

既設鋼床版トラフリブ横リブスリット部の疲労耐久性向上に関する検討

東京鐵骨橋梁 正會員 ○小峰 翔一 法政大學 フェロー 森 猛
東京鐵骨橋梁 山田 浩二 東京鐵骨橋梁 フェロー 入部 孝夫

1. はじめに

近年、重交通路線を中心に閉断面形式の鋼床版に数多くの損傷事例が報告されている。中でも、トラフリブと横リブウェブの交差部に設けられるスリット端部に最も多くの疲労損傷が確認されている(図-1)。ここでは、トラフリブ側の溶接止端部から発生する疲労き裂に着目する。これらのき裂の防止方法については、既にいくつかの検討がなされているが、それらは新設橋を対象としており、既設橋に適用するのは難しい。そこで、既設橋を対象としてドリルによる円孔加工とソーカットでスリット溶接部に生じる応力集中を緩和し、疲労耐久性を向上させることを考えた。本研究では、荷重載荷位置、円孔の大きさ、形状、位置をパラメータとして有限要素解析を行い、着目位置の応力について比較検討を行った。さらに、円孔加工とソーカットによる疲労耐久性向上について疲労試験を行うことにより検討した。

2. 応力解析

有限要素解析の対象モデルは、図-2に示すトラフリブ2つと横リブ3つで構成される鋼床版モデルである。トラフリブの断面寸法は320mm×240mm×6mmであり、補修前のスリット形状は、従来から使用されている最も一般的な形状である。解析は、下フランジ下面の4隅を支持し、載荷面積を200mm×200mm、その大きさを50kNとして行った。解析には、スリット端部近傍をソリッド要素、その他をシェル要素としたハイブリッド要素を用いた。溶接は、脚長6mmの等脚の二等辺三角形とし、着目部近傍のソリッド要素の寸法は1mm×1mm×1mmとした。

着目部に最も大きい応力が発生する荷重載荷位置を特定する目的で図-2に示す全18ケース(●印)の載荷位置で解析を行った。トラフリブ側では、B3、A3、F2の順に高い応力が生じた。円孔による補修モデルの解析は、円孔の直径D(10、20、30、40mm)、トラフリブからの距離a(15、30、40、50mm)、横リブ溶接止端からの距離b(10、20、30、40mm)をパラメータとし、載荷位置をF2で実施した。円孔の大きさ、位置の定義は図-3(左側)に示す通りである。解析より、Dを大きく、aを短く、bを長くすることによって、着目部の応力は低減することが明らかとなった。補修モデルの解析結果から最も着目部の応力が低減する円孔の位置と大きさは図-3(右側)に示す円孔の大きさおよび位置であった。

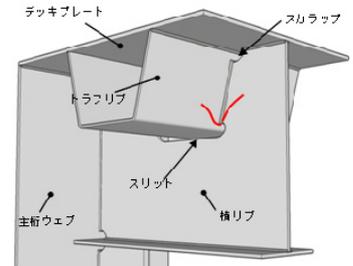


図-1 実橋で検出された疲労き裂

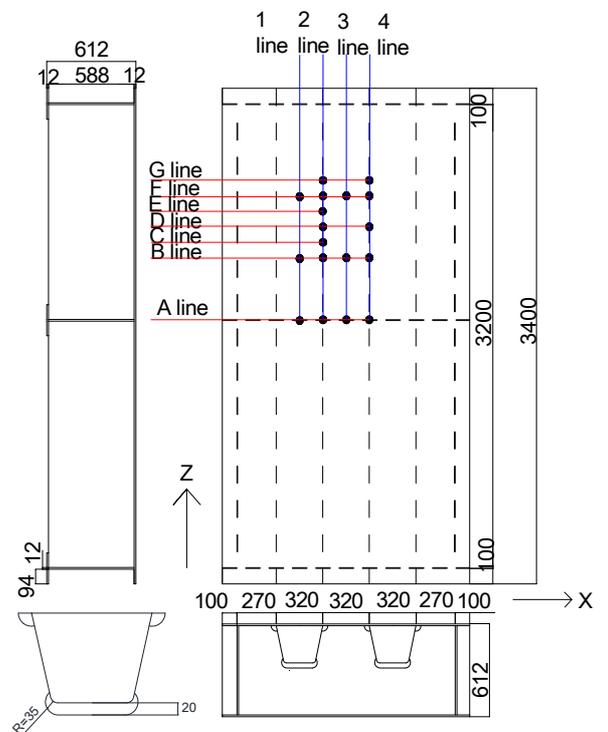


図-2 解析対象および疲労試験体

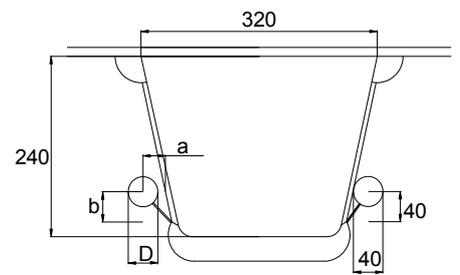


図-3 円孔の大きさと位置

キーワード 鋼床版、トラフリブ、横リブスリット、円孔加工、ソーカット

連絡先 〒302-0038 茨城県取手市下高井1020 (株)東京鐵骨橋梁 技術本部 技術研究所 TEL:0297-78-1113

3. 疲労試験

図-2 に示す形状，寸法の試験体を製作し，補修なしと補修ありの状態それぞれ応力測定試験と疲労試験を行った．荷重面積は 200mm × 200mm，その大きさは 200kN，荷重位置は試験装置の関係から D2 とした．円孔の位置と大きさは，D=40mm，a=35mm，b=35mm とした．更に着目部の応力を低減するために写真-2 のように円孔が溶接部に接するように加工した．応力測定試験と解析で得たトラフリブの鉛直方向の応力分布を図-4 に示す．試験結果より円孔を設置することでトラフリブ溶接止端部の応力が最大で約 50% 低減している．

