

アスファルト

第18巻 第103号 昭和50年11月発行

巻頭	フルデプス・アスファルト舗装のこれから	南雲貞夫	1
改質アスファルトおよびフィラービチューメン			
の粘弾性状について	太田健二・杉本理恵・上原康史		4
石油アスファルトの試験方法について		根来一夫	12
歴青路面処理工法の路床土の分類について		茨木龍雄	13
• 外国文献より •			
長大橋の橋面舗装の特殊工法について		伊吹山四郎	16
	■ 統計資料		23
	■ データシート		33

103

フルデプス・アスファルト舗装のこれから

南 雲 貞 夫*

まえがき

フルデプス舗装の歴史は1930年代にさかのぼるようであるが、最近では1962年頃アメリカで施工され始め、その後ヨーロッパで試験的に採用され、最近ではわが国でも小規模ながら実例が散見されるようになった。フルデプス舗装の利点は今更ここに述べるまでもないが、舗装全厚をうすくできるため、特に地下埋設物の多い都市内道路の打換え工事などにその有用性が期待されている。また、骨材資源の有効利用の観点からも積極的にフルデプス舗装を検討しようとする気運があって、日本アスファルト協会を中心にその設計施工上の問題点が討議されてきた。たまたま本年2月にはフルデプス舗装の設計施工に関する指針の第一次素案がフルデプス分科会によってまとめられ、わが国におけるフルデプス舗装標準化への最初の布石がしかれたわけであるが、フルデプス舗装が今後どのような形でわが国の道路に取り入れられてゆくのか、この辺で考えてみる必要があるかと思われる。

1. フルデプス舗装の設計施工上の問題点

周知のようにわが国のアスファルト舗装は総厚 H と、加熱アスファルト混合物換算厚 T_A とによって構造が規定されている。フルデプス舗装を採用することは、総厚 H の規定を無視するか、あるいは大幅に緩和するかである。フルデプス舗装がアスファルト舗装要綱にすんなりと受け入れられない第一の問題点がここにある。

フルデプス分科会では路床土 CBR に応じて H の取扱いを変えており、 CBR 5未満では H を考慮し、5以上ではドイツなどの実績があることや、施工上も問題がないとして考慮しないことにしている。総厚 H は本来 CBR 設計曲線から由来するもので、粒状材料を主体とする舗装構成の場合には、それだけの総厚を必要としたのである。昭和42年版の現舗装要綱に T_A の思想を導入するに際し、従来の CBR 法の思想を捨てきれないのは、構造設計法が T_A 法へ移行する過渡的な行き方としては当然の処置であり、また同時に合理的な一面を残していた

と考える。

すなわち、 H を規定することにより、低品質材料の下層路盤厚が確保され、したがって路床土 CBR の大小にかかわらず、下層路盤面での支持力は、ほぼある水準付近にあることが期待されるのである。下層路盤は上層路盤施工時のワーキングテーブルとして、上層路盤の締固め度などの確保に寄与している。下層路盤は締固めることによって、その機能が発揮されるセメント安定処理材料などの上層路盤ではとくに重要になる。一方、流し込みによって施工できる捨てコンクリート版には、下層路盤あるいはワーキングテーブルは最小限のもので間に合うであろうし、加熱施工後の温度低下によってスティフネスが増大するアスファルト混合物の場合にも、下層路盤は必ずしも必要ではないかも知れない。しかし、 CBR 値の低い軟弱路床上に直接加熱アスファルト混合物を大量に投入するようなやり方は、われわれの経済観念からは素直に肯定できない性質のものではないだろうか。

フルデプス舗装の構造は T_A によって一義的にきまることになる。現要綱の T_A をそのまま取るか、あるいは他の方法によるかは今後の検討にまつしかないが、弾性理論を応用して構造をきめたドイツの実例などから推測して、要綱 T_A によるのが妥当であり、現時点では止むを得ない方法であろう。今後、實際道路での試験舗装のデータ収集、層構造理論による検討は、 T_A 法一本建となる前提において必要になってくる。

フルデプス舗装に用いるアスファルト混合物の等値換算係数は、どのように決めたらよいのだろうか。厚い層のすべてにおいて、同一の係数値を適用できるとは考えられない。また、積極的に地方産材料を利用しようとする場合に、多様な骨材と粒度に対しても何らかの配慮が必要となろう。

フルデプス舗装の利用価値は、シックリフト工法が採用されなければ半減してしまう。フルデプス舗装の施工上の問題点はとりもなおさずシックリフト工法の問題点である。シックリフト工法では、1層の施工厚を従来のアスファルト安定処理の10cmよりも厚く、15cmあるいはそれ以上の厚さに仕上げようとする施工法である。層厚

* 建設省土木研究所 舗装研究室長

が厚くなければ当然、層の下方では締固め度が低くなるが、このような部分は構造設計で、どのように取扱ったらよいのだろうか。また、支持力の低い軟弱路床上に直接材料を置いた場合、どれだけ締固めが期待できるのだろうか。そして路床上にワーキングテーブルを設けるとしたらどのように設計したらよいのだろうか。

2. 試験施工による検討

シックリフト工法を検討するために非常に小規模な試験施工を行なった。乱されていない関東ローム原地盤上に乱したロームを厚さ40cmに締固め、他方には山砂30cm切込碎石10cmの層を置いてワーキングテーブルとした。加熱アスファルト混合物層は10, 20, 30cmに変え、20, 30cmの場合は、1層仕上げと2層仕上げの各々で施工した。使用したアスファルトは針入度70、軟化点49°Cのもので、混合物温度は156°C前後、気温は約13°C、関東ローム路床、改良路床ではそれぞれ約6°C、10°Cであった。

シックリフト工法の利点のひとつは、混合物層が厚いため、比較的寒冷な時季においても混合物温度が下がらず、十分な締固めを期待できることである。これは利点である反面、欠点でもあって、重交通路線の打換え工事に採用した場合には、交通開放の時期が著しく制約される。締固めた混合物層の表面から5.5cmの深さの温度を測定した結果では、約60°Cに低下するまでの時間は厚さ10cmの場合に約2時間、20cmでは約6時間、30cmでは約8時間を要する。もし、常温の20°C付近に低下するまで放置するとすれば、いずれも15～16時間から20時間以上を要する。したがって、現実にはかなり高い温度のうちに交通に開放し、生じたわだち掘れや不陸は、シックリフト層上に置かれる混合物層によって修正がはかれる。このような場合にはおそらく最小2層の追加舗設が必要になろう。

締固め度は厚さ5cmごとに切断したコアの密度から求めた。1層の厚さ方向の密度分布は、表面から3分の1の付近でもっとも高く、下方は低い。また、1層仕上げでは2層仕上げに比べて締固め度は全般に低く、2層仕上げにおいては、上下層ともに締固め度が、100%を超える部分が少なくないのに反し、99%をわずかに超えるに止まる。とくに30cm 1層仕上げの下縁部では、締固め度は極端に低く、大半のコアは95%前後にあるが、92%付近のものさえある。締固め度に影響する要因として、1層の厚さ、ワーキングテーブルの有無および混合物温度を取上げて検討した。1層の締固め度は厚さ方向、各コアの

密度の平均値から求めた。層の平均締固め度に対して層厚以外の要因は、その効果が明らかでなかった。ワーキングテーブルの有無によって、シックリフト層を置く路床面のたわみ量(ベンゲルマンビーム、5t)は2～3mmから15mm程度まで変化しているが、採取コアの密度に対して、これだけのたわみ量範囲で基盤の支持力の効果が認められなかった。平均締固め度が1層仕上げ厚によって影響を受けることは予期した通りであり、1層厚10cmよりも15cmで高く、20cmになれば10cm厚の場合より低く、30cmではさらに低い。厚さ15cmで最高の平均締固め度が得られており、この辺の厚さが比較的支持力の低いワーキングテーブル上での最適な施工厚であるかも知れない。ただし、締固めに用いたタイヤローラは12t(10～51t)のものであった。

しかし、施工の状況を詳細に見れば、2層仕上げの第1層目には、締固め時に横断方向の転圧クラックが無数に生じており、採取コアの密度は高い値を得たにしても舗装構成層としては、やはり欠陥として指摘されるべきものであろうし、加熱混合物が材料として十分に活かされないことにもなる。転圧クラックの発生は、層厚と基盤支持力によって左右されるようであるが、本試験施工の結果では、転圧クラックを生じない限界の基盤支持力はたわみ量(5t)で、6～10mmの範囲にあるものと推測され、1層厚が20cmを超えれば、10mm以上のたわみ量においても、転圧クラックはほとんど認めることがなかった。フルデブス分科会が指摘するワーキングテーブルの必要性について、路床C B Rが5以上では必要なとする考え方も、このような事例によって理解することができる。

ワーキングテーブルがなければ、2層仕上げとする場合の第1層目は、転圧クラックによって層の効果が低減し、もし、厚層の1層仕上げとするとときは、層下縁部の締固めが不十分となり同様に層の効果は半減する。材料の有効利用の観点からすれば、路床の状況に応じて所要のワーキングテーブルを設け、十分な締固めを確保することが望ましいといえそうである。

ワーキングテーブルが厚くなって、下層路盤に匹敵する層を路床上に設けた場合、フルデブス舗装はすでにその定義からいってフルデブスでなくなってしまう。しかし、ここでは比較的厚いアスファルト混合物層を路盤とする舗装——ディープストレングス舗装というのかも知れないが——をもフルデブス舗装に含めて考えないわけにはいかない。

本来の意味のフルデブス舗装の施工の実例は、わが国

にどれだけあって、また供用性の追跡調査がどれだけ行なわれているのかわからないが、国道16号線には層厚の加熱アスファルト混合物による路盤をもつ舗装（ディープストレングス舗装）が、通常の構成の舗装と並べて施工され、すでに約7年間にわたって追跡調査が行なわれている。この試験舗装は建設省関東地方建設局千葉国道工事事務所と土木研究所の共同研究として、昭和43年度に始まり現在は関東技術事務所が調査を担当している。

現地は関東ローム地盤で、1 m前後の切盛があったため、支持力の均一化をはかって全延長にわたり山砂を厚さ50cmに敷いて改良路床とした。下層路盤は厚さ40cmの切込碎石とし、上層路盤には11工種を採用した。基層表層は合計10cm厚である。ディープストレングス舗装は各延長40m、20工区のうちのひとつに取り入れたもので、山砂層の上には下層路盤を置かず、単に施工性の改善のために、わずかに厚さ5cmの切込碎石を敷き、上層路盤として厚さ25cmの加熱アスファルト安定処理層を施工した。表層基層を含めた加熱アスファルト混合物の厚さは合計35cmになる。加熱アス安定の等値換算係数を0.8としたときTAは約31、同じTAの通常の舗装構成に比べて、下層路盤厚に相当する35cmだけ総厚がうすくなっている。

試験舗装全般について、まだ注目すべき破壊が見受けられない。一部にき裂の発生があるが、路盤工程の耐久性に関して比較検討するまでに至っていない。したがってディープストレングス舗装の供用性を評価するのも時期尚早の感はあるが、7年を経過してもなお欠陥らしいものが見当たらないのは事実である。ほぼ同一のTAをもつ舗装構成で加熱アスファルト安定の上層路盤が厚さ10cm、および15cmの区間（TAはそれぞれ28、32）の区間と路面たわみ量（4.1t）を比較すれば、一方が年間を通して0.35～0.6mm、0.2～0.45mmであるのに対し、ディープストレングスでは0.3～0.5mmと両者の中間にあり、たわみ量に対しては総厚よりも安定処理路盤の効果の大きいことがわかる。

これらのたわみ量の差は今後長期間のあいだには、舗装の耐久性に対して何らかの影響のあることが予想されるが、少なくともこの試験舗装におけるディープストレングス舗装は、通常の構成のものに比べて遜色がないというよりも路面の視察評価ではもっともすぐれた舗装構成に属していると言えそうである。

3. フルデプス舗装の利用

セメントなどで山砂や砂利を処理して下層路盤などに用いることは、舗装の耐久性向上に、また地方産材料の

有効利用にきわめて効果的な手段である。結合材あるいは安定材として、セメントの代りにアスファルトを用いた結果がフルデプス舗装であって、欧米の施工例でも碎石以外の材料が骨材として用いられている。わが国で砂利などの骨材が容易に入手しうるのは、ごく一部の地方に限られようし、シルト分の多い骨材を加熱混合によってアスファルトで処理することが、果して経済的に見合うかどうかは甚だ疑問である。施工性を考えれば、おそらく非塑性で粗粒分も多い選択された材料しか用いられないことになるう。

したがって、切込み碎石に山砂などを加えて処理したもので、表層・基層用アスコンに劣らない品質の混合物がフルデプス舗装の一般的な材料となろう。このような良質であり安くはない材料は、ある程度の支持力がある基盤上で十分に締固められることが要求される。軟弱な路床上にシックリフトで施工し、密度の低い混合物層を作ることによれば、かなりのメリットがあるのか慎重に検討してみなければならない。

わが国のフルデプス舗装は形を変えてディープストレングス舗装になりそうである。ディープストレングス舗装は、フルデプス舗装ほどではないにしても、舗装総厚の低減には勿論有効に利用できるであろうし試験舗装の例によればTA 32の舗装で厚さ35cm分の碎石を用いずに済むだろうというわけである。フルデプス舗装は新設舗装の場合よりも、修繕工事においてその特長が活かされる。

既設舗装の打換え厚の低減は、地下埋設物のある箇所ばかりでなく、掘削残土の処理が困難な大都市周辺では特に考慮されるべき問題である。シックリフト工法の採用は早期の交通開放をせまられる場所では大きなメリットとなりにくい、一般には工費の節減、工期の短縮につながるものと思われる。

あとがき

舗装構成層のすべてをアスファルトで固めたものがフルデプス舗装である。粒状材料をアスファルトの代りにセメントで固めることによって、舗装総厚の低減は可能である。軟弱地盤を除いて、ある程度のワーキングテーブルがあれば、セメント安定処理機の締固めに支障はないであろう。舗装構成層のすべてを安定材で固める広義のフルデプス舗装の適用性についても、場合場合に応じて検討して行くべきであろうし、アスファルトのフルデプス舗装は、そのメリットを十分確認したうえで積極的に採用して行くことが、今後の発展のためにはぜひとも必要である。

改質アスファルトおよびフィラービチューメンの粘弾性状について

太田 健二* 杉本 理恵**
上原 康史

1. はじめに

近年、重車輦交通の増加および走行の高速化にともない、アスファルト舗装体の破壊の促進がみられ、その防止の手段として、改質アスファルトを舗装用結合材として使用する試みがなされ、また、それにともない、改質アスファルトに関する研究が重要視され、これまでもいくつかの報告がなされている^{1) 2)}。このように舗装の破壊防止のために、アスファルトの改質が不可欠であるということは、アスファルト混合物の力学的挙動が使用アスファルトの性状に強く依存するという従来の研究結果に基づいている^{3) 4)}。

しかしながら一方ではまた、アスファルト混合物の挙動が骨材、砂の種類および形状、あるいは粒径分布などの影響を受け、かつ使用アスファルトが地表面積の大きい細粒分を包括した形で、骨材、砂の結合材としての役割を果たすという観点から、フィラービチューメンの特性およびそれと混合物の挙動との対応性に関する研究がなされてきた^{5) 6)}。同時にフィラービチューメンがアスファルトを分散媒とし、フィラーを分散質とする一つのコロイド分散系であるために、それは分散系に関する研究の中でも取扱われてきた⁷⁾。

これまでの研究結果から、アスファルトへの改質ポリマー、あるいはフィラーの添加は、アスファルトをより粘稠にし、かつコロイド的によりゲル型にし、感温性を低下させることが明らかにされた。しかしながら、ポリマーとフィラーとではアスファルト中での分散状態、アスファルトに対する作用が異なり、改質アスファルトとフィラービチューメンとではその性状に何らかの相違が期待される。またこれまでのフィラービチューメンに関する研究においては、ベースビチューメンとしてストレートアスファルトが用いられてきたが、舗装体に改質アスファルトが使用された現在、改質アスファルトをベースビチューメンとした改質フィラービチューメンに対する研究も必要となってくる。

