

### 取替用鋼床版の FEM 解析を用いた検討

川田工業 (株) 正会員 ○高田 嘉秀 新日鉄住金 (株) 正会員 横関 耕一  
 東京都市大学 フェロー 三木 千壽 川田工業 (株) 江崎 正浩

#### 1. はじめに

既設橋梁の RC 床版の経年劣化が進行し、その修繕、改築、更新が現実的な課題となっている。これを急速施工が可能で軽量の鋼床版に取替えることが、現道の交通規制を最小化し基礎構造に対する負担を大幅に軽減できると考えられる。しかし現在、鋼床版の疲労損傷が顕在化してきており、高い疲労耐久性を有する鋼床版を開発する必要がある。本稿は、鋼床版の縦リブと横リブ交差部に着目し、疲労耐久性が高い縦リブ形式とディテールを開発するための基礎データを得ることを目的に実施した FEM 解析結果について報告する。

#### 2. FEM 解析条件と検討対象構造

FEM 解析は、シェル要素を用い疲労試験体を模したモデルとし、表 1 に示す諸元とした。メッシュ分割は、着目部近傍で板厚の 0.1 倍とし、載荷荷重は輪荷重 100kN を着目部の応力が最大、最小となる位置に載荷した。解析結果は、IIW 指針に則って構造ホットスポット応力 (SHSS) により溶接止端部応力を算定するものとし、曲げ応力下ではメンブレン応力下に比べ疲労強度が 50%増加することから、膜応力  $\sigma_b$ +曲げ応力  $\sigma_m \times 2/3$  とした換算応力で評価する<sup>2)</sup>ものとした。検討対象とした鋼床版の構造は、縦リブ形式が Uリブ、平リブ、Vリブの 3 種類である。Uリブと平リブでは、横リブとの交差部構造がスリット (標準構造) の場合と全周溶接の場合のそれぞれ 2 ケース (計 4 ケース) を対象とした。Vリブでは、リブの高さと R 形状、板厚をパラメトリックに組合せた 6 ケースを対象とした。なお、全ケースでデッキプレート厚 16mm とした。

#### 3. FEM 解析結果

FEM解析より算定した応力範囲 (表 1) は、以下の結果となった。

- 1) Uリブと平リブとも、横リブ交差部を全周溶接した場合、スリットの場合より応力が大幅に低下する。
- 2) Uリブの最大応力範囲は、スリットのまわし溶接止端部で大きな値を示す。これはUリブのねじり変形をまわし溶接止端部で局部的に拘束することが主な要因である。これに対し全周溶接は、まわし溶接が無く、Uリブのねじり変形がUリブ底面の溶接部で幅広く拘束され応力集中が低下したと考えられる。
- 3) 平リブの最大応力範囲は、スリットのデッキ側まわし溶接止端部で大きな値を示す。これは横リブの鉛直変位をデッキ側まわし溶接部で局部的に拘束することが主な要因である。これに対し全周溶接は、まわし溶接が無く、平リブの両面が横リブと溶接され応力集中が低下したと考えられる。

表 1 検討ケースと FEM解析結果

Case		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
概要図 (○印:応力集中点)											
縦リブ	断面	U-320x240x6 R40		PL-235x16		V-320xHxt R					
						H=280		H=230	H=330	H=280	
						t=6	t=8	t=10	t=6		
	リブ間隔	640mm		320mm		640mm					R=40
横リブ	交差部構造	スリット	全周溶接	スリット	全周溶接	全周溶接					
	横リブ高	700mm				700mm					
	横リブ間隔	2500mm		1667mm		2500mm					
応力 (SHSS) N/mm <sup>2</sup>	最大	175	20	122	20	18	11	7	14	22	10
	最小	-131	-87	-114	-61	-67	-50	-39	-90	-56	-80
	応力範囲	306	107	236	81	85	61	46	104	78	90
平米鋼重 kg/m <sup>2</sup>		202	202	227	219	202	218	234	195	209	201

キーワード 鋼橋の床版取替え, 鋼床版, 溶接, 疲労, FEM, 構造ホットスポットストレス  
 連絡先 〒114-8562 東京都北区滝野川 1-3-11 川田工業 (株) 鋼構造事業部 技術部 TEL03-3915-3411

- 4) Vリブの最大応力範囲は、Case5~Case7の比較から板厚が厚いほど、Case5, 8, 9の比較からリブ高が高いほど減少する。これは、Vリブの断面剛性の増加により応力集中が低下したと考えられる。なおVリブのR形状は、Case5, 10の比較では同程度となった。
- 5) 縦リブ形式毎の最大応力範囲は、Vリブ (Case7, Case6) が最小となり、次いで平リブ (Case4), Uリブ (Case2) の順に小さい結果となった。
- 6) 横リブ交差部を全周溶接した場合のコンター図と変形図を図1に示す。最大応力範囲は最小応力が卓越している。また応力が卓越する輪荷重の载荷位置について、最小応力は着目部直上に载荷された場合に大きく、最大応力は着目部に対して偏載された場合に大きくなる。縦リブ形式毎に比較するとUリブには断面変形を生じ他形式よりも大きな応力を生じており、この傾向は最小応力発生時において顕著となる。また平リブには輪荷重が偏載された場合に面外変形を生じており、最大応力がUリブと同程度、Vリブよりも大きくなっている。

