

耐流動性アスファルト舗装用吸油材とその 添加率判定方法に関する研究

AN INORGANIC OIL ABSORBENT HARDENER FOR ASPHALT
PAVING MIXTURES AND MEASUREMENT OF ITS CONTENT

安藤豊*・山田優**

by Yutaka ANDO and Masaru YAMADA

1. はじめに

我が国の舗装の大部分を占めるアスファルト舗装の破損は、主に夏期の流動によるわだち掘れによって発生している¹⁾。わだち掘れの原因としては、交通量・重車両の増加、狭い道路幅員、高温多湿という我が国独特の道路事情や気象条件があげられる。わだち掘れ対策として、種々の改質材料が用いられているが、その中で吸油性材料（以下、吸油材と称する）による方法も広く用いられてきた²⁾。

吸油材は、微細な空隙を有する多孔質顆粒状の無機物質である。この吸油材をアスファルト混合物中に混合分散させることにより、夏期の路面温度の上昇に伴い、流動の主因となる軽質油が浸出してきたとき、これを吸収させ、アスファルト混合物の軟化を防止し、わだち掘れの発生を抑制させる。吸油材のアスファルト混合物中での効果をまとめると、以下のとおりとなる³⁾。

① 効果は緩慢で混合物の製造および施工の際にはアスファルト混合物の性質に影響を与えず、温度を通常より高くすることなどを必要とせず、添加しても一般のアスファルト混合物と同様の容易さで混合物を製造、施工できる。

② 供用中、わだち掘れが発生しやすい 60℃付近の高い温度が続くと、余剰アスファルトの吸収、特にアスファルト中の軽質油分を吸収する特性を発揮する。

③ それによる混合物の耐流動性増大効果が吸油材の少ない添加量で生じ、吸油材の影響を受けないアスファルト部分が十分に存在し、混合物のひび割れ抵抗性を保証する。

この吸油材による耐流動対策は、大阪府を中心に各地の重交通道路で適用され、樹脂入り改質アスファルトの使用と同等の耐流動効果を示している⁴⁾。

しかし、吸油材が所定量添加されていない場合、耐流動性効果が十分発揮されていない現場も認められる。また、プラントなどでの品質管理に際しても、簡易な吸油材添加率の判定方法が求められていた。そこで、吸油材のアスファルト混合物中での添加率の判定方法について研究した。

以下、吸油材の耐流動工法について述べた後、その研究結果について報告する。

2. 吸油材による耐流動工法について

2.1 工法のねらい

アスファルト混合物はアスファルト、骨材とフィラーからなる粒状系複合材料である。加熱混合されたアスファルト混合物は、フィニッシャで所定の厚さに敷きならされた後、ローラで転圧される。転圧後、混合物の温度が 50℃程度以下に低下すると、自動車の輪荷重の载荷によっても混合物が塑性変形しない程度にアスファルトの粘度が高まり、交通開放を行うことができる。

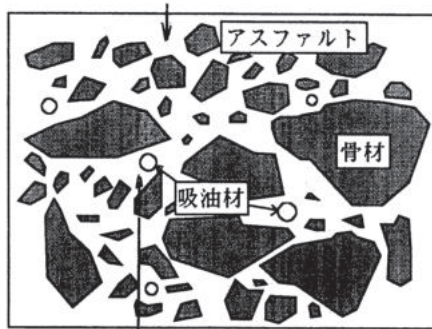
このようにアスファルト混合物は、輪荷重によって容易には塑性流動変形しないようにつくられるが、夏期の路面温度が 60℃近い状態で大きな輪荷重が繰り返し走行すると、しだいに塑性流動変形が累積し、わだち掘れが生じる。この塑性流動変形に対するアスファルト混合物の抵抗は、アスファルトの粘度と骨材のかみ合わせ効果によることになる。骨材のかみ合わせ効果の改善には限界があるので、耐流動性を高めるためには高粘度のアスファルトを使用することが効果的と一般に考えられている。しかし、アスファルトの粘度を高くしすぎると、混合物の施工性の低下、許容引張りずみ量の減少によるひび割れ発生確率の増大をまねくおそれがあり、高粘度化にも限度がある。

そこで、アスファルトには通常の粘度のものをを用いて施工性や供用中の耐ひび割れ性の変化を最小限にとどめ、吸油材を用いて図1に示すような状態をつくり、混合物のせん断抵抗を高めて塑性流動変形を小さくする方法を考案した。すなわち、骨材間隙

*住友大阪セメント(株)建材事業部技術開発部製品開発課長(〒274 千葉県船橋市豊富町585番地)。

**大阪市立大学教授工学部土木工学科(〒558 大阪府大阪市住吉区杉本町2-3-138)

吸油材のない間隙中のアスファルト
の性質には変化を及ぼさない



周囲の余剰アスファルト、特にその軽質油分
を吸油材が吸収して高粘度のアスファルトの
部分をつくる。これが骨材の動きを拘束する

図1 アスファルト混合物中での吸油材の効果

中の一部に吸油材を入れ、その周囲のアスファルトを吸収させる。混合物のせん断抵抗の低下の原因となる余剰アスファルト、特に流動しやすい軽質油分が減少することにより、その部分でのせん断抵抗の増大を期待する。一方、他の間隙部分には吸油材の影響が及ばず、アスファルトは通常どおりの粘度で、混合物の伸び能力や応力緩和性能などは維持される。

