

(246) Inconel 751 のクリープ破断ならびに高温疲労強度について

東京都立大学工学部 山本 優 持木良美 宮川大海
日鍛バルブ株式会社 藤代 大

1 緒言 Ni基超耐熱合金は最近エンジンバルブ材としても使用されるようになったが、この場合クリープ破断強度ばかりでなく高温の疲労強度も重視される。しかし現在のところ実用耐熱材料の高温疲労の資料は少なく、その強化法とクリープ破断特性との関連については不明な点が多い。そこで本研究では高負荷ディーゼル機関などの排気弁用材料として使用されているInconel 751を供試材として、クリープ破断ならびに高温疲労特性への熱処理による組織変化の影響、とくに冷却中あるいは時効中に生ずる粒界析出物の影響を破断形態と関連して調べた。また本鋼の標準熱処理は下記のように長時間を要し煩雑であるので、より簡単な熱処理による両強度の改善を検討した。

2 供試材と実験方法 Inconel 751の化学成分は表1に示すとおりで、これに1100~1200℃×2hrの溶体化加熱を施した。その後の冷却法は粒界析出物の量を変えるため表1. Inconel 751の化学成分 (wt%)
水冷, 空冷, 炉冷した。このほか本鋼では室温まで炉冷すると時効

C	Si	Mn	S	P	Ni	Cr	Ti	Al	Fe	Cu	Nb-Ta
0.06	0.15	0.06	0.007	—	74.20	14.53	2.39	1.07	6.52	0.03	0.96

硬度が著るしく低下するので、これを防止するため高温領域を炉冷した後950℃から水冷する2段冷却を行った。また粒界析出物をより多くするため直接時効(900℃×6hr水冷)を行った。全試料にはその後750℃×24hrの前時効を施してから750℃でのクリープ破断試験と回転曲げ疲労試験(回転速度1500rpm)を行った。

3 実験結果 1) 粒界の形態 溶体化加熱後の冷却速度が遅いほど粒界析出物は増え炉冷材と2段冷却材はジグザグ状粒界となる。また直接時効材は最も粒界析出物が豊富で粒界のジグザグ化も著るしい。

2) クリープ破断強度 図bのように溶体化温度が高くなると水冷, 空冷材は低下するが炉冷材は高くなり、時効硬度図aの傾向と一致せず、1200℃溶体化では炉冷材の破断強度が最も高い。また図cで2段冷却材の破断強度は炉冷材より高く標準熱処理材と同程度であるが、直接時効材は最も高い破断強度を示す。これらは全て粒界破壊しており、優れたクリープ破断強度を得るには粒内の強化と合せて粗大粒界析出物による粒界の強化も極めて重要である。

3) 疲労強度 冷却速度が速く時効硬度が高いほど、また溶体化温度が低く結晶粒度が小さいほど疲労強度(10⁷回)は高い。破壊形態は全て粒内破壊であり、750℃での疲労強度は主に粒内の強度に支配されている。このため図fのように2段冷却や直接時効などによる粒界強化の効果は疲労強度にはあらわれていない。

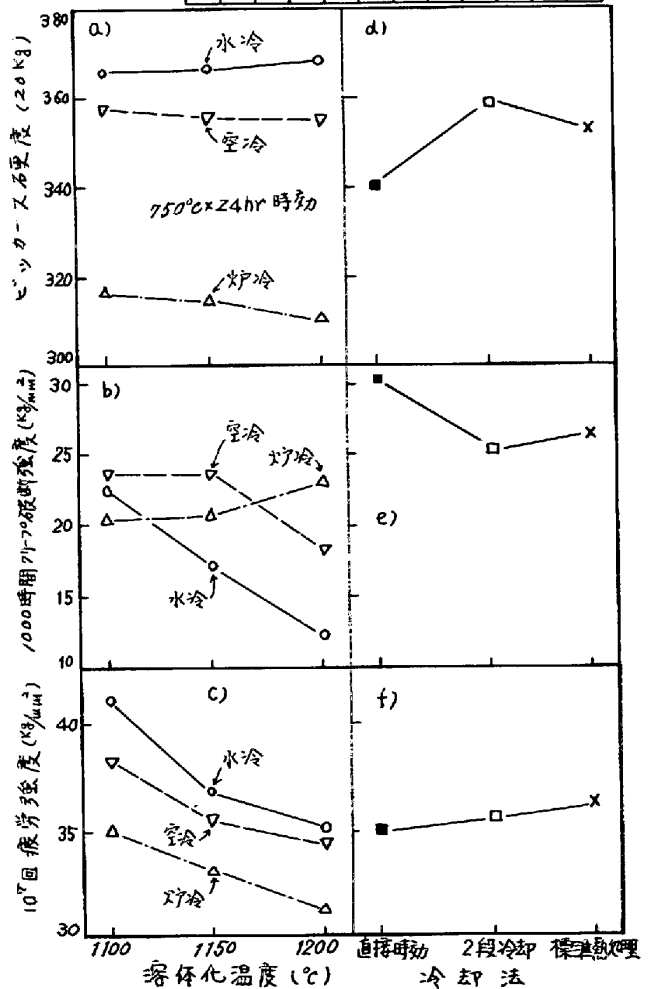


図1. 750℃のクリープ破断と疲労強度への熱処理法の影響