

(324) 熱処理によるオーステナイト系耐熱鋼のクリープ破断強度の改善

東京都立大学 工学部 山本 優 宮川 大海
信州大学 工学部 小林 光征 日鍛バルブ 藤代 大

1 緒言 : クリープ破断強度改善の手段として従来より合金元素や熱処理の調整によりクリープ変形抵抗の増大, すなわち粒内強度の向上が計られてきた。これに対し著者らは高Cオーステナイト耐熱鋼を溶体化温度から徐冷して粒界に粗大炭化物を形成するとクリープ破断強度が向上することを明らかにしたが, これは粒界破壊に対する粒界強度の向上によるものである。粒内と粒界の強化を組み合わせることはクリープ破断強度の改善にはさらに有効と考えられる。本研究ではクリープ破断特性への粒内と粒界強度の寄与を調べる, 優れた破断強度を得るための熱処理条件を検討した。

2 実験方法 : 供試材は炭化物による析出硬化の著るしく大きいCRK22鋼(0.3C-0.2P-20Cr-11Ni-2Mo)を用い, これを1100~1200°Cで溶体化処理した。粒界強度を変えよため溶体化加熱後の冷却法として水冷, 空冷, 炉冷および2段冷却法を用いた。2段冷却法とは溶体化温度から900°Cまでの高温領域を炉冷して粗大粒界炭化物を形成し, その後急冷して高い時効硬度を得るための冷却法である。また粒内強度(ここでは硬度で代表させる)を変えよため600~900°Cの間で前時効し, 最終的に全試料に750°C×100hrの時効を加えて, 700°Cでのクリープ破断試験に供した。

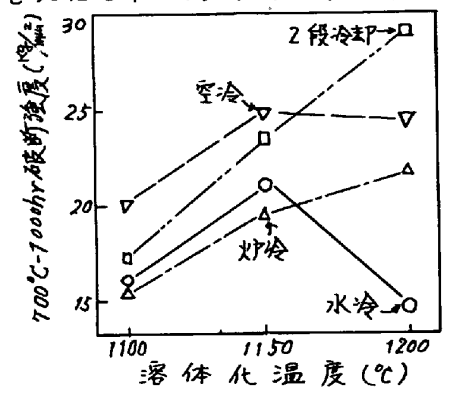
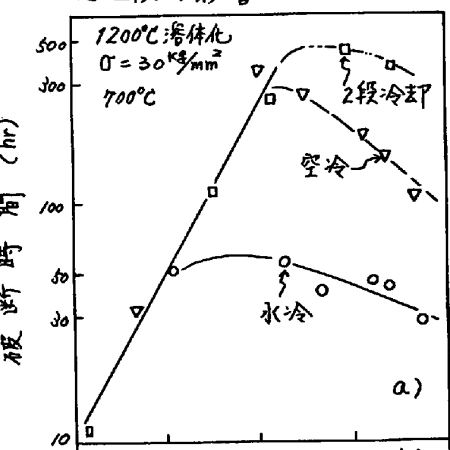
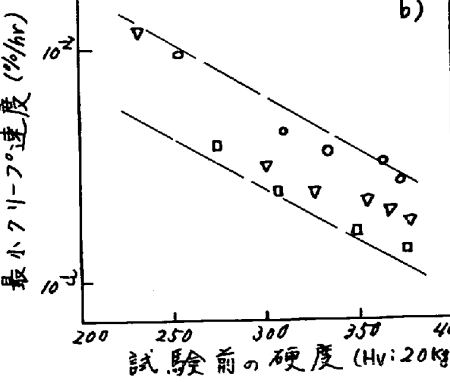


図1. 破断強度への冷却法と溶体化温度の影響

3 実験結果 :
1) 図1は750°C時効材の700°C-1000hr破断強度と冷却法, 溶体化温度の関係である。水冷, 空冷材の破断強度は1150°Cで最大となるが, 2段冷却, 炉冷材の破断強度は溶体化温度が高いほど大となる。また1150°C以下では空冷材の破断強度が最も大きい, 1200°C溶体化の2段冷却材は各種熱処理材中最大の破断強度を示す。



2) 1200°C溶体化の各冷却材のクリープ破断特性への硬度の影響を図2に示す。破断寿命はある硬度で最高値を示し, それ以上に硬度が高くなるとかえって低下し, 硬度の上昇すなわち粒内強度の向上による破断寿命の改善には限界がある。破断寿命の最大となる硬度は冷却速度が遅く, 粒界炭化物が粗大なほど高硬度側にあり, 粒内硬度が高い場合には粒界の強化が非常に有効であることを示す。



3) 図2b)で, 最小クリープ速度は硬度に逆比例している。これをa)と比較すると, ある硬度以上では硬度上昇による最小クリープ速度の低下にもかかわらず破断寿命は低下しており, しかも冷却法による破断寿命の相違が著るしく大きい。このことは粒内強度が高くなると破断寿命はクリープ抵抗よりもむしろ粒界破壊の難易と支配されていくことを示す。

図2. クリープ破断特性と硬度の関係

4) 以上の結果より, 破断強度(寿命)を改善するには粒界の強化に対応した粒内の強化が望ましく, 高い粒内強度と粒界強度を組み合わせることが最も有効であることがわかる。単純な熱処理で両強度を同時に得る手段として2段冷却法は最も有効な冷却法である。