

北大工学部 学生員 ○ 間 山 正 一
、 、 北 郷 新 平
、 正 員 中 島 昭 雄

1. 概説

アスファルトのコンシステンシーを表現する方法として、針入度・軟化点などがある。しかし、コンシステンシーは温度と歪速度の関数であるので、この両者を含んだ表現が必要である。この両者を含む粘度はアスファルトのコンシステンシーを表現するのに最も適している。本研究は、同心円筒型回転粘度計を用いて、広い範囲にわたって剪断速度を変えて、主として高温における粘度を測定したものである。広範囲にわたってP.I., その他の物性のことなるストレートアスファルト, ゴム入りアスファルト, 触媒系アスファルトを使用した。(表-1)

2. 測定装置

外筒回転式の粘度計(図-1)を使用した。内筒(B)と外筒(C)の間にアスファルトを入れ、外筒を回転させる。ワイヤ(W)と直結された内筒は外筒の回転によってトルクを与えられる。このトルクを差動トランス(T)によって記録し、レコーダ(R)を用いて自動的に記録する。本研究に用いた粘度計の規格を次に示す。

- 温度範囲 : 常温~250℃±2℃
- 歪速度 : 0.146~291 (1/sec)
- 粘度測定範囲: $5 \times 10^{-1} \sim 4 \times 10^5$ (poise)

3 計算式

ニュートン流体の場合にはCouetteの式を用い、非ニュートン流体の場合にはMaron-Kriegerの微分式を用いる。

4. 実験結果

21種類のアスファルトについて行なった測定結果は

- i) レオロジー・ダイヤグラム
 - ii) 温度・粘度曲線
 - iii) P.I.と感温性
 - iv) 粘度の歪速度依存性
- について、表およびグラフで示す通りである。

図-1 粘度計の概要

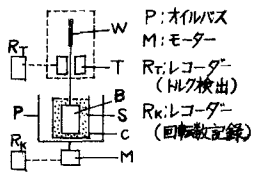
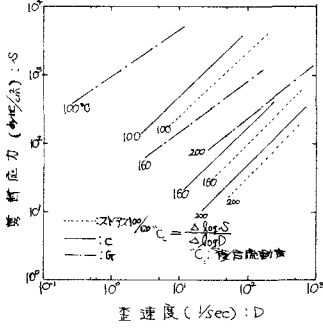


表-1 アスファルトの性状

アスファルト	針入度	軟化点	P. I.	°D ₂₅
スト.アス 40/60	45	52.8	-0.7	W.N
” 60/80	61	53.3	0.1	W.N
” 80/100	89	46.8	-0.2	W.N
” 100/120	102	44.6	-0.8	W.N
触媒系 A	94	46.5	-0.5	N
” B	87	53.9	1.2	8.5
” C	91	48.6	0.0	50
” D	48	68.4	2.4	90
” E	61	58.8	1.3	90
” F	81	53.0	0.8	85
” G	84	67.9	4.0	95
” H	73	46.1	-1.3	N
” I	91	44.7	-1.2	N
” J	94	44.2	-1.2	N
” K	87	71.8	4.8	95
ゴムアス L	41	69.0	2.2	W
” M	58	69.4	3.2	W
” N	78	54.2	1.1	W
” O	70	63.5	2.6	W
” P	65	70.6	3.7	W
” Q	77	58.9	2.1	W

