

# アスファルト

第13巻 第76号 昭和45年12月発行

## ASPHALT

76

社団法人 日本アスファルト協会

# ASPHALT

第 76 号  
目 次

## 「試験舗装による調査研究」

- 発表会の概要 .....南雲 貞夫 2  
舗装用ゴム入アスファルトについて  
.....斉藤 茂 12  
アスファルト混合物の特性と  
試験法の意味 <連載第8回>  
.....太田 記夫 22

## ASPHALTOPICS

- フルデプス舗装の州際道路完成 <アメリカ> .....20  
アスファルトゼミナール開催報告 .....21  
アスファルト舗装すべり抵抗研究 <アメリカ> .....24

### 読者の皆様へ

“アスファルト”第76号、只今お手許にお届け申し上げます。

本誌は当協会がアスファルトの品質改善を目ざして需要家筋の皆様と生産者側との技術の交流を果し、より一層秀れたアスファルトをもって、皆様方の御便宜を図ろうと考え、発行致しているものであります。

本誌は隔月版発行であります、発行毎に皆様のお手許へ無償で御贈呈申し上げたいと存じております。

本誌が皆様の需要面における有力な参考資料となることを祈りつつ今後の御愛読をお願い致します。

社団法人 日本アスファルト協会

〒105 会長 西本龍三  
東京都港区芝西久保明舟町12 和孝第10ビル  
TEL 03-502-3956

☆編集顧問☆  
工藤忠夫

☆編集委員☆

多田 宏行・萩原 浩  
松野 三朗・高見 博  
南雲 貞夫  
加藤兼次郎・古田 毅  
太田 記夫

本誌広告一手取扱

株式会社 広業社

東京都中央区銀座8の2の6

TEL東京(571)0997(代)

# ASPHALT

Vol. 13. No. 76 DECEMBER 1970

Published by

## THE JAPAN ASPHALT ASSOCIATION

Editor • Ryozo Nishimoto

# 『試験舗装による調査研究』発表会の概要

南 雲 貞 夫

## まえがき

舗装技術の開発と研究を進めるうえにおいて、実際道路上に設けられた試験舗装の果す役割りは、舗装技術者の誰しもが高く評価するところであり、舗装事業の伸展にともなって各地で様々な目的をもった試験舗装、あるいは試験施工が実施されてきた。それらは各々の目的に応じた一応の成果を挙げてはいるが、多くの場合、長期間にわたる追跡調査がなおざりにされ、もっとも肝要な耐久性に関する情報の乏しいことを指摘する人が少ない。継続調査を困難とする背景には、試験舗装が計画し実施した個人にのみ所属するとみなされ、資料の保管や調査の引継ぎが円滑に行なわれないなどの問題点があったが、試験舗装の実施を組織的にとりあげることにより、それらの問題点は解消し、従来になかった成果を挙げるであろうと考えられるようになった。

建設省では昭和42年度より、多額の道路事業調査費を投入し、試験舗装の観測を組織的、継続的に行なうことを主眼に、土木研究所と各地方建設局技術事務所、ならびに工事事務所の協同研究による各種試験舗装の建設に着手した。昭和44年度までに完成した試験舗装は表一に示すように、アスファルト舗装に関するもの9箇所、コンクリート舗装に関するもの4箇所及び、昭和45年度には更に2箇所設計または施工中のものがある。これまでの調査資料はいずれも報告書にとりまとめて公表されているが、目ぼしい成果のえられたもの、あるいはえられていないものすべてを一堂に集めて発表し合い、現在までの経過と今後の方向を確認し、かつ舗装技術にたずさわる人々の批判を仰ぐ機会を設けたのが表記の発表会であった。

発表会には、表一にまとめられた試験舗装のほか、わが国での大規模試験舗装の草分けともいふべき美々試験道路の調査研究を含む2篇の報文が北海道開発局からまた実際道路をそのまま試験道路に見たててぼう大な調査観測を継続している東名、中央両高速道路の動態調査の紹介が日本道路公団からそれぞれ提出され、合計10篇

の発表がなされた。それらの詳細は、土木研究所資料第616号 試験舗装による調査研究—発表会論文集—昭和45年10月29日—にとりまとめられているが、ここにはそれら各報文を要約して御紹介することとする。

## 1. 寒地道路の耐摩耗すべり止工法について

建設省東北地方建設局仙台技術事務所 安藤茂光

積雪寒冷地におけるアスファルト舗装の摩耗層には、タイヤチェーンの摩耗作用に対して抵抗性のあるいわゆる耐摩耗トベカなどの混合物が標準とされている。しかしこれらの混合物は通常の混合物に比べて、湿潤時のすべり抵抗性に劣ることが大きな問題点とされてきた。昭和41年9月以来の現地調査によっても、耐摩耗トベカはポータブルテスターの測定によるとき、0.5を下まわるものが10~20%に達していることが明らかにされた。

昭和42年度に実施した作並試験舗装では、室内試験の結果によってえられた、アスファルト量、F/Aおよび粒度のほか、アスファルト針入度、粗骨材の硬さ、および施工時期の因子を含む32種類の混合物を延長700mにわたり厚さ3cmに舗設した。以後の継続調査によれば、すべり抵抗係数に及ぼす要因効果は粒度（粒度曲線の上・下限）の寄与率をもっとも大きく、次いでアスファルト量が施工当初においてのみ影響の大きいことが認められた。

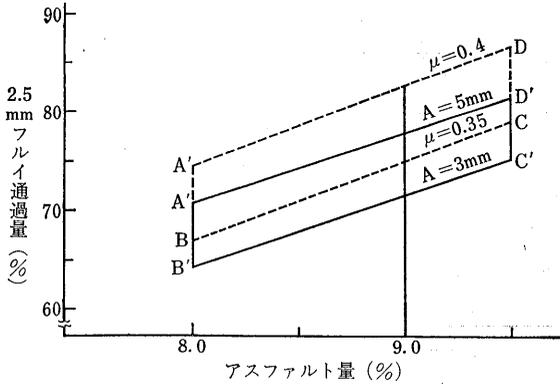
昭和43年度の楯岡試験舗装では上記の因子のほかゴム入りアスファルトの効果を調べることにし、また隣接してアスファルトモルタル、グースアスファルト、開粒度アスコンなどの区間を設けた。経時的調査の結果、路面のすべり抵抗係数に影響する因子はアスファルト量と粒度であったが、これは作並の場合とほぼ同様の結果であった。すなわち、アスファルト量の多い、しかも粒度は範囲の下限に近い場合、混合物はもっともすべりやすいものとなる。

現地で実測されたタイヤチェーンによる摩耗量には、

表-1 各年度に実施した試験舗装の概要

年度	テ マ	試 験 舗 装					観 測	
		名 称	記 号	実 施 場 所	土研 担当 研究室	地建担当 事務所	項 目	頻 度
42	(1) アスファルト混合物の配合設計に関する試験舗装 (2) アスファルト材料に関する試験舗装	幕張	A 1-42 A 2-42	国道14号線 幕張バイパス	舗 装 化 学	千葉国道工事事務所 東京技術事務所	ベンケルマンビーム沈下量、縦横断凹凸、コア密度、抽出、すべり、観察、交通量、車輻重量、舗装温度、ひびわれ	年 2回 春、秋
	アスファルト混合物のタイヤチェーンによる摩耗およびすべり抵抗に関する試験舗装	作並	A 3-42	国道48号線 作並地区	舗 装	仙台工事事務所 仙台技術事務所	交通量、すべり、摩耗量、観察、コアの密度、抽出	年 2回 すべり 年 4回
	アスファルト混合物のはく離に関する試験舗装	鹿兒島	A 4-42	国道10号線 単人一国分間	舗 装	鹿兒島国道工事事務所 久留米技術事務所	交通量、車輻重量、ひびわれ、沈下量、凹凸量、コア密度、舗装温度	年 1~2回 自 記 (温度)
43	各種上層路盤の支持力に関する試験舗装	大 日	A 5-43	国道16号線 大日地区	舗 装 化 学 機 械	千葉国道工事事務所	交通量、車輻重量、ひびわれ、沈下量、凹凸、土圧、含水比、沈下計外	年 2回
	アスファルト混合物のタイヤチェーンによる摩耗およびすべり抵抗に関する試験舗装	楯 岡	A 6-43	国道13号線 村山地区	舗 装	山形工事事務所 仙台技術事務所	交通量 すべり摩擦係数 摩耗状況観察 コア密度、抽出	年 2回 4回 1回 1回
	アスファルト混合物のはく離に関する試験舗装	宮 崎	A 7-43	国道220号線 南郷地区	舗 装	宮崎工事事務所 久留米技術事務所	交通量、車輻重量、ひびわれ、沈下量、凹凸、コア	年 1回 2回
	(1) 各種鉄鋼によるコンクリート版の補強 (2) アスファルト中間層の比較 (3) 関連する施工調査	水 戸 矢 板	C 1-43 C 2-43	国道6号線 水戸バイパス 国道4号線 矢板バイパス	コンクリート 舗 装 機 械	常陸工事事務所 宇都宮工事事務所 東京技術事務所	交通量、車輻重量、ひびわれ、すべり摩擦係数、コア採取	年 1回
	(1) 各種路盤の効果に関する試験舗装 (2) 膨脹目地なし舗装 (3) 関連する施工調査	加古川	C 3-43	国道2号線 加古川バイパス	コンクリート 舗 装 機 械	姫路工事事務所 大阪技術事務所	交通量、車輻重量、ひびわれ、コア採取 目地間隔 舗装版温度	年 1回 年 4回 自 記
44	下層路盤の安定処理に関する試験舗装	横 戸	A 8-44	国道16号線 横戸地区	舗 装	千葉国道工事事務所	交通量、車輻重量、ひびわれ、沈下量、凹凸、沈下計、土圧、ベンケルマン	年 2回 年 6回
	各種上層路盤の支持力に関する試験舗装	名 四	A 9-44	国道1号線 名四バイパス	舗 装	名四国道工事事務所 名古屋技術事務所	交通量、舗装温度、車輻重量 ひびわれ、沈下量、凹凸	自 記 年 2回
	コンクリート版の補強に関する試験舗装	加古川	C 4-44	国道2号線 加古川バイパス	舗 装 コンクリート 機 械	姫路工事事務所 大阪技術事務所	交通量、車輻重量 ひびわれ 舗装温度	年 1回 自 記

図-1 耐摩耗, 耐すべりを考慮した混合物の配合線



   A'B'C'D'許容すべり抵抗値  $\mu=0.35\sim0.4$   
 施工後1週間目 湿潤  
   A'B'C'D'許容摩耗量  
 施工後1冬目  $A=5\sim3mm$

項目	標準値	備考	
マーシャル試験	フロー値 1/100cm	40~70	すべりについては下位摩耗については上位
	安定度 kg	450~500以上	
	空隙率 %	3~7	すべりについては上位摩耗については下位

耐摩耗, 耐すべりを考慮した混合物の標準値

アスファルト量, 粒度, 次いでF/A, アスファルトの種類(ゴム添加の有無)などの影響が見られた。摩耗量の分散分析の結果によれば, 耐摩耗性の混合物とは次のようなものであった。

- (1) 0.074mmフルイ通過量の多いもの
- (2) 2.5mmフルイ通過量の少ないもの
- (3) アスファルト量が多いもの
- (4) ゴム入りアスファルトを使用したもの
- (5) アスファルトの針入度40~60のもの, 80~100のものでは差がない。

試験舗装のこれまでの観測結果から耐摩耗トベカの配合設計に関する指針(案)を次のように設けた。耐摩耗トベカの施工後1週間目の許容すべり抵抗係数を0.35~0.4とするように図-1より配合を設定する。タイヤチェーンの摩耗を押さえたい場合は, 第1年目の冬季間の許容摩耗量を3~5mmとし, 同様に図-1を利用する。

## 2. 幕張試験舗装の概要と供用状況について

建設省土木研究所 松野三朗・谷本誠一

幕張試験舗装はアスファルト混合物の配合設計とアスファルト材料に関するものであり, その目的は, マーシャル試験による配合設計の結果と混合物の供用性とを対比させ, 配合設計の合理化をはかることであり, 後者ではわが国産のアスファルトと海外よりの輸入品との耐久性を比較することである。

昭和42年9月に供用開始以来, 約3カ年を経過したが配合設計に関する試験舗装96区間のうち17区間に, アスファルト材料に関するもの13区間のうち3区間に, それぞれヒビワレの発生が見られた。現在大型車交通量は, 1,915台/日(第1車線)および664台/日(第3車線)である。

配合設計に関する試験舗装では, 混合物粒度(2.5, 0.6,

0.074mm各フルイ通過量), 粗骨材種類, アスファルト針入度およびアスファルト量を因子とする48種類の混合物を重量車通過台数の異なる第1車線と第3車線の厚さ4cmの表層に舗装した。

昭和45年6月におけるヒビワレの発生状況は, もっとも甚しい区間でヒビワレ率は約13%に過ぎず, ほとんど10%以下であったが, 分散分析の結果は以下の通りである。主効果の有意なもののみを挙げれば, 0.6mm, 0.074mm各フルイ通過量, 粗骨材種類およびアスファルト量であったが, 0.6mmフルイ通過量の多いもの, 0.074mmフルイ通過量の少ないものほどヒビワレ率が大い。

混合物の流動状況は横断凹凸量によって評価した。横断凹凸量に対しては, 2.5mm, 0.6mm各フルイ通過量, アスファルト針入度, アスファルト量および車線の違いの効果が有意であった。すなわち, 修正トベカにおいて凹凸量はもっとも大きく, アスファルト量が多いほど, 0.6mmフルイ通過量が多いもので, アスファルト針入度の高いものほど凹凸が大い。

抜取りコアの密度の経時変化は粗粒度アスファルトコンクリートを除き, 供用2カ年間の密度増加が著しい。粗粒度のものは供用後3カ年間は増加しており, 今後も増加することが推測される。

これらのほか, 継続凹凸量, すべり抵抗性, たわみ量, アスファルトの性状などに関する調査を継続している。

## 3. アスファルト混合物のはく離に関する試験舗装

建設省九州地方建設局久留米技術事務所 秋吉成美

アスファルト混合物のはく離現象による舗装の破壊が3号線三太郎国道において, かなりの規模で発生した昭和39年頃より, 現地調査と室内試験とによる検討が続けられてきたが, はく離現象の原因の究明とその防止対策を見出すために, 昭和42, 43年度に鹿児島試験舗装と宮崎

