

(548) 引張特性による高温低サイクル疲労寿命の推定

金属材料技術研究所 ○金沢健二, 小林一夫, 山口弘二

1. 緒言

近年, 高温用実用金属材料の高温低サイクル疲労寿命特性データの蓄積がはかられつつあるが, 使用する材料の高温低サイクル疲労寿命特性を知るには疲労試験を実施しなければならず, コスト, 時間の面で困難を伴う場合が多い。そこで, 短時間引張特性から高温低サイクル疲労寿命特性が推定できると都合が良い。このような方法としては, 古くはMansonの提案による Universal Slope法があり, またクリープや酸化の効果が問題となる温度域に対しては Universal Slope法を基礎とした10%則があるが, これらの方法は必ずしも疲労寿命を精度良く推定するものではない。しかし, Universal Slope法による推定結果を基準にし, それに対して実際の寿命が何%の位置にあるかのデータを材料, 温度別に蓄積しておく, 問題とする材料についてもその材料の高温引張特性を知ることにより, かなりの精度で高温低サイクル疲労寿命が推定できるものと思われる。

ここでは, 引張保持台形波による寿命など, いわゆるクリープ・疲労相互作用の効果が顕著な場合を除き, 対称三角波による低サイクル疲労寿命について検討する。

2. 方法

検討の対象としたデータは, 金材技研疲れデータシートとして公表されているSB49, SCMV3, SCMV4, SUS316-HP鋼に対するものである。次式において $\alpha = 1$ としたのが Universal Slope法であり, また, $\alpha = 10$ としたのが10%則であるが, ここでは α に特定の値を与えずに, 材料, 温度, ひずみ速度条件ごとに $\Delta \epsilon t - N$ プロットに対し最適な α の値を求め, α を寿命の低下係数とした。

$$\Delta \epsilon t = (3.5 \sigma_B / E) (\alpha N)^{-0.12} + \epsilon f^{0.6} (\alpha N)^{-0.6} \quad (1)$$

ここで, $\Delta \epsilon t$: 全ひずみ範囲 (mm/mm), σ_B : 引張強さ (N/mm²), E: 縦弾性係数 (N/mm²), ϵf : 引張破断延性, N: 疲労寿命で, σ_B , E, ϵf は各温度における値である。

3. 結果

最適な α の値を用いて与えられる式(1)はデータ点の傾向を良く表わしている (Fig.1)。

$1/\alpha$ の値は材料, 温度, ひずみ速度に依存し,

1.5~0.05の範囲にある (Fig.2)。各温度において, SUS316鋼の $1/\alpha$ は炭素鋼, Cr-Mo鋼に比べ大きな値になっている。

鋼種ごとに $1/\alpha$ の値の温度による変化傾向を明らかにしておくことによって, 引張特性から高温低サイクル疲労寿命を精度良く推定することが可能となる。

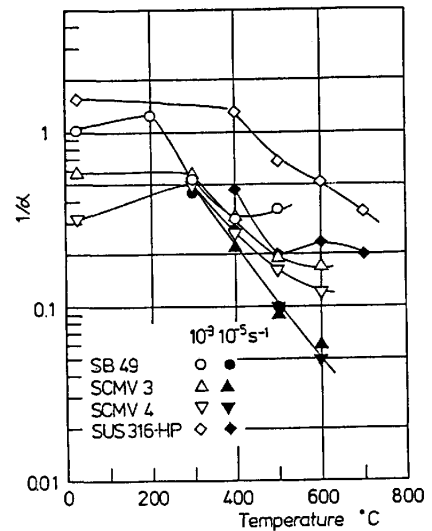


Fig.2 Variation of the value of $1/\alpha$ due to material, temperature and strain rate.

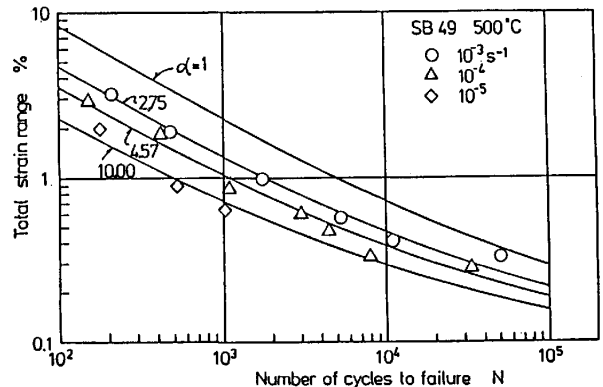


Fig.1 Best fit curves by Eq.(1) using suitable values of α .