

(763) レール鋼の低サイクル疲労寿命におよぼす動的歪時効の影響

京大工学部(学生*)の津崎兼彰、松崎祐司*
 坂正志、田村今男

1. 目的 実用材料においては疲労下で析出・相変態がおこる条件で使用されるものが多くあり、疲労変形下での析出・相変態挙動、さらにはその疲労特性への影響を明らかにすることは重要である。我々の研究グループではこの問題に関する一連の研究を続けており⁽¹⁾、昨年秋の本大会においてレール鋼では200°C付近で低サイクル疲労下で炭素原子と転位との相互作用による動的歪時効がおこり、顕著な繰返し加工硬化がおこることを報告した⁽²⁾。本研究では、レール鋼の低サイクル疲労特性、特に寿命におよぼす動的歪時効の影響について明らかにし、材料の安全性・信頼性に対する基礎的知見を得ることを目的としている。

2. 方法 試料は普通炭素鋼レール(0.69%C, 0.92%Mn, 0.22%Si)であり850°C 0.5秒オーステナイト化後空冷処理を施したものを用い、中実丸棒試験片はレール頭部より軸が長手方向と平行になるように採取した。試験温度は室温~350°Cの範囲で変化させ、歪速度は $3.3 \times 10^{-3} s^{-1}$ を用いた。低サイクル疲労試験は全歪制御の引張圧縮試験であり、完全面振三角波形にて大気中で行った。

3. 結果 [1] 種々の繰返し数における応力振幅値を試験温度に対してプロットしたものをFig. 1に示す。室温および100°Cでは繰返し加工硬化はほとんど認められず応力振幅は繰返し数に対してほぼ一定である。これに対し150°C以上では明瞭な繰返し加工硬化が観察され、その程度は250°Cで最大となっている。250°Cでの応力振幅は室温の約1.3倍であり、動的歪時効により著しい硬化がおこることかわかる。[2] 繰返し加工硬化が最大の250°Cおよび加工硬化が小さく応力振幅がほぼ等しい室温と350°Cの3温度条件での疲労寿命と塑性歪幅 $\Delta\epsilon_p$ の関係をFig. 2に示す。室温と350°Cでは寿命にほとんど差がなく本実験の範囲では寿命におよぼす酸化の影響は小さいと考えられる。これに対し250°Cでは寿命が室温と比べて1/2以下となっており、動的歪時効がおこることによって寿命が著しく低下することかわかる。[3] $\Delta\epsilon_p$ に加え $\Delta\sigma$ の N_f への寄与を考慮したTomkinsの解析⁽³⁾に従って上で求めた寿命を $\Delta\epsilon_p(\Delta\sigma/\sigma_{UTS})^2$ に対して両対数プロットすると、データは試験温度によらず全て1つの直線にのり250°Cでの寿命の低下は動的歪時効による応力振幅の増加という力学的因子によって説明される。

(文献) (1) K. Tsuzaki, E. Nakanishi, T. Maki and I. Tamura: Trans. ISIJ, 23(1983) 834. (2) 津崎、坂、田村: 鉄と鋼, 71(1985) S1329. (3) B. Tomkins: Phil. Mag., 18(1968) 1041.

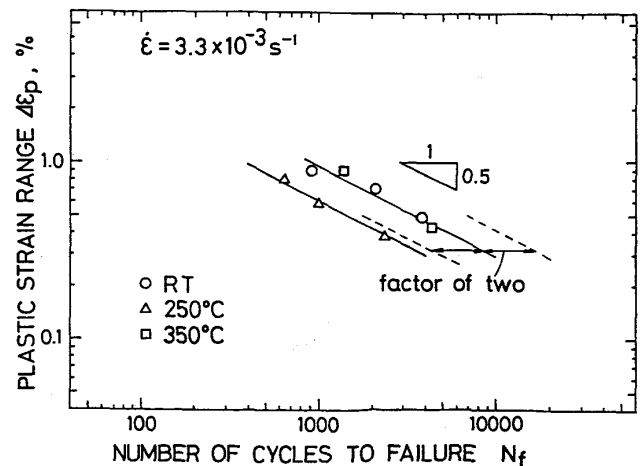
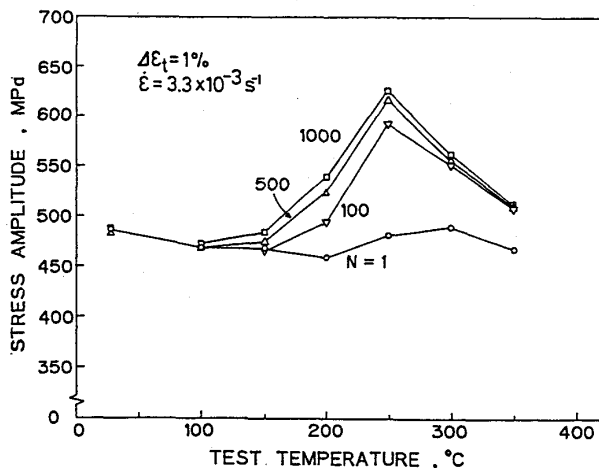


Fig. 1 Effect of test temperature on cyclic strain hardening.

Fig. 2 Relation between $\Delta\epsilon_p$ and N_f at RT, 250°C and 350°C.