

# 吸油材舗装の供用性に関する調査研究

INVESTIGATION AND EVALUATION OF ROADS PAVED WITH ASPHALT MIXTURES CONTAINING AN INORGANIC OIL ABSORBENT HARDENER

安藤 豊\*・山田 優\*\*・椋本 宏\*\*\*

by Yutaka ANDO, Masaru YAMADA, and Hiroshi MUKUMOTO

## 1. はじめに

近年日本では、アスファルト混合物の流動によるわだち掘れがアスファルト舗装の破損原因の大部分を占めている。流動によるわだち掘れ対策としては、アスファルト混合物の配合調整による対策では限界があり、各種の改質アスファルトが使用されている。改質アスファルトはアスファルト舗装要綱で示されるⅠ型、Ⅱ型から、最近では超重交通用のⅢ型まで開発されている。

そうした中でアスファルト舗装の耐流動対策として、人工吸油性骨材（以下、吸油材と称する）をアスファルト混合物に添加する方法が昭和57年以降、関西地方を中心に実施されてきた<sup>1)</sup>。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り、夏期の路面温度の上昇に伴い染み出してきた流動の主因となる軽質油を吸収することにより、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することをねらったものである。また、吸油材は資源保護の観点から、産業副産物である高炉スラグおよびフッ酸無水石膏を原料としている。

この吸油材を用いたアスファルト混合物の性状については、既にいくつか報告されている<sup>2),3),4)</sup>。また、アスファルト混合物中における吸油材の添加率判定方法について、前報<sup>5)</sup>で報告した。しかし実道路での供用性については数編の報告<sup>1),6),7)</sup>の中に断片的に紹介されているが、十分な考察はなされていない。そこで、吸油材を用いた耐流動性アスファルト舗装の供用性について関西地方の重交通道路で調査したので、その結果について報告する。

## 2. 調査概要

調査箇所は関西地方の重交通道路である大阪臨海線、国道170号線および大阪中央環状線などの14地点で、吸油材添加舗装における供用年数1～4年の供用状況を調査した。調査対象箇所は、下記の条件に適合する所とした。

- ① 交通区分：C、D交通
- ② 調査場所：直線部の交差点流入部で、上下の勾配およびカーブ地点でない場所
- ③ 調査対象車線：片側2車線の場合は外側車線、3車線以上の場合は外側から2番目の車線を調査
- ④ 調査対象延長：100m（施工延長100m以上）
- ⑤ 補修工法：切削オーバーレイ
- ⑥ 補修厚：表層5cm＋基層5cm
- ⑦ アスファルト混合物の種類
  - 表層：密粒度混合物(20)に吸油材6%添加
  - 基層：粗粒度混合物に吸油材4%添加

調査対象箇所の舗装は、基層より下層に既設アスコン層を6～19cm有する構造であった。調査は現場調査としてわだち掘れ量、ひびわれ率および平坦性を舗装試験法便覧に従って測定した。供用性状は、アスファルト舗装要綱に示されるMCI（維持管理指数）により評価した。また、混合物の性状調査のために現場切り取り供試体を採取した。混合物性状試験として、密度試験、ソックスレー抽出試験およびホイールトラッキング試験を舗装試験法便覧に従って行った。そのほかに、アブソン法による回収アスファルトの針入度試験および文献に示されている方法<sup>8)</sup>で吸油材添加率の目視判定を行った。

## 3. 調査結果

### 3.1 路面性状の追跡調査結果

わだち掘れ量と大型車累積交通量との関係を図1に示す。わだち掘れ量は、大型車累積交通量（以下、交通量と称する）が増加するに従い直線的に増大する傾向を示し、次式(1)が得られた。相関係数は0.77であった。

\*住友大阪セメント(株)建材事業部技術開発部課長

(〒274-8601 千葉県船橋市豊富町585番地) ,

\*\*大阪市立大学教授工学部環境都市工学科

(〒558-8585 大阪府大阪市住吉区杉本町3-3-138) ,

\*\*\*立興建設(株)技術開発部部長

(〒552-0001 大阪府大阪市港区波除4-1-37)

