

# アスファルト

第2巻第7号 昭和34年4月4日 発行

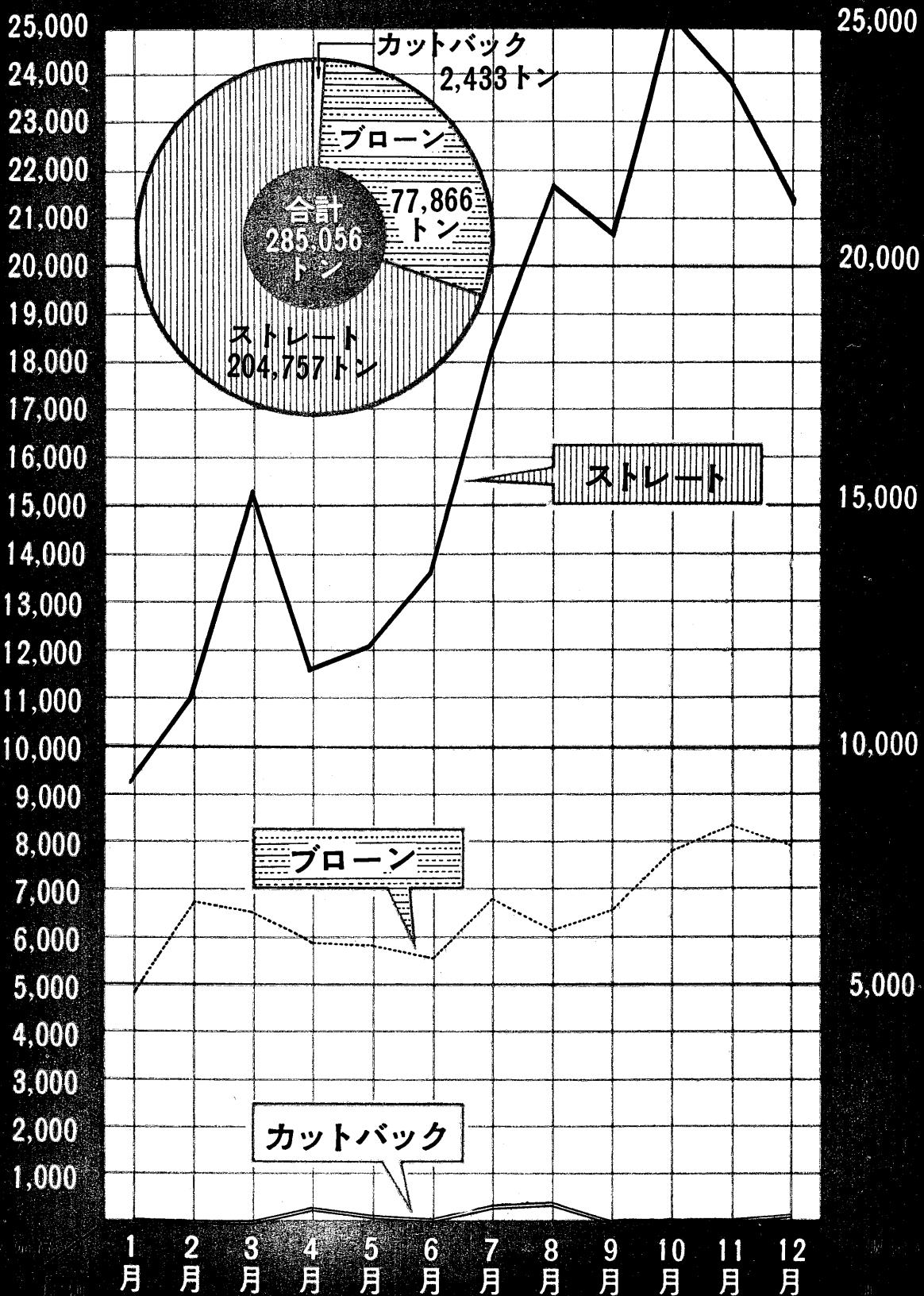
ASPHALT

7

日本アスファルト協会

## 昭和33年品種別販売高

単位トン



# アスファルト

## 目 次 第 7 号

舗装道路からアスファルトを見て.....	北海道開発局建設部道路課	武山 広志	2
水路防水層としてのアスファルト薄層.....	日本アスファルト協会顧問	西川 栄三	5
アスファルト プレミキシングⅢ			
第三者の見解・その7.....	シェル石油アスファルト部長	D・W・リスター	9
アスファルトの化学.....	丸善石油中央技術研究所	金崎 建児・岡田 富男	14
アスファルト混合物の試験方法について.....	昭和石油品川研究所	菊地 栄一	21
道路5カ年計画とアスファルト・市場便り.....			26
外国資料図書案内.....			28
会員名簿.....			30

## 皆様へ御挨拶

“アスファルト”第7号、只今お手許にお届け申し上げました。

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

本誌は隔月版発行のものでありますが発行毎に皆様のお手許へ無償で御贈呈申上げたいと存じております。

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

日本アスファルト協会

# 舗装道路からアスファルトを見て

北海道開発局建設部道路課 武山広志

## (1) 前書き

全般的にみると、極く最近まではセメントコンクリート舗装の施工が、アスファルト系の舗装を遙かに凌駕していたようであるが、1~2年前よりアスファルト舗装の普及には特にめざましいものが見られて来た。

北海道では、昭和27年頃より寒冷対策のひとつとして、路盤に凍上防止工法を大巾に採用するようになり、路盤に多額の費用を投じなければならなくなつたので、経済的な観点からもアスファルト系舗装の検討が加えられ、昭和28年頃よりアスファルト舗装が北海道の舗装種類の主力となつた。アスファルトは温度変化に対し鋭敏にその性能を左右する本質からみても、四季の温度差の大きい北国では、一見アスファルトの使用が南国に比較して不利であるように思われ、また事実そのように取扱い上、種々工夫されなければならないけれど、凍上対策の為に必然的に造られる強固な路盤上に築造された場合の安定性と経済性や、柔軟にして多少の変形を許し得る性質、舗装工種選択に於ける巾広さ、冬期上り止めを装備した交通車輌に対応出来る工法の適用。或は部分補修の簡易性等、幾多有利と判断される特性を持っているので、北海道では現在も90%以上をアスファルト系の舗装で占めるようになつてゐる。又ここ1~2年の間に本州方面に於けるアスファルト舗装の進展振りもめざましいものがあり、逐年アスファルトの需要が増大するものと予想されて來た。このような現況であっても、外油に主力を置かなければならぬ本邦のアスファルトの事情では、特別に原油の選定に頼ることがむづかしいものようであり、アスファルトの精製には最近随分努力が払われており、研究も進められているので、私達が現場第一線でアスファルトを使用する立場から日頃種々気になつてゐた事柄を1~2紹介してみることも無意義でないようにも思われる。

## (2) アスファルトの針入度について

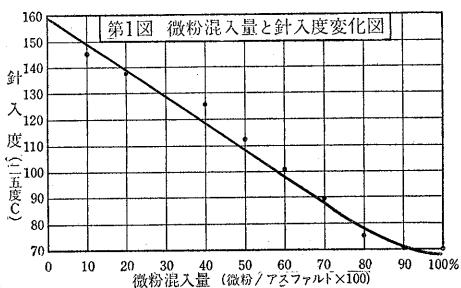
私達がアスファルト舗装を計画する場合、アスファルトについては先づ針入度がどの程度のものを使用すれば良いかについて常に問題になる。多くの場合北海道は寒い所だから、針入度の高いものを使用すれば安全であるとの考えから特に数字的な根拠はないけれど、表層用に100~120、基層用アスファルトコンクリートに80~100渗透式マカダム用に120~150程度のものが使用されているが、どうも針入度だけでは割れない多くの問題が伏在しているように思われる。

1例として、本年の北海道は特に降雪が少なく、従つて交通量の多い路線は殆んど雪が路面に残っていない、アスファルト舗装面が露出しているので、交通車輌は直接舗装面に強力なタイヤーチェーンの打撃を与えている。このような状況の下で、1月初旬に、これ又例年には珍らしい程の寒気(日中-10°C~15°C程度)が数日続いて、今迄数年来タイヤーチェーンに良く耐えて來た、或る区間が見違える程の磨損を呈した、ところがこの区間と全く同じ条件で施工され、同じ交通を受けている他の区間では磨損がそれ程極端でなく全く対称的な現象を呈した、磨損の激しい区間は富配合のアスファルトモルタル表層が夏季も安定な状態を示していたので、良好なアスファルトと信じられており、磨損の少ない区間では夏季表層が軟化流動を起して、不良なアスファルトであったと信じられていた所である。針入度も殆んど同じであり、配合も総て同一条件であつてアスファルトのメーカーのみ異った場合のこの現象は、原油の差による特質を物語るものと思われる。この両者のアスファルトは同一の条件で使用する事が間違っていたのであって、各々の特質を生かすような使用方法があつた筈なのである。磨損の甚しい方のアスファルトは針入度のもっと高いものを使用するのも1方法であったろうし、もう一方

のアスファルトでは針入度やアスファルト使用量も加減したら良かったかも知れない。この両アスファルトの特徴には粘性に大きな差があるて両極端な例とも思われている。

針入度の測定には人為的誤差が多いようであり、特にこの誤差は軟かいアスファルト程、大きくなるようである。また針入度測定用の針も厳密に市販のもので規格に合格するものは案外少ないものであるから、私達の測定している針入度の値が何処まで信頼して良いかも甚だ疑問なわけである。アスファルトは今日なお針入度を以ってその規格を代表しているものであるから、せめて人為的な誤差の生じないような測定の方法がないものかと、常々考えさせられている。このような観点に立てば、前の例の場合もはたして針入度が同じであったかどうかが明確ではないわけである。

針入度の高いアスファルトを使用する事は低温時に安定であって、特にタイヤーチェーンによる磨損抵抗が大きいようであるが、反面高温時に不安定となる事を避けられないで、高温時に安定を得る為の手段として石粉の針入度に与える作用について実験を試みた。……現行規格の石粉は相当荒目なので、実験には胡粉を石粉代用とした……その結果は第1図の通りであって、アスファルトに対し70%程度の混入迄は針入度がやや直線的に低下するようあり、それ以上を混入しても針入度の低下はあまり顕著でない。また数年前の実験で石粉混入と韌性の関係は……低温時の韌性を知る為に0°Cに於ける衝撃試験を行った……石粉50%混入で最高に達し、50%を中心として前後共に漸進的に低下している。これら一連の実験にもあるように、アスファルトに微粉材料を適当に混入する事は、針入度の低下を計り、韌性を高かめて安定化に役立つものであるから、アスファルトについては、これら混入物の問題を今後とも研究課題として検討を続けて行きたいと考えている。なお昭和33年には珪藻土の少量(3~5%)を混入して安定な混合物を得、試験舗装を現場に移して実物実験に供している。そしてこれらの問題に或る程度の見透しがついたな

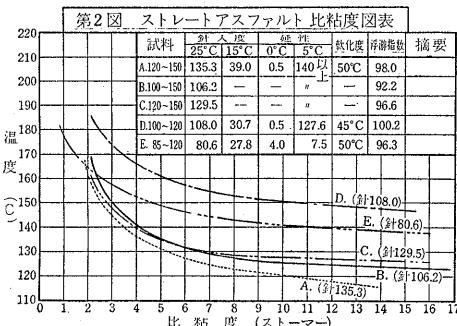


らば、アスファルトの精製過程に於て微粉材料の混入を行ない、安定な改良アスファルトとして市場に出されるよう希む時代も、ありま遠い将来のことではないものと思っている。

### (3) 延性と粘性について

北海道では+30°C~-20°Cに達する温度差の大きい地帯であるから、低温時に於ける延性、或いは粘性の高い事が希ましいわけである。従って標準規格に規定されていない5°Cの延性100cm以上等の条件を独自に要求しているわけであるが、これはまた逆に高温時の延性、粘性の乏しくなることを裏書きしているようなものである。しかし幸いに北海道も+30°Cの気温になっても、それは年間の内で指折り数える程度の少日数であり、また1日中でも僅か1~2時間の短時間で、朝夕は20°C前後に低下するから、あまり30°C程度の気温を苦にする必要もないわけである。しかし反面冬期には24時間を通して-15°C程度の気温になる事も稀ではないから、やはり低温時の安定、特に脆弱化が一番問題となっている。北海道の低温延性(5°C 100cm以上)規格に合格した数種のアスファルトについて、ストーマー比粘度計により測定を試みた結果は、第2図表の通りであった。

これ等各種アスファルトの現場施工の実績では、同一配合(アスファルト13%石粉15%細砂72%)で、比粘度の高いものから順序正しく施工し難くなってくるようである。施工困難となる事を意味するのであるが、極端なものでは過剰アスファルトが分離して、アスファルト混合物にムラが発生して来る(このような合材は夏季流動も起している)このような現象は、比粘度の低いアスファルトほど骨材に付着するアスファルトフィルムの厚さが薄くなるものと認められ、高温時には甚だ不安定な合材となっているわけである。しかし乍らこのような合材こそ低温時には、その特質を発揮してタイヤーチェーンの破壊作用に耐えているものようである。従ってこのようなアスファルトを使用する場合には、他の填加物等によって粘性を増すとか、或いはアスファルト用使量を



幾分減んずるとかの工夫が必要となって来ている。

第2図表中にある、 $5^{\circ}\text{C}$ の延性値と比粘度の関係、更に軟化点との相関関係を見ると良く判るように、道路用特に寒地向けとしては各々に表裏の因果関係が存在しているので、各性質のどれか1つの抑制が自由に出来るならば、私達には大きな福音となるわけである。従って現段階では一体何処に北海道のアスファルト規格を定むべきかはむづかしい問題であって、目下仮りの規格の中で各現場資料の整理を進めているところである。

なお第2図中の各社アスファルトについては同一の条件のもとで、試験舗装を各々延長200m巾員7m実施した、これら実物試験の結果は1~2冬経過しないと判明されないので、次の機会にはこれらに関し詳細に報告したいと考えている。

以上の外ゴム混入のアスファルトについても、北海道大学の協力を得て現場実験を行った、北大の研究発表にあるように、ゴム混入アスファルトは吾々の現場で期待する多くの性質をアスファルトに導入して、大いに楽しみのあるものであるけれど、現在のゴムの価格では、容易に道路工事に取入れるわけにもゆかないようである。

#### (4) 結 び

北海道では、冬期上り止めの為にタイヤーチェーンを装備したゴム輪交通に変るので、低気温で脆化したアスファルト舗装を磨損、破壊して來た。従ってこれらの防護の為に富配合、高針入度のアスファルトモルタルを以て磨耗層を造る事に努力が払われて來てアスファルトの針入度や延性や粘性、軟化点等に関して随分と関心が払われて來た。しかし本年に至り上り止めのゴムタイヤーが出現し、かなり好成績を収めているから、明年あたりからタイヤーチェーンの使用は減少してゆくものと予想されている。富配合のアスファルトモルタルは夏期には上り易くなつて、交通事故の原因の中に数えられる気運にもなつて來たが、タイヤーチェーンの衰退への予想から、北海道のアスファルト表層にも、もっと変った形が希まれるようになるに違いない。しかし乍ら低気温に於ける舗装体の安定性の観点からは、やはり今迄通りの針入度、延性、粘性、軟化点等の問題は決して解決されたものではなく、更に一層研究を積まなければならぬものと考えられている。

