

アスファルト

第17巻 第96号 昭和49年4月発行

☆昭和48年度日本アスファルト協会論文賞発表☆	1
①ゴム入りアスファルト混合物とその締固め	村山健司 2 鈴木義昭 高野 漠
②急硬性スラリーシール工法の開発	鈴木紀章 8 笠原 靖
〈道路技術者のアスファルト講座〉	
第5回・アスファルトの規格試験とその意義	阿部頼政 14
〈文献紹介・OECD Road Research Group〉	
コンクリート橋床版の防水について・その2	牛尾俊介 20
昭和48年度市販アスファルトの性状調査について	25

96

昭和48年度 日本アスファルト協会 論文賞 発表

入 選 第 1 席 賞 状・賞 牌・副賞6万円

ゴム入りアスファルト混合物とその締固め

日本舗道（株）技術研究所 村山 健司・鈴木 義昭・高野 漠

入 選 第 2 席 賞 状・副賞3万円

急硬性スラリーシール工法の開発

東亜道路工業（株）技術研究所 鈴木 紀章・笠原 靖

〔講 評〕

☆ 入選第1席について ☆

重交通道路の舗装に、いわゆる改質アスファルトの利用が注目されている折柄、ゴム入りアスファルト混合物を用いた舗装の施工に関する議論は、時宜を得たものといえよう。

本論文は、ゴムの効果が明瞭でないのは、混合物の密度が出にくいことによるとの推論を前提に、室内・現場実験の後、転圧方法の改善策を提案しているが、論旨は明確であり結論もほぼ妥当なものと思われる。

しかしながら混合物の空ゲキ大—老—化—破壊とは必ずしもきめつけられず、空ゲキが大きいため流動しにくい利点もあるし、また老

化が進めば流動しにくくなる点などにも留意する必要がある。

☆ 入選第2席について ☆

アスファルトの品質を化学的な特性によって表現し、スラリーシールの現場性状と関連づけたところは、非常に興味深く、この種の工法開発上、示唆するところが大きいと思われる。

しかし、現場性状の評価方法や、論文中の化学的特性になぜ注目したか。現場性状と、どうして相関があるのか。—簡単な説明、推論がほしい。また論文の表題が果してこれで妥当か否か疑問。

〔審査委員〕

委員長	谷 藤 正 三	本協会名誉会長
委 員	多 田 宏 行	建設省道路局
	南 雲 貞 夫	建設省土木研究所
	金 山 哲 三	本協会企画委員長
	吉 村 和 美	本協会需要開発委員長

<昭和49年度論文賞の規定は次号掲載の予定>

ゴム入りアスファルト混合物とその締固め

村山 健司・鈴木 義昭・高野 漢

要 旨

舗装用バインダとしてのアスファルトの特性は、ゴムの添加でいくつか改善され、したがってゴム入りアスファルト混合物の性状も、ゴムなしの混合物よりは、すぐれた点が多くなる。

しかし、実際に施工されたゴム入りアスファルト舗装では、実験室のデータから期待されるほどの性能が出ないだけでなく、かえってゴムなしの対照区に劣ることさえある。この主因は、ゴム入りアスファルト混合物では、これが締固めにくく、したがって空ゲキ率の多い舗装となりやすいためであることを既往のデータと筆者らの実験とから帰納した。

ゴム入りアスファルト混合物が現場で締固めにくい最大の理由は、転圧時にタイヤローラに付着しやすいためである。

筆者らは、ホイールトラッキング試験機を転用してこの現象を検討し、混合物をタイヤに付着させないための条件について、種々の知見を得、さらに野外でタイヤローラ転圧によって、この知見を確認し、従来なら付着のおこる混合物温度で、ゴム入りアスファルト舗装を整齊と行うことができた。

内 容

1. まえがき
2. ゴムによるアスファルトと舗装用混合物の改善
 - (1) 耐老化性
 - (2) 暑さに対する抵抗性
 - (3) 寒さに対する抵抗性
3. 名神と東名が語るもの
 - (1) 名神のクラックと空ゲキ率
 - (2) 東名のすりへりと密度
4. ゴム入りアスファルト混合物は締固めにくい
 - (1) ゴムの添加による粘度（締固め抵抗）の増加
 - (2) マーシャル試験法による例証
 - (3) タイヤローラへの付着
5. ホイールトラッキング試験機による実験
6. 野外実験
7. 結 論
8. あとがき

1. まえがき

近年国内自動車交通量と輪荷重は、それぞれますます多く、大きくなりつつあり、舗装に要求される条件は年々過酷となっている。

この対策のひとつとして、表層にゴム入りアスファルトの利用が古くから考えられてきたが、予想されたほど進展をみせていないようである。

そのおもな理由は、ゴムを添加すると原料コストが上昇することよりも、その効果が実際の道路においては期待するほどではないのか、あるいはマイナスの結果さえ招くようであると考えられるからである。これが果して何によるのか、またどうすれば解決できるかということ、わが国にとって重大な問題である。

2. ゴムによるアスファルトと舗装用混合物の改善

ゴムをアスファルトに添加（溶解）すると、データは省略するが一般に

- 1) 針入度は小さく（かたく）なる。
- 2) 軟化点は上昇する。
- 3) しがたって針入度指数が大きくなる。
- 4) 低温での伸度が大きくなる。
- 5) タフネス、テナシティ（骨材把握力、粘着力）が増大する。
- 6) 粘度が増加する。
- 7) 薄膜加熱変化が少くなる。
- 8) フラースゼイ化温度の下るものが多い。

つぎにゴム入りアスファルト混合物について、筆者らの測定した項目中、判然とゴムなしのものに比べて、まざるとわかった重要な特性3つについてふれる。

(1) 耐老化性

この測定では、混合物をバットにひろげ、キセノンランプ照射・降雨12分の60分サイクルを1週間行い、水切り乾燥後トルエンを溶剤とし、アブソン法で抽出回収したアスファルトの針入度を測定し、原アスファルトのそれ

に対する%を求めて、一応、耐老化性の目安とした。

その結果は、図-1に示すように、ゴム入りアスファルト混合物は、ゴムなしのものに比べて耐老化性がよく、これによって耐久性のある舗装が期待できる。

(2) 暑さに対する抵抗性

夏季における舗装変形の抵抗性を、ホイールトラッキング試験で評価した。その結果は図-2のごとくであり、各種のゴムについて対アスファルト3%の添加でも、暑さによる舗装変形の低減に、かなり寄与するであろうことがうかがわれる。

(3) 寒さに対する抵抗性

冬季における舗装破損に対する抵抗性は温度を変えての曲げ試験でこれを評価した。それには $40 \times 7 \times 5$ cmの密粒度アスファルト混合物の締固め供試体を、スパン長30cmの中点載荷式に、50mm/minの一定速度で変形させ、その最大荷重から曲げ強度を求めた。

測定温度5°Cにおけるデータだけを図-3に示す。この図より、各種のゴムについて対アスファルト3%の添加でも、混合物を寒さに対して強くすることがわかる。

3. 名神と東名が語るもの

(1) 名神のクラックと空ゲキ率

名神高速道路の舗装を、供用後数年間追跡してまとめた報告書¹⁾によると、切取供試体の空ゲキ率と回収アスファルトの針入度ならびに路面状態の間に、図-4の関係がある。

すなわち空ゲキの多い箇所ほどアスファルトの劣化(針入度の低下)が進んでおり、したがってクラックが生じやすくなっている。

米国中西部のいくつかの舗装についても、図-5²⁾で示されるように、同様の傾向がある。

これから、

- 1) 空ゲキ率を少くすれば舗装は長持ちするようになる。
- 2) 耐老化性の良いアスファルトを使えば、長期間残留針入度が大きく、したがってクラックは生じにくい——といえる。

要するに耐老化性の良いアスファルトを用いて、よく締固めればクラックしにくい舗装となる。

図-1 ストレートおよびゴム入りアスファルト混合物を人工風化した場合のアスファルト針入度変化

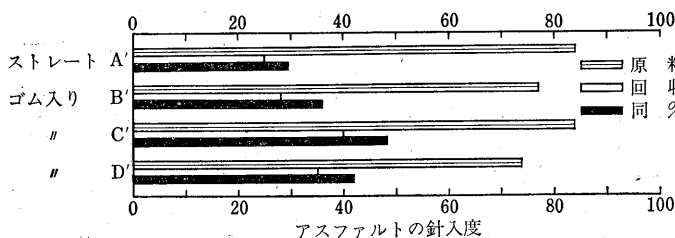


図-2 ホイールトラッキング試験によるストレートおよびゴム入りアスファルト混合物供試体の比較

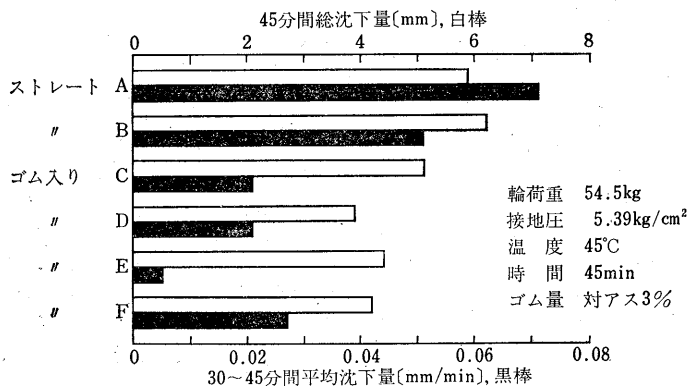
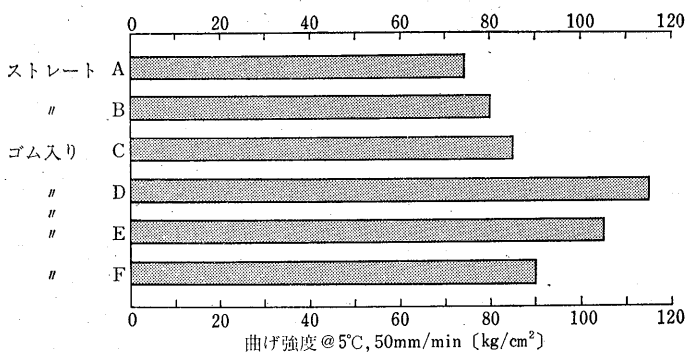


図-3 ストレートおよびゴム入りアスファルト混合物供試体の曲げ強度



(2) 東名のスリヘリと密度

「東名高速道路(御殿場~小山間)舗装工事におけるゴムアスファルトの施工」³⁾の表7をもとに、村山は図-6、図-7を作成した。

これらの図から次のことがいえる。

- 1) ラテックス添加量を多くするほど、舗装の密度が下る(締まりにくくなる)。
- 2) ラテックス添加量が一定のばあいには、コア密度が大きい(よく締まっている)ほど、タイヤチエーンによる低温時のスリヘリが少くなる。
- 3) ラテックスを添加しても、よく締固めてなければ、

図-4 切取供試体の空ゲキ率と回収アスファルトの針入度関係¹⁾

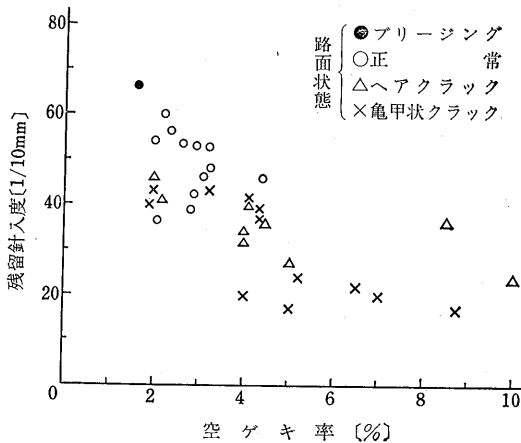
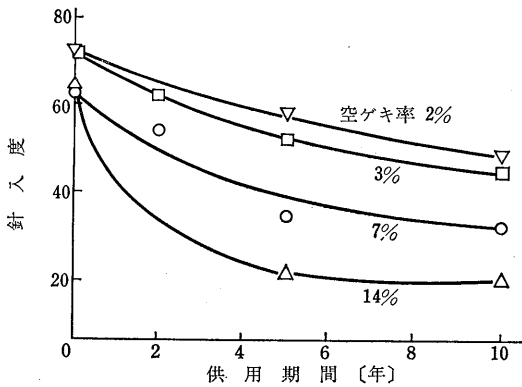


図-5 米国中西部舗装でのアスファルト硬化例²⁾



ラテックスなしのものより、かえってスリヘリが大きくなりうる。

以上、名神と東名の事実から次のことが帰納できる。

- 1) ゴム入りアスファルト混合物では、密度を出し(空ゲキ率を下げ)にくい。
- 2) ゴム入りアスファルトを用いても、十分締固め(空ゲキ率を小、密度を大にし)ておかないと、より老化しやすいゴムなしの場合より、かえって早く老化または破損することがありうる。

4. ゴム入りアスファルト混合物は締固めにくい

(1) ゴムの添加による粘度(締固め抵抗)の増加
バインダの粘度・温度曲線は、バインダと骨材との混合およびその混合物の締固めに、きわめて大切なものである。

針入度 80/100 のカフジ系ストレートアスファルトを 150°C に溶融し、これに固形ゴム分 50% の SBR ラテックスを、内割で 5% と 10%、少量づつかきまぜながら加

図-6 舗装切取供試体密度とラテックス添加量の関係
(北村ら, 道路建設 No. 261 '69 P. 82 表 7 より
村山図化)

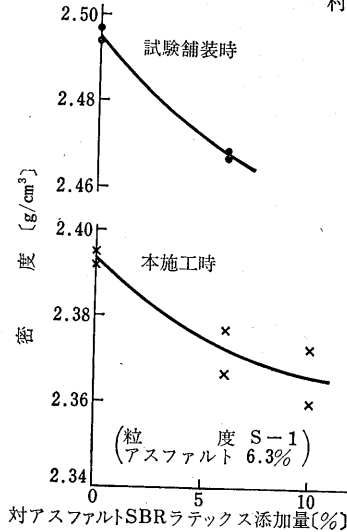


図-7 舗装切取供試体密度とスリヘリ面積の関係
(北村ら, 道路建設 No. 261 '69 P. 82 表 7 より
村山図化)

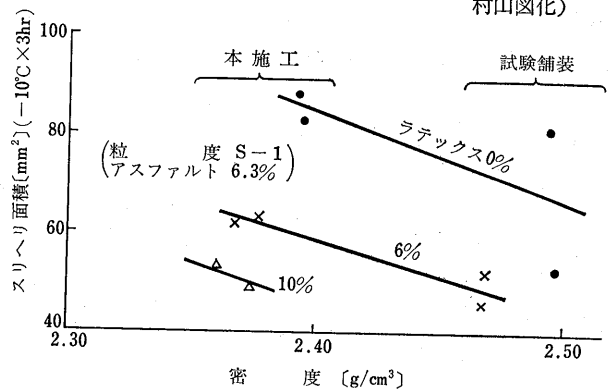
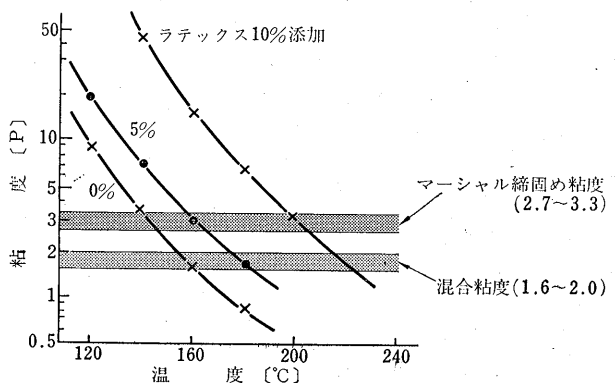


図-8 ゴム添加によるアスファルトの粘度・温度関係の変化



え、十分一様に混合した後、B型粘度計でこれらの粘度を測定した。

その結果は 図-8 のように、ゴムの添加でアスファルトの粘度が著しく増加する。このばあい、アスファルト舗装要綱で規定しているマーシャル供試体作製時の温度は、表-1 のようになる。

