

(695) SUS304 ステンレス鋼の高温低サイクル疲労強度特性に及ぼす炭素含有量の影響

日本鋼管(株)技術研究所 工博 山田武海

1. 目的 原子炉用高温構造材料として最も多く使用されている304鋼の炭素含有量は0.08%以下という規格である。通常0.05~0.06%のものが多く、規格を満足すれば良いということで0.08%のものもある。また高速増殖炉などではNa中での2¼Cr-1Mo鋼からの炭素移行などにより、304鋼の炭素濃度が0.15%以上に上昇することも知られている。このような使用環境に起因する浸炭や脱炭現象はこの他にも考えられる。従って炭素含有量の高温強度に及ぼす影響を定量的に把握しておく必要がある。幸にしてクリープ破断特性については非常に多くの報告があるが、高温低サイクル疲労や熱疲労特性についてはほとんど報告されていない。そこで本研究ではSUS304鋼の高温低サイクル疲労強度に及ぼす炭素含有量の影響について調べた。

2. 実験方法 Table 1に示す炭素含有量の異なる4種類の鋼を50kg大気中高周波炉にて溶製し、1150°Cで圧延後、1150°C×1Hrの溶体化処理を施して、試験に供した。供試鋼の結晶粒径は併記したようにほぼ同等であった。高温引張試験は1.1%/secで、高温低サイクル疲労試験は1.0%/secのひずみ速度の対称三角波型で行なった。

Table 1. Chemical Compositions (wt-%) and Grain Size (μm) of Tested Steels.

	Chemical Composition (wt-%)							Grain Size
	C	Si	Mn	S	P	Ni	Cr	Dr(μm)
C-0	0.008	0.51	0.92	0.0071	0.023	9.10	17.43	115
C-5	0.057	0.53	0.84	0.0052	0.025	9.07	18.87	90
C-10	0.112	0.56	0.90	0.0059	0.024	9.16	19.05	77
C-15	0.148	0.53	0.91	0.0045	0.029	9.16	18.14	111

3. 実験結果 上記実験の結果、得られた結論は以下のごとくである。

- 1) 全供試鋼において寿命 $N_f$ と塑性ひずみ振幅 $\Delta\epsilon_p$ および弾性ひずみ振幅 $\Delta\epsilon_e$ との間には $\Delta\epsilon_p = a(N_f)^b$ ,  $\Delta\epsilon_e = C(N_f)^d$ なる関係が成立する。C O鋼を除いて、aおよび-bは室温から450°Cの範囲で最小値を示し、Cおよび-dは炭素含有量、温度にほとんど依存しない。なおC O鋼の室温においてaおよび-bは加工誘起マルテンサイトが試験中に生じるため著しく大きな値を示す。
- 2) 1000サイクル疲労強度 $\Delta\epsilon_{1000}$ はC O鋼では300°Cで最大値を示し、その他の鋼では温度の上昇にとともに低下する。また $\Delta\epsilon_{1000}$ は0.008~0.057%で最大値をもつ炭素含有量依存性を示す(Fig.1)。
- 3) 全データについて $\sigma_B^2 / (\Delta\epsilon_p) \cdot (\Delta\sigma)^2$ との関係を調べると、①C O鋼の室温のデータを除く全供試鋼の室温から600°Cのデータ群、②全供試鋼の750°Cにおけるデータ群、③C O鋼の室温におけるデータ群の3つに大別される。

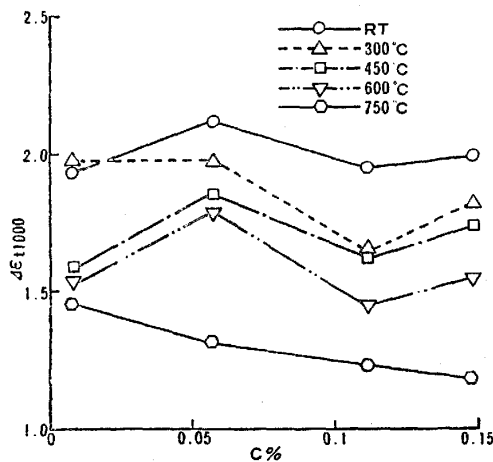


Fig. 1. Relationships between  $\Delta\epsilon_{1000}$  and Carbon Content.

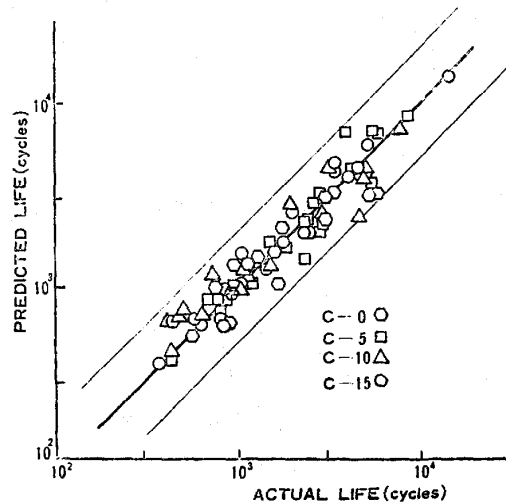


Fig. 2. Comparison of Actual and Predicted Life.

④群においては高温酸化の、⑤群においては加工誘起マルテンサイトの影響がそれぞれ反映されたものと考えられる。

4) 3)の結果を用いて、異なる炭素含有量の鋼に適用できる寿命予測方法を確立した(Fig. 2)。