

アスファルト

第16巻 第94号 昭和48年12月発行

石油危機とアスファルト	1
道路用アスファルトの改質について	M.J.W. ダウンズ
	牛尾俊介 2
国際的原油価格と産油国の動向	赤津敏郎 8
アスファルトの組成分析法	大矢清六・日浅浩次
	今泉兼道・藤田哲治 15
〈道路技術者のアスファルト講座〉	
第3回 アスファルトの粘度	阿部頼政 18
〈学会レポート〉 土木学会・第28回学術講演会	26
石油学会北海道大会パネルディスカッション	28
アスファルトに関する文献レビュー（1972年版）	32

94

《1ページ寸言》

昭和48年12月中旬

—石油危機とアスファルト—

わが国のアスファルトは、ほとんどが中東原油によって製造されている。原油の輸入状況・産油国の動向、原油価格の推移など、その詳細は本号8ページの「国際的原油価格と産油国の動向」にゆづるが、今秋来の原油生産削減は、わが国ばかりでなく、世界諸国が、そのエネルギー源を原油に依存している今日、誠に深刻な事態に直面させられている。

これから原油がどのように輸入されるか、現段階では従前のような的確な計画予想をたてることが困難となっている。日本の石油メーカーは、メジャーとの契約ベースによって、原油の手配をしてきたが、増大したO A P E Cの力によって、輸入契約そのものが全く有名無実化されてしまったわけである。

今後、O A P E Cの生産削減によって、月毎に活動する事態のもとに、いかにして原油を確保し、どのように石油製品の供給計画をたてるか、業界自体が苦慮している状況である。これはもう一企業、関連業界で解決し得る問題ではなく、一に政治外交に負うほか、その術はない。

アスファルトは、道路を中心とする公共事業関係に、そのほとんどが消費されており、アスファルトの的確な供給計画がたてられないとすれば、与える影響は深刻なものがある。目下、アスファルト業界では、原油カットによって、アスファルトの製造が大幅に削減されないよう、業界一致して、この難局を開拓するため努力している。

ご存じの通り、O A P E Cの原油カットは、平均して28%にも及ぶと予想されているので、アスファルトの生産も従来通りの需要に見合う線を確保することが、非常に難しいことは、ご理解いただけるものと思う。

最近、政府は今後の原油の輸入状況を分析した結果、昭和49年度の経済ベースを、昭和47年度のそれ

に合せることにした模様であり、道路整備計画その他の公共事業の歩みも、当然、手直しされることになるわけで、アスファルト業界としても、今後の需要の動向を調査し、公共事業に関連する諸部門に対し、多大の迷惑をおかけしないよう検討の段階に入っている。

原油カットが、いつ緩和されるか。誰も予想は困難である。時期はいつかを別問題として、ある時期に、この大幅な原油カットが、緩和されたと想定してみる。——そのとき、石油製品の価格が安定する（あるいは或る程度のダウントレンドがある）と一般にはお考えになるかと思うが、これも残念ながら期待薄である。この詳細も冒頭述べたように本号8ページからをよくお読みいただきたいが、産油国側からの一方的な原油価格の値上げは、原油カットとは全く関係なしに、これからも攻勢をゆるめる気配は皆無である。2~3日前の新聞によれば、イラン原油の入札価格が17ドル50セント（バレル当たり）という、とてつもない値段がついたと報じられている。原油を買い——石油製品を製造する石油メーカーとして、今まで通りの価格で供給することは全く不可能であることも是非ご理解いただきたい。

いま、昭和48年12月中旬である。除夜の鐘を愉しみにこのあわただしい12月を迎えたのだが——朝晩は冷え込みが実にきびしい。12月という月だけの格別の冷たさである。

ラジオから、ひそかに響きわたる全国あちこちの古寺の除夜の鐘は、ひっそりと吾が身をたちすくませて、或る静謐をもたらしてくれる。12月中旬の日々は、そんなささやかな愉悦を、ふと想い浮かべる瞬間があるのだが——。

道路用アスファルトの改質について

M. J. W. ダウンズ*

牛 尾 俊 介*

1.はじめに

道路に使用されるアスファルト混合物におけるバインダーの役割は、一般的には結合体としての接着性と防水性に集約される。アスファルト舗装の破壊が大別して舗装面の永久変形とクラックに現われるといわれて久しいが、これらの破壊の原因には構造条件（路床強度・各層の強度と厚み）、交通条件（荷重・くり返し回数）、気象条件（温度・降雨・凍結）等の要素が複雑に作用している。アスファルト舗装の基層、表層等に使用されるアスファルト混合物だけをとってみても、混合物を構成する粗骨材・細骨材・フィラー・アスファルトの各材料の材質・混合物の製造・運搬・舗装等の施工要素が前述の供用条件と一体となっているのである。例えば舗装体の厚み設計が交通量や路床強度に対して極端に薄かったり、混合物の粒度が不適であったり、変動したりした場合には材料がいくらよいものであっても良好な結果は期待できない。また設計が正しくても施工要因に関連して混合物の十分な密度が得られない場合も同様である。これらのことを考えた場合、バインダーだけを取り出して舗装の供用性を云々することは必ずしも妥当とは思われないが、冒頭に述べたバインダーの役割に着目した場合のアスファルトの品質に関する評価および良いバインダーとして具備すべき性質、ひいては一般的な意味におけるアスファルトの改質について考察を試みることにする。

2. 道路用アスファルトの評価

道路用アスファルトの品質は一般には物理試験による性状値で規定されている。即ち針入度・軟化点・伸度・薄膜加熱・引火点等の試験性状値による規定である。これらの試験はその歴史的背景と有用性から考えて優れたものであるが、アスファルトが実際に使用される過程、つまり混合・運搬・舗装・供用において種々の境遇にさらされる場合の性状評価においては、規格試験値のみでアスファルトの品質を云々することは困難である。この観点から、Heukelon¹⁾ は日常の管理試験によるアスファルトのコンシスティンシー（針入度・軟化点・粘度・フラー

ス破壊点・針入度指数）の全温度域（-50°C～+250°C）における相関を示すチャートを提案している。このチャートは図-1に示され Bitumen Test Data chart (B T D C) の名で呼ばれている。図中 A-A₁ で示される如く、フラー破壊点・針入度・軟化点・粘度の関係が同時に図示でき、④点より P. I. スケールに向って A-A₁ と平行に P-P₁ を引けば、P. I. が読み取れる。

Heukelonによれば通常のストレートアスファルトは A-A₁ が完全に一本の直線になり、針入度級の違いにより直線はほぼ平行に移動する。このような性質をもつアスファルトを S型と定義し、一般の道路用アスファルトはこれに属する。この他に特別な目的でワックスを多量に含むアスファルト（10%前後）はW型でW-W₁の如き線型を示す。また工業用途等に使用されるブローンアスファルトはB型に属し、B-B₁の如き線型を示す。このチャートを利用すれば各種アスファルトの物理試験結果の正確さ、そのアスファルトの型を適格に指摘することができる。

図中、アスファルト A(A-A₁) とアスファルト C(C-C₁) についていいうならば、いずれも S型（道路用アスファルト）で各々の P. I. は -1.0 と +0.5 である。この P. I. の違いはフラー破壊点において 7 度の差になりまたアスファルト C は供用温度域（例えば 60°C）において安定性が高い。そして同時に施工温度域、即ち混合・転圧温度が若干高くなることを示している。また物理試験結果から針入度・軟化点・高温粘度が既知である場合、供用温度域における粘度、極低温におけるフラー破壊点を便宜的に推定することができる。このような評価の観点から見た場合、Van del poel²⁾ による「適度に高い P. I. を有するアスファルトの優秀性」が正しいことがわかる。ちなみに Van der poel のノモグラフを用いた計算例を示す。

道路条件

①走行速度 50 km/hr (載荷時間 0.02 秒)

道路温度 0 °C

②静止している車輌 (載荷時間 1 時間)

道路温度 60 °C

この時、4種類のバインダーを考えて、

* シエル石油（株）土木建設部

(A)ストレートアスファルト 60/70

軟化点48.0°C, 针入度65, P. I = -1.0

(B)ストレートアスファルト 100/120

軟化点43.5°C, 针入度110, P. I = -1.0

(C)ストレートアスファルト 80/100

軟化点45.0°C, 针入度90, P. I = -1.0

(D)P. I の高いアスファルト 80/100

軟化点50.5°C, 针入度90, P. I = +0.5

スティフネスノモグラフを使用し, 上記条件下におけるアスファルトのスティフネス(ニュートン/平方メートル, N/m^2)を計算すると次の結果を得る。

温度	0°C	60°C
----	-----	------

載荷時間	0.02秒	1時間
------	-------	-----

ストレート60/70	$3.5 \times 10^8 N/m^2$ (4)	$3 \times 10^{-1} N/m^2$ (2)
------------	-----------------------------	------------------------------

ストレート100/120	$2 \times 10^8 N/m^2$ (2)	$1 \times 10^{-1} N/m^2$ (4)
--------------	---------------------------	------------------------------

ストレート80/100	$2.5 \times 10^8 N/m^2$ (3)	$1.5 \times 10^{-1} N/m^2$ (3)
-------------	-----------------------------	--------------------------------

P.Iの高いアス.

80/100	$1 \times 10^8 N/m^2$ (1)	$5 \times 10^{-1} N/m^2$ (1)
--------	---------------------------	------------------------------

()内の数字は, 与えられた条件下でのバインダーの適合順位である。

以上の結果から, P. I の高いアスファルト 80/100は低温時ではストレートアスファルト80/100, ストレート

アスファルト 100/120 より軟らかく挙動し, 高温時ではストレートアスファルト 60/70 より固く挙動することがわかる。

3. アスファルトの改質

道路用アスファルトの性状評価の考え方について述べてきたが, 製装の供用条件によっては一般的の道路用ストレートアスファルトでは満足すべき結果が得られない場合がある。冬期・夏期の温度差の大きい地域におけるクラック, わだち掘れ, 多雨地域および極重交通道路における混合物の耐久性等の問題については, 何らかの形でアスファルトの品質を向上させることが要求されている。この努力がアスファルトの改質であり次の如き方法がとられている。

(1)アスファルトのP. I を高める方法

特定の原油を選定する方法とか製造工程で特別な処理を行なう方法が一般にとられている。

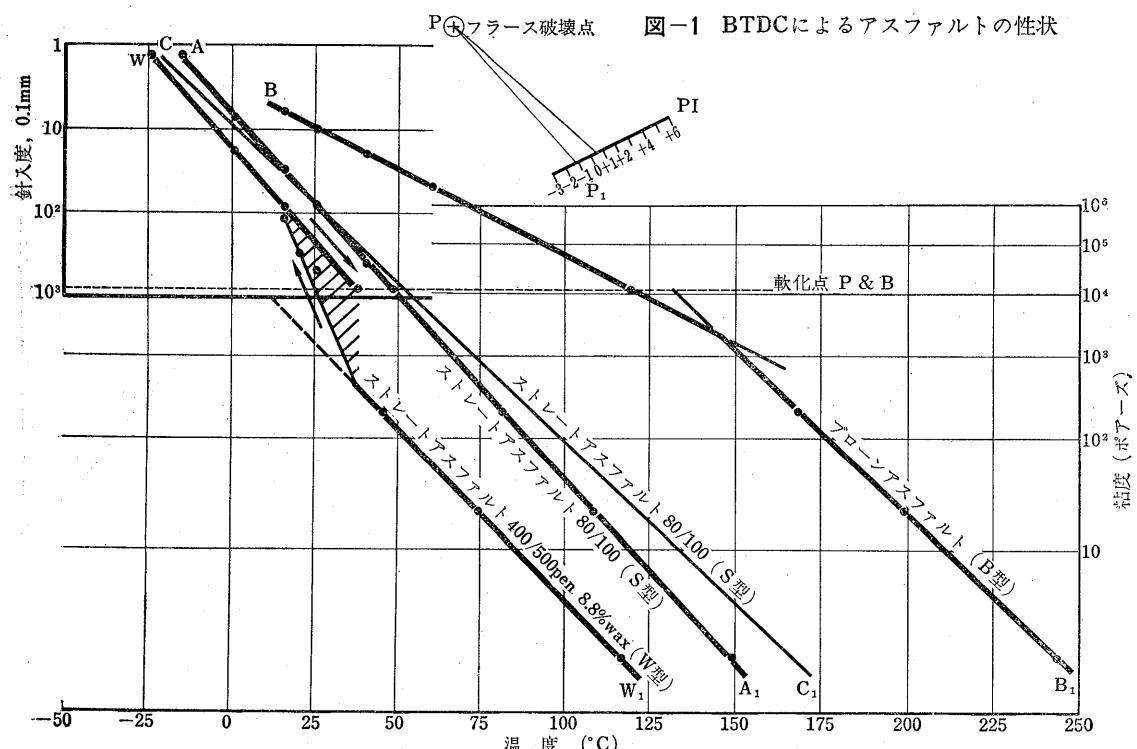
(2)特殊な添加剤を加えることによる方法

a)ゴム混入による改質

b)樹脂混入による改質

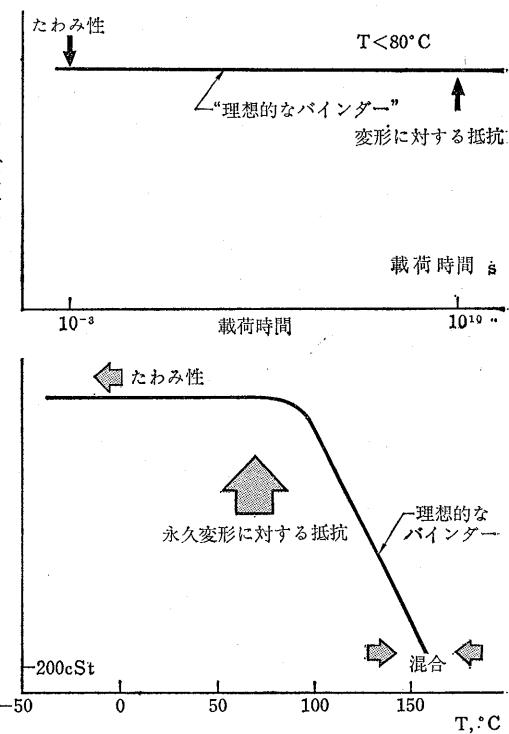
c)その他添加剤による改質

図-1 BTDCによるアスファルトの性状

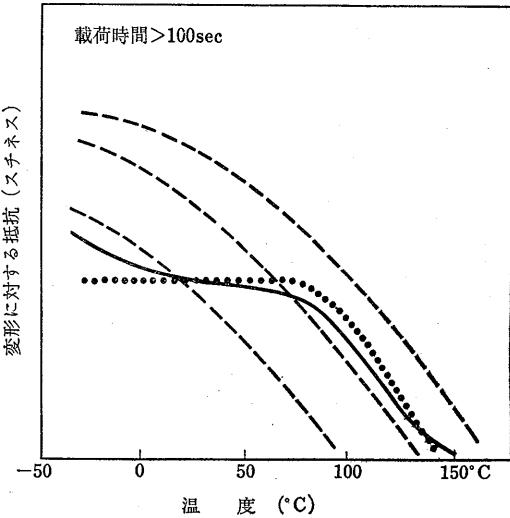
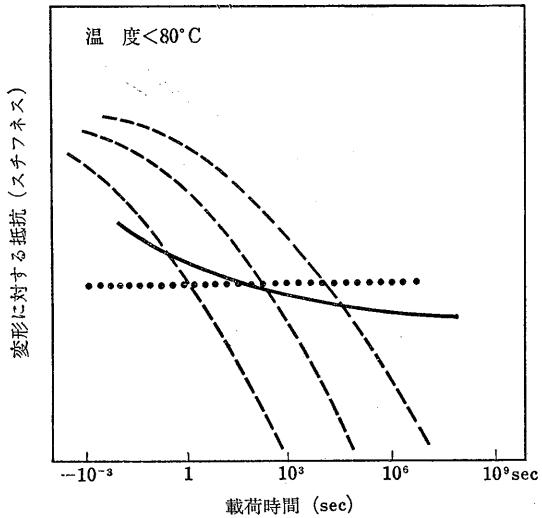


Van Beem ら³⁾ はコンシスティンシーと荷重・時間依存性の観点から見た場合の理想的なバインダーの特性を図-2 の如く示している。80°C 以下の温度においては一定のコンシスティンシーをもち、100°C 位で一定の軟化点をもっているものがよい。そして軟化点から -40°C 位までの温度範囲では同一の性状をもち、たわみやすく堅く、荷重による無限のくり返し曲げに対して破壊せず耐久性に優れたものでなければならない。また軟化点以上では低い粘度を有して施工を容易にするものでなければならない。こかしこのような条件を満足して、しかも経済性にも見合う材料は現実には存在せず、理想的なバインダーに近づける努力がなされており、これがアスファルトの改質への努力である。図-3 は熱可塑性のゴムをアスファルトに混入することによって得られた改質アスファルトの一例である。一般的ストレートアスファルトに比べてかなり理想的なバインダーに近づいていることがわかる。またその物理性状を B T D C にプロットしてみると図-4 の如くになり、フーラース破壊点が低く、60°C 付近における安定性が高く、施工温度は極端に高くなない最も良い型の改質アスファルトである。熱可塑性ゴムは通常用いられているゴムやポリマーにみられるような混合温度の上昇ではなく、また70°C 以下の供用温度で分子の交差結合による良好な性質を発揮する。しかし残念ながら高価であるため、一般に用いられる材料としては経済性に問題がある。

図-2 理想的なバインダーの性質



以上のような考え方にもとづいて経済性も考慮した数多くの改質アスファルトが製造供給されており、その中のいくつかにおいては既に多くの実績があり、優秀性が



●···理想的なバインダー
---普通のストレートアスファルト (針入度別)
—熱可塑性ゴム混入アスファルト

図-3 热可塑性ゴム混入アスファルトの例

実証されつつある。

4. 供用性と改質アスファルト

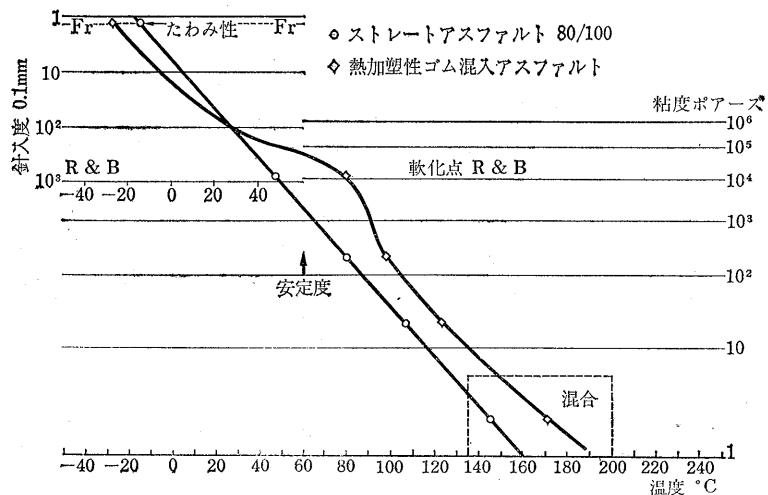
バインダーとしてのアスファルトの改質についての方向づけは明らかになったが、ここで考慮しなければならないことは改質アスファルトを用いた混合物の供用性の評価づけである。一般にアスファルト舗装に要求される供用性能としては、

