

アスファルト

第14巻 第80号 昭和46年 8月発行

ASPHALT

80

社団法人 日本アスファルト協会

ASPHALT

第 80 号

目 次

☆ 第21回アスファルトゼミナール・特集 ☆	
主催者挨拶	西本龍三 2
協賛者挨拶	大橋正雄 3
講演 工法と材料の再検討の時代	谷藤正三 4
講演 道路整備の動向について	松下勝二 7
★ 研究 ★	
アスファルトの組成と物性について	飯島 博 12
☆ 連載講座 ☆	
橋面舗装について(5)	藤井治芳 19
振動試験について(2)	太田記夫 22
ASPHALT TOPICS 世界のアスファルト需給	25
協会ニュース	28

読者の皆様へ

“アスファルト”第80号、只今お手許にお届け申し上げました。

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

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お願い致します。

社団法人 日本アスファルト協会
〒105 東京都港区芝西久保明舟町12 和孝第10ビル
会長 西本龍三
TEL 03-502-3956

☆編集顧問☆
工藤忠夫

☆編集委員☆
多田 宏行・萩原 浩
松野 三朗・高見 博
南雲 貞夫

加藤兼次郎・古田 毅
太田 記夫・真柴 和昌
木畑 清

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)

Vol. 14 No. 80

AUGUST 1971

ASPHALT

Published by

THE JAPAN ASPHALT ASSOCIATION

Editor Ryōzō Nishimoto

使用技術の開発を推進

西 本 龍 三

《日本アスファルト協会 会長》

日本アスファルト協会会长の西本でございます。このたび第26回国体の準備を整えつつあるこの和歌山市におきまして、本協会主催のアスファルトゼミナールを開催することになりました。まず開催にあたりまして、ご指導ご協力をいただきました建設省、近畿地方建設局、和歌山県、和歌山市並びに和歌山県舗装協会、日本アスファルト乳剤協会に対し厚くお礼を申し上げる次第でございます。特に和歌山県舗装協会では当ゼミナールの諸準備について絶大なるご尽力をたまわり、明日第2日目はアスファルト道路、国体関連施設ならびに精油所を見学するスケジュールをたてていただいております。当ゼミナールが一層意義深いものになると存じ、あわせてこの点につきまして、衷心よりお礼を申し上げる次第でございます。

さて本協会が、当ゼミナールを開催する目的は、道路舗装材料として、きわめて重要な位置にあるアスファルトの使用技術を普及することであり、このため建設省はじめ関係諸官庁のご指導ご協力により、本協会設立以来、全国各地においてゼミナールを開催し、今回は和歌山市で開くことになった次第でございます。

昭和29年以来、数次にわたる道路整備5ヵ年計画の進展により、アスファルトの需要はますます伸び、本年度は400万トン余の需要が見込まれており、われわれといたしましては、このアスファルトの安定供給のためには、なお一層の努力をしなければならないと考えております。

本日はアスファルトの流通ならびに使用技術の問題等につき、各権威の方々が講師となられ、皆さまに講義をなされるわけでございますので、せっかくのこの機会を利用していただきまして十分ご検討願い、よりよい道路をつくるために役立てていただきたいと存じます。

なお昨年11月14日以来、いわゆるオペックの攻勢により、石油類は買い手市場から売り手市場に急変したというようなことは皆さんご承知のことと存じます。かような情勢下において、全世界は石油の供給につきまして非常に留意しております。わが日本におきましても、日本の消費の約30%を確保するために海外の油田の開発等、国として目下これに対するいろいろな対策を講じつつあります。石油が非常に必要なことは、われわれ国民として、また使用者側として深く留意しなければいかぬと存じます。特にアスファルトの品質等は今後、原油の確保等により品質を向上させることは非常に大事な問題だと考えられます。

以上のようなことで、この品質改良と利用の研究ということにつきましてはなお一層の——このようなゼミナールの開催、その他技術的研究等により開発を行なっていく必要があるのではないかと存じますので、このゼミナールの開催の意義につき十分留意願い、有意義に終了されることをお願いいたし、会長としてここにご挨拶を申し上げる次第でございます。（拍手）



よりよい舗装の研究を期待

大 橋 正 雄

《和歌山県 知事》

日本アスファルト協会主催の第21回ゼミナーをこの和歌山県の文化会館で開催していただき、地元といたしまして、まことに光栄に存じます。

同時に他府県からお見えいただきました多数の方々に対しまして、県民を代表して心から歓迎の意を表する次第でございます。

政治は「道」であるということは誰もがいうところでございます。私どもも和歌山県の発展のために、道路政策には格段の力を入れて、今日に至ったのでございます。政治は道であるということは、以前までは道路をつくればいいということでしたが、今日では道路をつくっただけでは道ではない。その道が立派に舗装されて初めて道であると住民が理解し、認識してくれるような状況になってまいりました。

したがって、どれだけその県の道路の舗装が行きとどいているかということが、その県の政策の上で非常に大きなウエートを占めるのであります。和歌山県はいろいろな面でおくれておりましたが、道路の舗装の面では、一生懸命に努力してまいり、今日では舗装率が全国の平均を上回り、全国で第10番目いわれるところまでに至ったのであります。

そうした道路政策に力を入れておりますわれわれの立場からいいますと、この舗装とは、より強靭に、より低廉に、そしてより早く行なわれる——これが最も望ましいことでございます。皆さま方の研究においてこうした面に格別の力を入れて研究していただくならば、まことにありがたいことだと思うのであります。皆さま方が最も大切な道路の舗装の問題について、勉強会を開いていただきますことは、まことに心強いことでございます。

どうか本日の成果が、明日の日本の道路政策に大きな役割りを果たしますことを、衷心より祈念いたしますとともに、せっかくおいでいただきました皆さま方が、この機会に南は観光、北は工業、その間は果樹を中心とし、奥地一帯は森林、海岸は水産と多様な本県の特色を十二分に満喫していただき、またいろいろな批判をいただくならば、まことにありがたい幸せでございます。

重ねてこのゼミナーの成果を期待いたしまして、私のご挨拶にかえさせていただきます。(拍手)



工法と材料の再検討の時代

谷 藤 正 三

《日本アスファルト協会 名誉会長》

谷藤でございます。きのう北海道で土質工学会の研究発表会をやっておりまして、そのまま飛んでまいりました。いま北海道でやっているいろいろな舗装の中で、最近、層理論の適用を考えています。ご承知のように北海道は大体アスファルト舗装が100%といつてもいいくらいの仕事をしているわけですが、約1m近くの凍結があるということで、いままでは約80%を土砂で、粗粒の砂礫で置きかえるということをやっておりましたが、なかなか金がかかって大変なので、いまある層の中でいわゆる路面から数10cm深さで中間層をかえコンクリート板をしき込む、あるいは鉄板をしき込むというようのようなことをやっており、そういうような試験舗装をやったときにどういうふうに振動がきいていくか、ということのテストをやっておりました。

いままでは路盤工をがんじょうにして、アスファルト舗装をやるのだという考え方でまいりましたが、成田の空港を中心に、その後かなりの荷重がふえた場合に、従来のような路盤工のつくり方をやったのでは、これからSSTのような場合になると約2~3m近くの路盤改良をやらなければならぬ。

路床土の入れかえもやらなければならないというふうなことになり、これではとても経済的にもたないから、層理論で層の中の実際の振動の状態、あるいは弾性係数の変化、そういうものをとらえてやっていこうということです。実は一昨々年に、分科会でいろいろな研究や調査をやったりいたしました。その結果が最近各地方にてまいりましたような層理論の問題ということで変わってきたわけですが、その実験をすでに北海道はやっておるというふうなことを聞いてまいりました。

もちろんそういう問題の根柢になりますのは、名神が非常に破壊をやった——一番寿命の長いところが7年、短いところは5年という期間しかたっていないにもかかわらず、アスファルト舗装がクラックが亀の子状に出てくるような破壊現象を起こしてきた。——なぜだろうかよくわからない。それで路盤工を調べてみるとあまり影響がない。あれだけの、あの当時の技術をもってすれば最高の技術で施工したはずのアスファルト舗装がどんどん壊れてくる、というふうな問題を顧みた場合に一体どこに悪さがあるだろうか。同じ時期に一般の国道の舗装が必ずしも壊れていない。一般国道で通った車が名神に載らないわけじゃなくて、名神も一般国道も同じ車が、同じ重量のトラックが走っている。ただ、たまたま違うのは、名神は一定の高速度で走る。一方、一般国道はそういうふうな高速は出せない。そうするとたった1つの違いは速度というファクターだけだろうかというような問題が出てきた。速度という問題が、いいかえればまた振動というふうな問題、重量と振動との関係というふうなものにも関係てくる。

その辺でどこつかまなければならないのだけれどもなかなかうまくつかめないので、いろいろ従来の防塵から高級舗装まで、アスファルトはほとんど日本の現在の舗装の96%近くをしめている現状の中で、わかったつもりでやっておったいろんなアスファルト舗装というものが、だんだんわからなくなってきたという問題が出てき



た。何かそこにもう一度根本的に考え直していかなければならぬ問題が出てくるのじゃないか、という気もするわけです。

道路5カ年計画は10兆3,500億というような大きな金額にはなった。われわれがかつて100億の、80何億でしたか、約100億近くの第1期5カ年計画で始めたのから第6次の5カ年計画まで入ってくる間に10兆という額が出てくるような時代になりました。にもかかわらず、実際の98万kmの道路の中で、いわゆる舗装された道路というものは、わずかに10数%しかない。そうすると、残りのものを一応市町村道まで、ある程度「生活圏の道路」というものが舗装された姿で、われわれがお目にかかるという時代までには、少なくとも20数年かかるのだというふうなことにならざるを得ない。となると、いろいろな問題が出たからといって、その問題をどのように解決しながら、われわれはこれからの舗装というものを、従来の産業体系からきた道路というのから「生活圏の道路」に切りかえていく過程において、われわれはどうにしてそれを活用していくのか、という問題が出てくるだろうと思うのです。

いろいろ問題はたくさんある、ご承知のようないままでと違った、路盤工一本やりのその路盤工という考え方の中にセメント安定処理、アスファルト安定処理、あるいはまた石灰安定処理という、いろいろな新しいひとつの試みが行なわれてきている。従来、石灰安定処理しても、ほかのところで使っているような200番メッシュを通る非常に細かいもの、いわゆる精製度の高いものを一般の安定処理に使ったために、へたをするとセメント安定処理よりも高くなるというようなばかな状態が出ておった。最近はそれを切りかえて、もうちょっと粗粒の、もっと工程において安くできるような材料を使うことによって、同じような成果をあげていくということを試みていている。道路公団のあちこちの悪い土に対して、いろんな面でそういう安定処理工法というものも進んできているわけです。

いろんなことを合わせてみると、どのような形でこれを工程管理をしながら将来に対して——先ほど知事さんがおっしゃったような最もいい舗装というものを、いかにしてつくっていくかという方向を見出さなければならない。

まず第一にわれわれが一番先にわからなくなってきたのは、先ほど申し上げたような振動というものの、あるいは高速というもののだけのファクターしか違わないかに見

えるアスファルト舗装が、名神では壊れ、一般国道では壊れないという事実をどのように解釈するか。そこで道路協会では今年度からアスファルト材料の研究委員会を発足させるということにしたわけです。

問題になるのは、一体それでは重さと振動と、そういうふうなものに関係するようなアスファルト材料の性質というものは、一体何があるだろうか。いままでは針入度一本やりでした。それともう一つは寒さと暑さに対し伸びるほうの伸度、それを一応ファクターの中に入れるというようなやり方をしてきた。

ところが最近のアスファルトの材料の中には、もっといろいろと精製方法も高度化している。つまり技術的に非常に高度なものになってきていると同時に、名神の材料の結果を見てみると、同じ針入度というものの材料を使ったものが、ある混合物はプラントから出てきたときにすでに10度も下がったものが出てきた。あるものはそういうことはなかった。いろんな問題が入ってきてている。そうなってくると、その過程において、つまりわれわれが、アスファルト材料として使っている過程において、あるいは遊離炭素その他のが別の影響を与えていているのではないか、というふうなことも考えられる。

それで、それらのものを全部条件に入れながらもう一度、皆さんのがわせられているユーザー側の立場で、どのようにした場合に安心した材料を使えるようになるかということを、アスファルト協会と道路協会のほうでそれぞれ技術委員会をつくって検討していくというふうな体制をいま迎えつつあるわけです。

——で、いや応なしにわれわれは現在の状態では、この町村道という一つの長い膨大なる延長をかかえて、しかも最近の社会開発という一つの合言葉によって地方生活圏の道路を重点的に進んでいかなければならないという時代になってくると、慣れた材料を慣れたように使っていって、結果的に悪くなるような結果にならないような、つまり誰でもが安心して使えるような材料の供給ということに心がけなければならぬと思うのです。

そういう点で、わからぬことがありすぎるけれども、何とか恰好をつけるような、ユーザー側のほうで妥当な工法さえ、つまり道路協会なりそういうところで出しているアスファルト舗装要綱その他のものに基づいて、適当な施工さえすれば間違いないというふうな形を持っていけるように、もう一度、再検討する段階に入ってきた。これを今年中に一応の目安をつけて、1~2年の間

に体制を整えたい——こういうふうに考えているわけです。

乳剤1つにしましても、昔と違った、もうわれわれが時代が古くなったといわれるような、いろいろな種類のものが出てまいりました。それだけにまた、われわれの使い方にしても従来のような使い方だけではなしに、もっと高度のといいますか、安定処理工法から高級舗装まで、いろんな面においていろんな角度で、もう一度工法自身も再検討していく必要も出てきているわけです。それらのものをあわせながら、もう一度新しく考えていくというふうに思っているわけです。

先だって新聞に出ておりましたように台湾の縦貫道、あれも日本の建設業者が落札した。そうなりますと、台湾に精製工場がなければ、実際アスファルト舗装ををやる場合には、日本から持っていくかなければならぬということが起きるだらうと思うのです。同時にまたフィリピンにしても、インドネシアにしても、インドネシアは油が出るにしても、実際は精製という過程において、アスファルトが多量出るわけではない。しかも開発段階にある東南アジアの各国は、これから道路が伸びていくとすると、われわれが、今まで経てきた何十年かの間の経験と同じ過程をまた費していかなければならないと思うのです。しかも、主軸になって指導性をもつものは日本の建設業者でなければならない、そうなってきますと、みずからまた日本でつくった材料を持ち出さなければならぬような過程になってくると思うのです。ちょうど今から20年くらい前の、日本が初めてアスファルトというものを舗装を使ったときのような、非常に苦難の道を東南アジアの人たちは繰り返えさなければならぬだらうと思う。そのためには、われわれの持っていく材料が安定した状態で、安定した品質のものが供給できるという姿勢にしなければならぬし、また進出する建設業者もその材料によって安定した教育の仕方ができるということにならなければならぬと思うのです。