表-1 バインダの混合・締固め温度

区 分	ストレート	ラテックス 5%入り	ラテックス 10%入り
混合温度°C	154~160	175~183	214~221
締固め温度°C	141~146	160~166	199~205

ゴムの添加による粘度・温度曲線の変化は、アスファルトとゴムの種類と添加量、混合温度と加熱時間等によってまちまちであるが、ほとんどのばあい、曲線は上方へ移動する。

したがってこのようなゴム入りアスファルトでは、締固めに対する抵抗が大となり、ゴムなしのばあいに比べて、その混合物は締まりにくくなるのが当然である。そのため、ゴム入りアスファルト混合物を、空ゲキ率を減らし密度を十分に締固めるには、温度を前表のように十分高めるか、強い締固め手段をとらなければならないはずである。

(2) マーシャル試験法による例証⁴⁾

プラントミックス式にゴム入りアスファルト混合物を調製し、供試体を作製する場合について述べる。混合・突固めに当り、表-1のラテックス入りアスファルトの温度を採用しても、突固め数が50回では(図-9~図-11で……△……)、ストレートアスファルトの粘度・温度曲線から求めたより低い温度で調製し、75回突固めるばあい(同図で——■——)より、空ゲキ率が多く、密度が小さい。

(3) タイヤローラへの付着

ゴム入りアスファルト混合物を締固めるばあい、密度を出すには温度を上げるか突固め数(ローラのトン数、台数)を増せばよい。

舗設現場において、上述の考えでタイヤローラをかけると、まことに厄介な問題がおこる。鉄輪ローラによる初期転圧を終り、タイヤローラによる二次転圧を始めると、舗装面とタイヤとの間に納豆の糸のようなものが現われ、ひどくなると混合物までがタイヤに付着してくる(写真1~3 参照)。タイヤに付着したものは簡単にとれず、舗設に支障をきたすことになる。

この付着が起る際の舗装内部温度は 80~110°C である。このトラブルをさけるため、温度が下るのを待った

図-9 ラテックス添加量ならびに締固め条件と安定度との関係

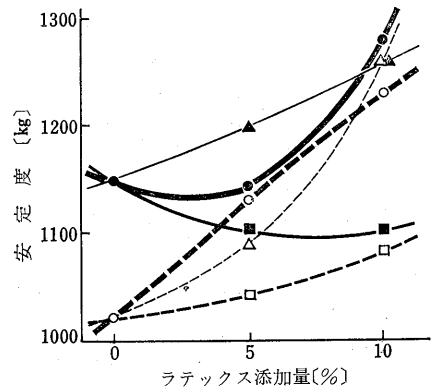


図-10 ラテックス添加量ならびに締固め条件と密度との関係

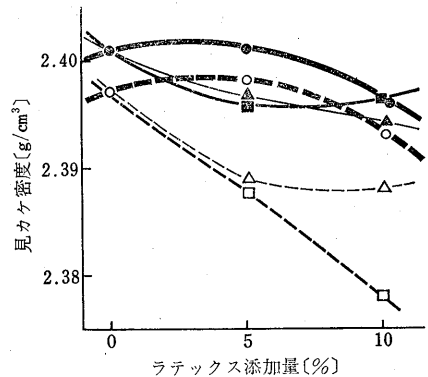
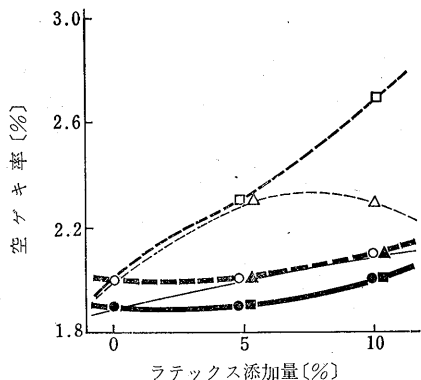


図-11 ラテックス添加量ならびに締固め条件と空ゲキ率との関係



〔注〕:

突固め回数		調製・作製法
50回	75回	
○	●	プレミックス式
□	■	プラント式(ストアス温度)
△	▲	プラント式(ゴムアス温度)

写真-1 ゴム入りアスファルト混合物とタイヤ間の糸引き現象

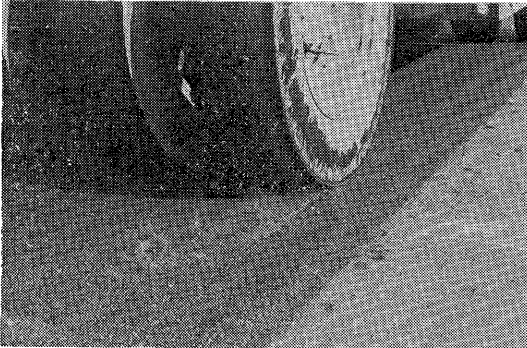


写真-2 ゴム入りアスファルト混合物がタイヤにより持ち去られた跡、白いのは付着防止用乳剤と蒸気



り、大量に散水しながら転圧するのを見たことがある。このようにすれば密度が出ず、空ゲキ率は当然多くなるはずである。

5. ホイールトラッキング試験機による実験⁵⁾

良いゴム入りアスファルト舗装をするには、ゴムのため締まりにくくなっている混合物の温度を上げ、強い力で締固めればよいことがわかった。しかし前述のような問題がある。

そこで、ゴム入りアスファルト混合物をどのようにすれば、タイヤに付着させずによく締固めできるかについてホイールトラッキング試験機を転活用して検討した。実験中の装置を 写真-4 に示す。

実験方法としては、 $30 \times 30 \times 5$ cmの鉄製試料ワクに、ゴム入りアスファルト 6.0%入りの密粒混合物を入れ、鉄ローラで転圧し、これを装置にかける。この際、ゴムの種類、混合物の表面温度と締固め度（対マーシャル密度）、ゴムタイヤの速度、接地圧および表面温度、さらに付着防止材料を種々変えて、糸引きの発生し始める時のタイヤ通過回数と、混合物が付着し始める時の通過回数を測定した。

この実験結果から、ゴム入りアスファルト混合物をタ

写真-3 タイヤに付着した混合物は簡単にとれない

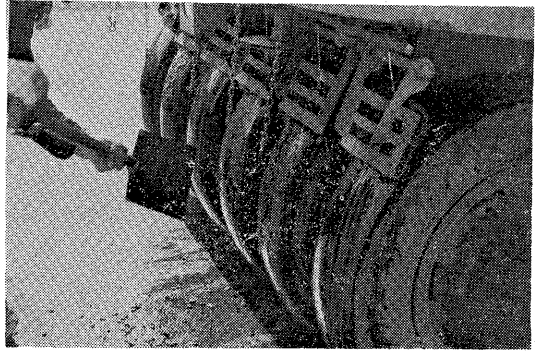
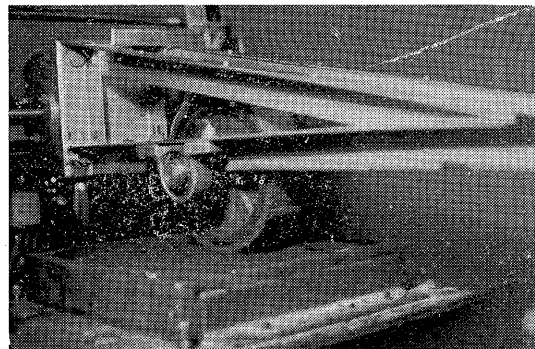


写真-4 ホイールトラッキング試験機のタイヤに付着防止材を取付けて試験中



イヤに付着させずに締固めるには、次のようにすればよいことがわかった。

- 1) 混合物の表面温度を 140°C 以上に高めるか、逆に 60°C 付近以下にする。
- 2) 初転圧を十分に行なう。
- 3) 転圧速度を遅くする。
- 4) 転地圧を小さくする。2)と組合わすと、接地圧は締固めが進むにつれて、大きくすればよいことになる。タイヤ圧調節装置の活用が望まれる。
- 5) タイヤの表面温度を上げる。
- 6) 適当な付着防止材を使う。

タイヤ表面が 25°C のばあい、 60°C に比べて、糸引き発生時のタイヤ通過回数は約2分の1であった。

シリコンオイルは最良であったが、灯油でよい。水系のものは避けたい。

6. 野外実験⁶⁾

室内のホイールトラッキング実験で得た上述の知見は野外実験においても、同様な傾向にあることが確かめられた。それらの中で、ゴム入りアスファルト混合物の付着防止上きわめて有効な手段は

- ① タイヤの表面温度を 60°C 以上に保つこと

② 適当な付着防止液を使うこと——であった。

タイヤの表面温度を上げる方法としては、LPGを燃焼させるリンナイ赤外線バーナの取付け、エンジン排気のタイヤへの吹付け、およびタイヤ外側に保温カバーの取付けを行なった(写真-5~6 参照)。このローラでタイヤ表面温度を 80~90°C に保ったところ、付着防止液なしでも、表面温度約120°C のゴム添加アスファルト F 入り混合物の転圧を、支障なく行なうことができた。

また付着防止液、排気による加熱および保温カバーとの組合せも効果的であり、赤外加熱しないので、作業の安全性を考えると前者にまさる(写真-7 参照)。なお、これらの合材付着防止装置に関しては、特許出願中である。

7. 結 論

(1) 従来とかくその効果がまちまちであったゴム入りアスファルト舗装について、その理由が材料的に締固めにくいため、転圧不十分のことが多いことにあとと帰納した。

② 転圧不十分の主因は、ゴム入りアスファルト混合物がタイヤローラに付着しやすいことにありとし、その防止法を検討して、有益な知見を得た。

8. あとがき

重交通下、ゴム入りアスファルト舗装は、ますます多用されるべきものとする。この時期にあたり、本論文がその発注・設計・施工者らに重要な指針を与え、ゴム入りアスファルトをして、十分その特長を発揮させるのに役立てば幸いである。

(49. 1. 31)

文 献

- 1) 日本道路協会、名神高速道路舗装調査報告書(昭46. 2) P39~41
- 2) J. J. Heithaus & R. W. Johnson, Proc. AAPT, 27, 17 (1958)
- 3) 北村照喜・横沢隆雄・道路建設 No. 261, 76(1969)
- 4) 村山健司、第10回日本道路会議一般論文集 No. 361 (昭46)
- 5) 村山健司・高野漢・鈴木義昭、第11回道会一般 No. 358 (昭48)

写真-5 赤外線タイヤ加熱・排気加熱・保温カバー式タイヤローラ (前輪方向)

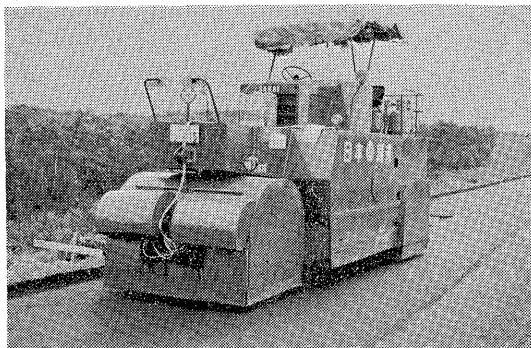


写真-6 同上 (後輪方向)

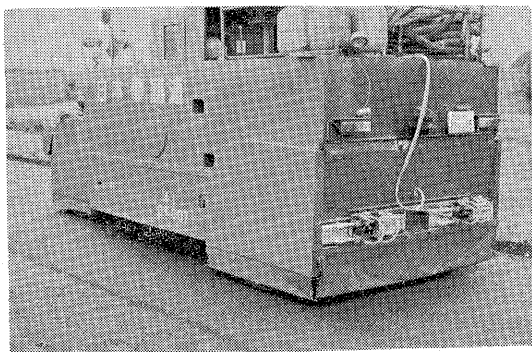
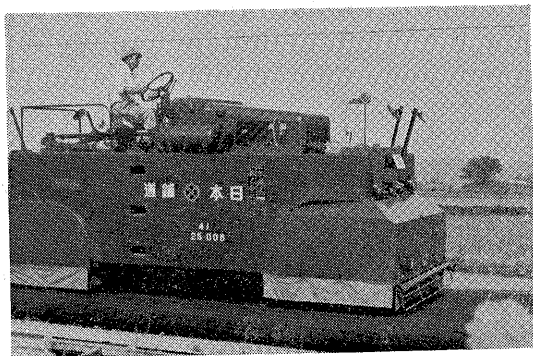


写真-7 付着防止液噴霧・排気加熱・保温カバー式タイヤローラ (運転手の右足先の置ドラムが防止液用)



急硬性スラリーシール工法の開発

鈴木 紀章

笠原 靖

1. はじめに

スラリーシール工法については、すでに何篇かの報文の発表が行なわれている。

ここに述べる急硬性スラリーシール工法（以下Q S—S S工法という）は従来のスローセットスラリーシール工法（以下S S—S S工法という）と異なり、交通開放時間を大幅に短縮した工法で、筆者らは本工法に関し、その開発経過および工法の概要を道路会議¹⁾、雑誌²⁾等により一部を紹介してきた。

Q S—S S工法は上述したようにスラリー舗設後より30分前後で交通開放を行なうため、その材料に要求される条件は非常に厳しく、特にアスファルトの材質との関係が、その施工結果の良否を大きく左右している。

ここではQ S—S S工法の概略、その分解機構とともに、アスファルトの性質が本工法にどのような影響を及ぼすかを、アスファルトの特性値と室内試験および現場の施工の結果との関連でまとめたものである。

2. スラリーシール工法

スラリーシール工法およびQ S—S S工法の概略を次に記す。

2-1 スラリーシール工法

i) 施工箇所：既設舗装面に発生したヘアクラックや小孔を充填、シールすることで防水性を与え破損を防止する。荒れた路面、凹凸やすべりやすくなった路面の整正、オーバーレイや打換えを行なうまでの暫定的な表層、塵や碎石の飛散をきらう商店街、住宅街、工場等の舗装を目的として施工される。

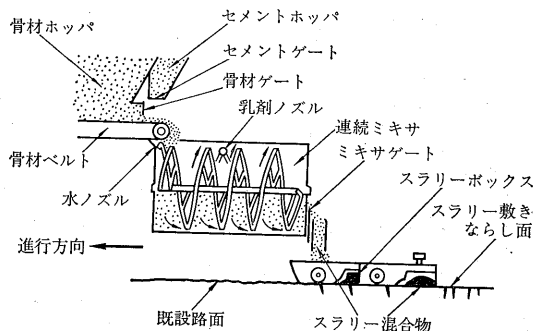
ii) 工法の概略：使用材料は細骨材としてスクリーニングス、結合材としてアスファルト乳剤、フィラーとしてポルトランドセメントか生石灰、それに作業性の調節に水を用い、これらを適当に混合したスラリー状の混合物をスプレッダーボックスで厚さ3～6mmに敷きならす。

以上の操作を1台で行なうのが、スラリーマシンであり、その概略を図-1に示す。

2-2 Q Sスラリーシール工法

本工法の利点は、①寒冷地から温暖地にわたり施工できる。②降雨に際して早期に抵抗性を示す。③施工時の

図-1 スラリーマシンの混合機械部の概略



交通障害が少ない。④施工能率が上がるなどである。

2-3 開発内容の検討

従来のスラリーシール工法の欠点は交通開放までに長時間を要し、さらに季節的な制限をかなり受けるにあった。

Q S—S S工法の開発にあたっては、この交通開放時間を30～60分に短縮することを目的とした。

さらに乳剤は種類によりカチオン系とアニオン系とに分れるが、カチオン系は欧米などの資料によると配合・操作のミスなどで、ミキサ内での硬化やボックス内での固まりが発生しやすく、その結果、施工能率のダウンや仕上がり面に筋がつくなどの弊害がみられる。これに対しアニオン系はこれらの支障が少なく、施工が容易であるため、乳剤はアニオン系とすることにした。

