

アスファルト

第2巻 第10号 昭和34年10月4日 発行

ASPHALT

10

日本アスファルト協会



サンフランシスコの高速道路



アメリカ大使館：提供

アスファルト

目 次 第 10 号

舗装用アスファルトの性質について	建設省土木研究所化学研究室長 有 泉 昌	2
鉄道用バラストのアスファルト処理	日本アスファルト協会顧問 西 川 栄 三	9
舗装用アスファルトの化学化分は その性質にどのように影響するか		12
アスファルト製造装置について	出光興産徳山製油所 浅 尾 賢 一 郎 水 野 信 久	16
アスファルトの伸度	日本石油中央技術研究所 福 島 健 重	20
アスファルトによる河川の護岸工事の二つの例		
	シェル石油アスファルト部 有 福 武 治	25
最近のアスファルト乳剤とその舗装について		
	東亜道路工業KK 川口磐三・富岡芳文・増田久三男	29

御 挨 拶

“アスファルト”第10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。

本誌は隔月版発行であります、発行毎に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ひ致します。

日本アスファルト協会

ASPHALT

VOL.2, No.10 Oct, 4. 1959

Published by

THE JAPAN ASPHALT ASSOCIATION

舗装用アスファルトの性質について

建設省土木研究所化学研究室長

有 泉 昌

まえがき

わが国では大正の末期頃より西川栄三氏、市川良正氏等の化学関係者によりアスファルトの研究が盛んに行われた。しかし昭和10年をすぎると戦争の足音と共に燃料問題ともからみ合せて、アスファルトの研究に対する比重は軽くなり、戦後に至ってアスファルトの入手は困難となり荒廃した道路の再建にはセメントコンクリートを使用する方針が定められ、この状態は戦後約10年間つづいてきた。この間西川氏等につづくアスファルトの研究が育たなかったのは、色々の事情もあるが今にしてわが国のために残念に思われる現状である。

アスファルトは元来製造側と使用側の境界分野にありこの材料に対する考え方が著るしくかけ離れていると共に、アスファルト自体が化学的には特に複雑な物質であるとともに石油製品の内でのしめる地位とも関連して、製造者側の関心がうすく、むしろ使用者側での研究がなされるべき材料と考えられてきた。また使用者側ではいかなる材料を提供されてもこれを使いこなすことをもって技術と心える人々も多かったし、使用経験を基礎にして考えてきておるので、科学的の計測判定または管理の方法に欠ける点は認めねばならない。アスファルトが主として公共事業に使用される材料である点が、わが国におけるこの研究の進歩をさまたげた主な原因でもあり、もし化学工業の原料であるならば恐らく今の様な姿ではないと考えてよい。

この様にアスファルトの研究は暗い谷間におかれてきたことはこの問題を考える人すべてが認める所である。しかしわが国経済の発展のために道路の重要性が認められアスファルト舗装が国情に適合したものとされ、その経済性が論じられると共にアスファルト舗装におけるアスファルト自体の問題が研究されねばならなくなってきた。科学技術の進歩は経験によることの不合理性を示すのであり、別の分野での進歩は未開の分野に導入されてその体質改善に役立つのである。アスファルトの性質の研究をさまたげてきた要因は、高分子化学の発展と共に徐々に取り除きうるやに見られるに至っている。この様

にアスファルトの研究も谷間にばかり残されることはできない状況になってきたし、現在までに集積された経験的事実に新しいメスが加えられねばならない。

筆者は建設省土木研究所に奉職しているが、この研究所は道路材料試験所として発足し、西川博士が退官に至るまでアスファルトの研究試験を担当された。その後すでにのべた様な情勢で研究は中絶し、戦後はダム用材料が重要視されるとともにアスファルト関係は材料試験に止まらざるをえなかった。この間測定機器等の整備は殆んど実施できない状況であったが、歴代所長および先輩同僚の諸氏よりアスファルトの研究は僅かでも継続実施する様指示され、また援助されてきた。この数年すでのべた様な要請の下にアスファルト研究を再開する必要にせまられ、研究体制の再建に努力しているのであるが、15年におよぶブランクを取りもどすのは容易のことではない。ここでは当所の試験研究の一部を示し諸氏の教示および批判をえたいと考える。

〔1〕 アスファルトの品質について考えること

アスファルト（ストレートアスファルト）の品質とは何を云うのであろうか。一応品質規格に指定された項目についての数値である。しかしこの値でアスファルトの品質を識別できるかどうかと質問されれば、否と答えるをえない。例えば25°Cで同じ針入度のアスファルトでも高温となればその粘度は著るしく相異なるのが一般であり、またある温度で同一針入度で「コンシステンシー」は同じでも、動的測定法でえられたその温度での流動学的性質は異なるのが一般である。針入度は粘性要素を主に表示するのであるが、弾性要素も加わったものではこの傾向は著るしいと云える。同様のことは伸度についてもいえることである。さらにアスファルトは骨材と配合された状態で使用されるのであり、アスファルトそのものについてえられた性質がどの程度アスファルト混合物の性質を支配するかは明らかにしえない。アスファルトを使用する場合は温度が140°C位から-20°C位に変わるだろうが、この間でのアスファルトの行動を同じものとして律することはできない。規格試験ではまた骨

材に対する付着力の問題は何等ふれていない。さらに極端なことを云えば、舗装体中でのアスファルトはフィルムとして行動するのであり、規格試験に見られる様な三次元的な取り扱い方が、果してフィルムとして行動するアスファルトの性質と同じ様に考えてよいか疑問が持たれる。またアスファルトの持つティキントロビーが交通量に耐えるアスファルト舗装において重要な役割を果たしていることも忘れてはならない。

アスファルトを使用する側の人が規格に示される項目数値について、常に過大な要求をすると云われているが、これらの数値のみではアスファルトの品質を識別しがたいからであり、戦後供給されるアスファルトは原油の産地も雑多であり、製油法も工場別にも異なることが多く、品質の変動範囲が特に広く、性質が多様なアスファルトを有効かつ合理的に使用せねばならないからである。

規格で示されるアスファルトの品質には、上にのべた様な不合理な点が多く、それらの数値の示しうる内容には限界があるのであるが、これらの数値からでもアスファルトの性質の概要は十分類推することが可能である。この点のみでも規格項目についての値はアスファルトの品質を表示する重要な指標であり、少くも不適格品の排除には必要不可欠のものと考えてよい。

アスファルトが舗装に使用される場合は、アスファルトはフィルムとして行動することと、アスファルトそのものは舗装中にあっても使用前のものとは本質的には同一物質であり、化学的結合状態の変化したものではない。この点はポルトランドセメントとは根本的に異なるのであり、それだけ使用者側がアスファルトの品質に関心を払うのは当然のことである。

〔2〕 アスファルトの性質についての試験研究の方針

規格に定められた項目では舗装中のアスファルトの行動を判定することが困難であることはすでにのべた。それではどのような性質を調べればよいか。この質問に対し適格な納得できる返事をしてくれる人の話を伺いたいといつも思う。筆者自身でもこの問に対し答ができないのを残念に思う。色々の書物を見てもはっきりした表現で返答を示しているのを見ない。アスファルト舗装体またはアスファルト合材でもよい、その性質は種々測定されるのであるが、それがアスファルトのどの性質に起因するかははっきりとは解らない。アスファルト本来の性質は、骨材等の存在のためにマスクされ、測定条件の相異もありそれらの相関性に識別しがたい場合が多い。例えばマーシャル試験にしても与えられたアスファルト、骨材での合材の60℃における安定性と配合量の関係であり、アスファルトの性質の特性はこの様な実験方法では

識別しがたい。しかしアスファルトの性質、特にフィルムとしての性質が舗装体の性質を支配する潜在的要因であることは否定できない。

アスファルトの性質としてそれが化学製品である点から、常識的にまづその化学的性質がとり上げられる。まづその組成であるが、種々の分子量の大きい炭化水素の混合体だと言う点と、もう少し詳しくいえば化学構造的に異なったいくつかの構成郡に分別できることが知られているだけである。これらの構成単位がどの様に集合してアスファルトを構成しているかは、その微細機構は明らかでないが、アスファルテンがベトローレン中に分散した有機コロイドである点のはっきりしている。したがってアスファルトの化学的性質はそのコロイド化学的性質に基因することは認めうる。アスファルトの物理的性質もコロイドの物理的性質であり、組成成分そのものの物理的性質ではない。針入度、伸度、軟化点、フロート試験等はアスファルトコロイドの流動学レオロジー的性質の一つの表現方法である。またアスファルトフィルムの性質は骨材表面が関与したアスファルトコロイドの界面化学的性質である。

舗体装で解明されねばならないことは、荷重の大きさ、載荷速度による各温度における変形量の問題であり、流動学の取り扱う問題である。結局アスファルトの骨材表面における界面化学的性質を考慮したアスファルト

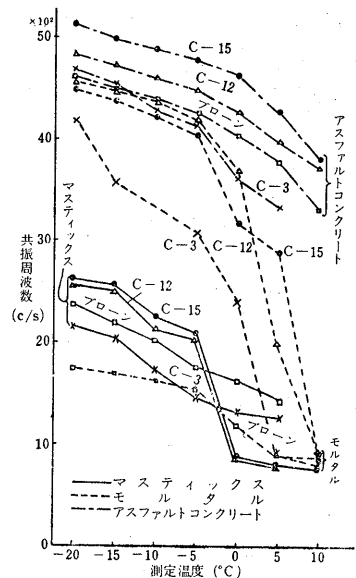


図-1 アスファルト（マステックス、モルタル、コンクリート）の共振周波数と温度

第 1 表 アスファルトの試験成績

試料番号	Pen (25°C)	軟化点	伸 度				蒸発後 針入度%	示 性 分 析			フロー ト値 80°C	フロー ト粘度 135°C	Pen(25°C) Pen(0°C)
			25° C	15°	10°	5°		アスファ ルト	サイクリ ックス	パラフィ ニックス			
C-3	76	54	100	25	9	5	92.1	48	17	35	127	379	4.0
C-12	96	42	100	100	100	0	89.6	20	36	43	107	184	6.4
C-15	84	41	100	100	100	16	89.3	27	34	38	86	172	4.6
ブローン	26	85	3	2	0	0	100	—	—	—	—	—	—
備考 C-3:アラビヤ原油(一部ブローンする, パラフィン基) C-12:院内(ナフテン基) C-15:八橋(混合基)													

トフィルムの流動学が研究されねばならない。この流動学的性質はアスファルトのコロイド構造に基づくのであり、このコロイド構造の微細機構には構成化合物の化学的、物理的、構造化学的性質が関係する。今までアスファルトは単体または合材として工学的性質が測定されその様にしてできた構造物の性質との関係が経験的に集積されているのであるが、この様な巨視的機構は流動学、表面化学等の理論的なまた実験的な進歩技術により順次微視的に解析され様になった。これらの結果はさらにその下部機構であるアスファルトの化学につらなるものである。この様に考えれば「アスファルトの化学」の上に「アスファルトコンクリートの化学」が建設されねばならないのであり、「アスファルトコンクリートの化学」の観点から舗装におけるアスファルトの行動が追求されねばならないといえる。しかし以上のことは現在では夢であり、「舗装の化学」が体系化されるのは近い将来とは思えない

さて土木研究所ではアスファルトに関する長期の研究計画をたて、次の項目について研究に着手した。

1. 一般品質試験
2. アスファルトのレオロジー、特に粘弾性の研究
3. アスファルト、骨材および水系の「ぬれ」現象の研究
4. アスファルトの老化現象とその防止方法
5. アスファルトフィルムのレオロジー
6. アスファルト中のパラフィン問題

この様な項目の取り上げ方には問題もあるが現在の研究者の数、予算、土研の使命より出発点をここに選んだ。つぎに現在までの試験研究の内容の一部を簡単に紹介するが、研究成果は「土木研究所報告」および「土木技術資料」に順次報告する予定である。

[3] アスファルトの品質試験

アスファルトの一般品質試験の結果はアスファルトの本質的性格を示しえないが、使用上重要なインデックス

を与えるものである。一般品質試験およびそれに関係する試験も十分検討する必要がある問題をふくむ。

土木研究所では戦後使用された各種瀝青材料の性質を検討し、その結果は土木研究所報告第87号に報告した。さらに続報も報告する準備をしている。ここではアスファルトの低温におけるコンシステンシーの変化について簡単に報告するが、詳しくは土木技術資料(Vol 1, No. 6)を参照されたい。

処理原油を異にする3種のアスファルトでマスティクス、モルタルおよびコンクリートを造り、その-20°Cまでの低温域における共振周波数を測定したものである。測定結果は図-1に示す。測定試料の一般的性質を第1表に示す。

測定結果より解ることは温度が低下すれば共振周波数は増加し、弾性的要素が大きくなる。マスティックスでは温度低下と共に最終的にはアスファルト別によらず一定値に近づく。ストレートアスファルトは0°Cと-5°Cの間で急激な共振周波数の増加があるが、セミブローンしたものはブローンアスファルトと同様に急激な変化はない。モルタル、コンクリートとすればこの様な測定方法ではアスファルトの温度変化による性質の変化は不明確となり、アスファルト自体の行動はマスクされる。

表に示される数値からもC-3は25°Cの針入度は大体同じでも135°Cの粘度が著しく低く、低温伸度も小さいことが解り、使用する場合には加熱温度等について考慮せねばならないことを示す。

針入度はアスファルトの品質を表示する重要な性質であるが、測定法によっては一定の値を与えるものでなく、温度ヒステシスのあることは余り知られていない。針入度は多く25°Cで測定されるが、測定前に例えば一旦0°Cに冷却し、ついで25°Cに保持して規定通り測定した場合は、測定前に25°C以下に冷却しない場合に比して小さい針入度を与えるのであり、針入度の低下率は20%にも及ぶことがある。針入度の低下率と針入

度指数の間には図-2に示す様に大体直線関係が存し、ブローンアスファルトやカットバックアスファルトのあるものでは針入度の低下を認めない。冷却温度が高いほど針入度の低下率は小さい。この現象はアスファルトのコロイド構造がある温度における安定域に達するまでに時間を要するためと考えられ、また気象条件の下で温度サイクルをうける舗装体内でのアスファルトのコンシステンシーとも関連して興味あることである。また針入度の測定方法では注意せねばならないことである。

なお針入度は微量の物質の添加により変化することは実験的に認められ、例えばラウリルアミンの0.05%添加により、ある種のアスファルトの針入度は80より70程度に低下し、一方135°Cにおける粘度低下は著しい。以上針入度を例にとりてみたが、その内容についてはさらに検討せねばならない問題をふくみ、それ程安定した数値を与えるとも思えない場合のあることを示した。

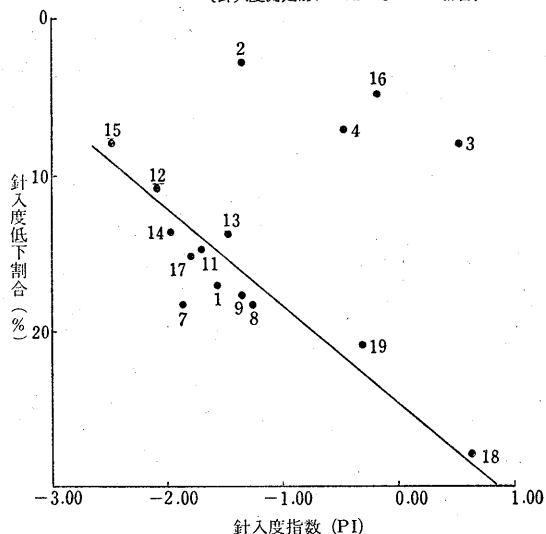
〔4〕 アスファルト中のパラフィンについて

混合基原油よりえられたアスファルトには一般にパラフィンがふくまれる。融点の高いパラフィンはアスファルト中で固相で存在するだろうし、パラフィンでは舗装ができないのでアスファルト中のパラフィン含量には限界があるはずでドイツ等で2%以下と規定している場合もあるが、その数値については定説はない。パラフィンと云ってもノルマルパラフィン、イソパラフィン、シクロパラフィンの様に構造別に分類され、さらにたとえばノルマルパラフィンでも分子量が異なると、したがって融点の異なった多数の一連の化合物が存在し、一般にはそれらの混合物またはイソパラフィン族等をもふくむものがえられている。アスファルト中に存在するパラフィン類の工業分析法として種々の方法が提出されているが、方法別にえられた結果が相当異なるし、またその構造も異なり、1方法でも一般には再現性がよくないし著るしく時間と材料を消費する。しかも工業分析的なこの種の方法でえられたパラフィンがどの種のパラフィンを示すか、それらを識別できるかに答えられない現状である。

この問題の研究のために筆者はX線折回法を用いてみたので、いままでにえられた結果の一部を紹介する。X線折回によればアスファルトには2つのハローが認められ、その1つは3.5Åでグラフアイト等にもみる芳香族性を示すものであり、他の1つは4.6Åでパラフィン鎖間の距離を示すものとされている。

まづ産地を異にする原油よりえられた多数のアスファルトについて網面間隙(d)を求めると約5Åをピークとする対称性のない大きなハローを共通して認める。この外にある種のものには4.2Å, 3.8Åをみとめ、2.9Å, 2.5Åおよび10Å以上のものを伴うものもある。この種

