

アスファルトの品質差とその利用方法について

正員 北海道大学工学部 教 授 工博 板 倉 忠 三
 正員 北海道大学工学部 助教授 菅 原 照 雄
 正員 北海道大学工学部 中 島 昭 雄

1. 概 説

現在わが国に輸入されている石油原油の種類は非常に多く、したがって、これから生産されるアスファルトの種類も非常に多い。表-1 は各原油別の輸入実績、各原油の性状を示している。これらから生産されるアスファルトは昭和 31 年度において、ストレート・アスファルト 137,348 吨、ブローン・アスファルト 86,033 吨、カットバック・アスファルト 2,900 吨に及んでいる。

元来石油の基 (Base) とは原油の蒸溜残渣のことで、この残渣よりパラフィンの得られる原油をパラフィン・ベースと云い、アスファルトの得られるものをアスファルト・ベースという。現在ではさらにこれを分類して、(1) パラフィン基、(2) 中間基 (混合基)、(3) ナフテン基としているが、この分類にしてもその境界は明らかではない。

従来ナフテン基の原油からのアスファルトが最上とされ、中間基これに次ぎ、パラフィン基のものは使用に耐えないとされていた。これは道路用のストレートについてであるが、ブローン・アスファルトとしては原油の基に関係なく使用して特別の不都合は生じていないようであり、わが国でもパラフィン基の原油からブローン・アスファルトを製造、使用している。

前表から明らかなように、わが国に輸入されている原油の大半は中近東系の間接基乃至はパラフィン基のもので、道路用としては歓迎されない性質のものである。コーリング、サンノーキンなどはアスファルト用として特種輸入のものである。これは石油工業がガソリン乃至潤滑油を主眼として原油の選択を行い、また、価格の安い原油を求めることからきているのであつて、アスファルト側の要望とは合致し難い点を有している。

本研究はこのような事情の下にあつて道路用アスファ

表 — 1

地 域	原 油 名	種 別	比 重 (15°C)	凝 固 点 (°C)	硫 黄 分 (%)	パラフィン (%)	昭和 32 年度 輸入量 (千)	同 左 百分率
中東地区	アラビア原油	パラフィン	0.852	-15以下	1.5~1.8	3~4	6,394,085	42.91
	クエート原油	〃	0.867	-20 〃	2.3~2.6	1.85	3,119,714	20.94
	ワフラ原油	中 間	0.908	-20 〃	2.8~3.2	1.69	656,995	4.41
	カタール原油	〃	0.821	-15 〃	1.1~1.3	2.21	370,377	2.49
	イラン原油	〃	0.852	-20 〃	1.0~1.3	1.99	613,141	4.11
	イラク原油	〃	0.848	-15 〃	1.5~1.8	1.98	1,360,263	9.13
南方地区	セリヤ原油	ナフテン	0.841	—	0.05~0.1	2.75	1,131,510	7.59
	クラモノ原油	〃	0.941	—	1.0 ~ 1.2	—	149,788	1.00
	スマトラ原油	中 間	0.844	—	0.07~0.09	—	41,224	0.28
	ミナス原油	パラフィン	0.846	—	—	—	884,581	5.94
北米地区	サンノーキン原油	ナフテン	0.926	-40 〃	0.6~1.0	1	91,021	0.61
	コーリング原油	〃	0.962	-19 〃	0.8	—	34,894	0.24
南米地区	ヴェネズエラ原油	ナフテン		—	1.1~2.6	—	37,189	0.25
カナダ	ベンピナ原油	ナフテン	0.829	-20 〃	0.3	3	14,685	0.10

ルトの品質が一定しない今日、これらのアスファルトの基礎的な諸性状を明らかにし、かつ、それらの使用について一応の基準を求め、併せてアスファルトの基本的事項について研究を行うべく計画したものである。よつて本研究にあつては、7種の原油から得た種々の針入度のアスファルトについて、その物理的諸性質、化学成分、これを用いた各種合材の安定度などについて研究を行った。本稿では主としてこの前半のアスファルト・セメントの物理的性質について述べることにする。

