

主桁に隣接する縦リブに着目した鋼床版縦横リブ交差部の疲労寿命に関する一検討

エム・エム ブリッジ (株) 正会員 ○横山 薫 鈴木俊光 橋本幹司
 東京都市大学 フェロー 三木千壽

1. はじめに

「取替用高性能鋼床版パネル開発研究会 (以下, 研究会)」で開発された鋼床版構造¹⁾は, 優れた疲労耐久性を有する. その特徴は縦リブに平リブを用い, 縦横リブ交差部の横リブにスリットを設け, 縦リブと横リブとをすみ肉溶接で全周溶接する構造としている点である. 本稿では, 研究会で境界条件を理由として評価対象外とした主桁に隣接する縦リブ (以下, 主桁隣接縦リブ) に着目した縦横リブ交差部の疲労寿命について検討した結果を報告する.

検討に至った背景は, 例えば更新工事において開発した鋼床版構造を適用する際に, 主桁, 縦リブ配置の自由度が少なく, 主桁隣接縦リブ近傍に輪荷重が載荷されることが想定されるためである.

2. 検討手法

まず, 横関らの研究^{1),2)}を参考に有限要素解析 (以下, FEA) により, 着目部に発生する曲げ応力及び板厚の影響を考慮し補正した構造ホットスポット応力 ($\sigma'_h = (t/25)^{0.25}(\sigma_{h,m} + 0.8\sigma_{h,b}) : t$, $\sigma_{h,m}$, $\sigma_{h,b}$ は鋼板の板厚, 構造ホットスポット応力に占める膜, 曲げ成分を示す. 以下, SHSS') の影響面を算出した. 着目部は, 主桁隣接縦リブ P12 の縦横リブ交差部溶接部の横リブ側止端 (図 1(a)) である. 当該溶接部には縦リブ側にも止端があり, 発生する SHSS' 範囲が横リブ側止端と同レベルであることが FEA により確認されている²⁾が, 実物大モデルによる定点疲労載荷試験では横リブ側止端に疲労き裂が発生した¹⁾ため, 横リブ側止端を着目部とした. 横関ら^{1),2)}との相違点は, 荷重を T 荷重を模した荷重モデル (1 軸, 2 輪 (ダブルタイヤ/輪), 100kN×2=200kN, 図 1(b)) としたこと, 着目部を L 側と R 側の 90°ずつに分けて応力の整理を実施したこと, 主桁を 3 本モデル化し境界条件を明確にした中央の主桁の隣接縦リブを評価対象としたことである. 解析モデルは, 縦リブサイズを一定としたモデル (従来モデル, 図 1(d)) と, 主桁近傍の縦リブサイズを大きくしたモデル (改良モデル, 図 1(e)) を作成し, 各々について着目部の SHSS' の影響面を算出した. P12L と P12R とを比較し, より大きな SHSS' の影響値が算出された P12R の影響面を図 2 に示す. ここで各影響値は, 各荷重ケースで算出された最大 SHSS' と最小 SHSS' のうち絶対値の大きい方とした.

次に, 車両走行位置分布は標準偏差 165mm の正規分布¹⁾ (図 3) に, 軸重分布は比較的重交通路線である国道 357 号線曙橋走行車線のデータ³⁾ (図 4) に従うものとし, 前述の FEA で算出した影響面から求めた SHSS' 範囲 (図 5) を用いて, 各モデルの着目部 P12R に関する設計寿命 100 年の累積疲労損傷比(D)を算出した. D の算出にあたって, 疲労設計曲線は変動振幅応力の E 等級とし, 打切り限界 (29N/mm²) を考慮した.

3. 検討結果

前述の手法により P12R の D を算出した結果, 縦リブサイズを一定とした従来モデルでは, D=1.695>1.0 となり, 設計寿命を満足しない結果となった. 一方, 主桁近傍の縦リブサイズを大きくした改良モデルでは, D=0.788<1.0 となり, 設計寿命を満足する結果を得た (表 1).

4. まとめ

比較的重交通路線の軸重分布を用いた一検討結果ではあるが, 縦リブサイズを一定とした場合に, 主桁隣接縦リブの縦横リブ交差部溶接部の横リブ側止端で設計寿命 100 年を満足できない場合があることが示された.