図-2 針入度低下割合と針入度指数の関係
(針入度測定前に一旦0°Cとした場合)



の網面間隙を示すものはイラン、ワフラー、クェイト、八橋等であり、ナフテン基とされるものよりのアスファルトにはこのことはみられない。この網面間隙を認めることは、アスファルト中に結晶性物質の存在を示すものであり、一応パラフィンによるものと推定される。

ノルマルパラフィンの構造は Müller (1928) 等により研究されたが、安定型のもののdとして(110), (200) (020) 面よりの反射による 4.2Å, 3.70Å, 2.49Åをあげ、(00L) 面よりのdの値は分子量により異なるとした。一方市販の白色パラフィン (m.p. 50~60°C) では、d (Å) の値として19.6 (相対強度: 0.50), 13.1 (0.13), 10.0 (0.03), 4.60 (0.07), 4.15 (1.00) 3.74 (0.56), 2.99 (0.04), 2.49 (0.08), 2.31 (0.02), 1.92 (0.02) をうる。同様に白色パラフィン (m.p.: 70°C) では4.25 (1.00), 3.82 (0.35), 3.03 (0.02), 2.52 (0.04) をえ、10Å以上の線を与えない。また2種のマイクロワックスでは何れも白色パラフィンより弱い4.17および3.76Åをうる。結局いまだ検討すべき点は残るが、アスファルト中に存在する結晶性物質は一応ノルマルパラフィンと推定できる。少くもノルマルパラフィンがX線折回で示される結晶性物質の構成成分である。

もし固形ノルマルパラフィンが存在するならば、試料を60°Cに加熱してX線折回を行えば折回線をえなければならぬ。この点実験によりたしかめえた。また60°Cからの冷却のしかたで過飽和溶液が生成し、結晶が生じないかも知れない。種々の冷却方法を試みた試料について実験したが、何れも結晶の存在を認めアスファルト中のパラフィンの融解は可逆的であることを認めた。また常温でパラフィン結晶がX線的に検出されなくとも低温

で折出が行われるかも知れない。この点を確認る為に低温カメラを用いて固体炭酸、液体窒素を用いて実験したが、パラフィンの結晶を認めえなかった。この実験では結晶度の著しく不良のパラフィンの存在を否定するのではない。しかしアスファルト中に結晶として存在するパラフィンは、比較的融点の高いノルマルパラフィンと推定されるのであり、常温では大部分結晶として存在し、低温になっても析出しないと考えられる。なおすべてのアスファルト中のパラフィンの存在状態が上にのべたと同じとは考えられない。

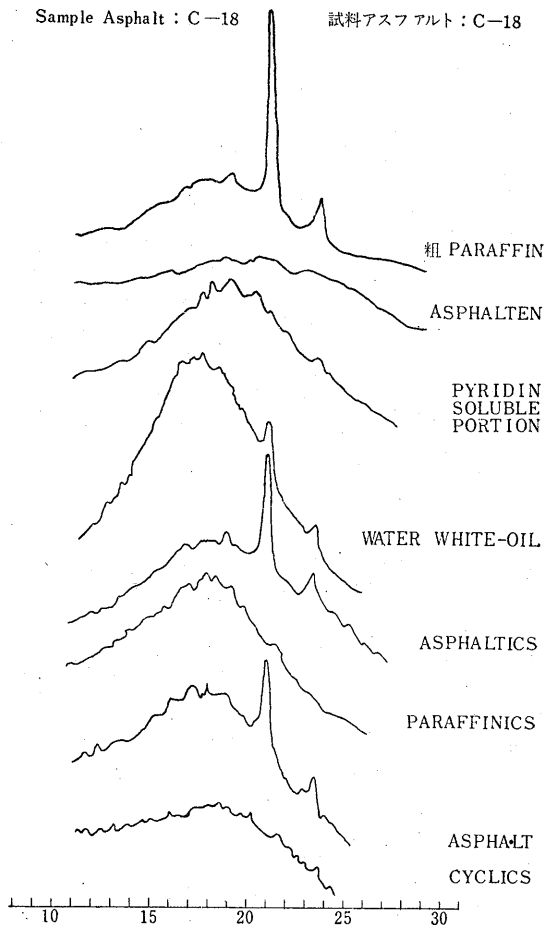
このパラフィンをX線により定量できないかの問題が考えられる。パラフィン (m.p. 50~60°C) の一定量をアスファルトに順次加えて、d の値とその強さを求めれば10Å以上の線はその位置と強さが変動し、パラフィン30%以下では殆んど認めえない。しかし一方 4.2Åおよび 3.8Å線はその強さの比は大体一定である上に、パラフィン添加量と共に順次その強さは低下し、両者の間にはほぼ直線の関係がある。1%の含量で 4.2Å線を2%で 3.8Å線を明瞭に認めうる。もしアスファルト中の全部のパラフィンが添加した白色パラフィンと同じ状態で存在し、すなわち結晶度のよい比較的融点の高いノルマルパラフィンが大部分固相として存在し過冷現象等を有しないとすればX線法で半定量的取扱が可能となる。しかし白色パラフィンと同様に行動するものの半定量的取扱いで満足しても実用的価値があると考ええる。

さらにアスファルト中のパラフィン定量法の一つである溶剤法のビリヂン法でパラフィンを求めると、C-7, C-3, C-18のアスファルトでそれぞれ2.3%, 6.9%, 6.0%となるが、X線法では 4.2Å線のピークの強さは、O, 4.1, 8.7となる。C-7に1%, 4%の白色パラフィンを加えたものではピークの強さは2.3, 7.8である。すでに求めたパラフィン含量とピーク強さの関係よりC-18に含まれるものは白色パラフィンに近く、C-3よりビリヂン法でえられるパラフィンは6.9%となるにかかわらず、X線法ではせいぜい4%程度と考えられる。この種の問題は目下種々検討中であるから別の機会に詳しく書いてみたい。

アスファルトはその示性分析によりその組成または性質が検討される場合が多い。この方法はパラフィンの分析法およびパラフィンの行動とも関連するので実験を試みた。クロマトグラフ法でアスファルト成分を分離してX線回折を試みた結果、アスファルトについて 4.2Åおよび3.8Åの網面間隙を示すC-3試料では、石油エーテルで分離される white Oil にパラフィンが集まること、メチレンクロライドで分離される Dark Oil およびメチルエチルケトンで分離される Resin およびアスファルテ

図-3 X線回折線

(ガイガープレックスによる：対陰極 Cu, Ni フィルター)



ンにはパラフィンは含有されることが認められた。アスファルトで4.2Åを示さないC-7試料では各分別物でパラフィンの回折線を認めず、これに白色パラフィンを加えたものでは White Oil にパラフィンが集まることを認めた。またハローも White Oil で大きく、アスファルテン、Resin では非常に小さく、ブローンアスファルトもハローが小さいことと関係がある。White Oil 中に集まったパラフィンはその中に溶解し、ある溶解度を持つことは次の実験から知りうる。C-3 試料より分解した White Oil は常温で4.2Å線のピーク強度が3.0であるのに対し、-4.7°Cでは14.3であり、C-18試料の場合は常温で7.5, 5°Cで11, -4.5°Cで13.2, -62°Cで14.9である。

ビリヂン法によるパラフィンの定量法についてはすでにふれた所であり、アスファルテン、粗パラフィンおよびビリヂン溶解物に分別したとき、パラフィンはすべて粗パラフィン中に集まることは知りえたが、粗パラフィン中のパラフィン量はまたパラフィンの構造別には識別

図-4(a) ストレートアスファルトの曲げによるクリープ

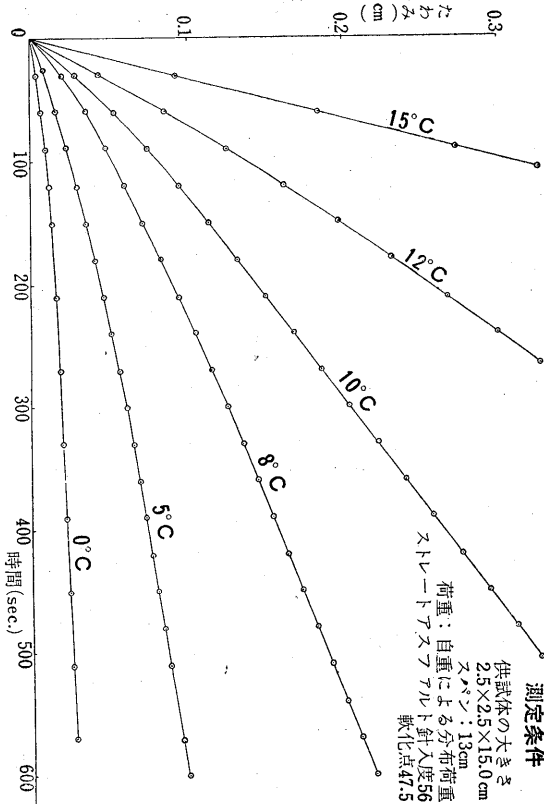
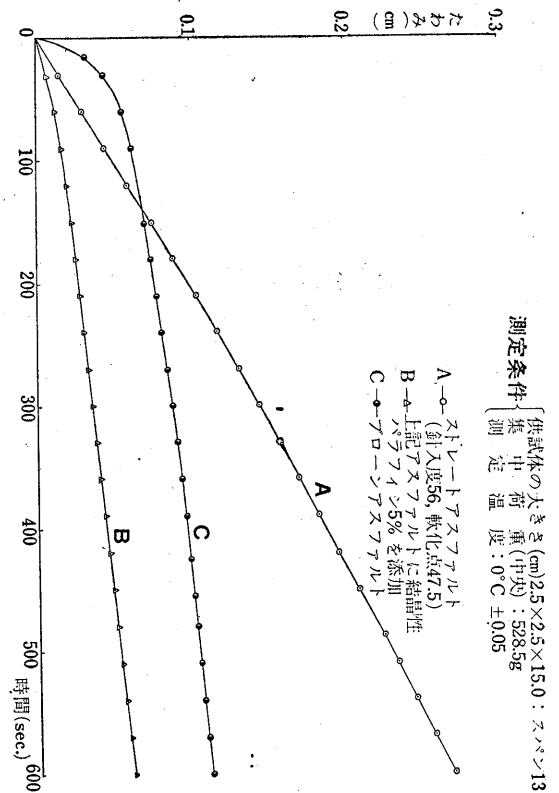


図-4(b) 各種アスファルトの曲げによるクリープ



しがたい現状である。ただアスファルトそのものではパラフィンの回折線を示さなくても、ピリチン法で分離した粗パラフィンは明瞭なパラフィンの存在を示す。

アスファルトの示性分析としてN-ブタノール、アセトンによる Asphaltics, Cyclics, Paraffinics に分別する方法がある。パラフィン含有アスファルトについて分別すれば、パラフィンは Asphaltics 中に見出され、Paraffinics 中には存在しない。

なおX線回折実験の結果の一部を図-3に示す。使用した機械はガイガーフレックスであり、対陰極は銅でニッケルでフィルターした。

またパラフィンの存否を示差熱分析により試験してみた所、白色パラフィンを添加したものではその量が10%で吸発熱反応を確実に認めた。パラフィン量が少なくなるに従い融点は低下し、温度を下げる時の方がピークの温度が低い。この方法も今後研究する価値はあると考えられる。

〔5〕 アスファルトの粘弾性等について

アスファルトの使用上の問題として、アスファルトフィルム、レオロジーと骨材との間の界面化学的性質が明らかにされねばならないことはすでに述べた。フィルムの問題は次の機会にして、ここではフィルム状でないア

スファルトの粘弾性の問題についての研究結果の一部をのべる。アスファルトの粘弾性については振動粘度計、ハリのクリープ測定および同心円筒型回転振動式粘弾性計(自記式)により研究しているが、図-4にハリの曲げによるクリープの測定結果の一例を示す。図は2.5×2.5×15.0cmのアスファルトバーをスパン13cmで支持し、自重または荷重を加えてたわみを測定したものである。これらの測定結果からストレートアスファルトの粘弾性は図-5の様な力学的模型で表わしうと考える。弾性要素 E_1 、粘性要素 η_1 および η_2 はこの実験結果より計算でき、その温度による変化を求めることができる。その結果から舗装中のアスファルトの力学的行動を推定でき舗装の合理的設計の資料たらしめると考える。他方アスファルトのコロイド構造と粘弾性の発現機構の関係、一般品質試験項目の持つ流動学的意識を考察することが可能となる。またストレートアスファルトや、これに同形パラフィンを添加したもの、あるいはブローンアスファルトなどについてもこのクリープの挙動から、それぞれの粘弾性的特性の相異を知りうる。

またアスファルト—骨材—水系の界面化学的性質についても、種々の鉱物および岩石を使用して研究を進めているがその結果は次の機会にのべたい。

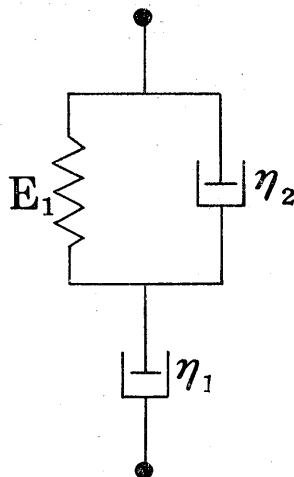
なお以上のべた試験研究の結果の詳細は土木研究所報告または土木技術資料に発表する予定である。

〔6〕むすび

アスファルトの使用者側と製造者側の境界にいる化学分野の者の、アスファルトの性質または品質に対する考え方的一端をのべ、我国では取りのこされたアスファルト舗装の化学を今後開拓せねばならぬことに言及し、あおよびア及した。最近の高分子体の化学の進歩がこの未開の分野に導入されねばならないし、化学者が舗装技術の問題と取りくまねばならないよう要請されている現状をのべた。アスファルトの有効合理的使用方法は近く限界に達することに関心を持っていただきたいことを強調したい。

土木研究所ではこの数年まえからアスファルトの試験研究を重要研究課題として研究を再開したが、その現況の一部を示し、この問題に関心のある方々の意見をえたくその概要をのべた。

図—5 ストレートアスファルトの力学的模型



(原) (稿) (募) (集)

送り先・日本アスファルト協会

- ☆ アスファルトに関する研究論文
- ☆ アスファルトを主題とした随筆・小話
- ☆ アスファルトに関する質問（要領を簡単にお知らせ下さい。誌上で答えます。）
- ☆ 本誌に対する意見・感想
- ☆ 海外のアスファルトに関するニュース・研究の翻訳論文

- (皆) 様方の御指導によりまして、本誌は愈々第10号を発刊、益々充実味を加えて参ることが出来ました。
- (そ) こで今後共、誌面の充実を更に盛んに致したいと考え、上記の通り原稿を広く募集致すこととしました。
- (枚) 数は400字詰10枚見当。締切日は設けません。

御投稿には薄謝を贈呈させていただきます。

その他アスファルト関係及び本誌に関するお問合は御遠慮なくお申付願上げます。

鉄道用バラストのアスファルト処理

We've been Workin' on the Railroad

日本アスファルト協会顧問 西 川 栄 三 記

1 訳者のまえがき

「吾々は鉄道の仕事にも努力して来た」 (We've been workin' on the Railroad) という題目の下に、アスファルト処理を施した鉄道用バラスト (Asphalt-treated Railroad Ballast) に関する記事が、1955年7月発行の米国アスファルト・インスティテュート (The Asphalt Institute) のパンフレット中に掲載されている。本稿は、これを和訳したものである。この試みは、まだ日本では実行されていないが、一部の技術者の間で既に問題化されていたらしく、訳者も、2ヶ月許り以前に、この件に関して、或る人から相談を受けたことがある。この相談に対して訳者は、次のような答をしておいたように記憶している。即ち、「この仕事は、技術的に十分な可能性がある許りではない。枕木の下に砂利を押

し込むために、頗る多数の保線工夫が、日本の鉄道の全線に亘って、間断なく働いている現今の状態は、如何にも能がなさすぎるように、前々から考えていた。このようなやり方では、保線の経費も多額に上るであろう。もし、バラストをアスファルトで固定すれば、保線に必要な人数を著しく減らして、他の仕事に振り向けることができるし、また保線経費を格段に節約しうるであろう」と。

たまたま、日本アスファルト協会から、和訳のことを依頼されたので、鉄道技術には全く素人であるが、喜んでお引受けした次第である。従って、鉄道用語の訳語に不適当なものがあるかも知れない。その道の専門家の御教示を得られれば幸である。以下は訳文である。(以上訳者記す。)

2 概 説

サンタ Fe 幹線 (Santa Fe mainline) 中の 37 km (23 哩) 許りが、この夏は、新しい様相を呈している。アスファルト技術上のこの新冒険に対して、鉄道界の批判の眼が集中されている。

鉄道バラストをアスファルトで処理すれば、10 哩 (約 1.6 km) 当り保線費 (Maintenance of way) の年間節約は、数百万ドルに達するであろう。

厳格に言えば、鉄道バラストのアスファルト処理ということは、新しい考えではなく、20 年以上の以前から、鉄道技師やアスファルト技術者の間に、注目すべく且つ慧敏な考えとして問題視されていたものである。既に 1943 年には、イリノイ中

