

疲労損傷を起こした接合部の補修対策に関する一検討

アジア航測（株）正会員 北山 直人
アジア航測（株）正会員 高橋 恵悟
A E N（株）正会員 橋本 和夫

1. はじめに

昭和40年代の高度経済成長期に建設された鋼橋は供用開始から30年以上が経過しており、橋体の各部に損傷が発生している事例も多く報告されている。これらの損傷の多くは主部材と副部材の接合部に発生した局部的なものであり、小材片を多用した従来型の橋梁では避けられない損傷といえる。本文では、この中でも疲労損傷の代表的な事例とされる、鋼プレートガーダーの上フランジと垂直補剛材の溶接部に発生するひび割れに着目し、既に損傷の発生した実橋をモデルとした検討により、対策後において接合部の応力集中が緩和できるような補修工法について報告する。

2. 研究の目的

鋼プレートガーダーの上フランジと垂直補剛材の接合部の疲労損傷は、床版のたわみ変形に伴う主桁の首振りに対傾構が拘束することにより発生する応力集中が原因と考えられる。これは溶接部の疲労損傷を発生させるホットスポット応力と定義されているが、これまでの溶接補修では、対策後のホットスポット応力は低減せず、再度損傷が発生する可能性も残った。

そこで、垂直補剛材の上端部を滑らかな曲線で切り欠くことにより、最大応力を母材に発生させ、接合部のホットスポット応力を低減することのできる補修工法を考案した。本研究では第一段階として、切り欠きの効果についてFEM解析により検証した。



上フランジと補剛材接合部の損傷例

3. 解析手法

実際に損傷が発生した橋梁を検討モデルとし2次元のFEMによる応力解析を行った。解析モデルは損傷箇所の応力分布を再現した実橋モデルと、垂直補剛材の上端を切欠いた補修モデルとした対策による応力の変化を確認した。また実橋と2次元モデルとの応力レベルを整合させるため床板剛性を調整し横桁等の拘束部材は実橋に合わせたモデル化をしている。着目部材は最小メッシュ幅を1cmとし、メッシュの縁応力から最大値を算出するために端部にロッド要素を組み合わせ、主応力分布を確認した。荷重は25t車を想定し、後輪荷重10tを載荷した。

