

(554) 一体圧延車輪材の高温疲労特性

住友金属工業株式会社中央技術研究所

平川賢爾 ○ 時政勝行

新田 勲

1. 目的

踏面ブレーキを受ける鉄道車輪にとってその耐熱き裂性の向上は重要な課題の一つである。熱き裂の発生進展は停止ブレーキの繰返しに起因するものであるが、ブレーキ条件によりその発生進展を支配する材料側因子も異なるので、耐熱き裂性の向上にあたってはブレーキ条件に応じた考慮が必要である。

ここでは、車輪材の耐熱き裂性を評価する場合の一つの重要な性質である高温疲労特性（疲労寿命、き裂進展特性）についての検討結果を報告する。

2. 検討方法

(1) 高温疲労試験：図1はブレーキが繰返し作用するときの応力、ひずみ挙動の一例を図示したものである。踏面に発生するひずみの大きさ、種類 ($\Delta\epsilon_{pp}$, $\Delta\epsilon_{pc}$, $\Delta\epsilon_{cp}$, あるいは $\Delta\epsilon_{cc}$) は表面と内部の温度変化状況によって異なってくる。ここで、 $\Delta\epsilon_{pp}$, $\Delta\epsilon_{pc}$, $\Delta\epsilon_{cp}$, $\Delta\epsilon_{cc}$ は Manson らの提案した非弾性ひずみ範囲であり、最初の添字は引張応力下での、後の添字は圧縮応力下での塑性変形(P)あるいはクリープ変形(C)を示す。図1の場合には高温(T_1 – T_2)で圧縮変形(P+C)、低温(T_3 –O)で引張変形(P)を受ける場合が一般であるので、繰返されるひずみの種類は $\Delta\epsilon_{pp} + \Delta\epsilon_{pc}$ となる。ここでは、代表的な圧延車輪材について、上述4種類のひずみ ($\Delta\epsilon_{ij}$) に対応する寿命 N_{pp} , N_{pc} , N_{cp} , N_{cc} (N_{ij} と略記) を求め、 $\Delta\epsilon_{pp}$ – N_{pp} および $\Delta\epsilon_{pc}$ – N_{pc} 特性については炭素含有量の影響を明らかにした。

(2) 疲労き裂進展試験：図2に示す厚さ5mmの中央切欠付平板状試験片を用い、平行部のG.L.25mmの伸びを測定制御してひずみ制御試験を実施した。き裂長さの測定は10倍の拡大鏡により行なった。試験温度は室温、250°, 350°, 500°C、繰返し速度は2cpmとした。き裂進展速度はパラメータ $\Delta\epsilon_t \sqrt{\pi a} \cdot F$ に対してプロットすることにより、き裂進展特性に及ぼす温度および炭素含有量の影響を評価した。

3. 結果

(1) 車輪材の $\Delta\epsilon_{ij}$ – N_{ij} 特性の測定例を図3に示す。 $\Delta\epsilon_{cp}$ – N_{cp} 特性が最も低寿命側にある。(2) $\Delta\epsilon_{pc}$ – N_{pc} 特性に及ぼすC量の影響は小さい(図4)。(3) き裂進展速度は250°Cで最も速く、次いで500°C, 350°C, 室温の順である。また、き裂進展速度はC量が多い場合(Class C, 0.64%C)より少ない場合(Class B, 0.64%)の方が速い。(図5)

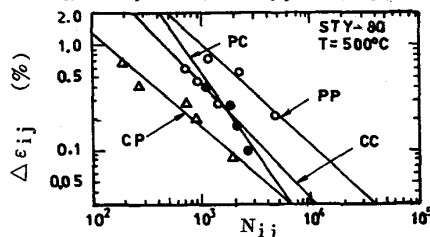
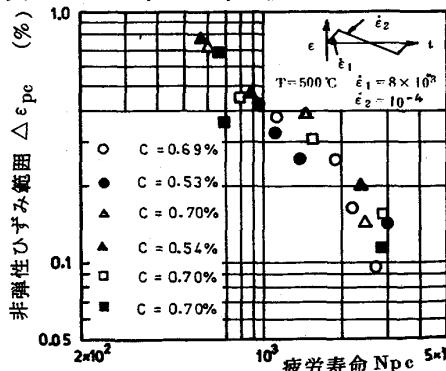
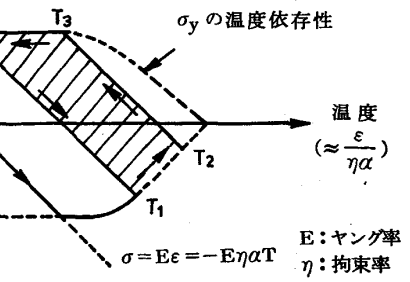
図3. STY-80 の $\Delta\epsilon_{ij}$ 特性(500°C)図4. $\Delta\epsilon_{pc}$ – N_{pc} 特性に及ぼすC量の影響

図1. ブレーキ時の応力・ひずみ挙動

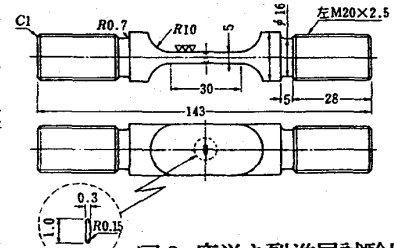


図2. 疲労き裂進展試験片

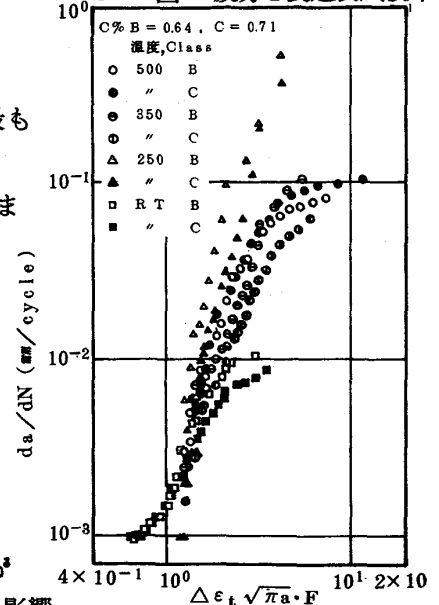


図5. 疲労き裂進展特性