以上の観点から、本報告は改質アスファルトとフィラービチューメンの粘弾性状について、およびベースにストレートアスファルトを用いたフィラービチューメンと改質アスファルトを用いたフィラービチューメンの粘弾性状について、それぞれ比較検討を試みたものである。

2. 実験

2-1 試料

ストレートアスファルト60~80をベースとして、表-1に示す20種の試料を作成した。改質用として、二種のポリマーを用い、フィラーには炭酸カルシウム 0.074passのものを用いた。

試料は大きく5つの系列に分割され、第1系列、第2系列はそれぞれポリマーⅠ、ポリマーⅡを用いた改質アスファルトであり、第3系列はストレートアスファルトをベースにしたフィラービチューメン、第4系列、第5系列はそれぞれポリマーⅠ、ポリマーⅡを用いた改質アスファルトをベースにしたフィラービチューメンである。

改質アスファルトとフィラービチューメンの性状比較には、第1、第2系列と第3系列の試料が、ベースがストレートアスファルト、そして改質アスファルトのフィラービチューメンの性状比較には、第3系列と第4、第5系列の試料が使われた。

2-2 針入度の時間係数測定

P. I. と共にアスファルトのコロイド性評価の指標となる針入度の時間係数、B値を決定するために、針入度をレコーダーに連続的に記録させる自記記録針入度計を用い、長時間にわたり針入度を測定した。測定温度は25°C、荷重100gr、針入度測定範囲は最大 230、測定時間は 210秒までとした。

2-3 曲げ試験⁸⁾

棒状試料の両端を単純支持し、中央載荷方式で定歪速度で曲げ試験を行ない、破壊時の曲げ強度を温度に対してプロットすると山型のカーブが得られる。

* 日産化学工業(株)技術部

** 中央研究所

表-1 試 料

系列	試料番号	ベース アス	改質ポリマー		フィラー (体積濃度)	針入度	軟化点 (°C)	P. I.	備 考
			I	II					
第1系列	1-1	st. Bs. 60~80		(%)		60	48.0	-1.33	
	1-2	"	3	(%)		57	51.5	-0.52	
	1-3	"	6			54	55.5	0.27	
	1-4	"	10			62	62.0	2.00	
第2系列	2-1	"				60	48.0	-1.33	No. 1-1と同じ
	2-2	"		3		50	54.0	-0.20	
	2-3	"		6		48	67.5	2.30	
	2-4	"		10		40	84.0	4.25	
第3系列	3-1	"				60	48.0	-1.33	No. 1-1と同じ
	3-2	"			0.27	36	54.0	-0.91	
	3-3	"			0.43	21	69.5	0.80	
	3-4	"			0.52	12	93.0	2.80	
第4系列	4-1	"	3			57	51.5	-0.52	No. 1-2と同じ
	4-2	"	3		0.27	33	57.0	-0.57	
	4-3	"	3		0.43	24	71.5	1.40	
	4-4	"	3		0.52	16	99.0	4.00	
第5系列	5-1	"		3		50	54.0	-0.20	No. 2-2と同じ
	5-2	"		3	0.27	24	62.5	-0.07	
	5-3	"		3	0.43	12	75.5	0.68	
	5-4	"		3	0.52	10	98.0	3.03	

温度変化に対し、強度が増加する領域では、破断歪が極めて小さい脆性破壊を示し、強度が減少する領域では、破断歪が大きく延性破壊を示す。それ故に境界温度は曲げ脆化点といわれ、アスファルトが脆化しはじめる温度とみなされる。ただし、この脆化点は物質に固有の定数ではなく、測定時の歪速度により変動するものである。

本実験では、島津製オートグラフ (IS-2000型) を用い、歪速度 $1.4 \times 10^{-2} \text{ sec}^{-1}$ の条件のもとに曲げ試験を行ない、各試料の脆化点を決定した。試験温度は、 -15°C ~ 10°C の間の6点、試料形状は $20 \times 20 \times 120 \text{ mm}$ 、スパン長 100 mm であった。

2-4 粘性係数の歪速度依存性測定

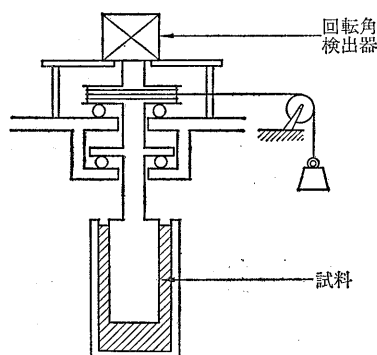
粘性流体のもつ粘性係数には大別して2つのタイプがある。1つは、水、アルコールなどのように、それが測定時の応力あるいは歪速度に依存せず、温度によってのみ規定される一定値を示すニュートン粘性であり、もう1つは高分子濃厚溶液にみられるように、それが歪速度(応力)に依存してしまう非ニュートン粘性である。

アスファルトは、非ニュートン粘性型に属し、歪速度(応力)の上昇に伴い、アスファルトのゲル構造の破壊が進行し、それにつれて粘性が低くなることによると解釈されている。

アスファルトは粘弾性体であり、粘性体としてのふるまいのほかに、弾性的挙動も示す。アスファルトの力学的挙動は、ほぼ4要素モデル(瞬間弾性、遅延弾性、定常流動)で説明できるとされている。本実験ではアスファルトの定常流動における粘性係数の歪速度依存性を、図-1に示す同軸二重円筒回転型・内円筒回転方式(Stomer型)粘度計を用いて測定した。

測定温度は 25°C 、測定応力範囲は $10^3 \sim 10^6 \text{ dyne/cm}^2$ 、対応する歪速度は、最小 10^{-6} sec^{-1} 、最大 10^{-1} sec^{-1} であった。

図-1 粘度計



2-5 スティフネス定数測定

物体に一定応力を加え、時間の経過に伴う歪の変化を測定するのがクリープ試験であるが、その際の歪と応力の比をクリープコンプライアンス $J(t)$ といい、またその逆数をスティフネス定数、 $S(t)$ という。

$$S(t) = \frac{1}{J(t)} = \frac{\sigma_0}{\varepsilon(t)} \quad (1)$$

(1)式からもわかるように、 $J(t)$ 、 $S(t)$ はそれぞれ応力を加えたときの材料の変形のしやすさ、およびしに

くさを表わす定数としての意味をもつ。

同時に、後に述べるようにアスファルトのような粘弾性体では、これらの定数の時間に対する変化の割合は、変形に対する弾性の寄与の割合を示す。

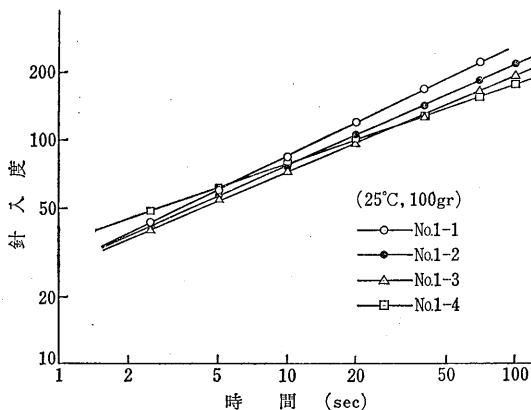
$J(t)$ あるいは $S(t)$ の測定によりアスファルトの粘弾性状を評価する場合には、通常、時間—温度換算則をもとに非常に広い時間範囲で、これらの定数を観測する方法がとられるのだが、本実験では、温度 25°C 、時間 $5\text{ sec} \sim 2 \times 10^3 \text{ sec}$ の狭い時間範囲で測定されたスティフネス定数 $S(t)$ をもとに、試料の変形のしやすさ、粘弾性状について評価した。なお、測定装置として図—1 に示した回転型粘度計を用いた。また、測定時の応力をすべての試料について $5 \times 10^{-3} \text{ dyne/cm}^2$ と一定にした。

2—6 応力緩和試験

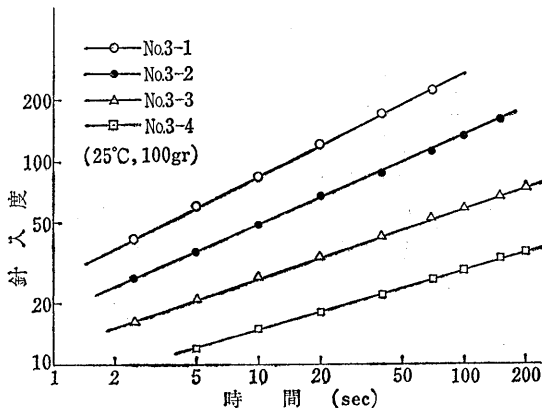
物体に瞬間的に歪を与え、その歪を一定に保ったまま時間の経過に伴う応力の変化（緩和）を測定するのが応力緩和試験である。

粘弾性体では、瞬間弾性および定常流動の存在が応力

図—2 針入度と時間との関係（第1系列）



図—3 針入度と時間との関係（第2系列）



の緩和を引き起こすわけだが、マックスウェルモデルで示される粘弾性体およびアスファルトのような4要素モデルで示される粘弾性体において観測される応力 σ の初期応力 σ_0 に対する比 σ/σ_0 は、それぞれ(2)式、(3)式で表わされる。

$$\frac{\sigma}{\sigma_0} = \exp\left(-\frac{t}{\tau}\right) \quad (2)$$

$$\frac{\sigma}{\sigma_0} = A \exp\left(-\frac{t}{\tau_1}\right) + B \exp\left(-\frac{t}{\tau_2}\right)$$

(ただし $A + B = 1$)

これらの式の定数 τ , τ_1 , τ_2 の性質から、粘弾性体において弾性的挙動のより強いものほど、応力比 σ/σ_0 の低下の速度はにぶくなる。すなわち応力の緩和速度は、粘弾性体の力学的挙動に対し、弾性がどの程度の寄与をするかということの尺度となる。

以上述べたように、応力緩和試験は、瞬間的に一定歪を与え、応力の緩和をみる試験であるが、本実験で行なった応力緩和試験では、試験装置の関係から、一定歪(0.2)を与えるまでに、ある時間(2秒)を要した。このような場合、本来の応力緩和試験に比し、初期応力 σ_0 は異なるが、応力比 σ/σ_0 は(2)式、(3)式と同様の形で示される。そこで取扱い上の違いはないものとみなし、本実験で行なった応力緩和試験結果から、試料の粘弾性状を評価した。

測定装置は島津製オートグラフ (IS-2000型)、測定温度は 10°C 、および 25°C 、試料濃度はダンベル型で、引っ張り部分の長さは 40 mm 、厚さ 7 mm であった。

3. 実験結果および考察

従来の研究結果と同様、本実験に使われた試料のいずれの系列においても、表—1 に示すように、改質ポリマー、フィラーの添加量が増すにつれ、針入度指数 $P.I.$ が高くなる。すなわちアスファルトの改質、フィラーの添加は、いずれもアスファルトの感温性を低下させ、非ニュートン性を強くし、変形に対する弾性の寄与をより大きくすることが期待される。

3—1 針入度の時間係数によるコロイド性評価

長時間にわたる針入度測定結果の一例を、図—2、図—3 に示す。図に示した結果と同様、いずれの試料においても針入度の対数と時間の対数とは良好な直線性を示した。

いま、針入度計を同軸円筒落下型粘度計とみなしたとき、アスファルトの針入度は(4)式で表わされる。

$$P = k \cdot t^{\frac{1}{n+1}} \quad (4)$$

ここで、 k は荷重、温度、容器・針の径によって規定

される定数である。(4)式は、針入度 P が時間 t に対し、 $\frac{1}{n+1}$ 乗の割合で変化することを示し、この $\frac{1}{n+1}$ が時間係数、 B 値とよばれる。ここで n に、アスファルトの流動曲線 ($\sigma-\dot{\epsilon}$ 曲線) が、Ostwaldt の式(5)式で表わされるとしたときの係数は n である。

$$\sigma^n = k \cdot \dot{\epsilon} \quad (5)$$

すなわちニュートン流体においては、 $n=1$ であり、それ故に時間係数は 0.5 である。アスファルトは非ニュートン流体であり、一般に $n>1$ である。それにともない時間係数は 0.5 より小さな値をもち、 n が大きいほど、すなわち、非ニュートン性が強いほど、時間係数は小さくなる。

いま、(4)式の両辺の対数をとると、 $\log P - \log t$ は直線関係となり、その傾きが、時間係数を示す。

本実験結果は、 $\log P - \log t$ の良好な直線性を示している。この直線の傾きから決定された時間係数を図-4に示す。いずれの系列においても、改質ポリマーあるいはフィラー濃度の増加につれ時間係数が低下する。すなわち、ポリマーによる改質も、フィラーの添加（ベースアスが、ストレートアスファルト、改質アスファルトによらず）も、アスファルトをよりゲル型にし、非ニュートン性を強くする効果をもつ。これはポリマー改質、フィラーの添加により $P. I.$ が高くなり、よりゲル型になるということに対応している。

3-2 曲げ脆化点による感温性の評価

曲げ試験結果の一例を、図-5、図-6に示す。図に示すように、温度に対する曲げ強度の関係は、いずれの試料においても山型の曲線となった。しかし、ポリマーの添加に対しては（第1系列、系2第列）、図-5に示すように添加量の増加にともない、脆化点の低下が見られたがフィラーの添加に対しては（第3～第5系列）、図-6に示すように、脆化点は添加量の増加につれ一定の変化をせず、ほとんど同様な値を示した。

多数の試料間で、軟化点は等粘度 (1.2×10^4 poise) 温度と解釈されているが、この曲げ脆化点も等コンシステンシー温度と考えられている。それ故に、軟化点と脆化点の温度差の大きさは、アスファルトのコンシステンシーの温度による変化の程度、すなわち感温性を示すことになる。

本実験に用いた試料の感温性を評価するために、軟化点と脆化点の温度差をポリマー、フィラーの添加量に対し示すと、図-7が得られる。いずれの系列においても、添加量の増加にともない、温度差が大きくなり、感温性が低下する。すなわち、アスファルトのポリマーによる

図-4 ポリマー、フィラー濃度と時間係数との関係

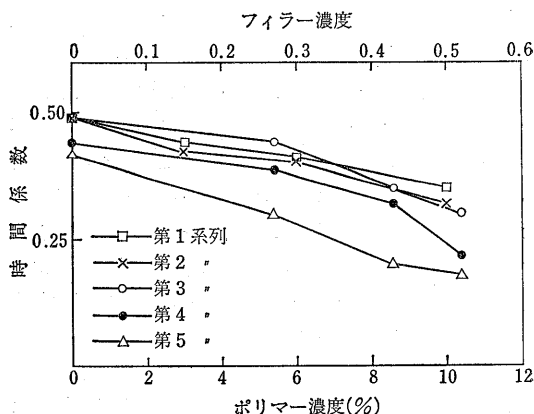


図-5 温度と曲げ強度との関係（第1系列）

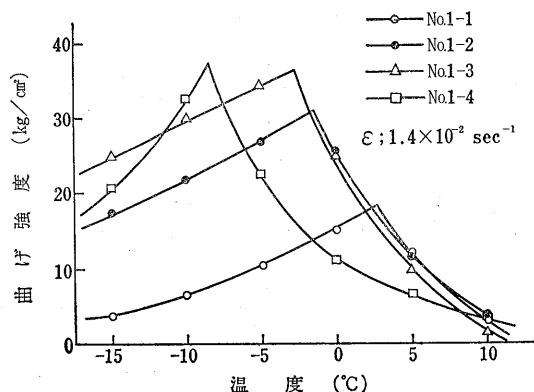
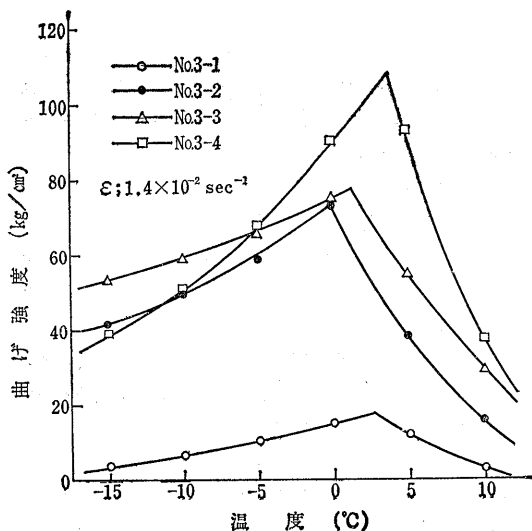


