

C-03 クリープ疲労破壊

1. クリープ疲労の概要

クリープ疲労は、高温条件下でクリープと低サイクル疲労との重畳により生ずる現象である。低繰返し速度および保持時間を有する高温疲労試験、または繰返しクリープ試験によって現象を確認できる。

破壊の特徴は、高温で低繰返し速度の場合はクリープ破壊に、低温で高繰返し速度の場合は疲労破壊に類似している。

2. 発生条件

図1に SUS316 の 1100F(593°C)¹⁾ および図2に 1Cr-Mo-V 鍛造材の 565°C²⁾ での疲労寿命に及ぼすひずみ保持時間の影響を示す。いずれも保持時間が長いほど疲労寿命が短くなっており、クリープによる影響である。その影響は、ひずみ幅が小さい長寿命領域ほど顕著になる。

図3には、A286 合金の大気中および真空中での疲労寿命に及ぼす繰返し速度の影響を示している³⁾。繰返し速度が遅くなるほど疲労寿命が低下すること、および真空中ではその影響は少ないことを示している。高温での酸化が影響していることを示唆している。

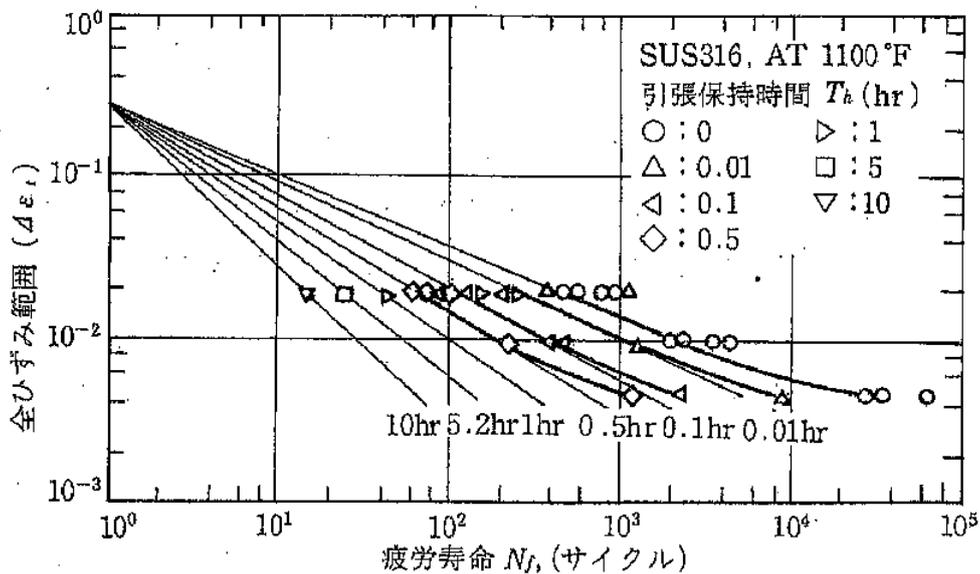


図1 SUS304 鋼の高温疲労寿命に及ぼすひずみ保持時間の影響¹⁾

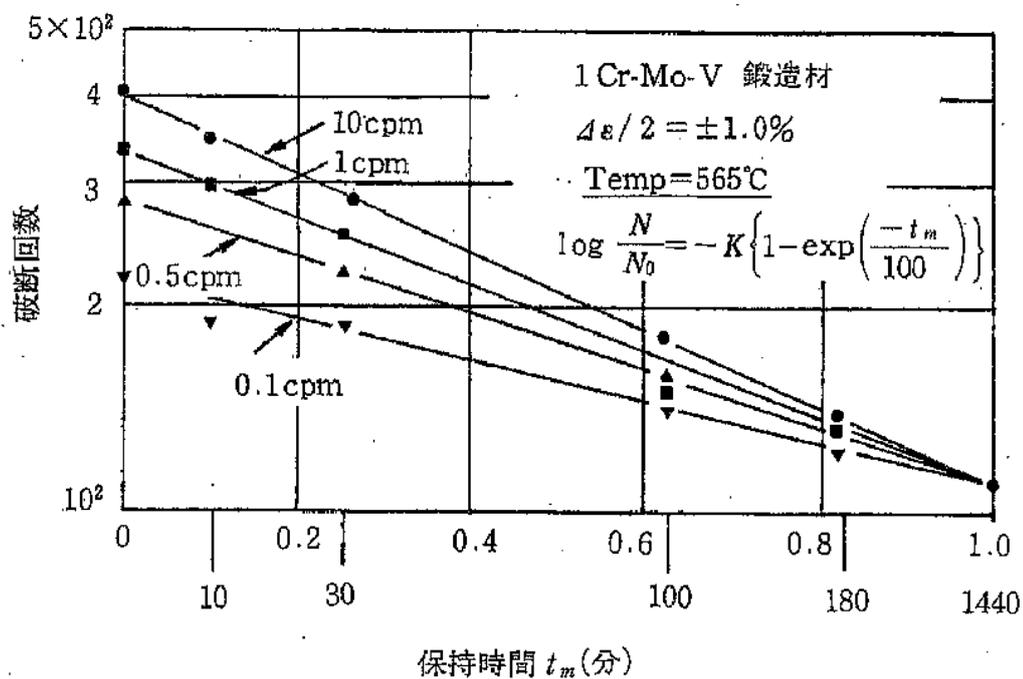


図2 1Cr-Mo-V 鋼の高温疲労破壊繰返し回数に及ぼす保持時間および繰返し速度の影響²⁾

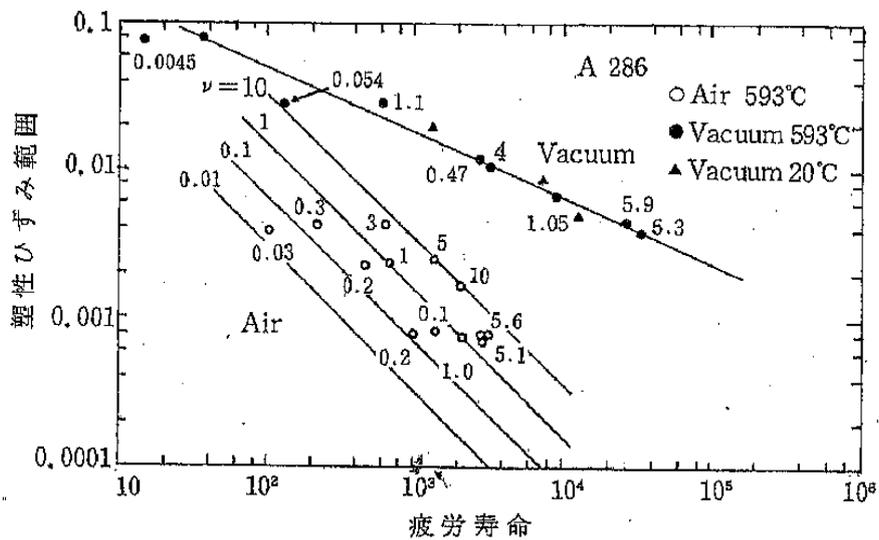


