

アスファルト

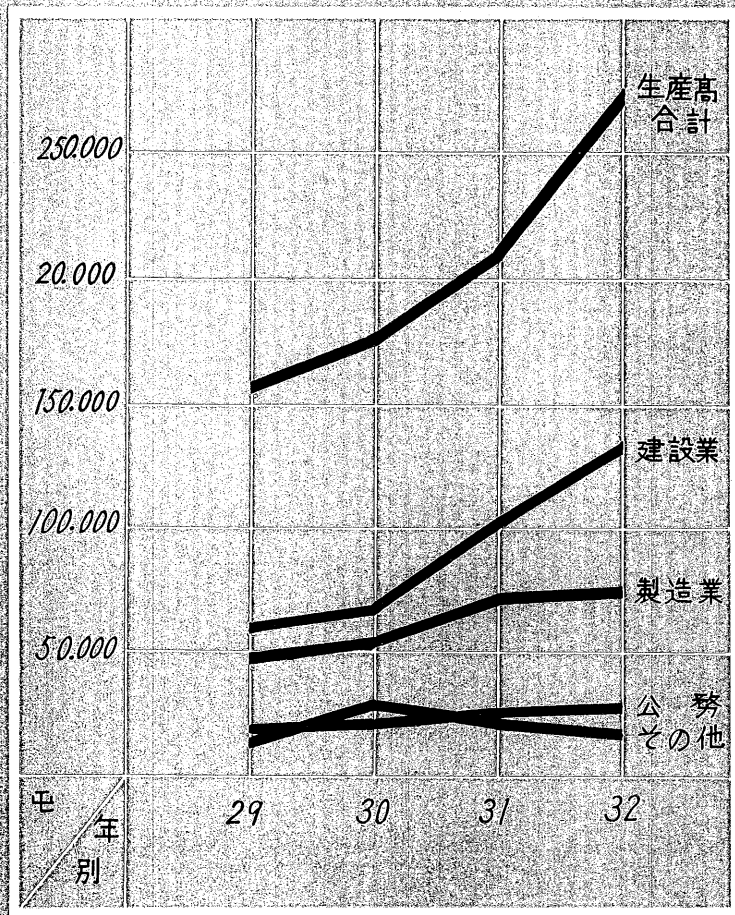
第1巻 第5号 昭和33年12月4日 発行

ASPHALT

5

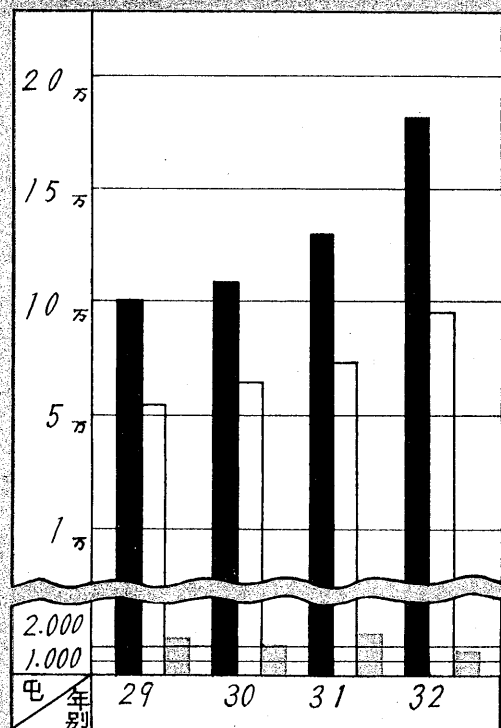
日本アスファルト協会

昭和29年より32年迄の生産高合計
及び主な業種別需要先への販売高



生産高品種別推移

ストレート ■
ブローン □
カットバック ▨



アスファルト

目 次 第 5 号

アスファルト市場の推移とその見通し……日本アスファルト協会理事長	南 部 勇	2
アスファルト舗装に関する拾い話 II ……建設省名古屋国道工事事務所長	安 部 清 孝	4
アスファルト・プレミキシング 第三者の見解 V ……………シエル石油アスファルト部長	D・W・リスター	7
Goppel らの研究……………日本石油中央技術研究所	村 山 健 司	11
舗装用アスファルトの性状……………北海道大学助教授	菅 原 照 雄	16
近代道路の父『ジョン・ラードン・マカダム』……………レオナルド・M・ファニング		25
『瀝青』についての解釈……………		28
外国資料図書の案内（アメリカ）……………		30

皆 様 へ 御 挨 拶

“アスファルト” 第 5 号、只今お手許にお届け申し上げます。

本誌は当協会がアスファルトの品質改善を目ざして、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し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

アスファルト市場の推移とその見通し

——協会設立一週年の歩みを中心に——

日本アスファルト協会 理事長 南部 勇

昨昭和32年12月6日、本協会が会員諸君の熱心な努力によって設立されてから早や1年を経過した。我国アスファルトの業界としては新しい試みであり、その将来の発展に対しては各様の観測がなされていた事と思う。幸に会員諸君の協力と関係方面の援助によって漸次かたちを整え所期の目的に向って着々歩を進めつつある事は御同慶に堪えないところである。

協会設立の主な目的の一つである会誌「アスファルト」の発行普及については、その方針として先ず第一に我国の石油事情とアスファルトの関係を考慮し、これを前提として、生産されるアスファルトの利用、研究に力を傾けた。学界と生産、消費の技術者の意見交流を主眼とし、またアスファルトの一般知識の普及にも意を用いた。更に米国アスファルト・インスティテュートへ依頼して其刊行物の供与を受け、それを邦訳して誌上に掲載する許諾を得る事に成功した。会誌発行未だ五号に過ぎないが、関係各方面から過分の讃辞を頂いている事は会員の諸君と共に洵に喜びに堪えない。

我が国におけるアスファルトの利用については、未だ未開拓の方面が残されており、また現在利用されている方面でも今後研究を進めなければならない幾多の問題がある。殊に需要の大部分を占める道路用方面に於て然りである。従来の觀念に捉われる事なく我国独得の立場から国家目的に合致するよう一層研究に努むべきである。

別表(1)に示すようにアスファルトの需要は年々増加している。

別表(1)

アスファルト需要高 (単位吨)

昭和 28 年度 119,741

昭和 29 年度 144,307

昭和 30 年度 177,294

昭和 31 年度 230,398

昭和 32 年度 244,676

昭和33年度に於ては上期 138,282 吨の需要を見たが、下期は例年上期に比し2割前後の増加を見るので、170,000吨前後の需要がある事と思われる。従って予想としては昭和33年度 308,282 吨の実需が考えられる。これは本年はじめ通産省主催のアスファルト需給懇談会における需要推定量298,000吨より約1万吨上廻る結果となるが、その内訳を検討すると一般工業用が減じて、道路用が増えている点は今後の趨勢として注目すべき点であろう。

昭和34年度は道路5カ年1兆円予算の計画に基き、同年度における道路用アスファルトの需要は33年度に比べ10万屯近く増加する見込である。

以上のようにアスファルトの需要は今後年々増加の一途を辿ると思われるが、この趨勢を阻害する事なく、品質の研究改善製造原価の引下、価格の平衡を保つ等々、業界としては極力努力しなければならない。特に留意すべき事は、従来アスファルトの価格がその騰落極めて甚しく需要者側に勘からぬ不便を与えている。殊に需要の大宗である道路関係に於ては、それが国家予算とつながりがある関係から洵に不便である。自由経済の許に於ては、原則的には需給の関係が市価を決定するのであるから、生産業者は常に需要の実体を把握する事に努め、これを前提として各自それぞれの生産計画を立てるべきであろう。

以上の見地に基き、本協会は常に需給の状況に留意し、生産と販売双方にそれぞれ適切な資料を提供する事に努めているのであるが、それぞれ関係方面に於ても一層の御協力を御願ひする。

最後にアスファルト道路が増加して来ると、アスファルトの生産が間に合わないのではないかという事を時折問われるのであるが、我国石油精製の現状では設備、原料等凡ゆる面に於て、アスファルトの需要増加に対処する事ができる事を附言しておきたい。

アスファルト舗装に関する拾い話 その2

建設省名古屋国道工事々務所長

安部 清孝

V. ソイルセメント安定処理工法上のアスファルト舗装について

近年簡易舗装工法の1つとして、ソイルセメント安定処理工法が適用されるようになったのでありますが、これは軟弱地盤地帯において、路盤を相当厚く入替えて補強する場合、入替材料の入手に困難を感じたり、材料が非常に高価であったりする場合に、路盤補強厚を10~20cm位に割合薄くして、補強の目的を達するようにする事が出来る有力な工法として、認められつつある工法であります。

たまたま私どもの方では、昨年度末厚さ7.5cmの薄いP. S. C舗装版を工場製作して、現場でポストテンションングにより舗設したP. S. C舗装の試験工事を行ったのでありますが、その際P. S. C版が薄いので、版そのものは曲げ応力には耐えても、剛性不足により撓みが大きすぎて、路盤が剪断破損する事が分ったので、これを防止するために、在来路盤上層部約10cm部分に他の適当な骨材を良好な粒度になるまで加えて、これに立米当り150kgのセメントを添加して、表層約10cm部分をよく混合転圧して、ソイルコンクリート仕上げを行ったのであります。このソイルコンクリート仕上げをした延長120mのうち、70mにはP. S. C版を上敷設して、残り50mにはソイルコンクリートの表面磨耗を附止するために、上に約5cmのアスファルトコンクリートを敷設して、その施工後の状況を観察する事にしたのであります。

P. S. C舗装版の方も大体うまく安定しているようですが、特にソイルコンクリート上に直接約5cmのアスファルトコンクリートを被せた方の舗装は、全く

安定しているようであります。これによってソイルコンクリートの安定処理を10~20cmくらい入念に行った舗装の上に、約5cm位のアスファルトコンクリートの敷設を行えば、相当安定した舗装が得られるものである事が判明したのでありますが、上に5cm厚ものアスファルトコンクリートを施工しなければ、安定した舗装にならないのかという疑問も生じてくるのであります。

表面のアスファルト工をもっと簡易に施工しても、ソイルコンクリート舗装の安定性は保てるのではないかという事を確めるために、私どもの管轄の国道の砂利道維持区間の内、人家密集地区約3kmに対して、ソイルコンクリートの厚さ10cm、15cm、20cmの3種類に対して、アスファルト上層工として、シールコート塗布のもの、(年に何回か塗布)シールアスファルトの薄層(1cm内外)細粒式アスファルト舗装の薄層(2cm内外)トベカ舗装の薄層(2cm内外)等をそれぞれ組合せて試験的に施工して見るつもりであります。

このような試験工事の結果を調べて、ソイルセメント安定処理工法の耐磨耗層、並びに耐水層の働きをする上置アスファルト工法の合理的にして経済的な選定、並びにその適用厚の下限についてのプラクチスを設定するつもりであります。

IV. アスファルト舗装にするかコンクリート舗装にするかについて

近来アスファルト舗装(黒)かコンクリート舗装(白)かという事がよく議論されて来ています。すなわち道路舗装を行うに当り、黒にするか白にするかという事が、

近年の大きな話題の一つになっているのであります。しかしこの問題も一意的に解答のえられるものではなく、なかなかむずかしい問題であります。

この問題の解答を左右する要素としては、次のような事項等が考えられます。

(1)舗装建設行政の基本方針のあり方

(2)交通事情

(3)舗装前の道路事情

舗装建設行政の基本方針のあり方によって、黒か白かは変って来ます。すなわち当面の目標として取敢えず事情の許される範囲に、舗装延長を延ばすべきであるという事が、国策の一つとして打出されたとすれば、事情が許される範囲にアスファルト舗装を行う方が、この国策の線には沿い易いものと思われまゝ。

また石油製品製造時の副産物としてのアスファルトを出来るだけ有効に使用するために、アスファルト舗装を出来るだけ行うようにすべきであるという事、が国策の一つとして打出されたとすれば、好むと好まざるとを問わず可及的にアスファルト舗装を行わなければならない事になります。しかし当面の建設費は少し高価になるが、維持費も安く且つ丈夫な状態に維持出来るコンクリート舗装の方が、或る程度遠い将来まで考えると全体的には有利であるという立前に立って、延長は少し延びにくいがコンクリート舗装にすべきであるという事が、国策の一つとして打出されたとすれば、好むと好まざるとを問わず可及的にコンクリート舗装を行わなければならない事になります。

道路の交通情勢、在来道の特性、環境条件、気象条件、舗装用材料の条件等に応じてケースバイケースに可及的に合理的にして、経済的な舗装を敷設すべきであるという事が、国策の一つとして打出されたとすれば、舗装しようとする場所の舗装を白にするか黒にするかは、上述の各種の条件を総合勘案して、始めて決定されるべき性格のものであります。

以上のように建設行政としての基本方針のあり方によって、白から白にするべきか、黒にするべきか、又は適宜合理的に決めるべきかが決って来るものと思われまゝ。

交通事情によって黒か白か変って来ます。すなわち道路の交通量とその内容は、その道路を巡る経済圏の発展状況その他によって、年代と共に増大しながら変化して行くものでありまして、この変化して行く状態の初期にある道路には、初めから高級舗装を行って置くよりも、初めは簡易舗装のようなものから始めて、交通情勢の拡大に伴って、次第に高級舗装へと増強しながら変えて行く、アスファルト系の舗装の方が実情にマッチして、

しかも経済的な工法として推称されるべきであり、また交通量の相当多い状態にある道路には、始めからなるべく丈夫な高級舗装、例えばコンクリート舗装のようなものの方が実情にマッチして、しかも経済的な工法として推称されるべきであると思われまゝ。

また舗装前の道路事情によって黒か白かは変って来ます。すなわち舗設しようとする舗装の種類とその厚さは在来路盤、路床の力学的特性並びに物理学的特性の内容と、それらの路盤、路床の置かれている環境状況、気象状況等によって変ってくるものであります。

例えば 5~6 cm 厚のアスファルトコンクリート舗装にする場合には、下の路盤表面の支持力係数が約 13 kg/cm^3 以上になるように路盤、路床の入替えを行って、よく路盤構築を行うようにしなければならず、また 23cm 厚のコンクリート舗装にする場合には、下の路盤表面の支持力係数が約 7 kg/cm^3 以上になるように路盤、路床の入替えを行って、よく路盤構築を行うようにしなければならぬので、こういった路盤構築費と上部舗装敷設費との和が、安くなる方の舗装を選ぶようにすべきであります。但しアスファルトコンクリート 5 cm 施工の場合には、その下に 5~6 cm のブラックベース、例えばアスファルトマカダムを施工しなければならないし、コンクリート舗装の場合には、スリップバーは必ず挿入しなければならず、また必要に応じてタイバー、メッシュ等も挿入しなければならないので、これらをそれぞれの中に入れなければならないと思われまゝ。このように考えますと、23cm のコンクリート舗装自体の本工事費は大略 $1,300 \text{ 円/m}^2$ (名古屋にて) 位であり、5 cm のアスファルトコンクリートと、6 cm のアスファルトマカダムベース舗装自体の本工事費は、大略 $1,100 \text{ 円/m}^2$ (名古屋にて) 位であります。

支持力係数 k_0 の路床の上に、厚さ x cm の標準粒度路盤材を 12ton マカダムローラーで、層厚 10cm 位に何層かに分けて、十分転圧構築した場合の構築路盤表面における支持力係数 k は、近似的につぎのようにして求められます。

$$k = k_0 + 8,757 \text{ ton}^{-1} \cdot 0.019x$$

従って

$$k_0 = 5 \text{ kg/cm}^3 \text{ の時}$$

$$k = 7 \text{ kg/cm}^3 \text{ にするためには } x = 13 \text{ cm}$$

$$k = 13 \text{ kg/cm}^3 \text{ にするためには } x = 68 \text{ cm}$$

$$k_0 = 8 \text{ kg/cm}^3 \text{ の時}$$

$$k = 13 \text{ kg/cm}^3 \text{ にするためには } x = 34 \text{ cm}$$

$$k_0 = 10 \text{ kg/cm}^3 \text{ の時}$$

$$k = 13 \text{ kg/cm}^3 \text{ にするためには } x = 18 \text{ cm}$$

となります。

コンクリート舗装の場合でも、アスファルト舗装の場合も路盤の支持力係数がどんなに大きくても、その変動を少なくするために最少 7~8 cm のクッション路盤を作る必要があります、この最小 7~8cm の路盤構築費は約 160円/m² (名古屋にて) 位であります。

いま路床の支持力係数が小さい場合に、路床上に路盤を構築するのではなくて、その路床を良好な路盤材で入替え構築する場合の路盤構築費を算出すれば次のようになります。(名古屋にて)

