

鋼床版バルブリップと横リブ交差部の補強効果の確認

(株)フジエンジニアリング 正会員 ○濱博和, 讃岐康博, 日本橋梁建設協会 正会員 夏秋義広,
国土交通省近畿地方整備局 非会員 野中砂男, 中村香澄, 水野洋幸, 関西大学 正会員 坂野昌弘

1. はじめに

亀裂進展挙動の予測解析手法の構築およびプログラムの開発, さらに実物大供試体における静的载荷試験および疲労試験, 実橋における応力分布の確認から, 開発プログラムの妥当性を検証するプロジェクトが産官学の共同研究として立ち上げられている. 本稿も, 当該プロジェクトの一環であり, バルブリップと横リブの交差部から発生する疲労亀裂に着目し, 実橋の応力分布の把握, ならびに図 1 に示すようなスリット側に取付けた形鋼による補強効果を検証したものである.



図 1 形鋼による補強

2. 計測内容

対象橋梁は 1969 年 (昭和 44 年) 竣工で, 阪神高速道路西大阪線と国道 43 号が, 桁高約 3.2m, 幅員 17m, 橋長 211m(60m+91m+60m) の 3 径間連続鋼床版 2 箱桁橋上を併走している. 調査着目箇所は中央径間の山側の 1 箱桁で, 箱桁中心と国道 43 号の車線中央とがほぼ一致しており, 日交通量 38,000 台, 貨物混入率 55%の重交通量を支えている.

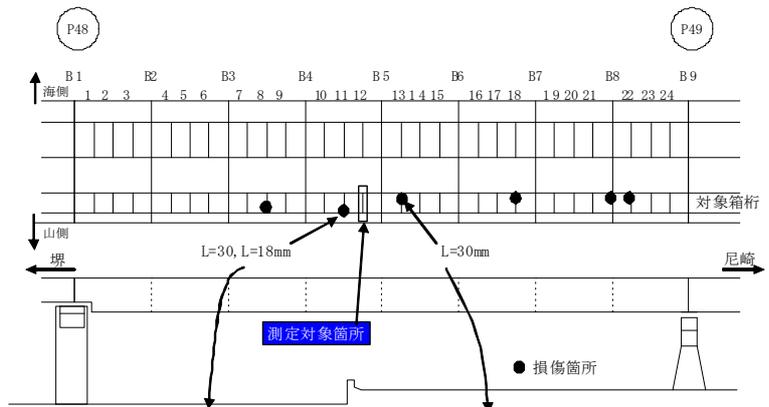
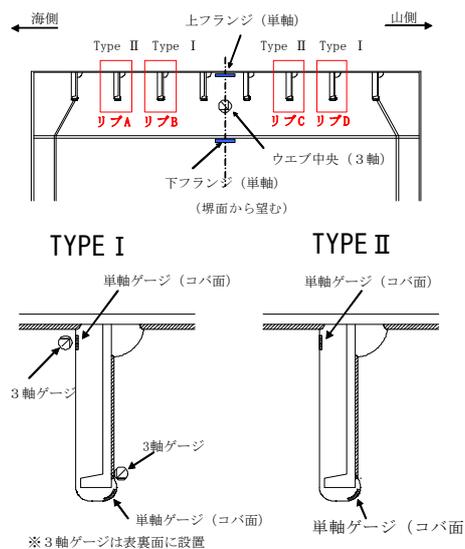


図 2 調査対象横リブと発生疲労亀裂

計測対象は図 2 に示すように, スリット回し溶接部に疲労亀裂が発生している横リブに隣接する健全な横リブを対象とした. なお, 亀裂のない箇所でも予防保全的に補強は実施されている. 横方向には大型車の左右輪直下に位置する縦リブに着目した. 計測箇所は図 3 に示したように, 縦リブと横リブ交差部のスリットコバ面や溶接止端部近傍とし, ゲージ長 3mm の単軸ゲージと 3 軸ゲージを貼付けて計測を実施した.

