

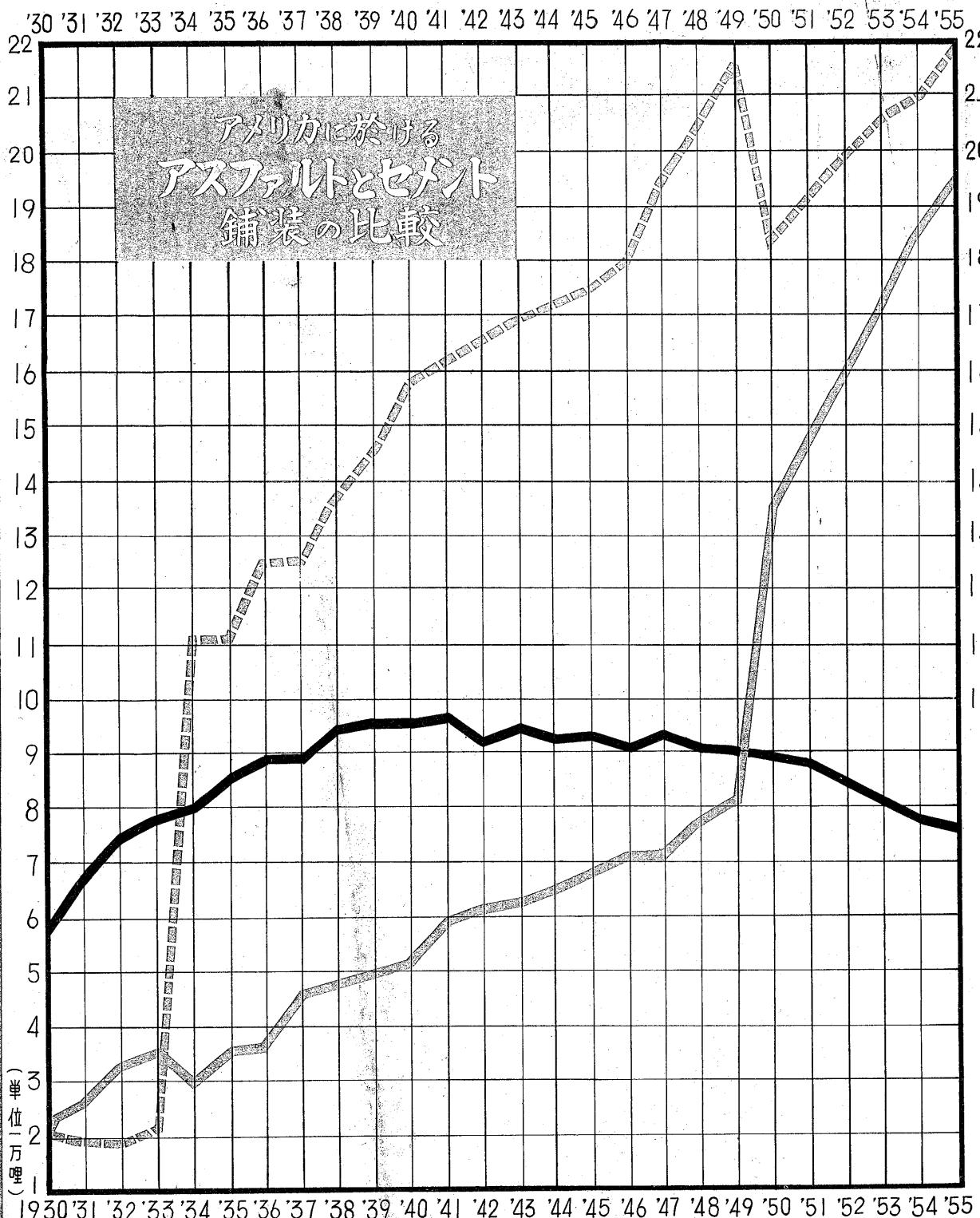
アスファルト

第1巻 第3号 8月4日発行

ASPHALT

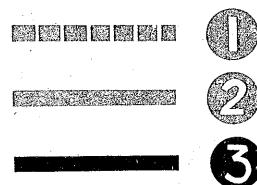
3

日本アスファルト協会



公共道路局調査 1930年～1955

簡易アスファルト舗装
高級アスファルト舗装
セメントコンクリート舗装



アスファルト

目 次 第 3 号

不良成績のトペカ鋪装の

切取供試体の試験所感 日本アスファルト協会顧問 西川 栄三 2

伸度試験をもっと吟味しましょう 日本鋪道技術研究所 昆布谷竹郎 8

滲透式工法について

第三者の見解Ⅲ シェル石油アスファルト部 D. W. リスター 11

寒冷地に於ける

アスファルト鋪装の問題Ⅲ 北海道大学助教授 菅原 照雄 14

ブローンアスファルトの問題点 三菱石油研究部 小幡 武三 23

アスファルトの出荷方法について 大協石油製油課 上原 益夫 29

乳化アスファルト I • 34

会員名簿 38

皆様へ御挨拶

"アスファルト" 第3号、只今お手許にお届け申上げました。

本誌は当協会がアスファルトの品質改善を目指して、需要家筋の皆様と生産者側との技術の交流を果し、より一層秀れたアスファルトをもって、皆様の御便宜を計ろうと考え、発刊致しているものであります。

現在のところは、隔月版発行の予定であります、やがて近い将来は毎月発行し、その都度皆様のお手許へ無償で御贈呈申上げたいと存じております。

本誌が皆様の需要面における有力な参考資料となることを祈りつつ今後の御愛読を御願い致します。

日本アスファルト協会

成績不良のトペカ鋪装の

切取供試体の試験所感

日本アスファルト協会顧問 工学博士 西川栄三

概 説

トペカ鋪装はアスファルト鋪装中の高級なものに属し緻密、不滲透で、耐久性に富むものである。従ってその設計、各材料の性状の吟味、アスファルトと骨材との配合、骨材の粒度配合、材料の加熱および混合、アスファルト合材の敷均し、その輒圧等、諸般の作業に十分の注意を必要とする。これらの注意を怠る鋪装の成績は不良となる。本稿に述べるところは、積雪地方で鋪装されたトペカ鋪装の中、成績不良であった一例であって、鋪設後数ヶ月以内に、鋪装の表面が、スケールオフされて破損に導かれたものである。最初使用アスファルトの良否が問題視されたが、試験の結果、アスファルトは一般の規格に合格するものであることが明かにされた。このため鋪装の切取供試体について更に検討することとなったものである。鋪装の良否を決定する要因は、表層のみあるのではなく、基層や路盤等の支持力にも存在するから、トペカ表層部分の室内試験の結果のみから、鋪装破損の原因を断定することは早計であるが、種々の想像をめぐらすことは、施工技術を向上させる上に参考ともなるであろうとの考え方から、試験結果を見た際の所感を述べることとした。

1. 切取供試体

トペカ鋪装の切取供試体、A、B、2個が、私の実験室にとどけられた。このトペカ鋪装は、或る県の仕様書により、某社が施工したものである。

鋪装の基礎は厚さ5cmのセメントコンクリート或はアスファルトコンクリートで、表層のトペカ鋪装の配合仕様書は、次の通りであった。

註 1. トペカ鋪装の配合から算出した割合を示したもの

この配合には、填充材(石粉)の量が明記していない。特に填充材を配合しなかったのか、砂のうちにこれを含ませたのか不明である。

表層の配合使用書

	トペカ表層	トペカ鋪装中のアスファルトモルタル(1)
アスファルト	12 wt%	17.2 wt%
碎石	30	
砂	58	82.8
計	100	100

トペカ鋪装中のアスファルトモルタル部分のアスファルト含率を仕様書から計算すると17.2%となり、アスファルト含率はかなり過多なように感ぜられた。

施工は某年9~10月頃で、切取供試体が私の手元にとどけられたのは、雪国の冬を越した翌年4月下旬であった。

この鋪装は、表面から崩壊破壊されて行ったとの苦情がついたものである。

2. 供試体に対する試験

A、B両供試体の性質を知るため、次の各項について試験を行った。但し、成分含率の試験には、A、B各供試体から、15~20gの小塊試料を3個ずつ切取り、計6個の小塊試料を用いた。この6個の小塊試料は、供試体の外観検査により、外観の異なる部分を識別し、その各部分から採取した。また別にA、B両供試体から1kgずつの大塊試料を採取して分析を行った。

試験項目

- (i) トペカ試料中のアスファルト含率、骨材含率並びに骨材篩分
- (ii) トペカ試料のアスファルトモルタル部分に対するアスファルト含率、骨材含率、並びに骨材篩分
- (iii) 碎石、砂、填充材(200メッシュ通過の微粉)の真比重

- (vi) トペカ試料およびアスファルトモルタル部分の真比重
- (v) トペカ試料の見掛け比重
- (vi) アスファルトモルタル部分の空隙率
- (vii) トペカ試料の吸水率

3. 外観

供試体Aは一見して、ほど均質であったが、供試体Bは、表面の色が「むら」であり、場所によって、アスファルト含率が違うのではないかと考えられた。このように外観の異なる部分から、それぞれ小塊試料を切取って見ると、所々に、ナマのアスファルトが、骨材と混合していない状態で附着していた。このような観察から、アスファルトと骨材との混合が、甚しく不十分であったようく感得された。

4. アスファルト含率、骨材含率並びに骨材篩分け

四塩化炭素 ($C Cl_4$) を溶剤としてソックスレー抽出器で前記6個の小塊試料を別々に抽出し、抽出器中の円筒漉紙内に残った骨材を篩分け、碎石 (10 メッシュ止り)、砂 (10~200 メッシュ)、石粉 (200 メッシュ通過の微粉) の3部分に分別した。その試験結果は第1表の通りである。

第1表の試験結果は、重量15~20gの小塊試料に対する試験結果である。小塊試料中に少し大形の碎石が、1~2個多く含まれているか否かによって、アスファルト

含率、その他の数値に、或る程度の変化を与えるから、この試験結果を以て、供試体全体の平均分析値と見做すことは、少しく無理である。平均成績を得るためににはもっと多量の試料を用いて試験しないと正確を期し難い。

第1表から分ることは、試料 A-1, A-2, A-3, の3個は、アスファルト含率、骨材含率が、互に近接していること、それらの平均値を仕様書と比較すると、アスファルト含率が仕様書より少いこと、碎石含率が少いこと、石粉含率が異なること等である。

また小塊試料B-1, B-2, B-3の3個はアスファルト含率が甚しく相違していることが目立つ。

以上の結果から、施行に際して材料の混合が甚しく不完全であったのではないか、という疑を抱かせられる。

第1表に示した、小塊試料の試験結果からは、確論できないため、供試体A, B, の各々から1kgの大塊試料を採取し、四塩化炭素を溶剤とし、遠心分離器を用いて抽出試験を行った結果は、第2表及び第3表の通りである。

第2表の大塊試料抽出試験結果によれば、供試体Aのアスファルト含率は、10.55%で、小塊試料の平均試験結果7.8%よりかなり多いが、仕様書の12 wt%よりは少い。しかし、トペカ舗装のアスファルト含率としては決して少いものとはいえない。供試体Bのアスファルト含率は16.0 wt%で小塊試料の平均試験結果よりも1wt%多く、トペカ舗装としては、アスファルト過多である。

骨材篩分試験の結果から見ると、碎石の大きさは、粒

第1表 トペカ小塊試料のアスファルト含率、骨材含率並びに骨材篩分け

試 料	アスファルト含率 (トペカ試料 =100%)	骨 材 含 率 (同 左)	骨 材 篩 分 (同 左)			骨 材 篩 分 (骨材=100%)		
			碎 石	砂	石 粉	碎 石	砂	石 粉
A - 1	7.4	92.6	12.1	67.6	12.9	13.0	73.0	14.0
A - 2	7.8	92.2	8.6	75.2	8.4	10.2	80.6	9.2
A - 3	8.2	91.8	13.1	74.5	4.2	14.3	81.1	4.6
平 值 均	7.8	92.2	11.5	71.2	8.5	12.5	78.2	9.3
B - 1	8.8	91.2	17.2	66.4	7.5	18.9	72.8	8.3
B - 2	21.2	78.8	12.4	59.3	7.1	15.8	75.2	9.0
B - 3	15.1	84.9	18.2	59.0	7.7	21.5	69.4	9.1
平 均 値	15.0	85.0	15.9	61.6	7.5	72.5	72.5	8.8

第2表 大塊試料による抽出試験

試 料	アスファルト含率 (トペカ試料 =100)	骨材含率 (同 左)	骨材篩分(同 左)			骨材篩分(骨材=100)		
			碎 石	砂	石 粉	碎 石	砂	石 粉
A	wt%	wt%	wt%	wt%	wt%	wt%	wt%	wt%
A	10.55	89.45	16.6	69.7	3.2	18.5	78.0	3.6
B	15.98	84.02	20.7	60.7	2.6	24.7	72.2	3.1

第3表 大塊試料の骨材篩分試験(骨材=100)

試 料	骨 材 含 率 (トペカ試料 =100)	碎 石 (骨材=100)		砂 (骨 材=100)			石粉(同 左)
		15mm ~No.4	No.4 ~No.10	No.10 ~No.40	No.40 ~No.80	No.80 ~No.200	
A	89.45	18.5		78.0			3.6
		13.1	5.4	22.7	50.9	4.4	3.6
B	84.02	24.7		72.2			3.1
		18.5	6.2	22.6	46.4	3.2	3.1

径 15mm以下で、碎石含率は、A, B 共に仕様書より少い。また細砂(No. 80~No 200)及び石粉(No. 200メッシュ通過部分)が甚しく少い。この試験結果から見れば、填充材を配合しなかったようにも思われる。ともかく、骨材の粒度的配合は、必ずしも良好とは考えられない。

第1表、第2表および第3表の試験結果を総合して考えると、施工に際して、材料配合が甚しく社撰であったこと、混合作業が著しく不充分であったこと、填充材を加えなかったこと、などが想像される。

5. アスファルトモルタル部分のアスファルト含率

トペカ舗装は、アスファルトモルタル中に碎石が混合されているものと見做すことができる。碎石は、その噛み合せによって、舗装の耐荷重能を増大させ得るほど多量には用いられていない。従ってトペカ舗装の性状は、その中のアスファルトモルタル部分の性状によって大きく支配される。この意味で、碎石を除いた残余であるアスファルトモルタル部分について考えてみる必要がある。トペカ舗装から碎石を除いて考える場合には、少量の試料を用いても、或る程度信頼し得べき試験結果が得られる。

アスファルトモルタル部分のアスファルト含率、骨材含率、骨材篩分試験結果を見ると第4表の通りである。

第4表を見れば、小塊試料A-1, A-2, A-3 中のアスファルトモルタル部分のアスファルト含率は試料の

異なるに従って多少の相違はあるが、その相違は甚しくない。平均8.8wt%であって、アスファルトモルタルの緻密性を保つには、やゝ少い嫌いがある。大塊試料の分析によれば、アスファルト含率は12.7%であって、アスファルト量は十分である。大塊試料と小塊試料との結果の相違は、供試体全体としては、十分な量のアスファルトを含んでいるが、供試体の各部におけるアスファルト含率が相違することを示していて、配合および混合が不十分であったことを物語るものである。

小塊試料B-1, B-2, B-3, 中のアスファルトモルタルのアスファルト含率は、試料によって甚しく相違している。供試体Bの内部の場所により、アスファルトモルタルのアスファルト含率に甚しい不同のあることを例示している。その平均値は17.8%でアスファルト過多の嫌がある。大塊試料中のアスファルトモルタルのアスファルト含率は20.2%で、明かにアスファルトが過多であることを示している。

同一仕様書によって施工した舗装から切取った2つの供試体A, Bのアスファルト含率が、上述のように著しく相違していることは、施工上、ことに材料配合上に、重大な手落があったものと想像される。また同一供試体内部の場所により、アスファルトモルタル部分のアスファルト含率に甚しい相違のあることは、材料の混合が不完全であったことを物語っている。

6. 碎石、砂および石粉の真比重

各試料の分析によって得た、碎石、砂、石粉(No. 200

メッシュ篩通過部分)の各々の真比重を測定した結果は次の通りである。

碎石の真比重 ($20^{\circ}/4^{\circ}\text{C}$), $D_1 = 2.653$

砂の真比重 ($20^{\circ}/4^{\circ}\text{C}$), $D_2 = 2.674$

石粉の真比重 ($20^{\circ}/4^{\circ}\text{C}$) $D_3 = 2.610$

7. トペカ試料およびアスファルトモルタル部分の見掛け比重

トペカ試料につき見掛け比重 S_a を測定した結果は次の通りである。

試料Aの見掛け比重 $S_{aA} = 1.812$

試料Bの見掛け比重 $S_{aB} = 1.863$

アスファルトモルタル部分の見掛け比重は次のようにして算出しうる。トペカ試料の見掛け容積100ccの重量は $100 S_a$ (g) である。この中に含まれる碎石の百分率を $C\%$ とすれば、碎石の重量は、 $S_a \times C$ (g) である。碎石の占める容積は $\frac{S_a \times C}{D_1}$ である。従って、トペカ試料 100 cc 中より碎石の容積を差し引いた残余は、アスファルトモルタル部分の見掛け容積である。

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{トペカ試料 } 100 \text{ cc (見掛け容積中) のアス} \\ \text{ファルトモルタル部分の見掛け容積 (cc)} \\ = 100 - \frac{S_a \times C}{D_1} \\ \left. \begin{array}{l} \text{トペカ試料 } 100 \text{ cc (見掛け容積中) のアス} \\ \text{ファルトモルタル部分の重量 (g)} \end{array} \right\} \\ = 100 S_a - S_a \times C \end{array} \right.$$

従って、アスファルトモルタル部分の見掛け比重 S_M は次の式で表わされる。

$$S_M = \frac{S_a(100-C)}{100 - \frac{S_a \times C}{D_1}} \dots \dots \dots (1)$$

上記の式(1)を用いてアスファルトモルタル部分の見掛け比重を算出すると次の通りになる。

試料A中のアスファルトモルタル部分

見掛け比重 $S_{AMA} = 1.70$

試料B中のアスファルトモルタル部分

見掛け比重 $S_{AMB} = 1.73$

上記の計算によるとアスファルトモルタル部分の見掛け比重は著しく低くモルタル中に多くの空隙が存在することを予想させる。

8. トペカ試料およびアスファルトモルタル部分の真比重

アスファルトの比重を 1.030 と仮定しても、真比重の計算に大きな誤差を生ずる虞はない。この仮定と、碎石、砂、石粉の真比重および第2表および第4表に示した各成分含率とから、次のようにしてトペカ試料およびアスファルトモルタル部分の真比重を算出することができる。

トペカ供試体中のアスファルト、碎石、砂、石粉の含率をそれぞれ $B\%$, $C\%$, $E\%$, $F\%$ とし、それぞれの真比重を D , D_1 , D_2 , D_3 としアスファルトモルタル部分中のアスファルト、砂、石粉の含率をそれぞれ $B^1\%$, $E^1\%$, $F^1\%$ 、とすれば、

