

アスファルトの気象劣化が混合物の疲労特性に及ぼす影響

(株) NIPPO 正会員 ○山本晃大
中央大学大学院 正会員 前川亮太
中央大学 フェロー会員 姫野賢治
東亜道路工業(株) 正会員 村山雅人

1. 研究目的と背景

舗装に用いられるアスファルト混合物においては、交通荷重が繰返し作用することにより疲労が進行する。混合物の疲労に影響を及ぼす要因は、載荷速度や載荷頻度など様々であるが、混合物中のアスファルトにおける供用中の劣化が混合物の疲労に及ぼす影響は明らかになっていない。本研究ではサンシャインウェザーメーターによって紫外線劣化を再現し、劣化期間の違いがアスファルト混合物の疲労挙動に及ぼす影響を明らかにすることを目的とする。

2. 既往の研究と本研究の位置づけ

既往の研究¹⁾において、6 カ月相当及び、1 年相当の紫外線による劣化を 20℃の条件で再現したものと未劣化のアスファルト混合物に対して、4 点曲げ疲労試験を行っているが、破壊到達載荷回数に顕著な変化が見られなかった。本研究では劣化期間を大幅に増した5年相当の劣化を再現した供試体を作成し、紫外線による劣化の影響の解明を試みた。また、既往の研究では疲労挙動として混合物のスティフネスのみに着目していたところ、本研究では混合物の応力とひずみの位相関係やバインダの組成分析など、より多面的な分析を行った。

3. 試験方法

60/80 ストレートアスファルトにサンシャインウェザーメーターを用いて紫外線を照射し1000時間の劣化養生を行うことで、5年間の紫外線劣化を再現する。本研究では20℃及び60℃の温度下で1000h劣化させた供試体を作成した。劣化終了後、供試体の切り出しを行い、表-1の条件で4点曲げ疲労試験を行った。同時に、バインダに及ぼす劣化による影響を検討するため、疲労試験後に上部(劣化面)、下部

表-1 4点曲げ疲労試験 試験条件

バインダの種類	60/80ストレートアスファルト
供試体寸法	40×40×400mm
制御モード	ひずみ制御
載荷波形	正弦波
周波数	5Hz
ひずみ振幅	100～700μ
試験温度	10℃
劣化方法	サンシャインウェザーメーター 照射照度:450W/m ² 照射条件:劣化なし, 100h(20℃), 200h(20℃), 1000h(20℃), 1000h(60℃)

それぞれ1cm程度カットしアブソン抽出によりバインダを抽出した。抽出されたバインダに対して針入度・軟化点試験、イアトロスキャンによる組成分析を行った。

4. 混合物に関する評価結果

4. 1. 紫外線劣化後の混合物表面性状

劣化期間の増加に伴い劣化表面に変色が確認され、60℃1000h劣化供試体には細かい凹凸が発生した。

4. 2. 4点曲げ疲労試験

スティフネスが載荷初期の50%に低下した時を破壊と定義し、これまでに要する載荷回数を破壊到達

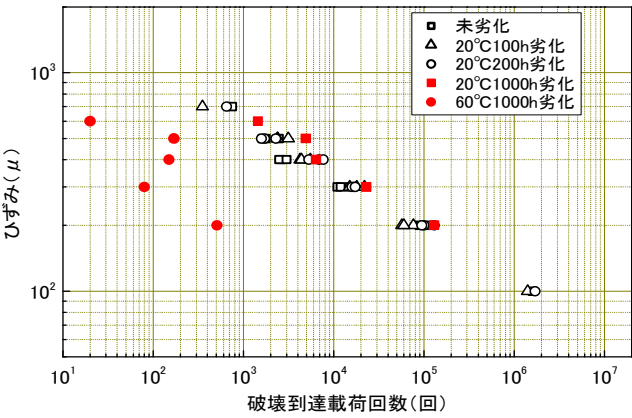


図-1 ひずみレベルと破壊到達載荷回数の関係

キーワード アスファルト混合物, 紫外線劣化, 4点曲げ疲労試験, 組成分析
連絡先 〒104-8380 東京都中央区京橋 1-19-11 株式会社 NIPPO <03-3563-6731>

