

アスファルト

第10巻 第58号 昭和42年10月発行

ASPHALT



社団法人 日本アスファルト協会

ASPHALT

目 次 第 58 号

舗装についての土質工学からの 2, 3 の意見.....	久野悟郎	2
アスファルトの剥離防止添加剤に関する一考察.....	市川良親	7
(座)(談)(会) 欧米の道路を見て歩く.....	片野洋	10
——アスファルトの話を中心に——	桟敷勲	
	司会・多田宏行	

ASPHALTOPICS

☆アメリカ☆ 路肩舗装の必要性.....	18
フル・デブスへのすすめ.....	19
☆フランス☆ アスファルト舗装上の走行車輛による騒音.....	20



☆編集委員☆

高橋国一郎
井上 孝・大島 哲男
多田 宏行・松野 三朗
高見 博・工藤 忠夫

☆顧問☆

谷藤 正三・板倉 忠三
西川 栄三・市川 良正

本誌広告一手取扱
株式会社 広業社
東京都中央区銀座西 8 の 4
TEL 東京 (571) 0997~8

読者の皆様へ

『アスファルト』第58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、発刊致しているものであります。

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

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

社団法人 日本アスファルト協会

東京都中央区新富町 3 ~ 2 TEL (551) 1131~4



Vol. 10 No. 58 OCT, 1967

ASPHALT

Published by THE JAPAN ASPHALT ASSOCIATION

Editor · Kisaburo Moriguchi

舗装についての土質工学からの2,3の意見

久野悟郎

1. まえがき

アスファルトゼミナールで何か話をするようにおさそいを受けたとき、私は大変場違いなところにでなければならないというようなしりごみを感じた。

私が“アスファルト舗装”と聞くと、すぐに思い出すことは、この9月13日で1周忌を迎えた故竹下春見博士のことである。かつて私は建設省土木研究所の土質研究室に勤務していたことがある。以前から土の締固めの関係を勉強させてもらっていたので舗装——特に路床、路盤のこと漠然とした興味をもっていたが、当舗装研究室の室長であった竹下さんに、“お前の研究室は路面から（あるいは路床面からだったか）2m以内には手を出さな”という命令をうけたことがあった。すなわち、その範囲のことは何でも舗装研究室のほうでやるから土質研究室はもっと下の方のことをよくやれということであった。

それ以来私は舗装とはあまり縁がなくなってしまった、それからは竹下さんにときどきお話をうかがって現在の問題点などを対岸から見せてもらっていた。しかし、そんなことでは追いつかぬほど舗装が進歩してしまったり、竹下さんも大変お忙しくなったりして話を伺う機会もほとんどなくなってしまっていた。ただ今になってよくおぼえていることは竹下さんがアメリカからお帰りになって間もなくのことだったが、アスファルトの混合物と土とは非常によく似ているものだと盛んに言っておられたことである。

すなわち土は、土粒子と水と、空気間ゲキの3つで成立っているものである。そしてその間ゲキとその中の水の量に応じて、性質がいろいろ変化するものである。それはアスファルト混合物が骨材とアスファルトと空気間ゲキという、3つのものからできあがっていることと、まことによく似ている。土質において、水がその土の性質を非常に支配すると同様に、アスファルト合材におけるアスファルトが合材の性質を支配する力というものは、非常に大きなものがある。そういうことを盛んに言っておられた。

竹下さんにまつわるこの2つの言葉は、このゼミナールに私に何かしゃべる足がかりと勇気をあたえてくれたようと思える。これから述べる2つの話題はおそらく舗装にたずさわる諸氏に何等お役に立つことはないと思うが、ある意見として書きながらしてもらいたい。

2. 路床の性質が舗装厚に非常に大きな影響をもつてゐることの再認識

路床の支持力が低下すると舗装厚がどんどん厚くなるということは、CBR設計曲線が弓なりにそっている形からもわれわれはよく知っている。最近、私の友人で電子計算機に強い人が、何か計算してやるといわれたので、面倒な計算はと考えて頭にうかんだのが、道路公団でよくやっておられる舗装を多層構造としてタワミを求める計算だった。すなわち異なった変係数Eを持ったいくつかの層が重なっている多層系地盤を舗装とみなし、それに輪荷重（円形載荷面をもった等分布荷重とする）がかかったときの表面のタワミと路床の変形係数との関係を求める弾性論を利用した近似計算（もちろん各層のタワミもわかる）で、道路公団の上田、西中村、増井の3氏が開発した計算法である。おそらくもう電算にかけておられる方も多かろうが、私の友人もすぐプログラミングしてくれて何か実例はないかといってくれた。

そこで1965年の5月号の「道路」に竹下さんと、日本舗道の桃井さんが投稿しておられる“軟弱地盤上の舗装に関する考察”の1つの例をとらしてもらった。この報文は20号線の鳥山バイパスの舗装、これは非常に地下水位の高い関東ローム地帯における舗装で、あまり厚くしたくはなし、といって路床の支持力はたりないというむづかしいものであるが、各種の舗装構成の比較に、その多層系の計算を使っておられるものである。

竹下さんのとられた各種の舗装断面の中から図-1(a)に示したものを借用し、その各層の厚さをかえたものについて計算してみてもらった。その中から図-1(b), (c)についてのものを例示してみたい。この多層系の計算が路床のEがどの位小さいものまで適用できるものか私にはわからない（おそらく上の各層のEとのかね合いで、あまり差が大きくなると不都合がおこることが予想される

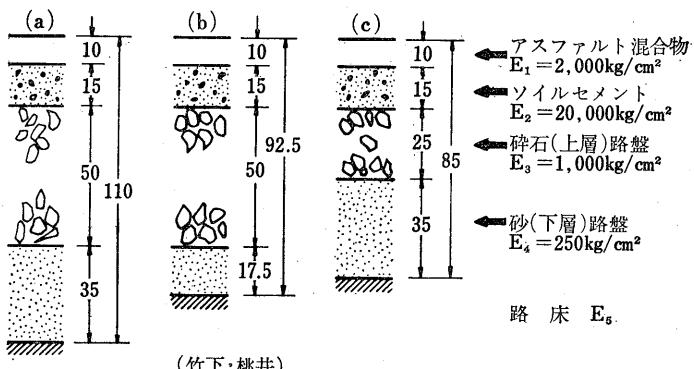
が)。しかし、とりあえず、そのことを無視させてもらって計算結果をながめてみることにしたい。舗装面の沈下量と路床の変形係数との関係を示してみると図-2のとおりである。竹下さんらの計算結果の図-1(a)の断面のものについては、前掲の報文に図面で示されているが、(b)の断面のものとほとんど完全に一致してしまっている。

図-2を見るにまずわかることは、路床の変形係数が小さくなると舗装表面のタワミが極端に大きくなることである。すなわち(b)の断面について路床の変形係数 E_s が 100kg/cm^2 のときの表面のタワミを 1 とすると、 $E_s = 25\text{kg/cm}^2$ のときの路面の変形が 2.5 になっている。この路面のタワミと路床の変形係数との曲線の曲りぐあいは、両軸を対数でとった両 log 図上でも、さらに下に凸になっているほど大きなそりかたである。それに引きかえ、(b)断面と(c)断面についての曲線のずれは意外に小さく、(a)にいたっては(b)断面と一致してしまっているのは予想外であった。したがって路床の変形係数が小さくなると、舗装というのは少々の断面構成の変更では追いつけないほど大きくなってしまうものだということがわかる。このとき舗装は表層、ソイルセメント層、上層、下層路盤の 4 層からなっているが、その舗装部だけの変形量(圧縮量)はどのくらいになっているかというのが、図-2 の下の部分に示した曲線で、 $E_s = 100\text{kg/cm}^2$ のときでわずかに 0.05cm ほどであり、しかも、 E_s の変化とともにあまり大きな変化はしていない。そういうことになると、路床の変形係数が小さくなつて路面がたわむときは、ほとんどが路床面でのタワミによって支配されているのであって、したがつて、それだけ曲げに対して破壊の危険性の大きい舗装体に、大きな曲げを強いていることになつてしまふ。

また、これは本論からはややはざれるが、(a), (b), (c) 3 断面の舗装表面のタワミを比べてみると((a)と(b)はほぼ一致している)下層路盤を $1/2$ にした(b)の場合と(a)の場合とがほとんど同じで下層路盤厚が倍増する(a)断面ではタワミについては倍増の効果は認められず、一方、上層路盤厚を半分にすると、(c)に示す程度の差があらわれてくる。これは舗装における S-N の概念からすればうなづける結果であろう。

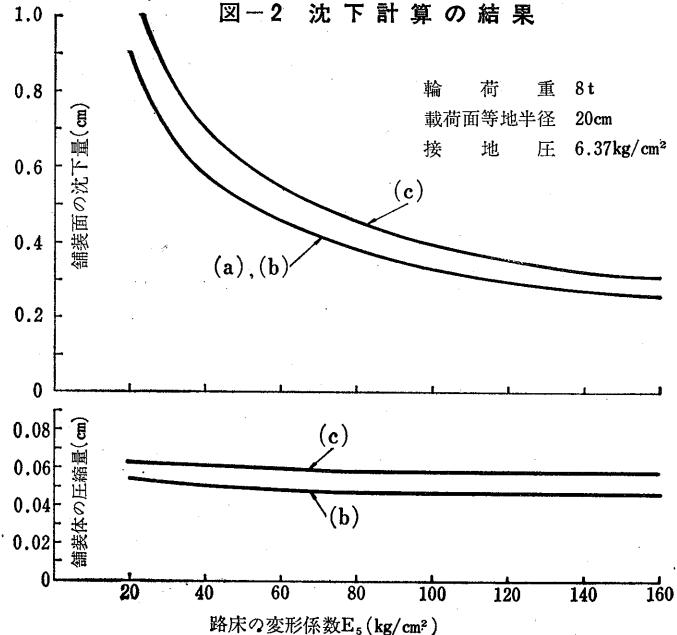
以上のようなことから、タワミというものが舗装の設

図-1 計算に使用した仮想舗装断面(単位: mm)



(竹下・桃井)

図-2 沈下計算の結果



計に大きな使命を占めるということになると、路床の変形特性というものが、重要な役割りを果すことになるのが容易に理解することができる。

3. 路床の変形特性にまつわる話題

軟弱地盤に盛土を造る。これは立体交差等に高速道路を造るという段階には非常に多いことであつて、盛土の沈下、それにつづいて舗装の段階における残留沈下といふ問題が、よくとりあげられている。これについては土質工学的に、軟弱地盤における、若干の塑性流動を伴う圧密沈下ということで、かなり解析が進んでいる。いま盛土がだんだん低くなってきた場合を考えてみよう。そうなれば盛土自体の荷重はどんどん小さくなつてくる。したがつて軟弱地盤のそれに伴う沈下、あるいは変形も

あまり大きいものではなくなる。ところが、そういった軟弱地盤上の低い盛土に舗装して交通に開放すると、ほとんど終了していた盛土の沈下が、またあらためて進行しはじめることがある。

これは残念なことに、どうやら今までの軟弱地盤の問題における静的な盛土荷重で地盤が圧密沈下するということと同列には論じ得ないことのようである。というのは交通荷重というの非常に大きいように見えても舗装と盛土の中で分散され、いわゆる軟弱地盤のほうに加わる圧力は、あまり大きなものではなくなることになり、さらにそういった荷重は、ある短い時間もって、繰り返し載荷される動的な荷重であることに注意しなければならない。最も簡単に、軟弱地盤の変形を水で飽和した粘性土の一軸的な圧密（ちょうど容器に入れてピストンで圧縮するような）としてみると、本来、細粒分の多い粘性土の圧密には時間がかかるわけであるから加わった動的な荷重は、すべて土の中の間ゲキの水圧の増加にのみ、くわれてしまつて、圧密変形をおこすひまがないことになる。