数年来、2~3カ所の製油所を見学する機会を得、私自身大いに参考となって、今迄もっと早く何故見学しなかったかと悔いたものである。また多くの場合、アスファルトの製造技術者も道路工事をあまり見学する機会がないようにも聞いている。製油所見学の時に、アスファルトの質問を受けた事もあって、私達の相互理解が随分

足りない現状であると感じた。しかし最近はアスファルト技術者の積極的な道路工事への関心が高まって、私達の所にも、第一線の現場にも立ち寄る機会が多くなってきて、本当に好ましく感じさせられている。私達道路技術者も、このような傾向に順応して、もっと相互理解の場を持てるよう進んで努力したいものと思っている、そしてこの機会に、お互いに技術交換する事が、アスファルトの発達であり、道路技術の発達に直結されていることを強調して置きたい。

次に私達は限定されたアスファルト量の中で、舗装道路を造つて行かなければならない現在、どの原油のアスファルトは駄目であるとか、何処のメーカーのアスファルトは使用出来ない等の我儘はいえないし、またそのような考えも持っていないのであるが、たまたま、アスファルトの質的原因による舗装の失敗を体験する場合がある。これらについて良く検討を加えて見ると、多くの場合、使用方法の改善や、若干の加工等によってかなり失敗を防止出来たと思われる場合もあるように思っている。従つて、アスファルトの各製品には試験表、原油产地及び各原油の配合割合等を明記し、更に使用上の注意事故や特徴等まで明記して市場に出して貰えるなら、私達第一線の者にはどんなに役立つか計り知れないものがある。私達も現場使用の状況、出来栄えの結果等をより一層詳細に統計的に整理し、共同研究の資料に提供出来るなら、アスファルトに関する質的向上や道路工事の技術的向上の近道として多く期待出来るものがあるようと思われる。

#### お 願 い

☆ 現場技術者関係の方々のうちで、本誌御購読を望まれる方は御自由に本会まで御申越し下さい。

出来る限り無償でお分けしたいと考えております。

☆ アスファルト全般に関する質問を自由にお寄せ下さい。本誌上にこれの回答を掲載し、皆様の御便宜を計りたいと存じます。

アスファルト協会

# 水路防水層としてのアスファルト薄層

## Asphalt Membrane for Canal Lining

Reprinted from Western Construction by the Asphalt Institute

日本アスファルト協会顧問 西川栄三

次に記すところは、1956年8月の「Western Construction」より米国のアスファルト協会がプリントした「Asphalt Membrane for Canal Lining」……筆者はF.N.Finn, District Engineer, The Asphalt Institute, Sacramento, Calif. およびL.H.Kristot, Civil Engineer, Bureau of Reclamation, Sacramento, Calif. ……に記載されている内容である。この工事は試験的に行われたものであるが、ローン・アスファルト使用に関して参考となる点が多い。

### 1. 要旨

甚しい容積変化の起り易い土壤上に施工した、コンクリート防水層には大きな亀裂を生じ易い。フライアント・ケルン・水路(Friant-Kern Canal)の一部に、このような状態が起ったので、水節約のため、安価な改修方法に関する実地試験が行われた。キャット・ローン・アスファルト(Cat-blown Asphalt)被覆層の施工が問題解決となろう。

### 2. 概説

甚大な且つ高価な水損失の問題に直面する水の使用者



亀裂の原因。——乾湿の差により、このように大きな容積変化を示す土壤(大きさを示すカメラに注目されたい)は、水路の側壁防水層たるコンクリートに重大な悪影響を及ぼす。

に対して、亀裂の入った、古いコンクリート水路の漏水を軽減する安価な方法が、将に開けようとしている。この方法は、最初、開拓局(Bureau of Reclamation)の「水路の安価防水層計画(the Lower Cost Canal Lining Program)」に關係する技官達の考案したものである。最初の工事は、カリフォルニア州のフライアント・ケルン・水路に行われた。

水路の水密性の保持は、既存防水層の全湿润面に対して、連続アスファルト薄層(Continuous membrane of Asphalt)を撒布施工することにより達成された。このアスファルトは特別製品であって、感温性(Temperature susceptibility characteristic)が低く、しかも屈伸性(Flexibility)の豊かなものである。このアスファルトは接觸ローン・アスファルト(Catalytically blown asphalt)或は、キャット・ローン・アスファルト(Cat-blown asphalt)と呼ばれ、触媒の存在下にアスファルト(或は蒸溜残留物)に空気を吹き込んで造ったものである。キャット・ローン・アスファルトの規格は、第1表に示す通りである。

第1表 キャット・ローン・アスファルトの規格

1. 鈑入度による等級	50~60
2. 引火点(C.O.C.)	425°F以上(218.3以上)
3. 軟化点(R and B)	175~200°F(79.5~93.3°C)
4. 鈑入度, 25°C, 100g, 5sec.	50~60
同 上, 0°C, 200g, 60sec.	30以上
同 上, 46.1°C, 50g, 5sec.	120以下
5. 伸度, 25°C, 5cm/min	3.5 cm以上
6. 蒸発量, 163°C, 50g, 5h	1.0%以下
7. 蒸発残留物の鈑入度(25°C, 100g, 5sec)	原鈑入度の60%以上
8. 四塩化炭素可溶分	97.0%以上
9. 空気吹込操作の触媒として第二塩化鉄、その他の鉄化合物を用いたアスファルトはよろしくない。	

最初の築造部分は、フライアント・ケルン水路のリーチ(Reach) 400 ft(約120 m)であって、フライアント・ダム(Friant Dam)の南 80 mile の所にある。この部分

は、1948~1950年に建設され、締固めた地盤上に、厚さ3.5 in (8.9 cm)の無筋ボルトランド・セメント・コンクリートを施工して防水層としたものである。水路は、底幅36 ft (10.8 m); 側壁の傾斜4.25:1 計画水位 (Designwater depth) 17.04 呎; 計画流量 (Design Q) 4500 cfs (127m<sup>3</sup>/sec); 流速 (Velocity) 4.61 ips (1.41 m/sec) である。

防水層の所々に、甚しい亀裂が起った。乾湿の差による土壤地盤の容積変化の大きい部分においては、ことに亀裂が激しかった。防水層に接する岸の長さの方向に生じた亀裂の大きさを、第2図に示しておいた。第1図はその原因を示したものである。

### 3. 四作業 (Four operations)

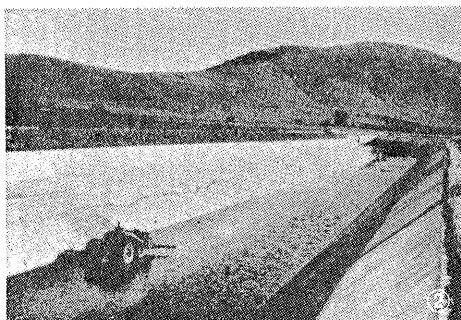
工事は、4段の作業によって完成される。

- i) 水路の側壁および底面の清掃
- ii) タック・コート (Tack coat) の施工
- iii) キャット・ブローン・アスファルトの施工
- iv) アルミニウム・ペイントの塗装

アスファルト薄層が、既存のコンクリート面によく附着するためには、コンクリート面上の塵埃および他物を除去する必要があると考えたので、先ず、高圧水を撒布して側壁を洗い、側壁から底面上に洗い落した物質は、フロント・エンド・タイプのローダー (Front-end type loader), のバケット (Bucket) についているベルト (Belt) によって底面から除去した。側壁および底面の亀裂部分の清掃には特に注意した。

### 4. 施工方法

アスファルト薄層を施工すべき部分を完全に清掃し、水を除去した後、最初にタック・コートを施した。タック・コートを施工した時には、コンクリート面は、まだ完全に乾燥していなかった。最も適当な表現では「表面



**悪影響——地盤の動きにより生じた亀裂を示す。水路から排水し、高圧水を撒布して側壁を洗い、フロント・エンド・ローダーのバケットに付いているゴムベルトをゴム箒として用いて底面を掃除する。**

**プラット・フォーム——作業員のためのプラットフォームは、脚輪 (Casters) 上に載っている。プラットフォームは、ウィンチにより、側壁上に動かす。再循環用のパイプ (径0.5 in = 1.27 cm, 金属被覆) は役に立たなかつたので取り除いた。**



**湿潤** (Surface damp) とでも言えよう。タック・コートには、SS-1 アスファルト・エマルジョン (SSはSlow setting 即ち緩硬性の意) を水で1:1に稀釀して用いた。乳剤の撒布には、普通のウィード撒布機 (Weed sprayer) を用い、0.04 gal/yd<sup>2</sup> (0.142 liter/m<sup>2</sup>) の割合で撒布した。第2図に、清掃してタック・コートを施した部分と未改修部分との比較を示しておいた。天候が不良であったため、タック・コート完成後、アスファルト薄層の施工まで約7日間の遅れを見た。

コンクリート面上にキャット・ブローン・アスファルト薄層を施工するために施工業者が用いた装置は、エトニヤー撒布機 (Etnyre distributor) である。この撒布機は、トラック上に装備した1500 gal (5660 litres) のタンク、加熱装置、圧力装置、ホース、およびハンド・スプレー (Hand spray) などの附属器具から成る。

水路側壁の施工に当っては、プラットフォーム (Platform) およびウィンチ (Winching arrangement) を用いた。このウィンチにより、脚輪 (Casters) 上に、水路に沿ってプラットフォームを昇降させ、また、新しく撒布したアスファルトの部分に接触しないようにした。アスファルト供給管としては、3つの噴出口を備えたハンド・スプレー・バー (Hand spray bar) および1 in (2.54 cm) ゴム・ホース (Rubber hose) を用いた。

### 5. 再循環は効果が薄い。

#### (Recirculating not effective)

径0.5 in (1.27cm)で、金属被覆を施した第二のホースが、写真の1つに見られる。この細いホースは、アスファルトの撒布を一時中断したときに、アスファルト供給管の閉塞するのを——アスファルトが冷却して管がつまるのを——防ぐため、アスファルトを再循環させる目的で設けたものであるが、再循環パイプは、まもなくつまって役に立たなかつたので、結局、取りのぞいてしまった。防水層施工中の周囲温度 (Ambient temperatures)

は 34~65 deg (1~18.3°C) であった。施工順序は、側壁を先にし、底面を後にした。

#### 6. アスファルトの温度が問題である。

タンク中のアスファルトの撒布時温度は、最初 425°F (218°C) としたが、この温度では、アスファルトの粘度が低すぎたため、撒布後、アスファルトが側壁に沿って垂れさがり、その結果、薄層の厚さは、上部に於て  $\frac{1}{8}$  in (3.2mm) 以下、下部に於いて  $\frac{3}{8}$  in (9.5 mm) となつた。仕様書は、 $\frac{1}{4}$  in (6.3 mm) の一様の厚さを要求しているため、アスファルトの温度を幾分低下させたならば、もっと、手際よく撒布できるだろうと考えた。そこで最初は温度を 400°F (204°C) に下げたが、この温度では、薄層の厚さを上部において  $\frac{1}{8}$  in より幾分厚くしたに過ぎなかつた。そのため遂に、375°F (190°C) まで温度を下げた。この温度ならば、多分、 $\frac{1}{4}$  in (6.3mm) の厚さを保つたであろうが、温度が低過ぎて撒布がうまくできなかつた。この工事の際の気候に対しては、アスファルト温度は約  $400 \pm 10^{\circ}\text{F}$  ( $204 \pm 5.5^{\circ}\text{C}$ ) を最適と決定し、或る部分では、所要の厚さを得るため、2 回の撒布を行つた。

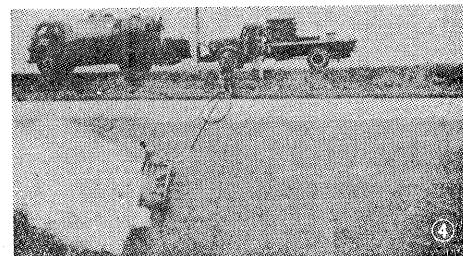
#### 7. 薄層の厚さ

厚さの規格条項に関しては、十分考えたが、現今に於ける意見では、アスファルトは強度を有しないものであるから、最も重要なことは、薄層の連続性ということである。工事を観察した結果、薄層の連続性は、1 回撒布後、塗り残し部分 (Holidays) を更に被覆 (Spot covering) することによって達成さることが分つた。水路の底面にアスファルト薄層を施工することは、比較的簡単であった。約  $\frac{1}{4}$  in (6.3mm) の一様の厚さが得られた。底面施工に当つて遭遇した唯一の困難は、ホースの長さが、側壁施工の際の 50 ft (15.2 m) から、底面撒布に必要な 100 ft (30.48 m) に伸びたことである。空気温度 40~50°F (4.4~10°C) に於て、100 ft (30.48 m) の長さのホースでアスファルト撒布を行つた際、ホースのつまつたことが 2~3 回あつた。このため、工事完成に必要な全時間が延びた。

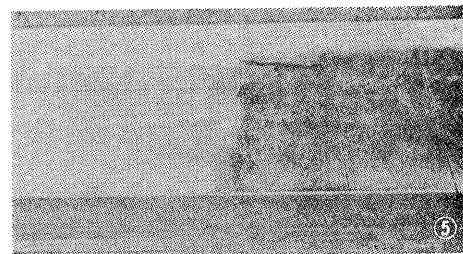
#### 8. 保護ペイント (Protective paint)

この試験工事では、水路防水層面積 3710 yd<sup>2</sup> (約 3100 m<sup>2</sup>) を被覆するために、キャット・ブローン・アスファルト 19.73 米国噸 (約 17.9 吨) を用い、工事に 1 日半を要した。アスファルト薄層の厚さが一様でなかつたので平均厚は報告されていない。しかし、今後の参考のためアスファルト撒布量平均値を算出して見ると  $1.25 \text{ gal/yd}^2$  ( $5.65 \text{ liter/m}^2$ ) となる。

アスファルトに及ぼす風化作用の影響を軽減するため、ことに日光の風化作用を防ぐため、また、夏季に於



アスファルトの温度——、アスファルトの粘度に及ぼす温度の影響に関しては、多くの調整を必要とした。タンク温度は、最初 424°F (218°C) に保つたが、側壁に沿つてアスファルトが著しく流下した。375°F (190°C) に温度を下げたところ、流下 (垂れさがり) は減少したが、撒布が困難となつた。中間温度 400°F (204°C) を選び使用した。



