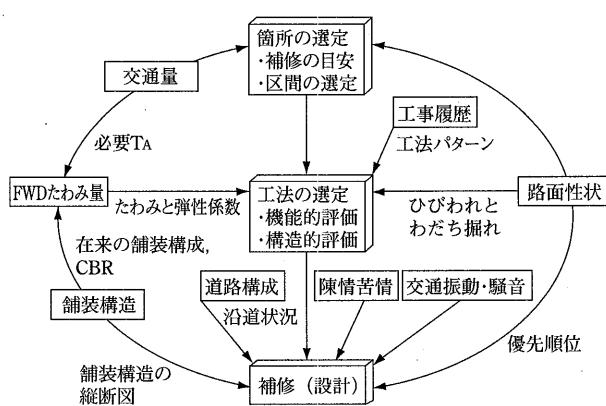


図-2 システムにおける各情報の関連

道路構成の情報は、歩道、車道の横断方向の幅員構成、沿道情報である。

#### 3) 補装構造

補装構造は、表層から路盤までの各構成材料名と各層厚、TA<sub>a</sub>および路床CBRなどである。舗装構成材料と厚さは地中レーダーとボアホールカメラを組み合わせた探査手法を用い、路床CBRは大口径（直径30cm）のボーリング調査<sup>2)</sup>でデータ収集を行っている。

#### 4) 補装履歴

舗装履歴は、昭和54年以降の補修工事履歴と舗装構造調査の結果が入力されている。補修工事履歴および道路構成は、工事完了後に施工業

者および占用企業者がマークシート用紙に記入して担当建設事務所に提出することになっている（占用企業者工事については平成11年度からの実施を予定している）。本庁では、定期的にマークシートを回収しマークシートリーダーで処理しデータベースに取り込むこととしている。

#### 5) 路面性状調査

路面性状調査は、自動計測車両を使用して全路線を3年サイクルで測定している。平成9年度から3サイクル目の調査を実施している。

#### 6) たわみ量調査

舗装構造の評価はFWD（Falling Weight Deflectometer）で行っており、路面性状調査で要補修区間と選定された箇所を対象に測定している。これをもとに適切な補修工法の選定を行っている。

#### 7) その他

その他の情報として、震動、騒音、交通量、軸重調査などがある。

#### 2.3 データ更新

これらデータの更新は本庁で定期的に一括して行い、各建設事務所に新規データをMOで配布することにし

ている。

### 3. 舗装の評価

#### 3.1 供用性の評価

舗装評価のプロセスは、図-3に示すとおりである。舗装の機能的供用性の評価は、路面性状調査で行っており、補修工事を行うかどうかの判断基準としている。構造的供用性の評価は、FWDをもちいて舗装体のたわみ量から補修工法の判断基準として利用している。

#### 3.2 補修箇所選定基準

路面の評価は、路面性状の3要素ひびわれ、わだち掘れ、平坦性の単独指標で行っている。総合評価指標としてひびわれ率、わだち掘れ量、平坦性から求められるMNI（Maintenance Necessity Index：東京都独自の要補修判断管理指標）を用いている<sup>3)</sup>。

MNIは次式で表すとおりである。

$$MNI = \max(MNI_c, MNI_d, MNI_s)$$

ここに、  
 $MNI_c$ ：ひびわれによる要補修判断管理指標  
 $MNI_d$ ：わだち掘れによる要補修判断管理指標

$MNI_s$ ：わだち掘れによる要補修判断管理指標

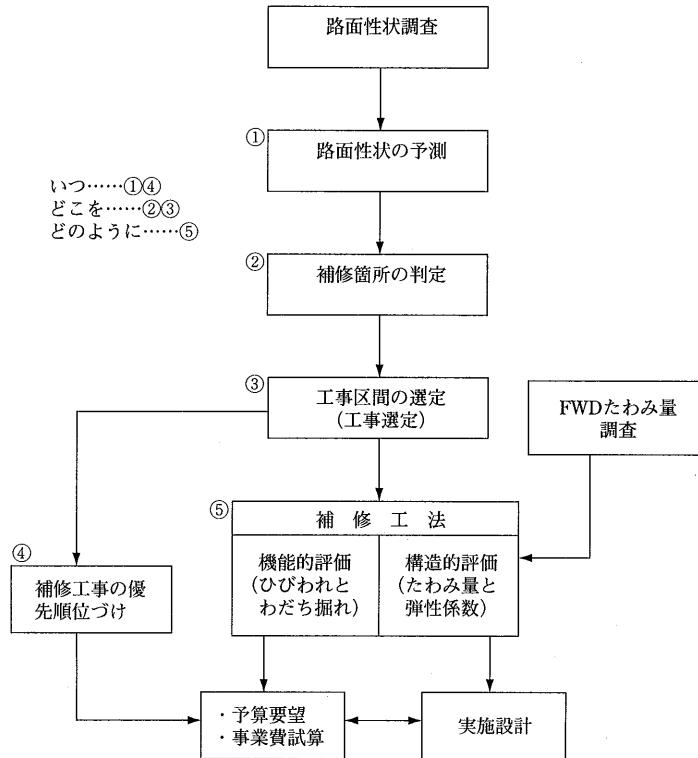


図-3 舗装評価のプロセス

MNI<sub>c</sub> : 平坦性による要補修判断管理指標

MNIによる管理水準と要補修判断の関係は、図-4のとおりである。各路面性状値を横軸として、都道の3要素の特性値（各路面性状の最大値、補修時の各路面性状の中央値、補修基準、各路面性状の平均値及び最小値）を縦軸として10点満点で割り当て、これを重回帰して路面性状3要素間の共通化を図ったものである。破損の形態が異なっていてもMNIとして同じ尺度で比較が出来るようにしてある。

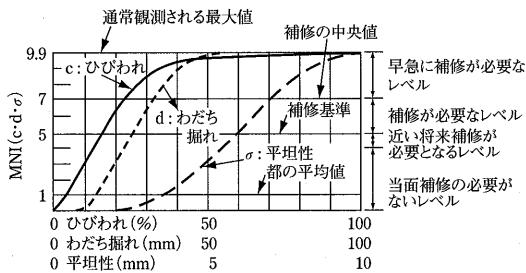


図-4 MNIによる管理水準と要補修判断の関係

路面性状調査をもとに、何らかの補修を必要とする基準値を、ひびわれ率15%、わだち掘れ量25mm、平坦性6mmとしている。MNIが5以上の場合が何らかの補修が必要な箇所である。

### 3.3 補修区間の選定

補修候補区間の決定は、最も破損の大きい箇所を中心とした周辺の破損の範囲を特定することである。補修箇所選定基準（表-1）にもとづいて抽出された補修候補区間にについて、周辺の抽出された補修候補区間との関連から区間の拡張を行う。範囲内には良好な区間が一部存在しても、虫食い状態や細切れ状態での範囲設定を行わないようになっている。すなわち、管理水準を下回る箇所を抽出した上で、これらの分布状況から補修候補区間を選定するようになっている。

表-1に示す選定条件により計算を行い、補修候補区間を決定する。そして、選定された区間の前後、周

表-1 補修箇所選定基準

補修判断基準	MNI	標準は5以上
工事の最短区間長	200m	
工事の最長区間長	1,000m	
要補修延長割合	複数車線選定時=50% 単車線選定時=40%以上	
車線当たりの 要補修延長割合	30%以上 (ただし、複数車線選定時のみ有効)	
補修不要連続延長	300m未満	

辺の行政界、道路構造物、補修履歴、管理水準に近いレベル（次期に隣接して工事が発生する可能性がある範囲）の位置関係などを考慮して補修区間の選定が行われる。

### 3.4 工事区間の優先順位付け

抽出された補修候補区間には路面破損状況から破損程度を把握し、破損の大きいものから順に優先順位付けを行う。選定された工事区間箇所の優先順位付けの方法は、工事区間内のMNI=5以上の全MNI（c, d, σ）とその区間延長を掛け合わせた面積の総和を優先度として次式で求め、大きい順に優先順位を付けていく。

$$M_{vol} = \sum_{i=1}^n [(MNI_{ci} - \alpha) \times c_i \times L_i] + \sum_{i=1}^n [(MNI_{di} - \alpha) \times d_i \times L_i] + \sum_{i=1}^n [(MNI_{\sigma i} - \alpha) \times \sigma_i \times L_i]$$

ここに、 $M_{vol}$  : ある工事区間における優先度

n : 区間数

$MNI_{ci}$  : i番目の区間のひびわれ率のMNI

$MNI_{di}$  : i番目の区間のわだち掘れ量のMNI

$MNI_{\sigma i}$  : i番目の区間の平坦性のMNI

$\alpha$  : 管理水準 = 5

$c_i$  :  $MNI_{ci} \geq \alpha$  のとき 1,

$MNI_{ci} < \alpha$  のとき 0

$d_i$  :  $MNI_{di} \geq \alpha$  のとき 1,

$MNI_{di} < \alpha$  のとき 0

$\sigma_i$  :  $MNI_{\sigma i} \geq \alpha$  のとき 1,

$MNI_{\sigma i} < \alpha$  のとき 0

$L_i$  : i番目の区間延長

(通常1区間100m)

### 3.5 工法の選定

工法の選定は、路面の機能的評価を基にした方法とFWDのたわみ量に基づく構造評価手法を組み合わせている。路面性状調査で要補修区間と選定された箇所を対象にFWD測定をし、これをもとに適切な補修工法の選定を行っている。

#### 1) 機能的評価による工法選定

路面性状データをもとに図-5に示すひびわれとわだち掘れの2要素マトリックスから工法選定を行っている。工事選定された区間の車線延長を100%として、ひびわれ率10%以上およびわだち掘れ20mm以上を評価水準として、これらの延長割合を求めて判定している。

#### 2) 構造的評価による工法選定

FWDのたわみ量に基づく構造的評価フローは、図-6に示すとおりである。FWD調査は、工事箇所

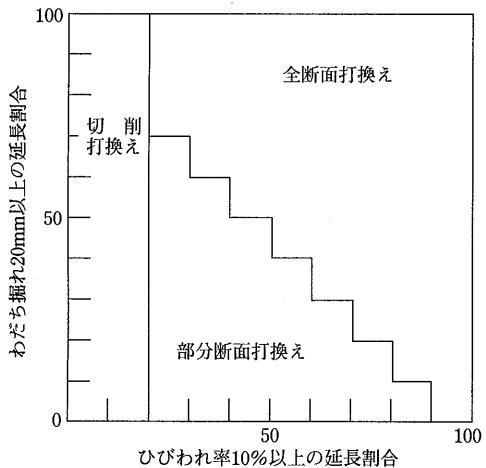


図-5 工法選定マトリックス

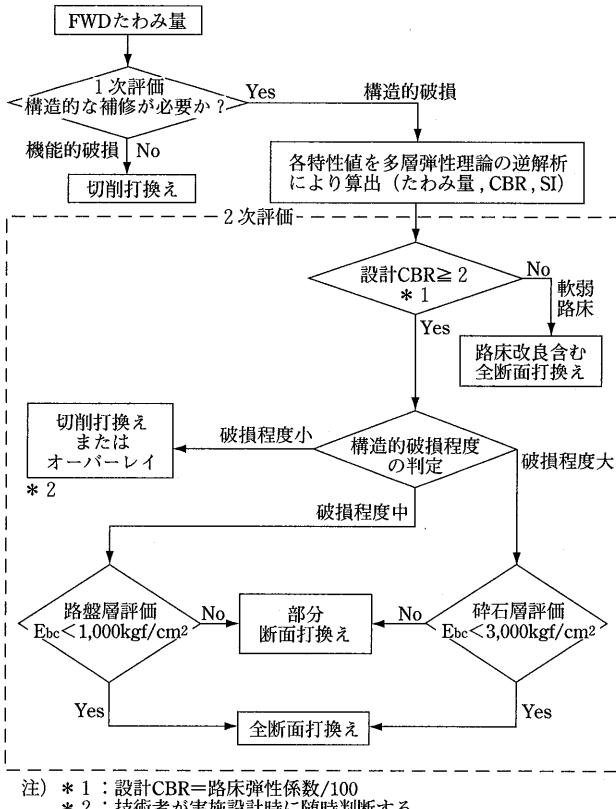


図-6 FWDたわみ量による構造的評価フロー

毎に20mピッチで実施する。

一次評価は、路床強度（弾性係数）、設計交通量区分別最大たわみ量（表-2参照、5tf、20°C換算D<sub>0</sub>たわみ量）、路床の弾性係数と交通量区分からの目標T<sub>A</sub>等から機能的損傷か構造的損傷かの判定を行い、機能

的損傷の場合は、切削打換えを選定する。

一次評価で構造的損傷と判定された区間は、多層弾性理論に基づく二次評価（各構成層の弾性係数を逆解析する）を行い、路床改良を含む全断面打換え工法、全断面打換え工法、部分断面打換え工法、切削打換えまたはオーバーレイ工法を判定する。

表-2 設計交通量区分別最大たわみ量の許容値

交通量区分	許容D <sub>0</sub>
A	0.9mm以下
B	0.6mm以下
C	0.4mm以下
D	0.3mm以下

### 3.6 最終的な補修箇所・工法の決定

システムからの出力をもとに現場技術者が現地調査と合わせて最終的な補修箇所・工法の決定を行う。

### 4. 本システム開発の結果について

本システム開発で期待される効果と得られた結果は、次のとおりである。

#### 1) 期待される効果

- ①現場技術者に適切な情報を提供し、技術的な支援が出来る。
- ②計画的な補修計画が策定可能となる。
- ③計画期間に必要な予算および人員計画に寄与する。
- ④道路管理者の工事計画を占用企業者に提示でき、道路工事調整が計画的に行える。
- ⑤事務所および工区間の比較が客観的なデータに基づいて可能である。

#### 2) 本システムの開発で得られた結果

- ①舗装管理支援システムは、市販のパソコンおよびソフトウェアで十分構築できる。
- ②道路に関わるすべての情報を一元管理することは、システムおよびコストが膨大になるとともに、現場技術者にとって使いにくいものとなることがある。現場技術者が使えるシステム構築を行うことが重要である。
- ③現場技術者がシステムを活用し事務事業の効率化・高度化を図ることが必要である。そのためには、システムを有効に活用する技術の育成が重要な課題である。

- ④舗装管理システムの構築に当たっては、データベースを充実させるため舗装構成材料と厚さの調査、路面性状調査、舗装構造評価調査を同時に進める必要がある。
- ⑤本システムは、あくまでも現場技術者の補修箇所選定および工法決定の支援を行う道路維持補修計画支援システムである。
- ⑥補修箇所選定や工法選定の手法については、データの蓄積を行い、最適な補修箇所選定や工法選定の手法を見直すことが重要である。現在、これらの見直しの解析を進めているところである。

## 5. 今後の課題

今後の課題として次の点があげられる。

- ①実務で使用している現場技術者の意見を聞きながら、より適切な補修箇所選定や工法選定が可能でかつ使い易いシステムへと改善を進めていく必要がある。
- ②最近はCDで地図情報も安価に提供されていることから、これらを利用した図面による管理情報サブシステムを再検討する必要がある。

- ③道路工事の抑制や削減が強く求められており、また道路掘削工事の約8割が占用企業者の工事であることから、道路管理者と占用企業者の工事の中長期的な工事計画を策定し路面補修工事箇所の工事調整が行えるシステムを構築する必要がある。
- ④今後の道路の維持更新に関わる費用を予測し、将来的な必要投資額を考慮した中長期的な計画システムを盛り込む必要がある。
- ⑤道路管理者、道路利用者、沿道住民のそれぞれにかかる便益をコスト計算して、最小の経費で達成する工事箇所の優先順位付けや工法選定が出来るトータルコストを考慮したシステムの開発を行うことなどである。

## — 参考文献 —

- 1) 関口：東京都の舗装管理情報システム，舗装，Vol.29, No.5, pp23-32, 1994.5
- 2) 関口, 稲垣：地中探査による舗装構造調査実施例，舗装，Vol.29, No.7, pp33-38, 1994.7
- 3) 関口：街路の修繕工事における箇所選定手法の検討，舗装，Vol.30, No.8, pp3-9, 1995.8

## 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

〒105-0001 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

一目 次一

- 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

# JH日本道路公団における舗装マネジメントシステム

(Pavement Management System on Japan Highway Public Corporation)

小松原 昭 則\*

日本道路公団における舗装マネジメントシステムは、高速道路の維持管理業務全体にわたる維持管理システムの工種別システムの一つとして昭和60年から大型の汎用コンピュータ上で稼働している。このシステムでは、高速道路の舗装に関する建設段階及び管理段階で発生する膨大なデータを効率的に加工・蓄積することや、定期的に測定される路面性状データから現状及び経年変化を把握して将来を予測し、経済的な修繕工法や効果的な修繕計画を策定するための手段として利用されている。現在は、近年のパソコンの能力アップに伴い、パソコンレベルで運用するための検討ならびに全国の支社・局とのネットワーク化の検討を行っているところである。

## 1. はじめに

日本道路公団（以下「JH」という）が管理する高速道路は、平成10年10月現在6,400kmに達し、日本の社会、経済活動の基盤として重要な役割を果たしている。

一方、管理延長の増加、年数の経過に伴う道路構造物の老朽化によって高速道路を維持管理する業務は累積的に増大してきている。このような状況の中、JHでは維持管理業務全体にわたるシステムとして維持管理システムが運用されている。舗装マネジメントシステムはこの維持管理システムの工種別システムの一つとして位置づけられている。JH舗装マネジメントシステムは、高速道路の舗装に関する建設段階及び管理段階で発生する膨大なデータを効率的に加工・蓄積することや、定期的に測定される路面性状データから現状及び経年変化を把握して将来を予測し、経済的な修繕工法や効果的な修繕計画を策定するための手段として利用されている。システム化への取り組み<sup>①, ②, ③</sup>は、昭和55年頃から開始し、昭和60年から大型汎用コンピューター（ACOS）上で稼働している。現在は、近年のパソコンの能力アップに伴い、この舗装マネジメントシステムを従来のACOSからパソコンレベルで運用するための検討ならびに全国の支社・局とのネットワーク化の検討を行っているところである。

本報告では、現在のシステムの概要と今後の課題及び取り組みについて述べる。

## 2. システムの概要

このシステムでは、統計手法を利用した舗装の実態分析やわだち掘れの進行予測を利用した将来の舗装修繕必要量の推定を行うことが可能となっている。舗装マネジメントシステムは、図-1に示すとおり、舗装データバンクシステム、メンテナンスサブシステム、設計サブシステムの3つのサブシステムから成り立っている。

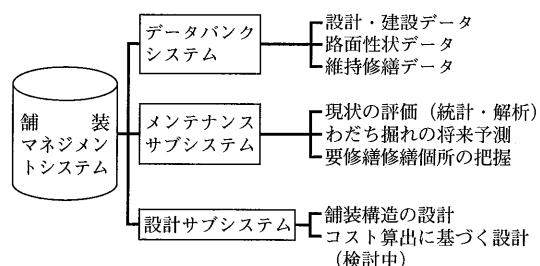


図-1 JH舗装マネジメントシステムの構成

舗装データバンクシステムは、舗装に関する各種データを保存・蓄積し、各々の資料の目的に応じて他のシステムへデータを転送したり、加工して提供したり、類似例の検索を行ったりすることのできるシステムである。

メンテナンスサブシステムは、舗装マネジメントシステムの中核をなすもので、供用道路の路面性状の実態を把握した上で将来の路面性状を予測し、より効果

\*こまつばら あきのり JH試験研究所道路研究部舗装研究室主任

的な予算管理を目指して効率的かつ合理的な維持修繕計画を策定するための資料を提供するものである。このシステムには、ネットワークレベルのシステム(MASS-N)とプロジェクトレベルのシステム(MASS-P)とがある。

設計サブシステムはJHの設計要領(昭和58年4月)に基づいてアスファルト舗装の厚さを設計するシステムである。将来的には、舗装の設計から管理までのライフサイクルを考慮したトータルコストを最小にするような設計・検討を行うシステムを構想している。図-2は現在の舗装マネジメントシステムのデータの流れを示している。以下は、舗装データバンクシステム及びメンテナンスサブシステムについて述べる。

### 3. データバンクシステム

舗装のライフサイクルは計画・調査から始まって、

設計、建設、そして供用後の路面性状調査に基づく修繕計画の立案、修繕工事の実施となる。各々の業務は、JHの設計要領、積算要領にもとづいて行われるが、それらには基本的かつ標準的な考え方が示されているにすぎず、複雑な問題に直面した場合には、過去のデータや類似例のデータが必要になってくる。したがって、次のような目的のためにデータバンクシステムを構築している。

- ① 舗装の建設および管理から発生する資料は膨大であり、これらの資料の散逸を防ぐ。
- ② 資料の利用目的にあわせてデータを加工して蓄積する。
- ③ 蓄積されたデータを次のように今後の舗装の建設や管理に活用する。
  - a) 路面性状の実態の把握から修繕の必要性の判断に利用する。

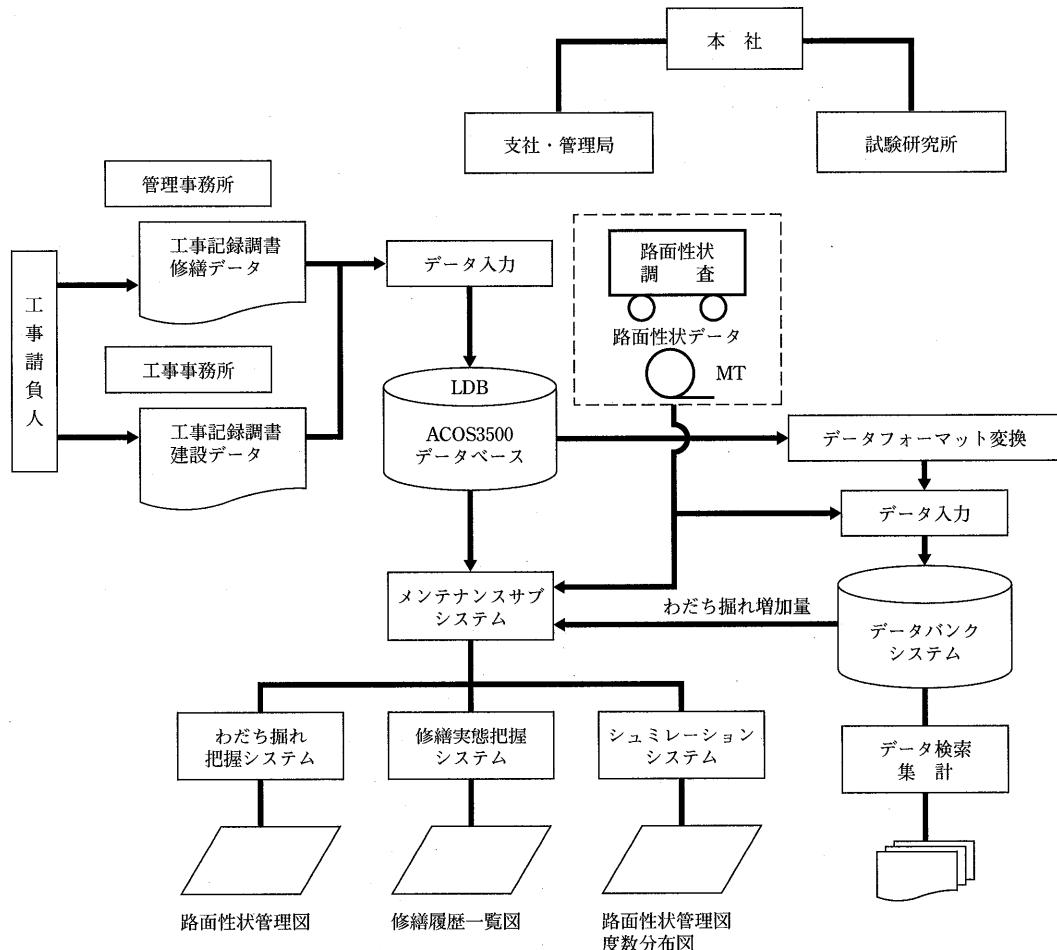


図-2 データの流れ

- b) 類似例を参考することによって、当該工事の最適設計・施工法を見出す。
- c) 路面性状の経年変化から、将来の舗装修繕計画の立案に活用する。
- d) 過去の建設時・修繕時の舗装設計や施工法を路面性状などから評価し、舗装構造、配合設計等の舗装に関する技術水準のアップに利用する。

システムは、データを入力し蓄積する機能、蓄積されたデータから定型フォーマットで出力する機能、およびメンテナンスサブシステムを支援する機能がある。

### 3.1 データ蓄積

データバンクへの入力データは、表-1に示すように、舗装の設計から施工までの戸籍に該当する設計データおよび建設データと、供用開始以降の修繕のデータならびに路面性状調査データから成る。

表-1 データバンクへの入力データ

データ	内 容
共通データ	組織、道路名、IC区間、測点、供用年月日等
設計データ	設計CBR、設計交通量(10ton換算累積軸数)、TA、舗装構成(各層の工種、厚さ)等
個所データ(建設)	暫定施工・完成の区分、施工日、工事件名、請負業者名、上下の区分、場所区分(本線・路肩・SA・PA等)、構造物区分(切土・盛土・橋梁・トンネル)、舗装種別(アスファルト舗装・コンクリート舗装)等
個所データ(補修)	暫定施工・完成の区分、施工日、工事件名、請負業者名、上下の区分、場所区分(本線・路肩・SA・PA等)、構造物区分(切土・盛土・橋梁・トンネル)、車線区分、補修理由(わだち掘れ・ひび割れ等)、補修工法、施工層、施工厚等
材料・混合物データ	配合データ(粒度・アスファルト量・マーシャル試験値・アスファルトの物性値)、骨材データ(産地・石質・比重・吸水量・すりへり減量・安定性・粒度)等
施工管理データ	プラントマーシャル、抜き取りコア、抽出試験結果、平坦性、BPN等
関連資料	

設計データを含めた建設データと修繕データは、工事に伴い発生するものであるので、様式が定められた工事記録調書として各現場で作成される。このデータは舗装工事以外の工事データも含めてローカルデータベース(以下「LDB」という)に入力される。舗装工事に関わるデータはこのLDBを介して舗装データバンクシステムへ登録される。一方、路面性状調査データは定期的に行われる測定データをMTとして送付してもらい登録することにしている。

#### (1) 設計データ

舗装構造は路床条件と交通条件から決まるが、この

舗装構造を設計する際に発生するデータが設計時データの対象となる。入力項目としては設計CBR・設計交通量・TA・舗装各層の厚さ等である。

#### (2) 建設データ

建設時のデータとしては、道路の供用年月日および施工業者名に統いて、表層・基層・上層路盤(アスファルト安定処理)・下層路盤(粒状およびセメント安定処理)のそれぞれについて、材料・配合・各種試験値等のデータが入力される。また、これらは切土・盛土・橋梁・トンネル等の道路構造別に区分されて入力されている。

