

40 年間供用された吊橋床組縦桁の疲労対策—補修施工—

(株)ワイ・シー・イー 正会員 ○永田 淳 正会員 壁谷 聡浩

西日本高速道路(株)

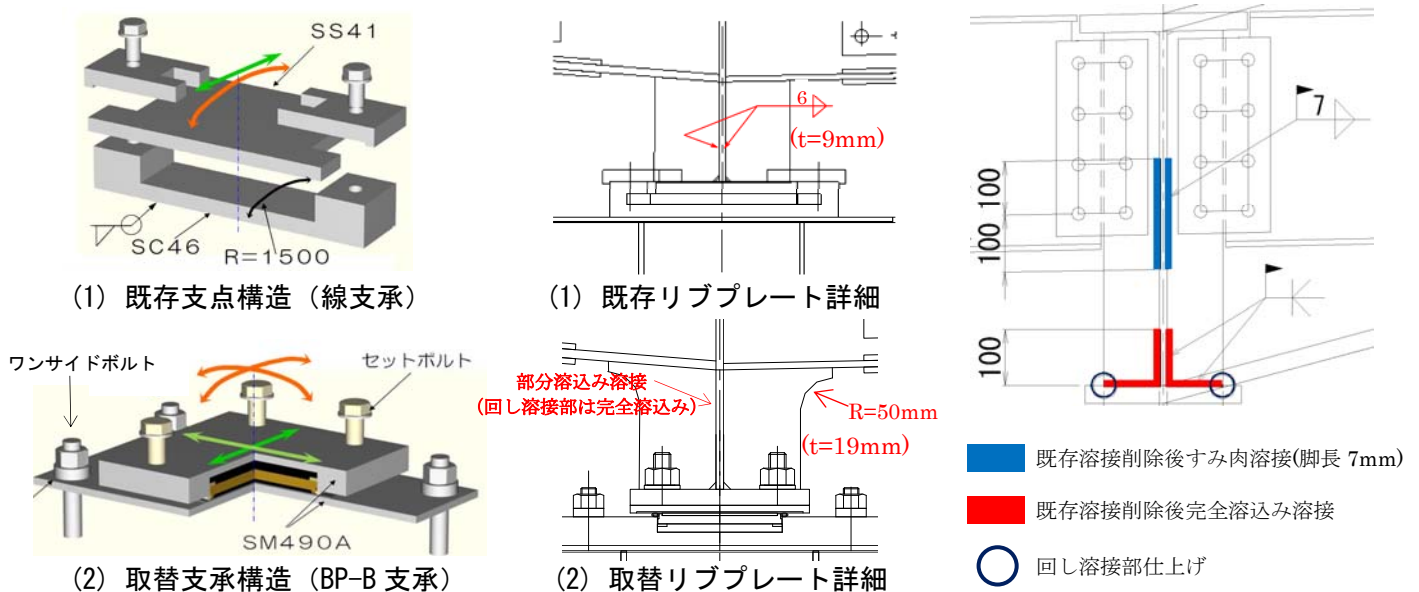
今村 壮宏

山下 恭敬

西日本高速道路エンジニアリング九州(株) 正会員 松田 哲夫 正会員 坂田 裕彦

1. はじめに 約40年間の長期に渡って供用されてきた長大吊橋において、床組の外桁と中桁の両方の支点回りに疲労損傷が発見されたため、FEM解析、室内載荷実験と実橋載荷試験により原因究明を実施し、損傷対策として支承機能回復が必要なことを明らかにした^{1)~3)}。また、取替支承の性能、とりわけ耐久性能について実験的検証を実施した^{4),5)}。本報告では、一連の損傷原因の究明結果と取替支承の性能検証結果に基づいて実施した損傷対策の検討結果および試験施工による対策の効果検証結果について報告する。

2. 損傷対策概要 損傷対策として、①床組の全ての既存線支承のBP-B支承への取替(図1参照)、②外桁支点部のリブプレート取替(図2参照)、③中桁支点部の補修溶接(図3参照)の適用を考えた。取替BP-B支承は長期供用により摺動機能が低下することがないよう、従来の充填材入りPTFEに代えて長距離摺動による摩耗ならびに摩擦係数の増大がない摺動材を採用することとした。外桁支点部は、すみ肉溶接により取り付けられた既存リブプレート($t=9\text{mm}$)をフィレット付のリブプレート($t=19\text{mm}$)に交換し、部分溶込み溶接により取付ける構造とした。中桁支点部は、支点上補剛材に溶接き裂が発見された部位に補修溶接行うものとした。