2. 2 吸油材の目標性状

以上の効果をもたらすために、吸油材は微細な空隙を有した多孔質体で、直径 0.3 ～ 5mm の球形顆粒状とした。微細な空隙を有した多孔質体としたのは、アスファルトと混合直後には吸油しないことにより施工性を損ねることなく、舗設後路面温度の上昇と交通荷重に伴い浸出して流動の原因となる軽質油を徐々に吸収させるためである。粒径範囲を 0.3 ～ 5mm の顆粒状としたのは、粒径が大きくなると粗骨材のかみ合わせに障害を与え、また吸油材の分散が均一でなくなり好ましくない。粒径が細くなると粉末状になると、比表面積が大きくなり、混合時からアスファルトの性質に影響を与える。粒形は混合しやすく、また破碎しにくいように球状とした。

2. 3 製造方法

上記のような性状の吸油性材料は天然には存在しない。人工的には軽量コンクリートに使用される軽量骨材があるが、空隙が大きく、混合直後にアスファルトを吸油するため本目的には使用できない。そこで、微細な空隙を有した多孔質体を形成しやすいセメント系加工品に注目して、本吸油材を開発した。

表1 吸油材の物理的性質

項目		代表値	測定方法
かさ比重		2.225	JIS A 1109
表乾比重		2.421	
見掛け比重		2.759	
吸水率(%)		8.7	JIS A 1110
すりへり減量(%)		23.3	JIS A 1121
安定性(%)		1.7	JIS A 1122
通過質量 百分率 (%)	4.75mm	100	JIS A 1102
	2.36	72.5	
	1.18	34.0	
	0.6	3.5	
	0.3	0.3	

吸油材は、核となる種石に吸油性を有し微細な空隙を形成しやすいセメント系材料を付着させて表面を被覆し、粒径 0.3 ～ 5mm のものを得ることとした。

この表面被覆のための水硬性材料は、硬化後の吸油性が高い高硫酸塩スラグセメントを使用した。種石は粒径が概ね 1.2mm 以下で、表面被覆材と十分緊密に接着するものが好ましい。そのためには、ポーラスなものが良いと考えた。そこで、全細孔容積が海砂と比較して約 10 倍高い高炉徐冷スラグを用いた。

表面被覆材の高硫酸塩スラグセメントと種石の高炉徐冷スラグとを 1:1 の割合で混合し、18 %前後の水を噴霧状に散水して造粒機で造粒した。ロサンゼルスすりへり減量が 30 %以下となるまで養生した後、乾燥機で造粒物中の余剰水を蒸発させた。造粒物の使用時含水率は、アスファルト舗装要綱に示されているフィラーの規格値である 1 %以下と同程度を目標とした。

2. 4 吸油材の物理的性質

骨材の試験方法に準じて試験した吸油材の物理的性質を表1に示す。吸油材は 0.3 ～ 5mm の粒度範囲にあり、一般の骨材と同程度の硬さを有し、吸水率が高い特徴がある。吸油材は川砂と比較して、全細孔容積が約 10 倍大きい。

吸油材の吸水率測定結果を、図2に示す。吸油材の吸水率は、保持温度が上昇するに従い、あるいは保持日数の進行に伴い増加した。増加の度合いは、保持温度が 20℃および 40℃よりも 60℃において高くなった。また各保持温度の場合とも、保持日数 14 日で吸水率の増加はほぼ停止し、平衡に達した。

2. 5 吸油材の適正添加率

各種アスファルト混合物に対する吸油材の適正添

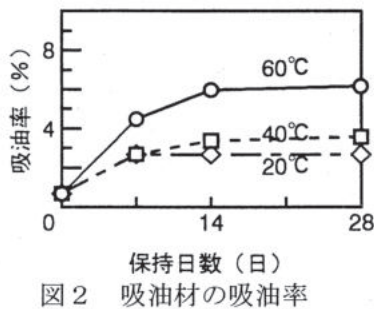


図2 吸油材の吸油率

加率を検討するため、舗装試験法便覧に従ってマーシャル安定度試験およびホイールトラッキング試験を実施した。用いたアスファルト混合物の種類は、表層用混合物として M-13 密粒度アスファルト混合物 (OAC=5.6%)、M-20 密粒度アスファルト混合物 (OAC=5.3%)、細粒度アスファルト混合物 (OAC=6.8%)、および基層用混合物として粗粒度アスファルト混合物 (OAC=4.8%) の 4 種類であった。骨材は大阪府高槻産の硬質砂岩を用い、アスファルトは針入度 60～80 のストレートアスファルトを用いた。各アスファルト混合物のアスファルト量を最適アスファルト量を中心に变化させ、吸油材をそれらのアスファルト混合物に対して外割で 0～10% 添加して供試体を作製して実験した。

その結果、既報³⁾のとおり、粗粒度アスファルト混合物の場合 4%、M-20 密粒度アスファルト混合物の場合 6%、M-13 密粒度アスファルト混合物の場合同じく 6%、細粒度アスファルト混合物の場合 8% を各混合物への適正添加率と判断した。

