

(619) Cr-Mo-V鋼におけるクリープ損傷の高温疲れ寿命に及ぼす影響

金属材料技術研究所

新谷紀雄 京野純郎
今井義雄 横井信

1. 緒言 蒸気タービンロータが長期間の使用により受けるクリープ損傷は、少なくないと考えられる。Cr-Mo-V鋼ロータ材のクリープ損傷として、クリープキャビティが主要な因子であり、それが密度変化を測定することによって定量的に示せることを明らかにしてきた。このクリープキャビティは、疲れ強さに大きく影響を及ぼすものと考えられる。そこで本報告では、Cr-Mo-V鋼の時効材及びクリープ損傷材について、高温低サイクル疲れ試験を行い、クリープ損傷が疲れ寿命に及ぼす影響を検討した。

2. 実験方法 供試材の化学成分及び熱処理条件をTable 1に示す。クリープ損傷は、575°C、18kgf/mm²、1000~5960h（破断を含む）のクリープ試験条件で与え、その程度は、クリープ試験片のクリープ伸び、硬さ、組織、及び密度の変化などにより調べた。高温低サイクル疲れ試験は、受け入れ材、熱履歴の影響を調べるための時効材（575°C：1800, 4000, 5500h）及びクリープ損傷材について、575°C、全ひずみ幅 $\Delta\epsilon_t$: 0.5, 1, 及び 2%、ひずみ速度 $\dot{\epsilon}$: 0.6及び6%/minの試験条件で行った。

Table 1 Chemical composition (wt %)

C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	Cu	V	Al	N
0.28	0.22	0.68	0.015	0.012	0.31	1.08	1.16	0.20	0.27	0.002	0.0075

Heat treatment
1010°C/18h → 870°C/5h → air-cooled
720°C/38h → furnace-cooled
960°C/24h → mist-cooled
660°C/83.5h → furnace-cooled

3. 結果 クリープ損傷材についての硬さと密度測定の結果をFig. 1に示す。硬さは、長時間側までゆるやかな低下傾向を示し、光顕による組織の変化も少ないが、密度は、クリープキャビティの生成、成長によって長時間側で急激な低下を示した。

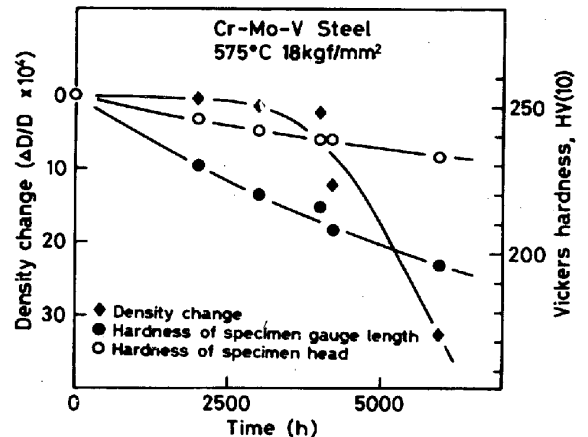


Fig.1 Change in density and hardness due to creep damage

高温低サイクル疲れ試験の結果をFig. 2に示す。受け入れ材に比べ、時効材の疲れ寿命は、はじめ、加熱時間とともに増加するが、長時間側では増加幅も小さくなる。一方、クリープ損傷材の疲れ寿命は、時効材より短かく、特に長時間側では急激な低下を示した。

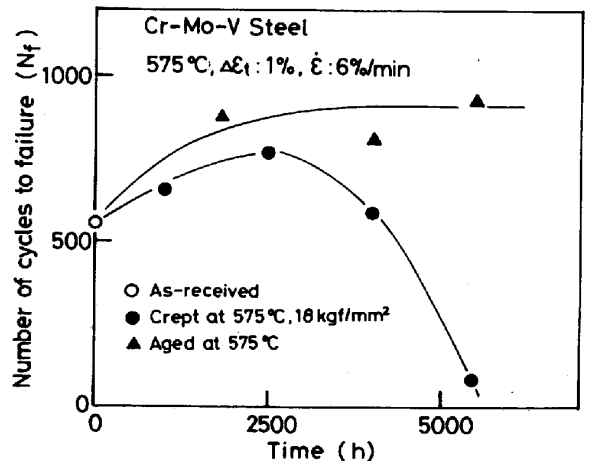


Fig.2 Effect of creep damage and ageing on fatigue life

時効材の疲れ寿命が増加するのは、軟化 (Fig. 1) により応力幅の大きさが小さくなるためと考えられる。クリープ損傷材の疲れ試験における応力幅の大きさも、加熱時間が長くなると小さくなる。これが、短時間側での疲れ寿命の増加の原因と考えられる。しかし、長時間側では応力幅の値が小さいにもかかわらず、寿命は急激に低下している。これは、クリープキャビティが疲れ寿命に影響したためと考えられる。

このことは、疲れ寿命低下の著しい試験片 (5450h) が、Photo. 1に示すように粒界破面を呈していることから推測される。

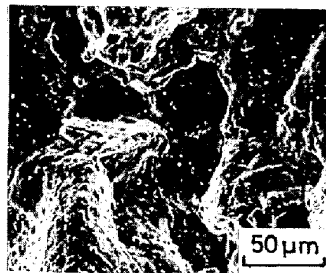


Photo.1 Intergranular fractured surface