3. 損傷対策効果の解析検討 試験施工に先立ち、前記損傷対策の効果を調べるため、参考文献 2) で示した解析モデルを用いた FEM 解析を実施した。解析モデルは既存線支承においてリブプレート取替のみを実施したモデルと、支承取替 (BP-B) とリブプレート取替を共に実施したモデルの 2 種類とした。リブ取替モデルの支承部拘束条件は、下フランジ全幅に渡って線支承により支持されていることおよび摺動機能の喪失が判明していることを考慮して固定支持とした。一方、リブ取替・支承取替モデルの支承部拘束条件は、BP-B 支承による摺動機能の回復を考慮して全方向可動とした。第一車線 (直上近傍) 載荷時の外桁リブプレート改良モデルのリブ上端回し溶接部の最小主応力分布性状を図 4 に示す。リブ取替モデル、リブ取替・支承取替モデルともに、補修前と比較してリブ上端回し溶接部の応力分布が平準化されるとともに、発生応力も低減することがわかった。外桁リブプレートの取替えによる主応力低減効果を表 1 に示す。

キーワード 床組, 吊橋, 疲労, FEM解析, 載荷試験

連絡先 〒550-0004 大阪府大阪市西区靱本町 1-4-12 (株)ワイ・シー・イー TEL 06-6441-7581

外桁リブプレート全ての回し溶接部において、建設時に比べて主応力が約 50% から 20%に低減することが確認された。解析検討より、リブプレート取替えによる疲労寿命の改善効果が確認されたため、実橋において試験施工を実施した。

4. 荷重車走行試験 リブプレート取替の試験施工を実施した外桁について、荷重車走行試験を実施した。荷重車は車重を 250kN に調整した一般的な 3 軸トラック 1 台とし、大型車が並列走行しない時間帯を狙って各車線（第一走行、第二走行、追越）を単独走行させた。リブ上縁およびリブ下縁の鉛直ひずみ分布を図 5 に示す。リブプレート上縁には荷重車線によらず応力集中が生じる一方、下縁には応力集中が生じないことがわかった。

5. 24 時間連続測定結果に基づく疲労寿命の試算

24 時間連続測定ひずみ頻度分布による疲労寿命試算結果を図 6 に示す。最も短い疲労寿命が試算された横桁ウェブ溶接部では 60 年（Class-D）であったため、当該部位のみピーニング処理を施工することとし（Class-C）、全部位 100 年以上の疲労寿命を確保した。

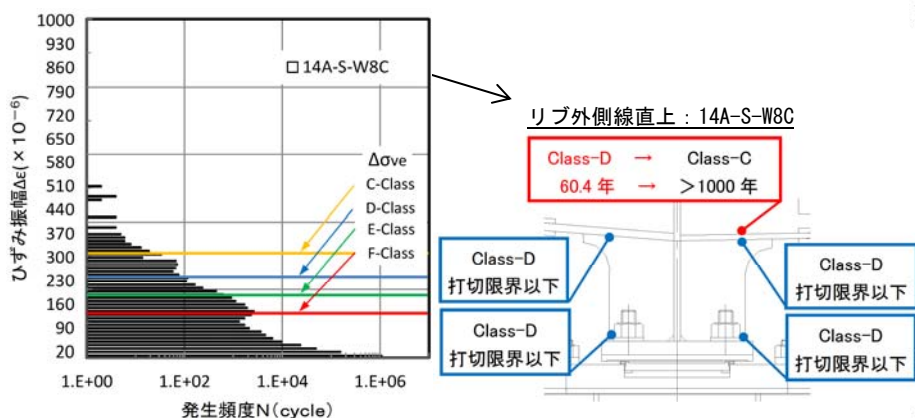
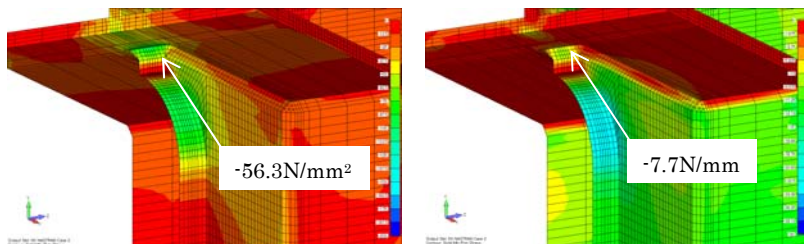


