

(537) Cr-Mo-V 鋼の高温低サイクル疲労による材質劣化

東京工大 大学院 (現金材技研) 木村一弘 千葉工大学生 (現東伸工業) 米山隆久

東京工大 工学部 ○松尾 孝 菊池 實 (株) 東芝・重電技術研究所 木村和成

1. 緒言 木村らはCr-Mo-V鋼の高温使用によるクリープ抵抗の低下は、これまで考えられてきた割れや空泡の発生及び伝播等の機械的損傷や粒内炭化物の粗大化のような均一な組織変化による材質劣化ではなく、旧オーステナイト粒界に沿ったフェライトの形成という不均一な組織変化による材質劣化に起因することを明らかにした¹⁾。ところで、起動、停止を伴う実機のタービンロータはクリープに加えて低サイクル疲労による損傷を受け、損傷の原因はクリープの場合と同様、割れの発生及び伝播あるいは V_4C_3 の消失及びこれに伴う転位密度の急激な低下と考えられてきた。しかし、クリープ抵抗のような基礎的なパラメータを取りあげて、高温低サイクル疲労による強度低下を系統的に検討した研究は少ない。また、クリープ試験に比べ、非常に短時間で行われる高温低サイクル試験においては、回復の進行がより速い旧オーステナイト粒界に沿った領域で生ずる組織変化に着目する必要があると思われる。

そこで、本研究では木村らが用いたCr-Mo-V鋼について、あらかじめ設定した時間まで高温低サイクル疲労試験を行い、それら疲労試験材についてクリープ抵抗及び組織を調査して、高温低サイクル疲労によるクリープ抵抗低下の原因を検討した。

2. 実験方法 供試鋼は、木村ら¹⁾が使用したものと同一のCr-Mo-V鋼であり、高温低サイクル疲労試験は標点距離30mm、平行部径 8mmの試験片を使用して、550°C、ひずみ速度0.25%/secのひずみ制御とし、全ひずみ範囲 ϵ_t は0.5及び1.0%の2水準を選んで、繰返し数 N と破損繰返し数 N_f との比(以後疲労寿命率と呼び ϕ_f で示す)が0.4、0.6及び0.8となる繰返し数まで行った。なお、破損繰返し数 N_f は高温低サイクル疲労試験において各サイクルにおけるピーク応力が急激に減少する時点でのピーク応力、 σ 。を基準とし、ピーク応力が σ_0 の3/4になる時点の繰返し数である。高温低サイクル疲労試験を途中で停止した試料について、平行部表面を機械加工して、平行部径 6mmとし、標点距離30mmのつば付きクリープ試験片を作製して、550°C、応力28kgf/mm²でのクリープ試験を行った。組織観察には走査電顕及び透過電顕を用いた。

3. 結果 1) $\phi_f(N/N_f)$ の大きな試料ほど550°C、応力28kgf/mm²におけるクリープ抵抗は低下し、その低下量は ϵ_t が0.5%のものに比べ1.0%の疲労試験材で大きい。また、疲労試験材のクリープ試験において破断伸びの低下は全く認められなかった。2) 疲労試験材における割れの発生は非常に少ない。3) 疲労試験材においてはすべり面上で板状炭化物が優先成長するが、この析出はクリープ抵抗の低下とは関連しない。4) 疲労試験材の旧オーステナイト粒界に沿った領域において炭化物の析出密度及び転位密度が著しく低いフェライトの形成が観察され、この不均一な組織変化はクリープ抵抗の低下が大きな疲労試験材においてより進行していた。5) 以上の結果より、疲労試験材の急激なクリープ抵抗の低下は旧オーステナイト粒界に沿ったフェライト領域の形成という不均一な組織変化による材質劣化に起因すると結論した。

文献 1) 木村一弘ら: 鉄と鋼, 72(1986), p. 474

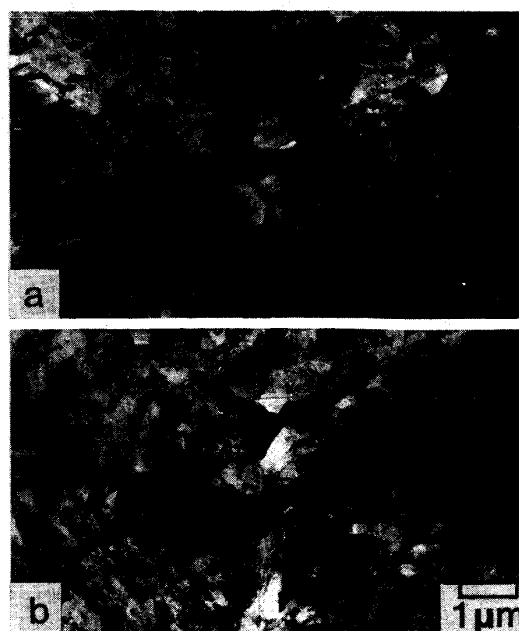


Photo.1 Transmission electron micrographs of the specimens after low-cycle fatigue testing at 550°C for (a) $\phi_f=0.6$ and (b) $\phi_f=0.8$.