

アスファルト

第24巻 第128号 昭和56年6月発行

128

特集・都市内高架橋舗装の現況――

首都高速道路の橋面舗装の現況	戸田透 飯島啓秀 2
阪神高速道路の舗装の現況	高橋正克 16
名古屋高速道路の高架橋舗装の現況	久保博夫 27

☆工事各務所長シリーズ・その11☆

金沢の印象	花市穎悟 31
-------	---------

☆アスファルト舗装技術研究グループ・第8回研究報告☆

米国におけるリサイクリングの経緯と動向	柄木博 35
昭和55年度市販アスファルト性状調査について	
	日本アスファルト協会品質小委員会 45

新刊紹介『瀝青系材料』	15
-------------	----

統計資料・石油アスファルト需給実績	51
-------------------	----

ASPHALT

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

特集・都市内高架橋舗装の現況について

本誌は、読者にとって興味深いと思われるテーマを選び、毎号特集を企画する方針をとってきている。今回は高架橋面上の舗装に焦点をあて、関係する各界に執筆を依頼した。

首都高速道路に代表される都市内の高速道路は、既成市街地内の河川や街路上の空間を利用しながら構築されてきた。そのために、幾河構造では曲線部や勾配の大きいところが多く、道路構造は高架橋形式が大半を占めている。したがって、舗装もコンクリート床版や鋼床版の上に8cm程度の表層・基層を設けるタイプが普通であり、半無限深さの路床上に下層路盤、上層路盤……、と次々に層を構成していく一般的な土工部の舗装とは、種々の相違があつて当然であろう。

舗装破損の形態は一般土工部と比べていかなる特性があるのか、粒状材などの路盤に比べて床板はかなり安定しているため、クラックの発生は少ないのであろうと推定できるが、わだち掘れは発生しやすいのか。あるいは一般土工部の舗装には見られない特殊な破壊の形態には、どのようなものがあるのだろうか。

都市内高速道路は有料で供用しているが、利用者へのサービスという点からすれば、一般道路よりも維持水準はかなり高度なものが要求されるであろう。その対策としてどの程度の維持修繕基準を設定し、修繕工法や材料の配合設計にいかなる工夫を加えているのだろうか。

都市内の高架橋舗装は一般道路に比較し、環境条件がかなり限定されている。すなわち、路線延長が比較的短いため管理がいき届き、交通車両の量と質も大まかではあるが把握可能であり、床版

などの下部条件もそう複雑ではない。言いかえれば、試験舗装としての条件をかなりよく満しているということである。その意味では、材料の比較試験、配合設計の良否の判定、表層・基層の組合せの評価など各種の試験も有用な成果が得られるのではなかろうか。また、最近海外では舗装管理、維持修繕のシステム化がさかんに研究されているが、トータルコスト的な考え方を導入したこのようなモデルの作成は、まず都市内高速道路が絶好的の対象であると考えられる。

以上のような種々の問題を編集委員会・幹事会で議論した結果、首都高速道路公団、阪神高速道路公団、名古屋高速道路公社に、次のような内容を希望して原稿執筆を依頼することになった。

都市内高架橋舗装の現況

1. 路線網
2. 橋梁タイプ
3. 交通量……規制、渋滞、質
4. 舗装構造……防水、排水、橋のジョイント
5. 材料
6. 破壊形態とその原因
7. 補修、維持管理、コスト
8. 問題点……特殊な工夫、研究

いずれの公団、公社とも快く執筆を引き受けた下さり、ここに特集としてお届けできることになった。紙面が限られているため、執筆者も苦労されたかと思うが、一人でも多くの読者の参考となれば幸いであると考えている。

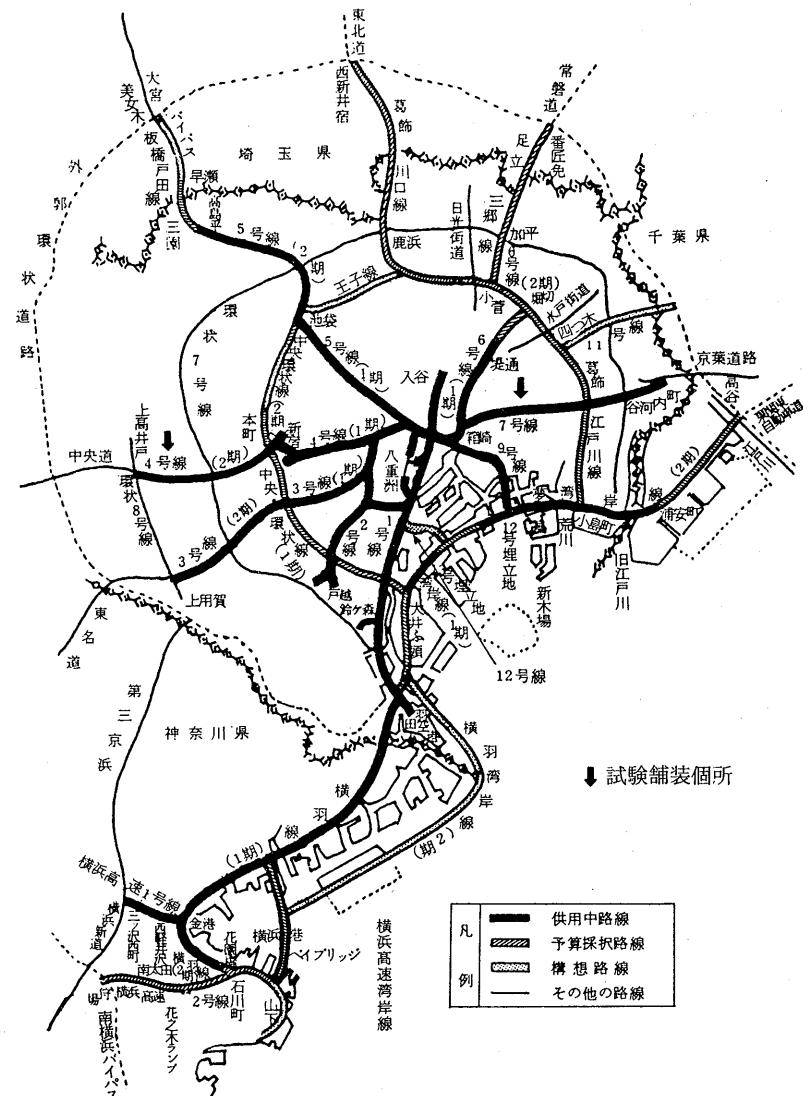
〔編集委員会 A生〕

首都高速道路の橋面舗装の現況

戸 田 透* 飯 島 啓 秀**

1. まえがき
2. 橋面舗装の概要（都市内高架道の特異性）
3. 舗装構造
 - 3 - 1 料金徴収所付近
 - 3 - 2 非常駐車帯部
 - 3 - 3 一般走行部
4. 材料（アスファルト混合物）
- 4 - 1 基礎室内実験
- 4 - 2 4号線試験舗装
- 4 - 3 7号線試験舗装（I期）
- 4 - 4 7号線試験舗装（II期）
5. 破壊形態とその原因
 - 5 - 1 破壊現象の整理
 - 5 - 2 わだち掘れの原因
6. 補修および維持管理の現状と問題点
7. あとがき

図-1
首都高速道路網図



* 首都高速道路公団
第一建設部設計課長

** 同公団
工務部設計技術課主査

1. まえがき

首都高速道路は、昭和37年12月20日に1号線の一部、中央区室町から港区芝海岸通りまで約4.5kmを供用してから、すでに19年余りとなるが、この5月19日に高速湾岸線の一部、辰巳インターチェンジから有明ランプ間の1.7kmが供用されたことにより、総供用延長は140.4kmに達した。

首都高速道路は、いわゆる都市高速道路で、その特殊性は地域性・機能性・経済性などの理由から、家屋の密集地帯を避け、河川・広巾員街路などの公共用地をできるだけ有効に利用するよう計画されている。いきおい幾荷構造・道路構造も、一般街路・都市間高速道とも異なり、曲線部・勾配部が多く、道路構造上も総供用延長の84.4%が高架橋形式となっている。

表-1 構造別延長

構造	隧道部	半地下擁壁部	平面土工部	高架橋梁部	計
供用延長	8.1km	8.7km	5.1km	118.5km	140.4km
割合(%)	5.8%	6.2%	3.6%	84.4%	100%

このようなことから首都高速道路の舗装は、一般道路の舗装のように土を基盤としたものは少なく、コンクリート、メタルなどを基盤とした橋の舗装——いわゆる橋面舗装がそのほとんどである。

近年、供用路線の延伸に伴ない交通利用台数の増加、さらには、車両の大型化・重量化が加わって、舗装の損傷は著しく、わだち掘れがそのほとんどを占め、対策に苦慮しているものである。

以下に首都高速道路の橋面舗装の現況について述べてみたい。

2. 橋面舗装の概況

橋面舗装の目的も他の道路舗装と同様に走行車両の快適性であり、安全性である。とくに高速自動車道の場合、舗装と快適性・安全性との関連は深いといえる。

舗装構造は、その目的、その基盤となる床版構造、道路区分などによって分けられる。すなわち、道路区分からは一般走行直線部・曲線部・料金徴収所付近・ランプテーパー部・路肩部・非常駐車帯部など。床版構造からはコンクリート床版(R C床版、P C床版)上・鋼床版上に大別できるが、首都高速道路の橋面舗装の設計に際しては、道路幾何構造・高架橋構造・道路供用上の性格などから、つきのような特異性を配慮する必要がある。

1) 中員構成が片側2車線であり、おのずと車輪通過

位置が限定され、局部的荷重を受けやすい。

- 2) 通過車両による振動、たわみが大きい。
- 3) 高架構造上、伸縮継手部が多く、舗装がブロック化し、雨水が浸透しやすい。
- 4) 排水性が悪く、いったん床版上に雨水が浸透すると滯水時間が長い。
- 5) 都市高速の特殊性から、曲線部・勾配部が多い。
- 6) 床版構造から、締固め反力や、重交通荷重による圧密が大きい。
- 7) 地覆構造から路肩部の転圧がしにくい。また排水溝付近の転圧がしにくい。
- 8) 都市高速の性格から、交通量、交通車両の重量化が著しい。渋滞による停止、低速荷重、制動荷重を多く受ける。
- 9) 床版の平坦性、桁キャンバーの残り等によって舗装厚が不均一になる場合がある。

その他鋼床版上ではとくに、

- 1) スライスプレート、ボルトヘッド、が突出している場合が多い。
- 2) 鋼床版との接着がとくに必要となる。
- 3) とくに橋軸直角方向のたわみにより、ボックスウェップなどの付近に応力が集中する。
- 4) 交通荷重によるねじれ、たわみがとくに大きい。これらの特異性を充分認識して設計されなければならないが、とくに橋面舗装の場合、高度の施工技術、管理が要求される。

現行の設計基準においては、これらのことと配慮し、道路区分からは一般走行部、料金徴収所付近、その他(路肩部、非常駐車帯部、セットバック部)の3種に、床版構造からコンクリート床版上、鋼床版上の2種に大別している。また舗装構造は、近年、舗装の破損原因の主なるものであるわだち掘れを重視し、粗粒度ギャップアスファルトコンクリートを基調に設定している。

3. 舗装構造

首都高速道路の舗装構造は、前述のように、道路区分から一般走行部、料金徴収所付近、その他(非常駐車帯、路肩部、セットバック部)の3種としているが、これはそれぞれの特異性から定めたものである。また床版構造からコンクリート床版上、鋼床版上の2種としている。

(表-2 参照)

3-1 料金徴収所付近

- 1) 交通車両の停止、発進による応力を特に多く受け

表-2 床板の種類(桁構造)と舗装構造

構造の種別		道 路 の 区 分	舗 装 構 造 (単位:mm)	主 な 床 板 (桁構造) の 種 類	
高 架 橋 床 板	コ ン クリ ー ト	一般走行部		格子合成桁	
		料金徵収所付近		PC単純T桁	
	床 板	路肩部、非常駐車帯部 セットバック部		PC単純合成桁 径間連続合成(非合成) 鋼箱桁	
架 橋 床 版	鋼 床 版	標準部		鋼床版	
		路肩部、非常駐車帯部 セットバック部		中間横リブ断面	

る。

- 2) 制動によるスリップが多く予想される。
- 3) 車輌のガソリンやオイルなどで浸されやすい。
- 4) 巾員が狭くブース数も少ない場合が多く、大規模な補修がしにくい。

などの特異性があり、半剛性舗装とした。しかしながら補修時には、セメントミルクの硬化時間が取れず、一般走行部の舗装となってしまい矛盾するが、当初だけでもと、新設の場合に採用している。

3-2 非常駐車帯部

- 1) 事故車等によるガソリンやオイルで浸れやすい。
- 2) できるだけ本線と色別した方がよい。
- 3) 比較的補修がしやすい。
- 4) 停止だけで走行上の問題はない。

などの特異性が考えられ、走行上問題のない路肩部、セットバック部の舗装も同様にセメントコンクリート舗装としている。

3-3 一般走行部

一般走行部の舗装構造は、高架橋の構造形式が多種類にわたっているため、その床版構造だけをみても、RC床版・PC床版・鋼床版(表-2参照)など数多く、しかも架橋地域の特性などから支間長も異なり、舗装の受ける影響(たわみ、振動、ねじれなど)は様々である。ミクロ的には、それぞれの対応が異なるものと思われるが、それぞれの対応については、施工上・工程上・経済性等からも問題があると思われる。そこで単に床版の剛性、材料などから、マクロ的に、コンクリート床版上の舗装と鋼床版上の舗装との2種に大別している。

コンクリート床版上の舗装構造は、床版の不陸、キャンバーの残などが見受けられることから、粗骨材の最大粒径、あるいは、補修時の床版破損の防止などを考慮して、表層30mm、レベリング層50mmの全厚80mmを標準としている。

また鋼床版上の舗装構造については、ボルトヘッドや添接板などの表面凹凸のある場合が多く、敷均し、転圧が困難である。このためレベリング層として高温時の流动性が高いガスアスファルトを使用している。一般的にはレベリング層のガスアスファルトは40mm一層仕上

げの施工が可能であるため、これを標準とした。しかし、縦横ともハイテンボルト継手とした場合、添接板・座金ボルトヘッドの厚さを加算すると50mm弱となることがあり、この場合には、レベリング層を50mmとし、施工性を考慮してグースアスファルトは2層仕上げとしている。

供用延長が少ない当時は、曲線部・勾配部についての安全性を危惧して、この部分を特殊部——「すべりにくい舗装」として、開粒度アスファルトコンクリートを採用し、一般直線部については、走行性・安全性にも勝れた密粒度アスファルトコンクリートを設定していた。その後、とくに開粒度アスファルトコンクリートのはく脱飛散現象等の損傷が目立ったこと、また、密粒度アスファルトコンクリートについても、外的要因の変化に伴ない損傷が目立ち、とくに、わだち掘れによる補修が全補修面積の大半を占めるようになり、一部を除いて線形の要素ならびに各路線の特異性がうすれつつある。このため全路線とも、それらに対応できる耐久性・安全性・走行性等、バランスのとれたアスファルト混合物が要求されるようになった。

のことから、とくにわだち掘れについて重視した調査・研究が行われ、わだち掘れの影響がバインダー層にまで及んでいる場合もあり、標準的には、バインダー層に粗粒度アスファルトコンクリートを、表層には粗粒度ギャップアスファルトコンクリートを採用している。しかしながら、この構造についても、7号線の一部のような特にわだち掘れの大きい区間では対応できない状態にもあり、ひきつづきよりよい混合物の開発に苦慮しているのが現状である。

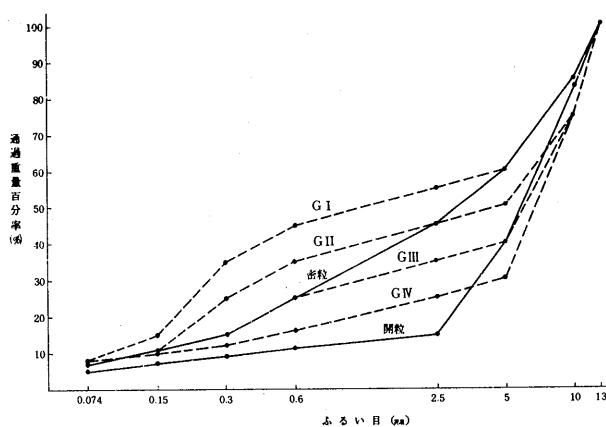


図-2 使用骨材粒度曲線

4. 材料（アスファルト混合物）

当公団における舗装材料の検討は、主にわだち掘れを対象に行っており、研究の成果を受けて、前章の舗装構造で述べた当公団の特有の材料である粗粒度ギャップアスファルトコンクリートが採用されている。

検討は、基礎室内実験、4号線試験舗装、7号線試験舗装（I期）、7号線試験舗装（II期）の順に行っており、以下この順序で概要を述る。

4-1 基礎室内実験

基礎室内実験は、耐わだち掘れに優れたアスファルト混合物を見つける目的で行ない、主に骨材粒度（図-2参照）を対象に行った。

実験は表-3に示す組合せに対し、耐流動性の検討としてホイールトラッキング試験、はく脱飛散に対する検討としてフレッティング試験、すべり抵抗の低下に対する検討としてポリッシング試験を行なった。

結果は表-4に示すとおりであり、G III型、G IV型、密粒標準型の粒度が良好となった。

表-3

項目	粒度種別						
		密粒	開粒	G I	G II	G III	G IV
ふるい目	13	100	100	100	100	100	100
	10	85	82	85	75	75	75
	5	60	40	60	50	40	30
	2.5	45	15	55	45	35	25
	0.6	25	11	45	35	25	16
	0.3	15	9	35	25	15	12
	0.15	11	7.5	15	10	10	10
バインダー	0.074	7	5	8	8	8	8
	ストレート	40/60	○	○	○	○	○
	イ	80/100	○	○	○	○	○
	ン	ゴム入り(プレミックス)	○	○	-	-	○
ダ	(ラテックス)	○	○	-	-	○	-
	1 改質アスファルト	○	○	-	-	○	-

(注) 粒度の「G」はギャップ型の略号

表-4 混合物の特性区分

特性 混合物種別	耐流動性 (重交通) ホイール トラッキ ング	剥脱飛散 フレッテ ィング	すべり ホイール トラッキ ング ポリッシ ング	耐水性 水浸 マーシャル	備考 (施工性)
	密粒	△	○	○	
粗粒 ギャップ	G I型	△	×	×	○
	G II型	△	×	×	○
	G III型	○	○	△	○
	G IV型	◎	○	○	△
開粒	○	×	○	×	△

◎非常に良い、○良い、△や問題あり、×問題あり

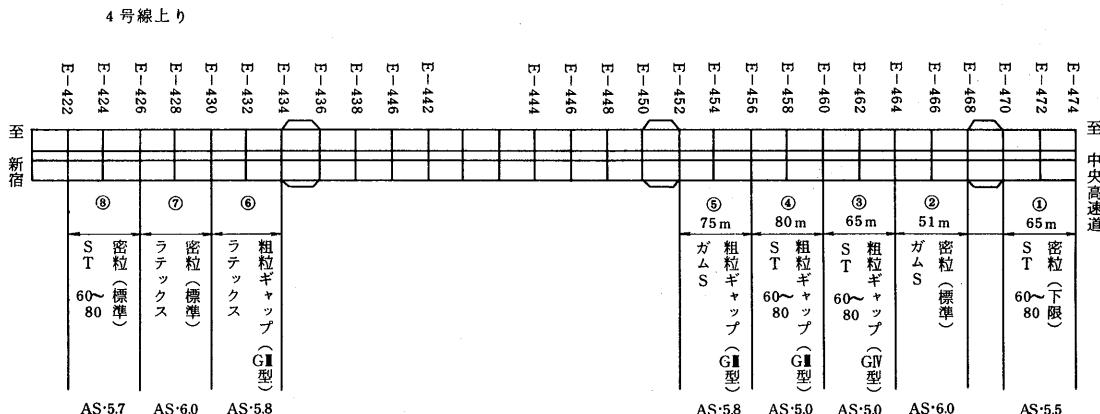
4-2 4号線試験舗装

4号線試験舗装は、4-1の基礎室内実験の結果を受け、粗粒度ギャップG IIIおよびG IV型、密粒標準型の粒度に密粒下限粒度を加えた4種の骨材粒度に対し、ストレートアスファルトとゴムアスファルトを添加した混合物を試験している。(図-3参照)

追跡調査としては以下のことを実施している。

- 1) 縦断プロフィル: 3mプロフィルメータにより測定。

- 2) 横断プロファイル: 横断プロフィルメータにより測定。
 - 3) すべり抵抗: ポータブルスキッドレジスタンステスターによる。
 - 4) 表面粗度: ガラスピーズパッチング法による。
 - 5) 切取りコアの抽出試験: 密度、抽出粒度、アスファルト量、空隙率、回収アスファルトの性状試験。
- 上記1)~5)のうちで最も良く耐流動性を表現している2)の横断プロファイルの経年変化を図-4に示す。これをみ



No. 1	密粒アスコン	粒度範囲下限 (13mm TOP)	ストアス 60/80	5.5%
No. 2	"	標準粒度 (13mm TOP)	ガム S	6.0%
No. 3	粗粒ギャップ	G IV型 (13mm TOP)	ストアス 60/80	5.0%
No. 4	"	G III型 (13mm TOP)	ストアス 60/80	5.5%
No. 5	"	" (13mm TOP)	ガム S	5.8%
No. 6	"	" (13mm TOP)	ラテックス	5.8%
No. 7	密粒アスコン	標準粒度 (13mm TOP)	ラテックス	6.0%
No. 8	"	" (13mm TOP)	ストアス 60/80	5.7%

表層(左記の通り) 3cm
基層(粗粒アスコン) 5cm
コンクリート床版 20mm TOP

図-3 4号線試験舗装概要図

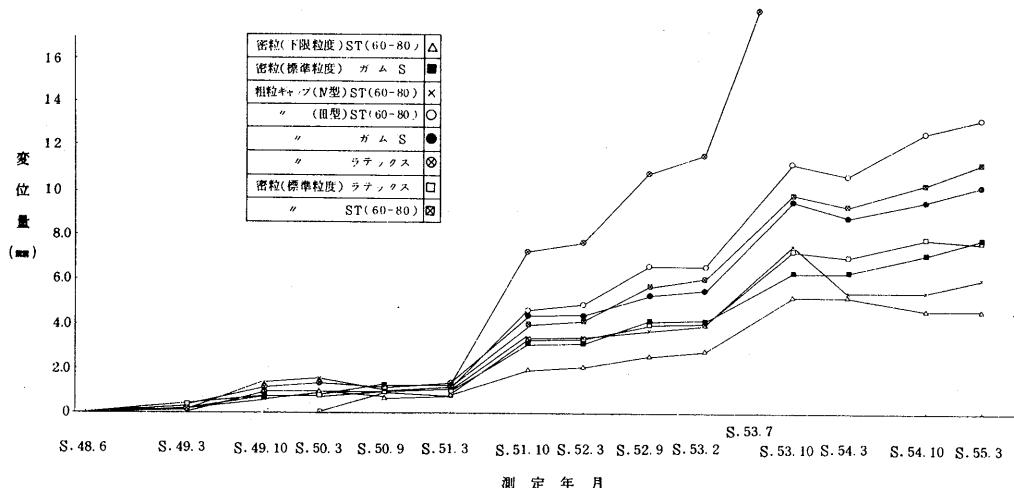


図-4 測定年月による平坦性の変化状況 (4号線)

ると骨材粒度としては密粒下限および粗粒ギャップG VI型が耐流動性に優れていることがわかる。またバインダーに関しては明確な差は出でていない。

4-3 7号線試験舗装（I期）

7号線試験舗装（I期）は、4号線試験舗装にひきつき、昭和49年に当公団の舗装の中でも最もきびしい条件にある7号線の上りで実施したものである。7号線試験舗装（I期）の概要を図-5に示す。追跡調査項目は

4号線試験舗装と同じであり、横断プロファイルの経年変化を図-6に示す。（7号線試験舗装II期のデータも同時に示す。）これをみると骨材粒度としては、粗粒ギャップG IV型が良好であることがわかる。またバインダーについては明確な差は、4号線試験舗装と同様に出でていない。

4-4 7号線試験舗装（II期）

7号線試験舗装（I期）は、密粒標準型の粒度を使用

7号線上り								至 錦糸町料金所
No.1	粗粒ギャップ GIV型	ストアス 60/80	4.7%	6	7	8	7	
No.2	粗粒ギャップ GIV型	ポリファルトSS	5.0%					
No.3, 8'	密粒アスコン 標準粒度	アスベスト	6.0%					
No.4	粗粒ギャップ GIV型	アスベスト	5.4%					
No.5	密粒アスコン 標準粒度	ラテックス	5.6%					
No.6	"	プレミアム	5.6%					
No.7	"	ポリファルトSS	5.6%					
E-60								
E-58								
E-56								
E-54								
E-52								
E-50								
E-48								
E-46								
E-44								
E-42								
E-40								
E-38								
E-36								
E-34								
E-32								
E-30								
E-28								
E-26								
E-24								
E-22								
E-20								
E-18								
E-16								
E-14								
E-12								
E-10								
E-8								
E-6								
E-4								
E-2								
E-0								



表層 上記の内容であり、厚さ3cmである。

基層 E60～E46(非破壊区間)については全層打換えを行い基層として密粒アスコンを舗装している。

E46～E32(破壊区間)については、表層のみ打換えを行ない、基層としては粗粒アスコンが用いられている。

図-5 7号線試験舗装（I期）概要図

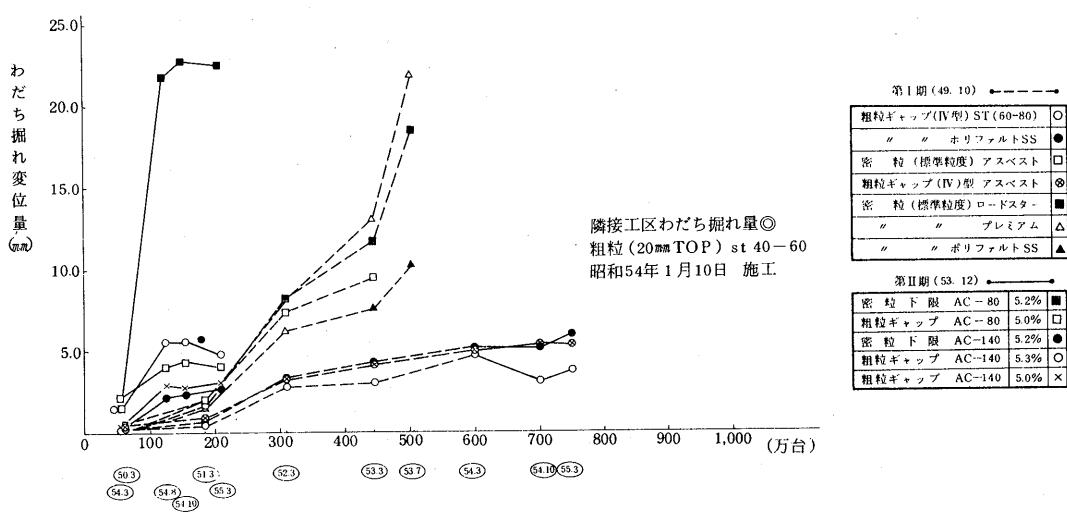


図-6 累計大型車通過台数－わだち掘れ関係図

した区間について、昭和53年の夏を過ぎた時点で打換を行なったが、その区間に3径間連続一連を加えた約400mの区間に、再度試験舗装を行なったものが、7号線試験舗装（Ⅱ期）である。

