

二軸応力状態における面内ガセット溶接継手の疲労挙動

名古屋大学 学生員 ○ 鈴木 幹紹
 名古屋大学 学生員 熊田 篤敬
 名古屋大学 正 員 山田健太郎

1. はじめに 鋼構造物の溶接継手には様々な方向から力が作用する。例えば、主桁と横桁の取り付け部や、鋼床版の縦リブと横リブの交差部などのように、作用応力が二軸状態であったり、主応力の方向が変動するなど、複雑な応力場となる場合が多い。しかし、これまでの研究では、そのほとんどが一軸の繰返し荷重を受ける疲労試験の結果に基づき様々な溶接継手の疲労強度に対しての検討がなされてきた。したがって、二軸応力を受ける溶接継手の疲労強度については明らかにされていない点が多い。本研究では、二軸応力を受ける面内ガセット溶接継手の疲労強度を明らかにすることを目的として、Fig. 1に示すような疲労試験を行った。また、ガセット溶接部の残留応力を明らかにするため、その測定および有限要素解析を行った。

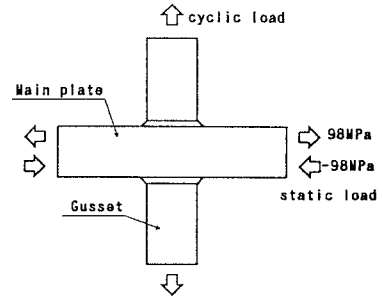
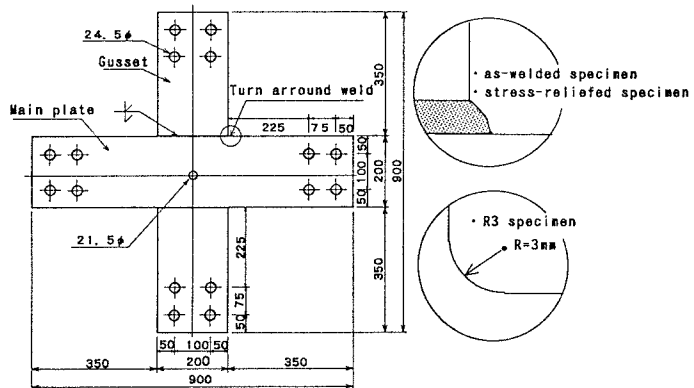


Fig. 1 荷重の載荷方向

2. 溶接残留応力の測定および解析

残留応力の測定に用いた試験体は、Fig. 2に示すas-weld試験体である。残留応力は、ひずみゲージをFig. 3に示す位置に貼付し、その周り3方向を切断することによって測定した。また、測定値と比較するため有限要素法を用いて熱伝導-断塑性解析を行った。Fig. 3に測定値と解析値を示す。ガセットの両止端部には200MPa以上の圧縮残留応力が生じている。また、主板上端部についても、両止端部で 200MPa



Pa以上の引張残留応力が存在していた。正負は異なるが、これらの残留応力分布の形状はほぼ同じである。測定結果と解析結果には、実測の残留応力の分布に多少のばらつきがあるものの、止端部の値はよく一致している。したがって、本解析で用いた条件により有限要素解析を行えば、ガセットの残留応力を精度良く求めることができると言える。

3. 疲労試験 試験体の供試鋼材は板厚9mmの普通構造用鋼JIS SM490Aである。試験体は、Fig. 2に示したような1)as-weld, 2)stress-relieved, および 3)R3の計3種類である。その寸法および形状をFig. 2に示す。疲労試験は、アムスラー型万能疲労試験機を使用し、毎分約270回の繰返し速度で、下限荷重を3tfとした一定振幅荷重をガセットプレートに載荷することで行った。試験体の側方は静的荷重を載荷することで、圧縮（-98MPa）または引張応力（98MPa）を導入した。Fig. 5およびFig. 6に疲労試験結果を示す。図中の実線は、日本鋼構造協会の疲労設計指針（以下JSSCと呼ぶ）に示されているガセット溶接継手の強度等級である。図中の白抜印は、過去に行われた二軸の疲労試験（主板に疲労荷重、ガセットに静的荷重）の結果である。疲労寿命 N_f は疲労亀裂が止端部より10mm進展したときの繰返し回数である。いずれの結果も、JSSCのガセットの非仕上げの疲労等級IIを上回っている。as-weld試験体の試験結果は、過去の試験結果より疲労寿命が長くなっている。これは、as-weld

