

気象劣化に基づいたアスファルトおよびアスファルト混合物の性状評価と室内再現試験

東亜道路工業(株) 正会員 ○永原 篤
東亜道路工業(株) 正会員 村山 雅人

1. 目的

アスファルト性状の低下には、紫外線、熱および酸素によって引起される酸化劣化と交通荷重による繰返し疲労の2つが主な原因として挙げられるが、疲労に関する報告は数多くあるものの、気象劣化に関する報告は少ない。本報告では、年間気象観測を行うとともに同期間暴露したアスファルト混合物の性状変化傾向を物理的、化学的に評価した。また、屋外暴露の再現方法として促進耐候性試験機で劣化させたアスファルトおよびアスファルト混合物の性状変化についても同様に評価し、気象劣化予測方法としての可能性について検討した。

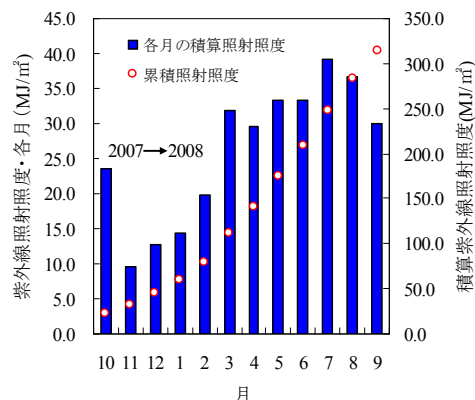


図1 年間の積算紫外線照射量

表1 WT 供試体代表物性

使用As	針入度 (1/10mm)	軟化点 (°C)	混合物種	締固め度 (%)
StAs60/80	67	45.0	密粒度(13)	99.0
PMA-II	47	80.0	密粒度(13)	98.5
PMA-H	53	91.0	ポーラス(13)空隙20%	99.7

2. 屋外気象観測と促進耐候性試験条件の設定

2-1 屋外気象観測

気象がアスファルト性状に与える影響を把握するため、表1に示すホイールトラッキング(以下、WT)供試体を作製して2007年10月～2008年9月の1年間暴露した。気象観測は、精密紫外放射計(MS-212A;英弘精機製)を用いて物質劣化に影響を及ぼすUV-A領域(315～400nm)と気温、雨量計測を行った。年間の紫外線照射量を図1に示す。年間の積算紫外線照射量は314MJ/m²で、平均気温は約17°Cであった。

2-2 促進劣化環境の設定

気象劣化によるアスファルトの性状変化を短期に評価するため、促進耐候性試験機(Super-win・mini;ダイプラウインテス製)を使用した。試験は、屋外と同様にWT供試体を設置して劣化性状評価を行った。試験条件を表2に示す。試験時間200時間で屋外1年相当の紫外線照射量を得た。

表2 促進耐候性試験条件

項目	条件
光源	メタルハライド
試験温度(°C)	20
散水量(ml/hr)	100
照射照度(W/m²)	450
積算照射量(MJ/m²/hr)	1.62
供試体傾斜角(°)	2.0

3. 屋外暴露と促進耐候性試験のアスファルト性状評価

3-1 評価方法

屋外暴露および促進劣化させたWT供試体について、曲げ試験および回収アスファルトの赤外分光分析を行った。

曲げ試験は、舗装調査・試験法便覧(B005)に準拠し、試験温度は20°Cとした。曲げ試験終了後の供試体劣化面から $t=1.5\text{cm}$ で切出し、アスファルトを回収した。赤外分光分析は、FT-IR分光計を使用して、回収アスファルト中の酸化劣化指標となるカルボニル基(以下、 C=O ; 1700cm^{-1})の吸光度を測定した。

3-2 試験結果

1) 曲げ試験結果

PMA-IIを使用した密粒度混合物の曲げ試験結果を図2に示す。気象劣化によってアスファルトの脆化が原因と考えられるピーク変位量の低下が認められ、屋外暴露および促進劣化混合物は、同様の傾向を示した。

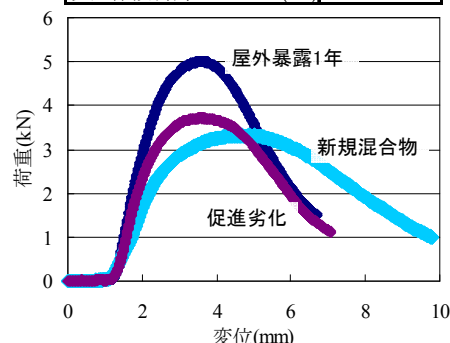


図2 密粒度 PMA-II 曲げ試験結果

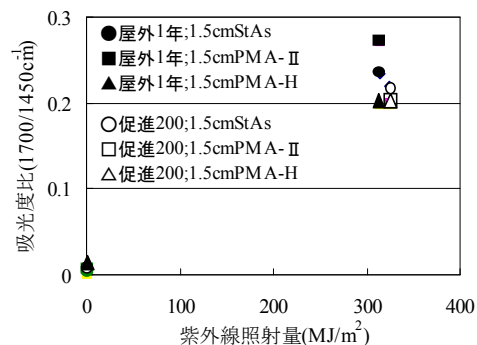


図3 赤外分光分析結果(回収As)

