

アスファルト

第31巻 第157号 昭和63年10月発行

157

特集・アスファルトの品質と性状

特集にあたって	安 崎 裕	1
最近の原油事情	田 和 健 次	2
道路用ストレートアスファルトの 規格と試験法について	牛 尾 俊 介	9
石油アスファルトのJIS試験法改正について		
	技術委員会・試験法分科会	35
石油アスファルト軟化点試験方法の自動化について		36
石油アスファルト密度試験方法について		38

〈報 文〉

セミブローンアスファルト(AC-100)

第3次試験舗装の供用性追跡調査結果	多田宏行・伊藤正秀	41
-------------------	-----------	----

〈海外報告〉

韓国・シンガポール及び台湾のアスファルト事情	土居貞幸	58
------------------------	------	----

〈用語の解説〉

特殊骨材・硬質骨材・エメリー・カルサインドボーキサイト・

シノパール・着色骨材・再生骨材	小島逸平	64
-----------------	------	----

はく離性	高橋正明	66
------	------	----

〈資 料〉昭和62年市販アスファルトの性状調査	技術委員会	67
-------------------------	-------	----

〈統計資料〉石油アスファルト需給統計資料		71
----------------------	--	----

ASPHALT

社団法人 日本アスファルト協会
JAPAN ASPHALT ASSOCIATION

特集にあたって

安 崎 裕

建設省土木研究所道路部舗装研究室長

110万kmにも及ぶ我国の道路舗装の約95%は、アスファルト舗装でなされていることからわかるように、アスファルトは舗装材料として、きわめて重要な役割を担っている。しかし、アスファルトは、将来も現在と同じような地位を保ち続けえるであろうか。

日本のアスファルト舗装が初めて施工されたのは、明治11年の東京神田の昌平橋のシートアスファルト舗装といわれ、100年以上の歴史をアスファルト舗装は有している。しかし、大量に施工されるようになったのは、我国経済の高度成長の始まった昭和30年代からであり、その意味では、まだ新しい材料、未完成の材料といえる。

舗装用のアスファルトは、石油精製の過程で作られる石油アスファルトがほとんどを占めるが、石油産地は多様化、石油精製技術も進歩しており、アスファルトも、その品質性状が不変ということはありません、アスファルト製造に適した原油を選んで、所要の品質を満たすアスファルトを製造しているのが現状である。

又、道路舗装に対する利用者のニーズも多様化、高度化しており、それに対応して、アスファルト舗装の塑性流動や摩耗に対する抵抗性を高めた特殊アスファルトに対する需要も増えてきている。

この11月には、日本道路協会から、新しいアスファルト舗装要綱が刊行される予定であるが、そ

こでは、アスファルトに関する品質規定も改質アスファルトを含め、一部見直しがなされている。また、JIS規格も、現在、見直し作業が進行中であり、新しいJISが来年には発表されるものと思われる。

一方、米国においては、社会資本の維持管理に対する過去の投資不足から「荒廃するアメリカ」を招いたことの反省から、SHRP研究計画(Strategic Highway Research Program)が、昨年より開始された。これについては、「道路」等で既に紹介されているので、詳細な説明は省くが、その中の6つの研究プロジェクトの1つに、アスファルトが取りあげられている。そこでは、アスファルトの化学的、物理的性状と舗装の供用性との関連を調べ、それに基づいたアスファルトの仕様及びアスファルト混合物の基準について提言を行なうことを目的としている。

このように、アスファルトの品質性状に対する議論が国の内外で活発化している。そこで、アスファルト誌では、本協会の技術委員会品質試験法分科会でのアスファルトの品質性状に関する検討結果や、過去に本協会が中心になって開発したセミブローンアスファルトの試験舗装の追跡結果など、アスファルトの品質や、試験法に関する現状を紹介することとした。

最近の原油事情

田 和 健 次*

1. 世界の原油事情

ここ10年間の世界の原油事情は大きな変化を示した。

1978年・79年の第二次石油危機を契機として原油価格は高騰し、それにより、自由世界における石油需要は、省エネルギーや代替エネルギー開発の促進により減少基調となった。原油生産量は1979年の4,860万バレル/日をピークとして減少を続け83年に3,804万バレル/日と底を打ったが、その後86年は4,052万バレル/日、87年は4,033万バレル/日と若干回復した。しかし、この間、北海やメキシコ等の地域を中心とする非OPEC諸国の原油生産量が増大し、これに伴いOPEC諸国の自由世界における原油生産量の割合は、79年の63.4%から85年には41%にまで低下したが、85年12月ジュネーブで開催されたOPEC総会における市場シェア確保策の決議に基づき増産が行なわれ86年には44%と回復し、87年も同様の水準となった。

この近年の需給緩和状態に対処するため、OPEC諸国は83年3月にアラビアン・ライトの公式販売価格を5ドル/バレル引き下げ29ドル/バレルとし、84年12月には原油価格維持のためOPEC諸国の原油生産量を1,600万バレル/日とすることとした。さらに、85年1月には再度アラビアン・ライトの公式販売価格を1ドル/バレル引き下げ28ドル/バレルとしたが、その後も原油市場は低迷を続けた。これら石油情勢の変化、原油油種間価格差の変動・非OPEC諸国の原油生産量の増大・スポット市場の低迷は、世界の石油需給の緩和基調がしばらく続くことを示すこととなり、原油の調達パターンは原油価格が割高で硬直的な長期契約ベースが縮少し、スポット市場が拡大した。

OPEC諸国は、85年末におけるOPEC総会で世界市場におけるOPEC諸国の適正なシェアの確保・防衛を決議し、スウィングプロデューサーの役割を放棄したサウジアラビアを始めとして各国が増産を開始したことにより石油需給は一段と緩和した。これによ

り原油価格は急落し、7月には、ドバイ・オマーンで7ドル/バレルの水準にまで低下した。

一方、80年にはイラン・イラク間で戦争が始まり、84年には両国によるタンカー攻撃へと発展し、両国の対立は年々深まっていた。この戦争の影響はOPEC諸国の足並みの乱れとなって現われ、86年7月のOPEC総会場で合意された減産協定について、イラクはイランと同量の生産枠割当てを主張し、この協定には加わらず以後もこの状態が続いている。

この減産合意により市況は若干の回復を見せ86年末のOPEC総会では、87年2月から7油種の平均価格を18ドル/バレルとする固定価格制へと復帰することとなったが、軽質原油と重質原油の価格差が約3ドル/バレルと大きく設定されたため重質原油の割安感が生じ、世界的に重質原油の取引が拡大した。

この固定価格制は、87年中はペルシャ湾における米国フリゲート艦誤爆事件やメッカ事件等の中東情勢の緊張により継続されたが、87年後半のOPEC諸国の生産枠を超える増産、イラクの生産協定への取り込みの失敗により87年末から世界の原油市場は再び軟化し、OPEC諸国は原油販売の多くを固定価格制から市場連動方式へと切替えた。このため、OPEC諸国は価格維持を目的とする非OPEC諸国との協調に関して88年4月に非OPEC諸国との会議およびOPEC石油相会議を開催したが具体的な結論は出ずその後6月のOPEC定例総会、8月の価格動向監視委員会においても現状維持、諸問題先送りの形となったため原油市場は更に軟化し現在まで続いている。

ここでアスファルト製造用の原油であるクウェート、イラニアン・ヘビー、カフジ、アラビアン・ヘビーおよび参考としてアラビアン・ライトの88年初からのスポット価格の変化を表-1に示す。この5油種のうち、カフジとアラビアン・ヘビーは同一のフォーミュラとなっておりアラビアン・ライトとの価格差は若干の変

*たわ けんじ 石油連盟外国調査部輸入・開発調査課係長

動はあったものの最近では、G S Pにおける価格差である1.25ドル／バレルの水準となっている。一方、クウェート、イラニアン・ヘビーは、フォーミュラーに若干の修正が行なわれたこともあって、アラビアン・ライトとの価格差はカフジ、アラビアン・ヘビーのそれと比べて変動が大きくなっているが、最近では、G S Pにおける価格差より縮小する傾向にある。

2. 日本の原油事情

世界の原油事情の変化は日本の原油事情にも大きな変化を与えることとなった。すなわち原油供給ソース

の多角化、原油供給チャネルの変化等であった。

① 地域別国別輸入（表－2、図－1参照）

地域別には中東地域からの輸入割合が79.5%から62年度には67.9%と低下した反面、東アジア地域からのそれは3.2%から7.9%に、北米地域は0.0%から5.3%へと増加した。また、この間におけるO P E C依存度は87.2%から73.8%へと低下した。

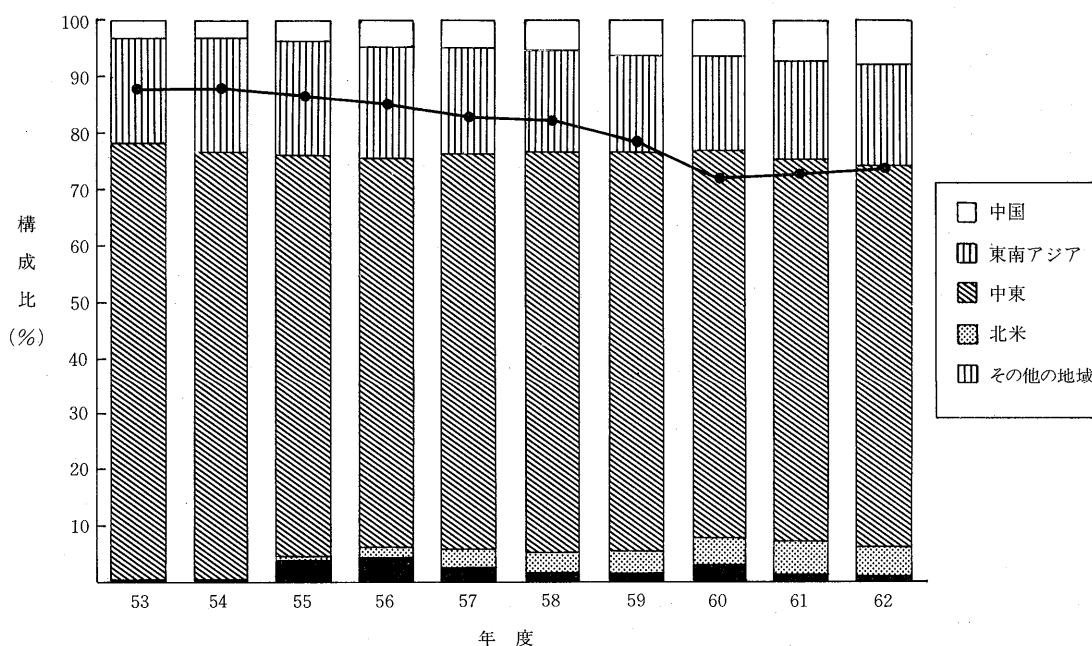
国別には原油販売政策が硬直的なサウジアラビアからの輸入割合が減少し、アブダビ、ドバイを中心とし柔軟な価格政策をとったアラブ首長国連邦および緊張するペルシャ湾外の原油供給ソースであるオマーンが

表－1 アスファルト基原油の価格推移

(単位：ドル／バレル)

油 種	G S P	S P O T 価 格							
		1 / 26	2 / 26	3 / 31	4 / 29	5 / 27	6 / 24	7 / 29	
アラビアン・ライト		17.52	15.50	14.30	14.15	15.45	15.10	13.70	13.80
クウェート	価 格 A Lとの差	16.67 0.85	15.00 0.50	13.60 0.70	13.45 0.70	14.80 0.65	14.35 0.75	12.75 0.95	13.05 0.75
イラニアン・ヘビー	価 格 A Lとの差	16.89 0.63	15.20 0.30	13.30 1.00	13.65 0.50	14.25 1.20	14.40 0.70	13.15 0.55	13.35 0.45
カフジ	価 格 A Lとの差	16.27 1.25	14.20 1.30	12.80 1.50	13.00 1.15	14.30 1.15	13.85 1.25	12.45 1.25	12.55 1.25
アラビアン・ヘビー	価 格 A Lとの差	16.27 1.25	14.20 1.30	12.80 1.50	13.00 1.15	14.30 1.15	13.85 1.25	12.45 1.25	12.55 1.25

(出所) Platt's



図－1 地域別原油輸入割合の推移

表-2

O P E C	O A P E C	年 度 国 名		52	53	54	55	56	57	58	59
*		中 国		7,268	8,658	8,585	9,523	10,914	10,243	11,284	13,353
		東南 アジア	イ ム								
			タ ヤ		1,777	3,260	3,091	2,086	1,338	1,487	2,816
			ベ ク	1,136	1,173	1,324	1,204	1,158	1,008	1,335	1,835
			マ ラ	2,163	2,847	2,160	1,325	1,419	1,661	1,526	1,446
			サ ワ	9,272	9,118	9,245	7,480	4,639	4,969	4,697	4,279
			ブ ネ	33,494	35,098	40,161	37,393	36,440	30,042	29,743	26,162
		イ ン	46,065	50,013	56,150	50,493	45,742	39,018	38,788	36,538	
		中	ビ ル マ			66	39				
			イ ン	53,835	34,851	36,145	5,664	12,036	14,818	23,072	13,921
*	*	イ ク	8,344	10,481	16,953	13,782	4,623	2,948	571	1,281	
		バ レ				53	106				
		サ ウ	86,536	80,309	74,580	82,213	81,368	68,129	59,904	56,814	
		ク ウ	17,618	22,330	21,501	8,840	7,538	1,865	3,498	5,130	
		中 立	11,374	15,705	16,248	13,446	9,115	11,253	13,468	12,804	
		カ タ	494	7,302	7,068	8,637	7,368	7,878	9,557	11,808	
		オ ー	9,458	10,567	9,753	8,737	8,325	8,556	10,397	14,167	
		北 イ									
		アラ ブ	31,741	28,770	28,157	36,576	29,065	30,546	31,086	35,343	
		計	219,397	210,315	210,405	177,948	159,544	145,993	151,553	151,268	
*	*	ヨ ー ロ ッ パ	ノ イ				157				
		ル ギ	93	71	44	109	101	60	115	83	
		ウ エ	93	71	44	266	101	60	115	83	
		北 米	カ メ							219	
		ナ メ		53		2,102	4,246	7,311	7,596	8,638	
		南 米	ベ ネ	333	380	617	2,544	2,434	1,217	1,165	
		エ ク				1,761	746			847	
		ズ アル				93	949	947	216	100	
		エ ラ	333	380	617	4,398	4,129	2,164	1,381	947	
		計									
*	*	ア フ リ カ	ア リ	2,131	308	450	1,994	2,963	1,822	1,123	522
		ジ ビ		101	728	1,194	1,150				
		エ ジ	242			172	348	765	626	1,270	
		ナ イ				645	991				
		ザ イ	164			425	103		65		
		ア メ									
		ン ル									
		計	2,537	409	1,178	4,430	5,555	2,587	1,814	1,792	
		オ ー ス ト ラ リ ア	133	222	98			19	94	292	
		合 計	275,826	270,121	277,143	249,199	230,231	207,395	212,844	212,911	
O P E C 計	246,139	235,635	242,608	214,689	195,837	170,518	173,187	164,732			
O A P E C 計	158,238	165,306	165,685	166,907	143,644	125,206	119,833	124,972			

(注) *はOPEC, OAPEC加盟国を示す。なお, OPEC加盟国は本表の12カ国の他ガボンを含み13カ国, OAPE
(出所) エネルギー統計年報

輸入割合を増加させた。また, G-G契約をベースとする中国, メキシコも輸入割合を増加させた。

62年度については重質原油の割安感および電力向け

需要の増加により重質原油保有国であるサウジアラビア, クウェート, 中国等が輸入割合を増加させ, 軽質原油保有国であるカタール, アラブ首長国連邦等が輸

原油国別輸入量

(単位: 10³ kl, %)

60	61	62	構 成 比										
			52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62
12,746	13,403	14,865	2.6	3.2	3.1	3.8	4.7	4.9	5.3	6.3	6.5	7.2	7.9
	35	454										0.0	0.2
3,481	3,413	2,328		0.7	1.2	1.3	0.9	0.6	0.7	1.3	1.8	1.8	1.2
2,280	1,828	1,467	0.4	0.4	0.5	0.5	0.5	0.5	0.6	0.9	1.2	1.0	0.8
1,748	1,987	1,435	0.8	1.1	0.8	0.5	0.6	0.8	0.7	0.7	0.9	1.1	0.8
3,027	2,748	2,837	3.4	3.4	3.3	3.0	2.0	2.4	2.2	2.0	1.5	1.5	1.5
22,551	23,141	25,163	12.1	13.0	14.5	15.0	15.9	14.5	14.0	12.3	11.4	12.3	13.4
33,087	33,152	33,684	16.7	18.6	20.3	20.3	19.9	18.8	18.2	17.2	16.8	17.7	17.9
					0.0	0.0							
13,709	12,792	12,042	19.5	12.9	13.0	2.3	5.2	7.2	10.8	6.5	6.9	6.8	6.4
6,268	7,681	8,397	3.0	3.9	6.1	5.5	2.0	1.4	0.3	0.6	3.2	4.1	4.5
93						0.0	0.1					0.0	
26,656	25,601	32,313	31.4	29.7	26.9	33.0	35.3	32.9	28.1	26.7	13.5	13.7	17.2
3,330	6,100	11,853	6.4	8.3	7.8	3.5	3.3	0.9	1.7	2.4	1.7	3.2	6.3
11,961	12,020	6,962	4.1	5.8	5.9	5.4	4.0	5.4	6.3	6.0	6.1	6.4	3.7
12,471	8,753	7,107	0.2	2.7	2.6	3.5	3.2	3.8	4.5	5.5	6.3	4.7	3.8
17,522	15,168	14,334	3.4	3.9	3.5	3.5	3.6	4.1	4.9	6.7	8.9	8.1	7.6
		125											0.1
43,788	39,230	34,415	11.5	10.7	10.2	14.7	12.6	14.7	14.6	16.6	22.2	20.9	18.3
135,705	127,438	127,548	79.5	77.9	76.0	71.4	69.3	70.4	71.2	71.0	68.8	67.9	67.9
380	226					0.1					0.2	0.1	
153	126	60	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.1	
533	352		0.1	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.1	0.0	0.2	0.2	0.0
	51	211							0.1			0.0	0.1
9,570	11,204	9,935		0.0		0.8	1.9	3.5	3.6	4.1	4.9	6.0	5.3
514	474	417	0.1	0.1	0.2	1.0	1.1	0.6	0.6	0.4	0.2	0.3	0.2
	81					0.7	0.3			0.1		0.0	
						0.0	0.4	0.5	0.1				
514	555		0.1	0.1	0.2	1.7	1.8	1.1	0.7	0.5	0.2	0.3	0.2
2,449	1,162	785	0.8	0.1	0.1	0.8	1.3	0.9	0.5	0.2			
				0.0	0.3	0.5	0.5						
			0.1			0.1	0.2	0.4	0.3	0.6	1.2	0.6	0.4
		97	0.0			0.3	0.4		0.0		0.1		
						0.2	0.0				0.0		0.1
2,542	1,162	882	0.9	0.1	0.4	1.9	2.4	1.3	0.8	0.8	1.3	0.6	0.5
2,564	199	301	0.1	0.1	0.0			0.0	0.0	0.1	1.3	0.1	0.2
197,261	187,516	187,903	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
141,248	135,873	138,669	89.2	87.2	87.5	86.2	85.1	82.2	81.4	77.4	71.6	72.5	73.8
106,923	100,640	101,832	57.4	61.2	59.8	67.0	62.4	60.4	56.3	58.7	54.2	53.7	54.2

C加盟国は本表のほかシリアを含み10カ国。

入割合を減少させた。なお、中立地帯はペルシャ湾奥への日本船配船停止の影響を受けて減少した。

② 原油供給チャネルの変化

(a) 原油供給者別輸入 (表-3, 図-2 参照)

日本の原油輸入を供給者別に見ると、国際石油会社(いわゆるメジャー)からの供給割合は53年度の65.8%から62年度は28.1%と激減し、反面、産油国国営石油会社とその割合を53年度の20.7%から62年度の61.9%

へと大幅に増加させた。

(b) 送主別輸入 (表-4, 図-3 参照)

日本の原油輸入を送主別に見ると、国際石油会社の割合は53年度の51.2%から62年度の25.4%と供給者別と同様に大幅に減少したが、産油国国営石油会社の割合は53年度の10.5%から55年度には21.6%と増加した

がその後減少し、62年度は12.2%であった。一方、商社等の割合は53年度の26.4%から62年度は54.6%と増加した。これは日本の原油輸入に対して商社等が大きな役割を果たしていることを示している。

③ API 区分別輸入 (表-5, 図-4 参照)

53年度から59年度の間の原油輸入は、大慶原油の輸

表-3 原供給者別原油輸入量

(単位: 千KL, %)

		53年度	54年度	55年度	56年度	57年度	58年度	59年度	60年度	61年度	62年度
国際石油会社	数 量	177,824	143,790	110,968	103,084	84,518	70,489	62,349	51,416	48,717	52,722
	構成比	65.8	51.9	44.5	44.8	40.7	33.1	29.3	26.1	26.0	28.1
独立石油会社	数 量	9,734	6,598	8,266	7,954	7,587	6,651	9,048	7,288	4,338	2,819
	構成比	3.6	2.4	3.3	3.4	3.7	3.1	4.3	3.7	2.3	1.5
産油国国営石油会社	数 量	55,865	103,075	110,581	103,602	96,698	115,100	121,798	117,668	114,154	116,417
	構成比	20.7	37.2	44.4	45.0	46.6	54.1	57.2	59.7	60.9	61.9
邦系石油開発会社	数 量	26,698	23,680	19,384	15,591	18,592	20,604	19,716	20,889	20,307	16,945
	構成比	9.9	8.5	7.8	6.8	9.0	9.7	9.3	10.5	10.8	8.5
合 計	数 量	270,121	277,143	249,199	230,231	207,395	212,844	212,911	197,261	187,516	187,903
	構成比	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

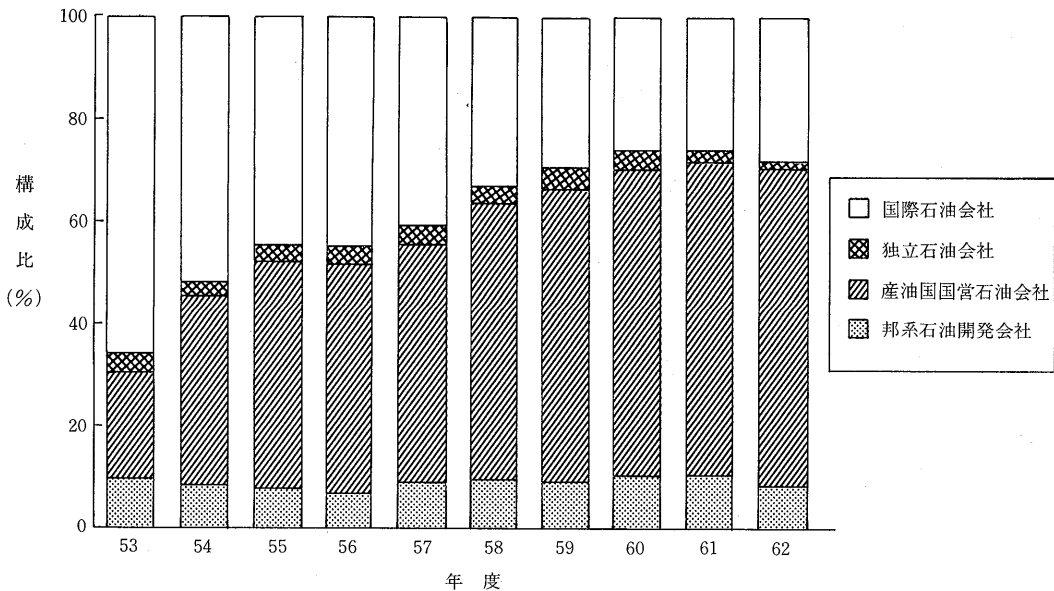


図-2 供給者別原油輸入量の推移

表-4 送主別原油輸入量

(単位: 千KL, %)

		53年度	54年度	55年度	56年度	57年度	58年度	59年度	60年度	61年度	62年度
国際石油会社	数 量	138,429	118,957	92,208	77,393	64,545	63,279	58,801	54,981	47,544	47,718
	構成比	51.2	42.9	37.0	33.6	31.1	29.7	27.6	27.9	25.4	25.4
独立石油会社	数 量	9,214	4,805	3,629	5,250	2,928	3,536	3,035	3,280	1,351	1,208
	構成比	3.5	1.8	1.5	2.3	1.4	1.7	1.4	1.7	0.7	0.6
産油国国営石油会社	数 量	28,424	41,699	54,023	45,368	32,844	29,017	27,751	23,611	27,595	22,994
	構成比	10.5	15.0	21.6	19.7	15.9	13.6	13.0	12.0	14.7	12.2
邦系石油開発会社	数 量	22,727	21,785	18,281	15,076	17,463	17,569	16,698	16,088	18,192	13,489
	構成比	8.4	7.9	7.3	6.6	8.4	8.3	7.9	8.1	9.7	7.2
商 社 等	数 量	71,327	89,897	81,058	87,144	89,615	99,443	106,626	99,301	92,834	102,494
	構成比	26.4	32.4	32.6	37.8	43.2	46.7	50.1	50.3	49.5	54.6
合 計	数 量	270,121	277,143	249,199	230,231	207,395	212,844	212,911	197,261	187,516	187,903
	構成比	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

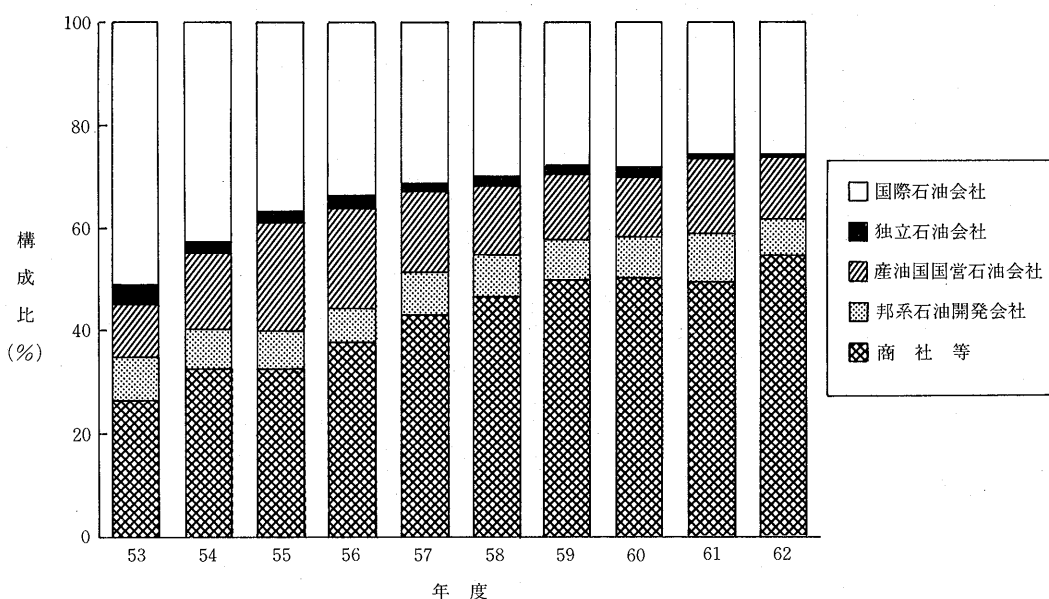


図-3 送主別原油輸入量の推移

入増もあり一概には言えないが、API 34°以上の軽質原油の割合が38.4%から46.3%へ、API 30°未満の重質原油の割合が9.5%から16.3%へと増加し両極化の傾向を示していたが、60年度は、アラビアンライト公式販売価格引き下げにより軽質原油の割高感が解消されたこと、また、61年度は供給過剰状態による原油価格急落により買手市場となったことから重質原油の割合はそれぞれ13.1%、13.6%と低下した。62年度については、固定価格制に基づく油種間価格差による重質原油の割安感、および電力需要の増加による重油の需給

がタイト化したことに対処するため重油に焦点を合せた生産体制をとったことにより重質原油の割合は7.6%へと増加した。また、最近5年間の日本に輸入された原油の上位10油種を見ると62年度はアラビアンヘビーを始め重質原油が上位に進出している。

④ 原油輸入価格の推移 (表-6 参照)

日本の原油輸入価格は、ドル/バレルベースで見ると53年度の13.89ドル/バレルから、第2次石油危機の影響を受け56年度には36.94ドル/バレルにまで高騰したが、その後原油需給の緩和を背景として徐々に低下

表-5 API区分別輸入量の推移

(単位: 1000KL, %)

API区分		53年度	54年度	55年度	56年度	57年度	58年度	59年度	60年度	61年度	62年度
-39.0	数量	33,586	35,459	36,367	35,914	29,622	33,990	32,830	36,883	33,127	24,673
	構成比	12.4	12.8	14.6	15.6	14.3	16.0	15.4	18.7	17.7	13.1
39.0-34.0	数量	70,222	73,835	61,430	61,417	59,555	60,060	65,737	66,554	59,331	60,175
	構成比	26.0	26.6	24.7	26.7	28.7	28.2	30.9	33.7	31.6	32.0
34.0-30.0	数量	140,709	134,182	111,729	97,276	83,172	83,961	79,686	68,009	69,604	69,855
	構成比	52.1	48.4	44.8	42.3	40.1	39.5	37.4	34.5	37.1	37.2
30.0-26.0	数量	21,402	28,109	30,704	27,714	30,251	30,859	29,036	18,848	17,896	23,631
	構成比	7.9	10.2	12.3	12.0	14.6	14.5	13.6	9.6	9.6	12.6
26.0-	数量	4,202	5,558	8,969	7,910	4,796	3,974	5,622	6,967	7,558	9,569
	構成比	1.6	2.0	3.6	3.4	2.3	1.9	2.7	3.5	4.0	5.1
合計	数量	270,121	277,143	249,199	230,231	207,395	212,844	212,911	197,261	187,516	187,903
	構成比	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
平均API		34.22	34.25	34.41	34.79	34.65	34.59	34.59	35.06	34.83	33.7

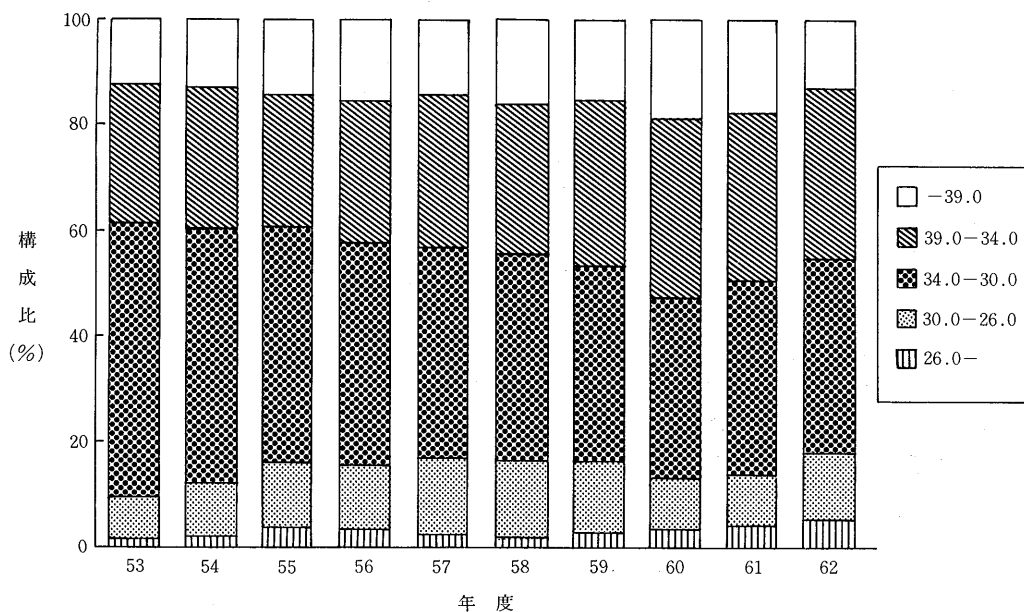


図-4 API区分別輸入割合の推移

してきた。61年度は原油価格の崩落により13.81ドル／バレルと51年度以来の水準にまで低下したが、62年度はOPECの18ドル／バレル体制が年度間の大部分を通じて維持されたため18.15ドル／バレルの水準となった。また、円／klで見ると、為替レートの関係もあり57年度に54,095円／klでピークとなり、その後60年秋からの急激な円高と価格崩落が重さなり61年度には13,962円／klと48年度以来の水準にまで低下した。

表-6 原油輸入価格の推移

年度	\$/bbl	円/KL	年度	\$/bbl	円/KL
53	13.89	17,633	58	29.62	44,042
54	23.08	33,526	59	29.14	44,557
55	34.62	47,508	60	27.30	38,282
56	36.94	52,432	61	13.81	13,962
57	34.49	54,095	62	18.15	15,823

(出所) 大蔵省「日本貿易月表」

おわりに

日本の原油事情は世界の原油事情と密接な関係を持って変化しており、今後、世界の原油需要はその埋蔵量から見て中東地域に大きく依存せざるを得ない状況である。

現在、イラン・イラク戦争については、7月18日イランの国連安保理事決議第598号受諾表明、8月20日の停戦、8月25日からの両国による直接折衝と7年11ヶ月余り続いた戦争解決へ向けての努力がなされている。和平後の原油情勢が価格上昇へ向かうのか、価格下落へ向かうのかは現在のところ不明であるが、ペルシャ湾の緊張緩和の要因の1つである。しかし、中東地域にはこの他にサウジ・アラビア対イラン、イスラエル対アラブ、大きくは、アメリカ対ソ連等複雑な問題が存在しており、今後もこの地域に関して注意を向けておくことが、これからの原油情勢を見るうえに必要なことと考える。

道路用ストレータスファルトの 規格と試験法について

牛 尾 俊 介*

はじめに

現在のアスファルト舗装要綱の舗装用石油アスファルトの規格は、昭和53年に制定されてから約10年が経過した。(社)日本アスファルト協会品質試験法分科会は、道路用ストレータスファルトの適確な規格・試験法を検討することを目的として昭和60年6月に設けられて以来、各国の規格の調査、我が国における道路用ストレータスファルトの性状の現況に関して調査を行なって来た。

現在の道路用ストレータスファルトの品質に関し、アスファルトメーカーとしてはここ10年来原油、製造方法等について大きな変更はなく規格制定以来厳重な品質管理体制のもとにアスファルトの製造を行っており、品質の変化はないとの意見が多いが、ユーザー側の意見として現在のアスファルトは規格制定時に

比較して品質が異なるものがあり、問題点を明らかにして規格の見直しを行なう必要があるとの指摘がある。本文はこれまでの調査結果をもとに道路用ストレータスファルトの規格を今一度整理し、現在のストレータスファルトの性状の分析を行ない、その現況について報告するものである。

尚、調査、分析にたずさわった品質試験法分科会の構成は以下の如くである。

1. アスファルトの規格の変遷

1.1 日本のアスファルト規格の変遷

石油アスファルトの規格として最も古いものは大正11年(1922)に創立された東京市道路局試験所(現東京都土木技術研究所の前身)の材料購買仕様書の規格であるといわれている。

アスファルト舗装技術委員会品質試験法分科会名簿

(敬称略)

分科会長	牛尾 俊介	昭和シェル石油(株)アスファルト室長
委員	阿部 忠行	東京都土木研究所技術部主任研究員 (～62.4)
	荒井 孝雄	日本舗道(株)技術研究所第二研究室長
	荒木 美民	大成道路(株)技術研究所開発研究室長 (～61.7)
	石井 一生	建設省道路局国道第二課舗装係長 (～62.5)
	伊藤 正秀	建設省土木研究所道路部舗装研究室研究員
	緒方 健治	日本道路公団試験所舗装試験室 (61.9～)
	小島 逸平	熊谷道路(株)技術研究所第一研究部長
	小林 耕平	日瀝化学工業(株)技術研究所副主任研究員
	古財 武久	大成道路(株)技術研究所開発研究担当課長 (61.9～)
	坂本 浩行	建設省土木研究所地質化学部化学研究室研究員
	白神 健児	三菱石油(株)研究本部石油製品研究所副主席研究員
	田中 徳治	コスモ石油(株)技術部技術課 (～62.1)
	栃木 博	日本道路公団試験所土工試験室主任 (～61.5)
	中島 拓	(株)首都高速道路東京保全部設計課長
	服部 亮二	建設省道路局国道第二課舗装係長 (～62.4)
	林 誠之	日本石油(株)中央技術研究所第三研究室主任研究員 (～62.3)
	三浦 大介	日本道路(株)技術研究所主任研究員
	峰岸 順一	東京都土木研究所技術部研究員 (62.5～)
	渡辺 豊	日本石油(株)技術商品部技術グループ副主任部員 (62.4～)
事務局	土居 貞幸	(社)日本アスファルト協会業務主任

*うしお しゅんすけ 昭和シェル石油(株)アスファルト室長

((社)日本アスファルト協会アスファルト舗装技術委員会品質・試験法分科会長)

昭和に入ってアスファルト舗装工事が隆盛に向かうにつれて、アスファルトの規格の統一が進み、昭和7年(1932)日本標準規格(JES)第173号K27石油製品が国の定めた最初の規格として制定された。

やがて戦争に突入し諸資材が不足するようになり、石油アスファルトも細かい品質を規定しては何も入手できない時代になったため、JESは昭和16年(1941)に改訂され、規格項目が少なく、規格値も緩い臨時JES59号石油製品第21条となった。また当時は舗装にスラッグアスファルト、オイルサンド、ロックアスファルト、松根タールなども用いられた。

戦後、昭和24年(1949)に国内で石油精製が再開され石油アスファルトの生産が始まると、戦前の規格では不十分となり規格の改正が進められ、昭和31年(1956)日本工業規格(JIS)K2207「石油アスファルト」が制定された。

一方日本道路協会は、昭和25年(1925)に「アスフ

アルト舗装要綱」を刊行し、その中で舗装用アスファルトとしてアメリカのAsphalt Instituteの規定を紹介している。その後、昭和32年(1957)舗装用ストレートアスファルトの品質を規定した日本道路協会規格を制定した。JISおよび日本道路協会規格は、その後石油事情による石油アスファルトの品質の変化、使用者からの要請などを受けてそれぞれ数字改正されたが、昭和55年(1980)にJISが改正され、40~60、60~80、80~100、100~120が日本道路協会規格と完全に整合された。その結果、現在のアスファルト舗装要綱は、「舗装用石油アスファルト」の規格としてJIS K 2207-1980を掲げている。

これら石油アスファルト規格関係の略年表を表-1に示す。

1.2 海外の規格

ヨーロッパでは大部分の国が舗装用アスファルト規格を1つしか持たないのに対し、アメリカではAAS

表-1 石油アスファルト規格の略年表

年 代	日 本 道 路 協 会 規 格	J I S 規 格
1950 (25)	・アスファルト舗装要綱刊行 舗装用アスファルトの品質として Asphalt Institute の規格を紹介	
1956 (31)		・石油アスファルトの JIS 制定 (JIS K 2207-1956)
1957 (32)	・日本道路協会 昭和 32 年 規格制定 (36 年版要綱に採用) 伸度による A, B, C 区分の採用	
1960 (35)		・改正 (JIS K 2207-1960) 伸度による甲, 乙区分の採用
1963 (38)		・上記規格の確認
1966 (41)		・上記規格の確認
1967 (42)	・規格改訂 (昭和 42 年 規格) A, B, C 区分の廃止 軟化点の上限を設定	
1969 (44)		・改正 (JIS K 2207-1969) 甲, 乙区分の廃止
1972 (47)	・昭和 47 年 暫定規格の制定 (50 年版要綱に採用) 薄膜加熱試験の採用 蒸発後針入度比試験の採用	
1975 (50)		・上記規格の確認
1978 (53)	・規格改訂 (昭和 53 年 規格) 40~60 の規格化, 100~120 の削除 蒸発減量, 蒸発後針入度試験の削除	
1980 (55)	・道路協会規格として JIS K 2207-1980 を掲載	・改正 (JIS K 2207-1980) 40~60, 60~80, 80~100 を道路協会規格に整合

