

土木試験所報告

第十四號

瀝青乳劑及ビテュマルス鋪裝に關する試験

瀝青滲透ブロックに關する試験

瀝青質材料の滲透性に關する試験

瀝青質材料の粘度及膨脹係數に關する試験

昭和四年十二月

建設省沼津支所圖書			
分類	II-K	卷	7-5
購入年月日	年	月	日

内務省土木試験所

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	渗透ブロック	透渗ブロック
91	7	平均膨脹係数	及の膨脹係数
92	4	$d_{25}=d(25^{\circ}/25^{\circ}C)\times\frac{1}{S_{25}}$	$d_{25}^{25^{\circ}/25^{\circ}C}\times\frac{1}{S_{25}}$

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装に關する試験、瀝青滲透ブロックに關する試験の續報、瀝青質材料の滲透性に關する試験、及瀝青質材料の粘度及膨脹係數に關する試験の結果を蒐録せるものなり。

瀝青乳劑及ビチユマルス鋪装に關する試験は、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験比較し、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験の結果に由り碎石層透入の際のウオ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験を行ひ、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装につき、その工法及施工前後の路面狀態に關する試験を行ひ、中交道路線に對する瀝青透入鋪装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験は滲透率、靱性、磨削抵抗、及抗曲強度等に關する試験を行ひ、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験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験したるものなり。

瀝青質材料の粘度及膨脹係數に關する試験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験の結果と對照して瀝青質材料使用上の参考に供したるものなり。

昭和四年十二月

内務省土木試験所長 内務技師 物 部 長 穂

内務省土木試験所報告

第十四號

目次

一 瀝青乳劑及ビチュマルス鋪装に関する試験

内務技師 藤井 眞 透
内務技手 永 峰 尙 次

第一章 瀝青乳劑に関する試験

第一節 總 說	頁 1
第二節 試験方法	1
第三節 試験結果	5
第四節 乳劑の粘度に及ぼす含水量及温度の影響	8
第五節 瀝青の骨材表面被膜の厚に関する試験	21
第六節 乳劑混合物の硬化及安定度に関する試験	23

第二章 ビチュマルス鋪装に関する試験

第七節 試験の目的	26
第八節 試験路線及その路面の性状	28
第九節 試験鋪装の設計	32
第十節 乳劑透入鋪装の性質	33
第十一節 施工方法	38
第十二節 施工後の結果	42

第三章 試験結果の約説

二 瀝青滲透ブロックに関する試験

内務技師 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	磨削試験成績	52
五	抗曲強度	54
六	結 論	56

三 瀝青質材料の滲透性に関する試験

内務技師 三 木 榮 三

一	滲透状態を左右する諸種の条件	57
二	滲透率と煉瓦の空隙率との関係	59
三	滲透率と煉瓦表面の状態との関係	64
四	滲透率と煉瓦の温度との関係	65
五	滲透率と減圧との関係	65
六	滲透の状態と瀝青質材料中の不熔融性微粉との関係	74
七	滲透率と瀝青質材料の温度との関係	75
八	滲透率と瀝青質材料の稠度との関係	76
九	滲透率と壓力との関係	76
一〇	滲透の程度と滲透促進剤との関係	77
一一	滲透率と時間との関係	79
一二	瀝青質材料滲透後の表面の状況	81
一三	瀝青質材料滲透の経過	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

内務技師 三 木 榮 三

内務技手 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

瀝青乳劑及ビチュマルス鋪装に關する試験

内務技師 藤 井 眞 透

内務技手 永 峯 尙 次

第一章 瀝青乳劑に關する試験

第一節 總 説

本試験は瀝青乳劑の一般的性質、その鋪装施工に必要なウツカ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。

近年鋪装技術の進歩に伴ひ從來の瀝青鋪装の外に塗裝ブラックベース (surface treated black base) 混合式マカダム (mixed macadam) 瀝青縮マカダム (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ァ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、アスファルト及その混合よりなるもの各種の乳劑を用ひたるもの等ウエーバス、ベニツト、メクソリツト、コフビツト、キトン、マダノン、バイオニア、フェアリツト、コーラス、コルフイツクス、レイコーールド、ウエストルマイト、アブルバイト、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、バルビサイド、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装材料として用ひらるゝに至れる以て今茲に乳劑の性質そのウツカーカビリチイ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、併せて試験鋪装に使用する乳劑の性質を明にせむとす。

第二節 瀝青乳劑試験方法

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

試験方法 A, B, C は A.S.T.M. D244-28T により同 D, E は本試験に於て之を定めたものとする。

A 混水試験（乳剤と水との親和度試験）

乳剤試料約 50 cc をとり之を攪拌しつゝ徐々に約 150 cc の蒸留水を加へ 2 時間之を放置せる後瀝青と水とが分離するや否やを検す。

混加の際の温度は 20° 乃至 25°C. を標準とす。

B 石材被覆試験

石灰岩碎石径 6 乃至 20 mm のもの 465 gm をとり之を No. 10 篩に入れ蒸留水中に浸漬して洗浄後 3 分間水切りを行ひ径約 15 cm の鍋又は磁製蒸發皿に移し之に試料 35 gm を加へ鋼鍍製籠を用ひ 3 分間よく混合す。

混合中に於て乳剤の瀝青分が感知し得る程度の乳剤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

装置 径 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 径 12 mm の硝子製連結管、鍍力製カバー、凝結器及目盛せる圓筒狀受器を裝置せるものとする。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る。

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縁に挟みたる後堅く蓋を締め、寒暖計はその球端が蒸溜器内底より 1.3 cm にある様に挿入す。

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温度が 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 迄熱し此の温度に於て 15 分間保持せしむ。

次に蓋を蒸溜器より取除き残留物を延性及び軟化點試験用型並に針度試験容器中に注入す。

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時間四分一以内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。

$$\text{含 水 量 } \% = \frac{\text{溜 出 水 量 } \text{cc}}{2}$$

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

$$\text{溜 出 油 分 } \% = 100 - (\text{含水量}\% + \text{不揮發性物質}\%)$$

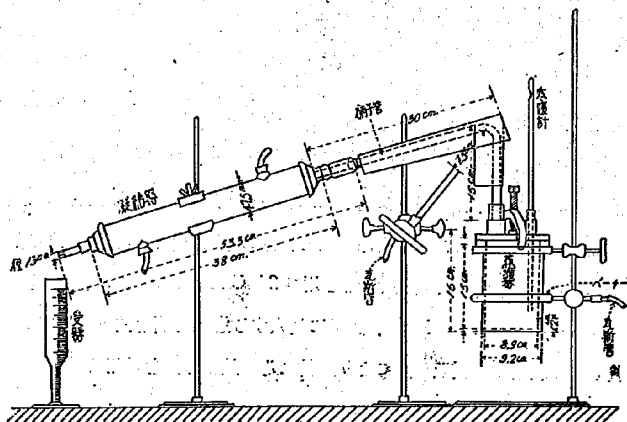
第二法

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つ 121°

第 一 圖



C の熱板上にて加熱す。此の残留物を以て稠度延性其の他の試験を行ふものとす。

鋳物質物質 抽出濾過後濾紙上の鋳物質物質は乾燥せしめたる後秤量すべし。

D 乳剤の被膜厚測定試験

花崗岩又は石灰岩の圓球形(硬度又は靱性試験體を用ふ)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 に於て乳剤中に 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、試験前後の重量を秤量して乳剤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。

$$A = \text{石 材 表 面 積} \quad \text{cm}^2$$

$$W_1 = \text{同 重 量} \quad \text{gm}$$

$$W_2 = \text{同 乳剤中に浸漬せる場合} \quad \text{gm}$$

$$S = \text{乳 剤 比 重}$$

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

碎石の表面積は次式により之を求むるものとす。

$$\text{徑 20 乃至 12 mm} \quad A = 2.496 W_1 \quad \text{cm}^2$$

$$\text{徑 12 乃至 6 mm} \quad A = 3.282 W_1 \quad \text{cm}^2$$

更に之を 105° C の恒温爐中に入れ約 1 時間放置して乳剤中の含有水分を全く蒸發せしめたる後之を計量し、 W_2 との差より瀝青量を求め試験體表面積に對するその量より乳剤硬化の場合の瀝青分の被膜厚を次式により算出するものとす。

$$W_3 = \text{乳剤中に浸漬せる石材の水分蒸發後の重量} \quad \text{gm}$$

$$S_1 = \text{瀝 青 分 の 比 重}$$

$$\text{瀝青被膜厚} = \frac{W_3 - W_1}{S_1 \cdot A} \times 10000 \quad \mu$$

E 硬化及安定度試験

乳剤と標準砂とを重量比 1:3 の割合に配合し、鐵筥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験體型に入れ、ペーメ鐵槌器を用ひ敲打して試験體をつくり、之を室内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験器を用ひ 25° C に於て 2 kg の荷量のもとに 1 cm のブランヂャーが 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。

これらの試験方法は乳剤の性質及用途により適當にその試験方法を適用せり。

乳剤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. 乳化劑として礦物質を含有せざるもの又は極めて少量含有するもの。

方 法 A, B, C, D, E を行ふ。

b. 乳化劑として礦物質を相當量に含有するもの。

方 法 A, D, E を行ふ。

第三節 瀝青乳劑試験結果

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・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、乳劑に関する試験は第一表の如く、乳劑より抽出せる瀝青分の性質は第二表の如し。

第一表 乳劑試験表

試験目次	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. エンダラー法 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	—	—	—	—
泥水試験		良	可	良	良	可	可	可	可
骨材被膜厚	膜厚 μ	33	127	51	—	—	—	213	164
顯微鏡試験	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
水及瀝青分測定試験									
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 験	條 件	アスカ ル・エ ツキス	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	エンダラー 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

これ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、瀝青性質及乳化剤の種類によりて異なる。
2. 粘度は乳化剤の性質により大差あり、礦物質のものを混入するものは常溫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剤とするものはその粘度の差小く比粘度1.76乃至3.03の間にありて液状をなせり。
3. 混水試験は何れも合格せり、然れどもある種の乳化剤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状を破壊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 が次式に従つて測定し 10^{-1} ミクロン單位のものと説明せるも、本試験に於ては顯微鏡試験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. 石材被覆試験は何れも合格せり。
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剤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ド
 及アスカルは乳化劑として鑛物質質を混入してその量大なり。

9. 一般に乳化劑として石鹼を比較的多量に混入せる乳劑は、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ゝ如し。

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劑の規格は第四表の
 如く定められたり。

第三表 ビチユマルス製品規格

乳 劑	ビチユマルス 95	ビチユマルス M 95	ビチユマルス 150
比 重 25°C	0.98 以上	0.98 以上	0.98 以上
比粘度エンダラー 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 劑	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	鋪裝混合法	路面混合法	透入法塗裝

第四表 獨逸透入法材料規格

瀝 青		
軟 化 點	グレマーザルノー °C	28—40°C
凝 固 點		—10°C
延 性	25°C	75 cm 以上
ダール No. 1 ター		
水 分		1% 以下
蒸 留 試 験	0—170°C	1% 以下
	170—270°C	12—24%
	270—300°C	4—12%
比 重	15°C	1.225 以下
	フェノール容積%	5% 以下
	ナフタレン重量%	5% 以下
	遊離炭素	5—18%
稠 度	ハツチンツン	3—20 sec
ビツチ 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

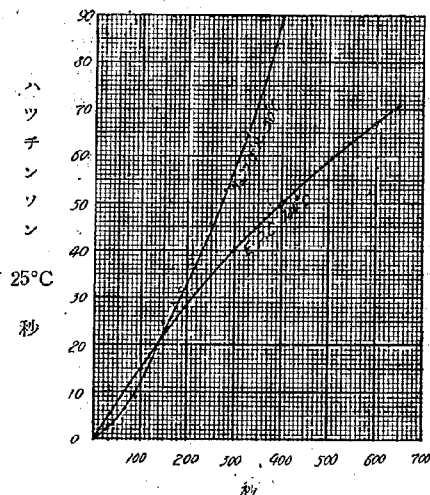
3時間以内

第 四 節 乳劑の粘度に及ぼす含水量及温度の影響

透入及塗装工法に於てウラーカピリチーを定むべき要素としての粘度は、単位面積當りの撒布量、透入能力、鋪装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其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。

