

矢作川大橋のデッキプレート進展き裂に対するアスファルト舗装の影響検討

中日本建設コンサルタント(株) 正会員 ○入山祐一 森田祐樹
愛知県東三河建設事務所 渡邊 英

1. 目的

矢作川大橋は、愛知県の西尾市と碧南市を結ぶ一般国道 247 号に架かる鋼床版箱桁橋(デッキプレート厚 $t=12\text{mm}$)である。文献 1)では、将来発生する可能性のあるデッキプレート進展き裂に対し、大型車交通量調査結果を考慮した解析による簡易的な疲労寿命予測を行っている。その際、アスファルト舗装(グース As40mm+改質 As40mm)の弾性係数は、既往の文献 2)3)を参考に、春・秋を想定した 1500Mpa(ポアソン比 0.35)で一定としている。ただし、疲労寿命算出に大きな影響を与える舗装の弾性係数は、気温に応じて常に変化している。そこで、今回、本橋において実測した温度データ(図-1)を参考に、気象庁の統計データ(時間当たりの気温データ)から舗装の弾性係数を変化させ、さらに時間当りの大型車交通量調査結果も反映し、年間の疲労損傷度を算出した。また、その結果から年間の疲労損傷度と同等となるような舗装の弾性係数を算出した。

2. 検討に使用した解析モデル

検討に使用した有限要素解析ソフトは NASTRAN2007 とした。モデル範囲は、ダイヤフラム間とウェブ間を取り出した部分モデル(図-2)とし、鋼床版、舗装、着目ウリブのみをソリッド要素、横リブ、ダイヤフラム等はシェル要素で作成し最小要素は $2\text{mm} \times 2\text{mm}$ とした。材料特性は、鋼材のヤング率 $E_s=200,000\text{Mpa}$ 、ポアソン比 $\nu=0.3$ 、舗装のポアソン比は $\nu=0.35$ とした。

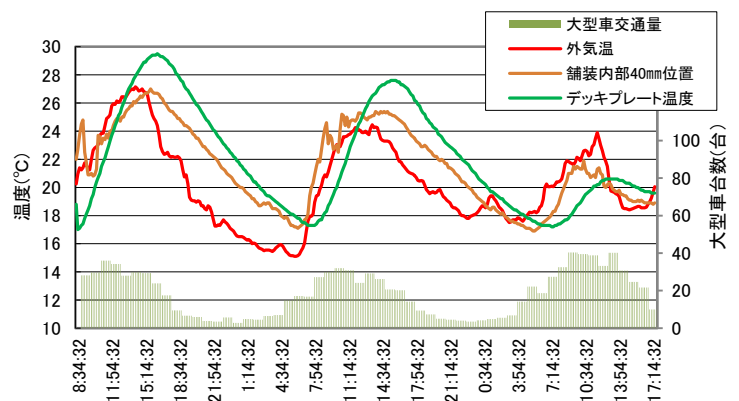


図-1 温度実測データ (H24.10.15 から H24.10.17)

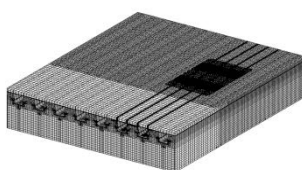
3. 舗装の弾性係数と参照応力の関係

検討対象を横リブ支間中央におけるデッキプレート進展き裂とし、ルート部応力と相関が高いとされる溶接止端部から 5mm 離れた位置の橋軸直角方向応力(以下参照応力という)について、解析値と静的载荷試験の関係について整理した。比較ケースは大型トラックの後輪ダブルタイヤが着目溶接線を跨ぐケース(図-3)とした。解析における载荷荷重は、実橋での静的载荷試験結果と比較を行うため、5.075KN/輪とした。また、舗装の弾性係数は 0Mpa(舗装無)、1500Mpa、4000Mpa、5500Mpa とした。なお、500Mpa の値は 1500Mpa の結果から文献 4)を参考に補正した。現地静的载荷試験における舗装の弾性係数は、文献 5)を参考とし式(1)により算出した。ここで、文献 5)における温度 t は、デッキプレート部の温度とした。