タック・コート——清掃・排水後、水で稀釀したアスファルト乳剤をタック・コートとして施した。乳剤の撒布は、コンクリート面が湿っている間に、ワイド・スプレーヤー (Weed sprayer) で行った。

ける薄層温度を低下させるために、完成したアスファルト薄層の上にアスファルト・ベースのアルミニウム・ペイントを撒布した。アルミニウム・ペイントの撒布量は、 $0.04 \text{ gal/yd}^2$  ( $0.142 \text{ liter/m}^2$ ) で、全量  $165 \text{ gal}$  ( $624 \text{ liters}$ ) を用いた。

#### 9. 経費

この種の工事の経費を報告するに当つて指摘しておかなければならぬことは、この工事は試験的に施行したもので、工事量も材料使用量も少いものであるということである。それのみならず、工事中、不測の困難に遭遇するかも知れないという不安もあるので、請負業者の引受け額は、異常に高いものとなりがちである。労務費、工事用器具機械費、準備費、等として、 $0.28 \$/\text{yd}^2$ ；材料費として、 $0.51 \$/\text{yd}^2$  を要した。

#### 10. 防水層の効果

この防水層が完成し、フライアント・ケルン・水路に再び通水してから、約 1 年が経過した今日に於ては、防水層の効果に関しては、殆んど疑惑がない。しかし、こ

れを数量的に評価することは困難である。400 ft(約120 m)区域の中央点に  $4 \times 4$  ft (1.2 × 1.2 m)の一溝式コンクリート暗渠 (Single barrel concrete culvert) があるが、この暗渠は、洪水時の排水用バイパス (Bypass) を設けるために建設されたものである。コンクリート防水層に亀裂が生じたため、この暗渠は、水路防水層からの漏洩水に対する集水溝 (Collecting channel) として働いていた。アスファルト薄層施工前には、水路 (Canal) の通水期間中、この集水溝中に非常に多量の水が流れていたが、アスフルト薄層施工後は、集水溝内の流水量は、極めて少いものとなった。

### 11. アスファルト薄層の変化

前年中、アスファルト薄層には、種々の物理的变化が起った。その第一は、アルミニウム・ペイントの表面に、バリゲーテッド型 (Varigated pattern) の亀裂 (Checking) が生じたことである。第二には、薄層が蒸気逸出の障礙物として作用し、夏季に、薄層の表面に気泡が現れた。寒冷期間中は、これら気泡は出現しなかった。第三には、薄層の厚過ぎた部分に於て、アスファルトが幾分垂れ下った。アスファルトの垂れ下りの起った面積は、水面以上に露出している薄層面積の 1%以下と推定された。

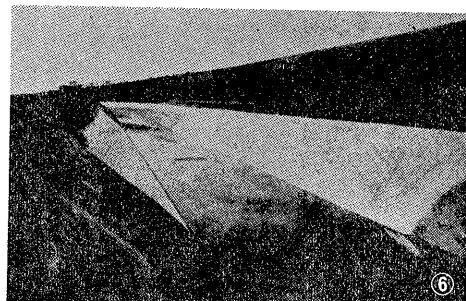
### 12. 今後の薄層防水 (Future installation)

近い将来に於て、フライアント・ケルン水路の他の部分に、同じタイプの第二の防水層建設の計画が進められている。この計画では、2つの変更が行われている。アスファルトの垂れ下り傾向 (Flow tendency) を軽減するため、アスファルトの軟化点 (R and B) を 175~200 °F (79.5~93.3 °C) から 200~255°F (93.3~124°C) に高めた。

ここに述べたアスファルト薄層の施工法は、SS-1 アスファルト・エマルジョンのタック・コートを用いて、現存のポルトランド・セメント・コンクリートに薄層を結合させる方法である。このタック・コートが不十分なものであるという証左はないが、もっと優良なタック・コート材料を用い得るものと考えたので、第二の計画では、多分、数種のタック・コート材料——例えば、聯邦規格 (Federal Specification) SS-A-701 に合格するアスファルト・プライマー (Asphalt primer) のようなもの——を用いることになるだろう。

### 13. 供給および取扱い (Supply and Handling)

アスファルトの供給、取扱い、撒布施工等は、カリフォルニア州ベーカースフィールドのウェスト・コースト・アスファルト販売会社 (The West Coast Asphalt Sales Co., Bakersfield, Calif.) が行った。キャット・ローン・アスファルトは、カリフォルニア州ロングビーチ



アルミニウム・ペイント被覆。——アスファルト薄層の風化に対する防護、夏季に於ける薄層温度の低減のため、完成したアスファルト薄層上に、アスファルト・ベースのアルミニウム・ペイントの被覆 (Coating) を施した。水路中、防水層を施すべき面積、 $3,710 \text{ yd}^2$  ( $3100 \text{ m}^2$ ) を被覆するため、アルミニウム・ペイント 165 gal (624 liters), キャット・ローン・アスファルト 19.73 U.S.噸 (17.9噸) を用いた。

のエンボイ石油会社 (The Enboy Petroleum Co., Long Beach, Calif.) の製品である。他のすべての仕事は、開拓局 (Bureau of Reclamation, Fresno), の E. F. サリバン (E. F. Sullivan) および G. D. ニールゼン (G. D. Nielsen) の監督下に政府人員が施行した。

建設の仕事 (Construction) は、開拓局 (Bureau of Reclamation, Lindsay, Calif.) の T. R. マイヤー (T. R. Meyer) の監督の下に施行された。同局、リージョン 2 (Region 2, Sacramento) の安価水路防水計画の前技官 L. H. クリストフ (L. H. Kristof) および同局、デンバー瀝青研究所長 (Head of the Bureau's Laboratory in Denver), L. M. エルスパーマン (L. M. Ellsperman) 等は、材料、施工方法について技術的指導を行った。

訳者依頼、訳者は機械類について暗いので、本文中で使用されている Front-End Type Loader, Weed Sprayer, Etnyre Distributor の構造を詳かにすることできません。これらについて御存じの方の御教示を仰ぎたいと存じます。因に Etnyre は “Etnyre E. D. and Company” であろうと思います。

備考 括弧内の数値は、訳者が換算した CGS 単位による値である。

(昭和34年2月18日脱稿)

# アスファルト＝ブレーナー（III） 混合・焼成・舗設（続）

第三者の見解・その7

シェル石油K.K. アスファルト部長

## 混合と舗設についての実際的な示唆

### iii) 作業員

混合プラントの現場での必要な作業員（労務者も含めて）の数は、作業のスケール、プラントの型、骨材や、アスファルトを処理する機械化の度合等によって違ってくる。能率よく作業を行う場合と、小さいスケールの作業の場合でも、どうしても要（かなめ）になる人間が必要である。

ここに作業員（労務者以外の職員）の場合、プラントの責任が既述のように、その責任と任務からいって、一番重要な人間である。この責任の下では事務の仕事、コスト計算の仕事、賃金計算、金銭出納作業時間計算、倉庫番、試験室の助手等の仕事がある。これらの仕事に必要な人数は、もちろん、仕事の大きさや作業のスケールによって違ってくる。すなわち、容量の小さいミキサーの仕事の場合、上述の仕事は1人か2人で兼務できるし、一方、かなり大規模の作業で、大量の資材や人数を使う場合は、相当の人数が上述の仕事をするのに必要となってくる。

職員（技術を含めて）と労務者とのつながりとなるのは労務頭—恐らく“機械関係の労務頭”（Foreman Mechanic）一の役目で、そのためには、経験を積んだ熟練者が必要で、この者の責務重大である。労務者の仕事配置、プラントの要所にその熟練度に応じて、適当な人間の選択、プラント、運搬車その他の機械を最良の状態で運転し、そのプラントの最高の能力を出して、毎日アスファルト合材を生産する等が彼のおもな任務である。もし、労務頭（Foreman）がその仕事の責務以外に、緊急の際、冷静に、労務者を統率することができれば、プラント責任の仕事に非常な助けになる。

事実よい労務頭というものは、人間的にも、よいものを持ち、かつ、その部下にもよいものであるが、このような人は非常に少い。

### D・W・リスター

この人の下で働く者は、修理工、グリース工（時には危険もあるので重要な人間であるが）、自動車運転手、火夫、コールド・エレベーター、ミキサーの看護人等である。その他“未熟練”労務者の数はその作業のスケールによってくる。あまり重要でないのは夜間の守衛（夜間のプラントを盗難から防ぐ意味以外で）であるが、彼には作業開始までに毎朝アスファルト、ボイラーに点火して準備する大切な仕事がある。

### iv) 資材とストック

既述した組織をつくる能力（Organising ability）は、また仕事の見通しや、いろいろの資材の準備をも意味する。すなわち、人と機械や、アスファルト合材をつくるための碎石（2.3種の大きさのもの）、砂、フィラー・アスファルト、また燃料と潤滑油、そして小規模のプラントや混合プラント、及びアスファルト、ボイラーや運搬車の部品、修理工場の部品（ボルトナット、ウエス等も含めて）、適當な大きさの木材等：試験器具：文房具類、その他が必要である。リストにすると無限に列記することになるので止める。しかし、リストの品目がいかに多くても、資材係は、いつも、ある程度の資材を手もとに保持するように手配する義務がある。いつも在庫状況をチェックし、骨材、アスファルト、燃料や潤滑油等は、毎日チェックする。もし必要な資材が不足して、作業中止になるような場合は弁解の余地はない。しかしながらストックは適當なレベルで保持すべきで、不経済な余分のストックをすべきでない。

### V) アスファルト合材の運搬

アスファルト合材は、荷台を鉄板で内張りした運搬車で運び、そして、フィニッシャー・ホッパーや路上に、合材を移せるよう、荷台を傾斜できるような、ギヤーをつけた運搬車を使う。

アスファルト合材の保温と、運搬中の合材の冷えを防ぐために、合材の上をキャンバスで覆うようにする、こうすれば塵埃が合材の上に落ちるのも防ぐことになる。

また荷台合材が附着しないようにするため、荷台の横や底に軽く油を塗る。しかし余分に油を塗らないようにする。

運搬車の所要台数はもちろん、ミキサーの出荷容量や、混合所から道路現場までの距離等により異なってくる。仕事を万事スムーズに運ぶためには、運搬車の配置を上手にする必要がある。従って積荷した車はすぐ発車し、その後にはすぐまた積荷できるような車が待機するようとする。ことに“フィニッシャー”のような機械で舗設する場合、合材を常にスムーズに供給することが必要である。すなわちフィニッシャーの作業を中止するよりも合材を積んだ運搬車を待たせた方がよい。もしフィニッシャーの作業を中止すれば、平坦な路面ができにくくなる。また混合所と道路現場との造絡はむずかしいので、最初の出荷は、予定通り確実に行うこと、すなわち道路現場ではフィニッシャー等いろいろの準備が必要であるので、このため充分時間を与えるようにする。一方もし、予定より早く合材を運んだとすると不経済なことである。従って運搬は舗設を遮ることのないよう、適当の間隔をおいて行うべきである。従って運搬車の混合所への出入に関してしっかりした計画を立てることが望ましい。混合所を車が出る際は、運転手に出発の時刻を記した伝票を渡し、現場への到着と出発を記入して、混合所に帰ってその帰着時間を記入し、これらを綴じて将来の参考とする。

以上のような方法で行えば、ミキサーや、道路現場での計画を立てるのに役立つ。従って、機械的な故障や破損で遅れた場合にも伝票に記入するようにする。

## 撒布と輶圧

### i) 基礎

基礎の形状がよくて、適當な支持力がある場合以外、アスファルト舗装を施工しても、寿命の長い、スムーズな路面をつくることはできない。従って、基礎は充分形状もよく、支持力もあると、仮定した上で、アスファルト舗設の話を進めてゆくこととする。アスファルト合材を敷き拡げる前に基礎面を点検し、もし、不陸、不整があれば、注意して補正する。この前処理は、アスファルト合材を均一の厚さに敷き拡げるために大切なことである。もし、この層の厚さがいろいろと違っていれば輶圧した場合、その締め固めの厚さが異なる。すなわち基礎面のデコボコがアスファルト表層にそのまま現われてくることになる。

### ii) アスファルト合材の撒布

相当熟練したレーキ工がアスファルト合材を上手に敷き拡げても、一様に完全に、敷き拡げることはむずかしいので、今日では機械的な方法で撒布が行われている。

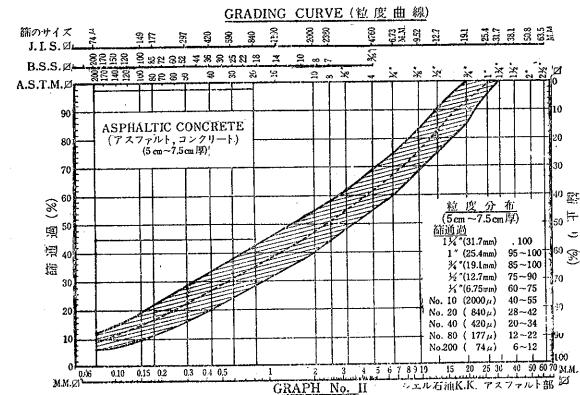
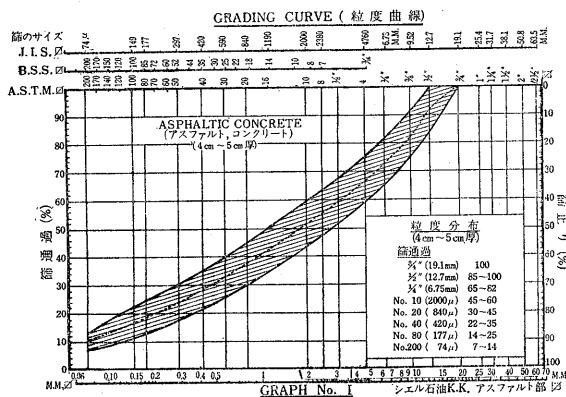
そしてよく設計されたスプレッダー（たとえばバーバー・グリーン・フィニッシャー）で施工すると基礎の小さな不整を自動的に修正してくれる。もちろんこのような機械に上述のように不整を修正するように設計されているが、完璧に修正できるものではない。従って、アスファルト表層の下に中間層としてバインダー層をつくった方がよい。バインダー層を機械的な方法で施工すると、基礎の不整を修正したバインダー層の表面ができ、その上にまた機械的方法で表層を舗設すると修正したバインダー層を、さらに修正したよい平坦な路面となる。

なお、工事の規模が小さかったり、道路上に障害があったりして、機械的な方法で撒布できない場合がある。このときは手撒きでしなければいけない。もちろんこの場合の仕上具合はレーキ工の熟練の度合による。事実、レーキ工のかしらは相当技倆のよい経験者を使う、そして彼自身が仕上の仕事をするだけでなく、道路現場での全労務者の仕事をもみるようにする。