図-6 温度と曲げ強度との関係（第3系列）



改質も、フィラーの添加も、アスファルトの感温性を低下させる効果をもつ。

一方、前述したポリマー濃度の増加につれ脆化点が低下したのに対し、フィラー濃度の増加については、脆化点がほとんど変動しなかったということは次のように解釈される。ポリマーによる改質の場合には、添加濃度が増すにつれ、軟化点は高くなり、脆化点は低くなる。それは、温度に対するコンシステンシーのカーブを描くとそれぞれの濃度の試料についてのカーブが、軟化点と脆化点の間でいずれも交差していることによる。これは、25°C の針入度がポリマー改質により、それほど大きくは低下しないことによって推定される。

一方、フィラー添加の場合には、添加濃度の増加につれ、軟化点は上昇するが、脆化点はほとんど変わらない。これは先に述べた温度に対するコンシステンシーのカーブの交点がほぼ脆化点近傍あるということである。それ故に、フィラーの添加が増すにつれ 25°C の針入度が大きく低下しているのである。

3-3 粘性係数の歪速度依存性による非ニュートン性評価

粘性係数の歪速度依存性測定結果の一例を図-8、図-9に示す。図に示した結果と同様、いずれの試料においても、歪速度の上昇につれ粘性係数の低下がみられた。一般的に、ポリマーおよびフィラーの濃度が増すにつれ、粘性係数の絶対値は高くなり、かつ、歪速度の上昇に伴う、粘性係数の低下も大きくなる。いま、アスファルトの流動曲線が(5)式で表わされるとしたときに、(5)式における係数 n が大きいほど、歪速度 $\dot{\epsilon}$ (あるいは応力 σ) の上昇にともなう粘性係数の低下は大きい。

この係数の逆数 $1/n$ を複合流動度、 C 値といい、この値をもって、アスファルトの非ニュートン性は議論される。(すなわち、 C 値が小さいほどアスファルトの非ニュートン性は強い)。

本実験における測定時の応力と観測された歪速度から(5)式を用いて、それぞれの試料の複合流動度を決定した結果を図-10に示す。いずれの系列においても、ポリマーあるいはフィラー濃度の増加に伴ない、複合流動度は小さくなる。

すなわち、アスファルトのポリマーによる改質、フィラーの添加はいずれもアスファルトの非ニュートン性をより強くする効果をもつ。

3-4 スティフネス定数による粘弾性状の評価

スティフネス定数測定結果の一例を図-11、図-12に示

図-7 ポリマー濃度、フィラー濃度と軟化点、脆化点の温度差との関係

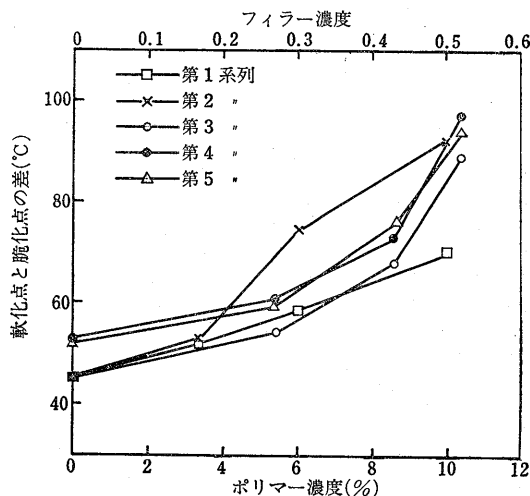


図-8 粘性係数の歪速度依存性 (第1系列)

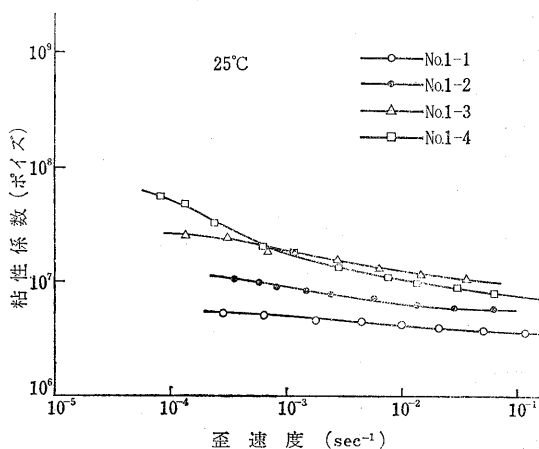


図-9 粘性係数の歪速度依存性 (第3系列)

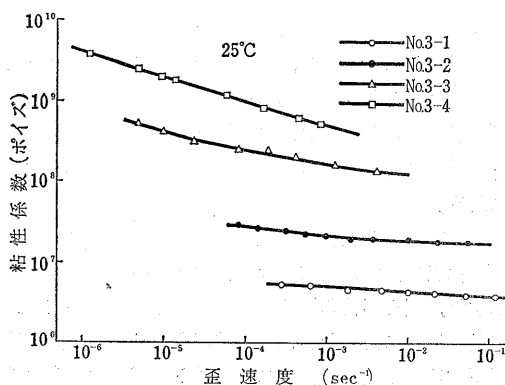
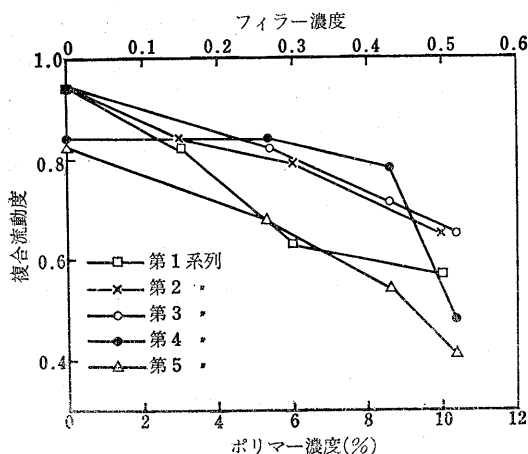


図-10 ポリマー、フィラー濃度に対する複合流動度



す。図に示されているようにあらゆる試料において、スティフネス定数は時間とともに低下する。また、この時間範囲では、すべての系列について、ポリマー、フィラー濃度の増加につれ、スティフネス定数は大きくなり、一定応力に対し変形しにくいものとなっている。

いま、アスファルトの力学的挙動が、瞬間弾性(G_1)、遅延弾性(G_2, η_2)、定常流動(η_3) からなる4要素モデルで表わされるとすれば、一定応力下におけるスティフネス定数と時間との関係は(6)式で表わされる。

$$S(t) = \left\{ \frac{1}{G_1} + \frac{1}{G_2} \left(1 - e^{-\frac{G_2 t}{\eta_2}} \right) + \frac{t}{\eta_3} \right\}^{-1} \quad (6)$$

ここで、(7)式が成り立つような極めて短い時間範囲では、 $1/G_1$ が支配的になり、 $S(t)$ はほぼ一定値、 G_1 に近い値をもつ。

$$\frac{1}{G_1} \gg \frac{1}{G_2} \left(1 - e^{-\frac{G_2 t}{\eta_2}} \right) + \frac{t}{\eta_3} \quad (7)$$

一方、(8)式が成り立つような長い時間が経過した後では、 t/η_3 が支配的になり、 $S(t)$ はほぼ η_3/t に近い値をもつ。

$$\frac{t}{\eta_3} \gg \frac{1}{G_1} + \frac{1}{G_2} \left(1 - e^{-\frac{G_2 t}{\eta_2}} \right) \quad (8)$$

それ故にスティフネス定数 $S(t)$ と時間 t との対数関係をとると、その曲線は時間の短いところでは、傾きゼロの直線となり、時間の経過にともない、接線の傾きが負の方向に大きくなり、最終的には傾き-1の直線となる。

ここで、(8)式に注目すると、 G_1, G_2 が小さく、 η_2, η_3 が大きいものほど、すなわち弾性的挙動の強いものほど、 $\log S - \log t$ 曲線の接線の傾きが、-1に接近する時間は長くなり、その逆、すなわち、粘性流体的挙動

図-11 スティフネス定数 (第1系列)

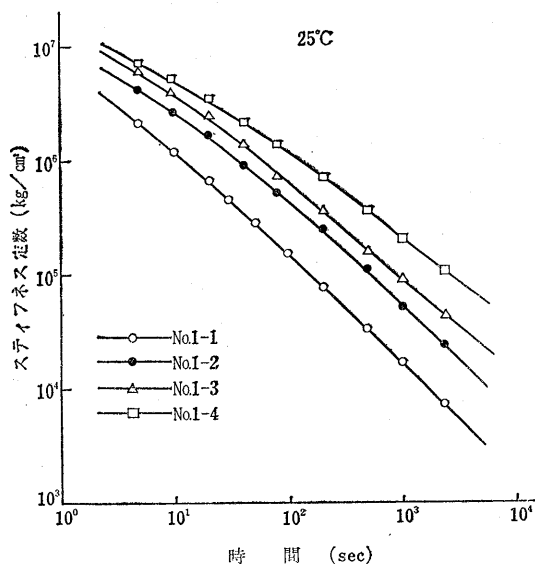
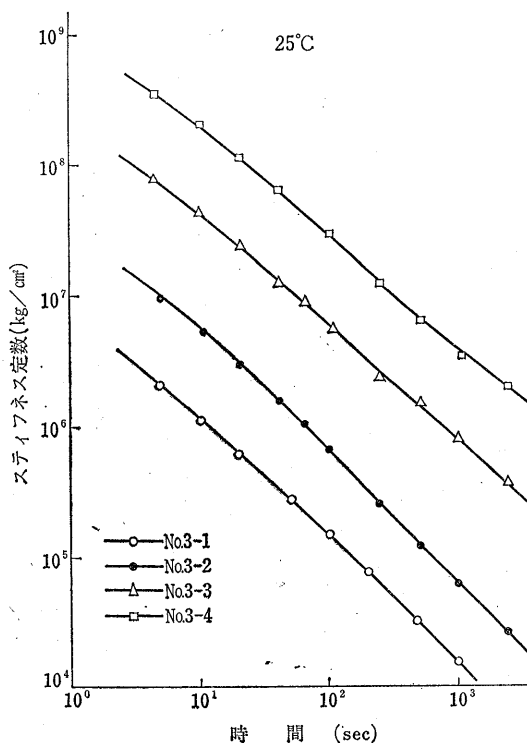


図-12 スティフネス定数 (第3系列)



の強いものほど、その時間は短くなる。逆にいえばある固定された時間の $\log S - \log t$ 曲線の接線の傾きが-1に近いものほど粘性的挙動が強く、ゼロに近いものほど弾性的挙動が強いといえる。

いま、本実験で得られた $\log S - \log t$ 曲線の $10^2 \sim$

10^3 sec における接線の傾きの平均値をすべての試料について決定した結果を図-13 に示す。一般的に、ポリマーおよびフィラー濃度の増加にともない、接線の傾きは-1 から離れる。ただ、その-1 からのずれは、フィラー添加のものよりも、ポリマーによって改質したものがより大きい傾向にある。

いずれにせよ、アスファルトのポリマー改質、あるいはフィラーの添加はアスファルトの弾性的挙動をより強くする効果をもつといえる。

3-5 応力緩和試験結果による粘弾性状の評価

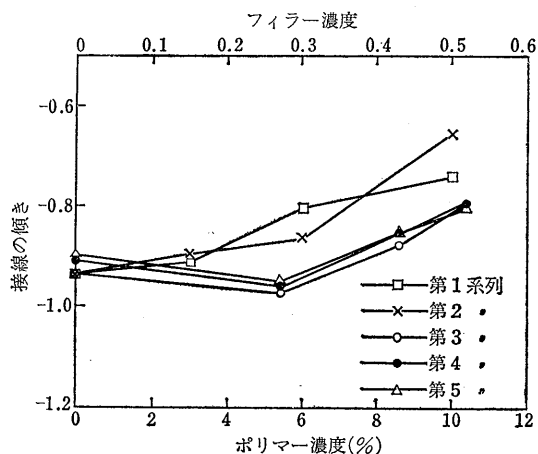
応力緩和試験結果の一例を、図-14、図-15に示す。いずれの試料についても図にみられるように時間の経過にともなう応力の緩和がみられたが、第1系列、第2系列において、図-14に示されているように、ポリマー濃度の増加につれ、応力の緩和はにぶくなるのに対し、第3～第5系列においては、図-15に示されているように、応力の緩和の速さは、フィラー濃度にはほとんど依存しない。

粘弾性体の応力緩和性状は通常、応力比が、 $1/e$ になる時間、すなわち、緩和時間 τ をもって評価される。また、4要素モデルで表わされる粘弾性体では、(3)式に示されているように2つの緩和時間が存在するので、応力比が2つの弾性定数の比の平方根 $\sqrt{E_2/E_1}$ に低下する時間を特性緩和時間とし、その性状が評価されている。

本実験では弾性定数 E_1 、 E_2 の決定ができなかったので、応力比が 0.1 になる時間を特性時間とし、応力緩和性状を評価した。これを図-16に示す。

図はポリマー濃度が増加するにつれ、特性時間が上昇するが、フィラーの添加に対しては、それがほとんど変

図-13 $10^2 \sim 10^3 \text{ sec}$ における $\log S - \log t$ 曲線の接線の傾きの平均値



化しないことを示している。特性時間が長くなる、すなわち、応力の緩和の速さがにぶくなるということは、2-6項にも記したようにより弾性的挙動が強くなるということである。それ故に、この応力緩和試験結果は、アスファルトのポリマー改質は、アスファルトにより弾性をもたせるが、フィラーの添加は、アスファルトの弾性にほとんど影響を与えないということを示している。しかしながらこの結果は先のスティフネス定数測定の結果と矛盾する。

このくい違いは、測定時の歪速度の違いによるものと思われる。スティフネス定数測定の際の歪速度は $10^{-6} \sim 10^{-4} \text{ sec}^{-1}$ と極めて小さく、応力緩和試験における歪速度は、 10^{-1} sec^{-1} (一定歪を与える際の歪速度) と大きい。フィラー添加の試料は、ポリマー添加の試料に比べそのゲル構造がより小さな歪速度で破壊されてしまうために、応力緩和試験のような大きな歪速度の測定では、アスファルトの弾性に対する影響がみられないのではないかと考えられる。

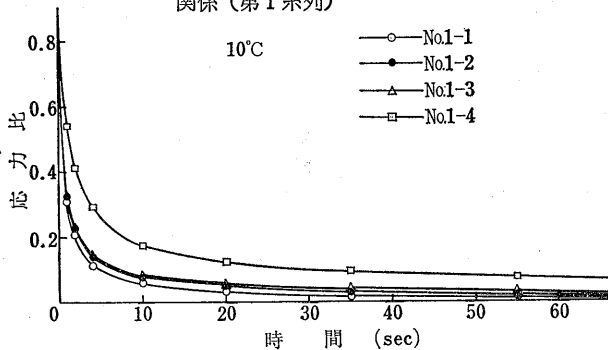
以上のように応力緩和試験結果から、大きな歪速度において、アスファルトのポリマー改質は、弾性的挙動をより強くする効果をもつが、フィラーの添加は、アスファルトの弾性にほとんど影響しないという結果が得られた。なお、 25°C の測定結果は 10°C の結果とほとんど違いがなかった。

以上本実験で得られた結果について検討を加えた。試料のもつ針入度指数 $P. I.$ から期待されたように、アスファルトのポリマーによる改質も、アスファルトへのフィラーの添加 (ベース・アスファルトが、ストレートアスファルト、改質アスファルトによらず) も、アスファルトをよりゲル型にし、感温性を低下させ、粘性の非ニュートン性を強くし、変形に対する弾性の寄与をより大きくする。ただ、歪速度の大きな領域での観測では、フィラーの添加は、アスファルトの弾性にあまり影響を与えない傾向にある。