2. 6 吸油材添加による耐流動性改善効果

上記の実験で、各混合物の最適アスファルト量における動的安定度と吸油材添加率との関係は図3のとおりであった。各混合物とも OAC ± 0.5% の範囲で適正添加率の吸油材を添加して 60℃ 2 週間保持した場合、無添加混合物に比較して、同一アスファルト量で 2～3 倍高い動的安定度を示すことがわかった。

なお、アスファルト舗装要綱では耐流動対策として、“目標 DS (動的安定度) は、交通条件、気象条件および経済性等を考慮して 1,500 回/mm 以上で設定するが、大型車交通量が著しく多い箇所では 3,000 回/mm 以上で設定すること多い”と記述されている。適正吸油材添加率における動的安定度は、アスファルト量が OAC 付近において、粗粒度アスファルト混合物の場合 3,500～4,000 回/mm、M-20 密粒度アスファルト混合物の場合 3,000～4,000 回/mm と上記の高い方の目標値 3,000 回/mm

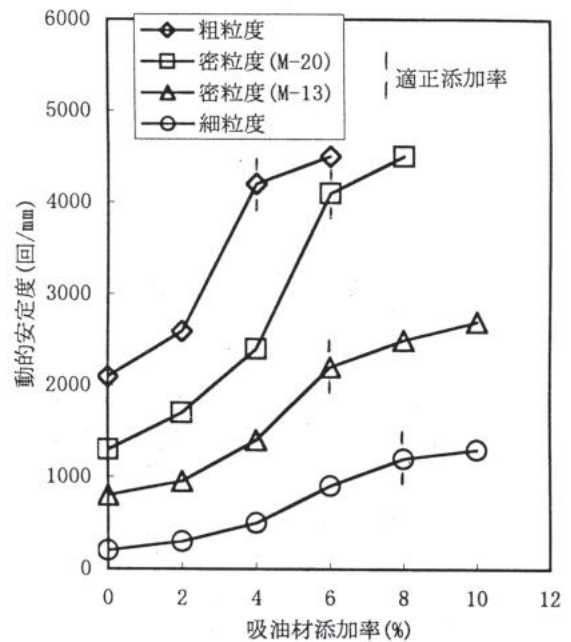


図3 各混合物の最適アスファルト量における吸油材添加率と動的安定度との関係

mm 以上を満足した。また、M-13 密粒度アスファルト混合物の場合 2,100～2,200 回/mm と低い方の目標値である 1,500 回/mm 以上を満足する程度であった。3,000 回/mm 以上が要求される箇所では吸油材による耐流動対策をはかる場合、表層混合物として M-20 密粒度アスファルト混合物を採用することが好ましい。細粒度アスファルト混合物の場合には 1,000～1,200 回/mm であり、低い方の目標値である 1,500 回/mm 以上をも満足できなかった。

このようにアスファルト混合物の動的安定度は、混合物の種類やアスファルト量によって異なり、OAC の低い混合物では少ない吸油材添加率で高い動的安定度を得ることができ、OAC の高い混合物では吸油材添加率を大きくしても、舗装要綱で示される耐流動性混合物の低い方の目標値である 1,500 回/mm をも達成できなかった。

3. 吸油材添加率判定方法に要求される精度

アスファルト混合物中の吸油材の添加率を、プラントあるいは舗設現場でコア採取などして確認したい場合に要求されることは、精度と簡便さである。

図3に示したとおり、吸油材添加率によって吸油材添加効果の指標となる動的安定度は変化する。特に適正添加率の手前での変化は大きい。この吸油材の変化による動的安定度の変化率の最大値と、適正添加率における動的安定度の関係をプロットすると

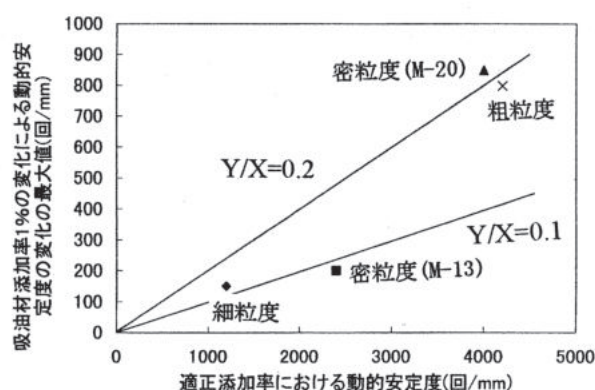


図4 適正添加率における動的安定度 (X) と吸油材添加率 1% の変化による動的安定度の変化率 (Y) との関係

図4 のようになる。各点は、ほぼ $Y/X=0.2$ の直線と $Y/X=0.1$ の直線の間プロットされた。 $Y/X=0.2$ は、吸油材添加率 1% の変化による動的安定度の変化の最大値が適正添加率における動的安定度の 20% であることを意味する。 $Y/X=0.1$ は、吸油材添加率 1% の変化による動的安定度の変化の最大値が、適正添加率における動的安定度の 10% であることを意味する。このことから、いま動的安定度試験の精度を 10～20% 程度であると仮定すれば、吸油材添加率を $\pm 1\%$ 程度の誤差で判定できれば問題ないといえる。これを目標の精度とした。

