



瀝青質材料の軟化點其他

西 川 榮 三

第十五節 軟化點 Softening Point

瀝青質膠着材料の多くは、單一なる化合物に非ずして、多くの化合物の混合體なるを以つて、一定の熔融點を有せず、之を徐々に加熱しゆく時は、漸次に軟化しゆきて、固狀より次第々々に液狀に近づきゆき、其の間に一定の限界溫度を有せず、従つて、瀝青質材料の軟化點を定むるには、上記の如く固狀より液狀に移りゆく軟化過程中に於て、瀝青質材料の狀態が一定の條件に合致する時の溫度を人爲的に適宜に定め、之を軟化點となづくるもので、軟化點は瀝青質材料が軟化し易きか、軟化し難きかを相比較する方便とするに止る。軟化點は上記の如き意味を有するものなるを以つて、之を定むる人爲的條件が異なる時は、軟化點を示す溫度は異なる。

即ち軟化點は其の測定方法が異なるに従つて諸種の數値にて表されるものであるから、軟化點を示すには、其の測定方法

を明記しなければ意味をなさない。今、軟化點を測定方法によりて區別すれば次の如くである。

1. 環球法軟化點 Softening Point, Ring and Ball Method (R. & B)
2. クレーマー・ザルノー法軟化點 Softening Point, Kraemer-and Sarnew-Method (K. & S)
3. ウッドリネル法軟化點 Softening Point, Wendtner Method
4. ウツペローデ法軟化點 Softening Point, Ubbelohde Method
5. 立方形法軟化點 Softening Point, Cube Method

これ等の測定方法の詳細を記すには、試験方法を全部記載することとなりて、繁雜に陥るから、こゝには只其の大體の區別を示すに止めることとする。

1. 軟化點 環球法 (R. & B)

この軟化點は、下記の如き一定の形状、寸法を有する金屬環に瀝青質材料を填充し、其の上に一定形状、一定重量の鋼球を載せ、一定の割合にて之を徐々に加熱しゆく時、鋼球の重量によりて、試料が一定距離を垂下せる時の溫度を以つて軟化點 (R. & B) とするものである。金屬環、鋼球、加熱に用ゐる液、垂下の距離等を表示すれば、第五〇表の如し。

第五〇表 環球法軟化點要項

項 目	寸法、重量、材質	第一種	第二種
環.....質	真 鍍 鍍 裂	同	左
寸 法			
内 徑	15.87 ± 0.25 mm	上部	17.46 ± 0.10 mm

外 徑	.....	下部 15.87 ± 0.10
上部 21.0 mm	以下	下部 18.0~21.0 mm
上部 2.03~3.64 mm		下部 2.03~5.25 mm
下部 2.03~5.25 mm		
壁の厚	2.38 ± 0.25 mm	上部外徑は下部外徑より小ならざるものとす。
高	6.35 ± 0.10 mm	6.35 ± 0.10 mm
鋼 球 直 徑	9.52	9.52
重 量	3.5 ± 0.05 g	3.5 ± 0.05 g
加熱に用ゐる液	80°C 以下は 水	同 左
	80°C 以上は グリセリン	同 左
垂下距離	25 mm	25 mm

2. 軟化點 クレーマー・ザルノー法 (K. & S)

内徑 6 mm, 高 5 mm の硝子管に試料を充填し、其の上に同徑にして高 10 cm の硝子管を接續し、之に 5 g の水銀を注入し、1 分間 1°C の割合にて溫度を上昇せしむる時、試料が軟化流下する時の溫度を以つて軟化點 (K. & S) とするもので、環球法軟化點より低い結果を與へる。

R. & B 及 K. & S の兩軟化點を比較すれば、略次の如くであると言はれて居る。R = R. & B 法軟化點 (°C); R' = K. & S 法軟化點 (°C) とすれば

$$R = \frac{28}{27}K + 7.2 \quad \text{或は} \quad K = \frac{27}{28}R - 6.9$$

又は

$$R - K = 7.2 + \frac{1}{27}K = 6.9 + \frac{1}{28}R$$

これを表示すれば、第五一表の如くなる。

第五一表 R. & B 及 K. & S 兩軟化點比較表 (°C)

