

北海道大学 学生員 須川賢次
同上 正員 森吉昭博
同上 正員 菅原照雄

1. まえがき

アスファルト舗装は外気温の変動に伴い、内部に熱応力を発生する。このため舗装体はこの外力により、破壊しその形態は横断方向のひびわれ等となる。この形態はその発生原因からして寒冷地ばかりでなく温暖な地域にもかなり存在するものと思われるために、外国でもこの分野の研究例が数多く報告されている¹⁾²⁾。この種の舗装の破壊のメカニズムは外気温の変化の状態、混合物の線膨張係数と応力緩和性状ならびに舗装の拘束の程度が相互に密接してかなり複雑なものと考えられる。しかしながら、熱応力は本質的に舗装体内部の温度変化と密接な関係にあることから、本研究は典型的な舗装モデルを想定して、このモデルの内部に生ずる温度分布を各種条件の下で求め、その後この状態での熱応力を計算した。計算の結果、舗装表面に生ずる熱応力は舗装構成、外気温のパターン、混合物の線膨張係数ならびに路床温度により変化することが明らかにされた。

2. 解析法

舗装モデルは図-1に示す3種であり、これらの舗装内部の温度分布は図-2の外気温のパターン

ン(タイプA～D、数字は計算開始温度)と表-1、2の物理定数を使用し、一次元の熱伝導方程式と有限要素法を用いて求めた。

舗装体内部に生ずる熱応力は³⁾らの開発した半無限の層状物質が粘弾性体のとき、温度変化により生ずるときの応力解析法を用いて計算した。図-3はアスファルト量6%のアスファルトコンクリートタイプの緩和弾性率のマスターカーブであり、この曲線は一定温度、一定ひずみ速度の曲げ試験から得られた応力、ひずみ曲線の線形領域から求めたものである。図-4はこのときのシフトファクターを示す。

図-3はアスファルト量6%のアスファルトコンクリートタイプの緩和弾性率のマスターカーブであり、この曲線は一定温度、一定ひずみ速度の曲げ試験から得られた応力、ひずみ曲線の線形領域から求めたものである。図-4はこのときのシフトファクターを示す。

3. 計算結果および考察

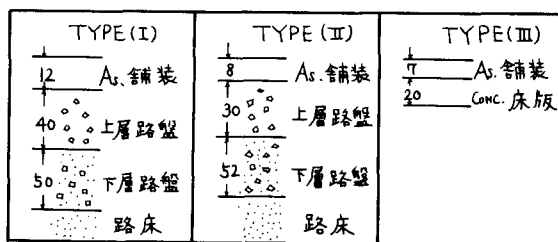


図-1 想定した舗装モデル

表-1 使用した物理定数

材料名	熱伝導率 Kcal/m·h·°C	比熱 Kcal/kg·°C	密度 g/cm³
アスファルト	0.9	0.21	2.3
1:7リット	1.7	0.3	2.4
上層路盤	2.1	0.2	2.0
下層路盤	0.99	0.2	0.95
路床	1.0	0.3	1.0

一定温度まで深さ1.5m, 20m
不凍層の温度: 3°C
表面熱伝達率: 5 Kcal/m²·h·°C

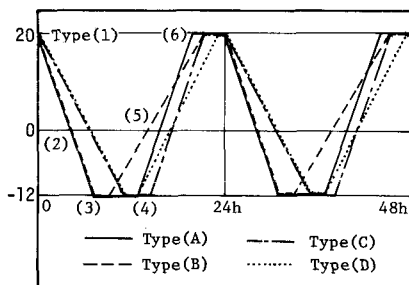


図-2 外気温のパターンと時間との関係

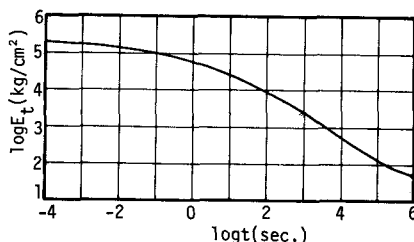


図-3 緩和弾性率のマスターカーブ

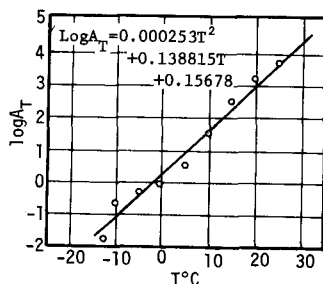


図-4 シフトファクターと温度の関係

図-15)~17)は図-1の各舗装モデルでタイプAの外気温のパターンのとき、初期温度をパラメーターとして舗装表面温度と舗装の下面温度を整理したものである。ここでは初期温度で舗装体は定常状態と仮定している。外気温のパターンが同一でも各温度は舗装の構成に依存しており、初期温度が低くなるとともにタイプⅢ以外は、両者の温度差が大きくなる。

