

アスファルト

第18巻 第101号 昭和50年7月発行

★論文賞入選発表★	1
〈入選論文〉	
供用中におけるアスファルト舗装の老化の研究	
笠原 靖・植村 正	2
《特集・環境公害対策》	
公害規制法の動向とアスファルト	原 肇哉 8
アスファルトプラントの公害対策	南沢武彦 14
環境対策におけるアスファルトの応用	井町弘光 18
〈統計解説〉 昭和50年度石油アスファルトの需要見通し	22
☆研究所めぐり・日本石油中央技術研究所☆	24
〈道路技術者のアスファルト講座・最終回〉	
アスファルト混合物の諸性質と配合設計	阿部頼政 29
質疑応答	21
データシート	36

101

社団法人 日本アスファルト協会

昭和49年度 日本アスファルト協会論文賞発表

入選第一席

該当論文なし

入選第二席

賞状・副賞 金3万円

「供用中におけるアスファルト舗装の老化の研究」

東亜道路工業(株)技術研究所 笠原 靖・植村 正

《講評》 入選論文について

アスファルトの老化はアスファルト舗装のひびわれ破壊に関連する主要な現象のひとつで、これまで多くの研究者が取組んできたテーマである。

本論文は、供用中の舗装の老化現象を回収アスファルトの物理変化によって解明しようと試みたもので、はじめにアブソン法の精度向上のための改良点を提案し、次に舗装の横断方向とアスファルト混合物層の厚さ方向の老化の度合いを、新しい方法で回収したアスファルトの針入度などによって調べた。その結果、車道部に比べて路肩部ではアスファルトの針入度は小さいことがわかったが、それは空げき量の相違によるものであり、また、深さ方向の硬化の度合いは空げき量に依存するが、主として水、酸素および紫外線の影響によるものであることを確かめた。

本研究は、車が通らない舗装は老化がはやいという従来の考え方を実証的に裏付けたもので、それが単に空げき量の差によるのか、あるいはアスファルトのシキソトロピー様の性質によるものか、十分説明されてはいない

が、多くの技術者の興味を呼ぶものである。また実際面では、最近各所に見られる交通開放していない舗装の老化に対する防護措置を講ずる上で参考となる。さらに重要なことは、アスファルト混合物層の下縁より上縁にひびわれの始点がありそうだと推論されるように、アスファルト舗装のひびわれ発生機構を解明するに際し、有益な示唆を与えるものである。またこの分野の研究を進める上で改良アブソン法は有力な手段となることは疑いない。

なお、蛇足ながら、イギリスのTRRLでは1965年頃、特殊な方法で、舗装表面から厚さ0.5mmごとに回収したアスファルトの粘度と組成を調べている。その目的は、わだち部と車輪の通らない、むしろエンジンオイルでフラックスされるわだち間部の老化のちがいを究明することであった。それはまた、適度の老化によって路面のすべり抵抗性を確保しようとする考えにもとづく、バインダーの選択に関する問題で、われわれとは捉え方にかんりの相違があるのは興味深いことである。

選考委員

委員長 谷 藤 正 三
委員 多 田 宏 行
" 南 雲 貞 夫
" 金 山 哲 二
" 中 山 才 祐

本協会名誉会長

建設省道路局道路経済調査室長

建設省土木研究所舗装研究室長

本協会 前企画委員長

本協会 前需要開発委員長

＜昭和50年度論文賞の応募規程は、次号掲載の予定＞

供用中におけるアスファルト舗装の老化の研究

— 主として劣化に及ぼす路面からの深さの影響 —

笠 原 靖 植 松 正*

1. 緒 言

供用中におけるアスファルト舗装の破壊現象の解明は舗装技術の分野における古くからの課題であったため、その研究も多岐に及び、すでに多くの報告がなされてきている。舗装の破壊は主に舗装構造と交通量に応じたくり返し载荷による力学的疲労¹⁾によることは周知のことであるがアスファルトの老化がこれらに及ぼす影響も、また無視できない問題であり、さらに供用中の複雑な疲労現象の適確な把握は最近注目されつつある疲労実験、即ち室内のシミュレート化等に貴重な情報を与える筈である。

しかし現在、舗装体からアスファルトは正確に回収できるのであろうか。一般にアスファルトの回収にはアブソン法(ASTM—1856—65)が利用されているが、重要な試験項目であるにも拘らず、その精度については不安をもっている技術者も多いものと思われる。筆者等もかつてホットストレージによるアスファルトの硬化を検討するためにアブソン法を採用したが、試験法に則って行なったにも拘らずバラツキが多く、データーが得られなかった苦い経験をしている。これに関してはAAPT等を初め報告²⁾³⁾も多くのところで触れるまでもないが、わが国でも約10年前、日本アスファルト協会⁴⁾の研究會において膨大な実験を行なった結果、回収アスファルトの針入度にバラツキが大きいことを指摘している。そこで、筆者等はまず混合物中からのアスファルトの回収につい

て、精度の向上に関する改良法を検討し、その方法を用いて本論文の目的である老化の問題についての議論を試みた。

舗装体中のアスファルトの老化に関する研究は Gotojski⁵⁾, Culley⁶⁾ を初め、国内でも名神高速道路の追跡調査等⁷⁾があるが、アスファルトの老化に及ぼす路面からの深さおよび荷重頻度の影響について論じた報告は余りみられず、後者については Wright と Coons⁸⁾ による粘度測定があるのみである。一方、路面における老化の場合は単に温度—時間のシフト関係の他に、特に表面は紫外線の照射および水の影響を強く受けるなど、因子が多く不明な点が多い。そこで本報では主として交通量の多い中心部および路側部について、路面からの深さ別にアスファルトを回収して一連の実験を行ない。これらの結果を既報^{9)~14)}で明らかにした熱劣化の現象と合わせて検討を行ない考察を加えた。

2. 試料および実験方法

2-1 試料とコアの採取

アスファルトは表-1に示したクウェート原油の針入度80/100を使用した。舗装(神奈川県道、松田—橘線)は密粒度標準配合¹⁵⁾による表層部を対象としたが、施工の詳細については本論の目的ではないので省略する。

コアは施工後3年経過した舗装体から、図-1に概略を示したように各々の検討目的に応じて荷重頻度の大きい中心部(コア-A)、端部(コア-B)および横断方向(コア-C)別に採取した。またコア-Aおよびコア-Bについては、各々10本のコアをダイヤモンドカッターを用いて、表面(路面)から深さ方向に対してカッティングし、各々のコアを層ごとにまとめてアスファルトを回収して以下の実験に供した。なおコア-Cについてはタックコートの影響を考慮して、表面から4.5cmまでの部分をカッティングし、密度を測定した後アスファルトを回収した。これらアスファルトの回収は以下に示すアブソン抽出法を改良したものをを用いて行なった。

表-1 オリジナルアスファルトの一般性状

Penetration (dmm)	95.0	
Softening Point (°C)	45.0	
Specific Gravity (25/25°C)	1.027	
CCl ₄ Soluble (%)	99.7	
Penetration Index	-0.95	
Constituent	Saturates (%)	17.3
	Aromatics (%)	45.2
	Resins (%)	26.1
	Asphaltenes (%)	13.0

* 東亜道路工業(株)技術研究所

2-2 アスファルトの回収法の改良

一般に指摘¹⁶⁾されているようにアブソン抽出は測定値に誤差が多い。そこで本実験ではこの精度を向上させるために2~3の検討を行なった。これは装置的には、すべて既存のものを用いるもので、改良点は図-2に示したように次の2点である。

1) 蒸溜温度が高いことから室温と沸点の差が大きく環流し易いので、これを防ぐためフラスコを石綿またはガラスウールで安全に覆う。

2) 炭酸ガスの流出パイプを試料中に入れて沸石の代用品として機能を兼ねさせる。

以上の条件下で行なった養生時間（溶媒の流出の終点を0とする）と回収アスファルトの針入度の関係を図-3に示した。これは流入ガス(CO₂)を0.5ℓ/min一定で溶媒にトリクロルエチレンを用いた場合の結果である。

図から明らかなように、養生時間と共に回収アスファルトの針入度は低下し、期待されるようにこの傾向はオリジナルアスファルトの針入度が高い方が顕著である。これは主としてアスファルト中の低分子成分の含有量の相違に起因するものであろう。また各々のグレードのアスファルトも共に養生時間が約5分前後で、ほぼオリジナル針入度と一致している。また詳しいことは省略するが、炭酸ガス量等も検討²⁵⁾しており、これは0.5ℓ/min適量であることも確認した。そこで蒸溜条件を一定(CO₂=0.5ℓ/min, 養生=5min)とした場合の再現性に関する試験結果を図-4に示した。最小二乗法によるプロットはグレードにより最適な養生時間およびCO₂量が若干異なるので、原点を通る直線とはならないが、相関係数が99.8%と回収アスファルトの規準曲線としては極めて精度が高い結果が得られた。またこの回収操作中にアスファルトの酸化が生じないことも赤外スペクトルを用いて確認してある。そこで本論文では、すべてこの改良法を用いてアスファルトを回収した。

2-3 回収アスファルトの諸性状の測定

今回行なった測定項目はクロマト分別、赤外線吸収スペクトル(IR), ゲルパーミエーションクロマトグラフィー(GPC)および針入度と軟化点温度であるが、これらはいずれも既報⁹⁾¹⁰⁾で詳しく述べているので省略する。ただしGPCは試料濃度、溶媒、流出速度およびカラム等はすべて既報¹⁰⁾と同じであるが、感度は2倍で測定している。

3. 実験結果および考察

3-1 回収アスファルトの物性の変化

図-5にコアCについて横断方向(片側3m)に対

図-1 各コアの採取場所

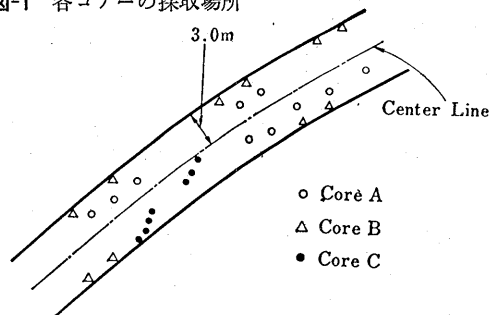


図-2 蒸溜装置と改良点(A, B.)の概略

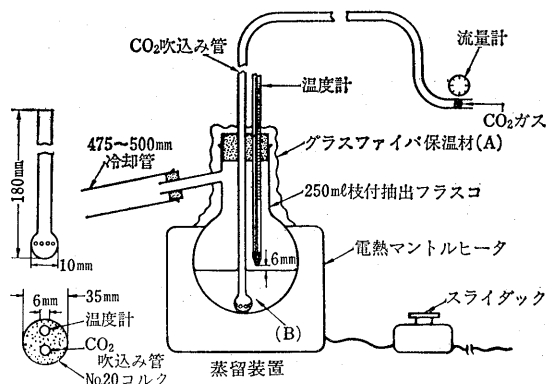


図-3 養生時間と回収アスファルトの針入度の関係

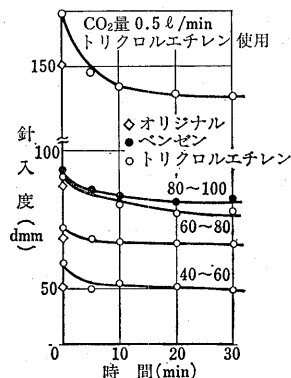
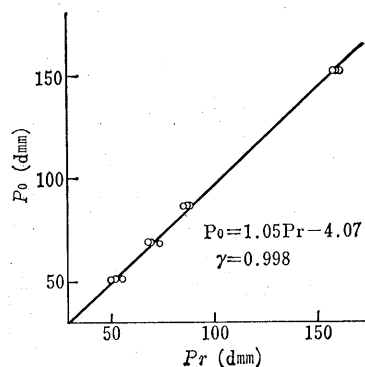


図-4 オリジナル (P₀) と回収針入度 (Pr) の関係



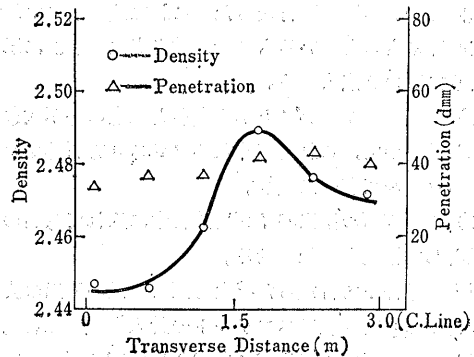
する密度および回収アスファルトの針入度の変化を示した。まず密度は最近問題とされているクリープ変形による Rutting 現象¹⁷⁾から推測されるように、車両の通過頻度の小さい路側部から Center Line に向かって増加し、2 m 付近で最大となっている。密度がこの 2 m 付近で最大となる原因については必ずしも明らかではないが、舗設後の密度の増加は自然転圧によるものであるため、幅員がせまいこともあって重量車が側部よりやや中心よりを走行するためと思われる。

一方、針入度は密度に比べてはっきりした傾向ではないが、中心部がほぼ 40 以上であるのに対し、载荷を受けない端部は 34.0 と小さい値を示している。この針入度差も舗装体上部の温度が夏季には 60°C 以上¹⁸⁾に達することを考慮すると、既往の結果¹⁹⁾²⁰⁾からも考えられるように端部と中心部では密度差、即ち空ゲキ率に差があるために供用 3 年後で、この程度の差を生じるのは当然の結果であると言える。

表-2 にコア-A (中心部) およびコア-B (端部) について、路面からの深さ別に回収したアスファルトの物性の測定結果を示した。表から明らかなようにいずれのコアの場合も表層 (ここでは Surface Course のことではなく路面に近い部分をさす) が、特に針入度の低下即ち硬化が激しいが、これに比較して内部の硬化がやや小さい。しかしながら全体としてはコア-Bの方が硬化が進んでおり、コア-Aは表面から 0.5cm 以下は全く変化がないのに比較して、コア-Bはやや内部への影響も大きい。従ってこれらの結果から、硬化の深さ方向に対する影響はむろん空ゲキの量に依存すると思われるが、主として表面での水と酸素および紫外線等の作用に依存するものであり、深さ方向への温度勾配の影響は二次的なものであろう。

なお紫外線については Martin の報告²¹⁾に示されているように、550mμの波長でもアスファルトへの入射距離は 0.1mm 前後が限度とされていることから、劣化分子の内部への拡散を考慮しても紫外線の影響は表層 1mm 程

図-5 横断方向に対するコアの密度と回収針入度の関係 (コア-C)



度が限度であると思われる。

一方、針入度と軟化点から計算した P I は針入度の低下に比較して殆んど変化がなく、例えば最も硬化の進んでいる表層部 (Pen. = 21) でも +0.36 の値である。従って既報¹⁴⁾で指摘したように、老化または劣化とは他の硬化手段によるものと比べて、硬化による P I の増加が小さく、よりぜい化することが 1 つの特徴であると言える。そこで表層のみが硬化が進み、P I の増加も期待できないことおよび多くのデータ解析より、アスファルトの供用限界がほぼ針入度 30¹⁹⁾とされていることなどから供用条件を考慮すると、特に冬季においては舗装体の温度勾配が夏季とは逆となり、表層が低温となることおよび針入度が小さいことと重なって表層の破断時のひずみが減少するので、温度応力²²⁾によるクラック発生の危険性が增大する筈である。むろんこれらの点は他の力学測定で確認する必要があるだろう。

3-2 回収アスファルトの組成変化

表-3 にコア-A について深さ別に回収したアスファルトのクロマト分別の結果を示した。まず飽和成分はオリジナルと比較して、回収したものは 5% 前後減少して

いるが、深さによる相違は殆んど認められない。芳香成分は表層の減少がやや顕著であるが、内部の変化は小さい。またレジン成分は表層がオリジナルよりやや増加しているが、これは他と比較して芳香成分からの組成の移動の大きさを示しているものと言える。アスファルテンについては、回

表-2 回収アスファルトの物理的性質

Depth Core (cm) Propertis	Core A (Center)				Core B (Side)			
	Orig.	0~0.5	~2.5	~4.5	0~0.5	~1.5	~3.0	~4.5
Penetration (dmm)	95.0	33.0	52.0	52.0	21.2	30.7	39.6	37.2
Softening Point (°C)	45.0	60.2	52.0	53.0	66.6	58.8	57.0	56.5
PI	+0.95	+0.12	-0.62	-0.42	+0.36	-0.31	-0.12	-0.37

$$A = \frac{\log 800 - \log P_{25}}{SP - 52}$$

$$PI = \frac{30}{50A + 1} - 10$$

表-3 回収アスファルト(コア-A)のクロマト分別の結果

Depth	Constituent	Saturates	Aromatics	Resins	Asphaltenes	Total
Orig.		17.3	45.2	26.1	13.0	101.6
0~0.5cm		11.8	37.5	27.7	23.0	99.4
~2.5cm		12.4	43.5	22.9	20.7	99.5
~4.5cm		12.9	41.5	23.4	22.0	99.8

収アスファルトは、すべて10%前後もオリジナルより増大している。このようにアスファルトの変化量が各層ともほとんど同程度にも拘わらず、針入度に大きな差が現われているのはレジン成分の増加に起因すると考えなければならない。

図-6 のコア-Aから回収したアスファルトの GPC による分子量分布(微分曲線を表わし、カウント数の大きい方が分子量は小さい)を示したものである。Traxler 等²³⁾の結果と比べオリジナルと回収アスファルトの差は大きく、オリジナルは27~28カウントに1つのピークを持つブロードな曲線で示されるが、回収アスファルトはいずれもこのピークが減少し24カウント附近に新たなピークが生じており、この傾向は表層に顕著であると言える。これは既報¹⁰⁾で述べたように、飽和成分および芳香成分の減少とレジンおよびアスファルテン成分の増加によるものであり、表-2の物性や表-3のクロマト分別の結果と対応している。

図-7 はコア-Aおよびコア-B から回収したアスファルトの I R(赤外線の吸収スペクトル)の結果である。なお吸収の詳細は既報で検討しているので省略する。まずコア-Aはカルボニル基の吸収 ($1,700\text{cm}^{-1}$)が表層はかなり大きいのにに対し、内部の2層は小さくなり、その差もほとんどなくなっている。しかしながらコア-Bは全体的に吸収が大きく、酸化が1.5cmの内部まで及んでおり、針入度の結果とも良く一致している。これは図-5の密度の結果から予測されるように、端部は荷重を受けないので、空ゲキ率が大きくなっているためであろう。

図-8 にクロマト分別成分(コア-A)の I Rの結果を示した。飽和成分は前報¹⁰⁾で示したように劣化した分子は芳香成分側に分別されるため、劣化後に分別した場合は変化が観測されない故省略した。図から明らかなように、芳香成分とアスファルテン成分は表層と内部ではカルボニル基の吸収にかなりの差が認められる。しかしレジン成分の場合はオリジナルにも若干の吸収が認められ表層の吸収の方が大きいものの内部との差は小さい。

3-3 I Rと針入度の関係

図-9 に 表-2 に示した針入度の逆数と図-7 から求

図-6 回収アスファルト(コア-A)の深さによる分子量分布の変化

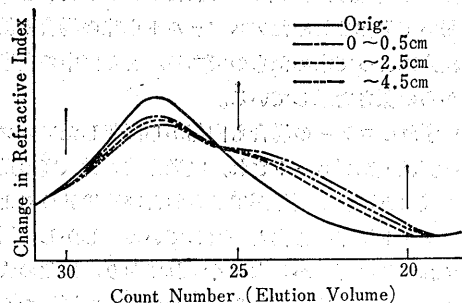


図-7 回収アスファルトの深さによる赤外線吸収の変化

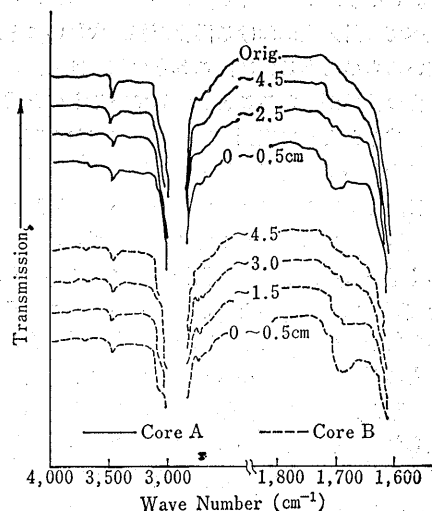
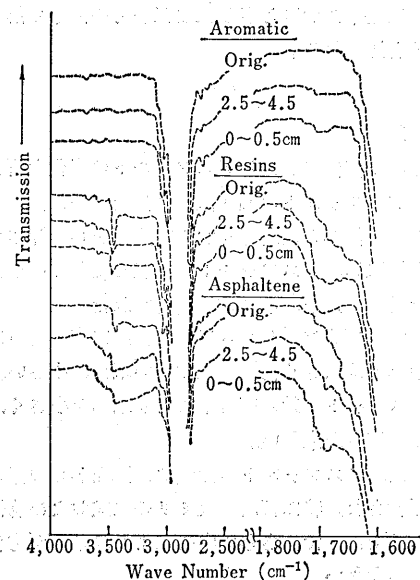


図-8 分別成分(コア-A)の深さによる赤外線吸収の変化



めたカルボニル基の吸光係数の関係をプロットした。なお図中の実線は、前報で得られたTFOおよびRTFOを用いて劣化せしめたアスファルト単味の場合の結果で実験式によって求めたものである。また図中の数字は表層からの深さを示している。