疲労試験は，下限荷重 10kN，上限荷重 210kN として行った．円孔なし試験体は，44 万回でトラフリブ溶接止端部にき裂が発生した．281 万回で試験を終了したが，終了時のき裂の全長は 127mm であった．このき裂を写真-1 に示す．補修前と同じ条件で，円孔により補修した試験体の疲労試験を行った．220 万回で写真-2 に示すき裂が発生した．着目部であるトラフリブ側溶接止端部からは，き裂は発生していなかった．

4. ソーカット位置の検討

円孔加工により補修した場合には，円孔内からき裂が発生した．その改善策として，ソーカットの位置について検討した．試験で用いたソーカットのほかに 2 つのモデルを作成し解析を行った．Mises 応力のコンター図を図-5 に示す．円孔内の最も大きい引張応力と圧縮応力を表-1 に示す．トラフリブ側溶接止端部の応力は，補修モデル 1 よりも補修モデル 2，3 がより低減しているが，試験でき裂が発生した位置の圧縮応力に変化はない．

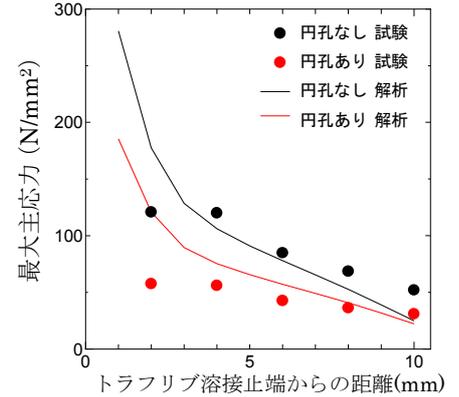


図-4 解析と試験の応力分布比較

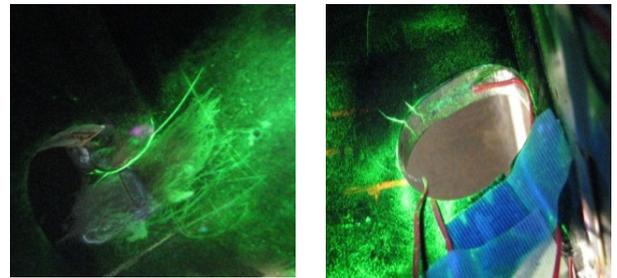


写真-1 補修なし

写真-2 補修あり

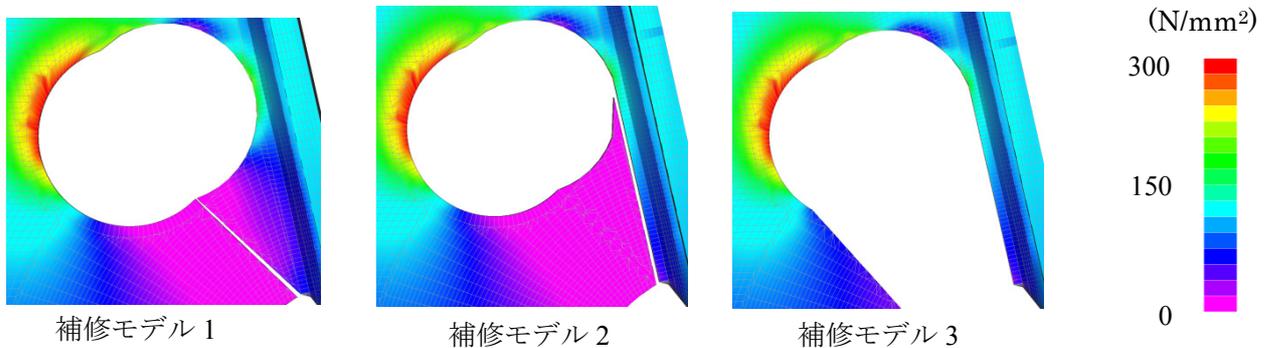


図-5 Mises 応力コンター図

表-1 各補修モデルの解析結果 (荷重位置 : D2) (N/mm²)

	トラフリブ側最大主応力	円孔内最大引張応力	円孔内最大圧縮応力
補修なし	280	-	-
補修モデル1	185	244	-363
補修モデル2	153	212	-363
補修モデル3	153	212	-363

5. まとめ

横リブウェブに円孔とソーカットによる補修を行うことで，トラフリブ側溶接止端部の疲労耐久性は向上することを解析と疲労試験により確かめた．しかし，円孔内には高い圧縮応力が生じ，それによる疲労き裂の発生が考えられ，留意する必要がある．