土木試驗所報告

第十四號

瀝青乳劑及ビチユマルス鋪裝に關する試驗

瀝青滲透ブロツクに關する試驗

瀝青質材料の滲透性に關する試驗

瀝青質材料の粘度及膨脹係數に關する試驗

昭和四年十二月

建設省沼津支所圖書
分類 II－K 番号 7－5
購入年月日 年 月 日

內務省土木試驗所

正　誤　表

頁	行	正	誤
7	11	2.00 以下	2.00 以上
8	17	E^{-1}	E−
15	5	の粘度に及ぼす温度の影響	の温度に及ぼす影響
21	2	アスファルト	アスファート
66	5	瀝青質材料	青瀝質材料
67	16	11	1
91	5〜6	滲透ブロック	透滲ブロック
91	7	平均膨脹係数	及の膨脹係数
92	4	$d_{25}=d(^{250}/_{25^0c})\times\frac{1}{S_{25}}$	$d_{25}\ ^{250}/_{25^0c}\times\frac{1}{S_{25}}$

本報告は昭和三年度及四年度に於て行ひたる瀝青乳劑及ビチユマルス鋪裝に關する試驗、瀝青滲透ブロックに關する試驗の續報、瀝青質材料の滲透性に關する試驗、及瀝青質材料の粘度及膨脹係數に關する試驗の結果を蒐錄せるものなり。

瀝青乳劑及ビチユマルス鋪裝に關する試驗は、現時我國に於て土木工事に使用されつゝある八種の乳劑の諸性質を試驗比較し、且乳劑の粘度に及ぼす含水量と溫度との影響、及骨材表面に對する瀝青被膜の厚に關する試驗の結果に由り碎石層透入の際のウォーカビリチーを研究し次に乳劑の硬化及安定度に關する試驗を行ひ、更に東京府に於て乳劑ビチユマルスを用ひて施工せる透入鋪裝につき、その工法及施工前後の路面狀態に關する試驗を行ひ、中交通路線に對する瀝青透入鋪裝の効果を明にせるものなり。

瀝青滲透ブロックに關する試驗は滲透率、靱性、磨削抵抗、及抗曲强度等に關する試驗を行ひ、本所報告第一一號を補足し其の性質を一層明かにしたるものなり。

瀝青質材料の滲透性に關する試驗は多孔性物質に對する各種瀝青質材料の滲透率と滲透條件との關係を各種煉瓦につき試驗したるものなり。

瀝青質材料の粘度及膨脹係數に關する試驗は各種の瀝青質材料につき各溫度に於ける粘度及膨脹係數を測定し更に既往試驗の結果と對照して瀝青質材料使用上の參考に供したるものなり。

昭和四年十二月

内務省土木試驗所長　内務技師　物　部　長　穗

内務省土木試驗所報告

第十四號

目　次

一　瀝青乳劑及ビチュマルス鋪裝に關する試驗

內務技師　藤井眞透
內務技手　永峰尙次

第一章　瀝青乳劑に關する試驗

頁

第一節　總說 …… 1
第二節　試驗方法 …… 1
第三節　試驗結果 …… 5
第四節　乳劑の粘度に及ぼす含水量及溫度の影響 …… 8
第五節　瀝青の骨材表面被膜の厚に關する試驗 …… 21
第六節　乳劑混合物の硬化及安定度に關する試驗 …… 23

第二章　ビチュマルス鋪裝に關する試驗

第七節　試驗の目的 …… 26
第八節　試驗路線及その路面の性狀 …… 28
第九節　試驗鋪裝の設計 …… 32
第十節　乳劑透入鋪裝の性質 …… 33
第十一節　施工方法 …… 38
第十二節　施工後の結果 …… 42

第三章　試驗結果の約說

二　瀝青滲透ブロックに關する試驗

內務技師　三木榮三

一　試料 …… 47
(1)　普通煉瓦 …… 47
(2)　瀝青質材料 …… 47

二　滲透率に就て …… 48
三　靱　性 …… 50
四　磨削試驗成績 …… 52
五　抗曲强度 …… 54
六　結　論 …… 56

三　瀝青質材料の滲透性に關する試驗

內務技師　三　木　榮　三

一　滲透狀態を左右する諸種の條件 …… 57
二　滲透率と煉瓦の空隙率との關係 …… 59
三　滲透率と煉瓦表面の狀態との關係 …… 64
四　滲透率と煉瓦の溫度との關係 …… 65
五　滲透率と減壓との關係 …… 65
六　滲透の狀態と瀝青質材料中の不熔融性微粉との關係 …… 74
七　滲透率と瀝青質材料の溫度との關係 …… 75
八　滲透率と瀝青質材料の稠度との關係 …… 76
九　滲透率と壓力との關係 …… 76
一〇　滲透の程度と滲透促進劑との關係 …… 77
一一　滲透率と時間との關係 …… 79
一二　瀝青質材料滲透後の表面の狀況 …… 81
一三　瀝青質材料滲透の經過 …… 83
一四　結　論 …… 85

四　瀝青質材料の比粘度及容積膨脹係數並に其の滲透操作に對する關係

內務技師　三　木　榮　三
內務技手　山　田　耕之助

一　比粘度 …… 87
二　長時間加熱後瀝青質材料の變化 …… 89
三　膨脹係數 …… 89
四　結　論 …… 95

瀝青乳劑及ビチユマルス鋪裝に關する試驗

內務技師　藤　井　眞　透
內務技手　永　峯　尙　次

第一章　瀝青乳劑に關する試驗

第一節　總　說

本試驗は瀝青乳劑の一般的性質、その鋪裝施工に必要なるウヲーカビリチイを表す粘度、骨材表面の被膜の厚、乳劑硬化の速さ及その安定度等に關して行ひそれらの性質相互の關係を研究するものなり。

近年鋪裝技術の進歩に伴ひ從來の瀝青鋪裝の外に塗裝ブラツクベース (surface treated black bace) 混合式マカダム (mixed macadam) 瀝青締マカダム (asphalt bound macadam) 路面混合式塗裝 (retreat surface mixing) 等の如き新工夫とタールアスフアルトの混合材及各種の瀝青乳劑等の新材料現れ殊に乳劑はタール、アスフアルト及その混合よりなるもの各種の乳化劑を用ひたるもの等ウエーバス、バニツト、メクソリツト、コフビツト、キトン、マグノン、パイオニア、フエアリツト、コーラス、コルフイツクス、レイコールド、ウエストルマイト、アプルバイト、サンデサイズ、クレンボイド、クレーコンパウンド、ニユーストランド、ダストリン、テロコリア、パルビサイド、エルメナイト、ラバダツト等の特許名稱に於て各國廣く用ひらるゝに至り、吾國に於ても各種の乳劑製法發達し廣く鋪裝材料として用ひらるゝに至れる以て今玆に乳劑の性質そのウヲーカビリチーを表す粘度の性質及熔融瀝青透入工法と乳劑透入工法との特質を研究し、併せて試驗鋪裝に使用する乳劑の性質を明にせむとす。

第二節　瀝青乳劑試驗方法

本試驗に於ては乳劑に關する試驗及その抽出瀝青分の性質に關する試驗を行ひ、試驗方法は本所々報 No. 8 の瀝青材料試驗方法により、之により難きものは次の方法により之を行へり。

試驗方法 A, B, C は A.S.T.M. D244－28T により同 D, E は本試驗に於て之を定めたるものとす。

A 混水試驗（乳劑と水との親和度試驗）

乳劑試料約 50 cc をとり之を攪拌しつゝ徐々に約 150 cc の蒸溜水を加へ 2 時間之を放置せる後瀝青と水とが分離するや否やを檢す。

混加の際の溫度は 20° 乃至 25°C. を標準とす。

B 石材被覆試驗

石灰岩碎石徑 6 乃至 20 mm のもの 465 gm をとり之を No. 10 篩に入れ蒸溜水中に浸漬して洗淨後 3 分間水切りを行ひ徑約 15 cm の鍋又は磁製蒸發皿に移し之に試料 35 gm を加へ鋼鐵製篦を用ひ 3分間 よく混合す。

混合中に於て乳劑の瀝青分が感知し得る程度の乳劑分離を生ぜざる事を要す。

碎石の粒度は總て 20 mm 篩を通過し 6 mm 篩を通過するもの 5% 以下のものたるべし。

C 水及瀝青分測定法

第 一 法

裝置 徑 8.9 cm 高 15 cm の鐵製蒸溜器に空氣量を調節し得べき輪狀バーナーを附し、蒸溜器に 徑 12 mm の硝子製連結管、鉄力製カバー、凝結器及目盛せる圓筒狀受器を裝置せるものとす。寒暖計は水銀球の底部より 25～35 mm の點を 0° C とし頂部より 30～45 mm の點を 400° C としその間を 1° C 毎に目盛せるものとす。

方法 充分混合せる試料 200 gm を蒸溜器に秤取し環狀油紙を蒸溜器の頂部の輪緣に挾みたる後堅く蓋を締め、寒暖計はその球端が蒸溜器內底より 1.3 cm にある樣に挿入す。

次に輪狀バーナーにて徐々に蒸溜器周壁の上部を加熱す、連結管は其の中に水分の凝結を防ぐ程度に熱すべし。

加熱は先づ蒸溜器の最上部に於て水分が全く溜出する迄或は溫度が 121° C に至る迄行ひ、次に輪狀バーナーを漸次蒸溜器周壁の中間部迄下げ約 176° C に達する迄繼續し後バーナーを底部より四分の一の線迄急下せしめ 260° C 迄熱し此の溫度に於て 15 分間保持せしむ。

次に蓋を蒸溜器より取除き殘溜物を延性及び軟化點試驗用型並に針度試驗容器中に注入す。

凝結器中に水或は油分等の殘留するものあらば注意して目盛圓筒に押出すべし、此際は針金の尖端にゴム栓を附したるものを用ふ。

蒸溜は1時間乃至1時間四分一以內に完了するものとす。

若し蒸溜殘渣が不均質にして粒狀をなす場合は更に新試料につき之を行ふべし。

含水量、不揮發性物質、溜出油分の％は次式により求むるものとす。

$$\text{含水量}\ \% = \frac{\text{溜出水量 cc}}{2}$$

$$\text{不揮發性物質}\ \% = \frac{\text{殘溜物重量 gm}}{2}$$

$$\text{溜出油分}\ \% = 100 - (\text{含水量}\% + \text{不揮發性物質}\%)$$

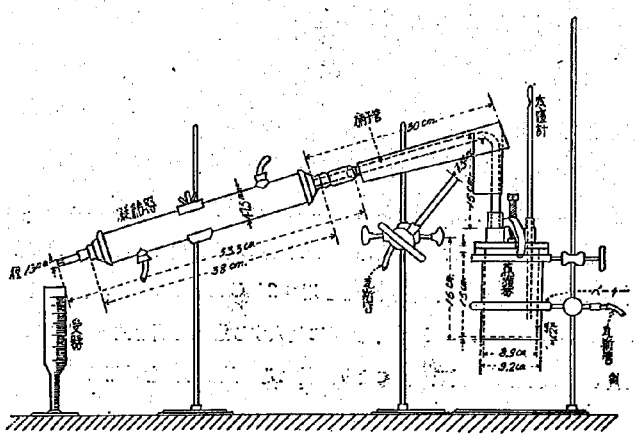
第二法

水分　水分は前述の蒸溜法に依り之を測定す。

油分　充分に混合せる乳劑50 gm 宛蒸發減試驗用容器(徑約55 mm 高約35 mmの眞鍮管)に2個とり、163° C の恒溫爐中にて5時間加熱し其の減量を測定す。若し減量が水分の百分率より大なれば揮發質油分の存在を示し其の差は大體揮發質油分の百分率を示す。

試料の殘留物は之をベンゾールに溶解して濾過す。濾液は湯煎上にて全くベンゾールを蒸發せしめたる後105° C の恒溫爐中に30分間放置す更に之を絶えず攪拌しつゝ121°

第　一　圖



Cの熱板上にて加熱す。此の殘留物を以て稠度延性其の他の試驗を行ふものとす。

鑛物質物質　抽出濾過後濾紙上の鑛物質物質は乾燥せしめたる後秤量すべし。

D　乳劑の被膜厚測定試驗

花崗岩又は石灰岩の圓壔形(硬度又は靱性試驗體を用ふ)若くは碎石徑20乃至12 mm又は12乃至6 mmのもの約100 gmをとり之を25° Cに於て乳劑中に1分間浸漬せる後とり出し金網上に於て1分間水切りを行ひ、試驗前後の重量を秤量して乳劑量を求めその表面積に對する量より被膜厚を次式により算出するものとす。

A = 石材　表面積　cm²

W_1 = 同　重量　gm

W_2 = 同　乳劑中に浸漬せる場合　gm

S = 乳劑比重

$$\text{被膜の厚} = \frac{W_2 - W_1}{S\ A} \times 10000 \quad \mu$$

碎石の表面積は次式により之を求むるものとす。

徑20乃至12 mm　$A = 2.496\ W_1$　cm²

徑12乃至6 mm　$A = 3.282\ W_1$　cm²

更に之を105° Cの恒溫槽中に入れ約1時間放置して乳劑中の含有水分を全く蒸發せしめたる後之を計量し、W_2との差より瀝靑量を求め試驗體表面積に對するその量より乳劑硬化の場合の瀝靑分の被膜厚を次式により算出するものとす。

W_3 = 乳劑中に浸漬せる石材の水分蒸發後の重量　gm

S_1 = 瀝靑分の比重

$$\text{瀝靑被膜厚} = \frac{W_3 - W_1}{S_1\ A} \times 10000 \quad \mu$$

E　硬化及安定度試驗

乳劑と標準砂とを重量比1:3の割合に配合し、鐵匙を用ひ充分混合せしめ、2時間放置せる後セメントの標準張力試驗體型に入れ、ペーメ鐵槌器を用ひ搗打して試驗體をつくり、之を室內に放置して一定時間毎に之を秤量して硬化進行の程度を測定し、更に本所々報No. 13に規定せる軟化點試驗器を用ひ25° Cに於て2 kgの荷重のもとに1 cmのプランヂヤーが5 mm及10 mm、試料に侵入する迄の時間を測定して安定度とす。

之らの試驗方法は乳劑の性質及用途により適當にその試驗方法を適用せり。

乳劑に適用する方法は次の標準によれり。

1. 路面防塵材　輕油又は瀝青油よりなる乳劑。

方　法　A, C, D, E を行ふ。

2. 鋪裝又は修繕用材料　適度の稠度を有するアスファルトよりなる乳劑。

a. 乳化劑として鑛物質を含有せざるもの又は極めて小量含有するもの。

方　法　A, B, C, D, E を行ふ。

b. 乳化劑として鑛物質を相當量に含有するもの。

方　法　A, D, E を行ふ。

第三節　瀝青乳劑試驗結果

試料はアドルフメタル會社製品アスカル、同エキス、日本液體アスファルト工業會社製品ビチユマルス二種、日本瀝青工業所製品レイコン二種、米國クラウン・ビチユーメンス・コーポレーション製品レイコールド D, E の八種につき之を行へり。

之等のうちビチユマルスは透入鋪裝用、アスカル・レイコールド D は混合鋪裝用、レイコンは防水塗料用、レイコールド E は防水及繼目填充用にして、乳劑に關する試驗は第一表の如く、乳劑より抽出せる瀝青分の性質は第二表の如し。

第一表　乳劑試驗表

試驗目次	條件	A アスカル・エツキス	B アスカル	C ビチユマルス (1)	F ビチユマルス (2)	G レイコン (1)	H レイコン (2)	D レイコールド D	E レイコールド E
比重	25°/25°C	1.017	1.061	1.006	1.010	1.039	1.023	1.049	1.045
粘度 sec.	エングラー法 25°C 100cc	40	67	59	64	不能	不能	不能	不能
比粘度	同	1.76	3.93	2.60	2.82	—	—	—	—
混水試驗		良	可	良	良	可	可	可	可
骨材被膜厚	膜厚 μ	33	127	51	—	—	—	213	164
顯微鏡試驗	微粒子徑 μ	3—8	3—10	3.8—2.8	2.6—10.4	52—156	52—156	100—57	100—57
水及瀝青分測定試驗									
水分	%	68	55	55	50	42	47	50	54
瀝青分	%	32	45	45	50	58	53	49.5	46

第二表　乳劑瀝青分の性質

試驗	條件	アスカル・エキス	アスカル	ビチユマルス (1)	同 (2)	レイコン (1)	同 (2)	レイコールド D	同 E
規格針度				150	150			50—60	160—180
比重	25°/25°C	1.021	1.135	1.009	1.015	1.088	1.102	1.087	1.058
粘度	エングラー 120°C 100cc 分一秒	—	32—37	16—56	—	—	—	31—35	14—43

針度	25°C 100gm 5 sce.	56	67	195	155	49	56	64	153
延性	25°C	87	80	100+	74	73	56	80	100+
軟化點	環球法 °C	54	50	39	47	51	48	52	40
引火點	開放式 °C	305	224	241	287	297	305	267	256
燃燒點	°C	345	268	295	315	337	339	326	298
蒸發減	163°C 50gm 5h	0.06	0.53	0.60	0.05	0.07	0.03	0.03	0.08
灰分	%	2.22	13.64	0.78	1.64	9.45	4.73	10.92	7.08
瀝青全量	%	97.36	86.30	99.18	98.30	90.08	94.73	89.05	92.91
固定炭素	%	11.13	10.85	8.52	10.24	9.81	9.44	9.12	8.25
瀝青被膜厚	μ	189	119	91	—	—	—	164	101

之らの結果を考ふれば次の如し。

1. 比重は1.006乃至1.049の間にありて含水量、瀝青性質及乳化劑の種類によりて異る。
2. 粘度は乳化劑の性質により大差あり、鑛物質のものを混入するものは常温に於て測定不可能のものあり、然れども化學藥品のみを乳化劑とするものはその粘度の差小く比粘度 1.76 乃至 3.03 の間にありて液狀をなせり。
3. 混水試驗は何れも合格せり、然れどもある種の乳化劑を使用するものは酸或はアルカリ質により容易にその乳狀を破壞さるゝを以て稀釋する場合に注意を要す。
4. グロビュールの徑は Lewis が次式に從つて測定し 10^{-1} ミクロン單位のものと說明せるも、本試驗に於ては顯微鏡試驗の結果にして小さき粒子も 30 乃至 40 ミクロン級のものと測定せられたり。

$$r=\sqrt[3]{\frac{e^2}{16\pi\sigma k}}$$

r = 粒子徑

k = 電位常數

e = 電　量

σ = 油と水との間の張力

5. 石材被覆試驗は何れも合格せり。
6. 含水量は 42 乃至 68% にして平均 50% を有せり。
7. 瀝青の性質は乳劑の用途により異り混合式鋪裝用のものは針度 50～60 透入式鋪裝用のものは同 150～160 を用ひたり。

抽出瀝青の性質は乳化劑を含むが故に純瀝青に比し延性少く、その他の性質は大差なし。

8. 灰分量はビチユマルス、アスカル・エキス等は純瀝青に比し大差なきもレイコールド及アスカルは乳化剤として鑛物質物質を混入してその量大なり。

9. 一般に乳化剤として石鹸を比較的多量に混入せる乳剤は、その抽出瀝青の附着力が純瀝青分に比し幾分劣れるもの丶如し。

ビチユマルスの製品規格は第三表の如く定められドイツに於ける乳剤の規格は第四表の如く定められたり。

第三表　ビチユマルス製品規格

	ビチユマルス 95	ビチユマルス M 95	ビチユマルス 150
乳剤			
比重 25°C	0.98以上	0.98以上	0.98以上
比粘度エングラー 25 C	2.00以上		2.00以上
蒸發減 105°C 5h	52%以下	50%以下	52%以下
瀝青	48%以上	48%以上	48%以上
乳化剤	0.15%以下		0.15%以下
不純物	1%以下		1%以下
瀝青			
針度	針度 80 90—95%	針度 80 85—95%	針度 150—200
全瀝青分	99%以上	99%以上	99%以上
CCl_4 可溶瀝青	99%以上	99%以上	99%以上
Bé 86° ナフサ 同	94%以下	94%以下	延性75以上
蒸發減 163°C 5h	3%以下	3%以下	3%以下
引火點	177°C以上	177°C以上	204°C以上
用途	舗装混合法	路面混合法	透入法塗装

第四表　獨逸透入法材料規格

瀝青			
	軟化點	クンマーザルノー °C	28—40°C
	凝固點		−10°C
	延性	25°C	75 cm 以上
タール	No. 1タール		
	水分		1% 以下
	蒸留試驗	0—170°C	1% 以下
		170—270°C	12—24%
		270—300°C	4—12%
	比重	15°C	1.225 以下
		フエノール容積%	5% 以下
		ナフタレン重量%	5% 以下
		遊離炭素	5—18%
	稠度	ハツチンソン	3—20 sec
	ピツチ分	重量%	55—65%

乳　劑

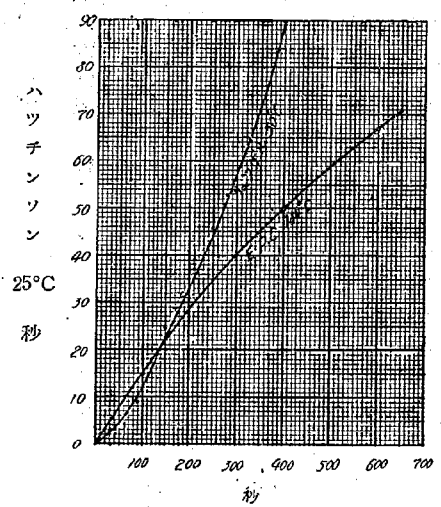
瀝青分	50% 以上
灰　分	1% 以下
硬化時間　鋪設後濕潤なる天候に於て	3時間以內

第四節　乳劑の粘度に及ぼす含水量及温度の影響

透入及塗裝工法に於てウヲーカビリテーを定むべき要素としての粘度は、單位面積當りの撒布量、透入能力、鋪裝安定度に影響を及ぼすべき主要なる性質なるも、その粘度は含有瀝青分の性質及その含有率により異り、同一乳劑に於ても混水量及温度により變化するが故に、今施工の際の乳劑可工性を研究するために混水量及温度の及ぼす影響を測定せり。

本試驗に於てはエングラー粘度計を用ひたるも、粘度試驗は各國によりその方法を異にし、英國に Redwood viscosimeter, Hutchinson tartester, 米國は saybolt viscosimeter, 獨逸が Lunge teerprufer, Rützgers viscosimeter, 佛國が Ecole de ponts et chaussees の E.p.c. viscosimeter あり、材料の性質その粘度により各々異れる試驗方法をとり一定の標準なきも、エングラー粘度計は各國共に用ひらるゝを以て、各國の規格を參照する場合に必要なる之らの關係式の二三をあげその規格の比較の便宜とすべし。

第　二　圖



$$k = 0.08019\,E - 0.07013\,E$$

$$T_R = 192.2\,k\left(1+\sqrt{\frac{0.01624}{k^2}}\right)$$

$$T_S = 228.7\,k\left(1+\sqrt{\frac{0.01309}{k^2}}\right)$$

T_R = Redwood　　粘　度

T_S = Saybolt　　粘　度

E = Engler　　粘　度

冷式鋪裝材料の粘度に關しては、米國はエングラー 40° C、英國はハツチンソン 25° C、獨逸はリユツツゲル 50° C、佛國は E.p.c. 18° C の粘度を標準とするも、本試驗に於てはエングラー 25° C を標準とし感應粘度比は 10° C, 25° C, 40° C の場合の粘度比をとれり。

1. 乳劑の混水量の粘度に及ぼす影響

乳劑は 42 乃至 70% の含水量を有し各々粘度を異にするも今之に水量を加へて一定の粘度とする場合、その混水量の粘度に及す影響を測定すれば第五表乃至第八表の如し。

第 五 表　ビチユマルスの混水量の粘度に及す影響

(エングラー粘度　25°C　sec)

試料量 cc	含水量 55%(原乳劑) sec	60% sec	65% sec	70% sec	抽出瀝青 120°C min-sec
10	4	3	2.5	2	1—28
20	8	7	5	4.5	
30	14	11	8.5	8	
40	20	15	12	11	
50	26	19	15.5	14	7—36
60	32	24	18.5	17	
70	38	29	22.5	20	
80	45	33	26	23	
90	52	37	30	27	
100	59	42	34	31	16—57
比粘度					
50 cc	2.36	1.73	1.41	1.28	41.5
100 cc	2.58	1.85	1.49	1.34	44.1

第 六 表　アスカルの粘度に及ぼす含水量の影響

(エングラー粘度　25°C　sec)

試料量 cc	アスカル 含水量 55%(原乳劑) sec	60% sec	65% sec	70% sec	抽出瀝青 120°C min-sec	アスカルエキス 含水量 68% sec	抽出瀝青 120°C 5cc min-sec
10	4	3	3	2	3—9	2	3—35
20	10	6	6	5		4.5	
30	16	10	9	8		7	
40	23	15	12.5	11		10	
50	30	19	16	14	14—29	13	

60	37	24	19	17		16
70	44	29	22.5	20		19
80	52	34	26	23		22
90	60	39	30	26		26
100	69	44	34	29	32—37	30
比粘度						
50 cc	2.73	1.73	1.46	1.28	78.7	1.18
100 cc	3.02	1.93	1.49	1.27	85.5	1.32

第七表　レイコールドDの粘度に及す含水量の影響

(エングラー粘度 25°C sec)

試料 cc	50%(原乳剤) min-sec	含水量 55% sec	60% sec	65% sec	70% sec	抽出濾青 120°C min-sec
10	不能	8	4	3	3	2—33
20	〃	18	9	6.5	6	5—10
30	〃	30	14	10	9	7—33
40	〃	44	19	13.5	12.5	10—15
50	〃	58	24.5	17	16	13—44
60	〃	1—12	30	21	20	17—11
70	〃	1—28	36	25	24	20—45
80	〃	1—44	42	29	28	24—25
90	〃	2—03	49	33	32	28—00
100	〃	2—23	56	37	36	31—35
比粘度						
50 cc		5.28	2.23	1.55	1.46	75.0
100 cc		6.30	2.46	1.62	1.50	83.0

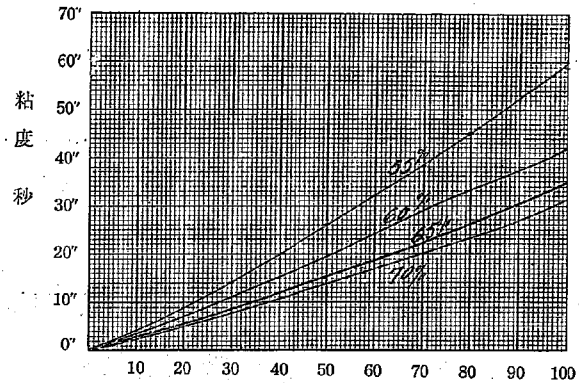
第八表　レイコールドEの粘度に及す含水量の影響

(エングラー粘度 25°C sec)

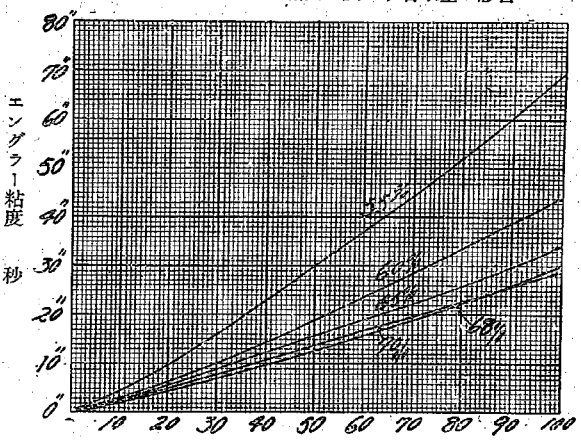
試料 cc	54%(原乳剤)	含水量 60% sec	65% sec	70% sec	抽出濾青 120°C min-sec
10	不能	8	4	3	1—18
20	〃	18	8.5	6.5	2—30
30	〃	30	13	10	4—05
40	〃	42	17.5	13.5	5—41
50	〃	56	22	17	7—07
60	〃	1—11	27	21	8—43
70	〃	1—26	32	25	10—16
80	〃	1—42	37	29	11—52
90	〃	1—59	43	33	13—19
100	〃	2—16	49	37	14—43
比粘度					
50 cc		5.10	2.00	1.55	38.8
100 cc		5.98	2.15	1.63	38.7

試驗は 25°C に於て 10 乃至 100cc を 10cc 毎に之を測定せり。混加水量は乳劑に之を加へつゝ充分攪拌し 25°C の水浴中に 1 時間浸漬して之を行へり。

第三圖　ビチユマルスの粘度に及ぼす含水量の影響



第四圖　アスカルの粘度に及ぼす含水量の影響



25°C に於てビチユマルス、アスカル、同エキスは粘度小なるもレイコールド D 及 E は極めて大にして之に 5% の水量を混じて始めてその粘度を測定し得べく、乳劑のまゝに於ては透入法による施工に適せざるを示せり。