本試験に於てはエングラ―粘度計を用いたるも、粘度試験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, Rützggers 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なる試験方法を取り一定の標準なきも、エングラ―粘度計は各國共に用ひらるゝを以て、各國の規格を参照する場合に必要な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



$$k = 0.08019 E - 0.07013 E -$$

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

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

T_R = Redwood 粘 度

T_s = Saybolt 粘 度

E = Engler 粘 度

冷式塗装材料の粘度に関しては、米國はエングラ 40° C、英國はハツチンソン 25° C、獨逸はリュツツゲル 50° C、佛國は E. p. c. 18° C の粘度を標準とするも、本試験に於てはエングラ 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ぼす影響を測定すれば第五表乃至第八表の如し。

第 五 表 ビチニマルスの混水量の粘度に及ぼす影響

(エングラ 粘度 25° C sec)

試料量 cc	55% (原乳劑) sec	含 水 60% sec	量 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 粘度 25° C sec)

試料量 cc	アスカル 含 水 量				抽出瀝青 120° C min-sec	アスカルエキス	
	55% (原乳劑) sec	60% sec	65% sec	70% sec		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
比粘度					
50 cc	2.73	1.73	1.46	1.28	78.7
100 cc	3.02	1.93	1.49	1.27	85.5

第 七 表 レイコールド D の粘度に及す含水量の影響

(エンダラー粘度 25°C sec)

試料 cc	50% (原乳剤) min-sec	含 55% sec	水 60% sec	量 65% sec	70% sec	抽出遅延 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

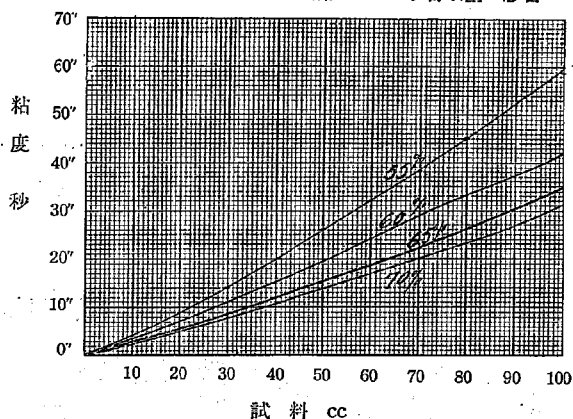
第 八 表 レイコールド E の粘度に及す含水量の影響

(エンダラー粘度 25°C sec)

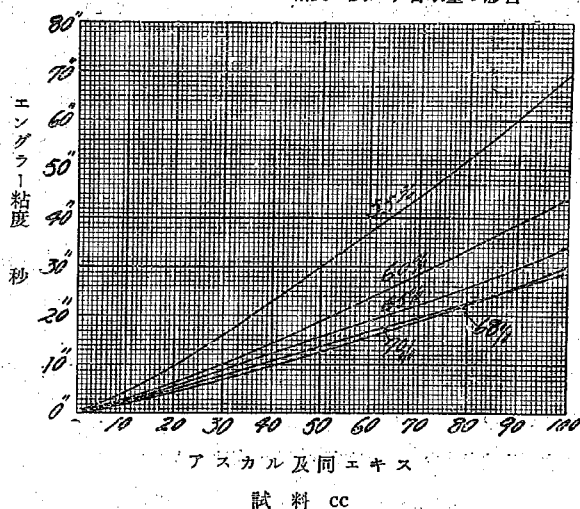
試料 cc	54% (原乳剤)	含 60% sec	水 65% sec	量 70% sec	抽出遅延 120°C min-sec
10	不 能	8	4	3	1—18
20	„	18	8.5	6.5	2—30
30	„	30	13	10	4—05
40	„	42	17.5	13.5	5—41
50	„	56	22	17	7—07
60	„	1—11	27	21	8—43
70	„	1—26	32	25	10—16
80	„	1—42	37	29	11—52
90	„	1—59	43	33	13—19
100	„	2—16	49	37	14—43
比粘度					
50 cc		5.10	2.00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

試験は 25°C に於て 10 乃至 100cc を 10cc 毎に之を測定せり。泥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 ビテュ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 ビテュマルス、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。

試験結果より乳剤及抽出瀝青の比粘度を求めれば第九表第五圖の如し。

透入鋪装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剤との比粘度を比較すれば乳剤の分著しく小さく従つてウツカーカビリーチ大なるを示せり。

抽出瀝青の針度はビチニマルス 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。

従つて120°Cに於けるアスファルトは、常温の乳剤に比較して、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剤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 剤		抽 出 瀝 青	
		50 cc 25°C	100 cc 25°C	50 cc 120°C	100 cc 120°C
ビチニマルス	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		

ビチニ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。

$$v = 0.336 w^{0.403}$$

v = 比粘度の減少割合

w = 混加水量 %

従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

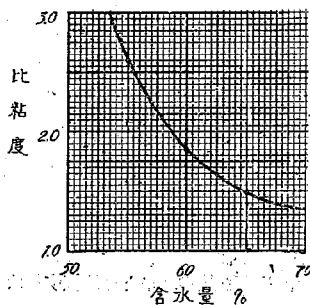
W = 含水量 %

之を簡易にしてツワーカビクターを表す粘度は次式をとるをよしとす。

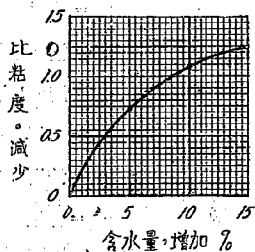
$$V = 2.60 - 0.34 (W - 55)^{0.5}$$

第五圖

ビテニマルスの含水量と比粘度の關係



第六圖

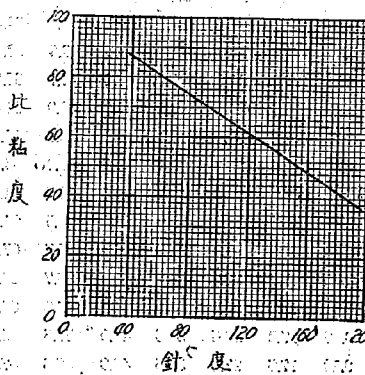


乳劑より抽出せる瀝青の針度とその 120°C に於ける比粘度との關係は、第七圖に示すが如し。

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



$$V = 103 - 0.34 P$$

$V = 120$ 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従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-粘度計に於てその流出量と時間との關係を試験容器内のヘッ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

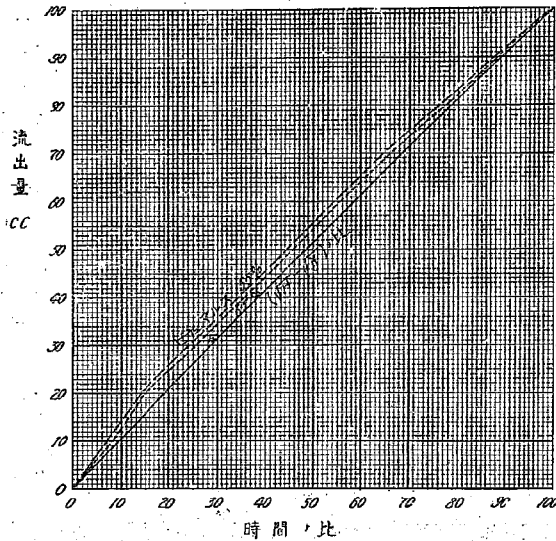
μ = 係數

今試料 10 cc 毎に對する $(\sqrt{H} - \sqrt{y})$ の比を求め之と試験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
ビテニマルス 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



粘度高きビチユマルス 0°C のもの及同含水量 55% のものは粘度低き含水量 65% のものよりヘッ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、ヘッドの影響より尙その粘度、容器周壁の摩擦等による影響の極めて重要な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ラーカビリチーの比を表すものとして感應粘度比 (susceptibility 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)

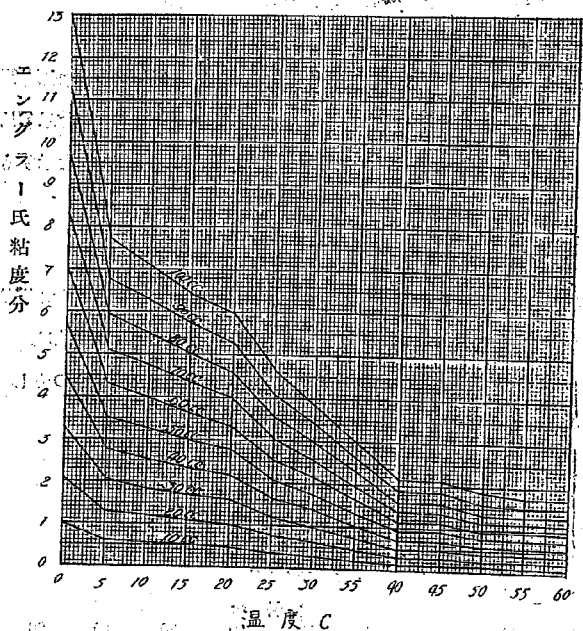
ビチユマルス

温度 $^{\circ}\text{C}$	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

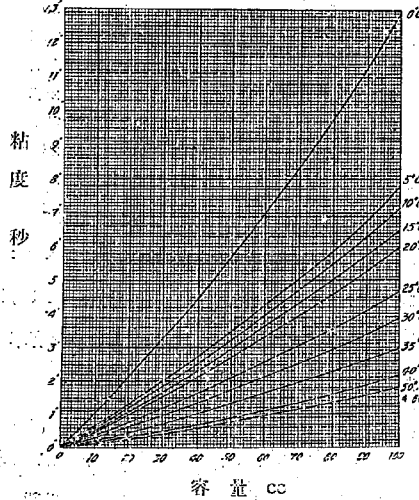
10	0-34	1-12	1-51	2-32	3-15	3-59	4-45	5-30	6-18	7-03
15	0-32	1-06	1-48	2-20	2-58	3-38	4-20	5-02	5-44	5-26
20	0-28	1-01	1-35	2-10	2-45	3-22	4-00	4-37	5-17	5-58
25	0-21	0-46	1-12	1-38	2-06	2-34	3-03	3-34	4-05	4-39
30	0-17	0-38	1-00	1-23	1-45	2-08	2-32	2-57	3-23	3-50
35	0-13	0-28	0-45	1-02	1-19	1-38	1-57	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

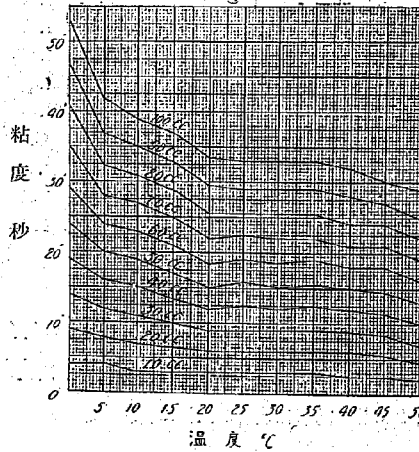
ビツマルスの粘度と温度との関係



第十圖 ビチニ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ぼす温度の影響



第十二表 粘度に及ぼす温度の影響 (秒)

アスカル Ex		試料容量 cc									
温度 °C		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

乳剤の各温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、アスカルも同様に各々2.32, 1.45, 1.40となり、前者は後者に比し温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きなるに起因するものなり。

第十三表 比 粘 度

温度 °C	ビチユマルズ	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 (susceptibility ratio of viscosity) は試料 100 cc の場合、温度 0°C, 25°C, 40°C に於ける比粘度の比をとり、試験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	10°C	25°C	40°C
ビチユマルズ			
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
應 應 比		1.22	1.04	1

ビチヌマルスの温度の増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。

$$v = 15.78 t^{0.533}$$

v = 比粘度の減少

t = 温度 °C

従つて t 温度の比粘度は次式により表はし得べし、第十三圖の如し。

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

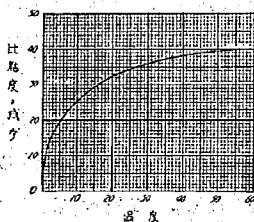
V = 温度 t °C に於ける比粘度

t = 温度 °C

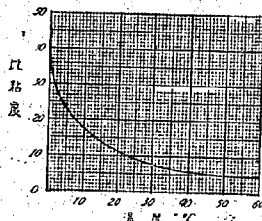
之を簡易にして次の式を以て表はし得べし。

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

第十二圖 ビチヌマルス



第十三圖 ビチヌマルス



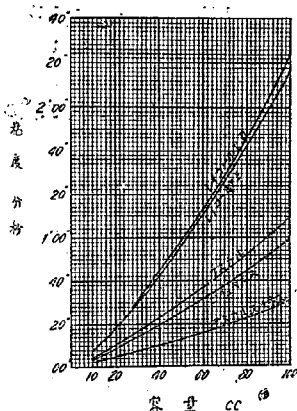
3. 一定の混水量を有する乳劑の粘度の比較

乳劑は各々含水量を異にし従つて瀝青分の含有量も異なるを以て、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、乳化劑の性質及其その量により異り、前記試験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。

