

## 阪神高速道路における舗装の損傷と補修

保全施設部 保全技術課 石塚 幹 剛  
 大阪管理部 保全第一課 岩津 守 昭  
 " 保全第二課 松浦 健 二

### はじめに

阪神高速道路は、昭和39年に大阪池田線の一部（環状部）3.1 kmを供用して以来、今日では、表-1に示す10路線 117.6 kmを供用している。

昭和56年6月の大阪西宮線の供用によって、大阪～神戸間が一本の都市高速道路で直結され、名実

共に阪神高速道路と呼ばれるにふさわしい道路網が形成された。

これらの供用路線のうち、同表に示すように、大阪万国博覧会が開催された昭和45年以前に供用された路線は、74.1 km（約63%）となっており13～18年を経過している。

昭和56年10月の利用状況は、表-2のとおりである。昭和45年に一応のネットワークが整

表-1 年度別・路線別供用延長

（昭和57年4月現在）

路線名	供用年度延長 (km)															計 (km)	57.4現在供用経過年数(年)
	39	40	41	42	43	44	46	47	48	49	50	52	54	56			
大阪池田線	3.1	4.2	3.9	11.1	1.2	1.9										25.4	13～18
大阪守口線					5.2		5.6									10.8	11～14
森小路線					1.3											1.3	14
大阪堺線						11.5		1.3	0.2		0.4					13.4	7～13
西大阪線							3.8									3.8	13
大阪東大阪線						1.6			2.1	5.3		1.2				10.2	5～13
大阪湾岸線										1.9						1.9	8
大阪松原線													11.2			11.2	3
神戸西宮線			3.3		5.3	16.7										25.3	13～16
大阪西宮線														14.3		14.3	1
合計	3.1 3.1	4.2 7.3	7.2 14.5	11.1 25.6	13.0 38.6	35.5 74.1	5.6 79.7	1.3 81.0	2.3 83.3	7.2 90.5	0.4 90.9	1.2 92.1	11.2 103.3	14.3 117.6	117.6	-	

表-2 阪神高速道路利用状況

（単位：台）

地区	区分	10月分計		比率 (%)	1日平均		平日平均		休日平均	
		大阪	兵庫		大阪	兵庫	大阪	兵庫		
大	阪	12,768,712	68.9	411,894	432,054	307,060				
兵	庫	5,775,234	31.1	186,298	188,976	172,371				
合	計	18,543,946	100	598,192	621,030	479,431				
本	年	度		計	（大阪）		36,684,621			
累	計	（大阪）		1,405,887,011	（兵庫）		476,547,699			

種類別	区分	通行台数		1日平均		比率 (%)	
		大阪	兵庫	大阪	兵庫	大阪	兵庫
車種別	普通車	12,016,030	5,158,297	387,614	186,297	94.1	89.3
	大型車	752,682	616,937	24,280	19,901	5.9	10.7
昼夜別	昼間	7,502,086	3,321,464	244,906	107,144	59.5	57.5
	夜間	5,176,826	2,453,770	188,988	79,154	40.5	42.5

えられてから、年々900万台（1日約25,000台平均）程度交通量が増加してきている。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4～20%（全体平均約7.0%）に分布している。

これらの利用状況からみても、阪神高速道路が

時間的・経済的便益を保証し、阪神圏の産業活動および生産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担ってい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、損傷の要因および補修の状況などを考察するものである。

## 1. 舗装路面の現況

### 1-1 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どちに交通の安全と円滑の確保に支障となる。さらに、騒音・振動（衝撃）の増加、雨水の浸透などにより、床版、伸縮装置などに重大な影響を与える。今日のように、道路交通振動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、路面の平坦性の確保は重要な要素である。これらの要素を配慮して、阪神高速道路の維持管理にあたっては、舗装路面を良好な状態に保全することに最大の努力を傾注している。

この目的のために、道路構造物に関する点検標準を定めて、路面点検を実施している。路面点検の目的は、舗装路面に発生する損傷（変形、破損、異常など機能低下につながるもの全てを総称して呼ぶ）を早期に発見し、損傷要因の除去及び機能復旧を合理的に行うための基礎情報を提供することにある。

路面点検は、次の種別に区分して実施している。

#### (イ) 日常点検：

交通の安全、円滑の確保および第三者に対する障害の除去を図ることを主体として日常的に行う点検である。

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（ランプ部は1回/週）実施する。

#### (ロ) 定期点検：

道路構造物としての舗装路面の健全度の把握、機能低下の原因となる損傷の発見と評価ならびに追跡のために定期的に行う点検である。

路面連続撮影車により、各車線ごとに1回/年

走行写真を撮影し、各点検項目ごとに評価する。

#### (ハ) 臨時点検：

必要に応じて損傷原因の究明、補修方法などの決定のために行う点検である。

これらの点検種別が相互に組み合わせられて、その目的が達成しうるように配慮して、表-3および表-4に示すような判定基準を定めている。点

表-3 舗装の日常点検判定基準

種別	判定区分		
	点検項目	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	15～5mm
	②段差	10mm以上	10～5mm
	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	①もり上がり、はく離	非常に大きな場合	
非常駐車帯部コンクリート	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-4 舗装の定期点検判定基準

点検項目	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%～5%	5%～0%	0	
段差量	ジョイント部	10mm以上	10%～5%	5%～3%	3以下
	コルゲーション	20mm以上	20%～10%	10%～5%	5以下

検項目ごとに損傷の状況をこの判定基準に従って判定し、補修にあたっては表-5を標準として補修計画を立案する体制が定着している。

なお、路面点検は、舗装の他に伸縮装置についても実施している。伸縮装置の点検は、日常の路上目視の他に路下よりの異常音の聴き取りや、梯子車などによる接近（定期）点検を実施している。