#### (3) 修繕データ

修繕工事データは、工事の場所、施工時期、施工方法、修繕原因、施工業者名の他に、使用した混合物の材料・配合・各種試験値等のデータが入力される。この修繕データから修繕の実態を知ることができ、舗装台帳の一部として利用することができる。また、路面性状の実態や修繕効果を知る上でも欠くことのできないデータである。

#### (4) 路面性状データ

路面性状としてはわだち掘れ・ひび割れ・平坦性・すべり抵抗・乗り心地・段差およびポットホール等の種々のものがある。このうち、蓄積されるデータは路面性状測定車で高速で測定されるわだち掘れとひび割れのデータがメインである。JHでは大型のすべり摩擦測定車で高速道路のすべり抵抗も測定しているが、このデータは現在のところこのシステムとはリンクしていない。わだち掘れに関しては100mごとのデータ、ひび割れについては連続撮影されたフィルムからひび割れ状況(ひび割れ率及びJH独自でひび割れランクを設定したもの)を求めて入力している。

### 3.2 出 力

出力データは、舗装の設計、建設、管理から発生したデータによる実態把握や入力状況のリスト、また、路面性状データについては次の資料が出力される。

#### ① 路面性状履歴区間リスト

路面性状調査の実施状況を測定項目別(わだち掘れ、ひび割れ)にリストとして出力する。

#### ② 路面性状履歴一覧表

わだち掘れ、ひび割れについて高速道路ごとに測定値を一覧表形式で出力する。

#### ③ 相対分布表

わだち掘れ、ひび割れについて、測定値のランク分けにしたがってその延長および比率を出力する。

#### ④ わだち掘れ増加量一覧表

過去2回以上の測定結果をもとに、IC区間ごとの年間のわだち掘れの増加量を算出し出力するもの。また、この値をわだち掘れ量予測係数としてメンテナンスサブシステムにおいてシミュレーションするために使用される。

#### ⑤ シミュレーション

メンテナンスサブシステムで作成されたデータを入力することによって、次項で述べるメンテナンスサブシステムのシミュレーションが可能であり、この結果が出力される。

### 4. メンテナンスサブシステム

メンテナンスサブシステム(MASS)は、JH舗装マネジメントシステムの1つとして開発されたもので、JHの各支社や管理局で運用されている。本システムでは、供用中の高速道路の路面性状の実態を把握した上で将来の路面性状を予測し、より効率的な予算管理を目指して効率的かつ合理的な維持修繕計画を策定するための資料を提供するものである。なお、本システムでは現在、路面性状のうち、わだち掘れのみを対象

としている。

システムの運用は、各支社や管理局に配置されたACOS3500上で行われている。

#### 4.1 入力処理

##### ① テーブルデータの更新

システムで使用する各種コードに変更が生じた場合に、これらを更新する機能。

##### ② MASSデータの更新

路面性状測定データや工事記録調書(補修工事)のデータを入力して更新する機能

##### ③ データバンクシステムへの転送用MTの作成機能

#### 4.2 出力処理

##### ① わだち掘れ実態把握

わだち掘れの測定データから、年度別のわだち掘れ相対度数表と路面性状管理図(図-3)を作成し印刷するもの。

##### ② 修繕実態把握

修繕工事データから、修繕の延長や面積、修繕の履歴の一覧を出力するもの。

##### ③ シミュレーション

現況のわだち掘れデータとデータバンクシステムで

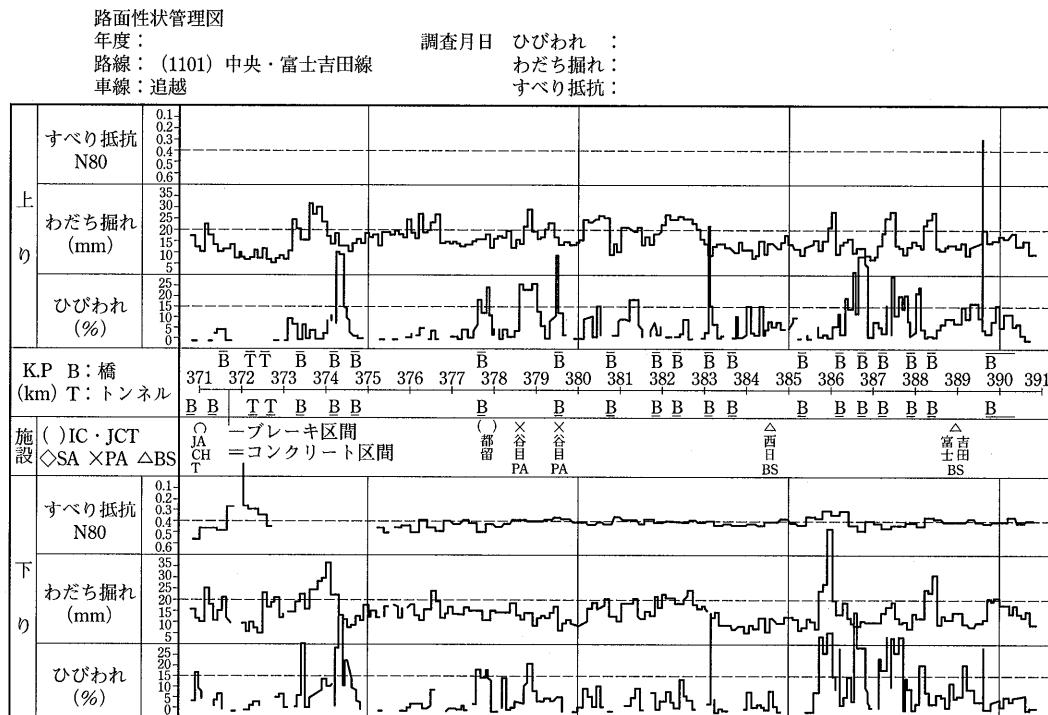


図-3 路面性状管理図（出力例）

算出した予測係数を用いて、将来（5ヵ年先まで）のわだち掘れ量を予測する。修繕計画の条件パラメーターを入力することによって、各条件ごとのシミュレーションが可能である。実際には、(1)式を用いて将来のわだち掘れ量を予測し、図-4の流れにしたがって修繕個所を選定するようになっている。システム上での修繕個所選定は、基準とするわだち掘れ量以上の個所が500m中300m以上ある区間を定義している。これは、1日のうちで交通規制内で連続的に行う修繕工事の施工性を考慮したものである。図-5はその選定例である。

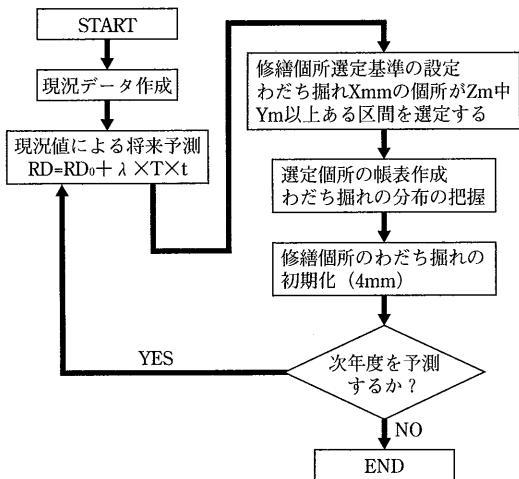


図-4 シミュレーションの流れ

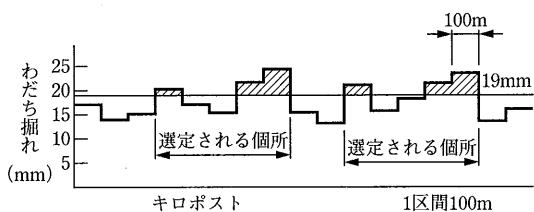


図-5 修繕個所の選定の例（わだち掘れの基準 = 19mmとしたとき）

$$RD = RD_0 + \lambda \times t \quad (1)$$

ここに、RD：わだち掘れ量予測値 (mm)

RD<sub>0</sub>：わだち掘れ量測定値 (mm)

λ : わだち掘れ量予測係数 (mm) ;

IC間・上下・車線・構造物区分ごと

t : 予測期間 (年)

## 5. 今後の課題

### (1) システムの見直し

現在のシステムは、大型の汎用コンピューター (ACOS3500) で運用されているが、近年のパソコン用コンピューター (PC) の普及及び機能アップに伴いこれに対応したシステムに再構築する必要がある。現在 J H では、これに対応するためのシステムの構築を行っている。

### (2) 路面性状評価指標の多様化への対応

今日まで高速道路の補修原因はわだち掘れが主体であった。しかし、平成4年からのスパイクタイヤの使用禁止条例、アスファルト舗装に用いるバインダーに改質アスファルトの使用が多くなってきたこと、及び配合粒度の見直し等によってわだち掘れの発生が少なくななり、他の要因による補修の割合が相対的に増加してきている。このような状況のなかで、従来までのわだち掘れに対してのみの資料提供では十分でなくなってきた。したがって、多様化してきている路面性状の指標に対して舗装マネジメントシステムにおいても積極的に対応していく必要がある。

#### ① ひび割れ

現在のシステムにおいても測定データはストックできるようになっているが、将来的にはひび割れの状況から適切な補修時期や補修工法を提供できるようになるのが望ましい。

#### ② 乗り心地

現在建設が進められている第二東名・名神は設計速度140km/hであり、供用後の走行速度も従来の高速道路より高いことが予想されることや高速道路利用者の乗り心地をはじめとする快適性へのニーズに答える必要があることなどから、縦断プロファイルに基づく乗り心地評価の指標、たとえばIRI (国際ラフネス指数) 等についても対応していく必要がある。

#### ③ すべり摩擦抵抗

路面のすべり摩擦抵抗は、走行車両の安全を確保する上で非常に重要なファクターである。走行速度が高い高速道路では一層その重要度が大きい。J H では供用前の新規の道路や供用中の道路について定期的にこの測定を実施している。これらのデータは別個に保存ならびに活用しているが、舗装マネジメントシステムに取り込むことによってより効果的な利用が図られる。

#### ④ たわみ測定データ

最近、ひび割れ等が発生した路面に対して補修方法を決定するための調査として、FWD（フォーリング ウエイト デフレクトメーター）によるたわみ測定から舗装の構造評価を行う事例が増えている。FWDをはじめとするたわみ測定データは舗装の構造的な健全度や寿命を推定するために有用なものであることから、舗装マネジメントシステムへ取り込むことによって舗装のライフサイクルの推定に活用していくことができる。

#### ⑤ 排水性舗装の評価

JHでは、排水性舗装を高機能舗装と称して積極的に採用しているが、この舗装のもつさまざまな特徴（排水機能、騒音低減機能、雨天時の良好な視認性等）を適正に評価する必要がある。この評価は単なる建設コストのみでは到底説明できないことから、利用者コストを含めたものでなければならない。

#### (3) トータルコストの算出

舗装マネジメントシステムの本来的な機能は、さまざまな舗装を適切に評価しトータルコストを最低とする工法選択や補修計画策定のための資料を提供するものである。評価の方法は道路利用者のニーズに基づいて道路管理者が適切に行わなければならぬ。前項で述べた排水性舗装の評価がまさに差し迫った課題であり、これを足がかりとしてシステムを充実していきたい。

## 6. まとめ

JHの舗装マネジメントシステムは、操作方法や機能面でまだまだ改良していかなければならない。これらは、システム自体の内容は勿論のこと、近年のコンピュータ技術のめまぐるしい進展に対してバージョンアップを逐次図っていく必要があるということである。

また、舗装マネジメントシステムは道路管理者が補修計画策定等のための单なる資料を提供するものであって、最終判断ではないことは当然のことであるが、提供する資料がより正確でさまざまなニーズに沿ったものであるためにシステムを充実させていくことは舗装技術の発展にとって極めて大切なことである。今後ともこの認識のもとに研究を続けていきたい。

## — 参考文献 —

- 1) 福島公・野上幸治：舗装マネジメントシステムの開発－高速道路の路面性状の実態－，日本道路公団試験所報告，昭和56年度，pp.150～156
- 2) 川島義昭・福島公・中村州章：舗装データバンクの開発，日本道路公団試験所報告，昭和57年度，pp.62～77
- 3) 土屋勝彦・岩田久志・森下真裕：舗装マネジメントシステムの運用方法－メンテナンスサブシステムによる路面性状の将来予測－，日本道路公団試験所報告，昭和61年度，pp.75～90



# 首都高速道路の舗装維持管理

(Maintenance and Management of Pavement in Metropolitan Expressways)

富永博夫\*

首都高速道路は、現在その総延長255.8km、1日の通行台数約115万台、毎日約200万人の人々が利用するとともに市民生活に欠かせない物資輸送に貢献し、首都圏の大動脈として1日の休息も許されない重要な役目を担っている。本文では、このようのような状況の中で常に安全・快適の確保が求められる首都高速道路の舗装維持管理の現状を紹介するとともに、効率的な舗装工事執行計画の策定やコスト縮減をめざす舗装材料・工法選定が可能となるよう、現在検討中の舗装管理システムの概要について報告する。

## 1. まえがき

首都高速道路は、昭和37年の開通以来着実に供用延長を延ばし続け、現在その総延長は255.8kmとなっている。都心の交通混雑緩和のため交差点の連続立体化でスタートした首都高速道路は、その後、国幹道と結びつくことにより交通量が飛躍的に増加し、現在、1日の通行台数は約115万台、そのうちの約10%が大型車となっている。このような供用延長の増加、交通量の増大、車両の大型化など、舗装をとりまく維持管理上の業務量の増大に伴って、適切かつ合理的な維持管理の実施、より耐久性に優れた材料等の技術開発の必要性が増してきている。

本文では、このようのような状況の中で行っている首都高速道路の舗装維持管理の現状を紹介するとともに、現在検討している舗装管理システムの概要について報告する。

## 2. 舗装維持管理の現状

### (1) 舗装構成

首都高速道路は前述したように重交通を支え、かつ、渋滞にさらされている路線であることから、流動によるわだち掘れが舗装損傷の大きな原因となっている。このため、本道路の舗装は、特に耐流動性に配慮されており、全体の約80%を占める高架部のコンクリート床版上及び鋼床版上の舗装構成は図-1及び図-2に示すとおり、粗粒度ギャップアスコンを主体としている。

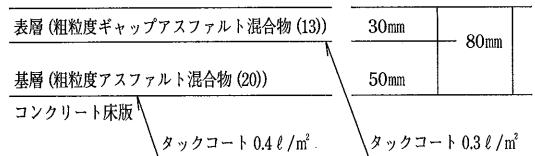


図-1 コンクリート床版上の舗装構成

( )寸法はボルト頭高が40mm以上の場合

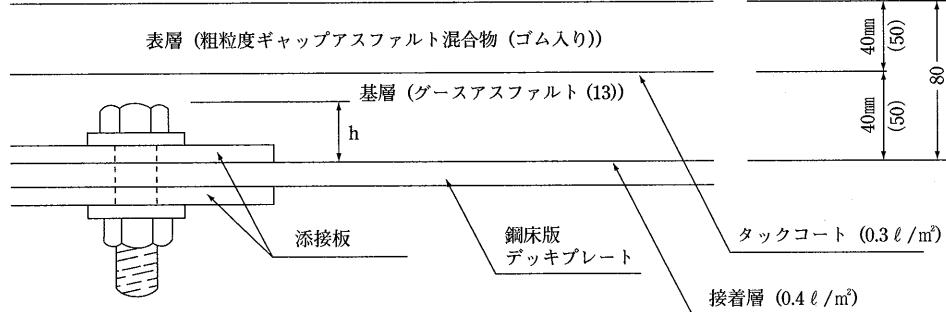


図-2 鋼床版上の舗装構成

\*とみなが ひろお 首都高速道路公団保全施設部保全技術課課長補佐

コンクリート床版上の基層及び表層には、耐流動性の高いアスファルト混合物のバインダーとしてセミブローンアスファルトAC-100を採用している。ただし、このバインダーは少量供給が困難であるため、補修時は耐流動性において多少劣るが少量供給が可能なストレートアスファルト40~60を使用している。舗装厚は、粗粒度ギャップアスコンの最大粒径や、補修時の切削機による床版損傷の防止等を考慮して、表層30mm、基層50mmの全厚80mmを標準としている。

鋼床版上の舗装としては、不透水性や床版の変形に対する追随性の他、高力ボルト継手等の凹凸に対する施工性を考慮して、基層には流し込み工法であるグースアスファルト、表層にはゴム入りストレートアスファルト60~80をバインダーとする粗粒度ギャップアスコンを採用している。舗装厚は、表層40mm、基層40mmの全厚80mmを標準としているが、床版面から高力ボルト頭までの高さが40mm以上となる場合には、表層30mm、基層50mmとしている。

## (2) 点検

舗装を維持管理する上で第一に必要なのは、路面状況を把握することである。これは、次に示す3種類の点検により実施される。

### ① 高速上の巡回点検

高速上をパトロールカーで巡回することにより、毎日全路線について実施している。この点検では、ポットホール等の損傷の有無を目視や車上感覚により確認するものとしている。点検の結果、緊急に対策が必要な損傷が発見された場合には、応急的な処置を施し、交通安全性の確保を行う。

### ② 路面性状計測車による点検

写真またはレーザー光線により路面性状を計測する点検車により、毎年1回全路線について実施している。この点検では、わだち掘れやひびわれの程度を定量的に計測するものである。点検の結果から損傷度の把握を行い、年次計画を策定して補修を行う。

### ③ 細部の点検

高速上を車線規制するなどして、必要に応じて現地の状況を詳細に点検する。この点検では、路面性状点検項目に加え、コルゲーション、くぼみ、寄り、ポリッキング、ポットホール、はく離、表面ふくれ、段差等の状況を確認する。

## (3) 補修判定基準

首都高速道路では舗装損傷は大半がわだち掘れによるものであり、ついでひびわれによるものである。舗

装を管理する上で大きな部分を占めるのは、このように輪荷重等の影響を受けて徐々に進行するような損傷が主であり、ここではポットホール等の緊急に対策が必要な損傷は除外して記述する。

わだち掘れやひびわれは、前述したように路面性状計測車による点検の結果より得られる。わだち掘れ量の計測は10m間隔で行い、このデータのほか1スパン単位での最大わだち掘れ量及び平均わだち掘れ量をデータとして記録する。ひびわれ率の計測は車線幅員×5m単位で行い、このデータのほか1スパン単位でのひびわれ率をデータとして記録する。

補修の要否は、このようにして得られた測定値より1スパン単位で判定し、平均わだち掘れ量が20mm以上またはひびわれ率が20%以上の場合は補修を実施するものとしている。

## (4) 補修工法

舗装補修の工法としては、路線の大半が高架構造であるため、切削オーバーレイを基本としている。切削オーバーレイの深さ方向の範囲としては、表層のみを対象とする補修と、基層の損傷の程度により全層を対象とする補修とに分けられる。

規制の形態によっては、次のように分類される。

### ① 車線規制による夜間工事

複数の本線のうち、一部車線を規制して行う工事であり、首都高速道路においては一般的にこの方法を採用している。工事に伴う渋滞発生量を極力少なくするため、交通量が減少する夜間(21:00~6:00)に施工するが、このうち、舗装のはぎ取り等騒音が発生する工種は、沿道住民への影響を考慮して、21:00~23:00の短時間での施工となる。

### ② 全面通行止めによる工事

1週間程度の期間、路線単位で全面通行止めを行い、この中で補修工事を行う。事前に関係機関との協議や利用者に対する十分なPRが必要となるが、工事においては時間的な制約が少ないと大規模な補修が可能となる。実施例としては、平成3年の7号小松川線をはじめとして、6号向島線、1号羽田線、3号渋谷線がある。

### ③ 車線規制による昼夜連続工事

舗装構成などにより夜間一晩での施工では交通開放が不可能な場合、複数の本線のうち、一部車線を昼夜連続規制して工事を行うことがある。この場合には事前に交通量を十分調査し、渋滞発生に伴う社会的影響を考慮して採用する必要がある。実施例と

しては、湾岸線土工部がある。

### 3. 舗装管理システム

#### (1) 概要

首都高速道路においては、前述したとおり、路面性状計測車により毎年1回全路線についてわだち掘れやひびわれの程度を定量的に計測し、この結果に基づいて次年度の補修計画を立てている。しかし、これから将来のより効率的な舗装維持管理を考えた場合、新しい舗装管理システムが次のような項目の算定に活用できるものと考えられ、現在検討しているところである。

##### ① 数年先の補修量の予測

舗装材料の供用限界を推定することにより、将来

の補修量を予測する。これにより、年度ごとの事業規模の把握が可能となり、各年度で補修数量にばらつきが出るような場合でも数年先を見越した事業計画を策定することができる。

##### ② 最適補修材料・補修工法の選定

各補修材料・補修工法のトータルコストを算出する。これにより、交通条件等の違う路線ごとに最も経済的な補修材料、補修工法の選定が可能となるほか、新材料等の採用に対する投入限度費用の算出也可能となる。

本システム全体構成の概要を図-3に示す。

#### (2) マスターカーブの設定

舗装の損傷度の進行状況を把握し供用限界の推定を

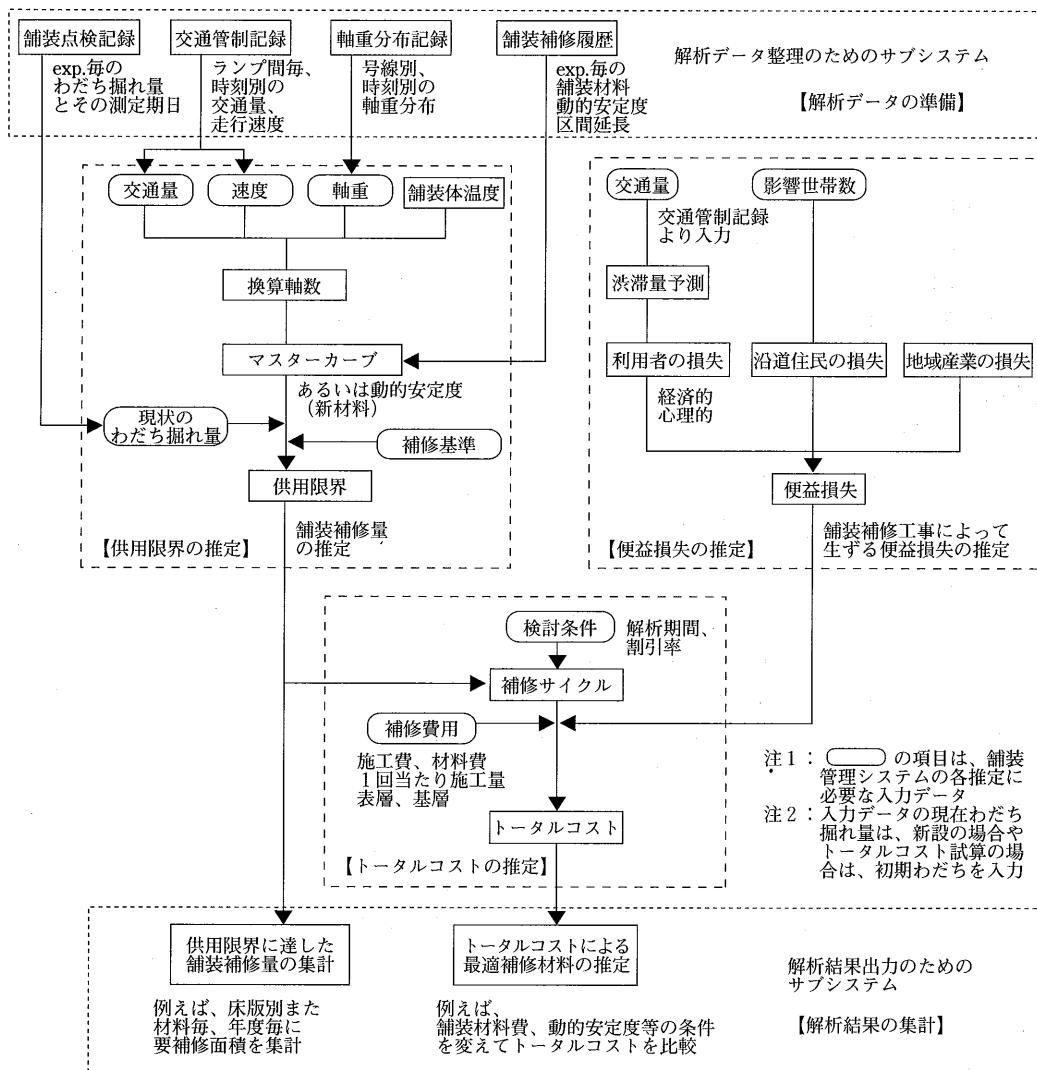


図-3 舗装管理システム全体構成

行うためには、舗装の上を通過する交通状態と損傷度の関係を表したマスターカーブを設定する必要がある。この交通状態とは軸重により受ける影響の累計のことであるが、同じ軸数であってもそれぞれの車両の速度、軸重や舗装体の温度によって舗装に与える影響が違ってくる。このため、これらの影響を補正することにより、ある一定条件での軸重に換算した場合の軸数を算出し、これを換算軸数と定義してこれと損傷度の関係をマスターカーブとして表すものとする。ここで、マスターカーブは過去の損傷実態に基づいて回帰式より得られるものと、ホイールトラッキング試験の動的安定度より算出されるものがある。なお、損傷度はここではわだち掘れ量として供用限界の推定を行うものとする。マスターカーブの概念を図-4に示す。

### (3) 換算軸数の算出

換算軸数の算出は、解析区間の代表的な時刻別交通量・速度データと過去の研究により求められたわだち掘れの要因となる速度、軸重、温度の各ウエイトを使用して以下の手順で行う。

#### ① 速度ウエイトの換算

解析区間の時刻別平均速度から時刻別速度ウエイト ( $V_i$ ) を算出する。時刻別交通量 ( $Q_i$ ) に時刻別速度ウエイトを掛ける。速度ウエイトを図-5に示す。

#### ② 軸重ウエイトの換算

上記交通量に1台当たりの平均軸数 ( $R$ ) を掛けて軸数を算出し、これを時刻別軸重分布データにより25ランクの軸重に分割する。各軸重の軸数に軸重ウエイト ( $W_i$ ) を掛ける。軸重ウエイトを図-6に示す。

#### ③ 温度ウエイトの換算

上記時刻別軸数に季節別時刻別舗装体温度ウエイト ( $T_i$ ) 掛け合わせることにより、季節別時刻別の換算軸数が算出される。温度ウエイトを図-7に示す。

#### ④ 1ヶ月当たりの換算軸数の算出

これを用いて季節別の1日当たり換算軸数を求め、これにそれぞれの月の日数を掛け算することにより1ヶ月の換算軸数が算出できる。なお、1日当たりの換算軸数は次式のようにまとめられる。

$$1\text{日当たりの換算軸数} = \sum_{i=1 \sim 24} (Q_i \cdot R \cdot V_i \cdot W_i \cdot T_i)$$