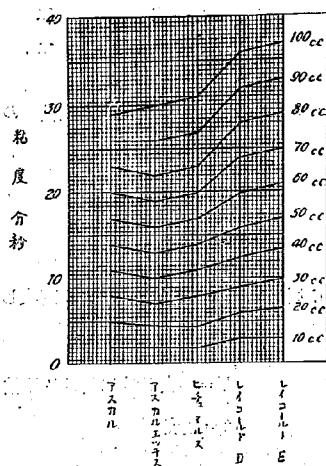
針度と比粘度の關係より一般に瀝青分の性質よりも乳化劑の影響大なるが如し。

第十四圖



第十五圖

含水量70%の乳剤の粘度



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
ビチユマルス	1.410	155
レイコールド D	1.580	64
同 E	1.620	153

施工に當り乳剤の粘度は、水量の混加により自由に増加し得べきも、含水量大なる乳剤は硬化に要する時間長く従つて施工の際の交通禁止の期間を長く要し、硬化するもの鋪装強度小なるのみならず、気温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、乳剤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装に適する比粘度のものたるを要す。

4. 塗装及透入工法に對する各國粘度の規格

冷式鋪装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 40°C	8—35
		カットバツク・ダール	同	比 粘 度	35—80
農 務 省		タ ー ル	同		8—13
			同		25—35

英 國 獨 逸 佛 國	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
	タール	ハツチンゲン 25°C 3—20
		リニツゲル 50°C 5—15
		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験

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強度及溫度變化によりて受くる安定度の主要な素なるを以て、本試験に於ては特に試験方法に述べたる操作により之が試験を行ひ、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験方法を設け、前者の場合と之を比較せり。

瀝青被膜厚試験（骨材表面の熔融瀝青被膜厚測定試験）

瀝青乳劑試験方法 D と同様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 に保てる恒温爐に於て 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箆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温爐に入れ過剰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様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験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
ビテニマルス	石灰石圓鑄	{ 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 平均	2.0—1.6	288.91	4.4	151 111	1.6	55 51
アスカル・エキス	石灰石圓鑄	{ 徑 2.44 長 1.96 }	24.37	0.20	81	0.07	39
	花崗碎石	2.0—1.2	249.63	3.2	126	0.8	31
	同 平均	1.2—0.6	328.19	4.5	134 114	1.2	38 33
アスカル	石灰石圓鑄	{ 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 平均	1.2—0.6	328.19	10.2	293 329	4.4	118 127

レイコード 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	材 寸法 cm	表面積 cm	瀝青重量 gm	被膜厚 μ
ビヂュマルス	石灰石圓礫	{ 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・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
レイコード 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
レイコード 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 、レイコードの如き特に粘度大なるものは 360 乃至 500 μ に及べるものもある。一般にその乳劑硬化の結果生ずる瀝青膜の厚は 50 μ 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験の如き抽出瀝青の結果とは幾分異なるべきも、本試験に於ては 100 乃至 200 μ 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温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	
	μ	mm	μ	mm
ビチニマルス	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、故にウターカビリデ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
ビチニマルス	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数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、本試験結果より圓錐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		熔融瀝青被膜	
	圓錐形 μ	碎石 mm	圓錐形 μ	碎石 mm
ビチニマルス	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関する試験

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。

鋪装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、本試験に於ては壓搾を試験體成形の操作に行ひ爾後は

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

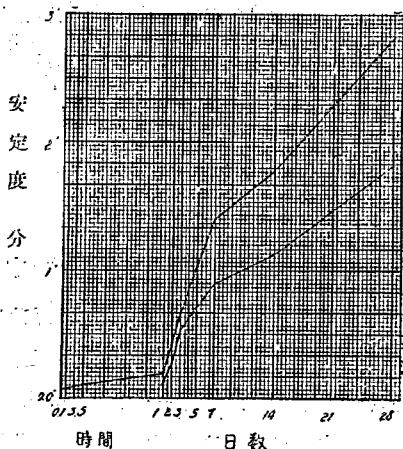
標準砂に對し重量 14% の瀝青分を有する混合物を作る爲に、標準砂 150 gm ビチユマルス 47 cc とを混合して成形し、硬化する時間と安定度とを試験すれば第二十二表、第十六圖の如し。

時日の経過に伴ひ含水量が次第に蒸發揮散して減少し之に従つて安定度は次第に増加せるを知るべし。

第二十二表 標準砂と乳劑との混合物の安定度

試験體 製作日 (月日)	材齡 日 時	原重量 gm	試験時 ノ重量 gm	重量減 gm	瀝青乳劑 cc	水量 cc	安 定 度 (分一秒散)						平 均	
							No. 1		No. 2				5	
							5	10	5	10	5	10	5	10
							mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
6-3	0	123	123	—	29.3	16.1								
"	1	123	121	2	29.3	14.1		4		3.5				3.8
"	3	128	125	3	30.5	13.8		4.5		4				4
"	5	123	118	5	29.3	11.1		6		4				5.5
"	1	126	120	6	30.1	10.6		7		5				6.5
"	2	132	126	6	31.5	11.3	6.5	12	6	11	6.3	11.5		
"	3	125	119	6	29.9	10.4	19	27	16	24	17.5	25.5		
"	5	119	113	6	28.4	9.6	32	55	30	44	31	49.5		
"	7	132	142	8	31.5	9.3	1-37	2-38	1-40	3-15	1-39	2-56		
"	14	128	118.5	9.5	30.5	7.3	54	1-22	53	1-25	54	1-24		
"	21	123	115	8	29.3	8.1	1-12	1-55	1-03	1-38	1-08	1-47		
"	28	133	123	10	31.7	7.4	2-40	4-56	2-30	4-36	2-35	4-45		
							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ずる乳劑量を混合し、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	13.85	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
(分一秒) 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従つて安定度高く、乳劑混合率 35~40% の場合は硬化速く安定度小なるも、同 44.4% に於てはその含有瀝青分の多きにより硬化は速きも安定度は却つて大なるを示せり。

之らの試験は主として気温、湿度の影響を受けるが故に、本試験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 試験の際の気温及湿度表

月 日	温 度 °C						温 度 %		
	9 a.m.		1 p.m.		4 p.m.		9 a.m.	1 p.m.	4 p.m.
	乾球	湿球	乾球	湿球	乾球	湿球			
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	63.0	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 ビチユマルス舗装に関する試験

本舗装に関する試験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澁入マカダム舗装を施工せる結果を調査せるものなり。

第七節 試験の目的

本ビチユマルス舗装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験を行へり。

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裏に至れり。

埃太利ランデスオーベルパ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・フェルケールスラスト) 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值を明かにする爲に本試験を行へり。

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

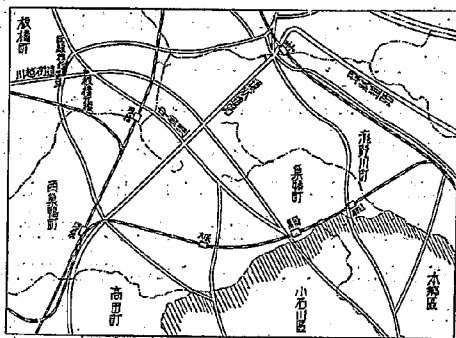
路 線	車道幅員 m	交通量 ton/日	交通量 ton/lane/日
京濱國道 青物横町	14.6	9012	1913
同 蒲田町	14.7	6431	1330
小石川區 鴛籠町	9.9	5301	1610
板橋町 元標位置	7.2	4309	1790
中仙道 志村蓮沼	6.0	1057	526
本郷駒込終點	14.6	5670	1160
東京川口線 飛鳥山公園前	12.1	3053	760
同 川口町	6.0	1254	627
青梅街道 中野町		5114	
甲州街道 高井戸村		3762	
同 調布	6.0	927	463
同 小宮村大和田橋	6.0	890	445
厚木街道 三軒茶屋	10.9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

昭和三年十月調査三日間の平均とす

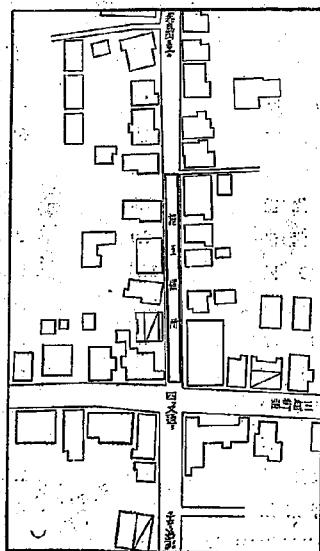
第八節 試験路線及其路面の性状

試験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続し板橋より王子町に至る府道を取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平方メートルの舗装を行へり。

第十七圖



第十八圖 試験舗装附近圖

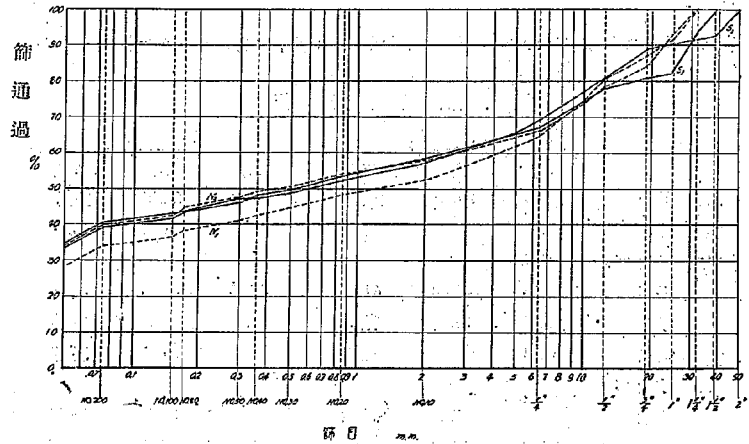


本試験區間に於ける交通量は板橋より池袋驛に至る乗合自動車を主とし、その他の一般車馬交通量相當に多く、路線交通量 800 ton、一車線當り 400 ton の程度と考へらる。

試験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、之を箱摺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堅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験結果

篩番號 mm		南側砂利層 %			北側砂利層 %		
通過	殘留	S ₁	S ₂	平均	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	31.19	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 以下のものを取りたり。

第二十七表 砂 利 層 の 組 成

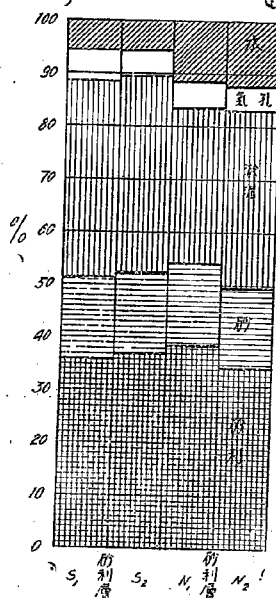
		南側砂利層			北側砂利層		
		S ₁	S ₂	平均	N ₁	N ₂	平均
比重	見掛	2.423	2.459	2.441	2.448	2.445	2.447
水分	%	2.261	2.406	2.334	4.736	5.011	4.874
組成	重量 %						
	砂利	41.48	42.22	41.85	47.18	42.13	44.63
	砂	18.86	17.04	17.94	18.49	18.32	18.51
	游泥	39.72	40.70	40.21	34.19	39.55	36.87
同	容積 %						
	砂利	36.00	37.05	36.53	38.65	34.25	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

之を甲州街道試験舗装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状をなせり。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舗装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

砂利道組成成分積比



第二十八表 砂利層中の含水膜厚

篩 番 號		南 側		北 側	
通過 mm	殘留 mm	重量 gm	表面積 cm ² /100 gm	重量 gm	表面積 cm ² /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	5.85
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 0.4μ 、北側は 0.9μ 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剤にあらず。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 試験舗装の設計

試験舗装は幅員 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に瀝青乳劑ビチユマルスを用ひて透入式マカダム舗装を行ひ、その兩側に互り各 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 の箱掘りを行ひ、基面の横勾配を三十分の一とし、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. 碎石敷均し及輾壓工

石灰岩徑 60—20 mm のものを厚 8 cm に敷均し空輾壓を行ひ、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 $3-3.5 \text{ lit/m}^2$ 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。

