

V-410

極座標で想定したアスファルト舗装の熱応力解析

全日本空輸 正員 瀬戸 伸作
北海道大学 正員 森吉 昭博

1. はじめに

アスファルト舗装体が外的に受ける荷重としては、車両走行に伴う輪荷重、外気温が変化することによって生じる熱荷重等が考えられるが、本研究は熱荷重による低温亀裂現象について検討を行ったものである。

熱荷重が加わった場合の舗装体内部の応力を粘弾性理論に基づいた有限要素法を用いて解析を行った。特に寒冷地のアスファルト舗装における横断亀裂現象を三次元的に解明するために、舗装を極座標にモデル化することで走行方向に生じる引張り応力を解析した。

また外気温低下に伴うアスファルト舗装体内部に生じた引張り応力の線状熱源（ロードヒーティング）による低減についても併せて検討を行った。

2. 解析方法

一般に粘弾性体の応力（ σ ）とひずみ（ ϵ ）との関係は、次式で表される。

$$\sigma(t) = E(t) \epsilon(t) - \int_0^t \frac{dE(t-t')}{dt'} \epsilon(t') dt'$$

ここで $E(t)$ はアスファルト混合物の緩和弾性率である。

本研究では、過去に応力緩和試験によって求めた緩和弾性率を用いて、熱応力によって生じる応力を有限要素法により極座標系で求めた。

3. 舗装構造、外気温

解析に用いた舗装モデルは、図1.1のような橋梁部の舗装を想定した。また、入力に用いた外気温は、実際に美々で観測されたもの（図1.2）を用いた。応力計算時の境界条件は両側面をローラー支持とした。

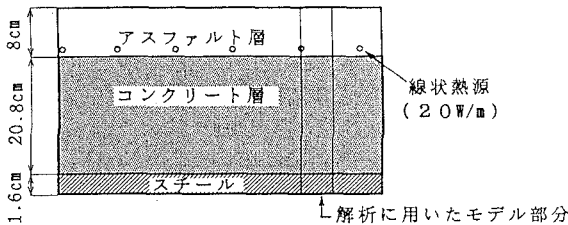


図1.1 解析に用いた舗装構造

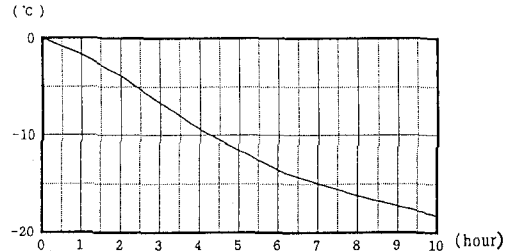


図1.2 入力に用いた外気温

4. 解析結果の考察

(1) 応力の緩和について

図2にアスファルトが応力緩和した場合と、しなかった場合つまりアスファルトを粘弾性体とした時と、弾性体とした時の熱応力の違いについて示す。10時間後には、粘弾性体とした方はおよそ3分の1の応力しか生じない。

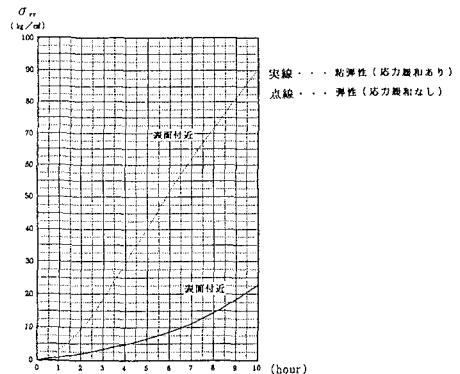


図2 表面付近の熱応力（ σ_{rr} ）

(2) 水平方向応力 (σ_{rr}) と円周方向応力 ($\sigma_{\theta\theta}$)

図3に水平方向応力(縦断亀裂の原因)と円周方向応力(横断亀裂の原因)の差を示す。円周方向応力の方が大きかった。これはアスファルト層表面だけでなく、どの深さについても同様に計算された。これによって、アスファルトの低温亀裂現象は、横断亀裂の方が縦断亀裂より発生しやすいといえる。

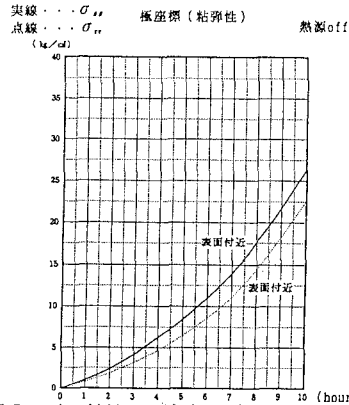


図3 表面付近の熱応力 ($\sigma_{rr}, \sigma_{\theta\theta}$)

(3) 最大応力を生じる深さ

図4. 1, 4. 2に示すように水平、円周両方向の応力が最大を示すのは、表面から1、2 cmの深さの位置である。これはアスファルト舗装の応力緩和と密接な関係があると考えられる。

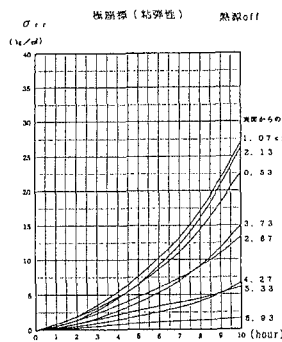


図4. 1 水平方向応力

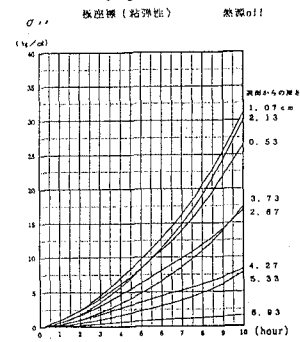


図4. 2 円周方向応力

(4) 線状熱源のスイッチが入った場合

線状熱源のスイッチをonにした場合とoffにした場合の応力を図5. 1, 5. 2に示す。水平、円周両方向の応力は線状熱源を挿入することによって減少する。

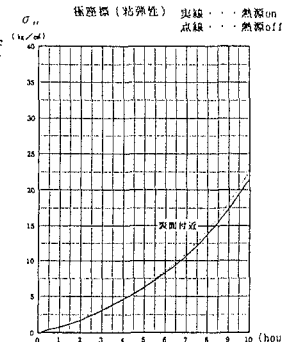


図5. 1 水平方向応力

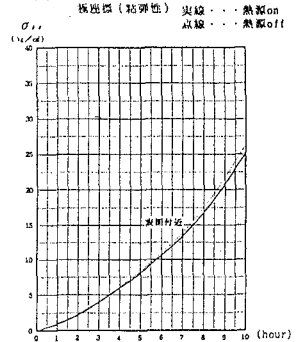


図5. 2 円周方向応力

5. まとめ

- 1) アスファルト舗装体内部の熱応力は、水平方向の応力より円周方向の応力の方が若干大きい。
- 2) 1)の結果より、円周方向の応力は横断亀裂の原因と密接な関係にあると思われる。
- 3) アスファルト舗装体の熱応力は表面より1、2 cm程深い所の方が、外気温に接する所よりも大きな応力となる。
- 4) アスファルト舗装体に熱源を挿入することによって水平、円周両方向の応力を若干小さくすることが可能と思われる。

参考文献

J.L.White : Finite Element in Liner Viscoelasticity, Proc. on Matrix Method in Structural Mech.
AFFDL-TR-68-150