試驗結果より乳劑及抽出瀝青の比粘度を求むれば第九表第五圖の如し。

透入鋪裝のアスファルト加熱温度は120°C以上なるが故に此温度に於ける抽出瀝青と常温に於ける乳劑との比粘度を比較すれば乳劑の分著しく小く從つてウヲーカビリチー大なるを示せり。

抽出瀝青の針度はビチユマルス195, レイコールド153にして、透入用アスファルトの針度は何れも之より小なるが故に120°Cに於ける比粘度も亦之より高し。

從つて120°Cに於けるアスファルトは、常温の乳劑に比較して、撒布能力、透入能力少く骨材表面の被膜の厚も大にしてこゝに乳劑の特質を表すものと考へらる。

第九表 比粘度

試料名	含水量 %	乳劑 50 cc	乳劑 100 cc	抽出瀝青 50 cc	抽出瀝青 100 cc
		25°C		120°C	
ビチユマルス	55	2.36	2.58	41.50	44.10
	60	1.73	1.85		
	65	1.41	1.49		
	70	1.28	1.34		
アスカル	55	2.73	3.03	78.80	85.50
	60	1.73	1.93		
	65	1.46	1.49		
	70	1.28	1.27		
アスカルエキス	68	1.18	1.32		
レイコールドD	55	5.29	6.30	84.00	83.40
	60	2.23	2.45		
	65	1.55	1.62		
	70	1.46	1.58		
レイコールドE	60	5.10	5.95	38.80	38.60
	65	5.10	2.15		
	70	1.55	1.62		

ビチユマルスの含水量と比粘度の關係は第五圖に示すが如く、混加水量に對する比粘度の減少の割合は第六圖の如し。

混加水量に對する比粘度減少の割合は次式により表はさる。

$$v = 0.336\, w^{0.88}$$

v＝比粘度の減少割合

w＝混加水量 %

從つて含水量と比粘度との關係を示す第五圖の曲線は次式により表はし得べし。

$$V=2.58-0.336\ (W-55)^{0.493}$$

V＝比粘度

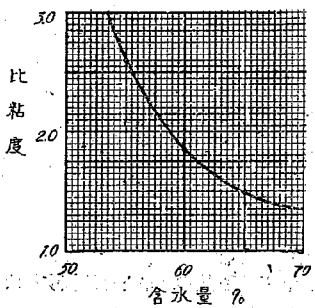
W＝含水量％

之を簡易にしてウヲーカビクチーを表す粘度は次式をとるをよしとす。

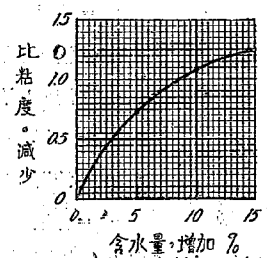
$$V=2.60-0.34\ (W-55)^{0.5}$$

第五圖

ビチューマルスの含水量と比粘度の関係



第六圖

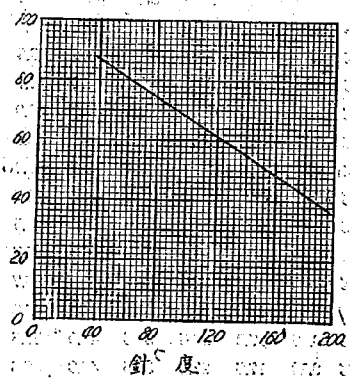


乳剤より抽出せる瀝青の針度とその120°Cに於ける比粘度との關係は、第七圖に示すが如し。

稠度を表すべき粘度と針度との關係は略次式により表はし得べし。

第七圖　抽出瀝青の比粘度

120°C



$$V=103-0.34P$$

V=120 Cに於ける比粘度

P=針度25°C

粘度と針度は共に粘性を表はし從つて直線式を以て表はし得と考へらる。

試料の流出量と時間との關係,

エングラー粘度計に於てその流出量と時間との關係を試驗容器内のヘツドの減少より考ふれば次式によりて表はさる。

$$t=\frac{2A_1}{a\mu}\left\{\sqrt{H}-\sqrt{y}\right\}$$

t =時間

H =粘度計容器の試料の深さ

y =流出し始めてより t 秒後の同深さ

A_1 =容器内試料の表面積

a =流出口の斷面積

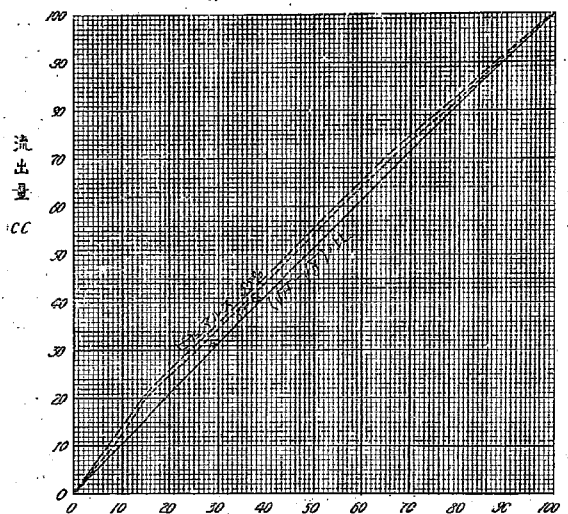
μ =係數

今試料10cc毎に對する $(\sqrt{H}-\sqrt{y})$ の比を求め之と試驗結果とを比較すれば第十表及第八圖の如し。

第十表　流出量ccに對する時間比

流出量 cc		10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
時間係數		0.025	0.050	0.075	0.102	0.128	0.154	0.186	0.208	0.235	0.264
同　%		9.64	18.9	28.4	38.9	48.5	58.4	70.5	78.8	89.0	100
ピチニマルス	55%	6.78	13.6	23.7	33.9	44.0	54.1	64.4	76.2	88.1	100
	60%	7.15	15.6	26.1	35.6	45.2	57.1	69.0	78.6	88.1	100
	65%	9.36	14.7	25.0	35.3	45.6	54.5	66.2	76.5	88.4	100
	70%	6.46	14.5	25.8	35.5	45.2	54.8	64.5	74.2	87.0	100
アスカル	55%	5.8	14.5	23.2	33.3	43.5	53.8	63.8	75.3	85.5	100
	60%	6.82	13.6	22.7	34.1	43.2	54.7	66.0	77.2	88.7	100
	65%	7.3	16.0	26.5	35.3	47.0	55.9	64.6	76.5	8.66	100
	70%	6.9	17.2	27.6	38.0	48.3	58.6	69.0	79.3	88.7	100
アスカルエスキ	68%	6.7	15.0	23.3	33.3	43.3	53.3	63.3	73.3	86.6	100
レイコールドD	55%	5.6	12.6	21.0	30.8	40.6	50.5	61.6	72.8	86.6	100
	60%	7.15	16.1	25.0	33.9	43.6	53.5	64.2	75.0	87.4	100
	65%	8.10	17.6	27.0	36.5	46.6	56.7	67.5	78.2	89.0	100
	70%	8.35	16.7	25.0	34.7	41.7	55.7	66.7	77.8	89.0	100
レイコールドE	60%	5.9	13.2	22.1	31.0	41.1	52.2	63.2	75.0	87.2	100
	65%	8.15	17.3	26.5	35.6	44.9	55.6	65.3	75.5	87.8	100
	70%	8.10	17.6	27.0	36.5	45.9	56.8	67.5	78.2	89.0	100

第　八　圖



粘度高きピチユマルス 0°C のもの及同含水量 55% のものは粘度低き含水量 65% のものよりヘツド高き場合流出速度速く、粘度低きものは比較的に計算に近きを示すは、ヘツドの影響より尚その粘度、容器周壁の摩擦等による影響の極めて重要なるを示すものと考へらる。

2. 瀝青乳劑の温度に及ぼす影響

試料の温度が粘度に及ぼす影響を測定する爲に 0°C より 60°C の間に於て 5°C 毎に試料 10 乃至 100 cc を 10 cc 毎にとり粘度を測定すれば第十一表及第十二表の如し。

標準温度の粘度に對する各温度の比はウヲーカビリチーの比を表すものとして感應粘度比 (susceptivility ratio of viscosity) として表はせり。

第十一表　瀝青乳劑の粘度に及ぼす温度の影響

エングラー氏粘度（分　秒）

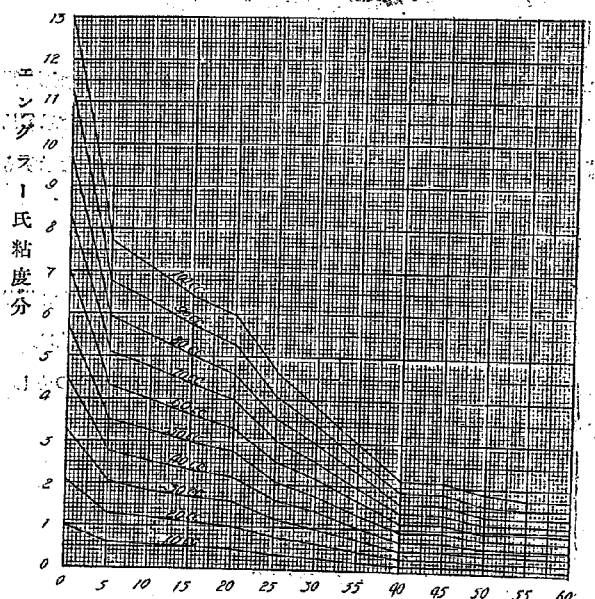
ピチユマルス

温度 °C	試料 cc 10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
0	1—0	2—07	3—15	4—27	5—42	6—59	8—18	9—43	11—14	12—55
5	0—37	1—18	2—02	2—46	3—31	4—18	5—07	5—56	6—46	7—44

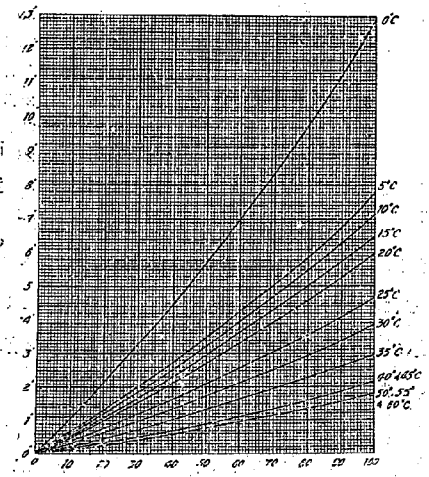
10	0—34	1—12	1—51	2—32	3—15	3—59	4—45	5—30	6—18	7—03
15	0—32	1—06	1—48	2—20	2—58	3—38	4—20	5—02	5—44	5—26
20	0—28	1—01	1—35	2—10	2—45	3—22	4—00	4—37	5—17	5—58
25	0—21	0—46	1—12	1—38	2—06	2—34	3—03	3—34	4—05	4—39
30	0—17	0—38	1—00	1—23	1—45	2—08	2—32	2—57	3—23	3—50
35	0—13	0—28	0—45	1—02	1—19	1—38	1—57	2—17	2—37	2—58
40	0— 9	0—19	0—31	0—43	0—56	1—09	1—23	1—37	1—52	2—58
45	0— 9	0—20	0—32	0—44	0—57	1—10	1—23	1—37	1—52	2—08
50	0— 8	0—16	0—26	0—36	0—47	0—58	1—10	1—22	1—35	1—47
55	0— 7	0—16	0—25	0—36	0—47	0—58	1—10	1—20	1—33	1—45
60	0— 7	10—5	0—25	0—35	0—46	0—57	1—08	1—20	1—33	1—47

第九圖

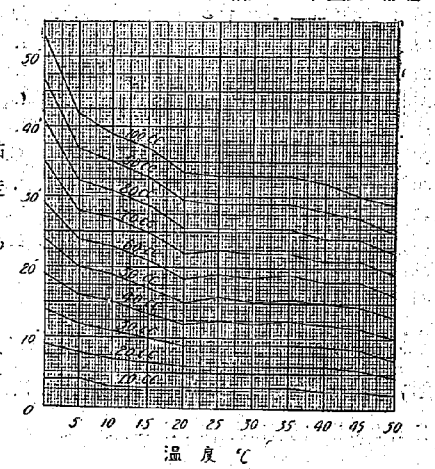
ビチュマルスの粘度と温度との関係



第十圖　ピチユマルスの粘度に及ぼす温度の影響



第十一圖　アスカルの粘度に及す温度の影響



第十二表　粘度に及す温度の影響（秒）

アスカル Ex

温度 °C	試料容量 cc									
	10	20	30	45	50	60	70	80	90	100
0	4	9	14	19	24	29	35	41	47	53
5	4	8	12	16	20	24	28	32.5	37	42

10	3	7	11	15	19	23	27	31	35	39
15	3	6.5	10	13.5	19	21	25	29	33	37
20	3	6	9	12	25	18.5	22	25.5	29.5	33.5
25	3	6	9	12.5	16	19	22.5	25.5	29	33
30	3	6	9	12	15	18.5	22	25.5	29	33
35	3	6	9	12.5	15.5	19	22	25.5	29	33
40	2.5	6	9	12	15	18	21	24	28	32
45	2.5	5.5	8.5	11.5	14.5	18	21	24	27	30
50	2	4.5	7	10	13	16	19	22	25	29

乳劑の各溫度に於ける比粘度を求むれば第十三表の如く、ビチユマルスは0°Cにて 43.8 25°Cに於て 12.2, 40°Cに於て 5.6 となり、アスカルも同樣に各々 2.32, 1.45, 1.40 となり、前者は後者に比し溫度に對する粘度の變化大なり。これ瀝青分の含有率大なるとその稠度の大なるに起因するものなり。

第十三表　比粘度

溫度 °C	ビチユマルス	アスカルエキス
0	43.8	2.32
5	20.3	1.84
10	18.6	1.71
15	16.2	1.62
20	15.7	1.47
25	12.2	1.45
30	7.9	1.45
35	7.8	1.45
40	5.6	1.40
45	5.6	1.32
50	4.7	1.27
55	4.6	
60	4.7	

感應粘度比 (susceptivility ratio of viscosity) は試料 100 cc の場合、溫度 0°C, 25°C, 40°C に於ける比粘度の比をとり、試驗結果より之を求むれば第十四表の如し。ビチユマルスは 3.32, アスカルは 1.22 にして前者は後者の二倍に當れり。

第十四表　感應粘度比

試料	溫度 10°C	25°C	40°C
ビチユマルス			
粘度 min-sec	7—06	4—39	2—08
比粘度	18.6	12.2	5.6
感應比	3.32	2.18	1

アスカル

粘　度	sec	39	33	32
比　粘　度		1.71	1.45	1.40
感　應　比		1.22	1.04	1

ビチユマルスの溫度の增減に伴ふ比粘度の變化は次式により表はさる、第十二圖の如し。

$$v=15.78\ t^{0.233}$$

v＝比粘度の減少

t＝溫度 °C

從つて t 溫度の比粘度は次式により表はし得べし、第十三圖の如し。

$$V=43.8-15.78\ t^{0.233}$$

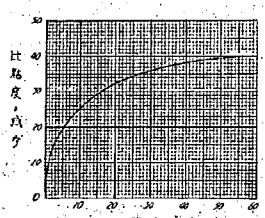
V＝溫度 t°C に於ける比粘度

t＝溫度 °C

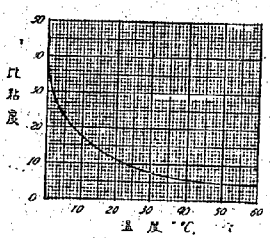
之を簡易にして次の式を以て表はし得べし。

$$V=45.0-16.00\ t^{0.25}$$

第十二圖　ビチユマルス



第十三圖　ビチユマルス



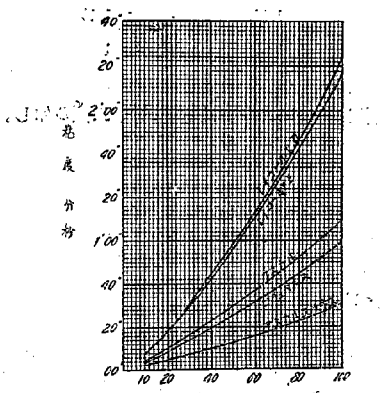
3. 一定の混水量を有する乳劑の粘度の比較

乳劑は各々含水量を異にし從つて瀝青分の含有量も異るを以て、今撒布の實質的効果を等しくする場合の粘度を比較する爲に、各乳劑に水を混じてその含水量を一定ならしめ、その粘度を測定比較すれば第十四圖及第十五圖の如し。

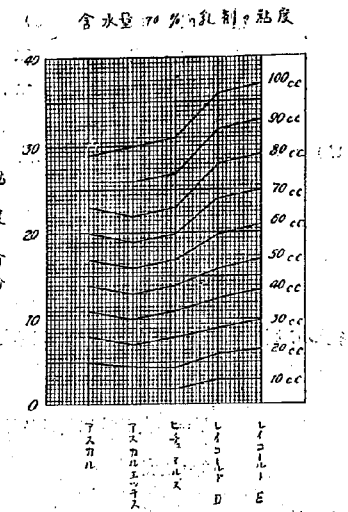
同一含水量を有する場合の各乳劑の粘度はその瀝青分の性質、乳化劑の性質及その量により異り、前記試驗結果より比粘度と含有瀝青の針度とを比較すれば第十五表の如し。

針度と比粘度の關係より一般に瀝青分の性質よりも乳化劑の影響大なるが如し。

第十四圖



第十五圖



第十五表　同一含水量(70%)の瀝青乳剤の比粘度と含有瀝青の針度

	比粘度 25°C 100 cc	瀝青針度 25°C
アスカル	1.275	67
アスカル・エキス	1.320	56
ビチュマルス	1.410	155
レイコールD	1.580	64
同 E	1.620	153

施工に當り乳劑の粘度は、水量の混加により自由に增加し得べきも、含水量大なる乳劑は硬化に要する時間長く從つて施工の際の交通禁止の期間を長く要し、硬化するもその鋪裝强度小なるのみならず、氣溫0°C以下の場合はその硬化に先ち水分の凍結により路面の固結を妨げらるゝを以て、乳劑としては瀝青分の含有量なるべく大にして粘度なるべく小且その瀝青分の性質は鋪裝に適する比粘度のものたるを要す。

4. 塗裝及透入工法に對する各國粘度の規格

冷式鋪裝材料の粘度の規格は第十六表の如し。

第十六表　粘度規格

米國	A.S.T.M.	タール	冷用	エングラー 40°C 比粘度	8— 35
		カットバック・タール	同		35— 80
	農務省	タール	同		8— 13
			同		25— 35

	カットバック		40—70
	アスファート・オイル	冷用	30—120
	同カットバック		30—120
英國	タール	ハツチンソン 25°C	3— 20
獨逸		リユツゲル 50°C	5— 15
佛國		E. p. c. 18°C	4— 50

第五節　瀝青の骨材表面被膜の厚に關する試驗

瀝青混合物に於て骨材表面の瀝青被膜の厚は非化學的結合をなす之らの混合物の强度及溫度變化によりて受くる安定度の主要々素なるを以て、本試驗に於ては特に試驗方法に述べたる操作により之が試驗を行ひ、更に透入工法による被膜との特質を論ぜむが爲に後者の場合に關する次の試驗方法を設け、前者の場合と之を比較せり。

瀝青被膜厚試驗（骨材表面の熔融瀝青被膜厚測定試驗）

瀝青乳劑試驗方法Dと同樣に石材及碎石に就て行ふ。

豫め秤量せる骨材及瀝青を各々150°C に保てる恒溫爐に於て1時間乾燥又は熔融せる後、鐵鍋又は磁製蒸發皿に入れ鐵篦を用ひ充分之を混合し、その混合物を金網上に移したる後再び恒溫爐に入れ過剩なる瀝青分を熔融除去せしめ、之をとり出して常溫に於て冷却せしめたる後重量を測定す。

骨材前後の重量の差より乳劑の場合と同樣の方法により瀝青分の被膜厚を算出するものとす。

瀝青乳劑及その抽出瀝青に關する骨材被膜厚試驗結果は第十七表及第十八表の如し。

第十七表　乳劑被膜厚

乳劑	使用骨材 種類	寸法 cm	表面積 cm^2	乳劑 gm	乳劑膜厚 μ	瀝青 gm	瀝青膜厚 μ
ピチユマルス	石灰石圓礫	徑 2.44 長 1.96	24.37	0.26	104	0.13	52
	同	同	24.37	0.19	78	0.11	44
	花崗碎石	2.0—1.6	288.91	4.4	151	1.6	55
	平均				111		51
アスカル・エキス	石灰石圓礫	徑 2.44 長 1.96	24.37	0.20	81	0.07	30
	花崗碎石	2.0—1.2	249.63	3.2	126	0.8	31
	同	1.2—0.6	328.19	4.5	134	1.2	38
	平均				114		33
アスカル	石灰石圓礫	徑 2.44 長 1.96	24.37	0.78	301	0.34	121
	花崗碎石	2.0—1.2	249.03	9.7	393	4.0	141
	同	1.2—0.6	328.19	10.2	293	4.4	118
	平均				329		127

レイコールドD	花崗碎石	2.0—1.2	249.63	11.6	443	4.65	171
	同	1.2—0.6	328.19	20.2	587	9.1	255
	平均				515		213
レイコールドE	花崗碎石	2.0—1.2	249.63	9.75	374	4.4	167
	同	1.2—0.6	328.19	12.45	363	5.6	161
	平均				369		164

第十八表　熔融瀝青被膜

抽出瀝青	使用骨材 種類	寸法 cm	表面積 cm	瀝青重量 gm	被膜厚 μ
ピチュマルス	石灰岩圓礫	{徑 2.44 / 長 1.96}	24.37	—	—
	花崗碎石	2.0—1.2	124.82	1.0	79
	同	1.2—0.6	164.10	1.7	103
	平均				91
アスカル・エキス	石灰石圓礫	{徑 2.44 / 長 1.96}	24.37	0.5	201
	花崗碎石	2.0—1.2	124.82	2.4	188
	同	1.2—0.6	164.10	3.0	174
	平均				189
アスカル	石灰石圓礫	{徑 2.44 / 長 1.96}	24.37	0.3	108
	花崗碎石	2.0—1.2	124.82	1.45	102
	同	1.2—0.6	164.10	2.75	148
	平均				119
レイコールトD	石灰石圓礫	{徑 2.44 / 長 1.96}	24.37	0.4	151
	花崗碎石	2.0—1.2	124.82	2.4	177
	平均				164
レイコールトE	石灰石圓礫	{徑 2.44 / 長 1.96}	24.37	0.2	78
	花崗碎石	2.0—1.2	124.82	1.45	110
	同	1.2—0.6	164.10	2.00	115
	平均				101

瀝青乳劑の被膜の厚は通常 100 乃至 300 μ、レイコールドの如き特に粘度大なるものは 360 乃至 500μ に及べるものあるも、一般にその乳劑硬化の結果生ずる瀝青膜の厚は 50μ 以下のものと考へらる。

之に對し透入鋪裝による熔融瀝青の膜厚は本試驗の如き抽出瀝青の結果とは幾分異るべきも、本試驗に於ては 100 乃至 200μ を有し、乳劑より生ずる被膜の厚の二乃至四倍に達せり。

從つて乳劑透入鋪裝は膜厚の小なるに基く粘着力が強大にして溫度の變化による安定度の變化少く、鋪裝強度大なり。

第十九表　瀝青被膜の厚 (μ)

	乳劑硬化の場合	熔融瀝青の場合
ピチユマルス	51	91
アスカル・エキス	33	189
アスカル	127	119
レイコールドD	213	164
レイコールドE	164	101

抽出せる瀝青の被膜の厚と針度との關係は第二十表に示すが如く、針度大なるものは粘度少く被膜小なり、故にウラーカビリチーより云へば針度高きものを用ふるをよしとす。

第二十表

	針度	被膜厚
アスカル	67	119
同　エキス	56	189
ピチユマルス	195	91
レイコールドD	64	164
同　E	153	101

碎石表面積はその粒子數より各粒子の平均容積を求め、之を立方形と考へて之を求めたるが故に實際の表面積と多少の差を生ずべきも、本試驗結果より圓壔形と碎石との被膜を對照すれば、第二十一表に示すが如く碎石の被膜厚が大體8乃至25%平均16%大なり。これ碎石の表面積が立方形として考ふるよりも、その形狀の不規則なるにより約16%面積大なるを示すものゝ如し。

第二十一表

乳劑	乳劑の瀝青被膜 μ		熔融瀝青被膜 μ	
	圓壔形	碎石	圓壔形	碎石
ピチユマルス	48	55	—	91
アスカル・エキス	30	34.5	201	183.5
アスカル	121	131	108	125
レイコールドD	—	—	151	171
同　E	—	164	78	117.5

第六節　乳劑混合物の硬化及その安定度に關する試驗

乳劑と骨材との混合物が硬化進行の程度と安定度を知る爲に標準砂と乳劑との混合物をつくり、壓縮及蒸發により含水量が減少し硬化する安定度の時間的關係を測定せり。

鋪裝施工の際は輾壓機の作業に伴ひ乳劑含水量は一部は基層に一部は上部に壓搾され尙氣温に應じて蒸發揮散するも、本試驗に於ては壓搾を試驗體成形の操作の際に行ひ爾後は

蒸發揮散による水分の減少により硬化の時間的關係を求めたり。

1. ビチユマルス混合物の硬化時間と安定度との關係

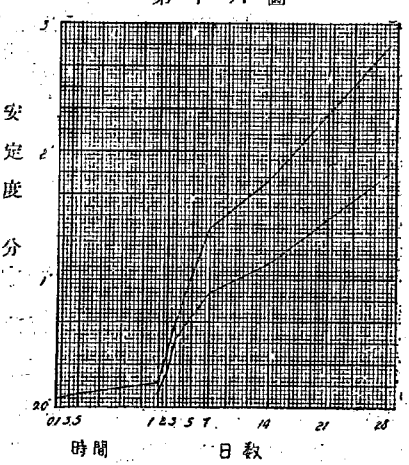
標準砂に對し重量14%の瀝青分を有する混合物を作る爲に、標準砂150 gm ビチユマルス47 cc とを混合して成形し、硬化する時間と安定度とを試験すれば第二十二表、第十六圖の如し。

時日の經過に伴ひ含水量が次第に蒸發揮散して減少し之に從つて安定度は次第に增加せるを知るべし。

第二十二表　標準砂と乳剤との混合物の安定度

試驗體製作日(月日)	材齡日	時	原重量 gm	試驗時ノ重量 gm	重量減 gm	瀝青乳剤 乳剤 cc	瀝青乳剤 水量 cc	安定度(分一秒數) No. 1 5 mm	No. 1 10 mm	No. 2 5 mm	No. 2 10 mm	平均 5 mm	平均 10 mm
6—3		0	123	123	—	29.3	16.1		4		3.5		3.8
〃		1	123	121	2	29.3	14.1		4.5		4		4
〃		3	128	125	3	30.5	13.8		6		4		5.5
〃		5	123	118	5	29.3	11.1		7		5		6.5
〃	1		126	120	6	30.1	10.6	6.5	12	6	11	6.3	11.5
〃	2		132	126	6	31.5	11.3	19	27	16	24	17.5	25.5
〃	3		125	119	6	29.9	10.4	32	55	30	44	31	49.5
〃	5		119	113	6	28.4	9.6	1-37	2-38	1-40	3-15	1-39	2-56
〃	7		132	142	8	31.5	9.3	54	1-22	53	1-25	54	1-24
〃	14		128	118.5	9.5	30.5	7.3	1-12	1-55	1-03	1-38	1-08	1-47
〃	21		123	115	8	29.3	8.1	2-40	4-56	2-30	4-36	2-35	4-45
〃	28		133	123	10	31.7	7.4	1-45	2-50	1-55	2-50	1-50	2-50

第十六圖



2. 乳劑混合量の硬化時間及安定度に及ぼす影響

標準砂 150 gm 及その重量にて 10, 12, 14, 16, 18, 20% の瀝青混合物をつくる爲に之に應する乳劑量を混合し、日々の重量の變化を測定し七日目の安定度を測定せり、第二十三表の如し。