図-2 レオロジー・ダイヤグラム



5. 結果と考察

図-2のレオロジー・ダイヤグラムは、P.I.の高いアスファルトは、 $C_c < 1$ であり、低温になるほど、この傾向が顕著である事を示す。つまり、P.I.の高いほど、又粘度が高くなるほど非ニュートニアン性状を示してくる。ほぼ同じP.I.でも、粘度の高いほど、複合流動度 C_c が小さくなる事は図-3でもわかる。図-4の温度粘度曲線はWaltherの式を変形し、 $\log \log 100 \eta = -m \log T + C$ としている。アスファルトの比重を1として考えた。P.I.の高いアスファルトほど、感温性が小さい事を示す。これはストレート、触媒系を問わず成り立つ。但し、ゴムアスファルトは感温性については極めて小さい事がわかる。表-2は160℃の粘度と見かけの勾配を示す。これを図-4にあてはめると、任意温度の粘度が求まる。但し、これは歪速度に依存する。従って、アスファルトが歪速度依存性を示す温度を求める事が必要である。表-1の“D”欄は歪速度の測定範囲内で、歪速度依存性の現われる温度を示している。Wはワイゼンベルグ効果のため測定不可能な温度範囲を示し、Nは温度と粘度が、粘度計の測定範囲を越えるため測定できない事を示す。ワイゼンベルグ効果は同じく高いP.I.を持ちながら、触媒系アスファルトではゴムアスファルトより小さい。例えば回転数5 rpmに対して言うると5%のゴム・アスでは約100℃、触媒系ではP.I.=4で約60℃、スト・アスでは40～50℃で生じる。表-1の“D”欄は、P.I.の高いものほど歪速度依存性の大きい事を示している。ここでは値の傾向だけを述べるにとどめる。以上、表-1～2、図-2～4よりSpraying, Mixing, Compactionの粘度(0.3～10²ポアズ)範囲では、約90℃以上の温度範囲なので、本回転粘度計は十分に使用できる。図-5は、表-2の見かけの勾配と、P.I.の関係を示す図で、かなりまとまった傾向を示す。半対数をプロットした時、P.I.の増加と共に直線性は薄れてくる。触媒系アスファルトでは、P.I.の高い時、ばらついている。図-6は回転粘度計とマイクロビスコメーターとを使用して得た温度・粘度曲線である。曲線上の数字は歪速度を示す。これから、歪速度と温度に対するアスファルトの依存性は、更に実証されよう。

図-3 温度と C_c の関係

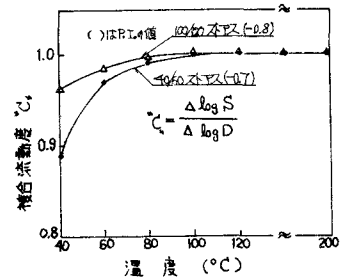


図-4 温度・粘度曲線

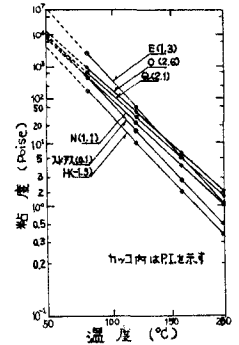


図-5 P.I.と見かけの勾配

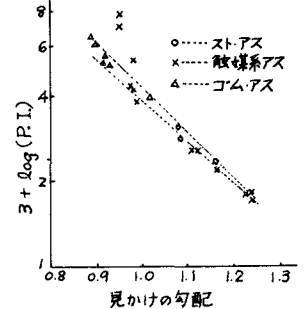


図-6 温度・粘度曲線

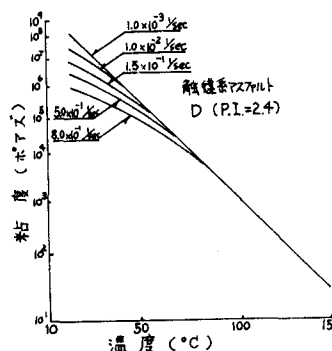


表-2 任意温度の粘度を求める表

アスファルト	160℃の粘度(ポアズ)	160℃の勾配
スト・アス 40/60	2.10	1.160
” 60/80	2.38	1.080
” 80/100	1.60	1.082
” 100/120	1.30	1.163
触媒系 A	1.05	1.100
” B	2.35	0.980
” C	1.50	1.054
” D	1.04	0.985
” E	5.40	0.979
” F	2.87	0.990
” G	9.02	0.950
” H	1.28	1.241
” I	0.91	1.240
” J	1.05	1.230
” K	10.11	0.951
” L	11.5	0.920
” M	14.20	0.960
” N	4.00	1.020
” O	6.40	0.920
” P	14.80	0.890
” Q	6.00	0.925