

北海道大学工学部 正員 ○ 笠原 篤
大成建設土木設計部 正員 岡 川 秀 幸
北海道大学工学部 正員 菅 原 照 雄

1. 概 説

前4報においては舗装が遭遇するような環境条件下において、舗装材料用動的載荷装置を用い正弦的に変化するひずみ波形 ($\varepsilon = \varepsilon_0 \sin \omega t$) を入力としその応答として示される応力波形 ($\sigma = \sigma_0 \sin(\omega t + \phi)$) ならびに位相角 (ϕ) を求める方法により、各種アスファルト混合物の動的性状の基礎的なものについて報告し、また同一装置を用い正弦的に変化するひずみ波形を入力とするひずみ制御方式の繰返し載荷試験を行い、繰返し載荷過程におけるアスファルト混合物の動的性状の変化についても報告した。

道路舗装材料としてのアスファルト混合物の動的性状に関する研究においては、前述したように粘弾性理論などの最も基礎的なものである正弦的に変化するひずみまたは応力を入力としたときの応答を主眼としている。しかしアスファルト混合物の動的性状と道路舗装構造へ反映させるとき問題となるのは、走行荷重によりアスファルト層に生ずるひずみまたは応力は正弦的に変化を示さず、実測ならびに層構造の弾性理論解法によれば Bell Shape Wave となることにある。本研究においてはアスファルト層下面に生ずるひずみ波形に注目し、Bell Shape Wave と正弦波によるアスファルト混合物の動的応答の相違を明らかにし、車輛走行にもとづくアスファルト層のひずみならびに応力分布を求めるときの有力な1つの手段となる層構造の弾性理論解法に入力とすべきアスファルト層の弾性率とアスファルト混合物の複素弾性率を用いて合理的に決定する方法を検討し、さらに両者の波形の差異によるアスファルト混合物の疲労抵抗性の差についても検討を試みた。

2. 試験材料

試験混合物としては一般舗装用加熱混合物の代表的なものとして密粒質アスファルトコンクリートを採用した。なお粒度組成ならびにバインダー性状は表1に示した通りであり、混合物中のバインダー量は5.5%である。材料を加熱混合しローラコンパクタを用い転圧し、かつオイルトラッキング試験機を用いてニーディング作用を与えた試料ブロックからカッターにより切り出した6面カットの棒状供試体を試験に用いた。

3. 試験法

試験は舗装材料用動的載荷装置を用い、ひずみ制御方式の強制曲げ振動非共振法 (Four Point Bending) で行った。Bell Shape Wave はピンボード (時間軸 60、電圧軸 9V) にダイオードピンを打つことによりプログラム化し発生させ、また正弦波は低周波数共振器により発生させた。試験法ならび試験条件などを要約し表2に示した。

4. 試験結果

4.1. 動的性状

試験に用いたプログラム波は図1に示したような層構造について層構造の弾性理論解法により第1層下面に生ずる半径方向のひずみ分布を求め、ピンボードにピンを打込む

表1 粒度組成およびバインダー性状

Sieve Opening (mm)	% Passing	Binder
13.0	100.0	Straight Asphalt 80/100
10.0	93.0	
7.0	77.0	Pen. (25°C, 100g, 5sec) : 83
5.0	70.0	
2.5	50.0	Tr&B (°C) : 48.0
1.2	40.0	
0.6	30.0	P.I. : -0.4
0.3	19.9	
0.15	9.1	
0.074	5.6	

表2 試験法ならびに試験条件

	STRAIN	TEMPERATURE (°C)	SWEEP TIME (sec)	FREQUENCY (Hz)
DYNAMIC TEST				
Programmed wave	2.0×10^{-4}	-15 ~ 20	0.2 ~ 50.0	-
Sinusoidal wave	2.0×10^{-4}	-15 ~ 20	-	0.1 ~ 10.0
FATIGUE TEST				
Programmed wave	$(6.5 \sim 11.0) \times 10^{-4}$	10	0.1	-
Sinusoidal wave	$(5.5 \sim 10.0) \times 10^{-4}$	10	-	10.0

とにより得たものである。時間軸60を掃査する時間を0.2~50秒と変化させてこの波形を供試体に入力し、その応答として示される応力波形(図2)を得、図2に示すような最大応力と最大ひずみの比としてスティフネスを算出した。載荷時間としては図2に示されている時間(t_p)を採用し、スティフネスと載荷時間の関係を図3に示した。また図3には、正弦波を入力としたとき得られる複素弾性率($1E^*$)と載荷時間($1/\omega$)の関係をも示されている。

