

瀝青質材料の比重及其の他の性質

西 川 榮 三

鉛裝用材料として瀝青質物質は、重要な役割を演ずるものの一つであります。而して瀝青質物質の性質は其の化學的諸抵抗の強きが上に、物理的性質に於て、鉛裝を構成するに適當なる因子を多々有するものであり、之を使用する上にも其の物理的諸性質を充分に理解しておくことは最も肝要なる事柄であります。以下項を追ふて諸種の瀝青質材料に就いて、諸種の物理的性質を検討して見たいと思ひます。こゝに言ふ瀝青質物質とは瀝青を含有するすべての物質を總稱するものでこの中には諸種の材料が含まれるものと解して戴きたいと思ひます。

第一節 形 態

瀝青質物質中には氣體をなすもの、液體をなすもの、固體をなすもの等種々あり、例へば沼氣(CH_4 , C_2H_2)の如きものは氣體をなすもので、揮發油の成分をなすペンタン(C_5H_{12})、ヘクサン(C_6H_{14})等の如きは液體をなすものであり、又固形パラフィンの如き、アスファルトの如きは半固體乃至固體をなすものである。膠着材料として使用せらるゝものは、この中液状乃至固状をなすものである。實際上膠着材料として使用せるものは、多くの瀝青質化合物の混合せるもので、

單一なる物質ではないので、溫度にする状態の變化は徐々に行はれ、一定の融點を有するもの鮮く、其の状態變化には金屬原素に見るが如き確定せる點がないのを特徴とする。

第二節 色

氣體をなすものは無色。液體、固體をなすものは種々の色相を呈するが、膠着材料として使用せらるものは、多くは褐色乃至黒色を帯びたものが多い。然しながら天然に産出する瀝青質物質中には白色、綠色、赤色等種々の色合を有するものがあるが、土木材料としては色合はあまり問題とならない。但し橋梁其の他のペイント材料としては色相と言ふことは重大なる事柄であらう。

第三節 條 痕

固體瀝青質材料の條痕は褐色乃至黒色のものが多いが、鑛物性不純物を多量に含む場合には、其の影響を受けて種々の色合を呈す。天然瀝青質材料のある種のものに對しては條痕によりて異種類の區別を行ひ得る場合がある。

第四節 比 重

液體乃至固體瀝青質材料の比重は次の諸條件により異なる。

1. 原料の産地
2. 製造の方法
3. 攪雜物
4. 溫度

第一表 天然瀝青質材料の比重は次の如し。

第一表 天然瀝青質材料比重表 25°/25°C (一)

種 別	比 重	種 別	比 重
オゾケライト		天然アスファルト	
精製オゾケライト	0.85~1.00	アスファルト (キユバ)	1.05~1.06
同 (ユタ、北米)	0.899~0.920	同 (同)	1.09~1.11
同 (チキサス、北米)	0.875	同 (同)	1.079
ハツチエチツト	0.90~0.98	同 (同)	0.990
モンタソフツクス	0.90~1.00	同 (パーミューツ、粗)	1.05~1.075
天然アスファルト (純)		同 (同、精製)	1.06~1.085
タビツト (ユタ、北米)	1.006~1.010	同 (ソリア)	1.06~1.08
アスファルト (カリフォルニア、 北米)	1.06	同 (ザンテ、カリシテ)	1.00~1.02
同 (オレゴン、北米)	1.09~1.28	同 (ライリツペン)	0.978
同 (タマツリバス)	1.04~1.12		

オゾケライトは天然蠟にして其の比重 1.00 以下にして、純度の高きもの程低い。比較的純なる天然アスファルトの比重は、0.990~1.28 にして、石油アスファルトよりも多少其の範囲が廣いが種類似して居る。

第二表 天然瀝青質材料比重表 25°/25°C (二)