HO (AASHTO) 連邦規格, ASTM, AI 規格などのほか, 多くの州で独自の規格を持っている。

世界25ヶ国のアスファルトの政府仕様規格をみると, 全項目数は30項目以上となるが, 共通項目としては6~14項目にまとめられる。その半数以上の国が採用している項目は, 25℃針入度, 軟化点, 伸度, 蒸発量, 蒸発後針入度, 二硫化炭素または四塩化炭素可溶分, 引火点, 比重の8項目であり, 25ヶ国全部が採用している項目は25℃針入度のみである。アメリカでは, 25℃針入度によるアスファルト分類の他に60℃粘度分類を採用している。表-2~4にイギリス, フランス, ドイツの規格を示す。

さらに, アメリカのAASHTO, ASTMの規格を主体に示し, 粘度分類への移行の背景などについて簡単に述べる。

1.2.1 AASHTO規格

① 針入度分類規格

我が国の規格と比べ軟化点が規格項目にないこと, 伸度が25℃測定値となっている点が異なっている。表-5に針入度分類規格の変遷を示す。

② 原アスファルトの60℃粘度分類規格

タイプIとタイプIIのいずれも粘度が250poiseから4,000poiseまで5クラスに分かれている。また, タイプI, タイプIIの違いは135℃粘度, 針入度の各値で相違がある点と, 薄膜加熱減量項目の有無の点である。表-6にタイプI, 表-7にタイプIIの規格を示す。

③ 回転式薄膜加熱試験後アスファルトの60℃粘度分類規格

規格項目は②と同様であるが, 原アスファルトに対する残留針入度の項目が入っており, 粘度分類等級は上記②の薄膜加熱試験後の60℃粘度に対応している。

表-8に変遷を示す。

1.2.2 ASTM規格

① 針入度分類規格

内容はAASHTOの針入度分類規格と基本的に同じであり, 薄膜加熱後の加熱減量, 伸度の項目がないこと, スポット試験がないこと, 薄膜加熱後残留針入度の値が若干異なる点である。表-9に現在の針入度分類規格を示す。

② 60℃粘度分類規格 (原アスファルト, 回転薄膜加熱後)

内容はAASHTO規格と基本的に同じである。表-10~12に現在の3つのタイプの規格を示す。

表-2 イギリスの規格 (BS)

項 目	種 類	1939										1970									
		R 25	R 45	R 65	R 90	R 200	15	25	35	50	70	100	200	300	450						
針入度 (25℃), 1/100 mm		20~30	40~50	60~70	80~100	175~225	15±5	25±5	35±7	50±10	70±10	100±20	200±30	300±45	450±65						
針入度 (15℃), 1/100 mm min			28% of 4 (a)	28% of 4 (a)	28% of 4 (a)	—															
針入度 (40℃), 1/100 mm max			43/4time	43/4time	43/4time	—															
針入度 (25℃) cm min		15	40	75	75																
伸度 (1℃) cm min		1以下	0.1	0.5	2	4	0.1以下	0.2以下	0.2以下	0.2以下	0.2以下	0.5以下	1.0以下	1.0以下	1.0以下						
蒸発減量 (163℃, 5hr), %		60以上	60以上	60以上	60以上	60以上															
残留針入度 %																					
針入度低下 %		99.5以上	99.5以上	99.5以上	99.5以上	99.5以上	99.5以上	99.5以上	99.5以上	99.5以上	99.5以上	99.5以上	99.5以上	99.5以上	99.5以上						
二硫化炭素可溶分 %		99以上	99以上	99以上	99以上	99以上	99以上	99以上	99以上	99以上	99以上	99.5以上	99.5以上	99.5以上	99.5以上						
トリクロエチレン可溶分 %		0.97以上	0.97以上	0.97以上	0.97以上	0.97以上	0.97以上	0.97以上	0.97以上	0.97以上	0.97以上	0.97以上	0.97以上	0.97以上	0.97以上						
比重 (25/25℃)		175以上	175以上	175以上	175以上	175以上	175以上	175以上	175以上	175以上	175以上	175以上	175以上	175以上	175以上						
引火点 ℃		2.0以下	2.0以下	2.0以下	2.0以下	2.0以下	2.0以下	2.0以下	2.0以下	2.0以下	2.0以下	2.0以下	2.0以下	2.0以下	2.0以下						
パラフィン含有量 %																					
灰分 %																					
可溶分 (パラフィン, ナフサ) %		90以下	90以下	90以下	90以下	90以下	90以下	90以下	90以下	90以下	90以下	90以下	90以下	90以下	90以下						

表-3 フランスの規格 (NF)

種 類	1 9 5 6										1 9 7 9								
	20/30	40/50	60/70	80/100	100/120	180/200	20/30	40/50	60/70	80/100	100/120	180/200	20/30	40/50	60/70	80/100	100/120	180/200	
項 目																			
針入度 (25℃), 1/100 mm	20~30	30~40	60~70	80~100	100~120	180~200	20~30	40~50	60~70	80~100	100~120	180~200	20~30	40~50	60~70	80~100	100~120	180~220	
軟化点 ℃	52~65	47~60	43~56	41~51	39~48	34~43	52~68	47~60	43~56	41~51	39~48	34~43	52~68	47~60	43~56	41~51	39~48	34~43	
伸 度 (25℃) cm	25以上	80以上	80以上	100以上	100以上	100以上	25以上	60以上	80以上	100以上	100以上	100以上	25以上	60以上	80以上	100以上	100以上	100以上	
蒸発減量 (163℃, 5hr), %	1以下	1以下	1以下	2以下	2以下	2以下	1以下	1以下	1以下	2以下	2以下	2以下	1以下	1以下	1以下	2以下	2以下	2以下	
残留針入度 %	70以上	70以上	70以上	70以上	70以上	70以上	70以上	70以上	70以上	70以上	70以上	70以上	70以上	70以上	70以上	70以上	70以上	70以上	
二硫化炭素可溶分 %	99.5以上	99.5以上	99.5以上	99.5以上	99.5以上	99.5以上	99.5以上	99.5以上	99.5以上	99.5以上	99.5以上	99.5以上	99.5以上	99.5以上	99.5以上	99.5以上	99.5以上	99.5以上	
四塩化炭素可溶分 %													99.5以上	99.5以上	99.5以上	99.5以上	99.5以上	99.5以上	
比 重 (25/25℃)	1.00~1.10	1.00~1.10	1.00~1.10	1.00~1.10	1.00~1.07	1.00~1.07	1.00~1.10	1.00~1.10	1.00~1.10	1.00~1.10	1.00~1.10	1.00~1.07	1.00~1.10	1.00~1.10	1.00~1.10	1.00~1.10	1.00~1.07	1.00~1.07	
引火点 ℃	250以上	250以上	230以上	230以上	230以上	230以上	250以上	250以上	230以上	230以上	230以上	230以上	250以上	250以上	230以上	230以上	230以上	230以上	
パラフィン含有量 %	4.5以下	4.5以下	4.5以下	4.5以下	4.5以下	4.5以下	4.5以下	4.5以下	4.5以下	4.5以下	4.5以下	4.5以下	4.5以下	4.5以下	4.5以下	4.5以下	4.5以下	4.5以下	

表-4 ドイツの規格 (DIN)

種 類	1966										1974									
	B15	B25	B45	B65	B80	B200	B300	B15	B25	B45	B65	B80	B200	B300	B15	B25	B45	B65	B80	B200
針入度 (25℃), 1/100 mm	10~20	20~30	35~50	50~70	70~100	160~210	250~320	10~20	20~30	35~50	50~70	70~100	160~210	250~320	10~20	20~30	35~50	50~70	70~100	160~210
軟化点 ℃	67~72	59~67	54~59	49~54	44~49	37~44	27~37	67~72	59~67	54~59	49~54	44~49	37~44	27~37	67~72	59~67	54~59	49~54	44~49	37~44
伸 度 (25℃) cm	5以上	15以上	40以上	100以上	100以上	100以上	—	100以上	100以上	100以上	100以上	100以上	100以上	—	100以上	100以上	100以上	100以上	100以上	100以上
伸 度 (15℃) cm	—	—	—	—	—	—	100以上	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
蒸発減量 (163℃, 5hr), %	1.0以下	1.0以下	1.0以下	1.0以下	1.5以下	2.0以下	2.5以下	1.0以下	1.0以下	1.0以下	1.0以下	1.5以下	2.0以下	2.5以下	1.0以下	1.0以下	1.0以下	1.0以下	1.5以下	2.0以下
残留針入度 %	40以上	50以上	60以上	60以上	60以上	60以上	60以上	40以上	50以上	60以上	60以上	60以上	60以上	60以上	40以上	50以上	60以上	60以上	60以上	60以上
加 軟化点上昇 ℃	6以下	8以下	10以下	10以下	10以下	10以下	10以下	6以下	8以下	10以下	10以下	10以下	10以下	10以下	6以下	8以下	10以下	10以下	10以下	10以下
熱 伸 度 (25℃)	2以上	5以上	15以上	50以上	50以上	50以上	—	2以上	5以上	—	—	—	50以上	—	2以上	5以上	—	50以上	50以上	50以上
後 伸 度 (15℃)	—	—	—	—	—	—	50以上	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
フラース破壊点℃	+5以下	0以下	-5以下	-6以下	-8以下	-10以下	-15以下	+5以下	0以下	-5以下	-6以下	-8以下	-10以下	-15以下	+5以下	0以下	-5以下	-6以下	-8以下	-10以下
フラース破壊点 ℃	+5以下	0以下	-5以下	-8以下	-10以下	-13以下	-17以下	+3以下	-2以下	-6以下	-9以下	-10以下	-15以下	-20以下	+3以下	-2以下	-6以下	-9以下	-10以下	-15以下
二硫化炭素可溶分 %	1.0以上	1.0以上	1.0以上	1.0以上	1.0以上	1.0以上	0.99以上	1.00~1.06	1.03~1.06	1.02~1.06	1.02~1.06	1.01~1.04	1.01~1.04	1.004~1.01	1.00~1.06	1.03~1.06	1.02~1.06	1.02~1.06	1.01~1.04	1.01~1.04
比重 (25/25℃)																				
引火点 ℃	2.0以下	2.0以下	2.0以下	2.0以下	2.0以下	2.0以下	2.0以下	2.0以下	2.0以下	2.0以下	2.0以下	2.0以下	2.0以下	2.0以下	2.0以下	2.0以下	2.0以下	2.0以下	2.0以下	2.0以下
パラフィン含有量 %	0.5以下	0.5以下	0.5以下	0.5以下	0.5以下	0.5以下	0.5以下	0.5以下	0.5以下	0.5以下	0.5以下	0.5以下	0.5以下	0.5以下	0.5以下	0.5以下	0.5以下	0.5以下	0.5以下	0.5以下
灰 分 %	0.5以下	0.5以下	0.5以下	0.5以下	0.5以下	0.5以下	0.5以下	0.5以下	0.5以下	0.5以下	0.5以下	0.5以下	0.5以下	0.5以下	0.5以下	0.5以下	0.5以下	0.5以下	0.5以下	0.5以下
不溶解成分(シクロヘキサン)%	0.5以下	0.5以下	0.5以下	0.5以下	0.5以下	0.5以下	0.5以下	0.5以下	0.5以下	0.5以下	0.5以下	0.5以下	0.5以下	0.5以下	0.5以下	0.5以下	0.5以下	0.5以下	0.5以下	0.5以下

表-5 AASHTO (AASHTO) 針入度分類規格

種 類	項 目	1 9 6 3												1 9 8 2											
		40-50		60-70		85-100		120-150		200-300		40-50		60-70		85-100		120-150		200-300					
		最小	最大	最小	最大	最小	最大	最小	最大	最小	最大	最小	最大	最小	最大	最小	最大	最小	最大	最小	最大				
針入度 25℃, 100g, 5sec	針入度	40	50	60	70	85	100	120	150	200	300	40	50	60	70	85	100	120	150	200	300				
	引火点, coc, (°F)	450	—	450	—	450	—	425	—	350	—	450	—	450	—	450	—	425	—	350	—				
伸 度 25℃, 5 cm/min cm	伸 度	100	—	100	—	100	—	100	—	—	—	100	—	100	—	100	—	100	—	—	—				
	トリクロエチレン可溶分 %	99	—	99	—	99	—	99	—	99	—	99	—	99	—	99	—	99	—	99	—				
灰 分 %	灰 分	—	1.0	—	1.0	—	1.0	—	1.0	—	1.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—				
	薄膜加熱試験 3.2mm, 163℃, 5hr	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—				
加熱減量 %	加熱減量	—	0.8	—	0.8	—	1.0	—	1.3	—	1.5	—	0.8	—	0.8	—	1.0	—	1.3	—	1.5				
	残留針入度 %	58	—	54	—	50	—	46	—	40	—	58	—	54	—	50	—	46	—	40	—				
残留伸度 25℃, 5sec/min, cm	残留伸度	—	—	50	—	75	—	100	—	100	—	—	—	50	—	75	—	100	—	100	—				
	スポット試験 (指定されれば行う) *1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—				
標準ナフサ溶剤		陰 性																							
ナフサ-キシレン溶剤		陰 性																							
ヘプタン-キシレン溶剤		陰 性																							

* 1. 任意試験 実施させる場合はこの溶剤の中から1つ指定し、キシレンについては%を指示する。

表-6 AASHTO (AASHTO) 粘度分類規格 (I)

種 類	項 目	1973										1980									
		AC-2.5		AC-5		AC-10		AC-20		AC-40		AC-2.5		AC-5		AC-10		AC-20		AC-40	
		250±50	500±100	110以上	150以上	200以上	210以上	210以上	210以上	300以上	4,000±800	250±50	500±100	110以上	150以上	210以上	210以上	210以上	210以上	4,000±800	4,000±800
原 油	粘 度 (60℃) poise	80以上	120以上	177以上	219以上	232以上	232以上	232以上	232以上	232以上	232以上	80以上	120以上	177以上	219以上	232以上	232以上	232以上	232以上	20以上	20以上
	針入度 (135℃) cst	163以上	99.0以上	99.0以上	99.0以上	99.0以上	99.0以上	99.0以上	99.0以上	99.0以上	99.0以上	163以上	120以上	110以上	110以上	110以上	110以上	110以上	110以上	300以上	300以上
ス ポ ッ ト 試 験	引火点 coc °C	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	トリクロエチレン可溶分 %	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
薄 膜 加 熱 試 験	粘 度 (60℃) poise	1,000以下	2,000以下	2,000以下	4,000以下	8,000以下	8,000以下	8,000以下	8,000以下	1,6000以下	1,6000以下	1,000以下	2,000以下	2,000以下	2,000以下	4,000以下	4,000以下	4,000以下	4,000以下	16,000以下	16,000以下
	伸 度 (135℃) cm	100以上	100以上	100以上	50以上	20以上	20以上	20以上	20以上	10以上	10以上	100以上	100以上	100以上	100以上	50以上	50以上	20以上	20以上	10以上	10以上
標準ナフサ溶剤	標準ナフサ溶剤	陰 性																			
	ナフサ-キシレン溶剤	陰 性																			
ヘプタン-キシレン溶剤	ヘプタン-キシレン溶剤	陰 性																			

表-7 AASHO (AASHTO) 粘度分類規格 (II)

種 類		1973						1980					
		AC-2.5	AC-5	AC-10	AC-20	AC-40	AC-2.5	AC-5	AC-10	AC-20	AC-30	AC-40	
原 ア ス フ ア ルト	粘 度 (60℃) poise	250±50	500±100	1,000±200	2,000±400	4,000±800	250±50	500±100	1,000±200	2,000±400	3,000±600	4,000±800	
	粘 度 (135℃) cst	125 以上	200 以上	250 以上	300 以上	400 以上	125 以上	175 以上	250 以上	300 以上	350 以上	400 以上	
	針入度 (25℃) 1/10mm	220 以上	140 以上	80 以上	60 以上	40 以上	220 以上	140 以上	80 以上	60 以上	50 以上	40 以上	
	引火点 coc	163 以上	177 以上	219 以上	232 以上	232 以上	163 以上	177 以上	219 以上	232 以上	232 以上	232 以上	
	トリクロロエチレン可溶分%	99.0 以上	99.0 以上	99.0 以上	99.0 以上	99.0 以上	99.0 以上	99.0 以上	99.0 以上	99.0 以上	99.0 以上	99.0 以上	
薄試 膜試験 加後 熱	加熱減量 %		1.0 以下	0.5 以下	0.5 以下	0.5 以下		1.0 以下	0.5 以下	0.5 以下	0.5 以下	0.5 以下	
	粘 度 (60℃) poise	1,000 以下	2,000 以下	4,000 以下	8,000 以下	16,000 以下	1,000 以下	2,000 以下	4,000 以下	8,000 以下	12,000 以下	16,000 以下	
ス ポット試験	伸 度 (25℃) cm	100 以上	100 以上	75 以上	55 以上	25 以上	100 以上	100 以上	75 以上	50 以上	40 以上	25 以上	
	標準ナフサ溶剤	陰 性											
ナフサキーシンレン溶剤		陰 性											
ヘプタンキーシンレン溶剤		陰 性											

表-8 AASHO (AASHTO) RTFO後粘度分類規格

種 類		1 9 7 3						1 9 8 0					
		AR-10	AR-20	AR-40	AR-80	AR-160	AR-10	AR-20	AR-40	AR-80	AR-160		
R T F O 後	粘 度 (60℃) poise	1,000±250	2,000±500	4,000±1,000	8,000±2,000	16,000±4,000	1,000±250	2,000±500	4,000±1,000	8,000±2,000	16,000±4,000		
	粘 度 (135℃) cst	140 以上	200 以上	275 以上	400 以上	550 以上	140 以上	200 以上	275 以上	400 以上	550 以上		
	針入度 (25℃) 1/10mm	65 以上	40 以上	25 以上	20 以上	20 以上	65 以上	40 以上	25 以上	20 以上	20 以上		
	針入度比 (25℃) %	—	40 以上	45 以上	50 以上	52 以上	—	40 以上	45 以上	50 以上	52 以上		
	伸 度 (25℃) cm	100 以上	100 以上	75 以上	75 以上	75 以上	100 以上	100 以上	75 以上	75 以上	75 以上		
厚ル ア ス フ	引火点 PMCT ℃	205 以上	219 以上	227 以上	232 以上	238 以上							
	引火点 coc ℃	99.0 以上	99.0 以上	99.0 以上	99.0 以上	99.0 以上	205 以上	219 以上	227 以上	232 以上	238 以上		
ア ッ ク ロ コ ロ エ チ レ ン	可溶分%	99.0 以上	99.0 以上	99.0 以上	99.0 以上	99.0 以上	99.0 以上	99.0 以上	99.0 以上	99.0 以上	99.0 以上		

表-9 ASTM針入度規格 (1982)

種 類 項 目	40 - 50		60 - 70		85 - 100		120 - 150		200 - 300	
	最 小	最 大	最 小	最 大	最 小	最 大	最 小	最 大	最 小	最 大
針入度 25℃, 100g, 5sec	40	50	60	70	85	100	120	150	200	300
引火点, coc, °F	450	—	450	—	450	—	425	—	350	—
伸 度 (25℃) 5 cm/min, cm	100以上	—	100以上	—	100以上	—	100以上	—	100以上	—
トリクロロエチレン可溶分 %	99.0以上	—	99.0以上	—	99.0以上	—	99.0以上	—	99.0以上	—
薄膜加熱後残留針入度 %	55以上	—	52以上	—	47以上	—	42以上	—	37以上	—
薄膜加熱後伸度 (25℃) cm	—	—	50以上	—	75以上	—	100以上	—	100以上	—

表-10 ASTM粘度分類規格 (I) (1983)

種 類 項 目	AC-2.5	AC-5	AC-10	AC-20	AC-40
粘 度 (60℃) poise	250±50	500±100	1,000±200	2,000±400	4,000±800
粘 度 (135℃) cst	80 以上	110 以上	150 以上	210 以上	300 以上
針入度 (25℃) 100g, 5sec	200 以上	120 以上	70 以上	40 以上	20 以上
引火点 coc °C	163 以上	177 以上	219 以上	232 以上	232 以上
トリクロロエチレン可溶分 %	99.0 以上	99.0 以上	99.0 以上	99.0 以上	99.0 以上
薄膜加熱後 粘 度 (60℃) poise	1,250 以下	2,500 以下	5,000以下	10,000 以下	20,000 以下
薄膜加熱後 伸度 (25℃) cm	100 以上	100 以上	50 以上	20 以上	10 以上

表-11 ASTM粘度分類規格 (II) (1983)

種 類 項 目	AC-2.5	AC-5	AC-10	AC-20	AC-30	AC-40
粘 度 (60℃) poise	250±50	500±100	1,000±200	2,000±400	3,000±600	4,000±800
粘 度 (135℃) cst	125 以上	175 以上	250 以上	300 以上	350 以上	400 以上
針入度 (25℃) 100g, 5sec	220 以上	140 以上	80 以上	60 以上	50 以上	40 以上
引火点 coc °C	163 以上	177 以上	219 以上	232 以上	232 以上	232 以上
トリクロロエチレン可溶分 %	99.0 以上	99.0 以上	99.0 以上	99.0 以上	99.0 以上	99.0 以上
薄膜加熱後 粘 度 (60℃) poise	1,250 以下	2,500 以下	5,000以下	10,000 以下	15,000 以下	20,000 以下
薄膜加熱後 伸度 (25℃) cm	100 以上	100 以上	75 以上	50 以上	40 以上	25 以上

表-12 ASTM RTFO後粘度分類規格 (1983)

種 類 項 目		AR-1000	AR-2000	AR-4000	AR-8000	AR-16000
R T F O 後	粘 度 (60℃) poise	1,000±250	2,000±500	4,000±1,000	8,000±2,000	16,000±4,000
	粘 度 (135℃) cst	140 以上	200 以上	275 以上	400以上	550 以上
	針入度 (25℃) 100g,5sec	65 以上	40 以上	25 以上	20以上	20 以上
	針入度比 (25℃) %	—	40 以上	45 以上	50以上	52 以上
	伸 度 (25℃) cm	100 以上	100 以上	75 以上	75以上	75 以上
原フト アス ル	引火点 coc °C	205 以上	219 以上	227 以上	232以上	238 以上
	トリクロロエチレン可溶分%	99.0 以上	99.0 以上	99.0 以上	99.0以上	99.0 以上

1.2.3 粘度分類規格への移行

米国では1960年頃より、針入度分類から60℃の絶対粘度分類に変えようという試みが活発化した。最初の粘度分類試案は Asphalt Institute (A, I) のもので、1962年に研究仕様が発表され、1963年に改められた。さらに1965年に等級を5段階とした研究仕様に改められた。いずれも60℃絶対粘度が分類の基本で、その他に、135℃粘度の最大値と15.5℃の最小値を規定しているが、針入度規定は全く消えている。また、新しく薄膜加熱試験後における60℃粘度比の最大値も規定している。

この研究仕様の後、AASHTO, ASTM, 米国各州では粘度分類による規格を発表し、逐次粘度分類仕様へと変遷していった。

現在、既に米国ではほぼ60℃粘度分類が主流となっている。しかし、針入度も規格内に残した折衷型であったり、TFOTやRTFOTがまちまちに使用されており、これからも規格の変遷はみられよう。

2. 道路用ストレートアスファルトの性状調査

2.1 調査の目的

現在、舗装用ストレートアスファルト（以下、ストアスという）の性状は、JIS K 2207「石油アスファルト」によって規定されている。国内で製造されているすべてのストアスはこの規格を満足している。この点から判断すると、現在のストアスの性状はすべて同等であると判断される。一方、アスファルト混合時、舗設時などの経験的な判断から、同等の品質と判断されるストアスであっても、各々、性状が異なっているのではないかという意見も聞かれ、ストアスの性状の現況については議論が分かれているところといえよう。

このような状況の下、規格以外の性状も含めた、現在のストアスの性状の現況を把握し、規格および試験法の検討を目的として調査を実施した。

2.2 舗装用ストレートアスファルト製造の現況

表-13に日本のストアス生産量の推移を示す。日本では年間約450～500万トン程度のアスファルトが生産

されている。このうち道路舗装に使用される40～60から80～100のストアスは350万トン程度であり、日本で生産されるストアスの多くは舗装用であるといえる。ただし、近年、燃料用の生産が増加している。

アスファルトの原料となる原油の種類は比較的限られた種類であり、日本では中東産のものが主である。

表-14にアスファルト製造用原油の輸入状況を示す。

2.3 調査の概要

全国から収集したストアスについて様々な試験を実施し、その結果について検討を加えた。検討は主として建設省土木研究所で実施された、ストアスの性状調査結果にもとづくものである。この性状調査は、土木研究所が昭和60年9月～61年3月にわたり、日本で製造されているすべての舗装用ストアスについて広範な試験を実施したものであり、現在の日本のストアスの性状の現況を示しているものである。当分科会ではこの結果について、さらに解析を加え、検討を行った。

試験項目は現在のJIS K 2207に規定されているもの以外についても実施した。これは現在の規格にある試験項目については、すべての試料は規格値を満たしているため、試料ごとの性状の違いが明確でないのに対して、規格以外の試験項目についてはどのような性状の違いがみられるか確認するためである。表-15に試験項目の一覧を示す。

表-13 ストレートアスファルト生産の推移

		(単位: ton)				
年度	種類	昭和58	昭和59	昭和60	昭和61	昭和62
0～10		2,023	2,256	2,006	1,427	1,685
10～20		0	0	0	0	0
20～40		1,047	1,021	907	1,319	1,330
40～60		43,559	47,812	48,190	92,945	104,121
60～80		2,651,605	2,655,901	2,489,373	2,576,647	2,879,079
80～100		941,828	1,006,120	989,833	1,092,476	1,108,391
100～120		0	0	0	0	65
120～150		0	0	0	0	405
150～200		117,141	122,853	113,599	130,358	143,773
200～300		36,381	34,050	27,852	20,383	11,895
工業用		77,223	165,346	147,629	241,068	359,935
燃料用		539,725	765,753	829,590	1,238,135	994,822
計		1,675	1,632	1,209	946	5,263
その他		4,512,207	4,802,744	4,650,188	5,395,704	5,610,764

表-14 アスファルト製造用原油の輸入状況

		(単位:1,000 kl, %)									
原油名	アラビアンヘビ-	イランヘビ-	クウェート		カフジ		小計		総輸入量		
年度	数量	構成比	数量	構成比	数量	構成比	数量	構成比	数量	構成比	
昭和58	15,071	7.1	13,057	6.1	3,498	1.6	11,378	5.3	43,004	20.2	212,844 100.0
昭和59	13,447	6.3	6,422	3.0	5,130	2.4	10,385	4.9	35,384	16.6	212,911 100.0
昭和60	6,790	3.4	6,232	3.2	3,330	1.7	8,409	4.3	24,761	12.6	197,261 100.0
昭和61	6,422	3.4	7,636	4.1	5,990	3.2	8,952	4.8	29,000	15.5	187,516 100.0
昭和62	13,792	7.3	7,309	3.9	11,758	6.3	4,577	2.4	37,436	19.9	187,903 100.0

表-15 試験項目一覧

試験項目	第1類	第2類	第3類	試験方法
針入度	25℃/5s	5℃/5s		JIS K 2207
軟化点	環球法(自動)			"
伸度	15℃	10℃, 7℃		"
引火点	C. O. C.			"
比重	25℃/25℃			JIS K 2249
三塩化エタン可溶分	三塩化エタン			JIS K 2207
はく離	静的はく離			舗装要綱法
60℃粘度 1)	絶対粘度			土研基準
高温粘度 2)	120, 140, 160, 180℃			土研基準
蒸発試験	質量変化 針入度比			JIS K 2207
薄膜加熱		質量変化 針入度変化率 軟化点 伸度(15℃) 60℃絶対粘度	組成分析 スポットテスト	"
回転式薄膜加熱				ASTM D2872
組成分析			4成分	石油学会法
スポットテスト			スポット	AASHTO T102
パラフィン分			パラフィン分	石油学会法

注)

- 1) 原アスファルトの60℃絶対粘度は粘度管No.100, 加熱後は粘度管No.200 を使用した。
 2) 高温粘度は, キャノン, フェンスケ不透明液用粘度計を用い, 120, 140, 160, 180℃ 各温度に対し粘度計番号 450, 400, 350, 300 を使用した。

3. 性状調査結果

3.1 コンシステンシー関連試験

3.1.1 針入度試験

25℃針入度試験結果によれば, 表-16に示されるように, 各グレードともすべて規格値を満足しており, 各グレードの平均値はほぼ規格値の中央にあつて特に問題はない。

5℃針入度については, 25℃針入度と同一荷重, 載荷時間で測定したため, 表-17に示されるように全試料が5~11の範囲にあり, 試料間に明確な差は認められなかった。なお, 一部の試料について載荷時間を長く(60秒)した測定でも, 5秒載荷と同様, 明確な傾

向は認められなかった。したがって, 5℃針入度については各試料間の性状値に差異が検出される載荷条件の検討が必要である。

他の性状との関係では, 60℃粘度, 135℃粘度(図-1, 135℃粘度は高温粘度より推定)との間により相関があるが, 60℃粘度との関係については「3.1.4 60℃粘度試験」の項で述べる。

表-16 25℃針入度

(1/100 cm)

グレード	個数	平均値	最大値	最小値	$\sigma n-1$	変動係数
40/60	5	49.8	52	47	1.9	3.9
60/80	23	67.8	76	61	3.5	5.2
80/100	11	88.6	94	83	3.4	3.8

表-17 5℃針入度

(1/100 cm)

グレード	個数	平均値	最大値	最小値	$\sigma n-1$	変動係数
40/60	5	6	7	5	0.7	11.8
60/80	23	9	11	6	1.4	15.7
80/100	11	10	11	9	0.8	8.4

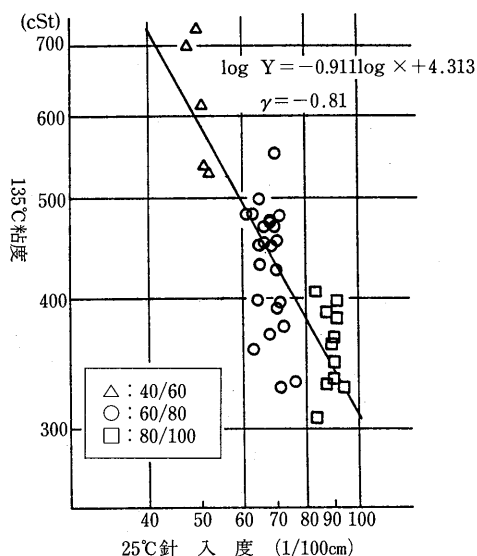


図-1 135℃粘度と針入度の関係

3.1.2 軟化点試験

軟化点試験結果は表-18に示すとおりである。軟化点の各グレードにおける規格値は40～60で47～55℃，60～80で44～52℃，80～100で42～50℃であるが，すべてのアスファルトは規格値を満足し，平均値はほぼ規格の中央値を示した。

他の性状との関連では針入度と同様，60℃粘度，135℃粘度（図-2）との間により相関がある。なお，60℃粘度との関係については，後の「3.1.4 60℃粘度」の項で詳しく述べる。

3.1.3 針入度指数（PI）

今回の針入度，軟化点の結果から，計算によって求められたPIの結果を図-3，4に示す。この結果をみると，PI値は-1.6～-0.6の範囲に含まれ，すべて一側にあり，グレード間の差はみられず感温性は同程度である。

一般に，同一原油から生産されたアスファルトのPIはほぼ一定と言われているため，製油所別に整理してみたが，明らかな関係は得られなかった。

PIと温度粘度直線の傾きとの関係を図-5に示す。これをみると両者の相関は低く，25℃から軟化点付近の感温性と，高温域での感温性は一致しないようである。

表-18 軟化点 (℃)

グレード	個数	平均値	最大値	最小値	$\sigma n-1$	変動係数
40/60	5	51.1	52.5	49.5	1.1	2.2
60/80	23	47.8	49.0	46.0	1.0	2.1
80/100	11	45.8	47.0	45.0	0.5	1.3

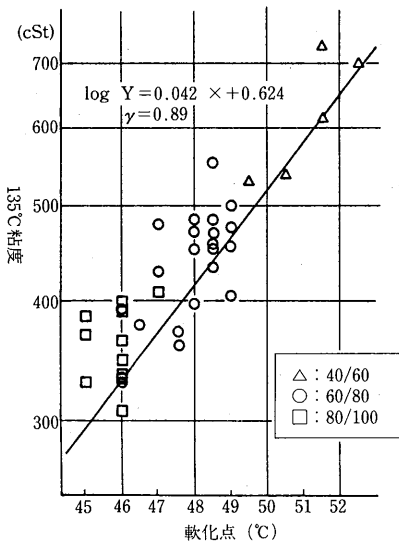


図-2 135℃粘度と軟化点の関係

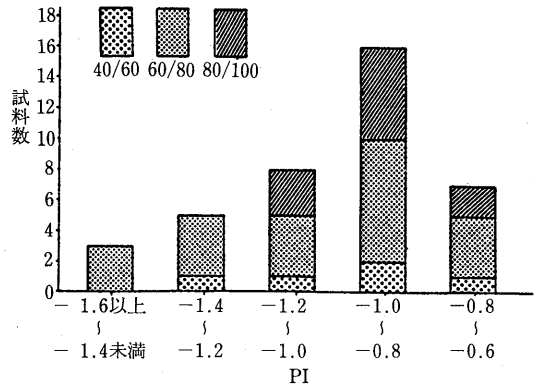


図-3 針入度指数（PI）

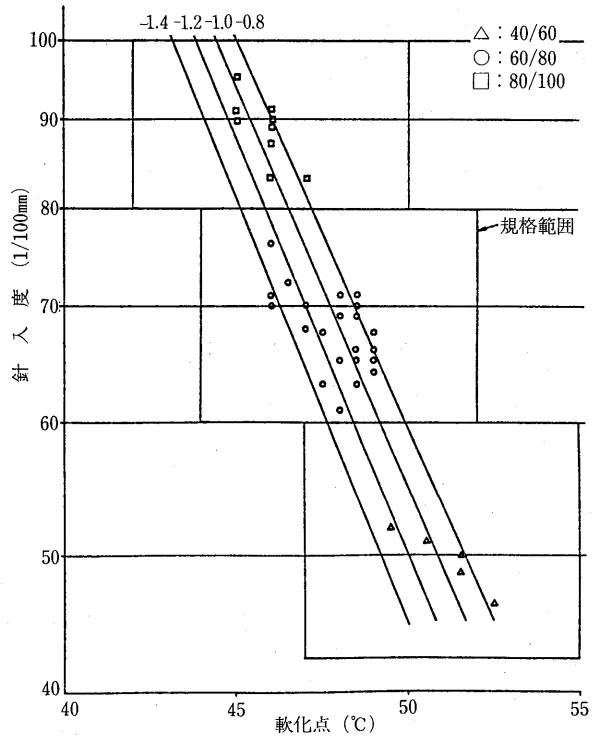


図-4 針入度，軟化点，針入度指数の関係

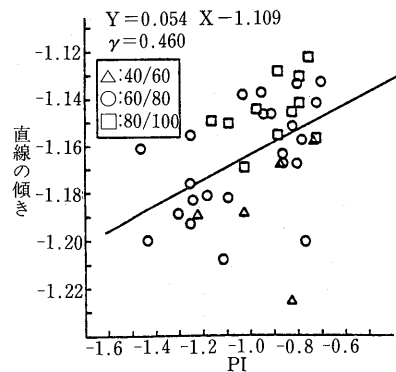


図-5 温度粘度曲線の傾きとPIの関係

3.1.4 60℃粘度

60℃粘度の測定結果を表-19、図-6に示す。

各グレードでの平均値をみると針入度別に分かれているようであるが、図-6からみられるように、同じグループでも粘度分布は広く、60～80、80～100についてはラップしている部分がある。40～60は他グレードとラップしていないが分布巾は大きい。

米国のAASHTO粘度規格の分類に今回の結果を当てはめると図-7のようになる。この図をみると、40～60はAC-40に、60～80はAC-20にほぼ相当するようであるが、80～100はAC-10より高めの範囲にあるものが多い。

他の性状との関連として、図-8、9に60℃粘度と針入度、軟化点の関係を示す。これらの相関係数はそれぞれ $\gamma=0.89$ 、 0.90 と高く、良い相関性を示している。

ここで軟化点の規格の範囲と60℃粘度について検討した。

軟化点の規格幅は、60～80で44℃～52℃である。これを図-9のストアスに対する軟化点-60℃粘度相関式を利用して60℃粘度に換算すると、1,000ポアズ～4,000ポアズの範囲になる。60～80と同一グレードと見られるAASHTO規格のAC-20の範囲は、1,400～2,400ポアズであることから、AASHTOの

表-19 60℃粘度 (Poise)

グレード	個数	平均値	最大値	最小値	$\sigma n-1$	変動係数
40/60	5	3,980	4,760	3,060	737	18.5
60/80	23	2,060	2,630	1,360	355	17.2
80/100	11	1,410	1,860	1,160	204	14.5

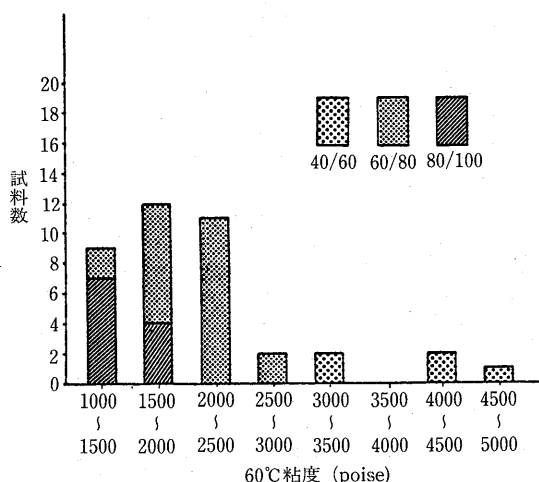


図-6 60℃粘度

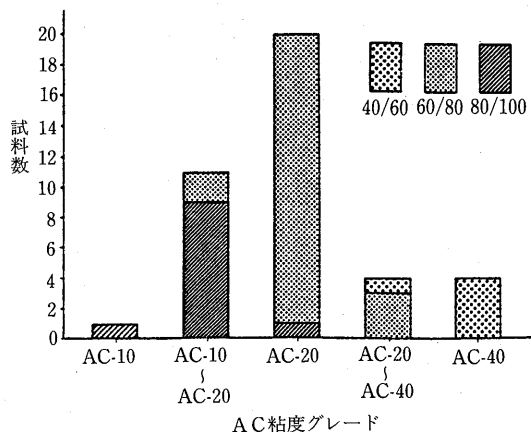


図-7 60℃粘度試験結果とAASHTO粘度規格の分類の関係

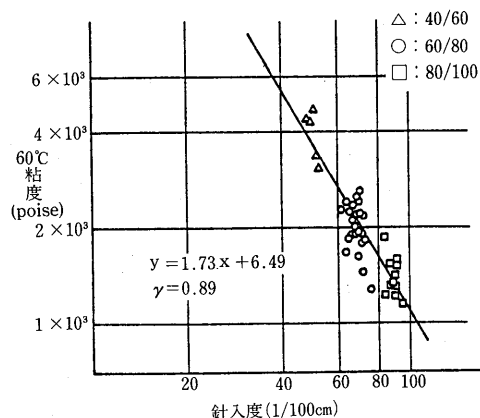


図-8 60℃粘度の針入度の関係

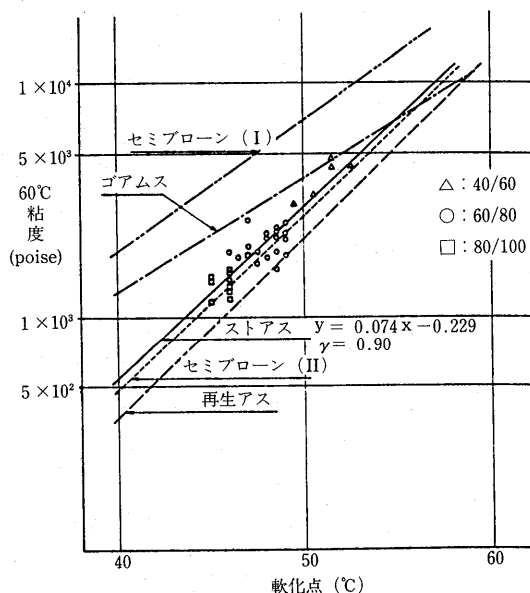


図-9 軟化点と60℃粘度の関係

粘度規格は我が国の軟化点規格中と比べてかなり厳しいものと言える。

今回の試験結果において、60～80、80～100グレード各々60℃粘度の領域がラップしている部分があったが、ラップするかしないかは針入度グレードの規格の幅によるものと考えられ、大きな問題ではない。

