

溶接継手の疲労強度におよぼす応力比の影響

名城大学
名城大学

植木治雄
正 近藤明雅

名古屋大学 学 程 小華
名古屋大学 正 山田健太郎

1. まえがき

溶接継手の設計 S-N 線図は、モデル小形試験体を用いた疲労試験結果に基づくことが多い。小形試験体の場合、溶接部の残留応力が解放されるため作用応力比 R ($\sigma_{\min}/\sigma_{\max}$) に対応して疲労強度が変化する。本研究ではリブ十字すみ肉継手とガセット溶接継手の 2 種類の試験体を用いて、応力比を変えた疲労試験を行い、応力比が種類の異なる小形試験体の疲労強度におよぼす影響を検討した。

2. 疲労試験と結果

試験体は、材質 SM520B のリブ十字すみ肉溶接継手とガセット溶接継手で、試験体の形状・寸法を図-1 に示す。リブ十字すみ肉溶接継手では、板幅が 100mm のものを C 試験体、70mm のものを CS 試験体とした。溶接止端部はすべて非仕上げとした。疲労試験は、繰り返し速度 600 回/分の一定振幅繰り返し荷重载荷とした。作用応力範囲の下限応力 $\sigma_{\min}$ を約 20MPa 一定にした A シリーズと、上限応力 $\sigma_{\max}$ を約 260MPa 一定にした B シリーズおよび $\sigma_{\max}$ を約 370MPa 一定にした C シリーズの 3 系列において疲労試験を行った。

疲労試験結果を表-1 に示す。各試験系列ごとに、破断した試験体の繰り返し回数 N_f と作用応力範囲 σ_r を用いて次式に示す S-N_f 線図の係数 B1, B2 および標準偏差 s を計算して示した。

$$\log N_f = B1 - B2 \times \log \sigma_r$$

リブ十字溶接継手の試験結果を図-2 に示す。図中○●印は、下限応力 $\sigma_{\min}$ を一定とした A シリーズ、△▲印は、上限応力 $\sigma_{\max}$ を約 260MPa 一定とした B シリーズの結果である。また、○△印は板幅 100mm、●▲印は板幅が 70mm の結果であるが、板幅の違いによる疲労寿命の差は小さい。50%破壊確率 S-N_f 線図における 200 万回疲労強度は、A シリーズで 132MPa、B シリーズで 115MPa であり、 $\sigma_{\max}$ を一定とした B シリーズが A シリーズより約 13% 疲労強度が低い。◆印は $\sigma_{\max}$ を約 370MPa ($\approx 0.92\sigma_Y$) 一定とした C シリーズの結果

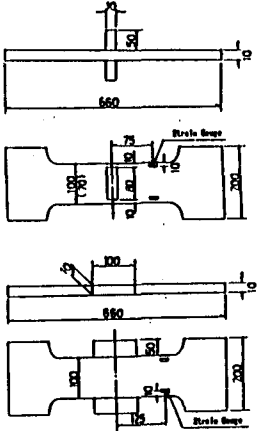


図-1 試験体の形状および寸法

表 1 疲労試験結果

試験体名		B 1	B 2	S	200万回疲労強度	備考
C, CS	A	15.6065	4.38542	0.0834	132	$\sigma_{\min}=19\text{MPa}$ $\sigma_{\max}=258\text{MPa}$ $\sigma_{\max}=370\text{MPa}$
	B	13.4794	3.48293	0.0960	115	
	C	12.6162	3.18076	0.0225	97	
G	A	12.2606	3.15528	0.1288	77	$\sigma_{\min}=20\text{MPa}$ $\sigma_{\max}=260\text{MPa}$
	B	12.0531	3.14177	0.0718	67	

