

有限要素法によるアスファルト舗装表面歪の解析

金沢大学 学生員 石倉 裕明

金沢大学 正会員 西沢 辰男

金沢大学 正会員 松野 三朗

1. はじめに

近年、国道や高速道路などの重交通道路において、車輛走行位置付近に、道路縦断方向に表層表面より入るクラック、いわゆる“わだち割れ”が多く見受けられる。クラックの発生機構については、通常、混合物の疲労、永久変形、温度収縮、レフレクションクラック等があり、現実にはこれらが、複雑にからみ合っているものと考えられる。筆者らはすでに、多層弾性プログラムBISARを用いて、わだち割れが、表層表面の引張り歪による疲労に起因するという見解を打ち出している⁽¹⁾。しかし、多層弾性プログラムでは計算上いくつかの問題点が考えられたので、手法を変えて有限要素法による計算を行ってみた。

2. 計算の条件

本研究では、次に示すような計算条件で舗装表面の歪を計算した。

(1) 舗装断面は図-1に示す。断面はD交通道路における一般的断面である。

(2) 使用したアスファルトおよび各材料の弾性係数は表-1に示す。アスファルト混合物の弾性係数は、シェル石油の手法を用いて計算した。図-2は、この計算に用いたアスファルトの弾性係数(スチフネス)⁽²⁾と混合物の弾性係数の関係である。また、この図中の破線は、文献(3)において用いている値である。この計算に用いた値の方が、やや大きめであることがわかる。

(3) 舗装温度としては、建設省九州技術事務所における実測値を用いた。この計算では、表層上部2 cm、下部3 cmの中間の温度を採用し、基層は深さ7.5 cm、アスファルト安定処理は深さ17.5 cmの点の温度を用いた。

(4) 計算に用いた手法は、BISAR、軸対称FEM⁽⁴⁾、平面歪FEMの3手法である。BISARは、すでに、その信頼性が実証されているが、多層弾性プログラムでは、ハンケルの逆変換の時の無根積分に数値積分を用いており、特に、表層表面のような特異点の積分に不安があると思われる。

(5) 載荷条件は、BISARと軸対称FEMについては、

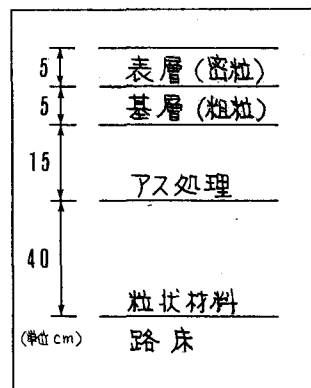


図-1. 計算に用いた舗装断面

表-1. 計算に用いた各層弾性係数

	E (kg/cm ²)	μ
表層	1700	0.35
基層	2200	0.35
アス処理	3900	0.35
粒状材料	2000	0.35
路床	400	0.35
使用アスファルト Pen 46, RdB 55°C		

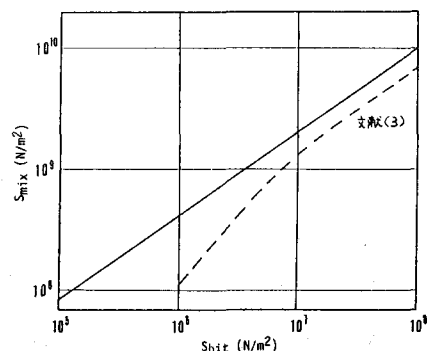


図-2 Sbit-Smixの関係

5t 輪荷重に相当するタイヤ荷重 2.5t を用い、半径 11.3 cm、接地圧 6.2 kg/cm^2 の円形等分布荷重とした。また、平面歪 FEM には、2.5t タイヤ荷重に相当する接地圧 6.2 kg/cm^2 の帯状荷重とした。

(6) FEM による計算に用いた要素分割を図-3 に示す。モデルは、載荷中央から半分だけを取り出し、横断方向 100 cm、深さ 165 cm とする。荷重中央の深さ方向および底面は、それぞれ、横方向、縦方向変位が拘束されるものとする。