試験舗装とが続いて施工された。

混合物のはく離に關係する要因は数多く指摘されているが、最初の鹿児島試験舗装で取上げた因子は、上層路盤上のアスファルト混合物層厚、表層基層混合物の骨材種類、アスファルト針入度、消石灰添加の有無、はく離防止剤添加の有無および路盤の種類であった。三太郎国道での路盤にはシラスのソイルセメントが利用されていたが、シラスは水を含みやすいため、粒調碎石路盤の場合よりもはく離を起しやすと考えられており、路盤の種類とはこの両者を指している。アスファルトは針入度の低いかたいものが、骨材は塩基性岩の玄武岩がいずれ

もはく離を起しにくいと考えられ、またアスファルト混合物層厚は厚いほど交通荷重と温度の影響が小さくなるので、はく離に対して安全であろうと考えられた。宮崎試験舗装ではアスファルトの針入度にかえて乳化性の大小とし、路盤はシラスのソイルセメントのみとしたが、新たに表層基層混合物のアスファルト量を変え、また雨期や冬期の施工条件を想定して、ストックヤード骨材の含水量を大きなものとした。また補足的にタールを混入したアスファルトを一部で用いた。これら因子の組合せによる混合物を前者で延長25mで32区間に、後者で延長20mで34区間にそれぞれ舗装した。

表-2 大日試験舗装の上層路盤工種と材料

工種	記号*	粒 度		骨材の配合比(%)									添加材および設計量(%)		管理試験結果 (安定度、CBR 一軸圧縮強さ)
		0.25mm Pass (%)	0.074 mm Pass (%)	3 号	4 号	5 号	6 号	7 号	スク ー ー ニ ン グ ス	山 砂					
アスファルト 安 定 処 理	A 10	37.5	4.2	15	11	16	13	10	22	13	80~100	4.0	663~818 (kg)		
アスファルト 安 定 処 理	A 15	37.5	4.2	15	11	16	13	10	22	13	80~100	4.0	1015~1368 (kg)		
アスファルト 安 定 処 理	A 25	37.5	4.2	15	11	16	13	10	22	13	80~100	4.0	917~1015 (kg)		
タール 安 定 処 理	T 15	38.6	3.9	15	10	18	12	8	20	17	C 2号	4.0	367~522 (kg)		
タール 安 定 処 理	T 20	38.6	3.9	15	10	18	12	8	20	17	C 2号	4.0	508~606 (kg)		
カットバックアスファルト 安 定 処 理	S 15	40.8	2.8	15	10	18	8	10	33	6	ストック アスファルト	4.0	649~761 (kg)		
アスファルト乳剤 安 定 処 理	E 15	39.1	2.8	15	10	20	8	10	22	15	MK-3	7.0	592~705 (kg)		
アスファルト乳剤 安 定 処 理	E 20	39.1	2.8	15	10	20	8	10	22	15	MK-3	7.0	522~705 (kg)		
セメント (qu=30) 安 定 処 理	C 15	53.7	6.9	9	7	9	8	15	36	16	普通 ポルトランド	3.7	29.2~32.3 (kg/cm <sup>2</sup> )		
セメント (qu=30) 安 定 処 理	C 20	53.7	6.9	9	7	9	8	15	36	16	普通 ポルトランド	3.7	29.6~34.6 (kg/cm <sup>2</sup> )		
セメント (qu=50) 安 定 処 理	C' 20	53.7	6.9	9	7	9	8	15	36	16	普通 ポルトランド	5.5	50.8~58.4 (kg/cm <sup>2</sup> )		
アスファルト乳剤セメント 安 定 処 理	EC 15	38.1	4.2	15	10	20	8	10	22	15	リグメント ポルトランド	4.0	11.2~15.0 (kg/cm <sup>2</sup> )		
消石灰 安 定 処 理	L 15	53.7	6.9	9	7	9	8	15	36	16	工業用 1号	10.0	10.1~10.7 (kg/cm <sup>2</sup> )		
消石灰 安 定 処 理	L 20	53.7	6.9	9	7	9	8	15	36	16	工業用 1号	10.0	10.6~12.1 (kg/cm <sup>2</sup> )		
粒度調整 (碎石)	M 20	38.1	4.2	15	10	20	8	10	22	15	—	—	58.0~72.0 (%)		
粒度調整 (碎石)	M 30	38.1	4.2	15	10	20	8	10	22	15	—	—	45.0~54.0%		
粒度調整 (ス ラ グ)	MS 15	34.0	3.9	ス ラ グ 40 ~ 0						100	—	—	80.0~110(%)		
粒度調整 (ス ラ グ)	MS 20	34.0	3.9	ス ラ グ 40 ~ 0						100	—	—	97.0~138.0(%)		
粒度調整 (水サイスラグ)	MS'15	46.4	3.2	ス ラ グ 水サイスラグ 切込砂利						70 30	—	—	60.0(%)		
切込砂利	G 30	34.5	0.6	40 ~ 0						100	—	—	40.0~57.0(%)		

\* 数字は層厚 (cm) を示す。

供用後の観測は混合物の残留安定度、表面のたわみ量、凹凸量、路面の観察、はく離状況の視察などについて行なわれてきたが、いずれにおいても特に顕著なはく離現象は観察されていない。しかし昭和43年10月の観測によれば宮崎試験舗装の一部において、はく離現象が観察されたが、アスファルト混合物層の下面の厚さ約1cmの部分が茶褐色を呈していた。

(注) 昭和45年11月の調査ではかなり明瞭なはく離が観察されており、その防止対策上に有力な示唆が与えられることと期待される。

#### 4. 上下層路盤の工法ならびに材料に関する大日、横戸両試験舗装の概要

建設省関東地方建設局千葉国道工事事務所 大野利幸  
土木研究所 南雲貞夫・月成 稔

改訂アスファルト舗装要綱では、アスファルト舗装の設計において、総厚とともにTAを新たに規定するところとなった。TAの計算に用いる舗装材料の等値換算係数は極めて標準的な材料に対してのみ規定されており、しかもそれらの決定にはAASHO道路試験の結果が参照されているが、わが国の実績にもとづくものではない。

昭和43年度と44年度に施工された大日および横戸両試験舗装は、各種の安定処理工法を含む上層路盤ならびに下層路盤材料の支持力効果と舗装の耐久性に寄与する程度を明らかにし、ひいては各種路盤材料の等値換算係数の決定に役立つ資料をうることを目的としている。しかし舗装の耐久性の評価は長期間の供用後にはじめて可能になるというものであるから、交通開放後も間もない現在では精々路盤の支持力効果の推測に止まる。

表-4 実施配合一覧表

工種	最大粒径 (mm)	粗骨材	細骨材	結合材	備考
上層路盤	1. 浸透式マカダム	60	砕石 2~7号	As乳剤 857ℓ/100m <sup>2</sup>	P. K-1
	2. アスファルト安定	40	切込砕石 40%	As 5%	安定度 500kg以上
	3. "	"	"	As 3%	" 350 "
	4. "	"	山砂利 90%	As 5%	" 500 "
	5. "	"	"	As 3.0%	" 350 "
	6. "	10	"	As 3.5%	"
	7. セメント安定	40	切込砕石 70%	セメント5.5%	qu=50kg/cm <sup>2</sup> O.M.C 7.2%
	8. "	"	"	" 3.0%	qu=30kg/cm <sup>2</sup> O.M.C 7.0%
	9. "	"	切込砕石 30%	" 4.0%	" O.M.C 9.2%
	10. As乳剤安定	"	切込砕石 90%	As 乳剤 8.0%	M. K-2 含水比 4.0%
	11. 砕石粒調処理	"	砕石 60%		修正C.B.R 80%以上 O.M.C 5.1%
	12. スラグ粒調処理(硬質)	2.5	粒調スラグ 100%		" O.M.C 8.1%
	13. " (軟質)	"	"		" O.M.C 7.9%
	14. 石灰安定	40	山砂利 90%	石灰 2.5%	qu=10kg/cm <sup>2</sup> O.M.C 7.7%
	15. アスファルト安定	2.5	砕石 80%	As 4.0%	安定度 350kg以上
粗粒度型	20	砕石 74.9%	As 5.1%	" 500 "	
密粒度型	13	砕石 61.3%	スクリーニングス17.3%細砂16.7%石粉4.7%	As 5.8%	"

表-3 横戸試験舗装の下層路盤工種と材料

工種	記号	粗 度		配 合 比 (%)	添加材設計量 (%)	管理試験結果 (一輪圧縮強さ CBR)
		20mm Pass (%)	0.075mm Pass (%)			
四成分安定処理	LG4	99.4	88.4	関東ローム 100	四成分 25.0	2.0~3.3 (kg/cm <sup>2</sup> ) 37.0~51.0(%)
関東ローム、消石灰安定処理	LL5	99.4	49.2	関東ローム50山 砂50	工業用1号 14.0	1.9~1.4 (kg/cm <sup>2</sup> ) 9.0~13.0(%)
山砂、水サイ、消石灰安定処理	S6	81.5	10.0	水サイ 30山 砂70	工業用1号 4.0	55.0~61.0(%)
山砂、消石灰安定処理	SL7	99.4	12.4	山 砂 100	工業用1号 6.0	0.8~1.2 (kg/cm <sup>2</sup> ) 47.0~54.0(%)
山砂、セメント安定処理	C9	96.6	11.9	山 砂 100	普通ポルトランド 3.0	3.8~5.6 (kg/cm <sup>2</sup> ) 70.0~104.0(%)
山砂、セメント安定処理	C10	97.4	14.9	山 砂 100	普通ポルトランド 3.0	4.9~6.3 (kg/cm <sup>2</sup> ) 126.0~131.0(%)
山砂、セメント安定処理	C11	98.8	15.4	山 砂 100	普通ポルトランド 3.0	3.8~6.1 (kg/cm <sup>2</sup> ) 102.0~115.0(%)
山 砂 切 砕	SM8	78.8	12.4	山 砂 70切 砕 30	-	44.0~66.0(%)
切 込 砕 石	M1	30.5	9.7	切 砕 100	-	47.0~49.0(%)
切 込 砕 石	M2	27.3	8.5	切 砕 100	-	49.0~58.0(%)
切 込 砕 石	M3	25.9	8.3	切 砕 100	-	66.5~80.0(%)

大日試験舗装における上層路盤材料は表-2に示す11種類で、厚さを変えて20区間、各延長40mに舗装した。構造は関東ローム路床上の厚さ50cmの山砂層、40cmの切込砕石層、上層路盤および6cmと4cmの基層と表層よりなる。横戸試験舗装では山砂層を15cmとし、上層路盤厚を一様に20cmとしたほかは大日に同じ。下層路盤材料は表-3に示す通りである。

昭和45年5月まで3~4回にわたり路面で、あるいは施工中は各層表面で実測したベンケルマンたわみ量から次のようなことがわかった。

上層路盤の施工時に測定したたわみ量の減少量から判

定した路盤の支持力効果は、セメントまたは石灰による安定処理でもっとも大きく、次いで瀝青系安定処理であり、粒度調整ではもっと小さかった。また粒度調整材による路盤は、安定処理路盤に比べて舗装の支持力は一般に低いばかりでなく、経時的な変化が大ききようである。消石灰安定処理はセメント安定処理とほぼ同等の支持力効果が期待できそうであり、スラグ路盤の支持力の漸増することからうかがわれる。山砂をセメントまたは消石灰により処理した下層路盤は、舗装の支持力を高める上できわめて有効で切込碎石路盤にまさるようである。

## 5. 名四国道有松試験舗装について

建設省中部地方建設局名古屋技術事務所  
佐藤 彰・小沢靖夫

名四試験舗装は大日試験舗装と同様、各種安定処理工法を含む上層路盤材料に関するものである。しかし表-4に示すように各工法において骨材の種類や結合材量を変え、それらの効果を明らかにしようとする目的をもつところが相違する。配合設定上の問題点のひとつは、アスファルト安定処理において当初に計画の安定度 350~500kgの混合物をうるのが困難であったことである。

舗装構造は山砂路床（設計C B R = 6）上に切込スラグ、粒調碎石、上層路盤（調査対象）の各層をいずれも厚さ15cmとし、基層、中間層、表層いずれも厚さ5cmに舗設した。

施工中の管理試験的に行なった支持力試験の結果ではセメント安定処理において概して支持力が大きく、浸透式マカダム、アスファルト乳剤安定処理では比較的小さい。

K値より計算した路盤の変形係数Eは下層路盤のEを切込スラグで 1,050kg/cm<sup>2</sup>、粒調碎石で 3,030kg/cm<sup>2</sup>、アスファルトコンクリートで 2,000kg/cm<sup>2</sup>と仮定したとき次の通りである。浸透式マカダム、加熱アスファルト安定処理ではEは 1,740~1,320kg/cm<sup>2</sup>の範囲にあるが、材料と配合との効果は見出せない。しかし常温の乳剤安定処理では 840kg/cm<sup>2</sup>となり加熱混合物の約半分である。セメント安定処理では、5,300~6,200kg/cm<sup>2</sup>、粒調碎石 1,900kg/cm<sup>2</sup>、スラグ 4,900~5,200kg/cm<sup>2</sup>となっている。

施工上の問題点として、浸透式マカダムの2層仕上げで2層目主骨材の転圧により1層目が破壊するおそれが生じた。また骨材散布は人力によったが熟練を要し、施工能率も低い。加熱混合のアスファルト安定処理ではアスファルト量の比較的少ないもので転圧時にクラックを

生じやすく、転圧温度を考慮する必要がある。アスファルト乳剤安定処理では運搬時、荷おろし時に分離を生じ、骨材の最大粒40mm径はやや過大と認められた。セメントまたは石灰による安定処理はいずれも施工能率は良好であるが、締め固め最適含水比の確保がむずかしい。

## 6. 矢板および水戸バイパス試験舗装調査報告

建設省関東地方建設局東京技術事務所  
内山茂樹・松崎 猛・田島正八

矢板・水戸両試験舗装はいずれも昭和43年度に施工されたものであり、次のような目的をもっている。

- ① 各種鉄鋼によるコンクリート版の補強方法（矢板、水戸）および版厚を増した場合の耐久性に関する調査（矢板）
- ② 路盤の瀝青系褥層の設計施工に関する調査（矢板）
- ③ コンクリート版の平坦性と施工性向上に関する調査（水戸）
- ④ コンクリート版の均等性向上に関する調査（水戸）

