

鋼床版デッキプレートとウェブ垂直補剛材のすみ肉溶接部を模した板曲げ疲労試験

名古屋大学 学生員 小藺江 朋亮、中野 隆

名古屋大学大学院 正員 山田 健太郎、小塩 達也

トピー工業株式会社 正員 山田 聡

1. はじめに

鋼床版箱桁橋のデッキプレートと垂直補剛材のまわし溶接部に疲労き裂が発生することがある。図-1 は実際の橋梁で見られた疲労き裂であり、き裂がデッキプレートを貫通し、そこから泥水が浸入しているのがわかる。

本研究では、垂直補剛材のすみ肉溶接部をモデル化し、補修による疲労寿命の変化、き裂進展の挙動を疲労試験により明らかにする。



図-1 垂直補剛材の疲労き裂

2. 疲労試験の概要

疲労試験は、図-2 に示す新たに開発した振動疲労試験機を用いて行った。この試験機は偏心おもりを回転させて加振力を発生させる加振器を片持ち梁とした試験体上に設置し、曲げ繰り返し荷重を試験体に与えるものである。曲げ荷重は加振器の偏心おもりの偏心量と試験体の剛性により決まる。なお、この試験機には荷重計がついていない。そのため動ひずみを計測し、その後ヒストグラムレコーダーを用いて試験体に生じる曲げ、ひずみ範囲を測定した。

疲労試験体の形状を、図-3 に示す。デッキプレートが $800 \times 300 \times 12$ (mm)、垂直補剛材が $288 \times 100 \times 12$ (mm) で、溶接は脚長 6mm のすみ肉まわし溶接とした。本試験では、加振器の中心がまわし溶接止端から 164 mm の位置になるように設置した。

試験体の種類は、ルートギャップなしの A 試験体、ルートギャップ 3mm の B 試験体とし、A-1、B-1 は破断まで載荷した。A-2、B-2 は N10 確認後、き裂進展の抑制を目的として、まわし溶接部の応力集中を軽減させるために、補剛材に半円孔をあけ、破断まで載荷した。A-3 は初期き裂発生を遅らせる目的で、まわし溶接部の応力集中を軽減させるために、最初から補剛材に半円孔をあけ、破断まで載荷した。半円孔の位置は、すべて中心がデッキプレートから 70 mm、補剛材端部にあり、半円孔の半径は 50 mm である。B-3 は初期き裂発生を遅らせる目的で、まわし溶接部の応力集中を軽減させるために、グラインダー処理をし、破断まで載荷した。

破断時繰り返し数は、銅線法を用いて求める。 $\phi 0.04$ の銅線を溶接止端部、溶接止端から横に 10mm、30mm、40mm の位置にはり、銅線が切断されたときの繰り返し数 N_{toe} 、N10、N30、 N_f を求めた。応力範囲は、図-2 におけるゲージ①、③、④、⑥の 4 点の応力範囲を測定し、4 点の応力範囲の平均を S-N 線図における応力範囲とした。応力範囲は、き裂の進展とともに大きくなるので、ヒストグラムレコーダーで N_{toe} 、N10、N30、 N_f 確認時の応力範囲を測定した。

