

鋼床版舗装の腹板上の縦ひび割れ予測

金沢大学大学院 学生員 ○小林 隆志
 石川工業高等専門学校 正会員 西澤 辰男
 金沢大学大学院 正会員 梶川 康男

1. まえがき

鋼床版舗装において、舗装表面から縦断方向に生ずるひび割れが大きな問題となっている¹⁾。このようなひび割れは、鋼床版の構造特に腹板や縦リブの位置と車輪走行位置に密接に関連していることが知られている。しかしながら、表面縦ひび割れの発生メカニズムには不明な点も多く、その予測は難しい。著者らも表面縦ひび割れの発生について、引張ひずみ規準や散逸エネルギー規準による疲労解析を試みてきた²⁾。その結果、縦ひび割れには両方の規準に基づいた解析が必要であることがわかってきた。特に主桁腹板直上の縦ひび割れは引張ひずみ規準を適用したほうが現象をよく表現できるのではないかと予想している。本論文ではこの予想の現実性について、実際の鋼床版舗装の解析結果から検討する。

2. 疲労解析法

(1)散逸エネルギー規準

本研究においては、散逸エネルギーによる破壊までの載荷回数を次式によって計算する。

$$N_f = \left(\frac{1}{a_9} \pi \sigma_{ij} \varepsilon_{ij} \sin \phi \right)^{\frac{1}{a_{10}}} \quad (1)$$

ここに、 N_f : 破壊載荷回数, $a_9=149000$, $a_{10}=-0.419$, σ_{ij} , ε_{ij} : 応力, ひずみテンソル, ϕ : 位相角である。

(2)引張ひずみ規準

引張ひずみ規準に基づいた疲労曲線は以下のものを用いた。

$$N_f = S_A \left\{ 18.4(10^M) (6.617 \times 10^{-5} \varepsilon_t^{-3.291} \times E_A^{-0.854}) \right\} \quad (2)$$

ここに、 N_f : アスファルト混合物の破壊繰返し回数, S_A : 設定したひび割れ率による定数(ひび割れ率 5%で 0.74), ε_t : アスファルト層の引張ひずみ, E_A : アスファルト混合物の弾性係数(MPa),

$M = 4.84 \left(\frac{V_b}{V_v + V_b} - 0.69 \right)$, V_b : アスファルト量(体積比), V_v : 空隙率, である。

また、いずれの疲労解析法においても疲労度は次式によって計算する。

$$F_d = \sum \frac{n}{N_f} \quad (3)$$

ここに、 F_d : 疲労度, n : 実際の載荷回数である。疲労度が 1 を超えたらひび割れが入るものとする。また、構造解析には SLPE モデルを用い、舗装内のひずみを計算した³⁾。

3. 対象とする鋼床版舗装

実際に表面縦ひび割れが問題となっている鋼床版舗装を例にとって解析を行った⁴⁾。その断面を図-1に示す。この鋼床版舗装においては供用開始後約2年半経過した時点で、主桁腹板直上においてひび割れの発生が確認された。ひび割れはダイヤフラム直上を除くは

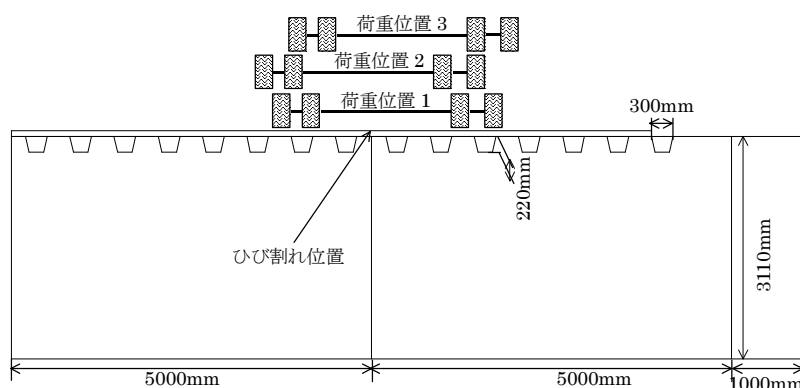


図-1 対象鋼床版舗装の断面

キーワード 鋼床版舗装, 縦ひび割れ, 散逸エネルギー理論, 引張ひずみ, 疲労破壊

連絡先 〒929-0392 石川県河北郡津幡町北中条タ1 石川工業高等専門学校 西澤辰男 TEL・FAX 076-288-8167

ば全線に発生していた．その程度は表層から基層までの全層に達し，鋼床版が露呈した状態にあった．

対象とした鋼床版舗装は，鋼床版の厚さ 12mm，舗装厚 80mm のものである．鋼材の弾性係数はすべて 210000MPa とし，アスファルト混合物の弾性係数は Shell 法により荷重時間，舗装温度によって算定した．その時の条件は荷重時間=0.024(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%とした．また舗装体温度は橋梁の所在地における各月の平均気温から秋山の式を用いて表面温度を推定し，内部温度は気温と同じと仮定した．それらの温度に基づいて弾性係数を算定した．