#### (4) 供用限界に達する舗装補修量の集計

ある舗装体のマスターカーブを  $Y = aX + b$ とした場合、現在から供用限界に達するまでの換算軸数は次

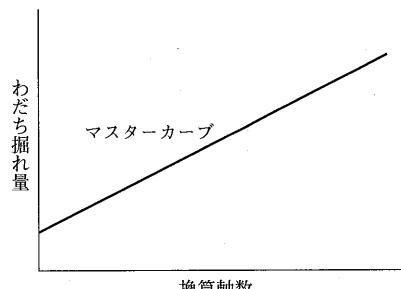


図-4 マスターカーブの概念

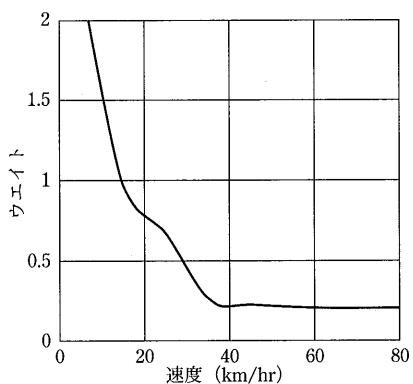


図-5 速度ウエイト

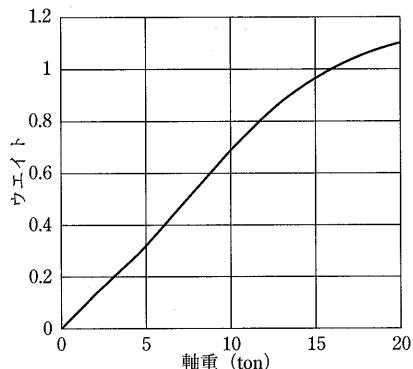


図-6 軸重ウエイト

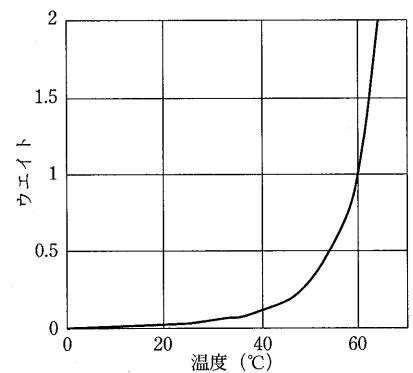


図-7 温度ウエイト

式で表される。

#### 供用限界に達するまでの換算軸数

$$= \text{供用限界までに残されたわだち掘れ量} / a$$

$$= (\text{許容わだち掘れ量}$$

$$- \text{現在の平均わだち掘れ量}) / a$$

したがって、解析区間が供用限界に達するまでの期間は、解析開始月の翌月の換算軸数を順次加えていき、その合計が供用限界に達するまでの換算軸数を初めて超えた年月を求めることにより算出される。このようにして得られた各解析区間の解析結果を集計することにより、数年先の舗装補修量の予測することができる。供用限界推定結果の出力イメージを図-8に示す。

#### (5) トータルコストによる最適補修材料の選定

ある舗装体のマスターカーブを  $Y = aX + b$  とした場合、供用時から供用限界に達するまでの換算軸数は次式で表される。

#### 供用限界に達するまでの換算軸数

$$= \text{供用時から供用限界までのわだち掘れ量} / a$$

$$= (\text{許容わだち掘れ量} - \text{初期わだち掘れ量}) / a$$

$$= (\text{許容わだち掘れ量} - b) / a$$

このようにして求めた舗装の供用限界から、解析期間中の舗装補修回数が推定できる。そして、舗装補修時に必要となる材料費や施工費がわかれば、解析期間中に必要な舗装の維持管理費用総額（トータルコスト）が算出できる。また、上記の直接的な補修費のほか、道路利用者や沿道住民に与える各種便益損失が推定できれば、これらもトータルコストの中に取込むことも可能となる。なお、トータルコストの算出にあたっては、将来価格を現在価格と比較する場合にはその価値を割引いて評価する割引率の概念を取り入れるものとする。

最適補修材料の選定にあたっては、ある舗装材料を設定し、この材料のマスターカーブを使用しトータルコストを算出することとなる。したがって、それぞれの舗装材料に対しては、解析期間中の舗装補修回数、つまり、材料費や施工費が異なったものとなる。また、

*** 舗装補修量予測結果 ***						
・集計対象路線	：					
・補修基準	：	20mm				
・集計年度	：	1999年から2003年				
表層材料	舗装面積	年	要補修面積 (単年度)	要補修面積 (累計)	比率	
粗粒G (St.As.40/60)	11,245m <sup>2</sup> ( 78.6%)	1999末 2000末 2001末 2002末 2003末	715m <sup>2</sup> 780m <sup>2</sup> 4,290m <sup>2</sup> 1,885m <sup>2</sup> 1,495m <sup>2</sup>	715m <sup>2</sup> 1,495m <sup>2</sup> 5,785m <sup>2</sup> 7,670m <sup>2</sup> 9,165m <sup>2</sup>	( 6.4%) ( 13.3%) ( 51.4%) ( 68.2%) ( 81.5%)	
粗粒G (AC-100)	3,055m <sup>2</sup> ( 21.4%)	1999末 2000末 2001末 2002末 2003末	585m <sup>2</sup> 585m <sup>2</sup> 0m <sup>2</sup> 650m <sup>2</sup> 0m <sup>2</sup>	585m <sup>2</sup> 1,170m <sup>2</sup> 1,170m <sup>2</sup> 1,820m <sup>2</sup> 1,820m <sup>2</sup>	( 19.1%) ( 38.3%) ( 38.3%) ( 59.6%) ( 59.6%)	
合計	14,300m <sup>2</sup> (100.0%)	1999末 2000末 2001末 2002末 2003末	1,300m <sup>2</sup> 1,365m <sup>2</sup> 4,290m <sup>2</sup> 2,535m <sup>2</sup> 1,495m <sup>2</sup>	1,300m <sup>2</sup> 2,665m <sup>2</sup> 6,955m <sup>2</sup> 9,490m <sup>2</sup> 10,985m <sup>2</sup>	( 9.1%) ( 18.6%) ( 48.6%) ( 66.4%) ( 76.8%)	

図-8 供用限界推定結果出力イメージ

補修の時間帯や交通条件を設定することにより、それぞれの条件での施工費、便益損失を算出できる。このような試算の中で、最低のトータルコストをもたらすものが、最も経済的な舗装材料・工法として選定できることとなる。さらに、新材料の開発にあたっては、材料性能を設定することによりどの程度を材料費として投入できるかという試算も可能となる。

#### (6) 今後の課題

本システムでは、その最も重要な部分である供用性予測をマスターカーブで行うこととしている。現在の舗装として採用している粗粒度ギャップアスコンについては、路面点検による実際のわだち掘れ測定値と算出した換算軸数との関係からマスターカーブを推定している。一方、新材料についてはマスターカーブは存在しないため、舗装材の動的安定度から推定せざるを得ない。しかし、動的安定度から算出する方法は必ずしも実際のマスターカーブとは一致しないため、この補正方法については検討が必要である。

また、本システムの供用性予測では、舗装補修の方法については言及していない。すなわち、表層のみの補修なのか、基層まで含めた補修なのか判定できない。これについても検討していく必要がある。さらに、各種便益損失をトータルコストの中に取込むためには、これらの定量評価手法を確立することが必要になる。

将来的には、換算軸数の算出に必要となる入力データとして、舗装補修履歴データ、舗装点検データ、交通管制データ、集約料金所における軸重分布データ等を自動的に取めるようなサブシステムの検討も必要となる。

#### 4. あとがき

首都高速道路の舗装維持管理の現状と現在検討中の舗装管理システムの概要について紹介した。首都高速道路は、毎日約200万人の人々が利用するとともに市民生活に欠かせない物資輸送に貢献し、1日たりとも休むことのできない首都圏の大動脈となっている。したがって、これらの重交通車両を直接支える本道路の舗装に課せられた役目は大きく、これを如何にして維持管理していくかは重要な問題である。

一方、現在首都高速道路の舗装をとりまく主な課題としては、交通渋滞の原因となる工事の削減、維持管理費の縮減を目的とした高耐久性舗装の検討、床版等の構造物の保護を目的とした床版防水工の検討などがあげられる。これらの課題を克服しながら安全で快適な道路を維持していくためには、より効率的かつ精度の高い管理を可能とする手法が必要となり、新たな舗装管理システムに期待される部分が大きいものと考えられる。



# 路面性状の測定技術

(Measuring Technology of Pavement Surface Condition)

丹治和裕\*

路面性状データは、舗装の維持管理を合理的に実施するためには必要不可欠なデータである。1970年以来、交通障害を生じさせないで大量にかつ迅速に測定できる技術および装置が開発され、現在では測定装置もCCDやレーザー化が主流をなしている。近年は、IRI等のラフネス評価の研究機運が高まっており、そのためのプロファイル測定装置も開発されている。

## 1. はじめに

建設省をはじめ、各道路管理者は舗装の維持管理を合理的かつ効果的に行うことを目的として、舗装管理システムを運用している。舗装管理システムの中核をなすものに舗装データベースがあり、路面性状データ、施工・補修データ、舗装構成データ等が効果的に管理されている。なかでも路面性状データは路面の現況を示しているデータであり、道路管理者の補修計画立案には必要不可欠のものになっている。このように重要なとなっている路面性状データも、交通障害を生じさせないで、大量にかつ迅速に測定できる方法が開発されて、はじめて活用できるようになったものである。ここでは路面性状の測定技術について、路面性状測定装置を中心に開発の歴史、現在の測定技術、新技術について述べる。

## 2. 路面性状測定技術開発の歴史

路面性状の測定技術について、その開発の歴史をたどってみると次のとおりである。

### (1) ひびわれ測定

従来は人間の目視によりひびわれを判定したり、スケッチによりデータ保存をしていたが、以下のような問題点があった。

- ① 人により判定に差違が生じる
- ② 再現性がない
- ③ 太陽光線の向きと人間の見る向きによりひびわれが見えたり見えなかったりする
- ④ 大量の測定が困難である

1970年に、この問題点を以下のような測定技術の開

発により解消し、機械化に成功した。

- ① 夜間に人工照明を路面に斜めに照射して真上から連続撮影することによりひびわれを正確に測定することができた
  - ② 測定装置を車載することにより安全で大量の測定が可能となった
  - ③ 写真に記録することによりいつでも再現可能となった
  - ④ ひびわれを50mcメッシュによるひびわれ率で表すことにより個人差を排除した
- このことは、ひびわれの定量的評価の足掛かりとなり、今日のひびわれ率評価の基本的考え方を与えることとなった。

### (2) わだち掘れ測定

従来は3m定規や横断プロフィルメータによりわだち掘れ量を測定していたが、以下の問題点があった。

- ① 測定には交通規制が必要である
- ② 路上作業のため危険が伴う
- ③ 大量の測定が困難である

1975年に、以下のような測定技術の開発により問題点を解消し、機械化に成功した。

- ① 路面に凹凸があれば電柱の影がゆがむ原理を応用し、人工的に条線を路面に投影し、そのゆがんだ線を撮影して幾何的処理をすることによりわだち掘れ量を算出する方法を開発した
- ② 測定装置を車載することにより安全で大量の測定が可能となった

### (3) 平坦性測定

従来は3mプロフィルメータ（日本道路公団は8m

\*たんじ かずひろ (株)バスコ道路技術センター技術部長

プロフィルメータ）を用いて人力により牽引し、記録紙に記録された波形から人間が凹凸量を読み取り  $3\text{ m}\sigma$  等を算出していた。

この場合も、わだち掘れ同様に以下の問題点があつた。

- ① 測定には交通規制が必要である
- ② 路上作業のため危険が伴う
- ③ 大量の測定が困難である

1977年に、車両に新しい車輪（第5輪）を設置し、その車輪の上下動を電子的に測定し、 $3\text{ m}\sigma$  を算出する装置の開発に成功し、上記の問題点を克服した。

その後、エレクトロニクス、メカトロニクス、ソフトウェア技術等の先端技術の飛躍的進歩に伴い、上述の測定方法にも新しい試みが見られるようになった。例えば、光源や測定の手段としてレーザー光を用いたり、フィルムカメラの撮影手段としてCCDを用いることなどである。

建設省は、1985年建設技術評価規定に基づき、ひびわれ、わだち掘れ、縦断凹凸（平坦性）の各々に対して、測定精度に関する仕様および測定方法に関する目標を設け、開発された測定機（以下、路面性状自動測定装置と呼ぶ）がこれらの要求を満足するかどうかの評価を行った。これらの仕様および目標は以下のとおりであった。

- ① 迅速な測定およびデータ処理が可能であること。

わだち掘れ、縦断凹凸（平坦性）の測定にあたっては、通常の車両の走行速度で計測可能なものであること。ただし、ひびわれの測定にあたっては、速度 $10\text{ km/h}$  程度以上で走行が可能なものであること。

- ② 道路管理上、必要な精度を有しているものであること。

わだち掘れ量は、横断プロフィルメータに対し、個々の値が $\pm 3\text{ mm}$  以内の精度であること。

縦断凹凸量は、アスファルト舗装要綱の路面の平坦性測定法に示す縦断プロフィルメータを用いた標準偏差に対し $\pm 30\%$  以内の精度であること。

ひびわれは、クラック幅 $1\text{ mm}$  以上が認識できること。

- ③ 安全性が高く、経済性にも優れたものであること。

自走式で測定時の安全性が高く、従来方法に比較して道路交通、沿道住民などに悪影響を与えない

いものであること。

測定費用が従来方法に比較して低廉であること。

この時に、わだち掘れに関して、従来の条線投影とフィルム撮影機の組み合わせの他に、レーザー光線のスキャニングとVTR記録器との組み合わせが新たに開発された。

また、縦断凹凸（平坦性）の測定に関して、レーザー光による非接触型距離計を車両の3箇所に配置し、3箇所の生のデータを磁気テープに記録する方法が主流をなした。

ひびわれに関しては、定常的照明下でのスリット・カメラによる連続撮影の他にレーザー光の走査像をCCDを通してVTR記録器に収録するやり方が新しく開発された。

### 3. 現在の測定技術

前述のようにわが国では、路面の損傷はひびわれ、わだち掘れ、平坦性の3要素により評価され、そのための測定装置も世界に先がけて自動化されたものが開発され実用に供されている。ここでは、現在わが国で実用されている測定装置を中心に、欧米において開発された装置も資料が入手できた範囲でとりまとめた。なお、表記方法として日本製の測定装置はカタカナ表記とし、欧米の装置はアルファベット表記とした。

#### (1) ひびわれ測定装置

ひびわれ測定装置の多くは、路面の画像を忠実に記録することを目的としており、この目的のために様々な記録方式、特徴を有した装置が開発されている。技術的な流れとしては、フィルムカメラからCCDを使ったカメラやレーザー化へとハイテク化へ移行している。ここでは、記録（撮影）方式の違いにより装置の具体例を類別した。

図-1に装置の記録方式による分類を示す。図に示す大分類は、測定速度の違いにより、自動測定装置と目視測定装置に類別した。小分類は記録装置の方式の違いにより面撮影方式、線撮影方式、点撮影方式に類別した。また、具体例は文献にある型式名で示した。

自動測定装置における面撮影方式は路面をスチルカメラあるいはビデオカメラを用いて一定面積（面）毎に記録する方式である。線撮影方式は路面をスリットカメラあるいはラインセンサカメラを用いて路面の横断方向の線像を逐次記録する方法である。また、点撮影方式はレーザースキャン装置により道路の横断方向

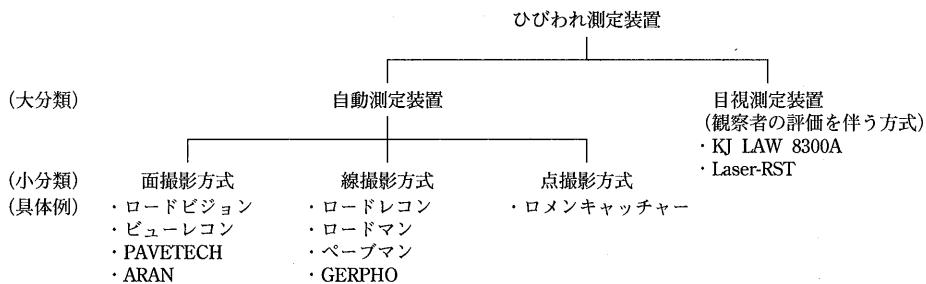


図-1 ひびわれ測定装置の分類

に輝点を走査し、その反射光をフォトマルチブライヤにより捕獲し、逐次記録する方式である。目視測定装置は観察者の路面評価をコンピュータに入力する方式が一般的である。

#### (2) わだち掘れ測定装置

わだち掘れを測定する装置を測定方式の違いにより類別し、その特徴をとりまとめた。技術的な流れとしてはひびわれ測定装置と同様に、ハイテク化へ移行している。

図-2 に現用装置の測定方式による分類を示す。図に示す大分類は測定速度の違いにより、車載測定装置と非車載測定装置（人力を伴う方式）に類別した。小分類は測定方式の違いにより光切断方式、フライングスポット方式、多点変位計測方式に類別した。また、具体例は文献にある型式名で示した。

車載装置における光切断方式は路面に対し所定の角度で線状の光束を投影し、得られる横断形状の写像をカメラにより撮影記録する方式である。フライングスポット方式は路面に投影する点光束を横断方向に走査し、得られる横断形状の写像をカメラにより撮影記録する方式である。また、多点変位計測方式は路面と車両間を測定する変位計測装置を横断方向に多数設置し、

測定する方式である。非車載測定装置は、装置の移設等に人力を伴う方式である。

#### (3) 平坦性測定装置

路面の平坦性を測定する装置を測定方式の違いにより類別し、その特徴をとりまとめた。平坦性測定装置はレーザー変位計を使ったデジタル測定が一般的である。

図-3 に測定方式による分類を示す。図に示す大分類は測定速度の違いにより、車載測定装置と非車載測定装置に類別した。小分類は測定方式の違いにより 1 点測定方式、2 点測定方式、3 点測定方式に類別した。また、具体例は文献にある型式名で示した。

車載測定装置における 1 点測定方式は路面と車両間の距離を測定するセンサ 1 個と加速度センサを用いる方式である。2 点測定方式は路面と車両間の距離を測定するセンサ 2 個を用いる方式である。3 点測定方式は路面と車両間の距離を測定するセンサ 3 個を用いる方式である。また、非車載測定装置は装置の移動等に人力を伴う方式である。

#### (4) 路面性状測定装置の具体例

わが国で供用している代表的な路面性状測定装置について紹介する。

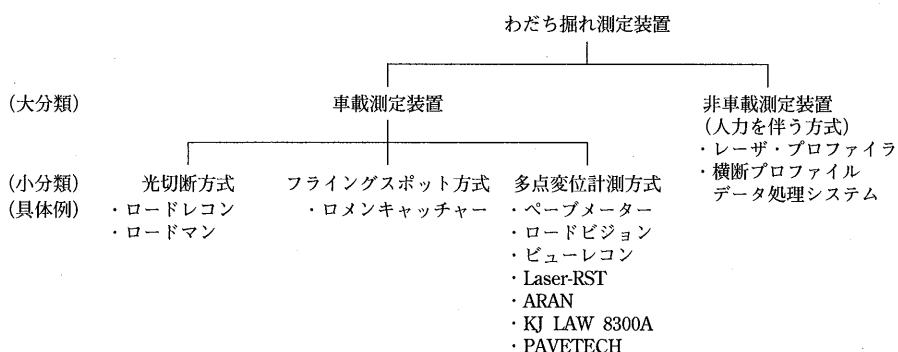


図-2 わだち掘れ測定装置の分類

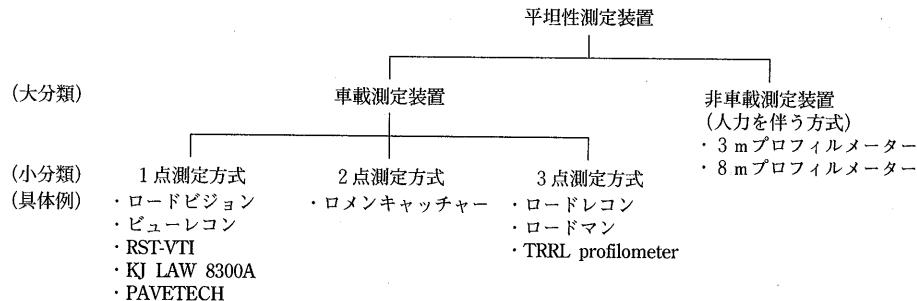


図-3 平坦性測定装置の分類

### 1) ロードレコン

ロードレコンはひびわれ測定装置がスリットカメラを用いた線撮影方式、わだち掘れ測定装置がパルスカメラを用いた光切断方式、平坦性測定装置がレーザー変位計を用いた3点測定方式である。スリットカメラによる撮影は路面の像をフィルム直前にあるスリットを介することにより、スリット幅に相応する像をフィルム面に結像させ、同時に、フィルムの移動速度を車両の移動速度（像の移動速度）と同期させることにより、連続的なフィルム画像を撮影記録することを原理としている。また、パルスカメラによる撮影は条線投影機により路面に対して直線の暗像を斜投影し、これを上方のパルスカメラで撮影すると、路面上に横断形状に応じて歪曲する線像を得ることを原理としている。レーザー変位計を用いる測定は3個のレーザー変位計を車両の進行方向に等間隔で一列に配置し、それ

ぞの車両と路面間の距離を車両の移動距離に応じて磁気テープに記録することを原理としている。全体構成を図-4に示す。

### 2) ロメンキャッチャー

ロメンキャッチャーはひびわれ測定装置がレーザースキャン技術、ビデオ技術を用いた点撮影方式、わだち掘れ測定装置がフライングスポット方式、平坦性測定装置がレーザー変位計を用いた3点測定方式である。

ひびわれ測定はレーザースポット（輝点）を横断方向に高速で走査し、個々のスポット位置における反射光量をフォトマルチプライヤーで捕らえて横断方向の路面状態を記録すると同時に、走行距離信号を基に画像フレームを作成し、連続的なビデオ画像を撮影記録することを原理としている。

また、わだち掘れ測定は横断方向に走査するレーザースポットをCCDビデオカメラで捕らえ、走行距離

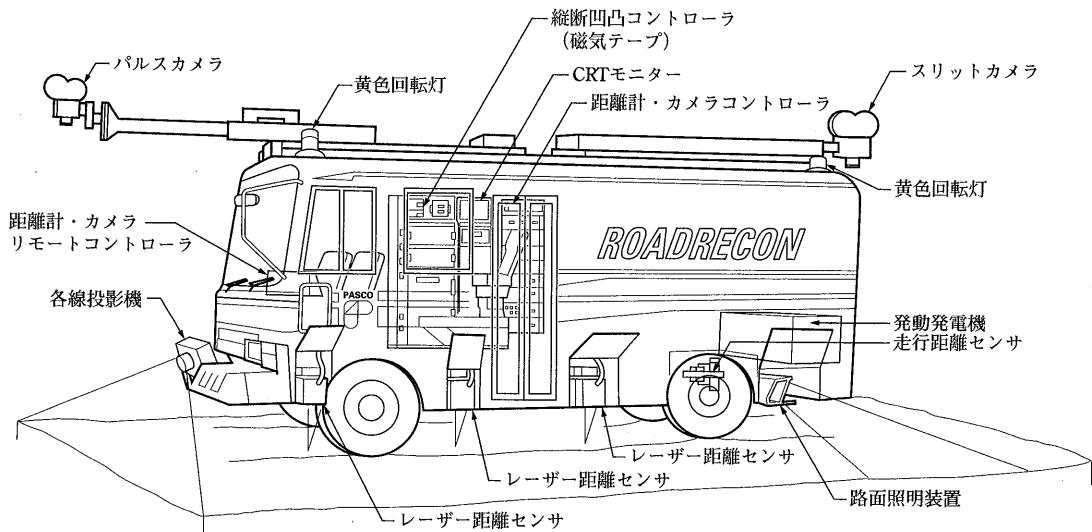


図-4 ロードレコンの全体構成

信号に基づいてビデオ記録することにより横断形状画像を撮影記録する原理である。レーザー変位計を用いる平坦性の測定は2個のレーザー変位計を車両の進行方向に等間隔で一列に配置し、それぞれ車両と路面間の距離を車両の移動距離に応じて磁気テープに記録することを原理としている。全体構成を図-5に示す。

#### 4. 路面性状測定の新技術

##### (1) 縦断プロファイル測定装置

路面の縦断プロファイルの測定は、欧米においては乗り心地の指標であるラフネス評価を主目的として行われている。一方、わが国においては、路面損傷の1つの要素（平坦性）としての使われ方が大半であったが、近年土木学会コンクリート標準示方書（平成8年度）舗装編におけるサービス限界状態の1つの照査に、IRI（International Roughness Index：国際ラフネス指数）が採用されたのをはじめとして、舗装評価の1つの指標としてのラフネス評価の研究機運が高まっている。

IRIの理論的リーダーの1人であるマイケル・W.セヤーズ教授によれば、「何らかの測定手段によって路面の縦断プロファイルが得られれば、あとは標準化されたクォーターカーシミュレーションにより、いつでもどこでも同一基準のラフネス指数（IRI）が得られる。」とのことであり、「クォーターカーシミュレーションの可能な縦断プロファイルをいかにして得るか」が今求められている新技術と言えるのではなかろうか。わが国においても縦断プロファイルが得られる測定装置が開発され実用されつつある。ここでは、縦断プロファイル測定装置について述べる。

1) 高性能非接触型プロフィロメータ

高性能非接触型プロフィロメータの概要は図-6のとおりである。計測用の変位計はレーザー式であり、進行方向に100mm間隔に2個、車両の横方向に2セット取り付けられており、大型車両のOWP（Outer Wheel Path）とIWP（Inner Wheel Path）の2測線でのプロファイル計測が可能になっている。

##### 2) 慣性プロファイラ

慣性プロファイラの概要は図-7のとおりである。測定車の鉛直変位と路車間変位との差から路面の縦断プロファイルを算出するのが慣性プロファイラの基本であり、鉛直変位はIMU（慣性測定ユニット）により、