トペカ供試体の真比重 S_T

第4表 小塊試料および大塊試料のアスファルトモルタル部分の成分含率

試 料	アスファルト含率 (アスファルトモルタル = 100)		骨材含率 (同 左)	骨材筛分け(アスファルトモルタル = 100)		骨材筛分 (砂 + 石粉 = 100)	
	wt%	wt%		砂	石 粉	砂	石 粉
小塊試料 (15~20g)	A-1	8.4	91.6	76.9	14.7	83.9	16.1
	A-2	8.7	91.3	84.0	9.4	89.7	10.3
	A-3	9.4	90.6	85.6	5.0	94.5	5.5
	平均値	8.8	91.2	81.5	9.7	89.5	10.6
大塊試料A (1kg)		12.7	87.3	83.4	3.9	95.5	4.5
小塊試料 (15~20g)	B-1	10.7	89.3	80.1	9.2	89.7	10.3
	B-2	24.2	75.8	67.7	8.1	89.3	10.7
	B-3	18.5	81.5	72.1	9.4	88.5	11.5
	平均値	17.8	82.2	73.3	8.9	89.7	10.8
大塊試料B (1kg)		20.2	79.8	76.6	3.2	96.0	4.0

$$= \frac{100}{\frac{B}{D_1} + \frac{C}{D_1} + \frac{E}{D_2} + \frac{F}{D_3}} \quad \dots \dots \dots (2)$$

アスファルトモルタル部分の真比重 S_M

$$= \frac{100}{\frac{B^1}{D_1} + \frac{E^1}{D_2} + \frac{F^1}{D_3}} \quad \dots \dots \dots (3)$$

上式中、 D_1 は 1.03, D_2 , D_3 は実測により、次の通りである。

$$D = 1.030, D_1 = 2.653, D_2 = 2.674, D_3 = 2.610$$

また B , C , E , F および B^1 , E^1 , F^1 は、それぞれ第 2 表および第 4 表中にその数値が掲げてある。

上記の式(2)および(3)により、A, B 各供試体およびそのアスファルト・モルタル部分の真比重を算出すれば、次の通りとなる。

$$\text{トペカ供試体 A の真比重 } S_{TA} = 2.28$$

$$\text{全上 } B \text{ の真比重 } S_{TB} = 2.12$$

$$A \text{ のアスファルトモルタル部分の真比重 } S_{MA} = 2.22$$

$$B \text{ のアスファルトモルタル部分の真比重 } S_{MB} = 2.02$$

9. トペカ試料およびアスファルトモルタル部分の空隙率

トペカ試料およびアスファルトモルタル部分の空隙率

は次式で与えられる。

$$\text{トペカ試料空隙率 } V_{dT} = 100 \left(1 - \frac{S_a}{S_T} \right) \quad \dots \dots \dots (4)$$

アスファルトモルタル部分空隙率

$$V_{dA} = 100 \left(1 - \frac{S_{aM}}{S_M} \right) \quad \dots \dots \dots (5)$$

上式(4)および(5)により、供試体 A および B、そのアスファルトモルタル部分の空隙率を算出すると第 5 表の通りになる。

第 5 表の示すところによれば、供試体 A およびそのアスファルトモルタル部分の空隙率は、20 vol %以上で、甚しく空隙が多い。供試体 B 及びそのアスファルトモルタル部分の空隙率は 12 vol %以上で、やはり空隙が多すぎる。

10. 吸水率

A, B 両供試体は、上述のように、空隙が頗る多い混合物である。従って吸水も多かろうと考えられたので吸水率を測定して見た。即ち A, B 供試体から、それぞれ 20~40 g の試料 2 個宛を切り採り、これを水中に 7 日間浸漬して、吸水させた結果は、第 6 表の通りであった。

第 6 表に見るように、吸水率は浸漬日数と共に増大している。7 日間浸漬により 3~4 % の吸水率を示すトペカ試料は、吸水の甚だ多い方に属する。7 日よりもっと

第 5 表 供試体 A, B およびそのアスファルトモルタル部分の見掛け比重、真比重および空隙率

	トペカ鋪装供試体	アスファルトモルタル部分					
		見掛け比重	真比重	空隙率	見掛け比重	真比重	空隙率
供試体 A	1.812	2.28	vol%	20.6	1.70	2.22	23.4
供試体 B	1.863	2.12		12.0	1.73	2.02	14.3

第 6 表 トペカ試料の吸水率

	吸水率 wt%					
	浸漬 1 日	全 2 日	全 3 日	全 4 日	全 5 日	全 7 日
A-4	1.8	2.7	3.0	3.1	3.3	4.1
A-5	1.6	2.6	2.9	3.0	3.9	4.4
平均値	1.7	2.7	3.0	3.1	3.6	4.3
B-4	1.1	1.4	1.4	1.8	1.8	2.2
B-5	1.9	2.5	2.8	3.4	3.9	3.9
平均値	1.5	2.0	2.1	2.6	2.9	3.1

長期間浸漬しておけば、相当多量の水を吸水することは想像に難くない。

ことに空隙率の大きいことを考え合せれば、長期間浸漬により、A、B両供試体とも、更に多くの水を吸収することは、他の多くのトペカ供試体の長期吸水試験の結果から十分に推察しうるところである。

11. 上記試験結果に対する所感

この舗装は築造後数ヵ月間に、所々、表面から崩壊破損した由である。筆者は破損の状況を、自ら調査していないし、試験した供試体が破損個所のものであるか、破損個所から離れた場所のものであるかも分っていないが上記の試験成績から、破損原因を推論することは行過ぎかも知れないが、試験成績から推察されるところを記せば次の通りである。

供試体について

(i) 供試体Aは砕石含率が少く、細砂（No. 80～No. 200）および石粉の含率が少く、骨材（填充材を含む）の粒度配合が良好なものとは考えられない。小塊試料の分析結果から算出するとアスファルトモルタル部分のアスファルト含率が過少である。然るに大塊試料のアスファルトモルタル部分のアスファルト含率は過少とはいえない。この矛盾は、材料配合および混合上に不備な点があったことを推察させる。従って舗装の各部のアスファルト含率が均一でなく、場所によりアスファルト不足の部分を生じたものと考えられる。

(ii) アスファルト量の不足は、舗装の緻密性を損い空隙率を大きくする主原因の一つである。供試体Aの空隙率は、20.6 vol %で、そのアスファルト・モルタル部分の空隙率は23.4 vol %である。（大塊試料分析結果より算出した数値）この数値は舗装中に空隙が甚しく多いことを示している。

(iii) このように空隙の多い舗装は機械的強度も低く吸水率も多いものと推測されるが、機械的強度については試験を行っていないから、その程度を確言しがたいが吸水率は、7日浸漬後、既に4 wt %を示し、トペカ舗装としては、あまりにも多過ぎる感が深い。

(iv) 供試体Aの混合の不十分が、混合時間の短かすぎたことによるが、混合温度の低すぎたことによるか、骨材の乾燥が十分でなかったことによるか、は分らないがこのいづれかの原因によるものであろう。

(v) 舗装の空隙率が極端に多いことは、輒圧の効果が不十分であったことを物語っている。輒圧の効果の挙らなかった原因が、輒圧時の混合物温度が低すぎたことにあるか、ローラーが軽すぎたことにあるか、輒圧回数の不足にあるかは分らないが、そのいづれかであるこ

とが推察される。

供試体Bについて

(vi) 供試体Bは、アスファルト含率が頗る不均等である。或る部分は、それ程でないが、或る部分は過多であって、最大21.2 wt %を示している。この部分のアスファルトモルタルはwt %のアスファルトを含んでいる。大塊試料の分析では、トペカ試料のアスファルト含率は16.0 wt %、アスファルトモルタル部分のそれは20.2 wt %の過多数値を示している。供試体各部分のアスファルト含率の差はあまりに甚しい。試料の切口に、ナマのアスファルトが附着していたことを考え合せると、混合が頗る不完全であったものとしか考えられない。細砂と石粉とが少いことは供試体Aと同様である。

(vii) アスファルト量が、上述のように過多であるにも拘らず、供試体B及びそのアスファルト部分の空隙率はそれぞれ12.0 vol %及び14.3 vol %を示し、舗装中に空隙の多いことを示している。

(viii) 空隙の多い結果として吸水率は、供試体Aと同様に、頗る多い。

(ix) 供試体Bも混合不完全、輒圧不十分などを物語っている。その原因が、上記(iv)および(v)に列挙した中のいづれであるかは判断しかねる。

舗装表面の崩壊破損について

(x) 僅か2個の供試体の試験成績から、舗装全体について判断を下すことは早計に過ぎるが、推察を逞しくすれば、このトペカ舗装の施工に当っては

- a. 材料の配合が「むら」であったこと
- b. 混合が不完全であったこと
- c. 輒圧の効果が十分でなかったこと

等が窺われる。

(xi) 材料配合の不均等、アスファルト含率の過少、混合の不完全、輒圧効果の不十分等の結果として、舗装空隙率および舗装表面の吸水率の過大な部分が舗装中に存在していたものと思われる。

(xii) この舗装が施工された地方の冬は、降雪が相當多く、舗装が長期間雪水に浸されていることがある。従って、吸水率の多い舗装表面は、多量の水分を吸収してこれを空隙内に蓄える。この空隙内水分が温度の升降により、凍結膨脹、融解收縮を繰返す間に舗装の表面に亀裂を増加し、徐々に表面から崩壊の兆候を生じ、雪解けの時期に車輛の交通により、更に外力が加われば、遂に崩壊破損に至ることは想像に難くないと考えられる。このように考えると、破損の原因が施工上のいろいろの欠陥には存在しないと断定し難いように感じられる。

（昭和33年7月10日脱稿）

伸度試験をもつて吟味しましよう

日本舗道KK技術研究所 昆 布 竹 郎

道路用のアスファルトについては、その原油をとりあげて、ナフテン系がどうの、パラフィン系がどうの、またはパラフィン含有はどうのと、いろいろいわれておるのですが、道路用アスファルトの問題は数多くあって、その中で最も価値あるものとして、どんな性格をとりあげるかということには、各人いろいろの意見があるようです。近頃、日本道路協会のアスファルト材料小委員会では、道路用アスファルトの性状を分類する基本的なものとして、伸度上での性格がとりあげられております。そこで調べてみたのですが、伸度とは何で一体どんな意義をもっているものだろうかということです。

伸度試験はDowが1903年以前に発表したものですが、1921年A. S. T. M. Tentativeとして示され、Spielman・Rielm・Mannheimer・Maas・Kosack等によって吟味され、1935年になって始めてA. S. T. M. D-113-35として認められました。その後はPfei-Her・Saal・Bromm・Traxler等がこの研究を行っております。Dowの方法というのは中心部を1cm²断面に狭めたアスファルト片を25°Cの水槽中で5cm/minの速度で引張るものなのですが、凡ての道路用アスファルトは切れずに延びて、アスファルトの差異は求められないでいろいろの修正方法が提案されております。温度を60°Fにするとか、0°C・40°Cまたは5°Cとするとか、引張速度を0.25cm/minにするとか等があります。

伸度は温度によって変ります。P. I.の小さいアスファルトで、温度1°Cの変化で伸度が0から100cm以上と変化する場合このような急激な変化の起る温度を求めれば、アスファルトの性状を知る上にためになるのではないかともいわれております。また一般的のアスファルトは温度が上昇するにつれて伸度は規則的ですが非常に増加します。しかしP. I.の大きいものになりますと、伸度は温度によって殆ど影響されないといわれています。それから温度同様に引張速度の変化による伸度の変化の程度は、温度と伸度との関係から推測することができ、多くの場合は引張速度を5分の1にするのは、温度を5°C上昇したのとおおよそ同じ程度の効果を与えるといわれています。

ここで伸度についての代表的と思われる二人の意見を紹介しておきたいと思います。その一つはR. N. Traxler (J. Colloid Sci. 2 [1947] 49) のもので大略次のように述べております。

『数人の研究者は、A. S. T. M. の伸度試験では、試験過程でアスファルトの流動的性状と共に剪断応力や剪断速度が変化し、アスファルトの稠度を評価することは出来ないといつてゐるが、最近の報文の一つでは、伸度試験を流動学的な見解から次のようにみている。』伸度試験の値というものは、切斷面での剪断応力がアスファルトの凝集力より大となって、アスファルトの糸が切れる長さそのものである。25°Cの実験では、多くの軟質アスファルトは切れずに延びるが、非常に堅いものは試験開始後すぐにも切れてしまう。これは、アスファルトが多少とも流動する以前に凝集力以上の剪断応力が作用するからで、伸度は0となる。一般的アスファルトでは伸度の範囲は上の両極端の中間にあるもので、アスファルトが異ったり、コンプレックス流動度が異ったりすると変化する。』これは次表に明らかである。

アスファルト	H	V	Y	O
軟化点 R&B, °F	137	143	135	139
針入度 100g/5sec/77°F, %mm	64	32	64	17
粘性 0.1sec, -1 megapoises	6.8	36.0	5.0	38.0
伸度 77°F/5cm/min, cm	31	38	125	200+
コンプレックス流動度	0.75	0.85	0.85	1.00

ここで、同針入度軟化点を示すアスファルトYおよびHについてみると、伸度の減少はコンプレックス流動度の減少と一致している。そして、伸度についてコンプレックス流動度がいかに重要であるかは、アスファルトVおよびOをみてもわかる。ここでVおよびOは、おおよそ同粘性同軟化点となっている。これらの結果は、コンプレックス流動度の比較的小さいアスファルトでは、その稠度は剪断応力が増加するにつれて益々減少する、ということから説明される。アスファルトが引張られるに

つれて糸の断面は減少し、その剪断応力は急速に増加してアスファルトは急速に流动することになるが、アスファルトHおよびVのようなコンプレックス流动体では”流动性の最低な部分に最高剪断応力が集中していくのが生ずる。そして断面は急速に減少するので、剪断応力は試験開始後まもなくアスファルトの凝集力より大となり伸度は低いものとなる。しかし、アスファルトOのような単純流动体であると流动の性格は剪断応力とは無関係でくびれなどは生じない。それでかようなものは試験条件の下で切れずに容易に延びて糸となる。”硬質アスファルトでの伸度に及ぼすコンプレックス流动の効果についての詳しい論議や説明は、Traxler・Scheyery・Rombevy (Jnd Fng Chem 36 [1944] 828) を参照されたい。』

以上の報文中でコンプレックス流动度といっているのは、次に出るC値です。Traxlerによりますと、単純流动体は(1)式、コンプレックス流动体は(2)式に従うとされています。

$$\eta = F / S \quad (1) \quad M = F / S^C \quad (2)$$

F: 力, S: 剪断応力, C: コンプレックス流动度

表中で稠度は $S = 0.1 \text{ sec}^{-1}$ にとった時の粘性を示しております。次図は彼の示した代表的アスファルトの剪断速度と剪断応力との関係図です。

次に第二の意見に移りますと、これは R. N. Saal (J. Appl. Chem. 5 [1955] 663) のですが、一応の理論的解析も行われておって、次のように要約しています。

『脆性破壊の問題 伸度試験の値でみると、それから求まる脆性破壊の限界温度は、アスファルトのスティーフネ

スが $10^7 \text{ N/m}_2 \text{ at. } 10 \text{ sec.}$ に達する温度であって、これをフーラス試験の場合でのスティーフネス $10^8 \text{ N/m}_2 \text{ at. } 10 \text{ sec.}$ と較べると、その10分の1に当っており、両者は頗似した試験ではある。しかし、伸度試験で脆性破壊の限界温度を求めるには、温度間隔を狭めて一連の試験をしなければならず、さらに精度もフーラス試験より劣っているので、脆性破壊温度を求めるにはフーラス試験の方が好ましい。

流动の問題 アスファルトの伸びる時の挙動は、そのアスファルトのP.I.によって、二三の異々現象から説明されよう。一つは作用応力によってアスファルトの温度上昇であって、普通のP.I.のものはこの現象から説明される。もう一つはアスファルトのチキソトロピーであって、P.I.の高いものの伸度は主にこの性質によるとされ、この場合には温度上昇は一つの附加的な因子となっているに過ぎない。更に他の一つは試験開始時の激しい衝撃であって、このためにP.I.の低いアスファルトでは脆性破壊温度が高くなり、さらに瞬時切断温度と伸張温度との間に差がなくなってしまう。

そして、同針入度同軟化点のアスファルトで伸度に差異のあるのはどんな理由かと疑問になる。これは容易には見い出しえない力学的性質上で多少の差異があるためで、この差異はアスファルトの実際使用上に重要なものであると考えられる。普通のP.I.のもので、以上のような温度上昇現象はアスファルトの実際使用上では見られないが、その直接の原因となっているスティーフネスの高いということは、使用の条件によっては破壊をまねくことにもなる。そんなふうに考えると全く同針入度同軟化点の普通P.I.のアスファルトで、伸度の低いもの

図-1
代表的アスファルト 25°C の流動学的図

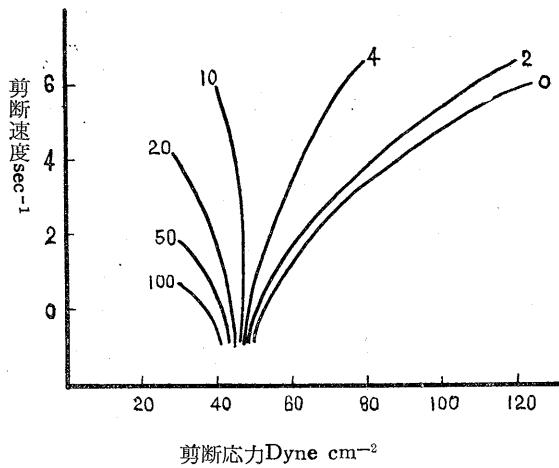
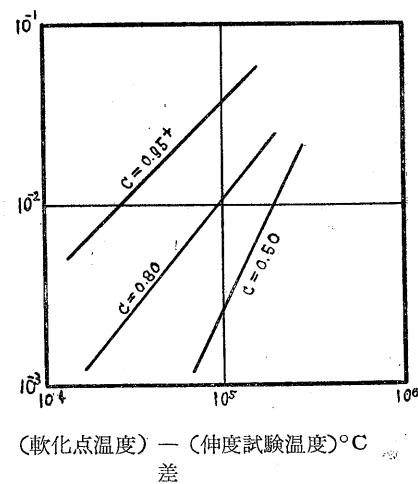


