

V-225 アスファルト混合物の疲労破壊評価方法について

長岡技術科学大学 正員 丸山 暉彦
東京工業大学 正員 渡辺 隆

1. まえがき

繰返し荷重に起因する舗装の破壊形態の一つに疲労ひびわれがあるが、これを室内疲労試験によって評価しようとする場合、応力制御で行うときと歪制御で行うときでは結果が異なることはよく知られている。この相違を整理すると表1のようになる。このうち、スティフネス（弾性係数）の疲労寿命に与える影響が、応力制御と歪制御の両試験で全く逆になっている。アスファルト混合物のスティフネスは温度等の外的条件により大きく変化するため、その疲労特性を評価しようとするとき、疲労寿命に与えるスティフネスの影響を消去して考察する必要がある。ここでは、以前から提案されている疲労破壊包絡線を用いれば、このような混乱が避けられることを説明する。

表1. 応力制御・歪制御の疲労試験の相違

項目	応力制御	歪制御
荷重条件	荷重振幅一定	変位振幅一定
破壊の状態	瞬間的に破壊 (寿命にひびわれ発生時間含まない)	徐々に破壊 (寿命にひびわれ発生時間を含む)
スティフネスの影響	スティフネスの大きい試料ほど寿命大	スティフネスの大きい試料ほど寿命小

2. 実験〔土木学会論文報告集, No. 306, pp. 71-78 参照〕

本研究に使用した試料は最大粒径13mm、アスファルト量5%の密粒度アスファルト混合物であり、40x40x10cmの大きさに転圧した試料を4x4x18cmのビーム状に切り分けて供試体とした。疲労試験装置は2点支持中央1点載荷の曲げ疲労試験機でスパン16cmである。載荷方法は両歪歪制御とした。試験温度、載荷周波数、設定歪の組合せを表2に示す。本研究を着手するにあたって、高温側の実験から開始し、後に低温側の試験を実施したが、試験実施時期に数年の隔たりがあったために一部の材料が多少変質したと思われ、同じ性質をもつ試料とみなせなくなった。そこで、前半に用いた試料を混合物Ⅰ、後半に用いた試料を混合物Ⅱとして両者を区別した。両者のアスファルトの特性を表3に示しておく。

表2. 曲げ疲労試験における実験条件一覧

TEST CONDITION TEMP. °C	FREQ. Hz	FATIGUE STRAIN (μm/m)						
		350	500	750	1000	1200	1500	2000
-10	5	x	x	x				
0	5	x	x	x				
10	5		x	x	x	0		
10	1		x	x	x			
15	5			0	0	0		
20	5		x	0	x		0	
20	1				0		0	0
25	1					0	0	0

0 ; DENSE GRADED MIXTURE I
x ; DENSE GRADED MIXTURE II

表3. 使用アスファルトの性質

項目	混合物Ⅰ	混合物Ⅱ
針入度(1/10mm)	62	61
軟化点(°C)	48.5	49.0
P. I.	-1.08	-0.987

3. 実験結果

図1は混合物Ⅰについて、破壊時の応力 σ_f あるいは破壊時の歪 ϵ_f と、破壊回数 N_f の関係を両対数座標にプロットしたものである。これらの図は鋼材等の疲労試験におけるSN線図に相当するものであり、いずれも両対数座標上で直線関係にある。しかし歪を整理した図によると温度が高いときの方が大きな寿命を与えるように見えるのに対し、応力で整理すれば温度が低いときの方が大きな寿命を与えるように見える。図2は同じ試験条件(20°C、5Hz)における混合物Ⅰと混合物Ⅱの疲労試験結果を比較したものである。これによると歪を基準にすれば混合物Ⅰの方が寿命が長い、応力を基準にすれば混合物Ⅱの方が寿命が大きい。これまで応力制御と歪制御の疲労試験は材料の疲労特性に関し逆の結果を与えることがあるとされ、過去の研究者の結論の相違に混乱を招くことが多かった。これは荷重の制御方法だけが原因なのではなく、結果の整理方法にもよると考えられる。すなわち、アスファルト混合物のようなとり得るスティフネス範囲が広い材料の疲労特性を検討するときは、応力あるいは歪のどちらか一方のみによって評価することができないと考えられる。