この装置は、プロファイルデータの収集間隔が1cmで±1.2mmの精度を有している。

##### 3) レーザー式路面性状測定装置

レーザー式路面性状測定装置の概要は図-5のとおりである。車両の前面にレーザー発射部と受光部（ひびわれ）微弱光検出センサを搭載し、車両の進行方向に走行する際、車両の前面に設置されたレーザー発射部から発射されたレーザー光が路面に反射して受光部に到達する。受光部で反射光を検出し、その時間差を測定することで路面の高さ情報を算出する。また、車両の後部には受像部（わだち掘れ）固体撮像素子を用いたTVカメラが搭載され、車両の後方の路面状況を監視する。

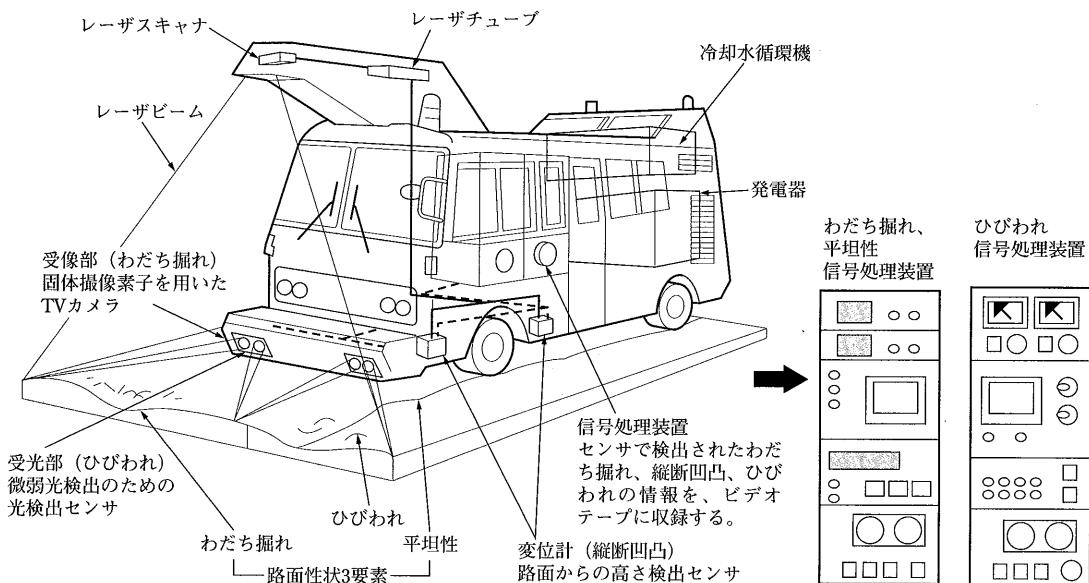


図-5 ロメンキャッチャーの全体構成

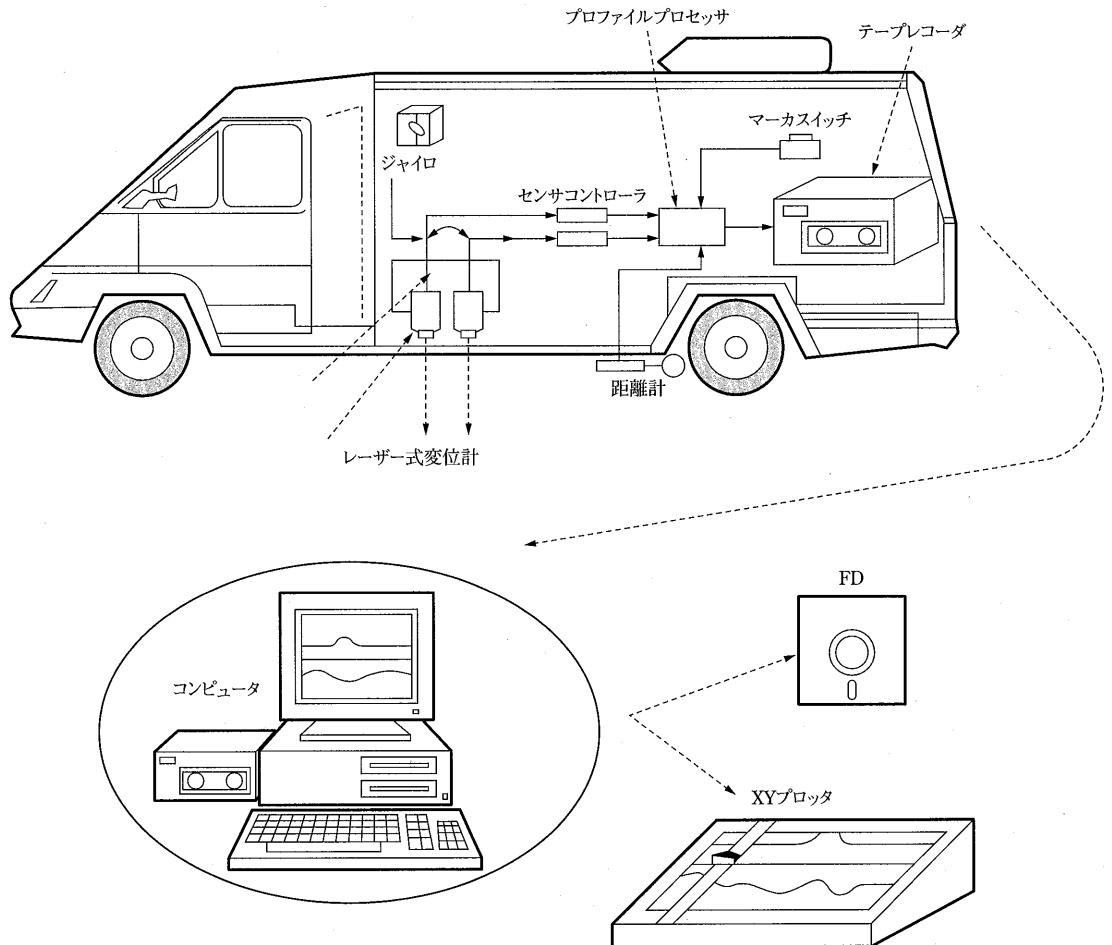


図-6 プロフィロメータの構成

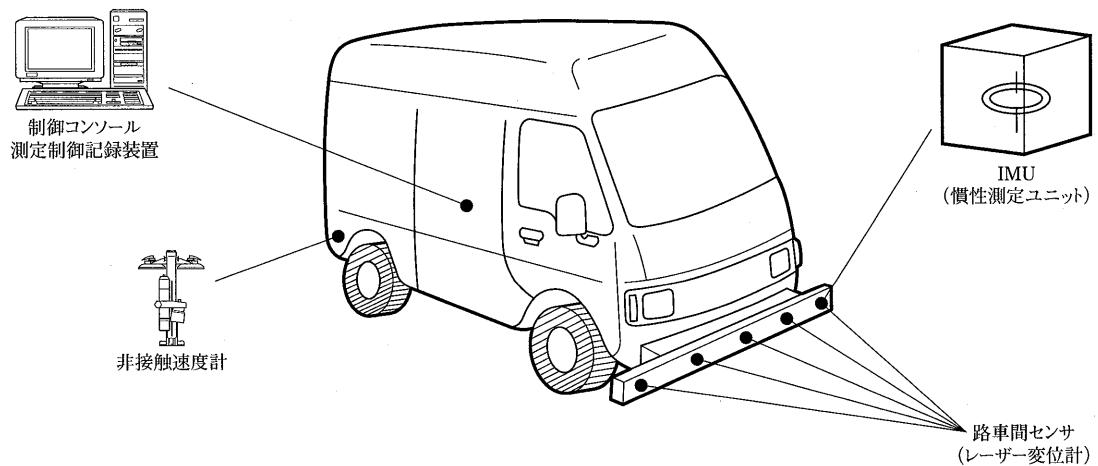


図-7 慣性プロファイラの構成

路車間変位は路車間変位センサにより測定する。路車間センサはレーザー式であり測定車の前部バンパーに取り付けて、標準的にはOWPとIWPの2測線でのプロファイル計測が可能になっている。

また、IMUは車両の上下加速度と水平加速度を捉える3軸の加速度センサと車両の姿勢（ローリング、ピッキング、ヘディング）を捉える3軸のジャイロから成っており、車両の動搖の影響を消去できるようになっている。

この装置は、プロファイルデータの収集間隔が1cm以上で高速道路にも対応できるように、測定速度140km/hで97mまでの波長成分が測定可能となっている。

## (2) 最新の技術開発動向

道路分野における高度情報化のキーワードとしてGIS（地理情報システム）やITS（高度道路交通システム）がとりあげられるが、路面性状測定分野においてはGPS（Global Positioning System：汎地球測位システム）がキーワードの1つとなっている。

GPSは船舶や航空機が航行中に自分自身の位置を知るために開発されたシステムであり、現在では応用範囲が拡大され、地殻変動研究のための学術的利用、測量・建設等の実務的利用、そしてカーナビゲーション等の日常的な利用にいたる幅広い分野で活用されている。

路面性状測定分野では、前述の縦断プロファイル測定へのGPSの利用により、絶対縦断プロファイルの測定や路面の三次元測定化が期待されている。

### ① 絶対プロファイル測定への利用

現在、縦断プロファイルを測定する装置は、ある波長域の相対的なプロファイルを測定しているものが大半を占めている。これらの装置にRTK-GPS（Real Time Kinematic GPS）で測定した位置データで補正を行えば、数cmの誤差で絶対縦断プロファイルに近いデータが得られることが期待でき、実地の測定実験に成功した報告もなされている。

### ② 路面の三次元表示への利用

縦断プロファイル測定データに横断プロファイル測定データとRTK-GPSデータを組み合わせることにより路面の三次元表示が可能となる。路面の表面形状が立体的に表示できることにより、これまでの解析では得られなかった車両の振動、操縦安全性等広範囲に適用できることから、路面の評価、乗り心地評価さらには補修設計等により一層精度の高い活用が図られるものと期待される。

## 5. おわりに

測定技術はアナログからデジタルへと移行し、記録媒体の高密度化、大容量化、低コスト化がこれを推進している。

一方、道路分野の高度情報化のキーワードであるGISやITSを考えたとき、今後の測定データには座標情報を含んだデータの提供や即時性が求められることが想定される。それらの課題を実現するにはより広範囲な技術の融合が必要となってくるであろう。

## — 参考文献 —

- 1) 土木学会：舗装機能の評価法, pp55-68, 1992
- 2) 土木学会：舗装工学研究小委員会報告書, pp132-135, 1997
- 3) 土木学会：路面は語る－路面は安全性、乗り心地、景観などにどのような役割を果たしているか, 土木学会平成10年度全国大会研究討論会資料
- 4) 建設省：評価書建技評84405号 路面性状自動測定装置の開発
- 5) 日本建設機械化協会：建設機械化技術審査証明報告書, 平成7年
- 6) 株明栄：道路検査システム TEV-1
- 7) 株バスコ：ViewRecon
- 8) 舗装：道路縦断プロファイルからのIRIの算出, 笠原篤, 関口幹夫, 加藤昌太郎, 1996

# 路面性状の評価

(Evaluation of Road Surface Characteristics)

川村 彰\*

路面性状は、①車両走行時の乗り心地や安全性、②車の燃費および耐久性、③車外騒音や振動が沿道住民の環境に及ぼす影響等と密接な関係があるため、道路管理者ばかりでなく道路利用者の視点を考慮に入れた評価が必要とされる。ここでは、路面性状のうちの平坦性について、各国で実施されている評価の現状と展望を簡単に紹介する。

## 1. はじめに

PMS (Pavement Management Systems) という用語は、道路関係者間では、今日、ごく普通の感覚で利用されるようになってきている。PMSがうまく機能するには、システムの入力となる路面性状の測定とその評価が適切に実行されなくてはならない。

路面性状の測定には、ひびわれなどの面的広がりを有する測定項目を除外するならば、舗装路面の「摩擦」、「テクスチャ」、「ラフネス」、「わだち掘れ深さ」などが新設舗装の管理や既設舗装の維持修繕のための基準に利用されてきた。これらは、別な見方をすれば路面プロファイルを、方向別・路面波長成分毎にその性質を把握しているといえる。このことは、PIARC

(世界道路協会) の技術委員会であるTC1で提案している路面の波状特性分類図(図-1)を参照すると、理解しやすい。

路面プロファイルを測定し、そこから評価に結びつく情報を引きだすまでの過程をプロファイル処理と呼ぶが、一般的にはプロファイルの測定までがその作業の半分、後の半分は計算により、各種統計量を求ることになる。

今日において、路面からある種の情報を引きだす目的は以下の4項目に大別される。

- (1) PMSのための道路ネットワークのモニタリング
- (2) 道路の新設もしくは修繕区間の仕上がり具合の

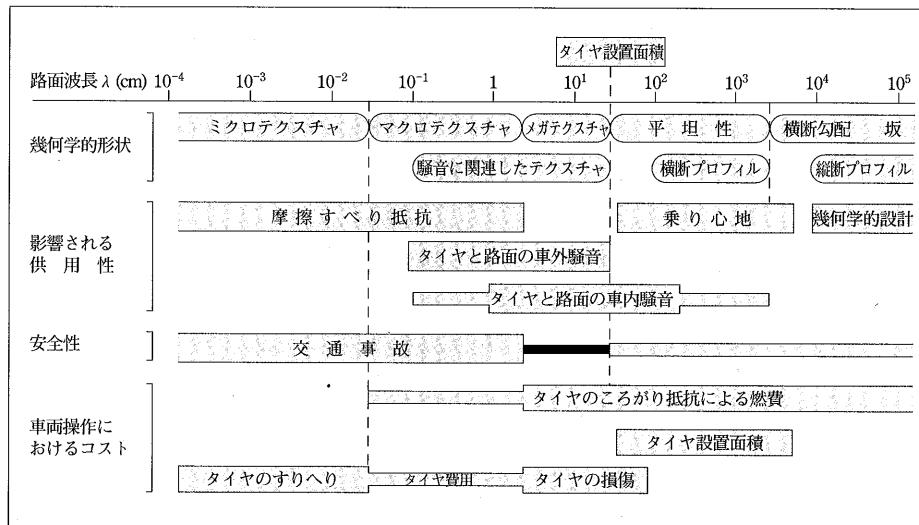


図-1 路面の波状特性分類図

\*かわむら あきら 北見工業大学土木開発工学科 助教授

## 品質評価

### (3) 道路のある特定区間の現況診断とその処置判断の実施

#### (4) 研究目的により、ある特定区間の路面状況調査

本稿では、路面性状のうちの平坦性評価に関して、各国で実施されている手段・方法を紹介するとともに、今日主流となっている平坦性評価指標の代表的なものを簡単に紹介する。尚、ここでは、紙面の都合上、路面の摩擦やすべり抵抗と関係のあるテクスチャについての評価は省略する。

## 2. 各国の路面プロファイル処理状況

前述の(2)、(3)の視点で、路面プロファイル測定を行う場合、我国と各国で実施している縦断プロファイルについての平坦性評価指標について紹介する。

### 2.1 我国の平坦性指標

#### 2.1.1 標準偏差（縦断凹凸量）

我が国においては、主として道路工事における路面の仕上がり状況をチェックする意味から、一般道路では標準偏差、高速道路ではPrI (Profile Index)<sup>④</sup>などが用いられてきた。標準偏差は、路面の縦断方向の凹凸量について、車線縁から80~100cm内側に中央線に平行して測線を設けて、1車線ごとに求められる。測定装置として、従来は3mプロフィロメータが使用され、記録紙に記録された波形から1.5m間隔で基準線からの変位を読み取り、次式により計算された標準偏差を「縦断凹凸量」と称している。アスファルト舗装の施工直後の仕上がり検査では、標準偏差2.4mm以下が合格基準となっている。

$$\sigma = \sqrt{\left\{ \sum d^2 - \left( \sum d \right)^2 / n \right\} / (n-1)} \quad (1)$$

ここで、 $\sigma$ ：縦断凹凸量 [mm]、d：凹凸（偏差）量 [mm]、n：データ数

今日は、同様の計算を非接触型のレーザ変位計を搭載した高速プロフィロメータにより計測されたデータにより行うようになってきている。対象区間長は、原則として150mを1区間距離としており、区間にに対する標準偏差は、 $\sigma$ の平均値を品質管理のx-R管理図で利用される係数で除して求められる。このことからも分かるように、 $\sigma$ は品質管理の概念をベースに作成された指標である<sup>②、③</sup>。

#### 2.1.2 PrI (Profile Index)

PrIは、主として高速道路が対象になる際に用いら

れる指標であり、その際には測定対象波長および精度の関係から8mプロフィロメータが一般的に利用される。PrIは、プロフィロメータの記録用紙の中心付近に6mmバンドをあてて、このバンドの外側にはみでたピーク値間の最大距離 ( $a_i$  [cm]) を加算し、次式のように区間距離 (L) で除して求められる。バンドを設ける理由は、路面凹凸において、施行上発生防止できなく走行車両に影響のない程度のものを予め除いて処理する考えに基づいている。

$$PrI = \left( \sum a_i \right) / L \quad (2)$$

測定値にある幅のバンドを設けて処理する考え方、特に米国におけるProfilograph（牽引式プロフィロメータの一種）により得られた記録紙上の路面データを処理する際に、“Blanking Band”と称して利用されている<sup>④</sup>。

### 2.2 諸外国の平坦性指標

表-1は、前述のPIARC TC1で実施している調査報告<sup>⑤</sup>の一部から抜粋し、整理したものである。

表は主要国に関する縦断方向の平坦性測定・評価（主としてラフネスが対象となる）について示しており、ここで、アメリカ合衆国は各州によって状況が異なるため省略している。他に、BI (Bump Integrator: 英国のTRRLで開発された平坦性指数)などを用いている国（英国、アルジェリアなど）もあるが、もっとも多く用いられている指標は、IRI（国際ラフネス指数）である。この傾向は、1982年にブルジルで実施された国際ラフネス測定（IRRE: International Road Roughness Experiment）<sup>⑥</sup>の影響が表れている。それ以前では、主として、測定装に及ぼされる振動加速度等から路面凹凸を計算するレスポンス型測定装置（RTRRMS: Response Type Road Roughness Measuring Systems）が各国で利用されていた。

しかしながら、当時は測定結果は測定装置により異なっていたため、IRREの結果に基づき、各種平坦性指標の見直しが行われ、統一的見地からラフネスを把握する目的で、世界銀行が1996年にIRIを提案してからは、各国がこれまで用いてきた平坦性指標をIRIに換算するようになったため、表のような結果となっている。

しかしながら、ある状況下では依然として3m直線規格が用いられており、主として新設舗装やオーバー

表-1 各国の平坦性評価指標（縦断プロファイルについて）

国	測定指標	測定装置	測定条件	指標の単位	測定区間長	修繕基準	備考
オーストラリア	ラフネスカウント/km	レーザプロフィロメータ		ラフネスカウント/km:RC/km=1.95+33.67 IRI (QCモデル) and RC/km=127+26.49 IRI (車線平均 HDM3モデル)	100m	RC>65	RCはIRI値から計算される。 直線定規(3m)が利用される。直線定規と路面との間隔は3mm以下でなくてはならない。
ベルギー	CP* (他にEC2.5, EC10)	APL		0.01mm		CP2.5m>50 or CP10m>105	
カナダ (ケベック州)	IRI	慣性式プロフィロメータ	乾燥路面	IRI=m/km	1000m (100m毎に)	IRI>1.7	経験式である。
デンマーク	IRI、凹凸数	高速プロフィログラフ	乾燥路面	IRI=m/km, 単純凹凸の数	100m		
フランス	CAP25++ (NBOもある)	APL	測定速度=21.6km/h	4から16の数値を持つ	1000m		
イタリア	RCI	ARAN		20m毎に測定されたRCIの平均値		RCI<4.5	
	IRI	ARAN		20m毎に測定されたIRIの平均値		IRI>4.5 m/m	
	CAPL25**	APL		25m毎に測定された凹凸量の平均値			
日本	PrI	8mプロフィロメータ	測定速度=10km/h	cm/km			
	SD 標準偏差	3mプロフィロメータ			車線毎		
スウェーデン	IRI	レーザRST	圧雪・凍結路面は除く	IRI=m/km	20および400m		
	直線定規と路面間の距離	直線定規(3m)	圧雪・凍結路面は除く		300m道路区間もしくは車線長600m		
スペイン	IRI	Dipstick, APL					

\*) 平坦性係数(2.5m毎に求める)

\*\*) APLプロフィルメータによって修正された平坦性指数(25m毎に求める)

レイ後の平坦性の仕上がり具合をチェックする目的で使用される。

## 2.2.1 IRIの紹介

IRIは、前述のようにRTRRMSの測定結果を統一的に把握する目的で開発された指標である。したがって、車両搭載型の測定装置を2自由度の“ばね-ダッシュボット-質量”で近似し、上下方向運動のみを考慮したクォーターカー・モデル(Quarter-Car Model)に置換している。クォーターカーが定速走行する際にラフネスに起因する車の上下方向変位(正確には車体とタイヤの相対変位)をシミュレーションによって求め、その変化量を測定縦断プロファイル全長に渡って累積した値を車の走行距離で除した値がIRIである。したがって、IRIの単位は勾配(mm/mもしくはm/km)となる。このことを式で示すと次式となる。

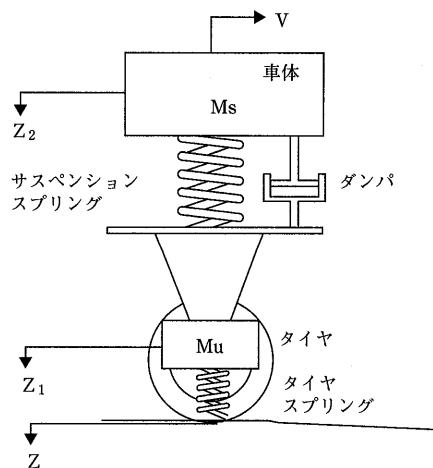


図-2 クォーターカー・モデル

$$IRI = \sum_i |Z'_i - Z'_{i+1}| / L \quad (3)$$

ここで、 $Z' = |Z_i - Z_{i+1}|$

また、IRI値の評価尺度が提案されており、新設舗装では一般に2前後の値を有すとされ、値が大きいほど平坦性が悪いことを意味する。IRIは、タイヤの輪荷重が舗装のダメージに及ぼす影響や、乗り心地をある程度予測できるとされている。

また平坦性評価基準としては、他に路面の波状特性に着目したパワースペクトル密度（PSD：Power Spectrum Density）<sup>7)</sup>も諸外国では比較的によく用いられる。また、米国では被験者による乗り心地評価と従来の平坦性評価指標（PI：Profile Index）を結び付けてRN（Ride Number）という平坦性評価指標をASTMでは規格の検討中である<sup>8)</sup>。

横断方向平坦性に関しては調査報告を示さないが、3m直線定規が最も多く用いられており、わだちを含む路面の勾配、定規と路面間の距離測定が測定の焦点となっている。

### 3. おわりに

現在、世界道路協会（PIARC）では、路面の平坦性に関する第二回国際共通試験が進行中である。この試験は、1992年に実施された路面のすべり抵抗及びテクスチャ測定に関する第一回国際共通試験に引き続き実施されているもので、米国（アリゾナ州）、欧州（ドイツ、オランダ）、日本（北海道）の3地域が測定対象地域となっている。これらの地域に各国で利用されている平坦性測定装置が集合し、IRI等により分類された平坦性レベルの異なる路面の縦横断プロファイルを測定し、結果の比較分析を実施する予定である。本試験の背景には、以下の2点が大きく関わっていると考えられる。

①ネットワークレベルのPMSに対応する上で、近年、平坦性測定は、高速測定が可能で、測定精度の高いことが要求されるようになり、従来のレス

ポンスタイプ測定装置から、超音波やレーザ波等による非接触型高速プロフィロメータに移行してきていること。

②平坦性が「燃費」、「騒音」、「乗り心地」、「安全性」など道路利用者の路面に対するニーズに大きく影響を及ぼしていること。

現在、各地域での測定が終了し、解析段階である。我が国の道路を舞台として実施される道路の国際共通試験としては、これまでに無い規模で実施され、国際的見地から我が国の路面の平坦性測定・評価がなされる。そういう意味から、今後の成果報告が注目されると共に、実用性段階に入ったPMSに対する試験結果の活用が大いに期待される。

### — 参考文献 —

- 1) 8 mプロフィロメータによる路面凹凸測定方法, 日本道路公団試験方法, JHS220-1992, 1992
- 2) 河野 宏：竣工時の舗装の平坦性検査について  
(I) (平坦性の測定方法), 土木技術資料9-4, pp.20-24, 1967
- 3) 河野 宏：竣工時の舗装の平坦性検査について  
(II) (平坦性の検査基準), 土木技術資料9-7, pp.41-42, 1967
- 4) Percells, B. : Zero Blanking Band, 9th RPUG資料, 1997
- 5) Dupont, P., Delanne, Y. and GOTHI, M : National Specifications Inventory, Specifications listed in roadworks contracts for the acceptance of new wearing courses, PIARC TC1 委員会資料, 1998
- 6) Sayers, M. W., et al. : The International Road Roughness Experiment, World Bank Technical Paper No.45, 453p., 1986.
- 7) ISO8608 : Mechanical vibration - Road surface profiles - Reporting of measured data, pp.1-30, 1995
- 8) Janoff, M.S., et al. : Pavement Roughness and Rideability, NCHRP Report 275, 69p., 1985.

