

FEM 解析による新設および更新用鋼床版構造の検討

建設コンサルタンツ協会 正会員 ○田辺 篤史
 近畿地方整備局 非会員 沼 勝雄
 関西大学 正会員 坂野 昌弘

1. はじめに

鋼橋の鋼床版鉛直補剛材上端部は、疲労損傷が多く発生する箇所の一つである。この部分の構造について、鋼道路橋の疲労設計指針¹⁾では補剛材上端をデッキに溶接しない構造が推奨されている(図 1)が、補剛材上端に若干のギャップが生じて鉛直方向の剛性が低下し、ギャップ部の面外変形によりウェブ側溶接止端部に疲労き裂が発生しやすいという問題がある²⁾。一方、既設鋼床版に対しては、垂直補剛材の上端近傍に半円切り欠きを設けることで溶接部の応力を低減させる手法が提案³⁾されている(図 2)。この半円切り欠きは、垂直補剛材上端溶接部に近いほど応力低減効果は高いが、既設橋梁では作業機械の制限により近くまで寄ることが困難である。しかし、新設であれば、先に加工できるので、よりデッキに接近させて配置でき、より高い効果が期待できる。

半円切り欠きは垂直補剛材の断面を減少させ、剛性の低下を伴うが、近年の鋼製ラーメン橋脚隅角部の構造として取り入れているフィレット構造^{4),5)}や鋼鉄道橋のフランジガセット溶接部の構造(図 3)を参考に、垂直補剛材上端部にフィレットを設ければ、剛性の低下なしに発生応力度の低減が図れる可能性がある。そこで、図 4に示す様に改良構造として、フィレット構造と半円切り欠き構造の2種類について、R 加工の半径をパラメータとした FEM 解析により検討した。

2. 解析検討

研究プロジェクト⁶⁾において、疲労試験が予定されていることを見据えて、疲労試験体の解析モデルを作成して検討を行うこととした。作成した解析モデルを図 5に示す。補強構造の半径 R は 30mm、45mm、60mm の3種類を検討した。境界条件は床組み作用に着目するため、主桁下フランジを固定した。荷重は、T 活荷重を 200mm×200mm の二つの分布荷重に置き換えて載荷した。車輪の通過位置のばらつきを考慮するために、既設構造垂直補剛材コバ面位置が分布荷重の中心となる条件を基準に、そこからウェブの反対側に向けて 20mm ピッチで移動させながら解析を行った。

3. 解析結果

補強効果は、①垂直補剛材コバ面上端溶接止端部、②垂直補剛材コバ面 R 加工部、③デッキ下面回し溶接止端部の3か所で評価を行った。荷重位置(車輪走行位置)を変化させた解析により着目部に発生する最大及び最小応力度を求め、補強構造ごとに R との関係を整理したものを図 7に示す。図中

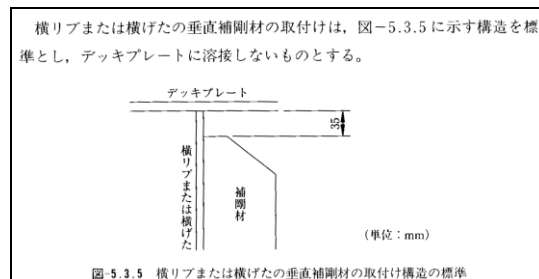
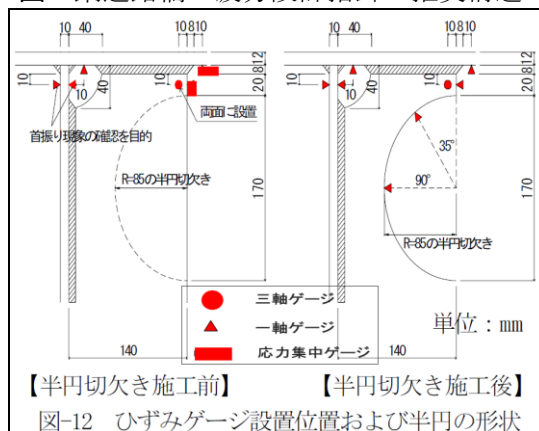
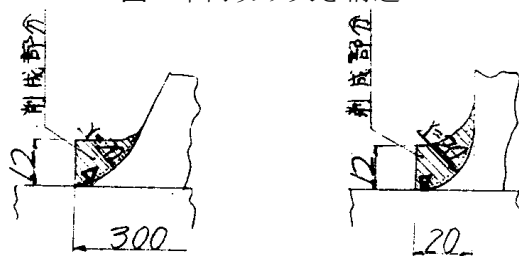
図1 鋼道路橋の疲労設計指針の推奨構造¹⁾図2 半円切り欠き構造³⁾