3.1.5 高温動粘度

高温動粘度の試験結果を整理したが、各グレードごとの平均値を表-20に示す。

縦軸に粘度の log (log), 横軸に温度の log として、各アスファルトの結果をプロットし、その温度粘度直

表-20 高温動粘度

(cSt)

グレード	温度℃	個数	平均値	最大値	最小値	$\sigma n-1$	変動係数
40/60	120	5	1,524	1,760	1,300	200	13.1
	140		475	546	408	59.8	12.6
	160		192	220	171	22.2	11.6
	180		92.8	107	83.7	10.2	10.9
60/80	120	23	1,007	1,200	751	133	13.2
	140		353	408	267	43.4	12.3
	160		148	169	114	16.9	11.5
	180		74.7	84.8	60.9	8.1	10.9
80/100	120	11	800	908	691	16.4	9.5
	140		299	333	261	24.1	8.4
	160		131	164	112	14.6	11.1
	180		67.2	74.7	59.0	4.8	7.2

線の相関式及び相関係数を求めた。それらの結果を表-21に示す。

これらの直線はいずれの試料についても相関係数0.99以上となり、バラツキもなく温度と粘度の相関性は非常に高い。

各アスファルトの温度-粘度直線より得られる直線群の各グレード別範囲を図-10に、また各直線から内挿により求められた135℃における粘度を図-11に示す。図-11をみると、40～60は独立しているが、60～80、80～100グレードの範囲は重なっていることが認められる。但しグレード間の平均では80～100の方が低い。図-10より求めた各グレードでの最適混合温度、最適締固め温度範囲を図-12に示すが60～80、80～100は重なり合っている。

推定された135℃粘度をAASHTOの規格と比較すると、ACグレードに該当する40～60、60～80グレードについては当該の135℃粘度規格値を満足している。

他試験との関連としては、135℃粘度を代表として、針入度、軟化点、60℃粘度との関係を図-13～15に示す。

相関係数は、針入度では0.81、軟化点では0.89、60℃粘度では0.94となり、測定温度が135℃に近づくほど相関係数は高くなっている。

表-21 温度-粘度曲線の相関式係数一覧

高温粘度 (温度粘度式)

$$\text{Log}(\text{Log } y) = A \text{Log } X + B$$

(X: 温度℃, Y: 粘度cSt)

試料No.	測定値			測定値			試料No.	測定値			測定値		
	A	B	γ	A	B	γ		A	B	γ	A	B	γ
40/60 - 1	-1.167	2.943	0.999	-1.167	2.943	0.999	60/80-15	-1.157	2.889	0.999	-1.136	2.841	0.999
2	-1.189	2.988	1.0	-1.151	2.881	0.999	16	-1.167	2.902	0.999	-1.172	2.915	0.999
3	-1.188	2.987	1.0	-1.116	2.794	0.995	17	-1.146	2.888	0.999	-1.133	2.835	0.999
4	-1.225	3.055	1.0	-1.170	2.931	0.999	18	-1.137	2.843	0.999	-1.456	2.856	0.999
5	-1.157	2.919	1.0	-1.193	2.985	0.999	19	-1.181	2.936	0.999	-1.178	2.928	0.999
60/80 - 1	-1.182	2.942	0.999	-1.167	2.909	0.999	20	-1.132	2.839	0.999	-1.113	2.798	0.999
2	-1.151	2.883	1.0	-1.139	2.849	0.999	21	-1.141	2.859	0.999	-1.181	2.949	0.999
3	-1.189	2.940	1.0	-1.174	2.905	0.997	22	-1.163	2.892	0.999	-1.129	2.823	0.999
4	-1.193	2.943	1.0	-1.155	2.865	0.999	23	-1.135	2.856	0.999	-1.146	2.874	0.999
5	-1.208	2.983	1.0	-1.159	2.874	0.999	80/100-1	-1.149	2.860	0.999	-1.165	2.887	0.999
6	-1.187	2.910	1.0	-1.135	2.839	0.999	2	-1.156	2.879	0.999	-1.101	2.756	1.0
7	-1.200	2.981	0.999	-1.126	2.826	1.0	3	-1.145	2.847	0.999	-1.139	2.833	1.0
8	-1.183	2.949	1.0	-1.131	2.834	0.999	4	-1.150	2.859	0.999	-1.143	2.843	1.0
9	-1.176	2.916	0.999	-1.108	2.771	0.999	5	-1.128	2.816	0.999	-1.137	2.834	0.999
10	-1.155	2.879	0.999	-1.151	2.872	0.999	6	-1.122	2.805	0.999	-1.117	2.799	1.0
11	-1.138	2.853	0.999	-1.119	2.812	1.0	7	-1.130	2.812	0.999	-1.146	2.849	0.999
12	-1.161	2.887	0.999	-1.158	2.889	1.0	8	-1.141	2.833	0.999	-1.188	2.941	0.999
13	-1.200	2.957	0.999	-1.221	2.997	0.998	9	-1.144	2.838	0.999	-1.183	2.918	0.999
14	-1.146	2.868	0.999	-1.100	2.768	0.999	10	-1.169	2.886	0.999	-1.156	2.857	0.999
							11	-1.155	2.862	0.999	-1.113	2.771	1.0

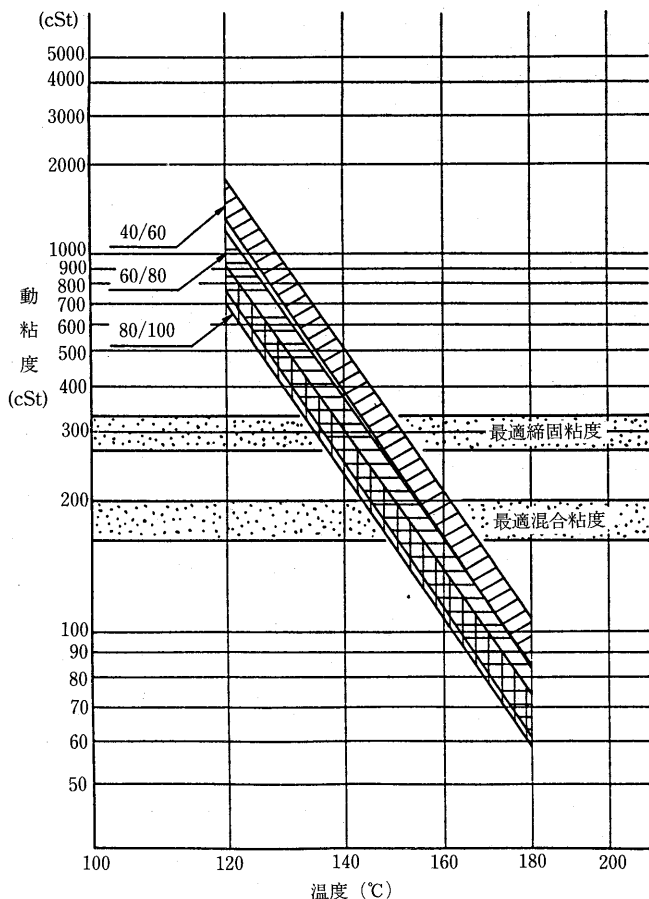


図-10 各グレード別の温度-粘度曲線の範囲

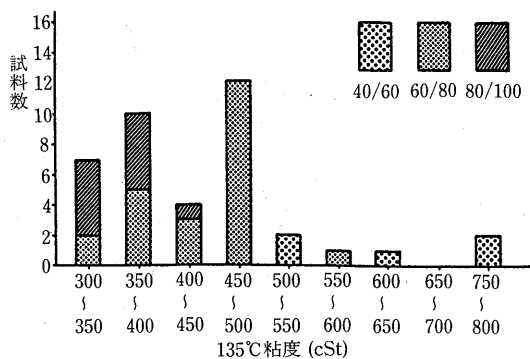


図-11 推定した135℃粘度

3.2 加熱試験

3.2.1 蒸発試験

蒸発試験後の質量変化は、図-16に示すとおりであり、95%信頼区間を針入度グレード別にみると、40~60±0.01(%)、60~80は0.003±0.02(%)、80~100は-0.02±0.05(%)となる。特に質量増加を示したサンプルは、40~60、60~80、80~100各グレード別では、

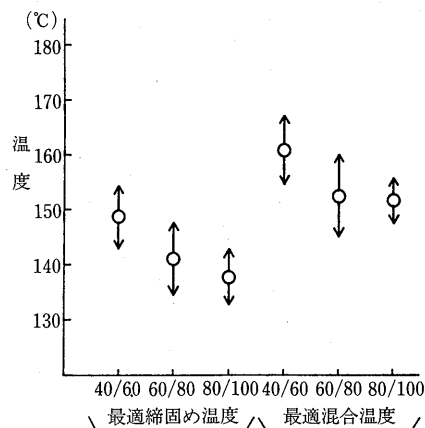


図-12 各グレード別の最適混合温度、最適締固め温度範囲

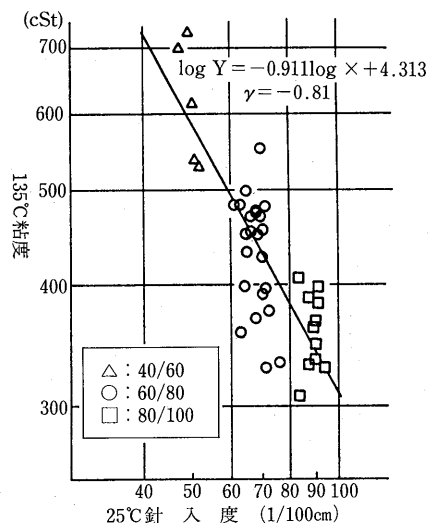


図-13 135℃粘度と針入度の関係

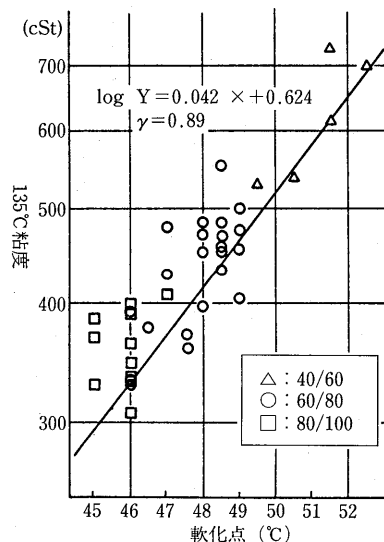


図-14 135℃粘度と軟化点の関係

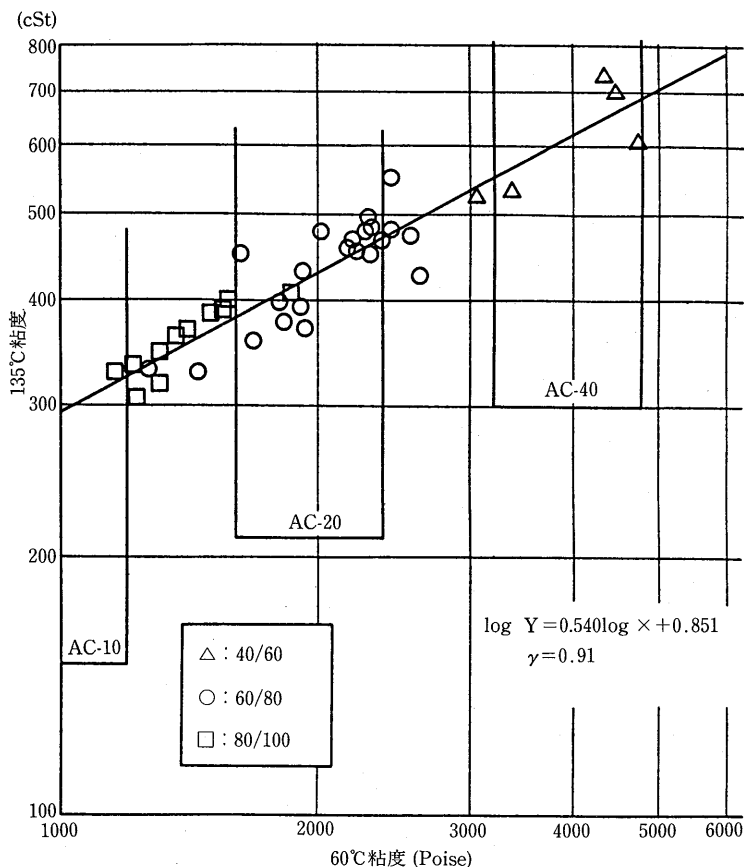


図-15 135℃粘度と60℃粘度の関係

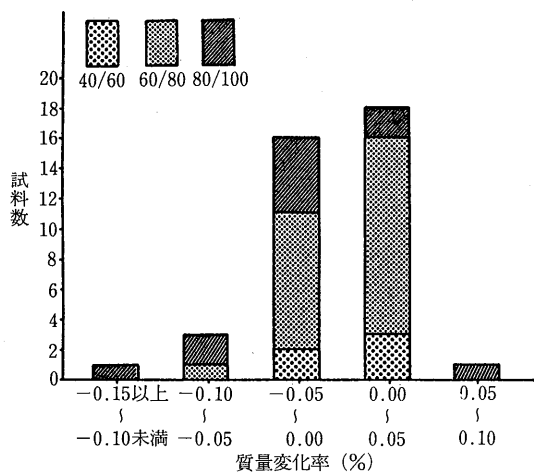


図-16 蒸発試験質量変化率

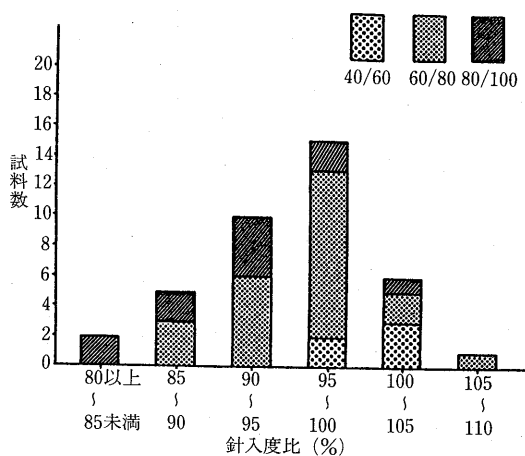


図-17 蒸発試験後の針入度比

それぞれ80%, 57%, 27%となり、高針入度グレードほど質量増加になるものは少ないが、試料により質量変化のばらつきが大きくなる傾向がある。

針入度比の結果は、図-17に示すとおりである。各針入度グレードの平均値はグレードが大きくなる程、大きくなる傾向が判る。範囲(最大値-最小値)を含

めてみても、規格値に不合格となるものは認められていない。

通常、蒸発する成分が多いほど、引火しやすくなると予想されるため、蒸発質量変化率と引火点について検討した。しかし両者間に相関はない。

蒸発試験における質量変化は、アスファルトの酸化

作用による質量増加と蒸発作用による質量減少の相殺されたものが現れると考えられる。このため、引火点試験との相関性を調べたが(図-18参照)両者には相関性はほとんど無く、両試験は別途の試験として扱うのが妥当であると判断される。

3.2.2 薄膜加熱試験

図-19に薄膜加熱質量変化率と薄膜加熱試験後の針入度の関係を示した。薄膜加熱試験後の質量変化は、すべての試料が絶対値で0.14%以下の値を示し、規格値である0.6%以下という値を満足していることがわかる。

原アスファルトの針入度と薄膜加熱針入度変化率の

関係を図-20に示す。図より、すべての試料の針入度変化率は規格値を満足していることがわかる。ただし、針入度が大きいと残留針入度が小さくなる傾向がある。また、薄膜加熱試験後の針入度、軟化点、針入度指数の関係を図-21に示す。針入度指数は80~100グレードの平均値が他のグレードに比較して、加熱により、低下する傾向を示している。これは、加熱による針入度の低下に比較して、軟化点の上昇が小さいためである。

薄膜加熱試験前後の60℃粘度の関係を図-22に示す。加熱前の60℃粘度と加熱後の60℃粘度の相関は高く、ほとんどの試料の60℃粘度がおよそ2倍前後に上昇し

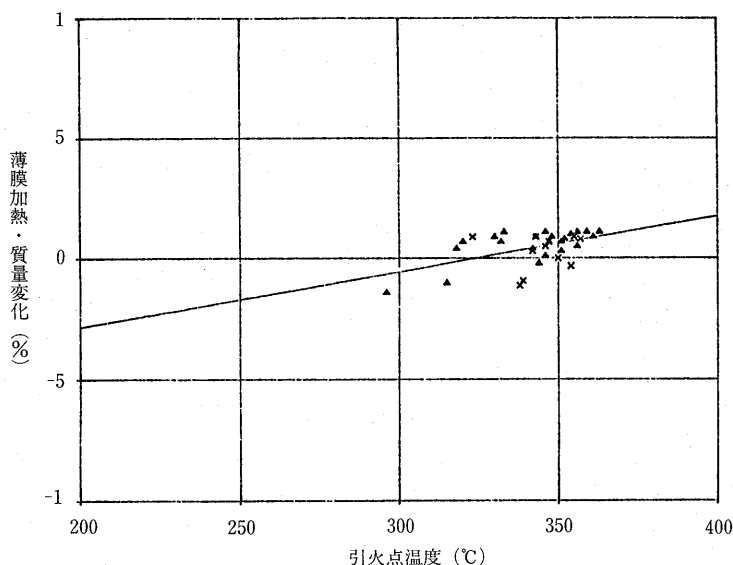


図-18 引火点とTFOT質量変化の関係

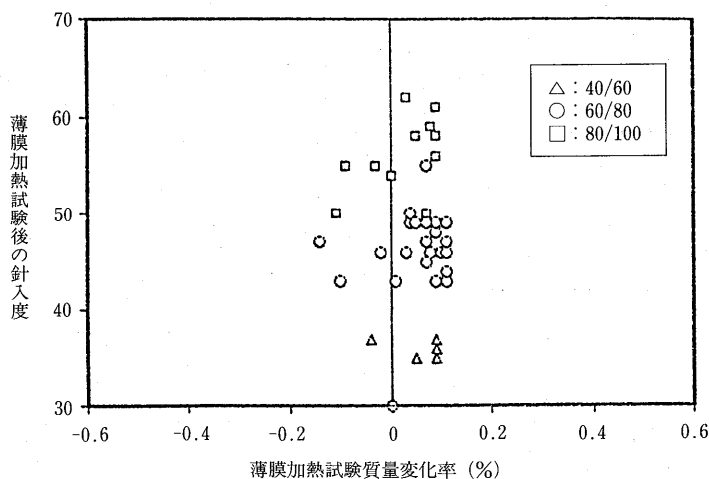


図-19 薄膜加熱試験質量変化率と薄膜加熱試験後の針入度

データの数=34
 データ1の平均値=342.853
 データ1の標準偏差= 14.794
 データ2の平均値= .0455882
 データ2の標準偏差= .0685429
 回帰式 $Y = 2.30513E-03 * X - .74473$
 相関計数 $R = .497512$

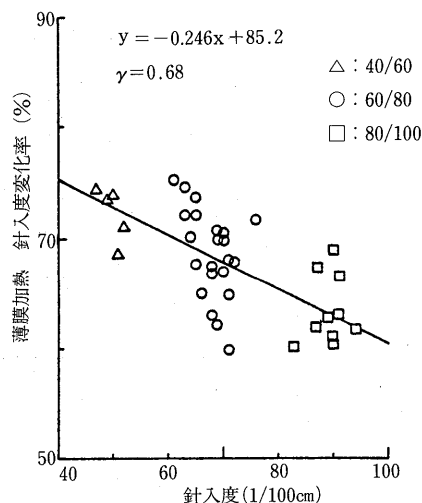


図-20 原アスファルトの針入度と薄膜加熱針入度変化率の関係

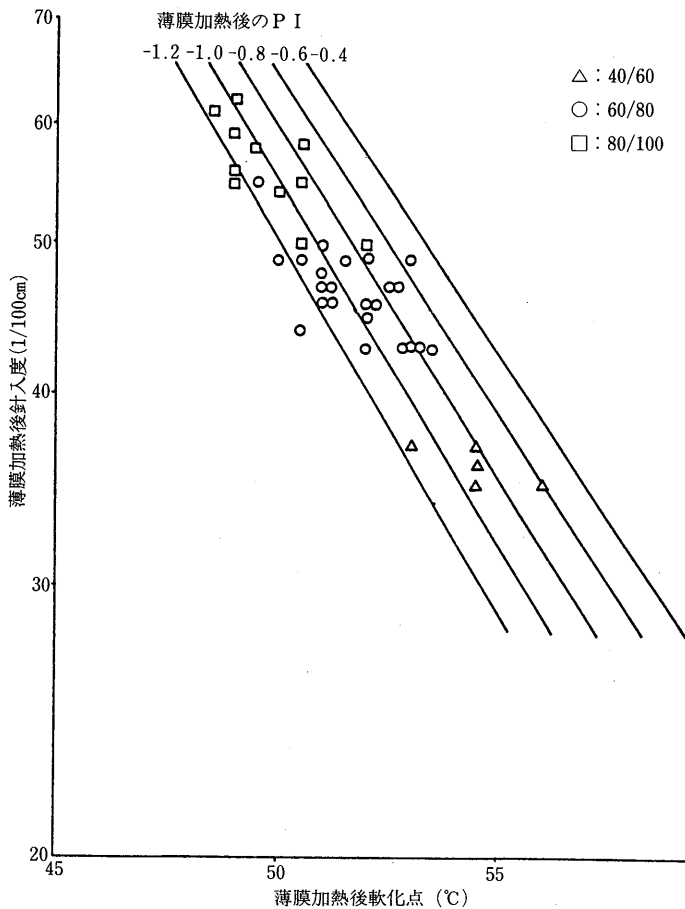


図-21 針入度, 軟化点, P I の関係

ている。

薄膜加熱試験はすべての針入度グレードのアスファルトに対して、一定の温度(163℃)の加熱条件で行われている。したがって軟らかいアスファルトほど、加熱により性状が大きく変化する可能性がある。そこで、温度-粘度直線から163℃における粘度を求め、その値と加熱による質量変化の関係を検討した(図-23)。しかし明確な関係は認められなかった。

蒸発量試験と薄膜加熱試験の質量変化率の関係を図-24に、針入度変化率の関係を

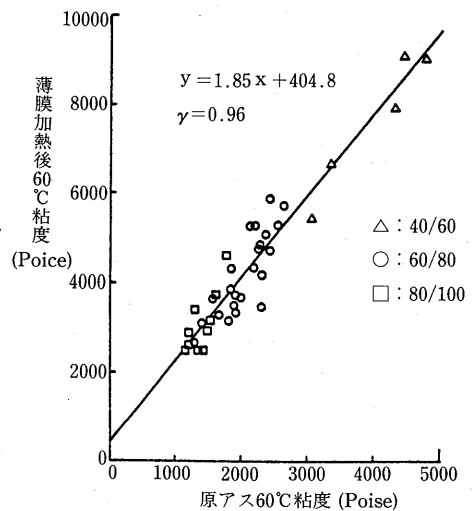


図-22 原アスファルト, 薄膜加熱試験後の60℃粘度の関係

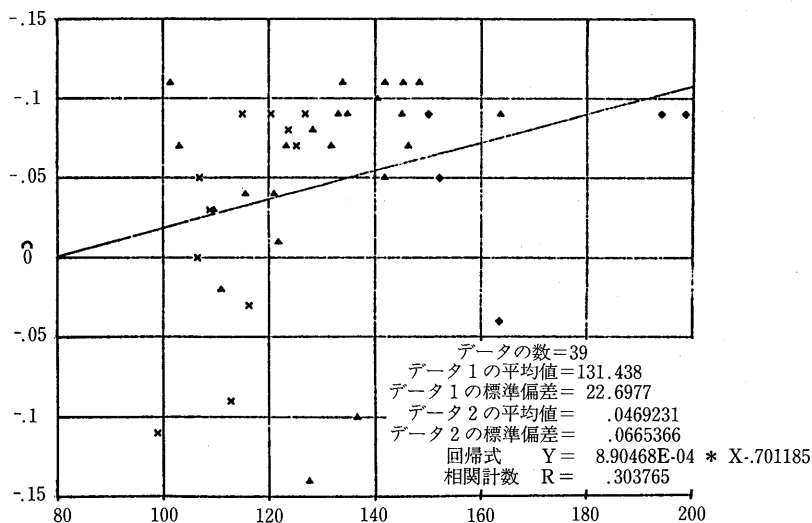


図-23 163℃粘度-TFOT質量変化

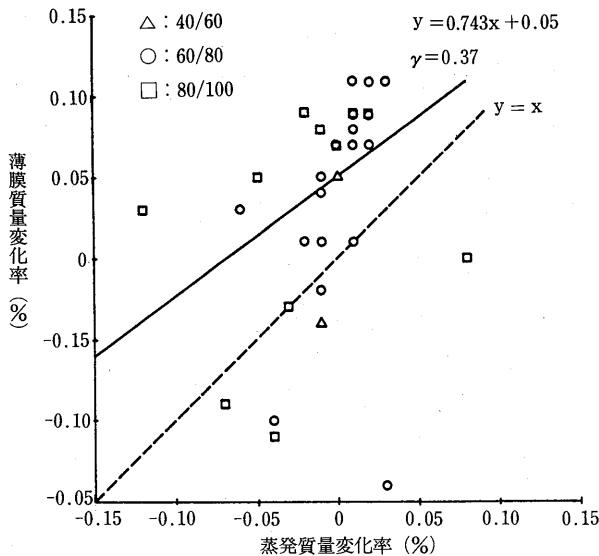


図-24 蒸発試験，薄膜加熱試験の質量変化率の関係

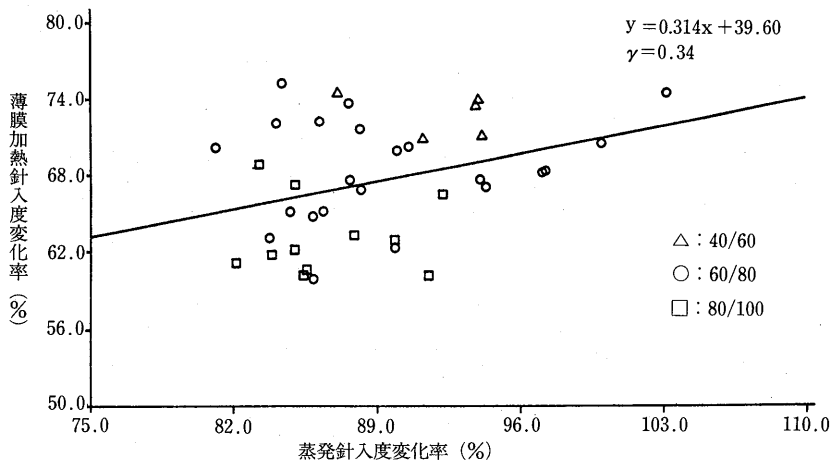


図-25 蒸発試験，薄膜加熱試験の針入度変化率の関係

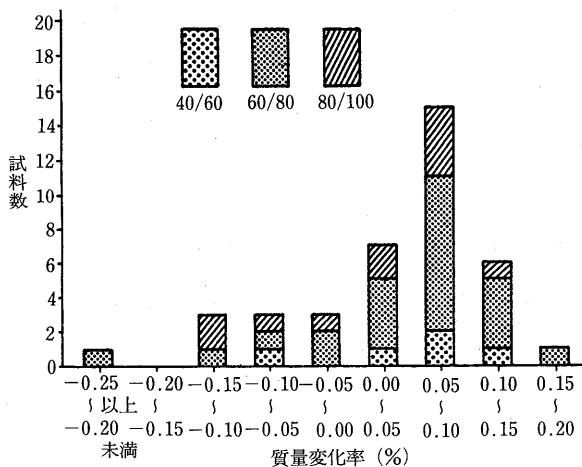


図-26 回転式薄膜加熱試験質量変化率

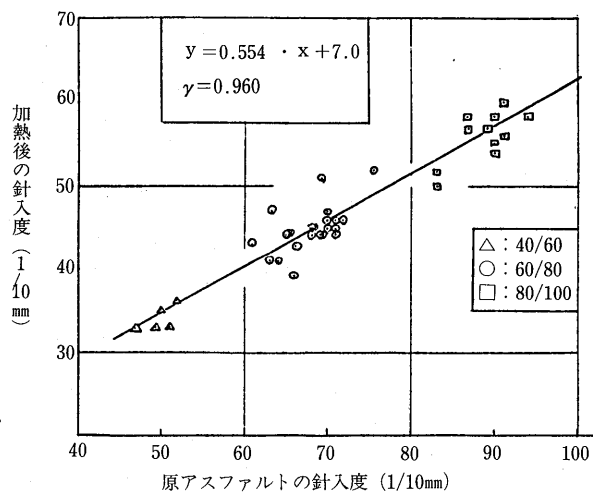


図-27 原アスファルトの針入度と回転式薄膜加熱試験後の針入度との関係

図-25に示す。両者は相関係数が $\gamma=0.37$, 0.34 であり，相関性は低い。両試験は前述のように，試料の膜厚や空気との接触面積に違いがあり，そのため両試験間の相関性が低いものと考えられる。

3.2.3 回転式薄膜加熱試験

図-26に示すように，RTFOTによる質量変化は $-0.20\% \sim 0.20\%$ の範囲にあり，増量する試料と減量する試料がある。この傾向は，同一製油所のアスファルトであればグレードが異なっても同じようである。

RTFOTによる加熱前後の性状変化について，針入度・軟化点・ 60°C 粘度の面から検討を行った。

図-27は，RTFOT前後の針入度の関係を示したものであるが，相関係数 $\gamma=0.96$ の直線関係にあることがわかる。RTFOTによる針入度の変化は図-28に示すように，軟らかいアスファルト程低下の割合が大

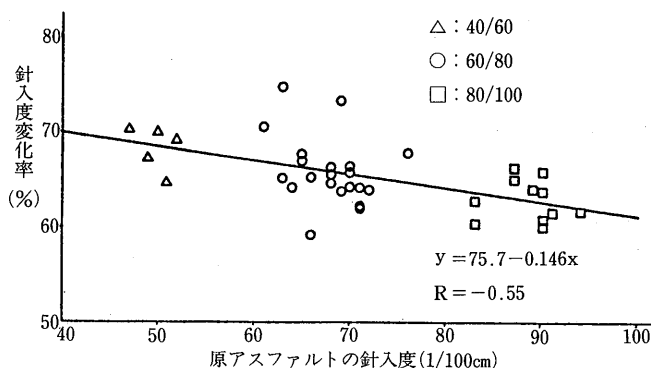


図-28 原アスファルトの針入度と回転式薄膜加熱試験針入度変化率の関係

きくなる傾向である。

図-29はRTFOT前後の軟化点の関係を示したもので、相関係数 $\gamma=0.94$ の直線関係にあるが、RTFOT後の軟化点は針入度と異なり、グレード別による変化率に明確な傾向はないようである。

図-30は、RTFOT前後の60℃粘度の関係を示したもので、相関係数 $\gamma=0.97$ の直線関係にあり、針入度・軟化点に比較して高い相関を示している。RTFOT後の60℃粘度は、原アスファルトの約2.3倍程度となっている。

また、加熱後の60℃粘度をAASHTOのRTFOT後の粘度規格に対応させて整理すると図-31のようになる。各グレード別に見ると、80~100がAR-20~AR-40、60~80がAR-20~AR-80、40~60がAR

-80~AR-160となり、幅広く分布していることが読み取れる。

原アスファルトの60℃粘度が、AASHTOのAC粘度グレードにほぼ近い型(AC-10~20が80~100、AC-20が60~80、AC-40が40~60)で対応していたのに比較して、RTFOT後の60℃粘度は、AASHTOのARグレードとほとんど関係ないようである。

RTFOTとTFOTとの関係について、質

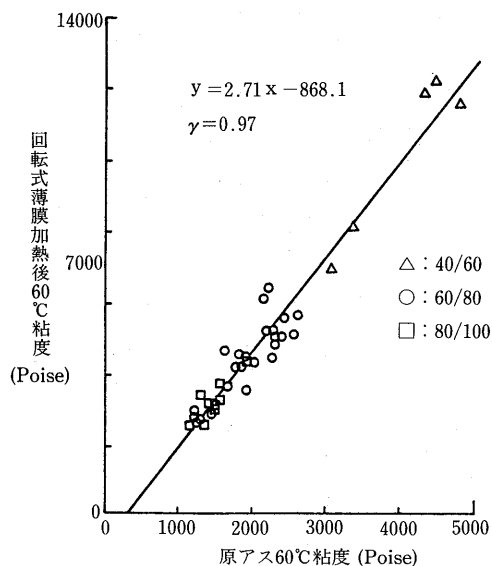


図-30 原アスファルトの60℃粘度と回転式薄膜加熱試験後の60℃粘度の関係

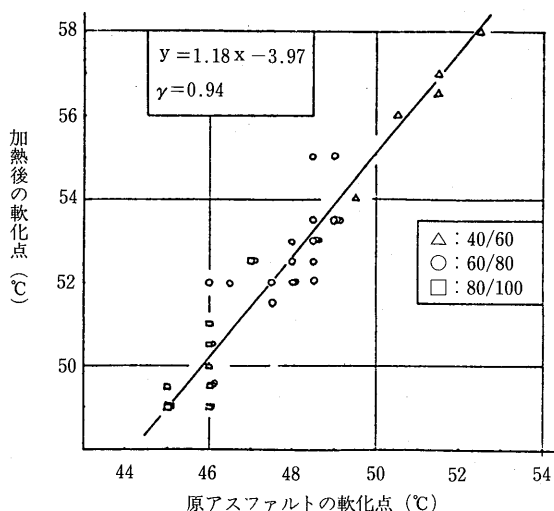


図-29 原アスファルトの軟化点と回転式薄膜加熱試験後の軟化点との関係

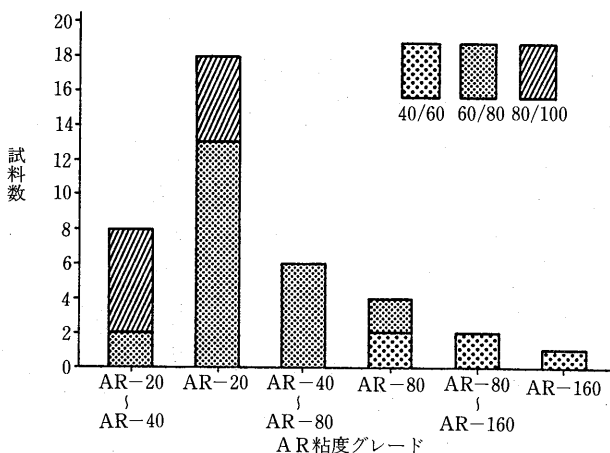


図-31 AASHTO粘度規格による回転式薄膜加熱試験後の60℃粘度試験結果分類

量変化率, 針入度, 軟化点, 60℃粘度の面から検討した。それぞれの相関関係は, 図-32~35に示すとおりである。いずれも相関係数0.93以上であり, 両者の間には高い相関があるものと考えられる。各々の特性値についてみると, RTFOT後の値はTFOT後の値に比較し, 質量変化率で約1.3倍, 軟化点で約1.03倍, 60℃粘度で約1.15倍となっており, TFOTよりRTFOTの方が熱劣化がやや大きいようである。

3.3 化学分析試験

3.3.1 組成分析(4成分分析)試験

原アスファルトについての試験結果を表-22~25,

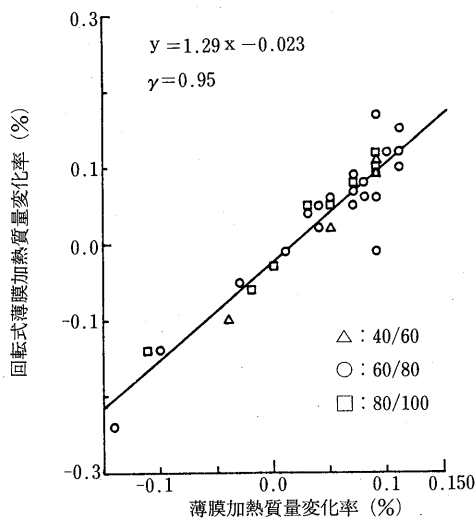


図-32 薄膜加熱試験, 回転式薄膜試験による質量変化率の関係

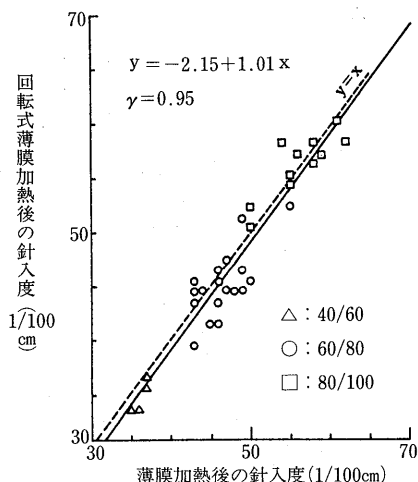


図-33 薄膜加熱試験後, 回転式薄膜試験後の針入度の関係

図-36~39に示す。各成分のグレード間における違いでは, レジン分で40~60の方が60~80より少ない結果になっているが, アスファルテン分, 芳香族分, 飽和分では, 有意差は認められていない。

一般にアスファルトの組成は針入度グレードが小さくなるほど, 飽和分が減少し, アスファルテン分が増加する傾向にあるが, 製造に用いられる原油や製造方法にも依存している。今回, 試験した試料は全国の製油所から採取したもので, 原油や製造方法が同じでないため, グレード間の差が認められなくなったものと

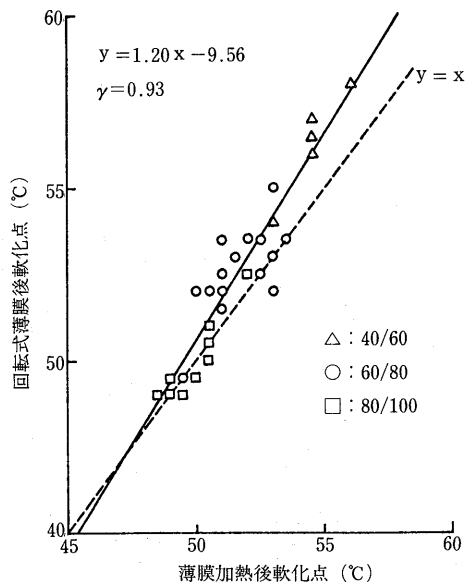


図-34 薄膜加熱試験後, 回転式薄膜試験後の軟化点の関係

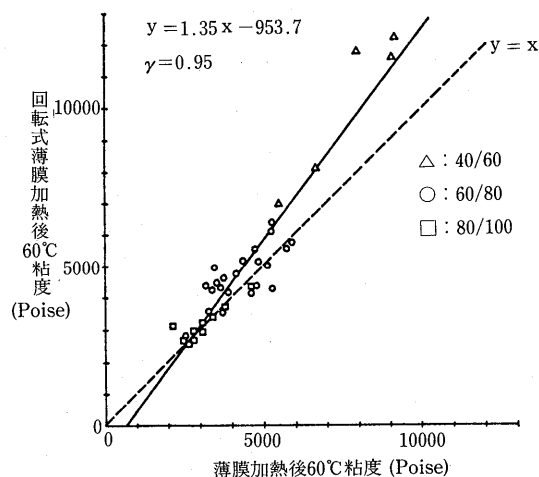


図-35 薄膜加熱試験後, 回転式薄膜試験後の60℃粘度の関係

表-22 組成分析結果 (アスファルテン分) (%)

グレード	個 数	平均値	最大値	最小値	$\sigma n-1$	変動係数
40/60	5	12.5	12.5	8.5	2.8	21.9
60/80	23	12.4	16.4	9.0	1.9	15.7
80/100	11	11.3	15.8	8.8	1.9	17.3

表-23 組成分析結果 (レジン分) (%)

グレード	個 数	平均値	最大値	最小値	$\sigma n-1$	変動係数
40/60	5	20.4	21.8	18.4	1.4	7.0
60/80	23	22.7	28.0	19.3	1.8	8.1
80/100	11	22.5	23.8	20.3	1.1	4.8

表-24 組成分析結果 (芳香族分) (%)

グレード	個 数	平均値	最大値	最小値	$\sigma n-1$	変動係数
40/60	5	50.8	55.6	43.6	4.5	8.9
60/80	23	49.3	53.1	43.2	2.6	5.4
80/100	11	49.9	54.2	43.4	2.8	5.7

表-25 組成分析結果 (飽和分) (%)

グレード	個 数	平均値	最大値	最小値	$\sigma n-1$	変動係数
40/60	5	15.1	18.5	13.4	2.0	13.3
60/80	23	14.9	18.4	12.4	1.7	11.2
80/100	11	15.6	17.2	13.5	1.1	6.8

