

(392) Ni 基耐熱合金の高温強度と組織におよぼすTi, Nb, Ta 添加の影響

住友金属工業(株) 中央技術研究所 行俊照夫 吉川州彦  
○樫木義淳

1. 緒言: HTR熱交換器用材料として開発した27.5Cr-5Mo-5W-B-Zr-Ni 基合金は1000°C程度の高温で使用できる耐熱合金として有望であるが, 本報では本開発合金の高温特性をさらに改善させることを目的として, 高温強度と組織におよぼすTi, Nb, Ta添加の影響について検討したので報告する。

表1. 供試材化学成分 (wt%)

2. 実験方法: 供試材は27.5Cr-5Mo-5W-B-Zr-Ni 基合金をベースとして, Ti, Nb, Taの添加量を変化させたもの(表1)で, 真空溶製, 鍛造後, 1250°C×1hW.Q. の溶体化処理を施した。(一部は1300°Cでも実施)

ベース組成 (目標値)	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	W	B	Zr
	0.03	LAP*	0.30	LAP	LAP	27.5	5.0	5.0	0.004	0.03
添加元素	Ti				Nb			Ta		
添加量 (分析値)	0.13, 0.28, 0.44, 0.70				0.25, 0.56, 1.13, 1.46			0.31, 0.90, 1.14, 3.16		

(注) \*: Low As Possible

これらの材料について, 高温引張, クリープ破断試験, さらに溶体化材および(900, 1000)°C×500h加熱材について衝撃試験および組織観察を行なった。

3. 結果: (1)Ti添加によりクリープ破断強度および延性が改善され, 0.28%Tiで最高強度を示すが, 過剰添加により再び強度低下する。NbおよびTaの微量添加も強度改善に有効だがTiの効果と比較すると小さく, Nb添加合金の長時間強度はベース合金と同等になる。またNbの過剰添加はベース合金より, 強度, 延性とも劣化させる(図1)。微量Tiによる破断強度, 延性の向上は組織観察(写真1)等からもわかるように, Ti添加により粒界強化効果が得られ, ボイド, クラックの発生が抑制されるためであるが, 有効Zr量の増加も寄与している(表2)。(3)Ti, Nb, Ta添加による短時間引張強度や加熱後靱性の顕著な差は特に

表2. Ti添加による有効Zr量の比較

	ベース	0.13%Ti	0.28%Ti
トータルZr(%)	0.012	0.018	0.020
有効Zr(%)	0.003	0.012	0.016

見られない。(4)以上より0.3%程度のTi添加により, 強度, 延性が

大巾に改善され, 3000h強度は40%以上上昇することが明らかになった。

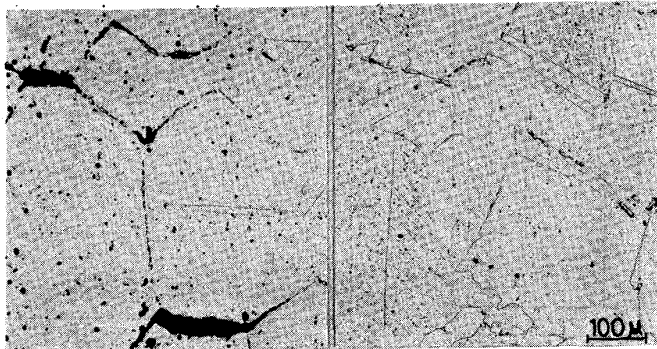


写真1. クリープ破断材の光学顕微鏡組織 (σ=2kg/mm<sup>2</sup>)

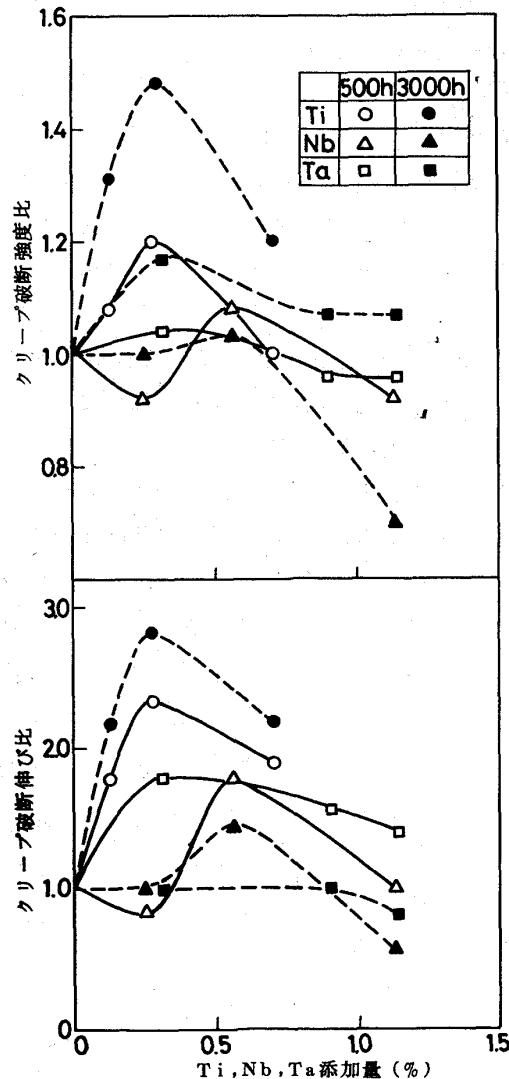


図1. 1000°Cクリープ破断特性におよぼすTi, Nb, Ta添加の影響 (1250°C溶体化材)