

(505) 複合荷重下の1Cr-Mo-V鋼のクリープ疲労相互作用

金属材料技術研究所

八木晃一 久保 清

金丸 修 田中千秋

1. 緒言 オーステナイトステンレス鋼について、クリープ疲労複合荷重試験方法を用いてクリープ疲労相互作用を検討してきた。

Table 1 Chemical composition (wt%)

C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	Cu	V	Al	N
0.29	0.20	0.75	0.010	0.009	0.34	1.00	1.25	0.14	0.26	<0.002	0.0075

その結果、試験結果を線形寿命損傷則で評価した場合に、破断までに蓄積されるクリープ損傷量( $\phi_c$ )と疲労損傷量( $\phi_f$ )との関係は、クリープ疲労複合荷重試験のクリープ荷重条件で行った定荷重クリープ試験の破壊様式と関連することが明らかとなった<sup>1)</sup>。本研究は、繰返し硬化するオーステナイトステンレス鋼で得られた関係が繰返し軟化する低合金鋼についてもあるのかどうかを調べるために、1Cr-Mo-V鋼を使ってクリープ疲労複合荷重試験を行い、クリープ疲労相互作用とクリープ破壊様式との関連について検討を行ったものである。また、MPC(米国、金属性質評議会)において1Cr-Mo-V鋼について同様の試験を行っているので、試験結果の比較も行った。

2. 試験方法 供試材は1Cr-Mo-V鋼のロータ材である。化学成分を Table 1に示す。クリープ疲労複合荷重試験は525°C、クリープ応力( $\sigma_c$ ); 28<sup>kgf</sup>/mm<sup>2</sup>と575°C、 $\sigma_c=20$ <sup>kgf</sup>/mm<sup>2</sup>の2条件について、クリープ時間( $t_c$ )を10h、疲労全ひずみ幅を1%として疲労繰返し数(N)を種々に変えて行った。なお、疲労荷重部分のひずみ速度は 6%/minである。

3. 結果 クリープ疲労複合荷重試験の破断における $t_c$ の総和と定荷重クリープ破断試験結果との比較をFig.1に示す。 $\Sigma t_c$ は定荷重クリープ試験の破断寿命より短く、Nの増加に従って低下していた。Fig.2にクリープ疲労複合荷重試験のNの総和と疲労試験結果との比較を示す。 $\Sigma N$ は疲労試験の破断繰返し数よりも少なく、Nの減少に従って低下していた。また、Fig.1および2にMPC材の結果も合わせて示した。MPC材と本供試材とのクリープ強度および疲労強度はほぼ等しかった。本試験結果に対して線形寿命損傷則を用いて $\phi_c$ と $\phi_f$ を計算した。その結果をFig.3に示す。本供試材の $\phi_c$ - $\phi_f$ 関係は $\phi_c \approx 0.5$ として $\phi_f \approx 0.8$ の間を凸の曲線で結ぶ関係となっていた。525°Cと575°Cの $\phi_c$ - $\phi_f$ 関係はほぼ同じ傾向を示しており、温度による違いはほとんど認められなかった。また、同図にMPCの結果も示した。本供試材の関係はMPCの結果と同じ傾向であった。本供試材についてクリープ疲労複合荷重試験のクリープ荷重条件で定荷重クリープ試験を行い、その破壊様式を調べたところ、両温度条件とも粒内破壊であった。これらの結果から、1Cr-Mo-V鋼についても、粒内破壊する荷重条件でオーステナイトステンレス鋼(304, 316)と同様な $\phi_c$ - $\phi_f$ 関係が得られることがわかった。しかし、オーステナイトステンレス鋼のサイクリッククリープ試験での $\phi_c$ の値は1~2であったが、1Cr-Mo-V鋼では約0.5であることが予想され、鋼種による違いがみられた。この点に関しては検討中である。

参考文献 1)例えば 八木, 田中, 久保, 材料, 33(1984),1533.

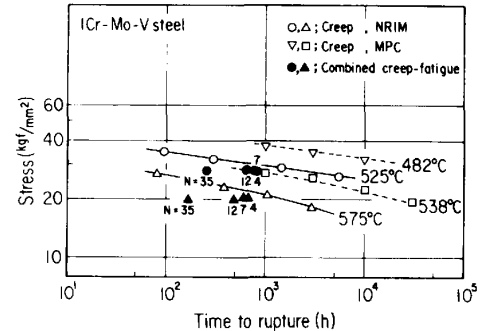


Fig.1 Comparison of time to rupture under combined creep-fatigue loadings with that under constant loadings.

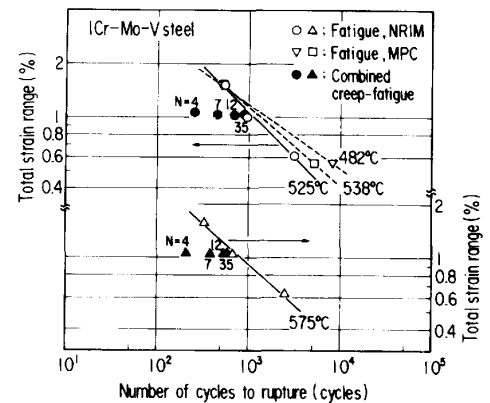


Fig.2 Comparison of number of cycles to rupture under combined creep-fatigue loadings with that under strain controlled fatigue loadings.

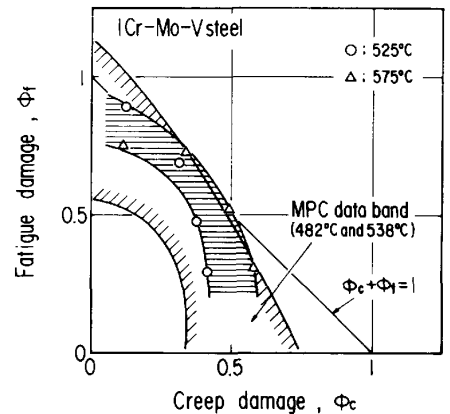


Fig.3 Relations between creep damage and fatigue damage calculated using the linear life fraction rule.