

## デッキき裂を対象とした鋼床版の疲労耐久性評価のための応力参照点の検討

(一社) 日本橋梁建設協会 正会員 林 暢彦 正会員 川畑 篤敬  
法政大学 フェロー会員 森 猛

## 1. はじめに

15年ほど前から鋼床版のデッキプレート(デッキ)・トラフリブ溶接のルートからデッキ上面に向かって進展する疲労き裂(図1参照)が発見されるようになったが、この損傷に対する疲労評価法は確立されていない。疲労評価のためにはき裂発生点で溶接ルートの発生応力を明らかにする必要があるが、この位置の応力を測定することはできない。したがって、応力測定を通して既設鋼床版の疲労評価を行う場合には、活荷重によるルートの発生応力との相関が高く、ひずみゲージなどで計測可能な位置、すなわちルートと同等な応力発生傾向を示す他の部位を応力参照点とすることが考えられる。

応力参照点については、著者の一人が輪荷重(載荷面積200mm×200mm程度)位置を変えてFE解析を実施することで、応力参照点と溶接ルートの応力を比較し、溶接ルートと概ね同様な傾向を示す応力参照点を確認した。しかし、ルートの応力は荷重位置に敏感であることが知られており、輪荷重を用いた両者の比較から応力参照点を検討するには問題があるとも考えられる。

本研究では、輪荷重ではなく集中荷重を対象としたFE解析を行い、これまでに提案されている応力参照点の妥当性について検討する。このような解析を実施することにより、ルート応力と応力参照点の応力の影響面を作成することができ、両者の比較も可能となる。

## 2. 解析対象

解析対象は、図1に示す鋼床版の部分モデルである。着目する溶接部の位置は○印で示すとおりである。モデルの幅は1700mm、長さは3400mm、高さは612mmであり、縦リブ2本、横リブ3本を有している。板厚はトラフリブで6mm、デッキで12mm、それ以外(横リブ・主桁ウェブ)は12mmである。縦リブはトラフリブ、横リブはI断面リブである。トラフリブの断面寸法は、320mm×240mm×6mmであり、縦リブ間隔は320mm、横リブ間隔は1600mmである。デッキ・横リブ・トラフリブ交差部にはスカラップ、横リブ・トラフリブ交差部にはスリットを設けている。デッキ・トラフリブ溶接部の溶込みはトラフリブ厚の75%としている。このような構造は、現在使用されている最も一般的なものである。応力参照点としては、これまでの研究を参考に、図1の①～③で示す3か所とする。デッキ・トラフリブ溶接に止端から5mm離れたデッキ下面①、止端から5mm離れたトラフリブ外面②、そしてトラフリブ内側から5mm離れたデッキ下面③である。

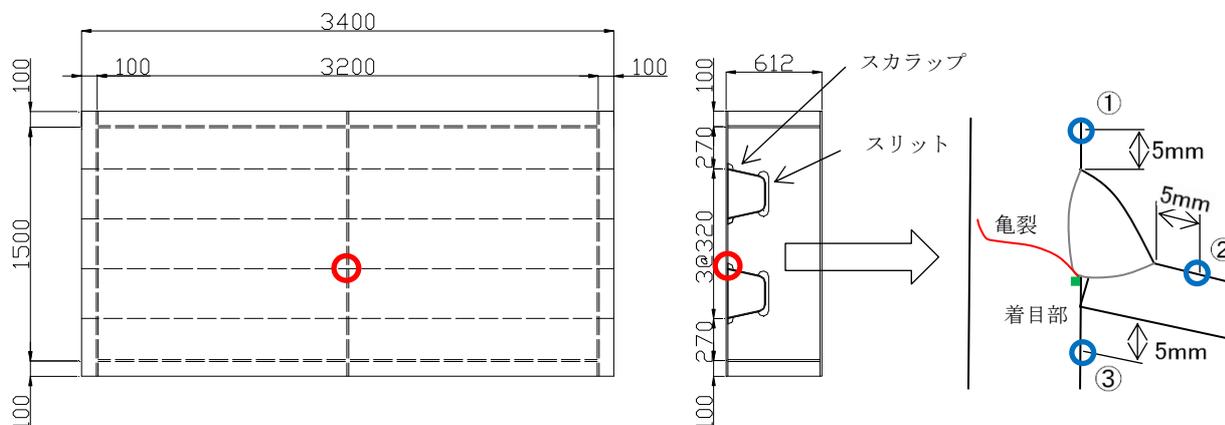


図1 解析対象

キーワード 鋼床版, デッキプレート・トラフリブ溶接部, 溶接ルート, 応力影響面, 応力参照点

連絡先 〒105-0003 東京都港区西新橋1丁目6-11 西新橋光和ビル9階 (一社)日本橋梁建設協会 TEL03-3507-5225

### 3. 解析方法

FE 解析には、着目部のデッキ・トラフリップ交差部をソリッド要素、その他はシェル要素としたハイブリッドモデルを用いた。シェル要素の寸法はデッキ・横リブ・トラフリップ交差部近傍で 5mm、その他の部分を 10mm~20mm とした。ソリッド要素は、デッキ・横リブ・トラフリップ交差部の橋軸直角方向 185mm、橋軸方向 190mm、トラフリップウェブ方向 125mm の部分に適用した。ソリッド要素の最小要素寸法は 0.1mm である。ソリッド要素で作成した要素分割図を図 2 に示す。鋼材の弾性係数は  $2.06 \times 10^5 \text{ N/mm}^2$ 、ポアソン比は 0.3 とした。解析モデルの支持は主桁と横リブ下フランジ交差部の 4 隅を拘束することによって模擬した。その際、一方の辺はローラー支持、他方の辺はピン支持としている。荷重点は、橋軸方向に 27 ライン、橋軸直角方向に 38 ラインの交点 1026 点とし、モデルの対称性を考慮して、橋軸直角方向に 2 等分し、片側のみとした。なお、集中荷重の大きさは 1kN とした。