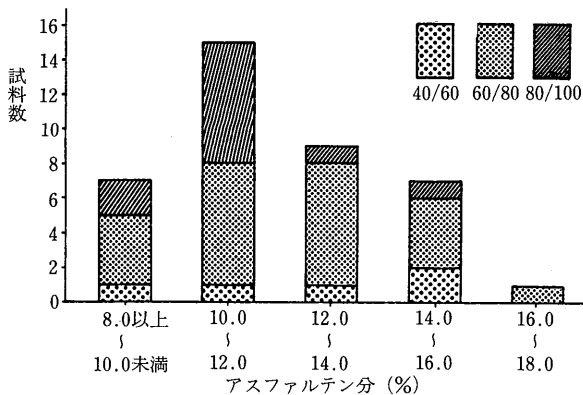


図-36 組成分析結果 (アスファルテン分)

考えられる。

原アスファルトの個々の成分と他の性状との関係について検討した結果を表-26に示す。その結果、比重とアスファルテン分、レジン分、飽和分の3成分とはある程度の相関を示しているが、その他の性状で各成分と良い関係を示すものはなかった。

次に4成分を説明変数として、他の試験値との重相関関係について検討した結果を表-27に示す。重相関関係の比較的高かったものは比重、引火点で、各々の重相関式の係数を表-28に示す。

比重はアスファルトを構成する炭化水素の分子量や

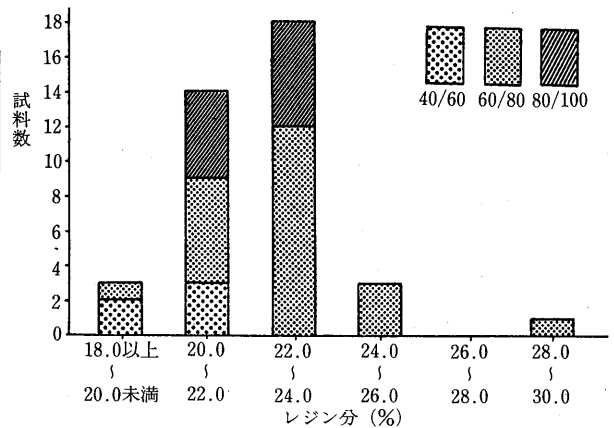


図-37 組成分析結果 (レジン分)

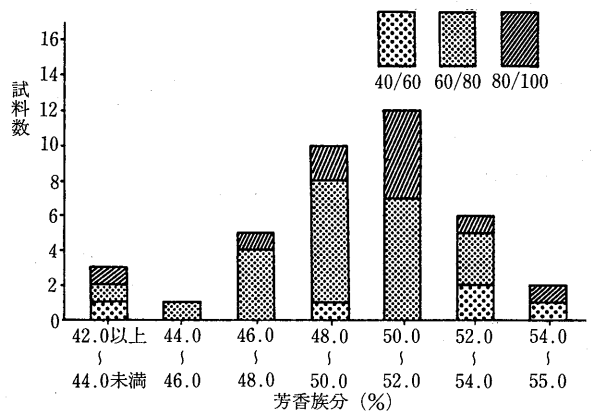


図-38 組成分析結果 (芳香族分)

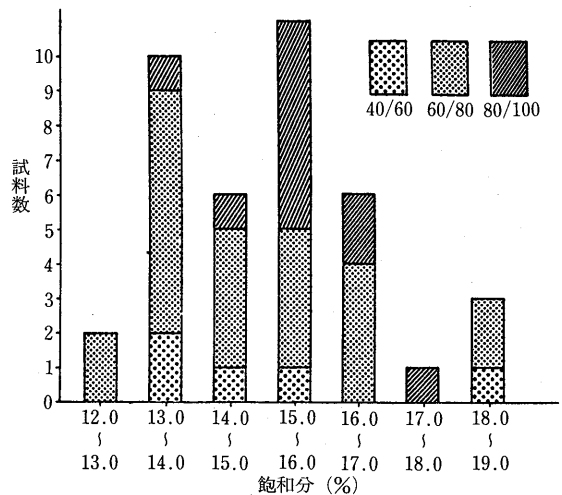


図-39 組成分析結果 (飽和分)

構造 (パラフィン系、ナフテン系、アロマ系) と関連する性状であるので、4成分との相関が高いものと思われる。また引火点は表-28よりアスファルテン分の多少とはほとんど関係がない。

表-26 原アスファルトの成分と各種試験値の相関計数

項 目	Ast	Re	Ar	Sa
針 入 度	-0.27	0.24	0.04	-0.27
軟 化 点	0.47	-0.47	0.05	0.47
PI	0.54	0.50	-0.03	0.54
針入度(逆数)	0.22	-0.27	0.09	0.22
log(針入度)	-0.26	0.27	-0.07	-0.26
比 重	0.68	-0.58	0.29	0.68
引 火 点	-0.36	0.25	0.65	-0.36
log(60℃粘度)	0.40	-0.50	0.11	0.40
薄膜質量変化	0.04	-0.05	0.54	0.04
蒸発質量変化	0.15	-0.24	0.11	0.15

表-27 原アスファルトの4成分と各種試験値との重相関

項 目	重相関係数
針 入 度	0.39
軟 化 点	0.57
P I	0.66
比 重	0.86
引 火 点	0.76
log(60℃粘度)	0.62

表-28 原アスファルトの4成分と比重、引火点との重相関式の係数

項目 Y	a ₀	a ₁	a ₂	a ₃	a ₄
比 重	1.06	8.5×10^{-4}	-7.2×10^{-4}	-8.7×10^{-5}	-1.6×10^{-3}
引火点	93.5	0	3.56	3.56	-0.78

$$Y = a_0 + a_1 \text{Ast} + a_2 \text{Re} + a_3 \text{Ar} + a_4 \text{Sa}$$

Ast ; アスファルテン分 (%)
 Re ; レジン分 (%)
 Ar ; 芳香族分 (%)
 Sa ; 飽和分 (%)

アスファルトの組成は上述したように原油や製造方法に依存する割合が大きいが、今回分析した試料ではそれらが同じではないので、組成と他の性状との相関関係が低くなっていると考えられる。

薄膜加熱試験後のアスファルトについて行った組成分析試験結果を表-29~32、図-40~43に示す。これらの結果が示すように、どの成分においても原アスファルトの組成分析の場合と同様、グレード間に明確な差はみられない。

表-29 薄膜加熱試験後の組成後の分析結果 (アスファルテン分)

グレード	個 数	平均値	最大値	最小値	$\sigma n-1$	変動係数
40/60	5	13.7	16.3	10.7	2.1	15.1
60/80	23	13.6	17.2	9.6	1.8	13.1
80/100	11	13.6	17.3	11.4	1.7	12.6

次に薄膜加熱試験前後の各成分の変化量を表-33~36に、ヒストグラムを図-44~47に示す。

薄膜加熱試験前後の各成分量の変化は

変化量 (原アスファルトの
 平均値)

- アスファルテン分 0 ~ +4.2% (12.1%)
 (平均+1.5%)
- レジン分 0 ~ +4.4% (22.3%)
 (平均+2.1%)
- 芳香族分 -4.9 ~ +1.3% (49.7%)
 (平均-2.6%)
- 飽和分 -4.0 ~ +0.2% (15.1%)
 (平均-1.4%)

表-30 薄膜加熱試験後の組成分析結果表 (レジン分)

グレード	個 数	平均値	最大値	最小値	$\sigma n-1$	変動係数
40/60	5	23.4	25.2	22.0	1.2	5.3
60/80	23	24.6	28.1	21.2	1.9	7.7
80/100	11	24.1	26.3	22.5	1.3	4.7

表-31 薄膜加熱試験後の組成分析結果 (芳香族分)

グレード	個 数	平均値	最大値	最小値	$\sigma n-1$	変動係数
40/60	5	47.2	50.7	42.1	3.3	7.0
60/80	23	47.1	50.9	40.1	2.9	6.1
80/100	11	46.6	50.1	42.2	2.2	4.7

表-32 薄膜加熱試験後の組成分析結果 (飽和分)

グレード	個 数	平均値	最大値	最小値	$\sigma n-1$	変動係数
40/60	5	13.4	18.2	11.5	2.8	20.7
60/80	23	13.3	16.4	9.2	1.8	13.8
80/100	11	15.1	16.4	13.1	1.0	6.7

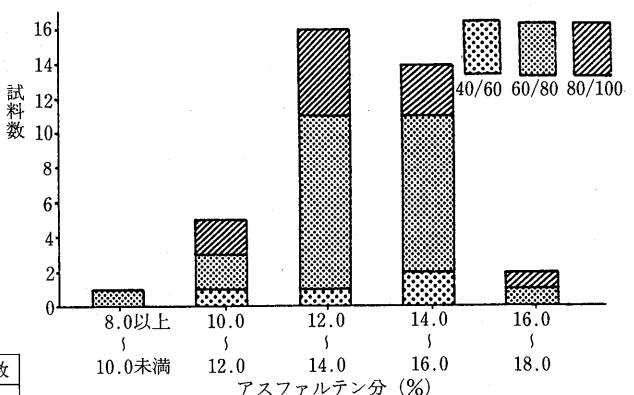


図-40 薄膜加熱試験後の組成分析結果 (アスファルテン分)

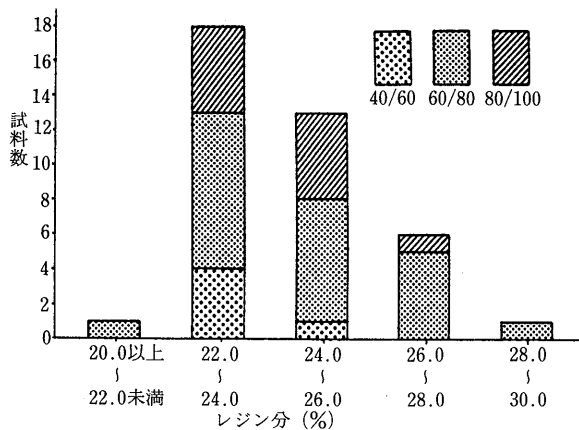


図-41 薄膜加熱試験後の組成分析結果 (レジン分)

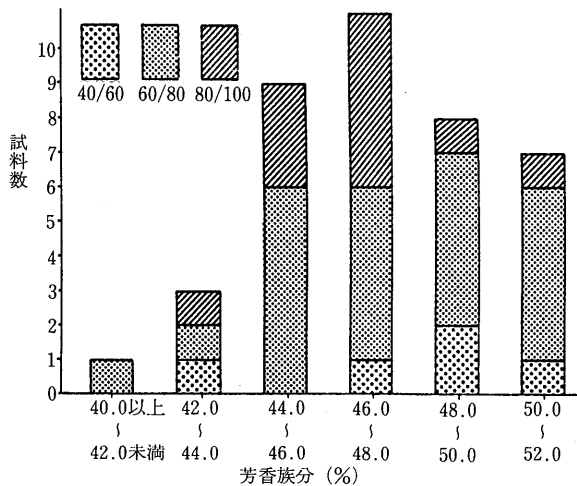


図-42 薄膜加熱試験後の組成分析結果 (芳香族分)

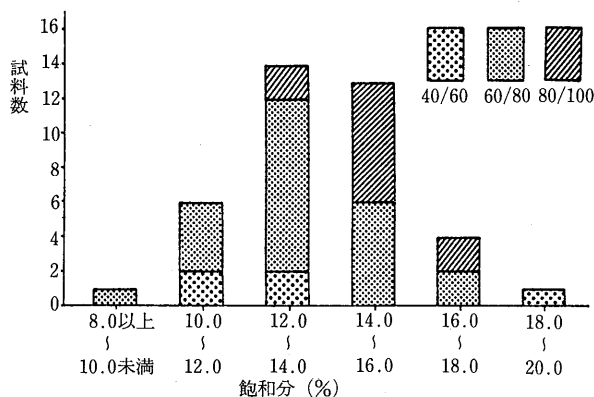


図-43 薄膜加熱試験後の組成分析結果 (飽和分)

表-33 薄膜加熱試験アスファルテン分の変化量 (%)

グレード	個 数	平均値	範 囲	$\sigma n-1$	変動係数
40/60	5	+1.24	+2.2 ~ +0.5	0.7	59.4
60/80	23	+1.21	+4.2 ~ 0	1.0	82.5
80/100	11	+2.38	+3.7 ~ +1.3	0.7	28.0

表-34 薄膜加熱試験レジン分の変化量 (%)

グレード	個 数	平均値	範 囲	$\sigma n-1$	変動係数
40/60	5	+3.60	+4.4 ~ +2.0	1.0	26.4
60/80	23	+1.96	+4.1 ~ 0	1.3	67.0
80/100	11	+1.62	+3.4 ~ +0.2	1.0	63.9

表-35 薄膜加熱試験芳香族分の変化量 (%)

グレード	個 数	平均値	範 囲	$\sigma n-1$	変動係数
40/60	5	-3.56	-1.5 ~ -4.9	1.3	35.5
60/80	23	-2.06	+1.3 ~ -4.3	1.3	62.4
80/100	11	-3.36	-1.2 ~ -4.8	1.2	35.0

表-36 薄膜加熱試験飽和分の変化量 (%)

グレード	個 数	平均値	範 囲	$\sigma n-1$	変動係数
40/60	5	-2.30	-0.4 ~ -3.3	1.3	57.8
60/80	23	-1.66	-0.4 ~ -4.0	1.1	64.2
80/100	11	-0.54	+0.2 ~ -1.4	0.5	97.7

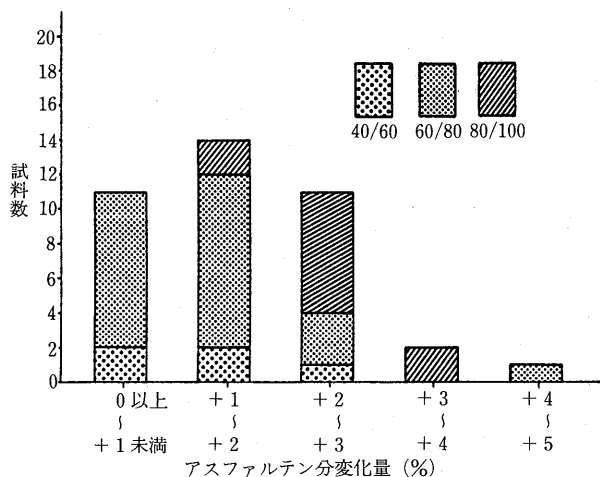


図-44 薄膜加熱試験アスファルテン分の変化量

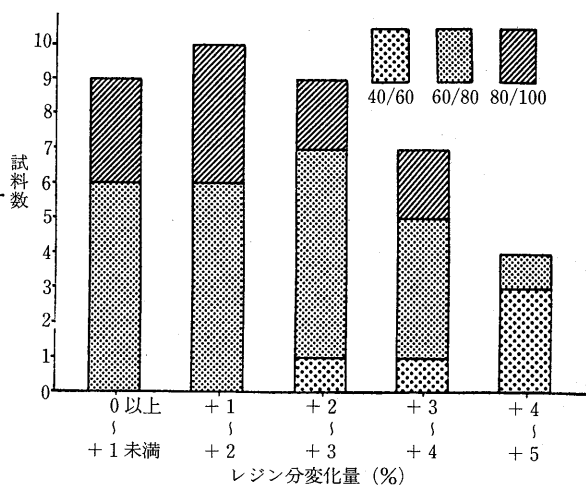


図-45 薄膜加熱試験レジン分の変化量

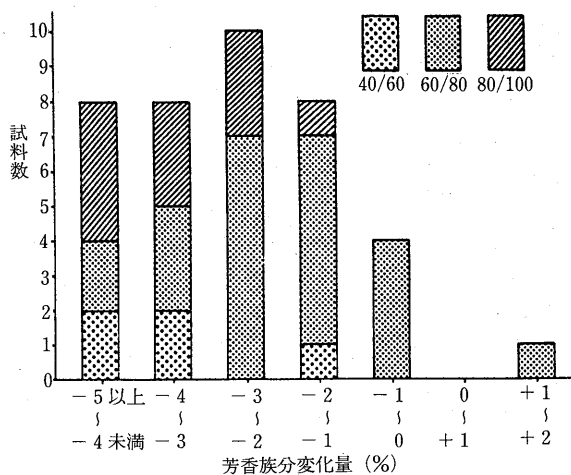


図-46 薄膜加熱試験芳香族分の変化量

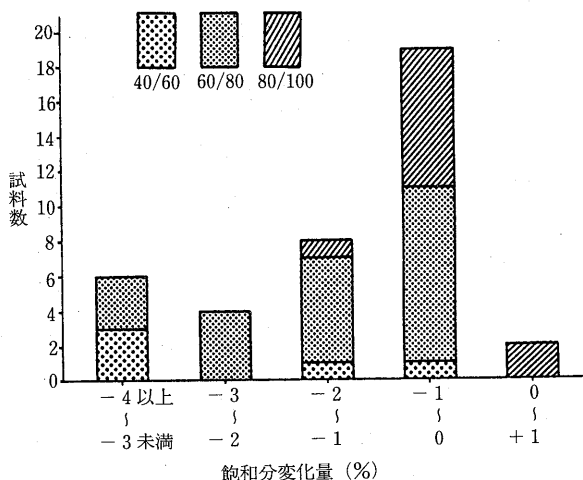


図-47 薄膜加熱試験飽和分の変化量

で、アスファルテン分、レジン分が増加し、芳香族分、飽和分が減少する傾向にある。原アスファルトの各成分量を100とした各成分の変化量(平均)は、アスファルテン分で12%、レジン分、飽和分でそれぞれ9%、芳香族分で5%である。

一般に酸化劣化によるアスファルトの組成変化は、芳香族→アスファルテン分と変化するといわれているが、この結果からみると、薄膜加熱試験のような劣化の初期の段階では芳香族分→レジン分の変化が他に比べて大きいと考えられる。

薄膜加熱試験前後の各成分の変化率と、薄膜加熱後の針入度、変化率、60℃粘度比の関係について検討したが、特に高い相関は認められなかった。また薄膜加熱後の各成分量および薄膜加熱前後の成分変化量と他の性状間にも明確な相関は認められなかった。

3.3.2 ワックス分試験

試験結果を表-37、図-48に示す。結果はほぼ2%前後に集中しており、グレード間にも有意差は認められなかった。

次に他の性状との関係で比較的相関の良かったものは60℃粘度で、その関係を図-49に示す。これはアスファルト中に存在するワックス分は、その融点が針入度の測定温度である25℃と軟化点温度の間にあるもの

表-37 ワックス分 (%)

グレード	個数	平均値	最大値	最小値	$\sigma n-1$	変動係数
40/60	5	1.76	2.08	0.71	0.6	34
60/80	23	2.07	2.84	0.43	0.5	23
80/100	11	2.48	3.44	1.09	0.8	32

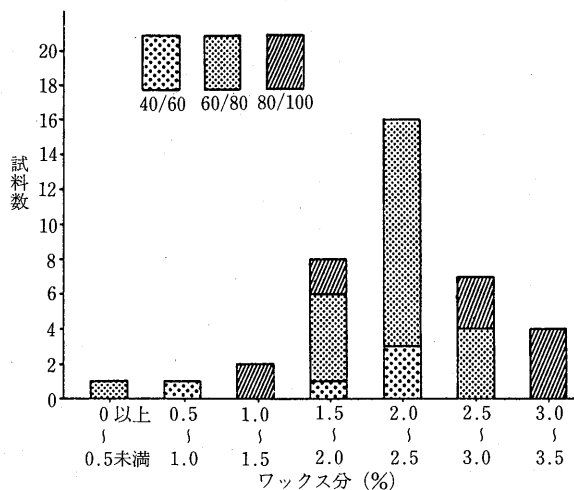


図-48 ワックス分

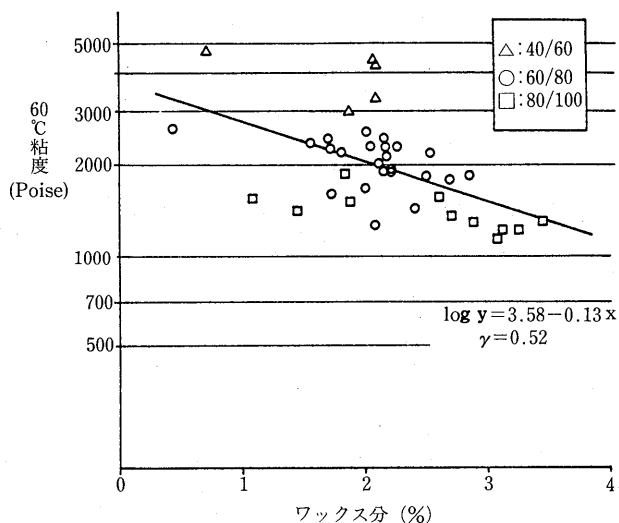


図-49 ワックス分と60℃粘度の関係

が大半で、60℃では溶融して低い溶融粘度を示すため、ワックス分が増えると60℃粘度が下がる傾向にあると考えられるが、その度合は特に問題にするほど大きくない。

またワックス分と芳香族分および低温伸度との間に相関関係があるのではないかと指摘があったが、検討の結果、相関係数はいずれも小さく、関係は認められなかった。

3.3.3 スポットテスト

試験結果は各アスファルトとも陰性であり、何れのアスファルトにも違いは見られなかった。また薄膜加熱後のアスファルトについても数試料スポットテストを行なったが陽性になるものはなかった。

3.4 その他の試験

3.4.1 伸度試験

品質については、JIS K 2207-1980では15℃で評価されており、規格値は針入度40~60では10cm以上、針入度60~80、80~100、100~120については、100cm以上となっている。

試験結果によれば、現在生産されている舗装用石油アスファルトは全てこの規格を満足しており、針入度40~60であっても、5試料全てが100cm以上の値を示している。なお、アスファルト製造法と伸度とは関係があるとされ、例えば、プロパン脱圧法によるアスファルトの伸度は通常小さいとされるが、今回の試験結果では判別できなかった。

伸度規格からみた現状の品質については一応問題ないといえるが、各試料間の性状の差を把握するという意味では、15℃規格では判断できないと考えられる。

このため、試験温度10℃および7℃の条件について試験を行った。その結果では表-38に示されるように、各試料間の性状値に差異が検出された。

アスファルトの伸度は、温度変化への依存性が非常に大きく(温度に対し、対数的に変化する)、このように、温度を低温側に変えることによって、伸びの差異が明確に現れてくるので、伸びやすさの識別と言う目的に対しては一つの方法である。例えば、10℃では概ね針入度級が小さくなるほど伸度が小さくなるので、15℃伸度よりも針入度級別の差異は明確となり、また、各試料間の差異もはっきりしてきている。

しかしながら、このように温度によって急激に伸度に変化する領域では、僅かな温度の変動が測定値に大きな変動を与えると考えられ、後述するように厳密な温度調整の難しさ、その他の要因による試験誤差を考

慮すれば、精度の良い識別法として位置づけるには無理がある。いずれにしても、ストアスの伸度に対する7~10℃はクリティカルな温度領域であり、そのような温度域で伸度の大きさを区分することにどのような意味があるかについては今後の検討が必要である。

他の性状との関係では、図-50、51に見られるように、TFOTもしくはRTFOT後の15℃伸度と原アスファルトの10℃伸度との間に相関関係があることが分かる。この結果より、アスファルトの劣化性状が原アスファルトの低温伸度(例えば、10℃伸度)とある程度関係していることも考えられる。

3.4.2 三塩化エタン可溶分試験

土木研究所における試験結果では、1試料のみ規格値の下限のものがあったが、その他は全て99.0~100%の間にあり、規格を外れた試料は一つもない結果となっており、現在の市販のストレートアスファルト製品については、規格を外れるものはないと見てよいと思われる。

なお、アスファルト中のパラフィン分が三塩化エタン可溶分に関係するのではないかと見方もある。

3.4.3 引火点試験

試験結果では、300℃を若干下回るものが見られるものの、80%以上のアスファルトが320~360℃範囲となっている。この温度は実用上の温度、即ちアスファルトプラントにおけるアスファルト加熱温度および加熱混合時の骨材と接触時の温度からみて十分高く、安全性においては問題ない。

他の性状との関係では、引火点の高低とTFOT後

表-38 10℃, 7℃伸度 (cm)

グレード	No.	7℃伸度	10℃伸度
60/80	1	0	106
	4	5	127
	12	9	140+
	19	16	140+
80/100	1	27	140+
	2	8	43
	3	12	140+
	4	10	140+
	5	10	88
	6	10	119
	7	10	73
	8	13	140+
	9	16	140+
	10	8	68
	11	10	92

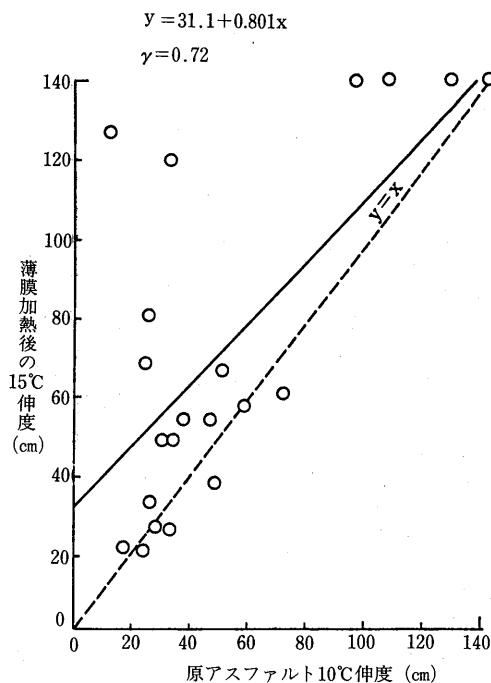


図-50 原アスファルトの10℃伸度と薄膜加熱試験後の15℃伸度の関係 (60/80)

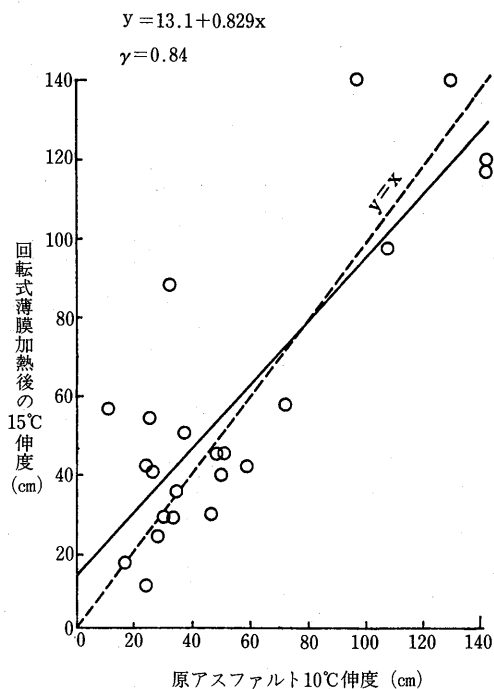


図-51 原アスファルトの10℃伸度と回転式薄膜加熱試験後の15℃伸度の関係 (60/80)

質量変化とが関連するのではないか (低沸点分多〔軟らかいアスファルト〕→引火点高、→TFOT質量変化大) との考え方が示されたが、若干そのような傾向は認められるものの平均値ではあまり差はなく、統計的有意差は認められない。また、微量の低引火点物質が含有されていても、全体の性状に影響することはないとの見解が示された。

3.4.4 比重試験

(1) 性状調査結果

試験の結果では、ストレートアスファルトの針入度40~100範囲の比重は1.025~1.035の範囲に全体の70%が含まれ、規格の1.000以上は十分満足している。

低針入度の方が比重は大きい傾向があると言われていたが、針入度80~100と60~80間でその傾向は認められるものの、針入度60~80と40~60間でははっきりしない結果となっている。

他の性状との関係では、アスファルトの組成 (4成分) と比重との間に相関性が認められる (重相関係数は0.89)。これは比重は構成成分の各々の比重の総合であるから当然の結果であるが、各成分の分子量の違いや構造の違いがあるため、比重にバラツキがあり、そのため重相関係数が若干低くなっていると考えられる。

なお、試験結果ではアスファルテン量はアスファルトの比重に対して増大に作用し、他は減少に作用することが示されている。特に飽和成分が多いと比重が低下する傾向にある。しかしながら、アスファルトの組成と供用性状間との関係は不明確なことから、比重が供用性状とどのような関係があるかは明確でない。

(2) 規格の改正点等の検討

アスファルトの比重はタンク内のアスファルトの検尺時における体積換算や配合設計におけるマーシャル特性値の算出等に使用されており、規格として必要である。規格値については、供用性状に対して特別な関係が確認されていないことから、現状どおりでよいと考えられる。

なお、石油製品 JIS 改正に伴い、JIS K 2249が廃止され、石油製品は密度表示となる。したがってアスファルトについて、比重の替りに密度を用いた場合の影響について検討した。

(試算) 現行の比重表示と密度表示にした場合、配合設計データに及ぼす影響の検討

25℃の水の密度 $0.99704 \text{ (g/cm}^3\text{)}$
 アスファルトの比重 (25°/25℃) 1.030
 とすると

$$\begin{aligned}\text{アスファルトの密度 (25℃) は} & 1.030 \times 0.99704 \\ & = 1.02695 \\ & = 1.027 \quad (\text{g/cm}^3)\end{aligned}$$

今、マーシャル試験で、従来の比重の替りに密度を用いて計算した場合について検討する。

(例)	マーシャル供試体密度	2,400 (g/cm ³)
仮定	アスファルト量	6.0 (%)
	空隙率	4.0 (%)

As 容積率

(従来法)	(新)
$\frac{2,400 \times 0.06}{1.030} \times 100$	$\frac{2,400 \times 0.06}{1.027} \times 100$
=13.98 (%)	=14.02 (%)
飽和度 (A)	(A)'
$\frac{13.98}{(13.98+4.0)} \times 100$	$\frac{14.02}{(14.02+4.0)} \times 100$
=77.75 (%) → 77.8 (%)	=77.80 → 77.8 (%)

通常、As 容積率は下1 ケタまでで計算するので、上記13.98 (%), 14.02 (%) は、両方とも14.0 (%) となって次のようになる。

$$(B) = \frac{14.0}{(14.0+4.0)} \times 100 = 77.78 \approx 77.8 \quad (\%)$$

以上のように、現行の比重に替えて、密度の規定としても全く問題はないと考えられる。

3.4.5 はく離試験

試験結果によれば、はく離面積はすべてが5 %以内であり、合格であった。しかし、はく離試験はアスファルトの付着性能の良否だけで決まるのではなく、使用する骨材の種類 (質) によっても結果が左右されることが経験的に分かっている (例えば、シリカ質の多い、いわゆる酸性岩よりも塩基性岩の方が、一般的に付着性がよいとされる)。また、石油学会はく離専門委員会結果でも、石によるはく離の違いが報告されてい

る。はく離はアスファルトの性質の骨材の特性、即ち、水が介在した場合の水とアスファルトの表面張力の違いや、骨材の表面電位に関係しているとされ、両者の相互関係で結果が異なって来ると言われている。したがって、逆に言えばアスファルトを一定のものを使用すれば、骨材のはく離に対する評価になるとも言える。

他の性状との関係では、引火点の低いアスファルトははく離性状が悪いとの報告がある (昭和49年道路協会アスファルト小委員会)。試験結果における原アスファルトの4成分と引火点との重相関式の係数のうち、飽和成分についての係数が負となっており、即ち、引火点を下げる方向にあることから、飽和成分の多少がはく離に関係していることが推定されるが、断定はできない。

あとがき

以上、アスファルトの品質・試験法についての検討結果を報告したが、現在の時点では現状に対して特に大きな変更が必要と考えられる点はない。しかし、本文中でも述べているように、一番重要と考えられるアスファルトの品質と供用性の関係についてはほとんど明らかにされてはいないのが現状である。この問題に明確な回答を与えるのは非常に難しいことではあるが、今後のアスファルトの品質を考えていく場合に、最も力を注がねばならない点である。おりしも、アメリカにおいても新道路研究計画 (Strategic Highway Research Program; SHRP) においても同様な提言がされており、この問題は各国共通の課題として考えてよいだろう。

この報告にあたっては、分科会委員会の方々の多大の御協力を頂き、建設省土木研究所舗装研究室、日本道路協会アスファルト舗装小委員会の御指導を頂いたことに深く感謝する次第である。

☆

☆

☆

☆

☆

☆

石油アスファルトのJIS試験法改正について

(社)日本アスファルト協会
技術委員会・試験法分科会

1. はじめに

(社)日本アスファルト協会は、昭和63年6月に工業技術院より委託を受けて石油アスファルト JIS K 2207 の見直し作業を行うこととなった。

作業は、本年末を目標に現在審議中であるが、今回の改訂背景について、簡単に述べるとともに改訂に伴い照合試験を行った軟化点及び密度試験方法について紹介する。

2. 背景

石油アスファルト JIS は、昭和55年1月に規格と試験法を統合し、JIS A 6011にあった防水工事用アスファルトを併合して改訂された。

その後、確認は行なわれたものの今日まで改訂されずにきたが、

- ① 石油アスファルトのうち需要がもっとも多い道路用アスファルトについて、昭和61年より(社)日本道路協会でアスファルト舗装要綱の見直しが行われ

ることとなった。

- ② 本協会においても昭和60年よりアスファルト舗装技術委員会の中に品質・試験法分科会を設けて道路用ストレート・アスファルトのよりの確な規格・試験法を目指すべく研究を開始し、その成果は「アスファルト」誌147号および本号に掲載されている。

- ③ 石油製品 JIS 改正に伴い、JIS K 2249が改正され、石油製品は密度表示となった。

- ④ ブローン・アスファルト及び防水工事用アスファルトについても、その後の状況の変化に対応して現行の規格や試験法の見直しを検討する必要がある。

以上のような背景を受けて石油アスファルト JIS の見直しの必要性が生じ、今回の改訂作業となった。

なお、石油アスファルト JIS の改訂内容については、後日改訂案が出来た時点で紹介したいと考えている。

技術委員会試験法分科会名簿

(敬称略)

氏 名	所 属
分科会長：飯 島 博	三菱石油(株)研究本部付主幹
委 員：石 野 政 則	(株)共石製品技術研究所燃料油研究部燃料油研究室
伊 藤 玄	出光興産(株)製造部製油課
牛 尾 俊 介	昭和シェル石油(株)アスファルト室長
軽 部 美 好	日本石油(株)中央技術研究所試験分析室
高 木 清 美	(株)コスモ総合研究所石油技術研究所燃料第2グループ
中 田 一 郎	東亜燃料工業(株)製造部品質課長
中 谷 祐 一	富士興産(株)技術部技術二課係長
番 場 章	三菱石油(株)研究本部分析センター

石油アスファルト軟化点試験方法の自動化について

1. 目 的

日本アスファルト協会技術委員会試験法分科会では、JIS K 2207（石油アスファルト）の見直し、改正案の作成に際し、軟化点（環球法）試験において、普及が著しい自動試験器も、使用できる旨の文章を挿入すべきであるという結論を得た。そこで、基礎データ資料として軟化点試験において手動試験器と自動試験器の試験結果に差異がないことの確認が必要となり、試験法分科会メンバー会社で照合試験を実施したので、その結果の概要を報告する。

2. 参加機関

参加機関は、下記の分科会関係各社 8 測定所が参加した。

- ・昭和シェル石油中央研究所 ・海南石油精製製品課
- ・三菱石油分析センター ・日本鉱業知多製油所
- ・コスモ開発研究所 ・日本石油中央技術研究所
- ・出光興産千葉製油所 ・東亜燃料工業和歌山工場

3. 試験方法

試験方法は、JIS K 2207-1980 の軟化点（環球法）とした。また、集計解析は、石油学会規格（JPI-5S-4-79）によって行った。

4. 試料及び試験項目

試料及び試験項目は、下記に示す。（表－1 参照）

試験は、試料 2 本かけの測定データを平均した値を 1 回の試験結果とする。また、各社手持試料については、ストレートアスファルトであれば 40/60・60/80・80/100 のいずれでも良いこととした。

5. 結果のまとめ

照合試験配布試料（60/80，80/100 ストレートアスファルト）で行った軟化点試験結果は、2 試料とも繰り返し精度、再現精度において試験法規定許容差をいずれも満足し、F 検定も良好な結果であった。

（表－2，図－1 参照）

また、手動法と自動法の結果をそれぞれ別に解析して、繰り返し精度、再現精度、平均値について比較を

行った。（表－3 を参照）

その結果、いずれの点でも有意差なしと判定され、今回の照合試験において、手動試験器と自動試験器との試験結果に差異がないことが確認された。

各社手持試料の結果については、異試料であり解析

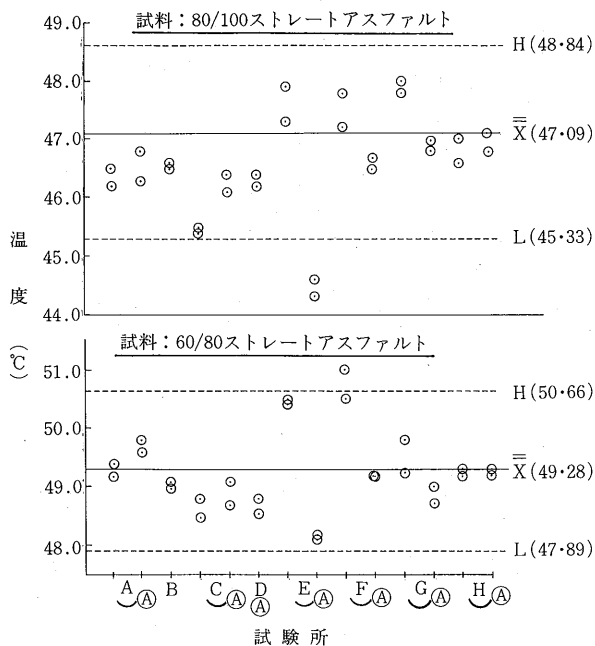
表－1 試料及び試験項目

項 目	試 料	照合試験配布試料		各社手持試料	
		60/80	80/100	60/80	80/100
軟化点	手動	○×2 回	○×2 回	○×2 回	○×2 回
	自動	○×2 回	○×2 回	○×2 回	○×2 回
	自動	○×2 回	○×2 回	○×2 回	○×2 回

表－2 石油アスファルト軟化点（環球法）照合試験結果

試験方法：JIS K 2207 単位：℃ 試験所数：14

項 目		試料名	60/80		80/100	
			全 デ ー タ		全 デ ー タ	
繰り 返し 精度	試験方法規定許容差		1.0		1.0	
	照 合 試 験 許 容 差 (自由度)		0.53 (14)		0.52 (14)	
	F 検 定 結 果		◎		○	
再現精度	試験方法規定許容差		4.0		4.0	
	照 合 試 験 許 容 差 (自由度)		2.14 (13.82)		2.71 (14.01)	
	変 動 係 数 (%)		1.43		1.92	
	F 検 定 結 果		◎		◎	
平 均 値			49.275		47.088	
範 囲			2.9		3.7	
棄却した 試験所	繰り返し性		な し		な し	
	再 現 性		な し		な し	
試験 所名 およ び 試験 結果	A	AUTO	49.4	49.2	46.5	46.2
			49.6	49.8	46.8	46.3
	B	AUTO	49.0	49.1	46.5	46.6
			—	—	—	—
	C	AUTO	48.8	48.5	45.5	45.4
			48.7	49.1	46.4	46.1
	D	AUTO	—	—	—	—
			48.8	48.6	46.2	46.4
	E	AUTO	50.4	50.5	47.3	47.9
			48.1	48.2	44.6	44.3
	F	AUTO	51.0	50.5	47.8	47.2
			49.2	49.2	46.5	46.7
	G	AUTO	49.5	49.8	47.8	48.0
			49.0	48.7	47.0	46.8
	H	AUTO	49.3	49.2	47.0	46.6
			49.2	49.3	47.1	46.8



図—1 軟化点試験結果

が困難であるため、両法の差が照合試験配布試料の結果と比べて差が拡大せず、傾向が同様であることを確認するにとどめた。

また、攪拌による影響は、参加各社がすべてゆるやかな攪拌で測定を行った結果、ゆるやかな攪拌ならば影響のないことがわかった。

自動試験器にも、メーカーによって若干器差があるため、試験法規定に沿って、温度上昇速度を守れるように調整することが重要である。

6. その他

A社より自動試験器は、器種の違いや攪拌の状態によって測定結果が異なるとの報告があった。先に述べたように、試験法を守り、手動法とかけはなれた条件での測定をしなければ特に問題はないと思われる。

