

鋼床版デッキプレート・トラフリブ・横リブ交差部の 疲労性状に対するスカーラップの影響

法政大学大学院 学生員 原田 英明
法政大学 正会員 森 猛
東京鐵骨橋梁 正会員 田中 慶治

1.はじめに

鋼床版の縦リブと横リブの交差部には従来スカーラップを設けるのが標準であった。しかし、スカーラップの廻し溶接部を起点とした疲労き裂が懸念され、2002年に発行された日本道路協会の「鋼道路橋の疲労設計指針」ではスカーラップを設けないタイプが標準とされた。その後、鋼床版デッキプレート・トラフリブの溶接ルート部を起点としてデッキプレート内を進展する疲労き裂の発生事例が報告された。しかし、この疲労き裂に対するスカーラップの有無の影響は十分に明らかとされていない。当研究室で大型の鋼床版試験体を用いて行った疲労試験では、スカーラップを有する構造よりもスカーラップを省略した構造の方が溶接ルート部を起点とした疲労き裂が生じやすいという結果が得られている。しかし、ここではスカーラップを有する構造とスカーラップを省略した構造のそれぞれ1体ずつの試験が行われただけであり、スカーラップの有無の影響を明らかにするには、さらに実験的検討が必要である。

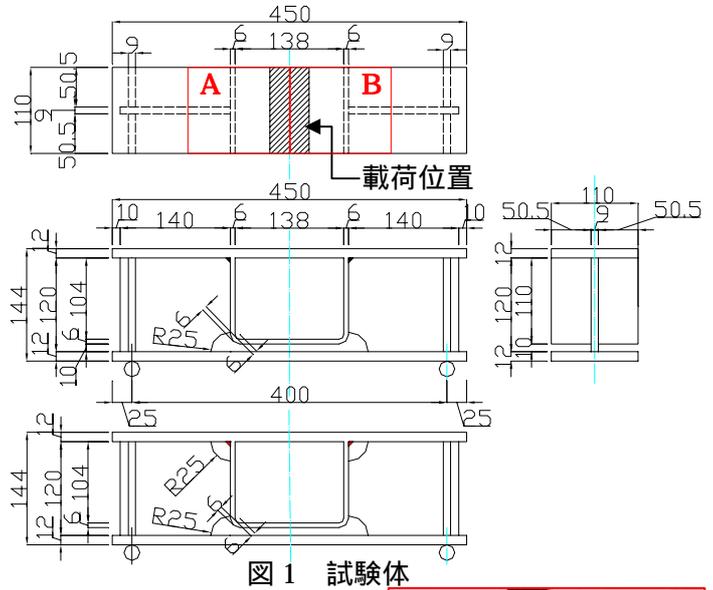


図1 試験体

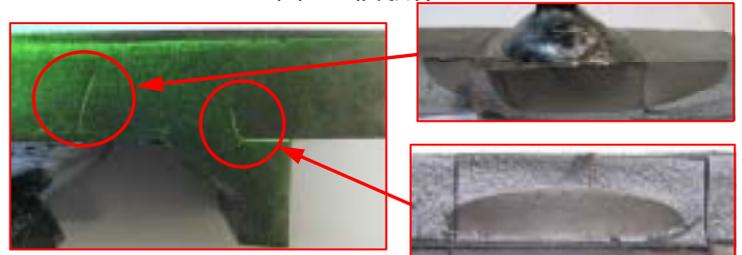


図2 疲労亀裂と破面

本研究では、鋼床版デッキプレート・トラフリブ・横リブ交差部のスカーラップの有無が溶接ルート部を起点としたデッキプレート内を進展する疲労き裂の発生・進展に及ぼす影響を明らかにする目的で、デッキプレート・トラフリブ・横リブ交差部の小型モデル試験体の疲労試験と3次元有限要素応力解析を行う。