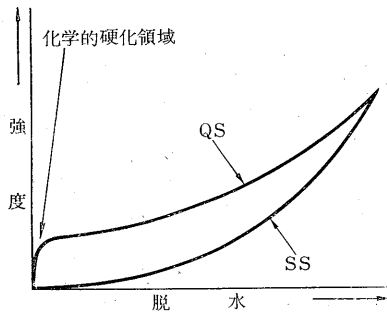
3. 分解機構

3-1 概要

Q S—S Sの分解機構はS S—S Sと異っており、その相違を定性的に示したのが、図-2であり、図-3に石質と分解の関係を、図-4に分解機構のモデルを示した。

Q S—S Sは図-2に示すように、初期の硬化が急激であり、S S—S Sとはきわだった差がみられる。さらに使用骨材の石質、フィラーの種類によっても硬化に相違がある。これを図-4のモデルで説明するとQ S—S S用のアスファルト乳剤（以下Q S乳剤という）を細骨材・セメント・水の混合物中に添加すると、鉱物フィラ

図-2 QSとSSの定着性の相違



一から溶出される多原子価陽イオン(Ca^{++})は、数分間でQS乳剤(アニオン乳剤)内の特殊活性剤と反応する。その結果、アスファルト粒子は骨材表面に付着し、強靱な膜を形成し、水はスラリー混合物外に清水として排出される。

以上のことよりSS—SSが天候による水分蒸発に頼る硬化に比べ、QS—SSは脱水の機構も併用されていることがわかる。

3-2 実験結果および考察

QS—SSとSS—SSのセメント量、温度と分解硬化の関係についての種々の実験結果、および両者の交通開放に要する時間の実験結果を以下に記す。

i) 実験方法: スラリー混合物はまず精秤したおのこの試料をミキサへ投入し、1分間混合して作成する。この混合物を速やかに針入度カップに採取し、温度 25°C 湿度50%の恒温恒湿槽に入れ養生した。

定着性すなわちスラリー混合物の分解硬化の測定は、一般の針入度計を使用し、これに直径5mmの円筒形の貫入針(全荷重200g)を用い、これを試料表面上1cmの位置から落下させ、針入度と同様5秒間に貫入した深さをもって測定値とした。

普通スラリー混合物の定着性の測定は、国際スラリージール協会(ISSA)およびASTM³⁾では逆円錐形の貫入コーンを使用するように規定されている。しかし筆者らはスラリー混合物の分解硬化の特性をより良く把握する必要から、その特性値の幅が広がる方法として前記の実験方法を採用した。実験に使用した骨材の性状および混合物の配合を表-1に示す。

ii) 実験結果および考察

図-5にQS用乳剤とSS用乳剤を使用したスラリー混合物の養生温度 25°C におけるセメント添加量と定着性の関係を示した。両者を比較するとQS—SSは一定の定着性を得るのに要する時間は、セメント量にもよるが20~40分である。一方SS—SSは時間とともに針入度が低下し分解硬化の進行を示しており、セメント添加量

図-3 QSの石質とセメントの関係

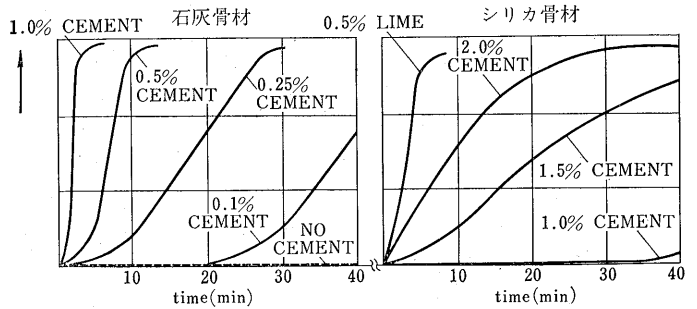


図-4 QS合材の分解機構

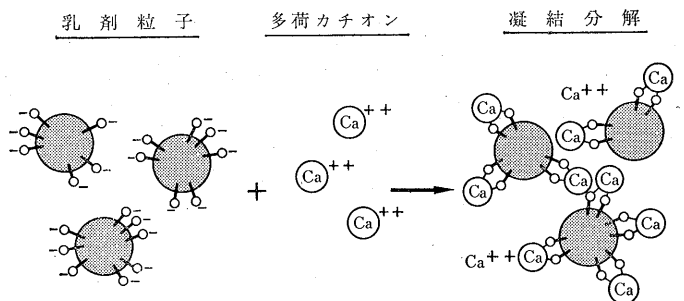


表-1 骨材の性質と配合例
粒度

フルイ目(mm)	2.380	0.590	0.297	0.149	0.074
通過率(%)	99.5	43.2	30.4	18.8	15.2

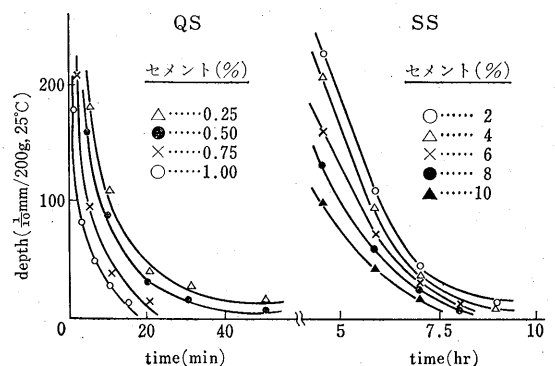
組成

成分	CaCO_3	MgCO_3	Fe_2O_3	SiO_2
組成(%)	14.08	5.20	7.56	67.72

配合

	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4
セメント量(g)	1.5	3.0	4.5	7.0
骨材量(g)	500	500	500	500
乳剤量(ml)	95	95	95	95
水(ml)	75	80	95	105

図-5 セメント量と定着性の関係



の増加に対応して速くはなっている。しかし一定の定着性を得るのに要する時間は、ほぼ7時間前後であり、QS—SSに比べ硬化に必要なセメント量、時間ともにオーダが違っている。この結果からQS—SSとSS—SSは本質的にその分解機構が異なるといえる。前者は、図-4に示したように、セメントおよび骨材から溶出した Ca^{++} による凝結分解と考えられ、後者はセメントの水和による定着に大きく依存していると思われる。

したがってQS—SSは一定の定着性を得るためにはセメントよりは石灰の方が少量の添加量ですみ、図-2から明かなように、シリカ系骨材より石灰系骨材の方がセメント量が少なくてよいことになる。

これは凝結に必要なイオンの添加量は、そのイオン価数の増加とともに対数的に減少するとした“Schultz-Hardayの法則⁹⁾”にはば一致することを意味している。

したがって、セメントのかわりにアルミニウムイオン(Al^{+++})などを使用すると、さらに微量の添加量で効果が生じることになる。

しかしスラリー混合物は、用途の性質上添加量が微量の場合、施工機械の精度を含めて実際の作業に困難をきたすことが考えられる。その点セメントは添加量・コストともに極めて適当な材料といえる。

図-6にQS—SSとSS—SSのセメント量・養生温度・定着時間の関係を示した。前者は養生温度—セメント量—定着時間に極めて良好な相関性が認められる。そこで現場施工結果と室内試験結果の関係から、予め求めた徐行による通行可能な定着性(図ではdepth)、すなわち針入度25~30(図中の破線)に達する時間(交通開放時間)は、気温15~25℃ではおよそ25~50分となる。5℃では120分位になっているが、これは一般用の乳剤(使用時期が春と秋を対象)を用いたためで、乳剤のグレードを変えることで前記時間位に調整することができる。

後者については、養生温度が低くなるにともない定着時間が長くなり、5℃では定着時間が25℃のほぼ3倍となっている。セメントの添加量の効果は6%と10%の2点だけであるが、図にみられるように定着時間の短縮は認められるが、さほど大きくない。

これらの結果より、従来スラリーシールの施工温度の下限は15℃⁹⁾といわれていたが、QS—SSは化学的硬化により短時間で分解が進み、強度が増加するため、それ以下の温度での施工も可能となる。

表-2に図-6より求めた各々の養生温度におけるセメ

図-6 セメント量および温度の定着時間との関係

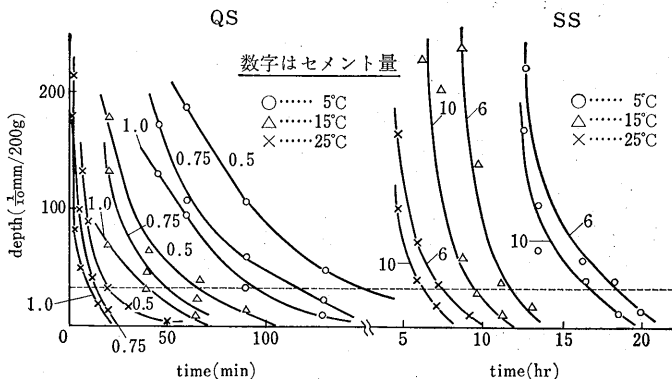


表-2 セメントおよび温度と定着時間の関係

養生温度(°C)		25	15	10
シフト(min)	OS*	20	52	112
	SS	15	30	25

* ただしQSのセメント使用量は0~2%の範囲

ント量当りの硬化時間のシフトを示した。QS—SSとSS—SSではシフトの数値が前者が大きく、かつ後者は温度に対し一定の傾向はみられないが、QS—SSは低温におけるセメントの効果が顕著に認められる。

このようにQS—SSは今までのスラリーシールとはその分解機構を異にしているため、室内予備試験によって施工条件に応じた適切な混合物とすることができる。

4. 各種アスファルトの検討

4-1 概要

QS—SSの材料で、特に乳剤に要求される条件は厳しく、使用乳剤によってその結果の良否が大きく左右されるといっても過言でない。乳剤ではその主材料であるアスファルトの品質との関係が大きく、適切なアスファルトをいかにして選択するかが重要な課題となる。

筆者らは現在、大量入手が可能と思われるアスファルトを何種類か選び、その性状とQS—SSの施工結果との関連を求めると同時に、適切なアスファルトの選択基準の検討を行なった。

選択手段として、針入度・軟化点等の物理的性質を試験する方法は今回の目的から不適当である。そこで、いわゆる化学的性質を試べるIR(赤外線吸収スペクトル)、酸価、ワックス含有量等に着目し、これらの試験結果と現場の施工結果の評価を関連させて検討を加えた。

4-2 実験方法および結果

4-2-1 試料：検討したアスファルトの種類は20

数種類であるが、ここではそのうちの11種類についての結果を報告する。(11種類のアスファルトの全部について後述する試験すべては行なっていない。)なお針入度はすべて 80/100を用いた。11種類のアスファルトの産地と原油名は 表-3 のようである。

4-2-2 実験方法

I R(赤外線吸収スペクトル) 測定は島津製作所製の I R-27 Gを用いた。測定法はスパーサ 0.5mm液体セルを用いて、これに四塩化炭素に対し重量で5%となるように調整した試料を注入し、リファレンス側に四塩化炭素のみのセルをセットして行なった。

酸価 一般にはASTMやJIS⁶⁾に測定法が規定されているが、これらはいずれもデータの再現性が悪く今回はChavronの改良法を採用した。これはアスファルト中の酸(-COOH)を中和するのに必要なKOHの量をmg/gで表わしたもので、KOHの中和等量は滴定曲線の2つの変曲点の中点とし、これから酸価を算出した。

ワックス含有量 パラフィン系溶媒にアスファルトを溶解し、含有するワックスを低温において結晶化⁷⁾して求めた。

4-2-3 実験結果および考察

表-4にAアスファルトからKアスファルトに至る11種類のアスファルトのI R測定結果を示した。これは厳密には面積強度または吸光度で表示すべきであるが、表中の数字は 3500cm^{-1} 、 1700cm^{-1} そして 1600cm^{-1} の吸収ピークの大きさを、Q S-S Sの性能試験の評価(表の右側のコラム)と結びつけるため便宜上 mm で表わしたものである。測定したアスファルトからそれぞれの性質を代表すると思われるGアスファルト(以下Gと符号だけを表示する)とHのI Rのチャートが図-7、図-8である。

表-3 アスファルトの産地と原油名

産 地			原 油 名
中 国	近 東	産 地	クエート(1)
			黒 川
中 国	近 東	産 地	ガッチサラン
南	米		ベネズエラ(1)
	"		" (2)
国	産		新 津
北	米		コーリンガー
中	近 東		クエート(2)
	"		アラビアンライト
北	米		コーリンガー
南	米		バチャケロ

表-4 I Rと現場評価の関係

	I R (cm^{-1})			現 場 評 価
	3500	1700	1600	
A	17	0	69	×
B	31	5	95	△
C	13	0	67	×
D	13	0.5	77	△×
E	13	17	75	○△
F	37	1	95	○△
G	37	12	99	○
H	16	0	73	×
I	12	8	73	△
J	38	15	99	○
K	12	12	86	○

図-7 アスファルト(G)のI Rの結果

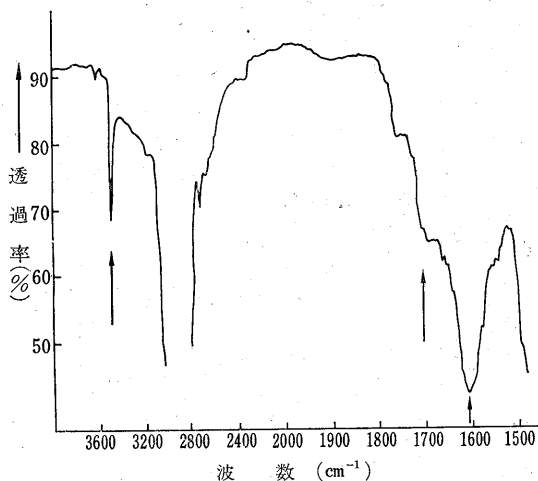


図-8 アスファルト(H)のI Rの結果

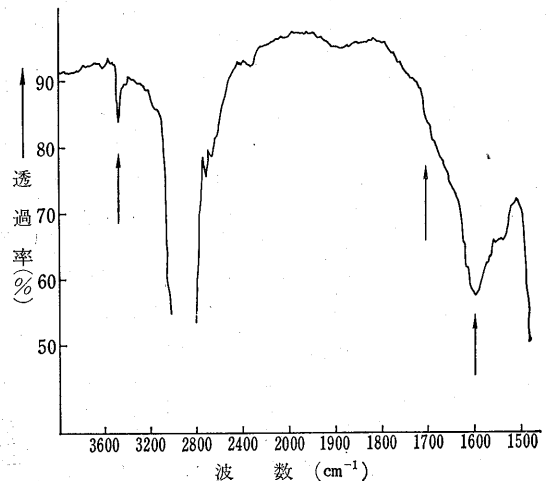


図-7のGと図-8のHの比較では $3400\sim 3500\text{cm}^{-1}$ 付近のシャープ(窒素誘導体と思われる)を吸収, 1700cm^{-1} のカルボニル基および 1600cm^{-1} の炭素間二重結合⁹⁾($\text{C}=\text{C}$)の吸収が明らかにGが大きい。これは官能基および芳香成分の多いことを示すものである。表-4のAとCはHとほとんど同様であり, 全く有意差が認められない。DとEは共にベネズエラ原油となっているが, Dの方はHに近くEはGに近い結果となっており, 後述する性能試験の評価も異なっている。一方, 表中の他のアスファルトB・F・J・Kは 3500cm^{-1} の吸収と 1700cm^{-1} および 1600cm^{-1} の吸収のいずれか, または両方についてGに近い傾向を示している。

次にQS—SSの性能試験の評価との関係では, 定量的にみていずれの吸収も大きいGが, 性能評価も最も良く, これと逆なHを初めとするA・Cは性能評価も極めて悪いといえる。

一方B・E・F・I・J・Kはこれらの中間に位置しDはこれよりさらに悪い結果である。

以上のことより, 3500cm^{-1} , 1700cm^{-1} およびこれに 1600cm^{-1} を加えた数値は, スラリー混合物の現場試験*における性能評価と良い対応を示しており, この関係を示したのが図-9である。