したがって、この種の変形は、われわれがなじんでいる一軸的な静荷重による圧密理論からは理解できない問題であり、ここにある動的な圧密といった新しい考え方が加わってこないかぎり、現在の慣用的な設計法では解決できない問題であろう。

さらに、いま一つ、多量の土運搬を行なうための専用工事用道路や、団地内の道路などの舗装の設計に関連することであるが、これらの道路は、いずれも建設工事を行なっている期間には、非常に大きな荷重の車が通行するが、工事がすんなりと車両の数もへるし、輪荷重自体が急に小さくなってしまうという特色をもつてゐる。こういった道路について建設段階の運搬効率を高めるために舗装を設けようという場合が多くなった。この舗装を設計するという段になって、今までの一般的に用いられているC B R設計曲線とか、J I Sに従った平板載荷試験から舗装厚を求めようとしたとすると気がとがめることがおこる。

すなわち、工事のための運搬用のトラックは、非常に重い輪荷重の車のはずである。したがって機械的に輪荷重にだけ着目すれば、非常な重交通の設計曲線を使わなければならぬことになってしまふ。平板載荷試験の結果を適用しても同様なことがいえよう。

それに、前述の多層構造の計算をするにしても輪荷重ということだけを主体として考えれば、1台通ろうが、何台通ろうが、同じことになってしまつて区別のつけようがない。要はどれだけの輪荷重がどれだけ通るということの観念が、定量的に設計によりこむことがむづかし

いという結果になっていた。

きくところによれば、今度の“アスファルト舗装要綱”の改訂にあたっては、輪荷重自体の方に、そういう交通量的な考え方を組入れられたと聞いている。すなわち、輪荷重の大きさと、その繰り返し載荷回数の多少が一緒に考慮されて、設計曲線を選択する輪荷重を定めるという手法をとっておられる。

これはたしかに設計法の大きな進歩であると思うが、やはりある段階における妥協点であると考えるのは潜越であろうか。本来らかいえば、こういった繰り返し応力のもとにおける土の性質や、舗装材料の性質が、どのようになるのかが完全に解明されたならば、多層構造の計算をするときでも、あるいは軟弱地盤の交通荷重による沈下を推定するときでも、そういった荷重条件のもとの変形特性を明確に導入できることになるのではないだろうか。交通量の影響を輪荷重の方へしわよせしようとすれば、そこにはおもてにはでないが、ある標準的な強度特性をもつた舗装体が想定されているはずである。しかし上記のいわゆる軟弱地盤を路床と考えなければならないような場合にまで、その標準型の舗装はカバーしていないと思われてならない。

土質工学においても、繰り返し応力のもとの土の性質についての研究が内外で非常に進んできている。国内では東北大の河上先生や、九大の山内先生をはじめとして多くの研究者が問題の究明に努めておられるので、やがて近い将来に慣用的な設計手段に繰り返し応力の効果を考慮することになるに違いない。

繰り返し応力をうけて土の性質がどう變るかは、土の種類および含水状態によって大分變るようである。さらには繰り返し載荷される荷重の大きさが、その土の破壊強さ（この場合、普通の漸増する荷重による破壊強さと考へる）に対して、どのくらいの大きさであるかも大きなファクターになる。

これらのかね合いでいろいろな現象がおこるはずである。すなわち、ある場合には、輪荷重が通過するにつれて当初の状態より土が締め固まって、かえって変形抵抗が大きくなってくることがあろうし、またある場合には繰り返し応力が加わることによって、かぎりなく変形が増加し、ついには破壊にいたってしまうこともあろう。

一般に道路の路盤や路床は土質がよいし、含水状態も悪い方ではないので、前者の場合が多いようであるが、軟弱地盤を路床と考えなければならない問題の場合などはおそらく後者にあたることになろう。

高含水比の粘性土は一般に強度が低い。したがって車の輪荷重によってくりかえし地盤内に生じているはずの応力の値自体も地盤は破壊の限界に近いことがありう

る。そのような応力がくりかえし加わったとすれば、その変形の増加は非常に大きくなり破壊に至ってしまうことになるだろう。

私はそのような実験をしたことではないし、今まであまりその方面の勉強をしたことがないので、現在は、弱い粘性土についての繰り返し応力下の変形挙動について特に説明できないのが残念である。しかし、繰り返し応力の下の土の性質についての論文を少しづつ勉強はじめ、早速、非常に感銘をうけたことを紹介させてもらいたい。

これは、むしろ提起した最初の問題とは逆の、比較的よい含水条件の粘性土に繰り返し応力をかけた場合の実験結果である。この論文はアメリカのSeed氏らがASCEの1958年のProceedingsに発表しておられるものであるが、シルト質粘土を飽和度（土中の間ゲキ中を占める水の体積の割合）60%に締め固めた三軸圧縮試験用供試体に 1 kg/cm^2 の側圧をかけた状態で破壊荷重の半分位の軸差応力を毎分20サイクル（載荷時間0.2秒）で90,000回加えた後、軸差応力を増して破壊に至らしめた試験がのべられている。

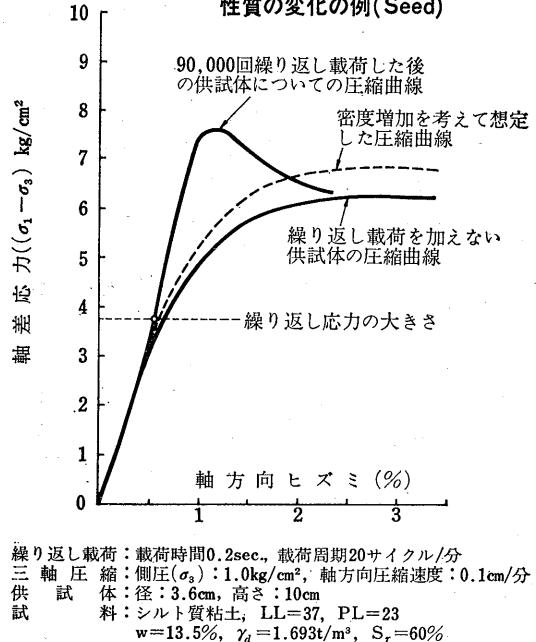
その結果は図-3のとおりで、もちろん、繰り返し応力を加えない同じ条件の圧縮試験の結果も比較のために求められている。

90,000回の繰り返し応力によって供試体は軸方向に約1.4%の残留ヒズミを生じたが、その後に軸差応力を増大させていった場合の応力とヒズミの関係は、繰り返し応力を加えない場合のそれに比べて曲線のこう配が急、すなわち変形係数も大きいし、破壊強さも25%ほど大きくなっている。これは飽和度の低い土が繰り返し応力をうけた場合の典型的な傾向で、この状態においては、土は徐々に圧縮されて密になり、したがって土の強さが増大したと見ることができ、もっともな現象としてうなづけることである。こういった土の硬化現象は、路床、路盤の材料としては決して悪い効果を示すものではなく、以前から観念的に自然転圧などという言葉で表現されてきたものであろう。

これだけならば、なにもここにとりあげることではないが、Seed氏らは、この現象を説明するために、土の密度変化と強さの変化の関係から裏付けようとし、ある含水量の土を種々の密度に締め固めては強度試験を行ない、密度と強さの関係を明らかにしておき、一方、繰り返し応力によって生じた土の密度の増加を知って、それによる強度の増加分を含めた応力、ヒズミ曲線を書いてみている（図-3の点線）。

これが図から明らかなように、かなりのくい違いを示している。繰り返し応力が加わったことによる土の硬化

図-3 繰り返し応力を加えた土の性質の変化の例(Seed)



は、残留ヒズミの累積による土の密度の増加に起因するという説明、それを、われわれが最も信頼して用いている締め固め試験によって作製した供試体についての密度と強度の関係によっては裏付けられなかったということは大変大きな衝撃である。

これと似た不可解な現象が土の締め固めにはもう一つある。種々の含水比の土を同じ乾燥密度（土の全体の体積中を占める土粒子部分の重量）に締め固めた後、その供試体の間ゲキを水で飽和させる。この間、吸水による体積変化ができるだけさまたげておけば、各供試体は同じような密度、含水比の土になっている。したがってそれらの土の強度試験を行なえば皆、同じような強さを示すはずであるが、そうはいかず、飽和度が80~90%付近で締め固めたもの（その締め固め手段ではたまたま最適含水比の状態に近かったもの）が最大の強さを示したという話である。

この話の場合も、密度も含水比も同じであれば、同じ土ならば同じ強度を示しそうなものでありながら、それはならないという妙な話である。

われわれが土質工学で長い間なじんできた、土の状態を量的に表現する手段、乾燥密度、間ゲキ比、飽和度、空気間ゲキ率などは、もとはといえば、ある土の塊の見かけの密度、含水比、土粒子の平均的比重を知って（水の密度は既知としている）計算によりみちびいたものである。

土の塊についての巨視的な測定からは、われわれは同

じであると判定した両供試体の間に、かなりの明確な強度差があったとしたら、われわれが使用しているそれらの量が土の状態を表現するためには、まだ舌足らずであるといわざるをえない。

繰り返し応力を何万回もうけて土が密になっていく状態と、ランマの何回かの落下によってモールド内に密にされていった土の状態と、たとえある大きさをもっている供試体について測定された密度、含水比が同じであっても、きっと、土粒子の配列、土粒子およびその吸着層の変形のありさまが、微視的には相当に違っていることはたしかに想像できることである。また後にあげた例については、同じ乾燥密度に締め固めたといつても、含水比がそれぞれ違っているのであるから、土粒子と水との関係はそれぞれ異なっており、それを同じ乾燥密度にするという至上命令のために、様々なエネルギーで締め固められたとすれば、その間ゲキが飽水された後であっても、土粒子、水の相対的配列状態がやはり微視的には同じにならないと考えるのが本当であろう。

単なる締め固めの場合には、土塊内の微小な2点間で測定した土の電気伝導性のちらばりが最も少ないので、最適含水比付近であるということを、以前にたしかめてみたことがある。それから土中の均一性が土の性質を支配するさらに一つの要素であることが予想されていたが、ここにまたそのことがさまざまと見せつけられる現象を知ったことになる。

現在、われわれは、そういった微視的な土の性質が、どのようにあれば、土塊としての土の性質がどうなるのかということについては全く判断すべきものさしを持ち合わせていない。そうだとすると、繰り返し応力下の土の性質を探究して行く上に、すぐに壁にぶちあたってしまうのではないだろうか。

これは単に、土質工学だけが遭遇している難題ではない。竹下さんのいわれたように、土とアスファルト混合物の物理的性状の共通点は、この問題がそのまま、アスファルト混合物に移されるはずである。この問題の攻撃には、舗装材料の性質を研究しておられる方々のほうが、強力な切迫感をもっておられるかもしれない。そして土質工学のほうで、おくればせながらとりかかろうとしている私に、有益な御意見をいただけるものと信じている。

4. むすびにかえて

雑然と話を進めてきたが、ようやく指定された紙数をみたしてきたようである。舗装に向って土質工学の方から申すこともないようと思っていたが、終りに近づくと、言いたいことがまだまだでてくるようだ。