- ・クラック、フレッティングが生じない。
- ・流動、わだち掘れが生じない。
- ・ハクリ現象が生じない。
- ・すりへり摩耗量が少ない。
- ・適度なすべり抵抗性を有する。

等々が考えられるが、これらの要素は構造条件・荷重条件・気象条件に関係があり、バインダーの観点から分析することは困難である。しかしアスファルト舗装の原点がたわみ性にあることから考えると、バインダーの有している性状が供用性に関する大きな要素であることも事実である。すりへり摩耗、すべり低抵抗性等の骨材性状、施工法による影響が大きいものを別に考えると、バインダーの性質で最も支配的な要因と考えられるのは粘度である。アスファルト混合物の有している機械的性質に関しては、アスファルトの有する粘度とその粘度特性に応じた混合物の施工（製造・運搬・舗設）が表裏一体のものであることを考えなければならない。良いバインダーを用いればかかる混合物でも良いものができるというものでもなく、またどんなアスファルトを用いても、すべての供用性を満足する混合物を作ることができるというものでもない。設計条件により提示される種々の条件に対して、どのような混合物が用いられるべきかが検討され、その混合物の特徴を最大限発揮させるためには、どのようなバインダーが用いられるべきかが検討されるべきである。

例えば湿润地方の舗装には水に対する耐久性の観点から密なアスファルト混合物が要求され、バインダー量が多いことによるわだち掘れや流動を起こしにくいアスファルトが用いられなければならないし、極重交通道路においては荷重支持力の大きいマカダムタイプの混合物が要求され、粘着力が強く、耐久性のあるアスファルトが用いられなければならない。この他に寒冷地方のタイヤチェーンによるすりへり摩耗、多雨地方におけるすべり等の問題があるが、これらに関しては特別な意味における混合物、工法が主として採択されるべきで、アスファ

図-4 BTDCによる改質アスファルトの評価



ルトに要求される性状も極めて特殊なものとなる。混合物のバインダーとしての品質を高めるためのアスファルトの改質と、特殊な性質をもたらせるためのアスファルトの改質とは意味の異なるものであり、改質への方向とその選択を誤ってはならない。このことは必然的に舗装の良好な供用性能に対するアプローチともなり、結果的に改質アスファルトを有効に利用する技術もある。

ここに良い例としてイギリスの湿润路面におけるすべりの問題に対処している技術を紹介する⁴⁾。

イギリスでは一日平均約5時間は路面が湿润であるといわれている。また交通量も多く、常に40台/kmの車が走っている。このような道路では路面骨材の摩耗にともなうアスファルトモルタルの摩耗が必要で、適度な表面粗度を維持しなければならない。バインダーの風化現象はバインダーが酸化されて水により流失する現象と考えられているが、この観点からの研究により最も風化を受け易いバインダーはトリニダードレークアスファルトで、反対に最も風化を受けにくいバインダーはヴェネズエラ原油から得られたアスファルトであることがわかった。この両方のバインダーの間に位置するバインダー（風化的観点から）に関しても研究したところ、非常に興味ある結果が得られている。

即ちコールタールピッチをアスファルトに混入した場合、ヴェネズエラ原油からのアスファルトは風化性が著しく促進されるが、中東原油からのアスファルトの場合は逆に風化を受けにくいバインダーが作られた。このことからも風化に対するバインダーの性質の複雑性をみることができる。イギリスにおいては過去の経験から主としてホットロールドアスファルト工法にこの考え方がとり入れられている。P.I の低いアスファルトを用い

ることによっても、ある程度この考え方を達成することができるが、特に重交通で湿潤な地方において路面の骨材が弱く、摩耗され易い場合には、風化を受けやすいバインダーを用いることによって湿潤時良好なすべり抵抗性を維持することができるであろう。

5. あとがき

以上、バインダーとしてのアスファルトの評価とその改質および供用性との関連について述べたが、未知の分野と、残されている問題点があまりにも多いことに今さらながら感じ入る。本文中においても実用段階におけるアスファルトの経年変化、供用性能に関するバインダーの評価試験等については触れなかった。これまで数多くの研究者により、いろいろな手法による実測および提案はあるが、これかららの研究に待つ部分が大きい。これらの問題は諸官庁、施工会社、アスファルトメーカーの各々で解決できるものではなく、三位一体となった研究が必要である。

アスファルトメーカーは材料納入業者として、均一なアスファルトを責任をもって供給し、使用者はその材料としてのアスファルトの特性と位置づけを正しく評価し良いアスファルト舗装を作るための努力が望まれる。

参考までに BTDC のシートを次ページに掲載する。

参考文献

- Heukelom, W., "A Bitumen Test Data Chart for Showing the Effect of Temperature on the Mechanical Behaviour of Asphaltic Bitumens" Journal of The Institute of Petroleum, Nov. 1969
- Van Der Poel, C., "A General System Describing the Visco-Elastic Properties of Bitumens and Its Relation the Routine Test Data" Journal of Applied Chemistry, Vol. 4, May, 1954
- Van Beem, E. J. and Brasser, P., "Bituminous Binders of Improved Quality Containing "Cariflex," Thermoplastic Rubbers." Journal of the Institute of Petroleum, Mar., 1973
- Please, A., and Lamb, D. R., "Binder Properties and the Texture of Asphaltic Surfacings" Proceedings Association of Asphalt Paving Technologists, Vol. 40, 1971



新製品!!
スロープコンパクタ
道路肩・のり面
転圧機 150kg (特許出願中)



バイブロプレート
アスファルト固め
路面整形・補修
VP - 110kg
VP - 70kg
VP - 60kg



ローラ
両輪/駆動・振動
明和
バイブロランマ

アスファルト舗装
サイド転圧可能
ステアリング軽快
MVR-2.5t(パワーステアリング付)
MVR-2.3t
MVR-1.1t
MVH-0.5t

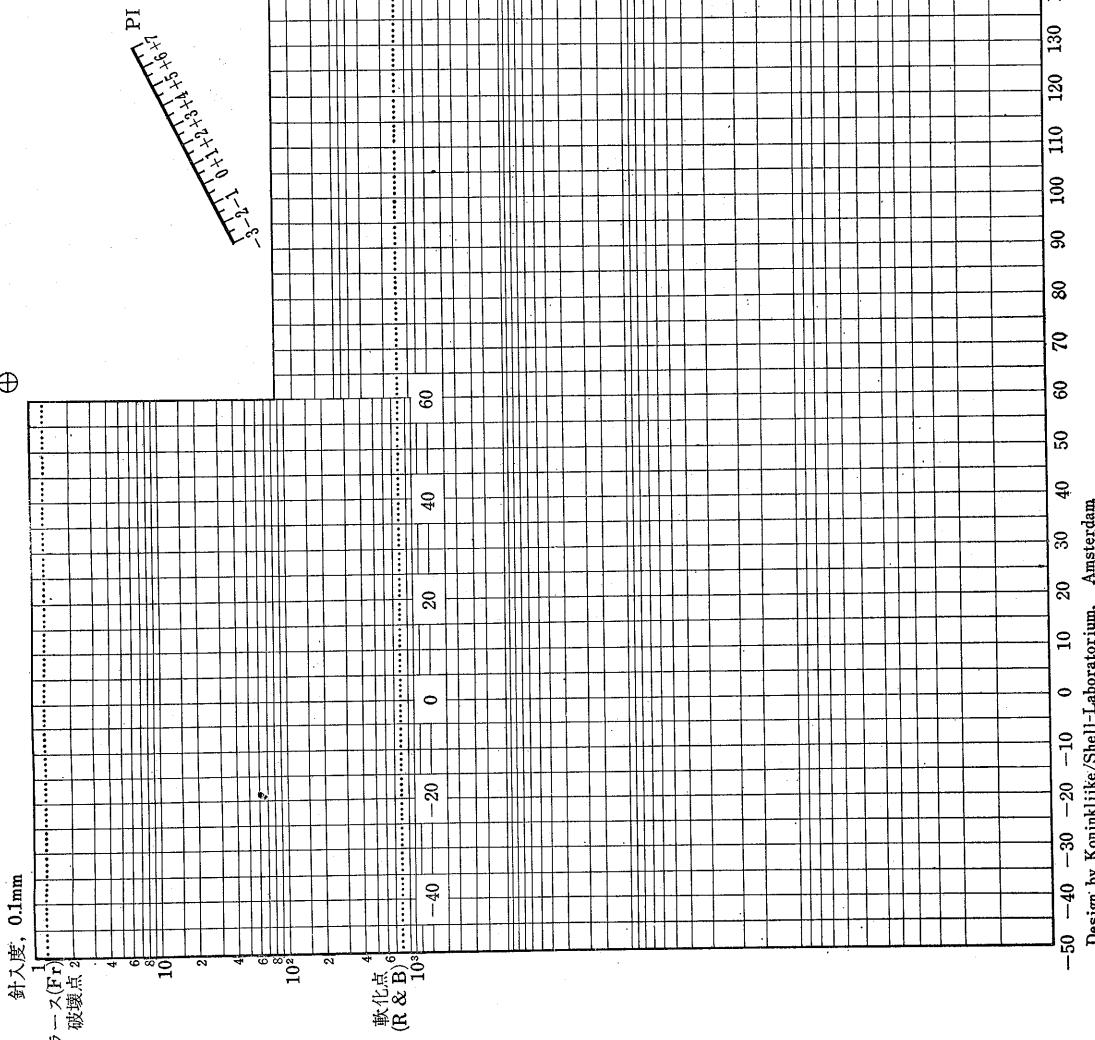
路盤碎石締固め
水道・ガス管・道路
電設・盛土埋戻
VRA - 120kg
VRA - 80kg
VRA - 60kg

(カタログ送呈)全国各地に販売店あり

株式会社 明和製作所
川口市青木1丁目18-2

本社・工場 Tel (0482) 代表(51) 4525 ~ 9	〒332
大阪営業所 Tel (06) 961-0747~8	〒536
福岡営業所 Tel (092) 4875~4991	〒812
名古屋営業所 Tel (052) 361-5285~6	〒454
仙台営業所 Tel (022) 56-4232-57~1446	〒983
札幌営業所 Tel (011) 822-0064	〒062

[参考図] Bitumen Test Data Chart
(Ref. W. Henkelom, J. Inst. Petr. 55(1969) 404-417)



国際的原油価格と産油国の動向

赤 津 敏 郎

1. はじめに

いま世界の原油価格は驚異的な騰勢を続いているばかりか、輸入可能量に不安の影が日一日と濃くなってきている。

かつて、供給過剰が長期的に続いた時期は、原油の公示価格は、産油国側への利権料と税金支払いの算定根拠としての意味しかなく、実勢価格は低く、両者の格差が極めて大きかったのも、それほど古い話ではない。

それが最近では事情は逆転し、上昇一途の公示価格をさらに上回った実勢価格すら出現するほど、原油の需給関係が逼迫している。1971年初頭のテヘラン協定をはじめとする一連の価格協定、ドルの減価とともに通貨調整協定（ジュネーブ協定ⅠおよびⅡ）、事業参加にかかるパートイシペーション協定（リヤド協定）、さらには1954年来のイラン・コンソーシアム協定に代る新イラン協定など、原油価格引上げの要素となる新協定が締結された。そして、ついには、ごく最近の10月16日にOPECが一方的に原油公示価格を一挙に70%も引上げ、あまつさえ、油種毎の市場価格も設定するという、従来の慣習では考えられなかった措置をとるにいたった。

その上、第4次中東紛争に関連して、石油をイスラエル対策の武器とすべく、アラブ産油国は一齊に禁輸や生産削減の手段に訴えて、世界的な原油供給の危機を招いている。

1950～60年代の原油の買手市場が、1970年代に売手市場に移ったといわれるが、問題は売手の質と性格が大きく変わったことである。メジャーズといわれる国際大手石油会社は、依然として世界的な石油の売手として存在しているものの、その背後に産油国政府およびその国営石油会社がその死命を制するものとして大きく立ちはだかってきたわけである。彼等はかつての単なる石油税金取扱人から脱却して、自ら売手となり、さらには石油資源の保有者としての有利な立場から、戦略戦術を打ち出している。実に、彼は昔の彼ならず、産油国の変貌は、世界的なエネルギー需要の急増と、石油エネルギーの優位性に基盤をおいているとはいえ、瞠目すべきことではある。以下に主として原油価格を中心とした流れを概説する。

2. 原油価格体系の沿革

かつて、世界の原油価格は、1920年代に確立したアメリカのメキシコ湾岸価格を基準にしたいわゆる「ガルフ・プラス」方式なる単一基準地点制度と、その後、第2次世界大戦を契機として中東の生産量が増大した結果、ペルシア湾が第2の基準地点となった二重基準地点制度により市場秩序が保たれていた。これは、国際大手石油会社による寡占体制の中で、価格競争を抑制し、世界市場価格を安定させようとする国際石油カルテルの政策であった。しかるに、1950年代後半から世界的な原油供給過剰が顕現化し、実勢価格は下降した。つまり、市場分割と価格安定の手段としての国際大手会社だけによる世界市場の共同所有体制が弱体化したわけである。

上流部門（原油の生産・販売部門）における多数の新規参入者との競争、産油国政府の政治的圧力、下流部門（原油の精製、製品の販売部門）における民族系精製業者との競争および消費国政府の政治的圧力、アメリカの石油輸入制限措置、ソ連原油の自由世界市場への進出、それに慢性的な原油供給過剰が重なりあって、メジャーズ相互の競争を惹起し、メジャーズの市場シェアの現状維持能力と原油価格の管理能力を減退させた。1960年8月の中東におけるメジャーズによる原油公示価格の一方的引上げは、戦前から、アメリカのメキシコ湾岸価格を中心として形成をしてきた世界原油市場がようやく東西に分離し始めたと見ることができよう。この引下げが直接の誘因となって結成されたOPECが、約10年の雌伏期間を経て、いまや怒濤の如き攻勢を続けている。

3. OPECの値上げ攻勢始まる

1760年代を通じて、原油価格は横這い、もしくは低下傾向にあった。1960年のOPEC創設以降、原油公示価格の引上げ、従って産油国石油収入の増大を標榜してきたものの、原油公示価格を維持することに成功したとはいえ、実質価格はむしろ下っていた。ところが、1969年9月のクーデターによって成立したリビア革命評議会による新政府は、原油公示価格の引上げ、所得税率の引上げなどを強く要求した。この間、世界の石油需要は、石炭生産の減退、原子力開発の遅延により、10%近くの年

率で伸長しており、とくに西ヨーロッパでは、1967年の第2次スエズ動乱以来、スエズ運河が閉鎖されていることもあって供給がタイト化していた。

このときに、リビア政府は、要求貫徹の手段として、減産命令を出し、まずオキシデンタル社を承諾させ、次いで大手会社も承服させられ、約70万バーレル/日の減産に成功した。これにサウジアラビアから地中海岸へのタップラインの閉鎖が重なって、合計約100万バーレル/日の地中海原油が供給杜絶する結果となった。このためペルシア湾からヨーロッパへの石油輸送は、アフリカの南端ケープタウンを迂回しなければならず、これによってタンカー船腹が世界的に不足して、タンカーフレートは1956年の第1次スエズ動乱以来の高値となった。このような情勢の中にあって、リビア政府はついに1970年9月1日の革命記念日に、原油の公示価格を30セント/バーレル引き上げ、所得税率を54%から58%へ引き上げることに成功したわけである。これに続いて東地中海へハイブラインで運ばれる中東原油（サウジアラビア原油、イラク原油）も20セント/バーレル値上げされた。この地中海原油の値上げは中東に波及し、まずイランが1970年11月14日に重質原油価格を1.63ドルから1.72ドルに引き上げ、所得税率を50%から55%へ引き上げることを要求、石油会社側もこれに同意した。1960年以降、OPECは数々の決議をしたもの、何らの成果も納めていかなかったが、ここにいたって石油公示価格と所得税率の引き上げに成功したことは、これに続く一連の諸協定の実現によるOPECの立場の強化につながるものとして画期的な出来事といえよう。

4. テヘラン協定

1970年12月9日から12日までの間開かれたOPEC第21回総会（ペネズエラ・カラカス）は、公示価格と所得税率の引き上げ、ならびに「主要工業諸国の貨幣価値の変動により、産油国の購買力に不利な影響が出る場合には公示価格はこれに応じて調整される」というOPEC決議122を採択、数回の交渉を経て、ついに1971年2月14日、いわゆるテヘラン協定が調印されるに至った。これは、OPECペルシア湾岸6カ国と産油会社13社およびその関係会社との間に1971年2月15日以降1975年12月31日までの期間について、供給と価格の安定について取決めたものである。

テヘラン協定の主要な内容はつぎのとおりである。

- (1) 産油国の所得税率を55%に統一する。
- (2) 公示価格を一律33セント/バーレル引き上げる。
- (3) 運賃上の不均衡に関する要求を満たすため、さらに2セント/バーレル引き上げる。

(4) 公示価格の不均衡にもとづく要求を満たすため、イラン・ヘビー、アラビアン・ミディアム及びクエイト原油は、さらに1セント/バーレル引き上げる。

(5) 比重価格差調整をおこなう。

A P I 比重40°から30°までの原油について、40°より1°下がるごとにバーレル当たり0.5セント引き上げる。

(6) インフレーション調整として本協定発効日の翌日（2月16日）の公示価格に2.5%上乗せしたたものを、1971年6月1日の公示価格とする。

さらに、1973年1月1日から1975年1月1日まで毎年各前年末の公示価格に対し2.5%上乗せしたものを当該年の公示価格とする。

(7) 公示価格を1971年6月1日5セント/バーレル引き上げ、さらに1973年から75年まで毎年1月1日付で5セント/バーレル増加させる。

(8) OPECアローアンスを完全撤廃する。

OPECアローアンスとは比率控除金、比重控除金、販売控除金を指し、これらは従来所得税の算定にあたり公示価格から優先的に控除されていた。

(9) ペルシア湾岸以外の産油国において本協定と異なる事項を適用した場合でも、本協定を上回る要求はしない。

この協定により、カラカス決議の要求がほとんど容れられることになり、公示価格は一挙に35~40セント/バーレル上昇し、さらに年々10セント/バーレル以上も値上がりしていくことになった。

5. トリポリ協定

1970年9月の第1次リビア協定に端を発した協定の時代、の第二弾がこのトリポリ協定といえる。さきのテヘラン協定によって中東ペルシア湾岸地区の価格が引き上げられた結果、地中海、アフリカ等のスエズ以西の原油の引き上げが必要となったわけである。

テヘラン協定締結後の1971年2月24日から、価格交渉はトリポリ（リビア）に移り、リビア、アルジェリア、イラク、サウジアラビアの地中海原油産出国4カ国と関係石油会社との交渉が開始された結果、4月2日にリビアとの間にトリポリ協定が締結された。

トリポリ協定の主要な内容はつぎのとおりである。

- (1) 協定期間は、1971年3月20日~1975年12月31日。
- (2) 公示価格の引き上げは次の要素から成っている。

現行公示価格	2.55ドル(A P I 40°)
一般引き上げ	0.35
低硫黄プレミアム	0.10
新たな恒久的調整要素	0.07
	3.07(基準公示価格)

