

日本大学理工学部 正員 三浦 裕二
日本大学理工学部 正員 河島 克美

1. まえがき

舗装は常に厳しい自然環境下におかれている。特に太陽エネルギーによるアスファルト舗装の温度上昇は、舗装の力学的挙動に大きな影響を与える。しかしながら温度に対する配慮は十分とは言えないので、ここでは舗装の変形挙動に及ぼす温度の影響について述べるものである。

2. 舗装体内温度の推定

舗装体の温度は時々刻々に変化している。したがってたわみ量と舗装体内温度との関係を明らかにするために、たわみ測定時の舗装体の代表温度(平均温度)を決定しなければならぬ。舗装体の温度は図-1に示すように深さ方向で時刻ごととその分布が異なる。これを舗装体内の温度勾配と言う。このことから、たとえばたわみ測定時の舗装の表面温度を測定しても、舗装の代表温度とならないことが明らかである。米国アスファルト協会(A.I.)では、アスファルト処理層の表面、中間、底部の温度の平均をもって代表温度とすることを推奨しているが、検証の結果正しい結論であることが確かめられている。ところが、現実を知ることでできる温度は表面温度だけでなく、内部の温度は推定にたよる他ない。したがって推定方法が必要となる。

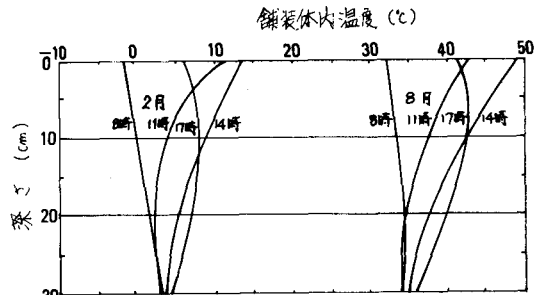


図-1 舗装体内温度分布

舗装体内温度の推定式は、温度の周期性に注目しフーリエ展開を利用した、表面温度(表面下2~3cmの温度)を媒介とする任意時間、任意深さの温度推定式があるが、この式はかなり複雑であるため、より容易に代表温度を知る目的で検討を加えた結果、アス処理層厚10~30cm、時刻8~17時の条件で次式が得られた。

$$T_{p(h,t)} = A_s + (a + bt + Ct^2) \quad \text{----- (1)}$$

ここに $T_{p(h,t)}$: 代表温度(°C), A_s : 表面温度(°C)
 a : $1.340h + 7.330$
 b : $-0.226h - 1.610$
 C : $-0.0086h + 0.077$
 h : アスファルト処理層厚(cm), t : 時刻(8~17hr)

さらに簡単に舗装の代表温度(平均温度)を算出する方法が次式である。

$$T_{p(h,t)} = (1 - 0.005h) \cdot A_s + b \quad \text{---- (2)}$$

ここに b : $\begin{cases} 7\text{時} \sim 14\text{時}(14\text{時を含む}) & -0.322 \\ 14\text{時} \sim 19\text{時} & 0.766 \end{cases}$

ここで(2)式の妥当性を検証するために、試験舗装の実測値から得られた代表温度と比較してみた結果が図-2である。図からもわかるように、比較的精度よく代表温度の推定が可能となる。

3. 舗装体温度とたわみ

たわみ量は、路床を含めた支持層の強さや、アス処理層の厚さによって異なるのは当然であるが、温度の影響度も舗装の構造によって異なる。

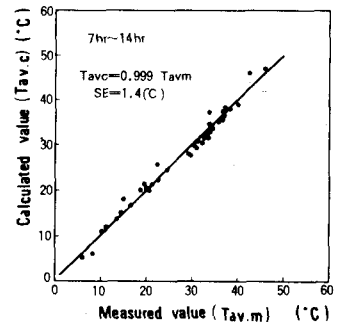


図-2 舗装代表温度の実測値と計算値の比較

図-3は舗装の代表温度とたわみ量の関係を舗装構造別に示したものである。図からも知られるように10～50℃では両者間にはほぼ直線の関係が認められ、支持力の大小でたわみ量が異なることは当然として、支持力およびアス処理層厚によって直線の勾配に差が生じている。これは荷重一定の場合たわみ量が温度と支持層の強さ、およびアス処理層の厚さなど舗装構造の関数であることを示すものである。