矢板では版厚を25cm、一部で28cmとし、直径6mmの鉄鋼を1層および2層に、直径13mmの異型鉄筋を上下2層にそれぞれ配した。瀝青系褥層は直まき乳剤処理、加熱混合物および常温混合物の3種類をいずれも厚さ3cmに舗設した。路盤紙を省略し石粉の懸融液を4.5kg/m<sup>2</sup>塗布した。水戸バイパスでは版厚を25cmとし異型鉄筋を含む6, 9, 13mmの鉄網を用い、また一部では縁部に補強鉄筋を配した。

施工中は路盤の平板載荷試験、ベンケルマンたわみ量測定などを行ない、供用時には長期間にわたり、版のヒビワレ発生状況、沈下量、交通量などの調査を行なうこととしているが、現在までの結論は以下の通りである。

瀝青褥層による路盤の平坦性、施工性は著しく改善される。路盤の平坦性は当然ながらフィニッシャーを用いるアスファルト混合物でまきっている。しかし、打設したコンクリート版の平坦性は褥層のそれに同等か劣るのが一般的である。それは、版の型枠の設置や施工中の作業の得手次第によっていると考えられる。コンクリートのダンピング位置と版の平坦性および強度との関係はほとんど認められなかった。版表面の仕上げ機の効果は顕著であり、水戸試験舗装での結果によれば機械仕上げと人力仕上げとによる版表面の凹凸量（標準偏差）の比は1:1.7となる。骨材の最大寸法は版の仕上げやすさと表面のモルタル量の均一さから判断して、40mmよりも25mm

の方が有利である。型枠の継目はレールの継目と重なった場合、版の平坦性に対する影響が認められ、その部分の版表面は凹になりやすい。抜取りコアを上下2層に切離して圧縮および引張り各試験を行なった結果、それらの差は圧縮強度で12~14%、引張強度で15%（最大寸法40mm）および8~11%（同25mm）といずれも下層が大きい。コンクリートフィニッシャーの振動板の加速度、コンクリート内部の加速度の分布にはかなりのかたよがりがあるが、抜取りコアの試験結果では強度的に明確な違いはなかった。

### 7. コンクリート試験舗装について

建設省近畿地方建設局大阪技術事務所 玉置 宏

近畿地建が担当した加古川試験舗装は昭和43年度に施工された。矢板・水戸試験舗装と同様、各種鉄鋼による版の補強方法と版厚を増した場合の耐久性に関する調査が目的のひとつであり、更に、版の耐久性に対する路盤の影響および膨脹目地を省略したときの供用性などについて調査することとしている。

路盤には表-5に示す材料を用い、一部に瀝青褥層を設けた。それらの支持力係数は53~73kg/cm<sup>2</sup>の範囲にあり、厚さ20cmの粒調碎石の支持力効果(K<sub>1</sub>/K<sub>2</sub>)は平均1.33であった。試験区間の一部で膨脹目地間隔を240mとし、舗装各部の温度、版各部の伸縮量などを継続調査している。鉄鋼には鉄筋径の異なるものを用い、また鉄鋼を省略して版厚を28, 30, 35cmというように増厚した。

加古川試験舗装の補助調査として構内試験舗装を実施した。版厚を鉄鋼入りで25cm、無筋で30cm、35cmとし、フィニッシャー速度、骨材最大寸法、細骨材FM、スランプなどの因子を取上げて巾員3.5m、延長316mに舗装した。抜取りコアの上下層の強度差を特性値とする分散分析によれば、25cm版ではFMが大きく影響しており、30, 35cm版ではフィニッシャーの速度が影響していることがわかった。加速度の大きいフィニッシャーでは骨材

の分離などが憂慮されたが、モルタルの浮上り量は3%程度で、強度への影響は認められない。加速度の小さいものでは版厚の大きい場合の締固めが不十分で、全体的な強度が低下する。結論的には加速度の大きい機種であれば、版厚30cm位までは一層仕上げによる施工が可能であろう。

### 8. 各種のアスファルトを使って行なった試験舗装について

北海道開発局札幌建設部 戸部智弘・三浦 宏

寒暖の差が大きく、また積雪のある北海道でのアスファルト混合物には、冬季低温時の脆弱化によるキレツの発生、タイヤチェーンなどによる摩耗作用、更に夏季高温時におけるウエービングなど様々な問題が課せられている。これらの解決策として、ある種の改良を加えたアスファルトを利用する手段がある。

1967年より着手した本試験舗装では、触媒系アスファルト2種類、ゴム系アスファルトのうち現場混入の方法によったもの3種類、工場混入によったもの3種類、樹脂系アスファルト2種類、触媒系アスファルトに現場でゴムを混入するもの2種類およびストレートアスファルト1種類の合計13種類を取上げた。

アスファルト混合物はトベカで、碎石(13mm以下)21.5%、砂(粗砂:細砂=50:50)53.0%、フィラー16.0%、アスファルト9.5%の配合により、厚さ4cmで各延長100mに舗装した。施工は3年間にわたり、毎年3~6種類ずつ行なった。なおゴム系アスファルトのゴム量は、現場で混入するものについて5%（ラテックスでは10%）、触媒系アスファルトについては2%（同4%）とした。

積雪寒冷地でもっとも問題とされるのはタイヤチェーンによるスリヘリであり、室内ラベリング試験機によるスリヘリ量と実際路面におけるスリヘリ量について調査を行なった。室内ではアスファルトプラントで採取し

表-5 路盤の種類および材料配合

工 区	路 盤 工			褥 層			摘 要
	種 類	厚さ	材 料	種 類	厚さ	材 料	
1	砕 石 路 盤	20cm	クラッシャーラン	砂 層	1cm	砂	路盤紙
2	"	20	"	タール安定処理	5	タール 4.5%	石粉 2mm
3	ソイルセメント安定処理	20	山土・セメント 3%	砂 層	1	砂	路盤紙
4	砕 石 路 盤	20	クラッシャーラン	"	1	"	"
5	アスファルト安定処理	15	碎石アスファルト 3.5%				石粉 2mm
6	砕 石 路 盤	45	クラッシャーラン	砂 層	1	砂	路盤紙

た混合物を再加熱して締固めたものと、舗設現場よりカッターで切取ったものと2種類の供試体を用いた。ラベリング試験の結果によれば、ゴム系アスファルトがもっとも優れた値を示し、ストレートアスファルトならびに触媒系、樹脂系のあるものではスリヘリ量がもっとも大きかった。現場での実測によるスリヘリ量は1ヵ年を経過した場合ストレートアスファルトを含むゴム系、ゴム添加の触媒系など計8種類で比較的低く、触媒系の1種に高い値を示すものがあつた。2ヵ年を経過したのではストレートアスファルトおよび樹脂系の1種が比較的良好であつた。

また、結合材のP・Iとスリヘリ量との関係は、再加熱供試体のラベリング試験によると、一般にP・Iがブロン型に近づく程スリヘリ量は小さくなる傾向が見られる。夏季の流動性を比較するために行なつたホイールトラッキング試験の結果は、45°Cにおける変形率(mm/分)で表わせばストレートアスファルト0.070、触媒系0.050、樹脂系0.034、ゴム系0.015であり、ゴム系アスファルトの安定性に優れることが注目される。ポータブルテスターによるすべり抵抗値の測定では、結合材の種類による違いは認められなかつた。

これらの試験のほか、アスファルトの物理的性状と組成の変化、マーシャル試験などによる比較が行なわれた。

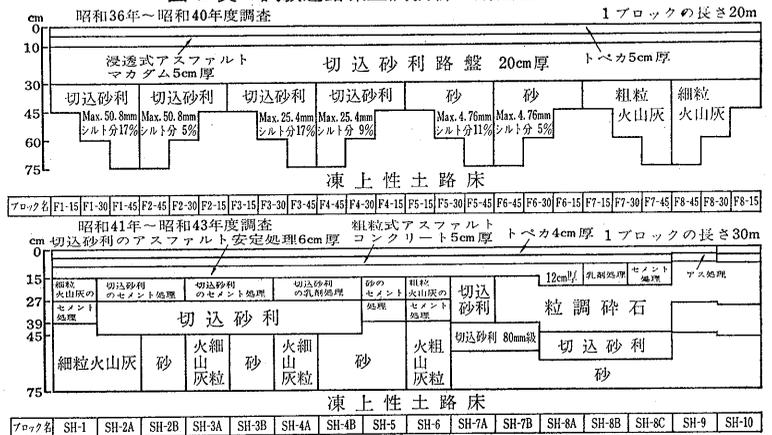
### 9. 美々試験道路凍上試験

北海道開発局土木試験所 若林 昌・神崎敏郎

北海道における舗装は昭和27、28年に施工された札幌～千歳間道路に始まったといえるが、これと併行して道路の除雪が本格化され、従つて舗装が冬季の寒気に直接曝されるようになって、新たな問題として凍上対策が取上げられるところとなつた。凍上に関する諸問題の解明のため、北海道開発局は昭和35、36年度に美々試験道路を国道36号線沿いに築造して調査を開始した。その後、調査断面の2～3を変更したが、昭和41、42年度に大巾に舗装断面を変更して現在に至っている。(図-2参照)

調査深さ方向15cm間隔に埋設した抵抗温度計(Pt50Ω)による地温の測定、同じ位置に埋込んだ凍上板または沈下素子による凍上量の測定、上層路盤または各層面に設置した平板による支持力の測定などであり、10月頃から

図-2 美々試験道路凍上試験新旧断面図



翌年6月まで毎週または毎月に行なわれた。

調査の結果から凍結深さについて次のようなことがわかつた。路床土を砂利、砂等で置換したとき凍結深さは大となる。すなわち一般に舗装厚が大きくなるほど凍結深は深くなる。同じ材料については、0.074mmフルイ通過量が少ないほど凍結深は大きくなる。また凍上抑制層に砂と細粒火山灰とを用いた場合、砂の方が凍結深は深くなる。凍上量については、凍上しがたい材料を用いた場合、置換厚が大きいほど路面凍上量は小さい。火山灰では砂や砂利に比べて凍上量は小さい。特に粗粒火山灰は良好な結果を示した。また同種の材料では、0.074mmフルイ通過量が多いほど、その材料の凍上量は大きくなる傾向にある。全般的に見て、一部の材料を除き、現在標準とする置換厚では凍上を防ぐことができない。0.074mmフルイ通過量と凍上量との関係について結論的にいえることは、切込砂利や砂で4.76mm以下分に対する0.074mm以下の量が15%位になれば、かなり凍上を起す可能性が生じること、路床が凍上する可能性があるときはフィルター層が必要なことである。

路盤支持力の融解期における低下は著しく、凍結前の値の50～60%程度となり、安定処理層のある断面においても約60%まで低下するものがある。路盤支持力の低下率は舗装厚とは無関係で、舗装厚を増しても必ずしも有利にならない。安定処理層のある断面とないものとは支持力の低下率はいずれも大きい、融解期に確保しうる支持力には格段の差が認められ、安定処理層の効果がうかがわれる。

美々試験道路の調査データはばう大なものであり、これを詳細に検討することは有意義なことである。今後にも舗装の破壊に対する許容凍上量の大きさや断熱材の効果などに関して、残された問題点は多い。

表-6 調査内容一覧表

A点建設時調査内容				B点建設時調査内容			供用時調査内容				
No.	項目	No.	項目	No.	項目			No.	項目		
1	施工管理資料収集	10	横断形状	1	施工管理資料収集	自然環境	1	路面下温度分布季節変動	供用績	10	スベリ抵抗
2	代表的資料の採取	11	含水比分布変動	2	現場CBR試験			2		地下水水位変動	材質変化
3	現場CBR試験	12	地下水水位変動	3	たわみ測定	交通環境	3	交通量	材質変化	12	
4	くり返し平板載荷試験	13	路面下温度分布および日変動	4	スベリ測定			4		交通荷重	13
5	たわみ測定	14	走行試験 走行載荷による土圧、沈下、ヒズミの分布状態の測定	5	アスコンの透水性	供用成績	5	ひびわれ	走行載荷による変形	14	たわみ測定
6	スベリ測定			6	アスファルトの材質変化			6		パッチング	15
7	アスコンの透水性			7	プロフィールインデックスPrI	7	わだち掘れ	8	路面縦断方向凹凸 (PrI・SV)	16	アスコン各層水平ヒズミおよび分布
8	アスファルトの材質変化			8	横断形状	9	横断形状			17	各層土圧分布
9	プロフィールインデックスPrI										

表-7 力学的特性に関する測定

要因	測定量	仕様
① アスコン層のひずみ	交通荷重によって生ずる各層の水平方向ひずみの測定	抵抗線をエポキシ樹脂で封入したモールドゲージを使用
② 土 圧	交通荷重によって路床、路盤に生ずる水平垂直土圧の測定	ストレーンゲージ式タイヤラム型容量 1~5kg/cm <sup>2</sup>
③ 沈 下	交通荷重によって路面および舗装体各層の沈下分担量の測定	ストローク:20mm(圧縮)φ39mm L135mm
④ 交通荷重	走行車輛の荷重でとらえ、その頻度を測定	スラブ下8個のストレーンゲージ型ロードセル カウンタ軸重区分 2, 4, 6, 8, 10, 14, 15t以上
⑤ 含 水 量	サクシオンメーターによる含水比計により測定	最大負圧: 630g/cm <sup>2</sup>
⑥ 舗装体温度	舗装体の各層温度の測定	

10. 高速道路におけるアスファルト舗装追跡調査

日本道路公団試験所 瀬戸 薫

わが国の高速道路においては、1965年以降に建設されるアスファルト舗装の設計にはAASHO道路試験の成果が導入されているが、立地条件の異なるわが国への適用におけるいくつかの問題点を解決する必要がある。そのため日本道路公団では、東名・中央両高速道路に設計条件の明らかな地点を選定し、交通荷重の分布、路面性状ならびに供用成績評価などを行ない、舗装体の経年変化を追跡調査し今後の設計施工に役立てようとした。

調査地点の選定には次の諸条件を考慮した。切土または盛土の区間、同種の材料と断面による延長約300m以上の区間、特異なローカル材料を使用していること、気象条件が著しく変化する区間、交通量と荷重の測定、推定が可能な区間、厚さ、材料などの異なる区間などである。

更に調査地点は舗装体の材料と力学的特性を詳細に調査するA地点と舗装材料の経年変化を調査するB地点とに区分した。東名・中央両高速道路における調査地点数はA地点がそれぞれ17および5、B地点が138および16である。調査の内容は建設時のものと供用時のものとに大別されるが、その項目は表-6に示す通りである。また舗装の力学的な特性を把握するための測定は表-7の項目について行なった。