舗装設計にあたって路床の強度回復（増加）を見込むべきか否かということ。これは前々回の道路会議の特定課題の結論をつくるときについで話題にのぼったことであった。高含水比粘性土の盛土の路床でよくあることだが、地山ではある強さを持つ土も、こねかえされると非常に強度が低下する。しかし、それが何日か放置されると徐々に強度を増していくことが知られている。したがって施工直後の路床のCBRなどを用いて設計すれば非常に厚い舗装を必要とするものが、舗装開始まで放置した後のCBR（増加している）で設計すればもっと薄くてすむという問題である。2でのべたように低い強度の路床では少しの強度回復がはなはだ有効になるのは明らかである。当時はCBR設計法に含まれるべき安全率という観点で強度回復は無視しようという結論になったが、多層系の計算の活用がさかんになってくると、これは無視しえない舗装、土質共同の研究課題になりそうな問題であろう。

また細かいことかも知れないが、CBR試験法、突固め試験法における試料中の粗粒子の最大寸法の制限と、突固め操作の決定について問題がある。これら両試験法にはJIS A1210、A1211に規定されたJIS規格がある。そしてそれらは土質工学会がおもりをしている実情である。しかし両試験法の最大のユーザーである道路舗装の方々が、最近、それを最ももっててくれていない。たしかにJISには不合理な点がある。したがって改正すべき点については、最もよく使用される舗装の方々から土質工学会の関係者に御意見をいってもらって、こう直すべきだと指示してもらいたいものである。そしてJISを“使用するに足るJIS”として行くのが混乱をさけるのに重要なことではないだろうか。

〔筆者：中央大学理工学部土木工学科 教授〕

註；本文は9月21日開催の第16回アスファルト・ゼミナーの講演内容を基にして、久野先生が改めて御執筆されたものであります。

アスファルトの剥離防止添加剤 に関する一考察

市川 良正 邑上 親由

1. はじめに

アスファルト舗装の施工に際して、アスファルトに剥離防止剤を添加し、舗装完成後の雨雪等による剥離を防ぎ、アスファルト舗装の破損を防止することが、10数年来の懸案となっている。そのための剥離防止剤が、種々製造販売されており、また多くの特許もある。これら防止剤は界面活性剤と同様に分子内に親油基と親水基との両者を有し、親油基はアスファルトと、親水基は骨材と結びつく。この作用が、アスファルトと骨材との付着を強固にし、水分によるアスファルトと骨材とのはがれを防ぐ働きをなしている。筆者は、現在使用されている剥離防止剤のうち、親水基としてイミダゾール核を持ち、また親油基として直鎖のアルキル基を持つものを作り、アルキル基の長さ、およびイミダゾール核についている置換基が、剥離防止効果にどのような影響を与えているか、4系統24種のものを合成して、その防止効果を比較してみた。

2. 実験方法

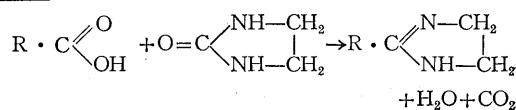
親水基であるイミダゾール核の置換基の型により、4つの系統に分け、それぞれをA、B、C、Dとした。Aの合成にはエチレン尿素を、他はアミンを用い、これらと脂肪酸との脱水縮合により作った。使用した脂肪酸はラウリン酸、ミリスチン酸、パルミチン酸、ステアリン酸、ベヘン酸にオレイン酸の6種で、それぞれを1、2、3、4、5、6とする。合成物を表-1に示す。

表-1 合成添加剤一覧表および純度

	使用有機酸	A	B	C	D
1	ラウリン酸	77.5	72.5	87.8	50.1
2	ミリスチン酸	86.7	82.6	83.7	39.2
3	パルミチン酸	82.1	95.8	85.2	42.4
4	ステアリン酸	79.0	75.5	90.5	63.6
5	ベヘン酸	76.8	79.1	100.0	53.4
6	オレイン酸	80.8	73.1	90.1	58.1

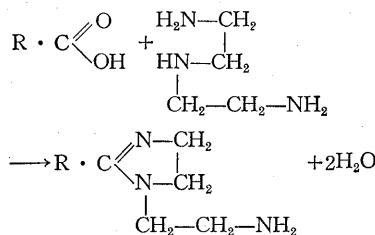
各系統の合成の反応および条件は次の通りである。

A系統



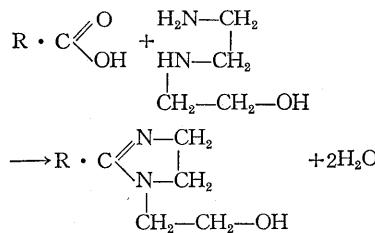
反応温度：250°C 反応時間：6時間

B系統



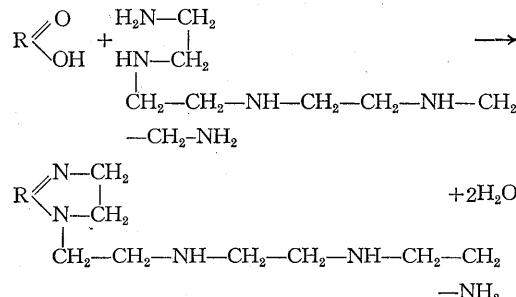
反応温度：180°C 反応時間：6時間

C系統



反応温度：180°C 反応時間：6時間

D系統



反応温度：180°C 反応時間：7時間

以上の条件で合成した防止剤をアスファルトに対し、0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6%添加したが、各合成物

の純度を考慮しなければならないので、窒素分析をキルダール法により行い、理論値の窒素含有量と、分析値を比較し、窒素含有量より純度を求め、剥離試験の結果を補正した。純度は表-1に記した。

3. 試験方法

試験方法は、日本道路協会舗装要綱「アスファルト被膜の静的剥離試験」によって行った。概要は次の通りである。

- (1) あらかじめよく洗滌され、十分乾燥された試料骨材 100 g を採り、その骨材粒数を数えて広口カンに入れ、130°C に保たれている恒温乾燥炉中で30分以上加熱する。
- (2) 試料アスファルト 5 g を130°C 中で5分間加熱溶融し、恒温乾燥炉中で加熱した試料骨材を加え、手ばやく攪拌棒またはヘラで十分に攪拌して、試料アスファルトが完全に骨材表面を被覆するようにする。この攪拌時間は3分以内とする。
- (3) 試料アスファルトで被覆された骨材を、ガラス板上

に拡げ、骨材粒が互いに接触しないように並べて約1時間放置し、室温まで冷却する。

(4) ガラス板上に並べたアスファルト被覆骨材を 80°C に保った恒温水槽の温水中に30分間浸漬放置する。

(5) 30分後にアスファルト被覆骨材を温水中より引き上げ約10分放冷した後、アスファルト被膜の剥離している骨材粒数を数える。

表-2 使用アスファルトの性状

ミナス産パラフィンベース

ストレートアスファルト 60-80

針 入 度	[25°C]	71
伸 度	[15°C]	150以上cm
軟 化 点		49.0°C
蒸 発 減 量		0.1%
蒸発減後の針入度	[25°C]	93%
引 火 点		340°C
比 重	[25/4°C]	1.017

図-1 A 系統 剥離曲線

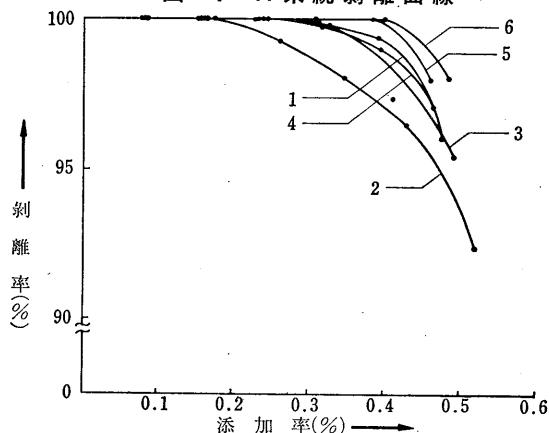


図-3 C 系統 剥離曲線

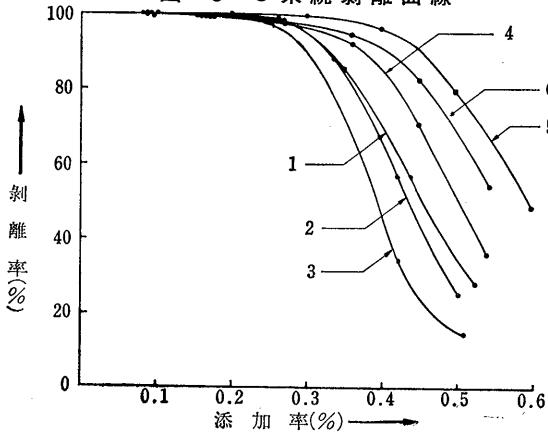


図-2 B 系統 剥離曲線

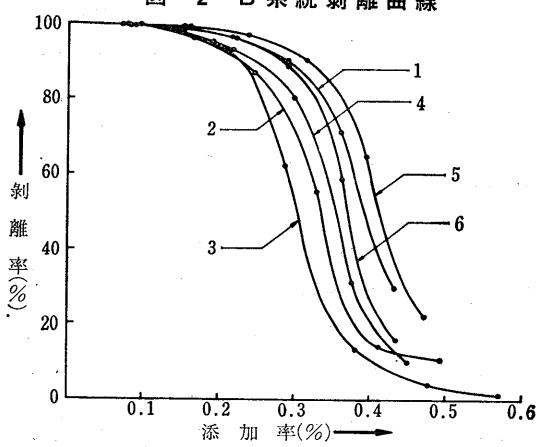
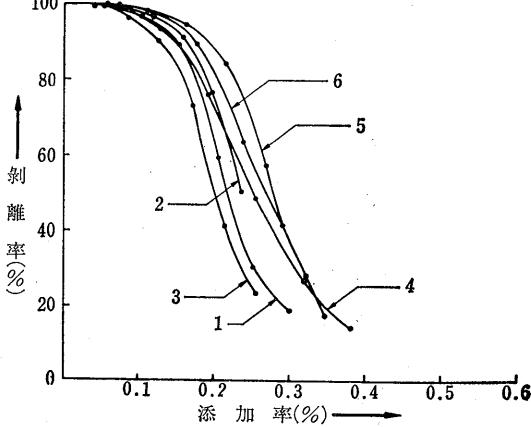


図-4 D 系統 剥離曲線



(6) 次式により剥離率を求める。

$$\text{剥離率} = \frac{\text{剥離を認められた骨材粒数}}{\text{使用した骨材の総数}} \times 100$$

本実験に使用したアスファルトは、ミナス産ストレートアスファルト60—80（パラフィンベース）で、諸性状は表-2の通りである。骨材は多摩川産6号砕石を使用した。

4. 試験結果および考察

各合成分の剥離試験の結果を各系統別に図-1, 2, 3, 4に示した。この結果より親油基であるアルキル基の長さ、すなわち炭素数の影響につき考えてみると、アルキル基の長さが短い場合より、ある程度長さがある方が良く、また余り長いと効果が悪くなる。これはアルキル基が長いということは、分子量が大きくなり同一重量では、その内に含まれる分子の数が少くなり効果が弱くなるのではないかと思われる。長さが短い場合には、分子の数は多いが、アスファルトとの結合力が充分発揮されないのでないかと考えられる。

