

(482) 含Nb遠心铸造耐熱鋼中の析出物のクリープ中の変化

(含Nb遠心铸造管の析出物と強度に関する研究-その1)

(株)神戸製鋼所 中央研究所 (工博)成田 貴一○山本浩太郎

金物賀津代 林 千賀子

1 緒言: 鋼中の析出物が材料の性質を左右する重要な因子であることはよく知られており、とくに析出強化型合金の場合には析出物の挙動を知ることが材料の特性を解明するうえで重要である。

本研究では含Nb遠心铸造耐熱鋼中の析出物について高温クリープ中での組成および量的変化を分析化学的性質の差を利用して調べた。

表1 試料の化学成分(%)およびクリープ時間(時間)

符号	C	Si	Mn	Ni	Cr	Nb	Ti	クリープ時間	備考
A	0.45	0.50	0.67	22.2	23.8	0.62	0.16	0,100, 5200	Mod. BST
B	0.43	1.58	1.34	19.7	25.3	0.73	0.19	0,100, 2800	BST
C	0.46	0.99	1.33	35.1	24.8	1.38	-	0,100, 3300	25Cr-35Ni-Nb
D	0.33	0.75	0.98	24.3	23.7	1.52	-	0,100, 1700	IN519
E	0.40	1.13	0.51	20.7	24.8	-	-	0,100, 7000	HK40

2 実験方法: 試料は表1に示すようにTiおよびNbを複合してあるいはNbを単独に添加した遠心铸造耐熱鋼であり、铸造のままおよび1050°Cにおけるクリープ試験後の試験片を試料とした。

試料中の析出物は電子顕微鏡をもちいて観察するとともに制限視野電子線回折および抽出残渣のX線回折により同定し、格子定数を測定した。析出物の抽出は10%アセチルアセトン-1%テトラメチルアンモニウムクロライド-メチルアルコール溶液をもちいる定電位電解法によつておこない、さらに電解抽出した析出物の90°Cの塩酸(1+1)に対する分解挙動の差を利用して析出物それぞれの組成および量をもとめた。

3 実験結果: 実験結果を要約すると以下のとおりである。

(1) 試料中の析出物は铸造状態では M_7C_3 (試料Dでは $M_{23}C_6$)とNb炭窒化物NbX(Nb単独添加材)あるいはTi, Nbの複合炭窒化物MX(複合添加材)であり、さらに Cr_2N が存在する。長時間のクリープ材には窒化によつて Cr_2N が増加するとともに複合窒化物 $(Fe, Cr)NbN$ が析出する。

(2) クリープ中に M_7C_3 は $M_{23}C_6$ へ変化し、組成は $(Fe_{0.15}Cr_{0.85})_{23}C_6$ へ、格子定数は $a_0 = 10.617 \sim 10.618 \text{ \AA}$ へ収束する傾向がある。NbXあるいはMXはNbとTiあるいはCとNが置換し図1に示すように格子定数が変化する。

(3) 試料中の析出物のうち $M_{23}C_6$ および Cr_2N は塩酸処理によつてほとんど分解し、 M_7C_3 , NbXおよびMXはわずかに分解するが $(Fe, Cr)NbN$ はほとんど分解しない。したがつてこれらの分解挙動の差を利用して試料中の析出物それぞれの組成および量的変化をもとめることができる。 M_7C_3 あるいは $M_{23}C_6$ とNbXあるいはMXの量的変化を示すと図2のとおりである。

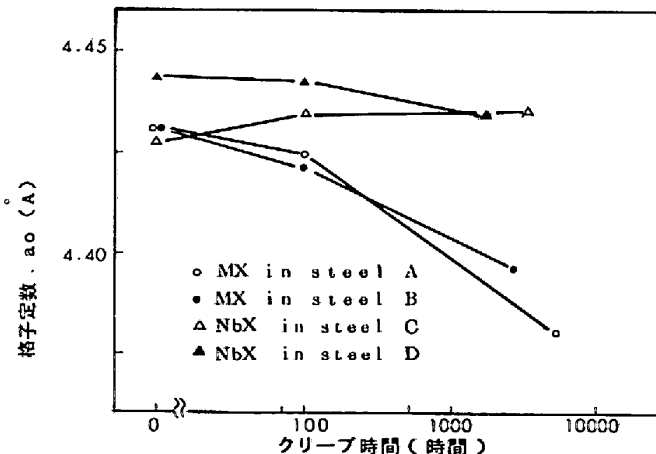


図1 MXおよびNbXの格子定数のクリープ中の変化

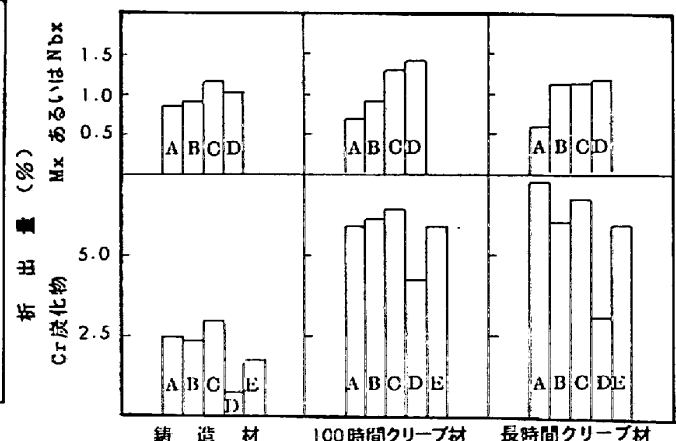


図2 Cr炭化物およびMXあるいはNbXの析出量の変化