荷重位置は図-1 に示すとおりである．車線の中央を荷重位置 1 として，その位置から左右に 200mm ずらした位置を荷重位置 2，3 とした．荷重の軸重分布は D 交通相当のものを用いた．荷重位置 1 には軸数の 2 分の 1 が，荷重位置 2，3 には 4 分の 1 が通過するものと仮定した．

4. 計算結果

図-2 は 8 月の月平均気温時に，49kN の荷重を荷重位置 1 に載荷させたときの舗装表面における横断方向のひずみ分布である．タイヤ直下においては圧縮ひずみ，主桁腹板直上においては大きな引張ひずみとなっている．図-3 および図-4 は，供用開始時期からひび割れが観測された時点までの季節の温度，交通量を考慮に入れて計算した疲労度の分布である．図-3 は散逸エネルギー規準，図-4 は引張ひずみ規準に基づいたものである．疲労度はいずれの場合も主桁腹板直上で大きくなっている．その値は 1 を大きく上回っており，この部分からのひび割れを指摘することができる．また，引張ひずみ規準に基づいた疲労度は主桁腹板直上以外には現れていないが，散逸エネルギー規準に基づいた疲労度はタイヤ直下においても大きくなっている．

5. まとめ

解析の結果，主桁腹板は舗装に大きな引張ひずみを生じさせるため，これによる疲労がひび割れの発生原因であるといつてよいであろう．

参考文献

- 1) 山本泰幹，須藤聡，森清，森直樹，小泉幹男，鋼床版舗装の線状ひび割れ調査，土木学会第 51 回年次学術講演会概要集，I-A504，1996．
- 2) 小林隆志，西澤辰男，梶川康男，鋼床版舗装の疲労解析法の比較，土木学会中部支部研究発表会講演概要集，V-24，2005．
- 3) 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.
- 4) 津田誠，菊地貞明，荒井明夫，縦亀裂抑制を目的とした鋼床版舗装の試験施工の供用状況，第 26 回日本道路会議論文集，2005．

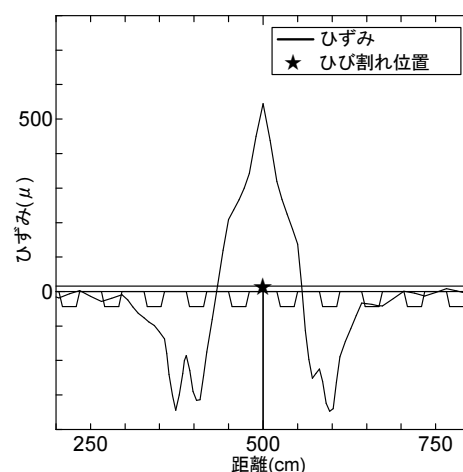


図-2 横断方向のひずみ分布

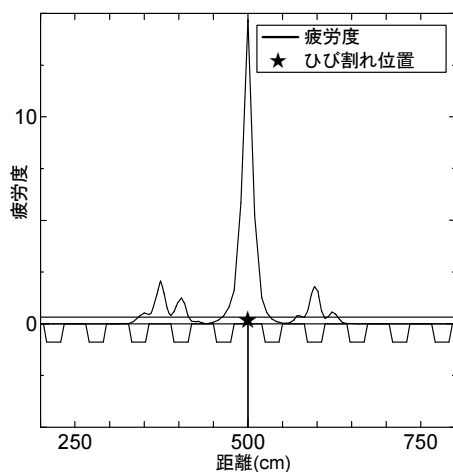


図-3 散逸エネルギーによる疲労度

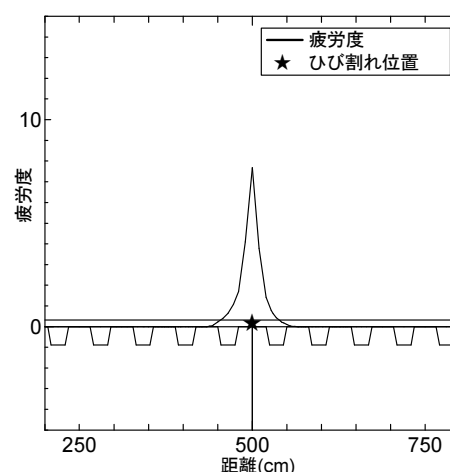


図-4 引張ひずみによる疲労度