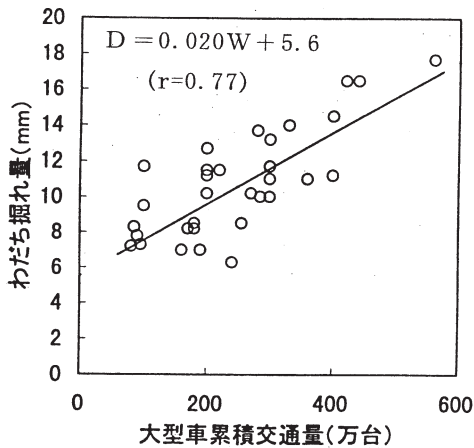


図1 わだち掘れ量と大型車累積交通量との関係

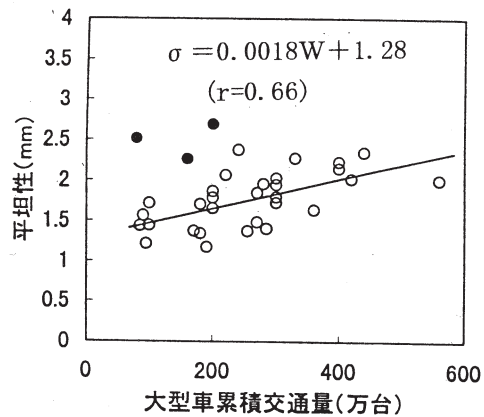


図3 平坦性と大型車累積交通量との関係

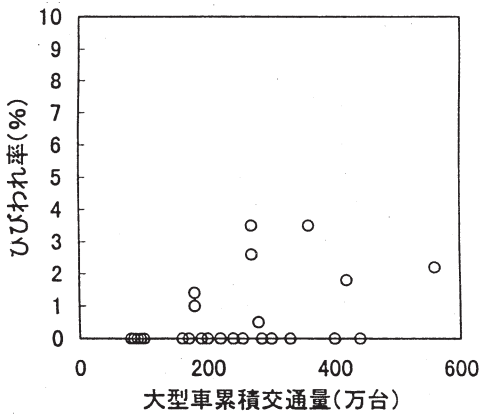


図2 ひびわれ率と大型車累積交通量との関係

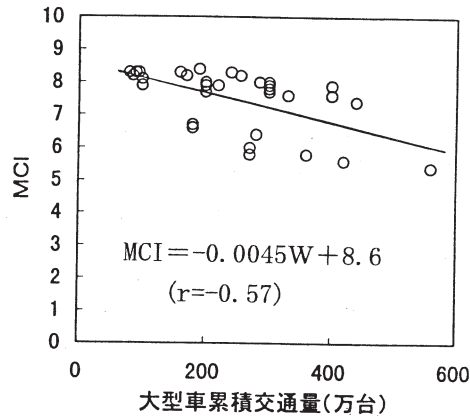


図4 MCIと大型車累積交通量との関係

$$D = 0.020W + 5.6 \quad (1)$$

ここに、D：わだち掘れ量(mm)

W：大型車累積交通量(万台)

わだち掘れ量は交通量の初期段階で大きく、100万台通過時点で7.6mmであった。その後のわだち掘れ量の増加量は小さく、「道路維持修繕要綱」に示される維持修繕要否判断の目標値である30mmに達する交通量は1,200万台であると推定される。

ひびわれ率と大型車累積交通量との関係を図2に示す。ひびわれは交通量が200万台付近から発生しているケースが認められた。ただし、300万台を越えても3～4%以内のひびわれ率であり、交通量の増加に伴うひびわれ率の増大傾向は認められなかった。

平坦性と大型車累積交通量との関係を図3に示す。施工時からの平坦性が悪いと推測される路線(図中には●印で示す)を除くと、次式(2)に示す相関係数0.66の直線回帰式が得られた。

$$\sigma = 0.0018W + 1.2 \quad (2)$$

ここに、 $\sigma$ ：平坦性(mm)

W：大型車累積交通量(万台)

