

実働応力を考慮した鋼床版トラフリブ溶接継手の疲労照査

名古屋大学 学生員 小塩達也
 名古屋大学 正員 山田健太郎
 横河ブリッジ 正員 岩崎雅紀

1. まえがき

鋼床版は軽量であることから、都市内高架橋や長大橋に用いられている。しかし、軽量であることにより死荷重応力に対する活荷重応力の割合が大きく、疲労被害を受けやすい部材の一つであると考えられている¹⁾。本研究では、応力測定が行われた鋼床版をモデル化し、有限要素解析により影響面を求め、実荷重下での応力波形を算出し、トラフリブの溶接継手に対して疲労照査を行った。

2. 有限要素解析モデル

着目点はトラフリブ下面の横リブスパン2.5mの1/2点および1/4点の橋軸方向応力とし、応力影響面の範囲は、着目点のある横リブスパンとその前後の計3スパン分とした。対称性より解析メッシュは横リブ2スパン分とし、図-1に示す主桁ウェブ間の鋼床版を薄肉シェル要素でモデル化した(図-2)。なお、解析では舗装の剛性は考慮しなかった。

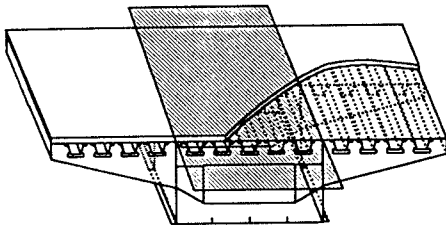


図-1 解析対象範囲

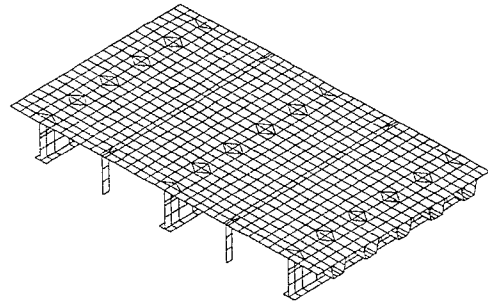


図-2 有限要素メッシュ図

3. 実測値との比較

有限要素解析により応力影響面を作成、図-3に示す応力測定で用いられた荷重車の軸重・軸距を用い、タイヤの載荷面を前輪を 20×20 cm、後輪を 20×50 cmとし、荷重車走行(片輪)による応力波形を算出した(図-4)。図中の実測波形は比較のために、夏期と冬期の計測波形2例を挙げた。応力測定は横リブスパン1/2点について、複数の鋼床版パネルで行われた。これらの測定結果より、図-5に各載荷ケースでのひずみゲージごとの応力の最大・最小値を整理して解析値との比較を行う。舗装剛性を考慮しないこのモデルの解析値は、夏期の動的載荷(8月: 気温 $37 \sim 40^\circ\text{C}$ 、速度 $40 \sim 50\text{km/hr}$)に近い値となった。また、冬期における動的載荷の応力範囲は(11月: 気温 $10 \sim 15^\circ\text{C}$ 、速度同じ)、

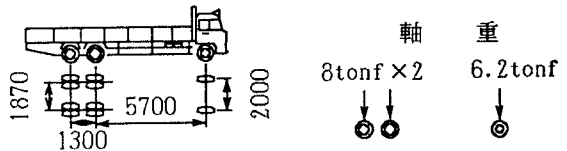


図-3 荷重車諸元

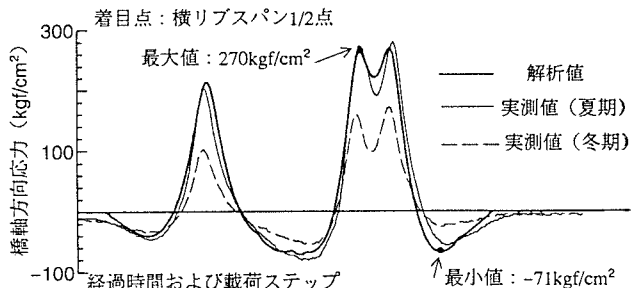


図-4 荷重車走行による応力波形

夏期における応力範囲の62%程度に低減されている。これはアスファルト舗装の剛性が冬期低温時に大きくなったことによると思われる。そこで本研究では低温期（日変動を含む）の応力をアスファルト舗装の剛性が期待できない高温期の応力の65%として、一年を高温期のみ、低温期のみ、また高温期6カ月、低温期6カ月とした場合の3種類の疲労損傷度を計算することにした。