試験舗装の内容は図-7に示すとおりであり、骨材粒度としては4号線試験舗装および7号線試験舗装（Ⅰ期）で良好であった密粒下限粒度と粗粒度ギャップGIV型を採用し、これらにバインダーとしてセミブローンアスファルトAC-80、AC-140を組合せている。

追跡調査項目は、7号線（Ⅰ期）および4号線の場合とほぼ同じであるが、回収アスファルトの性状調査でセミブローンアスファルトの60°C粘度を加えていることが異っている。

7号線試験舗装（Ⅱ期）のわだち掘れの経年変化を、↓

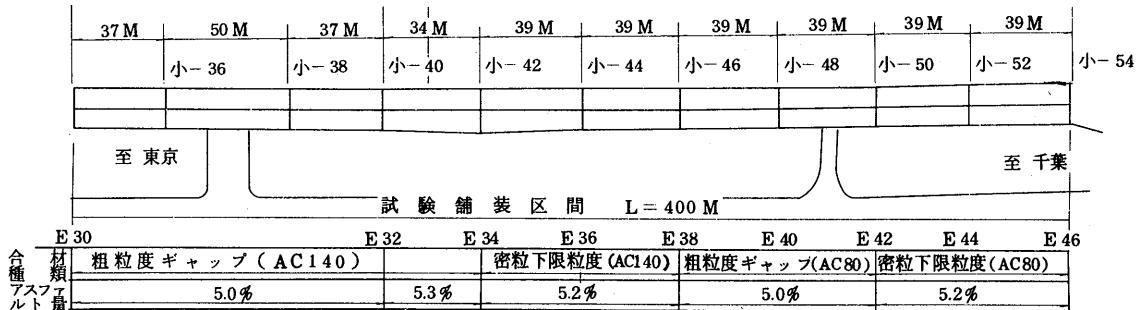


図-7 7号線試験舗装（Ⅱ期）概要図

5. 破壊形態とその原因

図-6に示す。これをみると密粒下限AC-80の組合せについて著しいわだち掘れがみられた。

この原因を調べるために、試験舗装使用骨材粒度に対するアスファルトの60°C粘度の関係をホイールトラッキング試験（接地圧11.5kg/cm²、トラバース2時間、温度60°C）で検討したところ、60°C粘度とわだち掘れの間に強い関連のあることが確認された。

そこで、このAC-80の原アスファルトと切り取りコアの回収アスファルトについて調べたところ、今回使用のAC-80は規格内下限のアスファルトではあるが、アスファルトの60°C粘度が、原アスファルトと比べ、ほとんど上っておらず、非常に特異な結果となっていた。

この原因是不明であるが、結果的に舗装内のアスファルトの60°C粘度が低かったことが、わだち掘れ発生を起こした一原因と考えられる。

以上の試験結果から、骨材粒度としては粗粒ギャップGIV型が良好であるので、当公団の設計基準に採用することとしている。またバインダーは、ストレートアスファルト40-60を基本的には採用しているが、今後はセミブローンアスファルトを検討の材料とする方向にあるので、ひきつづき研究していくつもりである。

5-1 破壊現象の整理

舗装の破壊形態として以下のことが考えられる。

- 1) わだち掘れ
- 2) 剥脱飛散
- 3) ひびわれ
- 4) すべり抵抗の低下

首都高速道路の原因別補修率を調べたものを表-5に示す。表-5をみると、東京管内ではわだち掘れによる補修率が89.1%，ひびわれによる補修率が10.9%と圧倒的にわだち掘れが多い。

これに対し神奈川管内では、わだち掘れによる補修率が8.8%，わだち掘れ、ひびわれ以外の原因による補修率が91.2%と、わだち掘れが少なくなっている。また全体では、わだち掘れが74.4%とやはり圧倒的に多い。

以上のことから、車の走行状態、交通量等から、東京管内と横浜管内の差は出ているが、首都高速道路全体としては、わだち掘れを主原因として舗装補修が行なわれていることがわかる。このことから以下わだち掘れの原因について述べる。

5-2 わだち掘れの原因

わだち掘れの原因は大きく分けて以下のように分類できる。

表-5 原因別打換え舗装修面積

(昭和55年2月29日現在)

地 区 管 内	号 線 名	構造別打換原因				計
		コンクリート	鋼床版	土工部	上段：ひびわれ 下段：わだち掘れ	
東 京 管 内	高速1号線	1,124 117,530	0 1,484	75,568	0 194,582	1,124
	" 2 "	3,849 17,336	0 0	0 0	0 17,336	3,849
	" 3 "	21,581 46,569	579 1,775	5,031 25,422	27,191 73,766	27,191
	" 4 "	20,765 16,923	0 601	6,376 25,372	27,141 42,896	27,141
	" 5 "	0 23,339	0 0	0 3,110	0 26,449	0
	" 6 "	0 33,217	0 14,048	0 888	0 48,153	0
	" 7 "	0 77,306	0 3,638	0 0	0 80,944	0
	" 8 "	0 0	0 0	0 0	0 0	0
	" 9 "	0 0	0 0	0 0	0 0	0
神奈川管内	横羽、 横高1号線	0 2,734 (109,265)	0 7,935 (0)	0 0 (1,358)	0 10,669 (110,623) (110,623) (110,623)	0 10,669 (8.8%) (91.2%)
	合 計	47,319 334,954 (109,265)	579 29,481 (0)	11,407 130,360 (1,358)	59,305 494,795 (74.4%) (110,623) (110,623) (16.7%)	59,305 494,795 (8.9%) (91.2%)

注1 ()は、神奈川管内におけるひび割れ、わだち掘れ以外の打換原因を示す。
但し、東京管内は、該当なし。

注2 []は、補修面積に対する打換原因、種別の割合を示す。

- 1) 外的条件；交通量、走行速度（渋滞状況）、輪重、温度、走行位置の分布
- 2) 舗装体の条件；骨材、骨材粒度、バインダー、アスファルト量、空隙率、舗装構成、施工など
- 3) 構造条件；盛土、高架の違い、路床の弾性、床版の種別など
- 4) 縦横断勾配、巾員、車線数、分合流部、曲率半径など

以上のうち、わだち掘れの進行に大きく影響し、比較的データも取りやすい外的条件（交通量、走行速度、輪重）とわだち掘れの関連について述べる。

舗装の打換え場所を図-8に、交通量を図-9に、1日の渋滞時間を図-10に、大型車混入率を図-11に示す。

図-8をみると、打換えの多い場所は1号横羽線、3号線、7号線、環状線（呉服橋～汐留）である。

これに対し打換えの少ない所は、1号上野線、2号線、4号線、5号線（護国寺～高島平）、呉服橋～汐留をのぞく環状線、6号線、湾岸線である。

この打換え状況と、外的条件の関連について検討してみる。図-8、図-9についてみると、交通量は環状線、3号線、5号線（竹橋インターチェンジ～東池袋間の下り）、7号線（下り線および上り線の錦糸町～江戸橋インターチェンジ間）で大きな値を示しているが、この交通量の多い区間が、必ずしも打換え回数の多い場所と一致しているわけではない。

このことは、交通量の他の外的条件、走行速度、輪荷重などの影響も含めて検討する必要があることを意味しており、以下打換えの多い場所について、このような見地からわだち掘れの原因を検討する。

ただしここでは、図-9～11に示したごとく、交通量としては年間の1車線当たりの交通量、走行速度として1日の累積渋滞時間、輪重として大型車混入率でそれぞれ代表させた。以下図-8～図-11の関連から述べる。

1) 1号線：この区間は、交通量が840～870万台/年1車線であり、かなり多いが渋滞はほとんど無い。ただし大型車混入率は4.4%とかなり大きいので、わだち掘れが進行したものと考えられる。

またこの区間は昭和37年に供用を開始しており、供用年数が長いことも打換え回数が多い理由と考えられる。

（ただし打換えによる補修が行なわれたのは昭和47年以降である。）

2) 3号線：この区間は上記1号線と全く同じである。

交通量は非常に多いが渋滞はあまり無く、大型車混入率は4.4%で大型車が多数通行するため、わだち掘れが進行したものと考えられる。

3) 7号線：この区間の交通量もかなり多い。しかし上り線下り線を比較した場合、交通量は上り線の746万台/年1車線に比べて、下り線の方が1,097万台/年1車線と多くなっているのに対し、打換え量では上り線の方が下り線よりも多い結果となっている。この理由として、大型車混入率は4.2%で、ほぼ同一とすると交通渋滞の影響と考えられる。

すなわち上り下り線の1日の累積渋滞時間をみると、上り線では7時間、下り線では0時間であり、渋滞の影響で上り線と下り線の打換え回数に差が出ていると考えられる。以上のことから7号線では、大型車が多数通過し、加えて上り線では交通渋滞を起しているため、上り線ではとくにわだち掘れの進行が速いと考えられる。

また7号線のわだち掘れを数量化理論により解析しているが、やはりその結果でも交通渋滞がわだち掘れの主因となっている。

4) 環状線（呉服橋～汐留）：この区間の交通量は

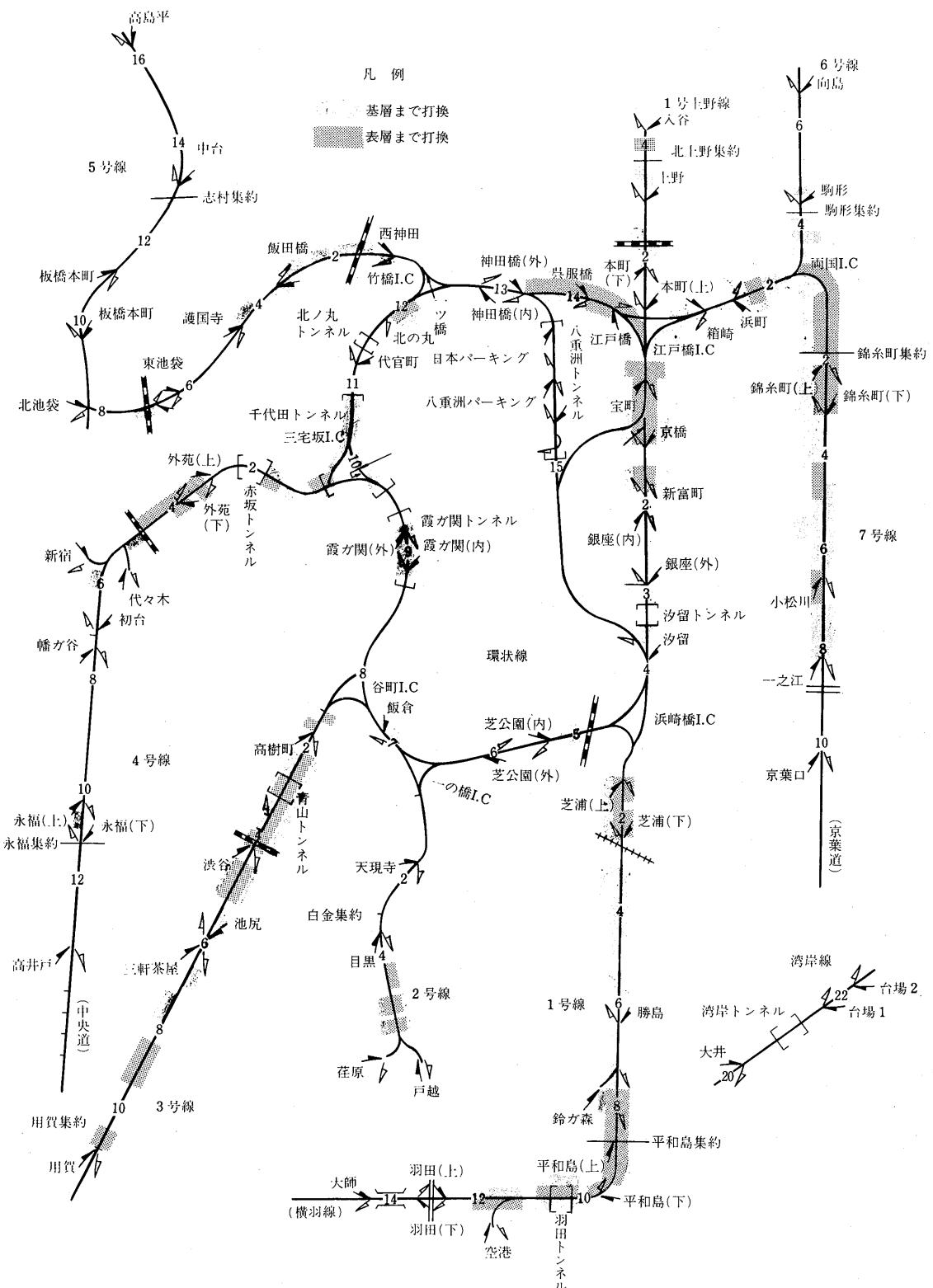


図-8 路線別わだち掘れによる補修図

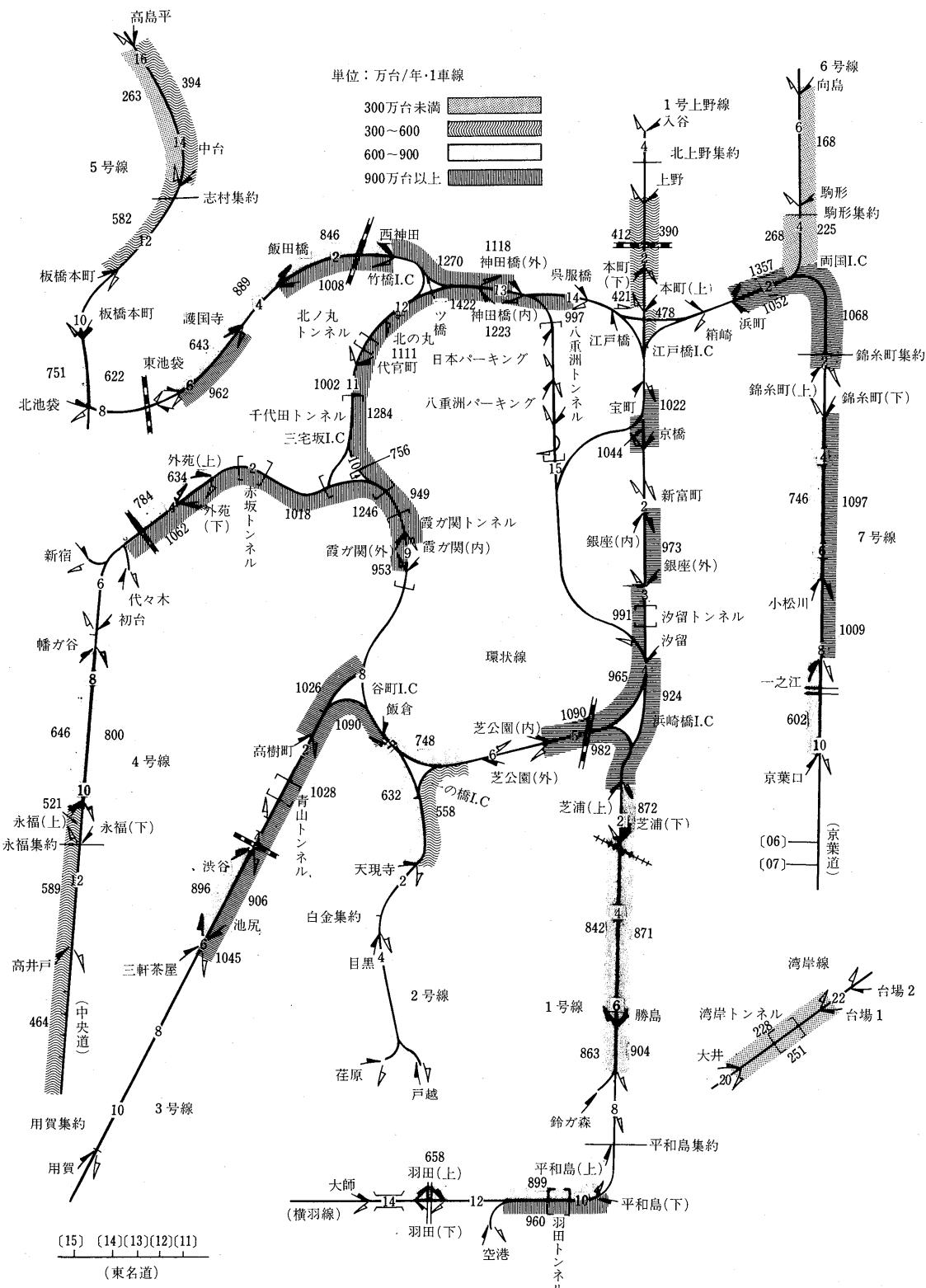


図-9 ランプ別交通量

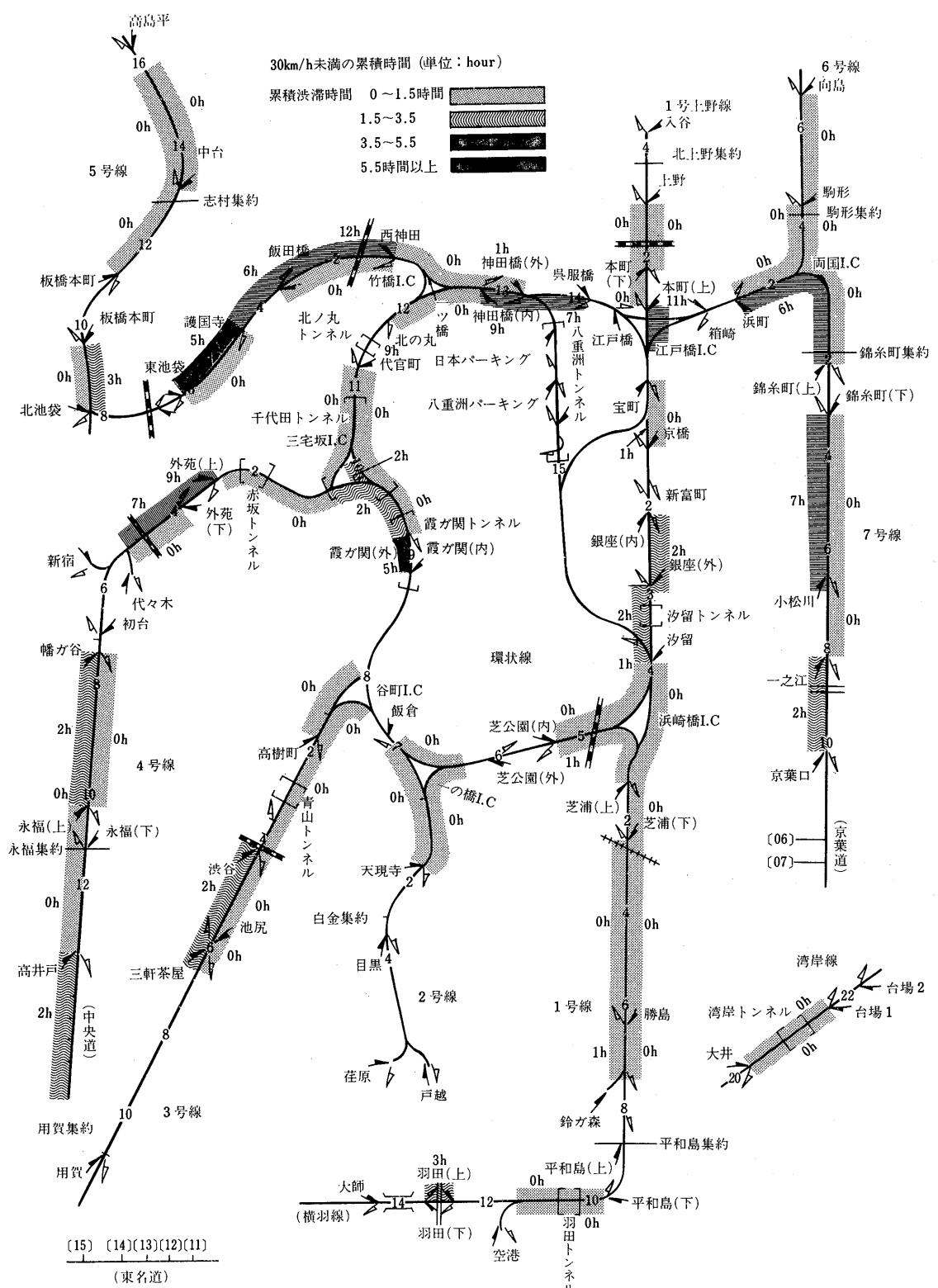


図-10 ランプ別累積渋滞時間

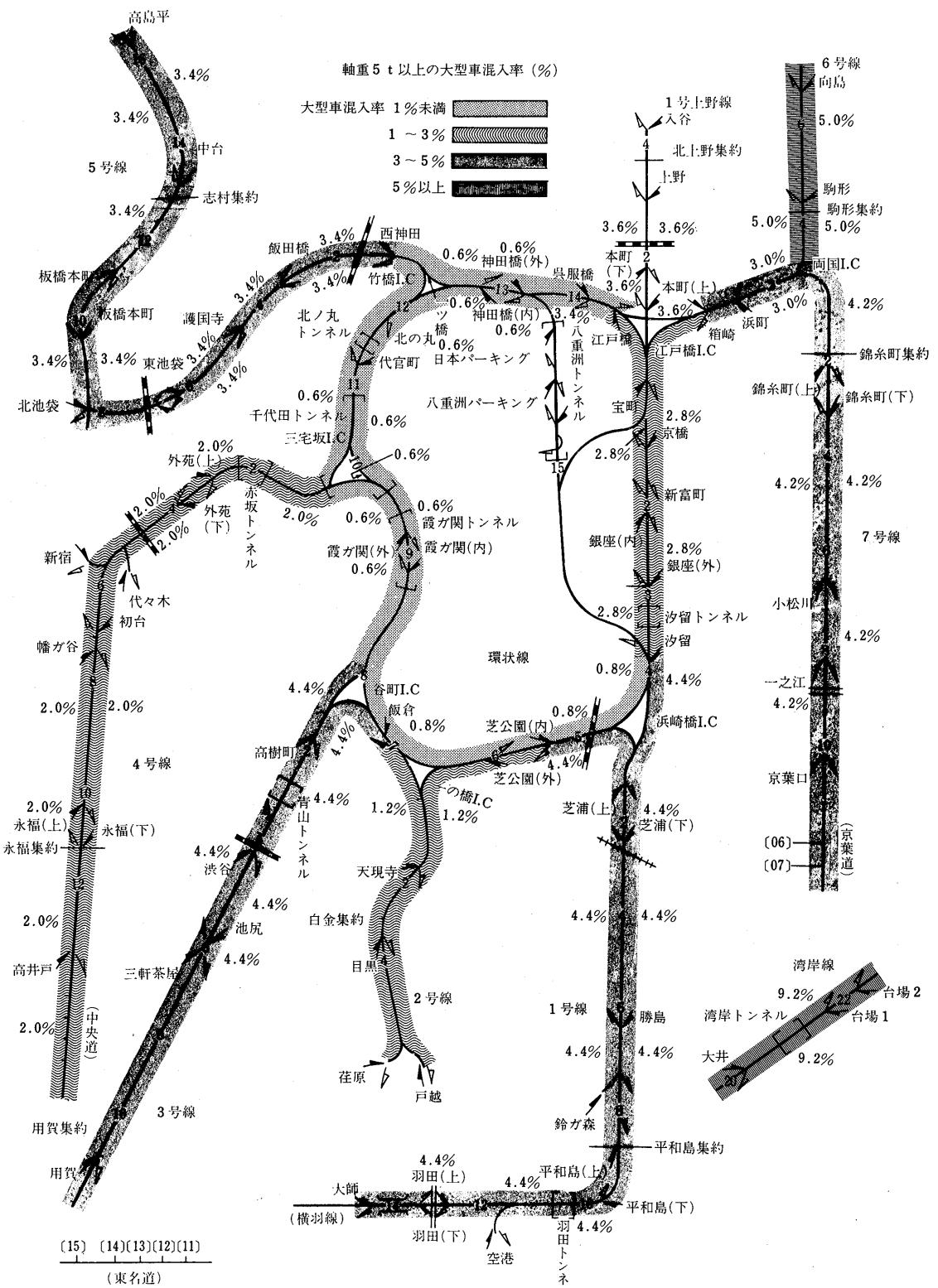


図-11 ランプ別大型車混入率

1,000万台/年1車線前後とかなり多い。1日の累積交通渋滞時間では0~2時間程度であり多少多く、大型車混入率では2.8%と中程度である。以上のことからこの区間は、交通量が多いことと、交通渋滞によってわだち掘れの進行が速いものと考えられる。

以上をまとめると、わだち掘れと交通量、交通渋滞、大型車混入率が関連していることがわかる。またホールトラッキング試験結果から外的条件の交通量、走行速度（渋滞）、輪重、温度について重みづけを行ない、各地点の外的条件を集計したものと、補修回数等の対比を行なったところ非常に良く一致した。このことからわだち掘れの要因は、交通量、走行速度、輪重、温度からほぼ整理できると考えられる。とくにこの重みづけによる検討から、温度の影響が大きいことが考えられ、実際にトンネル内でわだち掘れが少ないとからもこのことは確認される。

6. 補修および維持管理の現状と問題点

首都高速道路の舗装補修原因是、前章でも示したごとく大半がわだち掘れである。補修方法は昭和47年度から打換え工法を採用している。また補修費も現在は昭和47年度当初の2倍以上にも増加し、さらに近年、補修工事にともなって派生する交通渋滞に対する批判、沿道住民からの騒音規制など、補修環境として増え厳しい状況になってきている。

舗装面の点検として、年1回路面撮影車によりわだち掘れおよびひびわれについて写真点検を行ない、わだち掘れは20mm以上、ひびわれは10%以上の場合、現地調査を行なった上で打換えを行っている。

わだち掘れに対する打換えでは、費用および1日当りの施工面積から表層のみ打換えるか、全層打換えるかの問題があり、基層のわだち掘れ D_2 が10mm以上の場合、全層打換とする漸定案で補修を行っている。舗装補修のフローを図-12に示す。

つぎに問題点を以下に列記する。

- 1) 全層打換えと表層のみ打換えの費用を比較すると、全層打換えでは表層のみ打換えの費用の約3倍を要する。また1日に打換えできる面積でも、表層のみ打換えでは全層打換えの2.2倍の面積が補修できる。
- 2) 基層が流動に関係している率が高い。また最もわだち掘れの多い7号線に関する調査では、表層のみ打換えたものの、64%が1~2年の間に再度打換えられており、これは2回目の補修面積の96%に当るものであり、この意味で表層のみ打換えるか全層打換えるかの判断基準が必要である。