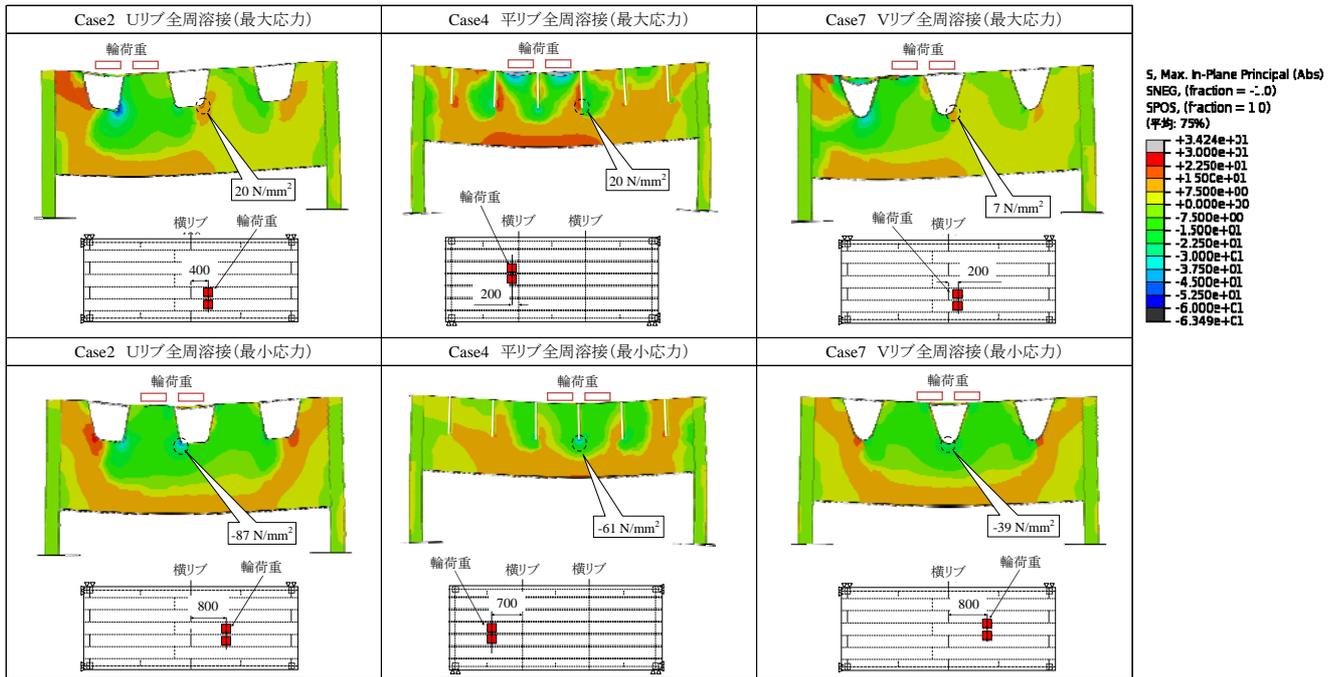


図1 コンター図および変形図

4. まとめ

鋼床版の縦リブと横リブ交差部に着目し、疲労耐久性が高い縦リブ形式とディテールについて、FEM解析を行った。その結果、最大応力範囲は縦リブを全周溶接する構造がスリット構造よりも低下すること、縦リブ形式ではVリブが最小となり、次いで平リブ、Uリブの順に小さいことが確認された。本検討の結果、疲労耐久性が高い縦リブ形式として平リブとVリブを選定し、別途報告する定点疲労载荷試験にて検証するものとした。

謝辞

本報は「取替用高性能鋼床版パネル開発研究会 (参加者下記)」による検討結果である。ここに謝意を表する。  
 東京都市大学, 東京工業大学, 九州工業大学, 横河ブリッジホールディングズ, IHI インフラシステム, 三菱重工鉄構エンジニアリング, JFE エンジニアリング, 宮地エンジニアリング, 川田工業, 駒井ハルテック, 三井造船鉄構エンジニアリング, JFE スチール, 神戸製鋼, 新日鐵住金 (以上敬称略)

参考文献

- 1)三木, 横関, 関屋; 取替え用高性能鋼床版の開発: 土木学会第 69 回年次学術講演会, I-473
- 2)横関, 富永, 三木; Uリブ鋼床版縦横リブ交差部に発生する疲労き裂の FEM および疲労試験による評価: 土木学会第 69 回年次学術講演会, I-474
- 3)JSSC; 鋼構造物の疲労設計指針・同解説, 1993