応力計測は, 図 3 に示したシステムで, 試験車 (軸重 55kN+75kN+75kN) を用いた 6 Case の静的载荷試験と, 一般車を対象とした 72 時間連続の動的測定を行った. 計測結果から発生応力の分布を把握すると共に, 形鋼による補強効果を検討した. なお, 橋梁上の交通状況をカメラにてモニターし, 応力の発生状況と車種や車両の通過位置などの車両走行条件との関係を把握できるようにした. また, 72 時間連続データを使用し, レインフロー法による応力頻度分析を行うとともに, 横リブ下フランジの発生応力から過積載車の軸重も推定した.



測定システム



試験車外観

図 3 測定位置および測定システム

キーワード: 鋼床版, バルブリップ, 補強工法, 応力計測, 疲労寿命

連絡先: 〒 532-0002 大阪市淀川区東三国 5 丁目 5 番 28 号 TEL 06(6350)6132 FAX 06(6350)6140

3. 計測結果

(1) 静的载荷試験結果

補強前計測で最大圧縮応力が発生した縦リブA, および最大引張応力が発生した縦リブDのスリット上部コバ面およびスリット下部コバ面に着目し, 各静的载荷 Case の発生応力を補強前後で比較した結果を図4に示した.

海側の縦リブAでは, 海側にスリットがある影響で, スリットと反対側に载荷される Case1~3 では横リブスリット部のせん断変形に伴う圧縮応力と直上载荷に伴う圧縮力が重畳し, 最大で 45N/mm² の大きな圧縮応力となっている. しかし, スリット側にも载荷される Case5, 6 では, せん断変形に伴う引張応力と直上载荷に伴う圧縮応力が相殺し, 20N/mm² 以下 (圧縮) となっている.

一方, 山側に位置する縦リブDについての補強前は, 海側の縦リブAの傾向とは反対で, リブのスリット側 (海側) に载荷される Case1, 2, 5, 6 では引張応力 (最大で 30N/mm²) が支配的となっている. ただし, スリット下側コバ面では, 縦リブ直上近傍に载荷される Case3, 4 では, 直上载荷による圧縮応力の影響で, 10N/mm² 程度の圧縮応力となっている. いずれにしても, 各リブともにスリット側の形鋼の補強により発生応力は 0~50%程度に低減し, 大きな補強効果が得られている.

(2) 応力頻度測定結果

表1は, レインフロー法による72時間の応力頻度分布を基に, スリットのコバ面溶接止端部の疲労寿命を推定したものである. ホットスポット応力の強度等級は, 荷重伝達型のすみ肉溶接では, 溶接止端部の仕上げの有無でE等級, F等級に分類される. 測点①, 測点②における補強前の強度等級をE, F等級と仮定し疲労寿命を推定すると, 最も応力の大きい縦リブAでは15年程度と非常に短く, 現橋の疲労亀裂の発生状況とよく対応している. このような短寿命の部位も形鋼による補強によって100年以上に改善されており, 本補強工法は予防保全対策としても有効に機能することが期待できる. また, 図5に示す横リブ下フランジの最大応力 36N/mm² に対して試験車 (軸重 75kN) 载荷時の最大応力は 11.9N/mm² であることから一般車の最大軸重は試験車の3倍すなわち 230kN 相当程度であると推測される. なお, 補強前後での応力頻度に差はみられないことから, 形鋼による補強の影響は横リブのフランジには現れていない.

4. おわりに

スリットコバ面の試験車载荷時の発生応力は, スリット側への形鋼の補強により補強前の半分以下に低減した. 一般車通過時の最大応力も引張側が 69 N/mm² から 38 N/mm² へ, 圧縮側も 102 N/mm² から 61 N/mm² といずれも 60%程度にまで低減した. また, 等価応力も 53~85%に低減したため疲労寿命が格段に延び, 形鋼による補強により十分な疲労強度改善効果が得られたことを確認した.