$$E_a = 10^4 \cdot e^{(-0.07t)} \quad (1)$$

ここに E_a :アスファルトの弾性係数 t :デッキプレート部の温度
比較結果を図-4 に示す。

ダイヤフラム間 6000×ウェブ間 5200



ダブルタイヤ 200×200

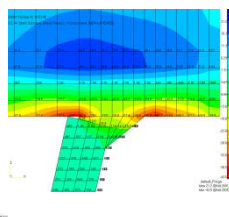
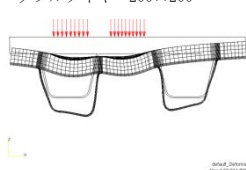


図-3 载荷条件とコンタ図

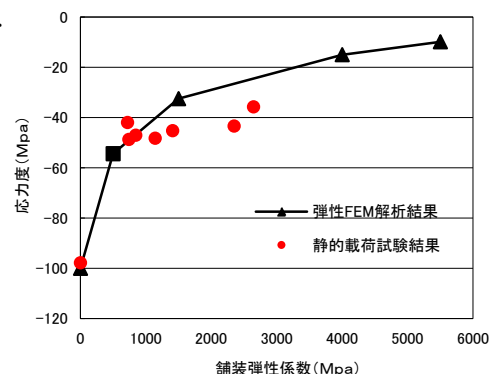


図-4 解析と実測値の比較結果

キーワード デッキプレート進展き裂 舗装の弾性係数 大型車交通量

連絡先 〒460-0003 名古屋市中区錦 1-8-6 ストックビル名古屋 Tel052-232-6038

午前中の早い時刻の調査結果では、舗装体の温度がデッキプレート部の温度より高く、式(1)より算出した弾性係数が大きめに評価されると考えられ、多少の差異がみられるが、概ね整合していると判断し検討を進めた。

4. デッキプレート温度と外気温の関係

デッキプレート部の温度と外気温は図-1 のとおり時間的な差異が生じる。このため、気象庁の気温データからデッキプレート部の温度を算出するための式を実橋の計測結果を基に作成した。