	R. & B		K. & S		°C	R. & B		K. & S		°C	R. & B		K. & S	
	°C	°C	°C	°C		°C	°C	°C	°C		°C	°C	°C	°C
0	-6.9		31	23.0		61	52.0		91	80.9				
1	-5.9		32	23.9		62	53.0		92	81.9				
2	-5.0		33	24.9		63	53.9		93	82.8				
3	-4.0		34	25.8		64	54.9		94	83.8				
4	-3.0		35	26.8		65	55.9		95	84.8				
5	-2.1		36	27.8		66	56.8		96	85.7				
6	-1.1		37	28.7		67	57.8		97	86.7				
7	-0.1		38	29.7		68	58.8		98	87.7				
8	+0.8		39	30.7		69	59.7		99	88.6				
9	+1.8		40	31.7		70	60.7		100	89.6				
10	+2.7													

11	3.7	41	32.6	71	61.7	101	90.6
12	4.6	42	33.6	72	62.7	102	91.6
13	5.6	43	34.6	73	63.6	103	92.5
14	6.5	44	35.5	74	64.6	104	93.5
15	7.5	45	36.5	75	65.6	105	94.5
16	8.5	46	37.5	76	66.5	106	95.4
17	9.4	47	38.4	77	67.5	107	96.4
18	10.4	48	39.3	78	68.5	108	97.4
19	11.4	49	40.3	79	69.4	109	98.3
20	12.4	50	41.2	80	70.3	110	99.3
21	13.3	51	42.2	81	71.3	111	100.2
22	14.3	52	43.1	82	72.3	112	101.2
23	15.2	53	44.1	83	73.2	113	102.1
24	16.2	54	45.1	84	74.2	114	103.1
25	17.2	55	46.0	85	75.2	115	104.1
26	18.1	56	47.0	86	76.1	116	105.0
27	19.1	57	47.9	87	77.1	117	106.0
28	20.1	58	48.9	88	78.0	118	107.0
29	21.0	59	49.9	89	79.0	119	107.9
30	22.0	60	51.0	90	79.9	120	108.9

3. 軟化點 ウェンドリネル法

この方法はクレマー・ガルノー法を改良せるもので、其の操作は稍複雑なるも、其の結果は精確である。

4. 軟化點 ウツペローデ法

本方法は、ウツペローデ式装置によりて、少量の試料が軟化し流動性となりて、其の自重によりて滴下するに至りたる時の温度を示すもので上記の方法より遙かに高き數値を與へ、獨逸に於ては、軟化點はクレマー・ガルノー法にて測定し、ウツペローデ法にて測定せるものを滴下點 (Trop punkt) と稱し、兩者の差を瀝青質材料の規格中に繰り込んで居る。これ等の事柄から推測しても、R. & B. K. & S 等の方法にて測定せる軟化點に於ける瀝青質材料は、決して流動性よるしき液體をなすものでなく、漸く軟化しはじめたる程度の粘度極めて高き状態にある半液状態である。即純粋なる化合物、金屬元素等は其の熔融點に於ては完全に液狀となるが、瀝青質材料は、R. & B 或は K. & S 法軟化點に於ては、未だ其の程度までは液化して居ないのである。

5. 軟化點 立方形法

1.27 cm 立方 ($\frac{1}{2}$ in 立方) の瀝青質材料供試體を針金にさし、徐々に之を加熱しゆく時、供試體が軟化して、針金より流落する時の温度を以て軟化點とする。本方法は主として環球法に於て試料と環との附着悪しくして試験に不都合を感じる如き物質、例へばコール・タール・ピツチの如き物に用ゐられる。立方形法の與ふる數値は、環球法の與ふる數値よりも稍々高いのが普通である。

諸種の瀝青質材料の軟化點 (R. & B) を例示すれば第五二表の如し。

第五二表 天然膠青質材料軟化點の例

R. & B °C

種 別	軟化點 °C	種 別	軟化點 °C	種 別	軟化點 °C
ホソケライト		天然アスファルト(不純)		アスファルトグライト	
セレンソ	68~113	オクテホヤ	78~87°F	ギルソナイト	130以上
エタ州産	60~80	テルペルダ	18	同	132~204
セエソライト(ヌイヌ)	43~46	トリニダット	96	グラソニスエツチ	132~190
モソダソワツクス	87~106			同(キエバ、セレクト)	140
		ロツクアスファルト		同(同、セカソフ)	189
天然アスファルト(純)		秋田縣	.....	同(ソクア)	135
タビライト	91			グテハヤイト	188~330
カリフォルニア(000s)	150~165	天然アスファルト		同(トリニダット)	188~238
バーミエーゾ(粗)	63~71	トリニダット	83.8		
フリリツペン(黒色)	142	トリニダット	96		
同 (精色)	59				