つぎに、親水基であるイミダゾール核の置換基について、同一アルキル基を有していて置換基の異なるものの比較を2~3してみると、図-5, 6, 7のごとくなり、この結果より次のようなことがいえる。

すなわち、イミダゾール核だけでも多少効果があるが、置換基が入ると一層効果がある。特に
 $-CH_2-CH_2-NH_2$, $-CH_2-CH_2-NH-CH_2-CH_2-$
 $NH-CH_2-CH_2-NH_2$

のようなNH₂を有するものが良い。また $-CH_2-CH_2-$
 $-OH$ の場合も相當に効果があるが、上記2者よりも多少劣っている。これはB, Dとも置換基にある-NH₂、または-NH-が親水基として働くためと考えられる。ここには省略したが直鎖状のアルキルモノアミンについても試験を行った結果 -NH₂がやや効果があることを認めたので、このように考察した。Cの場合の-OHは-NH₂と比較して弱いのではないかと思う。

また直鎖状アルキルモノアミンとAとの結果より予想した B, C, Dの効果は予期以上であり、これはイミダゾール核にB, C, Dの如き側鎖が付くと、側鎖、イミダゾール核間になんらかの相互作用があり効果を増大せしめるものと考えられる。

5. おわりに

以上簡単な実験を報告したに過ぎないが、今後剥離防止添加剤としては、親油基のおのにおのに結びつく力の強さが同じであるものが望ましいと考えられる。なんとなれば、片方が強く、他方が弱い場合に結果として現われ

図-5 A-2, B-2, C-2, D-2. 剥離曲線

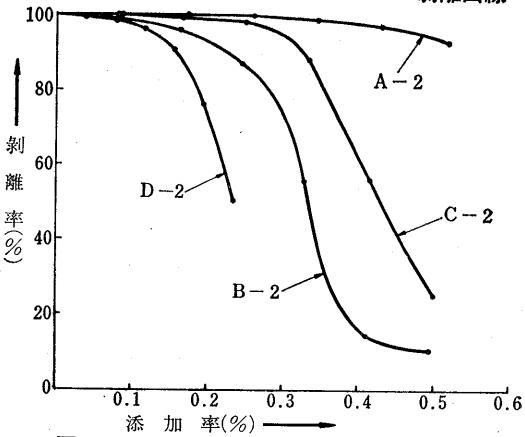


図-6 A-3, B-3, C-3, D-3. 剥離曲線

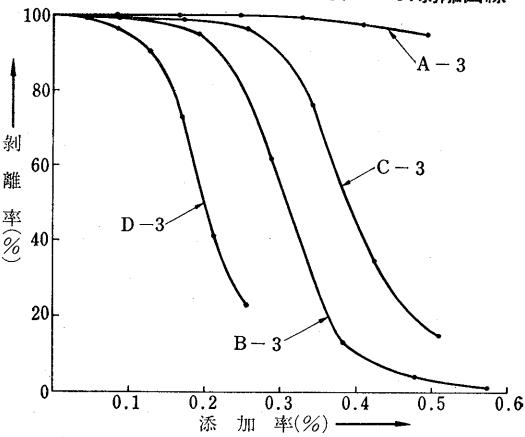
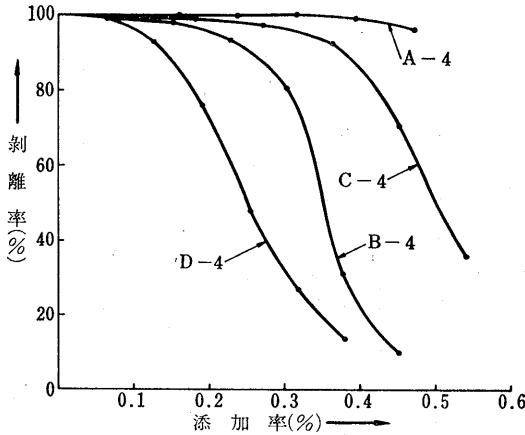


図-7 A-4, B-4, C-4, D-4. 剥離曲線



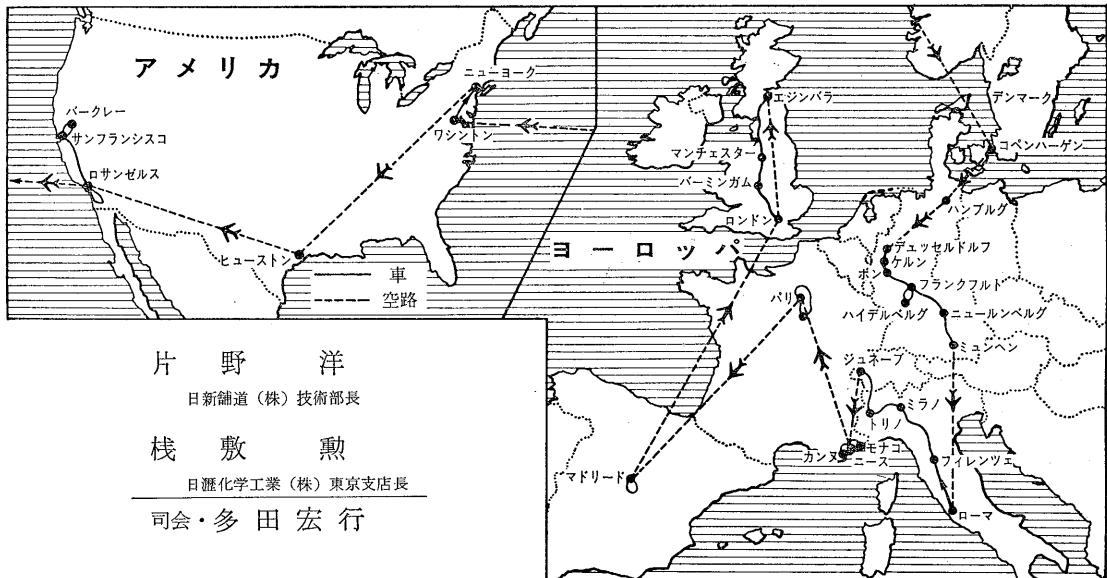
るのは弱い効力しか現われないからである。それゆえ双方共に強く、また分子量の小さいものを用いる方が、単位重量当たりに含まれる分子の数が多くなるため好ましいと思われる。たとえば、親油基としては、直鎖状でなく枝分れのあるもの、またはベンゼン核を含むもの、親水基としては、1個ではなく、2個3個と有するものなどが考えられる。

最後に本実験に協力された学生諸君に厚く感謝の意を表する。

〔日本大学理工学部工業化学科〕

欧米の道路を見て歩く

—アスファルトの話を中心に—



欧米各国のアスファルトの使用状況について
工法に合ったタイプのものを——。

Q おふたりとも「道路の維持」欧米調査団に参加してこられたわけですが、まず視察した各国のアスファルトの使用状況から……。

S 西独、フランス、イタリヤ、イギリス、アメリカその他を廻りました。このうちではアメリカが御承知の通り圧倒的に多く、約2,500万屯(1965年)日本が175万屯(1966年)だから、約15倍……。その他は別表-1の通りです。

ただ日本のようにアスファルト単体で使わずに、カットバックするとか、タールを混ぜて使うとか、それにまた天然アスファルトを混ざるとか——というふうな使われ方が割合が多いようですね。

別表-1 各国のアスファルトの使用量 (1965年)

国名	使用量(万屯)
アメリカ	2,500
西独	350
フランス	180
イギリス	153
日本	141
イタリヤ	120

Q 日本ではナマで使うのが圧倒的に多いでしょう。その点、よその国はどうですか。

K アスファルトの使い方には国によって、その歴史があると思う。たとえばフランスの高速道路の舗装のアスコンはストレートアスファルト、県道などの滲透式にはアスファルト乳剤やカットバックアスファルト、パリ市内などの石塊舗装の上のオーバレイ用の薄層タピサブルなどには200~300のストレート。町村道ではアスファルトタール混合物など、工法に合ったタイプのものを使ってます。

Dイツの舗装はアスコン、砂利アスコンが多く、これらはストレート。グースアスファルトは針入度35~50, 20~30, 10~20というアスファルトまたはこれに相当するアスファルト混合物。転圧碎石グースアスファルトは針入度50~70, 70~100です。

Iギリスなんかの、例のホットロールドアスファルトにはピッチビチューメン、サーフェスドレッシングには加熱タールなどを材料の特質を生かして、その特性に合う工法に用いている。

S 外国では英領トリニダットのレーキアスファルトをはじめ、天然のアスファルトがアメリカ、西独、イタリヤ、フィリッピン群島等で古くから産出され、一般に馴まれていて、より使い易い方向が考えられている…。

Q 日本は極めて少數の例を別として、生アスそのものがそもそもない。ところが外国にはバリエーションが広くなる背景があるということだね。



K そうですね。一つの例を挙げると、イギリスは現在でも石炭の産出量が多くコールタールからピッチを造っている。このピッチに天然レーキアスファルトを混合して使っている。これをピッヂビチューメンと呼んでいるが、向うの仕様書によると、アスファルトにピッチを加えると、骨材の接着性や耐水性が増大する。それで磨耗層のバインダーとしての効果があると書いてあります。

S コールタールピッチとレーキアスファルトを混合したものなどは、ピッチの特性とレーキアスファルト中に含まれている天然フライアの特性等が相乘的に出てくるように考えられているので、非常に興味ある材料だと思います。日本では使われてませんが、これは注目していい材料だと思う。

欧米各国のアスファルトの規格について

使用する粘度を技術的にきめる——。

Q アスファルトは道路はもちろんのこと、いろいろな範囲で使われていると思うんですが、規格について……。

K 輸装用のストレートアスファルト規格のなかの針入度について各國のものを表にして比較して見ますと、

別表-2 各国のストレートアスファルト規格中の針入度の比較表

針入度 25°C 100g 5sec	Grade															
	0	20	40	60	80	100	120	140	160	180	200	220	240	260	280	300
日本	10~20 0~10 10~20	20~40 40~60 40~50 40~60	40~60 60~80 60~70 60~70	60~80 80~100 85~100 85~100	80~100 100~120 100~120 100~120	100~120 120~150 120~150 120~150	120~150 150~200 150~200 150~200	150~200 200~300 200~300 200~300								
アメリカ (Pacific Coast)		40~50 40~50	60~70 60~70	85~100 85~100		120~150 120~150					200~300 200~300					
ドイツ	10~20 10~20 10~20	20~30 35~50 40~50	50~70 50~70 40/50	70~100 80~100 80/100			130~150 130/150	130~150 180~200 180/200	160~210 180~200 180/200		250~320 250~320					
イタリア																
フランス	3~9 H90/100	10~20 10/20	40~50 40/50	60~70 80/100	80~100 100~120					180~220						
イギリス																

上段 針入度
 下段 呼び名

(別表-2参照) 日本は連続的になっていますが、各國は使用する粘度を技術的にきめておりますので、製造に当っても相当の品質管理が必要であろうと考えられます。

まず西独では普通の加熱アスコンには針入度50~70, 70~100のストレート、針入度の小さい10~20, 20~30, 35~50はグース用です。規格は相当数細かく分けている。

Q 200, 300というのは……。

K ……これは滲透式マカダムや薄層表層用です。イタリヤは10~20, 40~50, 80~100というものが加熱アスコン用、撒布用には180~200という軟かいものが使われている。スペインあたりは気候が相当暑いのでアスコン用のストレートは20~40という低い針入度のもの。こういうように各國とも、気温に合わせて使ってます。

