

(391) Ni 基耐熱合金の高温強度特性におよぼす溶製法, 合金中酸素量の影響

住友金属工業(株) 中央技術研究所 行俊照夫 吉川州彦
 ○榎木義淳

1. 緒言: 1000°C程度で使用できるHTR熱交換器用材料として, 前に高温特性に優れる 27.5Cr - 5Mo - 5W - B - Zr - Ni 基合金を開発したが, 本報では, 本開発合金の高温強度特性におよぼす溶製法 (VIM, VIM+VAR) の影響を検討するとともに, 合金中に不純物として含有される酸素量の影響についても検討したので報告する。

2. 実験方法: 供試材の化学成分を表1に示す。A~Dは溶製法検討用であり, E~Gは合金中の酸素量を変化させたもので, 真空溶製 (VIM, VIM+VAR), 鍛造後, 溶体化処理を施した。これらの材料について高温引張, クリープ破断試験, さらに溶体化および時効材の衝撃試験および組織観察を行った。

3. 結果

3.1 溶製法の影響 (合金A~D)

(1) VARを施すことにより, 合金中のO₂量が減少し(表1), 清浄度が改善される。(2) クリープ破断強度もVARにより改善され, 1000°C, 5000hでの破断強度はVIM材に比較して10%以上上昇する(図1)。これはO₂量低下に伴い粒界強化として寄与する後述の有効Zr量が多くなるためと考えられ熱力学的にZr量挙動を検討した。(3) 溶製法による機械的性質の顕著な差は特でない。

3.2 合金中O₂量の影響 (合金E~G)

(1) クリープ破断強度は合金中O₂量の低下により上昇する。(2) 合金中 insol. Zr量を分析し, 有効Zr量を求めた結果, 最高強度を示す合金Gでは有効Zr量が最も多く(表2) クリープ破断強度はO₂量と関連

表1. 供試材化学成分 (wt%)

	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	W	B	Zr	O ₂
A	0.032	LAP ^{☆☆}	0.28	0.001	0.002	26.10	5.14	5.04	0.0036	0.023	0.006
B [☆]	0.030	"	0.27	0.001	0.002	26.37	4.80	4.84	0.0030	0.019	0.002
C	0.028	"	0.29	0.001	0.003	27.36	5.26	5.08	0.0038	0.035	0.006
D [☆]	0.029	"	0.29	0.001	0.002	27.48	4.98	4.86	0.0035	0.035	0.002
E	0.041	"	0.42	0.006	0.002	27.51	5.12	5.08	0.0039	0.010	0.006
F	0.034	"	0.38	0.001	0.002	26.55	5.04	5.00	0.0022	0.012	0.008
G	0.037	"	0.42	0.005	0.006	27.66	5.20	5.08	0.0055	0.023	0.001

(注) ☆: VIM+VAR, 他はVIM, ☆☆: Low As Possible

表2. insol. Zr量および有効Zr量の比較

合金	total Zr (%)	insol. Zr (%)	有効Zr (%)
E	0.010	0.010	0
F	0.012	0.009	0.003
G	0.023	<0.001	0.023

する有効Zr量と良く対応することが明らかになった(図2)。特にO₂量低下に伴う有効Zr量の増加は長時間側強度の改善に寄与することがわかった。

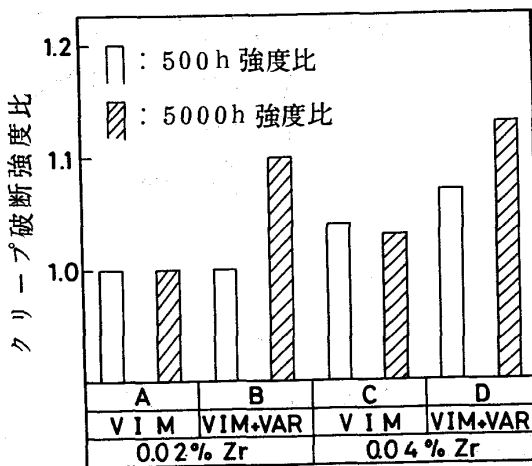


図1. 合金Aに対する1000°Cクリープ破断強度比

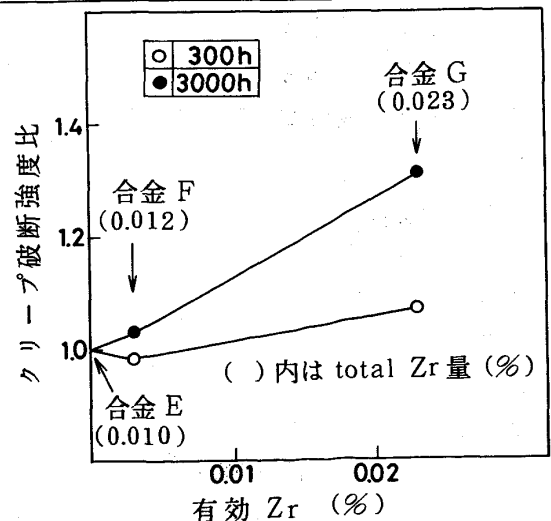


図2. 1000°Cクリープ破断強度と有効Zr量との関係