第二十三表　乳劑混合量の硬化時間及安定度に及ぼす影響

瀝青含有率	%	10	12	14	16	18	20
乳劑混合率	%	22.2	26.6	31.1	35.5	40.0	44.4
重量	gm						
6月 4日 (0日)		132	134	138	127	127	141
6月 5日 (1日)		123	127	132	122	122	134
6月 6日 (2日)		122	126	131	120.5	121	133
6月 7日 (3日)		121	125	130	119.5	120	132
6月 8日 (4日)		121	125	129	119	119.5	131
6月 10日 (6日)		121	123.5	129	118.5	119	130
6月 11日 (7日)		120	123	128	118	118	129
標準砂	gm	108	108	105	94	91	97
瀝青	gm	10.2	11.7	14.8	14.8	16.2	19.8
水分	gm	1.8	3.3	8.2	9.2	10.8	12.2
容積%	砂	59.3	59.3	57.4	51.5	49.7	53
	瀝青	14.8	16.95	21.45	21.45	23.45	28.7
	水	26.1	4.79	12.15	13.35	15.65	17.7
	氣孔	23.3	19.0	9.00	13.7	11.2	0.6
砂表面積	cm^2	3520	3520	3425	3090	2970	3170
瀝青膜厚	μ	29	33.2	43.4	48.2	54.8	62.8
安定度	5 mm	45	41	42	33	35	1-05
(分—秒)	10 mm	1-07	1-01	1-05	59	55	1-42
含水量 0日	cc	12.2	14.7	17.2	19.6	20.0	24.5
7日	cc	0.2	2.7	7.2	10.6	11.0	12.5
減少率	%	98.22	81.6	58.2	46.0	45.0	49.0

硬化は乳劑量少きほど速かにして從つて安定度高く、乳劑混合率 35～40% の場合は硬化遲く安定度小なるも、同 44.4% に於てはその含有瀝青分の多きにより硬化は遲きも安定度は却つて大なるを示せり。

之らの試驗は主として氣温、温度の影響を受くるが故に、本試驗を行へる期間に於けるものは第二十四表の如し。

第二十四表　試驗の際の氣温及濕度表

月日	温度 °C 9 a.m. 乾球	9 a.m. 濕球	1 p.m. 乾球	1 p.m. 濕球	4 p.m. 乾球	4 p.m. 濕球	濕度 % 9 a.m.	1 p.m.	4. p.m.
6月 3日	23.5	17.5	25.0	23.5	25.5	24.0	52.5	86.0	86.0
〃 4	24.5	20.0	26.0	24.5	26.0	24.5	61.0	86.0	86.0
〃 5	24.0	19.5	25.5	20.5	25.0	20.5	60.5	58.0	61.5
〃 6	23.0	21.0	23.5	20.5	24.5	20.5	80.0	72.0	64.5
〃 7	20.5	18.5	20.5	18.5	20.0	18.0	79.5	79.5	79.0
〃 8	19.5	16.0	20.0	16.5	—		65.0	65.5	—
〃 9	—		—		—		—	—	—
〃 10	23.0	19.5	24.0	19.5	25.5	20.0	67.5	60.5	55.0
〃 11					26.0	21.5			62.0
〃 12	21.5	18.5	22.0	18.5	20.0	17.5	70.5	67.0	74.5
〃 13	19.0	15.5					64.5		
〃 14	20.5	17.5	21.5	18.0	21.5	18.5	70.0	67.0	70.5
〃 15	22.5	19.0	23.0	20.5	—		67.0	76.0	—
〃 16	—		—		—		—	—	—
〃 17	24.0	18.0	25.0	23.0	24.0	22.5	50.0	81.0	85.5
〃 18	23.0	20.5	22.0	20.0	22 0	20.0	70.0	80.0	80.0
〃 19	23.0	18.0	25.0	19.5	25.5	23.0	56.0	57.5	77.0
〃 20	22.0	15.5	23.5	21.5	24.0	22.0	47.5	80.5	81.0
〃 21	21.0	18.0	21·5	18.0	22.0	19.0	70.0	62.0	71.0
〃 22	21.5	18.0	23.0	19.5	—		71.5	62.5	—
〃 23	—		—		—		—	—	—
〃 24	19.5	17.5	20.0	18.5	21.0	19.5	79.0	84.0	84.5
〃 25	20.5	18.5	23.5	19.5	24.5	23.0	79.5	63.5	86.0
〃 26	23.5	20.5	25.5	22.0	26.5	25.0	72.0	69.0	86.0
〃 27	24.5	21.5	25.5	22.0	26.0	25.0	72.5	69.0	90.0
〃 28	25.5	22.0	26.0	25.0	26.5	25.0	69.0	90.0	86.0
〃 29	25.0	20.5	26.0	24.5	—		63.0	86.0	—
〃 30	—		—		—		—	—	—
7月 1	25.0	20.0	25.0	24.0			72.0	82.0	
〃 2	25.0	20.0	26.0	24.5			72.0		

第二章　ビチユマルス鋪裝に關する試驗

本鋪裝に關する試驗は日本液體アスファルト工業會社がその製品ビチユマルスを用ひて透入マカダム鋪裝を施工せる結果を調査せるものなり。

第七節　試驗の目的

本ビチユマルス鋪裝は東京府板橋町に於て施工せるものにして工事は昭和二年十二月十

九日より二十二日に亘り面積300平方米に透入鋪裝を行ひその施工及施工後の結果につき試驗を行へり。

近年鋪裝技術の進歩に伴ひ、從來一車線當り自動車交通量1000 tonを臨界と考へられたる簡易、高級鋪裝の中間に於て400乃至2000 tonの交通を有する路線にその經濟的地歩を有する中級鋪裝の發達著しく各種の新工夫表るゝに至れり。

瑞太利ランデスオーベルバウラートに於て路線交通量の輕重を分類するに單位交通量（レラチフ・フエルケールスラスト）ton/mを用ひ一日交通量200以下を輕、200乃至400を中、400以上を重交通量と定め、米國に於ては一路線一日の交通量土砂道220臺、砂利道360, 水締マカダム道800, 同塗裝1200, 瀝青マカダム1500を適當とする意見多數を占むるが如きも、吾國に於ける現在混合交通の狀勢に鑑み交通量の範圍を一車線に對し輕交通400 ton以下、中交通400乃至800, 重交通800 ton以上と定むるを適當と考へられ、此中交通路線のうち、交通量400乃至600を有する路線に對する鋪裝は相當の基層を有する瀝青透入マカダム道も含ましめ得べく、その一としての乳劑透入鋪裝の價値を明かにする爲に本試驗を行へり。

次に參考の爲に東京附近に於ける主要地點の車線當り交通量をあぐれば第二十五表の如し。

第二十五表

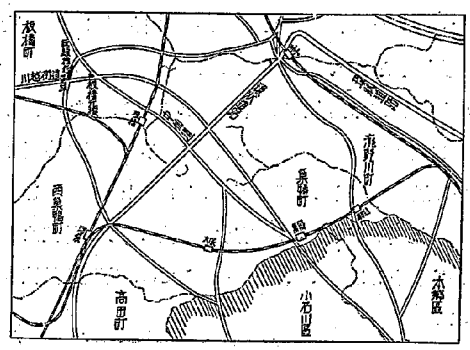
路線	車道幅員 m	交通量 ton/日	交通量 ton/lane/日
京濱國道 青物横町	14.6	9012	1913
同 蒲田町	14.7	6431	1330
小石川區鷄籠町	9.9	5301	1610
板橋町元標位置	7.2	4309	1790
中仙道志村蓮沼	6.0	1057	526
本郷駒込終點	14.6	5670	1160
東京川口線飛鳥山公園前	12.1	3053	760
同 川口町	6.0	1254	627
青梅街道中野町		5114	
甲州街道高井戸村		3762	
同 調布	6.0	927	463
同 小宮村大和田橋	6.0	890	445
厚木街道三軒茶屋	10.9	4194	1150

昭和三年十月調査三日間の平均とす

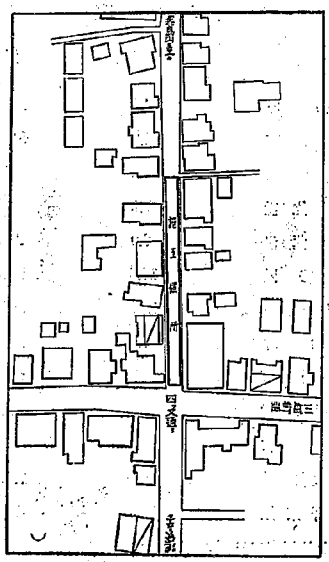
第八節　試驗路線及その路面の性狀

試驗路線は東京府北豊島郡板橋町下板橋に於て第十七圖に示すが如く第九號國道中仙道と川越街道とを接續し板橋より王子町に至る府道をとりその四つ又通りの市街地に於て延長50米、幅6米、面積300平方米の鋪裝を行へり。

第十七圖



第十八圖　試驗鋪裝附近圖

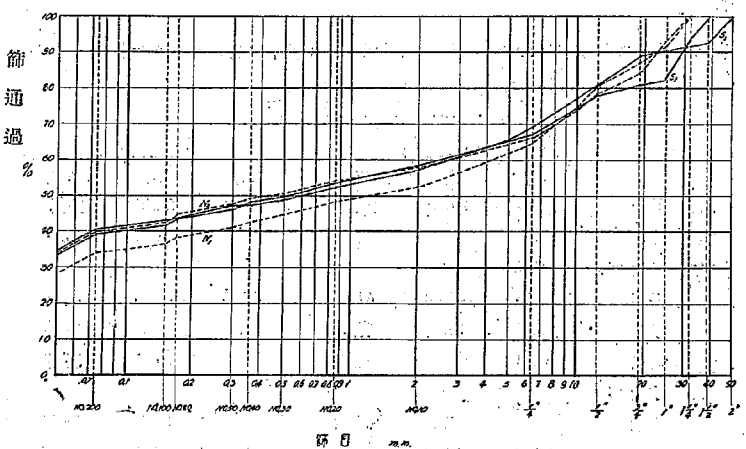


本試驗區間に於ける交通量は板橋より池袋驛に至る乘合自動車を主とし、その他の一般車馬交通量相當に多く、路線交通量800 ton, 一車線當り400 tonの程度と考へらる。

試驗路線の砂利道は幅員もと6.50メートルなりしを昭和二年に於て北側を擴張して11.0メートルとせるを以て南側は長年月の間に相當踏み固められたる堅固なる路面構造を有するも擴張せる北側の部分は路盤軟弱にして單に砂利を踏敷けるものゝ如く、比較的空隙多く含水量多く、之を掘りして輾壓する場合路盤の沈下及うねり多く、相當輾壓を加ふるも强固なる基層となし得ざりしを以て單にその不陸をなすに止めたり。

此兩側の部分の篩分析結果は第二十六表第十九圖の如し。

第十九圖



第二十六表　在來砂利層篩分析試驗結果

篩番號 mm 通過	殘留	南側砂利層 % S_1	S_2	平均	北側砂利層 % N_1	N_2	平均
50.80	38.1	—	7.16	3.58	—	—	—
38.1	31.8	6.53	0	3.27	—	—	—
31.8	25.4	11.03	0	5.52	8.02	6.96	7.49
25.4	19.0	1.23	3.68	2.46	4.60	8.57	6.59
19.0	12.7	3.37	8.38	5.88	6.15	5.63	5.89
12.7	6.3	10.32	11.55	10.94	15.97	12.67	14.32
6.3	No. 10	8.99	11.45	10.22	12.38	8.30	10.84
計		41.48	42.22	41.85	47.12	42.13	44.63

No. 10	No. 20	5.01	5.21	5.11	4.67	3.75	4.21
„ 20	„ 30	3.47	3.17	3.32	3.27	3.13	3.20
„ 30	„ 40	1.63	1.53	1.58	1.64	1.79	1.72
„ 40	„ 50	1.84	1.43	1.64	1.71	1.70	1.71
„ 50	„ 60	3.27	2.66	2.97	3.43	3.57	3.50
„ 80	„ 100	1.23	1.02	1.13	1.32	1.52	1.42
„ 100	„ 200	2.35	2.02	2.20	2.65	2.86	2.76
計		18.80	17.04	17.95	18.69	18.32	18.51
No. 200	—	39.72	40.70	40.21	34.19	39.55	36.55
含水量	%	2.261	2.406	2.334	4.736	5.011	4.874
比 重		2.423	2.459	2.441	2.448	2.445	2.447

篩分析結果より、砂利、砂、游泥、水量及氣孔の容積百分率を求むれば第二十七表第二十圖の如し。

砂利は徑2 mm 以上のものとし、游泥は 0.074 mm 以下のものをとりたり。

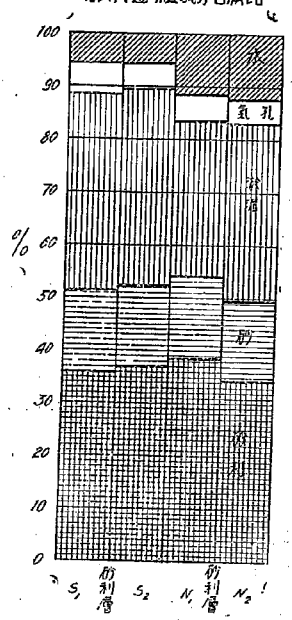
第二十七表　砂利層の組成

	南側砂利層			北側砂利層		
	S_1	S_2	平均	N_1	N_2	平均
比重 見掛	2.423	2.459	2.441	2.448	2.445	2.447
水分 %	2.261	2.406	2.334	4.736	5.011	4.874
組成 重量%						
砂利	41.48	42.22	41.85	47.18	42.13	44.63
砂	18.86	17.04	17.94	18.49	18.32	18.51
游泥	39.72	40.70	40.21	34.19	39.55	36.87
同 容積%						
砂利	36.00	37.05	36.53	38.65	34.25	35.45
砂	16.53	15.10	15.82	15.55	15.30	15.43
游泥	36.05	37.25	36.65	29.20	33.35	31.28
水分	5.46	5.62	5.69	11.60	12.27	11.94
氣孔	5.96	4.68	5.32	5.00	4.83	4.92

之を甲州街道試驗鋪裝の砂利層と比較すれば游泥の％極めて大にして氣孔率は5％内外を有し極めて緻密なる塊狀をなせり。然れども南側と北側とを見れば、その含水量の差極めて顯著にして堅固なる砂利層をなせる南側はその量5.69％なるも、北側は12.0％を有し、その爲に比較的軟弱にして10噸輾壓機の作業を困難ならしめたり。

之らの水分の含有率を瀝青鋪裝に於ける瀝青分と比較し、骨材表面の膜厚を算出すれば第二十八表の如し。

第二十圖



第二十八表　砂利層中の含水膜厚

篩番號 通過 mm	篩番號 残留 mm	南側 重量 gm	南側 表面積 cm²/100 gm	北側 重量 gm	北側 表面積 cm²/gm
50.8	38.1	2.58	1.88		
38.1	31.8	3.27	6.20		
31.8	25.4	5.52		7.47	5.35
25.4	19.0	2.46	2.66	6.59	7.18
19.0	12.7	5.88	8.70	5.89	8.75
12.7	6.3	10.94	25.20	14.32	33.25
6.3	No. 10	10.22	62.80	10.34	63.00
計			**107.44**		**117.53**
No. 10	No. 20	5.11	92.6	4.21	75.3
„ 20	„ 30	3.32	97.0	3.20	92.8
„ 30	„ 40	1.58	66.7	1.72	72.8
„ 40	„ 50	1.64	10.55	1.71	109.5
„ 50	„ 80	2.97	287.0	3.50	339.0
„ 80	„ 100	1.13	136.4	1.42	170.5
„ 100	„ 200	2.20	760.0	2.76	958.0
計			**1545.2**		**1817.9**

No. 200	—	40.21	55,300	36.85	50,800
計		100	56,952	100	52,735
水分 gm		2,334		4.874	
水分膜厚 mm			0.00041		0.00091

水量は比較的少くその膜厚南側は 0.4 μ, 北側は 0.9 μ にして相當の結合力を有するものと考へらる。然れども此水分の含有量は天候により著しく變化するが故に到底完全なる結合劑にあらず。之の結果より考へて北側の部分の輾壓の困難なるは路盤の軟弱に起因するものと考へらる。

此際加へたる輾壓荷重は前輪 31.7 kg/cm, 後輪 79.0 kg/cm にして現在東京府警視廳規定車輪の 102.5 kg/cm の 77% に當り尙その輾壓機の進行速度 1.71 km/h は荷馬車の 5 km/h より少きを以て、此輾壓作業により受くる砂利道の施工は荷馬車の及ぼす作用に堪えざるを知るべし。

第九節 試驗舖裝の設計

試驗鋪裝は幅員 11 メートルの中央に於て幅 6 メートル、延長 50 メートル、面積 300 平方メートルの部分を瀝青乳劑ビチユマルスを用ひて透入式マカダム鋪裝を行ひ、その兩側に亙り各 1 メートルの幅の同乳劑表面處理を行へり。

その設計概要次の如し。

1. 路 盤 工

在來路面の中央部 6 m の幅を半分宛、深約 6.0 cm の掘取りを行ひ、基面の横勾配を三十分ノーとし、10 ton マカダム輾壓機を用ひて輾壓を行ひ、輾壓中軟弱なる部分は、適當なる砂利を補足して更に輾壓を行ふ。

2. 碎石散均し及輾壓工

石灰岩徑 60—20 mm のものを厚 8 cm に散均し空輾壓を行ひ、相當固着せる後徑 20—6 mm の目潰材を撒布し撒水しつゝ輾壓を加へ横勾配を整へ、碎石相互の安定する迄輾壓を行ふ。

3. ビチユマルス透入及輾壓作業

碎石層の安定せる後、ビチユマルスを 3—3.5 lit/m² の割合に撒布し直にその上に No. 2 碎石 20—6 mm を撒布し輾壓を行ふ。

過剩なる碎石を除去せる後、更に同樣にビチユマルスを 3 乃至 3.5 lit/m² の割合に撒布しその上に No. 3 碎石 12~3 mm を撒布し輾壓を行ふ。此輾壓作業中は箒を用ひ、碎石層を掃きならしつゝ表面の空隙を填充せしめ、平滑なる上層面をつくる。

4. 仕　上

透入砕石層の施工了れば一夜交通を遮斷し、ビチユマルスを break down せしめ、翌日更に仕上轢壓を行へる後、ビチユマルスを 2 lit/m² の割合に撒布し、徑 3−1 mm の石屑を撒布し轢壓仕上げを行ふ。

5. 表面處理

透入砕石層の仕上と同時に兩側路肩幅 1 m に表面處理を行ふ。路面を清掃し砂利面を露出せしめたる後、ビチユマルスを 2 lit/m² の割合に撒布し、其上に砕石徑 12—3 mm のものを 6 lit/m² の割合にショベルを用ひて撒布し、輕く轢壓し更に第二回ビチユマルス撒布を 1.0 lit/m² の割に行ひ、之に砕石 12—3 mm を 4 lit/m² に加へ、轢壓仕上を行ふ。

6. 施工區域の交通

施工期間中は車馬の交通を遮斷し、工事完成の翌日より一般交通を開始するものとす。使用材料數量は第二十九表の如し。

第二十九表　使用材料表

名稱	寸法 mm	單位數量 lit/m²	鋪裝面積 m²	數量 lit	用途
透入鋪裝					
ビチユマルス		9	300	2,700	透入用
砕石 No. 1	60—20	80	300	24,000	下層
No. 2	20— 6	10	300	3,000	同
〃	20— 6	7	300	2,100	上層
No. 3	12— 3	7	300	2,100	同
No. 4	3— 1	6	300	1,800	仕上層
表面處理工法					
ビチユマルス		3	100	300	
砕石 No. 3	12— 3	10	100	1,000	

第十節　ビチユマルス透入鋪裝の性質

瀝青乳剤鋪裝は微粒を含む乳剤の粘度小なるを利用して、骨材の被覆膜をなるべく薄くして瀝青の粘着力を强大ならしむるを特質とするが故にビチユマルスが骨材に對する被膜の厚及瀝青マカダム鋪裝の場合の膜厚を算出してその特質を研究せむとす。

1. 骨材の性質

總て栃木縣葛生產石灰石の砕石を用ひたり。特に使用材に對し試驗を行はざりしも既往試驗の結果は 第三十表の如く本所試驗結果の平均は磨損係數 9.1 東京市及復興局試驗結果は同樣に 11.54 して何れも中交通量に對する標準規格に合格するものと考へらる。

第三十表　碎石石質試驗結果

	比重	吸水率 %	磨損係數	硬度	靱性	締合力	摘要
茨生石灰石	2.73	1.6	9.5	17.3	11	18	本所試驗
	2.73	1.0	4.5	16.2	12	37	同
	2.78	0.7	13.3	16.9	10	14	同
	2.72	0.8	7.87				
	2.77	2.1	15.03				
	2.71	0.6	8.29				
	2.77		11.27				
	2.70		8.16				
	2.71		15.38				
	2.77		15.03				
多田白雲石	2.67	0.6	17.45				
	2.70	0.6	8.23	17.62			

2. 碎石の表面積

4種の碎石の標準粒度及其各 100 gm に對する表面積を求むれば第三十一表の如し。

表面積は碎石を立方形、砂粒は球形と考へ次式を用ひて求めたり。

球形の場合　$A=\left(36\pi\frac{N}{S^2}\right)^{1/3}=4.85\left(\frac{N}{S^2}\right)^{1/3}$　cm²/gm

立方形の場合　$A=6.00\left(\frac{N}{S^2}\right)^{1/3}$

A＝表面積　cm²/gm

N＝粒子數　/gm

S＝比　重

第三十一表　碎石表面積

篩 mm 通過	篩 mm 殘留	碎石 (60—20) No. 1 重量 %	碎石 (60—20) No. 1 表面積 cm²/100gm	同 (20—6) No. 2 重量 %	同 (20—6) No. 2 表面積 cm²/100gm	同 (12—3) No. 3 重量 %	同 (12—3) No. 3 表面積 cm²/100gm	同 (3—1) No. 4 重量 %	同 (3—1) No. 4 表面積 cm²/100gm
	63	7.7	1.5						
63	50	22.2	8.9						
50	39	27.4	22.3						
39	25	20.6	24.0						
25	19	15.4	26.0	13.3	22.4				
19	12	6.7	16.8	37.1	92.6	13.5	33.7		
12	6.3			29.8	98.0	37.8	124.0		
6.3	4.76			11.9	50.0	16.2	67.8		
4.76	No. 10			7.9	51.4	14.9	97.0	40.8	265.0
No. 10	No. 20					9.5	170.0	14.2	254.0
No. 20	No. 30					2.7	78.5	9.1	264.0
No. 30	No. 40					5.4	232.0	4.2	180.0

No. 40	No. 50							6.5	417.0
No. 50	No. 80							2.4	208.0
No. 80	No. 100							6.6	795.0
No. 100	No. 200							16.2	5600.0
No. 200	—								
計		100	99.5	100	314.4	100	803.0	100	7983.0

No. 1 乃至 No. 4 の碎石は第二十九表に述べたるが如き容積を使用するが故に、1 平方米當りの之ら碎石使用量の有する表面積は第三十二表の如し。

第三十二表　路面 1m² 當りの骨材表面積

碎石	寸法 mm	使用量 cc/m²	同 gm/m²	表面積 cm²/gm	全表面積 cm²/m²
No. 1	60—20	80,000	130,800	0.995	130,000
No. 2	20—6	10,000	16,300	3.144	51,500
同	20—6	7,000	11,450	3.144	36,000
No. 3	12—3	7,000	11,450	8.030	92,000
No. 4	3—1	6,000	9,800	79.830	783,000

3. ピチユマルスの骨材被覆膜の厚

骨材用量に對する表面積とピチユマルスの使用量とよりその被覆膜の厚を求めたり。

下部透入層に於ては No. 1 碎石 80 lit に No. 2 碎石 10 lit を加へ、之に乳劑 3.5 lit を透入しその上に No. 2 碎石 7 lit を撒布せるも、被覆表面積は No. 1 碎石 8 lit, No. 2 碎石 10 lit の全部及乳劑の上に撒布せる No. 2 碎石 7 lit の全表面積の三分一が此乳劑に被覆さるゝものとすれば被覆全表面積 193,500 cm² となり、乳劑膜は 0.181 mm, 同瀝青膜の厚は 0.090 mm となり極めて薄膜をなすも被覆されざる表面積も可成り多く、今その表面積の ½ が被覆さるゝとせば 0.180 mm となり、何れにするも在來瀝青マカダム工法に比しその被膜の厚 ⅓ 乃至 ½ にありと考へ得べし。

上部透入層としては No. 2 碎石 7 lit の表面積 ⅔ 及 No. 3 碎石表面積の ⅔ が第二回撒布乳劑 3.5 lit により被覆さるゝとせば、その乳劑膜厚 0.408 mm, 瀝青膜 0.204 mm となり前者に比し約二倍の厚となるも此部分が鋪裝の主要なる防水層をなし、その破壞に對する保護層となるべきを以て完全なる被覆を得んが爲に瀝青分の多量を必要とするものなり。

表面處理としては No. 3 碎石の表面積の ½, No. 4 碎石の ⅔ が全く乳劑 2.00 lit により被覆せられ、路面被覆材として No. 4 碎石の殘りのものは各粒子の下面のみが乳劑に

より被覆さるゝとすれば、乳劑膜の厚 0.0454, 瀝青膜 0.0227 となり極めて薄きも、路面の安定度は膜厚薄き瀝青分により固結せらるゝほど大なるが故に、防水の目的に對しては被膜工不充分なる部分の雨水滲透を防ぎ得ずして不充分なる感あるも、固結強度に於て優ると考へらる。

第三十三表　骨材の瀝青膜の厚

層	骨材碎石番號	表面積 cm²/m²	乳劑量 cc/m²	乳劑膜厚 mm	瀝青膜厚 mm
下部透入層	No. 1	130,000			
	No. 2	51,500			
	No. 3	12,000			
		193,500	3500	0.181	0.090
上部透入層	No. 2	24,000			
	No. 3	61,400			
		85,400	3500	0.408	0.204
表面處理層	No. 3	30,600			
	No. 4	411,500			
		442,100	2000	0.0454	0.0227
露出表面	No. 4	371,500			

4. 表面浮遊碎石屑の量

No. 4 碎石の表面積の ½ は 391,500 cm² となるも、球形粒子がその容積 ½ を露出するとせば、その露出面積は球形斷面積の 2 倍となるを以て露出層のうち瀝青乳劑を以て被覆さるゝ面積は路面 /m² につき 20,000 cm² となり、從つて 371,500 cm² の表面積が全然被覆されざるものとなり、No. 4 碎石の同容積の 47.5% に當り 2.85 lit/m² が之ら遊離石屑として仕上表面の褥をなすものと考へらる。

5. 瀝青透入マカダム道の瀝青被膜

瀝青乳劑を用ふる工法と比較するために大正十五年東京府が甲州街道に於て施工せる試驗鋪裝のうち、瀝青透入マカダム道の瀝青分が骨材を被覆する厚を求むれば第三十四表乃至第三十六表の如し。

第三十四表は之に使用せる碎石の 100 gm 當りに對する表面積を示し、第三十五表は路面 1 平方米に對する骨材の全表面積を表はし、第三十六表は之らの結果より瀝青分の被膜の厚を求めたるものなり。

第三十四表　瀝青透入マカダム道使用骨材表面積

篩 mm	砕石 第二種甲 (一寸八分～一寸)		砕石 第六種甲 (四分～二分)		砕石 第七種 (四分～0)	
通過 残留	重量 %	表面積 cm²/100 gm	重量 %	表面積 cm²/100 gm	重量 %	表面積 cm²/100 gm
50—39	25.8	21.1				
39—31	44.7	81.5				
31—25	25.5					
25—19	3.6	6.1				
19—12	0.4	1.0	3.3	8.2	0.4	1.0
12—6.3			87.5	288.0	38.1	125.5
6.3—2.0			8.9	50.8	30.4	173.0
2.0—0.84			0.3	5.3	31.1	555.0
計	100	109.7	100	352.3	100	854.5

第三十五表　路面一平方米に對する骨材表面積

砕石	寸法 mm	用量 cc/m²	同 gm/m²	表面積 cm²/gm	全表面積 cm²/m²
No. 2 甲	50—30	73,000	104,000	1.097	114,200
No. 6 甲	12—6	12,400	17,600	3.523	62,200
No. 7	12—0	13,400	19,000	8.545	162,500

第三十六表　瀝青膜の厚

	砕石寸法 mm	表面積 cm²/m²	瀝青量 cc/m²	瀝青膜厚 mm
下層	50—30	114,200		
	12—6	42,200		
		156.400	8000	0.513
上層	12—6	20,000		
	12—0	108,300		
		128.300	2200	0.172
露出層		54.200		

之により路面の浮遊石層の表面積54,200 cm² となり 6.36 kg 即ち 4.35 lit となる。

6. 瀝青乳剤と瀝青との透入工法比較

瀝青乳剤はその被膜の厚下層 0.090, 上層 0.204, 表面處理層 0.0227 なるも、瀝青透入工法にては下層 0.513, 上層 0.172 にして著しく厚く、後者は前者に比し下層に於て 5.7倍に當り、上層に於ては却つて 84% にすぎずして防水能力弱く、乳剤工法は更にその上に表面處理を施工せるが故に鋪裝强度著しく大なり。