表一 5 補修の判定標準

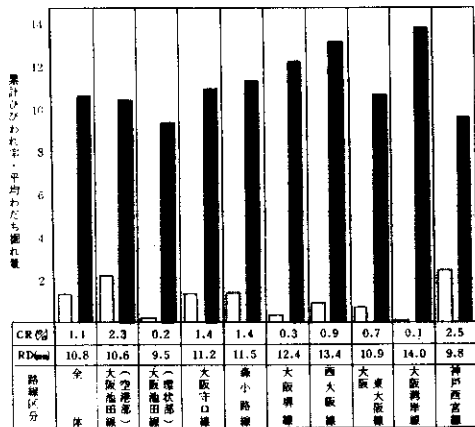
判定区分	状 況
④	損傷が著しく、道路構造物の機能の低下をまねき、交通の安全確保上または第三者への影響が大であり支障をきたす恐れがあると考えられ、緊急補修の必要がある場合
A	損傷が著しく、すみやかに補修する必要がある場合
B	損傷があり、早い時期に補修する必要がある場合
C	損傷が軽微であり、その進行状態を観察する必要がある場合
OK	上記以外の場合

1-2 路面損傷の状況

阪神高速道路の舗装路面損傷の代表的なものは、わだち掘れとひびわれである。そこで、これらの損傷がどのように分布しているかを把握するために、昭和54年度の点検結果をもとに、2,957 スパン × 4 車線 = 11,828 スパン・車線に対して考察した。これらの結果から路面損傷の状況に関して次のようなことが明らかになった。

(1) 損傷の路線別分布

昭和54年以前に供用されていた8路線における



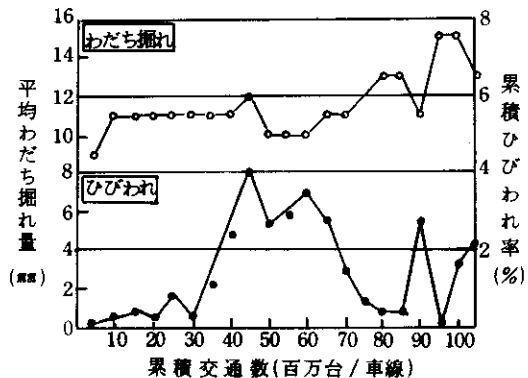
図一 1 路線別平均ひびわれ率・平均わだち掘れ量の分布状況

累計ひびわれ率 (CR) と平均わだち掘れ量 (RD) の平均的な分布は図一に示すとおりである。各路線によって分布状況が多少異なる。CRの大きいのが神戸西宮線と大阪池田線(空港線)の比較的線形が良く、鋼床版の少ない路線に集中している。また、RDの大きいのは、大阪湾岸線や西大阪線の鋼床版構造の多い路線や大型車の通行量の多い路線にみられる。CRとRDには逆の関係がある。これは舗装体全体としての使用合材のアスファルト量の差が、大型車交通量との相関でRDに対する影響が大きくて出現するものと考えられる。

全路線の平均的な値としては、CR = 1.4 % RD = 10.8 ± 3 mm 程度であり、道路維持補修要綱に規定されている維持補修要否の判断目標値と比較するとかなり良好なようにみられる。しかし、都市高速道路の性格からすると、走行性に対してはCRよりもRDの影響が大きく、最大わだち掘れ量との相関が強い。わだち掘れ量は測定結果によると、最大値と平均値との間に5 mm以上の差があり、平均わだち掘れ量が12 mm以上の路線においては、最大わだち掘れ量で算定すると20~24 mmのスペンが大阪堺線 12.3 %、西大阪線 10.0 %、大阪湾岸線 21.6 %となっている。

(2) 累積交通量との相関

打ち換え補修時を零点とする累積交通量とCRおよびRDとの相関は図二のとおりである。



図二 2 累積交通量とひびわれ・わだち掘れの相関

同図によると、補修によってひびわれ率は零に補正することができるが、わだち掘れ量は初期段階でも平均で8mm程度存在する。累積交通量の増加に伴ってわだち掘れおよびひびわれ共に増加するが、必ずしも直接的な関係はみられない。CRについては累積交通量35～70百万台付近で極大となり、RDについては累積交通量の増大と共に増加し、50百万台付近にて平均わだち掘れ量が12mm（最大値は17～20mm程度）に達する。これまでは材料の塑性変形に伴うわだち掘れの進行であり、この時点で表層凸部の切削および走行軌跡の変化等により一時的に減少する（切削等の応急補修によりひびわれが一時的に減少する）。その後は摩耗によるわだち掘れが進行し、90～100百万台付近で平均わだち掘れ量が15mm程度に達するようである。

このような性状を示す要因は、CRと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、施工条件により変形挙動が大きく異なること。加えて、気象条件にも大きく左右

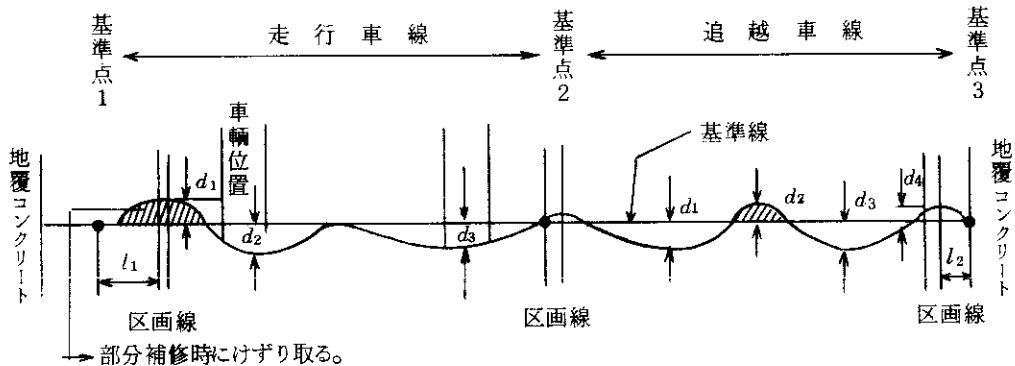
される特性があること。また、解析手法上の問題として、著しいわだち掘れやひびわれが発生すると、ただちに補修などの手当てが行われていること。などの要素が包含されていることによるものではないかと考えられる。

なお、わだち掘れ量は、図-3に示す要領にて算定されたものである。

### (3) 橋梁形式との相関

高架構造の舗装体を支持する路盤は、剛性の高いコンクリート床版上のもので、剛性のやゝ低い鋼床版上のものに大別される。当公団の場合、70%以上がRC合成床版に支持されているものであり、RC床版の平均的な値としては、CR=4%、RD=11mm程度であり、これに比べて鋼床版においてはRDが大きく、CRが小さい。また、RC、PCなどのコンクリート桁上の床版に支持されているものはCRが小さい傾向にある。