4. 計算結果

図-4 は、表面引張り歪の大きい 7 月の晴天 16 時（表面温度 51°C ）における横断方向の歪分布を示す。BISAR と軸対称 FEM は、載荷重縁部外側でともに大きな引張り歪を生じ、数値的にもほぼ等しい。平面歪 FEM では、荷重条件が異なるため引張り歪は生じないが、荷重縁部において歪が大きく変化している傾向は、BISAR などと同様である。

図-5 は、荷重縁付近での横断方向歪の深さ方向分布を示す。BISAR、FEM とともに荷重縁付近の表面歪は表面よりわずかの深さから急激に引張りとなっており、傾向的にはほぼ似かよったものとなった。

以上から、混合物の弾性係数が小さい夏季高温時に、表層表面に大きな引張り歪が生ずるという多層弾性理論による計算は、間違いないものと判断される。

〈参考文献〉

- 1) 松野三朗 外：アスファルト舗装の縦表面クラックの発生原因に関する一見解，土木学会第 38 回年次学術講演会講演要録集，第 5 冊，P495~496，附 58-9。
- 2) Bonnaure, F. et al : A New Method of Predicting The Stiffness Modulus of Asphalt Paving Mixtures, AAPT, 1977.
- 3) A. Hofstra. et al : The Modulus of Asphalt at High Temperatures Comparison of Laboratory Measurements under Simulated Traffic Condition with Theory, proc. 3rd, ICSDAP, P430~443.
- 4) 山田嘉昭，横内康人：有限要素法による弾塑性解析プログラム「EPIC IV」解説，培風館，1981。

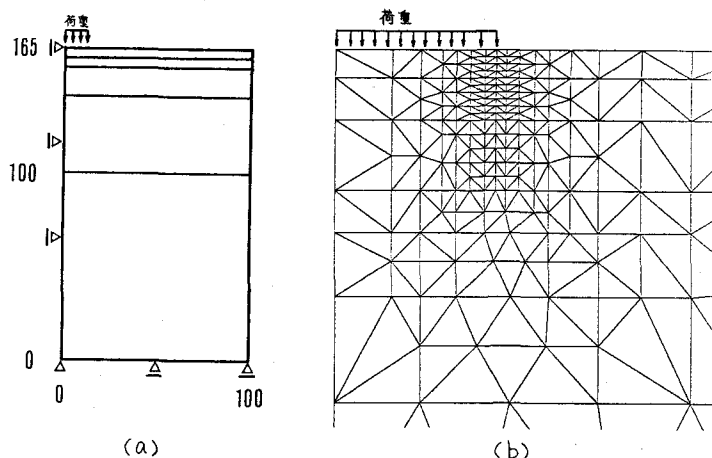


図-3 FEMにおける要素分割（単位：cm）

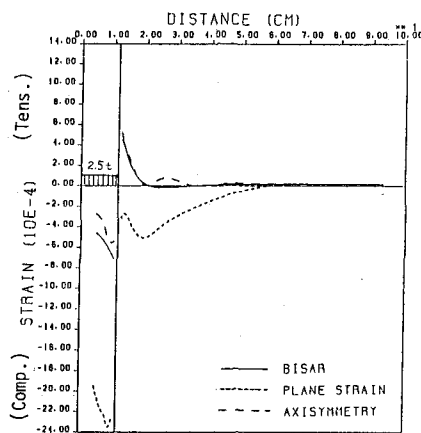


図-4 横断方向表面歪分布（7月、晴天、16時）

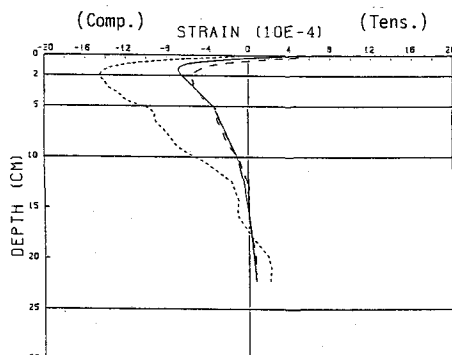


図-5 深さ方向の歪分布（7月、晴天、16時、載荷縁）