

アスファルト

第5巻 第25号 昭和37年4月4日 発行

ASPHALT

25

社団法人 日本アスファルト協会

ASPHALT

目 次 第 25 号

寒冷地に於けるアスファルト舗装用合材の

配合設計方法に関する一つの試み……………小 山 道 義 2

イギリスのアスファルト舗装 ……………菅 原 照 雄 9

アスファルトの附着性について・その2 ……………C・Dハリス 19

Introduction to Asphalt・連載第12回 ……………大 島 秀 信 22

第2回アスファルト舗装ゼミナール御案内……………21

アスファルト 第5巻 第25号

昭和37年4月4日 発行

発行人 南 部 勇

社団法人 日本アスファルト協会

東京都中央区新富町3～2

石油会館内

TEL 東京 (551) 1131～4

編集委員 (順不同)

谷 藤 正 三

村 田 泰 三

井 上 孝

高 橋 国 一 郎

竹 下 春 見

木 村 保

神 保 正 義

酒 井 重 謙

福 島 健 重

菊 地 栄 一

南 部 勇

読者の皆様へ

“アスファルト”第25号、只今お手許にお届け申し上げました。

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、皆様方の御便宜を計ろうと考え、発刊致しております。

本誌は隔月版発行ですが、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御願い致します。

社団法人 日本アスファルト協会

ASPHALT

VOL. 5, No. 25 APRIL 4, 1962

Published by

THE JAPAN ASPHALT ASSOCIATION

Editor・Isamu Nambu

寒冷地におけるアスファルト舗装用合材の 配合設計方法に関する一つの試み

小 山 道 義

1 まえがき

寒さが厳しく雪の多い北海道の道路では、温暖な地方とは違った多くの問題が起きている。そのうちでも、アスファルト舗装の低温時における脆化現象とこれが対策は、重要な研究課題であって、道路技術上合理的な解明が望まれているものの一つである。

アスファルト合材は、高温において粘弾性的な性状を示し、また低温では弾性体に似た挙動をするが、これは合材の結合材であるアスファルトの固有の物理的性状によるもので、合材の感温性は一般にアスファルトの感温性によって大きく支配される。したがって、寒冷地向きの舗装用アスファルト合材の品質改良には、先ず寒冷地に適応したアスファルトの品質を追及しなければならない。北海道開発局が舗装用アスファルトの品質について特記仕様しているのはこの趣旨から出ているものである。

寒暖の差の比較的小さい地方では、使用アスファルトやまた合材の性状について、さ程神経過敏になる必要はないかも知れない。しかし北海道でも夏の気温は相当上昇し、年間およそ $+30\sim-30^{\circ}\text{C}$ の気温変化があるので舗装用アスファルト合材の低温脆化の防止は常に高温時の安定度と関連して考えなければならない。

冬季車輛の迂り止めに用いるタイヤチェーンによる表層のスリヘリは、アスファルト舗装の低温脆化と密接な関係があるが、時として致命的な被害を与えることがある。現場においては、従来の経験から、タイヤチェーンのスリヘリに対する抵抗性の大きな合材として、アスファルトモルタル摩耗層やトベカ表層を採用している。その配合設計に当っては軟かいアスファルトをできるだけ多く入れる方針をとって来ている。しかし、こうした合材は一般に夏季高温時における安定度は悪い。アスファルト合材が示す力学的性状は、単に使用アスファルトの質や含有量によって左右されるばかりではなく、また使用骨材の粒度や配合などによっても大きな影響をうけるものである。寒冷地におけるアスファルト舗装の品質を改良す

るためには、この点についても究明する必要があると考えられる。

北海道開発局土木試験所道路研究室では、冬季にはタイヤチェーンに対するスリヘリ抵抗性が大きく、夏季には所要の安定度を確保できるような表層用アスファルト合材をつくるための配合設計方法について実験的な研究を進めて来た。実験の対象にはアスファルトモルタルが表層用合材の基本となるものであり、まずこれをとりあげることとしたが、次いでトベカについて実験を進めている。合材試験は、マーシャル試験法による安定度試験のほかには実際道路におけるタイヤチェーンの剝摩作用を実験室内で再現できるようにシラベリング試験機（北海道土木技術会考案試作）によるスリヘリ試験を併せ行っており、合材の良否を判定することとしている。また、この実験を行うに当たっての考え方として従来少しく変わっている点は、アスファルト合材中のフィラーの機能を高く評価していることで、合材の性状を合材中に占めるフィラービチューメンの質と量の面から検討しようとしたことである。

以下、道路研究室が現在行っているアスファルトモルタルやトベカの配合比の決定方法と2、3の実験結果について概要を述べる。

2 アスファルトモルタル

(1) 配合設計方法

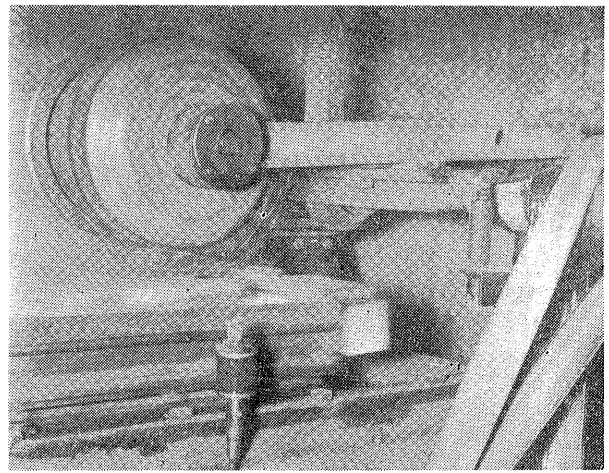
加熱混合式アスファルト合材の配合設計には、いろいろの方法が提案されているが、現在では、一般にアスファルト舗装要綱に従っているものと考えられる。これによって合材の配合比を決めるには、まず合材の種類に応じて骨材の粒度範囲を定め、合成粒度を予定し、マーシャル安定度試験を行って最適アスファルト量を求めることになる。試験結果が所要の条件と合致しない場合には使用材料を変えたり、また骨材の粒度範囲内で合成粒度を修正して再試験することになる。この場合、フィラーは骨材の中に含めて取扱っている。

アスファルト合材中のフィラーの役割を単に骨材とし

ての最大密度または最大安定度を与えるための空隙填充材として考えるか、もしくはフィラービチューメンという組成の結合材とみるかは、今後の研究に残された面が多い。最近では、フィラーの機能を高く評価する傾向にあって、フィラーのある細かい粒子群はアスファルトと一体となってコロイド的性格を示して、フィラービチューメンとして結合材の役を果たしているものとし、またその粗い粒子群は骨材の細粒分を補って合材の安定度を増す上に役立っているとの見方が高まってきているようである。

道路研究室では、この考え方に基づいて、アスファルトモルタルの性状を検討し、その配合比を決定しようとしたもので、現在とっている方法は次のようである。フィラー(F)とアスファルト(A)の比F/Aならびにフィラービチューメンの量 (V_m) と砂の空隙量 (V_{sv}) との比 V_m/V_{sv} を目安にするもので、アスファルトモルタルの物理的性状は使用材料が同一ならば、F/Aと V_m/V_{sv} の両者によって左右される筈である。したがって、与えられた砂に対して、所定のフィラーとアスファルトを用いF/Aの試的ないろいろの値について、 V_m/V_{sv} の値を変え安定度試験とスリヘリ試験を行なって、合材の所要条件を満足する最終的な配合比を決定しようとするものである。

一般に用いられるフィラーの粒度は、その購買仕様によって変り、また産地や入手時期などによって一定しない。またフィラービチューメンとして有効に働らくフィラーの細粒群とはどのような粒径のものであるかも今のところ判っていない。したがって実験を進めるに当っては、便宜上の市販のフィラーを74 μ フルイでふるい分け通過したものを使用することとした。実際現場で使用する



写真—1 ラベリング試験機

るフィラーは74 μ フルイに残留する分を含んでおり、またフィラーによってその量も変るが、このような場合でも合材の配合比を決める上の試験手順は変わらない。この際、そのフィラーについてF/Aの値を試的にきめるには他の実験例を参考とし、そのフィラーの74 μ フルイ通過分を一応の目安とするのが便利であると考えられる。

試験に際しての供試合材の配合比の算定や、試験結果に基づいて合材の配合比を決めるには、アスファルトの重量百分率Aが次式から計算できるので、簡単に求められる。

$$A(\%) = \frac{\frac{V_m}{V_{sv}} \cdot e}{G_s \left(\frac{1}{G_a} + \frac{1}{G_f} \cdot \frac{F}{A} \right) + \left(1 + \frac{F}{A} \right) \frac{V_m}{V_{sv}} \cdot e} \times 100 \quad (1)$$

ここに

G_a, G_f, G_s : それぞれアスファルト、フィラーおよび砂の比重

表—1

アス ファ ルト	比 重	針 入 度 (25°C)	伸 度			引火点 (°C)	蒸発量 (%)	蒸発後 の針入 度 (%)	軟火点 (°C)	化 学 組 成			
			5°C	10°C	25°C					アスファ ルテン (%)	飽和成分 (%)	芳香族成 分 (%)	レチン分 (%)
	1.01	142	100 以上	100 以上	100 以上	237	0.1	89	35.0	6.5	37.6	34.8	21.1

石 粉	比 重	粒 度 (%)		
		0.074mm 残留	0.074~ 0.005mm	0.005mm 以下
	2.68	0	99	1

砂	比 重	吸水率 (%)	単位容 積重量 (t/m³)	空隙率 (%)	粒 度 (%)					
					2.38mm 残留	2.38~ 1.19mm	1.19~ 0.59mm	0.59~ 0.297mm	0.297~ 0.149mm	0.149~ 0.074mm
	2.72	142	1.74	37.4	0	7	13	30	43	7

表-2

番	号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
設計配合	F/A	2.0					1.5					1.0						
	V_m/V_{sv}	0.70	0.77	0.90	0.98	1.13	0.60	0.71	0.82	0.88	0.94	1.07	0.59	0.68	0.78	0.88	0.98	1.09
	重配合 { アスファルト %	7.0	7.5	8.5	9.0	10.0	7.0	8.0	9.0	9.5	10.0	11.0	8.0	9.0	10.0	11.0	12.0	13.0
	量比 { フィラー %	14.0	15.0	17.0	18.0	20.0	10.5	12.0	13.5	14.25	15.0	16.5	8.0	9.0	10.0	11.0	12.0	13.0
マール試験	砂 %	79.0	77.5	74.5	73.0	70.0	82.5	80.0	77.5	76.25	75.0	72.5	84.0	82.0	80.0	78.0	76.0	74.0
	理論的最大密度 g/cm^3	2.48	2.46	2.42	2.40	2.37	2.49	2.45	2.41	2.39	2.37	2.33	2.45	2.41	2.38	2.34	2.30	2.27
ラベリング試験	供試体密度 g/cm^3	2.32	2.34	2.36	2.28	2.23	2.26	2.31	2.28	2.28	2.23	2.17	2.21	2.26	2.24	2.19	2.11	2.08
	空隙率 %	6.5	4.9	2.5	5.0	5.9	8.2	5.7	5.4	4.6	5.9	6.9	9.8	6.2	5.9	6.4	8.3	8.4
	安定度 kg	336	357	339	170		111	250	196	170	89		71	205	138	85		
	フロー値 $\frac{1}{100}cm$	36		58	100		33	43	58	63	86		25	36	58	69		
ラベリング試験	供試体密度 g/cm^3	2.24	2.32	2.33		2.25	2.22	2.30	2.29		2.26	2.18	2.14	2.27	2.28	2.23	2.11	2.12
	空隙率 %	9.7	5.7	3.7		5.1	10.08	6.1	5.0		4.6	6.4	12.7	5.8	4.2	4.7	8.3	6.6
	成形荷重 ton	55	70	60		0.3	100	110	30		7	0	4	85	60	15	0	0.5
	スリヘリ量 cm^3	2.11	1.34	1.25		1.02	2.49	1.34	1.16		1.15	0.94	4.92	1.93	1.85	2.41	2.55	1.97

e : 砂の空隙比 (絶対乾燥状態の砂に対して棒突きによる単位体積重量試験を行なって求めたもの)

実際の試験手順では、Aの値はあるアスファルト使用量の範囲でこれを予定し、0.5%の差で供試体材の配合を決定するのが普通である。したがって、この場合には試験的なF/AとAの値について V_m/V_{sv} の値を次式から求めて試験結果を整理することになる。

$$\frac{V_m}{V_{sv}} = \left(\frac{1}{G_u} + \frac{1}{G_f} \cdot \frac{F}{A} \right) G_s / \left(\frac{100}{A} - 1 - \frac{F}{A} \right) e \quad (2)$$

安定度試験としては、現在マーシャル試験を採用している。

ラベリング試験機の構造ならびに試験方法は土木試験所月報第39号に記載されているとおりである。(写真-1)ただし浸水や凍結融解繰返しを行なった供試体についてのスリヘリ試験は、いまのところ行っていない。供試体は、同じ配合のマーシャル試験供試体の密度になるように静荷重によって締固め成形するもので、この供試体の上下両面についてスリヘリ試験を行なっている。

(2) 実験例-1

本実験例は、上述の配合設計方法にしたがってF/Aの値が1.0, 1.5, 2.0の三種のフィラービチューメンに対して、 V_m/V_{sv} の値が0.6, 0.8, 0.9, 1.0, 1.1に略々なるような供試体を作製し、そのおのおのについてスリヘリ抵抗性と安定度を比較検討したものである。

なお、本実験に使用した材料の試験性状は表-1に示すとおりである。(3ページに掲載)

実験結果は表-2のとおりである。今これについて少し考察を下せば次のとおりである。

(i) F/Aおよび V_m/V_{sv} と安定度との関係

図-1

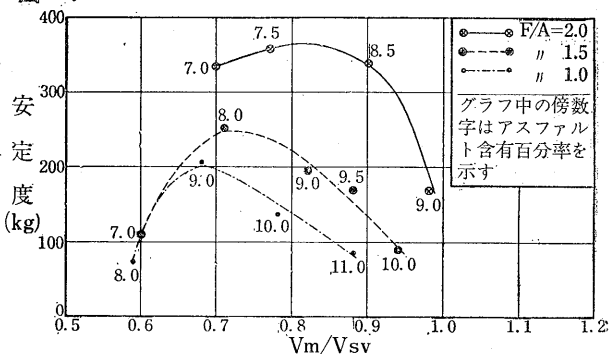
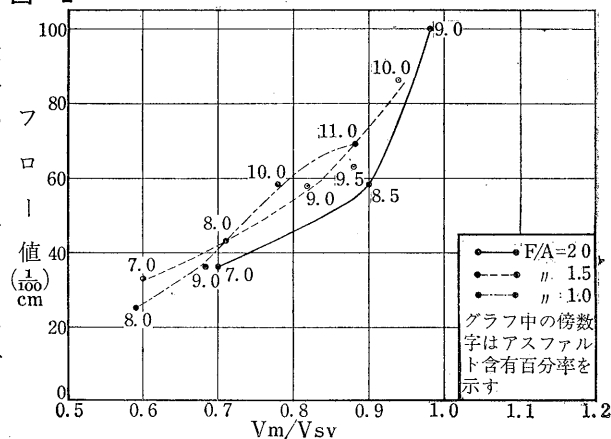


図-2



アスファルトモルタルの安定度は図-1に示すように V_m/V_{sv} の値の増加にともなって大きくなり、最大安定度に達したのち次第に小さくなって普通方眼紙上において一つの山を形成する。またF/Aの値が大きいフィラービチューメンを用いたものほど、大きな最大安定度が得られ、かつそのときの V_m/V_{sv} の値も大きい。フロー値

(ii) フィラービチューメンの性状がアスファルトモルタルの安定度やスリヘリ抵抗性に与える影響

この実験では、 F/A の値を0.6～2.0の範囲で0.2刻みに変えた各種のフィラービチューメンに対して、それぞれ V_m/V_{so} の値を変えて一連のアスファルトモルタル供試体をつくり、マーシャル安定度試験を行なったが、その結果は前に述べた実験例-1の場合の図-1に示したと同様の関係を得た。図-7は、この試験結果からそれぞれのフィラービチューメンについて F/A とそのフィラービチューメンを用いた場合のアスファルトモルタルが示した最大安定度との関係をプロットしたものである。また図-8は上述の最大安定度を示した各合材を対象に行なったスリヘリ試験結果と F/A の関係をプロットしたものである。