4. 本研究で検討する判定方法の選択

前述したように、吸油材はセメント系材料の加工品であり、その形態は直径 0.3mm～5.0mm の顆粒体である。アスファルト混合物中での吸油材添加率の判定方法は、セメント系材料であることと顆粒体であることを利用する方法が考えられる。

物理的方法としては、吸油材が顆粒体であり、アスファルト混合物中で混合後もその形態を保持していることから、混合物中での吸油材の個数をカウントする方法がある。カウントする方法として、混合物供試体の断面から、吸油材の個数をカウントする方法と、ソックスレー抽出を終了した骨材から吸油材を分離してカウントする方法が考えられる。

供試体断面から吸油材の個数をカウントする場合、吸油材の断面は骨材の断面に比べて円形をしているため、その区別は可能であるが、吸油材がセメント系材料でありアルカリ性を示すことから、フェノールフタレインなどで着色すると、識別が容易になる。カウントする方法として、画像解析装置を用いる方法、一定面積の中から吸油材の個数を実際にカウントする方法、あるいはあらかじめ吸油材添加

表2 吸油材の主要化学成分

化学成分	insol.	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	SO ₃
質量%	0.4	23.3	9.0	44.6	10.0

率の異なる供試体の見本を作製しておき、それらと比較して判定する方法が考えられる。このうち、現場で迅速に行いやすい方法は、最後の見本と比較する方法である。

ソックスレー抽出を終了した骨材から吸油材を分離してカウントする場合も、吸油材をフェノールフタレインなどで着色すれば識別しやすくなるが、他の骨材と分離するのに手間がかかり、混合物供試体断面でのカウントのほうが容易であろうと予測される。

化学的方法としては、ソックスレー抽出を終了した骨材の化学分析を行うことにより吸油材量を判定する方法が考えられる。吸油材は、前述したようにセメント系加工品であり、その主要化学成分として表2に示すように、CaO (酸化カルシウム)、SO₃ (三酸化硫黄) などを含む。それに対して、一般の骨材は硬質砂岩系統が多く、シリカ質 (SiO₂: 二酸化珪素) を多く含む。この化学成分の差を利用して定量分析を行う方法である。

そこで、次の2つの判定方法を検討することにした。

- ① 物理的方法として、混合物供試体断面で吸油材部分を薬品で着色し、添加率既知の断面と比較することにより判定する。
- ② 化学的方法として、ソックスレー法により骨材とともに抽出後、化学成分分析により判定する。

5. 物理的方法の検討実験

5.1 実験方法

(1) 使用材料

吸油材としては、製造後半年程度経過したものと、中性化によるアルカリ度の減少を考慮して製造後2～3年経過したものをを用いた。アスファルト混合物を作製する際に用いるアスファルトは、通常の舗装に用いられるストレートアスファルト 60～80 とした。

骨材には2種類の系統を使用した。1つは硬質砂岩系統の6号碎石、7号碎石、粗砂、スクリーニングス、細砂、およびフィラーで、2つ目は石灰石骨材を用いた場合の影響を把握すべく、6号碎石に石灰石碎石を用いた場合である。

(2) アスファルト混合物の製造方法

アスファルト混合物の種類は M-13 密粒度アスファルト混合物とした。OAC は、5.6 %であった。吸油材の添加率は、アスファルト混合物に対し外割の質量%で0, 2, 4, 6, 8, 10および12%とした。

(3) 吸油材の着色のために用いた試薬

試薬として、フェノールフタレインと塩酸を用いた。フェノールフタレイン溶液は、エチルアルコール90%と蒸留水10%のアルコール溶液にフェノールフタレインを1%混入することにより作製した。塩酸の濃度は35%であった。

5. 2 実験結果と考察

フェノールフタレインにより着色する場合、まず切断した供試体断面を水洗し、自然乾燥した。フェノールフタレイン溶液を断面上に散布し、再度自然乾燥した。その際、アルカリ分が反応し、吸油材が赤紫色に発色した。製造後半年経過した吸油材を用いた場合、吸油材全体が発色し、目視により判別することが容易であった。各吸油材添加率の場合の断面写真を写真1~7に示す。

写真を見ると、吸油材添加率の違いは明らかである。これらの写真と比較することにより、添加率未知の混合物中の吸油材の添加率を±1%程度の誤差で推定できると考えられる。

しかし、製造後2~3年経過したものは写真8~10に示すように、種石の周囲のみ発色するものや種石の周囲が淡色に発色するものがあり、吸油材としての識別は困難であった。アスファルト混合物中で長期にわたり保存された場合、同様なケースが起こる可能性がある。また、製造後日数を経過していない吸油材を使用しても、切断面をそのまま長期間気中に放置した場合、中性化の進行により同様のことが生じると考えられる。

塩酸により着色する場合も、まず切断した供試体断面を水洗し、自然乾燥した。その断面上に塩酸を散布し、30分程度放置させた後水洗し、再度自然乾燥した。塩酸によりカルシウム分が溶解するとともに、吸油材が白色に変色した。ただし、石灰質骨材を用いた場合、吸油材と同様に白色であるため見分けがつけにくい。また、劇薬であるため取扱いに注意を要する。

