

鋼床版デッキプレート・トラフリブ溶接部の疲労性状に対するトラフリブ剛性の影響

法政大学大学院
法政大学
東京鐵骨橋梁

学生員 ○原田 英明
正会員 森 猛
正会員 田中 慶治

1. はじめに

鋼床版のトラフリブ・デッキプレート溶接部には、デッキプレートの変形に加えてトラフリブの変形により、また溶接が片面すみ肉ということから、複雑で高い応力が生じる。そのためか、その部分に最近数多くの疲労亀裂の発生事例が報告されている。このような疲労亀裂の発生原因や対策を考える上で、片面すみ肉溶接継手の疲労強度を明らかにすることは不可欠である。そのため、片面すみ肉溶接を行った T 字継手の疲労強度の検討が行われている。しかし、トラフリブは閉断面であるため、デッキプレート・トラフリブ接合部を T 字継手にモデル化することには問題があるとも考えられる。

本研究では、閉断面リブがデッキプレートに接合された場合と開断面リブが接合された場合の溶接部の応力性状と疲労強度の相違、またトラフリブ厚が応力性状に及ぼす影響を明らかにする目的で、モデル試験体の疲労試験と 3 次元 FEM 解析を行う。

2. 疲労試験

試験体は、図 1 に示すように、トラフリブを模擬した矩形の閉断面のリブを、デッキプレートを模擬した平板に片面すみ肉溶接で接合したものである。これを CL 試験体と呼ぶ。また、比較のためにリブ下面中央を切断した試験体も用意した。これを OP 試験体と呼ぶ。平板の板厚は 12mm、リブの板厚は 6mm である。溶接脚長はデッキプレート側で 9.0mm、リブ側で 8.2mm であり、溶接止端の曲率半径はデッキプレート側で 0.4mm、リブ側で 1.4mm、フランク角はデッキプレート側で 114°、リブ側で 123° であった。溶接の溶け込み深さは 1 mm 程度である。これらの試験体を用いて曲げ疲労試験を行った。支点と載荷位置は図 1 に示すとおりである。疲労試験は、リブがないものとして溶接ルート位置で計算される公称応力範囲が 200N/mm^2 、 220N/mm^2 、 250N/mm^2 となる条件で行った。疲労試験に用いた試験体の数は、CL、OP 試験体とも 6 体である。

キーワード 鋼床版、片面すみ肉溶接、トラフリブ、トラフリブの板厚

連絡先 〒184-8584 東京都小金井市梶野町 3-7-2 法政大学工学部 TEL:042-387-6287

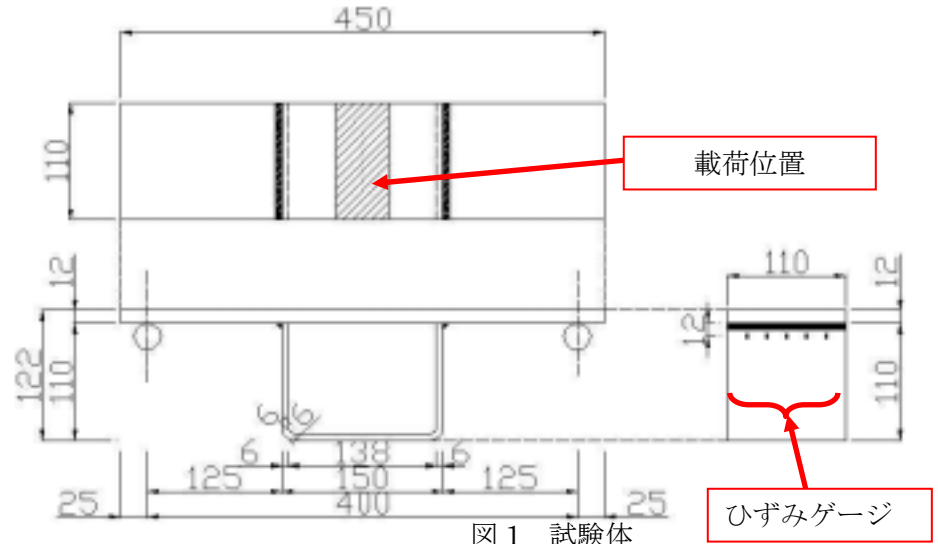
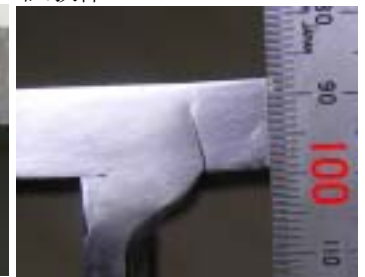


