

(581)  $\gamma'$ ・ $\gamma''$ 析出強化型Ni基合金の強度・靱性に及ぼすNb・Tiの影響  
( $\gamma'$ ・ $\gamma''$ 析出強化型Ni基合金の強靱化機構 第一報)

住友金属工業(株) 中央技術研究所 五十嵐正晃 岡田康孝

I. 緒言

$\gamma'$ ・ $\gamma''$ 析出強化型Ni基合金は高温特性に優れることから一般に耐熱材料として使用される外に各種耐食用途にも使用されている。この種の合金(インコネル718, X-750など)は析出強化元素Ti・Al・Nbの添加割合と熱処理の選定によって合金特性が決定されるが、 $\gamma'$ ・ $\gamma''$ 相の複合析出機構およびこれに伴う強靱化機構についてはいまだ十分に解明されていない。本報では $\gamma'$ ・ $\gamma''$ 析出強化型Ni基合金の強靱化機構解明の一環として強度・靱性に及ぼすNb・Tiの影響を金属組織学的に検討した結果について報告する。

II. 実験方法

Ni-Cr-Mo-Feを母相成分系としてTi・Nbを種々変化させた合金を真空誘導炉にて溶製し、熱間鍛造・熱間圧延によって素材を作成した(Table 1)。さらに1150°C×1h(WQ)の固溶化処理後、600°C~800°Cの温度域で種々の時効を施し、常温引張・シャルピー衝撃試験を実施した。析出物の観察・同定はTEMおよび非水溶媒抽出法を用いて行った。

III. 結果

1) Nb添加合金は低温時効によって高強度・高靱性が得られるが、Ti添加合金では高温時効によってはじめて高強度となる(Fig. 1)。また最高強度を示す時効条件ではNb添加合金の方が靱性は高い。両者の違いは $\gamma''$ -Ni<sub>3</sub>Nbと $\gamma'$ -Ni<sub>3</sub>Tiの析出挙動の違いに起因する。

2) 700°C以上の高温時効では $\sigma$ 相等の脆化相析出に伴い靱性は低下するが、Nb添加合金では粒界破面を呈する一方Ti添加合金では擬へき開破面となり破面形態が異なる。

3)  $\gamma'$ -Ni<sub>3</sub>Tiおよび $\gamma''$ -Ni<sub>3</sub>Nbは共に準安定相であるが過時効条件下で安定相 $\eta$ -Ni<sub>3</sub>Ti、 $\delta$ -Ni<sub>3</sub>Nbが析出しても $\gamma'$ ・ $\gamma''$ 相は依然整合性を保った状態で存在している(Fig. 2)。

4) 非水溶媒抽出法により $\gamma'$ ・ $\gamma''$ 相の抽出分離が可能となり、 $\gamma'$ ・ $\gamma''$ 複合析出型合金であるインコネル718の $\gamma'$ ・ $\gamma''$ 両相を分離同定した。

Table 1. Chemical compositions of alloys used.

	Ni	Cr	Mo	Al	Ti	Nb	Fe
Ti containing alloys	52	25	3.5	0.20	1.4 ~2.5	<0.01	Bal.
Nb containing alloys					<0.01	2.5 ~5.0	

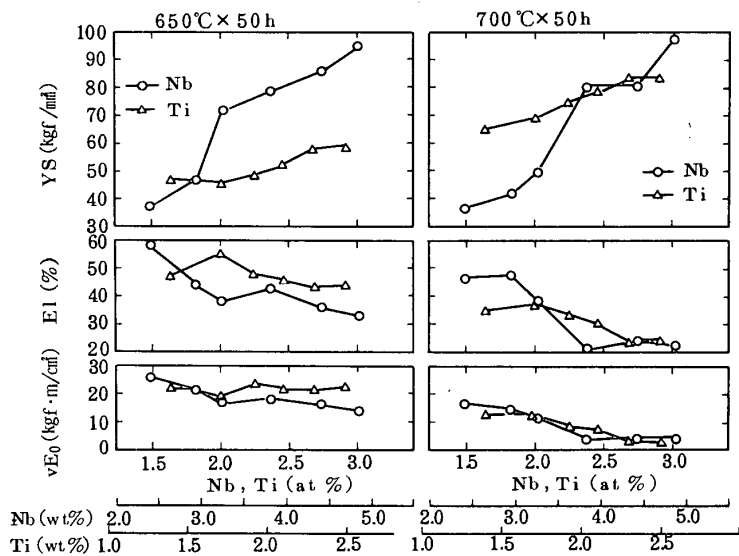


Fig. 1. Effect of Nb and Ti content on the mechanical properties of specimens aged for 50h at 650°C and 700°C.

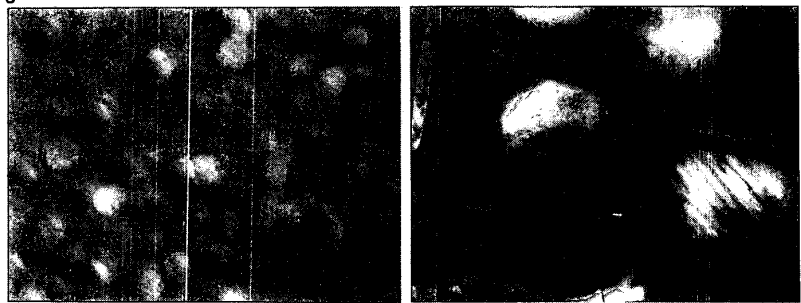


Fig. 2. Dark field structures of specimens aged for 50h at 750°C taken with  $\gamma'$  and  $\gamma''$  reflections.