央鉄道 (the Illinois Central Railroad) 線路の短区間に、急造の撤布機を用いて、アスファルト処理を試験的に施工している。その方法は、枕木およびバラスト上に加熱熔融アスファルトを撤布し、バラスト中に透入させ、その上に被覆用骨材 (Cover stone) を敷き均すものであった。

3 特殊の施工機械を製作した。

イリノイ・セントラル工事を 10 年間以上観察した結果、その利点を知ることができた。その利点とされるところは、枕木の寿命が永くなること、および保線に必要な延べ人員の著しく低減することなどである。アスファルト・インスティテュートのオブザーバー達の推算によれば、一級鉄道の線路 400,000 km (250,000 哩) にアスファルト処理

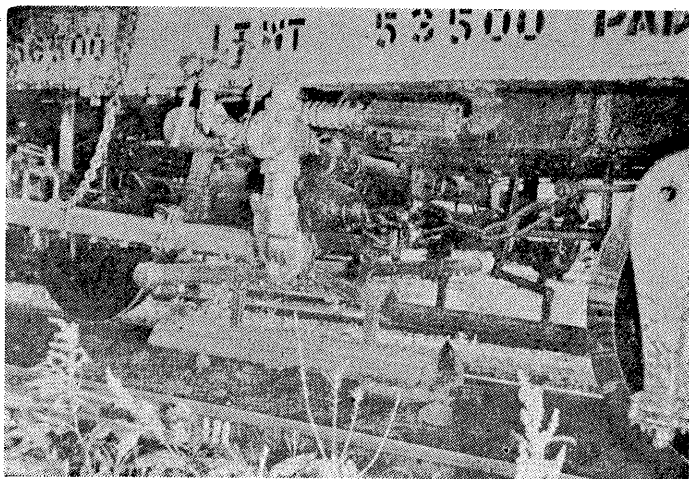
を行えば、11哩 (1.6km) 当り年間保線費の節約は、1000ドル以上に達するものと見積られる。

アスファルト・インスチチュート (the Asphalt Institute) および米国鉄道協会 (the Association of American Railroads) が共同して捻出した資金によって、独特の試験用ローリング・ストック (Experimental rolling stock) 2台が創作された。この2台は、(i) 鉄道用フラット・カー (Flat car) 上に据付けた特殊設計のアスファルト撒布機 (Specially designed asphalt distributor) と、(ii) 骨材撒布量を調節し得るように改造したボトム・ダンプ・ホッパー・カー (Bottom dump hopper car) とである。これらの施工用機械は昨春完成して、米国鉄道協会およびアスファルト・インスチチュートの合意により、自由貸出制の下で (on a free loan basis) 鉄道に提供された。

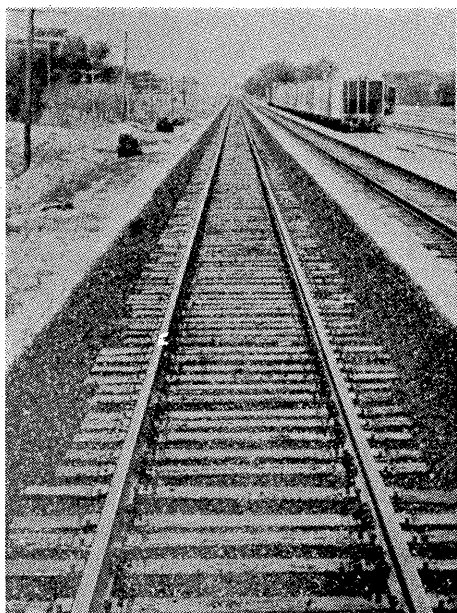
加熱熔融アスファルトは保温タンク・カーにより精油所から直送し、保温タンク・カーからアスファルト撒布機に供給する。撒布車 (撒布機を据付けたフラット・カー) の下方には、撒布バー (Spray bar) を取付け、車の左右両側には、取りはずし自由の外側撒布用の バー (Outtrigger spary bars) を取付けてある。このほか、撒布車には、ポンプ、加熱供給管 (Heated supply lines) の保温用として的高温油システム、(Hot oil system)、アスファルト撒布量調節用のタコメーター (Tachometer) などをも備え付けてある。骨材撒布車 (Aggregate spreading car) は、容量 50-ton の普通のボトム・ダンプ・ホッパー・カーであるが、底部落し口の下方に、特殊設計の装置を取付けて、均等割合 (Uniform rate) で骨材を撒布し得るように工夫してある。

4 サンタFe (Santa Fe) が先鞭をつけた。

この新機械 (Naw equipment) を始めて利用したのは、サンタFeシステム (Santa Fe system) であった。その技術長 (Chief engineer) R.H.



アスファルト撒布中。特殊の保護用金物 (Special shoes) を用いてレールを保護する。



加熱アスファルト撒布後の鉄道

ビーダー氏 (Mr. R. H. Beeder) は、カリフォルニア、アリゾナ、ニューメキシコ、ミズウリ、カンサス、イリノイ、(California, Arizona, New Mexico, Missouri, Kansas and Illinois) の6州に、6ヶ所の試験区間を指定した。或る東部道路では、今夏、この機械を借用して、数ヶ所の木橋 (Timber bridges) に、試験的路面処理を行おうとしている。

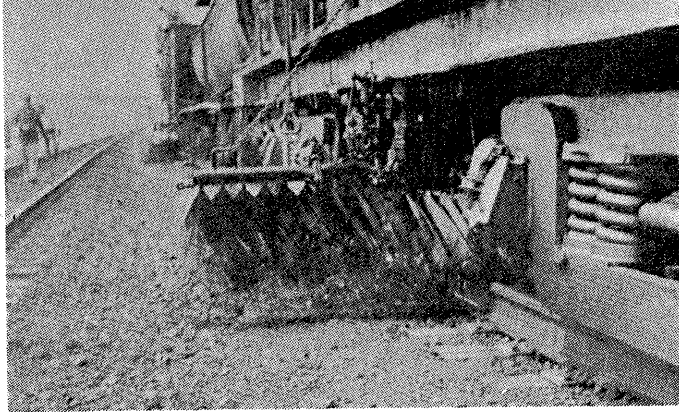
アスファルトの撒布量は、バラスト間隙の多少 (Open-ness of the ballast) によって異なるが

1~2 gal/yd² 即ち 5.1~10.2 l/m²である。撒布されたアスファルトは、バラスト間隙中に滲透して 5 cm (2 in) 以上の深さに達する。被覆用骨材 (Cover aggregate) は、15~25 lb/yd³ 即ち 8.2~13.6 kg/m³ の割合で撒布するが、この骨材は、ブロッター・コース (Blotter course) の役目を果たすとともに、不渗透性シール・コート (Impervious surface seal) の形成をも助長する。(註、ブロッター・コースは、バラスト層の表面に残っているアスファルトを吸収するための層を意味する。)

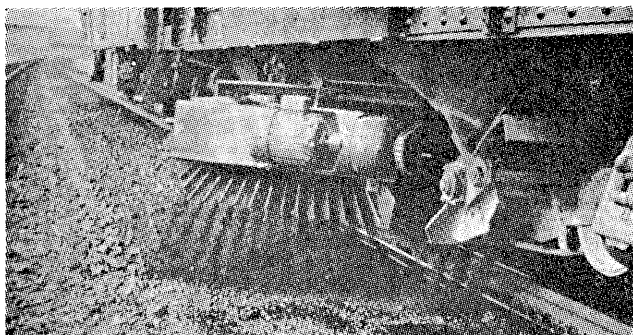
このアスファルト処理方法は、多くの点において、道路舗装の場合のシール・コート (Seal coat) と類似している。アスファルト処理の施工によりバラスト層中への表面水の滲透 (Infiltration) を低減し得る許りでなく、塵埃および破片等によってバラストが汚損されることをも防ぐことが出来る。このため、バラスト基礎の維持にも好影響を与え、且つ、枕木の跳躍 (Tie-pumping) を軽減する。同様に、アスファルトおよび骨材より成る保護層は、湿潤および乾燥の繰返し、並びに、北方地区における凍結および融解の反復等によるクロス・タイ (Cross tie) の亀裂 (Checking) および裂損 (Splitting) をも減少させる。

現在の実験用撒布機の撒布量 (Rate of treatment) は、アスファルト・ポンプの能力によって、制限されている。実験用撒布機附属のポンプ能力は、撒布車の進行速度 2 miles/hour 即ち 3.2 km/hour の場合、1 gal/yd² 即ち 5.1 l/m² である。現在の状態のままで、撒布量を高めるには、撒布車の進行スピードを低減するか、或は、2回撒き (Double application) を行わなければならない。将来製作する撒布機では、ポンプ能力を大きくするか、或は、タンデム撒布車 (Tandem distributor car) を使用することによって、この制限を打開することができるであろう。

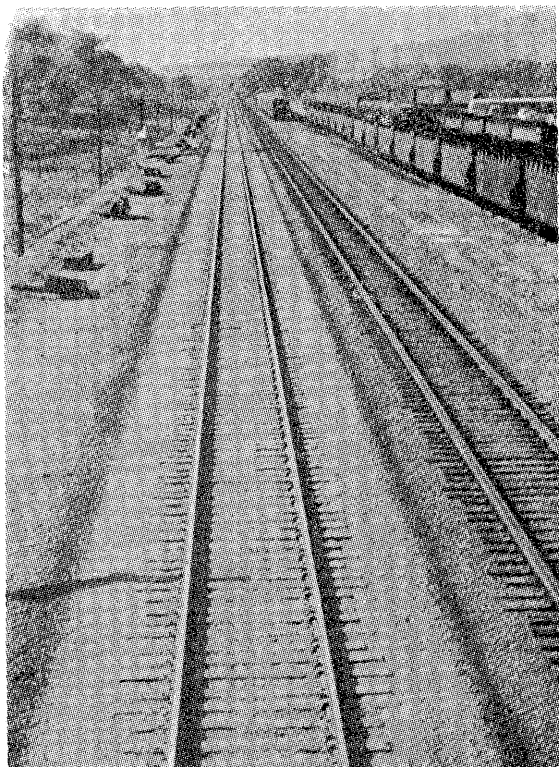
(昭和34年9月7日脱稿)



加熱アスファルトを鉄道用バラスト上に撒布する。



アスファルト撒布車のあとから、被覆用骨材を撒布する。



左側は、アスファルト処理完了後の線路。右側は未処理線路を示す。

舗装用アスファルトの化学化分はその性質にどのように影響するか

低伸度のアスファルトは良好な工学的性質を有し、また正の班点試験を示すアスファルトは、アスファルテンおよび油分含有量の高いアスファルトである。

1 まえがき

良い舗装をするには舗装用アスファルトの性質を知って居なければならないが、実際はあまり良く知られてない。長い間認められて来た仕様書はアスファルトのコンシステンシーまたその他の物理的性質を定めるに価値あるけれども、実地を使用する場合との関連が明かにされていない。このような仕様書は由緒あるものであるが、余分な意義や重要性をもたせようとする傾向が強い。

舗装用アスファルトのように長い耐用年数の間に種々の条件にさらされるものは、その性質を明かにすることは困難である。試験道路によって、その品質を測定することとができるけれども、それには長年月を要する。従って酸化に対する抵抗性を試験し、またアスファルト混合物の強度や粘着力などを測定して、アスファルトの品質を判定する目安にしている。

究極にはアスファルトの化学成分がアスファルトの性質と活用性とを決定するものであろう。この文献はアスファルトの化学成分と性質との関係について行った小報告である。この関係を十分に明かにするには、さらに研究をやらなければならない。

著者等はアスファルトの性質を調察するために、アスファルトの性質が、アスファルテン、レジンおよび油分なる語で表される化学成分とどのような関係があるかを研究した。

実験用アスファルトは大陸中央部ワイオミングおよび西部テキサス原油の蒸溜残からアスファルテン・レジン・油分を分解し、それを再び種々の割合で混合して造った。実験用アスファルトはまたこれの蒸溜残を減圧直油し、或は空気吹き込みをして製造した。

アスファルトおよびアスファルト混合物について、一般性質試験・酸化試験・工学的試験などを行って、化学成分および製造方法とどのような関係があるかを求

めた。

2 実験用アスファルトの準備

アスファルトをアスファルテン、レジンおよび油分に分離する方法はマーカッソン法によった。この方法はアスファルトの大量を分離するにも少量を分離するにも容易で再現性があるのでこの方法を選んだのである。

アスファルテンの分離

アスファルト 1g に対し n-ペンタン 20ml の割合で、室温においてアスファルトを n-ペンタンに溶解し、不溶解分を濾別し、濾液が無色になるまで n-ペンタンで不溶解分を洗った。このようにして得たアスファルテンは、200F. 1mm の減圧で乾燥して秤量した。

油分の分離

前の操作で得た濾液を集め、試料 1g に対し 10ml の割合になるまで、蒸溜して n-ペンタンを除去してから、試料 1g に対し 2g の活性アルミナを加えてレジン进行吸着させ濾過して油分とレジンとを分離した。濾液には新しい活性アルミナを加えて再び濾過し濾液が無色になるまでこの操作を繰返し行った。濾別したアルミナは全部集めて濾液が無色になるまで n-ペンタンで洗い落した。レジン进行分離した濾液およびアルミナを洗ったペンタンを全部集めて蒸溜し、ペンタンを追い出した。

この操作によって得た油分は、200F. 1mm の減圧の下で乾燥して秤量した。

レジンの分離

レジン分をふくむアルミナはアルミナ 1g に対し 5ml の割合でクロロフォルムを混合して濾過し、濾液が無色になるまでクロロフォルムで洗い落し、次に濾液を集めて蒸溜し、クロロフォルムを追い出した。レジン分は 200 F. 1mm の減圧の下で乾燥して秤量した。

前記3種の蒸溜残から分離したアスファルテン・レジン・油分は実験用アスファルトを造るために種々の割合で混合した。何れの場合においても、アスファルテンは約140F でベンゼンに溶解し、レジンと油分は常温において別々にベンゼンに溶解した。各ベンゼン溶液を完全に混合し、次に蒸溜によってベンゼンを追い出した。

最初は常圧で250~270F 最後は350 F. 1mmの減圧の下で、アスファルトの斜入度が一定になるまで行った。

このような化学成分の分離および再混合を行っても、各成分の性質に悪影響をおよぼさなかったことは、原アスファルトと再混合アスファルトとの一般試験および工学的試験成績が良く一致していることから明かである。

3 試験方法

アスファルトは ASTM 法によって、77Fにおける針入度と伸度とを試験した。Olieusis 斑点試験は AASHTO 法によって試験した。

アスファルトの性質を低下する原因のうち、酸化と熱とは最も大きな要素である。このため空気と熱がアスファルトにおよぼす影響を見るため Thin Film Oven Test を行った。アスファルトを1/8インチの薄層にして、空気の流通を自由にした325FのOvenの中で5時間加熱した後重量減を測定し、アスファルトを回収して針入度と伸度の試験をした。針入度60~70の良質なアスファルトはこの試験後、針入度は原針入度の50%以上、伸度は40以上、重量減は1%以下であるべきである。

マーシャル安定度とフロー値、ビーム安定度およびビームコヒジヨメーター試験の三方法はアスファルト舗装の工学的試験として良く知られている。この三つの試験方法を一緒に考察するならば、これらの方法はアスファルト使用上の性質を良く表わすことができるであろう。

マーシャル試験は舗装の強さと特に路端における舗装の移動の程度を示し、ビーム安定度試験は路端よりも内側に起る舗装の波と崩壊の程度を示すものである。次にビームコヒジヨメーター試験は舗装のベンディングを表わし、舗装材に対して基礎的な破壊係数を求めることができる。

極端な場合は均一に形成された供試体で試験するようにしたから、試験成績の相異はアスファルトの性質に帰着することができる。供試体は直径4インチ、高さ2 1/2インチである。Ovenの中で375Fに加熱した骨材とフィラーを0.1立方フィートのHobart mixerで混合し、325±3Fに冷却したならば、325Fに加熱したアスファルトを5%加え2分間混合した。この混合物を鋼製型枠に入れて30

分間325FのOven中で養生した。次に供試体の両面をマーシャル標準ハンマーで50回緊め固めた。各供試体はさらに耐圧試験機に装置し、二重ブランジヤー法で1000 psi (70.3kg/cm²)の圧力を30秒間かけて成形した。この供試体を前記の3方法で試験するときは再び140Fに加熱した。

4 アスファルトの一般性質に及ぼす化学成分の影響

Mid-Continent 原油から得たアスファルトの針入度と化学成分との関係は第1図に示した。アスファルテンおよびレジンが増加すると針入度は減少する。特にアスファルテンの影響がより大である。アスファルテンが或一定量増加するために針入度が減少する割合は、アスファルテン含有量が低い場合の方が、高い場合の方より大である。このような傾向はワイオミングおよび西部テキサス原油より得たアスファルトについても観察された。

大陸中央部原油から得たアスファルトの伸度—化学成分の関係は第2図に示したとおりである。アスファルテンが増加すれば伸度は低下するが、油分の多いときはそれが顕著である。

ワイオミングアスファルトの伸度—化学成分関係を第3図に示した。この場合はアスファルテンが25%のところを共通軸として放物線を描いている。25%まではアスファルテンが増加すれば伸度も増加するが、25%以上になるとこの傾向は反対になって伸度が低下する。

最も高い伸度はレジン含有量の高い範囲にある。

斑点試験と化学成分との関係を第4図に示した。一定のアスファルトに対しては、レジンとアスファルテンとの比が斑点試験の結果を大きく支配する。大陸中央部のアスファルトに対しては、この比が或一定した値をもつて、ほとんど不変である。ワイオミングおよび西部テキ

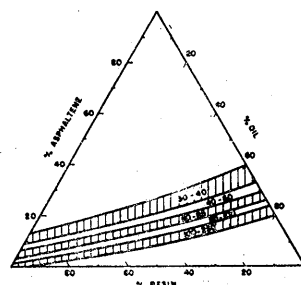


FIGURE 1—Asphalts from Mid-Continent crude have this penetration-composition relationship. An increase in either resin or asphaltene fraction causes a decrease in penetration with asphaltene effecting the greater change.

