

(715) クリープ破断寿命推定式とこれを用いての試算結果

(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2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: ここでは, 第1報で述べた方針に沿って作成された $\dot{\epsilon}_s$ と t_r を求める推定式と, これを用いて試算した値と実測値とを対比した結果を報告する。

2. 推定式の作成結果: σ_0 , $\sigma_{0.05}$, m および c の組織要因からの推定式を表1に示す。(3)~(12)式から得られる σ_0 , $\sigma_{0.05}$, m および c を(1), (2)式に代入すれば, 900℃における任意の σ に対する $\dot{\epsilon}_s$ と t_r とが推定できる。(3)~(12)式から明らかなように, $\dot{\epsilon}_s$ と t_r はほとんど f と C_{Ti}/C_{Al} に依存する。

ただし, r のデータがなくても $\dot{\epsilon}_s$ と t_r を推定できるが, r のデータがある場合には(6)~(8)を活用することによって, $\dot{\epsilon}_s$ と t_r の推定精度の向上が期待される。しかし, r' 粒子の形状が球あるいは角状以外の特殊な形状を呈する場合や, 大きな r' 粒子間に小さなcooling r' (hyper fine r') 粒子が存在する場合には, (6)~(8)式を使用しても, $\dot{\epsilon}_s$ と t_r の推定精度は悪くなる。

3. 試算結果: 表1の推定式を用いて, 本研究にて推定式作成のためにデータを取った9種の合金以外の11種の合金に関して900℃における t_r を算出した。計算値と実測値とを比較した結果を図1に示す。ただし, この場合, r のデータがないために, 化学組成だけから推定している。実測値の約75%が計算値の $\times 1/2 \sim \times 2$ の範囲に入っており, 約95%が $\times 1/4 \sim \times 4$ の範囲に入っている。Na 64 BCでは, 10^4 時間程度まで t_r の計算値と実測値が良好な一致を示しており, さらに, プロット③~⑤で示したInco. 713 Cの成分変化材の同じ σ での t_r によるクリープ強度順位は, 計算値と実測値とで同じである。

4. 結言: 本研究で開発した, Ni基析出強化型超合金のクリープ破断寿命の推定式は, 900℃における長時間クリープの定常クリープ速度やクリープ破断寿命を, かなりの精度で算出可能だと, 期待できる。

[記号] A' = 滑り面上の r' 粒子の中心間距離; $r = r'$ 粒子半径 (他の記号は第1報に示す。)

[文献] 1) A. Melander and P. Å. Persson: Metal Sci. J., 12 (1978), P. 391

表1. 破断寿命の推定式

	$\dot{\epsilon}_s = B \left(\frac{\sigma - \sigma_0}{\sigma_{0.05}} \right)^{3.5} \dots (1)$ $\log t_r + m \log \dot{\epsilon}_s = C \dots (2)$
σ	$0 \leq \sigma < \sigma_{cl}$ [Range I]: $\sigma_0 = 0.75 \sigma \dots (3)$ $\sigma_{cl} \leq \sigma$ [Range II]: $\sigma_0 = 0.75 \sigma_{cl} \dots (4)$ (If Data of radius of r' particle doesn't exist,) $\sigma_{cl} = 0.537f - 3.21 \dots (5)$ (If Data of radius of r' particle exists.) Heat Treatment: $\sigma_{cl} = 0.537f + 14A' - 10.96 \dots (6)$ As Cast: $\sigma_{cl} = 0.537f + 6.7A' - 9.76 \dots (7)$ $A' = \left(\frac{2\pi}{0.03f} \right)^{1/2} r \dots (8)^{1)}$
$\sigma_{0.05}$	$0 < f \leq 26$: $\sigma_{0.05} = 0.484f + 12.3 \dots (9)$ $26 < f < 100$: $\sigma_{0.05} = 0.484f + 13.25 \left(\frac{C_{Ti}}{C_{Al}} \right) + 7.795 \dots (10)$
m, c	$m = 8.89 \times 10^{-3} f + 0.369 \dots (11)$ $c = -8.6 \times 10^{-3} f + 1.012 \dots (12)$

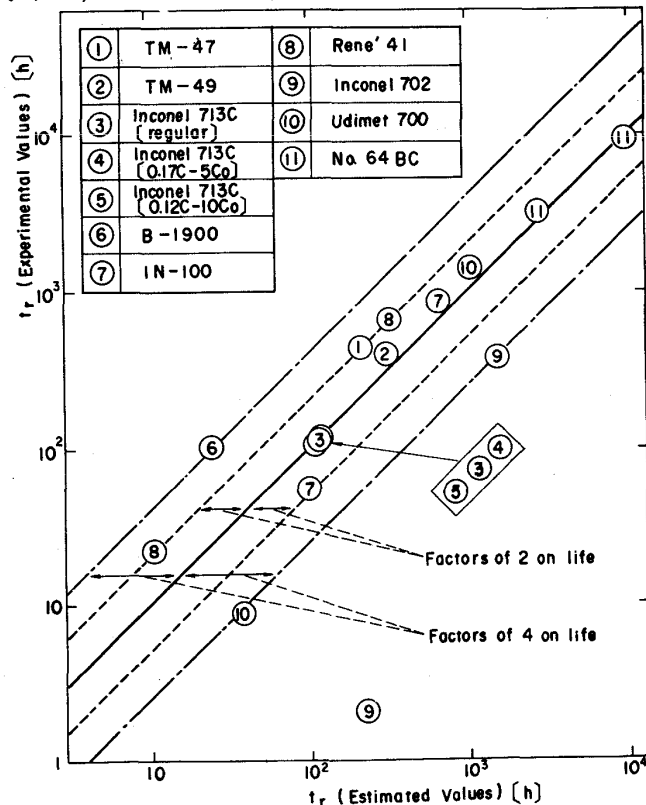


図1. 破断寿命の計算値の実測値との比較