図-2
ペネズエラ原油製品等伸度曲線

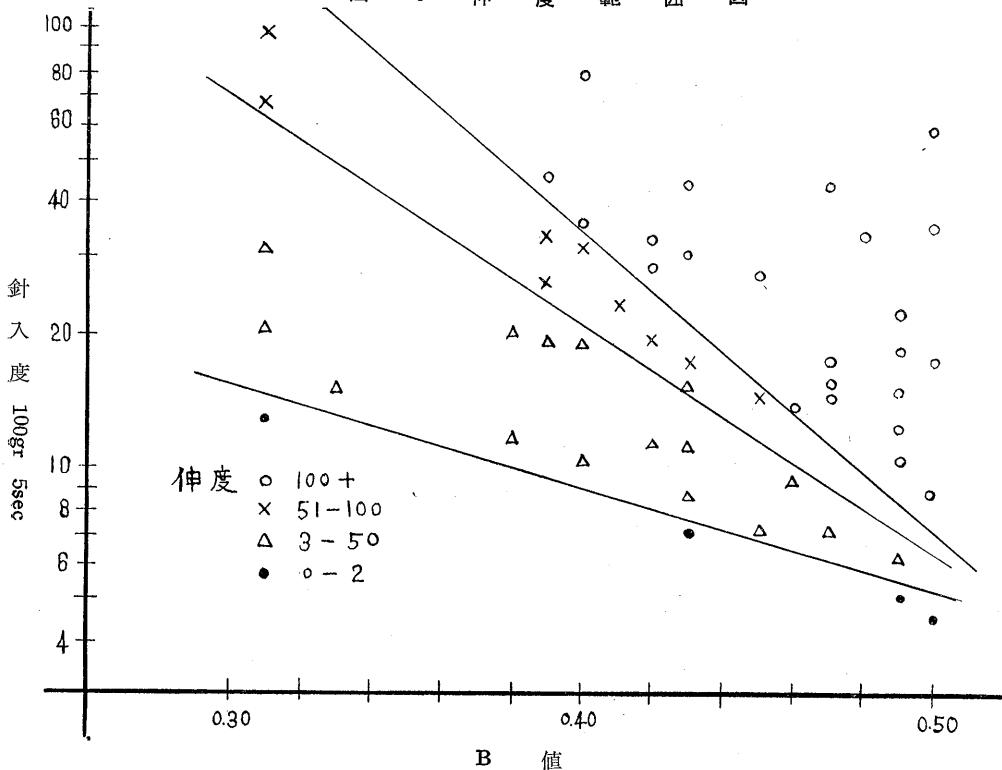


は高いものより工合が悪いとも考えられる。しかし伸度と温度の関係は急激なもので、伸度上の可成りの差異も温度上ではごく少許の差異となっており、針入度・軟化点および伸度測定の不正確さからいうと、ここで正確な値を求めるには、適切な時間および温度条件の下で直接スティフネスを求めなければならない。次にP. I. の高いアスファルトについては、その伸度の低い直接原因はそのゲル構造の弾性変形の最大値が低いことによるものであるが、低温での実際使用上の変形は小さく、その場合にかような性質は関与していない。また、実際使用的高温度の範囲だと、変形は比較的大となるが、応力および温度条件は伸度試験の場合とは非常に異っていて、実際施工と伸度の資料との間に関連を見つけることは困難である。』

以上で、フーラス試験とは脆化点測定試験法の一つ、P. I. は針入度と軟化点で定まる針入度指数、温度上昇現象とは物体を引張る時の発熱に関するもの、チキソトローピー現象とは物体内部構造の作用力に上る揺動に関するものです。またスティフネスとは弾性係数のようなものですが、アスファルトは弾性体ではないのでヤング率と区別して名づけたもので、上述のものはvan der Poel (J. Apple Chem. 4 [1954] 221) が示している図表から求めたものを用いています。次に参考に針入度指数—温度の座標に伸度を落した関係図を図-2に示します。

以上は全く立場を異にした二つの意見なのですが、次

図-3 伸



に筆者の行った実験結果を述べさせていただきましょう。

『まずアスファルトの針入度と貫入時間との間には次の実験関係がある。

$$\log P = B \log t + C$$

P:針入度 t:貫入時間 B, C:定数

このB値と 100gr. 5sec の針入度P値およびDow式 5cm/min の伸度D値との関係を図に落すと図-3のようになる。

なお筆者は針入度と温度との実験関係から

$$\frac{1}{T} = C_p \log P + K_p$$

T:絶対温度 C_p, K_p:定数

を求めて、アスファルトの関与する材料の力学試験については、上述のB値・P値・C_p値によって充分有数な結果記述がなされるものと考えている。』

さて、これまで記載したことから、アスファルトの伸度というものは何かある因子によって左右されるものであることはうかがわれることと思います。このあるものが実際の道路用としての目的で、アスファルトとしてどんな効果を示し、どんな性格であるかということはこの頃流行の心理学的レオロジー等ではなく、実際の作用上から吟味して行かねばならないもので、それが納得されはじめて伸度によるアスファルト分類の意義やアスファルト使用法も理解されるのではないでしょうか。

度範囲図

滲透式工法について

第三者的見解 その3

シェル石油アスファルト部長 D. W. リスター

前回より実際に瀝青舗装するときの手引を書いてきたが、今回はアスファルト道路をつくる三つの基本的工法のうち第2について述べることとする。前述のように基本的工法には次の三つのものがある。

- 1) 表面処理あるいはシーリング (Surface Dressing or Sealing)
- 2) 滲透式工法 (Grouting)
- 3) あらかじめ混合して散布する工法 (Pre-mixing)

シーリング・コートの基本的事柄については前号で述べたが、(3)の (Pre-mixing) は、アスファルト・マカダムから最高級のアスファルト舗装のものまで適用の範囲が広いので、これについては順次書くつもりである。本文では滲透式工法のみについて簡単に述べる。

2) 滲透式工法

序文

原則として、滲透式工法は、碎石を締め固めて一正しくいえば粗骨材—その上に加熱したストレート・アスファルト、温めたR・C・タイプのカット・パック、あるいは常温のR・S・タイプ乳剤(Rapid Setting)を充分まき、滲透させて、交通による衝撃で骨材が動かないようしっかり結合させるのである。注意したいことは“締め固め”はこの工法の場合、二回行うのである。第一回は、瀝青機を散布する前に、第二回はバインダー(瀝青機)を散布して後、碎石、あるいは砂利をまいてから締め固める。骨材は、材質、数量、大きさも正規のものでなければならぬが、バインダー(瀝青機)の散布量、使用温度も規定通りのものとする。この工法の成否はバインダーを散布する前の転圧の度合にかかっている。

転圧を止めて、バインダーをまく時期を決めるのは経験による。もし転圧の時間が長いと、石は碎けるか、あるいはいわゆる“丸味を帯びて来る”ので、表面が詰っ

て、隙間に瀝青材が容易に滲透しなくなる。転圧が不十分であれば、骨材が固定せず、相互にかみ合わないので道路は交通のためにこわれてくるかもしれない。

滲透式工法の利点

前に述べた序文より判るように滲透式工法の場合は、ごく僅かの機械で十分である。事実最小限度、転圧ローラーと、瀝青材を加熱する適当なもので足りる。そしてバインダーを散布するには手まき籠を使用すればよい。骨材スプレッダー(平坦な乗車地のよい路面を作るために)、瀝青材散布機(バインダーを均一にまくため)や、碎石散布機を使用すると効果よく、また早く仕事が仕上がる。それ故プラント設備の利点は、軽度、または中程度の交通路面に使用される滲透式工法に特に適している。

たとえば小さい仕事には混合プラントの運送料、組立費等の関係で全体として割が合わなくなるが、また改良しなければならない悪い砂利道(もしひどい所があれば骨材をまく前に手直ししなければいけないが)でも同様である。すなわち新しい砂利道の基礎と、高級のプレミックス(Premix)タイプのアスファルト舗装との中間層として適している。

路盤の準備

注意しなければならないことは、アスファルト舗装はすべて“可撓性”(Flexible)があるから、この滲透式工法もしっかりと規定の縦横断勾配をもった基礎をつくる必要がある。表面処理の時のように路面上をよく清掃する必要はない。もちろん余分の塵や異物がある場合は、骨材をまく前に除去しなければならないが。

しかしながら、一番大事なことは骨材の散布仕事を始める前に、路盤上の不均整をなおして、骨材層の厚さが均一になるようにすることである。何故ならバインダーの散布割合は締め固めた骨材層の厚さに従って計算されているからである。骨材層の厚さが違っていると一もちらんすでに骨材は散布、転圧されているので、厚さの違

いを見つけることはむずかしいが、ある場所ではバインダー量が多すぎ、他の場所では、不足する場合が生じて来る。

排水がよくて、よく締め固められていて、そしてしっかりしたという点を別として、基礎の横断勾配は、最終の仕上り路面と同様にやらなければならない。

骨材層

骨材の材質

転圧の際骨材の碎けるのを避けるためには良質の、硬い、碎石であることが必要である。質のよくない、軟い石の場合、転圧の際碎けやすく（従って面が詰って、瀝青材のバインダーが滲透しにくくなる）、あるいは転圧の際、丸くなってしまって、石が互にかみ合うという大切なことができなくなる。砂利は、もしクラッシャーにかけたもので（角ばったものにするためにかけるのであるが）、下記に規定した寸法に合ったものであれば使用してもよい。扁平な、あるいは層をなしている骨材は使ってはいけない。

骨材の大きさ

骨材の最大、最小の大きさの範囲は、滲透層の最終締め固めの厚さに關係して来るが、締め固めた最終の厚さが7—8cmと仮定すると、最大の大きさは6cmで、最小は3cmがよい。

この寸法の石を9—10cmの厚さに敷いて、締め固めると7—8cmの厚さとなる。なにかの理由で、7—8cmより厚い転圧層にしなければならなくなったら場合は二層に分けて、一層ごとに必ず完全な滲透式工法を行うこととする。

経済的理由から、非常に軽い交通上やあるいはカット・パック、又は乳剤で滲透式工法を行う場合は、上述の滲透層よりも薄い方がよい。この場合は骨材の大きさを最大6cmを5cm、あるいは4cm位にして、最小の大きさは変えないで3cmにする。仕事をするまでの目安として、次のように考えておけばよい。すなわち最終締め固めの厚さの約2/3を骨材の最大の大きさとし最小の制限は3cmを下らないようにする。

余りに小さいサイズの骨材の場合は、空隙の大きさが小さくなり、バインダーの滲透を防げることになる。とにかくどういう事情であろうと、層の厚さが“石1個の大きさだけの厚さ”であってはならない。このような場合、交通で石が碎けて、路面が破損してゆく危険が非常に多い。

転圧

今最終締め固め厚さが7、あるいは8cm（これはストレート・アスファルトを使ったとき、この種の仕事では普通の厚さであるが）と考えて、骨材—6cmから3cm

のサイズのもので一を9～10cmの厚さに敷き拡げるのである。この石の層の横方向の支えをつくるため、路肩を適当な材料でつくる、路肩としては事情が許せば両側少くとも1m位の巾が必要である。こうしてから転圧を始める。

前述（序文のところで）したように、注意深く転圧することが、成功への鍵である。転圧の際、経験を積んだ現場監督が充分注意して監督しなければ、失敗することが多い。

ローラーは、約10屯のものを用い、道路の縦方向に蛇行しないで、平行に継続して進行せしめる。ローラーの位置転換は、滲透工法を行う準備のできた場所以外の仕事場の端で行うこととする。転圧は、道路の片側の端から始めて、順次中心に向って約30cmずつ寄せて続けて転圧することとし、中心まで来たら、反対の片側の端から始めて同じように継続して中心に寄せつつ転圧する。この段階に来たら、ローラーを一方に寄せて、締め固めた部分を部分的に現場監督が入念に検査するのである。

転圧の際に生じた変形は、その面をほぐして、シャベル1、2杯の石を加え（均一に拡げて）て均らす、また、高い所はその面をほぐして、石を取去って均らすのである。碎けた石のある部分は良質の石と取り換える。このようにしてからローラーの転圧を始め、転圧の際締め固められて石が動かなくなるまで転圧を続ける。

筆者は、今まで何回となく“骨材の締め固めにローラーを何回位往復運転させたらよいか”という質問をうけて来た。これに対する回答としては、次のような色々の要素によって異って來るので明確な答は出せない。すなわちローラーの重量、ローラーの車幅、骨材層の厚さ、骨材の質、転圧時のローラーの速度、その他時としては気候の状態を含めて、数多くの要素によって異って來る。

それ故、骨材層の締め固めのため、ローラーによる転圧の度合をはっきり規定することは不可能である。ローラーで際いくらかでも石が動く間は転圧を続けなければいけない。そして、石が碎け始めるような兆候があったら転圧を止める。経験を積んだ技術者や現場監督は通常足で踏んだ“感じ”で転圧を止め、バインダーをまく時期を感じている。

瀝青材

バインダーの機能

今骨材層が適度に締め固められて、縦方向のレベルや横断勾配が規定通りあると考えたとき、バインダーの機能は石を互にしっかりと結合させ動くのを防ぐことである。それがために石と石との隙間を瀝青材で充す必要はない、もしそうしたら道路は変なものとなり、石が互に

点で接触して石をいわゆる "セメント" していることになる。

バインダーは散布、滲透させ、上から層の底まで流れ滲む程度の量で充分である。石がよく "噛み合い" そしてその接觸している点が瀝青材でしっかりと結合しているならば、バインダーはその機能を果しているのであるから、明らかにそれ以上に瀝青材を使う必要はない。それ以上に瀝青材を使用すると気温の高い時路面が粘りつくようになる。

バインダーの選択

筆者としては日本の大部分の地域では針入度80/100のストレート・アスファルトを推奨する。特に北海道のような高緯度で気温の低いところでは針入度約150のストレート・アスファルトがよい。ただ念頭に入れて欲しいことは、熱いアスファルトが冷えた骨材と接觸するのであるから、アスファルトは、冷却する前に骨材層を通って滲透しなければならない。使用温度はかなり高くなければならない。従って約180°Cのアスファルトを使用する。この温度は前述の二つの針入度のものに同じように適用できる。

もしカット・パックを使うとしたら、日本ではRC, 5が適当と考える。記憶して置かなければならぬことは、カット・パックは、常温ではストレート・アスファルトのように固化したものではなく、これを作ったときの溶剤が序々に揮発して、だんだん固くなり、作った時のものとのアスファルトになることである。この理由から、カット・パックを滲透させた道路は、施行後数日間は、いくらか不安定な傾向があるかも知れない。従って締め固めの層は5cmを超えないこと。一あるいは最大6cmにおさえること一というのはこの初期の不安定の間に僅かながらゆるんで来るのを最小限度にするためである。滲透式工法に用いるRC, 5のカットパックの使用温度は約125°Cから130°Cにする。

R. S. タイプ乳剤 (Rapid Setting Emulsion) を使用するときはもちろん、予熱する必要もなく、常温で使用してよく、この場合も使用した路面が初期は不安定の傾向があるので、最終締め固め層の厚さを5—6cmまでと利限することが望ましい。乳剤は"流动性"があるので、ストレート・アスファルト及びカットパックを使用する時以上に骨材層の締め固めを行うことが望ましい。そうすると余分の量が骨材層の底に流れるのを防ぎ、道路の側方に流れ去るのを防ぐのである。締め固め層の上に乳剤散布後すぐ僅かの碎石(約2cm大きさ)をまくと乳剤を無駄なく役に立たせる。2cmサイズの碎石を散布する前に1—2cm厚さに砂をまくことは時には乳剤が"流れ去る"のを防ぐ意味でよい方法である。

バインダーの使用割合

大体の目安として、使用割合は次のようにする。

ストレート・アスファルト

0.85kg/m² 締め固め層 1cm当り

カット・パック (RC, 5)

1.00kg/m²

"

乳 剂 (R. S)

1.10kg/m²

"

ストレート・アスファルトを7—8cm厚さの締め固め層に使用した場合、使用割合は6—7kg/m²となり、最大5—6cm厚さの層にRC, 5のカット・パックを使用する場合は5—6kg/m²となる。同じような厚さの層に乳剤(R. S)を使用する場合は使用割合は5.6—6.5kg/m²となる。

バインダーの使用方法

理想的なのは一ストレート・アスファルト、カット・パックあるいは乳剤のいずれにしろ一バインダーの散布はアスファルト・デストリュビューターで行うことである。これは車の後方に散布管を取付けて、これに一定圧力でバインダーが送られるようになっている。従ってデストリュビューターの運転速度はバインダーの散布割合を決める。一方バインダーは適當な大きさの加熱ガマに機動、又は手動ポンプを設備して、ホースを連結した手持の散布管でまく。この手持の散布管を使用して均一にまくためには高度の熟練が必要である。そして散布管の先にノズルがついていて、これをいつも一定の高さ(約35或いは40cm)に保たねばならない。この管棒を横向に向かしてはいけない。というのは、バインダーが多くなりすぎる場所が出来やすく路面の平坦さを損いやすいのである。

上述の方法でまく時はボイラー一杯の量でどれ程の広さに散布できるかよくチェックしておくことが必要である。それ故ボイラーには容量のはっきりしているところまでバインダーを入れて、一杯で散布する面積を注意深く測って、まく現場に小さい旗か、又ははっきりしたサインでめじるしをする。そうすると作業員ははっきりした目標ができる、一定の速さで作業できて、作業能率が5—10%の正確さで判断できる。

骨材を締め固めた層(ローラーで固めた方がいいのだが)の上を散布スプレイヤーを押して移動させる際、石をおこさないように注意しなければいけない。それ故スプレイヤーの車にはアスファルトが附着しないように清掃しなければいけない。さもなければ石が車輪に附着して、車の進行につれておこされる。これは車輪の下に鉄板(ドラムを平らたくした)を敷くと防ぐことができる

(37ページへ続く)

寒冷地に於ける

アスファルト舗装の問題点 その3

北海道大学工学部助教授 菅 原 照 雄

6. ゴム混入アスファルトの物理的性質

(1) 概 説

ゴム混入瀝青舗装は約10年前日本に紹介され種々の研究が行われている。アメリカでも戦後これらの研究に着手し、近年盛んに研究が行われているようである。

ゴムをアスファルトに混入する目的は、アスファルトのみを以てしては改良不可能なアスファルト舗装の改良にあることは云う迄もない。この目的としては

- a. アスファルト舗装の耐久性の増加
- b. 弹性的性質の増進
- c. 低温脆性の改良
- d. 耐水性の増加
- e. 磨耗の低減
- f. 維持費の節減、等である。

アスファルト舗装に使用されるゴムの種類は極めて多いが、これを大別して

- (a) 状態による分類
 - i) ラテックス(液状)
 - ii) 粉末
 - iii) 固型
- (b) ゴムの種類による分類
 - i) 天然ゴム
 - ii) 合成ゴム
 - iii) 再生ゴム

オランダ、イギリス等に発達したのが天然ゴム系材料であり、アメリカは合成ゴムに主力を注いでおり、かなり優秀な材料が完成している。これらは特別に舗装用に作られた天然ゴム、合成ゴムから自動車の古タイヤの粉末に至るまで種々雑多であり、その品質も多種多様であ

る。

筆者らはこれらについてここ数年来、調査、実験施工等を行い基礎的な研究を行った。ここではその研究の大要を説明することとする。なおこれらの更に基礎的な事項については目下滯米中の本学板倉忠三教授が *Texas Transportation Institute* に於て研究中であり、追って発表されるであろう。またここに述べる事項の詳細については参考文献を参照されたい。

(2) アスファルト中のゴムの作用について

アスファルト中にゴムが混入された場合の両者の作用は如何なるものであろうか?