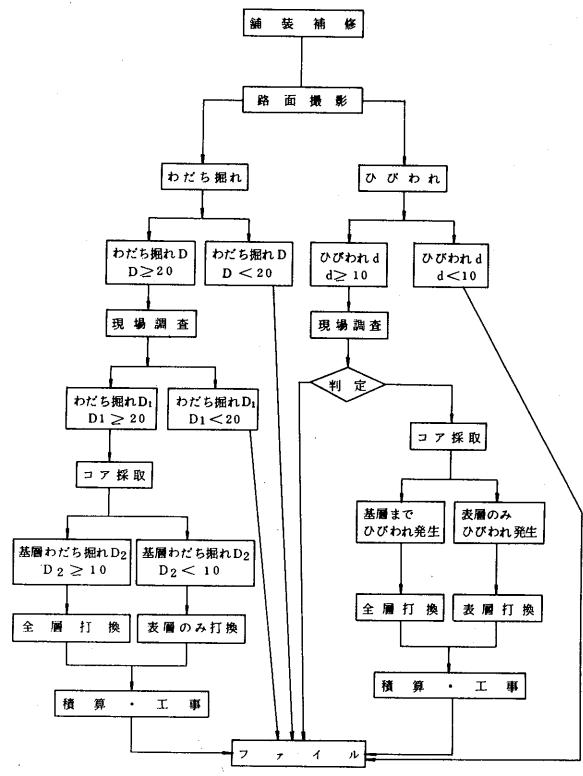


図-12 補修フローチャート

要である。

3) 現状は、舗設後舗装体の温度が完全に低下しきらないうちに開放されている。このため作業性の向上を検討し、養生時間を確保する必要がある。

7. あとがき

以上のように、とくにわだち掘れが問題になっており、このことを中心に記述してきたが、その対策として現在では粗粒度ギャップアスファルトコンクリートを採用しているが、その後の調査でわだち掘れがかなり減っているようである。しかし、雨水による問題等もあり、さらにより良い混合物、舗装構造の検討を進めていきたいと考えている。同時に7号線や料金所のような超特殊部、また鋼床版上の舗装については、特殊区間として取り扱い、新材料、新工法をも含めて種々の舗装構造についての検討を平行して進めていきたいと考えている。

参考文献

- 1) 濑戸薫、戸田透；橋面舗装の現況(舗装1974年1月)
- 2) 戸田透；首都高速道路の橋面舗装(舗装1974年1月)
- 3) 首都高速道路協会；高架橋等の舗装に関する調査研究報告書（昭和51年度～昭和55年度）
- 4) 首都高速道路公団；舗装設計施工基準（昭和53年）

新体系土木工学 27

歴青系材料

阿部 順政 共著
南雲 貞夫

技報堂出版
定価 3,200円

舗装技術者にとって歴青材料は“近くで遠い材料”といえる。わが国の舗装の9割以上はアスファルトを使用している。しかし、アスファルトやその混合物の真の性質や挙動特性を正確に理解している技術者は非常に少ないのでなかろうか。アスファルトの挙動特性は複雑であり、舗装技術者にとっては難しい材料である。温度が変化すれば液体からコンクリートのような剛性をもった固体へと変化し、その固体状態でも永続的な力を加えれば、草の芽の力でもおし破ることができるというまさに“変幻自在の材料”である。

このようなアスファルト自体の複雑な特性を、舗装技術者へ平易に紹介する書が少なかったのも、これまでアスファルトを難解な材料と認識させてきた大きな原因であろう。このような折に本書の刊行は時宜を得たものと言える。

本書の主な内容は次のとおりである。

まず、歴青材料の種類、他の土木材料との比較や特徴を述べている。次にアスファルトの基本的挙動を粘弾性モデルによって紹介している。一般に粘弾性モデルは弾性モデルに比較して理解するのが難しいが、本書では、噛んで含めるがごとく平易に説明している。そして、アスファルトの基本的な性質を把握するための規格と試験について、その試験の意義を舗装技術者の身になって解説を加えている。さらに、アスファルト混合物の配合設計法や舗装構造設計法および施工法についても、アスファルトを有効に活用するという立場から述べている。最後に、現在、舗装工学が対峙している流動、ひびわれ、すべりなどの破壊に対処するための特殊材料という、今日的な問題に対してもかなりのスペースをさいいている。

このように本書は、化学工学と土木工学の架け橋ともいるべき内容を持っている。本書は、初めて舗装工学を志す学生や研究者のみならず、中堅の実務家にとっても有用な内容を多く含んでいる。

本書の主な内容

第1章 序論	第4章 歴青材料の規格と試験法	第6章 歴青系舗装の設計と施工
1.1 歴青材料の変遷	4.1 概説	6.1 概説
1.2 歴青材料の種類	4.2 歴青材料の規格	6.2 歴青系舗装の構造
1.3 歴青混合物の特徴	4.3 針入度試験	6.3 各種工法の特徴と施工
1.4 本書の構成と参考資料	4.4 軟化点試験	6.4 表層用加熱アスファルト混合物の特徴
第2章 歴青材料の製造と諸性質	4.5 伸度試験	第7章 特殊材料
2.1 概説	4.6 薄膜加熱試験	7.1 概説
2.2 天然アスファルト	4.7 蒸発試験	7.2 ゴム入りアスファルト
2.3 石油アスファルト	4.8 三塩化エタン可溶分試験方法	7.3 セミブローンアスファルト
2.4 アスファルト乳剤	4.9 引火点試験	7.4 熱可塑性樹脂入りアスファルト
2.5 カットバックアスファルト	4.10 比重試験	7.5 熱硬化性樹脂入りアスファルト
2.6 タール		7.6 触媒アスファルト
第3章 アスファルトの粘弾性	第5章 アスファルト混合物の配合設計	7.7 特殊な目的に使用される材料
3.1 概説	5.1 概説	7.8 特殊骨材
3.2 アスファルトの粘度	5.2 アスファルト混合物の特性値	
3.3 粘弾性モデル	5.3 骨材の種類と性質	
	5.4 骨材粒度配合の設計	
	5.5 適正アスファルト量の設計	

阪神高速道路の舗装の現況

高橋 正克*

- 1. はじめに
- 2. 舗装路面の現況
 - 2-1 舗装路面の点検
 - 2-2 路面損傷の要因分析
- 3. 舗装路面の補修
 - 3-1 補修の要因と判定
 - 3-2 補修工事と補修工法
- 3-3 伸縮装置付近の舗装補修の新工法
- 3-4 補修工事の実績
- 4. 舗装の構造
 - 4-1 舗装設計基準の変遷と改訂
 - 4-2 耐流動対策の方向
- 5. 阪神高速道路舗装の問題点

1. はじめに

阪神高速道路は、昭和39年に環状線の一部3.1kmを供用して以来17年を経過している。当時の交通量は4,000台/日程度であったが、昭和56年2月現在の利用状況は、表-1に示すように1日平均527,900台であり、路線網の整備と供用延長の増加とともに3万台/年以上のピッチで利用台数が増大している。

昭和56年4月現在、阪神高速道路の路線網は、図-1および表-2に示すように9路線103.3kmに達している。さらに、今夏には大

表-1 阪神高速道路の利用状況（昭和56年2月現在、単位：台）

区分	2月分計	比率(%)	1日平均	平日平均	休日平均
大阪	11,134,257	75.3	397,652	418,489	301,803
神戸	3,646,950	24.7	130,248	132,431	120,209
合計	14,781,207	100	527,900	550,920	422,012
本年度累計	(大阪) 131,757,658		(神戸) 44,559,685		
累計	(大阪) 1,305,759,780		(神戸) 435,631,261		

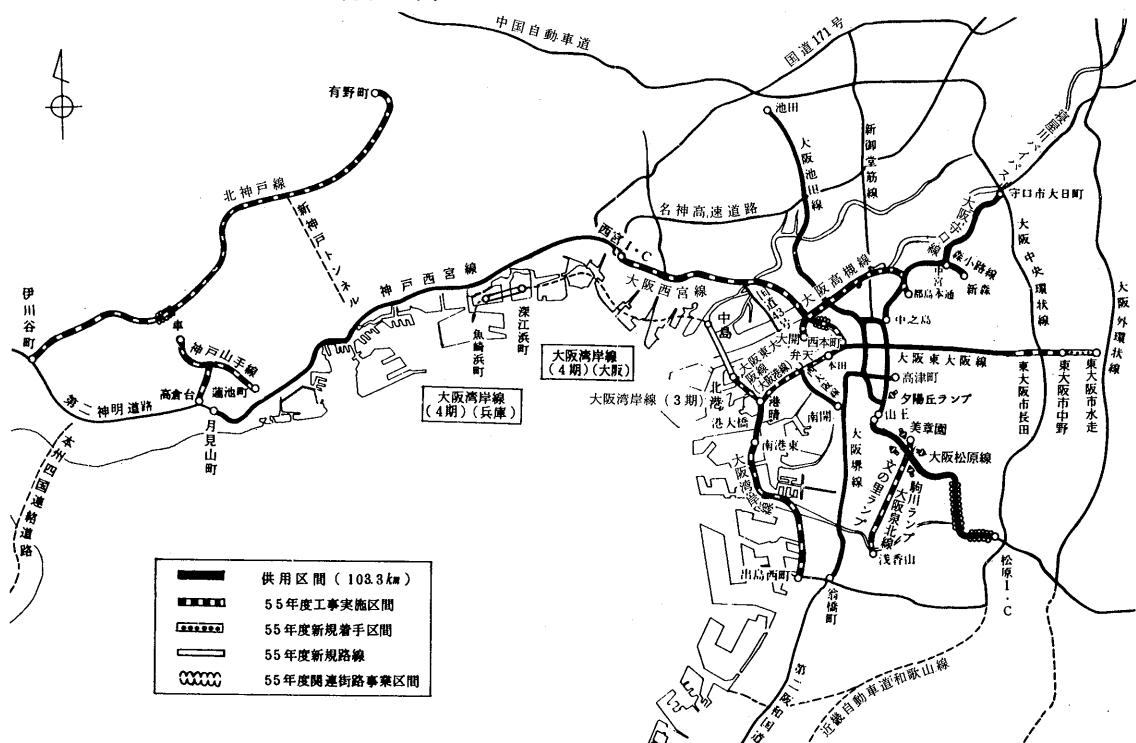


図-1 阪神高速道路路線図（昭和56年4月現在）

*阪神高速道路公団保全施設部保全技術課長

表一2 年度別・路線別供用延長（昭和56年4月現在）

路線名	年度 路線延長	56.4現在供用経過年数																	
		39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	計	
大阪地区	大阪池田線	25.4	3.1	4.2	3.9	11.1	1.2	1.9										25.4 17~12	
	大阪守口線	10.8				5.2			5.6									10.8 13~10	
	森小路線	1.3				1.3												1.3 13	
	大阪堺線	13.4					11.5			1.3	0.2	0.4						13.4 12~6	
	西大阪線	3.8					3.8											3.8 12	
	大阪東大阪線	10.2					1.6			2.1	5.3			1.2				10.2 12~4	
	大阪湾岸線	1.9									1.9							1.9 7	
	大阪松原線	11.2														11.2	11.2	2	
兵庫地区	小計	78.0	3.1	4.2	3.9	11.1	7.7	18.8	5.6	1.3	2.3	7.2	0.4		1.2		11.2	78.0	—
	神戸西宮線	25.3			3.3		5.3	16.7										25.3 15~12	
合 計		25.3			3.3		5.3	16.7										25.3 —	
合 計		103.3	3.1	4.2	7.2	11.1	13.0	35.5	0	5.6	1.3	2.3	7.2	0.4	0	1.2	0	11.2 103.3	

阪西宮線14.4kmの供用が予定されており、大阪・神戸間が都市高速道路で直結されることになる。

これらの供用路線の供用開始年度と今日までの経過年数は、表-2のとおりであり万国博覧会以前に供用された74.1km(約72%)が10~17年の年月を経過している。

昭和56年2月現在の各路線の通行台数は、表-3に示すとおりである。年々の利用台数の増大とともに、近年における輸送手段の大型化に伴って、大型重量車両の通行台数も増えてきている。利用台数中の大型車の混入率は、路線によって大きく異っているが、日平均で4~20%程度に分布している。これらの利用状況から見ても、阪神高速道路が時間的に・経済的便益を保障し、阪神圏の産業活動および生活活動に大きく寄与していることがうかがえよう。これらの重要な役割をもつて

る阪神高速道路を維持管理する立場から、供用性にもっとも関係の深い舗装について、その現況と今後の方向について紹介するものとする。

2. 舗装路面の現況

2-1 舗装路面の点検

阪神高速道路は、そのほとんどが高架構造(表-4に構造別内訳示す)の自動車専用道路であり、舗装路面の悪化や機能の低下はただちに交通の安全と円滑の確保に支障となる。さらに、振動・衝撃の増加・雨水の浸透な

表一3 路線別通行台数(昭和56年2月現在、単位:台)

路線別	区分	2月分計		比率(%)	1日平均	平日平均	休日平均
		日	月				
阪	池田線(空港線)	2,059,509	13.9	73,554	77,024	57,594	
	"(環状線)	1,786,351	12.1	63,798	69,130	39,270	
	守口・森小路線	1,844,203	12.5	65,864	69,497	49,155	
	堺線	2,255,756	15.2	80,563	83,036	69,186	
	東大阪線	1,447,340	9.8	51,691	55,096	36,027	
	松原線	875,655	5.9	31,273	31,523	30,125	
	湾岸線	350,331	2.4	12,512	13,572	7,635	
	西大阪線	515,112	3.5	18,397	19,611	12,811	
小計		11,134,257	75.3	397,652	418,489	301,803	
神戸西宮線		3,646,950	24.7	130,248	132,431	120,209	
合計		14,781,207	100	527,900	550,920	422,012	

表一4 上部構造別比率

構造種別	鋼桁	PC桁	RC桁	盛土	合計
延長(km)	77.7	20.8	4.0	0.8	103.3
比率(%)	75.2	20.1	3.8	0.9	100

どにより、床版、伸縮装置などに重大な影響を与える。加えて、今日のように道路交通公害問題に対する認識が高まっている社会状況下にあっては、沿道住民に対する影響を最小限に抑制するためにも、路面の平坦性確保は重要な要素である。このため維持管理にあたっては、舗装路面を良好に保全するために最大の努力を払っている。

この目的のため、点検基準を定め、路面点検は舗装および伸縮装置を対象に、次のとおり実施している。

- (1)日常点検：高速道路上を点検車により走行し、目視観察、車上感覚および簡単な計測にて、

5回/週（ランプは1回/週）実施。

点検項目および内容は表-5のとおり。

(2)定期点検：表-6の内容により1回/年実施。

(3)臨時点検：必要に応じて損傷原因の究明、補修方法等の決定のため実施。

なお、伸縮装置については、日常の路上目視の他に路下より異常音の聴きとりや梯子車などによる接近(定期)点検を実施している。

これらの点検により、点検項目ごとに損傷の状況に応じて3ランクに区分して、判定基準（表-7および表-8）を定め、Aランクについては速やかに補修することとしている。

表-5 補装の日常点検基準

種 別	点 檢 項 目	点 檢 内 容
アスファルト 舗装	①ポットホール、 陥没、はがれ	損傷の位置、大きさ、 発生の状態
	②段 差	損傷の位置、段差量、 発生の状態
	③コルゲーション、 コブ	損傷の位置、大きさ、 発生の状態
	④わだち掘れ	同 上
	⑤ひびわれ	同 上
	⑥油こぼれ	同 上
路肩コンクリート 非常駐車帶部 コンクリート	①もり上がり、 はく離	損傷の位置、大きさ、 発生の状態
	②目地材の状態	同 上
区画線および 路面表示	①線、文字の判読 の良否	損傷の位置、状態

表-6 補装の定期点検基準

点検項目	点 檢 内 容	点 檢 方 法
わだち掘れ	最大わだち掘れ量 を算出する	わだち掘れ撮影記録装置により走行写真測定を路線長10mピッチにて行う
ひびわれ	ひびわれ幅1mm以上を対象としてひびわれ率を算出する	路面連続撮影記録装置により走行写真測定を各車線ごとに全路線長行う
ポットホール、 はがれ	ひびわれ率に換算する	同 上
パッティング	パッティング率に換算する	同 上
平坦性（ジョイント部を含む）	段差量を算出する	プロフィルメーター走行により各車線ごとに行う
コルゲーション	同 上	同 上

表-7 補装の日常点検判定基準

種 別	点 檢 項 目	判定区分	
		A	B
アスファルト 舗装	①ポットホール、 はがれ、陥没	深さ15mm以上	15~5 mm
	②段差	10mm以上	10~5 mm
	③コルゲーション、 コブ	20mm以上	20~10mm
	④わだち掘れ	20mm以上	20~10mm
	⑤ひびわれ		
	⑥油こぼれ		
路肩コンクリート 非常駐車帶部 コンクリート	①もり上がり、 はく離	非常に大きな場合	
	②目地材の状態	もり上がり等の非常に大きな場合	
区画線および 路面表示	①線、文字の判読 の良否	判読の困難な場合	

表-8 補装の定期点検判定基準

点 檢 項 目	判定区分			
	A	B	C	O.K
最大 わだち掘れ量	20mm以上	20未満~ 10以上	10未満~ 3以上	3以下
累計 ひびわれ率	15%以上	15未満~ 5以上	5未満~ 0以上	0
段 差 量	ジョイ ント部	10mm以上	10未満~ 5以上	5未満~ 3以上
	コルゲ ーション	20mm以上	20未満~ 10以上	10未満~ 5以上

2-2 路面損傷の要因分析

阪神高速道路の舗装路面損傷要因の代表的なものは、ひびわれとわだち掘れであり、これらの代表的な損傷パターンは写真-1～3に示すとおりである。昭和54年度の点検結果をもとに、ひびわれとわだち掘れについて交通条件（総交通量・大型車交通量・渋滞の程度）、構造条件（平面線形・縦断線形・支間長・上部工形式・床板の種類）および施工条件（舗装区分・施工年月・補修状況）等の関係を2,957スパン×4車線=11,828スパン・車線に対して考察した。なお、ひびわれ率(CR)および平均わだち掘れ量(RD)の算出には大略次により算定したものである。

(1) CRの算定



写真-1 補装路面の面状ひびわれ



写真-2 補装路面の線状ひびわれ

路面連続撮影記録装置により走行写真を撮影し、1車線1スパンごとに $1\text{m} \times 1/4\text{車線幅員メッシュ法}$ による値を $0.5\text{m} \times 0.5\text{m}$ メッシュ法による値に換算し、面状ひびわれ(1メッシュ2本以上のひびわれ)、線状ひびわれ(1メッシュ1本のひびわれ)、ポットホール、はがれに区分して対象面積に対する割合を算定。

(2) RDの算定

わだち掘れ撮影記録装置により各車線 10m ピッチで写真撮影し、図-2のように基準点を固定して経年の変化をとらえうる要領にて算定。

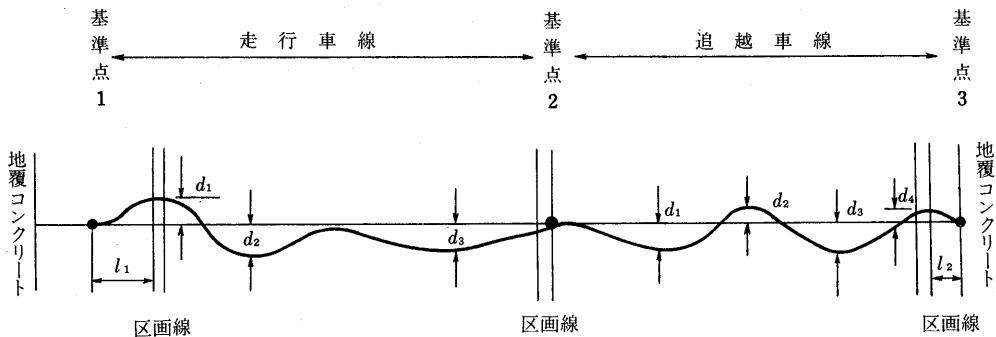
2-2-1 路線別分布

供用路線別のCRとRDの平均分布は、図-3に示すとおりである。各路線ごとで多少性格が異なり、CRの最も大きいのが神戸西宮線の2.5%であり、最も小さいのが大阪湾岸線の0.1%である。また、RDの最も大きいのが大阪湾岸線の14mmであり、最も小さいのが大阪池田線(環状部)の9mmである。CRとRDは負の関係が



あるようにみられるが、全体として大阪地区ではRDが、神戸地区ではCRが支配しているようである。全路線の平均としては $\text{CR}=1.4\%$ 、 $\text{RD}=11 \pm 3\text{mm}$ であり、道路維持補修要綱に規定されている維持補修要否判断の目標値と比較するとかなり良好といえよう。

2-2-2 交通量との相関



- 基準点1 : $l_1 = 40\text{cm}$ または地覆コンクリート
 " 2 : 中央レーンマーク追越車線側
 " 3 : $l_2 = 20\text{cm}$ または地覆コンクリート
- 1) この断面のわだち掘れ量：走行車線、追越車線のおのおのにおいて
 $(d_1 + d_2)$ と $(d_3 + d_4)$ の大きい方の値
 - 2) 最大わだち掘れ量 : 10m ピッチに測定した断面のわだち掘れ量のうち、各スパン内の最大値
 - 3) 平均わだち掘れ量 : 10m ピッチに測定した断面のわだち掘れ量の各スパンでの平均値

図-2 わだち掘れ量算定要領

累積交通量との相関は図-4のとおりである。CR, RDは交通条件（特に大型車交通量）に直接的な相関があるものと推測され、図-3の路線別分布からも大型車の通行が圧倒的に多い西大阪線、大阪堺線がRDが大きく、総交通量の多い大阪池田線（空港部）、神戸西宮線がCRが大きい傾向にある。図-4は補修時を零点とした累積交通量との相関であるが、必ずしも直接的な関係はない。CRについては総交通量3.5～7百万台付近が最も高い、大型車交通量との関係ではいく分比例関係がみられる。また、RDについては総交通量の増加とともに高くなる傾向にあるが、大型車交通量についてみると1.5百万台付近で極大点となる傾向がみられる。

このような性状を示す要因は、CRやRDの発生が複雑な車の走行条件（荷重・速度・位置など）および材料特性、施工特性により変形挙動が大きく異なること、加えて、気象条件にも左右される特性がある。さらに、解析手法上の問題として、著しいわだち掘れやひびわれ（表-8のAランク相当）が発見されるとただちに補修を行い、ひびわれは零とすることはできるが、わだち掘れは施工技術上からも零にはできないものを零点としていることがあげられる。

これらの要素はあるが、図-4から次のようなことがCR, RDとの相関でいえよう。

(1) 累積総交通量が5百万台程度でCRがピークに達し、この程度の所が全体的にみて表層材料（材料および構造については後述する）のCRに対する一般的な寿命であり、以後老化が進行する。

(2) RDについては比較的少い累積交通量の暴露によって平均的な値に達する。その後、交通量の累積とともにいく分進行するが、その割合は比較的小さい。

これは舗装体そのものの空隙の弾性変形と、二次的な変形に相当するものではなかろうかと考えられる。

(3) CRとRDには必ずしも正の相関がない。

(4) RDについては基層部に残存しているわだち掘れの影響が早い時期に表層に現出する。

2-2-3 橋梁形式との相関

高架道路の特徴として、舗装体や支持する路盤に相当するものが、剛性の高いコンクリート床版上のものと、

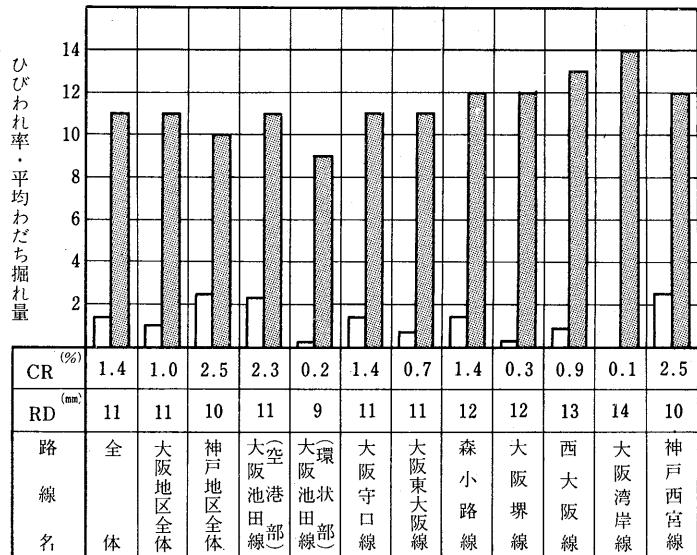


図-3 路線別ひびわれ・わだち掘れ平均分布図

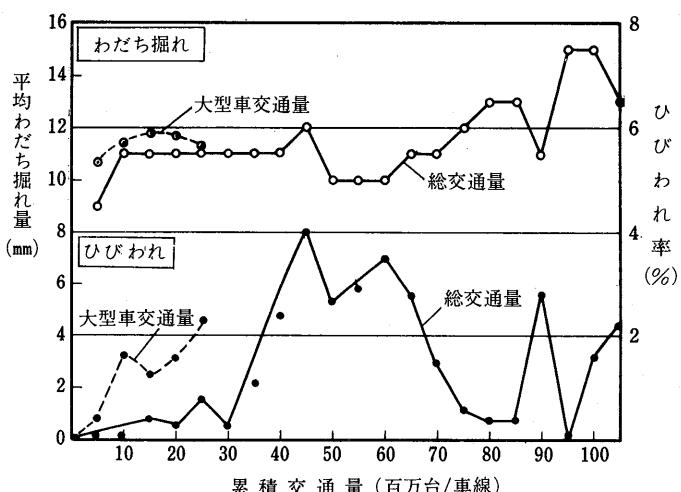


図-4 累積交通量とひびわれ・わだち掘れの相関

剛性の低い鋼床版上のものと大別される。

図-5に上部工形式とCR・RDの相関を示すが、当公団の舗装体の70%以上がRC合成床版にて支持されている。RC床版が平均的な値であるとみれば、鋼床版はRDが大きく、CRが小さい。RC, PC等のコンクリート桁上の床版に支持されるものは、CRが小さい傾向にある。

この図から舗装体を支持する構造物の剛性がCR・RDの発生に影響することが明白である。なお、鋼床版は一般的に長大スパンの連続形式の橋梁に使われ、剛性を考慮して基層にグースアスファルトを使用しているため、CRが小さいと考えられるが、反面RDについては基層の軟らかさが表層に関してRDの増大を招いているもの

