

アスファルトの粘度調整による舗装の 流動防止に関する研究

A STUDY ON THE PREVENTION OF PAVEMENT FLOW THROUGH ASPHALT VISCOSITY

多 田 宏 行*
By Hiroyuki TADA

1. 序 論

本研究は、アスファルト舗装の混合物の流動によるわだち掘れを軽減する方法としてアスファルトの質の改良に着目し、「舗装用高粘度アスファルト」を開発したうえ、その重交通道路の舗装への適用性を検討したものである。昭和 50 年の研究着手以来、中間の各時点における成果を幾つかの報文として発表してきたが^{1)~4)}、現在に至りほぼ研究全体の結論が得られたので、本論文をもってその集大成とする。

昭和 40 年代半ばから、わが国ではアスファルト舗装の混合物の流動に起因するわだち掘れが、年を追うごとに顕著となり、その対策に苦慮するようになってきた。これは、車輪走行軌跡の直下にある混合物が、繰返し載荷を受けているうちに少しずつ側方に移動する現象で、結果として生ずる路面の凹凸が大きくなれば、舗装構造の面で特に問題がなくとも、走行車両の安全確保のため修繕を余儀なくされる。

流動の原因を混合物についてみれば、アスファルトの粘弾性的性質にあるものと考えられる。混合物中で骨材を結合しているアスファルトは、温度が高いほど、また載荷速度が遅いほど、粘性的性質が卓越し、骨材を把握する力が失われていくからである。この影響は、夏季の高温時にわだち掘れが特に進行すること、交差点付近や交通渋滞区間のわだち掘れが特に大きいことなどの現象として舗装に現われている。

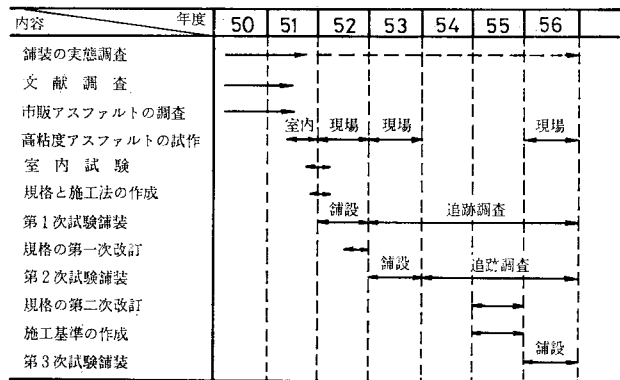
そのため、従来の研究においては、対策として①アスファルト量を少なくする、②骨材粒度を粗くする、③硬いアスファルトを使用する、などの手法がとられてきた。①および②は配合設計の面からの調整であるが、従来一応のバランス

のとれていた配合をこのように変更することは、他の破損、特にひびわれを誘発する結果となるため、この面からの解決はいまだに得られていない。一方、③は昭和 40 年代に、従来主として使われてきた針入度 80/100 のアスファルトから 60/80 に移行し、さらには 40/60 も試みられるというアスファルトの種類の変化としてとらえることができる。しかし、これらのアスファルトのうち最も硬い針入度 40/60 でも耐流動効果はあまり期待できないのが現状である⁵⁾。

本研究は以上のような背景をふまえ、高温時の粘度を従来の舗装用アスファルトの数倍に高めたアスファルトを試作し、試験舗装を行ってその耐流動性効果を確認するとともに、実用化を図ろうとするものである。研究開始は昭和 50 年にさかのぼるが、現在までの研究経過は図一に示すとおりである。

2. わが国の舗装の環境

海外におけるこの種の研究例はきわめて少ない、これは流動によるわだち掘れ現象が、日本ほど深刻な問題となっていないためのものである。本章では、わが国で流



図一 研究経過

* 正会員 建設省関東地方建設局 局長

表一 舗装整備の国際比較

国名	道路延長 (千 km)	舗装延長 (千 km)	舗装率 (%)
アメリカ	6304	5169	82.0
西ドイツ	482	419	86.9
イギリス	352	340	96.6
フランス	803	738	91.9
日本	1111	178	16.0

(注) IRF Edition 1981 による。ただし、日本は道路統計年報 1981 による一般道路で、簡易舗装を除く。

表二 一般国道のオーバーレイ事業量の内訳

地方 建設局	ひびわれ 対策 カバー (km)	わだち掘れ等の対策			除雪区 間内 摩耗 対策 カバー (km)	合計 (km)
		カバー (km)	切 削 カ バ ー (km)	計 (km)		
東北	16	3	93	96	—	112
関東	36	3	31	34	6	76
北陸	5	10	13	23	20	48
中部	22	14	41	55	11	88
近畿	31	11	59	70	—	101
中国	37	—	31	31	—	68
四国	24	3	3	6	—	30
九州	58	1	23	24	—	82
計	229	45	294	339	37	605
構成比	37.9%	7.4%	48.6%	56.0%	6.1%	100%

