

アスファルト合材のスリヘリ抵抗性と安定性について

正員	北海道開発局土木試験所	道路研究室	小 山 道 義
正員	同	同	河 野 文 弘
正員	同	同	三 浦 貞 一
	同	同	松 本 哲 男

1. ま え が き

一般に表層用歴青合材の配合を決めるに際し、その良否は、締固めたときの安定性を一つの目安としているが、北海道においては、これと同時に、冬期間自動車滑り止めにつけているタイヤチェーンに対するスリヘリ抵抗性も併せて検討しなければならない。現場においては、従来の経験から、スリヘリ抵抗性の大きい合材を作るために、配合設計に当つて、軟かいアスファルトをできるだけ多く入れる方針を採つてきた。しかし、こうした合材は安定性が悪く、夏季に舗装表層に交通荷重による輪跡や波を生ずるという弊害が目立つようになった。

土木試験所では、この問題を採り上げ、冬期にはタイヤチェーンに対するスリヘリ抵抗性が大きく、夏季には安定性の大きい表層用合材を作るための配合設計方法ならびに材料選定方法を確立しようとして実験を進めてきた。

実験に先立ち、アスファルト合材中のフィラーはある細かさになるとコロイド的性質を示すようになり、合材の性質に極めて重要な役割を果しているらしいということに着目し、合材の性質を合材中に占めるフィラービチューメンの量の面から検討することとした。実験対象には、表層用歴青合材の基本となるものとして、まずシートアスファルトを採り上げた。その結果、第4回日本道路会議で発表したように、一般に、フィラービチューメン

ンの量が多いほどシートアスファルトのスリヘリ抵抗性は大きく、またフィラービチューメンの量が同じ場合はフィラーの量の多いものの方がスリヘリ抵抗性が大であるという傾向が判つた。また、配合が同じで、かつ使用した砂の粒度がほぼ同じであつても、砂の質が異なればスリヘリ抵抗性にかなりの開きがあることも判つた⁽¹⁾。

土木試験所では、上記の資料に検討を加え、引き続いて実験を行なつていけるが、本報文は、そのうち、アスファルト合材の配合比と物理的性状との間の関係について実施しているものの中間報告である。

2. 配合決定方法

シートアスファルトの性質は、配合ばかりでなく、使用材料によつて影響を受ける。したがつて、本実験においては、シートアスファルトが配合比によつて、いかにその性質が左右されるかを究明するために、使用材料は一定とすることとした。また、上述の実験結果から、シートアスファルトの配合比を決定する際、従来一般に行なわれていたような、砂の空隙をフィラーで埋め、それらの空隙にアスファルトを浸透させるという考え方を止めて、砂の空隙を予め作られたフィラービチューメンで埋めるという考え方にしたがうこととした。

実際に配合を決定する際には、前記の実験資料を整理した結果、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、ならびにフィラーとアスファルトとの比の両者を、目安にすることとした。その方法は次のとおりである。

今、あらかじめ求めようとするシートアスファルトについて、フィラービチューメンの量と砂の空隙量との比 (V_m/V_{sv})、およびフィラーとアスファルトとの比 (F/A) を決めれば、アスファルトの重量百分率 A は次式から求められる。

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

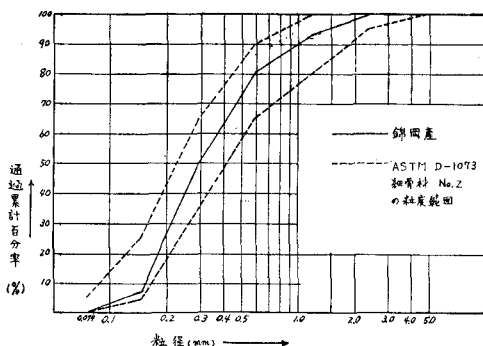


図-1 砂の粒度曲線

ここに、 G_s , G_a , G_f : それぞれ砂、アスファルト、フィラーの比重

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方法を行なつて求めたもの)

上式から、アスファルト含有率が求まれば、簡単にシートアスファルトの配合比は決定されるのである。

したがつて、シートアスファルトの物理的性状は、使用材料が同一ならば、 F/A と V_m/V_{sv} の両者によつて決

定されるはずである。

本実験は、上述の配合設計方法にしたがつて $F/A = 1.0, 1.5, 2.0$, の3種のフィラービチューメンに対して、 V_m/V_{sv} が0.6 0.7, 0.8, 0.9, 1.0, 1.1に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、安定性について比較検討したものである。

なお、本実験に使用した材料は表-1, 2, 3 に示すとおりである。

表-1 使用材料試験成績表

アスファルト	原油名	原油基	比重 (25/25°C)	針入度 (25°C)	伸 度			引火点 (°C)	蒸発量 (%)	蒸針 発入 後の度 (%)	軟化点 (°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 (%)	レジン分 (%)
					100 以上	100 以上	100 以上					6.5	37.6	34.8	21.1