初年度エスカレーション分	
(2.5% + 5 セント)	0.127
変動運賃プレミアム	0.15
スエズ運河アローアンス	0.12
	3.467 ドル/バーレル

6. ジュネーブ協定

1971年8月15日のニクソンのドル防衛対策によって惹起された国際通貨情勢の急変は、米ドルの他通貨に対する実質的な減価をもたらした。そのため石油収入がドルにリンクされて価値づけられている産油国は、ドル減価分だけ石油収入による購買力が低下しているとして、OPEC決議122（第21回会議）など一連の決議を論拠として、その調整のため、原油公示価格の引上げを要求した。一方、国際通貨問題について12月18日に10カ国蔵相会議で多国間調整が成立し、ドルは7.97%切り下げられ米ドルの金に対する価値も1オンス35ドルから38ドルと8.57%切り下げられた。このような背景のもとに交渉過程での迂余曲折を経て、ついに1972年1月19日にペルシア湾岸6カ国と石油会社双方の合意によってジュネーブ協定が成立し、8.49%の公示価格引き上げが決定し、1月20日より発効した。

- ジュネーブ協定の主要な内容はつぎのとおりである。
- (1) この協定は1971年2月14日のテヘラン協定の補足である。
 - (2) 公示価格は、今後さらに以下のとおり調整される。

(i) 主要9カ国（ベルギー、フランス、西ドイツ、イタリア、日本、オランダ、スエーデン、イギリス、イス）の通貨の対米ドル為替レート（1971年4月30日IMF平価に対する為替レート）を算術平均すれば11.02であって、これを「当初平均」とする。

(ii) 今後アメリカと主要9カ国との間で通貨調整が行なわれた場合、各年の3月1日、6月1日、9月1日12月1日に上記9カ国の対米ドル為替レートを再計算して新平均を出し、それが「当初平均」（あるいは場合によっては最新の有効平均）に対し、2ポイント以上の変動が生じたときは、その新平均が、歴年ベースの次の4半期よりの「有効平均」となる。

(iii) 新有効平均が設定された場合には各原油の公示価格は次の方法で調整される。

$$\text{調整公示価格} = \text{調整が行なわれるまでの公示価格} + 0.0849 \left(T \times \frac{B - A}{11.02} \right)$$

T - 本協定発効前日現在の公示価格

A - 通貨変更直前の有効平均

B - 新有効平均

(iv) 上記の計算の結果如何にかかわらず、テヘラン協定で適用される公示価格を下回ることはない。

この協定により、1972年1月20日の時点において、公示価格は、17.5~20.3セント/バーレル上昇した。

7. 事業参加協定（リアド協定）

事業参加（Participation）とは、産油国が石油会社が経営する産油会社に直接経営参加して、生産、投資、販売の各計画や原油価格の決定に関与し、究極的には産油国の利潤増大を図るためのものである。つまり、テヘラン、ジュネーブの協定にみられる産油地代の値上げでなく、自ら産油事業者としての利潤追求を意図したことである。OPECの中東諸国の中で、イランはすでに1951年に石油事業の国有化を行なっているとして、この事業参加交渉の枠外で別個の行動をとり、後述するイラン/コソーシアム新協定が結ばれた。

事業参加といつても、1957年以降締結された新利権の大部分は、合弁事業方式や請負事業方式の形で、すでに産油国が経営参加しているので、この事業参加交渉は、産油国の原油生産の大部分を占める既存利権を対象としている。交渉は1972年10月にニューヨークにおいて一応の合意をみたが、その後修正がおこなわれ、12月20日にリアドにおいて、サウジアラビアとアラブ大公国政府が調印、1973年に入り1月8日および11日に、それぞれクエイトとカタールも合意した。この協定により調印国は、1973年1月1日より25%の参加比率でスタートし、1982年までに51%の参加を実現させることになった。

8. 新ジュネーブ協定

1972年1月20日のジュネーブ協定締結以降、協定に規定された公示価格調整の公式が適用されるような大きな国際的通貨変動が無かったが、1973年2月13日の米ドルの10%切り下げにより、1971年12月のいわゆる「スマニアン体制」は崩壊し、ドルの減価に伴う石油収入の実質減少を補填すべく、OPECは再び石油会社と交渉をおこなった。すなわち、ドルの10%切り下げにより、1972年のジュネーブ協定を適用して、4月1日から5.8%だけ公示価格を引き上げたものの、この程度の上げ幅では今回のドル減価分を完全補填していないとし、3カ月間にわたる交渉の末、1973年6月1日付で、新ジュネーブ協定が発効するに至った。

新ジュネーブ協定は、1971年2月14日のテヘラン協定の補足協定であった1972年のジュネーブ協定をさらに補

足改訂するものであって、「主要工業諸国の通貨変動によってOPECの石油収入が持つ購買力に不利な影響が出る場合には、公示価格はこれに応じて調整されるものとする」というカラカス決議122にもとづいている。

新ジュネーブ協定の主要な内容はつきのとおり。

(1) 1973年1月1日付のテヘラン協定上の5セント上乗せ分について、5セント×8.49%（旧ジュネーブ協定の公示価格引き上げ率）=0.4セント分プラスして、合計5.4セントとする。

(2) 新調整方式として次の計算式を用いる。

$$6 \text{月 } 1 \text{日の新調整価格} = 73 \text{年 } 1 \text{月 } 1 \text{日付公示価格} \\ (1) \text{の追加分を含む}$$

+73年1月1日付のテヘラン協定価格

$$\frac{(73.5.15 \text{の } 11 \text{カ国}) - (72.1.20 \text{時点での } 11 \text{カ})}{\times \text{の対ドル・レート} - \text{国対ドル・レート}} \\ 100$$

旧ジュネーブ協定では、対ドル・レートの有効平均を算出する通貨は、ベルギー、フランス、西ドイツ、イタリア、日本、オランダ、スエーデン、イギリス、スイスの9カ国の通貨であったが、新ジュネーブ協定では、これに、カナダとオーストラリアを加えた11カ国の通貨の対ドル・レートを用いることになった。

(3) 旧ジュネーブ協定が、通貨変動調整を3カ月毎におこなうものであったのに対し、新協定は毎月おこなうことにしている。

(4) 73年4月と5月分については、日本円とイタリア・リラについて、レート計算月の2カ月のうち、フロートした期間(2.13~28日)だけのレートの算術平均を用いて、72年の旧ジュネーブ協定方式で再計算する。すなわち、4月1日の調整は、固定レート期間も含めて2カ月全体でレート計算したものにもとづいておこなわれたので、これを修正しようということである。

(5) 有効平均の変動率が2%以上であったものを今後は1%以上とした。

(6) 変動率のチェックは、当該月の前月23日におこなう。すなわち、7月1日については、6月23日に、8月1日に対しては7月23日におこなうわけである。ただし7月1日分については、計算対象期間は、5月30日~6月22日までとし、8月1日分以降は、それぞれ前月の23日より30日間さかのぼった期間とする。

(7) 7月以降の調整方式は以下の通り。

$$\text{新調整公示価格} = \text{現行公示価格} + \text{その時点でのテヘラン協定価格} \times \frac{\text{新有効平均} - \text{現有効平均}}{100}$$

ただし、74年と75年各1月1日には、上の現行公示価格には、テヘラン協定の5セント分について

$$5 \text{セント} \times \frac{\text{前年12月31日公示価格} - \text{前年12月31日テヘラン協定価格}}{\text{前年12月31日テヘラン協定価格}}$$

をおこなったものが含まれる。

これを実際例で示すと、7月1日の新公示価格の計算日である6月23日（計算対象期間は6月30日から6月22日まで）に11カ国的新有効平均は6月1日の22.5%より2.37%アップして24.87%となったため、早速新ジュネーブ協定の方式が適用され、原油公示価格は5.1~5.9セント/バレル、政府取り分（メジャー通告分）は3.1~3.6セント/バレル上昇した。

ついで8月1日（計算対象期間7月22日までの30日間計算日は7月23日）の有効平均は、7月の24.87%から4.64%上昇して29.51%となったため、原油公示価格は、10.1~11.6セント/バレル、政府取り分は6.1~6.9セント/バレル値上りした。

9月1日の有効平均は28.60と、前月に比べ変動幅が1%以下であったため、公示価格の調整はおこなわれなかった。

さて、10月1日は、9月23日の有効平均が27.22%と、それまでの有効平均29.51%より2.29%下ったため、新ジュネーブ協定適用後はじめて公示価格が下向きに調整されることになった。すなわち、公示価格で5~6セント、政府取り分で3~4セント引き下げられる。

一方、リビアおよびその他の地中海・アフリカ原油は第4四半期の短距離運賃プレミアムが上昇したため、協定の方式適用にも拘らず公示価格は約2セント、政府取り分は約1.2セント引き上がる。アフリカ原油の中でナイジェリアだけは例外で、運賃プレミアムが少ないため公示価格は0.4セント、政府取り分は0.2セント下がることになる。

9. イラン/コンソーシアムの新石油協定

1951年のイラン石油国有化紛争後、1954年に成立したコンソーシアム協定を改訂する交渉は47年暮からおこなわれていたが、ついに本年5月24日テヘランにおいて調印し、7月24日イラン国民議会の批准を得た。

新協定の発行日は、1973年3月21日（イラン歴1352年元旦）と定められ、期間は1993年までの20年間とし、従って1954年の旧コンソーシアム協定は失効したことになる。

協定の内容は、イラン国営会社NIOCが、アバダン製油所を含むすべてのコンソーシアムの操業および諸設備を継承し、コンソーシアムはマネージメント/サービス契約にもとづき、引き継ぎNIOCの操業を援助する。その代り、NIOCからコンソーシアムのメンバー会社への原油販売価格は、一般向けよりは、有利な価格とする。

NIOCは1976年10月1日までに800万バレル/日の

原油生産能力実現に関する投資計画を設定し、コンソーシアムはこれに対し、協定実施後5カ年間に、原油代金の前払いとして所要投資額の40%相当の資金を前払いすることになった。

10. OPEC——原油価格を70%引き上げ

10月8日からウイーンで開始されたペルシア湾岸OPEC6カ国と石油会社の交渉は、1971年のテヘラン協定に含まれるインフレ・エスカレーション条項の改訂にかかるものであった。すなわち公示価格を2.5%+5セント定期的に引き上げることが、もはや現状にそぐわない程度のものであるとしたOPECがその改訂を迫ったものである。

8日から11日までつづいた交渉も妥結を見ないまま、2週間の休会となった。これはたまたま10月6日から勃発したアラブ・イスラエルの第4次中東紛争もあり、石油会社としては、その成行きを暫く見てからという考えもあったようであるが、OPEC側は、これを石油会社側の一方的な交渉延期として、10月16日クエイトにおいて今回はOPEC側の一方的な措置として原油公示価格を70%引き上げた。湾岸の代表的原油であるアラビアン・ライトについていえば、10月1日に3.011ドル/バレルであったものが70%引上げられて5.119ドルになったわけで、これにより政府の取り分は1.770ドルから3.048ドルにはね上った。その根拠として引き上げ前のアラビアン・ライトの実際の市場価格を3.12ドルとし、それを17%引き上げた3.65ドルを調整後の実際の市場価格とみなしこれと公示価格の格差を1:1.4、すなわち市場価格の40%アップを公示価格とするというわけである。他の湾岸原油もこの方式により10月16日以降公示価格が70%引上げられたが、アラビア・サウジアラビアはこのほかに低硫黄によるいわゆるサルファー・プレミアム*をそれぞれマーベン70セント、ザクム55セント、ウム・シャイフ25セントつけたことと、さらに1971年1月14日(テヘラン協定)にさかのぼって若干の価格調整をしたりしたため、70%以上の引き上げとなつた。

*注、その後、カタールも陸上原油25セント、混合原油42セント、イランも、イラン・ライト25セントのサルファー・プレミアムを決定した。

OPECは、10月16日の価格引上げにあたり、コミュニケを発表し、将来OPECの決めた市場価格が1%以上変動した場合は、直ちに公示価格をさらにスライドして改訂することを明らかにした。すなわち市場価格と公示価格を1:1.4の比率に維持することにより、政府取得分と石油会社の収益比率をテヘラン協定以前の8:2に戻すこと、近年、原油タイト化により実勢価格と公示

価格の格差が縮少され、政府取得分と会社収益比率が6:4位になっているのは、明らかに会社側が収益をとり過ぎているとしてこれを是正する意図が含まれていたわけである。

このようにしてOPECが一方的に原油の公示価格のみか市場価格まで決定するに至ったことは、国際的原油価格体系の中で画期的なことである。今回の決定によりジュネーブ協定(通貨調整協定)だけを残して、テヘラン協定はじめ他の諸協定は文字通り反古にされたわけで価格についての今後の見通しはますます困難になったといえよう。

たまたま11月度の公示価格の改訂結果は、ジュネーブ協定に従えば、11カ国の有効平均が1.26%上昇したので公示価格調整方程式によると、約6セント引き上げられることになるが、10月16日の一方的大幅引き上げの後では、あまりピンとこない引き上げ幅である。この両価格の有効性は現在未解決である。

11. 石油を武器とするための生産削減

10月6からの第4次中東紛争勃発以降、アラブは自らの石油資源を武器としてイスラエルに対抗するため、イスラエルが、1967年6月戦争による占領地域から撤退し同時にパレスチナ人の利権が回復するまで、原油の生産削減を続けることを決定した。すなわち、10月17日、クエイトにおいてOPEC10カ国の石油相は、コミュニケを発表し、9月の生産実績をベースにして最低5%の生産カットをし、その後も毎月、前月の生産をベースに一定比率のカットを続けることを明らかにした。

しかし、その後10月末になって明らかになった実際のカット量は予想より大きく、OPEC平均で20%となつた。これにはイスラエル援助国としてのアメリカおよびオランダに対する禁輸分も含まれており、さらに11月4日のクエイト決議で、9月実績に対し25%カットを打ち出した。サウジおよびクエイトのように禁輸分も含めてそれぞれ31.7%、30%のカットを含めるとOPEC平均で28.5%、約580万バーレル/日の削減になる。

11月5日現在のOPECの生産削減量

単位 1,000バーレル/日

国	9月生産量	削減量	比率	削減後の生産量
サウジアラビア	8,290	2,630	31.7	5,660
クエイト	3,200	950	30.0	2,250
イラク	2,000	500	25.0	1,500
アラビア	1,400	350	25.0	1,050
カタール	600	150	25.0	450
中立地帯	580	145	25.0	435

リビア	2,300	575	25.0	1,725
アルジェリア	1,050	263	25.0	787
その他*	1,050	263	25.0	784
合計	20,470	5,826	28.5	14,644

* エジプト、シリア、バーレン、ドバイおよびオーマン。

ドバイとオーマンはO A P E C 加盟国ではないが、アメリカ、オランダに対する禁輸はおこなっておりそのほかに戦争の被害やドバイの油井火災などのため約25%の削減と推定。

出所：P I W 1973年11月2日号

上の14,644千バーレル/日を、まずアラブにとっての友好国と目されるフランス、スペイン、イギリス、ヨルダン、レバノン、マレーシア、パキスタン、チュニジアなどに1～9月の輸入実績にもとづき優先的に先取りさせ、残りを日本を含めた中立諸国（禁輸対象国でもないが友好国でもない国）に、やはり1～9月の輸入比率のプロラタで分けることになっている。

12月にはさらに5%の削減を上乗せしてくる予定であるので、輸入のアベイラビリティは一層減少することになる。

12. 結論

1970年11月までの数年間、例えばアラビアン・ライトの公示価格は1.80ドル/バーレルで、政府取り分は92セントであった。しかし現在では公示価格は5ドルを越え、従って政府取り分も3ドル以上になっている。この上昇傾向はどこまで続くであろうか。一部の石油エコノミストのいう1980年の10ドル/バーレルが果して上限価格となり得るか。原油価格上昇の歯どめになるといわれ

る代替エネルギー源（アメリカ、カナダ、ヴェネズエラの石炭、天然ガス、シェール・オイル、サンドタール、イギリスの石炭および北海の石油資源）の開発コストの採算レベルはどこか。O F E C の石油収入は1972年すでに140億ドルを越えており、この石油収入の使途如何では、地上に出して Paper gold に換えるより地中に black gold として温存しておく方をとるといわれるのも、石油エネルギーが少くとも今世紀一ぱいは、他のどのエネルギー源より優位を保つことを見込した上でのことと見ることはできないであろうか。

イラク、リビアに見られる石油会社国有化の動きもさることながら、ペルシア湾岸国の価格引き上げにスライドして、インドネシア、ベネズエラ、リビア、ナイジェリアが陸続として原油価格を引き上げており、アフリカ原油は、すでに9ドル/バーレル近くに達している。

振り返ってみれば、わが国は過去10数年にわたり、外国から豊富低廉な石油の供給に恵まれて、大幅な経済躍進をとげることができた。このことは世界経済全体を通じても言えることである。しかし、その低廉性は、ここ2～3年にして神通力を失ってきた。今は高い石油時代である。加えて石油の確保そのものにも不安のカゲリを宿し始めている。しかし、世界は、人類は、生活のために何らかのエネルギーを必要とし、今後ますます民生向上をはかろうとすれば、その必要性は強い。現在、エネルギーの消費節減が世界的に指向されている。石油資源も有限である以上、有効利用による資源のコンサベーションを図るべきであると同時に人類にとっての新しいエネルギー源の開発に取り組むべき時ではあるまいか。

〔筆者：石油連盟調査部次長 昭和48年11月13日記〕

——原油価格の推移は次ページに掲載——

主要原油公示価格の推移 (ドル/バレル)