過剰なる碎石を除去せる後、更に同様にビチユマルスを 3 乃至 3.5 lit/m^2 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

透入碎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、翌日更に仕上輾壓を行へる後、ビチユマルスを 2 lit/m^2 の割合に撒布し、徑 3—1 mm の石屑を撒布し輾壓仕上を行ふ。

5. 表面處理

透入碎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/m^2 の割合に撒布し、其上に碎石徑 12—3 mm のものを 6 lit/m^2 の割合にショベルを用ひて撒布し、軽く輾壓し更に第二回ビチユマルス撒布を 1.0 lit/m^2 の割に行ひ、之に碎石 12—3 mm を 4 lit/m^2 に加へ、輾壓仕上を行ふ。

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/m^2	鋪裝面積 m^2	數量 lit	用途
透入鋪裝					
ビチユマルス		9	300	2,700	透入用
碎石 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	
碎石 No. 3	12—3	10	100	1,000	

第 十 節 ビチユマルス透入鋪裝の性質

瀝青乳劑鋪裝は微粒を含む乳劑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強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覆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

總て栃木縣葛生産石灰石の碎石を用ひたり。特に使用材に對し試験を行はざりしも既往試験の結果は 第三十表の如く本所試験結果の平均は磨損係數 9.1 東京市及復興局試験結果は同様に 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 碎石石質試験結果

	比重	吸水率 %	摩損係數	硬度	韌性	總合力	摘要
葛生石灰石	2.73	1.6	9.5	17.3	11	18	本所試験
	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め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。

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

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

A = 表面積 cm^2/gm

N = 粒子數 /gm

S = 比 重

第三十一表 碎石表面積

篩 mm		碎石 (60-20) No. 1		同 (20-6) No. 2		同 (12-3) No. 3		同 (3-1) No. 4	
通過	残留	重量 %	表面積 cm ² /100gm	重量 %	表面積 cm ² /100gm	重量 %	表面積 cm ² /100gm	重量 %	表面積 cm ² /100gm
	63	7.7	1.5						
	63	22.2	8.9						
	50	27.4	22.3						
	39	20.6	24.0						
	25	15.4	26.0	13.3	22.4				
	19	6.7	16.8	37.1	92.6	13.5	33.7		
	12			29.8	98.0	37.8	124.0		
	6.3			11.9	50.0	16.2	67.8		
	4.76			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/m ²	同 gm/m ²	表面積 cm ² /gm	全表面積 cm ² /m ²
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. ビチューマルスの骨材被覆膜の厚

骨材用量に對する表面積とビチュー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 1/2 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 1/2 乃至 1/3 にありと考へ得べし。

上部透入層としては No. 2 碎石 7 lit の表面積の 1/2 及 No. 3 碎石表面積の 1/2 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装の主要なる防水層をなし、その破壊に對
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 1/2, No. 4 碎石の 1/2 が全く乳劑 2.00 lit に
り被覆せられ、路面被覆材として No. 4 碎石の残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憾あるも、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 cm ² /m ²	乳劑量 cc/m ²	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 $\frac{1}{2}$ は 391,500 cm² となるも、球形粒子がその容積 $\frac{1}{2}$ 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、従つて 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掃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験鋪裝のうち、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 平方メートル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	碎 石 第 二 種 甲 (一寸八分~一寸)		碎 石 第 六 種 甲 (四分~二分)		碎 石 第 七 種 (四分~0)	
	重量 %	表面積 cm ² /100 gm	重量 %	表面積 cm ² /100 gm	重量 %	表面積 cm ² /100 gm
通過 殘留						
50—39	25.8	21.1				
39—31	44.7	81.5				
31—25	25.5					
25—19	3.6					
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

碎 石	寸 法 mm	用 量 cc/m ²	同 gm/m ²	表面積 cm ² /gm	全表面積 cm ² /m ²
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

	碎石寸法 mm	表面積 cm ² /m ²	瀝青量 cc/m ²	瀝青膜厚 mm
下 層	50—30	114,200	8000	0.513
	12—6	42,200		
		156,400		
上 層	12—6	20,000	2200	0.172
	12—0	108,300		
		128,300		
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. 瀝青乳劑と瀝青との透入工法比較

瀝青乳劑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、乳劑工法は更にその上に表面處理を施工せるが故に鋪装強度著しく大なり。

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、瀝青の熱に對する感受性の大きな材料本質的弱點を工法によりて軽減し得ざるの憾あり。

7. 室内試験と試験舗装との被膜厚比較

第一章第五節のビチユマルスの被膜厚の試験結果と試験舗装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、過剰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
室内試験	51	91
試験舗装 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

施工は試験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

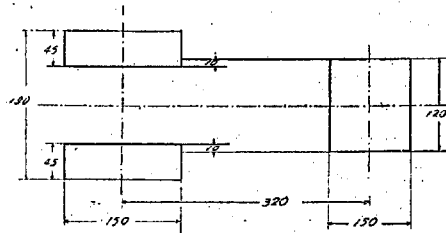
輾 壓 機	寸 法
全 長 m	5.25
全 幅 m	1.90
軸 距 m	3.20
全 高 m	3.00
圓 筒 形 mm	165

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 即 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 の波状を呈し、砂利層薄く且粘土質土壌の性質上輾壓を繼續するも到底完全なる基層となし得ざるを認めしを以て、略々安定せる状態にて之を止め、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状を呈せり。

気温は 1—2°C にして従つて乳劑の粘度高く、その散布量も設計の 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 ビチユマルス使用量

撒 布	設 計 用 量 lit/m ²	施 工 用 量 lit/m ²
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 時に終了し夜中温度 -5°C に下れるを以て、ビチユマルス硬化前に一部の含水量疎結し翌日表面の碎石層の結合カ弱かりしを以て、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。

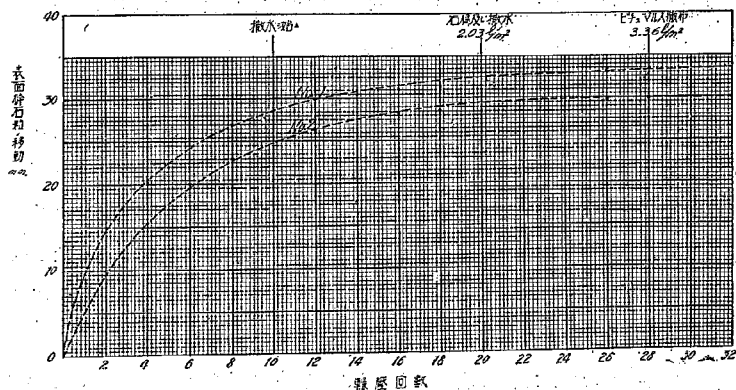
2. 南側施工

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輾壓機の進行に伴ひ、沈下、波状も比較的速に減じ相當なる基層をつくり得たり。

碎石層は初め空輾壓を行ひ、碎石粒の移動減少し漸く安定するに従ひ、輾壓回数 10 乃至 20 回の間極めて少量の撒水を行ひつゝ輾壓を続け 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/m^2 の割合に撒水を行ひつゝ輾壓を行ひ、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ユマルス透入を行へり。

輾壓回数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



透入施工の際の気温は 7°C 乃至 10.5°C 、ピチユマルス温度は 4.0°C 乃至 4.5°C にして、その比粘度は 20.3 なり。従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	設計数量 lit/m^2	施工数量 lit/m^2
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 の場合は設計数量 9 lit/m^2 に對し 10.8 lit/m^2 の散布量となり、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散布者が同一散布器を用ひて散布する場合にもその量多くなり約 22% の超過を示せり。勿論散布すべき路面状態によりても異なるべきも散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。

仕上輾壓は氣溫低くしてビテュマルスの硬化速度遲きを以て比較的長く之を行ひ、散布終了後 4 時間に及べり。

3. 路肩表面處理

鋪装施工終了後、路肩砂利道の表面處理は氣溫 9.0°C ビテュマルス溫度 4.5°C に於て 3.8 lit/m^2 の割合に之を行ひ、3.7 ton タンデム式輾壓機を用ひ仕上げたり。

4. 鋪装區間前後の砂利道に對する接續

鋪装區間前後延長 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ビテュマルスの二回散布を施工し 3 lit/m^2 宛合計 6 lit/m^2 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 の割にビテュマルスを注入せり。

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% 増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 ビテュマルス使用量

	設計量 lit	使用量 lit	現物搬入量 lit	摘 要
北側鋪装	1350	1620		設計用量 3000 lit, 13.5 樽に對し使用量 3590 lit にして約 20% 超過せり。尙現物搬入量は 17.5 樽、3780 lit にして、使用中の損失 5% に及べり。
同修理		60		
南側鋪装	1350	1312		
路肩表面處理	300	380		
鋪装接續延長	—	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験鋪装施工の30日前の状態をヴァイアログを用ひて試験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 試験鋪装前の路面状態

試験區間	延長 m	速度 km/h	凸凹係數 cm/km	最大振幅 mm	衝撃係數
鋪装區域前 { 警察署前より川越街 } 道を経て鋪装區間迄	412.5	12.05	262.0	18.50	0.391
鋪装區間 { 鋪装區間より四ツッ通を } 經て中仙道に至る區間	52.8 } 238.2	15.60 } 15.35	232.0	8.50 10.75	0.177 0.224

鋪装施工後40日を経たる後、同一自動車によりヴァイアログを用ひて試験せる結果は第四十四表の如し。

第四十四表 鋪装後の路面状態

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

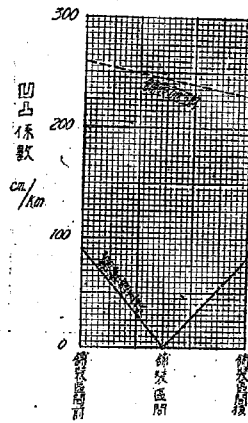
施工後は凸凹係數著しく減じ、殆ど彈條の振動表はれずしてその最大振幅も漸く 0.75 mm に止り、衝撃係數 0.0156 にして殆ど衝撃を受けず平滑に車輪回轉をなすものゝ如く、鋪装施工前に比較してその9%に減する事を得たり。

鋪装區間前後の部分に於て比較すれば、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、本試験結果によれば試験鋪装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験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 1/3 に減じたり。

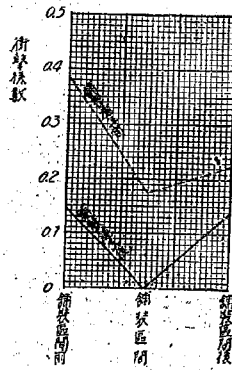
衝撃係數も施工前に於て區間前 0.391 區間後 0.224 なりしが施工後に於ては各々 0.151 及 0.184 に減じ、その減少率 38.5% 及 58.9% に當り平均 48.5% に達せり。

その後に至り施工後3月を経過して不陸を生ぜる部分三ヶ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ヶ月を経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、路面乾燥状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

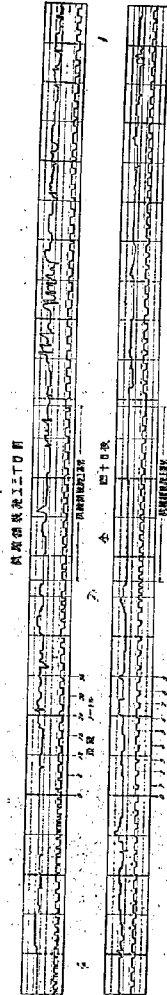


第二十四圖

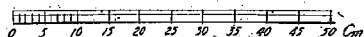
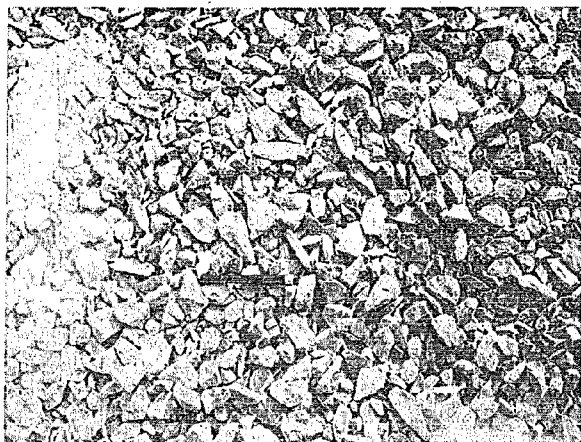