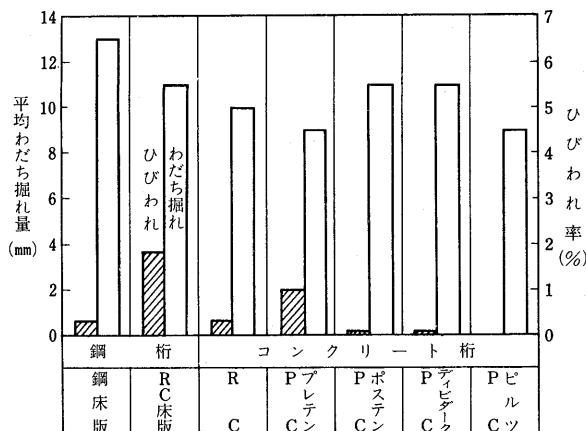


図-5 上部工形式とひびわれ・わだち掘れの相関

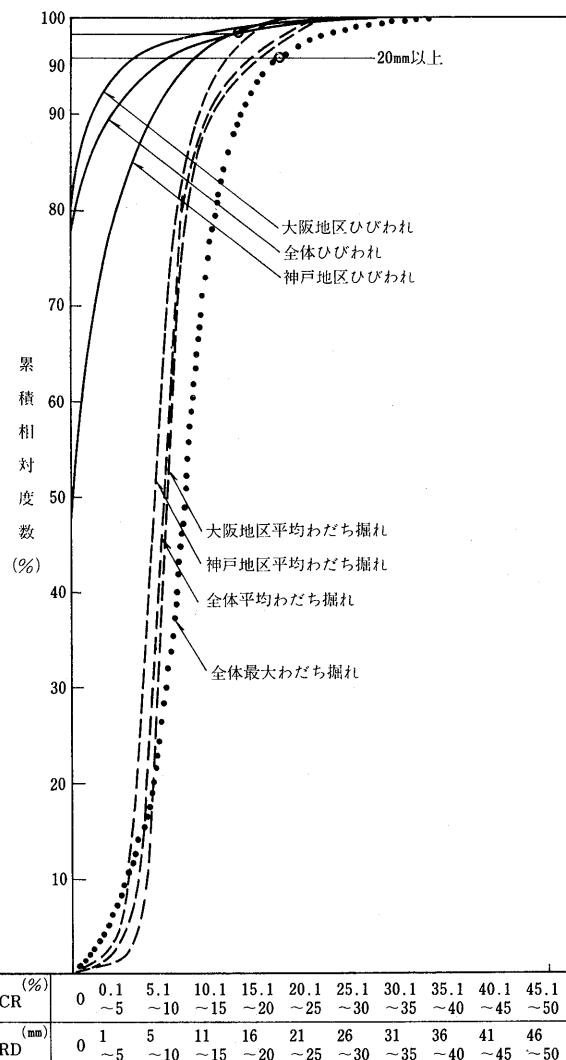


図-7 ひびわれ・わだち掘れ累積相対度数図

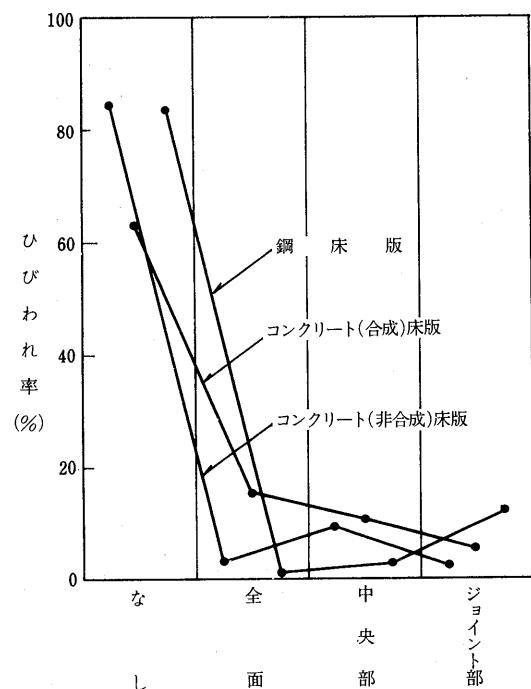


図-6 床版の種類とひびわれ発生パターン

と考えられる。この点、舗装体全厚に占めるアスファルト量に相関があり、適切なアスファルト量の決定が大きな要因となろう。

2-2-4 ひびわれ発生パターンとの相関
床版の種類とひびわれの発生箇所との相関を図-6に示す。ひびわれの代表的な発生パターンは、写真-1、写真-2にみられるように全面的なものが多く、橋梁スパンの位置の変化は明確ではない。ひびわれの種類は横ひびわれが多く、次いで材料の老朽化を伴って亀甲状に進展するものが多く見られる。ひびわれ幅そのものは1~5mmのものであり、幅の広いものは基層にまで、ひびわれが進行するものが多い。

橋梁形式に対応するものとして、平面・縦断線形とCR・RDの関係、支間長とCR・RDの関係、カーブ手前とCRの関係、入出路の接続スパンとRDの関係、料金所手前スパンとRDの関係等について考察したが、いずれも明確な相関は見当らなかった。

2-2-5 CR・RDの発生度数

CR・RDの累積相対度数を最大わだち掘れ量とともに図-7に示す。また、それぞれの相対度数の分布は図-8および図-9に示す。図-7より補修の対象となる最大わだち掘れ量が20mm以上のAランク

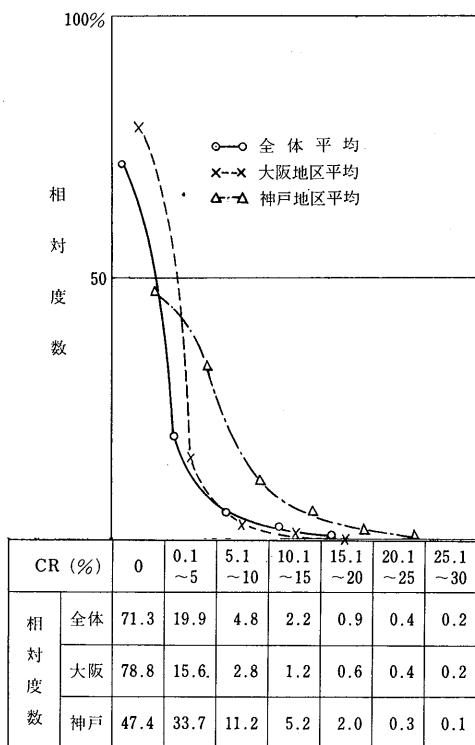


図-8 ひびわれ度数分布図

のものは全体の約4.2%（松原線を除く1,348,300m²に対し、2,957スパン×4車線=11,828スパン車線の4.2%）である。また、同様に累計ひびわれ率15%以上で補修の対象となるものは、1.6%程度である。

なお、最大わだち量と平均わだち掘れ量の間差は、平均わだち掘れ量が大きくなるにつれて増大し5~10mm程度である。したがって、平均わだち掘れ量11mmに対して、

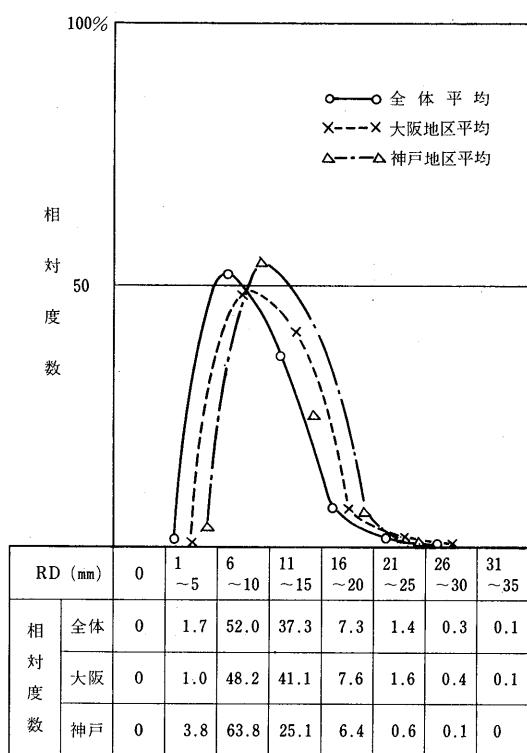


図-9 わだち掘れ度数分布図

最大わだち掘れ量は16mm程度となる。

図-8よりCRは補修とともに零となり、70~80%がひびわれなしであり、使用とともに増加することが判る。また、図-9よりわだち掘れは平均値的には11mm程度のものが50%以上で、きわめて早い時期に平均値に達し、20%程度のものが進行していることが判る。

表-9 舗装補修状況表

路線名	舗装面積 (m ²)	年度別補修率(%)							累積 補修率
		48	49	50	51	52	53	54	
大阪池田線(空港部)	205,400	—	0.1	7.3	4.8	23.4	5.8	5.2	46.5
”(環状部)	144,300	—	1.5	7.5	7.9	5.3	—	34.4	56.7
大阪守口線	156,400	—	1.3	3.2	15.7	9.5	7.5	7.7	44.8
大阪東大阪線	157,200	—	—	—	—	—	—	5.6	5.6
森小路線	22,100	1.9	—	5.0	—	—	—	—	6.9
大阪堺線	187,600	0.1	1.1	9.8	15.4	11.3	17.3	6.0	61.1
西大阪線	43,500	—	2.1	—	18.7	31.8	—	—	52.6
大阪湾岸線	44,100	—	—	—	—	—	—	—	—
大阪松原線	226,900	—	—	—	—	—	—	—	—
神戸西宮線	387,700	—	1.9	8.6	10.9	8.7	6.3	6.7	43.2
計	1,575,200	0.1	1.1	6.2	9.3	10.3	6.0	8.8	41.7

注) 年度別補修率は前年度に補修工事を実施した数量である。

3. 補装路面の補修

3-1 補修の要因と判定

供用路線の舗装補修の要因には、ひびわれとわだち掘れの他に、すべり抵抗の減少、凹凸の発生（コブ、コレゲーション）というものもあるが、量的に少いこともあるって表-8の3項目を主体に定期点検結果にもとづいて計画的な補修を実施している。

3-2 補修工事と補修工法

点検結果の評価によって、当該年度の予算計画から補修箇所が決定され、補修工事を実施する。補修工事は、通行止めによる工事と交通規制による工事とに分類される。通常は伸縮縫手工事を含めて一車線規制による昼間工事であり、短期間補修のため1日作業量が極めて制約され1,000m²または10スパン程度が対象となる。これ以上の補修量が集中している場合、または交通規制不可能な場合は通行止めにより大規模補修を実施している。

各供用路線別の補修状況を表-9に示す。また累積補修度数について、地区平均別および最も補修率の高い大阪環状線を対象に図-10に示す。

補修工法はその内容から、応急補修・打替補修・その他の補修に区分される。

(1)応急補修

応急補修の対象はポットホールと呼ばれる写真-4に示すような局部的な凹みで、日常点検によって見つけ次第ただちに補修する。ほとんどが100m²/箇所以下が対象となる。ポットホールの発生原因は明確ではないが、混合物の品質不良、転圧不足、雨水等の侵入が考えられる。大阪松原線の実例では表層施工後1年の間に降雨によって集中的に発生したが、他の供用路線でも供用後1年間程度の期間に集中して発生する傾向があり、その後は発生数も少く表-10に示すように平均発生率は2.3%程度である。

補修はレミタルトを小型タンパーで締固め、直ち

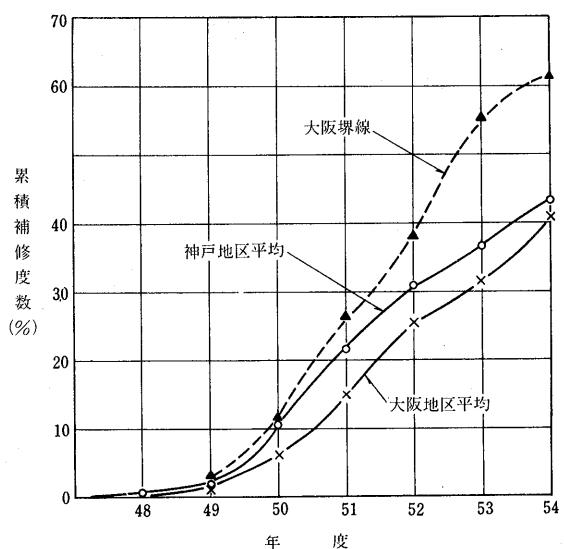


図-10 補修状況の累積相対度数図

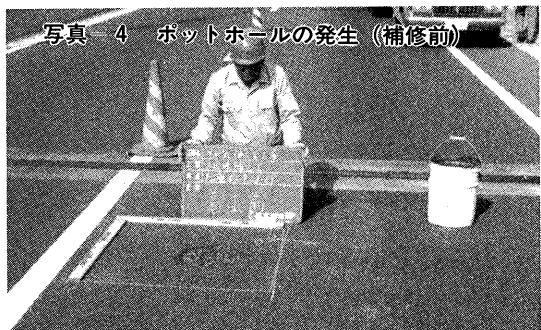


表-10 床版の種類とポットホールの発生数

ポットホール数 種類	1	2	3	4	5	6	7	ポットホール 発生スパン数	全 体 スパン数	発生比率 (%)
鋼床版	6	2	0	0	0	0	0	8	608	1.3
コンクリート床版 (合成)	151	38	9	1	3	1	1	204	8,350	2.4
コンクリート床版 (非合成)	40	13	4	0	0	0	1	58	2,810	2.1
計	197	53	13	1	3	1	2	270	11,768	2.3

に供用再開しているが、これは暫定的な修理であり、将来は写真-5のような状態で打替補修されることになる。

(2) 打替補修

舗装補修の代表的なもので、表層を路面切削機によりはぎ取り（必要に応じて基層まで）打替えるもので、交通規制工事が普通であるが、工事の総合的見地より、ある区間、全面通行止めにして二車線とも補修する通行止め工事もある。

(3) その他の補修

その他の補修としては、すべり止め補修と伸縮装置付近の段差解消のための薄層補修がある。

すべり止め舗装は、縦横断勾配4%以上の直線部分および曲線部分、または、その他走行上すべり止めが必要と認められる区間にについて実施され、アスファルト混合物自体のすべり抵抗値を高めることで対応している。これらの区間の補修は、以前はエポキシ樹脂散布により硬質骨材を接着する工法を採用したこともあるが、最近では、改質アスファルトを使用し混合物自体で処理することが多い。

高架構造の宿命として桁に伸縮装置が必要であり、路面の平坦性を阻害することがある。伸縮装置付近は、どうしても転圧不足になりがちであり、路面に段差が生じやすく振動苦情につながる。そこで継手付近で5mm以上の段差が生じている場合は、エポキシ樹脂モルタルを敷きならした薄層舗装で摺りつけしている。

3-3 伸縮装置付近の舗装補修の新工法

支間の短かいRC・PC部の伸縮装置は、移動量が少なく端部をエポキシモルタルで固め、その遊間にゴムをはめ込むタイプや、舗装面にカッターを入れシール材をつめるだけの盲目地を用いている。しかし、樹脂モルタルの破損やゴム部の脱落、盲目地では目地部の角欠けや、盛り上がりで破損している。そこで図-11に示すように、防水シート上の舗装を硬質グースに置き替えた新材料による盲目地工法を試験的に実施している。これらの補修結果は、伸縮装置と舗装が一体となり路面の平坦性が確保されて、伸縮装置の損傷や振動苦情の解消に役立っている。さらに、支間の長い桁の伸縮装置についても、継手部を舗装体の下に埋設させ、路面は連続した舗装体にして平坦性を確保できないか、目下検討中である。

また、もう一つの手法として、ゴムジョイント等のアンカー部コンクリートの表層をグースアスファルトで仕上げる方法がある。これは伸縮装置を補修する毎に舗装

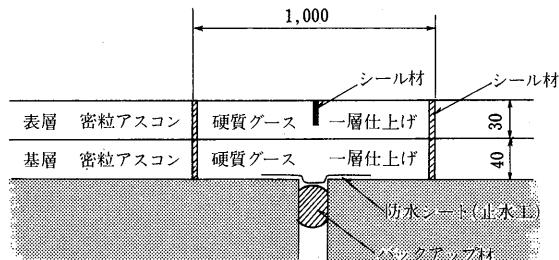


図-11 硬質グースを利用した盲目地ジョイント工法

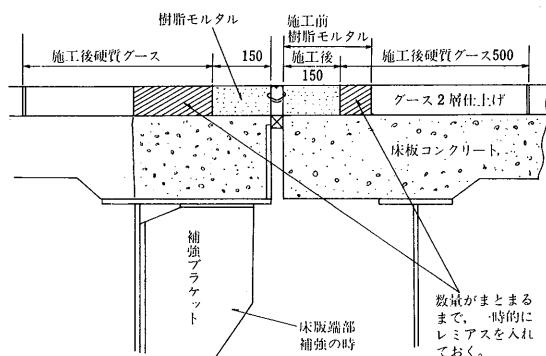


図-12 硬質グースを利用したジョイント付近後打ちコンクリートの補修工法

表-11 昭和55年度主要舗装補修工事の実績

種 別	件 数 (件)	面 積 (m ²)
打 替 補 修	11	116,260
応 急 補 修	106	6,000

の切削幅が大きくなっていく傾向にある。そこで図-12のように、樹脂コンクリート等の部分を正規の寸法に戻し、残りを硬質グースで埋めるものである。最近の流動やわだち掘れに対し、耐久性のある硬質グース材料の開発によって舗装と伸縮装置のなじみが良くなり、効果的な方法となってきた。

3-4 補修工事の実績

阪神高速道路の維持補修工事費のうち、舗装補修の占める割合は工事費率で10%程度であり、昭和55年度の主要な舗装補修工事としては、表-11に示す数量を実施している。毎年この程度の補修を行っているものであるが、表層の打替補修が主体であり、耐流動対策の一環として近年にあっては基層の打替も増えてきている。

表-12 補装設計基準の変遷

舗装箇所	種別	基準	基層(40mm)	表層(35mm)	接着工(床版との) (€/m ²)	防水工
鉄筋コンクリート(RC)床版	標準舗装	44・8	粗粒アスファルトA	修正トペカ	タックコート 0.3	
		48・6	密粒アスファルト	密粒アスファルト	タックコート 0.6	
		53・4	"	"	"	
	すべり止め舗装	44・8	粗粒アスファルトA	密粒ギャップ式(ゴム入)修正	タックコート 0.3	
		48・6	密粒アスファルト	"	タックコート 0.6	
		53・4	"	"	"	
鋼床版	標準舗装 すべり止め舗装	44・8	グースアスファルト	修正トペカ又は密粒ギャップ式(ゴム入)	タールラバーラテックス 0.8	
		48・6	"	密粒度又は密粒ギャップ式(ゴム入)	タールラバーラテックス 0.6	
		53・4	"	"		グースアスファルトの採用
盛土・切土部	標準舗装 すべり止め舗装	44・8	粗粒アスファルトB	修正トペカ又は密粒ギャップ式(ゴム入)		
		48・6, 53・4	"	密粒度又は密粒ギャップ式(ゴム入)		
料金徴収所附近	高架部	44・8	粗粒アスファルトA	開粒度+サルビアシムグラウト 4	タックコート 0.3	
		48・6, 53・4	密粒アスファルト	開粒度+サルビアシムグラウト 6	タックコート 0.6	
	土工部	44・8	(コンクリート舗装 25cm)			
		48・6, 53・4	30cm			
非常駐車帯等 補修設計		44・8 ~	コンクリート舗装	75mm		
	標準舗装	50・6	密粒アスファルト	密粒度又は密粒ギャップ式(ゴム入)	タックコート 0.6	
		"	表面層に硬質骨材(エメリー) 6 kg/m ²	散布: エボキシ樹脂 1.4 kg/m ²		
	すべり止め舗装	"	ジョイントすりつけ部において樹脂モルタルを平均 3 mm 厚で施工			
	薄層舗装 応急修繕	"	ポットホール	レミファルト		
		"	やや規模の大きいもの	加熱混合材料		

4. 舗装の構造

4-1 舗装設計基準の変遷と改訂

当公団の舗装設計基準は表-12の変遷を経て使用されている。その主な内容を抜粋すると次のとおりである。

- (1)舗装厚さはコンクリート床版上75mm(表層35, 基層40, 両層とも密粒度アスコン), 鋼床版上68~80mm(表層35, 基層33~45)。
- (2)鋼床版上の基層は防錆を兼ねてグースアスファルト, 表層は標準部で密粒度アスコン, すべり止め舗装は密粒度ギャップ(ゴム入り)アスコン使用。
- (3)料金所付近は耐油性として, 基層は密粒度アスコン, 表層は開粒度アスコンに特殊添加剤入りグラウトを浸透させた半たわみ性舗装。
- (4)混合物の配合設計にマーシャル試験法による突き固め75回によるアスファルト量の低減。
- (5)水浸マーシャル残留安定度の義務づけ。

これらの設計基準により建設路線の舗装補修にあっての問題点は、都市高速道路の性格上もあり、交通規制による迂回路の確保、交通止めが不可能なことが多く、補修工事そのものが困難である。したがって、ひびわれやわだち掘れを生じない“長持ちする材料の開発”による対応が必要である。表-13は供用後10~13年を経過したアスファルト混合物のコア採取による試験結果である

表-13 アスファルトの老化状況

調査項目	針入度	軟化点	伸度	空げき率	フロー値
わだち掘れ 15mm以上	45以上	55以下	70以上	2.5%以下	30以上
ひびわれ率 10%以上	25以下	60以上	10以下	2.5%以上	30以下

が、損傷の状況によって相反する性状を呈しているが、老化による耐久性の低下がみられる。また、わだち掘れ発生箇所では同一箇所を数回にわたって打替えているものが多く、基層を含めて本格的な耐流動対策が必要である。これらの状況下にあって、昭和53年4月のアスファルト舗装要綱の改訂もあり、次の点を中心に舗装研究委員会(委員長: 金沢大学教授松野三朗氏)を設置して設計基準の見直しを行っている。

主な検討項目は、次のとおりである。

- (1)鋼床版部および一般部の曲線部等の耐流動対策。
- (2)改質アスコンによる対策。
- (3)ホイールトラッキング試験の義務づけと動的安定度(DS)の位置づけ。
- (4)施工管理基準の整備等。

4-2 耐流動対策の方向

前述の委員会は現在も進行中であるが、橋面舗装における耐流動対策として提案されている一部を紹介すると

主なものは次のとおりである。

(1)コンクリート床版上の舗装

(イ)表層・基層ともアスファルトは改質アスファルトを標準とする。

(ロ)ストレートアスファルトの針入度は60~80を標準とする。

(ハ)混合物の配合設計はマーシャル試験法を適用し、ホイルトラッキング試験で最適アスファルト量の確認を行う。

(ニ)骨材粒度配合にて0.074mm通過分を抑制する。

(ホ)アスファルト量決定後ホイルトラッキング試験により、DSを求める。DSの目標値は荷重条件6.4kg/cm²(60°C)で標準部は840回/mm以上とし、特殊部は土木研究所の研究成果より、単路部の大型車通行回数200万台に対するRD10mmを目標に2,000回/mmとする。(熱可塑性樹脂入り想定)

(ヘ)低温時の曲げ試験により混合物の性状を確認する。

(2)鋼床版上の舗装

(イ)表層はコンクリート床版上の舗装と同一とする。

(ロ)基層に用いるグースアスファルトは、改質アスファルトとし、針入度は20~40, 40~60, 60~80とする。また、DSの目標値は500回/mm以上とし、ひびわれによる防錆機能の低下を配慮して、曲げ試験破断歪を 8×10^{-3} (-10°C, 50mm/min)以上とする。

5. 阪神高速道路舗装の問題点

当公団の供用路線の橋面上舗装の現況を中心に、維持管理面から考察したものであるが、都市高速道路共通の問題として、次の二点を緊急に検討し、うまくバランスのとれた対策をうたなければならないと考えている。

①沿道住民の生活環境保全対策。

②補修による交通渋滞は利用者へのサービスレベルを低下をさせるので、これを防止する対策。

特に、舗装の損傷の代表は、ひびわれとわだち掘れであるが、供用性に直接的に関与するわだち掘れを解消する耐流動対策は、都市高速道路では大きな問題である。

耐流動対策は、アスファルト量と空隙率の関係など、混合物の配合設計だけでは解決できるものではなく、針入度40~60の適用、改質アスファルトによる対策など、舗装体を構成する材料自体を改善し、剛性の低下を抑制するとともに温度上昇低減、歪剛性を低下させずにDS目標値を確保する対策も必要であろう。

さらに、舗装体を支持する床版構造の剛性確保など道路構造全体について、交通振動軽減対策をも含めた総合的な対策を考案していくなければならない。

耐流動対策として今回提案されたものは、材料的改善に主体をおいたものであるが、これらの対策の効果が発揮されるためには、添加材の品質確保、合材の温度、時間管理など品質施工管理面での精度を十分に補償する入念な施工が前提となろう。

石油アスファルト統計月報

B5 : 12ページ ¥400(送料は実費) 毎月25日発行

アスファルトに関する統計

資料を網羅し、毎月発行する初の統計月報です。

広くご利用いただけるよう

編纂致しました。

ハガキにてお申込み下さい。

申込先 105 東京都港区虎ノ門2丁目6番7号
和孝第10ビル

日本アスファルト協会

アスファルト統計月報係

— 目 次 —

○石油アスファルト需給実績

○石油アスファルト品種別月別生産量・輸入量

○石油アスファルト品種別月別内需量・輸出量

○石油アスファルト品種別月別在庫量

○石油アスファルト品種別荷姿別月別販売量

○石油アスファルト品種別針入度別月別販売量

○石油アスファルト地域別月別販売量

○石油関係諸元表

名古屋高速道路の高架橋舗装の現況

久保 博夫*

1. 路線網

名古屋高速道路は昭和45年9月に都市計画決定され、その後社会状勢の変化により昭和51年11月に都市計画変更をされて今日に至っている。この間、昭和54年7月には、円上～大高間の10.9kmについて第一期供用開始をしている。

路線網は図-1に示すとおりである。都市計画決定路線延長は59.5kmであり、このうち整備計画に取り入れられているのは約42kmである。なお現在、都市計画事業として建設大臣の認可を受けている路線延長は約13.8kmであり、一部は鋭意建設中である。

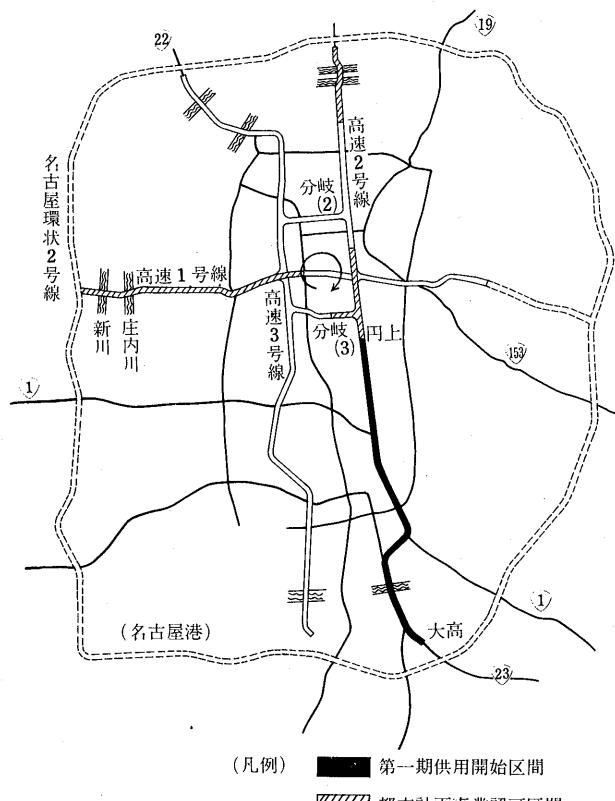


図-1 路線網

*名古屋高速道路公社第二工事務所長

2. 橋梁タイプ

標準部はスパン30m程度のコンクリート床版による鋼板桁であり、第2期供用路線では3径間連続桁の採用が多くなっている。また、大交差点部や河川部では鋼床版鋼箱桁が多い。ここで、舗装標準断面図を図-2、図-3に示し、その舗装構成詳細図を図-4に示す。