表—3 両法（手動法、自動法）の比較結果

試 料 名		60/80			80/100		
項目	方法	手 動	自 動	有意差	手 動	自 動	有意差
繰り返 精度の 比較	不偏分散	0.0357	0.0250	な	0.0736	0.0457	な
	自由度	7	7		7	7	
	不偏分散比	1.429		し	1.610		し
	F表値 $\alpha=0.025$	4.140			4.140		
	許容差	0.63	0.53		0.91	0.72	
再現精度 の比較	不偏分散	0.5951	0.2506	な	0.7675	0.7493	な
	自由度	6.37	6.63		6.60	6.38	
	不偏分散比	2.375		し	1.024		し
	F表値 $\alpha=0.025$	4.420	4.582		4.586	4.402	
	許容差	2.64	1.70		2.97	2.96	
平均値 の比較	全試験回数	14	14	な	14	14	な
	室間平方和	6.9271	2.8571		8.7686	8.7171	
	試験室間不偏分散	1.1545	0.4762		1.4614	1.4528	
	試験室間自由度	6	6	し	6	6	し
	平均値	49.586	48.964		46.879	46.286	
	平均値の差	0.622			0.593		
	T検定値	0.835			1.116		

石油アスファルト密度試験方法について

1. 目 的

日本アスファルト協会技術委員会試験法分科会では、JIS K 2207 (石油アスファルト)の見直し・改正案の作成に際し、JIS K 2249 -1987 (原油及び石油製品の密度試験方法並びに密度・質量・容積換算表)の改正により、比重25/25℃を密度(15℃) g/cm^3 に変更することが必要となり、併せて密度(15℃) g/cm^3 の試験方法(ハバード法)としてJIS K 2249の規定を簡素化し、密度報告桁数を3桁にしてJIS K 2207に組み込むという結論を得た。そこで、基礎データ資料として密度(15℃) g/cm^3 の試験精度の確認が必要となったため、試験法分科会メンバー会社で照合試験を実施し、併せて理論値(参考)で決めた比重25/25℃値と密度(15℃) g/cm^3 値との換算係数の確認を行ったので、結果の概要を報告する。

2. 参加機関

参加機関は、下記の分科会関係各社8測定所が参加した。(五十音順)

- ・出光興産千葉製油所 ・昭和シェル石油中央研究所
- ・海南石油精製製品課 ・東亜燃料工業和歌山工場
- ・コスモ開発研究所 ・日本鉱業知多製油所
- ・三菱石油分析センター・日本石油中央技術研究所

3. 試験方法

試験方法は、比重25/25℃の試験についてはJIS K 2249 -1980のハバード法に、密度(15℃) g/cm^3 の試験についてはJIS K 2249 -1987のハバード法に準拠した改正案とした。また、集計解析は、石油学会規格(JPI-5S-4-79)によって行った。

4. 試料及び試験項目

試料及び試験項目は、表-1の通りであるが、比重25/25℃と密度(15℃) g/cm^3 は必ず同一試料で行うこと、また、各社手持試料は、ストレートアスファルトであれば40/60・60/80・80/100のいずれでも良いこととした。

5. 結果のまとめ

(1) 密度(15℃) g/cm^3 の試験精度

密度(15℃) g/cm^3 の試験精度は、表-2の通り現行試験方法の許容差を外れている。しかし、現JISのベースとなっているASTMの許容差には入っており、アスファルトの実用性上現JISのような精度要求がないことからASTMD70-82の許容差をスライドするのが妥当と考え、繰返し許容差0.003 g/cm^3 ・再現許容差0.007 g/cm^3 とした。

(2) 比重25/25℃値と密度(15℃) g/cm^3 値との換算係数

比重25/25℃値と密度(15℃) g/cm^3 値との差は、は、表-3の通り0.0034~0.004程度であった。

このことから、アスファルトの密度報告桁数を小数点以下3けたの場合は、理論値(参考)を用いても、差がないことが確認された。

$$\text{比重25/25℃} = \text{密度(15℃)} \times 0.996$$

表-1 試料及び試験項目

項 目	試 料		照合試験配付試料		各社手持試料	
	60/80	80/100	60/80	80/100	60/80	80/100
比 重 25/25℃	○×2回	○×2回	○×2回	○×2回	○×2回	○×2回
密 度 (15℃) g/cm^3	○×2回	○×2回	○×2回	○×2回	○×2回	○×2回

表-2 密度(15℃)の試験精度

試料 項目	照 合 試 験 結 果				J I S K	A S T M D70-82	
	60～80 ストレートアスファルト		80～100 ストレートアスファルト		2249-87 の許容差	の 許 容 差	
	比重 (25℃)	密度 (15℃)	比重 (25℃)	密度 (15℃)		25℃	15.56℃
繰返し許容差	0.0019	0.001 ⁴	0.0009	0.001 ⁴	0.0006	0.002	0.003
再現 許容差	0.0038	0.002 ⁴	0.0036	0.002 ⁷	0.0010	0.005	0.007

表-3 石油アスファルト「比重・密度」試験結果

試験室	照合試験配付試料 (同一試料)						各社手持試料 (異試料)					
	60/80			80/100			60/80			80/100		
	比重25/25℃ 1回目	比重25/25℃ 2回目	密度(15℃)g/cm ³ 1回目	比重25/25℃ 1回目	比重25/25℃ 2回目	密度(15℃)g/cm ³ 2回目	比重25/25℃ 1回目	比重25/25℃ 2回目	密度(15℃)g/cm ³ 1回目	比重25/25℃ 1回目	比重25/25℃ 2回目	密度(15℃)g/cm ³ 2回目
A	実測	1.0297	1.0305	1.034	1.034	1.034	1.0269	1.0266	1.031	1.030	1.0296	1.0297
	平均	1.0302		1.034		1.031	1.0267		1.031		1.0297	(0.004)
B	実測	1.0311	1.0312	1.034	1.034	1.034	1.0281	1.0280	1.030	1.031	1.0298	1.0298
	平均	1.0312		1.034		1.031	1.0280		1.031		1.0298	(0.003)
C	実測	1.029	1.028	1.034	1.034	1.034	1.025	1.024	1.031	1.031	1.029	1.029
	平均	1.028		1.034		1.031	1.024		1.031		1.029	(0.004)
D	実測	1.0293	1.0295	1.034	1.033	1.033	1.0259	1.0261	1.030	1.030	1.0278	1.0280
	平均	1.0294		1.034		1.030	1.0260		1.030		1.0279	(0.004)
E	実測	1.030	1.031	1.034	1.033	1.033	1.027	1.027	1.030	1.030	1.032	1.032
	平均	1.031		1.034		1.030	1.027		1.030		1.032	(0.004)
F	実測	1.0326	1.0309	1.035	1.035	1.035	1.0273	1.0277	1.031	1.032	1.0383	1.0391
	平均	1.0318		1.035		1.032	1.0274		1.032		1.0387	(0.004)
G	実測	1.0312	1.0316	1.034	1.034	1.034	1.0268	1.0271	1.030	1.030	1.0332	1.0334
	平均	1.0314		1.034		1.030	1.0270		1.030		1.0333	(0.004)
H	実測	1.0299	1.0295	1.033	1.034	1.034	1.0263	1.0262	1.028	1.029	1.0277	1.0271
	平均	1.0297		1.034		1.028	1.0263		1.028		1.0274	(0.004)
集 計	平均	1.0303		1.034		1.030	1.0266		1.030			
	範囲	0.0046		0.002		0.003	0.0041		0.003			
結 果	繰返し精度	0.0019		0.001 ⁴		0.001 ⁴	0.0009		0.001 ⁴			
	再現精度	0.0038		0.002 ⁴		0.002 ⁷	0.0036		0.002 ⁷			
果 果	比重25/25℃ 密度(15℃) g/cm ³ との差	0.003 ⁷		0.003 ⁷		0.003 ⁴	0.0036		0.004		0.004	

密度 (15℃) g/cm^3 から比重 (25/25℃) への換算式

JIS K 2249-1987の温度に対する密度換算及び容量換算の基本式を用いて計算した。

(a) 基本換算式

$$\text{密度 (25℃)} = \text{比重 (25/25℃)} \times \text{水の密度 (25℃)} \dots\dots\dots(1)$$

$$\text{密度 (25℃)} = \text{密度 (15℃)} \times \text{VCF} \dots\dots\dots(2)$$

$$\text{VCF} = \exp [-10\alpha T (1.0 + 0.8 \times 10\alpha T)] \dots\dots\dots(3)$$

$$\alpha T = \frac{186.9696}{[1000 \times \text{密度 (15℃)}]^2} + \frac{0.4862}{[1000 \times \text{密度 (15℃)}]} \dots\dots\dots(4)$$

(b) 式(1)および(2)から

$$\text{比重 (25/25℃)} = \text{密度 (15℃)} \times \text{VCF} / \text{水の密度 (25℃)}$$

$$= \text{密度 (15℃)} \times \frac{\text{VCF}}{0.99705} \dots\dots\dots(5)$$

(c) 式(4)を用いて、密度 (15℃) が0.95~1.10 g/cm^3 の範囲の平均 αT を算出すると、
平均 $\alpha T = 0.00065464^\circ\text{C}^{-1}$ (表参照)

(d) (c)で求めた平均 αT を式(3)に代入して、平均VCFを求めると、
平均 VCF = 0.993441 (表参照)

(e) (d)の平均VCFを式(5)の右辺第2項に代入し、計算すると、

$$\frac{\text{VCF}}{0.99705} = \frac{0.993441}{0.99705} = 0.996$$

(f) (b)の式(5)より

$$\text{比重 (25/25℃)} = \text{密度 (15℃)} \times 0.996 \dots\dots\dots(6)$$

表 密度 (15℃) に対応する αT とVCF

密度 (15℃) g/cm^3	αT $^\circ\text{C}^{-1}$	VCF	参考 (比重25/25℃への換算係数)
0.950	0.0007189	0.992796	0.99573
0.975	0.0006953	0.993033	0.99597
1.000	0.0006731	0.993256	0.99619
1.025	0.0006522	0.993465	0.99640
1.050	0.0006325	0.993663	0.99660
1.075	0.0006140	0.993849	0.99679
1.100	0.0005965	0.994024	0.99696
平均	0.00065464	0.993441	

セミブローンアスファルト (AC-100)

第3次試験舗装の供用性追跡調査結果

多田 宏行*

伊藤 正秀**

1. 研究の目的と経緯

我が国では、ここ10年来、舗装構造に起因するわだち掘れとは異なったタイプのわだち掘れ、すなわち、アスファルト混合物の流動によるわだち掘れの発生が顕著になってきた。

このような状況が生じた原因は、我が国の舗装がおかれている次の特殊環境によると考えられる。

- (1) 重車両の通行が極めて増大した。
- (2) 夏期に高温が連続し、舗装表面温度は60℃にも達する。
- (3) 一般に道路幅員が狭く、車輪の走行位置が一定している。

そして従来、流動によるわだち掘れの対策としては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。しかしこれらは、ある程度の効果をあげているものの、十分な効果をあげているとはいいがなかった。一方、アスファルトの性状は舗装の流動に最

も影響すると考えられた。

このような背景の下、(社)日本アスファルト協会ではアスファルト舗装技術委員会において、アスファルト舗装の流動によるわだち掘れを軽減する方法として、アスファルトの感温性の改善に着目し、わだち掘れが特に進行する高温時(60℃)の粘度を高めたセミブローンアスファルトの開発を検討してきた。

研究の開始は昭和50年にさかのぼる。各年次における研究経過は、表-1のとおりであり、その内容を大別すれば、①文献調査、②室内試験、③試験舗装である。まず、各種の文献調査および室内試験の結果、重交通道路舗装用アスファルトとしてセミブローンアスファルトが開発された。そして、セミブローンアスファルトの実際の道路での供用性を確認するため、土木研究所舗装研究室、化学研究室と(社)日本アスファルト協会は、建設省道路局、各地方建設局および事務所、地方公共団体の協力の下に試験舗装を実施した。

試験舗装は、昭和52年度より3次にわたって実施さ

表-1 セミブローンアスファルトの研究経過

年 次	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62
内 容													
1) 文献、改質アスファルトの調査	←→												
2) セミブローンアスファルトの試作、室内試験		←→					←→						
3) 第1次試験舗装			舗設	←→	追跡調査								
4) 第2次試験舗装				舗設	←→	追跡調査							
5) 第3次試験舗装							舗設	←→	追跡調査				

* ただ ひろゆき 社団法人 日本アスファルト協会アスファルト舗装技術委員会委員長

**いとう まさひで 建設省土木研究所舗装研究室

れ、このうち第1次、第2次試験舗装については結論が得られており、既に報告されている¹⁾。一方、第3次試験舗装は昭和56年度より施工を開始し、昭和62年度まで追跡調査を行った。

調査の結果、セミブローンアスファルト(AC-100)のもつ耐流動性の確認、およびセミブローンアスファルトのデメリットであるといわれているひび割れの発生、アスファルトの劣化の状態について最終的な確認を行うことができた。

本報告では第3次試験舗装の結果を中心に報告するが、文献調査、室内試験、第1次、第2次試験舗装についても、その概要を述べることにする。なお、第3次試験舗装の供用性については昭和59年に既に中間報告がなされている²⁾が、今回の報告は、59年以後の調査結果に基づく最終報告である。

2. 研究結果の概要

2-1 文献調査

研究開発の方向を探るために、欧米各機関の舗装用アスファルト規格の品質規格、およびアスファルト混合物の流動に関する研究論文について文献調査を行った。その結果、次のようなことが明らかになった。

①ヨーロッパでは主として、軟化点により高温時のコンシステンシーを評価している。

②アメリカでは80%以上の州が、60℃粘度により高温時のコンシステンシーを評価している。

③ヨーロッパ、アメリカとも、アスファルト混合物の塑性流動によるわだち掘れは、余り大きな問題とはなっていない。

これら、文献調査の結果、60℃粘度を高めたアスファルトの開発を開発するという基本的な方向とヒントが得られた。

2-2 室内試験

室内試験では、まず一般に市販されている舗装用アスファルトの60℃粘度を調査した。その結果、針入度80~100のアスファルトの60℃粘度は1,000~1,500 poise、60~80では1,500~3,000 poise、そして40~60では3,000~4,000 poiseの範囲にあることがわかった。

なお、アメリカの60℃粘度規格は、最も硬い種類でも4,000 poiseであるから、わが国とほぼ同様のアスファルトを使用していることが推定できた。

次に、60℃粘度を高める手法を種々の角度から検討したが、ブローイング方式が最適であるとの結論を得た。ブローイングとは、ストレートアスファルトを

250~300℃に加熱した状態で数時間、空気を吹き込み、アスファルトの粘度および感温性を改善することである。製造の際には、

(1) 25℃における針入度は40以上

(2) 180℃における動粘度は200cSt 以下

を目標とし、これを満足するアスファルトをセミブローンアスファルトと称した。

上記の性状目標値は、低温時の脆性ひび割れを避けるために低温時の硬さを制限し、かつ施工性を確保するために高温時の軟らかさを要求したものである。したがって、セミブローンアスファルトは、60℃では従来のアスファルトより硬く、25℃、180℃では従来のストレートアスファルトとほぼ同程度の軟らかさを要求されたことになる。

そして、小規模のブローイング装置を使用し、数種のセミブローンアスファルトを試作(試作アスファルト)として性状を調べたところ、(1)、(2)の条件を満足するセミブローンアスファルトの製造は可能であることが明らかとなった。

次に、試作アスファルトを用いたアスファルト混合物の性状を検討した。通常、マーシャル安定度、ホイールトラッキング試験における動的安定度(Dynamic Stability; DS)は、いずれもアスファルト混合物の高温安定性を評価する指標とされているが、両安定度は60℃粘度ときわめて相関が高く(図-1)、60℃粘度が高いほど両安定度も高いこと、したがってセミブローンアスファルトの使用は、アスファルト混合物の耐流

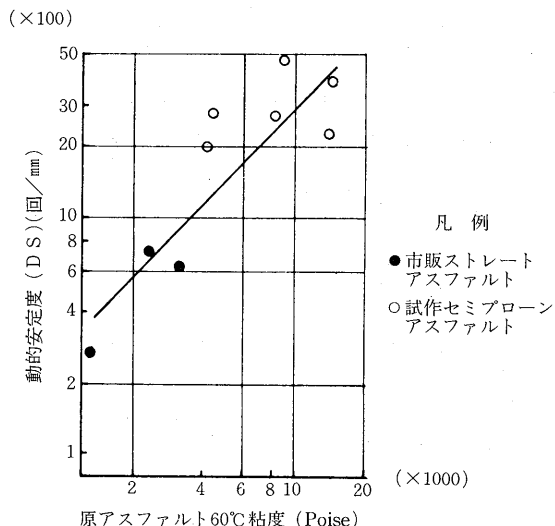


図-1 原アスファルトの60℃粘度と動的安定度(DS)の関係

動効果を期待できることが明らかとなった。

以上の結果を基に、 $14,000 \pm 4,000$ poise の60℃粘度をもつセミブローンアスファルト AC-140が開発され、その規格(案)が定められた。

2-3 第1次試験舗装

建設省直轄の国道を中心とし、また東京都および神奈川県の協力を得て、表-2の規模の試験舗装を行った。使用したセミブローンアスファルトは、60℃粘度が $14,000 \pm 4,000$ poiseであるAC-140と、 $8,000 \pm 2,000$ poiseであるAC-80とした。

試験舗装の結果から、セミブローンアスファルトは耐流動性に効果のあることがわかった(図-2)。しかし、名古屋国道(愛知県弥富地区)、藤沢、相武国道など多くの箇所ですばやく早期にひび割れが発生した(図-3)。これらの原因について検討したところ、早期にひび割れが発生した個所のうち、藤沢

以外は、すべて原アスファルトの60℃粘度が非常に高く、名古屋国道(弥富)では、 122×10^3 poiseと極端に高い値であったことが判明した。また一般に、薄膜加熱試験(TFOT)後と原アスファルトの60℃粘度の比(粘度比)が大きい場合にひび割れ発生が顕著であった。

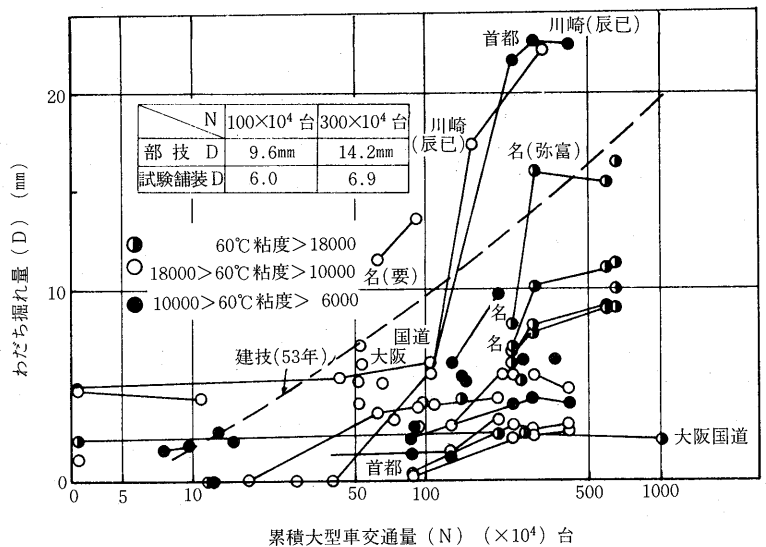


図-2 Nとわだち掘れ量(D)の関係(交差点流入部)

表-2 第1次試験舗装

工事・事務所	路線	工事箇所	交通量(台/日、方向) 全交通/2方向 大型車/1方向	舗装延長(m)	舗装面積(m ²)	アスファルトの種類と量	混合物の種類	工種および舗装構成	工事期間	アスファルト使用量(t)	製造会社
大宮国道	4	埼玉県草加市	大型車 4,960	220	1,540	AC-140	密粒度20 粗粒度20	打換え オーバーレイ 5 cm 5 cm	納入日 52.12. 8	25	富士興産
相武国道	16	八王子市大和田	大型車 2,950	155	2,868	AC-140 OAC	密粒度20 粗粒度20	改 築 5 cm 15 cm	納入日 52.11. 1	70	シェル石油
川崎国道 有明	357	東京都江東区辰巳	全交通 13,260	900	5,850	AC-80 OAC	密粒度20	オーバーレイ 7 cm	納入日 52.11.	70	シェル石油
	357	江東区有明	全交通 9,240	700	6,175	AC-80 OAC	密粒度20	オーバーレイ 5 cm	納入日 52.11.		シェル石油
横浜国道	16	横浜市上川井町	大型車 3,390	1,155	6,125	AC-80 AC-140 OAC	密粒度20	オーバーレイ (コンクリート版) 5 cm	納入日 52.11. 8	AC-80 20 AC-140 30	シェル石油
名古屋国道	23	愛知県海部郡弥富町	大型車 9,860	800	2,600	AC-140 OAC	密粒度20 粗粒度20 粗粒度(G)20	オーバーレイ 5 cm 5 cm	納入日 52.12. 9	67	シェル石油
大阪国道	43	大阪市此花区四貫島	大型車 17,340	400	6,240	AC-140 共通範囲の下限	密粒度13	オーバーレイ (コンクリート版) 5 cm	納入日 52.10.15	40	昭和石油
兵庫国道	43	尼崎市東本町	大型車 10,380	350	2,300	AC-140 共通範囲の下限	密粒度13	オーバーレイ 5 cm	納入日 52.10. 5	16	大協石油
東京都主要 地方道(10号)		東京都江戸川区喜喜田	大型車 2,150	119	1,860	AC-140 OAC	密粒度20	打換え 5 cm	納入日 53. 3.	26	丸善石油
神奈川県		神奈川県藤沢市辻堂	大型車 2,820	460	5,980	AC-140 OAC	密粒度(G)13 粗粒度20	オーバーレイ 4 cm	納入日 52. 9.21	60 60	日本石油 三菱石油
計					41,538				計	432	

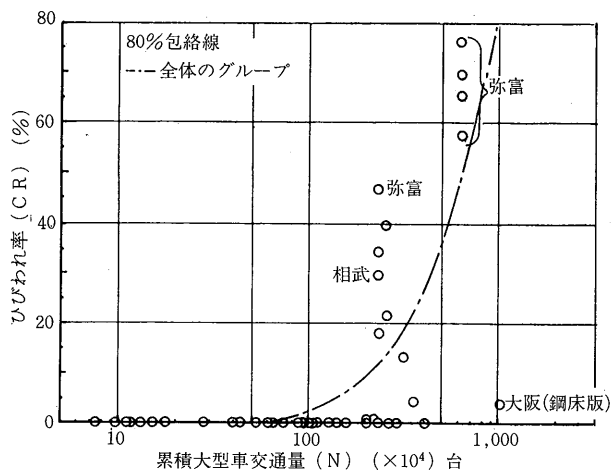


図-3 Nとひびわれ率(CR)の関係(交差点流入部)

このようなことから、60℃粘度に加えて、粘度比を規格(案)規定する必要があると判断された。

2-4 第2次試験舗装

第1次試験舗装の結果を参考にして粘度比を6.0以下として規格(案)に規定するとともに、セミプロンアスファルトの60℃粘度の品質を厳守することに十分配慮して、第2次試験舗装を実施した。表-3に第2次試験舗装箇所を示す。

第2次試験舗装では、耐流動性とともひび割れ防止についても、ある程度満足する結果が得られた。しかし、原アスファルトの60℃粘度が15,000poiseを超える箇所ではひび割れが発生した(図-4)。一方、60℃粘度が7,000poiseを下回る箇所では流動が見られたこと

表-3 第2次試験舗装

工事・事務所	路線	工事箇所	交通量(台/日、方向) 全交通/2方向 大型車/1方向	舗装延長 (m)	舗装面積 (㎡)	アスファルトの種類	混合物の種類とアスファルト	工種および舗装構成	工事期間	アスファルト 使用量(t)	製造会社
川崎国道	246	川崎市 高津区有馬	大型車 13,536	580	4,350	AC-140 AC-80 OAC, OAC±0.4	密粒度20	打換え 5 cm 5 cm	納入日 55.10.	AC-140 13.8 AC-80 24.8	富士興産
滋賀国道	1	大津市 瀬田大江町	大型車 6,160	600	4,200	AC-140 AC-80 OAC, OAC±0.4	密粒度13 密粒度G13	オーバーレイ 5 cm	納入日 53.11.1	AC-140 18.0 AC-80 18.0	日本石油 三菱石油
岡山国道	2	一日市	大型車 9,330	320	2,560	AC-140 共通 範囲の 下限 OAC±0.3	密粒度20 密粒度G13 密粒度20	オーバーレイ 5 cm	納入日 53.11.	AC-140 17.0	三菱石油
香川国道	11	坂出市丸亀	大型車 360	895	2,240	AC-80 OAC	密粒度13 粗粒度20	新設 5 cm 5 cm	納入日 53.10.	AC-80 72.0	三菱石油
首都高速	7号	江東区 錦糸町ランプ	大型車 10,900	397	115.5	AC-140 AC-80 VMAの最小点	粗粒度20 密粒度下限 20	オーバーレイ 5 cm 5 cm	納入日 53.12.13	AC-140 15.0 AC-80 10.0	シェル 石油
愛知県	寺町南部 要町	高速 2号 寺町南工区 市道 高速2号要町	大型車 14,000 大型車 830	434 660	6,510 18,746	AC-140 OAC OAC	密粒度13 粗粒度20 密粒度20 密粒度20	改築 3 cm 5 cm 5 cm 5 cm	納入日 53.10. 54.3	AC-140 58.0 AC-140 40.0	シェル 石油 シェル 石油
千葉県	君津 君津 市原 葛南	千葉 鴨川線 君津市三田 君津丸山線 市原市出津 市川松戸 有料 北方町~大野	大型車 730 全交通 9,000 大型車 1,600 大型車 730 大型車 1,600	211 100 140 400	1,160 625 900 3,000	AC-140 OAC AC-140 OAC	密粒度20 粗粒度20 密粒度20 粗粒度20 密粒度20 粗粒度20	切削カバー 5 cm 5 cm 打換え 5 cm 5 cm 切削カバー 5 cm 5 cm 新設 5 cm	納入日 54.3.16 54.3.17 54.3.14 54.8.3	AC-140 15.67 AC-140 7.57 AC-140 7.0 AC-140 20.0	シェル 石油 シェル 石油 日本石油
大阪府	岸和田 岸和田 貝塚	大阪 臨海線 大阪市木材町 大阪和泉南線 大阪市下松南 大阪石材町	大型車 8,350 大型車 2,590 大型車 2,480	96 101 98	1,078 379 394	AC-140 OAC AC-140 OAC	密粒度20 密粒度20 密粒度20	オーバーレイ 5 cm オーバーレイ 5 cm 打換え 5 cm 5 cm	納入日 54.3. 54.3. 54.3.	AC-140 40.0 AC-140 40.0 AC-140 40.0	シェル 石油 シェル 石油 シェル 石油
計					46,254.5				計	741.84	

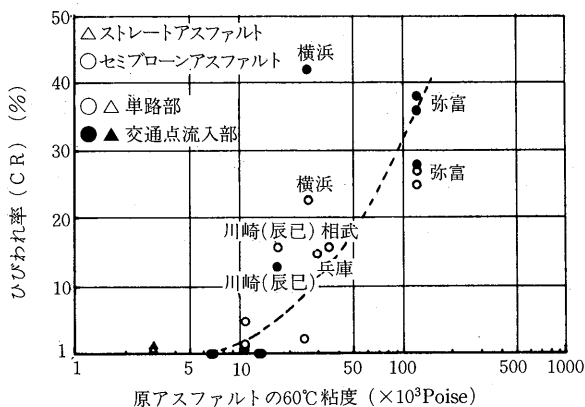


図-4 原アスファルトの60℃粘度とひびわれ率 (CR) の関係 ($N=300 \times 10^4$)

から、セミアスファルトの60℃粘度は、AC-140とAC-80の中間が適切であろうと判断された。また、第1次試験舗装の結果も含めた、原アスファルトおよび薄膜加熱後の60℃粘度とひび割れ率の関係(図-5)から、粘度比は5.0以下が適切と判断された。

アスファルト混合物性状と供用性の関係については、①動的安定度が4,000~5,000回/mmを超えると、ひび割れが急激に増加する(図-6)、②動的安定度が大きくなるとわだち掘れが小さくなることが明らかとなった。

なお、セミアスファルトを2層以上に用いた箇所では、わだち掘れ、ひび割れの両方に対し好成績であったことから、セミアスファルトを適用する場合は、層厚の最小値の規定も必要であろうとの判断を得た。

3. 第3次試験舗装の施工

第2次試験舗装の結果から、60℃粘度を $10,000 \pm 2,000$ poise (AC-100) に設定し、かつ粘度比を5.0以下とした。第1次、第2次試験舗装も含め、使用したセミアスファルトの規格(案)を表-4に示す。このセミアスファルトAC-100の供用性を確認するため、第3次の試験舗装を実施することとした。

3-1 施工基準の作成

第1次、第2次試験舗装ではいずれも特記仕様書によって施工してきたが、第3次試験舗装にあたっては、セミアスファルトを用いる場合の“施工基準”を作成し、これに基づいて施工を実施した。

施工基準では、①セミアスファルトの品質、②アスファルトの貯蔵する場合の注意、③混合物の配合設計の手順について記述し、特に配合設計にあたっては、設計アスファルト量でホイールトラック試験を行なって動的安定度を確認することを付記した。

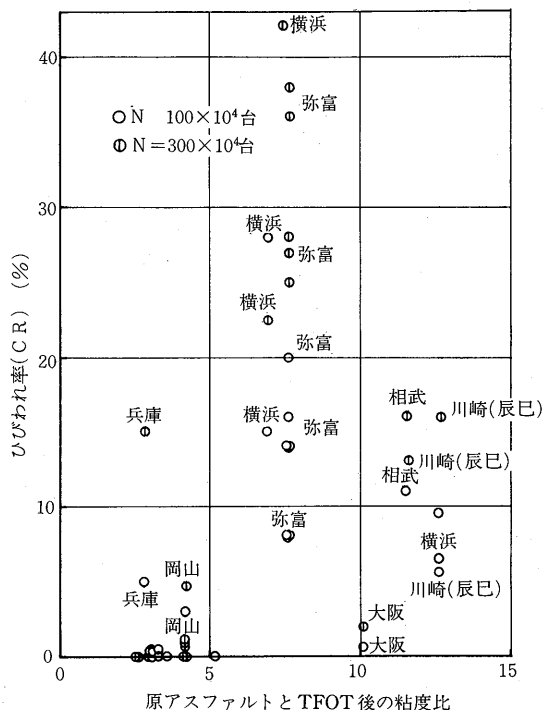


図-5 原アスファルトとTFOT後の粘度比とひびわれ率 (CR) の関係

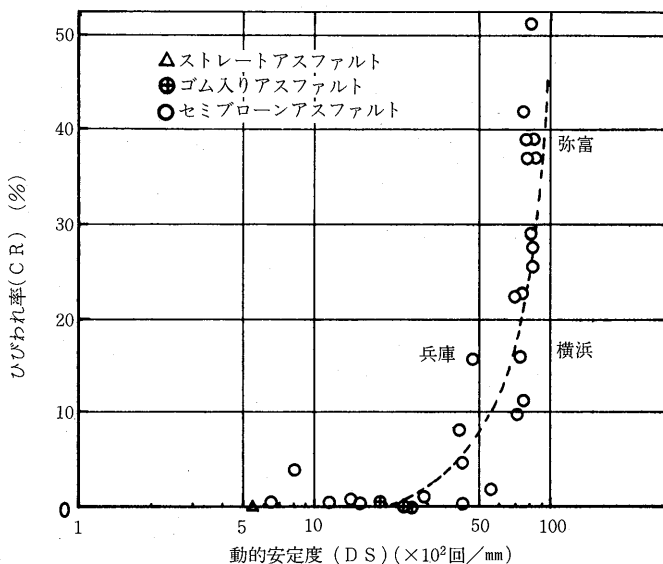


図-6 動的安定度 (DS) とひびわれ率 (CR) の関係 ($N=300 \times 10^4$)

表-4 セミブローンアスファルトの規格(案)

項 目 種 類	第 1 次 試 験		第 2 次 試 験	第 3 次 試 験
	AC-140	AC-80	AC-140	AC-100
粘 度 (60℃ poise)	14,000±4,000	8,000±2,000	14,000±4,000	10,000±2,000
粘度比 $\left\{ \begin{array}{l} 60^{\circ}\text{C} \\ \text{薄膜加熱後/加熱前} \end{array} \right\}$	—		6.0以下	5.0以下
動粘度 (180℃ cSt)	200以下		200以下	200以下
薄膜加熱質量変化 (%)	0.6以下		0.6以下	0.6以下
針入度 (25℃, 100 g, 5 秒)	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
引火点 (℃)	260以上		260以上	260以上
比 重 (25/25℃)	1.000以上		1.000以上	1.000以上

さらに施工に関しては、④転圧温度の目標および転圧における注意、⑤交通開放時の舗装表面温度、⑥品質管理および検査の方法、について記述した。また施工時には、⑦アンケート調査、路面観察を実施することとした。さらに供用後については、⑧追跡調査の項目と頻度についても具体的に表示した。

3-2 試験舗装の実施体制

実際の道路事業に組込んだ試験舗装では、それを企画する主体と施工する主体が異なることが多いため、施工管理はもとより後々の追跡調査などにおいて、その目的とする意図が曖昧になって、十分な成果が得られない場合が少なくない。今回の試験舗装においては、そのようなことのないよう、事前に実施体制を図-7に示すとおり明確に定めた。

3-3 試験舗装の施工

(1) 配合設計

セミブローンアスファルトを用いる混合物は、アスファルト舗装要綱に示されている密粒度アスファルトコンクリート(20, 13)および粗粒度アスファルトコンクリートを原則とした。

配合設計はアスファルト舗装要綱に従い、骨材粒度範囲の中央を目標にマーシャル試験を行い、アスファルト量は、マーシャル基準値を満足するアスファルト量の共通範囲の中央値とした。また動的安定度の目標値は、1,500~4,000回/mmとした。

このようにして配合した混合物について、実際の工事の際に混合物を製造するプラントにおいて現場試験練りを行い、現場の配合を決定することとした。

(2) アスファルトの性状管理

混合物の製造時に現場アスファルトタンク内からアスファルトを採取し、セミブローンアスファルトの規格の全項目について性状試験を行なった。

なお、第3次試験舗装では品質管理を厳重にチェックし、現場アスファルトタンクに受け入れる際にサンプルを抜き取り、60℃粘度試験を行なって合格品のみを受け入れる体制をとることとした。

(3) 施工管理

セミブローンアスファルト混合物の混合温度は通常のスレートアスファルトよりも、おおむね15~20℃高くなった。初期転圧の温度は150~165℃を目標とした。また、交通開放温度は60℃以下を原則とした。施工後は、切取りコア(径10cm)によって厚さと密度を測定し、締固め度を算出した。また切取コアからアスファルトを回収し、60℃粘度、針入度および軟化点について試験した。

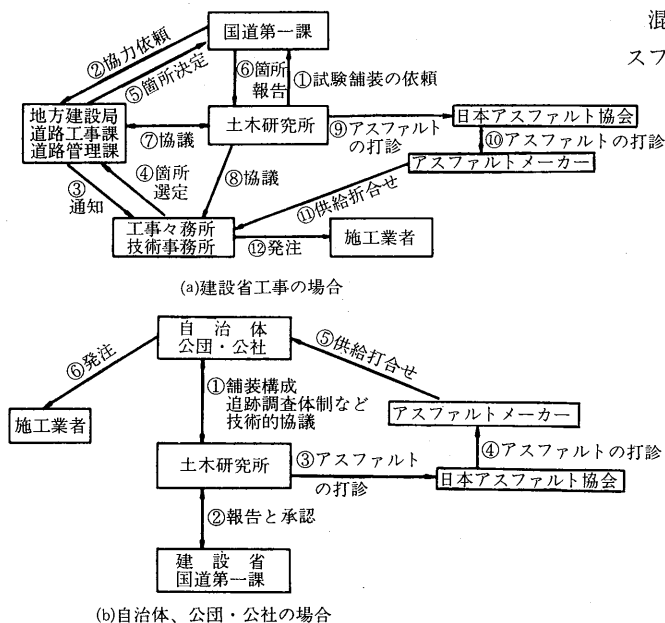


図-7 試験舗装の実施体制

3-4 追跡調査

(1) 調査区間の設定

追跡調査区間は、交差点部においては起点より50m、単路部においては100mとし、図-8に示すように以下の調査項目の測定位置を設定した。

(2) 調査項目と頻度

調査の項目と時期および方法は表-5に示すとおりであり、最終的に昭和62年度まで追跡調査を実施した。

3-5 試験舗装箇所の選定

第1次、第2次試験舗装の経験から、データ解析の精度を上げるためには、試験箇所を極力同一の条件とする必要があることがわかった。そのため、第3次試験舗装の箇所選定に際しては、表-6に示す交通量、線形、施工延長等の条件にしたがい箇所選定を行った。

また、試験舗装箇所は積雪寒冷地域を除いたこと、

セミプローンアスファルトを短時間に供給できること等を考慮した。選定された試験舗装箇所を表-7に示す。

図-9は第1次、第2次試験舗装も含めた試験舗装箇所の分布である。ほとんどの箇所が東海、近畿の太平洋寄りに集中しており、いずれの箇所も温暖地の重交通道路であって、従来、流動によるわだち掘れ対策に苦慮していた箇所である。

なお、3次にわたる試験舗装は次のとおりであり、総施工面積が100,000㎡を超える大規模なものとなった。

第1次試験舗装 昭和52年度

9箇所, 37工区, 41,538㎡

第2次試験舗装 昭和53年度

14箇所, 53工区, 46,255㎡

第3次試験舗装 昭和56, 57年度

16箇所, 67工区, 53,448㎡

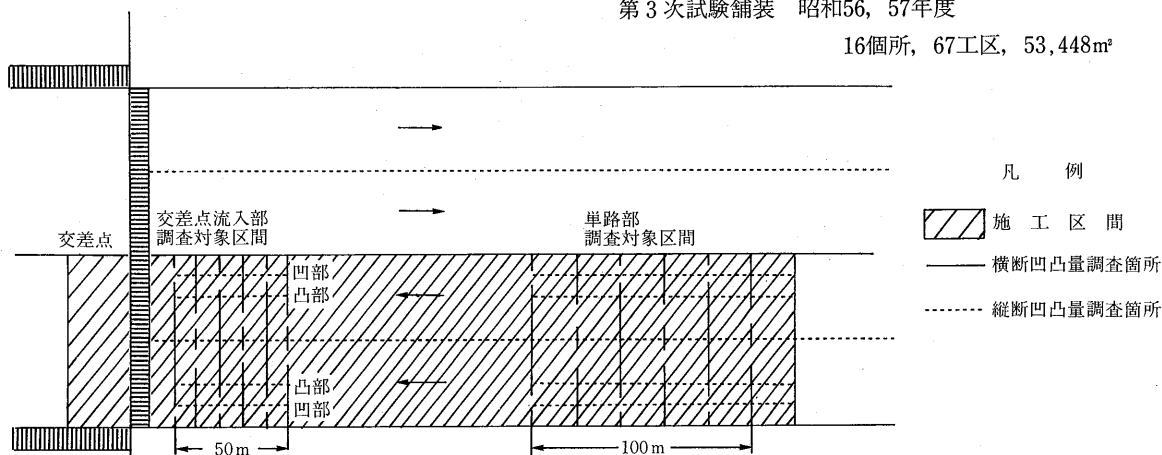


図-8 調査対象区間（片側2車線の例）および調査箇所

表-5 路面性状の調査項目、頻度

項 目	方 法	年 度 ¹⁾						
		直 後	9 月 ⁴⁾	1 年	2 年	3 年	4 年以降	62 年度
たわみ量	ベンケルマンビーム による 復元たわみ量 輪荷重5t	○			○		○	
ひびわれ率	発生位置対応スケッチ			○	○	○	○	○
縦断凹凸	3 mプロフィールメータ によりσmmを求める	○	○	○	○	○	○	○
横断凹凸	横断プロフィールメータ によるわだち掘れ量 (最大、最小、平均)	○	○	○	○	○	○	○
密 度	コア採取による (φ=10cm)	○						
路面観察 ²⁾	評価員による路面観察			○	○	○	○	
大型車交通量 ³⁾	四季観測データによる	○				○		
アスファルトコア	コア採取 (φ=10cm)	○						○