サスアスファルトに対しては、この比は一定ではないが、限界曲線は大体のところ大陸中央部アスファルトの斑点試験（一）を示す範囲にある。

5 酸化および耐熱性に及ぼす化学成分と製造方法の影響

アスファルトの酸化および耐熱安定性に及ぼす化学成分と製造方法との影響に関しては、Thin Film Oven Test を行い、その結果を第1表に示した。化学成分および製造方法と加熱試験後の針入度との間には関連なく、すべてのアスファルトは、最小のものでも原針入度の64%以上である。加熱試験後の伸度は原伸度に左右され、原伸度の高いものは試験後の伸度が40よりはるかに高い。すべてのアスファルトは化学成分と製造方法とに関係がなく、加熱試験による重量減はほとんど無い。

6 工学的性質におよぼす化学成分の影響

アスファルト混合物の供試体を作製するに使用した再混合アスファルトはすべて針入度60~70のものである。供試体を成形するに当っては、アスファルトの針入度・骨材・成形方法等を一定に保ったので、工学的試験成績における相異はアスファルトの化学成分に基因するものと判定することができる。第5図は大陸中央部アスファルトの化学成分、工学的試験成績および一般性質試験等における関係を示したものである。マーシャル安定度とビーム粘着力はアスファルテンと油分が増加すれば、これらの値も増加することを示している。マーシャル安定度はアスファルテンが22%のとき値大値を示し、ビーム粘着力はアスファルテンが7%から28%になるま

TABLE 1—Effect of Composition and Manufacturing Method on Thin Film Oven Tests

Source	COMPOSITION, WEIGHT PERCENT			PENETRATION			DUCTILITY		Weight Loss, Percent
	Asphaltenes	Resin	Oil	Before	After	Re-covered Percent	Before	After	
Mid-Continent...	7	88	5	68	50	74	150+	150+	0.0
Reconstituted...	13	60	27	69	54	66	138	128	0.0
Reconstituted...	17	45	38	61	44	72	111	98	0.0
Reconstituted...	22	25	53	62	48	78	62	41	0.0
Reconstituted...	28	5	67	64	60	94	8	3	0.0
Wyoming									
Reconstituted...	20	64	16	66	49	74	150+	150+	0.0
Reconstituted...	28	36	36	63	41	65	150+	150+	0.0
Reconstituted...	33	11	56	61	44	72	10	3	0.2
Reduced...	22	46	32	69	49	71	150+	150+	0.0
Air-Blown...	16	69	25	65	43	66	150+	150+	0.0
West Texas...									
Reconstituted...	17	60	23	64	51	80	150+	119	0.0
Reconstituted...	23	33	44	62	41	66	150+	150+	0.0
Reconstituted...	30	12	58	61	39	64	60	8	0.0
Reduced...	16	69	25	65	43	66	150+	150+	0.0
Air-Blown...	28	35	37	68	45	66	127	117	0.0

で次第に増加している。

工学的試験値が増大すれば、伸度はいちじるしく低下している。例えばビーム粘着力が 108g/inchのときは伸度は 150+ であり、粘着力が 344g/inchのときは伸度が 8 になっている。これは良質の舗装用アスファルトは 100+ の伸度をもたなければならないという従来の意見と一致しないことが明かにされたことを示すものである。

第5図に示した斑点試験もまた従来の意見と反対になっている。仕様書は長い間舗装用アスファルトは(+)の斑点試験をもってはならないとされて来たが、第5図は(+)の斑点試験をもつアスファルトが最高の工学的試験成績を示している。

第6図、第7図はそれぞれワイオミング西部テサスアスファルトの工学的試験成績および一般性質試験成績に対する化学成分の関係を表したものである。最大の試験値が研究した化学成分の範囲で得られなかったことを除けば、第5図とほぼ似ている。

最大の工学的試験成績を得るために、アスファルトの最適化学成分があることは疑もないことであって、この最適化学成分は原油によって変るものである。アスファ

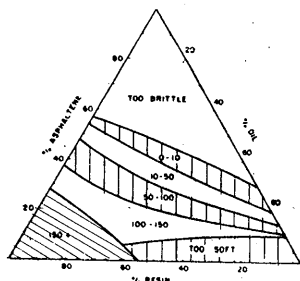


FIGURE 2—Ductility-composition relationship for Mid-Continent derived asphalts show that highest ductilities occur with high resin and low asphaltene content, the change being more rapid the higher the oil content.

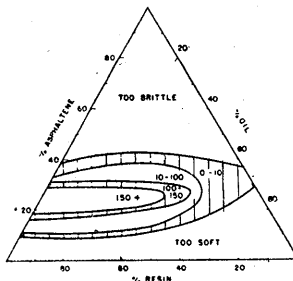


FIGURE 3—Wyoming ductility-composition diagram resembles a family of parabolas about the 25 percent asphaltene line. Ductility increases with increasing asphaltene up to about 25 percent; further increases result in less ductility.

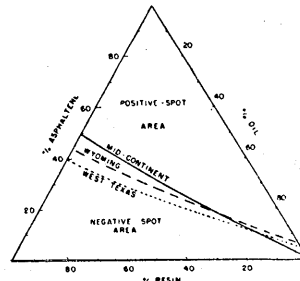


FIGURE 4—Oliensis spot relationship show for a given asphalt, the resin asphaltene ratio largely governs. The ratio for Mid-Continent asphalts is nearly constant with a value of unity, ratios for Wyoming and West Texas asphalts are not constant but the demarcation curves are in the general area of the Mid-Continent line.

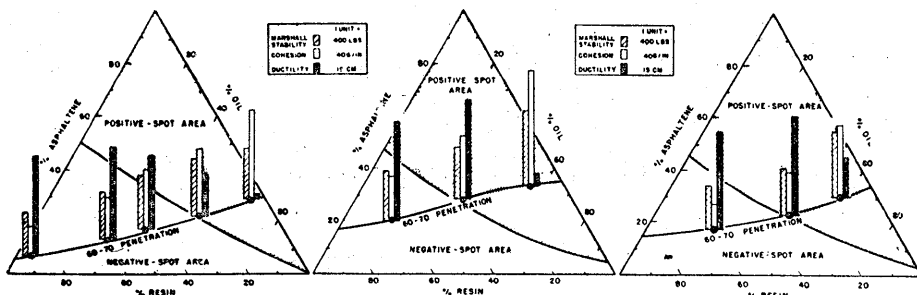


FIGURE 5—Relation between composition, engineering and specification tests for Mid-Continent asphalt. Results show that Marshall stability and Heven cohesion values generally increase with increasing asphaltene and oil contents.

FIGURE 6 and 7—Show composition vs engineering and inspection results on Wyoming and West Texas asphalts, respectively. Results are similar to those of Figure 5 except that maxima values were not obtained in the asphalt composition range studied. An optimum composition undoubtedly exists for attaining maximum engineering quality and varies with the crude from which the asphalt is derived. The optimum composition will be high in asphaltene and oil contents. Data presented in Figures 5, 6, and 7 show that good engineering properties are not related to high ductility and negative spot-tests. Rather, good properties appear to be indicated by low ductility and positive spot-tests which are associated with asphalt composition that is high in asphaltene and oil components.

ルトの最適化学成分とはアスファルテンと油分の含有量の高いものであろう。

マーシャルのフロー値は安定度と異って、アスファルトの化学成分と関聯がないので報告しない。ビーム安定度もまた化学成分との関聯を示さなかった。恐らくこれらの工学的性質はアスファルトの化学成分の変化よりも、アスファルトの硬さおよび量・骨材の強度・内部噛合い等によって影響される方が大きいのであろう。然しながらすべてのマーシャルフロー値とビーム安定度の試験成績は、道路建設工業で認められている値と良く一致しており、フロー値は 0.07~0.11inch. ビーム安定度は 47~64%の範囲であった。

第 5, 第 6 および第 7 図に表されている報告は、舗道用アスファルトの工学的性質は、高い伸度および(+)の班点試験とは関係のないことを示しており、むしろ良好な工学的性質はアスファルテンおよび油分の百分率が高く、従って伸度が低く、班点試験が(+)であるアスファルトによって表わされるようである。

7 工学的性質に及ぼす製造方法の影響

アスファルトに及ぼすアスファルテンの望ましい影響は、空気吹込みで得られたアスファルテンの多いアスファルトは、減圧直溜によって得られたアスファルテンの少ないアスファルトより優れていることを暗示している。

然しながら工学試験成績は、この概念に一致しない。第 2 表はワイオミングと西部テキサス蒸溜残から、減圧直溜と空気吹込みによって得たアスファルトの工学的試験成績を示したものであって、コヒジヨメーター試験成績は空気吹込みをした方が良く、マーシャル安定度は結論を下すことができない。

空気吹込みをしたアスファルトはアスファルテンが多

いという利点は、蒸溜残の中の油分が全部アスファルトの中に入ってくることで相殺される。一方これに対して減圧直溜で得られるアスファルトは蒸溜残の中に存在する高粘性の油分だけをふくむことになる。

TABLE 2—Effect of Manufacturing Method on Engineering Tests

	WYOMING		WEST TEXAS	
	Re-duced	Oxi-dised	Re-duced	Oxi-dised
Asphaltene, Percent...	22	26	16	28
Marshall stability, Lbs	1960	2080	2180	2030
Cohesion, g./in.....	166	204	177	217

む す び

この研究によって表された試験成績は舗装用アスファルトの性質に関し、従来の意見とは或る部分において反対の関係を示している。更に研究を必要とする。特に実地における比較が必要である。高い伸度と低い伸度、(+)と(-)の班点試験、空気ブローンしたアスファルトと減圧直溜によってアスファルト等こういうものについての試験道路を実施すべきである。このような試験を通じて無関係の規格を除去し、舗装用アスファルトの性質を真実に表わす試験に対して焦点を合わすことができるのである。

(D. W. Bransky, J. E. Horman and T. L. Speer
Standard Oil Company How Chemical Composition
Effects Properties of Paving Asphalt November
1958 Petroleum Refener)

アスファルト製造装置について

出光興産徳山製油所

浅尾 賢一郎

水野 信久

§ 1 まえがき

従来市販されていたアスファルトは殆んどナフテン基の原油から製造されたもので、一般に中間基又はパラフィン基の原油からは良質のアスファルトを製造することは、困難であるとされていた。特に針入度の小さいアスファルトは減圧蒸溜の残渣油を、俗に「芋釜」と称する容器で更にスチームを吹き込み長時間加熱し、残渣油中の軽質分を追い出し製造して居たが、この方法の欠点は長時間の加熱によってアスファルトの成分が熱分解を受け品質が劣化する恐れが多分にあった。

当社では、この点に留意し徳山製油所の建設に際して我が国最初の連続式アスファルト蒸溜装置を設け、之によって中東原油から良質のアスファルトを製造することが出来る様になった。

§ 2 本法の特徴

この製法の特徴はバイパスル及び高真空度精溜塔の使用にある。即ち、減圧蒸溜残渣油はアスファルト加熱炉に送られ、ここで極めて短時間のうちに加熱されてアスファルト蒸溜塔に入る。この塔は絶対圧 3 mm Hg 程度の高真空度を得ることが可能で、これにより比較的低温、極めて短時間にアスファルトの中の低沸点溜分を除去することが出来る。且つ精溜塔を使用して居る故含蠟油分とアスファルトの切れが良く、芋釜式よりも有害な蠟分が良く除去される。加熱時間が短いということはアスファルトの品質を劣化させないための重要な因子である。次にその加熱条件の比較を掲げる。

第1表 アスファルト製造加熱条件

	加熱時間	加熱温度	備 考
連続式	2 分間	360°C	針入度80~100
回分式	10~20時間	360°C	

又、アスファルトは重油にも任意にしかも自動的にブレンド出来る様になって居るので、品質を充分試験の上製品として取出すことが出来る為不合格品の出る事がない。又、針入度60以上は、アスファルト加熱炉を必要としないし連続運転のため装置の能力が大きい。この方法では溜出する軽質油をそのまま重質油に混合出来るので

損失が少く経済的である。

§ 3 装置の概要

1. 系統の概要

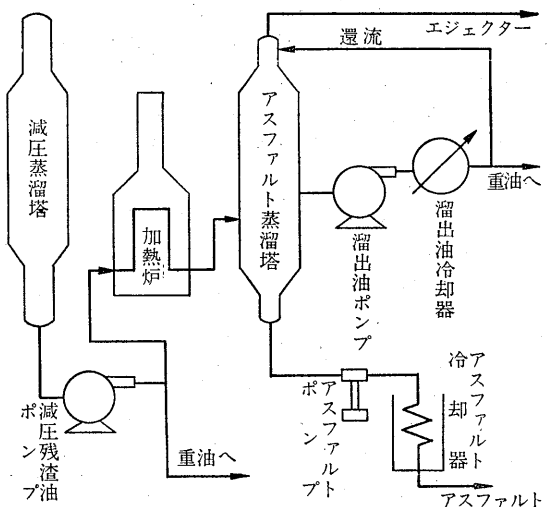
連続式アスファルト蒸溜装置の系統を第1図に示す。

減圧蒸溜塔溜出油がFCCの原料油として使用される関係上残渣油の針入度は100以上とされて居る。従って100以上の針入度のものは直接アスファルトとして製品化され、その他大部分は重油に混合される。針入度 100 以下のものを製造する場合は更に加熱炉を経てアスファルト蒸溜塔に張込まれる。この塔はエジェクターによって絶対圧3mmHg程度（最高1mmHg迄可能）に減圧される。ここでアスファルト中の油分が溜出するが、この溜出油量の多少により針入度の大小を自由に調節出来る。溜出油は黒色軽油（Black Gas Oil）と呼ばれ一部は還流に使用され残部は取出されて重油に混合される。製品アスファルトは塔底から抜出されて製品タンクへ送られる。

2. 装置各部の構造

(A) 加熱炉

米国の Petro-Chem Development Co., Inc.