種 別	比 重	種 別	比 重
天然アスファルト (不純)		ギルソナイト (一般)	1.048

アスファルト (エタ)	1.037 (抽出物)	同 (カラルノ)	1.07~1.08
同 (カイソダ)	0.997~1.013 (同上)	同 (バインクアリーク)	1.07~1.00
同 (サツバシラバシ)	1.38	同 (カルツク)	1.162
同 (アルベルダ)	1.022 (抽出物)	グラッセツチ	1.10~1.15
同 (ハバチ)	1.30~1.35	同 (バルベト、マソジヤツク)	1.10
同 (サソチヤゴ)	1.106	同 (キエバ)	1.23~1.34
同 (トリエダツト製糖)	1.40~1.42	同 (同)	1.12
同 (秋田)	1.715	同 (トリア、南米)	1.12
同 (同)	2.00~2.51	グラハヤイト 一般 純	1.15~1.20
同 (同)	2.281	同 不純	1.175~1.50
同 (同)	2.068	同 (西バージエテ)	1.18~1.185
同 (同)	2.134	同(オクラホマ、ソツヤクアリーク)	1.18~1.195
同 (同)	2.270	同 (同、インフリア谷)	1.18~1.195
同 (同)	1.40	同 (コロラド)	1.15~1.16
同 (レーチ島)	1.996	同 (メキシコ)	1.145
同 (同)	2.009	同 (キエバ)	1.157
同 (同)	2.039	同 (同)	1.175
同 (トリエダツト)	1.38	同 (同)	1.29
同 (同)	1.371	同 (同)	1.22
ギルソチイト (エタ)	1.048	同 (トリエダツト)	1.170~1.175
ギルソチイト (一般)	1.05~1.10	同 (アゼンチン)	1.135

天然アスファルトの不純なるものは、其の雑物の質及含有量によりて比重は一定して居ないが、凡そ 1.07~2.0 の間にあるものと見て差支ない。

第三表 天然瀝青質材料の比重表 25/25 ° (三)

種 別	比 重	種 別	比 重
石油原油		石油原油	
カナダ		メキシコ	0.809~1.06
ペトロリヤ	0.858	ペル	0.841~0.940
ニューアールド	0.840	アルゼンチン	0.930~0.996
カスベ	0.795~0.948	ベニズエラ	0.855~0.887
ニューブラズウィック	0.838~0.862	ロシア	
ニューアウンポランド	0.793~0.843	バチカン	0.873~0.879
ラブラドル	0.914	スラクハニ	0.780
アルベルタ	0.750	クロツチニ	0.874~0.927
アメリカ		黒海	0.826~0.914
ペンシルベニア	0.789~0.819	ギリヤ	0.839~0.908
ワシントン	0.771~0.828	テヘレクム島	0.839~0.878
オハイオ	0.829~0.839	ガリシア	0.800~0.868
ワイオミング	0.910~0.945	ルーマニア	0.829~0.899
カリフォルニア	0.779~0.976	サント	1.005~1.020
コロラド	0.806~0.814	ジヤバ	0.844~0.881

チキカス	0.876~0.970	ヌヤトラ	0.771~0.480
ルイジニア	0.829	ボルネオ	0.848~0.965
カンサス	0.852~0.927	フイリッペン	0.809~0.926
インドネシア	0.848~0.949	トリニダッド	0.814~0.980
フランスカ	0.790~0.970	バルバドカ	0.872~0.971

大體石油原油の比重は 0.77~1.00 の間にあり、稀には 1.00 を多少超ゆるものもある。

第二款 人工澱青質材料の比重を例示すれば次の如くである。

第四表 石油直溜アスファルト比重表 25°/25°C

種 別	比 重	種 別	比 重	種 別	比 重
日石直溜アスファルト		ニエオンアスファルト		スタングードアスファルト	
針度	5	針度	12	針度	33
〃	10	〃	22	〃	44
〃	15	〃	37	〃	49
〃	20	〃	41	〃	52
〃	27	〃	41	〃	61
〃	36	〃	56	〃	81
〃	41	〃	57	ヒトセメント	
〃	46	〃	55	針度	47
〃	36	〃	80	〃	41
〃	47	〃	92	シヤバアスファルト	
	1.070		1.057		1.022
	1.061		1.035		1.036
	1.055		1.032		1.035
	1.049		1.031		1.010
	1.049		1.036		1.030
	1.048		1.051		1.030
	1.047		1.030		1.011
	1.046		1.063		
	1.041		1.026		1.069
	1.042				1.055