注-1) 最初の1年は3月、9月。2年目以降は9月に定期観測。

注-2) アスファルト舗装表面の観察記録表によって行う。

注-3) 交通情勢調査のデータによる (3年に1回)

注-4) 夏期に流動があったあとの時期 (9月)

表-6 セミブローンアスファルト試験舗装選定個所条件

項 目	条 件	理 由
1. 交通量 2. 線 形 3. 延 長	C, D 交通区分 交差点を含む 1) 原則として直線区間 (ただし曲線 $R = 300\text{m}$ 以上) 2) 原則として平坦部 (ただし縦断勾配 6% 以内) 400 m / 工事以上かまたは、これの整数倍	重交通道路における流動, わだち掘れ対策 ローリー運搬 1 台 10 t } 20 t アスファルトタンク 20 t 巾 7.0m , 厚さ 5 cm , A_s 量 5.5% と仮定すると $1 = 421\text{m}$
4. 施工厚	1) 2 層施工が望ましい この場合は延長 200m でよい 2) ただし切削オーバーレイで 1 層 5 cm の場合は在来路面のたわみ量 0.5mm 以下 3) 新設の場合は 2 層以上とする。	
5. 舗装データ	1) 修繕工事 既設路面の性状, 舗装構成, 材料, オーバーレイ前のたわみ量 (路床 CBR), 交通量のデータを明らかにすること 2) 新設工事 CBR , T_4 , 構成, 配合, 施工後のたわみ量, 交通量のデータを明らかにすること	構造解析を行う
6. その他	1) 混合物の試験を特記で追加する 例: ホイールトラッキング, 曲げ試験 2) 高架部での舗装なども含める 3) ストレートアスファルトの工区を含める	下層支持力のよい個所に効果的であることの実証 セミブローンとの比較

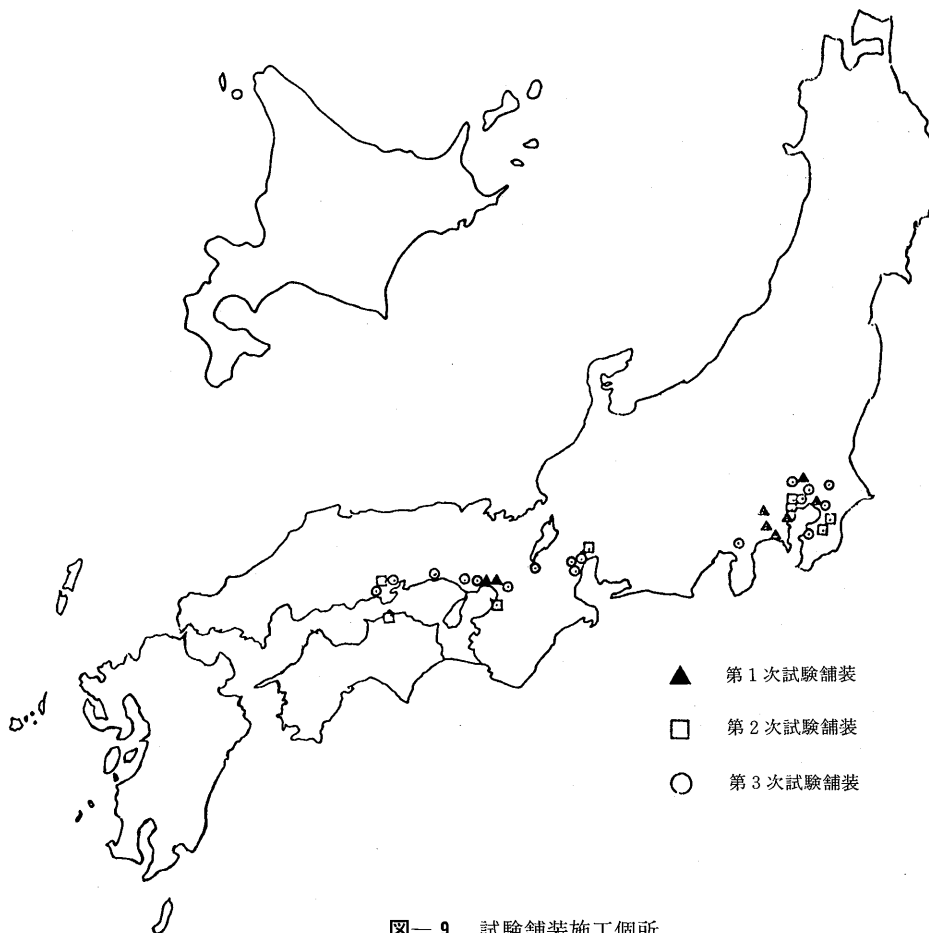


図-9 試験舗装施工個所

表-7 第3次試験舗装実施箇所 (A C-100のみ)

地建等	事務所名	路線名	地 先	名	大型車交通量 台／日・方向	施工 年度	工 区 数 ¹⁾ ACストラス	混合物「上段：表層」 「下段：基層」 の種類	工種および 舗装構成	工 事 期 間	施工面積 (㎡)	アスファ ルト使用 量 t	製造会社 ²⁾	
関 東	千葉国道	16	柏市十余二		15,840	56	4	4	密 粒 (20) 粗 粒 (20)	修繕 5 cm × 2 層	56. 10. 26 ~27	1,362	21	シェール石油
				16	木更津市潮見		3,094	56	6	2	密 粒 (20) 粗 粒 (20)	改築 5 cm × 2 層	57. 1. 12 ~14	1,459
		16	柏市松ヶ崎		13,321	57	4	4	密 粒 (20) 粗 粒 (20)	修繕 5 cm × 2 層	58. 2. 28 ~3. 1	1,550	20	丸善石油
				14	千葉市幕張		16,329	57	4	4	密 粒 (20) 粗 粒 (20)	修繕 5 cm × 2 層	57. 11. 21 ~24	1,168
中 部	沼津工事	246	御殿場市駒門		5,700	56	4	4	密 粒 (20) 粗 粒 (20)	修繕, 改築 5 cm × 1 層	56. 11. 1 ~5	2,285	34	日本石油
				23	海部郡弥富町三好		14,188	56	6	—	密 粒 (20) 密 粒	修繕 5 cm × 2 層	56. 10. 12 ~15	2,540
		23	四日市市富田一色		6,539	56	4	—	密 粒 (20) 粗 粒 (20)	修繕 5 cm × 2 層	56. 10. 27 ~11. 5	2,740	38	日本石油
				23	海部郡弥富町 稲荷西		14,188	57	8	—	密 粒 (20) 粗 粒 (20)	修繕 5 cm × 2 層	56. 10. 18 ~11. 1	13,000
近 畿	大阪国道	1	寝屋川市太間		4,400	56	6	—	密 粒 (13) 粗 粒 (20)	修繕 5 cm × 2 層	56. 9. 13 ~15	1,530	21	三菱石油
				175	加東郡社町		3,780	56	2	2	密 粒 (13) 粗 粒 (20)	改築 5 cm × 2 層	56. 11. 25	1,622
		2	赤穂市東有年		8,900	56	2	2	密 粒 (13) 粗 粒 (20)	修繕 5 cm × 2 層	56. 11. 7 ~10	1,517	21	三菱石油
				161	大津市下坂本		2,200	57	2	2	密 粒 (13)	修繕 6 cm × 1 層	57. 12. 15	2,600
中 国	兵庫国道	171	西宮市能登町		3,100	57	2	2	密 粒 (13)	修繕 5 cm × 1 層	57. 10. 10	2,800	19	三菱石油
				2	岡山市浅川		12,270	56	6	—	密粒(20), 粗粒(20) 粗 粒 (20)	修繕 5 cm × 1 or 2 層	56. 11. 25 ~12. 10	3,200
		2	倉敷市弁財天		3,820	57	4	4	密粒(20), 粗粒(20)	修繕 5 cm × 1 層	57. 12. 13	1,600	13	三菱石油
				125	栗橋市佐間		7,500	56	3	—	密 粒 (20) 粗 粒 (20)	修繕 5 cm × 2 層	56. 9. 2 ~4	12,475
埼玉県	杉戸土木					計	67	30		計	53,448	716		

3-6 使用アスファルトの性状

56年度に使用したアスファルト性状についてまとめたものを表-8に示す。表からわかるように、使用したセミプローンアスファルトは製油所の出荷段階において、ほとんど規定値を満足しており、厳しく品質管理されたものが出荷されたことを示している。

また、製油所から混合所までの輸送期間中の60℃粘度上昇は2.5%程度と小さく、製油所出荷時から混合物製造時までの60℃粘度の上昇も、約13%にとどまることが明らかとなった。薄膜加熱試験による60℃粘度比は、すべてのアスファルトが規格値5.0以下を満足したものの、4.5~4.6のものが全体の約1/3を占めた。

4. 第3次試験舗装の供用性

追跡調査の結果得られた供用性のデータについては、

大型車交通量、アスファルト性状、混合物性状との関連の面から解析を行った。

4-1 AC-100の供用性

累積大型車交通量（各車線当り）を横軸に、各路面性状を縦軸にとって図上にプロットし、AC-100工区とストレートアスファルト工区（以下、ストアス工区という）の供用性を比較した。

(1) わだち掘れ量

図-10~13に累積大型車交通量とわだち掘れ量の関係を示す。図-10はAC-100工区（交差点部）、図-11はストアス工区（交差点部）、図-12はAC-100工区（単路部）、図-13はストアス工区（単路部）である。

AC-100工区はストアス工区に比較してわだち掘れ量が小さく、耐流動性が高いことがわかる。累積大型

表-8 AC-100の性状（56年度施工箇所）

性状	試験時期	工場出荷時					プラント納入時				
		n	最大値	最小値	平均値	偏差	n	最大値	最小値	平均値	偏差
60℃粘度 poise		17	12,800	8,410	9,520	931	16	13,000	9,580	10,853	964
動粘度 (180℃) cSt		17	138	98	125	12.8	16	153	102	132	16.1
薄膜加熱質量変化 %		17	0.10	-0.16	-0.03	0.08	16	0.09	-0.18	-0.05	0.08
針入度 (25℃) 1/10mm		17	62	42	51	7.1	16	59	41	51	5.4
三塩化エタン可溶分 %		17	99.99	98.9	99.79	0.25	16	99.99	99.1	99.66	0.26
引火点 ℃		13	306	286	299	6.2	16	312	286	300	7.5
比重 (25/25℃)		17	1.034	1.012	1.024	0.006	16	1.031	1.015	1.025	0.005
粘度比 (60℃)		17	4.6	2.9	4.0	0.6	16	4.9	2.9	3.7	0.6
動粘度 (140℃) cSt		17	760	522	682	65.3	14	815	580	710	66.0
動粘度 (160℃) cSt		17	294	206	268	25.4	14	313	222	279	28.1
軟化点 ℃		11	58.0	56.0	57.6	1.0	7	61.5	55.5	58.7	2.4

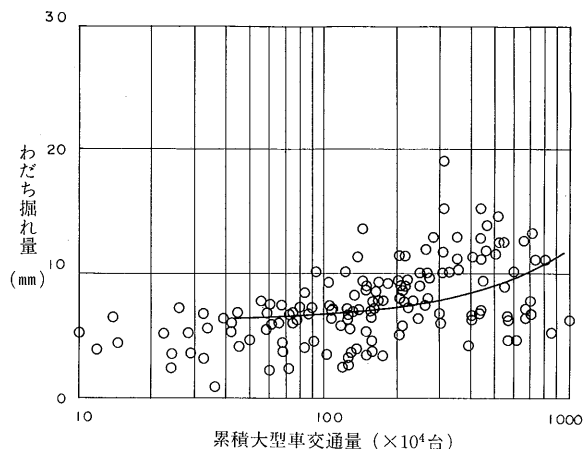


図-10 累積大型車交通量とわだち掘れ量の関係（AC-100工区、交差点部）

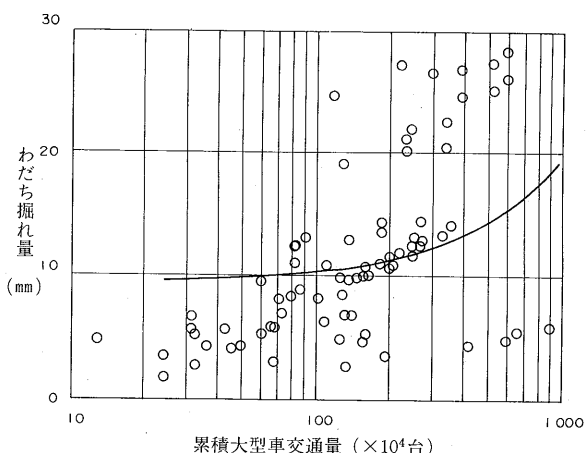


図-11 累積大型車交通量とわだち掘れ量の関係（ストアス工区、交差点部）

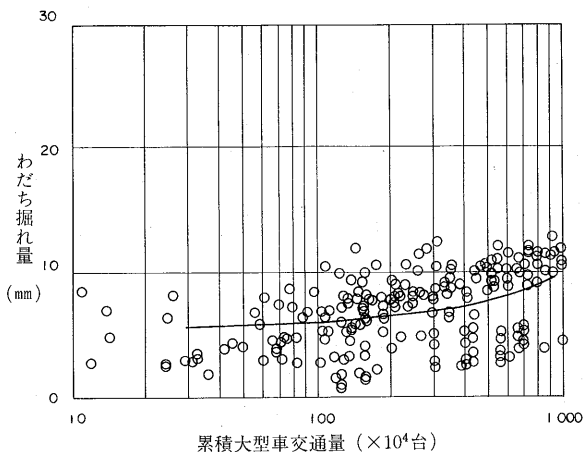


図-12 累積大型車交通量とわだち掘れ量の関係
(AC-100工区、単路部)

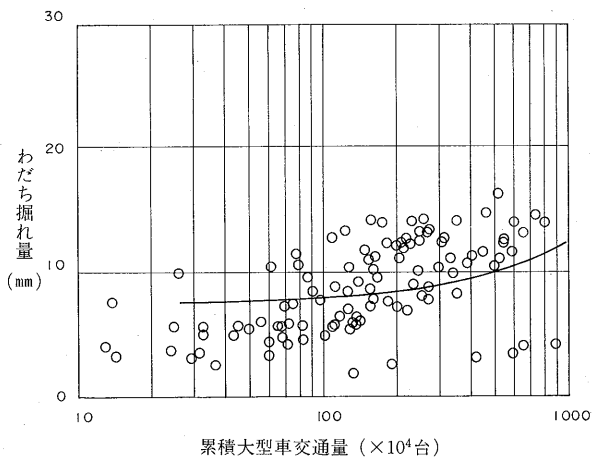


図-13 累積大型車交通量とわだち掘れ量の関係
(ストアス工区、単路部)

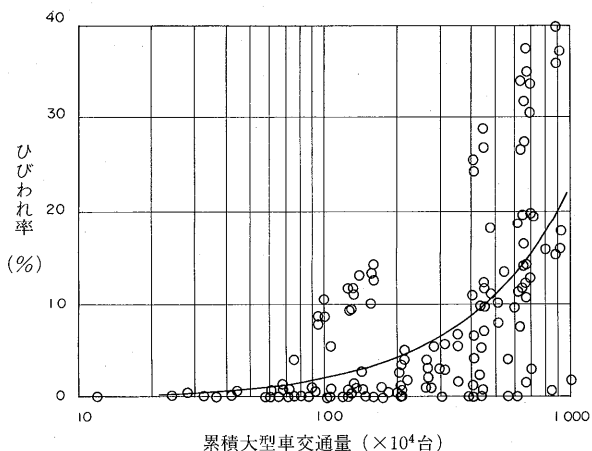


図-14 累積大型車交通量とひび割れ率の関係
(AC-100工区、交差点部)

車交通量1,000万台時における平均のわだち掘れ量を比較すると、交差点部においてはAC-100工区が11.9mm、ストアス工区が19.6mmで、AC-100工区はストアス工区の約61%のわだち掘れ量、単路部においてはAC-100工区が9.8mm、ストアス工区が12.4mmで、AC-100工区はストアス工区の約79%のわだち掘れ量となっており、交通条件が苛酷な箇所ほどAC-100の耐流動効果が発揮されるものと判断される。

(2) ひび割れ率

図-14~17にそれぞれAC-100工区、ストアス工区における累積大型車交通量とひび割れ率の関係を示す。ストアス工区においてはほとんどひび割れが発生していないのに対して、AC-100工区においては累積大型車交通量100万台を経過した頃からひび割れの発生が見

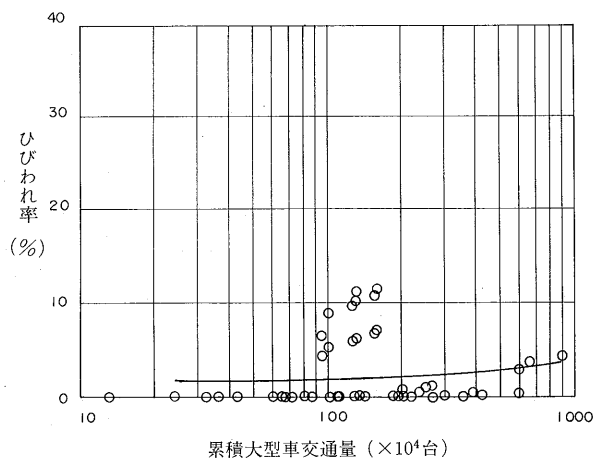


図-15 累積大型車交通量とひび割れ率の関係
(ストアス工区、交差点部)

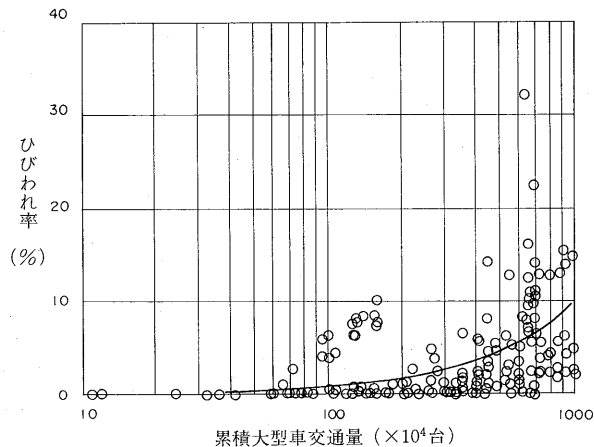
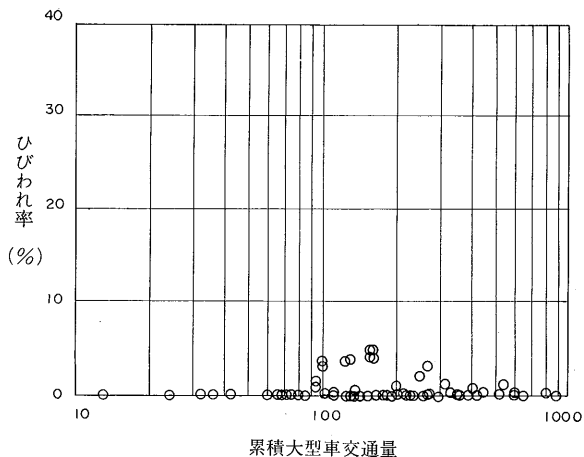
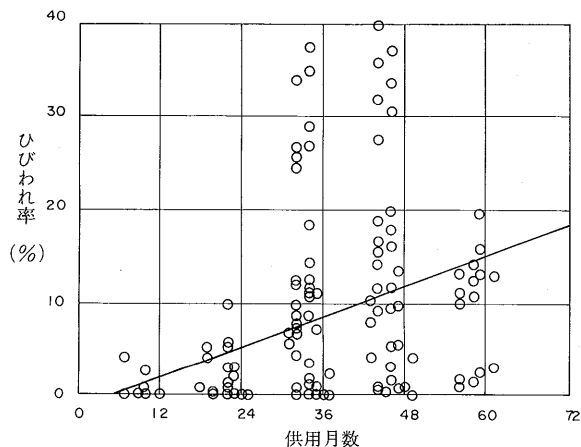


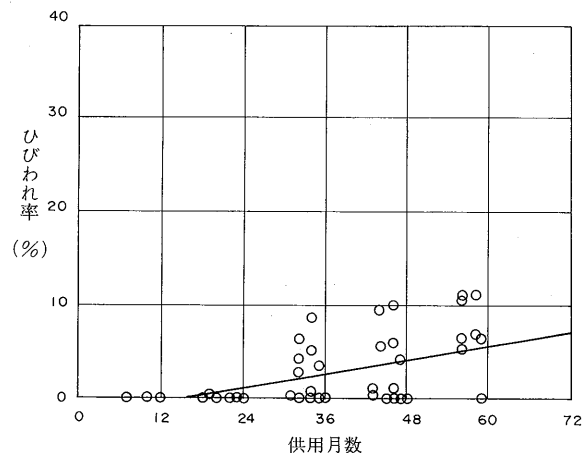
図-16 累積大型車交通量とひび割れ率の関係
(AC-100工区、単路部)



図一17 累積大型車交通量とひび割れ率の関係
(ストアス工区、単路部)



図一18 供用期間とひび割れ率の関係
(A C-100工区、交差点部)

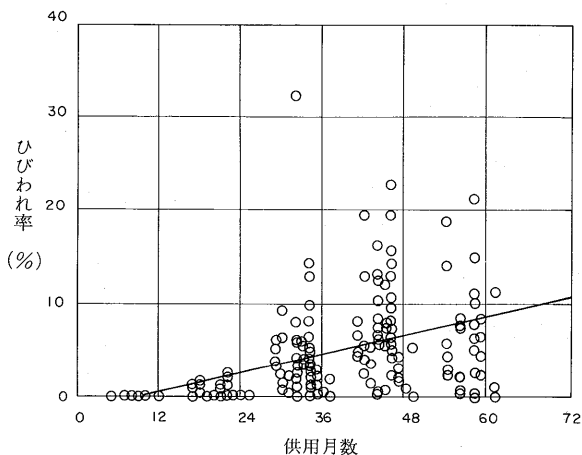


図一19 供用期間とひび割れ率の関係
(ストアス工区、交差点部)

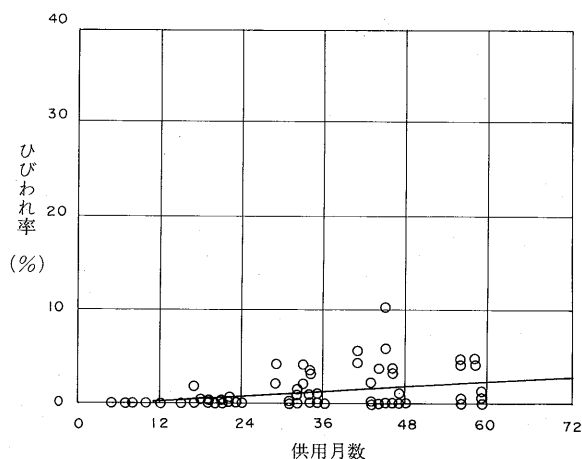
られるようになり、交差点部において1,000万台時で平均22.8%のひび割れ率となっている。

また、A C-100工区では交通量の大小に関わらず、ある程度の供用期間経過後、ひび割れが発生することが報告されていた。図一18～21に供用期間とひび割れ率の関係を示す。図よりわかるように、約36箇月、すなわち供用後3年でひび割れの発生が増加している傾向がある。

セミブローンアスファルトは粘度を高めることによって耐流動性を高めているが、反面、アスファルト混合物が硬くなるためたわみ性が低下し、ひび割れの発生が懸念されていた。そのため、A C-100の品質規格では熱劣化による粘度の上昇を抑える目的で、60℃粘



図一20 供用期間とひび割れ率の関係
(A C-100工区、単路部)



図一21 供用期間とひび割れ率の関係
(ストアス工区、単路部)

度比を5以下と規定していた。試験舗装に使用したAC-100はすべてこの規格を満足していたが、上記のようにAC-100工区はストアス工区に比較して高いひび割れ率を示しており、AC-100を使用する場合、ある程度のひび割れの発生は避けられないものと判断される。

しかし、第1次、第2次試験舗装では大型車交通量が100万台に達する以前にひび割れ率が60%以上になった箇所もあったことを考慮すると、AC-100の60℃粘度比5.0以下という規定は、ひび割れの発生をある程度抑制する上で妥当な規定であったと考えられる。

なお、施工直後に舗設の際の縦施工ジョイント部の開きによるひび割れが発生していることが報告されて

いた。このことは舗設の際にジョイント部の接着に十分注意する必要があることを示している。

(3) 縦断凹凸量

図-22～25にAC-100工区とストアス工区における大型車交通量と縦断凹凸量の関係を示す。ストアス工区の交差点部において、累積大型車交通量の増加とともに縦断凹凸量が増加する傾向がやや認められるが、データのばらつきに比較して縦断凹凸量の変化の傾向が小さく、明確な傾向とは認められない。

(4) MC I

MC I (維持管理指数) は舗装のわだち掘れ量、ひび割れ率、縦断凹凸量を総合して舗装の供用性を表す指標である。MC Iには4つのタイプの式があり³⁾、

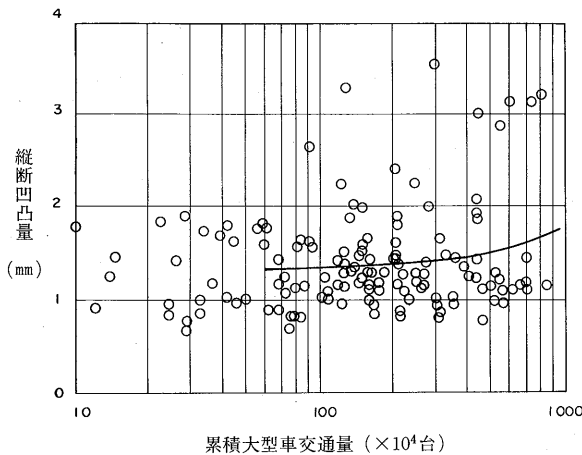


図-22 累積大型車交通量と縦断凹凸量の関係 (AC-100工区、交差点部)

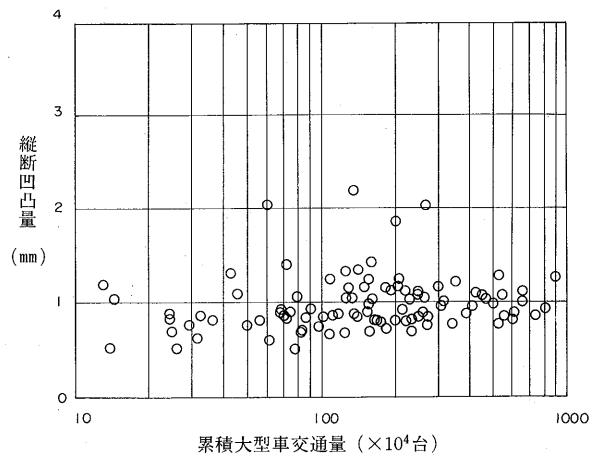


図-24 累積大型車交通量と縦断凹凸量の関係 (AC-100工区、単路部)

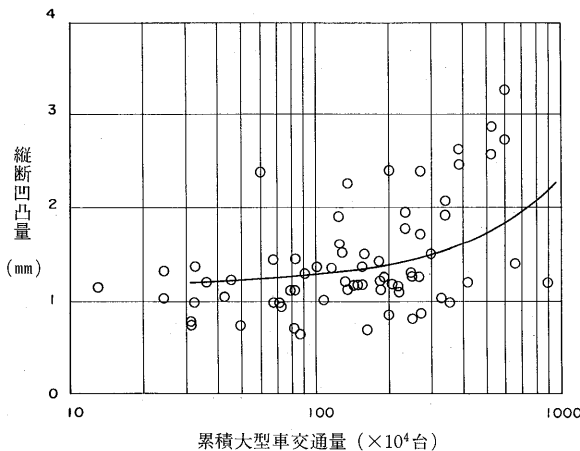


図-23 累積大型車交通量と縦断凹凸量の関係 (ストアス工区、交差点部)

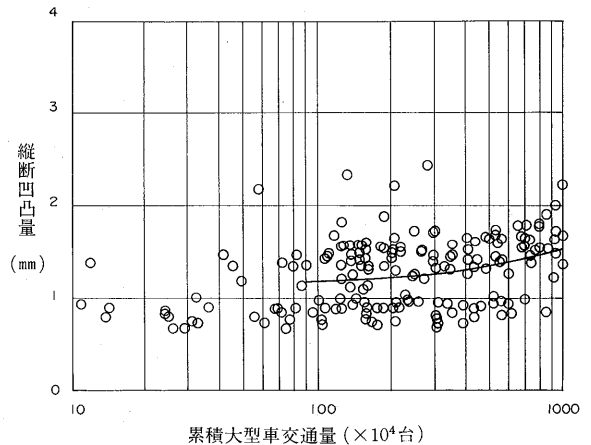


図-25 累積大型車交通量と縦断凹凸量の関係 (ストアス工区、単路部)

今回は次式を用いてMCIを算出した。

$$MCI = 10 - 1.48C^{0.3} - 0.29D^{0.7} - 0.47\sigma^{0.2}$$

ここで、C：ひび割れ率（％）

D：わだち掘れ量（mm）

σ ：縦断凹凸量（mm）

図-26～29にAC-100工区とストアス工区のMCIの推移を示す。交差点部、単路部ともにストアス工区の方が高いMCIを示している。これはAC-100工区において生じているひび割れが、MCIに強く影響していることによるものと考えられる。したがって各種の路面性状を総合して供用性を判断する場合、AC-100を使用しても必ずしも有利とは限らないので、今後、AC-100はある程度ひび割れ発生を許容しても、

流動対策が最優先されるような箇所に適用していくことが適切と考えられる。

4-2 AC-100の性状と供用性の関係

各試験舗装箇所について累積大型車交通量と路面性状の回帰式を求め、これより一定の累積大型車交通量通過時の各路面性状を推定した。全箇所について、求めた推定値と各箇所に使用されたAC-100の性状値をプロットすることにより、AC-100の性状と供用性の関係について検討した。

(1) 60℃粘度と供用性

累積大型車交通量300万台時における、60℃粘度とわだち掘れの関係を図-30に、ひび割れ率との関係を図-31にそれぞれ示す。いずれについても60℃粘度のデー

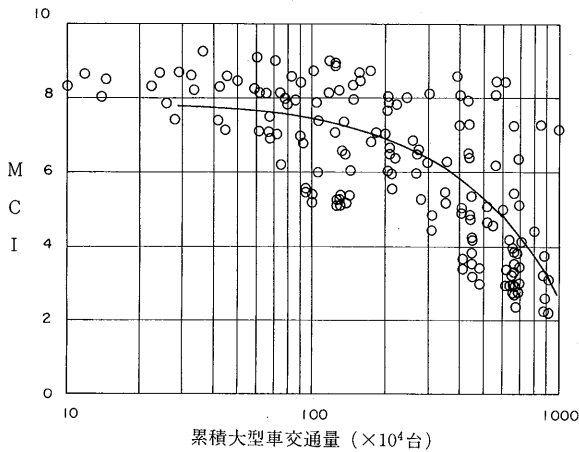


図-26 累積大型車交通量とMCIの関係
(AC-100工区、交差点部)

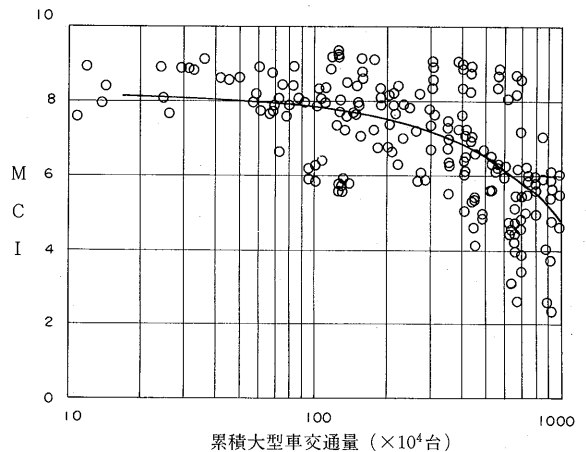


図-28 累積大型車交通量とMCIの関係
(AC-100工区、単路部)

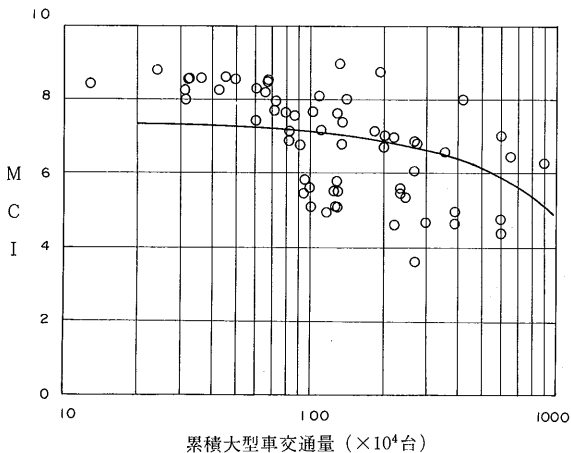


図-27 累積大型車交通量とMCIの関係
(ストアス工区、交差点)

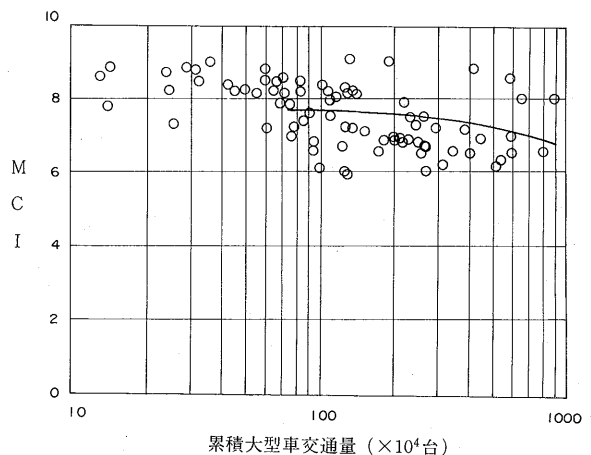


図-29 累積大型車交通量とMCIの関係
(ストアス工区、単路部)

タのばらつきの範囲が狭く、特に明確な傾向は認められない。このことは、今回の試験舗装に使用されたAC-100の60℃粘度が $10,000 \pm 2,000$ poiseという、厳しい品質規格を満足しており、試験舗装に使用されたAC-100がいずれも同等な性状であったためであると考えられる。一方、前述したようにAC-100で施工された各工区が十分な耐流動性を示していたことから、この結果は $10,000 \pm 2,000$ poiseの規格を満足するAC-100であれば、十分な耐流動性が得られることを示唆しているとも判断される。

(2) 60℃粘度比と供用性

図-32に累積大型車交通量300万台時における、AC-100の粘度比とひび割れ率の関係を示す。粘度比が高くなるとひび割れ率がやや高くなる傾向が認められ

る。ただし、第3次試験舗装に使用されたAC-100の粘度比は2.9~4.9の範囲にあり、実際の製造条件を考慮すると、粘度比の規格値を現在の5.0からさらに下げることが難しいと考えられる。さらに前述したように、第1次、第2次試験舗装に比較して、第3次試験舗装ではひび割れ発生の程度が低いことから、粘度比5.0以下の規格値は妥当であろうと判断された。

4-3 混合物性状と供用性

アスファルト性状と供用性の関係を検討した時と同様の手法で、AC-100を用いたアスファルト混合物の性状、特に動的安定度と供用性の関係について検討した。累積大型車交通量300万台時における、60℃粘度とわだち掘れ率の関係を図-33に、ひび割れ率との関係を図-34に示す。動的安定度が3,000~5,000回/mmの簡

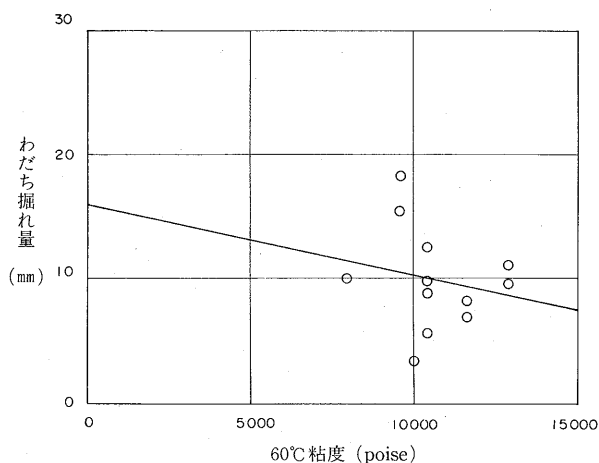


図-30 60℃粘度とわだち掘れ率の関係
(累積大型車交通量300万台、交差点部)

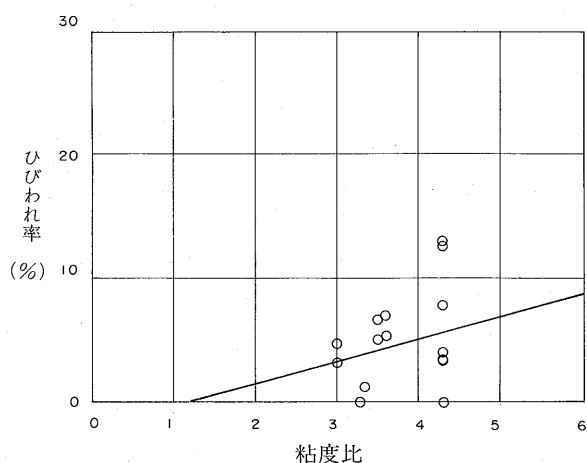


図-32 60℃粘度比とひび割れ率の関係
(累積大型車交通量300万台、交差点部)

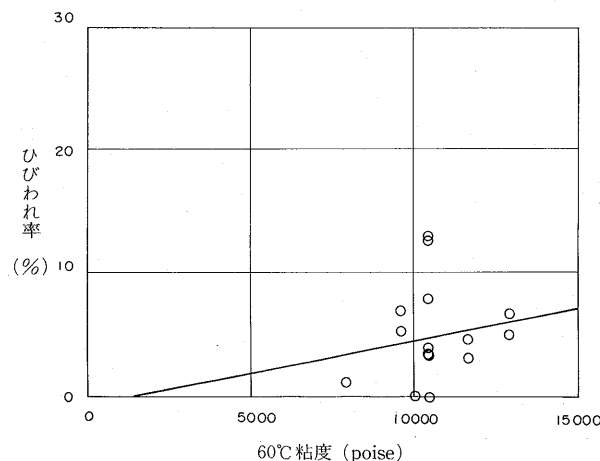


図-31 60℃粘度とひび割れ率の関係
(累積大型車交通量300万台、交差点部)

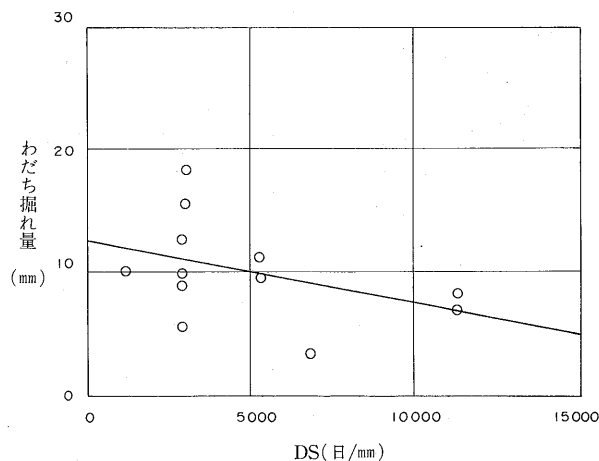


図-33 動的安定度とわだち掘れ率の関係
(累積大型車交通量300万台、交差点部)

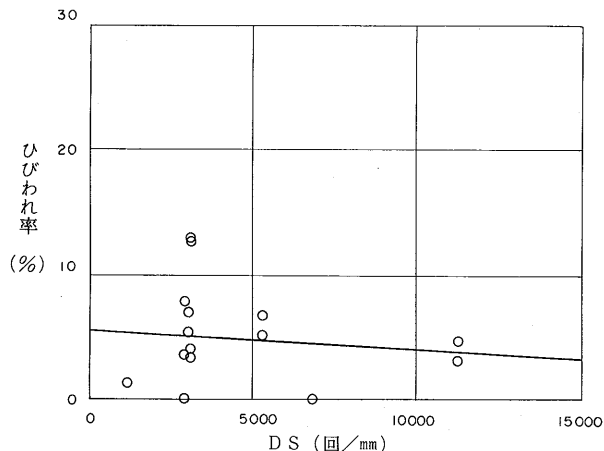


図-34 動的安定度とひび割れ率の関係
(累積大型車交通量300万台、交差点部)