$$t(T) = 9.31 \times e^{0.0433t(T-2)} \quad (2)$$

ここに t : 時刻 T におけるデッキプレート部の温度

$t(T-2)$: 時刻 T より 2 時間前の気温

気象庁気温データから式(2)により算出したデッキプレート部の温度について予測値と計測値の比較結果を図-5 に示す。

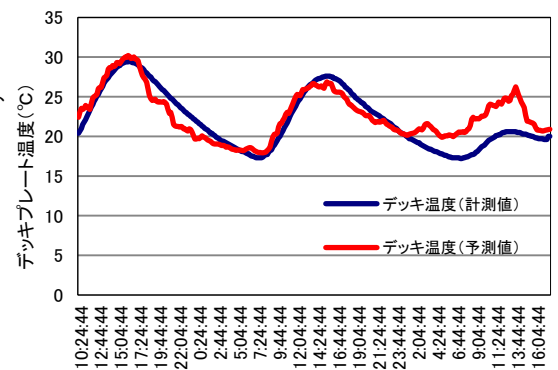


図-5 デッキ温度の予測値と計測値の比較

5. 年間の疲労損傷度の算出

年間の疲労損傷度を算出するため、まず、3. の検討を基に舗装の弾性係数と荷重条件を考慮した等価応力範囲の関係式を作成した(図-6)。荷重条件としては、大型車の車種別構成比率は本橋での調査結果を用い、車両モデルは「鋼道路橋の疲労設計指針」としている。次に、2012 年における気象庁の気象統計情報による気温データ及び大型車の時間あたりの交通量調査結果を用いて、年間の疲労損傷度を算出した。この結果、大型車のみの等価応力範囲は、 $\Delta\sigma_e = 15.4\text{pa}$ となり(図-7、文献 1)において弾性係数 1500Mpa とした解析結果($\Delta\sigma_e = 19.6\text{Mpa}$)に対し、約 2 割減少した。この等価応力範囲から逆算した舗装の弾性係数は 2500Mpa となった。また、5 月の等価応力範囲は 15.9Mpa、10 月の等価応力範囲は 16.3Mpa となり、年間の等価応力範囲年間の等価応力範囲(15.4Mpa)に近い値となった。このことから、基層の舗装材料にグースアスファルトを使用した本橋においても、碎石マチック舗装で検討が行われている既往の文献 3) 同様、年間の疲労損傷度と春・秋の疲労損傷度とは概ね一致すると考えて問題ないことが確認できた。

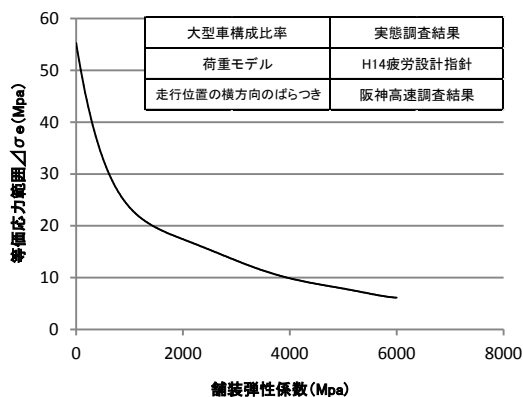


図-6 舗装の弾性係数と等価応力範囲の関係

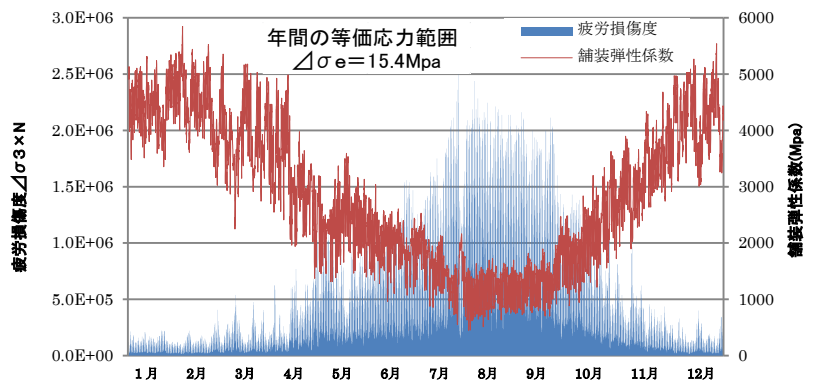


図-7 時間あたりの疲労損傷度

6. まとめ

2012 年の気象庁の気温データを使用した検討から、基層の舗装材料にグースアスファルトを使用した本橋における年間の疲労損傷度の平均値は、春・秋の疲労損傷度と概ね一致することが確認できた。また、本橋における年間の疲労損傷度を算出する場合の舗装の弾性係数は、約 2500Mpa が妥当であることがわかった。

参考文献

- 1) 渡邊, 内藤, 山田: 矢作川大橋におけるデッキプレート進展き裂に対する検討, 鋼構造論年次論文報告集, Vol. 14, pp. 337-344, 2011. 11
- 2) 三木, 菅沼, 富澤, 町田, 鋼床版箱桁橋のデッキプレート近傍に発生した疲労損傷の原因, 土木学会論文, No. 780/I-70, 57-69, 2005. 1
- 3) 井口, 石井, 石垣, 前野, 鷺見, 山田: 舗装性状を考慮した鋼床版デッキプレートとUリブ溶接部の疲労耐久性の評価, 土木学会論文集 A vol. 66 no. 1, 79-91, 2010. 2
- 4) 井口, 内田, 平山, 川畑: 鋼床版のデッキとUリブ溶接部の疲労寿命評価法に関する検討, 土木学会論文 A1, Vol. 67, No. 3, 464-476, 2011
- 5) 土木学会, 鋼床版の疲労, 2010 改訂版