それらのものを全部考えると、この辺で従来のわれわれが持ったアスファルトベースのアスファルトという言葉から、もう一度別の、とにかく日本に入らざるを得ない、あるいは東南アジアに入らざるを得ないところの原油に対して、その出てくるものをわれわれはいかようにして使っていくか、また、またいかなる性格を、あるいは品質を、それに与えるような研究を行なうかというふうな別の角度の研究も行なわなければならぬのではないかと思うのです。

好むと好まざるとにかかわらず、何百万トンかのアスファルトが生まれてくる。それを使えるような姿勢に直していくことも、また、われわれの責任でなければならない。それを使いこなすだけの技術、能力を發揮するのも、またわれわれの仲間である建設業者でなければならない、ということにならうかと思うのです。……

したがいまして、私のここでお願ひしたいことは、むしろ実際に現場で使っておる皆さん、ただ黒いという状態ではなくて、むしろその内容が、使っているものがいつも同じ状態で実際の混合物が生まれてきているかどうか、多少でも危惧の念があるならば、そういうものに対しては徹底的なもう一つの基本調査をしていただきたい。その基本調査に基づいて、あるいは建設省の材料試験室なり、あるいは付近にある大学の研究室なり、そういうものをフルに使っていただきたい、そしてその結果から自分たちの使っているものが、どういう材料であるかというふうなこともひとつ考えていただきたい。それにによる広範囲な資料の集積によって道路協会あるいはアスファルト協会が新しい一つの方向に進むことができると思うのです。使われているユーザー側の皆さん、どの辺に困っているかということがわからないようでは、材料もよくわからないし、施工の段階における成果もあってこない、いろいろな問題があらうかと思うのです。

皆さんの現場でやられている状態、われわれが昔やったときに、プラントから出てくるときの煙の色を見ながら、青い色が出てくるとオーバーヒート、そうでなくて白いときにはまだ大丈夫というような、あんな程度の考え方で施工はできなくなっているのじゃないかと思うのです。その辺ひとつ実際に使っている皆さんのこれから協力をお願ひしまして、道路協会の舗装委員長を長いことやっておりますし、今度またその舗装委員会の中に先ほど申し上げましたような小委員会をつくり、もう一度新たな目でスタートしたいというふうに思っておりますので、何かのいろいろな資料がございましたら、道路協会なりアスファルト協会なりにお出し下さい、皆さんの力の結集によって、新しい方向を見出していきたいと考えております。どうぞよろしくお願ひいたします。

簡単でございますが、この辺で私のご挨拶やらお願ひにかえさせていただきたいと思います。どうもありがとうございました。（拍手）

— 道路整備の動向について —

松 下 勝

二

アスファルト・ゼミナールでは従来、道路局からご挨拶することが恒例になっておりますので、道路整備の今後の動向といったようなことについて30分間ほどしゃべらせていただきます。

皆さまのおかげをもちまして道路整備事業も順調に伸びてまいり、昭和46年度の道路事業費は1兆8,000億に近い多額の事業費となっております。内訳をちょっと申し上げてみると、一般道路事業費、公共事業費で約9,000億円、これには建設省が直轄で施工している直轄事業費が約3,000億、それから国庫補助にかかるものが、約6,000億円、合わせて9,000億円ということになつております。さらにこのほかに有料道路として施工しているものが約4,000億円ほどです。これには日本道路公団、阪神高速道路公団あるいは首都高速道路公団とか本州四国連絡橋公団とかいったいろいろな事業が含まれているわけです。

そのほかに県市町村等が単独で施工する地方単独の事業が約4,700億円、合わせて先ほど申し上げた1兆8,000

億という多額にのぼっているわけでございます。昨年度は約1兆5,000億円程度ですから、17%程度の伸びになっております。これをさらにさかのぼってみると、道路整備が本格化した昭和30年頃、これはいまの1兆8,000億に対し、620億円程度の道路整備事業費で、この間16年間に約30倍というような大きな伸び率を示しているわけです。毎年10%以上あるいは多い年には5割に近い伸びを示しております。たとえば32年、これは前年対比で申しまして1.487倍、約5割増しといったような伸び率が過去何回かございました。

そういうことで順調に伸びてまいったわけですが、これを自由世界で外国と比較してみると、アメリカに次いで世界で第2位といったような大きな投資総額になっております。

しかし一方、現状をいろいろ見てみると、ご承知のように道路の整備率、改良率とか舗装率はまだまだ低い状態です。舗装では国道は80%を起えており、相当よくなりましたが、県道についてはまだ50%にも至っていない

表一 1 道路投資額の推移

億円

年度	一般道路事業費	有料道路事業費	地方単独事業費	合計
29	336	21	254	611
30	379	19	225	623
31	433	27	285	745
32	673	79	356	1,108
33	832	83	466	1,381
34	1,147	146	466	1,759
35	1,243	281	589	2,113
36	1,922	450	790	3,162
37	2,363	745	1,017	4,125
38	2,976	1,061	1,238	5,235
39	3,561	1,220	1,437	6,219
40	4,109	1,254	1,628	6,991
41	4,771	1,957	1,959	8,687
42	5,568	2,350	2,252	10,170
43	5,787	2,489	3,020	11,296
44	6,601	2,694	3,863	13,159
45	7,747	3,106	4,345	15,199
46	9,091	4,005	4,682	17,778

表一 2 昭和46年3月末道路整備状況

区 分	実 延 長	昭和46年3月末整備状況			
		改 良		舗 装	
		改良延長	改良率	舗装延長	舗装率
一般国道	km 32,644	km 26,387	% 80.8	km 26,902	% 82.4
元 一 国	12,155	11,970	98.8	11,782	97.2
元 二 国					
在 来	14,850	11,219	75.5	12,075	81.3
昇 格	5,679	3,198	56.3	3,045	53.6
都 道 府 県 道	121,173	54,946	45.4	54,399	44.9
主 要 地 方 道	28,443	19,532	68.7	18,296	64.3
一 般 地 方 道	92,730	35,414	38.2	36,103	38.9
国・都道府県道計	153,817	81,333	52.9	81,301	52.9
市 町 村 道	859,953	129,835	15.1	96,366	11.2
合 計	1,013,770	211,168	20.8	177,667	17.5

い、46年3月の状態で45%である。さらに市町村道に至りましては、11%といった低率にとどまっております。合わせて国道から市町村道まで平均して17%といった程度で、外国と比較しますと、イギリスは、舗装は100%となっている。フランス、西ドイツ、イタリーでも70~80%あるいは90%の舗装率になっています。日本の道路事業費も相当伸びてはまいりましたが、まだまだといった状況です。

また、先ほど申し上げた投資総額でみても、これは人口1人当たりで比べてみると世界で第16位、アメリカの3分の1にも満たないといった程度になります。自動車の保有台数1台当たりでは第14位、国民所得にしめる道路費の率では第10位で、G N P世界第2位を誇っているわが国も、まだまだ道路については不満足な状態であるということがいえようかと思います。

そういうようなことで、大都市においては特にそうですが、非常に混雑が激しいわけです。混雑の状況について過去の統計でちょっと見てみると、全国交通情勢調査というのを3年に1回やっておりますが、37年には国道だけみると混雑度が1以上——これは道路構造令でいう道路の容量、それを越えている場合に混雑度1以上ということになるわけですが、その延長でみると、国道で37年では2,500km、それが43年には3倍近い6,900kmに伸びております。その混雑度1.5で、もっとひどいところでとてみると37年度は800km、43年には3,200kmというように4倍にも達しているということです。このようなことで、投資額は年々相当な勢いで伸びているにもかかわらず、車の伸びはさらにそれを上回っており、なかなか追いつかないのが実情です。

さらに問題となっている交通事故で見ても、ご承知のように毎年死者は16,000人を超えております。昭和45年では死者16,765人で、人身事故の数でみると、年間718,000件と非常に大きな数字を示しているわけです。

表一3 道路の種類ごとの混雑区間延長の推移
単位:km

道路の種類	昭和37年度(A)	昭和40年度(B)	昭和43年度(C)	B/A	C/B
元一級国道	1,720	2,990	4,785	1.74	1.60
元二級国道	740	1,460	2,126	1.97	1.46
一般国道計	2,460	4,450	6,911	1.81	1.55
主要地方道	1,830	4,070	6,611	2.22	1.62
計	4,290	8,520	13,522	1.99	1.59

表一4 交通事故の年別発生状況

年別	件 数	死 者	傷 者
29	93,869	6,374	72,390
30	93,981	6,379	76,501
31	122,691	6,751	102,072
32	146,833	7,575	124,530
33	288,193	8,248	185,396
34	371,763	10,079	230,504
35	449,917	12,055	289,156
36	493,693	12,865	308,697
37	479,825	11,445	313,813
38	531,966	12,301	359,089
39	557,183	13,318	401,117
40	567,286	12,484	425,666
41	425,944	13,904	517,775
42	521,481	13,618	655,377
43	635,056	14,256	828,071
44	720,880	16,257	967,000
45	718,080	16,765	981,096

これを事故率というあらわし方——車の走行台km当たり1億台kmといったようなことで使っていますが、これによれば人身事故は昭和40年で576件、それに対し45年が390ということで、一応走行台km当たりの件数は減ってきております。

ただし、これを外国と比較してみると、そういう390とか、570幾つといった数字に対し、アメリカが90、イギリスやイタリー、フランス、西ドイツは200から300といったようなことで、まだまだこういう事故も減らし得るといいますか、減らさなければならない状態にあるわけであります。アメリカまでは、なかなかいかないかも知れませんが、ヨーロッパなどにはすぐにでもしたいというようなことで、交通安全事業に相当な力を入れていく姿勢をとっているわけです。

このように投資総額においては世界2位の額にまで達しておりますが、まだまだ社会資本としては不足である。社会資本の中で最も重要なものであると私ども考えており、道路整備の推進をもっともっとやる必要があるのではないかと考えているわけです。

今後、建設省としましては、道路の整備を進めいくにあたり、国土建設の長期構想といった長期計画を立て

ております。目標年次を昭和60年におき、その時点でのときの経済社会の水準にふさわしい道路をつくろうではないかという考え方のもとに進めております。経済企画庁あたりで立てている全国総合開発計画の経済指標に基づき、これはたとえば昭和60年の人口は1億2,000万人という想定がなされており、GNP（国民総生産）は130ないし150兆円といったようなことで想定されているわけです。——もっともこれはちょっと想定の時点が古くなっている、最近では経済企画庁は280兆円であるとか、運輸省では200兆円あるいは240兆円というふうなことがいろいろいわれております。——その程度まで今後伸びるであろう。すでに現在GNPは45年で70兆円をこえ、46年は80兆円を超えるであろうといわれております。そういうことからしても先ほど申し上げた一応の基礎になっております130ないし150兆円というのは、すでにもう過小評価されているわけですが、前に立てました長期計画では一応これをもとに進めております。

こういう経済指標に基づき自動車の保有台数等を推定していく。それに基づいて必要な道路整備の事業の量というものを出すわけです。自動車保有台数は一応昭和60年で3,500万台ということで考えております。これは主に伸びるのは乗用車で2,400万台、現在の約5倍で想定いたしております。トラックについてはすでにかなり数が多いわけで、昭和60年で1,000万台、現在の1.5倍ぐらいではなかろうかという想定を立てております。合わせて3,500万台という数字に基づき、走行距離を試算して2次改策の必要性を検討しているわけでございます。

一応整備目標につき、ざっと申し上げますと、高速道路、これは国土開発幹線自動車道として7,600km、このほかに本州四国の連絡架橋であるとか、東京湾口の架橋といったものもございます。それから一般道路では、国道とか県道はすべて改良舗装済にしよう。1次改策を

表一6 自動車保有台数と走行台キロの見通し

車種	保有台数(千台)			走行台キロ(億台キロ)		
	43年度(A)	60年度(B)	B/A	43年度(C)	60年度(D)	D/C
普通トラック	630	2,000	3.2	199	800	4.0
小型トラック	6,311	8,590	1.4	738	1,300	1.8
バス	143	410	2.9	45	105	2.3
乗用車	4,803	24,000	5.0	787	2,995	3.8
合計	11,887	35,000	2.9	769	5,200	2.9

注) 2輪類および特殊車等を除く。

完了させる目標をたてております。さらに2次改策につきましても約18,000km程度の整備を進める必要がある。混雑度を1以下にしよう、混雑の状態をなくそうという目標をたてております。

そのほかに幹線の市町村道222,000km、さらに街路35,000km、都市高速道路800km、これは東京、大阪、名古屋のほかに北九州、福岡あるいは広島、仙台といったようなところも考え、都市高速道路も800km程度は必要になるだろう。さらに区画街路、これは生活道路的な家の回りの道路で30万kmといったような事業を予想しております。この整備延長70万kmに対し、60兆円が必要であろうという想定でございます。

この結果、どうなるかといいますと、一応先ほど申し上げたように混雑は解消されるであろう。交通安全施設も全部完備される。事故率もかなり減るであろう、ヨーロッパ並みぐらいには減るのではないか。そのほかにさらに全国的に時間距離といったものが半分に減るであろう。日本中どこからでも地方の中心都市、たとえば和歌山市といったような県庁所在地へ日帰りが可能になるであろう、という整備目標を掲げているわけでございます。

こういう長期計画に基づき、当面必要なものをさらに抽出して、これを5カ年計画として遂行しているわけでございます。現在第6次道路整備5カ年計画を遂行しており、ご承知のように総額10兆3,500億円になっております。（内訳は表一9参照）

これは今年3月に閣議で決定されたものですが、実は昨年3月に閣議了解を得ており、総額はきまっておりましたが、若干その内容が変更されております。といいますのは、当初閣議了解されたときの予備費は2,500億円

表一5 人口、経済水準等の指標

事項	昭和43年度	昭和60年度
人口(千人)	101,410	120,000
国民総生産(兆円)	46	130~150
1人当たり国民所得(千円/人)	360	940
(ドル/人)	1,000	2,600

注) 昭和40年価格

表一7 長期計画達成後の整備延長 単位:キロメートル

種別	新設	改築	再改築
幹線自動車道	7,600		
一般道路		27,000	10,700
		124,000	7,700
		222,000	
		373,000	18,400
都市高速道路	800		
都市計画街路		24,000	11,300
小計	8,400	397,000	29,700
その他の市町村道		302,000	
合計	8,400	699,000	29,700

