

主桁・横桁取合部（ウェブギャップ）の疲労損傷対策の試験施工

首都高速道路(株)	正会員	平野 秀一
首都高速道路(株)	正会員	染谷 厚徳
(財)首都高速道路技術センター	正会員	友清 剛

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¹⁾。

既報では、施工上課題の残る増厚取替えや補修溶接後+TIG処理などの補修に変わる新たな補強方法（馬材）について、FEM解析による補強の有効性を報告した。

本稿では、実橋にて実施した補強構造（馬材）の試験施工と、応力計測による補強効果の検証結果について報告する。

2. 補強構造

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、RC床版のたわみ変形の抑制を期待できる補強方法とした。

この補強方法は、図1、2に示すように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。馬材は、施工性を考慮して人力での運搬が容易な大きさとし、H鋼に補剛材を溶接により接合し十字で支持する構造とした。また、設置位置は馬材の下面補強を省力化する為に、横桁ウェブの垂直補剛材直上とした。接合方法は、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。

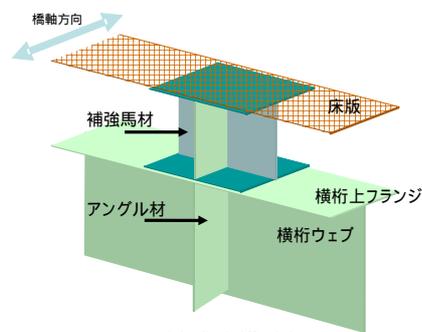


図1 馬材補強構造概要

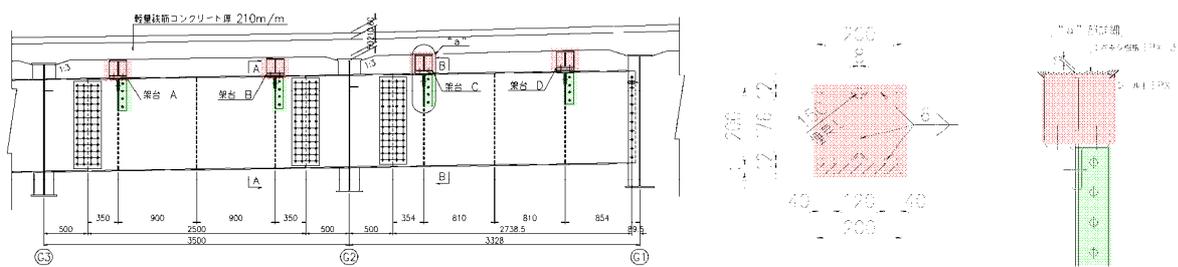


図2 補強構造

3. 施工

施工を行なう位置はギャップ板と主桁首溶接部でき裂の発生していないG2桁とし、事前に押抜きせん断及び支圧応力度について照査を行い、許容応力度を満たしていることを確認した。

馬材とRC床版との接合方法は、従来の縦桁増設と同様にエポキシ樹脂を使用した。

施工にあたり、エポキシ樹脂が均一に注入できるように、シール部に注入孔と空気孔を設ける、空気孔は注入孔より高い位置に設ける、注入、空気孔は注入後切断しシールする点を注意した。

実際の施工では、供用下での施工であったため、エポキシ樹脂が硬化する前にRC床版のたわみにより流れ出てしまうという問題が発生したため、RC床版のたわみを一時的に抑制する方法として、図3のように馬材とRC床版の間にスペーサーを設置し、問題を解決した。

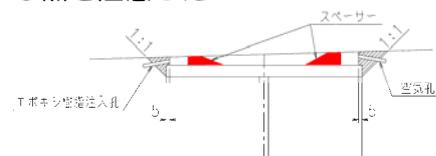


図3 スペーサー

キーワード 疲労き裂，ウェブギャップ板，FEM解析，試験施工

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

4. 応力計測結果

ゲージ貼付箇所を図4に示す．計測位置は溶接止端部より9mm (1.0t, t:板厚) 離れた位置に両面貼付した．

計測方法は，荷重車(25t)の走行による動ひずみ計測及び一般通行車両による24時間の動ひずみ計測を行いレインフロー法により応力頻度解析を実施した．

(1) 荷重車計測結果

図5に荷重車が走行車線通過時における補強前後のギャップ板の応力波形及び応力分布図を示す．

補強後の発生応力は，上端(G1, G3)で補強前の約30~50%，下端G4では約70%となり解析結果と同等かそれ以上の低減がみられた．下端G2では応力低減は見みられず，約2割増大していた．

追越車線通過時においても，走行車線通過時と正負交番しているが上端側では約50%，下端側では約60%~90%であった．

これらの結果より，補強前後でギャップ板の挙動に変化はなく，補強したことによる応力低減が確認できた．既往の研究にもあるように，上端側については床版のたわみ変形抑制による応力低減と考えられる．なお，下端側で増大する場合も見られるが，これは，馬材によってRC床版を支持する支点が増えたことで，荷重が馬材を通して横桁上フランジに伝達されることによる横桁のたわみが影響しているのではないかと考えられる．

