

旧アスへの再生添加剤の浸透に関する実験的検証の一例

出光興産（株）機能舗装材事業部アスファルト技術課	正会員	○ 瀬尾 彰
同	正会員	呉 悦樵
同	正会員	安藤 秀行
同	正会員	佐野 昌洋

1 はじめに

今日の道路舗装の維持・修繕において、長期にわたり舗装を健全な状態に保つためには、再生混合物の品質向上が肝要である。筆者らは、これまでに再生混合物中のアスファルトの振る舞いに着目し、特に再生骨材表面の旧アスファルト（以下、旧アス）に再生添加剤を混合した際に、旧アスと再生添加剤の界面で起こる現象について考察を行ってきた。その結果、再生添加剤の成分により、再生アスファルト（以下、再生アス）のミクロな混合状態（粒子状物質生成の有無や均一性など）が異なることを明らかにしてきた¹⁾。

また旧アスへの再生添加剤の浸透については、Carpenter や山田により、再生骨材表面に向かってマクロな不均一性がある可能性が考察されている^{2),3)}。そこで本検討では、旧アスへの再生添加剤の浸透の様子、すなわち再生骨材表面に向かうマクロな混合性を、2種類の再生添加剤を用いて実験的に検証したので報告する。

2 模擬再生骨材および模擬再生混合物の作製

模擬再生骨材は、トリクロロエチレンを用いてプラント回収再生骨材から抽出した旧アスと、6号砕石と混合し作製した。6号砕石と旧アスの重量比は100:5とし、混合温度は160℃とした。なお回収した旧アスの針入度は21、既往検討⁴⁾を参考とした評価で、改質アスファルトを含む旧アスであることを確認した。

続いて、模擬再生骨材の重量100に対し、再生添加剤重量を5として添加し、140℃で5分間混合することで模擬再生混合物を作製した。再生添加剤として、芳香族系と飽和分系の2種類を用いた。

3 旧アスへの再生添加剤の浸透に関する検証

3.1 検証の考え方および方法

既往検討^{2),3)}では、再生骨材に再生添加剤を混合した場合には、骨材の表面、すなわち旧アス最深部分の粘度は旧アスの粘度であると予想され、また旧アスの最も外側の部分は、再生添加剤の粘度になると予想される。そこで本検討では、これらの粘度差を利用して材料分離を行い、その重量及び弾性率を測定することで、旧アスへの再生添加剤の浸透の様子を定量することを試みた。

3.2 ダレ成分の採取と重量比率

粘度差による材料分離の実験手順を図1に示す。模擬再生混合物を目開き5mmの金網に乗せ、まず140℃恒温槽で1時間静置し、流動したダレ成分を下部バットで採取した(①)。採取後、そのまま順次昇温し、各温度に1時間静置し、ダレ成分をそれぞれバットに採取した(②～③)。さらに180℃で軟化したもののダレずに金網に付着した成分(④)を回収し、最後に骨材表面に付着したままの成分をシリコーン・シートを用いて拭き取って回収した(⑤)。採取した①～⑤の成分について重量と複素弾性率を測定した。また、粘度が高く、拭き取れなかった成分も存在したため、未回収分として残量を計算した。



図1 試験概要および模擬再生混合物とダレ成分の様子

また、粘度が高く、拭き取れなかった成分も存在したため、未回収分として残量を計算した。

3.3 検量線によるダレ成分中の旧アス含有量定量

少量サンプルを精確に分析できる手法として、複素弾性率を用いてダレ成分中の旧アス含有量を定量した。

キーワード 舗装再生、再生、添加剤、浸透、均一性

連絡先 〒246-0303 神奈川県愛甲郡愛川町中津 4052-2 Tel 046-285-0829

また別途、芳香族系もしくは飽和分系添加剤への、旧アスの混合比を 20%から 100%までとして複素弾性率を測定し、検量線を作成した。この際、採取成分の熱履歴を考慮し、検量線用のサンプルもダレ採取時と同様の温度および時間で養生した。採取したダレ成分の複素弾性率を検量線と比較し、旧アス含有量を推定した。なお複素弾性率は平行平板 (8 mm ϕ) を用い、ギャップ 2 mm、25 $^{\circ}$ C、ひずみ 10%、10 rad/s で測定した。

表 1 各温度にける採取成分の重量比率および旧アス含有率

4 結果及び考察

評価結果を表 1 に示す。ここで採取成分重量比率 (以降、重量比率) は、それぞれのダレ成分の重量と、模擬再生混合物作製直後に骨材に付着した全アスファルト成分の重量との比率である。