之により水締マカダム道の結合劑として水の代りに瀝青を用ふる在來工法は、その表

面の防水能力の小なると下層の瀝青被膜の厚大にすぎて、瀝青の熱に對する感受性の大なる材料本質的弱點を工法によりて輕減し得ざるの憾あり。

7. 室內試驗と試驗鋪裝との被膜厚比較

第一章第五節のビチユマルスの被膜厚の試驗結果と試驗鋪裝の場合の膜厚とを比較すれば、第三十七表の如く施工の場合は乳劑及瀝青ともにその被膜厚相當大なり。

これ透入工法に於ては混合法の如く乳劑と骨材との完全なる結合を得難きが故に、過剩なる瀝青分を用ひてその施工法の缺點を補ひ以て路面結合力を保持せしむる爲にしてもし透入法によらずして路面混合法による場合は更に瀝青分の少量にて足り、經濟的施工の目的を達し得べきを示すものなり。

第三十七表

層		瀝青被膜の厚 μ 乳劑透入法	瀝青加熱透入法
室內試驗		51	91
試驗鋪裝	下層	90	513
	上層	204	172
	表層	22.7	—

被膜の厚が安定強度に對する影響は第六節にのべたるが如し。

第十一節 施工方法

施工は試驗區間の北側一車線幅を施工せる後、南側車線幅を行へり。

輾壓機は英國 Hornsey 洲 Rustonの マカダム型 10 ton のものを用ひ、その寸法重量は第三十八表及第三十九表の如し。

第三十八表

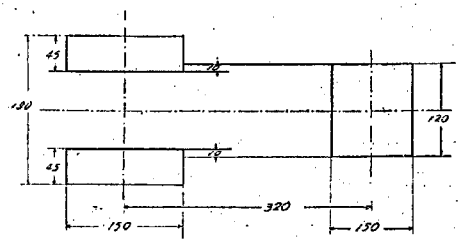
輾壓機	寸法
全長 m	5.25
全幅 m	1.90
軸距 m	3.20
全高 m	3.00
圓筒形 mm	165

第三十九表 輾壓機

部分	前輪	後輪	平均
徑 cm	105.0	150.0	
幅 cm	120.0	45.0	
重量 kg	3800	7100	
%	35	65	
kg/cm	31.7	79.0	52.0

第二十一圖

輾壓機作業面



前後輪の輾壓面の重りは各々 10 cm にして路面に及ぼす單位輪重は各々 31.7 及 79.0 kg/cm その比は 1:2.5 なり。

輾壓進行速度を測定せる結果は、延長42.75m 時間 90 秒の割にして、1秒間 0.475 m 卽 1.71 km/h, 1.065 mile/h の速度にて之を行へり。

1. 北 側 施 工

深 6 cm の箱掘りを行ひ、横勾配 3.3 cm/m に路盤高を均せる後、輾壓を行へるに地盤極めて軟弱にして輾壓機の進行に伴ひ約 1 cm の波狀を呈し、砂利層薄く且粘土質土壤の性質上輾壓を繼續するも到底完全なる基層となし得さるを認めしを以て、略々安定せる狀態にて之を止め、碎石 No. 1 を敷均し設計にもとづき乳劑透入を行ひ、輾壓は 3.7 ton タンデム式輾壓機を用ひたり、その際路頂に近き部分は安定なるも路肩に近き部分は沈下波狀を呈せり。

氣溫は 1—2°C にして從つて乳劑の粘度高く、その撒布量も設計の 9 lit/m を超過して 10.8 lit/m となり約 20% の過量を用ひたり。

その使用量は第四十表の如し。

第四十表　ピチユマルス使用量

撒布	設計用量 lit/m²	施工用量 lit/m²
第一回	3.50	4.20
第二回	3.50	4.10
第三回	2.00	2.50
計	9.00	10.80

撒布は午後 4 時に終了し夜中溫度 −5°C に下れるを以て、ピチユマルス硬化前に一部の含水量凍結し翌日表面の碎石層の結合力弱かりしを以て、30 m² に亘り更に 2 lit/m² の撒布を行ひ、再仕上輾壓を行へり。

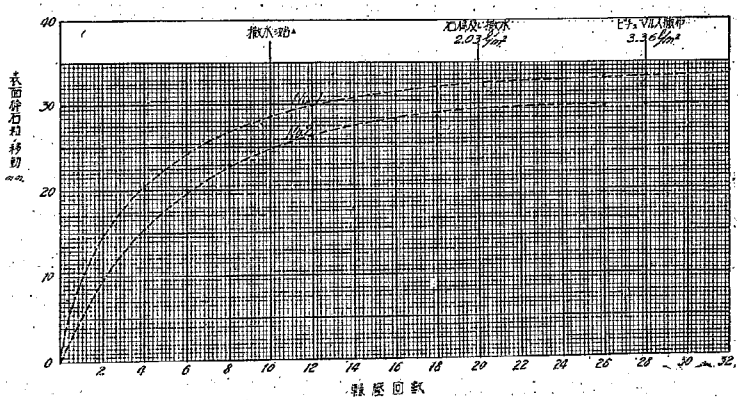
2. 南側施工

北側完成し交通を開始せる後南側に着手せり。在來砂利道の部分なるを以て砂利層厚く路盤も比較的堅固にして轉壓機の進行に伴ひ、沈下、波狀も比較的速に減じ相當なる基層をつくり得たり。

碎石層は初め空轉壓を行ひ、碎石粒の移動減少し漸く安定するに從ひ、轉壓回數10乃至20回の間極めて少量の撒水を行ひつゝ轉壓を續け20回目より碎石No. 2を表面空隙填充用として撒布し同時に 2.03 lit/m² の割合に撒水を行ひつゝ轉壓を行ひ、28回目に至り殆ど表面碎石粒の移動を認めざるに至りピチュマルス透入を行へり。

轉壓回數と碎石粒の安定及之に伴ふ作業は第二十二圖に示すが如し.

第　二　十　二　圖



透入施工の際の氣溫は7°C乃至10.5°C, ビチュマルス溫度は 4.0°C 乃至 4.5°C にして、その比粘度は20.3なり。從つて使用量は北側の分より少し。

撒布は容量 9.45 lit を有する特許撒布器を用ひ、一容量分の撒布面積を指定して之を行へり。

撒布量は第四十一表の如し。

第四十一表　南側撒布量

撒布	設計數量 lit/m²	施工數量 lit/m²
第一回	3.50	3.36
第二回	3.50	3.18
第三回	2.00	2.21
計	9.00	8.74

此結果より考ふれば比粘度 43.8 の場合は設計數量 9 lit/m² に對し 10.8 lit/m² の撒布量となり、比粘度 20.3 の場合は同様に 8.74 lit となり、粘度高きものは同一撒布者が同一撒布器を用ひて撒布する場合にもその量多くなり約 22% の超過を示せり。勿論撒布すべき路面狀態によりても異るべきも撒布の際の量に及ぼす粘度の影響の相對的關係を知り得べし。

仕上轢壓は氣溫低くしてピチユマルスの硬化速度遲きを以て比較的長く之を行ひ、撒布終了後 4 時間に及べり。

3. 路肩表面處理

舗裝施工終了後、路肩砂利道の表面處理は氣溫 9.0°C ピチユマルス溫度 4.5°C に於て 3.8 lit/m² の割合に之を行ひ、3.7 ton タンデム式轢壓機を用ひ仕上げたり。

4. 舗裝區間前後の砂利道に對する接續

舗裝區間前後延長 5.50 m の部分は幅 6.0 m に亘り仕上表面處理を行はざるピチユマルスの二回撒布を施工し 3 lit/m² 宛合計 6 lit/m² の割に行へり。

5. 道路中央繼目の接續

施工期を異にせる北側と南側との間の施工繼目はその全延長に亘り 0.4 lit/m の割にピチユマルスを注入せり。

6. 材料の使用中の損失量

施工時期が不適當なりし爲、氣溫の影響を受け使用量は設計量より約 20% 增加し現場に於ける使用損失量 5% を加へて 25% の使用超過を生ぜり。

第四十二表に示すが如し。

第四十二表　ピチユマルス使用量

	設計量 lit	使用量 lit	現物搬入量 lit	摘　要
北側舗裝	1350	1620		設計用量 3000 lit, 13.5 噸に對し使用量 3590 lit にして約 20% 超過せり。尙現物搬入量は 17.5 噸、3780 lit にして、使用中の損失 5% に及べり。
同　修理		60		
南側舗裝	1350	1312		
路肩表面處理	300	380		
舗裝接續延長	—	198		
中央施工繼目		20		
合計	3000	3590	3780	
現場損失量			190	

第十二節 施工の結果

本路線は交通量相當にして浮遊砂利も多きも試驗鋪裝施工の30日前の狀態をヴアイアログを用ひて試驗せる結果は第四十三表に示すが如く凸凹係數250 cm/km の程度にして砂利道としては寧ろ凸凹少き部類に屬せり。

第四十三表 試驗鋪裝前の路面狀態

試驗區間		延長 m		速度 km/h	凸凹係數 cm/km	最大振幅 mm	衝撃係數
鋪裝區域前	營察署前より川越街道を經て鋪裝區間迄	412.5		12.05	262.0	18.50	0.391
鋪裝區間		52.8	291.0	15.60	232.0	8.50	0.177
鋪裝區域後	鋪裝區間より四ツ又通を經て中仙道に至る區間	238.2		15.35		10.75	0.224

鋪裝施工後40日を經たる後、同一自動車によりヴアイアログを用ひて試驗せる結果は第四十四表の如し。

第四十四表 鋪裝後の路面狀態

試驗區間	延長 m	速度 km/h	凸凹係數 cm/km	最大振幅 mm	衝撃係數
鋪裝區域前	412.5	11.74	89.8	7.25	0.1510
鋪裝區域	52.8	13.10	0.0	0.75	0.0156
鋪裝區域後	238.2	15.20	78.0	6.40	0.1340

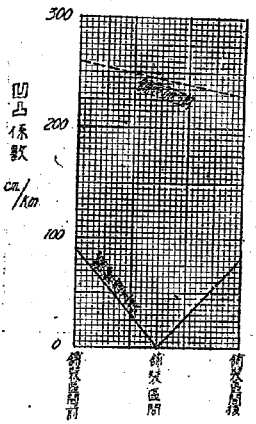
施工後は凸凹係數著しく減じ、殆ど彈條の振動表はれずしてその最大振幅も漸く0.75 mm に止り、衝撃係數0.0156にして殆ど衝撃を受けず平滑に車輪回轉をなすものゝ如く、鋪裝施工前に比較してその9%に減ずる事を得たり。

鋪裝區間前後の部分を施工の前後に於て比較すれば、天候の影響を受け易きが故に正確なる比較をなし得ざるも、本試驗結果によれば試驗鋪裝區間の影響を受けてその前後の部分も路面に及ぼす衝撃作用を減するが故に凸凹係數減じ試驗區間の前に於て凸凹係數262は89.8に減じ、同區間後は232が78に減じ、その減少率34.2%及33.6%に當り何れの部分も約⅓に減じたり。

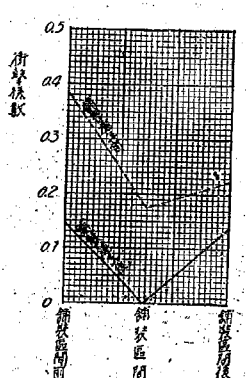
衝撃係數も施工前に於て區間前0.391區間後0.224なりしが施工後に於ては各々0.151及0.184に減じ、その減少率38.5%及58.9%に當り平均48.5%に達せり。

その後に至り施工後3月を經過して不陸を生ぜる部分三ケ所あり何れも透水による表層の弛緩により起り、直に修繕を加へたる結果施工後10ケ月を經過するも異狀を認めずして平滑なる路面を呈し、附近砂利路面に比較して表面排水の迅速なる、路面乾燥狀態を保てる等の點にして著しく優れるを見る。

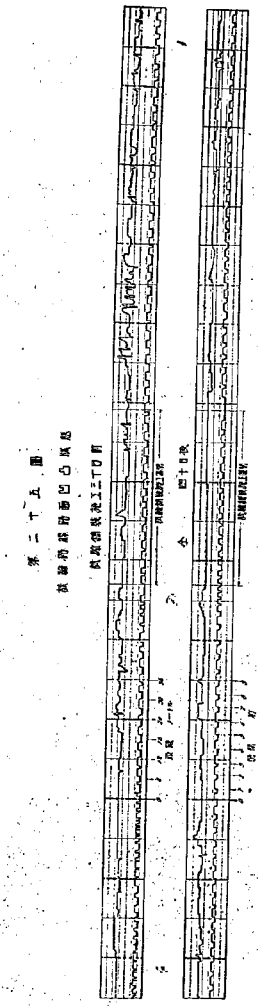
第二十三圖



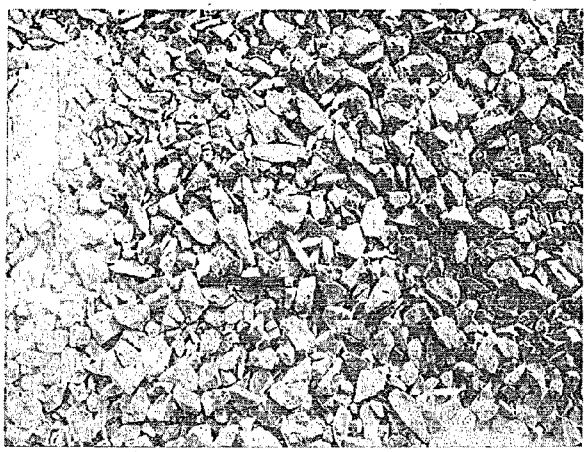
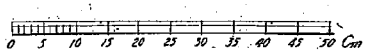
第二十四圖



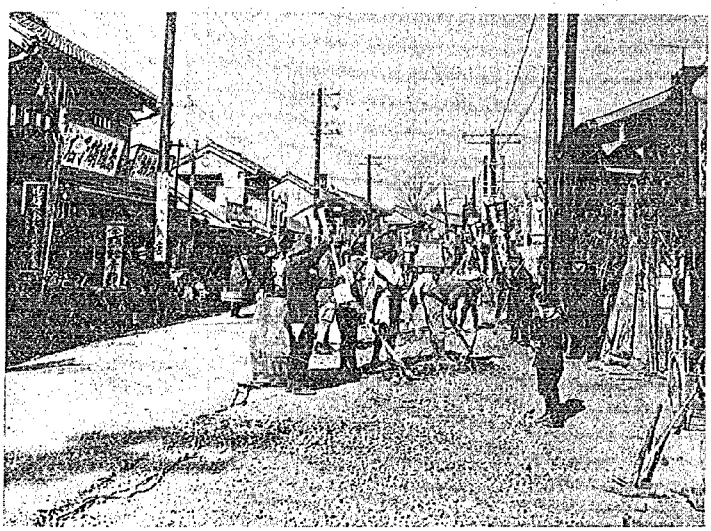
第二十五圖



No. 1 碎石敷均し面



道路北側完成、南側掘着工



第三章 試驗結果の約説

透入用瀝青乳劑の含水量は平均50%, その比粘度は 1.76 乃至 12.2 にして、その混加水量の % により變化する割合はビチユマルス (1) に對しては次式により表はされたり。

$$V=2.60-0.34\ (W-55)^{0.5}$$

溫度の變化による比粘度の變化の割合はビチユマルス (2) に對して次式により表はされたり。

$$V=45.0-16.0\ t^{0.25}$$

加熱透入工法による瀝青の 120°C に於ける比粘度は 30 乃至 80 にして乳劑に比し著しく大なり。

骨材表面被覆の膜厚は乳劑約 100 μ にしてその硬化せる場合の瀝青膜は 30 乃至 50 μ, 之に對し熔融瀝青は 90 乃至 200 μ なるが故に約 2 乃至 4 倍大なり。

乳劑硬化の時間及安定度は、氣溫及硬化時間中に加へる輾壓作業の程度により異るも、乳劑量少きほど硬化速かにして、35~40% の場合最も硬化遲く安定度小なり、更に乳劑量多き場合は、その含有瀝青分の豊富なるにより含水量の減少は少きも安定度は增加するを示せり。

ビチユマルス試驗鋪裝の結果は次の如し。

1. 乳劑による瀝青被膜の厚は下層 90, 上層 204 μ にして熔融瀝青透入工法に比し下層は 18% に減じ、瀝青の粘着强度を增し溫度變化による安定度の影響を減じ得られ、上層は 15% 增加し防水能力を增加し路面破壞作用に對する抵抗を增加せり。
2. 乳劑施工溫度低き場合は、その粘度高きにより撒布量大となり、硬化は遲れ乳劑工法の特質を失ふ。
3. 碎石層の輾壓は回數 30 に至りて表面碎石粒安定し移動作用を認めざるに至る。
4. 在來砂利層は游泥量 30 乃至 40% を有し細粒極めて多く、含水量 2.4% の場合は 5.0% の場合に比しその安定度著しく大にして 10 ton 輾壓機の作業の難易を決定する臨界をなせり。
5. 鋪裝施工の結果、路面の凸凹係數は著しく減じ衝擊係數も 9% に減じ得たり。鋪裝區間前後の部分も衝擊係數 48.5% に減じ凸凹係數 33.8% に減じ得たり。

瀝青滲透ブロック試験成績（續）

内務技師　三　木　榮　三

瀝青滲透ブロックの性質に關しては，本所報告第一一號に於て之を詳說したるも，尙試驗の都合上未完了のまゝ殘したる部分多々あり。之等の中完了せる部分につき下記に之を掲げたり。

一　試　料

本試驗に使用したる試料下記の如し。

(1) 普通煉瓦　本所報告第一一號に掲げたるものゝ他，下記のものを使用したり。

試料番號	試料名	試料受入年月日	試料番號	試料名	試料受入年月日
524	扇形煉瓦	3. 3. 10.	541	扇形煉瓦	3. 6. x.
525	同上	3. 3. 25.	542	同上	3. 6. x.
526	普通煉瓦燒過一等品	同上	543	同上	3. 6. x.

上記煉瓦の諸性質は各種試驗の條に記載しあり。

(2) 瀝青質材料　本試驗に使用したる瀝青質材料の性質第一表及第二表の如し。

第一表　石炭瓦斯タール試驗成績

試驗項目	試驗條件	No. 494 壹號タール	No. 495 貳號タール	備考
比重	25°/25°C	1.201	1.206	
稠度	ハツチンソン No. 2, 25°C	52	89	
蒸溜試驗				百分率は容積に依る
初留温度 (°C)		100	100	
初溜～170°C (%)		痕跡	痕跡	水分
170～235°C (%)		13.7	7.0	
235～270°C (%)		11.2	10.9	
270～300°C (%)		5.4	4.9	
殘留物 (%)		69.7	77.2	
溜出物比重	15.5°C	1.023	1.026	
殘留物軟化點	環球法 (°C)	56.5	57.0	
タール酸	(%)	1.82	1.82	容積百分率
瀝青含量	CS_2 (%)	88.08	85.14	重量百分率
遊離炭素	〃 (%)	11.92	13.86	同上

第二表　アスファルト及ピツチ試驗成積

試驗項目	試驗條件	No. 504 石油直溜アスファルト 針度 25	No. 522 石油ブローンアスファルト 針度 15 乃至 20	No. 540 石油直溜アスファルト 針度 110	No. 493 石炭瓦斯クールピツチ
比　重	25°/25°C	1.046	1.002	1.038	1.213
針　度	0°C, 200 g, 60 sec	10	9	22	12
同　上	25°C, 100 g, 5 sec	26	20	112	63
同　上	46°C, 50 g, 5 sec	165	51	—	—
延　性	25°C, 5 cm/min	64	4	100以上	100以上
引火點	開放式 (°C)	210	246	190	140
燃燒點	(°C)	263	288	236	155
軟化點	環球法 (°C)	53	76	43	47
蒸發減	163°C, 50 g, 5 h .....(%)	0.12	0.09	0.14	2.03
蒸發殘留物針度	25°C, 100 g, 5 sec	19	16	73	35
原針度に對する(%)		73	80	65	56
瀝青含量	CS_2 .....(%)	—	—	—	73.78
瀝　青	CCl_4 .....(%)	99.87	99.93	99.90	—
遊離炭素	CS_2 .....(%)	—	—	—	26.22

二　滲透率に就て

瀝青滲透ブロック中の瀝青量は、滲透操作施行中之を測定し、滲透率（原料煉瓦の乾燥重量に對する滲透せる瀝青質材料の重量百分率）として表したるも、既に滲透操作を了へ、製品となれるブロックに就ては、別の方法を以つて、之を測定する事を要すべし。今下記二種の方法を選び、滲透率既に分明せるブロックにつき、其の中心部、上表面部、側面部の三部分より試料を採取し、各部の滲透率を測定したるに第三表の如し。

滲透率測定方法

(i)　試料約 3 g を、白金坩堝に取り、正確に秤量し、之を灼熱燒却して內容物を全く灰となし、採取試料の重量と灰分の重量との差を以つて瀝青質材料の重量となし、$\frac{\text{瀝青質材料重量}}{\text{灰分重量}} \times 100$ を以つて滲透率となす。

(ii)　試料 5 乃至 10 g を圓筒狀濾紙に取り、之を Soxleht 抽出器により、二硫化炭素を以つて抽出し、濾紙中の殘留物の重量を以つて試料中の煉瓦の重量とし、之と採取試料の重量との差を以つて試料中の瀝青質材料の重量となし、滲透率を算出す。

この方法は、ブロック製造の際石油アスファルトの如き、殆ど全部が二硫化炭素に溶解する瀝青質材料を使用して製造せる滲透ブロックには適用し得べきも、瀝青質材料としてコール・タール・ピツチの如き遊離炭素を含有するが如きものを使用せる瀝青滲透ブロックには適用し難きものとす。

第三表　滲　透　率

煉瓦 No. 510, 燒過一等

番號	瀝青質材料	滲透率	試料採取部分	滲透率 坩堝法 %	滲透率 抽出法 %	備考
1			中心部	12.6		
2			同	12.8		
平均			同	12.7	13.2	坩堝法總平均
3	No. 502		上表面部	14.2		13.8%
4	石油直溜アスファルト	12.7	同	14.8		
平均	針度 110		同	14.5	14.1	抽出法總平均
5			側面部	14.3		13.8%
6			同	14.3		
平均			同	14.3	14.1	
7			中心部	16.5		
8			同	16.4		
平均			同	16.5	15.6	坩堝法總平均
9	No. 504		上表面部	16.4		16.9%
10	石油直溜アスファルト	16.5	同	16.4		
平均	針度 25		同	16.4	16.0	抽出法總平均
11			側面部	18.0		16.4%
12			同	17.5		
平均			同	17.8	17.6	
13			中心部	15.9		
14			同	15.4		
平均			同	15.7	14.6	坩堝法總平均
15	No. 522		上表面部	16.0		15.8%
16	石油ブローンアスファルト	15.4	同	16.2		
平均	針度 15～20		同	16.1	16.8	抽出法總平均
17			側面部	15.4		15.3%
18			同	15.7		
平均			同	15.6	16.1	

第三表に依るに、坩堝法による試驗成績に於ては、中心部、上表面部、側面部の總平均は、眞の値より稍多きを示すも、中心部の平均は眞の値に近きものあり。

抽出法に於ける總平均は、眞の値に近きものもあるも、各部測定の結果は不同稍多く、中心部の平均は、必ずしも眞の値と合致せず。加ふるに、抽出に長時間を要す。

兩法を比較するに、結局如何なる試料にも適用し得べくして、操作簡易なる坩堝法に依るを得策とすべし。

卽、中心部迄滲透せるプロツクの滲透率を測定せんとするには、プロツク5個以上を取り、各プロツクにつき其の諸種の部分（中心部、上表面部、側面部等）より、なるべく全

材料を代表するが如き試料を取り、よく混合し、坩堝法によりて測定するをよしとすべし。

中心迄滲透せざる試料の滲透率は、滲透部分の滲透率、ブロックの比重、滲透部分の比重を測定し、之より間接にブロックの滲透率を次式により算出するものとす。

$$I_a=(100+I_1)\times\frac{S_a}{S_1}-100$$

茲に　I_a ..... ブロックの滲透率

I_1 ..... 滲透部分の滲透率

S_a ..... ブロックの比重

S_1 ..... 滲透部分の比重

三　靱　性

瀝青滲透ブロックの靱性に就ては、本所報告第一一號（五、8頁）に於て、既に記載したるも、尚、原料煉瓦、及アスファルトの種類を變へ更に試験を行ひたる結果は、第四表の如し。

第四表　靱　性

（滲透温度 163°C）

番號	煉瓦	瀝青質材料	滲透率 %	靱性 0°C 靱性	滲透率 %	靱性 25°C 靱性	滲透率 %	靱性 60°C 靱性	備考
1	No. 510 燒過一等	No. 521 石油直溜アスファルト 針度 110	15.3	6	15.9	7	17.0	5	
2	同	同	17.2	5	19.1	5	15.5	6	
3	同	同	15.3	6	17.7	6	18.3	7	
4	同	同	16.4	6	17.7	6	17.2	7	滲透時間 2 時間
5	同	同	18.0	7	17.7	7	18.6	7	
6	同	同	16.0	6	16.7	8	18.7	7	
平均	同	同		6		6.5		6.5	靱性平均 6.3
7	同	No. 504 石油直溜アスファルト 針度 25	17.2	6	17.7	5	18.7	7	
8	同	同	19.8	6	17.7	8	17.1	7	
9	同	同	18.2	8	18.8	7	19.1	7	
10	同	同	17.3	8	17.9	6	19.7	6	滲透時間 2時30分
11	同	同	18.0	7	19.0	6	19.2	6	
12	同	同	17.2	6	19.4	7	18.7	7	
平均	同	同		6.8		6.5		6.7	靱性平均 6.7
13	同	No. 522 ブロージ・アスファルト 針度 15 乃至 20	16.8	8	18.8	5	18.1	6	
14	同	同	16.7	6	17.7	6	19.3	7	
15	同	同	18.8	7	18.7	6	19.0	6	
16	同	同	16.7	6	17.1	6	19.1	6	滲透時間 3 時間
17	同	同	19.0	7	17.6	7	18.7	6	
18	同	同	17.9	7	15.6	7	18.3	7	
平均	同	同		6.8		6.2		6.3	靱性平均 6.4

9	No. 503 燒過一等	No. 521 石油直溜アスファルト 針度 110	14.7	11	12.9	7	13.2	8	
0	同	同	14.6	9	14.8	11	14.0	7	
21	同	同	13.5	9	13.5	8	14.9	9	
22	同	同	13.8	9	15.5	11	14.3	9	滲透時間 2 時間
23	同	同	14.6	14	13.1	9	13.0	6	
24	同	同	15.1	8	14.2	10	15.2	10	
平均	同	同		10		9.3		8.2	靱性平均 9.2
25	同	No. 504 石油直溜アスファルト 針度 25	14.6	8	15.6	10	13.1	8	
26	同	同	16.3	12	14.0	10	13.7	8	
27	同	同	16.7	12	14.0	8	15.2	12	
28	同	同	15.0	9	14.1	8	14.5	8	滲透時間 2時30分
29	同	同	14.0	8	14.8	7	15.9	10	
30	同	同	15.1	9	13.4	11	14.8	8	
平均	同	同		9.7		9		9	靱性平均 9.2
31	同	No. 522 ブローン・アスファルト 原針 15 乃至 20	15.7	9	15.0	7	15.5	6	
32	同	同	14.0	7	14.4	9	14.5	8	
33	同	同	16.8	12	16.3	9	15.1	7	
34	同	同	14.6	10	13.2	10	15.7	11	滲透時間 3 時間
35	同	同	15.7	10	13.3	10	13.6	11	
36	同	同	15.9	9	14.8	9	15.3	6	
平均	同	同		9.5		9		8.2	靱性平均 8.9
37	No. 510 燒過一等	なし	0	3	0	4	0	4	
38	同	〃	0	4	0	4	0	3	
39	同	〃	0	4	0	3	0	4	
40	同	〃	0	3	0	4	0	4	原料煉瓦
41	同	〃	0	3	0	4	0	4	
42	同	〃	0	3	0	4	0	4	
平均	同	〃		3.3		3.8		3.9	靱性平均 3.7
43	No. 503 燒過一等	なし	0	4	0	4	0	4	
44	同	〃	0	4	0	6	0	5	
45	同	〃	0	6	0	4	0	4	
46	同	〃	0	5	0	6	0	5	原料煉瓦
47	同	〃	0	6	0	5	0	3	
48	同	〃	0	4	0	5	0	5	
平均	同	〃		4.8		5		4.3	靱性平均 4.7

第四表に依るに、瀝青滲透プロツクの靱性は、温度に依る變化少く（本所報告第一一號五 10頁參照）、又滲透せる瀝青質材料の種類に依りても、其の變化比較的少く、反つて原料煉瓦を異にする事に依りて著しく變化するが如し。而していづれの場合に於ても、原料煉瓦に比し遙かに強靱なる事は第五表に示すが如く、滲透プロツクの靱性數値は原料煉瓦