第五三表 石油アスファルト(軟化點例) R. & B °C

種 別	軟化點 °C	種 別	軟化點 °C	種 別	軟化點 °C
(1) アスファルト		直留針度	12		22
					55.5

37	48.0	52	51.6	81	52
41	49.0	61	49	102	46
41	47.5	70	48	47	77.5
56	47.0	81	42	41	63.6
57	47.0	104	41		
55	49.0	51	50		
80	45.0	86	44		
92	46.0	100	44		
98	40.5				
120	42.0				
130	40.0				
5	98				
12	120				
16	—				
18	73				
23	69				
27	67				
(2) S マスター					
33	55				
44	53				
49	48				
(3) M マスター					
		52	50		
		51	56		
		47	60		
		45	59		
(4) T マスター					
		25	84		
		44	59.5		
		47	57		
		50	56		
		51	53		
		83	53		
(5) J マスター					
		82	44		
		40	50		
(6) 本邦産マスター I					
		7	74		
		11	68.5		
		23	54.7		
		27	50.0		
		38	46.0		
		62	45.0		
		70	43.0		
		103	37.0		
		106	36.0		
(7) 本邦産マスター II					
		2	73.0		

技 術

5	78.0	90	49.0	101	43.0
11	68.0	100	48.0	112	43.0
9	65.5	103	—	135	40.0
23	55	112	43.0		
15	61.5				
24	59.0				
27	59.0				
30	50.0				
36	52.0				
41	48.0				
46	50.0				
36	51.0				
47	53.0				
38	46.0				
47	50.0				
50	53.0				
53	51.0				
56	47.0				
62	45.0				
63	45.0				
70	—				

(8) 本邦産アスファルトⅢ		(9) 本邦産アスファルトⅣ		(10) 同上Ⅴ		(11) 本邦産アスファルトⅥ	
直溜針度	直溜針度	フローン針度	フローン針度	フローン針度	フローン針度	直溜針度	直溜針度
11	11	11	11	25	25	25	25
13	13	21	21	30	30	30	30
14	14	29	29	31	31	31	31
26	26	39	39	31	31	31	31
27	27			71	71		
37	37			71	71		
42	42			62	62		
43	43			61	61		
44	44			63	63		
48	48			62	62		
48	48						
48	48						
49	49						
72	72						
80	80						
90	90						

	45	51.0	針 度	15	54.0		36	55
	45	52.0		130	42.5		43	48
	109	44.0	(14) ピッチ	0	124	(15) ピッチ	43	58
(12) コールターリピッチ			針 度			同 漚 香	...	33
針 度	0	98		1	106	(16) ピッチ	15	40.2
	4	65.2		1	95.5	同 漚 香	187	35
	15	40.2		1	92.5	(17) ピッチ	0	6.01
	103	28.8		1	87	同 漚 香	172	38.5
(13) ピッチ中漚香				4	68.5			

上記の如く天然アスファルトは軟化點種々で、其の産地、種類等により異なる。天然漚香質物質中には軟化點高きが屬に特種の用途に供せらるゝものがある。例へばギルソナイトの如きは、アスファルト・ペイントの材料として好評あるものである。礦物性物質を多く含むものは、概して、其の含有量少き同種のアスファルトより軟化點が高い。アスファルトは概して、アスファルトに比して軟化點高く、概ね $130^{\circ}C$ 以上である。

石油アスファルト中直溜製品は、針度小なるものほど軟化點高く、 $75^{\circ}C$ 乃至 $35^{\circ}C$ の範圍にある。ゾローン、アスファルトは同針度のストレート・アスファルトに比して一般に軟化點が高いが、原料油の種類、ゾローインクの種類等により軟化點は異なるから一概に比較しがたい。コールタールピッチの軟化點は、其の蒸溜程度の高いもの程高く、種々雑多であるが、其の中の漚香のみの軟化點は概して低く、概ね $40^{\circ}C$ 以下である。同程度の針度を有する石油ストレート・アスファルトとコールタール・ピッチとを比較すれば、其の軟化點はピッチの方が低い。この中の漚香は更に軟化點が低いか