5. 3 本実験の結論

吸油材添加率の判定のため、M-13 アスファルト混合物供試体の切断断面をフェノールフタレイン溶

液で着色し、添加率が既知の見本と比較することにより判定することは、目標とした±1%の誤差の範囲で可能である。ただし、その際の吸油材は中性化していない製造後半年程度以内のものでなければならない。また、フェノールフタレイン溶液の散布は、切断後速に行う必要がある。

吸油材が中性化している場合、石灰石骨材を使用していない条件下で、塩酸溶液を散布し、吸油材を白色化させることによって、目視判定は可能である。石灰石骨材はすべり抵抗値が低く、重交通道路では一般的に使用されていないので、吸油材が中性化している懸念がある場合、本方法が有効であるが、塩酸が劇薬であることに注意する必要がある。

6. 化学的方法の検討実験

6. 1 実験方法

(1) 使用材料

アスファルト混合物を作製する際に用いるアスファルトは、通常の舗装に用いられるストレートアスファルト60~80とした。骨材には、硬質砂岩系統の6号碎石、7号碎石、粗砂、スクリーニングス、細砂、およびフィラーを用いた。吸油材には市販品を使用した。

(2) アスファルト混合物の製造方法

アスファルト混合物の種類は M-13 密粒度アスファルト混合物とした。OAC は、5.6 %であった。吸油材の添加率は、アスファルト混合物に対し外割の質量%で0, 2, 4, 6, 8, 10および12%とした。

(3) 化学分析方法

吸油材がセメント系加工品であることから、セメント協会コンクリート専門委員会「硬化コンクリートの配合推定」に準じて行った。分析の要点を記すと以下のとおりである。

① 試料の調整：ソックスレー抽出後の骨材試料を105 μmふるい全通程度に微粉碎する。

② 強熱減量の定量方法：1,000 ± 50 °Cまたは600 ± 50 °Cでの強熱減量を次式より算出する。

$$\text{ig. loss}(\%) = (w/s) \times 100$$

ここに s : 試料の質量(g)

w : 減量(g)

③ 不溶残分の定量方法：塩酸溶液への不溶残分を次式より算出する。

$$\text{insol.}(\%) = (w/s) \times 100$$

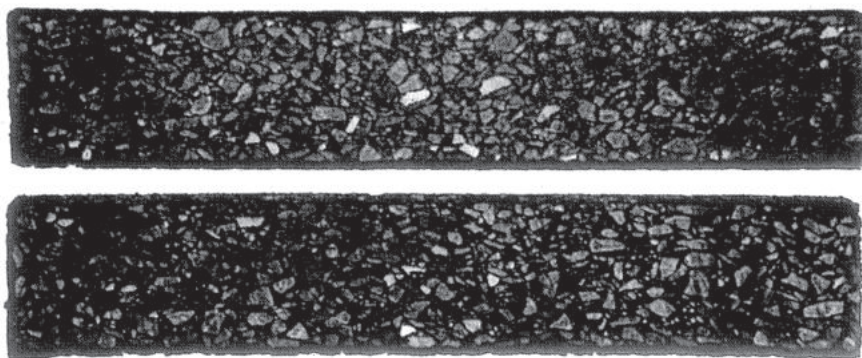


写真 1 フェノールフタレイン溶液塗布後の混合物供試体断面(吸油材添加率:無添加)

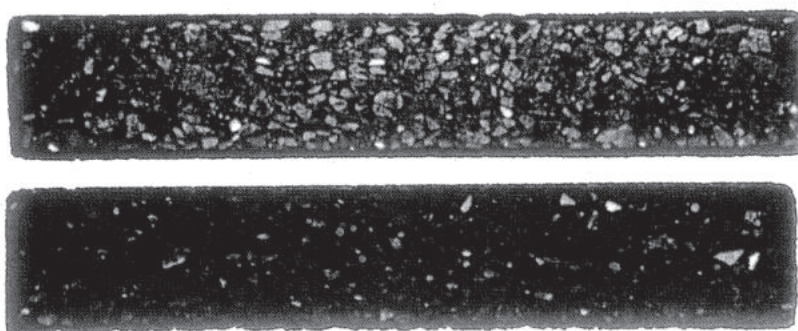


写真 2 フェノールフタレイン溶液塗布後の混合物供試体断面(吸油材添加率:2%)

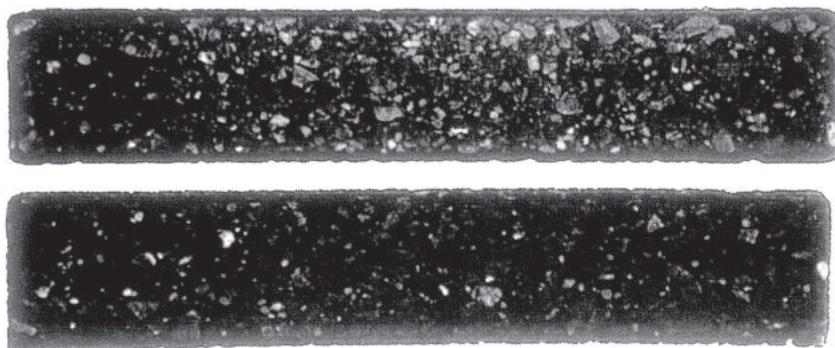


写真 3 フェノールフタレイン溶液塗布後の混合物供試体断面(吸油材添加率:4%)