(注) 建設省道路局資料による。
昭和 56 年度直轄・修繕工事

動が特に著しく発生している原因を、わが国の舗装に課せられた環境の面から考察する。

(1) 舗装補修の現況

昭和 57 年 4 月現在、わが国の道路延長は約 110 万 km、舗装延長約 18 万 km (簡易舗装を除く) で舗装率は 16% である。これを欧米の代表的な国の現況と比較すると、表一に示すようにわが国の舗装率はかなり低い水準にあることがわかる。しかし、舗装事業費からみると、補修費の占める割合は年々増加してきており、昭和 55 年度で 25% を超えている。

舗装補修費における工種別内訳の資料は乏しいが、たとえば建設省道路局の調査によれば、一般国道指定区間 (延長 12000 km) のオーバーレイによる舗装の修繕事業量のうち、わだち掘れ対策が 56% を占めている (表二)。

また、首都高速道路では、従来の舗装打換え面積のうち、わだち掘れを原因とするものが全体の約 75% にも及んでいることが報告されている⁶⁾。さらに、わが国でも代表的な重交通道路である東京都環状 7 号線についてみれば、修繕工事面積におけるわだち掘れ対策の比率は、昭和 50 年以降毎年 90% を超えている⁷⁾。

以上のような状況にあるため、耐流動効果

表三 車道幅員の比較

国名	道路種別	延長 (km)	比率 (%)	年次	
アメリカ	連邦補助 一般道路	総延長 うち幅員 7.3 m 以上	416 750 335 489	100 80.5	1978
	西ドイツ	連邦道路	総延長 うち幅員 7 m 以上	32 490 21 420	
フランス	国 道	総延長	29 104	100	1977
		うち幅員 7 m 以上	22 380	76.9	
日本	一般国道	総延長 うち幅員 7.5 m 以上	39 946 6 521	100 16.3	1980

(注) 1. 資料出所 アメリカ:「Highway statistics 1978」
西ドイツ:「Verkehr in Zahlen 1978」
フランス:「Annuaire Stat ist igue pes Transport 1978」
日本:「昭和 55 年度全国道路交通情勢調査」
2. 各国とも高速道路を除いてあり、一部推計を含む。
3. 幅員 7 m の道路とは、大型車が楽にすれちがえる道路である。

のある材料の開発が緊急の課題として渴望されている。

(2) 車道の幅員と交通混雑

表三は、欧米主要国とわが国の車道幅員を比較したものである。入手できる資料に限界があるため、調査年次、幅員の基準に多少のずれはあるものの、わが国の車道幅員が欧米諸国と比べてきわめて低い水準にあることは明らかである。

車道幅員が狭ければ、当然のことながら交通混雑が生じやすくなる。表四には、わが国の幹線道路における交通混雑の解析の一例を示した。全体で 33% にものぼる区間が少なくとも朝夕のラッシュ時には渋滞することがわかる。

以上に述べた車道幅員の狭隘と自動車交通の渋滞は、本研究が対象としているわだち掘れの大きな誘因となる。なぜなら、前者は大型車の走行軌跡を一定の位置に集中させ、後者は緩速荷荷に弱いアスファルト混合物の流動を促進させるからである。

表四 幹線道路の混雑状況

道路種別	混雑度別延長 (km)					走行台キロ (千台キロ)		
	全延長	0.5 以上	0.8 以上	1.0 以上	1.5 以上	総走行台 キロ A	混雑区 間 走行台 キロ B	A/B (%)
一般国道	39946 (100)	27111 (68)	18003 (45)	12677 (32)	4394 (11)	284843	156371	55
都道府県道	130166 (100)	79074 (61)	54644 (42)	44208 (34)	28084 (22)	322622	147689	46
計	170112 (100)	106185 (62)	72647 (43)	56885 (33)	32478 (19)	607465	304060	50

(注) 1. 昭和 55 年度全国道路交通情勢調査による。
2. 混雑区間走行台キロは、混雑度 1.0 以上の区間における走行台キロを示す。
3. 混雑度 1.0 とは、交通量が道路の交通容量に等しい状態をいう。
4. 混雑度 1.0~1.5 の場合は朝夕のピーク時間を中心に渋滞が生じ、混雑度 1.5 以上の場合は 1 日中渋滞する。
5. () 内の数値は、累積度数による構成比 (%) である。

表—5 自動車保有台数と走行台キロ

国名	舗装延長 A (千 km)	自動車保有台数 B (千台)	大型車台数 C (千台)	D=C/B (%)	E=B/A (台/km)	F=C/A (台/km)	年間総走行 台 G(億台キロ)	H=G×D (億台キロ)	I=H/A (万台)
アメリカ	5 169	154 118	33 870	22.0	29.8	6.6	24 250	5 335	10.3
西ドイツ	419	24 769	1 533	6.1	59.1	3.7	3 259	199	4.7
イギリス	340	16 951	1 878	11.1	49.9	5.5	2 774	308	9.1
フランス	738	21 780	2 650	12.2	29.5	3.6	3 030	370	5.0
日本	178	37 874	14 214	37.5	212.8	79.9	4 380	1 640	92.1