4. 疲労照査に用いる荷重と載荷条件

疲労照査に用いる荷重として、図-6に示す大型車活荷重モデル（9車種、18車輪）を用いた²⁾。また、衝撃、同時載荷等は考慮せずに1台ごとの大型車片輪のみで応力波形を算出、レインフローカウントを行った。車輪走行位置の横断方向分布は、標準偏差 $\sigma=25\text{cm}$ の正規分布とし、レインフローカウントで得られた応力範囲の頻度を走行位置の発生頻度で補正し、応力ヒストグラムを作成、疲労損傷度を計算した。また、走行位置が分布するときの疲労損傷度と、走行位置がトラフリップ直上のみが存在するときの疲労損傷度とを比較した。

5. 照査結果

疲労損傷度は、トラフリップの溶接継手に用いる裏当て金付き突合せ溶接継手の設計S-N線図（JSSC疲労設計指針のF等級）を用いて計算した。大型車交通量を1日2500台/車線として、主桁ウェブより2本目の縦リブ直上に走行分布中心があるときの設計疲労寿命を表1に示す。縦リブの現場溶接継手が横リブスパンの1/2点と1/4点の間にあると仮定すると、設計疲労寿命は舗装を舗装を考慮しない場合（高温期のみ）で16～22年、低温期のみで58～81年、および高温期・低温期6カ月ずつでは25～35年程度となる。すなわち、舗装剛性を考慮することにより、トラフリップの設計疲労寿命はかなり長くなることがわかった。なお、低応力範囲のカットオフによる疲労寿命は、低温期を仮定した場合に大きな差が見られた。また、縦リブ直上へのみの載荷に対し、縦リブ直上を中心に $\sigma=25\text{cm}$ で後軸中心が正規分布すると、算出される疲労損傷度は60%程度になった。

6. まとめ

応力測定結果を参考にして、低温期の舗装剛性による応力低減を考慮することによって、年間の舗装剛性の変化を考慮した疲労照査を行った。走行分布中心位置の下にある縦リブの現場溶接継手は、大型車交通量が1日2500台程度では、設計疲労寿命が25年～35年程度という結果が得られた。

参考文献 1)土木学会鋼構造委員会 鋼床版の疲労小委員会：鋼床版の疲労（1990）、技報堂出版

2)日本鋼構造協会：鋼構造物の疲労設計指針・同解説（1993）、鋼構造シリーズ 4、土木学会

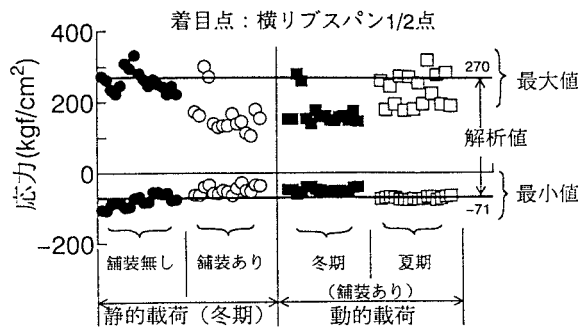


図-5 荷重車によるトラフリップ下面の全応力範囲

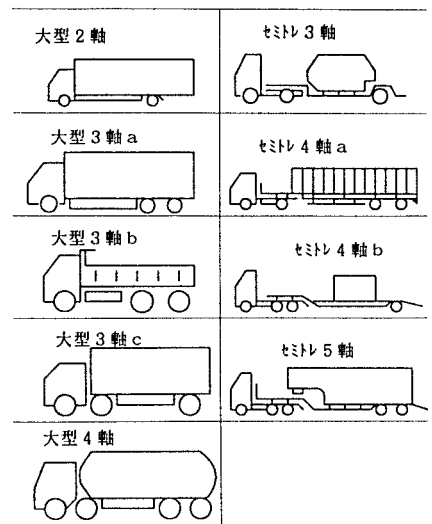


図-6 大型車活荷重モデル

表1 疲労寿命計算結果（単位：年）

着目点の 縦リブスパン位置	1/2点	1/4点
高温期のみで計算	16 (18)	22 (27)
低温期のみで計算	58 (95)	81 (146)
高温期・低温期を 6カ月ずつで計算	25 (31)	35 (46)

(()内はカットオフを考慮した疲労寿命)