

東京工業大学 学 山田 隆昭
東京工業大学 正員 渡辺 隆
東京都建設局 正員 吉原 一彦

1. まえがき

アスファルト舗装の破壊の一形態としてくり返し荷重によるひびわれ破壊がある。本研究はそれに関するものである。才1報では、フィラー・アスファルト混合物において、載荷速度に影響を受けない疲労寿命予測線である疲労破壊包絡線の存在を報告した。今回は密粒度アスファルト混合物においても疲労破壊包絡線が存在するか検討してみた。また、疲労破壊包絡線を利用して舗装厚の設計を行なうために、層理論を用い舗装厚の決定を行った。併せて舗装の破壊には荷重の4乗で効くと換算する軸換算係数の検討も行ってみた。

2. 使用材料および試験条件

使用材料：密粒度アスファルト混合物。密度は $2.400 \pm 0.015 \text{ g/cm}^3$ 。実験に使用した材料を表-1に示す。

試験法：2点支持した梁の中央に、両振の正弦的強制変位を与える。

供試体： $4 \times 4 \times 16 \text{ cm}$ 試験温度： 20°C

試験周波数及び設定歪：表-2に示す。

表-1 使用材料表

使用材料	性 状
アスファルト (配合5%)	ストレートアスファルト ペン60/80 比重1.02 針入度62 軟化点48.5℃
フィラー	CaCO_3 の粉末 比重2.71
石 砂	粗砂 0.15~2.5mm 比重2.63 細砂 0.074~2.5mm 比重2.65
砕 石	7号 比重2.69 6号 比重2.65

3. 結果と考察

歪制御試験における歪の波形は正弦波であり一定である。くり返し歪を与えると最大応力は図-1のように載荷回数につれて減少し、ひびわれが入り始めると急激に低下し始める。そこで図-1のように破壊点を定義した。

図-2は、縦軸を σ 、横軸を ϵ にとり、寿命 N_f をパラメータとした疲労破壊包絡線である。この図を見ると疲労破壊包絡線は、静的曲げ破壊包絡線と同様な形をしており、寿命が10倍ずつの疲労破壊包絡線の間隔は等しくなっている事がわかる。N回疲労破壊包絡線の内部ではN回まで破壊しない事を意味しており、舗装設計では応力及び歪の2つを疲労破壊包絡線の内部にする必要がある。即ち応力あるいは歪のみの破壊基準では不十分な事がわかる。

次に疲労破壊包絡線を使って層厚の決定を行ってみた。図-3は2層系の上層厚と弾性係数をパラメーターとし

表-2 試験条件

周波数 \ 歪	2.0×10^{-3}	1.5×10^{-3}	1.0×10^{-3}	7.5×10^{-4}	5.0×10^{-4}
1 Hz	○	○	○		
5 Hz		○	○	○	
20 Hz			○	○	○

図-1 応力の減少の図

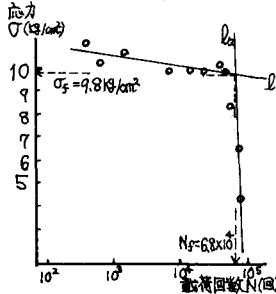
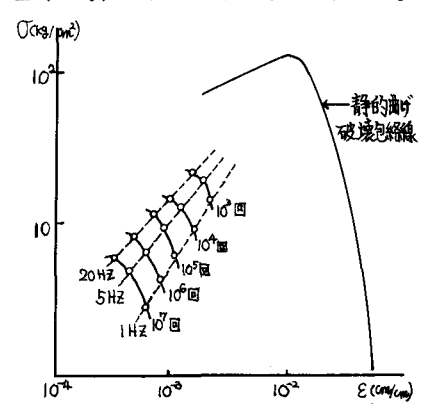