* 現場試験はスラリー混合物をスラリーマシンで混合敷き均らしを行ない, その定着性, 硬化後の水抵抗性, 車を通した場合のハクリなどを試験し総合評価したものである。GとHについての評価例を表-5に示す。

図-9のIR—性能評価曲線にバラツキはあるものの評価が×のものは, すべてIRの結果がHと同等かそれ以下であり, GはIRの吸収が大きく評価もベストである。またその他はこれらの中間に位置し, バラツキを考慮してもIRとアスファルトの性能評価との対応はあると考えられる。

表-6が酸価とワックス含有量の測定結果である。

酸価は4種類のアスファルトにつき測定したが, Gの1.38からHの0までとなっている。測定数は少ないが, 従来からアニオン系では酸価が乳化の一尺度となるといわれているが, 今回の結果もそれを裏づけている。ただし実験の精度に関しては, 予め酸価のわかっている物質の計算値と測定値にやや差があり, 信頼性が低く何らかの実験的改良が必要と思われる。

ワックス含有量とQS—SSの性能評価の関係を図-10に示した。図にみられるようにワックス含有量の小さい方が性能評価は良好であり, ワックス含有量の大きいものはその評価が悪い。しかしデータにバラツキがあり個々のデータに注目すると必ずしもワックス含有量に依

図-9 IRの結果と現場評価の関係

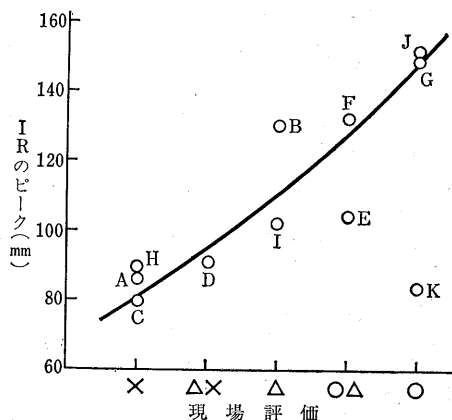


表-5 現場試験の評価例

		G	H
配 合	骨 材	100	100
	乳 剤	20	20
	セ × ン ト	0.5	0.5
	水	8	9
評 価	混 合	○	○
	作 業	○	○
	定 着 性 10分	○△	×
	〃 20分	○	×
	〃 30分	○	△×
	水 抵 抗 性	○	×
車 通 行 30分	車 通 行 30分	○	×
	総 合 評 価	○	×

表-6 酸化とワックス含有量

	酸 価	ワックス 含 有 量	評 価
A	—	1.80	×
B	—	0.75	△
C	—	2.39	×
D	—	2.67	△×
E	—	0.22	○△
F	—	1.02	○△
G	1.38	0.20	○
H	0	3.60	×
I	0.46	0.65	△
J	1.09	0.20	○
K	0.63	0.30	○

存しない。

ある資料によるとワックス含有量は1.6%以下であれば、アスファルトとして問題ないとしているものもあるが、これが事実とすれば1.6%の点(図中の破線)で逆S字曲線が得られねばならない。以上の事項を総合すると今回の結果からは、ワックス含有量は少ない方が良く1%以下が望ましいということになる。

筆者らはGとHについてIR・酸価・ワックス含有量の測定以外に、表面張力・分子量・IRの測定結果からの官能基について両者を比較してみた。GはHに対し表面張力は大きい、分子量が小さい、官能基が多いという結果であった。さらに組成分別によるとGはHに較べるとアスファルテンに対するレジン、オイル成分が多い。これらの結果からもGとHの化学的性質の違いが、現場試験の性能評価の違いにつながっていると思われる。

以上のIR・酸価・ワックス含有量によるアスファルトの性質と、現場の評価との関係から酸価は高い方が、またワックス含有量は低い方がよいことが確認された。しかし最も相関性が大きかったのはIRであり、IRのチャートに特徴がなく官能基の吸収が少ないものは性能も悪く、官能基および炭素間二重結合の大きいものは性能がよく、中間に入るものは性能もその位置にあるという結果が得られた。

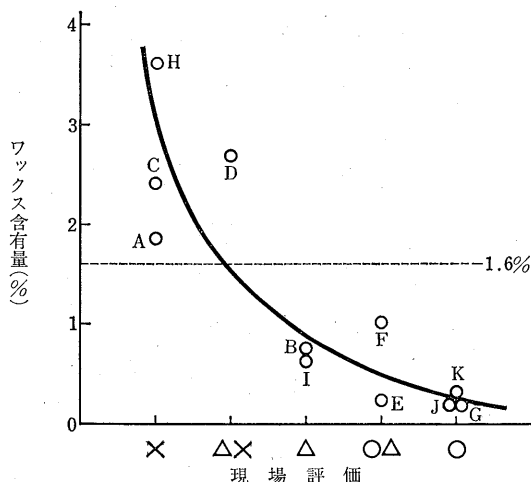
5. おわりに

QS—SS工法は前述した経過をへて確立され、現在その施工実績は20万㎡におよんでいる。本文ではその開発過程のすべてを述べてはいないが、工法開発にあたってのアスファルトの性質との関連について記述した。

アスファルトは今後も素材としての優れた性質とその安価さでまだまだ大いに活用されると思われる。

今回、筆者らが行なったのはシビアな性能を要求される製品は、そのアスファルトの性質により性能が大きく左右されるということから、アスファルトの性質の評価をいかにして行なうかということであった。そしてここに一応その目的を達したと考えている。

図-10 ワックス含有量と現場評価の関係



今度の実験を通じてアスファルトの化学的性質を適確に把握し、それを応用していくことで、かなり高度な性能を要求される製品の開発や、アスファルトの改質までその範囲を広げることも可能であると感じた。

アスファルトを主材料とする工法の開発に関する1つの例をここに紹介したが、この結果が同様な研究をされている方々や、また関心をお持ちの方々の参考になれば幸いである。

参考資料

- 1) 鈴木・笠原・植村, 第10回日本道路会議論文集中 P. 249 (1971)
- 2) 鈴木・笠原, 舗装 7(6), 10 (1972)
- 3) ASTM D—217, (1971)
- 4) 浅岡忠知, コロイド化学, 三共出版, 昭和41年 P. 64
- 5) 日本道路協会, 簡易舗装要綱, 昭和46年, P. 63
- 6) ASTM D—664, JIS K—2502 (1968)
- 7) 中西香爾, 赤外線吸収スペクトル, 南江堂, 昭和44年

第5回 アスファルトの規格試験とその意義 (1)

阿 部 頼 政*

1. はじめに

前回までアスファルトの材料特性を色々述べてきたが、「かなり複雑だな」という印象を受けられたかと思う。いわゆる理学者にとっては、この複雑な現象を理論的に解明すること自体が目的になり得ようが、我々工学にたずさわる者、特に現場技術者にとっては、ものを作ることが最大の目的である。したがって、アスファルトがいかに複雑な物質であり、理論的に解明することがむずかしいとしても、それを上手に使う立派な舗装を作ることが当然のことながら要求されるわけである。この場合、理論的な根拠があれば、それにこしたことはないが道路舗装、特にアスファルト舗装は、かなり経験工学的な色彩が濃くなる。つまり、何故かはよくわからないが、過去の経験からこのようにして舗装をつくれれば良いものができるということはある程度知っており、それをもとにして設計・施工しているのである。この経験から得られた知識を集大成したものが「アスファルト舗装要綱」であると思えばよいであろう。

アスファルトの性質を完全に記述できるような理論はもちろん存在しないから、舗装要綱では、過去の経験から舗装に使用するアスファルトは、このようなものが望ましいという範囲を種々の角度から規定している。これが「舗装用アスファルトの規格」と呼ばれるものでありこれに関連した試験を「規格試験」と呼んで重視しているのである。今回からこの規格試験について述べていきたいと思う。

2. 規格試験の意義

アスファルトはコロイド構造を持つと言われ、また力学的には粘弾性物質の仲間に入る。コロイドとか粘弾性というのはきわめて複雑な現象であり、現代の科学でも研究はまだまだ初歩的段階にあると言っても過言ではない。したがって、アスファルトの性質もきわめてとらえにくいわけであるが、「舗装に使用して望ましいアスファルト」と工学的な目的に限定すれば、これはある程度

その性質を規定することができる。すなわち、常温でも液状を示すような軟らかいアスファルトは舗装に使用できないし、かといって、200°Cに温めてもなおかつ半固体状であるようなかたいアスファルトも使えない。つまり、「かたさ」についてはある範囲内のアスファルトでなければ舗装には使えないわけである。また、骨材との混合時に適当なかたさであっても、プラントで加熱している間に揮発分が大量に蒸発してしまっただったアスファルトがかたくなるのも耐久性の面から問題がある。したがって蒸発後のかたさにも制限が必要になる。さらに骨材を被覆するには適当な伸びやすさが必要であろうしプラントで加熱する関係上、引火しやすいアスファルトも困る。

以上のように考えてくると、アスファルトの本質を云々する議論とは別に、実用上、この性質に関してはこのような範囲のアスファルトが舗装には適当であるという制限がでてくる。このような観点のもとに長い間、経験と実験が積み重ねられ、現在の「舗装用石油アスファルトの規格」(表-1)ができあがったわけである。

この規格の意義を図-1でもう一度考察してみよう。図でAという集合はアスファルト全体とする。その中で舗装に適するアスファルトの集合B(点線)については明確にはわからないが、経験から大略この範囲であろうという見当はつけられる。舗装要綱の規格は、アスファルトをこの範囲の中に押し込めようとする集中荷重群のようなものと考えることができる。つまり、種々の角度から圧力を加えて、アスファルトというところのない物質をBの範囲外にはみ出ないようにしようとするものである。この場合、全体を包むような分布荷重ではなく一方向の集中荷重であるということに注意してほしい。矢印に向っている方向(表-1, 7種の規格)についてはかなり規制されているが、それ以外に規制すべき方向(例えば r)の存在する可能性があるからである。また現在の規格でも、規制しすぎたり(b, e), 規制がたりなかったり(d), さらになんの意味も持たない規制(f)もあるかも知れない。これらは今後少しずつ改良されていくべきものであろう。以上のような模式図を

* 日本大学理工学部 講師

通して筆者が言いたいことは、舗装要綱の規格はこれまでの知識を最もよく集約したものではあるが、決して完全なものではないこと、むしろ大筋だけをとらえたものだということを常に念頭においてアスファルトを取り扱ってほしいということである。最近発表された「暫定規格」も図-1 ではみだしている部分や規制の弱すぎる部分を修正しようとしたものと解釈してよからう。

以上の規格は、それぞれ JIS(日本工業規格) に定められた試験法に基づ

づいているわけであるが、これらの試験を規格に関係する試験という意味で我々は便宜上、「規格試験」と呼んでいる。この規格試験の最大の特徴は誰でも手軽に試験できるという簡略さにある。これは、道路舗装という目的がある以上、研究室でしかできないような試験では意味がなく、現場の仮小屋程度の実験室で簡単に試験でき、品質管理に役だてようとするからである。したがって、道路技術者にとっては最も身近にあり、また最も熟知すべき問題であると考えられる。

3. 暫定規格について

現行のアスファルト舗装要綱は昭和42年度に制定されたもので、もうすでに7年程経過している。最近、この要綱を改訂しようとする気運が高まりつつあるが、舗装の主要材料であるアスファルトの品質規格についてもその

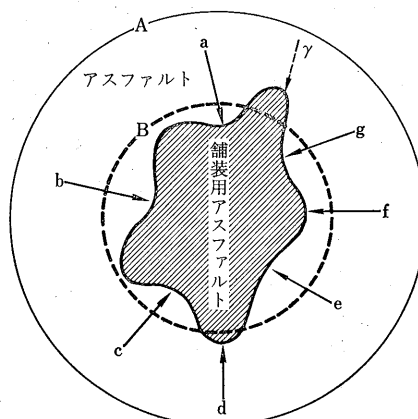
表-1 舗装用石油アスファルトの規格 (日本道路協会規格)

舗装用石油アスファルトは、JIS K2207 石油アスファルトのストレートアスファルトであって、その品質は日本道路協会規格の規定に適合したものでなければならない。日本道路協会規格は下表に示すとおりである。

種 類	針 入 度 (25℃ 100g 5秒)	軟 化 点 ℃	伸 度 (15℃)	蒸発量 %	蒸発後の 針 入 度 (現針入度 に対して) %	四塩化炭素 可溶分 %	引火点 ℃
60～80	60～80	43.0～53.0	100 以上	0.3 以下	75以上*	99.5 以上	240以上
80～100	80～100	41.0～51.0		0.5 以下			70以上
100～120	100～120	40.0～50.0					
120～150	120～150	38.0～48.0					

* 軟化点47.5°C以上のものの蒸発後の針入度は80%以上が望ましい。
(備考) 比重および粘度温度関係を付記することが望ましい。比重および粘度温度関係の試験方法は受渡当事者間の協定による。

図-1 規格試験の意味



《注》 a, b, ……gは規格をあらわす。

例外ではなく、数年前から種々の問題が提起されてきた。現規格を改訂しようとする背景には、供用後のアスファルト舗装に生ずる種々の欠陥の中でアスファルトの品質に原因があると考えられる部分があるからであって、単に要綱が古くなったからという理由でないことはいまでもない。日本道路協会では、昭和46年8月、舗装委員会のもとにアスファルト小委員会を設け、材料について詳しい検討を始めた。そして、最近10年間におけるアスファルト舗装の各種欠陥状況ならびにアスファルトの品質を考慮し、さらにわが国で製造された代表的アスファルト試料60~80(針入度) 16個、80~100 23個について共同試験を行ないその結果に基づいて、現規格の修正を行ない、舗装用石油アスファルトの暫定規格を作っ

表-2 舗装用石油アスファルトの暫定規格

舗装用石油アスファルトは均質で水分を含まず、180°Cまで加熱してもあわ立たないものであって、下表の規定に適合しなければならない。
なお 120°C、140°C、160°C、180°C、における動粘度をCGS単位で明示しなければならない。他の測定器によって測定して動粘度を算出した場合は測定器の形式と換算式とを示さなければならない。

種類	60~80	80~100
針入度 (25°C, 100g, 5秒)	60を越え80以下	80を越え100以下
軟化点 °C	44.0~52.0	42.0~50.0
伸度 (15°C) cm	100以上	100以上
蒸発減量 ¹⁾ %	0.3以下	0.3以下
蒸発後の針入度 (原針入度に対して) %	80以上	80以上
蒸発後の針入度比 % ²⁾	110以下	110以下
薄膜加熱減量 % ¹⁾	0.6 "	0.6 "
薄膜加熱後の針入度 %	55以上	50以上
四塩化炭素可溶分 %	99.5 "	99.5 "
引火点 °C	260 "	260 "
比重 (25°C/25°C)	1.000 "	1.000 "

(注) 1) 減量は増量となる場合もある。

2) 蒸発後の針入度比

$$= \frac{\text{蒸発後の針入度 (蒸発量試験操作終ったままの試料)}}{\text{蒸発後の針入度 (JIS K2207による)}} \times 100 \%$$

た¹⁾。なお、ここで暫定規格としたのは、現行のアスファルト舗装要綱が全面改訂の段階に至っておらず、その内容ごとに技術の進歩にあわせて再検討をそれぞれ実施している段階であることから、「暫定」の名称を付したものである²⁾。この暫定規格を表-2に示した。この内容については昆布谷¹⁾、藤井²⁾が詳しく解説しているのでは非一読されたい。ここでは、両者の解説を参考にしながら、現要綱と暫定規格の相違点を明らかにしておこう。なお、個々の試験法、数値等に関しては、次節以下で紹介するつもりである。

