

東京工業大学 学生員 尾本志属

正員 渡辺 隆

日本道路公団 正員 山田隆昭

1. まえがき

アスファルト舗装のオーバーレイの理由としては、ひび割れの発生によるものが80%近く占めており⁽¹⁾、舗装設計を行なう上ではひび割れ防止が1つの重要な課題である。本研究の目的は、アスファルト舗装の構造的ひび割れと混合物の疲労特性を利用して考察し、疲労破壊包絡線を破壊基準として、設計法の合理化を検討する事である。

本研究では、3層モデルで舗装構造を変えて各因子(アスファルト層、路盤、路床の弾性係数、アスファルト層厚路盤厚)の疲労寿命に与える影響を検討した。また、季節変動が疲労寿命に与える影響も検討した。最後に本研究における寿命予測法を用い、名神高速道路の調査データを使って舗装構造の検討を行なった。

2. 使用材料及び試験条件

使用材料: 密粒度アスコン(最適アスファルト量5%), 供試体寸法 $4 \times 4 \times 19 \text{ cm}$ (スパン16 cm)

試験方法: 両端単純支持で1点中央載荷の正弦波による面振歪制御

試験条件: 右表-1に示す。

温度 (°C)	周波数 (Hz)	ひずみ ($\times 10^{-3}$)			
		0.35	0.5	0.75	1.0
-10, 0	5	○	○	○	
10, 20	1, 5		○	○	○

表-1 試験条件

3. 結果及び考察

歪制御試験の場合、図-1のようにある載荷回数で応力が急激に低下する。そこで、図に示すような直線 l_1 と l_2 の交点の載荷回数、応力をそれぞれ破壊回数 N_f 、破壊応力 σ_f と定義した。

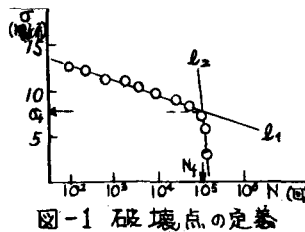


図-1 破壊点の定義

図-2は破壊回数 N_f 、破壊歪 ϵ_f 、破壊応力 σ_f の関係を示している。

この N_f をパラメータとした疲労破壊包絡線は、温度、周波数に依存せず、疲労寿命は破壊応力と破壊歪の2つで決定される。また、高(低)周波数は低(高)温に対応するように包絡線は移動するため、動的試験においても時間-温度換算則が成り立つことがわかる。

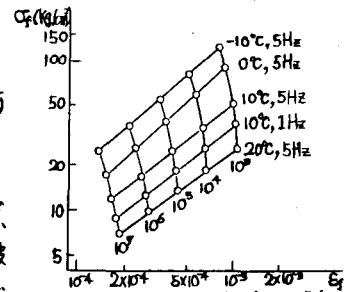


図-2 疲労破壊包絡線

疲労寿命は、Burmisterの3層理論を用いてアスファルト層下面の引張応力、引張歪を求め、疲労破壊包絡線から決定した。

図-3は、アスファルト層厚 H_1 、路盤厚 H_2 が疲労寿命に与える影響を示したものである。この図から次のような傾向がみられる。

- H_1 と H_2 では、疲労寿命に対する影響は H_1 の方が大きい。
- アスファルト層の弾性係数 E_1 が大きい程(低温側程)、 H_1 を厚くすることによって疲労寿命は長くなる。
- 路盤の弾性係数 E_2 が大きい程、 H_1 の疲労寿命に対する影響は小さい。

図-4は、各層の弾性係数 E_1 、 E_2 、 E_3 が疲労寿命に与える影響を示したものである。この図から次のような傾向がみられる。

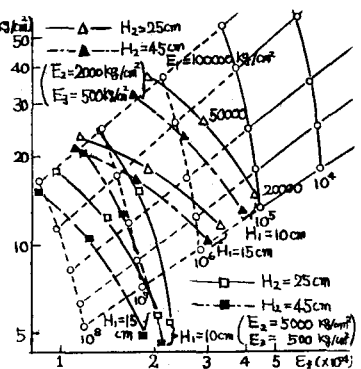


図-3 層厚と疲労寿命

(i) E_2 と E_3 では、疲労寿命に与える影響は E_2 の方が大きい。

(ii) H_1 が薄い時程 E_2 の影響は大きく、 H_1 が厚い時程 E_2 の影響は小さい。

以上の2つの結果から、舗装設計において重要な重交通道路の舗装構造などのようにすべきが、地域差を考慮して検討してみた。

低温地帯では、 H_1 の影響が疲労寿命に大きく効くためアスファルト層を厚くし、高温地帯では、アスファルト層厚を増やすよりもむしろ弾性係数の大きい良質な材料の路盤を用いる方が有効であると考えられる。

