

(546) レール鋼の低サイクル疲労挙動におよぼす動的歪時効の影響

京都大学 工学部 李 常靖、○津崎 兼彰
牧 正志、田村 今男

1. 緒言 近年、 γ 系ステンレス鋼の高温低サイクル疲労下で動的歪時効(DSA)がおこると応力幅が増大して寿命が低下することが報告され問題となっている。⁽¹⁾⁽²⁾ レールにおいても摩擦による温度上昇のため疲労変形下で侵入型C原子によるDSAがおこる可能性があり、その疲労挙動および寿命への影響を明らかにすることは重要であると考えられるが、従来この問題に関する研究はみあたらない。本研究はこの問題に注目したもので、レール鋼の低サイクル疲労挙動におよぼすDSAの影響を明らかにし、レールの疲労特性を考える上での基礎的知見を得ることを目的として行なった。

2. 方法 用いたレール鋼の組成は、0.69%C、0.42%Mn、0.22%Siであり、真空中にて850°C 0.5hの γ 処理後空冷して緻細パーライト組織とし試験に供した。疲労および引張試験は電気油圧サーボ型試験機を用い大気中にて行なった。試験温度は50~250°C、歪速度($\dot{\epsilon}$)は $3.3 \times 10^{-4} \sim 3.3 \times 10^{-3} s^{-1}$ の範囲で変化させた。疲労試験は全歪幅制御(主に1%)の引張圧縮試験で、波形は完全両振りの角波形を用いた。

3. 結果 [1] 引張試験($\dot{\epsilon} = 1 \times 10^{-3} s^{-1}$)の場合、200~250°CでDSA出現時の特徴であるflow stressの逆温度依存性が観察され、200°C以上でDSAがおこっていることが確認された。[2] 疲労試験($\dot{\epsilon} = 3.3 \times 10^{-4} s^{-1}$)の応力幅($\Delta\sigma$) - 繰返し数(N)曲線をFig.1に示す。50、100°Cでは繰返し加工硬化を示す $\Delta\sigma$ はNに対しほぼ一定である。これに対し、高温の200、250°Cでは初期より顕著な繰返し加工硬化を示し $\Delta\sigma$ はNに対し連続的に増加する。中温度の150°Cでは初期は $\Delta\sigma$ はほぼ一定であるがN \approx 50より繰返し加工硬化を示す。又150~250°Cの繰返し加工硬化状態でのヒステリシスループ上にはセレイションが観察された。[3] 繰返し加工硬化量(N=200とN=1での $\Delta\sigma$ の差)におよぼす温度の影響をFig.2に示す。いずれの $\dot{\epsilon}$ でも150°C以上では高温程加工硬化の程度が著しい。又150~200°Cの範囲では $\dot{\epsilon}$ が小さい程加工硬化が大きい。この加工硬化量の逆温度依存性および歪速度依存性より、Fig.1で示した繰返し加工硬化はDSAによるものと結論され、レール鋼の疲労挙動はDSAによつて大きな影響をうけることが明らかとなった。[4] $\dot{\epsilon} = 1 \times 10^{-3} s^{-1}$ の場合、引張変形では200°C以上で、疲労変形では150°C以上でDSAが観察され、疲労変形下の方がより低温からDSAがおこることが明らかとなった。この結果は、両変形様式での転位運動の違いと密接に関連するものと考えられる。

(1) K. Yamaguchi, K. Kanazawa and S. Yoshida: Mater. Sci. and Eng., 33(1978)175. (2) K. Tsuzaki, T. Hori, T. Maki and I. Tamura: ibid, 61(1983)247.

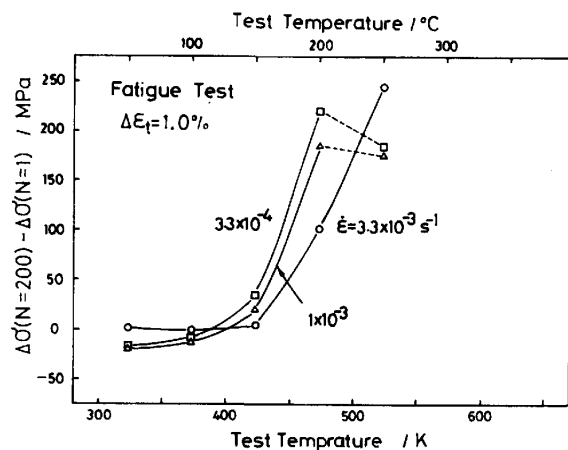
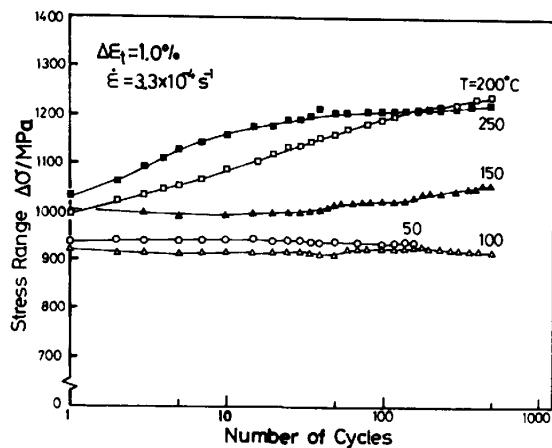


Fig. 1 Effect of temperature on the change in $\Delta\sigma$ with N. Fig. 2 Effect of temperature on the amount of cyclic strain hardening.