

デッキプレート貫通型疲労き裂の発生・進展性状

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

1. はじめに

近年, 重交通路線に位置する鋼床版橋梁において, デッキプレートとトラフリブの溶接ルート部よりデッキプレートの板厚方向へ進展するき裂の発生事例が報告されている.

本研究では, モデル試験体の疲労試験, ひずみ測定試験, 超音波探傷試験と3次元FEM応力解析を行うことにより, デッキプレート・トラフリブ溶接ルート部を起点としてデッキプレートに進展する疲労き裂の発生・進展性状を明らかにすることを目的とする.

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, S12, N12,

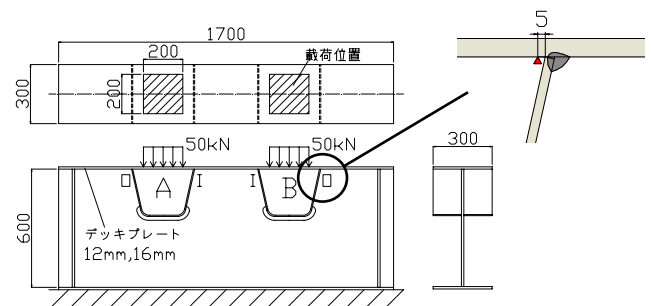


図1 試験体の形状と寸法

S16, N16 (S: スカラップあり, N: スカラップなし, 12: デッキプレート厚 12mm, 16: デッキプレート厚 16mm) と呼ぶ. なお, N12 と S16 は 2 体ずつ試験を行っているため, N12-1, N12-2, S16-1, S16-2 とする. 繰り返し荷重を 25 万回と 50 万回で終了した試験体をそれぞれ S12 (25), N12 (25), S16 (50), N16 (50) とし, カッコ内の数字を荷重繰返し数とする. 溶接の溶け込み深さは, トラフリブの 75% 程度であった.

3. 疲労試験と応力解析

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, 繰返し荷重 (合計) 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.

ルート部から生じたき裂の大きさを調べる目的で, 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上限値と下限値の差 (以下, ひずみ範囲) 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. また, 断続的に超音波探傷試験も行っている.

疲労試験時のひずみ範囲測定結果の例を図 2 に示す. 図 1 に示したように, 試験体 1 体につき, 4 箇所に疲労き裂が生じる恐れがあるが, すべての試験体で 4 箇所に疲労き裂が観察された. 図の縦軸は試験開始時のひずみ範囲で無次元化している. ひずみ範囲は繰返し荷重載荷直後に急激に減少し, 荷重繰返し数とともに, 減少の程度が緩やかとなっている. このようなひずみ範囲の減少は, 疲労き裂の存在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ものだと考えられる.

超音波探傷によるき裂深さ測定結果と断面観察による実際のき裂深さを図 3 に示す. 両者の関係は, 試験体ごとに異なっている.

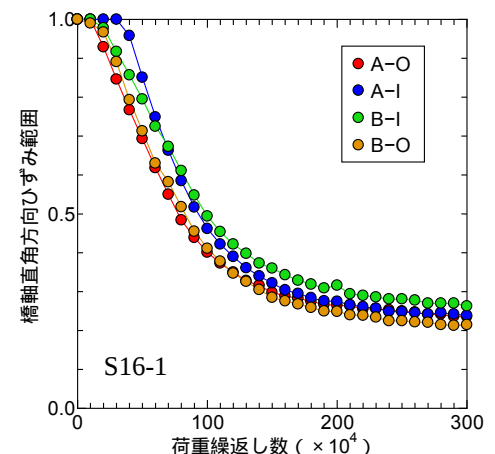


図2 ひずみ範囲と荷重繰返し数の関係

キーワード 鋼床版, デッキプレート, トラフリブ, 疲労き裂進展性状, スカラップ

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

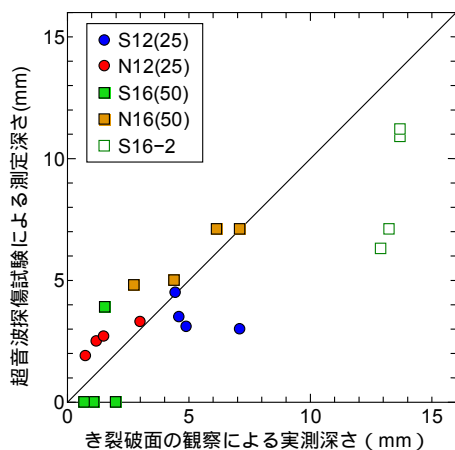


図3 超音波探傷による測定深さと実測深さ

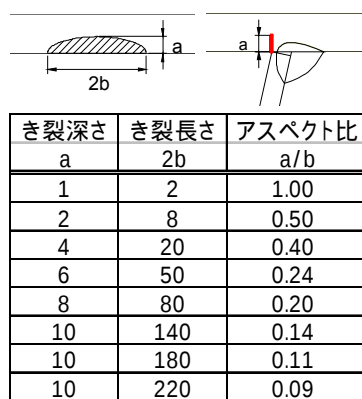
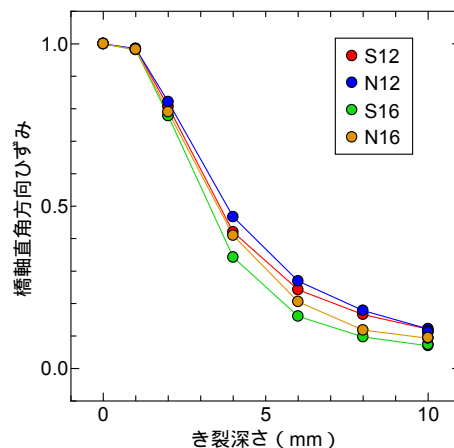