手撒きの場合、アスファルト合材を運搬車から、適当な間隔ごとに（約1屯位ずつ）撒布する場所のすこし先に積む。アスファルト合材はシャベルで大体、敷き拡げてのち注意してレーキで、規定のレベルにならす。この際注意すべきことは、合材を撒布する場所に、車からおろして、積んではいけない。というのは、そうすると、下の部分は合材の重みで、固められる傾向となるからである。従って、前述のように合材をシャベルで敷き拡げて、このようにならないようにする。又充分注意するように、労務を訓練する。ことに砂利の基礎の上に撒布する場合は、基礎面の石を起して、アスファルト合材と混らないように注意させる。

すでに輶圧した部分と新しく敷く部分との接続部分をうまく、ジョイントするため、輶圧した部分の端をピッケルか、適当な工具でほぐして新しい部分とよく“噛み合う”（good key）ようとする。この際防水性を与える意味から、この接目の部分に加熱したアスファルトを軽く塗った方がよい。これは縦方向と同様横方向の接目にも同じようとする。

一般に二層に敷く場合は、タック・コートは必要としない、何故なら材料そのものの重量でよくついて、後、動いて取れるようなことがないからである。基礎はバインダー・コースを敷く前に入念にブラシで清掃する。そしてまた表層を施工する前にバインダー・コースも清掃する必要がある。もし、一層の場合で、5cm以下の厚さであれば、タック・コートを行った方が。タック・コートの際 1m 当り 1kg より僅か少な目に撒いて、R・C カットバック、または R・S・乳剤を使う。乳剤を使う時は乳剤中の水分が蒸発する時間的余裕を与えてから、アス



ファルト合材を敷く。

### iii) 転 壓

加熱混合舗設の場合、どのようなタイプのローラーを使用すべきか、皆、意見がちがう。ある人は、タンデム・ローラーを、他の人は三軸ローラーを好んで使う。いずれにしろ、ローラーの操舵輪が“よく効く”(Positive)ことが必要で——すなわち操舵輪(または動力のレバー)の動きに応じてすぐに効いて来るよう整備すべきである。さらにローラーは迅速に方向転換のできるよう(反対にも)なものであるべきである。すなわち方向を変える時、少しの間、車が止まっていると、路面に僅かの凹みをつくることになる。

他の道路工事と同様、転圧は道路の一端から始め、そして道路の縦の長手方向に、平行に行う。(一行程毎の始めに位置を変える場合を除いて)転圧は路肩から中心に向って毎回約30cm位ずつ寄せて行う。もし路巾一杯に敷いてある場合は、転圧が中心部まで終ったら、反対側の路端より中心部に向けて転圧を行う。初回転圧の際は駆動ローラーを先にして行う——これはタンデム又は三軸ローラーの何れにも適用できる——これはローラーで合材を“押して波立た”せるのを防ぐためである。

アスファルト合材ができるだけ冷却しない間に転圧するために、転圧は合材の撒布に近接して行うこと。もし転圧がおくれた場合は、特殊の事情のない限り、撒布を延期した方がよい。合材がローラーに附着するのを防ぐために、ローラーに水か油を薄く塗る。余分に塗るとむしろ合材の害になる。

初めの転圧後不整や凹みができたら、すぐその部分をほぐして、適量の熱い合材をハンド・レーキで敷き拡げて、できるだけ早く転圧する。

この作業はデリケートな仕事であるので、いつもレーキ工の熟練者がやるようにする。

すでに施工済の所と新しいところとの接続部分や、マンホールや排水溝等と舗装部分との接続部分は、あたためたランマーで、入念にハンド・タンブする。そうすると、緻密になってくる。

最後にこれ以上転圧できないというところまで転圧する、すなわちローラーの跡が全然つかなくなるまで行う。路面が常温まで冷えかつ、転圧が終ったら、交通を開放してよい。しかし、バインダー層の場合は表層用の合材を運ぶ運搬車だけとし、できるだけ全交通を閉じるべきである。

### 記 錄

将来の補修や破損を研究する意味から、混合所と道路現場の日報等は保存した方がよい。記録は簡単な型式を印刷してつくり、プラントの責任者や、現場の責任者が綴じ込むようにする。

プラントの場合、作業開始の時刻、休止時間、使用材料の量等、道路現場では天候、最初と最終の合材の到着時刻、作業中止の時間合材の到着の時の温度、受取った合材重量、撒布面積等。

できれば道路現場の責任者が毎日合材を撒布した地区的簡単なスケッチを書いて、すぐ判るようにすれば、次に作業する時の地区が明確になって便利である。

### 合材設計への手引

筆者は、本誌アスファルト、No.5, No.6, で加熱舗設の際の合材のグラフや計算方法について後述するといつておいたが、注意して粒度配分した骨材をアスファルトで結合するという点を念頭に入れて次の2つの点を考慮を入れる。すなわち、アスファルト・コンクリート(ここに2種類の例を挙げているが)シート・アスファルト及び“トペカ”の粒度配合曲線及び、必要なアスファルト混含量の計算が大切である。

粒度配合曲線において、各篩通過の集計パーセントの上限と下限を示している。この許容パーセントは割合にゆとりがあるが、グラフの上で見た場合粒度曲線のカーブがスムースになつていてかどうかがすぐ判る利点がある。グラフの使用に當つて、各篩通過の骨材の集計パーセントを、プロットして曲線を出す訳であるが、この際図の斜線部分に入つていれば「上限、下限の丁度中間の線でなくてもよいが」、一応その骨材の粒度状態はよいということになる。

一方曲線が、上限と下限の間を不規則に走る場合は、その骨材の粒度分布匡正して、別の骨材の配合のものを作らねばいけない。

ここに図Ⅰ及び図Ⅱにアスファルト・コンクリートの表層のグラフの例を示す。これはそれぞれ4~5cm厚と、5~7.5cm厚の表層の例である。 $\frac{1}{8}$ " 篩 (JIS3360 $\mu$ ) 通過の骨材を使ったシート・アスファルトの例として図Ⅲに示す。図Ⅳは、典型的な“トペカ”の例であり、これはまた別名“細粒式アスファルト・コンクリート”とも称している。

上述のいろいろの型の合材を作るため、アスファルト量を計算するのであるが、この際注意しなければならないのはアスファルトの機能は、骨材の各粒子を結合させることであつて、骨材の空隙をアスファルトで埋めるということではない。事実、これらを道路に撒布して、転圧した後のアスファルト・コンクリートの空隙率は2~6%で、シート・アスファルトや細粒式アスファルト・コンクリートの場合は4~8%となるべきである。

この空隙率は、熱膨脹や、交通による転圧に対する余裕を見込んである。もしうでなければ、路面にアスファルトがしみ出で来て、気温の高い時はべとべとした路面となり、路面がぬれていたり、寒い時は、滑り易い危険な路面となる。従って、ある種の合材のアスファルト

量を決する場合、骨材の乾燥状態で混合した骨材の空隙率を決める必要がある。

アスファルト合材のアスファルト量を決める実際の計算は、次の4段階で行う。

まずフィラーを含めた乾燥状態の締固めた骨材の重量/容積比一すなわち見掛けの密度 (apparent density) を決める。この方法として、容量と重量の判っている適当な容器 (たとえば空固め試験の型) の中に混合骨材を突き固め、その重量を計ると固めた骨材の重量が判る。従って見掛けの密度は

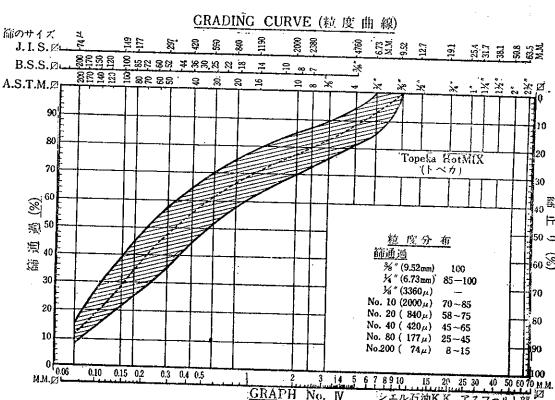
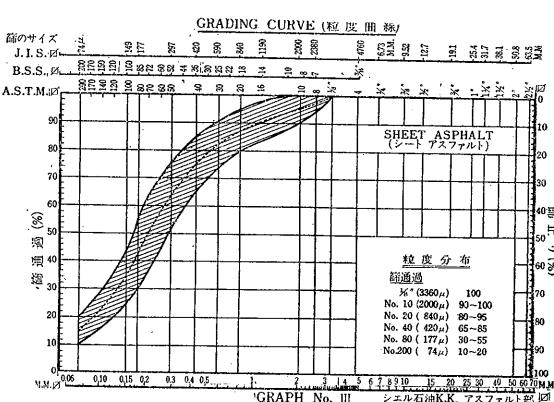
$$AD = \frac{\text{重量}}{\text{容積}} \quad (\text{たとえば} AL=2.20)$$

次に混合骨材の比重を求める、もし、粗、細骨材及びフィラーのそれぞれの比重が判っていると、混合骨材の比重は次の式で求められる。すなわち  $W_1, W_2, W_3$  をそれぞれ粗、細骨材及びフィラーの重量比とし、 $G_1, G_2, G_3$  をそれぞれの比重とすると、

$$\text{比重 } S.G. = \frac{100}{\frac{W_1}{G_1} + \frac{W_2}{G_2} + \frac{W_3}{G_3}}$$

この式の例として今図Ⅰのアスファルトの骨材の粒度曲線から例をとってみると、

通 過	$\frac{3}{4}$ "	止り	$\frac{1}{2}$ "	8%	
"	$\frac{1}{2}$ "	"	$\frac{3}{8}$ "	10%	
"	$\frac{3}{8}$ "	"	$\frac{1}{4}$ "	9%	
"	$\frac{1}{4}$ "	"	No4	6%	小計 粗骨材
"	No4	"	"	6 8%	=48%
"	" 6	"	" 8	4%	
"	" 8	"	" 10	3%	



通 過	No 10	止り	No 16	9%	
"	" 16	"	" 20	6%	
"	" 20	"	" 30	4%	
"	" 30	"	" 40	4%	
"	" 40	"	" 50	5%	小計 細骨
"	" 50	"	" 80	5%	材=41%
"	" 80	"	" 100	2%	
"	" 100	"	" 200	6%	
"	" 200	"	" ——	11%	フライア =11%

従って今、それぞれの比重を2.70(粗骨材)、2.60(細骨材)、2.65(フライア)とすると、これらを混合して締め固めた骨材の比重は次のようになる。

$$\frac{100}{\frac{48}{2.7} + \frac{41}{2.6} + \frac{11}{2.65}} = \frac{100}{37.75} = 2.65$$

一方もし、これらの骨材の比重が不明の場合、試験室で簡単なテストをして締め固めた混合骨材(乾燥の状態で)の比重を測ることができる。これは容積と重量の既知の混合骨材(乾燥状態で突き固めた)中の空隙に軽い揮発性の液体(たとえば灯油)で充して測定する。この試験は比重ばかりではなく混合骨材の空隙率も併せて知ることができる。そして計算上の結果と比較して確認するのに便利である。

今、このテストの例として約2kgの粒度配合した混合骨材を適当な容器に入れて突き固めたとして900ccあり、その正味重量が1.984kgあったとする。従って見掛けの密度(Apparent density)は2.20となる。ビレットを使って、灯油が空隙に一杯になるように流し込む。そしてビレットから流し込んだ灯油が152ccあるすると、これらの数値から、空隙率を知ることができる。すなわち16.9%。それから比重は次のようになる。

$$S.G = \frac{\text{サンプルの重量}}{\text{サンプルの容積}-\text{灯油の容積}} = \frac{1984}{900-152} = 2.65$$

さて、さらにアスファルト合材のアスファルト量決定の計算は灯油の代りに次の計算をして空隙率を決めてから行う。

すなわち

$$\text{空隙率} = \frac{\text{比重} - \text{見掛けの密度}}{\text{比重}} \times 100$$

上式に数値を入れると

$$\text{空隙率} = \frac{2.65 - 2.20}{2.65} = 16.98$$

この数値の上述の“灯油”を使った方法の場合とすこし差があるが、この数値がより正しい。

最後に上述の値を使って、アスファルト合材に必要なアスファルト量を決めることができる。しかしここで注

意すべきことは合材を撒布して転圧した後の空隙率は2~6%となるようにして、交通による転圧の余裕をとておくことである。

従ってアスファルト量を計算する場合には、空隙率として4%とになるようにする。すなわちローラーによる転圧後の空隙の平均値としてこの値をとる。次式におけるBを骨材100に対するアスファルト量とし、V<sub>1</sub>を混合骨材の空隙率とし、V<sub>2</sub>を、圧後の空隙率とし、S.G.をアスファルトの比重、AD転を乾燥状態の突き固めた混合骨材の見掛けの密度とすると、

$$B = \frac{(V_1 - V_2)}{AD} \times S.G.$$

従ってアスファルト量を合材中の%で表わすと

$$B \% = \frac{B}{100+B}$$

上式に上述の数値(アスファルトの比重を1.04として)を入れると

$$B = \frac{(16.98 - 4) \times 1.04}{2.20} = 6.14$$

従って全合材の%として

$$B \% = \frac{6.14}{100+6.14} = 5.8\%$$

すなわち、アスファルト合材は

混合骨材	94.2%重量比
アスファルト	5.8%
	100.0%

そして、上述の仕様に従って、試験的にバッヂ一杯分の合材をつくって、“ウォーカービリティ”(Workability)と“締め固め性”(Compactability)を試してみる。もし合材が上述の二つの試験の何れかでも不満足な結果が出たら、アスファルトが足りないか(too dry)または多い(too rich)のに応じて、アスファルト量をすこし増減して、また試験的にバッヂ一杯分の合材を作つて試めるのである。この際のアスファルトの増減は±1%ずつ調節してゆくようとする。

# アスファルトの化学

丸善石油KK 中央研究所

金崎 健児・岡田 富男

1956年のワトキンス報告に基いて、道路整備10ヵ年計画が現政府の建設政策の主幹として具体化され始めて以来、急激にアスファルトに対する認識があらためられ、深められてきたようである。

今更我国の道路舗装状況について、こと新しくのべる迄もなく多くの大衆が身をもって、その不備を痛感していることであろう。斯かる状態に立ち到った原因は種々あるとしても、ここに論すべき性質のものではなく、又その巧拙は別としても、現実の道路整備政策は既に緒についている。ここにその大事業の一つの扱い手であるアスファルトについて大まかな基礎知識と、最近の研究の動向の一端を紹介して諸賢の参考に供し度い。

## I アスファルト (Asphalt) の定義と分類

アスファルトの化学について述べる前にアスファルトの定義と、その分類についてふれておく。

### 1~1 アスファルチック・ビチューメン (Asphaltic bitumen)

A.S.T.M. の定義によれば、広義におけるビチューメンとは、天然に、或は熱的原因によって生じた炭化水素の混合物に、炭化水素の非金属誘導体を含んだ、ガス状或いは液状、半固体、固体の物質であって、二硫化炭素に完全に溶解する物質をいう。