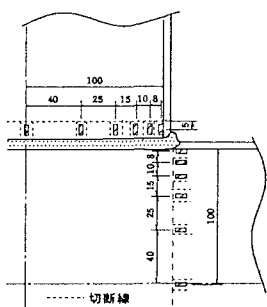


Fig. 3 ひずみゲージの貼付位置

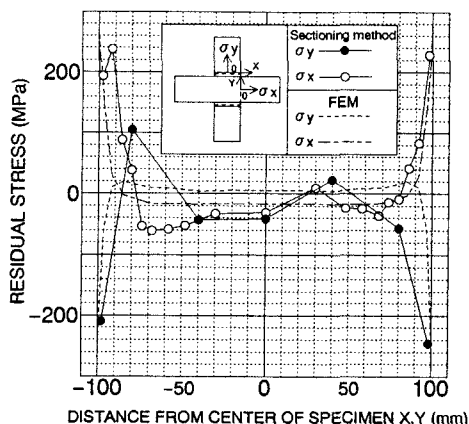


Fig. 4 溶接残留応力の測定結果および解析結果

試験体の止端部近傍には高い圧縮残留応力が分布しているため、疲労荷重と圧縮残留応力が相殺したためと考えられる。stress-relieved試験体は、過去の実験結果と同程度の疲労寿命となっている。これは、残留応力がほとんど除去され、ほぼ同様な応力状態となったためと考えられる。引張の側方応力を導入した試験結果より圧縮の側方応力の疲労試験の方が長寿命となっている。R3試験体は、stress-relieved試験体の疲労寿命とほぼ同程度となっている。これは、加工した半径が3mmと小さいため、曲率端部に高い応力集中が発生したことが原因と考えられる。

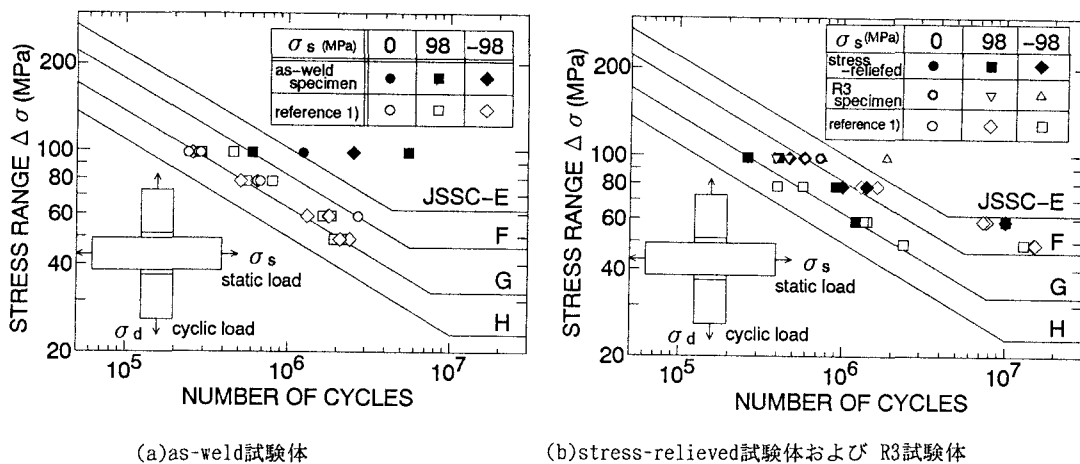


Fig. 5 疲労試験結果

4. まとめ

- 1) as-weld試験体は、主板方向の静的荷重の有無によらず、疲労寿命が向上する。
- 2) stress-relieved試験体では、主板に静的な圧縮応力を導入する場合に疲労寿命が著しく向上する。
- 3) R3試験体の疲労寿命は、止端部に高い応力集中が発生するため、stress-relieved試験体と同程度の疲労寿命となる。

今後は、溶接止端部を $R=10\text{mm}$ に加工した試験体についても疲労試験を行い、止端形状が疲労強度に及ぼす影響について検討する予定である。

参考文献 1) 山田健太郎, 岡戸直樹, 田中寿志, 近藤明雅: 側方に静的荷重を受けたガセット継手の疲労強度, 土木学会論文集, No. 549, pp. 33-42, 1996.