採取温度・場所	芳香族系添加剤の結果		飽和分系添加剤の結果	
	採取成分重量比率(%)	旧アス含有率(%)	採取成分重量比率(%)	旧アス含有率(%)
① 140 $^{\circ}$ Cダレ成分	22.1%	32.2%	12.3%	26.9%
② 160 $^{\circ}$ Cダレ成分	4.7%	43.5%	4.4%	31.0%
③ 180 $^{\circ}$ Cダレ成分	4.7%	49.6%	1.6%	33.5%
④ 180 $^{\circ}$ C金網付着成分	20.5%	59.0%	22.6%	29.3%
⑤ 180 $^{\circ}$ C骨材付着成分	14.2%	71.6%	9.3%	31.2%
未回収骨材付着 (計算値)	33.8%	100%	49.7%	100%

図 2 に芳香族系および飽和分系添加剤のそれぞれについて、横軸に採取成分の温度・場所毎の重量比率、縦軸に旧アス含有率を示す。なお重量比率 100%近傍の成分は 180 $^{\circ}$ Cでもダレなかった骨材表面の成分、重量比率 0%近傍の成分は再生添加剤と接触する界面近傍の成分である。

両方の添加剤において、模擬再生混合物表面の旧アスおよび再生添加剤は、均一に混合されずに、骨材表面に旧アスが残存することが示唆された。また芳香族系添加剤を用いた場合は、骨材表面に向かって旧アス含有率が高まることが確認され、旧アスに添加剤が浸透し濃度勾配の存在が示唆された。これに対し飽和分系では、旧アス含有率の変化が認められず、旧アスへの添加剤の浸透は限定的で、混合していないことが示唆された。

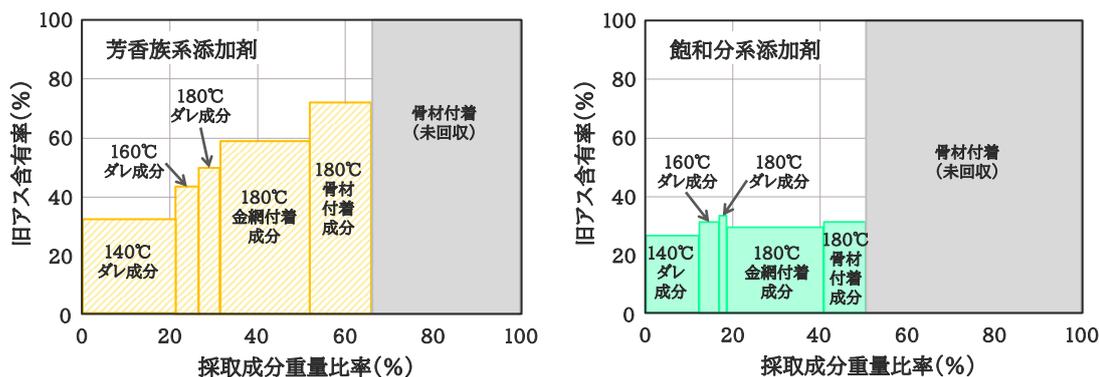


図 2 採取成分の重量比率、および採取成分の旧アス含有率

5 まとめ

芳香族系および飽和分系再生添加剤を用いて、再生混合物中の旧アスと添加剤の混合状況を実験的に検証した。その結果、芳香族系では骨材表面に向かって濃度勾配の形成を確認したが、飽和分系では旧アスに浸透、混合していないことを確認した。さらに、いずれの添加剤においても骨材最表面には旧アスが残存したため、骨材表面に向かってマクロな不均一性があることを確認した。なお既往検討りによる評価で、芳香族系添加剤は旧アスとの混合によりスラッジを生成せず、飽和分系添加剤はスラッジを生成することを確認している。これらの添加剤と旧アスの分子レベルの (ミクロの) 分散性能の差異が、本検討結果である浸透、混合の差異を生じた原因と考える。これらのことから、再生混合物の品質を向上させるためには、マクロおよびミクロ、両方の均一性の確保が重要であると考え。加えて、再生アスは、最深部に高粘度の旧アスが残存する傾斜材料であることを前提とした機能発現、ならびに配合設計の考案も有効と考える。

参考文献

- 1) 佐野ら、再生混合物の性能向上に関する一検討、土木学会年次学術講演会前刷り集、V-103 (2017)
- 2) S. H. Carpenter et.al., Modifier Influence in the Characterization of Hot-Mix Recycled Material, pp.15-22, Transportation Research Record 777 (1980)
- 3) 山田優、再生アスファルト混合物の性質と供用性に関する一研究、pp.51-60、第 348 号/V-1、土木学会論文集 (1984)
- 4) 野口ら、旧アスファルトの分類手法に関する提案、土木学会年次学術講演会前刷り集、V-459 (2020)