# アスファルトの品質性状に影響を及ぼす化学特性に関する一考察

(A Study on Relationship Between Physical and Chemical Properties of Asphalts)

田中 晴也\*・川付 正明\*\*・高木 清美\*\*\*

アスファルト製品の高品質化を目的として、品質性状に影響を及ぼす要因の把握と、その知見に基づいたアスファルトの品質改善法について種々検討している。本報は、アスファルトの物理性状に影響を及ぼす要因についての検討結果の一部を報告するものである。

各物理性状と化学特性との相関を、多変量解析により調べた結果、軟化点、針入度、高温動粘度は組成に大きく影響され、アスファルテン分、レジン分は軟化点、動粘度を大きく、針入度を小さくする効果があり、飽和分、芳香族分はその逆の効果があることが確認された。また高温動粘度は組成に加えて平均分子量にも大きく影響され、平均分子量が大きいほど粘度が増大することが明らかになった。

## 1. はじめに

道路舗装用ストレートアスファルトをはじめとする各種アスファルト製品は、原油を減圧蒸留した残査油が主要な原料基材として製造される。そして、減圧残査油の原油種の違いによりアスファルト基材の物理性状、実用性能等の品質が大きく異なることが知られているが、その原因については明確化されていない部分が多いのが現状である。

アスファルト基材間における品質の違いに影響を及ぼす原因を把握することにより、製品の品質向上、ひいては使用基材の拡大が期待される。そして、そのアスファルト基材間の品質の違いは、組成等の化学特性の影響が大きいのではないかと考え、各種アスファルト基材間における物理性状と化学特性の関係について種々検討している。

アスファルトの物理性状と化学特性の関連については種々の研究がなされており<sup>1)~8)</sup>、アスファルト組成の内、アスファルテン分等の重質成分が多く、飽和分等の軽質成分が少ない方がアスファルトは硬化し、軟化点や粘度等が増大することが知られている。しかし、物理性状に対する化学特性の影響について定量的に明確化されている例はまだ少なく、不明な点も多いのが現状である。

本研究においては、物理性状と化学特性の相関につ

いての検討を多変量解析法<sup>9)10)</sup>を用いて行った。多変量解析法の重回帰分析は、目的とする性状に対して真に影響力の大きい因子を把握することができ、また単一変数のみを用いる場合と比較してより定量的な解析が可能であるため<sup>10)</sup>、アスファルトの物理性状と化学特性の関連をより明確に把握できるのではないかと考えた。

本報では、ストレートアスファルトに関して、物理性状（軟化点、針入度、高温動粘度）と、組成および平均分子量との関連について検討した結果を報告する。

## 2. 実験

### 2.1 試料

試料には、原油別減圧残油（ストレートアスファルト）18種類と、それらのアスファルトを薄膜加熱処理したサンプルを用いた。

薄膜加熱はJIS K2207（石油アスファルト）に準拠し、163°C × 5時間で行った。

### 2.2 一般性状試験

針入度（25°C）、軟化点、高温動粘度試験はJIS K2207（石油アスファルト）に準拠して行った。

### 2.3 化学特性評価

組成分析は石油学会法（JPI-5S-22-83）に準拠して行い、飽和分（SA）、芳香族分（AR）、レジン分（RE）、アスファルテン分（AS）の4成分に分離した。

\*たなか はるや 株式会社コスモ総合研究所

\*\*かわつき まさあき 株式会社コスモ総合研究所

\*\*\*かわつき まさあき 株式会社コスモ総合研究所

この組成分析のフローチャートを図-1に示す。

平均分子量は、ベンゼンを溶媒とした蒸気圧平衡法(VPO)により測定した。

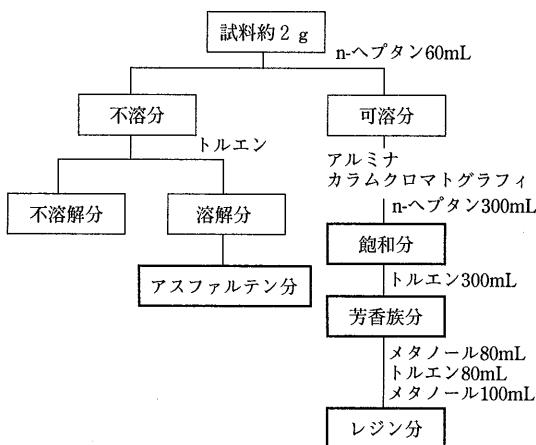


図-1 組成分析(JPI法)のフローチャート

### 3. 結果と考察

#### 3.1 物理性状と組成の関係

##### 3.1.1 軟化点と組成の関係

軟化点と組成の相関についてはこれまでにも多く検討されており、アスファルテン分が多く、飽和分が少ないほど軟化点は増大することが報告されている<sup>[13]</sup>。この傾向を確認するために、本研究においても軟化点と組成の関係についての検討を試みた。薄膜加熱前後のストレートアスファルトに関して、軟化点を目的変数、各組成割合を説明変数として多変量解析を行った。その結果、説明変数の組合せとしてアスファルテン分、飽和分、レジン分割合を用いた場合と、アスファルテン分、飽和分、芳香族分割合を用いた場合に極めて高い相関を示した(図-2、3)。

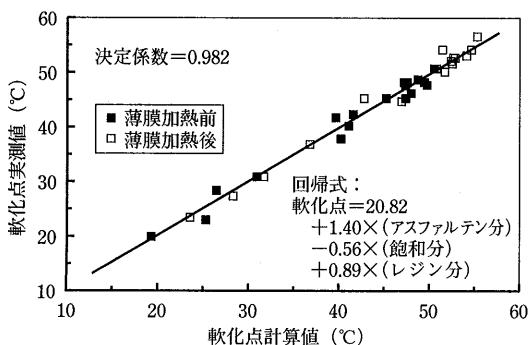


図-2 軟化点の多変量解析結果  
(説明変数: アスファルテン分、飽和分、レジン分)

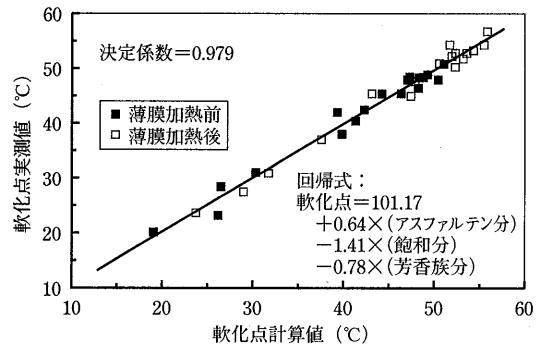


図-3 軟化点の多変量解析結果  
(説明変数: アスファルテン分、飽和分、芳香族分)

そして図-2、3の回帰式における各変数の係数から、軟化点に対しアスファルテン分、レジン分は正、飽和分、芳香族分は負の作用をすることがわかった。この結果から、アスファルテン分、レジン分等の重質成分が多く、飽和分、芳香族分等の軽質成分が少ないほど軟化点は増大する傾向が定量的に確認された。

##### 3.1.2 針入度(25°C)と組成の関係

針入度に関しても、各組成割合による多変量解析を試みた。説明変数にアスファルテン分、飽和分、レジン分割合を用いた場合、決定係数0.887と比較的高い相関を示した(図-4)。しかし図-4において、回帰直線に対しデータが曲線状に散布している傾向が確認できる。

そこで、目的変数である針入度を対数に変換したところ、直線関係が強くなり相関も高くなることがわかった(図-5)。この結果から針入度は、組成と非線形の関係にあると考えられ、僅かな組成割合の変化によっても針入度は大きく変わる可能性があることが示唆された。

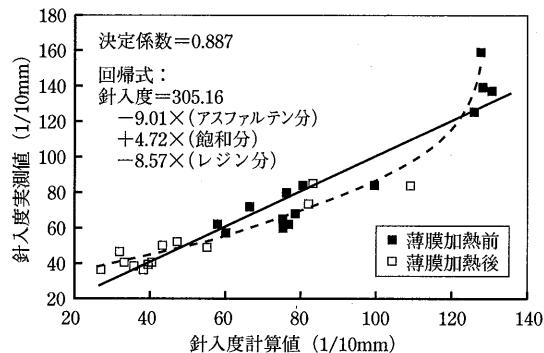


図-4 針入度(25°C)の多変量解析結果  
(説明変数: アスファルテン分、飽和分、レジン分)

そして図-5における回帰式の各係数から、針入度に対しアスファルテン分、レジン分は負、飽和分は正の作用をすることがわかった。また、説明変数にレジン分に代えて芳香族分割合を用いた場合には、芳香族分は針入度に対し正の作用をすることを確認した。

以上より、飽和分、芳香族分が多く、アスファルテン分、レジン分が少ないほど針入度は増大する傾向があり、その関係は非線形であることがわかった。

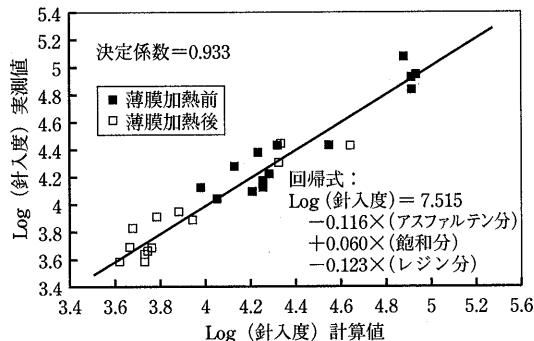


図-5 針入度(25°C)の多变量解析結果  
(図-4における目的変数の針入度を対数変換)

### 3.1.3 高温動粘度と組成の関係

高温動粘度に関しても同様の検討を行った。120°C動粘度と組成の関連について検討した結果、アスファルテン分、飽和分、レジン分割合を説明変数として、120°C動粘度の対数を目的変数とした場合に相関が高くなった(図-6)。150°Cおよび180°C動粘度についても検討を行った結果、120°C動粘度と同様の傾向を示した(図-7、8)。これらの結果から、高温動粘度も針入度と同様に組成割合と非線形の関係にあると言える。そして図-6、7、8における回帰式の係数から、高温動粘度に対しアスファルテン分、レジン分は正、飽和分は負の作用をすることがわかった。また、レジン分に代えて芳香族分を用いて解析した結果、芳香族分は高温動粘度に対し負の作用をすることを確認した。

以上より、アスファルテン分、レジン分が多く、飽和分、芳香族分が少ないほど高温動粘度は増大し、その関係は非線形であることがわかった。

また、図-6、7、8より、120°C動粘度から180°C動粘度へと温度が高くなるにつれて相関が若干低くなる傾向が確認できる。このことから、温度が高くなるにつれて動粘度に対する組成の影響が少しづつ弱まるのではないかと推測される。

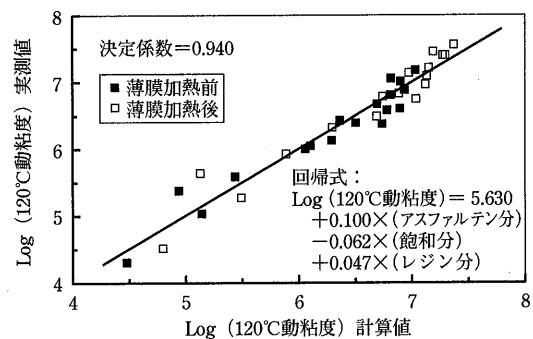


図-6 120°C動粘度の多变量解析結果  
(説明変数:アスファルテン分、飽和分、レジン分)

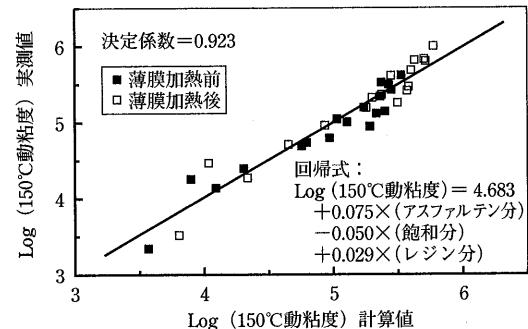


図-7 150°C動粘度の多变量解析結果  
(説明変数:アスファルテン分、飽和分、レジン分)

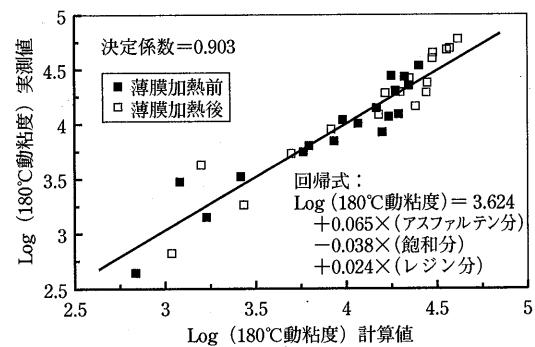


図-8 180°C動粘度の多变量解析結果  
(説明変数:アスファルテン分、飽和分、レジン分)

### 3.2 物理性状に対する平均分子量の影響

ここでは組成の他に、平均分子量が物理性状に及ぼす影響について検討した結果を報告する。

#### 3.2.1 軟化点、針入度(25°C)に対する平均分子量の影響

軟化点に対する平均分子量の影響を調べるために、図-2における説明変数に平均分子量を加えて解析を

行った(図-9)。その結果、説明変数が組成のみの場合(図-2)と比較して顕著な変化はなかった。そして解析結果から各変数の有意性について検討した結果、軟化点に対する平均分子量の影響は非常に小さいことがわかった。

次に針入度に対しても同様の検討を行った(図-10)。その結果、説明変数が組成のみの場合(図-5)と比較して大きな変化はなく、平均分子量の影響は小さいことがわかった。

これらの結果から、軟化点および針入度は主に組成に大きく影響され、平均分子量の影響は小さいことが推測される。

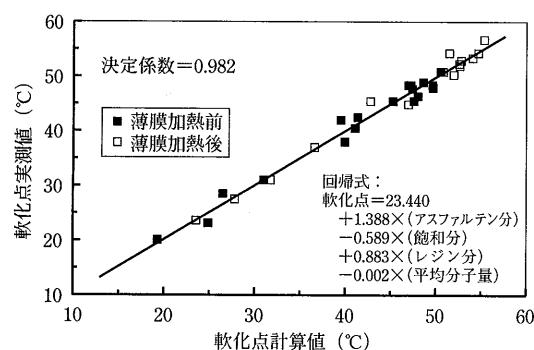


図-9 軟化点の多变量解析結果  
(説明変数に平均分子量を加えて解析)

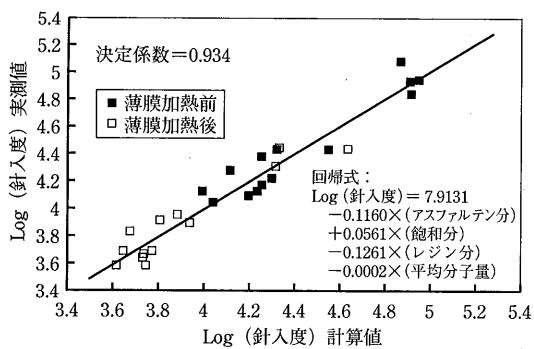


図-10 針入度(25°C)の多变量解析結果  
(説明変数に平均分子量を加えて解析)

### 3.2.2 高温動粘度に対する平均分子量の影響

高温動粘度に対する平均分子量の影響についても検討するために、図-6、7、8における説明変数に平均分子量を加えて解析を行った(図-11、12、13)。その結果、説明変数に組成のみを用いた場合(図-6、7、8)と比較して、いずれも極めて相関が高くなつた。そして解析結果から、平均分子量の有意性が大き

いことがわかった。このことから、平均分子量は高温動粘度に対しては影響が大きいものと推測される。そして回帰式における平均分子量の係数が正であることから、平均分子量が大きいほど高温動粘度は増大することがわかった。

本報において使用した平均分子量は、蒸気圧平衡法(VPO)により測定したものであるが、テトラヒドロフラン(THF)を溶媒としたゲル浸透クロマトグラフィ(GPC)により測定した平均分子量を用いても同様の傾向を示した。

ポリマー等の鎖状高分子物質の溶液は、溶質である高分子物質の分子量が大きいほど固有粘度が増大することが知られているが<sup>11)</sup>、アスファルトの高温動粘度についても分子量が大きく影響することが明らかになった。

### 3.3 各性状に対する平均分子量の影響の違い

ここまで検討により、アスファルトの組成は、軟化点、針入度、高温動粘度の全てに影響が大きいが、平均分子量に関しては、軟化点、針入度には大きく影響せず、高温動粘度に対して影響が大きいことがわかった。

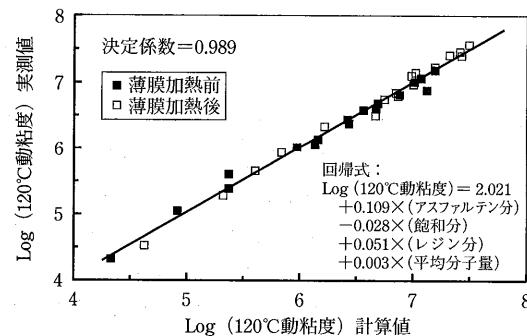


図-11 120°C動粘度の多变量解析結果  
(説明変数に平均分子量を加えて解析)

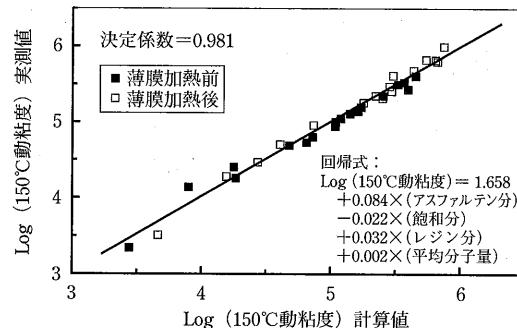


図-12 150°C動粘度の多变量解析結果  
(説明変数に平均分子量を加えて解析)

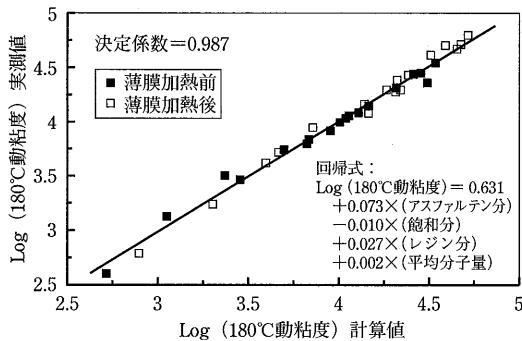


図-13 180°C動粘度の多変量解析結果  
(説明変数に平均分子量を加えて解析)

ここでは平均分子量の影響の違いについてより詳細に検討した結果を報告する。

まず各性状について、組成割合（アスファルテン分、飽和分、レジン分）を用いて解析した場合と、平均分子量を加えた場合の決定係数の比較を図-14にまとめた。

また、各性状に対する平均分子量の標準化偏回帰係数を図-15に示す。標準化偏回帰係数とは、目的変数に対する各説明変数の影響度の大きさを表すものであり、この係数の絶対値が大きいほど目的変数への影響が大きいと言える<sup>9)</sup>。なお、図-15における各標準化偏回帰係数をそれぞれの標準誤差で除したt値<sup>9)</sup>についても比較した結果、図-15における関係と同様の傾向を示した。故に、各偏回帰係数の精度に問題はないと思われる。

結果として、軟化点、針入度に関しては、説明変数に平均分子量を加えても決定係数はほとんど変化せず（図-14）、平均分子量の標準化偏回帰係数も小さいことがわかる（図-15）。一方、高温動粘度に関して

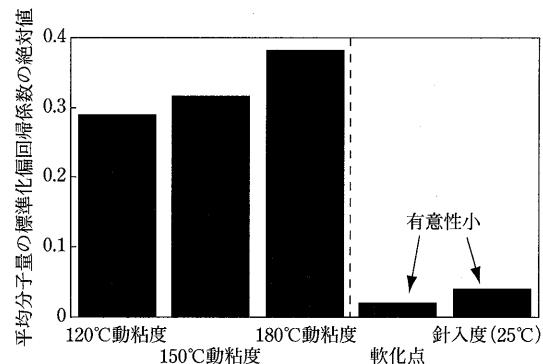


図-15 各種性状に対する平均分子量の標準化偏回帰係数

は、平均分子量を加えて解析することにより決定係数の増大が大きく（図-14）、平均分子量の標準化偏回帰係数は大きいことが確認できる（図-15）。これらのことから、前述した様に、平均分子量は軟化点、針入度には影響が小さく、高温動粘度に対して影響が大きいことが推測される。

ここで図-14より、120°C動粘度から180°C動粘度へと温度が高くなるにつれて、組成のみで解析した決定係数が次第に小さくなっていることから、平均分子量を加えた場合の決定係数の増大率は、温度が高いほど大きいと言える。また図-15において、高温動粘度に対する平均分子量の標準化偏回帰係数は、温度が高い方がより大きくなる傾向が確認できる。この結果から、温度が高くなるほど、動粘度に対する平均分子量の影響はより強くなることが推測される。

以上より、アスファルトの物理性状は組成に大きく影響されるが、温度が高くなりアスファルトの流動性が増大するにつれて、組成に加えて平均分子量の影響が大きくなるのではないかと考えられる。

#### 4. まとめ

ストレートアスファルトの物理性状と組成および平均分子量との関係について検討した結果、以下の知見が得られた。

- ・軟化点、針入度、高温動粘度は、組成に大きく影響され、アスファルテン分、レジン分が多く、飽和分、芳香族分が少ないほど軟化点、動粘度は大きく、針入度は小さくなる。
- ・針入度、高温動粘度は組成と非線形の関係にあり、僅かな組成割合の変化により大きく変化する可能性がある。

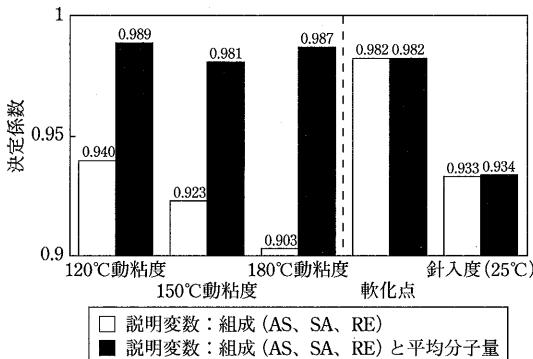


図-14 平均分子量を加えることによる決定係数変化

- ・高温動粘度は組成に加えて平均分子量にも大きく影響され、平均分子量が大きいほど動粘度は増大する。
- ・温度が高くなるほど動粘度に対する平均分子量の影響が大きくなる。

## 5. あとがき

本報においては、ストレートアスファルトの軟化点、針入度、動粘度の各物理性状と、組成、分子量の化学

特性との関係を多変量解析法を用いて明らかにした。

このようにアスファルトの品質性状に影響を及ぼす化学特性の解明により、効果的かつ効率的な品質改善が可能ではないかと考え、種々の品質性状と化学特性の関連について検討中である。

今後、これらの検討で得られた知見に基づき、アスファルト製品の品質性状の効果的な改善方法について検討していく所存である。

## 参考文献

- 1) 飯島博, 高麗啓: アスファルトの成分と感温性および軟化点との関係について, 石油学会誌, Vol. 5, No. 8, 1962, P568.
- 2) Dark,W. A. : Asphalt tests are correlated, Hydrocarbon Processing, Vol. 62, No.9, 1983.9, P104.
- 3) 本多一生, 池山友邦, 永井真, 笠木求: 組成分析によるアスファルト類の研究, 防衛大学校理工学 研究報告, Vol.22, No. 2, 1984.6, P129.
- 4) Garrick,N. W., Wood,L. E. : Relationship Between High-Pressure Gel Permeation Chromatography Data and the Rheological Properties of Asphalts, Transportation Research Record, No.1096, 1986, P35.
- 5) Hagen,A. P., Ellis,D. A., Lee,W. D. : Chemical Characterization of Roadway Asphalt, Preprints. American Chemical Society. Divisions of Petroleum Chemistry, Vol.35, No.3, 1990.7, P282.
- 6) Poirier,M. A., Sawatzky,H. : Changes in Chemical Component Type Composition and Effect on Rheological Properties of Asphalts, Preprints. American Chemical Society. Divisions of Petroleum Chemistry, Vol.35, No.3, 1990.7, P301.
- 7) Bishara,S. W., McReynolds,R. L. : Correlation Between Performance-Related Characteristics of Asphalt Cement and Its Physicochemical Parameters Using Corbett's Fractions and HPGPC, Transportation Research Record, No.1342, 1992, P35.
- 8) Ishai,I., Tuffour,Y. A., Craus,J. : Some Aspects of the Effect of Asphalt Chemical Composition on Material Behavior and Pavement Performance, Transportation Research Record, No.1391, 1993, P39.
- 9) 石原辰雄, 長谷川勝也, 川口輝久: Lotus1-2-3活用 多変量解析, 共立出版株, 1990.
- 10) 三井利幸: 分析化学のための多変量解析法, (株)日本図書刊行会, 1997.
- 11) 高分子学会: 高分子の物理学 (高分子工学講座 2), (株)地人書館, 1968, P35.