建設時における走行載荷試験では、複輪荷重7tの車を80km/時で走行させたときの各層水平ヒズミの分布を求めた。その結果、アスファルトコンクリート各層は互いに分離することなく一体となって挙動し、表面では圧縮ヒズミ、下面では引張ヒズミが生じ、厚さのほぼ半分の位置に中立面のあること、層厚が大となるに従い両ヒズミは減少するなどのことがわかった。また、車の走行速度が増すに従い圧縮ヒズミ、路盤内垂直応力は減少す

る傾向にある。サブベースの荷重分散効果は粒状材料よりもセメント安定処理に認められるが、アスファルトコンクリート層厚が増せば効果は小さくなるようである。垂直応力の深さ方向の分布は車の走行速度が4km/時の時は、アスファルトコンクリート層の厚さによる差がかなり明瞭に現われているが、80km/時の時は垂直応力が小さくなり差は明らかでない。また表面における瞬間たわみ量も走行速度が増せば減少するが、アスファルトコンクリート層厚による差は認められない。

アスファルトコンクリートの材質変化では、サーフェース、バインダーとも供用開始後半年間で著しい密度変化があった。回収アスファルトの残留針入度率の平均値は、いずれも50%を充分上まわり、アスファルトの老化によるヒビワレ発生の可能性はきわめて小さい。

軸重の車線分布を東京～川崎、豊田～名古屋間の各地点で調査した結果、車線利用率は表-8に示す通りである。公団で6車線以上の設計に用いている大型車交通量の低減率20%は、やや大きいのが実情に近いものである。

#### あとがき

試験舗装による調査研究はようやく緒についたばかり

表-8 全通過軸数と車線分布

項目	車線利用率(%)		
	車行車線	追越車線(I)	追越車線(II)
4車線区間	93.7 (94.3)	6.3 (5.7)	
6車線区間	46.3 (87.0)	43.6 (12.0)	10.1 (1.0)

表中( )内数字は通過軸重を10ton 軸重に換算したものである。

であり、今後の追跡調査によって、はじめて実りある成果が挙げられようが、少なくとも数年を経過した時点において再び同様な発表会の開催が期待される。

ここに紹介した要約は、あるいは発表者の意図しないものになってしまったかとおそれるが、試験舗装の意図するところは十分理解して頂けるものと考えます。

おわりに、多忙な時間をさかれて論文の作製、発表に御協力のあった各発表者の方々に、当日会場に参集されたまた質疑応答に加わられた一般の方々に、主催者にかわって厚く御礼申し上げます。

[筆者；建設省土木研究所 舗装研究室長]

皆様に新任の御挨拶を申し上げます。

当協会は去る10月臨時総会において協会事業の強化を図るべく定款の一部改正を行ない、同時に各役員を改選し陣容を新たにすて、アスファルト使用技術の開発向上およびこれらの普及を図ると同時に、アスファルトの新用途の開発および安定供給などに一層の努力を傾注することと致しました。

なお協会事務局の強化に伴い11月4日から別記に事務所を移転いたしましたので、併せお知らせ申し上げます。

昭和45年11月

社団法人 日本アスファルト協会

会長 西本 龍三  
(三菱石油株式会社 常務取締役)

副会長 石渡 健二  
(丸善石油株式会社 専務取締役)

副会長 森口 喜三郎  
(中西瀝青株式会社 社長)

専務理事 佐藤 武男

住所 ☎ 105

東京都港区芝西久保明舟町12番地 和孝第10ビル (6階)

電話 03-502-3956 (代表)

# 舗装用ゴム入アスファルトについて

青 藤 茂

## 1. まえがき

近年、自動車産業の成長に伴い交通量が急増、高速化、重量化した車輛の走る高速道路、幹線道路、交通が激して修繕が簡単にできない都会地の主交通路など道路におけるアスファルト舗装は、相当苛酷な条件にさらされている。例えばすべり止舗装、積雪寒冷地の耐タイヤチェーン摩耗舗装、薄層舗装、橋面舗装などでは、ストレートアスファルトのもつ性質では不十分な点があって、苛酷な条件に耐えられず、舗装破壊の原因となることがある。

このような場合、アスファルトにゴムを混入して、アスファルトにゴムの性質を加味することによって、その性質を補足し、改良したゴム入アスファルトを結合材とし用いるものである。

アスファルトにゴムを混入して、その性質を改良しようという試みは、すでに1845年イギリスではじめられており、試験舗装としては、1901年にフランスで実施され、1935～1940年にかけてオランダで約30カ所に実施されている。アメリカでも1947年において合成ゴム粉末およびそのラテックスを混入したものが実施された。わが国では、1942年に天然ゴムラテックスをアスファルト乳剤に混入した浸透工法が実施され、1952年東京都、1954年北海道において天然ゴム粉末を混入したいくつかの試験舗装が実施された。その後、天然ゴム、合成ゴムのゴムマスターバッチ、あるいはそのラテックスを混入したものが建設省、日本道路公団でも試験に用いられ、1960年頃から各地の舗装等に使用されている。

表-1 天然生ゴムの性質<sup>1)</sup>

外 観	アメ色のシートまたはクレープ
比 重	0.915～0.930
灰 分 %	0.2～0.4
引張り強度 lbs/m <sup>2</sup>	700～2,800
体膨脹係数 20°C	6.19×10 <sup>-4</sup>
アセトン抽出物 %	2.87～8.92
耐 熱 性 160°C	粘着性になる 溶融する
〃 〃 220°C	

## 2. ゴム材料

ゴム入アスファルト用のゴム材料には、次のようなものがそれぞれ用いられている。

粉末ゴム；天然ゴム，合成ゴム，再生ゴム

液状ゴム；ラテックス，人工液状品

細片状または固形状ゴム；天然ゴム，合成ゴム，  
ゴムマスターバッチ

諸外国で古くから使われたゴム材料は、天然ゴム、合成ゴムとしてスチレンブタジエンゴム (SBR)、クロロプレンゴム (CR)、ニトリルゴム (NBR)、ブチルゴム (IIR) などの未加硫ゴム (生ゴム)、ラテックス、粉末加硫ゴムである。わが国では、細片状の天然生ゴム、粉末ゴム (ミクロラブ)、あるいは粉末再生ゴムなどが使われていたが、現在多く使われているものは、天然ゴム、SBR合成ゴムのラテックスまたはそのゴムマスターバッチである。天然ゴムは生産状況あるいは国際情勢により価格の変動があるが、合成ゴムは化学合成法によるもので、その品質ならびに価格に変化しないものである。ラテックスのゴム含有量は天然ゴムで60%以上、SBRゴムで40～60%のものである。

ゴムマスターバッチは、ゴムは一般にアスファルト中に溶解が困難であるために、オープンロールを用いたゴム、アスファルトおよび分散剤を機械的に混合して、ゴムとアスファルトを均一な組成物にし、加熱アスファルトに対して溶解しやすくしたものである。ゴムマスターバッチの組成は、一般に重量でストレートアスファルト49～17%、ゴム50～80%、分散剤1～3%のようである。代表的なゴム材料の性質を示すと、表-1は、天然

表-2 SBRゴムラテックスの性質<sup>2)</sup>

外 観	乳白色懸濁液
全 固 形 分 %	50
PH	10.5
粘 度 25°C CPS	225
比 重 25°C CPS	0.98
機械的安定性 (マーロン式)	優 秀
化学的安定性 Ca(OH) <sub>2</sub>	〃
アスファルト安定性	〃

性ゴム、表一2はSBRゴムラテックスである。

### 3. ゴム入アスファルトの製造方法

原料としては、針入度 60~150のストレートアスファルト、粉末ゴム、再生ゴム、ラテックス、ゴムマスターパッチ等が用いられる。一般にゴムをアスファルトに混入する量は、2~5%の範囲であるといわれている。120~130°Cに加熱溶解されたアスファルトに上記のゴムを混入し、一定温度を保ちながら溶解せしめ、付着性および把握力(強靱性)を与えるために化学処理を施してエラストックな混合物としたものである。一般にこの種ゴム入アスファルトをプレミックスタイプという名称で呼んでいる。

粉末ゴムは、ゴムを粉末化するために、ゴムを部分的に加硫することがあり、加硫すると一般にゴムは溶解性が減少する。したがってよく溶解するためには、ゴムとアスファルトとの混合物を高温で長時間にわたって加熱する必要がある。ラテックスは、加熱アスファルト中に分散されやすいが、その中に多量の水分を含むために泡立する傾向がある。体積増加を少なくするために固形分を多く含むラテックスを用いるとよい。この方法は、粉末ゴムを用いる方法による欠点をおぎなうために考えられたものであって、約40年前から行なわれているが、実用化へふみ出したのは約10年前のようである。

この他にアスファルトプラントで混合物をつくる時にミキサー中に直接ゴム(ラテックス)をアスファルトに混合してゴム入アスファルトとするものがあり、このものをプラントミックスタイプと呼んでいる。

### 4. ゴム入アスファルトの性質・規格

#### 4-1 アスファルト中のゴムの作用<sup>9)</sup>

アスファルトにゴムが混入された場合、原料アスファルトの性状および添加されるゴムの形態すなわち粉末、ラテックスまたはゴムマスターパッチなどによってゴムの作用はそれぞれ異なるが、その物理的性質の変化がいかなる作用の下に生ずるなどの理論については、未だ解明されていないようである。これについて粉末ゴム(天然ゴム)を用いたときの代表的仮説の2、3につき説明すると次のようである。

#### (1) G.J. Van der Bie 氏の説(1918)

アスファルトはマルテンを溶媒としアスファルテンに富んだ粒子を溶質とするコロイド状物質と考えることが出来る。ゴムがアスファルト中に入ると、ゴムの一部はマルテンによって溶かされるが、アスファルテンはなんらの変化も起さずにそのまま残る。マルテンはゴムを溶かすことによって、粘性を増加して硬くなる。したがっ

てアスファルト全体が硬くなる。最初のうちは粉末ゴムの大部分は粒状であるが、次第にマルテンを吸し、膨潤する。これがゴム添加によるアスファルトの性質変化の原因となる。

#### (2) J. M. Rooijen 氏の説(1938)

粉末状のゴムをアスファルトに加えると拡散系が出来る。すなわちゴム粒子がアスファルト溶媒中に拡散されている状態である。このゴム粒子は、溶媒中では、最初の大きさの約5倍まで膨潤した状態で存在する。もし溶媒が溶解性の炭化水素を沢山含んでいると、この連続相すなわちアスファルト溶媒の部分の容積と溶媒中にゴムが拡散した部分の容積とが、ほぼ等しくなる。また更にゴムの占める割合が大きくなれば、相の転換が起こり、ゴムが連続相に、アスファルトが拡散相にと転換する。相転換と同時に解重合ゴムによるアスファルテンの凝集が生ずる。この相転換はアスファルト中に軽い炭化水素の多いほど、またゴムの量の多いほど速かに起こる。

#### (3) W. Coltof 氏の説(1937)

W. Coltof 氏は、ゴムとアスファルトという関係のみでなく、高度の重合物質の溶解性について研究し、拡散膨潤、溶解について説明をして、ゴムとアスファルト関係に大きな参考となる結果を発表している。

以上2、3の化学方面の論文に現われたゴムとアスファルトとの関係について説明をしたが、これらから考えると次のようなことが予想される。

(a) ゴムをアスファルトに添加する場合、ゴムの性質はもちろん、アスファルトの品質も大いに関係する。すなわちアスファルト中のアスファルテンとマルテンの割合、炭化水素の量と質が関係する。

(b) ゴムの量が多ければアスファルトに生ずる変化は大きい。またゴムの量がある限界を越して増すと、その性質のかなり異なったものが得られる(相転換の有無)。

(c) 一般にストレートアスファルトはマルテン中にアスファルテンが懸留したコロイド溶液であり、ブローンアスファルトはアスファルテンに富み、その間にマルテンが浸潤しているものと考えられているから、G.J. Van der Bie 氏の説はこの両者をともに説明出来ず、アスファルトの種類によって全く変わった性質を示すことも考えられる。

(d) 既往の研究から得られた顕微鏡写真から次のように想定される。ゴムはアスファルト中で大きくふくらんでおり、そのふくらみの中に吸収されているものの大部分は炭化水素であり、この部分が炭化水素の貯水池的作用をして、感温性、衝撃強さなどに影響を及ぼすようである。

(e) 以上の考え方からすれば、粉末ゴム自体がゴムの

原形を保って弾性を与えるということは考えられない。

(f) ゴムは単体としてアスファルト中にあるよりも、密接に物理的に混合溶解し化学的に結合している方がよい結果を与えるであろう。

以上は粉末天然ゴムについてであるが、当社の経験によれば、粉末合成ゴムおよび粉末再生ゴムについても、前述したようなほぼ同様な事柄が考えられる。またラテックスおよびマスターバッチの作用については、ゴムがアスファルト中に入ると、マルテンによって溶かされて一種の溶液状態となると考えられる。したがって G. J. Van der Bie 氏の説が妥当と考えられる。

#### 4-2 一般的性質

ゴム化アスファルトの一般的性質は大分前から知られていたが、1934年に Van Heurm および Begheyn 両氏によって、はじめて系統的に研究された。しかしこれらの性質は使用するアスファルトの性状はもちろんのこと、ゴム種類（たとえば生ゴム、再生ゴム）ゴムの形態（たとえば粉末状、液状、固形状あるいは細片状）および製造条件などによって、大きく支配されるが、一般に共通した性質の変化は次のようである。