4. 疲労破壊包絡線による評価

図3は、破壊時歪 ϵ_f と破壊時応力 σ_f の関係を破壊回数 N_f をパラメーターとして表わした疲労破壊包絡線である。応力と歪から定まる混合物のスティフネスも図中に示しておいた。スティフネスが20 000 ~ 50 000 kg/cm² (2000 ~ 5000 MPa) の範囲内では両混合物の疲労寿命を比較してみると、同一の応力と歪の組合せに対し混合物Iの方が長い寿命を与える。こゝように疲労破壊包絡線を用いれば、種類の異なる混合物の疲労寿命の比較が容易に行える。

5. あとがき

アスファルト混合物の疲労破壊に関する研究はこれまで数多く行なわれてきたが、以上に述べたような混乱のために、どのような混合物の疲労特性が優れているのかは現在まで不明のままである。応力と歪を同時に考慮する疲労破壊包絡線を用いれば、アスファルト混合物の疲労特性の評価をマクロに行うことができるので、今後は材料特性と疲労寿命の関連を検討し、わだち堀れ対策やすり減り対策も考慮した総合的な材料設計に活用して行きたい。また舗装の構造設計においても、疲労ひびわれを論じるときには、アスファルト混合物層の引張歪だけでなく、引張応力も同時に検討する必要があると考えられる。

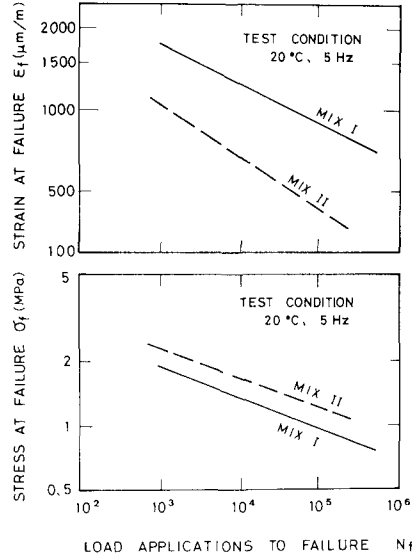


図2. 二種の混合物の試験結果の比較

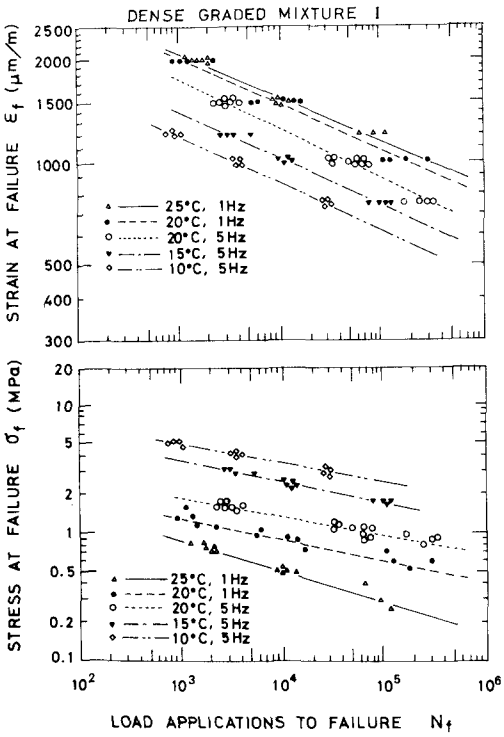


図1. 混合物Iの疲労試験結果

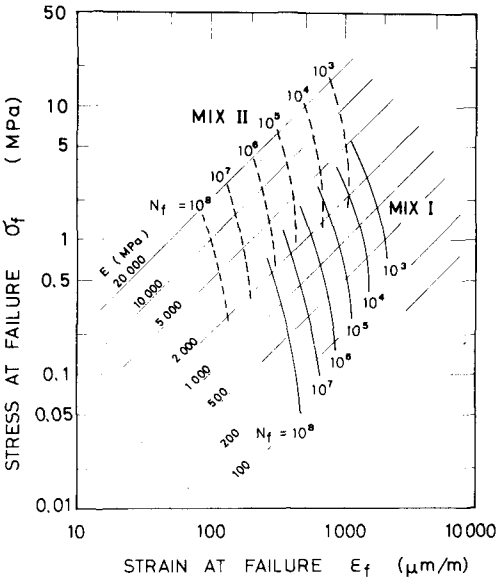


図3. 混合物Iと混合物IIの疲労破壊包絡線