

I - A340

鋼床版ブラケット部を対象とした疲労実験

日本道路公団 正会員 水口和之
掛斐川橋西 JV 正会員 ○永田 考

日本道路公団 久保幸治
掛斐川橋西 JV 正会員 井口 進

1. はじめに

PC・鋼複合エクストラードード橋である掛斐川橋（木曾川橋）は、径間中央約 100m 部分に鋼床版一箱桁構造が採用されている¹⁾²⁾。この鋼箱桁断面は図1に示すように上下線一体構造であり、張出し部に走行車線1車線が配置されること、鋼床版に大型の U リブを採用したことが特徴である。張出しが長いことからブラケット

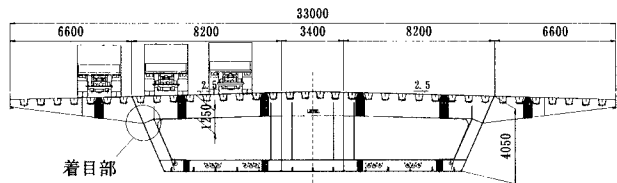


図1 鋼桁部断面図

間隔を 2.5m としているが、第二名神高速道路は重交通路線であることを考慮すると活荷重(T 荷重)による鋼疲労の耐久性が懸念された。また、大型の U リブの採用にあたり、鋼床版の疲労耐久性も課題とされた。

そこで張出し部ブラケットおよび鋼床版部の疲労耐久性を検証するためにパネルモデル供試体による載荷実験を実施した。ここでは、張り出し部ブラケットに着目した疲労検討結果について述べる。

2. 実橋と実験供試体との整合性

供試体形状は、図2に示すとおりである。デッキプレート板厚が 18mm、縦リブ間隔が 900mm であり、寸法が従来 U リブの 1.5 倍程度の大型 U リブ(U-440×330×8)である。U リブは張り出し部に3本、2主桁間に3本とし、横リブ(ブラケット)は 2.5m 間隔で5本とした。横リブ、ブラケットの寸法および主桁の板厚は、実橋に合わせた。主桁ウェブは供試体設置の都合上、垂直とした。

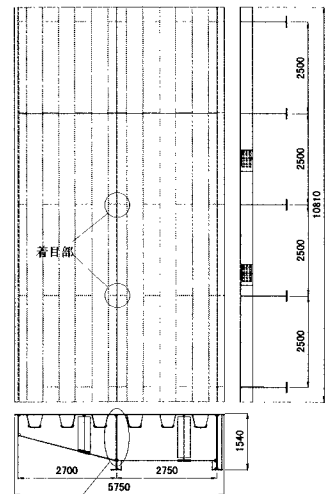


図2 供試体形状

載荷試験に先立ち、実橋と供試体の載荷状態の整合性をとるために FEM 解析を実施し、その結果を用いて実橋における疲労損傷の検証を行うことにした。FEM 解析は、実橋モデルおよび供試体モデルに対して行った。実橋モデルは図3に、供試体モデルは図4に示すとおりである。いずれもシェル要素でモデル化している。実橋モデルの荷重は図5に示す自動車荷重モデルとし、実橋モデルは後輪2軸中心が着目ブラケット上に配置する場合とした。供試体モデルは後輪1輪(100kN)がブラケット先端の U リブとブラケットが交差する位置に載荷とした。ブラケット付け根部スカラップ付近の解析結果を図6に示す。スカラップ回りの応力は、応力集中が要素分割に影響

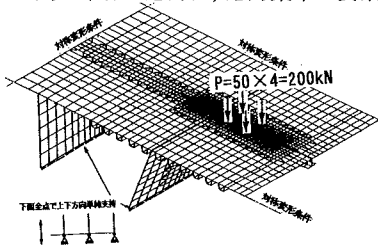


図3 実橋 FEM 解析モデル

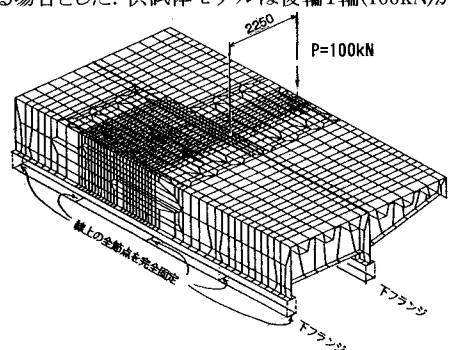


図4 供試体 FEM 解析モデル

キーワード: ブラケット, 疲労, 局部応力, 載荷実験

連絡先: 〒273-0026 千葉県船橋市山野町 27 番 (株)横河ブリッジ Tel 047-435-6161 Fax 047-435-6242

されることから、ブラケット下フランジ応力で比較した。実橋モデルは 22.3N/mm^2 、供試体モデルは 15.3N/mm^2 であり、応力比は 1.46 となる。この結果より実橋における25トンの車走行と供試体への 14.6 トン載荷が着目部応力に対して等価であると考ええる。