平坦性は、400万台通過後から2.0mmを越えて悪化する傾向が認められた。しかし、交通量の増加に伴う平坦性の増大傾向は100万台当たり0.18mmと小さく、維持修繕要否判断の目標値である4mmに達する交通量は1,500万台であると推定される。

MCIと大型車累積交通量との関係を図4に示す。MCIは交通量の増加に伴い、直線的に低下する傾向が認められ、相関係数-0.57で次式(3)が得られた。

$$MCI = -0.0045W + 8.6 \quad (3)$$

ここに、MCI：維持管理指数

W：大型車累積交通量(万台)

600万台通過時点でのMCIは5.9であり、補修を要する段階の「4」までには至っていない。吸油材添加路線における補修を必要とするまでの交通量は、1,000万台と推定される。

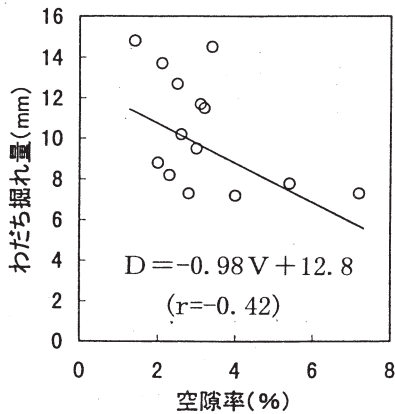


図5 わだち掘れ量と空隙率との関係

### 3. 2 混合物性状の調査結果

路面性状と混合物性状の間で相関が認められたものは、①わだち掘れ量と空隙率および②わだち掘れ量と動的安定度との関係であった。

わだち掘れ量と空隙率との関係を図5に示す。わだち掘れ量は、空隙率が小さい場合に大きくなる傾向が認められた。空隙率が4%以下であると、10mm以上のわだち掘れ量がみられた。なお、両者の関係を直線回帰すると、相関係数-0.42の次式(4)が得られた。

$$D = -0.98V + 12.8 \quad (4)$$

ここに、D：わだち掘れ量(mm)

V：空隙率(%)

次に、わだち掘れ量と現場採取供試体の動的安定度との関係を図6に示す。わだち掘れ量は、動的安定度が増加するに従い減少する傾向が認められた。動的安定度が3,000回/mm以上になると、わだち掘れ量は概ね10mm以下となった。動的安定度が7,000回/mm以上でわだち掘れ量が10mm以上の値を示した黒丸印の箇所は、いずれも施工時期が夏期であった。夏期に施工した場合にわだち掘れ量が大きくなった原因として、①吸油材の効果が遅効性であること、②夏期のため交通開放時の舗装体温度が高く初期流動を生じたこと、の2点が考えられる。なお、わだち掘れ量と動的安定度との関係を直線回帰すると、次式(5)が得られた。相関係数は-0.56であった。

$$D = -4.32 \times 10^{-4} DS + 13.1 \quad (5)$$

ここに、D：わだち掘れ量(mm)

DS：動的安定度(回/mm)