表一8 道路の長期計画(昭和45~60年度)事業内訳

区分	事業量	事業費	うち用地及び補償費	道路実延長
幹線自動車道	(km) 6,760	(億円) 60,000	(億円) 6,400	(km) 7,600
大規模特殊事業		28,000	2,410	
一次改築	251,000	160,000	32,450	
一般国道	4,700	8,600	510	27,000
主要地方道	11,660	16,300	3,590	
一般地方道	59,640	61,000	11,600	
重要な市町村道	175,000	74,100	16,750	222,000
再改築	18,400	81,100	31,020	
一般国道	10,700	55,900	16,270	10,700
主要地方道	4,950	17,450	10,480	
一般地方道	2,750	7,750	4,270	
街路	35,300	144,000	82,110	
一般国道	1,280	10,299	5,870	
主要地方道	3,520	28,894	16,470	10,900
一般地方道	6,100	29,037	16,550	
重要な市町村道	24,400	75,770	43,220	24,400
都市高速道路	654	23,400	4,980	800
その他事業		21,300	360	
区画道路		19,000		
その他		2,300	360	駐車場共同溝等
維持管理等		82,200	—	
計		600,000	159,730	

表一9 第6次道路整備5カ年計画事業費内訳
(単位:億円)

区分	新計画(45~49年度)	旧計画(42~46年度)
道路事業	37,610	25,484
一般国道	21,974	14,225
地方道	12,606	9,392
特定交通安全施設等整備事業	1,900	1,099
雪害事業	940	652
寒害事業	190	116
調査査定	13,970	9,722
街機械	420	294
一般機械	150	136
機械	270	158
一般道路事業計	52,000	35,500
日本道路公団	16,300	12,600
高速自動車国道	13,200	11,000
一般有料道路	3,100	1,600
首都高速道路公団	3,600	2,900
阪神高速道路公団	2,900	2,300
本州四国連絡橋公団	450	—
有料道路助成	1,750	200
指定都市高速道路	550	—
一般有料道路	1,200	200
有料道路事業計	25,000	18,000
一般・有料計	77,000	53,500
地方単独事業費	25,500	11,000
予備	1,000	1,500
合計	103,500	66,000

表一10 道路整備5カ年計画実施後の道路整備状況見込

(1) 高速自動車国道 (単位:キロメートル)

区分	供用延長	
	昭和45年3月末状況	昭和50年3月末状況
高速自動車国道	642	1,900

(2) 都市高速道路 (単位:キロメートル)

区分	供用延長	
	昭和45年3月末状況	昭和50年3月末状況
首都高速道路	71	160
阪神高速道路	75	130
指定都市高速道路	—	20
計	146	310

(3) 一般道路 (単位:キロメートル・%)

区分	実延長	改良		舗装	
		昭和45年3月末状況	昭和50年3月末状況	昭和45年3月末状況	昭和50年3月末状況
		改良済延長	B/A	改良済延長	C/A
一般国道	(A) 32,644	(B) 25,398	(C) 77.8	(D) 29,590	(E) 90.6
主要地方道	28,450	18,535	65.2	22,100	77.7
一般都道府県道	92,730	32,412	35.0	38,240	41.2
計	153,824	76,345	49.6	89,930	58.5
市町村道の事業量			2,710km		1,260km

注 1. 有料道路事業によるものを含み、地方単独事業によるものを除く。

2. 実延長は道路統計年報(1971年)による。ただし、一般国道については、整備後の計画延長である。

(4) 再改築 (単位:キロメートル)

区分	改良	舗装
一般国道	3,000	2,590
地方道	3,480	3,280
計	6,480	5,870

注) 有料道路事業によるものを含み、地方単独事業によるものを除く。

これがその後1年たち、情勢の変化があり、予備費2,500億円を取りくずして実のあるものにし、総額をかえずに予備費1,000億円ということで、一般道路事業の中にその1,500億円を追加したわけでございます。

これは閣議了解のあと国道昇格が約5,800kmあり、あるいは主要地方道の追加指定、これも近日中に告示になる予定ですが、1万kmを予定いたしており、それから過疎対策事業等の新しい情勢に対処して、一般道路事業費を1,500億円ふくらましたということでございます。わずか1年間の差でこれだけの情勢の変化が生じているわけで、道路整備事業の拡大の必要性というものが、これでもおわかりいただけるのではなかろうかと思います。

この第6次道路整備5カ年計画の整備の目標は、高速道路、国土開発幹線自動車道等について、昭和49年度末で1,900kmを供用する。これは現在供用開始されている640kmも含めて縦貫五道——東北、中央、北陸、中国、九州縦貫といったようなものを強力に推進していくこうということでございます。

国道は昭和50年には概成しようという目標のもとに進め、そのほかに3,000kmほどの2次改築を国道で予定しております。地方道は主要地方道を昭和55年に一応改良舗装を完了させ、県道は舗装を55年までの目標のもとに年次計画を進めております。都市高速道路は首都高速160km、阪神高速130km、名古屋、福岡、北九州の都市高速道路を20kmという整備目標を掲げております。

そのほかに交通安全事業、これはちょっと道路整備5カ年計画とずれまして、46年からの5カ年計画ということで遂行しております。今年がその初年度に当り、特定交通安全施設等整備事業というものが2,250億円で特に歩道なり、あるいは歩行者、自転車道整備に力を入れでまいりたい、歩行者の死亡事故を半減させるのだという目標を掲げて進めているわけでございます。もちろんそのほかに人道橋あるいは照明、防護柵といった従来やっておりました交通安全施設も進めるわけですが、特に歩道を整備しよう、そのためには従来手がつけられなかつた——今まで狭い道路では歩道設置ができなかつた裏道を歩道専用というようなことで整備することにしたい、あるいは特定交通安全施設とは直接関係ありませんが、小規模のバイパス等も——これは改築ですが——交通安全

全の改築といったことで強力に整備する。こういう小規模なバイパス等の交通安全の改築を6,500億円程度予定し、こういうものにより、交通安全施設を早急に整備していくうではないか、というふうに考えているわけでございます。

そのほかに雪寒の5カ年計画、第6次道路整備5カ年計画の中の一環として繰り込まれ、冬期交通確保のために特に抽出して5カ年計画として閣議決定するものでございます。こういうものが1,200億円程度、雪寒事業の特定路線を大幅に拡大しようというようなことも予定いたしております。あと奥地等産業開発道路、これはかなり専門的な分野になりますが、こういうものも5カ年計画としてあわせて閣議決定しております。

こういう内容により道路整備5カ年計画を進め、最近問題となっている公害の問題——いままであまり神経は使っておらなかったわけですが——自動車の伸び、交通量の伸び等から特に最近問題が大きくなっています。道路の騒音、排気ガス、振動といった公害の問題題を今後解決していくなければならない重要な、困難な課題がございます。このためには道路構造上相当な配慮を加える必要があるわけです。あるいはルートの選定といったようなことでも、相当な配慮を加えていく必要があるわけでございます。

いずれにしても相当金が要るということには変わりないわけで、道路の単価が今後はかなり上がってくるというようなことからも、ますます道路整備事業の拡大が必要になってくるのではないかろうか。そのほかにも総合交通体系といったようなことが最近やかましくいわれております。他の交通機関との関連をどうするか。当然トラック・ターミナル、あるいはドッキング・ヤードとか駐車場、あるいは駅前広場、従来あまりやっていない事業——こういうものについても、今後積極的に対処していく必要があろうと考えているわけでございます。

いずれにいたしましても、われわれ道路関係者にとって前途はかなり洋々たるものがありますが、また反面、公害の問題等の困難な問題をのりこえて、克服して進めていく必要があるわけでございます。

一応、今後の道路整備の動向といったようなことをお話をさせていただきました。これでご挨拶にかえさせていただきます。（拍手）

アスファルトの組成と物性について

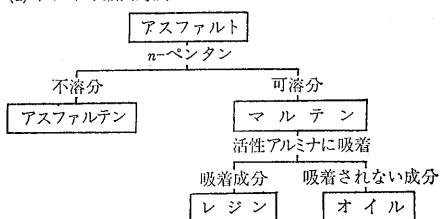
飯 島 博

1. 緒 言

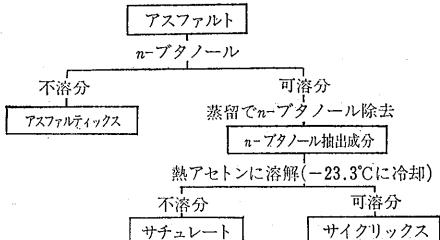
アスファルトの特徴的な物性はそのコロイド構造に基づき、それはアスファルトの化学成分に関連づけられるものである。したがってアスファルトの物性はアスファルトを構成する化学成分ならびに、それによって形成されるコロイド構造に立脚して考えなければならない。最近アスファルトの実用性状に対する使用面からの要求がしだいに過酷になっているが、これを満足するようにアスファルトを改質するには、このようなアスファルトの物性の理解が必要である。本稿ではこれまでに著者が行なった研究を中心にアスファルトの化学成分、コロイド構造と物性の関係、さらにそれと実用性との関連について述べてみたい。

図-1 アスファルトの成分分析

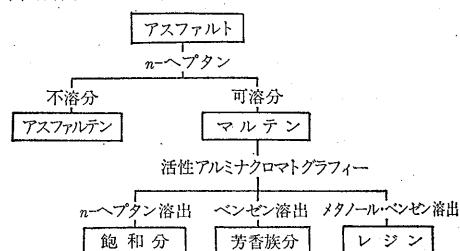
(a) アメリカ鉱山局法



(b) テキサコ法



(c) 著者らの用いた方法



2. アスファルトの化学成分とコロイド構造

2.1 アスファルトの化学成分

アスファルトは原油中の最も分子量の大きな炭化水素およびその誘導体の複雑な混合物であって、構成する個々の化合物の種類や分子量を詳細に知ることはほとんど不可能である。現在では種々の分離法を組み合わせて、化学的特性の似た成分に分離する方法が、主として行なわれている。このようなアスファルトの成分分析には種々の方法があるが、一般に広く用いられているのはアメリカ鉱山局法¹⁾とテキサコ法²⁾である。これらの方法はアスファルトを3成分に分け、三角図表に組成を示すことができて便利である。図-1(a)はアメリカ鉱山局法を示したもので、アスファルトはまずn-ペンタンに不溶のアスファルテンと可溶のマルテンに分離される。マルテンはさらに活性アルミニウムに吸着されるレジンと吸着されないオイルに分離される。アスファルテンは分子量が1,000~5,000程度の芳香族性の大きな成分であり、レジンはこれに次いで分子量、芳香族性の大きい成分である。アスファルト中ではアスファルテンは互いに二次的に結合してミセルを形成しており、一方レジンはアスファルテンミセルを解こうとする作用を有し、低分子量のオイル中にコロイド的に分散させる役割を演ずると考えられている。したがってアスファルテンが多くなり、レジンが少くなり、かつオイル分の芳香族性が小さくなるほどミセルの形成が著しくなり、これは互いにつながって三次元的な凝集構造をとることになる。アメリカ鉱山局法の欠点はオイル分の芳香族性について知見が得られないことである。

このため図-1(b)に示すテキサコ法では、アスファルトをまずn-ブタノールに溶解し、不溶分をアスファルテックスとして分離する。これは上記のアスファルテンとレジンの大部分を含んだ成分である。n-ブタノール可溶分はオイル分に相当するものであるが、これは熱アセトンに溶解した後、-23.3°Cに冷却し、不溶のサチュレートと可溶のサイクリックスに分離される。

アスファルトの成分分析には、このほかにさらに多数の成分に分離する方法がいくつか報告されているが、あまり細かく分けても、アスファルトの化学成分の特徴を

つかむにはかえって複雑さを増すだけであり、とくにアスファルトのコロイド構造と化学成分の関連を調べる場合には3~4成分に分離するのが適当である。このため著者が行なった方法は 図-1(c)⁹⁾に示すような4成分に分離する方法で、アスファルトをn-ヘプタンに溶解し、不溶分をアスファルテン、可溶分をマルテンとして分離する。マルテンはさらに活性アルミニナクロマトグラフィーにより飽和分、芳香族分およびレジンに分離する。この方法の特徴は、アスファルテン、レジンの量のほかに、オイル分を飽和分と芳香族分に分離することによって芳香族性が明らかにされることである。

前述のように、これらの各成分はアスファルト中では単に溶解混合しているのではなく、アスファルテンミセルによるコロイド構造を形成しているものと考えられる。図-2⁸⁾はセミブローンアスファルトとストレートアスファルトの混合による性状変化を示したもので、とくに針入度の変化についてみると、山型の曲線になっているのが認められる。すなわち混合によってもとのアスファルトのいすれよりも軟かいものになっている。ストレートアスファルトどうし、あるいはセミブローンアスファルトどうしの混合では、このようなことは認められない。また混合基のMBストレートよりもナフテン基のNCストレートを混合した場合のほうが、この傾向はとくに大きい。このような事実はアスファルトのコロイド構造を考えなければ理解できることである。

図-3⁴⁾は Dickie と Yen が X 線回折法により推定したアスファルティックスのマクロ構造で、直線は縮合芳香族環を、のこぎり状の線は飽和炭化水素鎖または網状の多環ナフテンを現わしている。これによりアスファルテンミセルの形成の様子がわかる。レジンはアスファルテンに比べて縮合芳香族環が小さく、相対的に飽和炭化水素の部分が大きい構造を有している。したがってレジンはオイル分との親和性が大きく、アスファルテンミセルの解こう作用を有するものと考えられる。なお図-4⁵⁾は Ferris らによるベネズエラアスファルトのアスファルテン分子中の縮合芳香族環の推定化学構造を示したものである。このようなアスファルト成分、コロイド構造についての化学的研究は最近緒についたばかりで、まだほとんどわかっていないといつてよい現状であるが、今後この方面的研究がいっそう促進され、化学的な解明が行なわれるようになることが望まれる。