## 「第3回舗装のリフレクティブクラッキングに関する国際会議」の論文抄録（その2）

第30回の報告に引き続き第3回のリフレクティブクラッキングの国際会議のパート4：設計、パート5：維持管理について報告します。

パート4～5までの論文は、リフレクティブクラッキング対策のための設計法と各種路面に各種リフレクティブクラッキング対策工法を適用し、その追跡調査による結果が報告されています。各国ともリフレクティブクラッキング対策については苦労していることが読みとれます。わが国においても、リフレクティブクラッキング対策工法については、適用条件によって効果が明確でないのが現状と考えられますが、適用条件、適用箇所、適切な工法や材料を選択する際の参考となる論文が多いと言えます。また、今後リフレクティブクラッキング対策工法の選択基準を設定する際にも参考となると考えられます。

(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 東亜道路工業株技術研究所  
飯田健一 鹿島道路株技術部  
市岡孝夫 前田道路株技術研究所  
伊藤達也 ニチレキ株技術研究所  
岡藤博国 世紀東急工業株技術部  
鎌田孝行 常盤工業株技術研究所  
小笠幸雄 大林道路株  
風林克也 日本道路株技術部技術開発課  
小林正利 福田道路株技術研究所  
\*\*金井利浩 鹿島道路株技術研究所  
北澤弘明 ニチレキ株情報システム部  
黒田 智 日本鋪道株技術研究所  
越健太郎 前田道路株技術研究所  
\*小関裕二 大林道路株技術研究所  
\*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 世紀東急工業株技術研究所  
清水浩昭 世紀東急工業株技術研究所  
菅野伸一 常盤工業株技術研究所  
鈴木秀輔 大成ロテック株技術研究所  
鈴木康豊 (株)パスコ道路技術センター  
鈴木 徹 大林道路株技術研究所

\*\*関口英輔 日本大学理工学部阿部研究室助手  
高橋光彦 大成ロテック株技術研究所  
高田祥子 日本道路株技術本部技術研究所  
谷口 聰 建設省土木研究所舗装研究室  
立石大作 日本石油株中央技術研究所  
手塚朗子 東亜道路工業株技術研究所  
東本 崇 大林道路株技術研究所  
玉木琢雄 大成ロテック株技術部  
浜田幸二 日本道路株技術本部技術研究所  
早川洋子 (株)パスコ道路技術センター  
林 信也 鹿島道路株技術研究所  
藤谷 篤 昭和シェル石油株中央研究所  
舟根 穀 常盤工業株技術研究所  
牧田哲也 ニチレキ株技術研究所  
\*増山幸衛 世紀東急工業株技術部技術一課  
水口浩明 前田道路株技術研究所  
水野卓哉 福田道路株技術研究所  
村田信之 日本鋪道株技術開発部  
山脇宏成 株ガイアトクマガイ技術研究所  
吉村啓之 前田道路株技術研究所

計42名

## Part four Design methods : theory and practice

### 第4章 設計方法：理論と適用

(1)著者名 (2)原文題名 (3)ページ (4)和文題名(抄訳者名) (5)論文概要

(1) A.A.A.Molenaar, (オランダ) and M.Nods, (ドイツ)

(2) Design Method for Plain and Geogrid Reinforced Overlays on Cracked Pavements

(3) pp.311~320

(4) クラックが発生した舗装にジオグリッドを適用した場合のオーバーレイ設計手法 (水口浩明)

(5) この報文は、ジオグリッドで補強した舗装と補強していない舗装の、クラック抵抗性研究の単純化機構について述べている。この方法は、有限要素法とフラクタル解析理論を用いた、米国テキサス州のA&M大学で開発されたクラックが入った既設舗装の応力状態に関する理論的モデルに基づいている。また、クラック発生試験と舗装の評価は、デルフト大学で実施している。

クラック発生機構には2つの異なる応力状態があり、ひとつは荷重がクラックの直上に載荷されてたわみで生じるクラックである。またもうひとつは、クラックのサイドに荷重が集中する場合で、せん断によって生じるクラックである。クラック上のオーバーレイ工法の評価試験は、碎石路盤上とセメント安定処理路盤上のクラックが入ったアスファルト舗装面にオーバーレイを施工して評価している。評価は温度条件を考慮したFWD解析により、載荷点直下のひずみと載荷点から50cm離れた位置のひずみから層係数を求め、評価チャートを作成して実施している。

この評価手法で設計した舗装の耐久性については、例を挙げて記載している。解析法の入力因子によって数値の差異はあるが、ジオグリッドの有効性を示す結果となっている。

本論文は研究成果のエッセンスをまとめたもので、現場試験データや理論の詳細はすべて参考文献にゆずっている。クラック発生機構を簡単に解説している部分があったことには、好感をもてた。

(1) D.V.Ramsamooj, G.S.Lin and J.Ramadan (アメリカ)

(2) New anti-reflective cracking pavement overlay design

(3) pp.321~330

(4) アスファルトオーバーレイ設計における新しいリフレクティブクラッキング対策 (水野卓哉)

(5) 本報告では、剛性舗装上にアスファルト混合物によるオーバーレイを行った場合に、アスファルト混合物部に発生するたわみと応力の関係について詳細な解析を行った。さらにこの解析結果をもとに、ジョイント部に鉄筋を連続的に配置する新しいリフレクティブクラッキング対策の設計手法を開発した。

リフレクティブクラッキングの発生要因は、交通荷重や舗装体の温度変化によりオーバーレイ層と剛性舗装間に発生する引張応力である。特に交通荷重によるオーバーレイ下部に発生する引張(曲げ)応力が、リフレクティブクラッキングの進行の主要因である。

そこで具体的なリフレクティブクラッキング防止対策として、横断方向のコンクリート断面の面積に対して0.7%の鉄筋と、6cmのスリップバーを配置することにより、オーバーレイ層に作用する引張応力をゼロにする事が確認された。さらに舗装厚20cmの剛性舗装上に80kNの荷重が作用した場合、従来までのジョイント構造では0.055cmのたわみが発生したものを、新しい弾性ジョイントを採用する事により0.042cmまでたわみが小さくなる事が確認された。さらにジョイント幅を0.14cmから0.05cmへ狭める事ができ、ジョイントによる段差を小さくし、乗り心地の向上を果たしている。

リフレクティブクラッキング対策においては、SAMI・リフレクションマット等を使用した観察報告が多いが、新しいタイプのクラック防止方法として注目される。

(1) D.SYBILSKI (ポーランド)

(2) The dualism of bituminous road pavements cracking

(3) pp.331~343

(4) アスファルト道路舗装のクラックの発生形態 (清水浩昭)

(5) 本論文は、セメント安定処理した下層路盤上のアスファルト混合物層に発生するクラックについて述べている。クラックは、材料の許容する以上の引張り応力の発生により起こるが、このクラック発生のメカニズムについ

て、層の厚さ、輪荷重、温度等の因子により解析を行い、以下の3つタイプに分類している。

- ①輪荷重により下層路盤底部から発生するクラック
- ②気温の低下によりアスファルト混合物層内に生じる引張り応力によって舗装表面から発生するクラック
- ③①および②の引張り応力が複合的に生じることにより発生するクラック

これらのクラックの発生形態を気温の低い冬を例に説明している。

低温時の引張り応力には、バインダが主要な役割を果たしており、これについては、軟らかいアスファルトの使用により破壊温度が低下すると述べている。

また、施工時のヘアクラックや横目地は、舗装体に応力が発生したときの弱点となり、ここからクラックが発生する可能性が高いと報告している。

これらのクラックの発生形態は、我が国においても見られることから、この問題を考えるときには、参考になるとと考えられる。

- (1) SCARPAS, A., DE BOND, A.H. and GAARKEUEN, G. (オランダ)
- (2) Reflective Cracking Control Via Reinforcing Systems: FE Modelling of Reinforced Overlays
- (3) pp.344~353
- (4) リフレクティブクラッキングの制御システム：補強材を使用したオーバーレイの有限要素モデル (北澤弘明)
- (5) クラックの発生した舗装表面とオーバーレイ層の間に補強材を設置する方法は、クラックの進行を抑制する技術として利用してきた。本研究では、補強材を使用した場合のアスファルトコンクリートによるオーバーレイ層の残存寿命の計算と、補強材を用いた場合のクラックの抑制効果について、CAPAによる有限要素法のシミュレーションのモデルと、それを実際に適用したオランダのハイウェイ（A50号線）のケースが述べられている。
- CAPAによる解析は、層の表面要素と補強材との間の結合状況を解析しており、補強材として織布やグリットが使用された場合のモデルが示されている。実際の舗装へのCAPAの適用は、強度の異なる2種類の補強材で行われ、クラック付近の応力の分布や補強材の有無と繰り返し荷重によるクラックの進行の違いがシミュレートされている。またオーバーレイ層の残存寿命は、CAPAの適用とParis則およびMiner則を利用することでオーバーレイ層の中でのクラックの発生と進行が再現でき、計算が可能であるとされている。
- 実際の舗装に対しCAPAによる解析を行った結果として、表層とオーバーレイ層の間に適切な補強材を使用する事で、オーバーレイ層を通過するクラックの進行速度を減少させ舗装の残存寿命を引き延ばす事が示されたと述べられている。
- CAPAを用いた有限要素法によるリフレクティブクラッキングの進行の解析例として、参考となる文献である。

- (1) A.H. DE BOND and A. SCARPAS (オランダ)
- (2) Reflective Cracking Control via Stress-Relieving Systems
- (3) pp.354~365
- (4) 応力緩和システムによるリフレクティブクラッキングの抑制方法 (高田祥子)
- (5) 応力緩和システムは主にオーバーレイ混合物が敷設される以前に既設層の上に散布される（改質）アスファルト材の薄い層である。これにより、オーバーレイ層内に高い応力を起こすことなく、既設層の大転の動きを発生できる。
- 本研究の目的は、オーバーレイと既存の舗装との境界に発生するせん断力を低減し、リフレクティブクラッキングを抑制することである。
- 本論文では、応力緩和システムによって発生する応力モデルを示した後、適用するアスファルト材の厚さと材料特性、そして舗装表面の幾何学的影響を示している。
- その中で、温度変化による影響として、クラックやジョイントの存在する舗装上にオーバーレイすると急速な温度低下によりクラックが発生することに注目した。このクラックの発生の抑制条件として、応力緩和層が高い粘性を持ち、厚い層であること、下層スラブ、表層オーバーレイがともに厚い層であることを示した。
- また、温度オーバーレイ設計例を示し、コンクリートスラブ上に140mm厚のオーバーレイを舗設した場合、上下層境界でのせん断剛性を2割削減するとしている。
- 応力緩和システムについて基本的な公式から条件設定を行い、実際の条件まで導いている。

- (1) Radovsky, B., Mozgovoy, V.V., Gamelyak, I.P., Tsekhanovsky, O.E., Kostritsky, V.V., Ostroverhy, O.G. and Goncharenko, F.P. (ウクライナ)

- (2) Ukrainian experience of system retarding reflective cracking  
 (3) pp.366~374  
 (4) リフレクティブクラッキング抑制システムのウクライナでの経験 (関口英輔)  
 (5) 本論文はウクライナにおけるアスファルト舗装のリフレクティブクラッキング抑制技術の効果を技術的・経済的見地から調査することを目的としている。  
 調査は、路盤の処理材料、施工時の季節等の違いにより、路面のクラックがどのような状態となるかを観察することによって行われた。  
 その結果、材料の配合や施工時の季節の違いがクラックの発生量に大きく影響することが分かったとしている。  
 また、クラックの抑制材料としては、ポリマーが効果的であるとしている。  
 ウクライナという地理的条件から、寒冷地のクラックを検討する場合に参考となろう。

- (1) Van De Streek, A.H., Lieshout, B.J. and Woolstencroft, J.H. (オランダ)  
 (2) Reflective Cracking in Asphaltic Overlays on Rigid Pavements can Delayed  
 (3) pp.375~386  
 (4) 剛性舗装上のアスファルトオーバーレイのリフレクティブクラッキングの遅延について (田口克也)  
 (5) 剛性舗装上にアスファルトのオーバーレイを行う場合に重大な問題となるのは、リフレクティブクラッキングである。リフレクティブクラッキングは良く知られた現象であるが、それを引き起こす過程や抑制する効果的な方法は部分的にしか知られていなかった。そこで、理論的概念を実際に当てはめ、予測した結果や舗装の挙動が達成されるかどうかをみるため、Highway99等のプロジェクトを計画した。本論文で、Highway99に用いられている管理基準が確立されるまでの過程や、その他のプロジェクトについて述べている。  
 クラックの進行が主たる問題と考えられる場所において、施工および交通量のデータ、目視による路面状態の調査やFWD測定をもとに、舗装の挙動が評価された。  
 その結果、実際の舗装の挙動は予測した結果に近いものが得られた。また、構造設計方法のさらなる改良のため、舗装の破損機構の理解や知識が高められた。  
 リフレクティブクラッキング抑制に対する研究は内外で数多く行われているが、本論文は綿密に計画されたプロジェクトを実行した報告で、リフレクティブクラッキングの分野での新しい知識を深めてくれる。

- (1) Doligez, D., Coppens, M.H.M. (オランダ)  
 (2) Fatigue Improvement of Asphalt Reinforced by Glass Fiber Grid  
 (3) pp.387~392  
 (4) グラスファイバーグリッドによるアスファルト舗装の疲労特性の改善 (谷口豊明)  
 (5) リフレクティブクラッキング抑制工法として、既設舗装面とオーバーレイ層の中間に不織布やグリッド等が用いられている。本報文は、グラスファイバーグリッドについてその効果を数カ所の試験施工箇所の施工後の状況から評価している。  
 グラスファイバーグリッドの効果は、先ず室内の梁供試体の4点曲げ試験で確認した。試験施工の箇所については、舗装の断面構成、交通量、破損の状況および路面のたわみ量（ベンケルマンビームもしくはラクロアデフレクトメータ）を測定した。施工後（グリッド設置、オーバーレイ舗設）不定期に路面状況の観察と施工前と同様にたわみ量を測定しその変化を把握した。  
 曲げ試験結果は明らかにグラスファイバーグリッドを用いたものが標準供試体より疲労破壊に至る載荷回数が大きく、その差は1オーダーであった。一方、試験施工を実施した5箇所の施工後（1~4年）の状況は、リフレクティブクラッキングの発生は見られず、たわみ量も施工前に比べどの箇所も概ね1/2程度に減少しており、推定では施工後クラックが路面に現れるまでの年数が12~15年期待できるものもあった。  
 リフレクティブクラッキングの抑制工法としてグラスファイバーグリッドの使用は興味深いが、効果の評価手段としてベンケルマンビームを使用していること、評価の説明が簡潔過ぎること、オーバーレイ厚の設計方法や考え方方が示されていないなど、内容の記述に不十分な点が多いのが残念である。
- (1) Slikker, F.A., Nataraj, A.R. (オランダ)  
 (2) Reflective Cracking-Design and Construction Experiences.  
 (3) pp.393~401  
 (4) リフレクティブクラッキング対策の設計および施工例 (遠西智次)

- (5) 地理的には離れているが同様の環境にある 2箇所の飛行場滑走路において同じ舗装構造のたわみ性舗装を施工したところ、施工現場 Aにおいてのみリフレクティプクラッキングが多く発生した。施工現場 Aに多く発生した要因について考察し、統いて、施工現場 Aで実施した改良工事について、その方法および結果を述べている。

2箇所の施工は、15m幅の滑走路としてセメントコンクリート舗装に専用装置でクラックを入れ、その上に同様のたわみ性舗装が敷かれた。たわみ性舗装はセメントコンクリート層の上にアスコン基層 1、基層 2、アスコン表層の順に施工されている。施工現場 Aの多くのクラックの原因を調査するため、現場 A、B両箇所からコアサンプルの採取を行った。また、現場 Aの改良工事では、不織布シートを応力緩和層として設置し、さらに厚さ 50mm のアスコン層を表層に追加した。

現場 Aのクラックの原因として、貧配合であったこと、使用骨材の吸水率、アスファルト膜厚、海砂量、転圧方法等の違いが挙げられる。また、主要因のひとつは骨材の種類の違いから発生する熱伝導率が異なり、現場 Aでは B と比べてこの係数が大きいために、温度差が大きくなり、早期クラックの発生につながったと考えられる。現場 Aの改善工事の結果は、3年経過後の現在でも良好な状態である。

本報では、リフレクティプクラッキングの要因分析が様々な角度から行われている。特に舗装体温度の変動に着目しているのが興味深い。

- (1) Veys, J.R.A. and Bekaert, N.V. (ベルギー)

- (2) Steel Reinforcement for the Prevention of Cracking and Rutting in Asphalt Overlays

- (3) pp.402~411

- (4) 鉄網によるアスファルトオーバーレイのクラックとわだち掘れの防止対策

(吉村啓之)

- (5) 本論文は Mesh Track という鉄網を用いたリフレクティプクラッキング抑制工法の施工実績と評価について紹介したものである。本文では①鉄網の特性、②室内試験でのクラック評価試験とスラリーシールによる鉄網の固定方法、③長期供用性、④リサイクル方法、について述べている。

鉄網はリフレクティプクラッキング抑制の評価試験を行ったところ、他のジオテキスタイルに比べて優れた効果を示している。また、鉄網をスラリーシールで固定することは釘で固定するよりも、施工性、経済性に優れているだけではなく、下層との付着を良好にし、応力を吸収する中間層としての役割も果たすことになる。施工実績より、下層と鉄網の間を密接に処理した上での最少オーバーレイ厚は、スラリーシールで固定した場合 5 cm、釘止めの場合 6 cm を推奨している。鉄網施工区間のリサイクルにあたっては、古い鉄網を引きぬくことは可能だが、鉄網上 1 cm まで除去し、中間層として残しておいてオーバーレイすることを提案している。我が国では鉄網の施工実績が少ないので興味深い論文である。

- (1) Grzybowska W., and Wojtowicz J. (ポーランド)

- (2) Geotextile Anti-Cracking Interlayers used for Pavement Renovation on Southern Poland

- (3) pp.412~421

- (4) 南ポーランド地方におけるジオテキスタイルの舗装修繕への適用

(谷口 聰)

- (5) 南ポーランド地方においては、1980年代後半より不織布ジオテキスタイルが試験的に用いられた。理論的解析およびこれまでの施工実績をもとに、温度によるリフレクティプクラッキング対策として 3 箇所の修繕計画に適用した。また、そのうち 1 箇所に初めてのジオテキスタイルを適用した二重表面処理による試験舗装を実施した。

試験舗装は、1993~1994年に施工された。ジオテキスタイルはポーランド製のものが用いられた。また、ジオテキスタイルは、ビエルスコ-チェン間では長期供用性が確保されているのでクラック部分のみに、ビエルスコのパーティザンカ通りでは舗装構造を強化するため全工区に、クラークフーポルプロム間では二重表面処理層と下層の付着にそれぞれ適用された。乳材量の計算は Task Force 25 によったが、膨張性のあるジオテキスタイルについては修正式を用いた。

路面観測の結果、いずれの箇所についてもクラックは認められず、良好な状態であった。また、これらの結果から、延性、接着剤量など、不織布ジオテキスタイルに必要な性状が明らかになった。

これは、2~3年の観測結果ではあるが、路面が良好であるので、不織布ジオテキスタイルはリフレクティプクラッキング対策の1つとなる可能性があり、今後の観測結果が待ち望まれる。

また、乳剤量の求め方や材料の性状など、参考になるものがあった。

- (1) D, M, Campbell (アメリカ) and M, Kleimeier. (ドイツ)

- (2) Temperature Behavior of Nonwoven Paving Fabrics.

- (3) pp.422～426  
 (4) 補装用不織布の温度挙動 (浜田幸二)  
 (5) 補装用不織布を用いたクラックや雨水の浸透に関する補修は15年以上行われてきている。それらの材料を用いる場合の成否は、敷均した不織布の品質とそれぞれの材料の相性によるところが大きい。一方、不織布の感温性は非常に高く、補装用に用いられる場合はかなり広い温度領域にさらされる。一般に舗設時には130°C以上になり、特別な場合にはさらに高温にさらされる。このような条件下においては、不織布の寸法形状は明らかに変化し、収縮による引張り応力や収縮応力が発生する。  
 本研究は、それらの変化を定量的に評価できる室内試験を開発するとともに、市販の舗装用不織布について評価したものである。結果は、全ての不織布において温度変化による変化がみられた。また、ポリエチレン繊維に比べてポリプロピレン繊維は100°C以上で極端に収縮応力が増加する。また、150～160°Cになると異なった収縮応力にともなう急激な変形が発生する。この特異な収縮応力は、一般的は施工状態でも発生することから、この種の材料で補修した道路表面の不規則なクラックの一つの原因になりうると考えられる。

## Part five Performance of maintenance techniques

### 第5章 維持管理技術のパフォーマンス

- (1) Haratau, S.L., Fodor, G., Capitanu, C. and Cioca, S. (ルーマニア)  
 (2) Preoccupations of Iptana-Search Romania in pursuance of overlay systems behavior  
 (3) pp.429～438  
 (4) ルーマニアにおけるオーバーレイシステムの追跡調査 (立石大作)  
 (5) 本研究は、舗装体の許容ひずみ量の評価、床版ジョイント部における荷重伝達等の評価をダイナテスト8000FWDにて行い、供用性の予測を試みたものである。  
 たわみ性舗装体、剛性舗装体においては載荷中心部のたわみ量 ( $d_1$ ) および900mm ( $d_4$ ) 部のたわみ量との差 ( $d_1 - d_4$ ) を評価指標に、また剛性舗装体のジョイント部においては、ジョイント中心部の両側50mmのたわみ量  $d_2$ 、 $d_3$  の差 ( $d_2 - d_3$ ) およびその比 ( $d_3/d_2$ ) を指標とし評価を試みている（ジョイント中心と荷重載荷中心の距離は250mmである）。  
 その結果、例えばたわみ量は、20°C、舗装厚7.5～12cmの場合、 $d_1 < 500\mu\text{m}$  : Very Good,  $d_1 = 500\sim 650\mu\text{m}$  : Good,  $d_1 = 651\sim 800\mu\text{m}$  : Fair,  $d_1 > 800\mu\text{m}$  : Poorと分類し評価されている。  
 同様なランク付けを  $d_1-d_4$ ,  $d_2-d_3$ ,  $d_3/d_2$  の各パラメータについても行っており、道路支持力を非破壊試験にて評価することができ、適正な補修を可能とするとしている。  
 我国のような厳しい供用条件の舗装体にても同様の指標にて評価ができるのであろうか。道路の供用条件が異なる場合にも、提案された指標にて評価が可能か興味を持った。

- (1) Piber, H (オーストリア)  
 (2) Experience with Measures to Prevent Reflective Cracking at Road Rehabilitation  
 (3) pp.439～445  
 (4) リフレクティブクラッキングの防止を考慮したコンクリート舗装補修の施工例 (深沢邦彦)  
 (5) 本文は、オーストリア南部の国道でコンクリート舗装の補修工法として実施したアスファルト混合物によるオーバーレイの試験施工について報告している。ここでは、リフレクティブクラッキング防止のために応力緩和層として碎石路盤層およびジオテキスタイルを使用し、施工後の調査でその優位性について述べている。  
 構造設計方法は、交通量とコンクリート版の支持力を基準に行った。支持力評価方法は、コンクリート版目地部近傍で荷重車による静的載荷試験（軸荷重100kNのトラック）を実施し、そのたわみ量で評価した。また、リフレクティブクラッキング防止のために、2種類のジオテキスタイル（強化ポリプロピレン、熱硬化性ポリプロピレン）の適用と応力緩和層として粒状路盤材の適用を行った。追跡調査の結果、アスファルト混合物のオーバーレイのみの施工箇所に比較して、ジオテキスタイルおよび応力緩和層を適用した工区では、クラックの抑制効果があったとされている。効果的な補修例を以下に示す。

軽交通路線（日通過車両500台以下）では、ジオテキスタイル+アスファルト混合物のオーバーレイを推奨。  
 中交通線（日通過車両500-1000台）では、応力緩和層として粒状路盤材とアスファルト混合物層を推奨（この

場合、ジオテキスタイルは適用しない)。

本文では、経済性を考慮し、既設版の切削は行わないとしている。また、既設舗装の支持力をオーバーレイ設計にどのように反映しているか、さらにジオテキスタイル選定の基準について記述がないことが残念である。

(1) Vanelstraete, A., Francken, L (ベルギー)

(2) On site behaviour of overlay systems for the prevention of reflective cracking.

(3) pp.446~455

(4) コンクリート版上に加熱アスファルト混合物でオーバーレイするための各種のクラック防止対策の検討

(玉木琢雄)

(5) ベルギーでは、コンクリート版上に加熱アスファルト混合物でオーバーレイするために各種のクラック防止対策が採用されている。

本文では、これらの防止対策の基本的な概念を、①既設舗装の前処理（補修方法）、②既設舗装とオーバーレイ層の接着、③クラック防止材の適用、④クラック防止材の固定、⑤オーバーレイの施工方法の5項目に整理している。また、実際に施工された現場におけるクラック防止対策の効果も調査検討している。

この調査では、ベルギー各地で行われているクラック防止対策の中で、6つのタイプの施工例をピックアップし、施工後（0~6年）のクラック発生状況を測定し、クラック防止効果を比較検討している。

また、6つのタイプのクラック防止対策の施工例は、コンクリート版とアスファルト混合物の間に設けるクラック防止材の有無、クラック防止材の種類、防止材のコンクリート版への固定方法、そして、オーバーレイに用いるアスファルト合材の種類、舗設厚さ等の要素をそれぞれ組み合わせたものである。

調査の結果、データ数が不足しているためクラック防止材の詳細な比較検討は出来ないが、クラックを防止する最も大きな要因は、オーバーレイの舗設厚さであり、その厚さが増加するほどクラック防止効果が高まる傾向を示している。

本文では、調査データ数が少ないために、クラック防止材の効果が明らかになっていないところが残念である。

(1) Huhnholz.M (ドイツ)

(2) Asphalt reinforcement in practice

(3) pp.456~463

(4) 現道におけるアスファルト舗装の補強

(増山幸衛)

(5) アスファルト舗装に生じるジョイント部での段差やアリゲータクラックなどの破壊は、舗装技術者にとって大きな問題であるが、著者はその為の補強対策としてジオグリッド、ジオテキスタイル、メンブレンを用いて現道で舗装を行ってきており、その結果についての報告がなされている。

最初の施工は、1976年にL276でジオグリッドを用いて行われ、クラック抑制に効果が見られたものの、費用等を考えると満足行くものではなかった。1989年にはA23において、深い粘土およびピート層を持つ路線において行われたジオグリッドを用いた施工では、ジオグリッドの表面を0~11mmの骨材でチッピングを行い、その上をアスファルト舗装としたが、7年経過後、若干のクラックが見られるものの良好な状態であり、切り取りコアのテストでも同様であった。さらに、1978年~1984年にかけて連邦道路B5において同様にジオグリッドを用いて施工され、さらに、FWDを用いた追跡調査などが行われた。

これらの施工を通して、その結果として、ジオグリッドの有効性と同時に施工時の注意点についても述べている。

本文は、ジオグリットを用いた現道の施工例について述べられたものであるが、その結論において、①推奨される舗装厚は最低4cm、出来れば6cmが良い、②施工時には接着面をきれいにする、③タックコートは12~14kg/cm<sup>2</sup>が望ましい、と示すなど施工についての記述が比較的多い報文である。

(1) Vanelstraete, A. and Decoene, Y. (ベルギー)

(2) Behaviour of Belgian Application of Geotextiles to Avoid Reflection Cracking in Pavements

(3) pp.465~473

(4) 舗装のリフレクティブクラッキングの防止を目的としてジオテキスタイルを用いたベルギーでの試み (塚越 徹)

(5) 研究目的

本論文では、1985年から1993年にかけてベルギー国内で行われたジオテキスタイルによる舗装のリフレクティブクラッキングの防止について報告をしている。対象となった舗装は13箇所であり、その内訳は、コンクリート

舗装が9件、連続鉄筋コンクリート舗装が2件、アスファルト舗装が2件である。中間層として使用したジオテキスタイルは、ポリエステルおよびポリプロピレン製であり、エラストマーを添加した改質アスファルトならびにアスファルト乳剤を含浸している。また、表層にはポーラスアスファルトを主に施工している。

各調査箇所では、補修前および補修後2年から10年経過後のクラックの発生率ならびに損傷状況を記録し報告している。

この調査では、コンクリート舗装上のオーバーレイにリフレクティブクラッキングは発生し、連続鉄筋コンクリートあるいはアスファルト舗装の場合には、発生しないという結果であった。また、中間層を設けることがリフレクティブクラッキング抑制に効果的であることが確認されている。ただし、表層の厚さも重要であり、薄層の場合には効果は期待できない。

リフレクティブクラッキングの抑制を目的とした工法について、今後の追跡調査によりさらにその有効性が確認されると思われる。

(1) H.Van Deuren, J.Esnouf, (オーストラリア)

(2) Geotextile Reinforced Bituminous Surfacing

(3) pp.474~482

(4) ジオテキスタイルで補強したアスファルト乳剤表面処理

(水口浩明)

(5) 本報文は、ジオテキスタイルメンブレンで補強したアスファルト乳剤表面処理工法による、リフレクティブクラッキング抑制あるいは発生遅延について述べている。またこの工法の路肩や自転車走行路に防水層としての適用についても併せて述べている。

既設舗装は、碎石舗装上に表面処理をした簡易舗装路面だけでなく、表面のアスファルトが老化した交通量の多い道路、セメント安定処理路盤上あるいは路肩や自転車道など、多岐にわたる路面を対象としている。施工方法は、既設舗装の表面に、アスファルト乳剤、ジオテキスタイルメンブレン、アスファルト乳剤、チップシール骨材の順で新しい表面処理層を形成するものである。ジオテキスタイルは不織布タイプとニードルパンチタイプを使用し、材質はポリエステルとポリプロピレンの2種を採用している。アスファルト乳剤は、ポリマー改質乳剤や廃ゴム改質乳剤を使用している。施工前に、5mm以上の幅のクラックについてクラックシールを実施している。いずれも施工例の紹介で、具体的な追跡調査のデータなどは示されていないが、平均3~4年の舗装の寿命が、10年程度に伸びるなど好結果を示している。

この工法は簡易で安価であり、オーストラリアでは施工実績をのばしているが、表面処理工法が認知されていないわが国では、チッピング骨材が飛散することもあり適用しにくい工法であろう。ジオテキスタイルとアスファルト乳剤の接着状況がどの程度なのか詳述してほしかった。

(1) Potter, J.F. and Mercer, J. (イギリス)

(2) Performance of the crack and seal method for inhibiting reflection cracking.

