

新規剥離防止剤“FP”の開発

住友化学株式会社 正会員 ○浅井 裕介
 日進化成株式会社 正会員 金澤 裕貴
 日進化成株式会社 正会員 浅井 和明

1. 背景

アスファルトと骨材の接着性を上げるために、アミンやホスフェートをもつ低分子量物が剥離防止剤として使用されている。これらの特徴は、アスファルトの力学物性にはほとんど影響を与えず、骨材との水素結合や共有結合を駆動力として高い剥離抵抗能を付与できることにある¹⁾。一方で、アスファルトとの相互作用は分子間力を主体としているため、アスファルトに対する接着性が良いとは言い難い。そこで、骨材だけでなくアスファルトとの接着性にも注目することで、より強固な剥離抵抗能を持つ新規剥離防止剤“FP”を開発した。

2. 剥離防止剤“FP”

FP はオレフィンと反応性官能基から構成される樹脂であり、反応性官能基は骨材表面の水酸基やアスファルト中のアミンやカルボン酸などの官能基と反応することができる。さらに、高分子量体であるため、アスファルトと骨材を多点で結ぶことができ、高い剥離抵抗能が期待できる。表1にFPと一般的な剥離防止剤の特徴と、作用機構のイメージを示す。

表-1. FP と一般的な剥離防止剤の比較

試料	FP	一般的な剥離防止剤
駆動力	共有結合	共有結合、水素結合
作用対象	アスファルト、骨材	骨材のみ
分子量	大きい	小さい

3. FP とアスファルトの相容性

一般的に、ポリオレフィン系はアスファルトとの相容性(溶解性)が低いいため、顕微鏡で見ると図1aのようにアスファルト中に樹脂分散相が確認できる。FPも同様にオレフィンを含む樹脂であるが、図1bで示すように顕微鏡からは樹脂相が確認されなかった。これは、FPとアスファルトが反応することで、FPが集合し大きな相を形成することが抑制され、アスファルト中にFPが均一に分散した事に起因する。

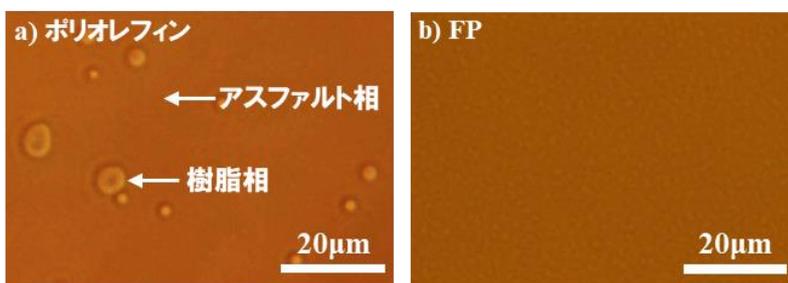


図-1. 樹脂添加アスファルトの光学顕微鏡像

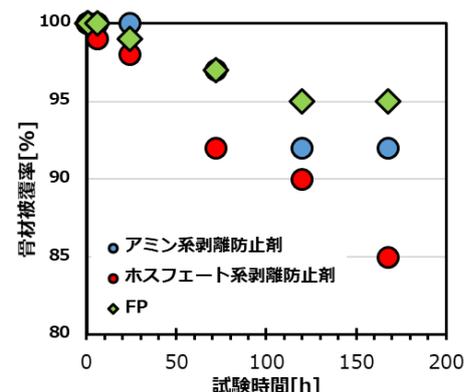


図-2. 長期における剥離抵抗性試験

4. 長期剥離抵抗性

ストレートアスファルト 60/80 と、FP もしくはアミンやホスフェートを含む一般的な剥離防止剤(以下、既存剤)を同添加量で混練(180°C, 7000rpm, 4 時間)した後、粗骨材の剥離抵抗性試験(使用骨材: 硬質砂岩)を行った。試験時間は通常の 30 分から 1 週間(168 時間)の間で変化させて、長期における耐久性を評価した(図 2)。

キーワード 剥離防止, 凍結防止剤, 融雪剤, 酸性雨

連絡先 〒299-0295 千葉県袖ヶ浦市北袖 2 番地 1 住友化学(株) エネルギー・機能材料研究所 TEL:0436-61-5342

規格 JPI-5S-27-86 の試験時間である 30 分では、どの剤も骨材被覆率が 100% のため差異は確認できないものの、試験を 1 週間行うことで、FP が剥離抵抗能を長期に亘り維持していることが確認できた。以上のことから、FP を使用することで長期供用時の剥離を抑制、すなわち舗装の耐久性が向上する可能性を示唆した。