キーワード 屋外暴露, 年間紫外線照射量, 赤外分光分析, 酸化劣化, 促進耐候性試験機

連絡先 〒300-2622 茨城県つくば市要315-126 東亜道路工業(株)技術研究所 TEL 029-877-4150

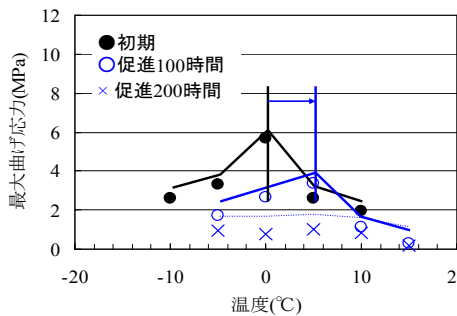


図4 StAs バインダ曲げ

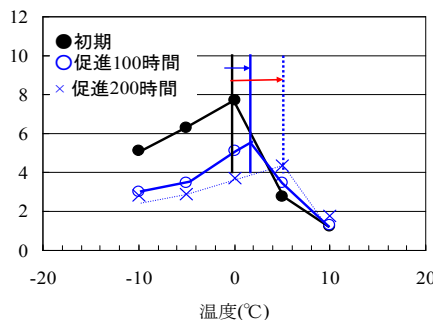


図5 PMA-II バインダ曲げ

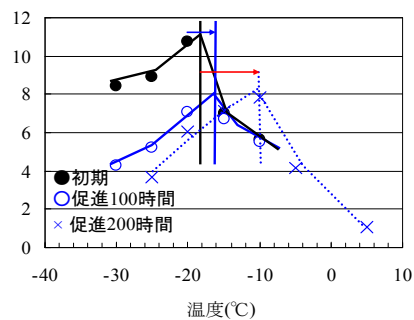


図6 PMA-H バインダ曲げ

2) 赤外分光分析結果

回収したアスファルトの赤外分光分析結果を図3に示す。屋外暴露と促進劣化の間に差はあるが、紫外線照射量増加に伴って酸化劣化が進行している。紫外線を等価にすることで、短期間での供用性評価が期待できることを確認した。

4. 促進耐候性試験によるアスファルト単体の評価

4-1 アスファルト供試体

使用したアスファルトは、表1で使用した3種類で、それぞれバインダ曲げサイズ(2×2×12cm)に成型した後、促進耐候性試験機に供した。促進耐候性条件は表2と同様である。

4-2 性状評価試験

性状評価は、バインダ曲げ試験、赤外分光分析を行い、劣化による性状変化について検討した。気象による劣化は、物質表面に始まり深部へ進行すると考えられているため、赤外分光分析では表面から0.5mm削り取りC=Oについて評価した。また、PMA中SBの劣化を評価するため、ブタジエン(以下、BD;965 cm⁻¹)の吸光度比を測定した。SBS劣化評価は、舗装調査・試験法便覧(A058)に準拠した。

4-3 試験結果

1) バインダ曲げ試験

図4~図6にバインダ曲げ試験結果を示す。各アスファルトで促進時間に伴う最大曲げ応力の低下が認められ、その最大値は、PMA-II、Hでは、100時間後に2~3°C、200時間後で5~8°C高温側にシフトした。写真1にPMA-II破断面を示す。応力が表面に生じたクラックに集中し放射状に破壊している。一方、StAsは、200時間後に各試験温度によらず応力が一定となり、15°Cにおいても供試体が破断した。

2) 赤外分光分析

図7に赤外分光分析結果を示す。混合物で確認したように、紫外線照射量に伴うC=Oの増加が認められ、その数値は混合物表面1.5cmから回収したアスファルトと同程度であった。また、BDは図8に示すように初期値検量線からの大幅な低下が認められ、屋外暴露供試体の回収PMAの結果とも近似した傾向を示した。比較として測定したRTFO/PAV後の試料からは、ほとんど変化が認められないことから紫外線による影響が大きい事が明らかになった。

5. まとめ

- 1) 屋外紫外線照射量314MJ/m²と同等量を促進照射することで、短期間での気象劣化評価が期待できる。
- 2) 気象劣化により、アスファルトが脆弱化することで混合物のたわみ性が低下する。
- 3) 気象劣化による曲げ応力低下は、アスファルトの酸化およびSBS中のBD変性が大きく関係すると考えられる。
- 4) PMAの供用性評価には、紫外線を考慮した試験方法が有効であると考えられる。

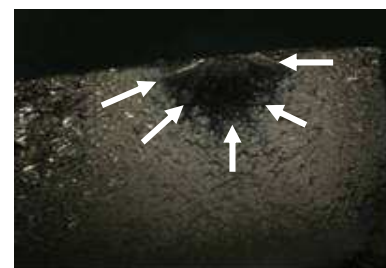


写真1 PMA-II 破断面

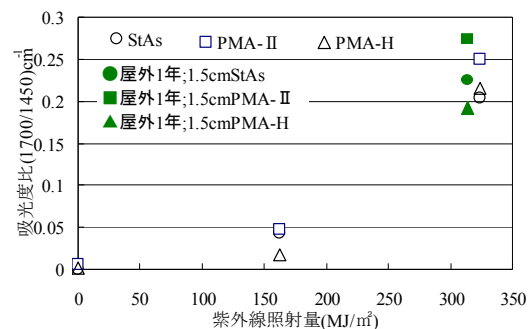


図7 赤外分光分析結果(0.5mm)

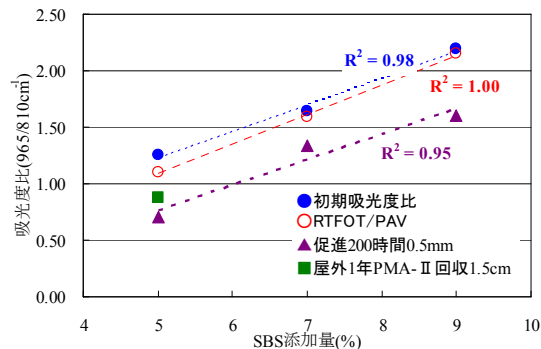


図8 赤外分光分析結果(SBS)