2.試験体

試験体は、図1に示すように、デッキプレート・トラフリブ・横リブ交差部をモデル化した

小型試験体であり、交差部のスカーラップ(SC)を有する試験体とスカーラップを省略した2タイプである。デッキプレートの板厚は12mm、トラフリブの板厚は6mm、横リブの板厚は9mmである。また、スカーラップの半径は25mmである。両タイプともトラフリブ下部にはスカーラップを設け、デッキプレートとトラフリブの接合は片面すみ肉溶接で行っている。溶接ルートは2箇所あるため、それぞれA、Bと区別した。

表1 疲労亀裂の起点位置と大きさ

試験体番号 (繰り返し荷重)	着目 位置	スカーラップなし			スカーラップあり			
		発生位置	深さ(mm)	長さ(mm)	発生位置	深さ(mm)	長さ(mm)	
1 (1~41kN)	A	ルート部	10.5	71.6	ルート部	8.8	42	
	B		10.5	70.6		3.8	30	
2 (1~51kN)	A		10.7	70.3	廻し溶接部	8.7	54	
	B		9.8	67.7	ルート部	-	-	
3 (1~51kN)	A		10.3	68.0	廻し溶接部	-	-	
	B		10.1	68.2	ルート部	8.7	50	
4 (1~51kN)	A		10.6	61.8	廻し溶接部	10.2	65	
	B		10.5	70.7	ルート部	-	-	
			平均値	10.4	68.6	平均値	8.1	47.7

キーワード 鋼床版、スカーラップ、横リブ、ルート部、疲労亀裂

連絡先 〒184-8584 東京都小金井市梶野町 3-7-2 法政大学工学部 TEL:042-387-6287

3. 疲労試験

疲労試験は繰り返し荷重を 1~41kN あるいは 1~51kN として行った。支点と載荷位置は図 1 に示すとおりである。疲労試験に用いた試験体の数は両タイプともに 4 体である。荷重の繰返し速度は 5.0Hz とし、全ての試験体に 300 万回載荷した。疲労試験終了後、疲労き裂の破面を曝露するために試験体を切断し、液体窒素で冷やした後、ハンマーで打撃することにより脆性破壊させた。

疲労き裂の破面の例を図 2 に示す。繰返し回数 300 万回後の疲労き裂の発生位置と大きさを表 1 に示す。SC なし試験体で両側のルート部から疲労き裂が生じている。疲労き裂の大きさは平均で深さ 10.4mm、長さ 68.6mm であり、深さはデッキプレート厚に対して 86%であった。SC あり試験体ではルート部だけではなく、デッキプレート・横リブ溶接の廻し溶接部からも疲労き裂が生じた。ルート部を起点とした疲労き裂と廻し溶接部を起点とした疲労き裂の大きさに差はなく、疲労き裂の深さと長さの平均は 8.1mm と 48mm であり、深さはデッキプレート厚に対して 67%であった。SC あり試験体では SC なし試験体に比べて疲労き裂の長さや深さが共に小さくなっている。

4. 応力測定試験と応力解析

SC あり試験体と SC なし試験体を対象として応力測定試験と 3 次元有限要素応力解析を行った。応力測定試験では図 3 のようにひずみゲージを試験体の両側に貼付した。載荷荷重は 40kN とした。応力解析は試験体の対称性を考慮し、1/4 モデルとし、ソリッド要素を用いて行った。要素分割図を図 4 に示す。最小要素寸法は 0.1mm である。載荷荷重は応力測定試験と同じく 40kN とした。応力測定試験結果と解析結果を図 5 に示す。解析結果は実験結果の傾向をよく示している。

疲労き裂の発生起点であるルート部先端を含むデッキプレート板厚方向に沿う橋軸直角方向応力の分布を図 6 に示す。SC を有するモデルに比べて、SC を省略したモデルで高い応力が生じている。この結果は、疲労試験結果と対応している。また、SC を有するモデルの横リブ・デッキプレート溶接部のデッキプレート側止端での応力は 413N/mm²であった。

