

(609) γ 強析出硬化型 Fe-42Ni-15Cr 系合金のクリープ破断特性への熱処理法の影響

東京都立大学工学部 〇山本 優 宮川大海
日鍛バルブ(株) 藤代 大

1. 緒言 内燃機関用排気弁材料として最近では γ 強析出硬化型Ni基超合金の Inconel 751や Nimonic 80Aなどが使用されつつあるが、経済性の面からこれらNi基超合金と同等の強度、耐食性をもち低Ni合金が求められている。Ni基超合金の高いクリープ破断強度は γ 相の整合析出やMoなどの固溶強化によるとともに、粒界炭化物の形態や粒界形状にも強く影響される。そこで本研究では、Inconel 751と同量のTi, Alを含むFe-42Ni-15Cr系合金のクリープ破断特性を種々の熱処理を施して調べた。

2. 供試材と実験方法

Table 1 Chemical composition of alloys (wt%)

	C	Si	Mn	S	Ni	Cr	Ti	Al	Fe	Mo	others
XD-2	0.05	0.26	0.52	0.002	41.19	15.02	2.82	0.87	bal.	3.05	B 0.012
XD-3	0.09	0.30	0.47	0.003	41.30	13.26	2.33	0.98	bal.	—	B 0.007
Inconel 751	0.06	0.15	0.06	0.007	bal.	14.53	2.39	1.07	6.52	—	Nb 0.96

供試材には Table 1 に化学

組成を示す Fe-42Ni-15Cr

系合金 XD-2 (3% Mo含有) と

XD-3 および比較材として Inconel

751を用い、以下の熱処理を施した。

Table 2 Multiple heat treatments

Triple heat treatment : THT	1200°Cx2h+AC+850°Cx24h+AC+750°Cx24h+AC
Directly aging : DA	1200°Cx2h+DA(900°Cx6h)+WQ+ "
Two-step cooling: FW	1200°Cx2h+FC+950°C+WQ + "

単純な溶体化-時効処理として、950~1250°Cで1h保持後水冷、空冷、炉冷し、その後750°Cで24h時効した。また Inconel 751において粒界粗大炭化物の形成によってクリープ破断強度を改善しうる多段階の熱処理 (Table 2), 三段階熱処理 (THT), 直接時効 (DA), 2段階冷却 (FW), を本合金にも適用した。クリープ破断試験は平行部直径5mmの平滑材を用いて、750°Cで行なった。

3. 実験結果 各種の熱処理を施したときの750°C-1000h破断強度と時効硬度をFig. 1に示す。溶体化-時効処理材の破断強度 (図の左側) をみると、XD-3の強度はかなり低いですが、XD-2の強度は Inconel 751 に比べてやや高く、

Mo添加により破断強度は著しく向上する。また溶体化加熱後の冷却速度による破断強度の相違はXD-2とXD-3では時効硬度の相違とよく対応している。多段階の熱処理を施すと、Inconel 751では粒界が粗大炭化物におおわれて溶体化-時効処理材よりも高い破断強度を示すのに対し、XD-2とXD-3では破断強度はむしろ低くなり、この場合も両合金の破断強度は硬度との対応がみられる。XD系合金の粒界炭化物は非常に少なく、多段階の熱処理によってもあまり粗大化しない。このためXD系合金の破断強度は粒界炭化物の形態よりは粒内 γ 粒子の分散状態 (硬度) に強く依存し、単純な溶体化-時効処理によって十分高い破断強度が得られる。

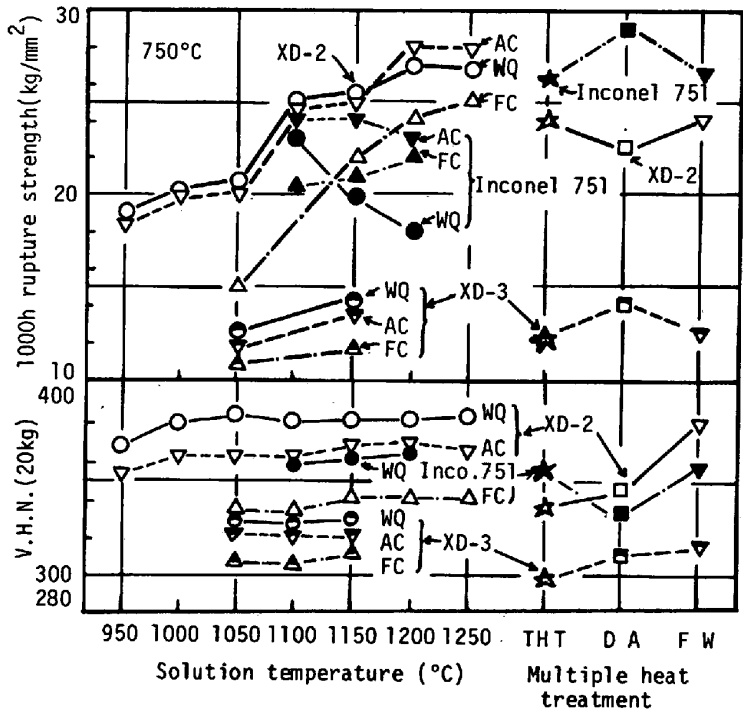


Fig.1 Creep rupture strength and hardness of alloys