“いずれのコアーの場合も内部から回収したアスファルトは直線上にプロットされ、吸光係数と針入度の逆数、即ち酸化と硬化の関係がTFOおよびRTFOによるアスファルト単味の劣化と一致している。しかし表層ではいずれもこの直線から大きくずれており、硬化の大きい端部のコアーBは表面から1.5cmの所まで影響をうけている。このずれは舗装体の表面がTFOおよびRTFOと比べて等針入度における酸化が特に大きいことから生じているものであるため、これらの結果は表面と内部では硬化の機構が異なることを示しているものと言える。即ち前述したように表面では紫外線、水および空気等の寄与が大きいと思われる。

今日、交通による荷重頻度の小さい高速道路の待避車線や空港等のアスファルト舗装において、老化の進行が著しく早いことがしばしば指摘されているが、本報の結果を拡張して考察すると、前者はむしろのこと後者は舗装面の勾配が小さく排水が悪いこと、太陽光線をしゃ断するものがないこと及びスケール効果により夏季には一般の道路よりかなり舗装体の温度が上昇する等の原因が考えられ、老化が激しいことは当然であると思われる。

従って、舗装の破壊は力学的疲労が主体であることはいうまでもないが、供用のケースによっては化学的酸化も無視できない要素となろう。その他最近では骨材の石質による老化の相違を重視する研究も報告²⁴⁾されており実際の供用中における老化はまだ多くの因子の解明が必要であると思われる。

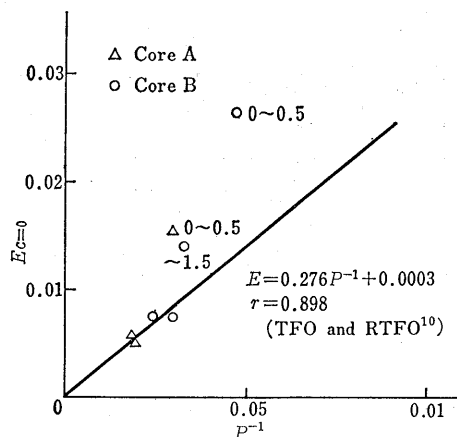
4. 結 論

供用中の舗装におけるアスファルトの老化を研究するため、アスファルトの回収法の改良を初め、供用3年経過した舗装体から横断方向および路面からの深さ別にコアーを採取し、アスファルトを回収して種々の検討を行った結果、以下に示す結論が得られた。

1) サンプリングしたコアーの密度は交通荷重に対応し、中心部は大きく荷重を受けない端部は小さい。また回収アスファルトの針入度も中心より端部が小さく、端部は硬化の進行が大きい。

2) 回収アスファルトの性質は、路面からの深さに大きく影響され、特に表層の数ミリの組成および物性の変化が顕著であった。さらに中心部よりは端部が劣化による変化が大きい。

図-9 カルボニル基の吸光係数と針入度の逆数の関係



3) 内部から回収したアスファルトはTFOおよびRTFOから得られた関係、即ち針入度の逆数 (I/P) とカルボニル基の吸光係数の直線上にプロットされるが、表層から回収したアスファルトはこの直線から大きくずれ等針入度における酸化が大きい。従って表層は老化に及ぼす紫外線、水および空気等の影響が大きく、内部とは硬化の機構が異なるものと思われる。

4) その他アスファルト回収の改良法に関する結果も従来法と比べて精度が著しく向上すること、試料1個当りの回収時間の2時間から3間時が30分前後に短縮されることおよび従来の装置が利用でき、熟練した技術が不要である等の利点がある。

以上に舗装中のアスファルトの劣化の問題と、それに附随するアスファルト回収技術の改良について述べさせて頂いた。しかし内容がアスファルトの化学から舗装と広範囲にわたるため、充分な議論がなされていない感があるが、この境界領域の問題に興味をお持ちの方の参考になればと思い発表させて頂いた次第である。今後も各分野の諸先輩のご指導をお願いして終りとした。

〔註：「石油学会誌 (1975年1月号) および舗装²⁵⁾ (1975年2月号) に一部発表〕

文 献

- 1) Pell, P. S., Taylor, I. F., Assoc. Asphalt Paving Tech., 38, 371 1969.
- 2) Abson, G., Assoc. Asphalt Paving Tech., 9, 309 1937.
- 3) Abson, G., Burton, C., Assoc. Asphalt Paving Tech., 29, 246 1960.
- 4) アスファルト物理試験研究会, アスファルト協会誌 7 (36), 24 1950.
- 5) Gotolski, W. H., Ciesielski, S. K., Heagy,

- L. N., *ibid.*, 33, 285 1964.
- 6) Culley, R. W., *ibid.*, 38, 529 1969.
- 7) 金谷亮, 山下弘美, 山内内浩, 舗装, 3, 12 1968.
- 8) Coons, R. F., Wright, P. H., *Assoc. Asphalt Paving Tech.*, 37, 510 1968.
- 9) 笠原靖, 植村正, 鳥居敏彦, 石油誌, 16, (3), 226 1973.
- 10) 笠原靖, 植村正, 石油誌, 16, (11), 907 1973.
- 11) 笠原靖, 石油誌, 17, (4), 318 1984.
- 12) 笠原靖, 雑賀義夫, 植村正, 石油誌, 17, (6), 478 1974.
- 12) 笠原靖, 植村正, 石油誌, 17, (8), 672 1974
- 14) 笠原靖, 雑賀義夫, 植村正, 石油誌, 17, 1043 1974.
- 15) 笠原靖, 植村正, 鳥居敏彦, 土木学会第28回年次学術講演会, 第5部, 255 1973.
- 15) 村山健司, 鈴木義昭, 第11回日本道路会議論文集 243 1972.
- 17) 菅原照雄, 土木学会第27回年次学術講演会, 第5部 339 1972.
- 18) 畑博昭, 舗装, 4, 16 1969.
- 19) Welborn, J. K., *Public Roads*, 35, 279 1970
- 20) Zube, E., Skog, J., *Assoc. Asphalt Paving Tech.*, 38, 1 1969.
- 21) Martin, K. G., *Am. Chem. Soc., Div. Petrol. Chem., Preprint*, D 111 1971
- 22) Tuckett, G. M., Jones, G. M., Littlefield, G., *Assoc. Asphalt Paving Tech.*, 39, 703 1970
- 23) Bynum, D., Traxler, R. N., *ibid.*, 39, 683 1970.
- 24) Behl, B. A., *Dissertation, Ph. D., Texas A & M Univ.* 1968.
- 25) 笠原靖, 牛島幸司郎, 林誠作, 目黒孝, 舗装, 1 (2), 13 1975.

別冊「アスファルト」をおわけしております

☆頒価 各号とも 200円 (郵便切手にても可)
☆ハガキ (あと払い) のお申込みはご遠慮下さい。

☆申込先 日本アスファルト協会 別冊係
105 東京都港区芝西久保明舟町12 和孝第10ビル

号 数	内 容	執 筆 者
別冊 No.18 昭和47年7月発行 (第24回アスファルト ゼミナール)	アスファルトの生産について 本四連絡橋と国土開発の構想 四国の道路整備について アスファルト舗装の施工上の問題点 アスファルト乳剤による表面処理	古 田 毅 福 井 迪 彦 藤 井 寿 明 物 部 幸 保 檜 垣 一 彦
別冊 No.19 昭和48年2月発行 (第25回アスファルト ゼミナール)	湿潤時作業可能な舗装補修材料の開発研究 くらしの道路 積雪寒冷地のアスファルト舗装の問題点 アスファルト舗装要綱のその後の問題点	萩原 浩・阿部 頼政 鳥 居 敏 彦 西 野 徹 郎 藤 井 治 芳
別冊 No.20 昭和48年7月発行 (第26回アスファルト ゼミナール)	市町村道舗装の現状と今後の問題点 アスファルト舗装の現状と今後の適用 道路舗装破壊の要因分析と維持補修計画 中国地建管内の舗装の実態と問題点	三 野 四 郎 藤 井 治 芳 山 本 弘 夫 松 延 正 義
別冊 No.21 昭和49年11月発行 (第27回アスファルト ゼミナール)	舗装の設計におけるアスファルト混合物の活用 アスファルト系材料の問題点 アスファルト乳剤の活用とその実例	藤 井 治 芳 昆 布 谷 竹 郎 額 田 稔

公害規制法の動向とアスファルト

原 泰 哉*

1. はじめに

そもそも、公害問題の発生は、遠く明治時代における足尾(明治20年)、別子(明治30年)の鉱毒問題から始まるが、戦後昭和30年代に至って石油エネルギーへの転換および石油コンビナートの形成等により、飛躍的経済発展を遂げた結果、これがもたらした急速な人口都市集積と消費生活の高度化は、45年東京柳町におけるガソリン中の鉛公害、同杉並の光化学オキシダントのスモッグ、田子の浦のヘドロ等、種々の公害を頻発させた。かかる深刻な情勢下で開かれたのが、45年11月のいわゆる「公害国会」であり、これにより「公害対策基本法」が改正強化され、更に46年7月には「環境庁」が設置され公害行政が一元化されることになり、一応わが国も先進国並の制度まで整備された次第である。

本年度も2億kl以上の石油製品が殆ど燃焼され、その排出ガスが大気中にmixされるのであるから、一層SO_x、NO_x、CO_x、或はHC等に対する排出規制は厳しくしていくことが必要であろう。これに対してアスファルトは、石油製品中の僅か2%、しかし全く燃焼しないので、殆ど大気を汚染する原因物質とはなっていないが、アスファルト中には硫黄分4~5%が含まれているので、加温加工条件から局所的公害を発生し、地方自治体の公害防止条例により、規制されている場合も起きている。

2. 公害の定義

戦後の流行語ともなり、人により様々な意味に使われているが、拡大解釈すると「公衆が公害を意識するものは、すべて公害」であることになり、毎年行われる交通ゼネストによる混乱も通勤公害とでも言える。

しかし基本法¹⁾では「人間の活動に伴って生ずる人間の健康や生活環境に支障を及ぼす現象」を公害の一般的定義としており、この法で具体的に規定しているのは、①大気の汚染 ②水質の汚濁 ③騒音 ④土壌の汚染 ⑤振動 ⑥地盤沈下 ⑦悪臭の7つの公害(これを典型公害という)であり、従って日照・電波・食品・農業等の公害は本法の対象とはならない。

アスファルトは、上記の典型公害のうち①、②、⑦の三種に関係があるので、これらは後述するが、④の土壌の汚染については、アスファルトを農業用(補熱・補水・補肥用)として散布したこともあるので、いわゆる「第二次公害」は全く考えられない。

3. 「公害対策基本法と環境基準の定義」^{1) 3)}

「人の健康を保護し、生活環境を保全」するために規定されたものが「公害対策基本法」で、この第9条により「環境基準」が定められている。環境基準は環境汚染の改善目標であり、個別の工場などに対する「排出基準」(許容限度)とは違い、これら工場などの排出汚染物質の集積によって生ずる地域(又は水域)全体の環境汚染の改善目標を示すものである。

「環境基準」が保たれれば「病気になる」と一般に解釈しているようだが、基本法第9条に明記されているように「維持されることが望ましい基準」であって「常に科学的判断が加えられ必要な改定がなされなければならない」。従って暫定的な基準と考えるべきものである。これについて環境庁が昨年12月実施した「公害モニター・アンケート調査」によると、公害被害を与えている原因別では、大気汚染39%、騒音30%、水質汚染30%、以下悪臭振動となっているが、人口25万以上の都市部ではモニターの82%が公害の被害を受けていると意識しており、あらゆる公害を未然防止することは、この法があっても至難な事が察せられる。

3-1 基本法の概要

昭和42年に制定、45年に改正された公害対策基本法を中心とした公害関係の法律体系の概要は、通産省公害保安局発行「産業と公害」等に記載されているが関係法律は30種近くもあり、この中で環境基準の決定しているものは次の6基準である。

(1)大気中の硫黄酸化物(SO_x)の環境基準(50年4月改正)

(2)自動車の排出ガス中の一酸化炭素の環境基準(45年2月)

(3)水質汚濁による環境基準(45年2月)

* 三菱石油(株)販売部長付

④浮遊粒子物質（粉じん）による環境基準

（47年1月）

⑤騒音による環境基準（46年6月）

⑤大気中の窒素酸化物（NO_x）および光化学オキシダントによる環境基準（48年5月）

特に硫黄酸化物（SO_x）の排出規制はK値規制（Kは煙突一本ごとのSO_xの許容排出量特に着地濃度を定めるための定数）によって50年4月から従来の7ランクが8ランクとなり、全国67地域について平均25%強化された。これによってSO_xの排出は全国的に約20%制限される見込であると言われているが、例えば60万kwの火力発電（煙突高200m）では、ランクー1（K値=3.0）の場合使用燃料は硫黄分の約0.4wt%のものにせざるを得

なくなる。従って排煙脱硫設備のないしかも煙突の低いアスファルトプラントなどは、燃料として重油は全く使用不可能と考えるべきである。

3-2 環境基準とJISとの関係³⁾

工業技術院では、公害防止対策の一環として公害計測方法（試験法、測定機器等）の標準化が続けられており詳細は月刊「産業公害」（74 Vol. 10 No. 2）を参考にされたい。

アスファルトを取扱う場合、最も関係あるのは悪臭基準であるので、一例として表-1に示したが、現実的にはこれが適用出来るか疑問はある。

表-1 悪臭基準（47年5月）

物質名	排出基準	大気中の基準	試験方法
アンモニア	$g = 0.108 \times H_e^2 \times C_e$	1~5 ppm	吸光光度法（ピリジンピラゾン法）
メチルメルカプタン	$\left(\begin{array}{l} g : \text{悪臭物質流量} (m^3/h, 0^\circ C \text{ 1気圧}) \\ H_e : \text{有効煙突高さ} (m) \\ C_e : \text{最大着地濃度} (ppm) \end{array} \right)$	0.02~0.01 "	ガスクロマトグラフ法（炎光光度検出器）
酸化水素		0.02~0.2 "	" (")
硫化メチル		0.01~0.2 "	" (")
トリメチルアミン		0.05~0.07 "	"（水素炎イオン化検出器）

4. アスファルト用原油と公害規制との関係

石油に関する公害については、製油所自身の公害防止対策と石油製品の消費段階における公害防止対策とがあるが、前者の石油精製工場に対しては、地区の公害条例の強化と共に毎年ごと巨額の公害防止設備費（50年度約2,600億円）を投じて、徹底的に環境保全を講じて来ているので、むしろ後者の石油製品の消費段階における公害防止対策が今や重要となっている。

すなわち、大量に消費されている重油については、SO₂排出規制強化（50年4月15日25%強化、51年4月、52年4月更にK値改定予定）により、例えばK値=3.0の地区では、少くとも硫黄分0.2~0.5%の燃料にせざるを得ず、従って低硫黄（L/S）重油、灯油、ナフサ或はLNGなどへの燃料転換が促進されることになる。

従来、高硫黄含有（H/S）のアスファルト用原油から採取される重質油分は、間接脱硫工程によりL/S重油（S分1.5~2.0%）を生産し、一部をアスファルトとして舗装用その他の需給に対応させて来たが、かかるSO₂排出規制強化の情勢下では、この間脱法では応じ切れなくなって来ており、これがためアスファルト用原油は直接重油脱硫装置（S分0.1%前後まで脱硫）に適し

た原油、或はL/S原油に切り替えざるを得ず、すでに本年度から各石油メーカーはこれを具体化しつつある。また一方では将来アスファルト分は分解して硫脱し易い、しかも付加価値のあるガスと軽質油分にするなど、抜本的低硫黄対策が排煙脱硫法などと共に有機的に考えられつつある。

いづれにしても、総輸入原油の平均硫黄分が10年前2%以上であったものが、現在1.4%以下まで低下していること、先般の石油パニック以来H/S、L/Sに拘らず原油輸入の価格差がなくなり高額となったこと、また輸入原油の種類を自由に選択できるように復したこと等の現状下では、年ごとのSO₂排出規制強化に併行して、M/SまたはL/Sの軽質系の原油が増加されて、原油そのものの低硫黄が益々促進されることになると思われる。

従って、アスファルト用（H/S）原油は公害規制の影響を大きく受けることは明らかであるので、今後その種類とか輸入趨勢などは流動的にならざるを得ず、特に品質面を問われる昨今においては、アスファルトに最適の原油が必要分だけでも輸入されるような環境作りが望まれることになる。

5. アスファルトの製造・使用における公害問題・対策

5-1 製造時の公害問題および対策

(1) ストレート・アスファルトの製造は、一例として間接脱硫方式による方法を図-1に示す。この製造に対する公害防止対策としては、真空用スチーム・エジェクター関係から出る凝縮水の処理、加熱炉から出る排出ガス中の SO_x 、 NO_x の管理等があるが、製油所では一連の公害対策の一部として完全な公害設備が施されており、クリーンな水およびガスとして排出されている。

図-1はカフジ原油(H/S重質原油)を一例として間脱重油S分1.2%を製造する場合のアスファルトの産出割合とS分の分布状況を示している。この図において

SO_x 排出規制が強化されると、アスファルトが増産されるような結果に思われるが、C重油の燃焼効率および性状面、或は重油全体の製品バランス等を考慮すると、この原油の場合間脱重油S分1.2%が低硫化の限界となり、従ってアスファルトの増産とはならない。

また、大量の重油を消費する電力などでは、本年S分0.3%以下に規制されることになれば、かようなH/Sの重質原油は、間脱重油の高率的で、しかも重油の直接脱硫にかけられ得るM/Sの中質原油に切替えられることが予測されており、アスファルト増産が低硫化による公害対策であるという従来の考え方は逐次転換しつつある。

(2) ブローン・アスファルトの製造は、原料油温 260

図-1 間接脱硫による重油の低硫化とアスファルトとの関係(例:カフジ原油ベース)

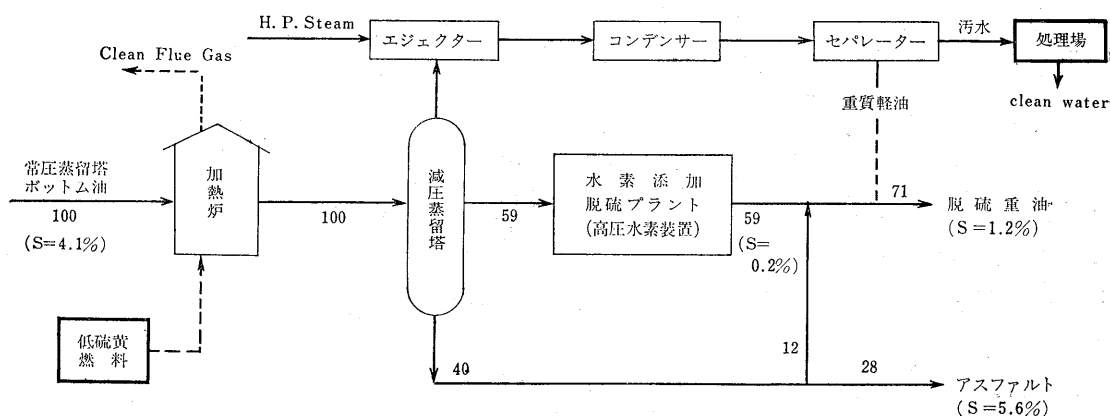
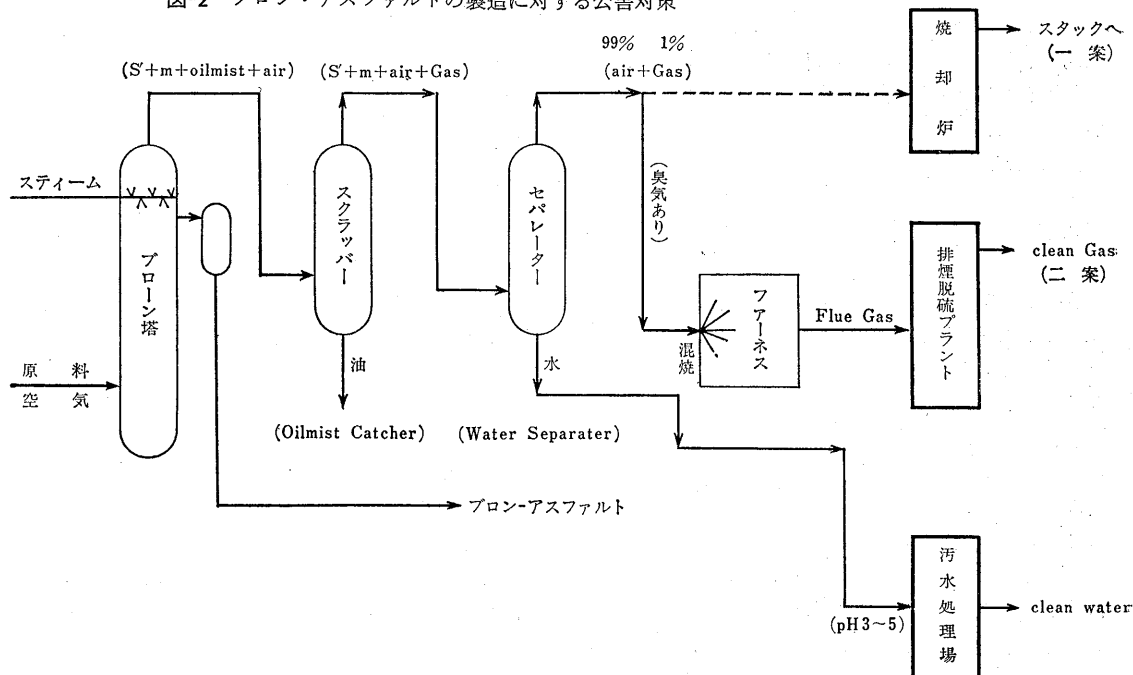