次に季節変動の影響を検討してみた。季節変動によって、アスファルト層及び路床の弾性係数が変化するため、疲労寿命に及ぼす影響は大きい。

そこで、AASHTO道路試験データを用いて、月別の疲労寿命の変化を示したものが図-5である。図-5から次のような事がわかる。

(i) 各月によって疲労寿命は大きく変動し、1年のうちで4月、10~11月ぐらいの間が最も疲労寿命は短く、ダメージは大きい。

(ii) 疲労寿命の変動の原因は、 E_2 の変動よりも E_1 の変動によるものである。

(iii) 夏場では、アスファルト層下面が圧縮部分となり、疲労ひび割れについては考慮する必要はないと考えられる。

そこで、この結果から、季節変動を考慮した場合の設計に用いる合理的なアスファルト層の弾性係数 E_1 の検討を行なった。各月のダメージの平均に相当するような疲労寿命を求め、その時の温度から E_1 を推定したところ 50000 kg/cm^2 が合理的であると思われる。これは、Shell設計法⁽²⁾のアスファルト層下面の引張歪を計算する際の値 63500 kg/cm^2 とほぼ同じである。

最後に、名神高速道路においてヘアークラックの生じた2ヶ所の調査データを利用して、本研究の予測法の妥当性と舗装構造の検討を行なった。調査データ及び解析結果は、表-2、図-6、図-7に示した通りである。表-2から、 $E_1 = 50000 \text{ kg/cm}^2$ で求めた予想寿命は実際とほぼ同じであるため、本研究の予測法はほぼ妥当である。また、ひび割れ破壊を防止し、疲労寿命を10倍程度延ばすためには、図-6、図-7から H_1 を 5 cm 厚くするか、あるいは、路盤の弾性係数を高めて $E_2 = 5000 \text{ kg/cm}^2$ にしてやればよいことがわかる。

4. あとがき

疲労寿命に大きな影響を与えるのは、アスファルト層厚及びアスファルト層、路盤の弾性係数であり、地域差を考慮して舗装設計を行なう必要がある。また、季節変動を考慮して $E_1 = 50000 \text{ kg/cm}^2$ で、本研究の予測法を用いて寿命予測を行なうことはほぼ妥当である。ただし、高温側では、路盤に引張力が生じるが、路盤材がそれを支える事ができるか疑問が残る、高温側に対する本研究の予測法にはやや問題があろう。

参考文献

- (1) 板橋一雄・今泉繁良・植下協：土木学会論文報告集1977, Vol. 12, 5号
- (2) Shell Design Charts for flexible Pavement, 5th Reprint 1972. Shell International Petroleum Company Limited.

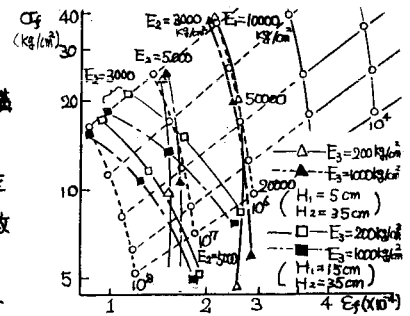


図-4 弾性係数と疲労寿命

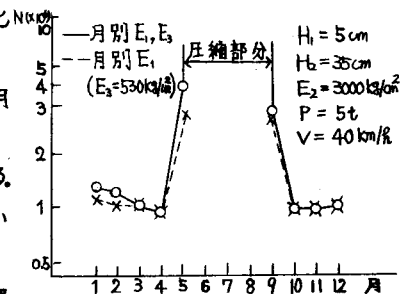


図-5 季節変動と疲労寿命

調査地点	E_1 (kg/cm²)	E_2 (kg/cm²)	E_3 (kg/cm²)	H_1 (cm)	H_2 (cm)	10tEAL交通量 ($\times 10^4$)	予想寿命 ($\times 10^4$)	$E_1 = 50000$ の時の寿命 ($\times 10^4$)
10	8800	3150	3500	10	40	272	41	337
23	56000	1600	1800	10	20	71	79	75

表-2 調査データと解析結果

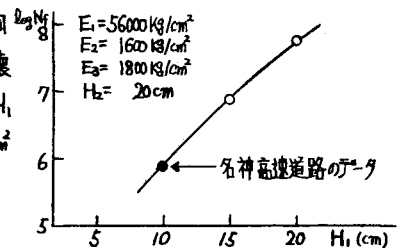


図-6 アスファルト層厚と疲労寿命

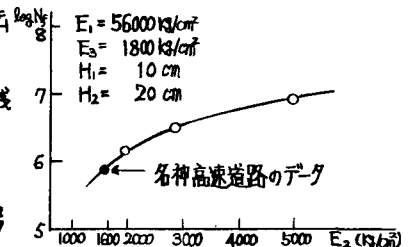


図-7 路盤の弾性係数と疲労寿命