本実験例においても、図から判るように、フィラーの混入量が多いフィラービチューメンを用いた合材ほどその最大安定度は高く、またスリヘリ量も減ずる傾向にある。 F/A の値に対する最大安定度の増加の仕方はⅠ-アスファルトについては $F/A=1.2\sim 1.4$ 、Ⅱ-アスファルトについては $F/A=1.4\sim 1.6$ で段差を生じている。またこの傾向はスリヘリ量についても認められるようである。ここで興味深いことは、これらの F/A の値が図-5

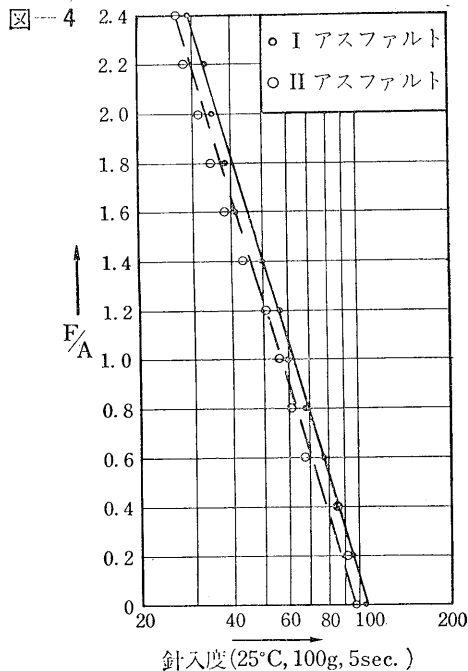


図-5

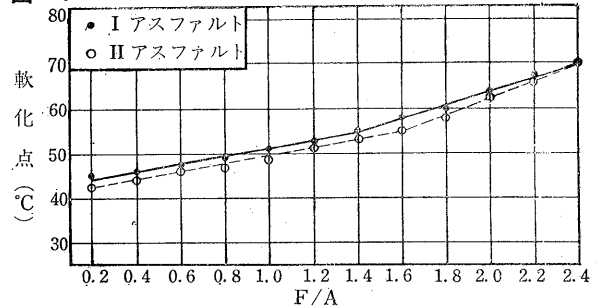
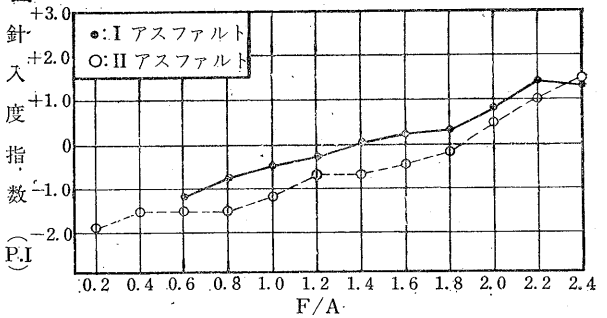


図-6



(F/A —軟化点)における折点の F/A の値にそれぞれ略々合致していることである。なおこの実験結果ではⅠ-アスファルトを用いたフィラービチューメンの方が合材として良好な成績を示している。

3 トベカ

(1) 配合設計方法

北海道においては、トベカ表層に対してアスファルトモルタル摩耗層の場合と同様にタイヤチェーンによるスリヘリに対して抵抗性の大きなものが要求される。またアスファルトモルタル摩耗層の厚さの標準が1.5cmであるのに対してトベカ表層の厚さは3～5cmであるので、安定度に対する要求度はトベカ表層の場合がアスファルトモルタル摩耗層の場合に比較して高い。

現在、道路研究室で使用しているラベリング試験機はその機構からいって粗骨材を含むトベカ合材のスリヘリ試験には不向きである。また現在行われているような富配合のトベカ合材では、施工後比較的高温時において自然交通による圧密をうけて路面は次第に緻密となる傾向にあるので、室内実験においてラベリング供試体を作製してもスリヘリ試験に供する面を実際のものに類似させることは困難である。

トベカの配合設計方法として、道路研究室が現在行なっている方法は次とおりである。

アスファルトモルタルの配合設計に当っては、フィラービチューメンの質と量を目安としている。これに対してトベカでは、合材中のアスファルトモルタルの質 (F/A, V_m/V_{sv}) と量 (V_M) を目安として合材の配合比を決定しようとするものである。すなわち、砕石や砂利などの粗骨材を結合しているアスファルトモルタルがタイヤチェーンによるスリヘリに対して充分大きな抵抗性を示すものであり、またトベカとして所要の安定度を確保できるようなものであればよいという考え方に立っているのである。このためには、フィラービチューメンを結合材とするアスファルトモルタルの場合の配合設計方法に従って、先ず与えられたアスファルト、石粉、砂についてスリヘリ抵抗性の大きなアスファルトモルタルの配合比を決定し、次いで、このアスファルトモルタルの量 (V_M) と粗骨材の空隙量 (V_{gv}) との比 (V_M/V_{gv}) を変えてマーシャル安定度試験を行ない、所要条件とてらし合わせて最終的な配合比を決めればよい。

試験に際しての供試合材の配合比の算定や、試験結果に基づいて合材の配合比をきめるには、トベカとしてのアスファルトの重量百分率 A_t が次式から計算できるので簡単に求められる。

$$A_t(\%) = \frac{\frac{V_m \cdot V_m}{V_{sv} \cdot V_{gv}} \cdot e_m \cdot e}{\left(\frac{1}{G_a} + \frac{1}{G_f} \cdot \frac{F}{A}\right) \left\{ G_g \left(1 + \frac{V_m}{V_{sv}} \cdot e_m\right) + G_s \cdot \frac{V_M}{V_{gv}} \cdot e_t \right\} + \left(1 + \frac{F}{A}\right) \frac{V_m \cdot V_M}{V_{sv} \cdot V_{gv}} \cdot e_m \cdot e_t} \times 100 \quad (3)$$

または

$$A_t(\%) = \frac{\frac{V_m \cdot e_t}{V_{gv}}}{G_g \left(\frac{1}{G_a} + \frac{1}{G_f} \cdot \frac{F_m}{A_m} + \frac{1}{G_s} \cdot \frac{S_m}{A_m}\right) + \left(1 + \frac{F_m}{A_m} + \frac{S_m}{A_m}\right) \frac{V_M \cdot e_t}{V_{gv}}} \times 100 \quad (4)$$

表-4

アスファルト	比重 (25°C)	針入度 (25°C)	伸 度		引火点 (°C)	蒸発量 (%)	蒸発後の針入度 (%)	軟化点 (°C)
			5°C	10°C				
	1.05	105	28	100以上	255	0.08	90.4	44

図-7

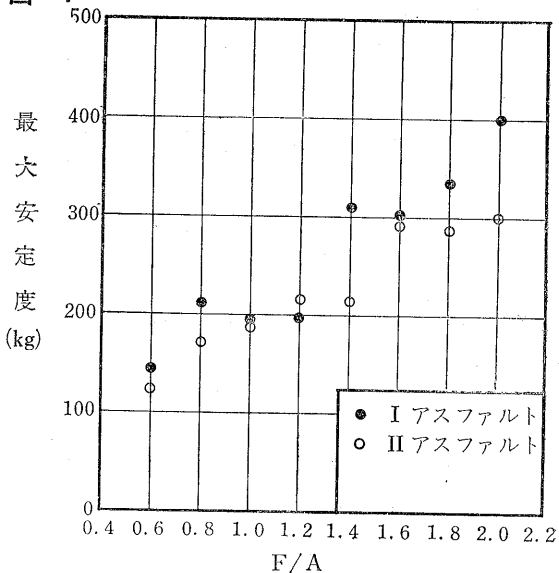
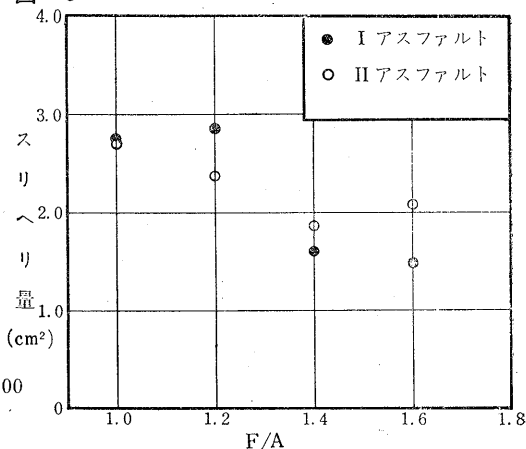


図-8



	比 重	吸水率 (%)	単位容積重量 (t/m³)	空隙率 (%)	粒 針 (通過重量百分率)								
					mm 19.1	9.52	4.76	2.38	1.19	0.59	0.297	0.149	0.074
砂	2.69	2.10	1.68	37.2			100	98	93	79	52	5	0
砕石	2.52	3.17	1.69	32.7	100	54	19	6	0				

ここに
 G_d, G_f, G_s, G_7 : それぞれアスファルト, フィラー,
 砂および砕石や砂利など粗骨材の比重
 e_m, e_s : それぞれ砂および粗骨材の空隙比
 (絶対乾燥状態の試料に対して棒突き
 による単位体積重量試験を行なって求
 めたもの)

A_m, F_m, S_m : トベカのなかのアスファルトモルタル分の重量配合百分率

アスファルトモルタル分の質が F/A と V_m/V_{sv} で与えられるときは(3)式で、また配合比が判っていれば(4)式で計算する。

実際の試験手順では、 A_s の値はあるアスファルト使用量の範囲でこれを予定し、0.5% の差で供試材の配合を決定するのが普通である。したがって、この場合には試的な A_s の値について V_M/V_{qv} の値を次式から求めて試験結果を整理することになる。

$$\frac{V_M}{V_{qv}} = \frac{G_g \left(\frac{1}{G_d} + \frac{1}{G_f} \cdot \frac{F}{A} \right) \left(1 + \frac{V_m}{V_{sv}} \cdot e_m \right)}{\left\{ \left(\frac{100}{A} - 1 - \frac{F}{A} \right) \frac{V_m}{V_{sv}} \cdot e_m - G_s \left(\frac{1}{G_d} + \frac{1}{G_f} \cdot \frac{F}{A} \right) \right\} e_s} \quad (3)$$

または

$$\frac{V_M}{V_{qv}} = \frac{G_g \left(\frac{1}{G_d} + \frac{1}{G_f} \cdot \frac{F_m}{A_m} + \frac{1}{G_s} \cdot \frac{S_m}{A_m} \right)}{\left(\frac{100}{A} - 1 - \frac{F_m}{A_m} - \frac{S_m}{A_m} \right) e_s} \quad (6)$$

(2) 実験例

本実験で使用した材料の試験性状は表-4 のとおりである。表から判るように、この実験ではフィラーとして使用した石粉は 74μ フルイに残留する群を含んでいる。アスファルトモルタルの実験例を参考にして、このフィラーの 74μ フルイ通過分とアスファルトの比が 1.0, 1.2 および 1.5 になるように F/A の値を 1.24, 1.49 および 1.87 とし、これらの 3 種のフィラービチューメンに対して、 V_m/V_{sv} の値を変えてアスファルトモルタル供試体をつくり、スリヘリ試験を行なった。その結果は図-9 に示すとおりである。図中 $F/A()$ で示した値は、使用石粉の 74μ フルイ通過分とアスファルトの比である。

図から判るように、この試験結果では、 $F/A = 1.87$ (1.5) のフィラービチューメンを用いたアスファルトモルタルのスリヘリ量が他のものに比べて少ない。したがって次に $F/A = 1.87$ (1.5) とし、スリヘリ量がほぼ固定している範囲で $V_m/V_{sv} = 1.05, 1.21$ および 1.36 の 3 種のアスファルトモルタルを選んで、 V_M/V_{qv} の値を変えてトベカ供試体をつくり安定度試験を行なったが、その結果は図-10 および図-11 に示したとおりである。

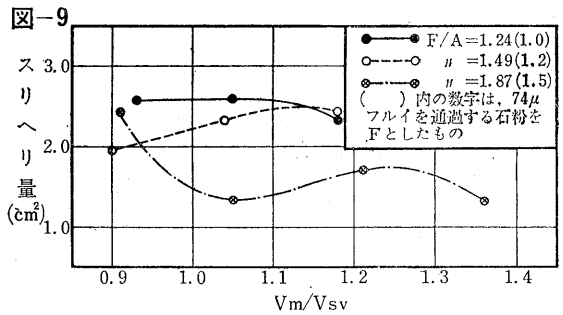


図-10

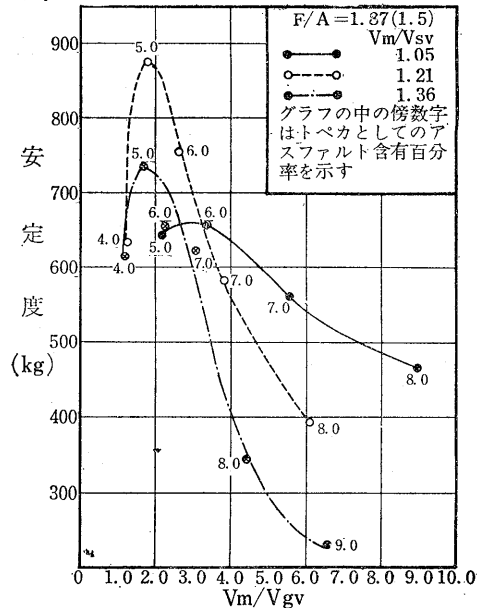
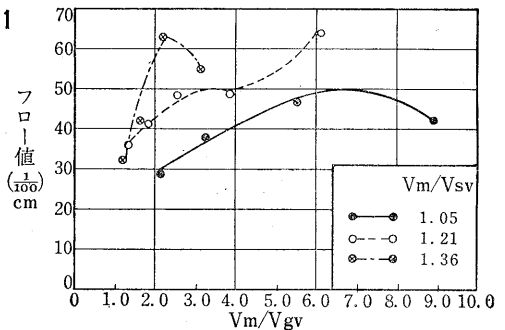


図-11



トベカの配合設計上問題として残るのは、低温時における粗骨材とアスファルトモルタルの付着性を含めたトベカとしてのスリヘリ抵抗性である。また、北海道においては凍害を防ぐためにも緻密な組織をもった表層用材をつくる必要があると考えられている。しかし、図からも判るように所要条件を満足するような、また必要によっては富配合のトベカの配合比も選択設計できそうである。このような観点から図-10、図-11の試験結果を検討すれば、 V_m/V_{sv} の値を 1.05 としたアスファルトモルタルを用いたトベカがよい成績を示すようである。

(30ページへつづく)

イギリスのアスファルト舗装

菅 原 照 雄

昭和35年10月渡英の機会を得、約1カ年にわたり、イギリス、オランダをはじめとし、各国の道路舗装を見学し、英国道路研究所で研究に従事した。ここでは英国のアスファルト舗装について感じたことの2、3について述べてみたいと思う。すでに御承知の通り、英国は古来アスファルト舗装の国であってコンクリート舗装というものは極めて少なく、自動車国道でもコンクリート表層はごく一部にみられるのみである。しかし基礎部分にコンクリートを使っているものは極めて多く、重交通で有名なロンドン市街地ではバス路線にはかならずと云ってもよい位コンクリート基礎を使用している。又面白いことに簡単な舗装即ち住宅地帯の舗装などにはセメント・コンクリート表層がかなり見かけられる。

又一般に知られているように英国本土内はほぼ 100%舗装されている。もっとも 100%と云っても表面処理をしただけの部分もかなり多いことも事実である。又ドイツを頂点とする欧洲各国の高級自動車道を眺めた目からすれば、線型自体が前近代的であり、幅員は小であり、道路自体は世界的に見てよい方ということは出来ないことも事実である。しかしわれわれが見習うべき重大な問題がここにかくされていることを見逃してはならないと考えられる。即ち英国民の保守的思想、徹底した個人主義的思想は高級自動車道第一主義を認めず、第一に完備すべきものは住宅地域における道路であり、次いで市町村道であり、国道であるという思想を確固として持ち続けているようである。かかる徹底した考えが舗装率 100%の舗装を生み、一級国道迄の整備を大半終了させ、一度に多くの場所で自動車国道に着工する迄に至らせたものであろう。もう 5 年たったときの英国の高速道路網が如何なものになっているかは非常に面白いことである。都市交通の改善の問題にしても英国の保守性、コットウ品好きがどのように働くかは極めて興味ある問題ということが出来よう。ただ東京よりもなお混乱が多い筈と思われる人口、自動車を保有し、古い街なみをもちながらその混乱が東京よりも遙かに少なく、安心して繁華街を歩けるということは実に不思議なことである。又同時にあれだけ重い 2 階バスをどんどん走らせているにも拘らず舗装を補修しているのを殆どみかけなかったのは何故だろうかなどという疑問もある。筆者も一年間多くの疑問をもちろいろな人にいろいろな話を聞く機会を得て