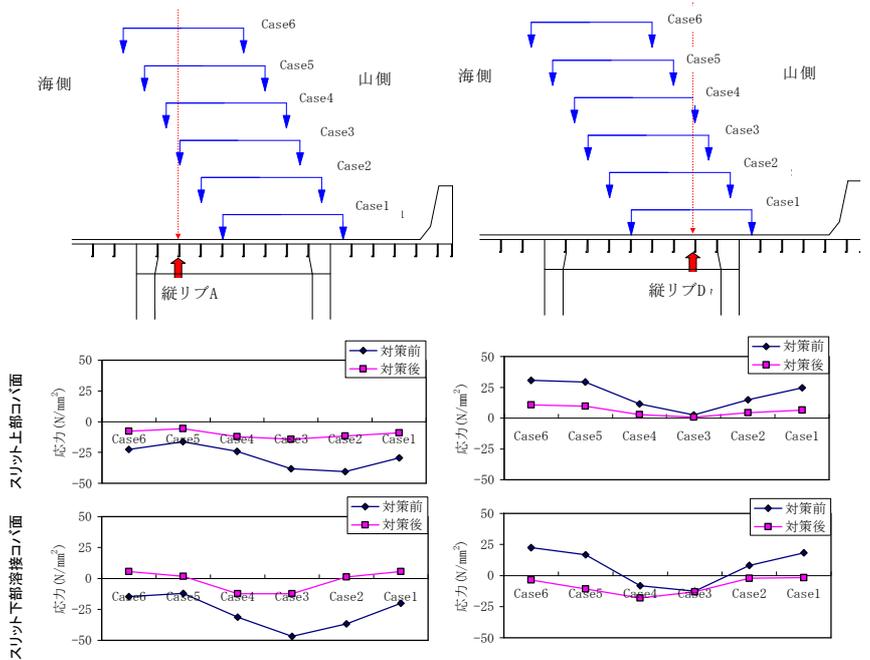


図4 試験車 (196kN) による静的载荷試験結果 (補強前後比較)

表1 補強前後の疲労寿命予測

| 縦リブ | 測点 | 補強前 | | | 補強後 | | |
|-----|-----|---------|-------|-----------------------------|---------|-------|-----------------------------|
| | | 疲労寿命(年) | | 等価応力範囲 N/mm ² | 疲労寿命(年) | | 等価応力範囲 N/mm ² |
| | | 強度等級E | 強度等級F | | 強度等級E | 強度等級F | |
| A | ① | 34 | 13 | 15.8 | 2100 | 550 | 8.3 |
| | ② | 35 | 14 | 15.7 | 2600 | 480 | 8.7 |
| B | ① | 130 | 44 | 12.2 | 6400 | 2200 | 6.6 |
| | ② | 120 | 46 | 11.8 | 3700 | 1200 | 7.2 |
| C | ① | 270 | 92 | 10.8 | ∞ | 6500 | 6.4 |
| | ② | 150 | 44 | 12.5 | 600 | 120 | 10.7 |
| D | ① | 71 | 27 | 13.6 | 7800 | 1700 | 7.3 |
| | ② | 100 | 38 | 13.2 | 870 | 190 | 10.4 |
| 横リブ | E-1 | ∞ | ∞ | 2.4 | ∞ | ∞ | 2.7 |
| | E-2 | 5800 | 890 | 6.8 | 3500 | 790 | 6.7 |

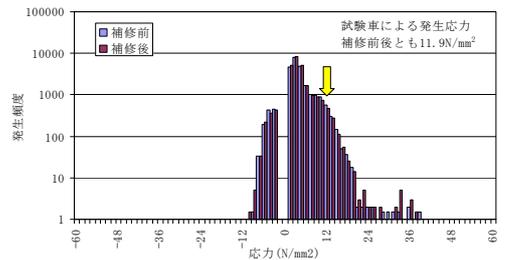


図5 試験車と一般車の応力比較