の設計になるイソフロー型加熱炉である。直径約 1.8 m の堅型円筒型でその側壁に沿って加熱管が縦に配列され、中央部にバーナーがある。このバーナーは燃料に軽油又はガスの何れをも使用出来る。

(B) アスファルト蒸溜塔

蒸溜塔は段数11段からなっており第7段目の黒色軽油取出し棚を除いて全て多孔板を用いている。

(C) ポンプ

此の装置に必要なポンプは溜出油の抜き出しポンプと塔底から取出されるアスファルトのためのポンプとの2台である。原料の張込みは減圧蒸溜装置の残渣油ポンプによって行われる。

(i) 黒色軽油ポンプ

型式：セントリフューガルポンプ（スチームタービン駆動）

(ii) アスファルトポンプ

型式：往復動ピストンポンプ

この他に2台のポンプの共通予備ポンプとして(ii)のポンプと同じものが1台設置してある。

(D) 冷却器類

装置に附属する冷却器としては溜出油とアスファルトの冷却器が夫々1基ずつ計2基がある。

(i) 黒色軽油冷却器

型式：水平多管式熱交換器型

(ii) アスファルト冷却器

型式：コイルインボックス型

(E) エジェクター

4段スチームエジェクターで最高絶対圧1mmHg迄得ることが出来る。

§ 4 運転状況

1. 運転結果

現在迄に主として Kuwait 及び Safaniya 原油からアスファルトを製造して来たがその結果を纏めて考察する。先ずアスファルトの原料油である減圧残渣油に就てであるが、Safaniya 原油は重質であるため Kuwait 原油に比して減圧残渣油の量が多く Kuwait より硬い。一般に減圧残渣油の針入度150程度のものがアスファルト原料に用いられるが Safaniya の減圧残渣油はかなり硬いので針入度100より軟いアスファルトを製造するには適しない。

又、装置の能力は最初100t/dayの設計であったが、需要の増大に応じて通油量を増加し現在160t/dayの能力がある。

2. 運転条件の検討

製品アスファルトの性状を決定する因子としては次に挙げるものがある。

第2表 Kuwait アスファルトの製造条件

製品の針入度	20~40	40~60	60~80	80~100	100~120	120~140
原油からの収率	17~18	18~20	20~21	21~22	22~22.5	22.5~23
加熱炉出口温度	400	385	370	365	362	355
黒色軽油取出温度	155	150	145	140	140	135
塔頂温度	60	60	50	50	40	40
塔頂圧力 (mmHg)	1.0	1.0	1.0	1.0	3.5	3.0

第3表 Safaniya アスファルトの製造条件

製品の針入度	20~40	40~60	60~80	80~100
原油からの収率	28~30	30~32	32~33	33~34
加熱炉出口温度	350	345	340	320
黒色軽油取出温度	100	100	80	65
塔頂温度	30	25	30	40
塔頂圧力 (mmHg)	2.0	3.0	4.0	7.0

* 加熱炉は消火してただ原料油を通すだけである。

第4表 Kuwait 原油よりの

ストレートアスファルトの性状

品 種	40/60	60/80	80/100	100/120	120/150	150/200
性 状						
比重 25/25°C	1.034	1.032	1.030	1.025	1.023	1.020
針入度 25°C 100g 5秒	55	70	93	112	142	181
引火点 °C	342	337	336	335	325	314
軟化点(環球法) °C	30.5	48.5	47.0	44.5	42.5	40.0
伸 度 10°C	100+	100+	100+	100+	100+	100+
四鉛化炭素 可溶分 %	99.8	99.8	99.8	99.9	99.8	99.8
蒸発減量 %	0.01	0.02	0.02	0.02	0.03	0.04
蒸発後針入度%	96	92	92	92	92	91

第5表

残渣油に対する アスファルト Wt %	蒸溜 最高 温度 °C	アスファルトの性状			60/80 アスファルテン Wt %	* 計算値	差
		針入度 25°C	軟化点 t	P. I			
65	337	300	35	-0.7	12.0	11.7	+0.3
61	361	180	39.5	-0.7	12.5	12.4	+0.1
57	373	100	45.5	-0.7	12.8	13.3	-0.5
54	386	65	50.5	-0.5	13.8	14.1	-0.3
51	401	45	55	-0.3	14.7	14.9	-0.2
46.5	380	25	62	+0.4	18.0	16.5	+1.5
41.5	390	15	71	+0.5	23.0	18.3	+4.7
39.5	394	11	75	+0.5	24.0	19.2	+4.8
35.5	388	9	87	+1.7	27.9	21.4	+6.5
33	388	5	98	+2.0	32.0	23.0	+9.0
30.5	408	—	175	+5.2	48.8	24.9	+23.9

* 原油中に含まれるアスファルテンが濃縮されたとして計算した値

- (1)減圧残渣油の針入度
- (2)アスファルト加熱炉出口の温度
- (3)アスファルト蒸溜塔の真空度
- (4)アスファルト蒸溜塔の塔頂温度
- (5)黒色軽油の取出量

この中で特に製品の性状を大きく左右するものは加熱炉出口の温度と塔の真空度である。黒色軽油の取出量は普通自動的に調節されるのであるが、特に軟いアスファルトを製造する時は取出量が極めて少くなるため自動調節ではかなり「ふれ」が大きくなるので手動により取出量を一定にする必要がある。この項目の各々についての説明は省略するが要するに之等の適当な組合せにより望む規格の製品を生産する事が出来る訳である。

第2表及ば第3表に Kuwait 及び Safaniya 原油からのアスファルト製造条件の概略を示す。

次に針入度の小さいアスファルトを製造する際は加熱炉出口温度が高くなるので、炉内での分解を防止するためにスチームを導入するとよい。又塔底にもスチームを吹き込むとスチームストリップングが行われるのでスチームを使用しない時よりも低温でアスファルトの製造が出来るので加熱炉内でのアスファルトの劣化が少くスチームを吹込まないものより伸度の良いものが得られる。

§ 5 製品性状

上述の如き運転条件にて製造されたストレートアスファルトの性状の一例を示すと第4表の如くである。

アスファルトを製造する場合、蒸溜温度、加熱時間によりアスファルトは化学変化を起し劣化する。その過程は次く如くであると言われている。

(a) 高分子量の炭化水素が熱分解を起し不飽和化合物に変化する。

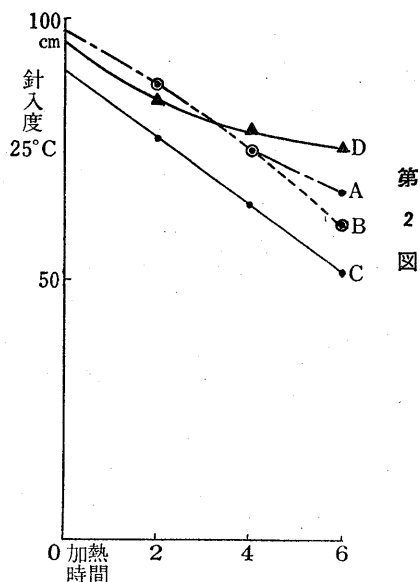
(b) 不飽和化合物の重点によりアスファルテンを生成する。

ストレートアスファルト

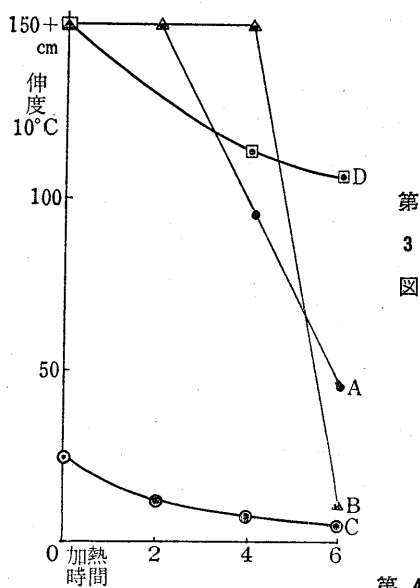
即ち、油分→樹脂分→アスファルテン→カーベン→カマルテン（又はベトロレン）

→ボイド→遊離炭素 の順にアスファルトの劣化が進行する。近代式のストレートアスファルト連続蒸溜装置では加熱時間が非常に短かく、400°C以上に加熱してもアスファルトの劣化は認められないが、旧式の単状蒸溜装置では同じ基油から作ったアスファルトでも340°C位からアスファルトの劣化が起る。アスファルトの加熱による劣化の程度を知るには生成したアスファルテンの量を測る事により推定出来る。第5表に Venezuela 原油よりの種々のアスファルトの劣化状況を示す。

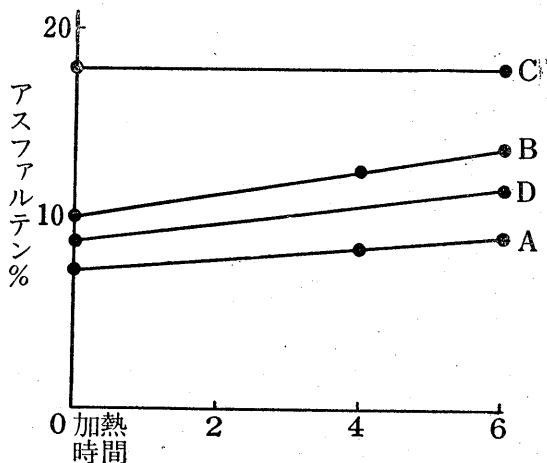
即ち、同じ基油から作ったアスファルトでは針入度の硬いものほど加熱による劣化を受けて居るのでアスファ



第 2 図



第 3 図



第 4 図

ルテンの量が多い。

各社のアスファルトに就き加熱による劣化の状況を Thin Film Oven Test により調べた結果は第6表、第1図、第2図、第3図の如くである。

アスファルテンの量から見てA, D, B, C の順に熱による劣化を受けて居る傾向がみられる。

又、同一原料から製造したストレートアスファルトでも製造法の相違により第7表の如く異ったアスファルトが得られる。

蒸気精製アスファルトはアスファルト含有量が多く、感温比が比較的小さい又、真突アスファルトはアスファルテン含有量は少く、感温比は比較的大きい。即ち、比較的低温度、短時間に製造されたアスファルトではアスファルテンの量も少く、熱による劣化を受けていない事が分る。

§ 6 結 語

従来中東原油からは良質のアスファルトが製造出来ない様に一般には考えられて居たが、製造装置の進歩により加熱温度を低く、しかも非常に短時間にストレートアスファルトを連続的に製造出来る装置が確立され、中東原油からも良質のアスファルトが製造出来る様になった。現在我が国に於ける原油の輸入事情は月々中東原油の占める割合が多くなり、従って之より製造されたストレートアスファルトがその主体を占めることになり今後共この傾向は益々顕著になる状態にあるので、之等のアスファルトを使いこなす様、使用者、製造者協力して研究することが必要であろう。

第 6 表

	加熱時間	針入度 35°C	伸 度 10°C	軟化点 °C	成 分 分 析			
					アスファ ルテン%	樹脂分 %	芳香族分 %	飽和分 %
A	0	97	150+	47	7	19	48	26
	2	—	150+	—	—	—	—	—
	4	74	95	48	8	19	49	24
	6	65	45	50	9	20	48	23
B	0	99	150+	47	10	19	55	16
	2	—	—	—	—	—	—	—
	4	74	150+	48	12	29	40	19
	6	59	11	50	13	27	41	19
C	0	91	25	48.5	18	16	44	22
	2	77	13	50.5	—	—	—	—
	4	65	9	50.5	—	—	—	—
	6	51	6	51	19	19	45	17
D	0	97	150+	47	9	20	46	25
	2	—	—	—	—	—	—	—
	4	76	116	48	—	—	—	—
	6	74	108	49	11	15	49	25

第 7 表

	針 入 度			感温比	アス ファ ル テ ン %	ペト ロ レ ン %
	0°C	25°C	46°C			
蒸 気 精 製 ア ス フ ァ ル ト	13	45	350	1:3.5:27	23%	76%
オ フ ス タ ー 式 真 空 ア ス フ ァ ル ト	—	—	—	—	7	92
シ ュ ル ツ 式 真 空 ア ス フ ァ ル ト	8	45	560	1:5.6:70	2	97

〔本誌の第9号P23オーストリアの規格表は下記の通り訂正〕

Austrian Government Specifications for Asphaltic Bitumen

(Date of Specification: Nov. 1958)

Grade			Soft Grades			Medium Grades			Hard Grades		
			B300	B200	B120	B 85	B 60	B 45	B 25	B 15	B 10
1 Penetration at 25°C	Unit 0.1mm	Method ¹⁾ 7(ASTM)	250-320	170-220	100-150	70-100	50-70	35-50	20-30	10-20	5-10
2 Softening Pt R&B	°C	4(ASTM)	31-36	35-41	38-46	44-52	47-55	50-59	56-68	65-75	85-95
3 Breaking Pt Frass max	°C ¹⁾	6(DIN)	-20	-15	-12	-10	-8	-6	-2	+3	+8
4 Solubility in CS ₂ mim.	%wt	10(DIN)	98.7	98.7	98.7	98.7	98.7	98.7	98.7	98.7	98.7
5 Ductily at 25°C mim	cm	8(ASTM)	—	100	100	100	80	50	20	—	—
5 " 25°C mm	cm	8(ASTM)	100	—	—	—	—	—	—	—	—
6a Loss on Heating max.	%wt	12(ASTM)	1.0	0.7	0.5	0.5	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1
1 Drop in Pen. max.	%of orig	7(ASTM)	25	20	20	20	20	20	20	20	20
7 Specific Gpavity at 25°C		2(ASTM)									
8 Paraffin wax (chrySTALLINE)	%wt	11(old DIN)									

must be indicated
may be required in case of considerable divergence
from specified analyses data.

1) Methods of testing: According to Omorm B3640 July 1953; these methods are similar to the ASTM and DIN methods.

アスファルトの伸度

日本石油中央技術研究所基礎研究課長 福島 健 重

緒 言

アスファルトは、原油を蒸溜して一番最後に残るものをそのまま使うストレート・アスファルト、これに空気を吹きこんでかたくして使うブローン・アスファルトとに大別される。原油はよく知られているように、非常に多くの成分が混合したものであるから、それを蒸溜して最後に残るものが複雑な組成を示すことは、想像に難くない。ましてそれを高温に熱し空気酸化する場合に、組成がどのように変化し、それがアスファルトの性質にどんな影響を及ぼすかという点については、先頃ローマで行われた世界石油会議の報告を見ても知られるとおり今日の最高の分析技術をもってしても容易に結論はえられない。

アスファルトは、このように化学的組成が複雑であるばかりでなく、コロイド構造を持っているため、その性質はいっそう複雑となり、さらに舗装に使うような場合は骨材との相互作用、施工法、地盤の性質、使用状況（その土地の気候、交通状況）などの要素が加わるので、どのようなアスファルトがどのような条件に対して、最適であるかということは、非常に難問である。

しかし石油溜出油が燃料および潤滑油を含め、日本のエネルギー源として欠くことのできないものであり、また産業の発展とともに消費量が増大する一途をたどる状況であるから、石油からえられる安価な高分子材料としてのアスファルトを、いかに有効に利用するかということは、単に石油精製会社の問題であるばかりでなく、日本の経済全体に関連する事柄である。また舗装材料としてもコンクリートと競争するばかりが能ではなく、両者はそれぞれ特徴を生かした用途を開拓し、または長短相補って協力することが、底の浅いといわれる日本の産業として取るべき道であると考えられる。

なおアスファルトは化学的組成およびコロイド性の複雑な天然産高分子という点で、木材などと一脈通ずるところがあり、従来の用途のほか、まだ多くの新天地が開拓できるのではないかということも忘れてはならない。

これらの問題を解決するために、まだまだ多くの研究

が必要であり、たとえばBrown¹⁾らはアスファルトの粘性に関する研究を続行するにあたり、

「このような研究はさらに広い用途に適するアスファルトを製造し、またある目的に対し最良のアスファルトを選択する技術的根拠を与える事であろう」と述べている。

それでは従来アスファルトの品質はどのような方法で評価されてきたかといえ、半世紀に近い間ほとんど同じ原理で、針入度、軟化点、伸度などが用いられ、それらはいずれも経験的相対的な試験であり、その本質的な意味に至っては、レオロジカルなものであるという推論が行われているだけで、最近の目ざましいレオロジー学からむしろ取り残された感がある。

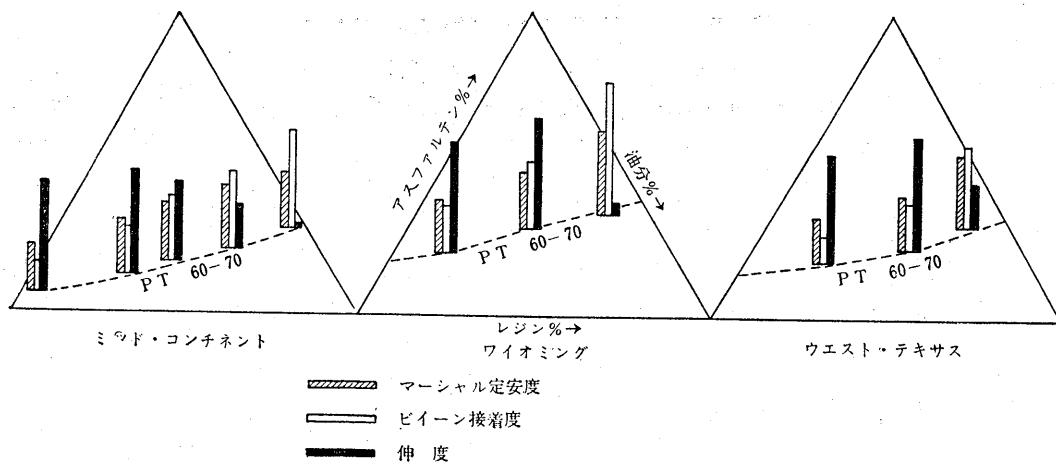
当社ではかねてアスファルトに関する一連の研究を行っており、高温における粘度—温度関係²⁾、製造条件の検討^{3,4)}、たて型コンバーターの効率⁵⁾、音響的性質^{6,7)}、誘電的性質⁸⁾、低温強度^{9,10)}などについてその都度報告したが、本稿ではこれらの諸研究を伸度の立場から、コロイド構造と関連して考察して見たい。

伸度測定の意義

一般に伸度は非常に遅い速度で大きな変形を与えて測定される。ブローン・アスファルトでは25°Cで5cm/minの速度を採用しており、伸度100以上のものになると1cm角の試料が直径0.01cmぐらいまで伸びて切れる。ストレート・アスファルトについてはJIS規格では低温(15°C, 10°C)の測定が規定されている。

この伸度に関してはいろいろ問題があり、福田¹¹⁾が紹介しているように賛否両論、諸説乱立の感がある。たとえば最近Bransky¹²⁾は数種のアスファルトについてアスファルテン、レジン、オイルの分析を行い、マーシャル安定度、ピーン接着力およびスポット・テストと伸度との関係を検討し第1図のような結果をえており、その結論を次のように述べている。

「舗装用アスファルトで実用性能 (engineering property) のよいものが伸度が大きいということはない。むしろ実用性能の向上と伸度の低下が比例しており、これは舗装アスファルトに対する伝統的な見解とは一



第1図 伸度と他の性質との関連

致しない」

もちろん Bransky らはこれが最終的な結論であると主張するわけではなく、さらに語を継いで

「各種のアスファルトについて、もっと研究する必要がある、特に施工試験 (field comparison) が必要である。このような研究によって、よい規格外をなくし、また舗装アスファルトの品質が正しく指示されるような方法を発見するために努力を集中することができる」