その疑問の一つ一つを消して行くべく努力してみたが未だによくわからない点も多い。ただここでははっきりと云いうことは、彼らは実に合理的であるということ、彼らのやっていることには必ず必然性があるということ更にやるべきことは妥協することなく徹底的にやり抜くということ等ではなからうか？

研究所で筆者の属した部門はアスファルト舗装の力学研究部門で、いろいろなかたちでアスファルト舗装の安定性に関する研究を行っていた関係上、彼らがアスファルト舗装なるものをどのように考えているかをよく知ることが出来た。舗装施工等については筆者の知識が乏しい関係上あまり詳細な調査は出来なかったが、一応のものは2、3の現場及び試験舗装の見学から知ることが出来たつもりである。

それぞれの詳細は別の機会にゆずることにして、今回はそれらの概略のみを記すに止めよう。

1 英国の気象条件

英国の気象条件について道路舗装という面から見て少し述べよう。緯度はロンドンで樺太の中央部程度ではあるが気温は夏季に於てかなり低く、7月の月平均16.8°C（東京26.4°C）冬季間は1月4.6°C（東京3.2°C）とあまり寒くなく、寒暖の差が比較的小さい。

降水量は雨の多い割には小さく年 611 ミリで東京の半分以下ではあるが降雨日数ははるかに大である。これを道路の技術的問題として考えるならば、気温は夏季に於て舗装の高温安定度に密接な関係を有している。即ち英国では種々調査の結果「一部ロンドン周辺は舗装体温度は 50°C になることもあるが、それ以外では 45°C を超えることがない」として高温安定度は 45°C を規準として配合決定を行っている。研究所における試験も全て 45°C である。これは米国でいうマーシャル試験の温度 60°C に相当するものと見ることが出来る。従って英国の合材は 45°C より高い温度はあまり起らないとして配合設計が行われている。これらは後に詳述する。降水量の多少および頻度も又舗装の耐水性の面から無視出来ず、又舗装の滑り性状からして降水初期の滑りによる事故の多い現象から見て、小雨の頻度の大きいことは舗装の表面の形状の決定に大きな影響をもつものと思われる。英国国民のスリッパに対する神経は想像出来ぬ位敏感である。又同時に舗装を不透水性にするための配合の決定というこ

ともかなりうるさく云われている。筆者の滞在中も自動車国道一号線の舗装の透水性が云々され、研究が行われていた。

雨の点からしては日本と条件は変わらず、気温の面からは遙かに日本よりは条件がよいということが出来よう。しかし降雨日数の大なことは施工にかなり影響をもち、土工などでは弱り切っているという感じを受けた。路床路盤に何らかのかたちで混和材料を用い、セメント系材料の利用の多いのもここに起因しよう。舗装の施工は強い雨のとき（これは非常に少ない）は別として多少の雨の場合は無理にでも行っている。若しこれ迄避けようとするならば舗装施工は不能な場合も生ずるという条件だからである。

雪は降る年も降らない年もある程度（北部は別である）が高架橋などでは融雪装置を施したものが2、3見られる。塩化カルシウムに砂をまぜて散布する方式はよく見受けられた。これに関連してラジオニュースが、本日は路面が滑るから気をつけて家を出るようにと放送していたことも数回あった。何れにしる気象を道路の研究に結びつけるということにかなり努力がはらわれており、研究所にも相当数の専門家が配置されている。わが国でもこれらの研究者が現われることを期待したい。道路の路面温度も知らずして安定度のみを論ずるのは無意味に近いからである。

2 材料

舗装材料でわが国とことなつたものはあまり見られない。アスファルトの性状その他については又別に述べる機会もあると思われるのでここでは簡単に述べておくに止めよう。

高級舗装と考えられるマスチック・アスファルト、ロード・アスファルトにはかなり硬目のものが用いられている。これらは後に詳述するが大体針入度40~60程度が一番多く使用されていると考えて差支えない。マカダム用として碎石骨材の場合150~500、砂利合材の場合180~320程度のもの（何れも石油アスファルトの場合、何れの合材でもトリニグッドアスファルトを使用するがこの場合針入度級は若干変化させる）を使用する。マカダムの一変形ともみられるファイン・コールド・アスファルトの場合は最低針入度180とされている。又碎石マカダム、ファイン・コールド・アスファルトではカット・バック・アスファルトも使用されているが安定度の面から疑問視する傾向が強くなっている。一般に販売されているアスファルトの種類は針入度400~500, 280~320, 180~220, 90~110, 60~70, 50~60, 40~50, 30~40, 20~30, 10~20の10種である。

イギリス全土の道路用アスファルト消費量は1958年60

万2千トン、1959年70万トン、1960年79万3千トン（西ドイツは夫々56万トン、78万6千トン、88万5千トン）となっている。参考迄に欧州全土（共産圏を除き、西独フランス、イギリス、イタリア、スカンジナビヤ諸国、スペイン、ポルトガル、オーストリア、スイス、ベルギー、オランダ、ルクセンブルグ）分は1958年278万7千トン、1959年341万6千トン、1960年388万2千トンである。この中最大消費国がフランスであることは注目に値する。なお、イギリスにおけるタール消費量は年間約40万トンと云われている。

アスファルトの性状は大同小異であるが、各社の製造販売面及び技術面からして性状的には欧州各地似かよつたものが使用されているように見受けられる。低針入度のアスファルトは明らかにセミブローン方式がとられていることは既に御承知の通りである。

従つて同一原油からのアスファルトでも低針入度になるにつれて Penetration Index が明らかに大となっている。中東系中間基原油が大半であることはこれ又日本と同様である。

骨材についてもイギリスの特殊性がうかがわれる。即ち玄武岩、フリント、花崗岩（結晶のごく小さいもの）砕石とその巾はきわめて広い。一般的に云つて石の質は硬いと見て差支えないであらう。石灰石も若干使用されているが磨損の激しいことからして漸次使用しないという方向に向いつつある。イギリスには固定プラントが多くあり、その多くが碎石場に建設されていることも面白いことに思われた。粗骨材、細骨材ともアメリカとはかなり異つた実際的な試験を行つてその良否を判定しているが、ここではその項目のみを記しておこう。即ち比重、粒度、衝撃値（おもりを落して鉄製容器内の骨材のくだけ方をみる）圧縮破碎試験、扁平度試験、吸水、摩耗試験（円形のタイヤ状の道具に碎石をはりつけて自動車の小型タイヤとの間に金剛砂を散布して石の磨損を測定する）等がその主なものである。ドーバル、ロスアンゼルス等の骨材の試験方法は石の実用性状を求めるにはかならずしも適当ではないとして使用していない。

筆者がスコットランドでみた舗装では表面のチップングは結晶のかなり大きな花崗岩を使用していたがこの耐久性はかなり大とみられた。云う迄もなくこのチップング用の石は加熱していない。砂の大半は細砂で0.6mmを殆ど通過するものが多く、その質は全土にわたり均一なものと思われ、日本程変化には富んでいない。一部試験的に粗砂も使用されており、砕石の利用も漸次増加する傾向にある。砂の色は黄色のものが多く、粗骨材についてもその色彩は種々でフリントの淡黄色に始まり、緑赤（朱色）、黒、白（焼成フリント）と変化に富んでい

る。これがイギリスにおける色彩舗装の発達をもたらしたとも見ることが出来る。わが国でも色彩舗装をという話を聞くが、骨材の開発が先決問題となろう。

以上骨材に関してわが国の条件と比較して、イギリスの材料の開発の歴史がかなり古いとは云いながらイギリスの方が遙かに好条件にあるということが出来よう。更に目下真剣に努力がつづけられている砕砂、鉦砂の利用も近い将来本格化するであろうし、又骨材研究者の努力も見逃すことは出来ないと思われる。

3 瀝青舗装に対する基本的な考え方

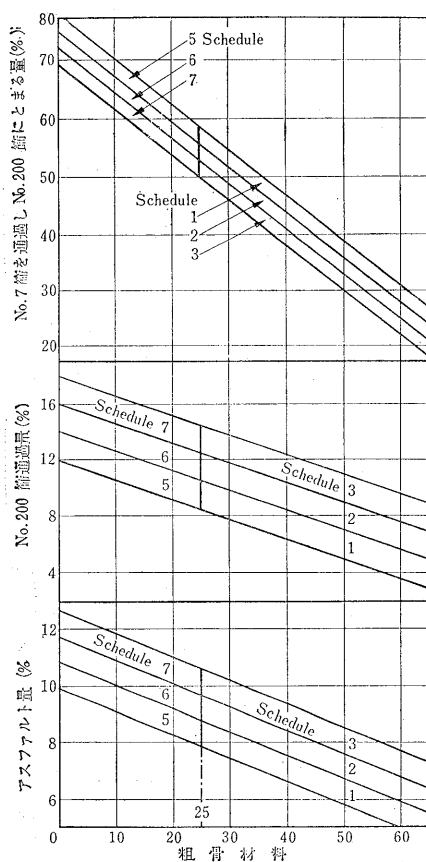
前述の如くイギリスには瀝青舗装が非常に多いが必ずしも高級舗装ばかりではなくごく安価な表面処理的なものもかなり多い。しかし市街地では一様に各都市とも高級舗装を使用している。瀝青舗装の一種としてタール舗装も、表面処理及び加熱合材として広く用いられている。しかし材料の利用はあく迄適材適所ということが徹底しており、重交通の場所、高速自動車道の表層にはタールは一切使用していない。筆者がタッチしたタールの試験舗装からもこれらの明らかな結果が得られている。明らかにイギリスではわが国が現在舗装を行っている程度の道路にはタールを使用していないと見るべきでありイギリスが用いている箇所はわが国では遠い将来舗装されるような箇所に相当する。路面温度をよく調査し、交通量、交通重量をも加吟して舗装の安定度を考えていることは前述した。

彼らが一般に考える舗装のコスト、耐用年限は如何なるものであろうか？地域条件によりかなり差はあるが、大凡（1956年、現在若干値上りになっていると思われる）次の表の如きものであろう。

表 層 の 型 式	耐用年限 の巾(年)	平均寿命 (年)	厚み1吋 1.2 平方米当建設 費 (円)
表 面 処 理 アスファルト・	1~16	5	36~50
マカダム	1~18	5½	75~175
ファイン・コールド・ アスファルト	4~16	9	175~200
ロード・ アスファルト	10~30	22	175~225

何れも機械施工による価格である。

前述の通り水に対しては異常な迄神経を使い、又舗装の滑りについてもかなりの努力がはらわれている。イギリス人の曰く「わが国には滑り止め舗装というものは存在しない。何故なら滑りを考慮しない舗装は存在しないからである」は彼らの考えを卒直に述べたものであろう御婦人のハイヒールのかかるとが大敵であるからよく考えて工種を選定することという文献もイギリスでは実感のこもった表現である。



図一1 磨耗層及びびり層用ロードアスファルトの配合表

又一方静荷重、動荷重の観念が技術者の間に強いのも注目に値する。即ち静荷重のかかる場所、かからない場所をきちんと分けて舗装工種を分離している箇所も多い郊外ではあまり見られないが、ロンドン市内の一級国道等では横断歩道の前で舗装工種をわけて停止車輛用の合材を舗設し、更に横断歩道は歩行者用の比較的足のひっかからない舗装をしている例が多く、感心させられた記憶がある。いわゆる芸がこまかいと云う感じをうけるのである。

更につけ加えておかなければならないことは安定度の許す範囲内で、アスファルトを出来るだけ多く使用したいという考えが根底にあるということである。

4 舗装工種

イギリスではアメリカと若干異なった技術用語を使用しているようで誤解を招きやすいので先づその主な2, 3のものについて説明をしておこう。第一にイギリスでは、合材を称してアスファルトという。第二にアスファルト・セメントはビチュメンである。ここでは夫々を合材、アスファルトと日本流に説明することにしよう。

舗装工種を大きくわけて

- マスティック・アスファルト (Mastic Asphalt)
- ロード・アスファルト (Rolled Asphalt)
- マカダム (Macadam)
- ファイン・コールド・アスファルト (Fine Cold Asphalt)

e. 表面処理 (Surface Dressing)

f. 密実タール舗装 (Dense Tar Surfacing)

とすることが出来る。米国流にいうアスファルト・モルタル, シートアスファルト, トベカアスファルト・コンクリートと云う分類は全く行われていない。例え似たものではあってもその両者には基本的な考えでかなり相違があるものとみななければならない。これらの工種を順序に簡単に紹介して行くことにしよう。

(a) マスチック・アスファルト (Mastic Asphalt)

マスチック・アスファルトという一見古典的とみられる舗装も未だに大量に使用している。筆者の訪ねた国々でも、ドイツではグス・アスファルトがこの合材の一変形として大量に自動車道に使用され、フランスの市街地(パリーの例)、スイス、オランダ、イタリアの各地で夫々多かれ少なかれ使用されていた。マスチック・アスファルトにも種々の型式のものがあるが舗装用としては粗骨材 ($\frac{3}{8}$ 吋 $\sim\frac{1}{2}$ 吋) 含有量30~50%のものが多く使用されている。イギリスにおけるマスチック・アスファルトは全て人力施工でフロート仕上げを行っている。これはドイツのグス・アスファルトと似たものであってもその施工性に顕著な差があるためと思われる。イギリスで用いられるマスチック用アスファルトは石油アスファルト、トリニダッド・レーク・アスファルト、及び両者の混合となっているが夫々針入度は天然アスファルト骨材に対して25~50級、石灰石骨材に対しては20~40級のものを使用するのが通例である。空隙のないマスチック・アスチックアスファルトは非常に耐久的で且水を透過せしめず、又フィラー量を多くすることとアスファルトの針入度級の小さなアスファルトを用いることによって変形に対する抵抗を大とすることが出来る故、重交通市街地に適当しているとされている。しかしマスチック・アスファルトの表面は非常に平滑で、特に表面がしめった場合滑りに対する抵抗性は著しく小となる。従って通常は硬いチップング用碎石を表面に散布する。又歩行者にはイボ付きのローラーを用いて表面にあなをあげ、滑りをとめるようにしている。

マスチック・アスファルトはイギリス各都市、ことにロンドン市内の重交通地帯、横断歩道、商店街の歩道、工場構内舗装等によく利用されている。イギリスには道路交差点でロータリー (Round About) をよく利用するが、ここにもよく利用され、又バス停留場にも大量に使用されている。バス停留場などの如き停止荷重を受けるような場所へのマスチック・アスファルトの利用はその力学的特性よりして疑点なしとしなが、これにかわる材料とてない現状であるから止むを得ないのであろう。このようにして作られたマスチック・アスファルトに期

待する耐用年限は約30年であり、過去における実績は充分これを上廻ると云われている。マスチック・アスファルトの力学的な特性は粘弾性学的に合材を見るとき極めて面白いものであるがこれらの詳細は追って明らかにしよう。

最後に重要な事項として、路面温度を考慮を入れずしてこれらの技術の日本への導入は絶対に不可能なことを附記しておこう。

(b) ロールド・アスファルト (Rolled Asphalt)

イギリスにおけるロールド・アスファルトは日本における粗粒式アスファルト・コンクリート、トベカ、シートアスファルトに相当する高級舗装であるが実質はかなり異ったものであり、イギリスに於ける高級舗装の主力をなすものである。基本的には細粒砂とフィラー、アスファルトの混合であるサンド・アスファルトに粗骨材(粗骨材の粒度はさして問題とされないが細粒分はないのが通例である)が入った型で粗細は連続粒度にはならない。即ちマカダムでいういわゆるキーストーンの抜けたものと考えてよい。

英国標準規格は粗骨材含有量0~65%の間で自由に配合を選択出来るように図表型式を採用し、使用の地域交通条件より、夫々アスファルト量、フィラー量、骨材量を直ちに求め、粗骨材含有量、スケジュール番号で所定の合材を表現し得るようにしている。これは1895年以降の各種経験に基くところが大きい。

ロールド・アスファルトの耐久年限は平均20年、場所によっては30年、40年と云われている。この特徴とするところは輾圧が比較的容易で、施工時に充分密で且不透水表層を作り得ることで、交通開放後に車輛によって生ずる密度の増加は比較的小である。云う迄もなく、粗骨材含有量は一層の舗設厚によるわけであるが2吋迄の場合は粗骨材含有量は最大45%、3吋となれば60%となると云われている。かかる点からしてこの合材の最も重要なものはアスファルトモルタルの性状であり、荷重による変形はモルタルの安定度に、換言すれば主としてアスファルトの粘度に依存することになる。