##### (a) レオロジカルな特性の改良

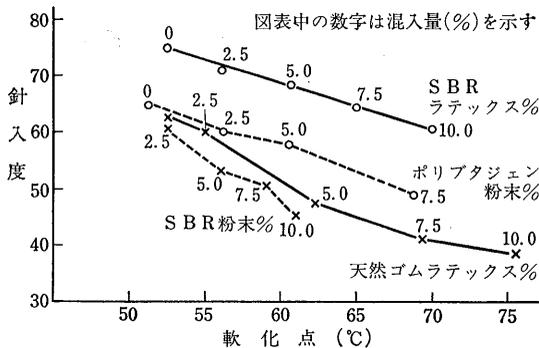


図-1 ゴム混入量による針入度と軟化点の変化<sup>4)</sup>

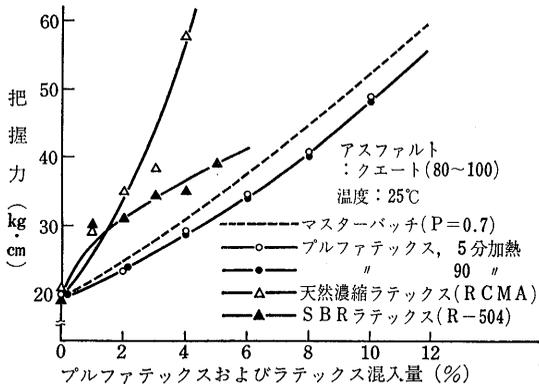


図-2 ゴム混入量による把握力の変化<sup>5)</sup>

把握力 (タフネス) の向上  
 粘結力 (テナシティ) の向上  
 弾力性の改良

- (b) 温度に依存する各種性質の改良  
 針入度の低下  
 軟化点の上昇  
 脆化点の向上  
 流動性の改良

以上は有利の点を記述したが、下利の点は次のようである。

- (a) 粘性が増加して、溶解時に高温を必要とする。  
 (b) 粘性が増加して、取扱いや施工性が低下する。  
 (c) 付着しやすさが低下する。  
 (d) 熱履歴により品質の劣化がある。

##### (1) ゴム混入によるアスファルトの性質変化

アスファルトは、分子量、分子構造の異なるさまざまな炭化水素群よりなり、それらは、低分子量の炭化水素 (マルテンまたはベトローレン) 群に、高分子量の炭化水素 (アスファルテン) 群のミセルが分散した、一種のコロイド系である。炭化水素は、パラフィン系、ナフテン系、芳香族系が混合されたもので、種々のゴムと相溶性をもっている。アスファルト中に微細粒子状にゴムを

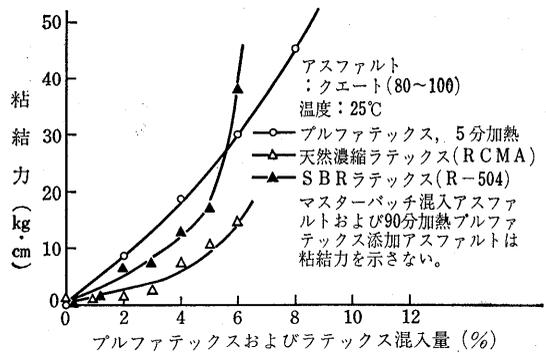


図-3 ゴム混入量による粘結力の変化<sup>5)</sup>

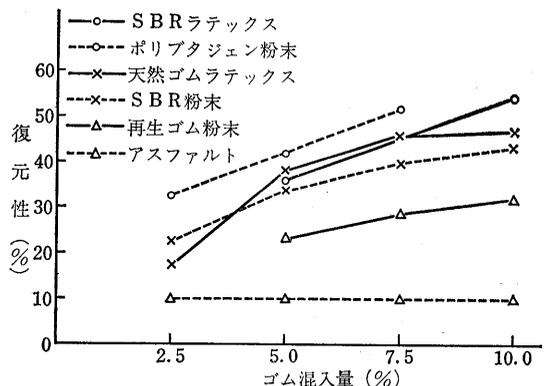


図-4 ゴム混入量による回復性の変化<sup>4)</sup>

図-5 SBRラテックスによる薄膜加熱性<sup>2)</sup>

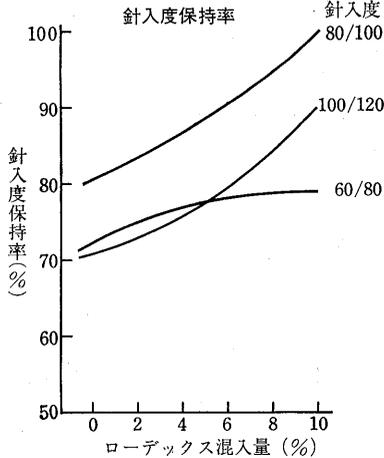


表-3 SBRマスターバッチによる性質変化<sup>6)</sup>

項目	ゴム混入量%						
	0	1	3	5	10		
針入度	(0℃)	13	13	14	19	28	
	(25℃)	76	78	80	84	90	
	(46℃)	350以上	350以上	350以上	350以上	350以上	
伸度 (5℃)	7	10	100以上	100以上	100以上		
粘 度 (130℃)		246	320	360	380	840	
	(セイボルト)		143	190	239	262	480
	(フーレル秒)		115	139	147	208	416
軟化点	℃	45	45	46	48	51	
引火点	℃	301	299	297	293	275	
蒸発減量	%	0.04	0.04	0.04	0.05	0.05	
蒸発後の針入度(25℃)		58	65	70	78	83	
同上原針入度に対する百分率	%	76	83	87	92	92	
針入度比(°/25℃×100)		17	17	18	23	31	

注: マスターバッチの組成はゴム80、アス20、シウ酸5のもの。

分散するとき、ゴムはアスファルト中の油状マルテンを吸収して、アスファルトの高温時の流動性、低温度の屈曲性、変形性、弾力性等の改良が行なわれるものである。

アスファルトに各種ゴムを混入溶解した場合の性質改良の代表的なものを示すと、図-1は、ゴム混入量に針入度と軟化点の関係、図-2に、ゴム混入量による把握力の変化の関係、図-3に、ゴム混入量による粘結力の変化の関係、図-4に、ゴム混入量による復元性の変化の関係、表-3に、SBRゴムマスターバッチ混入量による性質変化の関係、表-4にSBRゴムラテックス混入量による促進耐候性の関係、図-5にSBRゴムラテックス混入量による薄膜加熱性の関係、表-5に、天然ゴムマスターバッチ混入量による骨材に対するはく離性

表-4 SBRラテックスによる促進耐候性<sup>2)</sup>

試 験	アスファルトに対するローデックス(%)	Weathering	Weathering	変化率(%)
		前	30日後	
軟化点(℃) (R&B)	0	47.3	50.1	+ 5.9
	6	51.3	52.9	+ 3.1
	10	55.6	56.4	+ 1.4
n-ペンタン不溶分 (アスファルテン) (%)	0	22.0	24.4	+10.9
	6	25.3	26.2	+ 3.6
	10	26.1	27.0	+ 3.4

注. 条件 温度34~45℃、2hr (102-18) cycle

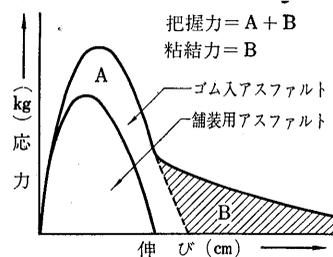
表-5 天然ゴムマスターバッチによる骨材に対するはく離性<sup>5)</sup>

マスターバッチ混入量	試験温度 35℃		30℃		25℃	
	加熱時間 1時間	2時間	1時間	2時間	1時間	2時間
0 PHB	0	0	0	0	0	0
1.3	2.3	0	0	0	0	0
2.6	0	2.3	0	0	1.9	0
3.9	7.5	>50	1.5	>50	35	>50
5.2	>50	>50	0	>50	0	>50

注1. 加熱温度 150℃、アスファルト:40/60

2. はく離を生じた碎石(安山岩)の全体の碎石に対する重量百分率

図-6 ゴムアスファルトの応力・伸び曲線



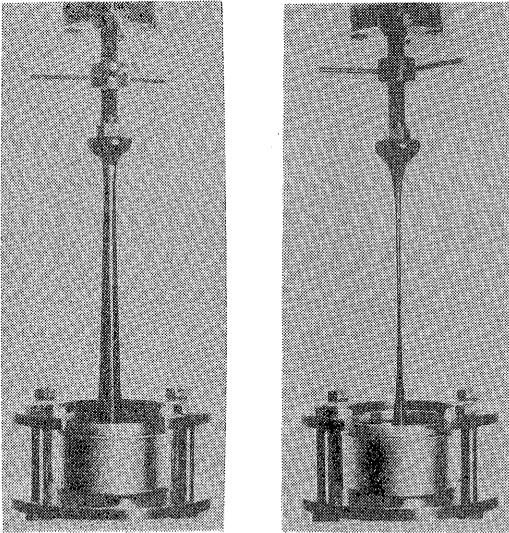
の関係などである。

各々の図表が示すように、アスファルト中に含まれるゴム量は多くなるほど、ゴムの効果が著しく現われている。これらのなかで大きな特性は、レオロジカルな性質の改良で、すなわち把握力(タフネス)、粘結力(テナシティ)、弾性(復元性)などの性質であって、このものの力が大きいほど骨材相互間の結合性を大きくし、ならびに耐摩耗抵抗を大きくするので、耐久性の良好な舗装がえられるといわれている。これらの性質について、ゴム入アスファルトと舗装用アスファルトを比較したものは、図-6に、把握力と粘結力の応力・伸びの関係、図-7に、応力・伸びの試験時のときの鋼球引上状況を示すものである。

図-7 応力・伸びの試験時のときの鋼球引上げ状況

左・ゴム入アスファルト (ゴム分5%)

右・舗装用アスファルト



4-3 舗装用ゴム入アスファルト

ゴム入アスファルトは、ストレートアスファルトに比べて熱伝導性の低下と、粘度の増大のために部分的過熱になりやすいから加熱溶解の際、徐々に加熱を行なって溶解する。そのため加熱溶解に要する時間は大きく、加熱温度による品質劣化、溶解物の粘性が高いなどの欠点があるが、舗装用結合材として他のポリマーで改良された材料よりも比較的優れた性質(物性と施工性)を有し、しかも価格が安いから、一般的に用いられている。市販品ゴム入アスファルトの諸性質は表-6に、溶解温度と粘度の関係による施工範囲を図-7に示すものである。

ゴム入アスファルトのような材料を高温で長時間加熱すると、一般に性質が劣化するといわれている。これはアスファルトが加熱のために変化(堅くなる傾向がある)すると、ゴム質が高温の温度で熱分解をうけて次第に変質する(油分になり次第に蒸発して堅くなる傾向がある)ためである。加熱劣化による性質の変化は次のようになる。

- 針入度：次第に小さくなる (堅くなる, 脆くなる)
- 伸 度：次第に小さくなる (伸びなくなる, 脆くなる)
- 軟化点：次第に高くなる (流動しにくくなる, 施工しにくくなる)
- 付着性：次第に悪くなる (はく離しやすくなる)
- 粘結性：次第に悪くなる (結合力が小さくなる)

表-6 市販品ゴム入アスファルトの性質<sup>8)</sup>

試験項目		ゴム入アスファルト A	同 B	同 C	ストレートアスファルト	
低温域	伸度 5℃ cm	100+	80	21	16	
	フラース破壊点 ℃	-20	-18	-13	-11	
常温域	針入度 25℃	(70~130)	(70~130)	(70~130)	(70~130)	
	絶対粘度 16.7 g/cm <sup>2</sup> 10 <sup>6</sup> ボイズ	5.2	8.0	7.2	10.4	
	50.0 g/cm <sup>2</sup> 10 <sup>6</sup> ボイズ	3.5	5.6	6.0	8.2	
	非ニュートン流動度	0.74	0.76	0.86	0.82	
	タフネス 25℃ kg/cm	24	29	35	25	
	テナシティ "	21	20	25	7	
	定着力 kg cm	45	49	60	32	
高温域	軟化点 ℃	48.5	48.0	49.5	47.0	
	針入度指数	+1.1	-0.1	-0.5	-0.9	
	流れ40℃/hrmm	8	11	12	7	
	絶対粘度 1.67 g/cm <sup>2</sup> 10 <sup>4</sup> ボイズ	4.0	3.9	4.4	6.1	
	5.00 g/cm <sup>2</sup> 10 <sup>4</sup> ボイズ	2.7	2.8	3.6	4.9	
	非ニュートン流動度	0.73	0.76	0.85	0.83	
	感温性 25℃/40℃ 16.7g/cm <sup>2</sup>	3.1	4.2	2.5	2.7	
施工温度域	蒸発量 %	0.18	0.05	0.03	0.04	
	同後針入度 %	88	88	86	86	
	薄膜試験針入度 (45~95)	(45~95)	(45~95)	(45~95)	(45~95)	
	軟化点	53.0	52.0	54.0	52.5	
	残留針入度 %	72	74	70	62	
	フロー	120℃ sec	500	520	560	380
		140 "	250	240	280	180
		160 "	120	110	140	85
	ル粘度	180 "	65	55	75	40
		引火点 ℃	262	286	318	285

表-7 ゴム入アスファルトの加熱劣化性 (温度195±5℃)

加熱時間 hrs	試験項目					
	針入度 25℃	伸 度 5℃. cm	軟化点 ℃	はく離性 60℃, %	粘 結 力 25℃, kg/cm	屈曲性 0℃
0	94	46	44	100	23	合 格
1	90	40	44.5	100	21	合 格
2	85	31	47	90	14	不 合 格
3	76	23	48.5	85	9	不 合 格

表-7は、ゴム入アスファルトを高温(温度190±5℃)で連続加熱した場合の品質劣化の1例を示したものである。この傾向は、とくに200℃以上に加熱された場合に非常に大きくなる。

また加熱溶解した場合の粘度は、舗装用アスファルト類に比較すると、相当高い値を示す。このことは使用の際、散布温度、混合物製造温度、および敷きならしや締め固め温度の高いことを必要とすることを意味するものである。

4-4 ゴム入アスファルトを用いた舗装の特長

ゴム入アスファルトを用いたアスファルト舗装は、次

図-8 温度-粘度曲線

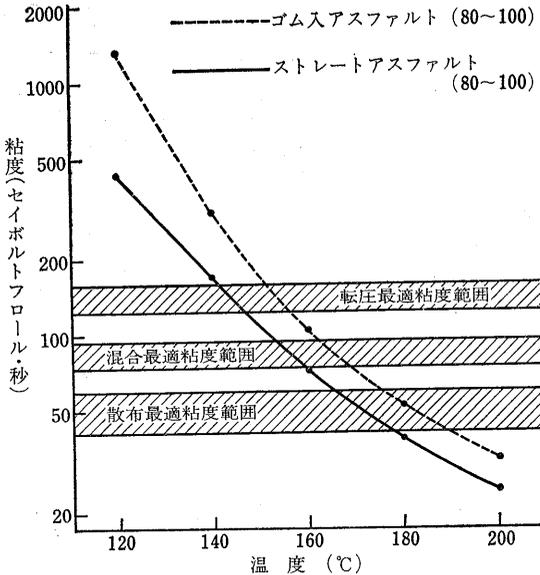


表-8 マーシャル安定度試験結果

アスファルト種別	ゴム混入量 (%)	比重		アスファルト容積量 (%)	空隙率 (%)	飽和度 (%)	安定度 (kg)	フロー (1/100 cm)
		実際	理論					
80/100	0	2.352	2.420	16.0	2.8	85	1,010	33
	3	2.349	2.420	16.1	2.9	85	1,019	35
	5	2.352	2.419	16.1	2.8	85	1,133	34
100/120	0	2.350	2.415	16.2	2.7	85	966	34
	3	2.346	2.414	16.2	2.8	85	990	34
	5	2.343	2.414	16.2	2.9	85	1,030	35