図-2 ブローン・アスファルトの製造に対する公害対策



～300°Cで空気 200～400N_m³/t を連続的に吹込む苛酷な運転であり、この時の重合・縮合等の反応によって発生するガスは、最近臭気公害として問題となっている。これに対しては、生産能力に比べれば巨額の公害防止設備を完備することが必要である。

図-2 はブローン・アスファルトの製造時の公害防止対策の略図であるが、結局、発生ガスは焼却してクリーン・ガスとして排出され、酸性をおびた汚水（臭気あり）は処理場を通しクリーン・ウォーターとして排出されている。

5-2 アスファルト使用上からの公害問題および対策

石油アスファルトは、一般にはマルテン (Maltene) またはペトロレン (Petrolene) として分類された高分子炭化水素と、アスファルテン (Asphaltene) と称する高分子炭化水素とが、多環状炭化水素中に膠質状に分散しているものと考えられており、極めて複雑な高分子炭化水素の混合物 (CCl₄可溶) ではあるが、化学的組成については、未だ不明の点が多く究明されていない。なお物性からは準危険物第四種の第二種引火物として取扱われている。

かかる混合物が、永年にわたり舗装や防水などに使用され、常温状態では全く公害問題はないが、取扱い段階で加熱条件はまぬがれないので、これに伴う成分上からの公害問題を明らかにしておく必要がある。

5-2-1 ストレート・アスファルトの発生ガスについて

加熱されたストレート・アスファルトを取扱っていると、独特の臭気を感じることは衆知のことである。これが悪臭規制の5物質 [NH₃, CH₃SH, H₂S, (CH₃)₃NH] のような臭気ではないが、S. N. およびO等からの何らかの化合物による混合ガス臭ではないかと考えられる。これについての成分分析は、余りにも微量であるため現場的には殆ど測定不可能である。

表-2 JISK-2533による蒸発量

温 度	蒸 発 量 (wt %)
100	0.00
130	0.00
150	0.00
163	0.01

(注) 80/100 (クエート100%)

(1) 「減圧残油大量貯蔵」基礎実験⁷⁾の中で、JISK-2533の蒸発量試験でも明らかなように、表-2の通り蒸発量が殆ど認められないので、臭気物質の濃度は公害にはならない微々たるものであることを示している。

(2) また、上記基礎実験⁷⁾で、さらに静置試料（フラスコ中1ℓ）の底面に空気を強制的に流した場合の発生ガスの分析を行なっている。これは実験条件により相当差異があると考えられるが、発生するガスの成分としては、表-3に示すとおりある程度理解され得る。この実験においては、空気の流量が5mm/hr以上になると炭化水素分の発生が一定になると言われている。

(3) 表-3による発生ガスの臭気は悪臭物質の「いい値」[CH₃SH=0.000/ppm, H₂S=0.005ppm, (CH₃)₂S₂=0.01ppm]と比較した場合、水分の含有量は検出限界以下と考えられ、主として酸化により発生する軽質炭化水素等の臭気であると考えられるが、出来ればこれらも当然防止することが望ましい。その防止対策としてはアスファルトの品種、プラトの構造およびその設置条件等に応じて検討されるべきであるが、常識的には次の対策は講ずるべきと考えられる。

- (イ) 加熱温度は「温度-粘度チャート」により、限界温度を設定し、過熱による発生ガスを防止する。ストレート・アスファルトは品種および原油ベースにより異なるが、約230°C以上になると軽質の炭化水素ガスを発生する軽分解を始めるので直火釜加熱方式などではできるだけ避けるべきである。
- (ロ) 所定温度に加熱されたストレート・アスファルトを移動する場合、できるだけ空気（風）の流通を防止する。そのためには風よけを設けるか密閉式にして微量の発生ガスでも所定のスタックに導く等の処置を講ずる。
- (ハ) 貯蔵中のタンク温度は150～160°Cと低めに保つこと。

5-2-2 ブローン・アスファルトの発生ガスについて

ブローン・アスファルトは、ストレートアスファルトに比し軟化点、粘度がはるかに高いことから、溶融して取り扱う場合は、どうしても局部加熱され易く、従ってひどい場合は淡青色の臭気煙を発生しながら取扱っている現場も見受けられる。

この発生ガスは、ストレート・アスファルトに比べれば多量であるが、これに関する分析データは残念ながら見当たらない。しかし、ローリーでばら輸送する際に直火式で加熱した場合、爆発性混合気が発生している事実から推定すれば、局部加熱により不飽和性の軽質炭化水素

表-3 加熱ストレートアスファルトの発生ガスの一例

試料 流通空気 ガス名	80/100 ストレート・アスファルト (クエート)			実 験 条 件
	47 ℓ/hr			
発 生 ガ ス	発 生 量	発生率 (対試料)	大気中での推定値	・ 温度×時間 : 16.5±5°C × 5hr ・ 丸底フラスコ中に静置した試料 1 ℓ の表面に空気を流通
水 分	51.8mg/h ℓ	— wt %	(大気中の水分)	
炭 化 水 素	6.5 "	0.63 "	1.0 ~1.4ppm	
硫 黄 分	0.04 "	0.004 "	0.007~0.009 "	
合 計	58.34 "	0.634 "	—	

と硫黄化合物等を分解生成しているものと考えられる。

いずれにしても、ブローンアスファルトの過熱による発生ガスは、臭気強度も 2.~3. (やや不快臭), 「いき値」でも限界を超える可能性もあるので、公害防止対策を講ぜざるを得ない。一例として次のような対策が考えられる。

- (イ) 固形または液状のブローン・アスファルトの鉄板焼のような局部過熱は、Mild Crocking を起し、ガスを発生させるので、できるだけ避けるべきである。
- (ロ) 加熱溶融釜等より発生する臭気ガスは、強制的に吸引回収して、焼却炉にて燃焼し無臭ガス化する。
- (ハ) 製造時と同様な公害防止設備、あるいは局所排気設備 (特化則) を施す。
- (ニ) ブローン・アスファルトの貯蔵タンク温度は最高 180~220°C とし、使用時でもできればこの温度が好ましいが、やむを得ない時でも 230~250°C 以上にさせない方が望ましい。

なお、アメリカでのアスファルト fume に対する許容濃度は、5 mg/m³ で、通常の粉じん程度の取り扱いとなっている。

6. アスファルトの発がん物質について

48年6月・ILO総会において発がん物質に対する予防対策が強調され、労働省もこれにもとずき、特定化学物質等障害予防規則 (特化則) を適用し、石油系タールもコールタールに準じて予防対策を強化するよう指導された。これに関し、アスファルトとコールタールとは原料・製造両面から成分的に相違があるので、特化則が適用されるか問題である。

すなわち、アスファルトは真空蒸溜によって Straight

に作られるもので、石油の分解によって出てくる残査 (石油系タール・ピッチ) とは別個の物質であり、さらに石炭の破壊的分解によって出てくるコール・タールとは、はるかに異なる物質であると考えられている。しかし、アスファルト中には多環芳香族炭化水素が含まれているのでそれ独自の分析により明確にすべきであるが、アメリカにおいてアスファルト中の発がん物質に対する研究がなされているので、これをまとめると次の通りである。

- (1) A. P. I. (Environmental Affairs) の Medical Research Report #EA7103⁵⁾ によると、発がん物質と考えられている benzo-pyrene は、アスファルト中には多くても 27ppm (0.0027%) であるのに対し、コール・タール中には約 10,000ppm (i. c. 1%) である。また、Mice の実験においては、アスファルトは 218 匹中の 5 匹、コールタールは 58 匹中の 53 匹が、それぞれ発がんしていることが報告されている。従って多くのアスファルトは、Benzo-pyrene が 0.1~2.5ppm と僅かであると言われているので、発がんの心配はないと考えられている。
- (2) Arch Environ Health⁶⁾ の報告では、人間に対して、アスファルトが発がん性のないことを述べている。

すなわち、アスファルトを取り扱う種々の職種の労働者の検診において、25の製油所で5年以上アスファルトの仕事に従事、平均15.1年勤務の従事者 462名に対する検診、道路舗装工、ルーフィング工、州間トラック運転手など、いずれも明確なアスファルトによる健康障害は認められていない。

7. まとめ

アスファルトの需要構成比は、従前より石油精製中約

2%を占めるとはいえ、このせまい日本国土の中に1万トンタンカーにして400杯分以上が、毎年輸入されて地上や建築物等にばらまかれて残っていくのだから、もしもアスファルトが公害品であるならば一大事である。

しかし、アスファルトは、製造・貯蔵・流通・加工、各段階においては、他の石油製品には見られない比較的苛酷な加熱条件を必要とするので、これにともなう公害問題はどうしてもまぬかれない。

この公害防止対策は、アスファルトメーカーから各種需要家に至る各段階の責任において、真剣に取り組むことで解決し得るものと考えられるが、今後益々規制は強化、高度化されていくのに対しては、アスファルトが貴重な化学製品として、更に究明され、明確な諸データが確立されていくことが急務であると考えられる次第である。

協会ニュース

調査委員会幹事会（6月26日）

- ・50年度の活動について
- ・今後の活動方針について
- ・統計資料等の見直しと充実に充点を置く

試験法分科会（6月27日）

- ・幹事選出
- ・工業技術院より依頼事項について
来年3月報告書提出をめぐりにスケジュールを決定しこれに取り組んでゆく。

定例理事会（7月1日）

- ・協会の今後のあり方について
- ・委員会改正案の承認について
- ・各委員会正副委員長の承認について
- ・退会承認について（ユニオン石油）
- ・諸報告

舗装用アスファルト分科会幹事会（7月3日）

- ・実態集計アンケートのまとめ
- ・評価項目原案作成について

編集委員会（内部委員）（7月11日）

- ・102号以後の編集方針について
- ・102号～106号の原案の検討

る。

参考文献

- 1) 産業と公害（47年） 通産省公害保安局
- 2) 公害防止の具体策（1973） 産業技術会議
- 3) 産業公害月刊（1974～1975） 産業公害防止協会
- 4) 石油製品と発がん 石油学会誌 Vol. 18 No. 2 (1975)
- 5) Petroleum Asphalt and Health (API, medical Research Report #EA7103)
- 6) Health Survey of Petroleum Asphalt Worker (Arch Environ Health, Vol. 17, Aug. 1968)
- 7) 通産省委託「減圧残油大量貯蔵における油濁毒性に関する基礎実験結果」（丸善石油商研）

舗装用アスファルト分科会（7月15日）

- ・今後の研究計画の検討
- ・舗装破壊の要因の実態・対策等のまとめ
- ・アスファルトの評価項目の検討

試験法分科会（7月16日）

- ・各試験法についての検討
- ・今後の計画

エネルギー庁との懇談会（7月17日）

正副会長、常任理事が参加し、恒例の懇談会を開催した。

委員長会議（7月25日）

- 企画・調査・編集・技術・ゼミナール各委員長の初会合
- ・アスファルトの品質の安定向上
- ・流通問題
- ・需要の開発、普及活動、その他
全般の協会事業について意見の交換を図る。

メーカー会議（7月29日）

- ・市販ストアスの性状試験のまとめ
- ・JIS規格改定の研究
- ・その他事業活動報告

ゼミナール委員会（7月30日）

本年度のゼミナール開催予定と内容について検討

アスファルトプラントの公害対策

南 沢 武 彦*

1. はじめに

昭和30年代に入ってから、わが国の道路整備事業は、めざましい進展をみせたが、これが舗装工事の急速な機械化をうながし、とりわけアスファルトプラントの大型化・大規模化をいちじるしく促進させた。

生産量の増加は、必然的に社会とのかかわりあいを強めてくる。公害問題はその典型といえようが、昭和40年代に入ってからのも社会の関心事は、公害問題に集中してあてられるようになった。

アスファルトプラントは運転にともなう、ばい煙・粉じん・騒音振動・汚水が発生するので、公害の発生施設としてとらえられ、逐年その立地にいちじるしく制約をうけるようになってきた。

このような状況に対応して、アスファルトプラントにかかわる公害の防止技術も積極的に開発され、その面でいちじるしい進歩をみせてきたわけであるが、対策を施すことにより、アスファルトプラントは複雑化、重装備化していき、その結果もはや従来のように舗装工事用機械のはんちゅうではとらえがたい様相を呈してきた。

今日のアスファルトプラントの公害防止技術を、ほぼ集約した形でまとめているとみられるモデルに、昭和47

年に発表された建設省形公害対策アスファルトプラントがある。このプラントは、昭和46年から官民協力のもとに研究検討が重ねられて、当時としては画期的なものであった。しかしながら今日、この形式のプラントが急速に普及拡充されていないようである。ここにアスファルトプラントの公害対策のむづかしさがあるようである。

2. 騒音の防止

アスファルトプラントは、単位操作機械の集合体であるために、騒音は多数箇所から発生する。またそれぞれが個々の周波数成分を持っている。音源レベルの高いものを拾うと、ドライヤー・送風機・排風機・振動スクリーン・ドライヤー・バケットエレベーター・コンプレッサなどがあり、これらはいずれも95～120ホン(A)の騒音レベルである。

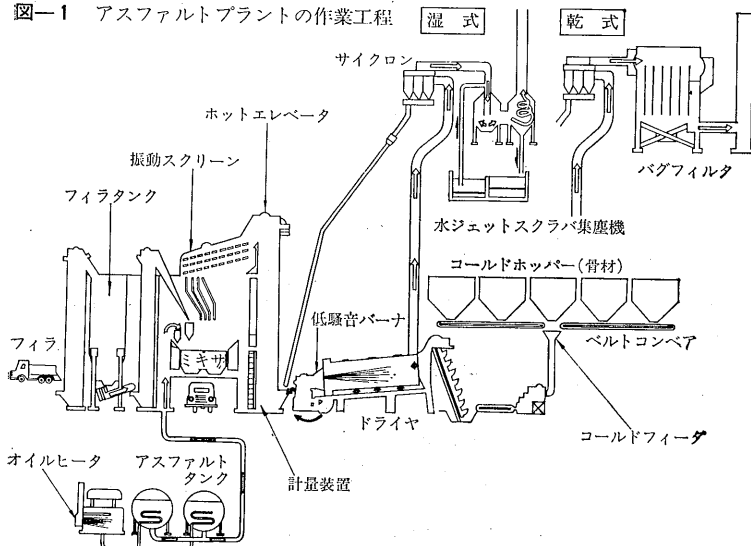
騒音の防止措置を講ずる場合には、次の3原則が基本とされている。

- ① 音源自体の発生音を小さくする。
- ② 遮音または吸音することにより、騒音が外部へ伝播するのを防止する。
- ③ 被害地点から距離を十分とって機械を設置する。

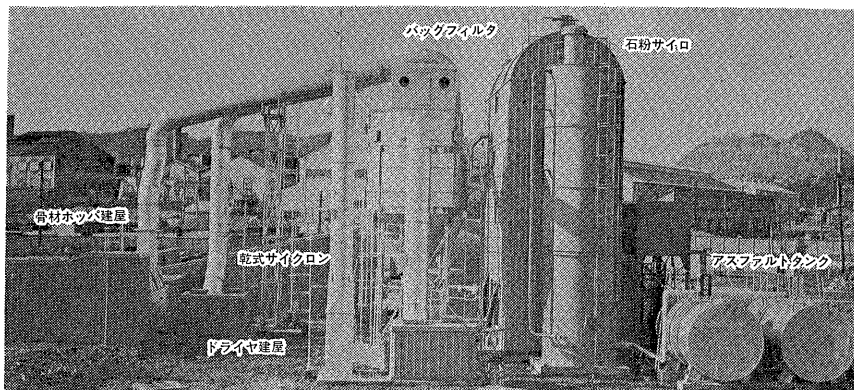
このうち狭義の防止技術は、①および②の手段にあてられるわけであるがそれぞれ単独の措置だけでは効果がない。アスファルトプラントのような多数の音源がある場合には、①の手段には自から限界がある。

騒音の特性として、多数音源のあき場合にはそのうちのある部分を完全に潰すことができて、全体の低減効果は軽微にとどまるからである。②の手段つまり全体あるいはプラントを大まかなブロックに分けて、遮音材で包み込む手段であるが、この場合にはプラントが高温の製造工程であることに十分な配慮を要する。一般に遮音材あるいは吸音材は断熱効果をもたらすので、装備部品の耐熱性の向上、冷却装置、換気装置などの措置をあわせて講じなければならない。写真に示す建設省形

図一 アスファルトプラントの作業工程



* 日本舗道(株)機械部設備一課長



プラントは、各個の発生源をほどこしながら、さらに全体を遮閉している。このプラントの対策効果は、機体中心から30m離れた位置の騒音レベルが、50ホン(A)以下というきびしい条件を満足している。またプラント本体と同じく遮閉構造機が組立てパネル式に設計されており、移設が可能なほか既設のプラントの対策にも応用できる技術であることに特色がある。この対策の内容は、建設省中技管報41-1等に詳報されているので割愛する。

反面、アスファルトプラントの運転にともなう騒音には、骨材や合材の運搬トラックの走行騒音が加わり、また骨材を集積したり、置場からプラントに供給するために使用するブルドーザやショベルローダの作業騒音も加わってくるのが一般的である。従って、プラント本体の騒音が満足に防止し得たとしても、そのことによりプラントの立地あるいは操業が保障される条件とはなり得ないというのが現実の姿である。このことがこの種のプラントの普及をさまたげている原因と思われるが、経済的にも③の措置つまり民家から離れた場所を選んで立地するという方法を選ばせているようである。騒音の問題は局地的であり、距離による減衰が極めて大きいという特性があるので、敷地を広くとり敷地の周囲に建物や植樹帯を適切に配置するといった選択が、意外に経済的な手段になる場合が多い。発生源対策は、単に害を外に及ぼさないための施策という観点からではなく、安全で衛生的な作業環境を確立するという面で、極めて大事なことであることは言をまたない。

3. ばい煙・粉じん防止

アスファルトプラントの製造工程から「ばい煙」が発生する箇所は、骨材の乾燥炉（通常、ドライヤと称す）と、アスファルトを加熱冷温するために使用するホットオイルヒータとがある。「粉じん」は骨材の堆積場と、これを搬送するコンベア系統、さらに乾燥骨材をふるい分け、計量して混合する装置系統（通常ミキシングタワーと称す）から発生する。

骨材の堆積場や搬送コンベアは、法による指定施設とされているが、一般に乾燥前の骨材は湿潤であるので粉

じんの発生は軽微である。必要な場合は防じん建屋や防じんカバーをかけるだけでよく集じんの必要はない。

乾燥された骨材を処理するミキシングタワーから発生する粉じんは、掃気フードとダクトを配しドライヤの排気に合流させて、集じん処理するのが一般的である。

ホットオイルヒータは、一般に燃焼規模が毎時50リットル程度の小形のものが使用され、大形のプラントは台数を増して使われている。またボイラなどと異なり負荷変動が少ないので燃焼が比較的に安定している。ばいじん量は $50\text{mg}/\text{Nm}^3$ 以下と極めて少ないので、集じん機を使用するのは特別の場合に限られる。従って、アスファルトプラントの防じん対策は、骨材ドライヤの排気に焦点があてられており、最近になってバグフィルタの使用が普及しはじめている。またイオウ酸化物対策は、燃料を重油から灯油に切替える方向に大勢が進んでいる。燃料転換は、法の規制が従来の着地濃度規制(K値規制)方式から総量規制方式に切換えられたことを反映しているとみられるが、一方で排煙脱硫の試みも盛んである。

ここではアスファルトプラントの集じんの問題に焦点を絞り所見を述べてみたい。

(1) バグフィルタ

濾過式集じん機の代表機種であるバグフィルタが、アスファルトプラントに採用される例が多くなってきた。バグフィルタは従来の湿式集じん機に比べて、はるかに高い集じん率が得られる。また煙が見えないので、周辺の住民により印象をあたえ高く評価されている。アスファルトプラントに適用される現行の法の規制基準は、一般地域で $0.8\text{g}/\text{Nm}^3$ 、特別地域で $0.4\text{g}/\text{Nm}^3$ である。バグフィルタを使用すれば、 $0.1\text{g}/\text{Nm}^3$ 以下にまで下げることができる。しかしながらイニシャルコストが湿式形集じん機に比べ数倍に及ぶので、急速に普及するにはいまだブレーキがかけられている。

装置によく適合した集じん機を選定するには、まずその製造工程、排煙の性状、ダストの性状を十分に把握しなければならない。アスファルトプラントの特長なことを概説してみると次のとおりである。

① 燃料消費量あたりの排ガス量が多い。

燃料消費量あたりの排ガスの量は通常 $30 \sim 40 \text{ Nm}^3/\text{燃料kg}$ である。骨材の処理量あたりでみると $250 \sim 400 \text{ Nm}^3/\text{骨材トン}$ となる。これはドライヤの排気が、燃焼排ガスと骨材中の水分の気化ガスばかりでなく、ミキシングタワーの掃気を含む。さらにドライヤの原料処理能力は、内部の気流速度を増すことにより著しく高められるので、最近のドライヤは大容量の排風機を備えている。米国のBG社の実験によれば、ドラム内の気流速度が、 3 m/sec から 4.5 m/sec に50%増すと、処理能力は約30%増すと報告されている。

② 排ガス中の含じん量が多い。

ドライヤ出口における排ガスの含じん濃度は $100 \sim 300 \text{ g/Nm}^3$ ときわめて大きい。同時に搬出されるダストの粒径も大きく 1 mm 以上に及ぶことがある。これは前述のようにドラム内の気流速度を大きくとっているためであり、BG社の実験例では、ガス速度が、 3 m/sec から 4.5 m/sec に50%増されると、ダストの量は12.5%増になると報告されている。