ら、石油アスファルト中の瀝青とコールタールピッチ中の瀝青とは、軟化點の上から考へても甚しく異なるものであることが分る。

第十六節 瀝青質混合物の軟化點 Softening Point of Bituminous Mixtures

アスファルト或は軟ピッチ等と砂、石粉等との混合物の軟化點は、上記の諸方法では測定し難き場合が多い。この場合には、瀝青質混合物用軟化點試験器を用ゐる。本試験器は電氣加熱爐内に二本の鐵棒 A, B を備へたるものにして、其の一つ A の末端は直徑 2.54 cm 他の一つ B の末端の面積は 6.45 mm² (徑約 0.143 cm) にして、之に 5 kg の荷重をのせてある。試料を鐵棒の末端下におき 1°C/min の割合にて爐内の温度を上昇せしめゆく時、鐵棒 B が試料中に穿入し始むる時の温度を以て軟化點とする。(内務省土木試験所報告 12 號 p 4) 混合物の軟化點は、瀝青の軟化點及其の混合量、骨材、填充材の粒度配合等によりて異なる。

第 1 款 アスファルト・ゾロツクの軟化點

アスファルト・ゾロツクの軟化點下の如し。

第五四表

アスファルト・ゾロツクの軟化點

°C

瀝青量 %	軟化點 °C	瀝青量 %	軟化點 °C	瀝青量 %	軟化點 °C	瀝青量 %	軟化點 °C
10.81	75	13.48	80	11.32	70	12.46	65
12.81	80	14.15	80	11.78	70	13.00	70
13.4	85	14.57	83	11.84	75	13.17	75
13.47	85	14.94	70	12.03	75	14.69	65

14.55	80	15.34	90	14.88	70
15.14	90	15.43	80	14.98	70
15.14	85	15.71	80	10.09	79
15.24	90	15.72	95		
15.06	95	16.28	85		
15.49	75				

骨材は石粉のみのものである。

骨材中には砂、碎石をも含むもの。

アスファルト・プロツクは、成形後運搬、貯蔵等の際變形することを嫌ふを以て軟化點は稍高きを必要とし、65°C以上位なものは安全である。

第五五表 アスファルト・プロツク軟化點 碎石入

瀝青量 %	最大碎石粒の砂粒 mm	使用場所	軟化點
8.55	6.5	名古屋市	72
8.25	6.5	名古屋市	78
8.19	6.5	名古屋市	85
9.16	6.5	東京府	63
9.84	6.5	東京府	74
8.37	6.5	東京府	88
9.50	6.5	東京府	81

11.37	6.5		徳島縣	76
12.01	2.4		同上	71
13.33	0.4		同上	74
12.77	0.4		同上	76
11.37	2.4		同上	76
14.87	0.18		東京府	73
14.25	0.4		同上	78
11.97	2.4		同上	67
8.30	2.4		同上	82
11.48	2.4		同上	51
9.89	6.5		同上	74
8.39	6.5		同上	73

現今の製品は概ね軟化點 70°C 以上で、この點ではあまり心配する必要がない。

第2款 シート・アスファルト及トベカ式アスファルトコンクリートの軟化點

これ等の軟化點を測定して見ると次の如くである。

第五六表 シート・アスファルト其他の軟化點

種別	瀝青量 %	軟化點 °C	種別	瀝青量 %	軟化點 °C
シート・アスファルト	12.89	42	同(戸田橋)	14.9	57.0
(熊本市)	11.45	40	同(戸田橋)	11.6	38.0