舗装体を支持する構造物の剛性が、CRやRDの発生に大きく影響しているようである。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、



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-3 わだち掘れ量算定要領

たわみ特性や防錆などを考慮して基層にグースアスファルトを使用しており、舗装体全体としてのアスファルト量が高い。このためCRは小さいが、反面RDについては基層の軟らかさが表層に対してRDの増大を招いているものと考えられる。

## 2. 舗装路面の損傷と材料の特性

供用路線の舗装を良好な状態に維持管理するためには、どの段階で補修すべきかを適切に判断することが必要になる。本来の道路管理の面からすれば、補修時期の判定は、自動車走行に対するサービスを主体として考えるべきであろうが、舗装

自体が消耗品的な面があり、加えて、本来の機能の他に環境問題に対する療法として対応しやすい面があり、供用性の低下を回復させるにあたって、時期、工法の決定を正しく行わなくてはならない。このため、路面の損傷状況のみでなく舗装材料の劣化性状などを損傷との相関において把握することとした。

### 2-1 路面性状と供用性の関係

舗装路面の損傷性状と材料特性の関係を把握するため、ひびわれ、わだち掘れ、平坦性を因子として抽出した。これらの調査箇所の路面性状は表-6のとおりである。

道路維持修繕要綱によると、供用性指数（PS

表-6 路面性状調査箇所の状況一覧

地点 番号	判定 区分	累積ひび われ率 (%)	わだち掘れ(mm) 上段内側車線、下段外側車線			平坦性 σ(mm)	すべり抵抗値		コアおよび路面観察 からえられた損傷特性
			最大	最小	平均		わだち部	非わだち部	
1	A	6.6	25.5	6.0	14.8	1.62	63	63	ひびわれ中、流動中、ニート 工法によるすべり止め区間
			17.5	4.0	10.0				
2	A	1.5	42.0	10.0	22.2	2.40	68	61	部分的にひびわれ発生、 流動大
			25.0	6.5	13.2				
3	A	0	11.0	3.0	8.1	3.25	49	77	すべり止め部はがれ大、 樹脂層のシワ状態あり
			11.5	2.0	5.9				
4	A	35.2	5.0	2.5	3.7	0.44	76	70	ひびわれ大、流動小
			5.0	2.5	4.4				
5	B	0	13.5	3.5	9.3	1.30	64	73	ジョイント部で流動大
			24.0	5.0	14.1				
6	C	1.7	5.0	3.0	3.9	1.14	72	75	多少の老化傾向、流動は ほとんどなし
			8.0	4.0	5.8				
7	A	12.1	11.0	6.5	9.1	1.23	58	73	ひびわれ大(線状ひびわ れ)、流動中
			12.5	6.5	9.6				
8	B	12.4	10.0	2.0	3.9	2.60	66	70	全体に細かいひびわれ発 生
			7.0	2.0	4.7				
9	C	0	3.0	1.0	1.8	0.81	55	55	良好な状態
			5.0	2.0	4.1				
10	A	27.4	26.0	7.5	16.0	2.35	61	57	車輪軌跡部のひびわれ大、 流動大
			18.0	8.0	12.1				
11	B	5.7	3.0	1.5	2.6	1.62	60	71	ひびわれ中、流動小、良 好な状態
			3.5	2.5	3.0				
12	C	0	6.5	1.0	3.5	1.79	70	75	良好な状態
			6.5	3.0	4.2				
13	A	0	26.0	7.0	19.0	3.41	58	74	流動大
			46.5	33.0	39.6				
14	B	0	8.0	5.0	6.8	1.53	67	78	表面に一部フラッシュあ り、良好に近い
			9.0	4.5	6.4				
15	C	0	9.0	5.0	6.2	1.08	66	75	良好な状態
			4.0	3.0	3.5				

I) は次式で表わされる。

$$PSI = 4.53 - 0.518 \log \sigma - 0.371 \sqrt{C} - 0.174 D^2$$

ここに  $\sigma$  : 縦断方向の凹凸の標準偏差(mm)

C : ひびわれ率(%)

D : わだち掘れ深さ(cm)

このPSI値はひびわれの影響を大きく受ける傾向にあるが、わだち掘れ量とひびわれ率に関する要因を次により区分すると、平均わだち掘れ量と表層5cmの変形率は図-4のような関係がある。

0.518 log  $\sigma$  + 0.174 D<sup>2</sup>の値 0.5以上 わだち大

0.25-0.5 わだち中

0.25以下 わだち小

0.371  $\sqrt{C}$ の値

2.0以上 ひびわれ大

1.0-2.0 ひびわれ中

1.0以下 ひびわれ小

平均わだち掘れ量が5mm以下であれば、ホイー

ルトラッキング試験による変形率も  $4 \times 10^{-2}$  mm/min と良い値を示すが、14mm程度を越すと変形率が極端に大きくなる傾向にある。一部わだち掘れ量が小さいにもかかわらず、変形率の大きなものは基層の影響を受けているものと考えられる。この図からすると、わだち掘れとひびわれとは負の関係があり、表層アスコンの変形率を  $4 \sim 5 \times 10^{-2}$  mm/min に抑えるとわだち掘れの発生を抑制しようようである。

## 2-2 表層混合物の性状と路面性状

表層混合物の性状と路面性状の平均針入度および軟化点の相関は図-5および図-6のとおりである。また、有効空隙率と平均針入度および軟化点の関係は図-7に示すとおりである。