図3 鋼鉄道橋のフランジガセット溶接端部構造

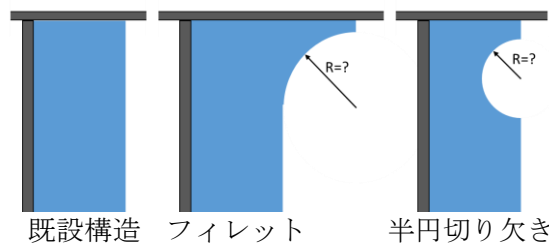


図4 補剛材上端形状の改良

キーワード 鋼床版、垂直補剛材上端部、半円切り欠き、フィレット構造、FEM 解析

連絡先 〒541-0054 大阪市中央区南本町 3-6-14 (株)日建設計シビル 施設設計部門 設計部 TEL 06-6229-6372

の灰色は既設構造の場合の応答を示している。既設構造で疲労損傷が多く発生している①の応答は、どちらの補強構造でもどのRでも大きく低減できていることがわかる。②を見ると、半円切り欠きはRにかかわらず300MPa以上と大きくなっているが、フィレット構造ではRが大きいほど応力は小さく200~250MPa程度である。応力は大きい、母材部であり疲労上の問題は少ないと考えられるが、300MPa以上では材料の降伏が懸念される。③ではフィレット構造より半円切り欠きの応力低減効果は大きい、Rが大きいほど引張応力が増加した。R部に比べて溶接部の疲労強度は低く、デッキ側へのき裂は避けるべきであるので、Rは30mmとするのが良いと考えられる。

4. まとめ

垂直補剛材上端部に半円切り欠きとフィレットを設けた改良構造についてFEM解析検討を行った結果、どちらも十分な応力低減効果があるが、R部を考慮するとフィレット構造が、デッキ側応力特性を見るとR=30mmが適切と考えられる。

謝辞 本検討は、近畿地方整備局新都市社会技術融合創造研究会「鋼床版の疲労耐久性向上に関する研究」⁶⁾の一部として実施したものです。関係者に謝意を表します。

参考文献

- 1) 日本道路協会：鋼道路橋の疲労設計指針，丸善，2002.3.
- 2) 南荘ほか：鋼床版箱桁全体を対象とした応力性状の把握と疲労耐久性評価，構造工学論文集，49A(773-780)，2003.3.
- 3) 高田ほか：半円切欠きを用いた既設鋼床版橋主桁垂直補剛材上端溶接部の疲労対策，鋼構造論文集，16(62)35-46，2009.6.
- 4) 田辺ほか：既設箱断面鋼製ラーメン橋脚隅角部のリブ取付による疲労強度向上，土木学会論文集，773(I-69)137-149，2004.10.
- 5) たとえば，時田ほか：新設鋼製橋脚隅角部におけるフィレット構造の応力低減効果(その1)，第58回年次学術講演会，I-424，2003.9.
- 6) 坂野：鋼床版の疲労耐久性向上に関する研究プロジェクト(その2)，第74回年次学術講演会，CS3-1，2019.9.