アメリカでは、どういう工法にはどういう粘度のアスファルトを使ったらしいのかということをよく研究している。200~300のストレートでも付着の悪い骨材があるから、その時はカットバックAsを使えとか、仕様書に丁寧に細かく書いてあるし、また実際そのような形で使われている。

Q 道路の舗装以外にもいろいろと使われていると思うが……。

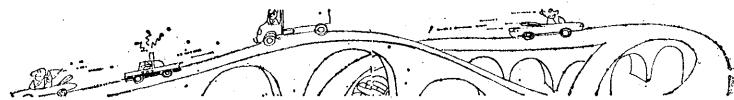
S アスファルト防水が多いような気がしましたね。湖や防潮堤とか、そういうものが非常に多い。

アメリカでも欧洲でも地下鉄や屋根の防水工事にはアスファルトフェルト等を、一般的の住宅にはアスファルトシングル——これは便利瓦のようなもので、瓦の恰好をした砂利つきルーフィングです。ハイウェイは全部これでした。

Q わが国にとって、珍しい使用法とか、用途など気づいたことはありませんか。

S とくにね……。歩いた範囲が狭かったし、時間もなかったから……。

K 変っているといえば、イギリスのホットロールドアスファルトのピッヂビチューメンでしょう。ピッチとトリニダットレーキアスファルトで、石油アスファルトを補強



しているという形ですね。

S イタリヤの太陽道路では、路肩にカットバックアスファルトを30cmの幅で、ずっと撒布してました。

K 路端の雨水を速やかに排除することと、下から草が芽を出さない目的で、カットバックが一番使いやすいし、浸透力もあるので使われているんです。

欧米各国のアスファルト舗装の特色

アスファルト基層が増える傾向へ——。

Q 国によって、同じアスファルト舗装でもいろいろ特色というか、差異があるかと思いますが……。

K まずドイツの場合は、アスファルト舗装の構造を分数で表わし、分母に舗装の総厚、分子にアスファルト表層あるいはアスファルトで処理した層の厚さの数字を入れている。たとえば30/45という数字があると、舗装厚が全部で45cmで、上の30はアスファルト系の表層プラス基層とアスファルトの安定処理を含めた厚さで、アスファルト系の層が非常に厚い。

それからイタリアの太陽道路はアスファルト舗装厚は87cm、Wearing courseが3cm、binder courseが4cm、Base courseが15がアスファルト系で針入度は80～100を使っている。

スペインも、最近相当アスファルトの基層に力を入れているといっておりました。

イギリスは砂利アスコンの基層が20cmから30cmある。



西独 ハイデルベルヒ市内、手前は小舗石舗装、後方は、その上に薄層舗装をオーバレイしたもの

その上にホットロールドアスファルトがある。

アメリカもやはりアスファルト処理をした基層というものがふえている。大体、世界的にアスファルトの基層が、相当増しているんじゃないかなと考えられます。これにくらべて、日本の場合がきわめて薄いんではないか。

S イギリスの場合は全部舗装ですから、維持修繕、特に表面処理とオバーレイが主体ではないでしょうか。タルを約60万トン、カットバックを20万トンくらい、ピッヂビューメン・アスファルトも20万トン以上使われている。

フランスでも舗装の維持修繕に相当力を入れていることが材料の使用量からもわかる。カットバックアスファルトを約37万5000トン、乳剤なども49万トンくらい使っている。あるいはタル単体で20万トンくらい使っている。この量的な数字から見ても、また現実に見ましてもよく維持をやっているように感じた。

欧洲の簡易舗装について

作業は手早く、丁寧——。

Q 維持の話が出たんですが、日本で目下、はやりの簡易舗装は目につきませんでしたか。

K パリ～カンヌ間の日本でいえば県道に当る道路やイギリスのエシンバラの近所では滲透式を相当やっていました。表面は単粒できわめて落着きもよかったです。

Q 日本で見られるハンドスプレーヤーで撒いているという風景は見ませんでしたか。

K スプレーヤーでの手撒きは見なかった。マンチエスターでは粘度の相当高いタルを撒くときは、ディストリビューターのスプレーバーのうしろに布製のスキーーザーをつけて撒布というより塗布のようでした。

S 骨材はみんなタルやアスファルトでコーティッドしてある。それに使用しているバインダーも高粘度のものをディストリビューターで撒き、すぐあとから追いかけるように骨材をスプレッダーで撒く。ですから骨材のハガレがおこらない。作業は非常に手早く、それでいて丁寧ですね。

Q グースの話が出ませんけれども、見ませんでしたか。

K グースの施工現場は見ませんでしたが、ドイツのオートバンではだいぶ車から眺めました。

S 街中はたいがい小舗石の舗装ですが、その上にグ



ースをやっている。あるいはマスチックをやっているわけですが、これが摩耗して薄くなてもクラックが出ていない。

K ところどころはがれていますけれども、クラックは出でていない。

S はがれるというより磨り減るみたいな感じで、薄くついているんですね。

歐米のカラー舗装について

材料を上手に工夫、かなり発達——。

Q 舗装を明色化するという問題は、どうですか。

K カラー舗装は非常に発達しています。これは有色骨材を使用するのと、有色のバインダーを使用するのとあります。向うは有色骨材が手近かに得られる。それで骨材の色でカラー舗装している。一部はベンガラでバインダーを着色している。

歩道、待避車線、高速道路への進入車線などにカラー舗装をしています。

Q どんな色ですか……。

S 私どもが見た範囲では、欧州はチョコレート色が多かった。バインダーの場合は紅殻で色をつけています。本来のカラーバインダーを使っているんじゃなく、アスファルトに紅殻を入れて、チョコレート色を出しています。また骨材に赤褐色したものを使って、赤褐色に見えます。これが緑を背景にすると実にきれいです。

K アメリカは樹脂に顔料を入れたバインダーでカラー舗装をしています。樹脂はまだ高価だそうです。

イギリスのモーターウェイは本線がホットロールドアスファルト、路肩は赤褐色の骨材のまきっぱなし、その境のレインマークは幅15cm程度にアスファルトを撒布しその上に白い骨材をついているだけ。

ドイツのデュッセルドルフでも、舗装の明色化ということで、アスファルト混合物の中に半径2~5mmのアルミの粒を入れてきました。

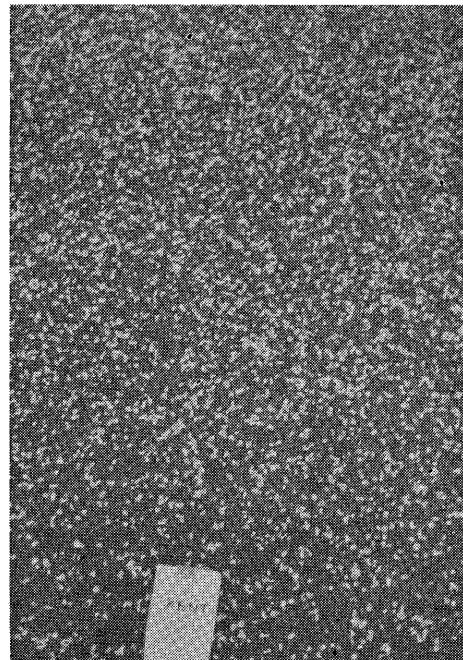
S それがきれいに摩耗してまして、車のライトでよく光る。日本でも首都高速1号線に一部使っているようです。

歐米各国の乳剤、カットバックの状況

——そして、わが国の見通しについて

Q 話は飛びますが、日本の乳剤と、アメリカを含め

西独 デュッセルドルフ市内、明色化のためのアルミニウム入りアスコン表面



た外国の乳剤とは、相異ありますか。

S 一般的な傾向として、外国では高濃度の乳剤を使っていますね。

アメリカあたりで一番濃いと65, 72, 西独、フランスでも70%くらいのがありました。ただし貯蔵安定などは余り重視していません。

K イタリアでは80%ということがあります。

Q カットバックでは日本にくらべて断然外国が古く、かつ広く使われているからレベルは上だと思うんですが……。

K まずアメリカの場合には、面積も大きいですし、相当多量に使われている。舗装のプライマーとか、タックコートとか、主にディストリビューターで撒布するという使い方をしている。InstituteのManualのRS-13のSurface Treatmentにあるような使い方を、そのままManualどおり使っている。とにかく工法も多いですし、使い方自身が上手です。

欧洲もだいぶ使っており、やはり使い方とか規格とが細分化されている。ですから、その工法に合うような粘度のカットバックを使っている。またこのカットバックと骨材を混合した常温混合物をパッキングに用いているのを各国で相当多く見ました。これは強度とか、安定度



とかは全然試験していない。

Q 気候、風土が違うから一概には言えないが、向うの状況を見てきて、日本のカットバックのコールド・ミクチャーの将来性についてどう判断しましたか。

K 日本の場合は道路に穴があいていても、金がないということでほっぽらかしてある。アメリカでも欧州でも、車はスピードを相当出るので、舗装に穴があいたら人身事故にまでなる。とにかく舗装に穴があいたらこれを早く埋めるのだということに徹している。各事務所にコールドミクチャーをストックして使っている。ですから道路の維持というものが、交通安全と結びついている。

Q 技術的に見て、向うのコールドミクチャーの質的な面と日本のそれとはどうだろう。

K 日の方々が技術的には、ずいぶんいい製品を使っている。日本は気候の変化が激しいし、かつ交通荷重も多い。それに合うようにしているので……。それから材料自身が、日本の場合は貴重品だから無駄なく使おうとしている。

Q 乳剤はどうですか。

S やはり一番使われやすいのは、表面処理だと思います。維持が完全に行なわれるような状態になれば、相当な量をさばけるのじゃないでしょうか。クラックの入る前に表面処理を行い、もう少しアスファルトを濃くして粘度の高い乳剤を量をたっぷり撒いてもらう。それで6号位の石をつける。石を撒くことによって、石の肩くらいまでくるようなものにして何回か表面処理を繰返し

ていれば、総厚もとれるでしょう。

K とにかくアスファルトをもっと使っていいのじゃないか。使う骨材をもっと考えて……。

Q 骨材を考えるということはどういうことですか。

K 骨材を単粒でも、深さの $\frac{1}{8}$ までバインダーがきちんとくるような施工をすれば、ツラは荒くなるけれども、充分なシールの役目をする、耐久性もぐんと増す。日本ではまだアスファルトが貴重品だという考え方がある。

Q 粒径は、どのくらいですか。

S 粒径はいろいろありますが、だいたい3/8インチ1/2インチというのが、アメリカでは多いですね。簡易舗装をやった上にひとならべづつ浸透式でやっている。

欧州ではフランスでもイギリスでも同じような工法ですね。ちょっと石は小さくなっているが、ドイツでも同じようなことを地方道や農道にやっている。

気候条件の違いも相当あるでしょうが、カリフォルニアでは1回シールコートをやれば、4~5年はもつと云ってましたね。

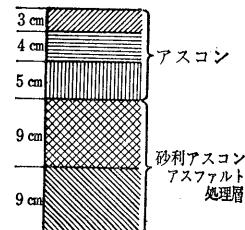
Q ところで、カットバックアスファルト、アスファルト乳剤の今後のわが国の需要だが、諸外国の情況を見て廻った結果、どうですか。日本の見通しは……。