アスファルトの粘弾性状を簡便に推定できる定数として、 $P. I.$ あるいは時間係数、 B 値が従来から重要視され、本実験に用いられた試料の粘弾性状も、それぞれの系列において、これらの定数と一定の対応性をもっている。しかしながら、すべての系列にわたって、すなわち改質アスファルトもフィラービチューメンもひっくりめた形で、 $P. I.$ あるいは B 値がその粘弾性状を決定する定数となり得るかどうかという問題がある。

本実験で用いられた試料の $P. I.$ あるいは B 値に対する、複合流動度、応力緩和における特性時間といったものの関係をみると、各々の系列については、一定の相関

図-14 応力緩和試験における応力比と時間との関係 (第1系列)



を持っているが、すべての系列にわたってこれを見るとそれほど強い相関性はない。これから改質アスファルトもフィラービチューメンもすべて含めた形で、その粘弾性状をP. I., B値といった定数から判断し、比較することは、多少危険であるといえる。

いま、特殊ポリマーを用いた改質アスファルトに対し同じ実験を行なったところ、P. I. +1.6であるのに対し、複合流動度は0.40、特性時間は、260秒、 $\log S - \log t$ 曲線の接線の傾きは、 -0.58 と本実験で用いられたいずれの試料よりも、非ニュートン性、弾性的挙動が強いという結果が得られた。これは単にP. I.やB値をもって、アスファルトの粘弾性を記述できないということに対するうらづけとなる。

4. 結論

- (1) アスファルトのポリマーによる改質も、アスファルトへのフィラーの添加も、アスファルトをよりゲル型にし、感温性を低下させ、非ニュートン性を強くし、変形に対する弾性の寄与をより大きくする。ただし、フィラー添加よりもポリマーによる改質の方が、変形への弾性の寄与については、より強い効果をもつ。
- (2) 改質アスファルトへのフィラーの添加は、ストレートアスファルトへのフィラーの添加と同様な効果をもつ。しかし、曲げ試験から得られる脆化点はベースがストレートアスファルトの場合、殆んど変化がないのに対し、ベースが改質アスファルトの場合は、ポリマー濃度の上昇に伴ってより低温側に移動する。
- (3) 改質アスファルト、フィラービチューメンをひっくりめてその粘弾性状を、針入度指数P. I., 針入度時間係数B値から判断するのは危険が伴う

参考文献

- 1) 飯島, 石油誌, Vol.15, No. 5 (1972)

図-15 応力緩和試験における応力比と時間との関係 (第3系列)

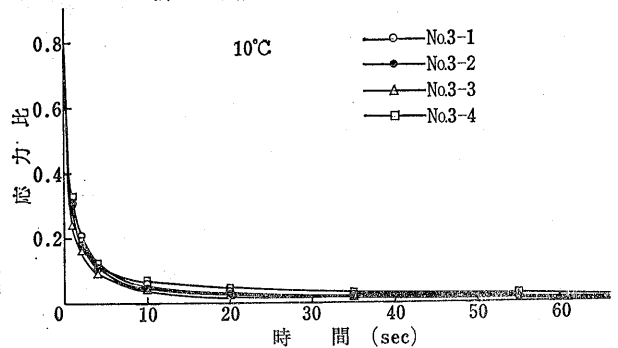
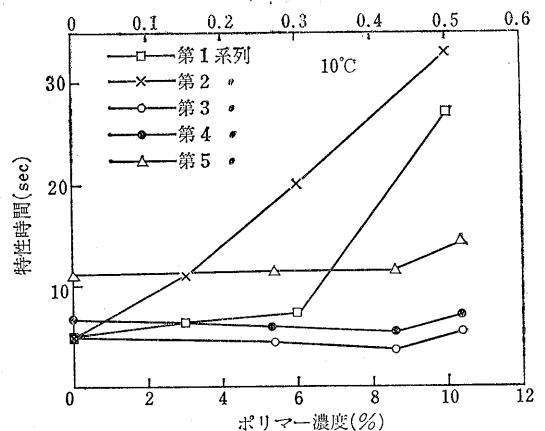


図-16 ポリマー、フィラー濃度と特性時間の関係



- 2) ダウンズ, 牛尾, アスファルト Vol.16, No.94 (1973)
- 3) 笠原, 菅原, 石油誌 Vol.15, No.11 (1972)
- 4) 太田, 山内, アスファルト Vol.14, No.82 (1971)
- 5) 飯島, 石油誌 Vol. 8, No.10 (1965)
- 6) 小山, 河野, 高橋, 臼井, 土木技術資料 4-2
- 7) W. Heukelon and P. Wijga Proceedings of the Association of Asphalt Paving Technologist, Vol.40 (1971)
- 8) 森吉, 上島, 菅原, 土木学会論文集 No.210 (1972)
- 9) 高分子レオロジー委員会編, “レオロジー測定法” 7, ペネトロメータ P.129

追記

本報告書は、報告書「フィラービチューメンに関する研究」と、のちに行なった改質アスファルトの粘弾性状に関する研究をつなぎ合わせ、結果を比較検討したものである。

なお、フィラービチューメンに対しては次の実験をやり直した。

- (1) 時間係数測定
- (2) 粘性係数の歪速度依存性 (Cv, 0.43, 0.52 のものについて)

石油アスファルトの 試験方法について

根来一夫*

石油アスファルトの需要は年間 400万屯を超え、その品質保証に関する重要性はアスファルトメーカーにとって等しく認識するところであり、アスファルト協会の試験法分科会として品質規格のものさしとしてより精度の高い試験方法の確立と J I S として未判定の試験方法の開発に鋭意取り組んでおります。その仕事は地味ですが極めて大切なことであり、委員ひとりひとりが分科会のもつ意味の深さを認識して活動しております。

工業技術院の委託を受けて現在、軟化点、伸度、四塩化炭素可溶分の試験方法の改正案を確立するための具体的な活動を展開しておりますので、その概要を報告いたします。

1. 軟化点

JIS K-2531 石油アスファルト軟化点試験方法の改正案の精度を確認するために委員会社11社参加のもとに現在照合試験を実施中で、12月中旬にその結果を取りまとめて審議を重ねて昭和51年3月に改正案を工業技術院に提出する予定です。

試験器については JIS K-2817 に記載されたもののうち2個がけのものをを用い、温度計(JIS B-7410に規定)は試験を行なう前に測定温度付近で検定することとし、試料の準備についてはサンプルの熔融温度、環に注ぎ込むまでの時間、剝離剤に対する配慮などをおりこんでおり、操作に関しては球の支持、環に試料を注ぎこんでから試験終了までの時間などきめ細かい条件を設定しております。

2. 四塩化炭素可溶分

軟化点と同じタイムスケジュールで同一サンプルを用いて照合試験を行ない、慎重な審議を重ねた上、軟化点の試験方法の改正案と一緒に昭和51年3月、四塩化炭素可溶分の試験方法改正案を工業技術院に提出する予定です。

照合試験の目的はグーチるつぼのかわりにメンブランフィルター、ガラスファイバーフィルターペーパーが使用できるか否か検討することであり、好結果が得られ

ば、JIS 改正案に採り入れたいと考えております。メンブランフィルターとガラスファイバーフィルターペーパーは協会で手配して参加機関へ送付することとし、操作については四塩化炭素の溶解時の温度および時間、るつぼ乾燥温度、恒量が得られるまでの操作などをとりきめて実施いたします。

3. 伸 度

引張り速度の精度を A S T M なみに改めること、附着防止剤から水銀アマルガムを削除することを骨子に JIS 改正点を取りまとめ中です。伸度については照合試験は実施せず、委員の机上審議で工業技術院提出の原案を作成いたします。

4. その他

薄膜加熱試験については、道路協会暫定規格のなかにありますので、JIS 原案作成について分科会で検討中です。その他の新しい試験項目については目下慎重に討論を重ねております。

以上、試験法分科会の現況を簡単にとりまとめましたが、試験方法に関する御意見、情報を分科会にお寄せ下さいますよう深くお願い申し上げます。

昭和50年度 品質小委員会試験法分科会委員

分科会長	根来 一夫 (日本鉱業製油部)
幹事委員	今井 文夫 (日本石油中央研究所)
	東森 史郎 (出光興産中央研究所)
	山口 尚己 (丸善石油商品研究所)
	小西 賢治 (大協石油四日市製油所)
委 員	今泉 雄次 (昭和石油中央研究所)
	大塚 俊郎 (富士興産研究室)
	斉藤 健治 (アジア石油横浜工場)
	江本 正彦 (東亜燃料製品開発部)
	西岡 清 (三菱石油研究所)
	井町 弘夫 (シエル石油技術開発部)

* 技術委員会品質小委員長

日本鉱業製油部主席技術長 理博

歴青路面処理工法の路床土の分類について

—— 土質とCBR特性の関係 ——

茨 木 龍 雄 *

1. まえがき

日本アスファルト協会、アスファルト舗装技術委員会・路面処理工法分科会は、建設省道路局の指導により、歴青路面処理工法を開発し指針（案）を作成した。

指針（案）は試験舗装などの経験を参考にして、現在の第三次（案）まで改訂が行なわれているが、改訂に至ったいきさつならびに改訂の内容については、協会誌アスファルトで公表されたとおりである。

改訂した項目の中で最も基本的なものの一つは路床土の分類である。

第一次、第二次（案）では、路床土を砂質土、シルト質土および粘土質土の三種類に区分したが、第三次（案）では、砂質土とシルト質土・粘土質土との二種類に大別し、さらに後者を含水量の多少によって区分せることになっている。

これらは、第一次、第二次（案）では、シルトは粒径が砂と粘土の間にあることから、この土の支持力も両者の間に在るものであろうとの判断からであり、第三次（案）は、シルトと粘度とは視察や指先の感触などの簡単な方法では分類が困難であることや、両者の支持力に関する工学的性質がほぼ同じであり、ともに含水状態によって左右されるものであることなどの判断に立ったからである。

しかし、シルト質土の強度や変形に関する工学的な挙動については、土質工学の他の分野でもしばしば問題になるところであるが、この土についての明快な研究成果はいまだ得られていないように思われる。

筆者は、路面処理工法分科会の委員として指針（案）の作成ならびに改訂の作業に参加したが、シルト質土の取り

扱いについては自信がなかった。これを機会に、砂質土、シルト質土ならびに粘土質土の室内CBR試験を行ない、土質のちがいによるCBRの傾向を調べることを思い立った。

現在までの実験から定性的な面について、一、二の傾向を知ることができたのでここに報告する次第である。

2. 実験

2-1 試料

本実験に使用した試料は、砂質土として、豊浦標準砂（山口県豊浦産）、シルト質土として石粉（アスファルト合材用）、粘土質土として純粋カオリン粘土（広島県勝光山産）を使用した。これらの試料の物理的性質の概要は、表-1のとおりである。

2-2 実験方法

(1) 供試体の作成

一般にCBR試験用供試体は、JIS A1210²⁾に規定する味び名2・4の方法により、ランヤードで突固めて作成される。

しかし、本実験では供試体の密度の変化によるCBRの特性を調べるためにJISの方法にはよらなかった。

供試体は、JIS A1210に規定されている直径15cmのモールド内に、あらかじめ設定した密度になるように重量で調整した絶乾状態（110°C 炉乾燥）の試料を入れ、上面に板を当てて静的に圧入した。

(2) CBR試験

CBR試験は、JIS A1211—1969³⁾の方法に準じて行ない、供試体の状態は非水浸（絶乾）および水浸の両者とした。なお、水浸供試体は水槽内で約18時間吸水（供

表-1 試料の物理的性質

試 料	D ₆₀ (mm)	D ₁₀ (mm)	均等係数 U _C	74μ 通過率 (%)	土粒子比重 G _s	塑性指数 P. I.
標 準 砂	0.19	0.142	1.338	0.21	2.640	—
石 粉	0.0195	0.033	1.692	77.70	2.765	5.8
カ オ リ ン 粘 土	0.0047	0.001	4.7	100	2.700	25.0

* 中央大学理工学部 助教授 前路面処理工法分科会長

体の平均飽和度：標準砂で80%以上，石粉ならびに粘土で90%以上）させたものである。

また，貫入試験にさいしてサーチャージに対するCBR特性を調べるために，サーチャージの重量を無載荷と標準の5.0kgの両者とした。

貫入用プランジャーならびに載荷装置は，いずれもJIS A1211—1969の規定によるものである。また，プランジャー貫入抵抗力測定用力計は予想される貫入抵抗強さに応じて50～2,000kgの能力のものをを用いた。

4. 実験結果と考察

3—1 実験結果

各試料に対する実験の結果を，図-1～図-3に示す。これらの図は，サーチャージをパラメーターにして，乾燥密度 γ_d とCBR_{2.5}（プランジャーが2.5mm貫入したときのCBR）との関係を，非水浸CBR_{2.5}ならびに水浸CBR_(2.5)の場合についてプロットしたものである。

図-1～図-3から次のような関係を読み取ることができる。

(1) 乾燥密度 γ_d とCBRの関係

砂，シルト，粘土の土質のちがいは，非水浸，水浸のちがいならびにサーチャージのちがいは無関係に， γ_d が大きくなるとCBRが大きくなる。

なお， γ_d の増大にともなうCBRの増大の傾向は，半対数目盛上で，砂の場合は上に凸な曲線を描くのに対して，シルトならびに粘土では直線的である。

図-1 砂質土供試体の平均乾燥密度 γ_d (g/cm^3)と非浸水CBR_{2.5}，水浸CBR_(2.5)(%)との関係

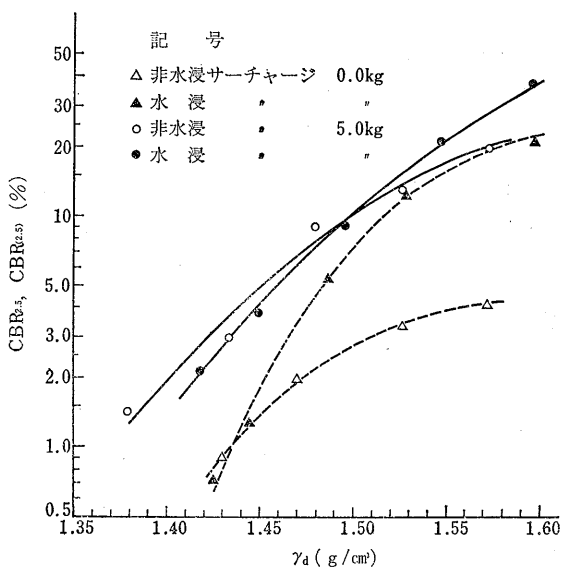


図-2 シルト質土供試体の平均乾燥密度 γ_d (g/cm^3)と非水浸CBR_{2.5}，水浸CBR_(2.5)(%)との関係

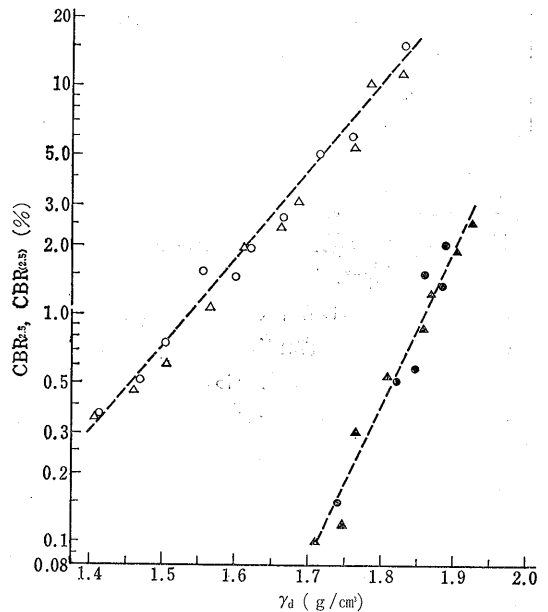
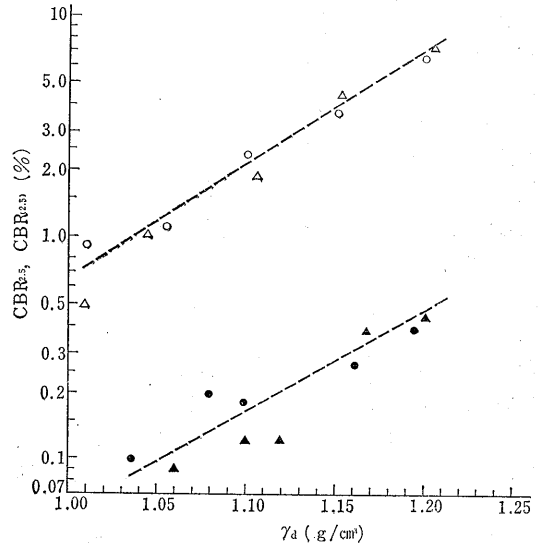