$ko=5\text{ kg/cm}^3$ の時

コンクリート舗装に対しては約 260円/m² 内外

アスファルト舗装に対しては約 1,360円/m² 内外

$ko=8\text{ kg/cm}^3$ の時

コンクリート舗装に対しては約 160円/m² 内外

アスファルト舗装に対しては約 680円/m² 内外

$ko=10\text{ kg/cm}^3$ の時

コンクリート舗装に対しては約 160円/m² 内外

アスファルト舗装に対しては約 360円/m² 内外

つぎに路床の支持力係数が小さい場合、それを入替える事なしに、その上に良好な路盤を構築出来る場合の路盤構築費を算出すれば、つぎのようになります。(名古屋にて)

$ko=5\text{ kg/cm}^3$ の時

コンクリート舗装に対して約 230円/m² 内外

アスファルト舗装に対して約 950円/m² 内外

$ko=8\text{ kg/cm}^3$ の時

コンクリート舗装に対して約 160円/m² 内外

アスファルト舗装に対して約 500円/m² 内外

$ko=10\text{ kg/cm}^3$ の時

コンクリート舗装に対して約 160円/m² 内外

アスファルト舗装に対して約 300円/m² 内外

従って路盤構築費と舗装敷設費の和(本工事費の和)を全舗装本工事費とすれば、これは支持力係数の各場合について、つぎのようになります。(名古屋にて)

路床の入替えを行って路盤構築をする場合

$ko=5\text{ kg/cm}^3$ の時

コンクリート舗装に対して約 1,560円/m²

アスファルト舗装に対して約 2,460円/m²

$ko=8\text{ kg/cm}^3$ の時

コンクリート舗装に対して約 1,460円/m²

アスファルト舗装に対して約 1,780円/m²

$ko=10\text{ kg/cm}^3$ の時

コンクリート舗装に対して約 1,460円/m²

アスファルト舗装に対して約 1,460円/m²

路床の入替えを行わず直接上に路盤構築をする場合

$ko=5\text{ kg/cm}^3$ の時

コンクリート舗装に対して約 1,530円/m²

アスファルト舗装に対して約 2,050円/m²

$ko=8\text{ kg/cm}^3$ の時

コンクリート舗装に対して約 1,460円/m²

アスファルト舗装に対して約 1,600円/m²

$ko=10\text{ kg/cm}^3$ の時

コンクリート舗装に対して約 1,460円/m²

アスファルト舗装に対して約 1,400円/m²

以上は直接工事費のみであります、間接費を含めた事業費としては、上記本工事費の割増位となります。

以上を要しますに、路盤、路床の土質が A₁, A₃ 程度に良好であって、しかも支持力係数値が $ko=10\text{ kg/cm}^3$ 以上の自然路盤の所では、アスファルト舗装の方が当面の建設費は少くとも安くなるので、当面の経済性を重要視するなれば、このような場合にはアスファルト舗装が当然選定されるべきであります。

しかし永い目で見ての経済性を云々するためには、建設費の外に、さらに耐用命数間の維持費も併せ考えた上でなければ明確な結論は出せないものと思われま

VII. 結 語

以上いろいろとアスファルト舗装に関する拾い話を申し上げたのですが、この拾い話の中には今後なお相当の調査、研究を必要とする事項もありますので、これらについては今後一層の研究を行って、より正確に判明した事項については、別に御報告させて頂く事にしまして筆を置きます。

(P. 15 のつづき Goppel らの研究)

より多くの酸素を必要とする。同一分子量の原料で比較しているから、この差(第3表参照)が原因ではない。中東マルテンの分散力が大きいとそのアスファルテンがより分散しやすいかが原因と思われるが、今のところどちらであると断定はできない。

文 献

- 1) J. M. Goppel & J. Knotnerus, Fundamentals of bitumen blowing,
- 2) J. Ph. Pfeiffer, The properties of asphaltic bitumen, Elsevier, N.Y.-Amsterdam, 43, 1950

加熱混合舗設 (Hot-Mix Pavings)

シエル石油アスファルト部長

D・W・リスター

本連載の前号（アスファルト第4号・26頁）の序文で、筆者は「プレ・ミキシング」の広範囲の題目で簡単な序文を書いて、仕様書に規定せられた範囲に厳格に従うよう、最大の注意を払うべきであると強調しておいた。同じような事が、この加熱混合舗設では、アスファルト・マカダム施工の際、（前号でも述べたが）より重要である。

この加熱混合 (Hot-Mix) とはアスファルト・コンクリート、シート・アスファルト・細粒式アスファルト・コンクリート（あるいはトベカ）の3つを意味する。これらはすべて重交通の道路、街路、飛行場を使用する最高級の舗装である。これらの合材の設計に当っては、相当の経験、理論に対する理解力、及び、所要の組成の検査や、混合割合を決定するに充分な実験室の設備等が必要である。合材の配合設計、仕様書の作成等の繁雑な仕事を完全にやっても、施工が悪ければ、必然的に道路の破損は避けられないという場合もある。

不幸にして、この仮定が当たっている場合もあり、破損したアスファルト舗道のサンプルを調べると、破損の原因が一つ、あるいは数多くある場合がある。（すなわち不正規の混合割合、混合不充分、輾圧不充分等）これはしばしば、混合プラント、あるいは現場での監督の不注意と、怠慢に原因している。加熱混合舗設は、アスファルト舗装のうちでも比較的費用のかかるものであるから、その施工は、熟練した良心的な監督に委ねるべきである。加熱混合舗設の場合の監督の選択と教育については、もちろん、経験ある幹部技術者の責務であるが、部下の教育は——その主眼たる技術的なもののほかに——詳細、かつ、正確に注意を払うようにする能力と、労務者を統御し、緊急度を判断する能力、非常の場合、早急に、かつ、適確に決定する能力をも養うようにする。一方監督の知識の足りないのは——時には——やむを得ないが（これは訓練の悪いせいであるかも知れない）アスファルト施工における監督の注意力の不足は——何時でも——許せない問題である。というのは、仕事に対する心構えが悪いからである。

事実、加熱混合舗設の際、準備、運搬、散布、輾圧は

非常に熟練した技術を必要とするので、それぞれの段階で、厳密に監督する必要がある。この厳密な監督を怠ると、必ず、交通開放後、舗装は破壊することになり、国費の無駄使いということになる。従って、監督の立場に立つ者は、その責務を充分に果たすためには、少くとも、加熱混合舗設の基礎的知識だけはどうしても必要である。

このような事情を考えに入れると、施工を成功裡に終らしめるために、仕様書の条項を何故厳格に守らなければならないかが判ると思う。従って限られた短かい本文では、仕様を書く方法と、実際に、仕様書を適用する方法について述べることにする。

1) 合材の配合設計

(a) 目的

加熱混合舗設の場合、配合設計の目的は、注意して粒度配合した骨材をアスファルト・バインダーで結合することである。上述の注意して粒度配合した骨材ということ念頭に入れて欲しい。すなわちいろいろの骨材を規定の割合で混合して、緻密、かつ、安定度の高い合材ができるようにすることが大切なのである。

アスファルト・コンクリートの場合——骨材は、碎石、砂（あるいは細粒度の切出石）やファイラー（たとえば石灰石粉）であり——、シーン・アスファルトの場合——砂（細粒度の切出石）とファイラーで、細粒式アスファルト・コンクリート（又はトベカ）は——砂（又は細粒度の切出石）ファイラーと、一定量の碎石（最大30%）からできている。普通、加熱混合の表層を行う前に、レベリング層として、粗粒度の加熱混合材の中間層を、舗設しなければならない場合がある。この場合碎石の量は、比較的多く、——細骨材は比較的少ない。——従ってこのバインダー層（結合層）は割合に粗な組織となる。

さて、適当な骨材が入手できて、かつ、適当な割合で配合して合材を作ったとすると、アスファルトはこれらの骨材を結合して、しっかり固める役目をする。従ってアスファルト量の調節には最も注意する。もし、アスファルトの量が不足なら、アスファルト合材は余りにも

「ボロボロ」したものになり、交通荷重に耐えられず破損する。そして、アスファルトが過多の場合、アスファルト合材は軟らかくなって、アスファルトの多い路面 (too rick) となり、暑いときは粘着しやすくなり、寒いときは固くなって滑りやすく危険である。

使用するアスファルトは注意して、選択しなければいけない。非常に寒い地方では、比較的軟らかいものを使用し、暖かい地方ではいくらか硬いものを使用する。

いずれにしても、この場合 ストレート・アスファルト (カットバック、あるいは、乳剤ではない) を、ミキサーで骨材と容易に混合できるように充分流動状になる温度にまで加熱する。そして合材が熱いうちに、運搬舗設 (機械的に) そして輾圧すべきである。従って、輾圧までの全過程を合材が冷えない間に行わなければならないので、それだけ充分に加熱しなければいけない。

(b) 骨 材

「配合設計」の計算をする前に、合材に使ういろいろの骨材の、最も経済的な供給源を調べる必要がある。すなわち着工前に碎石、砂、ファイラーについて、材料の質の調査はもちろん、途中で仕様書の変更を余儀なくされることのないよう、量の調査もしなければならない。担当技術者は採石場を訪ねて、工事に使用する骨材が良質で、かつ、大量にあるか否かを、自分自身で調べる必要がある。砂についても、同様で、河床あるいは砂集積所の、あらゆる部分からサンプルを採って、同一の粒度配分を持って質のよいものであるか、否かを調べる。使用する碎石と砂についての予備調査は非常に大切で、仕様を決定する前に必ず実行する。

——もしこれを怠ると、工事完成以前に、適当な材料が不足となり、工事を中止しなければならぬ結果となる。

ファイラーとして、石灰石粉を普通業者から入手して使うか、若し、ない場合は最後の手段としてセメントを使

ってもよい、しかし経費がかかるからあくまで一時的のものである。

使用骨材の予備調査に続いて、切出石をクラッシャーや、篩にかけて、サンプルを検査し、その粒度配分を決める。あるいは碎石の粒度が不適当の場合は (たとえばクラッシャーから出て来た碎石が、扁平で、細長く、砕けるような場合) その石を使用するのをやめて、ほかに適当なものを、探すべきである。

これは非常に厳格に思われるかも知れない。しかしよいアスファルト施工には、塊状で角ばっている形の碎石のみを使わなければならない。扁平な碎石の場合、弱く、かつ、緻密な、締め固めの合材にならない。これら材料のサンプル——すなわちいろいろの入手先から、いろいろのサイズの碎石、砂、ファイラー——を合材の配合を決める前に、試験室で検査する。まず、骨材を締め固めた場合、緻密なしっかりしたものにすべきであるから、篩分けした骨材の混合割合をきめることが大切である。事実、満足すべき合材をつくるには、個々の骨材のサイズは単なる基準であって、他の骨材の分類 (たとえば、碎石、砂その他) は完全に無視してよい。もちろん、これら材料は硬く、形状その他がよいものであるとしての話である。

個々の骨材の篩分けの重要性をはっきりさせるため、骨材は、その大きさ (篩分けによって決めるが) の範囲によって、その産地に関係なく、以下の三つのグループに分ける。

- a) 粗骨材……すなわち、A. S. T. M. 10メッシュ篩で (JIS2000) 止りのもの
- b) 細骨材……A.S.T.M.10メッシュ (JIS 2000) 通過 A.S.T.M. 200メッシュ (JIS 74) 止り
- c) ファイラー…A.S.T.M. 200メッシュ (JIS 74) 通過
アスファルト・コンクリート合材の場合、粗骨材は全骨材の約50—55%がよく (この場合碎石の最大のサイズ

第1表 現場に搬入された骨材の粒度分布

A S T M 篩			A	B	C	砂	ファイラー
通過	1"	止り	35	—	—	—	—
"	3/4"	"	50	2	—	—	—
"	1/2"	"	15	58	—	—	—
"	1/4"	"	—	39	27	—	—
"	10	"	—	1	33	5	—
"	20	"	—	—	9	22	—
"	40	"	—	—	16	35	1
"	80	"	—	—	11	36	24
"	200	"	—	—	4	2	75
			100	100	100	100	100

第2表 骨材の理論的の混合割合

ASTM 篩			A	B	C	砂	フィルター	計
			15%	30%	30%	15%	10%	100%
通過	1"	止り	5.25					= 5.25
"	3/4"	"	7.50	+ 0.6				= 8.10
"	1/2"	"	2.25	+17.4				=19.65
"	1/4"	"		11.7	+8.1			=19.80
"	10	"		0.3	+9.9	+0.75		=10.95
"	20	"			2.7	+3.30		= 6.00
"	40	"			4.8	+5.25	+0.1	=10.15
"	80	"			3.3	+5.40	+2.4	=11.10
"	200	"			1.2	+0.30	+7.5	= 9.00
			+15.00	+30.00	+30.00	+15.00	+10.0	=100.00

は、最終締め固め厚さの半分を超えてはいけない)そして(石、相互のかみ合いによって)必要な「内部摩擦力」と剪断抵抗によって、合材の安定度を高めるのである。細粒式アスファルト・コンクリート(あるいはトベカ)の場合、粗骨材の量を約30%に制限し、大きさは最大、3/8"あるいはJIS9.52mm 篩通過のもので、従ってアスファルト・コンクリートの場合のように石、相互が、接触し、かみ合う(interlocking)必要はない。しかし、内部摩擦力もあり、かつまたアスファルト合材の量をふやすために粗骨材を使う。シート・アスファルトの場合は——殆んど——A・S・T・M・10メッシュ(JIS 2000 μ) 通過の材料であるので、粗骨材は全然ないことになる。

アスファルト・コンクリートやトベカの中の細骨材はおもに、粗骨材相互の間隙を埋めて、「空隙率」を大いに減らす役目をする。シート・アスファルトの場合、粗骨材はないので、細骨材がアスファルト合材の主体となる。従って上述の(b)の細骨材の定義では、ただ最大と最小のサイズの限界を示しただけで、合材の安定度を高めるためには、細骨材の粒度分布を決める必要がある。殊にA・S・T・M・40メッシュ(JIS120 μ)の篩とA・S・T・M・80メッシュ(JIS177 μ)篩の通過量と止り量の割合に留意する必要がある。

「加熱混合」の場合はいつでも、フィルター役割は、二つの役目を果たす、すなわち細骨材の間隙を埋めるのと、アスファルトと混って、モルタルを作り、より粘っこい粘着材を作ることである。それ故フィルターは細骨材の「第分」という意味だけのものではない。

(c) 骨材の混合

合材をつくるため、よい粒度分布になるように、骨材を混合する方法の例として締め固め厚 5cm のアスファルト・コンクリートを考えてみる。骨材の各篩の通過量の許容量は第1表にあるが、粒度分布を決める際の参

考と考えて欲しい。従って最終の粒度分布は、右欄の最大と最小の範囲内にあるべきである。すなわち

A・S・T・M篩	各篩通過の量%		各篩通過の範囲許容%
通過 1" 止り 3/4"	5%	100	95—100
" 3/4" " 1/2"	8%	95	85—100
" 1/2" " 1/4"	20%	87	75— 90
" 1/4" " 10	20%	67	60— 75
" 10 " 20	11%	47	40— 55
" 20 " 40	6%	36	28— 42
" 40 " 80	10%	30	20— 34
" 80 " 200	11%	20	12— 22
" 200 "	9%	9	6— 12
100%			

注：上記のA・S・T・M・篩に該当するJIS篩は
25.4mm, 19.1mm, 12.7mm, 6.73mm,
2000 μ , 840 μ , 420 μ , 177 μ , 75 μ ,

今いろいろの入手先から得た骨材を混せて、所要の粒度分布の骨材をつくるため、一例として、次のような3種の普通サイズの碎石をとってみる。

"A" 1"—1/2 (1" 通過, 1/2"止り)

"B" 1/2"—1/8 (1/8" " 1/8" ")

"C" 細粒の破砕石

ここで、これらは普通のサイズのものであるが、篩分けた場合、上述のサイズに合わないサイズの碎石もあり、事実、かなりのサイズの部分が重なり合う。これは第2表ではっきりして来る。

同様に、砂は近くの河床から入手したもので、粒度分布は下記のごとくフィルターは業者から入手したものである。

希望する粒度分布になるように、上記の材料を混合する割合が問題である。ただ注意したいことは、材料を「コールド・エレベーター」で大体規定の割合で送らなければならない。(結局、材料は混合プラントに重量比あるいは容量比のいずれかで、規定の割合に従って混合