これらの相関からわだち掘れおよびひびわれの

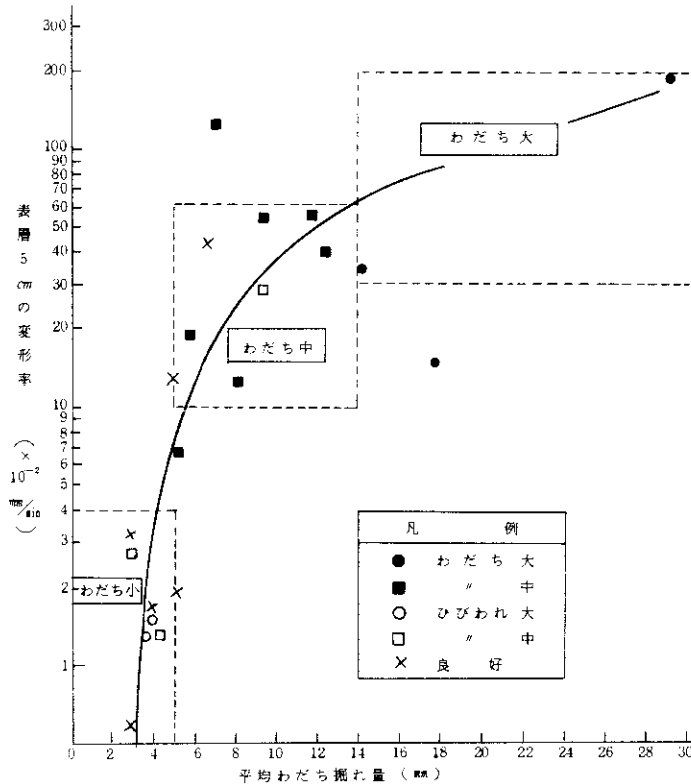


図-4 平均わだち掘れ量と変形量の相関

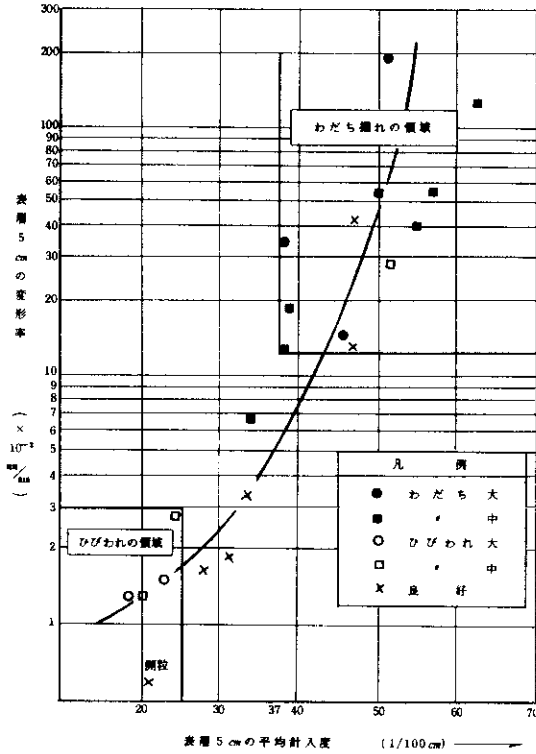


図-5 表層5cm変形率と平均針入度の相関

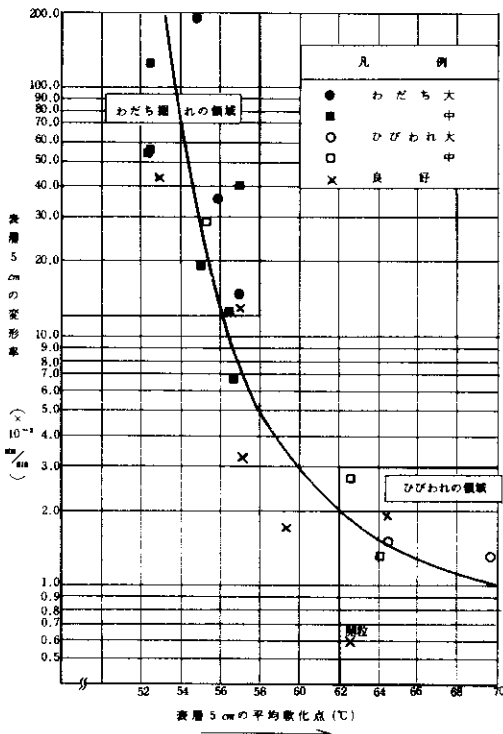


図-6 表層5cm変形率と軟化点の相関

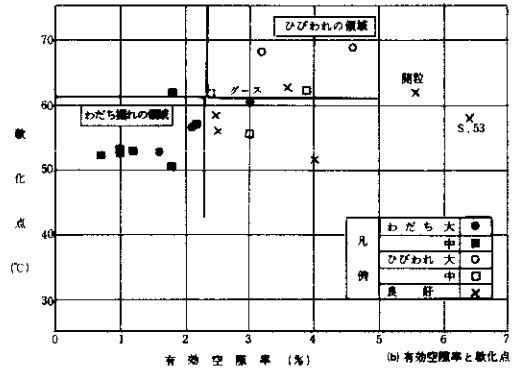
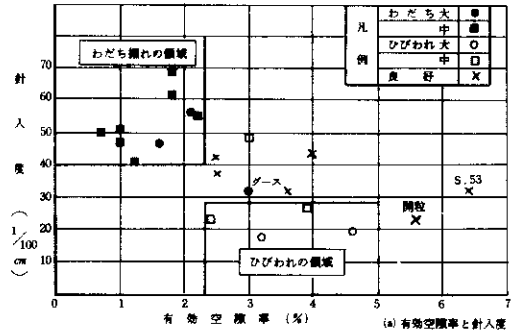


図-7 表層混合物の有効空隙率と針入度・軟化点の相関

路面性状の卓越する表層混合物の性状は表-7のようになる。施工時に100%近い転圧ができ、表-7 表層混合物の特性と路面性状の領域

種別	表層5cmの変形率 ( $\times 10^{-2}$ mm/min)	平均針入度 ( $\times 10^2$ cm)	平均軟化点 (°C)	有効空隙率 (%)
わだち掘れの領域	$\geq 1.2$	$< 2.5$	$\leq 5.8$	$< 2.3$
ひびわれの領域	$\leq 3$	$> 3.7$	$> 6.2$	$\geq 2.3$

通荷重により自然転圧を受けた状態で有効空隙率が2.5~4.0%程度と大きく、骨材のかみ合せがきいた状態であって、平均針入度が30~40、軟化点が55~60°C程度であれば、変形率は5~ $10 \times 10^{-2}$  mm/min以下となり、わだち掘れを抑制することができるものである。