5. 骨材選択性

改質アスファルトへの適用を想定し、SBS と併用した際の剥離抵抗能(試験時間: 1 週間)を調査した。同時に、硬質砂岩(吸水率: 0.43%)、閃緑岩(0.77%)、安山岩(0.79%)、石灰岩(2.31%)、流紋岩(3.18%) の 5 つの骨材を使用することで、剥離防止剤としての骨材選択性の有無も調査した。結果を図 3 に示す。FP は SBS と併用しても既存剤と同等以上の剥離抵抗能を示しており、さらに骨材選択性のない汎用性が高い剥離防止剤であることが認められた。また骨材は吸水率が高いほどアスファルトが剥離しやすいとされているが²⁾、FP は吸水率に関係なく高い剥離抵抗能を示した。

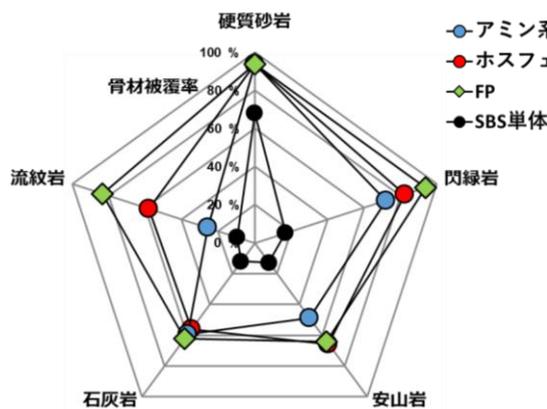


図-3. 剥離防止剤の骨材選択性

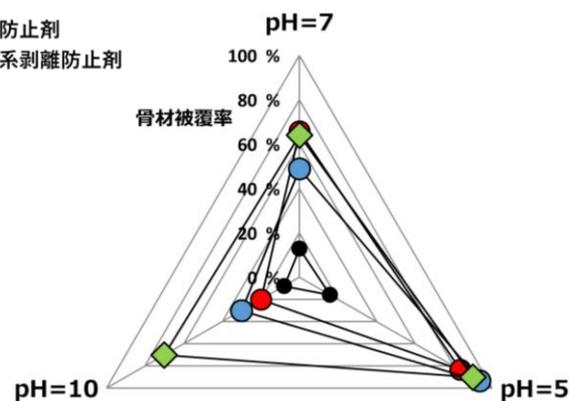


図-4. 酸・アルカリへの耐性

6. 酸・アルカリへの耐性

環境省の報告によると降雨の pH の全国平均は 4.9 であるため³⁾、雨が降ると道路は酸性の水に曝されることになる。さらに、融雪剤や凍結防止剤として使用される塩化カルシウムは、水に溶けるとアルカリ性を示すため、融雪剤や凍結防止剤を散布する地域の道路はアルカリ性の水に曝されることになる。すなわち、道路が浸水するときは酸もしくはアルカリ条件下であることが多く、実際の道路を想定した剥離性能を評価するには、酸性・アルカリ性条件下で剥離抵抗性試験を行うのが良いと考えられる。そこで、酸性雨を想定した pH=5 と、融雪剤・凍結防止剤散布を想定した pH=10 の水溶液を作成し、それぞれの水溶液下 80°C の条件にて剥離抵抗試験を行った。試験には安山岩を使用し、試験時間は 4 節、5 節と同様に 1 週間とした。結果を図 4 に示す。

pH=5 では FP と既存剤ともに高い剥離抵抗能を示したが、pH=10 では既存剤で大きな剥離が見られた。アルカリ性条件下では、骨材と既存剤間の水素結合力が低下するため、剥離抵抗能が低下したと考えられる。一方で、FP は骨材と耐アルカリ性の高い共有結合を形成するため、高い剥離抵抗能を発揮できたと考えられる。上記の検討から、FP は外場の pH 変化に依存せず高い剥離防止能を発揮でき、特に融雪剤や凍結防止剤を散布するような寒冷地において、高い性能を発揮する可能性を示した。

7. まとめ

今回報告から、新規剥離防止剤“FP”は以下の 4 つの特徴を示すことがわかった。①高い剥離抵抗能、②剥離抵抗能の長期維持、③骨材選択性がない、④寒冷地への使用に適する。これらの特徴は、FP がアスファルトと相容し均一分散するとともに、アスファルトと骨材の両方と共有結合を形成し、さらに高分子量体であるためにアスファルトと骨材を多点で結ぶ架橋剤のような役割を持つため、発現したと考えられる。

参考文献

- 1) 牛尾他：はく離防止への対策，アスファルト Vol.42, No.203, pp3-4, 2000.
- 2) 小林他：道路用砕石の特性とアスファルトのはく離抵抗性に関する一検討，土木学会年次講演, 2017.
- 3) 環境省 HP： <http://www.env.go.jp/air/acidrain/monitoring/h30/index.html>