する)混合割合は、実際に行いやすいような数字であることが望ましい。すなわち複雑な割合にするよりも、できるだけ簡単な割合 $\approx 2:1$ 、あるいは $\approx 1:1$ にするように努める。従って入手可能な材料を使って、よい配合割合を、決めるのは、 $\approx$ 「経験のみに頼る人」の大変な仕事であるが、馴れると短時間のうちにできるようになる。

たとえば、粗骨材(すなわちAとB)の組成を見るとAとBとが大体、 $1:2$ の割合であるが、記憶すべきことは、AとBの二つの骨材は、CのASTM10メッシュ篩止りのものを粗骨材に加えるので、全体の約半分より僅かに少なくするようにする。AとBは合わせて全体の45%になり、かつ、BはAの2倍であるから、この場合、合材の割合はAは15%、Bは30%とする。

同じような方法ですれば、Cと砂の場合は $2:1$ の割合で混合すればよく、暫定的の方法として粗骨材と細骨材を同じ割合で混ぜればよいことになる。

すなわち $(A+B) + (C+砂)$

ここで、Aは15%、B30%、C30%、砂15%でよいことになり、残り10%はファイラーで、これらの組合せは第2表のような結果になる。

2表の右欄の数字は、アスファルト・コンクリートの典型的のものの粒度分布に非常に近い。これは、いろいろの骨材を混ぜて、満足すべき結果が出た理想的の例である。しかしながら、このように簡単には得られない。

たとえば、調査を始めるに当って、上述したよりも多く、骨材のサンプルを取って、調べ、かつ、分析すべきである、もし粒度分布が不適當であったり、あるいは、混合したものが、仕様に合致しない場合は除外する。

前述したように、この仕事は手間がかかり、また、経験に頼ったやり方である。——しかし、このような方法に馴れると、だんだん早く、正しい結果を出せるようになる。しかしながら、もちろん混合割合を決める科学的方法もあるが、この点については次点で述べる。

(a) アスファルト量

緻密で、安定性のある合材をつくるため、規定の粒度分布をもつ骨材を混合してつくったとすると、骨材相互を結合して、骨材がずれるのを防ぐのがアスファルトの役目である。従って、アスファルトの量は各一粒が丁度まぶされる程度の量にすべきで、骨材間の空隙をアスファルトで充すほど、多くしてはいけない。すなわち、アスファルト量は、次に関係してくる。

(1) 骨材の粒子の全表面積と (2) 混合骨材中の空隙率

骨材の表面積は、骨材の粒度分布の状況によってくる、というのはいま混合骨材が一定量あるとすると、細粒度のものほど、表面積は大きくなる。この変則的

なことは次のような簡単な例で説明できる。今一辺1 cm ある立方体の砕石があると考え、その表面積は 6 cm^2 である。さて、10メッシュ篩(2000 μ JIS)通過、200メッシュ(74 μ JIS)止りの細骨材を 1 cm^2 取ってみると立方体の外側の面積は相変わらず 6 cm^2 であるが、その内には数千の粒に分れているので、理論上はその全表面積は、非常に増加する。

この例をさらに、押し進めて考えると、 1 cm^3 のファイラー(すなわち200メッシュ篩—JIS74 μ 通過のもの)の場合、その全表面積はさらに、ふえることになる。従って仕様の制限範囲から、すこし違っただけでもアスファルトをまぶす(COAT)全表面積の大きさは非常に変わってくるので、実際、合材をつくる際には骨材の粒度分布に、大いに注意するよう強調したい。

複粒度骨材中の空隙率を知することは、アスファルト量の計算上、大切なことである。実際路上で合材を転圧した後の、最終の空隙率は最低2~3%、最高6%までとする。最低の規程があるのは、交通荷重で、次第に締め固められる余裕を与えるためであり、一方もし空隙が多すぎると、防水層(WATERPROOF LAYER)を構成しないことになる。またもし、アスファルト量が多すぎると、結局道路の表面に滲み出て来て——上述したように——暑い時には、ねばねばした路面となり寒い時には固くなり、滑りやすく危険となる。アスファルト量が余り少いと、骨材の各粒子をお互に、充分結合したり、また固定できず、かつ、充分転圧で締め固めた後でも、空隙率が多く、不透水性をもたないことになる。筆者は加熱混合を三つの項目に分けて、一応上限と下限のアスファルト量を述べる。アスファルト・コンクリートは50~55%の粗骨材をもっているが、細骨材の粒度状態と、ファイラーの量によって、通常重量比6~8%でのアスファルト量でよい。細粒式アスファルト・コンクリート(あるいはトベカ)では粗骨材を約30%に制限されているので、アスファルト量は $7\frac{1}{2}\sim 10\%$ となる。シート・アスファルトの場合は粗骨材はないので、従って骨材の表面積は大きくなり、アスファルト量は9~12%となる。実験室で、いろいろの合材のサンプルを作って試験すべきで、この際、アスファルト量は、上述の上限、下限の範囲内で $\frac{1}{2}\%$ ずつ、アスファルト量をかえてサンプルをつくる。もしこの制限内で満足する合材ができない場合は、骨材の粒度分布を再調査する必要がある、そして多分骨材の混合割合を変えることになる。さて、実験室でアスファルト量が決定されたら、次は混合プラントで試験的なサンプルを作り、いろいろの組成成分の割合を最終的に調整する。

G o p p e l ら の 研 究

世界石油会議のレポートより

日本石油中央技術研究所 村 山 健 司

ま え が き

ブローンアスファルトがどのような反応でできるか、換言すれば、この製造中に吹込む空気、したがって酸素がどんな挙動を示すかという点については、従来あまりはっきりしたデータで示されていなかった。ところが前回の世界石油会議でB.P.M. Amsterdam の J.M. Goppel & J. Knotnerus¹⁾ は、¹⁾「アスファルト・ブローイングの基礎」と題する論文の中で、上記の諸点を明るみに引出してくれた。その意味で貴重な報告と思われるので、できるだけ平易に紹介したい。

ブローイングによる

アスファルト内の化学変化

ブローイング工程では、原料が、その成分と分子状酸素との反応で酸化を受ける。この反応にあずかる酸素の割合は反応条件の関数で、経済的理由からはできるだけ高くしなければならず、さらに排ガス中の酸素濃度が高いと、爆発の危険性が生じたりアト反応による析出の起る可能性がある。

原料と反応した大部分の酸素は排ガス中に出て来、残りの部分がブローンアスファルト中に化学的に結合している。4種の原料を用いて実験した結果、この酸素の分布は主としてブローイング温度の関数で、第1表に示すようになる。

この表でわかるように、アスファルトに化学的に結合している酸素は、特にブローイング温度を高くして行なった場合には、ごく一部である。大部分は排ガス中主としてH₂O 一部CO₂として見出される。このような比率を見ると、ブローイング反応は主として脱水素反応だ

第1表 ブローンアスファルト中、化学的に結合している酸素の割合に及ぼすブローイング温度の影響

原料 (直留残留物)		反応した酸素中ブラス中に化学的に結合しているものの割合%		
名 称	針入度 @25°C	150°C	250°C	350°C
インドネシア	500	40	25	—
ベネズエラ	378	38	24	12
中 東	382	38	23	10
オ ラ ン ダ	350	29	8	—

²⁾ という意見が確かになる。

これに関連して重要な点は、化学的に結合する酸素の量が、原料の芳香族成分の多いものほど多いということである。この関係を第1図に示す。芳香族の少ない原料では、芳香族の多いものに比べて脱水素される割合が多く、生成するブラス中の酸素含有量は少なくなる。

ブローイングで生成する酸素含有官能基

酸素が各種の反応にどのように関与しているかを知るため、ブラス中に含まれる酸素含有官能基の完全分析を行なった。従来の分析法をアスファルトに応用すると、非常に誤差の多いことがわかったので、新たにアスファルト中に含まれるヒドロキシル、酸、カルボニル、およびエステル基を測定する方法を検討し、満足すべき化学分析法の開発に成功した。これで求めた極性基中の全酸素量と、直接化学分析 (Unterzancher 炭素還元法) で得られた全酸素含有量との関係を示すと第2図のようになり、赤外スペクトルのデータと照合しても信頼性のあるものであった。この方法で、ブローイング中にその他の酸素含有官能基、たとえばエーテル基は認め得る程

度には生成しないと結論できる。

エステル生成

第2図からいえるもう一つ重要な結論は、プロアス中結合酸素の大部分がエステル基の形で存在するということである。この関係は第3図からもうかがわれ、平均して酸素の60%はエステル基になっており、残りの40%は150°Cで得たプロアスではOH, COOH, およびC=Oに大体平均して分布し、250°Cプロアスでは大体OHとC=Oには等しく、酸にはわずかしかな分布していない。

アスファルテンについても上述と同様のことがいえる。すなわち酸素の大部分はエステル基になっており、エステル、酸、アルコールおよびカルボニル基以外の形ではほとんど存在しない。

高温でブローイングしたものほど、アスファルト中の酸素含有量は、第1表に示すように減少する。これがアスファルテンの組成にも反映している様子が第2表からわかる。ブローイング温度を高くすると、エステルおよび酸基が減少するので、全酸素含有量はかなり低下する。これはカルボン酸が高温で不安定であり、分解して排ガス中のCO₂の量を多くしていることから説明がつく。

C—C 直接結合の生成

プロアス中にかなり大量のエステルが見出され、かつエステル基をもつ分子2つが互に結合する性質があるので、エステル生成が、ブローイング工程による高分子量化合物、アスファルテン増加機構の一部である、と考えることができる。しかしこの酸素架橋がこの重合工程の唯一の役割をしているのではない。

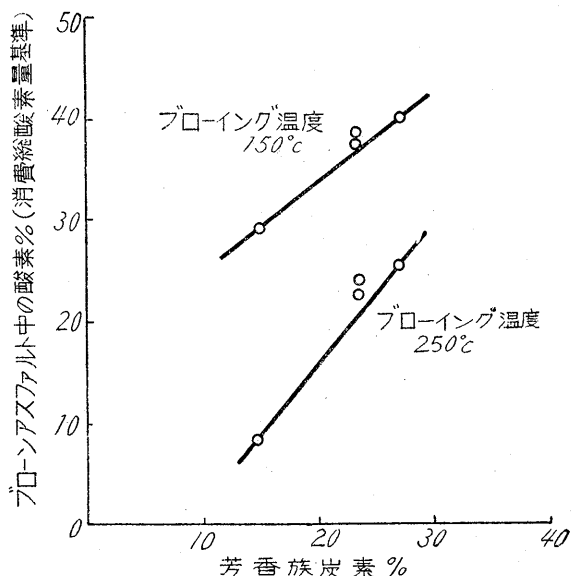
第1表からわかるように、350°Cで得られたアスファルテン中のエステル基の濃度は、150°Cの場合のわずか14%である。ゆえに、温度を上げてエステル生成が減少するのに伴い、もう一つ別な結合反応がもっと重要になっているのだと考えなければならない。

つぎに150°Cから350°Cに温度を上げると、排ガス中の水の量が増加することがわかったので、この量を酸素含有官能基に基く部分と、他の脱水素反応に基く部分とに分割して第4図を得た。これからわかるように、ブローイング温度を上げれば、脱水素が著しく多くなる。

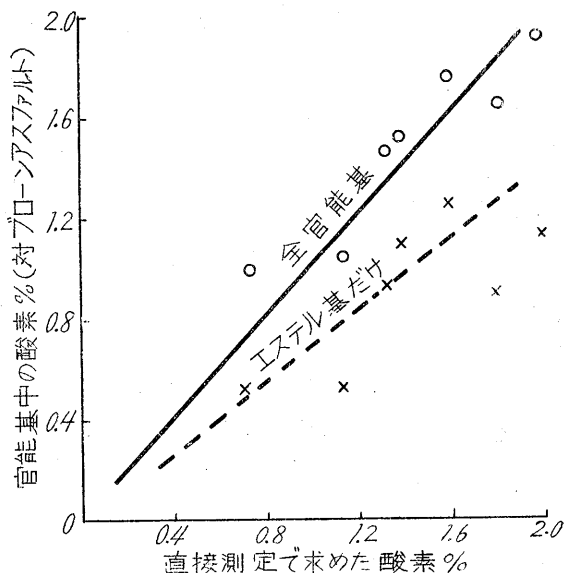
したがって温度が上れば徐々にエステル生成に取って替わるこの結合反応が、増大する脱水素と関連があり、また酸素収支が一致するという点から、直接C—C結合の生成だけから説明できると考えさせられる。

アスファルテン生成の反応動力学と酸素収支

この考えを確かめるため、平均分子量 460, 219 の2



第1図 ブローイング原料の芳香族含有量と生成するアスファルトに結合する酸素量との関係



第2図 直接法と官能基分析とで得られた酸素量の関係

種の狭沸点留出油を用いてブローイングを行うと、反応度(実線)が反応酸素量に比例するとして統計学的に求めたアスファルテンの理論収量が、実測結果(プロット)とよく一致する(第5図)。この留出油に対応するアスファルテン生成のための最低縮合度 k は、それぞれ3.5, 4.5したがってアスファルテンの分子量は1610, 986になるこの差は第3表に示すように、分子量の大きい原料からブローイングして、つくったアスファルト中のアスファルテンの酸素含有量が低分子量の原料の場合より多い、

すなわちより極性が強いことから容易に説明できる。

第3表 ブローイング原料の分子量とアスファルテン中の酸素含有量との関係

原料の分子量	アスファルテン中の酸素含有量 rot%
377	5.4
440	3.9
800	2.6

さらに第5図から、反応酸素の1ℓ 当たりどれだけエステル結合が生成するかわかっているの、この250℃の実験ではエステル結合：全結合＝3.5となる。ゆえに第2表からも考えられるように、低分子量の原料から高分子量のアスファルテンが生成する機構は、エステル基の結合だけでは説明がつかず、5つの結合中3つはエステル基によるものとしても、他の2つは直接結合によると考えざるを得ない。

ではこの割合がどのように変るか、エステル基の生成で述べたように、結合生成のエステル基生成に対する比率は、温度の上昇と共に急速に増加し、同一温度では各種の原料油についてほとんど同じで、その割合は第4表に示すとおりである。

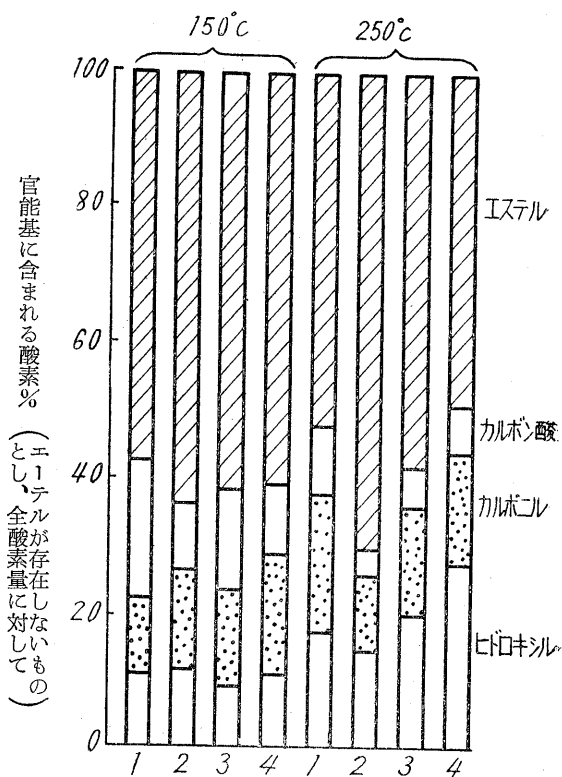
第4表 ブローンアスファルト中のC—C結合とエステル基との比

ブローイング温度 °C	Nc-c/Nエステル
150	ca 0.15
250	0.5～1.5
350	ca 5

この結果を加味して第4図をさらに詳細にすれば第6図のようになる。酸素のかかなりの部分が架橋（エステルまたはc-c結合）以外の副反応に使われ、特に350℃にもなれば、有効に使われる酸素がわずか20%に低下することがわかる。一方低温ではエステル生成により多くの酸素を必要とするから、反応した酸素の1モルに対して結合が最も多くなる点があるべきで、その温度は第7図に示すように約250℃である。酸素移動効率を考えなければ、これがブローイングの最適温度になるが、この効率は反応塔の設計と作業条件、特に温度によって第5表のように変る。これと第6図から、反応塔に吹込まれた酸素1モルに対して、幾つ結合（エステル+C—C）ができるかが求められる。