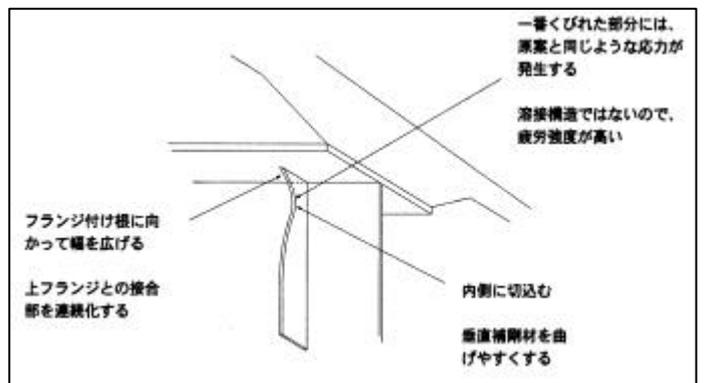


図 - 1 . 垂直補剛材の切欠き形状イメージ図

キーワード：首振り現象、溶接接合、垂直補構材、ホットスポット応力、疲労損傷

連絡先：東京都新宿区新宿4-2-18

TEL：03(5379)3050 FAX：03(5379)3161

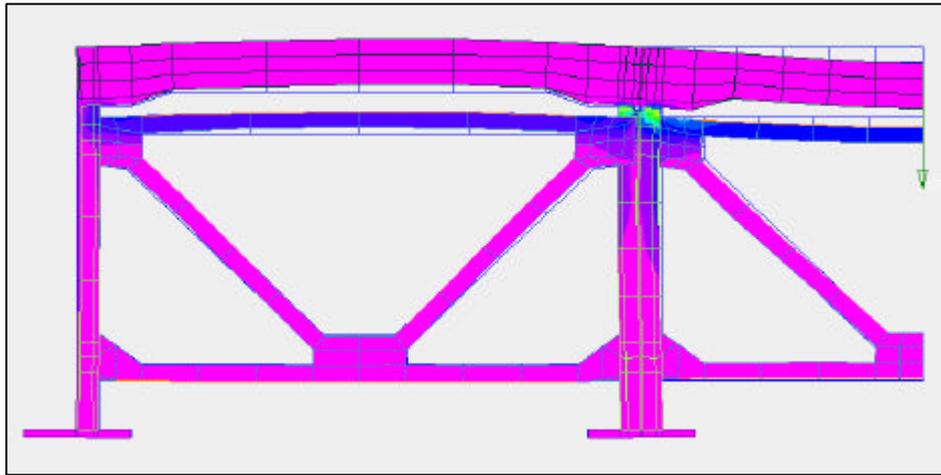


図 - 2 . 検討モデル

4 . 解析結果

F E M解析の結果、実橋モデルでは主応力が垂直補剛材上縁部に集中しており、上縁部のホットスポット応力は94.5M P aとなった。これに対し補修モデルでは応力の最大値は切欠き部に移動し、補剛材の上縁部では3.4M P a、応力集中している切欠き部では107M P aという結果が得られた。

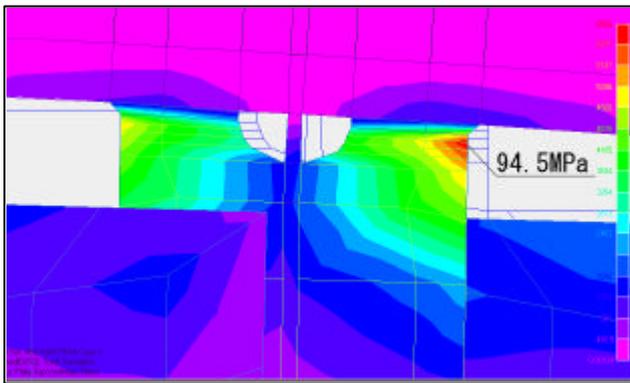


図 - 3 . 実橋モデルの応力集中

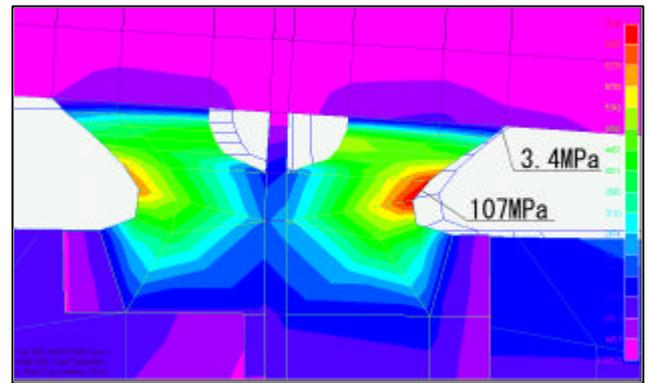


図 - 4 . 補修モデルの応力集中

5 . 考察

実橋モデルの解析結果では、上フランジと垂直補剛材の接合部には大きな応力集中が生じており、実橋の疲労損傷の主たる原因となっていることが推定された。これに対し、垂直補剛材に切欠きを設けた後は、最大応力は切欠きを設けた母材部に移行し、問題となる接合部のホットスポット応力は大幅に低減している。本検討では接合部の疲労強度等級がHランクであることから、対策後の応力目標値を40M P a以下として切欠きをおこない、5 c m程度の小さな切欠きを設けることで応力の低減は十分に可能であり、溶接補修部の損傷の再発を防止する補修対策として有効な方法であることが確認できた。

6 . おわりに

本研究で検討した垂直補剛材の上端を切欠く補修対策は、簡易な方法でありながら十分な効果が得られ、鋼構造の応力集中を低減させるために有効な手法である。

今後、汎用性を広げるためには応力度と切欠き形状の関係を定量的に押さえるが必要と考えられる。また新設橋においても大きな応力集中が予想される部材に用いることも可能である。