

試験温度の違いがアスファルト混合物の疲労寿命に及ぼす影響

中央大学 学生会員 ○佐伯 佳純
(株)NIPPO コーポレーション 正会員 向後 憲一
中央大学 フェロー 姫野 賢治

1. まえがき

繰返し交通荷重による疲労ひび割れは、アスファルト舗装の主要な破損形態の一つであり、疲労ひび割れに対する抵抗性は、アスファルト舗装の設計において留意すべき必須の性能である。アスファルト混合物の疲労破壊特性は、载荷条件（試験温度、载荷波形、休止時間、制御モードなど）の違いによって影響を受ける[1]。アスファルト混合物は温度によってスティフネスおよび粘弾性特性が大きく変化する。本研究では試験温度の違いがアスファルト混合物の疲労寿命に及ぼす影響について検討した。

2. 試験概要

4点曲げ疲労試験装置を用いて試験温度を変えた疲労試験を行った。供試体は表-1に示す密粒度アスファルト混合物を所定の密度になるよう40×300×400mmの大きさに成型し、40×40×400mm(×5本)に切断したものを使用した。試験条件は表-2に示す。制御モードはひずみ制御とし、ひずみ振幅は供試体の上下面に生ずるひずみ振幅が300μm/mである。また、破壊に至るまでの载荷回数は、スティフネスが载荷初期(500回载荷時)の値の50%低下するまでの载荷回数とした。次に、1周期段位体積当たりの散逸エネルギーを求めるため、push-pull一軸疲労試験機を用いて応力とひずみの位相差(以下、位相角)を測定した。アスファルト混合物などの粘弾性体に周期的な外力を加えると、測定される応力波形はひずみ波形よりも進んだ位相をもち、横軸を応力、縦軸をひずみとしてプロットすると図-1(a)に示すようなヒステリシスループを描く(本検討では応力およびひずみの測定間隔を0.002sとした)。位相角(φ)は、図-1(b)からL₁およびL₂を読み取り、式(1)により求めた。

$$\sin \phi = L_2 / L_1 \tag{1}$$

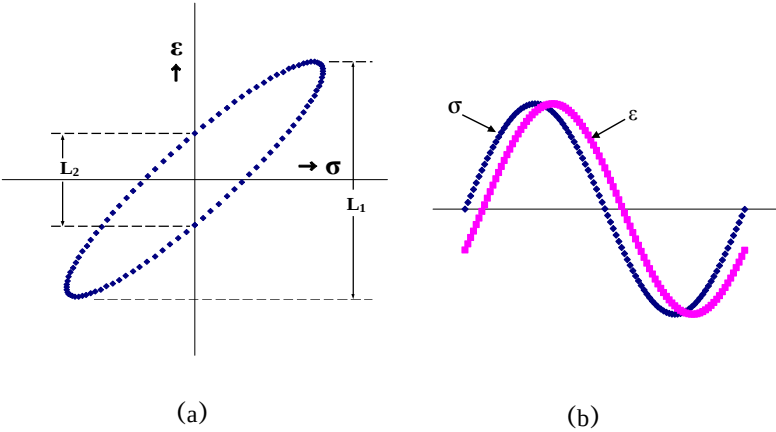


図-1 位相角の算出

表-1 アスファルト混合物の配合と粒度

配合(%)	6号砕石	37.5
	7号砕石	20
	粗砂	32.7
	細砂	6.5
	石粉	3.3
粒度(%)	13.2mm	100
	4.75	62.5
	2.36	42.5
	600μm	24.1
	300	15.1
	150	9.3
	75	6.0
StAs60/80(%)		5.8

表-2 試験条件(4点曲げ試験)

供試体寸法	40×40×400mm
スパン	300mm
载荷方式	4点曲げ
制御モード	ひずみ制御
载荷波形	正弦波
周波数	5Hz
ひずみ振幅	300μm/m
試験温度	-7～25℃