(注) 1. IRF Edition 1981 による。ただし、日本は道路統計年報 1981 および建設省道路局資料による。
2. 日本の舗装延長は市町村道も含む全道路の場合(簡易舗装を除く)

(3) 交通荷重

わが国の自動車保有台数は約 3 800 万台であり、表—5 のヨーロッパ諸国に比べるとほぼ 2 倍である。これを舗装延長で除した値 (E 欄) は、舗装に対する交通の密度を示す一種の指標となるが、わが国のそれは他の数倍になっている。

表—5 にみられるわが国の自動車保有の特徴は、他に比べ大型車の割合が大きいことで、これは舗装の破損に重大な影響を与えることになる。この特徴をさらに明確にするために、舗装延長 1 km 当たりの大型車保有台数を同表の F 欄に示した。これを舗装に対する破壊作用の指標としてみると、わが国は欧米の 10 倍以上になっており、わが国の舗装がきわめて苛酷な荷重条件にさらされていることがわかる。

表の G 欄は、自動車の年間総走行台キロである。ここで、大型車と乗用車の走行距離が等しいと仮定すれば、これに大型車混入率を乗ずることにより大型車の年間総走行台キロが計算できる。これを舗装延長で除した値 (I 欄) は、舗装に対する大型車走行密度ともよぶべきもので、舗装上の 1 地点を年間に通過する大型車台数を表わしている。この値も、わが国では欧米諸国の 10 倍前後の値となっている。

(4) 温度

わが国では、夏季の気温が 30°C を超える日数が多いと多く、しかもそれが 2 週間以上続くこともあるのに対し、ヨーロッパなどでは 30°C を超す日はきわめて少ない⁹⁾。

気温が上がれば舗装の温度も上昇し、わが国のアスファルト舗装の場合、夏季の表面温度は 60°C に達する。ヨーロッパでの観測例をみると、舗装表面温度で一般にこれより 10°C 程度低く、その継続日数もわが国に比べて短くなっている。この温度の相違は、アスファルト混合物の高温安定性を調べるホイールトラッキング試験の温度条件、すなわちヨーロッパでは 45°C、わが国では 60°C で行うという差ともなって現われている。アスファルト混合物の耐流動性からみれば、これらの温度にお

ける 10°C の差はきわめて大きいものがあり、動的安定度では 7~10 倍の違いとなる⁹⁾。このようにわが国のアスファルト舗装は、夏季の温度という点からみただけでも、流動を生じやすい苛酷な環境にあるといえる。

以上、舗装のおかれた環境を考察してきたが、諸外国に比べわが国の舗装は特に、わだち掘れが促進される条件にあることがわかった。このような条件は今後も継続するため、コントロールしやすい材料面からの効果的な対策が切望されている現状である。

3. 高粘度アスファルトの開発

本研究では、耐流動に効果的な混合物を得る目的で、アスファルトの高温時の粘度に着目し、これを高めたアスファルトを試作したが、その経過と試作アスファルトの性状を本章で述べる。

(1) 60°C 粘度の導入

アスファルト混合物の流動は、アスファルトのコンシステンシーに大きく支配されるが、コンシステンシーの尺度として従来使用されてきた針入度、軟化点に代え、本研究では、アスファルトの 60°C における粘度 (以下、60°C 粘度と略す) を導入した。これは、次に述べる理由によるものである。

- ① わが国の路面最高温度が 60°C とされていることから考えて、流動現象を検討するにはこのような高温時のアスファルトの性質をとらえる必要がある。
- ② アスファルト混合物の高温安定性を評価する方法であるマーシャル試験、ホイールトラッキング試験は、いずれも 60°C で行われており、この温度におけるデータが豊富である。

この方針のもとに、一般に市販されている舗装用ストレートアスファルト (以下、市販アスファルトと略す) の 60°C 粘度を調査した結果、次のような範囲にあることが明らかとなった²⁾。

- 針入度 80/100 ……1 000~1 500 poise
- 針入度 60/80 ……1 500~3 000 poise
- 針入度 40/60 ……3 000~4 000 poise

(2) 高粘度アスファルトの試作

本研究はアスファルトの 60°C 粘度を高めて耐流動効果を上げようとするものである。このようにアスファルトを改質する方法として可能なものは、① 蒸留法、② プロパン脱れきによるブレンド法、③ 触媒を添加してアスファルトを重合する方法、④ 軟質アスファルトを触媒なしでブローイングする方法、などがある¹⁰⁾。以上の方法を、比較検討した結果、粘度調整が比較的容易である、低温脆化の危険が少ない、経済的に大量供給が可能である、などの理由により、本研究が目的とする 60°C 粘度を高めたアスファルト（以下、高粘度アスファルトと略す）の製造には、④ のブローイング法を採用することにした。

