

### デッキプレート貫通疲労損傷に及ぼす横リブの影響

高田機工株式会社 正会員 ○鷹羽 新二  
 住友金属工業株式会社 正会員 前田 隆雄, 有持 和茂, 誉田 登  
 岩手大学 正会員 大西 弘志

#### 1. はじめに

道路橋鋼床版構造で、トラフリブ溶接ルート部よりデッキ板厚方向に進展・貫通する疲労損傷が報告されている<sup>1)</sup>。この疲労損傷は、道路面の陥没にも繋がり、損傷防止に向け多くの検討がなされている<sup>2)</sup>。ここでは、移動輪荷重疲労試験の実験結果を基に、デッキ貫通疲労損傷に及ぼす横リブの影響を、溶接残留応力に着目し検討した。

#### 2. 移動輪荷重疲労試験結果

図1の試験体を用いて移動輪荷重疲労試験を実施した。輪荷重は、10tonf から開始し、12, 15tonf と増加させたが、着目部のひずみ低下、試験体のたわみ変化、表面でのき裂が確認されず、ひずみ計測用ハンドホールの疲労損傷により打切られた。なお、本試験では、き裂発生を単純な応力条件下で評価すべく、横リブは輪移動範囲内には設置していない。

疲労試験後、トラフリブ溶接部を一定間隔で切断し、ルートを起点とするき裂長さを横断面にて観察した。その結果、図2に示すように、疲労き裂は広い範囲で発生しており、特に、輪移動範囲外の横リブ直上部で、約10mm長さのき裂が観察された。

支間中央と横リブ直上部での応力をFEM解析により比較したが、支間中央の方が、横リブ接合部より応力状態は厳しく、横リブ直上部でルートき裂が進展した理由は、輪荷重による作用応力からは説明できなかった。

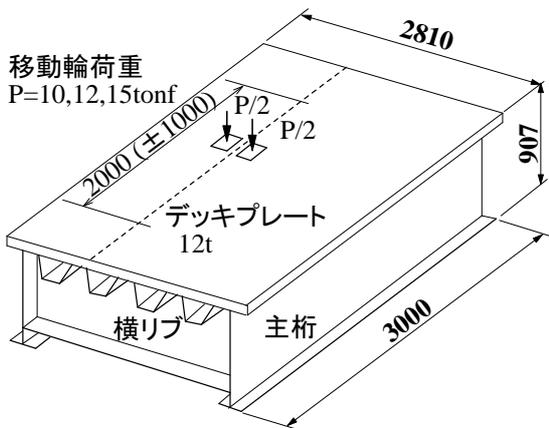


図1 移動輪荷重疲労試験体の形状・寸法

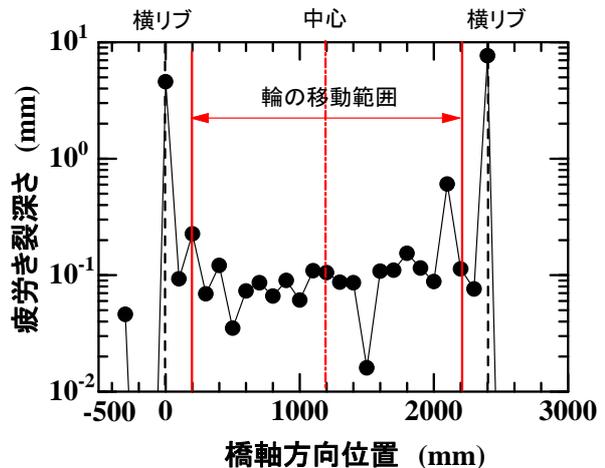


図2 移動輪荷重疲労試験体のルートき裂長さ分布

#### 3. 残留応力が無い試験体による疲労試験

図2の結果を受けて、横リブ直上のルートき裂が進展するのは、横リブとデッキの溶接による溶接残留応力が寄与しているのではないかと仮説をたて、疲労試験を行った。表1、図3に示す鋼床版モデル試験体を準備した。片振り圧縮の定点載荷で、疲労き裂の発生、進展状況をルート近傍に貼付したひずみゲージの出力から間接的に評価した。疲労試験は、ひずみ範囲が15%低下(初期ひずみ範囲の85%)した時を疲労き裂発生寿命とし、き裂がデッキ相当材を貫通し、き裂長さが100mmとなった時点を、打ち切りと定義した。

表1に示すとおり、試験体は、デッキ/トラフリブの溶接部における溶込み量、ならびに、溶接残留応力を変化させている。溶接残留応力の変化とは、応力除去焼鈍処理(以降、SR処理)によって全溶接部の残留応力を除去したものと、デッキにトラフリブが溶接された構造に対して、横リブをボルト接合し当該部分の残留応力が無いものを指す。

キーワード 鋼床版, デッキプレート, 板厚貫通疲労き裂, 溶接残留応力

連絡先 〒649-0111 和歌山県海南市下津町方 1375-1 高田機工株式会社 技術研究所 TEL 073-492-4971

表 1 モデル試験体の準備条件一覧

試験体 マーク	溶込み量 (%)	SR 処理	溶接残留応力	
			デッキ/トラフ	(デッキ+トラフ)/横リブ
全溶接(小)	30~40	無し	有り	有り
全溶接(大)	60~70	無し	有り	有り
全溶接(SR)	60~70	有り	無し	無し
ボルト接合	60~70	無し	有り	無し