ゴムを舗装に利用すると種々の物理的性質が改良されることばかり以前から知られ、かつこれが用いられて來たにもかかわらず、化学的な研究が始まられたのは近年の事に屬し、物理的性質の変化が如何なる化学作用の下に生ずるか等のことについては、従来これに関する研究があるのでその代表的な仮説、説明をここに紹介したい。これはあくまで仮説であって顕微鏡による観察その他による考察の結果はあっても複雑な化合物であるゴム、アスファルトの相互関係を化学式で示すまでには至っていない。

(a) G.J. Van der Bieの説

アスファルトはマルテン (*Marthens*) を溶媒としてアスファルテン (*Asphalten*) に富んだ粒子が存在するコロイド状物質と考えることが出来る。ゴムがアスファルトの中に入るとゴムの一部はマルテンによって溶かされるが、アスファルテンは何らの変化も起さずにそのまま残る。マルテンはゴムを吸收することによって粘性を

増加し所謂かたくなる。マルテンの粘性の増加は必然的にアスファルト粘性の増加をもたらし、アスファルト全体がかたくなる現象を呈する。最初の中は粉末ゴムの大部分は粒状であって次第にマルテンを吸収し、ゴムはマルテンを吸収するに従って膨潤する。

これが所謂ゴム混入アスファルトの性質変化の原因となる。

(b) J. M. Rooijen の説

粉末状態のゴムをアスファルトに加えると拡散系が出来る。即ちゴム粒子がアスファルト溶媒中に拡散されている状態である。このゴムの粒子は溶媒中では最初の大さきの大体5倍まで膨潤した状態で存在する。もし溶媒が溶解性の炭化水素を沢山含んでおれば、この連続相即ちアスファルト溶媒の部分の容積と、拡散相、即ち炭化水素を吸収したゴムの部分の容積が大体等しくなる。また更にゴムの方の占める割合が大きくなれば相の転換が生じ、ゴムが連続相へアスファルトが拡散相へ転換する。相転換と同時に解重合によるアスファルトの凝集が生ずる。この相転換はアスファルト中に軽い炭化水素の多いほど、またゴムの量の多い程速かに生ずる。

(c) W. Coltof の説 省略

(d) D. Decker の説 省略

以上1.2の化学方面的論文に現われたゴムとアスファルトとの関係について紹介したが、これから考え、且筆者らの経験からして次のようなことが想像される。

i) ゴムをアスファルトに加える場合ゴムの性質は勿論アスファルトの品質にも大いに関係する。即ちアスファルトの中のアスファルテンとマルテンの割合、その他の成分、炭化水素の量が非常に大きく物理的性質の変化に影響する。

ii) ゴムの量が多ければアスファルトに生ずる変化は大きい。またゴムの量如何によっては、その性質のかなり異ったものが得られる。

iii) 一般にストレート・アスファルトはマルテン中にアスファルテンが懸留したコロイド状のものであり、ブローン・アスファルトはアスファルテンに富み、その間にマルテンが滲潤しているものだと考えられるから、アスファルトの質によってゴムの作用もかなり変化する。

iv) 既往の研究の結果から求められた顕微鏡写真からは、ゴムはアスファルト中で大きくふくらんでおり、そのふくらみの中に吸収されているものの大部分は炭化水

素であり、この部分が炭化水素の貯水池的作用をなして感温性、衝撃強さ etc に影響を及ぼすものと想像される。

v) 以上の考え方からすれば、ゴムとアスファルトの混合物は化学的な結合に近く、粉末のゴム自体がゴムの原型を保って弾性を与えるということは考えられない。

vi) ゴムは単体としてアスファルト中にあるよりも密接に物理的化学的に結合している方がよい結果を与えるであろう。

vii) ゴムの粒子はあまり大きくなき方がよく、アスファルトとよく作用せしめるためには、熱、時間等が必要である。

(3) ゴムの使用方法

ゴムの使用方法（アスファルト舗装に混入する方法）としては次の3つがある。

i) ラテックス状としてアスファルトを若干加熱して混合（短時間の加熱混合でもよい）し、それに骨材を加えて合材を作る方法。

ii) 粉末のまま加熱した骨材中に投入して搅拌混合し、然るのちアスファルトを入れて合材を作る方法。

iii) 予めゴムをアスファルト中に混合し、加熱し、後骨材を投入して合材を作る方法。

i) は混合時間が短く、かつ混合温度も低くてすむから問題は少ない。実際に使用する際は加熱したアスファルト中に適量混入し、普通と全く同じ方法で合材を作る。

粉末を使用する場合は ii) iii) の方法が行われる。合成ゴム、再生ゴム等では主として ii) の方法で試験の行われたものが多い。これは、この工法の初期には、細骨材、或は石粉のかわりにゴムを入れるという考え方から来たためといわれる。研究の進行と同時に粉末ゴムの混入効果はアスファルト中にあっての加熱時間、搅拌程度、温度に依存することが明らかにされ、次第に ii) の方法は用いられなくなってきた。従って現在の段階で、もっとも適当と思われるのは、アスファルトを加熱し、それにゴムの所要量を混入し、適当時間加熱混合する iii) の方法である。これが普通言われている、所謂「ゴム化されたアスファルト」(Rubberized Asphalt) である。このときにはもはやかなり両者が一体化したものとみるとることが出来る。

かくして得られたゴム化されたアスファルトは、普通のアスファルトとはかなり異なる外観を呈し、ねばりがあり長い糸をひく傾向があり、骨材との付着もよい。これ以降の合材の製作は普通のアスファルトの合材と全く同一である。

ゴム化されたアスファルトを使っての舗装の型式とし

ては、表層のみに用いる場合と、鋪装全厚について用いる場合とがある。市販されるゴムの価格から考えて、現在のところ前者を用いる方がよいようである。

フランスに於てはアファルト乳剤として用いているようである。特別な用途として撓み、振動の多い橋面舗装に（アメリカ、オランダ、筆者も目下鋼床版橋梁に試験を計画中）、工場内舗装（オランダ）、木煉瓦上の舗装（イギリス）、コンクリート舗装目地材（各國）金属防錆材などがあり、その応用範囲は極めて広い。

(4) 筆者らの実験

(a) 使用材料

(i) ゴム

a. 天然ゴム粉末 (M)

b. 再生ゴム粉末 (N)，地下足袋，ゴム 長靴等再生品

成分：生ゴム 40%

再生ゴム 20%

炭酸カルシウム 20%

亜鉛華 5%

パイン・タール 少量

粒度 60メッシュ・スクリーン 全部通過

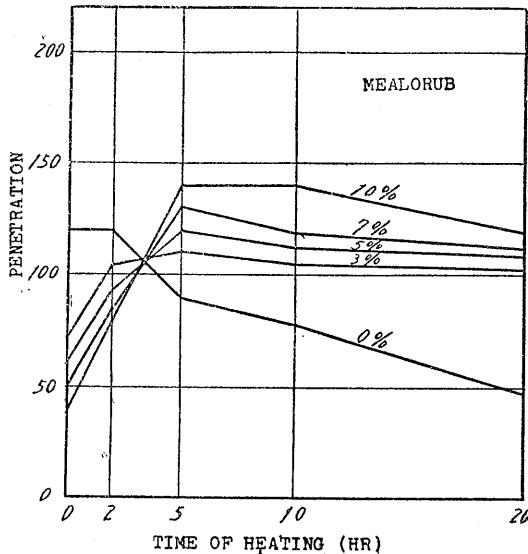
比重 約1.3

c. 再生ゴム粉末 (A) ゴムタイヤ製造時に於けるエアーパッケ再生品

成分：ゴム 60%

カーボンブラック 10%

亜鉛華 5%



図一 6

外	25%
粒度	30メッシュ・スクリーン全部通過
比重	約1.3
d. ラバー・ラテックス	
(ii) アスファルト	
ストレート・アスファルト	
比 重	25°C/25°C, 1.109
針入度	25°C, 100gr., 5sec 120
	0°C, 100gr., 5sec 10
	0°C, 200gr., 60sec 31
伸 度	25°C 140以上
	0°C 0
軟化点	40°C

(iii) 石粉 200番筋100%通過

(iv) 石粉 苛小牧市錦岡産砂

(b) ゴムを混入したアスファルトの性質

低温脆性を求めるに先立ちアスファルトにゴムを混入し各種の物理的性質を求めた。その試料のゴム混合量、加熱混合時間は次のようにとった。

(i) 混合時間 0, 2, 5, 10, 20 各時間

(ii) ゴム混入率

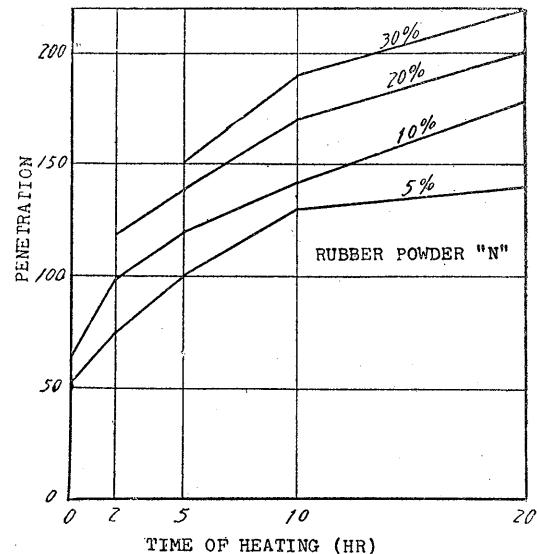
Mealorub 3, 5, 7 及び10%

N 5, 10, 20, 30%

A 5, 10%

Latex 0.5, 1, 2, 3, 4 %

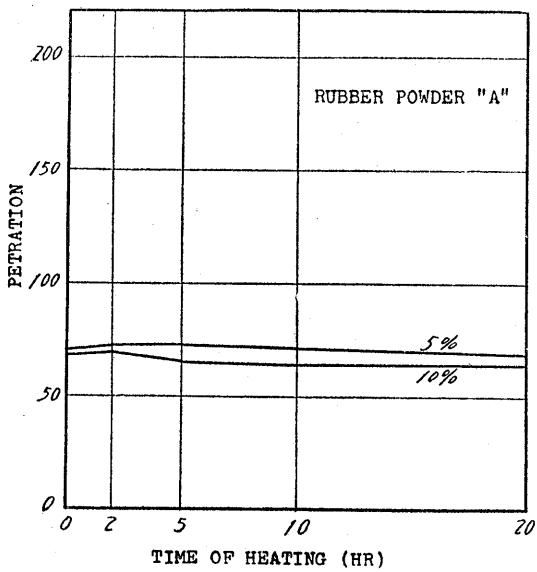
A. 針入度の変化



図一 7

図一 6, 7, 8. は針入度と加熱混合時間—ゴム混入量の関係を示している。また図一9は Latex 混入アスファルトのゴム混入量と針入度との関係を示す。図に於て A-1 はパラフィン系アスファルトであり、A-2 はナフテン系のアスファルトであった。また A-1 は特種加工をしたもので特種製品である。

この結果によればゴム A は混入量、加熱時間があまり大きな影響を及ぼさないが、Mealarub, N はこれらによって大きな影響を受ける。また Latex については混入量の影響が極めて大きく、且その混入量は極めて小さくともよいことが明らかにされた。Latex を除いては、いずれも混合当初針入度は小となる。これはその時期に於てゴム粒子が存在する故であって、この粒子が小となるに従って針入度も大となる。Mealarub N の 10% の混入は混合しただけでは約 1/2 の針入度の低下をもたらす。しかしこのアスファルトはその 1/2 の針入度を示すアスファルトはとは全く異った性質を示すことに注目する必要がある。単味アスファルトは 120~130°C で加熱する際、急激に針入度が減少するのに対し、Mealarub を混入したものは 5 時間位迄の範囲内で針入度が増加し、5 時間で最高値に達する。Mealarub に於て 3~5% 混入ものの最高値は単味の加熱しないものの値にまで達することは出来ないが、単味 5 時間加熱のものに比較して大きな値を示す。また一方 7, 10% 混入のものの値は単味で加熱しないものより大きな値を示す。5 時間以上の加熱ではあらゆるものについて一様に針入度の低下を来す。N



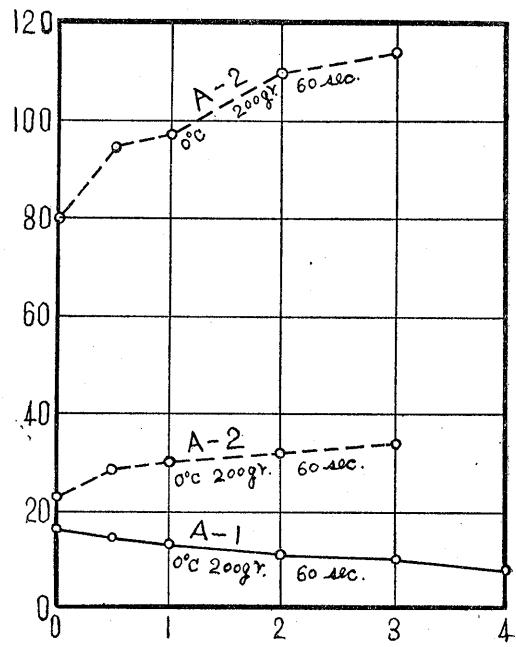
図一 8

にあっては混入量の増加及び加熱時間の増加は、針入度の増加をもたらし、20 時間の加熱の範囲内では針入度の減少は見られない。5 時間以上の加熱ではあらゆる混入量のものが単味の針入度より大であり、30%, 20 時間加熱で 220 にまで達したこと非常に興味ある事である。これに比して、A は 20%, 30% のものは供試体の成型が不可能であり、5, 10% のものも単味の約 1/2 の針入度となるのみで、加熱時間による性質変化はみられない。これらの針入度の変化から直ちに、その混合価値を云々することは不可能であるが、一般には北海道の如き地方では 120 前後が妥当と見做されているから、あまり大きな針入度は好ましくないが、前述のように針入度自体舗設後の実際使用（施工及び車輌の走行に供し）に対して、如何なる意味を有するかが明らかにされない現在の段階では、これらよりむしろ次に述べる延性、軟化点につきその変化を考えるべきであろう。

B. 延性の変化

図一 10, 11, 12, 13. は 4 種のゴムについて求めた延性—ゴム混入量—加熱時間の関係を示している。

図 13 は Latex について延性とゴム量との関係を示す。（アスファルト A-1）実験は 25°C, 20°C, 15°C, 10°C, 5°C, 0°C, で行ったが Mealarub については 5°C 以上では 4 時間以上加熱したアスファルトの延性が試験機の容量 (140) を超過するためすべて 0°C で試験を行つ。これは極めて重要な意味を持つことに注目しなければならない。即ち単味のアスファルトは如何なるもの



図一 9 ゴムラテックス混入アスファルトの針入度と混入量との関係

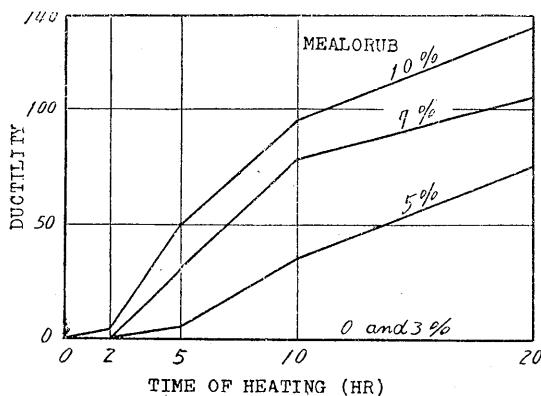


図-10 0°Cに於ける Mealorub混入アスファルトの加熱時間と延性との関係

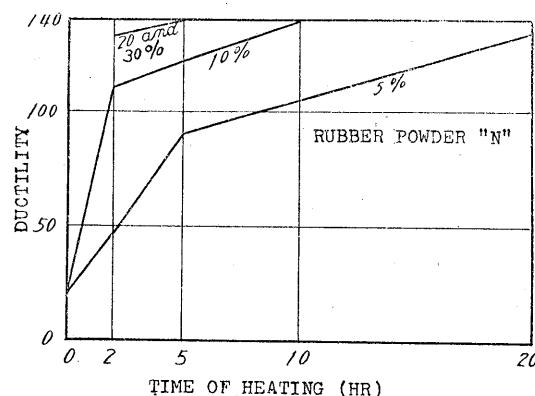


図-11 25°Cに於けるゴム粉末N混入アスファルトの加熱時間と延性との関係

についても0°Cの延性があり、かかる試験が不可能の故である。Mealorubを混入したものは0°Cに於て単味及び3%混入のものの延性は0であるのに対し4, 7, 10%混入のものは加熱時間の増加につれて増しており、混入量の大きなものほど、増加の程度が著しい。この増加は非常に大きなものであり、25°Cに於ける変化の著しさも想像出来る。

Nについては25°Cで試験を行っているが、大略似た傾向を示し、5%で約20時間、10%で10時間、20及び30%では5時間で単味の値に達する。Aは針入度と同様に混入量、加熱時間には殆ど影響なく約120以上の延性の低下をもたらす。Rubber Latex混入のものについては0°Cで、あらゆるもののが0であり、かつ15°C, 25°C, では140以上となった。図はパラフィン系アスファルトにゴムラテックスを混入したときのゴム量と延性との関係を示している。これによって明らかなようにパラフィン系アスファルトの改良にゴム・ラテックスの与える効果は非常に大きい。

C. 軟化点

軟化点は一般にゴムを混入することにより上昇する。軟化点の上昇は夏季に於ける軟化を防止する意味に於て好ましいことであるが、これもやはり他の性質との関連に於て考えられるべきであろう。Mealorubを混入したものでは加熱0時間で10%の混入が約5°Cの上昇をもたらし、2%の混入がほぼ1°Cの上昇をもたらすようである。Aにあってはゴムの10%混入では約10°Cの上昇となるのに対し、5%では単味のそれとあまり差がなく、加熱時間の影響も殆ど見られない。Mealorub及びNにあっては加熱時間によって性質はかなり変化し、双方とも2時間で最高値に達し、それ以後は低下する傾向があり、20時間に至ってほぼ単味のそれは近くなる。Nにあ

っては30%, 0, 2時間加熱のもの、20%0時間加熱のものについては、いずれも供試体作製が不可能であった。軟化点の高いものを望むとすれば、いずれのゴムに於ても2時間程度の加熱が望ましく、且つゴム混入量は出来るだけ大きなものが望ましい。但しこの程度の加熱時間ではNの30%は使用不能である。図14, 15, 16, はそれぞれのゴムについての加熱時間—ゴム混入量—軟化点の関係を示している。

D. 浮游値

浮游値は軟化点とはほぼ同一の性質を求めるものであるが、試験の結果も全く同様のものが得られた。しかし数値の差としては軟化点よりも遙かに大である。

E. 感温性

ゴムが実質的に感温性を低下させることは前述した。また前述した感温性を求める種々の方法について、それが正しく感温性を示すかどうかについて、ゴムを混入したものについて、各種の方法を採用して感温性を数字的に求めて見た。表6, 7, 8, はその例である。筆者はこのうち前述のようにFloat test Index (F.I.)を最も妥当な表示方法であるという見解をとっている。

c. ゴムを混入したアスファルト・モルタルの衝撃抵抗

上記の試験結果に基き次のような供試体を作製して低温衝撃抵抗試験を行った。

- a. ゴム混入率(いずれもアスファルトに対する百分率)

単味アスファルト

Mealorub 3, 7%

N 5, 10%

A 5, 10%

- b. 加熱混合時間 0, 2, 5, 10時間

加熱温度 120°C

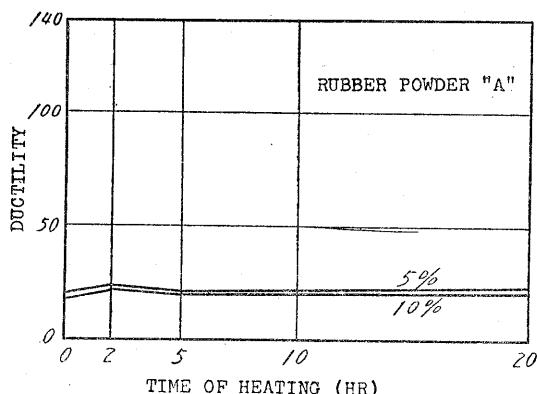


図-12 25°C に於けるゴム粉末 "A" 混入アスファルトの加熱時間と延性との関係

c. 試験温度 -40, -30, -20, -10, 0, 10, 20°C の 7 点

d. モルタルの配合 (重量比)

ゴム混入アスファルト 12.5%

石粉(No. 200 100% 通過)

砂 82.5%

供試体の作製にはまずアスファルト所要量を130°Cに加熱しゴムを投入、3分間攪拌混合したものを0時間加熱とし、残部を130°Cの恒温乾燥器中に10時間放置してそれぞれ2.5時間毎に所要量をとり出した。

これらのゴム混入アスファルトと11°Cに加熱した石粉及び砂を上記配合によって混合し、直ちに型枠につめて若干タンピングを行って40~45°Cまで冷却せしめ、アムスラー耐圧試験機を用いて200kg/cm²の荷重を3分間かけ、そのまま常温まで冷却させて表面を整型し、型枠(3.5cmφ×3 cm)より抜いて低温室中に保存した。

衝撃試験機としてはPage衝撃試験機を用い、落錘重量は1 kgとした。衝撃値としては亀裂を生じた落下高及び2或は3カに割れたときの落下高の双方をとった。

図17, 18はこれらをまとめて各種のゴムの比較をとったものである。N. B. とあるのはゴムを混入しない単味アスファルトについてのものである。

これによれば Mealarub 7%を混入したもののが衝撃抵抗は0時間加熱で低温、常温の双方に於て小さく、また N. A. 粉末ゴム10%を混入したものは低温でアスファルト単味より大であるが常温では小となる。しかしこれらは加熱時間の増加と共に変化し、5時間加熱では Mealarub の韌性の増加は著しい。今この韌性の変化についてみると凡そ次の通りである。

一般的に加熱時間が2時間程度までは、ゴム混入量の多いものの韌性は大であるか、もしくは同じ (Nは若干

ことなる) である。しかし加熱時間が5時間となるとゴム混入量が大となるほど韌性も大となる。また同一の混入量でも加熱時間の増加は韌性の増加をもたらす。このことは粉末ゴム N. A. ではさして顕著ではないが Mealarub では極めて顕著であり、 Mealarub 使用の際は加熱時間は出来る限り大きい方がよいことを物語る。(図19, 20参照) 韌性の面から総合的に考えると N. A. の10%は Mealarub の3%にほぼ相当するのではないかろうか?