3. 交通量

供用開始当初は、13,000台/日程度であったが、最近では18,000台/日前後となっている。大型車混入率は1%弱と変わらない。

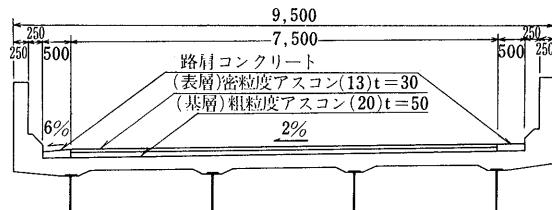


図-2 舗装標準断面（板桁）

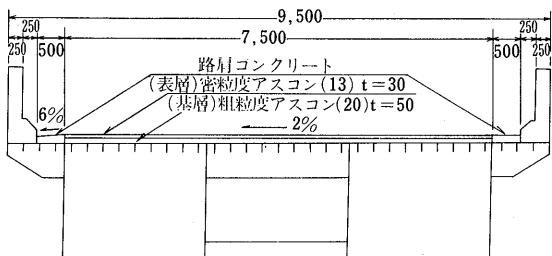
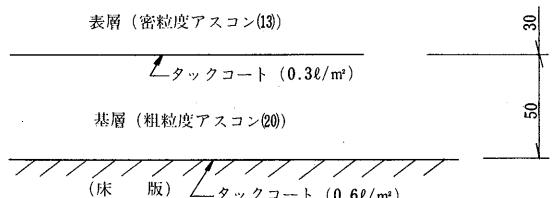


図-3 舗装標準断面（鋼床版箱桁）



- (注) 1. アスファルトは針入度60~80使用。
2. タックコートはPK-4, PA-4又は同等品以上。
3. 出路は表層にゴム入り密粒度ギヤップアスコン使用。
4. 鋼床版上については、基層及び路肩部にグースアスファルト使用。

図-4 標準舗装構成

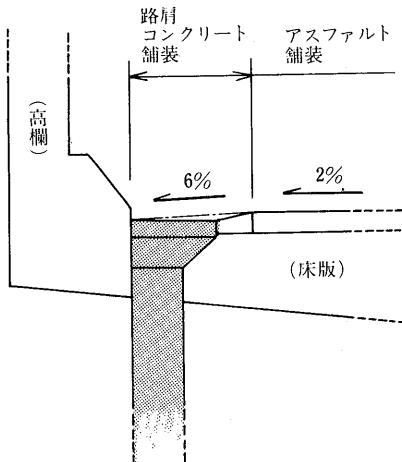


図-5 排水樹

4. 排水および伸縮継手

(1) 排水

図-5に示すとおり、路肩コンクリート部分に設置された樹により排水しており、路面勾配は2%を標準としている。なお、防水工の使用については現在検討中である。

(2) 伸縮継手

図-6、図-7に示すとおり、床板端部の補強と併せて主桁上に鋼製箱断面の桁端補強部材を設け、これにゴムジョイントまたはフィンガージョイントを設置する構造となっている。ボルトはH.T.ボルトを使用しており、補修による取り換え時等の場合には箱下面のハンドホー

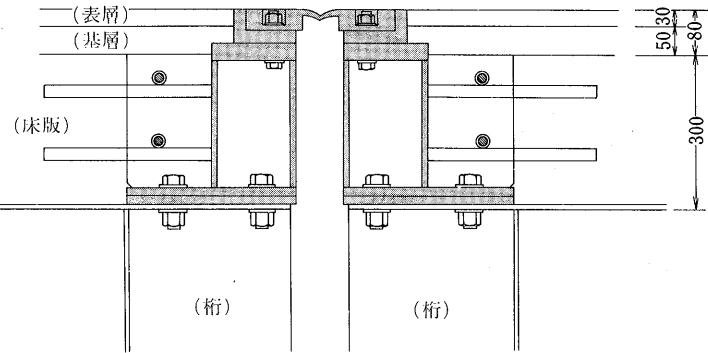


図-6 伸縮継手(ゴムジョイント)詳細図

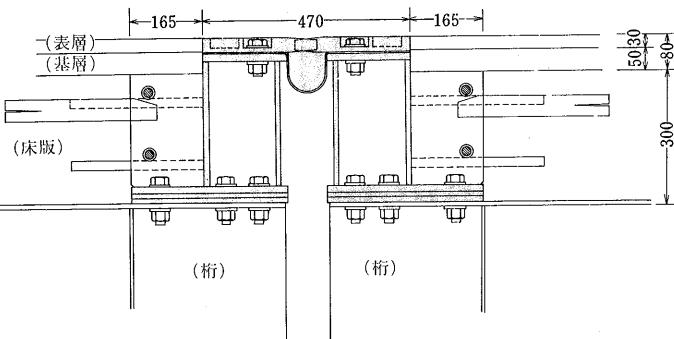


図-7 伸縮継手(フィンガージョイント)詳細図

ルを使い、床板や舗装を切ることなく施工することができる。第1期使用路線では、ほとんどが図-6に示すゴムジョイントとなっており、第2期供用に向けて図-7に示すフィンガージョイントの割合が高くなっている。

表-1 配合表

種別 品質特性	配合(I) 密粒ストアス 60~80	配合(II) 密粒ストアス 40~60	配合(III) 密粒ストアス 60~80+ゴム	配合(IV) 改質アスファルト(I)	配合(V) 改質アスファルト(II)	配合(VI) ギャップ 60~80
アスファルト (%)	5.7	5.6	5.6	5.7	5.6	5.1
碎石(13~5)	35.8	35.9	35.9	35.8	35.9	56.0
碎石(5~2.5)	19.8	19.8	19.8	19.8	19.8	—
スクリーニングス(2.5~0)	11.3	11.3	11.3	11.3	11.3	11.4
粗砂	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	10.4
細砂	—	—	—	—	—	10.5
石粉	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	6.6
粒度 13mm通過 (%)	98.5	98.5	98.5	98.5	98.5	94.1
5	61.3	61.3	61.3	61.3	61.3	40.9
2.5	40.8	40.8	40.8	40.8	40.8	39.6
0.6	23.5	23.5	23.5	23.5	23.5	28.8
0.3	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7	15.8
0.15	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	10.7
0.074	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	8.2
マーシャル特性値	2.361	2.361	2.348	2.352	2.358	2.378
安定度(kg)	1.326	1.303	1.548	1.934	1.431	1.381
空げき率(%)	3.40	3.63	3.49	3.41	3.60	4.00
飽和度(%)	79.33	77.81	78.55	79.63	78.33	74.62
フロー値(1/100cm)	36.7	26.0	35.3	33.3	31.7	33.7

5. 材料

アスファルト舗装要綱に準拠しており、一般部の舗装に使用しているアスファルトは針入度60~80である。ここで、一般部の標準配合のサンプルを表-1(配合工)に示し、抜取供試体の物理試験結果を表-2に示す。

6. 試験舗装の報告

試験舗装は、第1期供用開始に向けて試験走行を行ない、騒音や振動その他走行性の調査をし、併せてわだち堀れに対する追跡調査を行う目的で施工された。その配置および混合物の配合を図-8お

より表-1に示す。

しかし、その後の社会情勢の変化により、この試験舗装は、供用まで約3年間放置された経緯があり、アスファルトについても表-2のとおり若干老化が進行している。したがって、この試験舗装については、アスファルトの老化も念頭に置いて、供用開始後の追跡調査を実施している。その結果によると、配合(IV)混合物は供用開始前にわずかに線状クラックが観察され、その後1年8カ月を経た現在ではほぼ全面に線状クラックが発生しており、ひびわれ率は9.5%に達している。これの原因については現在検討中である。その他の混合物については異状は見られない。

また、縦横断凹凸量測定では、ほとんど変化がなく(1mm以内)、このことは伸縮継手部についても同様である。このように、現時点では大型車の通行台数が少ないこともあり、配合(IV)混合物を除いて全ての混合物は異状がなく、良好な路面を保っている。

7. 伸縮継手部での走行性の測定

公社が採用している伸縮継手の構造は、前述4(2)のとおり、あらかじめ桁端に補強箱を設け、この上にゴムジョイントやフィンガー

表-2 抜取供試体の物理試験結果

経年	舗設直後		開通前(施工後約3年)	
	粗粒アスコン (60/80)	密粒アスコン (60/80)	粗粒アスコン (60/80)	密粒アスコン (60/80)
締固め密度(g/cm³)	2.395	2.322	2.402	2.318
最大密度(g/cm³)	2.457	2.448	2.485	2.462
空隙率(%)	2.6	5.2	3.4	5.9
抽出アスファルト量(%)	4.86	5.89	5.00	5.28
抽出粒度(g)	20 mm	100	99.5	100
	13	86.7	80.3	99.1
	10	76.8	91.2	86.4
	5	51.4	58.0	48.4
	2.5	34.8	38.8	32.4
	1.2	26.4	30.0	24.4
	0.6	21.2	22.9	19.6
	0.3	14.6	13.8	14.1
	0.15	11.5	10.3	10.6
	0.074	7.6	6.9	8.1
針入度(1/10mm)	47	43	39.5	27
軟化点(°C)	51.5	53.0	53.5	58.0
P.I.	-1.0	-0.8	-1.0	-0.8

(注) 結果は供試体2点の平均値

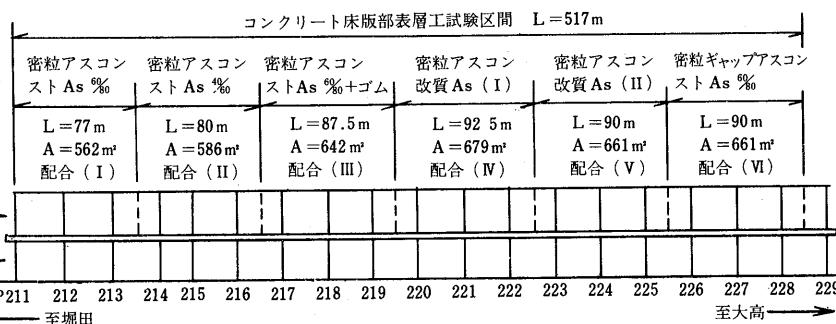
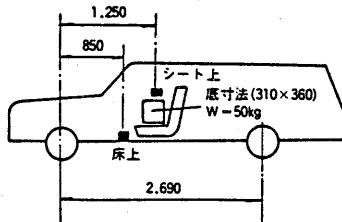


図-8 試験舗装配置図



■:換算器
トヨタクラウンバン:2000CC 77年型
タイヤ空気圧:175kg/cm²
空車時総重量:1430kg
測定機重量:135kg
測定者重量:175kg
測定時総重量:1740kg

図-9 試験車の概要

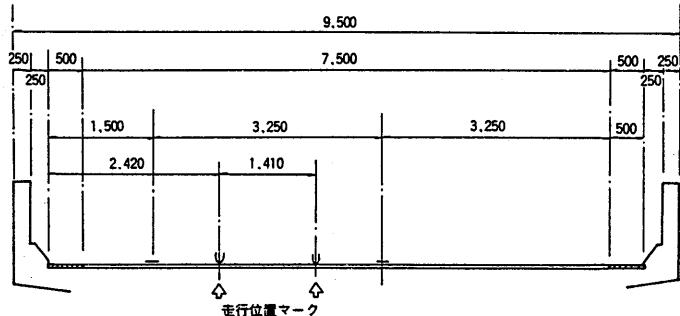


図-10 測定位置図

ジョイントを設置する構造であり、桁架設の段階で伸縮継手の高さは決められることとなる。このため舗装工事の際には、あらかじめ伸縮継手を設置し、これを防護して施工している。この部分の施工については、締め固め密度や平坦性などに注意する必要があるが、この施工方法については今回割愛したい。

このように、公社では、あらかじめ設置された伸縮継手に舗装をすりつけていたため、この部分の走行性が問題であり、この調査のための走行測定を行なった。この測定は、道路橋伸縮装置便覧に記載されている阪神高速道路公団の調査研究を参考にして行ない、図-9に示す試験車のシート上加速度を測定した。測定位置は図-10のとおりである。走行速度は60km/hおよび90km/hとし、それぞれ各3回測

表-3 振動加速度

走行性	シート上加速度 (60km/h)	箇所数	%
非常によい	0.15g 以下	69 箇所	12
よい	0.20g "	200	34.9
普通	0.25g "	190	33.2
やや悪い	0.30g "	85	14.8
かなり悪い	0.45g "	29	5.1

表-4 先付け工法と後付け工法の比較

走行性	シート上 加速度	後付け工法		先付け工法	
		箇所数	%	箇所数	%
非常によい	0.15g 以下	25	64.1	39	7.4
よい	0.20g "	12	30.8	188	35.8
普通	0.25g "	2	5.1	187	35.6
やや悪い	0.30g "	—	—	83	15.8
かなり悪い	0.45g "	—	—	28	5.4
計		39	100	525	100

定した。

(1)測定加速度

全測点数 573 点のシート上加速度結果は表-3 に示すとおりであり、第 1 期供用区間では 0.25g 以下が 80% 程度となっている。また、走行速度を 90km/h とした場合には、振動加速度はわずかながら (0.03g程度) 上る傾向を示している。

(2)伸縮継手の先付け工法と後付け工法の比較

舗装と伸縮継手の関係は、伸縮継手を設置してから舗装する場合（「先付け工法」と呼ぶ）と、舗装完了後舗装面に合わせて伸縮継手を設置する場合（「後付け工法」と呼ぶ）とがある。前記(1)に示したデータをこの工法別に分類し比較すると表-4 のとおりである。

(3)伸縮継手とその形状による振動加速度への影響

伸縮継手部においても比較的路面が平坦な後付け工法区間にについて、5種類のゴムジョイントの調査を行なった。データ数はそれぞれ約 8 カ所づつである。その結果によると、60km/h 走行時で平均 0.15g、90km/h 走行時で 0.17g であり、ゴムジョイントの形状の違いによる差は 0.04g 程度となっている。したがって、伸縮継手とその形状の違いによる影響は比較的小さいと推定される。

(4)走行性と路面形状

前記(1)のとおり、全工区の平均では「普通」以上が 80% となっている。これを各工区（10 工区）ごとに分けてみると、A 工区では「普通」以上が 96.7%，「かなり悪い」が 0% であるのに対し、B 工区では「普通」以上が 60%，「かなり悪い」が 9.8% となっている。こうした

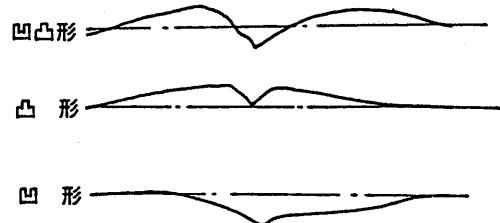


図-11 路面形状のパターン

表-5 路面パターンによる振動加速度分類

	凹凸	凸	凹	その他
0.25g 以上 (114 カ所)	58 %	25 %	17 %	5 %
0.30g 以上 (29 カ所)	29 %	50 %	21 %	—

傾向は各工区によってバラついている。このことは、前記(3)で述べたように、振動加速度に及ぼすゴムジョイントの影響が小さいことから判断すると、伸縮継手部への舗装のすりつけが走行性に大きく影響していることを示している。ここで、伸縮継手の前後 3 m の路面形状を調査し、そのパターンを図-11 に示す 3 つとし、振動加速度との関係について調査した。その結果を表-5 に示す。この表から、伸縮継手の前後 3 m の路面形状に限っていえば、凸形路面は多少問題があるようである。

以上述べてきたように、第 1 期供用区間については、ほとんどが先付け工法で施工し、全体として 80% が 0.25g 以下となっている。振動加速度を小さくし走行性をよくするために、なるべく凸形路面を作らないようにする他、桁のキャンバーや床版の平坦性の管理にも充分留意する必要があろう。

8. おわりに

高架橋舗装の場合、舗装の平坦性もさることながら、伸縮継手部の施工の良否が大きなポイントとなる。現在のところ交通量も少ない状況であり、試験舗装の一部を除いて補修すべき兆候も見られない。しかし、振動加速度の大きな箇所では補修時期が早まることが予想されるが、これについては後の機会に述べたい。

金沢の印象

花 市 穎 悟*

はじめに

「美しき川は流れたり…美しき微風とともに、蒼き波
たたえたり」金沢の生んだ文豪室生犀星がうたった犀川
であり、金沢の情景をほうふとさせる詩である。

56豪雪を経験した今、金沢で最も良い季節を満喫しているところである。梅・桜・桃・杏がほぼ同じ頃に、いっせいに咲き競い、河川環境整備事業で整理された犀川の高水敷を散歩したときの気分は爽快そのものであり、城下町という歴史の重みと森の都のイメージが、混然一体となった霧潤気をかもし出してくれる。

北陸という言葉には多分に暗いイメージがつきまとっている。戦後の教科書に使われるようになった「裏日本」という語に代表される感覚である。北陸の冬は雪に閉ざされ、1年を通じて晴天日数が少く、生活も当然暗いかげりをもったものという印象が、そこに住むことは大変つらうことであろうと同情されることが多い。雪が降るから北陸の良さがあるので、雪がなかったとすれば、太平洋側の都市と同様、過密、過大都市となっていたかも知れない。

北陸の範囲は各省庁の管轄、各種計画によって異り、関東、中部、近畿と重複していて定かではない。建設省北陸地方建設局は本局が新潟にあり、西端の石川県の人々は北陸地建と呼ぶより新潟地建と呼んでいる。

金沢の良さは、加賀百万石時代からの伝統を受け継いできた古い文化遺産を持ち、洗練された感覚と豊かな自然を市内にもまだ残していることである。すなわち、美術工芸が盛んであり、食べ物、人情、美人など雪のハンディは生活に生かされていて、住み良い、味わいのある都市である。

以下に金沢在住 2年間の印象をつづってみる。

都市の規模

金沢の町は犀川、浅野川がほぼ平行に流れており、犀川の西には野田山、寺町台、両川の間には小立野台、浅野川の東には卯辰山がある。町は小立野台の先端部を中心として、二つの川と三つの丘にまたがって形成された起伏のある町である。

「金沢」の地名の起りは、小立野台を形成する河岸段丘が、かつて砂金台地と呼ばれるほど砂金を産出しており、この砂金を洗ったと言われる涌水、つまり「金洗沢」「金堀沢」から由来している。この涌水は「金城靈沢」として兼六園の南側に現存している。

町の発祥は、小立野台の先端、すなわち、金沢城の地に一向宗徒による御山（尾山）御坊が創建された1546年とされ、1580年、佐久間盛政によって金沢城が築かれた。城下町の発展に伴って人口は遂次増加し、17世紀には10万人を超えていたものと推定されている。

金沢は日本海沿岸の中心となる位置にあり、ソ連・中国・韓国とも近い距離にあり、国際的にも重要な地域である。残念ながら基幹産業として大規模な産業がなく、豪雪地帯とのイメージが災いして、その発展が阻害された感がある。

わが国最大の藩であった城下町金沢は、歴史的基盤のうえに当時としては日本有数の都市となっていた。明治維新の頃は人口12万人と言われ、東京・大阪・京都に次ぐ大都市であり、日本海側最大の都市であった。しかし廃藩置県による県庁が一時手取川河口の美川町に移されたことによって大打撃を受け、今日で言う定住基盤の育成もなかったため、人口比率の高い武士階級の失業による人口減少が著しく、明治30年には8万人に減少した。この頃には市域の縮少もみられ、武家地区では民家が疎で果樹園になっている所もあった。市勢が上昇に向い始めたのは日清戦以後の好況、明治38年第9師団司令部の設置、北陸本線の開通以後である。今日では人口41万人になり、新潟市に次ぐ日本海側2番目の都市となるが、人口増加の伸びは少く緩慢で地方中都市に留った。このような諸条件が今日の古き良き金沢の町の心と姿を残していると言えよう。

金沢は古くから書府と言われる程、学術・工芸の中心をなしてきた。今日もその精神は受け継がれており、地方都市としては珍しく6大学、6短大があり、学園都市ともなっている。地場産業として繊維工業が重要産業として位置付けられている。

城下町としての形態を整えた17世紀には、市街地は北国街道、港に連る金石街道、小立野台地沿いの道路が、「ひとで状」に広がり、その大きさは城を中心として半

* 建設省北陸地方建設局 金沢工事事務所長



径2km程度の範囲であった。今日では周辺町村の合併で規模は大きくふくらんでいるが、都心から衛星都市までの距離は歩いて1時間半程度であり、地方都市の住み良さからみてこれが適当な規模の限界と思われる。仮に交通機関のストライキがあっても、車社会に馴らされた足で何とか耐えられそうな範囲である。

街路

金沢は城下町として形成されたため、戦略的・防備的な計画に基づいて作られている。一つ間違うと迷路になり、方向感覚をマヒさせるような、T字路・段違い交差・細く屈曲した小路・袋小路が錯綜して甚だ分りにくい。これは城を守るために作られたもので、このような裏通りは戦後まで旧状を留めている。第二次大戦で戦火を免れた金沢は非戦災も災害と言われる程、街路ばかりでなく、都市そのものが旧態を保持してきた。都市化の進行は緩慢であったが、今日のモータリゼーションにはそぐわない形態の都市となっている。迷路を作る土壙が一部の武家屋敷地区できれいに保存されて観光名所となっているが、崩れかかった土壙もあちこちで見かけられ、返って長い歴史を感じさせる。

金沢城を中心にヒトデ状に整備された旧街道の形態は今日も大きく変らない。二つの川、三つの丘が大きな障害となり、三つの丘を結ぶ路線の整備が遅れている。大正8年金沢市に路面電車が敷設された。線路敷設に先だって藩政期そのままの街路を改良しなければならないため、都市計画による幹線道路の拡幅整備が行われたが、裏通りの迷路のような街路網はほとんど手つかずであった。このときの大巾拡幅により表通りから古い街並みの面影がほぼ消えてしまった。

自動車交通量の増大による幹線道路の渋滞緩和のため昭和42年路面電車は撤廃されたが、幹線道路網の整備が追いつかず、都心部では慢性的な渋滞が続いている。

旧市街の細街路は車輌通行不能な巾員2m未満のものや、2~3mの屈曲した小路が多く、車の通行には甚だ不便である。幹線街路の混雑状況から、新交通システムの導入や街路網改築の意見があっても、歴史的景観、建造物を保存すべきとの意見も多く、今後はこれら細街路の生かし方を検討しなければならない。コミュニティ道路として、歩行者、自転車の空間としての利用方法もその一つであろう。

森の都

今日では森の都は仙台と言うことになっているが、もともと緑の多かった金沢も森の都と言われていた。しかし維新以後の都市化で緑の衰退がみられたようである。

金沢は三つの丘から成っており、この丘陵地が都市の豊かな緑の背景を形づくっている。小立野台の先端部にある兼六園から犀川、浅野川に面した斜面は緑の回廊として残されており、自然の生態系を維持する上に役立っている。都心に接しているながらウドなどの山菜もとれ、野鳥も豊かに見られる。夏にはホタルまでみかけるほど自然が残っている。ときには金沢みやげとして利用させてもらっている。トンビも気軽にわが家の庭先に舞い降りてくるので、愚妻が喜んで夕食のおかずになるはずの肉を投げ与え、高いえさせを負担させられることがある。56豪雪のあとだけに今春の桜を楽しみにしていたところが、花の数を数えられる程しか咲かず、散り際の見事さなど見ることもない無惨な結果であった。雪の重みで折れたものではなく、豪雪でえさのなくなった鳥たち、なかでもウソが食べ尽してしまったという嘘みたいな話である。

かつての武家屋敷の庭の緑は都市緑化に大きく貢献していた。武士階級は石高に応じて敷地を与えられ、ゆとりのある邸宅を持っていた。現存する武家屋敷では建坪率が低く40%以下となっている。これらのオープンスペースは庭として豊かな緑地となっていて、「森の都」と言われた金沢の都市緑化に大きな力となっていた。それらの庭には藩の進めもあって、柿・栗・梅・杏・棗・李などの果樹が多く植えられ愛好されてきた。今日では小さくなる宅地に趣味の範囲で造園的植栽を施しても、都市緑化にはそれほど貢献しないのではないかと思われる。緑地公園、街路樹など大型の植樹を計画的にとり入れていくことが必要であると思われる。

城下町には堀、用水があり水の潤沢な土地となっている。犀川を水源とする辰巳用水など巾1~5m程度の水面を作っている。これらの機能は戦略・防火・給水・排水・排雪・かんがい・水車など都市生活にとって多面的な機能を持っている。用水ネットは都市に潤いを与える源ともなっている。兼六園、武家屋敷の庭に給水され都市緑化にも役立っている。緑を取り戻すにはまず緑の復元から言うことで、金沢市では昭和49年「緑の都市」宣言を行っている。

建造物

石川県は1人当たり戸数では全国2位に相当する大きな家を建てる所である。家族数3~4人でも60~80坪の大邸宅を建てている。しかし地価上昇とともに最近はやりのミニ開発が新興住宅地で見られるようになってきた。

金沢の美しさを讃えるものに屋根瓦の美しさがある。濡れたように黒く艶々とし、緑と調和して落ちついたムードを漂わせ、金沢独特の風土をかもし出してくれる。これも三つの丘があつて展望のきく場所が多くあるからこそである。トタン屋根や安っぽいスレート葺きの並ぶ大都市の屋根とは大違いである。しかしこの風景は決して伝統的なものではない。もともとこの地方の屋根は、ヘギ板葺置石屋根が支配的であった。板葺の屋根には防火、維持管理の点で問題が多く、大正末期から昭和10年頃までの間に瓦屋根に移行した。黒光りする瓦は景観のために作られたものではなく、寒冷による割れを防ぐため釉薬を塗って二度焼したものである。この風景も新興住宅地などでは赤や青、緑のカラースレートに変るものが多くなってきた。歴史があるから歴史的建造物の数も多いが、都心部では建物の高層化も激しく、高層ビルによる近代化は著しい。しかし、一筋入った裏通りは旧態を留める風景が多く、表は改造しても内部は古いものも多い。古いもの、新しいものが混然一体となった良さがある。

古い建物は屋根板にはアテ、構造材には東北産のクサマキが用いられ、金沢の気候に適した耐久性に富む建築用材である。一方、今日の一般住宅は経済性から外材が使用されているが、果して何年もつであろうか。細い柱、その材質、建築技術の点から耐久性が相当低下しているものと思われる。

雪

金沢、否、北陸を語るのに雪問題は欠かせない。豪雪地帯があるから川端康成の名著「雪国」が生れたのであり、雪は一部美化されたところがある。雪に対するイメージは鉛色の雲、吹きつける北風、降り続く雪、閉じ込められた生活から暗くジメジメした湿っぽさを感じさせる。大雪になる程、雷鳴とともに激しく降ることは雪国に生活した人以外は想像がつかないであろう。夏よりも発生回数が多く、ときには雷に撃たれてジェット機が墜落したこともある。

雪が降ると一夜にして自然景観が変る。汚れたものも

白一色に美化され、精神的な刺激として実に良い。白一色に変ることは全てを覆いかくすことになり、音を吸収してくれるので環境問題も解決してくれる。空気はきれいで静かな冬は、思考、瞑想にふける環境に良い。瞑想するには、明るい所よりうす暗い方が適している。現代人は明る過ぎる環境に浸り過ぎているようであるが、省エネルギー対策の一環として徐々に瞑想にふけられる環境になるかも知れない。

この冬は18周期の豪雪年に当っており、56豪雪は予め覚悟していたが、その特長は年末の御用納めから本格的に降り出し、通常の豪雪年に較べて早目にやってきたことである。道路の交通確保は機械・人員・予算の確保などやれるだけの対応により縦に降る雪には鉄道が止っても万全であった。2月下旬、ローマ法王の来日と合せたようにやってきた今冬一番の大寒波は横に吹雪く雪となり、20mを超える吹雪が40時間も続き、除雪をしても直ぐ吹きだまりができ、視界も悪く、横からの雪はエンジンルームに入り込み、エンジントラブルを起して立往生する車が続出し、大渋滞を起した。縦に降る豪雪に耐えてきた安堵感もあり、春近しという感じの2月下旬に表われた猛烈寒波に度肝を抜かれた。