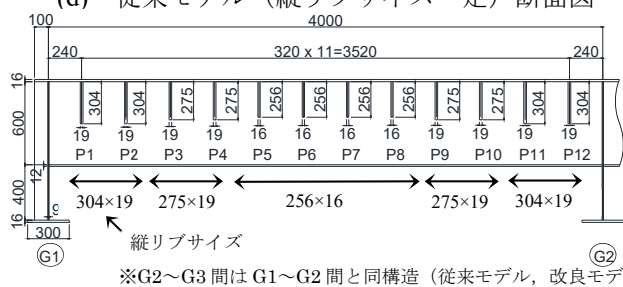
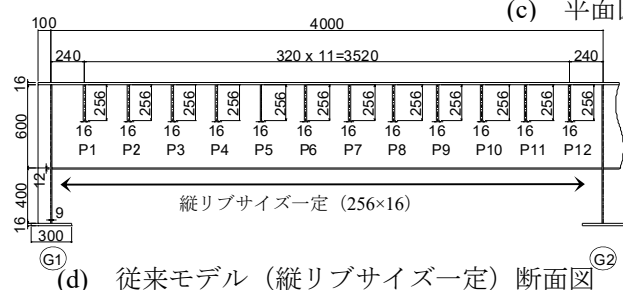
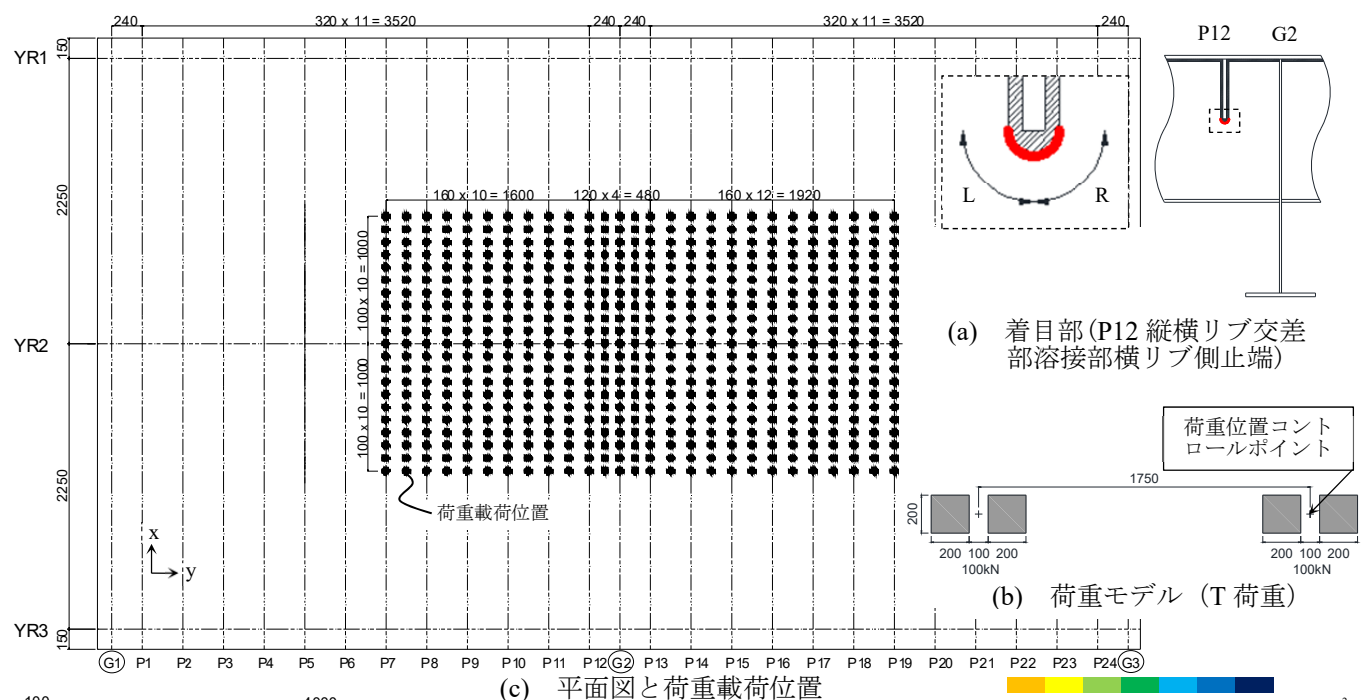
このことから, 重交通路線に開発した鋼床版構造を適用する際において, 主桁隣接縦リブ近傍に輪荷重が載荷される主桁及び縦リブ配置となる場合には, 一般部の縦リブサイズより主桁隣接縦リブのサイズを大きくすることが, 疲労寿命の向上に有効であると考えられる.