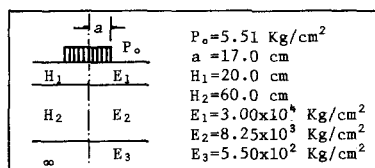


図1 3層構造

図はプログラム波と正弦波による各々のスティフネス—時間曲線は異なるところに位置していることを示している。しかしプログラム波によるスティフネス—時間曲線と時間軸に平行に対数で0.16移動すれば複素弾性率—時間曲線とかなりよい一致を示すことを見出したことから、正弦波における載荷時間すなわち $1/\omega$ と図2において定義したプログラム波の載荷時間との間には以下に示すような関係があることを明らかにした。

$$1/\omega = 1.445 t_p$$

4.2. 疲労性状

温度10℃においてひずみ量を変化させ、プログラム波および正弦波を入力とするひずみ制御方式の疲労試験を行いE-N関係(図3)を求めた。ひずみの対数と疲労破壊回数の対数との関係は両波形においてもある中をもった帯で示され、各々について最小自乗法を適用し以下に示すような実験式を求めた。

$$\text{プログラム波: } N_f = 10^{3.511} \times \left(\frac{1}{\epsilon}\right)^{7.092}$$

$$\text{正弦波: } N_f = 10^{3.524} \times \left(\frac{1}{\epsilon}\right)^{6.329}$$

実験式が示しているようにE-N直線の勾配はプログラム波の場合小であること、またひずみ 1×10^{-3} のとき疲労破壊回数は正弦波に比し約5.4倍、 6×10^{-4} のとき約8倍なる値を示すことを明らかにした。

5. 結論

- 車軸走行にもとづくアスファルト層の載荷時間をアスファルト混合物の複素弾性率を介して求めることができないことを明らかにした。
- ひずみ制御方式の疲労試験の場合、正弦波を入力としたときに比し、Bell Shape Waveを入力としたとき、E-N直線の勾配は小となり、同一ひずみ量と想定した場合疲労破壊回数は大となることを明らかにした。

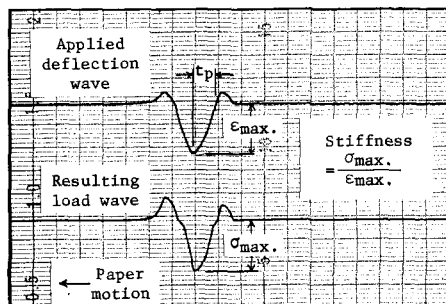


図2 プログラム波

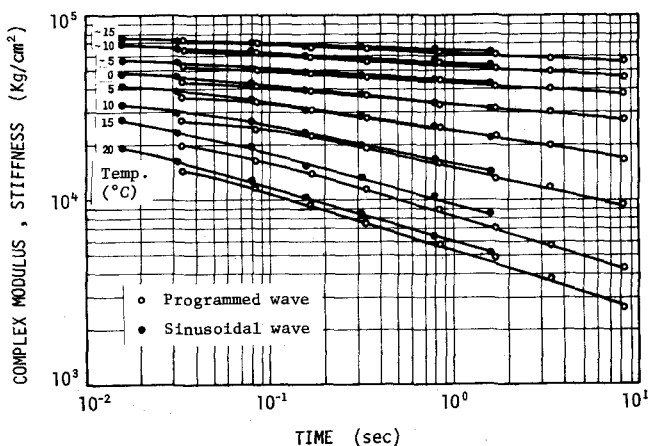


図3 スティフネスと載荷時間の関係

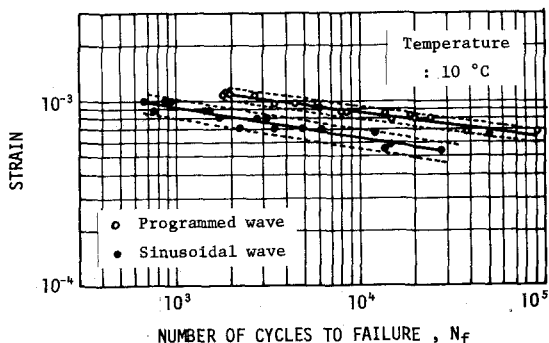


図4 疲労破壊回数に及ぼす波形的影響