(d) 結 説

以上の筆者らの研究から次の事項が結論される。

いずれのゴムを混入してもアスファルトの物理的性質は著しく変化しこの変化の状態は一般に好ましいと思われる変化であり、アスファルトの性質、特に低温安定性、高温安定性を増加させるとと思われる。4種のゴム中ゴムラテックスの効果が顕著であり Mealarub も良好な結果を示した。中でも Mealarub に於ける低温脆性の改良は注目に値する。

感温性質は一般に低下する。これは道路と利用に於て極めて有利な点である。

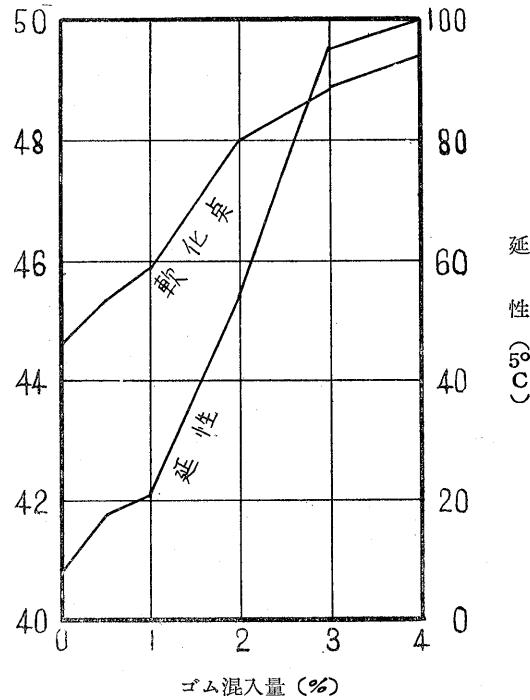


図-13 ゴムラテックス混入アスファルトの軟化点、延性と混入量との関係

表一6 天然ゴムを混入したアスファルトの感温性

ゴム混入量(%)	加熱時間(時間)	S. F.	Slope	P. T. S.	P.I.	F.I.
0	0	3.90	0.0245	0.0293	-1.75	97.6
	2	4.10	0.0250	0.0305	-1.99	97.1
	5	4.00	0.0262	0.0347	-2.72	87.4
	10	4.50	0.0347	0.0310	-2.08	79.5
	20	3.84	0.0373	0.0377	-3.17	72.3
3	0	2.43	0.0213	0.0359	-3.06	80.6
	2	2.73	0.0233	0.0240	-0.85	103.5
	5	4.04	0.0268	0.0244	-1.28	106.3
	10	5.20	0.0293	0.0264	-1.11	97.8
	20	4.81	0.0311	0.0299	-2.30	95.9
5	0	2.27	0.0209	0.0359	-2.91	78.8
	2	3.03	0.0238	0.0240	-0.51	118.7
	5	3.87	0.0261	0.0244	-0.61	116.4
	10	4.86	0.0281	0.0264	-1.11	104.7
	20	4.78	0.0283	0.0299	-1.87	103.3
7	0	2.04	0.0188	0.0362	-2.95	77.6
	2	3.00	0.0236	0.0235	-0.37	131.4
	5	3.71	0.0269	0.0213	0.28	134.9
	10	4.73	0.0276	0.0235	-0.37	115.7
	20	4.27	0.0267	0.0275	-1.37	107.4
10	0	2.05	0.0198	0.0376	-3.16	74.7
	2	3.30	0.0217	0.0227	-0.14	157.6
	5	3.57	0.0345	-	-	155.5
	10	4.64	0.0264	0.0208	0.45	136.5
	20	3.80	0.0263	0.0251	-0.80	120.0

表一8 ゴム "A" を混合したアスファルトの感温性

ゴム混入量(%)	加熱時間(時間)	S.F.	Slope	P.T.S.	P.I.	F.I.
5	0	2.50	0.0228	0.0301	-1.91	87.2
	2	2.64	0.0215	0.0298	-1.85	91.0
	5	2.84	0.0256	0.0300	-1.89	93.6
	10	2.80	0.0245	0.0302	-1.93	91.7
	20	2.76	0.0242	0.0304	-1.97	90.6
10	0	3.19	0.0228	0.0239	-0.48	110.1
	2	3.00	0.0228	0.0238	-0.45	108.8
	5	3.14	0.0244	0.0257	-0.94	107.9
	10	3.07	0.0242	0.0256	-0.92	107.1
	20	3.31	0.0242	0.0264	-1.11	108.8

表-7 ゴム "N" を混合したアスファルトの感温性

ゴム混入量(%)	加熱時間(時間)	S.F.	Slope	P.T.S.	P.I.	F.I.
5	0	4.73	0.0247	0.0343	-2.66	71.7
	2	4.41	0.0290	0.0269	-2.23	90.4
	5	4.40	0.0300	0.0270	-1.25	98.5
	10	4.31	0.0314	0.0245	-0.64	109.9
	20	3.89	0.0304	0.0250	-0.77	113.5
10	0	3.53	0.0289	0.0295	-1.79	81.6
	2	4.36	0.0288	0.0229	-0.20	107.9
	5	4.45	0.0281	0.0241	-0.53	115.4
	10	4.11	0.0292	0.0219	0.10	122.9
	20	4.44	0.0310	0.0198	0.79	135.5
20	0	—	—	—	—	—
	2	3.22	0.0286	0.0204	0.58	132.2
	5	3.31	0.0272	0.0215	0.22	129.4
	10	3.61	0.0273	0.0191	1.03	134.8
	20	3.74	0.0280	0.0178	1.53	143.2
30	0	—	—	—	—	—
	2	—	—	—	—	—
	5	2.78	0.0244	0.0149	2.39	214.2
	10	3.02	0.0246	0.0181	3.76	216.2
	20	3.20	0.0249	0.0144	3.64	199.5

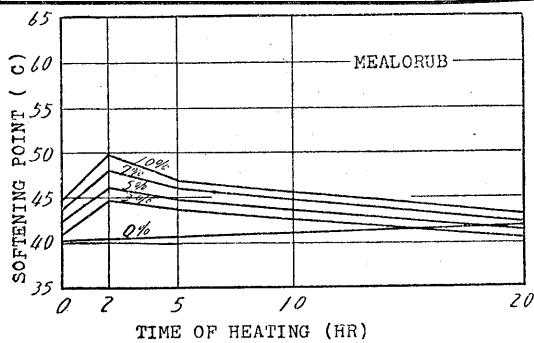


図-14 ミーロラブ混入アスファルトの軟化点と加熱時間との関係

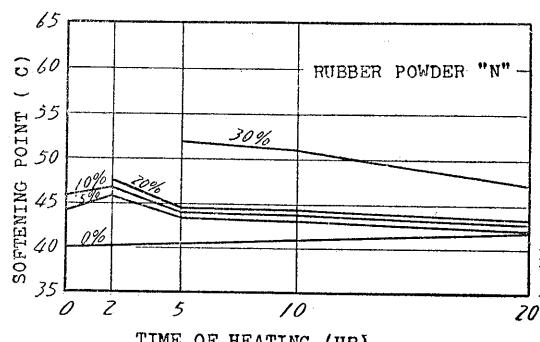


図-15 粉末ゴム "N" 混入アスファルトの軟化点と加熱時間との関係

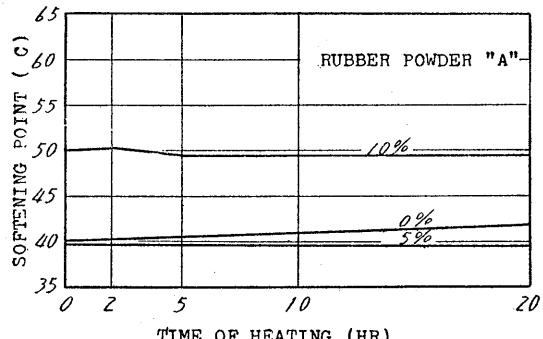


図-16 粉末ゴム "A" 混入アスファルトの軟化点と加熱時間との関係

参考文献

Chuzo Itakura, Teruo Sugawara
Dynamic tests on the Stability of Bituminous Mixtures for Pavement at Low Temperature (III)
Memoirs of Faculty of Engineering, Hokkaido University Sep, 1956

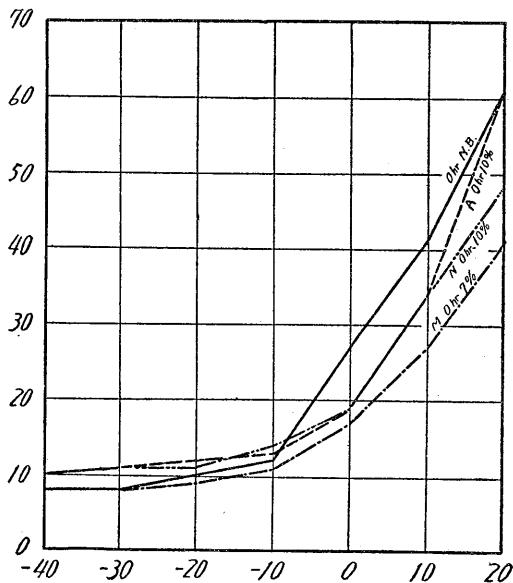


図-17 各種ゴム混入アスファルト・モルタルの韌性と温度との関係
(加熱時間0時間)

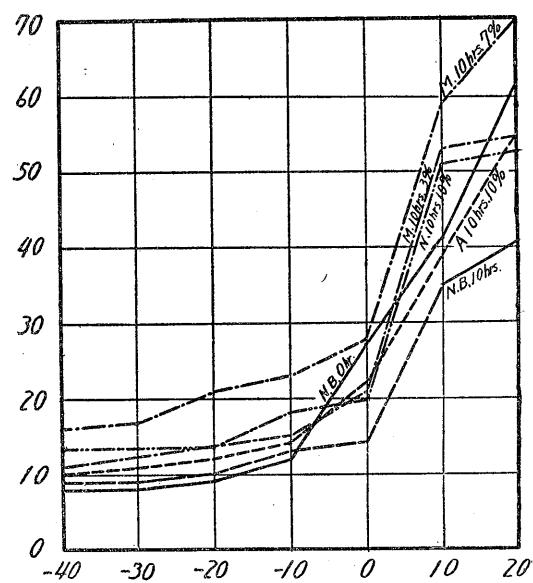


図-18 各種ゴム混入アスファルト・モルタルの韌性と温度との関係
(加熱時間10時間)

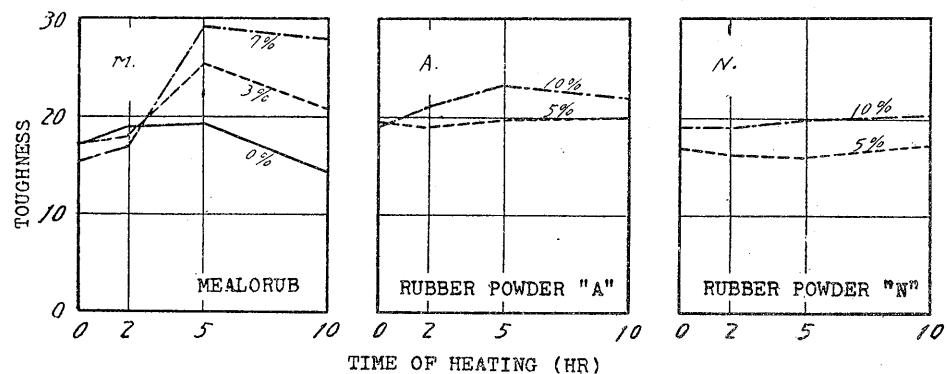


図-19 0°Cに於けるゴム混入アスファルト・モルタルの
韌性と加熱時間との関係

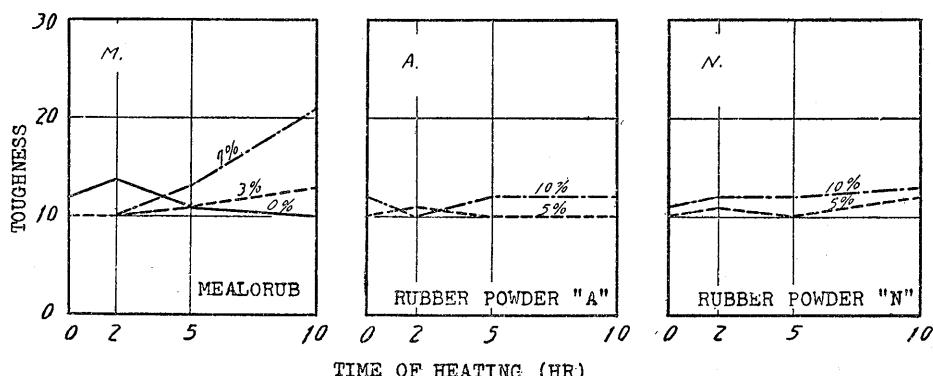


図-20 -20°Cに於けるゴム混入アスファルト・モルタルの
韌性と加熱時間との関係

ブローン・アスファルトの問題点

三菱石油KK研究部 小幡武三

ブローン・アスファルトはストレート・アスファルトに比し優れた耐温性を利用され塗布剤、充填剤、浸透材として多くの用途に使用されているが、その需要量は他種石油製品の需要量に比して余りに多くない。

また用途が多種多様であるために、各箇々の用途について要望される品質の詳細についても、余り一般に多くは知られておらない。

このために製造者は各箇々の用途による要望事項を集約することの困難性から、需要者の要望する品質を的確に知ることが出来なく、ブローン・アスファルトの製造品質の設計の基準に誤りを生ずることが多い。

またアスファルト自体の組成の複雑性から、各箇々のアスファルトの持つ性状差違の因子を、組成的に解明することの困難性にも大きな問題があり、その研究も近年各種精密計器並びに分析機器の進歩とともにあって、ようやくその緒についた程度であって、相当昔からアスファルトは使用されていたにもかゝわらず、学問としては新しいものだけに実用に起る各種の問題解明についても

多くの問題が残ることは理の当然である。

筆者はアスファルトについては全然専門外でありまして、ブローン・アスファルトについては殆んど無知に近いが、一石油技術者として請われるままに、以下ブローン・アスファルトとストレート・アスファルトの性状の差違について、二三の知見を記述して各位の教えをうけたいと思う。

1. 流動性

取扱い及び使用に当って、まず問題となるものは流動性であると思う。使用温度に於ける流動性の如何は、塗布または浸透及び充填作業には、当然大きな差違が生ずることであろうと思う。また温度変化にともなう流動性の変化の差違も、当然作業管理上相当の問題があると思われる。

第1表はブローン・アスファルトとストレート・アスファルトの粘度-温度特性を文献から得たもので示して見た。表で見る通りにストレート・アスファルトよりブ

第1表 ブローンアスファルトの粘度-温度特性

アスファルトの種類	試験項目							
	針入度			軟化点 R&B°C	粘度			
	15°C	25°C	40°C		100°C	125°C	150°C	175°C
メキシコストレート	19	46	164	57	111	19.0	5.16	—
〃 ブローン	12	23	49	90	—	517	57.6	12.0
テキサスブローン	17	27	57	82	—	159	17.7	3.98
ペネズエラストレート	8	17	45	68	460	49.0	10.0	—
〃 "	17	44	185	55	66.5	11.8	3.15	—
〃 ブローン	22	35	74	87	—	260	30.7	6.53
〃 "	12	21	48	90	—	390	47.2	9.40
〃 "	8	14	31	119	—	—	1260.0	109.0

By J Ph Pfeiffer "The properties of asphaltic Bitumen" P73

第2表 熔融アスファルトに浸漬しただけの素焼円板の吸透水量（浸漬7日後）

供試体番号	浸漬条件	円板が受け入れたアスファルト量	附着の厚さ或は滲透の深さ	素焼円板空隙容積	単位面積当たり吸透水量	アスファルト重量に対する吸水量(%)	円板空隙容積に対する水量(%)
1 B	180°Cにて 30min	ブローン 1.0306g	附着厚 0.39mm	2.330cc	mg/cm ² 5.94	14.7%	Vol% 8.29
2 B	170°Cにて 15min	ブローン 1.325g	0.40mm	2.299	6.69	16.30	9.41
3 S		ストレート 1.123g	滲透深 1.05mm	2.425	1.74	5.09	2.35
4 S			1.102g	2.327	2.18	6.44	3.95