と述べている。

これらの意見を総合すれば、伸度に関して次の3点がまず問題になる。

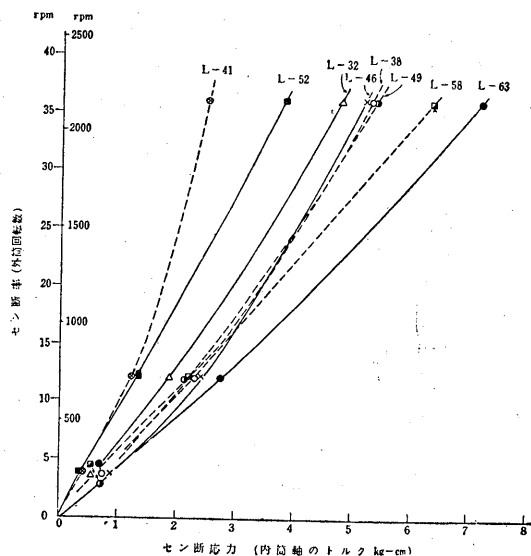
- 1) アスファルトを粘弾性体として見た場合、現在の伸度測定法による値はレオロジー常数と対応するかどうか。対応しないとすれば、どんな測定法がよいのか。
- 2) 伸度と実用性との関連があるかどうか。関連がないならば、規格を再評価すると同時にもっと適切な方法を探索しなければならない。
- 3) 伸度が単にアスファルトの種類を知るだけの意味であるならば、ほかにもっと簡便で再現性のよい方法があるのではないか。

この3つの問題は、どれを取りあげても解決は容易ではないと考えられるが、まず流動性の観点からアスファルトのコロイド構造を考察し、これと伸度との対応を検討したのち、超音波音速の温度変化からこのコロイド構造を再確認するとともに、伸度測定の方法よりもっと実用条件に近いと考えられる大速度・小変形における強度と上記のコロイド構造および伸度との関連性を検討して見よう。

流動特性

アスファルトが、軟化点よりかなり高い温度においては、ニュートン流動を示すことを認めることができることは、前に報告したが²⁾、軟化点に近づくにつれて非ニュートン流動が顕著になるであろうことが予想される。この非ニュートン性がコロイド構造を推論するための有力な一つの手段であることはよく知られている。

非ニュートン性の検出測定法は多数提案されているが、原理的にはせん断率を変えたときのせん断応力の変化を測定し、両者の対数をプロットしてえられる直線の傾斜を複合流動度 (Degree of complex flow “C” で表わす) と呼び、その大小で非ニュートン性を比較する。



第2図 流動曲線の一例

第1表 流動性測定試料の一般性状と複合流動度

試料番号	原 料		針入度 100g, 5sec @25°C	軟化点 °C (R&B)	伸 度 (cm)			P I	“C” @S.P.
	種 類 (記号)	粘度 RIS @100°C			25°C	15°C	10°C		
L-38	旭川軽質 ○	1,040	101	46.0	144	77.5	17	-0.4	0.85
L-32	旭川重質 △	2,775	107	43.7	150+	150+	150+	-1.0	0.90
L-41	アラビア軽質 ⊗	952	90	51.7	55	9	7	+0.8	0.76
L-46	アラビア重質 ×	2,425	91	48.2	150+	44.5	12.5	-0.1	0.82
L-49	黒川軽質 ●	933	107	45.4	150+	109	37.5	-0.4	0.92
L-63	黒川重質 ●	2,476	90	44.1	150+	150+	150+	-1.4	0.99
L-58	東山軽質 ■	1,137	101	44.4	150+	150+	96.5	-1.0	1.00
L-52	東山重質 ■	2,377	110	42.5	150+	150+	150+	-1.3	1.01

すなわち、“C”が1に近いほどニュートンのであり、1より小さくなるにしたがってコロイド性が増加し、ゾルからゲルへ移行するものと考えられる。

第2図は軟化点50°C付近の試料について、トラクスラー粘度計¹³⁾で測定した流動図を示し、第3図は両対数図で“C”の異なることを示したものである。

なお試料の一般性状は第1表に示すとおりで、流動性の測定は試料の軟化点温度(小数以下四捨五入)で行なっている。

この結果を見ると、伸度の良否がほぼ“C”の大小に対応しており、その関係は低温の場合でも大体成立していることが知られ、いいかえればコロイド性が小さくニュートンの流動に近いアスファルトの方が良いといえることができる。

そして同じ原料油から同じ軟化点のアスファルトを作る場合は、軽質原料から出発したものの方が、重質原料から出発したものより、コロイド性が大きく伸度は悪いことが予想される。

アラビア系、ことにその軽質系のアスファルトは国産原油系にくらべて“C”が小さく、いわばゲル性の強い代表と見られ、したがって伸度は悪く、原油自体の組成的な差が現われている。

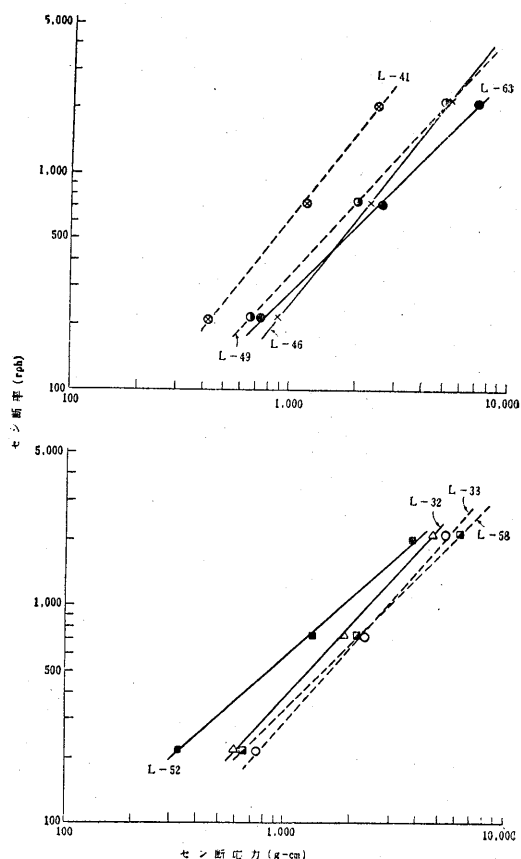
それではこの伸度の良否は他の性質とどのように対応を示すであろうか。次にその一つの例として破断強度を取り上げて見よう。

破断強度

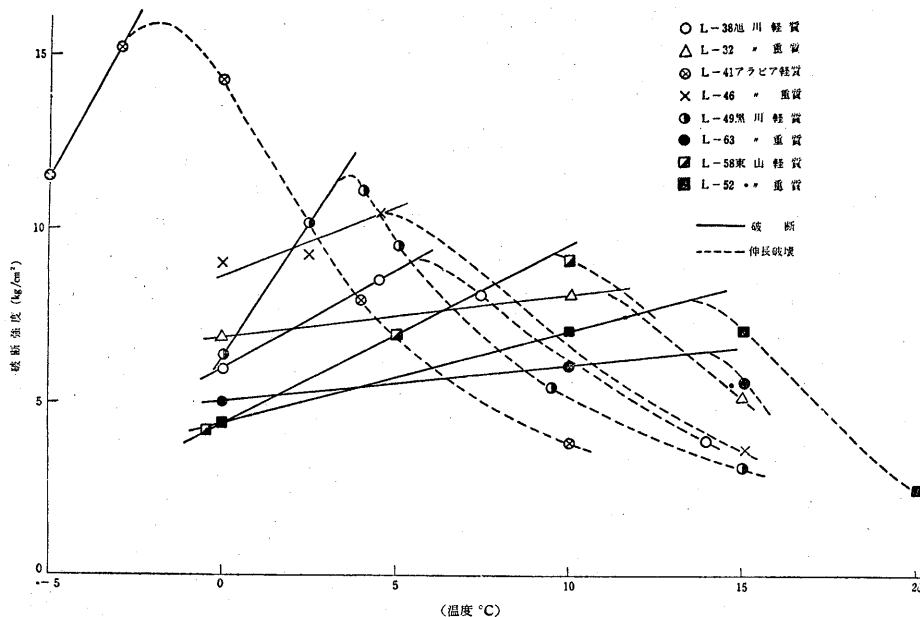
アスファルト舗装の強度を支配する因子は、決して単純なものではなく、緒言にも述べたような多くのファクターが複雑にからみ合っている。そしてアスファルトと骨材との接着破壊も、水との関連において考えなければならず、また交通状況によっては、くり返し荷重の周期が大きな影響を及ぼすこともある。

しかしここでは一種の限界条件における強度を比較す

第3図 セン断率とセン断応力との対数関係



るために破断強度をとり上げることにしよう。伸度を測定する場合は、現象からいえば粘性破壊で、測定からいえば伸長破壊であるが、この伸長速度を次第に大きくして行くと衝撃破壊に移行し、現象としてはゼイ(脆)性破壊に転ずる。この臨界速度は温度によってももちろん変るはずであるが、逆に速度を一定にして温度を変えて行



第4図 破断強度と温度との関係

第4図 破断強度と温度との関連

けば、この転位はある臨界温度で出現することになる。またこの場合の破断強度は分子あるいは分子群の間の結合の強さを表わすものと見てよいであろう。そしてこれらの諸性質は舗装強度を考えるうえに、一つの重要な資料となるものである。

第4図は流動性の測定に使用したと同じ試料について8mm/secの伸長速度における破断強度と温度との関係を示したものである。測定にはインストロン型レオメーターを使用した。

この図から知られることは、同じ原油から作ったアスファルトでは、軽質原料の方が重質原料より破断臨界温度が低く、かつ破断強度も大きいこと、およびアラビア原油系では重質原料のものでもかなり臨界温度が低くて破断強度が大きく、特にアラビア軽質原料のものがその傾向が著しいことである。

これは流動性から知られるコロイド性の大小と良く対応しており、ゲル性の強いものは伸度の点から悪いが、強度の点からは少なくともこの変形条件ですぐれており、ゾル性の強いものは伸度は良いが、強度の性質は劣るといことができる。

くりかえしていえば、ゲル性の強いものの方が伸度は悪いにもかかわらず低い温度までゼイ性破壊を起さず、またゼイ性破壊強度が大きく衝撃荷重に耐えることになる。この点はさらに変形速度を変え、道路で予想される条件のもとで測定して検討することが望ましいが、少なくとも低温伸度のよいものは低温の実用性能もよいとい

う考えには大きな疑問を投げかけるものである。

音響特性

前に述べたように、アスファルトのコロイド性は流動性によって検出されるが、全然別の方面からこの点を確かめるため音響特性を測定した結果を次に述べる。

音響特性を利用してコロイド構造(あるいは液体構造)を研究する方法は、比較的最近に発達したもので、音速の温度変化から水素結合を論じたり、周波数による音速の分散から緩和機構を検討し、あるいは音波の吸収から第3成分の効果を研究したりすることがしばしば行なわれている。特に非破壊試験法(non-destructiv test)としてアスファルトの研究に有力な武器であると考えられる。

ここではアスファルトのコロイド構造を研究する目的でこの方法を採用した。周波数1Mcのパルスを用い、遅延回路方式によって音速の温度変化を測定した結果を第5図に示す。

試料としては流動性の測定に使用したと同じ軽質原料

第2表 音速測定試料の一般性状と破断強度(0°C)

試料番号	針入度 100g/sec @25°C	軟化点 °C (R&B)	伸度 (cm) @25°C	破断強度 kg/cm² @0°C
L-36 旭川 軽質	14	109.5	1.6	7
L-39 アラビア 軽質	27.5	94.5	2.5	16
L-48 黒川 軽質	12.5	110	2	6
L-56 東山 軽質	13.5	92.5	2	5

を、ブローイングして作った軟化点100°C付近のものを
用いた。その一般性状と破断強度を第2表に示す。

これら4種の試料を比較すると、旭川系とアラビア系
が凸の曲線を示し、黒川系と東山系は一部にわずかに凸と
思われる所があるだけで、全般に凹の曲線を示してい
る。

音速—温度曲線が温度軸に対して凸になる現象の最も
代表的なものは水であって、これは化学結合より弱い水
素結合が温度を上げるに従って解消し、ある温度以上にな
ると構造的な理想液体として挙動するためであると
説明されている。この理論をアスファルトのような複雑なコロイド系にまで推し広げるには、まだ検討しなければならぬ点もあるが、一応流動性の測定からコロイド構造が弱くゾル性の強いものは、音速—温度関係の山がなく（あるいは極めて微小で）コロイド構造が強くゲル性の強いものは、この山が顕著に現われるという事実は、この音速—温度関係によってコロイド構造の強弱を推定することがある程度可能であることを示している。

これを模型的に描けば第6図の様になり、アスファルトのコロイド構造が軟化点より少し上の温度でしだいに解消する転位相があるものと考えられ、その構造の強いものほど転位相における凸型曲線が顕著になるものと予想される。

なおこの場合に25°Cの伸度はいずれも小さく、ほとんど差が現われないにもかかわらず、破断強度（伸長速度8mm/sec, 0°C）はゲル性の強いものの方が大きく、とくにアラビア系で著しい差が認められる。このことは流動性の測定からえられた結論と全く一致している。

これらの諸点を考え合せると、舗装アスファルトの性質はゾル性のものよりもむしろゲル性のある程度含むものの方がすぐれていることを予想せしめるものであり、その評価に当っては、アスファルトの性質とそのコロイド構造との間に密接な関係があることを考慮して、さらに適当な方法を研究し、また伸度的な測定を採用するにしても、この観点からもう一度その測定条件および評価法を再検討する必要があるのではなかろうか。

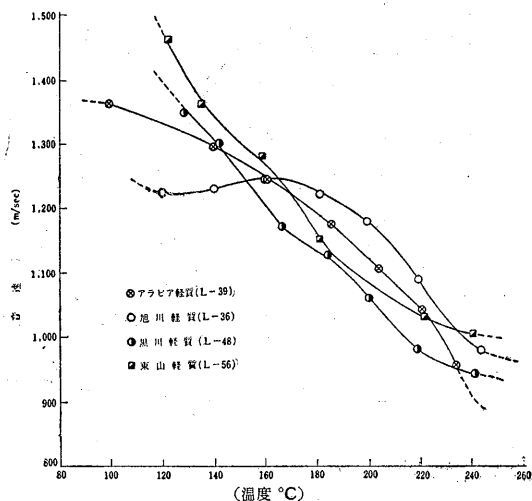
謝 辞 この研究を行うにあたって京都大学化学研究所相田博氏、北海道大学工学部菅原照雄助教授、および日本舗道技術研究所昆布谷竹郎氏の示唆に負うところがきわめて多かった。この欄を借りて厚く謝意を表す。

引用文献 (1) A. B. Brown, J. W. Sparks & T. M. Smith; J. Colloid Sci., 12 283~93 (1957)

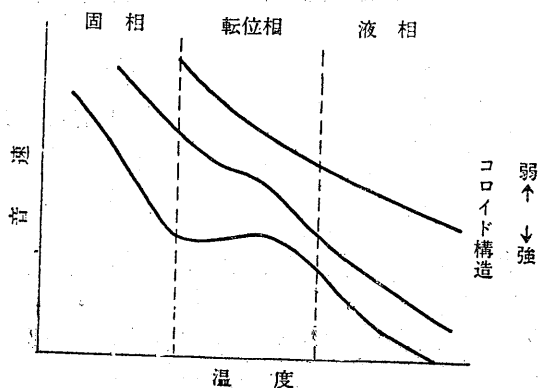
(2) 上村洋; 学協会連合研究発表会 (1956年10月)

(3) 村山健司・福田喜男・上村洋・三田村和禎・日化第10年会 (1957年4月)。

(4) 村山健司・福島健重・福田喜男・島田明・石油学



第5図 音速—温度関係 (1 Mc/sec)



第6図 アスファルトの音速—温度関係の概念図

会誌1 51~7 (1958)

(5) 村山健司・島田明・藤元義雄・三島幸蔵; 日化第10年会 (1957年4月)

(6) 村山健司・福島健重・加藤久明; 同上

(7) 福島健重・加藤久明・山下正忠; 音響化学討論会 (1958年7月)

(8) 福島健重・加藤久明・学協会連合研究発表会 (1957年9月)

(9) 福島健重・加藤久明・山下正忠・コロイド化学討論会 (1957年9月)

(10) 村山健司・福島健重・福田喜男・石油学会欧文誌 (第1巻第1号)

(11) 福田喜男・油化学7 482~9 (1958)

(12) D.W. Bransky, J.E. Horan & T.L. Speer; Petr. Refiner 37, No. 11, 247~50 (1958)

(13) R.N. Traxler et. al.; Ind. Eng. Chem. Anal. Ed., 14 340(1942) Ind. Eng. Chem. 36, 323 (1944)

