

## 主桁・横桁取合部（ウェブギャップ）の疲労損傷に対する補強検討

首都高速道路(株) 正会員 平野 秀一  
 首都高速道路(株) 正会員 中村 充  
 (財)首都高速道路技術センター 正会員 仲野 孝洋

### 1. はじめに

主桁と横桁上フランジとの隙間にある補強リブ（以下、ギャップ板）の損傷原因については、これまでFEM解析や荷重車計測など様々な検討が実施されている。ギャップ板の上側溶接部の損傷は、床版のたわみ変形、下側溶接部は主桁間のたわみ変形差で生じる大きな局部応力が要因であることが明らかとなっている<sup>1)</sup>。

これらの補修方法として、増厚取替えや補修溶接後にTIG処理を実施するなどの方法がとられてきた。しかし、ギャップ板はRC床版と近接しているため施工が狭隘部となり、溶接品質の確保が課題とされている。また、溶接補修後にき裂の再発が確認されており、新たなギャップ板の補修方法が求められている。

本稿では、重要部位である主桁ウェブと上フランジの溶接部（以下、主桁首溶接部）に着目したギャップ板の補強方法を提案し、その補強効果を検証したFEM解析結果について報告する。

### 2. 補強検討

#### (1) 補強方法

首都高速道路における鋼I桁の疲労損傷のうち、ギャップ板溶接部のき裂損傷は多く、主桁などの一次部材にき裂が進展したり、ギャップ板損傷により主桁の首溶接部に二次損傷を与える可能性も考えられる。

既往の研究により、床版補強の縦桁増設はギャップ板に発生する局部応力を低減する効果が確認されており、今回縦桁増設と同等の効果が期待できる補強方法を提案する。

今回提案する補強概要を図1に示す。この補強方法は、RC床版を横桁上フランジ上に設置した受台（以下、馬材）にて支持する方法であり、縦桁増設に比べ施工性に優れた構造である。既設横桁上フランジとはボルト接合、RC床版とは従来の縦桁増設と同様に、エポキシ樹脂にて接着する構造としている。

この補強方法の効果を確認するため、従来の縦桁補強と比較検討を実施した。

#### (2) FEM解析

##### 解析モデル

解析モデルは、図2に示すように実橋梁の全体を再現した。床版、主桁、横桁、ギャップ板周りをシェル要素、横構、対傾構は梁要素とした。対象橋梁には、主桁間隔が広く床版のたわみ変形と主桁間のたわみ変形差が生じやすい橋梁を選定した。縦桁および馬材補強を考慮した解析モデルをそれぞれ図3、図4に示す。なお、実橋において縦桁補強が実施されている径間では、ギャップ板の損傷が少ないため、今回縦桁補強と馬材補強を併用した解析は実施していない。

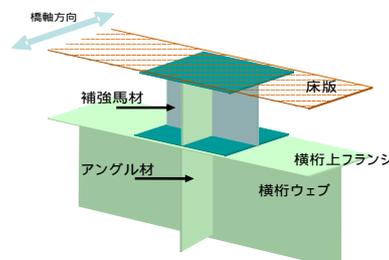


図1 馬材補強構造概要

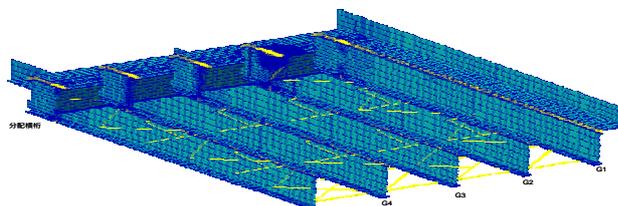


図2 全体モデル

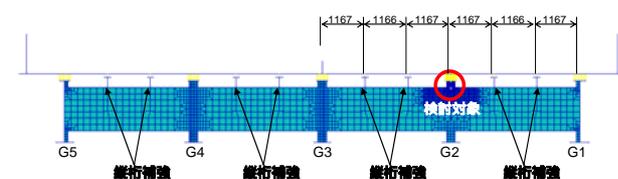


図3 縦桁補強モデル

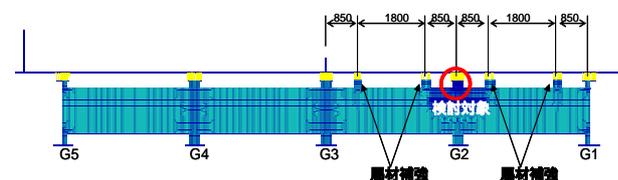


図4 馬材補強モデル

キーワード 疲労き裂，ウェブギャップ板，FEM 解析

連絡先 〒100-8930 東京都千代田区霞ヶ関1-4-1 首都高速道路株式会社 TEL 03-3539-9546

主桁首溶接部の評価

ギャップ板付近の主桁首溶接部は，ホットスポット応力にて評価を行なった．主桁首溶接部の解析モデルを図5に示す．ホットスポット応力の算出は，国際溶接学会（IIW）のタイプAに従い外挿点を0.4t，1.0tとした．