わだち掘れ大の傾向として、表層5cmの変形率が $10 \sim 40 \times 10^{-2}$  mm/min程度の剛性のある混合物と基層に $100 \times 10^{-2}$  mm/min以上の軟わかい混合

物（ダースアスファルト）を組み合わせている舗装構成の箇所が多い。これを防止するためには、表層、基層ともに変形率を $5\sim 10 \times 10^{-2} \text{ mm/min}$ に抑制することが必要である。

表層に改質アスコン（熱可塑性樹脂3%入り）を用いた試験舗装区間を追跡すると、基層の変形率により表層の損傷度合が左右されている傾向に

ある。表層に改質アスコンを用いる場合には、基層の剛性の向上をも併せて行うことが必要である。

### 3. 舗装路面の補修

供用路線における舗装路面の補修状況は、表-8に示すように、面積率にして年間6~9%程度

表-8 阪神高速道路の舗装補修状況

路線名	舗装面積 (㎡)	年度別補修率(面積比率)										累積補修率 (%)	供用年 度	本格的な 増大率の 年数	交通量 の増大 率
		48	49	50	51	52	53	54	55	56					
大阪池田線 (空港部)	205,500	-	0.1	7.3	4.8	23.3	5.8	5.2	6.0	5.2	57.7	44.3	-	8	-
(環状部)	146,300	-	1.5	7.5	7.8	5.3	-	34.1	-	1.9	58.1	39.6~ 44.3	10	-	
大阪守口線	156,700	-	1.3	3.2	15.6	9.5	7.5	7.6	4.3	1.7	50.7	43.5~ 46.10	5~8	-	
森小路線	22,100	1.9	-	5.1	-	-	-	-	-	18.7	-	25.4	43.5	-	
大阪東大阪線	157,600	-	-	-	-	-	-	5.6	4.7	1.2	11.5	44.3~ 52.3	-	-	
大阪堺線	187,800	0.1	1.2	9.8	15.3	11.3	17.3	6.0	6.4	21.5	88.9	44.3~ 50.1	7~9	-	
西大阪線	43,600	-	2.1	-	18.7	31.8	-	-	-	23.7	-	76.3	44.3	-	
大阪湾岸線	44,200	-	-	-	-	-	-	-	-	19.2	11.9	31.1	49.7	-	
大阪松原線	226,900	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	55.3	-	-	
神戸西宮線	387,800	-	1.9	8.7	10.9	8.7	6.3	6.7	11.6	7.8	62.6	41.10~ 44.8	7~9	-	
全体平均	1,578,500	0.1 (0)	1.1 (1.2)	6.2 (7.4)	9.2 (16.6)	10.3 (26.9)	6.0 (32.9)	8.8 (41.7)	7.9 (49.6)	7.0 (56.6)	56.6	-	-	-	

であり、累積補修率は約57%に達している。

#### 3-1 補修の標準的流れ

公団の実績では、補修の対象となる損傷はわだち掘れとひびわれがほとんどである。コルゲーション（縦断方向に発生する連続的な不陸）やコブ等も一部含まれるが、量的にはきわめて少ないものである。そこで、補修の標準的な流れとしては、点検結果、特に定期点検の結果にもとづいて計画的な補修を実施している。

従来は、点検結果の評価から補修工事の実施までの流れが必ずしも統一されていなかった面もあり、その都度現地を確認して担当者の判断によって決定していた。そこで、昭和57年度よりは補修時期、補修工法の決定などの統一化を検討している。わだち掘れが要因の場合の補修までの流れは、図-8に示すとおりである。また、損傷要因別の

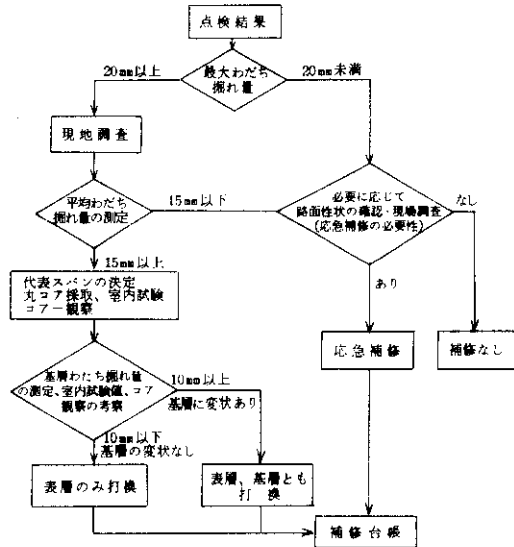


図-8 わだち掘れが要因の場合の流れ図



補修種別は表-9のように定められる予定である。

表-9 損傷要因別の補修種別

補修種別	工法適用上の主な損傷要因
打換補修	わだち掘れ、ひびわれ
オーバーレイ補修	土工部における舗装厚さの不足、沈下、接続部段差
応急補修	○パッチング……ポットホール ○表面切削……コブ、コルゲーション ○薄層舗装……段差
その他補修	区画線および路面表示のわれ、剝離

補修種別の主なものは次のとおりである。

(1) 応急補修

応急補修の対象はポットホールと呼ばれる局部的な凹みを中心であり、日常点検によって見つけ次第ただちにパッチングなどにより補修する。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、雨水等の浸透が考えられる。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、その後の発生件数は減少するが、平均発生率は2.3%（発生スパンの全体に対する比率）となっている。

応急補修は交通の安全確保、または騒音、振動などの沿道環境保全のために行う緊急的、暫定的補修であり、いずれかの機会には打換補修の対象となるものである。

(2) 打換補修

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）新しい材料で打換えるものである。交通規制工事が一般的であるが、工事の総合的見地より、ある区間全面通行止めして二車線とも補修する場合もある。

(3) その他の補修

その他の補修として、交通安全上の対策からすべり抵抗値の向上を図るために特殊な表面処理を施す場合がある。従前はエポキシ樹脂散布により硬質骨材を接着する工法などが適用されていたが、最近ではアスファルト混合物の使用材料自体のすべり抵抗性の向上により対応が可能であるこ

と。加えて、公団の実績では、施工直後にBPN=80~90のものが2年で60程度に、4年で50程度に低下し、かえって表層のひびわれやはがれを促進する傾向がみられること、などから改質アスファルトの使用により対処しているものが多い。