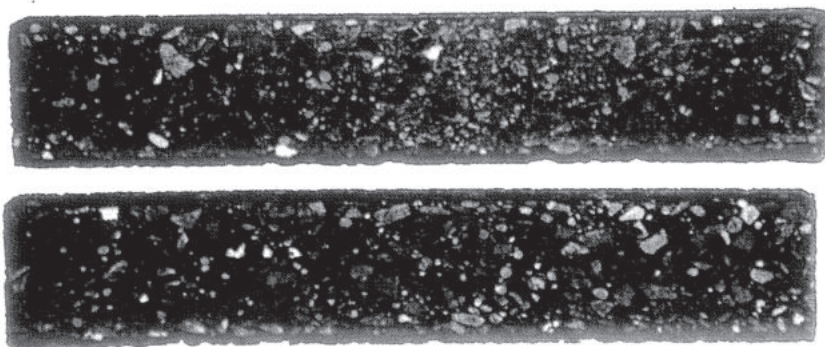


写真 4 フェノールフタレイン溶液塗布後の混合物供試体断面(吸油材添加率:6%)

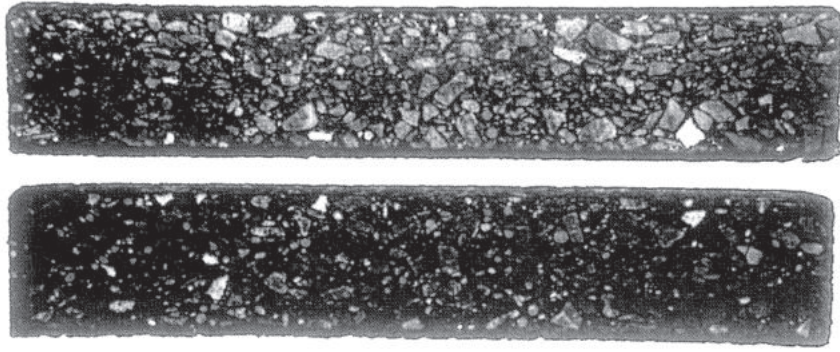


写真5 フェノールフタレイン溶液塗布後の混合物供試体断面(吸油材添加率:8%)

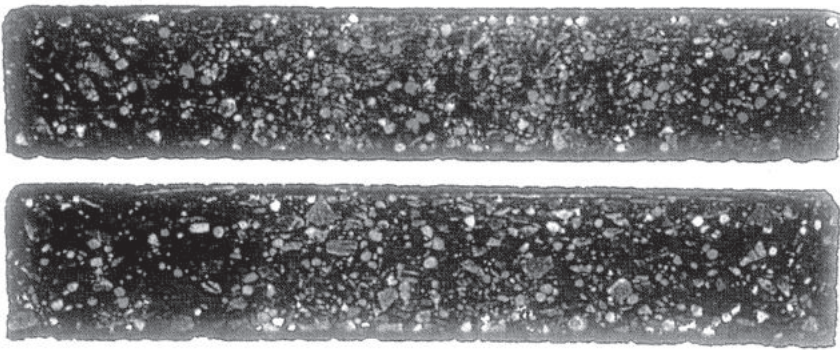


写真6 フェノールフタレイン溶液塗布後の混合物供試体断面(吸油材添加率:10%)

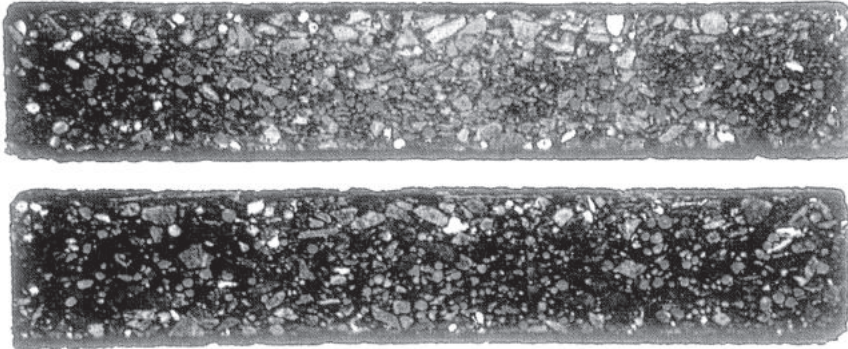


写真7 フェノールフタレイン溶液塗布後の混合物供試体断面(吸油材添加率:12%)

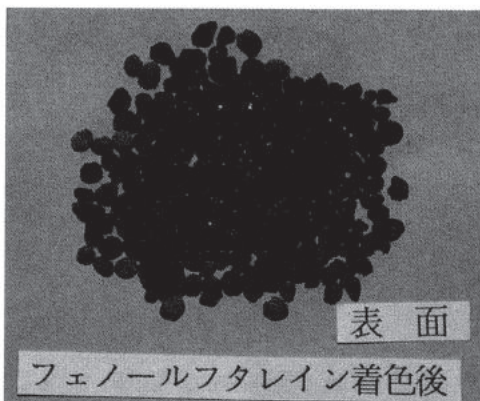
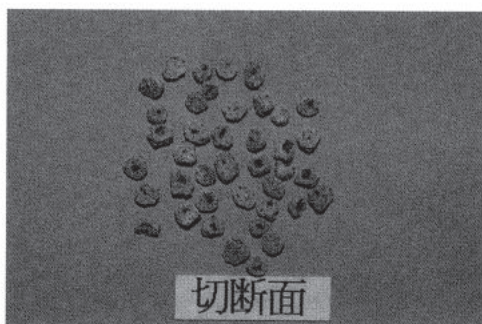