図1 試験体



(a)CL 試験体リブ側止端部



(b) CL 試験体デッキ側止端部

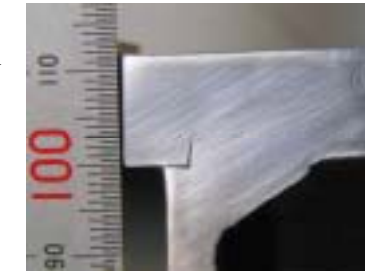
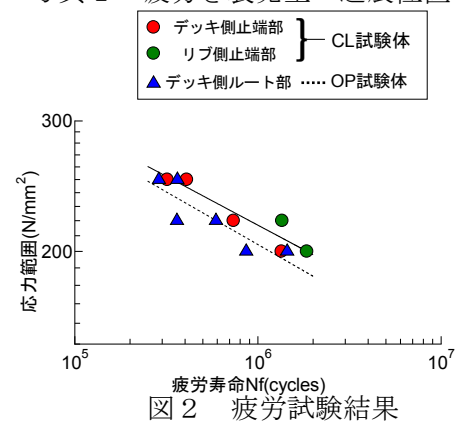
(c)OP 試験体ルート部デッキ側進展
写真1 疲労き裂発生・進展位置

図2 疲労試験結果

疲労亀裂の発生状況を写真1に示す。CL試験体は、6体の内2体でリブ側溶接止端から疲労亀裂が生じた(写真1(a))。その他の4体は、デッキプレート側溶接止端から疲労亀裂が生じた(写真1(b))。また、OP試験体では、全て溶接ルート部から疲労亀裂が発生しデッキプレート内を進展した(写真1(c))。疲労試験より得られた応力範囲と疲労寿命の関係を図2に示す。多少ではあるが、いずれの応力範囲レベルにおいても、CL試験体の疲労寿命がOP試験体よりも長くなっている。

3. 応力測定試験と応力解析

CL試験体とOP試験体を対象として、応力測定試験と3次元有限要素応力解析を行った。応力測定試験は、図1に示すようにデッキプレート下面から12mm離れた位置のリブに外面と内面にひずみゲージを貼付して行った。デッキプレート溶接部での公称応力が 200N/mm^2 となる際に測定した応力分布を図3に示す。リブ下面を切断したOP試験体では、応力がほぼ0となっているが、CL試験体では外面で 220N/mm^2 程度の引張応力、内面で -220N/mm^2 程度の圧縮応力が生じている。

応力解析には8節点ソリッド要素を用いた。ヤング率は $2.06 \times 10^5 \text{N/mm}^2$ 、ポアソン比は0.3とした。要素分割図の例を図4に示す。解析より求めたリブの応力分布を図3に破線で示した。解析結果は実験結果の傾向をよく表している。

デッキプレート溶接部での公称応力が 100N/mm^2 となるように载荷した際の応力解析より求めた疲労亀裂が生じた位置での最大主応力を図5に示す。OP試験体ではルート部の応力が最も高く、CL試験体ではデッキプレート側溶接止端で高くなっている。また、CL試験体では、リブ側止端においてもデッキプレート側止端と同程度の応力が生じている。これは、疲労試験より得られた疲労破壊起点と一致している。また、OP試験体のルート部での応力は、CL試験体の溶接止端の応力よりも高く、OP試験体で疲労寿命が短くなっていたことと対応している。