14

	1970年			1971年			1972年			1973年						
	8月31日	9月1日	2月15日	3月20日	6月1日	1月20日	4月1日	1月1日	6月1日	7月1日	8月1日	9月1日	10月1日	10月16日	11月1日	
中 東 原 油																
API																
Arab light	34	1,860	...	2,180	...	2,285	2,479	...	2,591	2,742	2,898	2,955 a 3.066	...	3,011	5,119	5,176
Arab medium	31	1,590	...	a2.085	...	2,187	2,373	...	2,482	2,626	2,776	2,830 a 2.936	...	2,884	4,903	4,957
Arab heavy	27	1,470	...	a1.960	...	2,064	2,239	...	2,345	2,481	2,623	2,674 a 2.775	...	2,725	4,633	4,684
Iran light	34	1,790	...	2,170	...	2,274	2,467	...	2,579	2,729	2,884	2,940 a 3.050	...	2,995	5,341	5,401
Iran heavy	31	1,630	...	a2.125	...	2,228	2,417	...	2,527	2,674	2,826	2,881 a 2.989	...	2,936	4,991	5,046
Kuwait	31	1,590	...	a2.085	...	2,187	2,373	...	2,482	2,626	2,776	2,830 a 2.936	...	2,884	4,903	* 4,957
Abu Dhabi:																
Marine	37	1,860	...	2,225	...	2,331	2,429	...	2,642	2,796	2,955	3,013 a 3.126	...	3,070	5,537	* 5,599
Murban	39	1,880	...	2,235	...	2,341	2,540	...	2,654	2,808	2,968	3,026 a 3.140	...	3,084	6,045	6,113
Iraq Basrah	35	1,720	...	2,155	...	2,259	2,451	...	2,562	2,711	2,865	2,921 a 3.031	...	2,977	5,061	5,117
Qatar Marine	36	1,830	...	2,200	...	2,305	2,501	...	2,614	2,766	2,923	2,980 a 3.092	...	3,037	5,503	* 5,564
Qatar Dukhan	40	1,930	...	2,280	...	2,837	2,590	...	2,705	2,862	3,025	3,084 a 3.200	...	3,143	5,834	* 5,899
地中海・アフリカ原油																
Arab light	34	2,170	2,370	...	3,181	...	a3.370	3,341 a3.451	3,677	3,884	4,033 a 4.184	...	4,205	7,149	7,228	
Iraq Kirkuk	34	2,210	2,410	...	3,211	...	a3.402	3,373 a3.484	3,712	3,921	4,070 a 4.223	...	4,243	7,213	7,293	
Libyan	40	2,180	2,530	b2.550	3,447	...	a3.673	3,642 a3.777	4,024	4,252	4,416 a 4.582	...	4,604	...	9,061	
Nigerian	34	2,170	2,420	...	3,212	...	a,c3.446	3,424 a3.561	3,787	4,003	4,135 a 4.291	...	4,287	...	8,494	
インドネシア原油(販売価格)																
Sumatra light	34	1,700	...	...	d2.210	...	e2.260	2,960	...	3,730	...	...	...	4,750	...	6,000
ペネズエラ原油(課税基準価格)																
Tia Juana	26	2,011	...	b2.016	2,664	2,647	...	a2.921 a3.094	a3.524	...	3,752 a 4.164	4,492 a 4.925	...	7,261		
Tia Juana	31	1,930	...	b2.198	2,739	2,722	...	a3.055 a3.249	a3.744	...	3,972 a 4.411	4,760 a 5.203	...	7,563		
Oficina	35	2,339	...	2,344	2,799	2,782	...	a3.231 a3.396	a3.937	...	4,165 a 4.623	4,996 a 5.447	...	7,802		
アメリカ原油(井戸元価格)																
East Texas	flat	3,40	f3.60	...	...	...	...	...	...	3,85	...	...	i4.20	...	...	...
W. Texas Sour	32	2,98	f3.23	...	...	g3.29	...	...	...	3,54	...	i4.04	...	...	...	...
Louisiana	37	3,44	f3.69	...	...	...	...	...	...	h3.94	...	i4.29	...	...	...	...

a. 追加調整分を含む。
d. 1971年4月1日現在。
g. 1971年6月16日現在。

b. 1971年1月1日現在。
e. 1971年10月1日現在。
h. 1973年4月23日現在。

c. 1972年2月15日現在。
f. 1970年11月23日現在。
i. 1973年8月26日現在。

* PIWの推定。

出所: PIWおよびMMEES

ASPHALT

アスファルトの組成分析法

大矢清六 今泉兼道*
日浅浩政 藤田哲治**

1. はじめに

アスファルトを組成の面からみれば、種々雑多な化合物の集合体と考えられ、完全に分離することは不可能である。

すでにテキサコ法¹⁾、アメリカ鉱山局法²⁾ (M. B.) やさらに細かく分析する O'Donnell³⁾ らの方法が提案されている。アスファルト単体の特性と組成との関連を把握するためには、組成を 3 から 4 の成分に分離し、それらの成分に関して特性との相関を求めるのが便利である。

そこで筆者らは、冶金用コーカスのバインダーとしてのアスファルトの組成分析方法について簡単に説明してみる。

2. 実験方法

筆者らが現在行なっている分析方法を図-1, 図-2, 図-3 に示した。この方法は、飯島⁴⁾ の方法を参考にして分析条件を定めた。

以下にこの分析方法の詳細を述べる。

(a) アスファルテン成分

試料（アスファルト）約 2 g を精秤し、n-ヘプタン約 60 ml で加熱溶解し、溶液が沸騰し始めてから 30 分間環流

図-1 筆者らの組成分析系統図

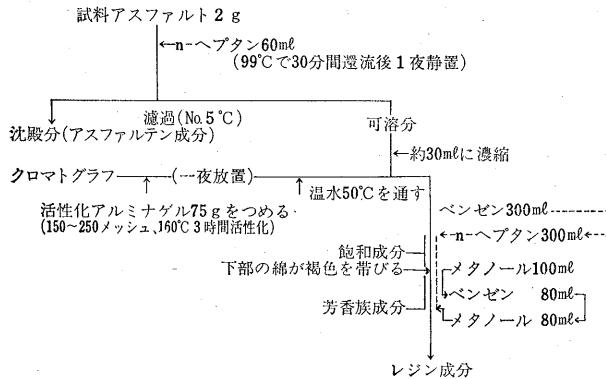


図-2 筆者らの行なっている組成分析図

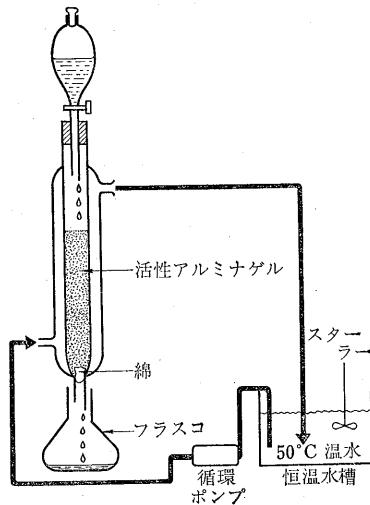
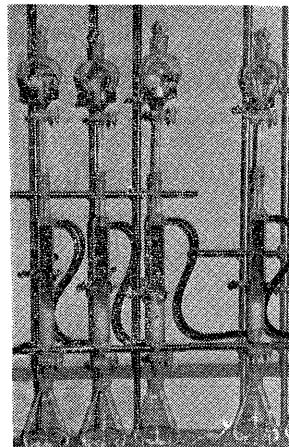


図-3

分析中の写真

(試料滴下終了後、
n-ヘプタンを滴下させ
ている段階)



させた後、密栓をして一夜放置、乾燥させた No. 5C の濾紙で濾過、200 ml の n-ヘプタンで洗浄し、濾液と沈殿物を分離する。

沈殿物を約 5 時間風乾させ、105±2°C の恒温(空気)浴中に 30 分間（長時間加熱すると、アスファルテンが酸化される）脱溶剤させた後、精秤する。

(b) 飽和成分

* 川鉄化学(株) 技術部

** シエル石油(株) 中央研究所

(a) で分離した濾液を内径 2 cm、長さ 30 cm のジャケット付きクロマトグラフ管に、活性アルミナゲル (150~250 メッシュ、西尾工業社製) を 160°C で 3 時間活性化し、それを、75 g (ゲル比約 40) n-ヘプタンで、かゆ状にして注ぎ込む。

一夜湿潤させた後、使用約 3 時間前から 50°C の温水を循環させ、カラムが 50°C の定温となるように調整する。準備できたカラムへ、約 30 ml に濃縮した濾液を、滴下ロートより滴下する。

その後 n-ヘプタン 300 ml を流下させ、n-ヘプタンがなくなると、ベンゼン 300 ml を流下させる。n-ヘプタンを流下させている間は、着色帯はカラム中央部で停止しているが、ベンゼンを流下させ始めると徐々に着色帯は下方へ移動する。出口ロックの脱脂綿が僅かに着色し始めるまでの流出分をアスファルト中の飽和成分とする。

(c) 芳香族成分

飽和成分の終了から、展開剤ベンゼンがなくなるまでに流出した成分を芳香族成分とする。

(d) レジン成分

この成分はカラム保持剤に吸着された成分中、n-ヘプタン、ベンゼンのおののおのの展開剤では脱着されない成分で、これを流出させるために、メタノール 80 ml、ベンゼン 80 ml、メタノール 100 ml の順序に滴下させ、流出する成分をレジン成分とする。

アスファルテン成分を除く飽和成分、芳香族成分、レジン成分は脱溶媒のため濃縮し、恒量になっている 100 ml ピーカーに注ぎ十分風乾させた後、105 ± 2°C の恒温空気浴中で恒量になるまで脱溶媒を行なう。

各成分の計算は、重量より算出した。

3. 結果と考察

表-1 は筆者らが実際に分析した値である。分析試料は、特殊グレードのアスファルトである。この表-1 に有意水準 5% で推定した平均値よりの偏差を示した。

これより、レジン成分を除けば平均値よりの偏差は、±0.8% 以下となっている。すなわち分析精度が高いことを示していると考えて差し支えない。

飽和成分は、一般にバラツキが小さい。これは、この成分にはほとんど極性基が含まれていないと考えられ、それ故にカラム分析を行なっても、カラム中でのロスがほとんど無いものと思われる。

次は表-2 に示した組成のアスファルト 6 種類を表-3

表-1 組成分析値

成分 繰返し	アスファルテン成分 (%)	飽和成分 (%)	芳香族成分 (%)	レジン成分 (%)	回収率 (%)
1	17.38	6.09	45.22	29.30	97.99
2	17.70	5.88	45.10	29.45	98.18
3	17.27	5.81	45.45	30.55	99.08
4	17.01	6.23	44.62	30.43	98.29
平均 値	17.34	6.00	45.09	29.93	98.37
平均値から の偏差	±0.45	±0.31	±0.56	±1.03	±0.76

* 有意水準: $\alpha = 0.05$

表-2 ブレンド材の組成分析値

成分 試料	アスファルテン成分 (%)	飽和成分 (%)	芳香族成分 (%)	レジン成分 (%)	回収率 (%)
a	7.45	7.54	54.39	30.62	99.75
b	10.24	20.54	43.17	26.05	69.80
c	11.14	21.97	44.19	22.70	99.24
d	33.92	20.47	30.83	14.78	99.30
e	12.66	17.26	47.04	23.04	98.04
f	10.41	20.28	42.97	26.34	69.67

(注) ここでレジン成分は、100-(アスファルテン+飽和+芳香族) 成分。回収率は、実測データの合計。

表-3 試料のブレンド比

試料 ブレンド材	A	B	C	D	E
a	50	30	30	30	
b				30	
c				40	
d		20	50		40
e	30	50	20		30
f	20				30
合計 (%)	100	100	100	100	100

のごとにブレンドし、その組成分析の計算値 (calc) と、分析値 (obs) の比較した結果が表-4 である。表-4 での calc と obs との差は、ほとんどの場合、1 から 2% の範囲にあり、表-1 での分母散の中に含まれる。これは表-2 での分析値中の誤差が小さかったことにはならない。

4. 結論

筆者らの現在行なっているアスファルトの組成分析方法について、数回の繰り返し分析を行ない、分析値の平均値より偏偏差を求めた。アスファルテン・飽和・芳香族成分で約 0.5%，レジン成分で、±1.0% のバラツキがあるとみなしてよいと思われる。

その結果村山^⑤、菊地ら^⑥の報告と比較して、

• 繰り返し精度がよい。

• 溶媒の組成が少ない。

• 回収率が良好である。

等の事実も確認され、粘結材としての評価を知る方法として良好であることがわかった。

文 献

1. Traxler, R. N., and Schweyer, K. E., Oil. Gas. J. 52 (19), 158 (1953)
2. Hubbard, R. L., and Stanfield, K. E., Anal. Chem. 20, 460 (1948)
3. O'Donnell, G., Anal. Ghem. 23, 894 (1951)
4. 飯島博 石油誌, 5, (8) 559 (1962) ほか
5. 村山健司 燃協誌, 42, 480 (1963)
6. 菊地栄一ら 石油誌, 4, 850 (1961) ほか

表-4 分析値 (obs) と計算値 (calc) との比較

試料	成分 アスファルテン成 分 (%)	飽和成分 (%)	芳香族成 分 (%)	レジン成分 (%)
A obs. calc.	8.78 9.61	12.56 13.00	48.60 49.90	(79.18)*, 30.06** 27.49
B obs. calc.	14.60 15.35	15.53 14.99	45.34 46.00	(24.10)*, 24.53** 23.66
C obs. calc.	20.75 21.73	16.71 15.95	39.20 41.14	(22.67)*, 23.34** 21.18
D obs. calc.	8.82 9.76	16.85 17.21	46.04 46.95	(28.57)*, 28.29** 26.08
E obs. calc.	19.33 20.49	20.23 19.45	39.62 39.33	(20.65)*, 20.82** 20.73

(注) (*)は分析値, **は 100% - (アスファルテン+飽和+芳香族) 成分である。



イギリスの道路の近況

イギリスでは 1,600万台の自動車があり、これは1971年の4%増に当る。このような交通増加に対処するため、また国道1号線のように15年経過した古い舗装の改修の必要に迫られ、高速道路の建設などが進められている。

左の図はイギリスの道路網の近況である。

(Asphalt Institute, News Letter, 13, No. 3 1973)

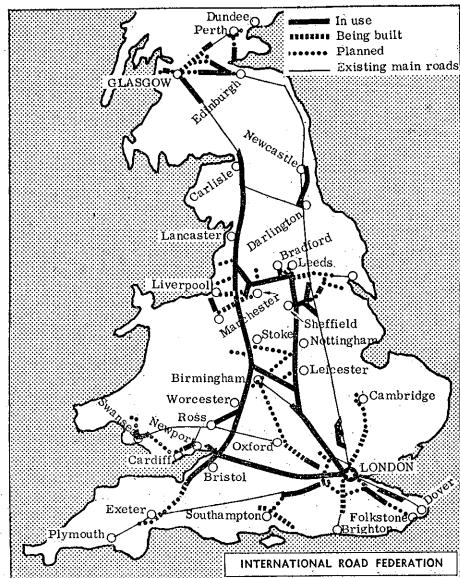
アメリカ・ハイウェイの経費は上昇気味

連邦道路局の発表によると、建設・設計・通行権に対するハイウェイの支出は次のとおりで、1973年は前年度より増加している。

ハイウェイの経費 (10億ドル)

年次	1970	1971	1972	1973
通行権	1,304	1,228	1,162	1,288
設計	1,078	1,070	1,042	1,122
建設	9,186	10,019	9,826	10,179
合計	11,568	12,317	12,030	12,589

(Asphalt Institute, News Letter, 13, No. 1(1973))



(担当 増永 緑)

第3回 アスファルトの粘度

阿 部 順 政*

§ 1. はじめに

アスファルトの性質を問題にする場合、よくレオロジー (rheology) とか、レオロジー的性質という言葉がでてくる。一般にはアスファルトの流动特性を云々するときに使われているようであるが、もともとは、「物質の変形 (defarmation) と流动 (flow) に関する学問」であり、この定義はレオロジーという言葉と共に Bingham によって初めて与えられたといわれている。この定義からわかるように、レオロジーの中には、変形をあつかう弾性学、塑性学、流动をあつかう流体力学、さらに両者をかねそなえた粘弹性学など、物質の力学的性質を体系づけようとする学問が、ほとんど全部含まれているわけである。この中でも特に、粘弹性論はレオロジーの中心的存在であり、狭義のレオロジーと言えば、この粘弹性をあつかう分野をさすことが多い。

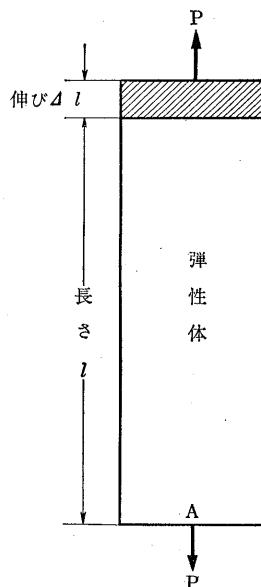
アスファルトは、粘弹性体（弾性体と粘性体の両方の性質を兼ね備えた物質）の代表的材料であるため、粘弹性論からアスファルトの性質を解明しようとする試みも多く、またレオロジーという言葉も本来の意味は別として気軽に使われているのである。

今回は、以上のような学問体系からみても、また、現場でアスファルトを使用する場合においても重要なポイントとなる「粘度」について、基礎的な考察をしようと思う。

§ 2. 粘度とは何か

いま、2種の液体、たとえば水とアスファルト（水飴のような状態をイメージし浮べて欲しい）が、それぞれいっぱい入った2つのバケツを急に傾けた場合を想定してみよう。水の方は瞬間にこぼれて表面はたちまち水平になる。一方、アスファルトの方は、ドロドロとした感じで少しづつこぼれるが、しばらく時間がたてば水と同じく水平面をたもつようになってくる。水の方は簡単に流れ、アスファルトは流れにくい、この流れにくさがすなわち粘性抵抗と言われるものである。この場合、水に

図-1 フックの法則



粘性抵抗がないのではなく、アスファルトの方が粘性抵抗が大きいのである。そして、この粘性抵抗の大きさを示すものが本稿の目的とする「粘度」である。また、この例でアスファルトの方が時間がかかるということにも注目してほしい。粘度と時間（流れる速度）とは密接なつながりがあるからである。

以上述べたことで粘度とはどんなものかという感じはつかめもらえたと思う。次は、この流れにくさを定量的に数値であらわすにはどうすればよいか、ということを考えてみよう。

前に述べたレオロジーにおいて最も基礎となるのは、弾性体におけるフックの法則と、粘性流体におけるニュートンの法則である。そして、粘度は後者によって定義される。道路技術者にとってフックの法則は自明の利であろうが、ニュートンの法則もこれと比較しながら考えるとわかりやすいので、以下簡単に述べることにする。

いま、長さ l 、断面積 A の弾性体を力 P で引張ったと

* 日本大学理工学部 講師

する(図-1)。このときの伸びを Δl とすれば、 Δl の小さいものは、次のような比例関係が成立する。

$$P/A : \Delta l / l = E \dots\dots\dots\dots\dots(1)$$

応力 σ を P/A 、歪 ε を $\Delta l / l$ であらわせば

$$\sigma = E\varepsilon \dots\dots\dots\dots\dots(2)$$

と書ける。これがフックの法則である。ここで比例定数 E はヤング係数(縦弾性係数、ヤング率)といわれ、各物質についてほぼ一定であるため、固体の力学的性質を表現する最も一般的な指標となっているわけである。

一方液体の場合は、固体のように押したり引っ張ったりするわけにはいかない。液体に外力が加われば、その外力をとり去らない限り変形しつづける。つまり流動が起る。したがって、外力に対する変形の大きさで液体を特徴づけることはできない。前の例でいえば、水もアスファルトも時間がたてば、同じ状態になってしまうからである。しかし、水とアスファルトの大きなちがいは変形が終了するまでの時間のかかり方にあった。すなわち変形速度である。次に述べるように、液体の特徴づけは、外力とこの変形速度の関係で表わされるのである。

図-2で2枚の平行板の間に液体が満たされており、下方の板を固定し、上方の板を一定の力 $S(\text{dyne})$ で右方に引っ張る場合を考えよう。2枚の平行板間の距離を一定にし、板と液体が完全にくっついてすべらないとすれば、上の板のそばの液体は板といっしょに動き、下の板のそばの液体は動かないでとまっているから、その間の液体は、図のように、少しづつ動き方がちがうはずである。