所が多く、データに偏りがあるため、わだち掘れ量、ひび割れ率とも明確な関係は認められない。しかし、このことは、AC-100を用いて通常のアスファルト混合物の配合設計を行えば、通常、動的安定度は3,000~5,000回/mmの値となり、さらに前述のようにAC-100工区のわだち掘れ量が比較工区に対して小さいことから、耐流動性についても問題が無いことを示していると判断される。

一方、AC-100を用いて通常のアスファルト混合物の配合設計を行った場合、ある程度のひび割れ発生は避けられないものであり、動的安定度の値を変化させることによって、ひび割れ発生を抑制することは難しいと考えられる。

4-4 回収コアの性状

62年度の最終追跡調査の際、AC-100工区よりコアを採取し、試験を実施した。

(1) アスファルト混合物層の剝離

AC-100を用いた舗装ではひび割れが早期に発生することから、ひび割れより進入した水の作用によってアスファルト混合物層の剝離の発生が懸念された。そこで回収したコアの状態を観察したが、剝離が生じていたのは1箇所のみであった。

(2) アスファルトの劣化

採取したコアからはアスファルトを回収し、60℃粘度を測定して路面性状との関係について検討したが、関係は明確ではなかった。一方、回収された60℃粘度の値は平均101,395poise、標準偏差86,047poiseであり、第1次、第2次試験舗装に比較して劣化が小さいことが確認された。

5. AC-100の適用性

試験舗装の結果に基づき、AC-100を使用した場合の一定供用期間後の路面性状を推定した結果を表-9に示す。なお、この値は平均的な値であり、わだち掘れは大型車交通量に伴って、ひび割れは供用期間に伴って増大するとして計算を行った。表-9には参考のため、ストアス工区についての値も示してある。AC-100を実際の現場に適用しようとする場合、現場の現在の供用状況を表-9の値と比較することにより、AC-100の採否の目安とすることができる。

表-9 わだち掘れ量とひび割れ率の推定値
(平均値)

期 間	種 類	路面性状	わだち掘れ量mm			ひび割 れ率%
		大型車交通量 (台/日・車線)	1000	3000	5000	
3 年	AC-100	交差点部	6.7	8.0	9.2	8.6
		単路部	6.0	7.0	7.9	4.6
	ストアス	交差点部	10.5	12.6	14.8	2.7
		単路部	7.9	9.0	10.1	1.2
5 年	AC-100	交差点部	7.1	9.2	11.4	15.2
		単路部	6.3	7.9	9.4	8.7
	ストアス	交差点部	11.2	14.8	18.5	5.7
		単路部	8.3	10.1	12.0	2.3

6. 第3次試験舗装のまとめ

6箇年にわたる第3次試験舗装の追跡調査結果をまとめると次のようである。

1) AC-100の耐流動性は高い。

2) AC-100を使用した場合、ある程度のひび割れの発生は避けられない。

3) アスファルト性状および混合物性状と供用性の間に特に明確な関係は認められない。このことは現在のAC-100の品質規格の範囲内でのアスファルト性状のばらつき、およびそれに基づく混合物性状のばらつきは供用性の違いに影響しないことを示しており、現在の品質規格を満足するAC-100であれば、十分な耐流動性が期待できると判断してよい。

4) 調査の結果を総合すると、現在のAC-100の品質規格(案)は妥当であると判断される。表-10にセミブローンアスファルトの品質規格(案)を示す。

7. AC-100の施工実績

セミブローンアスファルトAC-100の第3次試験舗装は昭和56、57年度に施工されたが、このAC-100は58年度以後、通常の舗装修繕工事にも使用されるよう

表-10 セミブローンアスファルトの品質

セミブローンアスファルトは均質で水分を含まず、180℃まで加熱してもあわ立たないものであって、次の規定に適合しなければならない。			AC-100
項	目		
粘	度	(60℃) poise ①	1.000±2.000
動	粘	度 (180℃) cSt ②	200以下
薄	膜	加	熱
質	量	変	化
針	入	度	(25℃, 100g, 5秒)
			40以上
三	塩	化	エ
タ	ン	可	溶
分		%	99.0以上
引	火	点	℃
			260以上
比	重	(25/25℃)	1.000以上
粘	度	比	60℃ (薄膜加熱後/加熱前)
			5以下
〔注〕①60℃の粘度は減圧毛管式粘度計で測定する。試験方法は日本アスファルト協会規格JAA-001(石油アスファルト絶対粘度試験方法)による。			
②動粘度は毛管粘度計を用いて測定する。140℃, 160℃の測定値も明示するものとする。他の測定器によって測定して動粘度を算出した場合は、測定器の形式と換算式を示さなければならない。			

になった。表-11に58年度以後のAC-100の使用実績を示す。昭和62年度には施工面積が約100万㎡に達している。総施工面積も250万㎡に達しており、第3次試験舗装の結果と合わせて、AC-100は耐流動用のアスファルトとして、ほぼ確立した評価を得たと考えてよいであろう。

あとがき

10年以上におよぶ文献調査、室内試験および試験舗

装の結果、重交通道路の塑性流動対策としてのセミブローンアスファルトAC-100が開発され、その耐流動性の最終的な評価を行うことができた。最後に試験舗装にあたり、多大なご協力を戴いた建設省道路局、各地方建設局、地方自治体等の関係各位、および検討にあたられたアスファルト舗装技術委員会委員各位にこの紙面を借りて深く感謝の意を表する。

—参考文献—

- 1) (社)日本アスファルト協会：重交通道路の舗装用アスファルト「セミブローンアスファルト」の開発、昭和59年5月
- 2) 飯島、伊藤：セミブローンアスファルトAC-100を用いた試験舗装の供用性、土木技術資料 vol.27 No.3, (財)土木研究センター, pp.9~14, 昭和60年3月
- 3) 飯島、今井、猪股：MC Iによる舗装の供用性の評価、土木技術資料 vol.22 No.11, (財)土木研究センター, pp.15~20, 昭和56年11月

表-11 セミブローンアスファルト施工実績
(第3次試験舗装以後)

年度	件数	舗装延長 (m)	舗装面積 (㎡)
58	12	11,320	184,200
59	34	25,610	382,990
60	61	39,160	468,240
61	93	53,350	524,200
62	179	96,910	960,800
計	379	226,350	2,520,430

韓国・シンガポール及び台湾のアスファルト事情

土 居 貞 幸*

はじめに

このたび社団法人日本アスファルト協会の海外需給調査小委員会が実施した「海外アスファルト調査団」の一員として、昭和63年7月に近隣諸国のうちアスファルトを生産している韓国・シンガポール及び台湾の3ヵ国を訪問する機会を得ました。

今回の調査は、短期間に多くの関係機関を訪問しましたが、調査の概要や各訪問国で特に印象に残っていることを思い付くままに記してみました。

《韓 国》

成田を飛び立つと約2時間でソウルに到着しますが、韓国は丁度この時期、夏時間を採用している関係で1時間時計を進めることになります。

空港は、金浦空港のすぐ隣に新しく建設されたところで、大韓航空機だけが降り立つようでした。おかげで、入国手続きや税関手続きは、予想していたほどには、時間がかかりませんでした。しかし、ソウル・オリンピックを控え、警備にはかなり神経を使っているようでした。

ソウルの町は、東京と同じように車が多く、国産の新型車が所狭しと走っており、朝・夕のラッシュアワーは、かなり混雑するようですが、道幅が広いせいも東京のような混雑ぶりではないように思われました。

1. 一般概要

韓国は、日本と同じように原材料輸入・製品輸出という構造であるため、産業構造の変化も著しく、第一次産業から第二次・第三次産業へ移行してきており、鉱工業部門のうち特に重化学工業が大きく飛躍しています。

また、産業の高度化が進むにつれ、資本集約型・技術集約型への移行が益々強まっていくように思われました。

韓国の一次エネルギー需要は、1960年代までは、主要エネルギー源が石炭と薪炭でしたが、1970年代に入り、低廉で手軽な石油がシェアを伸ばし、1980年代には60%台にまで上昇しました。

しかしながら、その後の石油ショックを契機とした原油価格の高騰と政府の脱石油を中心としたエネルギーの多様化政策により、石油のシェアは年々減少し、2000年ころには40%近くになる見通しです。

2. 石油事情

韓国の石油会社は、株式会社油公 (Yukong)、湖南精油株式会社 (Honam)、極東石油株式会社 (Kuk-dung)、雙龍精油株式会社 (Ssangyong)、京仁エネルギー株式会社 (Kyung-In) の5社で、当初はいずれもメジャーとの資本提携により設立されましたが、昭和50年7月に制定・施行された石油事業法により、過大な外資比率による石油会社の設立が禁じられたことなどから外資は撤退ないしは減少し、現在の経営主体はすべて国内資本となっています。

これらの石油会社は、政府の優遇策によって利益が確保（石油5社の資本金の10%）できるようなシステムが取られているため、原油のソース・価格などで競争を行っているようです。

韓国の原油処理能力は現在、79万バレル/日で、最近の生産実績および内需実績は表-1、2のとおりです。

これらの表によりますと、製品間の凹凸はあるものの概して生産＝販売といった態勢が取られているようです。また、自動車の増加を反映してガソリンの伸びが大きいこととエネルギー供給ソースの分散等によるガス需要拡大政策によってLPG等の伸びが大きくなっており、今後しばらくこの傾向は続くのではないかと予想されています。

主要な石油製品の価格は、政府によって価格が規制

*どい さだゆき 社団法人 日本アスファルト協会

表一 韓国の石油製品生産量

(1,000バレル)

油種	年	1983	1984	1985	1986	1987
ガソリン		4,902	5,491	9,731	9,804	10,737
ナフサ		21,787	27,094	27,428	27,507	29,889
ジェット燃料		9,074	10,469	10,731	13,818	13,664
灯油		9,199	9,109	10,699	9,533	7,140
軽油		48,560	54,167	54,719	58,721	59,587
A重油		1,830	2,040	1,848	2,367	2,905
B重油		1,042	1,165	1,014	1,121	1,283
C重油		83,212	81,662	70,600	70,648	69,063
アスファルト		1,986	2,508	2,893	2,978	2,863
※その他		7,089	7,291	7,987	10,254	11,556
合計		188,681	200,996	197,650	206,751	208,687

出 所：(財)大韓石油協会

※ その他LPG等

表二 韓国の石油製品需要量

(1,000バレル)

油種	年	1983	1984	1985	1986	1987	87/83
ガソリン		4,622	5,395	6,922	8,558	10,353	224.0
ナフサ		22,858	25,105	26,166	29,675	32,381	141.7
ジェット燃料		7,531	7,880	7,615	9,748	10,485	139.2
灯油		7,823	8,044	7,905	7,986	8,164	104.4
軽油		44,767	49,906	52,690	57,722	64,449	144.0
A重油		1,969	1,994	1,893	2,275	2,871	145.8
B重油		829	927	1,006	1,110	1,300	157.0
C重油		88,024	79,751	72,356	70,463	67,426	76.7
アスファルト		1,985	2,555	2,852	2,923	2,836	142.9
※その他		10,885	13,002	14,740	18,036	21,759	199.9
合計		191,293	194,559	194,145	208,496	222,024	116.1

出 所：(財)大韓石油協会

※ その他LPG等

されていますが、製油所コスト・流通マージンのほかに税金として関税・防衛税・石油事業税（石油基金）・付加価値税及び特別消費税が含まれています。

3. アスファルト事情

韓国におけるアスファルト需要は、昭和42年から開始した第二次経済5ヵ年計画による大国土建設計画の一環として展開された高速道路網の建設とともに急激に増加しました。年々の増加率も昭和41年154.5%、42年405.1%、43年545.5%と飛躍的に伸び、その後も順調に推移してきました。

最近では、オリンピックの影響もあって需要が好調で、今年は年率4.4%の伸びが期待されており、今後も道路の舗装率を現在の57.2%から70%にする予定があることなどから6%台の成長が予想されています。(表-3参照)。

しかしながら、韓国も石油ショック以降のアスファルト価格の値上がりによる道路の維持補修費の増大・セメント業界の育成といった政策・ひび割れ・わだち掘れ対策などもあって、昭和58年以降徐々にセメント舗装も行われるようになってきました。

なお、参考として道路整備状況を表-4に示します。

アスファルトを生産している石油会社は、先に述べた5社が行っておりますが、販売シェアは油公・湖南がそれぞれ25%、極東・雙龍がそれぞれ20%とほぼきつ抗しております。

生産されるアスファルトの種類は、ストレートアス

表三 韓国の石油製品長期需要見通し

(単位：1,000バレル、%)

年・項目 油種名	1988		1989		1990		1991		1992		88' ~ 92 平均伸縮
	数量	前年比	数量	前年比	数量	前年比	数量	前年比	数量	前年比	
ガソリン	12,503	20.8	14,245	13.9	16,825	18.1	19,757	17.4	23,202	17.4	17.5
ナフサ	33,265	5.2	36,265	9.0	52,693	45.3	54,267	3.0	57,081	5.2	12.5
ジェット燃料	8,932	- 1.7	10,144	13.6	10,719	5.7	11,386	6.2	12,061	5.9	6.5
灯油	8,332	2.2	8,159	- 2.1	8,126	0.7	8,274	0.7	8,332	0.7	0.4
軽油	69,784	9.8	74,842	7.2	81,302	8.6	88,539	8.9	97,153	9.7	8.9
A重油	2,529	6.2	2,780	9.9	2,955	6.3	3,141	6.3	3,339	6.3	7.0
B重油	1,423	11.4	1,572	10.5	1,687	7.3	1,810	7.3	1,942	7.3	8.7
C重油	64,207	7.8	65,181	1.5	69,570	6.7	77,982	12.1	86,288	10.7	7.7
アスファルト	2,933	4.4	3,127	6.6	3,337	6.7	3,561	6.7	3,799	6.7	6.2
※その他	25,500	17.2	28,155	10.4	32,074	13.9	36,849	14.9	37,894	2.8	10.4
合計	229,408	9.0	244,470	6.6	279,378	14.3	305,566	9.4	331,091	8.4	9.5

出 所：(財)大韓石油協会

※ その他LPG等

表-4 韓国の道路現況

(単位: km)

種 年	一 般 国 道		特 別 市 道		地 方 道		市 郡 道		高速道路	総 計	
	舗 装	計	舗 装	計	舗 装	計	舗 装	計	舗 装	舗 装	計
1978	4,975	8,232	4,437	7,657	998	10,819	1,909	18,022	1,225	13,544	45,955
1979	5,000	8,232	4,823	7,865	1,169	10,988	2,062	18,024	1,225	14,278	46,333
1980	5,547	8,232	5,036	7,939	1,385	11,021	2,407	18,535	1,224	15,599	46,951
1981	6,774	12,247	5,853	9,403	1,103	10,013	2,203	17,428	1,245	17,178	50,336
1982	7,397	12,231	6,186	9,482	1,285	10,005	3,169	20,973	1,245	19,283	53,936
1983	8,192	12,229	6,337	9,592	1,827	10,041	3,678	21,493	1,245	21,279	54,600
1984	8,427	12,244	6,844	9,759	2,404	10,079	4,568	17,501	1,421	23,664	51,004
1985	9,018	12,241	7,133	10,018	2,967	10,167	5,539	18,423	1,415	26,072	52,264
1986	9,450	12,258	7,759	10,724	3,833	10,313	6,615	18,942	1,415	29,072	53,652
1987		12,292		11,078		10,328		19,452	1,539	31,283	54,689
1991	11,330		9,270		6,100		8,224		1,715	36,639	

(出所) 韓国経済年鑑1988年

ファルト・カットバックアスファルト・ブローンアスファルト・アスファルト乳剤などですが、このうちストレートは、アスファルト生産量の約90%を占め、その大部分が道路用に用いられ、ブローンは防水用に用いられております。

また、道路用に使われるアスファルトは、第2次大戦以後、米軍が韓国で軍用に使用したものがそのまま受け入れられ、大部分が針入度85/100 (AP-3) というアスファルトです。

しかし、近年わだち掘れやフラッシング現象などが考慮されて、針入度60/70 (AP-5) のアスファルトもつくられております。これらの規格を表-5に示します。

表-5 韓国のアスファルト規格

種 類		60~70 (AP-5)	85~100 (AP-3)
項 目			
針入℃ (25℃)	1/10mm	60~70	85~100
伸 度	cm	100以上	100以上
薄膜加熱後の針入度	%	52以上	47以上
薄膜加熱後の伸度	cm	50以上	75以上
引 火 点	℃	230以上	230以上
三塩化エチレン可溶分	%	99.0以上	99.0以上

(出所) Korean Industrial Standard

起こしたりすると、国の所有物になるとのことで、現在の国有率は、99%になっています。したがって、政府による住宅政策は良くゆきとどいているようで、公団住宅があちこちに建てられています。

また、自動車の台数を抑える目的で価格を高く（日本の約3倍）しており、道路も市内の一部の地区（ブルーゾーンと呼んでいましたが、正式にはリストリクテッドゾーンといいます）に平日の朝（正確な時間は、覚えていませんが、だいたい午前7時～午前10時ごろまで）車を乗り入れる場合は、ライセンスを購入していなければならず、ライセンスを持たずに区域内に入ると、一台の車に二人以上乗車していない場合は罰金が課せられるとのことです。

シンガポールでは、シェル・シンガポール社の製油所を見学する機会を得ました。

製油所は、シンガポールから少し離れたブコム島にあり、島全体が製油所で、広大な敷地のなかに住宅・商店・社員クラブなどがあり、現在も製油所の設備を拡充中でした。

また、日本では少なくなってきたアスファルトのドラム製造からドラム充てんまでを見学することができましたが、島全体が撮影禁止のためお見せ出来ないのが残念です。

1. 一般概要

シンガポールは、淡路島とほぼ同じ面積で、シンガポール島と54の諸島からなっており、工業・中継貿易を主体とする商業・観光の国です。

この国の経済政策は、早くから中継貿易から工業化への政策が積極的に進められ、工業開発やアジア＝ダ

《シンガポール》

ソウルから約6時間かけてシンガポールに到着したのですが、ここも時差が若干あって、そのため時計の針を今度は2時間遅らせることになりました。

この国の政策の一つに、住んでいる所が99年（これより短いものもあるようです）経過したり火事などを

ラー市場の育成などから昭和43～昭和48年にかけて年率で約14%の高度成長を遂げるにいたりましたが、その後の石油ショックや海運・造船市況の低迷で、昭和60年には初めてマイナス成長を記録しました。しかし、シンガポールの経済基盤は、工業・海運・観光であることに変わりなく、石油・電子・電気・造船を中心とした輸送用機械が三大産業で、特に石油は昭和61年には対外貿易の50%を占めています。

2. 石油事情

シンガポールは、東南アジアにおける石油精製基地として機能している関係もあって、国内消費よりも輸出を主体にした所で、石油製品生産量の約90%を近隣の東南アジア諸国へ輸出しています。

現在、石油会社は、シェル(Shell Eastern)、エッソ(Esso)、モービル(Mobil)、シンガポール石油会社(S P C)、B P (英国)、カルテックスの6社で、原油処理能力は合計101万9千バレル/日となっています。

原油の輸入先は、主に中東とアジアからで、それぞれ50%ずつとなっており、輸出先の事情等を勘案しますと原油もかなり軽質化しているものと思われます。

シンガポールには韓国のような協会もなく、我々の訪問も2社であった関係から、シンガポール全体の時系列的な石油関係の最近の統計資料は入手出来ませんが、昭和62年における主な石油製品の輸出量を表-6に示します。

3. アスファルト事情

シンガポールにおけるアスファルト需要は、国内消費が10%、残り90%が輸出で、他の石油製品同様東南アジアを主体に輸出しており、日本へもスポットですが昨年輸出した実績をもっています。

アスファルトを生産している会社は、シェル、エッソ、シンガポール石油会社の3社ですが、シェルとエッソでアスファルト市場を2分しているようです。

生産されるアスファルトの種類は、韓国同様、ストレート・アスファルト、カットバック・アスファルト、ブローン・アスファルト及びアスファルト乳剤ですが、先に述べたように輸出が主体であるので、需要家先のニーズに応じて生産できるようであります。

ストレートは、大部分道路用に用いられ、国内が針入度で60/70、輸出は針入度80/100 (A P-3) とな

表-6 シンガポールの石油製品輸出量

(1,000バレル/日)

国名	品種	ガソリン	ナフサ	灯油/ジェット	軽油	潤滑油	計
オーストラリア		1.6	0.7	2.2	11.5	5.6	21.5
バングラディシュ				1.9	3.1		5.0
中国			0.2		21.2	1.0	22.4
グアム		2.9		5.9	3.5		12.3
ホンコン		3.2	6.6	22.5	19.1	28.3	79.7
インド				3.0	0.5		3.5
インドネシア				6.0	13.4	5.5	24.9
イラン				2.3	0.5		2.8
日本		10.0	29.7	56.8	6.4	44.4	147.3
韓国			7.5	2.1	1.5	2.7	13.8
マレーシア		25.8	0.1	5.5	22.8	30.3	84.5
ニューカレドニア		1.3		0.9	1.8	0.2	4.2
バプアニューギニア		0.4		0.5	1.9	0.1	2.9
フィリピン		1.2				6.6	7.8
スリランカ				0.6	2.1		2.7
台湾		0.8	5.6	0.4		0.7	7.5
タイ		3.5		6.3	46.1	6.1	62.0
アメリカ				9.6	3.5	24.6	37.7
ベトナム		0.1		0.7	6.2	2.6	9.6
その他		1.9	4.6	2.3	9.9	2.6	21.3
合計		52.7	55.0	129.5	175.0	161.3	573.5

っており、輸出先の受け入れ施設等の関係からドラム70%、バルク30%で、バルクはシェルのみが行っています。

また、ブローンはすべて輸出用で、国内の防水用には特殊乳剤を用いています。

シンガポールで生産されるアスファルトのうちストレート・アスファルトの60/80および80/100についての規格を表-7に示します。

なお、参考としてシンガポールの道路整備状況について表-8に示します。

表-7 シンガポールのアスファルト規格

種 類		60~80	80~100
項 目			
針入℃ (25℃)	1/10 mm	60~80	80~100
軟化点	℃	47~56	44~53
伸 度	cm 25 ℃	100以上	100以上
薄膜加熱後の針入度残留率	%	52以上	47以上
引 火 点	℃	230以上	230以上
三塩化エチレン可溶分	%	99.5以上	99.5以上
比 重 (25/25℃)		1.0~1.11	1.0~1.07

(出所) Singapore Standard

表-8 シンガポールの道路現況 (単位: km)

種 年	計		高 速	主 要 幹 線	地 方 道		その他
		舗 装			改 良	未改良	
1980	2,356	2,048	39	313	1,539	308	157
1981	2,483	2,198	54	345	1,611	285	188
1982	2,533	2,297	54	373	1,671	236	199
1983	2,568	2,369	57	387	1,714	199	211
1984	2,597	2,434	57	408	1,761	163	208
1985	2,645	2,507	73	435	1,797	138	202
1986	2,686	2,573	77	458	1,828	113	210

(出所) Public Works Department (Yearbook of statistics)

《台 湾》

シンガポールを出発するときに飛行機のトラブルから約2時間遅れて飛び立ち、台湾についたのは午後10時30分ごろでした。

多少入国等の手続きに時間はかかるものと覚悟はしていたものの1時間近くもかかったのには、いささか閉口しました。

翌日、訪問先にでかけるのに台北の市内を見ることが出来ましたが、ここのラッシュアワーは市内の交通手段が車しかないこともあってかなりの混雑ぶりです。日本と同じように思えたが、特にバイクが多く、しか

も車と混然と走っているさまには非常に驚かされました。

また、バイクは非常に重要な交通機関であるようで、たいてい2人乗っており、場合によっては数人乗ることもあるようである。

1. 一般概要

台湾も日本や韓国同様、原材料輸入・製品輸出という構造であるため、製造業の構成比率が高く、昭和61年に重工業が55%を占めるようになっていきます。

また、経済は、石油ショック前まで年平均で9%近い伸びを示し、石油ショックで一次成長率がゼロに落ち込んだものの貿易収支の黒字基調に支えられ、最近の台湾元の切り上げによる影響もなく順調に伸びており、台湾経済の自由化と国際化という政策のもとに市場開放が押し進められていくものと思われます。

台湾のエネルギー消費は、国内資源の石油・石炭・天然ガス及び水力があるものの乏しいため輸入に大きく依存しており、なかでも石油が大きなウエイトを占めています。

しかし、一次エネルギー源の多様化ということで、近い将来に石炭・原子力で60%、石油30%、残りを水力で賄う計画を持っていますが、特に電力は進んでおり、昭和61年におけるエネルギー源は、石炭31.6%、原子力43.8%、石油12.1%、水力12.5%とかなり脱石油化が進んでいます。

2. 石油事情

国営の中国石油股份有限公司(CPC)1社が石油の輸入から販売までをすべて手懸けているので、日本のような価格競争もなく、昭和62年の純利益は566新台湾ドルで、日本円に換算しますとおよそ2,830億円もだす超優良企業です。

高雄と桃園の2カ所に製油所があって、合計57万バレル/日の原油処理能力を有し、特に高雄は47万バレル/日とかなりの規模の大製油所です。

処理原油は、サウジアラビアやクウェートといった中東原油が主で、生産も産業用重油の比率が50%と高く、ガソリンは15%となっていますが、今後、自動車の増加が予想されており、ガソリンのウエイトはもっと高くなると見込まれています。

なお、昭和60年までの生産実績を表-9に示します。

価格は、国営のため、原油価格等の変動により、必要の都度見直され、全国統一価格が設定されています。

輸入品については、原油5.5%、製品20.5%の高い輸入関税を課していますので、輸入品との価格競争はありません。

また、最近は自動車の増加も予想されるのに、サービスステーションが飽和状態などから、民間経営の新規参入を募っているとのこと。

3. アスファルト事情

アスファルトは、年間約50万トンの生産量を高雄と桃園で生産していますが、高雄ではストレート・アスファルト、アスファルト乳剤、ブローン・アスファルトなどの各種アスファルトを製造しています。

需要は、日本と同じように道路用が主体で、年間42万トン消費されていますが、一部東南アジアや沖縄へ輸出しています。今後は、現在進められている高雄～台北の第2高速道路や横断道そして台北を中心とした路

線の整備なども計画されていることなどから需要は伸びるものと予想されています。

なお、昭和60年末の道路整備状況は、全体で19,857.1kmのうち国道381.3km、省道4,100.4km、県道2,593km、郷道12,394.2km、専用公道387.6kmとなっており、そのうち舗装道は16,601.9kmです。なお、道路舗装の推移を表-10に示します。

また、先に述べてあるように、ストレートの主な用途が道路用であるため、製造される種類も大部分が針入度85/100で、一部北部高速用に60/70も生産されていますが、これらの規格は、米国連邦規格に準拠しています。(表-11参照)

販売形態は、他の石油製品と同じで直接販売されており、ローリーで製油所や油槽所から出荷されます。なお、輸出は設備等の関係からすべてドラムで出荷されています。

表-9 台湾の石油製品生産量

(単位: 1,000kl, t)

油種名	ガソリン	灯油	軽油	重油	ナフサ	アスファルト	計
1980	2,080	—	3,564	10,173	162	289	16,268
1981	2,068	—	3,302	9,584	49	299	15,302
1982	2,250	16	3,147	9,083	95	375	14,966
1983	2,770	14	3,481	9,224	296	396	16,181
1984	2,785	10	3,493	8,971	1,074	381	16,714
1985	2,989	36	3,197	8,420	1,153	495	16,290
1986	2,882	100	3,097	8,520	2,200	555	17,354

(出所) 台湾総覧 (1987年版)

表-10 台湾の道路現況

(単位: km)

年	計	舗装	砂利道	未舗装
1980	17,487.7	12,550.6	3,772.9	1,164.2
1981	17,521.8	12,743.0	3,654.1	1,124.7
1982	17,572.2	12,950.1	3,544.5	1,077.6
1983	19,518.2	16,512.7	2,509.3	496.2
1984	19,868.0	16,556.3	2,710.4	601.3
1985	19,857.1	16,601.9	2,638.3	616.9
1986	19,885.3	16,781.1	2,516.1	588.1

(出所) MOC (Ministry of Communication)

表-11 台湾のアスファルト規格

種 類		60~70	85~100
項 目	1/10 mm	60~70	85~100
	針入℃ (25℃)	60~70	85~100
伸 度	cm 25 ℃	100以上	100以上
薄膜加熱質量変化率	%	0.8以下	1.0以下
薄膜加熱後の針入度残留率	%	54以上	50以上
薄膜加熱後の伸度	cm	50以上	75以上
引 火 点	℃	232以上	232以上
三塩化エチレン可溶分	%	99.0以上	99.0以上

(出所) 中国石油股份公司

特殊骨材 (Special Aggregate)

特殊骨材とは、骨材が有する特殊な性能を利用して、舗装に特殊対策を施す場合に用いられる骨材のことであり、硬質骨材、明色骨材、着色骨材および、再生骨材などがある。

硬質骨材 (Hard Aggregate)

硬質骨材とは、研磨抵抗、すべり抵抗、破碎抵抗などに優れた天然又は人工の骨材のことである。天然に産するものとしてシリカサンド、エメリー、珪石など、人工的に製造されるものとして、カルサインドボーキサイト、溶融アルミナおよび、特殊な合金鉄スラグなどがある。

硬質骨材は、既設路面のすべり抵抗性を回復させたり、新設道路で耐摩耗性、耐すべり抵抗性を考慮した舗装を施工する場合に使用される例が多い。ここで研磨抵抗性の高い骨材（促進研磨試験 (Polished Stone Value BS-812) で PSV が高い骨材）とは、ポーラスで硬い石が良く、同時にロサンゼルスすりへり減量の小さい骨材を選ぶことが有利であり、天然骨材に人工骨材を一定の割合で配合した使い方もある。

エメリー (Emery)

天然産の硬質骨材として、大分県木浦産のエメリーが知られている。アルミナ鉱、鉄スピネル、磁鉄鉱を主成分とし、斜長石、ざくろ石などを副成分とした非常に硬い石（モース硬度 8～9）である。比重は 2.1～2.3、粒度は 5.0～2.5mm が一般的である。

カルサインドボーキサイト (Calcined Bauxite)

カルサインドボーキサイトとは、ボーキサイトの原石を 1600℃ 以上の温度で焼成したものを粉碎して得られる金属空冷鉱滓のことであり、比重は 3.0～3.5、硬度は 9 程度であり、粒径はすべり止め舗装用として 1.2～3.2mm 程度のものが用いられる。骨材はポーラスであるが研磨抵抗性に優れている。

シノパール (Synopal)

デンマークで開発された人工骨材の一種である。ケイ砂、石灰石、ドロマイトなどを溶融して作られるガラス状の物質を、冷却処理によって結晶化を図った白色堅硬で、耐摩耗性に優れた骨材である。比重は 2.1～2.3、硬度は 6.5～7.5、粒度は 5.0～0.5mm が一般的である。最近では国産化も見られるようになり 6 号砕石程度のもを路面の明色化のための骨材として使用されることがある。

着色骨材 (Colored Aggregate)

舗装は、美観上（歩道、橋桁など）、交通安全対策上（横断歩道、事故多発地点、トンネルなど）、道路の機能高めるため（ランプウェイ、道路分岐点など）などの目的のために舗装を着色施工する場合があり、この時用いられる色に特徴がある骨材のことをいう。

着色骨材には、天然の岩石、陶磁器（陶土に金属酸化物を混合して焼成したもの）、ガラス質のもの（珪石を主成分としたものを特殊な焼成によって製造したもの）を破碎分級したものや、珪石に塗料や顔料を焼付け塗装したもの等が用いられる。

再生骨材 (Recycling Pavement Aggregate)

再生骨材とは、舗装廃材を機械破碎または熱解砕によって、破碎、分級した骨材のことである。アスファルトコンクリート廃材では、廃材中のアスファルトを含んだものとされている。

アスファルトコンクリート再生骨材の品質規定は、再生加熱アスファルト混合物として再生利用を図るために、極端にアスファルト量が少ないもの、アスファルトの硬化が著しいものは除き、同時に、路床土や路盤材の細粒分が多く混入したものを除く意味合いからそれぞれ、旧アスファルト量は 3.8% 以上、旧アスファルトの針入度は $20 \times 10^{-1} \text{mm}$ 以上 / 25℃、洗い試験で失われる量が 5% 以下と規定している。

昭和 60 年度に（社）日本アスファルト合材協会が実施した“プラント再生加熱アスコンのアンケート調査”によれば、全国 113 工場の再生アスファルトプラントに

おける再生骨材の分級は、20～13mmと13～0mmの2分級タイプが多く(27%)、次いで、13～0mmを13～5mmと5～0mmに分けてトータルで3分級しているタイプが23%、13～0mmの1分級タイプは20%認められる。さらに、このような分級された再生骨材の品質は表-1に示す状況にあることが判る。これより以下のような実態が判る。

① 旧アスファルトの含有量は、2.10～6.90%と差があり、 $\bar{x}=4.95\%$ 、 $\sigma=0.55\%$ となる。また、規格値

に対する合格率は87.0%である、アスファルト量が少ないものも使用されているようである。

② 旧アスファルトの針入度は12～59の範囲となり、 $\bar{x}=32.0$ 、 $\sigma=5.0$ である。また、規格値に対する不良率は8.0%前後となる。

③ 洗い試験で失われる量は0.06～8.0%と範囲が大きいことが判る。 $\bar{x}=1.89\%$ 、 $\sigma=1.07\%$ となり規格に対する不良率は3.0%程度である。

表-1 再生骨材の品質試験結果

区 分	特 性 値	項 目	n	max	mix	$\bar{x}$	σ
(13～0)	旧アスファルト の含有量	試料数	68	124	5	40	27
		最大値	68	6.90	3.60	5.63	0.58
		最小値	68	5.83	2.10	4.36	0.69
		平均値	68	6.00	3.87	4.95	0.55
	旧アスファルト の針入度	試料数	64	100	2	30	23
		最大値	64	59.0	25.0	37.1	8.0
		最小値	64	43.0	12.0	26.4	6.7
		平均値	64	41.0	18.0	31.6	4.9
	洗い試験で 失われる量	試料数	61	88	2	28	20
		最大値	61	8.0	0.60	2.72	1.31
		最小値	61	5.0	0.06	1.25	0.88
		平均値	61	6.4	0.08	1.89	1.07
(13～5) 60 ： (5～0) 40 に合成した もの	旧アスファルト の含有量	試料数	15	124	10	42	27
		最大値	15	6.32	4.34	5.34	0.50
		最小値	15	4.49	3.00	4.03	0.48
		平均値	15	5.00	3.94	4.61	0.28
	旧アスファルト の針入度	試料数	8	57	3	38	17
		最大値	8	48.0	28.0	37.1	6.1
		最小値	8	31.0	23.0	27.0	2.2
		平均値	8	35.0	26.0	31.0	3.4
	洗い試験で 失われる量	試料数	9	50	5	35	14
		最大値	9	2.74	1.74	2.05	0.31
		最小値	9	2.32	0.30	1.02	0.57
		平均値	9	2.52	1.02	1.50	0.44

〔小島逸平 熊谷道路(株)技術研究所〕

はく離性（アスファルト被膜の骨材からのはく離性）

アスファルト混合物中で、結合材であるアスファルトが骨材表面からはく離（Stripping）したとき、それは結合材としての機能を喪失したことを意味している。したがって、その場合のアスファルトは、単なる充填物か、逆にむしろ流動促進剤としてしかはたらない。

はく離性は、裏返して云えば付着の問題である。この場合、骨材－アスファルト間の付着（接着）を支配する要素として、両者の分子間引力、接触角、界面張力、骨材の表面粗さ、ぬれに関連してのアスファルトの粘度、あるいは骨材組成に対応してのアスファルトの酸価（有機酸含有量の尺度）等があげられるが、工学的に最も大きく影響するのはアスファルト粘度であろう。針入度40～100程度の通常の舗装用アスファルトが、180～120℃で示す1～10ボイズは骨材を十分に濡らす粘度領域であり、一方40～20℃で示す104～107ボイズは粘り気を示す（または、粘つきを感じさせる）粘度領域である。すなわちアスファルトが骨材表面を濡らす（被覆する）のも、骨材表面に粘りつくのも、更には一度はがれたものが再び付着（再付着、自癒）するのも約1～107ボイズの粘度（温度では約180～20℃）の領域であり、粘性およびその大きさが付着性、はく離性に大きく影響していることが理解できよう。

はく離性を評価する方法として、静的はく離試験（交通や外力の動的なファクターがない場合はく離性試験）、動的はく離試験（水浸力学試験一例、水浸マーシャル；交通類似試験一例、水浸ホイールラッキング）、化学的水浸試験（例、リーデル・ウェバー法）等の数十におよぶ試験法があげられる。交通類似試験により実用上の信頼性あるいは実用性能との関連を求めるのが理想であるが、実用状態の近似あるいは促進の難しさ、試験結果のバラツキ等により決め手となるものがなかなか見つからず、現在でも依然研究段階にあるといえよう。化学的水浸試験は、リーデル・ウェバー法に例をとると、無機塩水溶液に浸漬するという点で、原理的に供用時の状況と大きくかけ離れており、静的はく離試験との相関も希薄である。現在、実用性状との関連は比較的少ないとされながらも、一般によく行なわれているのは、規格化されている一連の試験であって、これらは静的はく離試験でASTM D 1664（25℃水中に16～18時間浸漬）、舗装要綱付録4－5及びこれを改良した石油学会法J P I－

5 S27、また水浸力学試験でKODAN202（水浸マーシャル）である。

実験データとして、石油学会はく離専門委員会の共同報告書（昭和49年）の内容を取捨選択してまとめたものを表－1に示した。これによれば、

- 1) シリカ含有量の多い酸性岩の方が、塩基性岩よりもはく離しやすいといわれているが、その通りである。
 - 2) 骨材の種類をとわず、混合基アスファルトは、ナフテン基アスファルトよりもすぐれた付着効果を示す。
 - 3) 酸価の高いナフテン基アスファルトが、塩基性岩に対してよく付着するかというと必ずしもそうでもない。
 - 4) 水浸マーシャルの結果と、静的はく離の結果とは必ずしも同一傾向を示さない。しかし酸性岩の方が塩基性岩よりも概して低い残留安定度を示すようである。
- ただし2)、3)については80℃で行った試験であり、この温度が実際にはまず起り得ない温度であるということと、ナフテン基アスの80℃粘度は混合基アスのそれよりも相当低いものであることを考慮する必要がある。

表－1 アスファルト、骨材の種類がはく離におよぼす影響

評価項目	混合基アスファルト		ナフテン基アスファルト	
	石灰岩	硬砂岩	石灰岩	硬砂岩
はく離面積率(%) (舗装要綱) 静的 はく離試験	14.6	49.1	15.8	64.3
水浸マーシャル試験	標準・安定度(kgf)	662	642	606
	48H 水浸・安定度(kgf)	602	567	517
	残留安定度(%)	90.9	88.3	85.3
サンプル数	静的はく離試験は全評価者29人の評価値の平均；水浸マーシャル試験は標準、水浸それぞれ12個の供試体での値の平均			
アスファルト	針入度 軟化点 PI 180cSt温度、℃			
	混合基アスファルト（中東原油） 92 46.0 -0.7 154			
砕石 (6号で代表)	ナフテン基アスファルト（北米原油） 56 46.8 -1.8 138			
	SiO ₂ Fe ₂ O ₃ MgCO ₃ CaCO ₃ その他 % ^w			
混合物	石灰岩（塩基性岩） 15.6 5.1 4.5 70.6 4.2			
	硬砂岩（酸性岩） 66.9 4.9 2.5 3.8 21.9			
粗粒度アスコン、バインダー量4.5% ^w				
	全骨材100% ^w 中の砕石の割合は、石灰岩使用の場合73% ^w 、硬砂岩使用の場合74% ^w 、残りは粗砂、石粉である。			

〔高橋正明 昭和シェル石油(株)中央研究所〕

昭和62年市販アスファルトの性状調査

(社)日本アスファルト協会技術委員会

1. はじめに

市販アスファルトの性状調査については、JIS と (社)日本道路協会規格が、異なっていた昭和49年当時より品質の適合性に関して毎年実施してきており、本年度も市販アスファルトの品質動向を把握するために行った。

2. 調査方法

各製油所毎に各製品の長期間にわたる性状範囲を報告してもらうアンケート方式で行った。

(1) 調査対象は、ストレート・ブローン・防水工事用アスファルトの全種類とする。

(2) 製油所毎に、昭和62年1月～12月に製造された当該製品の全ロットを対象に、試験項目毎の最大値、最小値、平均値を報告する。

3. データー提出機関

データーは、下記の各社製油所から本協会へ提出されている。(50音順)