3-2 補修工事の実績からみた損傷要因

舗装路面の補修状況を橋梁スパンに対して区分すると表-10のとおりであり、2回以上補修されているスパンが2%あり、最高3回補修されている。

路面性状をみると、ひびわれは進行が遅く徐々に発生するが、わだち掘れはかなり早い時期に、ある値まで進行してしまう傾向にあるようである。

表-10 補修のスパン率

種別	スパン数	比率	累積ひびわれ率	平均わだち掘れ量
未補修	7,340	62.1%	1.9%	11.2
1回補修	4,242	35.9	0.5	10.2
2回以上補修	243	2.0		
計	11,825	100	1.4	10.8

（昭和54年度末現在の実績にて集計）

これは車両の累積通行台数の増加に伴い繰返し荷重が増大し、表層の圧密または塑性変形により、比較的早い時期にわだち掘れが発生する。さらに、繰返し荷が進むと表層材料が完全に圧密され、わだち掘れに対する安定性が向上するが、摩耗、粘性の低下などにより表層が粗くなり老化現象が現われ、ひびわれが発生するものと考えられる。

3-3 補修要因の分布

補修実績（昭和54年度末現在）が道路線形や構造などに対してどのような関係にあるかを考察すると次のとおりである。

(1) 道路線形要因との関係

道路線形要因別の補修率は、表-11に示すように、第1（走行）車線が全車線の50%以上であり、第1車線全体の半数近くが補修されている。また、追越車線部のみを比較すると、約30~40%が補修

表-11 道路線形別補修率

区分	種 別	補修率	各種別毎数量に対する比率	平均わだち掘れ量	累積ひびわれ率
車線	左から第1車線	34.5%	45.1%	11.2mm	1.4%
	" 2 "	38.4	28.3	10.6	1.4
	" 3 "	5.3	30.1	9.9	0.8
	" 4 "	1.8	40.9	10.2	0
分合流部	通 流 部	91.1	35.0	10.8	1.4
	合 流 部	2.7	41.1	11.1	1.4
平面線形	合流部手前	1.6	55.3	11.0	0.7
	分 流 部	3.3	54.3	10.5	1.4
	分 流 部 手 前	1.3	46.6	10.6	1.8
横断勾配	600m未満の曲線部	11.5	35.1	11.8	0.7
	600m以上 "	26.9	44.6	10.9	0.8
橋脚勾配	直 線 部	61.6	33.2	10.6	1.7
	1.5%未満	7.0	29.2	10.9	1.2
	1.5%~3.0%	77.4	36.6	10.6	1.5
	3.0%以上	21.9	36.0	11.7	0.7

されており、その損傷の程度はいく分走行車線に比べて低いようである。

これは大型車両が走行車線を通行する割合が高いことによるものと考えられる。

分合流部のウィービング走行の影響による補修率は、10~20%高く、合流部手前部分が最高となっている。しかしながら、損傷程度については通常部分とは大差ないが、幾分合流部のわだち掘れ量が大きいようである。これは、平面線形との比較で600m未満の曲線半径部、また、横断勾配が3.0%以上の箇所でのわだち掘れ量の大きいものに相当している。すなわち、このような箇所においては、減速のための制動による影響が現出しているものと考えられる。すなわち、走行速度と荷重の影響はひびわれよりも、わだち掘れに作用する要因が大きいことがわかる。

(2) 道路構造要因との関係

道路構造要因別の補修率は、表-12に示すとおりである。スパン長さによる差は顕著でないが、20m未満のスパンのわだち掘れ量が小さいようである。これは桁種類でPCプレテン桁が多く使われており、平面線形的にもあまり小さな曲線半径の箇所には使用されていないことによるものと考えられる。

桁の連続の程度では、単純桁より連続桁の方が

表-12 道路構造別補修率

区分	種 別	補修率	各種別毎数量に対する比率	平均わだち掘れ量	累積ひびわれ率
スパン長	20m未満	11.6%	27.4%	9.6mm	1.0%
	20~40m	67.8	37.9	10.9	1.4
	40m以上	30.6	35.9	11.4	1.4
桁連続	単 純 桁	83.5	33.8	10.7	1.5
	連 続 桁	14.2	50.3	11.7	0.3
	そ の 他	2.3	71.3	9.8	0.2
桁種類	鋼 桁	81.1	39.5	11.0	1.8
	PCポストテン桁	7.5	21.5	10.8	0.1
	PCプレテン桁	4.7	16.7	9.5	1.0
	RC桁	4.7	67.7	10.1	0.3
	PCディバダーク桁	0.4	26.8	10.6	0.1
	PCビルツ	1.6	93.1	8.9	0
桁型式	I 型	66.5	39.4	10.9	1.7
	箱 型	15.4	15.4	11.7	0.6
	T 型	9.7	19.3	10.1	0.3
	H 型	2.7	37.8	9.5	5.1
	ス ラ ン	2.7	37.3	9.1	1.9
床版種類	立 体 ラ ー メ ン	3.0	73.3	15.1	0
	鋼 床 版	2.8	19.6	13.5	0.3
	RC(合成)	77.5	39.2	10.8	1.8
	RC(非合成)	19.7	29.6	10.3	0.3

多く補修されており、とくにディバダークやビルツタイプのものの補修率がきわめて高い。また、損傷の程度においては、連続形式のものがわだち掘れ量は大きく、ひびわれ率は小さい傾向にある。これは連続形式のものが、鋼床版、箱型形式の桁が多く使われていることによるものと考えられる。RC桁、PCビルツの桁種類の補修率が高いのは、桁形式として立体ラーメンが多く採用されており、連続舗装区間が短かく、転圧施工性が悪いことが影響しているものと推測される。これらの桁種類および桁形式の構造が採用されている箇所では、2回以上の補修率が高くなっている。

床版の種類では補修率による差は明らかでないが、鋼床版のわだち掘れ量がRCに比べて大きい。これは、たわみ追従性や防錆効果から舗装体としてアスファルト量の多い舗装構成が採用されていることによるものと考えられる。