4. 応力集中に対するトラフリブ板厚の影響

デッキプレート厚12mmとして、トラフリブ厚を変えて(6、9、12mm)応力解析を行い、溶接ルート部、デッキプレート側溶接止端とトラフリブ側溶接止端の最大主応力を求めた。その際、溶接は等脚の3角形、溶け込み深さは1mmとしている。解析結果からデッキプレート溶接部での公称応力が 100N/mm^2 となるように载荷した際の各位置における最大主応力を図6に示す。いずれの開断面溶接止端部においてもトラフリブ板の板厚が厚くなるにしたがって、応力が高くなっている。また、開断面ルート部については、トラフリブ板の板厚が厚くなるにしたがって、応力が低くなっている。

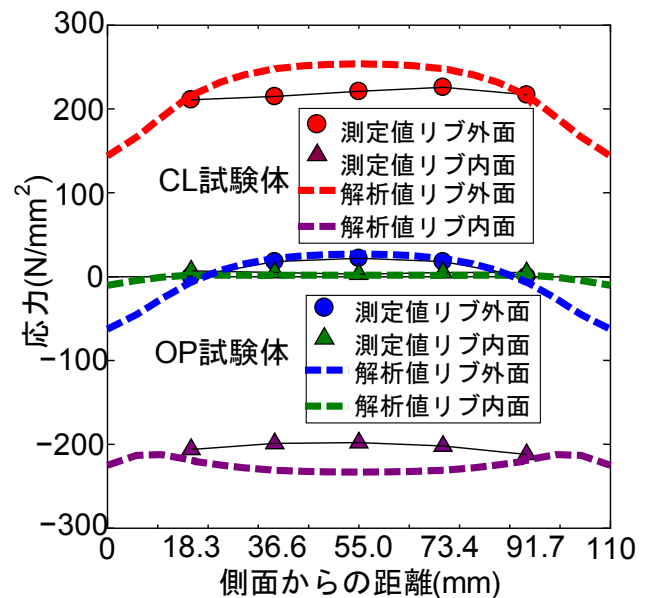


図3 解析結果と実験結果の比較

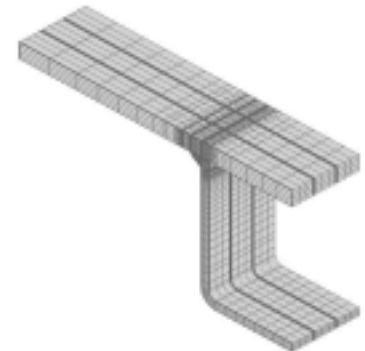


図4 要素分割図

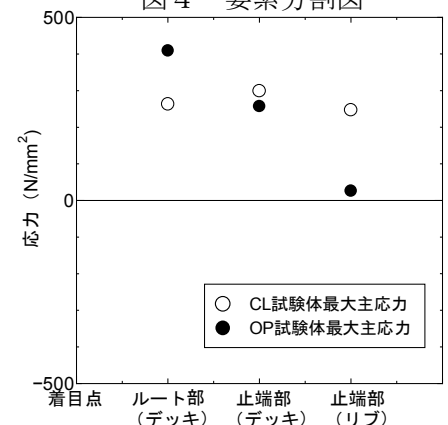


図5 き裂位置での最大主応力

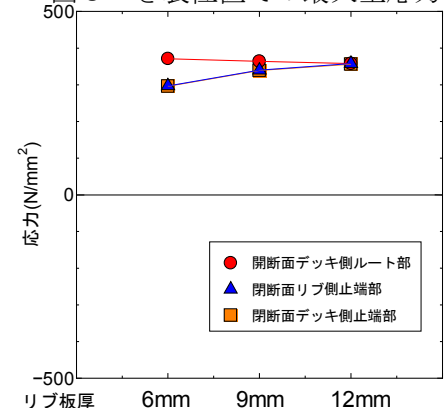


図6 トラフリブ剛性の各点での応力に及ぼす影響