注. バインダー量は7重量%, 配合 修正トベカ

のような特長がある。

- (a) 夏季の高温において、安定性が大きいため軟化、波などは生じがたい。
- (b) 冬季の低温において、交通車輛などによるトラックまたはすりへりは生じがたい。
- (c) 骨材相互間の結合力が大きいため、路面の破壊を防止し、骨材の脱け出しをなくする。
- (d) 適度の弾性があり、衝撃および摩耗に対して抵抗性が大きいため、良好な耐摩耗層がえられる。
- (e) 交通、日光、風雨の作用に対しがて抵抗力が大きく、かつ、安定で耐久性のある舗装がえられる。

例としてSBR合成ゴムマスターバッチ<sup>9)</sup>を用いた種々のゴム入アスファルト混合物(修正トベカ、トベカ、ロードアスファルト、アスファルトモルタルなど)の性質は次のようである。

マーシャル安定度は、表-8に示すようにゴムの混入によって安定度が増加し、フローはほぼ同様である。車

表-9 ホイルトラッキング試験結果

アスファルト種別	ゴム混入量 (%)	変形率 (mm/分)	動的安定度 (pass/mm)
80/100	0	$27.6 \times 10^{-2}$	$1.52 \times 10^2$
	3	$16.2 \times 10^{-2}$	$2.59 \times 10^2$
	5	$6.53 \times 10^{-2}$	$6.43 \times 10^2$
100/120	0	$29.1 \times 10^{-2}$	$1.44 \times 10^2$
	3	$17.8 \times 10^{-2}$	$2.36 \times 10^2$
	5	$8.53 \times 10^{-2}$	$4.92 \times 10^2$

注. ロードアスファルト配合  
バインダー量 7.2重量%

表-10 ラベリングテスト結果

合計の種類	ゴム混入量 (%)	比重	すりへり量
アスファルトモルタル	0	2.096	1.00
	3	2.140	0.63
	5	2.134	0.60
トベカ	0	2.247	1.00
	3	2.274	0.65
	5	2.304	0.50

注. 試験温度 -10°C  
試験時間 5時間

表-11 タイヤチェーンによる平均摩耗量<sup>10)</sup>

舗装種類	Fi/As	39年 摩耗量	40年 摩耗量	2年間 摩耗量
ストレートシート	1.5%	3.22mm	4.33mm	7.55mm
”	2.0	3.23	4.86	8.09
デハイドロシート	1.5	2.21	5.37	7.58
”	2.0	3.21	4.77	7.98
ストレートトベカ	1.5	2.04	9.28	11.32
”	2.0	1.77	8.78	10.55
ゴムトベカ	1.5	1.06	9.48	10.54
ゴムシート	1.5	2.46	3.14	5.60

輪のくり返し走行安定性をホイルトラッキング試験機によって試験した。安定性は、表-9に示すようにゴムの混入率の増加に従い安定性が大きく上昇している。走行車輪に対する高速曲げ性をクイクベンデンク試験機によって試験した曲げ強度は、図-9に示すようにゴムの混入により、より弾性的な性質を示し、かつ若干ながら大きな曲げ抵抗を示している。冬期のタイヤチェーンによって舗装表面に生ずる摩耗量をラベリング試験機によって試験した摩耗量は、表-10に示すようにゴムの混入により非常に小さくなっているなどである。

ゴム入アスファルトを用いた舗装の施工後の2、3の特性を示すと、表-11はタイヤチェーンによる摩耗量を試験舗装を施工して測定した結果、図-10に舗設2年後に対するタイヤチェーンの摩耗による舗装表面、図-11に浸透工法によるすべり止め舗装後の骨材の結合状態などである。

4-5 ゴム入アスファルトの規格

ゴム入アスファルトの規格は、いずれの国にも定めら

図-9 曲げ強さと温度の関係

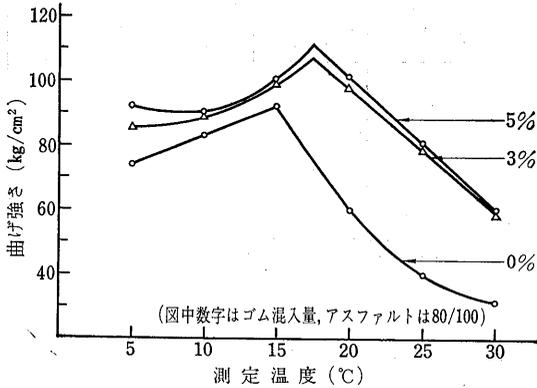


図-10 舗装2年後の表面(上部に見られるのがゴムアスファルト, 下部に見られるのがストレートアスファルトで非常に摩耗している)

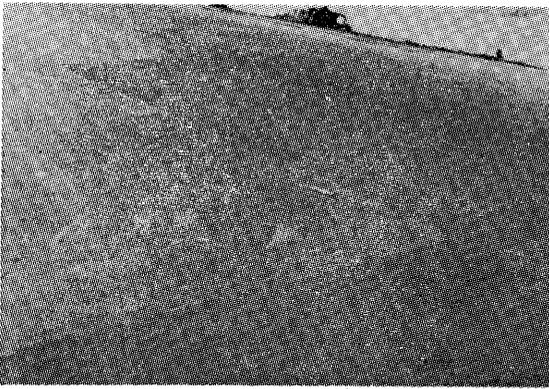


図-11 浸透式工法によるスベリ止め舗装後の骨材の結合状況



表-12 ゴム入アスファルトの規格

試験項目	ゴム入アスファルト	舗装用石油アスファルト (日本道路協会規格)
針入度 25°C	80~100	80~100
伸度, cm, 15°C	100 +	100 +
	20 +	—
軟化点 °C	45 +	40 +
蒸発量 %	0.1+	0.5-
蒸発後の針入度 %	75 +	75 +
四塩化炭素可溶分 %	99.5+	99.5+
引火点 °C	240 +	240 +
流れ 0°C, cm	2.0-	—
はく離性 %	0	
タフネス 25°C kg, cm	25 +	
テナシティ 25°C kg, cm	10 +	
粘度 180°C セイボルト フロール 秒	80 -	

表-13 カチオン系ゴム入アスファルト乳剤の性質

項目	品名	浸透用	混合用
粒子の帯電		+	+
エングラード 25°C		10 以下	30 以下
フルイ残留物 %		0.3以下	0.3以下
貯蔵安定度 %		5 以下	5 以下
付着性		合格	合格
粗細骨材混合性		—	合格
蒸発残留物 %		55 以上	57 以上
残留物	針入度 25°C	100~300	80~300
	伸度 (10°C)	100以上	80 以上
	四塩化炭素可溶分 %	98 以上	98 以下

表-14 ゴム入アスファルト乳剤残留物の性質

項目	品名	ゴム入アスファルト乳剤	アスファルト乳剤
残留物の針入度		200	204
流れ 38°C, cm		4.2	6.0
屈曲性	0°C	合格	不合格
	-3°C	合格	—
把握力 25°C kg/cm		7.4	3.4
粘結力 25°C kg/cm		4.0	0

れていないが、材料はおもに舗装用石油アスファルト規格に準拠し、さらに舗装材として必要な性質例えば熱に対する流動性、骨材への付着性、骨材相互の接着性および作業性に影響を与える粘性などの性質を考慮したものを品質規格として定め、これらの規格に基づき管理し製造されているようである。代表的なゴム入アスファルトの規格は、表—12に示すものである。

#### 4-6 その他ゴム入アスファルト<sup>11)</sup>

##### (1) ゴム入アスファルト乳剤

この種材料には、カチオン系のものとアニオン系のものがある。ゴム入アスファルトを、乳化剤含む水溶液中に分散して乳剤にしたものと、安定性のよいアスファルト乳剤にラテックスを混入してつくったものがある。ラテックス混入アスファルト乳剤のゴム含有量（アスファルト中のゴム量5～15%）の多いものは、アスファルトラバーラテックス乳剤ともいわれている。これら乳剤の分解後の性質は、ゴム入アスファルトと同様に優れた性質を有し、アスファルトラバーラテックス乳剤によるものは、さらに高度の性質をもつ。乳剤タイプであるため水との混合性がよく、比較的湿骨材に付着し、常温で粘性低く、容易に使用できる特長がある。なおアスファルトラバテラックス乳剤の場合は乳剤を早期に完全分解させるために、分解硬化剤（硅弗化ソーダ）を混入して使用することがある。表—13は、カチオン系ゴムアスファルト乳剤の性質、表—14にゴム入アスファルト乳剤残留物の性質を示すものである。

これらの材料は、通常のアスファルト乳剤と同様に取扱われ、おもにシーコート、アーマコート、すべり止め、スラリーシー、その他タックコートなどに用いられている。規格としては、J I S K 2208石油アスファルト乳剤規格に準拠してつくられている。

##### (2) ゴム入カットバックアスファルト

この種材料は、カットバックアスファルトと同様な考えからつくられたものである。ゴム入アスファルトに適当な揮発性のある溶剤の混入により、ゴム入アスファルトの粘度を一時的に低下させて、使用を簡易にし、使用後これを大気にさらすことにより溶剤を蒸発させ、もとのゴム入アスファルトにもどすという特長がある。

これら材料の品質は、カットバックアスファルトのR

C 250～800, MC 800～3,000などのタイプに相当するもので、通常のカットバックアスファルトと同様に取扱われ使用される。在来舗装面を若返らせ、クラックや欠損部を填充する性質をもっている。わが国では、あまり使用されていないが、アメリカやヨーロッパでは、かなりの量で使用されているようである。

## 5. あとがき

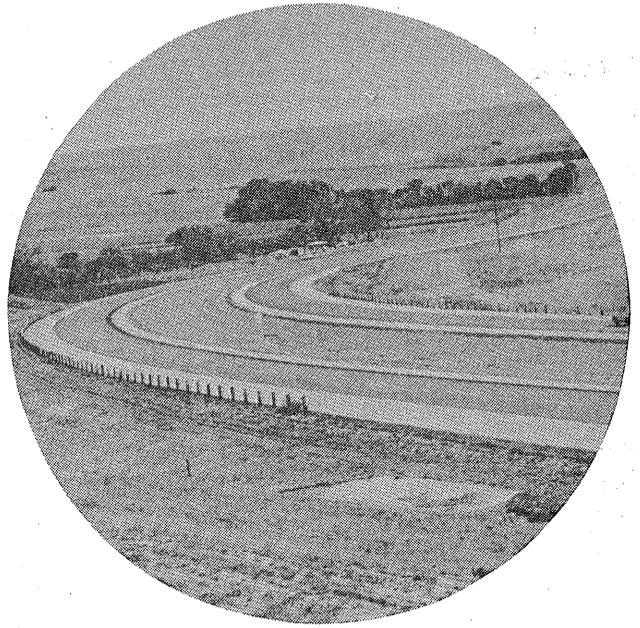
ゴム入アスファルトを使用した舗装は、全国にわたって数百万 $m^2$ にのぼり、気象や地理的条件のきびしい場所に、それぞれの目的に応じて施工されている。また昭和44年5月に開通した東名高速道路（大井松田—御殿場間）の表層舗装として用いられているが、アスファルト舗装の実用段階での性能がどれほど改良されているかは必ずしも明確にされていない。これは施工後の追跡調査が十分になされていないことに大きな原因があろう。幸いここ数年数多くのゴム入アスファルトによる試験舗装がなされており、これらについて追跡調査のデータの集積と解析の結果により、正確な性能把握が行なわれることが期待されるものである。

### 引用文献

- (1) 日本ゴム協会。ゴム工業便覧 昭和24年2月 P. 23～25
- (2) 日本合成ゴム(株) J S R ローデックス カタログ
- (3) 日瀝化学工業(株)編；アスファルト舗装材料，アスファルト舗装講座第1巻 P. 69～71
- (4) H. A. End es ; Industrial and Engineering Chemistry Vol 43(1951) P. 334～340
- (5) 成沢外；ゴム 1961年2月 P. 28～42
- (6) 岸；道路 昭和39年10月 P. 89
- (7) J. R. Benson ; Roads and Streets 4—1955
- (8) 山之口；舗装 1966年3月 P. 24
- (9) 鶴見・中島；土木施工 1970年6月 P. 32～36
- (10) 青森国道工事事務所；第18回建設省東北地方建設局管内技術研究会報告
- (11) 齊藤；道路建設 昭和43年8月 P. 80～81

[筆者；日瀝化学工業(株)中央研究所]

# カンサス州で フルデプス舗装 を用いた 州際道路が完成



by  
**THE ASPHALT INSTITUTE**  
"Asphalt" July 1970

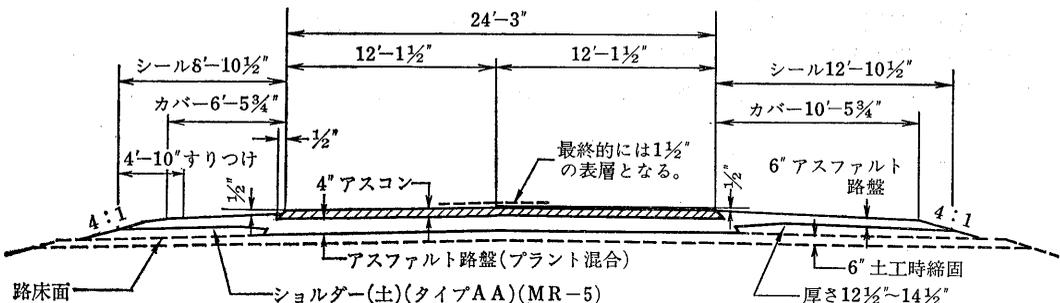
1970年6月17日、カンサス州における州際道路 I-70 の開通式が予定通り挙行された。カンサスは、道路建設に関しては先駆者的な州で、画期的なフルデプス舗装を最初に採用した州であり、1956年に制定された州際道路法にもとづき、同年に州際道路の一部が完成している。