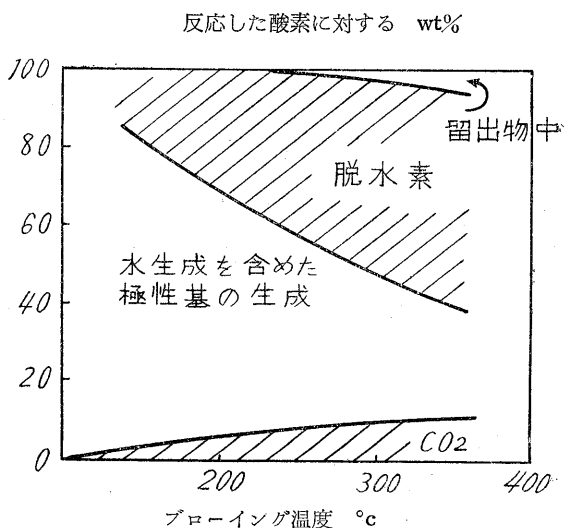
第5表

ブローイング温度 °C	酸素移動効率
150	ca 20
250	97
350	99.6



第3図 各種原料系ブローンアスファルト中の酸素含有基の分布

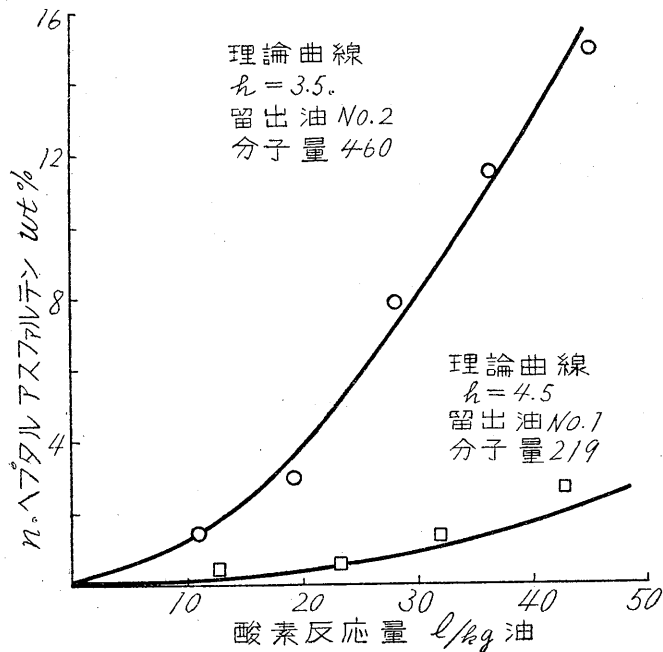
原料 1. 中東
2. ベネズエラ
3. インドネシア
4. オランダ



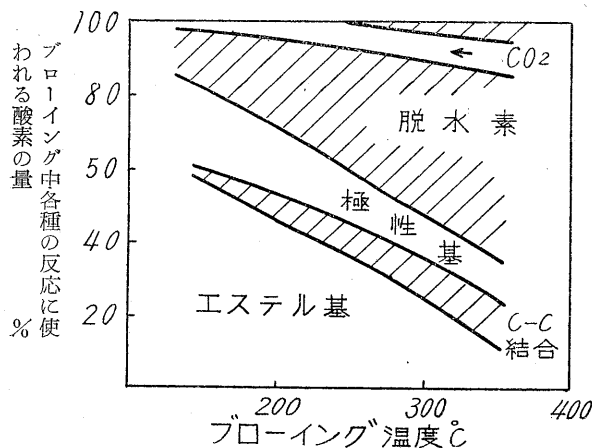
第4図 ブローイング工程中に起る各種の反応の酸素分布（ベネズエラ系原料）

第2表 ペネズエラ系ブローンアスファルトから分けたアスファルテンの酸素含有基分析

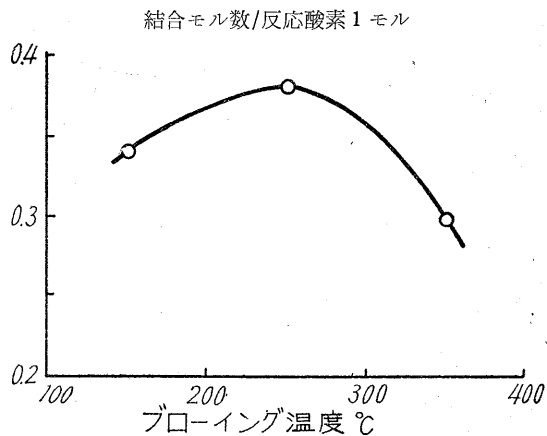
ブローイング温度	アスファルテン含量	各基になっている酸素の wt%			
°c	%	OH	C=O	COOH	COOR
150	30	0.25	0.60	0.45	2.6
250	34	0.45	0.35	0.2	1.6
350	34	0.35	0.5	0.03	0.35



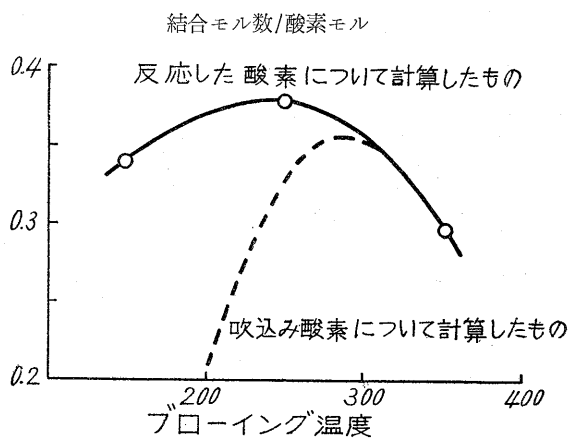
第5図 留出油を使った場合のアスファルテン生成量曲線は理論値、プロット実験値



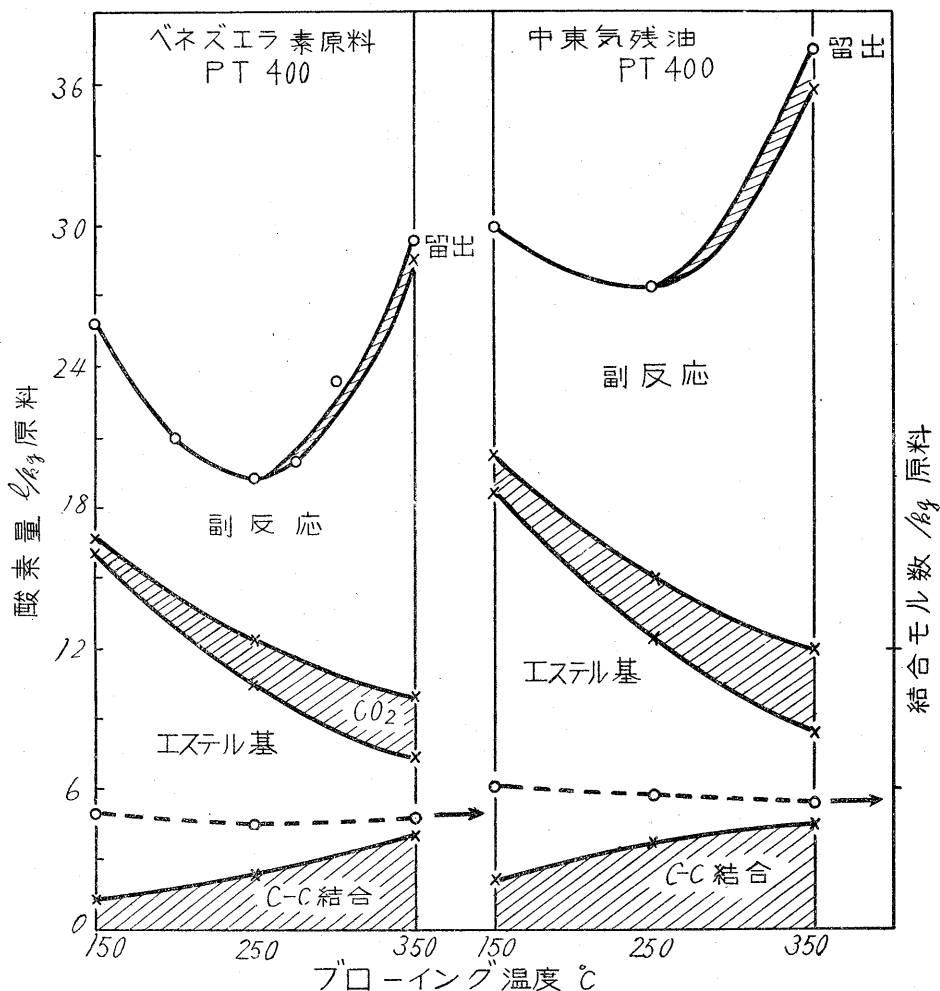
第6図 各種の反応に参与する酸素の量に及ぼすブレッシング温度の影響



第7図 反応酸素 1 モル当たり生成する結合モル数に及ぼす温度の影響 (ペネズエラ系残留物)



第8図 酸素移動効率のため、250°C から 270°C へ結合生成最適温度の変更



第9図 85° CR&B 級品を造る場合2種の原料の酸素所要量の差

最適 ブローイング温度

吹込み空気量（圧縮機容量）と有効な化学反応とから見たブローイング最適温度は、上述のように架橋生成における酸素収支と酸素移動効率に関係する。幸にも前者は原料の種類でひどく違うとも思われず、第7図の関係はどれにもあてはまると考えられる。ゆえに約250°Cでの酸素移動速度が不充分だと思われる場合には、もっと温度を上げてみるのもよからう。第8図の点線が示すように、吹込み酸素に対して最大結合数を得ようとするには、実験室の装置でも約20°C高くする必要がある。工業用の装置では一般にもっと酸素移動効率が低いから、50°Cあるいはそれ以上高くしなければならぬかもしれない。酸素の最大の結合効果が得られる温度は大体第8図の実線で示され、これより高い温度では結合度が減り、

したがってあるグレードの製品を得るために必要な空気量は増加する。このことは一定の空気吹込み速度において、原料の塔に滞留する時間が長くなり、高い温度とも関連して、製品の性状を変えることになる。

酸素所要量

ベネズエラおよび中東系の針入度400の直留残留物を用い軟化点80°C品を得る場合の酸素所要量を第9図に示す。この両原料とも、酸素所要量は250°Cで最小を示し、さらに全結合数は温度にほとんど無関係である。これは同一グレードの製品をつくる場合のことであるからこの事実は結合生成論 (bond concept) の重要性を強調することになる。

中東系原料はベネズエラ系より、同一軟化点のアスファルトをつくるのに、 (P. 6 へつづく)

舗装用アスファルトの性状

主としてその軟かさについて その1

北海道大学工学部助教授 菅 原 照 雄

緒言

紀元前3200年からメソポタミヤ、インダス溪谷等で建築に、或は道路の築造に使用されたと伝えられるアスファルトは、今に至ってなお建設材料として年々莫大な量が消費されている。しかしこのように古くから使用されその量が多い材料でアスファルト程性状の不明瞭な材料はないであろう。これはなにも我が国に限ったことではなく、諸外国でも全く同様である。近年に至って粘弾性学（レオロジー、Rheology）という分野の学問が非常に発達してアスファルトの物理的な性質もだんだんと明らかにされ、化学的性質も広範囲にわたる研究の結果、その一部の性質が漸く明らかにされつつある現状にある。

本稿はアスファルトを道路舗装に使用しておられる技術者各位の御参考に供し、且アスファルト製造技術者各位にアスファルト舗装なるものの性格を認識して戴くことを主目的に、内外の文献、加うるに僅かなら筆者の研究の結果等を紹介する所存である。

他の材料についてはともかく、アスファルトについてはその性質上、道路関係技術者、アスファルト製造技術者の相互の理解、認識が非常に重要であり、その知識の交換は我が国のアスファルト舗装技術の向上に極めて有意義であり、又不可欠であろう。

もとより筆者浅学にして誤謬もあろうが、御叱正を戴き、また御意見をお寄せ戴ければ誠に幸である。

第1節 アスファルトの種類について

1 アスファルトの製造

アスファルトはその産出の状態よりして、トリニダッドアスファルトに代表される天然アスファルトと、現在普通日本で用いられている石油アスファルトに大別される。今日では日本では天然アスファルトは殆ど用いられていないので本稿では主として石油アスファルトについて話を進めて行くことにしよう。

石油アスファルトは原油から精製されるもので硬いものから軟かいもの迄いろいろなものが得られる。

普通我々が舗装に利用する固溶体の所謂アスファルト・セメントは硬いアスファルトと、非揮発性油との混合と見做すことが出来る。蒸溜が原油からアスファルトを作る主な操作であり、他には別に複雑な方法を用いる必要はない。

ブローン・アスファルト、ストレート・アスファルト、液体アスファルト（S.C, M.C, R.C）アスファルト乳剤の製造工程と相互の関係を図-1に示す。かつては蒸気蒸溜アスファルトが使用されていたが現在では殆ど減圧蒸溜法が用いられている。

液体アスファルトは施工後、或る程度の時間の経過後、高い粘着力を持つようにアスファルト・セメントをカット・バックするか若しくは揮発性、低揮発性油とアスファルト・セメントを混合したものである。

2 各種アスファルトの用途

a 表面処理

防塵用—S.C. 道路油

ブライミング—M.C. カット・バック・アスファルト
シーラー・コート、タック・コート、カラー・フート
——M.C. カットバック、R.C. カット・バック、乳剤、極く軟質のアスファルト・セメント

b アスファルト・マカダム

滲透式工法——軟質アスファルト・セメント

（骨材の空隙の小さいものについては、アスファルト乳剤、R.C. カット・バック・アスファルト）

c 路上混合（Mixed-in-Place）

マカダム骨材——R.C, M.C, カット・バック・アスファルト又はアスファルト乳剤

非連続粒度骨材——R.C, M.C. カット・バック・アスファルト重質 S.C. 残留油、アスファルト乳剤。

連続粒度骨材——M.C. カット・バック・アスファルト、或は S.C. 残留油。

d プラント・混合（Plant Mix）

常温舗設マカダム型式骨材——R.C, M.C. カット・バ

ック・アスファルト、及びアスファルト乳剤、及び、アスファルト・セメントと、揮発性石油精製物で予め処理した骨材との混合。

常温舗設複粒度型式骨材——R.C, M.C. カット・バック・アスファルト、粘稠性 S.C 残留油、アスファルト乳剤、又は硬質アスファルト粉末と残留油との混合。

加熱式複粒度型式骨材——アスファルト・セメント
変型加熱式複粒度型式骨材——粘稠性 R.C, M.C. カット・バック・アスファルト及び S.C 残留油

以上で明らかなようにそれぞれのアスファルトは各型式の舗装にそれぞれ適当したように作られている。

更に適当なコンシステンシー（軟らかさ）を与えるために各種のアスファルト材料はその軟らかさを分類される。

(1)アスファルト・セメント (Asphalt Cement)

針入度で分類して我が国では (J.I.S) (但ストレートアスファルト規格)

0~10, 10~20, 20~40, 40~60, 60~80, 80~100, 100~120, 120~150, 150~200 及び 200~300 の 10 分類。

アメリカでは (A.A.S.H.O) (道路用規格)

40~50, 50~60, 60~70, 70~85, 85~100, 100~120 120~150, 150~200, 及び 200~300 の 9 分類。

ドイツでは (D.I.N)

10~20, 20~30, 35~50, 50~70, 70~100, 160~210 及び 250~320 の 7 分類。

これらの針入度はそれぞれ舗装工種、骨材の性状、気象条件等によって選択される。

(2)液体アスファルト (Liquid Asphalt)

a S.C. (Stone Curing)

S.C-0~S.C-5 の 6 分類

b M.C (Medim Curing, Kerosene Cut back Asphalt)

M.C-0~M.C-5 の 6 分類

c R.C. (Rapid Curing, gasoline or Naphtha Cut Back Asphalt)

R.C-0~R.C-5 の 6 分類。

これらの分類はセイボルト・フロー粘度で分類される。

(3)アスファルト乳剤

アスファルト乳剤は、

R.S. (急速分解, Rapid Setting)

M.S. (中速分解, Medium Setting)