第二十五圖

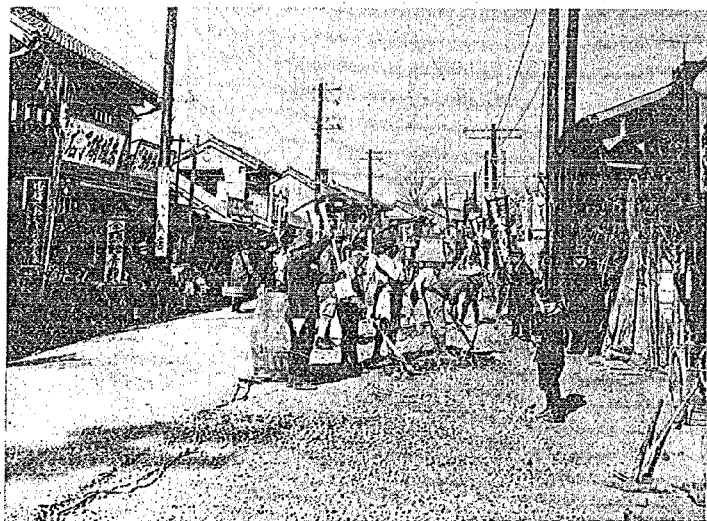
瀝青乳劑及ビチユマルス鋪裝に關する試験



No. 1 碎石敷均し面



道路北側完成、南側箱掘着工



第三章 試験結果の約説

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。

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

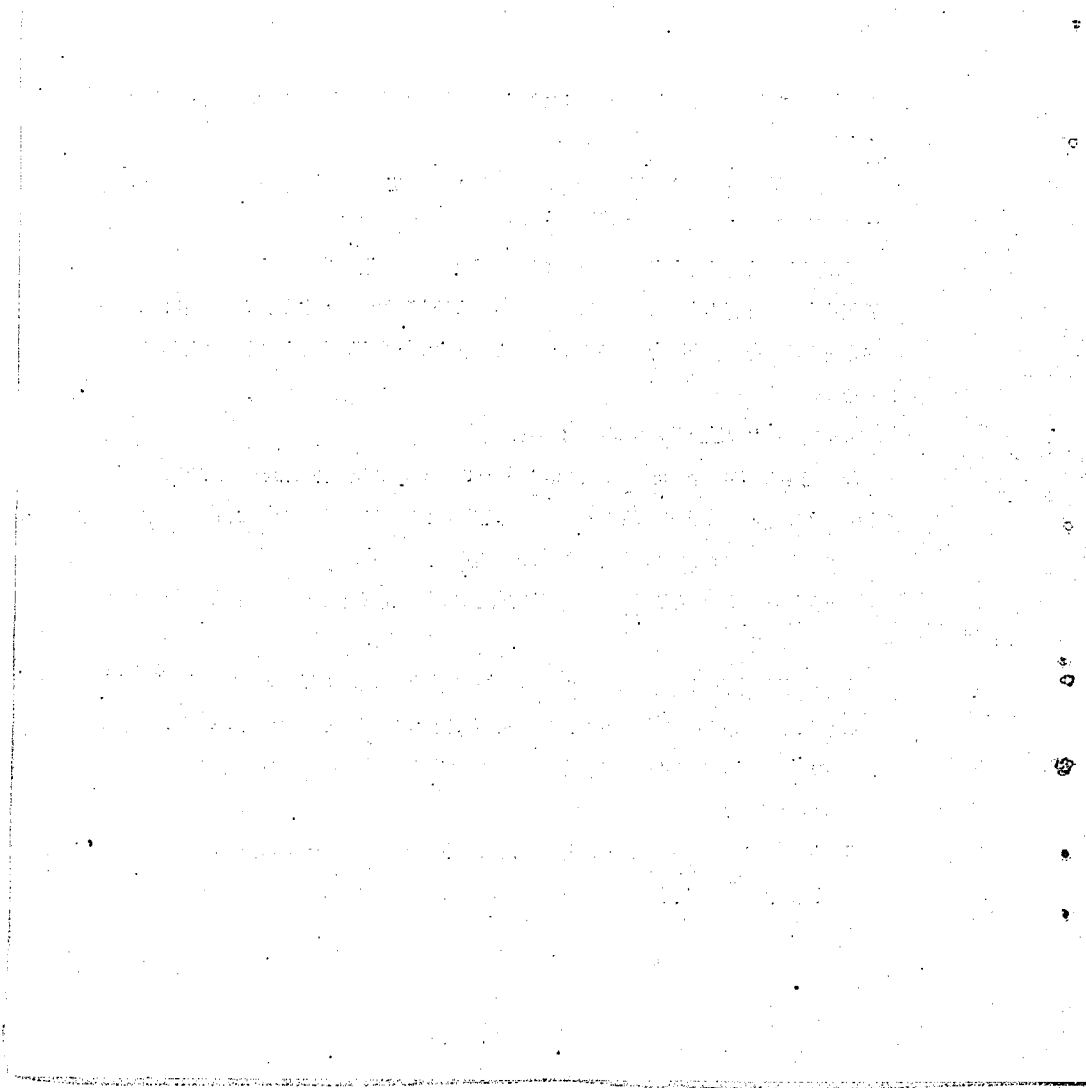
加熱透入工法による瀝青の 120°C に於ける比粘度は 30 乃至 80 にして乳劑に比し著しく大なり。

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輻壓作業の程度により異なるも、乳劑量少きほど硬化速かにして、35~40% の場合最も硬化遅く安定度小なり、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増加するを示せり。

ビチユマルス試験鋪装の結果は次の如し。

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、瀝青の粘着強度を増し溫度變化による安定度の影響を減じ得られ、上層は 15% 増加し防水能力を増加し路面破壊作用に對する抵抗を増加せり。
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、硬化は遅れ乳劑工法の特質を失ふ。
3. 碎石層の輻壓は回数 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 輻壓機の作業の難易を決定する臨界をなせり。
5. 鋪装施工の結果、路面の凸凹係数は著しく減じ衝撃係数も 9% に減じ得たり。鋪装區間前後の部分も衝撃係数 48.5% に減じ凸凹係数 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説したるも、尙試験の都合上未完了のまゝ残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

本試験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験の條に記載しあり。

(2) 瀝青質材料 本試験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 石炭瓦斯タール試験成績

試験項目	試験條件	No. 494 變號タール	No. 495 式號タール	備 考
比 重	25°/25°C	1.201	1.206	
稠 度	ハッチンソン No. 2, 25°C	52	89	
蒸溜試験				百分率は容積に依る
初留溫度 (°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
瀝青全量	CS ₂ (%)	88.08	85.14	重量百分率
遊離炭素	„ (%)	11.92	13.86	同 上

第二表 アスファルト及ビツチ試験成績

試験項目	試験条件	No. 504 石油直瀝 アスファルト 針度 25	No. 522 石油フローレン アスファルト 針度 15 乃至 20	No. 540 石油直瀝 アスファルト 針度 110	No. 493 石油瓦斯 タールビツチ
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
引火点	開放式 (°C)	210	246	190	140
燃焼点	(°C)	263	288	236	155
軟化点	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、之を灼熱燒却して内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 Soxhlet 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・ビ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, 焼過一等

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

第三表に依るに、坩堝法による試験成績に於ては、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價に近きものあり。

抽出法に於ける總平均は、眞の價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、必ずしも眞の價と合致せず。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。

即、中心部迄滲透せるブロックの滲透率を測定せんとするには、ブロック5個以上を取り、各ブロッ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、八頁)に於て、既に記載したるも、尙、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	靱 性						備考
			滲透率 %	0°C 靱性	滲透率 %	25°C 靱性	滲透率 %	60°C 靱性	
1	No. 510 燒過一等	No. 521 石油瀝青アス ファルト 針度 110	15.3	6	15.9	7	17.0	5	滲透時間 2 時間
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	
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 石油瀝青アス ファルト 針度 25	17.2	6	17.7	5	18.7	7	滲透時間 2 時 30 分
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	
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 ブロンソアス ファルト 針度 15 乃至 20	16.8	8	18.8	5	18.1	6	滲透時間 3 時間
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	
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

瀝青滲透ブロック試験成績（續）

51

9	No. 503 焼透一等	No. 521 石油直瀝アス ファルト 針度 110	14.7	11	12.9	7	13.2	8	} 滲透時間 2 時間
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	
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 石油直瀝アス ファルト 針度 25	14.6	8	15.6	10	13.1	8	} 滲透時間 2 時 30 分
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	
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 直針 15 乃至 20	15.7	9	15.0	7	15.5	6	} 滲透時間 3 時間
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	
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 焼透一等	なし	0	3	0	4	0	4	} 原料煉瓦
38	同	—	0	4	0	4	0	3	
39	同	—	0	4	0	3	0	4	
40	同	—	0	3	0	4	0	4	
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 焼透一等	なし	0	4	0	4	0	4	} 原料煉瓦
44	同	—	0	4	0	6	0	5	
45	同	—	0	6	0	4	0	4	
46	同	—	0	5	0	6	0	5	
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、瀝青滲透ブロックの靱性は、温度に依る變化少く（本所報告第一一號五 10頁参照）、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、反つて原料煉瓦に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、滲透ブロックの靱性數値は原料煉瓦

の165乃至194%に達す。仍つて、瀝青滲透ブロッ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 焼過一等	—	0	冷 16.2 沸 20.8	3.3	3.8	3.9	3.7
2	No. 503 焼過一等	—	0	冷 13.2 沸 17.5	4.8	5.0	4.3	4.7
3	No. 203 焼過一等	—	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 括弧内の数字は滲透ブロックの靱性数値の原料煉瓦靱性数値に對する百分率を示す。

四 磨 削 試 験 成 績

瀝青滲透ブロックの磨削試験成績については、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、試験回数少きを以つて、尙原料煉瓦、及アスファルトの種類を變へ試験を行ひたる結果は第六表の如し。

第六表 磨削試験成績 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
滲透ブロック 平均		—	—	—	—	—	0.39	231.3

第六表に依りて見るに瀝青滲透ブロックの磨損率は極めて少く、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。

上記の試験に於ては、瀝青滲透ブロックの總重量 5 kg を採取して試験に供したれども、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 を取りて再び試験を行ひ、更に之に水を加へて試験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、大體の傾向は同様に於て、其の磨損率極めて少きものと言ふを得べし。水の存在に於て試験したるものは、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 磨削試験成績 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 %	磨削 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	2941	48	1.63	24.5
平均		—	—	—	—	—	0.87	28.2

第八表 磨削試験成績

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 瀝アスファルト 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 瀝アスファルト 針度 25 }	16.6	2940	2762	180	6.1	6.6
平均	—	—	—	—	—	—	5.1	8.2

五 瀝青滲透ブロックの抗曲強度

本所報告第一一號八、(18頁)に於て、瀝青滲透ブロックの抗曲強度に關して諸種試験の成績を掲げたるも、尙抗曲強度強きものを得んが爲に必要な諸條件については、これを疑問として残したり。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験したるに、第九表及第一〇表の如き結果を得たり。

第九表 抗 曲 強 度 瀝青滲透ブロック

番 號	瀝青質材料	滲透時間 h min	滲透温度 °C	滲透後の 處理方法 °C h	滲透率 %	原料煉瓦 No. 526 燒過一等品 試験温度 25~26.5°C			備 考
						抗曲強度 kg/cm ²	撓み mm		
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 cm ² 4.44 cm ² た 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
12							8.3	58.2	0.22	同上 30.52
13							9.8	57.1	0.24	同上 25.96
14							8.5	57.8	0.26	同上 23.38
15							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
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 cm ²
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 cm ²	抗曲強度 kg/cm ²	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 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 0	57.1 (162%)	0.25	
5	同 上	加熱	14.5	殆 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強度稍劣れり。滲透後高き温度に加熱せるものは、僅かに抗曲強度高きが如きも、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ため、抗曲強度中位にあるも、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、抗曲強度は原料煉瓦に對して 140~160% 位の増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ける事少く、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増加は 65~94% なり。
2. 磨削試験成績 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. 抗曲強度 瀝青質材料の種類の変化による抗曲強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強度を高むるには、其の効果少し。原料煉瓦を異にする場合には、ブロックの抗曲強度も從つて變化するものにして、滲透作用による抗曲強度の増加は 40~60% なり。

瀝青質材料の滲透性に関する試験

内務技師 三 木 榮 三

一 滲透の状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て變化するものなるべし。今、多孔質物質の一例として、煉瓦を試験材料に取りて考へ上記の條件を列記すれば次の如し。

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

(1) 煉 瓦 の 状 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) 煉瓦の表面の状態 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、滲透試験を行ふに當りては、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、其の表面の状態の異なる爲なるべし。