今回開通したのはグッドランドからコロラド州線に至る19マイルの部分で、これにより 249マイルのフルデプス舗装が完成したことになり、カンサスを通る往復4車線の I-70 により、ミズーリとコロラド両州が従来の11時間から7時間に短縮されて結ばれ、安全性も3倍になった。

249マイルにわたるフルデプスアスファルト舗装に用いられた材料は、アスファルト1億ガロン(40万ガロン

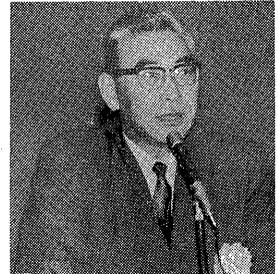
/マイル)、骨材622万5千トン(3万5千トン/マイル)であった。フルデプスアスファルト舗装を採用することにより、当然のことではあるが、従来のタイプの粒状路盤は使用不能な骨材も使うことができた。標準断面図に示すように、フルデプスアスファルト舗装の路盤混合物は6~12インチ厚さに路床上に直接舗設された。また、中間層は4インチ、表層は4½インチで一定の厚さである。

最終的には、この 249マイル全部を1972年以降に2½インチと3インチ厚さに、ステーションオーバーレイする予定である。それまではたとえ交通量が増えてもオーバーレイを行なう必要はない見通しである。



(注) 『はフィート, 『はインチを表わす。]

カンサス I-70 フルデプス舗装標準断面図



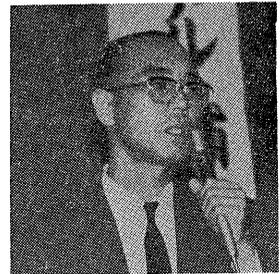
挨拶  
名誉会長 谷藤 正三



挨拶  
副会長 石渡 健二



道路整備の動向  
建設省道路局 萩原 浩氏



アスファルト乳剤の動向と問題点  
日本アスファルト乳剤協会 福島文朗氏



アスファルト舗装工事  
共通仕様書について  
建設省土木研究所 南雲 貞夫氏



福岡県の簡易舗装概況報告  
福岡県道路維持課 谷 啓輔氏



土木建設の最近の  
アスファルト利用  
日本舗道(株) 物部 幸保氏

開催月日 昭和45年11月20日

参加者総数 590名

開催場所 福岡市 農協会館

今回も全国より多数御参加下さいまして  
ありがとうございました

# アスファルト混合物の特性と試験法の意味

〈連載 第 8 回〉

太 田 記 夫

前回、アスファルトコンクリートの組成とその主な機械的性質、および、供試体の作成と締固め法について述べたが、今回からアスファルト混合物の試験法について考察して行きたい。

## 4. アスファルト混合物の試験

試験室で前回述べた締固め法のいずれかの方法で作製された供試体、あるいはカッターなどにより直接に道路から採取された供試体についての試験法は次の二つに大別出来る。すなわち、載荷時間の長い「静的試験」と載荷時間の短い「動的試験」でこれから、それらのいくつかの試験について検討してみたい。

### a. マーシャル安定度試験

マーシャル安定度試験は、充分な支持力を持つ混合物の配合を選らぶために行なわれる。この方法は、研究の立場から見るとラフな方法であるがたとえ標準状態からかけはなれた温度および速度で行なわれた測定とはいえ、混合物の変形機構にいくらかの解明を与えるものである。

マーシャル安定度試験は、温度60°C および載荷速度 5 cm/分で円筒形の供試体にradial comp-

ressionを与えるもので、供試体に加えられた力は圧縮（歪み）の函数として記録される。この力と圧縮曲線で最大力をマーシャル安定度値(PM)として示し、これに対応する圧縮をフロー値(FM)として示す。

Nijbore によれば、マーシャル試験下での混合物のスチフネス(S<sub>M</sub>)は概略次のように示めされる。

$$S_M(\text{kg/cm}^2) = 1.6 \frac{P_M(\text{kg})}{F_M(\text{mm})}$$

供試体の安定度と同様に、供試体の締固め度は同じ配合の混合物で、マーシャル試験で定義されたハンマーで打撃されて作られた供試体の値と関係づけられることがある。すなわち

$$\text{締固め度} = \frac{\text{採取コアの密度}}{\text{マーシャル供試体の密度}} \times 100\%$$

$$\text{相関安定度} = \frac{\text{採取コアの安定度}}{\text{マーシャル供試体の安定度}} \times 100\%$$

マーシャル試験のデータは、混合物についての変化要因（たとえば、粒度、アスファルト量、密度、材料の品質など……）がマーシャル特性にどのような影響を与えるかを示すものである。例えば、安定度は締固め度の増加とともに増大する。

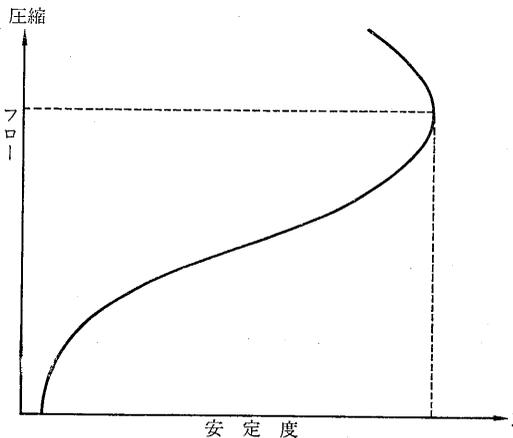


図-1 マーシャル試験の記録

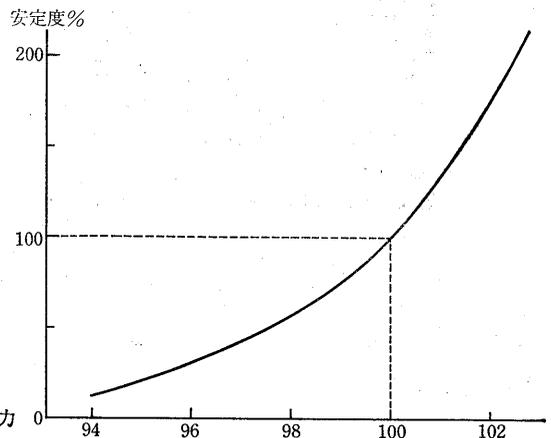


図-2 混合物の締固め度とその安定度の関係

図-2から、道路での95%締固めはマーシャル安定度値の15%に相当することがわかる。フロー値は最適アスファルト量以下では密度の増加には余り影響されず、スティフネスは締固め度95%でマーシャル供試体の約15%程度である。

また、マーシャル安定度試験は混合物の変形抵抗に関して、ある与えられた骨材組成に最適アスファルト量を与えるために使われる。図-3は混合物のアスファルト量の影響をマーシャル試験用標準供試体を使って調べた結果である。マーシャル安定度はアスファルト量  $a$  の時、最大値を示す。最大スティフネスは幾分アスファルト量が少ない  $b$  の時に示す。フロー値はアスファルト量の増加に従って増大する。更に、混合物のVMA（骨材の空隙）曲線はアスファルト量の函数として決めることが出来る。最少VMAはアスファルト量  $c$  の時に得られる。良好な締固めと変形抵抗を持つ混合物は概略  $\frac{1}{2}(a + b + c)$  のアスファルト量を必要とすることがわかる。

マーシャル試験よりもっと合理的に混合物の機械的性質を研究するために、次のような試験法がある。

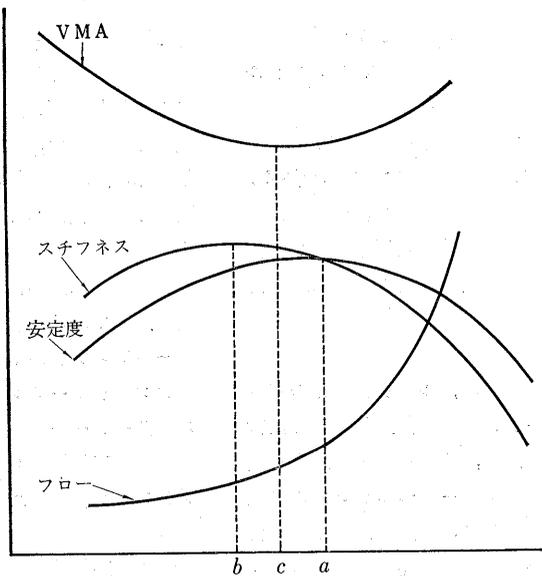
#### b. インストロン試験機による試験

この試験機に使用されるアスファルト混合物の供試体は締固められた道路より採取するか、または研究室でローラにより締固められた混合物を所定の大きさにカッターで切断し、圧縮、引張りおよび曲げ試験を行なうものである。この際、温度調整は附随した温度調整槽の中で行ない、荷重速度は0.0002~5. cm/分が可能で、試験結果はすべて自記装置に記録される。この試験機は構造物が実際に置かれてある状態に近い状態で試験が可能であることと再現性に富む利点を持っている。

#### c. 三軸試験

一般に、締固められたアスファルト混合物でもまだ圧縮される空隙を保有するもので、特にアスファルトが液体として振舞うような荷重時間の長い時はこの空隙が重要な役割を持つものである。このような状態下ではアスファルト混合物はガス/液体/固体の三相と考えられ、このような時に三軸試験が使用される。

図-3 フロー値、マーシャル安定度、スティフネス骨材、空隙およびアスファルト量についての相互関係



三軸試験では供試体はゴムの水套でつまれており、変形を起すために垂直圧を加えると、変形は外側よりゴムの水套に加えた水平圧または供試体の初期変形によって水套内に発生した水圧により打消されようとする。このように側圧の存在のもとでアスファルト混合物の圧縮強度を測定し、この結果、混合物の初期抵抗と骨材の内部摩擦角を算出し、道路および水利構造物の設計に供するものである。

#### d. 三点支持曲げ試験機

この試験機はシエル石油オランダ中央研究所で考案されたもので、この試験機の特徴は供試体に所定回数の振動、すなわち疲労を与え、その後のアスファルト混合物の曲げ破壊強度を荷重時間1/1,000秒から長時間まであらゆる温度で測定可能である。従ってこの試験結果から何年後のアスファルト舗装の物理的性状が推定出来るため、アスファルト構造物の設計には極めて有益な試験法である。

一次回は振動試験について—

〔筆者；シエル石油(株)土木建設部〕

# アスファルト舗装のすべり抵抗の研究

ルイジアナ州道路局

1669年7月、ルイジアナ州道路局は連邦道路局と協同で、アスファルト舗装表面のすべり抵抗に関する研究を発表した。すべり抵抗の連続的な変化、表層のタイプによるすべり抵抗値の変化を求めて、湿潤時に最大のすべり抵抗値を示すタイプを見つけることを目標としたものである。

試験舗装は、ルイジアナ州のバトンルーージュ市の連邦道路 190の西行車線を選び、それぞれ種類当り延長 1,000フィートづつランダムに配置した。ここの交通量は約22,000台/日で重交通である。

すべり抵抗値の測定はASTM指針E 247-65Tに従い、すべり抵抗トレーラーによって20, 40, 60マイル

時の速度で行なった。骨材、バインダー、混合物の耐久性と共に、供用による舗装表面の変化も観察した。表面の変化とは、亀裂、波打ち、押し出し、過剰な摩耗、骨材の磨滅、既設の舗装表面への結合などである。

試験舗装に用いた混合物の種類は次の通りである。

シートアスファルト

ケンタッキーサンドアスファルト  
スラリーシール

軽量人工骨材(Expanded clay)

プラント混合シール

スラブ

軽量人工骨材

玉砕 (75%破砕)

玉砕 (95%破砕)

アスファルトコンクリート

玉砕+砂 (密粒)  
玉砕+砂 (開粒)  
人工軽量骨材+砂

当初は他にローカル材によるサンドアスファルトと、花崗岩のスラリーシールを本研究に含めていたが、試験走行によりサンドアスファルトは、すべり易いことがわかったので交通安全の見地からすぐにカバーした。また花崗岩のスラリーシールも、このタイプを代表するものという考えが、舗装時になって問題となったので除外した。よって上記の9種が施工され、軽量人工骨材スラリーシールが9ヶ月間でなくなったのを除き、ほぼ1年経過後も残っている。これらのすべり抵抗値は25ページの表の通りである。

混合物の性質 (番号は P. 25の表の混合物の番号と同じ)

項目	混合物のタイプ	混合物の番号								
		1	2	3	4	5	6	7	8	8
骨材	%	95	95	92.5	94.5	93.0	93.0	84	91	容積で 乳剤 25%
アスファルト	%	5	5	7.5	5.5	7.0	7.0	16	9	
粒径 No.4 以上の破砕率	%	79	85	—	—	90	90	—	—	—
アスファルト針入度		60-70	60-70	60-70	60-70	60-70	60-70	60-70	60-70	—
室内合材密度		2.34	2.30	1.72	2.07	—	—	—	—	—
現場締固め度(室内密度に対して)	%	96.3	93.2	96.5	92.3	—	—	—	—	—
空ゲキ率	%	5.3	5.9	7.9	10.3	—	—	—	—	—
飽和度	%	68.2	65.7	63.6	51.9	—	—	—	—	—
マーシャル安定度 (ポンド)		1885	2040	1496	1082	—	—	—	—	—
フロー値 (1/100インチ)		12	9	8	10	—	—	—	—	—
抽出骨材の粒度		通過百分率								
3/4"		100	100	100	—	—	—	—	—	—
1/2"		98	98	98	100	100	100	100	100	—
3/8"		86	87	89	—	96	98	98	98	100
No. 4		59	66	73	98	53	46	49	41	100
10		44	43	66	—	26	13	10	6	—
16		—	—	—	—	—	—	—	—	54
40		30	23	45	—	11	4	2	2	—
50		—	—	—	—	—	—	—	—	23
80		13	7	16	—	—	—	—	—	—
100		—	—	—	13	2	—	1	1	15
200		9	4	10	—	—	1	—	—	11

当局が特に注目したのはプラント混合シール材の性状である。このうち軽量人工骨材とスラグのシールは今まで使われたことがなかったし玉砕のシールも南部では初めてであった。これらのシール材は細砂やファイラーを混入しておらず、最大粒径 3/8インチの開粒型のもので、アスファルト量が多く、混合温度は通常のアスファルト混合物より低くした。使用したアスファルトにはアスファルトに対して 0.5%のはく離防止剤を加えた。