の165乃至194%に達す。仍つて、瀝青滲透ブロツクを製造するに當つては、原料煉瓦の強靱なるものを選ぶを得策とす。

第五表　靱性

番號	煉瓦	瀝青質材料	滲透率 %	煉瓦吸水率 %	靱性 0°C	25°C	60°C	0~60°C平均
1	No. 510 燒過一等	—	0	冷 16.2 沸 20.8	3.3	3.8	3.9	3.7
2	No. 503 燒過一等	—	0	冷 13.2 沸 17.5	4.8	5.0	4.3	4.7
3	No. 203 燒過一等	—	0	冷 13.1 沸 —	—	—	—	6.0
1, 2, 3 平均		—	0	—	—	—	—	4.8
4	No. 510	No. 521 石油直溜アスファルト針度110	15.3~19.1	冷 16.2 沸 20.8	6.0	6.5	6.5	6.3
5	同上	No. 504 同 針度 25	17.1~19.8	同上	6.8	6.5	6.7	6.7
6	同上	{No. 522 ブローンアスファルト針度 15~20}	15.6~19.8	同上	6.8	6.2	6.3	6.4
4, 5, 6 平均		—	15.3~19.8	同上	6.5	6.4	6.5	6.5 (170%)
7	No. 503	4と同じ	12.9~15.5	冷 13.2 沸 17.5	10.0	9.3	8.2	9.2
8	同上	5と同じ	13.1~16.7	同上	9.7	9.0	9.0	9.2
9	同上	6と同じ	13.2~16.8	同上	9.5	9.0	8.2	8.9
7, 8, 9 平均		—	—	—	9.7	9.1	8.5	9.1 (194%)
10	No. 203	No. 437 石油直溜アスファルト針度25	—	冷 13.1 沸 —	—	—	—	9.5
11	同上	No. 455 ブローンアスファルト針度25	—	同上	—	—	—	10.3
10, 11 平均		—	—	同上	—	—	—	9.9 (165%)

註　括弧内の數字は滲透ブロツクの靱性數値の原料煉瓦靱性數値に對する百分率を示す。

四　磨削試驗成績

瀝青滲透ブロツクの磨削試驗成績については、本所報告第一一號(九 24頁)に於て、其の一例を掲げたれども、試驗回數少きを以つて、尙原料煉瓦、及アスファルトの種類を變へ試驗を行ひたる結果は第六表の如し。

第六表　磨削試驗成績　試料 5 kg

番號	煉瓦	瀝青質材料	滲透率 %	試料總重量 g	磨削後の重量 g	重量減 g	磨損百分率 %	磨削係數
1	No. 485 燒過一等	なし	0	5000.0	4324.0	676.0	13.5	3.0
2	〃	No. 502 石油直溜アスファルト 針度 110	12.7	〃	4999.5	0.5	0.1	400.0
3	〃	No. 504 同上 針度 25	12.4	〃	4995.5	4.5	0.9	44.4
4	〃	No. 522 ブローンアスファルト 針度 15乃至20	11.7	〃	4999.2	0.8	0.16	250.0
滲透ブロツク平均	—	—	—	—	—	—	0.39	231.3

第六表に依りて見るに瀝青滲透ブロツクの磨損率は極めて尠く、殊に針度大なる直溜アスファルト或はブローン・アスファルトを滲透せしめたるものは、成績優良なりとす。

上記の試驗に於ては、瀝青滲透ブロツクの總重量 5 kg を採取して試驗に供したれども、其の比重 2.1 前後の試料に對しては、稍多きに過ぐる嫌あるを以つて、試料 3 kg を取りて再び試驗を行ひ、更に之に水を加へて試驗したる結果は第七表及第八表の如し。

即試料 3 kg を採りたる場合は、概して磨削量多きも、大體の傾向は同樣にして、其の磨損率極めて少きものと言ふを得べし。水の存在に於て試驗したるものは、磨削量遙かに多く、平均 5.1% を示し、水の存在せざる場合の 0.83% に比し約 6 倍を示し居れるも、猶磨削に對して抵抗強きものと言ふを得べし。

第七表　磨削試驗成績　試料 3 kg

番號	煉瓦	瀝青質材料	滲透率 %	試料の總重量 g	磨削後の重量 g	重量減 g	磨損百分率 %	磨損係數
1	No. 485 燒過一等	なし	0	—	—	—	—	—
2	〃	No. 502 石油直溜アスファルト 針度 110	12.7	3,000	3,000	0	—	—
3	〃	No. 504 同上 針度 25	12.4	〃	2990	30	1.0	40
4	〃	No. 522 ブローンアスファルト 針度 15乃至20	11.7	〃	2975	25	0.83	48.1
5	No. 486 燒過一等	No. 451 石油直溜アスファルト 針度 25	16.6	2988	2940	48	1.63	24.5
平均	—	—	—	—	—	—	0.87	28.2

第八表　磨削試驗成績　　試料 3 kg
水を入れたるもの

番號	煉瓦	瀝青質材料	滲透率 %	試料總重量 g	磨削後の重量 g	重量減 g	磨損百分率 %	磨損係數
1	No. 485 燒過一等	なし	0	—	—	—	—	—
2	〃	No. 502 石油直溜アスファルト 針度 110	12.7	3,000	2845	155	5.4	7.4
3	〃	No. 504 同上 針度 25	12.4	2970	2822	148	5.0	8.0
4	〃	No. 522 ブローンアスファルト 針度 15乃至20	11.7	2975	2865	110	3.7	10.3
5	No. 486 燒過一等	No. 451 石油直溜アスファルト 針度 25	16.6	2940	2762	180	6.1	6.6
平均	—	—	—	—	—	—	5.1	8.2

五　瀝青滲透ブロツクの抗曲强度

本所報告第一一號八、(18頁)に於て、瀝青滲透ブロツクの抗曲强度に關して諸種試驗の成績を揭げたるも、尙抗曲强度强きものを得んが爲に必要なる諸條件については、これを疑問として殘したり。今定りたる原料煉瓦に對し、3種のアスファルトを使用し、滲透後の處理方法を變へ試驗したるに、第九表及第一〇表の如き結果を得たり。

第九表　抗曲强度　瀝青滲透ブロツク

原料煉瓦　No. 526　燒過一等品
試驗溫度　25～26.5°C

番號	瀝青質材料	滲透時間 h	min	滲透溫度 °C	滲透後の處理方法 °C	h	滲透率 %	抗曲强度 kg/cm²	撓み mm	備考
1	No. 502 アスファルト 針度 110	2	30	165	—	—	15.9	48.5	0.36	中心部迄滲透せるもの
2							14.7	59.0	0.56	
3							15.3	53.8	0.38	
4							16.7	54.4	0.34	
5							14.8	46.7	0.32	
平均							**15.5**	**52.5**	**0.39**	
6	No. 504 アスファルト 針度 25	3	00	165	—	—	13.7	55.4	0.24	殆中央部迄滲透せるもの、(6)及(8)は夫々斷面に於て 8.75 cm² 4.44 cm² だけ不滲透。
7							16.5	60.1	0.26	
8							15.0	59.2	0.26	
9							16.5	54.7	0.28	
10							15.3	55.7	0.20	
平均							**15.4**	**57.1**	**0.25**	

11	No. 522 ブローン アスファルト 針度 15～20	5	00	165	—	—	7.1	47.9	0.18	不滲透部分 37.90cm²
12				165			8.3	58.2	0.22	同上 30.52
13				165			9.8	57.1	0.24	同上 25.96
14				180			8.5	57.8	0.26	同上 23.38
15				180			13.7	52.9	0.24	同上 9.02
平均							**9.5**	**54.8**	**0.23**	同上 **24.4**
16	No. 502 アスファルト 針度 110	2	30	165	200	1	14.1	52.3	0.30	中心部まで滲透せるもの。
17							13.9	52.6	0.28	
18							13.9	50.1	0.22	
19							16.1	55.8	0.42	
20							12.5	56.7	0.28	
平均							**14.1**	**53.5**	**0.30**	
21	No. 504 アスファルト 針度 25	3	00	165	200	1	13.7	65.1	0.38	不滲透部分 0
22							15.9	60.7	0.42	0
23							12.7	54.4	0.32	0
24							13.0	53.8	0.22	同上 4.60 cm²
25							17.3	55.8	0.28	0
平均							**14.5**	**58.0**	**0.32**	—
26	滲透せざるもの	—		—	—	—	0	34.7	0.12	
27							0	35.2	0.12	
28							0	32.7	0.22	
29							0	40.1	0.16	
30							0	33.6	0.22	
平均							**0**	**35.3**	**0.17**	

第一〇表　抗曲強度

番號	瀝青質材料	滲透後加熱の有無	滲透率 %	不滲透部分 cm²	抗曲強度 kg/cm²	撓み mm	備考
1	—	—	—	—	35.3	0.17	原料煉瓦
2	直溜アスファルト 針度 110	無	15.5	0	52.5 (148%)	0.39	
3	同上	加熱	14.1	殆ど 0	53.5 (152%)	0.30	滲透後加熱 200°C, 1h
4	直溜アスファルト 針度 25	無	15.4	殆ど 0	57.1 (162%)	0.25	
5	同上	加熱	14.5	殆ど 0	58.0 (164%)	0.32	滲透後加熱 200°C, 1h
6	ブローン・アスファルト	無	13.7	24.4	54.8 (155%)	0.23	表面滲透、中央部不滲透。
2～6 平均	アスファルト	—	14.6	—	55.2 (157%)	0.30 (177%)	—

註　括弧内の百分率は原料煉瓦に對するものなり。

第一〇表に依りて見るに、煉瓦にアスファルトを滲透せるものは、抗曲強度及撓み共に、原料煉瓦より大にして、針度110の直溜アスファルトを滲透せしめたるものは、針度25の

直溜アスファルトを滲透せしめたるものより抗曲强度稍劣れり。滲透後高き温度に加熱せるものは、僅かに抗曲强度高きが如きも、1時間程度の加熱にては、充分其の効果を見るを得ず。ブローン・アスファルトを滲透せるものは滲透不充分なりしため、抗曲强度中位にあるも、もし滲透操作を充分に行はば、尙高き數値を與ふべく豫想せらる。之を要するに、瀝青質材料を滲透する事によりて、抗曲强度は原料煉瓦に對して 140～160% 位の增加あるものと見做して可なるべし。

六 結 論

瀝青滲透ブロックの性質に關しての補遺

1. 靱 性　瀝青滲透ブロックの靱性は、0～60°C の間に於ては、温度の變化によりて影響を受くる事少く、又之に使用したる瀝青質材料の種類に依りても、其の變化比較的少きも、原料煉瓦を異にする場合には、其の影響大なり。滲透作用に依る靱性數値の增加は 65～94% なり。
2. 磨削試驗成績　水の存在せざる場合、瀝青滲透ブロックの磨損率は極めて少にして0に近し。水の存在せる場合は、磨損率稍のぼるも、尙平均約 5% に過ぎず。
3. 抗曲强度　瀝青質材料の種類の變化による抗曲强度の變化は餘り大ならず。瀝青質材料滲透後之を加熱するも抗曲强度を高むるには、其の効果少し。原料煉瓦を異にする場合には、ブロックの抗曲强度も從つて變化するものにして、滲透作用による抗曲强度の增加は 40～60% なり。

瀝青質材料の滲透性に關する試験

内務技師　三　木　榮　三

一　滲透の狀態を左右する諸種の條件

多孔質物質に瀝青質材料の滲透するに當り、其の滲透の程度、遲速等は諸種の條件により變化するものなるべし。今、多孔質物質の一例として、煉瓦を試驗材料に取りて考へ上記の條件を列記すれば次の如し。

（i）煉瓦の狀態
(ii) 瀝青質材料の狀態
(iii) 時　間
(iv) 豫備處理
（v）滲透後加熱の影響

(1) 煉瓦の狀態

(a) **煉瓦の空隙率**　煉瓦の空隙率多きものは、概して滲透の程度多かるべき事は、必然的に豫想し得らるゝ所なるべし。然れども、其の空隙の大小、形狀等も亦、滲透の遲速に影響する所大なるを以つて、空隙率のみを以つて、滲透の難易を判定するを得ざるものとす。

(b) **煉瓦の表面の狀態**　煉瓦の内部には相當の空隙あるも、表面が緻密なるものは、其の粗鬆なるものに比し、滲透の速度小なるべし。原形の儘の煉瓦に對し、滲透試驗を行ふに當りては、其の厚の方向には深く滲透するに反し、其の長の方向には、滲透の程度淺きは、其の表面の狀態の異る爲なるべし。

(c) **煉瓦空隙の狀態**　空隙率同程度なる二種の煉瓦にありても、其の滲透の遲速は必ずしも同じからざるべし。卽空隙の狀態を異にする場合、例へば空隙孔の大さを異にするか、或は空隙と外部との連絡の良否を異にする場合の如きは、當然滲透の狀態を異にすべし。煉瓦製造の際、燒成溫度高き時又は原土として熔融し易きものを使用したる時は、空隙は外部に對して閉塞せらるゝか或は、其の連絡を不良ならしむべし。かゝる煉瓦にあり

ては、滲透に長時間を要することゝなるべし。

(d) 煉瓦の温度　煉瓦を瀝青質材料中に浸漬する場合、煉瓦の温度低き時は、浸漬直後、其の表面に接觸する瀝青質材料の温度を降下せしめ、其の比粘度を大ならしめ、滲透の程度を著しく減ずべく、更に其の表面の温度が漸く高まり來るも、其の内部の温度猶低き爲、瀝青質材料が内部まで滲透するに多大なる時間を要すべし。もし煉瓦を瀝青質材料と同程度、或は其れよりも僅かに高き温度に加熱し置く時は、上記の如き現象を起さず、浸漬直後より盛に滲透を開始し、内部迄比較的速かに滲透すべし。尙この際には、煉瓦空隙内の空氣は温度低き時に比し著しく稀薄となり居るを以つて、この點よりするも滲透を容易ならしむべし。

(e) 浸漬直前に於ける空隙内の空氣の壓力　浸漬直前に、煉瓦周圍の空氣を排除し、煉瓦空隙内の空氣を除去し置き、其の儘之を瀝青質材料中に浸漬せしむれば、其の滲透の程度は大となるべし。

(2) 瀝青質材料の狀態

(a) 瀝青質材料中の不熔融性微粉　コール・タール・ピツチ或は、トクニダツド・アスファルトの如き、不熔融性微粉を多量に含有するものは、其の熔融狀態に於て、煉瓦の空隙内に吸收せらるゝに當り其の微粉が煉瓦表面の空隙を閉塞し、其の吸收の度を減少する事あるべし。又吸收の際、其の中の熔融性部分のみが主として吸收せられ、微粉の部分は永く滲透槽中に殘留蓄積し、從つて同一槽にて、幾回も滲透操作を繰り返す時は、槽中に微粉の量が漸次增加し、操作に不便を感ぜしむることなきを保せず。

(b) 瀝青質材料の温度　滲透操作中瀝青質材料の温度低き時は、熔融不充分なる事もあるべく、又熔融するも、其の比粘度大にして、滲透の速度小なるべし。又温度餘りに高き時は、操作中に、其の性質著しく變化し、製品の質を不同にし、しかのみならずこれを繰り返し使用するに不便を感ぜしむべし。

(c) 瀝青質材料の稠度　瀝青質材料の稠度を異にする場合には、同一温度に於ける熔融狀態の比粘度を異にすべく、從つて其の滲透の速度をも異にすべし。

(d) 壓力　煉瓦浸漬中瀝青質材料面上に加はる壓力の異る時には、滲透速度に影響を及ぼすべきは當然豫想せらるゝ所なるべし。

(e) 滲透促進劑　もし熔融狀態にある瀝青質材料に、特種の物質を加へ、其の比粘度を小ならしめ、流動性を大ならしむる事を得ば、これによりて滲透の程度を增進し、時間を短縮せしめ得べし。

(3) 時間　滲透時間の長短は、滲透の程度に關係ある事は勿論なるべし。

(4) 豫備處理　重油の如き高温に於て著しく流動性にして、而も固體瀝青質材料と相溶解すべき液體を、加熱せる煉瓦の表面に僅かに吸收せしめたる後、之を熔融瀝青質材料中に浸漬すれば、滲透速度早き流動性材料の助により瀝青質材料の滲透速度を增加すべし。

(5) 滲透後加熱の影響　瀝青質材料に浸漬後、煉瓦を取り出し、加熱を繼續すれば、表面に附着せる瀝青質材料は、煉瓦空隙内に吸收し去らるべし。

二　滲透率と煉瓦の空隙率との關係

煉瓦の空隙は概ね外氣と通ずるを以て、空隙率多きものは充分滲透の行はれたる場合瀝青質材料滲透率大なるは論を待たず、即中心部迄充分滲透せしむるに瀝青質材料を多量に要す。本試驗に用ゐたる煉瓦にありては其の空隙率下記の如し。

乾燥せる煉瓦の重量を W_1 とし、充分吸水せしめたる後の重量を W_2 とし、更に吸水せる煉瓦を水中にて秤量したる時の重量を W_3 とすれば

$$A\text{（吸水率 \%　重量）}=\frac{W_2-W_1}{W_1}\times 100 \quad \cdots\cdots (1)$$

$$V\text{（空隙率 \%　容積）}=\frac{W_2-W_1}{W_2-W_3}\times 100 \quad \cdots\cdots (2)$$

$$S_t\text{（眞比重）}=\frac{W_1}{W_1-W_3} \quad \cdots\cdots (3)$$

$$S_a\text{（見掛の比重）}=\frac{W_1}{W_2-W_3} \quad \cdots\cdots (4)$$

なり、從つて

S_t, S_a 既知なる時は　$A=\left(\frac{1}{S_a}-\frac{1}{S_t}\right)\times 100$　$V=\left(1-\frac{S_a}{S_t}\right)\times 100$ …… (5)

V, S_a 既知なる時は　$A=\frac{V}{S_a}$　$S_t=\frac{S_a}{1-\frac{V}{100}}$ …… (6)

V, S_t 〃 〃　$A=\frac{V}{S_t\left(1-\frac{V}{100}\right)}$　$S_a=S_t\left(1-\frac{V}{100}\right)$ …… (7)

A, S_a 〃 〃　$V=S_a A$　$S_t=\frac{S_a}{1-\frac{AS_a}{100}}$ …… (8)

A, S_t 〃 〃　$V=\frac{100\,AS_t}{100+AS_t}$　$S_a=\frac{100\,S_t}{100+AS_t}$ …… (9)

A, V 〃 〃　$S_t=\frac{V}{A\left(1-\frac{V}{100}\right)}$　$S_a=\frac{V}{A}$ …… (10)

の諸式に依り、A, V, S_t, S_a 四者の中、二者を知れば他の二者を算出し得べし。

多くの場合、$S_t=2.65$ と取りて大過なかるべく、且 S_a は式 (4) によりて容易に算出し得べく、從つて S_a のみを實驗によりて求むれば、飽水吸水率 A 及空隙率 V を算出することを得べし。

(1) 冷水吸水による測定

煉瓦より70.7×70.7×60.0 mmの直六面體の試料を作り、之を冷水に浸漬して、その冷水吸水率、冷水の滲入したる容積の煉瓦見掛の容積に對する百分率（假りに冷水滲入容積率と名づく）眞比重(?)、見掛の比重を測定したるに第一表の如し。

但し、玆に、眞比重(?)は、眞比重としての眞の値を與へざる事は、後述の沸騰水吸水の場合と比較すれば明なるものにして、こゝには便宜上 ? を附して掲ぐる事としたり。

第 一 表　煉瓦冷水吸水率、冷水滲入容積率、眞比重(?)、見掛比重

番號	煉瓦	冷水吸水率 %	冷水滲入容積率 %	眞比重(?)	見掛比重
1	No. 203	13.2	24.2	2.41	1.85
2	No. 204	16.6	28.4	2.39	1.71
3	No. 205	15.5	27.0	2.38	1.73
4	No. 485	13.4	24.4	2.41	1.82
5	No. 486	14.5	26.2	2.33	1.73
6	No. 487	14.0	24.7	2.36	1.77
平均	—	**14.5**	**25.8**	**2.38**	**1.77**

(2) 瀝青質材料の滲透率と冷水吸水率との比較

上記の煉瓦を豫め 163°C に加熱したる後、之を No. 481 石油直溜アスファルト針度 25 を 140 乃至 163°C に於て熔融したるアスファルト槽中に 4 時間浸漬し、アスファルトを滲透せしめて取り出し、163°C の空氣中に於て 30 分間加熱を繼續したる後冷却せるものゝ滲透率を見るに第二表の如し。（但し本試驗はアスファルト槽の溫度一定せず、槽内各部に於て溫度を異にせるため、一樣の滲透程度のものを得ざりき）。

第二表に依れば、滲透の程度は、大體冷水吸水率と滲透率との差によりて見るを得べく、煉瓦中心部迄滲透の行はるゝ時は、略冷水吸水率の示す程度の滲透率を示すまで滲透することを要す。尙本表より、滲透の速度は、吸水率の大小にのみは關係せざること明かなり。

第 二 表　滲透率と冷水吸水率、冷水滲入容積率との關係

番號	煉瓦	滲透率 %	冷水吸水率 %	冷水滲入容積率 %	滲透率と吸水率との差 %	中央部縱斷面に於ける不滲透部分面積 cm²
1	No. 485	7.4	12.9	23.6	5.5	16.5
2	No. 203	8.3	13.6	24.7	5.3	14.2
3	No. 203	7.5	12.8	23.6	5.3	16.3
4	No. 485	9.1	13.9	25.2	4.8	12.7
5	No. 205	11.6	14.9	26.1	3.3	8.8
6	No. 487	11.8	15.0	26.0	3.2	7.4

7	No. 205	13.1	16.1	27.8	3.0	6.7
8	No. 204	14.5	17.2	29.2	2.7	6.3
9	No. 204	13.6	16.0	27.6	2.4	7.2
10	No. 486	13.8	14.5	26.2	0.7	1.5
11	No. 486	14.6	14.4	26.1	−0.2	0.0
12	No. 487	13.7	13.0	23.4	−0.7	0.0

(3) 原形のまゝの試料を用ゐ冷水吸水による測定

煉瓦原形の儘を供試體として測定したる場合は、第三表の如き結果を得たり。之を第二表の場合と比較するに、其の吸水率、容積率は原形の儘の方、稍小なるに過ぎず。即表面に極接近せる部分を除きては、各部に甚しき相違なきことを示し居れり。尚第三表の材料につき、瀝青質材料滲透率を見るに第四表の如し。

第三表　煉瓦冷水吸水率、冷水滲入容積率、眞比重(?)、見掛の比重

番號	煉瓦	冷水吸水率 %	冷水滲入容積率 %	眞比重 (?)	見掛の比重
1	No. 203	13.1	23.6	2.37	1.81
2	No. 204	16.2	27.8	2.44	1.72
3	No. 205	13.8	24.7	2.37	1.79
4	No. 485	12.0	22.1	2.36	1.85
5	No. 486	14.5	25.3	2.33	1.74
6	No. 487	14.5	25.3	2.33	1.75
平均	—	14.0	23.2	2.37	1.78

第四表　滲透率と冷水吸水率、冷水滲入容積率との關係

番號	煉瓦	滲透率 %	冷水吸水率 %	冷水滲入容積率 %	滲透率と吸水率との差 %	冷水滲入容積を余く填充せる時の滲透率 (A) %	A—滲透率 %
1	No. 485	8.0	12.0	22.1	+4.0	12.5	+4.5
2	No. 204	16.3	16.2	27.8	−0.1	17.0	+0.7
3	No. 486	14.7	14.5	25.3	−0.2	15.3	+0.6
4	No. 486	15.7	14.5	25.3	−1.2	15.2	−0.5
5	No. 204	17.5	16.2	27.8	−1.3	17.0	−0.5
6	No. 487	16.3	14.5	25.3	−1.8	15.2	−1.1
7	No. 205	17.2	13.8	24.7	−3.4	14.5	−2.7
8	No. 203	17.2	13.1	23.6	−4.0	13.7	−3.5

註　(A) は煉瓦の見掛比重及アスファルト比重 1.05, 冷水滲入容積率より算出せるものなり。

第四表に依りて見るに、〔4 (No. 485) を除く〕煉瓦中央部迄滲透せるものは、皆冷水吸水率程度以上の滲透率を示し、冷水滲入容積率及煉瓦見掛の比重、瀝青質材料の比重より算出せる滲透率 (A) 以上に滲透せるもの多し。之、容積率の算出に當り、冷水吸水率より計算を行へるに基くものにして、眞の空隙率は、冷水滲入容積率より尚幾分大なる事を示

し居れり。唯本表により、常壓滲透に於ては、凡そ冷水吸水率程度の滲透率を有する迄滲透せるものは、略煉瓦中央部迄滲透せるものなるを知るを得べし。

(4) 沸騰水による測定

尙吸水率、空隙率、眞比重、見掛けの比重の測定に際して、試料をたゞ冷水中に浸漬したるのみにて測定を行ひたるものと、浸水後煮沸して測定を行ひたるものにては、相異あること前述の事實より豫想し得べし。卽冷水に浸漬せるのみにて測定を行ひ、之より算出せる冷水滲入容積率及眞比重(?)は、空隙率、眞比重の眞正の値を與へざるものにして、浸漬後煮沸してはじめて、眞の値に近きものを得べきが如し。煮沸法による吸水率、空隙率、眞比重、見掛比重は第五表の如し。

第五表に示す、煮沸測定法による眞比重が、眞正の眞比重を示すものなるか否かを證せんが爲、煉瓦の試料を粉碎し、セメント比重計によりて比重を測定したるに、第六表の如き結果を得たり。この結果と前表煮沸法に依る結果とを相對比すれば、煮沸法によりて得たる眞比重の値を略眞正のものと見るを得べく、從つて煮沸法により測定したる空隙率も亦眞正のものと見らるべし。尙これと同時に測定せる吸水率は、空隙全部を水を以つて飽滿せる時の吸水率を與ふるものと見做し得べし。

以上の測定より考ふる時は、煉瓦に瀝青質材料を滲透せしむる場合、煉瓦中心部迄瀝青質材料を滲透せしむるには、略ぼ、煉瓦の冷水吸水率程度の滲透率に達せしむれば充分にして、この際尙、煉瓦內部には、外氣と通ぜざる空隙を幾分餘し居るものと見るを至當とすべし。

第五表 煉瓦冷水吸水率、沸騰水吸水率、冷水滲入容積率、空隙率、眞比重(?)眞比重及見掛の比重

番號	煉瓦		吸水率	容積率或は空隙率	眞比重	見掛の比重
1	No. 503	冷水	13.2	×23.9	2.38 (?)	1.81
2		沸騰水	17.5	31.6	2.65	1.81
冷水及沸騰水の差			4.3	7.7	0.27	0.00
3	No. 510	冷	16.2	×27.3	2.32 (?)	1.69
4		沸	20.8	35.4	2.66	1.72
冷、沸の差			4.6	8.1	0.34	0.03
5	No. 515	冷	15.6	×26.6	2.32 (?)	1.71
6		沸	21.1	36.0	2.66	1.70
冷、沸の差			5.5	9.4	0.34	0.01
7	No. 516	冷	13.6	×21.4	2.37 (?)	1.79
8		沸	18.1	32.5	2.65	1.79
冷、沸の差			4.5	8.1	0.28	0.00

9	No. 520	冷	16.0	×27.4	2.36 (?)	1.71
10		沸	20.5	35.0	2.63	1.71
冷、沸の差			4.5	7.6	0.27	0.00
11	No. 524	冷	14.7	×26.3	2.43 (?)	1.79
12		沸	18.7	33.5	2.68	1.79
冷、沸の差			4.0	7.2	0.25	1.00
13	No. 525	冷	16.1	×28.2	2.44 (?)	1.74
14		沸	19.4	34.0	2.66	1.75
冷、沸の差			3.3	5.8	0.22	0.01
15	No. 526	冷	19.5	×32.7	2.50 (?)	1.68
16		沸	22.0	37.0	2.67	1.68
冷、沸の差			1.5	4.3	0.17	0.00
17	No. 541	冷	17.4	×30.1	2.47 (?)	1.68
18		沸	19.8	34.2	2.62	1.72
冷、沸の差			2.4	4.1	0.15	0.04
19	No. 542	冷	16.4	×30.4	2.67	1.85
20		沸	16.4	30.2	2.64	1.85
冷、沸の差			0.0	−0.2	−0.03	0.00
21	No. 543	冷	20.4	×35.2	2.67	1.73
22		沸	20.5	35.4	2.67	1.73
冷、沸の差			0.1	0.2	00.0	0.00

備考　冷水測定のものは、4日間常温の水に浸漬せるものなり。
煮沸測定のものは、4日間常温の水に浸漬後、5時間煮沸し、冷却後測定を行ひたるものなり。
× 印は冷水滲入容積率を示し、(?) を附せるものは、眞比重として眞正の値を與へざるものにして、冷水吸水率及見掛比重より算出せるものなり。

