

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

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

1. まえがき

これまで、アスファルト混合物の散逸エネルギー規準に基づいた疲労曲線を用いて、鋼床版舗装の表面縦ひび割れの発生を説明することが可能かどうかについて検討してきた¹⁾。その結果、荷重直下のウェブ間の表面で高い疲労度が計算され、そこに生ずる縦ひび割れの可能性を説明できた。そこで今回は、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。

2. 疲労解析法

姫野らは、荷重の走行に伴うアスファルト混合物の粘性による散逸エネルギーと、アスファルト混合物の疲労破壊回数の間にユニークな関係があることを見出した²⁾。この考え方に従えば、鋼床版舗装の散逸エネルギーを算定することによって、疲労破壊の可能性を評価することができる。本研究においては、散逸エネルギーによる破壊までの载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 ：破壊までの载荷回数、 $a_9=149000$ 、 $a_{10}=-0.419$ 、 σ_{ij} 、 ε_{ij} ：応力、ひずみテンソル、 ϕ ：位相角である。また、疲労度は次式によって計算する。

$$F_d = \sum \frac{n}{N_f} \quad (2)$$

ここに、 F_d ：疲労度、 n ：実際の载荷回数である。疲労度が1を超えたらひび割れが入るものとする。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. 計算条件

例として用いた鋼床版の断面を示す。図-1は一般国道298号線幸魂大橋の外回り片側2車線の三径間連続鋼箱桁橋部で、厚さ12mmの鋼床版の上に厚さ75mmの改質型アスファルト合物を施工したものである。図-2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。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

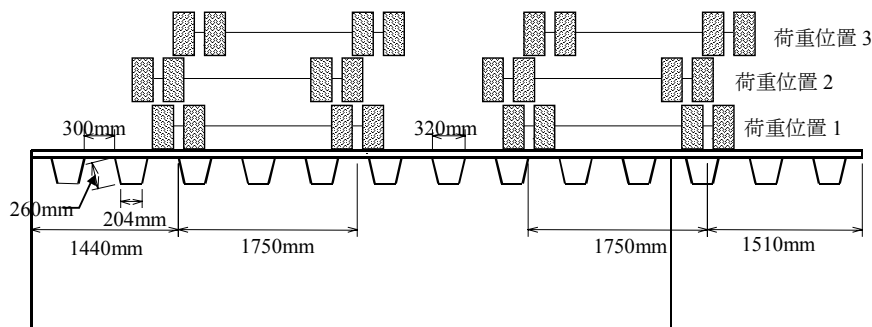


図-1 鋼床版の構造(スパン 2.45m)

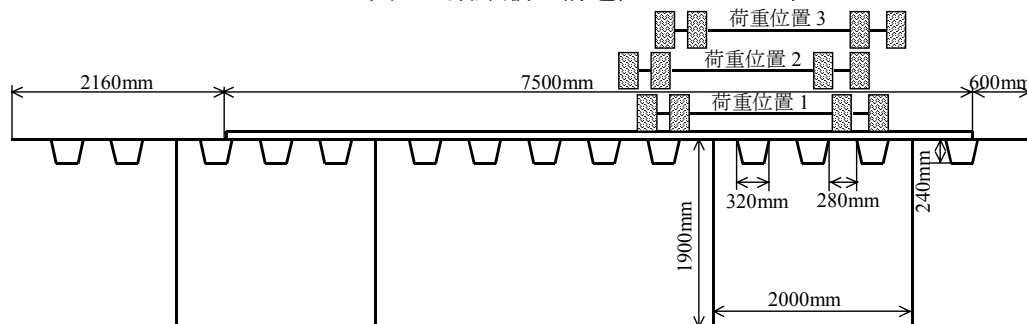


図-2 鋼床版の構造(スパン 3m)

キーワード 鋼床版舗装, 散逸エネルギー理論, 縦ひび割れ, FEM 解析, 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