(c) 煉瓦空隙の状態 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。即空隙の状態を異にする場合、例へば空隙孔の大きさを異にするか、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、當然滲透の状態を異にするべし、煉瓦製造の際、焼成温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となるべし。

(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すべく、更に其の表面の温度が漸く高まり来るも、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、煉瓦空隙内の空気は温度低き時に比し著しく稀薄となり居るを以て、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気の壓力 浸漬直前に、煉瓦周囲の空気を排除し、煉瓦空隙内の空気を除去し置き、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) 瀝青質材料の状態

(a) 瀝青質材料中の不熔融性微粉 コール・ター・ピッチ或は、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、其の熔融状態に於て、煉瓦の空隙内に吸収せらるゝに當り其の微粉が煉瓦表面の空隙を閉塞し、其の吸収の度を減少する事あるべし。又吸収の際、其の中の熔融性部分のみが主として吸収せられ、微粉の部分は永く滲透槽中に残留蓄積し、従つて同一槽にて、幾回も滲透操作を繰り返す時は、槽中に微粉の量が漸次増加し、操作に不便を感じ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じしむべし。

(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状態の比粘度を異にすべく、従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なる時には、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 もし熔融状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増進し、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収せしめたる後、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増加すべし。
- (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、煉瓦空隙内に吸収し去らるべし。

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するを以て、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。本試験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

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

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

$$S_t \text{ (真比重)} = \frac{W_1}{W_1 - W_s} \quad (3)$$

$$S_a \text{ (見掛けの比重)} = \frac{W_1}{W_2 - W_s} \quad (4)$$

なり。従つて

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

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

$$V, S_t \text{ " " } A = \frac{V}{S_t \left(1 - \frac{V}{100} \right)} \quad S_a = S_t \left(1 - \frac{V}{100} \right) \quad (7)$$

$$A, S_a \text{ " " } V = S_a A \quad S_t = \frac{S_a}{1 - \frac{AS_a}{100}} \quad (8)$$

$$A, S_t \text{ " " } V = \frac{100 AS_t}{100 + AS_t} \quad S_a = \frac{100 S_t}{100 + AS_t} \quad (9)$$

$$A, V \text{ " " } S_t = \frac{V}{A \left(1 - \frac{V}{100} \right)} \quad S_a = \frac{V}{A} \quad (10)$$

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、従つて 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、茲に、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) 選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。（但し本試験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、一様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 cm ²
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る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。尙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 %	冷水滲入容積率と吸水率との差 %	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尙幾分大なる事を示

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、相異なること前述の事實より豫想し得べし。即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、見掛け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、煉瓦内部には、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(?) 眞比重及見掛けの比重

番號	煉瓦	吸水率	容積率或は空隙率	眞比重	見掛けの比重	
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 {	冷水	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 {	冷水	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 {	冷水	13.6	×24.4	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	0.00	0.00	

備考 冷水測定のは、4日間常温の水に浸漬せるものなり。

煮沸測定のは、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、真比重として真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、真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法に依りて測定したる、煉瓦真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 真比重、

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. 487	—	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 %	真比重	見掛の比重
1	No. 503 粗面焼過一等	4.3	7.7	0.27	0.00
2	No. 510 焼過一等	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%, 真比重の差平均 0.206 なるに反し、見掛の比重は尙然一致し居れり。即冷水吸水率程度に滲透せるものにありては、尙平均 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%）の空隙を残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状態との關係

前掲の如く煉瓦表面の状態は、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、尙之を試験の結果に見るに下記の如し。即試料 No. 486 焼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青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 煉瓦表面状態の影響

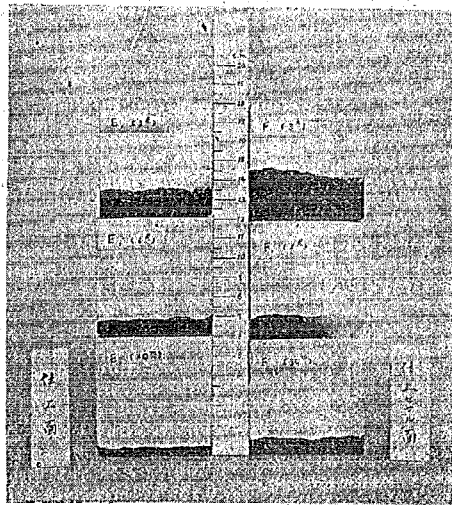
煉瓦	No. 486
瀝青質材料	No. 481 石油直溜アスファルト針度 25
温度	163°C
滲透面積	略 6×6 cm

番號	滲透時間 h min	全滲透量		單位面積に對する滲透量		備 考
		上面より g	側面より g	上面より g/cm ²	側面より g/cm ²	
1	0. 30	6.5	3.5	0.15	0.10	滲透後過剩瀝青は溶剤を 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
 押し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 cm ²	
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、時間の進むに従ひて、其の差は減少す。即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、煉瓦の周囲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、滲透の程度を増大し得べし。

諸種の煉瓦及瀝青質材料を用ひて、減壓の下に滲透試験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	燒過一等品	扇形製品
2	No. 526	同 上	普通形状製品
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	エノロックス 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 は溜出し来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 は真空ポンプ、H はスウィッチなり。

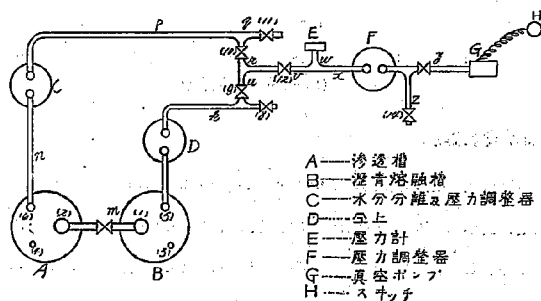
滲透槽 A、熔融槽 B は、1, 2 の口を通ずる管 m を以て連絡せられ、m にはコック 7 を備ふ。3 及 4 は寒暖計、5, 6 は空氣吸引口にして、A 中の空氣は管 n, p, r, v, x, y を通じて吸引せられ、B 中の空氣は管 s, t, u, v, x, y を通じて吸引せられ得るものとす。8, 9, 10, 11, 12, 13, 14 はコックにして、この中 8 及 11 は夫々槽 B, A に空氣を送入するに用ひられ、14 は、裝置内の壓力を任意に調節する爲に用ひらる。

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、コック 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様な状態に放置す。

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はれる時、コック 7, 9 及 11 を閉じ、真空ポンプ 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、この際コック 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、コック 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ック m を閉じ、真空ポンプ G の運轉を止めコック 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、コック 8 及 10 を閉じ、7 及 9 を開き、再び真空ポンプ 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

る瀝青質材料を全部煉瓦の内部に吸収せしむ。然る後加熱を止め、滲透槽 A の蓋を開き、試料を取り出し、滲透の状態を検したる上冷却後秤量し、滲透率を算出す。

第 一 圖 減壓滲透実験装置略圖



(3) 試験の條件

減壓滲透試験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、仕上の温度
4. 滲透、豫熱、仕上の時間
5. 減壓の程度
6. 減壓の時間
7. 供試煉瓦の形状及表面の狀態

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、仕上の温度に就ては、常壓の試験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検せんとなす。

供試煉瓦の形状は 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様、表面の狀態を一定したり。

(4) 試験成績

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。

試験 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、焼過一等品

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 条件の下に行ひたる試験(同表 2)にありては、滲透率 17.7% にして同じく中心部迄滲透せり。

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残したり。

番號 4 の試験に於ては、滲透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、滲透率 16.4% にして、殆ど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残したり。

上記 4 種の試験に於て、645 乃至 670 mm 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、滲透率 11.1% にして中央に厚約 1 cm の不滲透部を残したり。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 660 mm Hg の場合と減壓 330 mm 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 $760 - 660 \text{ mm Hg} = 100 \text{ mm Hg}$ にして、大氣壓(約 760 mm 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(第一次滲透と假稱す)、従つて厚さの $\frac{1}{7.6}$ (即 $5.0 \text{ cm} \times \frac{1}{7.6} = 0.65 = 0.7 \text{ cm}$)を残し、他の部分は滲透せられざるべからず、今番號 3 及 4 の場合を考ふるに滲透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、残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。(之を第二次滲透と假稱す)

減壓 330 mm 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、 $5 \times \frac{1}{1.8} = 2.8 \text{ cm}$ を残し、残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

を以て、660mm Hg の程度にて満足せざるべからず、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。即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、空隙内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、この意味に於て試験を行ひたるものにして、供試煉瓦豫熱後、5 分間減壓し、瀝青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、瀝青質材料を排除して 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 減壓滲透試験 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	アセナル・セルロースを 全く用ゐざるもの 中心部迄滲透
2	655	"	"	"	"	17.7	四面にアセナル・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、第一〇表の如し。

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	685	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		

試験 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

本試験は、減壓 660mm Hg 内外、豫熱時間 30 分、仕上時間 2 分、温度 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験し、煉瓦の質の差による影響を検せん。本試
 験の結果は第一三表の如し。

第一三表 減壓滲透試験 No. 2

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+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	—	—	—	試験所期の如く進まず
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残し、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関係

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	滲透に要する時間 10 min
2	No. 503	17.5	31.6	17.1	98.6	98.4	同上 上
3	No. 541	19.8	34.2	19.3	98.5	98.4	同上 上 19 min
4	No. 543	20.5	35.4	22.3	96.9	98.7	同上 上
5	No. 542	16.4	30.2	10.0	84.5	98.5	同上 上
6	No. 485	16.4	30.0	11.3	72.4	98.8	同上 上

上記第一〇表乃至第一四表の試験成績により、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、回数等に依り異なるも、大體 20 min. 以内に可なるを知るべく、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、上記試験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。

試験 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

本試験は、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験 No. 2 の場合と同様なり。減壓は 2 回乃至 3 回作用せしめたり。本試験の結果は第一五表の如し。

第一五表 減壓滲透試験 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、試験 No. 1 及 No. 2 の場合と同様にして、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。尙減壓回数を増加するも大なる効果なきものゝ如し。實驗の経過より見るに、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内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験を行ひたるに、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、其の滲透の深さを増し居るを見るべし。番號 11 は更に 1 回減壓の回数を増加せるものにして滲透率を増加し、併せて滲透の深さをも増加し居れり。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。

上記の試験成績によれば、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、回数等によりて異なることは、針度大なるアスファルトを用ひたる場合と同様なるも、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。

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

No. 525 普通煉瓦

本試験は、減壓 660 mm Hg 内外、豫熱時間 30 分、仕上時間 5 分、温度 170°C にて、供試體の四面を不滲透性となし、残る二面のみより滲透せしめたる事は、試験 No. 3 の場合と同様なり。減壓は 2 回作用せしめたり。本試験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、従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、この試験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内部に吸収せしむる事不可能なりき。

第一六表 減壓試験 No. 4

番號	煉瓦	減壓時間 min	浸透時間 min	浸透率 %	浸透 深度率 %	第一次浸透の 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の厚不浸透
2	No. 525	10+5+5	5+5+5	13.4	68.0	99.7	中央部 1.6 cm 不浸透

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
ノックス No. 2 の混合物 (混合割合 50:50) を用ゐたる場合、

試験 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

本試験は略試験 No. 3 と同様の條件の下に行ひたるに、其の浸透の經過、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。即 ブローン・アスファルトは、其の儘にては浸透に不適當なれども、之を他種瀝青質材料と混合すれば、著しく浸透の深度を促進せらるゝが如し。

第一七表 減壓浸透試験 No. 5

番號	煉瓦	減壓時間 min	浸透時間 min	浸透率 %	浸透 深度率 %	第一次浸透の 深度率計算數 %	備 考
1	No. 525	5+5	5+5	19.5	98.4	98.5	殆中央部迄浸透
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 不浸透
4	同 上	5+5+5	5+5+5	19.4	100.0	99.8	中央部迄浸透
5	No. 542	10+5+5	5+5+5	10.8	81.1	99.8	中央部厚 0.9cm 不浸透
6	同 上	10+5+5+5	5+5+5+5	10.2	65.5	100.0	中央部厚 1.7cm 不浸透
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 "

上記各種試験の結果を綜合するに、減壓の使用に依り、浸透の速度を著しく促進することを得、且つ緻密に浸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浸透を行ふを得べく、煉瓦の空隙の殆全部を瀝青質材料を以て充填せしめ得るが如し、

