

鋼床版舗装の疲労解析法の比較

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

鋼床版舗装における実際のひび割れ調査事例と散逸エネルギー規準によって計算された疲労度との関係を調べたところ、ウェブ間のひび割れに関しては良い対応が見られたが主桁ウェブ直上では大きな破損が見られるものの疲労は生じていなかった¹⁾。そこで本研究では、通常のアスファルト舗装で用いられている疲労破壊規準を用いた疲労解析法による検討も行い、それぞれの疲労破壊規準の比較を行った。

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²⁾。

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

ここに、 N_f : 破壊載荷回数, $a_9=149000$, $a_{10}=-0.419$, $\sigma_{ij}, \varepsilon_{ij}$: 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³⁾。

$$N_f = S_A \left\{ 8.4(10^M)(6.617 \times 10^{-5} \varepsilon_t^{-3.291} \times E_A^{-0.854}) \right\} \quad (2)$$

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⁴⁾。

3. 計算条件

解析対象とした鋼床版は石川県一般県道196号線示野橋で、厚さ12mmの鋼床版の上に厚さ80mmの改質型アスファルト混合物を施工したものである。その断面を図-1に示す。鋼材の弾性係数はすべて210000MPaと混し、アスファルト混合物の弾性係数はShell法により載荷時間、舗装温度によって算定した。その時の条件は載荷時間=0.024(速度30km/h相当)、軟化

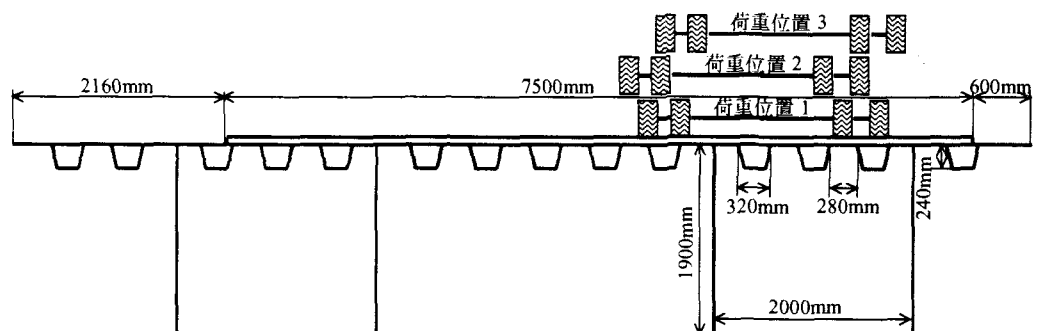


図-1 鋼床版の構造(スパン3m)

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。大型車通過最頻位

置を荷重位置 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, C 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 は供用開始時期からひび割れ調査時期までの季節の温度, 交通量を考慮に入れて計算した疲労度の分布と, ひび割れ延長率(%)とを比較したものである。左図は散逸エネルギー規準に基づいた疲労度, 右図は引張ひずみ規準に基づいた疲労度である。

散逸エネルギー規準に基づいた疲労度は荷重直下で大きくなっている。ウェブ間のひび割れ発生位置において, 疲労度は大きくなっており, このような場所での縦ひび割れの発生を説明できる。主桁ウェブ直上の疲労度は比較的小さいがひび割れ調査ではこの場所からひび割れが発生している。このことから, 主桁ウェブ直上のひび割れについては, 散逸エネルギーによる疲労が原因ではないと思われる。

一方, 右図からわかるとおり, 引張ひずみ規準に基づいた疲労度は主桁ウェブ直上で大きくなっているがそれ以外の場所ではほとんど発生していない事がわかる。

図-3 は, それぞれの疲労破壊規準によって計算された疲労度の大きな値を採用して合成したものである。主桁ウェブ直上の疲労度についても大きくなっており, 実際のひび割れ状況に近いものとなっている。

5. まとめ

本研究では, 散逸エネルギー規準と引張ひずみ規準に基づいた疲労解析法によって鋼床版舗装の疲労解析を行った。その結果, 荷重位置付近のウェブ間のひび割れは散逸エネルギーによる疲労, 主桁ウェブ直上のひび割れは引張ひずみの繰返しによる疲労が原因である可能性があることがわかった。ただしひび割れの規模と疲労度の大きさは必ずしも対応していない。これは, それぞれの疲労破壊規準が対象とする具体的な破壊現象が異なるためであろう。この点については今後の課題としたい。

参考文献

- 1) 小林隆志, 西澤辰男: 鋼床版舗装における散逸エネルギー理論に基づいた疲労解析と実際のひび割れの関係, 土木学会第 59 回年次学術講演会概要集, 2004.
- 2) 姫野賢治, 渡辺 隆, 勝呂 太: 散逸エネルギー理論を用いたアスファルト混合物の疲労破壊規準, 東京工業大学土木工学科研究報告, No.35, pp.51-72, 1985 年 12 月.
- 3) 日本道路協会: 舗装設計施工指針, 2002.
- 4) 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.

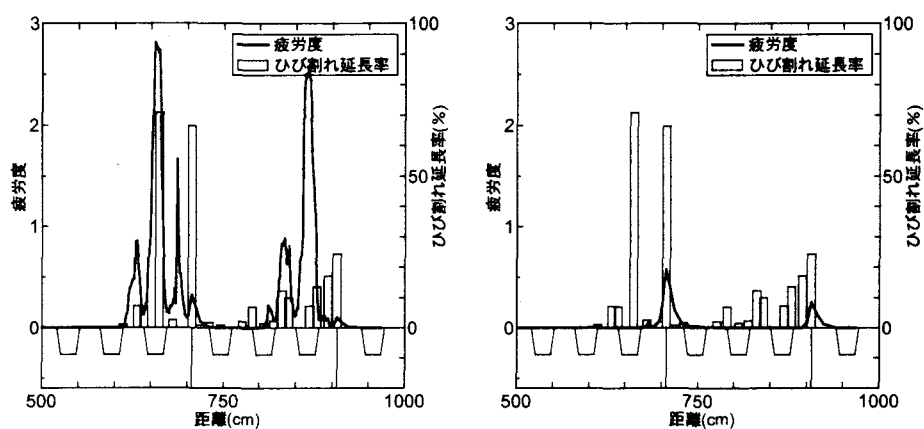


図-2 それぞれの疲労解析法による疲労度

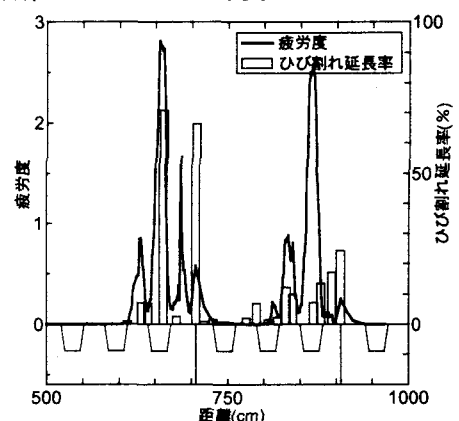


図-3 合成した疲労度