アスファルトによる 河川の護岸の二つの例

シェル石油アスファルト部 有 福 武 治 抄 訳

(まえがき) 御承知のように日本ではアスファルトによる護岸の実施例はきわめて僅かですが欧米では広く、古くから施工されている。ことに海面を干拓しているオランダでは、数年前の北海の大暴風雨の際、無傷で残ったのはアスファルトによる護岸のみであったといわれている。ロンドン・シェル発行の Shell Bitumen Review No. 1 及び No. 3 より2つの例を簡単に抄訳する。なお、本文のスエズ運河の護岸工事は、1954年に大規模の試験工事が行なわれて成功したので、スエズ事変で中断はされたが、現在まで継続して行なわれている。また河川の護岸については具体的例で詳記する機会があると思います。



通過船舶による波が岸を洗うところ

スエズ運河のアスファルトによる護岸

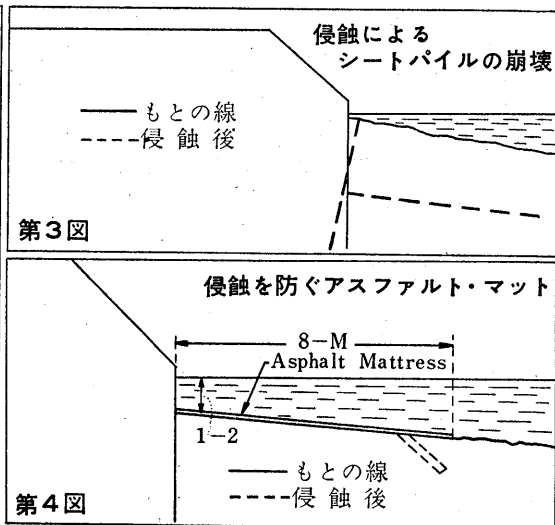
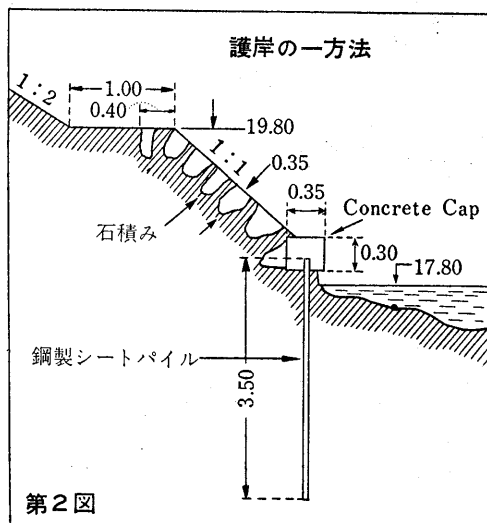
(A report on full-scale trials carried out in 1954 on the Suez Canal)

Shell Bitumen Review No.1 P. 7より

1869年スエズ運河が完成してから、今日まで通過船舶による船尾波のため、両岸が侵蝕崩壊して、そのメンテナンスにいろいろの対策を講じてきたが、よい工法が見つからず、1933年、1935年、1937年、1938年に小規模ながらアスファルトコンクリートで施工された。このスエズ運河の場合の特殊条件は、

1. 海水の塩分が比較的に高いので、使用材料に対する塩分の影響

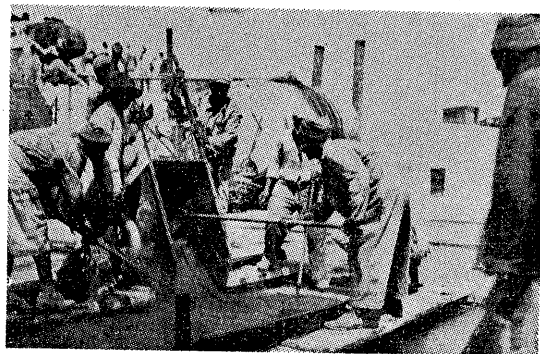
2. 水路が長いので、南と北と水位が1.8mも差がある
3. 気温の変化が大きい、すなわち夏の日中は60°Cになり、夜はかなり冷え込む、ことに冬の夜は寒い
4. 通行船舶は、時速7.5ノットの制限速度で運行しても、約0.75mの船尾波が生じて、これが両岸の土砂を洗い流すことになる



1955年は13,000隻平均7750吨の船が通過し、ことにタンカーは25,000吨以上もあり、大きい船の場合、船底と運河底との間は数十厘しかなく、両岸からの土砂の崩壊を防止する水路のメンテナンスは重大な問題である。

最初、運河は54m 巾、8 m 水深のものが、今日では120m 巾、14m 水深に拡張されている。水路保全是、建設当時から、現在まで、運河当局の頭痛の種であった。そして初め、葦や粗朶を編んでマットを作って敷いたり石のリベットメント、特殊セメントと、レール、T型鋼、シートパイル、等を併用して第2図のように築造したりした。しかし、これでも不十分で第3図のように、次第にパイル附近の土砂は流されて、中央の水路部に溜り、パイルが堤防の土圧に耐えず崩壊する場合が多く、これに対し1933年、1935年、1937年、1938年にそれぞれいわゆるフレキシブルなマスチック・アスファルトとアスファルト、コンクリートを使用して、小規模な護

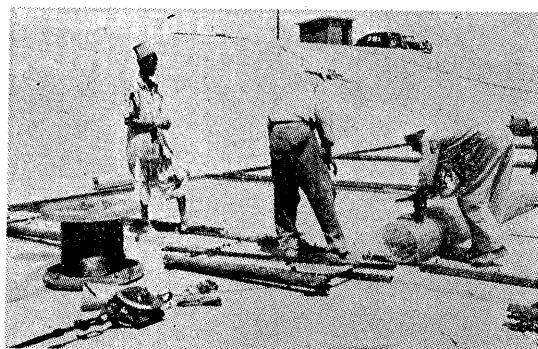
アスファルト・マットの枠にアスファルト
合材の流し込み



岸を行なった。その後、第二次大戦で中断されて1954年に、運河底を、よく調査した結果、350mのパイルの代りに500mのパイルを使用し、河床の部分に全長約700mにわたってマスチック・アスファルトのマットを順次継いで敷設することにした。そうすると第4図のように最初幾分か土砂の流失はあるが、マスチック・アスファルトはフレキシブルのため図のように撓んで曲り、それ以後の、侵蝕、土砂の流失が止り、岸の崩壊を防止することになる。

マスチック・アスファルトには1.5mm径×4cmメッシュの金網を補強として入れ、添付の写真のように、ミキシング・サイトで必要なマットを作り、運搬船に重ねて現場に運び、“Octopus”と呼ぶ特殊の吸着板付のクレーンで、敷設船に移して、順次継いで敷設するのである。

これらのマスチック・アスファルトは、石灰石の骨材84%、ファイラー4%、アスファルト12%で、アスファル



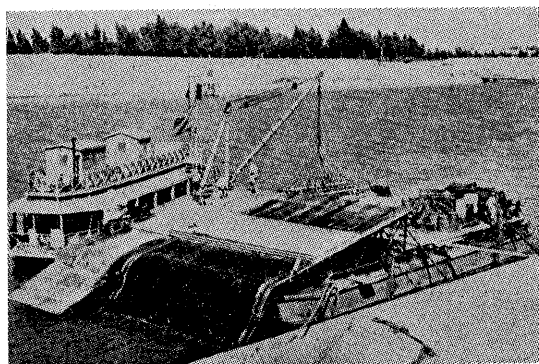
アスファルト・マットの補強用の金網張り

トは150°Cで、製油所からローリーで運ばれた。骨材の粒度は

	重量比
1/2 " 篩 通 過	2.8
1/4 " " "	3.2
10 メツシュ篩通過	24.3
20 " " "	10.5
30 " " "	6.0
40 " " "	4.6
50 " " "	10.5
80 " " "	3.2
100 " " "	10.1
200 " " "	24.8
	100.0

1954年に約5000平方メートルにわたってこのマットが敷かれ、その後の調査では、完全にその機能を果していることが判り、引続いて順次施行されている。本工事はエジ

“Octopus” と呼ぶ吸着板付の特殊クレーンでマットを吸いあげて、敷設船に移し、順次水底にすべらせて、敷設しているところ



プト、シェル石油と、フランスのソリディット (Solidit Engineering Contracting Co.) の協力の下で、運河当局によって施工された。

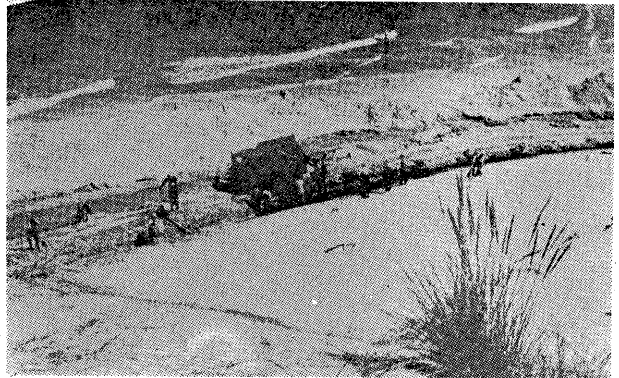
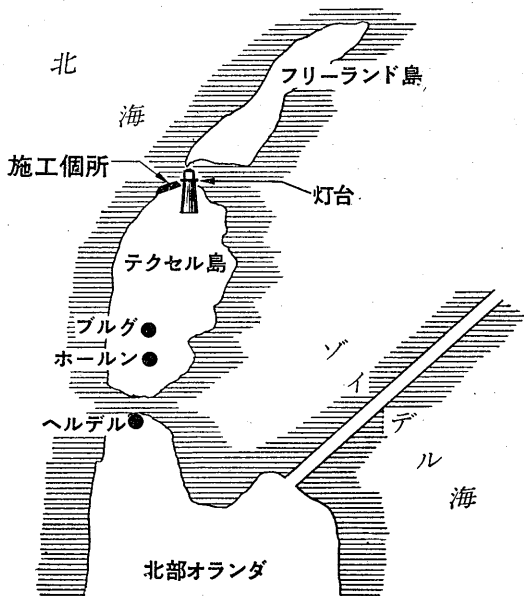


(Dune Revetment on the Island of Texel) Shell Bitumen Review No.3 P.4より

オランダゾイデル海北部の Texel 島の砂丘は、北海の荒波によって順次侵蝕されるので、島全体として危険を未然に防ぐ意味から護岸を施すことに決定し、ことに島の北端に灯台があるので波による侵蝕の程度がよく判っていた。

砂丘のアスファルト護岸は1956年に完成した。まず葦で作った 30cm 厚のマットを敷いてこれを 0.6ton/m² になるように、石をセットして固定する。その上にサンド・アスファルトを流し、19cm厚のオープン・タイプのアスファルト・コンクリート、(Open Asphaltic Concrete) 6cm厚の稠密なアスファルト・コンクリート (Dense Asphaltic Concrete) を次ページの表の配合で行なっている。そして最後にカットバックでシール・コートを施してある。写真は施工前、施工後の様子を示している。

Sand Asphalt		Open Asphaltic Concrete		Dense Asphaltic Concrete	
砂	94%	砂利(5~20mm)	40%	砕いた砂利(5~12mm)	43%
アスファルト	6%	川砂	23%	川砂	21%
		現場の砂	23%	現場の砂	21%
		フィラー	7.5%	フィラー	7.5%
		アスファルト	6.5%	アスファルト	7.5%



〔写真上〕護岸施工中の全景

〔図・左〕護岸施工個所の見取図

アスファルト道路のメンテナンス (第8号のつづき)

道路状態の点検 (トラブル—破損—の発見)

どの種の舗道でも、表層にトラブル (破損) が生じた場合、それをすぐ見つけ出す為に定期的にパトロールする必要があるが、その場合はパトロールは自動車がよい。一番よい方法は勿論歩いて点検することである。若し忙しい道路技術者がこの点検の仕事をするには、時間の無駄となるからパトロール・マン又「区間担当工夫 (Length man)」がある。数キロの距離のメンテナンス其他を受持って、上記のトラブルを発見した場合担当の道路技術者に報告するようにする。又担当の道路技術者は車で相当の区間を一定毎に (一週間に一回又は一カ月に一回ずつ) 見て廻るようにする。

一方「区間担当工夫 (Length man)」は受持区間の社宅に住んでいて、必要な道具を準備して、側溝、崖、土手、排水路等の整備をし、巡回技術者の指示に従って道路の表層を補修する小さい仕事も行う。ある国では5kmごとに区「間担当工夫 (Length man)」を置いているが彼等はすぐ自分の担当区間の道路の悪いところ等をのみこむようにする。

土木技術者にとっては補修機動班 (Mobile Unit) は非常に役立つものである。「区間担当工夫 (Length man)」の報告により道路の破損が知らされると技術者はどのような手当をすべきか考え、若し区間担当工夫 (Length man) の手におえないとわかれれば例の機動班を送りだす。これによりいわゆる「予防的な補修 (Preventive maintenance)」が出来るので、大きい補修工事や、大手術をする必要がなくなる。

以上書いた事は筆者が「手当よりも予防が第一である」と云いたかったからであるが、維持、補修の組織が完全でいつも破損やトラブルを見張っていて始めてトラブルに対する理想的な態勢と云える——そして若しトラブルが発見されたらすぐに処理することである。

最近のアスファルト乳剤とその舗装について

東亜道路工業株式会社 専務取締役 川口 磐三

取締役 東京支店長 富岡 芳文

技術研究所長 増田 久三男

1. ま え が き

最近のアスファルト乳剤は道路舗装用として、重交通道より軽交通道に至る道路に使用されている。然るに戦前、戦後には交通量を殆んど考慮せずに使用したため舗設後の破壊が多く、アスファルト乳剤舗装を悪い意味での簡易舗装に結びつけてしまった考えが未だ残っている。

之等破壊の原因を調べると交通量に対処する舗装合計厚さの不足が主な原因であり、更には乳剤の使用法を無視した即ち乳剤自身の性質を知らないで行った施工が次の原因であった。

交通量に対処する舗装合計厚からの各層の配分に当って、その工種の選定は設計、施工および経済性の各面より如何なる工種を選び配分するか非常にむずかしい事である。

其処で工種選定にアスファルト乳剤に依る工法を選定する場合には如何なる条件を必要とするか、更にはアスファルト乳剤を使用する場合の仕様、管理、検査の注意を如何にすべきかに就いての研究結果、および経験に基づいての報告を簡単に、御参考に供する次第であります。

2. アスファルト乳剤による工法の選定について

アスファルト乳剤による工法は大別して次の三種工法があり、之等は夫々交通量に応じて次の舗装の各層に配合使用されている。

(1) 修正浸透式工法（乳剤マカダム工法）

(2) 常温混合式工法（乳剤による粗骨材、細骨材、細骨材粒度混合式）

(3) 土壤安定処理工法（乳剤による土壤および現地砂混合式）

(1) 修正浸透式工法

本工法は乳剤に依るマカダム式工法であり、表層、中間層、および基層に一般に使用されている。表層として使用する場合は軽交通道の2,000台/日以下の交通に適応するもので、其の舗設厚は3~6㎝厚で一般に5㎝厚のものが設計されている。特に表層用として使用する際には目潰機を充分な量使用し、乳剤量を増して舗装体を密なものとし更には剪断抵抗、耐水に耐えるようにする。

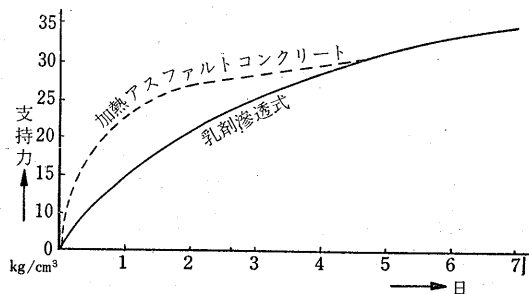
特に寒冷地、重荷重道、日蔭の場所には適応しないものである。但し舗装体の老化防止或は滑止めのために旧舗装体を Over-Lay する場合は交通量の如何を問わず本工法の採用は経済的にも効果がある。

中間層、基層用としての使用には中交通道あるいは重交通道の7,500台/日以上に交通に適応するもので、其の舗設厚には中間層が3~6㎝厚、基層は5~10㎝厚が設計されている。之等各層に使用する場合は特に次表に挙げたように施工後少数日の養生期間がないと所望の支持力が得られないから注意すべきである。即ち本工法にて施工直後、表層の混合物を敷均する事は危険で、少くとも或る期間自然交通を行い、荷重に対する下層構造物のバロメーターとすべきである。

(2) 常温混合式工法

本工法は混合式乳剤に依り粗骨材、細骨材、細骨材をプラント混合、簡易ミキサー、あるいは路面混合機で常温で混合し舗設する工法である。表層として使用する場合は軽あるいは中交通道に適応するもので、舗設厚は3~6㎝厚で粗骨材および細骨材混合式が用いられる。

特に粗骨材式は密粒度配合のものが使用される。但し現在本邦ではこの密粒度が余り紹介されていないので、特に御参考に供する。（米国では殆んど此の配合が使用されている）



密粒度骨材工法（混合式乳剤による）

工 種	厚さ 5 cm 以上の基層用	5 cm 以下の基層目、粗目の表層	いくら粗目、目の細かい表層	目の細かい表層
骨材の粒度（通過百分率）				
35mm	85～100	100	100	—
20 "	65～90	75～100	90～100	—
15 "	50～80	60～80	80～100	100
5 "	35～65	40～60	60～85	75～100
2 "	25～45	25～40	40～60	45～70
0.48 "	10～20	10～20	15～30	15～30
0.18 "	5～10	5～10	5～15	5～15
0.074 "	0～8	0～8	0～8	0～8
乳剤の種類	ME-2	ME-3	SS-I	SS-II
備 考	厚さ 5～10cm ME-2 SS-I 使用	厚さ 2～5cm 主として ME-2 ME-3 SS II 使用		

