

(714) クリープ破断寿命推定式作成の方針

(Ni基析出強化型超合金のクリープ破断寿命の化学組成からの推定方法—第1報)

川崎重工業(株) 技術研究所

○藤岡順三

宮下卓也

工博 村瀬宏一 工博 松田昭三

1. 緒言: ガスタービンの高温部材の選定の際には, クリープ強度が重要となる。本研究では, 前記部材のほとんどを占めるNi基析出強化型超合金の定常クリープ速度($\dot{\epsilon}_s$)とクリープ破断寿命(t_r)を主に化学組成から算出する推定式を, 電算機を利用した合金設計法とクリープ強度の理論とを組み合わせで作成した。ここでは, 推定式の作成の方針に関して報告する。

2. $\dot{\epsilon}_s$ および t_r の推定方法: 化学組成から $\dot{\epsilon}_s$, t_r を推定する手順を図1に示す。まず, 化学組成からfからBまでの9種の組織要因をWoodyattらの方法とDeckerらの方法の折衷的方法によって算出する。次に, 組織要因から $\dot{\epsilon}_s$, t_r を算出するのであるが, 媒介する式としてEvans & Harrisonの式¹⁾およびMonkman & Grantの式を採用した。 σ_0 , $\sigma_{0.05}$ およびm, cを組織要因によって, ある温度で定量化できれば, 化学組成からその温度での $\dot{\epsilon}_s$, t_r が求まり, さらにLarson-Millerパラメータによって任意の温度における t_r まで求まる。

3. σ_0 の組織要因による定量化: R.Lagneborg等²⁾は, 析出強化型合金のクリープ変形中のback stress(σ_p)の σ 依存性を転位論によって説明しており, この考え方を図2に示す。ただし, 本研究では $\sigma_p = \sigma_0$ と仮定した。a, b, σ_{c1} および σ_{c2} を組織要因によって定量化できれば, σ_0 が算出できる。

4. 推定式の作成方法: まず最初, f = 16~68 vol %の9種のNi基析出強化型超合金に関して, σ_0 (a, σ_{c1}), $\sigma_{0.05}$, mおよびcの値を実験によって求めた。そして, これらの値と組織要因との関係を解析によって求めた。さらに, r' 粒子半径を透過型電子顕微鏡観察より求めた。

[記号] f = r' 粒子の体積率; $a_r, a_{r'} = r, r'$ 相の格子定数; L.M. = a_r と $a_{r'}$ との差の絶対値; $C_{Ti}, C_{Al} = r'$

相中のTi, Alの原子分率; $N_v, N_{v'} = r, r'$ 相の平均電子空孔数; A, B = r, r' 相の固溶指数; σ_0 = friction stress; $\sigma_{0.05}$ = 0.05%耐力; B = 9 %/h; σ = 付加応力; T = 絶対温度; 他は定数

[文献] 1) W.J.Evans et al.: Metal Sci. J., 10 (1976), P. 307 2) R.Lagneborg et al.: ibid. P. 20

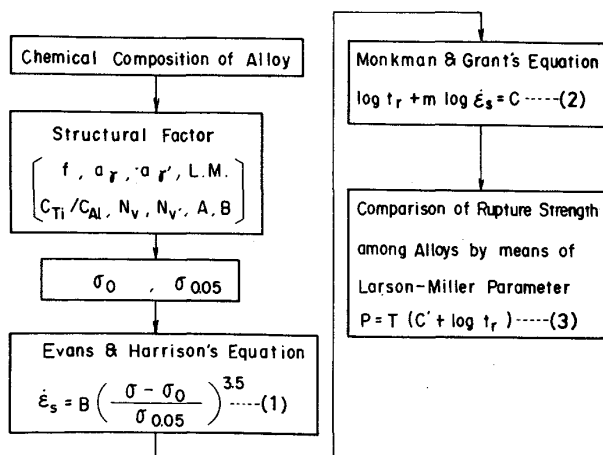


図1. 化学組成から破断寿命を推定する手順

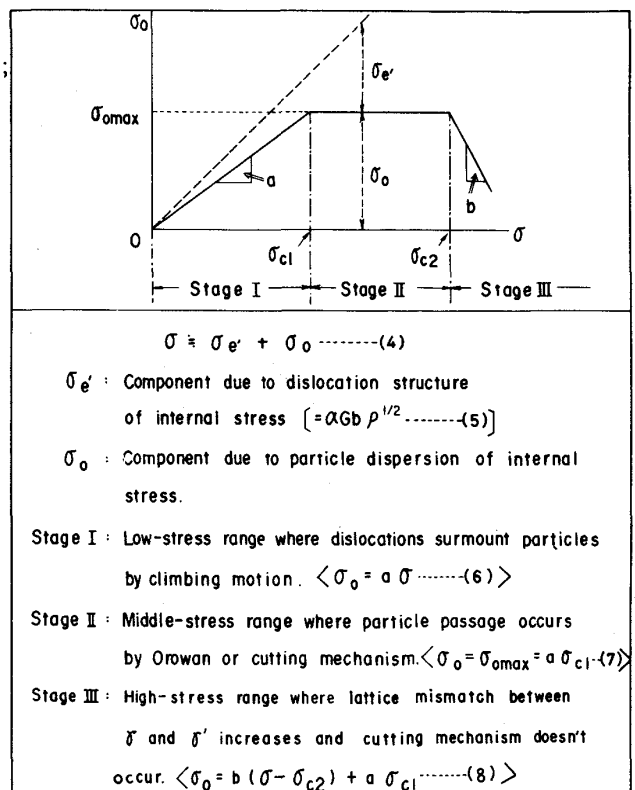


図2. friction stress の付加応力依存性