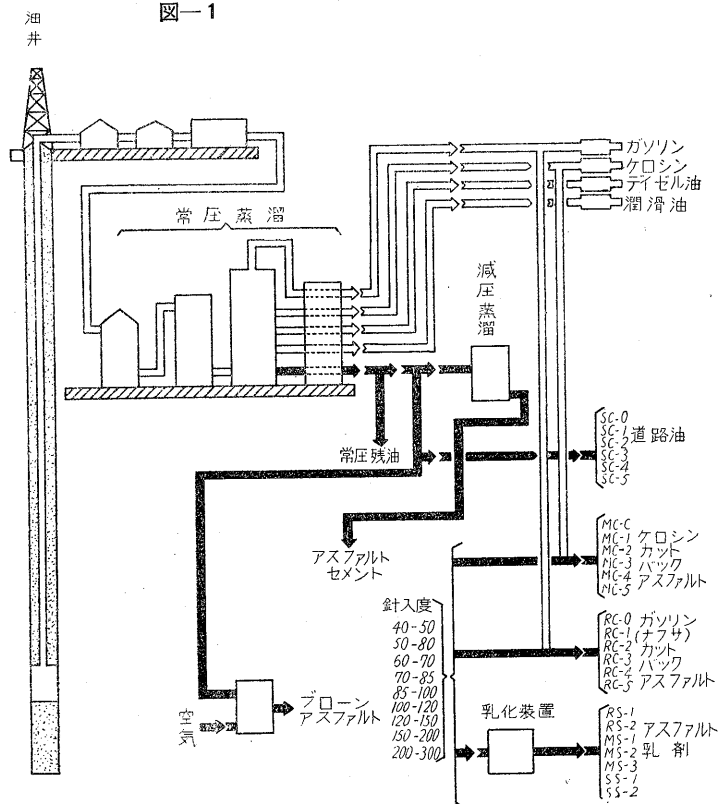
S.S. (緩速分解, Slow Setting)

に分類されるが、これはセイボルト・フロー粘度及び分解性から分けられる。乳剤についてはアメリカ、日本、ドイツその他を通じて規格にかなりの開きがある。

以上を通じ大体に於てアスファルト・セメントは滲透式マカダム、加熱混合型式を、R.C.M.C カット・バックアスファルトは常温プラント混合又は常温路上混合を S.C 残留油は表面処理型式のものを夫々主な対称とするものであることを了解されたであろう。

S.C 残留油は例外として、R.C.M.C 各カット・バックアスファルト、及びアスファルト乳剤は揮発性の油分又は水分が蒸発又は分解することにより、施工時の軟らかさは失われて、ほぼアスファルト・セメントと相似た軟らかさのアスファルトが得られる。図-2 参照) つまり一言にしていえば施工の方法によってこのようないろいろな種類のアスファルトを作るわけである。しかし我が国ではその大半がアスファルト・セメントとアスファルト乳剤に依存しており、他は殆ど用いられていない。これは施工設備、気候条件等にも影響されているためと思われるが、道路舗装工事が増加して来た今日で

図-1



は、経済的見地からもカット・バック・アスファルトの使用についても考慮を払うべきであろう。

第2節 アスファルトの品質を左右する要素

アスファルトは実に複雑な性質を有しているもので簡単な表現を以てしてその性質は論じられない。即ち極端に言えば筆者が研究用として入手するものでも同一の製品でも罐毎に、又一つの罐の中でも性質の差のあることが認められている。この品質の差はいろいろなことに起因するが、その中最も大きな要素として吾々が念頭に置く必要のあるのは、

a 原油の性状、(原油の産地、原油の基等)

b アスファルトの製造の方法。

原油の産地は全世界にわたるが、代表的なものとしては、イラン、イラク、アラビヤに代表される中東地区、サノノーキン、コーリング、カナダに代表される北米地区、セリヤ、スマトラ、クラモノに代表される南方地区、その他ヴェネズエラ等のものが我が国に輸入されている。国産原油も少量乍らこれらに加えることができる。西山、八橋、院内、新津、及び庄内等がそれである。これらのものは種々の基に属し、その性状に大きな差がある。第1表は輸入原油の基(ベース)、パラフィン分、輸入量等を示している。

これらの中パラフィン基に属するものは一般に舗装アスファルトの製造には適当でないとされている。これらのパラフィン基のものが舗装に不適であるという、理論的又は実験的な確証は何ら得られていない点に留意すべきであろう。

これらのパラフィン基は、その定量の方法の問題、含有パラフィンの性質の問題、それらが舗装に与える性質、施工方法が従来のアスファルト基又はナフテン基の方法と同一であってよいかという問題等、今後に大きな問題を残していると同時に、石油の国際情勢、全石油製品の

性質又は経済的見地からして、道路への利用に関する本格的な検討の段階に達しているということができよう。

第2の製造方法についてはアスファルトの大半が真空蒸溜法によって製造されるようになり、各製造会社毎に夫々異った方式をとっている。これらの差も又無視できないが、一応近代的な様式をとっており、昔見られたような無理な製造は行っていないと見てよいと思われる。只所要針入度のものを如何にしてとるかという問題が残る、この方法にもっと吟味すべき余地があるように思われる。

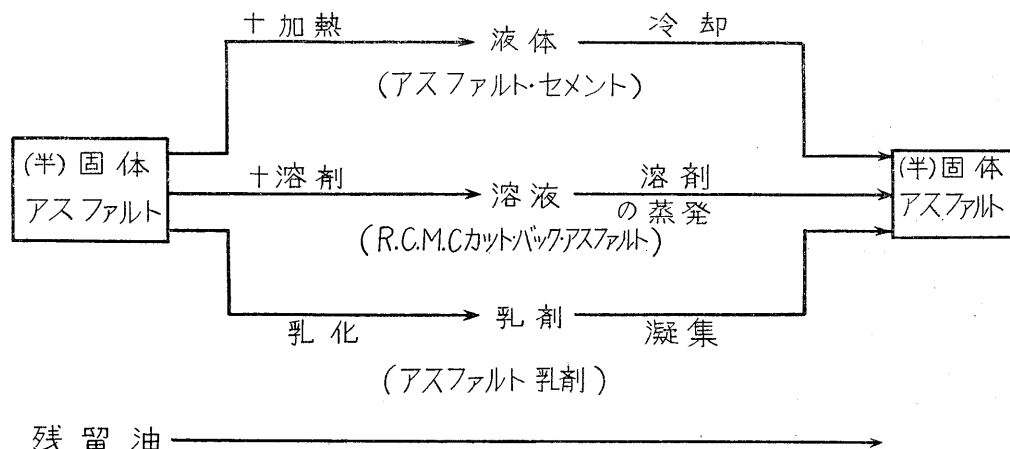
第3節 アスファルトの軟かさについて

アスファルトを道路舗装に用いる時、アスファルトが果た役割は、簡単に言えば糊の作用であって、この糊としての性能が種々の角度から検討されるわけである。

この糊としての性質の中第一に吟味されるのが軟かさ(Consistency, コンシステンシーという言葉で表現される)である。この軟かさを非常に複雑なものにしてゐるものが温度であり、温度を無視しては全くアスファルトの軟かさを論ずることはできない。又粘弾性学的に見るときは荷重と同時に時間の項をもとり入れる必要がある。

アスファルトの所謂“軟かさ”を測定する方法としては、粘性(Viscosity)、弾性(Elasticity)、針入度(Penetration)、軟化点(Softening Point)、浮游値(Float Value)、伸度(Ductility)、圧縮試験(一軸、三軸、拘束、無拘束)(Compression Test)等があり、それから間接的に軟かさを知ることができる。しかしこれらの数値がアスファルト舗装のどのような性質に関係を持ち、かつこれらの数値の相互関係についてはあまり確実な資料は得られてはいない。又これらで表わされる軟かさはアスファルト舗装用合材の軟かさ(これは多くの場合安定度 Stability という言葉で表わされる。)と相関関係

図-2



はあるがこれだけで合材の全ての性質を支配することはできない。

第4節 アスファルトの品質判定に必要な温度

1. 筆者は前橋りに於てアスファルトの感温性が舗装にとって重要な要素であることについて述べた。従来もこれに関する多くの研究の結果が発表されている。

我々がアスファルトを合理的に使用せんとするならば従来よりもっと温度範囲を拡大して、この軟かさを検討する必要があるようである。舗装の性質から考えて大体次の温度における軟かさが必要である。

1. 合材の混合時の温度
2. 合材の敷き均し時の温度
3. ローラーをかける、即ち転圧温度
4. 舗装使用中の温度（大気温度前後）

従来の殆ど全部の軟かさの測定は4の舗装の使用中の温度を対称として行われており、1～3については比較的軽視され勝ちであった。これは確かに戦前のアスファルトには品質差が少く、簡単な規格を決めておけばその規格に盛られている以外の性質は各種のアスファルトの間で大同小異といったことに起因しているのであるが、今日ではもう少し巾を拡げて品質を管理する必要がある。これと同時に従来の瀝青舗装の建設が職人的技術に負うところ多く、それが戦時中の中断による熟練技術者の不足、急速な機械化等にアスファルトの研究が追いつくことができなかったことも無視することはできないであろう。

先に挙げた温度は採用する舗装の工種、地方的条件を考慮に入れて決めなければならない。即ちこれは大別して、加熱混合、常温混合の各瀝青合材、普通用いられる滲透式マカダム工法、乳剤舗装等が舗装工種の代表的なものであり、地方的条件としては建設時、並びに舗装の経験する最高、最低の温度等について考えるべきであろう。

1. 加熱混合用アスファルト・セメントについて

a 施工時のアスファルトの温度

施工時の温度は前述の通り混合時の温度、敷き均し時の温度、転圧時の温度である。

加熱混合にあっては、アスファルトの加熱温度は針入度 40～200 について、285°F～325°F (135c～163c) の範囲内であり、硬質のアスファルトについては比較的高い温度が要求され、又軟質のものについては、低い温度で充分混合可能である。これはアスファルトが骨材表面を完全にカバーする意味に於て重要であり、過熱はアスファルトに著しい品質の低下をもたらすから絶対に避けなければならない。この観点からすれば、よいアスファ

表—1 輸入原油の性質

地域	国 名	原油石	原油の基 (ベース)	32輸 入比 度率	パイ ラフ ン %
中 東 地 域	サウジアラビヤ	アラビア	パラフィン	38.35	3～4
	〃	サファニア	パラフィン	4.56	
	クエート	クエート	パラフィン	20.94	3
	ワフラ	中立地域	中間	2.49	2.5～3
	カタール	カタール	中間	4.41	3
	イラン	イラン	中間	4.11	3～4
	イラク	イラク	中間	9.13	3
	計			83.88	
南 方 地 域	英領ボルネオ	セルア	ナフテン	8.59	5
	インドネシア	クラモノ	ナフテン	1.00	—
		スマトラ	中間	—	17
		ミナス	パラケイン	0.28	多量
				14.81	
北 米 地 域	アメリカ	サンノーキン	ナフテン	0.61	0.5～1
		プラセリタ	ナフテン	—	—
		ユーリンガ	ナフテン	0.24	—
		サンセット	ナフテン	—	—
	カナダ	レダック	ナフテン	—	3
		ペンピナ	ナフテン	0.10	
				0.91	
南米 地域	ヴェネズエラ	ヴェネ ズエラ	ナフテン	0.25	

ルト合材を作るためのアスファルトの加熱温度は適切な粘性との関連に於て導き出されるべき性質のものであり、加熱温度はアスファルトの品質低下をできるだけ避けるため、アスファルトの粘性からできる限り低く最適加熱温度を決定すべきものである。筆者は種々の針入度級のアスファルトを原油別、製造会社別に入手して、粘性—温度関係を求めた結果、同一針入度級の各アスファルトについて、同一粘度を示す温度が最高と最低で約40°Cに及ぶこと、アスファルテン量がこれに大きな影響を有することを見出した。

2. は1における温度から運搬中の損失を差引いた温度で大体 120～150°C の範囲にある。

3. の温度は舗装の密度良否に直接関係を有する温度で通常 100°C が考えられている。仕様書では温度を規格することもあり、又合材がローラーをかけても動かないような時期に（アメリカアスファルト協会）という規格を行うこともあるが、何れにしても正確な数字にして示すことは困難である。

しかもこの転圧温度は合材の配合、粒度、アスファルトの品質、等に左右され、又石粉の量もかなり大きな要

素になる。これはイギリス、アメリカ、日本と夫々使用するアスファルトの品質、針入度、アスファルト含有量が非常に異なっており、外国の仕様書その他を一概に参考にして決定することは出来ない。

単にアスファルトの問題にのみ限定して考えればこれは転圧時の粘性の問題である。従って同一針入度でも100°C前後で転圧可能のこともあり、不可能のこともあり得ることになる。これは現場技術者の各位は既に承知して居られる筈である。これは、筆者の現在迄の研究の結果ではパラフィン基、ナフテン基という基の差によるだけのものではないようである。従来転圧がなかなか出来ないもの、亀裂の入るものはパラフィン基として片附けられた事例もあるようであるが、ナフテン基のものでもこのようなことがあることに留意されたい。筆者の実験によれば100~120°Cの範囲でアスファルトの粘性は原油毎、製造方法毎にかなりの差があることが明らかになっており、その差は驚く程大である。従って最適転圧温度にもかなりの巾のあることは明らかであり、仕様書に単に転圧温度100°C以上と記す如きは極めて危険である。

一般に低粘度での転圧は合材の落着きが悪く、合材はローラーによって絶えず移動し、時によってはササミ状になってローラーの進行方向と直角方向に5cm間隔位にシワが生じて亀裂が入り、何回ローラーをかけても締め固めが出来ない。低温になっての高粘度での転圧は一見ローラーの効果は非常に大きく見えるが実際にはその合材の密度は小さい。

現在日本に各種の原油が輸入され、各種のアスファルトが製造されるようになって、この100°C前後の粘性に非常に広い巾があるので、舗装技術者はこの温度での粘性ということをも充分考慮に入れて、出来上った舗装体の密度というものを第一に考え転圧温度を決定するのが希ましい。又一部アスファルトに見られる極端な高温粘性の低下は、原油性状以外の原因も考えられ、低温伸度を重視するあまりアスファルトの施工性を犠牲にしていることも考えられる。

以上2, 3は互に相反する要求であり、その双方を満足せしめることは不可能ではあるが、1の混合温度での粘性値の巾は3の転圧時の温度程顕著ではないので、3に重点をおいて粘性を若干向上せしめる努力をすべきであると考えられる。

b 舗装体の温度

4は云う迄もなく瀝青舗装にとって最も重要なことであり、衆知の事項と思われるのでここでは省略したい。しかしここで注意すべきことは舗装体が夏季60°C~70°Cに迄達することがあるということである。

以上a, bを通じて眺めるとアスファルトについては殆どあらゆる温度での軟かさを知ることが必要であることに気付かれるであろう。そして現在アスファルトについて行っている試験がそのほんの一部にしか過ぎないことを了解されたと思う。

2. 常温混合用液体アスファルト

常温混合型式にあっては又別の考え方をしなければならぬ。加熱混合型式にあっては温度を変化せしめることによって、混合、転圧、使用の3種の所要の軟かさを得るのに対し、常温混合に用いる所謂液アスファルトは適当な揮発性溶剤を加えて適切な軟かさを得んとするものである。これは加える溶剤により、

- a R.C・カット・バック・アスファルト
- b M.C・カット・バック・アスファルト
- c S.C・ロード・オイル (カット・バックをしない)

に分けることが出来る。R.C・カット・バック・アスファルトはガソリン或はナフサで、M.C・カット・バック・アスファルトはクロシンで夫々カット・バックしたものである。図-2で見られるようにこれらはそれぞれの揮発性溶剤が揮発し去ることによって、使用したアスファルトのカット・バック以前の軟かさに戻る。この戻りの速度は揮発性溶剤の揮発しやすさの程度による。このR.C, M.C・カット・バック・アスファルト並びにS.C.ロード・オイルの軟かさにも種々の種類があり、舗装工種によって使用区分の要があることは先に述べた。

舗装体として交通に供した際の軟かさは前述の加熱用アスファルト・セメントの軟かさの考え方と全く同一であるが、一般にR.C・カット・バック・アスファルトの針入度は80~120, M.C・カット・バック・アスファルトの針入度は120~300とされている。なおこのR.C, M.C・カット・バックの施工時の軟かさは、Furol Viscosityなるもので表わされる。

3 アスファルト乳剤

アスファルト乳剤は、アスファルト・セメントを乳化せしめたものであり、その約半分がアスファルト、残りが水である。乳剤を使用する際、その軟かさはさして大きな問題ではなく、滲透性、安定性、その分解性状がより大きな問題であり、完全に分解した後は、に述べたアスファルト・セメントの軟かさの考え方と全く同一である。

以上1, 2, 3, を通じ、その施工に際してこの3種のアスファルト材料は全く異なった性状を示すが、舗装となってしまった後は、何れもアスファルト・セメントとしてほとんど同一の作用をするものである。従って以下に於ては、針入度で軟かさを表わされる所謂アスファ

ルト・セメントについて話を進めることにする。

但、日本では従来あまり常温混合が行われて居らず、カット・バック・アスファルトについての研究が不足のようであるが、将来舗装の普及につれてパッチングその他でこれらの使用の必要が生ずることが予想されるからこれらの研究も真剣にとりあげられるべきであろう。

