

荷重・スカラップの有無・デッキプレート厚が 鋼床版デッキプレート・トラフリブ溶接部の疲労き裂の発生・進展性状に及ぼす影響

法政大学大学院 学生会員 ○山本 一貴
法政大学 正会員 森 猛
日本橋梁建設協会 正会員 内田 大介

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。

原田ら¹⁾は、溶接ルート部から発生しデッキプレートを進展するき裂（デッキき裂）の発生・進展性状を示すとともに、デッキプレート厚を増すこと、スカラップを設けることで、疲労耐久性が向上するという結果を示している。しかし、その研究では、デッキき裂を再現するために、実際よりも大きな荷重 50kN を載荷していた。

本研究では「鋼道路橋の疲労設計指針」に示されている大型ダンプの前輪荷重を想定し、荷重 35kN で疲労試験を行う。そしてデッキき裂の発生・進展性状に対するスカラップの有無とデッキプレート厚、荷重の大きさの影響を明らかにすることを目的として、原田らと同じ交差部を模擬した実物大試験体の疲労試験を行う。

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。その形状と寸法を図 1 に示す。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。これらの試験体を 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）と呼ぶ。写真 2 に溶接ルート部の状況の例を示す。

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、一つのトラフリブ内に 35kN が載荷されるように荷重範囲を 70kN（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 箇所あり、それら 4 箇所すべてにゲージを貼付している。



写真 1 疲労試験状況

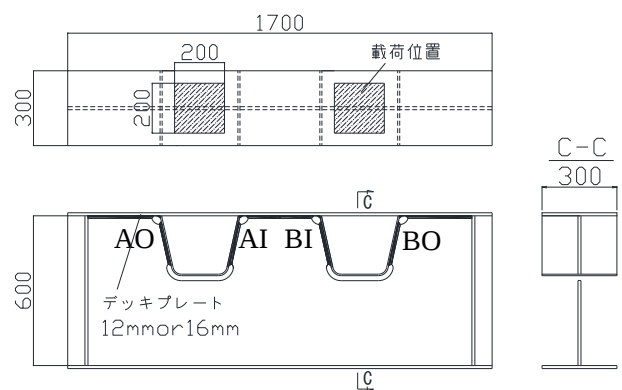


図 1 試験体寸法

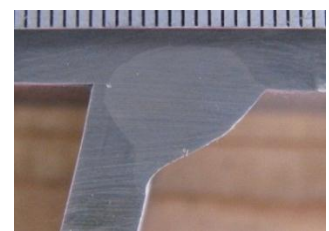


写真 2 溶接ルート部の状況

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

原田ら¹⁾が示したき裂深さとひずみ範囲減少率の関係を利用して求めたき裂深さと荷重繰返し回数の関係を図2に示す。図中には、50kNでの結果も示している。いずれの試験体においても、き裂は荷重載荷直後に発生し、板厚の60~80%程度まで荷重繰返し回数にほぼ比例して進展し、その後停留している。

き裂が板厚の1/2まで進展するときのき裂の平均的な進展速度を算出した結果を図3に示す。N12試験体を基準にすると、S12試験体での進展速度は0.41, N16試験体では0.29, S16試験体では0.11まで低下している。35kN 載荷時のN16試験体とS16試験体の進展速度は50kN 載荷時の進展速度より低下しているが、N12, S12試験体については荷重の大きさによるき裂進展速度の相違はほとんどみられない。

試験終了時に測定した下限ひずみとひずみ範囲を用いて推定した各試験体の残留応力を表1に示す。表には50kNでの疲労試験結果も示している。いずれの溶接線においてもトラフリブ内側5mm位置では、高い引張残留応力が作用している。疲労き裂の発生点である、溶接ルート部での残留応力は不明であるが、ルート部も引張残留応力場であるとすれば、それが圧縮の繰返し応力によってき裂が進展した原因と考えられる。また、溶接ルート部が引張残留応力場にあるとすれば、図4に示すように、引張残留応力により応力の0点が移動し、それよりも上にある応力変動成分(有効応力範囲)がき裂進展に寄与することになる。このようなメカニズムで、N12とS12試験体では、荷重の大きさによってき裂進展速度が変わらなかったとも考えられる。したがって、残留応力を除去すれば、疲労耐久性が向上するとも考えられる。