暫定規格の主な改正点

- (1) 現規格では品質の一般規定に「均質でほとんど水分を含まず、175℃に加熱したとき著しくあわ立たないもの」とあるが、現在使用されているアスファルトは、十分この規定を満足するという判断から、「ほとんど」および「著しく」の表現を消し、さらに「175℃に」を「180℃まで」と改められた。これは要項のアスファルト混合物の混合温度が185℃になっているので、それに近い値をとったものである。
- (2) 高温粘度は現規格では「粘度温度関係を付記することが望ましい」の表現であるが、120℃、140℃、160℃、180℃の4温度での動粘度をCGS単位で明示することになった。これはアスファルトの粘度が温度変化に対してきわめて敏感なため、その変化の様子に技術者の注意を向けたい意味と、将来さらに改訂するときの参考資料にするためと思われる。
- (3) 軟化点は現在、43～53℃(針入度60～80のもの) 41～51℃(80～100)と10℃の幅を持たせて規定してあるが、この範囲が上下限とも狭まり、44～52℃(60～80) 42～50℃(80～100)になった。
- (4) 蒸発減量は増量になる場合もあることから注記された。

- (5) 蒸発後の針入度は現規格では75%以上であり「軟化点 47.5℃以上のものは80%以上が望ましい」となっているが、すべて80%以上に規定された。
- (6) 引火点は240℃以上が260℃以上にあげられた。
- (7) 比重は現規格では「付記することが望ましい」の表現であるが、規格の項目にあげられた。
- (8) 薄膜加熱試験および針入度比は今回新たに追加された項目である。(これについては後に稿を改めて説明する)。

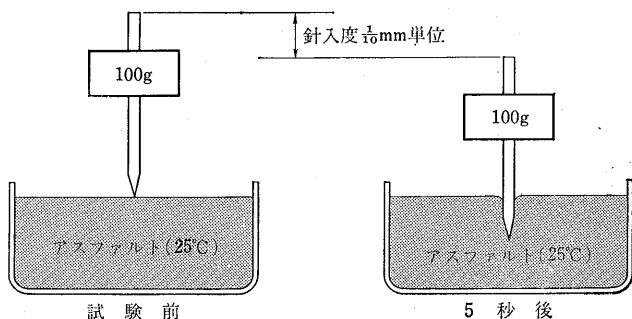
以上、改正された点をみると、現規格よりも暫定規格の方が色々な角度から厳しくなっていることがわかる。

また、「望ましい」という表現がなくなり規格として採用されたものも多い。これらの改正による効果がアスファルト舗装の供用性にどの程度反映されるかは、これから何年か追跡調査をしてみなければわからないが、とにかくアスファルトの品質が今後は暫定規格によって支配されることを考えれば、アスファルトにとっては一つの新しい時代に突入したといってもよいであろう。

4. 針入度試験とその意義

規格試験の中でも針入度試験は最も代表的なものである。これは、1889年、Bowen によって提案されたものと言われているが³⁾、その後改良を加えて現在の方法となったものである。他の規格試験もほとんどそうであるが、針入度試験はアスファルト材料だけのために開発されたものである。つまり、アスファルトの性質は一般に他の材料で行なわれるような試験では表わし得ないということを意味しているのであろう。この試験の原理はきわめて単純で、おもりをつけた細い針(ミシン針程度)を自重で一定時間アスファルトに貫入させ、その貫入深さを測定するものである(図-2)。そして、貫入深さを10分の1mm単位で表わし、アスファルトのかたさを判別しようとするものである。つまり、アスファルトがかたければ、針はなかなか貫入しないから針入度としては小さいし、アスファルトがやわらかければ貫入しやすいため針入度が大きくなる。通常アスファルトの種類は60～80のように表現されるが、これは針入度によるものであって、標準的な条件(重さ100g、温度25℃、貫入時間5秒)で針が6mm～8mm程度貫入するかたさのアスファルトであることを意味している。試験法の詳細はJIS K2530を参照していただくとして、ここではその概略と針入度によってアスファルトの性質がどのように表現されるかを考察することにしよう。

図-2 針入度試験の原理(標準条件)



(1) 針入度の試験方法

針入度の試験に必要な装置は、針入度計、針、試料容器、ガラスザラと三脚形金属台である。以下これらを簡単に説明しよう。

①針入度計：規定の荷重で規定の針を試料中に垂直に貫入できるもので、針の貫入した長さを10分の1mmの単位まで読みとることのできる目盛板を備えている。この装置で荷重と針は簡単に取りはずしができるようになっている。

②針：直径1.00～1.02mm、長さ約50.8mmの鋼製丸棒の先端を円すい形に研磨したものである。JISでは研磨の角度や、仕上げについても厳重に規格してあるが、不良品があったり、度々使用しているうちに先端が曲がってしまうものもあるので注意しなければならない。

③試料容器：内径約55mm、深さ約35mmの金属製またはガラス製で平底円筒形のものを用いる。やわらかいアスファルト（針入度200以上）の場合は、底についてしまうおそれがあるのでとくに内径70mm、深さ50mmのものを用いる。

④ガラスザラと三脚形金属台：図-3に示すような内径約110mm、深さ60～90mmのガラスザラと、試料容器を載せる三脚形金属台である。測定時にはこのガラスザラの中に所定の温度の水を入れて恒温水槽の役割をさせるわけであるが、試験温度と室温の差が大きいときには、試験中に温度変化がおきるので注意を要する。

以上の装置を使用して針入度を測定するわけであるがその手順は次のとおりである。

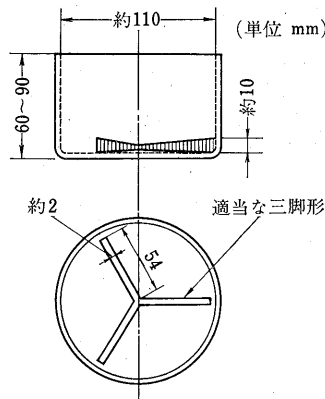
①試料を部分的に加熱しないようになるべく低温で溶融する。注意して均一に溶かした試料を試料容器に流し込む。このときの深さは、目的とする試験温度や試料の性質などを考慮して予想される貫入深さよりも10mm以上深くする。

②試料が冷えるまで約1～1.5時間試料容器を室温に放置する。次に試験温度 $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$ に保った恒温水槽中に1～1.5時間入れておく。このとき、針、ガラスザラと三脚形金属台も恒温水槽に入れる。これは、次の測定間の温度変化をできるだけ防ぐためである。

③ガラスザラの中の三脚形金属台に試料容器を載せ、水を満たしたまま試験台にセットする。ガラスザラから針を取り出し、所定のおもりをつけて針入度計に取りつけ、針の先端を試料の表面に一致させて、目盛板をゼロに合わせる。

④ストップウォッチで時間をはかりながら、おもりと針を支えている留金をはずして自重により貫入させ、所定の時間が過ぎたところで貫入をとめ、目盛板の示度を読む。

図-3 ガラスザラおよび三脚形金属台



⑤同一材料について3回以上測定する。この場合、前に貫入した位置から10mm以上離れた点を選ぶようにする。

以上、針入度試験の概略を述べた。文章で書くとも多少複雑そうに思えるかも知れないが、針入度計などの実物を見ながら説明を聞くとすぐにわかる試験である。しかし、筆者が東京工業大学に在学中、学生実験を見てきた感じでは他の規格試験に比べてこの針入度試験の精度が一番悪かったようである。そしてその原因は、針入度試験では温度管理や、時間測定など注意すべき点が多いためではなかったかと思う。細かい注意点については、JISや他の参考書^{4) 5)}にも載っていることなのでここではあまり触れなかったが、要はとにかく自分で実験してみることである。自分の手を汚して体得したものは、技術者にとつて最良の知識であると思う。その意味でも、針入度試験もやったことのない人が、アスファルト材料を云々しても信用できないのではないかと筆者は考えている。

(2) 標準試験条件

針入度は以上の試験によって求められるが、同じ材料でも荷重の大きさ、貫入時間、試験温度によってその値が大きく異なる。そこで統一をとるためにJISでは、荷重100g、温度25 $^{\circ}\text{C}$ 、貫入時間5秒を標準試験条件として定めてある。この標準条件は、諸外国でも同じである^{6) 7)}。なお、この条件以外に、特殊な目的で試験条件を変える場合もあるので、表-3、表-4にそれぞれJISとASTM⁶⁾の規格を例示した。

(3) 試験値の精度

試験の結果は一般に何個かの測定値の平均であらわされるが、平均値は同じでも、その内容によって信用できるものとできないものがある。測定値には、通常誤差が含まれるが、誤差はその性格により「バラツキ」と「カ

表-3 J I S の試験条件

温 度 °C	荷 重 g	時 間 秒
0	200	60
* 25	100	5
46	50	5

表-4 A S T M⁹⁾ の試験条件

温 度	荷 重	時間 秒
32°F (0°C)	200	60
39.2°F (4°C)	200	60
* 77°F (25°C)	100	5
115°F (46.1°C)	50	5

タヨリ_ミに分けられる。たとえば、測定値が、29, 30, 31の平均は30であるが、25, 30, 35の平均も30である。前者はバラツキが少ない。一方10人が3個ずつの測定をして全体の平均が30なのに、そのうちの一人は34, 35, 30の測定値だったとする。この一人は、測定値にバラツキは少なかったが、ミカタヨリ_ミがあったことになる。すなわち、測定値には、バラツキがあってもカタヨリ_ミがあっても困るわけで、針入度試験に対してはこの二つの面をからみあわせて規制が加えられている。

①繰り返し性：同一人、同一装置における2回の試験結果とその平均値 A_m との差が $\left(\frac{A_m}{100} + 1\right)$ 以内ならよいとされている。たとえば、 A_m を100にすると許容差は2となる。

②再現性：別人、別装置における二つの試験室の試験成績とその平均値 A_p との差が $\left(\frac{A_p}{50} + 2\right)$ ならばよい。 $A_p=100$ にすると許容差は4となる。

以上の制限はかなり厳しい感じを受けるかも知れないが、少し熟練すると容易に許容差以内におさまるようである。

5. 針入度試験の応用

針入度は常温でのかたさからアスファルトを分類するという点で非常に大きな役割りを果しているが、アスファルトにとっては物理定数的な意味のある基本的な量なので、これを他の方面にも利用しようとする試みがいくつかある。ここでは、その中でも代表的な応用例である粘度への換算と、針入度指数について紹介しよう。

(1) 針入度と粘度の関係

針入度はその試験法をみても粘度の簡単な表示法と見られるため、針入度と粘度の関係は古くから研究されてきた。Saal⁸⁾の一連の研究^{9) 10)}はその代表的なものであり、途中、Traxler¹¹⁾その他の批判はあったが、現

図-4 温度—針入度関係¹²⁾ (針入度50~60の例)

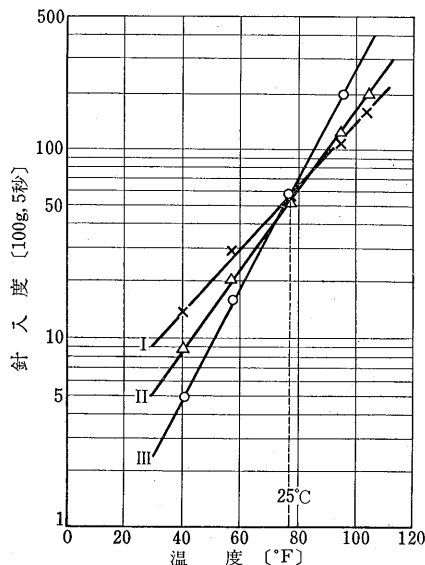
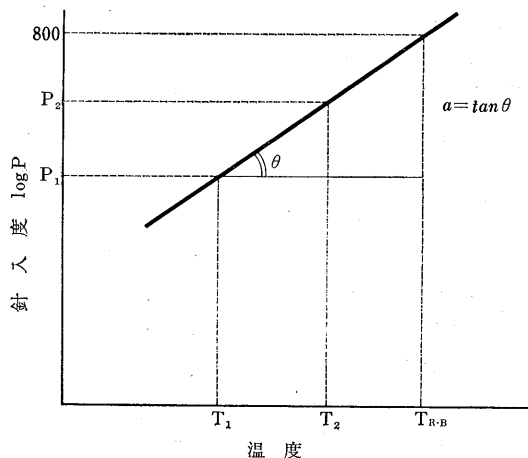


図-5 温度—針入度関係



在ではニュートン流動をするアスファルトに対しては、彼らの提案した次の式が成立されるものとされている。

$$\eta = \frac{1.58 \times 10^{10}}{p^{2.16}} \quad \dots\dots\dots(1)$$

η : 粘度

p = 標準試験条件における針入度

この関係を使えば、針入度を測定して粘度を知ることができる。

(2) 針入度指数 (Penetration Index)

針入度は標準条件が設定されていることからわかるように、あくまで一定条件のもとでのかたさである。したがって、条件が変わったときのかたさは、もはや議論で

きなくなる。たとえば、25°C でAというアスファルトの針入度がBよりも大ききとも 30°C では逆転するかも知れないのである。この一例を 図-4 に示した¹²⁾。図で I, II, III の3種のアスファルトは、77°F (25°C) で針入度は同じであるが、温度が変わるとそれぞれ傾きが異なった直線であらわされている。I のアスファルトは感温性が小さくIII のアスファルトは感温性が大きい。したがって、アスファルトの重要な性質である感温性を評価するには、ただ一点の針入度を測定するだけではなくいくつかの温度で針入度を測定し温度-針入度曲線の傾きを比較する必要がある。

一般に針入度の対数と試験温度の関係は直線であらわされることが知られているが、図-5における傾き a は次のようにあらわされる。

$$a = \frac{\log P_2 - \log P_1}{T_2 - T_1} \dots\dots\dots(2)$$

この点に注目して、Pfeiffer ら¹³⁾ は実験から次の式を提案して針入度指数 (Penetration Index, 略記 P I) というものを定めた。

$$a = \frac{20 - P I}{10 + P I} \times \frac{1}{50} \dots\dots\dots(3)$$

P I は a だけによって決まるから傾きの別な表示法と言える。したがって、P I を求める手順は、二つの温度 (T_1 , T_2) においてそれぞれの針入度 (P_1 , P_2) を求め(2)式によって a を求めて(3)式から P I を計算すればよい。しかし、実際には温度を変えて針入度を求めるのが面倒なため、彼等は標準条件における針入度と軟化点から P I を求める次の式と 図-6 のノモグラフを提案している。

$$a = \frac{\log 800 - \log P}{T_{R \cdot B} - 25} \dots\dots\dots(4)$$

$T_{R \cdot B}$: 軟化点

P : 標準条件の針入度

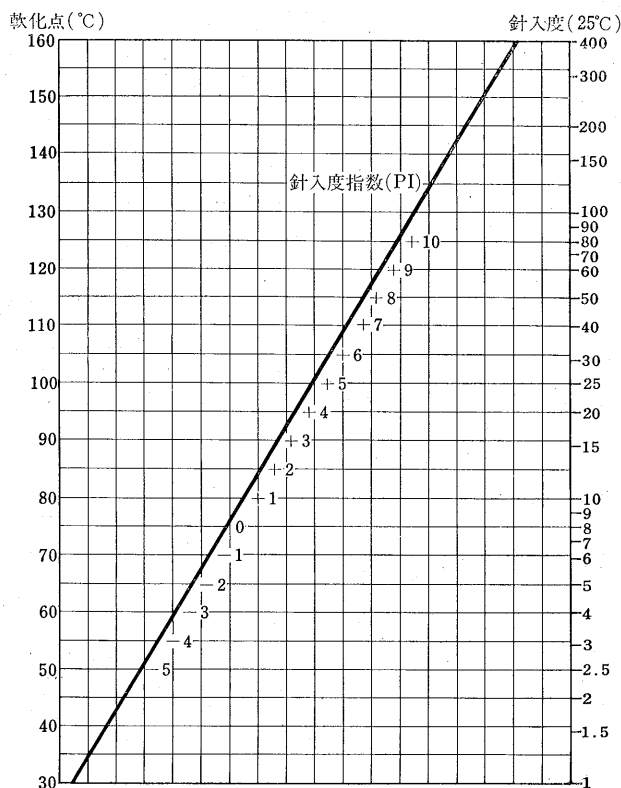
これは軟化点におけるアスファルトの針入度を 800 と仮定しているわけである。図-6 のノモグラフによれば P I はきわめて簡単に求められるので便利に使用されている。こうして求められた P I は感温性が大きければ小さく、逆に感温性が小さければ P I は大きくなり、感温性の指標としての役割を果たしている。なお、通常のアスファルト舗装に使用されるストレートアスファルトは P I ではほぼ -2.0 ~ +2.0 の範囲にある。

