

(324) Co基超耐熱合金の熱疲労強度に及ぼす溶解法の影響

川崎重工業 技術研究所 エ博 喜多 清, 清重正典, 藤岡順三

I. 緒言 ジェットエンジン部品などにおいて急激な温度の繰返しによって熱応力を生じる部品の高温強度については、静的な取扱いだけではなく熱疲労破壊に対する対策を必要としてきているが、熱疲労特性に及ぼす因子についての研究報告は極めて少ない。筆者らはジェットエンジンあるいはガスタービンのノズルやブレード材として用いられているCo基超耐熱合金X40 (Co-25Cr-10Ni-7.5W)の大気溶解材と真空溶解材について、溶解法に起因するミクロ的およびマクロ的因子と熱疲労特性との関係について検討したので報告する。

II. 供試材および実験方法 実験に用いた素材は日立金属(株)安来工場で精密鑄造したものである。熱疲労試験は、富士電波工機製高周波加熱型油圧サーボ式熱疲労試験機を用いて、高周波加熱-自然冷却で行なった。試験片は平行部8φ×20mmの中実試験片で、上限温度として700℃, 800℃および900℃の3温度を選び、各上限温度のもとで下限温度を変えることによって高温側で圧縮, 低温側で引張りのひずみおよび応力が生じるように試験片を拘束した。素材についてはガス分析, 非金属介在物の測定, 静的引張試験を行ない、熱疲労試験片については試験前後の硬さ測定, ミクロ組織観察などを行なった。

III. 実験結果および考察

(1) 上限温度700℃, 800℃および900℃のいずれの条件においても、真空溶解材の熱疲労寿命は大気溶解材のそれよりも長かった。図1に上限温度900℃の試験結果を示す。

(2) 試験片は熱サイクル数の増加と共に加工硬化をうけて応力範囲(Δσ)が増大し、最大値に達すると急激に降下して破断にいたり、Nt/2でのΔσはほぼ平均のΔσに相当する。図1のΔσはこのΔσを表わしている。そして、図1の下のグラフのように、加工硬化による硬さの上昇は大気溶解材の方が大きい。

(3) 静的引張試験での高温の延性は真空溶解材の方が大きい。

(4) 大気溶解材ではガス成分, 欠陥, 非金属介在物が多く、写真1に示すように、破断した試験片において樹枝状晶間に沿った空洞がたくさんみられた。そして、両材共、樹枝状晶間をき裂が通るInterdendriticなき裂伝播であった。

以上の結果より、大気溶解材は非金属介在物の存在などによって真空溶解材よりも一層加工硬化をうけ、欠陥の存在とも相まって空洞生成が盛んになってき裂伝播が活発になり破断寿命が低下すると考えられ、高温での延性がより低いのもこの空洞生成と関連しているものと思われる。

終りに、本研究は鉄鋼協会ジェットエンジン用耐熱合金研究委員会の共同研究の一環として行なったものである。

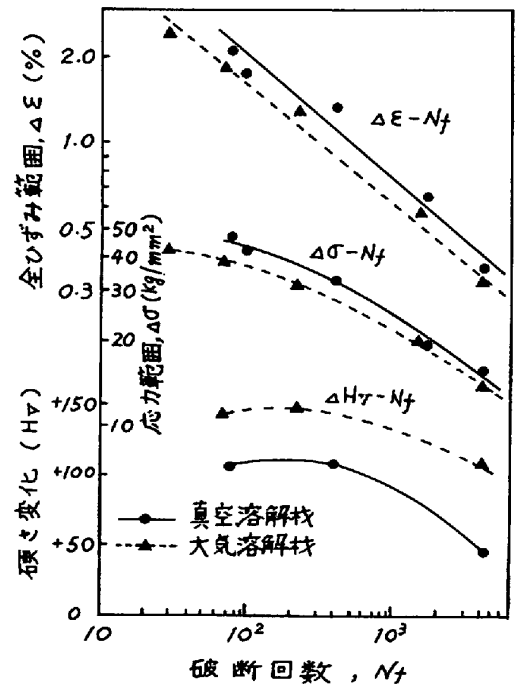


図1. 上限温度900℃の熱疲労試験結果および試験前後の硬さ変化

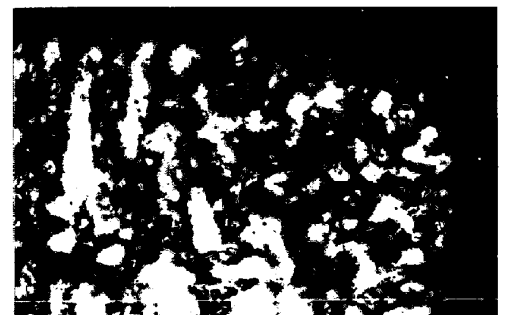


写真1. 大気溶解材のき裂開始点付近のミクロ組織(900°-500°c)