トベカ式アスファルトコンクリート	東京府四號國道	83.7 (砕石 1.25mm)	41.0	41	13.03	トベカ式アスファルトコンクリート
トベカ式アスファルトコンクリート	(182)	47	40	40	12.34	トベカ式アスファルトコンクリート
トベカ式アスファルトコンクリート	(156)	40	43	43	12.47	トベカ式アスファルトコンクリート
トベカ式アスファルトコンクリート	(167)	48	44	44	12.07	トベカ式アスファルトコンクリート
トベカ式アスファルトコンクリート	(178)	45	40	40	12.56	トベカ式アスファルトコンクリート
トベカ式アスファルトコンクリート	(151)	36	42	42	12.28	トベカ式アスファルトコンクリート
トベカ式アスファルトコンクリート	(152)	42	39	39	12.76	トベカ式アスファルトコンクリート
トベカ式アスファルトコンクリート	(150)	33	42	42	.....	トベカ式アスファルトコンクリート
トベカ式アスファルトコンクリート	(同)	30	45.5	45.5	.....	トベカ式アスファルトコンクリート
トベカ式アスファルトコンクリート	(同)	31	49.0	49.0	.....	トベカ式アスファルトコンクリート
トベカ式アスファルトコンクリート	(同)	31	53	53	.....	トベカ式アスファルトコンクリート
トベカ式アスファルトコンクリート	(同)	32	48	48	.....	トベカ式アスファルトコンクリート
トベカ式アスファルトコンクリート	(同)	32	65	65	.....	トベカ式アスファルトコンクリート
トベカ式アスファルトコンクリート	(同)	35	73	73	.....	トベカ式アスファルトコンクリート
トベカ式アスファルトコンクリート	(同)	36	81	81	.....	トベカ式アスファルトコンクリート
トベカ式アスファルトコンクリート	(同)	36	82	82	.....	トベカ式アスファルトコンクリート
トベカ式アスファルトコンクリート	(同)	36	11.2	11.2	.....	トベカ式アスファルトコンクリート
トベカ式アスファルトコンクリート	(同)	36	10.3	10.3	.....	トベカ式アスファルトコンクリート
トベカ式アスファルトコンクリート	(同)	36	9.9	9.9	.....	トベカ式アスファルトコンクリート

シート・アスファルト、トベカ式アスファルト・コンクリートの軟化點は 30°C~45°C 位で通常 40°C 前後のものが多い。而してこの程度のもものは、氣温 40°C 位までは實用に耐へうる。鋪裝の空隙を少くする目的を以つて又鋪裝の耐久性を増加する目的を以つて、合理的範圍にて瀝青質材料を多量に使用することは可なるも、過多に與するときは甚しく軟化

點を低下し、其の安定度を害する虞あるを以つて、鋪裝の空隙を少くし且つ安定度を保つためには、先づ骨材の粒度的配合を注意し其の空隙少きものを選び、其の輻壓的における空隙の容積以内に於て可及的多量の瀝青質材料を使用する必要がある。

第十七節 大氣の溫度と瀝青質鋪裝の溫度及其の軟化點

瀝青質鋪裝が夏季に軟化して、或は車輪の痕を残し、或は甚しきは履物を吸着する等の苦情を聞くことがあるが、之は鋪裝面の軟化點が低きに失するに原因する。鋪裝面の軟化點としては如何なる程度を以つてよしとするか、之に先だつて大氣の溫度と鋪裝の溫度とが如何なる關係にあるかを概知しておく必要がある。

第 1 款 大氣の溫度

もし起り得るものとすれば、鋪裝面の軟化は、夏季直射日光の激しき時、従て大氣の溫度の高い時に起るものは當然である。従つて先づ本邦に於ける大氣の最高溫度を調査して見る必要がある。

第五七表 本邦各地最高氣溫 (年次不明)

地名	最高氣溫 の 主する月	地名	最高氣溫 の 主する月	地名	最高氣溫 の 主する月
北海道		金澤	39	四國	
釧路	28	敦賀	33	高知	38
根室	32	田舎	38	松山	37
旭川	35	關東地方		中國地方	
札幌	34	東京	37	廣島	38
				鳥取	7,8

函 館	34	8	横 濱	37	7,8	下 関	36	7,8
東北地方			甲 府	38	7,8	九 州		
其 の 他			長 野	38	7,8	福 岡	37	6,7,8
青 森	36	8,9,10	名 古 屋	37	7,8	宮 崎	38	7,8
秋 田	36	8	關西地方			大 分	36	7,8
石 巻	35	7,8	和 歌 山	37	7,8	熊 本	39	7
福 島	37	7,8	大 阪	38	7,8	長 崎	37	8
新 潟	39	7,8	神 戸	38	7,8	鹿 兒 島	37	7,8