液体間には粘性抵抗があるため、上方の板の速度 v (cm/sec)は無制限に大きくなることはなく一定の速度で動き続ける(定常状態といいう)。この速度 v を平行板間の距離 $y(cm)$ でわった値、すなわち単位距離あたりの流速の変化量 $D(1/\text{sec})$ は一般に速度勾配とか、すり速度、セン断速度等の名で呼ばれる、粘度を考える上で重要な量となっている。

$$D = v/y \dots\dots\dots\dots\dots(3)$$

この場合、単位面積あたりの力(すり応力またはセン断応力と呼ばれる)を $\tau(\text{dyne}/\text{cm}^2)$ であらわせば

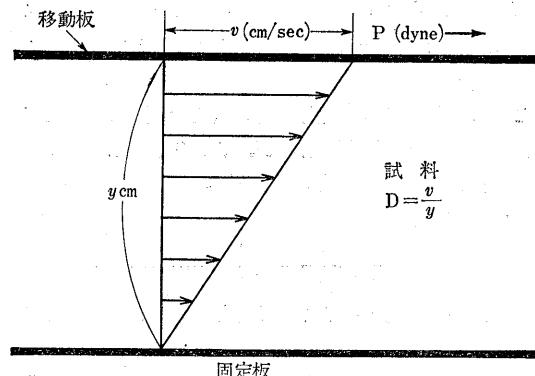
$$\tau = P/A \dots\dots\dots\dots\dots(4)$$

となる。普通の状態の水などでは、この速度勾配 D とすり応力は比例し、次の式で書き表わされる。

$$\tau = \eta D \dots\dots\dots\dots\dots(5)$$

この比例定数 η が粘度と呼ばれているものであり、(5)式で表わされる関係がニュートンの法則である。さらにつけ加えれば、(5)式であらわせる流体はニュートン流体(5)式であらわせない流体は非ニュートン流体と呼ばれている。

図-2 粘性流動



以上のような粘度の定義は多少複雑な感じを受けるかも知れないが、もう一度、最初にあげた水とアスファルトの例にもどって(5)式を考えてみよう。両方のパケットを同じ角度で傾けたとすれば、水とアスファルトにかかる外力(この場合は重力)はほぼ同じであるから、(5)式の左辺は一定であると見なしてよい。パケットを傾けたとき水が早くこぼれ、アスファルトがなかなかこぼれないということは、水の速度勾配 D は大きく、アスファルトのそれは小さいことを意味する。 D と η をかけたものが、水とアスファルトで同じであるから、必然的に水の粘度 η は小さく、アスファルトの粘度は大きいことになる。すなわち、変形後の状態は同じでも、水が早くながれ、アスファルトは流れにくかったという変形中の現象をとらえて、両者のちがいを、それぞれの材料特性である粘度という数量のちがいであらわせたという点に(5)式の大きな意味があるのである。

粘度 η の単位は、粘性抵抗の研究における先駆者—フランスの Poiseuille の名をとり、poise(ボアズ)であらわされている。ここで 1 poise の粘度とは、距離 1cm ($y=1\text{cm}$)についての流速の変化量が 1cm/sec ($v=1\text{cm/sec}$) であるような速度勾配($D=\frac{v}{y}=1\text{cm/sec}$)のときに、単位面積 1cm^2 ($A=1\text{cm}^2$)当りに作用する力が、1 dyne($P=1\text{dyne}$)であるような液体の場合をいう。()内の注は本稿の記号をあてはめたものである。(5)式を書きなおすと

$$\eta = \frac{\tau}{D} = \frac{P}{AD} \dots\dots\dots\dots\dots(6)$$

であるから poise の次元(dimension)を調べると次のようになる。

$$\text{poise} = \frac{\text{dyne}}{(\text{cm}^2)(\text{sec}^{-1})} = \frac{\text{g}}{\text{cm} \cdot \text{sec}} \dots\dots\dots\dots\dots(7)$$

poise の $1/100$ を centi-poise(センチボアズ)といふ。

この poise で書きあらわした粘度がいわゆる絶対粘度 (Absolute Viscosity) といわれるもので、 20°C の水の粘度が、1 centi-poise になることを覚えておくとよい。

これに対し、絶対粘度を密度 ρ (g/cm^3) でわった値を動粘度 (ν で表わす) と呼び、CGS 系では stokes (ストークス) が基本単位となる¹⁾。

stokes の次元は

$$\text{stokes} = \frac{\text{poise}}{\rho/\text{cm}^3} = \frac{\text{cm}^2}{\text{sec}} \quad \dots\dots\dots(8)$$

であり、絶対粘度と同じく $1/100$ を centi-stokes と呼ぶ。

舗装用石油アスファルトの暫定規格²⁾ では、 $\approx 120^{\circ}\text{C}$ 140°C 、 160°C 、 180°C における動粘度を CGS 単位で明示しなければならない³⁾ とされているが、これはアスファルトの動粘度を stokes で表わせということを意味している。

ここで、フックの法則とニュートンの法則をもう一度比較してみよう。(2)式と(5)式を書き並べてみると、両者は全く同じ形をしていることがわかる。

$$\sigma = E\varepsilon \dots\dots(2) \quad \tau = \eta D \dots\dots(5)$$

σ と ε 、 τ と D の間にはいまでもなく図-3a, b のような直線関係が成立し、 E と η はそれぞれの傾きを示している。 σ と τ は外力に抵抗するために、弾性体、粘性流体中に、それぞれ発生した応力であり、 ε と D は外力によっておこされた変形である。そしてさらに E と η は外力による変形を少しでも小さくしようとする物質固有の抵抗係数のようなものである。すなわち一定の外力のもとでは、ヤング率 E が大きければ大きいほど弾性体の歪 ε は小さいように、粘度 η が大きければ大きいほど粘性流体の変形速度 D は小さくなる。逆にいえば、外力がかったとき、歪の小さい弾性体はヤング率が大きく、なかなか流れにくい粘性流体は粘度が大きい材料であるということになる。

以上をまとめると(表-1)、弾性体におけるフックの法則と粘性流体におけるニュートンの法則は非常に似通ったものであり、粘度は弾性体のヤング率に相当するものである³⁾ ということになる。

固体材料では物質定数としてヤング率はなくならないものである。それと同様にアスファルトのような粘性流体では粘度が基本になることは容易にうなづけることと思う。したがって暫定価格で粘度を重視するようになったということは、当然のことながら非常に望ましい方向であろうと思われる。

図-3 弾性変形と粘性流動

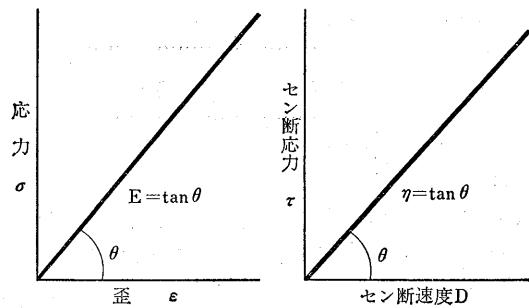
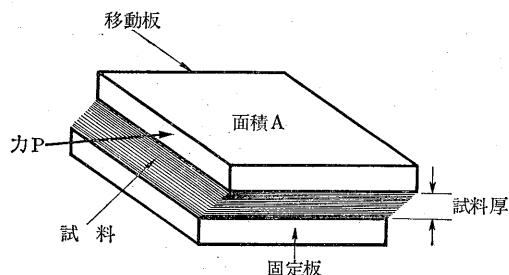


表-1 二つの法則の対応関係

弾性体	粘性流体
フックの法則	ニュートンの法則
$\sigma = E\varepsilon$	$\tau = \eta D$
応力 σ	セン断応力 τ
歪 ε	セン断速度 D
ヤング率 E	粘度 η

図-4 平行板型粘度計



3. 粘度の測定法

液体をとりあつかう者にとって粘度は重要な指標であるため、その測定法は非常に数多く発表されている。しかし、あまり細かいことは興味も薄いと思われる所以、ここでは代表的な型と測定原理を紹介することにとどめよう。

(1) 平行板型粘度計 (sliding plate microviscometer)

これは 1 枚の平行板の間に試料をはさみ、一方を固定し、一方を引っ張ることによって試料にセン断を与える、荷重と変形の速度を測定して粘度を求めようとするもので、前節で述べた粘度の原理そのままの試験法である(図-4)。したがって粘度の計算には(5)式がそのまま使える。図では試料の大きさを拡大して書いてあるが、実際の測定では試料の厚さは $100\mu(0.1\text{mm})$ 以下である。

そのため、試料がきわめて少量ですみ、回収したアスファルトの試験等には好適である。また、セン断力を種

々に変えることができるため、非ニュートン液体(後述)の測定にも便利である。しかし、装置が比較的高価なこと、測定に精密さ(試料の厚さ等)を要することなどから一般にはあまり普及されておらず、主に研究用として重宝されている。興味のある方はこのマイクロビスコメーターに関するシンポジウム³⁾を一読されるとよい。

(2) 回転粘度計

これは、同心二重円筒の間に試料をはさみ外筒または内筒を回転させることにより、試料にせん断力を与えて粘度を測定するものである。ちょうど平行板型粘度計の二板の平行板で二重の筒を作ったようなものである。この種の粘度計で最も基本的なものは、外筒を回転させるクエット(Couette)型の回転粘度計である(図-5)。

この装置では、内筒はスプリングワイヤーでつるされている。いま、外筒を一定速度で回転させると、試料の粘性抵抗のため内筒も回転しようとする。しかし、スプリングのねじれ抵抗があるため、試料の粘性抵抗とスプリングの抵抗がちょうどつり合った位置までしか内筒は回転することができない。したがって、定常状態になったときの内筒の回転角(スプリングのねじれ角)から逆に粘度が計算されることになる。

一方、内筒回転型の代表的なものはストーマー粘度計である。これはに図-6示すように、おもりの落下によって内筒が回転させられる。おもりが一定ならば、内筒の回転速度は試料の粘度によって早くなったり遅くなったりする。したがって、回転速度を測定すれば粘度が求められるわけである。

以上の2種は二重円筒による測定法であるが、アスファルト関係では最もボビュラーなものとして単一円筒を回転させるブルックフィールド粘度計(通常B型粘度計と呼ばれる)がある。これは図-7に示すように円筒(または円板)を回転させるのであるが、この場合、一定速度の回転を与えるモーターと円筒との間に適当なスプリングを入れてある。したがって、試料の粘性抵抗を受ける円筒はモーターと一緒に回転できず、ある角度、すなわち、スプリングのねじれによる抵抗と粘性抵抗がつりあう角度だけおくれて回転するようになる。このねじれ角で測定すれば試料の粘度がわかるという原理である。この粘度計はとりあつかいが比較的簡単で、回転速度や円筒を変えることにより、広範囲の粘度を測定することができる所以、アスファルト関係ではほとんどの研究所で使われているようである。

(3) 細管型粘度計

最初に水とアスファルトの例で説明したように、液体の流れ方は粘度によって異なる。したがって液体の流れる速さを測定することによって、逆に粘度を推定するこ

図-5 回転粘度計(外筒回転)

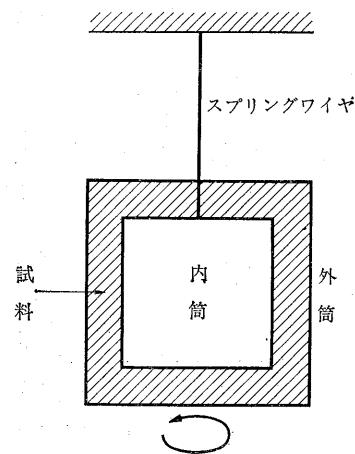


図-6 回転粘度計(内筒回転)

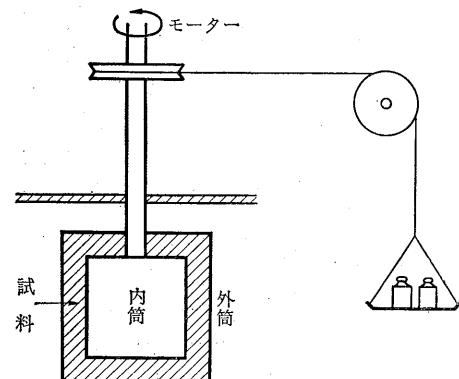
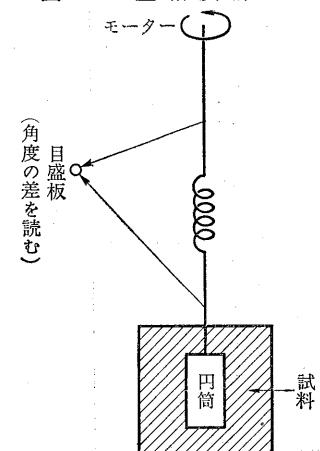


図-7 B型粘度計



とができるわけである。この原理に基づいて毛細管を利用した粘度計が古くから工夫されてきた。ここではASTM(American Society for Testing and Materials)の基準でアスファルトの絶対粘度測定法の項¹⁾にあげら

れているキャノン・マニーニング粘度計 (Connon-Manning Vacuum Viscometer) を例に紹介することにする。

図-8 でまず試料を管IのAの線まで入れる。次に管IIを真空装置 (水銀柱30cm程度) につなぎ、バルブを開ける。すると管Iと管IIの間には圧力差が生じるため、試料は少しずつ管IIを昇っていく。測定はB線からC線まで、またはC線からD線まで試料が通過する時間t(秒)をはかるだけである。換算係数は粘度計のサイズ (11種類ある) に応じて定めてあり (表-2)，絶対粘度 η (poise) は次の式で簡単に求められる。

$$\eta = Kt \quad \dots \dots \dots (9)$$

時間tがあまり短いと測定に大きな誤差が入るため、60秒以上になるようにサイズを選定することになっている。なお試験中の温度は $135 \pm 5.5^{\circ}\text{C}$ である。

(4) 流出型粘度計

この型の粘度計の原理は毛細管型と同じで細管を試料が流出する時間を測定して粘度を求めようとするものである。したがって、毛細管型と同じ系列に入れられる場合も多いが、あえてここで別にとりあげたのは、わが国のアスファルト舗装要綱で粘度測定法として紹介されているのは、この型のセイボルトフロール粘度計だからである。

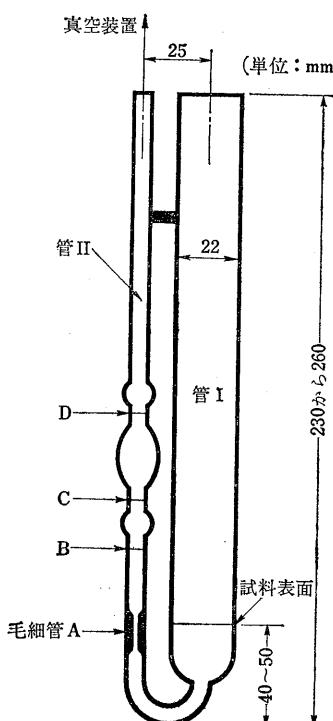
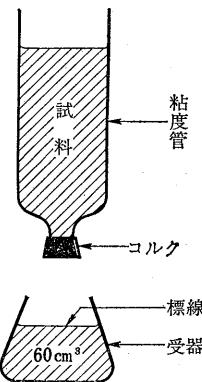


図-8 Canon Manning 粘度計

表-2 換算係数 K

粘度計 番号	換算係数 K		粘度範囲 (ポアーズ)	
	B ~ C	C ~ D		
4	0.002	0.0006	0.036	to 0.8
5	0.006	0.002	0.12	to 2.4
6	0.02	0.006	0.36	to 8
7	0.06	0.02	1.2	to 24
8	0.2	0.06	3.6	to 80
9	0.6	0.2	12	to 240
10	2.0	0.6	36	to 800
11	6.0	2.0	120	to 2,400
12	20.0	6.0	360	to 8,000
13	60.0	20.0	1,200	to 24,000
14	200.0	60.0	3,600	to 80,000

図-9 セイボルトフロール粘度計



この方法は、まず図-9 で粘度管の上部まで試料を満たし、試験温度まで待つ。所定の試験温度になったら、コルクを引きぬき試料を受器に流し込む。受器には、試料が 60cm^3 流出したとき達する標線が入れてあり、コルクを開いてから、この標線に試料が来るまでの時間を秒で読む。普通はこの流出秒数をもってセイボルトフロール度と呼び、動粘度の高低をあらわす指標としている。たとえば、流出時間が10秒ならば10セイボルトフロール度とするわけである。しかし、これまで動粘度とセイボルトフロール度の間の関係は数多く実験されてほぼわかっており、アスファルト舗装要綱では次のような簡単な換算式を示している。

$$\text{動粘度 (センチストークス)} = 2.12 \times (\text{セイボルトフロール度}) \quad \dots \dots \dots (10)$$

この測定法は非常に簡単であり精密さを要しないため、わが国でも広く使われているが、それだけに、測定値にはかなり誤差が入る。アスファルトの品質がとかく議論の対象にされている折から、粘度測定法も再検討の必要があるようと思われる。

以上に述べた4種の他にも、液体中に球を落下させ、その落不速度から粘度を定める落球粘度計や、試料中で振動片を振動させ、そのとき受ける粘性抵抗を測定して粘度を求める振動片粘度計など、種類は数多くあるが、アスファルト関係では、上述の4種が代表的なものである。これまで説明したように測定原理はいずれも簡単であるが、いざ実際に粘度を測定してみるといろいろとむずかしい問題がおきてくる。たとえば、粘度の定義に一番近いマイクロビスコメーターでは、「試料の厚さが一定にならない」、「定常状態になっているとはかぎらない」、「平行に引っ張られているのか」等、本当の粘度が得られたのかどうか疑問の点がある。そして、アスファルトの場合さらに問題になるのは、温度によって粘度が大きく変ること、したがって粘度計の温度管理には充分注意しなければならないことである。従来のアスファルト舗装要綱では、「粘度温度関係を付記することが望ましい」とだけ備考欄に記され、粘度の規格が特に設けられていなかつたのは、この測定のむずかしさも大きな原因であったと思われる。

4. アスファルトの粘度

アスファルトが液体であることは、高温の場合を考えれば誰も疑間に思う人はないであろうが、低温でのアスファルトを考えると、首をかしげる人が多いかも知れない。アスファルトが低温で固体状を示すのは、粘度が高くて流動にくくなつたからであり、水が氷になるような変化とは本質的に異なる。しかし、全然変化がないのかというとそうではなく流動のしかたが変っている場合が多い。この辺にまたアスファルトの粘度を求めるむずかしさがあるのであるが、以下、レオロジー的に考察してみよう。

図-10に示したのはレオロジーダイヤグラムと呼ばれるもので、種々の流動特性を調べるときによく使われる図である。図の縦軸はセン断速度D、横軸は τ でちょうど図-3(b)の縦軸と横軸を逆にした形である。したがって、ニュートン流動を示すA直線は(5)式から

$$D = \frac{1}{\eta} \cdot \tau \dots \dots \dots (11)$$

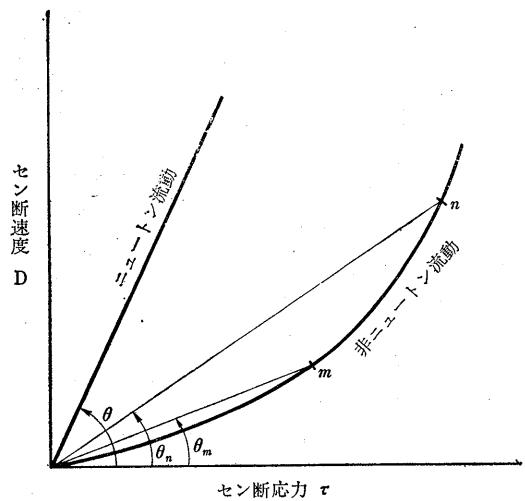
$$\tan \theta = \frac{1}{\eta} \dots \dots \dots (12)$$