3. 供試体載荷試験

供試体諸元は、前述した通りである。静的載荷試験はブラケット先端 U リブ直上へ 100kN 載荷とした。なお、供試体は剛体変形を抑えるためにブラケットの無い主桁ウェブ上を固定した。

着目部の構造詳細は、ブラケット付け根部のスカラップ半径を 35R から 50R へ拡大した。これは、ブラケット付け根部下フランジと主桁ウェブとの溶接は完全溶込み溶接部であり、この溶接施工性を十分に確保するためである。静的載荷結果を図7に示す。ブラケット下端部に応力が集中しており、ブラケット下フランジ側で -15.6N/mm^2 の圧縮応力、横リブ側で -17.2N/mm^2 の圧縮応力が発生している。着目するブラケット下フランジ下面応力は、解析結果と一致している。

疲労検討は、応力が比較的高い部位に着目して行った。応力範囲は実橋において図5に示した自動車荷重が走行した場合とした。すなわち、FEM 解析に基づく応力比および衝撃係数を考慮し、実橋に相当する応力範囲を求めた。この値と着目部位の疲労強度等級(JSSC)における一定振幅応力打ち切り限界値(疲労限)を比較した。横リブウェブ側の応力は疲労限に対して十分小さいことから、スカラップ半径は 50R を採用した。いずれも疲労限未満のため、疲労上問題ないといわれるが、疲労耐久性を確認するために繰返し載荷を実施した。荷重範囲はジャッキ性能を考慮し 300kN とした。載荷位置は静的載荷試験と同じ位置とした。目視および50万回毎の静的載荷による応力変化を確認し 200 万回まで繰返し載荷を行った結果、き裂の発生は見られなかった。この結果から着目したブラケット下フランジ部の継手は、継手等級 G 等級を満たし、十分な疲労耐久性があることが確認できた。

4. おわりに

走行車線1車線が配置される鋼床版ブラケット部は、疲労耐久性が懸念された。疲労試験を含む実験的な検討の結果、疲労耐久性上安全であることが確認できた。なお、鋼床版部についての検討結果は別途報告する予定である。

【参考文献】 1) 前田,酒井,小宮:鋼・PC 複合エクストラードス橋(木曽川橋)の主桁に関する検討, 第 51 回年次講演会, I-A256, pp.512-513, 平成 8 年 9 月。 2) 永井:PC・鋼複合5径間連続エクストラードス橋(木曽川橋)の計画, 第 51 回年次講演会, I-A255,

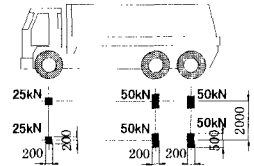


図5 自動車荷重モデル(T-25)

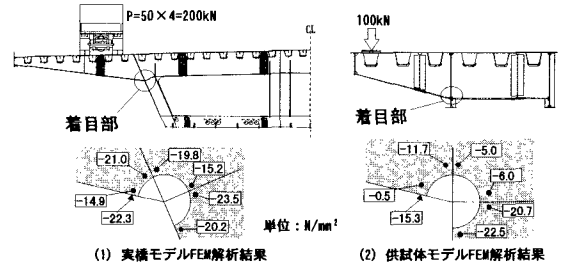


図6 FEM 解析結果

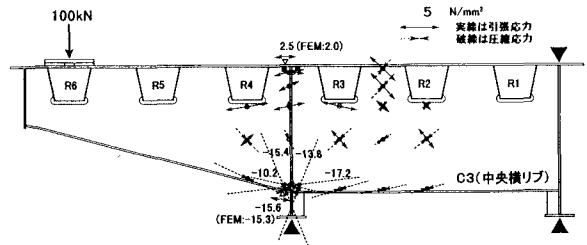


図7 静的載荷試験結果(主応力分布図)

表1 静的載荷試験結果と疲労検討

継手ディテール (改良構造)	静的試験結果		疲労検討		継手等級および疲労強度	
	100kN載荷 応力 (N/mm^2)	応力範囲 (N/mm^2)	応力範囲 (N/mm^2)	一定振幅 応力打ち切り 限界に対する比	継手 等級	一定振幅 応力打ち切り 限界 $\Delta\sigma_{\text{lim}}$ (N/mm^2)
	① -15.6	15.6	29.8	0.93	G	50
	② -17.2	17.2	33.0	0.53	E	80

※・実橋モデルと供試体モデルのFEMの応力比=1.46を考慮
・衝撃係数=1.31を考慮

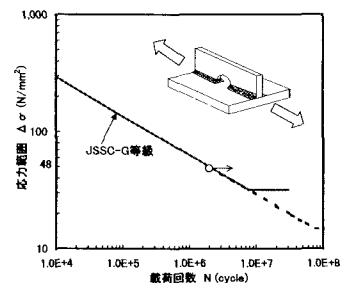


図8 疲労試験結果(S-N 線図)