その他の構造的な要因として、主桁本数(間隔)による違いは、主桁本数3本以下(主桁間隔で400cm以上)のものが、補修率が高く、わだち掘れ量が1~2mm高くなる傾向にあるようである。ひびわれ率についてはあまり大きな差がみられない。主桁間隔がある程度大きくなると、舗装体の変形を促進する傾向にある。

(3) その他要因の相関

補修の有無を外的基準として、数量化Ⅱ類を用いた各要因の補修への影響の度合は、図-9のとおりである。桁形式、桁種類、床版種類、桁の連続程度

要因種別	0	10%	20	30	40
レゾシ	[Progressive bar chart showing influence degrees for various factors]				
桁形式	[Progressive bar chart]				
桁種類	[Progressive bar chart]				
床版種類	[Progressive bar chart]				
桁連続	[Progressive bar chart]				
主桁本数	[Progressive bar chart]				
主桁間隔	[Progressive bar chart]				
平面線形	[Progressive bar chart]				
縦断勾配	[Progressive bar chart]				
スパン長	[Progressive bar chart]				
横断勾配	[Progressive bar chart]				

図-9 補修要因の影響度

などの構造的な要因が大きく影響していることがわかる。この図の影響度合は、すべての要因を平均した値の比較であり、交通に関する要因を無視し、わだち掘れ量のみによって統一した補修が実施されているものとして算出された値である。

交通量に関する要因として累積総交通量と累積大型車交通量を抽出すると、交通量の増大とともにわだち掘れ量が増加し、累積総交通量7,500万台（累積大型車交通量1,000～1,500万台）にてピーク値に達する。その後、わだち掘れ量の増加がある期間抑制されるが、ひびわれ率はこの時点より急上昇する傾向にある。この程度の交通量に達すると全体の47%程度のものが補修されることになる。

舗装路面の損傷の発生と補修の要因は、交通量のみではなく、走行速度との相関が高いものと考えられる。

昭和54年度の主要な観測地点の1日当りの平均的な渋滞時間と渋滞長さの関係は、図-10に示すとおりである。これらの観測点別の渋滞の大きさと平均わだち掘れ量の変化状況は、図-11のとおりである。この図からみると、渋滞のある箇所

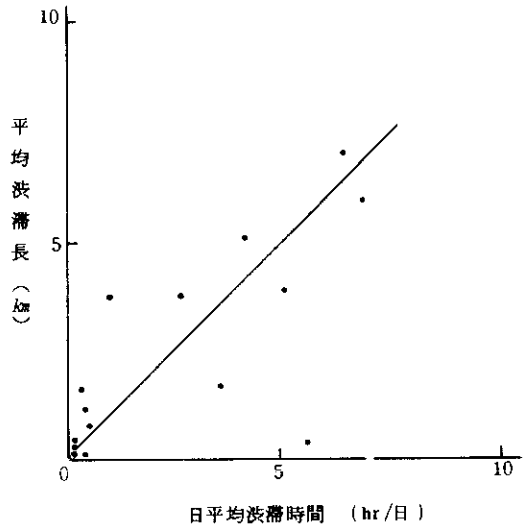


図-10 自然渋滞発生状況

して2～3mm程度大きな値となっているようである。しかしながら、渋滞のある箇所について、その大きさを渋滞時間で代表して、わだち掘れ量の年間当りの増加量を算出すると表-13に示すとおりとなる。この表によると2時間未満の渋滞は、