アジア石油	昭和シェル石油	日本鉱業
出光興産	昭和四日市石油	日本石油
鹿島石油	西部石油	日本石油精製
極東石油	谷口石油	富士興産
興亜石油	東亜燃料工業	富士石油
コスモ石油	東北石油	三菱石油
三共油化工業	新潟製油	歴世鉱油

4. 調査結果

表-1の石油アスファルトの品質要約は、1. ストレートアスファルト、2. ブローンアスファルト、3. 防水工事用アスファルトに分類し、全アンケート報告値から品質項目毎に、最大および最小値を抽出してまとめたもので調査期間中に製造された各種アスファルトの品質項目毎の範囲を示したものである。

表-2、3は、製油所毎の各品質項目における全ロットの平均値を、ストレートアスファルトのうち60～80、80～100の2種類について、取りまとめたものである。

5. あとがき

この性状調査は、前述のとおりアンケート方式による報告値を整理したものである。

報告内容は、

(1) 各製油所の品質項目毎の試験値の最大値、最小値および全ロットの平均値であり、一連の性状が同一ロットの性状でないこと。

(2) 調査対象期間が、一年間に渡ったこと。

(3) 測定機関が異なっていること。

などの理由から、品質範囲に幅があるが、JIS や (社)日本道路協会規格の品質規格内にあり、適合している。

表-1 石油アスファルト品質調査要約 (1) ストレートアスファルト

種 類 項 目	0 ~ 10		20 ~ 40		40 ~ 60		60 ~ 80		80 ~ 100		150 ~ 200		200 ~ 300	
	範 囲	J I S	範 囲	J I S	範 囲	J I S	範 囲	J I S	範 囲	J I S	範 囲	J I S	範 囲	J I S
針入度 25℃ 1/10mm		0以上 10以下	23~39	20を超え 40以下	42~57	40を超え 60以下	60~80	60を超え 80以下	81~98	81を超え 100以下	151~197	150を超え 200以下	219~279	200を超え 300以下
軟 化 点 ℃		55.0以上	55.0~62.0	50.0~65.0	47.5~54.5	47.0~55.0	45.0~51.5	44.0~52.0	44.0~49.0	42.0~50.0	35.0~44.5	30.0~48.0	34.5~41.5	30.0~48.0
伸 度 15℃ cm					88以上	10以上	100以上	100以上	100以上	100以上	130以上	100以上	140以上	100以上
” 25℃ cm			100以上	50以上										
三揮化エタン 可 溶 分 W t %		99.0以上	99.9~ 100.0	99.0以上	99.0~ 100.0	99.0以上	99.6 ~100.0	99.0以上	99.0~ 100.0	99.0以上	99.2~ 100.0	99.0以上	99.8~ 100.0	99.0以上
引 火 点 ℃		260以上	316~340	260以上	300~368	260以上	258~388	260以上	278~366	260以上	292~370	240以上	300以上	210以上
薄膜加熱後の 質 量 変 化 率 %				-0.06~ 0.12		0.6以下	-0.17~ 0.26	0.6以下	-0.15~ 0.35	0.6以下	-0.05~ 0.03			
薄膜加熱後の 針入度変化率 %					62.0~79.0	58以上	56.0~89.0	55以上	54.0~81.0	50以上				
蒸発質量変化率 %		0.3以下	-0.07~ 0.01	0.3以下			0.01~0.09				-0.08~ 0.03	1.0以下	-0.01~ 0.11	1.0以下
蒸発後の針入度比 %														
比 重 25/25 ℃		1.000以上	1.023~ 1.054	1.000以上	1.026~ 1.042	1.000以上	1.003~ 1.040	1.000以上	1.017~ 1.034	1.000以上	1.018~ 1.025	1.000以上	1.016~ 1.017	1.000以上
動粘度 cSt 120 °C					998~ 1,159		592~ 1,500		550~ 1,000		472~529			
” cSt 140 °C					359~535		240~440		205~340		193~210			
” cSt 160 °C					148~225		101~190		98~154		90~98			
” cSt 180 °C					75~110		55~97		48~85		50~56			

表-2 石油アスファルト品質調査要約 (2) プローンアスファルト

種 類 項 目	0 ~ 5		10 ~ 20		20 ~ 30		30 ~ 40	
	範 囲	J I S	範 囲	J I S	範 囲	J I S	範 囲	J I S
針入度 25℃ 1/10mm	2 ~ 3	0 以上 5 以下	11~20	10を超え 20以下	21~30	20を超え 30以下	~	30を超え 40以下
軟 化 点 ℃	135.0~ 139.0	130.0以上	90.0~ 115.5	90.0以上	80.1~ 100.5	80.0以上	~	65.0以上
伸 度 25℃ cm	0	0 以上	2 ~ 5	1 以上	2 ~ 6	2 以上	~	3 以上
三塩化エタン 可 溶 分 W t %	99.9~ 100.0	98.5以上	99.2~ 100.0	98.5以上	99.0~ 100.0	98.5以上	~	98.5以上
引 火 点 ℃	310~322	210以上	288~338	210以上	284~352	210以上	~	210以上
蒸発質量変化率 %	-0.03~ 0.00	0.5以下	-0.04~ 0.01	0.5以下	-0.06~ 0.03	0.5以下	~	0.5以下
針 入 度 指 数	3.7~4.5	3.0以上	2.7~5.5	2.5以上	2.7~5.2	2.5以上	~	1.0以上

表-3 石油アスファルト品質調査要約 (3) 防水工事用アスファルト

種 類 項 目	第 一 種		第 二 種		第 三 種		第 四 種	
	範 囲	J I S	範 囲	J I S	範 囲	J I S	範 囲	J I S
針入度 25℃ 1/10mm	~	25以上 45以下	~	0 以上 40以下	22~39	20以上 40以下	33~48	30以上 50以下
針 入 度 指 数	~	3 以上	~	4 以上	5.0~7.5	5 以上	6.0~7.6	6 以上
軟 化 点 ℃	~	85以上	~	90以上	101.0~ 123.0	100以上	96.0~ 120.5	95以上
蒸発質量変化率 %		1 以下		1 以下	-0.04~ 0.02	1 以下	-0.02~ 0.02	1 以下
三塩化エタン 可 溶 分 W t %		98以上	~	98以上	98.2~ 100.0	95以上	98.2~ 100.0	92以上
引 火 点 ℃	~	250以上	~	270以上	280~346	280以上	282~334	280以上
フラスゼい化点 ℃		-5 以下		-10以下	-26~-15	-15以下	-32~-20	-20以下
だ れ 長 さ mm					1 ~ 4	8 以下	0 ~ 6	10以下
加 熱 安 定 性 ℃		5 以下		5 以下	0 ~ 4	5 以下	1 ~ 4	5 以下

表—4 ストレートアスファルト性状表 (60~80)

番号	針入度 1/10mm	軟化点 ℃	伸 度 (25℃)	三塩化 エタン 可溶分 W t %	引火点 ℃	薄 膜 加 熱		蒸発後 の針入 度比 %	比 重 25/25 ℃	動 粘 度 (c S t)			
						質 変化率%	針入度 変化率%			120℃	140℃	160℃	180℃
1	71	49.0	150以上	99.8	314	-0.02	64.2	100	1.029	970	346	146	76
2	65	48.0	150以上	99.9	362	+0.05	66.0	100	1.0314	1,120	360	153	75
3	65	48.5	150以上	99.9	358	+0.10	65.0	100	1.035	1,000	350	148	72
4	72	48.5	150以上	99.9	343	+0.05	65.0	99	1.0309	987	354	153	78
5	71	48.0	150以上	99.8	340	+0.09	61.0	100	1.0251	815	283	126	65
6	72	49.0	150以上	99.9	260	+0.10	68.0	102	1.0297	882	316	137	70
7	70	49.0	150以上	99.9	345	+0.04	68.0	97	1.0128	855	309	137	73
8	68	46.5	100以上	99.7	363	+0.08	65.0	102	1.0292	862	314	138	70
9	70	49.0	150以上	100.0	270以上	+0.06	70.0	76	1.0268	984	342	150	76
10	71	49.5	140以上	99.8	300以上	+0.11	69.0	99	1.0296	1,087	384	167	83
11	71	47.0	140以上	100.0	300以上	+0.07	72.0	100	1.0347	817	302	137	71
12	70	48.0	130以上	100.0	341	-0.15	70.0	100	1.0271	870	310	134	68
13	71	48.5	130以上	99.9	311	-0.12	67.0	99	1.0323	1,058	368	153	77
14	70	48.0	100以上	99.8	326	+0.03	68.0	93	1.0281	994	337	144	72
15	66	48.5	150以上	99.8	343	+0.10	69.0	98	1.0288	928	329	144	73
16	70	49.5	100以上	100.0	339	+0.00	71.0	96	1.0316	1,176	406	171	84
17	70	48.0	140以上	99.9	336	-0.08	60.0	96	1.0265	865	317	136	70
18	70	50.5	100以上	99.8	347	+0.08	71.0	100	1.0298	998	356	154	78
19	70	48.0	100以上	99.9	303	-0.10	67.0	100	1.0239	922	310	135	67
20	70	49.0	150以上	99.8	365	+0.08	76.0	92	1.030	1,005	366	160	80
21	68	50.0	150以上	99.9	338	+0.07	65.0	93	1.0311	964	356	157	78
22	69	47.5	150以上	99.9	383	+0.13	65.2	101	1.027	794	291	122	64
23	70	49.0	150以上	100.0	348	+0.07	66.8	99	1.0329	1,075	368	154	76
24	69	48.0	150以上	99.9	288	-0.12	65.0	99	1.0248	1,005	385	160	82
25	70	47.0	150以上	99.8	297	+0.25	61.0	90	1.0265	1,035	362	158	84
26	68	49.5	140以上	99.9	300以上	+0.06	69.0	97	1.0327	954	330	147	76

表—5 ストレートアスファルト性状表 (80~100)

番号	針入度 1/10mm	軟化点 ℃	伸 度 (25℃)	三塩化 エタン 可溶分 W t %	引火点 ℃	薄 膜 加 熱		蒸発後 の針入 度比 %	比 重 25/25 ℃	動 粘 度 (c S t)			
						質 変化率%	針入度 変化率%			120℃	140℃	160℃	180℃
1	88	47.5	140以上	99.9	300以上	+0.07	66.0	97	1.0297	768	276	125	68
2	90	45.5	150以上	99.8	287	+0.32	63.0	88	1.0251	792	268	121	65
3	89	46.5	150以上	99.8	287	-0.10	64.0	98	1.0227	880	322	118	80
4	88	46.0	140以上	99.8	329	-0.08	59.0	98	1.0244	682	256	115	60
5	88	46.0	100以上	99.8	314	+0.03	69.0	95	1.027	841	292	127	64
6	91	46.0	130以上	99.9	311	-0.12	64.0	99	1.0263	823	296	130	66
7	86	46.0	150以上	100.0	270以上	+0.04	81.0	87	1.0185	976	345	154	80
8	84	46.0	100以上	99.9	326	+0.03	65.0	98	1.0274	783	287	128	66
9	87	44.5	100以上	99.7	362	+0.08	65.0	101	1.0266	725	271	122	62
10	93	46.0	150以上	100.0	350	+0.10	68.0	101	1.027	753	276	122	63
11	92	46.0	150以上	99.7	330	+0.05	59.0	101	1.022	666	251	111	57
12	86	47.0	150以上	99.9	343	+0.05	65.0	99	1.0289	847	310	137	71
13	90	45.5	150以上	100.0	356	+0.10	64.0	100	1.0318	798	286	123	62
14	90	47.0	150	99.7	308	-0.03	62.3	100	1.0258	799	294	130	69

<石油アスファルト需給統計資料> その1

石油アスファルト需給実績（総括表）

（単位：千 t）

項 目 年 度	供 給					需 要					
	期初在庫	生 産	対 前 年 度 比	輸 入	合 計	内 需	対 前 年 度 比	輸 出	小 計	期末在庫	合 計
52 年 度	256	4,790	(115.3)	0	5,046	4,765	(116.2)	0	4,765	287	5,052
53 年 度	287	5,229	(109.2)	0	5,516	5,218	(109.5)	0	5,218	297	5,515
54 年 度	297	5,064	(96.8)	1	5,362	5,138	(98.5)	2	5,140	236	5,376
55 年 度	236	4,720	(93.2)	1	4,957	4,703	(91.5)	21	4,724	240	4,964
56 年 度	240	4,598	(97.4)	0	4,838	4,562	(97.0)	19	4,581	226	4,807
57年度上期	226	2,158	(95.8)	0	2,384	2,103	(94.9)	8	2,111	240	2,351
57年度下期	240	2,466	(104.8)	0	2,706	2,471	(105.3)	10	2,481	213	2,694
57 年 度	226	4,624	(99.2)	0	4,850	4,574	(100.3)	18	4,592	213	4,805
58年度上期	213	2,392	(111.1)	0	2,605	2,357	(110.7)	3	2,360	241	2,601
58年度下期	241	2,555	(103.6)	0	2,796	2,564	(103.8)	1	2,565	226	2,791
58 年 度	213	4,947	(108.4)	0	5,160	4,921	(107.6)	4	4,925	226	5,151
59年度上期	226	2,541	(106.4)	0	2,767	2,516	(106.7)	0	2,517	252	2,769
59年度下期	252	2,694	(105.4)	0	2,946	2,705	(105.5)	0	2,705	240	2,945
59 年 度	226	5,235	(105.9)	0	5,461	5,221	(106.1)	0	5,221	240	5,461
60年度上期	240	2,400	(94.5)	0	2,640	2,338	(92.9)	0	2,338	294	2,632
60年度下期	294	2,629	(97.6)	0	2,923	2,696	(99.7)	0	2,696	215	2,911
60 年 度	240	5,029	(96.1)	0	5,269	5,034	(92.2)	0	5,034	215	5,249
61年度上期	215	2,656	(110.7)	0	3,130	2,568	(109.8)	0	2,568	291	2,859
61年度下期	291	3,089	(117.5)	0	3,380	3,134	(116.2)	0	3,134	235	3,369
61 年 度	215	5,744	(114.2)	0	5,959	5,702	(113.3)	0	5,702	235	5,937
62. 4 月	235	515	(107.1)	0	750	477	(108.4)	0	477	272	749
5 月	272	403	(101.1)	0	675	379	(106.8)	0	379	296	675
6 月	296	396	(112.4)	0	692	417	(108.0)	0	417	278	695
4～6月	235	1,314	(106.7)	0	1,549	1,213	(107.8)	0	1,273	278	1,551
7 月	278	446	(103.5)	0	724	466	(110.4)	0	466	262	728
8 月	262	488	(100.2)	3	753	441	(94.7)	0	441	312	753
9 月	312	498	(98.3)	3	813	501	(100.3)	0	501	312	813
7～9月	278	1,431	(100.5)	7	1,716	1,408	(101.5)	0	1,408	312	1,720
62年度上期	235	2,745	(103.4)	7	2,987	2,681	(104.4)	0	2,681	312	2,993
10月	312	502	(88.8)	0	814	517	(91.5)	0	517	297	814
11月	297	552	(105.7)	0	849	583	(100.0)	0	583	261	844
12月	261	537	(93.6)	0	798	566	(96.9)	0	566	232	798
10～12月	312	1,592	(95.8)	0	1,904	1,667	(96.2)	0	1,667	232	1,899
63. 1 月	232	426	(110.1)	0	658	372	(103.6)	0	372	287	659
2 月	287	481	(119.4)	0	768	471	(117.8)	0	471	296	767
3 月	296	648	(101.4)	2	946	671	(104.5)	0	671	274	945
1～3月	232	1,554	(108.8)	2	1,788	1,514	(108.0)	0	1,514	274	1,788
62年度下期	312	3,146	(101.8)	2	3,460	3,181	(101.5)	0	3,181	274	3,455
62 年 度	235	5,892	(102.6)	9	6,136	5,862	(102.8)	0	5,862	274	6,136
63. 4 月	274	507	(98.4)	3	784	499	(104.6)	0	499	284	783

〔注〕(1) 通産省エネルギー月報 63年4月確報

(2) 四捨五入のため月報と一致しない場合がある。

<石油アスファルト需給統計資料> その2

石油アスファルト内需実績 (品種別明細)

(単位: 千 t)

項 目 年 度	内 需 量						対 前 年 度 比					
	ストレート・アスファルト			燃焼用 アスファルト	ブローン アスファルト	合 計	ストレート・アスファルト			燃焼用 アスファルト	ブローン アスファルト	合 計
	道路用	工業用	計				道路用	工業用	計			
52 年 度	4,242	235	4,477	—	288	4,765	116.9	112.4	116.6	—	109.1	116.1
53 年 度	4,638	267	4,905	—	313	5,218	109.3	113.6	109.6	—	108.7	109.5
54 年 度	4,620	175	4,795	—	343	5,138	99.6	65.5	97.8	—	109.6	98.5
55 年 度	4,233	183	4,416	—	287	4,703	91.6	104.6	92.1	—	91.5	91.5
56 年 度	4,082	202	4,284	4	274	4,562	96.4	110.4	97.0	—	95.5	97.0
57年度上期	1,838	96	1,934	45	124	2,103	93.0	93.2	93.0	—	91.1	94.9
57年度下期	2,105	88	2,193	142	136	2,471	100.0	88.9	99.5	355.0	97.1	105.3
57 年 度	3,943	184	4,127	187	260	4,574	96.6	91.1	96.3	467.5	94.2	100.3
58年度上期	1,917	83	2,000	236	121	2,357	104.3	86.5	103.4	524.4	98.4	110.7
58年度下期	2,033	94	2,127	304	133	2,564	96.6	106.8	97.0	214.1	98.5	103.8
58 年 度	3,950	177	4,127	540	254	4,921	100.2	96.2	100.0	288.8	98.4	107.6
59年度上期	1,915	79	1,994	403	119	2,516	99.9	95.2	99.7	170.8	101.7	106.7
59年度下期	2,084	83	2,167	403	135	2,705	102.5	88.3	101.9	132.6	101.5	105.5
59 年 度	3,999	162	4,161	806	254	5,221	101.2	91.5	100.8	149.3	100.0	106.1
60年度上期	1,767	72	1,839	388	112	2,338	92.3	91.1	92.2	96.3	94.1	92.9
60年度下期	1,974	67	2,041	522	133	2,696	94.7	80.7	94.2	129.5	98.5	99.7
60 年 度	3,741	139	3,881	910	245	5,034	93.5	85.8	93.2	112.9	96.5	96.4
61年度上期	1,825	66	1,891	565	112	2,568	103.3	91.7	102.8	145.6	100.0	109.8
61年度下期	2,160	175	2,335	673	125	3,134	109.4	261.2	114.4	128.9	94.0	116.2
61 年 度	3,985	241	4,226	1,238	237	5,702	106.5	173.4	108.9	136.0	96.7	113.3
62. 4 月	334	12	346	113	18	477	109.3	112.0	109.5	106.7	102.5	108.4
5 月	267	9	276	86	17	379	107.8	136.2	108.7	104.7	92.9	106.8
6 月	311	14	325	73	19	417	101.4	146.3	110.9	97.5	106.2	108.0
4～6 月	911	35	946	272	55	1,273	108.9	130.3	109.6	103.4	100.5	107.8
7 月	347	28	374	73	18	466	112.7	298.6	118.0	85.0	98.5	110.4
8 月	317	24	341	81	19	441	96.7	210.5	100.6	75.0	101.2	94.7
9 月	374	13	387	92	22	501	106.0	68.6	103.8	85.8	108.9	100.3
7～9 月	1,038	65	1,103	246	59	1,408	105.0	163.2	107.3	81.7	103.0	101.5
62年度上期	1,949	100	2,048	518	114	2,681	106.8	151.5	108.3	91.7	101.8	104.4
10月	411	13	424	67	26	517	100.0	35.7	94.6	70.9	115.4	91.5
11月	437	44	481	78	24	583	99.8	314.3	106.4	71.6	109.1	100.0
12月	423	33	456	88	22	566	107.9	82.5	105.6	67.7	100.0	96.9
10～12月	1,271	90	1,362	232	73	1,667	102.3	98.9	102.2	69.5	110.6	96.2
63. 1 月	211	54	265	85	22	372	114.7	135.0	118.3	74.6	110.0	103.6
2 月	296	61	357	90	24	471	117.5	435.7	134.2	78.3	120.0	117.8
3 月	525	56	581	68	22	671	108.9	193.1	113.7	60.2	122.2	104.5
1～3 月	1,032	171	1,203	243	68	1,514	112.3	203.6	119.9	71.5	115.3	108.0
62年度下期	2,304	261	2,565	475	141	3,181	106.7	149.1	109.9	70.6	112.8	101.5
62 年 度	4,253	360	4,613	995	255	5,862	106.7	149.4	109.2	80.4	107.6	102.8
63. 4 月	381	25	406	75	18	499	114.1	208.3	117.3	66.4	100.0	105.9

(注) (1) 通産省エネルギー月報 63年4月確報

(2) 工業用ストレート・アスファルト, 燃焼用アスファルト, ブローンアスファルトは日本アスファルト協会調べ。

(3) 道路用ストレート・アスファルト=内需量合計- (ブローンアスファルト+燃焼用アスファルト+工業用ストレート・アスファルト)

(4) 四捨五入のため月報と一致しない場合がある。

日本のアスファルト事情 1988年版

B5・48ページ・¥700（送料は実費）

当面するアスファルト事情を
わかりやすく解説した資料です。
広くご利用いただけるよう編
纂致しました。

ハガキにてお申込み下さい。

申込先 社団法人 日本アスファルト協会
105 東京都港区虎ノ門2丁目6番7号
和孝第10ビル

目 次

★需 要	★課 題	臨時石油アスファルト需給等対策会議
用 途		道路予算
需要の推移	★参考資料	世界の原油確認埋蔵量
★供 給	品質規格	原油 入量の推移
生 産	試 験 法	原油価格
流 通	品質管理	石油需給計画
施 策	アスファルト舗装の特長	

日本アスファルト協会試験方法 JAA-001-1978. 石油アスファルト絶対粘度試験方法 Testing Method for Absolute Viscosity of Asphalt

- | | |
|--------------|-----------------------|
| 1. 適用範囲 | 5-1-1. 粘度計校正用標準液による方法 |
| 2. 試験方法の概要 | 5-1-2. 標準減圧毛管粘度計による方法 |
| 3. 用語の意味 | 6. 試料の準備 |
| 3-1. 絶対粘度 | 7. 操 作 |
| 3-2. ニュートン流体 | 8. 計算および報告 |
| 4. 装 置 | 9. 精 度 |
| 4-1. 粘度計 | 9-1. くり返し精度 |
| 4-2. 温度計 | 9-2. 再現性 |
| 4-3. 恒温そう | |
| 4-4. 減圧装置 | 中 実費頒価 400円 中 |
| 4-5. 秒時計 | |
| 5. 校 正 | 申込先 社団法人 日本アスファルト協会 |
| 5-1. 粘度計の校正 | 東京都港区虎ノ門2丁目6番7号 |
| | 〒105 電話 (03)502-3956 |

社団法人 日本アスファルト協会 会員

(五十音順)

社 名	住 所	電 話
〔メーカー〕		
出光興産株式会社	(100) 千代田区丸の内3-1-1	03 (213) 3 1 3 4
エッソ石油株式会社	(107) 港区赤坂5-3-3	03 (585) 9 4 3 8
鹿島石油株式会社	(102) 千代田区紀尾井町3-6	03 (265) 0 4 1 1
キグナス石油株式会社	(104) 中央区京橋2-9-2	03 (535) 7 8 1 1
九州石油株式会社	(100) 千代田区内幸町2-1-1	03 (502) 3 6 5 1
共同石油株式会社	(100) 千代田区永田町2-11-2	03 (593) 6 0 5 5
極東石油工業株式会社	(100) 千代田区大手町1-7-2	03 (270) 0 8 4 1
興亜石油株式会社	(100) 千代田区大手町2-6-2	03 (241) 8 6 3 1
コスモ石油株式会社	(105) 港区芝浦1-1-1	03 (798) 3 2 0 0
三共油化工業株式会社	(100) 千代田区丸の内1-4-2	03 (284) 1 9 1 1
昭和シェル石油株式会社	(100) 千代田区霞が関3-2-5	03 (503) 4 0 7 6
昭和四日市石油株式会社	(510) 四日市市塩浜町1	0593 (45) 2 1 1 1
西部石油株式会社	(100) 千代田区丸の内1-2-1	03 (215) 3 0 8 1
ゼネラル石油株式会社	(105) 港区西新橋2-8-6	03 (595) 8 3 0 0
東亜燃料工業株式会社	(100) 千代田区一ツ橋1-1-1	03 (286) 5 1 1 1
東北石油株式会社	(985) 仙台市港5-1-1	022 (363) 1 1 1 1
日網石油精製株式会社	(210) 川崎市川崎区浮島町3-1	044 (266) 8 3 1 1
日本鉱業株式会社	(105) 港区虎ノ門4-1-34	03 (505) 8 5 3 0
日本石油株式会社	(105) 港区西新橋1-3-12	03 (502) 1 1 1 1
日本石油精製株式会社	(105) 港区西新橋1-3-12	03 (502) 1 1 1 1
富士興産株式会社	(100) 千代田区永田町2-4-3	03 (580) 3 5 7 1
富士石油株式会社	(100) 千代田区大手町1-2-3	03 (211) 6 5 3 1
三菱石油株式会社	(105) 港区虎ノ門1-2-4	03 (595) 7 6 6 3
モービル石油株式会社	(100) 千代田区大手町1-7-2	03 (244) 4 6 9 1

〔ディーラー〕

● 北海道

コスモアスファルト(株)札幌支店	(060) 札幌市中央区大通り西10-4	011 (281) 3 9 0 6 コ ス モ
蔦井石油株式会社	(060) 札幌市中央区南4条西11-1292-4	011 (518) 2 7 7 1 コ ス モ
(株)トアス札幌営業所	(060) 札幌市中央区北2条西2	011 (281) 2 3 6 1 共 石
東光商事(株)札幌営業所	(060) 札幌市中央区南大通り西7	011 (241) 1 5 6 1 三 石
中西瀝青(株)札幌出張所	(060) 札幌市中央区北2条西2	011 (231) 2 8 9 5 日 石
(株)南部商会札幌営業所	(060) 札幌市中央区北2条西2-15	011 (231) 7 5 8 7 日 石
レキセイ商事株式会社	(060) 札幌市中央区北4条西3	011 (231) 4 5 0 1 出 光
株式会社ロード資材	(060) 札幌市中央区北1条西10-1-11	011 (281) 3 9 7 6 コ ス モ

社団法人 日本アスファルト協会 会員

社 名	住 所	電 話
● 東 北		
有限会社 男 鹿 興 業 社	(010-05)男鹿市船川港船川字化世沢178	0185 (23) 3 2 9 3 共 石
カ メ イ 株 式 会 社	(980) 仙台市国分町 3-1-18	022 (264) 6 1 1 1 日 石
㈱ 木 畑 商 会 仙 台 営 業 所	(980) 仙台市中央 2-1-17	022 (222) 9 2 0 3 共 石
コスモアスファルト(㈱)仙台支店	(980) 仙台市中央 3-3-3	0222 (66) 1 1 0 1 コ ス モ
正興産業(㈱)仙台営業所	(980) 仙台市国分町 3-3-5	022 (263) 5 9 5 1 三 石
竹中産業(㈱)新潟営業所	(950) 新潟市東大通 1-4-2	025 (246) 2 7 7 0 昭和シェル
常盤商事(㈱)仙台支店	(980) 仙台市上杉 1-8-19	022 (224) 1 1 5 1 三 石
中西瀝青(㈱)仙台営業所	(980) 仙台市中央 2-1-30	022 (223) 4 8 6 6 日 石
㈱ 南 部 商 会 仙 台 出 張 所	(980) 仙台市中央 2-1-17	022 (223) 1 0 1 1 日 石
宮城石油販売株式会社	(980) 仙台市東 7 番丁102	022 (257) 1 2 3 1 三 石
菱油販売(㈱)仙台支店	(980) 仙台市国分町 3-1-1	022 (225) 1 4 9 1 三 石
● 関 東		
朝 日 産 業 株 式 会 社	(103) 中央区日本橋茅場町 2-7-9	03 (669) 7 8 7 8 コ ス モ
アスファルト産業株式会社	(104) 中央区八丁堀 4-11-2	03 (553) 3 0 0 1 昭和シェル
伊 藤 忠 燃 料 株 式 会 社	(107) 港区赤坂 2-17-22	03 (584) 8 5 5 5 共 石
梅 本 石 油 株 式 会 社	(162) 新宿区揚場町 2-24	03 (269) 7 5 4 1 コ ス モ
関東アスファルト株式会社	(336) 浦和市岸町 4-26-19	0488 (22) 0 1 6 1
株式会社 木 畑 商 会	(104) 中央区八丁堀 4-2-2	03 (552) 3 1 9 1 共 石
コスモアスファルト株式会社	(104) 中央区八丁堀 3-3-5	03 (551) 8 0 1 1 コ ス モ
国 光 商 事 株 式 会 社	(164) 中野区東中野 1-7-1	03 (363) 8 2 3 1 出 光
㈱ 澤 田 商 行 東 京 支 店	(104) 中央区入船町 1-7-2	03 (551) 7 1 3 1 コ ス モ
三 徳 商 事 (㈱) 東 京 支 店	(101) 千代田区神田紺屋町11	03 (254) 9 2 9 1 昭和シェル
新 日 本 商 事 株 式 会 社	(101) 千代田区神田錦町 2-5	03 (294) 3 9 6 1 昭和シェル
住商石油アスファルト株式会社	(105) 港区浜松町 2-3-31	03 (578) 9 5 2 1 出 光
大 洋 商 運 株 式 会 社	(103) 中央区日本橋本町 3-7	03 (245) 1 6 2 1 三 石
竹 中 産 業 株 式 会 社	(101) 千代田区鍛冶町 1-5-5	03 (251) 0 1 8 5 昭和シェル
中 央 石 油 株 式 会 社	(160) 新宿区新宿 2-6-5	03 (356) 8 0 6 1 モービル
株式会社 ト ー ア ス	(160) 新宿区西新宿 2-7-1	03 (342) 6 3 9 1 共 石
東京レキセイ株式会社	(150) 渋谷区恵比寿西 1-9-12	03 (496) 8 6 9 1 富 士 興
東京富士興産販売株式会社	(105) 港区虎ノ門 1-13-4	03 (591) 3 4 0 1 富 士 興
東 光 商 事 株 式 会 社	(104) 中央区京橋 1-5-12	03 (274) 2 7 5 1 三 石
東 新 瀝 青 株 式 会 社	(103) 中央区日本橋 2-13-10	03 (273) 3 5 5 1 日 石
東洋国際石油株式会社	(104) 中央区八丁堀 3-3-5	03 (555) 8 1 1 1 コ ス モ
東 和 産 業 株 式 会 社	(174) 板橋区坂下 3-29-11	03 (968) 3 1 0 1 三 共 油 化
中 西 瀝 青 株 式 会 社	(103) 中央区八重洲 1-2-1	03 (272) 3 4 7 1 日 石
株式会社 南 部 商 会	(100) 千代田区丸の内 3-4-2	03 (213) 5 8 7 1 日 石
日 東 商 事 株 式 会 社	(170) 豊島区巣鴨 4-22-23	03 (915) 7 1 5 1 昭和シェル
日 東 石 油 販 売 株 式 会 社	(104) 中央区新川 2-3-11	03 (551) 6 1 0 1 昭和シェル
パシフィック石油商事株式会社	(103) 中央区日本橋蛸殻町 1-17-2	03 (661) 4 9 5 1 モービル
富士興産アスファルト株式会社	(100) 千代田区永田町 2-4-3	03 (580) 5 2 1 1 富 士 興
富 士 鉱 油 株 式 会 社	(105) 港区新橋 4-26-5	03 (432) 2 8 9 1 コ ス モ
富士石油販売株式会社	(103) 中央区日本橋 2-13-12	03 (274) 2 0 6 1 共 石

社団法人 日本 アスファルト 協会 会員

社 名	住 所	電 話
富士油業(株)東京支店	(106) 港区西麻布1-8-7	03 (478) 3 5 0 1 富士 興
丸紅エネルギー株式会社	(101) 千代田区神田錦町3-7-1	03 (293) 4 1 1 1 モービル
三井物産石油株式会社	(101) 千代田区神田駿河台4-3	03 (293) 7 1 1 1 極 東 石
三菱商事株式会社	(100) 千代田区丸の内2-6-3	03 (210) 6 2 9 0 三 石
ユニ石油株式会社	(101) 千代田区神田東紺屋町30	03 (256) 3 4 4 1 昭和シェル
菱東商事株式会社	(101) 千代田区神田和泉町1-13-1	03 (5687) 1 4 2 1 三 石
菱油販売株式会社	(160) 新宿区西新宿1-20-2	03 (345) 8 2 0 5 三 石
菱洋通商株式会社	(104) 中央区銀座6-7-18	03 (571) 5 9 2 1 三 石
瀝青販売株式会社	(103) 中央区日本橋2-16-3	03 (271) 7 6 9 1 出 光
渡辺油化興業株式会社	(107) 港区赤坂3-21-21	03 (582) 6 4 1 1 昭和シェル
● 中 部		
コスモアスファルト(株)名古屋支店	(466) 名古屋市昭和区塩付通4-9	052 (851) 1 1 1 1 コ ス モ
株式会社 澤 田 商 行	(454) 名古屋市中川区富川町1-1	052 (361) 7 1 5 1 コ ス モ
三徳商事(株)静岡支店	(420) 静岡市紺屋町11-12	0542 (55) 2 5 8 8 昭和シェル
三徳商事(株)名古屋支店	(453) 名古屋市中村区則武1-10-6	052 (452) 2 7 8 1 昭和シェル
株式会社 三 油 商 会	(460) 名古屋市中区丸の内2-1-5	052 (231) 7 7 2 1 コ ス モ
静岡鉱油株式会社	(424) 清水市袖師町1575	0543 (66) 1 1 9 5 モービル
新東亜交易(株)名古屋支店	(450) 名古屋市中村区名駅3-28-12	052 (561) 3 5 1 4 富士 興
竹中産業(株)福井営業所	(910) 福井市大手2-4-26	0766 (22) 1 5 6 5 昭和シェル
株式会社 田 中 石 油 店	(910) 福井市毛矢2-9-1	0776 (35) 1 7 2 1 昭和シェル
富安産業株式会社	(939) 富山市若竹町2-121	0764 (29) 2 2 9 8 昭和シェル
中西瀝青(株)名古屋営業所	(460) 名古屋市中区錦町1-20-6	052 (211) 5 0 1 1 日 石
松村物産株式会社	(920) 金沢市広岡2-1-27	0762 (21) 6 1 2 1 三 石
丸福石油産業株式会社	(933) 高岡市美幸町2-1-28	0766 (22) 2 8 6 0 昭和シェル
三谷商事株式会社	(910) 福井市豊島1-3-1	0776 (20) 3 1 3 4 モービル
● 近 畿		
赤馬アスファルト工業株式会社	(531) 大阪市大淀区中津3-10-4	06 (374) 2 2 7 1 モービル
飯野産業(株)神戸営業所	(650) 神戸市中央区海岸通り8	078 (333) 2 8 1 0 共 石
大阪アスファルト株式会社	(531) 大阪市大淀区中津1-11-11	06 (372) 0 0 3 1 出 光
木曾通産(株)大阪支店	(550) 大阪市西区九条南4-11-12	06 (581) 7 2 1 6 コ ス モ
共和産業株式会社	(700) 岡山市富田町2-10-4	0862 (33) 1 5 0 0 共 石
コスモアスファルト(株)大阪支店	(550) 大阪市西区西本町2-5-28	06 (538) 2 7 3 1 コ ス モ
コスモアスファルト(株)広島営業所	(730) 広島市田中町5-9	0822 (44) 6 2 6 2 コ ス モ
三徳商事株式会社	(532) 大阪市淀川区新高4-1-3	06 (394) 1 5 5 1 昭和シェル
(株)シェル石油大阪発売所	(552) 大阪市港区南市岡1-11-11	06 (584) 0 6 8 1 昭和シェル
昭和瀝青工業株式会社	(670) 姫路市北条口3-51	0792 (77) 5 0 0 1 共 石
信和興業株式会社	(700) 岡山市西古松363-4	0862 (41) 3 6 9 1 三 石
正興産業株式会社	(662) 西宮市久保町2-1	0798 (22) 2 7 0 1 三 石
中国富士アスファルト株式会社	(711) 倉敷市児島味野浜の宮4051	0864 (73) 0 3 5 0 富士 興
千代田瀝青株式会社	(530) 大阪市北区東天満2-8-8	06 (358) 5 5 3 1 三 石
株式会社 ナ カ ム ラ	(670) 姫路市国府寺町72	0792 (85) 2 5 5 1 共 石
中西瀝青(株)大阪営業所	(530) 大阪市北区西天満3-11-17	06 (316) 0 3 1 2 日 石
平井商事株式会社	(542) 大阪市南区長堀橋筋1-43	06 (252) 5 8 5 6 富士 興

社団法人 日本アスファルト協会 会員

社 名	住 所	電 話
富士アスファルト販売株式会社	(550) 大阪市西区京町堀2-3-19	06 (441) 5195 富士 興
富士商株式会社	(756) 小野田市稲荷町6539	08368 (3) 3210 昭和シェル
平和石油株式会社	(530) 大阪市北区中之島3-6-32	06 (443) 2771 昭和シェル
株式会社 松宮物産	(522) 彦根市幸町32	0749 (23) 1608 昭和シェル
丸和鉱油株式会社	(532) 大阪市淀川区塚本2-14-17	06 (301) 8073 コスモ
横田瀝青興業株式会社	(672) 姫路市飾磨区南細江995	0792 (33) 0555 共 石
株式会社 菱芳磁産	(671-11) 姫路市広畑区西夢前台7-140	0792 (39) 1344 共 石

● 四国・九州

伊藤忠燃料(株)九州支社	(812) 福岡市博多区博多駅前3-2-8	092 (471) 3877 共 石
今別府産業株式会社	(890) 鹿児島市新栄町15-7	0992 (56) 4111 共 石
株式会社 カンダ	(892) 鹿児島市住吉町1-3	0992 (24) 5111 昭和シェル
株式会社 九菱	(805) 北九州市八幡東区山王1-17-11	093 (661) 4868 三 石
コスモアスファルト(株)九州支店	(810) 福岡市中央区島飼1-3-52	092 (771) 7436 コスモ
サンヨウ株式会社	(815) 福岡市南区玉川町4-30	092 (541) 7615 富士 興
三協商事株式会社	(770) 徳島市万代町5-8	0886 (53) 5131 富士 興
中西瀝青(株)福岡出張所	(810) 福岡市中央区天神4-1-18	092 (771) 6881 日 石
(株)南部商会福岡出張所	(810) 福岡市中央区天神3-4-8	092 (721) 4838 日 石
西岡商事株式会社	(764) 仲多度郡多度津町家中3-1	08773 (3) 1001 三 石
畑礦油株式会社	(804) 北九州市戸畑区牧山新町1-40	093 (871) 3625 コスモ
平和石油(株)高松支店	(760) 高松市番町5-6-26	0878 (31) 7255 昭和シェル
丸菱株式会社	(812) 福岡市博多区博多駅前4-3-22	092 (431) 7561 昭和シェル

編集顧問

多田 宏 行
松野 三 朗

編集委員

委 員 長 :	大熊 周 三	副 委 員 長 :	真 柴 和 昌
阿 部 忠 行	石 井 一 生	菅 野 善 郎	田 井 文 夫
荒 井 孝 雄	磯 部 政 雄	河 野 宏	戸 田 透
安 崎 裕	今 井 武 志	小 島 逸 平	藤 井 治 芳
飯 島 尚	金 田 一 夫	白 神 健 児	山 梨 安 弘

アスファルト 第157号

昭和63年10月発行

社団法人 日本アスファルト協会

〒105 東京都港区虎ノ門2-6-7 TEL 03-502-3956

本誌広告一手取扱 株式会社 廣業社

〒104 東京都中央区銀座8-2-9 TEL 03-571-0997 (代)

印刷所 アサヒビジネス株式会社

〒107 東京都港区赤坂1-9-13 TEL 03-582-1938 (代)

ASPHALT

Vol.31 No. 157 OCTOBER 1988

Published by

THE JAPAN ASPHALT ASSOCIATION