表-2

砂	産 地 錦 岡	比 重	吸 水 率 (%)	単 位 積 重 量 (t/m³)	空 隙 率 (%)	粒 度 (°)						
						2.38mm 残 留	2.38mm ~1.19	1.19mm ~0.59	0.59mm ~0.297	0.297mm ~0.149	0.149mm ~0.074	mm 0.074 通過
						0	7	13	30	43	7	0

表-3

石 粉	産地 鹿 越	比 重	粒 度 (°)		
			0.074mm 残 留	0.074mm ~0.005	0.005 以下
			0	99	1

3. 供試体の作製および試験方法

(1) スリヘリ試験

タイヤチエンに対するスリヘリ試験は、写真-1 に示すようなラベリング試験機によつた。ラベリング試験機は実際道路におけるタイヤチエンの剝摩作用を、実験室内で再現できるように考案されたものである⁽²⁾。

ラベリング試験用供試体の作製は、ハバード安定度試験における供試体作製要領に準じて行なつたが、供試体の成型荷重は、同じ配合のマーシャル試験供試体の密度に等しくなるように載荷した。

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。ただし、供試体は上下両面試験できるように作製し、浸水・凍結融解試験は行なわなかつた。

(2) 安定度試験

安定度試験は Engineering Manual によるマーシャル試験法に準じて行なつたが、材料の加熱温度は 110°C,

混合温度は 140°C とした。

4. 実験結果とその考察

実験結果は表-4 のとおりである。今これについて少しく考察を下せば、次のとおりである。

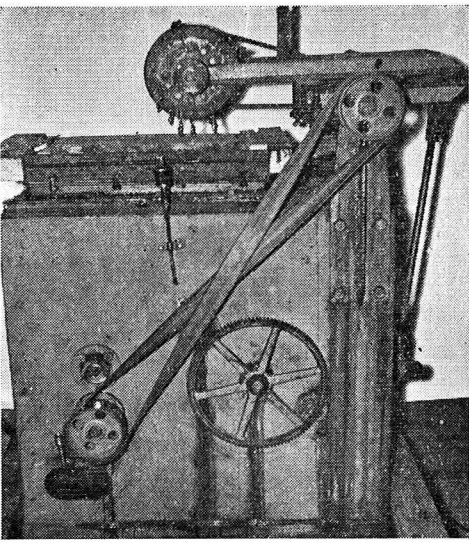


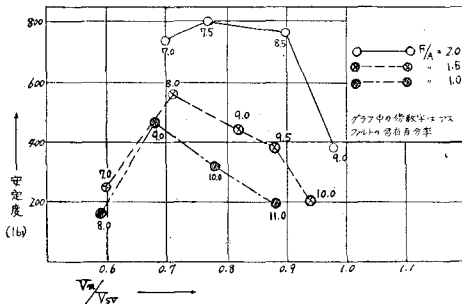
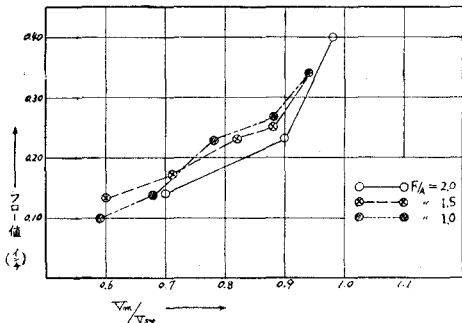
写真-1 ラベリング試験機

表-4

番 号		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
設計 配合 比	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
	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
	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
	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
	理論の最大密度 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
マー シヤ ル試 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 lbs	740	800	760	380	—	250	560	440	380	200	—	160	460	310	190	—	—
	フロー値 1/100in	14	—	23	40	—	13	17	23	25	34	—	10	14	23	27	—	—
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	10.03	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 ²	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

(1) F/A および V_m/V_{sv} と安定度との関係

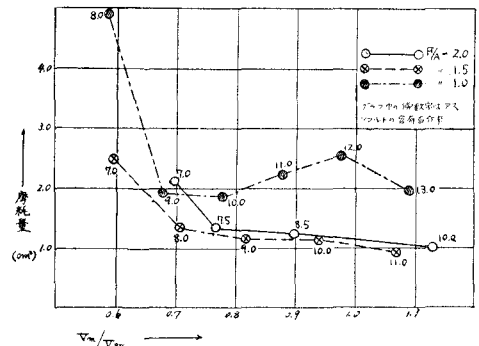
シートアスファルトの安定度は図-2に示すように、 V_m/V_{sv} の値の増加にともなつて大きくなり、最大安定度に達したのち次第に小さくなつて、グラフ上において一つの山を形成する。また、 F/A の値が大きいフィラービチューメンを用いたものほど、大きな最大安定度が

図-2 V_m/V_{sv} と安定度の関係図-4 V_m/V_{sv} とフロー値の関係

得られ、かつその時の V_m/V_{sv} の値も大きい。フロー値は図-4に示すように、 V_m/V_{sv} の増加とともに大きくなる。この際 F/A の値の違いによつてフロー値はほとんど影響を受けないようである。