石油直溜アスファルトの比重は針度の大きな程大體に於て低く 1.01~1.06 の間にあり。

第五表 プロソソアスファルトコールタール及ピツチ其の他比重表 25/25°C

種別	比重	種別	比重
日石アローソアスファルト		同カットバツクアスファルト	0.958
針度 47	1.038	同アスファルト油 I.C	1.000
" 50	1.035	ユエソソアスファルト油	1.003
" 53	1.043	同	0.999
" 56	1.049	同	0.992
" 63	1.040	メクスアスファルト	
" 90	1.032	針度 52	1.041
" 100	1.028	" 51	1.044
" 112	1.049	" 47	1.049
		" 45	1.047
ユエソソアローソアスファルト		同	
針度 5		同	
" 12	0.985	石炭系製品	
" 16	1.003	コールタールピツチ (八幡)	
		針度 103	1.215
		" 15	1.255

技 術

試料名	数量	比重	試料中の割合	試料名	数量	比重
"	27	0.989	"	"	4	1.223
B.O	2	1.112	"	"	0	1.279
テキサコ			ベツチ中の割合			
針度	25	1.007	針度	130	1.214	
"	44	1.00	"	15	1.228	
"	44	1.017	コールドタルベツチ (東京)			
"	50	1.01	針度	4	1.244	
"	51	1.007	"	1	1.275	
"	51	1.016	"	1	1.270	
"	83	1.01	"	1	1.251	
"	102	1.00	"	43	1.210	
石油系油類			"	36	1.185	
日石ラツクス		0.959	コールドタルベツチ (八幡)			
テスラアルト油		0.996	針度	29	1.241	
スタンダードヘビーラツクス		1.025	"	37	1.239	
同 11 度グラビテイナーラツクス		0.933	"	65	1.239	
同 ロソポオイル		0.947				

第六表 コールドタル其の他比重表

種別	比重	種別	比重
コールドタル	1.055	試験中油	

東京瓦斯精製タール	1.114	八幡常温用タール	B	1.169
同 濾過タール	1.040	同	A	1.173
同 道路用タール	1.188	同 加熱用タール	C	1.183
同 貯水タール	1.109	同	D	1.186
二號タール	1.200	同	E	1.205
横濱瓦斯局タール	1.021	同 タール・セメント	F	1.223
東京瓦斯深川工場	1.209	東京瓦斯タール		1.130
クレオソート油	1.030	同 加熱用タール		1.177

ゾロニアスフアルトの比重は概して少く、1.00~1.02の間にあり。コールタールピッチの比重は、石油スフアルトよりも遙かに高く、大體 1.2 以上である。ピッチ中の瀝青の比重も 1.2 以上である。この點から見てもスフアルト中の瀝青とコールタールピッチ中の瀝青とは全然別種の性質のものであることが推定できる。鋪装用コールタール、タールセメントの比重は 1.15~1.225 の間にあるものと見てよい。

第三款 瀝青乳劑の比重は水及瀝青質含有量及其の比重より略推定しうる。スフアルト乳劑にありては 1.01~1.04 の間にあり、タール乳劑にありては 1.05~1.15 の間にあるべし。