西川栄三 "アスファルト及び其の応用" 30年7月 アスファルト同業会発行310頁

ローン・アスファルトの方が、高温に於て粘度は非常に大きい。だからもし熔融したものを運搬或いは他の容器に移しかえを行う場合に、後者の方が困難性が多いし、また浸透もむずかしいものと思う。ブローン・アスファルト箇々についても、高温での粘度差は相当あることも同表から伺い知ることが出来る。したがってターポリン紙その他浸透加工の場合、作業管理上異なったブローン・アスファルトを使用する際には、粘度を特定に保つために加熱温度を変更する必要は当然生まれるものと思う。こうした場合に特に高温加熱の要があれば、当然アスファルト成分の分解による悪臭、またはガス発生による火災の危険等の諸問題が起きて来るものと思われる。

これら的事実から熔融アスファルトの粘度-温度特性の測定は必要だと思われるが、簡単にこの種測定を行える方法は一般化されておらない。Vogel-Ossag 粘度計はこの種目的に使用されると伝えられているが、わが国に於ても、まず簡単に使用出来るこの種粘度計の製作と普及化を望んで止まない。また既にわが国でこの種のものが使用されていれば御教示を仰ぎたい。

2. 吸着性

近年表面化学の進歩とともに、潤滑油の金属面への吸着性について各種の研究が活潑に行われるようになった。そして吸着性は単に粘度だけに關係するものでないことも既に明らかにされている。

然しながらアスファルトの研究は、新しい分野であるせいか、筆者の不勉強のためかブローン・アスファルトについて、この種の基本的な研究があまり公表されておらない。

ブローン・アスファルトは衆知の通りに温度にともなう針入度の変化の少いこと、軟化点の高いことだけを中心と考えられているように思われるが、その使用目的から考えても当然使用骨材への吸着性を実用的、または学

問的に測定する方法が考えられてこの種の数値について実用性との関連性或いは組成、または製造法との関連性について何等かの意見等が発表されることが出来ないものであろうか。このことについても専門家の御意見を伺いたい。

3. 水の浸透性

西川先生は180°Cに加熱熔融したブローン・アスファルトに30分、170°Cに加熱したストレート・アスファルトに15分間、各素焼円板を浸漬してアスファルトを素焼の全面に附着させて、これを7日間水中に浸漬した後の吸透量を測定された結果を、第2表の通り報告されている。

表で見る通りにブローン・アスファルトの方がはるかに多量に水分を浸透することが示されている。

これと同じことがA. P. Anderson 及びK. A. Wrightが第3表の通りの数値を掲げて示している。即ち表でも明かな通りブローン・アスファルトはストレートよりも速く水の拡散すること、針入度の少いほど水拡散のおそいことを示して西川先生の実験通りである。

しかしながらこれらの原因については明かにされてお

第3表 アスファルトの浸透圧

アスファルトの種類	針入度C25°C	水一浸透圧 10-8 9/cm ² , h, mmHg
ストレート アスファルト	15	0.60
"	5	0.41
ブローン アスファルト	16	0.90
"	5	0.68

A. D. Anderson, et al Ind. Eng. Chem. 35 (1941) 991.

らない。

一般にアスファルトの吸水性は、次の三つの原因によると言われている。

1. 水の飽和空気との接触面からの吸收
2. アスファルト含有吸湿性塩類の吸水によるもの、したがって含有塩類水溶液の蒸気圧と純粋の水の蒸気圧が系数となり、アスファルト中に含まれる各種水溶性塩類の量が関係する。
3. アスファルト混合骨材の吸湿性とその量

これらのことについても今後相当研究の余地があるのでなかろうか。

4. 電気特性

アスファルトの電気絶縁力は一般に、針入度が小さく堅いほど大きいと言われている。また電気伝導度は粘度が大きいほど少いと言われている。

その他電気特性の差違の例を第4表に示す。これらの関係は二極性物の存在または材料の不均一性によるものであって、またアスファルトの粘度に関連するものであると言われている。

いずれにしてもプローン・アスファルトは、その相当量が電気材料として使用されるから、この種性状の研究も今后必要となって来るのではなかろうか。

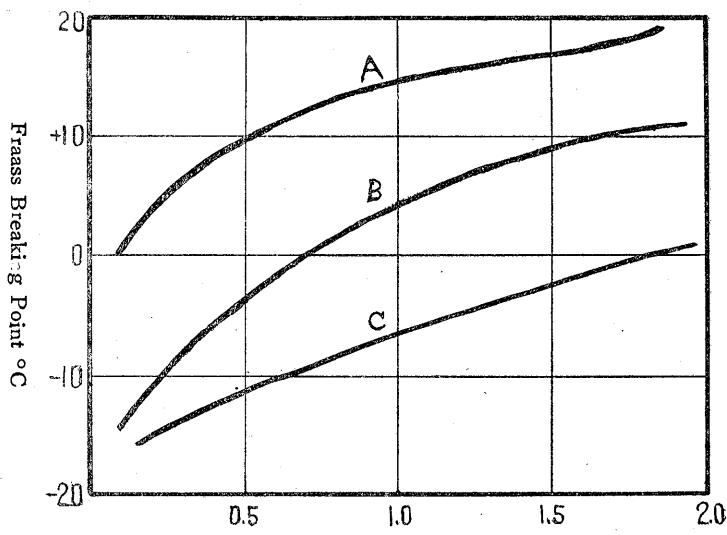
5. 大気中における酸化

アスファルトを大気中にさらすと、表面は次第に酸化される。その程度は日光により速められ、表面積の多いほど大である。 $5\text{ }\mu$ 程度の表面からの深さでは表面の約1%の速度であると言われる。酸化は酸素の拡散によるものであるから、粘度の大きなゲル型のアスファルト即ちプローン・アスファルトはストレート・アスファルトよりも風化される速度はおそい。

空中で風化した場合、空気中の酸素はアスファルト組成に吸収されて中間体として過酸化物、アルデヒド、ケトン酸等をつくるとも言われている。いずれにしてもアスファルテン及びカーペンとなり、表面が硬化してはがれて次第に風化は内部に進むものと考えられる。

水の存在は風化を促進することは言うまでもない。

今后アスファルトの組成研究の進歩と共に、組成と風化の関係はますます進歩することであろう。とにかく使用上その寿命を定める上で大切なことだから、その研究



第1図 Fraass Breaking Point とアスファルト塗布厚さの関係

- A ポルネオストレート アスファルト
針入度@ 25°C 14: 軟化点R 4 B 54°C
- B メキシコ ストレート アフファルト
針入度@ 25°C 18: 軟化点R 4 B 69°C
- C メキシコ プローン アスファルト
針入度@ 25°C 26: 軟化点R 4 B 87°C

は今後ますます必要となるものと思う。

6. もろさ

アスファルトはその使用上衝撃、繰り返し、漸増等各種の荷重に耐え、破損しないことが望ましい。特にプローン・アスファルトはこの性質はストレート・アスファルトより優れていると言う前提の下で実用されるから、その正確な試験法が必要である。

欧洲では Eraass 試験法が広く使用されると伝えられている。本法は鋼板に薄くアスファルトを塗布し各温度に冷却加熱して一定に保った後、これを徐々に特定条件で曲げてアスファルトに割れ目が出来る温度を Fraass Breaking Point と言うものであるが、あまりを正確でなく3回の試験で各々は全平均から 2~3°C の差があるとのことである。

米国でも同じ試験法として Lloyd & Sharples 法及び Reeve & Yeager 法等の方法があると言われる。

その他、振動破壊試験として Abraham's Shatter Test 衝撃試験としては Herrman's Shatter Test 等があるがわが国では一般化されておらないようである。

プローン・アスファルトとストレート・アスファルトのもろさの比較に第1図のような例があった。図で見る通りにアスファルトの塗布厚さを変えると異種アスファ

ルトとの Fraass Breaking Point の差も異なることが解る。

7. 溫度による稠度の変化

アスファルトの稠度は針入度で表しているが、針入度は温度によって変わることもその変化が少いものがよく、特にブローン・アスファルトはその変化の少いことも衆知の通りである。この関係をわが国では感温比と呼び

25°Cと零度、または45°Cと25°Cの針入度の比で表示。米国では

$$\frac{\text{針入度C } 115^{\circ}\text{F}, 50\text{g}, 5\text{sec}}{\text{針入度C } 77^{\circ}\text{F}, 100\text{g}, 5\text{sec}} \dots\dots\dots(1)$$

又は

$$\frac{\text{針入度C } 115^{\circ}\text{F}, 50\text{g}, 5\text{sec} - \text{針入度C } 32^{\circ}\text{F}, 200\text{g}, 60\text{sec}}{\text{針入度C } 77^{\circ}\text{F}, 100\text{g}, 5\text{sec}} \dots\dots\dots(2)$$

第4表 アスファルトの比伝導度 Angle of Loss 絶縁恒数

(2KV/mm 各温度に於て)

性 状	温 度 °C	メキシコ産 ストレート		メキシコ産 (ブローン)		
		1	2	3	4	5
針 入 度	2 5	2 5	2 0	3 8	2 3	1 1
軟 化 点 R & B	—	6 5	6 8	8 0	7 7	1 2 9
伝 導 度 $10^{-18} \Omega^{-1} \text{cm}^{-1}$	3 5	<0.1	<0.1	0.12	<0.1	<0.1
	5 0	0.5	0.5	0.7	0.11	<0.1
	6 5	2.9	2.4	3.6	0.7	—
	8 0	1.7	1.1	1.6	5.0	—
	9 0	5.0	4.4	3.5	1.3	—
	1 0 0	—	—	—	—	—
Tangent of to total ongel of loss $\times 100$ (50c/s)	5	1.2	1.4	1.7	1.7	—
	2 0	1.8	2.0	1.3	1.5	1.4
	3 5	1.8	2.3	1.2	1.8	1.4
	5 0	1.7	2.3	1.5	1.7	1.3
	6 5	2.2	2.4	2.3	1.9	—
	8 0	4.6	4.1	5.1	2.9	—
	9 0	—	7.2	8.3	4.5	—
	1 0 0	—	—	—	—	—
ヒステリシスによる Tangent of the ongle of loss $\times 100$ (50c/s)	5	1.2	1.4	1.7	1.7	—
	2 0	1.8	2.0	1.3	1.9	1.4
	3 5	1.8	2.3	1.2	1.8	1.4
	5 0	1.6	2.2	1.4	1.7	1.3
	6 5	1.8	2.1	1.9	1.8	—
	8 0	2.5	2.8	3.1	2.3	—
	9 0	—	3.2	4.0	3.0	—
	1 0 0	—	—	—	—	—
絶 縁 恒 数	5	2.66	2.72	2.73	2.74	—
	2 0	2.78	2.79	2.79	2.83	2.45
	3 5	2.86	2.89	2.82	2.90	2.49
	5 0	2.90	2.95	2.84	2.95	2.52
	6 5	2.92	3.00	2.86	2.97	—
	8 0	2.94	3.03	2.90	2.99	—
	9 0	—	3.06	—	3.01	—
	1 0 0	—	—	—	—	—

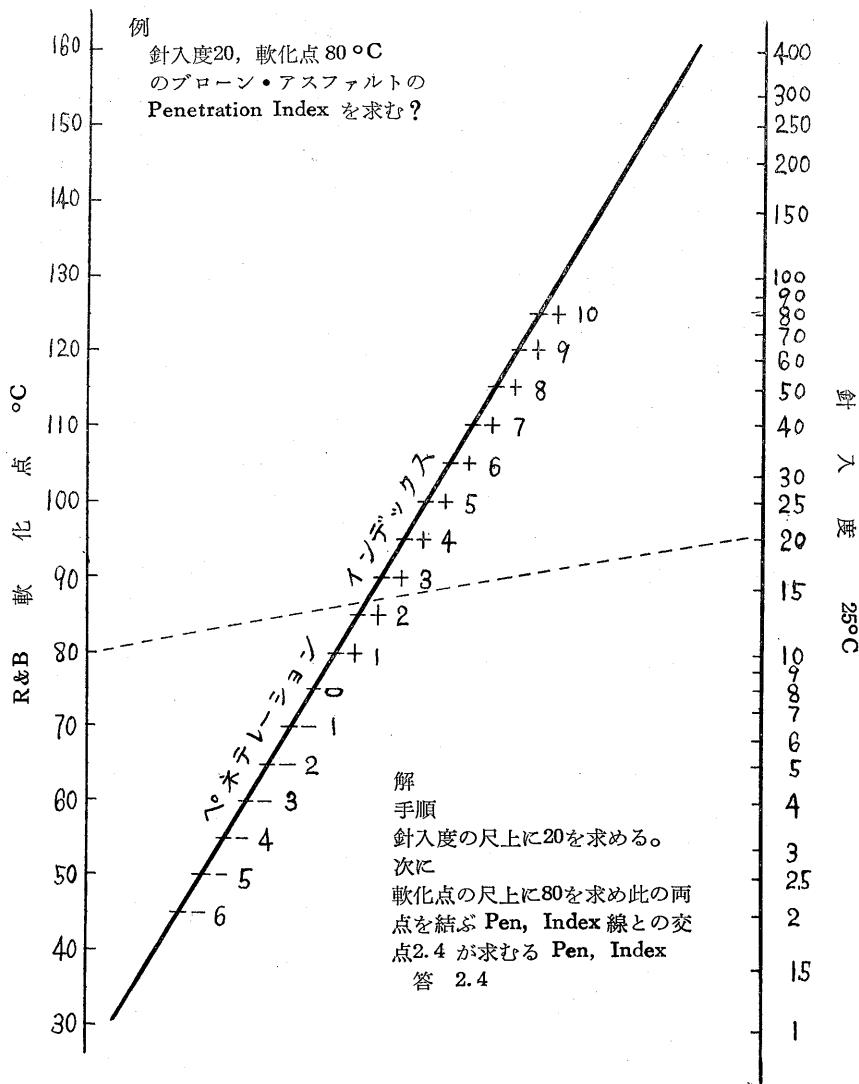
J Ph Pfeiffer "The Properties of asphaltic Bitumen" P 100

第5表 各種の方法によるアスファルト針入度
の温度変化の表示比較

P. I	(1)式法	(2)式法	P. I	(1)式法	(2)式法
-0.5	5.0	4.7	+0.2	3.9	3.5
-0.2	4.5	4.2	+0.5	3.4	3.0
0.0	4.2	3.8			

第6表 P.I と A.B の関係

P. I	A	B	$\frac{A}{B}$
-2.0	0.055	0.50	0.110
-0.9	0.046	0.43	0.107
+0.1	0.0395	0.37	0.107
+2.3	0.029	0.24	0.121
+4.0	0.023	0.19	0.121



第2図 Penetration Index 決定図表

の式で表している場合が多い。

J. Ph. Pfeiffer 及び R.N. Saal は 1937 年ロンドンに於ける世界標準試験法会議に、アスファルトの温度に対する稠度変化を表わす方法として Penetration Index と言う方法を提案した。本法は温度を算術目盛りとし針入度を対数目盛りにした図表にこれらの関係を記入すると直線図表となることから、その線の傾斜を以てこの性質を表そうとしたものである。これを式に表すと

$$\log Pen = A T + K \quad \dots \dots \dots \dots \dots \dots (3)$$

となり上式で A は温度に対する針入度の変化係数、 T は温度、 K は恒数。

Pfeiffer 等は実験の結果(4)式をたて、 Penetration Index と言うものを定めたのである。

$$A = \frac{d \log Pen}{dT} = \frac{20 - P. I.}{10 - P. I.} \times \frac{1}{50} \quad \dots \dots \dots \dots \dots \dots (4)$$

(4)式の P. I. は Penetration Index を表す。

実用上 1 つの温度の針入度だけしか解らない時には、軟化点の針入度を 800 と仮定して線を引いて求めるものとする。したがって 25°C の針入度とリング・アンドボール法による軟化点が解れば、その P. I. は計算出来るわけであるが、氏等は第 2 図に示す図表で P. I. を求むる方法を提案している。しかしながら実際的には各アスファルトの軟化点の針入度は 600 ~ 1,000 があるので本法は正しくないとの意見もある。一般に P. I. - 2 以下のものはピッチ、- 2 ~ +2 のものをストレート・アスファルト、2 以上のものはプローン・アスファルトと言わわれている。

(1)式及び(2)式による感温比と P. I. との関係は第 5 表の通りになる。

プローン・アスファルトは弾性を持っているから針入度は粘度の他弾性も関係して、針の貫入速度は時間的に変る。その変化は第 5 式で表わされる。

$$\log Pen = B \log t + C \quad \dots \dots \dots \dots \dots \dots (5)$$

前の(3)式と(5)式をつにまとめると(6)式になる

$$\log Pen = A T + B \log t + C \quad \dots \dots \dots \dots \dots \dots (6)$$

だから実際的の温度による針入度の変化は(7)式で表わされる。

$$\left(\frac{\text{Slog}t}{ST} \right) Pen = - \frac{A}{B} \quad \dots \dots \dots \dots \dots \dots (7)$$

P. I. と A, B の関係について Pfeiffer は第 6 表のような数値を示している。

いずれにしても、この種標示法については今後相当の問題があるものと思う。

8. Bleeding

ストレート・アスファルトの上にプローン・アスファ

ルトを塗った場合、うまく貼付かない場合がある。その原因はプローン・アスファルトのゲル中の低粘度の油がにじみ出して来るものと、ストレート・アスファルトのゲル中の高粘度油がにじみ出したものとが二つの界面に集まって、層をつくるからだと言われている。このことについて Olienis は 1938 年 10 月号の I. E. C Anal Ed に詳しく記述してこの現象を Bleeding または "Strike through" と名づけている。原因が示す通りにアスファルト内から油の滲出することによるものであるから、時日がたつにしたがって二つのものが溶け合って一層を新につくり、貼合って来るから実用的には一時のことである。

しかしながらルーフィンにプローン・アスファルトをかけた上に色塗料を塗布する場合、またはターポリン紙に使用した場合に滲出した油によって色相を害うことが多いので近年問題とされるようになったが、硫化または酸化油脂或いはステアリン・ピッヂとアスファルトを混合するとか、紙を糊、ニカラ、カゼイン等でサイジングしてこれを防ぐ等の方法が考えられているとのことである。

結 言

1951 年の世界石油会議に提出されたアスファルトの論文は多くはその用途と必要性状についてであり、55 年度のものは用途による必要性状の試験法を主としていたようだ。そして本年の米国化学会のこの方面的論文は既に村山氏が本誌に紹介された通りにアスファルトの組成を中心としたものである。(註本誌 2 号「アスファルトの化学と組成」P17) ここに時代の流れと共に世の進歩の身にせまって来るものがある。しかしながら我々はここで辛抱してプローン・アスファルトの各用途によって必要とする性状を明かにしてその試験法とその評価を数値で表す方法を第一に確立すべきであると思う。ついでそれらの性状と組成の関係、ひいては製造法の確立を行って真に需要者の必要とする品質のプローン・アスファルトを安価に供給することが我々にあたえられた問題だと思う。勿論安価にするためには包装の問題、輸送の問題等、多々附帯的な問題もあることと思うが、要はアスファルト使用者、製造者、取扱業者、研究者等各立場の異なるアスファルト関係者が相よって一つ一つの問題について意見の交換とその解決法を見つけていくことが大切なことであって、さしあたりそうすることの出来得る機関をつくりあげることが問題解法の第 1 歩であると信ずる。

