

鋼床版の U リブと横リブ交差部の疲労き裂に着目した FEM 解析による対策検討

関西大学 正会員 坂野 昌弘

阪神高速道路株式会社 正会員 高田 佳彦 正会員 平野 敏彦

(社) 日本橋梁建設協会 正会員 ○夏秋 義広 瓦林 誠

1. はじめに

阪神高速道路で近年発見されている鋼床版の損傷パターンのうち、U リブと横リブ交差部の廻し溶接止端部（以下、着目点と呼ぶ）のき裂は、発見されている数が最も多い。これらのき裂はデッキプレートおよび U リブの現場継手に隣接する横リブと U リブの交差部に多く見られる。このような背景の下、下記の通り検討を行った。

- ① 実橋をモデル化した解析を行い、载荷位置、継手構造をパラメータとして着目点の発生応力を比較し、疲労損傷の原因を究明する。
- ② 移動輪荷重試験を行う中型供試体をモデル化した F E M 解析を実施し、発生応力・変動応力を確認する。
- ③ 提案する補強工法に対して F E M 解析を実施し、着目点の応力低減効果を確認する。

2. 実橋モデルの F E M 解析

(1) F E M 解析モデル

縦リブと横リブ交差部に発生する損傷は、現場添接部直近に位置する交差部に発生する傾向があることから、一般部との構造の差異、および、载荷状態がき裂損傷に与える影響を把握し、損傷原因の究明を目的に F E M 解析を実施した。図-1 にモデル図を示す。着目点近傍をソリッド要素、それ以外の部分をシェル要素とビーム要素でモデル化した。载荷荷重はトレーラーの後輪（タンデム）による载荷状態を再現し、一箇所あたりの载荷荷重は 50kN とした。応力の算出点は、横リブ交差部の U リブウェブ側の廻し溶接止端部から 5mm 下方とした。

(2) 解析結果（図-2 参照）

1) 橋軸直角方向の载荷位置の影響

U リブウェブ直上载荷 (CASE-1) と U リブ軸心载荷 (CASE-2) の着目点の発生応力を比較した場合、それぞれ 71MPa, 54MPa となっている。U リブがねじれるように偏載された場合、U リブのねじれ変形が横リブ位置で拘束されることが着目点の発生応力に影響していると推察される。

2) 継手構造の差異による影響

基準となる現場継手構造 (CASE-1) に対して、CASE-3 は密閉ダイヤフラムのみを無くしたモデル、CASE-4 は現場添接構造のない一般部モデルである。解析の結果、着目部の発生応力は CASE-3 で 65MPa, CASE-4 で 56MPa であり、CASE-1 と CASE-4 を比較しても着目点の応力の低下は 2 割程度である。従って、U リブ添接部直近の横リブ交差部だけではなく、一般部においても、今後同様の損傷が発生する可能性がある。

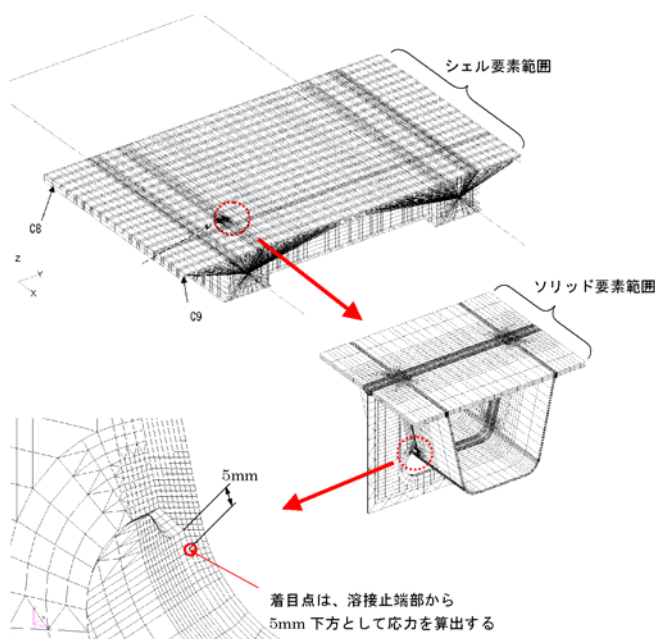


図-1 F E M 解析モデル図

キーワード 鋼床版, U リブ, 疲労き裂, F E M 解析

連絡先 〒550-0005 大阪市西区西本町一丁目 8 番 2 号三晃ビル 5 階 社団法人 日本橋梁建設協会 TEL: 06-6533-3238

3. 供試体モデルのFEM解析

(1) FEM解析モデル

移動輪荷重試験を行う中型供試体に対して、実橋モデルと同様にFEM解析を実施した。載荷荷重は移動輪荷重試験による載荷状態¹⁾を再現し1輪載荷として、実験での輪荷重移動範囲2mに載荷した。

(2) 解析結果

実橋モデルと同様に、供試体モデルのFEM解析においても着目点には大きな応力集中が生じることを確認した。図-3に示す通り、添接板上（F点）に載荷した場合に最大値を示す。また、移動輪荷重試験を行う場合、載荷荷重を118kN(12tf)とすると、着目点の変動応力は78MPaとなる。これは、実橋モデルで算出した大型トレーラが通過した場合の変動応力86MPaと近い値となることが判った。