第五表に依れば、吸水率、空隙率は種々差異あり、又見掛の比重も最小1.68より最大1.85迄の差あるも、眞比重は比較的一様にして、最小2.62最大2.68, 其の差0.06に過ぎず、平均2.65なり。尙ルシヤテリー比重壜に依りて測定したる、煉瓦眞比重は第六表の如く、略煮沸法によりて測定したるものと合致す。其の差は僅かに0.04程度にして、大なる誤差なきものと見做し得べし。

第六表　眞比重、煮沸法及ルシヤテリー法比較

番號	試料	煮沸法	ルシヤテリー法	差	番號	試料	煮沸法	ルシヤテリー法	差
1	No. 190	—	2.68	—	6	No. 485	—	2.71	—
2	No. 194	—	2.65	—	7	No. 486	—	2.68	—
3	No. 197	—	2.59	—	8	No. 467	—	2.68	—
4	No. 205	—	2.67	—	9	No. 503	2.65	2.69	0.04
5	No. 234	—	2.66	—	10	No. 510	2.66	2.69	0.03

11	No. 515	2.66	2.71	0.05	16	No. 526	2.67	2.70	0.03
12	No. 516	2.65	2.69	0.04	17	No. 541	2.62	2.65	0.03
13	No. 520	2.63	2.70	0.07	18	No. 542	2.67	2.68	0.01
14	No. 524	2.68	2.72	0.04	19	No. 543	2.67	2.73	0.06
15	No. 525	2.66	2.67	0.01	平均		2.66	2.68	0.04

煮沸法によるものと、冷水浸漬のみによるものとを比較すれば下記第七表の如し。

第七表　冷水法及煮沸法の差

番號	煉瓦	吸水率 %	容積率、空隙率 %	眞比重	見掛の比重
1	No. 503 粗面燒過一等	4.3	7.7	0.27	0.00
2	No. 510 燒過一等	4.6	8.1	0.34	0.03
3	No. 515 同	5.5	9.4	0.34	0.01
4	No. 516 同	4.5	8.1	0.28	0.00
5	No. 520 同	4.5	7.6	0.28	0.00
6	No. 524 同	4.0	7.2	0.25	0.00
7	No. 525 同	3.3	5.8	0.22	0.01
8	No. 526 同	1.5	4.3	0.17	0.00
9	No. 541 同	2.4	4.1	0.15	0.04
10	No. 542 同	0.0	−0.2	−0.03	0.00
11	No. 543 同	0.1	0.2	0.00	0.00
平均		3.16	5.66	0.206	0.0082

註　吸水率の差平均3.16%，容積率及空隙率の差平均5.66%，眞比重の差平均0.206なるに反し、見掛の比重は當然一致し居れり。即冷水吸水率程度に滲透せるものにありては、尚平均3%前後の透滲餘裕あり、其のブロック中には、平均5.7%前後（最大9.4%）の空隙を殘すものと見做するを至當とすべし。

三　滲透率と煉瓦表面の狀態との關係

前揭の如く煉瓦表面の狀態は、滲透の程度に影響あるべき事は當然豫想せらるゝ所なるも、尙之を試驗の結果に見るに下記の如し。即試料No. 486燒過一等品の同一煉瓦より同形の二種ブロックを切り取り、其の側面及上面のみより瀝靑質材料を滲透せしむるに、第八表の如き結果を得たり。

第八表　煉瓦表面狀態の影響

煉　瓦　No. 486

瀝靑質材料　No. 481　石油直溜アスファルト針度25

溫　度　163°C

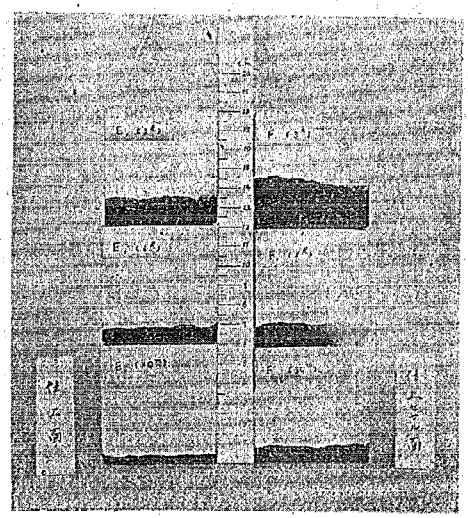
滲透面面積　略6×6 cm

番號	滲透時間 h min	全滲透量 上面より g	全滲透量 側面より g	單位面積に對する滲透量 上面より g/cm²	單位面積に對する滲透量 側面より g/cm²	備考
1	0. 30	6.5	3.5	0.15	0.10	滲透後過剩瀝青は溶劑を以つて拭ひ去りたるもの
2	1. 00	10.5	3.0	0.29	0.08	
3	3. 00	20.5	12.0	0.56	0.35	
4	0. 30	10.5	3.5	0.29	0.10	過剩瀝青は拭ひ去らずして、163°C の空氣中にて加熱せるもの
5	1. 00	11.5	10.0	0.34	0.27	
6	3. 00	31.5	15.0	0.86	0.34	

第八表によりて見る時は、側面のみより滲透せしめたるものは上面のみより滲透せしめたるものに比し、著しく滲透の程度不良なり。蓋し側面は煉瓦製造の際泥捏機より原料が押し出さるゝに當り機壁によりて磨りならされて平滑なる表面をなすに反し、上面は其の押出されたる後針金を以つて切斷せられたる面にして粗鬆なる表面をなすものにして、其の粗密の度を異にするを以つてなり。

寫眞は、異種の表面よりの滲透の程度を比較せるものなり。

表面狀況を異にする場合の滲透の狀況



左側Eは、煉瓦の側面のみより滲透を行はしめたるもの、右側Fは煉瓦の上面のみより滲透を行はしめたるものにして、各30 min, 1 h, 3 h 滲透せるものを順次下より積み重ね寫したるものなり。各個の下面は、左側Eにありては、煉瓦の側面にして、右側Fにありては、上面なり。左右相比較する時は、透滲面の差による滲透程度の差を知るを得べし。即黒色の部分はアスファルトの滲透せる部分にして、白色の部分は不滲透の部分なり。中央の目盛は cm なり。

四　滲透率と煉瓦の温度との關係

滲透の程度と煉瓦の温度との關係は第九表に示すが如し。

第九表　煉瓦温度の影響

煉瓦　　No. 486 原形の儘

瀝青質材料　No. 481 直溜アスファルト 針度 25

温度 163 C.

煉瓦の温度　常温及 163°C

番號	煉瓦温度 °C	滲透時間 h	滲透率 %	備考
1	163	1	11.6	斷面に於ける不滲透面積 12.1 cm²
2	常温	1	6.9	同上 29.0 〃
1及2の差	—	—	4.7	同上 16.9 〃
3	163	3	13.4	同上 2.73 〃
4	常温	3	12.5	同上 12.26 〃
3及4の差	—	—	0.9	同上 9.6 〃
5	163	5	14.7	同上 0.0 〃
6	常温	5	14.5	同上 1.68 〃
5及6の差	—	—	0.2	同上 1.68 〃

第九表に依れば、煉瓦温度の影響は浸漬の初期に於て著しく、時間の進むに從ひて、其の差は減少す。卽短時間に於て滲透を充分ならしむる事を望む場合には、煉瓦を豫熱し置くを有効とす。

五　滲透率と減壓との關係

煉瓦に瀝青質材料が滲透する直前、煉瓦の周圍の空氣を排除して煉瓦空隙内の空氣を除去し置き、之に瀝青質材料を注入し、煉瓦を全く被ひたる後、常壓に復する時は、滲透の程度を增大し得べし。

諸種の煉瓦及瀝青質材料を用ゐて、減壓の下に滲透試驗を行ひたる結果下記の如し。

(1) 試　料

煉瓦　煉瓦の試料は下記6種とす。

番號	試料番號	試料名	備考
1	No. 525	焼過一等品	扇形製品
2	No. 526	同上	普通形狀製品
3	No. 485	同上	同上
4	No. 541	同上	扇形製品
5	No. 542	同上	同上
6	No. 543	同上	同上

瀝青質材料　瀝青質材料は下記4種とす。

番號	試料番號	試料名
1	No. 540	石油直溜アスファルト針度100～120
2	No. 504	同上 25
3	No. 522	ユノロツクス No. 2, ブローン・アスファルト針度15～20
4	No. 540＋No. 522	直溜アスファルト(100)及ブローン・アスファルト(15～20)等分混合物

(2) 實驗裝置及實驗方法

實驗裝置は、第一圖減壓滲透實驗裝置略圖に示すが如く、Aは、この内に煉瓦を入れて滲透を行ふべき滲透槽にして、Bは豫め瀝青質材料を加熱熔融せしめ置くに用ふる熔融槽なり。C及Dは溜出し來る水分を分離するに用ひ、併せて壓力の均整を保つに使用せらる。Eは水銀減壓計、Fは壓力均整用の空室、Gは眞空ポンプ、Hはスヰチなり。

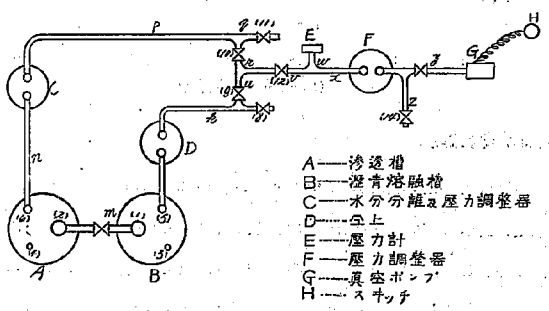
滲透槽A, 熔融槽Bは、1, 2の口を通ずる管mを以つて連絡せられ、mにはコツク7を備ふ。3及4は寒暖計、5, 6は空氣吸引口にして、A中の空氣は管n, p, r, v, x, yを通じて吸引せられ、B中の空氣は管s, t, u, v, x, yを通じて吸引せられ得るものとす。8, 9, 10, 12, 13, 14はコツクにして、この中8及11は夫々槽B, Aに空氣を送入するに用ひられ、14は、裝置内の壓力を任意に調節する爲に用ひらる。

實驗に當りては、滲透槽A中に、豫め略乾燥秤量し置きたる煉瓦の試料を入れ、熔融槽B中には、瀝青質材料を入れ、蓋をなし、寒暖計3, 4及管m, n, s等を全部取りつけ、裝置全部を通じて氣密となし、コツク8及11を開きたる後槽A, Bを加熱して所定の溫度に保たしめ一定時間同樣なる狀態に放置す。

滲透槽A内の煉瓦が、全く乾燥し、煉瓦の内部まで所定の溫度に達したりと思考せる時、コツク7, 9及11を閉ぢ、眞空ポンプGを運轉して、槽A内の空氣を管n p r v x yを通じて吸引す、この際コツク14を調節して壓力を所定の程度に保つものとす。かくして所定時間同一減壓に保ちたる後、コツク7を開けば、熔融槽B内の瀝青質材料は、管mを通じて、滲透槽A内に流入す。適度に流入したる後コツクmを閉ぢ、眞空ポンプGの運轉を止めコツク11を開きて、A内に空氣を送入し、一定時間放置して、滲透作用を行はしむ。滲透を了へたる後、コツク8及10を閉ぢ、7及9を開き、再び眞空ポンプGを運轉すれば、滲透槽A内の瀝青質材料は、熔融槽Bに戻るべし。A内の瀝青質材料が全く排除せられたる後、そのまゝ加熱を繼續し一定時間同一溫度に保ち、煉瓦表面に附着せ

る瀝青材料を全部煉瓦の内部に吸收せしむ。然る後加熱を止め、滲透槽 A の蓋を開き、試料を取り出し、滲透の狀態を檢したる上冷却後秤量し、滲透率を算出す。

第一圖　減壓滲透實驗裝置略圖



(3)　試驗の條件

減壓滲透試驗の結果を左右すべき條件として考へらるゝ所のものは、大凡下記の如し、

1. 煉瓦の種類　主として空隙率及空隙の狀態
2. 瀝青質材料の種類
3. 滲透、豫熱、仕上の溫度
4. 滲透、豫熱、仕上の時間
5. 減壓の程度
6. 減壓の時間
7. 供試煉瓦の形狀及表面の狀態

上記7種の條件の中、(1)及(2)に關しては試料の項に就て掲げたり。(3)滲透、豫熱、仕上の溫度に就ては、常壓の試驗の場合に述べたる理により 165°C を選ぶ事とし、(4), (5)及(6)の3種の條件を種々に變化して其の影響を檢せんとす。

供試煉瓦の形狀は 5.0 cm³ の正六面體を選び、煉瓦の厚さを示す稜に平行なる四面をアセチル・セルロースのアセトン溶液を以つて目塗して乾燥し、この四面よりは、瀝青質材料の滲透するを防ぎ、殘る上下二面より滲透を行はしむる樣、表面の狀態を一定したり。

(4)　試驗成績

I.　瀝青質材料として No. 540 石油直溜アスファルト 針度 100～120 を用ひたる場合°

試驗 No. 1.　試料　No. 540　石油直溜アスファルト 針度 100～120
No. 526　普通煉瓦、燒過一等品

本試験の結果は、第一〇表に示すが如し。減壓 646 mm Hg, 豫熱時間 1 時間、減壓、滲透、仕上時間各 15 分にし、供試煉瓦の六面より同時に滲透を行はしめたるものは、滲透率 18.2% にして、中心部迄全く滲透したり。(第一〇表 1)

試料の四面にアセチル・セルロースを塗りたる試料につき、1 と略同 條件の下に行ひたる試験 (同表 2) にありては、透滲率 17.7% にして同じく中心部迄透滲せり。

減壓の程度は略同一に保ち、豫熱、減壓、滲透、仕上の時間を變じたる試験 (同表 3) に於ては、滲透率 14.3% にして、中央部稍不滲透の部を殘したり。

番號 4 の試験に於ては、透滲時間を倍加せるのみにして、其の他の條件は番號 3 の場合と同様に保ちたるに、透滲率 16.4% にして、殆中心部迄滲透せるも、極めて小部分略中央の所に不滲透の部を殘したり。

上記 4 種の試験に於て、645 乃至 670mm Hg の減壓の下に於ては、略中央部迄滲透せしむるに必要なる條件につき、大略の見込を得たるを以つて、減壓の程度を半減し約 330 mm Hg に於て番號 4 と同様の試験 (番號 5) を行ひたるに、透滲率 11.1% にして中央に厚約 1 cm の不滲透部を殘したり。之に依りて見るに減壓の程度の充分高き事を必要とする事明なり。

今減壓 660mm Hg の場合と減壓 330mm Hg の場合との滲透の經過を推測するに、660 mm Hg の場合には、滲透直前供試煉瓦の空隙内の氣壓は約 760−660mm Hg＝100mm Hg にして、大氣壓 (約 760mm Hg と假定す) の $\frac{1}{7.6}$ に相當す。之に瀝青質材料を注入して、大氣壓に戻せば、空隙内の空氣は當然 $\frac{1}{7.6}$ に壓縮せられざるべからず。この程度迄は瀝青質材料の滲透比較的迅速に行はるべく (第一次透滲と假稱す)、從つて厚さの $\frac{1}{7.6}$ (卽 $5.0\text{cm}\times\frac{1}{7.6}=0.65=0.7\text{cm}$) を殘し、他の部分は滲透せられざるべからず、今番號 3 及 4 の場合を考ふるに透滲の程度尙すゝみ居るを以つて、滲透時間 5 分の最初の少許の時間の中に第一次の滲透は了り、更に空隙内が大氣壓に戻りたる後、殘れる時間に於て常壓下に於ける滲透が行はるゝものなるべし。(之を第二次透滲と假稱す)

減壓 330mm Hg に於ては、空隙内の空氣の壓力は大氣壓の $\frac{430}{760}=\frac{1}{1.8}$ にして、第一次滲透に於ては、$5\times\frac{1}{1.8}=2.8\text{cm}$ を殘し、殘れる時間内に第二次の滲透が行はるゝものと見らるべし。

かく見來る時は減壓の程度が、滲透程度に及ぼす影響は頗る大ならざるべからず。

然るに工業的には、減壓の程度を甚しく大にする事は、多くの困難と經費とを要すべき

を以つて、660mm Hg の程度にて滿足せざるべからず，今一回の滲透を行ふに減壓操作を二回行ふものとすれば、上記の缺陷を補ふに充分なるべし。卽第一回の減壓後に於て、空隙の $1-\frac{1}{7.8}=87\%$ の滲透を行ひ得べく、第二回の減壓後に於ては、空隙內の空氣の壓力が充分減じ得らるゝものとすれば空隙の $1-\left(\frac{1}{7.8}\right)^2=99\%$ の滲透を行ひ得べし。番號6に於ては、この意味に於て試驗を行ひたるものにして、供試煉瓦豫熱後，5分間減壓し、瀝靑質材料を注入し常壓に戻して5分間滲透操作を行ひたる後、更に5分間減壓して常壓に戻し、尙5分間滲透操作を行ひ、瀝靑質材料を排除して5分間仕上加熱を施したるものにして、滲透率 20.0% を示し、中央迄充分に滲透し居れるを見たり。

第一〇表　減壓滲透試驗 No. 1

番號	壓力 mm Hg	豫熱時間 時 分	減壓時間 時 分	滲透時間 時 分	仕上時間 時 分	滲透率 %	備考
1	646	1. 00	0. 15	0. 15	0. 15	18.2	アセチル・セルロースを全く用ゐざるもの 中心部迄滲透
2	655	〃	〃	〃	〃	17.7	四面にアセチル・セルロースを塗りたるもの 中心部迄滲透
3	668	0. 30	0. 05	0. 05	0. 05	14.3	同　上 中央部稍不滲透
4	656	〃	0. 05	0. 05	0. 05	16.4	同　上 中央部極めて少許不滲透
5	329	〃	〃	〃	〃	11.4	同　上 中央部約 1 cm 不滲透
6	656	〃	0. 05 +0. 05	0. 05 +0. 05	〃	20.0	同　上 中央部迄滲透

註　壓力の項に示せる數字は大氣壓より減壓せる壓力を示す。

第一〇表の結果より、滲透の深さを算出し、供試體の厚に對する其の百分率（假りに滲透深度率と名づく）、計算上の第一次深度率（理論數）とを相對比すれば、第一一表の如し。尙、諸種の程度の減壓に於て、減じたる空氣の量の初めの空氣の量に對する比を算出するに第一二表の如し。而して、第一二表の容積比の 100 倍は一回減壓の場合に於ては直ちに第一次滲透の深度率（理論數）を與ふるものなり。

第一一表　滲透深度率

番號	煉瓦	供試體の厚 cm	減壓程度 mm Hg	滲透率 %	滲透の深 cm	滲透深度率 %	第一次滲透の深度率理論數 %
1	No. 526	—	646	18.2	—	100.0	85.1
2		4.75	655	17.7	4.75	100.0	86.2
3		5.00	668	14.3	4.37	87.4	87.9
4		4.97	656	16.4	4.82	97.0	86.3
5		4.97	329	11.1	3.42	68.8	43.4
6		5.00	656	20.0	5.00	100.0	98.3

第一二表　減壓空氣の常壓空氣に對する容積比
（共に 760mm Hg に於ける容積）

減壓の程度 mm Hg	容積比	減壓の程度 mm Hg	容積比	減壓の程度 mm Hg	容積比
0	0	380	0.50	670	0.88
50	0.056	400	0.53	675	0.89
100	0.13	450	0.59	680	0.895
150	0.20	500	0.66	985	0.90
200	0.26	550	0.73	690	0.91
250	0.33	600	0.79	695	0.915
300	0.40	650	0.86	700	0.92
350	0.46	660	0.87		

試驗 No. 2　試料 No. 540. 石油直溜アスファルト 針度 100～120
No. 525, 503, 541, 542, 543, 485 煉瓦燒過一等品

本試驗は、減壓 660mm Hg 內外、豫熱時間 30 分、仕上時間 2 分、溫度 165°C にして、供試體の四面を不滲透性となし、殘る二面のみより滲透せしめたり。第一〇表 6 の如く、減壓を 2 回行ひ、各種煉瓦に對して試驗し、煉瓦の質の差による影響を檢せんとす。本試驗の結果は第一三表の如し。

第一三表　減壓滲透試驗 No. 2

番號	煉瓦	減壓時間	滲透時間	滲透率	滲透深度率	第一次滲透の深度率計算數	備考
		min	min	%	%	%	
1	No. 525	2+2	2+2	19.5	96.9	98.8	殆中央部迄滲透
2	No. 503	2+2	2+2	17.1	98.6	98.4	同上
3	No. 541	2+2	2+2	—	—	—	試驗所期の如く進まず
4	〃	2+5	5+5	19.3	98.5	98.4	殆中央部迄滲透
5	No. 542	〃	〃	10.0	84.5	98.5	中央部 1.0 cm の厚さ不滲透
6	No. 543	〃	〃	22.3	96.9	98.7	殆中央部迄滲透
7	No. 485	〃	〃	11.3	72.4	98.8	中央部 1.1 cm の厚さ不滲透

第一三表に依りて見るに、煉瓦の質によりて滲透の程度に差違あるを知るべく、No. 525 及 No. 503 の煉瓦は、減壓時間 2+2 min. 滲透時間 2+2 min. 仕上時間 2 min. 合計 10 min. にして殆供試體中央部迄滲透せしめ得べく、換言すれば、10 min. 間に表面より約 2.5 cm の滲透を行ひ得べし。No. 541 及 No. 543 は、減壓時間 2+5 min. 滲透時間 5+5 min. 仕上時間 2 min. 合計 19 min. にして殆中央部迄滲透せしめ得べし。之に反し No. 542 及 No. 485 は、同一條件の下に於ては、多くの不滲透部分を殘し、表面より約 1.8 cm の滲透を行ひ得るに過ぎず。之を吸水率、空隙率等と相對比すれば、第一四表の如くにして煉瓦の粗密による滲透の程度に關し概念を得べし。

第一四表　煉瓦の種類と滲透の程度との關係

番號	煉瓦	吸水率 %	空隙率 %	滲透率 %	滲透深度率 %	第一次滲透深度率計算數 %	備考
1	No. 525	19.4	34.0	19.5	96.9	98.8	滲透に要せる時間 10 min
2	No. 503	17.5	31.6	17.1	98.6	98.4	同　上 〃
3	No. 541	19.8	34.2	19.3	98.5	98.4	同　上 19 min
4	No. 543	20.5	35.4	22.3	96.9	98.7	同　上 〃
5	No. 542	16.4	30.2	10.0	84.5	98.5	同　上 〃
6	No. 485	16.4	30.0	11.3	72.4	98.8	同　上 〃

上記第一〇表乃至第一四表の試驗成績により、比較的針度大なる石油直溜アスファルトを用ひたる場合表面より 2.0 乃至 2.5 m の滲透に要する時間は、煉瓦の質、減壓の程度及、回數等に依り異るも、大體 20 min. 以内にて可なるを知るべく、殊に煉瓦原形の儘のものを用ひ、其のすべての面より滲透の行はるゝ場合には、上記試驗の場合より一層有効に滲透作用の行はるゝは勿論なり。

II. 瀝青質材料として No. 504 石油直溜アスファルト 針度 25 を用ひたる場合。

試驗　No. 3　　試料　No. 504　石油直溜アスファルト 針度 25

No. 525, 503, 541, 542, 543, 485

本試驗は、減壓 660mm Hg 内外、豫熱時間 30 分、仕上時間 2 分、溫度 165°C にして、供試體の四面を不滲透性となし、殘る二面のみより滲透せしめたる事は試驗 No. 2 の場合と同樣なり。減壓は 2 回乃至 3 回作用せしめたり。本試驗の結果は第一五表の如し。

第一五表　減壓滲透試驗　No. 3

番號	煉瓦	減壓時間 min	滲透時間 min	滲透率 %	滲透深度率 %	第一次滲透の深度率計算數 %	備考
1	No. 525	2+5	5+5	20.1	98.0	98.9	殆中央部迄滲透
2	No. 503	〃	〃	17.8	100.0	98.9	同　上
3	No. 541	〃	〃	18.2	98.1	98.4	同　上
4	No. 542	2+5+5	5+5+5	11.3	78.4	99.8	中央部 1.1 cm の厚さ不滲透
5	〃	2+5+5+5	5+5+5+5	11.6	84.4	100.0	中央部 0.7 cm の厚さ不滲透
6	No. 543	2+5	5+5	18.2	85.0	98.7	同　上
7	〃	2+5+5	5+5+5	19.7	89.2	99.9	中央部 0.5 cm の厚さ不滲透
8	No. 485	〃	〃	12.9	76.0	99.8	中央部 1.3 cm の厚さ不滲透
9	〃	2+5+5+5	5+5+5+5	12.3	75.7	100.0	中央部 1.3 cm の厚さ不滲透
10	〃	10+5+5	5+5+5	12.4	86.6	99.8	中央部 0.7 cm の厚さ不滲透
11	〃	10+5+5+5	5+5+5+5	14.3	89.3	100.0	中央部 0.4 cm の厚さ不滲透

第一五表によりて見るに、煉瓦の質によりて滲透の程度に差違ある事は、試驗 No. 1 及 No. 2 の場合と同樣にして、No. 525, No. 503 及 No. 541 の三種は、減壓時間 2+5 min, 滲透時間 5+5 min, 仕上時間 5 min, 合計 22 min にして殆供試體中央部迄滲透せしめ得べく、No 543 は同一條件の下に於て、或は減壓時間 2+5+5 min, 滲透時間 5+5+5 min, 仕上時間 5 min, 合計 32 min に於て、表面より 2.1 乃至 2.2 mm の滲透を行ひ得べし。之に反し、No. 542 及 No. 485 は 32 min を費すも滲透不充分にして、表面より 1.8 乃至 2.0 を滲透するに過ぎず。尙減壓回數を增加するも大なる効果なきものゝ如し。實驗の經過より見るに、かゝる滲透困難なる煉瓦にありては、恰も最初の減壓が充分煉瓦空隙の內部迄及ばざるが如き形跡を認めたるを以つて、No. 485 の供試體 2 個につき、更に最初の減壓時間を延長し試驗を行ひたるに、番號 10 及 11 の如き結果を得たり。之を番號 8 及 9 の結果と比較するに、番號 10 は最初の減壓の時間を 10 min に延長したるのみにて、其の滲透率はあまり變化なけれども、其の滲透の深さを增し居るを見るべし。番號 11 は更に 1 回減壓の回數を增加せるものにして滲透率を增加し、併せて滲透の深さをも增加し居れり。この場合減壓開始より仕上加熱終了まで約 50 min を費せり。

上記の試驗成績によれば、針度小なる石油直溜アスファルトを用ひたる場合、表面より 2.0 乃至 2.5 cm の滲透を行はしむるに要する時間は、煉瓦の質、減壓の程度、回數等によりて異ることは、針度大なるアスファルトを用ひたる場合と同樣なるも、大體 25 乃至 45 min にして、殊に煉瓦原形の儘のものを用ひ、其のすべての面より滲透を行はしむれば、上記の場合より一層有効に滲透作用の用はるゝは、當然なるべし。

III. 瀝青質材料として ブローン・アスファルト針度 15~20 を用ゐたる場合。

試驗 No. 4 試料 No. 522 ユノロックス No. 2 針度15~20

No. 525 普通煉瓦

本試驗は、減壓 660 mm Hg 內外、豫熱時間 30 分、仕上時間 5 分、溫度 170°C にて、供試體の四面を不滲透性となし、殘る二面のみより滲透せしめたる事は、試驗 No. 3 の場合と同樣なり。減壓は 2 回作用せしめたり。本試驗の結果は第一六表の如く、No. 525 の如く、滲透比較的容易の煉瓦にありても、結果は不充分にして、中央部迄滲透せしむるには相當長き時間を要すべく、從つて滲透比較的困難なる材料にありては一層長き時間を要すべきを以つて、この試驗は進行せしめざりき。尙ブローン・アスファルトにありては、5 乃至10 分の仕上加熱に依りては、表面に附着せる瀝青質材料を充分煉瓦內部に吸收せしむる事不可能なりき。

第一六表　減壓試驗 No. 4

番號	煉瓦	減壓時間 min	滲透時間 min	滲透率 %	滲透深度率 %	第一次滲透の深度率計算數 %	備考
1	No. 525	5+5	5+5	13.5	66.0	98.4	中央部1.2cmの厚不滲透
2	No 525	10+5+5	5+5+5	13.4	68,0	99.7	中央部 1.6 cm 不滲透

IV. 瀝青質材料として No. 540, 石油直溜アスファルト針度 100～120 及 No. 522, ユノロックス No. 2の混合物（混合割合 50:50）を用ゐたる場合。

試驗 No. 5　　試料 No. 40及No. 522混合物（混合割合50:50）

No. 525, 503, 541, 542, 543, 485

本試驗は略試驗 No. 3と同樣の條件の下に行ひたるに、其の滲透の經過、仕上加熱の經過等に於ては、ブローン・アスファルトのみを使用したる場合に比し格段の差ありて、石油直溜アスファルトのみを用ゐたる場合に近きものあり。卽 ブローン・アスファルトは、其の儘にては滲透に不適當なれども、之を他種瀝青質材料と混合すれば、著しく滲透の深度を促進せらるゝが如し。