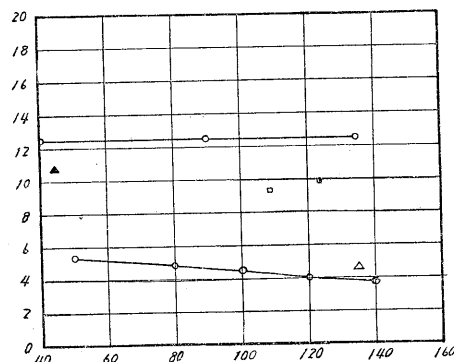
第5節 軟かさの表現

アスファルトの軟かさの持つ意味が、施工、舗装の利用面について非常に広く影響することは前節で述べた。

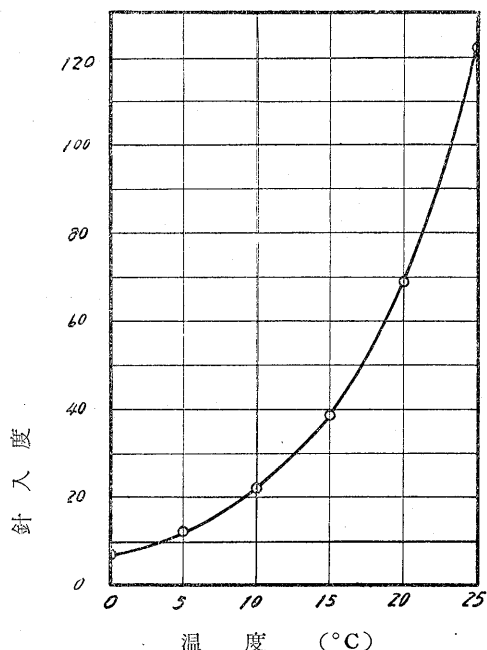
初、アスファルトの軟かさということとは一体どのようなことであろうか？

我々はアスファルトを購入する際には普通針入度いくらかという表現で購入し、又製造者も、販売業者も針入度いくらかという言葉で販売をする。これはたとえ合理的な表現ではないにしても（事実針入度のみではアスファルトの軟かさを表現するのには不充分である）国の内外を問わず、規格その他は 25°C に於ける針入度で分類している。それ以外につけたしとしてその針入度に於ける伸度、軟化点、浮游値、と云ったものが一応規格で決められている。伸度はアスファルトの伸びの程度を観察し、軟化点、浮游値はアスファルトはどの程度の温度迄軟かくならないかということをもとめ、舗装に使用したとき流動する温度を推測しようとするものであり、皆アスファルトの軟かさを表現しようとするものである。我々は瀝青舗装には、自動車走るとき不快感を与える舗装表面の凸凹波がないこと、舗装が流動したり、亀裂が生じたり、穴があいたりしないこと、寒いときにあまり脆くなって磨滅したりしないこと、自動車が滑らないこと、耐久的事であること、などを要求する。

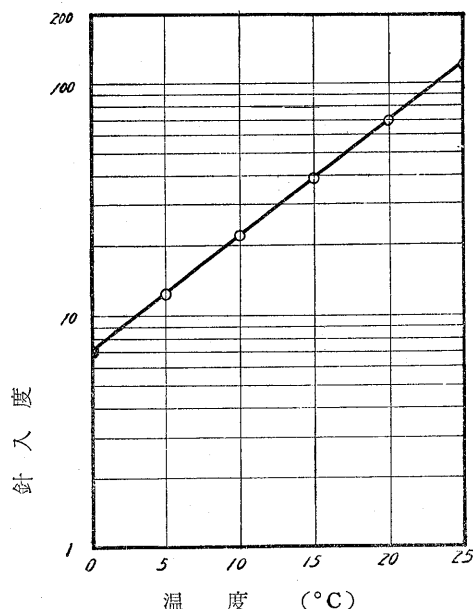
瀝青舗装ではこれらの大部分が軟かさと関係がある。このアスファルトの軟かさはアスファルト中のどのよ



図—3 アスファルテン量と針入度との関係

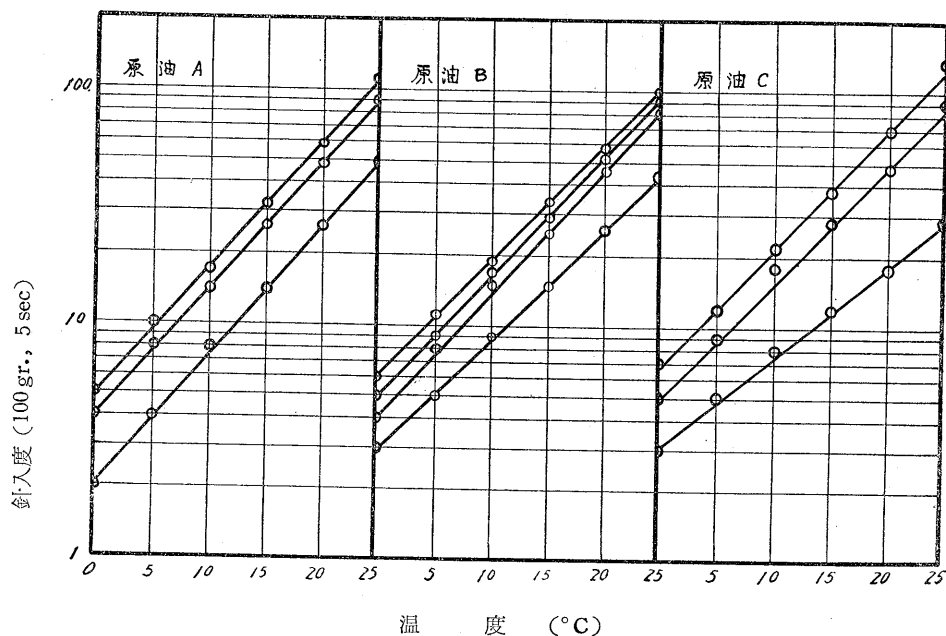


図—4 針入度と温度との関係



図—5 針入度と温度との関係

うなものによって決まるのかは未だあまり明瞭ではない。原油、製造工程が同一であれば、針入度はアスファルト中のアスファルテンの量によって決まる。原油が異なれば当然変化する。しかしアスファルテン量以外にも軟かさを決めるものがアスファルト中にも存在する筈で



図一六 各種アスファルトの針入度と温度との関係

ある。図一三は筆者が2, 3のアスファルトについて行った針入度とアスファルテン量との関係を示すものである。アスファルテン量と針入度には大略の相関関係はあって一般的に全てのアスファルトに共通したグラフでの表現は不可能なことは明らかである。

アスファルトの軟かさの表現にはいろいろあることは前述の通りであるが、この相互の関係はどのようなものであるかを若干説明して見よう。

a 針入度と温度との関係

アスファルトの針入度と温度との関係は従来の研究から次式によって示されることが明らかにされている。

$$\log P = At + K$$

P: t° に於ける針入度

t: 温度

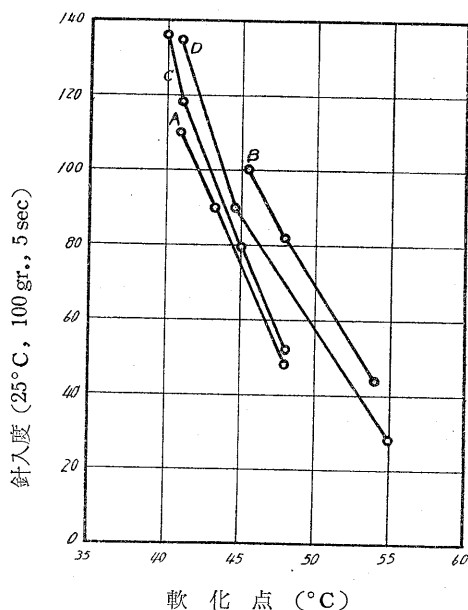
A, K: アスファルトの種類によって定まる常数

この式でAは、大体原油と製造工程によって変化することが原油の性状に支配されること極めて大であり、感温性の表示に極めて大きな意味を持つ。又そのときのKの値は温度0に対する $\log P$ で原油その他が同一のときは25 $^{\circ}\text{C}$ の針入度の大きさに比例する。一般に種々の原油から得られたA及びKは種々変化する。

又このAと前稿¹⁾で述べたP.I. (Renetration Index)との間には

$$A = \frac{20 - \text{P.I.}}{10 + \text{P.I.}} \cdot \frac{1}{50}$$

の関係があり、P.I. も又感温性の表示に用いられる。



図一七 軟化点と針入度との関係

P.I. < -2 は タール・ピッチ型

P.I. = -2 ~ +2 は 普通アスファルト型

P.I. > 2 ブローン・アスファルト型

とされ、アスファルトの感温性の表示には最も一般的に用いられる。

図一4はもっとも一般的な温度—針入度関係を示している。

図一5は図一4を半対数紙で処理したもので、普通針入度—温度曲線は半対数紙上で処理するのが便利である

図一6は国産原油、輸入原油について同一原油同一精油所にて製造したアスファルトの針入度—温度関係を示している。針入度は道路用ストレート・アスファルトについては0°C~35°Cの間で測定可能であり、それ以外の温度に於ける品質は他にゆづらなければならない。

b 軟化点と針入度との関係

特別な処理を施したものの以外、軟化点は針入度の小さなもの程大である。前稿に記したように軟化点に於ける針入度は約800であると云われている。

図一7は数種のアスファルトについての軟化点と針入度との関係である。これもやはりアスファルトによってかなりの差があるようである。

c 伸度と温度との関係

アスファルトの諸性質中伸度と温度の関係程アスファルトによって変化するものはないであろう。そしてその関係も実に種々の様相を呈し、原油別にその性状は全く異なっている。しかし一般には針入度の大きい程大と考えても差支えない。目下問題にされている低温伸度の向上に関しても石油各社は殆ど研究を完成しているようであるから、この性質も又かなり変わったものになっているであろう。

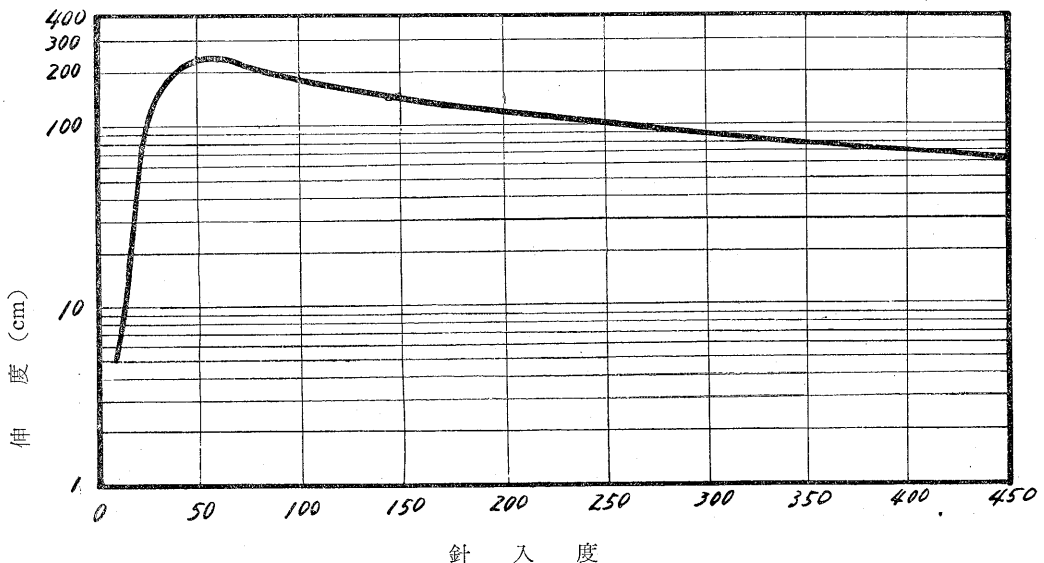
図一8(a)(b)は R.H. Lewis, ²⁾ の行った実験の結果である。

d 針入度と粘性との関係

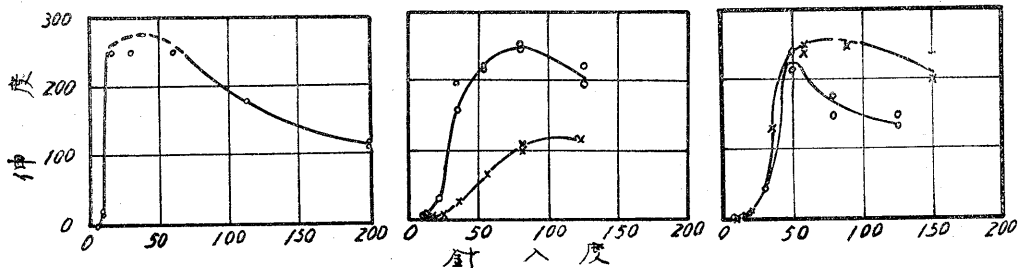
R.N. Saol, G. Koens によれば、粘度、軟化点、針入度の間には、

$$\eta = \frac{5.13 \times 10^6}{P^{1.39}}$$

ここで：



図一8(a) 針入度と伸度との関係



図一8(b) 針入度と伸度との関係

P: 針入度 100gr 5sec

η : 粘度 (Poise)

更に,

$$\eta_s = 1.2 \times 10^4$$

ここで,

η_s : 軟化点に於ける粘度 (Poise)

なる関係があるとされ, 更に R.N. Saal, P.W. Baos 及び W. Henlelon によって,

$$\eta = \frac{1.58 \times 10^{10}}{P^{2.16}}$$

ここで

η : 粘性係数

P: 針入度

なる関係も与えられている。

e 比粘度と温度との関係

筆者は簡単な実用試験という見地からストーマー回転粘度計を用いて 120~180°C の温度—比粘度の関係を求めて見た。図—9 はその結果であり, 施工性の見地から興味ある結果を得た。

第6節 軟かさから見たアスファルトの選択

実際にアスファルトを道路舗装に利用するとき, 軟かさという観点からどのようなものが選択されるべきかはなかなかの難問である。舗装技術者が製造業者に要求する場合にはどのような要求を出すべきか? 前節迄に述べた事から針入度いくらという表現はかなりアイマイな表現であることは御承知の通りである。もっと実際に則応した表現で要求を出す必要があるのではないだろうか。即ち 100°C で何 Poise の粘度を, P.I (Penetration Index) は幾らのものを, 軟化点は何度から何度迄のものを, 粘着力はどの程度のものを, と云えば今の複雑な原油事情の下でもかなり品質の安定したものが得られ, 且針入度を要求するよりも遙かに合理的な要求となるであろう。必要な地方では更に温度による性質の急変を避けるために 15, 10, 5°C の伸度温度関係を求めてその曲線の勾配を規正する必要もあろう。

(伸度は必要以上に大きいものを希むべきではなく, むしろこの勾配を規正して温度変化に対してなるべく伸度変化のないものが希ましい。いたずらに低温伸度の大きなものを希むときは 25°C, 30°C の伸度が逆に低下して高温時の舗装の安定度を低下させる)

しかし未だアスファルトについての研究は充分進んではないので上記の事項について残念乍ら筆者は数字をあげて説明することは出来ない。これらに関し研究者各位の御意見をお寄せ戴ければ誠に幸いである。

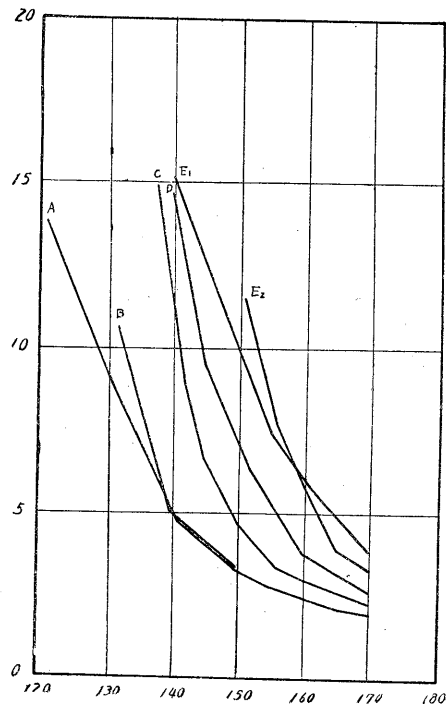
表—2 従来の研究の結果から表—2 のような選択規準が明らかにされている。

表—2 に見られる如く針入度は当然,

- a その地方の気象条件
- b 施工の時期,
- c 舗装工種, 並びに合材の配合,
- d 交通量並びに交通車輛の種類
- e 瀝青合材の所要安定度

等を考慮に入れて選定しなければならない。アメリカ等では比較的硬いアスファルトを使用し, 日本では軟質のものを使用する傾向があり, 北海道, 東北地方では上記の表よりかなり軟質のものを使用して好結果を得ている例が多い。例えば北海道国道 5 号線の舗装工場では, 針入度 120~150 のものをアスファルト・モルタルに用いて効果をあげているが, 安定度には若干の難点が見られる。アスファルト・マカダムの際は石粉を使用しないからアスファルトの針入度の選定は配合その他にあまり支配されない。これに対してアスファルト・コンクリートシート・アスファルト等は石粉を使用するため, アスファルトの針入度による影響は石粉によって多分に減殺され, 又合材の配合, 骨材の粒度によって合材の軟かさがかなり異なることに注意しなければならない。

