

アスファルトバインダの化学性状に対する紫外線劣化の影響

国立研究開発法人 土木研究所 正会員 ○川島 陽子
 国立研究開発法人 土木研究所 正会員 新田 弘之
 国立研究開発法人 土木研究所 正会員 西崎 到

1. はじめに

アスファルト舗装のひび割れ等の要因として、交通荷重による疲労だけではなく、紫外線や熱による酸化劣化が挙げられる。特に、アスファルト舗装の縦ひび割れは表面から入ることが指摘されており¹⁾、紫外線劣化による影響が懸念されている。この解明のために、アスファルトの物理性状やアスファルト混合物の疲労特性に着目した検討はなされてきたが、物理性状の変化を裏付け、劣化のメカニズムを解明するためには、化学性状についても把握する必要がある。本研究では、プレス成膜試料による紫外線劣化試験および長期供用した道路より得たアスファルトの性状から、化学性状に対する紫外線劣化の影響について検証した。

2. 試験概要

2.1 試料

a) アスファルトサンプル

促進劣化試験にはストレートアスファルト 60/80(以下, StAs)およびポリマー改質アスファルト II 型(以下, 改質 As)を使用した。各試料は薄膜加熱試験(舗装調査・試験法便覧 A046. 以下, TFOT)を行い、試験に供した。

b) 現場からの回収アスファルト混合物

長期供用後の劣化試料として、土木研究所構内道路から供用 30 年以上でひび割れの無い区間よりアスファルト混合物層を採取した。採取した混合物層は表 1 に示す寸法で表層、基層に分けてそれぞれスライスした。また、スライスしたアスファルト混合物からアブソン法にてアスファルトバインダを抽出回収し、性状試験を行った。針入度や軟化点は表 1 に記載した。

2.2 劣化試験

a) 紫外線劣化試験(UV 試験)

UV 試験用に 2.1(a)の試料からプレス成膜試料²⁾を作製した。プレス成膜試料は紫外線の影響が十分に及び得るように、約 135mmφ, 100μm 厚に伸展した。紫外

線劣化は、キセノンランプを装備した促進劣化試験機を使用し、放射照度 78W/m²(波長 300~400nm)、ブラックパネル温度 60℃で行った。紫外線照射時間は 24 時間、48 時間および 96 時間とした。

b) 屋外暴露試験

2.2(a)と同一の手順で作製したプレス成膜試料を、南向き、傾斜 5° の条件で茨城県つくば市内に設置し、2 週間、4 週間および 8 週間の屋外暴露試験を行った。

2.3 評価試験

a) 組成分析試験

劣化に伴うアスファルトバインダの組成変化については、TLC/FID によるアスファルト組成分析試験法(JPI-5S-70-2010)に準拠して、測定した。

b) フーリエ変換赤外分光分析(FTIR 分析)

アスファルトの酸化劣化の指標となるカルボニル基の挙動を調べるために、FTIR 分析を行った。分析は、ATR 法(ダイヤモンドプリズム使用)にて実施した。酸化劣化の評価には、1600cm⁻¹付近の内部参照吸光度に対する 1700cm⁻¹付近に現れるカルボニル伸縮振動に起因する吸光度の比であるカルボニルインデックス(以下, CI)を用いた。

c) 動的粘弾性試験

アスファルトバインダの物理性状試験として、動的粘弾性試験(舗装調査・試験法便覧 A062)を行った。アスファルト材料は劣化の進行に伴い、低温域での性状が特に低下するため、試験温度は 20℃とした。試験治具には、8mmφ パラレルプレートを使用した。

表 1 回収アスファルト混合物の切断厚さと基本性状

凡例	表面からの深さ	針入度(1/10mm)	軟化点(℃)
表面	0-10mm	7	99
表層①	10-30mm	10	82.5
表層②	30-50mm	11	76.5
基層①	50-80mm	9	84
基層②	80-110mm	9	83.5
基層③	110mm-	11	76.5

キーワード アスファルトバインダ、紫外線劣化、プレス成膜、組成分析、FTIR 分析、動的粘弾性試験

連絡先 〒305-8516 茨城県つくば市南原 1-6 (国研)土木研究所 先端材料資源研究センター材料資源研究グループ

3. 試験結果

3.1 紫外線による酸化劣化および物理性状の評価

酸化劣化の指標となる CI を図 1 に示す。なお、TFOT 前の試料を‘ORG’と表記している。室内での紫外線劣化試験(図中、UV)では、照射時間の増加に伴う CI の増加が見られた。一方、屋外暴露試験(図中、暴露)の場合、暴露後 2 週間で急激に劣化が進み、CI が著しく増加する傾向が見られた。複素弾性率($|G^*|$)と位相角(δ)を図 2 に示す。照射時間や暴露時間の増加に伴い、動的複素弾性率の増加や粘性の喪失を意味する位相角の低下が見られ、酸化劣化に伴い、アスファルトバインダが硬化していることを確認した。