第一七表　減壓滲透試驗 No. 5

番號	煉瓦	減壓時間 min	滲透時間 min	滲透率 %	滲透深度率 %	第一次滲透の深度率計算數 %	備考
1	No. 525	5+5	5+5	19.5	98.4	98.5	殆中央部迄滲透
2	No. 503	〃	〃	17.2	97.6	98.5	同　上
3	No. 541	5+5	5+5	16.0	87.2	98.5	中央部厚 0.5cm 不滲透
4	同　上	5+5+5	5+5+5	19.4	100.0	99.8	中央部迄滲透
5	No. 542	10+5+5	5+5+5	10.8	81.1	99.8	中央部厚 0.9cm 不滲透
6	同　上	10+5+5+5	5+5+5+5	10.2	65.5	100.0	中央部厚 1.7cm 不滲透
7	No. 543	5+5	5+5	14.6	58.7	98.3	〃　1.9cm 〃
8	同　上	5+5+5	5+5+5	17.1	80.0	99.8	〃　0.9cm 〃
9	No. 485	10+5+5	5+5+5	8.5	48.9	99.8	〃　1.2cm 〃
10	同　上	10+5+5+5	5+5+5+5	11.0	58.6	100.0	〃　2.0cm 〃

上記各種試驗の結果を綜合するに、減壓の使用に依り、滲透の速度を著しく促進することを得、且つ緻密に滲透を行ふ事を得るを知れり。減壓を使用する時は、略飽水吸水率程度の滲透を行ふを得べく、煉瓦の空隙の殆全部を瀝青質材料を以つて填充せしめ得るが如し。

六　滲透の狀態と瀝青質材料中の不熔融性微粉との關係

瀝青質材料中に不熔融性微粉を含む場合、例へばコール・タール・ピツチ（遊離炭素及灰分を含む）トリニダツト・アスファルト（無機及有機の極微粉を含む）の如きものを用ふる場合

は、もしその微粉粒が煉瓦の空隙孔よりも大なる時は、微粉粒は煉瓦の空隙中には流入せず、却りて其の表面を被ひ或は空隙孔を閉塞して滲透の速のさを減ずる事あるべく、又たとひ微粉粒の間隙より透滲が行はるゝとするも、煉瓦の空隙中に入る部分は熔融性の部分のみにして、微粉は瀝青質材料槽中に殘留すべし。もしその微粉粒の大さが煉瓦の空隙中に自由に出入し得る程度のものたる時は、其の微粉粒の幾分は空隙中に入るべきも、猶滲透の速度を減ずる事あるべく、且つ微粉粒よりも熔融性部分の方多く滲透すべく、微粉粒は槽中に殘留すべし。之を要するに、不熔性微粉を含有する場合には、次の三種の現象を生ずべし。

1. 微粉粒存在する爲に滲透の程度は減ずべし。
2. 熔融性部分のみ多く滲透すべし。
3. 微粉粒のある部分は槽中に殘留し、槽中の瀝青質材料は漸次微粉粒を蓄積し、終には滲透に不適當のものとなるべし。

上記の如き豫想の下にこれに關する試驗は曩く見合せたり。

七　滲透率と瀝青質材料の溫度との關係

瀝青質材料は溫度の上昇と共に、其の比粘度を減じ、流動性を增加するを以つて、其の性質を損傷せざる範圍に於ては溫度高き程滲透に便利なるべし。溫度と瀝青質材料の比粘度との關係は下記瀝青質材料の粘度、膨脹係數及容積變化の項に掲げたり。(87頁)

今實例につきて、この關係を見るに下記の如し。即煉瓦を豫め 140°C, 163°C 及 180 C に加熱し置き、之を同溫度に熔融せる石油直溜アスファルト(針度 25) 中に所定時間浸漬し、其の滲透の狀態を檢したるに、第一八表の如し。即ち 140°C に於ては滲透頗る遲く、7 時間を費すも中央部迄滲透せず。163°C に至れば、5 時間にして既に中央部に達し、180°C に於ては 3 時間にして充分なり。

第一八表　滲透率と溫度との關係

煉瓦　No. 486, 原形の儘

瀝青質材料　No. 481, 石油直溜アスファルト針度 25

番號	時間 h	時間 min	140°C %	140°C cm	163°C %	163°C cm	163°C %	163°C cm	180°C %	180°C cm
1	0	30	—	—	6.0	(9.3×3.8)	—	—	9.0	(7.6×1.6)
2	1	00	7.0	(9.0×3.0)	11.0	(8.0×1.8)	12.1	(7.0×1.4)	11.7	(5.5×0.6)
3	3	00	8.4	(8.7×2.6)	14.4	(3.0×0.3)	12.3	(5.7×0.8)	15.0	(0×0)
4	5	00	—	(7.5×1.8)	14.6	(0×0)	14.7	(0×0)	15.4	(0×0)
5	7	00	10.8	(7.5×2.0)	15.1	(0×0)	16.7	(0×0)	—	—

註　括弧内の數字は不滲透部分の斷面積なり

八 滲透率と瀝青質材料の稠度との關係

石油直溜アスファルトの稠度と 160°C に於ける比粘度との關係を見るに次の如し。(本所報告第三號 63 頁參照)

番號	試料 針度	比粘度 (163°C)
1	直溜アスファルト 針度 10	13.7
2	20—30	8.9
3	40—50	6.1
4	60—70	5.4
5	100—120	4.6

卽針度大なるもの程比粘度少なるを以つて、針度大なるもの程滲透の程度よろしかるべきは豫想し得る所なり。今直溜アスファルト針度 25 及 100—120 を取り 163°C に於て滲透試驗を行ふに下記の如し。

尙瀝青質材料の熔融狀態に於ける比粘度と溫度及稠度との關係については、本報告(88 頁)に之を記載したり。

第一九表 滲透率と瀝青質材料の針度との關係

煉瓦及其形狀 No. 486 燒過一等 原形の儘

瀝青質材料 No. 481 直溜アスファルト 針度 25 比粘度 8.9

No. x 同 同 100—120 比粘度 4.6

溫 度 163°C

番號	滲透時間 時	分	直溜アスファルト 針度 25 %	直溜アスファルト 針度 100—120 %	滲透率の差 %
1	0	30	6.0	8.5	2.5
2	1	00	8.3	12.0	3.7
3	2	00	—	15.4	—
4	3	00	13.4	—	—
5	5	00	14.7	15.7	1.0

九 滲透率と壓力との關係

煉瓦浸漬後瀝青質材料上に加ふる壓力が常壓より大なる時は、常壓の時に比し、滲透の速度大となるべきは豫想し得る所なるも、充分滲透後之を瀝青槽中より取り出したる後、其の表面に及ぼす壓力が減ぜらるゝ爲、一旦滲透せる瀝青質材料がにじみ出づる事あるべきもこれ等の關係にきては實驗せず。

一〇　滲透の程度と滲透促進劑との關係

滲透の作業を行ふに當りては、瀝青質材料は、其の熔融狀態に於て、比粘度低きを要し處理後に於ては、充分附着力強き固體となる事を要す。其の熔融狀態に於て、之に少許の他物質を添加する事により、上記の如き特性を、瀝青質材料に附與せしむる事を得ば、滲透作業を容易ならしめ、滲透に要する時間を短縮するを得べし、今かゝる滲透促進劑の諸性質を考ふるに、凡そ次の條件を具備するを要すべし。

1. 熔融點60乃至140°C位の固體にして、沸騰點凡180°C以上のものたるべき事。

2. 瀝青質材料の熔融狀態に於て、容易に之と混合し、全く之に熔解せられ、其の比粘度、其の他の物理的性質を變化して、滲透に便利なる狀態とならしむる事。

3. 瀝青質材料との混合物は、其の熔融狀態より冷却したる時、尙完全に混合狀態にありて、瀝青質材料の特質をよく保持し、常温に於て固狀をなす事。

4. 混合物は、滲透後常温に於て、惡臭を有せず、人體に顯著なる惡影響を與へざる事。

上記の諸條件を滿足せしめ得る可能性を有するものを求むるに、其の種あまり多からず。先づ、其の熔融點及沸騰點の上記の範圍内にあるものを求むるに、凡そ次の如き數種を得たり。

滲透促進劑候補物質

番號	名稱	化學式	熔融點 °C	沸騰點 °C	比重	備考
1	四臭化炭素	CBr_4	92.0	189.5	3.42	白き結晶にして刺激臭を有す。水に不溶解。アルコール、エーテル、クロロフオルムに溶解す。
2	p—2 ブロム・ベンゾール	$C_6H_4Br_2$	86.9	216.0	1.840	
3	m—2ニトロ・ベンゾール	$C_6H_4(NO_2)_2$	90.0	297.0	1.369	無色、板狀結晶、水に不溶解。アルコールに少しく溶解。ベンゾールに溶解す。
4	アゾベンゾール	$(C_6H_5)_2N_2$	68.0	293.0	1.18～1.23	赤色板狀結晶。水に不溶解。アルコールに溶解す。
5	ナフタリン	$C_{10}H_8$	80.0	218.2	1.145	白色結晶。刺激臭を有す。水に不溶解　熱アルコール、エーテルに溶解す。
6	α—ナフトール	$C_{10}H_7OH$	94.0	278.0～280.0	1.224	小葉狀結晶。石炭酸樣臭氣を有す。水に不溶解。アルコール、エーテルに溶解す。
7	βブロム・ナフタリン	$C_{10}H_7Br$	59.0	281.0～282.0	1.605	
8	αニトロ・ナフタリン	$C_{10}H_7(NO_2)$	61.0	304.	1.331	黄色針狀結晶。アルコールに少しく溶解。
9	βニトロ・ナフタリン	$C_{10}H_7(NO_2)$	79.0	—	—	
10	2・フェニール・	$C_{12}H_{10}$	70.5	254.9	1.165	白色板狀結晶。アルコール及エーテルに溶解す。

上記諸種の内比較的得易き物質として、

2	p—2	ブロム・ベンゾール	6	α	ナフトール
3	m—2	ニトロ・ベンゾール	8	α	ニトロ・ナフタリン
5	ナフタリン				

等を採り其の滲透促進の程度を檢するに次の如し。

(1) **ナフタリンを滲透促進剤として使用せる場合。**

滲透操作は減壓試驗の場合と略同樣にして、減壓 660 mm Hg 內外、豫熱時間、30 min, 仕上時間 2min, 温度 165°C にして、供試體の四面を不滲透性となし、殘る 2 面のみより滲透せしめたり、減壓は 2 回行ひ、最初に 2 min, 第 2 回目に 5 min, 各回減壓後常壓に戻したる後 5 min 放置して、瀝靑質材料を排除し仕上加熱を行ひ、以つて操作を完了す。

試料は煉瓦としては No. 458 及 No. 542 の如き、最も滲透困難なる材料を選び、アスファルトは No. 540 石油直溜アスファルト針度 100 乃至 120 のものを使用したり。

ナフタリンを瀝靑質材料に對して 1% 混入したる場合の試驗成績次の如し。(第二〇表)

第二〇表　ナフタリンを促進剤とせる試驗

番號	煉瓦	ナフタリン	減壓時間	滲透時間	滲透率	滲透深度率	第一次滲透の深度率計算數	備考
1	No. 485	0	2+5	5+5	11.3	72.4	99.0	滲透部分の厚 1.9 cm
2		1			14.9	85.0	98.4	同上 2.1 cm
3	No. 542	0	同上	同上	10.0	84.5	98.5	同上 1.9 cm
4		1			15.5	98.9	98.6	中央部迄滲透

次にナフタリンの混合量を種々に變じて試驗したる結果は第二一表の如し。

第二一表　ナフタリンの混合量を變化したる場合の試驗

煉瓦　No. 542

瀝靑質材料　No. 540, 石油直溜アスファルト針度 100~120

番號	ナフタリン %	滲透率 %	滲透深度率 %	第一次滲透の深度率計算數 %	備考
1	0	11.2	74.1	98.3	中央部 1.4 cm 不滲透
2	0.5	9.6	81.1	98.3	中央部 1.0 cm 不滲透
3	1.0	13.9	89.3	98.3	中央部 0.5 cm 不滲透
4	2.0	15.1	90.9	98.3	中央部 0.3 cm 不滲透
5	3.0	12.3	70.6	98.3	中央部 1.3 cm 不滲透

第二一表に依るに、ナフタリンを滲透促進剤とせる場合には、0~3% の間に於て其の効果を認め得べく、1~2% を使用する時、最も有効なり。3% 以上は却りて効果なきが如く

又他面に於てアスファルトの性質を推狙する處もあるを以つて、3% 以上は實驗を見合せたり。

(2) ナフタリン以外の滲透促進劑に就ての試驗

ナフタリン以外、他種の透滲促進劑に就て試驗したる成績は、第二二表の如し。滲透試驗は、減壓 660 mm Hg 內外、豫熱時間 30 min, 仕上加熱時間 2 min, 溫度 140°C にして供試驗の四面は不滲透性となし、殘る二面のみより滲透を行ひたり。減壓回數は 2 回にして、最初に 2 或は 5 min, 第二回目は 5min とし、各回減壓後常壓に戻して、其の儘 5min 經過せしめ、次に瀝青質材料を排除して、更に仕上加熱を行ひ、實驗操作を完了す。

第二二表　ナフタリン以外の滲透促進劑に就ての試驗

滲透促進劑の混合量　0.5% (容積百分率)

煉　瓦　No. 542

アスファルト　No. 540　石油直溜アスファルト

針度　100～120

番號	促進劑	滲透率 %	滲透深度率 %	第一次滲透深度率計算數 %
1	ナフタリン	9.6	81.1	98.3
2	α-NO_2-ナフタリン	12.2	75.3	98.3
3	p-2-ブロムベンゾール	10.9	71.2	98.3

註 m-2-ニトロ・ベンゾール、α-ナフトールに就ては試驗せず。

上記の滲透促進劑に就ての試驗は、頗る不完全にして、尙多くの諸物質を探究し、其の混合量を變化し、或は溫度を變化して、滲透深度率との關係を明かにするを要するものとす。本試驗の範圍に於ては、促進劑が、瀝青質材料滲透の程度に重大なる影響を及ぼすものなることを證するに止まれり。

一一　滲透率と時間との關係

燒過一等煉瓦を豫め 163°C に加熱し置き、之を周溫度に於て熔融せる直溜アスファルト (針度 25) 中に、1, 3, 5, 7 時間浸漬し、其の滲透の狀態を檢したるに第二三表 (第四行目)の如く最初の 1 時間に於て既に全滲透率(假りに 7 時間の滲透率を表すに全滲透率なる語を用ひたり。) の 60% 以上滲透し、3 時間には、中央部近く迄滲透し、5 時間に至れば全く中央部迄達す。

尙中央部迄滲透せしめずして、表面に近き部分のみ滲透せしむる爲、1 時間以內に於け

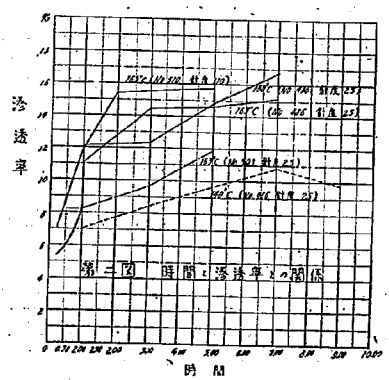
る滲透の狀態を見たるものは、同表第三行目に示すが如し。更に、煉瓦及瀝青質材料の溫度を變じて、140°C, 180°C に於て試驗したる結果は同表第二行目、第七行目に示す如し。140°C に於ては、9 時間を費すも中央部迄滲透せず。滲透の速度頗る遲き事を示せり。180°C に於ては、30分にして、既に全滲透率の約 60% を滲透し、2時間にして略中央部近く迄及び、3時間には全く中央部迄滲透し盡せり。

尙、163°C に於て煉瓦及瀝青質材料を變じて試驗したる場合は、同表第六行目及第五行目の如し。

第二三表 滲透率と時間との關係

溫度		140°C	163°C				180°C
煉瓦		No. 486	No. 486	No. 486	No. 510	No 503	No. 486
アスファルト	h min	直溜針度 25 %	直溜針度 25 %	直溜針度 25 %	直溜針度 110 %	直溜針度 25 %	直溜針度 25 %
時間	0 .10	—	—	—	5.3	—	—
	0 .15	—	5.4	—	7.1	—	—
	0 .30	—	6.0	—	8.5	8.2	9.0
	0 .45	—	6.8	—	—	—	—
	1 .00	7.0	8.3	11.6	12.9	8.4	11.7
	2 .00	—	—	—	15.4	—	11.8
	3 .00	8.4	—	13.4	—	9.7	15.0
	4 .00	—	—	—	—	—	15.4
	5 .00	—	—	14.7	15.7	11.9	—
	7 .00	10.8	—	15.9	—	—	—
	9 .00	9.8	—	—	—	—	—

第 二 圖



第二三表及第二圖より見るに、同程度の針度を有する石油直溜アスファルトを用ゐたる

場合（例へば針度25を用ゐ）、同種の煉瓦（例へば No. 486）に對して、140°Cに於ては7~9時間を費すも、其の滲透の程度は 163°C に於て5時間を費したるものに及ばず。卽ち、滲透の作業には、かゝる低き溫度は甚不得策なり。之に反し、180°Cに於ては、163°Cに於けるよりも滲透程度よろしきも、其の差は、140°C と 163°C との場合の差よりも遙かに少し。

等種の煉瓦（例へば No. 510 及 No. 486）に對して、針度を異にする直溜アスファルト（例へば針度110及25）を用ゐたる場合、同程度の溫度（例へば163°C）に於ては、針度大なるものゝ方當然滲透の程度よろし。この滲透の速度の差異を、唯溫度の變化のみによりて（例へば針度25のものを180°Cに加熱するが如し）。除却せんとするも、アスファルト使用上許し得る範圍內の溫度に於ては不可能なるが如し。尙この點に關しては後述の瀝青質材料比粘度の項（87 頁）を參照すれば一層明瞭となるべし。

同程度の溫度に於て、同針度のアスファルトを用ゐ、異種の煉瓦に對して滲透を行ふ時は、當然滲透の程度を異にす。

上述の事實は、瀝青質材料、煉瓦、加熱溫度の三者が滲透程度に及ぼす關係を例示せるに過ぎずして、材料が種々に變化する場合には、この關係も種々に變化すべく、一概に之を論じ去る事を得ず。瀝青質材料として、ブローン・アスファルト或は石炭タール系製品を使用したる場合、煉瓦製造法に於て、原料粘土を乾燥粉碎したる後水と混捏して羊羹を造りたる場合の如きは、尙研究の餘地あり。

一二　瀝青質材料滲透後の表面の狀況

煉瓦に瀝青質材料を充分滲透し、之を瀝青質材料より分離する時は、其の表面に熔融せる瀝青質材料が附着し來り、其の儘之を冷却する時は、其の表面は、瀝青質材料に依りて蓋はれ、氣溫の上昇する場合には、表面は再び軟化し、之を堆積する時は、個々相附着する不便あり。仍ち、滲透後表面に附着ずる瀝青質材料に就ては、豫め其の處理方法を考へ置かざるべからず。

(1)　表面に附着する瀝青質材料の量及厚

煉瓦に瀝青質材料を滲透したる後、其の儘、重量を秤り、然る後表面に附着せる瀝青質材料を掻き落し、尙必要あらば、溶劑を以つて拭ひ去りて、充分附着部分を除去し、更に之が重量を秤り、前後の重量差を以て附着せる瀝青質材料の量とし、之と煉瓦表面積及瀝青質材料比重より附着の厚さを算出したるものは第二四表の如し。

第二十四表　煉瓦表面に附着せる瀝青質材料の量及厚

煉瓦　No. 205　厚形の儘

番號	No. 437, アスファルト針度 35……20% No. 118 D. コール・タール・ピツチ…80% 混合物				No. 436 直溜アスファルト針度 25			
	處理方法	滲透率 %	附着量 g	附着の厚 mm	處理方法	滲透率 %	附着量 g	附着の厚 mm
1	滲透後2時間100°Cの空氣中に放置す。	21.7	9.5	0.09	滲透後100°Cの空氣中に2時間放置す。	19.1	6.5	0.071
2		21.4	6.0	0.06		18.4	3.0	0.034
3		18.5	16.0	0.15		19.9	2.0	0.022
平均		20.5	10.6	0.11		19.1	3.8	0.042
4	滲透後100°Cの空氣中に1時間放置す。	18.5	12.0	0.11	滲透後ピツチ及アスファルト混合物に10分浸漬し、其の後100°Cの空氣中に2時間放置す。	17.9	9.0	0.085
5		18.6	8.0	0.09		16.7	10.0	0.095
6		16.9	11.5	0.13		17.1	6.0	0.056
平均		17.9	10.6	0.11		17.2	8.3	0.079

上記の試驗によりて見るに、煉瓦の表面に附着殘存する瀝青質材料は、0.1 mm. を超ゆること少し。然れども、本試驗に於ては、滲透後 100°C の空氣中に於て 1~2 時間加熱を繼續したるものにして、滲透後の煉瓦を其の儘急冷せる場合、或は滲透直後のものとは、稍趣を異にし居れり。滲透直後に於ては、通常 1~3 mm. 程度の附着あり。之を上記試驗の場合と比較すれば、滲透後空氣中に於て、1~2 時間加熱せる間に、表面に附着せる部分が、漸次煉瓦内部に滲透し行くものなるは明かなり。而してこの關係は、比較的空氣中に於て固化し易きコール・タール・ピツチ及アスファルト混合物を用ゐたる場合と、比較的固化し難き直溜アスファルトを用ゐたる場合とを比較するに、前者に於ては表面に附着殘留する部分多く、後者に於て其の少きを見る。尙上記試驗に於ては、表面に附着殘留せる瀝青質材料は、100°C 以下の溫度にては、軟化して相附着し合ふ處なきまでに固化し居るを見たり。

仍ち、滲透後、表面の處理方法としては、之に、コール・タール・ピツチの如き空氣中に於て固化し易き瀝青質材料を塗布し、空氣中に於て加熱固化せしむるか、或は、滲透の度を、其の飽和狀態より稍低きに止め、其の儘空氣中に於て加熱を繼續し、表面の瀝青質材料を全部煉瓦内部に吸收し盡さしむるかの二方法の中、いづれかに依るを得べし。

空氣中に於て、表面附着瀝青質材料固化の狀態を見るに次の如し。

第三十五表　瀝青質材料の空氣中に於ける固化狀態

番號	表面に塗布或は附着せる瀝青質材料	加熱温度	加熱時間 h. min.	表面の狀態
1	コール・タール・ピツチ及アスファルト混合物	163°C	1. 00	表面附着瀝青質材料全く固化。
2			0. 20	
3		100 C	2. 00	
4			1. 00	
5			0. 30	
6			0. 15	
7	石油直溜アスファルト針度 25	163°C	1. 00	表面附着瀝青質材料全部固化或は煉瓦内部に吸收せらる。
8			0. 30	
9		100°C	2. 00	
10			1. 00	
11			0. 30	
12			0. 15	表面に僅かに瀝青質材料を殘す。

卽、100 Cの氣中に於て15分間以上の加熱を行へば充分なり。

煉瓦内部に表面附着の瀝青質材料を吸收せしむるには、滲透の程度を適度に止めざるべからず。其の吸收の狀況を見るに、第二六表の如し。

第二十六表　表面附着瀝青質材料吸收の狀態

煉瓦……No. 483　瀝青質材料……No. 481　石油直溜アスファルト針度 25.

番號	滲透率 %	斷面に於ける不滲透部分面積 cm²	加熱温度 °C	加熱時間 h. min.	表面の狀態
1	11.0	14.4	163	30	表面に瀝青質材料を殘さず、全部煉瓦内部迄吸收せらる。
2	12.1	9.8			
3	12.3	4.6			
4	14.4	0.9			
5	14.6	0.0			
6	14.7	0.0			
7	15.1	0.0			表面に極めて僅かに瀝青質材料を殘すも、取扱上全く差支なきまでに殆ど吸收せらる。
8	16.7	0.0			

上記の試驗の結果に依れば、煉瓦表面に、特にコール・タール・ピツチ含有瀝青質材料の如き固化し易きものを塗布して、其の薄層をつくることなくして、表面に附着する瀝青質材料を處理し得べし。

一三　瀝青質材料滲透の經過

瀝青質材料を煉瓦に滲透せしむるに當りて、其の滲透の經過を辿るに、熔融狀態に於ける瀝青質材料が、煉瓦の空隙に滲透しゆく滲透過程と、既に滲透を了へたる煉瓦を冷却し

て、其の空隙中の瀝青質材料を固化せしめ、ブロックに強度を與ふる所の硬化過程との二過程に分ちて考ふるを便とす。勿論上記二過程の間には截然たる限界あるに非ず、滲透と硬化と相並行して同時行はるが如き狀態も存在し得る譯なり。

(1) 滲透過程

適當の溫度に於て熔融せる瀝青質材料中に之と同程度の溫度に加熱せる煉瓦を浸漬する時は、煉瓦の空隙中に存する空氣は其の浮力によりて空隙中より逸出し來り、瀝青質材料の表面まで浮き上りて大氣中に散逸す。浸漬直後多くの氣泡が瀝青質材料の表面に集積し、徐々に其の量は減少するも、滲透中長くこの現象の繼續するを見れば、容易に之を知るを得べし。かくして、空隙中の空氣の量は徐々に減じ、其の壓力の漸次降下すると共に、瀝青質材料は、空隙中に流入すべし。この際瀝青質材料流入の速度は空隙の大さ、空隙內空氣の壓力、瀝青質材料の粘度、空隙壁と瀝青質材料との間に働く附着力、煉瓦表面より瀝青質材料表面に至までの深さ、瀝青質材料表面上に加はる壓力等諸種の條件に左右せらるゝものなるべく、滲透の進むに從ひ、空隙中の空氣の量は次第に減少して瀝青質材料を以て置き換へられ、遂に空隙中に全く空氣なきか、或は少許の空氣を殘留する程度に到達すべし。この際空隙內の空氣の壓力は、大凡外氣壓と瀝青質材料の壓力との和に等しかるべし。之を瀝青質材料より取り出し、同程度の溫度の空氣中に放置すれば、瀝青質材料の壓力は減ずるも、猶滲透を繼續し、ブロック表面に附着する瀝青質材料は漸次煉瓦內部に吸收せられ了るべし。もし空隙中の空氣が殆全部瀝青質材料を以つて置き換へられ居る場合には、表面の瀝青質材料は、最早や、內部に滲透しゆくの餘地を見出し得ず、其の儘表面に殘り、空氣及加熱の影響により、酸化せらるゝと共に揮發性成分の蒸發、並に縮合及重合等の作用に依り漸次硬化しゆくべし。然れども、煉瓦中央部迄滲透せる場合と雖も、其の空隙の一部には猶空氣の殘存するを普通とするを以つて、多くの場合ブロックの表面には殆瀝青質材料を殘さゞるものなり。

(2) 硬化過程

上記の滲透ブロックを漸次冷却する時は、其の初期に於ては大體其の表面より溫度降下し始め、空隙內に僅かに殘る空氣及瀝青質材料は徐々に其の容積を減少す。又、其の溫度は稍低下せるも猶其の流動性を失はざる瀝青質材料は、空氣の收縮によりて生じたる減壓に乘じて滲透作用を繼續すべく、煉瓦表面より內部に向つて、この作用は進行しゆくべし。卽瀝青質材料は表面より冷却しはじむると共に、收縮しつゝ徐々に煉瓦の內部に吸收せらるゝものと考へ得らる。溫度一層降下し、瀝青質材料の粘度增加し、流動緩漫なるに至れ

ば、瀝青質材料の吸收の程度は漸く少く、更に溫度降下し、瀝青質材料が固化しはじむれば、吸收は全く行はれざるに至り、唯收縮のみ進行せんとすべし。然れども、この際に至れば瀝青質材料と煉瓦空隙壁との附着力は大となるを以つて、この二者は相分離せずして、瀝青質材料は、其の儘、其の收縮の際生ずる絶大なる力を以つて、煉瓦空隙壁を相牽引し、ブロックをして、強き抗張力、耐壓力、衝撃抵抗力等を保持せしむるに至る。ブロックが全く冷却し終れば、この作用は最も大にして、空隙中に殘る空氣は、其の容積を甚しく減じ、恐らく、其の壓力は外氣壓に等しきか之よりも小となるべく、從つて空隙中の瀝青質材料は、完全に空隙中に保持せらるべし。たとひ之を 100°C 以下の溫度に加熱するも、空隙中の空氣の壓力は、外氣の壓力を超過せざるべく、又瀝青質材料は熔融し或は熔融せずして膨脹するも、其の容積は、空隙の容積よりも大となる事なかるべく、且つ其の比粘度頗る大にして空隙より滲み出づる憂全くなかるべし。