今日用いられる合材の配合は標準規格によれば図(11ページ)の通りである。

ロールド・アスファルトの荷重の路盤への分散性状は極めて優れていることが諸種の実験研究の結果から明らかにされている。ロールド・アスファルトには表層用、バインダー層用と種々のものがあるが舗層総厚は一般には重交通の箇所では4吋、軽交通の箇所では2吋程度とされている。4吋ともなれば云う迄もなく2層工法となる。場合によっては2 $\frac{1}{2}$ 吋、3吋一層の舗装もあるが、これには表面平坦度に若干問題があるようである。ロールド・

アスファルトの舗設の際の路盤の平坦度は10呎で $\frac{3}{8}$ 吋以下というのが規準である。

表層用のロールドアスファルトは粗骨材0～55%迄のものであって、粗骨材の含有量の大なるものはコストは低下するにしろ、安定度はさして大にはならないとしている（勿論安定度上昇はみられるが、シート・アスファルトとアスファルト・コンクリート程の差は出て来ないという意味）次表は摩耗層の厚と粗骨材含有量の関係を示すものである。

厚　　み　（吋）	粗　骨　材　含　有　量　（％）
1 $\frac{1}{2}$	25～45
2 ～ 2 $\frac{1}{2}$	30～60
3	40～60

アスファルト含有量は図より明らかな如く、粗骨材含有量に反比例し、砂及びファイラー量に正比例する。スラグ又は砂利を骨材とする場合はアスファルト、ファイラーの量は若干大となる。粗骨材であるが、骨材の最大寸法は層厚の $\frac{1}{2}$ ～ $\frac{1}{3}$ と厳格にきめられている。粒度は先に述べた通りあく迄第二義的なもので諸種の試験からさして大きな意味をもたないことが確認されて居り、単一粒度でも差支えないと云われる。

砂はロールド・アスファルトの場合は自然砂を使用している。それは極めて細粒のもので No. 7 篩を 100% 通過、No. 25 篩を 75～98% 通過、No. 72 篩を 15～58% 通過、No. 200 を 0～3% 通過が規格されている。この砂の粒度の細かさがロールド・アスファルトの第一の特徴でアスファルト含有量を大ならしめ、不透水性の層を作る理由となる。又一方かかる材料ではファイラーの量、質に関してもかなり厳格な考え方が必要であり、ファイラーの 2、3 の性状をファイラーの密度という形で試験している。

ロールド・アスファルトに使用するアスファルトは、石油アスファルト、レーク・アスファルト、及びその混合の中何れでもよく、針入度級は 40～60 がもっとも普通に用いられるものであり、南部の道路で停止荷重の多い部分には 30～40 級を、又北部の交通量の少ないところでは 60～80 級を使用している。

粗骨材含有量が 45% 以下の場合には通例、アスファルトでコートしたチップングを行う。チップングの大きさは $\frac{3}{4}$ 吋又は $\frac{1}{2}$ 吋碎石である。この際の被覆アスファルト量はアスファルト 2～3%、ファイラー 2% である。このときのアスファルトの針入度は舗装体に用いたアスファルトのそれと合致せしめる。散布は舗装体の未だ温い中に行いその散布量は $\frac{3}{4}$ 吋の場合 59～110m²/ton、 $\frac{1}{2}$ 吋の場合 85～136m²/ton が通例である。このチップングは人

によっては心理的なものであまり有効ではないとも云われるが、筆者の感じとしてはかなり効果があるように思われた。もっともこれらの散布では舗装表面全てをカバーする迄には至らない。

基層用ロールドアスファルトは表層用よりも若干モルタル量を少なくした程度であって新自動車国道には盛んに用いられている。

以上で大略おわかり戴けたと思うが要するにロールド・アスファルトは骨材のカミ合せに期待することなく、アスファルトの粘度で合材の安定度を得るもので、従って合材の骨材粒度はあまりうるさくない。空隙もかなり大であって交通荷重による輻圧もなく、舗設初期から一定した性状を与えるものである。従ってアスファルトコンクリートにおけるように 1% 空隙がかわれれば安定度が極端に異なると云ったこともなく、比較的使い易い材料と云い得よう。現場に於ける管理試験も分析のみでマーシャルの如き試験を行わないのが常ではあるが、それはそれなりに理由のあることと云うことが出来よう。

又一つ興味あることとしてその力学的な性状をあげておこう。即ちイギリスがよく行う試験の一つに、車輛走行試験があるがこれはマーシャル試験を静的試験とみれば、動的な試験とみることが出来よう。この動的、静的双方の試験をロールドアスファルトとアスファルト・コンクリートの双方に適用してみると極めて興味ある結果が得られる。即ち、マーシャル安定度は明らかにアスファルトコンクリートが大、ロールド・アスファルトが小、車輛走行試験であればこの結果は逆となる。このことは明らかにロールド・アスファルトが動的荷重に対して安定なことを示すものである。この意味は誠に重要と云わなければならない。前述したマスチック・アスファルトでも静的には不安定でも動的には極めて安定という性質があり、極めて興味が深い。

(C) コーテッド・マカダム及びファイン・コールドアスファルト

コーテッド・マカダム及びファイン・コールド・アスファルトは比較的低粘度のタール又はアスファルトで粒度を整えられた骨材を被覆固結せしめた混合材である。機械的な安定性は骨材相互の摩擦、カミ合せに依存する。この両者共空隙舗設初期に於て約 25% であり、水も空気も容易に透過する。

コーテッド・マカダムには 3 つの型式のものがある。即ち

- (1) ベース・コース用材料：応力分散の役目を果たす
- (2) 一層用コーテッド・マカダム：(1)の役目を果たすと同時に一時的に表層として利用し得る。
- (3) 表層用コーテッド・マカダム：耐久的且、滑り

止め表層の役目を果す。

ベースコース用及び一層用材料は一般にあまり密でない1 1/2～2時の骨材を用い厚3時に舗設する。表面性状があらゐものについては直ちに表層をカバーするが時としては目つぶしをしたり、ファイン・コールド・アスファルトをかけたりして一年もしくはそれ以上放置する場合もあり、軽交通の場合は約5年はこの状態のまま使用することが可能であるとしている。

ベースコース材料が水によって影響され易いベース上に舗設される場合、及び直ちに表層がカバーされるような場合には硬目のアスファルトを用い、且更に密なコートッドマカダムを使用する。このような場合にはNo. 7以下30～45%、アスファルトは針入度約200程度が標準である。摩耗層用は1/4吋～3/4吋迄の材料を用いたオープン或は中程度のもので1/8吋から1 1/2吋迄の厚に舗設されカーベットと云う形をとり、時としては在来舗装の表面の改善工法として用いられる。骨材の粒度はさしてうるさくは云わず、何れの粒度でもかなり良好な結果が得られるとしているが、アスファルトをバインダーとする場合碎石ではオープンなものが、砂利では中間が、スラグではかなり密なものがよいとされている。又一方タールの場合には中間程度がよいが、タールではよいものでも5000屯/日程度の交通にしか耐えられないとされる。

ファイン・コールド・アスファルトはマカダムの一変形であって骨材は小さなものが使用され、イギリスでは主としてスラグが用いられている。これは運搬、その他の取扱いがし易いこと、癒着性が優れていること等から薄い摩耗層としては広く用いられている。摩耗層として用いる場合はアスファルトでコートしたチップングを行うのが常である。

コートッド・マカダムの一年間の消費量はイギリス全土で1959年に約1000万トンであったと云う統計が出ている。

これらに用いるアスファルトの性状は下記の如きものである。

碎石・コートッド・マカダム：a カットバックアスファルト、粘度(STV) 30°Cに於て30秒ないし40°Cで500秒

b アスファルト、針入度100～200

砂利・コートッド・マカダム：アスファルト、針入度180～320（トリニダッドの混合の場合100～130）

ファイン・コールド・アスファルト：アスファルト、針入度180以上

この中ベース・コース用には40°Cに於て10～200秒（STV）のカット・バック・アスファルトがよく用いら

れる。又一方摩耗層用には40°Cに於て10～50秒（STV）のカットバックアスファルトから針入度100のアスファルト迄用いられる。

ベースコース用では、バインダー量は選択する粒度によって、又石の性質によって当然変化するが、次表の如きものが、標準規格にとり入れられている。

骨材最大寸法（吋）	2	1 1/2
碎石の場合	2.25～3.50	3.00～4.25
砂利	4.0～5.0	4.5～5.5

一層用では1 1/2吋最大寸法で碎石の場合3.0～4.5%、砂利の場合4.75～5.75%、又摩耗層用は3/8吋寸法で碎石の場合4.25～6%、砂利で6.5～7.5%、1/4吋の場合碎石で4.75～6.5%が規格されている。ファイン・コールド・アスファルトでは4.5～7.5%が通常である。

骨材粒度は最大径、砂利又は碎石の別により、又バインダーの質によりかなり広い巾にわたっているが、ベースコース用として碎石の場合は1/8吋以下の材料が殆どないに等しく、砂利の場合15～25%含むとされている。一層用としてもほぼ同様である。先に述べた砂利マカダムのアスファルト含有量が碎石のそれより大なることはこれに起因する。又ファインコールドアスファルトの場合の骨材粒度は次表の通りである。

1/4吋 通過	100%
No. 7	75～100
No.25	35～60
No.100	15～30
No.200	5～15

現在この分野で研究されている事項は、

(a) 骨材最大寸法の低下

(b) 細粒分の増加

(c) バインダー粘性の増大

であり、高安定度を期待することから漸次この方向に向いつつあるということが出来よう。

摩耗層用材料としては特にこれらの傾向が顕著であり碎石に於ても0～35%の1/8吋以下の材料の使用、0～18%のフィラーの使用などが試みられている。このような材料は日本のいわゆるアスファルト・コンクリートに近づいているという見方も可能であろう。高速自動車道がロードアスファルトであるのに対し、国道幹線一号の改修部分がかなり密なマカダムを表層に用いていることは興味がある。

(d) 表面処理 (Surface Dressing)

表面処理工法は一層の砂利又は碎石によってカバーさ

れたうすいバインダーの層で道路表面をカバーする路面処理工法の一つである。用いられるバインダーはタール又はアスファルトである。その歴史は遠く1834年であり約130年の歴史を有している極めて古い型式のものではあるが未だに英国内で大量に使用されている。

タールであるとアスファルトであることに拘らずかなりの重交通の場所から、一日数台という交通量の場所迄広く利用され、英国内の約18万哩の道路の中約10万哩が表面処理によって維持されているという。現在イギリスにおける表面処理工法は殆ど完成の域に達し、全てが機械化され、極めて高能率であるためそのコストも極めて低く、且通常の条件において5年間は無補修で済むと考えられている。

バインダーの性状であるが日本での利用が少ないタールはここでは省略するとしてアスファルトのみについて述べておこう。表面処理の場合にはアスファルトを薄層に散布し、更に骨材を散布する関係上、アスファルトの適当な粒度のものを選択することが極めて重要である。従っていろいろ粘度のことになったものを使用するわけであるが、時期的に次のようなものを使用し、更に現場の条件に応じて粘度を変化させている。

施 工 時 期	粘 度 (40° C, S. T. V.) sec.
4, 5, 9 月	25~100
6, 7, 8 月	50~200

いう迄もなくカットバックアスファルトである。云う迄もなく硬いバインダーの方が高温重交通に耐えるがあく迄施工とのにらみ合せて考えるのが基準である。一応の基準として重交通に対しては40° C 50sec以下のものは耐えられないとされているから、かかる際には施工時期を選択することになる。イギリスは前述の如く降水日数が大であるから水による施工時の問題が多く、多くの苦心がはらわれており、近頃は盛んに添加剤を用いるようになって来ている。

表面処理における骨材は、碎石、砂利、スラグの何れをも使用する。いままでに行われた表面処理道の調査の結果からはなるべく立方体に近い形状の $\frac{1}{8}$ 吋骨材を用いたものがもっともよいとされている。表面処理を行う在来表層の性状及び交通量がこの粒径を決定する要素であるが比較的軟かな表層については $\frac{3}{4}$ 吋径のものがよく、コンクリートの上などを処理する場合には極端に小さく $\frac{1}{4}$ 吋~ $\frac{1}{8}$ 吋、場合によっては粗砂を使用することすら行われている。

アスファルト系のバインダーを使用する際のバインダー量を次に示しておこう。

在来表層の状態を3段階にわけ、a, Hungry (表面が粗でバインダーがこれに滲透する場合) b, Normal (標準、骨材が交通によって在来表層にめりこむような場合、かつて表面処理をおこなったことがある表面)、c, Rich (在来バインダーが過剰気味で表面処理骨材がすっかりめり込んでしまうような表面) とし、骨材のサイズ、交通量毎に表に示す如き散布量が推奨されている。(16ページ表—1 アスファルト散布量)

バインダーの散布は全てタンク散布車を使用する(詳細は省略)。カット・バック・アスファルトの場合散布温度は130°~165° Cが普通である。タンク散布車については古来多くの研究があり、現在は車輛スピードと散布量の連動も可能となり、機械化は完成の域に近く、現在では既にむづかしい技術とは考えられず、イギリスのあらゆる場所で広く用いられている。

碎石の散布も又機械力によることが多くなって来た。骨材の散布はいわゆる Shoulder to Shoulder (骨材の石と石の肩がふれあっているという状態) でありその散布量は

骨材寸法 (吋)	散 布 量 (1 屯当散布面積、平方ヤード)
$\frac{3}{4}$	60~80
$\frac{1}{2}$	80~100
$\frac{3}{8}$	100~120
$\frac{1}{4}$	140~170

(c) 混合タール舗装(Dense Tar Surfacing, D.T.S)

イギリスは古来知られたタール舗装の国であり、今日でもかなり大量に使用されていることはいう迄もない。しかし近代交通に対してはいろいろと悩みも多く、目下更に研究が進められている。筆者も大いに興味をもち種々調査研究も行ったが、これらは又別の機会に譲りたい。

以上イギリスの瀝青舗装の概略について述べた。短かい期間で彼らの技術の歴史、現在を正確に把握し得たとは思わないが、驚くほどの新工法、特殊の工法を見出すことは出来なかった。しかし歴史的に築きあげた彼らの技術にはかなりの深みがあることは認めないわけには行かない。工事期間がながく、何ら新味のない工法を採用しながら、極めて少ない労務者で、しかも土曜半日、日曜全休と云う労働条件で施工を行って、なおかつ出来上った舗装は完全で、大きな変形を生ずることなく重交通に耐え、パッチングなどを必要としない舗装を作り、10~30年の耐用年限を誇る舗装技術には大いに学ぶべき点があるように思われる。

5 舗装の施工

筆者は舗装の施工について全くの門外漢で、その詳細について知ることは出来なかったが、気づいた2, 3の

表一 アスファルト散布量

骨材の種類 及び寸法			アスファルト 散 布 量 (1ガロン当平方ヤード)								
			Hungry Surface			Normal surface			Rich surface		
			1日交通量 1,000屯 以下	1日交通量 1,000屯～ 10,000屯	1日交通量 10,000屯 以上	1日交通量 1,000屯 以下	1日交通量 1,000屯～ 10,000屯	1日交通量 10,000屯 以上	1日交通量 1,000屯 以下	1日交通量 1,000屯～ 10,000屯	1日交通量 10,000屯 以上
3/4	砕砂	石利	推奨出来ない			推奨出来 ない	5 3 1/2	5 1/2 4	推奨出来 ない	5 1/2 4 1/2	6 1/2 5 1/2
1/2	砕砂	石利	4 3	4 1/2 3 1/2	5 4	5 3 1/2	6 4 1/2	6 1/2 5	6 4 1/2	6 1/2 5	推奨出来 ない
3/8	砕砂	石利	4 1/2 3 1/2	5 1/4 4	6 4 1/2	5 1/2 4	6 1/2 5	7 1/2 6	7 5 1/2	推奨出来ない	
1/4	砕砂	石利	5 1/2 5	6 1/2 6	7 1/2 7	7 6 1/2	8 1/2 7 1/2	推奨出来 ない	推奨出来ない		

点について記してみたいと思う。

施工の機械化については特に目新しいものは見当たらない。むしろ旧式の機械の多いのに驚かされる位である。しかし工事現場に人が非常に少ないことは各現場について共通である。これは労働賃金が日本の約3倍、土建労働者の作業時間が週約40時間が厳格に守られていることからして当然と考えられる。

機械については一般に容量の大きいものが好んで用いられているようである。これはプラントの集中化が進んでおり、且舗装工事が非常に多いこと、全ての合材がプラント混合であり、フィニッシャー仕上げであること等に起因しているものと考えられる。

