

神戸大学工学部 正会員 西 勝
 神戸大学大学院 学生員 浦田隆司
 神戸大学大学院 学生員 ○吉田信之

1. まえがき

前回、たわみ性舗装における材料特性の感度分析から表層材の弾性定数、特に弾性変形係数が舗装挙動に大きく影響することを報告した⁽¹⁾。そこで、本研究においては、交通量を考慮した舗装温度に基づいて数値解析を実施し、たわみ性舗装の疲労寿命に及ぼすその影響を検討した。

2. 解析方法

(1) 材料特性の非線形性(表層材においては温度依存性、粒状路盤材・粘性路床土においては応力依存性)を考慮して、非線形反復有限要素法を用いて解析を行なった⁽²⁾。その解析の対象として、疲労破壊の判定に使用される表層下面に生じる引張りひずみを採用した。また、舗装厚については、アスファルト舗装要綱に基づいて表-1に示すものを考慮した。

(2) 表層材の弾性変形係数として用いた交通重み付き平均弾性変形係数については、図-1からわかるように、交通量がピーク状態にあるときと、ピーク状態にないときの弾性変形係数を同じように扱うことは不適当であると考えられる。そこで、次式に示すように交通量によって重みを付けることにした。

$$S_{tk} = \frac{\sum S_i \cdot t_{ri}}{\sum t_{ri}} \quad \text{---(1)} \quad \text{ここで、} S_{tk}: \text{交通重み付き平均弾性変形係数}$$

S_i : 平均弾性変形係数, t_{ri} : 大型車交通量

このようにして、季節・天候別に求めた交通重み付き弾性変形係数、天候について各季節で重みを付け平均し季節別に求めた交通重み付き弾性変形係数、そして従来の各季節の平均温度から求めた季節別弾性変形係数を用いた。それらの温度の値を表-2に示す。表中の朝・夜・一様はそれぞれ交通量のピーク状態を表わす。

(3) アスファルトの疲労曲線は、従来、式(2)で表わされている。最近、WitczakはAASHO道路試験に基づいて式(3)を提案している。また、Monismithはアスファルトの室内繰返し曲げ試験結果に基づいて破壊基準(本解析では式(4)の形に定式化した)を提案している。

$$N_f = K \left(\frac{1}{\epsilon_r} \right)^5 \quad \text{---(2)} \quad \text{ここで、} N_f: \text{疲労破壊が生じるまでの載荷回数,}$$

ϵ_r : 表層下面に生じる引張りひずみ, K : 実験定数

$$N_f = a \cdot b^d \left(\frac{1}{\epsilon_r} \right)^c \quad \text{---(3)} \quad \text{ここで、} a = 1.8635 \times 10^{-17}, b = 1.01996,$$

$c = 4.996, d = 1.45, t$: 舗装温度

$$N_f = \left(\frac{\epsilon_r}{a \cdot b^d} \right)^{-\frac{1}{c \cdot t + d}} \quad \text{---(4)} \quad \text{ここで、} a = 1.43507 \times 10^{-4},$$

$b = 0.049051, c = 3.10151 \times 10^{-3}, t$: 舗装温度

これらの疲労曲線式による疲労寿命の算定方法は省略するが、⁽²⁾ (3), (4)式によって求めた疲労破壊が生じるまでの載荷回数からマイナーの疲

表-1 各断面の層厚

交通タイプ	A	B	C	D
C B R	2	4	4	4
舗装厚	$H_1 H_2$	$H_1 H_2$	$H_1 H_2$	$H_1 H_2$
H_1 : 表層厚	5 46	10 40	15 49	20 60
H_2 : 路盤厚	10 39			
	15 35			

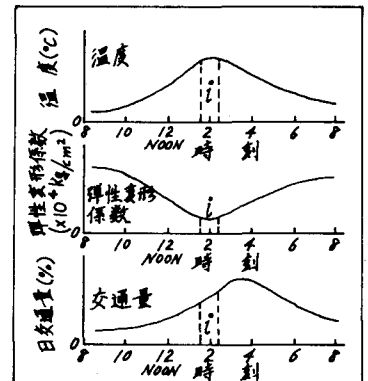


図-1 交通重み付き平均弾性変形係数

表-2 舗装体温度 (°C)

季節・天候別	交通重み付き弾性係数	季節別交通重み付き弾性係数	季節別平均温度	季節別弾性係数		
夏	朝	34.1	31.7	30.2	32.6	上限 45.0 下限 24.0 32.0
	夜	30.5	30.0	27.8	29.8	
	様	32.4	31.2	29.3	31.2	
	朝	15.4	11.5	10.0	13.4	
夜	13.3	11.2	9.4	11.9		
様	13.5	11.3	9.7	12.6		
朝	4.2	7.6	4.3	5.05	12.0 -4.0 4.0	
夜	4.1	5.7	5.75	4.35		
様	4.25	7.0	5.35	5.05		
朝						