2. アスファルトの品質差について

アスファルトの品質に差を生ずる原因としては一般に原油の性状

アスファルトの精製の方法

カットバック油の性状

の三つとされている。筆者らはこれらのそれぞれについて検討を加えた結果次のような結果を得た。

(1) 原油の性状によるアスファルトの品質差

表 - 2

原 油	針入度級	原油の基	比重 25°C/ 25°C	軟化点 (°C)	浮游値 (80°C)	引火点 (°C)	150°C 比粘度	針 入 度		延 性		PI	FI
								25°C	5°C	25°C	5°C		
サンノーキン (San Joaquin)	40—60	ナフテ ン 基	1.019	47.5	105	276	3.0	52	4.8	140+	0	-2.0	73
	60—80		1.018	43.7	102	268	2.8	79	5.8	〃	0	-2.0	89
	80—100		1.015	42.0	95	264	2.7	94	7.0	〃	0	-2.1	95
	100—120		1.012	40.8	85	258	2.5	118	8.0	〃	140+	-2.1	100
	120—150		1.010	40.0	70	254	2.1	136	9.0	〃	140+	-2.1	98
平 沢 (院 内)	40—60	ナフテ ン 基	1.010	48.5	124	260	4.5	49	4.5	〃	2	-1.7	78
	80—100		1.008	43.8	88	250	3.4	90	9.0	〃	18	-1.7	89
	100—120		1.006	42.2	79	245	3.0	110	11.0	〃	75	-1.7	93
ヴェネスエラ (Venezuela)	40—60	ナフテ ン 基	1.020	53.8	142	298	13.3	44	5.5	〃	2	-0.5	79
	60—80		1.017	48.0	112	280	9.1	87	9.2	〃	10	-0.4	102
	100—120		1.010	47.0	109	268	6.0	100	12.0	〃	45	-0.4	104
クラモノ (Klamono)	20—30	ナフテ ン 基	1.025	55.1	160	305	12.1	28	5.0	〃	1	-1.3	67
	80—100		1.014	45.2	92	288	4.2	90	9.0	〃	9	-1.3	91
	120—150		1.014	41.4	72	282	3.2	135	13.2	〃	30	-1.3	97
クエイト (Kuwait)	40—60	中間基	1.026	49.0	127	340		49	5.0	〃	0	-1.7	79
	60—80		1.024	45.9	121	335		66	6.0	〃	0	-1.7	89
	80—100		1.016	44.1	103	317		86	8.0	〃	0	-1.7	94
コーリング (Coaligna)	40—60	ナフテ ン 基	1.022	48.1	123	286		42	3.6	〃	0	-2.1	72
	120—150		1.910	41.5	83	253		123	10.6	〃	0	-1.6	101
試 作 アスファルト (B. P. E.)	40—60	—	1.030	51.5	162	263		55	12.0	〃	6	-0.7	94
	80—100		1.033	42.8	110	256		113	16.0	〃	34	-1.2	111
	120—150		1.030	39.7	80	245		166	20.0	〃	140+	-1.2	115

表-3 アスファルトの蒸溜方式

原 油 名	蒸 溜 様 式
サンノーキン	真空蒸溜ヘックマン式
ヴェネスエラ	〃 シェルツ式
クラモノ	〃 不 明
インナイ (院内)	〃 ヘックマン式
クエート	〃 ケログ式
コーリング	〃 不 明

アスファルトの一般物理的性状は表-2に示すとおりである。この中、比重、軟化点、引火点、延性などは普通行われる物理試験の結果であり、150°Cにおける比粘度はストーマー回転粘度計によつて求めた結果である。また、浮游値は Float Test Index 算出の都合上 80°C で求めた。当初は 100°C、150°C の粘性を求める予定であつたが、測定機械の都合上 150°C のみとした。なお、上記各アスファルトは各原油ごとに同一製油所の製品である。その製造装置は表-3に示すとおりである。

実験結果の考察

a. 概 説

単にアスファルトと云い、また、通常の稠度の分類である針入度でたとえば80~100とは云つても各原油間には著しい差が見出された。稠度の各種の表現方法にしても同一原油間では一定の関係が見出されても、原油の異なつたものについてはなんら統一的な相関関係を見出すことはできなかった。ただ、後述する2,3の試みによつてある程度の共通点を見出すことができた。しかし、この結論についてはさらに2,3の異種原油の追加実験を必要とするものと認められる。