写真8 製造後半年経過後の発色状況

写真9 製造後2~3年経過後の発色状況
(種石の周囲のみ発色)写真10 製造後2~3年経過後の発色状況
(種石の周囲のみ淡く発色)

ここに s : 試料の質量(g)
 w : 残留物の質量(g)

- ④ 酸化カルシウムの定量方法：不溶残分の測定の際保存したろ液に飽和臭素水約 1ml を加えて煮沸し、過剰の臭素を揮散させ、なお溶液の全量が約 200ml となるまで加熱蒸発する。これにメチルレッド指示薬 1, 2 滴を加え、アンモニア水で中和したのちろ過する。ろ液にトリエタノールアミンおよび水酸化カリウムを加えて静置したあと NN 指示薬を加え、EDTA 標準液で滴定する。酸化カルシウムの量は次式により算

出する。

$$\text{CaO}(\%) = (v \times E/s) \times 100$$

ここに s : ろ液の質量(g)

v : EDTA 標準液使用量(ml)

E : EDTA 標準液 1ml の酸化カルシウム相当量(g)

6. 2 実験結果と考察

使用材料の化学分析結果を、表 3 に示す。骨材での 1,000℃ ig.loss と 600℃ ig.loss との差は、フィラーとして用いた石灰石の脱炭酸により生じたものである。この差はかなり大きいことが認められる。アスファルトプラントでは、フィラーの一部に碎石の集塵ダストを使用することが認められている。このように、吸油材の配合推定の計算に ig.loss を用いた場合、骨材とフィラーの配合の変動がそのまま吸油材添加率の推定誤差につながることになる。そこで、配合推定に用いる分析値から、ig.loss を除外した。

吸油材の添加率を変えて得られた分析値から、次に示す 3 種類の行列式により吸油材の配合推定を試みた。方法 1 は、insol. と CaO を用いる方法である。方法 2 は、insol. を用いる方法である。方法 3 は、CaO を用いる方法である。

$$\begin{pmatrix} I_r & I_A \\ C_r & C_A \end{pmatrix} \begin{pmatrix} R/100 \\ A/100 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} I \\ C \end{pmatrix} \quad \text{---- 方法 1}$$

$$\begin{pmatrix} I_r & I_A \\ 1 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} R/100 \\ A/100 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} I \\ 1 \end{pmatrix} \quad \text{---- 方法 2}$$

$$\begin{pmatrix} C_r & C_A \\ 1 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} R/100 \\ A/100 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} C \\ 1 \end{pmatrix} \quad \text{---- 方法 3}$$

ここに、 I_r : 吸油材の insol. [%] (=0.4%)

C_r : 吸油材の CaO [%] (=44.6%)

R : 吸油材の配合推定値 [%]

I_A : 骨材の insol. [%] (=86.6%)

C_A : 骨材の CaO [%] (=4.6%)

A : 骨材の配合推定値 [%]

I : 混合試料の insol. [%]

C : 混合試料の CaO [%]

その結果、図 5 に示すような結果が得られた。方法 2 の式により算出した場合が、実際の添加率にも

表3 使用材料の化学分析結果 単位：質量%

成分 材料	1,000℃ ig.loss	600℃ ig.loss	insol.	CaO
骨材	6.8	1.9	86.6	4.6
吸油材	3.2	3.0	0.4	44.6

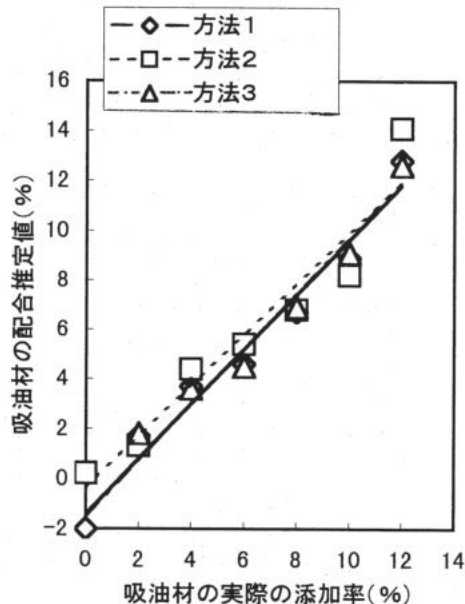


図5 化学分析における配合推定結果

とも近くなった。

ただし、実際の添加率が増加するに従い、実際の添加率と推定値との差が拡大する傾向を示した。吸油材の添加率が6%までは、

実際の添加率=推定値 $\pm$ 1%

の範囲にあり、吸油材の添加率が8から10%では、

実際の添加率=推定値 $\pm$ 2%

の範囲にあった。

このような誤差が生じる原因として、以下のことが考えられる。

- ① 吸油材の化学成分の変動
- ② 骨材の化学成分の変動
- ③ 骨材の配合比率の変動
- ④ 分析用試料の縮分時の変動など

これらの要因が複合して、化学分析による配合推定の精度を悪くしたものと考えられる。

6. 3 本実験の結論

化学分析を行い insol.を用いた方法2で算出することにより、吸油材の大まかな添加率の推定は可能である。ただし、フェノールフタレインの発色による目視判定と同程度の精度しか得られなかった。