図4 疲労き裂のモデル化

図5 ひずみとき裂深さの関係
(FEM 解析結果)

ひずみ減少率とき裂深さの関係を明らかにする目的で溶接ルート部に図4に示すような疲労き裂を導入した各試験体の解析モデルを作成して3次元FEM応力解析を行った。応力解析は、試験体の対象性を考慮し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。解析より求めたひずみ範囲とき裂深さの関係を図5に示す。疲労試験終了後の破面観察で測定したき裂深さと図5に示した関係から求めたき裂深さの関係を図6に示す。FEM解析より求めたき裂深さは測定深さに比べて小さい。この原因としては、デッキプレートとトラフリブの接触を考慮しなかったことなどが考えられるが、現在のところ、その詳細は不明である。

図5に示した関係を図2に示した関係に適用することにより、求めた各

試験体のき裂深さと荷重繰返し数の関係を図7に示す。いずれの試験体においても繰返し荷重載荷直後に疲労き裂が発生し、荷重繰返し数に比例して進展している。そして、き裂が長くなるにしたがって、進展速度が遅くなっている。通常の疲労き裂の進展はき裂が長くなるにしたがって速くなるが、これとは逆になっている。き裂発生後のき裂の進展速度は、スカラップを設けることにより、またデッキプレートを厚くすることにより低くなっている。

4. まとめ

デッキプレート・トラフリブ溶接部から発生し、デッキプレートを進展する疲労き裂の発生寿命は非常に短く、その進展はき裂が深くなるにしたがって遅くなる。

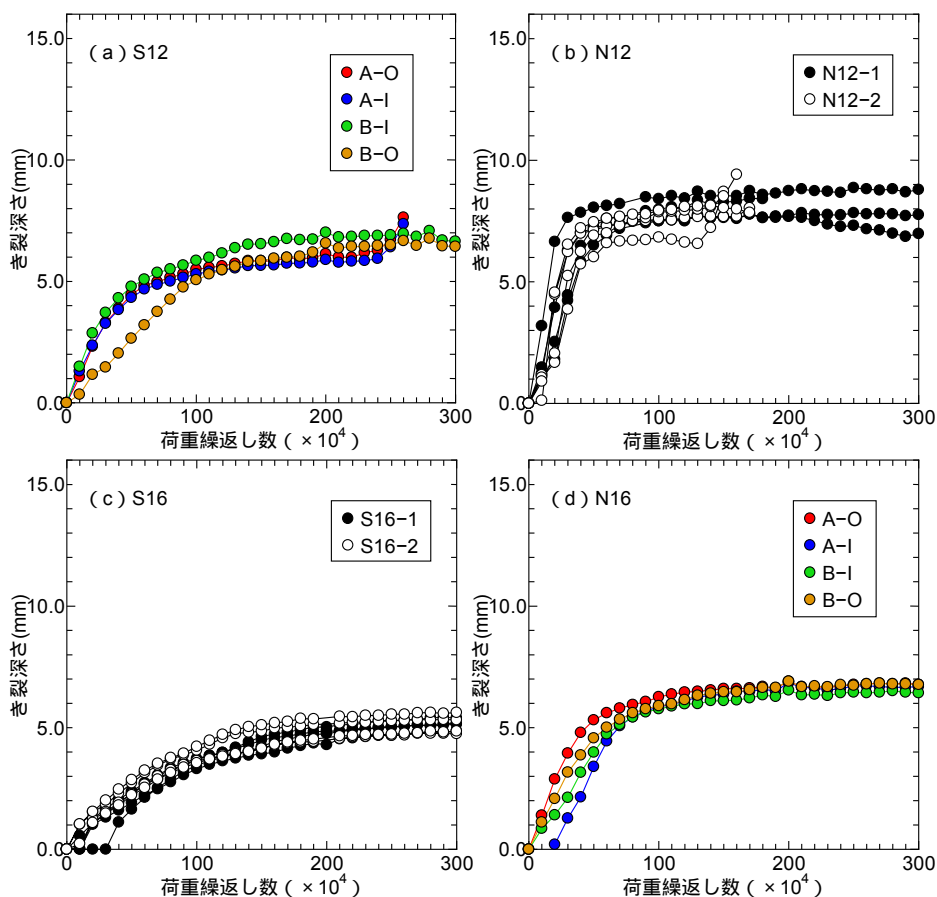


図7 き裂深さと荷重繰返し数の関係