雪国の人々は、降り積る雪にじっと耐える習性がある。戸、障子の滑りが悪くなれば屋根雪を降し、車を動かす必要があれば町内会負担で細街路の除雪を行っている。1戸当たり5~10万円の負担となったようであるが、そのため地域連帯が無言のうちに築かれていた。しかし現代の雪国の人々のなかには耐える生活に耐えられなくなっているようなところもある。生活内容、ファッションが太平洋側と大差なく、昔のような閉じこもる生活もなくなっているだけに、鉄道は止っても道路交通は絶対止めはならない時代になってきた。

紙数の関係で金沢の人情・観光・食べ物などについて語る余裕がなくなったので割愛させて頂く。

金沢は昔の人による町作りからいろいろな知恵が生かされているが、それが車社会との葛藤を生んでいる。これを現代に生かすためには、温存すべきものは温存し、利用できるものはどんどん利用しなければならないが、古い伝統を断ち切る英断も、場合によっては必要であろう。外から来る人には古くて新しい町、素朴で優雅な町であると同時に、金沢の人にとってますます住み良い町となることを期待している。

アスファルト舗装技術研究グループ・第8回研究報告

「海外におけるリサイクリング」

阿 部 順 政

アスファルト舗装に関する代表的な海外文献の一つに AAPT (Proceedings of the Association of Asphalt Paving Technologists) がある。その最近号 (1980年) の一般論文20編のうち4分の1に相当する5編がリサイクリングに関する論文である。海外でもリサイクリングが重要視されてきている一例と言えよう。しかし、論文に発表する、あるいは採用されるということは、その問題が未解決であり、かつ掲載するだけの価値があることを意味するものである。海外でも、リサイクリングに関しては目下実施しながら検討中というところであろうか。

アスファルト舗装技術研究グループでは、SAMP-5 を読み終った後、この時点で海外のリサイクリングの現状をまとめておこうということで意見が一致し、文献収集、輪講を数回にわたって行なった。本報告は、その検討内容をふまえ、特にリサイクリングが盛んな米国の実情を栄木博氏にとりまとめてもらったものである。当研究グループのアスファルト誌への報告は、ほぼ毎回このようなパターンをとっているが、原稿の作成は担当者個人の努力によるものである。すなわち、担当者は研究グループで読んだ文献あるいは末尾に掲げた参考文献の数倍に相

当する資料に目を通した後、本報告のようにまとめあげるわけである。研究グループの報告としながらも、担当者の個人名でアスファルト誌に発表するのは、以上のような背景を考慮したことである。ただし、担当者の原稿をそのまま無条件で掲載するわけではなく、筆者あるいは他のメンバーが目を通し、原稿が提出されてから3回程度の書きなおし、修正を加えるのが普通である。

研究グループメンバーの出席状況を前回紹介したが、その後、ますます活発化し、日本アスファルト協会の会議室も若干せまくなりつつある。二次会もしだいに定例化し、夏休み中の合宿勉強、職場対抗の野球大会、家族連れの釣など様々な計画が飛びだすのもこの席である。輪講、議論の最中は、かなり勉強してこないと発言し難いような雰囲気ではあるが、すでに数年来のつきあいであり、官・民・学それぞれの立場を意識することなく、個人的な親密の度合いが深くなってきた今日この頃である。

研究グループでは、現在「オーバーレイ」に取り組んでいる。いずれ近い将来、また研究報告をお届けできるかと思う。

アスファルト舗装技術研究グループ

阿部 順政 日本大学理工学部土木工学科助教授
阿部 栄三 シェル石油㈱アスファルト部
阿部 忠行 東京都土木技術研究所道路構造研究室
荒井 孝雄 日本舗道㈱技術部
井上 武美 日本舗道㈱技術研究所
榎戸 靖暢 日本道路公団
大久保高秀 東京工業大学工学部土木教室
太田 健二 日瀝化学工業㈱技術課
大坪 義治 日瀝化学工業㈱技術研究所
金沢円太郎 日本道路㈱技術研究所
小坂 寛己 首都高速道路公団第二建設部設計課

古財 武久 大成道路㈱技術研究所
澤 正 日本舗道㈱技術部
鈴木 秀敏 日瀝化学工業㈱技術研究所
田井 文夫 日本道路㈱技術研究所
竹田 敏憲 東京都第一建設事務所
谷口 豊明 大林道路㈱技術研究所
栄木 博 日本道路公団試験所舗装試験室
西沢 典夫 大成道路㈱技術研究所
林 誠之 日本石油㈱中央技術研究所
福手 勤 運輸省港湾技術研究所滑走路研究室

米国におけるリサイクリングの経緯と動向

柄木 博*

1. はじめに
2. 米国においてリサイクリングが実施された経緯
3. リサイクリング工法
 - (1)工法の分類
 - (2)サーフェスリサイクリング
 - (3)中央プラントリサイクリング

4. 配合設計法
 - (1)配合設計法
 - (2)再生添加剤
 - (3)配合設計例
5. 工費比較
6. おわりに

1. はじめに

近年、アスファルト舗装の維持修繕工事や都市開発に伴って発生する舗装廃材は、増加の一途をたどっている。

また、昭和46年9月に施行された「廃棄物の処理および清掃に関する法律」によって、アスファルト舗装廃材が産業廃棄物に指定されたことから、その処理が切実な問題となってきた。特に廃材の発生量の大きい大都市近郊においては、捨場の確保が年々困難となってきており、その有効な再生利用法の確立が急がれている。

わが国の再生加熱アスファルト混合物（以下、再生混合物）は、昭和51年度に最初に製造され、年々生産量も増加して、現在ではリサイクリングプラントも20基を越えるまでになっているが、¹⁾配合設計法・品質管理法など解決すべき問題が多数残されている。

このような状況から、今回は米国におけるアスファルト舗装のリサイクリングをテーマとして取り上げ、主としてAAPT, ASTMから得られた資料に基づいて、その経緯・工法・配合設計法・工費比較などについて報告することとした。

2. 米国においてリサイクリングが実施された経緯

米国におけるリサイクリングの最初のものは、1915年にWarren Brothers²⁾³⁾によって実施されており、その歴史はかなり古いといえる。しかしながら、その後、新規道路の建設、特に州間道路（Interstate Highway）の建設が盛んになり、1974年までは、ほとんど取り扱われることはなかった。

リサイクリングが本格的に研究されたのは、1973年のオイルショック以後のことである。すなわち、その後、建設費の高騰や税収の減少などによって道路財源の枠が

減少し、より経済的な工法の必要に迫られたためである。

Epps³⁾⁴⁾⁵⁾らは、米国の道路管理者が現在直面している問題点として、以下のことを挙げている。

①道路財源の減少

インフレーション、減税、燃料税収の減少、その他に起因して財源が少なくなってきたこと。

②材料供給の問題

現場付近の資源が枯渇してきたこと、産地が遠隔化して運搬費が上昇したこと、環境規制によって産地の制限を受け、生産コストが上昇したこと。

③機械の確保の問題

機械購入費が減少したこと、新しい機械が高価になったこと。

④労働力の問題

賃金財源の減少によって熟練したオペレーターや有能な技術者が不足してきたこと。

⑤エネルギーの問題

オイルショック以後、エネルギーを節約する必要に迫られたこと。

このことから彼らは、道路の計画・設計・建設・維持・管理について、骨材・バインダー・機械・労働力・エネルギー・予算を最適に使うことが緊急の課題であると指摘している。

リサイクリングは、このような問題を解決する一つの方向として考えられているもので、経済性・エネルギー消費の節約・環境保全が目的とされており、わが国の研究が廃材の処理を主な目的として検討されたのに較べ、若干ニュアンスを異にしている。¹⁾

パデュー大学の第65回年次報告書²⁾によれば、その施工実績は1974年に5,000トンであったものが、1978年には600万トンと急激に増加しており、連邦道路局(FHWA)が1980年には5,000万トン、1982年にはアスファル

* 日本道路公団試験所舗装試験室

ト混合物の1/3が再生混合物でまかなわれると予想していることからも、今後ますます盛んに実施されるものと考えられる。

3. リサイクリング工法

(1) 工法の分類

リサイクリング工法は、図-1に示すように、サーフェスリサイクリング、現位置リサイクリング、中央プラントリサイクリングに分類されており、各工法は次のように定義づけられている。²⁾³⁾

- ①サーフェスリサイクリング；舗装表面下25mm（1インチ）以内の部分を現位置においてリサイクリングするもの。サーフェスのみを対象としている。
- ②現位置リサイクリング；舗装表面下25mm以下の部分を現位置においてリサイクリングするもの。石灰・セメント・アスファルトなどで安定処理を行い、舗装構造を強化する。
- ③中央プラントリサイクリング；中央プラントでリサイクリングするもの。

各工法の長所、短所を表-1に示すが、表から次のよ

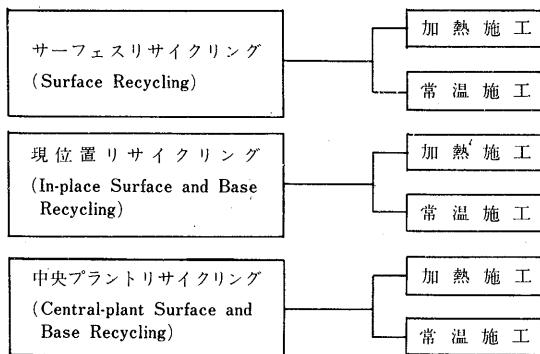


図-1 リサイクリング工法の分類³⁾

うなことがわかる。

- ①サーフェスリサイクリングには、わが国の維持修繕工事で通常用いられている切削工法、切削オーバーレイ工法に相当する工法が含まれている。
- ②サーフェスリサイクリングは、表層部分のわだち掘れやクラックなどの破損を比較的簡単に処理できる工法である。
- ③現位置リサイクリングは、現場において旧舗装を破碎、混合して、石灰・セメント・アスファルトのよ

表-1 リサイクリング工法の長所と短所³⁾

工 法	長 所	短 所
サーフェス リサイクリング	<ol style="list-style-type: none"> 1. リフレクションクラックを減少できる。 2. 薄層オーバーレイと旧舗装の接着効果を増す。 3. 在来の排水設備、舗装などとの取り付けを改善できる。 4. 局部的な平坦性を改良できる。 5. ラベリング、フラッシュ、コルゲーションわだち掘れ、等を簡単に処理できる。 6. スペリ抵抗値を回復できる。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 構造的な改良に限界がある。 2. 著しく平坦性の悪い路面にはヒータースカラフィヤーやヒータープレーナーは数回の処置が必要である。 3. 極端にフラッシュしたり、不安定な舗装の修繕には限界がある。 4. 大気汚染の問題が生ずる。 5. 骨材の最大粒径が25mm以上のものを取扱えない機械がある。
現位置 リサイクリング	<ol style="list-style-type: none"> 1. 構造強度を改良できる。 2. あらゆる舗装の破損に対応できる。 3. リフレクションクラックを除去できる。 4. 凍上性を改良できる。 5. 走行性を改善できる 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 中央プラント程には品質管理が十分でない。 2. 交通閉鎖を伴う。 3. 破碎装置の修理が必要である。 4. コストが高い。 5. コンクリート舗装には使用が難しい。
中央プリント リサイクリング	<ol style="list-style-type: none"> 1. 構造強度を改良できる。 2. 品質管理が十分できる。 3. あらゆる舗装の破損に対応できる。 4. リフレクションクラックを除去できる。 5. スペリ抵抗値を回復できる。 6. 凍上性を改良できる。 7. バインダーや骨材を追加した場合の管理が容易である。 8. 走行性を改善できる。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. プラントでの大気汚染の問題が生ずる恐れがある。 2. 交通事情を悪化させる。

表-2 リサイクリングの実態調査結果（1976年9月）³⁾

うな安定処理材料を用いて舗装構造を改良することを目的としている点で、わが国の軽舗装、簡易舗装の現位置再生処理工法に相当する工法である。

④中央プラントリサイクリングは、再生混合物の製造を中央プラントで行う中央プラント方式に相当する工法である。

表-2は、1976年8月におけるリサイクリングの実態調査結果である。サーフェスリサイクリングが、かなり使用されており、この中に切削オーバレイが含まれているにしても、中央プラント方式が主流を占めているわが国と較べて、全く異った傾向を示している。

現在、現位置リサイクリングは加熱リサイクリングほどには問題となっていないため、ここでは、サーフェスリサイクリングと中央プラントリサイクリングのみを取り扱うものとする。

(2) サーフェスリサイクリング

図-2にサーフェスリサイクリングの工法を示す。このうち、ヒ

州	サーフェス リサイクリング			現位置 リサイクリング				中央プラント リサイクリング			
	工事 件数	レーン マイル	深さ (インチ)	工事 件数	トン数 (×10 ³ トン)	レーン マイル	深さ (インチ)	工事 件数	トン数	レーン マイル	深さ (インチ)
アラバマ	0			0				0			
アラスカ	0			0				0			
アリゾナ			¾								
アーカンサス	1	0.67	1	9		77	1	0			
カリフォルニア	75	88.5	¾	1		6	10	1	12	(3)	
コロラド	0			1		40	3	0			
コネチカット	3	11.4	1	0				0			
デラウェア								0			
フロリダ	14	41.6									
ジョージア	2	2.6	¾	0				0			
ハワイ	0			0				0			
アイダホ	3	75	½-¾	0				0			
イリノイ				40		271	6	0			
インディアナ				1		6.9	6(5)				
アイオワ	0			0				5	102.864		
カンサス	0			0				0			
ケンタッキー											
ルイジアナ	1	20.4	¾	0				0			
メイン	0			3		10.8	(9)	0			
メリーランド				0				0			
マサチューセッツ	10	30	1.5	4		7	15	0			
ミシガン	0			8(10)	370		5	0			
ミネソタ	0			0				0			
ミシシッピー	0			0				0			
ミズリー		18(11)		0				0			
モンタナ											
ネブラスカ											
ネバダ	46	62.2	1			96.2	8	1			
ニューハンブシャー	1	5	1	1		0.75	3		2	4	
ニュージャージー	2			0				0			
ニューメキシコ			¾								
ニューヨーク	0			0				0			
ノースカロライナ				0							
ノースダコタ	0			0				0			
オハイオ	0			0				0			
オクラホマ											
オレゴン				1	8		6				
ペンシルバニア											
ロードアイランド	0			0				0			
サウスカロライナ	0							0			
サウスダコタ	0			0				3	475.118		8(15)
テネシー	0			0				0			
テキサス	3	10.8	1	1		0.8	1.5	3		5.8	2
ユタ	18	100.0	¼-1	10		20		1	400		
ヴァーモント	0			1		4	3				
ヴァージニア	2	3	¾	2	1.3		6				
ワシントン	1	5	1								
ウェストヴァージニア	0			0				0			
ワイオミング	1	15	¾	0				0			

ーターブレーニング、コールドブレーニング、ホットミリング、コールドミリングは、わが国で通常切削オーバーレイに用いられている工法であり、アスファルトコンクリートの再生を伴わないものであるため、我々が通常考えている“アスファルトコンクリートの再生”の概念を満すものは、ヒータースカリファイナーを使用した施工法であると考えられる。ヒータースカリファイナーを使った工法の実行過程を図-3に、また施工機械の例を表-3に示す。図-3に示されるように、ヒータースカリファイナーを用いた工法は、大略、サーフェス面の準

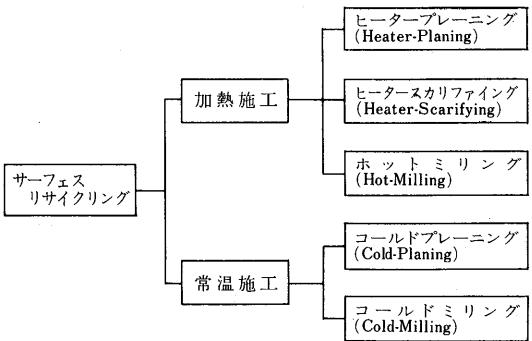


図-2 サーフェスリサイクリングの工法³⁾

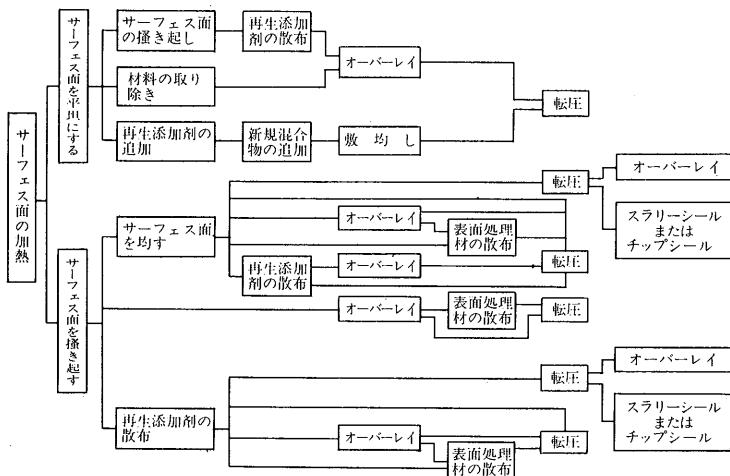


図-3 ヒータースカリファイナーの実行過程³⁾

表-3 ヒータースカリファイナーの例³⁾

製造会社	機械の概要	工 費		燃 料			備考
		円/m ²	内訳	種類	ℓ/m ²	BTU/yd ²	
Asphalt Equipment Inc.	加熱 搓き起し	40~75	機械の賃料と加熱・搓き起しの労務燃料費	プロパン			水平方向に加熱 3/4インチ 搓き起し
Cutler "メトロ" リペーパー	加熱 搓き起し 新材、添加剤の添加	160	機械の賃料	プロパン	0.4	8,200	間接加熱 840m ³ /hr, 3/4インチ 搓き起し
Cutler "ジャンボ" リペーパー	加熱 搓き起し 新材、添加剤の添加			ディーゼル	0.07	2,100	動力
Jim Jackson ヒータースカリファイナー	加熱 搓き起し 敷均し	40~80	機械の賃料と加熱・搓き起しの労務燃料費	プロパン	0.36	7,500	直接加熱 1,700m ³ /hr, 3/4インチ 搓き起し
Payne ヒータースカリファイナー	加熱 搓き起し	50	加熱・搓き起し	プロパン	0.4	8,500	加熱 840m ³ /hr, 3/4インチ 搓き起し
				ディーゼル	0.27	8,500	動力

備→加熱→搓き起し→(必要ならば新規材料、再生添加剤の追加)→転圧の順序で施工される。このヒータースカリファイナーは、欧米では破損したサーフェスの取り除き、オーバーレイを受けるサーフェス面の前処理としても広汎に利用されており、特にクラックの発生している路面をオーバーレイする際にリフレクションクラックを防止できるという点でも有力な工法とされている。米国においては、アリゾナ、アーカンサス、カリフォルニア、フロリダ、イリノイ、カンサス、メリーランド、マサチューセッツ、ネバダ、ニューヨーク、ニューメキシコ、ウィスコンシン州で使用されているが、わが国の場合、欧米とは道路事情、廃材の発生形態が異なるため、大規模機械を必要とするこの工法の検討は、ほとんどなされていない。¹⁾

図-4に施工機械の一例を示す。

(3) 中央プラントリサイクリングの工程を図-5に示す。リサイクリングの工程は、わが国

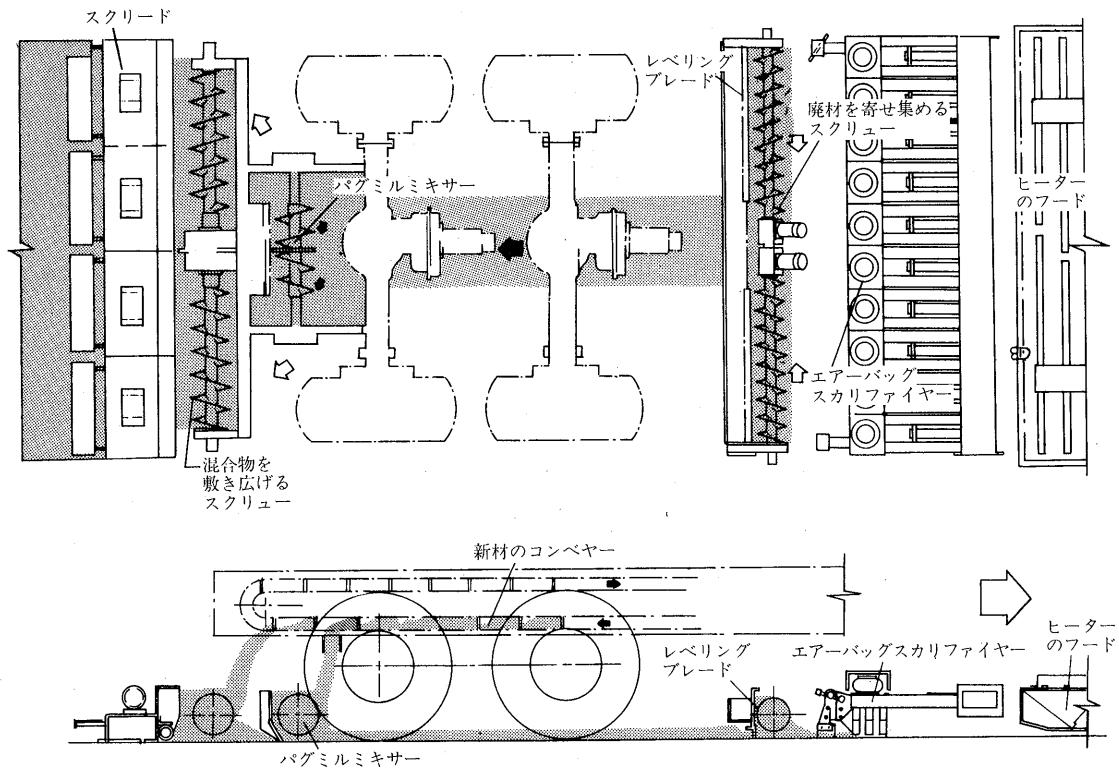


図-4 サーフェスリペーバーの一例(カットラー社)

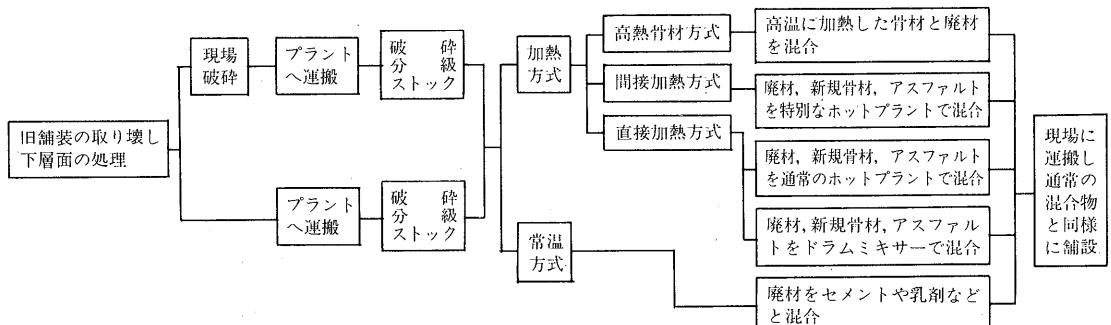


図-5 中央プラントリサイクリングの工程³⁾

で実施されているものとほとんど変りがなく、僅かにアスファルトコンクリート廃材の解碎が廃材の発生場所で行われる場合がある事や、温湯解碎やスチーム解碎のように熱的に解碎しないで、すべてがジョークラッシャーやコーンクラッシャーを使って機械的に破碎している点が違うのみである。

この再生方式での最大の問題は、廃材を加熱する時に生ずるブルースモークと粉塵であり、これを防ぐために種々のプラントが考案されている。

図-5にも示されているがプラントでの加熱方式には

①直接加熱方式

②間接加熱方式

③高熱骨材方式

の3通りの方法が使用されている。各加熱方式の代表的なプラントの型式を図-6～図-8に、また、その概要を表-4に示す。³⁾なお、プラントの型式については、道路建設(56年4月号, pp 55～57)に天羽が詳述しているので参照されたい。

この中央プラントリサイクリングは表-4にもみられるように、アリゾナ、アイオワ、ミネソタ、ネバダ、オ

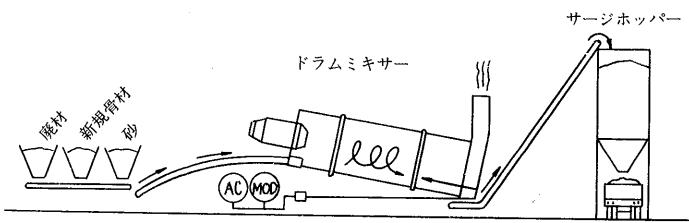


図-6 直接加熱方式(熱分散シールドをつけたドラムミキサー)

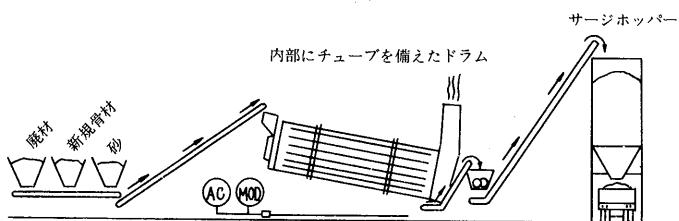


図-7 間接加熱方式(熱交換チューブをつけたドラムミキサー)

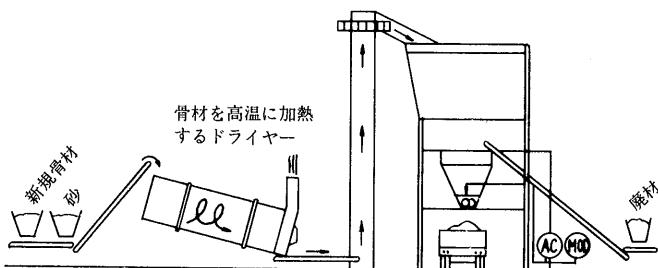


図-8 高熱骨材方式 (パグミル中で高温に熱した骨材と廃材を混合するバッチプラント)

表-4 加熱方式別の再生プラントの概要³⁾

加熱方式	プラント型式	加熱温度	廃材使用割合	使用している州	備考
直接加熱方式	熱を分散させる装置をもつドラムミキサー(Drum mixer with heat dispersion shield)	425~650°C	70%まで可	アリゾナ オレゴン テキサス ユタ	火炎を遮へいし、かつ空気を送り込んで燃焼ガスの温度を下げる。図-6 ポイント社のパイロットが代表的
	ドラムの内側に小さなドラムをもつドラムミキサー(Drum-within-a-drum)	150~260°C	50~60%まで可	アイオワ	新規骨材を内側の小さなドラムに投入し過加熱した後に、外側のドラムで廃材と混合
	アスファルトコンクリート廃材をドラムの中央から投入するドラムミキサー(Drum mixer with split feed)	150~260°C	60~70%まで可	ミネソタ オクラホマ	新規骨材をドラム先端から投入し過加熱した後ドラム中央から廃材を投入し混合
間接加熱方式	熱交換チューブをもつドラムミキサー(Special drum mixer with heat-exchanger tubes)	—	100%まで可	ネバダ	燃焼ガスを導管中に通し、廃材と直接接触させない。完全にブルースモークが除去できる。1974年使用 図-7
高熱骨材方式	高温に加熱した新規骨材にパグミル中でアスファルトコンクリート廃材を加えるバッチプラント(Standard batch plant with old mix added to superheated aggregate at the pug mill)	—	50%まで可	ミネソタ ヴァージニア	新規骨材を高温に加熱後、廃材とパグミル中で混合 図-8
	高温に加熱した新規骨材にドライヤーの出口でアスファルトコンクリート廃材を加えるバッチプラント(Standard batch plant with old mix added to superheated aggregate at drier discharge)	—	50%まで可	—	新規骨材を高温に加熱後、ドライヤー出口で廃材を混入しパグミル中で混合
	一方で新規骨材を加熱し、他の一方でアスファルトコンクリート廃材を加熱するタンデムドラムミキサー(Tandem drum mixer—one heating aggregate only, the other heating old mix, binder)	—	50%まで可	ワシントン	最初のドラムで新規骨材を高温に加熱後、2番目のドラムで廃材と混合

