

(597) 347系ステンレス鋼の高温低サイクル疲労特性に及ぼすニオブ含有量の影響

日本鋼管(株)技術研究所 工博 山田武海

関口英男 ○東 祥三

I 緒言

347ステンレス鋼は高温強さが304ステンレス鋼にくらべて高く、耐食性も良いことから、高温構造材としてしばしば使われる。347鋼には粒界でのクロム濃度の低下を抑えて耐食性を向上させるためにニオブが添加されている。このニオブは高温においてM(C, N)を析出させて、クリープ破断強さを向上させると考えられている。しかし高温疲労特性にニオブがどのような影響を及ぼすかはこれまでほとんど検討されていない。

そこで、本研究では347鋼の高温疲労特性に及ぼすニオブ含有量(Nb%)の影響を調べ、更に筆者らが既に報告している寿命予測法¹⁾が本系鋼にも適用できるかどうかを検討した。

II 供試材ならびに実験方法

表1に示す0~2% Nbを含む5種類の347系鋼を、1150℃で溶体化処理して試験に供した。Nb%の増大にともない、結晶粒径は減少し、600℃における引張強さは向上する。疲労試験条件は温度が600℃、ひずみ速度が1.0%/s、全ひずみ振幅が0.8~2.0%の完全両振対称三角波である。

III 試験結果

1) 本系鋼の高温疲労強度はNb%の増大にともないわずかに低下する。因に、 $N_f = 1000$ のときの塑性ひずみ振幅 $\Delta\epsilon_p_{1000}$ ならびに全ひずみ振幅 $\Delta\epsilon_t_{1000}$ とNb%の間には、次式が得られた。

$$\Delta\epsilon_p_{1000} = -0.0673 \times \text{Nb}\% + 1.201$$

$$\Delta\epsilon_t_{1000} = -0.0450 \times \text{Nb}\% + 1.645$$

なお、Nb-0鋼の強度を1としたときの各鋼の強度の割合は評価するサイクル数の増大にともないわずかに低下する。

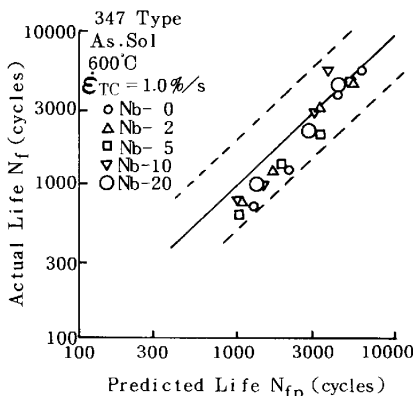


Fig. 2 Comparison of Actual and Predicted Life

Table 1. Chemical Composition, Grain Size, and Mechanical Properties of the Steels.

	Chemical Composition(wt-%)					Grain Size Dr(μm)	Mechanical Properties	
	C	Ni	Cr	Nb	N		$\sigma_{0.2}$ (Kg/mm ²)	σ_B (Kg/mm ²)
Nb-0	0.053	11.46	17.95	—	0.015	103	10.3	33.7
Nb-2	0.052	11.50	17.69	0.20	0.019	59	12.5	36.9
Nb-5	0.054	11.59	17.90	0.57	0.019	30	13.2	37.6
Nb-10	0.053	11.72	18.09	1.18	0.013	23	13.6	37.7
Nb-20	0.057	11.39	17.85	2.28	0.012	19	15.6	40.8

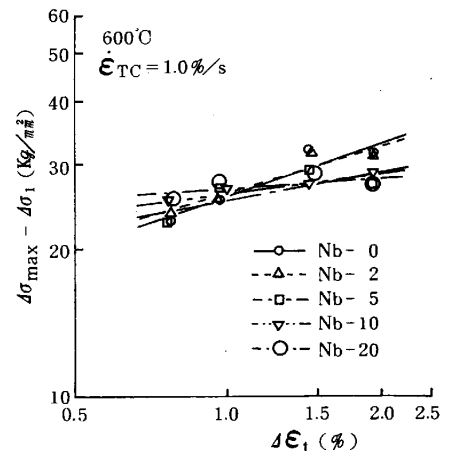


Fig. 1 $(\Delta\sigma_{max} - \Delta\sigma_1)$ as a Function of Total Strain Range.

2) 本系鋼の疲労硬化量 $(\Delta\sigma_{max} - \Delta\sigma_1)$ と $\Delta\epsilon_t$ との関係は $(\Delta\sigma_{max} - \Delta\sigma_1) = g(\Delta\epsilon_t)^h$ で整理される。hはNb%の増大にともない0.4から0.1まで低下する。これはNb%の増大にともない二次硬化を生じやすくなり、しかも低 $\Delta\epsilon_t$ すなわち長時間試験のときほど硬化量が多いことによる(図1)。

3) 本系鋼の寿命は304鋼について既に提案した予測式¹⁾を用いれば、factor of twoの予測が可能である(図2)。

文献

1) 山田武海, 鉄と鋼, 69(1983)13, S1330