第七表 瀝青乳劑比重表 25°/25°C

種 別	比 重	種 別	比 重
ピチエーヤルス	1.006~1.016	アスカル	1.068
同 平均	1.010	アスカル X	1.012~1.017

鈴木乳劑	1.011~1.020	エムラス	1.007~1.010
ニユーカーズ	1.015	國光液體アスファルト	1.040
エマルピア	1.015~1.024	レイコン	1.039
藤田乳劑	1.007~1.015	ターフロイド	1.085
ラオターアスファルト	1.015	ストロ	1.150
日石乳劑	1.016~1.017		

上記各表より見る如く、石油直溜アスファルトの比重は大體 1.00~1.07 の間にあり。而して直溜アスファルトにありては同一原油、同一製法により製造せられたるアスファルトに就いては、針度の小なるもの程比重高きを常態とする。ブローンアスファルトは同針度の直溜アスファルトに比して比重は概して低し。即ち石油アスファルトの比重は、原油の種類・蒸溜の程度、ブローイングの有無・長さ等によりて多少の變化を生ずるものである。

粗コールタールの比重は、コールタールの生成せる爐の形式によりて多少異なる。例へば

Vertical Retort tar (Dessau)	1.084	Low heat Tar (Horizontal Retort 800°C)	1.000
同 上 (Geoner west)	1.074	Vertical Retort Tar	1.10~1.12
High heat Tar (Horizon tar Retort 1100°C)	1.207	Chamber Retort Tar	1.18

精製せるタールの比重は蒸溜の程度、カットパツクの程度等によりて異なる。鋪装用タールの比重は 1.15~1.225 の範圍にあり。

瀝青エマルジョンの比重は、其の中に含まるゝ瀝青質材料の量及比重並に乳化劑の種類及量によりて異なる。石油アス

アルト乳劑にして撒布用に供するものは、概して 1.005~1.025 の間にある。固體乳化劑を使用したものには比重 1.070 以上のものもある。タール乳劑の比重はアスファルト乳劑に比して高く 1.08 以上に達する。

溶解性乳化劑を使用せる乳劑にありては、其の比重は大體次の式によりて表はされる。

$$B \quad \text{瀝青質材料含有量 \%} \quad S_B \quad \text{瀝青質材料の比重} \quad S_E \quad \text{乳劑の比重}$$

$$\text{とすれば、} \quad S_E = \frac{100 S_B}{100 S_B - B(S_B - 1)}$$

第五節 瀝青質材料の比重と温度との關係

瀝青質材料の比重は温度が上昇するに従つて減少する。

第一款 固體瀝青質材料の比重と温度との關係

瀝青質材料の多數は單一化合物にあらずして、多種化合物の混合體なるを以つて、一定の凝固點を有せず、従つて温度が變化するにつれ、固體より液體へと徐々に其の狀態を變化しゆき、固體液體の兩狀態の間に一定の區劃線を有せざるが爲、其の比重變化も漸次に其の度を變化しゆき、急激なる變化を見ず。今アスファルト及ピツタの比重變化を例示すれば次の如し。

第八表 石油アスファルト及ピツタ比重 表

温度	直瀝アスファルト 針 度	直瀝アスファルト 針 度	アローソアスファルト 針 度	石炭瓦斯タール 比
0°C	1.0520	1.0414	1.0123	1.2675

25°C	1.0508	1.0400	1.0104	1.2664
50°C	1.0351	1.0197	0.9932	1.2481
160°C	0.9732	0.9552	0.9349	1.1920
180°C	0.9571	0.9410	0.9153	1.1713
1°Cに對する比重の變化 (但し 25~180°C)	0.000602	0.000639	0.000614	0.000614
平均 0.000617				

尚カール・チーグズ氏 (Karl Ziegls ; Asphalt Teer S 944, den 27, august 1929) が 6 種のアスファルトにつき測定せる結果に依れば、其の各温度に對する比重の變化の有様は次の如くである。(第九表)