図-3 粘土質土供試体の平均乾燥密度 γ_d (g/cm^3)と非水浸CBR_{2.5}，水浸_(2.5)(%)との関係



(2) CBRに対する水浸の影響

砂では，ある γ_d を境にして γ_d が大きくなると水浸CBR_(2.5)が非水浸CBR_{2.5}より大きくなり，サーチャージ0.0kgの場合にこの傾向が大きい。

シルトならびに粘土では，水浸によってCBRが大幅に小さくなる傾向を示している。

(3) CBRに対するサーチャージの影響

砂では、非水浸、水浸にかかわらずサーチャージの重量がCBRに大きく影響することが見られる。また、その度合は非水浸の場合の方が大きいようである。

3-2 考察

CBRとは、土の中にプランヂャーを貫入さすとき、土が示す抵抗の度合いを表わすもので、土の強度を示す1種の尺度である。したがって、CBR試験は土のせん断強さを間接的に測っているわけである。

土は粒径の大きさによって、図-4に示すような分類名称がつけられている。

これらの土のせん断強さの因子は、砂やレキでは内部摩擦角（せん断抵抗角）で表わされる粒子間の摩擦力であり、粘土では粒子間の粘着力である。

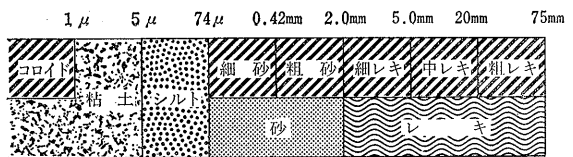
シルトは、粒径的には砂と粘土の間にある。したがって、せん断強さの因子は、粒径が砂に近いような大きいものの含有率が多い場合には砂的であろうし、粘土に近いような小さいものの含有率が多い場合には粘土的であろうと想像できる。

CBR試験におけるプランヂャー貫入に対する土の抵抗のメカニズムを、土質別に詳細に調べるためには、このような観点からアプローチしなければならないであろう。しかし、本報告書の目的は、CBR試験におけるシルトの挙動は砂と粘土のそれと比較してどのようなであろうかを知ることであるから、ここでは上述のような本質論にはふれないことにする。

図-1～図-3を参照して3-1で述べたように、砂と粘土で挙動が大きく異なる点は、

- (1) 非水浸CBR_{2.5}と水浸CBR_(2.5)との関係は、砂ではほぼ同じ値であるばかりでなく、ある r_d 以上になると水浸CBR_(2.5)が非水浸CBR_{2.5}より大きくなる傾向が認められる。粘土では常に水浸によってCBRが大幅に低下する。
- (2) CBR試験時のサーチャージの影響については、砂では影響が大きい、粘土ではほとんど影響が見られない。

図-4 粒径の区分とその呼び名（日本統一土質分類）



の2点である。これらをシルトの試験結果と比較すると、CBRの値の大小は別として、3-1で述べたようにシルトの挙動は粘土の場合とほとんど同じ傾向を示すものと考えてよい。

4. むすび

1. まえがきで述べたように、歴青路面処理工法の路床土の分類は、指針（案）第一次、第二次では、砂質土、シルト質土、粘土質土の3種類に区分したが、現在の第三次（案）では、粒径的には砂質土とシルト質土、粘土質土に大別し、後者は含水状態によって細分するように定めている。

ここで行なった小実験の結果によれば、路床土の強度評価のためのCBR試験では、シルトと粘土はほぼ同じ傾向を示し、砂は大幅に異なることが明らかになった。したがって、第三次（案）への改訂は妥当なものであったといえることができる。

参考文献

- 1) 茂木・成田 歴青路面処理の技術指針案 日本アスファルト協会 アスファルト第17巻 第98号 P.10 昭和49年8月
- 2) 土質工学会 土質試験法 P.193 昭和44年10月
- 3) " " P.220 "

長大橋の橋面舗装の特殊工法について

— 主として外国文献より —

伊 吹 山 四 郎 *

はしがき

表題として掲げた長大橋も特殊工法も、定義が甚だあいまいであるが、ここに長大橋とは、スパン長の長い橋梁といった意味であり、特殊工法とは、普通アスコンではなく、グースアスファルトを含め、合成樹脂、ゴム入りなどの改質モルタルおよび改質アスコンをひくくめて総称しているものと理解していただきたい。

次に、長大橋の舗装といっても、その床版の種類によって、舗装に要求される条件が異ってくる。コンクリート床版の場合は、床版が剛性が大きく、重量も大きいので、耐まもう層あるいはすべり止め用としての薄層舗装を用いる場合が多い。一方、鋼床版の場合は、薄層舗装の場合もあるが、基層と表層とを合わせて数cmといったより厚めの舗装を用いることが多い。

いずれにせよ、長大橋ともなれば、交通量も多く、たわみの大きい場合もあり、傷みやすいのは事実である。従って各国とも、普通工法に限らず、さらに適当な材料の開発を待望し、特殊工法に対する努力を払っている。以下、知り得た文献から、その一端を紹介する次第である。

1. IABSE の鋼床版舗装に関するシンポジウム

1968年9月7日、ニューヨークのコロンビア大学で催された、国際構造橋梁協会（IABSE）主催の「鋼床版舗装に関するシンポジウム」の報告書は、この問題に関しての世界の状況を知ることができるという意味で極めて興味深い。

このシンポジウムは3部に分れていて、第1テーマはアスファルト系表層、第2テーマは特殊なタイプの表層、第3テーマは薄層舗装である。

このうち、第1テーマは、1インチ(2.5cm)以上の厚さの舗装を、第3テーマは、1インチ以下の舗装を取り扱い、第2テーマは上記いずれにも属さない軽い特殊な床版そのものを問題としている。

従って、この第2テーマは我々とは関係ない。そしてこの分類のように、長大橋の橋面舗装の特殊工法を薄層

舗装と通常の厚さの舗装とに分けて、まずこのシンポジウムにおける各国の報告およびその結論から紹介することとし、あわせて、その他の資料について記述する。

2. 鋼床版上の薄層舗装

鋼床版上の薄層舗装に関しては、ドイツ^①・米国^②・日本^③・英国^④・オランダ^⑤が、それぞれその経験を報告している。そして、表-1は筆者が、各国の報告の意見をいささか独断ではあるが、表示してみたものである。こうやってみると、薄層舗装材料として、どれが良いかという点について、必ずしも意見が一致していないようである。また、同じ名前の材料でも、国によって配合あるいは施工方法に、相違があるのではないかとの疑いも持たれて来る。

ただ、これらの意見の相違をさておいて、この会議の第3テーマの総括報告者である米国のA. E. Elliot^⑥の言うように、次のことを共通問題として挙げることができるようである。

A. E. Elliot は『薄層舗装の基本的な問題点の第一は鋼床版の表面そのものが本来10~13mm程度の波を打っており、それを10mm程度の薄層舗装で平坦にしようとするところに無理がある。第二に骨材に堅硬なものを使用しても、これがとれたあとは、急激に摩耗してしまい、有効なのは、ほんの2~3年である。第三に、さらに困ったことに、再施工することは、交通に著しい障害を与えることになることである。これらが組み合わさって、薄層舗装の利用は自ら限られてくるのである。』

この意味で、世界中、まだどこでも成功してない。また、本来摩耗層と呼ばれるように、重交通下では、薄層舗装の寿命は短かいものと結論づけるのが实际的であろう。従って薄層舗装は仮設の橋のように、短期間重交通下であり、解体して再仕上げるような場合に有利であろう。また、軽交通で再舗装までの期間を長くにとれるといった場合にも有効であろう。

結局、一方に重量の軽減、再舗装の費用、他方に打ち換えによって交通に与える障害とを天秤に掛けて、薄層舗装でも良いということであれば、実施しても良いであろう。しかし、普通の場合考えられるように、長い期間維

* 大林道路（株）常務取締役 研究所長 工博

表-1 鋼床版上の薄層舗装材料に対する各国の意見

	実 施 例	経 験 し た 材 料	推薦する材料又は状況	疑問ありとする材料
ドイツ	1) 北ドイツの跳橋	ゴム入りセメントモルタル		ゴム入りセメントモルタル
	実験室および実大試験	合成樹脂材料数種	未 定	
米 国	2) Ulatis Creek 橋 New Jersey Turnpike 橋 Dublin 橋 Battle Creek 橋	コールタールエポキシ 添油エポキシ ポリエスター ポリアミド改質エポキシ ポリウレタン エポキシアスファルト	厚さ2.5cm. バインダー10~12% のエポキシモルタル	
	3) 国道6号線	ゴム入りアスファルト グーアスファルト セメントクレイアスファルト乳剤 ポリエステル タールエポキシ ゴム入りセメントモルタル	ゴム入りアスファルト	合成樹脂系 ゴム入りセメント
	京葉道路花輪IC	ゴム入りアスファルト (コンクリート床版上)	ゴム入りアスファルト	
	大阪市文化橋	ゴムラテックス入りアスファルト 乳剤 エポキシ		ゴムラテックス入り アスファルト乳剤 エポキシ
日 本	みそぎ橋 沼川水門橋	タールエポキシ (コンクリート床版)	タールエポキシ	
	4) 国道-A・40における 試験施工	ゴム入りアスファルト ゴム入りアスベストファイバー入り セメントモルタル マスチック 38mm エポキシ樹脂 9mm ポリエステル+セメント 9mm	マスチック	軽交通のみに適す 透水性のため中止 エポキシモルタル ポリエステルセメント
	バーミンガム立体交差 ブリストルの吊橋	エポキシ樹脂 〃	エポキシモルタル	
	5) 跳 橋	ポリエステル エポキシタール	12mmのポリアミド硬化剤を用いたエポキシタール	ポリエステル
オランダ	通常の橋梁	エポキシタール	厚さ30mm, バインダー量8%のエポキシタール	

持修繕をしなくてすむ材料を求めるとなると、やはり、2.5cm以下の薄層舗装は不適当であり、薄層舗装は現在の開発段階では、軽交通量の、あるいは仮設の橋梁に用うべきものであろう。』と述べている。

この基本的問題点の第一点である、薄層舗装では鋼床版の凹凸を吸収しきれないということは、筆者自身が米国の実際を視察した際にも実感したところである。しかし、耐久性の点については、今後の技術の進歩によって、解決される時期が来るものと考えるべきではなかろうか。

3. コンクリート床版上の薄層舗装

コンクリート床版上の薄層舗装は、鋼床版よりは条件

が良い。この場合の薄層舗装は、コンクリート面の傷みを補修し、すべり止めの役をなすものが多い。

サンフランシスコオークランド橋では、各延長200フィートの16種類のすべり止め用薄層舗装のテストを行なった。このうち、6種類は、密粒エポキシアスコン、1種類はエポキシアスファルトのチップシール、残りの9種類は、ポリテステル、ウレタンおよびエポキシ樹脂をバインダーとするチップシールであった。

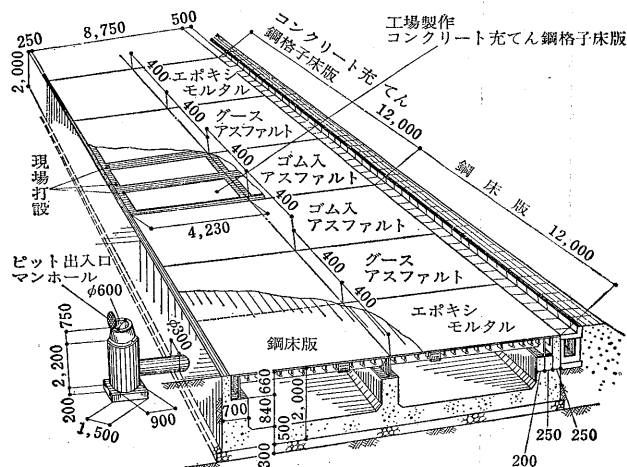
この橋の交通量は、車線당17,000台/日で、その10%がトラックである。このテストの結果は、適当な骨材を用いたエポキシアスファルト (エポキシにボーキサイト骨材としたもの) が満足のいくすべり抵抗値を与え、また重交通下にもその抵抗値を持続することが明らかにな

ったと報告⁹⁾のされている。

また、カナダのダートマスとハリファックス間を結ぶアンガスマクドナルド橋のコンクリート床版部は、きびしい気候条件、凍結—融解のくり返し、交通によって、ひどく痛んでいた。これにセメントコンクリート、アスファルトコンクリートあるいはエポキシモルタルのパッチングをしたが、一時的な効果しかなかった。それで、厚さ13mmのエポキシアスファルトコンクリートを打設して成功した^{10) 20)}。

なお、薄層舗装に関しわが国において最も系統的かつ基礎的に研究を進めているのは、建設省土木研究所である。種々な材料についての室内実験および図-1のような実大実験を実施している。すなわち、鋼床版、コンクリート床版上で、グースアスファルト、ゴム入りアスファルト、エポキシ樹脂モルタルを比較試験したが、今までのところ何れも、満足する結果は得ていない^{11) 12)}。今後、さらに新しい材料の開発を期待せねばならぬように

図-1 橋面薄層舗装長浦試験舗装見取図



思われる。

表-2 IABSEによる各国の鋼床版舗装情况

国名	橋名	舗装の種類 (上段基層, 下段表層)	舗装厚 (cm)
カナダ	Port Mann 橋	サンドアスファルト+アスファルトコンクリート	5.5
デンマーク	Langebrog 跳開橋他	軟質グースアスファルト 2cm グースアスファルト 2.5cm	5.0
東ドイツ		マスチックアスファルトコンクリート 2.5cm 2.5~3.0cm	6.0
西ドイツ		グースアスファルト 2層	6.5
英国	Forth 橋	2mm厚のマスチックの層 4cm厚のアスファルト質マスチック またはロールダアスファルト	6.0
	Severn 橋	マスチックアスファルト	3.75
インド	ジャムナ河橋	グースアスファルト	
オランダ		2cm厚グースアスファルト 2.2cm厚グースアスファルト	5.0
オーストリア	Europabrücke	3.5cm厚マスチックアスファルト 2.5cm厚細粒式アスコン	6.0
スウェーデン	跳開橋5橋他	ゴム入りアスコン	5.0
スイス	St. Alban's 橋	2.5cm グースアスファルト 3.0cm加熱アスファルト合材	6.0
ソ連		アスファルトコンクリート	
ハンガリー	Elizabeth 橋	3~4cm, ロールドアスファルト 3cm厚グースアスファルト	7.5
米国	San Mateo Hayward 橋	エポキシアスコン	5.5
	Poplar-Street 橋	ゴム入りアスコン	5.0
	Humphreys-Creek 橋	アスコン	5.0

表-3 直交異方性の鋼床版を持つ米国の主な橋梁²⁴⁾

橋 名	所 在 地	年	主スパン長 (フィート)	リ ブ 型 式	最小スキ ンプレ ート厚	舗 装
1680実験橋	Dublin, CA	1965	85	クローズ トラペゾイド型	インチ 7/16 3/8	アスファルト ¼インチエポキシコー ルター
San Mateo-Hayward	San Mateo, CA	1967	750	オープン平板型	5/8	エポキシアスファルト
Poplar Street	St. Louis, MO	1967	600	クローズ トラペゾイド型	9/16	ゴムラテックス入りア スファルト
San Diego-Cororado	San Diego, . CA	1969	660	"	3/8	エポキシアスファルト
Queens Way	Long Beach, CA	1970	500	"	1/2	エポキシアスファルト
Fremont Street	Portland, OR	1973	1, 225	"	1/2	エポキシアスファルト
Southern Crossing	San Francisco, CA	—	1, 300	"	7/16	エポキシアスファルト

