

## 疲労解析に基づいた鋼床版舗装の表面縦ひび割れの発生予測

石川工業高等専門学校 学生員 小林隆志  
石川工業高等専門学校 正会員 西澤辰男

## 1 まえがき

鋼床版舗装は、縦リブで補強された鋼床版の上に特殊なアスファルト混合物によって舗装したものである。このような舗装においては、荷重による変形が大きい鋼床版の影響で大きなひずみを生ずる。とくに腹版や縦リブのウェブ直上で舗装表面に引張りひずみが生じ、これが原因で表面縦ひび割れが生ずることがある。本研究は通常のアスファルト舗装で用いられている疲労曲線を用いて、このような表面縦ひび割れの発生を予測することが可能かどうか検討した。

## 2 縦表面ひび割れ

鋼床版舗装の表面縦ひび割れは比較的早期に縦リブの配置間隔に対応した間隔で縦方向に一直線上に生ずる。主に車輪走行位置付近に生ずることから、交通荷重の繰り返し作用による疲労が原因であると予想される。奇妙なことに、このようなひび割れは縦リブや腹版のウェブの直上ばかりでなく、その間にも生ずることがあり、その発生原因は明らかではない。そこで、この原因を探るために、通常アスファルト舗装の疲労ひび割れの予測に用いられている疲労曲線を鋼床版舗装に適用することを試みる。

## 3 構造解析

構造解析モデルとしては、帯板要素(Strip element)と角柱要素(Prism element)を接着要素(Link element)で結合した SLPE (Strip-Link-Prism Element)モデルを用いる<sup>2)</sup>。帯板要素は、平板の曲げ変形をモデル化した要素であり、デッキプレート、縦リブを含む鋼床版全体の構造を細かく考慮することが可能である。また、角柱要

素は舗装を代表し、8節点の要素なので、厚さ方向の変形を含む局所的な変形を表現することができる。接着要素は、帯板要素と角柱要素を接合する役割を持ち、ちょうどデッキプレートと舗装の間に施される接着層の機能をモデル化することになる。

## 4 計算条件

例として用いた鋼床版の断面を図-1に示す。厚さ12mmの鋼床版の上に厚さ60mmの改質型アスファルト混合物を施工したものである。舗装以外の弾性係数は一定とする。アスファルト混合物の弾性係数はShell法<sup>4)</sup>により荷重時間、舗装温度によって算定した。その時の条件は荷重時間=0.036(速度30km/h相当)、軟化点温度65度、PI=1.5、アスファルト量=12.5%、空隙率=3.9%、骨材容積率=87.0%、舗装体温度は東海地方の各月の平均温度から算定し、それに基づいて表-1のようにアスファルト混合物の弾性係数を推定した。荷重は鉛直方向の等分布荷重と横断方向の三角分布荷重が作用するものと考えた<sup>5)</sup>。またスパンは横げた間隔の3mとした。

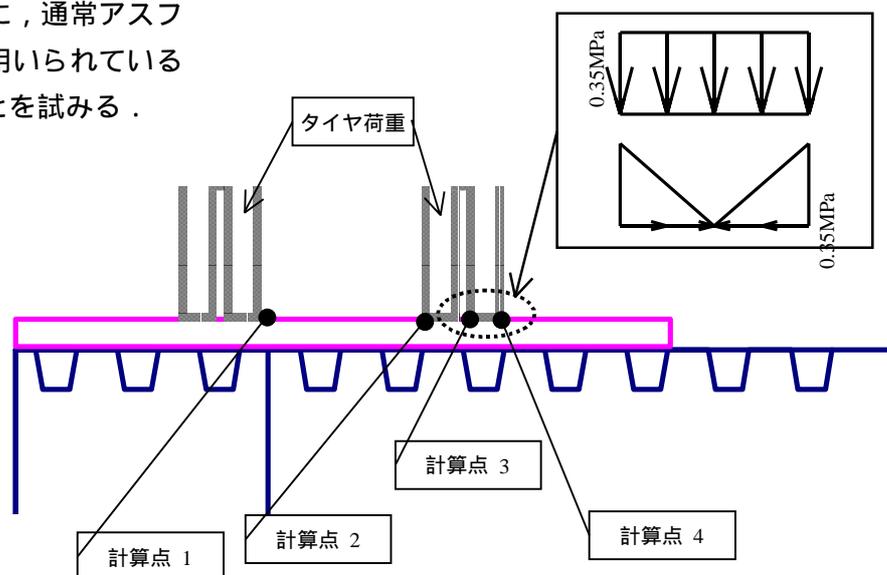


図-1 荷重位置および計算点

キーワード 鋼床版舗装, 表面縦ひび割れ, FEM 解析, 疲労曲線, 舗装温度  
西澤辰男 (929-0392 河北郡津幡町, TEL/FAX:076-288-8167, nishi@ishikawa-nct.ac.jp)

