

(674) SUS 304 鋼の高温高サイクル疲労特性

(株) 東芝 総研 機械研究所 ○小川和夫 吉沢弘泰 佐々木恒夫

1. 緒言

近年、原子炉等の高温機器設計において、繰返し熱応力による疲労評価のために、 $10^6$ サイクルを越えるような高サイクル領域の設計疲労曲線が必要となる場合が生じて来た。ところが、ASME等の高温設計曲線は $10^6$ サイクル以内しか設定されておらず、それ以降の疲労強度はなんらかの外挿法を用い推定せざるを得ない。本研究は、一般的な高温構造材料であるオーステナイト系ステンレス鋼 SUS304 について、引張圧縮高温高サイクル疲労データを取得するとともに、高サイクル領域での基礎的疲労挙動を明らかにすることを目的としている。さらに、ひずみ制御による疲労寿命と荷重制御による疲労寿命を比較することにより、繰返し周波数の高速化が実験的に容易であることから効率的に疲労寿命データが得られる方法としての荷重制御試験の有効性を検討した。

2. 方法

SUS304 熱間圧延鋼板より採取した中実丸棒試験片について、油圧サーボ試験機を用い、大気中  $600^{\circ}\text{C}$  で、引張圧縮完全両振りの疲労試験を実施した。試験周波数および制御波形は、ひずみ制御の場合  $1\text{ Hz}$  の対称三角波で、荷重制御の場合  $1 \sim 20\text{ Hz}$  の  $\sin$  波とした。

3. 結果

(1) ひずみ制御試験における繰返し硬化挙動において、Fig.1に示すように、本鋼種の高温低サイクル疲労で一般的に見られる試験開始直後の硬化ピークに続いて、ひずみ範囲によらず  $10^4 \sim 10^5$  サイクル以降で2回目の繰返し硬化領域が観察された。試験前に熱時効処理を施すと、これら2段の硬化ピークも含め、全寿命にわたり繰返し応力レベルは低下する傾向が見られた。これらの現象は、動的ひずみ時効とそれに付随する炭化物の析出等に関係すると思われる。(2) 荷重制御試験において、疲労寿命が  $10^6$  サイクルを越えると、疲労キレツが試験片の内部より発生することが多く、起点にはチタン系の存在物が観察された。ただし、その時の疲労寿命は、表面からキレツ発生した試験片の寿命と大差なかった。(3) ひずみ制御と荷重制御の疲労寿命の比較は、ひずみ制御試験で得られた  $N_f/2$  での繰返し応力ひずみ関係を用い全ひずみ範囲に換算し行った。その結果、Fig.2に示すように、荷重制御疲労のほうが短寿命側となり、安全側のデータを与えることが判った。

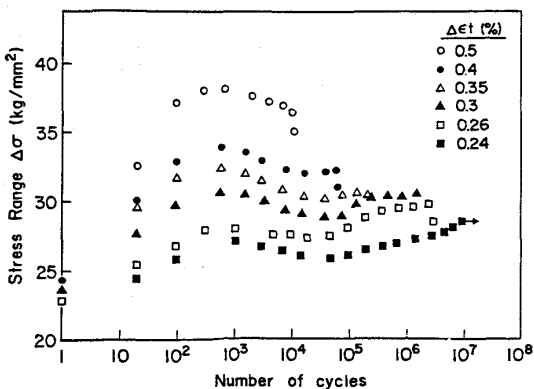


Fig. 1 Cyclic stress response under fully reversed strain cycling

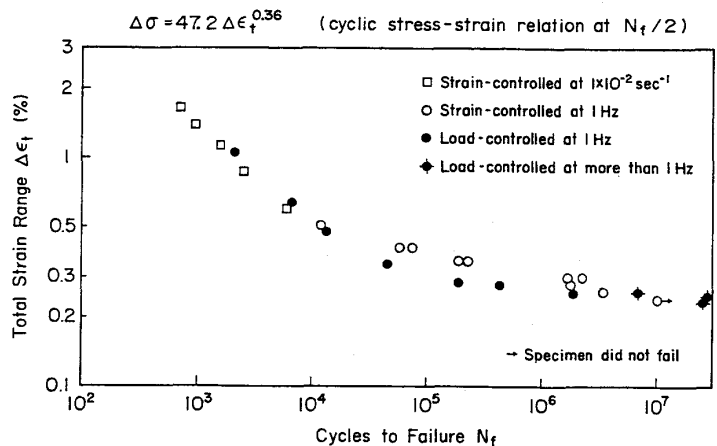


Fig. 2 Correlation of strain-controlled and load-controlled fatigue life data as a function of strain