③ 集じん機で捕集したダストは、全部を混合物に回収使用できないことがある。

砕石、砂の品質が悪い場合、捕集ダストを混合物に回収使用すると混合物の品質をそこなう。品質のよい骨材が入手にくい実情から、わが国のアスファルトプラントの集じん機は、ダストを分別して捕集できるように2段以上に編成されるのが通例である。回収使用しても安全な品質のダストを捕集するために使用するものを1次集じん機と称し、通常10ミクロン程度の粒径のダストを捕集できるように設計されている。遠心力式集じん機などが多く使用されるが、その目的から乾式でなければならない。2次集じん機は排煙の浄化を目的にしており、

乾式・湿式いずれの形式でもよく、集じん性能をベースに設計されている。

④ 排ガスの温度は広範囲に変化する。

ドライヤの出口の排ガス温度は、通常 $100 \sim 300^\circ\text{C}$ の範囲にある。冷骨材の含水比の変動が大きいと、バーナの燃焼負荷が変動し、排ガス温度を変化させる。またドライヤの始動時は不安定期であり、プラントが断続して運転されることが多い常設プラントなどでは、細心の注意が必要になる。

(5) 排ガス中の成分の割合も大幅に変る。

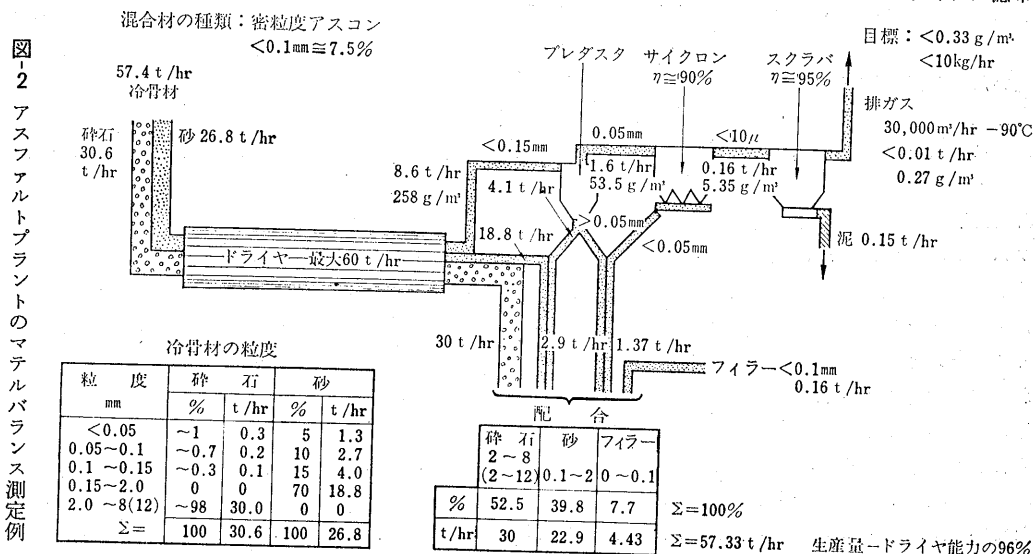
一般にアスファルトプラントは、負荷の大きさに関係なく排風機を定容量で運転することが多い。このため骨材の含水比・燃焼量・排ガス温度の変動により、排ガス中の H_2O 、 O_2 、 SO_x などの成分の濃度が変わる。水分と SO_x が同居しているので、酸露点による腐食の危険性がきわめて高い。また濾布やダストを湿らせて、目づまりを起し易い。

以上のほか、アスファルトプラントのダストはその殆んどが骨材の微粒子で占められ、摩耗性が大きく、親水性や凝集性に乏しい性質をもっているなどのことも、集じん機を選定するに当たって配慮しなければならない。

アスファルトプラントのドライヤのマテリアルバランスの測定例を図-2に示す。2次集じん機にバグフィルタを使用する場合は、図の湿式集じん機と置換えられるだけである。ブレダストは、サイクロンの摩耗防止のために使用される慣性力集じん機である。

以上の諸条件をふまえてバグフィルタの使用上の問題点を考えてみると、今日排ガス量がきわめて大きいことに集約されるように思われる。

従来は耐熱性・耐腐食性・耐摩耗性にすぐれた濾布材



が得られないことに最も大きな制約があった。最近になって常用200°Cで、上記の性能が満足される耐熱性ナイロンなどが開発され、わが国でもこれを容易に入手できるようになり価格の面を除いて解消されたとみられる。

バグフィルタの性能は、濾過面積あたりに適切な風量を与えること、つまり適切な濾過風速で維持することによって満足される。一方集じん機のイニシャルコストは濾過面積にほぼ比例しているとみられるので、燃焼量ベース、あるいは原料の処理能力ベースでみると、きわめて割高な設備になってくるわけである。

このため現在のアスファルトプラントに使用されているバグフィルタは、一般的な濾過風速といわれている使用範囲の中で比較的に高い方の、3.0~3.5 m/secにとられているものが多い。また払い落とし機構も常時濾過の一部を払い落している連続式のものが多い。これは払い落しの性能あるいは集じん率が多少低下しても濾過面積を節減したという意図からと思われる。このように一見確立されているとみられているアスファルトプラントの集じん技術においても、その経済的負担が大きいためになお普及が制約されているようである。骨材の乾燥加熱処理という工程をトータルで捉えてみて、今一度洗い直しが必要ではなからうか。

(2) 湿式集じん機

アスファルトプラントの集じん機として、いまなお主流の座にある湿式集じん機は、溜水式洗滌集じん機と加圧水式洗滌集じん機が多い。

湿式集じん機を使用するにあたって性能上の問題点は対象とするダストが、親水性・凝集性に乏しいことがあげられる。集じん率を高めるためには、溜水式にあっては水膜の形成、加圧水式にあっては水圧とガス量あたりの水量を大きくとる必要がある。水膜あるいは水圧・水量を大きくすると、圧力損失が増し動力容量を大きくする。アスファルトプラントに使用されている加圧水式洗滌集じん機の代表例とみられるベンチュリスクラバの一般的な性能を紹介すると、口候部のガス速度が40 m/sec、水ガス比1.2 l/m³にとった場合、圧力損失は300 mm水柱に達するが、10 g/Nm³程度の含じんガスを洗滌して、0.4 g/Nm³以下にすることができる。

湿式集じん機の捕集性能は、洗滌用水の清澄度に影響するところが大きいので、用水を循環使用する場合には沈降分離等による水の浄化に充分配慮を加えなければならない。またアスファルトプラントの排ガス洗滌のきわめて特長的なことに、排ガス中のイオウ酸化物が高い割合で洗滌用水に吸収されることがあげられる。循環使用の場合、水中の水素イオン濃度が増すので、装置の防

食対策として、アルカリ剤を加えて中和しなければならない。反面、排ガス中のイオウ酸化物濃度を軽減させる効果がある。この脱硫の効果は洗滌用水のPH、水温によるばかりでなく、ダストの組成成分によりかなりの範囲で変るが、ダストが石灰系の成分でなくても、80%以上と高い脱硫率を示すことが確かめられている。

湿式集じん機使用における経済性は、おもにスラッジの処理費用から論じられる。スラッジの投棄場所が容易に得られない都市に立地するプラントにおいては、スラッジを脱水処理するか、あるいは高い費用をかけて投棄処分しなければならないので、ランニングコストを圧迫する要因になってきている。しかしながらバグフィルタに比べれば、イニシャルコストがきわめて安く、ガス温度・ガス成分・ダスト濃度などに対する処置が軽減できるので、運転・保守管理が容易である。従って、現状ではバグフィルタに比べ、経済的に優位にたっているとみることができよう。

4. あとがき

アスファルトプラントは、湿式集じんの洗滌用水を場外に排出すれば、水質汚濁防止法の指定施設となる。法の規制の有無にかかわらずアスファルトプラントの場内から排水される雨水は油分を含みやすいので、排水路の端末には、油水分離槽を設け浄化して排出しなければならない。また公害防止組織整備法により国家資格を取得した公害防止管理者の配置義務が課せられていたり、公害健康被害補償法により、イオウ酸化物の排出量にに応じて賦課金の納付義務などがある。さらにアスファルトプラントの操業は、原材料と合材の運搬を省略したのでは成立しないわけで、トラックの走行による騒音・振動・粉じんといった交通公害が立地を制約する重要な要因になることがある。

このようにアスファルトプラントの立地環境は、ますます厳しさを増しているが、一方、急速に拡大した道路整備事業は、合材の需要を従来の線から面的に造り出したので、プラントの常設化を一層推進させ、これがプラントの生産性を向上させ、公害防止投資のコストへのはね返りを軽減させるのに寄与したとみることもできる。

アスファルトプラントの公害防止技術は、ここ数年の間にいちじるしい進歩を遂げてきたが、騒音の防止が音源を遮断することであり、イオウ酸化物の軽減が低イオウ燃料への転換であったり、ばいじんや粉じんの防止が高級な集じん機を使用することであるということまで満足していいものかどうか。アスファルト合材の製造という分野に限ってみても、まだそこに開発されるべき新しい技術が残されているように思えてならない。

環境対策におけるアスファルトの応用

井 町 弘 光*

最近積極的に進められている環境保全対策のなかで、例えば、ゴミや産業廃棄物の処理、ヘドロの処理あるいは緑化対策など広い範囲でアスファルトを利用した方法が検討され、その一部はすでに実用化されている。アスファルトは防水性・粘着性・耐久性にすぐれた性質をもちコーティング材あるいは結合材として利用されているがここで、この分野でのアスファルトの応用例のいくつかを紹介してみたい。

1. 産業廃棄物の処理とその再利用

1-1 粉塵の固型化

多くの産業では、その製造工程から種々の成分の粉塵など微細物が湿式または乾式の集塵装置により回収されているが、これらの回収物の処理は大変やかいかで、この処理方法によっては、新たな公害問題をひきおこすことにもなる。また、これらの微細物とはときには純度の高い金属物質を多量に含有しているため、その再利用を考える必要もある。この種の微細物を発生する産業の製造工程には次の例がある。

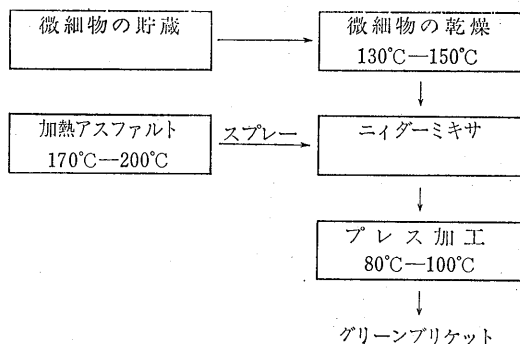
- (1) 鉱石の処理上破砕作業が行なわれる場合：
浮遊選鉱工程、磁気選鉱工程その他
- (2) 製造工程の副産物として微細物が得られる場合：
圧延工程で得られるミルスケール
- (3) 廃ガスおよび排煙精製プラントの電気フィルターから得られる微粒子泥土：

各排煙、廃ガス精製プラント

このような工場の製造工程から排出される微細物を環境汚染をひきおこさないように安全な形に処理して埋立てに利用したり、あるいは、これを生産工程で再利用できるような形に処理する方法として、これらの微細物をアスファルトまたはアスファルト乳剤を使用して、適当な大きさに成型し固定化する方法がある。

加熱アスファルトを使用したこのプロセスの概要は、右図の通りである。

このプロセスは、どんな微細物にも利用できるが、その粒径は一般に0～8mmで、それより大きいものは、あらかじめクラッシングする必要がある。またアスファルト



ととの混合物は、一般に豆タン状に成型されるが、その大きさ、形状は固型化したものの用途により異なり、アスファルトの混入量も成型品に要求される摩耗強度、圧潰強度などにより異なってくる。また固型化したものは取り扱いや貯蔵上常温で十分な強度をもち、べたつきのないものでなければならない。そのため使用するアスファルトは常温で硬いものが要求され、また成型段階では温度変化により液体から粘性体、固体へと急速に変化する感温性の大きいものが好ましい。成型されたグリーンブリケットは、一般にはそのまま再利用するか、埋立てなどに利用されるが、再利用の場合で溶解炉など、一部の製造装置ではブリケットに高い機械強度が要求されるため、成型後さらに500℃または1,200℃で炭化あるいは焼結などの熱処理をほどこすこともある。この場合アスファルトは350℃から500℃で熱分解し揮発成分がぬけるが、残留炭素分の多いアスファルト（アスファルト中に35%以上のもの）を使用すれば、加熱処理に対してもブリケットに十分な強度をもたせることもできる。

処理すべき細粒物が浮遊選鉱後、濾過して得られた鉱石細粒物のように水分を含んでいる場合には、特殊アスファルト乳剤で固型化する方法もある。取り扱う粒状材料自体の自然含水率が10%以上ある場合でも、成型条件により材料に含まれる水分の一部を圧縮成型の工程で取り除くことができる。乳剤を使用した場合、成型後の機械強度が低いので成型後250℃で熱処理して、これを改善することも可能である。

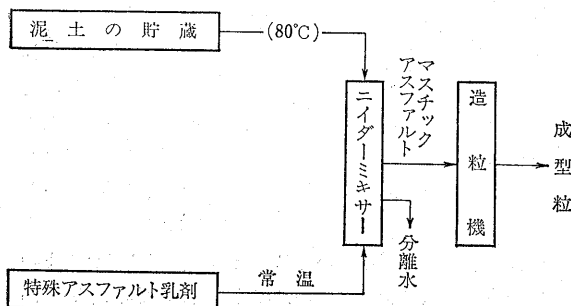
また微細物の固型化の別の例として、千葉県柏市ではゴミ焼却場から出る焼却灰の固型化にアスファルトを利用することを検討している。焼却灰は、一般にカドミウ

* シェル石油（株）技術研究部

鉛・六価クロムなどの重金属を含有しているため、そのまま埋立地などに投棄処分すると、有害汚染物質が流出する危険があるため、この処理方法が問題になっている。この焼却灰を3mm以下に微粉碎し、これに約10%のアスファルトを加え、ミキサーで混合した後、5cm角程度の豆タン状に成型する。アスファルトは粘着性・防水性にすぐれているため、この成型したものを長期間水に浸しておいても、内部の重金属が流出しないため埋立に使用しても安全とのことである。

1-2 汚泥の処理

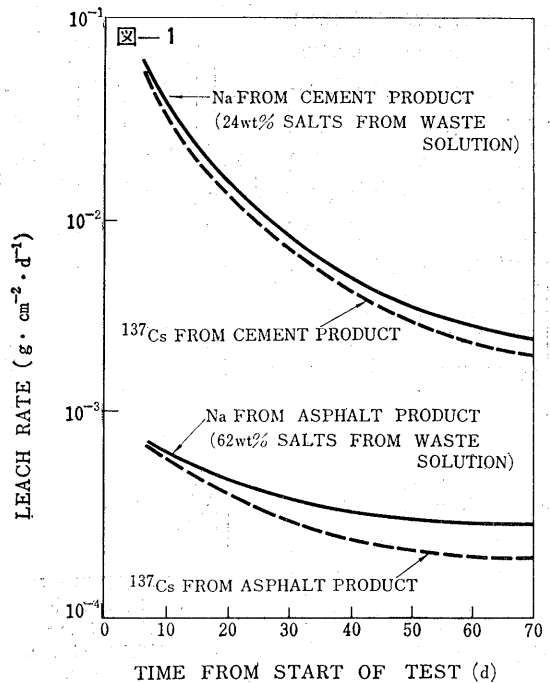
産業廃液の処理により発生する汚泥、鉄鋼製造プロセスからの廃ガスの精製により発生する泥土、アルミ精錬からの赤泥など、多量の水分を含んだ泥土の処理に特殊アスファルト乳剤を使用して固化する方法も検討されている。これらの泥土をフィルターや乾燥機によって脱水することは一般に困難なため、特殊アスファルト乳剤中のアスファルト粒子と、泥土中の土粒子をイオン結合させ、泥土中の水分を除去する方法で、そのプロセスは次の通りである。



ただし、このプロセスでは処理すべき汚泥に対して、比較的多量の特殊アスファルト乳剤を使用するため、得られる成型粒物質のアスファルト含有率は10~20%になるので、経済性の面からこれらの再利用方法を検討する必要がある。例えばアルミ精錬の赤泥処理により得られた成型粒を、道路舗装用アスファルト混合物に混入し、そのフィラー分とアスファルトを有効活用するなどの方法も考えられる。

1-3 放射性廃棄物の処理

中低レベルの放射性廃棄物の処理は、一般にセメントで固化し、地下や海底に埋没する方法がとられているがセメントは長期間の間には徐々に風化し、結合力が表面から損われ、固化した廃棄物が離散する可能性もあるため、これらの固化をアスファルトでおこなう方法もとられている。アスファルトは固化プロセスが簡単でしかも耐水性あるいは地下、海底に埋没したときの耐久性、耐



水性にすぐれている。このアスファルトによる固化にはいろいろな方法が検討されているが、代表的な方法は、200~230°C に加熱溶解したアスファルト中に、放射性廃棄物（液状または固体）を混入し、加熱ガマの中で一定時間混合物を強力攪拌して、混合物中の水分や揮発性の高い成分を蒸発除去した後ドラム詰めし冷却する。こうして放射性廃棄物固形分の最大含有量45%以下の均一な混合物が得られる。このようなアスファルトで処理できる放射性廃棄物は低レベルから中レベルのもので、実験では10⁹radをこえない放射線量のときアスファルトが安全に利用できると指摘されている。しかし線量が1×10¹⁰radをこえると、アスファルト中の化学構造が破壊されC/Hが変化し、アスファルトの性状が不安定になるとのことである。またセメントによる固化物とアスファルト固化物の水中でのNa、¹³⁷Cs成分の浸出速度の比較では、セメントの場合、アスファルトの場合の約100倍に相当する。（図-1 参照）

1-4 不燃性ゴミの処理

焼却場に集められたゴミのうち、焼却処理しにくいプラスチック・合成ゴム・金属・ガラスなどの不燃物の処理もやっかいな問題の一つであるが、これらのゴミを一定の大きさにプレス固化し、これをアスファルトで被覆して埋立に利用する方法もとられている。例えば図-2は、大阪市清掃局大正プレス工場で採用されている方法であるが、これらのゴミを1,600トンの圧力で圧縮し、

これを金網で包み再度加圧した後、加熱アスファルト槽につけ約3mmの厚さにアスファルトを被覆し、水槽に入れて冷却する。ゴミは圧縮により容量は約1/4~1/10になるため埋立てに利用する場合、投棄用地が少なく済み、かつ形くずれ・離散・膨張などの心配がなく、また、維持管理費が安く経済的とのことである。

1-5 廃棄物・汚泥のストックカードの防水

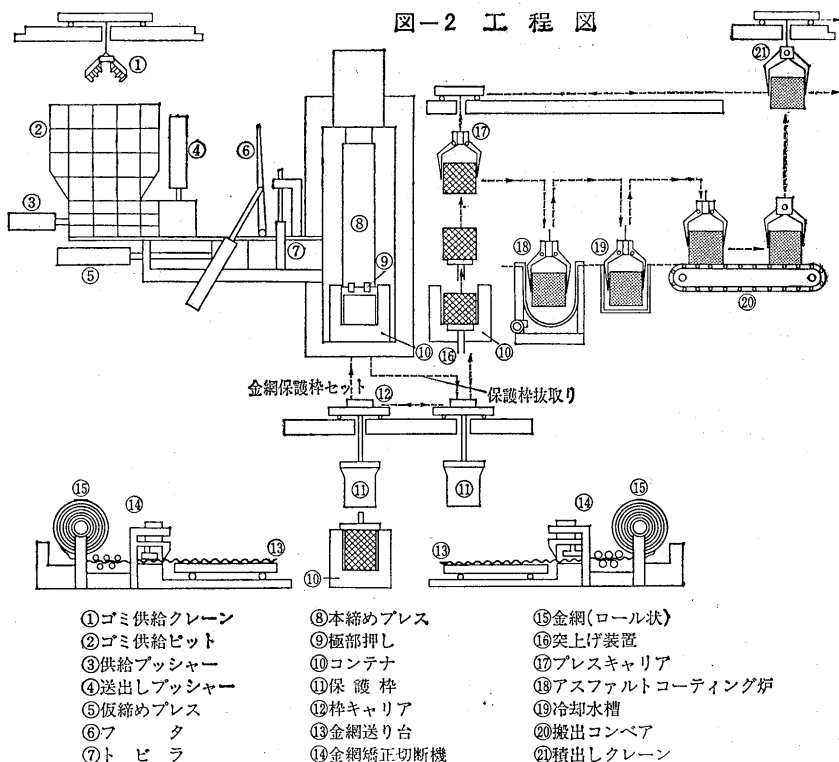
産業廃棄物や汚泥は、その排出量が大いいため処理する前に屋外に貯蔵される場合があるが、雨水により有害物質が地下に浸透する可能性もある。このような汚染物の浸透を防止するため、ストックカ

ードの地表面を削り取り平らに均した後、加熱アスファルトを吹付けて防水皮膜を作り、保護のため、さらに30~50cm厚の土砂をかぶせる方法もとられている。アメリカでは、この種の工事に使用するアスファルトはメンブレンアスファルトと呼ばれ、一般に針入度55、軟化点88℃ぐらゐの触媒ブローンアスファルトが多く利用されている。

