

(591) クリープ疲労複合荷重を受けたSUS 316 鋼の破断寿命に対する線形損傷則による評価

金属材料技術研究所

〇八木 晃一 久保 清
田中 千秋

1.緒言 静荷重と変動荷重とが交互に繰返されるような荷重履歴を受ける材料のクリープ疲労相互作用を明らかにするために、クリープ疲労複合試験を行い、破断寿命に対する荷重条件や材料の損傷条件の影響を検討している。本報告では、SUS 316 鋼について荷重を種々に組合せたクリープ疲労複合試験を行い、破断寿命に対する荷重の組合せの影響を調べた。そしてこの結果を線形損傷則を用いて評価し、破壊様相を調べるとともに、SUS 304 鋼の結果と比較して、SUS 316 鋼のクリープ疲労相互作用について検討を行った。

2.実験方法および供試材 本研究で用いたクリープ疲労複合試験の方法を図1に示す。クリープ疲労複合試験はクリープ応力(σ_c)、クリープ時間(t_c)、全ひずみ幅($\Delta \epsilon_t$)および疲労繰返し数(N)の4試験因子を有している。試験は650°Cで行った。供試材はSUS 316 鋼板(板厚:24mm)で、化学成分を表1に示す。

3.結果 クリープ疲労複合試験の破断時間と疲労繰返し数(N)との関係を図2に示す。試験条件を σ (kgf/mm^2) - t_c (h) - $\Delta \epsilon_t$ (%) - N (cycles)の要領で図中に示した。疲労繰返し数(N)の増加にしたがって破断時間は減少している。これらの試験結果を線形損傷則を用いて評価した。クリープ損傷量は時間比($\Sigma t/t_c$)、ここで t_c は σ_c でクリープ試験を行った場合の破断時間である)、そして疲労損傷量は繰返し数比($\Sigma N/N_f$)、ここで N_f は $\Delta \epsilon_t$ で疲労試験を行った場合の破断繰返し数である)で評価した。評価結果を図3に示す。本試験結果の範囲内では、SUS 316 鋼の場合、破断寿命はクリープ損傷の累積によるか、疲労損傷の累積によるかのみに、クリープ疲労相互作用は見られない。また図3にマクロな破壊様相の観察結果も示す。破壊の様相はクリープ損傷の割合が大きい領域では粒界破壊であり、疲労損傷の割合が大きい領域ではき裂の進展による破壊であった。そして、その中間では両者が混在していた。SUS 304 鋼の結果を線形損傷則を用いて評価するとクリープ疲労相互作用があることが認められている²⁾。両材の試験条件でクリープ破断延性を比較すると、SUS 316 鋼の延性値の方がかなり高い。両材でのクリープ疲労相互作用についての損傷評価結果の違いは、この破断延性の違いと関連があると思われる。

表1. 供試材の化学成分(wt.%)

C	Si	Mn	P	S	Cu	Cr	Ni	Mo	Ti	Nb+Ta	B	Al(sol)	N _{tot}
0.05	0.70	1.10	0.034	0.003	0.31	17.05	12.60	2.24	0.03	0.001	0.003	0.02	0.017

文献 1) 八木, 久保, 田中, 材料, 28(1979), 400., 2) 八木, 久保, 田中, 材料, 29(1980), 928.

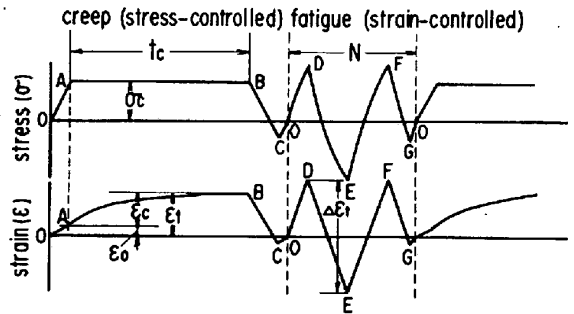


図1. クリープ疲労複合試験方法

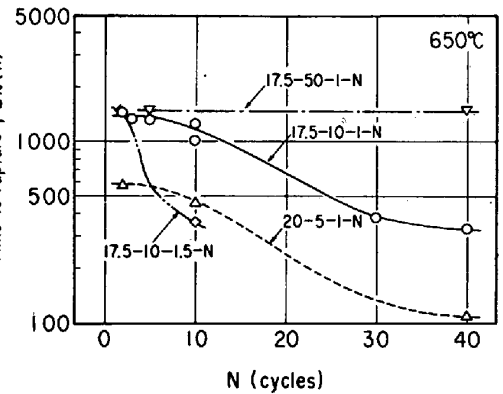


図2. 破断時間に及ぼす疲労繰返し数 N の影響

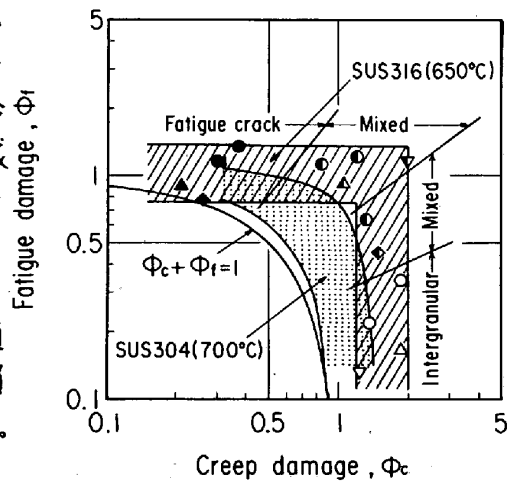


図3. 複合試験結果を線形損傷則で評価した場合のクリープ損傷量と疲労損傷量の関係