かくの如き瀝青滲透ブロックを、他物を以つて磨擦する時は、表面より徐々に磨耗しゆくも、磨耗によりて生じたる瀝青質材料は、其の際多少生ずる煉瓦の粉末、其の他外部より來る細粉を混ずるも、大體に於て、ブロックの表面に、水に對し不滲透性の瀝青質材料の薄層を形成し、磨耗に對する抵抗力を增大し、ブロックの磨耗損失を著しく減少せしむべし。アムスラー磨耗試驗機、ラトラー試驗機、デューバル磨削試驗機等による試驗の際、磨耗せられたる面が黑色瀝青質材料の薄層を以つて被はるゝを見れば上記の作用を知り得べし。

一四　結　論

瀝青質材料の滲透性に關し、普通煉瓦及瀝青質材料を試料として行ひたる試驗の結果は概略下記の如し。

瀝青質材料の滲透の程度は、滲透後の材料の性質に及ぼす影響頗る大なるものあり。而して、滲透に際しての諸種の條件は、滲透の程度に對し、諸種の關係を有するものにして、瀝青質材料使用上特に考慮を拂ふ必要あり。今滲透程度に深き關係を有する諸條件を列擧すれば次の如し。

(i) 煉瓦の空隙率
(ii) 煉瓦表面の狀態
(iii) 煉瓦空隙の狀態
(iv) 煉瓦の溫度
(v) 煉瓦の其の他の性質
(vi) 煉瓦空隙內の空氣の減壓
(vii) 瀝青質材料中の不熔融性微粉
(viii) 瀝青質材料の溫度
(ix) 瀝青質材料の種類、稠度及其の他性質
(x) 熔融せる瀝青質材料上の壓力
(xi) 滲透促進劑
(xii) 滲透時間
(xiii) 滲透後の處理

上記諸種の條件の滲透程度に及ぼす影響と、滲透成生物の性質に關する試驗の結果より考ふるに、原料煉瓦は、其の性質なるべく、靱性に富み、耐壓強度、抗曲強度大なるものを必要とし、且つ其の表面は粗鬆にして、其の空隙は一樣に配布せられ、而も互によく相通じ、其の冷水吸水率は15% 前後を適當とす。滲透の際に於ける煉瓦の温度は、滲透温度或は其れより稍高きをよしとす。滲透直前、壓力を減じ、空隙中の空氣を稀薄になし置くことは、滲透を短時間に行ふ上に効果大なり。

瀝青質材料の種類及性質は、滲透操作及滲透成生物の性質に直接影響を及ぼすものにして、不熔離性微粉を含まず、稠度適當にして、熔融狀態に於ける比粘度少きもの、即石油直溜アスファルト針度25乃至120程度を選ぶをよしとす。滲透の際に於ける其の温度は、其の品質を毀損せざる範圍に於てなるべく高からしむべく、通常 160～180°C を適當とすべし。

滲透促進劑としては、使用瀝青質材料の2% 以下のナフタリンは稍効果あるもの、如きも、この方面に於ては、研究すべき餘地尚頗多しとす。

滲透に要す時間は、原料煉瓦及瀝青質材料の種類、性質、滲透時の温度、所要の滲透程度、其の他諸種の條件により異るを以つて、所要の目的に合致する樣定むる必要あり。

滲透完了後、ブロックを空氣中にて糯續加熱し、其の表面に附着せる瀝青質材料を充分處理し仕上ぐる必要あり。

要するに、路面鋪裝用として適當なる滲透ブロックは、上記の諸條件を適當に選擇する事によりて容易に得らるべく、かくして得たるブロックは、諸強度に富み、耐水、耐酸、耐熱の諸性質を具備し、且つ取扱容易なり。

附記　本試驗を行ふに當り、小田重久氏の勞多し。依つて之を附記す。

瀝青質材料の粘度及膨脹係數並に其の滲透操作に對する關係

內務技師　三　木　榮　三
內務技手　山　田　耕　之　助

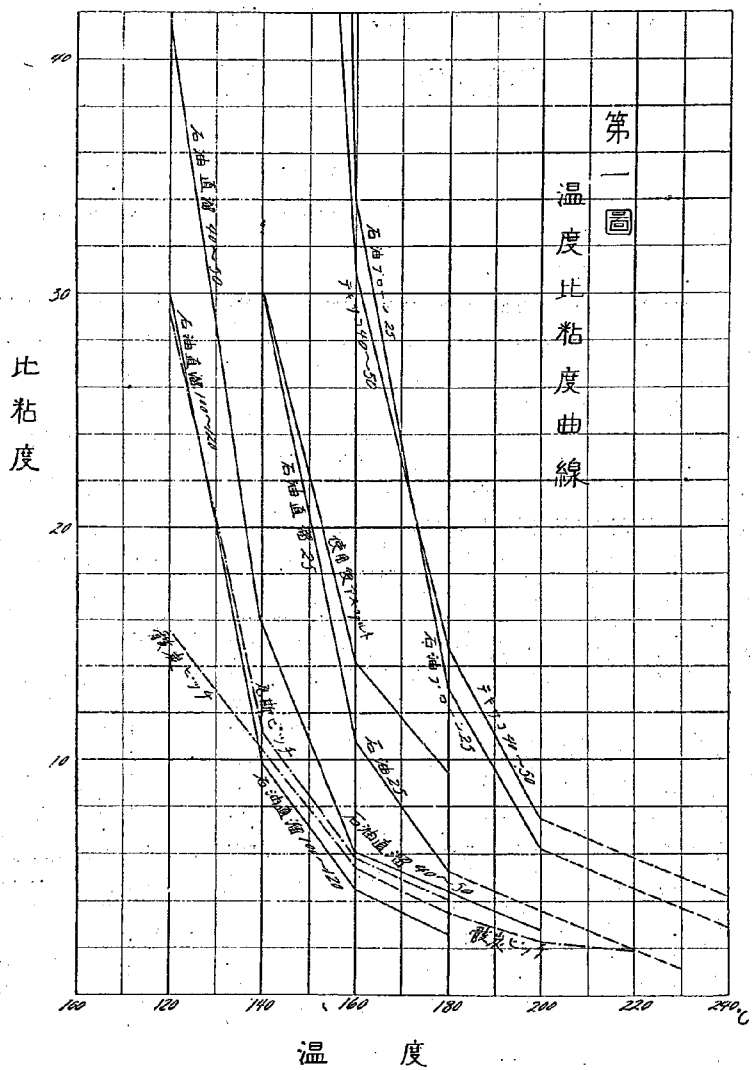
瀝青質材料を使用するに當りて、其の粘度、膨脹等の性質を知り置くことの必要なる場合多し、今諸種の瀝青質材料につき、其の比粘度、膨脹係數、溫度の變化による容積變化の割合を見るに下記の如し。

一　比　粘　度

諸種瀝青質材料の比粘度第一表の如し。

第一表　瀝青質材料と比粘度との關係

溫度	日石直溜アスファルト針度25	同 40～50	同 100～120	同ブローン・アスファルト針度25	テキサコ針度 40～50	骸炭瓦斯コール・タールピッチ	石炭瓦斯コール・タールピッチ	使用後のアスファルト	備考
120		41.3	29.4	—	—	15.5	29.6	—	
			29.7			(135°C)	28.9		
			平均29.6				平均29.3		
140	29.2	15.9	9.9	86.6	60.6	10.4	11.1	29.9	使用後のアスファルトは10日間空氣中に於て165°Cに加熱使用せるものなり。一例として掲げたるのみ。
	30.5		9.7	84.1			11.0	30.5	
	平均29.9		平均9.8	平均85.4			平均11.1	平均30.2	
160	10.5	6.1	4.4	34.3	30.8	5.3	6.1	13.9	
	10.8		4.4	33.7			5.7	14.3	
	平均10.7		平均4.4	平均34.0			平均5.9	平均14.1	
180	5.2	4.4	2.6	13.0	14.6	3.5	4.7	9.9	溫度200°C以上は材料自身に變化あるを以つて單に參考として掲げたるに止る。
	5.4		2.6	13.2			平均3.5	9.1	
	平均 5.3		平均2.6	平均13.1			平均4.1	平均 9.5	
200	—	2.8	—	6.3	7.5	2.3	—	—	
				6.0					
				平均 6.2					
220	—	—	—	—	—	1.9	—	—	


第一圖
温度比粘度曲線
比粘度
温度
40
30
20
10
160
120
140
160
180
200
220
240°C

第一表（比粘度）及第一圖に依りて見るに，直溜アスファルト針度100～120の160°Cに於ける比粘度(4.4)と同程度の比粘度を，直溜アスファルト針度40～50；針度25；ブローン・アスファルト等に於て得んとするには，夫々之を約180°C以上，200°C以上，220°C以上に加熱せざるべからず。之をアスファルト滲透の場合について考ふるに，もし滲透の程度が比粘度のみに支配せらるゝものとすれば，針度100のものを160°Cに加熱せる場合と同程度の滲透を行はしめんとするには，之等のアスファルトは，夫々上記の如き高き溫度に加熱して使用せざるべからず。然れども，アスファルト使用上200°C以上の高溫に之を長く加熱し置く事は，其の品質を損傷する虞あるを以つて，到底行ひ得べきことに非ず。從つてかゝる場合には，溫度を變化せしむる事にのみ依りて，甚しく稠度及性質を異にするアスファルトを以つて，同程度の滲透を同時間内に行はしむることは不可能なるべし。

二　長時間加熱後に於ける瀝青質材料の變化

瀝青質材料の滲透を行ふに當りては，同一瀝青槽を長時間に亘りて使用するを常とすべし。かゝる場合，滲透により消耗せる瀝青質材料は新しき材料を追加して之を補充するも，尙古き材料の槽内に殘る部分多く，次の作業には前回使用の部分をも繰り返し使用するを要すべし。かゝる事を反覆して，其の使用長きに亘れば，瀝青質材料は其の一部の蒸發，重合，縮合或は酸化等の變化を受くる事あるべく，其の結果として，槽内材料の全部は，其の針度，延性，比粘度等に變化を來すべし，之を試みに實驗に使用したるものにつきて見るに，針度25，延性56乃至70，比粘度10.7（163°C）のものを約10日間以上加熱したものは，針度17，延性10－13，比粘度14.1に變化し居たり。（第一表使用後のアスファルト參照）この變化は材料の種類，性質，使用の狀態，程度等によりて異り，一律に之を推測する事は困難なるも，其の場合に應じ，適當なる方法により之を使用前のものとなるべく等しき性質に戻したる後使用するを得策とすべし。之には槽内の材料に對し，やゝ針度大なるアスファルト或はフラックスの如きものを適量に加へ常に槽内材料の性質を一樣になし置くを要すべし。

三　膨　脹　係　數

瀝青質材料の膨脹係數次の如し。

東京市道路局試驗所報告（大正十一年度）に依れば，各種瀝青質材料の25°Cより163°C迄の平均容積膨脹係數は下記の如し。

第二表 容積膨脹係數

番號	試料	膨脹率	膨脹率平均
1	秋田オイル・アスファルト	0.000670	
2	テキサス・オイル・アスファルト (1)	0.000462	
3	同 上 (2)	0.000458	
4	メキシコ・オイル・アスファルト (1)	0.000632	
5	同 上 (2)	0.000652	石油アスファルト, 及天然ビテューメンの平均
6	トリニダット・ビテューメン	0.000610	0.0006194
7	アスファルト針度 15	0.000522	
8	カリフォルニア・オイル・アスファルト (F)	0.000810	
9	同 上 (μ)	0.000824	
10	石油ピッチ (秋田産)	0.000554	
11	石炭ピッチ (東京瓦斯)	0.000412	0.000412
12	鹿井ピッチ	0.000412	
平均		0.00052	0.00052

更に、直留アスファルト針度 25, 及 110, ブローン・アスファルト針度 25, 石炭瓦斯タール・ピッチの 0°C, 25°C, 50°C, 160°C, 180°C に於ける比重及比容を測定するに下記第三表の如し。

第三表 瀝青質材料の比重及比容

温度	項目	No. 481 直溜アスファルト針度 25	No. 442 直溜アスファルト針度 110	No. 445 ブローン・アスファルト針度 25	No. 493 石炭瓦斯タール・ピッチ	備考
0°C	比重	1.0520	1.0414	1.0123	1.2675	
	比容	0.9506	0.9602	0.9878	0.7890	
25°C	比重	1.0508	1.0400	1.0104	1.2664	
	比容	0.9516	0.9615	0.9897	0.7896	
50°C	比重	1.0351	1.0197	0.9932	1.2481	50°C に對するものは測定稍不正確なり。
	比容	0.9661	0.9807	1.0068	0.8012	
160°C	比重	0.9732	0.9552	0.9349	1.1920	
	比容	1.0275	1.0469	1.0696	0.8389	
180°C	比重	0.9571	0.9410	0.9153	1.1713	
	比容	1.0448	1.0627	1.0925	0.8538	

註 50°C に於ける比重は稍少きに失し、比容はやゝ多きに失せるが如きも暫くこのまゝに記載し置く。之れ實驗の際比重壜中の水分の蒸發多きに依るものなり。

上記比重及比容の數値より膨脹係數を算出すれば、下記第四表の如し。

第四表 各種温度間に於ける平均膨脹係數

温度	No. 481 直溜アスファルト針度 25	No. 442 直溜アスファルト針度 110	No. 445 ブローン・アスファルト針度 25	アスファルト平均	No. 493 石炭瓦斯タール・ピッチ
0～25°C	0.00004	0.00005	0.00008	0.00006	0.00003
0～160°C	0.00050	0.00056	0.00052	0.00053	0.00038

0～18)°C	0.00055	0.00059	0.00059	0.00058	0.00044
25～160°C	0.00059	0.00066	0.00060	0.00062	0.00046
25～180°C	0.00063	0.00068	0.00067	0.00066	0.00052
160～180°C	0.00092	0.00082	0.00116	0.00097	0.00095

上記の數値は極めて大略なる觀念を與ふるに止り、甚しく精確なるものには非るも、透滲ブロック内の瀝青質材料の冷却の際收縮の程度を知るには充分なり。

假りに石油アスファルトに就て 0～25°C, 0～160°C, 25～160°C 及の膨脹係数を夫々 0.00006, 0.00053, 及 0.00062 と假定し、160°C に於て滲透を行ひ、25°C 迄冷却せるものとすれば、0°C に於けるアスファルトの容積を V_0 とする時、160°C に於ては V_0 (1+163×0.00053) の容積を有し、25°C に於ては V_0 (1+0.00006×25) の容積を有す。卽其の差は 25 C の容積に對し、

$$\frac{V_0\,(0.00053\times 160-0.00006\times 25)}{V_0\,(1+0.00006\times 25)}$$ 或は $$\frac{V_0\times 0.00062\times(160-25)}{V_0\times(1+0.00006\times 25)}$$

卽 $$\frac{0.0833}{1.0015}\times 100=8.33\%$$

に當る。

註　上記比重、比容、膨脹係数の測定計算は下記の如き方法に依りたるものなり。卽ハバード氏比重壜により、各種温度の比重を測定し、之より比容、膨脹係数を算出したるものにして、其の詳細下記の如し。

(i) 比重壜ガラスの膨脹係数測定

比重壜ガラスの膨脹係数（容積）は次式によりて算出したり。

$$a=\frac{W_y S_x-W_x S_y}{W_x S_y t_y-W_y S_x t_x}$$

玆に a はガラスの膨脹係数

W_x, W_y は夫々 t_x, t_y °C に於て水を滿したる時の比重壜中の水の重量(g)

S_x, S_y は夫々 t_x, t_y °C に於ける水の比重 $t°/4°C$

本試驗に用ひたる比重壜ガラスにつきては a=0.000027 なり。

(ii) 0°C に於ける瀝青質材料の比重 d_0 の測定

0°C に於ける比重 d_0 (0°/4°C) は置換法によりて測定したり。

$$d_0=d\,(0°/0°C)\times\frac{1}{S_0}$$

玆に S_0 は 0 C に於ける水の比重にして、S_0=0.9998681 なり。

(iii) 25 Cに於ける瀝青質材料の比重 d_{25} の測定

25°Cに於ける比重 d_{25} は比重 25°/25°C をハバード氏比重壜によりて測定し、次式によりて算出したり。

$$d_{25}=d\ 25°/25\ C\times\frac{1}{S_{25}}$$

茲に S_{25} は 25°Cに於ける蒸溜水の比重にして、$S_{25}=0.9970770$ なり。

(iv) 50°Cに於ける瀝青質材料の比重 d_{50} の測定

50°Cに於ける比重 d_{50} は、ハバード氏比重壜により、略 d_{25} の場合と同様に行ひ、次式を以つて算出したり。

$$d_{50}=\frac{W_3'-W_1'}{\frac{W_2'-W_1'}{S_{25}}\times\frac{1+50a}{1+25a}-\frac{W_4'-W_3'}{S_{50}}}$$

茲に W_1' 比重壜の重量

W_2' 25°Cの水を滿したる時の比重壜の重量

W_3' 比重壜中に約半まで瀝青質材料を入れたる時の重量

W_4' 比重壜の中の瀝青質材料上に 50°C に於て蒸溜水を充したる時の全重量

S_{25}, S_{50}, 夫々 25°C, 50°C に於ける水の比重

$S_{25}=0.9970770$, $S_{50}=0.98807$

a 硝子の膨脹係數 $a=0.000027$

即 $$d_{50}=\frac{W_3'-W_1'}{\frac{W_2'-W_1'}{S_{25}}\times 1.00067-\frac{W_4'-W_3'}{S_{50}}}$$

(v) 160°C, 及 180°Cに於ける瀝青質材料の比重 d_{160}, d_{180} の測定

160°Cに於ける比重 d_{160} は、ハバード比重壜を同温度の瀝青質材料を以つて充塡し、其の重量を秤り、之より次式に依りて算出す。

$$d_{160}=S_{25}\times\frac{W_{160}}{W_{25w}}\cdot\frac{1+25a}{1+160\times a}$$

同樣に $$d_{180}=S_{25}\times\frac{W_{180}}{W_{25w}}\cdot\frac{1+25a}{1+180\times a}$$

茲に W_{160}, W_{180} は、夫々 160°C 及 180°C に於て比重壜を填充せる時の瀝青質材料の重量

W_{25w} は 25°Cに於て蒸溜水を以つて比重壜を充したる時の水の重量

S_{25} は 25°C に於ける水の比重　$S_{25}=0.9970770$

即 $d_{150}=\frac{W_{150}}{W_{25w}}\times 0.99708\times 0.99638$

$d_{180}=\frac{W_{180}}{W_{25w}}\times 0.99708\times 0.99584$

(vi) 上記 (i)～(v) に依り比重 d_0, d_{25}, d_{50}, d_{150}, d_{180} を得べく、其の逆數を取れば比容を得べし。

(vii) 膨脹係數の計算　瀝青質材料の t_1 C より t_2°C 迄の間の平均膨脹係數 $b_{1\,2}$ は次式によりて算出したり。

$$b_{1\,2}=\frac{d_0}{t_2-t_1}\times\left\{\frac{1}{d_{t_2}}-\frac{1}{d_{t_1}}\right\}$$

玆に　d_0 は 0°C に於ける瀝青質材料の比重

d_{t_1}, d_{t_2}, は夫々 t_1, t_2°C に於ける其の比重

尙、カール・チーグス氏 (Karl Ziegs; Asphalt und Teer, S. 944, den 27, August, 1929) に依れば、アスファルトの比重變化は、15°C 及 200°C の間に於ては略一定し居るもゝ如く、同氏は六種の試料（多分直溜石油アスファルトなるべし）につき、15°C 乃至 50 C; 120° 乃至 190°C に於いて種々の溫度の下に比重を測定し、15°～200°C の間に於けるアスファルトの平均膨脹係數として次の數字を掲げ居れり。

試　料	I	II	III	IV	V	VI
軟化點（環球法）°C	38.5	50	53	52	56	69
針度 25°C	196	65	50	65	45	23
膨脹係數（平均）	0.00060	0.00061	0.00061	0.00061	0.00061	0.00062

而して同氏は 15～200°C に於ては膨脹係數は定數と見做し居れるも、比重が溫度に關して等差級數的に變化するものとの同氏の實驗結果より考ふるに、溫度の變化とゝもに膨脹係數は變化するものなる事次式の如し。

今一定の溫度 t_a°C の容積を基準とする t_t°C に於ける膨脹係數を ${}_a\alpha_{t\,2}$ を以つて表し、t_a°C, t_t°C の比重を夫々 S_a, S_t とすれば、

$S_a-S_t=C\times(t_t-t_a)$　　但し C は定數（第五表參照）

$${}_a\alpha_{t\,2}=\frac{S_t C}{(S_t)^2}\qquad 從つて\ {}_t\alpha_{t\,2}=\frac{C}{S_t}$$

又 t_x°C の容積を基準とする t_x C 及 t_t°C 間の平均膨脹係數を ${}_x\alpha_{x\,t}$ を以つて表し、t_x°C の比重を S_x とすれば、

$${}_x\alpha_{x\,t}=\frac{S_x C}{S_x S_t}=\frac{C}{S_t};$$

卽、アスファルトの或る一定の溫度 t_1°C と他の溫度 t_x'C との間の平均膨脹係數（但し t_x'C に於ける容積を基準とす）は t_x の値に無關係にして、其の溫度（t_1°C）に於ける膨脹係數に等し。

同氏は 0°C に於ける比重を測定せざるを以つて、今假りに、15°C～200°C に於けると同率の比重變化あるものと假定したる場合の 0°C の假想的比重を S_0 とすれば、（但し S_0 は 0°C に於ける實際の値よりも少なるものと思はる）

$$ {}_0\alpha_{t^2} = \frac{S_0 C}{(S_t)^2} $$

となる。今各種溫度に於ける ${}_0\alpha_{t^2}$；及 ${}_t\alpha_{t^2}$ の値を、同氏の測定比重より算出すれば第五表の如し。

第五表　容積膨脹係數 ${}_0\alpha_{t^2}$ 及 ${}_t\alpha_{t^2}$

0°C に於ける假想的容積を基準としたる t_1°C に於ける容積膨脹係數 ${}_0\alpha_{t^2}$

（但し表中の數字は ${}_0\alpha_{t^2}\times 10^6$ なり）

溫度 °C	試料 I	II	III	IV	V	VI
15	557	560	561	565	557	569
20	562	563	564	568	563	574
40	575	578	580	582	576	589
50	583	584	586	588	583	596
60	588	590	592	596	588	601
80	600	603	604	608	602	616
100	615	619	620	623	616	630
120	630	633	634	638	632	645
140	645	647	648	653	646	661
160	660	664	665	670	661	678
180	676	679	680	687	677	693
200	692	696	698	704	694	710

t 'C に於ける容積を基準としたる其の溫度 t_1'C に於ける容積膨脹係數 ${}_t\alpha_{t^2}$

（但し表中の數字は ${}_t\alpha_{t^2}\times 10^6$ なり）

溫度 °C	試料 I	II	III	VI	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	532	574	588
100	580	583	585	589	531	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	609	625
200	616	618	621	626	616	632

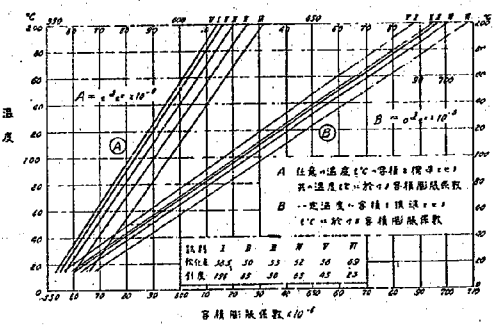
第五表の結果を圖示すれば、第二圖の如くにして、容積膨脹係數 $_0\alpha_t{}^2$ 及 $_t\alpha_t{}^2$ は、各相並行せる線となる。$\frac{1}{100}$ 以内の誤差を許す時は、各線は直線を以つて置換へらるべく、從つて膨脹係數は、近似的に考へて温度の一次函數と見做し得べし。$_0\alpha_t{}^2$; $_t\alpha_t{}^2$ は、即温度と共に變化し、其の變化の割合は温度の差に比例するものと見るも大過なし。今膨脹係數變化の割合を示せば、第六表の如し。

第六表　膨脹係數變化率（但し $\alpha\times10^6$）

	試料 I	II	III	IV	V	VI	平均
$_0\alpha_t{}^2$ の變化率	73	73	74	75	75	76	74
$_0\alpha_t{}^2$ の變化率	34	34	35	35	34	36	35

第六表によれば、膨脹係數變化の割合は、各試料を通じて殆と變化なし。

第二圖　容積膨脹係數



四　結　論

1. 瀝青質材料の比粘度は、温度及稠度の異るに從ひ變するものにして、稠度或は性質變化による比粘度の變化を、相殺する目的を以つて、其の使用温度のみを變化するも、瀝青質材料の性質に惡影響を及ぼさゞるべき範圍の温度に於ては、其の目的を達し得ざる場合多し。

2. 瀝青質材料（石油アスファルト、天然ビテユーメン、石油ピツチ、石炭ピツチ等）の0°Cより180°C迄の平均容積膨脹係數は0.00038乃至0.00085の間にあり。然れども0°Cより25°Cの間にありては、0.00003乃至0.00008の間にありて、0°C乃至180°C間の平均膨脹係數に對して著しく低く、又160乃至180°Cにありては0.001前後に達す。

3. 石炭瓦斯タール・ピツチは、石油アスファルトに比し、0～160°Cの間に於ては、其の容積膨脹係數稍低し。

4. 尙カール・チーグス氏比重試驗の結果より考ふるに、15°～200°Cの間に於てはアスファルト比重の差は溫度の差に比例す。從つて容積膨脹係數の差は、溫度の差に略比例す。

5. 同氏の實驗に供したるアスファルト（針度196～2）六種の間にては、容積膨脹係數の溫度に對する變化率は略一定し居りて大なる差なし。

土木試驗所出版圖書

報告

第一號	路面及勾配が馬車運送に及ぼす影響に就ての研究中間報告。瀝青質材料並瀝青質混合物に關する研究第一報	大正十四年三月發行
第二號	瀝青質材料針度に就て	大正十五年一月發行
第三號	「ヴァイアログ」に依る路面凹凸測定。瀝青混合物に關する研究。「アスファルト」合材混合の際に於ける「アスファルト」の粘度に就て	同　二月發行
第四號	(急硬セメントに關する試驗報告)	同　五月發行
第五號	(簡易鋪裝に關する試驗報告)	昭和二年三月發行
第六號	(混凝土及鐵筋混凝土抗扭力試驗報告)	同　五月發行
第七號	八幡製鐵所副產部製品、瀝青質材料、瀝青質鋪裝、「セメント」類、及揮發油に對する「アスファルト」の可溶率等に關する試驗成績	同　七月發行
第八號	瀝青質材料標準試驗方法 石材類標準試驗方法	同　十月發行
第九號	急硬性「セメント」に關する試驗 「ソリデイテイット」の耐壓強度に關する試驗 「ブロック」に關する試驗。高知縣黑瀨川產砂に關する試驗。多摩川產砂利及砂に關する調查。石材類試驗成績	同　十一月發行
第十號	路面構造の運輸經濟に及ぼす影響に就て 道路橋振動試驗	昭和三年三月發行
第十一號	瀝青滲透ブロック試驗成績。鋪裝工事用サーフエス・ヒーターの碎石に及ぼす影響に關する試驗。常願寺川產砂に關する試驗	同　七月發行
第十二號	アスファルト・ブロック試驗成績 各種アスファルト・ブロック比較試驗成績 石油アスファルトとコール・タール・ピッチとの混合物に關する試驗。瓦斯礎及骸炭爐タール及ピッチに關する試驗成績。コール・タール・ピッチ中の純瀝青に就て大氣中に於けるアスファルト・セメントの變化。石炭瓦斯のアスファルト・セメントに及ぼす影響。標準砂モルタルの强度に及ぼす火山灰及石粉の影響	同　四年一月發行
第十三號	ポートランドセメント混凝土鋪裝の磨耗試驗 橋梁用敷板强度試驗 舊廳橋鐵材の腐蝕に關する調查 鋪裝用鑄鐵ブロック磨耗試驗	同　四年五月發行

其他

本邦道路橋輯覽	大正十四年十二月發行
本邦道路橋輯覽 (增補)	昭和三年三月發行

昭和四年十二月二十三日　印刷
昭和四年十二月二十八日　發行

内務省土木試驗所
東京市本郷區駒込富士前町二十六番地
電話小石川(85)五五〇〇番

東京市麹町區内幸町一丁目五番地
印刷者　芝　誠一郎

東京市麹町區内幸町一丁目五番地
印刷所　ジヤパン・タイムス社印刷部