解析モデルの検証

事前に25t荷重車による応力計測を実施し，前輪10t後輪15tの25t荷重車モデルを用いて解析の妥当性の検証を行っている．

載荷条件

載荷条件は，実車両の走行位置を考慮して各車線に25t荷重車を載荷させた．今回着目したG2桁のギャップ板に最大応力が発生する載荷位置を図6に示す．

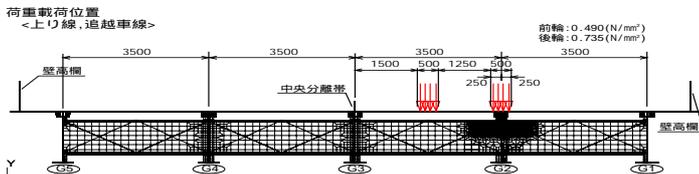


図6 載荷位置

(3) FEM解析結果

主桁首溶接部の応力範囲（全載荷位置の中で着目部G2桁での最大値と最小値の差）を図7に示す．ギャップ板の上端溶接部を，健全時，片側破断（G1側），両側破断として解析を実施した．各ケースの変形挙動を図8に示す．健全時では，縦桁補強で7割程度，馬材補強で5割程度まで低減することが確認できた．馬材補強の方が縦桁補強よりギャップ板に近い位置で床版を支持しているため，床版変形に伴う局所的なギャップ板の変形が抑制され，補強効果が高くなったと考えられる．また，片側破断時では，縦桁補強では健全時の応力範囲まで回復しないが，馬材補強では健全時の応力範囲まで回復が確認できた．しかし，両側破断では，主桁首溶接部の水平方向の拘束がなくなり主桁首溶接部に大きな変形が生じたため，馬材補強でも効果が得られなかったと推定される．

4. まとめ

今回提案した横桁上の馬材補強方法は，主桁首溶接部に対し，有効であることがFEM解析により確認できた．ただし，ギャップ板の上側溶接部の両側破断では，十分な効果が得られなかった．

今後は，実橋において馬材補強の試験施工を実施し，その効果を確認する予定である．

参考文献

1) 日本道路協会: 鋼橋の疲労, 平成9年5月

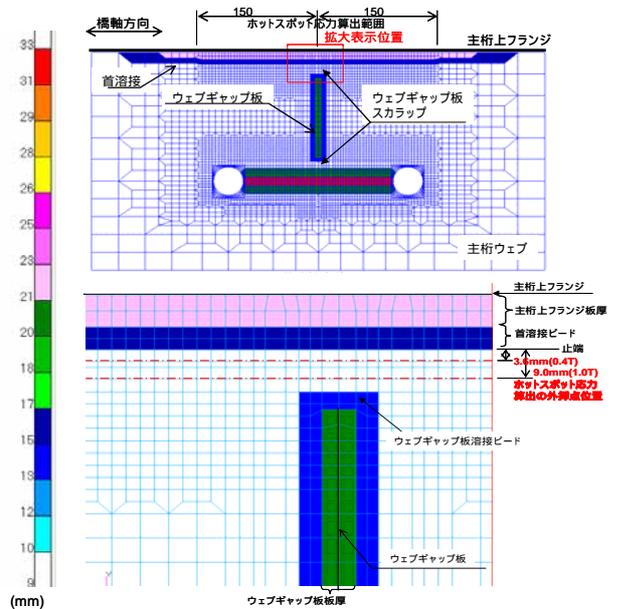


図5 主桁首溶接部の解析モデル

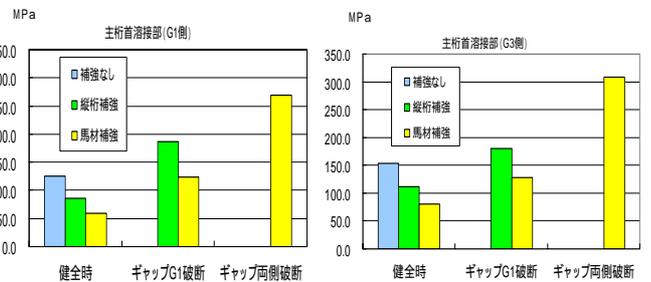


図7 G2桁主桁首溶接部の応力範囲

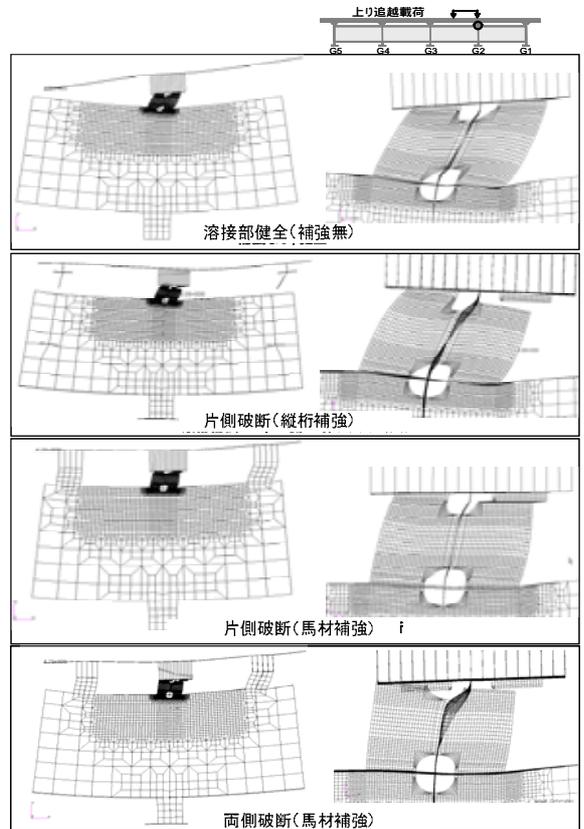


図8 上ウェブギャップ板の変形挙動