

(625)  $\gamma'$ 析出型Fe基耐熱合金の高温強度に及ぼすTi, Al, Moの影響

豊田中央研究所 ○西野和彰 伊藤卓雄  
愛知製鋼(株)研究部 山下澄雄

1. 緒言

従来の21-4N系鋼より耐用温度が高く, Ni基耐熱合金より安価な高性能排気弁用合金として, 強析出型Fe基耐熱合金が有望である。本報ではFe-40Ni-20Cr系合金について, 排気弁用合金に要求される高温疲労強度やクリープ強度に及ぼす強化元素の影響を,  $\gamma'$ 相の析出挙動や $\eta$ 相,  $\sigma$ 相の析出の有無などの組織要因と関連づけて検討した。

2. 実験方法

供試材の化学組成をTable 1に示す。Fe-40Ni-20Cr-3Moを基本組成として, TiとAlの総添加量と配合比を変えた合金, およびMo無添加の合金を真空炉で10Kg溶製し, 18mm $\phi$ に熱間鍛伸して実験に供した。また市販のInconel 751を比較材に用いた。供試材には1100 $^{\circ}$ C $\times$ 1h, W.Q+750 $^{\circ}$ C $\times$ 20h, A.Cの熱処理を施した後, 850 $^{\circ}$ Cで回転曲げ疲労試験(速度: 3,000 rpm), およびクリープ試験を実施した。電解抽出法による $\gamma'$ 量の測定, 850 $^{\circ}$ Cで長時間加熱した試料および破断試験片の組織観察を行った。

Table 1. Chemical composition of alloys. (wt%)

No.	C	Si	Mn	Ni	Cr	Mo	Ti	Al	B	Ti+Al	Ti/Al
A1	0.05	0.17	0.10	39.8	19.5	—	2.34	1.04	0.006	3.38	2.3
B1	0.05	0.13	0.12	40.1	19.7	2.84	1.57	0.63	0.004	2.20	2.5
B2	0.03	0.11	0.14	40.0	19.4	2.96	2.07	0.79	0.006	2.86	2.6
B3	0.04	0.11	0.16	40.8	19.4	2.96	2.22	0.97	0.004	3.19	2.3
B4	0.04	0.11	0.13	40.8	18.6	2.94	2.38	1.04	0.004	3.42	2.3
B5	0.03	0.09	0.21	40.4	19.7	3.21	2.42	1.10	0.008	3.52	2.2
C1	0.03	0.10	0.16	40.4	19.8	2.87	1.50	1.32	0.004	2.82	1.1
C2	0.05	0.10	0.17	40.6	19.8	2.91	2.87	0.59	0.004	3.46	4.9
C3	0.03	0.09	0.21	40.7	19.8	3.15	3.45	0.44	0.010	3.89	7.8
NI	0.04	0.15	0.10	71.3	15.5	—	2.38	1.18	Nb+Ta 0.91	3.56	2.0

(NI = Inconel 751)

3. 実験結果

(1)  $\gamma'$ 量はFig 1(a)に示すように, Ti/Al比やMo量によらずTi+Al量に比例して増加する。850 $^{\circ}$ Cに100hまで加熱しても, C3以外の合金では $\eta$ 相や $\sigma$ 相の析出は観察されなかったが, 高Ti/Al比のC3合金では10h以上加熱すると粒界からラメラ状 $\eta$ 相(Ni<sub>3</sub>Ti)が析出した。

(2) 疲労強度はFig 1(b)に示すように, Ti/Al比がほぼ一定の場合(2.2~2.6), Ti+Al量の増加とともに向上する。しかしTi+Al量が増えてもTi/Al比が高くなると強度は低下する傾向を示し, さらにTi/Al比が7.8のC3合金では $\eta$ 相の析出によって強度は著しく低くなる。

(3) クリープ強度は疲労強度と同様に, Ti+Al量の増加とともに向上する。

(4) Ti+Al量が約3%以上でTi/Al比が2.3前後のMo添加合金は, Inconel 751と同程度の疲労およびクリープ強度を有すること, また高温強度の向上に対するMoの寄与が極めて大きいことが分かった。

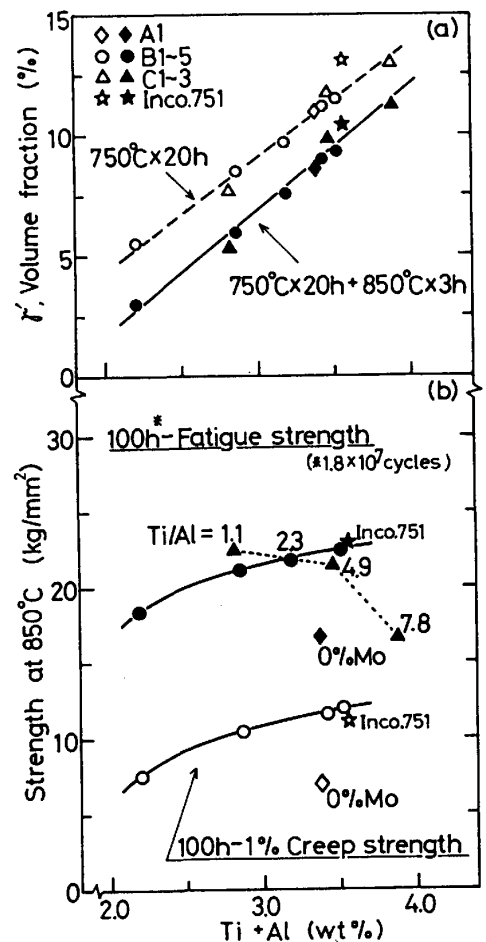


Fig. 1. (a)  $\gamma'$  volume fraction, and (b) fatigue and creep strength at 850 $^{\circ}$ C as a function of total addition of Ti and Al.