3. 試験結果

試験結果を図-2に示す。試験温度と破壊に至るまでの载荷回数の関係は図-2にみられるように下に凸の曲線となり、5～10℃で破壊に至るまでの载荷回数が最小となる。式(2)は、アスファルト舗装の設計において用いられる代表的な破壊規準の一つであるAsphalt Instituteのものである[2]。ここで、ひずみ振幅を一定とすると式(2)はスティフネス E のみの関数となり、スティフネスの増加に伴って（試験温度の低下に伴って）破壊に至るまでの载荷回数は減少することとなる。したがって、今回の試験結果は5℃以下において式(2)から予想される結果と異なる傾向を示す。

$$N_f = \frac{6.167 \times 10^{-5} \cdot C}{\varepsilon^{3.291} \cdot E^{0.854}} \quad (2)$$

ここに、 C ：アスファルト混合物の容積特性に関するパラメータ

$$C = 10^M$$

$$M = 4.84 \cdot \left(\frac{VFA}{100} - 0.69 \right)$$

VFA：飽和度（%）

位相角の測定結果は図-3に示す。破壊に至るまでの総散逸エネルギーの関係について図-4に示す。温度と破壊に至るまでの载荷回数の関係と同様に、温度と総散逸エネルギーの関係も5℃から10℃において総散逸エネルギーが最小である。また、温度と初期散逸エネルギーの関係も上に凸の曲線となり5℃から10℃において初期散逸エネルギーが最大である。散逸エネルギーと破壊に至るまでの载荷回数の関係は既往の研究より、両対数のグラフにおいて直線関係である。図-4からもその関係が直線関係にあることが示される。さらにその直線関係は5℃から10℃を境目として傾きが変化する。

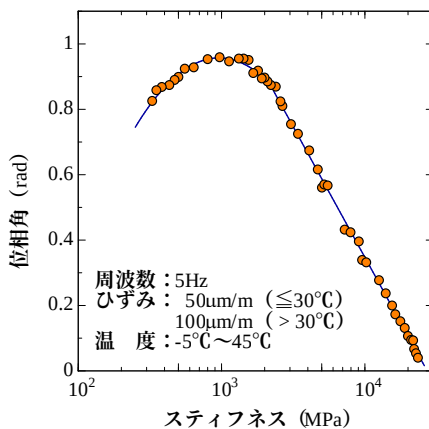


図-2 スティフネスと位相角の関係

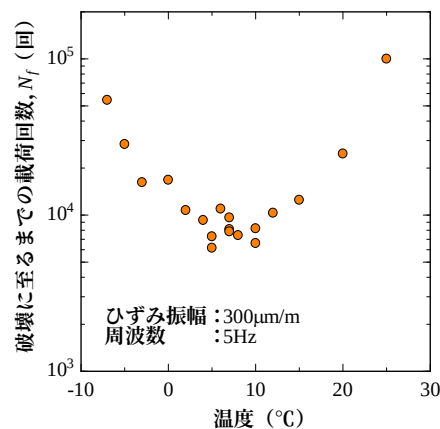


図-3 試験温度が疲労寿命に及ぼす影響

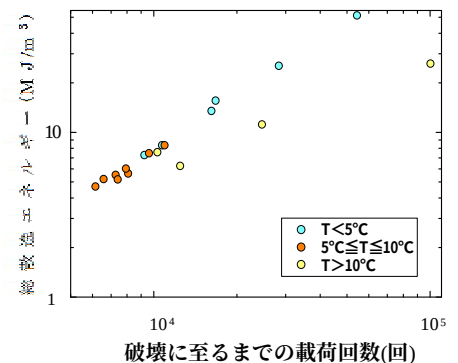


図-4 総散逸エネルギーと破壊に至るまでの载荷回数の関係

4. まとめ

ひずみ制御の疲労試験において、試験温度と破壊に至るまでの载荷回数の関係は下に凸の曲線となり、5～10℃付近で破壊に至るまでの载荷回数が最小となる。破壊に至るまでの総散逸エネルギーは5～10℃付近で最少となり、破壊に至るまでの载荷回数が最小となる温度と一致することが確認された。

参考文献

- [1] 向後憲一，姫野賢治：载荷波形および休止時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，土木学会舗装工学論文集，Vol.12，pp.83-89，2007。
- [2] (社)日本道路協会：舗装設計便覧，p.289，2006。
- [3] 向後憲一，姫野賢治：载荷波形および休止時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，土木学会舗装工学論文集，Vol.12，pp.83-89，2007。