

東京都立大学 工学部 山本 優 宮川 大海
 日鍛バルブ株式会社 藤代 大

1 緒言 Cを含有オーステナイト系耐熱鋼へのP(リン)の添加が時効硬度を著しく高めることは前報で示した。またクリープ破断強度の改善には粒内の強度と同時に、粒界形状に依存する粒界破壊の難易するや粒界の強度の両者が重要であることが知られてきた。そこで種々の量のCを含有オーステナイト耐熱鋼のクリープ破断特性へのP量と熱処理および冷却法の影響を粒内および粒界の強化という観点から検討した。

2 供試材と実験方法 供試材にはCを0.1~0.3%とPを0~0.4%まで添加した21Cr-12Niオーステナイト耐熱鋼を用いた。溶体化加熱はCとPを十分固溶させるために1200°C×1hr行なった。各鋼の結晶粒度番号は1あるいは2である。粒界の強度を高めるや粒界形状を変えるために溶体化加熱後の冷却法は水冷、空冷および炉冷または2段冷却を行ない、また粒内の強度(硬度)を試験中一定に保つために750°Cで各鋼の最高硬度が得られるまで十分に前時効を行なったから700°Cでクリープ破断試験した。

3 実験結果 1000時間クリープ破断強度とP量の関係は図1に示すように、0.1%Cと0.3%Cのどちらの場合もほぼ同様の傾向を示し、粒界が直線的な水冷材と空冷材は約0.2%Pで破断強度の極大を示す。これに対し粗大炭化物によりジブガグ状に曲がった粒界をもつ2段冷却材は0.4%Pまで破断強度は増加し続ける。

P量を増やすことは硬度を高めるや粒内強度を高めている。そこでP量の代りに硬度をヒリクリープ破断特性と硬度の関係を図2に示した。まず図(a)で破断強度は2段冷却材が硬度に対して連続的に増加しているのに対し、水冷材と空冷材では0.1%Cと0.3%Cのどちらの場合もある硬度以上になると破断強度は増加しない。またC量が0.1から0.3%に増し、それにともなう硬度も増加したにもかかわらず、水冷材と空冷材では0.3%Cの各鋼は0.1%Cの各鋼と同程度の破断強度しか得られていない。図(b)の最小クリープ速度(2段冷却材は外挿値)は硬度が高いほど小さくなり、図(c)の破断伸びもまた硬度に逆比例して急激に低下する。したがって水冷材と空冷材のように比較的直線状粒界で粒界強度の小さい場合には、CやP量を増して粒内強度を高めてもかえって早期の脆性的な破断を招き、クリープ破断強度の向上をもたさない。これに対し粒界強度の高い2段冷却材は粒内の強化に比例して破断強度は向上しており、特に高い粒内強度の得られる高P鋼において粒界強化の効果が顕著である。

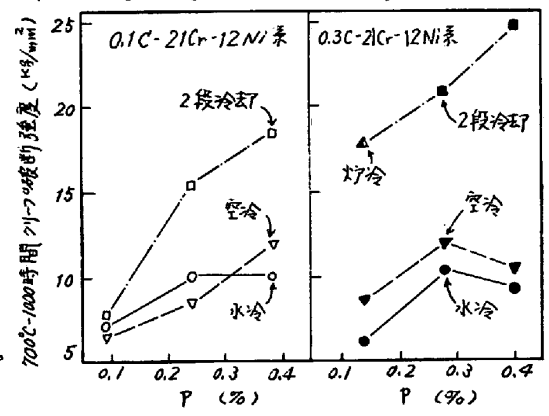
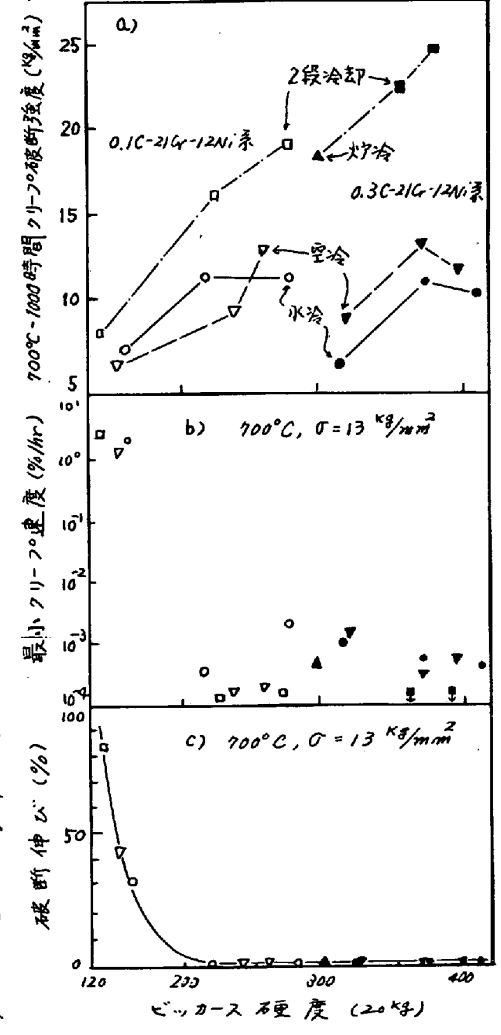


図1. クリープ破断強度とP量、冷却法との関係



2段冷却: 1200°C×1hr→FC→900°C→WQor AC
 図2. クリープ破断特性への硬度と冷却法の影響