

1. 緒 言

石油化学工業用リフォーマ・チューブ、クラッキング・チューブとして HK-40 (0.4C-25Cr-20Ni) 遠心鋳造管が広く用いられている。この材料に関する研究は数多く行なわれ、高温の諸性質は炭化物の析出と密接に関係していることが明らかにされている。そこで筆者らは高温性質と組織との関連を更に微視的に調べるため時効およびクリープ中の組織の変化の電顕直接観察を行なった。

2. 試験方法

時効およびクリープ試験は 900, 1000, 1050℃ で行なった。薄膜作製には電解液に 5% 過塩素酸 + 95% 氷酢酸 (液温 10~20℃) を用い、Bollmann 法によった。

3. 試験結果

鋳造のままの HK-40 では、共晶炭化物 M_7C_3 と地との熱膨張率の差により生ずる熱応力のため共晶炭化物付近の転位密度は非常に高くなっており、共晶炭化物中にも多数の欠陥がみられる (写真 1)。また地には鋳造時の冷却過程ですでに転位線上に微細な $M_{23}C_6$ の析出が認められる (写真 2)。時効により転位密度の高い共晶炭化物付近には多数の $M_{23}C_6$ が転位線上に析出する。また 900℃ では地中の転位線以外の場所に Widmanstätten 状の $M_{23}C_6$ の析出が認められるが (写真 3), 1000, 1050℃ では認められない。加熱時間とともにこれら炭化物は粗大化し、加熱温度の上昇につれ粗大化速度も大きい。共晶炭化物は再結晶するとともに $M_{23}C_6$ に変態し、また共晶炭化物付近および粒界には Depleted Zone が認められ、時間とともにその幅は広くなる。クリープの場合にも析出物の分布は本質的には時効の場合と変らないが析出、粗大化が速い。また析出物が比較的細かい場合には、そのまわりに転位がからみついているのがみられ (写真 4)、析出炭化物が粗大化し疎らになった場所には部分的に Sub-boundary がみられる。

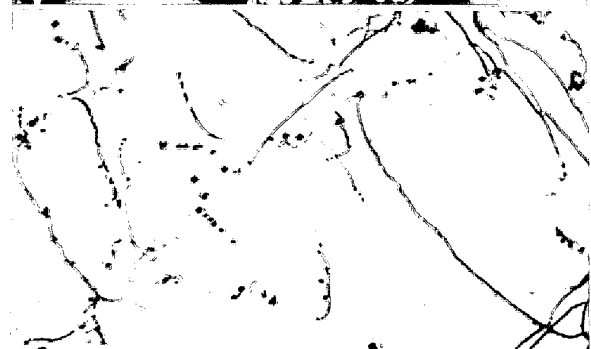


写真 1, 2. 鋳造まま

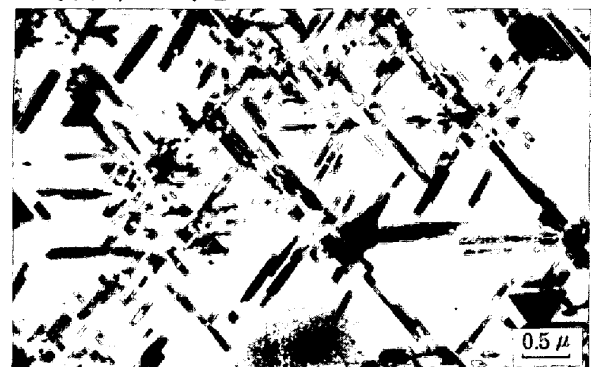


写真 3. 900℃, 1000h 時効

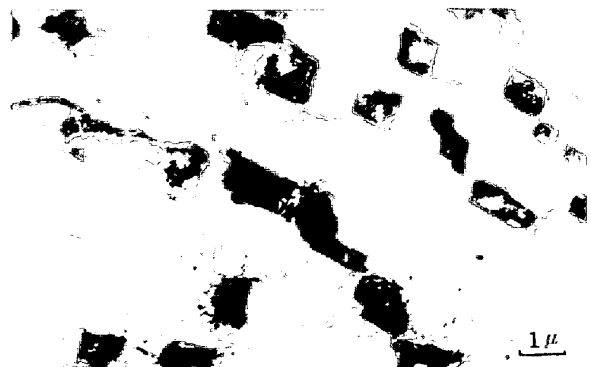


写真 4. 1000℃ 1.1 kg/mm² 7070h 破断