2.2 アスファルトのコロイド構造

2.2.1 レオロジー的性質によるコロイド性の評価

アスファルトのコロイド構造を化学的に調べることは現状では困難であるが、コロイド構造の結果として現わ

図-2 セミブローンアスファルトとストレートアスファルトの混合による性状変化

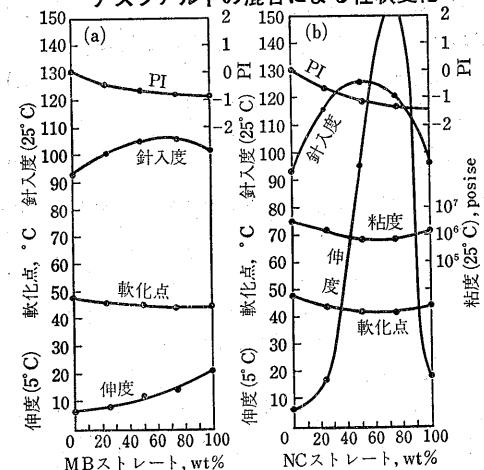


図-3 アスファルティックスのマクロ構造

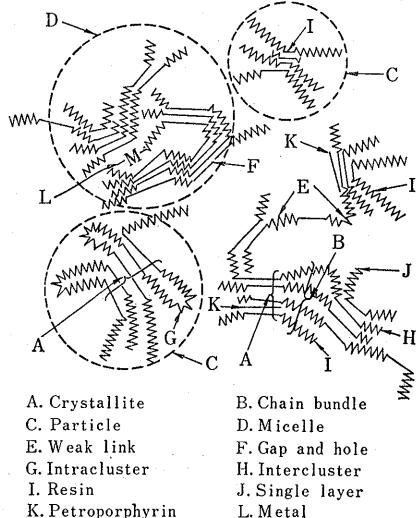
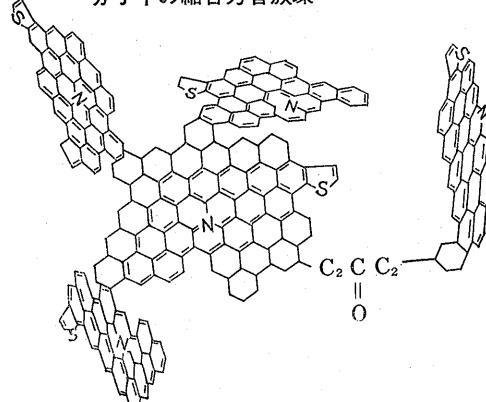


図-4 ベネズエラアスファルトのアスファルテン分子中の縮合芳香族環



れるレオロジー的性質、とくに針入度感温性からこれを評価することができる。

アスファルトの針入度 ϕ と温度 T の間には

$$\log \phi = AT + C \quad (1)$$

の関係があり、したがって針入度感温性 A は

$$A = \frac{\log \phi_1 - \log \phi_2}{T_1 - T_2} \quad (2)$$

によって示される。いま種々のストレートおよびブローソンアスファルトについて A と成分の関係を調べた結果を実験式にまとめてみると、

$$\begin{aligned} \log A &= -10.1 \times 10^{-3}x + 5.41 \times 10^{-3}y + 3.23 \\ &\times 10^{-3}z - 0.71 \times 10^{-3}w - 1.408 \end{aligned} \quad (3)$$

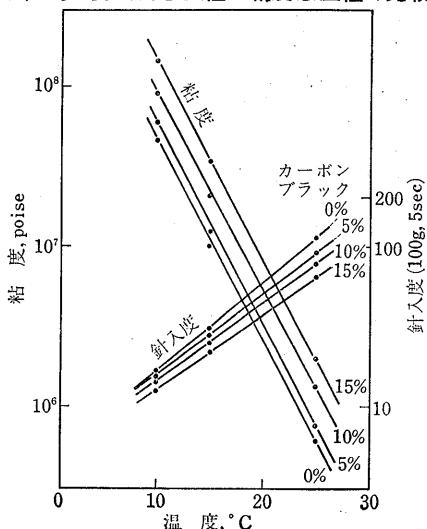
$$\hat{\phi} = 0.041$$

のようになり⁶⁾、この式による推定の精度は $\hat{\phi}$ によって示される。 x, y, z および w はそれぞれアスファルテン、レジン、芳香族分および飽和分の%である。この式の係数からわかるようにアスファルテンが増すと A は小さくなり、レジン、芳香族分が増すと A は大きくなり、飽和分が増すと A は小さくなる。したがってアスファルテンが増加し、レジンが減少し、オイル分の芳香族性が小さくなるにしたがい、換言すればアスファルトのコロイド構造の発達に伴って針入度感温性は小さくなることを示している。なお、各成分の感温性に対する効果はアスファルテンが最も大きく、次いでレジン、芳香族分で、飽和分の効果は小さい。

一般にはコロイド性の評価として、 A そのものでなく次式で定義される針入度指数(PI) がよく使用される。

$$PI = \frac{30}{1 + 50A} - 10 \quad (4)$$

図-5 針入度感温性と粘度感温性の比較



これからわかるように、 A が小さくなるほど PI は大きくなる。 PI が -2 以下のアスファルトをゾル型、-2 ~ +2 のものをゾル-ゲル型、+2 以上をゲル型と呼んでいる。一般にコールタールピッチはゾル型、ストレートアスファルトはゾル-ゲル型、ブローソンアスファルトはゲル型に相当する。

図-5⁶⁾ はアスファルトの粘度と針入度の温度変化を示したもので、粘度は sliding plate microviscometer を用い、小さいずり速度で測定したものである。試料アスファルトは次第にゲル型にするため、カーボンブラックを 0, 5, 10 および 15% 分散させた。アスファルテンとカーボンブラックで化学構造が異なるが、いちおうの傾向は得られるものと考えられる。この図から粘度感温性は一定であるが、針入度感温性はアスファルトがゲル型になるにしたがって小さくなるのが認められる。もとのアスファルトの粘度を η_0 、カーボンブラック量を ϕ とするとき、アスファルトの粘度 η は

$$\eta = \eta_0 f(\phi) \quad (5)$$

で与えられるから、粘度感温性は

$$\frac{\log \eta_1 - \log \eta_2}{T_1 - T_2} = \frac{\log \eta_{01} - \log \eta_{02}}{T_1 - T_2} \quad (6)$$

となり、試料アスファルトによらず常に一定となり、実験結果と一致する。一方針入度はアスファルトの粘度と弾性の両者が関係する量であるが、いまアスファルトを粘性体(粘度 η poise) と仮定し、荷重を W_g 、時間を t sec とすると、針入度 ϕ は

$$\phi = \left(\frac{2 W t}{k \eta} \right)^{1/2} \quad (7)$$

で与えられるから、針入度感温性 A は

$$A = \frac{\log \phi_1 - \log \phi_2}{T_1 - T_2} = -\frac{1}{2} \cdot \frac{\log \eta_{01} - \log \eta_{02}}{T_1 - T_2} \quad (8)$$

となり、試料アスファルトによらず一定となる。しかし実験結果は、アスファルトがゲル型になるにしたがって A は小さくなっている。ゲル型になるにしたがい、針入度に対する弾性の寄与が大きくなって粘性体からはずれてくるためと思われる。一般に弾性のほうが粘性より温度依存性が小さいから、アスファルトがゲル型になるほど A の値は小さくなる傾向がある。したがって A (あるいは PI) は前述のようにアスファルトのコロイド構造の発達の程度を示すものであると同時に、弾性の現われの度合を示すものと考えられる。

2.2.2 フロキュレーション比-希釈度法によるコロイド性の評価

アスファルトのコロイド性はレオロジー的性質による評価のほかに、より直接的にフロキュレーション比-希釈度法(FR-X法)によって示すことができる。表-1⁷⁾ にこの方法によるコロイド性評価の一例を示す。ここで

表一 フロキュレーション比—希釈度法によるコロイド性と PI の関係 (20—40アスファルト)

	成 分 分 析 (wt%)				FR-X法によるコロイド性				PI
	飽和分	芳香族分	レジン	アスファルテン	p_a	p_0	P	A_s/P	
NCストレート	19.2	38.8	33.5	8.5	0.72	1.4	4.9	1.7	-1.8
MBストレート	21.0	43.2	23.7	12.1	0.78	1.1	5.1	2.4	-1.1
MK脱れき	5.0	56.0	30.2	8.8	0.75	1.8	7.0	1.3	-0.7
PMストレート*	52.9	25.3	16.7	5.1	0.78	0.8	3.8	1.3	-0.4
MERストレート	11.4	44.0	22.4	22.2	0.72	1.1	3.7	6.0	0.0
MBプローン	27.5	25.7	14.2	32.6	0.67	1.3	4.0	8.1	+3.5
MBキャタリティックセミプローン	26.8	27.6	11.8	33.8	0.66	1.0	3.1	10.9	+6.5

*) ろう分41.7wt%

p_a はアスファルテンそのものの解こうされやすさ, p_0 はマルテンの解こう力であり, P は p_a および p_0 によって決まるアスファルテンミセルの解こう度を示すものである。 p_a および p_0 が大きくなることはアスファルテン自体が解こうされやすく, かつマルテンの解こう力が大きくなることで, その結果アスファルテンミセルの解こう度 P は大きくなる。アスファルト中のアスファルテン量 A_s が多くなるほど, またアスファルテンミセルの解こう度 P が小さくなるほど, そのコロイド構造はゾル型からゲル型へ発達すると考えられるから, A_s/P によってアスファルトのコロイド性を評価できる。表-1にみられるように A_s/P とPIは, PMストレート, MK脱れきアスファルトのような特異な試料を除いては並行関係が認められる。PMストレートはろう分を41.7wt%も含んだもので, 一般にはアスファルトとして使用できないものである。MK脱れきアスファルトは脱れき処理により飽和分が選択的に抽出され, 相対的に芳香族分, レジンが多くなっているもので, このため p_0 が大きく, したがって P が大きくなり, A_s/P が小さくなっている。このものは後述のようにコロイド性の小さい場合に特徴的なもろい性質をもっている。

3. アスファルトのコロイド性と物性

アスファルトの軟化点とぜい化点は, その間の温度でアスファルトが特徴的な粘弹性状を示すので, 実用上からも重要な性質である。つぎにこれらを中心にアスファルトの組成, コロイド性との関係について述べてみる。

3.1 軟化点

アスファルトの軟化点は一般にJIS K 2531に示される環球法によって測られる。アスファルトの成分と軟化点 T_{sp} の関係は次式によって与えられる⁶⁾。

$$T_{sp} = 1.19x - 6.71 \times 10^{-1}y - 6.82 \times 10^{-2}z - 8.38 \times 10^{-3}w + 83.6 \quad (9)$$

$\delta = 3^\circ C$

x, y, z および w はそれぞれアスファルテン, レジン, 芳香族分および飽和分の量である。この式からわかるように, 各成分の軟化点に対する効果はアスファルテンが最も大きく, 次いでレジン, 芳香族分および飽和分の影響はこれらに比べて非常に小さく, またアスファルテンが増加し, レジンが減少し, オイル分の芳香族性が小さくなるほど, したがってアスファルトのコロイド構造の発達にしたがって軟化点は上昇することがわかる。

なお軟化点試験の解析結果⁸⁾によると軟化点におけるアスファルトの粘度 $\eta(T_{sp})$ は

$$\eta(T_{sp}) = \frac{\sigma}{abc} = \frac{9.36 \times 10^2}{3.19 \times 0.0833 \times 0.168} = 2.1 \times 10^4 \text{ (poise)} \quad (10)$$

のようになることが示される。ここに σ は試料に働くずり応力 (dyne/cm²), a は試験終了時のずりひずみ, b は昇温速度 (°C/sec), c はアスファルトについて実験的に定まる定数(1/°C)である。図-6⁹⁾はアスファルトの粘度—温度曲線であり, これから軟化点における粘度を求めるとき 10^4 poise のオーダーとなり, 上式の値と一致することがわかる。このように軟化点は等粘性温度と考えられるが, さらに図-6において軟化点前後で直線のこう配が変化するから, Andradeの式

$$\eta = A_e U / RT \quad (11)$$

からみかけの流動の活性化エネルギー U を求めると, 表-2⁹⁾のようになる。これより軟化点以上の温度になると U の値が約半分に減少することがわかる。したがって軟化点は単に等粘性温度というだけでなく, この温度付近でアスファルトのコロイド構造に変化が起るものと考えられる。このことからコロイド構造が強く形成されたアスファルトは軟化点が高くなるとはいえる, 式(9)の結果を裏づけている。

3.2 ぜい化点

ぜい化点の試験として一般に行なわれているのはフラーーゼー化点試験であり, IP80/53およびDIN 1995-U6に

規定されている。なおフーラースゼイ化点試験器の温度計指示値と試料の実際の温度の間には、後者のほうが約5°C低くなることが実験的に認められている¹⁰⁾。いまフーラースゼイ化点付近の温度ではアスファルトは弾性体であると仮定すると、試料が破壊するときのコンプライアンスJは

$$J = \frac{2\varepsilon_1}{3p} = \frac{2 \times 0.016}{3 \times 10^7} = 1 \times 10^{-9} \text{ (cm}^2/\text{dyne}) \quad (12)$$

となる。 ε_1 は試料の押し曲げ方向のひずみであり、pは破壊時における主応力の平均値 (dyne/cm²) である。

一方アスファルトを粘性体と仮定すると、試料が破壊するときの伸び粘性率とは、

$$\lambda = p \left| \frac{d\varepsilon_1}{dt} \right| = 10^7 / 0.0016 = 6 \times 10^9 \text{ (poise)} \quad (13)$$

となる。図-7¹¹⁾はアスファルトの伸び粘性率と平衡コンプライアンスの温度による変化を示したものであるがフーラースゼイ化点に上記の-5°Cを加えた温度におけるそれぞれの値を求めてみると 10¹¹ poise および 10⁻⁹ cm²/dyne のオーダーとなる。したがってフーラースゼイ化点においてはアスファルトは弾性体として破壊すると考えられ、フーラースゼイ化点は等コンプライアンスのコロイド構造がゾル型からゲル型へ発達して弾性的な性質が強くなるにしたがってゼイ化は低くなるといふことがいえる。

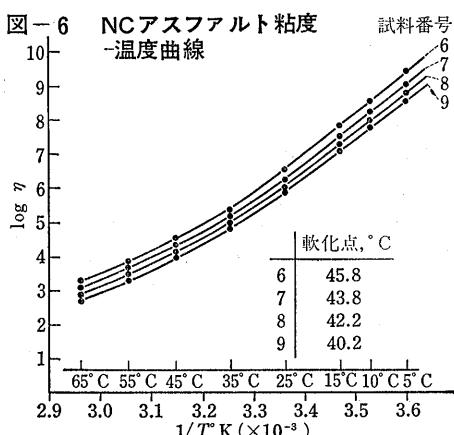


表-2 Andrade式(11)のみかけの流動の活性化エネルギーU

試料番号	温度範囲	-log A	U(kcal/mol)
6	軟化点以下	31.6	52.0
	"以上	12.4	23.8
7	軟化点以下	31.8	52.0
	"以上	12.6	23.8
8	軟化点以下	32.0	52.0
	"以上	12.7	23.8
9	軟化点以下	32.4	52.0
	"以上	12.8	23.8