人力の削減、機械の自動化にはあらゆる面から努力が払われ、パーカー、ウィバウ等がパーバグリーンと並んで既に合材温度の自動制御の段階に迄達しており、品質管理の面からも理想状態に近づきつつある。ここで特記したいことは、機械は旧式でも、出来上ったもの、売り出されたものは絶対に信頼出来るということであり、云うは易くもそれが事実であることは敬服に値する。

現場の施工は各層あらゆる合材について機械施工であることは先に述べたが、合材の敷き均しにしろ、輾圧にしろ、無雑作と云ってもよい程度に施工している。平坦度は出来上った後は実に驚く程良好ではあるが、一層毎に平坦度をさほどきびしく考えているようにも思われないうし又傷み方が少ない。筆者も滞在中にロンドン市内でパッチングの現場をみかけたのはほんの数回であった。なお舗装率 100%で傷みが少ないのに工事量が多いのは不思議と思われるであろうが、一級国道では今なお車線増工事があり、なお低クラスから上クラスに格上げされる舗装が多く、加えてここ 1, 2 年の自動車国道工事の増加に伴うものである。

a. 設計

水締め路盤工、滲透式マカダム、バインダーコース摩耗層といった 3～4 層仕上げは殆どやらず、一級道路ともなれば、路盤工あたり（水締めの場合も含め）からフィニッシャーを使って層を積みあげている。各層の仕上げが機械施工ということ、層数の多いこと、厚みの大なることが、平坦度が良好となる一因と云い得るであろう。感じとしてはこの位やって居れば、いい加減いいものが出来るという感が強い。

一般に路盤仕上げは上手ではなく、いい加減なものもあるが、この際の施工基面は次層でとる場合が多いようである。従って施工最下層は設計厚よりかなり大となっている場合が多いのではないと思われる。

b. 合材

合材もいろいろ種類があり、安価なものから高価なもの迄使われているが、日本でよく問題とされる滲透マカダムは全く用いられていない。マカダム発祥の地とは云い乍らイギリス人は一向にマカダムに固執する気配は見えず、むしろ交通条件の差が当然変化をもたらすと云う考え方である。高級舗装に使用されているロード・アスファルトは実に輾圧が容易であり、所謂ひきしまった感じのする合材であり、輾圧中何時迄も大きな石が動くという感じはあまりない。その上使用しているアスファルトが比較的硬い。又一方ある程度迄輾圧されればそれ以上は交通荷重によって締められることはないという我々が通常手にするアスファルトコンクリートとはかなりことになっている。一般に骨材最大粒径の小さいことも注目されよう。従って大きな石が一つ抜けてもその周囲の合材がこわれて行くという傾向は比較的少ないようである。イギリスで混合マカダムが漸次アスファルト・コンクリートの方へ変化しつつある一方ロード・アス

ァルトが未だ自動車国道で使用され、ドイツがマスチックアスファルトを自動車国道に採用し、フランスで乳剤、軟質バインダー採用が顕著である等、歐洲の舗装は一つの方向に固まっているとは見られない。しかし夫々の国に、夫々の必然性がありそうであり、ある程度それが理解出来るような感じもする。筆者は何れ多少の時間をかけてこの「必然性」の解析を試みてみたいと考えているが、やはり技術の直輸入は出来ないものだという感が強い。

c マスチックの利用

歐洲各国共一般舗装でも小部分へのマスチックの利用が非常に多い。即ち、縁石との継目部分、カーブ・ストーンへの取り付け、マンホールと舗装との継目、横断歩道、歩道等いわゆる、本来の車道以外に

a 機械施工が困難な場所

b 傷みやすい場所

c 長年月手をかけられない、かけたくない場所への利用が多い、ヒザ当てをつけた労務者が、フロートを使って手仕上げを行っている光景がよく見られる。これらの部分は日本でもよくこわれているのがみられる部分であり、興味をもって見て来た。イギリス最大の交通量といわれるハイド・パーク・コーナーの改良工事は近年行われたマスチック利用工事の最大のものであろう。

前述の如くマスチックの耐用年限に関して筆者の質問に答えた一技術者はこともなげに「30年」と答え、又ある駅の構内の舗装をみた際多少の不陸を見つけた筆者に対して、「私はこの舗装の歴史を知らないが、50年以上なことは間違いないから、仕方がないだろう」との事であった。

6 その他

イギリスの職人は現場にはかならず、カッターとコールドミックスの合材をもって行くことを常識と考えているようである。即ちカッターは舗装の継目を正確に直角におとして次の合材との施工継目を正確に仕上げるためであり、コールド・ミックスの合材は掘りかえしたあなを一時仮りに埋めておき、又舗装した合材の端部の保護である。

筆者は帰国後舗装技術のベテランである某氏にこの話をしたところ日本も昔はカッターを持っていることが常識であったとの事である。一見前世紀的ともみられるローラー後部の掻きおこし用の「ツメ」を全部のローラーが未だに用いられていることなどと併せ考え興味深い。これらの遺物的工法が未だに命脈を保ち、なおすばらしい結果をみせているとなれば、現代技術もこれらの昔の工法を振り返ってみるべきかも知れない。

筆者のせまい研究についても、マスチックを身をもっ

て体験しただけでも大きな収穫があったことから考え、世の中は広く見わたすことが必要だとしみじみ感じている。

7 合材の安定度について

以上からイギリス流の合材と日本流の合材にはかなりの差があることを御承知戴けたことと思う。これらに加えてドイツ流とも云うべき「グス・アスファルト」の力学的な性状が明らかにされるならば、各種の合材を網羅していわゆる「瀝青合材の安定度論」が展開されよう。この安定度は力学的安定度のみをいうものではなく、透水性、耐久性全てを含む必要のあることは云う迄もない。どここの国がどのような合材を使用しているか？どのような場所にどれを使用するか？ということは実に複雑であるが、各国とも多年の経験と研究にもとづいて現在の段階に至っていることは云う迄もない。各国ともそれぞれ自国に適したものを使用している訳であるが、この「適当した」という語に含まれる要素は如何なるものであろうか？既に本文でも各所に於て触れて来たがここでもう一度整理をして見よう。

(1) 舗装温度

夏季における最高舗装温度、これは表面ではなく、表面より若干下部とみられる。これは基本的に舗装工種の選定に重要な意義を有するものと思われる。国によっては或る種の合材についてはアスファルトの軟化点は舗装最高温度よりも高くあるべきだとしている。

(2) 雨量、降水時間

これは合材の透水性に関係すると同時に、降水の頻度、降雨継続時間が、交通事故に関係するところから、表面性状決定のための大きな要素となる。

(3) 瀝青材料の性状

その国で入手可能な瀝青材料の種類、これは石油アスファルトは問題ないとして天然アスファルトの入手の難易、その価格等

(4) 骨材性状

入手出来る砂の粒度の問題は合材の種類を選択する上に極めて重要である。それは砂の粒度によって力学的に全くことなつた合材が作られることになるからである。又粗骨材の質の問題はその砕石又は砂利を表面に出し得るか否かについて、大きな影響があるとみなければならない。これは殊に滑りを考慮した場合重要である。又オランダの如く、粗骨材の全くない国でも立派な滑り止め表層を作り出していることにも注目の要があろうし、又イギリスにおける粗骨材に依存しない滑り止め工法の研究についてわが国としても検討する必要がある。

(5) 施工の機械化

どの合材迄を機械で施工するかということから合材の性状もことになって来る。その例として機械化に伴う、マカダム工法、配合の変化、更にイギリスのマスチックアスファルトとドイツのグス・アスファルトは基本的には同一の合材でありながら、機械力を使用するか否かによって両者は別種の合材とも見られるようになったものとなっていること等があげられよう。

(6) 交通条件

これらの点を詳細に検討するときわが国ではこれらに関する基礎的な資料が少ないことに気づくのである。かかる点から外国技術の輸入についても万全の基礎研究が必要であり、且わが国独自の工法の出現を期待したい。

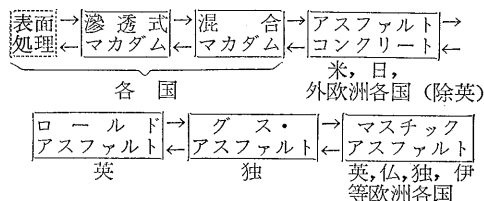
以上いろいろ合材が並んだわけであるが、合材がアスファルトと礦物質物質の混合である以上はこれらの間に何らかの関係がなければならぬ筈である。

筆者は欧洲各国（イギリス、オランダ、ベルギー、北部及び南部フランス、ドイツ、スイス、イタリア）および米国の一部の瀝青舗装を眺めた目で次のようなまとめ方を試みた。云う迄もなく、合材性状はかなり複雑で一言にして表現することは不可能に近い。一部説明出来ない部分の出でくことも当然である。ここで考える基本的な問題は夫別して次のように考えることが出来よう。

1. 粗骨材が合材の安定度にどれ程寄与しているか？
2. バインダーの粘度が安定度にどのような影響を及ぼしているか？
3. 合材の空隙の量、空隙の状態、その力学的作用は？
4. アスファルト量は、ファイラー量は、砂量は？更にファイラーの空隙は？砂の空隙は？粗骨材の空隙は？
5. ファイラー——アスファルト系における余剰アスファルト量は？

砂—（ファイラー＋アスファルト）系即ちモルタルにおける余剰（ファイラー＋アスファルト）量、合材全体における余剰モルタル量

6. 骨材の粒度、特に1.5～7mm程度の骨材の有無
これらのことを考慮に入れて大略次の図が描き得てであろう。



上図は左から右へ大体価格の高い順となっている。手

間も材料もかかっていることになる。アスファルト・コンクリート以上のものについては粗骨材含有量が大きな要素になってはいるが比較の際にはたとえば粗骨材の量を一定というようにおさえて考えてみよう。

i) 右へ行くに従ってバインダーの粘度に依存する割合が多くなる。マスチックはバインダーの粘度がもっとも大であり、滲透式マカダム、表面処理ではもっとも小である。

ii) 逆に左へ行くほど骨材のカミ合せに依存する程度が大になる。（表面処理の場合は別）

iii) 空隙は右へ行くに従って小となる。（アスファルト・コンクリートとロードアスファルトは逆になる）即ち、マカダムで20～25%の空隙、アスファルトコンクリートで3～5%、ロードアスファルトで2～9.5%（粗骨材量により、55%粗骨材で2～8% 25%で4～8%、0で4～9.5%）がよい結果を与えらるゝとされているが5%以下の空隙となれば重交通で変形を生ずる場合もあるとされる）

グス・マスチックアスファルトは原理的には無空隙であるが流し込みという施工法からして、いわゆる空気泡が2%程度含まれる。

iv) 空隙の状態は各々について違っており、アスファルト・コンクリートとグス・マスチックの空隙の状態は全くことになっている。

v) 骨材の粒度

マカダムでは「キー・ストーン」なる考えがあり、力学的安定度を得るために極めて重要である。これらの材料の有無が合材の安定度を考える際（殊に粗骨材の多い場合）大事である。これが右に行くに従ってなくなること気がつかれるであろう。

vi) 安定度

力学的安定度について次に考えて見よう。結論から云えば左に寄る程、静的荷重による安定度が大となり、右へ行くに従って動的荷重に対する安定度が大、即ち車輪走行に対して安定性が大である。但しこの際グス・アスファルトとマスチック・アスファルトの順序は入れかわる。このことは実に重要な事実である。

vii) 透水性、老化、その他の安定性

右に行く程これらに対する抵抗性は何れも大となる。以下種々の事項についてこの図表を応用し説明出来る。

結 説

以上イギリスにおける舗装を中心としていろいろのことを述べた。本報告はあくまで概報であって意を尽し得ない点も多かった。機会を改めてこれらの詳細を明らかにし、更に筆者の見解を明らかにするつもりである。

（筆者：北海道大学工学部助教授）

■アスファルトの附着性について

その 2

C. D. ハ リ ス

前号（アスファルト24号）で、アスファルト・マカダムについて、骨材の種類と各種金属塩がアスファルトの附着性に如何に影響するかについて述べた。

II 骨材や合材の剝離傾向の測定方法

前号より判るように、長い浸漬後には、大部分の種類
の骨材に剝離がおこるが、Cohesion は何時も失われて
おらず、又マカダムの場合必ずしも破損するとは限らな
い。

したがって骨材の良否を試験室で正確に判別すること
は、非常にむづかしいことである。通常よく知られて、
且既に道路用として満足な結果を得ている骨材を標準と
して、比較して云々するのが関の山である。

一般に、附着性の試験として、大別次の3つに分ける
ことができる。

(a) 石の被覆剝離試験 (Coated Stone Test)

規定のサイズの骨材を、バインダーで被覆して一定
温度の水の中に浸漬し、一定時間後、剝離の度合を
目で見て判定する。

(b) 浸漬一圧縮試験 (Immersion-Compression Test)

規定の合材を、モールドの中で圧縮成型し、その
試験片の浸漬前と、浸漬後の強度を比較する。

(c) 車輪走行試験又はモデル・ロード・テスト

(Wheel tracking or Model Road Test)

これは実際の道路状態に近い条件の下での合材の
剝離状況を調べるもので、よく締めた合材のサンプ
ルを、水中に浸けて、動く車輪に曝してその剝離を
調べる。

このうち(a)と(c)はアスファルト・マカダムの場合に屢
々使われるもので、(b)は密粒度のものの合材の場合に使
われる。(a)と(c)は一般に骨材や剝離防止添加剤の適、不
適をみるのに使われる。今ここでは、剝離防止添加剤に
ついては重複をさける意味から次章(III)で述べることに
する。

(a) 石の被覆剝離試験 (Coated Stone Test)

この試験は、試験が簡単なため広く使われているが、
温度と浸漬時間について、各国それぞれ異っている。日

本道路協会の舗装要綱によると、80°Cと1/2時間であり、
一方シェルの試験方法 (Shell method) は、40°Cと長
い浸漬時間の3時間を規定している。またA.S.T.M. (米
国材料試験規格) によると、カットバックだけの試験が
あり、これによると試験温度は更に低く 25°Cであり、浸
漬時間は16時間から18時間である。前号に述べたように
この浸漬温度はバインダーが骨材からの剝離に非常に影
響するものであることを考えた場合、舗装要綱の 80°C
という浸漬温度は非常にきつい温度であり、実際の道路
条件におこる温度の資料があれば、訂正すべきものであ
ると思う。

今茲で浸漬温度の点は論外として、次の3つの点がこ
の試験について考えられる。

- 1) 小さい碎石を使えば、目での判断区別がつきに
くいで、均一の一寸大きいめの碎石 (12~18mm)
を使っている。実際の道路現場では、大きいものから
小さい碎石まで、所謂粒度曲線に合った骨材である
から、均一の粒度の場合の試験結果との関聯性が諒
解しにくい。
- 2) 目によって区別判断するので、試験する人によ
って判断に差異がある。すなわち同一試験結果に対
して、試験員によって45から75位までの (碎石に被
覆している石が45%から75%まで残っている) 判断
の差があるかも知れない。
- 3) 浸漬する水の PH によって結果に影響がある。
- 4) 試験そのものは静的試験であり、一方道路の現
場は動的のものであるので、試験の意味を更にはっ
きり掴む必要があると思う。

以上のうち1)と2)はよく検討すれば、ある程度解明で
きる点であるが、3)と4)については明確にする必要があ
ると思う。

剝離防止添加剤を加えて、浸漬する水の PH をいろ
いろ変えると面白い結果がでる。一方、剝離防止添加剤
が可成り高い温度で長時間貯蔵されると、その性質が変
ると云うことは知られている。この添加剤の熱に対する
安定性の試験は、バインダーを135°Cに5日間加熱して

加熱前と加熱後の石の被覆試験を比較して判断する。

水のPHの変化を避ける意味から、新しく沸騰した蒸溜水を使用するとして、この場合、普通の蒸溜水のPHは約5であり、これを沸騰させるとCO₂が減少してPHは6~7になる。

今、沸騰した蒸溜水を使って、AとBの2つの異なった剝離防止添加剤をバインダーに入れて試験を、シエル石油の試験室で試験してみた。これは135°Cで5時間加熱前と、加熱後の2つのバインダーで試験した。加熱前のバインダーの場合、浸漬した水のPHが4.9から6.1まで変わったので、剝離試験の結果は95から85に変わっているが、殆んど目立つ程の差は認められなかった。

しかし加熱後の添加剤の場合は、PHが4.0で95で、一方PHが6.8の場合30以下であった。加熱後の剝離防止添加剤による結果を示すと Fig. 1のようになった。