特に石油に関連づけて述べる場合、アスファルチック・ビチューメンとは黒色、又は暗褐色の固体、或は半固体の膠状物質で、加熱した場合、徐々に液化する物質であると定義される。

そして、その大部分はビチューメンによって占められている。

英國に於ては常に上述のアスファルチック・ビチューメンを只單にビチューメンと呼んでいる。これに相当する名称は米国ではアスファルトである。そして英國ではアスファルチック・ビチューメンと不活性の鉱物質との天然、又は人工的混合物をアスファルトと呼んでいる。本稿では米国の定義にならってアスファルチック・ビチューメンを単にアスファルトと呼ぶことにする。

### 1~2 アスファルトの分類

一般にアスファルトと呼ばれるものは、その生産される状態とか、化学的、物理的性状の差を考慮して次の如き種のものに大別される。

1. 天然アスファルト (Natural Asphalt)
2. アスファルタイト (Asphaltite)
3. ストレート・アスファルト (Straight Asphalt)
4. ブローン・アスファルト (Blown Asphalt)

ここで天然アスファルト及びアスファルタイトは天然に産するものであり、ストレート及びブローンアスファルトは石油精製の際に残渣油として得られるもの、又はそれを二次的に処理して得られるものをいう。この中で天然アスファルトは更に産出する時の状態で、レイキ・アスファルト (Lake Asphalt)、ロック・アスファルト (Rock Asphalt)、サンド・アスファルト (Sand Asphalt) 等の区別があり、代表的なものとして、南米産のトリニダッドアスファルト (Trinidad Asphalt) ヴェネズエラ産のバーミーズアスファルト (Bermudez Asphalt) などがある。アスファルトは天然石油が地層の割目や岩石の裂け目に滲入した後、地熱と空気の作用で、長年月の間に、その内部に重合、縮合の反応を起して弾力性にとむアスファルト化合物に仕上げられたものである。これの代表的なものとしてはギルソナイト (Gilsomite) グラハマイ特 (Grahamite)、グランスピッチ (Giance Pitch) などがある。

ストレート・アスファルトは、原油中に存在するビチューメンを添圧蒸溜、又は水蒸気蒸溜、或はこれらの組合せによって回収したものである。この場合常圧蒸溜中に過熱によるアスファルトの劣化を避けるために、揮発油溜分は出来るだけおだやかな温度条件の下で除かれる。ブローン・アスファルトは、一般には添圧残渣油に400°F~600°F (204°C~315°C) で空気を吹込み、残渣油中に含まれるビチューメンに脱水素重合、又は縮合反応を起させて、弾性にとむアスファルトに仕上げたものである。これらの種類及び製造方法等についての詳述は本稿の目的とする所ではないので、ここには割愛する。

## II アスファルトの化学

### 2~1 概 説

アスファルトは一般に炭化水素と、炭化水素の性質をもった硫黄、窒素、酸素、及び若干の金属元素化合物との混合物である。これらの混合物は分子構造の立場から次の4つの基本的なグループに分ける事ができる。

1. 飽和脂肪族の炭化水素又はパラフィン
2. ナフテン系又はシクロパラフィン系炭化水素
3. 芳香族環を含む炭化水素
4. 二重結合を有する不飽和脂肪族炭化水素

これらの細部構造や組合せ比率は、勿論先述したアスファルトの種類及び製造方法によって異なる事はいうまでもないが、一般に正常な蒸溜法乃至はブローリング過程によって作られたアスファルトの中にはオレフィンは存在しないといわれている。Pöll<sup>1)</sup>はこれらのアスファルトが示すヨウ素価が単なる置換によるものであり、附加によるものではない事を示している。然しながら分解油から作られたアスファルトには、このような不飽和二重結合をもつ化合物が存在する事がある。

一方アスファルト中に存在する酸素や窒素等の結合状態については多くの研究がなされて来ているが、未だ酸素の一部を除いては確かな知識は得られていないようである<sup>2)</sup>。また硫黄の大部分は芳香族化合物として存在する事が知られている<sup>3)</sup>。Marcusson<sup>4)</sup>によればこれらの硫黄や酸素の一部は多分炭素原子間の架橋としての役割を果しているのだろうという事である。

## 2~2 アスファルトの分離

### 2~2 ①アスファルトの化学的分離

アスファルトを各単体にまで分離し構造を決定する事が不可能であるにしても、これをいくつかの類似構造乃至は分子量をもったグループに分ける事は可能であり、多くの研究者によって、便宜的な分離法が提唱されている。

始めに化学反応を利用した分離例についてのべてみよう。

一般に用いられる化学的分離の方法は濃硫酸によるアスファルトのスルホン化である。この処理によってアスファルト中の芳香族化合物は油に不溶な化合物、たとえばスルホン酸に変換される。またアスファルトをアルカリで処理すると酸成分を分離する事ができる。石油アスファルトには酸成分は少いが、天然アスファルトにはかなり含まれているようである。Marcusson<sup>4)</sup>はこれらの酸成分を、“Asphaltogenic Acid”と呼びアルカリで抽出されない酸性成分を、それらの無水物と見做した。またSavin<sup>2)</sup>はフェノール的な性質をもった酸成分を分離し、それらをフミン酸と同じようなものだと考へている。以上はいづれも化学反応によってアスファルト成分を分離する方法についてのべたが、アスファルトの組

成を正確に研究するためには、できる限り変質しない手段で成分分離を行わねばならない。それには一般に溶剤抽出法が用いられ、これにクロマトグラフ法<sup>5)</sup>、熱拡散分離法<sup>3)</sup>、などが併用される。

### 2~2 ②溶剤によるアスファルトの抽出分離と分離物の性状

アスファルトの各成分を分子量とか芳香族性に従って分離するのに、最も安易な手段として選択性溶媒が用いられる。この際、分離される成分の性質や量は、抽出する時の条件、例えば濃度、温度とか溶剤の極性等によって左右される。

分離法の詳細については、別稿にゆづり、ここには分離されるものの一般的な性質を Marcusson<sup>6)</sup>の方法を例にとって述べてみよう。

彼は先づアスファルトをベンゼンに不溶な部分と可溶な部分に分け、不溶部分を二硫化炭素に可溶か否かによってカーボイド (Carboids) と、カーベン (Carbene) に分けた。

またベンゼンに可溶な部分は低級の飽和炭化水素に対する溶解度及び活性アルミニナに対する吸着能の差によって次の4つの成分に分けた。即ち

1. アスファルテン (Asphalten)
2. オイル分 (Oily constituents)
3. レジン分 (Asphaltic resin)
4. アスファルト酸及びその無水物  
(Asphaltic acid and their anhydride)

アスファルトをこのような成分に分ける一般的な操作方法は Broome<sup>7)</sup>によって詳しく述べられている。

こうした方法に従って普通の市販アスファルトを分離してみると、カーボイドは殆ど含まれておらず、高度に分解されたアスファルトでたかだか2%程度である。またカーベンも一般に少なく、普通、道路舗装に用いるようなアスファルトでは大体0.2%以下であるが、分解油から作られたアスファルトではかなり量含まれている事がある。これらの各成分の分子構造については未だ詳しくわかっていないので、ここには極く一般的な性質について次にのべる事にする。

#### カーボイド

カーボイドは二硫化炭素に溶けず所謂ピチューメンの中には含まれない。併しながらカーボイドは、それを含むアスファルトが受けた分解の程度を示唆する成分として重要である。Hillman 及び Barnett<sup>8)</sup>の報告の中にはカーボイドがピリジンの様な強力な溶剤によって、僅かではあるが溶ける事がのべられている。一方、石油コーカスはこれら溶剤に全く溶けない事から考えて、明ら

かにカーボイドがコーカスとは同一のものではない事、即ち炭素核にしっかりと結合している炭化水素鎖及び環状構造をいくらか含んでいる事を推定しうる。このカーボイドはアスファルテンの変成の最終的段階のものと見做して良いであろう。

### カーベン

カーベンはストレートアスファルトには、通常極めて僅かしか含まれていない。これが多量に含まれているという事はアスファルトが製造される過程で苛酷な変化をうけた事を示唆している。カーベンはアスファルテンが高度に重合してきたものと考えられ、芳香族性が強く酸素及び硫黄の含有量が多い<sup>9)</sup>。また分子量はアスファルテンよりもはるかに大きい事が知られている。

### アスファルテン

アスファルテンは通常硬くて脆い褐色乃至は黒色の粉状物質でありクロロホルム、二硫化炭素、ベンゼン、四塩化炭素等にとけるが、デエチルエーテル、アセトンには僅かにとけアルコール、石油エーテルには殆どとけない。

加熱すると、最初僅かに収縮し後に膨脹し、最後に熔融分解して黒光りする粘稠なタール状物質を与える。このアスファルテンはおそらく低分子量のナフテン系炭化水素の脱水素縮合反応によって生成されると考えられるので、性質はかなり芳香族性である。Thurston 及び Knowles<sup>9)</sup>は 6 種の異ったアスファルトから得たアスファルテンについて分析を行い、アスファルテンは 80~90% の炭素と、6~10% の水素、0.8~8.0% の硫黄、少量の酸素及び多分窒素を含んでいると考えられる灰分、微量の塩素から成っている事を示している。アスファルテンの分子量に関しては多くの研究者が測定しているが、それぞれかなり違った値を報告している。即ち 1940 年に Pfeiffer 及び Soal<sup>10)</sup>が最初に報告した値は 80,000~140,000 となっているが其後、クライオスコピック法 (Cryoscopic method) を用いて行った Hillman 等<sup>11)</sup>の測定値はベンゼンを用いた場合は 2,400、ナフタレンを用いた場合は 1,660 と報告されている。又 Zapata<sup>12)</sup>は同様方法によって平均分子量が 2,000 程度である事を報告している。

一方 Mack<sup>13)</sup>は稀薄溶液粘度法 (dilute solution viscosity method) によってアスファルト中のアスファルテンの会合は低温に於ては存在するが、高温では解離が起る事を証明した。この理論に基いて彼は各種温度における平均分子量を測定し 280°F では 1800、100°F で 3000、32°F で 5000、という値を報告している。

一方 Eckert 及び Weetman<sup>14)</sup>は Hillman 等の用い

たクライオスコピック法はオイル分やレジン分の分子量測定には用いられるがアスファルテンに対しては適用しにくい事を指摘し、別に比較粘度法 (comparative viscosity method) を用いて、アスファルテンの分子量を測定し 700~1000 という値を報告している。

アスファルテンはそれ自体では接着性を持たず、一般にはアスファルトの有機鉱物の如く考えられるが、アスファルトの硬さ、色及び流動学的な性質等は可なりな部分を此のアスファルテンに負っている。又 Suida<sup>15)</sup>によれば天然アスファルトは概ね 30% 以上のアスファルテンを含み良質の石油アスファルトは約 20% のアスファルテンを含んでいるが、劣質なアスファルトには 10% 程度のアスファルテンと、0~10% の範囲の石油アスファルトからピッチに変換した物質が含まれているといわれている。

然しこの報告はあまり受け入れられていないようである。というのはアスファルトの優劣が含有アスファルテンの量と質に関係して決められる事は確かであるが Suida<sup>15)</sup>が述べている程、一般的な関連性は多くのアスファルトを対象にした場合に存在しないという事が Bestougeff 及び Darmois によって示されたからである。それによると彼等は中東系及びヴェネズエラ系原油から造られたアスファルトを石油エーテルによって処理し、得られたアスファルテンを沸点範囲の異なるいくつかの石油溜分によって連続的に抽出を行い、抽出されたものを原油別に比較している。その結果対応するものでは中東系から抽出された溜分の方がヴェネズエラ系アスファルトより得られたものよりも明らかに熔融しにくい性質をもっている事が知られた。

また中東系の各抽出溜分の基本的な組成は問題になる程異っていないようである。そして最初の溜分の一部 (40%~50%) が減圧下 480°F (248.9°C) では分解する事なく蒸溜される事を報告し、最後にアスファルテンが或る種のヘテロサイクリックな成分から作られているらしい事を結論している。更にまた、アスファルテンについて全く別な立場からの研究が Williford<sup>17)</sup>によって試みられている。即ち彼は同一規格に入ってしまうアスファルトにも区別をつける必要のある場合を考え、良く似たタイプのアスファルトの X 線回折图形をとり、これを検討した。その結果外観的には全く同じ溜分に属するものであっても、その中に含まれるアスファルテンの質によって小角散乱 (small angle scattering) の強度に明らかな差が見られる事を見出している。

### オイル分

アスファルトのオイル分は殆んどの有機溶媒にとけ

る。

又このものは光学的に活性であり螢光を発する場合が多い。石油アスファルトから得られた場合は、粘稠で澄んだ赤褐色のワセリン状の外観を有しているが、天然アスファルトから得られた場合は常温に於て流動性を有し且粘稠な油状物質である。これはワックス状固体パラフィンの含有量が石油アスファルトの場合に較べて少ない事に原因していると考えられる。

この成分はまた飽和化合物と不飽和化合物に分けられる。分子量は Zapata<sup>12)</sup>によると、約 500 程度であり、Eckert 及び Weetman<sup>14)</sup>は 370~710 の範囲にあると報告している。また炭素に対する水素の含有率は他の成分と較べて最も大きく、このものは加熱酸化、又は硫酸酸化によってレジン分に変質する。アスファルトの接着性、流動性、耐候性、等はこのオイル分が芳香族性であるか脂肪族性であるかによって左右されるといわれている。

### レジン分

レジン分は約 200°F (93°C) の熔融点を有する赤褐色の固体或は半固体であり、たいていの有機溶剤にはとけるがアセトンにはあまりとけない。

粘土、白土、活性アルミナ、シリカゲルはレジン分を重合させる働きがあり、これらに吸着されたレジン分は石油エーテルに不溶となる。また C/H 比、硫黄、酸素の含有量及び分子量はオイル分と、アスファルテンの中間程度の値をもつことが認められている。Zapata<sup>12)</sup>によるとレジン分の分子量は 1,000 程度であり Eckert 及び Weetman<sup>14)</sup>は 540~900 と報告している。この樹脂状成分がアスファルトに粘着性と可塑性を与える訳であるが、このものはしばしばオイル分と一緒にしてマルテン (Maltene) またはペトローレン (Petrolene) と呼ばれる。

### アスファルト酸及びその無水物

アスファルト酸は “Asphaltous<sup>18)</sup>” または “Asphletogenic acid<sup>7)</sup>” として知られており、暗褐色のタール状物質でクロロホルム、アルコールに溶け、加熱すると外観がアスファルテンに似た鹼化物質に変る。このものは前にものべたように天然アスファルトには比較的多量に含まれており石油アスファルトには少ないので普通である。このものは炭化水素の複雑な酸化、縮合反応等によって作られたと考えられるので、当然アスファルテンとは密接な関係をもっているものと考えられる。