図-7 NCアスファルトの伸び 粘性率と平衡コンプライアンス 試料番号

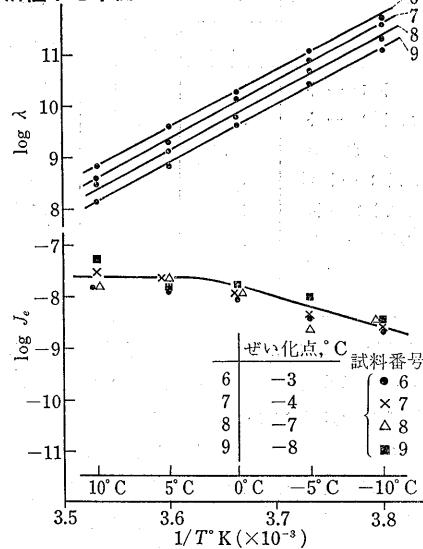


表-3¹²⁾はストレート、セミブローンおよびキャタリティックセミブローンアスファルトについてコロイド性と物性の関係を示したもので、アスファルトの化学成分は、試料番号の順にアスファルテンが増加し、レジン、芳香族分が減少し、飽和分が増加している。したがってアスファルトのコロイド性 As/P はこの順に増加し、PI もこれと並行して増加している。図-8¹²⁾はこれらのアスファルトの緩和スペクトルであって、As/P あるいは PI が大きくなり、コロイド構造がしだいにゲル型になるにしたがって、広い緩和時間の範囲で弾性的な性質をもつようになることがわかる。したがって表-3にみられるように As/P または PI が大きくなるにしたがってフーラースゼイ化点は低下し、また軟化点は上昇する。

3.3 伸度

伸度は JIS K 2532 に規定された寸法の、中央部がくびれた試料を規定温度で引張ったときに、試料が切れるまでの伸び (cm) で表わされる。伸度そのものは実用性との相関があまりないが、アスファルトもコロイド性を反映しており興味がある。すなわち表-3にみられるように、アスファルトのコロイド性 As/P または PI が大きくなるはしたがって伸度は低下する。伸度試験の試料は中央部がくびれているので、試料中央部に働く応力は他の部分よりも大きく、その結果試料全体が均一に伸びるのでなく、試料中央部の伸長率は他の部分より大きくなる。一方アスファルトのコロイド性が大きくなるにしたがい、伸度を実質的に支配する伸び粘性率は非ニュートン性が大となり、伸長率の増加とともに低下するよう

になる。このため試料の中央部はさらに大きくなつて急速に中央部のくびれが増加し、ついに切断する。アスファルトのコロイド性が大きくなるほどくびれの進行は著しく、その結果伸度は小さくなるものと考えられる。

4. アスファルトの物性と合材の性状

アスファルトは、道路舗装用に用いるときには、碎石、砂、石粉などと混合して合材として使用する。この場合にアスファルトの性質が合材の性状にどのように反映するか次に述べてみよう。

表4¹²⁾はストレート、セミブローンおよびキャタリティックセミブローンアスファルトについての結果を示したもので、合材試験としてホイールトラッキング試験はイギリス道路研究所で開発されたもので、車両走行と類似の力学的作用を実験室的に再現させて、高温における合材の安定性を調べる試験である。45°Cの恒温室の中で試験機のテーブルの上に供試体(30.5×30.5×5.1cm)を固定し、この上に53.5kgの荷重がかかったゴムタイヤつきの車輪を乗せ、テーブルを毎分21往復の割合で22.9cmの距離を往復運動させる。この際に供試体に生じた車輪のわだち深さを時間とともに測定し、その増加の割合を変形率(mm/min)として求める。高速曲げ試験は北大菅原研究室で開発されたもので、合材のぜい化温度を調べる試験である。2.5×2.5×25.0cmの寸法の供試体を高速曲げ試験機に取り付け、その中央部に6cm/secの変形速度で荷重をかけて破断させ、破断強度および破断ひずみを求める。これを種々の温度で測定して、合材が延性破壊からせいい性破壊へ移行する温度をもって合材のぜい化温度とする。表4からわかるようにアスファルトのPIの増加にしたがって軟化点は上昇し、ぜい化点は低下するが、これと並行して合材の変形率およびぜい化温度が低下するのが認められる。すなわち、アスファルトの高温および低温における物性をそのまま合材の高温、低温性状に反映していることがわかる。

表5¹³⁾はストレートおよびキャタリティックセミブローンアスファルトの試験舗装の結果であつて、札幌開発建設部はよって国道12号(札幌市白石町)で実施されたもの一部である。合材の低温における耐摩耗性の評価としてラベリング試験、高温の安定度の評価としてマーシャル試験を行なつており、供試体はアスファルトプレントで採取した合材から成型したものと路面からの切取り供試体を用いている。ラベリング試験は北海道開発局で考案されたもので、-10°Cの恒温室中で供試体(40×15×5cm)を試験機に取り付けて水平方向に毎分44往復の割合で往復運動させ、その表面に12本のチェーンをつけた車輪が回転(200rpm)しながら規定条件で接した

表-3 ストレート、セミブローン、キャタリティックセミブローンアスファルトのコロイド性と物性の関係(80-100, 100-120アスファルト)

試料番号	1	2	3	4	5
	MBストレート	MK h Q セミブローン	MBキャタリティックセミブローン	MBキャタリティックセミブローン	MBキャタリティックセミブローン
針入度(25°C)	91	93	112	120	87
軟化点(°C)	46.0	48.6	51.0	63.6	71.8
フーラーせい化点(°C)	-12	-13	-22	-33	-32
伸度(5°C)	13.0	6.5	7.5	4.0	3.3
" (10°C)	150以上	22.0	18.0	5.3	3.6
PI	-1.0	+0.1	+1.3	+4.5	+4.8
成分分析(wt%)					
飽和分	16.4	25.1	24.0	27.8	31.1
芳香族分	50.6	39.1	41.3	35.5	34.2
レジン	22.1	17.7	14.2	11.4	9.1
アスファルテン	10.9	18.1	20.5	25.3	25.6
コロイド性					
p _a	0.70	-	0.70	0.63	0.57
p _b	1.5	-	1.3	1.4	1.4
P	4.8	-	4.5	3.7	3.3
A _s /P	2.3	-	4.6	6.8	7.8

図-8 表3のアスファルトの緩和スペクトル

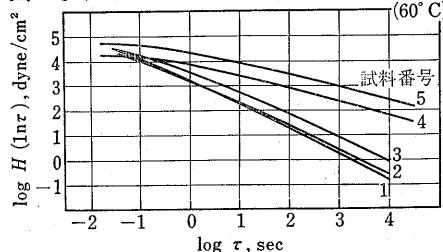


表-4 アスファルトの物性と合材の性状
(80-100, 100-120アスファルト)

試料番号	1	2	3	4	5
	MBストレート	MKセミブローン	MBキャタリティックセミブローン	MBキャタリティックセミブローン	MBキャタリティックセミブローン
針入度(25°C)	84	93	112	120	87
軟化点(°C)	46.6	47.8	51.0	63.6	71.8
フーラーせい化点(°C)	-13	-14	-22	-33	-32
PI	-0.8	-0.2	+1.3	+4.5	+4.8
ホイールトラッキング試験*) :					
変形率(mm/min)	5.5	4.0	2.9	1.8	1.0
高速曲げ試験**) :					
合材せい化温度(°C)	6	0	-6	-19	-19

*) 修正トペカ合材 (アスファルト 7.0wt%)

**) マスチック合材 (アスファルト 25.0wt%)

表一5 試験舗装結果の一例（国道12号札幌、4cm厚細粒式アスコン表層、1968）

	ラベリング試験				マーシャル試験					
	プラント採取合材		切取り供試体		プラント採取合材		切取り供試体			
	密度 (g/cm³)	すりへり量 (cm²)	密度 (g/cm³)	すりへり量 (cm²)	安定度 (kg)	フロー値 (1/100cm)	密度 (g/cm³)	安定度 (kg)	フロー値 (1/100cm)	密度 (g/cm³)
ストレート 100-120	2.143	0.70	2.255 2.293	0.57 0.81	570	40	2.22	207	58	2.27
MBキャタリティック セミブローン 100-120*)	2.178 2.213	0.24 0.20	2.261 2.247	0.27 0.21	649	47	2.27	306	56	2.29

*) 表3の試料4と同じ

り、離れたりして供試体表面をはく離摩擦させる。すりへり量は3時間後における規定位置の平均すりへり断面積によって示す。マーシャル試験はASTM D 1559に規定されている。表-5にみられるように、この場合にも合材のすりへり量およびマーシャル安定度はそれぞれもとのアスファルトのせい化点と軟化点（または粘度）をそのまま反映していることがわかる。

5. 結 言

アスファルトの組成とコロイド構造によってアスファルトの物性がどのように変化するか、主として高温および低温の特性を中心に述べた。このほかにもコロイド構造と関連して述べなければならない物性はいくつかあるがここでは省略した。またアスファルトの組成、コロイド構造に立脚したアスファルトの物性の改質技術について別の総説³⁾を参照されたい。現在アスファルトは年間400万トン近く、主として道路舗装用に使用されているが道路用としての今後の需要を確保するためにも、またアスファルトの新しい用途を開拓するためにも、アスファルトの特性について基礎的な検討が必要と考える。

終りに、本研究を行なうに当って多くの方々の御指導御協力を賜わり、とくに北大菅原照雄教授には合材試験に際し、格別のご配慮を頂いたことを厚く感謝する。

引 用 文 献

- Habbar, R.L., Stanfield, K.E., Anal Chem. 20, (5), 460 (1948).
- Traxler, R.N., Schweyer, H.E., Oil Gas J. 52 (19), 158 (1953).
- 飯島 博, 燃料誌, 47, (491), 181 (1968).
- Dickie, J.P., Yen, T.F., Anal.Chem., 39 (14), 1847 (1967).
- Ferris, S.W., Black, E.P., Clelland, J.B., Ind. Eng. Chem. Prod. Res. Develop., 6, (2), 127 (1967).
- 飯島 博, 高麗 啓, 石油誌, 5, (8), 568 (1962).
- 飯島 博, 石油誌, 11, (5), 366 (1968).
- 広瀬英典, 和田八三久, 応用物理, 29, (8), 557 (1960).
- 飯島 博, 石油誌, 5, (8), 559 (1962).
- 飯島 博, 石油誌, 8, (10), 772 (1965).
- 飯島 博, 石油誌, 5, (8), 564 (1962).
- 飯島 博, 未発表.
- 戸部智弘, 三浦 宏, 第12回北海道開発局技術研究発表会資料 (1969),
- 豊口 满, 飯島 博, 工業と製品, 3, (23), 52 (1965).
- 飯島 博, 化学と工業, 22, (6), 723 (1969).

[筆者: 三菱石油株式会社 研究部]

—「石油学会」誌第13巻第8号より転載 —

橋面舗装について(その5)

藤井治芳

18. 橋面舗装の修繕

橋梁や高架橋は道路の線形からいって、比較的良好な位置にあることが多いが、自動車の走行速度も大きくなり易いので、橋面の舗装の状態が悪いことは大きな事故に結びつくことが多い。従って舗装に欠陥を生じたら直ぐに修繕を行なうなど適切な処置をとらなければならない。

しかし橋面上での修繕作業は、一般道路の場合と比較して幅員的に余裕がないことや、他の路線に逃げることがそれほど自由でないことなどから、交通混雑に与える影響は大きく、また高速の自動車走行による事故を招き易いので、できるだけさけることが望ましく、そのためには、

- (1) 事前に十分な配合および構造設計を行なうこと
- (2) できるだけ入念な施工を行なうこと
特に品質管理には注意すること
- (3) 交通開放後は、¹⁶で述べたように清掃と排水に十分注意すること
- (4) 舗装の状態に絶えず気をつけ、欠陥、異常を発見したらすぐに応急処置を行なうこと
- (5) 舗装破損の原因を十分調査し、以後の修繕計画をたてること

などに注意することが必要である。

橋面のアスファルト舗装の破損状況を形態別に分け、その主な修繕方法を記すと

- a. 穴 応急修理(穴埋め), 場合により打換え、表面処理
- b. 網目状クラック
排水処理を改良し表面処理、場合により打換え
- c. 端部破損
応急修理(穴埋め), 場合により配合設計を十分考慮して打換え
- d. 表面凹凸(波状、わだち掘れ等)
隆起部分を削り取り、表面処理するかオーバーレイする。ヒータープレーナーなどを使う場合もある。

混合物の配合が悪い場合は全面にはがし、打換える。

e. ブリーディング

チップや砂を散布する。程度により表面処理または打換えを行なう。

f. 表面の老化

表面処理を行なう。場合によりオーバーレイや打換える。

g. はくり

応急処理をする。場合により打換える。

以上のように修繕工法には

1. 応急処理(穴埋め)
2. 凹凸表面の整正
3. 滑り止めの処理
4. クラックの修理

の順序があり、工法的には応急修理以外に表面処理、オーバーレイ、打換えがある。

このうち表面処理には、一般に次の4つの工法に分けられ、程度により採用されている。

- a. フォグシール
- b. スラリーシール
- c. 散布式表面処理
- d. 加熱混合式表面処理

19 橋面舗装の清掃

橋面は一般的には縦断勾配がゆるい場合が多く(あってもせいぜい200分の1程度の縦断勾配)、このため排水が不十分になることがあるので、気をつけなければならない。

横断勾配を十分にとることや、路面にたまる泥、ごみ等は定期的に清掃して、排水の支障にならないようにすることが必要である。また排水溝や排水管、伸縮継手部の排水溝が泥、ごみでつまりていることが多いので注意する。必要に応じてジェットによる清掃を行なったり、分岐の多い排水管の場合は、そのジョイント部にごみがつまるので構造を改良するなど処置することが望ましい。

十分に清掃することは路面舗装の寿命を伸ばすことになる（特にクラックやはくりに有効）とともに、交通の円滑化と安全性をもたらすことになるので、道路管理者は舗装の設計と同じように配慮する態度が大切である。

橋面の清掃を十分に行なうには適当な機械を使用して行なう必要がある。ここに参考に路面および高架部の排水管清掃の作業班の組合せの一例をあげておく。

路面清掃

(1) 高速道路の場合

路面清掃車	1台
ダンプトラック	1台(スイーパーゴミ処理用)
散水車(10,000ℓ)	1台
運転員	3人
小型ダンプトラック	1台(人力清掃用)
運転員	1人
補助清掃員	4人(スイーパー1人、散水 1人、人力清掃2人)
班長	1人

(2) 一般道路用

路面清掃車	1台
散水車	1台
ダンプトラック	1台
運転員	3人
助手(運転手)	2人(路面清掃車および散水 車用)
補助清掃員	6人
班長	1人

橋梁高架部排水管清掃

ジェットクリーナー	1台
小型ダンプトラック	1台
運転員	2人
土工	2人

20. 橋面舗装と付着性

橋面舗装においてしばしば見られる「はくり」の現象やアスファルト混合物にクラックが生じたりする現象はアスファルトなどのバインダーのもつ界面特性のうち付着性、接着性に起因する点が大きい。

なおこの付着、接着という言葉は、とかくまぎらわしく使われているが、大ざっぱにいようと2つの材料がある場合、主として着く側と、着かれる側とに分けられる。この着かれる側からみたときにいう言葉が付着とか付着性とかいう言葉で、着く側からみたときにいう言葉が接着