図-18)~20)は図-15)~17)の状態における舗装表面に生ずる熱応力(引張;正)と時間との関係を示す。熱応力の値は初期温度に依存しているように思われる。

図-21)~23)は初期温度が(5)の位置で、温度下降および上昇の温度勾配を変化させたとき生ずる舗装表面の熱応力と時間との関係を示す。これより熱応力の値は温度勾配にはほとんど依存しないように思われる。

図-24)~26)は図-21)~23)と同じ状態で混合物の線膨張係数を表-2のように設定したとき、舗装表面に生ずる熱応力と時間との関係を示す。熱応力の値は外気温のパターンに著しく依存し、圧縮および引張応力の各値も大きくなる。

図-27), 28)は図-24), 25)と同じ状態で路床温度を変化させたとき舗装表面に生ずる熱応力と時間との関係を示す。これより熱応力の大きさは舗装構成と路床温度に依存する。

4. 結論

- 1) アスファルト舗装内部の温度分布は外気温のパターン、路床温度、舗装構成および初期温度に依存する。
 - 2) アスファルト舗装の表面に生ずる熱応力の値は初期温度、舗装構成、外気温のパターン、混合物の線膨張係数、および路床温度に依存する。
 - 3) アスファルト舗装の表面に生ずる引張り応力は外気温のパターンが同一でも初期温度が異なると変化する。
- 以上興味ある結果が得られたがこれらと現場および実験室での結果をつきあわせて検討する必要がある。なおこれらの計算にあたり鹿島建設の重松和男氏から貴重な助言を戴いたことを記し、謝意を表します。

参考文献

- 1) Monismith, et al: Symposium, Non-Traffic Load Associated Cracking of Asphalt Pavements. PAAPT; vol 35
- 2) Haas: The Asphalt Institute Research Report RR-73-1, 1973
- 3) Lee et al; Journal of Applied Mechanics, March, 1963

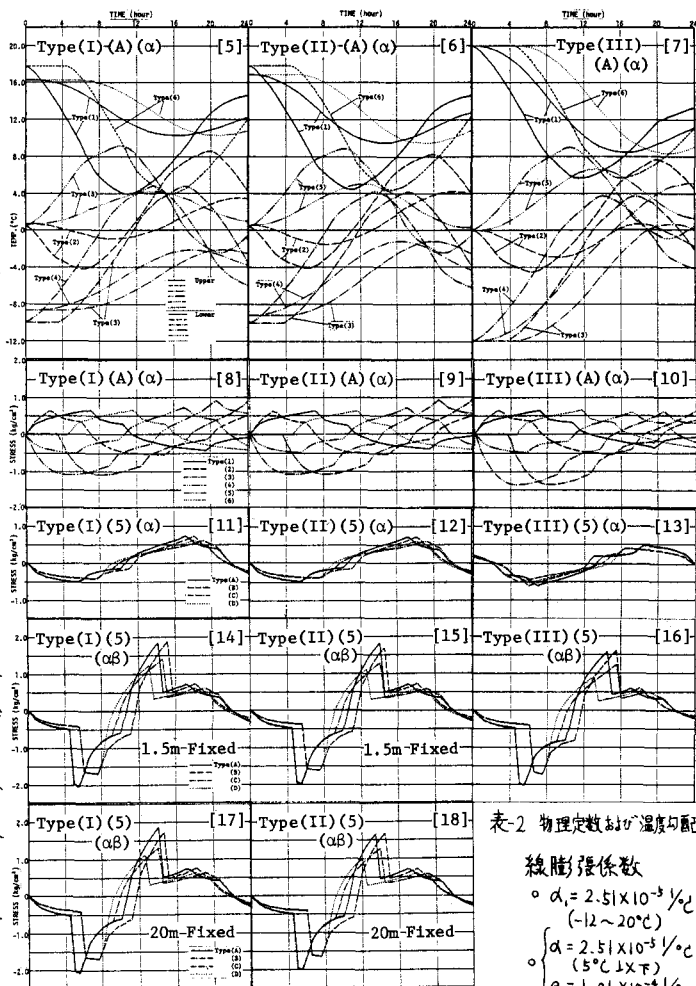


表-2 物理定数および温度勾配

線膨張係数	
○	$\alpha_s = 2.51 \times 10^{-5} / ^\circ\text{C}$ (-12 ~ 20 $^\circ\text{C}$)
○	$\alpha = 2.51 \times 10^{-5} / ^\circ\text{C}$ (5 $^\circ\text{C}$ 以下)
○	$\beta = 1.01 \times 10^{-4} / ^\circ\text{C}$ (5 $^\circ\text{C}$ 以上)
温度勾配	
上昇:	$\frac{32}{9}, \frac{32}{12} \text{ } ^\circ\text{C}/\text{hr}$
下降:	$\frac{32}{9}, \frac{32}{9} \text{ } ^\circ\text{C}/\text{hr}$