(3) pp.483~492

(4) リフレクティブクラッキングを抑制するシート工法の供用性

(早川洋子)

(5) 1991~1993年イギリスにおいて、瀝青材料のオーバーレイによりリフレクティブクラッキングの発生を最小にするためのシート工法について、クラックの間隔・パターンおよびオーバーレイ厚が供用性に与える効果を調査した。試験舗装は、無筋コンクリート道路について2箇所、貧配合コンクリート路盤道路について2箇所、が実施された。

本試験の評価は、リフレクティブクラッキングの発生、FWDたわみ、縦断プロファイル、わだち掘れ深さについて、シート処理を行った区間と、通常のオーバーレイを行った区間との比較により行われた。

その結果、供用開始から約4年後、通常のオーバーレイを行った区間ではリフレクティブクラッキングがかなり発生しているのに対し、シート処理を行った区間ではクラックは発生しなかった。縦断プロファイルおよびわだち掘れについては、双方の区間に差異はみられなかった。オーバーレイ厚の設計は、FWDたわみの逆解析により得られた弾性係数に基づいて行われ、また、シート工法に関する設計仕様書についても、本試験から得られた結果に基づいて開発されている。

わだち掘れについても、現在研究を行っているとの記述もあり、本報告の続編にも注目したい。

(1) J.Silfwerbrand, B.Carlsson (スウェーデン)

(2) Reflective cracking in Swedish semi rigid pavements

- (3) pp.493~501  
 (4) スウェーデンにおける半剛性舗装上のリフレクティブクラッキングについて (水野卓哉)  
 (5) スウェーデンではここ10年の間に半剛性舗装の施工が盛んに行われているが、アスファルト表層へのリフレクティブクラッキングの発生が懸念されている。スウェーデン道路局では抑制手法として、アスファルト表層を厚くする手法を提唱した。しかし表層を厚くする事は経済的でなくなるという課題があり、試験舗装を3箇所実施し、いくつかのリフレクティブクラッキング対策の効果について調査を行った。  
   テストセクションにおける実験の結果、以下のことが報告された。  
   セメント処理路盤上に40mmのアスファルト基層と、40mmのアスファルト表層を置いた舗装構造の場合、少なくとも5~8年の間クラックの発生は見られなかった。  
   ジオテキスタイルとジオグリッドは、横断方向に発生するクラックに対しては、経済的な面を考慮すると効果を發揮しきれなかった。その原因としては、敷設方法に問題があったものと考えられる。  
   ポリマー改質バインダーの使用は、横断方向のクラックに対して、経済的な面からも効果が期待できるものとして評価された。  
   夏季と冬季におけるクラックの進行度合いには、差が見られなかった。  
   半剛性舗装におけるリフレクティブクラッキング対策として、基礎的な実地検証が各地で行われているが、季節間のクラックの進行状況について追跡調査を行っている点が目新しい。

- (1) Rambergsteen E. (デンマーク)  
 (2) Paving Fabrics, how to Increase the Benefits  
 (3) pp.501~511  
 (4) 舗装繊維材を効果的に活用するためには (林 信也)  
 (5) 舗装の維持修繕工事に用いられる舗装繊維材は、クラックの生じた既設舗装と新設される摩耗層の間に敷かれ、交通荷重の応力吸収、また、下層への防水のための被膜という機能を有している。それらの機能が最大限発揮されるためには、①使用材料が適切であること、②繊維材を敷き均す時の品質管理、③舗装繊維材を敷き均す際の繊維材と下層との密着、の3点が重要である。  
   本論文は、その重要な項目を中心に、舗装繊維材を舗設する際に注意を払うべき諸項目について、解説したものである。  
   舗装繊維材を用いて維持修繕工事を実施する前および実施中に、施工業者が考えるべき様々な要素、すなわち既設路面の状態、舗装繊維材を敷き均すためのタックコート、舗装繊維材、繊維材の上に敷き均す新規アスファルト混合物、施工時の気象状況、施工機械、作業手順、等についてグラフや写真等を用いて解説している。  
   また、今後、施工業者が施工箇所によって様々な種類のアスファルトタックコート、舗装繊維材、オーバーレイ層のアスファルト、を組み合わせて使用することで、最終的に舗装繊維材施工における最適なものを経験により得ることが出来るとしている。  
   この論文で述べられている舗装繊維材は、リフレクティブクラッキング防止シートを始めとして、多くの施工箇所で使用されていることから、設計および施工時において参考になる論文であると言える。

- (1) Judycki, J. Alenowicz, J. (ポーランド)  
 (2) Investigation on Reflective Cracking in Semi-rigid Pavements in Northern Poland  
 (3) pp.512~521  
 (4) ポーランド北部における半剛性舗装のリフレクティブクラッキングの調査 (山脇宏成)  
 (5) ポーランドは、良質の岩石の不足から路盤にセメント安定処理路盤の使用が頻繁であり、長い伝統を持っている。このような路盤のある舗装では、アスファルト摩耗層にリフレクティブクラッキングが通常観測され、80年代半ばに発生した厳しい冬が過ぎた後にグダニスク地方で問題となった。  
   本論文は、グダニスク工科大学で実施したリフレクティブクラッキング調査の結果について述べている。  
   調査は、次の3つの計画に基づいて実施された。①リフレクティブクラッキングの発生状況別に舗装体、路床土の室内試験を実施し、クラックが発生する原因の可能性の評価、②リフレクティブクラッキング発生抑制効果が見込まれる2つの方法を用いた舗装と通常の舗装の追跡調査による比較試験、③路盤の支持力とリフレクティブクラッキングの発生の関係を把握するためのたわみ測定（荷重伝達）  
   1995年に3つのリフレクティブクラッキング抑制方法（SAMI、ジオグリット、改質アスファルト含有する不織布）を用い、路盤に3種類の間隔でVカットした試験区間で用い、観測を行っている。これまでの観測では、

1995年冬の例外的な寒さによりアスファルト摩耗層にクラックが発生したことが確認されている。

本文は、リフレクティブクラッキングの発生原因と抑制効果について取り上げているが、夏期の気温が30～35℃、冬期の気温が-10～-20℃と気象条件が余りにも厳しいために、期待される効果が現れていないと思われる。

(1) O'Farrell, D.J. (イギリス)

(2) The Treatment of Reflective Cracking with Modified Asphalt and Reinforcement

(3) pp.522～529

(4) 改質アスファルト混合物と補強材を用いたリフレクティブクラッキング対策

(村田信之)

(5) 本研究は、コンポジット舗装のリフレクティブクラッキング対策として、改質アスファルト混合物と補強材を組合せて適用し、その効果を試験舗装を通じて確認することを目的としている。

試験舗装が行われたのはイギリスの高速道路M6である。既設舗装構造は、貧配合コンクリート上にロールドアスファルトの上層路盤、基層、表層を設けたコンポジット舗装である。ここでのリフレクティブクラッキング対策は、既設舗装の表・基層部分にSBS系、SBR系の改質アスファルト混合物を適用し、さらに表・基層間もしくは基層・上層路盤間に補強材として不織布、ガラス繊維製グリッドを挿入したものである。これらを適宜組み合わせた8種類の試験舗装が1990年以降順次実施され、1995年には、一連の試験舗装を対象とした目視調査と評価が行われている。

その結果、改質アスファルト混合物だけの対策は短期的なリフレクティブクラッキング抑制効果に止まるが、補強材と組み合わせることによって効果の持続性を大幅に向上させることができる。また、グリッドの挿入位置は、基層・上層路盤間に挿入したほうが、表・基層間のものに比べリフレクティブクラッキングの発生が少ないとしている。

本報告は、リフレクティブクラッキング対策の実施事例として参考になる文献であるが、試験舗装後の供用期間がそれぞれの組み合わせ毎に異なるため、総合的な比較評価が行われていないことが残念である。

(1) S.S.Johansson. and E.V.Ancker (スウェーデン)

(2) Reinforcement of Bituminous Layers with Fabrics and Geonets.

(3) pp.530～541

(4) ジオテキスタイルによるアスファルト舗装の補強について

(越健太郎)

(5) 本報は、クラックやわだち掘れ対策として1985年からスウェーデンで行われているジオテキスタイルによるアスファルト舗装の補強に関する研究結果を取りまとめたものである。

材質の異なる各2種類のジオネットとファブリックを埋設した試験舗装を施工し、毎年、クラック発生状況とFWD測定の追跡調査を行った。また、アスファルト混合物でジオテキスタイルを挟み込んだ1×2m程度のダンベル形状の大型供試体を作製し、室内で引張試験を行った。

FWDによる測定結果では、ジオネットで補強した工区の支持力増加は見られなかった。また、ファブリックで補強した工区の支持力は、補強していない工区よりも低い値であった。室内で行った引張試験の結果では、ファブリックの補強効果は、明らかであり、ジオネットを用いたものは、ファブリックを用いたものと比べ、さらに効果がでていた。今回の試験結果から、ジオネットとファブリックとの比較では、補強効果に大差はなかったとしている。また一般的な結果ながら、ジオテキスタイルの使用により、クラック発生抑止の効果は見られないが、クラック成長の遅延効果は見られるとしている。

この試験ではFWDの測定が用いられているが、その結果からは舗装の供用性を予測することは難しいということがわかる。

(1) Laurent, G., Giloppe, D. and Millat, P. (フランス)

(2) Behaviour of crack preventing systems on roadways with hydraulic layer and cement concrete on the French road network

(3) pp.542～552

(4) フランスにおける水硬性の層とセメントコンクリートでのクラック防止システムの作用

(峰岸順一)

(5) フランスにおけるクラック防止システムの作用について、最長で8年間にわたって毎年冬季に全国の100地点で調査が行われた結果の報告である。クラック防止システムは、①サンドアスファルトを中間層とするもの、②被膜した骨材を中間層とするもの、③薄層の常温アスファルトコンクリートを中間層とするもの、④改質アスファルトとジオテキスタイルを中間層とするもの、⑤現場作成のジオテキスタイル⑥繊維改質アスファルトコンクリ

ートを中間層とするもの、の6種であった。

サンドアスファルトを中間層とするものが供用性が最も良かったとしている。被膜した骨材を中間層とするものと現場作成のジオテキスタイルの結果は良くなく、使用できないとしている。薄層の常温アスファルトコンクリートのものは、5年間の結果であるが、アスファルトコンクリート層での適用が有望であるとしている。他のものについても有効性がある程度確認されている。しかし、経済性を考慮すると、軽交通の場合は、これらのクラック防止システムを用いるよりサーフェイスドレッシングが適している場合もある。また、重交通でどのクラック防止の中間層を適用するかは、技術者の判断であるとしている。

- (1) Yaromko, V., Zhaylovich, I.L. and Lyudchik, P.A. (ベラルーシ)  
(2) On Application of Reinforcing and Anticrack Interlayers of Road Pavement Structures in the Republic of Belarus  
(3) pp.553~558  
(4) ベラルーシ共和国での舗装構造の補強と耐クラックのための中間層の適用 (吉村啓之)  
(5) 本論文はリフレクティブクラッキングの防止とアスファルト層厚の低減を目的とした中間層に対する研究結果をまとめたものである。ベラルーシ共和国では1987年より研究が始まられ、1994年までに9箇所の試験施工が設けられ、現地調査が行われている。中間層は不織布のジオテキスタイル、ポリエチレンのグリッドとガラスグリッドが用いられた。また、路盤を安定処理してアスファルト層の層厚を低減した区間も設けられている。その中のミンスクーナロー道路において、横断クラック対策として、次の3種類の試験施工を行っている。  
①両側車線で、グリッドの下層にアスファルト層を施工してグリッドを敷設  
②両側車線で、アスファルト層を設けないでグリッドを敷設  
③片側車線で、アスファルト層を設けないでグリッドを敷設  
その結果、②が最も有効であったと結論づけている。本研究の結果ではジオテキスタイルとジオグリッドの効果を認めているが、アスファルト層を16cmから12cmに低減した場合、効果は得られなかつたと述べている。詳細なデータを紹介して欲しい論文である。

## 砂利道の歴青路面処理指針（59年版）増刷

第3版 B5版・64ページ・実費頒価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

## R Iによるアスファルト量

ラジオアイソトープ（Radioisotopes）を利用したアスファルト含有量測定機（以下R Iゲージ）によって計測された、アスファルト混合物中のアスファルト量のこと。

R Iゲージはアメリカでは1982年にASTMに規格化され（ASTM:D4215-82）、一般的に使用されてきているが、我が国でもトリクロロエタンがオゾン層破壊物質の一つに指定されたのを受け、1995年以降は特別な場合を除き使用はもとより製造禁止になったことから、アスファルト抽出試験方法（舗装試験法便覧別冊：日本道路協会 平成8年10月）では、代替溶剤と抽出装置による方法を示した他に、イ) R Iを利用する方法、ロ) プラントの計量印字記録を利用する方法、ハ) 燃焼法等を解説している。

R Iゲージ法は放射性同位元素（カリフォルニウム252を使った機種が多い）から放出される高速中性子がアスファルト混合物中に含まれる水素原子と衝突をくり返し、減速して熱中性子になることを利用し、熱中性子の量を比例計数管でカウントしてアスファルト量に換算定量を行うものである。

これまでに実施された試験結果によれば、R Iゲージによるアスファルト量の計測では以下のような留意点が挙げられる。

①サンプルの測定温度を60°C～160°Cで変化させて計数比（Count Per Minute: CPM）の変動を計測すると、計数比は温度の影響をほとんど受けない傾向にある。したがって、実用的には練り落としたサンプルを100°C～110°Cの範囲で計測することにしている。

②かさ密度を変えた計測では、計数比が大きく異なる傾向にあるので、測定にあたってはサンプルの密度を一定（2.0 g/cm<sup>3</sup>が目安）にして計測することが重要である。（一定圧で締固めるケースでは混合物の種類に応じて試料重量を調節する）

③サンプル中の残存水分量は計数比に影響を与えるので、再生骨材を使用したサンプルでは事前に再生骨材を乾燥させ、含水比0%になったものによるサンプルでの定量が重要である。

④アスファルト混合物の2.36mm通過量±4.0%以内の変化は同一混合物と見なせるが、この上下限の値では

計数比の変動が大きいので、ねらった粒度に対して±4.0%以内に管理されたサンプルでのキャリブレーションが重要である。

⑤アスファルトの種類を変えたときの計量比に差があるので、キャリブレーションはアスファルトの種類に応じて求める必要がある（表-1参照）。

⑥サンプルパンの容量、及び計測時間を変えた計測では、計測時間が長いほど又はサンプルパンの容積が大きいものほど精度が良い（表-2参照）。また、プラントで製造された同一合材の10パッチ分のサンプルと印字記録及びソックスレー抽出と比較すると、ソックスレー抽出精度を許容する範囲であれば、サンプルパン1,500ccで8分計測2回でも十分実用的である（表-3参照）。しかし、試験法では4,000ccのサンプルパンで、4分計測5回の平均値を報告することにしている。

表-1 アスファルトの種類を変えたときの測定精度

アスファルト種類	ストアス60/80	AC-100	SBR(5%)	平均
平均アス量(%)	5.82	5.78	5.77	5.79
標準偏差σ	0.051	0.038	0.034	0.041
変動係数(%)	0.88	0.66	0.60	0.71

表-2 サンプルパンの容積と計測時間を変えたときの測定精度

容積(cc)	4000			1500		
	設計アス量(%)			5.0		
計測時間(min)	平均測定アス量(%)	標準偏差	変動係数(%)	平均測定アス量(%)	標準偏差	変動係数(%)
1	5.91	0.051	0.86	6.05	0.151	2.49
4	5.81	0.043	0.74	5.78	0.126	2.18
6	5.81	0.023	0.39	5.83	0.069	1.18

表-3 アスファルトプラントにおける測定精度

容積(cc)	4000	1500	プラント印字	ソックスレー
平均アス量(%)	5.28	5.20	5.32	5.15
標準偏差σ	0.092	0.151	0.039	0.189
変動係数(%)	1.74	2.90	0.73	3.67

## 参考文献

- 弓削、石谷、荒木：アスファルト含有量測定機の再生骨材への適用に関する検討、道路建設、Vol.4, No.8, 1992年
- 浜中、小池田：R Iゲージによるアスファルト混合物の定量、第20回道路会議論文集、No.748  
〔小島 逸平 (株)ガイアートクマガイ技術研究所〕

## アスファルトの中温化技術

最近、地球環境問題への関心は国際的にも高まる一方であるが、1997年12月に京都で開催された「気候変動枠組条約第3回締結国会議（COP3）」で日本の温室効果ガスを2008年～2012年の平均で、1990年に比較して最低6%削減するという「京都議定書」が採択された。

温室効果ガスのひとつとされるCO<sub>2</sub>は、1996年度に国内で約3.37億トン（炭素換算で一人当たり2.69トン）排出され、これは1990年に比べ9.8%の増加であった。このことは、COP3で採択された削減目標を達成するには、現在から今後10年あまりで、CO<sub>2</sub>排出量を約15%削減しなくてはならないことを意味している。対応として政府はCO<sub>2</sub>排出量を2000年以降、1990年の水準に安定化させることを公約している。

そのため、あらゆる分野でCO<sub>2</sub>排出量低減を目的とした検討が実施されている。

日本の場合、1996年度に国内で排出されたCO<sub>2</sub>の約40%の1.35億トンが産業部門から排出され、その約23%が土木事業および建設事業分野からであり、その内の約25%が道路建設・維持・補修に関わる分野からであると報告されている。

このように道路関連事業に関するエネルギー消費、CO<sub>2</sub>排出量は多く、この分野でのCO<sub>2</sub>抑制技術の開発は、我が国全体のCO<sub>2</sub>排出量の削減に効果的であると考えられる。そのような点で、道路分野の舗装材料として一般的な加熱アスファルト混合物における製造時、舗設時に多量のエネルギーが消費されること、それに伴うCO<sub>2</sub>の排出量が注目されてきている。

そうした背景から加熱アスコンの製造時における混合性、舗設時における締固め性及び施工性の改善によって、製造時、舗設時の温度条件を従来よりも若干でも低減させることにより、CO<sub>2</sub>排出量削減、省エネルギー化に貢献できるのではないかという技術検討が実施され始めている。

これらの技術を一般的に「アスファルトの中温化技術」と呼んでいる。

具体的には、一般のストレートアスファルト混合物の混合温度が170℃前後で製造・出荷されているが、この混合温度を30～40℃下げるこによってエネルギー消費量の抑制、及びそれに伴うCO<sub>2</sub>排出量を削減し

ようという技術である。

例えば、アスファルトと骨材との混合温度を従来レベルから30～40℃下げても、加熱アスコンの製造時における混合性、舗設時における締固め性及び施工性に支障なく舗設できるようにする材料および工法に関する新技術である。それによって、従来より省エネルギー化、CO<sub>2</sub>低減化を実現していこうというのがいわゆる「アスファルトの中温化技術」と呼ばれるものである。

従って、アスファルトと骨材との混合温度としては100～130℃を目指したものが多いようである。

加熱アスコンの製造時、混合温度を30℃低下させることによるCO<sub>2</sub>排出量の削減率は約14%程度と考えられている。現在、全国で年間約8,000万トンの加熱アスファルト混合物が製造されているが、混合温度を30℃低下させることによるCO<sub>2</sub>排出量の削減量は約20万トンと試算された報告もある。

地球環境を守るために取り組みは、あらゆる分野において推進されつつあるが、加熱アスコンの中温化技術もこうした流れの中で地球環境保全の対策技術として注目され始めている。

現在までに紹介されているアスファルトの中温化技術の概要を以下に示す。

1. A社：アスファルトに発泡剤および発泡強化剤などの数種の特殊混合剤を添加し、内部に微細な気泡を発生させる。この微細な気泡は製造から舗設までの間に熱によって消滅しにくく、この安定性を有する微細気泡によって、混合温度を標準混合物に比較して30℃程度低減させるものである。混合性の向上は、微細泡の発生によるアスファルト容積の見かけ上の増大によるものであり、締め固め性の向上は、微細泡の一種のベーリング的な働きによって転圧時のニーディング作用を効果的に增幅させることによるものである。

アスファルトプラントにおいては、特殊添加剤を添加する工程のみ追加されるが、混合時間は基本的に従来品と同様とし、特殊添加剤はドライミキシング時に投入する。この特殊添加剤の添加量は、混合物の種類や施工条件等にもよるが1トン製造当たり2～4kgの範囲とし、2kgを標準とす

る。

混合温度はストレートアスファルトの場合、従来160℃から約30℃低減可能で、130℃で混合でき、改質アスファルトの場合、従来180℃から約30℃低減可能で、150℃で混合できるとしている。

アスファルトプラントにおける混合温度別のCO<sub>2</sub>排出量の試算値、および標準混合温度を100%とした時の混合温度の低減に伴うCO<sub>2</sub>排出率の変化を表-1に示す。

表-1 混合温度の低減による加熱アスコン製造  
1 ton当りのCO<sub>2</sub>排出量の抑制効果

混合温度	CO <sub>2</sub> 排出量 (kg/ton)	CO <sub>2</sub> 排出量(%)	
		改質アスファルト	ストレートアスファルト
180℃	20.3	100	—
170℃	19.4	96	—
160℃	18.5	91	100
150℃	17.6	87	95
140℃	16.7	—	90
130℃	15.9	—	86

注) 骨材含水率は3%、外気温は30℃とした。

2. B社：アスファルトを特殊な添加剤を加えた乳化剤により液化して、骨材と混合するもので、約80℃程度の温度での製造をめざす。それにより、一般的な常温舗装の弱点となっている強度性能を向上・改善するものである。

特殊材料を使用するため、原料コストが上昇するが、使用燃料の大幅削減が見込めるため、合材価格は現状の標準レベルと同程度と見込まれている。

ただし、施工温度や施工性の面でさらなる改良が必要と言われており、実用化に向けての開発研究が実施されている。

この会社では製法を確立すれば、合材生産のほぼ全量に導入を検討中である。

3. B社：アスファルトの粘度を低減する添加剤（粘度調整剤）を混合時に添加することにより、従来のアスファルト混合温度を30℃程度低減するものである。

実証実験では、締め固め温度を40℃程度低くした場合でも従来製品と同等の空隙率を確保できることを確認していると報告されている。

混合時の温度を30℃程度低減でき、また、比較的低い温度でも締め固め密度が得られるという特

徴を持つことから、寒冷期の舗設で行う特別な保溫対策を軽減できるという可能性も考えられる。

また、高い温度で変色する可能性のある顔料を使用したカラー舗設への適用や敷きならし後急速に温度が低下する薄層舗装への対応も考えられる。

すでに自治体の工事での試験施工も実施されているとのことである。

この中温化技術による混合物の突固め温度と空隙率の関係を図-1に示す。

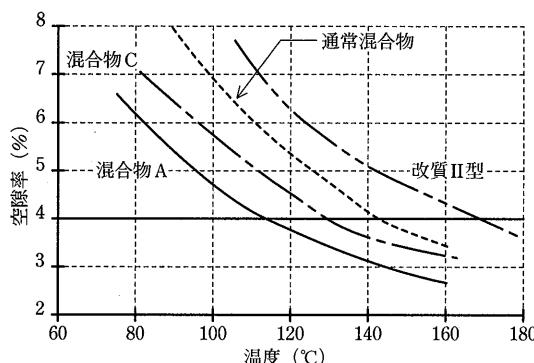


図-1 突固め温度～空隙率の関係

混合物Aは通常のストレートアスファルト混合物に比較して、約30℃施工温度を低下でき、混合物Cは耐流動性を考慮したタイプのものであり、改質II型を用いたアスファルト混合物に比較して、約40℃施工温度を低下できることを示す。

4. C社：加熱アスファルトに少量の水を加えることにより、アスファルトの熱によって添加された水分が急激に気化し、アスファルトを泡状化させ、粘性を低下させるフォームドアスファルト工法の応用であり、フォームド化することで一時的にバインダーの粘性を下げ、あわせて容積を3～10倍程度に増大させることにより混合性状の改善を図る工法である。

この工法により混合物の温度を30℃程度低下させても施工性を損なうことなく緻密な表面性状が確保できたと報告されている。

以上のアスファルト中温化技術は既に新聞、雑誌、販売用技術資料等で発表されたものであるが、これらのもの以外に各社で開発検討中の未発表の中温化技術も今後の可能性として考えられる。

また、1998年11月に開催のCOP4では、日本が再び議長国として参加、このことは日本の環境対策に関する

る責務が我が国だけにとどまらず、全世界から注目されていることを意味していると考えられる。

「環境」をキーワードとした舗装技術としては、再生舗装、常温舗装、低騒音舗装等があるが、今後「アスファルトの中温化技術」のようなCO<sub>2</sub>分野における環境対策新技術検討の動きが加速されるとの見方までできている。

#### — 参考資料 —

- 1) アスファルト195 (平成10年4月発行)

「環境保全を指向した加熱アスファルト舗装の中温化技術」吉中 保・根本 信行

- 2) (社)土木学会 地球環境委員会：土木建設業における環境負荷評価、(LCA) 研究小委員会講演要旨集、1997.8
- 3) 日刊工業新聞 1997.8.5 関連記事
- 4) 日経産業新聞 1997.12.10 関連記事
- 5) 日刊建設工業新聞 1998.9.28 関連記事

[青木 秀樹 昭和シェル石油(株)中央研究所]



#### ☆1999年版発行のお知らせ☆

皆様からご好評をいただいている下記出版物は、毎年改訂発行しております。  
ただいま発売中です。

日本アスファルト協会・発行

#### 『アスファルト・ポケットブック』1999年版

ポケットブック版・表紙ビニール製・本文91ページ・実費頒価1部 800円 (送料実費は申込者負担)  
ハガキにてお申し込み下さい。

#### 主な内容

- |                     |                 |
|---------------------|-----------------|
| ○アスファルト需要の推移        | ○道路投資額とアスファルト需要 |
| ○石油アスファルトの生産実績      | ○新道路整備5カ年計画     |
| ○石油アスファルトの需要推移      | ○平成10年度の道路予算    |
| ○石油アスファルトの需要見通し     | ○道路特定財源の推移      |
| ○石油アスファルトの製造及び流通    | ○道路の整備状況        |
| ○石油アスファルトの生産場所及び油槽所 | ○石油供給計画         |
| ○石油アスファルトの製造原油      | ○世界の石油アスファルト生産量 |
| ○石油アスファルトの品質規格      | ○主要諸国の道路事情      |
| ○石油アスファルトの用途        | ○データーシート        |
| ○アスファルト合材の製造実績      | ○日本アスファルト協会の概要  |
| ○改質アスファルトの出荷実績      | ○住所録            |
| ○アスファルト乳剤の出荷実績      | ○関連官庁・関連団体      |