この図から判るように、可成り小さいPH値の変化で急激に低下しているのが判る。すなわち、添加剤がある規定量(効果的な量)以下ある場合は、水のPHの影響が大きいことを示している。

また加熱によって添加剤の効力が減少したことをも示している。

以上のことから浸漬する水のPH値を厳重に規定する必要がある、この場合PH値が6~7と云う値は確かに

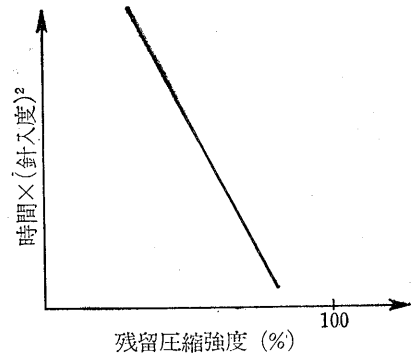
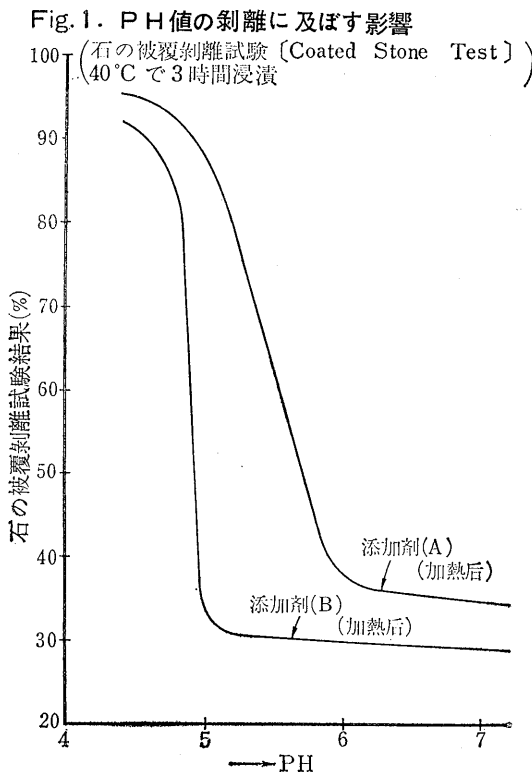


Fig. 2. 浸漬一圧縮強度試験

一つの基準とはなるが、必ずしも拘泥する必要はない。

一般に、いろいろ各種の剝離防止添加剤を試験する場合、次の方法が考えられる。

- 1) バインダーに一定量の剝離防止添加剤を加えてPH値の異なる蒸溜水を使って試験し、高いPH値で一番効果のよい添加剤が一番よいことになる。
- 2) PH値の高い蒸溜水を使って、剝離防止添加剤の量をいろいろと変えて、よい結果のでる量を決める。

また石の被覆剝離試験が静的試験である点については道路現場では交通荷重が動的であるばかりでなく、浸漬している水が動いて(流れて)いることであり、事実水は路面に入りこんで流れているのである。したがって試験の場合定期的に水を変えるか、又はバインダーが被覆している碎石の上に水を流すような方法をとるべきであると考ええる。すなわち、剝離防止添加剤や骨材の個々、または両者のために水のPH値が変りうると云うことも考えられる。

何れにせよ石の被覆による剝離試験の基準として、まづ基準になる骨材とバインダーの種類を決めるべきである。何故なら、いろいろの剝離防止添加剤を試験する場合、よく性質の判った1, 2種の骨材を使って、添加剤の良否を試験して判定すべきであるからである。同様に骨材の剝離の傾向を試験するのに、試験温度に於けるバインダーの粘度をも規定すべきである。

(b) 浸漬一圧縮試験(Immersion-Compression Test)

この浸漬一圧縮試験に於て、アスファルト合材に対する水の影響は、試料浸漬前と後において試料の圧縮強度の比で表現する。

試験方法についてはA.S.T.M. D1075-54に "Effect of water on Cohesion of Compacted Bituminous Mixtures" の題目であるので詳細はこれを参照して戴くとして、試料は10cm 径×10cm 高さで、浸漬温度は49°Cと60°Cの両方で、圧縮温度は25°Cで圧縮の速さ

は5 cm/Minである。試験結果の再現性は良好である。

シエルのアムステルダム研究所では、大きい試験片(20cm径×20cm高)を使って試験した結果を要約すると、試験片の空隙率が12~20%の場合は、残留圧縮強度(この場合、浸漬前と後の残留強度の比が100%あれば影響ないことになる)は、浸漬時間に反比例し、浸漬温度におけるバインダーの粘度が増加するにつれて増加する。(Fig.2 参照)

一方、空隙率が5%から11%までのアスファルト合材の場合には、大体同じような傾向になるが、同一の線にはならない。

更に密な合材、すなわち空隙率5%以下の合材の場合は(前記の大きい試験片の場合であるが)、水に浸漬した影響は全然認められなかったと報告している。

尚、この試験にもいろいろと変わったやり方もある。たとえば、空隙の中に水が入りやすくするため、真空状態にして浸漬したり、また圧縮試験の外に、1日と3日間

浸漬してから、試験結果を比較する意味からマーシャル試験を、おこなう場合もある。

一般に、浸漬一圧縮試験は嚴重すぎると云う批判もあるが、その性格を測定値で与えてくれるので、良い試験方法だと考える。

再び話を繰返すが、静的試験は実際の現場に合わない点があるので、問題があると思う。

一般に、バインダー膜が剝離して、高温でバインダー膜が凝縮して試験片の圧縮強度が低下するのである。しかしこの試験方法は、密粒度合材に対する水の影響を或る程度直接測定できるのが、大きな利点である。

以上は静的剝離試験について述べたが、今回は動的な剝離試験について述べ、いろいろの骨材に対する試験方法や添加剤の効果について述べたいと思う。

(有福武治訳)

(筆者:シエル石油株式会社アスファルト部長)

第2回アスファルト舗装ゼミナール お知らせ

本会の事業として「アスファルト舗装ゼミナール」を年2回定期的に開催する計画をたて、その第1回を昨年11月21・22日の両日にわたって、東京虎ノ門共済会館(講習会)及び貸切バスにて三菱石油川崎製油所、昭和化工東京工場を見学致しました。

幸い、参加者皆様より予想以上の御好評を頂き、参加出来なかった方々からは、次回の開催を期待するとのお声をお寄せ頂いております。

本会と致しましては冒頭に述べました年2回のゼミナール開催のうち、その一つは地方で行う予定を持っております。

そこで本誌編集委員の方々の御検討を頂いて、第2回アスファルト舗装ゼミナールを下記の通り名古屋市に於て開催することになりました。

全国関係先約3,000箇所へ案内状を、改めてお送り致しますので、その案内状に同封の申込用紙でお申込み下さい。

開催月日 昭和37年6月8日(金)第1日講習会 名古屋市公会堂4階ホール
と場所 6月9日(土)第2日見学会 鍋田干拓地、名四国道、大協石油四日市製油所
主催 社団法人 日本アスファルト協会
後援 愛知県道路舗装技術研究会
参加費 400円(テキスト、中食代)

第1日講習会

1. 挨拶 社団法人日本アスファルト協会会長 南部 勇 9時~9時10分
2. アスファルトの製造について 大協石油四日市製油所製造部長 栗原 行 信 9時20分~10時20分
3. アスファルト混合物の設計と管理について 建設省土木研究所舗装研究室長 松野 三 朗 10時20分~12時
4. アスファルト舗装の2・3の問題点 建設省道路局地方道課建設専門官 高橋 国 一 郎 13時~13時30分
5. アスファルト舗装の施工について 日本舗道名古屋支店長 湊 留 二 13時30分~15時
6. 最近の新しいアスファルトについて 日本道路研究所長 井 上 静 三 15時10分~16時
7. アスファルト舗装の維持修繕工事 建設省名古屋国道工事事務所長 安 部 清 孝 16時~17時
8. 閉会の辞 愛知県道路舗装技術研究会 幹事長 大 矢 金 次 郎

INTRODUCTION TO ASPHALT

連載第12回

大 島 秀 信

第3節 アスファルト・プラント混合物の運搬、敷均し及び締固め

7, 301 混合物の運搬

混合物は、ミキサから排出された時と本質的に変わらない状態で現場に運ばなければならない。

混合物を運ぶトラックについては、車体に漏れるような所がないか、混合物が付着して落ちないような深い凹みがないか、又は混合物に害となるような物がトラックの底に付着していないか等を検査する。

トラックの車体に混合物が付着しないようにするには石灰水とか石鹼水とかを使用する等種々の方法がある。しかしこれらの材料は何れも過剰に使用すると混合物に對し害となる。従って、混合物を積み込む前に、ダンプの車体を上に挙げて過剰な材料は流れ落しておかねばならない。

又運搬車の車体には、混合物の温度が仕様書の規定以下とならぬよう、必要に応じ外氣と絶縁し、保温用覆をかける。

7, 302 混合物敷均しの為の路面の準備

プラント混合物は如何なる混合でも、安定した路盤の上に敷均すことが必要である。アスファルトで処理されていない路面上に混合物を敷均す時は、それがすべて吸収される程度に、まづプライマーを施す。プライマーは0.15~0.5ガロン/平方碼使用するのが普通である(第7, 606項プライミング参照)又既設の舗装路面に混合物を敷均す場合は、タックコートを実施す。(第7, 632タック・コート参照)。タック・コートは旧舗装面における細い亀裂をシールすると同時に、新旧舗装間の結合材としての役目も果たすこととなる。一般にタック・コートとしてのアスファルトの適量は0.05~0.15ガロン/平方碼である。SS-1, SS-1h型の乳剤は、含水分が若干多目になっていて、薄い均一なタック・コートが出来るようになっている。

7, 302 (a) 注意事項

プライム・コート及びタック・コートを施す際、避けなければならない主な注意事項は次の通りである。

(1) プライマーを施したまま、上層を覆せないで長期間放置しておき、表面が乾燥したり、塵をかぶったり

すること。之は基層と表層との結合を悪くする結果となる。

(2) プライマーの厚味が不規則になると、或る個所では結合力が弱まり、又或る個所では上層の舗装に対してアスファルト過剰と云う結果になる。(尤もプライム・コートに厚薄が出来るのは、アスファルトの散布の仕方が悪いと云うよりも、むしろ路盤の凹凸に原因されることが多く、又この路盤の不規則は結局路盤材料の分離が原因して生じてくるのである)

アスファルト・プラント混合物の敷均し

7, 303 総説

アスファルト混合物の敷均しは、普通モータ・グレーダ又はペーバによって行われる。加熱式と常温式とを問わず、混合物をレベリング層として施工する場合によくモータ・グレーダが使われる。ペーバと呼ばれているのは、敷均し作業が機械的に行われるフィニッシャのことであり、一般に加熱でも常温でも、どちらの混合物の敷均しにも使用される。常温混合物の場合は敷均しも輾圧も数層に分けて行い、又輾圧を行う前に、所定の通気を行う必要があるため、各層の厚さは使用されている最大骨材寸法の1 $\frac{1}{2}$ 倍より厚くしてはいけない。但し最大骨材の大きさが $\frac{1}{2}$ 吋以下の場合には別である。加熱混合物の場合は、骨材の最大寸法によっては、3~4吋の厚さまで層厚を取ってもかまわない。なお舗装の仕上り肌目を非常に均一にしたい場合に、ペーバの後に軽いスチール製の剛毛はけをくっつけて引張るとよい結果が得られる。

7, 304 モータ・グレーダに依る敷均し

この場合には、ウインドロウ築造機械によるか、或は又所定の混合物の量を確保出来るその他の装置によって先づ路盤上に一定の比率に基づき混合物のウインドロウを築造し、所定の厚さ、線形及び勾配となるよう又表面の肌目が一様となるよう、温度のあまり冷えない中に敷均しを行う。グレーダには車輪の上下動に関係なく、グレーダの刃を一定の位置に自動的に保つことの出来る制御装置が付いていて、オペレータが多少未熟であってもさしつかえないし、規定の横断勾配を確保するのに

役立っている。又縦断方向の均一性も、刃の上に取り付けてある指針に依って確保が容易であり、その勾配は綱又はワイヤの調節に依って規定通りに保つことができる。ウイドロウを築造するに当っては、天候、敷ならしに要する時間、混合物のワーカビリティ等をよく考慮した上その長さを決定する必要がある。グレーダに依る敷均し後は、すぐ引続きニューマティック・タイヤに依り輾圧をするのが普通である。

7, 305 ペーバに依る敷ならし

ペーバを使用すれば敷ならしと同時に、軽い締固めが行われて均一な表面を得ることが容易である。ペーバの原理はどれも殆んど同じであり、基本的には、自走式ホッパ、コンベヤ、分散用スクルユ及びスクリードから成り立っている。更に近代的ペーバをその使用の点から、即ちペーバに依る締固め機構から分類すると次の2種類となる。

- (1) タンピング・バーに依るもの
- (2) スクリードの振動に依るもの

夫々の機械に関する調整及び操作についての詳細な指針は、ペーバのメーカーに於て作成しているのが普通であり、これらについては第6, 017項を参照され度い。尚ペーバをうまく操作するには次の事項を守ることが大切である。

(1) 舗装作業は出来るだけ連続的に行う。原因がどうあろうと、かなりの時間ペーバがその作業を中止すると、アスファルトの最適粘度以下に混合物の温度が下り、ひいては仕上り面の粗雑及び仕上り混合物の密度不足と云う結果をひきおこすことになる。そこでプラントの容量に応じてペーバの速度を調節する必要がある、又ペーバの作業が連続的に出来るよう、運搬には特に注意を払わねばならない。

(2) ホッパの中にはいつも材料が充分にあるようにして、スクルユの深さの少くとも $\frac{1}{2}$ を覆うだけの混合物が常に供給できるようにしなければならない。又スクルユの廻りに運ばれてくる混合物の量は、出来るだけ変動の少いのがよい。ホッパの中の制御用ゲートはスクルユとフィーダがその能力の85%或はそれ以上働けるよう調節しておく。

(3) ペーバの速度を、敷ならされる混合物の種類及び舗装の厚さに応じて調節する（上記の(1)を参照）

(4) 常温混合物を使用する時とか、その他必要に応じて、ペーバをスタートさせるに当って、スクリードを加熱する。

(5) 一般にはコールド・ジョントでも満足な結果は得られるのであるが、プラントより製造される混合物の量が二台のフィニッシャを使用するに充分な場合は

之を併列して使い、ホット・ジョントとした方が望ましい。

(6) 良好な継目を造る為に必要な基本事項をあげると次のようである。

a 下層の継目のある上に、更に上層の継目をつくらぬこと。これらの継目の位置は一呎位離して互い違いとする。

b 継目は真直ぐとすること。若しペーバがデグザグ運動をしたり、ある一線画して見て、前後に往ったり来たりするようでは、よい継目を作ることは出来ない。

c 第一層目に於ける継目は出来るだけ垂直継手とすること。

d 継目の所は常にきれいにしておき、遊離した材料等は除去すること。

e 継目をつくる場合の重ね合わせは一樣であること。重ね合わせの適当な量は、混合物の種類及び層の厚さによって異なるのであるが、良好な、しっかりした、よく締った継目となる為には、一般に2吋程度の巾に亘って重ね合わせの出来るだけの材料を準備することである。

f 非常によく締固った面にくっつけて混合物を敷ならす場合には、余盛を充分に見込んで、締固めがよくできるようにすること。古い路面の上に舗装する場合の余盛を見込む高さは、混合物の種類、舗装の厚さ、及びペーバの行う初期締固めの程度に依って異なる。現在この余盛については、次のようにすると一応充分であると考えられている。

(1) 所期の締固めが行われた後の混合物の厚さの1.25倍を置くこと。

(2) 所定の厚さに締固められた後の、厚さ1吋当りの混合物の重量が110封度/平方呎となる様に混合物を置くこと。

g ローラ車輪の狭い巾（普通3～6吋）に、ローラ重量の大部分がかかるようにして、出来るだけ早く継目を輾圧すること。これを行うには、ローラの大部分を既に仕上った車線の上に於て運転し、之より仕上げようとする新しい車線の上には後輪のかかる幅が3～6吋であるようにするとよい。

h 先づ最初に継目の所から輾圧を始めること。継目から1呎程度の巾に亘って締固めが完全に終わったら、次にその車線の反対側に移り、その後は対称的に之を繰返して順次中央に向って輾圧をする。

i 若し継目の面を長く放置しておく必要があり乾燥するとか、或は塵がかぶるようであれば、タック・コートを施すこと。

7, 306 舗設厚の検査

仕上った層の厚さを正確に計る事は仲々困難である。規定の厚さがあるかどうかを確める最もよい方法は、敷ならした混合物の実際の重量と、締固められた混合物のサンプルを取って測定した単位重量とから、厚さを計算することである。(ASPHALT PAVING MANUAL, MANUAL SERIES NO. 7 参照)。仕上り厚 1 吋当りの 1 平方呎のアスファルト舗装混合物の重量は次の式に依って計算出来る。