となり、粘度の逆数が直線の傾きを示すことになる。

一方、非ニュートン流動は一般に曲線Bであらわされる。この曲線Bではもはや粘度は一定に定まらない。たとえば、(12)式にしたがって粘度を求めようとするとm点

では、 $\eta_m = \frac{1}{\tan \theta_m}$ 、n点では $\eta_n = \frac{1}{\tan \theta_n}$ となり、 θ_m と θ_n が異なるから η_m と η_n も当然異なる。すなわち、セン断応力（またはセン断速度）の大きさによって粘度

図-10 レオロジーダイヤグラム



が異なるのである。ニュートン流動を示す液体ではレオロジー的性質を粘度 η で一義的にあらわすことができるるので簡単であるが、非ニュートン流体ではかなり複雑になる。なお、 η_m や η_n は厳密な意味での粘度ではないということ、見かけ粘度(apparent viscosity)と呼ばれている。

さて、アスファルトの場合はこのどちらの流動型に属するであろうか。前回、化学組成の項でアスファルトがゾル型(ニュートン流動)、ゲル型(非ニュートン流動)、ゾルゲルの3型種に分類され、ストレートアスファルトは一般にゾルゲル型に属することを述べた。すなわち、通常の道路舗装に使用されるアスファルトは、ニュートン流動を示す場合もあれば、非ニュートン流動を示す場合もあるわけである。具体的に言えば、高温でニュートン流動を示すものでも、低温になると非ニュートン流動を示し、セン断応力の小さい範囲ではニュートン流動を示しても、セン断応力を大きくすると非ニュートン流動になる場合があるということである。したがって、あるアスファルトが温度や応力をぬきにしてニュートン流動であるとか、ないとかきめてしまうのは問題がある。

またこのことは、温度や応力によってアスファルトの内部構造が変化することを暗示しているとも言える。

非ニュートン流動の場合でも、セン断応力やセン断速度のあまり広い範囲をとらなければ、(5)式に準じた形で

$$\tau = k D^c \dots \dots \dots (13)$$

と書ける場合が多い。この式で $C=1$ の場合がニュートン流動に相当し、 $k=\eta$ となる。 $C \neq 1$ の場合が非ニュートン流動で、Cの値が1から離れば離れるほどニュートン流動からはずれることになる。すなわち、Cはニ

ニュートン流動からのずれの度合を示す指標であり、複合流動度 (degree of complex flow) と呼ばれている。

(8)式で両辺の対数をとると

$$\log \tau = \log k + C \log D \dots \dots \dots \text{(14)}$$

となるから、両対数紙で D を τ に対してプロットすれば直線が得られ、その傾きが C を与えることになる。市販のアスファルトで $0.95 \sim 0.3$ の値を持つと言われている⁵⁾。

非ニュートン流動の場合、粘度が定まらないというのを取りあつかい上、何といっても不便である。そこでアスファルトの場合、Traxler⁶⁾ らの実験をもとに、エネルギーが一定 ($10^3 \text{ erg/sec/cm}^3$) の点を便宜的によく使用する。すなわち $\tau \cdot D = 10^3$ のところで τ/D を求め、これを見かけ粘度値とするわけである。何を基準に算出するかによって、見かけ粘度が異なるのはいうまでもない。

4. アスファルトの粘度温度関係

アスファルトの粘度は、これまでたびたび述べたように温度によって著しく変化する。たとえば、アスファルト舗装の表面温度は 60°C から -10°C の範囲にあると言っているが、これをアスファルトの粘度でみると、前者は 10^3 ポアーズ程度、後者は 10^{10} ポアーズ程度になるから俗にいいうけたちがいみの変化になるわけである。アスファルト舗装の強度特性はこのアスファルトの粘度によって決定的と言えるほどの影響を受けるため、道路技術者にとってアスファルトの粘度と温度の関係は

図-12 粘度温度関係 (R. R. L.)

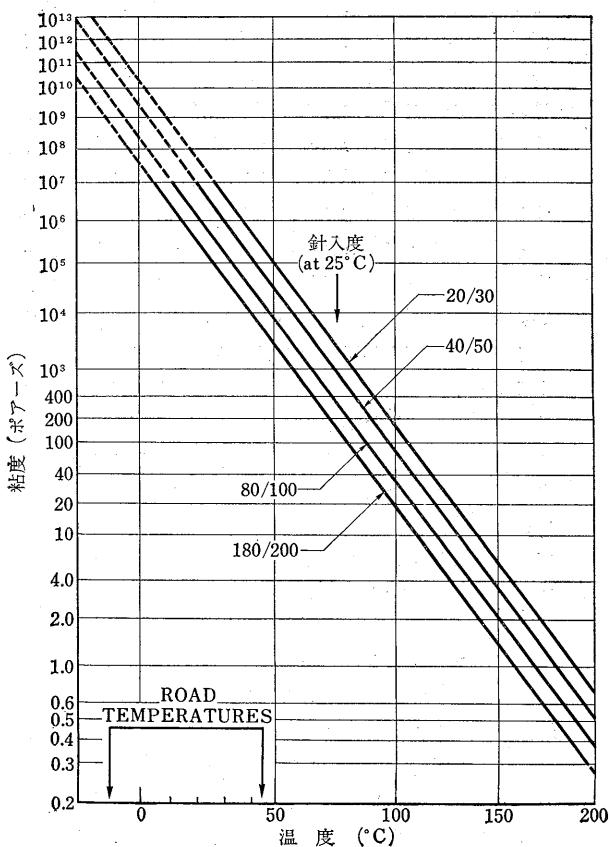


図-13 アスファルトの粘度温度関係(ASTM)

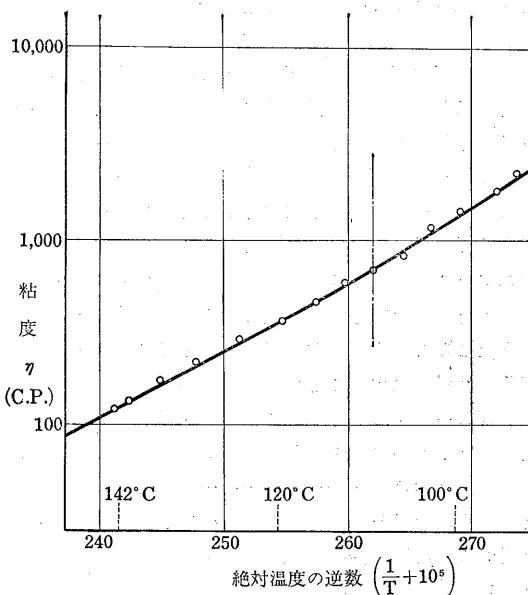
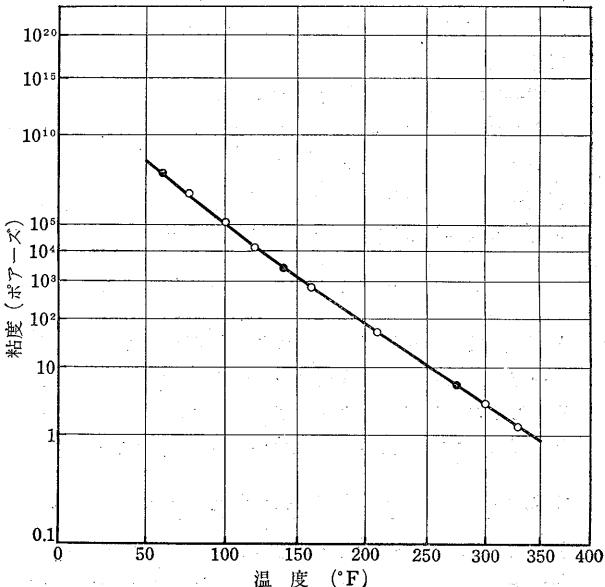


図-11 Andrade の式の検討

常に注意すべき重要問題であると言えよう。

アスファルトのような高分子材料の粘度温度関係を数式で表わそうとする試みは古くから行なわれてきた。

最も有名なのは Andrade の式である。これは、粘度 η と絶対温度 T を、次の関係式で示そうとするものである。

$$\eta = Ae^{\frac{B}{T}} \quad (A, B \text{ は液体固有の定数}) \cdots (5)$$

両辺の対数をとると

$$\ln \eta = \ln A + \frac{B}{T} \quad \cdots \cdots \cdots (6)$$

となるから $\ln \eta$ と $\frac{1}{T}$ を両軸にとれば直線関係が得られる

はずである。図-11に筆者らがB型回転粘度計を使用してこの式を検討した結果を示した。点線で多少折れ曲っているようではあるが、ほぼ直線であらわされている。しかし、この実験は、比較的狭い温度範囲のものでありもっと広い範囲にわたってすべての液体を近似できる式は、現在のところまだ見い出されていないようである。

イギリスやアメリカでは、アスファルトの粘度温度関係を図示して使用者の便宜をはかっている。図-12、図-13に Road Research Lab.⁷⁾ と ASTM standard⁸⁾ の例を示した。図-13は華氏 ($^{\circ}\text{F}$) で示してあるので見にくいかも知れないが、筆者の試算によれば、図-13の直線は図-12の針入度 80/100 の直線とほぼ一致している。

5. あとがき

今回はアスファルトのレオロジー的性質を考察する場合に最も基本となる粘度について述べた。多少、うんざ

りした方もあるかと思うが、基礎の原理を知っておくということは工学にたずさわる者にとって最も強力な武器になると筆者は考えている。しばらく、がまんして読んでいただきたい。

なお、規格試験の中の針入度試験、軟化点試験も一種の粘度試験であることを加えておく。これらについてはいずれ稿を改めて述べてみたい。

参考文献

- 1) "1971 Annual Book of ASTM Standards," D 2171 Standard Method of Test for Absolute of Asphalt
- 2) "舗装に関する技術基準の取り扱いについて" 舗装委員会 藤井治芳, 道路 1973-3
- 3) "Symposium on Microviscometry" ASTM Special Technical Publication No. 309 (1961)
- 4) "アスファルト舗装要綱" 付録4-4 石油アスファルトのセイボルトフロール度試験方法
- 5) "アスファルト舗装用材料" 昆布谷竹郎 舗装 Vol. 5, No. 10, 1970
- 6) Romberg, Traxler, Journal of Colloid Science 2, 33 (1947)
- 7) Bituminous Materials in Road Construction, R. R. L. P. 102 (Derived from data Supplied by the Shell International Petroleum Co. Ltd.)
- 8) ASTM Standards, D 2493 "Viscosity-Temperature Charts for Asphalts"



学会開催報告・その1

土木学会

第28回年次学術講演会

昭和48年10月1日～3日

1. はじめに

昭和48年10月1日～3日にかけ、北海道大学において第28回土木学会年次学術講演会が開催された。この中にはアスファルトに関する論文が毎年20編前後発表されているが、アスファルトの読者諸氏にはこの事実を知らない人が多かったのではないかろうか。本稿は、土木学会の概要と今回の発表論文を紹介するとともに、土木学会への積極的参加を呼びかけるものである。

2. 土木学会の概要

土木学会は、現在会員数約2万8千人で、全国に7つの支部を持っている。支部の名称と所在地は次の通りであるが、年次学術講演会は毎年秋に開かれ、これらの支部が順番に会場を受けもつことになっている。

本部：東京都新宿区四谷1丁目（電 03-351-5138）

北海道支部：札幌市中央区南1条西2丁目

長銀ビル5階（電011-251-7038, 261-7742）

東北支部：仙台市二日町18-25 丸七ビル3階

（電 0222-22-8509）

関東支部：東京都新宿区四谷1丁目・土木学会総務課内（電 03-351-4133）

中部支部：名古屋市中区栄2丁目17番22号 科学館内
中央科学技術センター（電052-231-3043）

関西支部：大阪市東区船場中央2丁目2番地・船場中央
センタービル4号館409号
（電 06-271-6686）

中国四国支部：広島市基町10番3号・自治会館内
（電 0822-21-2666）

西部支部：神岡市中央区薬院2丁目14番21号
（電 092-78-3716）

- また学術講演会は次の5つの部門にわけられる。
- 第I部門（応用力学・構造力学・構造工学・橋梁一般・鋼橋など）
 - 第II部門（水理学・水文学・河川工学・港湾工学・海岸工学・発電水力・衛生工学など）
 - 第III部門（土質工学・基礎工学・岩盤力学など）
 - 第IV部門（道路工学・鉄道工学・交通計画・都市計画・地域計画・測量など）
 - 第V部門（土木材料・土木施工法・コンクリートおよび鉄筋コンクリートなど）
- 今回の発表論文数は、I部 263編、II部 281編、III部 191編、IV部 167編、V部 161編であった。
- アスファルト関係の論文は主としてV部の土木材料で発表される。学会という性質上、大学関係の研究者が多いが、一般からの参加も自由である。常連とでもいべきメンバーは次のとおりである。（最近3年間に主にアスファルト関係で、2編以上の論文を発表している者、順不同）
- 東京工業大学（渡辺隆、渡辺輝彦）
 - 北海道大学（菅原照雄、森吉昭博、笠原篤、上島壯、高橋将）
 - 大阪市大（三瀬貞、山田優）
 - 大阪産業大（萩野正嗣）
 - 山口大（吉本彰）
 - 室蘭工大（新田登）
 - 中央大学（茨木龍雄）
 - 日本大学（三浦裕二、阿部頼政）
 - 大林道路（高橋哲躬）
 - 東亜道路（鳥居敏彦、笠原靖、植村正）
 - 鹿島建設（重松和男、檜原健）
- ### 3. アスファルト材料に関する発表論文
- 今回V部のアスファルト材料で提出された論文は16編であった。この中から読者の興味をひきそうな論文を選んで次に紹介する。
- #### アスファルト混合物の粘弹性特性について（その1）
- その動的特性に関する2・3の考察—
 - 渡辺隆、渡辺輝彦、小坂寛巳（東工大）
 - 内藤誠二郎（大成建設）
- アスファルト混合物を粘弹性体としてとらえ、これを縦振動試験から調べようとしたものである。材料としては、フィラー（炭酸カルシウム）と単粒の砂（0.3～0.6mm, 0.6～1.2mm）の簡単な配合を用いている。供試体は直径5cm、高さ10cmの円筒形のもので、試験温度は

10, 20, 30, 40, 50, 60°C の 6 点、試験周波数は 500~5,000Hz の範囲で実験を行なっている。そして、以上の試験結果から、骨材充填率（供試体の体積中、骨材部分が何%あるかを示すもの）、周波数、複素弾性率の 3 者の間に成立する実験式を提案している。すなわち図-1 はこのうち、複素弾性率 $|E^*|$ と骨材充填率 P (%) の関係を示したものであるが、各温度で、直線関係があることから、次の式が成立することになる。

$$|E^*| = \alpha(P - \beta) \dots\dots\dots\dots(1) \quad (\alpha \text{は傾き})$$

さらに α と周波数 f 、 $|E^*|$ と f の間に両対数紙上の直線的な関係があることから、結局次の式が成立することを示している。

$$|E^*| = C_2 f^{\frac{1}{2}} (P - \beta) \dots\dots\dots\dots(2)$$

これは、複素弾性率が周波数と骨材充填率に影響され、しかもこれらが独立に作用していることを示している。また β は、図-1 が直線が一点に会する骨材充填率であるが、これが水中および油中での骨材充填率に一致することは非常に興味深い。

アスファルト混合物の動的応答に関する研究(第3報)

笠原篤、菅原照雄(北大)

発表者らはここ数年、アスファルト混合物の動的性質を研究しているが、土木学会でこれが第3報になる。今回は、アスファルト混合物の動的応答に影響を与えると思われる因子をとりあげ、分散分析を行なった結果と、繰り返し載荷について述べている。実験は、骨材の表面性状 3 種、バインダー量 3 種、温度 3 種、周波数 6 種を実験計画法 L₂₇ のわりつけによって行ない、温度、載荷時間、バインダー量、表面性状それぞれの寄与率を複素弾性率、損失正接に対して求めている。その結果、温度と載荷時間の影響がきわめて大きいと結論している。

繰り返し載荷については、引張歪が 6.0×10^{-4} となるよう正弦的に変化するひずみ波形(10Hz)を用いて繰り

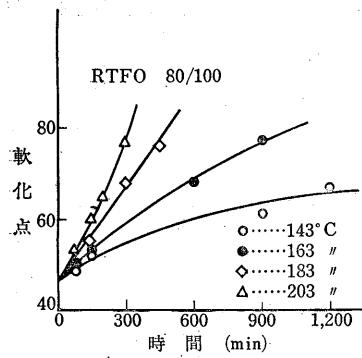
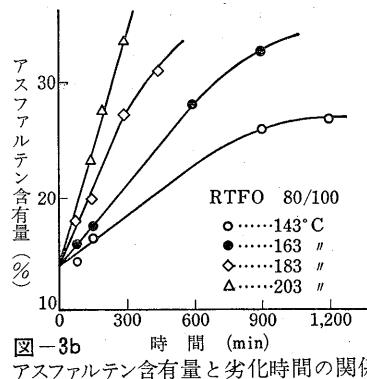


図-3a 軟化点と劣化時間の関係



Vol. 16 N. 94

図-1 $|E^*|$ と P の関係

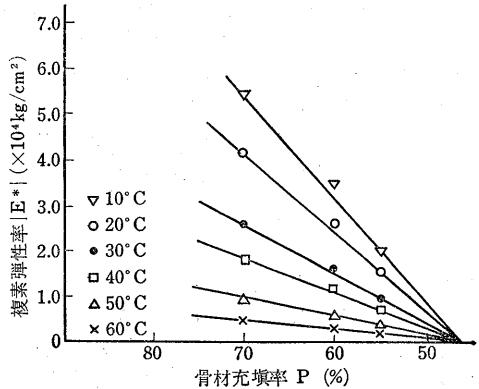
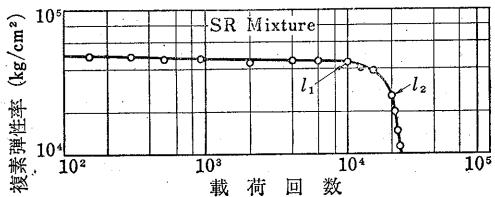


図-2 複素弾性率と載荷回数の関係



返し載荷を行ない、図-2 のような結果を得ている。この図によると、載荷回数が 10^4 回付近から、急に複素弾性率が低下はじめめる。これは温度、バインダー量を変えてても共通した現象であり、正弦波形のみだれから推定しても、2直線 l_1 , l_2 の交点を疲労破壊回数とすることができるのではないかと推論している。現在アスファルト舗装要綱では 5 トン輪荷重が 100 万回通過できるように設計しているが、今後実験を重ねて、要綱との関連が明かになればおもしろいし、わが国ではこのような基礎的データが少ないので、今後の研究に期待したい。

ホットストレージによるアスファルトの老化の研究(4)

—薄膜加熱試験によるアスファルトの熱劣化機構—

笠原靖、雑賀義夫(東亜道路)