説を用いて寿命日数を算定した。

3. 解析結果

3.1 載荷指数

1例として、A交通の断面の夏と冬における載荷指数($1/\epsilon_r$ の値)を図-2に示す。これらの図より、載荷指数は夜に交通ピークがある場合に大きくなり、舗装温度が冬から夏へと高くなるほど小さくなる傾向がある。図は省略するが、同様の傾向が他の断面についても認められている。したがって、載荷指数は、弾性変形係数の変化、つまり温度変化・交通状態により比較的大きな影響を受けるものと思われる。

3.2 疲労寿命日数

3.1で載荷指数は弾性変形係数の変化に影響されることがわかったが、実用上からは疲労寿命日数の方が重要であると考えられる。そこで、図-3に、Witczakの提案した式および Monismithらの実験結果に基づく式によって算定した各断面の疲労寿命日数を示す。図中に示されている上限・下限はそれぞれ舗装温度の各季節の最低温度・最高温度から求められた寿命日数である。図より、各断面で交通状態による寿命日数の違いは非常に小さく、季節・天候別交通重み付き弾性変形係数を用いて求めた寿命日数は、季節別弾性変形係数を用いて求めた寿命日数とほぼ同じになっている。このことから、疲労寿命日数の算定にあたっては、各季節の平均温度から求めた弾性変形係数を用いて行っても十分な精度が得られると思われる。しかし、上限・下限幅が大きいことから、舗装温度を任意にとれば寿命日数に、かなりのばらつきが生じると思われる。さらに、Witczak式による寿命日数とMonismithらの実験結果に基づく式による寿命日数を比較すると、傾向は類似しているが絶対値がかなり異なっていることがわかる。したがって、今後、疲労寿命日数の算定を適切に行うには、適切な表層材の疲労曲線および舗装温度について研究していく必要があると思われる。さらに、本文中には示していないが、表層材の弾性変形係数の温度依存性についても研究していく必要があると思われる。

参考文献

- (1) 西, 蒲田: たわみ性舗装における材料特性の感度分析について, 第35回土木学会年次学術講演集, 1980
- (2) 西, 佐々木: たわみ性舗装の疲労破壊に関する一試案, 土木学会関西支部年次学術講演集, 1976

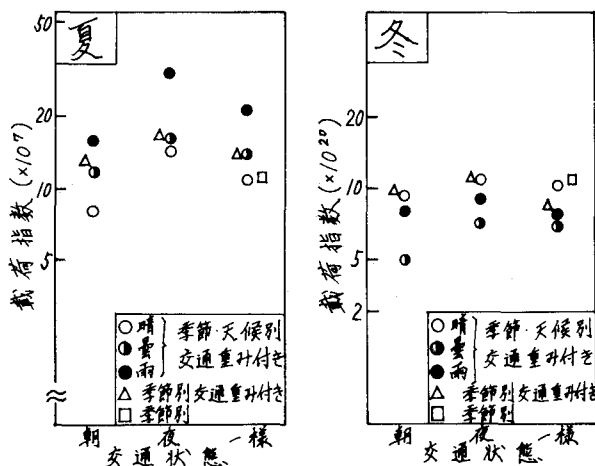


図-2 載荷指数 (A交通5-46断面)

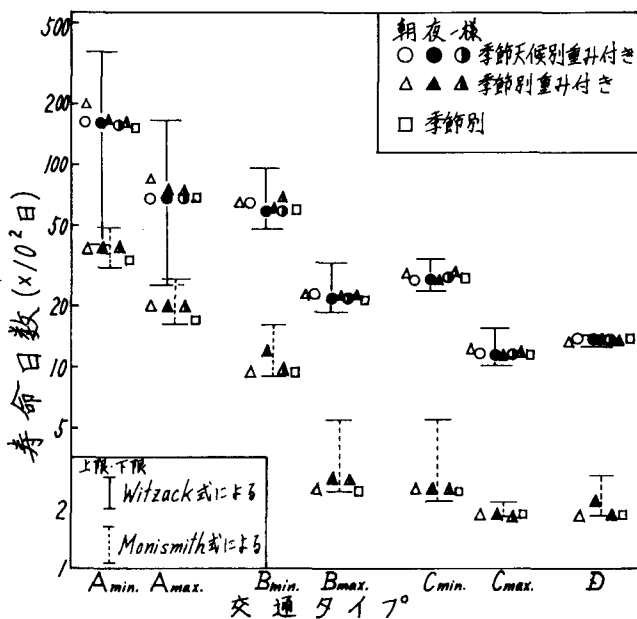


図-3 各断面の疲労寿命日数