

鋼床版のデッキとUリブの溶接部における疲労挙動に関する実験的検討

(社) 日本橋梁建設協会 正会員 ○井口 進
九州大学 学生会員 城 大樹
(社) 日本橋梁建設協会 正会員 内田大介

九州大学 正会員 貝沼重信
三菱重工業 正会員 尾上聡史
(社) 日本橋梁建設協会 正会員 川畑篤敬

1. はじめに

近年、重交通路線における供用 20 年程度が経過した鋼床版のデッキプレート（以下、デッキという）と U リブ溶接部のルートからデッキ方向に進展する疲労き裂（以下、ルートき裂という）の発生事例が報告されている。ルートき裂の発生要因の一つとして、車両の走行によりルート部に発生する正負の交番応力と溶接ルート部に存在する引張残留応力が考えられる^{1),2)}。しかし、ルートき裂を発生させる応力条件については、これまで十分な検討がなされていない。そこで、本研究ではデッキと U リブ溶接部近傍の応力条件をパラメータに設定した疲労試験を実施し、応力条件がルートき裂の発生メカニズムに与える影響について検証した。

2. 試験方法

試験体は、FEM 応力解析を実施して諸元を決定した 2 本の U リブ 1 支間からなる鋼床版パネルとした。デッキと U リブの板厚のほか、U リブ溶接部の溶け込み量をパラメータとして 4 種類、合計 14 体を製作した。以下では、これらの試験体を試験体ナンバーで呼ぶ。

疲労試験は、実働応力波形が再現可能な試験システム¹⁾により実施した（図-1）。疲労試験時の応力条件は、疲労荷重直下の U リブ支間中央断面における、デッキと U リブ溶接止端から 5mm 位置におけるデッキ下面の橋軸直角方向の応力を用いて照査することとした（図-2）。この試験システムでは、静的荷重と疲労荷重の組み合わせにより、応力参照位置において図-3に示すような正負交番応力を与えることが可能である。本試験では、実橋における総重量 200kN の荷重車による応力測定結果から得られた応力条件（引張応力 $\sigma_{\max}=20\text{N/mm}^2$ 、圧縮応力 $\sigma_{\min}=-160\text{N/mm}^2$ ）を基準応力として、疲労試験を実施した。

3. 疲労試験結果

疲労試験の条件および疲労試験結果を表-1 に、一覧として示す。基準応力を与えた試験体（No.1, 5, 7）は、溶接条件や U リブの板厚によらず、全てルートき裂が発生した。次に、応力範囲を基準応力の 2/3 である 120N/mm^2 とした試験体（No.6, No.10）では、ルー

