

デッキプレート貫通型疲労き裂の発生・進展性状に対するスカーラップと板厚の影響

法政大学大学院	学生会員	○川崎 靖子, 原田 英明
法政大学	正会員	森 猛
(社) 日本橋梁建設協会	正会員	内田 大介, 川畑 篤敬
		井口 進, 宮下 敏

1. はじめに

鋼床版の縦リブと横リブの交差部には、溶接線の交差を避けるためにスカーラップを設けるのが標準とされていたが、スカーラップの回し溶接部を起点とした疲労き裂が懸念され、2002年度からスカーラップを省略したタイプが標準とされている。その後、スカーラップを有する横リブ交差部近傍で、デッキプレート・トラフリブ溶接部のルートを起点としてデッキプレートを貫通するき裂が報告された。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。しかし、スカーラップの有無がデッキプレートを貫通する疲労き裂に対してどのような影響を及ぼすのかについては、十分に明らかとはされていない。このような疲労き裂に対する耐久性を高めるためには、これまで12mmが標準であったデッキプレートを厚くすることが考えられる。

本研究では、溶接ルート部を起点としてデッキプレートを貫通する疲労き裂の発生・進展性状に対する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とデッキプレート厚の影響を明らかにすることを目的として、交差部を模擬した実物大試験体を対象として疲労試験と3次元FEM解析を行う。

2. 試験体

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。板厚はトラフリブが6mm、横リブは12mmである。試験体は、交差部のスカー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、それぞれ、S-D12U6、N-D12U6、S-D16U6、N-D16U6（S：スカーラップあり、N：スカーラップなし、D：デッキプレート厚（mm）、U：トラフリブ厚（mm））と呼ぶ。溶接の溶け込み深さは、トラフリブの75%程度であった。

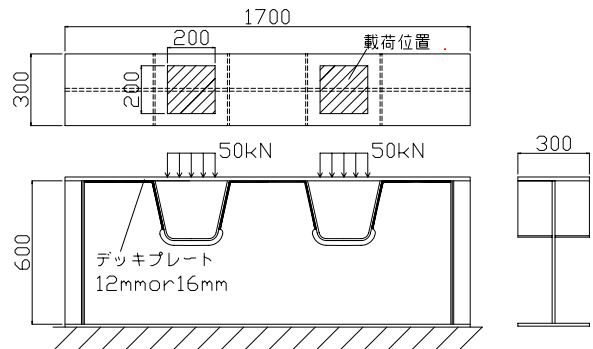


図1 試験体



写真1 試験状況

3. 疲労試験

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、繰り返し荷重を10kN～110kNとして行った。荷重の位置は図1に示すとおりであり、載荷面積は200mm×200mmである。疲労試験の状況を写真1に示す。ルート部から生じたき裂はデッキプレートを貫通しない限り目視で確認できないため、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4箇所にゲージを貼り付けている。

疲労試験時のひずみ測定結果を図2と図3に示す。いずれの場合も荷重の繰り返し数とともに、ひずみ範囲が減少している。これは疲労き裂が生じることにより、デッキプレート下面の応力が伝達されにくくなることによる。繰り返し数がある程度以上になると、ひずみはほぼ一定となっている。

キーワード 鋼床版, デッキプレート貫通型疲労き裂, 横リブ交差部, スカーラップ, デッキプレート厚
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

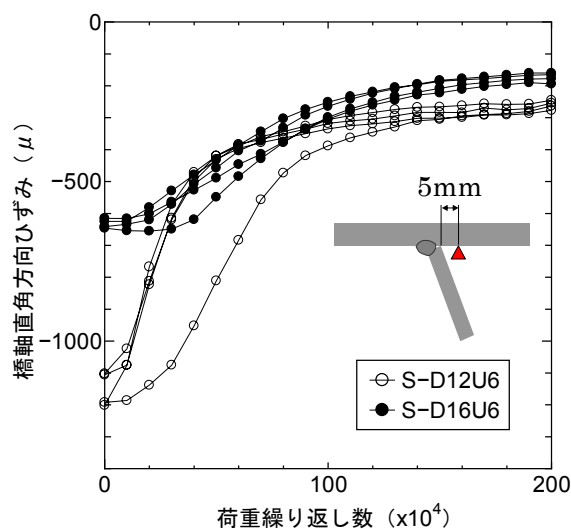


図2 ひずみの変化(スカールップ有)