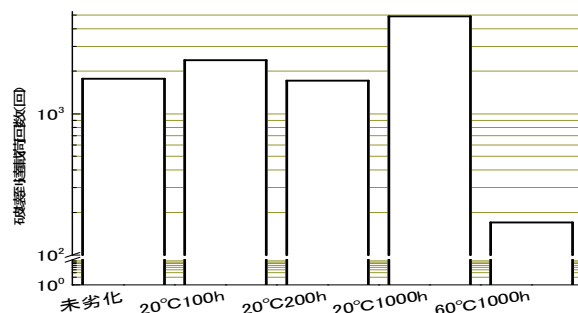


図-2 劣化条件ごとの破壊到達荷重回数の比較
荷重回数とした。ひずみレベルと破壊到達荷重回数との関係を、試験条件ごとにプロットしたものを図-1に示す。図に示すように 20°C1000h 劣化の供試体は未劣化、20°C100h、20°C200h 劣化に対して破壊到達荷重回数が一定量増加する傾向が見られた。図-2に例としてひずみレベル 200 μ における劣化条件ごとの破壊到達荷重回数の比較を示す。

ただし、ひずみレベルごとのばらつきが大きく増加の割合も僅かなものであった。紫外線照射量の大小によらず著しい変化が見られなかったため、次に劣化時の温度に着目し、温度を 60°Cとして、同様に 1000h の紫外線劣化させた供試体を作成し曲げ疲労試験を行った。各ひずみレベルにおいて、ばらつきが大きく相関性が乏しいものの、全てのひずみレベルにおいて破壊到達荷重回数が著しく減少した。

4. 3. 位相角の検証

位相角の測定結果の一例(400 μ)を図-3に示す。未劣化の供試体と比較して劣化を受けた供試体は温度の差異によらず位相角が一樣に小さくなっている。また、紫外線による劣化期間の違いによらず劣化させた供試体全てが一樣に小さくなっていて、同様の位相角の上昇傾向を示す。

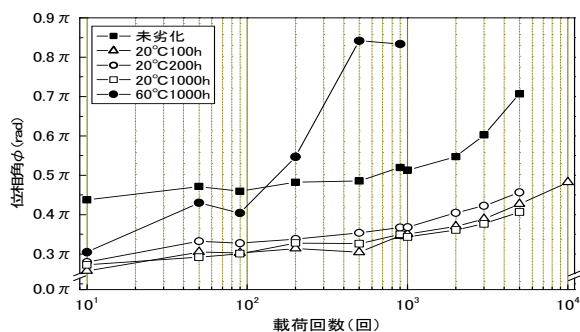
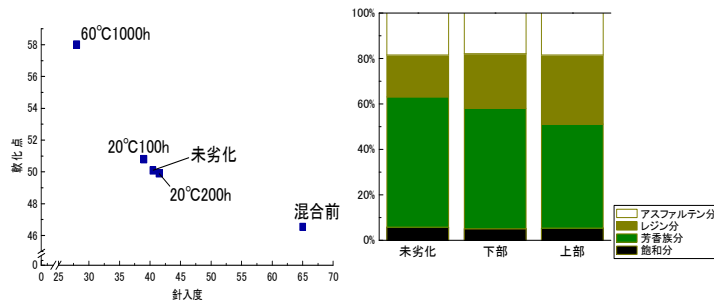


図-3 各劣化期間における荷重回数に伴う位相角の変化 (400 μ)



(a) 針入度・軟化点試験結果 (b) 組成分析結果(60°C,1000h)

図-4 バインダ試験結果

5. バインダに関する評価結果

5. 1. 針入度・軟化点試験

未劣化、20°C100h、20°C200h、60°C1000h 劣化の供試体に対し針入度・軟化点試験を行った(図-4)。

針入度・軟化点試験において未劣化、20°C100h 劣化、20°C200h 劣化の供試体に比べ、60°C1000h 劣化は針入度で減少、軟化点で増加した。また混合前での試験結果と比較しても同様の傾向になっている。

5. 2. 組成分析

未劣化供試体、60°C1000h 劣化供試体に対し組成分析を行った。紫外線による劣化は上部のみに作用し、熱は供試体全体に作用するため、上部は紫外線による劣化と熱による劣化が進み、下部は熱による劣化のみが進行したと考えられる。そのため、未劣化供試体と比較して上部は組成成分の大幅な変化があり、下部では穏やかな変化となった。各成分は、アスファルテン分及び飽和分は小幅な減少となり、芳香族分が大幅な減少、樹脂分が大幅な増加となった。

6. 結論

I) 破壊到達荷重回数の比較において、紫外線のみによる劣化ではアスファルト混合物に著しい変化があるとは言えない。

II) 応力-ひずみの位相関係について、紫外線により劣化を受けた供試体は熱劣化の有無および、劣化期間の違いによらず位相角は減少する。

III) 紫外線と熱による劣化を同時に作用させると混合物の損傷が早まり、バインダの組成や性質を著しく変化させた。

参考文献

1) 渡邊将紀ら：紫外線によるアスファルトの劣化が混合物の疲労特性に及ぼす影響，土木学会第 65 回年次学術講演会，pp241-242，2010