3.2 組成分析による成分比率の挙動解析

図 3 に、通常の加熱や加圧劣化した試料と、本試験による紫外線劣化した試料における、CI に対するアスファルテン、レジンの成分比率の変化を示す。与えた劣化条件によらず、CI が増加するのに伴いレジンは増加した。既往研究でも、酸化劣化の進行に伴い、芳香族が減少し、レジンが増加することが報告されている³⁾。ただし、紫外線劣化の試料は、レジン分が増加するところは同様であったが、アスファルテンも増加する傾向が見られた。

3.3 現場回収したアスファルト混合物の成分比率

現場から回収した混合物における、深さ方向のアスファルト成分比率を図 4 に示す。この混合物は十分劣化しており、深さ方向で針入度がほぼ同等であった。それにも関わらず、成分に差が生じており、紫外線の影響を受けやすい表層の方がアスファルテン分が多いことを確認した。表層だけでなく基層まで劣化している例は、これまでも報告されているが⁴⁾、今回、アスファルト組成に着目することで表層と基層で劣化の機構が異なることを示唆する結果が得られた。

4. まとめ

紫外線による酸化劣化が進行し、物理性状や組成が変化し、特にアスファルテン分の増加する傾向にあることが見受けられた。針入度が同等でも表層と基層で組成が異なり、紫外線による酸化劣化は下層で起こる劣化と機構が異なることが示唆された。

参考文献

1) 西澤ら：アスファルト舗装の車輪走行位置に生ずる縦表面ひび割れについて，土木学会論文集，No. 478，vol. 21，

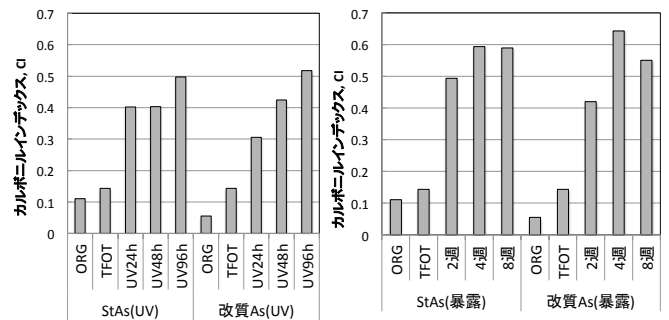


図 1 カルボニルインデックス

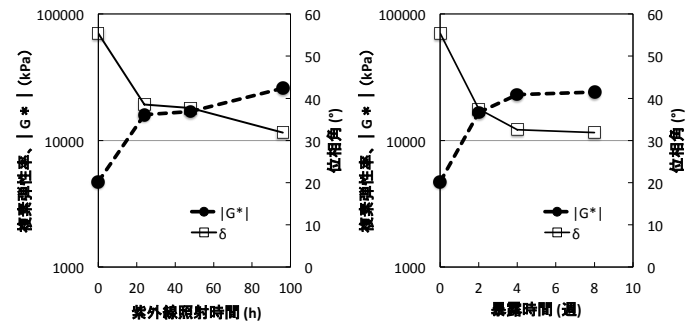


図 2 StAs の動的粘弾性状

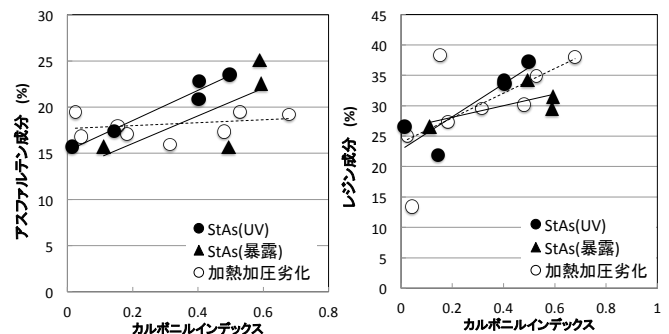


図 3 アスファルテンおよびレジン分比率(StAs)

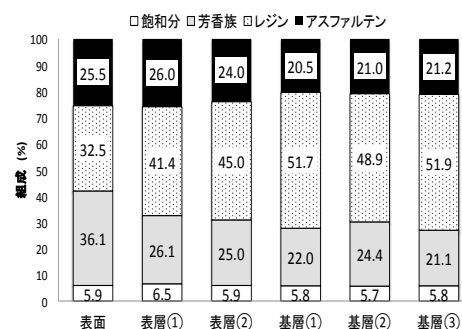


図 4 回収したアスファルト混合物の組成分析

pp. 71-80, 1993.

2) 山口ら：アスファルト材料の紫外線劣化とカーボンブラック添加効果，土木学会舗装工学論文集，第 8 巻，pp. 251-260, 2013.

3) 遠西ら：アスファルトバインダーの劣化試験方法に関する研究，舗装，30(6)，pp3-7, 1995.

4) 平戸ら：長期供用された高速道路で用いたアスファルトの気象劣化現象に関する調査結果，土木学会舗装工学論文集，第 19 巻，pp. 123-130, 2014.