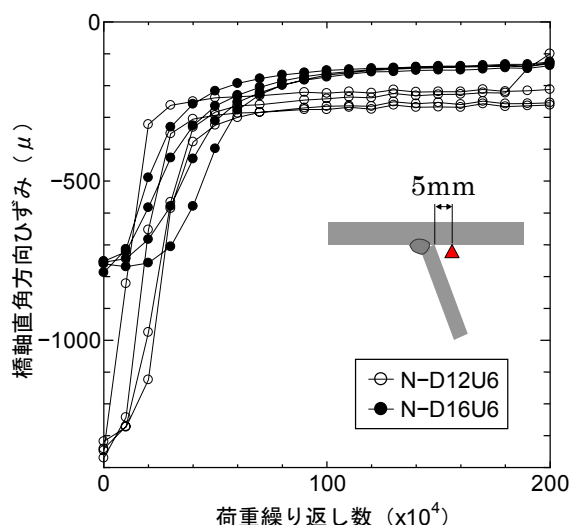


図3 ひずみの変化(スカールップ無)

S-D12U6 は 225 万回, N-D12U6 では 200 万回の荷重繰り返し時にデッキプレート貫通き裂を確認した. S-D16U6 と N-D16U6 では 2000 万回の荷重繰り返しによっても貫通き裂は生じなかった. 図 4 は, ひずみ範囲が初期ひずみ範囲の 50% となったときの荷重繰り返し数を示している. スカールップ無に比べてスカールップ有で, 板厚 12mm に比べて 16mm で繰り返し回数は長くなっている.

4. 応力解析

解析対象は, 疲労試験に用いた鋼床版試験体である. 応力解析は試験体の対称性を考慮し 1/4 モデルとし, また交差部近傍をソリッド要素でその他をシェル要素でモデル化したハイブリッドモデルを用いて行った. シェル要素とソリッド要素の結合は, シェル要素をソリッド要素に 1 要素貼り付けることによって行った. 要素分割図の例を図 5 に示す. 解析は, スカールップの有無とデッキプレート厚(12mm, 14mm, 16mm, 18mm, 20mm) をパラメータとした 10 種類のモデルについて行った. 溶接溶け込み量は, トラフリブの 75% とした.

解析より求めたルート部の最小主応力の大きさとデッキプレートの板厚の関係を図 6 に示す. スカールップ有のモデル, スカールップ無のモデルとも, ルート部の最小主応力は板厚が増すにしたがって小さくなっている. デッキプレート厚 16mm の最小主応力は, デッキプレート厚 12mm の最小主応力の 65% 程度となっている. 平板が単純な曲げを受ける場合の板下面の応力は, 板厚の 2 乗に反比例して低下する. 図 6 中の点線は, その関係を示している. いずれのモデルにおいても, 3 次元 FEM 解析で求めた応力の低下度は, 板が単純な曲げを受ける場合よりも低く, ルート部の応力は板厚の約 1.6 乗に反比例して低下している.

5. まとめ

デッキプレート・トラフリブ溶接部のルートを開始とする疲労き裂を対象とすれば, 疲労耐久性はデッキプレートを厚くすることにより, またデッキプレート・トラフリブ・横リブ交差部にスカールップを設けることにより向上する.

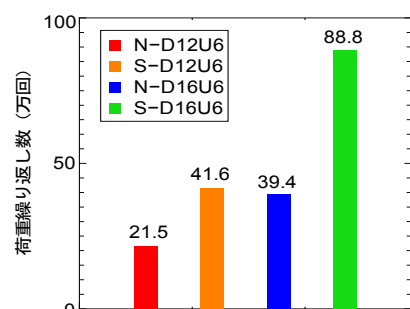


図4 ひずみが初期ひずみの 50% となったときの荷重繰り返し数

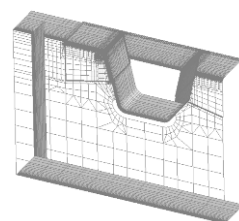


図5 要素分割

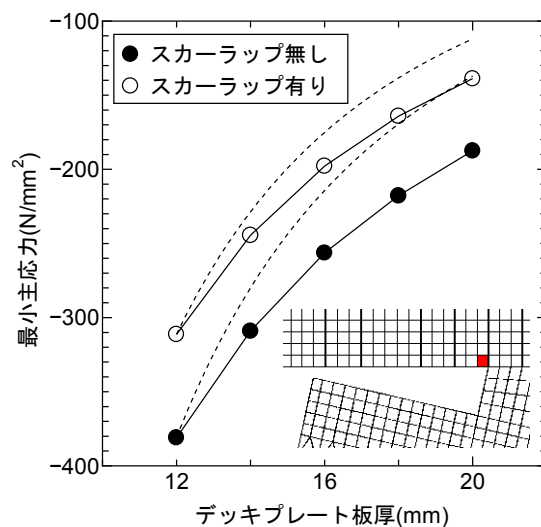


図6 ルート部の応力