図 6 ひずみ頻度分布による疲労寿命試算結果

6. まとめ 長大吊橋の床組支点回りにおいて発見された疲労損傷に対して、支承取替とともに外桁支点部についてはフィレット付リブプレートへの取替を行うなどの補修対策を考案し、試験施工を実施した。また、試験施工後に荷重車走行試験および 24 時間連続測定を実施し補修効果の検証を行い、100 年以上の疲労寿命を確保する補修方法を決定した。

【参考文献】 1) 今村 他：関門橋の補修における FEM 解析の適用事例，第 15 回鋼構造と橋に関するシンポジウム論文報告集，2012. 8, 2) 永田 他：39 年間供用された吊橋床組縦桁の疲労対策—FEM 解析—，第 68 回土木学会年次学術講演会，I -268，2013. 9, 3) 山口 他：39 年間供用された吊橋床組縦桁の疲労対策—載荷試験—，第 68 回土木学会年次学術講演会，I -267，2013. 9, 4) 姫野 他：B P 支承のすべり性能耐久性に関する実験的検討，第 68 回土木学会年次学術講演会，I -273，2013. 9, 5) 五十嵐 他：BP-B 支承の回転耐久試験による回転性能の検討，第 68 回土木学会年次学術講演会，I -274，2013. 9,



(1) リブ取替

(2) リブ取替・支承取替

図 4 外桁改良リブプレート上端の最小主応力分布性状

表 1 外桁回し溶接部の主応力比較

支持条件 載荷車線	抽出位置	建設時	改良	抽出位置	建設時	改良
固定 第一車線	溶接 止端部	U-OUT	148.1 [100.0]	U-IN	-276.1 [100.0]	-56.3 [20.4]
		L-OUT	-259.8 [100.0]	L-IN	196.4 [100.0]	122.9 [62.6]
	上側溶接ルート部		-175.8 [100.0]			
			-107.1 [60.9]			

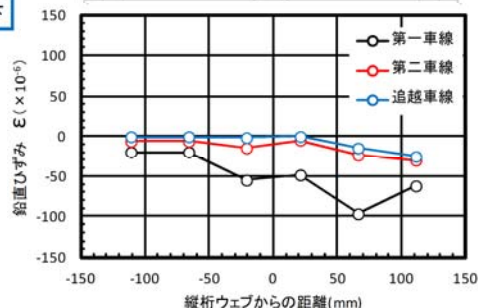
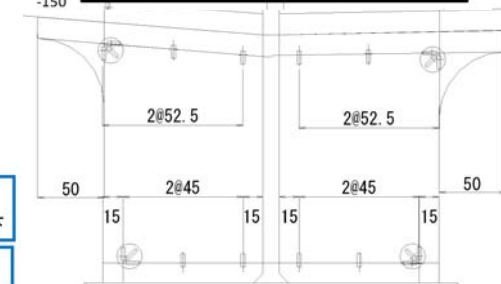
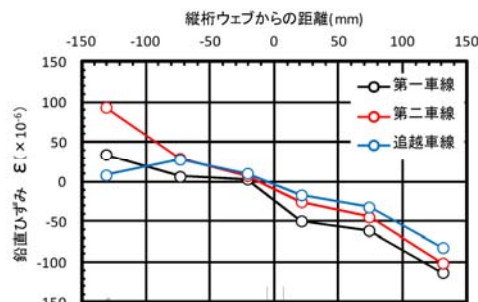
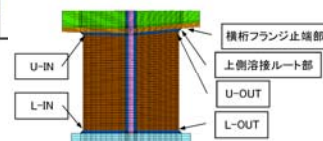


図 5 リブ上下縁の鉛直ひずみ分布