K もっと補修材料だとか、バインダーの結合剤の種類、性質をよく勉強して、それぞれのところで一番いい工法を採用していくべきじゃないか。そうすれば乳剤とか、カットバックは一般になじんできて、材料自身も改良して、よいものが製造される。

日本の場合には余りにも型にはまり過ぎている。これ



西独 ミュンヘン市近郊、オートバーン
のインターチェンジ新設舗装工事





はアスファルトの勉強が足りないのではないか。

America の場合は Asphalt Institute で出している出版物でみんなに PR している。その PR の仕様書どおり仕事をしている。悪ければ仕様書が悪いのであって、施工者が悪いのじゃないというような考え方を持っている。

そういう意味で日本ももっとアスファルトの知識を津々浦々まで浸透させれば、その土地の骨材を有効に使ってできるものが多々あるのじゃないか。

S そういう点は全く同感です。やっぱり現在のところでは砂利道をなくすということに、もう少し懸命にならなければいけないのじゃないか。

日本では浸透式工法は余りよくないという風評を聞きますが、私どもで経験した試験舗装の結果では失敗した例はありません。国内でも施工さえしっかりやれば成功する。また最近、良質の骨材が無いと云われますが、乳剤のようなもので処理すれば、充分使用にたえる。そういう意味で乳剤やカットバックの利用価値を啓発しさえすれば、需要は拡大するのではないか。

Q 向うは骨材は、ないわけじゃないでしょう。

S 各国とも骨材は極めて豊富で、まことに羨やましいと思いました。なにしろ南フランス地方では石灰石台地に道路が造られており、ドイツにしてもイギリスにしても平地で砂利を掘り上げているのですから、日本と違って骨材の立地条件は本当によいですね。

メーカーは売るための努力を——。

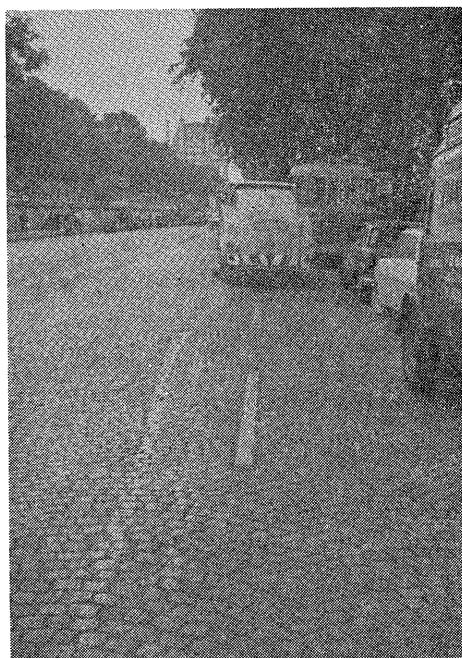
見事な Asphalt Institute の事業

Q Asphalt Institute のことが、ちょっと出ましたが、アメリカの協会の活動状況、サービスなど少し話して頂けませんか。

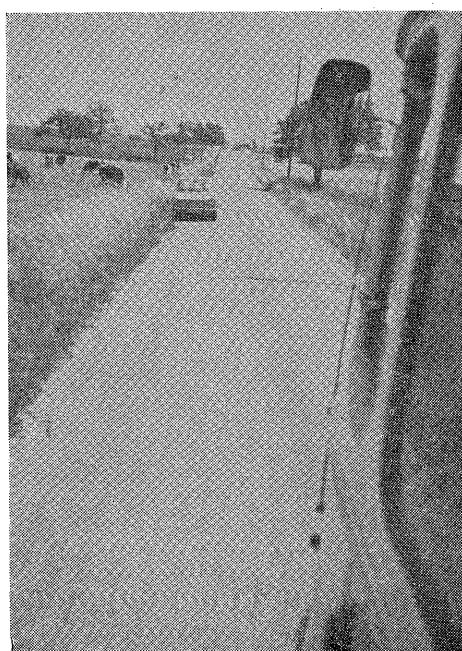
K アメリカの場合は、どこのアスファルト会社を訪ねても、Asphalt Institute の出版物は全部渡っている。私たちももらってきたんですが、日本で買えば1冊7~800円するようなのを自由にくれる。スポンサーであるメーカーが金を出して、協会がこれを作って、アメリカ国内のアスファルトの技術を高めるために、また逆にアスファルトを売るための努力をしている。

日本の場合、アスファルトの問題でわからなくなったりときに、誰に聞きに行こうか、どこに聞きに行こうかと思っても、聞きに行くところがない。アスファルトの有名な先生方のところにおじゃまするには敷居が高い。と

パリー セーヌ河に沿った小舗石舗装の道路



パリー郊外 県道サンスの浸透式舗装





いって本にはそう親切に書いてない。現場の方にはなかなかそういうチャンスがないので、結局わからないままに終わってしまうのじゃないか。

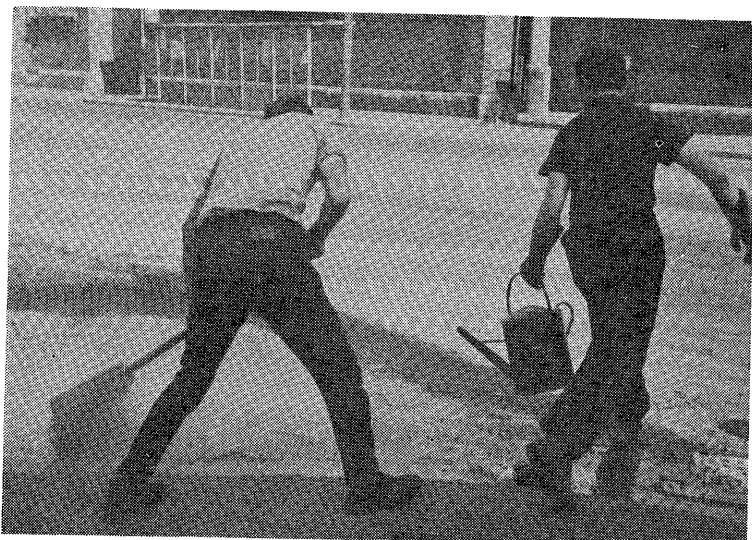
Asphalt Instituteには、アメリカのアスファルトメーカーが全部入っており、メーカーに何か疑問があったり、ユーザーがアスファルトについての質問があると、この出先の事務所に駐在しているエンジニアに全部聞くことができる。

S やはり向うはアスファルトを造り出す製油関係のメーカーが非常に熱心だと思いますね。Kさんと2人でいろいろ歩いたが、たとえばShell Oil Co.なんかに伺っても、アスファルト・セクションというのが、ちゃんとあって、テクニカル・エンジニアが親切に、これはこういうふうにしたらいい、これはああいうふうにしたらいいと、配合まである程度知っていて指導する。

Asphalt Instituteから出しているアスファルト乳剤の規格などもどんどんくれる。日本じゃどうしているのかという質問があったが、——日本のアスファルト屋さんとちょっと違う。

Q 日本ではアスファルト乳剤協会というものがありますね。向うでは……。

S Asphalt Instituteは乳剤も扱っております。



イギリス マンチェスター市内 サフェースドレッシングでディストリビューターによりコールタール針入度100を撒布したのち、取付け部分のむらをブラッシュでならしているところ

Q カットバックなんかも……。

Kええ、やっております。

S 何から何までやっております。なにしろ、使わせるための努力というものが非常にうまいですね。使わせるために何でも手引がある。ですから本当にむずかしいことは聞きに行くけれども、アスファルト・ハンドブックを見れば大体わかる。規格なんかも全部わかるというふうに、非常に親切ですね。

K 内容も絵が書いてあったり、図解してあったりして、読めばわかるようにやさしく書いてある。——日本の本はむずかしいことばかり書いてある。

Q アスファルトに関する啓蒙といいますか、というのは、ほんの一握りの人間がささやかにやっているだけのものね。まったくどこに聞きに行っていいかわからないでしょう。

K アスファルトを使う施工業者も悪いですね。買うアスファルトは品質よりも値段だけで買う。品質をどうのこうのいうことよりも値段だけで買ってしまう。そういうもので一番重要なバイインダーになるアスコンを練るんですから。やっぱり自分が造るものならば、その原材料も吟味しなければならない。

また、アスファルトのメーカーも吟味した製品を売るべきでしょうね。

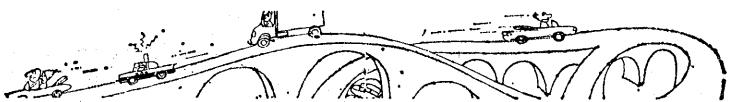
日本では昨年度、170万屯のストレート・アスファルトを使ったと聞いてますが、大雑把に云って、屯当り12,000円にしても約200億円です。この0.1%でも2,000万円です。このくらいの金は啓蒙費に使うべきじゃないか——。

現在、アスファルト協会で講習会を年1回程度、「アスファルト」誌を年6回発行していますが、2,000万円あれば、もう少し数多くのことがやれるでしょう。現場の第一線の道路技術者を集めて、アスファルトの試験の講習会なんかもできる。

そしてそれは、結果的には売るサービスができるのじゃないか。アスファルトの需要が伸びていくんです。

Q 最後に一言づつ、各国をまわって、さすがにというような、印象に残ったことを……。

Q 各国とも仕様書をきわめて忠実に



守って施工していると云うことでしょうね。

K 私の見て来た範囲で一言で云えば、工法に合うアスファルトの品質を各国で使っているということ。

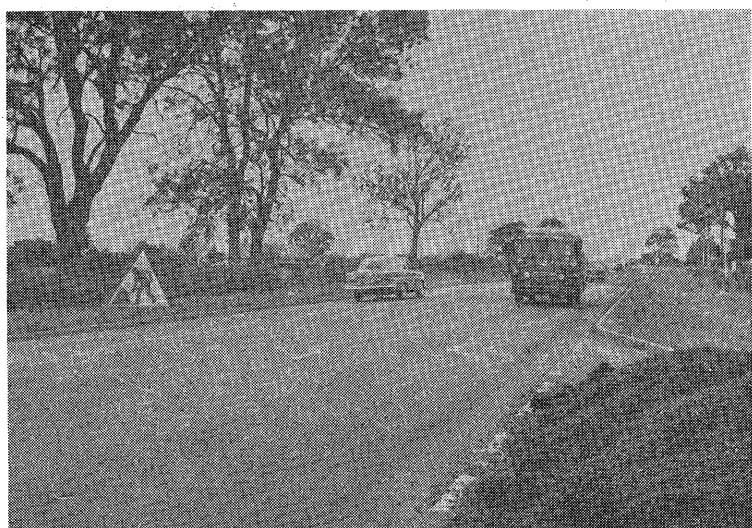
Q 造られているんだね。

K 造らせて、それを使っている。

Q 日本でも、これだけ需要が多くなったら、それくらいやらせてもいいんですね。

——それでは、このへんで……。

イギリス マンチェスター郊外 一般国道における
Premix mixtureの作業中



★ みなさんの御寄稿をお待ちしております ★

御手数ですが、出来ましたら

- 御寄稿の表題または内容を前もってお知らせ下さい
- 本誌用の原稿用紙をお送りします。

アスファルトに関するものでしたらなんでも結構です。

- 都道府県庁関係の方の工事レポート等、特に掲載したいと存じます。
- 道路関係以外の たとえば
水利 飛行場 その他土木関係の原稿を
お寄せください。

路肩舗装の必要性

☆アメリカ☆

最も安全な道路は、この州際道路のように、巾員の広い、はつきりと明示されたアスファルト舗装をもった道路である。

PAVED SHOULDERS — A "Must" For Motoring Safety

時速100km以上で走っている時、急に先方の車がこちらの車線に入ってきたら、どうするであろうか。ブレーキを踏み、そして路肩に車を入れて走り続けるしかないでしょう。あなたはこの危険な状態の中で何を感じますか。もしも路肩が低くなっていたり、軟らかであったりすれば、路肩を見ただけで恐怖を感じるでしょう。

