

GFRP 製密閉ダイアフラムを用いた縦桁－横リブ交差部の疲労強度向上検討

J F E スチール 正会員 ○栗原 康行
J F E エンジニアリング 正会員 梶 一

1. 目的

鋼床版構造の継手部近傍の防食を目的としてUリブ内部を密閉する鋼製の密閉ダイアフラム(以下、ダイア)が設置されている。近年、この密閉ダイアにより、Uリブ・横リブ交差部のスカーラップ部において、疲労き裂の発生する可能性が高くなることが種々の検討¹⁾により示されている。本検討では、このことを踏まえ、鋼製ダイアの代替となりうる部材として、密閉機能は保ちながら、施工性・耐久性に優れた GFRP 製ダイアを設置した場合の、発生応力低減効果と繰り返し荷重に対する耐久性について検討した。

2. 試験検討概要

(1) 静的载荷試験

試験体は、図 1 に示すようにUリブを4本有する実物大模型試験体を用いた。この内のUリブ1本に対して、1) 密閉ダイアの無し、2) 鋼製の密閉ダイア、3) GFRP 製の密閉ダイア、の3ケースの静的载荷実験を実施した。鋼製ダイアは、板厚 12mm で、Uリブ内に溶接により接合した。GFRP 製ダイアは、紫外線硬化型の樹脂製材料(阿南電機株式会社製)を用い、Uリブ内に隙間が無い様に密着させた。载荷は、シングルタイヤを想定し、200mm×200mm の範囲で硬質ゴムを敷きジャッキにより最大 50kN の荷重を与えた。载荷位置は、Uリブ長手方向に 300mm～350mm 間隔で9点载荷、Uリブ直角方向に、a) Uリブ直上、b) Uリブウェブ上、c) Uリブ間の3ラインとした。計測は、対象とした横リブ2箇所のスカーラップ周辺に3軸、および、1軸ゲージ、を貼付しひずみを測定した。

(2) 疲労耐久性試験

GFRP 製密閉ダイアの荷重履歴に対する耐久性を調べるために、疲労実験を実施した。図 2 に示す横リブ交差部を想定したUリブ2本を有する小型模型試験体を用いた。载荷は、アムスラー型的高速疲労試験機によりダイアに最も厳しい荷重条件となる、Uリブ直上に静的载荷と同様、シングルタイヤを想定した载荷条件で2箇所同時に 1,000 万回までの繰り返し荷重を与えた。

