

(333)

析出強化型合金に関する理論的分析

Ni基超耐熱合金の合金設計に関する研究(才1報)

日立金属 安来工場

○渡辺力蔵 九重常男

1. 緒言: ガスタービンのタービンブレード材料としての新しいNi基析出強化型超耐熱合金を開発する目的で、理論的分析とコンピュータによる演算により有効な合金元素のあらゆる含有量の組合せの中から不必要な組成を排除し、有効な組成のみを抽出する方法を検討した。

2. 合金の实用性能に作用する諸要因の分析

2.1 要因間の基本的関係: 合金の实用性能はより基本的な諸性質をあらわす性質要因によって決定され、性質要因は合金の組織要因によって、さらに組織要因は製造要因によって決定されるのこれらの要因間の関係と理論的に分析する。

2.2 实用性能に作用する性質要因: ガスタービンブレード材料の实用性能は高温クリープ破断強度、高温耐力、高温引張り伸び、組織安定性および耐食耐酸化性の5性質要因によって決定される。

2.3 性質要因に作用する組織要因: 高温クリープ破断強度は σ 量、 γ 組成、 δ 組成、 δ 粒界組成、 γ 粒度および δ 粒度によって決定される。高温耐力は σ 量と γ 組成によって高温引張り伸びは δ 粒度によって、組織安定性は γ 組成、 δ 組成、 γ - δ lattice mismatch (LM) および δ 粒界組成によって、さらに耐食耐酸化性は σ 量と γ 組成および δ 粒界組成によって決定される。

2.4 組織要因に作用する製造要因: 組織要因のうち σ 量、 γ 組成、 δ 組成、LMおよび δ 粒界組成は合金の化学組成によって決定される。PHACOMP法によると合金の化学組成から σ 量、 γ 組成および δ 組成を計算することができる。さらに γ および δ のそれぞれの単相合金における格子定数は M_1-X_2 元素およびNiはAl-Ni3X 凝2元素の格子定数より/次近似的に設定すれば計算できるので、PHACOMP法とあわせて合金の化学組成から γ および δ 相の格子定数とLMは定量的に計算できる。組織要因のうち δ 粒度および δ 粒度は製造条件あるいは熱処理条件によって決定される。

3. 有効組成の抽出

3.1 抽出手順: 最初に实用性能と性質要因および性質要因と組織要因の間の定性的な関係から組織要因を評価し、組織要因に定量的な条件を設定する。つぎに組織要因と化学組成の間の定量的な関係から設定した条件を満足しない組成を排除し、条件を満足する組成のみを抽出する演算プログラムを作りコンピュータによって演算を行う。

3.2 組織要因の評価: σ 量は25~75%の範囲とした。ただしCrが12%より少ないときは σ 量は50%以上とした。 γ 組成については格子定数を主要な評価手段とし、Crが12%以上のときは 5.85\AA 以上、Crが12%より少ないときは 5.90\AA 以上とした。 δ のNb値は2.34以下としさらにCr, Mo および σ 量の間に付属的な条件をつけた。 δ 組成については格子定数とCrが12%以上のときは 5.85\AA 以上、Crが12%より少ないときは 5.90\AA 以上とした。 δ のNb値は2.34以下としさらにTi, Nb, Taの間に付属的な条件をつけた。LMは絶対値が 0.010\AA 以下と規定した。 δ 粒界組成としてはBを0.015%, Zrを0.05%添加するものとした。

3.3 組成演算: 实用化する場合は溶解組成の変動を考慮し γ および δ のNb値およびLMに対する条件をさらに若干きびしくして、Co, 15%, Cr 6~30%, CoO ~70%, Mo 0~25%, W 0~40%, Al 1~10%, Ti 0~15%, Nb 0~12%, Ta 0~24%, B 0.015%, Zr 0.05%, Ni Balの範囲で一定量ある元素を変化させたすべての組合せについて演算を行う。

設定した条件を満足する組成のみを抽出した。

4. 結言: 有効元素の約5億個の組合せの中から4336個の有効組成を抽出した。