2. 緑化対策での応用

アスファルトは、このような廃棄物の処理の他に自然環境の保護の面でも利用されている。例えば道路の切盛土のり面の保護に芝の植生がおこなわれている。種子吹付後、種子の流出を防止し、保水と保温効果を高め発芽を促進するため1㎡当たり0.25ℓ程度のアスファルト乳剤を2~3倍の水で薄めて、種肥土吹付面に均一に散布する方法がとられている。この他、アスファルト利用によるサバクの緑化を研究するためのプロジェクトチームも組織されているが、これはサバクの地表面下約60~90cmのところに加熱アスファルトまたはアスファルト乳剤を流し込み、厚さ約3mmのアスファルト止水盤をつくり、植物の発育に必要な水分の地下への流失を防止し、かつ海岸地帯など地下から上昇してくる塩水を遮断する効果をもたせる。この技術はサバクのみならず、海岸附近の砂地で風による砂の飛散を防止するため、これを緑化することにも利用でき、アメリカなどですでに実用化され

図-2 工程図



そのための特殊なアスファルト施工機械なども開発されている。

以上、すでに実用化されているもの、あるいは試験段階のものをふくめて、いくつかの例について述べてきたが、アスファルトは比較的安価な熱可塑性バインダーとしてあるいは防水性コーティング材として、その利用方法はますます広がっていくことと思う。アスファルトの応用範囲の広さをご理解いただく一助になれば幸いである。

参考文献

- (1) The Use of Bitumen for the Recovery of Five Particles and Treatment of Industrial Muds
(R. HERMENT & Y. LAFAGE, SHELL France)
- (2) Bituminization of Radioactive Wastes
(IAEA, July 1970)
- (3) 産業廃棄物処理プラント
(手塚興産)
- (4) のり面保護の植生と農作物へのアスファルト乳剤の利用
(額田 稯氏, あすふあるとにゆうざい No. 16, 1970)
- (5) 沙漠の緑化 (日本沙漠開発協会 1972. 9)

質 疑 応 答

質 問

貴誌Vol. 18, No. 100 における「道路技術者のアスファルト講座」第9回「アスファルト混合物の諸性質と配合設計(1)」, の内容に関してご質問いたします。混合物の安定性を摩擦の面から考察するというのは非常に興味深いアイデアだと思いますが, 121ページ冒頭の「アスファルト混合物を粘弾性体として解析するということは, 乾燥摩擦, 境界摩擦, 流体摩擦それぞれの荷重分担比を定める問題に帰着できそうである」の中で, 荷重分担比を定めるとは, どのような方法によるのでしょうか。具体的にお示し下さい。(北海道 N生)

回 答

流体, 境界, 乾燥3種の摩擦面を図のように模型化して考え, 各々の荷重分担比を推定してみる。

いま全荷重を P とし, そのうち流体摩擦, 境界摩擦, 乾燥摩擦それぞれの部分で分担する荷重を P_{xf} , P_{xb} , P_{xd} , その摩擦係数をそれぞれ μ_f , μ_b , μ_d , そして全体の平均摩擦を μ とすれば,

$$x_f + x_b + x_d = 1 \dots\dots\dots ①$$

$$P\mu = P_{xf} \cdot \mu_f + P_{xb} \cdot \mu_b + P_{xd} \cdot \mu_d \dots\dots\dots ②$$

また純粋な乾燥, 境界両摩擦面の平均摩擦係数を μ_b' とすれば,

$$P_{xd} \cdot \mu_d + P_{xb} \cdot \mu_b = (P_{xd} + P_{xb}) \mu_b' \dots\dots\dots ③$$

以上の①②③式から, 各部分の分担比は次式で示される。

$$x_d = \frac{(\mu - \mu_f)(\mu_b' - \mu_b)}{(\mu_b' - \mu_f)(\mu_d - \mu_b)} \dots\dots\dots ④$$

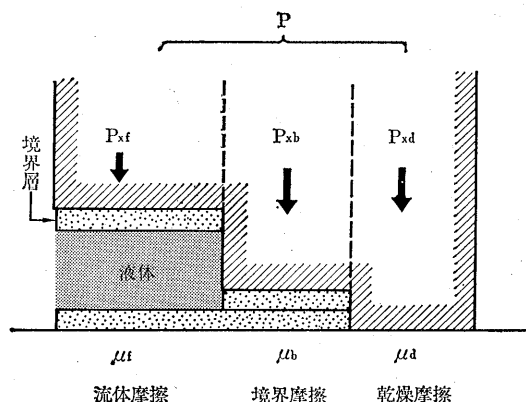
$$x_b = \frac{(\mu - \mu_f)(\mu_d - \mu_b')}{(\mu_b' - \mu_f)(\mu_d - \mu_b)} \dots\dots\dots ⑤$$

$$x_f = \frac{\mu_b' - \mu}{\mu_b' - \mu_f} \dots\dots\dots ⑥$$

よって, μ , μ_b , μ_f , μ_b' を実測値から与えれば, 荷重分担比 x_d , x_b , x_f は求められる。

以上は曾田の「摩擦と潤滑」に紹介されている方法であるが, 参考のため具体的な数値を入れて計算してみよう。まず, μ_b に完全に清浄な面では30とか56とかの値が得られているが, 通常値として, 3をとることにする。また μ_b は0.1程度とされているので0.1をとる。 μ_b' はダイヤモンドとガラスの中間値0.15をとり, μ_f は0.003をとるものとする。そして μ は軸受に焼けつき

荷重分担の模型図



の起る程度の値0.05をとるとして上式に代入し, 計算すると次のようになる。

$$x_d = \frac{(0.05 - 0.003)(0.15 - 0.1)}{(0.15 - 0.003)(3 - 0.1)} = 0.006$$

$$x_b = \frac{(0.05 - 0.003)(3 - 0.15)}{(0.15 - 0.003)(3 - 0.1)} = 0.314$$

$$x_f = \frac{0.15 - 0.05}{0.15 - 0.003} = 0.680$$

以上の仮定のとり方はかなり難しい問題であり, 異論もあるかと思うが, 概略の計算ではあっても, 流体摩擦の占める割合は想像以上に大きいようである。混合物におけるアスファルトの役割の重要性がうかがわれよう。

昭和50年度石油アスファルトの 需要見通しについて

資源エネルギー庁
石油製品需要想定委員会
石油アスファルト小委員会

今年度の石油アスファルトの需要見通しについては、このほど別表の通り策定の上すでに別途公表済みであるが、協会よりの要請もあったので簡単にその要点を解説したい。

1. はじめに

今回の需要見通しの想定作業については、2つの点で従来と異った点があるので、はじめに前置きしておきたい。つまりその一つは作業機関についてであるが、今回は昨年度より発生した石油製品需要想定委員会の機構内に、今年度より新たに追加設置された標記「石油アスファルト小委員会」の場で想定作業を進めた点である。又もう一点は想定方法の技術面で、昭和51年度以降については、暫定的な性格として後述のような新しい方法で一部を推定したことである。というのは、いうまでもなく昭和48年度を起点とした第7次道路整備5カ年計画がその後の著しい情勢変化により、現在相当の洗い直しが必要と見られるに及んでおり、目下は適格な長期見通しの基盤が掴め得ないからである。従ってこの点に関しては今後の情勢が判明次第、改めて需要見通しを行なう必要がある。

2. 結 論

別表-1および2の通りである。つまり内需要レベルでみると昭和50年度見通しは、ほぼ昭和46年度並みレベルに相当し、およそ4年前に戻るという極めて低調な情勢見通しに置かれたことである。もとよりこの理由は、昭和48年度下期より採られた政府の総需要抑制策の影響が主たる原因で、公共事業なかんづく道路整備事業に大きくスロー・ダウンを強いたげる結果を余儀なくさせたためである。因みに、48年春に策定した昭和48～52年度計画で内需要は年率約10%平均の伸びを想定していたものであるから、これに比べても大幅な情勢変化と言わざるを得ないのである。

さて、その後に続く昭和51年度以降の見通しについてであるが、前述の通り、正確なものは今後に待たざるを得ないが、少なくとも経済見通しを始め最近の一般情勢

から推察して、遠い将来は別として、ここ当分は従来のような高い伸び率を期待することは非常にむづかしいとみるべきではなかろうか。だとすれば、今後ますます新規需要開発とか輸出促進などの動きが大きくクローズ・アップされ、その面での活発化が予想される。

とは言っても道路舗装用が需要構成の主体であることに変わりはなく、その意味からも今後の道路整備長期計画がどういう内容のものとなるかとしているのか、非常に関心が持たれていることは言うまでもない。勿論これには、現在検討が進められている昭和51年度起点の新経済社会基本計画（経企庁）及び第3次全国総合開発計画（国土庁）などの長期基本計画との策定とも関連しており、とにかく今後の成り行きについて十分注目して行く必要がある。

3. 需要想定の方法

大別して、道路舗装用、工業用、ブローン・アスファルトの3種に区分し、各々以下の方法に基づいた。

(1) 道路舗装用

ストレート・アスファルト内需要（除く工業用）と実質純道路整備事業費（道路舗装に直接関係しない用地並びに橋梁関係費を除き、かつ土木工事費デフレーターで評価済みのもの）との過去実績値（昭和40～49年度用）から成る相関式を設定し別に求めた昭和50年度以降の実質純道路整備事業費を代入して、ストレート・アスファルト内需要（除く工業用）を算定した。

なお、昭和50年度以降の実質純道路整備事業費については、昭和50年度については政府予算（ただし、地方単独事業については建設省見込み）より昭和51年度以降については石油製品（燃料油）需要見通しより、道路特定財源として石油諸税を算定の上、50年度予算における特定財源構成比（石油関係）を用いて、それぞれ求めた。

(2) 工業用

工業用としては、従来からの需要分野を対象とし

たものに範囲をとどめ、経済規模などを勘案の上推定した。従って、現在一部に研究開発中のコーラス、バインダー用については、まだ確定段階に至っていないものとして対象外とした。

(3) ブローン・アスファルト

ブローン・アスファルト内需伸び率、建築着工面積（非居住用）伸び率並びにG N P実質伸び率の

過去実績値（昭和40～48年度間）から各々の弾性値関係を設定の上、昭和50年度以降のG N P実質伸び率見通しに基づきブローン・アスファルト内需量を決定した。

以上、需要想定の方法については基本的な点のみ記述したが、詳しくは本協会事務局に問い合わせれば説明できるよう資料共々依頼してあるので利用願いたい。

表-1 昭和50～54年度石油アスファルト需給見通し（総括表）

昭和50年4月
精製流通課
（単位：千トン）

年度	項目	供給				需要					
		期初在庫	生産	輸入	合計	内 需（対前年度比）		輸 出	小 計	期末在庫	合計
45		133	3,697	1	3,831	3,510	(120.0)	193	3,703	140	3,843
46		140	4,218	6	4,364	4,170	(118.8)	55	4,225	146	4,371
47		146	4,768	30	4,944	4,711	(113.0)	33	4,744	198	4,942
48		198	5,167	27	5,392	5,146	(109.2)	11	5,157	226	5,383
49	上下 年度	226	2,392	15	2,633	2,328	(87.8)	1	2,329	287	2,616
		287	2,150	1	2,469	2,225	(89.2)	26	2,251	187	2,438
		226	4,542	16	4,784	4,553	(88.5)	27	4,580	187	4,769
50	上下 年度	187	2,170	0	2,357	2,173	(93.3)	6	2,179	178	2,357
		178	2,000	0	2,178	2,005	(90.1)	8	2,013	165	2,178
		187	4,170	0	4,357	4,178	(91.8)	14	4,192	165	4,357
51		165	4,899	0	5,064	4,864	(116.4)	0	4,864	200	5,064
52		200	5,179	0	5,379	5,167	(106.2)	0	5,167	212	5,379
53		212	5,549	0	5,761	5,534	(107.1)	0	5,534	227	5,761
54		227	5,966	0	6,193	5,949	(107.5)	0	5,949	244	6,193

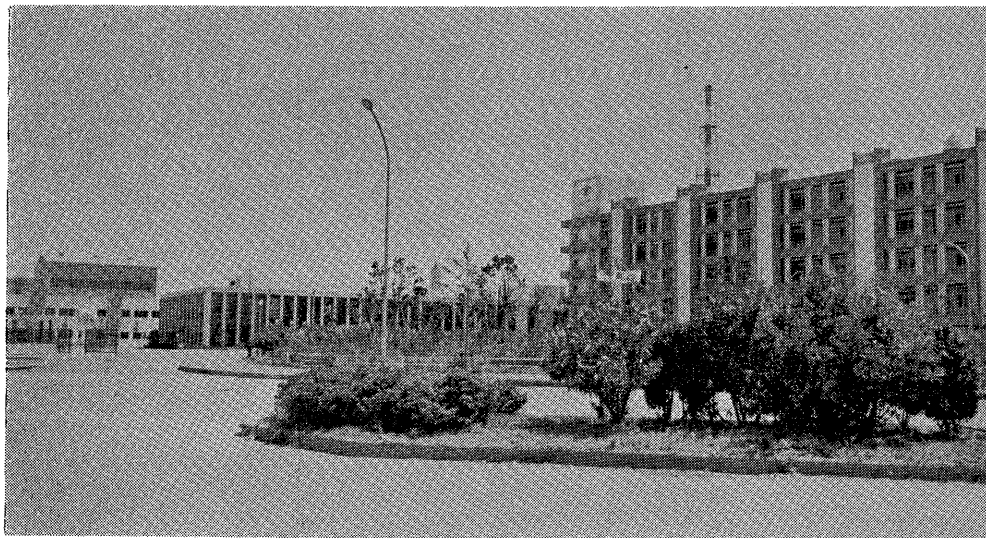
- (注) 1. 49年度上期まで実績，下期実勢でありロスその他をバランスしない。
2. 50年度以降の見通し
(1) 内 需……道路事業費等を用い想定
(2) 輸 入……各社計画等により算定
(3) 期末在庫……在庫パターンから算定

表-2 昭和50～54年度石油アスファルト内需見通し（品種別明細）

年度	項目	内 需 量：千トン					構 成 比： %					対前年度比： %				
		ストレート アスファルト			合計		ストレート アスファルト			合計		ストレート アスファルト			合計	
		一般用	工業用	計			一般用	工業用	計			一般用	工業用	計		
45		3,235	—	3,235	275	3,510	92.2	—	92.2	7.8	100.0	121.8	—	121.8	101.8	120.0
46		3,884	—	3,884	286	4,170	93.1	—	93.1	6.9	100.0	120.1	—	120.0	104.0	118.8
47		4,348	48	4,396	315	4,711	92.3	1.0	93.3	6.7	100.0	111.9	—	113.2	110.1	113.0
48		4,648	148	4,796	350	5,146	90.5	2.9	93.4	6.6	100.0	106.9	308.3	109.3	111.1	109.2
49	上下 年度	2,146	64	2,210	118	2,328	92.2	2.7	94.9	5.1	100.0	89.0	92.8	89.1	69.4	87.8
		2,038	66	2,104	121	2,225	91.6	3.0	94.6	5.4	100.0	91.1	83.5	96.1	67.2	89.2
		4,184	130	4,314	239	4,553	91.9	2.9	94.8	5.2	100.0	90.0	87.8	89.9	68.3	88.5
50	上下 年度	1,988	65	2,053	120	2,173	91.5	3.0	94.5	5.5	100.0	92.6	101.6	92.9	101.7	93.3
		1,809	70	1,879	126	2,005	90.2	3.5	93.7	6.3	100.0	88.8	106.1	89.3	104.1	90.1
		3,797	135	3,932	246	4,178	90.9	3.2	94.1	5.9	100.0	90.8	103.8	91.1	102.9	91.8
51		4,454	145	4,599	265	4,864	91.6	3.0	94.6	5.4	100.0	117.3	107.4	117.0	107.7	116.4
52		4,719	155	4,874	293	5,167	91.3	3.0	94.3	5.7	100.0	105.9	106.9	106.0	110.6	106.2
53		5,046	165	5,211	323	5,534	91.2	3.0	94.2	5.8	100.0	106.9	106.5	106.9	110.2	107.1
54		5,417	175	5,592	357	5,949	91.1	2.9	94.0	6.0	100.0	107.4	106.1	107.3	110.5	107.5

日本石油株式会社 中央技術研究所

林 誠 之*

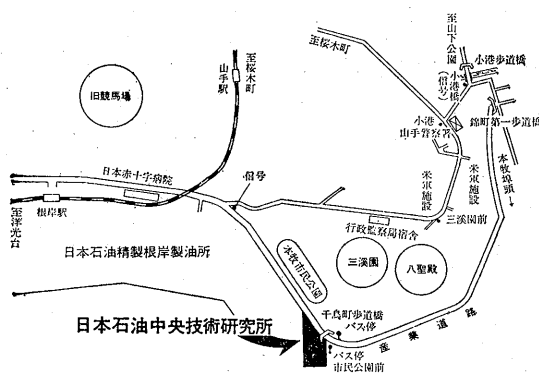


1. 沿革

日本石油(株)は明治21年に創立されたが、研究所は大正5年に創立され、約60年の歴史がある。現在の施設は昭和46年に建設されたものであって、石油会社の研究所としては、日本で最も歴史が古く、また最も完備された研究所のひとつである。所在地を図-1に示したが、日本石油精製(株)根岸製油所(横浜市)に隣接し、公園工場の延長として周囲の環境に調和するよう、美しく設計されている。

当研究所は、日本石油(株)、日本石油精製(株)、日本石油化学(株)、日本石油加工(株)および日本合成樹脂(株)ほか関連会社などを含むいわゆる「日本石油グループ」のリサーチセンターとして、石油および石油化学に関する品質向上研究、新製品の開発、新製造プロセスの開発研究を行なっている。また製油所における製造工程の改良に対するアドバイスおよびセールスエンジニアと協力しての需要家に対する技術サービスについて

図-1 研究所所在地



* 日本石油中央技術研究所第1研究室

明治 21 年 (1888)	日本石油 (株) 創立
大 正 5 年 (1916)	化学研究所の名称で新潟県柏崎に設立
10 年 (1921)	宝田石油と合併、試験所と改称
昭和 13 年 (1938)	小倉石油研究所、横浜に設立
14 年 (1939)	試験所 陸軍省へ移管
16 年 (1941)	試験所 陸軍省より返環、小倉石油との合併に伴い、横浜の小倉石油研究所と併合して日本石油中央研究所と改称
20 年 (1945)	終戦直後、一部を米軍に接収されたので、本館および新館の一部で研究を続行
21 年 (1946)	中央技術研究所と改称
22 年 (1947)	米軍による太平洋岸製油所閉鎖指令により、製油および研究が停止されたので、機構はそのままとして研究員を東大、東工大、早大に分散派遣し、基礎研究に従事させる。
24 年 (1949)	太平洋岸製油所再開許可に伴い、各大学へ派遣中の研究員は帰所し、研究は本格的軌道にもどる。
31 年 (1956)	日本石油化学(株)川崎工場の隣接地に移転を計画、川崎分室 (工業化試験室、エンジン試験室など) 完成
36 年 (1961)	川崎の研究所完成、全部移転
45 年 (1970)	川崎の研究所が狭くなり、将来の拡張を考慮して横浜の現在地に移転を計画、着工
46 年 (1971)	新研究所完成

も積極的に行なっている。

主な沿革は上のとおりである。

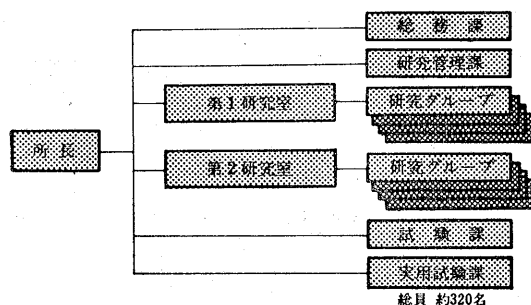
2. 組織

組織図を図-2 に示した。

研究組織は、石油に関する研究を行なっている第1研究室、石油化学に関する研究を行なっている第2研究室、そしてこれらをレポートする総務課、研究管理課、試験課、実用試験課からなっている。

各研究室には必要に応じて自在にプロジェクトグループをつくることができるようになっており、現在第1研究室にはアスファルトグループを含め、10研究グループ

図-2



があり第2研究室には8研究グループがある。

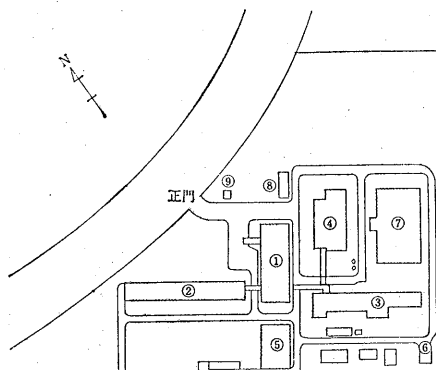
現在の所員数は約 320名である。

3. 研究所施設の配置図

主な施設の配置図を図-3 に示した。

研究室は主に研究棟 (②) にあり、別棟としてエンジン関係の試験を行なうエンジン棟 (③)、プロセス開発研究を行なうプロセス棟 (④) ほかがある。

図-3 研究所施設の配置図



①事務棟 ②研究棟 ③エンジン棟 ④プロセス棟
⑤動力棟 ⑥排水処理設備およびオイルセパレーター
⑦500BBL重油脱硫テストプラント ⑧車庫 ⑨守衛室

敷 地 73,461m²
建 物 18,739m²

また研究所から排出される排水などについては、専用の排水処理設備およびオイルセパレーター（⑥）などで完全に処理し、環境管理を厳しく行なうとともに、研究所における事故を防ぐための万全な安全対策をとっている。

