

デッキき裂を対象とした鋼床版疲労耐久性に対する残留応力除去焼鈍の効果

法政大学大学院 学生会員 ○山本 一貴
 法政大学 フェロー会員 森 猛
 宮地エンジニアリング 正会員 林 暢彦

1. はじめに

2000 年頃より、鋼床版の縦リブと横リブの交差部近傍においてデッキプレート・トラフリブ溶接部のルート部を起点として、デッキプレートを進展するき裂（デッキき裂）が報告されるようになった。このき裂はデッキプレートを貫通したとしても、デッキプレート上面に舗装があるために検出することが難しく、過度に進展すればデッキプレートの陥没が危惧される。

著者らは、図 1 に示す試験体を対象に、荷重範囲 50kN と 35kN で疲労試験を行った。疲労試験では、交差部のスカラップの有無とデッキプレートの板厚（12mm, 16mm）を組み合わせた 4 体（N12, S12, N16, S16, N：スカラップなし, S：スカラップあり, 数字：デッキプレート厚）を用いた。その結果、デッキプレート厚 16mm の試験体に対して、荷重範囲を 50kN から 35kN に下げることによって、き裂進展速度は遅くなった。しかし、デッキプレート厚 12mm とした場合には、荷重範囲を 50kN から 35kN に下げても、疲労き裂の発生寿命やき裂の進展速度の変化はほとんどなかった。この原因は、溶接ルート部に生じる繰り返し応力の大きさと引張残留応力の関係によるものであり、引張残留応力を除去することで、疲労耐久性が向上する可能性があると考えた。

本研究では、デッキき裂を対象とした鋼床版疲労耐久性に対する残留応力除去焼鈍の効果을明らかにすることを目的とし、残留応力除去焼鈍を施した、横リブ交差部近傍を模擬した実寸大トラフリブを設けた試験体を用いて疲労試験を行った。

2. 疲労試験

供試鋼材は、SM490YA である。試験体は、幅 1700mm, 長さ 300mm, 高さ 612mm であり、トラフリブ 2 つ（トラフリブ間隔 320mm）、横リブ 1 つで構成されている。板厚はトラフリブで 6mm, デッキプレートで 12mm, あるいは 16mm, それ以外は 12mm である。試験体は、交差部のスカラップの有無とデッキプレートの板厚（12mm, 16mm）を組み合わせた 4 体である。そして、昇温速度 40℃/hr, 625℃3 時間保持, 降温速度 50℃/hr という条件で残留応力除去焼鈍を行った。これらを N12SR, S12SR, N16SR, S16SR と呼ぶ。これらの試験体は、昨年報告した溶接のままの試

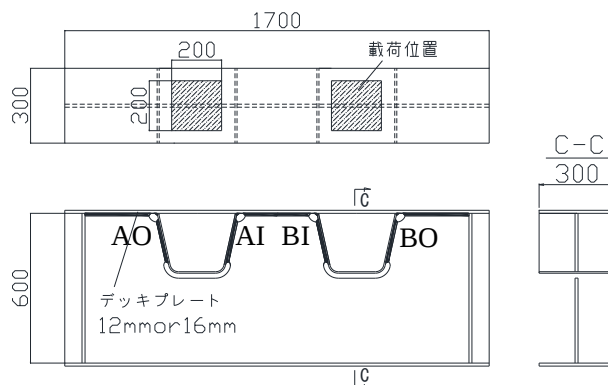


図 1 試験体寸法

表 1 トラフリブ内側から 5mm 位置での引張残留応力 (N/mm²)

試験体	溶接線				平均
	AO	AI	BI	BO	
N12AW	290	283	270	308	288
S12AW	249	267	230	233	245
N16AW	153	198	203	198	188
N12SR	71	129	25	27	63
S12SR	25	3	16	3	12
N16SR	25	23	30	5	21



写真 1 疲労試験状況

キーワード 鋼床版, デッキプレート, トラフリブ, 溶接ルート部, デッキ貫通き裂

連絡先 〒162-0843 東京都新宿区市谷田町 2-33 法政大学大学院デザイン工学研究科 TEL : 03-5228-1429

験体と全く同じものである。溶接のままの試験体を N12AW, S12AW, N16AW, S16AW と呼ぶ。表 1 に各試験体の残留応力（トラフリブ内面から 5mm 離れたデッキプレート下面）の測定結果を示す。いずれの試験体、いずれの着目点においても、残留応力除去焼鈍によって残留応力は大幅に軽減されている。