第九表 アスファルト比重表

温度	I 軟化點 針度 38.5°C 196	II 軟化點 針度 50°C 65	III 軟化點 針度 53°C 50	IV 軟化點 針度 52°C 65	V 軟化點 針度 56°C 45	VI 軟化點 針度 69°C 23
15°C	1.016	1.024	1.029	1.041	1.045	1.060
20	1.012	1.021	1.026	1.038	1.041	1.056
25	1.010	1.019	1.023	1.035	1.038	1.052
30	1.007	1.016	1.020	1.032	1.035	1.049
35	1.004	1.012	1.017	1.029	1.032	1.045
40	1.000	1.008	1.013	1.025	1.027	1.043
50	0.994	1.003	1.007	1.020	1.023	1.036
116	.....	0.967	0.970	.....	.....	.....

119	0.957	.....	.....	.....	.....	.....	0.983	.....
120	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	0.994
124	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
125	0.954	.....	0.962	.....	.....	.....	.....	.....
126	.....	.....	.....	0.965	.....	0.975	.....	0.979
129	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	0.991
130	.....	.....	.....	0.963	.....	0.973	.....	.....
131	0.951	.....	0.958	.....	.....	.....	.....	.....
132.5	.....	.....	.....	.....	.....	.....	0.976	.....
134	.....	.....	.....	0.960	.....	.....	.....	.....
137	0.947	.....	0.954	.....	.....	.....	.....	.....
138	.....	.....	.....	.....	0.969	.....	.....	0.986
139	.....	.....	.....	0.957	.....	.....	0.972	.....
142	0.943	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
145	.....	.....	.....	.....	0.964	.....	.....	.....
146	.....	.....	0.950	.....	.....	.....	0.968	0.982
147	.....	.....	.....	0.953	.....	.....	.....	.....
148	0.940	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
151	.....	.....	0.947	.....	0.961	.....	.....	0.979
152.5	.....	.....	.....	.....	.....	.....	0.964	.....
153.5	.....	.....	0.944	.....	.....	.....	.....	.....

189	.....	.....	.....	0.939	.....	.....
192	0.916	.....	.....	.....	.....	0.953
1°Cに對する比重變化	0.000565	0.000564	0.000572	0.000587	0.000579	0.000605

カールチーグズ氏の實測の結果よりすれば、15~200°Cに於ける石油アスファルトの比重の變化は直線的にして、1°Cに對する比重變化の率を求めれば、第九表の最後の欄に示せるごとくにして、其の平均は0.00058である。之を第八表の數字と比較するも略同様にして總平均0.00060である。即石油アスファルトにありては、比重變化率は15~200°Cに於ては1°C毎に0.00060と見做して差支へない。

第二款 石油アスファルト比重換算の方法

石油アスファルトの比重は通常25°/25°Cに於て表すも、時としてはt°/4°C; 15°/15°C, 30°/30°C等に於て測定することがある。かゝる場合に比重を相互に換算するには次の如く行へばよろしい。

今 比重 $t_1^{\circ}/t_2^{\circ}C = t_2^{\circ}S_{t_1}$ とすれば、 $t_1^{\circ}C$ の水の比重 $\frac{t_1^{\circ}C}{t_1^{\circ}C}$ の水の比重 $\times t_2^{\circ}S_{t_1} + 0.00060(t_1 - t_2)$

比重 $t_3^{\circ}/t_4^{\circ}C = t_4^{\circ}S_{t_3}$

故に ${}_{15}S_{15} = 0.9980 \times {}_{25}S_{25} + 0.00010 (25 - 15)$
 $= {}_{25}S_{25} - 0.0021 + 0.0060$
 $= {}_{25}S_{25} + 0.0038$

${}_{15}S_{15} = {}_{30}S_{30} \times 0.9966 + 0.00060(30 - 15)$
 $= {}_{30}S_{30} - 0.0035 + 0.0090$
 $= {}_{30}S_{30} + 0.0055$

即ち ${}_{15}S_{15}$; ${}_{25}S_{25}$; ${}_{30}S_{30}$ を互に換算するには次の式に依りて可である。但し次式は小數以下第三位迄正確なるもの

