

(431) オーステナイト系ステンレス鋼の高温低サイクル疲労寿命 におよぼす結晶粒度の影響

金属材料技術研究所

山口 弘二
金澤 健二

1. 緒言 一般に材料の高温低サイクル疲労寿命は、ひずみ(応力)幅ばかりでなく、温度および繰返しひずみ速度(周波数)やひずみ保持時間の有無などの時間的要素によつて影響される。特にオーステナイト系ステンレス鋼の場合、その疲労寿命におよぼすこれらの時間的要素の影響が大きいといわれている。また、高温下で低ひずみ速度疲労試験や、ひずみ保持台形波試験では破壊モードが粒界型になるため、材料の組織特に結晶粒度の影響も存在すると思われる。本研究は、これまでに著者らが得た各種の材料について高温低サイクル疲労試験の結果から、オーステナイト系ステンレス鋼の疲労寿命におよぼす結晶粒度の影響を調べたものである。

2. 実験方法 今回は表1に示す8鋼種について検討を行った。材料はすべて溶体化熱処理が施されている。結晶粒度番号は、一部の材料で混粒であるが、その平均的な値を取った。

疲労試験はすべて引圧の油圧サーボ試験機で、全ひずみ幅($\Delta\epsilon_T$)制御で行っている。ひずみ波形は、完全両振りの三角波であり、一部引張側保持台形波を用いた。三角波の場合、ひずみ速度($\dot{\epsilon}$)は0.4%/minと40%/minを用いている。温度は室温から700°C(一部800°C)まで、また全ひずみ幅は約2%から0.6%の間の約5レベルで行っているが、ここでは室温、600°C、700°Cにおける $\Delta\epsilon_T=1\%$ のときの疲労寿命(N_f)を用い、材料間の比較を行った。台形波の場合、立ち上がりのひずみ速度を40%/minとし、引張側最大ひずみ時に30分の保持時間を付加した。試験は四材料について行い、試験条件は600°Cと700°Cで $\Delta\epsilon_T$ が約1%である。

3. 実験結果 図1に各材料の室温、600°C、700°Cにおける $\Delta\epsilon_T=1\%$ のときの疲労寿命と、その結晶粒度の関係を示した。室温では、各材料の疲労寿命はバラツキの範囲内と一定であり、結晶粒度の依存性は無い。600°Cでは、特に $\dot{\epsilon}=0.4\%/min$ の三角波および引張側台形波の疲労寿命は右下がりの傾向があり、結晶粒度番号が小さい(結晶粒が大きい)ほど低下する。700°Cでは、 $\dot{\epsilon}=0.4\%/min$ の三角波および引張側保持台形波の疲労寿命は共に結晶粒度番号が約6付近で極大を示している。破面の観察によると、疲労寿命の低下が大きいものほど破面は粒界型になる傾向がある。

図1、全ひずみ幅1%における疲労寿命と結晶粒度の関係

表1 供試材

材料	熱処理	平均結晶粒度番号
Type 321	1200°C-0.5hr	1
316	1100°C-1hr	2
321	1100°C-1hr	3
304	1150°C-0.5hr	3.5
316	1050°C w.a.	6
310	1080°C-0.6hr	7.5
347	1100°C-1hr	8
321	1050°C-0.5hr	9