わだち掘れ量への影響度を空隙率と動的安定度とで比較した場合、動的安定度の方が大きい結果となった。動的安定度と比較的相関性が認められた混合

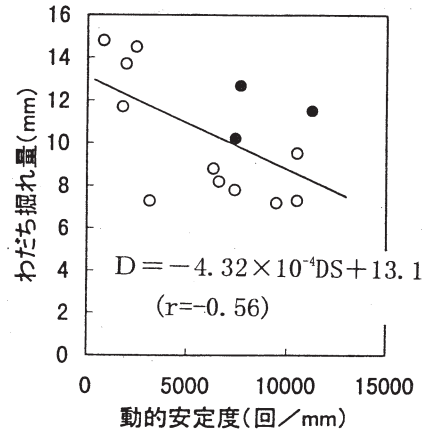


図6 わだち掘れ量と動的安定度との関係

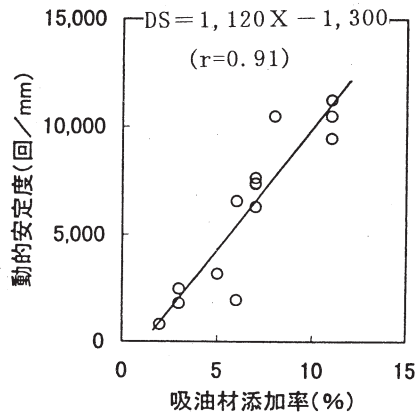


図7 動的安定度と吸油材添加率との関係

物性状は、相関性の高いものから順に、吸油材添加率 ( $r=0.91$ ) > かさ密度 ( $r=-0.65$ ) > 針入度 ( $r=-0.54$ ) > 空隙率 ( $r=0.47$ ) > アスファルト量 ( $r=-0.42$ ) であった。動的安定度は、吸油材添加率および空隙率が増加するに従い増大し、かさ密度、針入度およびアスファルト量が増加するに従い減少する傾向が認められた。

最も相関性が高い動的安定度と吸油材添加率との関係を、図7に示す。アスファルト舗装要綱で要求されている重交通道路での動的安定度3,000回/mm以上を確保するためには、吸油材を所定の6%添加する必要があることが認められた。

ひびわれ率と吸油材添加率との関係を図8に示すように、吸油材を8%以上添加した場合でも、ひびわれが発生しやすい傾向は認められなかった。動的安定度と吸油材添加率との関係を直線回帰すると、次式(6)が得られ、相関係数は0.91であった。

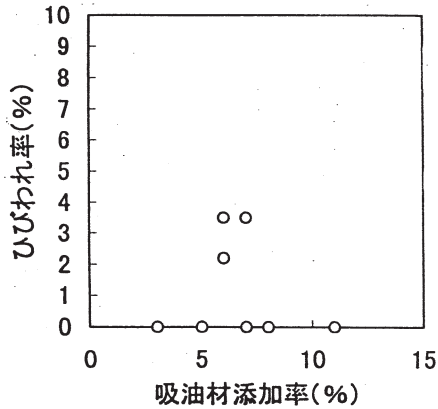


図8 ひびわれ率と吸油材添加率との関係

$$DS = 1,120 X - 1,300 \quad (6)$$

ここに、DS：動的安定度(回/mm)

X：吸油材添加率(%)

#### 4. 他の調査結果との比較

関西地方でのわだち掘れ量と交通量との調査結果と、文献に報告されている大阪府美原ロータリーでの調査結果<sup>1)</sup>および関東地方での調査結果<sup>2)</sup>を比較すると、図9に示すようになる。ここでは、比較しやすいように関東地方の調査結果にならって、わだち掘れ量と交通量との関係を次式(7)に示す対数で回帰した。相関係数は0.69であった。

$$D = 3.93 \ln W - 10.5 \quad (7)$$

ここに、D：わだち掘れ量(mm)

W：大型車累積交通量(万台)

また図中では、関西地方での調査結果を関西、美原ロータリーでの調査結果を美原、および関東地方での調査結果を関東と称する。

美原での調査結果では、吸油材とプラントミックスタイプの樹脂との比較試験施工結果が示されている。試験舗装路線は、重交通幹線道路である大阪中央環状線であり、片道2車線で大型車交通量が約9,000台/日・1方向であった。舗装工法は関西地方での場合と同じく、2層(10cm)切削打換えであった。

関東地方での調査結果では、吸油材を含めた7種類の耐流動材料を用いた試験舗装結果が示されている。試験舗装路線は、重交通幹線道路である東京環状7号線であり、片道3車線で大型車交通量が約9,000台/日・1方向であった。舗装工法は関西地方の場合と同じく、2層(10cm)切削打換えであった。樹脂系については平均値で示す。