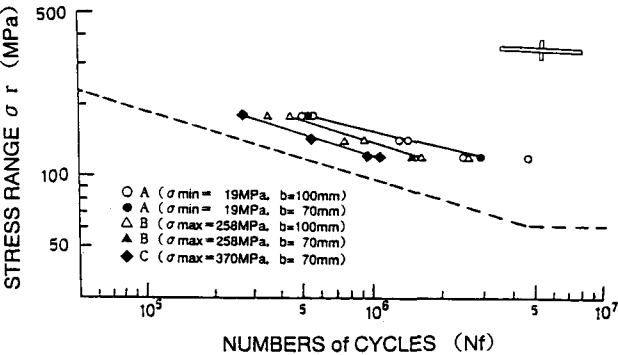


図-2 リブ十字継手の S-N_f 線図

を示す。200万回疲労強度は 97MPa であり、A シリーズのそれより約 27% 小さい。S-N_f 線図の勾配は、A, B, C シリーズにおいてそれぞれ 4.39, 3.48 および 3.18 であり、作用応力の上限が高くなるほど勾配は急となる。図-3 にガセット溶接継手の疲労試験結果を示す。ガセット継手の試験では、き裂が板幅方向に 50mm 進展したときの繰り返し回数を N_f とした。200万回疲労強度は、 σ_{min} を約 20MPa 一定とした A シリーズで 77MPa、 σ_{max} を約 260MPa 一定とした B シリーズで 67MPa となり、B シリーズの疲労強度は A シリーズより約 13% 低い。S-N_f 線図の勾配を比較すると、A, B シリーズでそれぞれ 3.16, 3.14 とほぼ同じ値を示しており、上限応力の高低による差は小さい。

応力比 R と破断した試験体の繰り返し回数 N_f との関係を図-4、図-5 に示す。図-5 はリブ十字溶接継手の結果であり、3 種類の作用応力範囲 σ_r のいずれの場合においても、応力比 R が大きくなるにしたがい破断繰り返し回数 N_f は減少する。この N_f の減少の割合は、作用応力範囲が小さいほど大きくなる傾向がある。図-6 に示すガセット溶接継手の結果から、応力比 R の増大にともなう破断繰り返し回数 N_f の減少の割合は、リブ十字溶接継手に比して小さいことがわかる。また、この R の増加にともなう N_f の減少の割合は、作用応力範囲 σ_r の大小に依存しておらず、リブ十字溶接継手のような傾向は見られない。

このことからガセット溶接継手の引張残留応力 σ_{tre} は大きく、作用上限応力 σ_{max} との合計値 ($\sigma_{tre} + \sigma_{max}$) が、いずれの場合も降伏応力に近くなっていることがうかがえる。また、リブ十字溶接継手の σ_{tre} は、比較的小さく、上限応力 σ_{max} が小さい場合には、($\sigma_{tre} + \sigma_{max}$) の値が降伏応力よりかなり小さいと思われる。

3. まとめ

応力比が溶接継手の疲労強度におよぼす影響は、引張残留応力の存在により変わる。このため、小形試験片においては溶接継手形式別に応力比の影響を検討する必要がある。

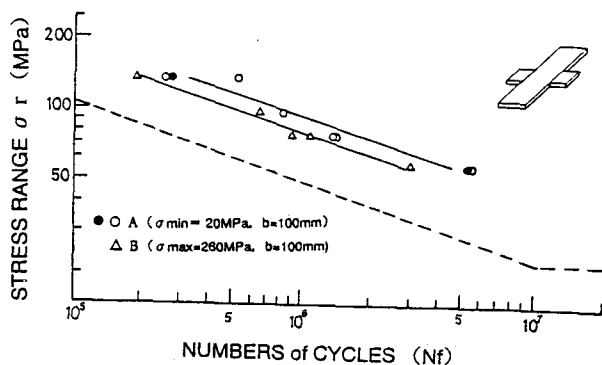


図-3 ガセット溶接継手の S-N_f 線図

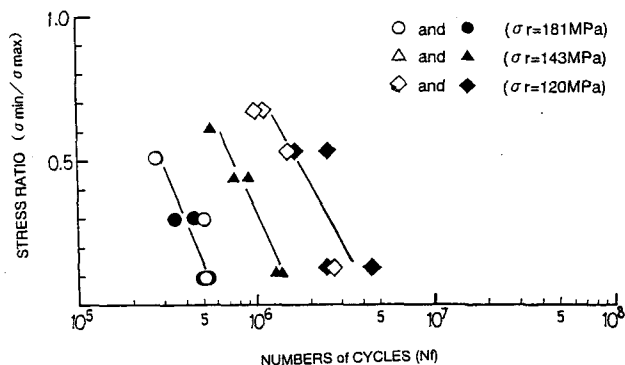


図-4 リブ十字継手の応力比と繰り返し回数

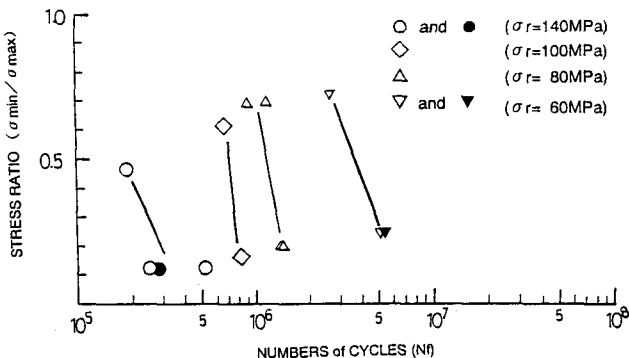


図-5 ガセット継手の応力比と繰り返し回数