アスファルトの出荷

方法について

大協石油KK製油課長 上 原 益 夫

まえがき

筆者は本誌第2号にアスファルトの製造法についてきわめて概念的な説明をしたのであるが、その末尾に、「アスファルトの生産能力は包装、出荷の設備が重要な要素となる、云々……」と附言した。その時はまがりなりにも製造方法の説明を果たし得た安心感から一筆すべてしまったのであるが、それが早速はねかえって、それでは出荷について説明せよと編集子からの注文が出る結果になってしまった。

あわてて、文献など探してみたが、総体的にわが国では包装、出荷、関係は研究されていない。まして、アスファルトの如く特殊な製品になると全く資料が無い。その方面的権威と考えられる同業各位におうかがいしても良い返事は得られなかった。

要するに「出来上ったアスファルトをドラム缶なり、紙袋に詰めればよい」と云うことになるわけで、特に取り上げるようなことはないのであるが、しかし、製造能力を左右する大きな要素と挙げた以上、そこにそれ相当の検討が加えられなければならない。

主として、当社の関係方面に資料を求めて、アスファルトの出荷方法の体系づけと云えば大げさだが、何か基本的な事項を列挙して説明をこころみることにした。

アスファルトの性状

包装、出荷の前提としては、製品の性状を検討しなければならない。アスファルトの品質については先号で、丸善石油の酒井氏が説明されているので出来る限り重複をさけるが、特徴として挙げられるのは次の諸点である。

- (イ) アスファルトは常温において粘着性の固体状物質であるが、熱を加えると軟かくなり、或る温度をこすと、流動体となる。

- (ロ) 腐蝕性はない。
 - (ハ) 融解したアスファルトは他の物体に附着力が強い。
 - (ニ) 常温において揮発するようなものを含有していない。
 - (リ) 水には溶解しない、また耐薬品性も強い。
 - (ヘ) 引火点が高い。
- なお上はストレートまたはブローン・アスファルトについてであるが、アスファルト乳剤、カットバック・アスファルトはいずれも液状であるからこれと異なることは云うまでもない。しかしいずれの場合も金属等に対する腐蝕性はない。

第一表及び第二表はJ.I.Sに定められたアスファルトの規格であって、第一表の方がJIS K2207、第二表がJIS K2208である。

包装出荷方法の概要

アスファルトの出荷系統が他の石油製品と最も異なる点は、液状製品には半製品タンク、製品タンク、による貯蔵があつが、アスファルトにはこれがないことである。

そのため製造工程を終えた製品はクーラーで適当な温度まで下げる、そのままドラム缶または紙袋等に詰められねばならない。

この温度は包装作業上、極めて重要な因子であってこれが高い時はアスファルトの流动性が高く、またクーラーの回転も早くなるので作業能力を増加するが、引火等の危険性や、紙袋の場合は、耐久力等に対する障害が大きくなる。

包装の前に計量作業があるわけであるが、定量(重量)になると自動的にバルブのしまる方式と手動式のものとある。ローリー積みの場合は、他の液状燃料と同様に検尺して比較換算すれば計量出来るが、大型の台秤)

第1表 ストレートアスファルトおよびプローンアスファルト規格表

種類	針入度			軟化点 °C	伸度			蒸発量 %	蒸発後の 針入度 (原針入度に對し て) %	四塩化炭 素可溶分 %	引火点 °C
	0°C 200g 60秒	25°C 100g 5秒	46°C 50g 5秒		10°C	15°C	25°C				
ストレート・アスファルト	0~10	—	0以上 10以下	—	45.0	—	—	—	—	—	230以上
	10~20	—	10を越え 20以下	—	以上	—	—	5以上	—	—	
	20~40	—	20を越え 40以下	—	—	—	—	50以上	—	—	
	40~60	—	40を越え 60以下	—	40.0	—	—	50 (1) 以上	100	0.5 以下	
	60~80	—	60を越え 80以下	—	以上	—	—	100 以上	—	70 以上	
	80~100	—	80を越え 100以下	—	—	—	—	—	—	99.5 以上	
	100~120	—	100を越え 120以下	—	35.0	—	—	—	—	—	
	120~150	—	120を越え 150以下	—	以上	100	—	—	—	—	
	150~200	—	150を越え 200以下	—	以上	—	—	—	—	—	
	200~300	—	200を越え 300以下	—	30.0以上	—	—	—	—	—	200以上
プローンアスファルト	0~5	—	0以上 5以下	—	130.0 以上	—	—	0以上	—	—	200以上
	5~10	4以上	5を越え 10以下	25以下	110.0 以上	—	—	—	—	—	—
	10~20	7以上	10を越え 20以下	45以下	90.0 以上	—	—	1以上	0.5 以下	60 以上	99.0 以上
	20~30	10以上	20を越え 30以下	70以下	80.0 以上	—	—	2以上	—	—	—
	30~40	14以上	30を越え 40以下	95以下	65.0 以上	—	—	3以上	—	—	—

第2表 アスファルト乳剤規格表

項目	種類	PE-1	PE-2	PE-3	PE-4	PE-5	ME-1	ME-2	ME-3
		A	B						
比粘度 (25°C)		10以下	10以下	6以下	6以下	6以下	20以下	30以下	40以下
フルイ残留物 (1190μ) %		0.3以下	0.3以下	0.3以下	0.3以下	0.3以下	0.3以下	0.3以下	0.3以下
貯蔵安定度 (5日) %		5以下	5以下	10以下	10以下	10以下	5以下	5以下	5以下
分解時間分		40以下	40以下	30以下	30以下	—	—	—	—
骨材被膜試験 (40°C, 5分)		合格	合格	合格	合格	—	合格	合格	—
低温安定度 (-5°C)		(1)合格	合格	(1)合格	(1)合格	—	(1)合格	(1)合格	(1)合格
粗骨材混合試験		—	—	—	(2)合格	—	合格	—	—
細骨材混合試験		—	—	—	—	—	—	合格	—
セメント混合試験残留物 %		—	—	—	—	—	—	—	2以下
破壊度 (N/10 CaCl₂溶液) %		—	—	—	—	—	—	—	2以下
蒸発残留物 %		53以上	55以上	50以上	50以上	50以上	55以上	57以上	60以上
残留物 針入度 (25°C)		100~160 140~200	150~250	150~300	100~200	80~150 100~200	100~200	100~200	100~300
伸度 (15°C)		100以上	100(3)以上	100(3)以上	100	100以上	80以上	80以上	80(3)以上
四塩化炭素可溶分 %		98以上	98以上	98以上	98以上	98以上	97以上	97以上	97以上

トラックスケール)を使用すれば実測も可能である。

容器は昔は木樽を使用したが、破損、漏洩、等の危険性が高いので、最近は殆んど使用されない。

一般的にストレート・アスファルトはドラム缶、ブローン・アスファルトは紙袋と云ってよい。

ブローンの場合は軟化点が高い(65°C ~ 130°C)ので木箱等も利用されることがあり、また場合によってはストレートと同じくドラムを使うこともある。

いずれの場合もアスファルトの品質からくる制約の他にその使用上の便宜も考えねばならないのであって、原則として容器の回収、再使用は出来ないので経済性が大きな要素となることを忘れてはならない。

ストレート・アスファルトの価格を屯当り20,000円~23,000円とすると缶代が約5,000円であるから容器の比率は20%~25%を占めることになる。

アスファルト出荷の特異点として、製造工程から包装工程に直結していることは先にも述べた通りであるが、特殊な条件の場合、即ち、使用地域が工場に近く、しかもアスファルトの流動性のある時間内に大量に使用する時は、ローリーにより出荷することが出来る。

次にドラム缶、紙袋、等包装別にその概略を説明することにする。

ドラム缶、紙袋詰め作業

当社四日市工場においては容量100屯のクーラー3基を使用して製品の温度を調整しているが、包装時の油温は紙袋の場合120°C ~ 170°C位まで、それ以上になると袋の破損が急激に増える。

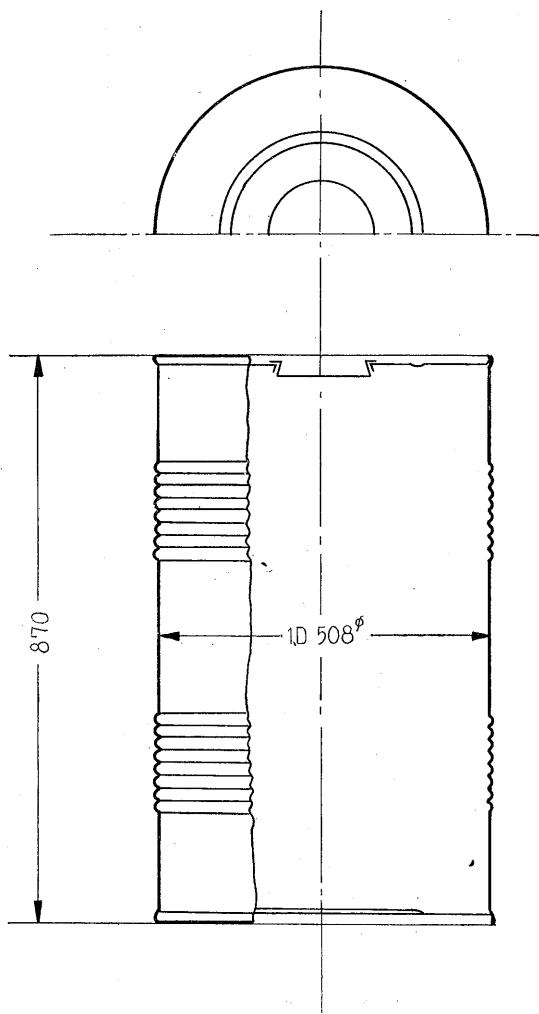
紙袋の容量は40kg、ドラム缶は200kg(ブローンの場合160kg)である。

ドラム詰めの場合は、クーラーからドラム缶に計量した量を充填し充填口に蓋をすればよい。

ドラム缶としては、ストレート・アスファルト用には普通22番(0.794mm)が使用されるが、冬季の如く気温の低い時は24番(0.635mm)でもよい。一般には液体用の16番~18番の古缶が再生利用される場合がある。ブローン・アスファルトの場合は28番(0.4mm)が使用される。

アスファルトは冷却すると固化化するので、一般には液体用のドラムより肉薄のものでよいわけであるが、輸出等の如くハッチに積み重ねるような場合には、厚い方を使用せねばならない。

充填口には天板の中央に設けられた円形の孔であって蓋はこの孔にはめ込むようになっているが、はめ込んだ後、3点位を熔接している。ドラムの大きさは内径約50cm~58cm、高さ87cmで強度をもたすために缶胴に波形



第1図 ドラムの構造

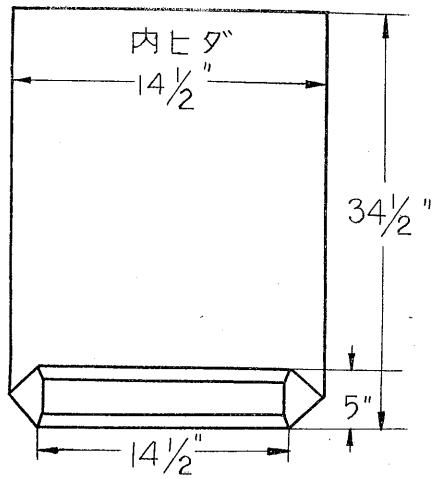
をつけてある。ブローン・アスファルト用(160kg)のドラムの構造は第1図の通りである。

紙袋は樹脂にて内張りしたクラケット紙を使用し、出来上りの大きさは横35cm縦80cm位で、一方の口から充填するようになっている。

その概略は第2図の通りである。

袋詰めの場合においては、充填温度が170°C位を越える場合は、紙袋の構造をミシン縫いにすると浸出するので、ミシン縫いは普通120~150°C位で使用されそれ以上は底を糊で手張りせねばならないから袋代が割高となる。

紙袋を使用することは、容器代、貸車運賃、等を軽減し、また消費者の荷扱いにも便利であるが、計量代及び貨車積込費は必然的に高くなる。然し、差引きした場合において、ドラム缶詰代に比べて、1屯当り約2,000円



第2図 アスファルト用紙袋

1. 寸法: 下記の通り
2. 構成: K(尺坪1.25匁, ハクリ紙)
K(〃 1.25匁)
K(〃 2.4匁, メラミン紙)
3. 形式: 片窓貼, 開口式, 内ヒダ
4. 印刷: 2色

の経費節減となる。

なお計量温度の高低は次のような利害を伴うことになる。

高い場合

- (1) 充填能率が高くなる。
- (2) 紙袋代が高くなる。(紙質製袋費)
- (3) 作業上の危険が多くなる。
- (4) 製品の冷却に長時間要する。
- (5) 紙袋より製品を出す時の剥離が困難になる。

低い場合

- (1) 充填能率が低い。
- (2) 紙袋代が安くなる。
- (3) 作業上の危険が少い。
- (4) 製品の冷却時間が短くてすむ。
- (5) 紙袋より製品を出す時の剥離が容易である。

これらの各条件を勘案して、最も経済的な充填温度を選定する必要があるが、原油の処理状況、製品特にC重油の市況、作業場、冷却置場等の関係から適温下に作業を行うことは極めて困難な場合が多い。

袋内への注入が定量に達したら、袋の口をホチキスの如きもので止めて封入するが注入する場合、袋を枠の中に置き、適温まで冷えてから袋を枠から出して、冷却場所に搬入することになる。

この場合、その枠を使って、そのまま積み重ねて冷却することもある。

写真(第3, 4図)はその一例である。

冷却に要する時間は冬季は1昼夜、夏季は約2昼夜で、その後は貯蔵所にて積み上げて貯蔵することが出来る。

ローリー積み

使用者側の立地条件が適當なる場合は、ローリーにより運搬し、容器代、包装作業費等を節約することが出来るが、ローリーの運行は片荷になるため、輸送距離が余り大きい場合にはかえって不経済になる恐れがある。

積込み温度は高いほど遠距離輸送が可能になるわけであるが、230°C ~ 240°C以上になると、バルブ、フランジ等の漏洩から発火の危険があるので、それ以上に上げることは避けねばならない。50km位の輸送の場合は160°C ~ 170°C位が使用され、150kmにもなると200°C位を必要とする。

積込みは引火の危険をさけるため、ローリー上部のマンホールから注入せず、下部の拡出栓から押上げて注入している。

一車の積載量は当社の場合は4千屯である。

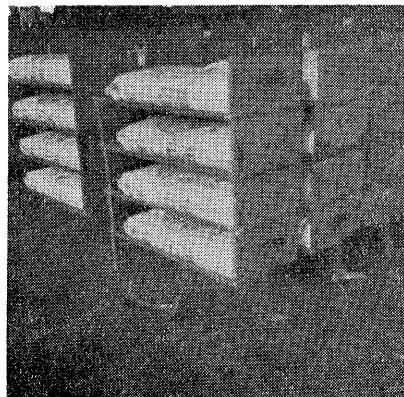
ドラム、紙袋詰品の貯蔵について

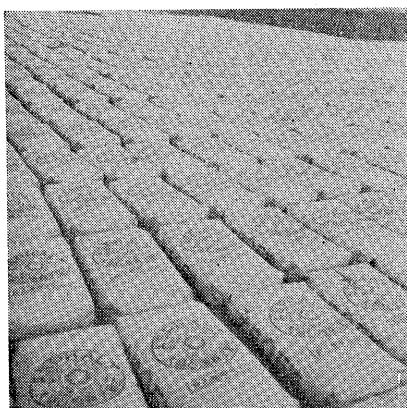
アスファルト生産においては、ドラム、紙袋詰製品の貯蔵が大きな問題となることは、まえにも述べた通りである。

まず袋詰めの場合は、冷却期間はそのまま積み上げることが出来ないので、第4図にも示したように広い面積に並べておかねばならないが、40kg入の場合、1平方米に大体2袋が置くことになる。

冷却後は積み上げて貯蔵所の収容力を増加するが軟化点によって積上段数を調整せねばならない。軟化点90°C以上のものは各季の如き10段位の積重ねが出来るが、軟化点80°C以下のものは、夏季においては5段以上積み重ねることは避けねばならない。

第3図





第 4 図

ドラム詰のものは一般に戸外に放置するが、気温の変化により夜間の如く冷える時はドラム内が減圧となり、外気中の湿気を吸込むことになる。またドラム上部の口金のまわりに雨水等が溜っている場合は、この水を吸込む。

夏孝の如くアスファルトが軟化している時、ドラム内に雨水等が浸入するとアスファルトと混入して、品質を落すことになるので注意せねばならない。

その対策としてはドラム缶の下に適当な台を置き、その上に傾斜するようになて並べることが便利である。

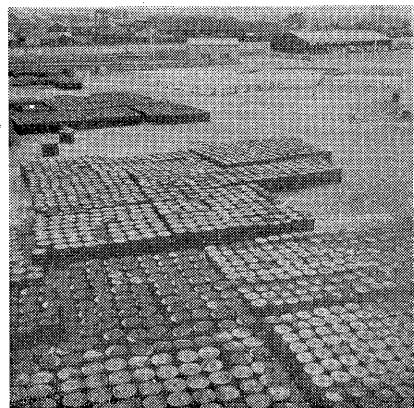
第5図はドラム缶詰および袋詰品の貯蔵置場の一例である。

あとがき

本文を書き終って読み返してみると、極めて常識的なことで、これなら、何も筆者が貴重な紙面を使って紹介する程のことではないと感ずる次第であるが、初めにお断りした如く、包装、出荷については殆んど参考にする資料が無いので、むしろ、この機会にこの方面に今后、各方面で系統的な研究なり検討が行われることを期待して筆をおきたいと思う。

なお、もしこの方面に適切な資料を御存じの方がありましたら、小生まで一筆御教示願えれば幸甚に思います。

第 5 図



原 稿 招 集

☆ アスファルトに関する研究論文

道路関係、応用工業関係を問わず各方面からの皆様の御寄稿をお待ち申上げております。

☆ アスファルトに関する御質問

御投稿の質議内容を掲載すると共に当問題についての研究回答論文を掲載致します。

☆ その他当誌及びアスファルトに関する御註文御意見をお待ちしております。

☆ 採用の分には薄謝を贈呈申上げます。

乳化アスファルト

その1

沿革・用途
製造・乳化機
乳化剤・アスファルト
仕用手書

沿革

今日、道路建設およびその維持に使用しております乳化アスファルトは、米国ニューヨーク州道路部(the New York State Highway Department)で、パッチング(Patching)用として使用されたのが最初であります。しかしこれ以前に石油残渣が、乳化状態でシカゴおよびボストンにおいて防塵用として使用されていたのであります。しかし当時の乳剤は油の含有量が僅か15%位でしたが、かなり効果をもたらしたのであります。この物質即ち石油残渣を、同じく防塵用として泥道やマカダム道に使用致しますと、やはり効果があり、その外に泥道に使用したときは泥のはねつきを防ぎ、マカダム道に使用したときは道路の破損を防いだのであります。しかし、道路の表面は永久的というまでにはゆかなかったので、どうしたら無塵状態の維持ができるかということについては、多くの研究にまたなければならなかつたのであります。