とす。 ${}_{15}S_{1.5} = {}_{25}S_{2.5} + 0.0039 = {}_{30}S_{3.0} + 0.0055$

${}_{25}S_{2.5} = {}_{15}S_{1.5} - 0.0039 = {}_{30}S_{3.0} + 0.0016$

${}_{30}S_{3.0} = {}_{15}S_{1.5} - 0.0055 = {}_{25}S_{2.5} - 0.0016$

第三款 固體瀝青質材料の膨脹係數

東京市道路局試験所報告（大正十一年）に依れば、各種瀝青質材料の 25~163°C の間に於ける平均容積膨脹係數は第一〇表の如くである。又前記第八表の比重より各種温度間に於ける平均膨脹係數を算出すれば第一一表の如くである。第一一表によれば 0~25°C に於ける膨脹係數は 25°C~180°C に於ける膨脹係數に比して著しく低く、温度低きに至るに従つて固體の性質を帯び來ることを示し、25°C 以上は漸次液體の膨脹係數に近似し來るを示して居る。

第一〇表 固體瀝青質材料の容積膨脹係數 (一)

番 號	試 料	膨 脹 係 數	平 均
1	秋田産石油アスファルト	0.000670	石油アスファルト及天然瀝青平均 0.00069
2	デキサス石油アスファルト (1)	0.000462	
3	同 上 (2)	0.000458	
4	メキシコ石油アスファルト (1)	0.000632	
5	同 上 (2)	0.000652	
6	トリデグット瀝青	0.000610	
7	アスファルト釘度 15	0.000522	

8	カリアナルニテ石油アスファルト (F)	0.000810
9	同 上 (H)	0.000824
10	秋田産石油ピッチ	0.000554
11	東京瓦斯石炭ピッチ	0.000412
12	塵芥ピッチ	0.000412
平均	ピッチ平均	0.000412
		0.00052

第一一表 アスファルト及ピッチ平均膨脹係數 (0°C の容積を基準とす) (二)

温度	直溜アスファルト 針 度 25	同 針 度 110	フローアスファルト 針 度 25	石炭瓦斯 タール・ピッチ
0 ~ 25°C	0.00004	0.00005	0.00008	0.00003
0 ~ 160°C	0.00050	0.00056	0.00053	0.00038
0 ~ 180°C	0.00055	0.00059	0.00059	0.00044
25 ~ 160°C	0.00059	0.00066	0.00060	0.00046
25 ~ 180°C	0.00063	0.00068	0.00067	0.00052
160 ~ 180°C	0.00092	0.00082	0.00116	0.00095

温度の變化に對する比重の變化が、略定數をなすことより、一定温度 $t_0^{\circ}\text{C}$ の容積をを基準とする $t_1^{\circ}\text{C}$ に於ける膨脹係數 α_t を算出すれば次の如し。

今 $t_1^{\circ}\text{C}$, $t_2^{\circ}\text{C}$ の比重を夫々 S_{t_1} , S_{t_2} とすれば、 $S_{t_1} - S_{t_2} = C \times (t_1 - t_2)$ 但し C は定數

$$\alpha_t = \frac{S_{t_1}}{(S_{t_2})^2} ; \quad \alpha_t = \frac{C}{S_{t_2}}$$

又 $t_2^{\circ}C$ の容積を基準とする $t_1^{\circ}C$ 及 $t_3^{\circ}C$ 間の平均膨脹係數 α_{x,t_1} は次の如し。即 $t_2^{\circ}C$ の比重を S_x とすれば

$$\alpha_{x,t_1} = \frac{S_x V}{S_x S_1} = \frac{V}{S_1} \quad \therefore \alpha_{x,t_1} = \alpha_{x,t_1}$$