4. 鋼床版上の普通厚の舗装

1966年9月5日にアンカラで開催された IABSE の会議で鋼床版橋の舗装に関するアンケートを行なうことが取り決められ、その結果がドイツグループにより整理され、1968年の会議で、Heribeyt Thul および F.K. Reinitzhuber によって紹介されている¹³⁾。国名・橋名・舗装種別・舗装厚を示したものが表-2である。

そして、各国より、そのそれぞれについて詳細な報告^{14)~20)}がなされている。これらの報告でも、また表-2を一見しても鋼床版上の舗装の世界の大勢は、グースアスファルトまたはマスタックアスファルトであることを示している。同会議における村上博士等の報告¹⁵⁾でも、品質管理に十分な注意を払うならば、グースアスファルトは、鋼床版上の舗装として、すぐれているとしている。また、南雲等の最近における国内の鋼床版舗装の実態調査²¹⁾でも同様である。

それでは、グースアスファルトまたはマスタックアスファルトに問題はないかと言えば、到底そうとは言えないであろう。事実、前記 Thul & Reinitzhuber も、その要旨¹³⁾の中で、鋼床版の舗装に対して、「現時点で間

違いなく言えることは、舗装に厚さ 6 cm 程度のアスファルト系がよさそうである、ということだけである。」と述べており、まだ満足すべき材料が得られていないことを示している。

5. 米国のエポキシアスファルト舗装

この IABSE の会議で、米国のみが特異な報告、すなわちエポキシアスファルトコンクリートについて報告¹⁶⁾したことは、注目に値しよう。

このエポキシアスファルトコンクリートは、前述の薄層舗装に用いられたエポキシモルタルとは別物であってエポキシ樹脂 (A液) とアスファルトにエポキシ樹脂硬化剤を加えた (B液) 二液を加熱混合したものをバインダーとするエポキシアスファルトコンクリートである。

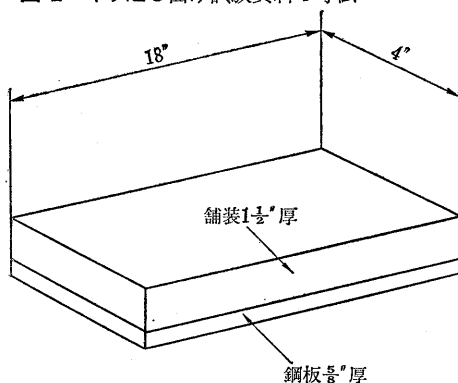
1965年、Ulatis Creek 橋に試験的に用いられ、成績が良かったので、表-3²⁴⁾に示すように、米国の直交異方性の鋼床版を持つ主な橋梁の舗装に使われている。

この舗装の特長を一言にして言えば、アスファルトの柔軟性と、エポキシ樹脂の硬さが組み合わせられていることである¹⁹⁾。

そして、通常のアスファルトが、熱可塑性であるのに対し、熱硬化性である。すなわち温度を高めることにより化学反応が促進され硬化する。従って、通常のアスファルトは、高温で柔らかくなり、その結果わだち掘れや流動を生ずるが、これに対し、エポキシアスファルトは熱に対して安定であって、このような心配がない²⁴⁾。

また、マーシャル安定度は、普通アスコンが 700kg 程度であるのに対し、エポキシアスファルトは施工直後で 1, 200kg、その後1ヵ月以上にわたって増加し、終局安定度は、7, 000~8, 000kgに達する。つまり施工直後に交通に開放することができ、終局安定度は普通アスコンの10倍に達する。

図-2 くり返し曲げ試験資料の寸法



また、実際に交通荷重下にある状況を再現した繰り返し曲げ試験、すなわち、図-2のような鋼版に舗装を貼付けたサンプリを作り、繰り返し曲げ試験を行なった²³⁾。これによれば、普通アスコンが2,000~3,000回程度の寿命であるのに、エポキシアスファルトは100万回を越えくり返し曲げに対する耐久性は、少なくとも数百倍に達する。そして、エポキシアスファルトは、鋼板と一体となって合成桁として働らくことが明らかになった²³⁾。これらについては、C. T. Metcalf²³⁾ および C. Seim²⁴⁾ が詳細に述べている。

施工に関しては、アスファルトプラントに若干の改造を行なうことを除いては、通常のフィニッシャー、ローラー等を用いて実施できることも有利な点である²⁴⁾。なお、San Mateo Hayward 橋の施工について、Ben Babala が詳細に報告している²⁵⁾。

また、このエポキシアスファルトを採用するまでに、50種類以上の試験を実施し、その詳細は Ben Babala が文献22で述べている。

そして、これを採用した理由として、次の4項目をあげている^{24), 30)}。

1. 価格が、通常のアスファルト舗装と合成樹脂モルタルの中間にある。
2. 表面の凹凸と乗心地が、通常のアスファルトコンクリートと同等で、合成樹脂モルタルよりも優れている。

3. 施工が既存の建設機械の僅かな改造により可能である。

4. 性状が、通常のアスファルトコンクリートより、はるかに優れており、より高価な合成樹脂モルタルに近い。

結局選択の決め手は、4項の性状であり、特にくり返し曲げ試験の結果、不合格な材料は考慮の余地がないと C. Seim は述べている²⁴⁾。

筆者は、昨年5月、San Mateo Hayward 橋の実際の舗装を見る機会を得た。交通量 30,000台/日、供用開始後すでに7年を経過しているにもかかわらず、クラック・わだち掘れ・流動等の欠陥が全く見られず、きわめて満足すべき状況にあった⁷⁾。

なお、エポキシアスファルトに関するわが国の実験結果については、文献27, 28および29を参照されたい。

6. 鋼床版舗装に関するオーストラリアの調査報告³⁰⁾

オーストラリアのメルボルンの Yarra 河に架かる West Gate 橋のスパンが施工中に崩壊したことから、床版を急拠コンクリート床版から鋼床版に変更することにより、それに関連して、Yarra 河下流架橋公団 (Lower Yarra Crossing Authority) は、ビクトリア州の材料研究部技師の B. L. Phillips に、各国の直交異方性鋼床版の舗装の調査を依頼した。調査は、1973年8月~9月に行なわれ、その報告は10月になされている。

表-4 オーストラリアの調査報告の結論³⁰⁾

項 目	必 要 条 件	
	温暖な気候及び暑い気候の場合	涼しい気候及び寒冷な気候の場合
1 デッキプレートの厚さ	最小 1/2インチ (12.5mm)	最小 1/2インチ (12.5mm)
2 スチフナーリブの間隔	最大 12インチ (30.5cm)	最大 12インチ (30.5cm)
3 床ビームの間隔	最大 12フィート (366cm)	最大 12フィート (366cm)
4 舗装厚	最小 2インチ (5cm)	最小 2インチ (5cm)
5 鋼床版へのサンドブラスト	必要不可欠	必要不可欠
6 亜鉛コーティング	任 意	任 意
7 合成樹脂をベースとするボンドコート	必要不可欠	必要不可欠
8 チップによるアンカー	(下記10項の場合) 必要不可欠	(下記10項および11項の場合) 必要不可欠
9 アスファルト混合物—合成樹脂バインダー	使用可能	使用可能
10 アスファルト混合物—ゴム入バインダー	使用可能	使用可能
11 アスファルト混合物—アスファルトバインダー (マスチック又はグースアスファルト)	用いるべきでない	使用可能
12 表層用粗骨材	促進研磨試験値(PSV)最小 50	促進研磨試験値(PSV)最小 50
13 舗装の継目	できるならば除去	できるならば除去
14 縁石および側溝の継目	コーキング材で填充	コーキング材で填充
15 舗装下にボックスガーターのウェップのある場合	その位置で表層を半分の厚さまで切りコーキング材で填充	その位置で表層を半分の厚さまで切りコーキング材で填充

調査した橋梁は、ニュージーランドのAuckland Harbour橋、米国カリフォルニア州ロングビーチのQueens Way橋、同じくカリフォルニア州のSan Mateo-Hayward橋、カナダバンクーバー市のPort Mann橋、同じくカナダブリティッシュコロンビヤミッショ市のMission橋、米国ミズーリ州セントルイスのPoplar Street橋、英国ブリストル市のSevern橋およびWay橋、同じく英国エジンバラ市のForth道路橋、西ドイツデュッセルドルフのOberkasseler橋、同じくデュッセルドルフのDüsseldorf North橋、同じくケルンのMulheim橋、同じくケルンのZoo橋、同じくケルンのSeverin橋、フランス・マルセイユのCaronte橋の15橋であり、橋梁の型式、鋼床版部分の長さ・幅・車線数・鋼床版の構造・床桁のスパン間隔・デッキプレートの厚さ・舗装の種別・厚さ・交通量、視察した結果、例えばクラック、わだち掘れ、振動の状況など詳細に述べている。

これらの調果の結果、B. L. Phillipsは結論として、もし次の基準が守られるならば、最も経済的で最大の寿命が得られるであろう。すなわち、

- a) デッキプレート(最小)厚 1/2インチ(12.5mm)
- b) 縦方向スティフナー(最大)間隔 12インチ(30.5cm)
- c) 床ビーム最大間隔 12フィート(366cm)
- d) 舗装最小厚 2インチ(5cm)
- e) 合成樹脂をベースとするボンドコートを使用。
- f) 合成樹脂をベースとするバインダーによるアスファルト舗装もしくはゴム入りバインダーによるアスファルト舗装
- g) 骨材の促進研磨試験値(P S V)の最小値 50

そして、もしこれらの基準がすべて満足されるならば、あらゆる気象条件の下で1日60,000台までの交通量で、おおむねメンテナンスフリーで、15~20年の寿命を保つであろう。この基準は、温暖な気候および暑い気候の場合には守らねばならないと思うが、涼しい気候および寒い気候の場合は、上記 f) の代りにリッチなアスファルトの層(マスタックまたはグースアスファルト)を代用してもよいであろうと述べている。

なお、その他の事項を加えて結論として、表-4を与えている。

むすび

以上、入手し得た文献より長大橋の橋面舗装の特殊工法について述べた。もとより限られた資料であるから、正鵠を失していないとは断言できない。しかし、一応全般の傾向は掴んでいただけるものと思う。

なお、お断わりしておかななくてはならないのは、技術

は日進月歩であるから、ここに述べていることは、現在の技術開発の水準におけるものであり、もし新しく、より優れた材料が開発されるならば、話はまた別であろう。

終りに、本稿をまとめるに当って、建設省土木研究所の国広構造橋梁部長、南雲舗装研究室長、太田コンクリート研究室長、舗装研究室小島研究員、シエリ石油の牛尾技師、米国カリフォルニア州吏員 C. Seim 氏等よりの数多くの資料を利用させて頂いた。誌上をもって、厚く謝意を表する次第である。

参考文献

1. H. Thul, Germany, "Diskussionsbeitrag zum Thema III (Dünne Fahrbahubeläge) Symposium on Wearing Surfaces for Steel Bridge Decks of Light-weight Construction, Final Report, International Association for Bridge and Structural Engineering, 1968
2. F. F. Fondriest, U. S. A. "Laboratory and Field Evaluations of Thin Wearing Surfaces for Orthotropic Steel Deck Bridges", 同上
3. 村上永一, 亀掛川振興, 松野三朗, 「橋面薄層舗装」 同上。
4. W. I. J. Price, England, "Some Thin Pavements in Great Britain", 同上
5. K. Van Neste, Holland, "Discussion on Experience in Application and Behaviour of Resin-based Wearing Surfaces on Steel Bridge Deck in Holland" 同上。
6. A. L. Elliot, U. S. A. "Introductory Report on Thin Wearing Surfaces", 同上。
7. 伊吹山四郎, 「米国における高分子材料を利用した橋面舗装瞥見記」, 舗装 1975年1月号
8. Charles Seim, "Experience With Skid-Resistant Epoxy Asphalt Surface on California Toll Bridges", Transportation Research Board # 523, 1974
9. Robert A. Brewer, "Epoxy-Asphalt Open-Graded Pavement as a Skid-Resistant Treatment on the San Francisco-Oakland Bay Bridge", HRB Special Report # 116, 1971
10. "Angus Macdonald Bridge Surfaced with Epoxy Asphalt". Shell Review No. 40, 1972
11. 「エポキシ樹脂モルタルの比較試験」 土木研究所資料 第656号

12. 「試験道路における アスファルト 試験舗装調査報告書」の22～29頁 「橋面薄層舗装に関する長浦試験舗装観測結果」土木研究所資料，第856号 昭和48年6月
13. Heribert Thul, F.K. Reinitzhuber, "Introductory Report of Asphalt Wearing Surfaces" Symposium on Wearing Surfaces for Steel Bridge Decks of Lightweight Construction, New York, 1968
14. K.H. Best, Great Britain, "Recent Experience on Wearing Surfaces for Steel Bridge Decks of Lightweight Construction, 同上
15. 村上 永一, 亀掛川振興, 松野 三朗, "The Current Pavement on Steel Decks in Japan" 同上
16. F.F. Fondriest, U.S.A. "American Experiences with Thick Pavements on Orthotropic Steel Deck Bridges", 同上
17. Held & Francke, Deutschland, "VABIT-Fehrbahubelag auf Stählernen Leichtfahrbahnen", 同上
18. A.D. Holland, Great Britain, "Surfaces on Severn and Wye Bridges", 同上
19. W. Haderson, Great Britain, "Surfacing on Forth Road Bridge, 同上
20. W.I.J. Price, Great Britain, "Surfacings on an Experimental Deck Panel in a Highway", 同上
21. 南雲貞夫, 小島逸平, 坪内昭雄, 「鋼床版舗装の実態」, 土木技術資料, 17巻3号, 1975
22. Ben Balala, "Studies Leading to Choice of Epoxy Asphalt for Pavement on Steel Orthotropic Bridge Deck of San Mateo Hayward Bridge", HRB Report, No.287
23. C.T. Metcalf, "Flexural Tests of Paving Materials for Orthotropic Steel Plate Bridges", Highway Research Record 155, 45th Annual Meeting, HRB
24. Charles Seim, "Practical Considerations in Design of Orthotropic Decks", ASCE, National Structural Engineering Convention", April 14—18, 1975
25. Ben Balala, "First Orthotropic Bridge Deck Paved with Epoxy Asphalt", Civil Engineering, April 1968
26. C. A. Taylor, "Shell's New Epoxy-Based Binder is seen as One Answer to Bridge Deck Surfacing Problems", Highway Research News, Winter 1968
27. 太田沢夫, 林亀一, 田代忠昌, 「エポキシ樹脂混合物に関する基礎的実験(第1報)」土木学会関東支部年次研究発表会講演概要集, 1975年1月。
28. 伊吹山四郎, 田代忠昌, 坂田義明, 「エポキシアスファルト混合物の性状」第12回日本道路会議一般論文集, 昭和50年
29. 林亀一, 浜口三甫, 藤原敏正, 「エポキシアスファルト混合物の施工性について」同上
30. B. L. Phillips, "Report on Overseas Mission to Study Surfacing of Orthotropic Steel Decked Bridges", August-September 1973

