

(696) SUS304ステンレス鋼の高温低サイクル疲労硬化挙動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 前報で述べたように高温構造材として使用される304鋼の炭素含有量は受入状態でかなりの変動があるばかりでなく、使用環境に起因する浸炭・脱炭などによっても異なってくる。このような炭素含有量の相違が高温低サイクル疲労強度に影響を及ぼすことを筆者はすでに明らかにした。しかし試験中の亀裂の伝ば速度などを支配するといわれている繰返しにともなう応力振幅の変化に及ぼす炭素含有量の影響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304鋼の高温低サイクル疲労硬化挙動に及ぼす炭素含有量の影響について調べた。

Table 1. Chemical Compositions (wt-%) and Grain Size ( $\mu\text{m}$ ) of Tested Steels.

2 実験方法 Table 1に示す4種類の鋼に1150°C × 1Hr/WQの溶体化処理を施して試験に供した。供試鋼のオーステナイト結晶粒径はTable 1に併記したようにほぼ同等であった。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形で高周波加熱型電気油圧式疲労試験機を用いて行なった。

	Chemical Composition (wt-%)							Grain Size
	C	Si	Mn	S	P	Ni	Cr	Dr( $\mu\text{m}$ )
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 実験の結果、以下の結論を得た。

1)  $N=N_f/2$ における $\Delta\sigma$ と $\Delta\epsilon_p$ の間には $\Delta\sigma=e(\Delta\epsilon_p)^f$ なる関係が成立し、加工誘起マルテンサイトの影響を受ける300°C以下のデータを除くと、 $e=9.31 \times 10^4 \times (\text{C}\%)^{0.14} \times T^{-1.11}$ ,  $f=1.70 \times 10^7 \times T^{-2.92}$ なる実験式が成立する。

2) 繰返しにともなう応力振幅の変化は $N=1$ のときの $\Delta\sigma(\Delta\sigma_1)$ 、最大 $\Delta\sigma(\Delta\sigma_{max})$ 、 $\Delta\sigma_{max}-\Delta\sigma_1$ 、 $\Delta\sigma_{max}$ の現われる $N(N\Delta\sigma_{max})$ により評価できる。すなわち $(\Delta\sigma_{max}-\Delta\sigma_1)$ および $N\Delta\sigma_{max}$ と $\Delta\epsilon_t$ の間にはFig. 1又は2に併記した実験式、 $(\Delta\sigma_{max}-\Delta\sigma_1)=g(\Delta\epsilon_t)^{1/2}$ 、 $N\Delta\sigma_{max}=i(\Delta\epsilon_t)^{-1}$ なる関係が成立する。 $g$ はRT~450°Cにおいて $g_L=3.32 \times 10^2 \times (\text{C}\%)^{0.449} \times \exp(-3,720/R.T_k)$ 、600~750°Cにおいて $g_H=4.65 \times 10^{-3} \times (\text{C}\%)^{-0.695} \times \exp(26,200/R.T_k)$ で与えられ、 $i$ は $i_L=1.10 \times 10^5 (\text{C}\%)^{1.16} \times \exp(-8,270/R.T_k)$ 、 $i_H=1.50 \times 10^{-8} \times (\text{C}\%)^{1.98} \times \exp(72,200/R.T_k)$ で与えられる。

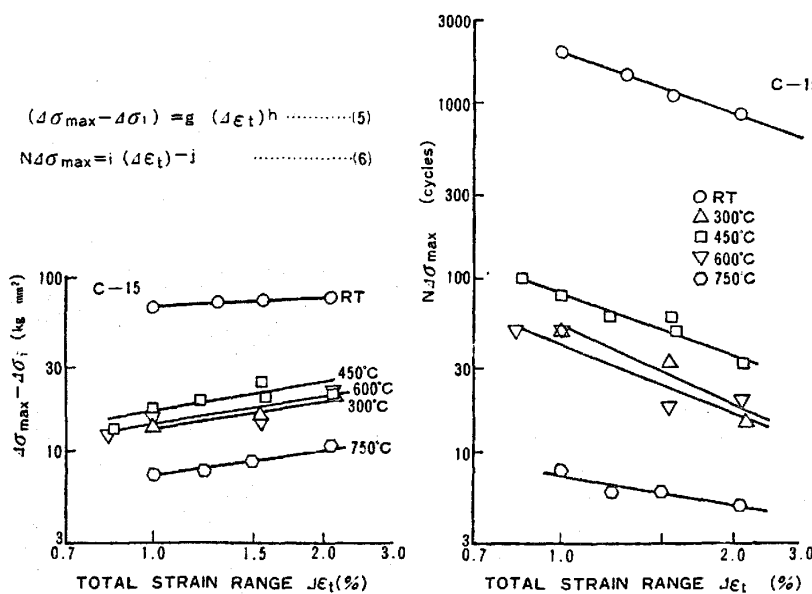


Fig. 1.  $(\Delta\sigma_{max}-\Delta\sigma_1)$  and  $N\Delta\sigma_{max}$  as a Function of Total Strain Range.

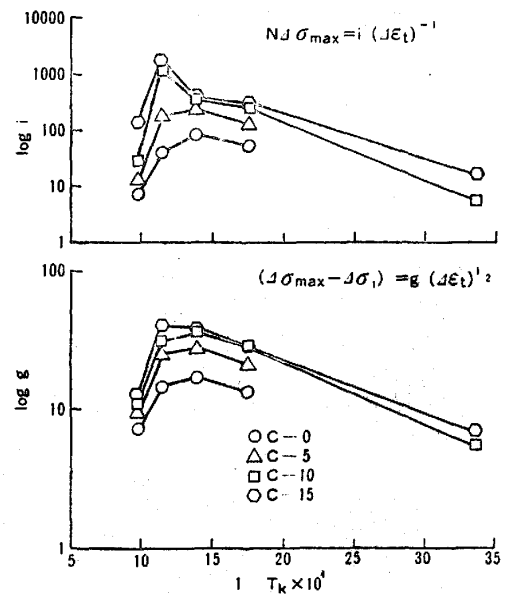


Fig. 2. Arrhenius Plots for Coefficients  $g$  and  $i$ .