# 平成9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たおり、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った。

## 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った。

- (1) 調査対象は、ストレート・ブローン・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9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	三共石油化工	ジャパンエナジー
鹿島石油	昭和シェル石油	日本石油
九州石油	昭和四日市石油	日本石油精製
極東石油工業	西部石油	富士興産
興亜石油	東燃	富士石油
コスモ石油	東北石油	三菱石油

## 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)ブ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	範囲		範囲		範囲		範囲		範囲		範囲	
	0 ~ 10	J I S	0以上10以下	43~59	40を越え60以下	61~80	60を越え80以下	81~99	80を越え100以下	100	80 ~ 100	150 ~ 200
針入度 (25°C)	7~10											
軟化点 ℃	65.0~66.5	55.0以上	48.5~52.0	47.0~55.0	44.5~52.0	44.0~52.0	43.5~48.0	42.0~50.0	38.0~43.5	30.0~48.0		
伸度 (15°C) cm			45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												
トルエン可溶分 Wt%	99.80~99.80	99.0以上	99.85~99.98	99.0以上	99.50~100.0	99.0以上	99.37~99.99	99.0以上	99.46~99.99	99.0以上		
引火点 ℃	360~366	260以上	282~370	260以上	270~386	260以上	270~366	260以上	264~356	240以上		
薄膜加熱質量変化率 Wt%				0.03~0.11	0.6以下	-0.28~0.13	0.6以下	-0.30~0.12	0.6以下			
薄膜加熱針入度残留率 %				61~76	58以上	56~90	55以上	54~73	50以上			
蒸発質量変化率 Wt%	0.01~0.01	0.3以下										
蒸発後の針入度比 %				76~102	110以下	80~107	110以下	84~103	110以下			
密度 (15°C) g/cm <sup>3</sup>	1.066~1.071	1.000以上	1.030~1.051	1.000以上	1.021~1.047	1.000以上	1.017~1.045	1.000以上	1.019~1.036	1.000以上		
動粘度 (120°C) mm <sup>2</sup> /s			831~1,490		600~1,288		483~1,030					
動粘度 (140°C) mm <sup>2</sup> /s							338~398					
動粘度 (150°C) mm <sup>2</sup> /s							145~288					
動粘度 (160°C) mm <sup>2</sup> /s							145~175					
動粘度 (180°C) mm <sup>2</sup> /s							49.7~94.7					

表-2 石油アスファルト品質調査要約 (2) プローンアスファルト

項目	種類	10 ~ 20		20 ~ 30	
		範囲	J I S	範囲	J I S
針入度 (25°C)		1~18	10を超える20以下	21~29	20を超える30以下
軟化点 °C		94.0~112.5	90.0以上	82.0~106.5	80.0以上
伸度 (25°C) cm		1~4	1以上	2~4	2以上
トルエン可溶分 Wt%		99.20~99.98	98.5以上	99.27~99.95	98.5以上
引火点 °C		296~356	210以上	296~356	210以上
蒸発質量変化率 Wt%		-0.04~0.10	0.5以下	-0.07~0.04	0.5以下
針入度指数		3.2~5.1	2.5以上	2.9~5.0	2.5以上

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

項目	種類	第三種		第四種	
		範囲	J I S	範囲	J I S
針入度 (25°C)		20~38	20以上40以下	31~49	30以上50以下
針入度指数		5.0~7.0	5.0以上	5.7~7.5	6.0以上
軟化点 °C		100.0~119.0	100以上	102.0~113.5	95以上
蒸発質量変化率 Wt%		-0.09~0.03	1以下	-0.04~0.02	1以下
トルエン可溶分 Wt%		99.21~99.94	95以上	99.28~99.90	92以上
引火点 °C		292~356	280以上	292~350	280以上
フラークゼイ化点 °C		-27~-15	-15以下	-26~-20	-20以下
だれ長さ mm		0~6	8以下	1~6	8以下
加熱安定性 °C		-1~4	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	トルエン 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 (mm/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	49.1	140以上	99.94	300以上	+ 0.04	66.2	95	1.036	940		220		75.7
2	67	49.1	100以上	99.86	330	+ 0.02	67.7	96	1.036	1,179		266		87.7
3	66	48.8	150以上	99.75	340	+ 0.08	76.2	92	1.033	983		229		79.1
4	69.2	47.3	150以上	99.78	366	+ 0.08	69.4	92	1.034	991		238		77.1
5	68	48.0	150以上	99.95	354	+ 0.10	68.0	97	1.036	987		225		75.4
6	69.1	48.5	130以上	99.96	321	- 0.17	65.8	102	1.035	877		200		67.0
7	67	48.1	130以上	99.92	338	+ 0.02	69.0	98	1.034	789		180		60.9
8	70	48.0	130以上	99.81	304	- 0.01	68.0	98	1.034	870		201		68.0
9	70	47.0	100以上	99.87	360	+ 0.09	70.0	88	1.037	905		205		68.4
10	70	48.7	150以上	99.92	334	+ 0.06	71.5	91	1.036	1,027		243		87.0
11	69	48.8	100以上	99.89	333	+ 0.03	66.5	95	1.023	1,212		271		91.0
12	69	48.2	150以上	99.96	270以上	+ 0.05	67.0	88	1.034	869		202		69.9
13	69	46.7	100以上	99.85	351	+ 0.05	60.9	102	1.031	775		189		63.9
14	70.1	48.3	150以上	99.76	353	+ 0.04	64.0	98	1.033	872		208		71.3
15	69	49.3	150以上	99.97	361	+ 0.11	67.7	100	1.035	970		225		75.0
16	70	47.5	140以上	99.87	350	- 0.02	66.0	97	1.036	1,027		232		77.3
17	73	48.0	150以上	99.91	340	+ 0.05	61.5	102	1.031	919		215		73.4
18	65.5	47.7	150以上	99.97	369	+ 0.11	67.5	98	1.034	947		213		72.2
19	68.7	47.2	150以上	99.97	360	+ 0.08	7.03	99	1.038	1,039		228		75.1
20	72.5	49.3	100以上	99.99	335	+ 0.05	67.8		1.034	1,054	377	243	163	81.8
21	66	48.0	140以上	99.98	300以上	+ 0.07	74.0	99	1.038	1,007		228		76.2
22	65	48.0	150以上	99.90	340	+ 0.08	66.0	100	1.035	1,010	360	232	155	77.8
23	66	48.4	150以上	99.96	358	+ 0.10	63.9	100	1.038	958		220		71.8
24	71	47.0	150以上	99.84	321	+ 0.06	59.5	99	1.031	723		165		55.8

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	トルエン 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 (mm/s)				
						質量変化 率 Wt%	針入度 残留率 %			120°C	140°C	150°C	160°C	180°C
1	87	47.2	140以上	99.93	300以上	+ 0.05	65.3	96	1.034	790		188		67.5
2	92	45.0	150以上	99.97	346	+ 0.11	65.4	94	1.033	762		187		65.5
3	89.8	46.3	130以上	99.97	324	- 0.15	63.8	101	1.034	716		170		58.8
4	88	46.5	130以上	99.80	308	- 0.01	70.0	98	1.033	735		176		61.0
5	90	44.5	100以上	99.87	358	+ 0.08	68.1	88	1.034	749		177		60.1
6	90	46.2	100以上	99.90	336	+ 0.04	63.7	98	1.020	996		239		80.8
7	87	46.0	150以上	99.96	270以上	+ 0.04	67.4	87	1.031	716		172		62.3
8	90.3	46.3	150以上	99.68	351	+ 0.03	63.0	98	1.031	727		179		63.5
9	92	45.9	150以上	99.96	351	+ 0.10	67.4	100	1.034	749		178		61.2
10	89	45.0	140以上	99.88	352	- 0.04	63.3	91	1.032	812		194		67.4
11	86	46.7	150以上	99.92	333	+ 0.03	60.0	101	1.029	783		189		66.1
12	91	45.9	150以上	99.95	358	+ 0.10	63.7	100	1.035	759		183		62.2
13	90	47.5	150以上	99.98	336	+ 0.05	70.0	86	1.036	850		197		66.7
14	89	45.0	150以上	99.84	326	+ 0.06	58.7	100	1.028	551		139		50.1

<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
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	310	5,973	( 95.2)	0	6,282	5,944	( 95.8)	19	5,963	313	6,276
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
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 年 度上期	272	2,814	( 95.3)	0	3,086	2,620	( 94.9)	175	2,795	300	3,095
7 年 度下期	300	3,211	(104.6)	1	3,512	3,077	(100.1)	168	3,245	271	3,516
7 年 度	272	6,025	(100.0)	1	6,298	5,697	( 97.7)	343	6,040	271	6,311
8 年 度上期	271	2,943	(104.6)	0	3,214	2,735	(104.4)	158	2,892	338	3,230
8 年 度下期	338	3,129	( 97.4)	1	3,468	3,082	(100.2)	131	3,213	268	3,481
8 年 度	271	6,072	(100.8)	1	6,344	5,817	(102.1)	289	6,105	268	6,373
9. 4月	268	551	( 97.7)	0	819	428	( 86.3)	27	455	365	820
5月	365	353	( 79.1)	0	718	341	( 80.8)	22	363	357	720
6月	357	374	( 91.4)	0	731	402	(105.5)	25	427	305	732
4~6月	268	1,278	( 90.1)	0	1,546	1,171	( 90.1)	74	1,245	305	1,550
7月	305	534	(110.8)	1	840	467	(116.2)	38	505	337	842
8月	337	478	( 91.2)	1	816	453	(100.4)	31	484	333	817
9月	333	501	( 96.7)	1	835	495	(100.4)	24	519	318	837
7~9月	305	1,513	( 99.3)	3	1,821	1,415	( 98.6)	93	1,508	318	1,826
9 年 度上期	268	2,791	( 94.8)	3	3,062	2,586	( 94.6)	167	2,753	318	3,071
10月	318	514	(104.3)	0	832	505	( 97.5)	37	542	293	835
11月	293	561	(103.2)	0	854	502	( 95.3)	29	531	325	856
12月	325	501	( 91.4)	0	826	529	(101.9)	10	539	290	829
10~12月	318	1,576	( 98.5)	0	1,894	1,536	( 98.2)	76	1,612	290	1,902
10. 1月	290	376	( 91.5)	0	666	335	( 93.8)	0	335	332	667
2月	332	459	(103.1)	1	792	454	(105.6)	4	458	336	794
3月	336	673	(100.0)	0	1,009	721	( 98.6)	9	730	283	1,013
1~3月	290	1,508	( 98.6)	1	1,799	1,510	( 99.5)	13	1,523	283	1,806
9 年 度下期	318	3,084	( 98.6)	1	3,403	3,046	( 98.8)	89	3,135	283	3,418
9 年 度	268	5,875	( 96.8)	4	6,147	5,632	( 96.8)	256	5,888	283	6,171
10. 4月	283	503	( 91.3)	0	786	418	( 97.7)	12	430	357	787
5月	357	379	(107.4)	0	736	347	(101.8)	16	363	368	731
6月	368	374	(100.0)	0	742	377	( 93.8)	12	389	343	732
4~6月	283	1,256	( 98.3)	0	1,539	1,142	( 97.5)	40	1,182	343	1,525
7月	343	456	( 85.4)	0	799	420	( 89.9)	14	434	347	781
8月	347	458	( 95.8)	0	805	399	( 88.1)	24	423	358	781

[注] (1) 通産省エネルギー生産・需給統計月報 10年8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			ローン アスフ アルト	合 計	ストレート・アスファルト			ローン アスフ アルト
	道路用	工業用	燃焼用			道路用	工業用	燃焼用	
62 年 度	4,252	360	995	5,607	255	5,862	106.9	149.4	80.4
63 年 度	4,307	421	967	5,695	258	5,953	101.3	117.3	97.2
元 年 度	4,360	447	932	5,739	251	5,990	101.2	106.2	96.3
2 年 度	4,416	606	929	5,951	254	6,205	101.3	135.6	99.7
3 年 度	4,317	590	796	5,703	241	5,944	97.8	97.4	85.7
4 年 度	4,559	568	741	5,868	241	6,109	105.6	96.3	93.1
5 年度上期	2,022	265	404	2,691	112	2,803	93.9	104.7	108.6
5 年度下期	2,315	336	456	3,107	126	3,233	96.2	106.7	123.6
5 年 度	4,337	601	860	5,798	238	6,036	95.1	105.8	116.1
6 年度上期	1,939	257	455	2,651	110	2,761	95.9	97.0	112.6
6 年度下期	2,190	249	513	2,952	121	3,073	94.6	74.1	112.5
6 年 度	4,129	506	968	5,603	231	5,834	95.2	84.2	112.6
7 年度上期	1,838	212	468	2,518	102	2,620	94.8	82.5	102.9
7 年度下期	2,173	264	510	2,947	130	3,077	99.2	106.0	99.4
7 年 度	4,011	476	978	5,465	232	5,697	97.1	94.1	101.0
8 年度上期	1,890	231	508	2,629	106	2,735	102.8	109.0	108.5
8 年度下期	2,156	265	540	2,961	121	3,082	99.2	100.4	105.9
8 年 度	4,046	496	1,048	5,590	227	5,817	100.9	104.2	107.2
9. 4月	323	14	76	413	15	428	83.5	107.7	95.0
5月	238	8	79	325	16	341	84.7	17.4	103.9
6月	278	20	78	385	17	402	113.4	52.6	106.8
4~6月	848	42	233	1,123	48	1,171	92.1	43.3	101.7
7月	308	57	85	450	17	467	90.1	118.8	102.4
8月	290	47	100	437	16	453	97.6	127.0	100.0
9月	311	73	93	477	18	495	94.5	149.0	96.9
7~9月	909	177	278	1,364	51	1,415	93.9	132.1	99.6
9 年度上期	1,757	219	511	2,487	99	2,586	93.0	94.8	100.6
10月	365	52	67	484	21	505	101.4	98.1	79.8
11月	348	52	84	484	18	502	89.2	126.8	110.5
12月	381	26	104	511	18	529	105.5	60.5	108.3
10~12月	1,094	130	255	1,479	57	1,536	98.5	94.9	99.6
10. 1月	182	50	86	318	17	335	88.8	122.0	93.5
2月	294	52	90	436	18	454	109.3	126.8	90.0
3月	582	43	77	702	19	721	102.1	91.5	82.8
1~3月	1,058	145	253	1,456	54	1,510	101.3	112.4	88.8
9 年度下期	2,152	275	508	2,935	111	3,046	99.8	103.8	94.1
9 年 度	3,909	494	1,019	5,422	210	5,632	96.6	99.6	97.2
10. 4月	283	45	77	405	13	418	87.6	321.4	101.3
5月	210	37	86	333	14	347	88.2	462.5	108.9
6月	244	38	79	361	16	377	87.8	190.0	101.3
4~6月	737	120	242	1,099	43	1,142	86.9	285.7	103.9
7月	277	38	88	403	17	420	89.9	66.7	103.5
8月	246	42	97	385	14	399	84.8	89.4	97.0

[注] (1) 通産省エネルギー生産・需給統計月報 10年8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、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-(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。

社団法人 日本アスファルト協会会員

社 名	住 所	電 話
<b>[メーカー]</b>		
出光興産株式会社	(100-8321) 千代田区丸の内3-1-1	03 (3213) 3135
鹿島石油株式会社	(102-8542) 千代田区紀尾井町3-6	03 (5276) 9556
九州石油株式会社	(100-0011) 千代田区内幸町2-1-1	03 (5512) 8606
極東石油工業株式会社	(104-0031) 中央区京橋1-8-7	03 (5250) 2681
興亜石油株式会社	(108-8514) 港区芝浦3-4-1	03 (5441) 2516
コスモ石油株式会社	(105-8528) 港区芝浦1-1-1	03 (3798) 3874
三共油化工業株式会社	(105-0004) 港区新橋1-7-11	03 (5568) 6411
株式会社ジャパンエナジー	(105-8407) 港区虎ノ門2-10-1	03 (5573) 6000
昭和シェル石油株式会社	(135-8074) 港区台場2-3-2	03 (5531) 5765
昭和四日市石油株式会社	(510-0851) 四日市市塩浜町1	0593 (45) 2111
西部石油株式会社	(105-0003) 港区西新橋2-1-1	03 (5512) 3417
東燃株式会社	(150-8411) 渋谷区広尾1-1-39	03 (5778) 5179
東北石油株式会社	(985-0901) 仙台市宮城野区港5-1-1	022 (363) 1122
日本石油株式会社	(105-8412) 港区西新橋1-3-12	03 (3502) 1111
日本石油精製株式会社	(105-8412) 港区西新橋1-3-12	03 (3502) 1111
富士興産株式会社	(100-0014) 千代田区永田町2-4-3	03 (3580) 3571
富士石油株式会社	(104-6591) 中央区明石町8-1	03 (3547) 0011
三菱石油株式会社	(105-8457) 港区虎ノ門1-2-6	03 (5521) 2068
モービル石油株式会社	(108-8005) 港区港南1-8-15	03 (5495) 6700

**[ディーラー]**

● 北海道

コスモアスファルト(株)北海道支店 (060-0042) 札幌市中央区大通り西10-4 011 (281) 3906 コスモ  
 株式会社ロード資材 (060-0001) 札幌市中央区北1条西10-1-11 011 (281) 3976 コスモ

● 東北

株式会社男鹿興業社	(010-0511) 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	(980-0803) 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)東北支店	(980-0021) 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	(982-0032) 仙台市太白区富沢1-3-31	022 (244) 9586	三石
竹中産業株式会社新潟営業所	(950-0087) 新潟市東大通1-4-2	025 (246) 2770	昭和シェル

社団法人 日本アスファルト協会会員

社名	住所	電話	電	話
常盤商事株式会社仙台支店 ミヤセキ株式会社	(980-0011) 仙台市青葉区上杉1-8-19 (983-0852) 仙台市宮城野区榴岡2-3-12	022 (224) 1151 022 (257) 1231	三	石
<b>● 関東</b>				
朝日産業株式会社	(103-0025) 中央区日本橋茅場町2-7-9	03 (3669) 7878	コスモ	
株式会社アスカ	(104-0032) 中央区八丁堀4-11-2	03 (3553) 3001	出	光
伊藤忠商事株式会社	(107-8077) 港区北青山2-5-1	03 (3497) 6548	九	石
伊藤忠燃料株式会社	(153-8655) 目黒区目黒1-24-12	03 (5436) 8211	JOMO	
梅本石油株式会社	(102-0073) 千代田区九段北3-2-1	03 (5215) 2286	コスモ	
エムシー・エネルギー株式会社	(100-0011) 千代田区内幸町1-2-2	03 (5251) 0961	三	石
株式会社JOMOサンエナジー	(105-0003) 港区西新橋3-2-1	03 (5400) 5855	JOMO	
株式会社ケイエム商運	(103-0028) 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	(104-0032) 中央区八丁堀3-3-5	03 (3551) 8011	コスモ	
国光商事株式会社	(164-0003) 中野区東中野1-7-1	03 (3363) 8231	出	光
澤田商行株式会社関東支店	(104-0032) 中央区八丁堀2-21-2	03 (3551) 7131	コスモ	
昭石商事株式会社	(107-0051) 港区元赤坂1-1-8	03 (5474) 8511	昭和シェル	
新日本商事株式会社	(170-0005) 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	(105-0013) 港区浜松町2-3-31	03 (3578) 9521	出	光
竹中産業株式会社	(101-0044) 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	(160-0022) 新宿区新宿1-14-5	03 (3356) 8061	モービル	
東京富士興産販売株式会社	(100-0014) 千代田区永田町2-4-2	03 (3591) 3401	富士興産	
東光商事株式会社	(104-0031) 中央区京橋2-1-4	03 (3274) 2751	三	石
東新エナジー株式会社	(103-0027) 中央区日本橋2-13-10	03 (3273) 3551	日	石
東洋国際石油株式会社	(104-0032) 中央区八丁堀3-3-5	03 (3555) 8138	コスモ	
中西瀝青株式会社	(103-0028) 中央区八重洲1-2-1	03 (3272) 3471	日	石
株式会社南部商会	(100-0005) 千代田区丸の内3-4-2	03 (3213) 5871	日	石
日石丸紅株式会社	(105-0003) 港区西新橋2-4-2	03 (5251) 0777	日	石
日東商事株式会社	(170-0002) 豊島区巣鴨4-22-23	03 (3915) 7151	昭和シェル	
パシフィック石油商事株式会社	(103-0014) 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	(100-0014) 千代田区永田町2-4-2	03 (3580) 5211	富士興産	
富士鉱油株式会社	(105-0004) 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	(106-0031) 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	(101-8322) 千代田区神田駿河台2-2	03 (3293) 4171	モービル	
三井石油株式会社	(164-0012) 中野区本町1-32-2	03 (5334) 0730	極東石油	
ユニ石油株式会社	(107-0051) 港区元赤坂1-7-8	03 (3796) 6616	昭和シェル	
菱油販売株式会社	(182-0024) 調布市布田4-6-1	0424 (41) 7611	三	石
瀝青販売株式会社	(103-0027) 中央区日本橋2-16-3	03 (3271) 7691	出	光

社団法人 日本アスファルト協会会員

社 名	住 所	電 話	
<b>● 中部</b>			
コスモアスファルト(株)中部支店	(460-0003) 名古屋市中区錦2-14-21	052 (223) 0711	コスモ
澤田商行株式会社	(466-0015) 名古屋市昭和区御器所通1-6-1	052 (883) 1881	コスモ
鈴与商事株式会社静岡第一支店	(424-0037) 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	(918-8015) 福井市花堂南1-11-29	0766 (33) 0001	昭和シェル
株式会社田中石油店	(918-8003) 福井市毛矢2-9-1	0776 (35) 1721	昭和シェル
富安産業株式会社	(939-8181) 富山市若竹町3-74-4	0764 (29) 2298	昭和シェル
松村物産株式会社	(920-0031) 金沢市広岡2-1-27	0762 (21) 6121	三石
丸福石油産業株式会社	(933-0954) 高岡市美幸町2-1-28	0766 (22) 2860	昭和シェル
<b>● 近畿・中国</b>			
赤馬アスファルト工業株式会社	(531-0071) 大阪市北区中津3-10-4	06 (6374) 2271	モービル
大阪アスファルト株式会社	(531-0071) 大阪市北区中津1-11-11	06 (6372) 0031	出光
木曾通産株式会社大阪支店	(530-0047) 大阪市北区西天満3-4-5	06 (6364) 7212	コスモ
共和産業株式会社	(700-0816) 岡山市富田町2-10-4	0862 (33) 1500	JOMO
コスモアスファルト(株)関西支店	(550-0005) 大阪市西区西本町2-5-28	06 (6538) 2731	コスモ
コスモアスファルト(株)中国支店	(730-0022) 広島市中区銀山町3-1	0822 (44) 6262	コスモ
三徳商事株式会社	(532-0033) 大阪市淀川区新高4-1-3	06 (6394) 1551	昭和シェル
昭和瀝青工業株式会社	(670-0935) 姫路市北条口4-26	0792 (26) 2611	JOMO
信和興業株式会社	(700-0927) 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)	(532-0011) 大阪市淀川区西中島2-11-30	06 (6303) 5510	昭和シェル
正興産業株式会社	(650-0024) 神戸市中央区海岸通り6	078 (322) 3301	三石
太平洋興業株式会社大阪駐在所	(542-0083) 大阪市中央区東心斎橋筋1-3-11	06 (6252) 5856	富士興産
中国富士アスファルト株式会社	(712-8063) 倉敷市水島南幸町3-39	086 (448) 9988	富士興産
千代田瀝青株式会社	(530-0044) 大阪市北区東天満2-10-17	06 (6358) 5531	三石
富士アスファルト販売株式会社	(550-0003) 大阪市西区京町堀2-3-19	06 (6441) 5195	富士興産
富士商株式会社	(756-8501) 小野田市稻荷町10-23	0836 (81) 1111	昭和シェル
株式会社松宮物産	(522-0021) 彦根市幸町32	0749 (23) 1608	昭和シェル
横田瀝青興業株式会社	(672-8064) 姫路市飾磨区細江995	0792 (33) 0555	JOMO
株式会社菱芳磁産	(671-1103) 姫路市広畠区西夢前台7-140	0792 (39) 1344	JOMO
<b>● 四国・九州</b>			
伊藤忠燃料株式会社九州支社	(812-8528) 福岡市博多区博多駅前3-2-8	092 (471) 3851	JOMO
今別府産業株式会社	(890-0072) 鹿児島市新栄町15-7	0992 (56) 4111	JOMO
株式会社カンド	(892-0823) 鹿児島市住吉町1-3	0992 (24) 5111	昭和シェル
コスモアスファルト(株)九州支店	(810-0041) 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	(770-0941) 徳島市万代町5-8	0886 (53) 5131	富士興産
サンヨウ株式会社	(815-0037) 福岡市南区玉川町4-30	092 (541) 7615	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	
太平石油株式会社	(812-0013) 福岡市博多区博多駅東1-1-33	092 (431) 7881	三石
西岡商事株式会社	(764-0002) 仲多度郡多度津町家中3-1	0877 (33) 1001	三石
平和石油株式会社高松支店	(760-0017) 高松市番町5-6-26	0878 (31) 7255	昭和シェル
丸菱株式会社	(812-0011) 福岡市博多区博多駅前4-3-22	092 (431) 7561	昭和シェル

編集顧問

多田宏行  
藤井治芳  
松野三朗

編集委員

委員長：	河野 宏	副委員長：	真柴和昌
阿部忠行	菅野善朗	鈴木明憲	半野久光
荒井孝雄	栗谷川裕造	田井文夫	姫野賢治
安崎 裕	小島逸平	遠西智次	三谷治郎
池田拓哉	七五三野茂	野村敏明	吉兼秀典

アスファルト 第198号

平成11年1月発行

社団法人 日本アスファルト協会

〒105-0001 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

〒104-0061 東京都中央区銀座8-2-9 TEL 03-3571-0997 (代)

印刷所 キュービシスム株式会社

〒107-0052 東京都港区赤坂1-9-13 TEL 03-3224-1251 (代)

Vol.41 No.198 JANUALY 1999

Published by **THE JAPAN ASPHALT ASSOCIATION**