今、締固め仕上り厚 1 吋につき 1 平方呎当りの重量を W とすれば、

$$W = G_a \times 6.24 \times 9/12$$

ここに G_a を混合物の比重とする。

この様にして計算した重量を、実際に計量して使用した重量と比較して見るとよい。

混合物の締固め

7, 307 輾圧機械の数

少なくとも 2 台のローラが常時必要である。規定の密度を得る為に必要であれば、更に多くのローラを補足的に使用しなければならない。ローラの種類については第 6, 019 項を参照され度。又ニューマティック・ローラに関する実績資料については第 VII-4 表を参照され度。

7, 308 輾圧順序

輾圧中に、混合物がローラの車輪に付着するのを防ぐ為、最小限に必要な量の水で湿らせておく。ローラは、出来るだけペーバに近づけ、然も様な速度で運転を行う。(3 哩/時を超えないこと)。又ローラは常に良好な状態に整備されていて、きしみ等なく滑らかに前後進ができ、輾圧の方向線を急に変更したり、反対にしたりしてはならない。之らは静かに行うことが必要である。さもないと混合物の移動を生ずることになる。若し輾圧中に混合物の移動がおこったら、その部分は直ちにリュート又はレーキではぐし、元通りの勾配に直した後再び輾圧を行う。混合物が完全に冷え切って、落ち付くまでは重い機械とかローラ類を仕上った表面上に放置してはいけない。尚混合物の輾圧順序は次の通りにするのがよい

- (1) 横継目の輾圧
- (2) 縦継目の輾圧
- (3) 舗装の縁の輾圧
- (4) 初輾圧
- (5) 二次輾圧
- (6) 仕上げ輾圧

一車線巾の舗設をする時は、この順序によって行うの

が普通であるが、敷均らされた層の全巾に亘って締固めを同時に行う必要のある場合は別である。このような時は同時並列の隊形で舗設されるが、最初のペーバに並んで、二台目のペーバが進行するに従って生ずる 2~3 時の縁の所は、輾圧しないままで置き、車線間の継目を輾圧する時、行うようにする。然しこの際放置しておく時間は 15 分間以上であっては好ましくない。バインダ層と表層との両方に縦及び横の継目をつくる時は特に注意を払う必要がある。

7, 309 横継目

バインダ層に於ても表層にてもそうであるが、横継目は注意深くこしらえ、締固めも完全にし、自動車の走行に対して衝撃を与えないよう滑らかに仕上げなければならない。又継目は一直線でなければならない。この為に水糸を張って滑らかに一直線になっているかどうかを確認するがよい。若干余分の材料を継目の所に用意し、新しく敷ならした混合物上にはローラの後輪が 6 吋程度乗るように、先に舗設した個所にローラの大部分をおいて横方向に位置させ、継目の所を輾圧する。この点については下記に示す(1)及び(2)の項を参照され度。

7, 310 縦継目

縦継目はフィニッシュ仕上げの後から直ちに輾圧する。先づ最初に舗設された車線は、規定通りの線形及び勾配を持ち、舗装の縁は垂直な面を持っていなければならない。次に隣りの車線を舗設する為に置かれた混合物をこの垂直な面にしっかりと押しつける。その方法は次のようにする。

(1) 先づ、継目個所に於ける重ね用材料を、新しい車線の上で 3~6 吋押し戻すようにする。

(2) ローラは、先に締固められた車線の上で動かしその後輪が新しい車線の上に 3~6 吋程度乗るようにする。そして継目に隣接している、この狭い帯状の所に、余分の材料を持ってきて(旧い車線の上に新しい材料を重ね合わせることに依り継目の部分が堅固となる)、ローラを 2 回或はそれ以上通過させ、旧い方の車線と平坦になるまで、完全に締固める。

7, 311 舗装の縁

舗装の縁部は、縦継目と同時に輾圧する。縦継目と縁の締固めが終わったら、先づ縁部から継方向に輾圧を開始し、次第に中央に向かって進める。但し片勾配の時は、輾圧は低縁部から始め、次第に高縁部に移行せしめるのがよい。タンデム・ローラを使用する時は少なくともその 1/2 の巾は重複させながら、又マカダム・ローラを使用する時は、後輪を以て全面積を覆うように輾圧を行う。舗装の縁を輾圧する時は、縁より 2~4 吋多くはみ出して締固める必要がある。

第Ⅶ—7表 舗装仕上げ中に起り易い欠陥の原因

加熱プラント混合物の舗設時において生じ易い不完全な状態	温度の高すぎる間に交通を通す	舗設厚が厚すぎる	フィニッシャ操作の早すぎ	締固めに対する余盛見込不十分	舗設中における混合物のひどい分離	労務者の不注意又は未熟	ハンドレーキのかけすぎ	スプレッダーの後の人力作業不良	プライムコート過剰	路床上の含水過剰	基層が不安定である	ローラの振動	ローラが重すぎる	温い舗装面におけるローラーの放置	輾圧時の混合物温度が低すぎる	輾圧時の混合物温度が高すぎる	ローラーのかけすぎ	輾圧時期が悪い	輾圧不充分	スプレッダーの不良	敷均し作業の不良	混合物の冷え過ぎ	混合物の過熱又は焼き過ぎ	混合物中の水分過剰	バッチ計量の不充分	混合物配合割合の不適當	アスファルトの過剰	アスファルトの不足	混合物中の細粒分過剰	混合物が粗すぎる		
アスファルトのみにみ出し									×																×		×					
褐色又はさえない色の外観									×													×			×			×				
アスファルト過剰又ははたした斑点					×																				×		×					
表面の肌目が悪い			×		×	×	×	×			×		×	×		×	×	×	×	×	×	×			×	×			×	×		
表面が粗くて平坦でない			×		×	×	×	×								×	×					×			×	×				×	×	
蜂の巣状態の過剰					×	×	×	×							×	×		×	×	×	×	×			×	×				×	×	
平坦でない継目					×	×	×	×					×	×		×		×	×	×	×	×			×	×				×	×	
ローラマーク						×							×	×		×		×	×	×	×	×			×	×				×	×	
不陸 波	×	×					×				×	×	×			×		×		×	×			×	×	×	×			×	×	
亀裂(多くの細い亀裂)										×	×		×			×	×	×	×						×	×			×	×	×	
亀裂(大きくて長い亀裂)										×	×		×				×														×	×
ローラーに依る石のくだけ													×				×	×				×			×	×					×	×
舗設時における表面のひつかき			×		×															×	×	×	×		×	×				×	×	
基層上における表面の滑動									×		×		×		×		×		×			×				×	×			×	×	×

7, 3 1 2 初輾圧

初輾圧は縦方向の継目及び縁の輾圧に引続き直ちにを行う。所定の密度を得る為に、材料の不必要な移動が生じない限り、ローラは出来るだけベーパーに近づけて運転するのがよい。初輾圧の要諦はローラ車輪をフィニッシュに出来るだけ近づけることである。但し急な坂とか、片勾配の場合は例外となる事もある。又マカダム・ローラをタンデム・ローラと併用する時は、ベーパーのすぐ後でタンデム・ローラに引続き使用するとよい。

7, 3 1 3 二次輾圧

ニューマティック・タイヤ・ローラが二次輾圧には最もよいと考えられている。そして出来るだけ初輾圧に引続き行い、混合物の温度が未だ冷えないで、最大密度が得られる中に輾圧する必要がある。ニューマティック・タイヤ・ローラは初輾圧後、敷ならされた混合物の全部が完全に締固められるまで連続して使用する。混合物の上におけるニューマティック・タイヤ・ローラの方角転換は、混合物の不必要な移動をおこすので注意しなければならない。輾圧力の最小限度については第Ⅶ—2表に提示されているので参照され度い。又ニューマティック・ローラの実績資料については第Ⅶ—4表を参照するとよい。

7, 3 1 4 仕上げ輾圧

仕上げ輾圧は二軸或は三軸のタンデム・ローラを以て材料が未だローラ・マークを消すに充分なワーカビリティを持っている間に完成しなければならない。然し技術者に依っては、むしろニューマティック・ローラを使用した方が好ましい仕上げの肌面が得られるとしている者もある。

全部一応輾圧が終了した後で、舗装表面にもう一度ゴム・タイヤ・ローラをかけその縮圧作用を利用するとよいようである。交通を開放すれば、その結果もたらされる縮圧作用により、舗装表面の粒子が集結合されて所謂トラフィック・シール（交通によって得られる表面の緻密性）を得られるのが普通である。完成された舗装が相当の期間交通の用に供せられないとか、全然交通がないとか、或は又舗装が寒冷期に於て完成されたという様な場合には、このトラフィック・シールはゴム・タイヤ・ローラをかけることによって達成出来る。この場合ローラの接地圧としては第Ⅶ—2表に提示したものを持つことが望ましい。

7, 3 1 5 縮圧作用による輾圧

上述の如きゴム・タイヤに依る輾圧は、築造後の効果を最も端的に表わすのに有効である。即ち太陽に依っていくらか舗装表面が暖くなった時、ローラで以て15~20回輾圧すると、後日において望ましい肌面を得るに大変

よい結果をもたらすものである。

7, 3 1 6 表面用輾圧機械

滑らかな仕上げ表面を得るには、アスファルト舗装構造体各層の築造途中において既に充分注意を払わねばならない。初輾圧直後或はその輾圧中に不陸が生じたら、必要に応じて混合物を一度はぐして取除くか、又は新しい材料を加えて直すようにする。真中の車輪が振動式になっている三輪式タンデム・ローラを、混合物があまり冷えすぎない中に使用すると、高い所を平にさげるのに大変効果的である。

7, 3 1 7 表面の不陸整正

何れの層にしろ輾圧後に不陸及び欠陥が認められればすばやくこの部分を取除き、新しい材料と置き替えて、所定の線形と勾配となし、均一な肌面を得るようにしなければならない。

7, 3 1 8 骨材の比重補正

第3, 2 0 6項及び第3, 3 1 1項を参照せられ度い粗骨材であろうと細骨材であろうと、その比重が2.55以下であるか又は2.75以上の場合には次式を使って2.65の比重に補正を行う。

$$T = T_w \frac{\%AC + \frac{\%FA \times 2.65}{Sp.Gr.FA} + \frac{\%CA \times 2.65}{Sp.Gr.CA} + \%MF}{100}$$

ここに

T = 比重2.65に換算した骨材重量屯

T_w = 実際の重量屯

%AC = アスファルト・セメントの%

%FA = 細骨材の%

%CA = 粗骨材の%

Sp.Gr.FA = 細骨材の比重

Sp.Gr.CA = 粗骨材の比重

%MF = フィラの%

7, 3 1 9 プラント混合物の舗設中に於て生じ易い欠点の原因

第Ⅶ—7表はプラント混合物による舗装築造中最も一般的に起り易い欠点の原因を示している。

第4節 アスファルト・マカダム

7, 4 0 1 概説

アスファルト・マカダムは粗粒及び中粒の骨材とアスファルトとの結合体である。そしてこの結合体は中央プラントによる混合方式か（第七章 第2節 第7, 2 0 1項参照）、或は又アスファルトと骨材とを次の方法によって結合せしめて得られる。

(1) 路上混合 第7, 5 0 1参照

(2) 粗粒骨材の中に散布式によりアスファルトを浸透せしめ、更に中粒骨材を以て被覆する。

後者の方法が所謂浸透式マカダムである。

7, 402 浸透式アスファルト・マカダム

浸透式アスファルト・マカダムは、重交通道路における表層の一工法として使われるが、最近重及び超重交通に対する表層としては、アスファルト・コンクリートに依って大きく取ってかわられて来ている。然し第一級の公道に於ては、交通状況の如何にかかわらずこの型の舗装が基層として現在広く用いられている。この型の舗装は、アスファルトの厚い被覆及び大きな骨材のお互同志の機械的かみ合いの結果から高い安定度が得られるので所定の大いさの碎石骨材が経済的に得られる地方に於ては望ましい工法である（例えばニュー・ジャーシの有料道路の如くである）。

7, 402-1 最少の機械設備

アスファルト・マカダムは最少の機械設備で築造可能である。必要な機械といえば、運搬機械、碎石散布機、アスファルト・デストリビュータ及び輾圧機械だけでよい。実際にはアスファルトは手散布器でも出来るし、又手割碎石を使用してもさしつかえないので、未開発の田舎等に於て労働者が容易に得られる地方では、この種の舗装がしばしば使われている。

7, 402-2 工法上における制約

浸透式アスファルト・マカダムによる場合、その工法上の特性から、若干の制約が起きてくることは止むを得ない。浸透式アスファルト・マカダム築造の際には、2種類或はそれ以上の特定の寸法の碎石が要求されるので時により碎石生産中に生ずるある物に使用できないのが生ずる。その他制約を受けることは、別々の寸法の碎石を別々の層に敷ならしてアスファルトを浸透せねばならぬこと、どの層も使用している骨材の最大寸法より少しでも厚くてはいけないうこと、又骨材の寸法が大きい為に所定の滑らかさを得ることが比較的困難であること等である。更に浸透式アスファルト・マカダムは幾分でも可塑性のある路盤の上に施工されると、路盤が落ち込んでくる恐れがある。然しこれを防ぐには、路盤上に碎石のスクリーニングとか砂のような細粒の材料を3～4時の厚味に敷いて一つの層をこしらえるとよい。加熱プラント混合式と比較して浸透式の勝点は、幾分湿気があってもさしつかえないことであり、路上混合式と比較して劣点は、骨材のどの面をも均一に又完全にアスファルトによって被覆するという事はないことである。

7, 403 アスファルト・セメントを使用する浸透式マカダム

アスファルト・セメントを使用して築造する浸透式マ

カダムの施工の基本的順序は次の様である。

(1) 路盤の準備。これは路盤にプライム・コートを実施したり、路上混合に依ってこしらえた路盤にシール・コートを施したり、碎石屑の層を絶縁層として設けたり、或は可塑性の路床土の浸出防止の為細い砂を3～4吋程敷ならしたりすることを意味する。

(2) 先づ第一層として粗粒の骨材を敷ならす。その量は厚さに応じ第Ⅶ—8表に示す所に従う。

(3) 一般に鉄輪ローラ又はバイブレーティング・コンパクタによってこの第一層をよくかみ合うまで締固める。この際粒骨材が回転移動する程輾圧しすぎたり振動を与えすぎたりしてはいけないう。

(4) アスファルトの種類に応じた適性温度（第4, 502項参照）で第1回目の散布を行う。この時の量はそれぞれの厚さに依り第Ⅶ—8表に示されている通りである。

(5) 次に直ちに第二回目の骨材散布を行い、重いローラによって完全に輾圧する。

(6) 浸透式マカダムを表層として使う所には、更にもう一層アスファルトを補足し、被覆用骨材を以て被覆する。これについては第7, 404項, 注意事項No. 3を参照され度い。

(7) 基層として使用する時は、アスファルト・コンクリートを敷ならす前にタック・コートを施す（第7, 627項参照）。

7, 404 Ⅶ—8表使用上に於ける注意

(1) 第Ⅶ—8表において要求している粒度は、この種の型の舗装に最もよく適合する為に、簡易化されて所謂実用粒度として制定されたものを全部含んでいる。然し層の厚さと殆んど同じ大いさの一種類の骨材生産だけで間に合うように粒度組成を近づけることが望ましいことである。

(2) 表中に示されている骨材の重量は比重2.65の骨材を基準にしている。従って2.55より小さいか、又は2.75より大きい比重を持った骨材を使用する時は、その骨材の量と表の中に示されている量との比は、その骨材の比重と基準骨材の比重つまり2.65との比と同じ筈であるので、次式の比率を表中の骨材重量にかけて所要量を求める。

$$\frac{\text{使用骨材の比重}}{2.65}$$

(3) アスファルトの量

a アスファルト・コンクリートの基層として使用する時は、アスファルト・コンクリートを舗設する直前にタック・コート又はシール・コートを施す必要がある。又アスファルト・コンクリートの厚さ

第Ⅶ--8表 浸透式マカダムに於けるアスファルト及び骨材の所要量とその寸法
(アスファルト・セメント或は重カットバックアスファルトを使用する場合)

