

(353) SUS316鋼の高温低サイクル疲れにおよぼす保持時間の影響

金属材料技術研究所

山口弘二、金澤健二
吉田進

1. 緒言 高温機器の強度設計では単純な高温低サイクル疲れ試験では不十分となり、最大ひずみ時に保持時間を含む疲れ試験のデータが必要となってきた。特にクリーフが著しくなる温度範囲では疲れ寿命に対する保持時間やひずみ速度の影響があらわれる。このことは繰返し変形による疲れ損傷のほかクリープ的な時間に依存する損傷が加味されて寿命が決まることを示している。この報告はSUS316鋼について高温低サイクル疲れ試験を行ない、寿命におよぼす保持時間とひずみ速度の影響を調べたものである。

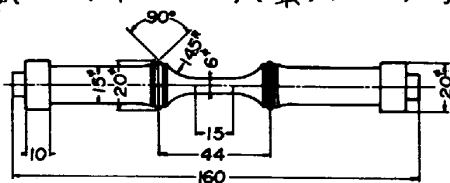


図1. 試験片形状

2. 方法 供試材はSUS316-B鋼(0.07C-10.7Ni-16.7Cr-2.2Mo)を1050℃溶体化した。結晶粒径は約40~50μmである。疲れ試験片は図1に示した。試験はひずみ制御の完全面振りで行なった。ひずみ波形は図2に示した。(a),(b)はそれぞれひずみ速度の異なる三角波、(c),(d)はそれぞれ引張側、両側に保持時間を入れた台形波である。三角波のひずみ速度($\dot{\epsilon}$)は1/20, 40, 4, 0.4%/minとした。台形波の場合の傾斜部のひずみ速度は40%/min, 保持時間は(c)で2~60分、(d)で2~5分である。試験温度は600℃と700℃である。

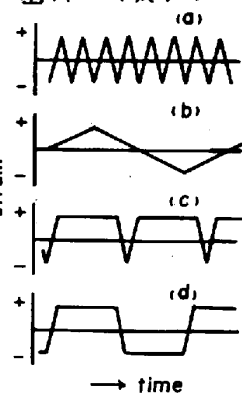


図2. ひずみ波形

3. 結果 600℃の結果を図3に示した。疲れ寿命(N_f)は1サイクル当りの時間に対して、 $\Delta\epsilon_T=1\%$ の場合には引張側保持の結果が著しく減少するが、両側保持ではそれほど減少しない。また三角波では1分程度のところで飽和している。 $\Delta\epsilon_T=2\%$ の場合には三角波の結果が引張側保持のそれと同じように減少している。700℃もほぼ同様の結果が得られた。引張側保持が60分までの結果に関しては N_f は飽和することなく減少した。またこの際の実力緩和量も60分まで増加の傾向があった。

600℃、 $\Delta\epsilon_T=2\%$ の試験の走査型電顕による破面の観察結果は次のとおりであった。

- ① $\dot{\epsilon}=40\%/min$ の三角波は破面全体が条こん模様であった。(図4の(a))
- ② $\dot{\epsilon}=0.4\%/min$ の三角波は破面全体が粒界破壊で、粒界面はほぼ滑らかであった。(図4の(b))
- ③ 引張側保持が2~5分はき裂の起点付近に条こんが見られ、それより内部は粒界破面で粒界面に99%のディンプルが見られた。
- ④ 引張側保持が10~30分は起点付近のごく一部に条こんが見られ、それより内部は粒界ディンプル模様であった。
- ⑤ 引張側保持が60分は破面全体が粒界ディンプル模様(図4の(c))

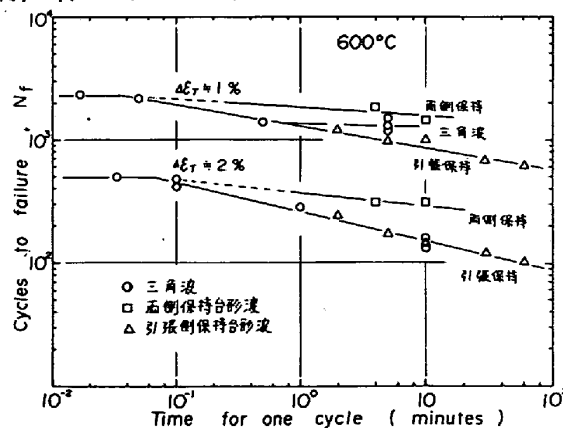


図3. 試験結果

この結果から $\dot{\epsilon}$ が小さい場合と保持時間の場合ではいずれも粒界破面である

(a) が同じ粒界破面でも破壊の機構がやや異なることが想像される。

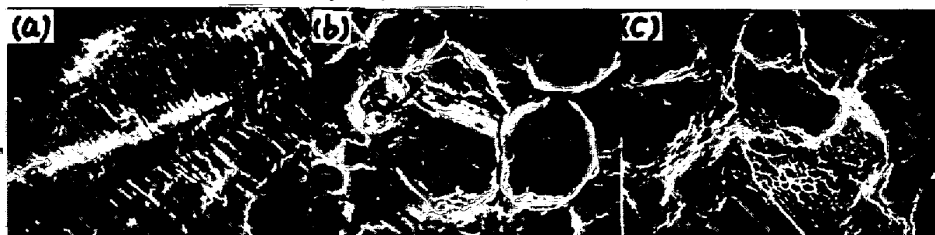


図4. 破面写真
(a) 500倍×2/3
(b) 500倍×2/3
(c) 250倍×2/3