b. アスファルトの針入度と軟化点の関係

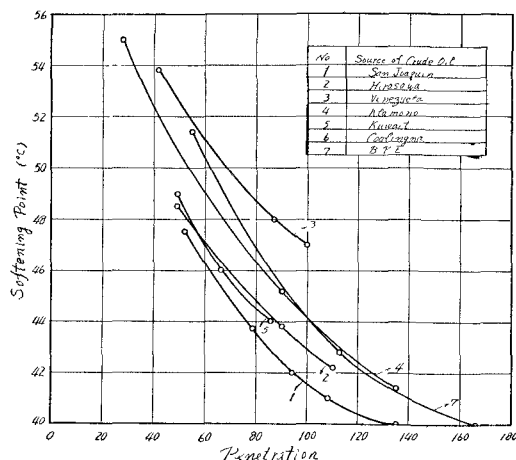


図-1 各種アスファルトの針入度と軟化点

図-1は各種のアスファルトの針入度と軟化点の関係を示している。この関係の一般的傾向は既に知られているが異種原油間ではこの傾向は成立しない。これによつて同一軟化点を有するアスファルトでも、その最小と最大の針入度の間に約40の針入度差のあることが知られる。一方、針入度を同一とすれば軟化点の中は約4°Cあることが明らかにされた。後述するように軟化点1°Cの差はアスファルトにとつて非常に大きな意味のあることに注目する必要がある。これらの関係からしてアスファルトの稠度の指定には単に針入度級の表示のみでは不十分であることが明らかである。

c. アスファルトの針入度と浮游値との関係

これはbとほぼ同じ傾向にあるが、アスファルトの種類によつてその関係は凹形の曲線を示すものと、凸形の曲線を示すものがある。浮游値は Rheological Property を表現するには適当な方法とは云えないが、後述の Float Test Index (感温性) として有用な資料を与える。

d. Penetration Index (PI)

PIの算出はアスファルトの Rheological Property を表現するのに適切であることは広く知られている。表

中に示されるように、

i) PIは同一原油、同一製造条件の下においては針入度のいかにかかわらずほぼ近似した値を与える。

ii) PIは異種原油間でかなりの巾がある。

ことが云い得る。したがつて、PIは針入度、軟化点の両者を含み、かつ、原油間の差を最も適切に表現する方法であるということができよう。

$PI > 2$ がブローン型 (ゲル型)、 $2 > PI < -2$ がストリート型 (ゾル型)、 $PI < -2$ がタールピッチ型という Rheology の分類からその Rheological Property を想像することができよう。

また、表からPI値と低温延性との間に興味ある関係のあることがわかる。すなわち、PI値の小さいものたとえば San Joaquin のようなものの低温延性が大きいこと、PIの大きいものの低温延性はあまり大でないことである。最も利用度の大きい80~100程度のアスファルトでは、ナフテン基 $-2 < PI < +2$ という条件を付ければ、5°Cの延性は100には達しない。PIは-2以下となり、軟化点が低くなる。

かつてはこの低温延性については原油を選択するという考え方が含まれていて、特にパラフィン基のアスファルトを棄却する目的があつた。しかし、現在の状態ではほとんどのアスファルトについて5°Cで100を出すことができる。そしてこの条件がPI値を下げる傾向にあるということができる。これらについては更に慎重な研究が必要であらう。しかし、 $-2 < PI$ のものは使用して悪いというものではなく、これと軟化点を組合せて、針入度表示よりもむしろ軟化点をもつて使用アスファルトを表示すべきことを意味する。

e. Float Test Index

Float Test Index は各原油間にやはりかなり差がある。しかし、これは原油自身の感温性を表現するよりも、むしろ同一原油間の針入度の差による感温性質を示すものと見る事ができよう。すなわち、針入度選択の基準となるものと見なすことができる。

f. アスファルトの高温粘度

アスファルトの高温粘度は瀝青合材の混合、合材の転圧に大きな関係を有する。木実験についてはなお追試が必要であり、未だ結論を出すには至っていないが、温度と粘性との関係は、