### 2~3 アスファルトの分離法についての諸問題

以上 Marcusson による分離基準に従って得られたアスファルト構成成分の一般的な性質について概説したが

アスファルトを如何なる方法で、如何様に分離を行うべきかについては、多くの研究者によってしばしば論議されている。例えばアスファルテンの分離に用いられる石油エーテルは普遍的に同じものを用いる事はできない。

そうした事から Long や Thomas<sup>19)</sup> は同一試料の分析結果が研究者によって 3% 程度異っていたとしても許容るべきだと述べている。こうした理由から或る研究者は溶剤として一定の化合物を用いる事を提唱し、その方が普遍的な値がえられるだろうと述べている。例えば Nellensteyn 及び Kuipers<sup>20)</sup> は石油エーテルも、デエチルエーテルも共に同じ程度の表面張力を有するが、石油エーテルの方がデエチルエーテルよりも多量のアスファルテンの沈澱を与える事を指摘し、この両者によって得られたアスファルテンを検討した結果、デエチルエーテルによって回収されたアスファルテンは殆んど純粋な柔毛状アスファルテン (flocculated Asphaltene) であるのに反し、石油エーテルを用いた場合のそれは柔毛状アスファルテンと、共沈澱物質との混合物である事を報告している。この事から彼等はアスファルテンの定量には石油エーテルよりもむしろデエチルエーテルの方が望ましいとのべており Lewis Welborn<sup>21)</sup> によって米国の規格に、これの採用が要請されている。

ところが一方 Zapata<sup>12)</sup> とか Hoiberg 及び Garris<sup>22)</sup> はデエチルエーテルが少量のレジン分を沈澱させるという理由でヘキサンの使用を提唱した。また同じ理由で Hillman 及び Barnett<sup>8)</sup> はイソペンタンを、更に Batchelder 及び Wellmann<sup>23)</sup> はヘプタンをそれぞれ選んでおり、Strieter<sup>24)</sup> はノルマルペンタンが 0.3% の限界内で一定にアスファルテンを沈澱させるという事を示してそれを推奨している。

彼はまた、レジンの抽出についても二硫化炭素よりもデエチルエーテルが良い結果を与えるとのべている。

その他 Winterkorn 及び Eckert<sup>25)</sup> がアスファルトの沈澱分離に一連の溶剤、即ちメチルアセテート、プロピルアセテート、アミルアセテート、石油エーテル等を順に利用する方法とか Hubbard 及び Stanfield<sup>26)</sup> によって行われたノルマルペンタンを用いる独自の方法などがあげられる。

この方法によればマルテンを無水の活性アルミナに吸着させた後、二段抽出を行い、始めにペンタンでオイル分を取り、次にメタノール—ベンゼン溶液でレジン分を脱着抽出する。この方法はアスファルト分析の “Bureau of Mines 法<sup>27)</sup>” の基礎となるものである。ところがこのような操作が空気中で行われる限り酸化を無視する事ができず、思わしくない結果を与えるという理由で Suida と Motz<sup>28)</sup> は次のような事を主張している。即ち

吸着、抽出の操作は全て窒素気流中で行い、しかも吸着を行わせる場合は溶剤としてクロロホルムを用い最後の抽出はペリジンで行うべきであるといふのである。そしてまた吸着抽出の温度はあまり高くなく且極力変動しないように抑え、アスファルトを石油分 (Petroleum Portion) アスファルトレジン分 (Asphaltic resin) 石油レジン分 (Petroleum resin) 及び硬質アスファルト (Hard Asphalt) に分ける事を提唱している。

一方 Nellensteyn<sup>20)</sup>によればアスファルトの限界表面張力は 25°C に於て 26 dyne/cm である。そこで表面張力が 24~26 dyne/cm の溶剤を用いた場合のミセルの凝集、沈殿は分散媒中に分散しているそれ自体の安定性に応じて起ると考えられるので、表面張力のずっと小さいノルマルベンタン、デエチルエーテル、ノルマルヘキサン、ノルマルヘプタン (いづれも表面張力は 1.35~1.86 dyne/cm) 等の溶剤では問題なくミセルの凝集を起させるという事になる。

このような観点から参考までに種々の溶剤の表面張力を列挙してみると、クロロホルム : 26.2, ベンゼン : 27.7, トルエン : 28.4, キシレン : 29.1, 二硫化炭素 : 30.6, ペリジン : 34.9, 四塩化炭素 : 25.4, シクロヘキサン : 25.7<sup>59)</sup> といった値である。

#### 2~4 アスファルトのコロイド構造

前項迄はアスファルトの化学的な構成について、今までに知られている事項を整理したが、アスファルトは斯る構成成分が何等構造上の機能をもたない単なる混合状態で存在するという Marcusson<sup>6)</sup> の古い理論は Katz や Beu<sup>29)</sup> によって打ちこわされ、その後の多くは研究<sup>30~44)</sup> からアスファルトはアスファルテンのミセルが油質分散媒中に分散しているコロイド系物質と見るべきであるという考えが一般に認められるようになって来た。Katz や Beu は先づコロイド状のアスファルテン粒子の存在をアスファルト薄膜の電子顕微鏡写真によって実証した。

このアスファルテン粒子の大きさはアスファルト中に全く稀釈されない状態で存在する時には直径で表わして約 65Å 以下であろうといわれている。

またアスファルトをコロイド的に考えた場合、それは履歴や外的条件によって異なるが、一般にゲル構造とゲル構造の混合系であると考えられている。こうした考えは Pfeiffer 及び Van Doormaal<sup>32)</sup>, Saal 及び Labout<sup>45)</sup> 更に Traxler<sup>46)</sup> や彼の協同研究者達によって確立されたものである。彼等の提唱した理論に従ってアスファルトのコロイド構造の一部を説明すると、アスファルトがゲル構造をとる場合はミセルが凝集して内部に剛性構造 (rigid structure) を形成するためゲル構造となる。

このようなアスファルトのコロイド構造について Mack<sup>47)</sup> は更に詳しく次のような考え方を述べている。即ちアスファルテンとカーベンは、レジン分がオイル分に溶解してできている分散媒中に分散しているが、これらは全く別なものである。そしてレジン分の一部はアスファルテン、カーベンに二次的の吸着力で吸着され、その状態で保護コロイドの機能を果しているが、これが石油エーテルに出会い事によって溶解されカーベンやアスファルテンが沈殿すると述べている。

また Nellensteyn<sup>48,49)</sup> の理論によればアスファルトは良く保護された薄液ゾルであり、そこに存在するアスファルテンのミセルは、その中に限界顕微鏡によってのみ観察される程小さく、且つ比較的低分子量の C/H 比の小さい炭化水素の層で囲まれた炭素の核を有しており、そのものは殻の吸着力によってアスファルテン粒子の固相面に保持されているのである。そしてこのようなアスファルテンがレジン分を保護コロイドとして油質分散媒中に分散していると彼は推論しているが、この炭素核を有するという彼の考えは Pfeiffer 及び Van Doormaal<sup>32)</sup> や Traxler<sup>33)</sup> によって受け入れられなかった。ところが其後、彼は更に研究を進めてグラファイト状の炭素がアスファルテン中に存在する事を X 線廻折によって証明し、同じ事がアスファルテンを酸化する事によって顕著になる事を確認している<sup>50)</sup>。然しながら Mc Leod<sup>31)</sup> は Nellensteyn のこうした考え方に対して次のような理由で反論している。

即ち Nellensteyn のアスファルテンは Marcusson のアスファルテンに Nellensteyn のレジンの一部或は全部を加えたものから成り立っており。この組合せが 2 つの物質 (アスファルテンとレジン) の物理的、化学的性質を一致させるとは考えられない。さらに、アスファルテンの定量の際に吸着されたレジンが石油エーテルに溶かされないという考え方は一般に理解されている吸着物質の挙動と相容れない。

そしてまた彼は Nellensteyn が後者の反論に対して出した理論、即ち吸着したレジンは一部解離してのちイオンとして再び吸着し遊離基として存在するために石油エーテルには溶けないと考え方にも反対している。

この考え方は確かに合理的ではない。というのは遊離基は極めて反応性に富むものであるのにアスファルトは比較的不活性な物質だからである。

Nellensteyn の説は斯くて今のところ一般には受け入れられていないようであるが、ここに最近 Dickinson<sup>51)</sup> によって行われた、コールタールの電子顕微鏡によるコロイド構造の研究報告をみると、彼の説と考え合せて極めて興味深いものが感じられるのでここに附げ加えてお

こう。

Dickinson はコールタールのコロイド構造を研究する目的で電子顕微鏡写真をとったが、その際にコロイドの大きさをもつ粒子群構造を捉え、それを聚合コロイド (associated colloid) と呼んだ。このものの単位即ち各粒子は極めて高分子量の炭化水素の核からできており、これらが或る大きさに聚合した状態で低分子の炭化水素膜で保護され、油質分散媒中に分散しているとのべている。

#### 2~5 アスファルトのコロイド的性質と流動性の関係

アスファルトは可塑性、弹性、チキソトロピー (Tixotropy) といったような変則的な流動性を示すが、この事はアスファルトのコロイド構造に関して行われて来た多くの研究結果と、良く符合する。こうしたアスファルトの変則的な流動性は一般的にいってアスファルトの製造方法とか、温度やその他の外的条件によって決るものである。それ故異った条件下では同一アスファルトでも全く異った流動性を示す事になる。即ちアスファルトのコロイド構造が与えられた条件下でゲル的であるかゾル的であるか、或はニュートン溶液であるかによって、その流動性は異って来る。ところでアスファルトの流動学的性質を物理的に測定する際に、その方法として応力と歪を用いると、測定と同時にアスファルトのコロイド的内部構造に対して、かなり大きな影響を及ぼすし同時に分散媒中の分散相の分布状態にも変化を惹き起す事になると考へられるため、この両者の関係について直接実験を試みる事は今のところ困難であろう。

唯ここではゾル型のアスファルトに関する基本式が、Frahlich 及び Sack<sup>52)</sup> によって導かれ、それが再び Sack<sup>53)</sup> によってほぼ完全な理論に仕上げられている事を付言しておく。

#### 2~6 アスファルトの内部構造について

Traxler 及び Coombs<sup>54~55)</sup> はアスファルトの流動性を研究していた際に次のような事実を発見した。即ち変則的な流動を示すこれらの物質の表面を適当な溶剤で処理してやると、或種の図形を示すという事である。そして彼等はこの図形がアスファルト中に存在するある種の内部構造を示すものであり、これは時間と共に増大するが物理的、化学的作用に対しても極めて不安定であると報告している。また Traxler<sup>56)</sup> やその協同研究者はアスファルトが示すチキソトロピックな性質、及び弹性はアスファルト中のある成分が選択的な配向をするために惹起される一種の構造変化に原因するのだと考えているようである。一方 Broome<sup>57)</sup> は弹性の大きなアスファルトの性質は応力が加えられた時に、分子の配列がより規則的になる事に起因しているのではないかと考えてい

る。つまり熱力学的に見て確率の少ない規則的な状態から不規則な状態に復帰する過程で、そうした性質が現われるというのである。さらにもうした内部構造の存在は Holmes と Raphel<sup>58)</sup> によって報告されており、彼等はアスファルトの密度と温度の関係を検討してアスファルトが一度分離されたアスファルテン、レジン、オイルの再組合せによって作られた場合は本来のものと比較して、それら各成分が同一な結びつき方をしていないと主張している。

### III 結 語

以上述べた事からアスファルトが如何に複雑な構成をもつ物質であるかが、およそ推察でき、そしてアスファルトは未だ知られざるもの一つに属するといい得るであろう。しかしながら貪欲な人智は猶この未知なる物への解明に向って、新しい分析機器をたよりに不斷の努力を続けている。1958年4月のサンフランシスコにおけるアメリカ化学会の会合で発表された、熱拡散装置によるアスファルト成分の分析<sup>59)</sup> などその一例であろう。

こうした研究は極めて困難であり、且つ新たな利益を生むには程遠い道であるかもしれないが、アスファルトを、より優れた素材として活用するためには是非果されねばならぬ課題であろう。

### 文 献

- 1) H.Pöll. Petroleun. Z. 27 (1931) 817
- 2) P.I.Savin. Bull. Acad. Sci. U.R.S.S. Classe. Sci. Tech. No. 516 (1934) 18.
- 3) R.A. Cardner, H.F. Hardman, A.L Gones ; A.C.S. Symposium San-Francisco meeting April 13~18 (1958) A—61
- 4) J.Marcusson. Die natürlichen und künstlichen Asphalt. Leipzig (1931)
- 5) G. O'Donnell ; Anal. chem 23 894 (1951)
- 6) J.Marcusson ; Angew. Chem. (1916) 29 346
- 7) D.C. Broome ; The Testing of Bituminous Mixtures Roadmaker's Library Vol. 2 Edward Arnold & Co. London (1934)
- 8) E.S. Hillman and B. Barnett Petroleum Refiner 18 (1939) 533
- 9) Thurston R.R. and Knowles E.C. ; Ind. Eng. chem. 28 (1936) 88
- 10) J.P. Pfeiffer, R.N.J. Saal ; J. Phys. chem. 44 (1940) 139
- 11) E.S. Hillman and B. Barnett ; Petroleum Refiner 16 (1937) 362
- 12) J. Zapata ; M.N.B.C. (proc) (1939) 173

