

(490)

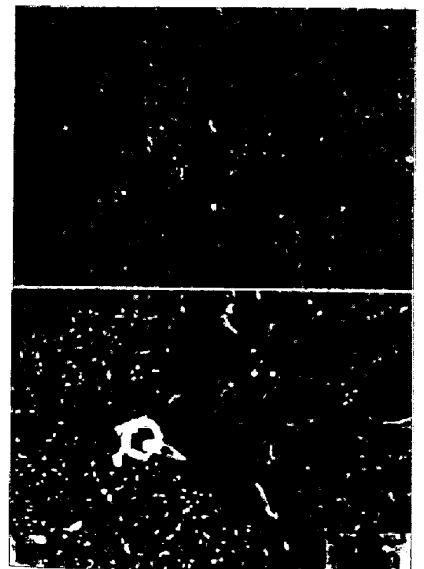
### Cr-Mo-V鋼のクリープ損傷

東工大 大学院 木佐貫哲也 東芝 総研 小松周一  
千葉工大 学生 (現ニダック) 山口泰広  
東工大 工学部 松尾 孝 田中良平

1. 緒言 現在、運転時間が当初の設計年限(10万時間)を超えた火力発電設備が2割以上に達し、これにともない、各部品の余寿命を推定する上で材料の経年劣化の定量的把握が重要な問題として検討されつつある。着者らもCr-Mo-V鋼のクリープ変形にともなう静的強度特性の変化についてすでに報告した<sup>1)</sup>。しかし、これは比較的短時間(600℃で約1000hの破断応力を選んだ)での検討であるため、組織変化も少なく、空泡及び割れの生成にも大きな変化は認められなかった。したがって、さらに長時間にわたるクリープ変形を与えた実機のローター材での検討は実用上意義は大きい。そこで、本研究では実機のローター材である1Cr-1Mo-1/4V鋼を用い、600℃、約1万時間にて破断する応力でのクリープ中断試験を行い、クリープ変形にともなう炭化物の凝集、粗大化及び分布状態を結晶粒内のみならず粒界についても調べるとともに、空泡及び割れの発生、成長についても調査し、硬さ試験及び密度測定をも行って、この種の材料のクリープ変形にともなう材料の劣化が、炭化物の粗大化及び空泡、割れの発生、伝播を通じてどのような機構に起因するかを検討した。

2. 実験方法 供試鋼は0.27C-1Cr-1Mo-1/4V鋼であり、クリープ試験片素材は970℃×19h→強制空冷、670℃×52h→炉冷、640℃×23h→炉冷の熱処理を施した直径1000mmの実機ローター材の胴部について中心と外周との1/2Rの接線方向から切り出し、この素材から直径8mm、標点距離37mmのクリープ試験片を作成した。クリープ試験は600℃、1万時間で破断する応力(10kgf/mm<sup>2</sup>)にて行い、3000hから最長9000hまでの6水準でクリープ試験と中断した。得られた中断及び破断試験片について、粒界及び粒内の炭化物の凝集、粗大化、分布状態、空泡及び割れの発生、分布状態を光顕及び走査電顕により調べ、硬さ試験及び密度測定をも行った。

3. 実験結果 (1) 本実験のクリープにおいては約3000h付近より定常クリープ、約5000hから加速クリープに入る。硬さは全クリープ時間を通じてHV250から180まで徐々に減少する。(2) 結晶粒内及び粒界の炭化物はクリープ時間の増加とともに凝集、粗大化し、とくに粒界での粗大化が顕著である。粒界の粗大炭化物の近傍では細かい粒状炭化物が著しく減少する(写真1)。(3) 結晶粒内の炭化物の析出密度はクリープ時間の増加とともに減少し、硬さの変化とよく対応する。(4) 密度は6000hまでわずかに減少するが、クリープ時間がさらに長くなると密度減少の程度は増す。(5) 粒界での空泡及び割れの数は最長9000h中断材でもわずかであり、その大半はおもに粗大な粒界炭化物同士の間及び素地との界面で生じる(写真1)。(6) 以上の結果より、Cr-Mo-V鋼は本実験の600℃においてはクリープ変形にともない粒界炭化物の凝集、粗大化がとくに顕著であり、この粗大炭化物に関連して空泡及び割れが形成されると考えられる。また、粗大な粒界炭化物の近傍では粒内炭化物がほとんど認められなくなることより、この材料の加速クリープの大部分は粒界近傍の局所的な回復現象に起因し、空泡や割れはおもに加速クリープ末期において影響を生ずるものと推論される。



a) クリープ前  
b) 600℃, 10kgf/mm<sup>2</sup>, 7000h 中断材  
写真1. SEM観察組織

文献 1) 篠田, 松尾, 田中, 清水: 鉄と鋼, 52(1976), S724