備 考 年により最高気温がこれよりのほることあるべし。

第五七表は通常の年に於ける各地最高気温を例擧したものであるが、最高気温は年により多少變化化する。過去 50 年間を通じて考ふれば、東京に於ても、旭川に於ても、又臺灣等に於て最高気温は 40°C 位迄は到達して居る。唯各地に於て異なることは最高気温の日のつゞく日數及 1 日中の最高気温のつゞく時間等に差があることで、單に最高気温を取りて考ふれば、先づ 40°C と考へてよろしい。この気温に對して鋪裝が著しく軟化せずに堆へ得て、交通に支障を生じなければよろしい。

第 2 款 鋪裝の最高温度

鋪裝の最高温度は、最高気温の日に直射日光を受けたる場合に起るもので、この場合鋪裝の最表面を近き部分は最も温度高く、それより下部に到るに従つて徐々に温度は低下する。本邦及米國等に於て測定せられたものに依れば、表面に近き部分に於て鋪裝の最高温度は大略 60°C 或はそれより 2~3°C 高きに達して居る。勿論鋪裝の種類、撒水の有無、周圍の状況等種々の條件によりて左右せられ、其の程度を異にするも、乾燥せる場合に於ては最高気温よりは約

20°C 高き温度に上昇しうると考へて差支ない。従つて鑄裝の表面は 60°C の温度迄は堆へ得なければならぬ。

第 3 款 軟化點と鑄裝の温度

上記瀝青質混合物の軟化點の測定は徑 0.14 cm の細棒にて約 80 kg/cm² の荷重の下に試験するもので、表面の僅少なる沈下をも測定しうる關係上、鑄裝の實際上使用に許しうる軟化の程度とは必ずしも一致せず、本試験の軟化點が示す温度に鑄裝表面が到達するも、鑄裝の下部は尚比較的低温にありて、實際の使用に堆へ得るものにして、經驗上より見る時は、本試験の示す温度より約 15~20°C 高き温度迄瀝青質鑄裝は使用に堆へうるが如し。換言すれば、軟化點程度の氣温までは鑄裝は堆へうるが如し。之によりて見れば、普通のアスファルト・プロツクは軟化點いづれも 60°C 以上で、之を鑄裝に築造せる際は、氣温の上昇によりて軟化するの憂は全くない。シート・アスファルト、トペカ式アスファルト・コンクリートは軟化點 40°C 以上ならば、先づ軟化の苦情を聞くことはない例へば内務省土木試験所前のシート・アスファルト鑄裝の軟化點は約 40°C であるが、數年來軟化の虞を見たことがない。但し前記の軟化點試験はアスファルト・プロツク、シート・アスファルト、トペカ式アスファルトコンクリート程度の比較的細粒骨材瀝青質混合物にのみ應用しうるもので、アスファルト・マカダム其他の路面には適用できない。

第十八節 コンクリート鑄裝破壊繼目用瀝青アズリツクの軟化點

コンクリート鑄裝繼目用瀝青アズリツクの軟化點は、其の中央混合物につき R. & B 法にて測定することが出来る。今其の瀝青量と軟化點とを列記すれば次の如くである。

第五八表 瀝青フアズリツク中央混合物の軟化點 R. & B

種別	瀝青量 %	軟化點 R. & B °C	種別	瀝青量 %	軟化點 R. & B °C
835	90.0	93.6 (.....)	839	67.56	110.5 (103°C)
836	89.97	95.0 (.....)	840	79.99	◎ 67.5 (66°C)
837	78.80	..... (.....)	841	79.21	◎ 62.5 (68°C)
946	69.9	>125 (95°C?)	845	81.64	113 (90°C?)
959A	77.57	113.5 (100°C?)	1025	78.49	106 (85°C?)
959B	90.37	..... (88°C?)	838	67.58	122.5 (.....)
1040	67.61	97.5 (90°C)	1014	86.60	>125 (90°C?)

備考 括弧内は瀝青の推定軟化點である。

◎ 不良品

コンクリート機自用の瀝青フアズリツクの軟化點 (R. & B) は概ね 90°C 以上で、之に用ゐた瀝青の軟化點は 80°C 以上のものである。瀝青フアズリツク瀝青量は多いが、これに用ゐた瀝青自身が高軟化點のものであり、且つ其の中の非瀝青物質は比較的容積の多い纖維狀物質であるため高軟化點を保ち、其の形状をくづさずに居るのである。