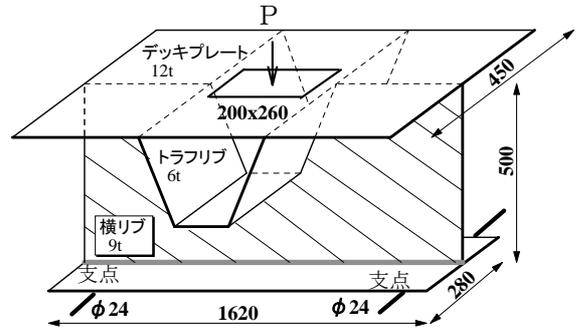


図 3 鋼床版モデル試験体の形状・寸法

4. モデル試験体の疲労試験結果および考察

モデル試験体のルート近傍でのひずみ経時変化測定例を図4に示す。繰返し荷重の初期段階からひずみ範囲は減少し始め、その後、一定値に収斂する様子が判る。一定値になる時期と、疲労き裂がデッキを貫通する時期(1.75x10<sup>5</sup>回)とがよく対応している。

また、ボルト接合試験体では、作用荷重とルート近傍ひずみの関係については、全溶接試験体と剛性を一致させることができず、異なったものとなる。そこで、試験開始時のひずみを用いて、初期応力範囲で疲労試験結果を整理した。その結果、図5に示すように、全溶接(SR)とボルト接合試験体の疲労強度は、他の試験体に比べ、優れており、かつ前両者はほぼ同等であることが判明した。両者が同等であることより、(デッキ+トラフリブ)と横リブの溶接残留応力が、疲労強度低下に起因していることが示唆された。

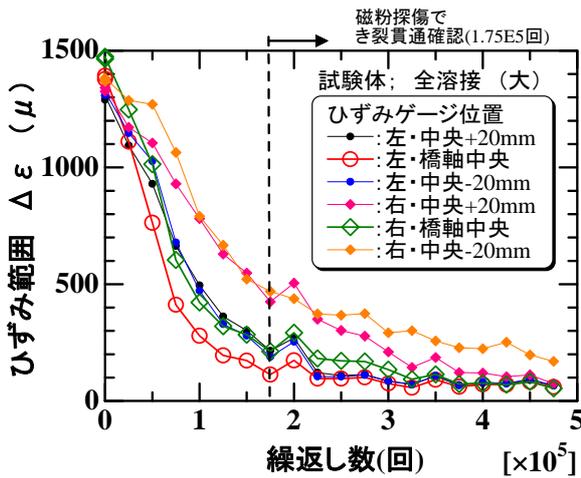


図 4 ひずみ出力の経時変化測定結果例  
(最大・最小荷重時の静的ひずみ差)

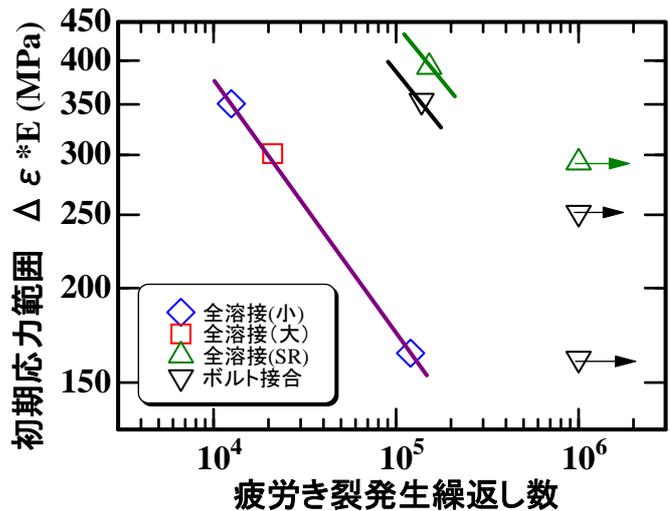


図 5 モデル試験体の疲労試験結果

5. おわりに

移動輪荷重疲労試験により、輪の移動範囲外であっても横リブ直上のトラフリブ溶接ルートから、デッキ板厚に近い深さまで疲労き裂が成長することを確認した。

鋼床版をモデル化した試験体の定点載荷疲労試験により、ルートを起点とする疲労損傷を再現できることを確認した。

デッキと横リブをボルト接合、あるいは、試験体全体をSR処理したモデル試験体を疲労試験で評価することにより、横リブ直上部におけるデッキの疲労強度低下は、横リブ溶接施工に伴い発生した溶接残留応力に起因していることが示唆された。

**謝辞** 移動輪荷重疲労試験では、松井繁之・大阪大学名誉教授、堀川都志雄・大阪工業大学教授にご指導いただいた。この場を借りて深く御礼申し上げる。

**参考文献** 1) 例えば、堀江佳平, 高田佳彦: 阪神高速道路の鋼床版疲労損傷の現状と取組み, 鋼構造と橋に関するシンポジウム論文報告集, vol. 10, pp. 55-69, 土木学会, 2007. 8 2) 例えば, 高田佳彦, 坂野昌弘: 交通規制を必要としない既設鋼床版の疲労損傷に対する検討, 土木学会論文集, A1 分冊, vol. 67, No. 1, pp. 13-26, 2011. 1