4. 対策工の効果確認

着目点の損傷は、Uリブのねじれ変形が横リブ位置で拘束されることが原因であると推察される。したがって、これに対する補強案として、Uリブの底と横リブとを、アングル材とボルトを用いて変形を拘束する工法¹⁾を提案した。図-4に現場継手位置（F点）に載荷した場合の、補強前後の着目点の発生応力、およびUリブの変形図を示す。解析の結果、着目点の最大応力値は133MPaから18MPaへ、約1/7程度まで低減した。従って、提案する対策工は着目点の応力低減に効果があると考えられる。

5. まとめ

本検討ではFEM解析によって、実橋で発生している疲労損傷の原因を究明した。また、移動輪荷重試験を行う中型供試体の応力を確認し、更に提案する補強工法に対して、着目点の応力低減効果を確認した。

なお、中型供試体による移動輪荷重試験により、対策工の疲労耐久性向上効果を検討している¹⁾。

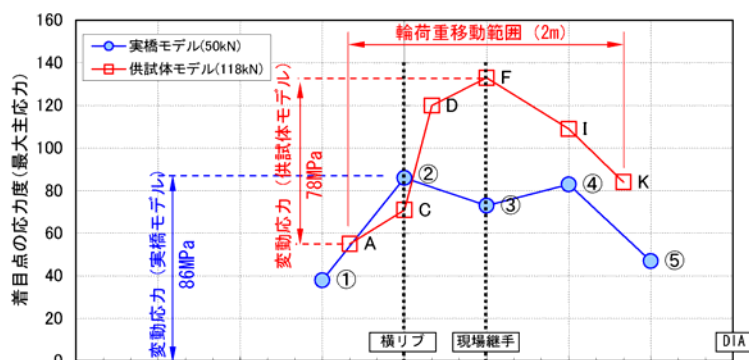


図-3 実橋モデルと供試体モデルの変動応力比較

【参考文献】

- 1)平野ら：鋼床版のUリブと横リブ交差部の疲労き裂に着目した移動輪荷重試験報告，土木学会第61回年次学術講演会（投稿中）

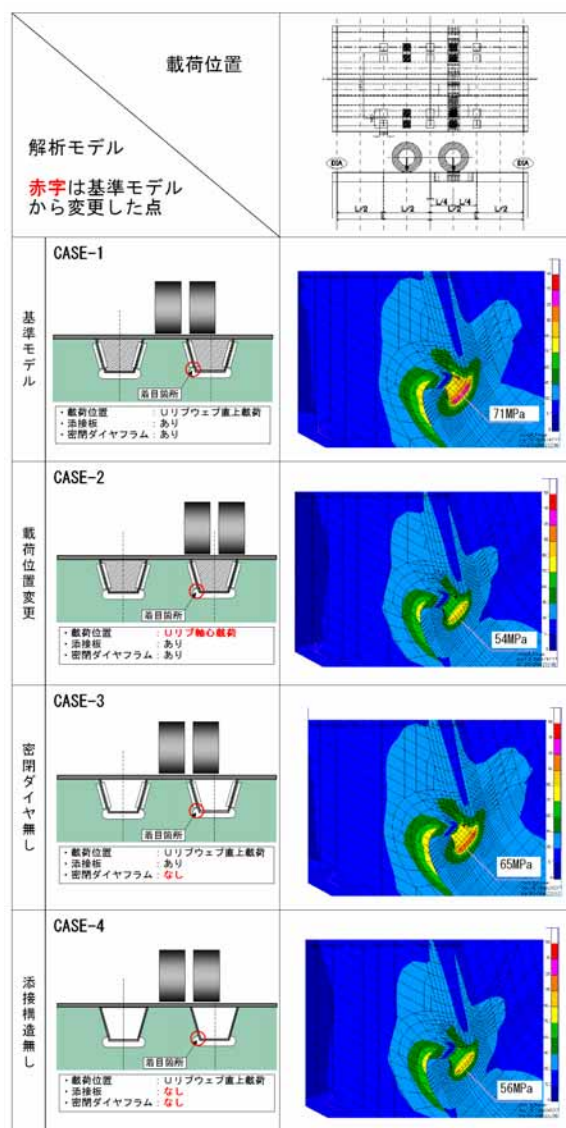


図-2 実橋モデル解析結果

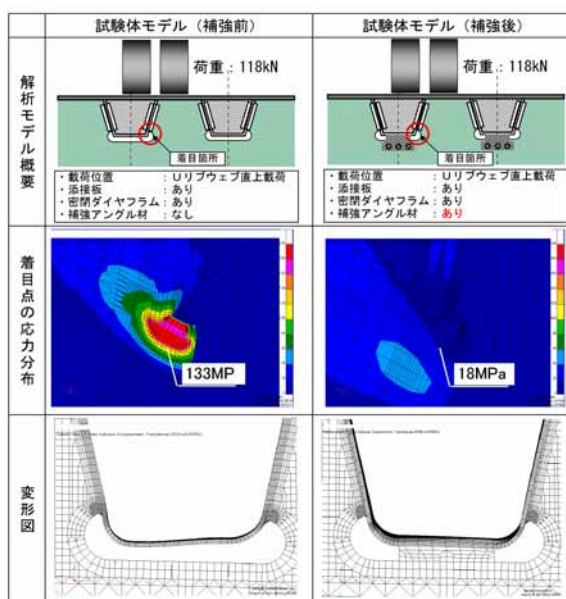


図-4 補強工法の効果