

(329)

低Si-12Cr耐熱鋼のクリープ破断強さおよび微細組織におよぼす
B, Nbの影響

東京大学 大学院 工学部 ○ 朴 湖曼
藤田利夫

1 緒言: 一般に鋼に対するBの影響は微量添加(約30ppm)のBがオーステナイト粒界に偏析し、粒界の界面エネルギーを低下させることにより焼入性が向上するなど長所がある反面、鍛造性を悪くするなどの短所もある。12Cr耐熱鋼の場合、長時間側クリープ破断強さに有効なBの添加量は、1150°C焼入処理の場合、約300ppmと報告されているが、Bは焼入温度によって性質が敏感にかかわることがあると考えて、低Si-12Cr-1.5Mo-0.2V-0.05Nb耐熱鋼に約300ppmのBを添加し、その効果、向題点などを調べた。また、この鋼についてNb添加量を0.1wt%まで増加させ、その効果も検討した。

2 試料および実験方法: 供試材の化学成分を表1に示す。クリープ破断試片の熱処理は、主として、1050°C×1h→O.Q., 700°C×1h→A.C.である。組織観察および析出物同定は、光顕、EM, XMA, AES, X線回折装置などを用いた。

3 実験結果: (1) 1050°C焼入処理の場合のクリープ破断試験結果を図1に示す。M1, M3鋼は、ともに550°C, 1000hのクリープ破断強さが約40kg/mm²であって、破断強度を示しているし、M1鋼は550°C付近で、M3鋼は650°C付近でも有利な傾向を示している。しかし、M2鋼は、長時間側に在るにつれてクリープ破断強度が低下している。

(2) M1, M3鋼の焼入れ後々の組織は健全なマルテンサイト-ベイナイト混合組織であるが、M2鋼では旧オーステナイト粒界付近にδ-ferriteの出現がみられる。XMAによると、δ-ferrite地域に濃縮される元素はMo, V, Nb, Crのようなferrite形成元素およびBである。(3) M2鋼の場合、1050°C焼入処理でかたりの未固溶析出物が観察され、電子線X線回折結果 $a=0.60\text{Å}$ である $M_{23}(B, C)_6$ と判明された。この未固溶炭化物は、旧オーステナイト粒界上の集中分布ではなく不均一な分布を見せると、クリープ中とらに凝集し、クリープ破断強度を低下させる(写真1)。1050°C焼入処理の場合、M2鋼はこの未固溶 $M_{23}(B, C)_6$ と少量のδ-ferriteのためM1, M3鋼より粒径が大きい微細化されている。(4) M2鋼の場合、1050°C以下の焼入処理では鍛造flow-lineが残るし、未固溶 $M_{23}(B, C)_6$, δ-ferriteも比較的はこのZ字型の鍛造flow-lineに沿って多い。1100°C以上の焼入処理では、鍛造flow-lineは消えるし、未固溶炭化物もNBCとなる。(5) 1150°Cの焼入処理の場合、M2鋼のクリープ破断強さはM1, M3鋼よりやや高い傾向を示している。

	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	V	Nb	N	B	Al
M1	0.19	0.07	0.49	0.003	0.005	0.01	10.05	1.48	0.23	0.054	0.021	-	0.005
M2	0.19	0.03	0.49	0.003	0.006	0.01	10.20	1.47	0.19	0.046	0.020	0.03	0.005
M3	0.20	0.04	0.50	0.003	0.005	0.01	10.12	1.46	0.19	0.120	0.020	-	0.005

表1. 供試材の化学成分

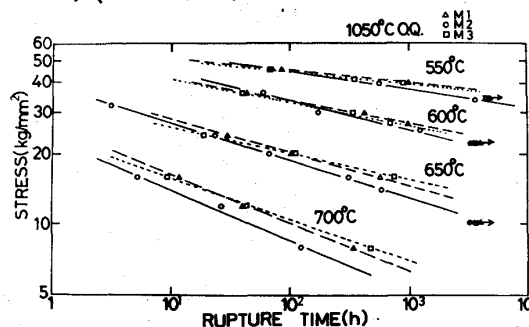


図1. 1050°C焼入材のクリープ破断試験結果

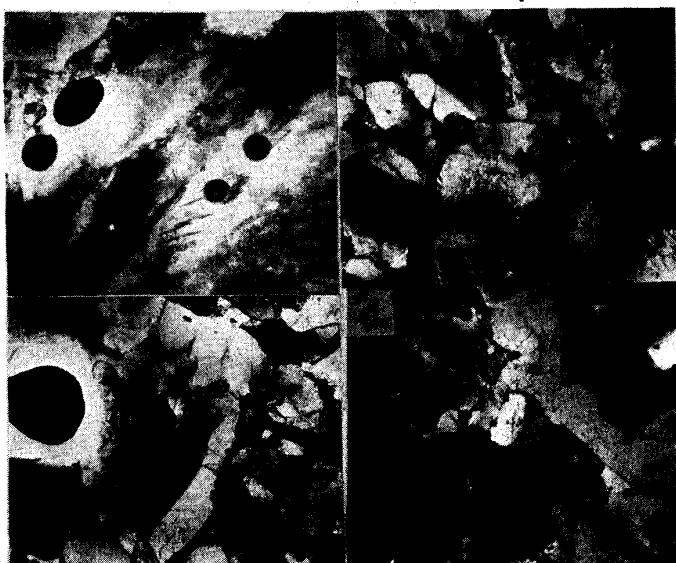


写真1. (a) M2; As quenched (x1000) (b) M1; $t_c=351h$ (x10000) (c) M2; $t_c=121h$ (d) M3; $t_c=467h$