とか接着性とかいう言葉である。従って本来理論的には一体となるべきものであるが、この付く側とつかれる側のどちらに重点おこかにより、その物理的な性質を評価する方法も多少異っていることがあり、その結果、付着性と接着性が全く異質のものであるかの印象を与えていている。

一般に付着とは、2つの物体の2相間の界面にみられる現象で、この2相を界面からひき離すために要する力を付着力と呼んでいるのである。この付着や接着の機構はいろいろ考えられているようであるが、これを原理的に大別してみると、およそ次のような場合が考えられている。

1. 固体の付着面、接着面に凹凸、空隙があって、その中に付着する側の物質が流れ込んで固まり、鉤や錨をひっかけた形の mechanical anchor effect (機械的投錨効果) でくっついているという考え方
2. 固体表面と付着する物質との間に分子間引力 (ファンデルワールズ力、二次結合力) が働いてくっついているという考え方
この場合は両者ともお互いに表面張力の小さい方がよくつき易くなる。また双方の分子に極性基が (例えば-OH, -CONH基など) あると結合力は大となる。
3. 固体表面と付着する物質との間に化学的結合力が働いている場合、これは一次結合力として強くくっつき合うことになる。

これら3つの考え方はそれぞれ妥当性をもっており、これらのものが単独またはそれぞれ重複して作用するものと考えられる。

瀝青系材料の場合、特にアスファルトなどは、その組織よりも固体表面の履歴や性質、形状などの影響をうけることが経験的に分っており、上でいう、1, 2の形で付着が行なわれていると考えられる。ただアスファルトなどの場合は、その自体のもつレオロジー的性質(特に流動性)により、固体表面があまり変化が激しいと、十分にその面を被覆できなくなるなどの別の作用原因も同時に働く。

アスファルトと固体表面が接すると、その界面でアスファルト中の芳香族成分などは固体表面の方に集まり、飽和成分はアスファルトの方に集まる傾向があるといわれている。この面も改良するため極性物質を添加するなどのことも考えられている。

橋床面に水や酸などの化学性物質がある場合は、これ

らの各種の結合力を弱める働きをするので、付着力は小さくなる。

またこのような傾向は、いわゆるアスファルトなどと骨材との間の付着性についてもいえることで、骨材との付着性をよくし、はくり抵抗を増大させるために界面活性剤をはくり防止剤として混合させて用いることがある。

以上、のべたことを要約すると、路面舗装におけるはくりは

- (1) 橋床版面との付着性
 - (2) 骨材とバインダーとの付着性
- とに分けられる。

(1)を高めるには

- (a) 橋床版面が粗面であり、かつ不陸の大きすぎないよう平坦性の仕上りに注意すること。
- (b) 施工前に床版上の障害——コンクリート床版の場合ではレイターン、鋼床版では極端な浮錆などや浮留水、その他異物などを除去する。
- (c) 表面張力、粘性等、物理的付着力を高めるため適したタックコート材料を用いて、タックコートを行なう。

特にタックコートには付着力の高い、また舗装材料と親和力のある材料を選ぶことが大切である。

- (d) 施工は使用材料の粘性が付着力に大きい影響をもつて、温度管理には細心の注意をはらうこと。

一方(2)を高めるには

- (a) 骨材を十分乾燥させること。
- (b) 骨材が汚れていないか十分注意すること。
- (c) 物理的付着力を十分発揮できるよう、粗面の骨材を使用すること。
- (d) 施工温度が粘性に影響をもつて、温度管理に十分注意し、バインダーと骨材とが密着できるようにする。
- (e) はくり防止促進のため、界面活性剤を混入し、はくり抵抗をまさせる。

などである。

次に各種バインダーの付着力傾向を簡単に比較してみると次のようである。

付着力の比較

付着力の一般的傾向	ぬれたものへの接着性	床版の状態の影響の受け易さ
ストレートアスファルト	大きい	普通
プローンアスファルト	小さい	受け易い
ゴム化アスファルト	非常に大きい	かなりよい
はく離防止剤入りアスファルト	非常に大きい	普通
着色アスファルト	大きい	受け易い
舗装タール	大きい	普通
エポキシ樹脂	特に大きい	非常に受け易い

(注) アスファルト材料の表面張力は 20~30dyne/cm である。

振動試験について・その3

《連載第10回》

太田記夫

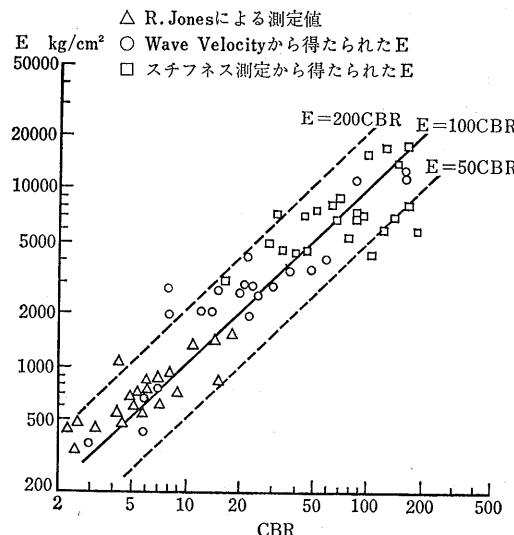
1. まえがき

アスファルト誌第77号で振動試験のもつその意味について述べたが、今回は実際に振動試験機を使用して測定した結果について述べる。

2. 路床の動的弾性係数測定結果について

路床土の測定は道路設計の第一歩であり、路床土の性質に関する試験データは、路床土を改良するために必要ないろいろな事項、たとえば排水、安定処理、サンドベッドまたは下層路盤とか凍上防止層等について指示を与えるものである。これらのいろいろな処理層のサイズや使用材料の選択は、路床土の性質と表層のタイプにより決定される。一般に舗装構成層の Dimensioning (層の位置とか層厚などを決定すること) は実際の交通状態のもとで同じ型の舗装から得られた経験結果とか、または、層の応力—ひずみ関係を扱った理論

図-1 各種路床土についての E 値と CBR 値の関係



のいずれかを、その路床土の強度との関連において行なうものである。

すなわち、いついかなる場合でも、路床に対する垂直応力は、ある限界を超えて舗装は成立しない。CBR 設計法ではこの限界は土への貫入結果とよく相関しており、貫入深さは多年の供用期間に生じた変形とほぼ同じか、あるいはやや大きいがである。一方、動的試験から得られた変形は交通下のものに比較してほぼ同じかあるいはやや小さく出る傾向がある。CBR 試験と動的試験のもう一つの大きな違いは、力学試験は数 m の深さまで観察が可能であり、これに反して、CBR 試験はごく表層のみに制限されることであり、さらに、動的試験は舗装工事の前後について測定できるので、路床土の性質の変化をたえず知ることが出来る。

動的弾性係数 E (kg/cm²) と CBR 値の相関関係は図-1 に示した通りであるが、この図から E と CBR との関係はほぼ、

$$E \approx 100 \text{ CBR}$$

と見ることができる。したがって、路床土上の許容垂直圧は CBR のデータから E 値で表現することが可能である。

Kerkhoven と Dormon は CBR で設計された舗装に生ずる垂直土圧は、路床上の E に概略比例することを指摘し、さらに、繰り返し荷重数により変化することを指摘している。すなわち、与えられた繰り返し荷重 n にたいする許容垂直圧 (σ_v) は次式により計算できる。

$$\sigma_v = \frac{C E}{1 + 0.7 \log n}$$

ここで、 $C = 0.008$ (Jeuffroy の計算法による場合)

$C = 0.006$ (Acum と Fox の計算法による場合)

表一 路床土の力学的性質

Nijboerによれば、ピートとか軟かい粘土のような支持力のとぼしい土については、許容垂直圧から舗装の死荷重を差引いて、修正することを提起している。従って、動的弾性係数Eは交通下の土圧の計算に使用されると同時に許容圧を与えるものである。

表一は欧米諸国で実際に振動試験機を使って、路床土を測定したもので、この表から明らかなごとく路床土の力学的性質には大きな差違がある。この表は材料の性質を示すEと全舗装体の性質を示す弾性スチフネスRで表わされている。この表から、粘土の場合は水分が増えるとE値が減少し、締め固め度の増加とともにE値は増加し、原粘土の1.4~1.6倍の値を示している。砂の場合には締め固めにより1.7倍になり、サンドポンプではかれた砂は同じ砂を締め固めたものよりも硬

表一 路床のEと弾性スチフネスの測定結果

Location	Material	E kg/cm ²	R t/cm
N 269 Holland, Vianen	PEAT: soft	70	—
O 3 Austria, Dornbirn	id. top	300	—
N 313 Holland, Zegveld	—	250	—
N 326 Holland, Y-polder	initial	110	—
A 13 Mississippi, Vicksburg	2 years dead wt + traffic	230	—
N 76 Holland, Burgerveen	—	340	—
N 53 Holland, Zijdewind	CLAY: löss-clay, saturated	410	—
N 4 Holland, Schiphol	löss-clay, wet	780	—
A 4 Ohio, Sharonville	löss-clay, damp	1300	—
N 251 Holland, Zuiderzee	soft	660	—
N 252 Holland, Zuiderzee	soft	600	—
E 83 England, Bournebridge	soft	720	—
D 113 Germany, Lahr	tough	1320	51
D 138 Germany, Lahr	glacial, stone filled	3000	—
A 22 Mississippi, test patch	glacial, stone filled	2300	—
A 21 Mississippi, test patch	sandy clay	2800	—
F 40 France, Marseille	silty clay	1800	75
F 41 France, Marseille	silty clay	2220	96
F 16 France, Orly	deep	2630	115
N 221 Holland, Rijswijk	top, job traffic	3620	—
F 26 France, Chevilly	deep	2510	—
N 238 Holland, den Helder	top, heavily compacted	4150	126
N 222 Holland, Zandvoort	dry	4350	160
N 256 Holland, Ospel	hard and dry	24000	920
N 238 Holland, Meyel	LOAM: saturated top	900	60
N 222 Holland, Zandvoort	sandy loam	1290	33
N 256 Holland, Ospel	filled with stone	2250	50
N 238 Holland, Meyel	SAND: dumped	720	—
N 222 Holland, Zandvoort	dumped and compacted	1200	—
N 256 Holland, Ospel	pumped	1800	—
N 238 Holland, Meyel	dune sand	1950	77
N 222 Holland, Zandvoort	ferruginous	2970	108
N 256 Holland, Ospel	ferruginous	3600	130
N 238 Holland, Meyel	Miscellaneous: sandy gravel	3000-3500	—
— Germany	moraine	3300-5200	—
— Germany	clay gravel	9000-26000	—
— Germany	moraine	26000	—
— Great Britain	chalk	—	—

Edyn kg/cm ²	Example of soil	t/cm	Permissible σ_v (kg/cm ²) for n =		
			R 10,000	1,000,000	100,000,000
200	soft peat	8	1/4*	1/4*	1/4*
500	peat, soft clay	20	3/4*	1/2*	1/2*
1000	clay, sand	40	1 1/2	1	1
2000	stiff clay, sand	75	3	2 1/2	2
4000	clay, gravel	150	6	4 1/2	3 1/2

*…舗装の死荷重を含む

表一 路床土の力学的性質

Location	Subsoil (路床土)		Improved soil (改良路床土)		E_{impr} E_{soil}
	type	E_{soil}	type	E_{impr}	
Holland, Vianen	peat	200	sand fill	650	3.3
	peat	250	sand fill	570	2.3
	peat	110	sand fill	620	5.6
Holland, Haarlem	peat	220	sand	870	4.0
	peat	220	sand	900	4.1
	peat	330	sand	900	2.7
Holland, Y-polder	peat	340	sand (5 metres)	700	3.0
	sand	700	id., compacted top	1060	1.5
	peat	405	sand	1540	3.8
	peat and clay	875	sand, compacted	1120	1.3
	peat	340	sand, compacted	1540	4.5
Holland, Utrecht	peat	450	sand fill (1.2 m)	1530	3.4
Holland, Burgerveen	clay	660	sand fill	900	1.4
	clay	660	id., under pavement	1260	1.9
Holland, Schiphol	clay	720	sand	1320	1.8
Holland, Zijdewind	sand	900	sand	1260	1.4
Germany, Lahr	silty clay	1240	frost prot. gravel	3300	2.7
	silty clay	1240	frost prot. gravel	3040	2.5
	silty clay	1680	frost prot. gravel	3180	1.9
	silty clay	2200	frost prot. gravel	3450	1.6
Holland, Ospel	ferruginous sand	2020	compacted sand	2970	1.5
	ferruginous sand	2250	compacted sand	3650	1.6
	ferruginous sand	2250	compacted sand	2950	1.3
	ferruginous sand	2020	compacted sand	2900	1.4
France, Fontenay	loam	2300	sand	2900	1.3
France, Nogent	clay	2300	sand	4500	2.0
	clay	2800	sand	8200	2.9
France, Montargis	clay	2800	sand (0.6 m)	5800	2.1
	clay	3300	sand fill (6 m)	4800	1.5
Miss., Vicksburg	clay gravel	4700	sand gravel	7800	1.7
	clay gravel	2800	sand gravel	5100	1.8
Germany, Füssen	filled clay	5250	frost prot. gravel	6600	1.3
	filled clay	5460	frost prot. gravel	8640	1.6
	filled clay	5460	frost prot. gravel	12200	2.2
France, Moret	gravel sand	6000	corrected gravel	8000	1.3
	gravel sand	7000	corrected gravel	10300	1.5

表-4 安定処理土の動的弾性係数

Location	Subgrade		Stabilized layer		E _{stab}
	type	E _{subgr}	type	E _{stab}	E _{sugbr}
Holland,	sand on peat	725	cement-stab. sand	3900	5.4
Y-polder	sand on peat	750	cement-stab. sand	3330	4.4
	sand on peat	880	cement-stab. sand	3330	3.8
	sand on peat	960	cement-stab. sand	3330	3.5
France,	sand on clay	3200	cement-stab. sand	7200	2.3
Nogent	sand on clay	4800	cement-stab. sand	14000	2.9
France,	sand on clay	4300	sand stab. with cement and slags	15-22000	3.5-5.1
Montargis	sand on clay	4800		10-16000	2.1-3.3

いものとなっている。

E値にとどいた路床土の分類は表-2に示す通りで、さらに、許容垂直土圧の計算値も同時に示している。

サンドベッドや下層路盤や粒状材料等で改良された土層は、路床土のE値の上限を示すもので、その材料の締め固められる度合は、ほとんど路床土の状態いかんによるものである。一般にこれらの層のE値は路床土の1.5~2.5倍で、このことは供用後、数年たった道路での試験でもすでに確認されている。