(以下次号へつづく)

参考文献

- 1) 「舗装用石油アスファルトの規格改訂(暫定規格)」アスファルト小委員会(昆布谷竹郎)「道路」P.86 9月, 1972
- 2) 「舗装に関する技術基準の取り扱いについて」舗装委員会(藤井治芳)「道路」P.89, 3月, 1973

図-6 針入度指数を求めるノモグラフ¹³⁾



- 3) L. W. Hatherly, P. C. Leaver, "Asphalt Road Materials" P. 19, Edward Arnold(Publishers) Ltd.
- 4) 「アスファルト舗装講座」第2編 日瀝化学工業
- 5) 山之口浩「アスファルトに関する試験法」第2回舗装, P. 22, No. 7, 1967
- 6) 1971 Annual Book of ASTM Standards P. 9
- 7) "Bituminous Materials in Road Construction" P. 497, Road Research Laboratory.
- 8) Saal, R. N. J., Koens, G. "Plastic Properties of Asphaltic Bitumen" Chemical Abstracts, 27, 2795 (1933)
- 9) Saal, R. N. J., Labout, J. W. A. "Relation Between Absolute Viscosity and Penetration of Asphaltic Bitumens" Physics, 7, 408(1936)
- 10) Saal, R. N. J., P. W. Baas and W. Heukelom "The Colloidal Structure of Asphaltic Bitumens," J. Chem. Phys., 43, 235 (1946)
- 11) Traxler, R. N., Pittman, C. U., and Burns, F. B. "Rheological Properties of Asphalt, II. Discussion of Penetration-Viscosity Relationships." Physics, 6, 58 (1935)
- 12) Lewis, R. H., and J. Y. Welborn. "Report on the Properties of the Residues of 50-60 and 85-100 Penetration Asphalts from Oven Tests and Exposure" Proc. A. A. P. T. 12, (1940)
- 13) Pfeiffer, J. P., and P. M. Van Doormaai. "The Rheological Properties of Asphaltic Bitumens." Inst. Petrol. Tech. J., 22, 414 (1936)

コンクリート橋床版の防水について・その2

“Waterproofing of concrete bridge decks” A report prepared by an OECD road research group, July, 1972.

前号では紹介文献の本論について述べたが、本号では下記の付録に関するものを紹介する。

付録A：防水材料の機械的性質

付録B：防水材料の試験

付録C：防水材料の規格

付録D：橋梁車道の連続打設コンクリート舗装

1. 防水材料の機械的性質

最近の橋梁は薄く設計されているので、構造はたわみやすく、従って床版上の舗装体に生ずる応力は大きくなる傾向にある。床版と舗装体の機能は次の要素により影響を受ける。

- (a) 車輦による衝撃荷重（コンクリート床版はかなしきとして働く）
- (b) 重車輦の緩和走行（高温時、舗装に変位が生ずる）
- (c) 減速、加速と遠心力
- (d) 通過車輦による振動から生ずる複雑なくり返し変形、縦方向と横方向では剛性が異なるため（つり橋床版の例のごとく）この状況はますます複雑である。
- (e) 衝撃荷重による頻繁な振動：これは床版から舗装がはがれる原因となるので特に好ましくない。
- (f) 温度応力：床版と舗装の破損をさけるためには変形とか振動の許容限界を定めることが望ましい。振動は直接的にも間接的にも舗装に対して、大きな影響を与えるものと思われるがその許容限界を定めるには、より深い研究が必要である。

橋の動的応答は車輦の速度によって異なり、構造物と舗装に対する影響に共鳴が生じた時に特に重要である。

^{1) 2)} 振動と衝撃荷重に関する研究は、AASHO 道路試験で試みられ、衝撃荷重による振動への影響は静荷重によるものより30～50%大きいことが確認されている。

防水層の機能の一つに、舗装と床版との間の機械的な湿り作用（dampening）を持たせることが考えられる。即ち、衝撃荷重と振動の伝播を減少し、特に床版が剛体であることによる衝撃力の反撥（舗装に有害である）を減少させる役目をもたせることである。

防水層に生ずる応力は垂直応力・引張応力・減速・加

速によって生ずる水平せん断応力である。防水層は舗装と床版との間に機械的な分離作用が働く時の接着層としての役目をもっていなければならない。そしてあらゆる温度域における適度なせん断抵抗を有するものでなければならない。やわらかいアスファルトマスタックが防水材として最も適しているものと考えられるが、変位の観点からその厚さは4～5mmに限定される。ゴムとかアスペストを混入すると感温性は改良されるといわれている。特に10～12mmの防水層の厚みが要求される場合にはサンドマスタック混合物を用い、硬いアスファルトを使用すると良好な安定性が得られる。しかしこの材料はコンクリート床版が薄い場合には不適当である。

2. 防水材料の規格

1) 引張試験（カナダ）

オンタリオ州道路局では、導入されようとしているすべての新しい防水材料について初期性能試験を実施している。この試験は6mmの間隔をもたせてならべた2枚のコンクリートスラブの上に防水システムを作り、-23°Cで機械的に50%引伸ばす操作を5回くり返した時、防水システム固有の弱さをスラブの間隔部分にクラックが生じるかどうかで評価するものである。防水材料の承認試験、定期的な品質管理試験として考えられているものではない。

2) 薄膜接着メンブレンの性能評価試験計画（フランス）

適切な防水材料が次のような試験計画にもとづいて選択されている。

(a) 接着試験

この試験は、(i)空中条件（温度 $22 \pm 2^\circ\text{C}$ 、相対湿度 $65 \pm 5\%$ ）、(ii)空中条件と相対湿度95%で24時間、(iii)空中条件のあと 120°C で10分間、さらに4時間の間に 40°C まで温度を段階的に下げて温度ショックを与えたもの、以上3条件のいずれかで11日間保った試料について行なわれる。

(b) 最大伸びと破壊抵抗をみるための試験

(i) 試験は空中条件で30日間保った試料について、 20°C と 25°C の温度で 10mm/分の伸びを与えて行なう。

(3日目と4日目は $50 \pm 1^\circ\text{C}$ の温度に保つ。)

(ii) (a)の(iii)の条件に従って温度ショックを与えた試料について -10°C で $1\text{mm}/\text{分}$ 、 -20°C で $10\text{mm}/\text{分}$ の伸びを与えて試験を行なう。

(c) クラックに対する抵抗

空中条件で11日間保たれた試料について 20°C で $1\text{mm}/\text{分}$ の伸び率、または(a)の(ii)の条件で温度ショックを与えた試料に -10°C で $1\text{mm}/\text{分}$ の伸び率を与えて試験を行なう。

(d) 硬さ

空中条件、 50°C 、 5°C に保たれた試料について硬化の進み具合を示すグラフを作製する。(11日、30日間養生のものについて24時間、48時間測定がなされる。)

3) 防水材料の透水性(ドイツ)

防水材料の承認のため、DIN 1048にもづいた透水試験を用いてもよい。この試験では輪荷重通行中に舗装体に生ずる水压を考えなければならない。 15mm 厚のアスファルトマスチック混合物は水圧 $100 \sim 700\text{N}/\text{mm}^2$ に対して不透水性を示すものでなければならない³⁾。他のアスファルト表層混合物は混合物の種類、空隙率によって、この透水試験結果は非常に大きなバラツキを示す。

4) エポキシ樹脂防水材料の評価試験(イタリア)

エポキシ樹脂防水材料の品質と性状は次に示す試験により評価される。

(1) 比重

(2) 接着性をみるためのひきはがし試験

(3) ASTM D 747による弾性係数

(4) 11日間養生後の引張強度($2.5\text{KN}/\text{mm}^2$ を越えてはならない。また粒状材料を含んでいる場合には $2.0\text{KN}/\text{mm}^2$ を越えてはならない。)

(5) 2枚のコンクリートブロック(セメント含有量 $400\text{kg}/\text{m}^3$ 、引張強度 $3\text{KN}/\text{mm}^2$)の間に設けられた樹脂の層(200cm^2 以上の接着面積を有する)における引張試験でコンクリートとの接着度を評価する。この時コンクリートブロックの試験面はレイタンスがなく、ノコギリ状の目をもっているのが望ましく、試験中24時間の間に接着面が動いたり、層の厚さが変化したりしてはいけない。また他の手段として間接的な引張試験、すなわち、 150mm 径、 200mm 長のコンクリート柱を直径方向に切断しその切断面を再びエポキシ樹脂で接着させて引張試験を行なうものである。その要求値はブロック試験と同じである。

(6) 鉄・コンクリート間の結合または接着

20mm 径の2本の鉄棒をコンクリート柱に3分の1の深さで埋めこみ、エポキシ塗布がある場合とない場合について引き抜き試験を行なって評価する。

(7) 鉄板の表面に樹脂を塗ったものについて、構造物に生ずる1.2倍の歪を与える湾曲試験を行なう。この時樹脂膜が流れたり、はがれたりしてはならない。

(8) コンクリートブロックに塗布した樹脂を11日間養生し、ブロックに曲げを与えて 1mm 幅のクラックを発生させた時、樹脂にクラックが発生してはならない。

(9) 鉄板上に塗布した樹脂の上に、 1m の高さから 1kg 重量の鋼塊を落下させて衝撃を与えた時の抵抗を見る。落下地点から 100mm 以上はなれた点の落下回数10回の時の状況において、樹脂膜の流れや、はがれが生じてはならない。

(10) 10気圧に相当する圧力のもとで完全に不透水でなければならない。試験は24時間毎に2気圧ずつ圧力を増加させて行なう。

(11) 100mm サイズの立方体の圧縮強度は $10\text{KN}/\text{mm}^2$ 以下ではなければならない。

(12) 鉄の表面に塗布した樹脂に3時間毎に -20°C から $+40^\circ\text{C}$ の温度変化を与えて20サイクルの温度試験を行なう。流動とか、はがれが起ってはいならない。

(13) 酸、油、燃料、潤滑油、融雪のための薬品塩、水による損傷に対する抵抗を見るための各種試験を行なう。

5) 床版舗装からの切取防水材サンプルに関する試験

(日本)

アスファルト表層とコンクリート床版の間にはさまれている防水材を、約 $100\text{mm} \times 100\text{mm}$ の表面をもつ角柱の状態で切り出し、次の試験を行なう。

(1) 水平セン断抵抗(最終セン断強度と破壊のタイプ)

(2) 振動に対する抵抗(破壊に至るサイクル数(120Hz)と破壊の位置が記録される)

(3) 30Hz で 0.5mm 振幅の振動を与えた時のクラックに対する抵抗

(4) 13日間防水層に 300mm 頭の赤インクをかけ透水性を見る(防水を通じてのインクの浸透が記録される)

6) コンクリートのクラック上のメンブレンの機能

(イギリス)⁴⁾

コンクリート床版のクラックの開きに抵抗する防水材料の機能を評価するため、鉄筋コンクリートスラブのスパン中央にクラックインデューサーを押入し、防水材料をくっつけた後試験を行なう。スラブの表面の仕上がりが良好であることと、最大の起伏が 3mm 以内にあることが重要である。

まず 20°C でコンクリートにクラックをおこさせ、その上のメンブレンの状態をマイクロスコープで観察する。必要な場合には、クラックが $0.2\text{mm}/\text{分}$ の割合で開く

ように載荷を継続しながら試験を行なう場合もある。全長12mmの単純破壊がおこった時、またはいくつかの破壊の総延長が25mmに達した時のクラックの幅を測定し、この幅が0.6mm以下の時は、この材料は一般的な使用に耐えるものとする。床版表面に引張力が生じない構造の場合は、この基準値を0.2mmに落としてもよい。

7) メンブレンの衝撃抵抗 (イギリス)⁴⁾

重量1kgのたがねをコンクリートスラブ上の防水メンブレン試料の上に200mmの高さから自由落下させる。たがねの形状は、幅20mm、角度9°である。種々の異なる位置に40回落下させ、次の段階評価を行なう。

0. 損傷なし。
1. 表面にのみあとがつく。
2. メンブレンに傷がつく。
3. 破壊に至らないが相当に深い傷がつく。
4. 衝撃端が部分的に刻入して、メンブレンがこわされてはがれる。
5. 衝撃端が完全につきささり、メンブレンがこわれてはがれる。

すべての評価の平均が3以下か、または4、5の段階のものが全落下回数5%以上でない場合、この材料は評価試験に合格するものとする。

3. 防水材料の規格

1) ベルギー

防水工は床版表面が完全に乾いていて清掃がなされており、しかも気候が乾燥している時に行なわれなければならない。防水シートは急勾配の箇所とか垂直な面に対して用いる。床版が水平な場合にはアスファルトの流し込み工法を用いることが可能である。いずれの場合も、床版をタール基材の接着プライマー、500gm/m²の量で処理する。防水シートのジョイントは150mmのオーバーラップをもたせなければならない。ジャンクション箇所の流し込みアスファルトとシートの間にも同様なオーバーラップをもたせる。

材料の規格：

(a) 防水シート：単位量量 350gm/m² (シート2層と瀝青接着剤の最少総重量は1600gm/m²) で、縦方向に280N、横方向に170Nの強度を有し、最大吸水量200g/m²のものでなければならない。また20±2°Cでクラックが生じることなく、0±2°Cで破壊がおこってはならない。

(b) グラスファイバー上にアスファルト防水材料を舗設する場合：接着プライマーを施工したあとで、グラスファイバーを敷き、軟かいアスファルトで固定する。このグラスファイバーは重量78gm/m²で0.1mm厚、1m当り

縦方向に550本、横方向に500本の糸をもっているものである。引張強度は50mm幅で縦方向に600N、横方向に550Nでなければならない。250mmのオーバーラップをもたせて敷設するが、1.40～2.00m幅、200m長の巻状で供給されるのが普通である。

流し込みアスファルト防水層は16～20%のアスファルト(軟化点48～60°C)と最大粒径4mmの粒度調整した石灰石骨材からなっている。30mm径の半球によるウィルソン式貫入試験(25°Cで10gm/mm²の荷重を60秒かける)を行ない、その貫入値が30～120(1/10mm)でなければならない。混合物はミキサーで製造され、2層仕上げで15mm厚に舗設される。この時施工幅は1.50mで、上層と下層のジョイントは50mmずらす。そして上層のジョイントは100mm幅で再加熱を行ない完全にシールする。

保護層は8～10%のアスファルト(軟化点70～80°C)と最大粒径12mmの石灰石骨材からなっている。この混合物のウィルソン貫入値は5～20でなければならない。そして保護層は、防水層舗設後48時間に舗設されなければならない。厚さは25mm以上(平均30mm)必要で、表面の平坦性は、3m定規を用いたとき4mm以上であってはならない。

2) カナダ

防水材の使用形態はカナダ全体ではまちまちであるが要約すると次のようである。

液体アスファルトをコンクリート床版に塗布する。

アスファルト乳剤2層仕上げのメンブレンシステム(カナダ規格37—GP—2A, 鉱物質コロイドタイプ)をグラスファイバー網の中間層で補強する。(カナダ規格56—GP—13, 10～20メッシュ)