疲労試験は、動的能力 300kN の電気油圧サーボ式試験機を用いて行った。荷重の載荷位置は図 1 に示す通りであり、1 つのトラフリブ内に 50kN の繰り返し荷重が載荷されるように荷重範囲を 100kN（下限荷重 10kN）としている。疲労試験の状況を写真 1 に示す。き裂の発生・進展を観察する目的で、デッキプレート下面（トラフリブ内側から 5mm 位置）にゲージ長 3mm のひずみゲージを橋軸直角方向に貼付し、荷重繰り返しに伴うひずみの変化を調べた。1 つの試験体で、着目する溶接ルート部が 4 箇所（AO, AI, BI, BO）あり、それら 4 箇所すべてにゲージを貼付している。

図 2 に荷重繰り返しに伴う N12SR と N12AW 試験体のひずみ範囲の変化を示す。疲労き裂が生じると、き裂近傍位置のひずみ範囲は変化するものと考えられる。N12AW 試験体では、いずれの着目点においても、載荷直後からひずみ範囲は急激に減少している。一方、N12SR 試験体では、荷重繰り返し数 130 万回までひずみ範囲が一定であり、その時点まで疲労き裂は生じていないと判断される。その後、270 万回から溶接線 AI のひずみ範囲も減少しており、その時点で溶接線 AI でも疲労き裂が発生したと考えられる。

疲労試験結果を表 2 に示す。N12SR 試験体の溶接線 AI と N12AW 試験体の溶接線 AI の疲労破面を写真 2 に示す。N12SR 試験体のデッキき裂はまずデッキプレート上面から発生し、その後溶接ルート部から発生したき裂と繋がったと推察される。N12AW 試験体では、デッキプレート上面ではなく、溶接ルート部から先にき裂が発生している。

N12AW 試験体では荷重繰り返し数 173 万回ですべての着目点から疲労き裂が発生したのに対し、N12SR 試験体では荷重繰り返し数 304 万回でも疲労き裂の発生は 2 か所に留まっている。S12SR, N16SR 試験体では 1000 万回を超える繰り返し荷重によっても、疲労き裂は生じなかった。また、S16SR 試験体は、現在試験中であるが、荷重繰り返し回数 850 万回でも疲労き裂は生じていない。

3. まとめ

残留応力除去焼鈍を行うことにより、スカラップの有無、デッキプレートの板厚に関わらず、デッキき裂を対象とした鋼床版の疲労耐久性は向上した。また、残留応力除去焼鈍を行なった場合の疲労き裂はデッキプレート下面ではなく、上面から発生した。

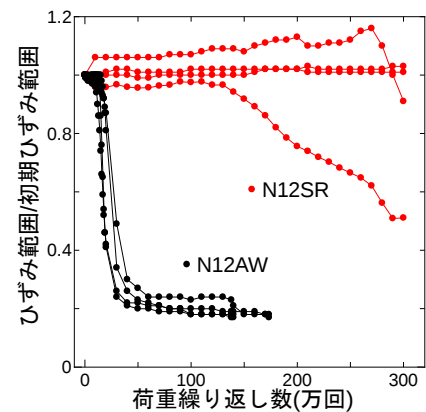


図 2 ひずみ範囲と荷重繰り返し数の関係

表 2 疲労試験結果

試験体	荷重繰返し数 (万回)	溶接線	き裂深さ (mm)	き裂長さ (mm)
N12AW	173.5	AO	10.5	105.9
		AI	10.5	105.4
		BI	10.1	97.3
		BO	10.3	119.4
S12AW	500	AO	10.0	101.2
		AI	10.1	117.6
		BI	9.6	134.9
		BO	9.6	136.3
N16AW	2000	AO	13.6	169.9
		AI	13.4	145.2
		BI	13.4	144.5
		BO	13.2	206.3
S16AW	2000	AO	13.8	210.1
		AI	13.6	213.5
		BI	13.6	190.8
		BO	13.6	223.3
N12SR	304	AO	12.0	300.0
		AI	9.2	126.1
		BI	き裂なし	
		BO	き裂なし	
S12SR	1006	全ての位置でき裂なし		
N16SR	1001	全ての位置でき裂なし		
S16SR	700	全ての位置でき裂なし		

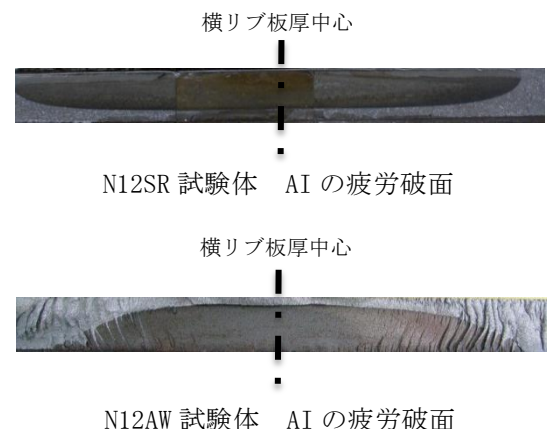


写真 2 疲労破面