参考文献

- 1) 横関ら: 取替用高性能鋼床版パネルの開発, 橋梁と基礎, Vol.51, No.5, pp.35-40, 建設図書, 2017.
- 2) 横関ら: 鋼床版縦横リブ交差部構造の高疲労強度化, 土木学会論文集A1, Vol.73, No.1, pp.206-217, 2017.
- 3) 玉越ら: 道路橋の設計自動車荷重に関する試験調査報告書, 国土技術政策総合研究所資料, No.295, 2006.

キーワード 鋼床版, 疲労寿命, 縦横リブ交差部, 有限要素解析, 構造ホットスポット応力

連絡先 〒103-0006 東京都中央区日本橋富沢町 9 番 19 号 TEL 03-5623-2276



※G2～G3間はG1～G2間と同構造(従来モデル, 改良モデルとも)

図1 着目部, 荷重モデル及び解析モデル

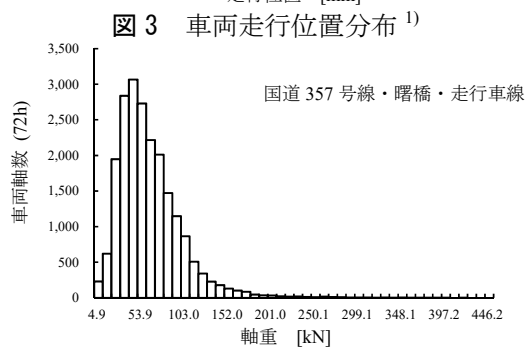
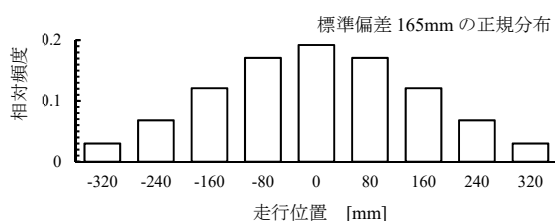


図4 軸重分布³⁾

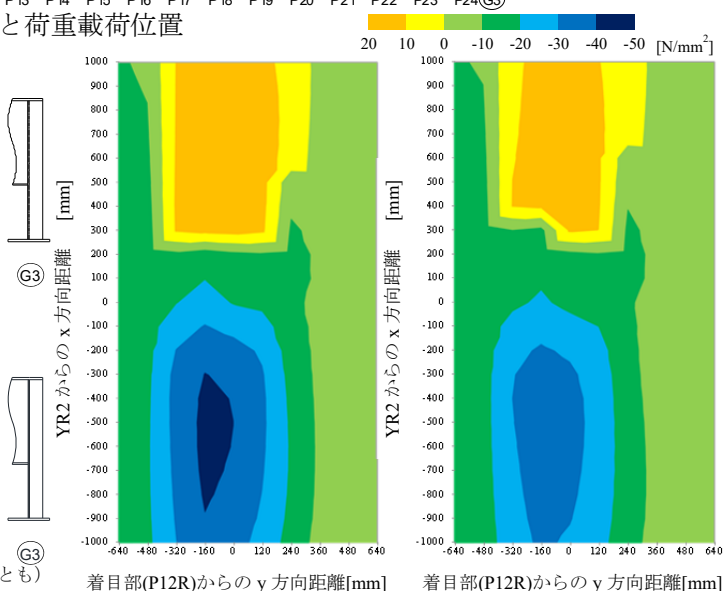


図2 P12RのSHSS'影響面

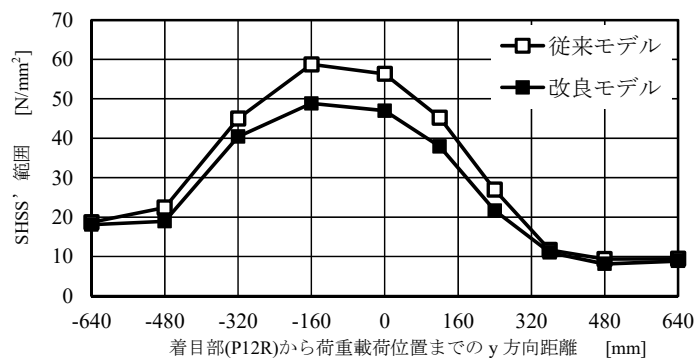


表1 P12Rの累積疲労損傷比(D)

	D	判定
従来モデル	1.695 > 1.0	NG
改良モデル	0.788 < 1.0	OK

・設計寿命 : 100年
 ・疲労設計曲線 : E等級, 打ち切り限界(29N/mm²)考慮