ここで、支持層およびアス処理層の強さを簡単に定量することはできない。しかし、たわみ量のみならずたわみ形状(曲率半径)にも注目すると、これらを利用し、2層弾性理論に基づいてアス処理層とそれ以下の支持層の弾性係数を推定することが可能となる。曲率半径は曲率計を用いて測定される偏差たわみより算出される。この偏差たわみもたわみ量と同様に温度、舗装構造の関数である。

4. たわみの温度補正

たわみ量が温度ばかりでなく舗装構造と支持層の強さにも影響されることは既に述べたが、温度の影響を補正しなければ正確にその舗装の状態を評価することはできない。そこでたわみの温度補正が必要となる。

今回、合理的に温度補正を行なうために、アス処理層厚と支持層の強さの異なる断面の試験舗装を設けて調査を実施し、次式の補正式を提案した。

$$f = 1 \pm a |T - 20|^b \cdot h^c \cdot E_2^d \cdot (E_1/E_2)^e \quad (3)$$

(+: $T < 20$, -: $T > 20$)

$$W_{20} = f \cdot W_t \quad (4)$$

- ここに W_{20} : 基準温度(20℃)に補正したたわみ量
 W_t : 任意温度(代表温度)におけるたわみ量
 f : 温度補正係数
 $a \sim e$: 表-1に示した重回帰係数
 h : アスファルト処理層の厚さ(cm)
 E_1 : アスファルト処理層の弾性係数(kg/cm^2)
 E_2 : 支持層の弾性係数(kg/cm^2)

図-4は(3)式を用いて計算から求めた補正係数と、実測値から求めた補正係数とを比較したものであるが標準誤差も0.06と小さく良い一致をみることができ。偏差たわみも同様の手法で温度補正が可能である。図-5はA.I.の補正曲線と(3)式から得られた補正曲線を比較したものである。今回提案した補正曲線はA.I.のA、B曲線の中に包含されるが、厚さによって規則的に変化していることがわかる。つまり、アス処理層厚が薄く、かつ支持力強い舗装構造ほどB曲線に近く、その反対になるほどA曲線に近づくことが明らかとなった。

4. あとがき

たわみ量および曲率半径が得られれば、若干の計算過程を経て任意温度におけるデータを基準温度に補正が可能となり、再度計算を繰返すことによって同一温度条件における舗装構造評価が可能となる。

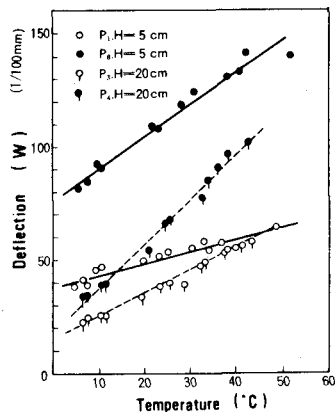


図-3 舗装の代表温度とたわみ量

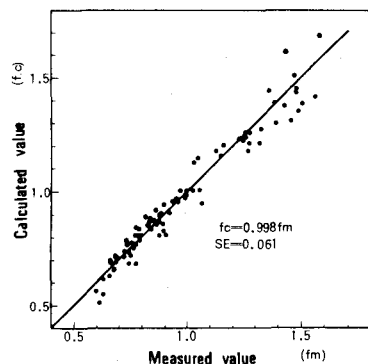


図-4 温度補正係数の実測値と計算値の比較

表-1 重回帰係数

coefficient	a	b	c	d	e
$T < 20$	0.0897	1.224	0.782	-0.240	-0.0507
$T > 20$	0.0670	0.797	0.485	-0.294	-0.0865

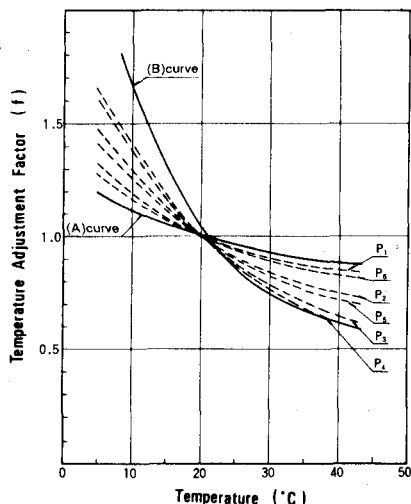


図-5 温度補正曲線の比較