4. 試験設備の概要

研究対象が多岐にわたるため、アスファルト関連設備を除き、ごく概括的に述べる。

- (1) エンジンオイルおよび自動車ガソリンの評価装置
試験用エンジンベンチ 30基

シャシーダイナモメーター（写真-1）

排気ガス分析装置ほか

- (2) 各種工業用石油製品の評価試験装置
(3) 高分子化合物の物性評価および加工技術評価試験装置
(4) 塗料、印刷インキおよび接着剤などの評価試験装置
(5) 石油微生物の培養試験装置および化学物質の生分解性測定装置
(6) パイロットプラントおよびベンチスケール装置
500 B P S D 残渣油の水素化脱硫テストプラント

写真-1 シャシーダイナモメーター



写真-2 重硫テストプラント

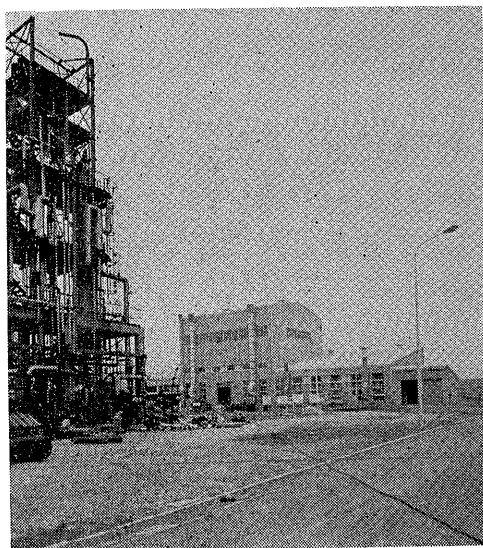
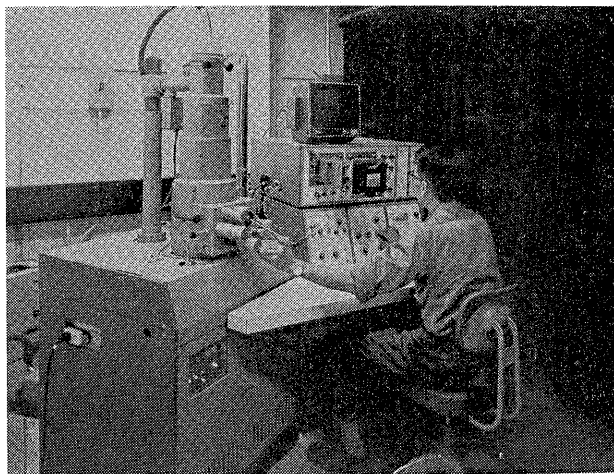


写真-3 走査型電子顕微鏡



- (写真-2) ほか
- (7) 各種器機分析装置
 走査型電子顕微鏡 (写真-3)
 発光分光分析装置
 蛍光X線分析計
 X線マイクロアナライザーほか
- (8) アスファルト関連試験設備
 GPC
 質量分析計 (MASS)
 核磁気共鳴スペクトル装置 (NMR)

赤外分光光度計
 蛍光分光光度計
 レオメーター (写真-4)
 マイクロビスコメーター
 回転式薄膜試験機 (RTFOT) (写真-5)
 アスファルト混合物ミキサー
 マーシャル試験機
 ビームコヒジョン試験機 (写真-6)
 ページ衝撃試験機 (写真-7)
 ローラーコンパクター

写真-4 レオメーター

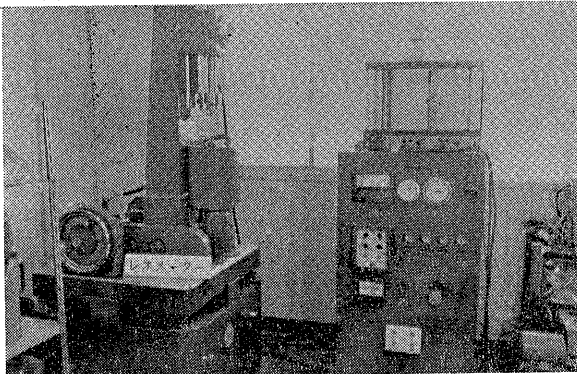


写真-7 ページ衝撃試験機

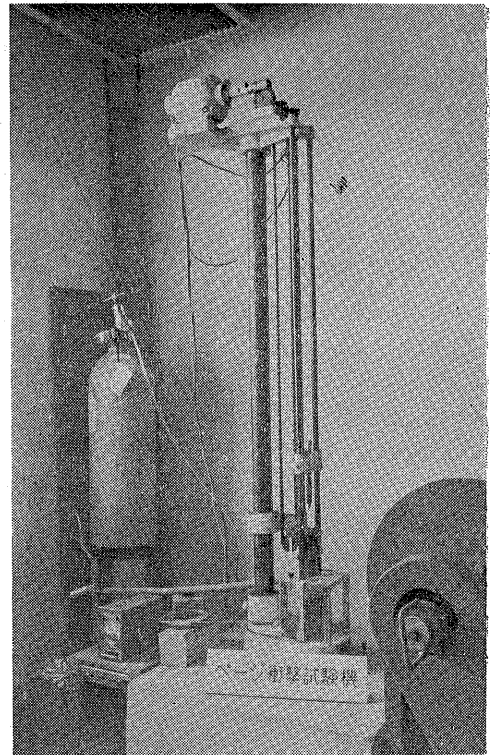


写真-5 回転式薄膜試験機

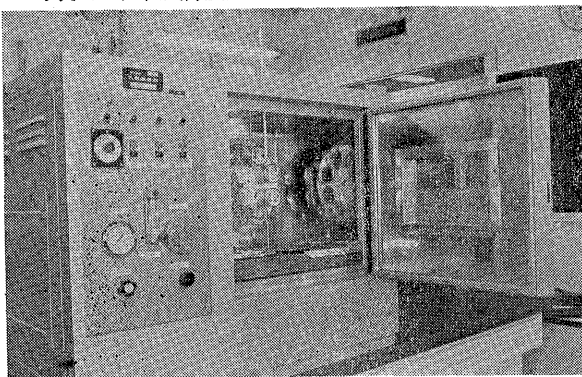


写真-6 ビームコヒジョン試験機

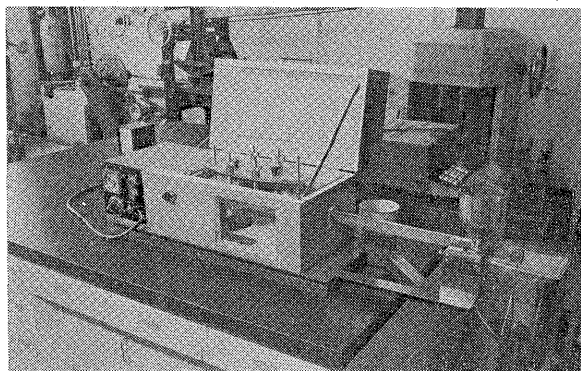


写真-8 (水浸) ホイルトラッキング試験機

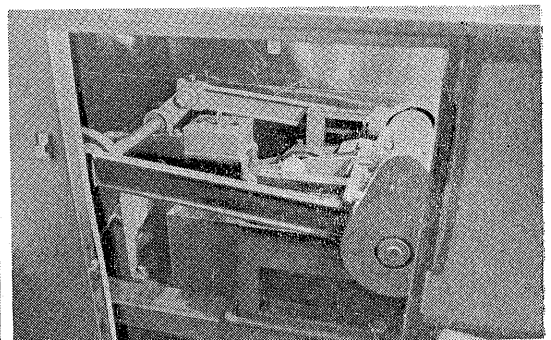
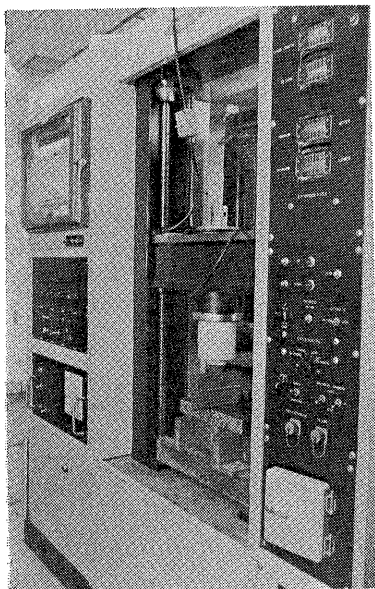


写真-9 万能型引張り圧縮試験機



水浸、非水浸兼用型ホイルトラッキング試験機

(写真-8)

万能型引張、圧縮試験機 (写真-9) など

(9) 計算機 IBM 1130 (写真-10)

(10) 図 書

蔵書約 2 万冊、外国雑誌約 130 点、国内雑誌約 170 点

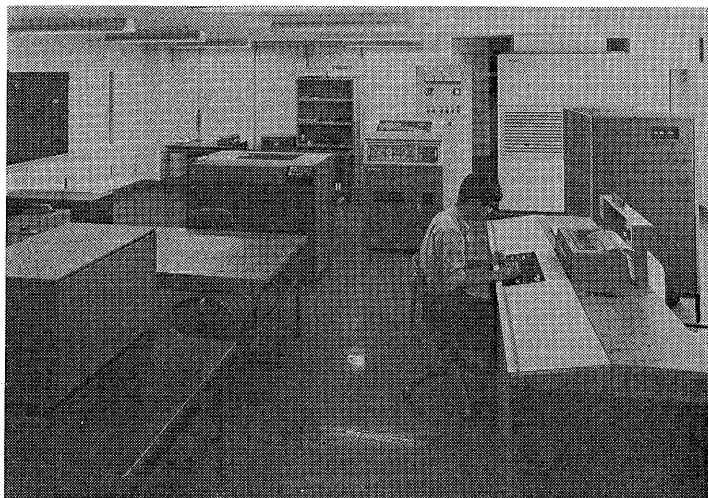
5. 開発研究の成果

製油所または工場における製品の品質管理は、現場の担当機関が責任をもって実施しているが、研究所においては製品の品質向上という点で常に研究が行なわれ、それらの成果は逐次製品に反映されている。

一方、新製品、新プロセスの開発研究も実施されており、主な成果は次のとおりである。

- (1) 石油製品についてはガソリン、エンジン油、工業用潤滑油、特殊品などほとんどすべての油種についての製品を開発した。
- (2) 石油精製プロセスについては重油水素化脱硫プロセス、排煙脱硫プロセス、ガソリンスイートニング

写真-10 計 算 機



触媒、ガソリン異性化プロセスなどを開発した。

- (3) 石油化学関係では石油樹脂製造プロセス、イソブチレン分離プロセス、イソブレン分離プロセス、ブチルゴム製造プロセスなどを開発した。

6. むすび

以上、当研究所の概要について述べたが、研究対象が広いため紹介がごく概括的となってしまったかと思う。

道路用アスファルト関係に関しては、バインダー性状評価については一般的性状測定、組成分析、老化試験、各種器機分析装置による評価を、また合材性状については高温部をマーシャル試験、ビームコヒジョン試験、(水浸) ホイルトラッキング試験などで、また低温部については、ページ衝撃試験、曲げ試験などで評価を、またその他はく離試験などによる評価も行なっている。

当社としては、アスファルトメーカーとしての責任を果たすために大いに研究努力をしているが、今後も需要家の皆様の率直なご意見を参考として、なお一層の努力をはかり、より良いアスファルトの供給責任を果たしていきたいと考えている。

第10回 アスファルト混合物の諸性質と合配設計 (2)

阿 部 頼 政*

11. 合配設計の考え方

所定の骨材配合に対して、どのくらいのアスファルトを加えたら適正な混合物が得られるかという、いわゆる最適アスファルト量の設計法はいまだに未解決の問題といえよう。これまで数多くの研究者がこの問題にとり組んできており、今後もこの問題をぬきにしてアスファルト混合物を云々することはできないと思われる。これはアスファルト量が混合物の良否を左右する最大のポイントになっているからである。現在は、マーシャル試験により機械的にアスファルト量が定められるため、ともすればその重要性が忘れられている。その意味でも、最適アスファルト量の考え方をここで歴史的にふりかえってみることは現状に対する一つの反省となろう。

11-1 経験式による方法

ある粒度分布をもった骨材に対し、最適アスファルト量を求める方法として最初に提案されたのがこの経験式による決定法であった。多くの経験式が発表されているが、これらは一般に次の形に書き表わせる。

$$P = a_1 P_1 + a_2 P_2 + \dots + a_n P_n + C \dots \dots \dots (1)$$

P : 混合物全量に対するアスファルト重量百分率 (%)

P_i : フリ目の大きさによって分けられた成分率 (%)

a_i : 経験によって得られた係数

C : 補正項

これらの考え方の基礎になるものは、骨材の各粒径に応じて適正なアスファルト量があるとするもので、骨材の粒度分布がわかれば、すぐに式からアスファルト量が決定できることになる。初期の頃に提案されたものとしては、骨材粒径を3種(粗骨材、細骨材、フィラー)にわけた次の形の式が多い。

$$P = a_1 P_1 + a_2 P_2 + a_3 P_3 \dots \dots \dots (2)$$

ごく最近のものとしては、アスファルト舗装要綱¹⁾に次の式が提案されている。

$$P = 0.023a + 0.065b + 0.130 + 0.11d + 1.13 \dots \dots \dots (3)$$

P : 混合物全量に対するアスファルト重量百分率 (%)

a : 2.5mmフリ目を通し、0.3mmフリ目に残留する部分の重量百分率 (%)

C : 0.3mmフリ目を通し、0.074mmフリ目に残留する部分の重量百分率 (%)

d : 0.074mmフリ目を通する部分の重量百分率 (%)

以上の経験式は、過去の蓄積が $a_1, a_2, \dots, a_n, C$ 等の値に盛り込まれており、使用する側から見ればきわめて便利な式ではあるが、何と言ってもフリ目分けの粒径のみでアスファルト量を決めることは本質的に無理がある。

いわゆる適正アスファルト量なるものは、骨材の粒径のみに依存するのではなく、骨材の形状、吸収性、表面積、アスファルトの性状、さらには外力としての交通荷重にも影響を受けるからである。したがって、以上のような経験的算定式は、アスファルト量算出の単なる目安となるものであり、現実には小規模な舗装工事に利用されるにすぎない。

11-2 表面積説

前述の考え方をさらに理論的に押し進めて発表されたものが表面積説である。これは、アスファルト量が全骨材の表面積の関数として与えられるとするもので、最も単純な形は次のように表わされる。

$$P = \alpha A \dots \dots \dots (4)$$

P : 全骨材に対する所要アスファルト重量百分率 (%)

A : 全骨材の単位重量当りの表面積

α : 定数

所要のアスファルト量が骨材の表面積と密接な関係があるということは、誰しも考えるところであり、読者の中にも、この観点から研究された方がかなり多いかと思う。これまでに表面積をもとにした算定法は数多く発表されているが、現実の合配設計に利用されている例はほとんどない。これは、表面積説に含まれるいくつかの

* 日本大学理工学部 講師

問題点のためであるが、これらの問題は配合設計を考える上ではいわば常識とも言えるものなので次に詳しく考察していきたいと思う。

まず第1の問題は、表面積をいかにして求めるかという問題である。通常よく利用される簡便法としては、各フルイ目ごとの直径をもつ球の集まりとして計算する方法がある。骨材を量と仮定することには、もうすでに何割かの誤差が含まれるが、これは、補正係数をかけたりすることによりある程度除去できる。しかし、フルイを通過する74 μ 以下の粒子(フィラーがこれに相当する)の粒度分布を求めるには、非常に手間のかかる方法(たとえば沈降分析等)によらなければならない。

さらに、球の表面は一般に凹凸がないものとして計算されるが、図-1の(a)と(b)では表面積にかなりの差があるはずであり、肉眼で見えないような凹凸までを含めれば(b)の表面積は(a)の表面積の数倍から数十倍になることもあると考えられる。つまり、我々は幾何学的な図形の表面積を求めることに慣れているため、簡単に表面積は求められるものと錯覚しやすいが、骨材のように形の定まっていないものの表面積を正確に求めるのは非常に困難な問題なのである。

第2の問題はアスファルト膜厚に関する問題である。アスファルト量が(4)式で書けるということは、面積が同じであれば骨材の種類にかかわらず同じアスファルト量を与えるということ、すなわち、すべての骨材に等しい厚さのアスファルト被膜を与えるということを意味している。これは図-2の(a)、(b)を見れば直感的にも多少変だと思われるかと思うが、実測値からも、すべて

図-1 表面積の相違

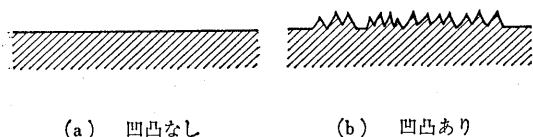
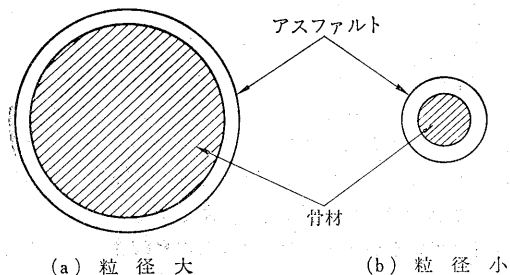


図-2 アスファルト被膜厚



の骨材の被膜厚が等しくないことは確認されている。いま粒径の異なる2種の骨材を等重量とり、両者の所要アスファルト量の差を検討してみよう。簡単にするため、重量を1,000g、骨材直径を5mmと0.05mmにとってみる。

Case I : 直径5mmの場合。

密度を2.5(g/cm³)、骨材の個数をN₁個とすれば

$$\frac{4}{3}\pi \cdot (0.25)^3 \cdot 2.5 N_1 = 1,000$$

$$N_1 = 6.14 \times 10^3 \text{ (個)}$$

表面積をA₁とすれば

$$A_1 = \pi \cdot (0.25)^2 \cdot N_1 = 1.20 \times 10^3 \text{ (cm}^2\text{)}$$

Case II : 直径0.05mmの場合

密度を2.5(g/cm³)、骨材の個数をN₂個とすれば

$$\frac{4}{3}\pi (0.0025)^3 \times 2.5 \times N_2 = 1,000$$

$$N_2 = 6.14 \times 10^6 \text{ (個)}$$

表面積をA₂とすれば

$$A_2 = \pi \cdot (0.0025)^2 \cdot N_2 = 1.20 \times 10^5 \text{ (cm}^2\text{)}$$

アスファルトの密度を1.0(g/cm³)、膜厚を10 μ とすれば、アスファルト量W₁、W₂は

$$W_1 = 1.0 \times 0.001 \times 1.20 \times 10^3 = 1.2 \text{ (g)}$$

$$W_2 = 1.0 \times 0.001 \times 1.20 \times 10^5 = 120 \text{ (g)}$$

以上、種々の仮定を数値で与え、具体的な計算を示してみたが、骨材粒径が5mmから0.05mmに変わると所要アスファルト量は100倍になってしまうことがわかる。

もっと一般的な考察をしてみよう。骨材Iの半径をr₁、個数をN₁、面積をA₁とし、骨材IIのそれぞれをr₂、N₂、A₂とする。密度および総重量は両者ともそれぞれ ρ 、Wとすれば、

$$\frac{4}{3}\pi r_1^3 \rho N_1 = W \dots \dots \dots (5)$$

$$\frac{4}{3}\pi r_2^3 \rho N_2 = W \dots \dots \dots (6)$$

$$A_1 = \pi r_1^2 N_1 \dots \dots \dots (7)$$

$$A_2 = \pi r_2^2 N_2 \dots \dots \dots (8)$$

(5)(6)を(7)(8)に代入し、A₁、A₂の比をとれば

$$\frac{A_1}{A_2} = \frac{r_2}{r_1} \dots \dots \dots (9)$$

(9)式からわかるように、総重量が一定の場合、骨材粒径が $\frac{1}{n}$ になれば表面積はn倍になる。前の計算例では粒径が5mm(粗骨材程度)から0.05mm(フィラー)と $\frac{1}{100}$ になったとき、表面積が100倍になり、したがって所要アスファルト量も100倍になったわけである。

以上の考え方にしたがえば、フィラー10gと粗骨材1kgに必要なアスファルト量が同じということになるが現実にはそのような事実のないことは容易に理解されよう。

つまり、この現実と計算値の矛盾はすべての骨材に同じアスファルト被膜厚を与えるという仮定からきているわけである。もし、各粒径ごとに膜厚を変えたとすれば(4)式は次のように書くことになる。

$$P = \alpha_1 A_1 + \alpha_2 A_2 + \cdots \alpha_n A_n \cdots \cdots (10)$$

これは経験式の一般形(1)式に類似した形となる。また(4)式のように表面積に比例するという形を変えて、表面積の n 乗 (たとえば $\frac{1}{2}$ 乗等) に比例する形をとっているものも発表されている。

$$P = \alpha A_n \cdots \cdots (11)$$

しかし、いずれも現実との一致はなかなかむずかしいようである。

さらに第3の問題は、(4)式にしろ、(10)、(11)式にしろ必ず含まれてくる定数 α をいかにして決めるかという問題である。この α を決めるためにはもう一つ別の尺度が必要になるということはいままでもない。最適膜厚の値がわかっていれば一応決められるのであるが、そのような値はこれまで明らかにされていないし、最適膜厚なるものの存在自体、疑問である。したがって、過去の経験の集積ないしは他の実験等から定めなければならないが、そうなると経験式とあまり変らない。結局、表面積説というのは、表面積という因子をとりだしてはいるが他の未知の因子の影響をすべて α に含めてしまったものなのである。いま、最適アスファルト量 P に影響する $x_1, x_2, \cdots, x_n, A$ とすれば P はこれらの関数として次のように書ける。

$$P = f(x_1, x_2, \cdots, x_n, A) \cdots \cdots (12)$$

表面積説は(12)式を次のように書きあらわしたのと言えよう。

$$P = f(x_1, x_2, \cdots, x_n) \cdot g(A) \cdots \cdots (13)$$

そして、 $f(x_1, x_2, \cdots, x_n)$ を単に α と書いているわけであるが、この α は簡単な定数ではなく実は $x_1, x_2, \cdots, x_n$ に左右される値なのである。 α の決定がむずかしいという意味がこれでおわかりいただけたかと思う。