(2) F/A および V_m/V_{sv} とスリヘリ量との関係

スリヘリ量は、図-3に示すように、 V_m/V_{sv} の増加にともなつて急激に減少し、ある点から、急にスリヘリ量はほぼ固定し、グラフはL字型に似た線を描く。スリヘリ量が急に固定する点のスリヘリ量は、合材に用いたフィラービチューメンの配合比 F/A の影響を受ける。すなわち、本実験に用いた3種のフィラービチューメンについて考察すれば、フィラーの量の最も少ない $F/A=1.0$ の場合がスリヘリ量が最も大きく、 $F/A=1.5$ と 2.0 の場合は大差がない。また F/A の値が大きくなるにともない V_m/V_{sv} の値も大になる。

(3) F/A とシートアスファルトの物理的性状との関係図-3 V_m/V_{sv} と摩耗量との関係

F/A が同じ場合について、図-2および図-3を参照すると最大安定度を示す V_m/V_{sv} の値と、スリヘリ量が急に固定する点の V_m/V_{sv} の値は等しい。最大安定度とスリヘリ量との間のこの関係は、本実験では極めて重大な意義を持つているものであつて、若しフィラービチューメンの配合比が決定しているとすれば、このフィラービチューメンを用いたシートアスファルトの中では安定度の最大のものが最もよいということを示している。言い換えると、使用材料が決定している場合、最もよいシートアスファルトの配合を決定するにはまず、合材としてスリヘリ抵抗性および安定性に対して最もよい成績を示すフィラービチューメンの配合比 F/A を決定し、このフィラービチューメンを用いて安定度が最大となるような V_m/V_{sv} を求めればよいということである。

表-5は、本実験に用いたフィラービチューメンについてそれぞれ最もよい成績の示したものを取り出して比較したものである。この表から判るように $F/A=2.0$ の場合が、安定性、スリヘリ抵抗性が最も勝れ、 $F/A=1.0$ の場合は最も悪い。すなわち本実験では、フィラーの量が多いフィラービチューメンを用いた合材ほど良好な成績を示している。

表-5

F/A		2.0	1.5	1.0
V_m/V_{sv}		0.77	0.71	0.68
設計配合	アスファルト %	7.5	8.0	9.0
	フィラー %	15.0	12.0	9.0
	砂 %	77.5	80.0	82.0
安定度 lbs		800	560	460
スリヘリ量 cm^2		1.34	1.34	1.93

(4) アスファルト含有量とシートアスファルトの物理的性状との関係

図-3から判るように、シートアスファルトのスリヘリ抵抗性は、アスファルト含有量とは余り関係がない。 $F/A=1.0$ の場合について考察すると、アスファルト含有率が、9、10、13%の3者がほぼ同じで最も少ないスリヘリ量を示し、11、12%の場合は9%の場合よりもスリヘリ量が多い。なおマーシャル安定度は9%の時が最大で、12%および13%の時は実験不能なほど悪い。 $F/A=1.5$ 、2.0の場合もこれと全く同様である。

また表-5のうちで、最も良好な成績を示すシートアスファルトのアスファルト含有率が7.5%であるのに対して、悪い成績を示すものが9%であることから見てもアスファルト含有量は、シートアスファルトの物理的性状を支配する決定的な要素ではないことが判る。

5. む す び

フィラービチューメンの質および量がシートアスファルトの安定性とスリヘリ抵抗性に極めて大きな役割を果していることが本実験によつて確認された。このことは単にシートアスファルトに限らず、トペカ、粗粒式アスコン等舗装用アスファルト合材一般に対する配合設計に一指針を与えるものと考えられる。現在本道で広く用いられているシートアスファルトの配合設計についても、もつとフィラーを増すことによつて夏季の安定性を増し、同時にスリヘリ抵抗性を確保できるということが本実験からいえるが、現在の実験の段階では、最良の F/A の値を打出すまでには至つていない。この点について、当研究室では、寒地用アスファルト合材に関する研究の一環として、アスファルトマスチックに関する研究を採り上げ、現在まで、フィラービチューメンの物理的性状について各種の実験を行なつて、目下いろいろ検討を加えている。

スリヘリ試験に用いたラベリング試験機は、まだ試作の域を出ていないので、この試験機によつて合材のスリヘリ抵抗性について定性的なものは求められるが、定量的なものは求められない。当試験所において昭和33年度施工しその後調査している上長都試験道路の目的の一つは、この試験機によるスリヘリ抵抗性と実際道路のそれとの関連を見出すことが含まれている。

なお、最大安定度を示す V_m/V_{sv} の値と、スリヘリ量が急に固定する点の V_m/V_{sv} が一致することから、将来は、安定度の幅を規制するだけで、同時にスリヘリ抵抗性の良好な合材が設計できるように、実験研究を推し進めたいと考えている。

参 考 文 献

- 1) 大越孝雄・臼井加一：タイヤチェーンによるアスファルト舗装の剝離摩損とその対策について、第4回日本道路会議論文集、昭和32年。
- 2) 大越孝雄：寒地アスファルト舗装品質改良の一指針、土木試験所月報第39号。