

(249)

耐熱鋳鋼HK40の各種破壊のマイクロフラクトグラフィ

バブコック日立(株) 研究所 ○ 井田 幾久

I. 緒言

遠心鋳造の耐熱材料HK40(25Cr-20Ni鋼)は石油化学工業の反応炉などの高温装置に多く用いられる材料であるが、鋳物材であるため材料自身の不均一性からくる機械的性質のばらつきが問題になることが多い。こうした材料の破壊現象に対しては、従来の冶金学的、材料強度的な面からの検討だけでは不十分で、破壊の発生と伝播の様相も明らかにされねばならない。そこで筆者はHK40の各種破壊にマイクロフラクトグラフィを適用し、まず破面の特徴と破断条件との関連を調べた。

II. 方法

破面観察は常温および高温の引張試験片、クリーブ破断試験片および熱疲労試験片の3種類について行なった。破面のレプリカは全284μ厚のアセテートセルロースフィルムを用いて作製し、クロムおよびカーボンコート処理した。高温の試験破面には多量のスケールが付着してはいるが、これらに対しては数回ブランクレプリカを取り、破面から剥離するものは全て除いた。使用した電顕は日立製HS-8で、観察は50kVにて行なった。

III. 結果

1. 引張試験破面

常温では柱状晶材の場合、伸長ディンプルとリップルマークの混在した模様(写真1)が特徴的で、これは材料内部のマイクロ偏析と関係があると考えられる。等軸晶材の場合は粒界に存在する棒状の共晶炭化物を核として生成した比較的等軸のディンプルが多く観察された。

700℃および800℃では、柱状晶材、等軸晶材いずれの場合も常温のときに比べて塑性変形量が少なくなるとともに、炭化物粒子と母材の間でも3リ剥離が起る。これは一種の脆化現象であって、この温度域で伸びが減少することと一致している。

900℃および1000℃では全体的にただらかな模様となり、拡大観察すると微細なスケールが生成している。

実際の装置において高温で長時間使用した11ヶ月の経年材は常温引張試験を行なうと脆く破壊するが、その破面は大きく成長した共晶炭化物と母材との3リ剥離と炭化物自身の疲労破壊が特徴的である。

2. クリーブ破断試験破面

クリーブ破断試験破面には非常に明瞭なステップ状の模様(写真2)が見られた。このような模様は完全に破断した試験片でも、途中で試験を中止して低温で破壊させた試験片でも観察された。

3. 熱疲労試験破面

900℃と1000℃の間で三角波的急熱急冷を繰り返してき裂を発生伝播させた試験片では層状のステップ模様(写真3)が特徴的であった。このような特徴の他タイアトラックマークも観察された。

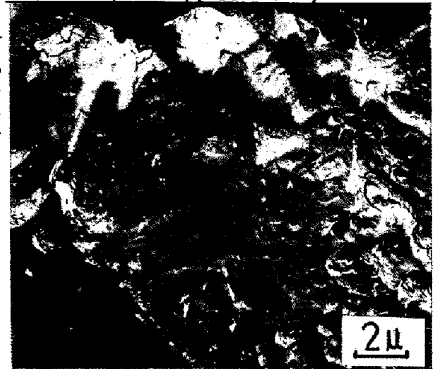


写真1. 常温引張



写真2. クリーブ破断

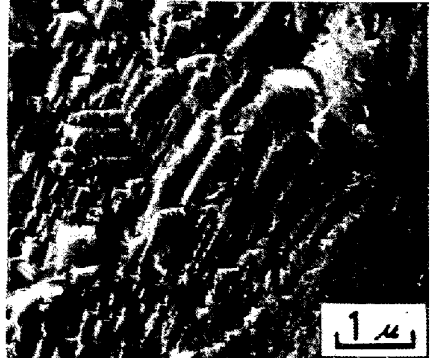


写真3. 熱疲労