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。また舗装体温度はそれぞれの場所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 と図-2 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、幸魂大橋は D 交通相当、示野橋は B 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-3 と図-4 はそれぞれの鋼床版舗装における疲労度とひび割れ延長率を示している。疲労度はいずれの場合も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。腹

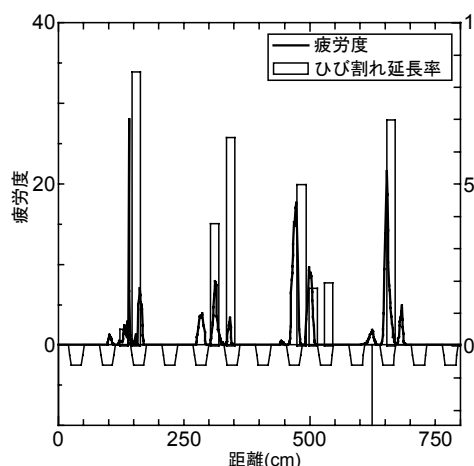


図-3 疲労度とひび割れ延長率
(幸魂大橋)

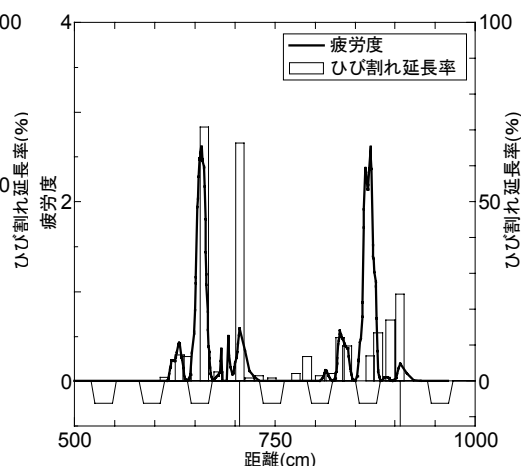


図-4 疲労度とひび割れ延長率
(示野橋)

版ウェブ直上の疲労度は比較的小さいが示野橋においてはこの場所からひび割れが発生している。図-5 は縦ひび割れの発生している位置の疲労度とひび割れ延長率の関係をみたものである。ばらつきはやや大きいものの、ひび割れ延長率と疲労度には正の関係があることがわかる。ひび割れの状態は同じだが幸魂大橋よりも示野橋の疲労度が全体的に小さく計算された。これは示野橋の交通量を過小に算定したためと思われる。

5. まとめ

本研究では、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。その結果ウェブ間のひび割れの発生を説明することができた。ただし、疲労度とひび割れ延長率の関係には正の関係は見出せたが、そこには大きなばらつきがある。疲労度とひび割れの関係を、ばらつきを含めて定量的に評価するためには、同様の解析をいろいろな調査事例について実施していく必要がある。

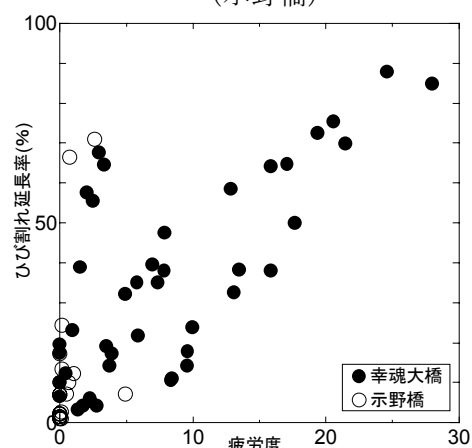


図-5 疲労度とひび割れ延長率の
関係

参考文献

- 1) 小林隆志, 西澤辰男: 散逸エネルギー理論に基づいた鋼床版舗装縦ひび割れの発生予測, 土木学会第 59 回年次学術講演会概要集, 2004.
- 2) Himeno, K., et al.: Estimation of the Fatigue Life of Asphalt Pavement, Proceedings of 6th International Conference on Structural Design of Asphalt Pavements, Ann Arbor, USA, 1987.
- 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.