舗 装 厚	3 1/2''-4''		2 1/2''-3''		2''-2 1/2''		1 1/2''-2''	
骨材番号（実用的に簡易化されている） ⁽¹⁾	SP 2	SP 67	SP 2	SP 67	SP 3	SP 67	SP 4	SP 78
適 用	第1回	第2回	第1回	第2回	第1回	第2回	第1回	第2回
骨材重量 Lbs/sg.yd ⁽²⁾	350-400	35-50	250-300	25-40	200-250	20-35	150-200	15-25
アスファルト量 Gal/sg.yd	1.75-2.25		1.25-1.75		1.0-1.2		0.75-1.2	
ふるいの大きさ	通過%				骨 材 粒 度			
3	100		100		100			
2 1/2	90-100		90-100		95-100		100	
2	35-70		35-70		35-70		90-100	
1 1/2	0-15		0-15		35-70		20-55	
1		100		100	0-15	100	0-15	100
3/4	0-5	90-100	0-5	90-100	0-5		0-15	90-100
1/2								40-75
3/8		20-55		20-55			0-5	5-25
No.4		0-10		0-10				0-10
No.8		0-5		0-5				0-5
No.16								

液体アスファルト或はアスファルト乳剤を使用する時は第7,405項参照

第Ⅶ—9表 滲透式マカダムに於けるアスファルト及び骨材の所要量とその寸法
(アスファルト乳剤或は軽カットバックアスファルトを使用する場合)

舗 装 厚	4''	3 1/2''	3''	2 1/2''	2''	1 1/2''
骨材重量(1)	360	315	270	225	180	135
封度/平方碼 第2回適用(2)	30	30	30	30	30	30
アスファルトの量 第1回適用(3)	1.5-1.8	1.0-1.5	1.0-1.2	0.9-1.1	0.7-0.9	0.6-0.8
ガロン/平方碼 第2回適用(4)	1.2-1.5	1.2-1.5	1.2-1.5	0.7-1.0	0.8-1.0	0.4-0.6
アスファルト合計 Gal/sg.yd	2.7-3.3	2.2-3.0	2.2-2.7	1.6-2.1	1.5-1.9	1.0-1.4
ふるい	骨 材 粒 度					
3	100					
2 1/2	75-95	100				
2	60-80	70-90	100			
1 1/2	40-65	50-70	65-85	100	100	
1	20-40	25-45	35-55	55-75	55-75	100
3/4	10-30	15-35	15-35	35-55	33-53	60-80
1/2	0-15	0-15	0-15	10-30	10-30	20-40
3/8				0-15	0-15	
#4	0-5	0-5	0-5			0-10
#8				0-5	0-5	
#16						0-5

が2吋或はそれ以上ある場合のアスファルトの所要量は本表に示されている数字の中、低い方を適用してさしつかえない。

b 浸透式マカダムを表層の一部として使用する場合のアスファルト所要量は本表に示されている中の上限の量を適用する必要がある。尚この際、第7,601項から第7,619項に亘って説明されている一層式又は二層式の表面処理を施す必要がある

表面処理についての種類、アスファルト及び骨材の所要量は第Ⅶ—10表に示す通りである。

c 本表に従って浸透式マカダム基層を築造する際、第二回目のアスファルトの散布は、つまり第Ⅶ—10表に於ける第一回目のアスファルトの適用と同じ意味があるが、本表に従って使用した第二回目の碎石に完全に浸透するように、第Ⅶ—10表に示してある量の50%増とする。

7, 405 アスファルト乳剤又はカットバック・アスファルトを使用した場合の浸透式マカダム

乳剤或はカットバック・アスファルトを使用した場合の浸透式マカダム築造の順序は、これらのアスファルトの粘度が一層低目である為、第7, 403で述べたものと若干異なる。骨材粒度としてはより一層均一なものが使用されるし、使用するアスファルトの量もより一層多くを要する。この増量の程度は乳剤でもカットバックでも殆んど同じである。尚施工順序は次の様にするとうい

(1) 先づ下層を準備し、第7, 403項—1, 2及び3で説明したのと全く同じように第一層の骨材を散布しよくかみ合うまで締固める。

(2) 第Ⅶ—9表に示してある量に従い、第一回目のアスファルト散布を行う。

(3) 第Ⅶ—9表に従い、第二回目の骨材散布を行い輾圧する。

(4) 同じく第Ⅶ—9表に基づき、第二回目のアスファルトを散布し、輾圧するのであるが、この際注意を要するのは、アスファルトがローラ車輪に付着しないように適当にぬらしておくことであり、又その為No. 78の骨材を5~10封度/平方呎散布することが必要である場合もある。

(5) アスファルト・コンクリートの下の基層として用いる時は、表中低い方のアスファルト量を一般に適用する。この際更にその上に骨材を散布したり、アスファルトでシールしたりする必要はない。

(6) 然し、しばらくの間でもその層が交通の用に供せられる時は、簡易化されて所謂実用粒度として制定されているNo. 78骨材 ($1\frac{1}{2}$ 吋からNo. 8)を10~20封度/平方呎、第二回目のアスファルト適用後に散布する。尚表層を舗設する前に、これらの遊離している骨材はきれいに掃き取り、タック・コートを施すことを忘れてはならない。

(7) その層を表層の一部として使用する時は、アスファルトの量は表中の上限を適用し、更に第Ⅶ—10表の示す所に従って種類を決定し、それぞれに必要なアスファルト及び骨材量を使用して、引続き表面処理を施す必要がある。

(8) アスファルト・コンクリートの基層として使用する時は、アスファルト・コンクリートが直ちに舗設されるならば、それ以上何にも施す必要はないが、若ししばらくの間でも浸透式アスファルト・マカダムの上を交通を許す必要のある時は、前項(6)を参照され度

い。

7, 406 第Ⅶ—9表を使用する上に於ての注意事項

(1) ここに要求されている骨材の重量はすべて比重2.65の骨材を基準にしたものである。従って比重が違ふ場合は第7, 404項 注意(2)によって重量の調整を行う。

(2) 第二回目に適用する骨材の量は、舗設厚の如何を問わず、粒度が $1\frac{1}{2}$ 吋からNo. 8の間にあるNo. 78骨材約30封度を用いる。第Ⅶ—9表参照のこと。

(3) アスファルト・コンクリートの基層として使用する時は、表中低い方のアスファルト量を用いるのが普通であり、それ以上骨材を以て覆うことも或は又アスファルトでシールすることも必要でない。然し若しその層が、しばらくでも交通の用に供されねばならないならば、No. 78骨材10~15封度/平方呎を、第二回目のアスファルトが適用された後に散布する。表層が舗設される前にきれいにこれらの遊離骨材を掃き取りタック・コートを施す必要のあることは勿論である。

第Ⅶ—9表に従って築造した層を、中交通或わ軽交通の為の表層の一部として使う必要のある時は、アスファルトの量は本表中の上限に近いものを適用し、更に第Ⅶ—10表 (30ページに掲載)に従って種類を決定し、夫々のアスファルト及び骨材を用いて、表面処理を引続き行う必要のあることは勿論である。

(4) 続いて、第7, 403項に従って輾圧する。

(筆者：世紀建設工業株式会社社長)

第Ⅶ—10表 一層式表面処理及びシールコートにおけるアスファルト及び骨材所要量

番号	骨材寸法	骨 材 重 量 Lbs/sq.yd 1. 3	アスファルト量 Gal/sq.yd 1. 4	暖 い 気 候		寒 い 気 候	
				堅 硬 質 骨 材	吸 水 性 骨 材	堅 硬 質 骨 材	吸 水 性 骨 材
1	3/4~3/8	40-55	28-35	120-150 RC5, RS2	RC5, RS2	RC4, RS2 ²	RC4, RS2 ²
2	3/4~#8	30-45	23-30	200-300 RC4, RS2	RC4, RS2	RC3, 4 RS2 ²	RC3, 4 RS2 ²
3	1/2~#4	25-35	20-25	200-300 RC2, 3, 4 RS1, 2	RC2, 3, 4 RS1, 2	RC2, 3, 4 RS1 ² RS2 ²	RC2, 3, 4 RS1 ² RS2 ²
4	1/2~#8	25-35	20-25	RC2, 3, 4 RS1, 2	RC2, 3, 4 RS1, 2	RC2, 3, 4 RS1 ² RS2 ²	RC2, 3, 4 RS1 ² RS2 ²
5	3/8~#4	20-25	20-25	RC2, 3, 4 RS1, 2	RC2, 3, 4 RS1, 2	RC2, 3, 4 RS1 ² RS2 ²	RC2, 3, 4 RS1 ² RS2 ²
6	3/8~#8	20-25	20-25	RC2, 3, 4 RS1, 2	RC2, 3, 4 RS1, 2	RC2, 3 RS1 ² RS2 ²	RC2, 3 RS1 ² RS2 ²
7	1/4~#8	15-20	15-20	RC2, 3 RS1, 2	RC2, 3 RS1, 2	RC2, 3 RS1 ² RS2 ²	RC2, 3 RS1 ² RS2 ²
8	砂	10-15	10-15	RC2, 3 RS1, 2	RC2, 3 RS1, 2	RC2, 3 RS1 ²	RC2, 3 RS1 ² SS1 ²

註 これらの材料の質と種類はその地方の状況及び経験によって変更することはさしつかえない。

- 1 本表中に示されている低い方のアスファルト量を適用するのは使用される骨材粒度が仕様書に示されている限度に於て細い方に属する場合である。又逆に粗い方に属する場合は上限の量を適用する。
- 2 これらの材料をあまりよく乾燥していない状態で使用する場合特に注意しなければならない。
- 3 本表中に示されている骨材重量は比重2.65の骨材を基準としたものである。従って比重が2.55以下であるか又は2.75以上の骨材を使用する時は、上記の表中の重量に、その材料の比重と2.65との比をかけて求める。

8 ページのつづき

ここで、 $F/A=1.87(1.5)$ のフィラービチューメンを用いたアスファルトモルタルのスリヘリは、図—9から判るように、 $V_m/V_{sv}=1.05$ において固定しているので、このフィラービチューメンを用いたアスファルトモルタルのなかでは、 $V_m/V_{sv}=1.05$ のアスファルトモルタルが最もよい安定度を示す筈である。したがってこの実験結果では、安定度やスリヘリ抵抗性などについて、アスファルトモルタルとして最もよい成績を示すものを結合材としたトベカが最もよい成績を示していることになる。このことは今後の研究に残されるが興味あることである

4 むすび

以上、道路研究室で寒冷地のアスファルト舗装用合材に関する試験研究を進めるに当って採っている配合設計方法についてその概要を述べた。

室内実験の結果は、実際道路で検証する必要があり、このため試験道路を設け、アスファルトモルタル摩耗層については昭和33年度から、またトベカ表層については昭和36年度から調査を実施中である。

なお、本文に例示した実験は、道路研究室河野、高橋両副長指導の下に舗装班特に三浦、久保、松本、服部の各技官が担当したものである。(1962・3・4)

参 考 文 献

- 大越孝雄： 寒地アスファルト舗装品質改良の一指针
土木試験所月報 第39号
谷藤正三： 歴青舗装の設計と施工
日本道路協会： アスファルト舗装要綱

(筆者：北海道開発局土木試験所 道路研究室長)

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の生産／販売会社は
すべて本会の会員になっております

賛 助 会 員

新重細重石油株式会社 (501)5350	日本鉱業株式会社 (481)5321
大協石油株式会社 (561)5131	昭和石油株式会社 (231)0311
出光興産株式会社 (211)5411	シエル石油株式会社 (231)4371
丸善石油株式会社 (201)7411	昭和化工株式会社 (591)5416
三菱石油株式会社 (501)3311	三共油化工業株式会社 (281)2977
日本石油株式会社 (231)4231	昭和石油瓦斯株式会社 (591)9201

正 会 員

☆東 京☆

朝日瀝青株式会社	東京都千代田区神田旅籠町1の11	(291) 6411	大 協
恵谷産業株式会社	東京都港区芝浦2の1	(451) 2181	シエル石油
恵谷商事株式会社	東京都港区芝浦2の1	(451) 2181	三 石
株式会社富士商会	東京都港区三田四国町18	(451) 4765	丸 善
株式会社木畑商会	東京都中央区西八丁堀2の18	(551) 9686	日 鉱
国光商事株式会社	東京都中央区銀座東6の7	(541) 4381	出 光
三菱商事株式会社	東京都千代田区丸の内2の20	(211) 0211	三 石
マイナミ貿易株式会社	東京都中央区日本橋堀留町2の2	(661) 2906	シエル石油
株式会社南部商会	東京都中央区日本橋室町3の1	(241) 4663	日 石
中西瀝青株式会社	東京都中央区八重洲1の3	(271) 7386	日 石
新潟アスファルト工業(株)	東京都港区芝新橋1の18	(591) 9207	昭 石
日米礦油東京支店	東京都中央区日本橋室町2の4	(201) 9413	昭 石
日商株式会社	東京都千代田区大手町1の2	(231) 7511	昭 石
瀝青販売株式会社	東京都中央区銀座東6の7	(541) 6900	出 光
株式会社沢田商行	東京都中央区入船町1の1	(551) 7131	丸 善
清水瀝青産業株式会社	東京都港区芝松本町63	(451) 0463	昭和石油瓦斯

◎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◎

三共アスファルト株式会社	東京都千代田区丸の内1の2	(281) 2977	三 共 油 化
東 新 瀝 青 株 式 会 社	東京都中央区日本橋江戸橋2の5	(271) 5605	日 石
東京アスファルト株式会社	東京都港区芝田村町2の14	(591) 2740	新 亜 細 亜
東 京 通 商 株 式 会 社	東京都中央区京橋3の5	(535) 3151	日 石
東 洋 国 際 石 油 株 式 会 社	東京都中央区日本橋本町4の9	(201) 9301	大 協
梅 本 石 油 東 京 営 業 所	東京都港区麻布新網町2の15	(481) 8636	丸 善
☆横 浜☆			
株 式 会 社 山 中 商 店	横浜市中区尾上町6の83	(8) 5587	三 石
☆名古屋☆			
朝 日 瀝 青 名 古 屋 支 店	名古屋市昭和区塩付通4の9	(85) 1111	大 協
株 式 会 社 名 建 商 会	名古屋市中区宮出町41の2	(24) 2817	日 石
名古屋シェル石油販売株式会社	名古屋市西区牛島町107	(54) 6757	シェル石油
株 式 会 社 沢 田 商 行	名古屋市中川区富川町3の1	(36) 3151	丸 善
株 式 会 社 三 油 商 会	名古屋市中区南外堀3の2	(23) 7721	大 協
☆京 都☆			
株 式 会 社 上 原 成 介 商 店	京都市上京区丸太町通大宮東入薬屋町530	(84) 5301	丸 善
☆大 阪☆			
大 阪 朝 日 瀝 青 株 式 会 社	大阪市西区南堀江1番丁14	(531) 4520	大 協
枝 松 商 事 株 式 会 社	大阪市北区道本町41	(361) 5858	出 光
池 田 商 事 株 式 会 社	大阪市福島区鷺洲本通1の48	(451) 7601	丸 善
松 村 石 油 株 式 会 社	大阪市北区絹笠町20	(361) 7771	丸 善
丸 和 鉱 油 株 式 会 社	大阪市南区長堀橋筋2の35	(211) 3216	丸 善
三 菱 商 事 大 阪 支 店	大阪市東区高麗橋4の11	(271) 2291	三 石
中 西 瀝 青 大 阪 営 業 所	大阪市北区老松町2の7	(341) 4305	日 石
日 本 建 設 興 業 株 式 会 社	大阪市東区北浜4の19	(231) 3451	日 石
三 徳 商 事 株 式 会 社	大阪市東淀川区新高南通2の22	(391) 1761	昭 石
東 京 通 商 大 阪 支 店	大阪市東区大川町1番地	(202) 2291	日 石
梅 本 石 油 株 式 会 社	大阪市東淀川区新高南通1の28	(391) 0238	丸 善
山 文 商 事 株 式 会 社	大阪市西区土佐堀通1の13	(441) 0255	日 石
株 式 会 社 山 北 石 油 店	大阪市東区平野町1の29	(231) 3578	丸 善
北 坂 石 油 株 式 会 社	堺市戎島町5丁32	(2) 6585	シェル石油
☆神 戸☆			
川 崎 物 産 株 式 会 社	神戸市生田区海岸通8	(8) 0341	昭 石・大 協
☆九 州☆			
丸 菱 株 式 会 社	福岡市上土居町22	(2) 2263	シェル石油
畑 礪 油 株 式 会 社	戸畑市明治町2丁目	(8) 3625	丸 善