

(506) ボイラ管用2.25Cr-1Mo鋼の長時間クリープ破断とクリープ損傷評価

金属材料技術研究所

○京野純郎 今井義雄
九島秀昭 新谷紀雄

1. 緒言

火力発電用ボイラ管として多用されている2.25Cr-1Mo鋼について、既に得られている約8万時間までのクリープ破断試験結果を解析し、支配的に働いているクリープ破壊機構を明らかにし、また生じているクリープ損傷を定量的に評価した。さらに得られた知見を基に、現在緊急を要する課題となっている老朽化ボイラ材の余寿命予測に関しても検討した。

2. 実験方法

供試材は、ボイラ・熱交換器用鋼管の2.25Cr-1Mo鋼(JIS STBA 24)であり、450~650℃の温度範囲で、最長8万時間までのクリープ破断データが得られている。破断試験片について、破面及びクリープ損傷としてのクリープキャビティはおもに走査電顕により、また組織はおもに透過電顕により観察した。生成しているクリープキャビティは、密度測定により定量化した。

3. 結果

1) 2.25Cr-1Mo鋼のクリープ破壊として、通常の粒内クリープ延性破壊と、動的再結晶によると考えられる、いわゆる再結晶ラプチャーとが観察された。この両破壊様式が存在する温度及び応力条件を示すクリープ破壊機構領域図(Fig.1)を作成した。また同図に典型的な組織及びクリープ損傷例を示した。

2) 粒界キャビティはいずれの試験条件においても生成されているが、その生成量を表わす密度変化(Fig.2)は、550℃の長時間破断以外は小さい。550℃においては長時間破断になる程、密度の減少が大きく、本実験範囲を超えた、より長時間の破断においては、粒界破壊へ移行することが示唆された。

3) 長時間クリープに伴う主要な組織変化として、粒内においては針状の Mo_2C の凝集粗大化、また粒界においては塊状の $M_{23}C_6$ の凝集粗大化が顕著であった。前者はクリープ速度の増加、また後者は粒界移動の容易さにつながり、それぞれ粒内クリープ延性破壊及び再結晶ラプチャーを促進する。したがって、これらの組織因子は余寿命予測の指標の一つと考えられる。

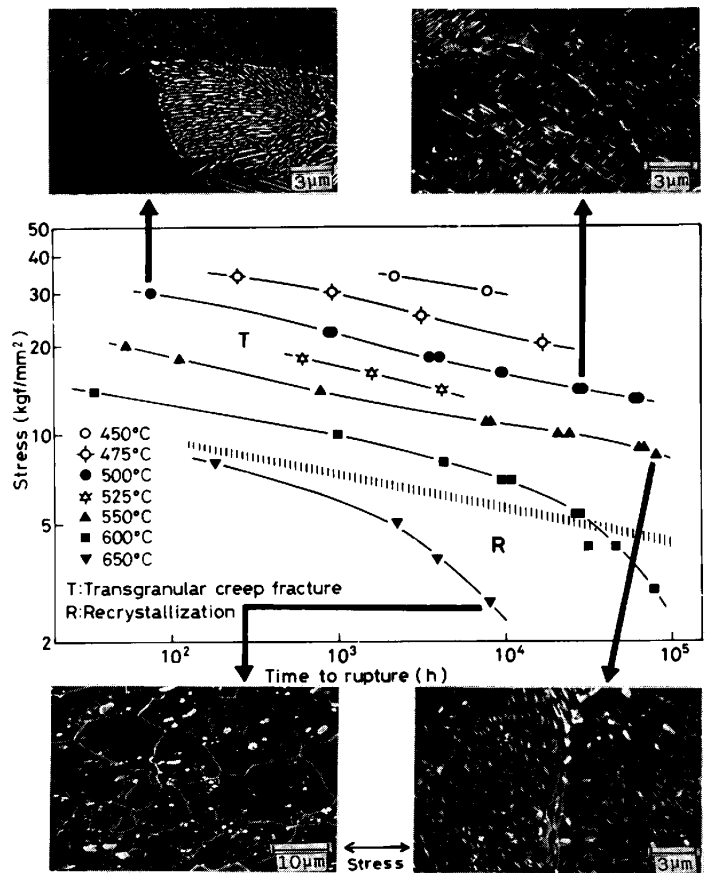


Fig.1 Stress-rupture curves and creep fracture mechanism map for 2 1/4Cr-1Mo steel.

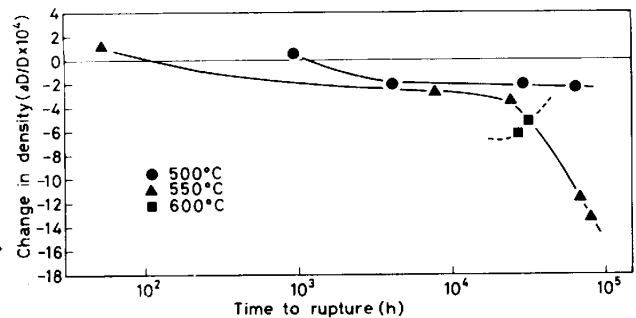


Fig.2 Change in density due to rupture test.