

法政大学 正会員 ○森 猛 法政大学 宮下 竜一

(株)東京鐵骨橋梁製作所 正会員 入部 孝夫

1. はじめに 箱断面部材・端ダイヤフラムのフランジ・ウェブへの接合や鋼床版・トラフリップのデッキプレートへの接合には、それらの形状や製作手順の関係から片面からのみのすみ肉溶接、いわゆる片面すみ肉溶接を用いるのが一般的である。箱断面部材・中間ダイヤフラムの溶接接合部や垂直ステイフナーの溶接接合部をモデル化した両面すみ肉リブ十字溶接継手については、数多くの疲労試験が行なわれており、それらの結果は各種疲労設計基準類に反映され、疲労設計に用いるべき疲労強度曲線が示されている。しかし、片面すみ肉リブ十字溶接継手の疲労強度曲線を規定した疲労設計基準類は著者らの知る限りない。

本研究では、片面すみ肉リブ十字溶接継手の疲労強度および両面すみ肉リブ十字溶接継手との相違を明らかにすることを目的とし、モデル試験体の曲げ疲労試験、有限要素応力解析および疲労亀裂進展解析を行なった。

2. 疲労試験 試験体は片面すみ肉溶接継手部をモデル化した片面すみ肉試験体と両面すみ肉溶接継手部をモデル化した両面すみ肉試験体の2種類である。それらの形状および寸法を図-1に示す。片面すみ肉試験体と両面すみ肉試験体の相違は、溶接が片面のみか両面であるかだけであり、主板厚、リブ板厚、溶接方法、溶接サイズなど、他の条件はまったく同じである。

疲労試験は、図-2に示すように荷重点間距離80mm、支点間距離200mmとした4点曲げ载荷で行なった。その際、下限荷重はいずれの試験においても1kNとした。両面すみ肉試験体の疲労破壊は溶接止端沿って発生した疲労亀裂の進展により生じた。片面すみ肉試験体においては、疲労亀裂の起点として溶接止端部と溶接ルート部が考えられるが、本実験で観察された疲労亀裂はすべてルート部を起点としたものであった。

