

1Cr-Mo-V鋼の長時間応力リラクセーションにおける残留応力の予測

金属材料技術研究所

大場敏夫 八木晃一

金丸 修 田中千秋

1. 緒 言 高温構造部材では、クリープ疲労特性との関連において高温構造用鋼の応力リラクセーション特性を把握することが重要となっている¹⁾²⁾。本研究は、蒸気タービンロータ材1Cr-Mo-V鋼について長時間応力リラクセーション試験を行い、温度及び全ひずみの影響について検討を行うとともに、前報で報告した残留応力値の予測法について更に検討を進めたものである。

2. 実験方法 供試材料は1Cr-Mo-V鋼で、直径1190mmのロータから切り出したものである。化学成分を Table 1に示す。応力リラクセーション試験は全ひずみ(ϵ_T)0.20%について試験温度450~600℃で、また、550℃について $\epsilon_T = 0.10 \sim 0.20\%$ の範囲で行った。試験は、既報の方法と同様である。

3. 結 果 試験温度450~600℃、 $\epsilon_T = 0.20\%$ で試験して得られた応力リラクセーション曲線をFig.1に示す。いずれの温度でも残留応力(σ_r)は対数時間の経過とともにほぼ直線的に減少していた。また、550℃において $\epsilon_T = 0.10 \sim 0.20\%$ で試験を行ったが、同様に σ_r は直線的に減少していた。

前報で高温ボルト材の 1Cr-0.5Mo-0.25V鋼、12Cr-1Mo-1W-0.25V鋼及び压力容器材料の 2¼Cr-1Mo鋼の応力リラクセーション試験の所定時間における

応力低下率 $\{(\sigma_0 - \sigma_r)/\sigma_0\}$ が応力リラクセーション試験の初期応力(σ_0)と同じ応力で行ったクリープ試験の破断時間(t_r)とよい相関があることを、 $\epsilon_T = 0.20\%$ のデータを使って示した²⁾。Fig.2は本供試材料の応力リラクセーション試験結果を含め、 $\epsilon_T = 0.10 \sim 0.30\%$ の全データについて、 $(\sigma_0 - \sigma_r)/\sigma_0$ と t_r との関係を示したものである。 $(\sigma_0 - \sigma_r)/\sigma_0$ の値はややばらつきはあるものの時間10, 100, 1000hごとに、材料、温度及び全ひずみに関係なく t_r との相関関係を得ることができた。

Fig.2の関係は σ_0 での破断時間がわかれば応力リラクセーション曲線が予測できることを示している。そこで、Fig.2を使って残留応力の予測を試みた。その結果をクリープ曲線から予測する方法と比較してみた。クリープ曲線から予測する方法としてNorton則、及びNorton-Baileyの構成式による時間硬化則及びひずみ硬化則を用いた⁴⁾。Fig.3は各方法で得られた残留応力値の比較を示す。いずれの時間及び温度とも、本方法はNorton-Baileyによる方法とともに実験結果とほぼ一致している。このことから、本方法はクリープ曲線を使わずに破断時間とFig.2の関係とから簡便に残留応力値を大略予測できる方法であることがわかった。

参考文献 1)大場ら, 材料, 36(1987), 401. 2)大場ら, 鉄と鋼, 72(1986), S1415.

3)C. Tanaka, T. Ohba, Trans. NRIM, 20(1978), 138. 4)田中, 材料, 24(1975), 247.

Table 1. Chemical composition of 1Cr-Mo-V steel (wt%).

C	Si	Mn	P	S	Cu	Cr	Ni	Mo	V	Sb	Al	N
0.29	0.30	0.74	0.006	0.003	0.03	1.12	0.39	1.16	0.25	0.0015	≤0.003	0.0042

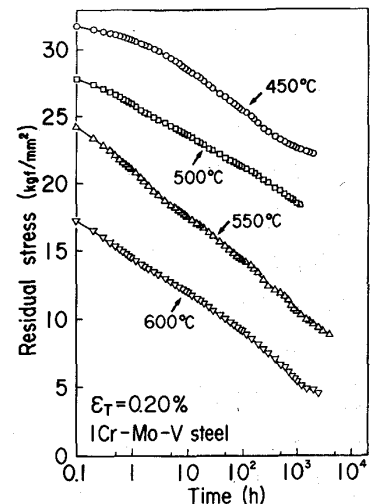


Fig.1 Stress relaxation curves for 1Cr-Mo-V steel.

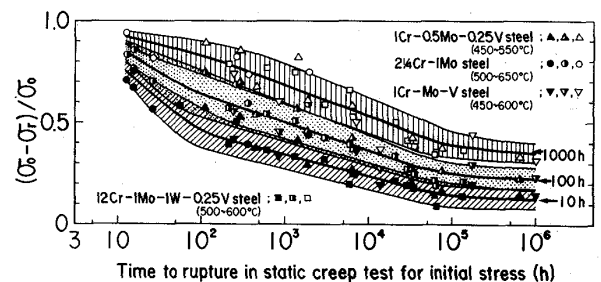


Fig.2 Relationship between relaxed stress ratio and time to rupture in creep test for initial stress at total strain of 0.10% to 0.30%.

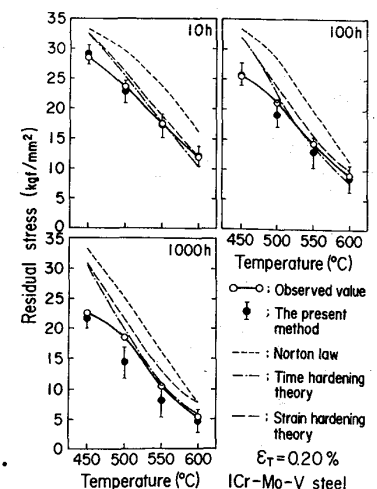


Fig.3 Comparison of predicted residual stresses with observed value.