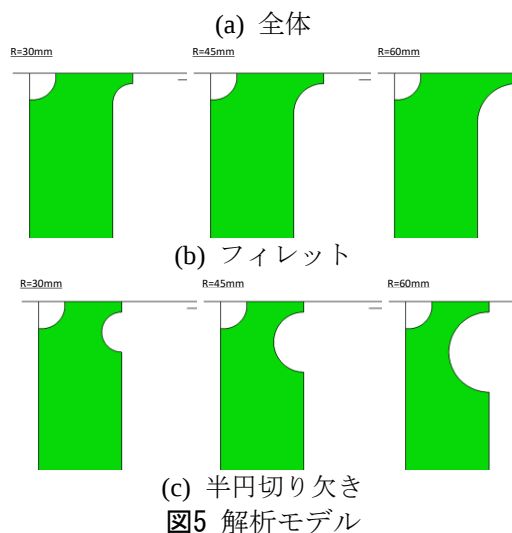
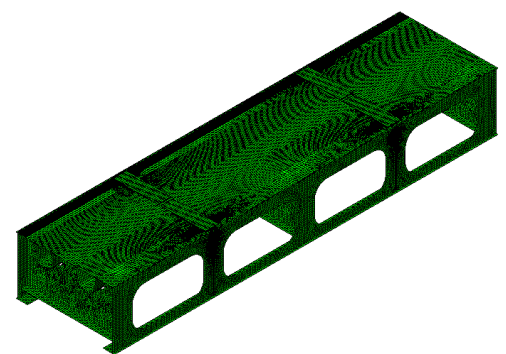


図5 解析モデル

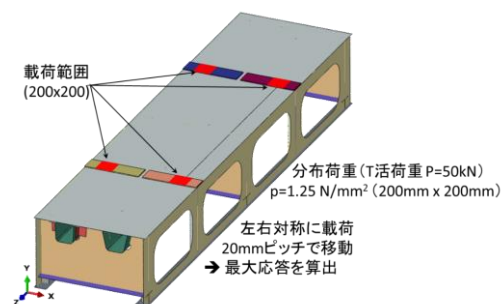


図6 荷荷条件

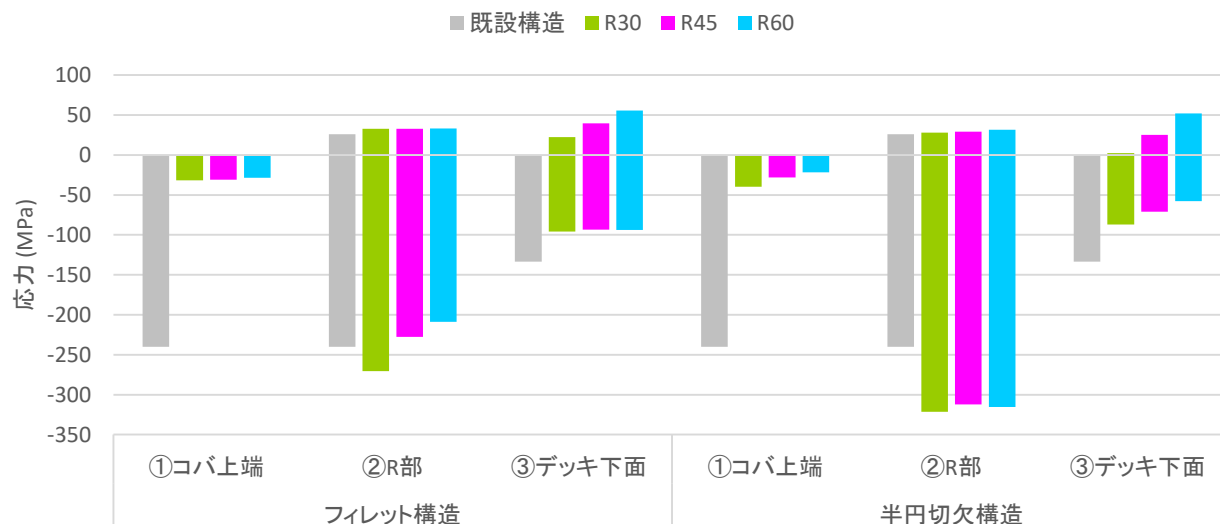


図7 荷荷位置のばらつきを考慮した場合の最大・最小応力度の比較