60°C 粘度を 4000±800 poise（2種類）、8000±1600 poise（3種類）、16000±3200 poise（2種類）に高めた目標を定め、高粘度アスファルト計7種類をブローイング法で試作した。ここで目標粘度の許容誤差は、20%程

度と考えている。なお、この試作にあたっては、針入度を 40 以下とする、180°C 粘度を 2 poise 以下とするなど低温性状、施工性にも支障のないように配慮した。

(3) 試作アスファルトの物理的性状

高粘度アスファルトは実際の舗装に使用するものであるから、粘度を高めたとしても舗装用アスファルトとして必要な他の性状を損なうことがあってはならない。これを確認するため、試作アスファルト7種類と市販アスファルト3種類につき、各種の規格試験を実施した。

試験結果（表—6）によれば、試作アスファルトの特徴は次のように要約することができる。

- ① 試作アスファルトは、それぞれ前もって定められた 60°C 粘度の目標値の範囲にあり、市販アスファルトに比べてかなり高い値となっている。
 - ② 試作アスファルトは、アスファルト舗装要綱（昭和 50 年版）の規格値をほとんど満足している。
- 以上の結果より、高粘度アスファルトはブローイング

表—6 市販・試作アスファルトの性状試験結果

規格試験	ストレートアスファルト			高粘度アスファルト						
	市販80/100	市販60/80	市販40/60	試作4000 poise		試作8000 poise			試作16000 poise	
	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5	No. 6	No. 7	No. 8	No. 9	No. 10
針入度 (25°C, 100g, 5秒)	92	68	55	59	82	46	64	64	45	60
軟化点 °C	46.3	50.2	50.2	53.0	50.8	57.6	55.8	56.7	59.5	58.7
伸度 (15°C)cm	150+	150+	150+	48	50	15	7	7	11	5
蒸発質量変化率 %	0.02	0.02	増0.01	増0.01	増0.01	増0.01	0.01	0.02	0.01	0.01
蒸発後の針入度 (原針入度に対して) %	91.0	92.6	94.2	96.5	91.7	93.8	93.8	98.4	95.0	94.9
蒸発後の針入度比 %	100.0	100.0	100.0	101.8	102.6	102.2	101.7	100.0	102.0	100.0
薄膜加熱質量変化率 %	+0.05	+0.06	-0.11	-0.06	+0.02	-0.04	+0.05	+0.09	+0.03	+0.09
薄膜加熱後の針入度 (原針入度に対して) %	59.8	61.8	74.5	69.5	63.4	73.9	79.7	76.6	71.1	76.7
四塩化炭素可溶分 %	99.68	99.86	99.98	99.93	99.89	99.66	99.77	99.88	99.76	99.96
引火点 °C	316	316	350	286	288	336	304	306	312	290
比重 (25/25°C)	1.0245	1.0299	1.0379	1.0311	1.0122	1.326	1.0001	1.0090	1.0314	1.0117
60°C 粘度 poise	1290	2430	3110	4220	4590	9100	8350	8380	14550	13430

表—7 アスファルトの分析結果

項目	種類	舗装用高粘度アスファルト					市販アスファルト		ブローンアスファルト
		第1次試験舗装		第2次試験舗装		第3次試験舗装	ストレートアスファルト		
		原アスファルト	回収アスファルト ⁽⁵⁾	原アスファルト	回収アスファルト ⁽⁵⁾	原アスファルト	針入度 40/60	針入度 60/80	
60°C 粘度 poise		16200	201000	15500	454000	9600	3500	2200	8.9×10 ⁷
組成分析	アスファルテン分 %	18.6	25.9	18.0	27.3	18.4	14.4	14.8	28.3
	レジン分 %	17.9	20.7	17.6	21.4	18.0	21.6	19.8	22.9
	芳香族分 %	39.2	33.5	39.5	31.6	38.8	46.3	47.3	31.2
	飽和分 %	24.0	15.6	24.4	15.9	24.2	16.7	18.2	16.1
分子量	M _w ⁽¹⁾	2000	2340	1940	2200	2070	1380	1400	2490
	M _n ⁽²⁾	780	820	740	790	770	710	750	890
	M _w /M _n ⁽³⁾	2.56	2.85	2.62	2.78	2.69	1.94	1.87	2.80

注 (1) 平均分子量を示す。
 (2) 重量平均分子量を示し、分子量の大きいものの存在を反映している。
 (3) 数平均分子量を示し、存在する分子の数による平均である。
 (4) M_w/M_n は分子量分散度を示し、大きいほど分布が広いことを示す。
 (5) 回収アスファルトは表層から回収したアスファルトである。

