

(601) 304系ステンレス鋼の高温低サイクル疲労特性に及ぼす時効の影響

日本鋼管(株) 技術研究所 工博 山田武海

1. 目的 高温構造物はその製造中に溶接や焼鈍といった熱履歴を受ける。また高温で使用されている訳であるから、当然使用中の時効の影響を受ける。従ってこれらの構造材料の耐久寿命を評価するためには製造中の熱履歴、使用中の加熱等々を考慮した時効の影響を把握しておかねばならない。しかもこの時効の影響は304系鋼においては炭素含有量によって異なることが予想される。そこで本研究ではsus304ステンレス鋼の高温低サイクル疲労特性に及ぼす時効と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4種類の鋼に1150 Table 1. Chemical Compositions (wt-%) and Grain Size (μm) of Tested Steels. $^{\circ}\text{C} \times 1\text{Hr}/\text{WQ}$ の溶体化処理を施して試験に供した。

時効温度は500, 600, 700, 800 $^{\circ}\text{C}$ とし、時間は1, 10, 100, (1000)Hrとした。疲労試験は0.10%/secのひずみ速度の対称三角波形で、600 $^{\circ}\text{C}$ 全ひずみ振幅2.0%の一定条件で、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(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 実験の結果、以下の結論を得た。

- 1) 本系鋼の高温低サイクル疲労寿命 N_f は時効の進行にともない増大する傾向を示す。しかし、低温短時間側ではC15鋼の500, 600 $^{\circ}\text{C}$ の10Hr付近に見られるようなやゝ N_f が低下するような現象も認められる (Fig. 1)。
- 2) 本系鋼の時効にともなう N_f の増大は高炭素鋼ほど顕著である。溶体化処理状態では炭素含有量の増大にともない N_f が減少する傾向にあるが、時効にともない、例えば800 $^{\circ}\text{C} \times 100\text{Hr}$ 付近では炭素含有量にほとんど依存しなくなる (Fig. 2)。
- 3) 疲労硬化量 ($\Delta\sigma_{\text{max}} - \Delta\sigma_1$) は時効の進行にともない減少する傾向を示し、 $\Delta\sigma_{\text{max}}$ の現われる繰返し数 $N_{\Delta\sigma_{\text{max}}}$ は時効の進行にともないやゝ増大するが、やがて急激に減少する。これらの傾向は温度が高いときほど、また炭素含有量の高い鋼ほど顕著である。
- 4) 溶体化処理状態の本系鋼の破面ではストライエーションが支配的に観察されたが、C10, C15鋼の時効材の破面にはストライエーションに混って多量の粒界割れが観察された。なおC0およびC5鋼の時効材には粒界割れはほとんど認められなかった。

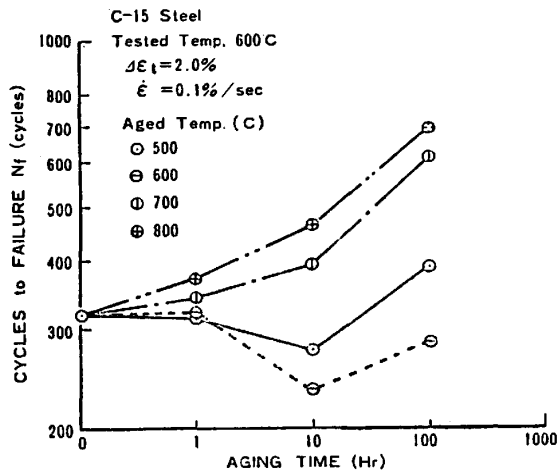


Fig. 1. N_f as a Function of Aging Time for C-15 Steel.

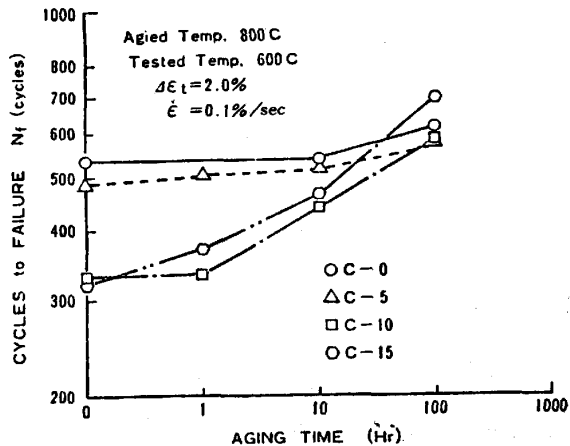


Fig. 2. N_f as a Function of Aging Time for Tested Steels.