六 浸透の状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・ピツチ (遊離炭素及灰分を含む) トリニダウト・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浸透の速のさを減ずる事あるべく、又たとひ微粉粒の空隙より浸透が行はるとするも、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残留すべし、もしその微粉粒の大き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、猶浸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浸透すべく、微粉粒は槽中に残留すべし。之を要するに、不溶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浸透の程度は減すべし。
2. 熔融性部分のみ多く浸透すべし。
3. 微粉粒のある部分は槽中に残留し、槽中の瀝青質材料は漸次微粉粒を蓄積し、終には浸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関する試験は暫く見合せたり、

七 浸透率と瀝青質材料の温度との関係

瀝青質材料は温度の上昇と共に、其の比粘度を減じ、流動性を増加するを以つて、其の性質を損傷せざる範圍に於ては温度高き程浸透に便利なるべし、温度と瀝青質材料の比粘度との関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、この関係を見るに下記の如し、即ち煉瓦を豫め 140°C、163°C 及 180°C に加熱し置き、之を同温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、其の浸透の状態を検したるに、第一八表の如し。即ち 140°C に於ては浸透頗る遅く、7 時間を費すも中央部迄浸透せず。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 浸透率と温度との関係

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		140°C		163°C		163°C		180°C	
	h	min	%	cm	%	cm	%	cm	%	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 括弧内の數字は不浸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 頁参照)

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

即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 に於て滲透試験を行ふに下記の如し。

尚瀝青質材料の熔融状態に於ける比粘度と温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

煉瓦及其形状	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
温 度	163°C				
番號	滲透時間	直溜アスファルト	直溜アスファルト		滲透率の差
	時 分	針度 25 %	針度 100—120 %		%
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剤との關係

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、今かゝる滲透促進剤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、全く之に溶解せられ、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、常溫に於て固狀をなす事。
4. 混合物は、滲透後常溫に於て、惡臭を有せず、人體に顯著なる惡影響を與へざる事。

上記の諸條件を満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、クロロホルムに溶解す。
2	p-2 プロム・ベン ゾール	$\text{C}_6\text{H}_4\text{Br}_2$	86.9	216.0	1.840	
3	m-2 ニトロ・ベン ゾール	$\text{C}_6\text{H}_4(\text{NO}_2)_2$	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	$(\text{C}_6\text{H}_5)_2\text{N}_2$	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	$\text{C}_{10}\text{H}_7\text{OH}$	94.0	278.0 ~ 280.0	1.224	小葉狀結晶。石炭酸様臭氣を有 す。水に不溶解。アルコール、 エーテルに溶解す。
7	β-プロム・ナフタリン	$\text{C}_{10}\text{H}_7\text{Br}$	59.0	281.0~ 282.0	1.605	
8	α-ニトロ・ナフタリン	$\text{C}_{10}\text{H}_7(\text{NO}_2)$	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	$\text{C}_{10}\text{H}_7(\text{NO}_2)$	79.0	—	—	
10	2-フェニール	$\text{C}_{12}\text{H}_{10}$	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 プロム・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		

等を取り其の滲透促進の程度を検するに次の如し。

(1) ナフタリンを滲透促進剤として使用せる場合。

滲透操作は減圧試験の場合と略同様にして、減圧 660 mm Hg 内外、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、残る 2 面のみより滲透せしめたり、減圧は 2 回行ひ、最初に 2 min、第 2 回目に 5 min、各回減圧後常壓に戻したる後 5 min 放置して、瀝青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。

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

第二〇表 ナフタリンを促進剤とせる試験

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験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験

煉瓦 No. 542

瀝青質材料 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把握する虞もあるを以つて、3% 以上は 実験を見合せたり。

(2) ナフタリン以外の滲透促進剤に就ての試験

ナフタリン以外、他種の滲透促進剤に就て試験したる成績は、第二二表の如し。滲透試験は、減壓 660 mm Hg 内外、豫熱時間 30 min, 仕上加熱時間 2 min, 温度 140°C にして供試験の四面は不滲透性となし、残る二面のみより滲透を行ひたり。減壓回数は 2 回にして、最初に 2 或は 5 min, 第二回目は 5 min とし、各回減壓後常壓に戻して、其の儘 5 min 経過せしめ、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剤に就ての試験

滲透促進剤の混含量		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 剤	滲 透 率 %	滲透深度率 %	第一次滲透深 度率計算数 %
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-トロ・ベンゾール、 α -ナフトールに就ては試験せず。

上記の滲透促進剤に就ての試験は、頗る不完全にして、尚多くの諸物質を探究し、其の混含量を變化し、或は温度を變化して、滲透深度率との關係を明かにするを要するものとす。本試験の範圍に於ては、促進剤が、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 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、之を同温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、其の滲透の状態を検したるに第二三表 (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 時間以内に於け

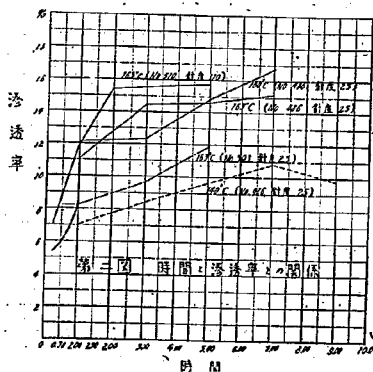
る滲透の状態を見たるものは、同表第三行目に示すが如し。更に、煉瓦及瀝青質材料の温度を變じて、140°C、180°Cに於て試験したる結果は同表第二行目、第七行目に示す如し、140°Cに於ては、9時間を費すも中央部迄滲透せず。滲透の速度頗る遅き事を示せり。180°Cに於ては、30分にして、既に全滲透率の約60%を滲透し、2時間にして略中央部近く迄及び、3時間には全く中央部迄滲透し盡せり。

尙、163°Cに於て煉瓦及瀝青質材料を變じて試験したる場合は、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

温 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	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	
h min	%	%	%	%	%	%	
時 間	0.10	—	—	5.3	—	—	
	0.15	—	5.4	7.1	—	—	
	0.30	—	6.0	—	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いたる

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 時間を経すも、其の滲透の程度は 163°C に於て 5 時間を経したるものに及ばず。即ち、滲透の作業には、かゝる低き温度は甚不得策なり。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、同程度の温度(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、唯温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内の温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)を参照すれば一層明瞭となるべし。

同程度の温度に於て、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る。

上述の事實は、瀝青質材料、煉瓦、加熱温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、気温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、滲透後表面に附着す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

No. 437. アスファルト 針度 35.....20% } 混合物 番號 No. 118 D. コール・タール・ピッチ.....80% }					No. 436 直溜アスファルト 針度 25				
	処理方法	透過率 %	附着量 g	附着の厚 mm		処理方法	透過率 %	附着量 g	附着の厚 mm
1	浸透後 2 時間 100°C の空気 中に放置す。	21.7	9.5	0.09	浸透後 100°C の空気 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	浸透後 100°C の空氣中に 1 時間放置す。	18.5	12.0	0.11	浸透後 ピッチ 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

上記の試験によりて見るに、煉瓦の表面に附着残存する瀝青質材料は、0.1mm. を超ゆること少し。然れども、本試験に於ては、浸透後 100°C の空气中に於て 1~2 時間加熱を繼續したるものにして、浸透後の煉瓦を其の儘急冷せる場合、或は浸透直後のものとは、稍趣を異にし居れり。浸透直後に於ては、通常 1~3mm. 程度の附着あり。之を上記試験の場合と比較すれば、浸透後空气中に於て、1~2 時間加熱せる間に、表面に附着せる部分が、漸次煉瓦内部に浸透し行くものなるは明かなり。而してこの關係は、比較的空气中に於て固化し易きコール・タール・ピッ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残留する部分多く、後者に於て其の少きを見る。尙上記試験に於ては、表面に附着残留せる瀝青質材料は、100°C 以下の温度にては、軟化して相附着し合ふ虞なきまでに固化し居るを見たり。

仍ち、浸透後、表面の処理方法としては、之に、コール・タール・ピッチの如き空气中に於て固化し易き瀝青質材料を塗布し、空气中に於て加熱固化せしむるか、或は、浸透の度を、其の飽和状態より稍低きに止め、其の儘空气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収し盡さしむるかの二方法の中、いづれかに依るを得べし。

空气中に於て、表面附着瀝青質材料固化の状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	加熱溫度	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			2. 00	
4		100 C	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 煉瓦内部に吸収せらる。
8			0. 30	
9			2. 00	
10		100°C	1. 00	
11			0. 30	
12			0. 15	

即、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収せしむるには、滲透の程度を適度に止めざるべからず。其の吸収の状況を見るに、第二六表の如し。

第二十六表 表面附着瀝青質材料吸収の狀態

煉瓦……No. 485 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 不透透部分面積 cm ² .	加熱溫度 °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残さず、全部 煉瓦内部迄吸収せらる。
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 残すも、取扱上全く差支なきまで に殆ど吸収せらる。
8	16.7	0.0			

上記の試験の結果に依れば、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、其の滲透の經過を通るに、熔融狀態に於ける瀝青質材料が、煉瓦の空腔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状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きさ、空隙内空氣の壓力、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、滲透の進むに従ひ、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。この際空隙内の空氣の壓力は、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するも、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内部に吸收せられたるべし。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、内部に滲透しゆくの餘地を見出し得ず、其の儘表面に残り、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残さざるものなり。

(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、空隙内に僅かに残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乗じて滲透作用を繼續すべく、煉瓦表面より内部に向つて、この作用は進行しゆくべし。即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内部に吸收せらるゝものと考へ得らる。溫度一層降下し、瀝青質材料の粘度増加し、流動緩慢なるに至れ

ば、瀝青質材料の吸収の程度は漸く少く、更に温度降下し、瀝青質材料が固化しはじむれば、吸収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及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、煉瓦空隙壁を相索引し、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、空隙中に残る空氣は、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、従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 以下の温度に加熱するも、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要全くなかるべし。

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するも、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増大し、ブロックの磨耗損失を著しく減少せしむべし。アムスラー磨耗試験機、ラトラー試験機、デューバル磨削試験機等による試験の際、磨耗せられたる面が黒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験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挙すれば次の如し。

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

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関する試験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、其の空隙は一様に配布せられ、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、不熔融性微粉を含まず、稠度適當にして、熔融状態に於ける比粘変少きもの、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ゝ如きも、この方面に於ては、研究すべき餘地尙頗多しとす。

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なるを以つて、所要の目的に合致する様定むる必要あり。

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

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 本試験を行ふに當り、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

内務技師 三 木 榮 三
内務技手 山 田 耕 之 助

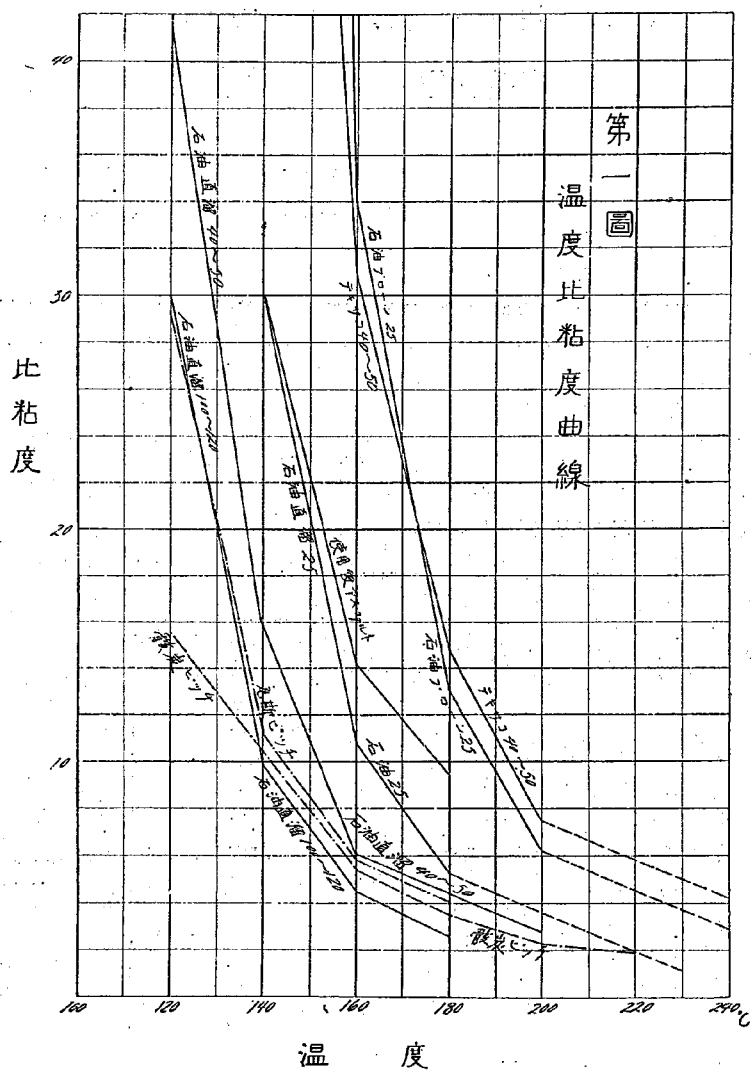
瀝青質材料を使用するに當りて、其の粘度、膨脹等の性質を知り置くことの必要なる場合多し、今諸種の瀝青質材料につき、其の比粘度、膨脹係數、温度の變化による容積變化の割合を見るに下記の如し。