この軟かさの問題は次節以下に述べる瀝青合材の安定度とも密接な関係を有している。軟質アスファルトの使用の傾向が多いに拘らず筆者は低温特性, 施工性, 安定性の面の研究の進行につれて硬いものの使用が合理的ではないかとの疑問を持ち始めている。



図—9 針入度 80~100 ストレート・アスファルトの温度と粘度との関係

ジョン・ラードン・マカダム

An Asphalt Institute Publication

レオナード・M・ファニング

第4号に引続き Asphalt Institute 出版資料シリーズより No.89 の「マカダム物語」を全訳掲載します。本欄は“読物”のページとして、毎号アスファルトに関係のある誰にでも興味を持って頂けるものを、内外の資料及び適当なる執筆者によって掲載致したいと存じます。御協力をお願い致します。

“交通を道路に適合させるのではなく、道路を交通に適合させよ” 150 年程前、ジョン・ラードン・マカダムがこの忠告を口にした時、イギリスの公道は未整備の状態であった。道路問題—もっと広い基礎に立って、コミュニケーション（伝達）という問題—は常に我々と共にあると云えよう。それには立派な理由がある。おそらく、アイデアや商品やサービスの広範な交換程、日常生活、すなわち人々の日々の過程そのものに密接に触れるものは他にないであろう。

車の発明がなされるまで、人は人道や踏跡を通して旅をした。馬車や荷車などの到来とともに、人はいくつかの道路を建設したものの、世界はまだ居住もまばらという有様で、道路はさし迫った必要ではなかった。何世紀もの間、点在する居住地は海岸線や航行可能な水路を離れはしなかった。海や河川が当時の公道であった。

ローマ人—最初の道路建設者

最初の道路建設者という名に値する者は、征服者たるローマ人であった。軍隊や商人のためにローマ人が建てた石造りの道路は、網の目の様に拡がって今日にも残っている。しかもその中の幾つかは、近代道路の土台として使われている。

しかしながら、ローマの衰亡に続いて、野蛮人の一団が文明世界を席卷して、何世紀もの間、旅行は危険なものとなった。人は自分の発明した車の使用を事実上やめてしまい、その結果ローマ人の道路が地中に埋まるままに放置した。その上何の価値もない道路を建設した。後に、この時代は暗黒時代として知られるようになったが、暗黒時代という名前は、道路という文明の機能とは真向うから対立するものである。

重大であったイギリスの道路事情

17世紀には、馬車や駅馬車の再現と、一定のルートや駅馬車の規則正しいスケジュールの再編成に伴って、文明は上向き始めた。しかし、あと 100 年の間、旅行者は公道の言語同断な状態について、異口同音に不平を鳴らした。

イギリスでは、状況は全く容易でなかった。ジェームス・ワットは蒸気機関を実用化し、リチャード・アークライトは彼の発明した水力紡績機をもって、工場組織に火をつけていた。この二つの発明がイギリスを混乱させた。森の小川のほとりの、荒涼とした工場の周囲に、町が急速に成長して、新しい生命を湧き出した。人々は農地から町へと移った。農産物の輸送量も、距離も増大させねばならなかった。製品—低価で途方もない量が作られるようになった。—は待ち構えている市場へ船で輸送しなければならなかった。しかし、産業革命というこの強力な生命は、言語に絶するような道路の轍や泥沼のために、ほとんど息の根を止められそうになった。

産業革命の動脈の中の障害を除いた人こそ、近代道路の父といわれるジョン・ラードン・マカダムであった。

戦争による利益でマカダムは財を成した

ジョン・マカダムの幼少の頃については、ほとんど知られていないが、彼は1756年9月21日に、スコットランドの裕福な家庭に生れた。彼は少年時代には、趣味に近代的道路地区を作ったりした。14才で父を失った。彼は商人である叔父のウィリアム・マカダムの会計事務所に入るため、ニュー・ヨークへ渡った。彼は新しい国家と運命を共にしなかったので、アメリカの巨大な道路問題にその才能を向けることにはならなかった。

ウィリアム・マカダムはアメリカに来ていたスコットランドの貴族、ラドローン指揮下のイギリス軍に入った

ことがあった。この彼と軍隊との関係が彼の甥にとって有利な結果となったのである。スコットランド人の血管の中には、王権党の血が強く流れていたもので、革命が始まった時、若いマカダムは王に味方しただけでなく、叔父のウィリアムは、ニューヨーク港の船舶捕獲員の地位をジョンのために確保してやった。捕獲船はすべて、私略船長達によって曳行されて売られた。そういう訳で、軍艦がこの若いスコットランド人に利益を与えることになった。

戦争の7年間に、ジョン・マカダムは財産を貯えた。1783年、アメリカ人の妻であるグロリアナ・ニコルや王党の残党とマンハッタンを逃れた時、彼は大部分の財産をスコットランドに持ち帰った。

道路の実験に費用を惜しまず

27才でマカダムは、アイル州のサンフィにかなりの所有地を持つ、地方の大地主となった。大英帝国は間もなく、富裕で社会的に重要な人物に与えられる、例の役職を彼に賦与した。彼は治安官及び Lieutenant 侯の代理人となり、管区道路管理者となった。この道路管理者という仕事を果すうちに、科学的な道路建設という少年時代の趣味が急速に成長して、生涯それにとりつかれることになった。

道路実験に出される公共の金は効力がないという事実はマカダムをとどめなかったし、彼は研究を進めて行くうちにスコットランド的節約を捨ててしまった。自分の金を自由に使って、彼は只一人の運動をおこし、イギリスは適切な道路を建設して、それを維持することによってのみ繁栄できるという、新しい驚くべき信念を説いた。10年以上にわたって、彼はスコットランドとイングランドを3万マイル旅行し、彼の運動の主体であり、非難の対象である公道を研究した。嘲笑やあくたいに遭いながらも、彼の主張は次第に注意をひき始めた。

旅行の結果として、マカダムはみじめな諸事実に公衆の注意を向けさせた。何が立派な道路を作るのか、ということについての無知は深く且つ広かった。それぞれの教区が自分の道路を維持しているイギリスの道路機構を、愚鈍と汚職が支配していた。当時の公道には関所があって、通過税を徴集した。又それらの関所を所有しているのは地主で、資格もない無能者が経営していた。全機構が有効で可能な指導を求めて、声を大に叫んでいた。

管区道路管理者としてのマカダムの道路建設の実験と方法が広く注意をひいた。

道路建設についてのマカダムの原則

マカダムは道路を新しく作るよりは、古い道路の修理と維持に関心を抱いた。当時の一般の道路の主な欠点

は、表面が輸送活動でこわされるというよりは、むしろ、圧迫される個所が不適當であることを知った。

適切な排水装置こそ、マカダムの道路建設方式の主な原則であった。そこで彼は、道の表面に使って来た円い石を止めて、四角い石を採用した。彼は直径2.5インチの鉄の環を通過出来るように、石を小片に砕くことを要求した。車を走らせてみると、これらの細かい石の端が固くかみ合って、石を結びつけるものがなくても充分密着した。更に、これらの石は雨や湿気に抵抗する丈夫で、固い表面となった。道路の土台を軽く見ず、マカダムはどんな底土でも、それが適当に水を排出され、水が透らぬようにカバーされれば、どんな重さにも耐えたと信じた。

マカダムと同時代の人で、彼の最大のライバルであったのは、トーマス・ビー・テルフォードである。彼は高名なイギリスの民間技師で、運河や橋の建設者であり、イングランドとスコットランドの僻地に道路を作ったことで名声を博した。テルフォードはまた、立派な排水装置ということを主張して、表面による材料を慎重に調製した。

しかし、彼のきめた土台はマカダムの方法とは真向うから対立し、古い道路よりは新しい道路により適合するものだった。

晩年に認められる

マカダムは、1816年まで公けには認められなかったが、51才の時、年俸400ポンドの、ブリストル地方道路監督長官になった。そこで始めて、自分の金を使わずにすむ実験を行うことが出来た。それまで“悪路”として知られていたブリストルの道路は、マカダム体制の下で、道路の模範としてイギリス中の話題となった。

道路機構を上から下まで再組織することによって、このスコットランド人は管理者としても卓越した。彼は王の公道を維持すべき者の禄でなし共を追払って、熟練労働者を代りに置いた。新しい建設や修理の方法について、道路建設者を訓練することによって、彼は新しい職業を創り出した。彼はすべての地区の団体は、政府に責任を持つ中央の管理委員会によって監督されねばならぬと主張した。近代道路の父によって夢見られたこの団体は発展して、イギリスの近代的な運輸省となった。

ブリストルの道路監督官としての5年間に、マカダムの奉仕が非常に必要とされた。28州に散在する70の関所役人―通過税をとる団体がそう呼ばれた―にマカダムは重荷を負わせることなく、忠告と助言を与えた。彼の運動は拡っていった。

しかし、認められるにつれて、彼は道路業者や、州の道路機構内の無能者や禄でなしにとって、敵対する存在

となった。抗争が猛烈になればなる程、この頑固なスコットランド人は自分の年令や、健康を全く無視して、益々懸念に斗った。彼の三人の息子は、父を助けてそのやり方をイギリス中に拡めるため、利益の多い地位を捨てて、彼等の父の努力を巧妙に支えた。

マカダムの二大論文―道路の科学的修理と維持及び道路建設の現代機構―がそれぞれ、1819年と1820年に出版されてからは、公衆の彼に対する支持の波は、彼に決定的に有利な潮へと変化した。

“昨日、労働者達はロンドンの中央広場から、国会通りへの広い道路をマカダムし始めた。”と1824年10月8日のロンドン・タイムズは記している。マカダムのニュースだけではない、彼の名前がその綴字を少し変えて、英語の一つになってしまったのだ！

マカダム道路がイギリスを変えた

マカダムの道路は、1820年から1840年まで続いたイギリスの偉大な馬車旅行時代の開始を促進した。

そしてこのマカダム道路は産業革命の動脈の中から障害を取り除いた。何百という郵便馬車や私有の乗物がこの道路を急いだ。もっとゆっくり逍遙しながら、何千という頑丈な荷車が農産物や工場製品の交換を容易にした。

水入らずの家族だけという家庭も暫らくの間だった。道路には居酒屋が点在し、どの町も旅行者目当ての商売が繁盛した。馬車時代は、およそ15万頭の馬を利用し、3万人の御者、番人、馬主等に職を与えた。75年後の自動車時代の到来まで、このようなことは二度と起らなかった。

1825年6月1日、ハンティントン市の道路清掃人達は、マカダムに銀の“つるはし”を贈って、彼のいわゆる“何百という人に永久的な職業を与えること”について彼に感謝した。20年後、ニムロド（偉大な獅師の意）と称する、ロンドンの一新聞寄稿家は、我が国の生んだ人類の福祉に対するもっとも偉大な貢献者として、マカダムを発疹チフスで有名なジェンナー博士と並び称した。

控え目な報いに満足

“マカダムが祖母のためにやったことを理解する人はほとんどいない”と、ミー・エム・トレヴェリヤンはその19世紀の英国史の中で書いた。“もし彼の道路がなかったならば、産業革命は恐らく起りえなかったろう。何故なら、増加した生産にとって欠くべからざる新しい市場への輸送手段がなかったろうから。”

1816年にマカダムがブリストル地区を引継いだ時、イギリスは700マイルのマカダム道路を持った。20年後の彼の死去の際、25,600マイルの全国の公道のうちで、マカダム化されてない道路は、僅か250マイルに過ぎな

かった。またこのスコットランドの道路建設者のやり方は、急速に膨脹しつつある合衆国も含めて、多くの国に拡がった。

1827年、マカダム62才の時まで、彼は自分の長い運動を認めてもらえなかった。その年、彼は大英帝国の道路監督長官になった。それより数年前に国家は彼の奉仕に対する報酬として、2000ポンドを贈った。

いくつかのレポートが、マカダムは貧窮のうちに死んだと述べているが、これはおそらく誤りであろう。広く記録されて来た如く、彼の個人的な失費に対して、政府が十分に補償したかどうかということは、判然としない。しかし、次のような事実が残っている。71才で再婚後、ハートフォード州で安楽に暮らして、ジョージ4世統治下のすぐれた人々と交ったこと。彼は1836年11月26日、80才で死んだ。

自動車時代へのマカダムの遺産

マカダムは彼の奉仕に対する多くの報酬を拒絶し“ナイト”の位も断わった。しかし、道路監督長官として、父の後を継いだ次男のジェームス・ニコル・マカダム卿が父の死後一年して、その名誉を受けた。

スコットランドのモハットの共同基地に、ジョン・ラードン・マカダムは眠っている。周囲はロマンチックな田舎で、ローマの道路の遺跡もある古代の廃墟が点在している。

馬にひかれた軽装馬車が、“ガソリン馬車”が道路建設と材料に変化を強いるまで、ゴトゴトと彼の墓の前を通ってマカダム道路の上を走った。

マカダムが死んだ時、鉄道時代が始まろうとしていた。そして鉄道が最大限に道路にとって代った。

使わぬために公道は再びなおざりになり、鉄道は市内と地区内の道路の必要性を除くだろうという信念が、長い間拡がった。自動車時代がこの考え方に有効な打撃を与えた。

人類が自動車を獲得したことは、何世紀も前に人類が発明した車を、もっとも顕著に利用したことを示すものである。また、道路の建設は、車をもっとも有利に利用する方法を常に取り取って来た。これらの方法の発達を助けた人々の間に、ジョン・ラードン・マカダムは力強い先駆者として立っている。彼の金言である、“交通を道路に適合させるのではなく、道路を交通に適合させよ”は1811年に、はじめて彼が述べた時よりも、もっと大きな力をもって、現代に当はまるのである。



“瀝青”という言葉は私たちの業界に於ては、通常自然に口にされており、本会の会員名簿をごらん頂くと、お分りの通り、アスファルトの販売会社はもとより、加工業者の方にも、この瀝青という語を自社の社名中に入れて、アスファルト関係の会社というものを、ハッキリ標示している。

そこで机上メモとして、手許にある幾つかの辞書から拾ってみよう。まず簡単なところから――

“大辞典”（平凡社、21巻）アスファルト基原油を精製する際に残留する純黒、光輝ある樹脂様光沢を有する固形物で、もとは練炭の粘結剤として用いしも、近來は道路舗装に用う。なお木タール、石炭タール等の蒸溜瀝溜物をもピッチという。

“化学工業辞典”瀝青質とは（天然及び人工的熱分解によって生じた、炭化水素類の混合物で二硫化炭素に完溶するものである）と定義され、多く鉱物質に伴いて産出する液体（石油、タール）固体（石炭、油具岩）を総括する言葉である。アスファルトの各国名称は日、米、仏、が

アスファルトに関する御問合せは

人道の上に、つまり私たちの通る頭の上に自動車道路が出来るということは、私たちの好奇心をかなりユサブタものだ。それが特に東京の“どまんなか”を縦断するとなると、新しいもの好きの東京人は、先ゆきをひどく期待した。だが、この構想を新鮮なトピックスとして大新聞が三面記事のトップに飾ったのは、随分と以前になる。“立体高速道路”の雛形の完成を待つ都民は、しかし只今は既にこれを忘れてしまっている。

裏表紙に掲載した通り、都民に忘れられ乍ら、一応この高速道路は着々と完成に近づきつつある。

有楽町へ出る、一時全国的に有名になった数寄屋橋も今は全く面影一つなく、車と電車と人の交錯する中で、ホコリと轟音をけたたましくして、ブチコワシの最中にある。裏表紙写真の下の一つが、それを上から覗いたところである。数寄屋橋が完全に取除かれたアト、高速道路の真二つに離れている個所が結ばれる訳だ、目下はだから高速道路の看板は一時降して、一部の新聞社と自家用車族の駐車場となっている。



アファルト。英、独、がビチューメン、スペインがコーペ。

“日本百科辞典”(第八卷) 黒色、或いは濃褐色の粘質又は、固体の有機性物質であり、チャンとも呼ばれる。人造品は種々の有機物を乾溜せしとき、液体性成物以外に生じてくるものであって、コールタール、ピッチ、石油ピッチ、等である。