レゴン、テキサス、ユタ、ヴァージニア、ワシントン、オクラホマで積極的に実施されている。各加熱方式の特徴は大略次のとおりである。

①直接加熱方式

廃材の使用割合……50~70%まで可能

廃材の加熱方法……廃材をバーナーの火炎に直接さらさないようになるべく遠ざけて加熱する。

②間接加熱方式

廃材の使用割合……100%まで可能

廃材の加熱方法……燃焼ガスを導管中に通して間接的に加熱する。

③高熱骨材方式

廃材の使用割合……50%まで可能

廃材の加熱方法……新規骨材を高温(200°C以上)に加熱し、その熱で廃材を加熱する。

表-5に各州の中央プラントリサイクリングの現状を示す。表-4、表-5にも示されているように排煙の問題に対して、アスファ

表-5 各州の中央プラントリサイクリングの現状(1974~1977)^{3), 4), 5), 9)}

州	プラント型式	廃材使用割合(%)	アスファルトの再生	排煙・粉塵対策	生産能力(t/hr)	配合設計方法	リサイクリング合材温度(℃)	備考
アイオワ	drum-within-a-drum	50	pen200 ~300のアスファルト添加	廃材に水を添加 湿式集塵機	300	マーシャル試験	127~132	再生添加剤は使用せず軟質アスファルトを添加 1977、(1975、1976は単なるドラムミキサーを使用)
ユタ	ポーイング ドラムミキシングプラント	100	AC-10 と再生添加剤を併用	廃材に2~4%の 水を添加、パイロ コーンベンチュリータイプの集塵機	200~375	マーシャル試験	104	合材温度が88~93℃ならば環境基準を満足 104℃で不可、1977
インディアナ	ドラムミキサー	—	1.5%の乳剤	—	—	—	—	排煙による大気汚染が最大の問題
ネバダ	RMI Thermomatic plant	100	再生添加剤	熱交換チューブ	200	マーシャル試験 Hveenのスタビロメータ	135	導管を利用した間接加熱 排煙の問題を解決 1974年には85t/hrの能力
ヴァージニア	バッチ式 プラント	—	—	fluidized sand bed	通常能力 の60%	—	—	—
テキサス	ポーイング ドラムミキシングプラント	—	AC-3	廃材に水を添加 パイロコーン	100~150	Hveenの スタビロ メータ	—	1977 (ラックスオイルと再生 添加剤を使用したものは排煙が 著しい 1976)
アリゾナ	ポーイング ドラムミキシングプラント	80	AR-2000 と再生添加剤	—	245~325	—	96~113	1975年には合材温度が90℃以上で排 煙の問題解決不可、1976 (フルスケ ールの工事は1977から実施)
ミネソタ	バッチ式 プラント	50	AC-10又 はAC-20 の添加	新規骨材を高溫 に加熱 204~232℃	—	—	—	1977、新規骨材の熱で廃 材の温度を上げるために限界がある。

ルトコンクリート廃材の加熱温度を余り高くしない、廃材に水を添加する、新規骨材を混合するなど、さまざまな処置がなされている。現在これはネバダ州のRMIシステムで完全に解決しているようである。³⁾

4. 配合設計法

(1) 配合設計法

アスファルト舗装のリサイクリングを行う場合、再生混合物は所要の耐久性と施工性をもつことが必要である。また、前述のように中央プラントリサイクリングにおいては排煙の問題の解決が必要とされている。このため、配合設計時には廃材中の老化したアスファルトを“若返らせる”再生添加剤の検討や、新たに骨材を加えて粒度を修正することが行われている。しかしながら、リサイクリングは歴史が浅く、特にアスファルトコンクリート廃材中のアスファルトの再生を如何にするかということが明確にされていないため、配合設計法は未だに確立されていないようである。

各機関で行われた配合設計の手順は、大略以下のとおりである。^{4) 5) 6) 7) 8) 10)}

①アスファルトコンクリート廃材の評価

粒度、アスファルト量、アスファルト物性（針入度、軟化点、60℃粘度等）

②再生混合物に必要なアスファルト物性の決定

③アスファルトコンクリート廃材中のアスファルトの再生方法の選定

再生添加剤、軟質アスファルト

④再生添加剤の添加量の決定

⑤再生混合物の骨材粒度の決定

⑥最適アスファルト量の決定

マーシャル安定度試験、ビーム安定度試験など

この手順中、供用寿命と関連づけた望ましいアスファルトの性状が明らかにされていないため、さまざまなアスファルトの再生方法が行なわれている。この再生方法は、現在のところ再生されたアスファルトが、ヴァージンアスファルトと同様の性状をもつようになることが一般的のようである。^{4) 5) 6) 7) 11)}

(2) 再生添加剤

一般にアスファルトの老化はアスファルト中のマルテン分がアスファルテン化して生ずると言われており、リサイクリングに当っては、この老化したアスファルト中のアスファルテンを溶解し、マルテン分を補給すればよいとされている。このような機能をもつものが再生添加剤(rejuvenator, reclaiming agent, softening agent, etc)と呼ばれてリサイクリングに使用されているものである。表-6に米国で製造されている再生添加剤のメーカーと使用実績を示すが、非常に多くの再生添加剤が製造されている。しかしながら、これがすべて再生しようとしているアスファルトに適用できるわけではなく、老化したアスファルトと再生添加剤の組合せによってはアスファルトが分離したような性状を示すことがあるとの報告もみられる。^{7) 12) 13) 14)} 従来、アスファルトコンク

表-6 若返り剤のメーカーと使用実績³⁾

リート廃材のリサイクリングにおいては、施工性の改良に重点を置いた軟化剤としての取り扱いが多かったようであるが、アスファルトと再生添加剤の相溶性の観点からの検討が必要と考えられている。このような再生添加剤とアスファルトの相溶性に関する研究は Dunning¹²⁾ や Davidson¹³⁾¹⁴⁾ らによってなされており、本稿では Davidson らの研究を紹介することにする。

Davidson らは再生添加剤が廃材中のアスファルトを

①耐久性のある最適の化学組成とし、
②混合物に適切なコンシスティンシーレベルにする
必要があると考えた。彼らは、既往の文献を調査した結果から Rostler らが最初にアスファルトの組成面から供用性や老化について研究したことを指摘し、Rostler らの研究を発展させた。そして老化したアスファルトを回復させるばかりでなく、満足な老化特性が得られる配合設計法を確立するのに必要な再生添加剤の量や種類を決定する方法の検討を行ない、彼らは次のようない結論を得ている。

①アスファルテンの溶解と凝集を左右する要因は再生添加剤の N/P である。
②廃材中のアスファルトと再生添加剤が完全に適合するためには再生添加剤の N/P が 1.0 以上で、再生されたアスファルトの $(N + A_1)/(P + A_2)$

$(P + A_2)$ が 0.4 以上であることが必要である。

③老化したアスファルトの耐久性を改善するためには、再生添加剤の $(N + A_1)/(P + A_2)$ が 0.4 ~ 1.0 (0.4 ~ 0.8 が望ましい) であることが必要である。

ここに、N, P, A₁, A₂ は表-7 に示されるアスフ

メー カー	商 品 名	使 用 実 績	
		室 内	現 場
Arizona Refining Co.		×	
Ashland Petroleum Co.	Light Aromatic Oil	×	
	Medium Aromatic Oil	×	
	Slurry Oil	×	
	Ashland Plasticizer Oil (APO)	×	×
Bituminous Materials Company, Inc.		×	
Cenex	Dust Oil	×	
Chem-Crete Corporation		×	
Chevron USA, Inc.	Chevron X109	×	
	Chevron X90	×	
Mike Davis Associates		×	
Koppers Co., Inc.	BPR	×	
Lion Oil Co.	Smackover Flux Asphalt Rejuvenator Oil	×	×
Mac Millan		×	
Mobil Oil Corp.	XMTY-125B	×	
	Mobilisol 30	×	
Pax International	Paxole	×	×
Phillips petroleum Company	10 Extract	×	
	20 Extract	×	
	250 Extract	×	
Saunders Petroleum Company	SA-l	×	×
Shell Oil Co.	Dutrex	×	
Sun Oil Co.	Sundex 840T	×	×
	Sundex 790T	×	
Tenneco		×	
Union Oil Co.	Rejuv-Acote-Base	×	
Witco Chemical	Reclamite	×	×
	One-Component System	×	×
	Cutback Asphalt	×	
	Emulsified Asphalt	×	×
	Califlux GP	×	
Numerous Companies	Soft Asphalt Cement	×	
	Reclaimed Oil	×	×

表-7 アスファルトの組成¹³⁾

成 分	一般的な特徴	分 離 法 ASTM D 2006	化 学 反応性	特 性
A ; アスファルテン	高分子縮合物	N-ペンタン不溶	低	脂肪分 (アスファルト中の量はマルテンの粘度に関係する)
N ; ニトロゲンベース	マルテン分 (窒素化合物を含む)	85%硫酸沈殿物	高	アスファルテンの膠質
A ₁ ; 1st アシダフィン (First Acidaffin)	不飽和レジン分	濃硫酸 (98%) 沈殿物	高	膠質化アスファルテンの分散媒
A ₂ ; 2nd アシダフィン (Second Acidaffin)	微不飽和分	発煙硫酸 沈殿物 (SO ₃ 30%)	低	同 上
P ; パラフィン	飽和分 (固体ワックスを含む)	発煙硫酸 未反応分	低	ゲル化剤

アスファルトの成分である。

(3) 配合設計例

配合設計法の一例として、ネバダ州で行われたものを以下に示す。

①再生添加剤の添加量の決定

表-8 リサイクリング工法と通常の加熱工法の
プラント運転経費の比較(ドル/ton)⁵⁾

プラント種別 運転経費	プラント能力		800トン/日 プラント	1,600トン/日 プラント
	通常の プラント	リサイクリング プラント	通常の プラント	リサイクリング プラント
プラント損料	0.550	0.550	0.460	0.460
労務費	0.600	0.600	0.300	0.300
加熱費	0.670	0.480	0.670	0.480
混合費	0.190	0.152	0.150	0.120
維持費	0.140	0.100	0.120	0.085
骨材の送り	0.410	0.410	0.210	0.210
アスファルトの加熱費	0.070	0.070	0.070	0.070
計	2.630	2.362(▲10.2%)	1.980	1.725(▲12.9%)

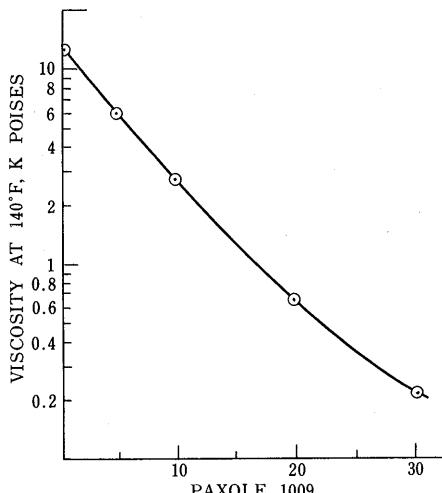


図-9 若返り剤添加量と60°C粘度の関係

- a. 廃材からアスファルトを抽出し、廃材中のアスファルト量を求める。
- b. 回収アスファルトを4つのサンプルに分け、再生添加剤を0, 5, 10, 20%加えて各々の60°C粘度を求める。
- c. 図-9に示す再生添加剤添加量と60°C粘度の関係図を作成する。
- d. 再生されたアスファルトが必要とする60°C粘度に相当する再生添加剤の添加量を図から読み取る。
- ②混合物粒度およびアスファルト量の調整
 - a. ストックパイルから試料を採取する。
 - b. 各ストックパイルの廃材の粒度とアスファルト量を求める。
 - c. 仕様書の規格を満足する配合割合を決定する。
 - d. 所要の合成粒度に対応する最適アスファルト量を決定する(以下の④による)。
- ③配合設計
 - a. 上記②-cで決められた合成粒度と、所要粘度を得るために必要な再生添加剤を加えたマーシャル供試体を4組、各々3本準備する。
 - b. 所要の粘度をもつストレートアスファルトを0, 0.5, 1.0, 1.5%各組の供試体に加える。
 - c. マーシャル安定度試験を実施する。
 - d. 各組3本の供試体を混合して乾燥炉で乾燥後、最大比重を測定する。
 - e. 空隙率、飽和度等のマーシャル特性値から最良の混合物を選定する。

5. 工費比較

米国でのリサイクリングは、経済性を第一の目的としている。今まで行われたリサイクリングの大部分が実験的なものであり、供用期間も短いため、通常の加熱工法と比較してエネルギー消費量や工費を算定することは難しいが、NCHRP³⁾によれば大略、工費において4ドル/ton、エネルギー消費量で20~30%の節約が可能と考えられている。ここでは、ネバダ州で行われたリサイクリング⁵⁾の工費比較を例として論を進めることにする。

表-8はプラント運転経費を示したものである。表によれば、リサイクリングプラントは800トンプラントで10.2%, 1,600トンプラントで12.9%運転経費が節約できるとされている。なお、この比較において、再生混合物は廃材中の含水比が低く、28%熱量が少なくてよいと仮定されている。

表-9はアスファルト混合物の価格の比較を行ったものである。表から、再生混合物は通常の加熱アスファルト混合物に較べて材料費で53.4%，プラント練り落し時で34.6~37.7%安価であり、材料費節約のメリットが大きいことがわかる。なお、ここでは通常の加熱アスファルト混合物のアスファルト量は5.5%，再生混合物にはストレートアスファルト1%と再生添加剤0.5%を添加すると仮定され、プラント運転経費は表-8のものが使用されている。また、表-10はヘンダーソン市で施工されたものの工費比較例であるが、ここでは1.72ドル/ton(約23%)の工費が節約されている。

表-9 アスファルト混合物の価格比較(ドル/ton)
(20mm(3/4インチ)のアスファルトコンクリート)

プラント型式 能力	通常のプラント	
	800トン/日	1,600トン/日
アスファルト(5.5%)	3.740	3.740
材料費(骨材)	1.150	1.150
材料費小計	4.890	4.890
プラント運転経費	2.630	1.980
計	7.520	6.870
リサイクリングプラント(R.M.I.)		
アスファルト(1%)	0.680	0.680
再生添加剤(0.5%)	0.600	0.600
アスファルト廃材	1.000	1.000
材料費小計	2.280(▲53.4%)	2.280(▲53.4%)
プラント運転経費	2.362	1.725
R M I 特許料	0.275	0.275
計	4.917(▲34.6%)	4.280(▲37.7%)

6. おわりに

本稿で報告した内容は1979年までの資料に基づいたものであり、最新の情報というわけにはいかないが、これらをみるとかぎり1978年以前に行われた中央プラントリサイクリングは、実験的意味をもって実施されたものが大部分であり、本格的に実施されだしてからの年数はさほど経過していないものと思われる。再生混合物の供用性の評価（これがリサイクリングの価値を大きく左右するものである）も大半のものの供用年数が3～5年と短いため明確にされていない現在、リサイクリングを確立するための問題が多数残されている。

Epps³⁾¹⁵⁾らは、今後解決すべき問題点として以下のことを指摘している。

- ①中央プラントリサイクリングの排煙・粉塵による大気汚染の問題
- ②どのようなタイプの舗装が経済的に再生できるか
- ③有効な再生添加剤の確立とその開発
- ④品質管理手法の確立
- ⑤供用性に基づいた再生混合物の相対強度係数の評価
- ⑥リサイクリング工法と関連づけた工費の低減、エネルギーの節約の評価法の確立
- ⑦再生混合物の寿命の評価

表-10 ネバダ州ヘンダーソン市における工費比較⁵⁾

通常の加熱工法 入札価格	単価(ドル/ton) 7.50	工費(ドル) 68,069.25
R M I システム		
廃材の破碎	0.90	—
混合	1.50	—
運搬	0.80	—
敷均し	1.50	—
添加アスファルト	0.18	—
再生添加剤	0.58	—
排水工	0.32	—
計	5.78	52,458.70
工費の増減	▲1.72(▲23%)	▲15,610.55

以上、現在わが国の舗装界で一つの焦点となっているリサイクリングについて、米国で実施されている工法、配合設計法、工費比較をとりあげて報告した。内容的には甚だ不十分なものとなってしまったが、今年の道路会議の特定課題としてリサイクリングが指定されている折でもあり、少しでも読者の参考となれば幸いである。

参考文献

- 1) 道路技術シンポジウム、舗装廃材のリサイクリング 日本道路建設業協会 1980.
- 2) "Proceedings of the 65th annual road school" Purdue University, March 6~8, 1979.
- 3) "Recycling Materials for Highways" N. C. H. R. P № 54. T. R. B.
- 4) Wade D. Betenson "Recycled Asphalt Concrete in Utah" AAPT pp. 272~294 1979.
- 5) Robert L. Dunning, Robert L. Mendenhall 他 "Recycling of Asphalt Concrete, Description of Process and Test Sections" AAPT, pp. 537~563, 1975.
- 6) 川野他、"再生アスファルト混合物の利用—アメリカにおける配合設計法の一例"、舗装 1980. 4
- 7) W. J. Kari, L. E. Santucci 他 "Hot Mix Recycling of Asphalt Pavements" AAPT, pp. 192~221, 1979.
- 8) T. W. Kennedy, Ignacio. Perez, "Preliminary Mixture Design Procedure for Recycled Asphalt Materials" ASTM STP 662, pp. 47~68, 1978.
- 9) C. S. Hughes "Problems and Solution to a Hot Mix Recycling Plant" AAPT, pp. 644~663, 1978.
- 10) J. A. Epps, D. N. Little 他, "Mixture Properties of Recycled Central Plant Materials" ASTM. STP 662, pp. 68~104, 1978.
- 11) R. L. Terrel and D. R. Fritch "Laboratory Performance of Recycled Asphalt" ASTM. STP 662, pp. 104~123, 1978.
- 12) R. L. Dunning and Mendenhall "Design of Recycled Asphalt Pavements and Selection of Modifier" ASTM. STP 662, pp. 35~47, 1978.
- 13) D. D. Davidson, William Canessa, S. J. Escobar, "Practical Aspect of Reconstituting Deteriorated Bituminous Pavements" ASTM. STP 662, pp. 16~35, 1978.
- 14) D. D. Davidson, William Canessa, S. J. Escobar "Recycling of Substandard or Deteriorated Asphalt Pavements—A Guideline for Design Procedures" AAPT. pp. 496~526, 1977.
- 15) J. A. Epps, R. J. Oneal, B. M. Gallaway, "A Review of Pavement Materials Recycling Techniques and Associated Laboratory Tests and Evaluation" AAPT. pp. 304~337, 1976.

昭和55年度市販アスファルトの性状調査について

日本アスファルト協会技術委員会
品質小委員会

1. 性状調査の経緯

昭和55年1月、石油アスファルトのJISが改正公布された。それまではストレートアスファルトについてはJISと日本道路協会規格とは、かなり内容が異なるため、メーカー側としては、品質の適合性に関して昭和49年より毎年、市販アスファルトの性状調査（照合試験）を実施し、自主管理の体制を明確にしてきた。

昨年改正されたJISは、道路協会規格と同一となつたため、上記の作業は不要かと思われるが、市販アスファルトの品質動向を把握するため、今後も毎年継続して実施していくこととする。

2. 調査方法

当初は、各製造所毎に試料を提出してもらい、照合試験を実施する方法がとられていた。しかし、処理原油の変動による性状の差違を考慮した場合、この調査結果が、各年度の実態を正しく反映しているか否かの疑問が生じたため、昭和50年以降は、各製造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に切り換えている。

- (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) 製造所毎に、昭和55年1～12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、平均値を報告すること。

3. データ提出機関

データーは、下記の各社のアスファルト製造所から本協会へ提出されている。（50音順）

アジア石油	昭和四日市石油	日本石油
アジア共石	西部石油	日本石油精製
出光興産	谷口石油	富士興産
鹿島石油	大協石油	富士石油
極東石油	東亜燃料工業	丸善石油
興亞石油	東北石油	三菱石油
三共油化工業	新潟製油	歴世鉱油
昭和石油	日本鉱業	

4. データの整理・分析

上記各機関から提出されたデータの整理・分析は、品質小委員会の下記メンバーが担当し、作業を行った。

井町弘光	シェル石油	中川文博	三菱石油
長沢正弘	富士興産	東海林利男	日本鉱業
二見貞三	アジア石油	仁科恒彦	日本石油精製
堀 耕次	大協石油	大貫雄策	昭和石油
小久保陽生	出光興産	望月義弘	東亜燃料工業

5. 調査結果

第1表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。

第2表、第3表は、製造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、とりまとめたものである。

6. 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、各製造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、調査対象期間が一年間にわたったこと、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（道路協会規格）の品質規格内にあり、適合している。

本調査は、わが国のアスファルトの品質の実情を理解する上で参考になるものと思われる。

また今後、原油輸入先の多様化、重質原油の輸入の変動など原油事情の動向と、アスファルトの品質の推移を適確に把握していく上で、これらの性状調査は、貴重な資料になると考えられるので、56年以降も毎年ひきつづき実施し、本誌に報告していくこととしたい。

第1表 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

	20 — 40	40 — 60	60 — 80	80 — 100	120 — 150	150 — 200	200 — 300	JIS
	範 囲	JIS	範 囲	JIS規格	範 囲	JIS規格	範 囲	JIS
針入度 25°C 100g, 5sec	24 ~ 38	20を超えた以下 40以下	40 ~ 57	40を超えた 60以下	61 ~ 80	60を超えた 80以下	82 ~ 98	120を超えた 150以下
軟化点 ℃	53.5 ~ 59.5	50.0 ~ 65.0	49.0 ~ 54.0	47.0 ~ 55.0	44.0 ~ 52.0	44.0 ~ 49.5	42.0 ~ 50.0	38.0 ~ 48.0
伸 度 15°C	—	—	100以上	10以上	100以上	100以上	100以上	100以上
" 25°C	100以上	50以上	—	—	100以上	—	—	—
三塩化エタンWt% 可溶	99.7 ~ 99.9	99.0以上	99.3 ~ 99.9	99.0以上	99.3 ~ 100.0	99.0以上	99.2 ~ 100.0	99.0以上
引火点 ℃	300 ~ 362	260以上	260(以上) ~360	260以上	260(以上) ~370	260以上	260(以上) ~364	240以上
薄膜加熱後の質量変化率 %	0.01(+) ~0.05(+)	—	0.08(—) ~0.11(+)	0.6以下	0.02(—) ~0.13(+)	0.6以下	0.30(—) ~0.11(+)	—
薄膜加熱後の針入度比 %	66 ~ 76	—	62 ~ 74	58以上	55 ~ 84	55以上	53 ~ 90	50以上
蒸発質量変化率 %	0.01(—) ~0.03(+)	—	0.00 ~0.02(+)	—	0.07(—) ~0.04(+)	—	0.10(—) ~0.03(+)	—
蒸発後の針入度比 %	95 ~ 100	—	98 ~ 107	110以下	84 ~ 108	110以下	84 ~ 105	110以下
比 重 25/25°C	1.0363	1.000以上	1.0408 ~1.0276	1.000以上	1.020 ~1.0518	1.000以上	1.0185 ~1.0399	1.000以上
動粘度 cSt 120°C	1,456 ~1,865	—	1,100 ~1,621	—	513 ~ 1,491	—	587 ~ 1,186	—
" 140°C	516 ~ 608	—	365 ~ 536	—	214 ~ 504	—	208 ~ 403	—
" 160°C	208 ~ 232	—	152 ~ 226	—	81 ~ 204	—	91 ~ 175	—
" 180°C	106 ~ 137	—	78 ~ 130	—	38 ~ 185	—	51 ~ 95	—

第1表 石油アスファルトの品質調査要約 2. プローンアスファルト

	0 — 5		5 — 10		10 — 20		20 — 30		30 — 40	
	範 囲	J I S	範 围	J I S	範 围	J I S	範 围	J I S	範 围	J I S
針入度(25°C) 10mm	3 ~ 5	0以上 5以下	6 ~ 8	5を超 10以下	12~20	10を超 20以下	21~29	20を超 30以下	33~38	30を超 40以下
軟化点 °C	134.0 ~ 139.0	130.0 以上	114.0 ~ 118.0	110.0 以上	90.0 ~ 111.0	90.0 以上	80.5 ~ 99.0	80.0 以上	67.0 ~ 75.5	65.0 以上
伸 度 (25°C) cm	0	0以上	0	0以上	2 ~ 4	1以上	2 ~ 5	2以上	4 ~ 6	3以上
三塩化エタン可溶分%	99.7 ~ 99.9	98.5 以上	99.7 ~ 99.9	98.5 以上	99.3 ~ 100.0	98.5 以上	99.5 ~ 99.9	98.5 以上	99.7 ~ 99.8	98.5 以上
引火点 °C	300 以上	210 以上	300 以上	210 以上	270~340	210 以上	252~336	210 以上	274~292	210 以上
蒸発質量変化率 %	0.00(−) ~ 0.02(−)	0.5 以下	0.00(−) ~ 0.02(−)	0.5 以下	0.03(−) ~ 0.03(+)	0.5 以下	0.03(−) ~ 0.02(+)	0.5 以下	0.02(−) ~ 0.02	0.5 以下
針入度指数	4.4 ~ 4.9	3.0 以上	3.7 ~ 4.4	3.5 以上	2.7 ~ 5.0	2.5 以上	2.5 ~ 4.8	2.5 以上	1.5 ~ 2.3	1.0 以上

第1表 石油アスファルトの品質調査要約 3. 防水工事用アスファルト

	第一種		第二種		第三種		第四種	
	範 围	J I S	範 围	J I S	範 围	J I S	範 围	J I S
軟化点 °C	—	85 以上	96.0 ~ 98.0	90 以上	102.0 ~ 139.5	100 以上	100.0 ~ 126.0	95 以上
針入度(25°C) 10mm	—	25以上 ~ 45以下	26~29	20以上 ~ 40以下	21~39	20以上 ~ 40以下	31~45	30以上 ~ 50以下
針入度指数	—	3 以上	4.9	4 以上	5.0 ~ 9.1	5 以上	6.0 ~ 8.2	6 以上
蒸発質量変化率 %	—	1 以下	0.02(−) ~ 0.02(−)	1 以下	0.02(−) ~ 0.02(+)	1 以下	0.02(−) ~ 0.01(+)	1 以下
引火点 °C	—	250 以上	280~292	270 以上	280~308	280 以上	280~304	280 以上
三塩化エタン可溶分%	—	98 以上	99.7 ~ 99.8	98 以上	99.0 ~ 100.0	95 以上	98.2 ~ 99.9	92 以上
フーラースゼイ化点 °C	—	-5 以下	-13 ~ -13	-10 以下	-15 ~ -25	-15 以下	-20 ~ -32	-20 以下
だれ長さ mm	—	—	—	—	1 ~ 5	8 以下	1 ~ 5	10 以下
加熱安定性 °C (フーラースゼイ化点差)	—	5 以下	3	5 以下	0 ~ 4	5 以下	0 ~ 5	5 以下