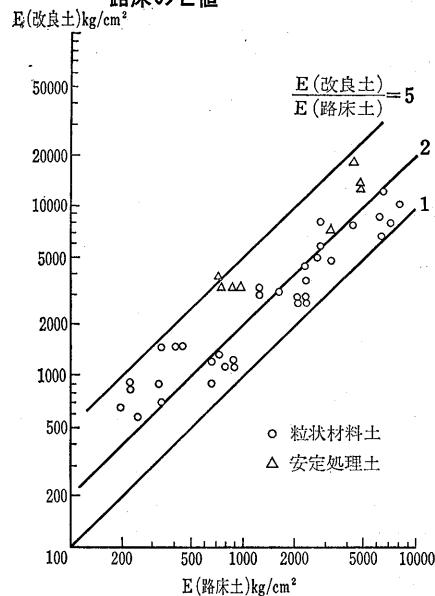
表-3は、いろいろな路床土と改良層についての測定結果を示すものである。

表-4は土壤安定処理について得られた結果を示すものであるが、この場合、E値の比率を判定するためには路床(路床土+改良土)の総合的な立場で考慮すべきで Odemark の考え方したがって、E(路床土)、E(改良土)および改良土の厚みから等值換算 E(路床)を計算により得ることができる。しかしながら、安定処理の場合はEとの比率は2.5倍より高く出ている。

表-3と表-4の結果をグラフで示すと図-2のようになる。この図の傾向として、E(改良土)/E(路床土)は路床土の支持力がない時は幾分高めに出ている。このことは、支持力のない路床土に対しては、比較的締め易い厚い改良層が採用されるからである。

〔筆者：シェル石油（株）土木建設部〕

図-2 路床土のE値の函数としての改良路床のE値



—次回は路盤の動的弾性係数の測定—

世界のアスファルト需給

近年日本のアスファルトの需要は急増している。そこで、その世界的地位を調べようと試みたが、アスファルトについての統計や情報は意外に少ない。O E C Dの石油統計も全世界をカバーしていない。しかし世界の主要国の大要はつかめるので、これによって世界を観察してみよう。O E C D加盟国は第1表にある諸国であって、ソ連を含めた東欧や東南アジア、アフリカ、中南米などの数多い諸国のアスファルトは登場してこない。世界第3位の石油消費国ソ連は国土も広いし、アスファルトの需要量は多分相当なものであろう。また上記のO E C D外の国の数も多いので、僅少な需要であってもかき集めれば、これまたまとまった需要量となろう。このように世界全体をつかみ得ないが、O E C Dメンバーは世界の主要国を網羅しているので、これまた世界の趨勢を示していることも事実である。

第1表 O E C D諸国のアスファルトの国内需要

単位: 1000t

1969年 順位		a 1964 (昭和39年)	b 1969 (昭和44年)	b/a 増加率%
1	アメリカ	20,545	25,090	125
2	西ドイツ	3,236	4,397	136
3	日本	1,201	2,720	227
4	フランス	1,775	2,414	136
5	カナダ	1,771	2,193	124
6	イタリー	1,120	1,850	165
7	イギリス	1,515	1,841	122
8	オランダ	369	681	184
9	オーストリア	270	510	189
10	ベルギー	275	404	147
11	スイス	242	364	150
12	デンマーク	171	318	186
13	フィンランド	n.a.	253	—
14	トルコ	105	214	204
15	スペイン	326	213	65
16	ノルウェー	107	180	168
17	ギリシャ	87	150	173
18	ポルトガル	40	60	150
19	ルクセンブルグ	7	13	186
20	アイスランド	2	4	200
21	アイルランド	5	2	40
	合計	33,169	43,871	132

1. O E C D諸国のアスファルト需要

O E C Dの最新の石油統計は1969版(昭和44暦年)である。それによれば、1969年のアスファルト需要は合計4,387万トンで、5年前の需要の3,317万トンに対し5年間で32%増加している。このうち年間100万トン以上を消費するものは7カ国で、アメリカ、西ドイツ、日本、フランス、カナダ、イタリ、イギリスの順で、この7カ国が全体の92%を占めている。したがって、これらの世界の主要国とソ連を含めて考えれば、世界のアスファルトの需要の大筋はつかめるはずである。また、たまたまこれらの少数国が世界の石油の大消費国群でもある。

さて第1表にみる通り、アスファルトの消費量においてアメリカは一頭地を抜いて大きく、1969年は2,509万トンであった。西ドイツは64年も69年も2位を占め、1969年で440万トンと着実に需要が伸びてきている。日本は64年の段階では第6位で120万トンの消費であったが、5年間に2.27倍と他にみられない大幅増加を示し、69年には272万トンを消費し、西ドイツに次いでO E C D第3位に躍進している。ちなみに通産省の見通しでは1974年(昭和49年度)の国内需要は約600万トンとしているので、今後の4~5年間で西ドイツを抜いて第2位の座をしめることが予想される。日本はアスファルトでも世界の経済大国である。ヨーロッパの主要国のアスファルト需要は、近年大体同水準で甲乙なく、またその増加率も全平均程度であるから、飛躍的増加はないであろう。(注)本文中の数量はすべて暦年である。

2. O E C D諸国のアスファルト需給

O E C D諸国のアスファルトの1969年の需給を整理すると、第2表のようになる。69年の総生産は4,295万トンで、内需が4,387万トンであるから、供給力は不足することになる。これを補うために260万トンを輸入し、逆に180万トンを輸出しているので、差引80万トンの輸入ということになる。このようなマクロの見方をしても、各国ごとに石油需給事情が異なるので余り意味はない。

第2表 O E C D諸国のアスファルト需給 (1969年)

単位: 1000t

	供 給 (A)				拂 出 (B)			供給不足
	生 産	他の供給源から	輸 入	供給合計	内 需	輸 出	拂出合計	(A-B)
ア メ リ カ	23,891		784	24,675	25,090	78	25,168	- 493
西 ド イ ツ	4,499	6	340	4,845	4,397	375	4,772	+ 73
日 本	2,829		1	2,830	2,720	151	2,871	- 41
フ ラ ン ス	2,873		11	2,884	2,414	337	2,751	+ 133
カ ナ ダ	2,125		61	2,186	2,193	0	2,193	- 7
イ タ リ 一	2,112		44	2,156	1,850	220	2,070	+ 86
イ ギ リ ス	1,723	42	134	1,899	1,841	35	1,876	+ 23
オ ラ ン ダ	652		224	876	681	156	837	+ 39
オーストリア	255		259	514	510	0	510	+ 4
ペ ル ギ ー	667		34	701	404	314	718	- 17
ス イ 斯	120		244	364	364	0	364	0
デンマーク	133		237	370	318	52	370	0
フィンランド	224		36	260	253	4	257	+ 3
トルコ	214		0	214	214	0	214	0
スペイン	392		20	412	213	80	293	+ 119
ノルウェー	71		109	180	180	0	180	0
ギ リ シ ャ	150		2	152	150	0	150	+ 2
ポルトガル	18		41	59	60	0	60	- 1
ルクセンブルグ	0		13	13	13	0	13	0
アイスランド	0		4	4	4	0	4	0
アイルランド	0		4	4	2	0	2	+ 2
合 計	42,948		48	2,602	45,598	43,871	1,802	45,673
								- 75

アメリカ

アメリカは78万トンを輸入し、8万トンを輸出し、差引70万トンの輸入によって需給を保っているが、なお49万トンの供給不足となる。このギャップは品種替え、在庫調整などで操作される。この点は他の油種でも共通である。さてアメリカの純輸入70万トンは供給合計に対し、約3%の輸入依存率となる。輸入の大部分はカリブ海製油所からである。アメリカの石油精製設備は、元来自動車ガソリンの増産型に建設されており、アメリカ全体としては、重油、アスファルトなど安値物は、従来からカリブ海製品を輸入することになっている。

ヨーロッパ諸国

アメリカ、カナダ、日本を除くO E C Dのヨーロッパ諸国のアスファルト輸入の総量は約175万トンとなる。このうち133万トンは、O E C Dヨーロッパ諸国間の融通によって調達している。さらに25万トンはカリブ海製油所、12万トンは東欧諸国(ソ連圏)からの輸入になっている。このようにヨーロッパ諸国では、全石油製品について域内輸出入が盛んで、アスファルトについても75%が域内で交流されているわけである。またヨーロッパ諸国のアスファルトの輸出の総量は157万トンとなるが

134万トンは域内輸出入に計上され、16万トンはアフリカ向けである。アフリカに対しては、O E C D諸国から17万トンしか輸出されておらず、ソ連あるいは南米からでも輸出されない限り、アフリカのアスファルト需要は僅少であると想像される。

日本

わが国のアスファルトの輸入は、1969年の数字は1,000トンにすぎず、一方輸出は15万トンで完全に自給自足されている。

3. アスファルトの用途

O E C D諸国のアスファルトの用途別統計を整理すると第3表のようである。この表でアメリカの消費量だけが第1表の数字と異なっている。またカナダの用途別内訳は、全部その他用になっているが、道路用が主体であろう。

用途分類が明らかになっている14カ国を集計してみると、その全平均では道路・空港用が77%を占め、建築用が16%，その他用が7%となる。このデータからして、世界のアスファルトの70~80%は道路舗装、空港整備等土木工事に使用されていることがわかる。また、その

他用7%のなかにも、水利、ダム、堤防などの土木工事用が含まれていることが想像される。なお第3表の結果からみると、いわゆる道路整備の進んだ先進国の道路用の比率は70~80%であるのに対し、日本、トルコ等は道路比率が特に高いことが目立っている。これは各國の道路延長、面積、道路整備の進捗状況、投資計画などの事情の差を反映しているものと考えられ、さらにくわしいアスファルト情報がなければ、解析はむずかしい。

注記

- (1) OECD : The Organization For Economic Co-Operation and Development (経済開発協力機構)、日本も加盟
- (2) 資料: OECD 発行 Supply and Disposal Oil Statistics 1969, compiled by the Oil Committee.
- (3) アメリカのアスファルト統計については、API (American Petroleum Institute) が隔年発行している Petroleum Facts & Figures に詳しい。
- (4) カリブ海: 南米ベネズエラ北部海域。大型石油精製工場が多数あり、ベネズエラ原油を処理し北米、ヨーロッパへの石油製品輸出基地となっている。
- (5) I R F : International Road Federation (国際道路連盟) 輸装率の計算根拠、解釈は区々のようである。

〔日本アスファルト協会専務理事 佐藤武男〕

第3表 OECD諸国のアスファルトの用途(1969年)

単位: 1000t

	道路・空港	建築	その他	合計	1969年 輸装率
アメリカ	(76%) 19,362	(14%) 3,703	(10%) 2,490	(100%) 25,555	% 42.7
西ドイツ	(77%) 3,381	(23%) (91%) (85%)	1,016 (9%) (11%)	— (100%) (4%)	4,397 (100%) (100%)
日本	2,465	255	—	2,720	10.8
フランス	2,054	260	100	2,414	80.1
イタリア	(84%) 1,550	(16%) 300	—	1,850	87.1
イギリス	(71%) 1,311	(20%) (73%) (17%)	(9%) (100%) (10%)	162 1,841	99.6
オランダ	500	116	65	681	79.4
ベルギー	(72%) 290	(17%) (86%)	(11%) (3%)	70 44	404 (100%)
デンマーク	273	35	10	318	81.5
フィンランド	(75%) 190	(21%) (93%)	(4%) (7%)	10 (100%)	(100%) (100%)
トルコ	200	—	14	214	30.9
ノルウェー	(58%) 104	(42%) (100%)	—	76 —	(100%) (100%)
ギリシャ	150	—	—	150	37.5
ルクセンブルグ	13	—	—	13	—
以上小計	(77%) 31,843	(16%) 6,252	(7%) 6,252	(100%) 2,895	(100%) 40,990
カナダ	—	—	—	2,193	2,193 20.5
オーストリア	—	—	—	510	510 56.6
スイス	—	364	—	—	364 100.0
スペイン	—	—	213	213	—
ポルトガル	—	—	60	60	60 83.0
アイスランド	—	—	4	4	—
アイルランド	—	—	2	2	—
総計	31,843	6,616	5,877	44,336	

注. 輸装率は I R F 統計1969年版による。

協会ニュース

会

議

理事会

第88回定例理事会 昭和46年9月1日

1. アスファルトゼミナールの件

第21回（和歌山）、第22回（鹿児島）の開催報告、
第23回（札幌）、会員研修ゼミナール計画を進める
ことを承認。

2. 補修材料委員会の件

補修材料委員会の設置、委員長、委員の委嘱を承
認。（右の欄参照）

3. 近畿支部廃止の件

当面これを必要としないとして、廃止することを
決定。

4. 第10回日本道路会議の賛助金支出の件

10万円の支出を承認。

5. ディーラー会員の入退会承認の件

退会2名、入会6名の各届出を承認。

退会 東信石油（株）（大阪）

大丸石油（株）（〃）

入会 菱洋通商（株）（東京）

東京瀝青（株）（〃）

富士油業（株）東京支店（東京）

横浜米油（株）（横浜）

平井商事（株）（大阪）

毎日石油（株）（〃）

6. 編集委員会委員増員の件

アスファルト誌の内容強化充実のため、編集委員
3名（大協石油、富士興産アスファルト、日本石油）
の増員を承認。

7. 需要開発委員長代行の件

有福委員長の都合により、同氏に代わり同社土木

補修材料委員会について

(1) 濡潤時作業可能な舗装補修材料の開発研究を行なうため補修材料委員会を設置。

(2) 協会会长名をもって下記7氏に対し、委員長、委員を委嘱した。（7月29日現在）

委員長 渡辺 隆氏 東工大工学部教授

委員 近藤 紀氏 大成道路技術部

稻垣 健三氏 東亜道路工業技術部

太田 健二氏 日溼化学工業中央研究所

昆布谷竹郎氏 日本舗道技術研究所

吉村 和美氏 シエル石油土木建設部長

真柴 和昌氏 丸善石油販売技術部主査

指導者または協力者

松野 三朗氏 建設省土木研究所

南雲 貞夫氏 ノ

萩原 浩氏 建設省道路局国道第一課

多田 宏行氏 ノ 相武国道工事事務
所長

高見 博氏 ノ 道路局地方道課

(3) 研究補助金

研究費総額450万円に対し、建設技術研究補助金
250万円の交付申請中のところ、6月1日付をも
って建設大臣から190万円の交付決定通知があつた。

建設部長吉村和美氏が委員長の職務をとることを承
認。

常任理事会 昭和46年7月14日

1. 補修材料委員会設置の件

建設省から補助金をうけて行なう「濡潤時作業可
能な舗装補修材料の開発研究」のため、臨時に補
修材料委員会を設け、会長から委員長、委員を委嘱
することとした。

2. 舗装材料調査委員会へ委員派遣の件

社団法人日本道路協会でアスファルト舗装道路の
破壊原因の調査を行なうについて本協会からも委員
を派遣することとした。

3. 第22回アスファルトゼミナール（鹿児島）の協賛の件
社団法人鹿児島県建設業協会主催のゼミナールに対し、地域需要開発促進に資するものとして、これを協賛することとした。（開催内容は下欄参照）
4. 第23回アスファルトゼミナール計画の件
昭和47年3月上旬、札幌市で開催の予定で準備を進めることとした。
5. 会員研修ゼミナールの件
昭和47年1月開催予定（東京）で準備を進めることとした。