表-1 アスファルト混合物の弾性係数

月	下層 (MPa)	上層 (MPa)
1月	9566	8474
2月	8428	7294
3月	7104	5770
4月	4331	3129
5月	3499	2353
6月	3021	1924
7月	2231	1102
8月	1990	941
9月	2568	1465
10月	3598	2432
11月	6091	4808
12月	7807	6559

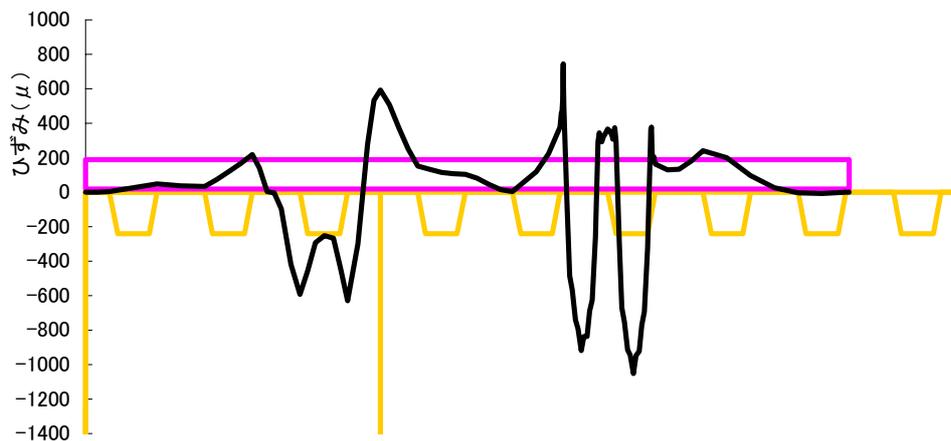


図-2 舗装表面のひずみ分布

5 計算結果

荷重位置に軸重 49kN の荷重が作用したときのアスファルト舗装表面に発生する横断方向のひずみ分布を図-2 に示す．引張ひずみはウェブ部やタイヤ端部で大きくなっていることがわかる．

6 疲労解析

計算されたひずみに基づいて，以下の疲労曲線を用いて疲労度を計算する<sup>2)</sup>．

$$N_{fa} = S_A \left\{ 1.84(C) (6.617 \times 10^{-5} \epsilon_t^{-3.291} \times E_A^{-0.854}) \right\} \quad (1)$$

疲労度は以下の式で算定した．

$$F_d = \sum_i \sum_j \sum_k \frac{n_{ijk}}{N_{ijk}} \quad (2)$$

設計においてはこの疲労度が 1.0 を超えたらひび割れが発生すると考える．その際の荷重の軸重分布は C 交通相当のものをを用い，1 か月ごとに疲労度を計算した．

疲労度をまとめたものが図-3 である．すべての計算点において疲労度は 1.0 を下回っている．しかし腹板ウェブ上の計算点 1 および縦リブウェブ上である計算点 2 における疲労度は 1.0 以下であるが比較的大きい．交通条件が同じだとすると 1~2 年後にはこの部分からのひび割れが予想される．

7 まとめ

本研究では，鋼床版舗装の表面から生ずる縦ひび割れの発生原因について FEM による構造解析と，疲労解析から考察した．その結果表面縦ひび割れは腹

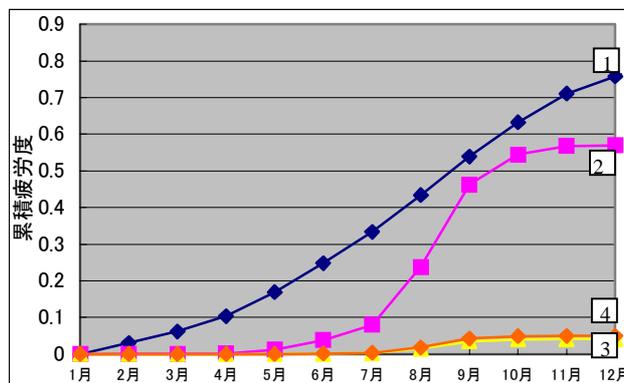


図-3 疲労度の累積

板ウェブおよびタイヤ端部に生ずる可能性があることが判明した．ただしアスファルト混合物は粘弾性体であり，今後動的な解析を行って，粘性の効果についても検討していきたい．

参考文献

- 1) 多田宏行：橋面舗装の設計と施工，鹿島出版会，1996．
- 2) Nishizawa, T., et al.: Development of a new structural model with prism and strip elements for pavements on steel bridge decks, The International Journal of Geomechanics, Vol.2, No.3, 2001.
- 3) 日本道路協会：舗装設計施工指針，2002．
- 4) Yang, H.Huang.: Pavement Analysis and Design, Prentice-Hall, 1993.
- 5) Jacobs, M.M.J., et al.: Cracking in Asphalt Concrete Pavements, 7th International Conference on Asphalt Pavements, Vol.1, 1992.