第2表 ストレートアスファルト 60~80

	1	2	3	4	6	7	9	11	12	13	14	15	16	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
針入度 25°C	68	70	70	74	71	72	69	71	70	74	71	70	68	71	71	72	70	69	70	73	68	72	70	68	68		
軟化点 °C	48.5	47.0	48.0	49.0	46.5	47.5	48.0	47.5	48.5	47.5	48.0	48.0	47.5	47.5	48.0	48.0	48.0	49.0	48.5	48.0	49.5	48.0	49.0	48.0	48.5		
伸度 15°C	100 以上	150 以上	150 以上	100 以上	150 以上	150 以上	150 以上	150 以上	100 以上	120 以上	100 以上	100 以上	130 以上	100 以上	150 以上	150 以上	150 以上	150 以上	140 以上	140 以上	140 以上	140 以上	140 以上	150 以上	150 以上		
" 25°C	130以上	-	-	100以上	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100以上	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
三塗化エタノン可溶分 Wt%	99.9	99.9	99.9	99.8	99.9	100.0	99.9	99.8	99.9	99.8	99.8	99.8	99.8	99.8	99.7	99.9	99.9	99.7	99.8	99.6	99.7	99.8	99.8	99.5	99.9		
引火点 °C	342	355	357	328	309	337	340	344	354	348	363	340	326	313	354	322	260	270	332	300	300	300	341	316	348	355	344
薄膜加熱後の質量変化率 Wt%	0.01 (-)	0.08 (+)	0.06 (+)	0.03 (-)	0.04 (-)	0.02 (+)	0.07 (+)	0.10 (+)	0.10 (+)	0.01 (+)	0.09 (+)	0.09 (+)	0.13 (+)	0.06 (-)	0.24 (+)	0.09 (+)	0.24 (-)	0.10 (+)	0.07 (+)	0.03 (+)	0.03 (+)	0.02 (+)	0.01 (-)	0.04 (+)	0.06 (-)	0.02 (+)	
薄膜加熱後の質量変化率 Wt%	68	71	68	72	65	67	59	70	67	64	68	65	64	65	83	65	65	62	67	69	73	62	65	74	72	65	
蒸発質量変化率 %	0.01 (-)	-	-	0.03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.01 (+)	0.08 (-)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.01 (-)	
蒸発後の針入度比	98	97	94	95	100	101	100	99	93	98	102	100	102	100	100	100	100	100	100	96	99	104	99	97	93	93	
比重 25/25°C	1.0316	1.0303	1.0316	1.021	1.0256	1.0375	1.0267	1.0307	1.0298	1.0303	1.0302	1.0242	1.0321	1.0325	-	1.0348	1.0319	1.0296	1.0382	1.0395	1.0306	1.030	1.0270	1.0300	1.0363	1.0340	
動粘度 cSt 120°C	1.107	1.060	988	862	755	838	799	1.178	1.005	1.029	940	903	1.030	963	874	979	1.010	935	1.098	1.039	1.096	1.022	1.019	970	1.107	1.024	
" 140°C	409	379	352	307	279	291	287	399	358	418	338	325	364	350	320	341	364	335	388	390	394	342	347	344	354	365	
" 160°C	177	160	151	138	130	127	124	171	156	186	148	130	156	152	133	148	157	145	161	170	171	144	148	153	156	156	
" 180°C	90	82	79	71	66	65	90	78	100	74	85	80	76	-	75	80	75	117	85	85	69	74	77	72	78		

第3表 ストレートアスファルト 80~100

	2	3	5	7	9	11	12	13	14	16	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	31	
針入度	25°C	87	88	91	90	89	87	89	83	88	90	88	91	89	89	91	89	89	90	89	89	87	87	
軟化点	°C	45.0	46.5	46.5	45.5	46.0	46.5	46.5	46.5	47.0	45.5	47.0	46.0	46.5	46.0	46.5	46.0	46.5	47.0	46.0	46.0	46.0	46.0	
伸度	15°C	150	150	100	150	150	100	100	120	100	130	100	100	150	150	150	150	150	140	140	140	—	—	150以上
"	25°C	—	—	—	100以上	—	—	—	—	—	—	100以上	100以上	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
三塩エタノ可溶分	Wt %	99.9	99.9	99.8	99.9	100.0	99.9	99.7	99.0	99.9	99.5	99.8	99.8	99.7	99.9	99.7	99.7	99.8	99.8	99.7	99.9	99.8	99.9	
引火点	°C	355	356	321	341	333	320	349	345	348	311	347	354	283	260	270	270	323	300	300以上	335	318	347	341
薄膜加熱後の質量変化率	Wt %	0.08 (+)	0.06 (+)	0.05 (-)	0.03 (+)	0.06 (-)	0.03 (+)	0.10 (+)	0.03 (-)	0.10 (+)	0.04 (-)	0.01 (-)	0.10 (+)	0.03 (-)	0.10 (+)	0.03 (-)	0.08 (+)	0.08 (-)	0.04 (+)	0.04 (-)	0.02 (+)	0.03 (-)	0.02 (+)	
薄膜加熱後の薄膜入度変化率	Wt %	68	65	65	67	57	70	67	60	64	63	60	65	88	64	65	65	62	63	71	60	62	74	64
蒸発質量率	%	—	—	0.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.01(+)	0.11(-)	—	—	—	—	—	—	—	—	0.02 (+)
蒸発後の針入度比		98	93	94	98	100	98	99	95	99	100	98	101	90	100	99	99	96	100	98	95	95	91	
比重	25/25°C	1.0280	1.0300	1.0280	1.0321	1.0224	1.0250	1.0290	1.0275	1.0230	1.0275	1.0230	1.0292	1.0285	1.0232	—	1.0320	1.0267	1.0274	1.0326	1.0364	1.027	1.0350	1.0304
粘度	cSt 120°C	916	812	841	886	655	725	827	896	589	842	881	820	742	810	870	758	778	854	798	858	780	859	
"	140°C	323	297	310	296	240	282	304	357	247	307	324	302	259	289	318	279	285	334	281	269	273	314	
"	160°C	141	132	137	126	103	128	135	159	121	134	147	137	106	128	139	124	125	150	123	129	130	139	
"	180°C	73	69	—	64	56	68	69	85	68	70	73	69	—	67	74	67	66	78	63	65	68	70	

☆1981年改訂版発行のお知らせ☆

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が、本年度は7月に
発行の予定です。

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』1981年版

ポケットブック版・表紙ビニール製・本文85ページ・実費領価1部 500円(送料実費は申込者負担)

主な内容

- 石油アスファルトの生産実績
- 石油アスファルトの需要推移
- 石油アスファルトの需要見通し
- 石油アスファルトの製造及び流通
- 石油アスファルトの生産場所及び油槽所
- 石油アスファルトの製造原油
- 石油アスファルトの品質規格
- 石油アスファルトの用途
- 石油アスファルトの価格
- 道路投資額と石油アスファルト需要
- 昭和55年度の道路予算
- 道路の現況
- 道路整備5ヵ年計画
- 参考資料
- 石油供給計画
- 主要諸国の道路事情
- データーシート
- 住所録
- 会員名簿
- 関連官庁・関連団体

最近のアスファルト事情

B5・40ページ・¥400(送料は実費)

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

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

目次

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

<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
49 年 度	226	4,571	(88.5)	16	4,813	4,586	(89.1)	29	4,615	182	4,797
50 年 度	182	4,086	(89.4)	0	4,268	4,015	(87.6)	13	4,029	236	4,265
51年度上期	236	2,104	(97.2)	0	2,340	2,045	(99.2)	18	2,060	266	2,326
51年度下期	266	2,050	(106.7)	0	2,316	2,058	(105.2)	4	2,062	256	2,318
51 年 度	236	4,154	(101.7)	0	4,390	4,103	(102.1)	22	4,122	256	4,378
52年度上期	256	2,284	(108.6)	0	2,540	2,320	(113.6)	0	2,320	227	2,547
52年度下期	227	2,506	(122.1)	0	2,733	2,445	(118.8)	0	2,445	287	2,732
52 年 度	256	4,790	(115.3)	0	5,046	4,765	(116.2)	0	4,765	287	5,052
53年度上期	287	2,661	(116.5)	0	2,948	2,636	(113.6)	0	2,636	312	2,948
53年度下期	312	2,568	(102.6)	0	2,880	2,582	(105.6)	0	2,582	297	2,879
53 年 度	287	5,229	(109.2)	0	5,516	5,218	(109.5)	0	5,218	297	5,515
54年度上期	297	2,624	(98.6)	0	2,921	2,576	(97.7)	0	2,576	348	2,924
10月	348	423	(85.3)	0	771	466	(101.5)	0	466	316	782
11月	316	460	(96.8)	0	776	459	(91.6)	0	459	318	777
12月	318	437	(106.8)	0	755	489	(103.8)	0	489	266	755
10~12月	348	1,320	(95.7)	0	1,668	1,414	(98.8)	0	1,414	266	1,680
55. 1月	266	283	(91.9)	0	549	250	(96.9)	0	250	299	549
2月	299	340	(96.3)	0	639	351	(106.7)	1	352	286	638
3月	286	497	(94.3)	1	784	548	(97.3)	1	549	235	784
1~3月	266	1,120	(94.3)	1	1,387	1,149	(99.9)	2	1,151	235	1,386
54年度下期	348	2,440	(95.0)	1	2,789	2,563	(99.3)	2	2,565	235	2,800
54 年 度	297	5,064	(96.8)	1	5,362	5,139	(98.5)	2	5,141	235	5,376
55. 4月	235	466	(97.9)	0	701	461	(99.6)	3	464	240	704
5月	240	396	(94.5)	0	636	349	(82.1)	0	349	286	635
6月	286	327	(85.6)	0	613	365	(90.1)	3	368	244	612
4~6月	235	1,189	(93.1)	0	1,424	1,175	(90.9)	6	1,181	244	1,425
7月	244	397	(85.9)	0	641	386	(86.5)	0	386	258	644
8月	258	380	(82.6)	0	638	342	(78.1)	3	345	293	638
9月	293	409	(96.2)	0	702	424	(106.3)	3	427	244	671
7~9月	244	1,185	(88.0)	0	1,429	1,152	(89.1)	6	1,158	269	1,427
55年度上期	235	2,374	(90.5)	0	2,609	2,327	(90.3)	12	2,339	269	2,608
10月	269	434	(102.6)	0	703	442	(105.4)	0	442	293	735
11月	293	473	(102.8)	1	767	451	(98.3)	3	454	273	727
12月	272	375	(85.8)	0	647	395	(80.8)	0	395	273	668
10~12月	269	1,282	(97.1)	1	1,552	1,288	(91.1)	3	1,291	273	1,564
56. 1月	273	238	(84.1)	0	511	242	(96.8)	0	242	269	511
2月	269	320	(94.1)	0	589	299	(85.2)	3	302	288	590

[注] (1)通産省エネルギー統計月報 56年2月確報

(2)四捨五入のため月報と一致しない場合がある。

石油アスファルト内需実績（品種別明細）

(単位:千t)

項目 年月	内需量			構成比			対前年度比								
	ストレート・アスファルト 一般用	ブローソンアスファルト 工業用	合計	ストレート・アスファルト 一般用	ブローソンアスファルト 工業用	合計	ストレート・アスファルト 一般用	ブローソンアスファルト 工業用	合計						
49年度	4,213	132	4,345	241	4,586	91.9	2.9	94.7	5.3	100.0	90.6	91.9	90.6	68.9	89.1
50年度	3,574	190	3,764	251	4,015	89.0	4.7	93.7	6.3	100.0	84.8	143.9	86.6	104.1	87.5
51年度上期	1,828	93	1,921	124	2,045	89.4	4.6	93.9	6.1	100.0	97.6	120.8	98.5	110.7	99.2
51年度下期	1,802	116	1,918	140	2,058	87.6	5.6	93.2	6.8	100.0	105.6	103.6	105.5	100.7	105.2
51年度	3,630	209	3,839	264	4,103	88.5	5.1	93.6	6.4	100.0	101.6	110.0	102.0	105.2	102.2
52年度上期	2,076	113	2,189	131	2,320	89.5	4.9	94.4	5.6	100.0	113.6	121.5	114.0	105.6	113.4
52年度下期	2,166	122	2,288	157	2,445	88.6	5.0	93.6	6.4	100.0	120.2	105.2	119.3	112.1	118.8
52年度	4,242	235	4,477	288	4,765	89.0	4.9	93.9	6.1	100.0	116.9	112.4	116.6	109.1	116.1
53年度上期	2,355	136	2,491	145	2,636	89.3	5.2	94.5	5.5	100.0	113.4	120.3	113.8	110.7	113.6
53年度下期	2,283	131	2,414	168	2,582	88.4	5.1	93.5	6.5	100.0	105.2	107.4	105.3	109.6	105.6
53年度	4,638	267	4,905	313	5,218	88.9	5.1	94.0	6.0	100.0	109.3	113.6	109.6	108.7	109.5
54年度上期	2,309	100	2,409	167	2,576	89.6	3.9	93.5	6.5	100.0	98.0	74.3	96.7	115.2	97.8
10月	426	12	438	28	466	91.4	2.6	94.0	6.0	100.0	103.6	54.5	101.2	103.7	101.3
11月	419	12	431	28	459	91.3	2.6	93.9	6.1	100.0	93.1	54.5	91.3	100.0	91.8
12月	448	13	461	28	489	91.6	2.7	94.3	5.7	100.0	106.7	54.2	103.8	107.7	104.0
10~12月	1,293	37	1,330	84	1,444	91.5	2.6	94.1	5.9	100.0	100.9	54.4	98.6	103.7	98.9
55. 1月	211	12	223	27	250	84.4	4.8	89.2	10.8	100.0	99.1	63.2	96.1	103.8	96.9
2月	303	15	318	33	351	86.3	4.3	90.6	9.4	100.0	109.8	62.5	106.0	113.8	106.7
3月	505	11	516	32	548	92.2	2.0	94.2	5.8	100.0	98.6	55.0	97.0	100.0	97.2
1~3月	1,019	38	1,057	92	1,149	88.7	3.3	92.0	8.0	100.0	101.8	60.3	99.3	105.7	99.8
54年度下期	2,312	75	2,387	176	2,563	90.2	2.9	93.1	6.9	100.0	101.3	57.3	98.9	104.8	99.3
54年度	4,621	175	4,796	343	5,139	89.9	3.4	93.3	6.7	100.0	99.7	65.5	97.8	109.6	98.5
55. 4月	420	12	432	29	461	91.1	2.6	93.7	6.3	100.0	101.0	57.1	98.9	111.5	99.6
5月	309	14	323	26	349	88.5	4.1	92.6	7.4	100.0	82.4	56.0	80.8	104.0	82.1
6月	327	15	342	23	365	89.6	4.1	93.7	6.3	100.0	91.3	88.2	91.2	76.7	90.1
4~6月	1,056	41	1,097	78	1,175	89.9	3.5	93.4	6.6	100.0	91.9	65.1	90.5	96.3	90.9
7月	351	16	367	19	386	90.9	4.2	95.1	4.9	100.0	86.0	160.0	87.8	67.9	86.5
8月	313	11	324	18	342	91.5	3.2	94.7	5.3	100.0	78.6	110.0	79.4	60.0	78.1
9月	384	18	402	22	424	90.6	4.2	94.8	5.2	100.0	108.5	105.9	108.4	78.6	106.3
7~9月	1,048	45	1,093	59	1,152	91.0	3.9	94.9	5.1	100.0	90.3	121.6	91.3	68.6	89.1
55年度上期	2,104	86	2,190	137	2,327	90.4	3.7	94.1	5.9	100.0	91.1	86.0	90.9	82.0	90.3
10月	399	17	416	26	442	90.3	3.8	94.1	5.9	100.0	93.7	141.7	95.0	92.9	105.4
11月	413	13	426	25	451	91.6	2.9	94.5	5.5	100.0	98.6	108.3	98.8	89.3	98.3
12月	356	15	371	24	395	90.1	3.8	93.9	6.1	100.0	79.5	115.4	80.5	85.7	80.8
10~12月	1,168	45	1,213	75	1,288	90.7	3.5	94.2	5.8	100.0	90.3	121.6	91.2	89.3	91.1
56. 1月	199	17	216	26	242	82.2	7.0	89.2	10.8	100.0	94.3	141.7	96.9	103.8	97.2
2月	256	17	273	26	299	85.6	5.7	91.3	8.7	100.0	84.5	113.3	85.8	78.8	85.2

[注] (1)通産省エネルギー統計月報 56年2月確報

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

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

(4)四捨五入のため月報と一致しない場合がある。

社団法人 日本アスファルト協会会員

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

〔ディーラー〕

● 北海道

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

社団法人 日本アスファルト協会会員

社 名	住 所	電 話
● 東 北		
アサヒレキセイ(株)仙台支店	(980) 宮城県仙台市中央3-3-3	0222 (66) 1101 日 アス
株式会社木畑商会仙台営業所	(980) 宮城県仙台市中央2-1-17	0222 (22) 9203 共 石
株式会社 亀 井 商 店	(980-91) 宮城県仙台市国分町3-1-18	0222 (64) 6077 日 石
宮城石油販売株式会社	(980) 宮城県仙台市東7番丁102	0222 (57) 1231 三 石
中西瀝青(株)仙台営業所	(980) 宮城県仙台市中央2-1-30	0222 (23) 4866 日 石
(株) 南部商会仙台出張所	(980) 宮城県仙台市中央2-1-17	0222 (23) 1011 日 石
有限会社 男 鹿 興 業 社	(010-05) 秋田県男鹿市船川港船川字化世沢178	01852 (3) 3293 共 石
菱油販売(株)仙台支店	(980) 宮城県仙台市国分町3-1-1	0222 (25) 1491 三 石
正興産業(株)仙台営業所	(980) 宮城県仙台市国分町3-3-3	0222 (63) 0679 三 石
竹中産業(株)新潟営業所	(950) 新潟市東大通1-4-2	0252 (46) 2770 シエル
常盤商事(株)仙台支店	(980) 宮城県仙台市上杉1-8-19	0222 (24) 1151 三 石
● 関 東		
アサヒレキセイ株式会社	(104) 東京都中央区八丁堀3-3-5	03 (551) 8011 日 アス
アスファルト産業株式会社	(104) 東京都中央区八丁堀4-4-13	03 (553) 3001 シエル
富士興産アスファルト株式会社	(107) 東京都港区赤坂1-5-11	03 (585) 7601 日 アス
富士鉱油株式会社	(105) 東京都港区新橋4-26-5	03 (432) 2891 丸 善
富士石油販売株式会社	(103) 東京都中央区日本橋2-13-12	03 (274) 2061 共 石
富士油業(株)東京支店	(106) 東京都港区西麻布1-8-7	03 (478) 3501 日 アス
伊藤忠燃料株式会社	(160) 東京都新宿区西新宿3-4-7	03 (347) 3961 共 石
関東アスファルト株式会社	(336) 浦和市岸町4-26-19	0488 (22) 0161 シエル
株式会社 木 畑 商 会	(104) 東京都中央区八丁堀4-2-2	03 (552) 3191 共 石
国光商事株式会社	(165) 東京都中野区東中野1-7-1	03 (363) 8231 出 光
極東資材株式会社	(105) 東京都港区新橋2-3-5	03 (504) 1528 三 石
丸紅石油株式会社	(102) 東京都千代田区九段北1-13-5	03 (230) 1131 モービル
三菱商事株式会社	(100) 東京都千代田区丸の内2-6-3	03 (210) 6290 三 石
三井物産石油販売株式会社	(100) 東京都千代田区内幸町2-1-1	03 (504) 2271 極 東 石
中西瀝青株式会社	(103) 東京都中央区八重洲1-2-1	03 (272) 3471 日 石
株式会社 南 部 商 会	(107) 東京都港区南青山1-1-1	03 (475) 1531 日 石
日東石油販売株式会社	(104) 東京都中央区新川2-8-3	03 (551) 6101 シエル
日東商事株式会社	(170) 東京都豊島区巣鴨3-39-4	03 (915) 7151 昭 石
瀝青販売株式会社	(103) 東京都中央区日本橋2-16-3	03 (271) 7691 出 光
菱東石油販売株式会社	(104) 東京都中央区八重洲2-7-16	03 (281) 2030 三 石
菱洋通商株式会社	(104) 東京都中央区銀座6-7-18	03 (571) 5921 三 石
菱油販売株式会社	(160) 東京都新宿区西新宿1-20-2	03 (348) 6241 三 石
三徳商事(株)東京営業所	(101) 東京都千代田区神田紺屋町11	03 (254) 9291 昭 石
株式会社 沢 田 商 行	(104) 東京都中央区入船町1-7-2	03 (551) 7131 丸 善
新日本商事株式会社	(101) 東京都千代田区神田錦町2-7	03 (294) 3961 昭 石
昭和石油アスファルト株式会社	(140) 東京都品川区南大井1-7-4	03 (761) 4271 昭 石
住商石油株式会社	(160-91) 東京都新宿区西新宿2-6-1	03 (344) 6311 出 光
大洋商運株式会社	(103) 東京都中央区日本橋本町3-7	03 (245) 1632 三 石
竹中産業株式会社	(101) 東京都千代田区鍛治町1-5-5	03 (251) 0185 シエル
東光商事株式会社	(104) 東京都中央区京橋1-6	03 (274) 2751 三 石
株式会社 ト 一 ア ス	(160) 東京都新宿区2-7-1	03 (342) 6391 共 石

社団法人 日本アスファルト協会会員

社 名	住 所	電 話
東京富士興産販売株式会社	(105) 東京都港区虎ノ門1-13-4	03 (591) 3401 日アス
東京レキセイ株式会社	(150) 東京都渋谷区恵比寿西1-9-12	03 (496) 8691 日アス
東生商事株式会社	(150) 東京都渋谷区渋谷町2-19-18	03 (409) 3801 三共・出光
東新瀝青株式会社	(103) 東京都中央区日本橋2-13-5	03 (273) 3551 日石
東洋国際石油株式会社	(104) 東京都中央区八丁堀3-3-5	03 (552) 8151 日アス
東和産業株式会社	(174) 東京都板橋区坂下3-29-11	03 (968) 3101 共石
梅本石油株式会社	(162) 東京都新宿区新小川町2-10	03 (269) 7541 丸善
ユニ石油株式会社	(100) 東京都千代田区霞ヶ関1-4-1	03 (503) 4021 シエル
渡辺油化興業株式会社	(107) 東京都港区赤坂3-21-21	03 (582) 6411 昭石
● 中 部		
アサヒレキセイ(株)名古屋支店	(466) 名古屋市昭和区塩付通4-9	052 (851) 1111 日アス
丸 福 石 油	(933) 富山県高岡市美幸町2-1-28	0766 (22) 2860 シエル
松村物産株式会社	(920) 石川県金沢市広岡町卜25	0762 (21) 6121 三石
三谷商事株式会社	(910) 福井市中央3-1-5	0776 (20) 3111 モービル
名古屋富士興産販売(株)	(451) 名古屋市西区城西4-28-11	052 (521) 9391 日アス
中西瀝青(株)名古屋営業所	(460) 名古屋市中区錦町1-20-6	052 (211) 5011 日石
三徳商事(株)名古屋営業所	(453) 名古屋市中村区則武1-10-6	052 (452) 2781 昭石
株式会社 三 油 商 会	(460) 名古屋市中区丸の内2-1-5	52 (231) 7721 日アス
株式会社 沢 田 商 行	(454) 名古屋市中川区富川町1-1	052 (361) 7151 丸善
新東亜交易(株)名古屋支店	(450) 名古屋市中村区名駅3-28-12	052 (561) 3514 三石
静岡鉱油株式会社	(424) 静岡県清水市袖師町1575	0543 (66) 1195 モービル
竹中産業(株)福井営業所	(910) 福井市大手2-4-26	0776 (22) 1565 シエル
株式会社 田 中 石 油 店	(910) 福井市毛矢2-9-1	0776 (35) 1721 昭石
● 近畿		
赤馬瀝青工業株式会社	(531) 大阪市大淀区中津3-10-4-304	06 (374) 2271 モービル
アサヒレキセイ(株)大阪支店	(550) 大阪市西区南堀江4-17-18	06 (538) 2731 日アス
千代田瀝青株式会社	(530) 大阪市北区東天満2-8-8	06 (358) 5531 三石
富士アスファルト販売株式会社	(550) 大阪市西区京町堀2-3-19	06 (441) 5159 日アス
平井商事株式会社	(542) 大阪市南区長堀橋筋1-43	06 (252) 5856 日アス
木曾通産(株)大阪支店	(550) 大阪市西区九条南4-11-12	06 (581) 7216 日アス
北坂石油株式会社	(590) 大阪府堺市戒島町5丁32	0722 (32) 6585 シエル
株式会社 松 宮 物 産	(522) 滋賀県彦根市幸町32	07492 (3) 1608 シエル
丸 和 鉱 油 株 式 会 社	(532) 大阪市淀川区塚本2-14-17	06 (301) 8073 丸善
三菱商事(株)大阪支社	(530) 大阪市北区堂島浜通1-15-1	06 (343) 1111 三石
株式会社 ナ カ ム ラ	(670) 姫路市国府寺町甲14	0792 (85) 2551 共石
中西瀝青(株)大阪営業所	(532) 大阪市淀川区西中島3-18-21	06 (303) 0201 日石
大阪アスファルト株式会社	(531) 大阪市大淀区豊崎5-8-2	06 (372) 0031 日アス
株式会社 菱 芳 礴 産	(671-11) 姫路市広畑区西夢前台7-140	0792 (39) 1344 共石
菱油販売(株)大阪支店	(550) 大阪市西区新町1-4-26	06 (534) 0141 三石
三徳商事株式会社	(532) 大阪市淀川区新高4-1-3	06 (394) 1551 昭石
(株) 沢 田 商 行 大 阪 支 店	(542) 大阪市南区鰻谷西之町50	06 (251) 1922 丸善
正興産業株式会社	(662) 兵庫県西宮市久保町2-1	0793 (34) 3323 三石
(株) シエル石油大阪発売所	(530) 大阪市北区堂島浜通1-2-6	06 (343) 0441 シエル
梅本石油(株)大阪営業所	(550) 大阪市西区新町1-12-23	06 (351) 9064 丸善

社団法人 日本アスファルト協会会員

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

編集顧問	編集委員	編集幹事
多田宏行	阿部頼政	中山才祐
萩原浩	飯島尚	南雲貞夫
松野三朗	石動谷英二	藤井治芳
	河野宏	真柴和昌
	曾我野慶	太田健二 戸田透 岡村真 林誠之

アスファルト 第128号

昭和56年6月発行

社団法人 日本アスファルト協会

■105 東京都港区虎ノ門2-6-7 TEL 03-502-3956

本誌広告一手取扱 株式会社 広業社

■104 東京都中央区銀座8-2-9 TEL 03-571-0997(代)

ASPHALT

Vol. 24 No. 128 JUNE 1981

Published by

THE JAPAN ASPHALT ASSOCIATION