

Q

疲労試験をしないで低サイクル疲労寿命曲線を得ることはできますか。

参照 QNo.: FA-04, FA-05, FA-16, FA-29

A

低サイクル疲労領域における疲労寿命を予測する手法として、Manson によって 2 つの予測式が提案されている。

・オリジナル共通勾配法⁽¹⁾

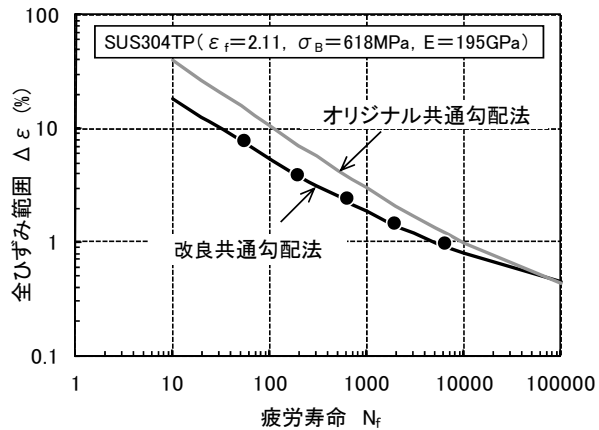
$$\Delta \varepsilon = \varepsilon_f^{0.6} N_f^{-0.6} + 3.5 \left(\frac{\sigma_B}{E} \right) N_f^{-0.12} \quad (1)$$

・改良共通勾配法⁽²⁾

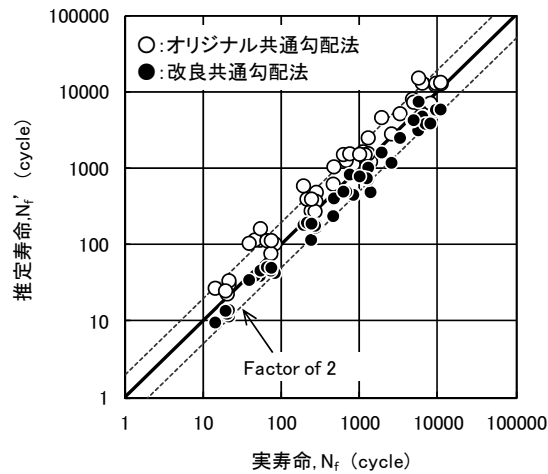
$$\Delta \varepsilon = 0.0266 \varepsilon_f^{0.155} \left(\frac{\sigma_B}{E} \right)^{-0.53} N_f^{-0.56} + 1.17 \left(\frac{\sigma_B}{E} \right)^{0.832} N_f^{-0.09} \quad (2)$$

ここで、 $\Delta \varepsilon$ は全ひずみ範囲、 ε_f は真破断ひずみ、 N_f は疲労寿命(通常は、25%荷重低下の繰返し数)、 σ_B は引張強さ(MPa)、 E は縦弾性係数(MPa)である。これらの式を利用すれば、疲労寿命を知りたい材料について引張試験を行い、 σ_B 、 ε_f および E を測定することによって、疲労試験を行わないで疲労寿命曲線を予測することができる。また、 σ_B 、 ε_f および E の値は、文献値を利用することもできる。なお、これらの式は室温のみならず、高温における低サイクル疲労寿命の予測にも適用できる。その場合の引張試験は高温で行う。また、極低温までの低温においても、アルミニウム合金について式(2)の有用性が検証されている。

図 1(a)はオーステナイト系ステンレス鋼(SUS304TP)の低サイクル疲労試験結果と式(1)および式(2)から予測される疲労寿命曲線を比較した結果である。また、図 1(b)はオーステナイト系ステンレス鋼(SUS316NG, SUS316L, SUS304TP)とフェライト鋼(SFVQ1A, STS480, STPT410, SFVC2B, SS400)の 8 鋼種について、試験部直径 8 mm の砂時計型試験片を用いた低サイクル疲労試験結果⁽³⁾と式(1)および式(2)から予測される疲労寿命を比較した結果である。図 1(a)の結果から、オリジナル共通勾配法⁽¹⁾よりも改良共通勾配法⁽²⁾の予測精度が高いことがわかる。また、図 1(b)の結果から、改良共通勾配法⁽²⁾は実寿命に対する予測の保守性を有していることがわかる。



(a) SUS304TP の試験結果の例



(b) 8 鋼種(約 40 データ)の評価精度

図 1 低サイクル疲労試験結果と 2 つの Manson 式の比較⁽³⁾

[参考文献]

- (1) Manson, S. S., 'Fatigue: A Complex Subject—Some Simple Approximations', *Exper. Mech.*, Vol. 5, No. 7, (1965), pp.193–226.
- (2) Muralidharan, U. and Manson, S. S., 'A Modified Universal Slopes Equation for Estimation of Fatigue Characteristic of Metals', *Trans. ASME, J. Eng. Mater. Tech.*, Vol.110, (1986), pp.55–58.
- (3) 寄川盛男、中根一起、菅野 智、高木愛夫、'改良 Manson 式による低サイクル疲労寿命評価法の検討'、*日本機械学会論文集 A 編*, Vol. 76, No. 764、(2010)、pp.381–382.