$$\log(\eta + 1) = mT^n$$

で表現されることが知られている。ここで η は粘度、 T は絶対温度、 m および n はそれぞれ常数である。図-2はその測定の一例を示す。

g. アスファルトのPIと高温粘度との関係

高温粘性について整理の結果

i) 軟化点と高温粘性の関係は明らかではない。すな

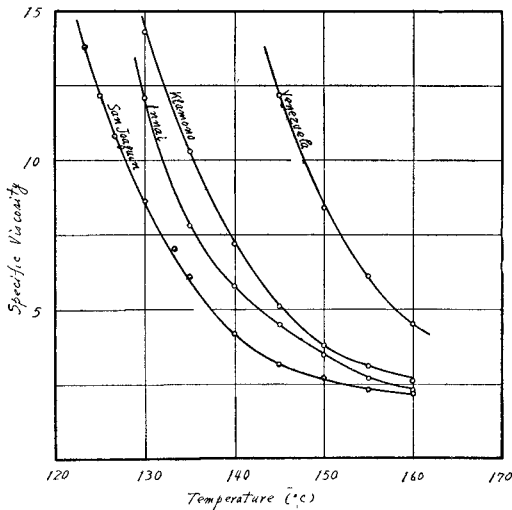


図-2 針入度 80~100 級各種アスファルトの温度と比粘度との関係

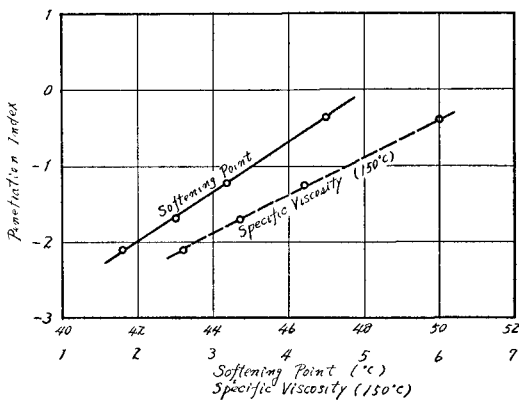


図-3 各種アスファルトの 150°C に於ける比粘度と PI との関係

わちあらゆる原油のものについて軟化点と高温粘性の間には直線あるいは曲線で表現される関係はない。

ii) ナフテン系 4 種のアスファルトでは PI をパラメーターとして用いて各針入度ごとに PI と高温粘性との間にはほぼ直線的な関係がある。すなわち、高温粘性は軟化点と似た関係を持つことは明らかである。しかし、軟化点では 40~50 の約 10°C 中であるにもかかわらず、高温比粘度は 150°C で 2~6 と非常に大きな差がある。

混合時、転圧時の最適温度はそのときの粘度から定まることを考えれば、この品質差は想像以上のものである。図-3 は針入度 100 のアスファルトについて、150°C の比粘度と PI との関係を示した。この関係は大体各針入度において成立する。これらの関係から転圧の最適温度、混合の最適温度が、各原油ごとに、また、PI ごとに自ら決定される。これらの関係については稿を改めて

明らかにしたい。

(2) 製造条件による品質差

製造条件としては、

- 製造機械の別による品質差
- 機械が同一で運転条件に差のある場合

の二つがあげられる。

わが国では現在、同じ原油について異種の機械を運転して道路用アスファルトを製造している例は少なく、したがって、この a. の差について数多くの資料を得ることはできなかつた。また、表-4 は 2 種の蒸溜釜につき同一の原油について運転条件を変化させた場合であるがこれでは蒸溜釜による差が認められ運転条件についてはあまり大きな差は出ていない。

表-4 運転条件の差によるアスファルトの PI 値の変化

蒸 溜 釜 A		蒸 溜 釜 B	
運転条件	PI	運転条件	PI
1	-1.0	1	-1.6
2	-1.2	2	-2.1
3	-1.2	3	-1.5
4	-1.1	4	-1.6
5	-1.1	5	-1.4

(3) カットバック油の差によるアスファルトの品質差

各種のカットバック油を用いてカットバックをした際の PI 値の変化を表-5 に示した。PI 値に差が大きく現われその差は原油間の差にも似た変化を示すことは非常に興味深いことである。

表-5 カットバック油の性状、添加量と PI 値との関係

カット・バック油			カット・バック油		
名 称	添加量 (%)	PI	名 称	添加量 (%)	PI
原 ア ス ファルト	0	-1.6	エキスト ラ ク ト	15	-1.8
マ シ ン 油	7	-2.1	軟 質 ア ス ファルト (PI: -0.8)	20	-1.2
	8	-3.5		30	-1.1
モ ビール油	6	-1.8		40	-1.1
	8	-2.2		60	-1.2
原 油	6	-2.0		70	-1.3
	8	-3.4		80	-1.5

3. 結 語

以上いろいろな角度からアスファルトの品質差につい

て述べた。これを要約すれば、

(1) アスファルトの品質差を示すのに、**PI**, **FI** が非常に便であり、従來說明が十分でなかつた種々の稠度間の関係をよく表現する。

(2) 高温粘性に現われるアスファルト間の差は非常に大きいものであり、施工性から見るときその差の意義は非常に大きい。更に転圧、混合の温度を規正せんとするときは高温の粘性を規格の中にとり入れるべきである。

(3) 針入度よりもむしろ軟化点を重視すべきである。

(4) いたずらに低温延性の向上を図るときは、逆にア

スファルトの品質を低下させることが考えられる。

(5) 軟化点を主体として考えるときは、現在の針入度よりむしろ小さい針入度のアスファルトの使用に向うべきであろう。

以上のことが云い得るであろう。本稿で十分明らかにできない事項も多いが、稿を改めて詳細を報告したい。なお、本研究に際して各種のアスファルトを入手するために石油各社の御協力を戴いた。ここに厚く感謝の意を表する次第である。