但し、乳剤の量は $P = \frac{(0.05A + 0.12B + 0.6C) \times K}{\text{乳剤中の瀝青量}}$

(%) で決定する。中間層、基層用としての使用は中交通あるいは重交通に用られ、其の舗設厚は中間層が 3～6 ㎝厚、基層は 5～12 ㎝厚に設計されている。特に混合式乳剤を表層以外に使用の場合は水分の蒸発が遅れ勝ちであるから、（浸透式よりも遅いものである）十分な硬化時期を取るべきである。工種としては粗骨材工法によるか粗細骨材式を採用すべきである。

(3) 土壌安定処理工法

本工法は細骨材と土壌を乳剤により、路面混合機、プラント混合機で常温で混合舗設する工法である。表層としては砂利道を掻き起し路面混合し 3～5 ㎝厚で軽交通道に用いるか、あるいは地方の安価な材料で路上混合し敷均し舗設する。中、重交通道に対しては路盤用として、在来の土壌を利用するか、補足材を投入して粒度を安定化して用いるか、あるいは地方の安価材料を用いて路上、搬入の混合で 10～20 ㎝厚に施用される。

之等の安定処理工法に用いる材料は次の粒径加積曲線の範囲のものが研究の結果適当と思われるので参考迄に挙げれば：

3. アスファルト乳剤使用上の注意

アスファルト乳剤舗装を成功させるための目的は、十分に乳剤の性質と施工上の使用法を知る事である。

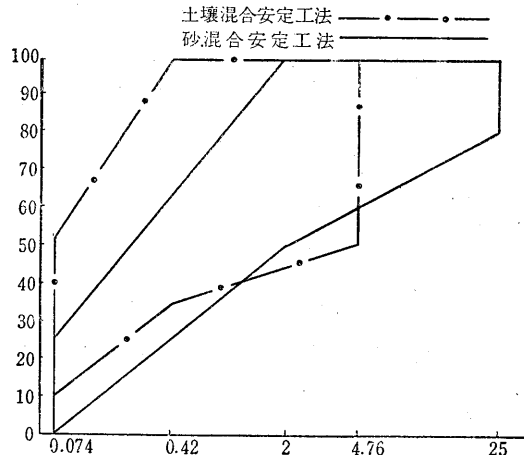
アスファルト乳剤を使用する目的は工法の如何を問わず骨材面に対し十分な被覆と粘着力を与えることである。

骨材面に対する被覆は乳剤の湿潤性によって定まるもので、その湿潤性は骨材面への乳剤の接触角によって決定される。然るに乳剤のように常温散布で、加熱しない骨材に対する施用は其の接触角が殆んど零に近いもので十分な湿潤力を発揮し被覆力が大きくなる。

斯様に接触角が小さく湿潤力が大となると其の被膜は一般的に薄膜となる。

骨材粒子間の乳剤の薄膜は勿論骨材粒子間の膜の附着

粒度組成範囲図表



面積の大きさに関係するが、附着面積が大きければ薄膜なるがために剪断抵抗は大きくなる。

其処でアスファルト乳剤は理論的には非常に要を得た舗装材料と言えるが、特に次の事項に關聯性を持たないと其の理論は生きず失敗してしまう。

(イ) 骨材質と形状

(ロ) 乳剤性質と天候

即ち(イ)骨材質と形状であるが、湿潤性、被覆がよくても相手骨材の質と形状によって理論効果は減じられる。

骨材には乳剤やアスファルト類と親和性の強いものあれば、弱いものもある。（前者は疎水性骨材、後者を親水性骨材と呼んでいる）其処で湿潤性を、被覆をより一層よくするためには特に疎水性の乳剤になじみのよい骨材を使用する必要がある。形状に就いても丸味を帯びている骨材よりも、接触面の大きな碎石骨材が前述のように薄膜との関係で剪断抵抗に対応し得てよい。

尚(ロ)乳剤性質と天候も湿潤、被覆に大いに關聯性を持つもので乳剤自体のアスファルト粒子の分散粒が大きかったり、甚だしく不均等粒であるような粗悪品では、接触角大きく湿潤を阻害し被覆が悪くなる。更には骨材の附着水が多かったり、（一般 3～5% 程度であるが、これ以上は乾燥して使用すべきである）乳剤中の水分が多かったり、湿気の多い悪天候の乳剤の使用は湿潤被覆に影響する処が大きい。

其処で理論的使用法とその關聯性に依って実際に乳剤を現場に於て使用する場合どんな乳剤の諸性質と施工の關聯性を持って施用すべきか簡単に挙げれば：

③ 比粘度と散布あるいは混合性

乳剤の粘度は散布後の骨材間への浸透に或は混合時の作業性や被覆能力に影響するため使用に当って充分な配慮を必要とする。浸透用に使用するためには勿論低粘度が

理想的であるが、使用時の温度で粘度が変化するため特に注意が肝要である。即ち冬季は温度が下がるため乳剤の粘度が高くなり使用上浸透を阻害するから出来るだけ低粘度のものを要求すべきであり、夏季は逆に稍々高い粘度のものを選ぶべきである。最近では圧力式スプレーヤーに依る散布が一般的であるから其の粘度は当然10以下のものを使用すればよいと思う。

混合用は機械混合に依るため粘度の使用差をつける程の事も無いが、特に骨材の粒度に依り Warkerbility が稍々異なり、損失量も相違を来し易いので粗粒度骨材に対しては稍々高い粘度の10~15（エングレー比粘度）が、密粒度では7~13の範囲で、細粒度は5~15、土壤安定処理では10~20の範囲が適当のようである。

⑤ 含有量と骨材被膜

乳剤中のアスファルト含有量は骨材を被覆するに必要な量あるいは厚みとなるもので、含有量が少な過ぎても多過ぎても効果がない。即ちアスファルト含有量が少過ぎれば、前記の粘度が低く骨材面への湿潤が良過ぎて薄膜が「むら」になり損失（流失）が多くなり、含有量が多いと必然的に粘度が高く、浸透が悪く膜が厚く形成され剪断抵抗を小さくしてしまう。其処で含有量は粘度に直接影響し骨材被膜に関係するから、特に浸透式工法には含有量の多くないものを、混合式工法には骨材の全面被覆を考慮して含有量の多いものを選ぶべきである。

⑥ 分解時間と舗装の安定性

分解時間とは乳剤が骨材に散布されて乳剤中の水分が発散しアスファルト膜が形成されるまでの時間で、此の分解時間が長いと舗装は安定しない。其処で乳剤が骨材面を被覆してから、その水分を早期に発散、除去させるための条件が舗装の安定を左右することになる。

即ち条件として、乳剤の分解機構をみると、(i)接触分解……（乳剤が骨材に接触しただけで分解する。）(ii)吸水分解……（骨材に乳剤中の水分が吸水されて分解する。）(iii)蒸発分解……（骨材を被覆した乳剤中の水分が蒸発して分解する。）の三つの機構があり、夫々の機構の占める比率は蒸発分解が70%、吸水分解が20%、接触分解が10%である。

其処で乳剤を使用後逸早く安定性を得るには蒸発分解を重視する事であり；それは温暖の天候を選んでの施工が必要となる。冬季にあつては乳剤を加温（50°C 迄とし、それ以上に加温すると乳剤質を悪くする）して使用する事も便法である。

⑦ 乳剤の安定度と作業性

乳剤の安定度は貯蔵安定、低温安定、および混合安定なるものがある。乳剤の安定の良否は分散粒の均等度によるもので不均等粒過ぎれば勿論安定が悪く作業に影響

する。即ち散布に当ってはスプレーヤーの口を塞ぎ、更には骨材面に不均等厚の膜を形成する事になるし、混合にあつては変形な被膜形成となる。其処で浸透式の場合は出来るだけ安定な乳剤を選ぶべきである。

然し乳剤が超安定であり過ぎると、骨材被膜中の水分の分離が遅れて舗装体の安定性を欠く事になるので、飽和作業度に応じた安定度のものを使用すべきである。

⑧ 残留物の諸性質と舗装の安定効果

乳剤の残留物中特に舗装の安定効果を可否するものは針入度と伸度である。乳剤の場合はアスファルト基（ナフテン基）かアスファルト基に近い混合基のアスファルトを使用するので勿論性質が舗装の安定効果を害するとは考えられないが、針入度は骨材間の剪断、摩擦抵抗に影響するのでその範囲の選定は非常にむずかしい。乳剤舗装に使用する骨材の V.M.A（骨材の空隙率）は大きいので特に針入度の高いアスファルトを使用した薄膜でないと前記抵抗に耐えない。其処で針入度の選択は浸透式工法では軟質の高いものを、混合式では稍々硬質のものを使用するべきである。

伸度に就いても V.M.A が大きいだけに伸びのあるものが要求されるが、一般に針入度と性質がよいために問題にはならないようである。ただ乳化剤、安定剤の使用率が多い乳剤であると伸度を悪くするから、良質な乳剤の選択が必要となろう。

4. あとがき

以上、アスファルト乳剤について使用上の一般論を申述べた次第ですが昨今の道路事情に伴い特に交通条件の量と質の激変に原因して乳剤舗装に対し是非論が一部の人の間に行われているようだが筆者はアスファルト乳剤舗装の受持つ使命と特色は現在も将来も厳として存在することを確信すると共に益々道路技術者の手に依って有効に活用されんことを熱望する次第であります。

×	×
×	×
×	×
×	×
×	×

本誌第9号世界各国の規格表は入手プリントに一部誤りがありますので下記の通り訂正します

ページ	誤	正
P.24 スイス	見出しの Swiss Government.....	S.N.V. (SCHWEIZ NORMEN-VEREINIGUNG) OFFICIALLY RECOGNISED SPECIFICATION
"	Date of Specification : 1950	Date of Specitication : 1957
"	B B 5 行目 180-220は 180-200。6 段 5 行目180-220は180-200とそれぞれ訂正	
"	10段~11段 3 行目空白には S.U.M.T を各々入れ。16段 8 行目90+は80+と訂正	
P.25 フランス	5 段 6 行目1.00-1.1は1.00-1.07。8 段 1 行目 Loss on heating は Loss on heating max とする	
"	10~14段 1 行目の各項目末尾に mix を各々入れ。6 段 4 行目3443は34-43	
"	下より 2 段目 (Letter No.1513.....) の一行は同表に無関係につき削除	
P.26 南アフリカ	11段目 Ductility at 25°C (77°F) minに続く規格は全部削除して	cm SABS9.5(ASTM) - 100 100 100 100 60 40 とする
"	11段と12段目の間に新たに	Loss on Heating max の項を入れ11段目の規格をこれに続ける
P.27 オーストラリア	見出し Australian for Residual Bitumens Specified by the Standard Ass'n of Australia	Australian Standard Specification for Bitumens Standard Association Specification
"	Test No.9b の 1~2 行目は	Penetration of Residue at 25°C of orig に訂正
"	最下段 P. 1 の数字全部削除	(-3.2の所に)-0.9 (-3.1の所に)-0.7 (-3の所に) -1.07 (-3.1の所に)-1.1 (-4.1の所に)-0.5
P.28 スウェーデン	10段 2 行目 g/ml は削除。 10段 5 行目0.99は0.98。 Grade 14の右より 2 行目 -8 は 2 と訂正	
P.29 ノルウェー	4 段目 A250 は A250-320。この欄の下250は250-320。 Grade 11の 2 行目空白に % を入れる	
P.30 D.I.N	Grade 2 の 2) へ新たに 2) を削り	Kromen & Sarnon の項目を起して以下の規格を °C D.I.N u5 16-24 24-30 30-35 35-40 40-45 45-53 53-58 を新に入れる
"	下より 9 行目1) Correspond to.....の 1 行は	全部削除
P.31 ギリシャ	Grade 150/200	180/200
P.33 A.A.SH.O	Penetration の項に新たに	200 300 350 400 450 500 550 600 650 700 750 800 850 900 950 1000
"	Solubility in CS ₂ の項及び規格は全部削除。Flash pt C.O.C の項及び規格は全部削除する。	
"	L.O.H の項目の下に新たに	Ash max の項を起して以下の規格を %wt AASHO T111 1.0 1.0 1.0 1.0 1.0 1.0 1.0 1.0 1.0 とする
"	7 段 1 行目 Ductility min	Ductility at 25°C (77°F) min
P.34 ベルギー	4 段 5 行目1.000-1.040は1.010-1.040。 Note 1 の末尾 25°C 11°C は 25°C±1°C とする。	
"	Note 3 の $\frac{\log 800 - \log \text{Pen.}}{\text{Soft pt R2.8°C-25}}$	$\frac{\log 800 - \log \text{Pen.}}{\text{Soft pt R2.B°C-25}}$
P.35 インド	R 4 段目 25 の右の空白には	R35 R45 R65 R90 R200 をそれぞれ入れる
"	7 段 5 行目 0.98 は 0.99。10段 5 行目 52-61 は 52-66。15段目の 9 の項目の末尾に min を入れる。	
P.36	見出しイギリス削除して New South Wales (とする)	
"	8 段目 2. Flash point min	2. Flash point (P.M.O.C) min
"	下から 6 段 6. Pen. of Residue min of 4a	6. Pen. of Residue at 25°C min of 4a
"	上記訂正した欄の 2 行目 % は	of orig (とする)
P.37 ニュージランド	下から 3 段目の末尾に	(35%×Xylene) を入れる
P.38 イタリア	5 段右より 3 行目51-60は50-56。 下から 5 段右より 3 行目2.50は2.25	
"	最下段 P.1. の数字全部を	-0.3 -0.3 -0.5 -0.6 -0.45 -0.25 0 -0.6に訂正
P.39 デンマーク	2 段目 Date の1949は1957。 4 段 6 行目250-300は250-350とする。 4 段 7 行目150-200は150-220 下から 9 段 8~9 行目の (-8 (-6 は (-6 (-5 とする。	

別冊刊行第1号

☆アスファルト・インスティテュート文献より翻訳☆

詳しく解説した実用書

『アスファルトプラントの検査と管理』

B5版16ページ図解入
実費頒価 40円

能率的に操作する方法・故障した時はどうするか・全体操作の管理法・最高の製品を得る方法

建設省本省、全国地建、工事々務所、出張所・都道府県道路課、建設事務所・道路公団

北海道開発局・全国土建業者（日本道路建設業協会々員）へは各1部無料贈呈

特に御希望の方は実費にてお分け致します。

日本アスファルト協会

おことわり

皆様方より本誌の追加注文を大分お申込みいただいておりますが、
ただいまのところ第1～7号迄及び第9号は全部在庫がなくなっており
ます。第8号は多少お分けする余裕があるかと存じます。

目下、毎号5,000部発行しておりますが、予想外の御好評により常
に品切れとなっています。今後、品切れの号を増刷することも考えて
おりますのでいま暫くお待ち下さい。

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	棚 勝 島 務

アスファルト

第2巻 第10号

昭和34年9月30日 印刷

昭和34年10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) 1131

印刷所 光邦印刷株式会社

東京都千代田区飯田町2の20

日本アスファルト協会会員

〔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) 1791	大 協
浅野物産株式会社	東京都千代田区丸の内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 鉦
国光商事株式会社	東京都中央区銀座東6の7	(54) 4381	出 光
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1	(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3	(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	(24) 2778	昭 石
日商株式会社	東京都千代田区大手町1の2	(23) 7511	昭 石
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	東京都中野区日本橋江戸橋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	亜 細 亜
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
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	(88) 1210	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 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 瓦町 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	(36) 7 7 7 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	(39) 1 7 6 1	昭 石
梅本石油株式会社	大阪市 西区 新町北通 1 の 52	(54) 3 7 8 5	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
株式会社 山北 石油 店	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

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

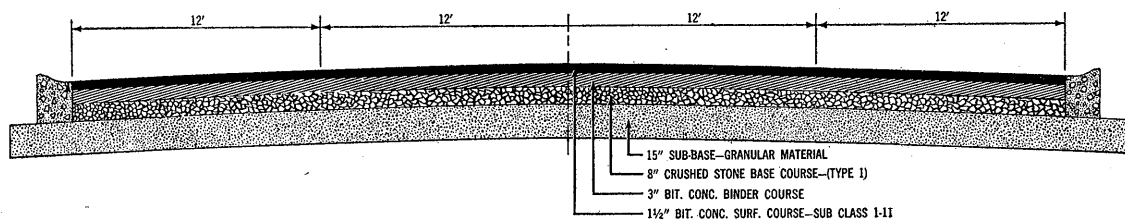
日本鉱業株式会社

昭和石油株式会社

シエル石油株式会社

〔ABC順〕

Lake Shore Drive Extension an Example of Sound Design



TYPICAL CROSS SECTION OF 48" PAVEMENT

アスファルト 第2巻第10号 非売品

日本アスファルト協会 東京都中央区新富町3-2
(55) 1131-4

発行人 南部 勇

昭和34年10月4日発行

光邦印刷株式会社印刷