アスファルトを加熱したまま貯蔵しようとする試みはいろいろなされているが、その場合、アスファルトが長い時間高温に保たれることにより老化が大きな問題となる。発表者らは、この老化について一連の論文を発表してきたが今回、薄膜加熱試験(TFOT)、及びそれに改良を加えた回転式薄膜加熱試験(RTFOT)を用いて

物性および組成の変化を調べ劣化反応の見かけの活性化エネルギーを検討した結果を報告している。図-3(a), (b)は、その実験結果の一例であるが、軟化点が時間と共に高くなり、それは(b)のアスファルテンの増加の傾向と一致していることから、アスファルテンの増加が直接軟化点の増加に寄与していると推論している。また劣化性状ごとに見かけの活性化エネルギーを計算しているが、ほぼ10~13Kcal/molの値を得ている。

湿潤時作業可能な舗装補修材料について

阿部頼政(日大), 萩原浩(建設省)

これは、当アスファルト協会内、アスファルト舗装技術委員会の補修材料分科会での研究概要を報告したものである。東北・北陸のような積雪寒冷地における道路の舗装は冬期の寒冷かつ湿潤な処態のもとにタイヤチューングやスパイクタイヤで激しくたたかれるため、ひとたびポットホールが発生すると急速に拡大してしまう。

これを補修しても一週間たらずでまた飛散する。このような条件でも有効かつ実用的な補修材料をアスファルト協会は研究してきたが、今回は、バインダー2種、骨材粒度3種、フィラー配合3種を組みあわせて7種の材料をつくり、これを実際に国道でパッチングして調べた結果を報告している。研究の成果として、材料のうちで耐久性を左右するのはバインダーの種類が第一で、次にフィラーの配合(炭酸カルシウム3:消石灰7が最適)骨材粒度の順で耐久性に影響すること、および上記7種の材料の中でパッチング後30日以上持つと思われる良い材料が開発されたことがあげられている。

以上4つの論文を紹介したが、その他の論文は紙面の都合もあり、題名と発表者氏名のみにとどめる。なお、IV部の舗装関係において発表されたものもあげておく。
○アスファルト混合物の緩和弾性率の時間依存性について

渡辺隆、渡辺暉彦(東工大)

○アスファルト混合物の力学的性状におけるバインダーの影響

森吉昭博(北大), 堀尾哲一郎(丸善石油)

○繊維を添加したアスファルトの性質について

三瀬貞、山田優(大阪市大), 徳本行信(大阪市)

○薄層舗装用材料に必要な力学的性状について

三瀬貞、山田優、真嶋光保(大阪市大)

○アスファルト混合物の透気性に関する研究

河島克美、高橋将、菅原照雄(北大)

○アスファルト三軸試験用供試体の成形方法について

吉本彰(山口大), 萩野正嗣(大阪産業大)

川上正史(鴻池組)

○アスファルトコンクリートの一軸圧縮特性について

上島壯(北大), 笹木国春(三井建設)

菅原照雄(北大)

○アスファルト混合物の構造性と圧縮性状について

山崎泰三郎、森吉満助(徳島大)

○アスファルト混合物の室内締固め法に関する一考察

高橋哲躬(大林道路), 新田登(室蘭工大)

○ローラコンパクタに関する2, 3の実験

新田登(室蘭工大)

○供用中におけるアスファルト舗装の老化について

—アスファルトの老化に及ぼす路面からの深さの影響—

笠原靖、植村正、鳥居敏彦(東亜道路)

○湿潤時作業可能な舗装補修材料について

阿部頼政(日大), 萩原浩(建設省)

○道路用スラグに関する実験的研究

出光隆、岡林巧、十河茂行(九州工大)

○圧裂マーシャル型くりかえし試験の特性について

星埜和(中大), 横本歳勝(千葉工大)

○アスファルト混合物の曲げに関する研究

星野出雲(大成道路)

星野佳久、栗谷川裕造(日大)

〔阿部頼政 記〕

学会開催報告・その2

石油学会

創立15周年記念大会

昭和48年9月19日～24日

1. はじめに

石油学会は創立15周年記念行事の一環として、昭和48年9月19日（水）から24日（月）まで札幌市を中心に北海道大会が開催された。大会の内容は函館地区見学会、研究発表会、記念講演会、懇親会、座談会、見学会（道南、道東）などがあったが、「寒地舗装について」と題する座談会が22日（土）9:30～12:00にムトウビル（札幌市北区北11条西4丁目）6階で行なわれたので、その概要を報告する。

2. 座談会の参加者

座談会の参加者は次のとおりである。

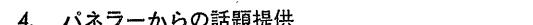
座長	菅原 照雄（北海道大学）
パネラー	久保 宏（北海道開発局）
"	飯島 博（三菱石油）
"	茂田井洋一（日本石油）
"	堀尾哲一郎（丸善石油）
他に	参加者多数

3. 座長の挨拶

はじめに、座長からメンバーの紹介があり、つづいて座談会のねらいについて概ね次のような挨拶があった。

石油をとりまく内外の情勢は複雑さを増し、アスファルト舗装の重要な構成要素であるアスファルトについても、需給関係および品質とともに予断を許さない段階に来ていると思われる。特に、条件の苛酷な寒地における舗装については重大な問題である。今迄にも、寒地舗装については何回か検討されてきたが、このような状況のもとで、もう一度見直したい。

パネラーにはそれぞれの専門分野から話題を提供してもらうがフロアーからも積極的に討議して欲しい。



4. パネラーからの話題提供

4名のパネラーから「最近のアスファルト事情」、「寒冷地舗装の技術的変遷」、「寒地舗装の特殊性の抽出」、「特殊アスファルトについて」と題する話題の提供があった。その要旨はつぎのとおりである。

4.1 最近のアスファルト事情（茂田井洋一）

石油業界の現状：アスファルトの原料となる石油はその99%以上を輸入しており、その大半を政情不安定な中東に依存している。したがって、備蓄が重要であり、その方向で作業が行なわれている。一方、環境保全の立場から低硫黄原油の割合が増している。

アスファルト製造：ストレートアスファルトは減圧蒸留装置の残渣油として得られる。比較的硫黄分の多い原油の方がアスファルトを製造しやすい。

アスファルトの需給：昭和47年度の需要量は約480万トンであり、対原油約2%に当る。また、需要の伸びは道路投資額の伸びとほぼ同じである。

アスファルトの生産地と需要地の分布：両者の分布には大きな相違が見られ、需要の増大に対応した流動面の整備が必要である。

アスファルトの輸送について：需要の季節変動が大きい、配送の時間規定が厳しい、天候に左右されるなど多くの問題点を含んでいる。

特殊アスファルト：ゴムアスファルト、樹脂アスファルト、触媒アスファルトなどが市販されている。

硫黄と舗装：燃料の低硫黄化対策等による過剰硫黄の用途として、サルファーマカダムやサーモペーブなどがある。

4.2 寒冷地舗装の技術的変遷（久保宏）

舗装構造：舗装工程の選択は凍結深さとの関係からコンクリート舗装より、アスファルト舗装の方が有利である。置換厚さは過去のデータから凍結深さの約80%となっている。基層および路盤はアスファルトマカダムからセメント安定処理を経てアスファルト安定処理になっている。表層および摩耗層は耐摩耗性の点に主眼が置かれているが平担性などの関係でアスファルトモルタル、細粒式アスファルトコンクリートを経て密粒式アスファルトコンクリートになっている。すべり止めには混合式と散布式が用いられている。

舗装材料の規格：路盤材料としては非凍上材性料という観点から火山灰、砂、砂利、碎石が用いられる。アスファルトは感温比の小さいものが求められるが規格を簡

素化するため暫定規格をそのまま採用し、フラーク脆化点などは参考値とした。表層用アスファルト混合物にはすりへり抵抗性、安定性、すべり抵抗などを規定している。

将来の舗装：特殊路盤として断熱工法、産業廃棄物の利用などが考えられる。一方、良質骨材の不足を特殊アスファルトでカバーすることになる。

4.3 寒地舗装の特殊性について（堀尾哲一郎）

寒地の定義：定義を明確にして、通常の舗装と区別すべきであろう。

舗装材料の脆化：合材の脆化はアスファルトの脆化に起因するので、脆化点の低いアスファルトが用いられるべきであろう。同時に高温安定性（波、ワダチなど）耐すべり性も求められる。

タイヤチエーンによる表層摩損：ラベリング試験により評価される。因子としては合材の種類、アスファルトの種類と含有量、砂の種類などがあげられる。これらとの関係はフィラーピチューメンの概念から、明らかに出来る。良質の砂の確保がむずかしくなってきてるので特殊アスファルトの使用が増々必要となろう。

路盤工の凍上：寒地の典型的現象の一つである。春先の路盤の支持力の減少と関係する。水分と温度が問題となるので、断熱工法やフルデプス構造が有効であろう。フルデプス構造は、この他に使用骨材の節約、低品位骨材の使用、工期の短縮など寒地において求められている条件を満足するので、検討の余地がある。

舗装表面の氷結：融雪、防氷対策はいろいろ実施されており、かなり効果をあげているが経済性や塩害などの問題が残されている。

4.4 特殊アスファルトについて（飯島博）

寒地舗装の問題点をバインダー面から解決しようとするのが特殊アスファルトである。わが国で使用されている特殊アスファルトはゴム入りアスファルト、樹脂入りアスファルト、触媒アスファルトに大別される。

ゴム入りアスファルト：アスファルトに各種のゴムを混入したもので、プレミックスタイプとプラントミック

スタイルとに大別される。特徴としては(1)感温比が小さい。(2)軟化点が高く、粘度が高い。(3)伸度が大きい。(4)タフネス、テナシティーが増し、骨材の把握力が増大する、などがあげられる。

樹脂入りアスファルト：合成樹脂をアスファルトに添加したもので、ねらいはゴム入りアスファルトと同様である。

触媒アスファルト：原料アスファルトに少量の触媒を添加して空気中の酸素と化学反応させて得られるものである。特徴は(1)感温比が小さく、弹性に富んでいる。(2)軟化点が高く、粘度が大きい。(3)脆化点が著しく低い。(4)熱安定性、耐候性に優れている、などである。

特殊アスファルトはあくまでも苛酷な条件の場合に使用されるべきものであり、一般にはストレートアスファルトをベースに考えなければならない。

5. パネルディスカッション

以上の話題に関してパネラー間で討議が行なわれた。特に寒冷地のフルデプス舗装、凍上防止策、外國の寒地舗装技術、断熱工法などの新技術開発、特殊アスファルトの意義、サルファー舗装、規格問題、などが討議された。

寒冷地のフルデプス舗装については、北大と開発局とが、共同で検討中のことであり、その結果が注目される。

6. フロアーディスカッション

開発局の笠井氏から寒冷地用アスファルトの規格、品質のバラツキ、今後の動向などに關し貴重なご発言があった。

シエル石油の牛尾氏からはサルファー舗装と関連してサーモペーブに関する開発の経過、特徴、施工法、実績などについて詳しい説明があった。

時間の関係が、フロアーディスカッションが十分行なえなかつたのは残念であった。

〔堀尾哲一郎 記〕

路面処理・試験施工

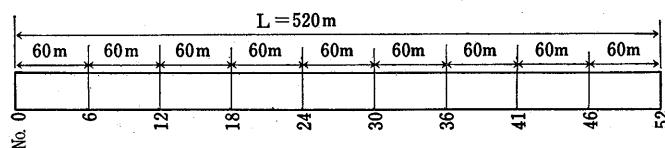
〈浸透式ストレートアスファルト〉

工事箇所：千葉県道加茂～長南線

延長 520m 巾員3.6～7.0m



工種は路盤工3種、表層工種6種あり、それらの組合せにより、9種の舗装断面に構成されたもので、工区割と舗装構成以下のとおり。



表層工種 (厚さ)	浸透式 アスファルト 乳 2 cm	浸透式 カットバック アスファルト 2 cm	浸透式 ストレート アスファルト cm	浸透式 アスファルト 乳 2 cm	浸透式 カットバック アスファルト 2 cm	浸透式 ストレート アスファルト 2 cm	常温混合 アスファルト 乳 3 cm	常温混合 カットバック アスファルト 乳 3 cm	アーマー コート 2層式
路盤工種 (厚さ)	切込	碎石	石灰安定処理	10 cm	路アス	上アス	混合乳 7 cm		

アスファルトに関する文献レビュー〔1972年版〕

Bitumen Teere Asphalte Peche

- Jan. 5p. Kationische Bitumenemulsionen im Straßenbau
道路用カチオン系アスファルト乳剤
- " 14p. Erfahrungen mit Bituminösen Bauwerksabdichtungen in der Schweiz
スイスにおけるアスファルト系建築防水シールの経験
- Feb. 55p. Mechanisches Verhalten von bituminösen Bahnabdichtungssystemen
アスファルト系メンブレン防水における機械的挙動
- März 111p. Die Prüfung der Verformung bituminöser Mischungen unter dynamischer Lasteinwirkung
動的荷重下におけるアスファルト混合物の変形試験
- " 130p. Oxydationsverzögerung und Alterungsschutz bei Bitumen
酸化および老化に対するアスファルトの保護
- April 149p. Zum Einfluß der Konsistenz auf die Duktilität von Bitumen
アスファルトの伸度によよばすコンシステンシーの影響
- Mai 197p. Winterbeanspruchung von Asphaltbetonbelägen
アスファルトの舗装体の冬期衝撃応力
- " 212p. Neues vom amerikanischen Asphaltstraßenbau
アメリカにおけるアスファルト舗装のニュース
- Juli 273p. Zur Überarbeitung der DIN 1995: Bituminöse Bindemittel für den Straßenbau; Probenahme und Beschaffenheit, Prüfung
ドイツ規格DIN1995の改訂：道路建設用瀝青質粘結材のサンプリング、品質および試験
- " 283p. Asphaltabdichtung von Schiffahrtskanälen
船舶用運河のアスファルトライニング
- " 291p. Zur Kohäsion der Bitumen
瀝青質の凝集力について
- August 313p. Vergütung von Bitumen durch physikalische Verfahren
物理的処理によるアスファルトの改良
- " 323p. Pistensanierung '72 in Wien-Schwechat
近代的空港建設における品質管理
- " 329p. Dritte Internationale Asphaltkonferenz in London
ロンドンで行なわれたアスファルト舗装の構造設計に関する第3回国際会議
- Sep. 349p. Viskoelastisches Verhalten von Destillationsbitumen
蒸留瀝青物の粘弾性挙動
- " 360p. Gußasphalt mit Lucobit 1210
Lucobit1210を添加したグースアスファルト

- Sep. 370p. Rohrverbindungen mit vorgefertigten bituminosen Stoffen
あらかじめ成型した瀝青材料による管継手
- Okt. 404p. Wasserdampfdurchlässigkeit von Bitumen
ブローンアスファルトの水蒸気透過性
- " 418p. Der Einfluß wasserfreier Kautschuk-Premix-Systeme auf die technologischen Eigenschaften von Bitumen
アスファルトの工学的物性におよぼす無水ゴムプレミックスの影響
- Nov. 466p. Spezifikationsvorschläge für Bitumen aufgrund exakt-rheologischer Eigenschaftsmerkmale
純レオロジー的特性にもとづくアスファルト仕様の提案
- " 477p. Direktbestimmung des Peptisationszustandes von Erdölbitumen
石油瀝青質の解膠状態の直接測定
- " 481p. Straßenbautagung 1972 in Stuttgart
シュトットガルト1972年道路会議
- " 483p. Bituminöser Vergußstoff aus der CSSR
チェコスロバキアの瀝青シール材
- Dez. 497p. Zur Frage eines Zusammenhangs zwischen Eigenschaften und Provenienz der Bitumen
瀝青質の性能と産地の関係について
- " 502p. Bitumen als Wirtschaftsfaktor
西独におけるアスファルトに関する経済指標
- " 508p. Einfluß der Temperierdauer auf die Tieftemperaturduktilität von Bitumen
瀝青質の低温伸度におよぼす熱処理の影響

Product Research and Development (IEC)

- 11 Mar.(1) 66 Source of water-soluble Photo oxidation Products in Asphalt. (水溶性の光化学酸化物になるアスファルト中の成分) John W. H. Oliver and Hugh Gibson. Ind. Eng. Chem. Prod. Res. Develop.,
- 11 June(2) 214 Reactions and Technological Properties of Sulfur-Treated Asphalt. (アスファルトイおう処理およびいおう化アスファルトの物性) Ugo petrossi. Pier Luigi Bocca. and Pierpaolo pacor., ibid.,
- 11 Dec. (4) 411 Bitumen Durability-Measurement by Oxygen Absorption. (酸素吸収量によるアスファルトの耐久性) Jan Knotnerus., ibid.,

J. of the Institute of Petroleum

- January On the Development of Rational Specifications for the Rheological Properties of Bitumens G. R. Dobson
(ビチューメンのレオロジー的性質に対する合理的規格の展開について)
- March A Study of Asphalt —Aggregate Interactions by Heat of Immersion— E. Keithensley Henry A. Scholz.
(浸せき熱によるアスファルト—骨材間の相互作用の研究)

アスファルトに関する文献レビュー〔1972年版〕

道 路

月 頁

- 2- 78 ○「簡易舗装要綱」の改訂 簡易舗装小委員会
4- 76 ○アスファルト舗装工事共通仕様書解説 アスファルト舗装仕様書小委員会
7- 47 ○舗装に対する軸重換算係数の考察 小林 基
9- 53 ○アスファルト舗装の板作用（その1） 星野 出雲
9- 86 ○舗装用石油アスファルトの規格改訂（暫定規格） アスファルト小委員会
10- 67 ○アスファルト舗装の板作用（その2） 星野 出雲
7- 30 ○道路維持管理の基準化 萩原 浩
4-110 ○文献抄録—湿潤路面状態の定義と影響要因
8-111 ○文献抄録—歴青混合物の熱膨脹
11-114 ○文献抄録—アスファルト舗装体の極限設計
3- 94 ○海外情報—第14回国際道路会議 第2議題「たわみ性舗装」
5-107 ○海外情報—海外の高速道路の維持管理
8-105 ○海外情報—第14回国際道路会議 第7議題「軽交通道路」
10- 79 ○海外情報—OECD C 6（道路の維持）およびC 7（重交通荷重によるアスファルト舗装の塑性変形）技術委員会

道路建設

月 頁

- 2-103 ○ギャップ型密粒度アスファルト・コンクリートの性状 林亀一、田代忠昌、小島隆史
2- 67 ○アスファルトの規格のことなど 菅原 照雄
3- 78 ○シックリフト工法によるフルデプス舗装の試験施工 倉橋稔、林 勉、林 誠作
3- 97 ○アスファルト合材の破壊強度 間山 正一
5- 90 ○アスファルト舗装のCBR法による構造設計の課題 秋山 政敬
8- 43 ○アスファルト合材の動的応答と疲労について 菅原照雄、笠原 篤
9- 86 ○アスファルト表層の耐久性（その1）—主として外国文献を中心に— 間山 正一
10- 74 " (その2) " "
11- 66 " (その3) " "
12- 70 ○シックリフト工法 道路舗装技術研究会

土木技術資料

月 頁

- 1- 12 ○幕張試験舗装におけるアスファルトの性状の経年変化 近藤紀、荒木美民
3- 33 ○アスファルト薄層舗装の試験施工 秋吉成美、筒井昭三、石原俊郎
3- 11 ○耐摩耗、すべり止め用アスファルト混合物に関する試験 広田文弘、舟田敏、松橋省
6- 3 ○すべり止め舗装の考え方 市原 薫
11- 49 ○現場計測(8)—舗装—（講座） 南雲 貞夫