5. まとめ

鋼床版デッキプレート・トラフリブ・横リブ交差部では、スカーラップを有する構造よりもスカーラップを省略した構造の方が溶接ルート部を起点として疲労き裂が生じやすい。スカーラップを設けた場合、スカーラップの廻し溶接止端を起点とする疲労き裂が懸念される。

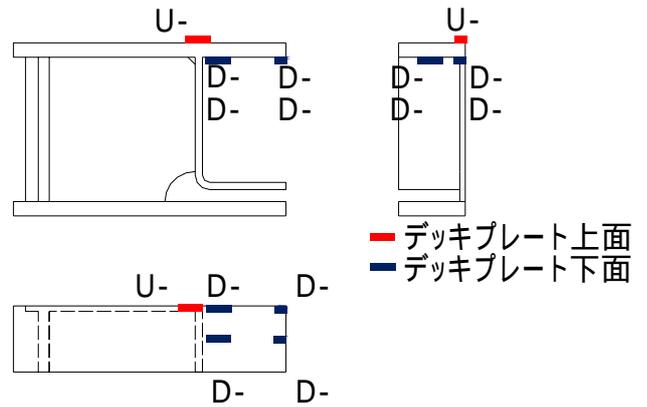


図 3 ひずみゲージ貼付位置 (1/4 モデル)

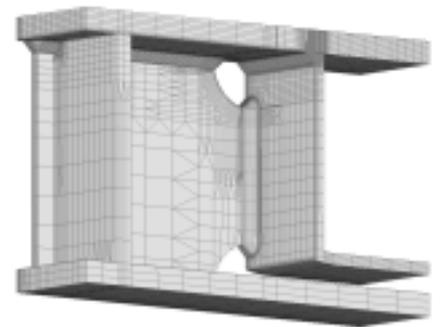
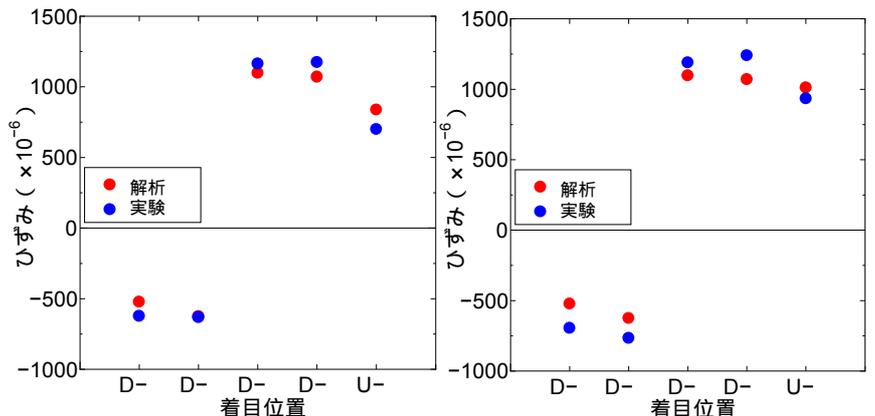


図 4 要素分割図



(a)スカーラップあり (b)スカーラップなし
図 5 応力測定試験と実験結果の比較

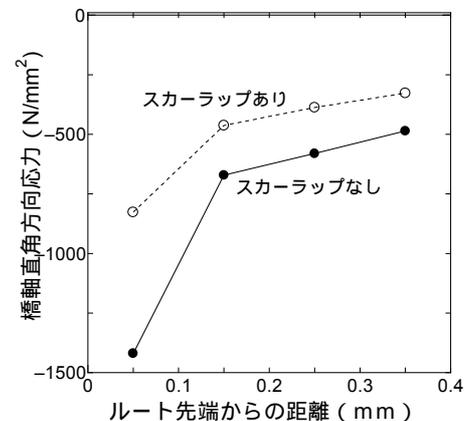


図 6 溶接ルート部での応力分布