

Q

実機の高サイクル熱疲労寿命は、高温疲労試験結果から予測してもよいですか。

参照 QNo.: FA-24, FC-13

A

高サイクル熱疲労は、温度の異なる流体が混流する配管の合流部などで、高・低温水合流の温度揺らぎ⁽¹⁾または熱成層界面の変動により起こる。実機の高サイクル熱疲労寿命は、高温疲労試験結果から予測できる。

高サイクル熱疲労試験結果を高温疲労試験結果と比較した結果、同じ応力振幅、平均応力および最高試験温度に対して、熱疲労試験で得られた疲労寿命と、高温疲労試験で得られた疲労寿命は、ほぼ一致することが報告されている⁽²⁾⁽³⁾

なお、具体的な評価方法としては、2003年に「配管の高サイクル熱疲労評価指針 JSME S017」⁽⁴⁾が策定されている。本指針では、熱疲労寿命に影響を与える温度および応力変動の要因を、段階的に考慮しながらスクリーニングを進める。ステップ1では、合流前の流体温度差が、材料の疲労限度に対応する温度差未満となるように制限する。ステップ2では温度揺らぎ幅の減衰効果を考慮する評価、ステップ3では熱応力を考慮する評価、ステップ4では疲労累積係数を考慮する評価を行う。疲労累積係数を考慮する評価は、不規則波形からレインフロー波形への分解によって応力(温度)振幅と繰返し数を求め、マイナー則による疲労累積係数を算定する。このように、高サイクル熱疲労寿命の予測は、高温疲労試験結果に基づき行う。

[参考文献]

- (1) 笠原直人, 浅山 泰, ‘熱疲労破壊の新展開, 流体温度ゆらぎによる高サイクル熱疲労’, 材料, Vol. 56, No.4, (2007), pp.383-388.
- (2) 平野明彦, 林 眞琴, 武原英俊, 田中賢彰, ‘オーステナイト系ステンレス鋼 SUS304 の純水中における高サイクル熱疲労き裂発生挙動’, 日本機械学会論文集, Vol. 65, No. 639, (1999), pp.2287-2292.
- (3) Lejeail, Y., and Kasahara, N., ‘Thermal Fatigue Evaluation of Cylinders and Plates subjected to Fluid Temperature Fluctuations’, Int. J. of Fatigue, Vol. 27, Issue 7, (2005), pp.768-772.
- (4) 日本機械学会基準 ‘配管の高サイクル熱疲労に関する評価指針’, JSME S017, 日本機械学会, (2003).