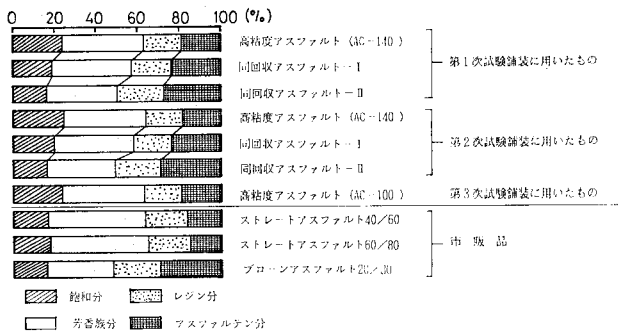


図-2 高粘度アスファルトおよび市販アスファルトの組成

法により製造可能なこと、舗装用アスファルトとして使用しても特に問題は無いことが明らかとなった。

(4) 試作アスファルトの化学的性状

アスファルトの分子構造は複雑で、分子量の異なる多くの化学成分が混在している。これらの成分はブローイング、骨材との加熱混合、舗設および供用などの各過程を通して酸化作用を受け、化学的性状が変化する。

表-7 は、後に 5. で述べる試験舗装（第1次～第3次）に使用した高粘度アスファルトと、市販アスファルト、ブロンアスファルトの化学的性状を比較した結果である。なお、組成分析には飯島式4成分分離法¹¹⁾、分子量および分子量分布の測定には GPC (Gel Permeation Chromatography) を採用した。試験結果は、次のように要約される。

- ① 組成分析によれば 図-2 から明らかなように、高粘度アスファルトは市販アスファルトに比べ、アスファルテン分と飽和分が多く芳香族分は少ない。しかし、ブロンアスファルトに比べるとその逆となり、組成的には両者の中間に位置している。なお、図-2 で AC-140, AC-100 はそれぞれ 60°C 粘度が 14 000 poise, 10 000 poise のアスファルトを示す。また回収アスファルト I は基層から、II は表層から回収したアスファルトを意味している。
- ② 分子量の大きさ、分子量分布からみても、高粘度アスファルトは、市販アスファルトとブロンアスファルトの中間的な位置にある。

4. 高粘度アスファルトを用いた混合物の性状

前章で述べた 7 種の高粘度アスファルトと 3 種の市販アスファルトを用いて混合物を作製し、高温安定性をみるためにマーシャル安定度試験、ホイールトラッキング試験、低温脆性の検討に高速曲げ試験、はく離抵抗性を調べるために水浸マーシャル安定度試験をそれぞれ実施した。

(1) マーシャル安定度試験

供試体の作製にあたっては、アスファルト舗装要綱（昭和 50 年版）に準拠し、次のとおりとした。

骨材粒度：密粒度アスファルトコンクリートの粒度

アスファルト量：5.0～7.0% の範囲で 0.5% おきに 5 種類

突固め回数：表裏それぞれ 75 回

マーシャル安定度試験結果から求めた設計アスファルト量は、アスファルトの種類に関係なくほぼ 6.0% であり変動幅も小さかった。そのため、4.2～4 の混合物試験においてはアスファルト量を 6.0% と一定にした。

図-3 は、アスファルトの 60°C 粘度とマーシャル安定度の関係を示したものである（アスファルト量=6.0%）。図から明らかなように、60°C 粘度が高いほどマーシャル安定度も高く、高温安定性に優れているといえる。

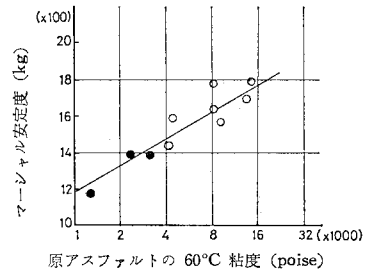


図-3 原アスファルトの 60°C 粘度とマーシャル安定度の関係

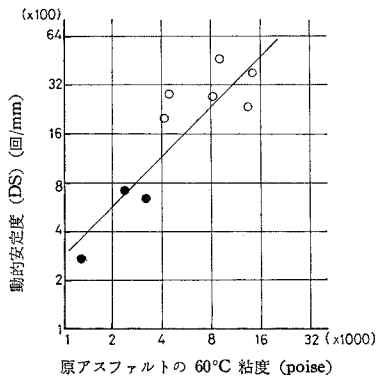
(2) ホイールトラッキング試験

ホイールトラッキング試験は、アスファルト混合物の高温における耐流動性を評価する試験であり、この結果として得られる動的安定度 (Dynamic Stability, 以下、DS と略記する) は、実際の舗装のわだち掘れと高い相関のあることが実証されている¹²⁾。

供試体作製に使用した材料、骨材粒度はマーシャル安定度試験の場合と同様であり、試験条件も通常の方法に従った。

図-4 は、アスファルトの 60°C 粘度と DS の関係を示したものである。図から明らかなように、60°C 粘度が高いほど DS も大きくなる傾向にある。

以上、2つの試験を通じて、60°C 粘度は混合物の高温安定性と高い相関のあること、したがって 60°C 粘度を高めた高粘度アスファルトは耐流動効果を期待できることが明らかとなった。