☆ ☆ ☆

このような出来事はよく起きるにもかかわらず、現在ある大部分の路肩は、今日の自動車が必要とするほどの支持力も巾員もスベリ抵抗も持っておらず、本線とのすりつけも十分ではない。

州によりまた道路によって、路肩の設計も施工方法もまちまちである。

路床と同じ状態の地ハダそのもののものもあるし、砂利や碎石を締め固めただけのものもある。理想的には路肩はアスファルトで舗装されるべきである。

完全な路肩を持った道路は事故が少くとも40%減少するというデータもある。例えば、カリフォルニアでは路肩のない道路における事故率(走行距離1億6千km当り)が342であるが、巾員2.4m以上の路肩をもつ道路の事故率は165であり、51.5%の減少を示している。

今日、州際道路に用いられるために決められた最小路肩の規定が他の道路においても広く用いられるようになってきた。十分な路肩をつくる傾向は安全性の面のみより歓迎されている。しかしこれには経済的にも強度的にも利益のあることなのである。

混合物以外のものでつくられた路肩は常に本線の表層をいためるものである。トラックのタイヤは本線と路肩

付近の表層をはぎとる。このはぎとられた面はドライバーにとっては危険なものである。

低級な不十分な路肩は浸透水を上昇させ舗装破壊の原因となる。事実、古い舗装の破壊調査の統計によれば、破壊の75%は外縁部において起きている。

他方、良好なアスファルト舗装をほどこされた路肩は排水を完全にし、浸水による破壊より舗装を守り、舗装の最も傷つきやすく、また最もよく自動車の通る部分を保護する。

科学的につくられた仕様にあったアスファルト舗装の路肩は、今日のフル・デプスあるいはディープ・ストレングス舗装にとって必要欠くべからざるものである。この場合には、路肩は、通過する交通量のうち何割が通り、そしてそれに見合う支持力をもつように設計されている。現在の路肩舗装は、浸透式マカダム工法、現場混合あるいはプラント混合のアスファルト・コンクリートによりつくられている。重交通の通る道路では路肩の厚さは、アスファルト・コンクリートで、4cm以上は必要である。

路肩は本線の舗装とははっきりと区別されるべきである。このためには、路肩には色のちがった混合物、あるいは配合のちがった混合物を用いるとよい。

十分に巾員をもちアスファルト舗装をされた路肩は、現代の交通には絶対に必要なものであるという主張が専門家たちによってなされようになってきた。今日では、十分な路肩をもたない道路は不完全な危険な道路であるということができる。

ASPHALT TOPICS Around the World ASPHALTO

フル・デプス FULL-DEPTH のすすめ

カリフォルニアのサンディエゴ、カナダのブランズノン、コロラドのオールドウェイにおけるアスファルト舗装の経験的な提案の中で、道路技術者および研究者たちは最もよい、そして最も安全な道路をつくる見込みのある一つの舗装の形を示している。この舗装体は整地された路床上に直接おかれアスファルトの路盤と表層よりなっている。この種の舗装はフル・デプス・アスファルト舗装として知られている。

カリフォルニアのビサリアでは——合衆国他の町と同様に——通常はメイン・ストリートを自動車が通っている。このビサリアの舗装は現存する最古のアスファルト舗装なのである。1894年に舗装されたものであり、厚さは17.5cmで73年間ほとんど維持修繕もされずに使用されてきた。

ビサリアのメイン・ストリートはフル・デプス・アスファルト舗装である。

市街地には以前からよく用いられるフル・デプス舗装は、あらゆる種類の道路にむくものとして、合衆国においても他の国においても再評価され始めた。

厳密な意味では、フル・デプス・アスファルト舗装とは路床上のあらゆる層をアスファルト混合物で施工した舗装である。

フル・デプス・アスファルト舗装の経済性および自在性は一般に広く知られている。しかしこの舗装の優れた特性については、ビサリア以外の所でも数多くの実例があるにもかかわらず、その耐久性および良質性は広く理解されるところまで至っていない。これらの実例としては、ミシガンのブルターブルバード（53年前に施工）、ミルオーキーのブロードウェイの一部（72年前に施工）、カリフォルニアのロサンゼルスのワシントン通り、ボルタービルのメイン・ストリート（63年前に施工）、ミシガンのポーティジのクックストリート（64年前に施工）やオクラホマを通る77号線などがある。またバンク

バーの州道も40年以上前に施工したフル・デプス舗装を数多くもっている。これらはフル・デプス設計法の耐久性の優秀さを示す実例のうちの少数にすぎない。

明白な歴史的な証拠があることはあるが、今日のフル・デプス舗装の「再発見」は主として別の根拠によるのである。その根拠とは、AASHO および最近の他の道路試験より集められた科学的なデータである。

コンピューターを使用してデータ解析技術を行ない、フル・デプス舗装の概念を導入した機敏な技術者たちは、この舗装の利点として次のことをあげている。

- フル・デプス・アスファルト舗装は強度と耐久性に富み、他の如何なる工法よりも速くしかも容易に施工することができる。

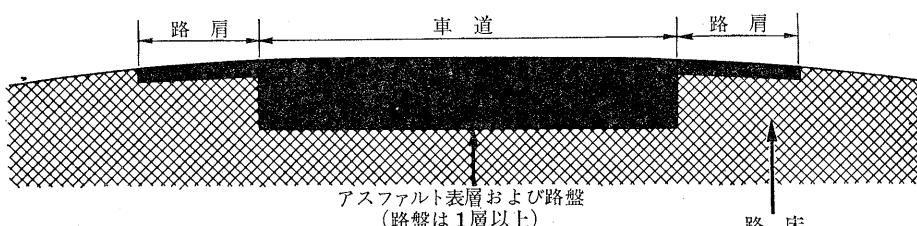
- 他の大部分のアスファルト舗装と同様に建設費も維持費も少くてすむ。

- それらは経済的なステージ・コンストラクション工法にとって理想的である。アスファルト混合物の路盤は、表層がかぶせられる以前に、1年あるいは数ヵ年の間、交通を通して通すことができる。

- フル・デプス・アスファルト舗装は大きな強度を要求される路盤への浸水を防ぎ、排水設備にかける費用を減少することができる。

- フル・デプス・アスファルト舗装は荷重を広く分散させるので、路床の応力は小さくなり、したがって合計厚を少くする。その結果、貴重な骨材の使用量を減じ、また標準の規格には合わないような地方材料を下部の層に使用することを可能にする。また表層も比較的うすくてよいので、骨材を充分吟味して耐スペリ性の表層をつくることができる。安全性に対する今日の要求から考えると、このことはどんなに強調しても強調しすぎることのない利点である。

- フル・デプス舗装では1回の施工厚を厚くすることができます。即ち、路盤においては1回の施工厚を10cm以



ASPHALT TOPICS Around the World ASPHALTO

上にことができる。この施工厚の増加は工費の減少、工期の短縮、均一で良好な締め固め、そして寒冷地での長期間の工事を可能にした。

●フル・デプス舗装を機械により手早く行ない、水密にしてただちに交通に開放するならば、悪気候下での施工の欠点は最少となるであろう。

●フル・デプス舗装は凍結に対して強く、春先の支持力の低下をおこさない。

●機械で舗設したアスファルト路盤は表層の平坦性を

よくし、安全性のみならず、乗心地の良さも保証する。

これらの明白な理由により、アスファルト・インスティテュートは、道路にとって最も耐久力があり安全で経済的なものとして、フル・デプス、あるいはディープ・ストレングス・アスファルト舗装を推進している。この種の古いアスファルト舗装がいまだに使用に耐えているので、フル・デプス・アスファルト舗装を行なおうとする技術者は彼の一世代のためになく、子孫のために舗装を行なうということができる。

☆フランス☆

アスファルト舗装上の走行車輛による騒音

ここ数年来、自動車の乗心地は非常に快適なものとなってきた。工場からは完全な消音装置のついたエンジンが生産されるし、サスペンション・システムは舗装表面からの振動をより完全にしゃ断する。そしてロバート・トムソンが1845年に発明した空気タイヤは、舗装の発展とあいまって、路上の騒音防止に非常に役立った。

それでもなお、タイヤが路上を走った時起きる振動は完全には防止出来ないので、それによって引き起こされる騒音は、運転手にとっても乗客にとっても気懸りなものである。しかも交通量の増加とともにこれらの騒音の量も増加する一方なので、道路のそばにいる人々にとっては非常にうるさいものとなってきた。

この問題の重要性を認め、また舗装の騒音の実体を調査して、フランスの技術者たちは、普通のアスファルト舗装上の騒音と、普通のコンクリート舗装上の騒音とを比較して、次のような結果を得た。

A) 普通車で市街路を 55km/h で走行した場合

アスファルト舗装……82～84 dB* (平均83)

コンクリート舗装……92～96 dB (平均94)

コンクリート舗装の騒音の音波の圧力がアスファルト舗装の 3.5 倍あるということは非常に重要である。

B) 馬力数の大きい車が郊外の道路を 100km/h で走行した場合

アスファルト舗装……64 dB

コンクリート舗装……67 dB

市街道路に比してデシベル数では目立つほど大きくな

いが、音波の波力でいえばコンクリート舗装はアスファルト舗装よりも 40%ほど大きい。

フランスの技術者たちによれば、人間の耳で感知しうる範囲では、音波の効果は、その波圧の 2 乗に比例するようである。市街地を 55km/h で走行した場合の例でいえば、コンクリート舗装上を走行した場合の騒音のエネルギーはアスファルト舗装の場合の 10 倍になる。

アスファルト舗装が騒音防止の点ですぐれていることは大分以前より知られていた。例えば、1947年にはニューヨークのホーランド・トンネルのグラニティ・ブロック舗装をアスファルトでオーバレイし、騒音を劇的に低下させている。またアスファルトコーチングは建築物において一般に騒音防止材あるいは騒音絶縁材として用いられている。

フランスの技術者たちの研究により、アスファルト舗装は経済的、技術的見地から優れているだけでなく、騒音という現代生活の公害を減ずるのにも非常に役立つことが証明されたのである。

*) 用いられた式は次の通りである。

$$N(\text{dB}) = 20 \log_{10} \frac{P}{P_0}$$

ここに、 N = デシベル数

P = 発生した音波の波圧 (dyne/cm^2)

P_0 = 騒音可能な最小波圧 ($2.10^{-4} \text{ dyne/cm}^2$)

PIGS Around the World ASPHALTOPICS Arou

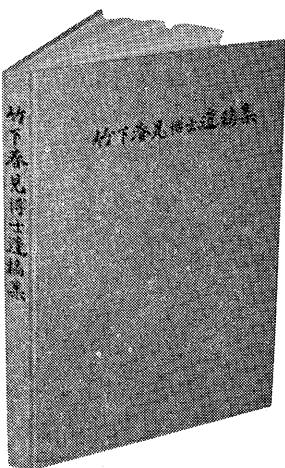


- ☆ 開催当日は前夜からの雨が降り止まず、参加される皆さんのお出足も鈍るのではないかと懸念致しました。ところが――
- ☆ 今回も800名余の方々が全国から御参加頂き、最後まで熱心に御聴講下さいました。
- ☆ 次回は東京以外の適当な都市を選び開催致したいと存じます。開催地、テーマ、講師などについて、皆さんからの御意見御希望をお待ち致しております。