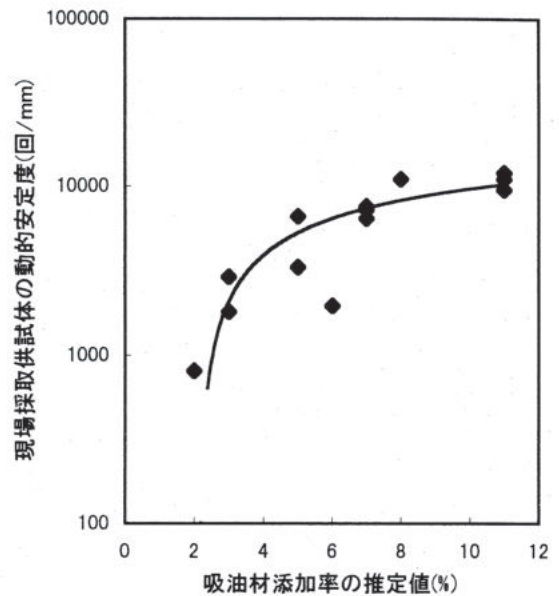


図6 現場採取供試体における吸油材添加率の薬品着色・目視推定結果と動的安定度の関係

7. 吸油材添加率判定方法の総合評価

アスファルト混合物中の吸油材添加率の判定方法として、物理的方法と化学的方法がある。物理的方法としては、フェノールフタレインなどで着色して、あらかじめ作製しておいた吸油材添加率が既知の供試体見本と比較して判定する方法が容易であると考えられる。その判定誤差は $\pm 1\%$ 程度であり、目標とした精度であった。

化学的方法とは、ソックスレー抽出を終了した骨材の化学分析を行うことにより吸油材量を判定する方法である。着目成分として、insol.を用いて計算した場合が最も精度が良くなった。ただし、その精度も目視判定と同程度であり、さらに吸油材の添加率が8%を超えると精度が悪化する傾向が認められた。

化学分析は、熟練および時間を要することから一般的な方法ではない。加えて、その精度も薬品で着色する目視判定の物理的方法と同程度であることや、混合物に使用した骨材を入手する必要があるなどのデメリットを有する。ゆえに、吸油材の添加率判定方法としては迅速・簡易でかつ目標範囲内の精度がえられる薬品着色・目視判定による方法が好ましいと考えられる。

吸油材を添加した混合物を舗設した14箇所の舗装での現場採取供試体における、薬品着色・目視判定の物理的方法での吸油材添加率の推定結果とホイールトラッキング試験結果との関係を図6に示す。多少の変動はあるが、両者の間に強い相関が認めら

れ、吸油材添加率が多くなるほど動的安定度も増加した。このことから、フェノールフタレインで着色することにより、事前に作製した見本との比較で吸油材の添加率を判定することは実用上有効であると考えられる。

8. まとめ

吸油材はアスファルト舗装体温度が 60℃程度に高くなると、アスファルト混合物中で吸油性を発揮し、混合物の耐流動性を高める耐流動性アスファルト舗装用添加材である。この吸油材のアスファルト混合物中における添加率判定方法について研究した。その結果について、次のとおりまとめることができる。

- ① 吸油材は直径 0.3 ～ 5mm の顆粒体であり、セメント系材料で被覆していることから、フェノールフタレインで着色できる。
- ② あらかじめ吸油材の添加率の異なる見本供試体を作製しておき、吸油材の添加率を判定したい供試体断面を着色することで、± 1 %の精度で吸油材の添加率を推定することが可能である。
- ③ 吸油材が中性化している場合、フェノールフタレインによる着色は困難であるので、劇薬であることに注意する必要があるが、塩酸による着色も可能である。
- ④ ソックスレー抽出後の骨材を用いて、硬化コンクリートの配合推定に準じた化学分析による方法でも、吸油材添加率の推定は可能である。
- ⑤ その際の、着目成分は insol. (不溶残分) が適当である。
- ⑥ ただし、化学分析による方法も誤差が大きく、その精度は薬品着色・目視判定と同程度であった。
- ⑦ 迅速性、簡便性、および効果を考慮すると、吸油材添加率の判定方法としては、吸油材の着色による目視判定が適当であると考えられる。

参考文献

- 1) 飯島尚ほか：座談会「舗装技術の現状と将来」, アスファルト, Vol.36, No.178, pp.1 ～ 25 (1994.1)
- 2) 日本道路協会：アスファルト舗装要綱, 3-8 添加材料, pp.71 (1993)
- 3) 安藤豊・杉智光・山田優：耐流動性アスファルト舗装用吸油材の製造と効能に関する研究, 土木学会論文集, No.550/V-33, pp.33~42 (1996.1)
- 4) 棕本宏・安藤豊・古久保和志：吸油性骨材使用耐流動舗装の供用性状, 第 19 回日本道路会議一般論文集, pp.380 ～ 381 (1991.10)

(1998年1月16日受付 2月12日受理)