図—4 原アスファルトの 60°C 粘度と動的安定度 (DS) の関係

(3) 高速曲げ試験

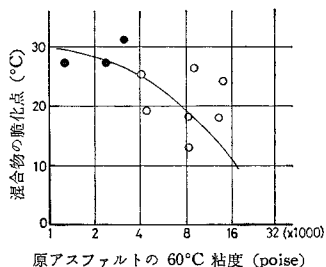
本研究で試作した高粘度アスファルトは高温安定性を重視したものであるが、これと表裏の関係にある低温脆性をないがしろにすることは、耐ひびわれの面で問題がある。そこで、この点を検討すべく高速曲げ試験を実施した。

混合物の作製方法はホイールトラッキング試験の場合と同様にし、ダイヤモンドカッターで供試体 (4×4×30 cm) を切り出し、恒温室中で 2 点支持中央載荷により載荷速度 13 cm/s で曲げ試験を行った。試験温度を種々に変えて (-10°C~35°C) 実験した結果から、温度を横軸、曲げ強度を縦軸にとってプロットした図で、曲げ強度が極大値を示すときの温度を脆化点とよび、一般に低温性状の目安とされている。脆化点が低いほど脆くなりにくいことを意味し、低温性状は良好と判断される。

図—5 は、アスファルトの 60°C 粘度と混合物の脆化点の関係を示したものである。データにかなりのばらつきはあるが、60°C 粘度を高くするとむしろ脆化点が低くなり、低温性状も安全側に移行する傾向がある。

(4) 水浸マーシャル安定度試験

試作した高粘度アスファルトは、表—6 にみられるように市販アスファルトに比べて硬く、伸度も小さい。こ



図—5 原アスファルトの 60°C 粘度と混合物の脆化点の関係

のため、混合物とした場合、骨材とはく離抵抗性が懸念された。

一般に、はく離抵抗性は水浸マーシャル安定度試験によって判定されるが、本研究においてもこの試験を採用し、アスファルト 10 種類それぞれを用いて作製した混合物の性状を調べた。その結果、高粘度アスファルトでは残留安定度の平均値が 85% あり、アスファルト舗装要綱 (昭和 53 年版) の 75% 以上という規定を上回っているため、はく離の心配はないと判断された。

以上の結果からみると、本研究で試作した高粘度アスファルトは、舗装用アスファルトとして必要な性状を備えながら、なおかつ耐流動効果の期待できるアスファルトであると結論できる。しかし、これは小規模のブローイング装置で試作した材料の室内試験による結果であって、実際の舗装に使用した場合、効果があるか否かについては推定の域を出ない。また、60°C 粘度を高めたことにより発生する可能性がある他の破損の検討も十分とはいえない。したがって、本研究の次の段階は、高粘度アスファルトを用いた混合物を実際の舗装に舗装して、その供用性を検討することとなる。

5. 試験舗装による検討

前章までの室内試験結果をふまえて、高粘度アスファルトを用いた混合物を供用中の道路に舗装し、その適用性を検討した。試験舗装のおもな目的は、高粘度アスファルトの耐流動効果の確認と、60°C 粘度の適正値を見出すことにある。

(1) 高粘度アスファルトの品質規格

試験舗装に先だって、高粘度アスファルトの品質規格を表—8 のように定めた (第 1 次規格)。なお、同表には試験舗装の成果を反映して改訂を加えた第 2 次、第 3 次規格も、比較のため載せてある。

通常の舗装用アスファルトの品質規格に比べ、この第 1 次規格の最も特徴とするところは、60°C 粘度の項目を設け、その目標を 14000 ± 4000 poise というきわめて高い値に規定した点にある。この値を採用したのは次のような理由による。

- ① 通常の舗装用アスファルトの 60°C 粘度は 1500~4000 poise であるが、このうち最も粘度の高い種類である針入度 40/60 のアスファルトでも他に比べて耐流動効果があまりみられないことから、4000 poise の 2~3 倍、すなわち 10000 poise 程度は必要と考えられる。
- ② 従来の経験をもとに、ひびわれ発生の著しい舗装のアスファルトの性状から推定すると、60°C 粘度

