鋼床版の疲労損傷評価方法と鋼材による疲労寿命改善
第１報　鋼床版デッキ貫通き裂の発生・進展の評価に関する一考察

(株)横河ブリッジ　正会員 ○一宮 充，正会員 春日井俊博，正会員 清川昇悟
住友金属工業(株)　正会員 安藤隆一，　誉田 登，　有持和茂

１．はじめに

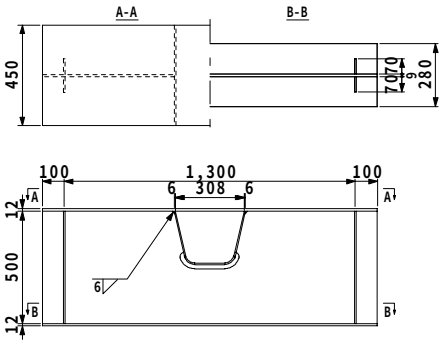
鋼床版のデッキプレート(以下デッキという)とUリブの溶接部を起点としてデッキ側に進展する疲労き裂（以下，デッキ貫通き裂という）に関し，各機関で様々な検討が進められているが，その力学的な性状については十分に解明されていないと考えられる．本報ではデッキとUリブと横リブの交差部から生じるデッキ貫通型き裂に関し，部分モデル試験体の疲労試験を実施することにより検討を行った結果を報告する．

２．試験体および載荷方法

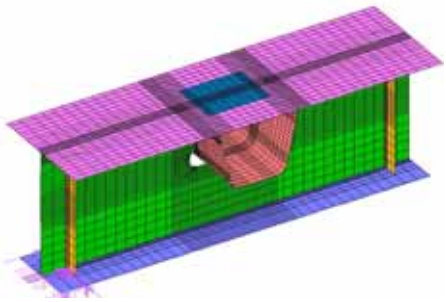
デッキ貫通き裂を再現させる部分モデル試験体として，文献1)に示される横リブ交差部の試験体(**図－1** 参照)を製作した．試験体は，デッキとUリブのすみ肉溶接を実施した後，横リブを溶接した．当該試験体は舗装が無いためデッキプレートを直接載荷することになるが，載荷板にゴム板を介すことにより，等分布荷重が作用する状態を再現させることとした．載荷面積は幅 260㎜×長さ 200㎜ とし，載荷板にゴム板を介する場合のゴム厚の影響は，**図－2** に示すようなシェル要素で構成されたFEMモデルを用いた解析結果と比較し検討した．ゴム厚を 5㎜ とした場合は，載荷板端部に応力が集中するため着目部近傍の応力は解析値よりも低かったが，15㎜ とした場合は等分布荷重が作用したときの応力状態に近い状態となることを確認した．**図－3** に示すような評価位置で実験値と比較した結果の一例を**図－4** に示す．

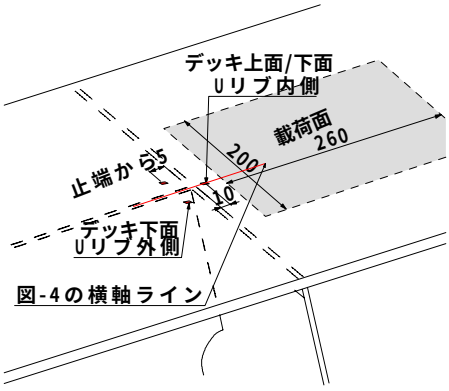
３．疲労試験結果

疲労試験では，15 万回毎にデッキ貫通き裂の有無の確認と静的載荷試験を実施した．荷重範囲を 60kNとした結果，載荷回数が 600 万回に達してもデッキ貫通き裂は確認できなかったが，90kNとした結果，載荷回数 50 万回でデッキ貫通き裂が確認された．静的載荷試験の結果では，繰返し回数の増加に伴う応力は，**図－3** に示すデッキ下面のUリブ内側の計測値が最も顕著に変化したため，この値を**図－5** に示すように整理した．いずれの荷重で載荷してもいったん当初の約 1/3 程度まで減少して変化が停留する傾向が見られる．載荷荷重 90kNの場合は，再び変化が始まり応力が下がるが，これはき裂がデッキ上面側に貫通した時期と一致する．最初に計測値が変化し始めた時点を初期き裂発生時と仮定し，変化率を 15%[2]として整理した場合のS-N関係を**図－6** に示す．併記したJSSCの疲労設計曲線と比較すると勾配が 3 以上にな