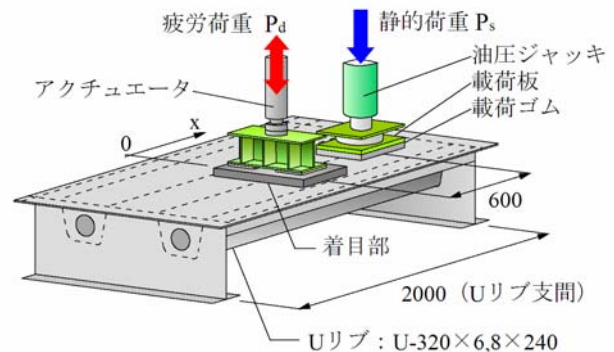


図-1 試験体と疲労試験システム

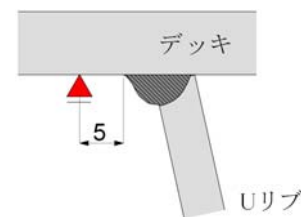


図-2 応力参照位置

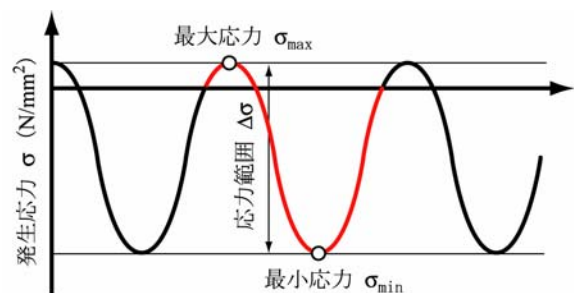


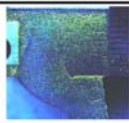
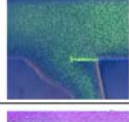
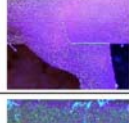
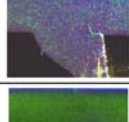
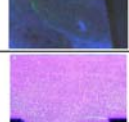
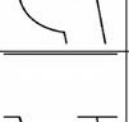
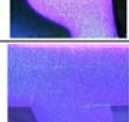
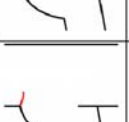
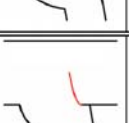
図-3 応力参照位置で与えられる応力波形

トき裂が発生したが、試験体 No.2 では発生しなかった。応力範囲を 1/2 に減じ 90N/mm^2 とした試験体 No.3 においても、ルートき裂は発生しなかった。したがって、ルートき裂を発生させるためには、少なくとも 120N/mm^2 程度の応力範囲が必要であると考えられる。また、応力範囲が 120N/mm^2 程度と基準応力と等しいが、引張応力を 40N/mm^2 以上とした試験体 No.4, No.10 は、 20N/mm^2 とした試験体 No.1, No.6 に比べてルートき裂の進展が大きい傾向がみられた。したがって、引張応力の割合が大きいほどルートき裂は進展しやすいと考えられる。一方、圧縮応力のみ与えた試験体（No.8, 9）

Keywords: 鋼床版 疲労試験 正負交番応力

連絡先: (株)横河ブリッジホールディングス 総合技術研究所 〒273-0026 船橋市山野町 27 番地 TEL: 047-435-6161 FAX: 047-435-6160

表-1 試験体ごとの疲労試験条件と疲労試験結果

試験体			No.	着目部の設定応力			载荷回数	発生き裂		
				$\sigma_{\min}$	$\sigma_{\max}$	$\Delta\sigma$		MT 写真	模式図	き裂長さ (mm)
				(N/mm ²)						
D12U6	SP0	FS	1	-160	20	180	300			3.2
			2	-100	20	120	450			
			3	-70	20	90	300			
			4	-140	40	180	300			5.4
	SP75	FS	5	-160	20	180	300			1.5
			6	-100	20	120	300			2.7
D12U8	SP50	FS	7	-160	20	180	300			3.8
		F	8	-180	-10	170	450			
			9	-180	-10	170	300			2.4 (止端き裂)
D14U6	SP75	FS	10	-78	46	124	300			6.4

※ 試験体の名称 D: デッキプレート厚, U: Uリブ厚, SP: CO₂半自動溶接, FS: 正負交番, F: 圧縮応力のみ

では、ルートき裂が発生しなかったことから、引張応力が作用しなければルートき裂が発生しないものと考えられる。

4. まとめ

本研究では、ルートき裂の発生メカニズムを明らかにするため、主に応力条件をパラメータに設定した疲労試験を実施した。その結果、1)応力参照位置に圧縮応力のみ作用する場合はルートき裂が発生しない可能性があること、2)応力参照位置に 20N/mm²以上の引張応力と正負交番応力が作用する場合には、ルートき裂

が発生する可能性があることを確認した。

(参考文献)

- 1) 貝沼重信, 尾上聡史, 三浦健一, 井口進, 川畑篤敬, 内田大介: 鋼床版のデッキプレートとUリブの溶接ルート部の疲労き裂に対する試験システムの構築, 土木学会論文集 A, Vol.64, No.2, 2008.
- 2) 尾上聡史, 貝沼重信, ヴウ ダット ヴァン, 井口進, 内田大介, 川畑篤敬: 鋼床版おデッキプレートとUリブの溶接ルート部における残留応力: 土木学会第 63 回年次学術講演会, 2008