- 13) C. Mack ; J. Phys chem. **36** (1932) 2901  
 14) G.W. Eckert and B. Weetman ; Ind Eng. Chem. **39** (1947) 1512  
 15) H.Suida ; Petroleum Z. **32** (1936) 5  
 16) M. Bestougeff and R. Darmois ; Compt Rend (1947) 224. 1365 ; Abs J. Inst. Pet. **33** (1947) 281A  
 17) C.L. Williford ; Xray studies of Paving Asphalt Aqr. Mech coll. Texas Eng. Exptl. Station (1943) ; Bulletin No. 72  
 18) B.A. Murphy ; J. Inst. Pet. **3** (1945) 475  
 19) F.C. Long and T.W. Thomas ; Laboratory studies of Asphalt Cements ; University of Minnesota Engineering Expt. Station (1939) Bulletin No. 15  
 20) F.J. Nellensteyn ; Bitumen Colloidal Structure, Science of Petroleum. Oxford University Press London (1938) 2760  
 21) R.H. Lewis and J.Y. Welborn ; Public Road (1940) **21** 1  
 22) A.J. Hoiberg and W.E. Garris ; Ind Eng. chem (Aual Ed.) **16** (1944) 294  
 23) A.H. Batchelder and H.B. Wellman ; Pet Refiner **17** (1938) 6—280  
 24) O.G. Strieter ; U.S. Bur Stds. Jur of Res. **26** (1941) 415  
 25) H.F. Winterkorn and G.W. Eckert A.A.P.T. (proc) (1940) II 204  
 26) R.L. Hubbard and K.E. Stanfield ; Anal chem **20** (1948) 460  
 27) Ibid.  
 28) H. Suida and F. Motz ; Petroleum Z. **35** (1939) 511  
 29) D.L. Katz and E.E. Beu ; Ind. Eng. chem. **37** (1945) 195  
 30) C. Mack. J. Phys chem **36** (1932) 2901  
 31) N.W. Mc Leod ; Natl pet. News (1936) Lept 30 p. 25 Oct. 21 p. 32  
 32) J.P. Pfleiffer and P.M. Van Doormaal J.I.P.T. **22** (1936) 414  
 33) R.N. Traxler and H.E. Schweyer. A.S.T.M. (proc) **36** (1936) II 544  
 34) R.N. Traxler and C.E. Coombs ; J. Phys chem **40** (1936) 1133  
 35) F.J. Nellensteyn ; A.A.P.T. (proc) **8** (1937) 78
- 36) H. Abraham ; Asphalt and allied substances Tech press Ltd. London (1938)  
 37) J.P. Pfleiffer ; Ingenieur **54** (1939) 41  
 38) R.N. Traxler and H.E. Schweyer and J.W. Romberg A.S.T.M. (proc) **40** (1940) II 1182  
 39) J. Voskuil ; J.I.P. **26** (1940) 57  
 40) E.J. Barth ; Pet Refiner **21** (1942) 232  
 41) J.M. Swanson ; J. Phys chem (1942) 141  
 42) R.H.H. Morley ; J. Oil Colour chem Assoc. **26** (1943) 62  
 43) G.L. Oliensis ; Jour of Asphalt Tech. **5** (1945) 4  
 44) J.P. Pfeiffer ; the properties of Asphaltic bitumen ; Elsevier Publ. Co. Inc. Amsterdam (1950)  
 45) R.N.J. Saal and J.W.A. Labout J.Phys **44** (1940) 149  
 46) R.N. Traxler and H.E. Schweyer J.W. Romberg Ind. Eng. chem. **36** (1944) 823  
 47) C. Mack. J. Phys. chem. **36** (1932) 2901  
 48) F.J. Nellensteyn ; J.I.P.T. **10** (1924) 311  
 49) F.J. Nellensteyn ; J.I.P.T. **14** (1928) 134  
 50) F.J. Nellensteyn ; World petroleum Congress-London (1933) 616  
 51) E.J. Dickinson ; J.S.C.L. **64** (1945) 121 T  
 52) H. Frohlich and R. Sack. Theory of the rheological properties of bitumens (Part I) British Electrical and Electrical Industries Research Association ; London (1944)  
 53) R. Sack. Ikid (Part. II) (1946)  
 54) R.N. Traxler and C.E. Coombs ; A.S.T.M. (proc) **37** (1937) II 549  
 55) R.N. Traxler, Ind. Eng. chem. **30** (1938) 440  
 56) J.W. Romberg and R.H. Traxler J.Coll. Sci. (1947) **2** 23  
 57) D.C. Broome J.Inst Pet. **25** (1939) 509  
 58) A. Holmes and A.C. Raphael A.A.P.T. (proc) **8** (1937) 105  
 59) S.L. Neppe Pet. Refiner **31** No. 2, 137 (1952)

× ×

×

× ×

# アスファルト混合物の試験法について

## Immersion Stability Test & Cold Water Abrasion Test

昭和石油K.K.品川研究所 菊 地 栄 一

### 1. まえがき

道路用アスファルトの研究において筆者が最も関心をもっているものの一つは実用性能の実験室的評価法である。しかしながら、この点については研究が非常に進んでいる欧米諸国においても、まだ確立されておらず、今のところ実用試験に頼らざるを得ない現状である。しかし、実用試験には莫大な金と時間がかかるので、これまで多くの人々が実験室的にアスファルトの実用性能を評価できないものかと色々研究を行ってきてている。さて筆者が調べた範囲では、Immersion Stability Test (Immersion Compression Test) や Cold Water Abrasion Test は装置が比較的に簡単であり、実用性能の評価にかなり役立つのではないかと思われる所以、ここにその関連文献を紹介し、あわせて筆者の考察を述べ、諸賢の御批判を得たいと思っている。

### 2. 文 献 内 容

Abrasion Test によるアスファルト混合物の寿命の測定について

J.H. Swanberg, & W.L. Hindermann. (ミネソ

タ・ハイウエー・デパートメントの技術者)

Symposium on accelerated durability testing of bituminous materials, 52 Annual Meeting, 67, A.S.T.M., 1949

Swanberg らはアスファルト舗道の破損の主な原因是骨材よりアスファルトが剝離するためであると推察し、Deval Abrasion Machine による摩耗試験、Immersion Stability Test、各種 Stripping Test などを行い、これらの試験法とアスファルトの実用成績との関連について検討している。

#### 2-1 材 料

アスファルトとしては加熱混合用として 85~100 乃至 200~300 の針入度範囲のもの、RC-3 (Rapid Curing Cutback Asphalt) および SC-5 (Slow Curing Cutback Asphalt) を、また骨材は下記配合比率のものを用いている。

3/4" フルヒ通過 100%

5/8"	"	95~100 "
3/8"	"	65~ 95 "
No.10	"	35~ 65 "
No.40	"	10~ 35 "
No.200	"	1~ 7 "

#### 2-2 試験法

##### (1) アスファルト骨材混合成型物の製法

骨材およびアスファルトを 126.6°C (260°F) で 10 分間加熱混合後、同温度で成型する。ただし、RC-3 および SC-5 はそれぞれ 48.9°C (120°F) 93.3°C (200°F) で加熱混合する。Cold Water Abrasion Test 用成型物 (8 ケ) は直径 5.08cm (2 寸)、高さ 5.08cm のもので、Hubbard-Field 成型機によって成型される。成型物は室温まで冷却後、秤量し、次いで 60°C (140°F) で 24 時間空気中に曝した後、48.9°C の水中に 4 日間浸漬して試料とする。

Immersion Stability Test 用成型物 (6 ケ) は直径 10.16cm (4 寸)、高さ 5.08cm のもので、成型機として Marshall 成型機の 5.08cm の Compaction Hammer および Stability Machine が用いられる。混合物は Compaction Hammer によって成型した後 351.5kg/cm² (5000 lb/in²) で 2 分間静荷重をかけて圧縮し、次いで 60°C で 24 時間空気中に曝す。

##### (2) Cold Water Abrasion Test.

4 日間の水浸漬後、成型物を秤量し、次いで 1.7°C (35°F) の水中に 1 時間浸漬後、Deval Abrasion Machine のシリンダーに入れる。シリンダーに 1.7°C の水を入れ 30rpm で 33 分間シリンダーを回転させて摩耗試験を行い成型物の重量減を秤量する。

##### (3) Immersion Stability Test

60°C で 24 時間空気中に曝した成型物 3 ケを 25°C の水中に 2 時間浸漬する。残りの 3 ケは 48.9°C の水中に 4 日間浸漬後、空気中 (室温) に 2 時間放置し、次いで 25°C の水中に 2 時間浸漬後、圧縮破壊強度試験を行う。そして、48.9°C で 4 日間水に浸漬した成型物の圧縮破壊強度と 4 日間の水浸漬を行わない成型物の圧縮破壊強度との比を % (Retained Strength, %) で表す。

表一 加熱混合アスファルトの試験成績

Mix. No.	実用成績	Cold Water Abrasion Loss. (%)	Immersion Stability Test. Retained Strength (%)	Stripping %	
				Virginia Stripping test (%)	Modified Nicholson Stripping test (%)
1	不良	16.5	60	85	10
2 <sup>a</sup>	—	11.2	82	85	5
3	やや不良～不良	23.8	72	61	—
4	“	17.9	65	74	—
5	良	8.4	109	73	5

表二 第二回実験結果（一部を抜萃）

骨材 No.	Virginia Stripping (%)	アスファルトの針入度	アスファルトの添果率(%)	混合物の比重 (lbs/ft <sup>3</sup> )	添加剤 (%)	石灰石粉末 (%)	Cold Water Abrasion Loss(%)	Immersion Stability Retained Strength(%)	水浸漬条件
No. 48200A	—	85~100	3.75	133.1	—	—	21.0	92	48.9°C × 4日
”	—	”	4.25	133.3	—	—	15.7	102	”
”	—	”	4.75	135.2	—	—	6.9	99	”
No. 48231	19	85~100	4.0	128	—	—	8.0	98	”
”	—	”	4.5	125	—	—	5.6	104	”
”	—	”	5.0	128	—	—	3.0	120	”
No. 48580	—	85~100	4.5	134.4	—	3	7.9	120	60°C × 1日
”	—	”	4.8	137.5	—	3	8.3	147	”
”	—	”	5.1	138.0	—	3	4.5	127	”
”	—	”	5.0	137.3	—	5	4.4	87	”
No. 47658	92	85~100	4.7	124.8	—	—	16.5	60	48.9°C × 4日
”	—	”	4.7	124.6	—	3	11.2	80	”
No. 48291	38	100~150	4.3	130.5	—	—	12.6	71	”
”	—	”	4.8	130.5	—	—	7.6	78	”
”	—	”	5.3	130.4	—	—	7.5	104	”
No. 47444	74	200~300	4.8	—	—	—	17.0	65	”
”	—	”	4.8	—	—	b	6.6	87	”
No. 48122	75	200~200	4.7	125.8	—	—	16.9	61	”
”	—	”	4.7	127.8	1.50A	—	7.7	77	”
”	—	”	4.9	125.1	—	4.0	6.7	86	”
”	29	”	4.7	127.4	0.25B	—	6.2	75	”
No. 48262	—	200~300	3.75	128.2	—	—	34.2	66	”
”	—	”	4.25	131.4	—	—	21.7	65	”
”	—	”	4.75	133.7	—	—	11.4	76	”

備考；1) b は No. 200 以下の粉末骨材を石灰石粉末でおきかえたものである。

2) 実用成績はこの表には記載されていない（図一、表一、表五 参照）

#### (4) Stripping Test

1) Virginia Stripping Method 骨材 ( $\frac{3}{8}$ "~No. 4) 50g およびアスファルト 2g を  $126.6^{\circ}\text{C}$  に加熱した後、同温度で両者を混合する。カットパックアスファルトのときはアスファルトは  $48.9^{\circ}\text{C}$  に加熱し骨材は室温のままで混合する。

混合物を 600c.c. のビーカーにとり、蒸留水を 400c.c. 入れ、室温で 24 時間放置する。次いで混合物をとりだし濾紙上におき、空气中で乾燥後、秤量し、重量減よりアスファルトの Stripping の % を算出する。

2) Modified Nicholson Stripping Test. 骨材 (0.95cm ( $\frac{3}{8}$ ")~No. 6) およびアスファルト 5%wt よりなる混合物 50g を  $60^{\circ}\text{C}$  で 1 時間空気中に曝す。次いで、混合物を 250c.c. のエルレンマイヤーフラスコにとり、蒸留水を 175c.c. 加え、フラスコに栓をした後、フラスコを 44 rpm で 15 分間宛回転させる。温度は最初は  $75^{\circ}\text{F}$  (15 分間  $\times 2$  回), 次いで  $37.8^{\circ}\text{C}$  ( $100^{\circ}\text{F}$ ) (15 分間), 最後に  $48.9^{\circ}\text{C}$  (15 分間) に上げる。次いでアスファルトが剥離した量を秤量する。

### 2-3 実験結果

#### (1) 第一回実験

表-1 は 1947 年秋につくられた加熱混合アスファルト舗道（針入度 200~300 のアスファルトを使用）の破損の原因をしらべるために行われた実験である。No. 1 のアスファルト舗道は、微粉末の骨材の量をふやすために泥を混ぜたが、舗道は冬および春の間にすでに破損し、1948 年夏に舗装のやり直しを行った。No. 2~No. 5 は No. 1 とともに施工されたもので、比較のために掲げた。No. 5 は他のものに比べて Cold Abrasion Loss が小さく、Immersion Stability Test による圧縮強度の比率 (Retained Strength, %) が大きく、実用成績が良好である。なお、Stripping Test 結果と実用成績との間にはあまり関連がないことがわかった。

備考； No. 2 の骨材は No. 1 の骨材を水洗して泥を除き泥のかわりに同量の石灰粉末を添加したものである。なおアスファルトは 200~300 のものを使用している。

#### (2) 第二回実験

第二回実験は第一回実験で得られた結果を基にして、1948 年に多くのアスファルト一骨材の組合せをしらべるために計画、検討されたものである。表-2 にその結果を示す。（データが多いので、一部だけを記載する）これによると、Immersion Stability Test の Retained Strength (%) が低下すると Cold Abrasion Loss が増大し、両者間にかなりの相関関係があることがみとめられる。なおアスファルトの添加量が増加すると、Abrasion Loss が低下し、Immersion Stability の Retained Strength (%) が増大する結果を得ている。また、表-3

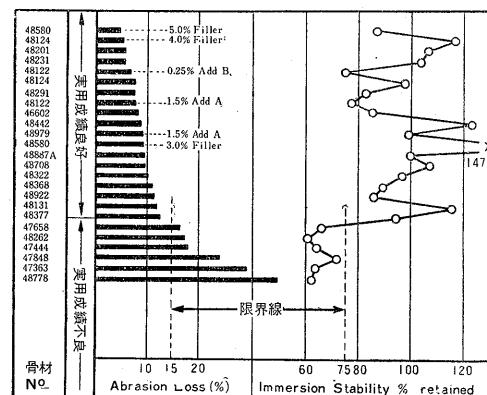


図-1 Cold Water Abrasion Loss および Immersion Stability % retained と実用成績との関連

に示すように、添加剤の Abrasion Loss および Immersion Stability Test の Retained Strength (%) に対する効果が非常なときと、あまり有効でないときとがありその効果も添加剤の種類によって違う。また、粉末状骨材として例え泥などを用いた場合には有害であり、骨材を水洗したり、微粉末骨材を石灰粉末と取換えるといい結果を示すことは表-1 および表-4 に示す通りである。なお骨材の品種によっても Abrasion Loss (%) や Immersion Stability Test の Retained Strength (%) の値が異なる。

なお、図-1 で明らかなように、アスファルトの実用性能の良否を判定する境界線は Cold Abrasion Loss(%) では 15% であり、Immersion Stability Test の Retained Strength (%) では 75% である。

すなわち、Abrasion Loss (%) が 15% 以上、あるいは Immersion Stability Test の Retained Strength(%) が 75% 以下であれば、そのアスファルトの実用成績がよくないことを示している。

#### (3) 第三回実験

RC-3 および 200~300 アスファルトと乾燥または水に濡れたシールコート用骨材との混合物について試験した結果、前記二種の Stripping Test では数種のアスファルト混合物の剥離性について差異をつけることができなかった。