☆

☆

☆

☆

☆

☆

統計資料

表-1 通産局別アスファルト生産実績

単位: t, %

年度	品名	札幌	仙台	東京	名古屋	大阪	広島	四国	福岡	計	比率
45	ストレート	42,272	46,208	1,047,871	936,918	794,896	551,169	—	—	3,419,336	92.5
	ブローン	—	1,642	109,571	72,364	65,214	25,839	—	—	274,630	7.3
	カットバック	—	—	53	2,481	—	107	—	—	2,641	0.1
	計	42,274	47,850	1,157,495	1,011,763	860,110	577,115	—	—	3,696,607	100.0
46	ストレート	46,960	54,910	1,429,367	856,058	804,419	739,975	—	—	3,931,689	93.2
	ブローン	—	1,445	120,948	69,378	66,033	26,144	—	—	283,948	6.7
	カットバック	—	—	609	2,212	—	—	—	—	2,821	0.1
	計	46,960	56,355	1,550,924	927,648	870,452	766,119	—	—	4,218,458	100.0
47	ストレート	40,536	58,809	1,664,695	896,946	921,225	868,226	—	—	4,450,437	93.3
	ブローン	—	1,923	134,128	78,335	69,385	32,467	—	—	316,238	6.6
	カットバック	—	—	440	1,079	—	—	—	—	1,519	0.1
	計	40,536	60,732	1,799,263	976,360	990,610	900,693	—	—	4,768,194	100.0
48	ストレート	35,698	214,970	1,624,237	973,064	939,719	1,024,734	—	—	4,812,422	93.1
	ブローン	—	1,181	138,605	86,133	85,586	42,943	—	—	354,448	6.9
	カットバック	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	計	35,698	216,151	1,762,842	1,059,197	1,025,305	1,067,677	—	—	5,166,870	100.0
49	ストレート	74,573	216,552	1,426,315	787,966	855,129	972,275	—	—	4,332,810	94.8
	ブローン	—	1,503	102,247	62,238	48,791	23,636	—	—	238,415	5.2
	カットバック	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	計	74,573	218,055	1,528,562	850,204	903,920	995,911	—	—	4,571,225	100.0

出所：通産局石油統計年報及び月報

単位: t

表-2 アスファルト内需・輸出入別実績

項目 年度 月	内				需				輸				出				計			
	45	46	47	48	49	45	46	47	48	49	45	46	47	48	49	45	46	47	48	49
4	250,089	348,352	394,128	463,418	412,951	29,734	1,280	1,460	2,590	—	279,823	349,632	395,588	466,008	412,951	279,823	349,632	395,588	466,008	412,951
5	236,781	301,283	350,330	457,729	410,845	33,930	1,845	7,382	2,420	—	270,711	303,128	357,712	460,149	410,845	270,711	303,128	357,712	460,149	410,845
6	209,532	297,831	347,296	409,505	335,496	26,665	2,735	781	321	—	236,197	300,566	348,077	409,826	335,496	236,197	300,566	348,077	409,826	335,496
7	301,653	361,938	386,069	474,642	357,379	20,418	4,896	768	488	—	322,071	366,834	386,837	475,130	357,379	322,071	366,834	386,837	475,130	357,379
8	303,778	356,287	392,485	417,504	401,183	8,553	2,502	1,313	200	57	312,331	358,789	393,798	417,704	401,240	312,331	358,789	393,798	417,704	401,240
9	306,954	348,341	384,290	427,871	409,771	6,669	13,479	3,579	300	1,422	313,623	361,820	387,869	428,171	411,193	313,623	361,820	387,869	428,171	411,193
上 期	1,608,787	2,014,032	2,254,598	2,650,669	2,327,625	125,969	26,737	15,283	6,319	1,479	1,734,756	2,040,769	2,269,881	2,656,988	2,329,104	1,734,756	2,040,769	2,269,881	2,656,988	2,329,104
10	338,470	394,302	462,631	502,558	437,501	20,519	2,925	5,332	2,616	10,608	358,989	397,227	467,963	505,174	448,109	358,989	397,227	467,963	505,174	448,109
11	341,494	429,531	437,071	523,386	468,643	12,649	3,371	2,052	1,240	—	354,143	432,902	439,123	524,626	468,643	354,143	432,902	439,123	524,626	468,643
12	364,718	383,637	418,969	451,373	379,167	10,060	8,950	3,935	—	5,960	374,778	392,587	422,904	451,373	385,127	374,778	392,587	422,904	451,373	385,127
1	205,887	216,419	258,943	264,018	211,294	3,413	3,540	3,438	1,115	—	209,300	219,959	262,381	265,133	211,294	209,300	219,959	262,381	265,133	211,294
2	237,825	262,482	317,538	280,640	264,523	972	7,250	2,992	—	7,350	238,797	269,732	320,530	280,640	271,873	238,797	269,732	320,530	280,640	271,873
3	413,072	469,566	560,934	473,115	497,645	19,065	2,109	60	—	4,226	432,137	471,675	560,994	473,115	501,871	432,137	471,675	560,994	473,115	501,871
下 期	1,901,466	2,155,937	2,456,086	2,495,090	2,258,773	66,678	28,145	17,809	4,971	28,144	1,968,144	2,184,082	2,473,895	2,500,061	2,286,917	1,968,144	2,184,082	2,473,895	2,500,061	2,286,917
年 度	3,510,253	4,169,969	4,710,684	5,145,759	4,586,398	192,647	54,882	33,092	11,290	29,623	3,702,900	4,224,851	4,743,776	5,157,049	4,616,021	3,702,900	4,224,851	4,743,776	5,157,049	4,616,021

出所: 通産省石油統計年報および月報

表-3 アスファルトの通産局別販売実績

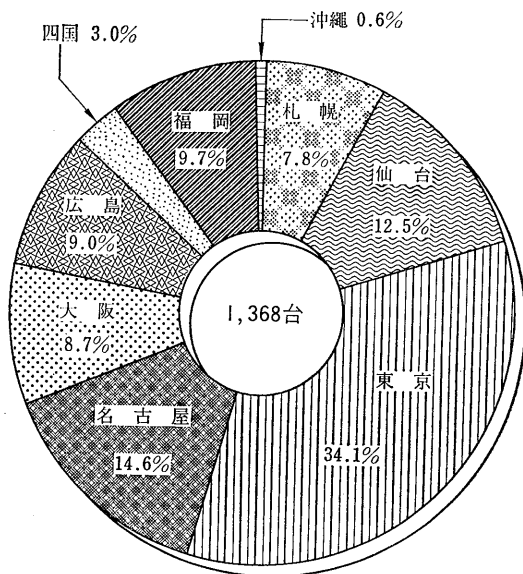
項目 通産局名	地域別国内販売実績 (t)					構 成 比 (%)					伸 率 (%)				
年度	45	46	47	48	49	45	46	47	48	49	45/44	46/45	47/46	48/47	49/48
札幌	182,861	269,697	300,312	366,140	271,111	5.0	6.2	6.1	6.9	5.7	124.0	147.6	111.4	121.9	74.0
仙台	313,232	361,257	449,017	498,409	500,738	8.6	8.3	9.1	9.4	10.6	137.8	115.3	124.3	110.0	100.5
東京	1,380,206	1,614,605	1,771,623	1,773,426	1,593,443	37.9	37.0	35.9	33.3	33.6	118.4	117.0	109.7	100.1	89.9
名古屋	441,282	533,334	620,681	615,177	532,842	12.1	12.2	12.6	11.6	11.3	120.7	120.9	116.4	99.1	86.6
大阪	555,854	696,460	748,689	792,827	651,154	15.3	15.9	15.2	14.9	13.7	88.6	125.3	107.5	105.9	82.1
広島	283,736	314,267	365,184	508,025	497,435	7.8	7.2	7.4	9.5	10.5	125.2	110.8	116.2	139.1	97.9
四国	139,909	167,118	187,771	198,442	171,378	3.8	3.8	3.8	3.7	3.6	120.1	119.4	112.4	105.7	86.4
福岡	344,885	412,405	491,525	553,493	473,489	9.5	9.4	10.0	10.4	10.0	153.6	119.6	119.2	112.6	85.5
(沖 縄)	—	—	2,519	18,367	48,440	—	—	0.1	0.3	1.0	—	—	—	729.1	263.7
計	3,641,965	4,369,143	4,937,321	5,324,306	4,740,030	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	117.4	120.0	113.0	107.8	89.0

表-4 アスファルトの荷姿別販売 (内需)

荷 姿 年 度	4 5		4 6		4 7		4 8		4 9	
	販 売 量 (t)	構 成 比 (%)	販 売 量 (t)	構 成 比 (%)	販 売 量 (t)	構 成 比 (%)	販 売 量 (t)	構 成 比 (%)	販 売 量 (t)	構 成 比 (%)
バ ル ク	3,349,660	92.0	4,109,514	94.0	4,655,844	94.3	5,008,059	94.0	4,561,756	96.2
ド ラ ム	155,583	4.3	89,456	2.1	80,663	1.6	92,557	2.0	36,235	0.8
紙 袋	136,722	3.7	170,173	3.9	200,814	4.1	223,690	4.0	142,039	3.0
計	3,641,965	100.0	4,369,143	100.0	4,937,321	100.0	5,324,306	100.0	4,740,030	100.0

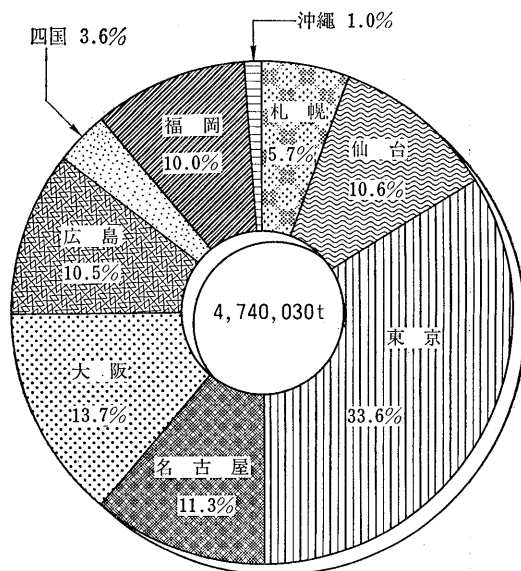
出所：日本アスファルト協会統計資料

図-1 アスファルトタンクローリー保有台数
通産局別（昭和49年度）



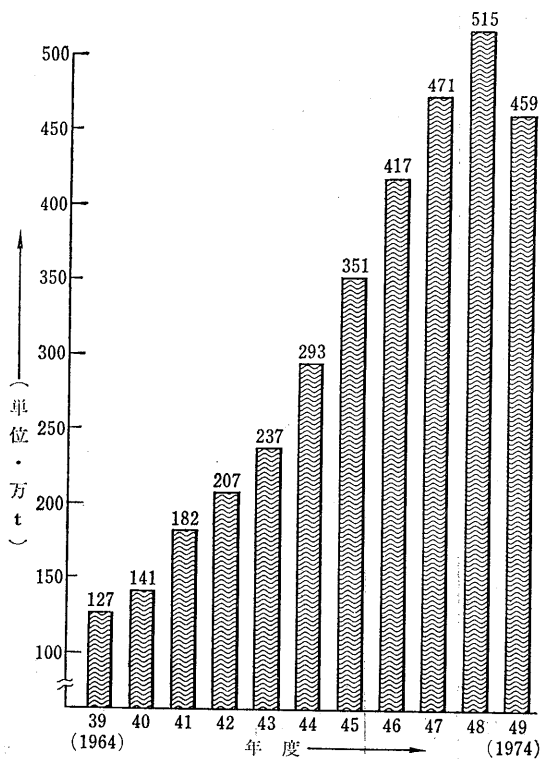
出所：各社提出資料

図-2 アスファルト販売実績
通産局別（昭和49年度）



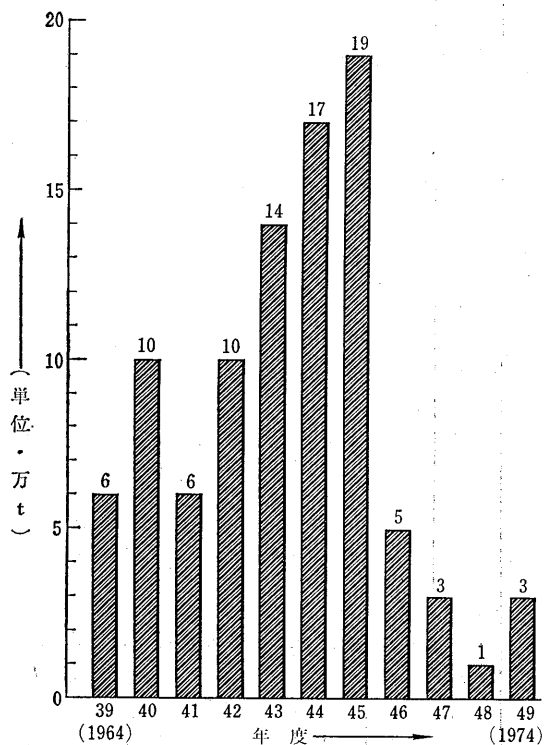
出所：日本アスファルト協会統計資料

図-3 アスファルト内需実績



出所：通産省石油統計年報・月報

図-4 アスファルト輸出実績



出所：通産省石油統計年報・月報

第29回アスファルトゼミナール

主催・日本アスファルト協会
後援・山形県建設技術協会
山形県建設業協会

開催月日 昭和50年12月12日(金) 9.00~17.00

開催地 山形市 山形県民会館ホール(山形市七日町3-1-23 0236-22-7133)

1. 挨拶

社団法人日本アスファルト協会会長	説田長彦	9.00~9.10
東北地方建設局 道路部長	村田泰三	9.10~9.20
山形県 土木部長	吉武公夫	9.20~9.30
2. 新時代の道路と技術

日本アスファルト協会名誉会長	谷藤正三	9.30~9.50
----------------	------	-----------
3. これからの道路整備の方向

建設省道路局道路環境対策官	萩原浩	9.50~10.30
---------------	-----	------------
4. 舗装要綱の修正点と舗装技術に関する最近の動き

アスファルト舗装技術委員会	高見博	10.30~12.00
(昼食 12.00~13.00)		
5. 最近の石油事情とアスファルト

日本アスファルト協会調査副委員長	石動谷英二	13.00~14.00
------------------	-------	-------------
6. 山形県における冬季交通確保と路面補修の問題

山形県土木部 次長	伊藤文雄	14.00~15.00
(休憩 10分)		
7. 生活道路——簡易舗装と歴青路面処理

建設省道路局地方道課舗装係長	成田保三	15.00~16.40
----------------	------	-------------

◎ 受講料

2,000円(途中入退場の別なし)
当日「受付」までご持参下さい。

◎ 参加申込方法

ハガキにて下記のとおり記入し郵送のこと。

- (1) 29ゼミナール参加申込
 - (2) 参加者の受付区分(別項A~Eのうち該当するものを記入)
 - (3) 参加者の勤務先と住所
 - (4) 参加者の氏名
- (同じ所属にて3名以上申込みの場合は参加代表者氏名と合計数記入)

◎ 参加申込先

〒105 東京都港区芝西久保明舟町12
和孝第10ビル
日本アスファルト協会 29ゼミ係
(電話 03-502-3956)

◎ 参加申込期限

昭和50年12月8日まで到着のこと
(電話にても受付けます)

◎ 注意事項

- (1) 参加を申込まれた方へは特に通知を差し上げませんので、当日会場「受付」までご来車下さい。
- 当日の「受付」は下記の区分になっております。(参加申込みのハガキには必ずA~Fのいずれかを記入のこと)

A=建設省、道路公団等の公団、北海道開発局
B=都道府県庁
C=市(町村)役所
D=民間会社
E=アスファルト業界(石油会社含む)
学校関係およびA~Dに該当しない方
F=山形県建設技術協会