以上、表面積説の問題点について詳しく考察してきたが、これは表面積説を批判するのが目的ではない。これらの問題は現在の配合設計法にあきたらない人が、少しでも合理的な設計法を考えようとすれば必ず一度はぶつかる問題であり、またこのような問題があることは是非知っておいて欲しいと思うからである。表面積説は以上のような問題点のため、現実の配合設計に利用されることはほとんどないが、これらの問題点を解決しようと試みた研究者も多く、また現在もこれに類似した研究が

行なわれているようである。

11-3 フィラービチューメン説

この説はフィラーを粗骨材、細骨材に続いた粒径の小さい骨材と見なさず、フィラーとアスファルトが一体になってバインダー (フィラービチューメン) として働らくという考え方を基本としている。そして、骨材間隙を満たすフィラービチューメンの量から最適アスファルト量を決定しようとするものである。この説によれば、表面積説におけるフィラーの難点は解決され、考え方が非常に合理的のように思えるが、やはり種々の問題点が含まれている。まず第一に、フィラーとアスファルトの比率をいかにするかということである。これはアスファルトの種類、フィラーの種類によってかわり、さらに骨材の粒度分布等によっても影響を受け一義的には決め難い。第2の問題は、骨材間隙をフィラービチューメンで埋めるといってもそれは机上のイメージであって、実際に混合物を作れば、締固め時におけるアスファルトの潤滑作用により骨材間隙は変わってしまうことがある。さらに考えなければならないことは、第1、第2の問題が解決されたとしてもできた混合物がはたして最良の混合物になっているかということである。これを判定するには、過去の経験にてらしあわせるなり、現場実験を積み重ねるなりの方法をとらなければならない。つまり、表面積説やフィラービチューメン説は、考え方としては非常に興味深く、現在でも色々な面で参考にされるが、問題点が多いためこれらの説にしたがった舗装の実績が少なく、経験工学である舗装設計では重要視されないのである。

以上、過去に提案された配合設計法の中から代表的な例を三つあげて考察してきた。それぞれが単独で現在の設計に使用されることはきわめてまれであるが、アスファルト量の概算に利用される上、考え方やそれに付随した研究結果は、現在でも色々な面で生きていけると言えよう。

11-4 各種安定度試験による設計法

現在、配合設計の主流をなすのは、各種の力学的試験を中心にした方法である。これらは一般に、適当と思われるアスファルト量の近辺でアスファルト量を小さく変え、混合物に対する力学的試験を行なってその結果から最適値を定めようとするものである。代表的なものとしては次の試験法があげられよう。

(1) マーシャル試験

(2) ハバードフィールド試験、修正ハバードフィールド

試験

(3) ビームスタビロメーター試験, ビームコヒージオメーター試験

(4) スミス三軸試験

このうち、マーシャル試験によるものは、わが国の中心的配合設計法なので次節に詳しく考察するが、他の試験法は、種々の参考書²⁾や雑誌³⁾に紹介されているのでここでは省略する。

これらの試験法は、スミス三軸試験を除けば、いずれも明確な理論的根拠がない。混合物の力学的抵抗性、せん断抵抗、塑性変形に対する抵抗、粘着抵着などの一側面からとらえたものである。したがって、舗装におけるアスファルト混合物の応力状態を再現して力学的に解析するというのではなく、ある試験の基準値を満足する混合物を実際の道路に使用してその結果を集約し、さらに現実にあうように基準値を変更するといういわば、try and error を繰り返して確立された方法である。これらの試験による配合設計法では、常にフィードバックがあるため施工実績が多くなればなるほど現実在即した信頼性の高い設計ができるという特徴がある。これが世界的に最も広く利用されている原因であろう。しかしそれぞれの試験が力学的特性の一側面しかとらえていないため、すべての混合物に適用できるというわけにはいかない。Asphalt Institute では各試験の適用範囲を表-1のように示している⁴⁾。

表-1 各種試験の適用範囲

混合物の名称	2.5cm ふり 通過量 (%)	ハーバード ロード テスト	修正 ハーバード ロード テスト	マー シャル	ビーム	スミス 三軸
マカダム	0~5	×	×	×	×	×
オーブン	5~20	×	×	×	△	△
粗粒度	20~35	×	△	△	○	○
密粒度	35~50	×	○	○	○	○
修正トベカ	50~65	×	○	○	○	○
トベカ	65~80	○	○	○	○	○
シートアス ファルト	80~95	○	○	○	○	○
ファイン シート	95~100	○	○	○	○	○

○……適当 △……疑問 ×……不適当

なお、これら配合設定法の詳細は昆布谷⁵⁾が非常によくまとめて紹介しているので、興味のある方は一読されるとよい。

12. マーシャル試験

この試験はミシシッピー州道路局の Bruce G. Marshall によって考案されたもので、その後、米国軍隊

(Corps of Engineers) の飛行場舗装に採用されて以来、飛躍的に発展してきたものである。

わが国でも旧要綱(昭和36年制定)に初めて採用されてから現在まですべてマーシャル試験によって配合設計を行なってきた。この試験法の特徴は、試験装置の軽便さと操作の簡単なことにある。他の試験法にくらべて決して理論的にすぐれているというわけではない。しかし、小規模な施工現場が全国的に分散する舗装工事においては、上記の特徴は何にもまして利点となるわけである。そのため世界的にも、また、わが国においてもバックデータが多く最も安心して使える設計法となっている。

この試験法では、締固めた供試体の特性値と、試験結果からアスファルト量を設計するようになっているが、ここではまず供試体の特性値を考察しておこう。

12-1 供試体の特性値

締固めが終ったマーシャル試験供試体の組成は一般に図-3 のようになる。いまアスファルト、フィラー、細骨材、粗骨材それぞれの重量、体積、比重を、 (W_A, V_A, ρ_A) , (W_F, V_F, ρ_F) , (W_S, V_S, ρ_S) , (W_G, V_G, ρ_G) とし、空隙量を V_v とすれば、まず、混合物の密度 ρ_M は次のように表わすことができる。

$$\rho_M = \frac{\text{混合物の重量}}{\text{混合物の体積}} = \frac{W_A + W_F + W_S + W_G}{V_v + V_A + V_F + V_S + V_G}$$

配合設計に必要な空隙率 ϵ_m 、飽和度 S_m は次のようになる。

$$\epsilon_m = \frac{V_v}{V_v + V_A + V_F + V_S + V_G} \times 100(\%) \quad \cdots(14)$$

$$S_m = \frac{V_A}{V_v + V_A} \times 100(\%) \quad \cdots(15)$$

マーシャル試験による配合設計では直接関係はないがよく混合物の検討に使用される骨材間隙率 VMA (Voids in the Mineral Aggregate) は次の式であらわされる。

図-3 アスファルト混合物の組成

	体積	重量	比重
空隙	V_v	—	—
アスファルト	V_A	W_A	ρ_A
フィラー	V_F	W_F	ρ_F
細骨材	V_S	W_S	ρ_S
粗骨材	V_G	W_G	ρ_G

$$VMA = \frac{V_v + V_A}{V_v + V_A + V_F + V_S + V_G} \times 100(\%) \quad \dots\dots\dots(46)$$

以上の式は体積を中心に定義されているが、実際の配合設計では体積を測定されることはなく（密度は別であるが）各材料の重量と比重から体積が計算される。

$$V_A = \frac{W_A}{\rho_A}, \quad V_F = \frac{W_F}{\rho_F}, \quad V_S = \frac{W_S}{\rho_S},$$

$$V_G = \frac{W_G}{\rho_G} \quad \dots\dots\dots(47)$$

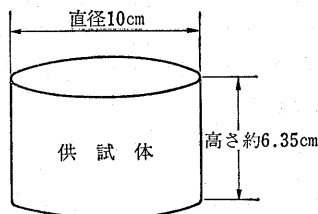
12-2 マーシャル試験の概略

舗装関係者でマーシャル試験を知らない人はないと思うが、これから勉強しようとする読者もあるかと思うので簡単に紹介しておく。

(1) 供試体の作製

供試体の寸法は、締固めた後に 図-4 のようになる。直径の10cmはモールドの寸法であるが、高さは6.35cmになるように試料の量を調整するわけである。そのために、前もって

図-4 マーシャル供試体の寸法



試し突きをし、比例計算で骨材量を決定しておく。アスファルト量は、予測される値から前後に、0.5%（重量パーセント）きざみに5種類とるのが普通である。例えば6%程度と予測されたら、5.0%、5.5%、6.0%、6.5%、7.0%のように5種類のアスファルト量についてそれぞれ供試体を作製することになる。データに信頼性を持たせるため各アスファルト量について、通常3個以上の供試体を作るから、最低15個の供試体が試験に供されるわけである。供試体の作製条件は次のとおりである。

①混合温度：アスファルトの動粘度が 180±20センチストークスになるときの温度。骨材はこの温度より10～30℃高い温度に加熱しておく。

②締固め温度：アスファルトの動粘度が 300±30センチストークスになるときの温度

③締固め回数…表裏とも50回

こうして作られた供試体は、密度及び厚さの測定後、安定度試験に供される。

(2) 安定度試験

供試体は60±1℃の水槽中に30～40分入れる。この温度で試験を行なうわけであるが、これは、アスファルト舗装が夏期にさらされる温度で最も安定度の期待できない状態を想定している。載荷ヘッドは上下2個よりなる1対の円弧状のものでこの試験独特のヘッドである。

供試体はこの2個のヘッドにはさまれ、毎分50±5mmの様な変位速さで圧縮を受けるが、この変位速さは通常の圧縮試験に比べると他に類のない程の高速である。この試験において測定されるのは、最大荷重（kg単位）とそれまでの変位量（1/100cm単位）で、前者がマーシャル安定度、後者がフロー値と呼ばれている。

12-3 マーシャル試験に対する基準値

マーシャル試験は上述のように特殊な載荷方法をとるが、学問的にはあまり優秀な試験法とはいえない。安定度というものはいったい何を意味するのかとらえにくいし、他の材料試験に応用できるようなものではないからである。それにもかかわらず、配合設計の中心となっているのは前に述べた装置、操作の簡便さと共に、基準値による設計法が大きな原因になっていると考えられる。

表-2 マーシャル試験に対する基準値
(アスファルト舗装要綱)

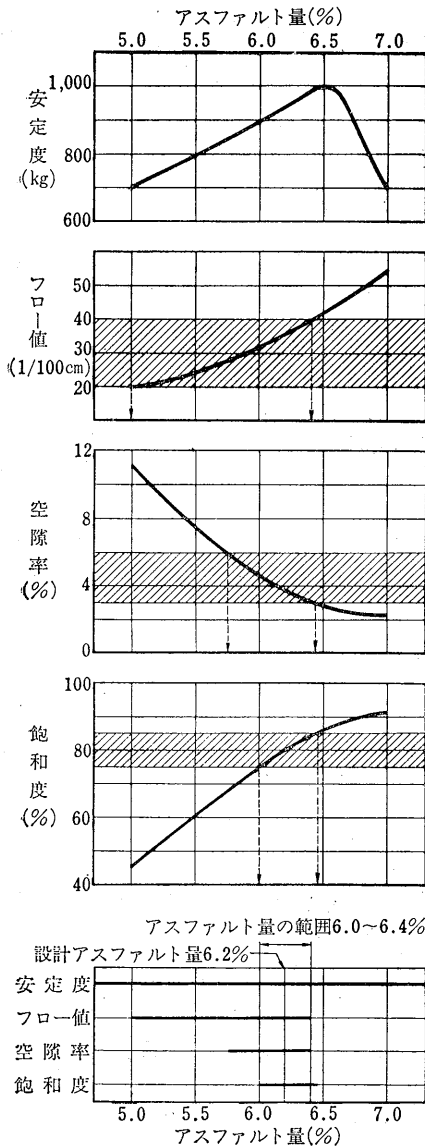
混合物種類	粗粒度 アスファルト コンクリート	密粒度 アスファルト コンクリート	修正トベカ
用 途	基 層	表 層	表 層
突固め回数	50		
安 定 度 kg	500 以上		
フ ロー 値 1/100cm	20 ～ 40		
空隙率 %	3～7	3～6	3～7
飽和度 %	65～80	75～85	70～85

表-3 マーシャル試験に対する基準値
(Asphalt Institute)

交通の種類	重 交 通	中 交 通	軽 交 通
突固め回数	75	50	35
安定度(1b)	750以上	500以上	500以上
フ ロー 値 (1/100in)	8～16	8～18	8～20
空隙率(%)			
表 層 用	3～5	3～5	3～5
基 層 用	3～8	3～8	3～8

表-2、表-3に、わが国のアスファルト舗装要綱と Asphalt Institute の基準値を示した。基準値の与え方数値に相違のあることがわかると思う。実は、この相違のあることが基準値による設計法の優秀な点ではないかと筆者は考えている。すなわち、各国の気象条件、交通条件、骨材事情等によって最適アスファルト量が異なる

図—5 設計アスファルト量の設定例¹⁾



のは当然であり、それは基準値の変更によって調整できるからである。そしてさらに重要なことは、施工後の追跡調査により基準値の改良ができることである。経験的な色彩の濃い舗装技術において、いわゆる「つみ重ねがきく」ということは非常に大きな長所となると考えられる。事実、わが国の舗装要綱でも42年の改訂の折、現要綱の基準値に変更されたのであり、さらに現在検討中の改訂案でもまた基準値の変更が提案されている⁹⁾。

12-4 アスファルト量の決定

設計アスファルト量は、供試体の空隙率、飽和度と安定度試験による安定度、フロー値から、表—3の基準値にてらしあわせて決定される。

手順は次のとおりである。

- ①各供試体のアスファルト量を横軸に、安定度、空隙率、飽和度、フロー値を縦軸にいずれも算術目盛でとり、それぞれの値をプロットして図-5のようになめらかな曲線で結ぶ。
- ②これらの図上で表—3の基準値をそれぞれ満足するアスファルト量の範囲を求める。
- ③すべての基準値を満足するアスファルト量範囲の中央値を設計アスファルト量とする。

このようにして決定されたアスファルト量の意味を考察してみよう。式(12)においては最適アスファルト量Pを次のような関数で書きあらわした。

$$P = f(x_1, x_2, \dots, x_n, A) \dots\dots(12)$$

ここで、 $x_1, x_2, \dots$ は、アスファルト量に直接影響を与えるといわれている骨材粒度、吸収性、表面積等の因子を表わしている。マーシャル試験による設計法では同じような形式で書けば次のようにあらわせる。

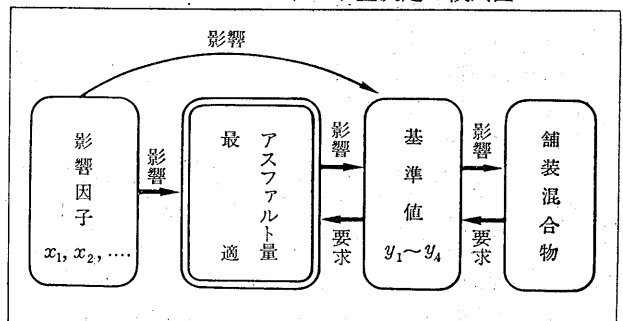
$$P = g(y_1, y_2, y_3, y_4) \dots\dots(13)$$

ここで、 $y_1 \sim y_4$ は、安定度、空隙率等の基準をあらわしている。(12)式と(13)式を比較すると(13)式は因子がかなり少なくなっており、その内容を考えれば、 $y_1 \sim y_4$ は、アスファルト量に直接の影響を与えるのではなく、逆にアスファルト量によって影響を受ける図であることがわかるであろう。これらの関係を模式的に書けば、図-6のようになる。すなわち、マーシャル試験による設計というのは、良好な舗装混合物としての要求が基準値を介して、アスファルト量を決定するものなのである。 $x_1, x_2, \dots$ の影響因子は、基準値のそれぞれに反映される。すなわち

$$y_i = h(x_1, x_2, \dots) \dots\dots(14)$$

の形に書けるとも考えられよう。

図—6 アスファルト量決定の模式図



さて、ここで最も重要な問題は、舗装体からのアスファルト量に関する要求がすべてマーシャル試験に反映できるかということである。答はいうまでもなく「否」である。アスファルト混合物が備えるべき性質は前号で詳しく述べたが、各項目とマーシャル試験の内容とを比較してみれば、それはすぐわかるかと思う。混合物からの要求自体、矛盾があるし、基準値の4項目にすべてを盛り込むことはしよせん無理と言わざるをえない。すなわち、これほど広く利用されてきたマーシャル試験によっても設計アスファルト量はあくまで単なる目安と考えるべきであろう。舗装のおかれる環境や混合物の使用目的によってアスファルト量に変化するのとは当然であり、そこに技術者の判断が加わることになる。経験のある技術者が最もその実力を発揮できるのはこのような場合ではなかろうか。

13. あとがき

アスファルト混合物の配合設計に関し、2回にわたって述べてきた。配合設計はアスファルト材料の最も重要な問題であるため、まだまだ述べたいところであるが、紙面の都合もあり、後は各自の勉強に委ねることにする。

☆ 本誌の無償配付について ☆

本誌は昭和33年4月の創刊以来、本号をもって第101号となりました。

創刊号からこの101号まで、本誌の発行部数のほとんどを無償配布として、皆様方のお役に立てるべく毎号お手許にお届け致しております。

しかしながら、今日の物価高騰、とくに郵便料金（正直申し上げて、このウッペラな雑誌一部の送料は平均して50円見当）は非常に手痛く、さらにこの秋以降、またまた今の2倍以上の郵便料の値上げが予想され、本誌の無償配布に厚い壁がたちふさがっております。

一挙に実費有償としては——の声もありますが、

【筆者より】

長い間、御愛読ありがとうございました。本講座の執筆は昭和48年6月からで、ちょうど丸2年になります。特殊材料や常温混合物、そして線形粘弾性について等、書けなかった分野は色々ありますが、今回をもって一応終りにしたいと思います。最後になりましたが、常に暖い御支援をいただいた諸先輩及び日本アスファルト協会の方々に心から感謝の意を表します。

昭和50年5月24日

(おわり)

参考文献

- 1) 「アスファルト舗装要綱」日本道路協会
- 2) たとえば菅原照雄、工藤忠夫、有福武治共編「土木材料Ⅲ（アスファルト）」共立出版
- 3) たとえば南雲貞夫、阿部頼政「アスファルト混合物試験」アスファルト No.100 (1975)
- 4) Asphalt Institute "Asphalt Handbook (MS-4)" (1970)
- 5) 昆布谷竹郎「アスファルト舗装混合物の配合設定説について」道路建設, 1960, No. 1 ~ No. 3
- 6) アスファルト混合物小委員会「アスファルト混合物の標準粒度と今後の方向について」道路の土工舗装に関する地区講習会, 昭和49年度, 日本道路協会

本協会の重要な事業の一環として、さらに18年間の発行実績からも考え、少しでも皆様方のお役に立てたいと考えておりますので、もう少し頑張ってみたいと存じます——が、

ただし、若干、目下お配りしているうちで、配布部数の削減あるいは実費でお願いしなければならない場合があるかと存じます。その際は予め「お願い」申し上げますので、ご協力を賜りますよう——。

なお、本号の特集・環境公害対策のうち、道路関係が掲載されておりましたが、都合により次号に掲載の予定であります。ご了承下さい。

社団法人 日本アスファルト協会 会員

社 名	住 所	電 話
〔メーカー〕		
ア ジ ア 石 油 株 式 会 社	(100) 東京都千代田区内幸町2-1-1	03 (506) 5 6 4 9
大 協 石 油 株 式 会 社	(104) 東京都中央区八重洲5-1-1	03 (274) 5 2 1 1
エッソスタンダード石油(株)	(105) 東京都港区赤坂5-3-3	03 (584) 6 2 1 1
富 士 興 産 株 式 会 社	(100) 東京都千代田区永田町2-4-3	03 (580) 3 5 7 1
富士興産アスファルト(株)	(100) 東京都千代田区永田町2-4-3	03 (580) 0 7 2 1
富 士 石 油 株 式 会 社	(100) 東京都千代田区大手町1-2-3	03 (211) 6 5 3 1
出 光 興 産 株 式 会 社	(100) 東京都千代田区丸の内3-1-1	03 (213) 3 1 1 1
鹿 島 石 油 株 式 会 社	(100) 東京都千代田区内幸町2-2-3	03 (503) 4 3 7 1
興 亜 石 油 株 式 会 社	(100) 東京都千代田区大手町21-6-2	03 (270) 7 6 5 1
共 同 石 油 株 式 会 社	(100) 東京都千代田区永田町2-11-2	03 (580) 3 7 1 1
極 東 石 油 工 業 株 式 会 社	(100) 東京都千代田区大手町1-7-2	03 (270) 0 8 4 1
丸 善 石 油 株 式 会 社	(100) 東京都千代田区大手町1-5-3	03 (213) 6 1 1 1
三 菱 石 油 株 式 会 社	(105) 東京都港区芝罘平町1	03 (501) 3 3 1 1
モ ー ビ ル 石 油 株 式 会 社	(100) 東京都千代田区大手町1-7-2	03 (244) 4 3 5 9
日 本 鉱 業 株 式 会 社	(107) 東京都港区赤坂葵町3	03 (582) 2 1 1 1
日 本 石 油 株 式 会 社	(105) 東京都港区西新橋1-3-12	03 (502) 1 1 1 1
日本石油精製株式会社	(105) 東京都港区西新橋1-3-12	03 (502) 1 1 1 1
三 共 油 化 工 業 株 式 会 社	(108) 東京都港区三田1-4-28	03 (454) 4 5 0 1
西 部 石 油 株 式 会 社	(100) 東京都千代田区丸の内1-2-1	03 (216) 6 7 8 1
シ エ ル 石 油 株 式 会 社	(100) 東京都千代田区霞が関3-2-5	03 (580) 0 1 1 1
昭 和 石 油 株 式 会 社	(100) 東京都千代田区丸の内2-7-3	03 (231) 0 3 1 1
昭和四日市石油株式会社	(100) 東京都千代田区有楽町1-11	03 (211) 1 4 1 1
谷 口 石 油 精 製 株 式 会 社	(512) 三重県三重郡川越町大字高松1622	0593 (64) 1 2 1 1
東 亜 燃 料 工 業 株 式 会 社	(100) 東京都千代田区一ツ橋1-1-1	03 (213) 2 2 1 1
東 北 石 油 株 式 会 社	(983) 宮城県仙台市中野字高松238	02236 (2) 8 1 4 1