主桁首溶接部では，面外応力が10~15MPa程度であり，補強前の一般車両での計測結果と比較し，低減効果が確認できた．

(2) 24時間計測結果

主桁首溶接部応力

一般通行車両において載荷条件がほぼ同等な動波形と比較した．面内応力がほとんど発生していなかったため，G11,21位置での面外応力を図6に示す．計測結果より，面外応力は補強前の約50%で，挙動に変化はみられなかった．なお，他の計測位置でも同様に面外応力が約50%に低減しており，主桁首溶接部の板曲げの抑制効果を確認した．G3側についても同様な傾向であった．

応力頻度解析

ギャップ板の等価応力範囲は，上端側で補強前の約40~60%，下端側で約70~90%で，上端側での低減効果が高い．

主桁首溶接部においても表裏で約60~80%と低減効果がみられた．

5. まとめ

FEM解析結果と同様に，5割近い応力低減効果があり，ギャップ板及び主桁首溶接部に対して有効であることが確認できた．今後は，ギャップ板損傷部にて施工を実施し，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

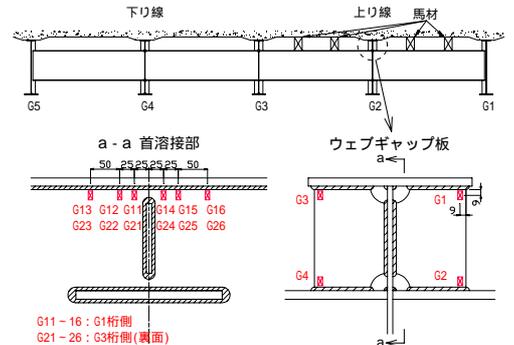


図4 計測位置図

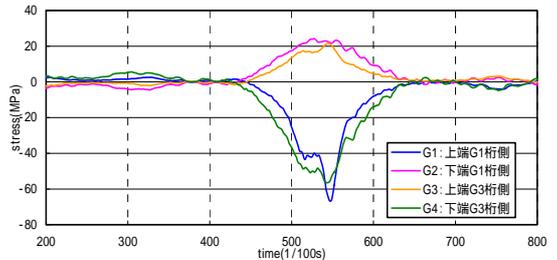


図5(a) ギャップ板応力 走行車線(補強前)

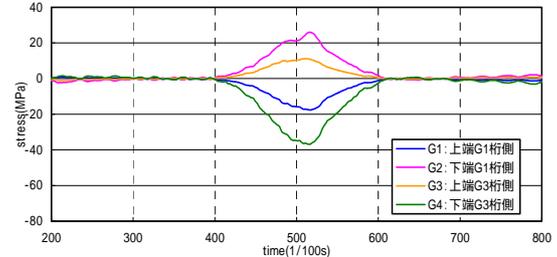


図5(b) ギャップ板応力 走行車線(補強後)

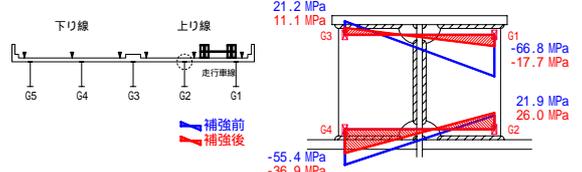


図-9 応力分布 走行車線(補強前後)

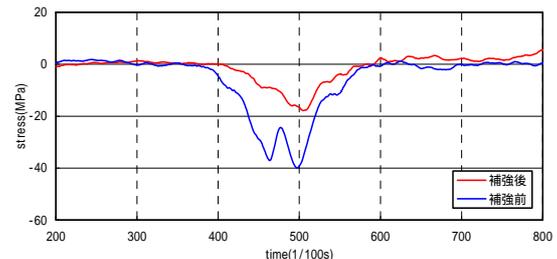


図6 G11,21 首溶接部 面外応力(補強前後)

表1 等価応力範囲(補強前後)

ゲージ名	等価応力 e(MPa)			
	補強前	補強後	後/前(%)	
ウェブギャップ	G1: 上端G1桁側	22	8	38%
	G2: 下端G1桁側	13	12	92%
	G3: 上端G3桁側	14	9	61%
	G4: 下端G3桁側	18	13	72%
首溶接	G11: G1桁側	10	7	68%
	G12: "	9	7	80%
	G13: "	11	6	59%
	G14: "	11	8	69%
	G15: "	11	8	70%
	G16: "	9	6	69%
	G21: G3桁側	11	8	70%
	G22: "	11	8	72%
	G23: "	10	7	75%
	G24: "	10	7	68%
	G25: "	10	7	72%
	G26: "	10	7	67%