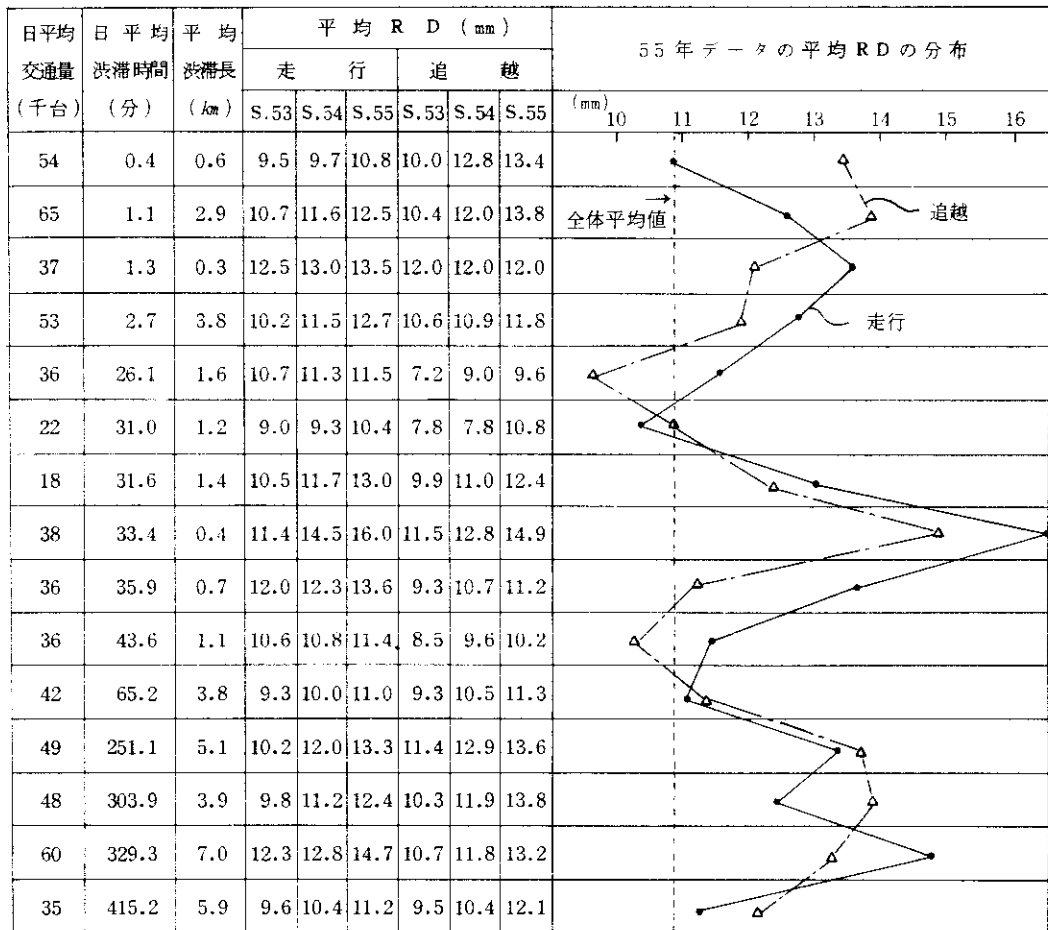
表-13 渋滞時間区分によるわだち掘れ増加量

わだち掘れ増加量 (mm) / 渋滞の大きさ	走行車線				追越車線			
	S.55 RD量	S.54 -S.53	S.55 -S.54	S.55 -S.53	S.55 RD量	S.54 -S.53	S.55 -S.54	S.55 -S.53
30分未満	12.4	1.0	1.1	2.0	12.3	1.0	1.1	2.1
30分～2時間未満	11.5	0.7	1.0	1.8	11.4	1.0	1.0	1.9
2時間～5時間未満	13.4	1.9	1.3	3.2	13.5	1.7	1.0	2.6
5時間以上	12.4	1.0	1.2	2.2	12.8	1.2	1.5	2.6

わだち掘れ量を増大させる大きな要因とはならず、2時間以上になると幾分増大させる傾向にあるようである。

なお、渋滞のない区間の平均的な年間当りの平均わだち掘れ量の増加量は、0.7～1.4mmであるが、この値と比較すると、渋滞のある区間の増加量は0.7～1.9mmとなり、少し大きくなる傾向にある。交通量と渋滞の大きさを同時に加味した評価を行うことが必要であるが、手法的な難しい面もあり、あまり良好な成果がえられない。

図 - 11 渋滞の大きさとわだち掘れ量



#### 4. 舗装設計基準の改訂

公団の舗装補修にあたっての問題点は、都市高速道路の性格もあり、交通規制による迂回路の確保、通行止の困難さにあり、加えて、これらの状況下における補修工事では、確実な品質を保障することが難しいことにある。したがって、ひびわれやわだち掘れなどの損傷を生じない“長持ちする材料と組み合わせ”による対応が望まれるものである。

補修実績によると、わだち掘れ発生箇所は同一箇所に集中しており、同一場所を3回にわたって打ち換えているものがある。供用路線における舗装補修では、作業時間の制約もあって、基層から

の打ち換えは困難な場合が多いが、高架橋の舗装体においては、基層材料の耐流動性の低下が表層材料の変形特性に大きく影響することが判明している。これらの点を考慮すると、舗装補修にあたっては基層材料の特性を十分に吟味した舗装構成と材料を使用して舗装体全体の健全性を評価することが必要である。

これらの状況下において、次の点を中心に舗装研究委員会（委員長：金沢大学松野三朗教授）にて、設計基準の見直しを行った。

- (1) 耐流動対策としての改質アスコンの使用
- (2) ホイールトラッキング試験の義務づけと動的安定度(DS)の位置付け
- (3) 施工管理基準の整備など

この委員会の成果を受けて、補修においても次

のような対応により耐流動性の向上を図ることとしている。

#### (1) R C床版上の舗装

- (イ) 表層、基層とも改質アスファルトとする。
- (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、ホイールトラッキング試験で最適アスファルト量を確認する。
- (ニ) 骨材粒度配合にて0.074 mm通過分を抑制する。
- (ホ) アスファルト量決定後、ホイー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 $6.4\text{kg/cm}^2$ (60℃)で2,000回/mmとする。(土木研究所の成果より、単路部の大型車通過回数200万台に対するRDを10mmに想定し、熱可塑性樹脂入改質アスファルトにより対応する)
- (ヘ) 低温時の曲げ試験により混合物の性状を確認する。
- (ト) 入念な施工管理試験を行う。

#### (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。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、曲げ破断歪を $8 \times 10^{-3}$ (-10℃、50 mm/min)以上とする。

### まとめ

当公園の供用路線における橋面上舗装の損傷と補修の現況を中心に、維持管理面から考察したものである。舗装体としてアスファルト合材を主体とした材料を使用している限り、供用後いずれかの機会に打ち換えが必要になることはやむなきことと考えられる。低価格材料で消耗品的に一定期間ごとに打ち換えることは、都市高速道路の宿命として<sup>1)</sup>沿道住民の生活環境保全<sup>2)</sup>補修による交通渋滞に対する利用者へのサービスレベルの低下

などの面できわめて対応が難しい。

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、都市高速道路の管理上から重要なことである。アスコン使用の場合の耐流動性向上の手法には<sup>1)</sup>アスファルト量を減らして骨材のかみ合せを強くするもの<sup>2)</sup>粘度の高いアスファルトの膠着力に期待するもの、が普通である。1)のアスファルト量を減らす方法は、骨材の最大粒径が大きくなり、橋面上舗装の3.5cmの厚さでは十分な密度がえにくくなる。このため舗装体の空隙が大きくなって、供用中の老化、摩耗、ひびわれなどを招きやすくなる。この点2)の方法は、施工時の温度管理に十分注意することにより、所定の密度が確保しうる利点がある。そこで、耐流動対策として改質アスコンを全面的に使用していくこととしているものであるが、特殊添加材料の使用と合わせて入念な施工管理が必要となるものである。

耐流動対策として材料的改善を主体において進めているが、これらの対策の効果が発揮されるためには、施工上の品質管理制度の向上を図る作業体制の確保、舗装体を支持する床版の剛性確保、基層の健全性の確保など種々の問題の解決が必要である。

損傷の発生量とその要因として、交通条件、道路構造条件等の関係が大略把握することができたので、これらの資料に加えて、気象条件、交通振動軽減の要素を含めて、長持ちさせる舗装補修を目指すことができれば幸いである。

### 参考文献

- 1) 舗装損傷要因解析業務報告書 . 56.3
- 2) 舗装追跡点検業務報告書 . 57.3
- 3) 舗装損傷検討業務報告書 . 56.6
- 4) 道路橋補修便覧 . 54.2. (社)日本道路協会
- 5) 道路維持補修要綱 (〃) (〃)
- 6) 道路構造物の点検標準(土木構造物編)
- 7) 阪神高速道路の舗装の現況 高橋正克  
ASPHALT Vol.24 No.128(1981)
- 8) 構造物補修に関する調査研究委員会中間報告書 . 57.3