吸油材を用いた路線でのわだち掘れ量の変化は、美原の場合を除いて大型車累積交通量に対して関西

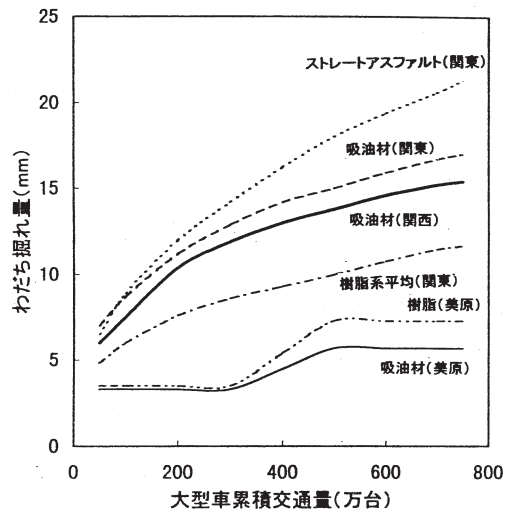


図9 各種アスファルト混合物におけるわだち掘れ量と大型車累積交通量との関係

および関東の場合とも、ほぼ同様の結果を示した。これは補修工法が同一であったこと、路盤以下の支持力が十分管理された状態であったことにより、交通量に対するわだち掘れ量の変化傾向が同一になったものと推測される。

美原での調査結果を除外すると、吸油材はストレートアスファルトに対して約1.3倍の改良効果が認められたのに対して、樹脂系は約2倍の改良効果が認められており、吸油材は樹脂系よりは劣る耐流動効果となった。吸油材を用いた場合のわだち掘れ量の変化は、大型車累積交通量100万台までの初期で大きく、その差が樹脂系との差になったものと推測される。大型車累積交通量300万台以降のわだち掘れ量の増加傾向は、吸油材と樹脂系ではほぼ同等であった。

美原での調査結果では、吸油材および樹脂とも良好な耐流動性を示した。これは路盤に水硬性粒度調整スラグを用いており、路盤以下の支持力が良好であったためと推測される。このように、路盤以下の支持力が良好である場合、吸油材は樹脂と同等の耐流動性を示すこともあるものと考えられる。

吸油材添加路線でのひびわれの発生は図2で示したように少なく、最大で4%であった。美原での大型車累積交通量800万台時点でのひびわれ率は、吸油材添加路線で0.6%、樹脂添加路線で12%であった。このように、吸油材の耐流動性効果は改質アスファルトより劣る場合が認められるものの、ひびわれの発生が改質アスファルトより少なく、準重交通道路に適した耐流動材であるといえる。

## 5. まとめ

吸油材添加アスファルト混合物の供用性を追跡調査結果から評価すると、下記の事項が認められた。

- ① 吸油材添加アスファルト混合物におけるわだち掘れの発生は、大型車累積交通量 100 万台までの初期段階で比較的大きく、ストレートアスファルト混合物と同程度であった。
- ② わだち掘れ量は大型車累積交通量が 100 万台を越えると落ち着く傾向が認められ、その後の増加量は改質アスファルト混合物と同程度であった。
- ③ 大型車累積交通量 500 万台でのわだち掘れ量は 15mm 前後であり、改質アスファルトとストレートアスファルトとの中間の耐流動性を示した。
- ④ ひびわれの発生は少なく、ひびわれ率は最大で 4%前後であった。
- ⑤ 吸油材舗装の耐流動性を確保するためには、動的安定度を 3,000 回/mm 以上にする必要がある。
- ⑥ 動的安定度を 3,000 回/mm 以上確保するためには、吸油材添加率を所定量の 6%未満にならないように管理することが重要である。

## 参考文献

- 1) 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)
- 2) 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(1996.11)
- 3) 安藤豊・久保広志：吸油性硬化材 (OR-60) の吸油特性について，第 16 回日本道路会議一般論文集，pp.441 - 442(1985.10)
- 4) 山田優・小川寿裕：耐流動舗装用アスファルト混合物の力学的特性，土木学会関西支部年次学術講演会講演概要集，pp.V-32-1 - V-32-2(1991.6)
- 5) 安藤豊・山田優：耐流動性アスファルト舗装用吸油材と添加率判定方法に関する研究，建設用原材料，Vol.8，No.1，pp.21 - 30(1998)
- 6) 坂下治雄・和田良雄：耐流動性材料の建試協による調査例，舗装，Vol.21，No.11，pp.20 - 28(1986.11)
- 7) 阿部忠行・内田喜太郎・峰岸順一：耐流動性に関する試験舗装による検討，第 19 回日本道路会議論文集，pp.372 - 373(1991.10)

(1999年10月18日受付 1999年12月17日受理)