

専攻	材料工学	学籍番号	893238	指導教官氏名	村田純教
申請者氏名	宮崎 省吾				川上 正博

論文要旨

論文題目	発電プラント用ニッケル基超合金の設計とその特性評価
------	---------------------------

(要旨 和文 1,200 字程度)

(1)

ガスタービンの熱効率を向上させるための一つの有効な方法は、タービン入口ガス温度を高めることである。そのためには、ガスタービンの動翼などに使用される材料の耐熱温度を上げることが必要である。また、発電用ガスタービンは、厳しい腐食雰囲気中で、長時間の連続運転がなされる。従って、数万時間の使用に耐えうる、高温強度と高温耐食性に優れたニッケル基超合金の開発が望まれている。

ニッケル基超合金の高温強度と高温耐食性の両者をも向上させる元素として、レニウムが近年注目されている。しかしながら、レニウムの添加により他の合金元素の分配比が大きく変化することが予想され、レニウムをはじめとする各合金元素の合金中の挙動を明確にする必要がある。

本研究では、高温強度と高温耐食性をバランス良く兼ね備えた発電用ガスタービン動翼用ニッケル基超合金の設計指針を γ 、 γ' 相の観点から得ることを目的とし、まずレニウムをはじめとした各合金元素の合金中の挙動を明確にした。次いで、各合金元素の分配比や γ' 相体積率の予測方法を示した。さらに、合金の腐食特性を γ 、 γ' 相の腐食挙動の違いや、腐食特性に対する γ' 相体積率の影響について検討した。また、それらの結果を基

に、実際に発電用ガスタービン動翼用ニッケル基超合金を設計するとともに、それら設計合金の特性を実験により確認した。得られた結果を、以下に示す。

5 γ' 相の基本形である Ni_3Al 中でのレニウムは、約 53 ~ 78% の占有確率で Al 置換することが分かった。

10 Ni-Al-Re 三元系合金においてレニウムは、その添加量の増加にともない γ' 相から γ 相へ分配された。また、第四元素に Al 置換型元素 ($\text{Mo}, \text{W}, \text{Ti}, \text{Ta}, \text{Nb}$) と両置換型元素 (Cr) を添加することにより、レニウムはより γ 相に含まれる傾向を示した。

15 二つの d-電子パラメータ M_d , B_o を成分とする合金ベクトルにより、 γ' 相体積率は合金組成の合金ベクトルにより精度良く予測することが可能であった。また、各元素の合金ベクトルに係数を導入することによって、 γ' 相の組成を精度良く予測することができた。

20 同一の $\gamma - \gamma'$ 共役線上で γ' 相体積率を系統的に変化させた合金では、 γ' 相体積率の大きさに拘わらず耐食性はほぼ一定であったが、複数の $\gamma - \gamma'$ 共役線上で γ' 相体積率を系統的に変化させた合金では、 γ' 相体積率の大きさによって合金の耐食性は異なっていた。また、ニッケル基超合金の腐食特性は、腐食界面近傍に生成する单相領域の組織の腐食特性に起因することが分かった。

26 実際に発電プラント用ニッケル基超合金の単結晶材と一方向凝固超合金を、d-電子パラメータ M_d , B_o を基に設計した結果、設計合金には比較合金と同等以上の高温強度と高温耐食性を有することが分かった。