

(183) 21Cr-12Ni鋼のクリープ破断強度と破断後の電顕観察

東京都立大学 嵯峨卓郎 官川大海
渡辺 徹 ○ 矢島 充

I) 目的 オーステナイト系の自動車用排気弁用鋼における炭素および窒素の高温強度への寄与を明らかにするために、21%Cr-12%Ni鋼を基本組成として、炭素および窒素量をあつちの単独に変化させて添加し、クリープ破断試験とその試験片の透過電子顕微鏡観察により、両元素の果す強化作用を調べた。

表1 試料の組成(%) 基本組成 21%Cr-12%Ni

II) 供試材および実験方法 含炭素、含窒素鋼は、真空溶解法および高圧窒素中溶解法により溶製した。溶体化処理後、700℃で約3000時間間をフリープ破断試験および単純時効処理を行ない、試験後の試料の透過電顕観察を行なった。なお炭素および窒素のみの効果を明らかにするために、オーステナイト結晶粒度のほぼ一定となる溶体化処理条件を選び、クリープ強度におよぼす結晶粒度の影響を除いた。

	基準材	含炭素材				含窒素材		
C %	0.00 ₄	0.08	0.20	0.38	0.00 ₃	0.00 ₃	0.01	
N %	0.02	0.03	0.04	0.03	0.06	0.12	0.24	

III) 結果および考察

1) 700℃で3000時間までの単純時効処理においては、含炭素鋼では炭化物の析出がみられ、それに伴って時効硬度も炭素量の増加と共に上昇する。なお、0.38% C鋼には300時間以上の時効処理により、粒界反応型析出が生じており、かなり成長している部分もある。この析出は、特に窒素量の多い鋼や窒素と炭素の共存する鋼にみられるのが一般的であるが、本鋼のように炭素単独添加鋼にもみられた。そしてこの析出により硬度の低下があるといわれるが本鋼ではその量が少ないので影響はないものと思われる。一方含窒素鋼では、時効時間が長くなっても、時効硬度は溶体化硬度と全く変化なく、析出物も観察できなかった。

2) 700℃フリープ破断試験の結果 含炭素鋼では、炭素量の増加と共にフリープ破断強度は上昇する。破断後の試料の電顕観察では素地とCoherentな $M_{23}C_6$ の析出が多くみられ、明らかに析出強化作用によって粒内は強化されている。また粒界付近にdenuded zoneがみられるが、そこにはほとんど転位はみられなかった。0.08% C鋼では約860時間、0.38% C鋼では約230時間破断後の試料の破断部近傍に粒界反応型析出が多くみられる。含窒素材でも窒素量の増加と共にフリープ破断強度は上昇し、0.24% N鋼は0.20% C鋼と同程度の強度が得られる。しかし長時間破断後の試料の電顕観察においては析出物はほとんどみられない。このことは、固溶窒素はほとんど析出することなく、固溶強化としてのみ作用することを示す。0.24% N鋼のフリープ歪速度は、0.20% C鋼に比べてはるかに小さく、また含窒素鋼の粒内にはタンブルした転位はみられず、転位密度も低かった。



(a) 0.38% C鋼
231 hr 破断
(b) 0.24% N鋼
456 hr 破断
写真1 フリープ破断後の電顕写真

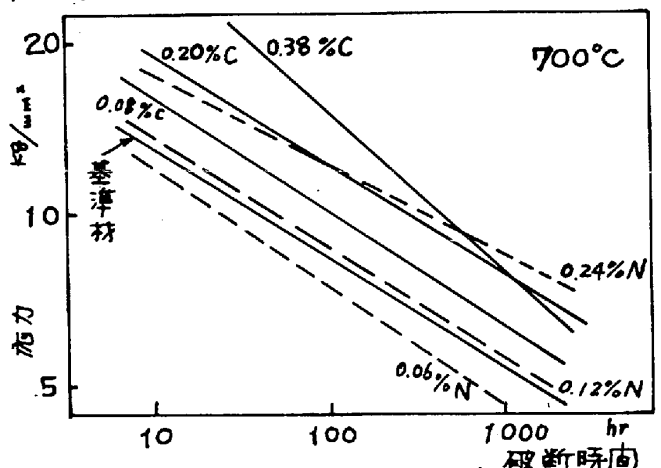


図1 応力-破断時間曲線