シール材の舗設は普通の舗設機械で厚さ 5/8インチに敷均し、タンデムローラーとタイヤローラーで転圧した。シール材はどれも高いすべり抵抗値を示しているが、中でも軽量人工骨材とスラグは最もよい値を示している。またこれらシール材に非常に魅力を感じる点は、コストが相

40マイル/時の平均すべり抵抗値

番号	種類	経過期間(月)				
		0	3	6	8	11
1	玉砕+砂加熱混合	40	43	48	50	47
2	玉砕+砂開粒加熱混合	46	45	49	51	48
3	軽量人工骨材+砂加熱混合	36	42	51	55	50
4	ケンタッキーサンドアスファルト	69	62	68	73	63
5	玉砕プラント混合シール (75% 破砕)	40	41	38	41	41
6	" (95% 破砕)	43	49	49	50	49
7	軽量人工骨材プラント混合シール	58	63	62	63	63
8	スラグプラント混合シール	52	58	56	58	56
9	軽量人工骨材スラリースール	70	67	—	63	—

対的に安く、30セント/平方ヤードであることである。この傾向がさらにつづくなら、ルイジアナ州は、すべり抵抗を迅速で経済的に回復させるために、これらのシール材による

舗設を採用することになるだろう。

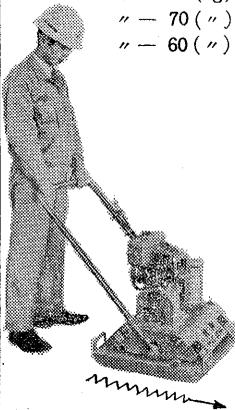
試験舗装に用いた混合物の性質は 24ページの表の通りである。

by VERDI ADAM  
Materials and Research  
Louisiana Department of Highways, Baton Rouge

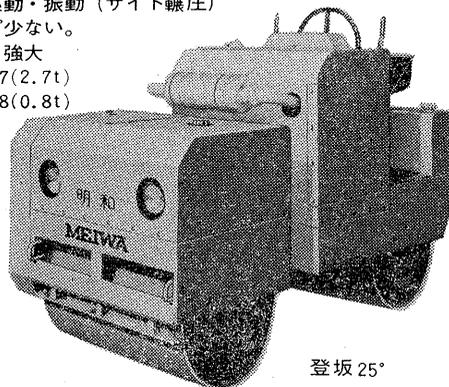
# プレート 明和式 トラクタ

アスファルト舗装  
表面整形

VP-110 (kg)  
" - 70 (")  
" - 60 (")



アスファルト・舗装最適  
両輪・駆動・振動 (サイド転圧)  
スリップ少ない。  
転圧力、強大  
MVR-27 (2.7t)  
" - 8 (0.8t)



登坂 25°

路盤碎石固め  
水道・ガス管  
電設・盛土  
埋戻



VRA-120 (kg)  
" - 80 (")  
" - 60 (")

## 振動ローラー

株式会社 明和製作所

本社工場 川口市青木町1の448 TEL (0482) (51) 4525-9  
大阪営業所 大阪市城東区諏訪西3-25 TEL (961) 0747-8  
福岡営業所 福岡市上半田町21 TEL (41) 0878-4991  
名古屋出張所 名古屋市中川区八家町3-42 TEL (052) (361) 1646

(カタログ送呈)  
全国各地に  
販売店あり

~~~~~別冊「アスファルト」をおわけしております~~~~~

内容は下記の通りです。御註文の号数、部数、受取人の住所（郵便番号）氏名を明記の上、弊会までお申込み下さい。なお「アスファルト」誌も若干在庫がありますので、お申込み下さい。（ただし、在庫ゼロの号もありますので、その際は御了承下さい）

☆頒価 各号とも 100円（郵便切手にて可）

☆申込先 日本アスファルト協会 別冊係  
105 東京都港区芝西久保明舟町12  
和孝第10ビル

☆ハガキ（あと払い）のお申込みは御遠慮下さい。

| 号 数                                             | 内 容                                                                                           | 執 筆 者                                                   |
|-------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| 本誌 No.31<br>昭和38年4月発行<br>(第4回アスファルト<br>ゼミナール)   | 北海道のアスファルト舗装について<br>アスファルト舗装の設計について<br>寒冷地における舗装雑感<br>各種の流し込みアスファルトについて<br>本別発電所開渠のライニングについて  | 小 山 道 義<br>松 野 三 朗<br>卷 下 乙 四 郎<br>板 倉 忠 三<br>工 藤 忠 夫   |
| 別冊 No.6<br>昭和38年11月発行<br>(第8回アスファルト<br>ゼミナール)   | 名神高速道路のアスファルト舗装について<br>積雪地におけるアスファルト舗装<br>アスファルト乳剤工法について<br>河川堤防のアスファルト工法<br>港湾構造物へのアスファルト利用  | 田 中 淳 七 郎<br>若 木 三 夫<br>藤 崎 桃 三 郎<br>佐 藤 正 八<br>加 川 道 男 |
| 別冊 No.9<br>昭和40年6月発行<br>(第14回アスファルト<br>ゼミナール)   | アスファルト舗装の品質管理と検査<br>アスファルト簡易舗装について<br>アスファルトの安定処理<br>九州地方の国道（舗装状況）について<br>国道10号線のアスファルト舗装について | 竹 下 春 見<br>大 島 哲 男<br>南 雲 貞 夫<br>江 口 祐 一<br>藤 沢 恒 夫     |
| 別冊 No.10<br>昭和41年4月発行<br>(第15回アスファルト<br>ゼミナール)  | アスファルト舗装要綱の問題点<br>アスファルト混合物の品質管理と検査<br>アスファルト安定処理<br>寒冷地のアスファルト舗装について                         | 竹 下 春 見<br>藤 井 治 芳<br>南 雲 貞 夫<br>菅 原 照 雄                |
| 別冊 No.11<br>昭和42年9月発行<br>(第16回アスファルト<br>ゼミナール)  | アスファルト舗装の各種設計方法について<br>アスファルト混合物の施工について<br>最近のアスファルト舗装の2, 3の問題点<br>東名高速道路の舗装について              | 菅 原 照 雄<br>松 野 三 朗<br>岸 文 雄<br>石 田 季 九 夫                |
| 別冊 No.12<br>昭和43年12月発行<br>(第17回アスファルト<br>ゼミナール) | 最近の各国のアスファルト舗装設計について<br>アスファルト舗装の検査と品質管理<br>アスファルト乳剤安定処理実績調査<br>東名高速道路の安定処理工法<br>簡易舗装の現状      | 植 下 協<br>松 野 三 朗<br>岩 瀬 正<br>近 藤 正<br>高 見 博             |
| 別冊 No.15<br>昭和44年11月発行<br>(第16回アスファルト<br>ゼミナール) | 中国地建管内のアスファルト舗装について<br>最近の舗装用材料について<br>アスファルト舗装施工上の問題点<br>岡山県の乳剤安定処理工法<br>簡易舗装について            | 和 気 功<br>昆 布 谷 竹 郎<br>工 藤 忠 夫<br>坂 手 康 人<br>南 雲 貞 夫     |
| 別冊 No.14<br>昭和45年11月発行<br>(第19回アスファルト<br>ゼミナール) | アスファルト舗装工事共通仕様書について<br>アスファルト乳剤の動向と問題点<br>福岡県の簡易舗装概況報告<br>土木建設における最近のアスファルトの利用                | 南 雲 貞 夫<br>福 島 文 朗<br>谷 啓 輔<br>物 部 幸 保                  |

社団法人 **日本アスファルト協会** 会員

アスファルトの

御用命は

本会加盟の

生産 / 販売会社へ

優れた生産設備と研究から

品質を誇るアスファルトが生み出され

全国に御信用を頂いている販売店が

自信を持ってお求めに応じています

定評あるアスファルト生産 / 販売会社は

すべて本会の会員になっております

☆ メーカー ☆ [順不同]

|                |        |                  |                 |
|----------------|--------|------------------|-----------------|
| 大協石油株式会社       | 104    | 東京都中央区京橋1の1      | (562) 2 2 1 1   |
| 丸善石油株式会社       | 100    | 東京都千代田区大手町1の6    | (213) 6 1 1 1   |
| 三菱石油株式会社       | 105    | 東京都港区芝平町1        | (501) 3 3 1 1   |
| 日本石油株式会社       | 105    | 東京都港区西新橋1の3の12   | (502) 1 1 1 1   |
| シエル石油株式会社      | 100    | 東京都千代田区霞が関3の2の5  | (508) 0 1 1 1   |
| 昭和石油株式会社       | 100    | 東京都千代田区丸の内2の3    | (231) 0 3 3 1   |
| 富士興産アスファルト(株)  | 100    | 東京都千代田区永田町2の4の3  | (580) 0 7 2 1   |
| 出光興産株式会社       | 100    | 東京都千代田区丸の内3の12   | (213) 3 1 1 1   |
| 共同石油株式会社       | 100    | 東京都千代田区永田町2の11の2 | (580) 3 7 1 1   |
| 三共油化工業株式会社     | 272-01 | 市川市新井41          | (57) 3 1 1 6    |
| 東亜燃料工業株式会社     | 100    | 東京都千代田区1ツ橋1の1の1  | (213) 2 2 1 1   |
| 三和石油工業株式会社     | 100    | 東京都中央区宝町2の5      | (562) 7 8 9 6   |
| 鹿島石油株式会社       | 105    | 東京都港区芝琴平町38      | (503) 4 3 7 1   |
| 日本石油精製株式会社     | 105    | 東京都港区西新橋1の3の12   | (502) 1 1 1 1   |
| 谷口石油精製株式会社     | 512    | 三重県三重郡川越町高砂      | 0593-65-2 1 7 5 |
| 昭和四日市石油株式会社    | 100    | 東京都千代田区有楽町1の2の1  | (211) 1 4 1 1   |
| 西部石油株式会社       | 100    | 東京都千代田区丸の内1の2の1  | (216) 6 7 8 1   |
| 富士興産株式会社       | 100    | 東京都千代田区永田町2の4の3  | (580) 3 5 7 1   |
| 日本鋳業株式会社       | 105    | 東京都港区赤坂葵町3       | (582) 2 1 1 1   |
| アジア石油株式会社      | 100    | 東京都千代田区内幸町2の1の1  | (501) 5 3 5 1   |
| エッソスタンダード石油(株) | 105    | 東京都港区赤坂5の3の3     | (584) 6 2 1 1   |
| モービル石油株式会社     | 100    | 東京都千代田区大手町1の7の2  | (270) 6 4 1 1   |
| ゼネラル石油株式会社     | 104    | 東京都中央区銀座4の9の13   | (541) 2 5 3 1   |
| 新日本油化工業株式会社    | 676    | 高砂市伊保町梅井字新浜1の1   | 07944-7-0 7 8 1 |
| ユニオン石油工業株式会社   | 100    | 東京都千代田区丸の内1の4の2  | (211) 3 6 6 1   |

# 社団法人 日本アスファルト協会会員

## ☆ディーラー会員☆

### ● 関東

朝日瀝青株式会社 (669)7321 大協  
 アスファルト産業株式会社 (553)3001 シエル  
 富士鉱油株式会社 (432)2891 丸善  
 株式会社木畑商会 (552)3191 共石  
 三菱商事株式会社 (211)0211 三石  
 株式会社南部商会 (212)3021 日石  
 中西瀝青株式会社 (272)3471 日石  
 日東商事株式会社 (260)7111 昭石  
 日東石油販売株式会社 (543)5331 シエル  
 瀝青販売株式会社 (271)7691 出光  
 菱東石油販売株式会社 (833)0611 三石  
 株式会社沢田商行 (551)7131 丸善  
 三徳商事東京営業所 (567)0036 昭石  
 昭和石油アスファルト株式会社 (761)4271 昭石  
 新日本商事株式会社 (294)3961 昭石  
 住石興産株式会社 (216)0911 出光  
 大洋商運株式会社 (503)1621 三石  
 東新瀝青株式会社 (273)3551 日石  
 東京アスファルト株式会社 (561)7081 共石  
 東京富士興産販売株式会社 (503)5048 富士興産  
 東京菱油商事株式会社 (352)0715 三石  
 東生商事株式会社 (409)3801 三共油化  
 東洋アスファルト販売株式会社 (583)8353 エツソ  
 東洋国際石油株式会社 (270)1811 大協・三和  
 東光商事株式会社 (274)2751 三石  
 梅本石油東京営業所 (583)8636 丸善  
 渡辺油化興業株式会社 (582)6411 昭石  
 ユニ石油株式会社 (503)0466 シエル  
 関東アスファルト株式会社 (22)7745 シエル

### ● 中部

朝日瀝青名古屋支店 (851)1111 大協  
 株式会社名建商会 (241)2817 日石  
 中西瀝青名古屋営業所 (211)5011 日石  
 株式会社沢田商行 (361)3151 丸善  
 株式会社三油商会 (231)7721 大協  
 三徳商事名古屋営業所 (481)5551 昭石  
 新東亜交易名古屋支店 (561)3511 三石  
 ビチュメン産業富山営業所 (32)2161 シエル  
 富士ソー株式会社 (24)0725 富士興産

### ● 近畿

朝日瀝青大阪支店 (538)2731 大協  
 大丸石油株式会社 (262)1421 日石  
 枝松商事株式会社 (313)3831 出光  
 富士アスファルト販売株式会社 (441)5159 富士興産  
 平和石油株式会社 (443)2771 シエル  
 川崎物産株式会社 (344)6651 昭石・大協  
 松村石油株式会社 (361)7771 丸善  
 丸和鉱油株式会社 (301)8073 丸善  
 三菱商事大阪支社 (202)2341 三石  
 中西瀝青大阪営業所 (364)4305 日石  
 株式会社シエル石油大阪発売所 (363)0411 シエル  
 三徳商事株式会社 (394)1551 昭石  
 千代田瀝青株式会社 (358)5531 三石  
 東信石油株式会社 (203)4171 丸善  
 梅本石油株式会社 (351)9064 丸善  
 山文商事株式会社 (441)0255 日石  
 北坂石油株式会社 (32)6585 シエル  
 正興産業株式会社 (34)3323 三石

### ● 四国・九州

入産業株式会社 (73)4131 富士・シエル  
 畑鉱油株式会社 (87)3625 丸善  
 丸菱株式会社 (43)7561 シエル

◎ アスファルトの御用命は日本アスファルト協会の加盟店へどうぞ ◎