疲労試験により得られた応力範囲と疲労寿命の関係を図-3に示す。図中の実線および破線は、それぞれ片

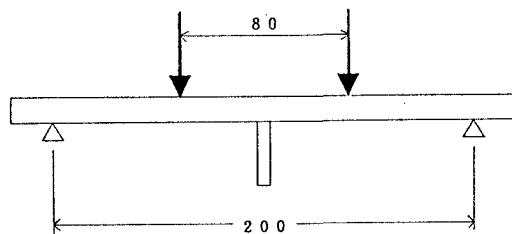


図-2 载荷状況

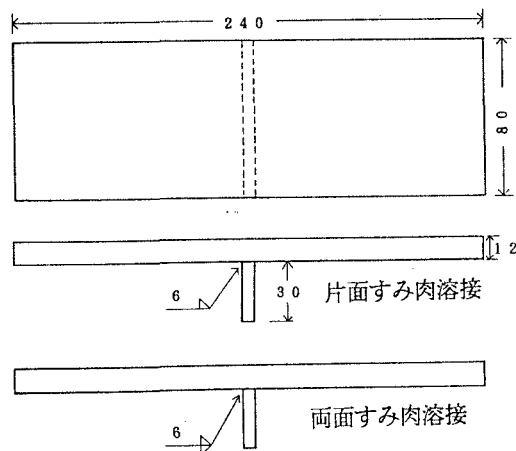


図-1 試験体の形状および寸法

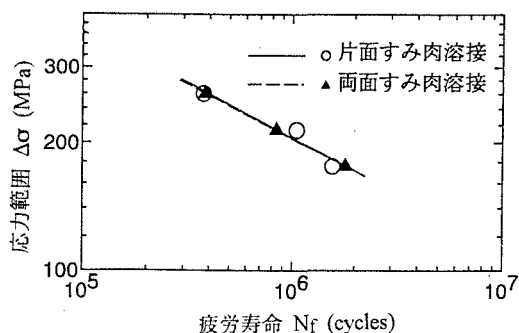


図-3 疲労試験結果

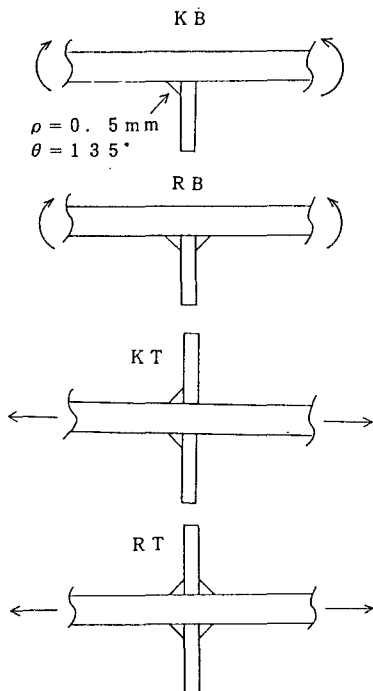


図-4 解析モデル

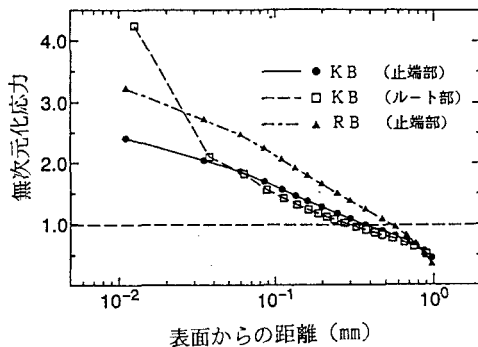


図-5 板厚方向の応力分布 (KB, RBモデル)

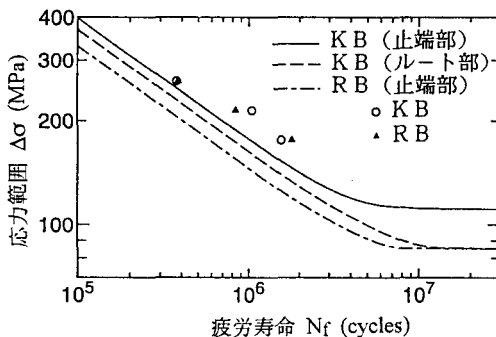


図-6 疲労亀裂進展解析結果 (KB, RBモデル)

面すみ肉試験体および両面すみ肉試験体の疲労寿命に対する応力範囲の回帰直線である。片面すみ肉試験体の疲労強度は両面すみ肉試験体とほぼ同じある。

3. 応力解析と疲労進展解析 解析対象は図-4に示すKB、RB、KT、RTモデルの4種類である。いずれのモデルも疲労試験に用いた試験体をモデル化したものであり、KB、RBモデルは疲労試験と同じく板曲げを受ける場合、KT、RTモデルは軸方向力を受ける場合を想定している。

KB、RBモデルに対して有限要素応力解析を行なうことにより得られた板厚方向の応力分布を図-5に示す。KBモデルの溶接ルートにおける応力集中は溶接止端よりも高くなっているが、その領域は表面から0.03mm程度と非常に狭く、それより深い領域では両者の応力がほぼ一致している。また、KBモデルの溶接止端での応力は、RBモデルに比べて小さくなっている。

KB、RBモデルに対して疲労亀裂進展解析を行なうことにより得られた応力範囲と疲労寿命の関係を実験結果とともに図-6に示す。なお、疲労亀裂進展解析においては、初期亀裂を深さ0.1mm、表面での全幅0.4mmの半楕円形亀裂とし、疲労亀裂進展速度表示式としては日本鋼構造協会疲労設計指針の平均設計曲線を用いた。KB試験体がルート破壊する場合の疲労強度は止端破壊する場合よりも低く、疲労試験においてルート破壊のみが生じたことと対応している。また、ルート破壊する場合のKBモデルの疲労強度はRBモデルよりも高い。

以上の片面すみ肉モデルと両面すみ肉モデルの応力性状および疲労強度の関係は、軸方向力を受けるKT、RTモデルにおいても同様であった。

4. まとめ 片面のすみ肉溶接継手の疲労破壊の起点は溶接ルート部であり、その疲労強度は両面すみ肉溶接継手とほぼ同じあるいは若干高い。