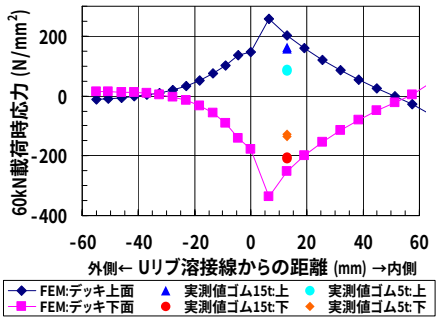


図－1　試験体


図－2　解析モデル



図－3　応力評価位置



図－4　解析結果および実測結果

キーワード　鋼床版，疲労試験，デッキ貫通き裂，耐疲労鋼
連絡先　〒273-0026 千葉県船橋市山野町 27 番地 (株)横河ブリッジ 技術本部技術研究所　Tel 047-435-6161

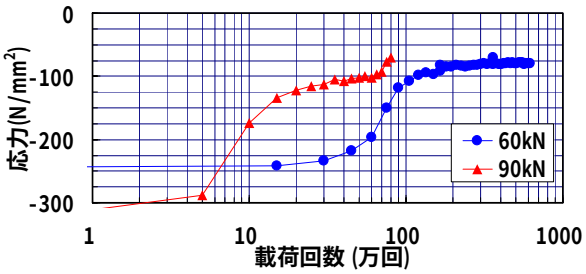
る可能性も見受けられるが，赤▲プロットで示されるデッキ下面/Uリブ内側の計測位置で整理した結果，概ねD等級に相当する強度となった．

4．破面試験

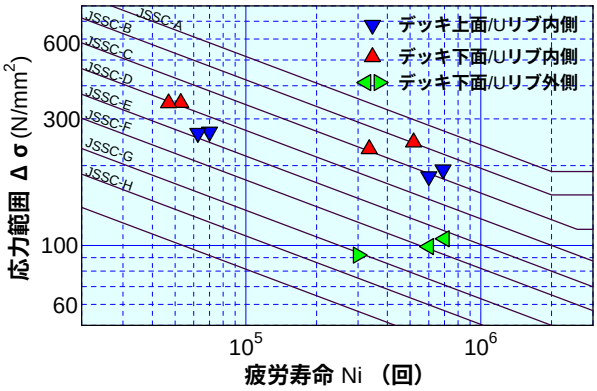
試験終了後，荷重範囲 60kNとした試験体を切断した結果，貫通していないルートき裂が確認された．このき裂は，ルート部からデッキ板厚(鉛直)方向に進展した後，デッキ圧延(水平)方向に進展方向を変え，停留していた．荷重範囲90kNのデッキ上面に貫通したき裂は**写真－1** に示すように横リブ直上付近は直線的に生じているが，その後Uリブ内面方向に向かう傾向が見られた．当該試験体は内部き裂長を計測するために，断面で切断した[3]ため，予備試験で類似した疲労き裂が観察された試験体を用いて破面試験を実施した．**写真－1** の左半分について，**写真－2** に示すように破面を露出させ，き裂の進展性状を以下のように推察した．a:横リブ交差部のルートからデッキ板厚(鉛直)方向への進展と同時に，b:Uリブ長手方向にも進展する．c:bのき裂はUリブから離れるとデッキの剛性が変化するために，進展方向がUリブ内側に湾曲する．これと同時に，aのき裂もデッキ圧延(水平)方向に湾曲し，近傍のひずみ変化が停留する．d:デッキ断面の著しい欠損にともない，デッキ側に脆性的に貫通する．e:デッキ貫通き裂が疲労により進展し始める．