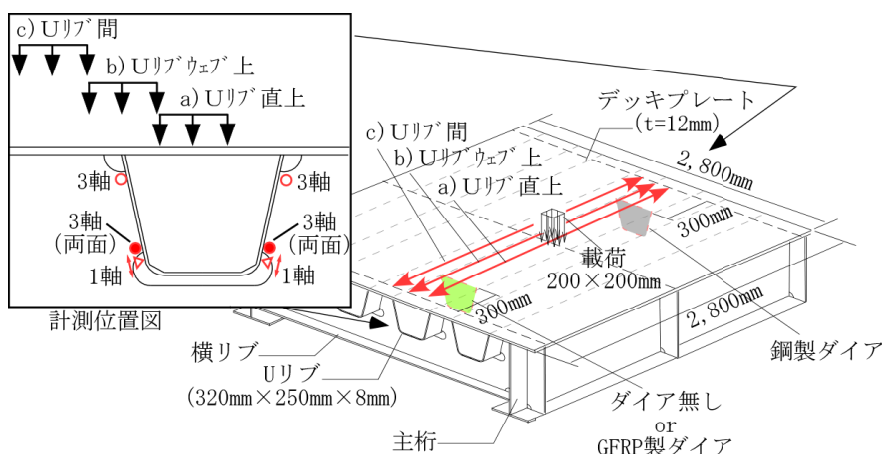


図 1 静的载荷試験

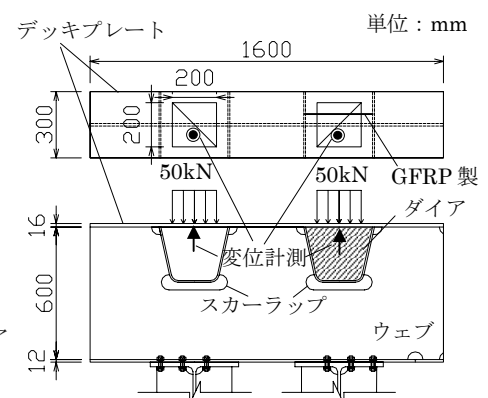


図 2 疲労実験

キーワード 鋼床版, 横リブ, 密閉ダイアフラム, 疲労, き裂

連絡先 〒210-0855 神奈川県川崎市川崎区南渡田町 1-1 JFE スチール土木・建築研究部 TEL.(044) 322-6261

3. 試験結果

(1) 静的載荷試験

図3、表1の実験結果で示すように、最大応力が発生する載荷位置は、全てb) Uリブウェブ上で発生している。鋼製ダイアがある場合、載荷直下のUリブ下端スカーラップ付け根位置（図中1軸①）に90.0MPa（ダイア無しの場合の1.9倍）の引張応力の最大値が発生している、一方、反対側のUリブ下端スカーラップ付け根位置（図中1軸②）に-71.8MPaが発生している。これらの応力が発生するメカニズムとして、Uリブに、偏心載荷によるねじり力が加えられ、剛性の高い鋼製ダイアを経由し、横リブまで伝達された場合、Uリブ下端部が横にスライドする変形モードとなることで、荷重載荷側が引張、もう一方が圧縮になると考えられる。この現象は、文献²⁾が示すように、密閉ダイアがある箇所では、Uリブ下端の横リブスカーラップ廻し溶接近傍でき裂が多数発生している調査結果と合致する。一方、GFRP 製ダイアを設置した場合、引張・圧縮応力の最大値、および、その発生位置は、ダイアが無い場合とほぼ同様の傾向を示している。

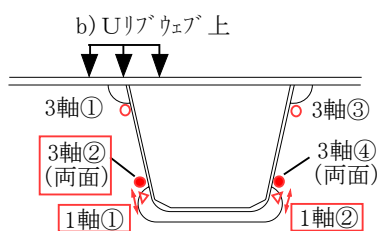


図3 計測位置と最大応力発生位置

表1 静的載荷によるスカーラップ周辺最大応力

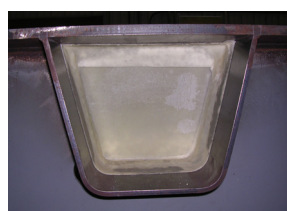
ダイア	圧縮／引張	応力値(MPa)	最大値発生 ゲージ位置	載荷位置 横リブからの距離 (mm)	比率
1)なし	引張	48.6	3軸②-表	1,250	1.0
2)鋼製		90.0	1軸①	600	1.9
3)FRP		50.6	3軸②-表	900	1.0
1)なし	圧縮	-77.6	3軸②-裏	600	1.0
2)鋼製		-71.8	1軸②	600	0.9
3)FRP		-68.6	3軸②-裏	600	0.9

(2) 疲労耐久性試験

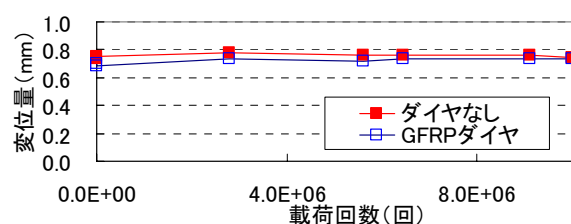
図4(a), (b)に示すように1,000万回の疲労試験では、GFRP 製ダイアの隙間、外観上の変化も見られないことから密閉性に問題は無いと言える。また、図4(c)に示すようにデッキプレートの載荷によるUリブ中央部のたわみの変化もGFRP 製ダイアの有無による差異は小さく、繰り返し載荷による変状も少ないことが確かめられた。



(a) 載荷前



(b) 1,000万回載荷終了後



(c) Uリブ中央部鉛直たわみ量

図4 疲労実験前後における樹脂製ダイアフレームの変化

4. まとめ

- ・鋼製ダイアを設置することにより、疲労上重要な引張応力の最大値が、ダイアが無い場合に比べ1.9倍程度Uリブ下端スカーラップ廻し溶接部に発生するが、GFRP 製密閉ダイアを設置した場合は、ダイアが無い場合とほぼ同等の応力となる。
- ・GFRP 製密閉ダイアは、直上荷重の載荷に対して1,000万回以上の繰り返し耐久性を有する。

参考文献

- 1) 坂野ら: 鋼床版のUリブと横リブ交差部の疲労き裂に着目したFEM解析による対策検討。第61回年次学術講演会, 2006.9
- 2) 山本ら: Uリブ鋼床版の横リブ交差部の疲労耐久性向上に関する検討。鋼構造年次論文報告集第15巻, 2007.11 pp301-308