#### 2-4 結論

以上の実験結果および実用成績に基き、Swanberg らは次のように結論している。

(1) Cold Water abrasion Test はアスファルトの添加量を変えること、微粉末骨材を石灰石粉末と取換えること、有害な微粉末を水洗して除去すること、ならびに剥離防

止剤の添加によるアスファルト混合物の耐久性の改良などに対して敏感である。

(2) Cold Water Abrasion Test は実用性能や Immersion Stability Test とかなり相関関係があるようみえる。アスファルト混合物の実用性能の判定については Cold Water Abrasion Loss は15%, Immersion Stability % Retainedは75%が限界である。

### 3. 考 察

本文献にはアスファルトおよび骨材の品質、基盤、基礎、加熱混合、現場施工、交通、天候などのファクターがまったく記載されておらず、かつ、舗道の破損の種類・寿命(年数)なども不明であり、不備な点が非常に多い。

しかし、Cold Water Abrasion Loss が15%以下、および Immersion Stability % Retained が75%以上のときは、舗道はいずれも実用成績が良好であったということから、これら二方法はアスファルト混合物 ひいては

アスファルトの実用性能を判定するのにかなり役に立つのではないかと考えている。

この中、Immersion Stability Test (Immersion Compression Test) は欧米でアスファルト混合物の耐水性の研究(剝離防止剤の研究)などに盛んに用いられている。

したがって、筆者としては Immersion Stability Test をアスファルトの付着力の判定試験機ならびに実用性能のスクリーニングテスト法として、とりあげてもよいのではないかと考えている。

現在、日本では剝離防止剤入りアスファルトはほとんど実用されていないが、欧米諸国ではアミン系その他種々の剝離防止剤を添加したアスファルトが盛んに実用されている模様である。

わが国のように雨の多いところでは、とくに剝離防止剤の使用が必要と思われる所以、Immersion Stability Test その他によりアスファルトの品質改良の研究をやってゆきたいと考えている。

**表—3 Abrasion Loss および Immersion Stability Test の Retained Strength (%) に対する添加剤の効果**

Project	添 加 剂 (%)	Abrasion Loss (%)	Immersion Stability Test の Retained Strength (%)
SP 0603	0	16.9	61
	1.5 %A	7.7	77
	0.25% B	6.2	86
SP 4903—09	0	35.0	63
	1.5 %A	8.8	99
	0.3 %B	7.5	101
SP 4602	0	17.6	61
	0.75% A	16.9	64
	0.3 %B	11.8	76
	0.75% C	16.0	65
SP 1302—03	0	39.1	63
	0.3 %B	31.2	79
	骨材水洗	12.6	85
	骨材水洗 0.3 %B	7.1	87

**表—4 骨 材 取 換 え の 効 果**

骨材 No.	骨 材 の 取 換 え	Abrasion Loss (%)	Immersion Stability Regained (%)
No. 47848	原骨材	23.8	72
	No. 200 フルヒ通過の骨材を 石灰石粉末に取換え	11.3	90
No. 47444	原骨材	17.9	65
	No. 200 フルヒ通過の骨材を 石灰石粉末に取換え	6.6	87
No. 4948	原骨材	39.1	63
	原骨材を水洗	12.6	85

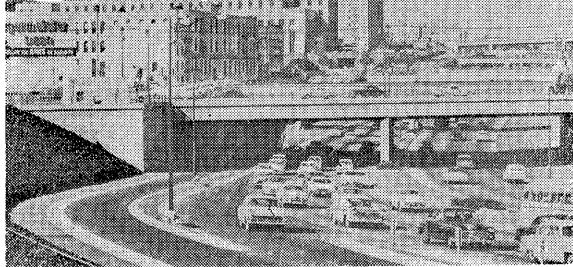
表-5 アスファルト混合物の試験結果と実用成績との関係

骨材 No.	アスファルト针入度	アスファルト添加率(%wt)	添加剤(%wt)	石灰石粉末(%)	Cold Water Abrasion Loss(%)	Immersion Stab. Retained(%)	水浸漬条件	実用成績
48580	85~100	5.0	0	5	4.4	87	60°C × 1日	良好
48124	100~150	4.9	"	4	5.0	117	48.9°C × 4日	"
48201	200~300	(5.0)	"	0	(5.5)	(105)	"	"
48231	85~100	4.5	"	"	5.6	104	"	"
48122	200~300	4.7	0.25 B	"	6.2	75	"	"
48124	100~150	4.6	0	"	7.5	98	"	"
48291	100~150	( )	"	"	(7.6)	82	"	"
48122	200~300	4.7	1.5 A	"	7.7	77	"	"
48602	150~200	4.3	0	"	7.7	85	60°C × 1日	"
48442	150~200	4.1	"	"	(9.4)	123	48.9°C × 4日	"
48979	200~300	4.8	1.5 A	"	8.8	99	"	"
48580	85~100	4.8	0	3	8.3	147	60°C × 1日	"
48887 A	150~200	4.4	0	0	9.4	100	48.9°C × 4日	"
48708	150~200	( )	"	"	(9.6)	(107)	"	"
48322	200~300	( )	"	"	(10.5)	(98)	"	"
48368	200~300	( )	"	"	(11.0)	(90)	"	"
48922	150~200	4.8	"	"	10.9	86	"	"
48131	200~300	4.6	"	"	12.2	115	60°C × 1日	"
48377	200~300	4.7	"	"	12.0	96	48.9°C × 4日	"
47658	85~100	4.7	"	"	16.5	(66)	"	不良
48262	200~300	( )	"	"	(17.5)	(61)	"	"
47444	200~300	4.8	"	"	17.9	65	"	"
47848	200~300	4.6	"	"	23.8	72	"	"
47363	200~300	4.4	"	"	29.3	64	"	"
48778	200~300	( )	"	"	(35)	(62)	"	"

備考; 表-5 は図-1 および表-2(原文)のデータを照合記載した。

( ) の空欄は不明であることを示す。

## 道路5ヶ年計画とアスファルト



(自) 民党が4月選挙で、『1兆円道路』の公約を打出し、これの推移がかねてより注目的となっていたが、本年2月20日の閣議決定により『道路整備5ヵ年計画』は、いよいよ本決りとなった。この1兆円道路の内訳を要約すると第一表のとおりとなり、37年末の5ヵ年計画完了時の状況はA図のとおりとなる。

この2月20日閣議決定迄の政府及び建設省の動きをまとめてみると、①29年に最初の5ヵ年計画を総額2,600億円で重点的整備を行うことを閣議で決定したが、②31年秋、建設省では根本的に計画のやり直しを計り、33年度を初年度とし、総額2兆3,500億円の10年計画をたてた。③ところが32年末に閣議決定をみた新長期経済計画により5年間に6,600億円ないし9,500億円の投資が妥当であろうとの道路整備案が打出された。これにより先の建設省10ヵ年計画案は5ヵ年計画案として修正され総額を9,000億円とされた訳である。そして冒頭のとおりの1兆円道路が実現をみたのである。

しかし、37年末の完了時に於ても我国の道路状況は、益々増加する車両数を推定してみれば、決して充分であるとは考えられず、尙この後に第2次の5ヵ年計画が更に立案されている模様である。

(ア) アスファルトの需要は道路関係ばかりでなく一般工業方面にも年々需要の増加をみていく

第一表・道路整備5ヵ年計画

☆ 国の5ヵ年計画	8,100億円
直轄及び補助事業	6,100億円
有料道路	2,000億円
☆ 地方単独事業	1,900億円
☆ 総 計	1兆円

## アスファルトに関する御問合せは

第二表・アスファルト年度別需要量(概数)

年別 項別	昭和28年	昭和29年	昭和30年	昭和31年	昭和32年	昭和33年
販売高	140,034	143,339	172,016	230,399	244,671	283,743
%	100	102.4	122.8	164.5	174.7	202.6
前年比増減%	100	102.4	120.0	133.9	106.2	115.9

るが、やはり、なんといっても、道路舗装方面的需要量が圧倒的に多い。現在、衆知の通り道路舗装に於て黒(アスファルト)か、白(セメント)かの論議が、品質的に、技術的に、更に工事費の点に於て争われているが、現実に於てアスファルトの需要量は過去6カ年をさかのぼってみて、隨時急増しているのをみれば、道路整備5カ年計画の本軌道にのる今年度あたりからは、更に期待が大きい訳である。28年度から33年度迄の需要概数は第三表の通りであり、33年(1~12月)の各月別・品種別の需要概数は表紙裏側に掲載の通りで道路舗装に消費されるストレート・アスファルトが、一般工業用のブローン・アスファルトからみて、いかに多いかが、お分りになるであろう。

(今) 年度一つまり34年度のアスファルトの道路舗装に消費される推定量を、2月初めに割り出した建設省案からみると、本予算に於ては、144,000屯、県の単独工事は72,000屯見当、計216,000屯となっていたが、更に3月初めには、これの15%増は確実とみられるようになり、総計248,400屯見当は最低の線としてアスファルトが道路舗装に消費される模様である。加えて、乳剤用53,000屯見当。一般工業用のストレート・アスファルトが20,000屯、ブローン・アスファルトが85,000屯は需要をみるものと思われ、34年度アスファルト需要推定総計は406,400屯と考えることが出来る。

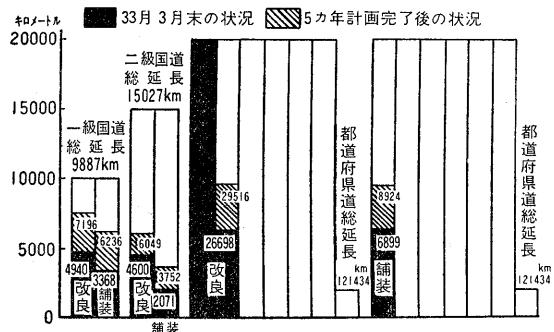
因みに建設省が本年2月2日に推定した5カ年計画によるアスファルトの需要見込量は総計

821,000屯と伝えているが、これは飽くまでも最低の線を画した処の推定であって、どの程度までアスファルトが、この5カ年間のうちに伸びるか注目し、期待するものである。

(本) 業界及び本協会としては、なによりも品質の改良研究を手始めとして、アスファルト舗装工法の普及を計り、需給関係並びに価格面の恒久的対策の研究を怠りないよう努力している次第である。

本誌創刊1年目を迎えて、読者諸氏よりかなりの御好評を得、種々アスファルトに関する御質問を寄せられており、本誌発刊の目標が漸次達成されつつあることを喜ぶものである。

A一図



本誌末尾の会員名簿を御利用下さい

# \*\*\*\*\* 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。尙、下記資料は撰択の上本誌上に転載致します。

〔整理の都合上、事務所外への貸出しあることわり申しております。〕

☆印は本誌上に翻訳転載済のものです。

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 Crownand 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. Specitication 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 (Co'd-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 • Sidewalks • 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 Gutters  
 38. "Twenty-Two Miles of the "Pennsylvania" Turnpike Needed—And Got—A New Asphalt Surface"  
 39. "ASPHALT" mordern methods for flood and erosion control  
 40. "Asphalt As A Material"  
 41. "Asphalt-Paved Driveways"  
 42. Asphalt "leads 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 Subsealed 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	櫻	島 務

アスファルト	第2巻 第7号
昭和34年3月31日 印刷	
昭和34年4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) 2820	大 協
浅野物産株式会社	東京都千代田丸の内1の6	(28) 4521	日 石
株式会社恵谷商会	東京都港区芝浦2の1	(45) 2181	三 石
株式会社富士商会	東京都港区三田四国町18	(45) 4765	丸 善
株式会社木畑商会	東京都中央区西八丁堀2の18	(55) 9686	日 鉛
三菱商事株式会社	東京都千代田区丸の内2の20	(211) 0211	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) 4663	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) 7386	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) 0311	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) 2778	昭 石
日商株式会社	東京都千代田区大手町1の2	(24) 7511	昭 石
株式会社沢田商行	東京都中央区入船町1の1	(55) 7131	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) 5605	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) 2740	亞 細 亞
東洋商事株式会社	東京都中央区西八丁堀3の5	(55) 8121	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) 0387	丸 善
瀝青販売株式会社	東京都中央区銀座東6の7	(54) 6900	出 光
株式会社山中商店	横浜市中区尾上町6の83	(8) 5587	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) 1213	大 協
株式会社名建商会	名古屋市中区宮出町41の2	(24) 1329	日 石
株式会社中善商店	名古屋市南区堤町5の57	(32) 0084	三 石

株式会社 沢田商行	名古屋市中川区富川町1の1	(32) 4515	丸 善
株式会社 三油商会	名古屋市中区南外堀3の2	(23) 3205	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) 5301	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) 4520	大 協
浅野物産大阪支店	大阪市東区河原町2の55	(23) 1731	日 石
枝松商會	大阪市北区道本町41	(36) 5858	出 光
池田商事株式会社	大阪市東区道修町1の11	(23) 1345	丸 善
松村石油株式会社	大阪市北区絹笠町20	(34) 3431	丸 善
丸和鉱油株式会社	大阪市南区塩町通2の10	(26) 4020	丸 善
中西瀝青大阪営業所	大阪市北区老松町2の7	(34) 4305	日 石
日本建設興業株式会社	大阪市東区北浜4の19	(23) 3451	日 石
日米礦油株式会社	大阪市西区西道頓堀通6の13	(54) 1271	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) 4163	昭 石
梅本石油株式会社	大阪市西区新町北通1の25	(54) 3785	丸 善
山文商事株式会社	大阪市西区土佐堀通1の13	(44) 0255	日 石
山北石油株式会社	大阪市東区平野町1の29	(23) 3578	丸 善
川崎物産株式会社	神戸市生田区海岸通8	(3) 0341	昭石・大協

### 賛助会員

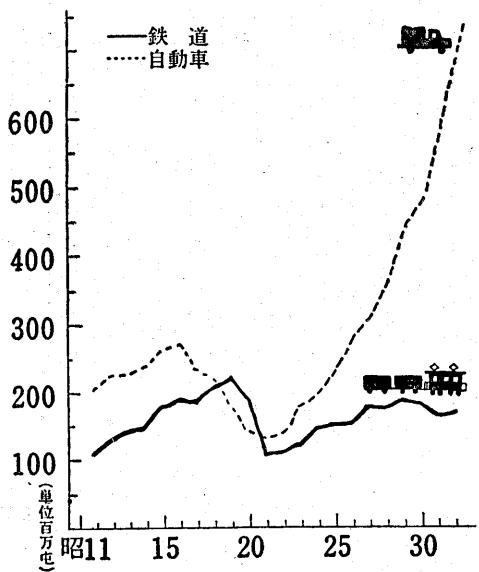
亜細亜石油株式会社  
大協石油株式会社  
出光興産株式会社  
興亜石油株式会社  
丸善石油株式会社

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

# SAN DIEGO FREEWAY



自動車と鉄道貨物輸送量の比較



外国の道路はこんなに舗装されている