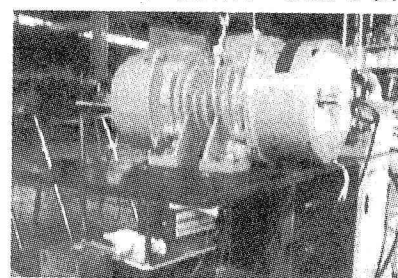


図-2 疲労試験機

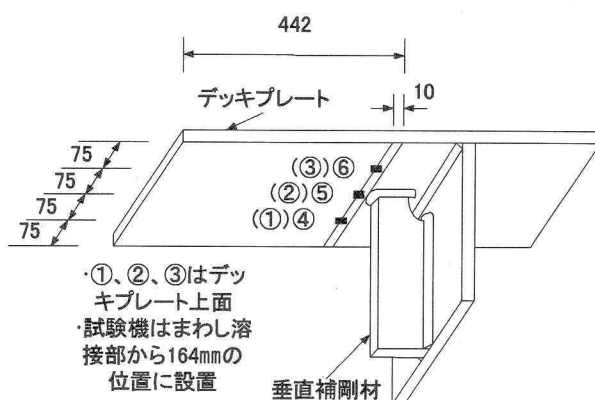


図-3 試験体形状とひずみゲージ位置

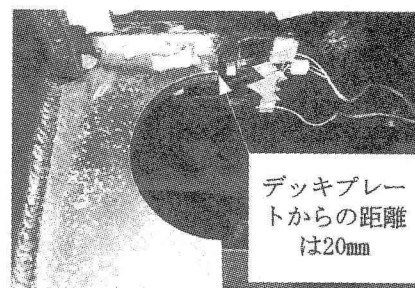


図-4 半円孔あけ状況

3. 疲労試験の結果

疲労き裂は、図-5に示すように、まわし溶接止端部に発生し、しばらく止端沿いに進展した後、デッキプレートに進展した。板厚方向については、溶接止端から出たき裂はデッキプレートの補剛材側にもぐりこむように進展し、やがて進展は止まる。そして、デッキプレート上側からも疲労き裂が発生し、最終的に溶接止端から進展したき裂がつながり、貫通き裂となった。破面は6体とも図-6のような形状になった。

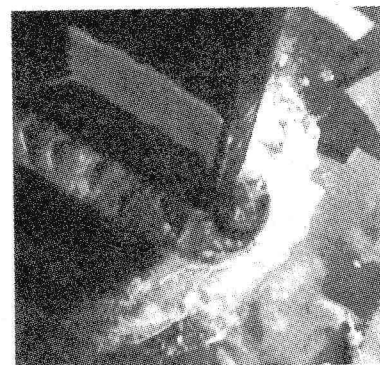


図-5 き裂進展状況

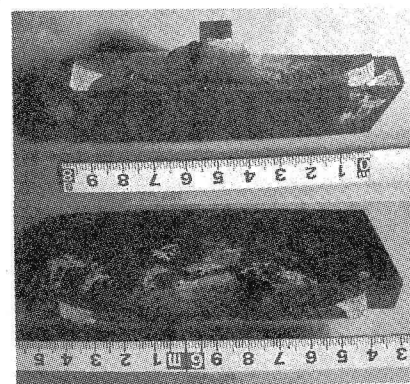


図-6 き裂状況

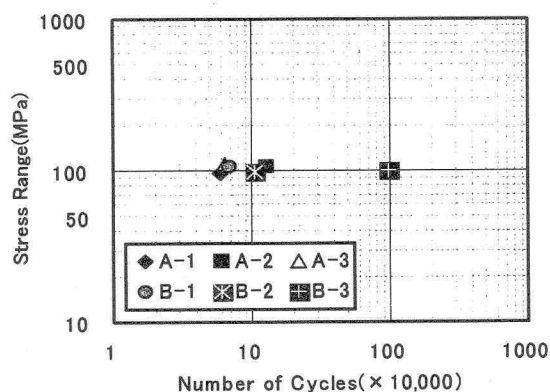


図-7 S-N 線図 (き裂発生時)

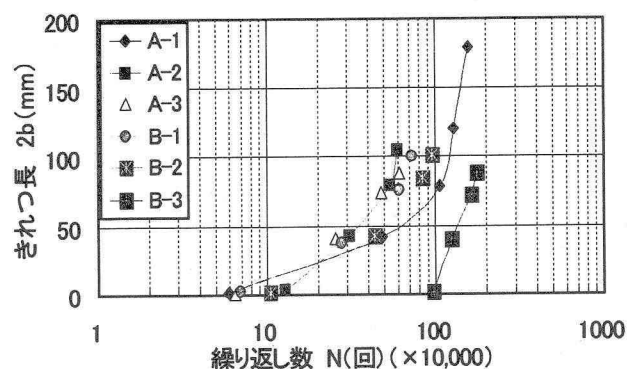


図-8 き裂長-繰返し数

4. まとめ

半円孔をあけた試験体は、この実験では寿命が延びなかったが、半円孔をよりまわし溶接部に近づけることで、疲労寿命を延ばすことは可能であると考える。今後、追加試験体で疲労試験を行う予定だが、より半円孔の位置をまわし溶接部に近づけた試験体も行う予定である。

(参考文献) 1) 日本道路協会：鋼橋の疲労、1997

2) 貝沼重信、山田健太郎、西岡敬治、中村一平、石井博典：鋼I桁橋の主桁上フランジと横桁の取合部の応力緩和による疲労強度向上法、構造工学論文集、1997