社団法人 日本アスファルト協会 会員

社 名	住 所	電 話
【ディーラー】		
● 北 海 道		
アサヒレキセイ (株) 札幌支店	(064) 札幌市中央区南4条西10-1003-4	011 (521) 3 0 7 5 大 協
中西瀝青 (株) 札幌出張所	(011) 札幌市中央北2条西2	011 (231) 2 8 9 5 日 石
(株) 南部商会 札幌出張所	(060) 札幌市中央区北2条西2-15	011 (231) 7 5 8 7 日 石
株式会社 ロー ド 資 材	(060) 札幌市中央区北1条西10-1-11	011 (261) 7 4 6 9 丸 善
(株) 沢田商行 北海道出張所	(060) 札幌市中央区北2条西3	011 (221) 5 8 6 1 丸 善
(株) トーアス 札幌営業所	(064) 札幌市中央区南15条西11	011 (561) 1 3 8 9 共 石
葛井石油株式会社	(060) 札幌市中央区北5条西21-411	011 (611) 2 1 7 1 丸 善
● 東 北		
アサヒレキセイ (株) 仙台支店	(983) 宮城県仙台市中央3-3-3	0222 (65) 1 1 0 1 大 協
(株) 木畑商会 仙台営業所	(980) 宮城県仙台市中央2-1-17	0222 (22) 9 2 0 3 共 石
中西瀝青 (株) 仙台営業所	(980) 宮城県仙台市中央2-1-30	0222 (23) 4 8 6 6 日 石
(株) 南部商会 仙台出張所	(980) 宮城県仙台市中央2-1-17	0222 (23) 1 0 1 1 日 石
有限会社 男 鹿 興 業 社	(010-05) 秋田県男鹿市船川港船川字化世沢178	01852(4) 3293 共 石
竹中産業 (株) 新潟営業所	(950) 新潟市東大通1-4-2	0252 (46) 2 7 7 0 シェル
● 関 東		
アサヒレキセイ 株式会社	(104) 東京都中央区八丁堀3-3-5	03 (551) 8 0 1 1 大 協
アスファルト産業株式会社	(103) 東京都中央区八丁堀4-4-13	03 (553) 3 0 0 1 シェル
富士鉱油株式会社	(105) 東京都港区新橋4-26-5	03 (432) 2 8 9 1 丸 善
富士油業 (株) 東京支店	(106) 東京都港区西麻布1-8-7	03 (478) 3 5 0 1 富士興産アス
関東アスファルト株式会社	(336) 浦和市岸町4-26-19	0488 (22) 0 1 6 1 シェル
株式会社 木 畑 商 会	(104) 東京都中央区八丁堀4-2-2	03 (552) 3 1 9 1 共 石
国光商事株式会社	(165) 東京都中野区東中野1-7-1	03 (363) 8 2 3 1 出 光
極東資材株式会社	(105) 東京都港区新橋2-3-5	03 (504) 1 5 2 8 三 石
三菱商事株式会社	(100) 東京都千代田区丸の内2-6-3	03 (210) 6 2 9 0 三 石
三井物産株式会社	(105) 東京都港区西新橋1-2-9	03 (505) 4 9 1 9 極 東 石
中西瀝青株式会社	(103) 東京都中央区八重州1-2-2	03 (272) 3 4 7 1 日 石
株式会社 南 部 商 会	(100) 東京都千代田区丸の内3-4-2	03 (212) 3 0 2 1 日 石
日本輸出入石油株式会社	(100) 東京都千代田区大手町1-2-3	03 (211) 6 7 1 1 共 石
日東石油販売株式会社	(104) 東京都中央区新川2-8-3	03 (551) 6 1 0 1 シェル
日東商事株式会社	(162) 東京都新宿区矢来町61	03 (260) 7 1 1 1 昭 石
瀝青販売株式会社	(103) 東京都中央区日本橋2-16-3	03 (271) 7 6 9 1 出 光
菱東石油販売株式会社	(101) 東京都千代田区神田6-15-11	03 (833) 0 6 1 1 三 石
菱洋通商株式会社	(104) 東京都中央区銀座4-2-14	03 (564) 1 3 2 1 三 石
三徳商事 (株) 東京営業所	(101) 東京都千代田区岩本町1-3-7	03 (861) 5 4 5 5 昭 石
株式会社 沢 田 商 行	(104) 東京都中央区入船町1-7-2	03 (551) 7 1 3 1 丸 善
新日本商事株式会社	(101) 東京都千代田区神田錦町2-7	03 (294) 2 9 6 1 昭 石
昭和石油アスファルト株式会社	(140) 東京都品川区南大井1-7-4	03 (761) 4 2 7 1 昭 石

社団法人 日本アスファルト協会 会員

名 住	住 所	電 話
住 商 石 油 株 式 会 社	(160-91) 東京都新宿区西新宿 2-6-1	03 (344) 6 3 1 1 出 光
大 洋 商 運 株 式 会 社	(100) 東京都千代田区有楽町 1-2	03 (503) 1 9 2 1 三 石
東 光 商 事 株 式 会 社	(104) 東京都中央区京橋 1-6	03 (274) 2 7 5 1 三 石
株式会社 トーアス	(100) 東京都千代田区内幸町 2-1-1	03 (501) 7 0 8 1 共 石
東京富士興産販売株式会社	(105) 東京都港区芝罘平町34	03 (503) 5 0 4 8 富士興産アス
東京レキセイ株式会社	(150) 東京都渋谷区恵比寿南 2-3-15	03 (719) 0 3 4 5 富士興産アス
東京菱油商事株式会社	(160) 東京都新宿区新宿 1-10-3	03 (352) 0 7 1 5 三 石
東 生 商 事 株 式 会 社	(150) 東京都渋谷区渋谷町 2-19-18	03 (409) 3 8 0 1 三共・出光
東 新 瀝 青 株 式 会 社	(103) 東京都中央区日本橋 2-13-5	03 (273) 3 5 5 1 日 石
東洋アスファルト販売株式会社	(107) 東京都港区赤坂 5-3-3	03 (584) 6 2 1 1 エ ッ ソ
東洋国際石油株式会社	(104) 東京都中央区八丁堀 3-3-5	03 (552) 8 1 5 1 大 協
梅 本 石 油 株 式 会 社	(162) 東京都新宿区新小川町 2-10	03 (269) 7 5 4 1 丸 善
宇 野 建 材 株 式 会 社	(241) 横浜市旭区笹野台168-4	045 (391) 6 1 8 1 三 石
ユニ石油株式会社	(105) 東京都港区西新橋 1-4-10	03 (503) 0 4 6 7 シェル
渡 辺 油 化 興 業 株 式 会 社	(107) 東京都港区赤坂 3-21-21	03 (582) 6 4 1 1 昭 石
横米アスファルト販売株式会社	(221) 横浜市神奈川区金港町 7-2	045 (441) 9 3 3 1 エ ッ ソ

● 中 部

アサヒレキセイ(株)名古屋支店	(466) 名古屋市昭和区塩付通 4-9	052 (851) 1 1 1 1 大 協
ビテュメン産業(株)富山営業所	(930) 富山市奥井町19-21	0764 (32) 2 1 6 1 シェル
千 代 田 石 油 株 式 会 社	(460) 名古屋市中区栄 1-24-21	052 (201) 7 7 0 1 丸 善
富 士 フ ソ ー 株 式 会 社	(910) 福井市下北野町東坪 3 字18	0776 (24) 0 7 2 5 富士興産アス
名古屋富士興産販売(株)	(451) 名古屋市西区庭町 2-38	052 (521) 9 3 9 1 富士興産アス
中西瀝青(株)名古屋営業所	(460) 名古屋市中区錦町 1-20-6	052 (211) 5 0 1 1 日 石
三徳商事(株)名古屋営業所	(453) 名古屋市中村区則武 1-10-6	052 (452) 2 7 8 1 昭 石
株式会社 三 油 商 会	(460) 名古屋市中区丸の内 2-1-5	052 (231) 7 7 2 1 大 協
株式会社 沢 田 商 行	(454) 名古屋市中川区富川町 1-1	052 (361) 7 1 5 1 丸 善
新東亜交易(株)名古屋支店	(453) 名古屋市中村区広井町 3-88	052 (561) 3 5 1 1 三 石
静 岡 鉱 油 株 式 会 社	(424) 静岡県清水市袖師町1575	0543 (66) 1 1 9 5 モービル
竹 中 産 業 (株) 福井営業所	(910) 福井市大手 2-4-26	0776 (22) 1 5 6 5 シェル

● 近 畿

アサヒレキセイ(株)大阪支店	(550) 大阪市西区北堀江 5-55	06 (538) 2 7 3 1 大 協
千 代 田 瀝 青 株 式 会 社	(530) 大阪市北区此花町 2-28	06 (358) 5 5 3 1 三 石
富士アスファルト販売株式会社	(550) 大阪市西区京町堀 3-20	06 (441) 5 1 5 9 富士興産アス
平 和 石 油 株 式 会 社	(530) 大阪市北区宗是町 1	06 (443) 2 7 7 1 シェル
平 井 商 事 株 式 会 社	(542) 大阪市南区長堀橋筋 1-43	06 (252) 5 8 5 6 富士興産アス
関 西 舗 材 株 式 会 社	(541) 大阪市東区横堀 4-43	06 (271) 2 5 6 1 シェル
川 重 商 事 株 式 会 社	(651-01) 神戸市生田区江戸町98	078 (391) 6 5 1 1 昭石・大協
北 坂 石 油 株 式 会 社	(590) 堺市成島町 5 丁32	0722 (32) 6 5 8 5 シェル

社団法人 日本アスファルト協会 会員

社 名	住 所	電 話
株式会社 松 宮 物 産	(522) 彦根市幸町32	07492 (3) 1 6 0 8 シェル
丸 和 鉱 油 株 式 会 社	(532) 大阪市淀川区塚本 2-14-17	06 (301) 8 0 7 3 丸 善
三 菱 商 事 (株) 大阪支社	(530) 大阪市北区堂島浜通 1-15-1	06 (343) 1 1 1 1 三 石
中 西 瀝 青 (株) 大阪営業所	(532) 大阪市淀川区西中島 3-18-21	06 (303) 0 2 0 1 日 石
大阪アスファルト株式会社	(531) 大阪市大淀区豊崎西通 2-7	06 (372) 0 0 3 1 富士興産アス
大 阪 菱 油 株 式 会 社	(541) 大阪市東区北浜 5-11	06 (202) 5 3 7 1 三 石
三 德 商 事 株 式 会 社	(532) 大阪市淀川区新高 4-1-3	06 (394) 1 5 5 1 昭 石
(株) 沢田商行 大阪支店	(542) 大阪市南区巖谷西之町50	06 (251) 1 9 2 2 丸 善
正 興 産 業 株 式 会 社	(662) 西宮市久保町 2-1	0793 (34) 3 3 2 3 三 石
(株) シェル石油大阪発売所	(530) 大阪市北区堂島浜通 1-25-1	06 (343) 0 4 4 1 シェル
梅 本 石 油 (株) 大阪営業所	(550) 大阪市西区新町北通 1-17	06 (351) 9 0 6 4 丸 善
山 文 商 事 株 式 会 社	(550) 大阪市西区土佐堀通 1-13	06 (443) 1 1 3 1 日 石
横 田 瀝 青 興 業 株 式 会 社	(672) 姫路市飾磨 南細江995	0792 (35) 7 5 1 1 共 石
アサヒレキセイ (株) 広島支店	(730) 広島市田中町 5-9	0822 (44) 6 2 6 2 大 協

● 四 国 ・ 九 州

アサヒレキセイ (株) 九州支店	(810) 福岡市中央区島飼 1-3-52	092 (77) 7 4 3 6 大 協
畑 礦 油 株 式 会 社	(804) 北九州市戸畑区牧山新町 1-40	093 (871) 3 6 2 5 丸 善
平 和 石 油 (株) 高松支店	(760) 高松市番町 5-6-26	0878 (31) 7 2 5 5 シェル
入 交 産 業 株 式 会 社	(780) 高知市大川筋 1-1-1	0888 (22) 2 1 4 1 富士・シェル
株式会社 カ ソ ダ	(892) 鹿児島市住吉町 1-3	0992 (24) 5 1 1 1 シェル
九 州 菱 油 株 式 会 社	(805) 北九州市八幡区山王町 1-17-11	093 (66) 4 8 6 8 三 石
丸 菱 株 式 会 社	(812) 福岡市博多区博多駅前 1-9-3	092 (43) 7 5 6 1 シェル
西 岡 商 事 株 式 会 社	(764) 香川県多度津町新町125-2	08773 (2) 3 4 3 5 三 石
三 協 商 事 株 式 会 社	(770) 徳島市万代町 5-8	0886 (53) 5 1 3 1 富士興産アス
三陽アスファルト株式会社	(815) 福岡市南区上盤瀬町55	092 (541) 7 6 1 5 富士興産アス
(株) シェル石油 徳島発売所	(770) 徳島市中州町 1-10	0886 (22) 0 2 0 1 シェル

☆編集委員☆

阿 部 頼 政			藤 井 治 芳
石 動 谷 英 二	高 見 博		原 蓁 哉
印 田 俊 彦	多 田 宏 行		増 永 緑
牛 尾 俊 介	南 雲 貞 夫		松 野 三 朗
加 藤 兼 次 郎	萩 原 浩		真 柴 和 昌

アスファルト 第101号

昭和50年 7月発行

社団法人 日本アスファルト協会

東京都港区芝西久保明舟町12 TEL 03-502-3956

本誌広告一手取扱

株式会社 広業社

東京都中央区銀座8の2の9 TEL 東京 (571) 0997(代)

ASPHALT

Vol. 18 No. 101

JULY 1975

Published by

THE JAPAN ASPHALT ASSOCIATION

表-1 舗装用アスファルトのPIチャート

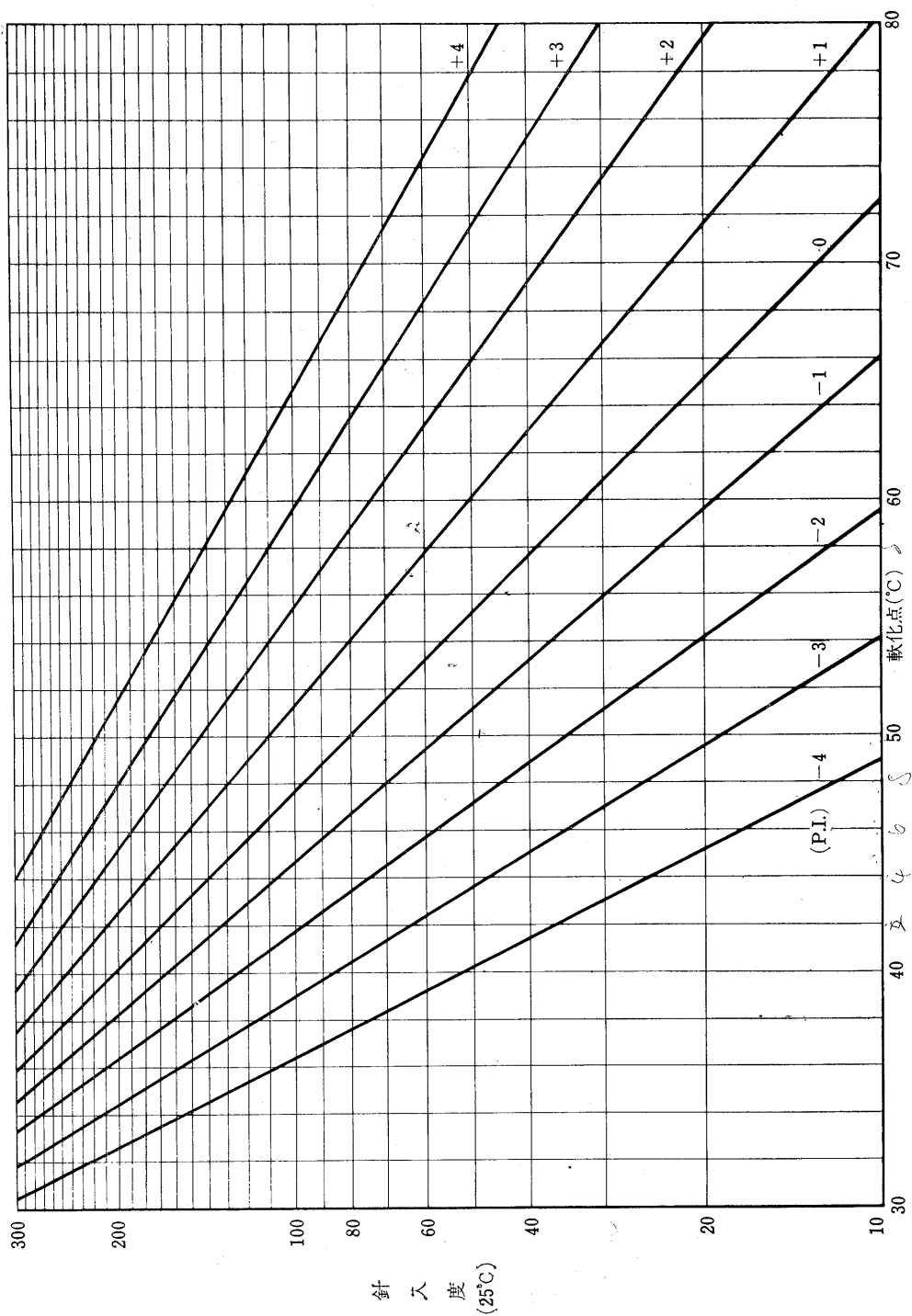


表2 アスファルトの物理的性質

項目	記号	数値	単位	備考
比重	d_{25}^{25}	1.01~1.04		25°Cの水に対する 25°Cのアスファルトの比重
熱膨張係数	k	5.9×10^{-4}	°C ⁻¹	
比重換算	$d_4^t = d_4^{25} - k(t-t_0)$			25°Cの比重から t°Cの比重を求める式
	$d_4^{25} = 0.997 \times d_{25}^{25}$			
比熱	C	0.4~0.6	cal/g.°C	0~300°C, 温度が上がると大きくなる。
熱伝導率	λ	0.12~0.15	kcal/m.°C.hr	0~70°C, 温度が上がると小さくなる。
透水係数	D	$4 \sim 9 \times 10^{-9}$	g.cm/mm ² .mm Hg.hr	
絶縁破壊電圧		約10	KV/mm	60°C針入度の小さいものは大きく、温度を上げると低下する。
誘電体力率		$1.0 \sim 5.0 \times 10^{-2}$		5~100°C, 高温で急速に増大する。
誘電率	k_e	2.5~3.0		5~100°C, 温度が上がると大きくなる。
電気伝導度	1/P	$10^{-13} \sim 10^{-10}$	$\Omega^{-1} \text{ mm}^{-1}$	50~100°C, 温度が上がると大きくなる。
表面張力	σ	2.0~3.0	dyne/cm	

解説

P. I. : アスファルトのコロイド構造や流動学的性質と関係づけられる。また以下の式によって算出できる。

$$\frac{\log 800 - \log \text{Pen}}{\text{軟化点} - 25} = \frac{20 - P. I.}{10 + P. I.} \times \frac{1}{50}$$

熱膨張係数：種々の温度下におけるアスファルトの体積変化を知るのに使用する。

比熱：アスファルトを加熱溶解する際に必要な燃料量を推定するのに使用する。

熱伝導率：同系のアスファルトでは針入度の小さいものは大きく、またストアスよりプロロー

アスの方が大きい。アスファルトの製造装置、保存タンクの熱損失計算に用いられる。

透水係数：ストアスよりもプロローアスが、また柔らかいものほど幾分大きい。一般にアスファルトの透水性は殆んどないといつてよい。

絶縁破壊電圧：電極間にアスファルトを挟み、しだいに電圧を高めると、ついには絶縁が破壊する。この時の電圧を絶縁破壊電圧という。

誘電体力率：絶縁材料を交流電場にさらすと、誘電

損失の大きいものはそのために熱が発生し、電力のロスになる。アスファルトは電力ケーブルに巻き、絶縁材料として使用されるが、この際の参考データとされる。

誘電率：ストアスとプロローアスとの違い、針入度間の違いはほとんど無い。

電気伝導度：値は極めて小さい。一般に針入度が大きくなると電気伝導度も大きくなる。

表面張力：アスファルトの表面張力は一般に水のそれの約2分の1である。