5．まとめ

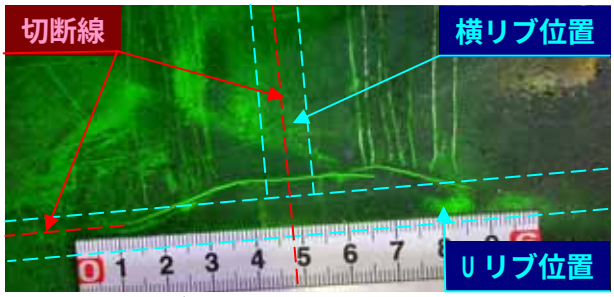
U リブと横リブ交差部の部分モデル疲労試験を実施し，以下の事項を明らかにした．(1)デッキ貫通型き裂を再現した．(2)デッキ貫通き裂の進展に敏感な計測位置および，き裂進展に伴う変化を明らかにした．(3)疲労き裂進展性状を破面から推察した．



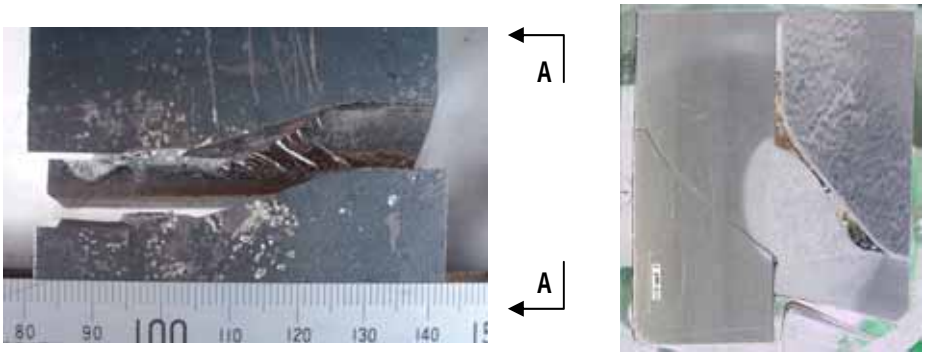
図－5　デッキ下面・U リブ内側計測値の履歴



図－6　S-N 図(初期き裂発生寿命)

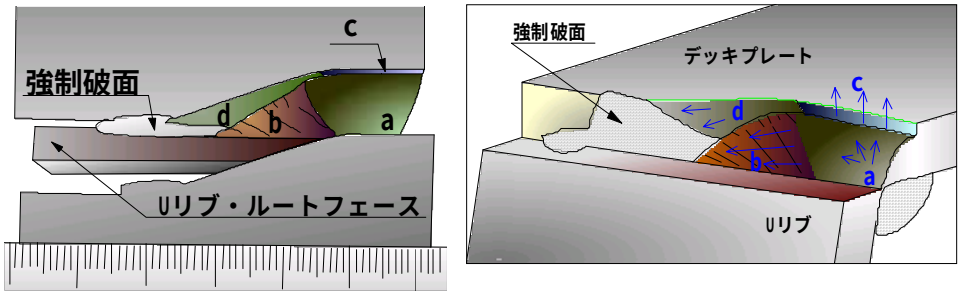


写真－1　デッキ上面のき裂(磁粉探傷試験)



(a) 疲労破面　　(b)断面マクロ

写真－2　破面試験結果および断面マクロ



(a) 写真－2(a) 模式図　　(b) き裂進展方向

図－7　疲労き裂進展性状模式図

参考文献

1) 寺尾，鈴木：鋼床版横リブと閉断面縦リブ溶接部構造詳細の検討，横河ブリッジ技報，No.25，pp.87-95，1996.1.
2) 栗原，川畑：鋼床版デッキ貫通き裂発生メカニズムの実験的検討，土木学会第 61 回年次学術講演会講演概要集，I-545，pp.1087-1088，2006.9.
3) 一宮，春日井，清川，安藤，誉田，有持：鋼床版の疲労損傷評価方法と鋼材による疲労寿命の改善　第 2 報　耐疲労鋼適用による疲労寿命の改善，土木学会第 63 回年次学術講演会講演概要集(投稿中)