3. まとめ

き裂はスカラップの有無・デッキプレート厚に関係なく、荷重載荷直後に発生し、板厚の60~80%程度まで進展すると進展速度が遅くなりほぼ停留した。デッキプレート厚を増すこと・スカラップを設けることで、疲労き裂の進展速度は遅くなり、疲労耐久性は向上する。荷重の大きさを変えても、ルート部の引張残留応力の影響で疲労き裂の発生寿命やき裂の進展速度がほぼ同じとなる場合があった。

- 1) 原田英明, 森 猛, 内田大介, 川崎靖子: 鋼床版デッキプレート・トラフリブ・横リブ交差部のデッキプレート貫通き裂の発生・進展性状に対するデッキプレート厚とスカラップの影響, 鋼構造論文集, Vol. 19, No.73, pp.65-74, 2012.

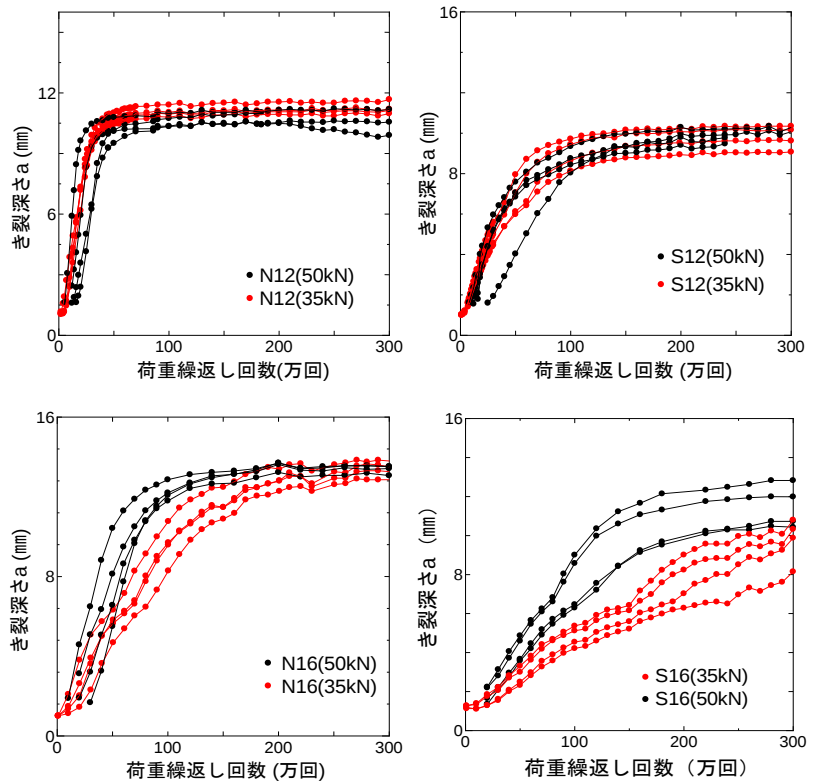


図2 き裂深さと荷重繰返し回数の関係

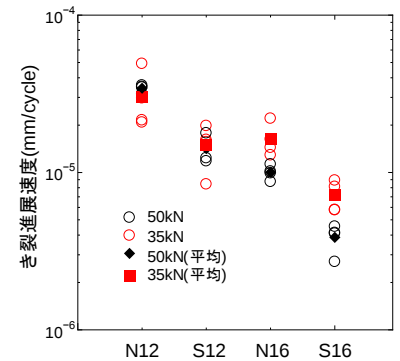


図3 き裂進展速度

表1 試験体の残留応力

荷重範囲	試験体	AO	AI	BI	BO	平均
35kN	N12	303	322	305	345	319
	S12	172	210	213	213	202
	N16	281	289	242	307	280
	S16	174	163	181	143	165
50kN	N12	290	283	270	308	288
	S12	249	267	230	233	245
	N16	153	198	203	198	188
	S16	232	155	181	237	201

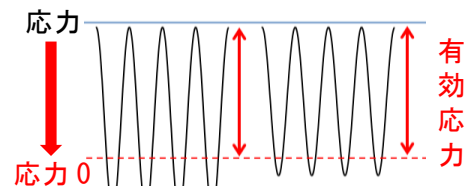


図4 有効応力範囲