表-8 高粘度アスファルトの品質規格

種 類 項 目	第 1 次 規 格		第 2 次 規 格	第 3 次 規 格
	AC-140	AC-80	AC-140	AC-100
粘 度 (60°C poise)	14 000 ±4 000	8 000 ±2 000	14 000 ±4 000	10 000 ±2 000
粘 度 比 (60°C (薄膜加 熱後/加熱前))	—		6.0 以下	5.0 以下
動 粘 度 (180°C cSt)	200 以下	200 以下	200 以下	200 以下
薄膜加熱質量変化率 (%)	0.6 以下	0.6 以下	0.6 以下	0.6 以下
針 入 度 (25°C, 100 g, 5 秒)	40 以上	40 以上	40 以上	40 以上
三塩化エタン可溶分 (%)	99.0 以上	99.0 以上	99.0 以上	99.0 以上
引 火 点 (°C)	260 以上	260 以上	260 以上	260 以上
比 重 (25/25°C)	1.000 以上	1.000 以上	1.000 以上	1.000 以上

を 20 000 poise 以上にすることはひびわれの危険性がある。

- ③ アスファルトの 60°C 粘度を、ブローイング方式で 10 000 poise 以上の所定の値に調整することは初めての試みであるため、製造上の精度から判断すると ±4 000 poise の誤差はやむを得ない。

このように、14 000±4 000 という数字は、この時点で、種々の要因を総合的に判断して暫定的に定めたものである。したがって、この値は以後の試験舗装の結果により調整されるべきものである。

(2) 試験舗装の概要

試験舗装は、建設省各地方建設局、東京都建設局、神奈川県土木部、首都高速道路公団などの協力を得て、下記のとおり三次にわたり延べ約 12 万 m² を実施した。

- 第 1 次 昭和 52 年度 9 か所・37 工区 41 538 m²
- 第 2 次 昭和 53 年度 14 か所・53 工区 46 255 m²
- 第 3 次 昭和 56 年度 11 か所・11 工区 32 171 m²

(3) 第 1 次試験舗装

本章で定めた第 1 次規格を目標とする高粘度アスファルトを製造し、これを用いて上記の規模の試験舗装を行った。なお、参考のため、8 000 poise 目標のアスファルトも供試した。混合物の種類は、表層に密粒度アスファルトコンクリートを、基層には粗粒度アスファルトコンクリートを中心とし、アスファルト量はほとんどの混合物でアスファルト舗装要綱の定める設計アスファルト量とした。

試験舗装の結果から、高粘度アスファルトは耐流動にきわめて効果のあることがわかった。しかしながら、多くの箇所でも早期にひびわれの発生をみたため、これらについて検討したところ、そのほとんどの場合、原アスファルト（加熱混合する前のアスファルト）の 60°C 粘度が規格以上に高いことが明らかとなった。また、薄膜加熱試験後の原アスファルトに対する 60°C 粘度の比（以上、粘度比と略す）が大きい場合に、ひびわれ発生が顕

著であることが判明した。このため、粘度のみならず粘度比をも新たに規定する必要に迫られた。

(4) 第 2 次試験舗装

第 1 次試験舗装を参考にして、粘度比を 6.0 以下と定める（第 2 次規格）とともに、60°C 粘度の規格を厳守することに十分配慮して高粘度アスファルトを製造し、第 2 次試験舗装を実施した。その結果は、耐流動性のみならず、ひびわれ防止についてもほぼ満足できるものであった。しかし、個々のデータについて詳しくみれば、次のような傾向のあることが判明した。

- ① 粘度比が 6.0 以下の規格内にあっても、5.0 以上の場合にはひびわれが発生した。
- ② 60°C 粘度が 15 000 poise を超える箇所ではひびわれが発生した。
- ③ 60°C 粘度が 7 000 poise を下回る箇所では流動が生じた。

以上の点を考慮すると、規格を若干修正すればさらに良好な結果が期待できそうである。

第 1 次、第 2 次の試験舗装を通じて得られたデータは、膨大な量になるため、ここでは主要な結果に限定して例示する。

図-6 は、大型車交通量 (N) に対するわだち掘れ量の変化をみたものである。図中には、市販アスファルトとの比較のため、第 29 回建設省技術研究会の調査結果を点線で示した。データにばらつきはあるものの、高粘度アスファルトの耐流動効果は明らかであり、わだち掘れ量は市販アスファルトを使用した場合のほぼ 1/2 程度と推定できる。

図-7 には、わだち掘れ量とひびわれ率の 60°C 粘度による変化を平均的な線で示した。図より、60°C 粘度が高くなるにつれてわだち掘れは緩やかに減少するが、60°C 粘度が 10 000 poise を超えると急激にひびわれ率が增大することがわかる。すなわち、わだち掘れとひびわれを両方防止するには、60°C 粘度を 10 000 poise 程度に調整することが望ましいといえる。