加熱処理ゴム入りマスチックアスファルトが、個々の供給者の仕様により製造されて使用されている。一般にバインダーは25%の天然アスファルトと75%の石油残渣を混合して作られ、合材量の17%以上混入している。ゴムは混合物中に少なくとも2%含み、細骨材として粒調石灰石を用いている。添加剤が加えられている場合もある。

短かいアスベスト繊維を加熱表層用混合物に混入して防水の役目をもたせる工法もある。アスベストを0.5～2%混入すると、アスファルト含有量を増加することができ、空隙も少なくなる。従って水が表面から浸透するのを防ぐ理屈である。

ゴム入りマスチックアスファルトメンブレンを4～5mmの一層仕上げで流し込む工法もとられている。必要な場合にはマスチックアスファルトの上にブチルゴムメンブレンを併設することもある。コンクリート表面がきれいに清掃され、乾燥していることが条件である。アスフ

ァルト混合物が完全に落ちつくまで他の工事を行なってはならない。

ゴムシートメンブレンはネオプレン、加硫ブチルと半加硫ブチル、末加硫または半加硫エチレンプロピレンジエンモノマー等から成るものである。

ポリウレタン、液状合成ゴム樹脂等の防水メンブレンをゴム入りサンドアスファルト層で保護した工法等も試験的に用いられている。

3) フランス

(a) スアスファルト防水 (2層システム)

第一層に40/50アスファルトを 13~18%含む流し込みアスファルト混合物を舗設する。この混合物は6.35mm²貫入頭で、25°C、30kgの荷重を1分間載荷する貫入試験結果が80以下である。

第二層にはストーンフィアスファルト混合物を舗設する。この混合物は500mm²の貫入頭、40°C、52.5kg、30分の貫入量が30~50でなければならない。

(b) ゴム入りアスファルト防水 (2層システム)

第一層に用いられるアスファルト混合物に混入されるアスファルトの軟化点は 83~85°Cで、粒状ゴムを混ぜると軟化点は約10°C上昇する。

第二層にはストーンフィアスファルト混合物を用い貫入試験による貫入量は、500mm²、40°C、52.5kg、30分の条件で10~30である。

4) イタリア

(a) アスファルト防水

コンクリート床版上にカットバックアスファルトまたはアスファルト乳剤を 600gm/m²散布し、8mmのアスファルト層を舗設する。プリスタリング防止の目的で、建築紙 (50gm/m²)、アスファルトフェルト (200gm/m²) またはカルシュームの二硫化不活性粉末 (70gm/m²) を用いる。この紙とかフェルトには全体の面積の約15%に相当する4mm径の穴があけてある。シート相互は、80~100mmオーバーラップさせて敷設し、瀝青材で固定する。水がたまって防水材が床版からはがれるようなことがあってはならない。

防水材料は93~94%がマスチックアスファルトで6~8%が他の瀝青材である。瀝青材としては、瀝青分6%以上を含有する天然ロックアスファルトが用いられるがその代用品として天然アスファルトを何らかの形で含む材料を用いてもよい。

材料は180°C以下で混合され、乾いた床版上に舗設される。この時ジョイントは安全にシールされなければならない。

(b) エポキシ樹脂防水

コンクリート床版は良く締まっており、乾燥して油、

グリース、ダストがないことが重要である。床版の処理作業は次のとおりである。

- (1) 塩酸処理を行ない圧力ジェットで洗い流す。
- (2) スチールブラシをかけ圧縮空気で清掃する。
- (3) サンドブラストをかけ圧縮空気で清掃する。

防水工はエポキシ樹脂の一層または二層仕上げで行なわれる。砂を散布する場合には必ず二層仕上げでなければならない。工事用車輛が防水工の上を走る個所では各層の樹脂散布量は1.5~2.0kg/m²、すぐアスファルト表層が舗設される個所では0.7~0.8kg/m²である。小さなクラックの発生が予想される個所では1.5kg/m²が適当である。砂は粒径0.5~1.0mmの石英質のものが良い。この防水材料は耐候性にすぐれ、油とか燃料に犯されにくく加熱アスファルトの使用に耐えるものでなければならない。またコンクリートとの接着が良いことも必要で、その引張強度はコンクリートよりも大きく、温度による膨張、収縮に影響を受けるものであってはならない。

5) オランダ

グラスファイバー網の通気層の上にゴム入りアスファルトを施工する手順は次のとおりである。

- (1) 合成エラストマー添加剤の入ったアスファルトを用いて 250gm/m²のタックコートを施す。
- (2) グラスファイバー網の通気層を設ける。網目は4×5mmで、重量は75~85gm/m²である。
- (3) 軟化点95~115°Cのゴム入りアスファルトを4~5mmの厚さで施工する。ゴム入りアスファルトはフィラー、アスファルト、合成エラストマーと添加剤より成っている。使用アスファルトの軟化点は、75~90°C、10°C、における円錐貫入試験の支持力は最小 2kg/cm²で、34~38%混入されている。

6) スペイン

(a) シールマスチック

アスファルト	60/80	25~30%
フィラー		70~75%
粒状ゴム		1.3~1.8%
混合物の軟化点		90°C~125°C

(b) サンドアスファルト

アスファルト	30/40, 40/60	12~16%
フィラー		20~30%
砂		60~70%

(c) 常温マスチック (2層)

乳剤 (EAL-1)	22~30%
アスベスト粉末	2~4%
フィラー	15~20%

7) スウェーデン⁵⁾

防水の種類を次のとおり基準化している。

(a) アスファルトシート

常温のアスファルト接着プライマーを施す。加熱アスファルト (A 140) をブラシで $1.5\text{kg}/\text{m}^2$ 塗布し、その上に2層のアスファルトシートメンブレンを施工する。シートは加熱アスファルトでおおわれる。この工法は50mm厚の鉄筋コンクリート保護層を必要とし、保護層の上に常温のアスファルト接着剤によるプライマーを施したのち75mmのアスコン表層を2層で仕上げる。

(b) マスチックアスファルト

グラスファイバー網の通気層 (重量 $0.3\text{kg}/\text{m}^2$, 5mm綱目, 0.8mm径のファイバーよりなる)の上に舗設し, 10~15mm厚のアスコン保護層をかける (手仕上げ), そして70~75mm厚のアスコン表層を2層に仕上げる。

アスファルトシートによる防水は古いシステムで, 現在マスチックアスファルトの防水システムが開発中でその実績も増えつつある。

4. 床板上の連続打設コンクリート舗装

施工スピードの速い大型機械を用いた一層仕上げのセメントコンクリート舗装である。(スリップフォームベーパー)

この機械の最大の特長は, 可能な限り停止することなく施工が出来る点にあり, 特に床版構造に有効である。この特長を生かして, 短かいスパンを有する橋の連続コンクリートスラブの建設工事に試験的に数カ所で用いられた。

この機械を用いることの利点は次の如くである。

一仕上がり表面の見ばえが良く, 走行が快適である。

一維持が簡単である。

一現場の仕事がリズムカルに進行し, 能率がよい。

一作業員が少なく済む。

一方欠点としては次の点が考えられる。

一工事車輛に耐えることができる防水材が必要である

一床版の死荷重が増えるので, スパン長が長い場合に

は構造物の費用が増大する。

また, この連続コンクリート表層の挙動が時間の経過と共にどのように変化していくか明確になっていない。たとえば建設後に不等沈下が生じたり, 床版コンクリートが収縮とかクリープにより変形したりした時などの挙動である。

表面維持工事を薄層で行なう場合, この機械による作業は現在のところきわめて困難である。

この機械を用いることの経済価値を既存の価値基準で定量化するのは難かしく, 従って使用条件を設定するのは非常に困難である。しかしこの工法がここ2~3年の間に飛躍的に進歩することが望まれている。

参考文献

- (1) LINGER D. A. and HULSBOS C. L. "Forced vibration of continuous highway bridges." Highway Research Board Bulletin 339, 1-22, 1962
- (2) OEHLER L. T. "Vibration susceptibilities of various highway bridge types." Journal of the Structural Division Amer. Soc. of Civil Engrs. 83 (ST 4) Paper 1318, July 1957.
- (3) BRAUN F "Bituminöse Beläge auf Brücken" Bitumen 28(6), 177-184, September 1966
- (4) MACDONALD M. D. "Waterproofing of concrete bridge decks." R. R. L. Report in preparation.
- (5) BRONORMER 1969. Statens Vägverk PTB 103 113-129

シエル石油 (株) 土木建設部

牛尾 俊介

昭和48年度市販ストレート・アスファルト 性状調査について

社団法人日本アスファルト協会
需要開発委員会 品質小委員会

1. まえがき

わが国道路網の拡大，特に高速道路の普及化および車輛の重量化などに伴い，アスファルト舗装の主要原料であるアスファルトについて，いろいろと問題が提起されている。

昭和46年8月，(社)日本道路協会舗装委員会にアスファルト小委員会が設けられ，種々検討が行なわれた結果，昭和47年7月6日に道路協会舗装委員会において暫定規格案が決定された。これにより，昭和48年3月雑誌道路に「アスファルト舗装要綱，アスファルト舗装工事共通仕様書などに示されている舗装用石油アスファルトの規格は，ここ当分の間，この暫定規格を適用する。」旨揭示された。

本協会では，市販ストレート・アスファルトの性状を把握し，暫定規格との照合を行なってみることが必要であると考え，昭和48年9月当時，製造出荷した各社のアスファルトについて下記の性状調査を行なった。

2. 方法

性状調査の方法は，各アスファルト・メーカーより製油所別に，試料を本協会に提出し，その試料に番号を付し，出所不明の扱いとした。一方，暫定規格の各試験項目ごとに試験担当会社を定め，各担当会社は，自社の製油所または研究所において，協会から送付された前記試料について，通常用いられている機器および指定の試験方法により性状試験を実施した。

3. 経過の概要

- (1) 昭和48年7月27日 品質小委員会
市販アスファルトの性状調査実施を決定
- (2) 昭和48年8月29日 メーカー会議
アスファルト協会各メーカーの協力を得る
- (3) 昭和48年9月20日 協会へ試料提出
- (4) 昭和48年10月～11月 各メーカー分担試験実施
- (5) 昭和48年12月3日 試験成績報告書を回収
- (6) 昭和48年12月17日 品質小委員会
性状試験結果の報告および検討
- (7) 昭和49年1月29日 品質小委員会
性状試験結果の報告書作成

4. 参加機関 (50音順)

アジア石油	西部石油	富士興産
出光興産	大協石油	富士石油
鹿島石油	東亜燃料工業	丸善石油
極東石油	東北石油	三菱石油
シェル石油	日本鉱業	
昭和石油	日本石油	

5. 試料 60—80ストレートアスファルト 16種
80—100ストレートアスファルト 23種

6. 試験項目および試験方法

- (1) 針入度 (25°C 100g 5秒) JIS K 2530
- (2) 軟化点 JIS K 2531
- (3) 伸度 (15°C) JIS K 2532
- (4) 蒸発量 JIS K 2533
- (5) 蒸発後の針入度 JIS K 2207
- (6) 蒸発後の針入度比
日本道路協会舗装用石油アスファルトの暫定規格項目の試験法
- (7) 薄膜加熱減量 ASTM D 1754
- (8) 薄膜加熱後の針入度 ASTM D 1754
- (9) 四塩化炭素可溶分 JIS K 2534
- (10) 引火点 JIS K 2274
- (11) 比重 JIS K 2249
- (12) 動粘度 (120°C, 140°C, 160°C, 180°C)
ASTM D 2170 または JIS K 2283
(参考試験) フラースゼイ化点 JIS A 6011

7. むすび

- (1) 昭和48年度市販ストレート・アスファルトの性状調査の結果は表-1，2，3に示すとおりである。
- (2) 表-1には60—80スト・アスの試験結果を，表-2には，80—100スト・アスの試験結果を，そして表-3には試験結果を要約して範囲，平均値および道路協会暫定規格と照合した結果を示してある。
- (3) これにより一般に市販されているストレート・アスファルトには日本道路協会の暫定規格に外れるものはない。
- (4) 市販ストレート・アスファルトの動粘度は，製造場所により一見かなり違うようではあるが，マーシャル試験最適混合温度 (200cst) で比べてみると，60—80スト・アスで145～160°C，80—100スト・アスで143～155°Cの範囲にある。アスファルト・プラントの加熱温度の制御能力からみて，この程度の温度範囲にあれば充分優れた舗装用合材を製造することは可能であると思われる。

表-1 昭和48年度市販アスファルトの性状調査
60〜80 ストレートアスファルト

項目 試料 番号	針入度 25°C 100g 5秒	軟化点 °C	伸 度 (15°C) cm	蒸発量 %	蒸発後の 針入度 %	薄膜加熱 後の針入 度 %	薄膜加熱 後の針入 度 %	四塩化炭 素可溶分 %	引火点 °C	比 重 25/25°C	動 粘 度 cst				フラスコ せい化点 °C
											120°C	140°C	160°C	180°C	
1	82 ¹⁾	47.0	100以上	0.07	95	103	0.20	64	99.7	356	901	323	242	71.5	-13
2	65	48.5	100 "	0.02	94	98	0.00	67	99.7	354	1,130	406	173	87.8	-11
3	71	46.5	100 "	0.08	93	104	0.01	61	99.6	336	553	218	99.7	53.6	-8
4	74	47.0	100 "	0.03	92	102	0.04	63	99.6	332	830	307	134	66.5	-13
5	73	49.0	100 "	0.04	95	103	0.10	67	99.7	336	884	334	149	75.5	-12
6	74	45.5	100 "	0.04	90	103	0.07	64	99.8	334	574	219	96.0	52.9	-13
7	64	48.0	100 "	0.00	91	105	0.10	71	99.7	342	952	335	143	71.2	-8
8	76	46.5	100 "	0.03	90	101	0.03	71	99.8	350	881	332	149	75.3	-10
9	73	47.0	100 "	0.05	94	103	0.00	67	99.7	344	979	350	159	80.8	-13
10	67	49.0	100 "	0.01	93	102	0.09	72	99.7	330	1,030	376	169	83.7	-13
11	65	49.0	100 "	0.07	91	103	0.04	59	99.7	322	692	256	107	55.1	-7
12	67	48.0	100 "	0.02	92	97	0.04	70	99.7	346	1,000	355	153	77.8	-11
13	66	47.0	100 "	0.00	92	97	0.08	72	99.8	346	942	344	149	77.6	-12
14	64	48.0	100 "	0.01	90	102	0.06	69	99.8	340	1,050	363	162	82.3	-11
15	63	47.5	100 "	0.00	91	100	0.11	72	99.8	352	1,080	368	161	79.4	-11
16	69	48.0	100 "	0.04	86	103	0.10	65	99.8	312	679	252	110	58.5	-10