石油残渣がAsphalticに富む性質ですと乳化されやすいのであり、粘結性のよい乳剤をマサチューセッツ州で使用しましたら、その結果は大変よかったです。重量残渣、これは今日の軟質アスファルトのようなものですが、次第に、乳化状態で使用されるようになり、滲透式で使用されておりました。乳化アスファルトは、現在も過去に使用されていたと同じ目的で使用されております。それは、パッチング用、滲透式、表面処理、プレミックスアスファルトコンクリート等であります。乳化に際してまず考えなくてはならないことは、急速に、こわれるような乳剤、いわゆるQuick-Breaking Emulsionを生成させることであることであり、これには、ほんの、少量の乳化剤が使用されたのであります。このことは、以前より滲透式および表面処理に、よく適する乳

剤を生成する結果となっております。そういうことから乳化状態にあるアスファルトは、20年以上も道路に主として使用されておりますので、ここではそのことについて考えてみたいと思います。

1929年以降、乳化アスファルトは、年々増加の傾向をみて、1930年は約113,000トン、1937年には266,000トンと相当の増加を示しており、これは、アスファルト原料全体の増加より高く、道路油の増加よりもはるかに高いのであります。

欧洲の方も米国と同じく乳剤使用が相当増加しているものと思われる。

用途

乳化アスファルトは普通、表面処理、滲透法、パッチングおよび現場で混合使用する簡易舗装というような道路工事に使用されていますが、道路以外にも使用されています。それは、土壌安定用、橋脚の防水およびCuring concrete等であります。

乳化アスファルトは、多くの目的のために使用されますが、次に示すように瀝青物質には、非常に適しております。

- (1) 濡骨材をコーティングすることができます。
- (2) 加熱せずに使用できます。このことは経済的で、しかも不慮の発火および過熱を防ぎます。
- (3) 滲透式および表面処理工事を行うとき、稠度が急速に高くなります。
- (4) カットバックに較べ経済的であります。カットバックには揮発性の物質を使用しますが、これが全部、ロスになりますので、そのような不経済性を除きます。

乳化アスファルトは、すべてのアスファルト工事に適しているとはいえないでの、その点をよく理解して使用

することが大切であります。

- (1) 粘結性は、原料が完全に脱水しない限り、最後まで現われません。ですから寒冷地および湿度の高い所では特に注意を要します。
- (2) 乳剤は、あらゆる骨材をコーティングするとは限りませんから、骨材の選択には個々の場合を考えて対処すべきであります。

製 造

アスファルトは水に不溶であります。これは互に溶解性がないからですが、アスファルトが微粒子になりますと水に懸濁するようになります。アスファルト工事を行うときは微粒子にし、二物質間の界面張力が微粒子を分散させるようにします。散粒子を生成させるには、多くの乳化機が用いられておりますが、また多くの化学薬品も分散を、より能率的にするために使用され、これを乳化剤といっています。また乳化に際してその特性を現わされるような物質は安定剤(Stabilizer)として一般に知られており、また乳剤凝結に対する抵抗をつけるものであります。

以前、乳剤はバッチ式によって造られておりました。これは水溶液に乳化剤を加え、タンクに入れてこれに溶融アスファルトを加え、攪拌して製造するのであります。これは非能率的でコストが高くなりますから、現在は連続法で行います。これはアスファルトと水が分散機中で会合し、完全な乳剤として流出してくるのであります。これは原料を少しづつ加えて行きまして、一度に攪拌します。その容量は、機械の型や大きさにもよりますが、大体1時間2,000ガロンであります。

乳 化 機

過去20年間に乳化機の進歩は、乳化アスファルトの進歩と共に重要な因子となってきております。乳化機は量的より質的、計算上の設計よりも経験によったものとなっております。しかし、最近の乳化機は最小馬力で最良の乳剤を製造することになってきております。

乳化機には普通三つの型がありまして、これは、攪拌型、コロイドミル型、ホモジナイザー型であります。いずれも大量に乳剤を製造するものであります。

攪拌型は、勿論非常に簡単なもので普通水を攪拌するものと似ておられます。これは緩やかな速度150~3,000r.p.m.で比較的粒子の大きい乳剤を生成し、バッチ式および連続式の乳化機に使用できます。

コロイドミル型は、高速回転で、乳化の際は、滑らかな面と粗な面の間で乳化が行われ、細い放線線状の皺が粗な面にあります。相対する面の距離は一定で、0.001

以下であります。この乳化機は、1,000~20,000 r.p.mという高速で回転するのが特徴で、極微粒子の乳剤を製造します。原料は相が分離して乳化機に送られますが、攪拌型で乳化した乳剤をも、再乳化するために送られます。

コロイドミル型は、使用後の洗滌がし易く、稠度がよく、機械の容量が大きく、分散の効率がよいことから広く使用されております。

ホモジナイザー型は、バルブを通じて原料が高圧部から低圧部を通過するので乳化させられます。バルブの構造で乳剤は変ってきますから、乳剤を良質にするには、特殊構造のバルブを使用します。稼動圧力は一平方インチ当り1,000~5,000ポンドであります。

この型の乳化機は、補助的に他の乳化機を使用しなくてなりませんから、乳化アスファルトを製造することは不適であります。ですから、米国では、不経済であるということから使用されておりません。乳化アスファルト製造には攪拌型乳化機がよいとされております。

乳 化 剂

瀝青物質の乳化は、アルカリで影響され、更に有機酸の存在で乳化されます。しかしこのようなことは稀で、乳化剤を用いて乳剤の性質を良好なものにします。多くの種類の乳化剤が、どのようなものに適するかは経験されておりまして、特許をみると分ります。

乳化剤の特許は次のようなものであります。即ち、粘土、油脂石鹼、松脂および松脂石鹼、スルホン酸およびスルホン酸石鹼、カゼイン、デキストリン、亜硫酸溶液、ナフテン酸およびナフテン塩類、炭化水素酸化物、珪酸ナトリウム、ゴム、アルギン塩類、タンパク質、アミノ酸およびタニン類等であります。

前述の物質のうち、一部はアスファルトに乳化剤として使用しますが、ほとんどは水に加えております。粘土乳剤は、道路に使用すると粘結性を失う結果になりますから、道路用には不適とされています。

多くの乳化剤は、乳化剤としてよりも、安定剤として重要な用途が見出されています。これは使用の際、Rate of Breakおよび抗乳化度(Demulsibility)を高める前処理乳剤として加えるのであります。そのような関係で特に重要な物質としてあげられるものは、磷酸塩、フッ化物、珪酸、タンパク質、カゼイン等であります。

アスファルト

アスファルトが乳化に適した性質を持つか否かをみると、非常に変化に富んでいることが分ります。この2~3年前までは、ほとんど全部の道路用アスファルトは、メ

キシコ、ヴェネゼラ、カリボルニア産のものを使用しておりましたが、これはアスファルトが乳化され易い特性を有しているからであります。米国では、メキシコ産のものは勿論使用しておりますが、工場設備の改良から広い種類のアスファルトが使用されております。一般に使用されておりますアスファルトは、77°F、針入度200であります。しかし、乳剤は非常に硬度が高いアスファルトからも、また非常に軟いアスファルトからも製造されます。カットパックでも、軟いフレックス (Soft Flux) でも緩やかに乳化されます。従って、それらを使用するときは注意を要します。アスファルトを乳化させるには、どのようなアスファルトに、どのような乳剤を用いたらよいかということはほとんど知られていません。しかし、一般には、ストレートアスファルトよりブローン・アスファルトの方が乳化が困難であるといわれています。アスファルト中の酸性物質は乳化をうながしますが、少量の塩の存在は乳化しにくくするのであります。

仕用書

乳化アスファルトの仕用書は、乳化アスファルトに関係している方達の共同で制定されたものであります。ニューヨーク州では、1931年に、ASTM委員会D-4分科会で、道路用原料の仕用書ができたのであります。五項目の試験が、1934年に制定されましたが、後この一項目が非実用的であるとの理由で廃止されたのであります。これが不凍性に関するものでありました。残り四項目の仕用書は次の通りであります。

- (1) D 401—36T 渗透式および表面処理に使用される乳化アスファルトは、55~60%のアスファルト分が必要であります。
- (2) D 398—36T 粗骨混合に使用されるものは、55~60%が必要であります。
- (3) D 397—36T 粗骨材混合機に使用されるものは、55~65%が必要であります。
- (4) D 399—36T プレミックス用のものは、最低65%が必要であります。

この仕様書の基礎試験は、次のような簡単なものであります。

常温即ち77°Fでアスファルト稠度を測定するのは、フロール粘度計を用います。

蒸溜によるアスファルト含有量ですが、これは消費者側にとって、非常に重要なものの一つであります。

Settlement 試験および篩試験 (Sieve Test) は、実際の分散状態が分ります。

水分との混合試験は、原料を使用するとき、充分に薄めることが出来るかということが、使用者に分ります。

抗乳化度試験は Quick-Setting 乳剤には、N/50塩化カルシウムを使用すると高くなり、Slow-Setting 乳剤にはN/50カルシウムで低くなります。

混合の割合をみると Stene Coating 試験は、使用するときの適当な安定性が分ります。その残渣は、普通のアスファルトの試験で稠度および伸度等が測定されます。

この型の仕用書は、購買者によって、多少補正が行われまして一般に使用されております。この仕用書は、一級品を目的としたはずでしたが、ある場合には、粘度、Rate of Break のいずれか一方、または両者の相違から、二およびそれ以上の段階に分類されているのであります。

数年前から、原料に細骨材と土を混合して使用されるようになってきまして、これは、前記仕用書(2)および(3)に、準ぜられているのであります。原料は、硬質のものからつくられ、粗骨材よりも、むしろ微土と混合して充分な安定性を生ぜさせるのであります。このものは、かなりの広い用途があり、それについての仕用書は、他の同じような仕用書にしたがって、制定されるものと思われます。

現在、使用しておりますASTMの仕用書は、多くの研究の結果であります。また理論的にも正しいとされております。米国連邦仕用書は、ASTMの仕用書と一致しております。近い将来には、両仕用書共、改正するようになると思われるであります。

(R. R. Thurstonによる。)

☆本誌を御愛読の皆様から、数多くの御手紙を頂いております。お陰様で大変御好評を得ております。

紙上より御手紙頂きました皆様へ御礼申上げます。

☆尚、Asphalt Instituteより提供の文献につき入手したいとの御要望がたくさん参りましたが、本協会では近くこれを翻訳発刊すべく計画中であります故お待ち下さい。

13ページよりの続き（滲透式工法について）

し、かつ、スプレイヤーを移動したらすぐ又前方に敷いて継続して使える。

前述の方法が利用できない場合、バインダーを散布する方法として、手まき缶を利用するとなんとか満足した結果が得られる。これの遮弊は扇状にまくことができるよう漏斗の先に取付けてある。缶はいつも一定の量が入るようにして、熟練を要することなく作業員が一杯の缶で散布する面積を決めて、使用割合がはっきりするようとする。

散布骨材

瀝青材をまいた後すぐに碎石、あるいは破碎砂利の約2cm大きさのものをまく、この時シャベルで均らすか、あるいはアスファルト・デストリューピューターを使ったときは骨材散布機で均一にまいて、その骨材の割合は約25kg/m²にする。骨材を適当な距離まで散布したら、その後すぐ路面に碎石をしっかり押込むために再びローラーで転圧する。往復転圧を続けて行った方が得である。

シーリング・コート（封緘層）

滲透式工法による道路は透水性があるので、シーリング・コートを施さなければならない。しかし何時行うか

については色々と意見が異なる。ある技術者は、前述の転圧のあと、すぐ（ストレート・アスファルトを滲透させた場合であるが）シーリング・コートを行い、カット・パックと乳剤を使った時は数日の間隔をおいてシールした方がよいといい、他の技術者は、滲透路面が交通でよい形になるまで二、三週間待った方がよいという意見である。

もし天候が不順であれば、できるだけ早くシールするようにする（もしカット・パックを使用したため溶剤が揮発するゆとりがあり、また乳剤を使ったので固まるゆとりがあったとしたら）、しかし空気が乾燥して順調であれば、筆者としては交通によって路面がよくするまで待った方がいいと考える。しかしながら、これは意見の相異であり、どの方法によっても完全に満足するような結果が得られる。

シーリング・コートの施工方法については前号で記載したので略する。

道路の開放について

もしストレート・アスファルトを滲透式工法に使用の場合、アスファルトが冷えたら 道路はすぐ開放してよい。もしカット・パックあるいは乳剤を使用したら事情が許せば少くとも24時間交通を止めることが望ましい。



編集委員 (ABC順)

委員	比	毛	関
	岩	本	浩
	間	世	益
	松	田	穂
	南	部	二
	清	水	勇
	沢	田	利
協会顧問	市	良	英
	西	川	衛
編集担当	櫻	島	正
			三
			務

アスファルト 第1巻 第3号

昭和33年7月30日 印刷 昭和33年8月4日 発行
非売品

編集発行人 南 部 勇
印刷人 石島 久三郎

発行所 日本アスファルト協会
東京都中央区新富町3の2

印刷所 有限会社山久印刷所
東京都墨田区寺島町5の136

日本アスファルト協会会員

正 会 員

[ABC順]

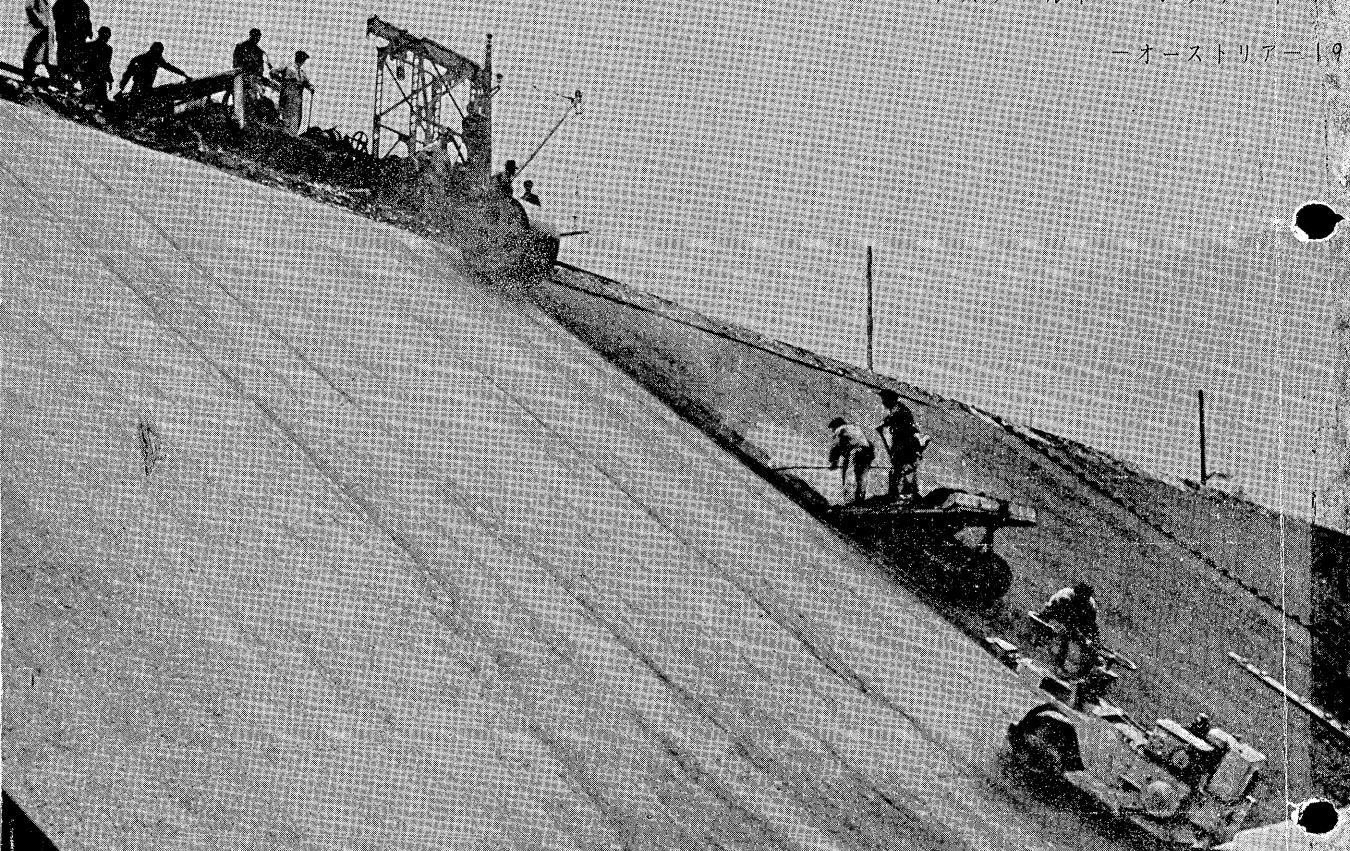
朝日瀝青株式会社	東京都千代田区大手町2の4	大 協
大阪朝日瀝青株式会社	大阪市西区南堀江一番町14	大 協
名古屋朝日瀝青株式会社	名古屋市昭和区塩付通4の9	大 協
浅野物産株式会社	東京都千代田区丸の内1の6	日 石
浅野物産大阪支店	大阪市東区河原町2の55	日 石
株式会社恵谷商会	東京都港区芝浦2の1	三 石
株式会社富士商会	東京都港区芝三田四国町18	丸 善
池田商事株式会社	大阪市東区道修町1の11	丸 善
三菱商事株式会社	東京都千代田区丸の内2の10	三 石
松村石油株式会社	大阪市北区網笠町20	丸 善
丸和鉱油株式会社	大阪市南区塩町通2の10	丸 善
株式会社名建商会	名古屋市中区宮出町41の2	日 石
株式会社南部商会	東京都中央区日本橋室町3の1	日 石
中西瀝青産業株式会社	東京都中央区八重洲1の3	日 石
中西瀝青大阪支店	大阪市北区老松町2の7	日 石
日本建設興業株式会社	大阪市東区北浜4の19	日 石
新潟アスファルト工業	東京都千代田区丸の内2の3	昭 石
日米石油株式会社	東京都中央区日本橋室町2の4	昭 石
日商株式会社	東京都千代田区大手町1の2	昭 石
株式会社中善商店	名古屋市南区堤町5の57	三 石
三徳商事株式会社	大阪市東淀川区新高南通2の22	昭 石
株式会社沢田商行	東京都中央区入船町1の17	丸 善

株式会社沢田商行	名古屋市中川区富川町1の1	丸善
川崎物産株式会社	神戸市生田区海岸通8	昭石・大協
株式会社三油商会	名古屋市中区南外堀3の2	大協
東新瀝青株式会社	東京都中央区日本橋江戸橋2の5	日石
東京アスファルト株式会社	東京都港区芝田村町2の14	亜細亜
株式会社太陽商会	東京都荒川区南千住5の92	日鉛
東洋商事株式会社	東京都中央区西八丁堀3の5	大協
梅本石油株式会社	大阪市西区新町北通1の52	丸善
梅本石油東京営業所	東京都港区麻布新網町2の15	丸善
株式会社山中商店	横浜市中区尾上町6の83	三石
山文商事株式会社	大阪市西区土佐堀通1の13	日石
山北石油株式会社	大阪市東区平野町1の29	丸善
瀝青販売株式会社	東京都中央区銀座東6の9	出光
株式会社上原成介商店	京都市上京区丸太町通東入ル藁屋町530	丸善

贊助會員 [ABC順]

卷之三

ヒーフラヘッド・レース運河
アスファルト・コンクリート・
—オーストリアー19



—シェル石油提供—