図-8, 9 には、それぞれコア回収アスファルトの 60°C 粘度と動的安定度を同様に示した。これらの図より、わ

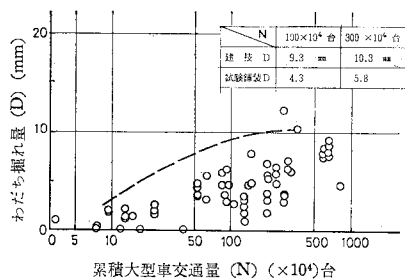


図-6 N とわだち掘れ量の関係

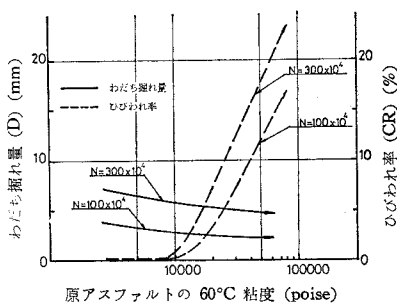


図-7 原アスファルトの 60°C 粘度と供用性の関係

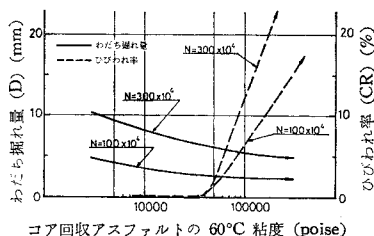


図-8 コア回収アスファルトの 60°C 粘度と供用性の関係

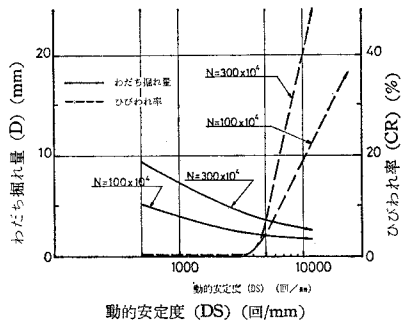


図-9 動的安定度 (DS) と供用性の関係

だち揺れとひびわれを両方考慮した 60°C 粘度、DS の適正範囲が見出せそうである。

(5) 第3次試験舗装

これまでの試験舗装の結果から、品質規格のうち 60°C 粘度を $10\,000 \pm 2\,000$ poise、粘度比を 5.0 以下に改訂した (第3次規格)。これは、耐流動性を重視しながら、なおかつ耐ひびわれも考慮した、60°C 粘度および粘度比の適正範囲と考えられるものであるが、さらにこれを確認すべくこの規格に基づいた第3次試験舗装を実施した。これらの供用性状は今後の調査を待たなければならないが、施工後 4~8 か月までの観測では問題はないので、本研究の舗装用高粘度アスファルトはほぼ実用化されたと判断される。

6. 結 論

本研究によって得られた成果は次のとおりである。

(1) わが国の舗装で流動が特に著しい理由を、舗装のおかれた環境の面から明らかにした。

(2) アスファルト混合物の耐流動性は、アスファルトの諸性質のうち 60°C 粘度を目安にするのが合理的であることを示した。

(3) プローイング方式により、60°C 粘度を所定の値に高めたアスファルト (高粘度アスファルト) の製造が可能であることを明らかにした。

(4) 高粘度アスファルトを開発し、これが耐流動に富むことを試験舗装により実証した。

(5) 耐流動とともに耐ひびわれも考慮した 60°C 粘度の、適正範囲を見出した。

謝 辞：本研究の実施にあたっては、下記の機関に格別のご協力を賜った。

建設省道路局、同土木研究所、同地方建設局、東京都建設局、神奈川県土木部、大阪府土木部、首都高速道路公団、阪神高速道路公団、名古屋高速道路公社、社団法人日本道路協会、社団法人日本アスファルト協会および会員研究機関

これらの関係各位ならびに貴重な資料を快くご提供下さった方々に対し、厚く感謝の意を表する。

参 考 文 献

- 1) 「特集・舗装用アスファルトの研究」アスファルト、No. 110、日本アスファルト協会、昭和 52 年。
- 2) 「重交通道路の舗装用アスファルトの研究」日本アスファルト協会、昭和 53 年。
- 3) 多田宏行ほか：セミプローンアスファルトを用いた試験舗装、道路、1980-8、日本道路協会、昭和 55 年。
- 4) 多田宏行ほか：特集・昭和 56 年度舗装用セミプローンアスファルトの試験施工、アスファルト、No. 130、日本アスファルト協会、昭和 57 年。
- 5) 小野 豊ほか：わだち揺れ対策としての針入度 40-60 アスファルトの効果、舗装、1977-8、建設図書、昭和 52 年。
- 6) 「高架橋等の舗装に関する調査研究報告書」首都高速道路協会、昭和 56 年。
- 7) 達下文一ほか：重交通都市道路舗装の維持管理、舗装、1981-5、建設図書、昭和 56 年。
- 8) 「理科年表」東京天文台編、丸善、昭和 56 年。
- 9) 「近畿地建における一日土研資料」建設省土木研究所資料第 1612 号、昭和 55 年。
- 10) 菅原照雄ほか：土木材料 III、アスファルト、共立出版、昭和 49 年。
- 11) 松原三千郎：組成分析法、アスファルト、120 号、日本アスファルト協会、昭和 54 年。
- 12) 建設省土木研究所資料 第 923 号、昭和 49 年。

(1982.6.10・受付)