化学工業

Vol. 25 No. 5 417-19 「ゴムアスファルト舗装」 金野諒二

土木施工

〈実際に役立つ道路の計算例〉

13巻1月号 129頁 ○アスファルト舗装における設計施工計画 鮫島利隆・松岡国太郎

舗 装

- 第7巻 1月号 ○〔舗装考〕アスファルト 岸文雄
" 2月号 ○ゴムアスファルト舗装の特性 金野諒二
" 2月号 ○雑草とアスファルト舗装 遠藤靖・小池俊雄
" 4月号 ○アスファルト抽出試験と中毒 松尾徹郎
" 8月号 ○ホットロールドアスファルトについての問答 佐藤正八・村上哲也
" 10月号 ○アスペストを添加したアスファルト舗装混合物の特性 久保宏
" 11月号 ○アスファルト舗装体の内部応力 野田和弘

土木学会論文報告集

- 5月号 ○動式防波堤などに適用するアスファルトマットに関する研究 工藤忠夫ほか
7月号 ○アスファルト混合物の動的特性 大町達夫ほか
11月号 ○アスファルト混合物の力学的性状について 菅原照雄
12月号 ○共振法によるアスファルトおよびアスファルト混合物の動的粘弹性 笠原篤ほか
12月号 ○舗装用アスファルトの粘度の湿度依存性とせん断速度依存性について 中島照雄ほか

表 面

- No. 9 ○ビチューメン-骨材界面におけるはく離防止剤の反応 O. K. Dobozy
M. Simon

石油学会誌

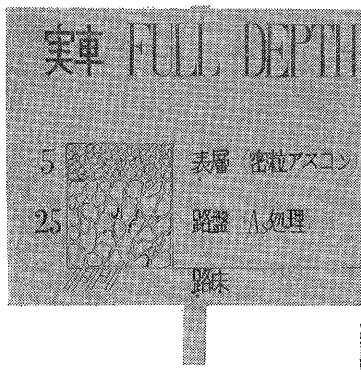
- No. 5 ○改質アスファルトの動的粘弹性 飯島博
No. 11 ○アスファルトの性状とアスファルト合れ 笠原篤
の力学的性状の関係について 菅原照雄
No. 12 ○硫黄とアスファルト 堀尾哲一郎

石油と石油化学

- No. 5 ○イオウアスファルト合材について
—サーモペーブの特性とその応用— シエル石油(株)
No. 5 ○アスファルトの長期見通し
No. 10 ○減圧残渣(アスファルト)の貯蔵研究

フルデプス試験舗装見学会

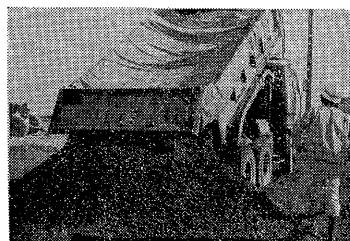
昭和48年11月16日



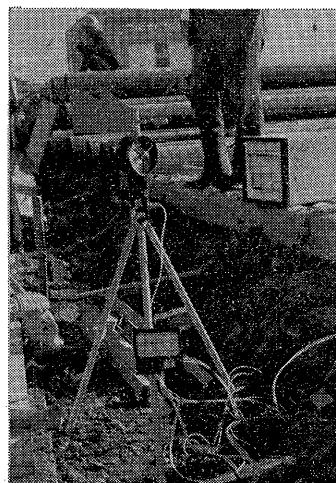
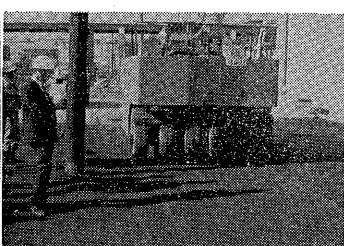
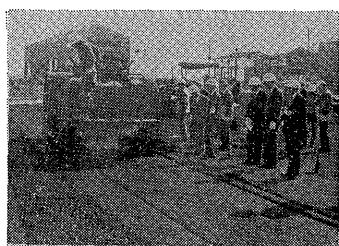
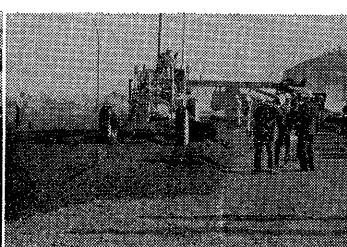
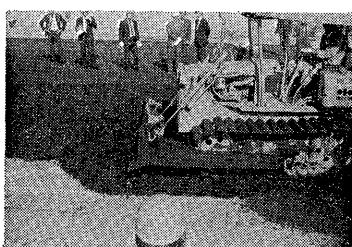
フルデプス分科会の活動状況については、前号に特集号としてまとめて発表したとおりである。

現在、当分科会では素案作成のために「構造材料」・「施工」の2グループを編成して作業を推し進めている。

一方、近い将来、試験施工によって研究の成果を得たいと考えていたところ、たまたま丸善石油が油槽所を建設するに当って、構内の一部をフルデプスで施工したい旨、申入れがあった。当分科会では追跡試験のための計器類等を提供し、あわせて施工現場へ分科会委員および関係者50人見当が参集して、見学会を行なった。



- ① ガンプから合材をおろす
- ② 湿地ブルによる敷き均し
- ③ グレーダによる平滑化
- ④ マカダムローラによる初期転圧
- ⑤ タイヤローラによる二次転圧
- ⑥ 計測器類



社団法人 日本アスファルト協会会員

社名	住所	電話
[メーカー]		
アジア石油株式会社	(100) 東京都千代田区内幸町2-1-1	03(506) 5649
大協石油株式会社	(104) 東京都中央区京橋1-1	05(562) 2211
エッソスタンダード石油(株)	(105) 東京都港区赤坂5-3-3	03(584) 6211
富士興産株式会社	(100) 東京都千代田区永田町2-4-3	03(580) 3571
富士興産アスファルト(株)	(100) 東京都千代田区永田町2-4-3	03(580) 0721
富士石油株式会社	(100) 東京都千代田区大手町1-2-3	03(211) 6531
出光興産株式会社	(100) 東京都千代田区丸の内3-1-1	03(213) 3111
鹿島石油株式会社	(105) 東京都港区芝琴平町38	03(503) 4371
共同石油株式会社	(100) 東京都千代田区永田町2-11-2	03(580) 3711
極東石油工業株式会社	(100) 東京都千代田区大手町1-7-2	03(270) 0841
丸善石油株式会社	(100) 東京都千代田区大手町1-5-3	03(213) 6111
三菱石油株式会社	(105) 東京都港区芝琴平町1	03(501) 3311
モービル石油株式会社	(100) 東京都千代田区大手町1-7-2	03(270) 6411
日本鉱業株式会社	(105) 東京都港区赤坂葵町3	03(582) 2111
日本石油株式会社	(105) 東京都港区西新橋1-3-12	03(502) 1111
日本石油精製株式会社	(105) 東京都港区西新橋1-3-12	03(502) 1111
三共油化工業株式会社	(100) 東京都千代田区丸の内1-4-1	03(216) 2611
西部石油株式会社	(100) 東京都千代田区丸の内1-2-1	03(216) 6781
シェル石油株式会社	(100) 東京都千代田区霞が関3-2-5	03(580) 0111
昭和石油株式会社	(100) 東京都千代田区丸の内2-7-3	03(231) 0311
昭和四日市石油株式会社	(100) 東京都千代田区有楽町1-11	03(211) 1411
谷口石油精製株式会社	(512) 三重県三重郡川越町高砂	0593(65) 2175
東亜燃料工業株式会社	(100) 東京都千代田区一ツ橋1-1-1	02(213) 2211
東北石油株式会社	(983) 宮城県仙台市中野字高松238	02236(2) 8141
ユニオン石油工業株式会社	(100) 東京都千代田区丸の内1-4-2	03(211) 3661

社団法人 日本アスファルト協会会員

社名	住所	電話
【ディーラー】		
● 北海道		
アサヒレキセイ(株) 札幌支店	(064) 札幌市中央区南4条西10-1003-4	011 (521) 3075 大 協
(株) 南部商会 札幌出張所	(060) 札幌市中央区北2条西2-15	011 (231) 7587 日 石
株式会社 ロード資材	(060) 札幌市中央区北1条西10-1-11	011 (261) 7469 丸 善
(株) 沢田商行 北海道出張所	(060) 札幌市中央区北2条西3丁目	011 (251) 0833 札 丸
(株) トーアス 札幌営業所	(064) 札幌市中央区南15条西11	011 (561) 1389 共 石
萬井石油株式会社	(060) 札幌市中央区北5条西21-411	011 (611) 2171 丸 善
● 東北		
アサヒレキセイ(株) 仙台支店	(980) 宮城県仙台市中央3-3-3	0222 (65) 1101 大 協
(株) 木畑商会 仙台営業所	(980) 宮城県仙台市中央2-1-15	0222 (22) 9203 共 石
中西瀝青(株) 仙台営業所	(980) 宮城県仙台市中央2-1-30	0222 (23) 4866 日 石
(株) 南部商会 仙台出張所	(980) 宮城県仙台市中央2-1-17	0222 (23) 1011 日 石
有限会社 男鹿興業社	(010-05) 秋田県男鹿市船川港船川字化世沢178	01852(4) 3293 共 石
竹中産業(株) 新潟営業所	(950) 新潟市東大通1-4-2	0252 (46) 2770 シエル
● 関東		
アサヒレキセイ株式会社	(104) 東京都中央区八丁堀3-3-5	03 (351) 8011 大 協
アスファルト産業株式会社	(103) 東京都中央区八丁堀4-4-13	03 (553) 3001 シエル
富士鉱油株式会社	(105) 東京都港区新橋4-26-5	03 (432) 2891 丸 善
富士油業(株) 東京支店	(106) 東京都港区西麻布1-8-6	03 (478) 3501 富士興産アス
関東アスファルト株式会社	(336) 浦和市岸町4-26-19	0488 (22) 0161 シエル
株式会社 木畑商会	(104) 東京都中央区八丁堀4-2-2	03 (552) 3191 共 石
国光商事株式会社	(165) 東京都中野区東中野1-7-1	03 (363) 8231 出 光
極東資材株式会社	(105) 東京都港区新橋2-3-5	03 (504) 1528 三 石
三菱商事株式会社	(100) 東京都千代田区丸の内2-6-3	03 (210) 6290 三 石
三井物産株式会社	(105) 東京都港区西新橋1-2-9	03 (505) 4952 極東石
中西瀝青株式会社	(103) 東京都中央区八重洲1-2-2	03 (272) 3471 日 石
株式会社 南部商会	(100) 東京都千代田区丸の内3-4-2	02 (212) 3021 日 石
日本輸出入石油株式会社	(100) 東京都千代田区大手町1-2-3	03 (211) 6711 共 石
日東石油販売株式会社	(104) 東京都中央区銀座4-13-13	03 (543) 5331 シエル
日東商事株式会社	(162) 東京都新宿区矢来町111	03 (260) 7111 昭 石
瀝青販売株式会社	(103) 東京都中央区日本橋2-16-3	03 (271) 7691 出 光
菱東石油販売株式会社	(101) 東京都千代田区神田6-15-11	03 (833) 0611 三 石
菱洋通商株式会社	(104) 東京都中央区銀座4-2-14	03 (564) 1321 三 石
三徳商事(株) 東京営業所	(101) 東京都千代田区岩本町1-3-7	03 (861) 5455 昭 石
株式会社 沢田商行	(104) 東京都中央区入船町1-7-2	03 (551) 7131 丸 善
新日本商事株式会社	(101) 東京都千代田区神田錦町2-7	03 (294) 2961 昭 石
昭和石油アスファルト株式会社	(140) 東京都品川区南大井1-7-4	03 (761) 4271 昭 石

社団法人 日本アスファルト協会会員

名	住	所	電	話
住商石油株式会社	(101) 東京都千代田区神田美土代町1	03 (292) 3911	出	光
大洋商運株式会社	(100) 東京都千代田区有楽町1-2	03 (503) 1921	三	石
東光商事株式会社	(104) 東京都中央区京橋1-6	03 (274) 2751	三	石
株式会社トーアス	(100) 東京都千代田区内幸町2-1-1	03 (501) 7081	共	石
東京富士興産販売株式会社	(105) 東京都港区芝琴平町34	03 (503) 5048	富士興産アス	
東京レキセイ株式会社	(141) 東京都品川区西五反田8-12-10	03 (493) 6198	富士興産アス	
東京菱油商事株式会社	(160) 東京都新宿区新宿1-10-3	03 (352) 0715	三	石
東生商事株式会社	(150) 東京都渋谷区渋谷町2-19-18	03 (409) 3801	三共・出	光
東新瀝青株式会社	(103) 東京都中央区日本橋2-13-5	03 (273) 3551	日	石
東洋アスファルト販売株式会社	(107) 東京都港区赤坂5-3-3	03 (584) 6211	エッソ	
東洋国際石油株式会社	(104) 東京都中央区八丁堀3-3-5	03 (552) 8151	大	協
梅本石油株式会社	(162) 東京都新宿区新小川町2-10	03 (269) 7541	丸	善
宇野建材株式会社	(241) 横浜市旭区笛野台168-4	045 (391) 6181	三	石
ニニ石油株式会社	(105) 東京都港区西新橋1-4-10	03 (503) 0467	シエル	
渡辺油化興業株式会社	(107) 東京都港区赤坂3-21-21	03 (582) 6411	昭	石
横浜米油株式会社	(231) 横浜市神奈川区金港町7-2	045 (441) 9331	エッソ	
● 中 部				
アサヒレキセイ(株)名古屋支店	(466) 名古屋市昭和区塩付通4-9	052 (851) 1111	大	協
ビヂュメン産業(株)富山営業所	(930) 富山市奥井町19-21	0764 (32) 2161	シエル	
千代田石油株式会社	(460) 名古屋市中区栄1-24-21	052 (201) 7701	丸	善
富士フロー株式会社	(910) 福井市下北野町東坪3字18	0776 (24) 0725	富士興産アス	
株式会社名建商會	(460) 名古屋市中央区栄4-21-5	052 (241) 2817	日	石
名古屋富士興産販売(株)	(451) 名古屋市西区庭町2-38	052 (521) 9391	富士興産アス	
中西瀝青(株)名古屋営業所	(460) 名古屋市中区錦町1-20-6	052 (211) 5011	日	石
三徳商事(株)名古屋営業所	(453) 名古屋市中村区則武町2-7	052 (452) 2781	昭	石
株式会社三油商行	(460) 名古屋市中区丸の内2-1-5	052 (231) 7721	大	協
株式会社沢田商行	(454) 名古屋市中川区富川町1-1	052 (361) 7151	丸	善
新東亜交易(株)名古屋支店	(453) 名古屋市中村区広井町3-88	052 (561) 3511	三	石
静岡鉱油株式会社	(424) 静岡県清水市袖師町1575	0543 (66) 1195	モービル	
竹中産業(株)福井営業所	(910) 福井市大手2-4-26	0776 (22) 1565	シエル	
● 近畿				
アサヒレキセイ(株)大阪支店	(550) 大阪市西区北堀江5-55	06 (538) 2731	大	協
千代田瀝青株式会社	(530) 大阪市北区此花町2-28	06 (358) 5531	三	石
富士アスファルト販売株式会社	(550) 大阪市西区京町堀3-20	06 (441) 5159	富士興産アス	
平和石油株式会社	(530) 大阪市北区宗是町1	06 (443) 2771	シエル	
平井商事株式会社	(542) 大阪市南区長堀橋筋1-43	06 (252) 5856	富士興産アス	
関西舗材株式会社	(541) 大阪市東区横堀4-43	06 (271) 2561	シエル	
北坂石油株式会社	(590) 堺市戒島町5丁32	0722 (32) 6585	シエル	

社団法人 日本アスファルト協会会員

社名	住所	電話
毎日石油株式会社	(540) 大阪市東区京橋3-11	06(943) 0351 エッソ
丸和鉱油株式会社	(532) 大阪市東淀川区塙本町2-22-9	06(301) 8073 丸善
三菱商事(株)大阪支社	(530) 大阪市北区堂島浜通1-15-I	06(343) 1111 三石
中西瀝青(株)大阪営業所	(532) 大阪市東淀川区中島町3-261	06(303) 0201 日石
大阪アスファルト株式会社	(531) 大阪市大淀区豊崎西通2-7	06(372) 0031 富士興産アス
大阪菱油株式会社	(541) 大阪市東区北浜5-11	06(202) 6371 三石
三徳商事株式会社	(531) 大阪市東淀川区新高南通2-22	06(394) 1551 昭石
(株)沢田商行大阪支店	(542) 大阪市南区鰐谷西之町50	06(251) 1922 丸善
正興産業株式会社	(662) 西宮市久保町2-1	0793(34) 3323 三石
(株)シェル石油大阪発売所	(530) 大阪市北区堂島浜通1-25-1	06(343) 0441 シェル
新川崎物産株式会社	(650) 神戸市生田区江戸町98	078(391) 6511 昭石・大協
梅本石油(株)大阪営業所	(550) 大阪市西区新町北通1-17	06(351) 9064 丸善
山文事横株式会社	(550) 大阪市西区土佐堀通1-13	06(443) 1131 日石
横田瀝青興業株式会社	(672) 姫路市飾磨南細江995	0792(35) 7511 共石
アサヒレキセイ(株)広島支店	(730) 広島市大手町3-3-8	0822(44) 6262 大協
● 四国・九州		
アサヒレキセイ(株)九州支店	(810) 福岡市中央区鳥飼1-3-52	092(77) 7436 大協
畑礦油株式会社	(804) 北九州市戸畠区牧山新町1-40	093(871) 3625 丸善
平和石油(株)高松支店	(760) 高松市番町5-6-26	0878(31) 7255 シェル
入交産業株式会社	(780) 高知市大川筋1-1-1	0888(73) 4131 富士・シェル
株式会社カシダ	(892) 鹿児島市住吉区1-3	0992(22) 8181 シェル
九州菱油株式会社	(805) 北九州市八幡町山王1-17-11	093(66) 4868 三石
丸菱株式会社	(812) 福岡市博多区博多駅前1-9-3	092(43) 7561 シェル
西岡商事株式会社	(764) 香川県多度津町新町125-2	08773(2) 3435 三石
三協商事株式会社	(770) 徳島市万代町5-8	0886(53) 5131 富士興産アス
(株)シェル石油徳島発売所	(770) 徳島市中州町1-10	0886(22) 0201 シェル

☆編集委員☆

阿部頼政	木畠清	藤井治芳
石動谷英二	高見博	原葵哉
印田俊彦	多田宏行	増永緑
牛尾俊介	南雲貞夫	松野三朗
加藤兼次郎	萩原浩	山野一郎

アスファルト 第94号

昭和48年12月発行

社団法人 日本アスファルト協会

東京都港区芝西久保明舟町12 TEL 03-502-3956

本誌広告一手取扱

株式会社 広業社

東京都中央区銀座8の2の9 TEL 東京(571)0997(代)

ASPHALT

Vol. 16 No. 94

DECEMBER 1973

Published by THE JAPAN ASPHALT ASSOCIATION