図3 A286 合金の大気中および真空中での高温疲労寿命に及ぼす繰返し速度の影響³⁾

3. 寿命評価

非クリープ域では、応力の繰返し速度は、寿命に影響しないが、高温（クリープ域）では、上述のように繰返し速度が遅くなると疲労寿命が低下する。実験室での速い速度でのデータで、実機の遅い速度の寿命を推定すると、多くの場合非安全側の推定となる。そこで実験室での速い速度でのデータで、遅い速度の疲労寿命を推定する寿命推定方法が必要である。このような高温における疲労寿命の時間依存性は、疲労寿命消費とクリープ寿命消費が同時に進行していることを示唆している。もっとも広く使われているクリープ疲労寿命推定方法は、線型損傷則である。

クリープ疲労線型損傷則は、常温における Minor の線型疲労損傷則と Robinson の線型クリープ損傷則を組み合わせたもので、繰返し数を n 、運転時間を t とし、(1)式が満たされるときに破壊が起きるとするものである。

$$\sum n/N_f + \sum \Delta t/t_r = 1$$

N_f : 与えられたひずみ振幅や応力下での破壊繰返し数

t_r : 与えられた温度、応力下でのクリープ破断時間

参考文献

- 1) 柴田俊夫、竹山太郎 ; 鉄と鋼,68,693(1980)
- 2) 柴田俊夫、竹山太郎 ; 防食技術,30,47(1981)
- 3) 橋本 操 ; 第 35 回腐食防食シンポジウム資料、腐食防食協会,p30(1981)