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

温度	日石直瀝 アスフ アルト 針度25	同 40~50	同 100~120	同フロー ン・アス フアルト 針度25	テキサコ 針度 40~50	懷炭爐 コール・ ター ビツチ	石炭瓦斯 コール・ ター ビツチ	使用後 のアス フアルト	備 考
120		41.3	29.4	—	—	15.5 (135°C)	29.6	—	
			29.7				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	使用後のアスフアルトは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	温度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。
	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	
	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温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 以上の高温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。従つてかゝる場合には、溫度を變化せしむる事のみ依りて、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残る部分多く、次の作業には前回使用の部分をも繰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参照) この變化は材料の種類、性質、使用の状態、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ツ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。

東京市道路局試験所報告(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 容積膨脹係数

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	石油アスファルト、及天然ピテューメンの平均 0.0006194
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	
6	トリニダット・ピテューメン	0.000610	
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 (H)	0.000824	
10	石油ビツチ (秋田産)	0.000554	
11	石炭ビツチ (東京瓦斯)	0.000412	
12	塵芥ビツチ	0.000412	
平均		0.00052	0.00052

更に、直留アスファルト針度 25, 及 110, ブロークン・アスファルト針度 25, 石炭瓦斯タール・ビツチの 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 直留アスファ ルト針度 25	No. 442 直留アスファ 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 タールビツチ	備考
0°C { 比重	1.0520	1.0414	1.0123	1.2675	
0°C { 比容	0.9506	0.9602	0.9878	0.7890	
25°C { 比重	1.0508	1.0400	1.0104	1.2664	
25°C { 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
50°C { 比容	0.9661	0.9807	1.0068	0.8012	測定稍不正確なり。
160°C { 比重	0.9732	0.9552	0.9349	1.1920	
160°C { 比容	1.0275	1.0469	1.0696	0.8389	
180°C { 比重	0.9571	0.9410	0.9153	1.1713	
180°C { 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。之れ實驗の際比重液中の水分の蒸發多きに依るものなり。

上記比重及比容の数値より膨脹係数を算出すれば、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数

温度	No. 481 直留アスファ ルト針度 25	No. 442 直留アスファ ルト針度 110	No. 445 ブローン・アス ファルト針度 25	No. 493 アスファルト 平均	No. 493 石炭瓦斯 タール・ビツチ
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

0~180°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

上記の数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
滲プロツ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 に於て渗透を行ひ、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 $V_0 \cdot (1+163 \times$
0.00053) の容積を有し、25°C に於ては $V_0 \cdot (1+0.00006 \times 25)$ の容積を有す。即其の差は
25°C の容積に對し、

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

$$\text{即} \quad \frac{0.0833}{1.0015} \times 100 = 8.33\%$$

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。即
ハバード氏比重壺により、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) 比重壺ガラスの膨脹係数測定

比重壺ガラスの膨脹係数（容積）は次式によりて算出したる。

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

茲に a はガラスの膨脹係数

W_x, W_y は夫々 t_x, t_y °C に於て水を満したる時の比重壺中の水の重量(g)

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

本試験に用いたる比重壺ガラスにつきては $a = 0.000027$ 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。

$$d_0 = d(0^\circ/0^\circ\text{C}) \times \frac{1}{S_0}$$

茲に 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 をハバード氏比重壺によりて測定し、次式によりて算出した。

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

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、ハバード氏比重壺により、略 d_{25} の場合と同様に行ひ、次式を以て算出した。

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

茲に W_1' 比重壺の重量

W_2' 25°Cの水を満したる時の比重壺の重量

W_3' 比重壺中に約半まで瀝青質材料を入れたる時の重量

W_4' 比重壺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 硝子の膨脹係数 $a = 0.000027$

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

(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、ハバード氏比重壺を同温度の瀝青質材料を以て充填し、其の重量を秤り、之より次式に依りて算出す。

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

$$\text{同様に } d_{180} = S_{25} \times \frac{W_{180}}{W_{25W}} \cdot \frac{1 + 25a}{1 + 180 \times a}$$

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

W_{25W} は 25°C に於て蒸溜水を以て比重壺を充したる時の水の重量

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

$$\text{即} \cdot d_{150} = \frac{W_{150}}{W_{25W}} \times 0.99708 \times 0.99638$$

$$d_{150} = \frac{W_{150}}{W_{25W}} \times 0.99708 \times 0.99584$$

(vi) 上記 (i)~(v) に依り比重 d_0 , d_{25} , d_{50} , d_{100} , d_{150} を得べく、其の逆数を取れば比容を得べし。

(vii) 膨脹係数の計算 瀝青質材料の t_1 °C より t_2 °C 迄の間の平均膨脹係数 b_{12} は次式により算出したり。

$$b_{12} = \frac{d_0}{t_2 - t_1} \times \left\{ \frac{1}{d_{t_2}} - \frac{1}{d_{t_1}} \right\}$$

茲に 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

尚、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のゝ如く、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 に於いて種々の温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数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
膨脹係数 (平均)	0.00060	0.00061	0.00061	0.00061	0.00061	0.00062

而して同氏は 15~200°C に於ては膨脹係数は定数と見做し居れるも、比重が温度に關して等差級数的に變化するものとの同氏の實驗結果より考ふるに、温度の變化とともに膨脹係数は變化するものなる事次式の如し。

今一定の温度 t_0 °C の容積を基準とする t_1 °C に於ける膨脹係数を a_{t_1} を以て表し、 t_0 °C, t_1 °C の比重を夫々 S_0 , S_1 とすれば、

$$S_0 - S_1 = C \times (t_1 - t_0) \quad \text{但し } C \text{ は定数 (第五表参照)}$$

$$a_{t_1} = \frac{S_0 C}{(S_1)^2} \quad \text{従つて } a_{t_1} = \frac{C}{S_1}$$

又 t_x °C の容積を基準とする t_x °C 及 t_1 °C 間の平均膨脹係数を a_{x1} を以て表し、 t_x °C の比重を S_x とすれば、

$$a_{x1} = \frac{S_x C}{S_x S_1} = \frac{C}{S_1};$$

即、アスファルトの或る一定の温度 $t_1^{\circ}\text{C}$ と他の温度 $t_2^{\circ}\text{C}$ との間の平均膨脹係數 (但し $t_2^{\circ}\text{C}$ に於ける容積を基準とす) は t_2 の値に無關係にして、其の温度 ($t_1^{\circ}\text{C}$) 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て、今假りに、 $15^{\circ}\text{C} \sim 200^{\circ}\text{C}$ 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)

$${}_0a_{t_1} = \frac{S_0 C}{(S_1)^2}$$

となる。今各種温度に於ける ${}_0a_{t_1}$ 及 ${}_1a_{t_1}$ 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 ${}_0a_{t_1}$ 及 ${}_1a_{t_1}$

0°C に於ける假想的容積を基準としたる $t_1^{\circ}\text{C}$ に於ける容積膨脹係數 ${}_0a_{t_1}$

(但し表中の數字は ${}_0a_{t_1} \times 10^6$ なり)。

温度 $^{\circ}\text{C}$	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

$t_1^{\circ}\text{C}$ に於ける容積を基準としたる其の温度 $t_1^{\circ}\text{C}$ に於ける容積膨脹係數 ${}_1a_{t_1}$

(但し表中の數字は ${}_1a_{t_1} \times 10^6$ なり)。

温度 $^{\circ}\text{C}$	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	582	574	588
100	580	583	585	589	581	595
120	588	589	592	596	588	602
140	594	596	598	603	595	610
160	601	603	606	611	602	618
180	609	611	613	618	609	625
200	616	618	621	626	616	632

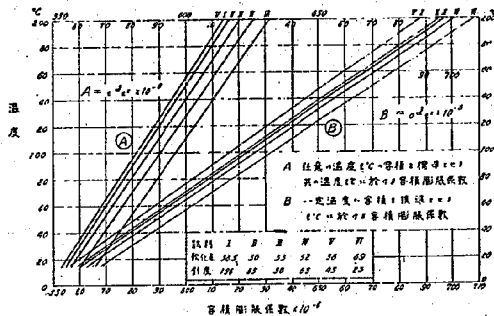
第五表の結果を圖示すれば、第二圖の如くにして、容積膨脹係数 α_t 及 α_t^2 は、各相
 並行せる線となる。 $\frac{1}{100}$ 以内の誤差を許す時は、各線は直線を以て置換へらるべく、
 従つて膨脹係数は、近似的に考へて温度の一次函数と見做し得べし。 α_t 、 α_t^2 は、即温
 度と共に變化し、其の變化の割合は温度の差に比例するものと見るも大過なし。今膨脹係
 数變化の割合を示せば、第六表の如し。

 第六表 膨脹係数變化率 (但し $\alpha \times 10^6$)

	I	II	III	IV	V	VI	平均
α_t の變化率	73	73	74	75	75	76	74
α_t^2 の變化率	34	34	35	35	34	36	35

第六表によれば、膨脹係数變化の割合は、各試料を通じて殆ど變化なし。

第二圖 容積膨脹係数



四 結 論

1. 瀝青質材料の比粘度は、温度及稠度の異に從ひ變ずるものにして、稠度或は性質
 變化による比粘度の變化を、相殺する目的を以て、其の使用温度のみを變化するも、瀝
 青質材料の性質に悪影響を及ぼさざるべき範圍の温度に於ては、其の目的を達し得る場
 合多し。

2. 瀝青質材料(石油アスファルト、天然ピテューメン、石油ピッチ、石炭ピッチ等)の 0°C より 180°C 迄の平均容積膨脹係数は 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 間の平均膨脹係数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・ピッチは、石油アスファルトに比し、 $0\sim 160^{\circ}\text{C}$ の間に於ては、其の容積膨脹係数稍低し。

4. 尚カール・チーダス氏比重試験の結果より考ふるに、 $15^{\circ}\sim 200^{\circ}\text{C}$ の間に於てはアスファルト比重の差は温度の差に比例す。従つて容積膨脹係数の差は、温度の差に略比例す。

5. 同氏の實驗に供したるアスファルト(針度 $196\sim 23$) 六種の間に於ては、容積膨脹係数の温度に對する變化率は略一定し居りて大なる差なし。

土木試験所出版圖書

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。瀝青質材料及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 「グアイアログ」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験報告) 同 五月發行
- 第五號 (簡易鋪裝に關する試験報告) 昭和二年三月發行
- 第六號 (混凝土及鐵筋混凝土抗拉力試験報告) 同 五月發行
- 第七號 {八橋製鐵所副産部製品、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験成績} 同 七月發行
- 第八號 {瀝青質材料標準試験方法、石材類標準試験方法} 同 十月發行
- 第九號 {急硬性「セメント」に關する試験「ソリデティット」の耐壓強度に關する試験「ブロック」に關する試験。高知縣黒瀬川産砂に關する試験。多摩川産砂利及砂に關する調査。石目類試験成績} 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樑振動試験} 昭和三年三月發行
- 第十一號 {瀝青渗透ブロック試験成績。鋪裝工事用サーフェス・ヒーダーの碎石に及ぼす影響に關する試験。常願寺川産砂に關する試験} 同 七月發行
- 第十二號 {アスファルト・ブロック試験成績。各種アスファルト・ブロック比較試験成績。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験。瓦斯爐及炭炭爐ダール及ピッチに關する試験成績。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。石灰瓦斯のアスファルト・セメントに及ぼす影響。標準砂モルタルの強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験。橋樑用敷板強度試験。橋樑鐵材の腐蝕に關する調査。鋪裝用鑄鐵ブロック磨耗試験} 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 (増補)

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

内務省土木試験所

東京市本郷區駒込上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 ジャパン・タイムス社印刷部