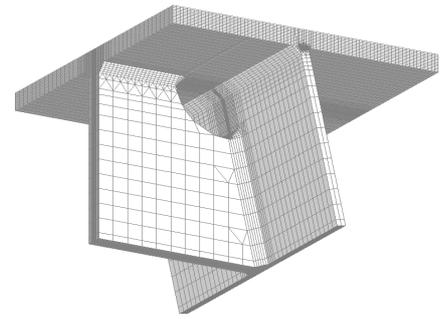


図 2 ソリッド要素分割図

### 4. 解析結果

解析より求めた応力参照点①の橋軸直角方向ひずみとルート部の橋軸直角方向応力の関係を図 3 に示す。ルート部の応力が小さい領域で両者の相関は低いものの、応力が比較的大きい領域では、両者の相関は高い。応力参照点①②③のひずみと溶接ルート部の橋軸直角方向応力あるいは最小・最大主応力との関係、そして相関係数を表 1 に示す。

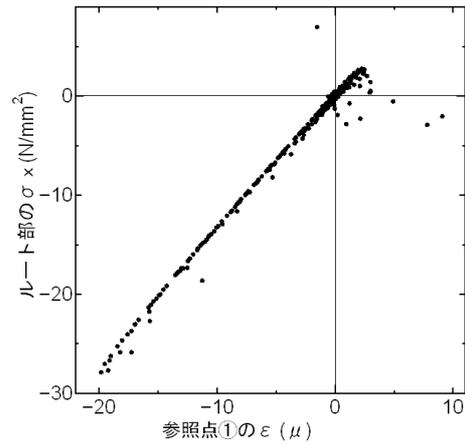


図 3 ①のひずみとルート部応力の関係

ルート部の橋軸直角方向応力の影響面を図 4 に、応力参照点①の橋軸直角方向ひずみの影響面を図 5 に示す。両者の影響面の縦距は異なるものの、形状はほぼ同じである。ただし、引張応力が生じる部分の領域が多少異なっており、それが図 3 に示した結果として現れたものと考えられる。

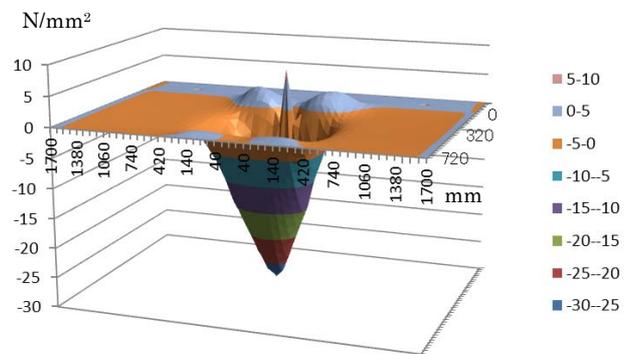


図 4 ルート部の橋軸直角方向応力の影響面

### 5. まとめ

応力参照点としては、デッキプレート・トラフリップ溶接のデッキプレート側止端から 5mm 離れたデッキプレート下面がよい。

表 1 参照ひずみとルート部応力の相関係数

比較対象	近似式	相関係数
$\epsilon 1$ と $\sigma x$	$\sigma x = 1.338 \epsilon 1$	0.984
$\epsilon 1$ と $\sigma \min$	$\sigma \min = 1.768 \epsilon 1$	0.977
$\epsilon 1$ と $\sigma \max$	$\sigma \max = 0.407 \epsilon 1$	0.938
$\epsilon 2$ と $\sigma x$	$\sigma x = -4.822 \epsilon 2$	-0.945
$\epsilon 2$ と $\sigma \min$	$\sigma \min = -6.565 \epsilon 2$	-0.967
$\epsilon 2$ と $\sigma \max$	$\sigma \max = -1.408 \epsilon 2$	-0.869
$\epsilon 3$ と $\sigma x$	$\sigma x = 0.945 \epsilon 3$	0.975
$\epsilon 3$ と $\sigma \min$	$\sigma \min = 1.237 \epsilon 3$	0.957
$\epsilon 3$ と $\sigma \max$	$\sigma \max = 0.288 \epsilon 3$	0.931

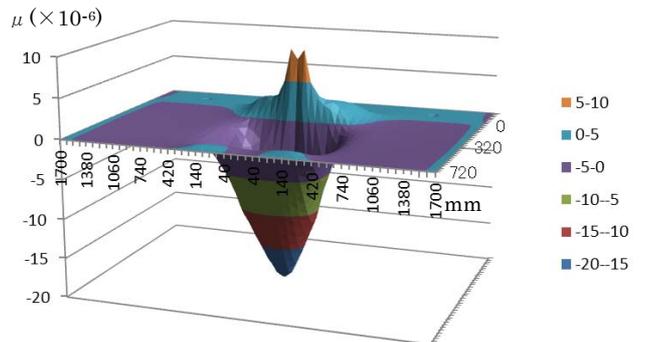


図 5 応力参照点①の橋軸直角方向ひずみの影響面