写真説明

- ① 高橋国一郎氏 建設省道路局地方道課長
道路整備計画などについて
- ② 菅原 照雄氏 北海道大学工学部教授
アスファルト舗装の各種設計法
- ③ 久野 悟郎氏 中央大学理工学部教授
土質にからむ諸問題
- ④ 松野 三朗氏 建設省舗装研究室長
アスファルト舗装の施工について
- ⑤ 岸 文雄氏
アスファルト舗装の2～3の問題点
- ⑥ 石田季九夫氏 日本道路公団設計一課長
東名高速道路の施工について
- ⑦ 主催者挨拶 本会 森口会長





☆ 遺稿集の内容 ☆

著書紹介

発表論文一覧表

主要論文（以下その掲載内容）

コンクリート舗装の亀裂について
土質によって路床の支持力は判定できないか
道路の締固め
コンクリート舗装の目地
道路、飛行場の路床、路盤
CBRと他の力学試験との相互関係
人力施工より機械化施工の方がよい
道路構造の安定性について
路床土のサクションと崩解期における強度の減少について
アスファルト系舗装の厚さの設計
寒地道路の路床路盤に関する調査研究
アメリカ便り
アスファルト舗装について (1)～(7)
たわみ性舗装厚設計法の問題点
路面の平坦性
締固めた土の性質と設計CBR
九州道路紀行
路盤材料の強さの表し方
舗装に関連した問題点
路盤の荷重分散効果 (1)～(2)
Load Bearing Capacity of a Base Course
路盤とコンクリート舗装の亀裂
アスファルト舗装要綱について (1)～(2)
舗装構造の荷重分散効果
アスファルト舗装に関する諸問題
軟弱地盤上の舗装に関する一考察
アスファルト舗装に関する対数グラフの応用
アスファルト舗装のCBR法による構造設計に関する2, 3の問題点について
舗装厚指数(SN)について
アスファルト舗装の構造設計に関する考え方
解説アスファルト舗装 (1)～(3)
アスファルト舗装要綱の問題点
遺稿 たわみ性舗装の設計法に関する考え方

刊行にあたって

竹下さんが急逝されて早くも一年の月日が過ぎた。去る者は日々にうとしか云うが、竹下さんの場合には折にふれて、今ここにいらっしゃったならば、と有りし日を思い起すことが多い。とくに舗装要綱などの審議において、若い技術者の諸君達は取りまとめの責任の重大さを思うとき、竹下さんの存在が如何に偉大であったかを考えるに違いない。竹下さんは、わが国の舗装技術が戦後の荒廃から立ち上り、今日の近代的技術を身につけるようになるまでの10数年間を、一筋に舗装技術の研究と応用に専心され、この分野におけるパイオニアとして活躍された。したがって竹下さんの足跡は、わが国近代舗装技術の歴史であるといつても過言ではあるまい。

現在、舗装工事にたずさわる者のほんんどの人々は、大なり小なり、竹下さんの著書、論文から教えを受けたに違いない。その教えは理論的でありながら、他面現場技術者をも引きつける工学的センスに満ちたものであります。ユニークな才気のうかがわれるものであった。

ここに、われわれ有志が竹下さんの遺稿集の作成を意図したのも、わが国の近代舗装技術の歴史を保存し、また将来の多くの技術者が竹下さんの教えを知る機会をもつことに意義があろうと考えたからにはかならない。

なお、遺稿集は既刊の印刷物から複写をとり、これを小数の者が短時日に編集したため、不備な点も少なくないが、竹下さんの竹下流の考え方が、わが国の舗装技術発展の道標として、後世に受けがれることを期待するものである。

竹下春見博士遺稿集編纂委員会

代表幹事 高橋国一郎

竹下春見博士遺稿集 申込み先

東京都千代田区三年町1 日本道路協会内

竹下春見博士遺稿集編纂委員会

実費頒費 800円

社団法人 日本アスファルト協会会員

アスファルトの

御用命は
本会加盟の
生産／販売会社へ

優れた生産設備と研究から
品質を誇るアスファルトが生み出され
全国に御信用を頂いている販売店が
自信を持ってお求めに応じています

定評あるアスファルトの生産／販売会社は

すべて本会の会員になっております

☆メー カー☆

大協石油株式会社
丸善石油株式会社
三菱石油株式会社
日本石油株式会社
シェル石油株式会社
昭和石油株式会社
富士興産アスファルト(株)
出光興産株式会社
共同石油株式会社
三共油化工業株式会社
三和石油工業株式会社
東亜燃料工業株式会社

東京都中央区京橋1の1	(562) 2211
東京都千代田区大手町1の6	(213) 6111
東京都港区芝琴平町1	(501) 3311
東京都港区西新橋1の3の12	(502) 1111
東京都千代田区丸の内2の3	(212) 4086
東京都千代田区丸の内2の3	(231) 0311
東京都千代田区永田町2の1	(580) 0721
東京都千代田区丸の内3の12	(213) 3111
東京都千代田区永田町2の86	(580) 3711
市川市新井41	(57) 3161
東京都中央区宝町2の5	(562) 2986
東京都千代田区竹平町1	(213) 2211

☆ディーラー☆

●関 東

朝日瀝青株式会社
アスファルト産業株式会社
恵谷産業株式会社
富士鉱油株式会社
富士商事株式会社
泉石油株式会社
株式会社木畑商会
三菱商事株式会社
マイナミ貿易株式会社
株式会社南部商会
中西瀝青株式会社
新潟アスファルト工業(株)
日東商事株式会社
日東石油販売株式会社
瀝青販売株式会社
菱東石油販売株式会社
株式会社沢田商行

中央区日本橋小網町2の2
東京都中央区京橋2の13
東京都港区芝浦2の4の1
東京都港区新橋4の26の5
東京都港区麻布10番1の10
東京都千代田区丸の内1の2
東京都中央区西八丁堀4の8の4
東京都千代田区丸の内2の20
東京都港区西新橋1の4の9
東京都千代田区丸の内3の4
東京都中央区八重洲1の3
東京都港区新橋1の13の11
東京都新宿区矢来町111
東京都中央区銀座4の5
東京都中央区日本橋江戸橋2の9
東京都千代田区外神田6の15の11
東京都中央区入船町1の17

(669) 7321	大 協
(561) 2645	シ エ ル
(453) 2231	シ エ ル
(432) 2891	丸 善
(583) 8636	富 士 興 産
(216) 0911	出 光
(552) 3191	共 石
(211) 0211	三 石
(503) 0461	シ エ ル
(212) 3021	日 石
(272) 3471	日 石
(591) 9207	昭 石
(268) 7350	昭 石
(535) 3693	シ エ ル
(271) 7691	出 石
(833) 0611	三 石
(551) 7131	丸 善

社団法人 日本アスファルト協会会員

三徳商事東京営業所
 東新瀬青株式会社
 東京アスファルト株式会社
 東京菱油商事株式会社
 東生商事株式会社
 東洋アスファルト販売(株)
 東洋国際石油株式会社
 東光商事株式会社
 梅本石油東京営業所
 渡辺油化興業株式会社
 京浜礦油株式会社

●中部

朝日瀬青名古屋支店
 株式会社名建商会
 中西瀬青名古屋営業所
 株式会社沢田商行
 株式会社三油商会
 三徳商事名古屋営業所
 新東亜交易(株)名古屋支店
 ピチュメン産業(株)高岡営業所

●近畿

朝日瀬青大阪支店
 枝松商事株式会社
 富士アスファルト販売(株)
 平和石油株式会社
 川崎物産大阪営業所
 松村石油株式会社
 丸和鉱油株式会社
 三菱商事大阪支社
 中西瀬青大阪営業所
 日本建設興業株式会社
 (株)シエル石油大阪発売所
 三徳商事株式会社
 梅本石油株式会社
 山文商事株式会社
 株式会社山北石油店
 北坂石油株式会社
 株式会社小山礦油店

●四国・九州

入交産業株式会社
 丸菱株式会社
 烟礦油株式会社

東京都中央区宝町1の1	(561) 1 5 5 3	昭	石
東京都中央区日本橋江戸橋2の5	(273) 3 5 5 1	日	石
東京都千代田区内幸町2の1の1	(501) 7 0 8 1	共	石
東京都新宿区新宿1の54	(352) 0 7 1 5	三	石
東京都渋谷区渋谷町2の19の18	(409) 3 8 0 1	三共油化	
東京都港区赤坂5の3の3	(583) 8 3 5 3	エッソ	
東京都中央区日本橋本町4の9	(270) 1 8 1 1	大協・三和	
東京都中央区八重洲5の7	(281) 1 1 7 5	三	石
東京都港区麻布10番1の10	(583) 8 6 3 6	丸	善
東京都港区赤坂3の21の21	(582) 6 4 1 1	昭	石
横浜市鶴見区向井町4の87	(52) 0 6 2 1	三	石

名古屋市昭和区塩付通4の9	(851) 1 1 1 1	大	協
名古屋市中区宮出町41の2	(241) 2 8 1 7	日	石
名古屋市中区錦1の20の6	(231) 0 5 0 1	日	石
名古屋市中川区富川町3の1	(361) 3 1 5 1	丸	善
名古屋市中区丸の内2の1の5	(231) 7 7 2 1	大	協
名古屋市中村区西米野1の38の4	(481) 5 5 5 1	昭	石
名古屋市中村区広井町3の88	(561) 3 5 1 1	三	石
高岡市大手町16の8	(3) 6 0 7 0	シエル	

大阪市西区南堀江5の15	(531) 4 5 2 0	大	協
大阪市北区葉村町78	(313) 3 8 3 1	出	光
大阪市西区京町堀3の20	(441) 5 1 5 9	富士興産	
大阪市北区宗是町1	(443) 2 7 7 1	シエル	
大阪市北区堂島浜通1の25の1	(344) 6 6 5 1	昭石・大協	
大阪市北区絹笠町20	(361) 7 7 7 1	丸	善
大阪市東淀川区塚本町2の22の9	(301) 8 0 7 3	丸	善
大阪市東区高麗橋4の11	(202) 2 3 4 1	三	石
大阪市北区老松町2の7	(364) 4 3 0 5	日	石
大阪市東区北浜4の19	(231) 3 4 5 1	日	石
大阪市北区堂島浜通1の25の1	(363) 0 4 4 1	シエル	
大阪市東淀川区新高南通2の22	(394) 1 5 5 1	昭	石
大阪市北区老松町3の45	(393) 0 1 9 6	丸	善
大阪市西区土佐堀通1の13	(441) 0 2 5 5	日	石
大阪市東区平野町1の29	(231) 3 5 7 8	丸	善
堺市戎島町5丁32	(2) 6 5 8 5	シエル	
神戸市生田区西町33	(3) 0 4 7 6	丸	善

高知市大川筋1の1の1	(3) 4 1 3 1	富士・シエル	
福岡市上辻の堂町26	(43) 7 5 6 1	シエル	
北九州市戸畠区明治町5丁目	(87) 3 6 2 5	丸	善

◎アスファルトの御用命は日本アスファルト協会の加盟店へどうぞ◎