即ちアスファルトの或る一定溫度 $t_2^{\circ}C$ と他の溫度 $t_1^{\circ}C$ との間の、 $t_2^{\circ}C$ に於ける容積を基準とする平均膨脹係數 α_{x,t_1} は $t_2^{\circ}C$ の値に無關係にして、其の溫度 $t_2^{\circ}C$ に於ける、膨脹係數に等しい。

$t_2^{\circ}C = 0^{\circ}C$ を取れば、 α_{x,t_2} は結局 $0^{\circ}C$ の容積を基準とする $0^{\circ} \sim t_1^{\circ}C$ 間の平均膨脹係數に等し。但しこの關係は、 $S_1 - S_t = C(t_1 - t_0)$ なる關係が、 $t_0 = 0$ なる場合にも成立するものと假定した上の事である。

今上記第九表のカーチーダズ氏實驗のアスファルトにつきて、 $t_2^{\circ}C$ に於ける容積を基準としたる、 $t_2^{\circ}C$ に於ける膨脹係數、即假想の $0^{\circ}C$ の容積を基準としたる $0^{\circ} \sim t_1^{\circ}C$ 間の平均膨脹係數更に言ひ換ふれば $15^{\circ}C$ の容積を基準としたる $15^{\circ} \sim t_1^{\circ}C$ 間の平均膨脹係數を求めれば、第一二表の如し。尙又第八表の結果より、 $t_2^{\circ}C$ に於ける膨脹係數即 $25^{\circ}C$ の容積を基準としたる $25^{\circ} \sim t_1^{\circ}C$ の平均膨脹係數を算出すれば第一三表の如し。

第一二表

$t_2^{\circ}C$ に於ける容積膨脹係數 $0^{\circ}C$ (假想) の容積を基準とせる場合の $0^{\circ} \sim t_1^{\circ}C$ の平均膨脹係數。 $15^{\circ}C$ の容積を基準とせる場合の $15^{\circ} \sim t_1^{\circ}C$ の平均膨脹係數

(但し表中の數字は $\alpha_{x,t_2} \times 10^6 = \alpha_{x,t_1} \times 10^6 = \alpha_{x,t_3} \times 10^6$ を示す)

溫度 $t_1^{\circ}C$	I	II	III	IV	V	VI
15	553	555	557	561	553	566

20	555	556	558	562	555	568
40	562	564	566	570	562	575
50	565	566	569	573	565	579
60	567	569	572	576	568	582
80	574	576	578	582	574	588
100	580	583	585	589	581	595
120	588	589	592	596	588	602
140	594	596	598	603	595	610
160	601	603	606	611	602	618
180	609	611	613	618	009	625
200	616	618	621	626	616	632
1°Cに對する増加率	0.34	0.34	0.35	0.35	0.34	0.36

即ち石油アスファルトの膨脹係数は温度の上昇するに従つて益大となり 1°C に對する平均増加率は 0.00000035 程度である。

第一三表 1°C に於ける容積膨脹係數 25°C に於ける容積を基準とせる 25°C-1°C の平均膨脹係數

(但し表中の數字は 10^{-6} 又は 10^{-5} を示す)

温度 t°C	直傾アスファルト 針度	同 針度	左 針度	ゾロソフアスファルト 針度	石炭瓦斯 カール・ベツチ
	$C = 598 \times 10^{-6}$	$C = 639 \times 10^{-6}$	110	$C = 613 \times 10^{-6}$	$C = 613 \times 10^{-6}$

25°C	569	614	607	484
50°C	578	626	617	491
160°C	614	670	655	514
180°C	624	678	670	523
1°Cに對する増加率	0.36	0.41	0.41	0.25

第一三表より固體瀝青質材料の膨脹係數は温度の上昇と共に増加し、1°Cに對する増加率は平均 0.37×10^{-6} である。

第一二表及第一三表の平均値を求めれば固體瀝青質材料の 4°C に於ける膨脹係數は 1°C 毎に平均 0.00000036 の増加を示して居る。(以下次號)