天然品は鉍性ピッチ、とも呼ばれ一般にアスファルトと呼ばれるものはこれである。

(1) コールタール・ピッチ (coal-tar Pitch)

人造ピッチの最も主要なものであって、石炭タールを蒸溜して、ベンゾル、石炭酸、ナフタリン、等諸種の薬品を製するとき、最後に蒸溜罐中に残留する物質である。原料のタールの量の約 $\frac{2}{3}$ にあたるものである。

その品質は蒸溜の際の温度によって軟質、硬質に分け用途としては練炭、ワニス等の製造用に、又舗道材料にして、舗道には軟質ピッチに砂、礫、石灰等の類を混じて用い、これを人造アスファルトと呼ぶ。

(2) 石油ピッチ

石油蒸溜の際に、原油中より軽油、重油、等を溜出した後、蒸溜罐中に残留する物質であって、比重は1.120、融点84~85度である。その外觀は前者に似ているが、これを熱すれば更に蒸溜することの出来る部分もあり、又石油の臭気を発することにより、他のピッチと容易に区別することが出来る。用途としては、舗道材料、またワニス、練炭等に混ぜる、その他人造ピッチに属するものは、極めて多数の為、すべての油類、樹脂類等はこれを乾溜すれば、みなピッチを溜出するものである。パーム油ピッチ、羊毛脂ピッチ、骨油ピッチ、樹脂ピッチ、木タールピッチ、地蠟ピッチ、シェール油ピッチ等がある

(3) アスファルト及び鉍性ピッチ

天然品であって、その性質はコールタールピッチによく似ている。しかし通常コールタールピッチよりも粘く容易には確砕することは出来ない。産出の際は大石と混合しており、これをアスファルト岩(又は土瀝青岩)という。用途は、舗道、ワニス、製版用、防水布用、等である。

本誌末尾の会員名簿を御利用下さい

流行歌で有名になっている“有楽町〇番地”“西銀座駅前”等という唄の出処は、つまりこの高速道路の下から誕生している。フードセンター、西銀座デパート等に、この高速道路の下は美しいウインドーが光るショッピング通りとなっている、東京名物の一環である。

では、工事半ばのこの高速道路について、東京高速道路株式会社の現場技術課長反町氏にアウトラインを問合せてみた。

これによると、未だこの高速道路の正式名称は決定していないとのことで、完成の暁には一つの固有名詞となるような、いい名前を考えたいと言っている。

延長数は1400メートルを最初の計画として、起点は、新橋駅のすぐ目の前、難波橋(新橋1丁目)の道路から車が登れるようにし、新橋—有楽町—東京駅の国電に沿って、ゆるいS字形をつくり乍ら紺屋橋(銀座1丁目)で一応終止符を打つことになっている。

起工年月日は新橋から初まった昭和28年8月で、完成予定は34年9月を目標にしている。

また数寄屋橋上の架橋工事一つまり写真の通りの離れているところは、やがて数寄屋橋そのものが完全に取除かれ、車道、人道ともに完備するので、11月末から着工し、来年1月中には完成する予定である。

工事請負会社は東京高速道路株式会社が主体となって舗装関係は日本舗道株式会社が、構造関係は大成建設、清水建設がそれぞれ請負っている。

なお、アスファルトの全使用量は概算200トン見当であるという。

第4号裏表紙写真“ビーム・スタビロメーター”についてのおこわり

前号の裏表紙に使わせて頂きました“ビーム・スタビロメーター”は我国に一台しかないというもので、業界トビックスになったものでありますが、この解説と写真の提供を頂きましたのは、日本道路公団京都試験所アスファルト試験室の関勇三郎氏であります。前号に明記しませんでしたので、お詫び少々御礼申し上げます。

☆ 外国資料図書御案内 ☆

下記の通り当事務所に Asphalt Institute の資料文献を保存し、皆様の閲覧に供しておりますので、御自由にお越し下さい。

尚、整理の都合上、事務所外への貸出しはおことわりしております。

日本アスファルト協会

1. Asphalt Useful Tables
2. The Asphalt Handbook
3. Specification A—1 for Asphalt Macadam Surface Course (Penetration Method with Hot Asphalt Cement)
4. Specification A—6 for Asphaltic Plant-Mix Surface Course Hot-Laid Graded Aggregate (Using Liquid Asphaltic Binders)
5. Specification B—6 for Patching, Reducing Crown and Correcting Profile (Of Old Surface Which Are To Serve as Foundations)
6. Specification B—7 for Asphalt Macadam Base (Penetration Method with Hot Asphalt Cement)
7. Specification P—1 for Asphalt Priming of Granular Type Base Courses
8. Specification CP—1 Stock-Pile Asphalt maintenance mixtures
9. Specification MP—1 for Modified Penetration Emulsified Asphalt Surface Course
10. Specification MP—2 for Modified Penetration Cut-Back Asphalt Surface Course
11. Specification RM—1 for Mixed-In-Place Asphalt Surface Course (Macadam Aggregate Type)
12. Specification RM—2 for Mixed-In-Place Asphalt Surface Course (Dense Graded Aggregate Type)
13. Specification RM—3 for Sand Asphalt Mixed-In-Place Course On Natural Sand Subgrade
14. Specification S—1 for Asphalt Surface Treatment Or Retreatment Of Old Bituminous Surface
15. Specification S—2 for Asphalt Surface Treatment of Tightly Bonded Surfaces
16. Specification S—3 for Asphalt Surface Treatment of Loosely Bonded Surfaces
17. Specification S—4 for “Emulsified Asphalt Surface Treatment” of Old Bituminous Or Other Paved Surface
18. Specification S—5 for Emulsified Asphalt Single And Double Surface Treatments of Tightly Bonded and Rough Texture Surfaces
19. Specification CL—2 for Asphaltic Plant-Mix Surface Course (Cold-Laid Macadam Aggregate Type)
20. Specification CL—3 for Asphaltic Plant-Mix Surface Course (Cold-Laid Dense Graded Aggregate Type)
21. Specification CL—4 for “Cold-Mix, Cold-Laid Emulsified Asphalt” Plant-Mix Base and Surface Courses (Dense Graded Aggregate Type)
22. Asphalt “Protective Coatings” For Pipe Lines
23. Instructions For Unloading Asphalt Tank Cars “Conversion Tables”
24. Undersealing “Portland Cement Concrete Pavements” With Asphalt
25. Specification Hot-Laid Asphaltic Concrete Canal Lining
26. “Asphalts Paving and Liquid” Specifications Tables and Uses
27. “Mix Design Methods For Hot-Mix Asphalt Paving”
28. “Thickness Design” Flexible Pavements for streets and Highways
29. “Specifications And Construction Methods” for “Hot-Mix Asphalt Paving”
30. ASPHALT • Sidwalks • Playground • Tennis Courts • Swimming Pools
31. INTRODUCTION TO ASPHALT • Uses • History • Definitions • Tests-Specifications for Paving Materials

32. "John Loudon Macadam" Father of Modern Roads
33. "Magic Carpet" The Story of Asphalt
34. Specification for Asphalt Cements "For Undersealing" Portland Cement Concrete Pavements
35. The Asphalt Better And Costsless of Road-Building
36. Asphalt Paving Our Finest Highways (Guide To The Facts)
37. Specification and Construction Methods for Asphalt Curbs and Gutteers
38. "Twenty-Two Miles of the "Pennsylvania" Turnpike Needed—And Got—A New Asphalt Surface"
39. "ASPHALT" modern methods for flood and erosion control
40. "Asphalt As A Material"
41. "Asphalt-Paved Driveways"
42. Asphalt "Ieads the fight against" Beach Erosion
43. Asphalt-Paved Parking-Areas
44. Asphalt-Paved Residential Streets
45. "ASPHALT" Curbs and Gutters
46. "ASPHALT" For The Fun Of It
47. Facts About Construction and maintenance Costs of "Modern, Heavy Duty Asphalt Pavements"
48. "Common Sense Road Building On the Interstate System"
49. "Low-Cost Linings For Irrigation Laterals"
50. "Bituminous Subseald Concrete Pavements Withstand Accelerated Traffic Tests"
51. Information Series Number 81 "Jet Aircraft Heat and Blast Effects on Airfield Pavements"
52. Information Series Number 95 "How To Build A Beach At Economy Prices"
53. Information Series Number 97 "Asphalt Gunite Is Used To Line Canals"
54. Information Series Number 98 "Asphalt Has Many Uses On California Reservoirs"
55. Informain Series Number 105 "Asphalt Groins-Two-Year Report"
56. Information Series Number 106 The Origin and Development of "ASPHALT"
57. "Asphalt Plants: What Every Inspector Should Know"
58. The design mixing application and cost of "Emulsified Asphalt Slurry Seal Coats"
59. "Asphalt Membrane For Canal Lining"
60. "Slurry Seal" Where and How to Use It
61. "Asphalt Paving" Inspection, Control and Workmanship
62. "Asphalt Plants" "Inspection and Control"
63. "Asphalt On the Farm"
64. "The Better Way To Better Roads" Information Series 103

編 集 委 員 (ABC順)

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

ア ス フ ァ ル ト

第1巻 第5号

昭和33年11月30日 印 刷

昭和33年12月4日 発 行

非 売 品

編集発行人	南 部 勇
印 刷 人	前 田 隆 治

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
	(55) 1 1 3 1

印 刷 所	光 邦 印 刷 株 式 会 社
	東京都千代田区飯田町2ノ20

日本アスファルト協会会員

正 会 員

〔地区別ABC順〕

朝 日 瀝 青 株 式 会 社	東京都千代田区大手町2の4	(20) 2 8 2 0	大 協
浅 野 物 産 株 式 会 社	東京都千代田丸の内1の6	(28) 4 5 2 1	日 石
株 式 会 社 恵 谷 商 会	東京都港区芝浦2の1	(45) 2 1 8 1	三 石
株 式 会 社 富 士 商 会	東京都港区三田四国町18	(45) 4 7 6 5	丸 善
株 式 会 社 木 畑 商 会	東京都中央区西八丁堀2の18	(55) 9 6 8 6	日 鉾
三 菱 商 事 株 式 会 社	東京都千代田区丸の内2の10	(28) 1 0 2 1	三 石
株 式 会 社 南 部 商 会	東京都中央区日本橋室町3の11	(24) 4 6 6 3	日 石
中 西 瀝 青 産 業 株 式 会 社	東京都中央区八重洲1の2	(27) 7 3 8 6	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	(23) 0 3 1 1	昭 石
日 米 礦 油 東 京 支 店	東京都中央区日本橋室町2の4	(23) 2 7 7 8	昭 石
日 商 株 式 会 社	東京都千代田区大手町1の2	(24) 7 5 1 1	昭 石
株 式 会 社 沢 田 商 行	東京都中央区入船町1の1	(55) 7 1 3 1	丸 善
東 新 瀝 青 株 式 会 社	東京都中央区日本橋江戸橋2の5	(27) 5 6 0 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	(59) 2 7 4 0	重 細 重
東 洋 商 事 株 式 会 社	東京都中央区西八丁堀3の5	(55) 8 1 2 1	大 協
梅 本 石 油 東 京 営 業 所	東京都港区麻布新網町2の15	(48) 0 3 8 7	丸 善
瀝 青 販 売 株 式 会 社	東京都中央区銀座東6の7	(54) 6 9 0 0	出 光
株 式 会 社 山 中 商 店	横浜市中区尾上町6の83	(8) 5 5 8 7	三 石
名 古 屋 朝 日 瀝 青 株 式 会 社	名古屋市昭和区塩付通4の9	(8) 1 2 1 3	大 協
株 式 会 社 名 建 商 会	名古屋市中区宮出町41の2	(24) 1 3 2 9	日 石
株 式 会 社 中 善 商 店	名古屋市南区堤町5の57	(32) 0 0 8 4	三 石

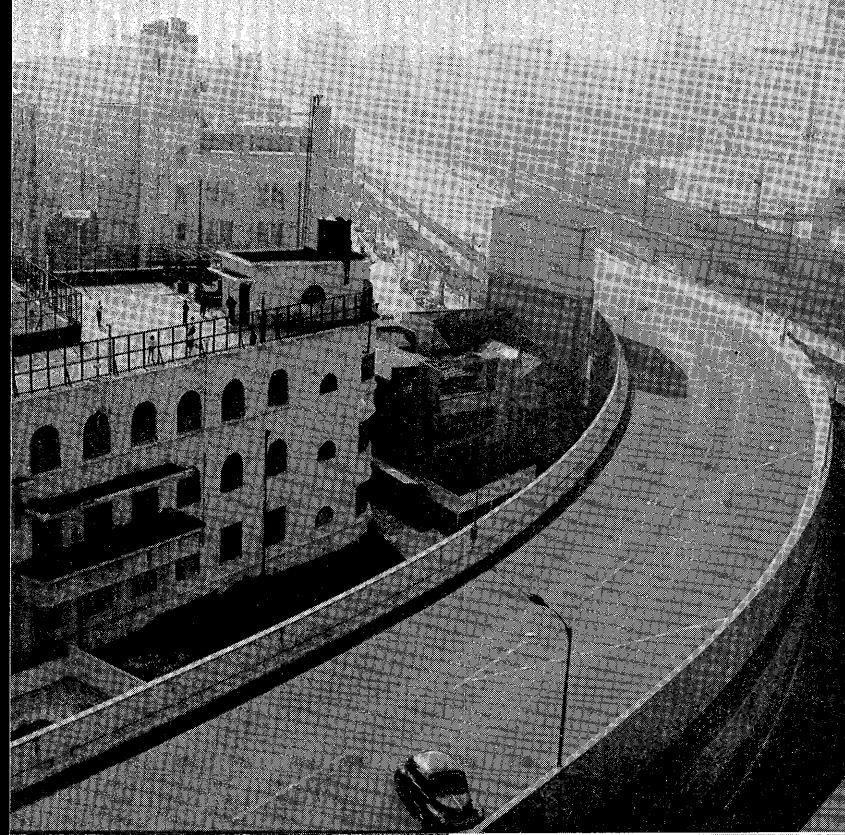
株式会社 沢田 商行	名古屋市 中川区 富川町 1 の 1	(32) 4 5 1 5	丸	善
株式会社 三油 商会	名古屋市中区 南外堀 3 の 2	(23) 3 2 0 5	大	協
株式会社 上原 成介 商店	京都市 上京区 丸太町通 大宮東入 藁屋町 530	(84) 5 3 0 1	丸	善
大阪朝日 瀝青 株式会社	大阪市 西区 南堀江 1 番町 14	(53) 4 5 2 0	大	協
浅野物産 大阪 支店	大阪市 東区 河原町 2 の 55	(23) 1 7 3 1	日	石
枝 松 商 会	大阪市 北区 道本町 41	(36) 5 8 5 8	出	光
池田商事 株式会社	大阪市 東区 道修町 1 の 11	(23) 1 3 4 5	丸	善
松村石油 株式会社	大阪市 北区 絹笠町 20	(34) 3 4 3 1	丸	善
丸和 鉱油 株式会社	大阪市 南区 塩町通 2 の 10	(26) 4 0 2 0	丸	善
中西 瀝青 大阪 営業所	大阪市 北区 老松町 2 の 7	(34) 4 3 0 5	日	石
日本建設興業 株式会社	大阪市 東区 北浜 4 の 19	(23) 3 4 5 1	日	石
日米 礦油 株式会社	大阪市 西区 西道頓堀通 6 の 13	(54) 1 2 7 1	昭	石
三徳商事 株式会社	大阪市 東淀川区 新高南通 2 の 22	(37) 4 1 6 3	昭	石
梅本石油 株式会社	大阪市 西区 新町北通 1 の 25	(23) 1 3 4 5 3423783	丸	善
山文商事 株式会社	大阪市 西区 土佐堀通 1 の 13	(44) 0 2 5 5	日	石
山北石油 株式会社	大阪市 東区 平野町 1 の 29	(23) 3 5 7 8	丸	善
川崎物産 株式会社	神戸市 生田区 海岸通 8	(3) 0 3 4 1	昭石・大	協

賛 助 会 員

亜細亜石油株式会社
 大協石油株式会社
 出光興産株式会社
 興亜石油株式会社
 丸善石油株式会社

三菱石油株式会社
 日本石油株式会社
 日本鉱業株式会社
 昭和石油株式会社
 シェル石油株式会社

都心を縦断する高速道路



〔写真左〕有楽町側
より新橋を望む

〔写真右〕数寄屋橋
上の未完成部分

ラッシュウェイウェイ
橋上より撮影