1) 試料提供会社での測定による針入度は75であり、針入度試験 (JIS K 2530) の再現性許容差からみてこの試料が規格に外れているとは断定できない。

表-2 昭和48年度市販アスファルトの性状調査 80~100 ストレートアスファルト

項目 試料 番号	針入度 25°C 100g 5秒	軟化点 °C	伸度 (15°C) cm	蒸発量 %	蒸発後の 針入度 %	蒸発後の 針入度比 %	薄膜加熱 減量 %	薄膜加熱 後の針入 度 %	四塩化炭 素可溶分 %	引火点 °C	比重 25/25°C	動 粘 度 cst				フラスコ でい化点 °C
												120°C	140°C	160°C	180°C	
101	90	45.0	100以上	0.06	93	97	0.20	61	99.8	336	1.028	844	297	136	70.4	-16
102	89	45.0	100 "	0.01	93	104	0.01	64	99.8	346	1.030	887	315	141	74.6	-12
103	91	47.0	100 "	0.04	94	101	0.01	61	99.8	332	1.019	624	197	90.3	52.5	-14
104	90	44.0	100 "	0.00	94	99	増	63	99.8	338	1.023	701	246	110	59.9	-12
105	89	48.0	100 "	0.00	97	100	増	69	99.9	338	1.029	892	297	139	73.5	-18
106	93	44.0	100 "	0.02	89	108	増	50	99.8	328	1.020	549	195	92.4	52.5	-18
107	98	45.0	100 "	0.02	94	101	増	68	99.8	312	1.023	814	294	129	69.3	-19
108	100	46.0	100 "	0.01	96	100	増	64	99.9	334	1.017	783	276	122	64.1	-21
109	89	46.0	100 "	0.00	92	94	増	64	99.8	334	1.030	907	318	136	72.5	-19
110	83	46.0	100 "	増0.01	85	99	増	69	99.9	342	1.036	793	282	124	66.2	-12
111	95	46.0	100 "	0.00	87	100	増	66	99.9	346	1.031	820	290	130	68.3	-12
112	88	45.0	100 "	0.06	93	101	0.32	56	99.8	282	1.013	620	216	99.8	54.6	-14
113	94	46.0	100 "	0.01	91	94	増	66	99.8	342	1.031	847	308	132	71.4	-17
114	92	47.0	100 "	0.02	89	100	増	65	99.9	334	1.029	899	316	144	73.5	-16
115	92	45.5	100 "	0.01	88	99	増	61	99.9	348	1.030	777	275	123	65.1	-15
116	89	46.0	100 "	0.00	88	95	増	61	99.9	330	1.019	587	209	95.6	52.5	-12
117	90	45.5	100 "	0.05	93	100	0.12	60	99.8	332	1.026	769	267	121	64.1	-12
118	94	46.0	100 "	0.02	92	101	増	63	99.8	338	1.029	796	288	131	69.3	-14
119	90	44.0	100 "	0.00	93	102	増	74	99.8	344	1.032	804	290	127	67.2	-11
120	83	45.0	100 "	0.00	91	103	増	68	99.8	334	1.029	864	300	134	72.5	-14
121	83	45.0	100 "	増0.01	94	100	増	72	99.8	350	1.029	897	304	138	71.4	-14
122	88	44.5	100 "	0.03	91	105	0.11	62	99.8	322	1.025	672	240	107	58.8	-14
123	89	44.5	100 "	0.00	94	100	増	61	99.8	338	1.021	644	225	90.9	55.7	-10

表-3 昭和48年度市販アスファルトの性状調査
試験結果の要約

		60-80 ストレートアスファルト					80-100 ストレートアスファルト				
		範	平	均	道路協会 暫定規格	暫定規格に はづれるもの	範	平	均	道路協会 暫定規格	暫定規格に はづれるもの
針入度 (25°C, 100g, 5秒)		63~82 ¹⁾	69.6		60を越え80以下	ナ シ	83~100	90.4		80を越え 100以下	ナ シ
軟化点 °C		45.5~49.0	47.6		44.0~52.0	"	44.0~48.0	45.5		42.0~50.0	"
伸度 (15°C) cm		100以上	—		100以上	"	100以上	—		100以上	"
蒸発量 %		0.00~0.07	0.032		0.3以下	"	0.06~増0.01	0.015		0.3以下	"
蒸発後の針入度 %		86~95	91.8		80以上	"	85~97	91.8		80以上	"
蒸発後の針入度比 %		97~105	101.6		110以下	"	94~108	100.1		110以下	"
薄膜加熱減量 %		0.20~増0.11	増 0.023		0.6 "	"	0.32~増0.11	増 0.013		0.6 "	"
薄膜加熱後の針入度 %		59~72	67.1		55以上	"	50~74	64.0		50以上	"
四塩化炭素可溶分 %		99.6~99.9	99.74		99.5 "	"	99.8~99.9	99.85		99.5 "	"
引火点 °C		312~356	339.5		260 "	"	282~350	333.9		260 "	"
比重 (25/25°C)		1.020~1.039	1.0296		1.000 "	"	1.013~1.036	1.0260		1.000 "	"
動粘度 cst	120°C	553~1,130	884.8		—	—	549~907	733.5		—	—
	140°C	218~406	321.1		—	—	195~318	271.5		—	—
	160°C	96.0~173	141.0		—	—	90.3~144	121.8		—	—
	180°C	52.9~87.8	71.84		—	—	52.5~74.6	65.21		—	—

1) 表-1 に記載の通り規格外れとは断定できない。

社団法人 日本アスファルト協会会員

社 名	住 所	電 話
〔メーカー〕		
ア ジ ア 石 油 株 式 会 社	(100) 東京都千代田区内幸町 2-1-1	03 (506) 5 6 4 9
大 協 石 油 株 式 会 社	(104) 東京都中央区八重州 5-1-1	03 (274) 5 2 1 1
エッソスタンダード石油(株)	(105) 東京都港区赤坂 5-3-3	03 (584) 6 2 1 1
富 士 興 産 株 式 会 社	(100) 東京都千代田区永田町 2-4-3	03 (580) 3 5 7 1
富士興産アスファルト(株)	(100) 東京都千代田区永田町 2-4-3	03 (580) 0 7 2 1
富 士 石 油 株 式 会 社	(100) 東京都千代田区大手町 1-2-3	03 (211) 6 5 3 1
出 光 興 産 株 式 会 社	(100) 東京都千代田区丸の内 3-1-1	03 (213) 3 1 1 1
鹿 島 石 油 株 式 会 社	(105) 東京都港区芝罘平町 38	03 (503) 4 3 7 1
興 亜 石 油 株 式 会 社	(100) 東京都千代田区大手町 21-6-2	03 (270) 7 6 5 1
共 同 石 油 株 式 会 社	(100) 東京都千代田区永田町 2-11-2	03 (580) 3 7 1 1
極 東 石 油 工 業 株 式 会 社	(100) 東京都千代田区大手町 1-7-2	03 (270) 0 8 4 1
丸 善 石 油 株 式 会 社	(100) 東京都千代田区大手町 1-5-3	03 (213) 6 1 1 1
三 菱 石 油 株 式 会 社	(105) 東京都港区芝罘平町 1	03 (501) 3 3 1 1
モ ー ビ ル 石 油 株 式 会 社	(100) 東京都千代田区大手町 1-7-2	03 (270) 6 4 1 1
日 本 鉱 業 株 式 会 社	(105) 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	(100) 東京都千代田区丸の内 1-4-1	03 (216) 2 6 1 1
西 部 石 油 株 式 会 社	(100) 東京都千代田区丸の内 1-2-1	03 (216) 6 7 8 1
シ エ ル 石 油 株 式 会 社	(100) 東京都千代田区霞が関 3-2-5	03 (580) 0 1 1 1
昭 和 石 油 株 式 会 社	(100) 東京都千代田区丸の内 2-7-3	03 (231) 0 3 1 1
昭和四日市石油株式会社	(100) 東京都千代田区有楽町 1-11	03 (211) 1 4 1 1
谷 口 石 油 精 製 株 式 会 社	(512) 三重県三重郡川越町 大字高松1622	0593 (64) 1 2 1 1
東 亜 燃 料 工 業 株 式 会 社	(100) 東京都千代田区一ツ橋 1-1-1	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
ユ ニ オ ン 石 油 工 業 株 式 会 社	(100) 東京都千代田区丸の内 1-4-2	03 (211) 3 6 6 1

社団法人 日本アスファルト協会 会員

社 名	住 所	電 話
〔ディーラー〕		
● 北 海 道		
アサヒレキセイ (株) 札幌支店	(064) 札幌市中央区南 4 条西10-1003-4	011 (521) 3 0 7 5 大 協
(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 丁目	011 (251) 0 8 3 3 札 丸
(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 (65) 1 1 0 1 大 協
(株) 木畑商会 仙台営業所	(980) 宮城県仙台市中央 2-1-15	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 (351) 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 5 2 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	02 (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) 東京都中央区銀座 4-13-13	03 (543) 5 3 3 1 シェル
日東商事株式会社	(162) 東京都新宿区矢来町61	03 (260) 7 1 1 1 昭 石
瀝青販売株式会社	(103) 東京都中央区日本橋 2-16-3	03 (271) 7 6 9 1 出 光
菱東石油販売株式会社	(101) 東京都千代田区神田 6-15-11	03 (833) 0 6 1 1 三 石
菱洋通商株式会社	(104) 東京都中央区銀座 4-2-14	03 (564) 1 3 2 1 三 石
三徳商事 (株) 東京営業所	(101) 東京都千代田区岩本町 1-3-7	03 (861) 5 4 5 5 昭 石
株式会社 沢田商行	(104) 東京都中央区入船町 1-7-2	03 (551) 7 1 3 1 丸 善
新日本商事株式会社	(101) 東京都千代田区神田錦町 2-7	03 (294) 2 9 6 1 昭 石
昭和石油アスファルト株式会社	(140) 東京都品川区南大井 1-7-4	03 (761) 4 2 7 1 昭 石

社団法人 日本アスファルト協会 会員

名	住	住	所	電	話
住商石油株式会社	(160-91)	東京都新宿区西新宿	2-6-1	03 (344)	6 3 1 1 出 光
大洋商運株式会社	(100)	東京都千代田区有楽町	1-2	03 (503)	1 9 2 1 三 石
東光商事株式会社	(104)	東京都中央区京橋	1-6	03 (274)	2 7 5 1 三 石
株式会社 トーアス	(100)	東京都千代田区内幸町	2-1-1	03 (501)	7 0 8 1 共 石
東京富士興産販売株式会社	(105)	東京都港区芝罘	平町34	03 (503)	5 0 4 8 富士興産アス
東京レキセイ株式会社	(141)	東京都品川区西五反田	8-12-10	03 (493)	6 1 9 8 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	2-19-18	03 (409)	3 8 0 1 三共・出光
東新瀝青株式会社	(103)	東京都中央区日本橋	2-13-5	03 (273)	3 5 5 1 日 石
東洋アスファルト販売株式会社	(107)	東京都港区赤坂	5-3-3	03 (584)	6 2 1 1 エ ッ ソ
東洋国際石油株式会社	(104)	東京都中央区八丁堀	3-3-5	03 (552)	8 1 5 1 大 協
梅本石油株式会社	(162)	東京都新宿区新小川町	2-10	03 (269)	7 5 4 1 丸 善
宇野建材株式会社	(241)	横浜市旭区笹野台	168-4	045 (391)	6 1 8 1 三 石
ユニ石油株式会社	(105)	東京都港区西新橋	1-4-10	03 (503)	0 4 6 7 シェル
渡辺油化興業株式会社	(107)	東京都港区赤坂	3-21-21	03 (582)	6 4 1 1 昭 石
横浜米油株式会社	(231)	横浜市神奈川区金港町	7-2	045 (441)	9 3 3 1 エ ッ ソ

● 中 部

アサヒレキセイ(株)名古屋支店	(466)	名古屋市昭和区塩付通	4-9	052 (851)	1 1 1 1 大 協
ビチユメン産業(株)富山営業所	(930)	富山市奥井町	19-21	0764 (32)	2 1 6 1 シェル
千代田石油株式会社	(460)	名古屋市中区栄	1-24-21	052 (201)	7 7 0 1 丸 善
富士フソー株式会社	(910)	福井市下北野町東坪	3字18	0776 (24)	0 7 2 5 富士興産アス
名古屋富士興産販売(株)	(451)	名古屋市中区庭町	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町	2-7	052 (452)	2 7 8 1 昭 石
株式会社 三油商行	(460)	名古屋市中区丸の内	2-1-5	052 (231)	7 7 2 1 大 協
株式会社 沢田商行	(454)	名古屋市中川区富川町	1-1	052 (361)	7 1 5 1 丸 善
新東亜交易(株)名古屋支店	(453)	名古屋市中村区広井町	3-88	052 (561)	3 5 1 1 三 石
静岡鉱油株式会社	(424)	静岡県清水市袖師町	1575	0543 (66)	1 1 9 5 モービル
竹中産業(株)福井営業所	(910)	福井市大手	2-4-26	0776 (22)	1 5 6 5 シェル

● 近 畿

アサヒレキセイ(株)大阪支店	(550)	大阪市西区北堀江	5-55	06 (538)	2 7 3 1 大 協
千代田瀝青株式会社	(530)	大阪市北区此花町	2-28	06 (358)	5 5 3 1 三 石
富士アスファルト販売株式会社	(550)	大阪市西区京町堀	3-20	06 (441)	5 1 5 9 富士興産アス
平和石油株式会社	(530)	大阪市北区宗是町	1	06 (443)	2 7 7 1 シェル
平井商事株式会社	(542)	大阪市南区長堀橋筋	1-43	06 (252)	5 8 5 6 富士興産アス
関西舗材株式会社	(541)	大阪市東区横堀	4-43	06 (271)	2 5 6 1 シェル
川重商事株式会社	(651-01)	神戸市生田区江戸町	98	078 (391)	6 5 1 1 昭石・大協
北坂石油株式会社	(590)	堺市戒島町	5丁32	0722 (32)	6 5 8 5 シェル

社団法人 日本アスファルト協会 会員

社 名	住 所	電 話
毎日石油株式会社	(540) 大阪市東区京橋3-11	06 (943) 0351 エッソ
株式会社 松宮物産	(522) 彦根市幸町32	07492 (3) 1608 シエル
丸和鉱油株式会社	(532) 大阪市東淀川区塚本町2-22-9	06 (301) 8073 丸善
三菱商事(株)大阪支社	(530) 大阪市北区堂島浜通1-15-1	06 (343) 1111 三石
中西瀝青(株)大阪営業所	(532) 大阪市東淀川区中島町3-261	06 (303) 0201 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) 0031 富士興産アス
大阪菱油株式会社	(541) 大阪市東区北浜5-11	06 (202) 6371 三石
三徳商事株式会社	(531) 大阪市東淀川区新高南通2-22	06 (394) 1551 昭石
(株) 沢田商行大阪支店	(542) 大阪市南区鰻谷西之町50	06 (251) 1922 丸善
正興産業株式会社	(662) 西宮市久保町2-1	0793 (34) 3323 三石
(株) シエル石油大阪発売所	(530) 大阪市北区堂島浜通1-25-1	06 (343) 0441 シエル
梅本石油(株)大阪営業所	(550) 大阪市西区新町北通1-17	06 (351) 9064 丸善
山文商事株式会社	(550) 大阪市西区土佐堀通1-13	06 (443) 1131 日石
横田瀝青興業株式会社	(672) 姫路市飾磨南細江995	0792 (35) 7511 共石
アサヒレキセイ(株)広島支店	(730) 広島市大手町3-3-8	0822 (44) 6262 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) 7436 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) 3625 丸善
平和石油(株)高松支店	(760) 高松市番町5-6-26	0878 (31) 7255 シエル
入交産業株式会社	(780) 高知市大川筋1-1-1	0888 (22) 2141 富士・シエル
株式会社 カンダ	(892) 鹿児島市住吉町1-3	0992 (24) 5111 シエル
九州菱油株式会社	(805) 北九州市八幡町山王1-17-11	093 (66) 4868 三石
丸菱株式会社	(812) 福岡市博多区博多駅前1-9-3	092 (43) 7561 シエル
西岡商事株式会社	(764) 香川県多度津町新町125-2	08773 (2) 3435 三石
三協商事株式会社	(770) 徳島市万代町5-8	0886 (53) 5131 富士興産アス
(株) シエル石油徳島発売所	(770) 徳島市中州町1-10	0886 (22) 0201 シエル

☆編集委員☆

阿部頼政	木畑清	藤井治芳
石動谷英二	高見博	原 蓁 哉
印田俊彦	多田宏行	増 永 緑
牛尾俊介	南雲貞夫	松野三朗
加藤兼次郎	萩原浩	山野一郎

アスファルト 第96号

昭和49年4月発行

社団法人 日本アスファルト協会

東京都港区芝西久保明舟町12 TEL 03-502-3956

本誌広告一手取扱

株式会社 広業社

東京都中央区銀座8の2の9 TEL 東京 (571) 0997(代)

ASPHALT

Vol. 17 No. 96

APRIL 1974

Published by

THE JAPAN ASPHALT ASSOCIATION