需要開発委員会

第3回会合 7月7日開催

1. 舗装補修材料の開発研究体制として、補修材料委員会を特設すること。同委員会に需要開発委員長、同副委員長が協会を代表して参加すること。
需要開発委員会は全面的にこれに協力することを申し合せた。
なお研究を具体化するため補修材料委員会の試験項目案、タイムスケジュール案をまとめた。
2. 日本道路協会の舗装材料調査委員会に、実務者（石油会社アスフルト研究員）を委員として派遣することを決めた。

第22回ゼミナール（鹿児島）開催報告

見学会	7月16日
講習会	7月17日
主 催	社団法人鹿児島県建設業協会
協 賛	日本アスファルト協会
参 加 者	講習会 320名 見学会 137名
講 演	アスファルト舗装の設計の推移と現状 建設省国土地理院 藤井 治芳 アスファルト舗装工事共通仕用書について 建設省名四国道工事事務所長 田中淳七郎 簡易舗装要綱の改訂について 建設省地方道課 高見 博 アスファルト舗装の施工上の問題点 日本舗道（株）技術部長 物部 幸保

第4回会合 8月26日開催

1. 第1回補修材料委員会の経緯を説明し、補修材料の室内試験を分担して実施することを申し合せた。
2. 有福委員長（シェル石油）の社務の都合により同社土木建設部長吉村氏が委員長職務を代行することを了承した。

補修材料委員会 昭和46年7月29日（第1回）

つぎの各項を決定した。

1. 実態調査
8月下旬、東北（仙台）、北陸（新潟）各地方建設局管内における積雪寒冷期の舗装破損、修理の実態を調査する。
2. 供試補修材料を選定し、室内試験を行なう。
3. 予備試験
10月下旬、供試材料による実際補修を行なう。
4. 本試験
来年1～2月ごろ、積雪寒冷地において供試材料による本補修を行ない、その結果を調査する。

ゼミナール委員会 昭和46年7月13日

1. 第21回ゼミナール（和歌山）の実施報告
2. 第22回ゼミナール（鹿児島）への協賛を決定。
3. 第23回ゼミナール計画
場所は札幌、時期は47年3月上旬と内定し、準備を進める。
4. 会員研修ゼミナール計画
場所東京、47年1月中とし、準備を進める。

編集委員会 7月22日および8月26日開催

1. 第80号の内容を決定。
2. 「アスファルトの話」シリーズを創設する。
3. 内部委員3名を増員することを内定。
4. 第81号の内容、PRパンフレット作成等について検討。

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(501) 5351
大協石油株式会社	(104) 東京都中央区京橋1-1	03(562) 2211
エッソスタンダード石油(株)	(105) 東京都港区赤坂5-3-3	03(584) 6211
富士興産株式会社	(100) 東京都千代田区永田町2-4-3	03(580) 3571
富士興産アスファルト(株)	(100) 東京都千代田区永田町2-4-3	03(580) 0721
ゼネラル石油株式会社	(104) 東京都中央区銀座4-9-13	03(541) 2531
出光興産株式会社	(100) 東京都千代田区丸の内3-12	03(213) 3111
鹿島石油株式会社	(105) 東京都港区芝琴平町38	03(503) 4371
共同石油株式会社	(100) 東京都千代田区永田町2-11-2	03(580) 3711
丸善石油株式会社	(100) 東京都千代田区大手町1-5-3	03(213) 6111
三菱石油株式会社	(105) 東京都港区芝琴平町1	03(501) 3311
モービル石油株式会社	(100) 東京都千代田区大手町1-7-2	03(270) 6411
日本鉱業株式会社	(105) 東京都港区赤坂葵町3	03(582) 2111
日本石油株式会社	(105) 東京都港区西新橋1-3-12	03(502) 1111
日本石油精製株式会社	(105) 東京都港区西新橋1-3-12	03(503) 1111
三共油化工業株式会社	(100) 東京都千代田区丸の内1-4-1	03(216) 2611
三和石油工業株式会社	(100) 東京都千代田区岩本町1-2-1	03(862) 9031
西部石油株式会社	(100) 東京都千代田区丸の内1-2-1	03(216) 6781
シエル石油株式会社	(100) 東京都千代田区霞が関3-2-5	03(580) 0111
新日本油化工業株式会社	(676) 兵庫県高砂市伊保町梅井字新浜1-1	07944(7) 0781
昭和石油株式会社	(100) 東京都千代田区丸の内2-7-3	03(231) 0331
昭和四日市石油株式会社	(100) 東京都千代田区有楽町1-2-1	03(211) 1411
谷口石油精製株式会社	(512) 三重県三重郡川越町高砂	0593(65) 2175
東亜燃料工業株式会社	(100) 東京都千代田区一ツ橋1-1-1	03(213) 2211
ユニオン石油工業株式会社	(100) 東京都千代田区丸の内1-4-2	03(211) 3611

[ディーラー]

● 関東			
朝日瀝青株式会社	(103) 東京都中央区日本橋小網町2-2	03(669) 7321	大協
アスファルト産業株式会社	(103) 東京都中央区八丁堀4-4-13	03(553) 3001	シエル
富士鉱油株式会社	(105) 東京都港区新橋4-26-5	03(432) 2391	丸善
富士油業(株) 東京支店	(106) 東京都港区西麻布1-8-6	03(402) 4574	富士興産アス
関東アスファルト株式会社	(336) 浦和市岸町4-26-19	0488(22) 0161	シエル
株式会社木畑商会	(104) 東京都中央区八丁堀4-2-2	03(552) 3191	共石
三菱商事株式会社	(100) 東京都千代田区丸の内2-6-3	03(210) 0211	三石
中西瀝青株式会社	(103) 東京都中央区八重洲1-3	03(272) 3471	日石
株式会社南部商会	(100) 東京都千代田区丸の内3-4	03(212) 3021	日石
日東石油販売株式会社	(104) 東京都中央区銀座4-13-13	03(543) 5331	シエル

社団法人 日本アスファルト協会会員

社名	住所	電話
日東商事株式会社	(162) 東京都新宿区矢来町111	03 (260) 7111 昭石
瀝青販売株式会社	(103) 東京都中央区日本橋江戸橋2-9	03 (271) 7691 出光
菱東石油販売株式会社	(101) 東京都中央区外神田6-15-11	03 (833) 0611 三石
菱洋通商株式会社	(104) 東京都中央区銀座4-2-14	03 (564) 1321 三石
三徳商事(株) 東京営業所	(101) 東京都千代田区岩本町1-3-7	03 (861) 5455 昭石
株式会社 沢田商行	(104) 東京都中央区入船町1-17	03 (551) 7131 丸善
新日本商事株式会社	(101) 東京都千代田区神田錦町2-9	03 (294) 3961 昭石
昭和石油アスファルト株式会社	(140) 東京都品川区南大井1-7-4	03 (761) 4271 昭石
住石興産株式会社	(100) 東京都千代田区神田美士代町1	03 (292) 3911 出光
大洋商運株式会社	(100) 東京都中央区有楽町1-2	03 (503) 1921 三石
東光商事株式会社	(104) 東京都中央区八重洲5-7	03 (274) 2751 三石
東京アスファルト株式会社	(100) 東京都千代田区内幸町2-1-1	03 (501) 7081 共石
東京富士興産販売株式会社	(105) 東京都港区芝琴平町34	03 (503) 5048 富士興産アス
東京レキセイ株式会社	(141) 東京都品川区西五反田8-12-10	03 (493) 6198 富士興産アス
東京菱油商事株式会社	(162) 東京都新宿区新宿1-2	03 (352) 0715 三石
東生商事株式会社	(150) 東京都渋谷区渋谷町2-19-18	03 (409) 3801 三共油化
東新瀝青株式会社	(103) 東京都中央区日本橋江戸橋2-5	03 (273) 3551 日石
東洋アスファルト販売株式会社	(107) 東京都港区赤坂5-3-3	03 (584) 6211 エッソ
東洋国際石油株式会社	(103) 東京都中央区日本橋本町4-9	03 (270) 1811 大協・三和
梅本石油株式会社	(162) 東京都新宿区新小川町2-10	03 (269) 7541 丸善
ニニ石油株式会社	(105) 東京都港区西新橋1-4-10	03 (503) 0466 シエル
渡辺油化興業株式会社	(107) 東京都港区赤坂3-21-21	03 (582) 6411 昭石
横浜米油株式会社	(220) 横浜市西区高島2-12-12	045 (441) 9331 エッソ

● 中部

朝日瀝青(株) 名古屋支店	(466) 名古屋市昭和区塩付通4-9	052 (851) 1111 大協
ビチュメン産業(株) 富山営業所	(930) 富山市奥井町19-21	0764 (32) 2661 シエル
富士フリーア株式会社	(910) 福井市下北野町東坪3字18	0776 (24) 0725 富士興産アス
株式会社名建商会	(460) 名古屋市中央区栄4-21-5	052 (241) 2817 日石
中西瀝青(株) 名古屋営業所	(460) 名古屋市中区錦町1-20-6	052 (211) 5011 日石
三徳商事(株) 名古屋営業所	(453) 名古屋市中村区西米野1-38-4	052 (481) 5551 昭石
株式会社三油商會	(460) 名古屋市中区丸の内2-1-5	052 (231) 7721 大協
株式会社 沢田商行	(454) 名古屋市中川区富川町1-1	052 (361) 3151 丸善
新東亜交易(株) 名古屋支店	(453) 名古屋市中村区広井町3-88	052 (561) 3511 三石

● 近畿

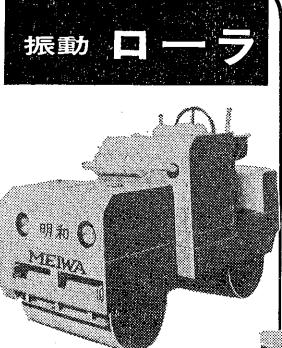
朝日瀝青(株) 大阪支店	(550) 大阪市西区南堀江5-15	06 (538) 2731 大協
千代田瀝青株式会社	(530) 大阪市北区此花町3-28	06 (538) 5531 三石
富士アスファルト販売株式会社	(550) 大阪市西区京町堀3-20	06 (441) 5159 富士興産アス
平和石油株式会社	(530) 大阪市北区宗是町1	06 (443) 2771 シエル

社団法人 日本アスファルト協会会員

社名	住所	電話	
平井商事株式会社	(542) 大阪市南区長堀橋筋1-43	06(252) 5856	富士興産アス
関西舗材株式会社	(541) 大阪市東区横堀4-43	06(271) 2561	シエル
川崎物産株式会社	(530) 大阪市北区堂島浜通1-25-1	06(344) 6651	昭石・大協
北坂石油株式会社	(590) 堀市戒島町5丁32	0722(32) 6585	シエル
毎日石油株式会社	(540) 大阪市東区京橋3-11	06(943) 0351	エッソ
丸和鉱油株式会社	(532) 大阪市東淀川区塚本町2-22-9	06(301) 8073	丸善
三菱商事(株)大阪支社	(541) 大阪市東区高麗橋4-11	06(202) 2341	三石
中西瀝青(株)大阪営業所	(530) 大阪市北区老松町2-7	06(364) 4305	日石
三徳商事株式会社	(531) 大阪市東淀川区新高南通2-22	06(394) 1551	昭石
正興産業株式会社	(662) 西宮市久保町2-1	0793(34) 3323	三石
(株)シエル石油大阪発売所	(530) 大阪市北区堂島浜通1-25-1	06(343) 0441	シエル
梅本石油(株)大阪営業所	(550) 大阪市西区新町北通1-17	06(351) 9064	丸善
山文商事株式会社	(550) 大阪市西区土佐堀通1-13	06(443) 1131	日石

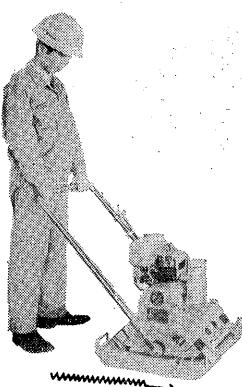
● 四国・九州

入交産業株式会社	(780) 高知市大川筋1-1-1	0888(73) 4131	富士・シエル
畑畠油株式会社	(804) 北九州市戸畠区明治町5丁目	093(87) 3625	丸善
丸菱株式会社	(812) 福岡市博多駅前1-9-3	092(43) 7561	シエル

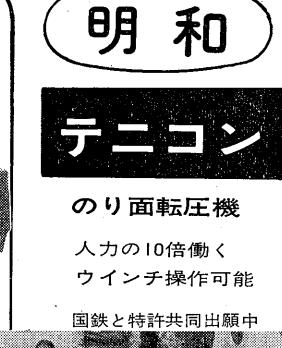


明和
バイブル
プレート

アスファルト舗装
表面転圧整形



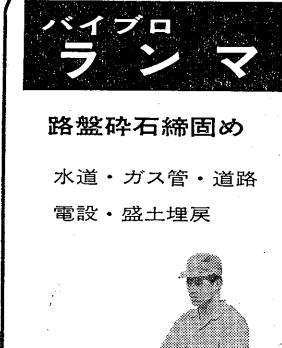
両輪・駆動・振動
ステヤリング軽快
サイド転圧
アスファルト舗装最適
登坂20~25°



明和
テニコン
のり面転圧機

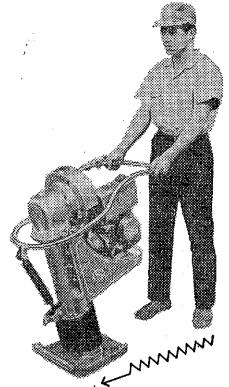
人力の10倍働く
ウインチ操作可能
国鉄と特許共同出願中





**バイブル
ランスマ**

路盤碎石締固め
水道・ガス管・道路
電設・盛土埋戻



株式会社 明和製作所

本社工場 川口市青木町1-448 TEL(0482)51-4525~9 5332
 大阪営業所 大阪市城東区東野3-25 TEL(06)961-0747~8 5536
 福岡営業所 福岡市上牟田町21 TEL(092)41-0878-4991 8116
 名古屋営業所 名古屋市中川区八家町3-31 TEL(052)361-5285~6 454

(カタログ送呈)
全国各地に
販売店あり