図-2 疲労破壊包絡線と静的曲げ破壊包絡線



た上層下面に生じる引張応力と引張ひずみの関係を示している。モデルは2層で条件は図に示した通りである。図を見ると、アスファルト混合物の弾性係数が変化しても疲労破壊包絡線と同じような形で移動するだけで、ダメージ的にはそれ程差はない。例えば図-3の $E_2 = 600 \text{ kg/cm}^2$ 、 $H = 30 \text{ cm}$ の場合の疲労寿命を見るとアスファルト層の弾性係数が $3000 \sim 24000 \text{ kg/cm}^2$ に変わろうともだいたい 10^7 回ぐういである。すなわち、舗装寿命に影響を及ぼす重要なファクターは、下層の弾性係数とアスファルト層の厚さであるという点で従来の経験的な舗装厚設計法が基本的に正しいという事も確認できる。これを用いると、アスファルト層以下の弾性係数や構造がわかれば、あるアスファルト層厚での舗装体の寿命が予測できる。反対にある寿命を得たい時の層厚の決定もできる事になる。

また一般に使われている軸換算係数について疲労破壊包絡線を使って検討をしてみた。路床の弾性率は 600 kg/cm^2 と固定し、舗装層の弾性率 E_1 と厚さ H 及び軸重を変え、2層理論により引張歪、引張応力を求め、そのときの疲労破壊迄の通過軸数を疲労破壊包絡線より読み取った。各軸重に対する限界通過軸数を10t軸重に対する限界通過軸数で割ることにより10t軸重の車の何台分に相当するかが求まる事になる。この点をプロットしたものが図-4である。この図を見ると、寿命に影響が大きい軸重が大きい所では、層厚によって多少の違いがあるがだいたい4乗則が平均である事がわかる。すなわち一般に使われている軸換算係数の経験式である4乗則が成り立つ事が確認できたわけである。また軸重が軽い所では5乗〜6乗ぐういであり、荷重1t程度の乗用車が100万台通っても10t車が1台通った事に相当し、軽い車は設計において無視していい事になる。すなわち、舗装設計は重い車について4乗則により換算した値を考慮すれば良い事が疲労を対象とすれば言い得ると思われる。

4. あとがき

実験は試験温度が 20°C のみであったため、限られた部分の疲労破壊包絡線しか描けなかったが、温度を変化させる事により疲労破壊包絡線の延長が可能であると思われる。この事については今検討中である。今後疲労破壊包絡線の延長ができれば、構造的疲労破壊に対する理論的設計に大きく寄与するであろう。本研究では疲労破壊包絡線の利用の仕方及び妥当性を考えてみたが、モデルも2層であり、条件も理想化されているため、実際の適用に当っては更に多くの検討を要すると考えられる。しかし、現在迄の結果は経験的な事実とも良く一致していると言えよう。

図-3 層厚の決定の図

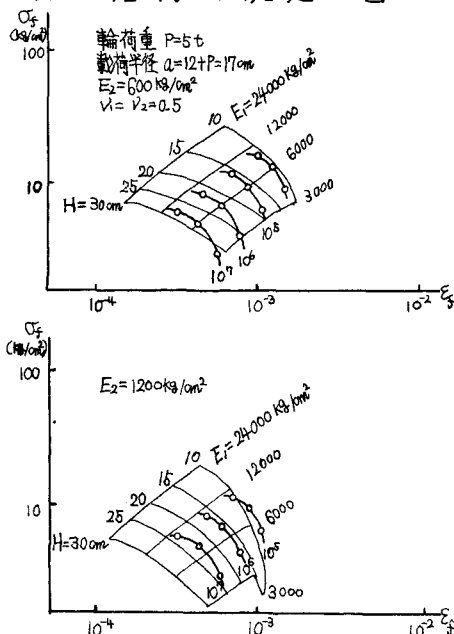
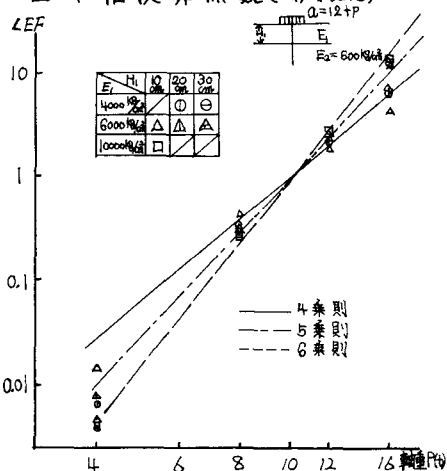


図-4 軸換算係数(E_1, H 変化)



参考文献: 1) 吉原一彦, 渡辺隆, 渡辺輝彦 才31回年次学術講演会講演概要集 V-190

2) 竹下春見 "アスファルト舗装に関する対数グラフの応用" 道路 1965年 9月号