

(559) SUS316-HP鋼の高温低サイクル疲労寿命

金属材料技術研究門 °金澤健二, 山口弘二,
小林一夫, 金尾正雄

1. 緒言

原子炉容器, 熱交換器などに用いられる高温用構造材料は, 装置の起動, 停止に伴う熱いすぢの拘束により疲労破壊を起すことがあるので, それらの材料の高温低サイクル疲労特性を把握しておくことが, 安全な設計及び保守管理の基礎として必要である. オーステナイトステンレス鋼の高温低サイクル疲労については, すでに多くの実験がなされているが, 国産の商用金属材料の疲労データシート作成許通⁽¹⁾の一環として, 温度, いすぢ速度を系統的に変えた条件下のSUS316-HP鋼の高温低サイクル疲労データを得られたので報告する.

2. 供試材料及び試験方法

供試材料は熱間圧延ステンレス鋼板SUS316-HP (厚さ24mm) で, 化学成分, 熱処理条件を表に示す.

表 化学成分(wt%) と熱処理

C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo
0.05	0.70	1.10	0.034	0.003	12.60	17.05	2.24

1100°C 30分 水冷

疲労試験片は直径6mm, 長さ15mmの平行部を有する平滑材で, 軸を圧延方向にとった. 疲労試験は油圧サーボ式試験機を用い, 軸方向いすぢ制御で行った. いすぢ波形は三角波で, いすぢ速度を 10^3 s^{-1} , 10^4 s^{-1} , 10^5 s^{-1} とした. 試験温度は室温, 400, 500, 600, 700°Cとした. なお, 同供試材料に対する高温高サイクル疲労値は既に得られている.⁽²⁾

3. 結果

いすぢ速度 10^3 s^{-1} の場合の全いすぢ幅($\Delta \epsilon_c$)と疲労寿命(N_{25})の関係を図1に示す. 600, 700°Cにおける高いすぢレベル域を除き, 温度が高いほど寿命に長くなる.

繰返しいすぢに伴い応力幅が増加し, 繰返し硬化を示す. いすぢ幅が大きいほど硬化は著しく, 特に400~600°Cの温度範囲に顕著である. 疲労寿命の約2倍におけるサイクルの応力幅($\Delta \sigma$), 塑性いすぢ幅($\Delta \epsilon_p$)を各試験の代表値とし, $\Delta \epsilon_p - \Delta \sigma$ 及び $\Delta \epsilon_p - N_{25}$ の関係から塑性いすぢ幅1%に対する応力幅, 疲労寿命を内挿して求め温度に対してプロットしたのが図2, 3である. 400, 500°Cではいすぢ速度が小さくなると応力幅が大きくなるが, 600, 700°Cでは逆である. 各いすぢ速度に対し, 疲労寿命の温度に対する変化は500~600°Cで極小値を取り, 温度が高くなると疲労寿命が大きくなる温度領域がある. いすぢ速度の効果は400, 500°Cで顕著で, 600°Cの 10^4 s^{-1} ~ 10^5 s^{-1} 及び700°Cではいすぢ速度の効果はほとんど認められない.

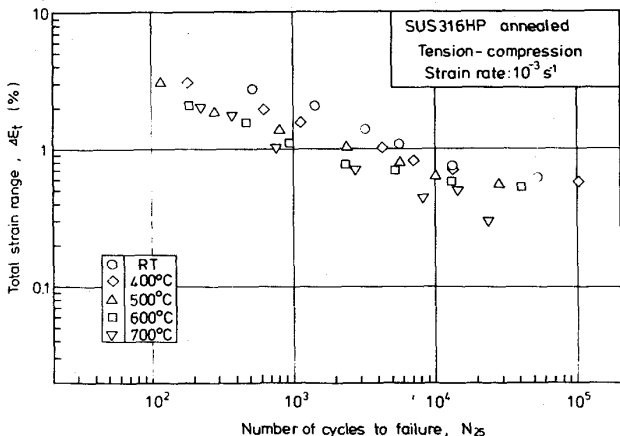


図1 いすぢ速度 10^3 s^{-1} における全いすぢ幅と疲労寿命の関係
文献 (1) 鉄と鋼 64(1978) S 413, (2) 鉄と鋼 65(1979) S 430

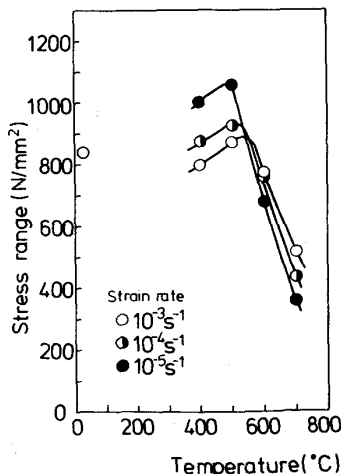


図2 $\Delta \epsilon_p = 1\%$ における応力幅

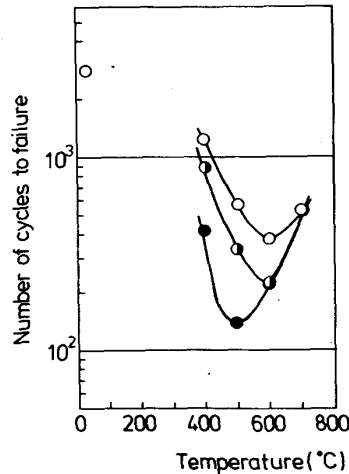


図3 $\Delta \epsilon_p = 1\%$ における疲労寿命