社団法人 日本アスファルト協会 会員

社	名	住	所	電	話
<メーカー>					
ア	ジ	ア	石 油 株 式 会 社	(100)	東京都千代田区内幸町 2-1-1 03 (506) 5 6 4 9
大	協	石	油 株 式 会 社	(104)	東京都中央区八重州 5-1-1 03 (274) 5 2 1 1
エ	ッ	ソ	ス タ ン ダ ー ド 石 油 株 式 会 社	(105)	東京都港区赤坂 5-3-3 03 (584) 6 2 1 1
富	士	興	産 株 式 会 社	(100)	東京都千代田区永田町 2-4-3 03 (580) 3 5 7 1
富	士	興	産 ア ス フ ァ ル ト 株 式 会 社	(100)	東京都千代田区永田町 2-4-3 03 (580) 0 7 2 1
富	士	石	油 株 式 会 社	(100)	東京都千代田区大手町 1-2-3 03 (211) 6 5 3 1
出	光	興	産 株 式 会 社	(100)	東京都千代田区丸の内 3-1-1 03 (213) 3 1 1 1
鹿	島	石	油 株 式 会 社	(100)	東京都千代田区内幸町 2-2-3 03 (503) 4 3 7 1
興	亜	石	油 株 式 会 社	(100)	東京都千代田区大手町 2-6-2 03 (270) 0 8 4 1
共	同	石	油 株 式 会 社	(100)	東京都千代田区永田町 2-11-2 03 (580) 3 7 1 1
極	東	石	油 工 業 株 式 会 社	(100)	東京都千代田区大手町 1-7-2 03 (270) 0 8 4 1
丸	善	石	油 株 式 会 社	(100)	東京都千代田区大手町 1-5-3 03 (213) 6 1 1 1
三	菱	石	油 株 式 会 社	(107)	東京都港区芝罘平町 1 03 (501) 3 3 1 1
モ	ー	ビ	ル 石 油 株 式 会 社	(100)	東京都千代田区大手町 1-7-2 03 (244) 4 3 5 9
日	本	鉱	業 株 式 会 社	(107)	東京都港区赤坂葵町 3 03 (582) 2 1 1 1
日	本	石	油 株 式 会 社	(105)	東京都港区西新橋 1-3-12 03 (502) 1 1 1 1
日	本	石	油 精 製 株 式 会 社	(105)	東京都港区西新橋 1-3-12 03 (502) 1 1 1 1
三	共	油	化 工 業 株 式 会 社	(108)	東京都港区三田 1-4-28 03 (454) 4 5 0 1
西	部	石	油 株 式 会 社	(100)	東京都千代田区丸の内 1-2-1 03 (216) 6 7 8 1
シ	ェ	ル	石 油 株 式 会 社	(100)	東京都千代田区霞が関 3-2-5 03 (580) 0 1 1 1
昭	和	石	油 株 式 会 社	(100)	東京都千代田区丸の内 2-7-3 03 (231) 0 3 1 1
昭	和	四	日 市 石 油 株 式 会 社	(100)	東京都千代田区有楽町 1-11 03 (211) 1 4 1 1
谷	口	石	油 精 製 株 式 会 社	(512)	三重県三重郡川越町大字高松1622 0593 (64) 1 2 1 1
東	亜	燃	料 工 業 株 式 会 社	(100)	東京都千代田区一ツ橋 1-1-1 02 (213) 2 2 1 1
東	北	石	油 株 式 会 社	(983)	宮城県仙台市中野字高松238 02236 (2) 8 1 4 1

社団法人 日本アスファルト協会 会員

社 名	住 所	電 話
〔ライナー〕		
● 北 海 道		
アサヒレキセイ (株) 札幌支店	(064) 札幌市中央区南 4 条西10-1003-4	011 (521) 3 0 7 5 大 協
中西 瀝 青 (株) 札幌出張所	(011) 札幌市中央北 2 条西 2	011 (231) 2 8 9 5 日 石
(株) 南部商会 札幌出張所	(060) 札幌市中央区北 2 条西 2-15	011 (231) 7 5 8 7 日 石
株式会社 ロード資材	(060) 札幌市中央区北1条西10-1-11	011 (261) 7 4 6 9 丸 善
(株) 沢田商行 北海道出張所	(060) 札幌市中央区北 2 条西 3	011 (221) 5 8 6-1 丸 善
(株) トーアス 札幌営業所	(064) 札幌市中央区南15条西11	011 (561) 1 3 8 9 共 石
葛井石油株式会社	(060) 札幌市中央区北 5 条西21-411	011 (611) 2 1 7 1 丸 善
● 東 北		
アサヒレキセイ (株) 仙台支店	(980) 宮城県仙台市中央 3-3-3	0222 (66) 1 1 0 1 大 協
(株) 木畑商会 仙台営業所	(980) 宮城県仙台市中央 2-1-17	0222 (22) 9 2 0 3 共 石
中西 瀝 青 (株) 仙台営業所	(980) 宮城県仙台市中央 2-1-30	0222 (23) 4 8 6 6 日 石
(株) 南部商会 仙台出張所	(980) 宮城県仙台市中央 2-1-17	0222 (23) 1 0 1 1 日 石
有限会社 男鹿興業社	(010-05) 秋田県男鹿市船川港船川字化世沢178	01852 (4) 3293 共 石
竹中産業 (株) 新潟営業所	(950) 新潟市東大通 1-4-2	0252 (46) 2 7 7 0 シェル
● 関 東		
アサヒレキセイ株式会社	(104) 東京都中央区八丁堀 3-3-5	03 (551) 8 0 1 1 大 協
アスファルト産業株式会社	(103) 東京都中央区八丁堀 4-4-13	03 (553) 3 0 0 1 シェル
富士 鉱 油 株式会社	(105) 東京都港区新橋 4-26-5	03 (432) 2 8 9 1 丸 善
富士 油 業 (株) 東京支店	(106) 東京都港区西麻布 1-8-7	03 (478) 3 5 0 1 富士興産アス
関東アスファルト株式会社	(336) 浦和市岸町 4-26-19	0488 (22) 0 1 6 1 シェル
株式会社 木 畑 商 会	(104) 東京都中央区八丁堀 4-2-2	03 (552) 3 1 9 1 共 石
国 光 商 事 株式会社	(165) 東京都中野区東中野 1-7-1	03 (363) 8 2 3 1 出 光
極 東 資 材 株式会社	(105) 東京都港区新橋 2-3-5	03 (504) 1 5 2 8 三 石
三 菱 商 事 株式会社	(100) 東京都千代田区丸の内 2-6-3	03 (210) 6 2 9 0 三 石
三 井 物 産 株式会社	(105) 東京都港区西新橋 1-2-9	03 (505) 4 9 1 9 極 東 石
中西 瀝 青 株式会社	(103) 東京都中央区八重州 1-2-2	03 (272) 3 4 7 1 日 石
株式会社 南 部 商 会	(100) 東京都千代田区丸の内 3-4-2	03 (212) 3 0 2 1 日 石
日本輸出入石油株式会社	(100) 東京都千代田区大手町 1-2-3	03 (211) 6 7 1 1 共 石
日 東 石 油 販売株式会社	(104) 東京都中央区新川 2-8-3	03 (551) 6 1 0 1 シェル
日 東 商 事 株式会社	(162) 東京都新宿区矢来町61	03 (260) 7 1 1 1 昭 石
瀝 青 販 売 株式会社	(103) 東京都中央区日本橋 2-16-3	03 (271) 7 6 9 1 出 光
菱 東 石 油 販売株式会社	(101) 東京都千代田区外神田 6-15-11	03 (833) 0 6 1 1 三 石
菱 洋 通 商 株式会社	(104) 東京都中央区銀座 4-2-14	03 (564) 1 3 2 1 三 石
三 徳 商 事 (株) 東京営業所	(101) 東京都千代田区岩本町 1-3-7	03 (861) 5 4 5 5 昭 石
株式会社 沢 田 商 行	(104) 東京都中央区入船町 1-7-2	03 (551) 7 1 3 1 丸 善
新 日 本 商 事 株式会社	(101) 東京都千代田区神田錦町 2-7	03 (294) 3 9 6 1 昭 石
昭和石油アスファルト株式会社	(140) 東京都品川区南大井 1-7-4	03 (761) 4 2 7 1 昭 石
住 商 石 油 株式会社	(160-91) 東京都新宿区西新宿 2-6-1	03 (344) 6 3 1 1 出 光

社団法人 日本アスファルト協会 会員

社 名	住 所	電 話
大 洋 商 運 株 式 会 社	(100) 東京都千代田区有楽町 1—2	03 (503) 1 9 2 1 三 石
東 光 商 事 株 式 会 社	(104) 東京都中央区京橋 1—6	03 (274) 2 7 5 1 三 石
株式会社 トーアス	(100) 東京都千代田区内幸町 2—1—1	03 (501) 7 0 8 1 共 石
東京富士興産販売株式会社	(105) 東京都港区芝罘平町34	03 (503) 5 0 4 8 富士興産アス
東京レキセイ株式会社	(150) 東京都渋谷区恵比寿南 2—3—15	03 (719) 0 3 4 5 富士興産アス
東京菱油商事株式会社	(160) 東京都新宿区新宿 1—10—3	03 (352) 0 7 1 5 三 石
東 生 商 事 株 式 会 社	(150) 東京都渋谷区渋谷町 2—19—18	03 (409) 3 8 0 1 三共・出光
東 新 瀝 青 株 式 会 社	(103) 東京都中央区日本橋 2—13—5	03 (273) 3 5 5 1 日 石
東洋アスファルト販売株式会社	(107) 東京都港区赤坂 5—3—3	03 (584) 6 2 1 1 エ ッ ソ
東洋国際石油株式会社	(104) 東京都中央区八丁堀 3—3—5	03 (552) 8 1 5 1 大 協
梅 本 石 油 株 式 会 社	(162) 東京都新宿区新小川町 2—10	03 (269) 7 5 4 1 丸 善
宇 野 建 材 株 式 会 社	(241) 横浜市旭区笹野台168—4	045 (391) 6 1 8 1 三 石
ユ ニ 石 油 株 式 会 社	(100) 東京都千代田区霞ヶ関 1—4—1	03 (503) 4 0 2 1 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) 6 4 1 1 昭 石
横米アスファルト販売株式会社	(220) 横浜市西区高島 2—12—12	045 (441) 9 3 3 1 エ ッ ソ

● 中 部

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

● 近 畿

アサヒレキセイ(株)大阪支店	(550) 大阪市西区北堀江 5—55	06 (538) 2 7 3 1 大 協
千 代 田 瀝 青 株 式 会 社	(530) 大阪市北区此花町 2—28	06 (358) 5 5 3 1 三 石
富士アスファルト販売株式会社	(550) 大阪市西区京町堀 3—20	06 (441) 5 1 5 9 富士興産アス
平 和 石 油 株 式 会 社	(530) 大阪市北区宗是町 1	06 (443) 2 7 7 1 シ エ ル
平 井 商 事 株 式 会 社	(542) 大阪市南区長堀橋筋 1—43	06 (252) 5 8 5 6 富士興産アス
関 西 舗 材 株 式 会 社	(541) 大阪市東区横堀 4—43	06 (271) 2 5 6 1 シ エ ル
川 重 商 事 株 式 会 社	(651-01) 神戸市生田区江戸町98	078 (391) 6 5 1 1 昭石・大協
北 坂 石 油 株 式 会 社	(590) 堺市成島町 5 丁32	0722 (32) 6 5 8 5 シ エ ル
株式会社 松 宮 物 産	(522) 彦根市幸町32	07492 (3) 1 6 0 8 シ エ ル
丸 和 鉱 油 株 式 会 社	(532) 大阪市淀川区塚本 2—14—17	06 (301) 8 0 7 3 丸 善

社団法人 日本アスファルト協会 会員

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

● 四 国 ・ 九 州

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

☆編集委員☆

阿 部 頼 政	高 見 博	藤 井 治 芳
石 動 谷 英 二	多 田 宏 行	松 野 三 朗
牛 尾 俊 介	田 中 宏	真 柴 和 昌
加 藤 兼 次 郎	南 雲 貞 夫	武 藤 喜 一 郎
黒 崎 勲	萩 原 浩	

アスファルト 第103号

昭和50年12月発行

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 TEL 03-502-3956

本誌広告一手取扱

株式会社 広業社

〒104 東京都中央区銀座8の2の9 TEL 03-571-0997(代)

ASPHALT

Vol. 18 No.103

NOVEMBER 1975

Published by

THE JAPAN ASPHALT ASSOCIATION

粘度 (センチストークス)

粘度 (セイボルト フロール 秒)

ASTM 最適縮固粘度範囲

ASTM 最適混合粘度範囲

温度 (°C)

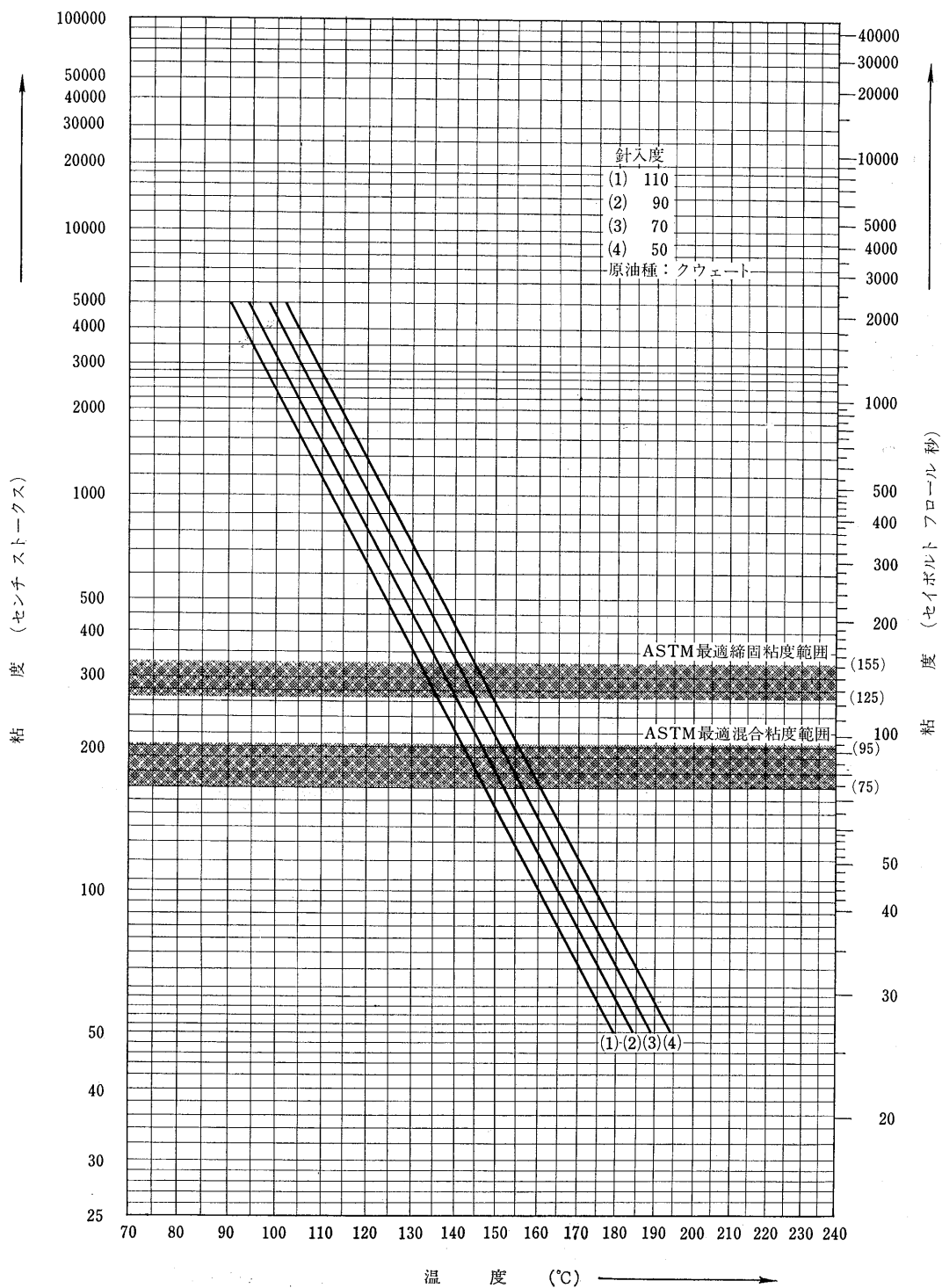
(1) ポルネオ
(2) サンノーキン
(3) イラニアンヘビー
(4) クウェート
(5) ベネズエラ
(6) カフジ
(7) メキシコ

粘 度 (センチストークス)

粘度 (セイボルト フロール 秒)

温度 (°C)

針入度の異なるアスファルトの粘度－温度関係



注：他の原油種については粘度の絶対値は変るが、針入度間の粘度差はほぼ同じである。