

討14-2 鋼の疲れ亀裂伝播速度の低 $\Delta K$ 側の遷移について

東京工大 精密工学研究所 布村成具, 肥後矢吉  
 東京工大 大学院 福井泰好, 旭ダイヤ<sub>KK</sub> 山下哲二

1. 緒言 疲れ亀裂伝播に関して提案されている多くの実験式あるいはモデルを用いた理論式に従えば、疲れ亀裂伝播速度  $dl/dN$  は応力拡大係数振幅  $\Delta K$  の  $m$  乗に比例する。しかし  $\Delta K$  の低い側および高い側においてこの関係が失われより大きな  $m$  値に遷移することが鋼を含めた多くの金属材料において観察されている。高い側のそれは  $K_{max}$  と  $K_{Ic}$  の関連において理解されるが、低い側のそれは実験誤差として無視される場合もあり適当な解釈が与えられていない。この現象はまず Wilhem によって巨視的な破壊モードの変化として報告されたが著者始めいくつかの実験結果によって否定されている。材料固有の Threshold 値として理解する試みもある。著者らはすでにアルミ合金においてこの遷移点が試験条件によって系統的に変化すること、破面上の微視的な伝播速度には変化のないことを示し、これが亀裂先端の部分的な Hesitate によるものであると提案している。ここではこの考えを検討するため主として鋼試験片によってなされた実験結果について報告する。この領域は  $dl/dN$  が小さいので破壊までの亀裂伝播所要時間(寿命)の  $\frac{1}{2}$  以上を占めることもあり実用的にも重要である。

2. 実験方法 低炭素鋼2種, Nb低合金鋼, Fe-3%Si 合金, および 7075 アルミ合金の片切欠あるいは中央切欠ある板状試験片が使用された。亀裂長さは写真法, レプリカ法, クラックゲージ法, 電気抵抗法のいずれかを, あるいは併用して測定した。荷重条件, 試験片形状を変えた疲れ試験のほか、プログラム制御された荷重下での疲れ試験が行われた。疲れ破面の一部は走査電顕およびレプリカ透過電顕によりストライエーション間隔の測定を行なった。

3. 実験結果と考察

中央切欠試験片と片切欠試験片を用いて求められた  $dl/dN - \Delta K$  関係は定常域においてより一致を示したが遷移領域では多くの場合一致なかった。これはアルミ合金の結果と同じである。他の条件を一定として初期亀裂長さを変えた場合(図1), および荷重振幅を変化させた時遷移領域は共に高 $\Delta K$ 側に移動した。これらの事実はこの遷移挙動を材料固有の Threshold 値として取り扱えないことを示している。切欠枚の疲れ亀裂伝播の検討において先端より離れた部分の損傷は亀裂先端の高応力集中部と比べて低応力であるので無視されてきた。しかし上述の実験事実はすべて繰返し損傷が一定量になる以前の先端の進行の Hesitate として理解できる。ストライエーション間隔にこの遷移のないことが著者他多く報告されている。上述の考えを確認するためこの領域でも1サイクル1ストライエーションにあることを求めるため繰返し中に指標となる高荷重サイクルを加えたプログラム試験を行ない良好な結果を得た(図2)。

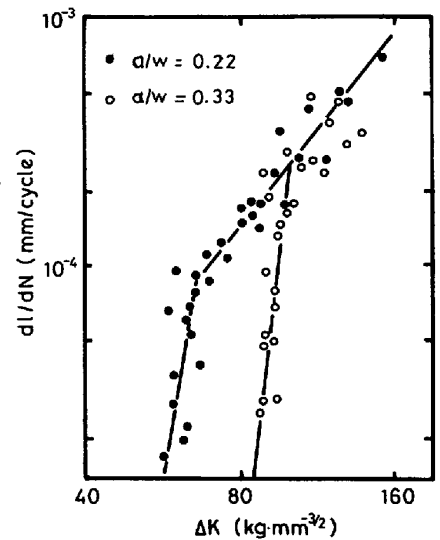


図1. 初期亀裂長さの影響 SS 41

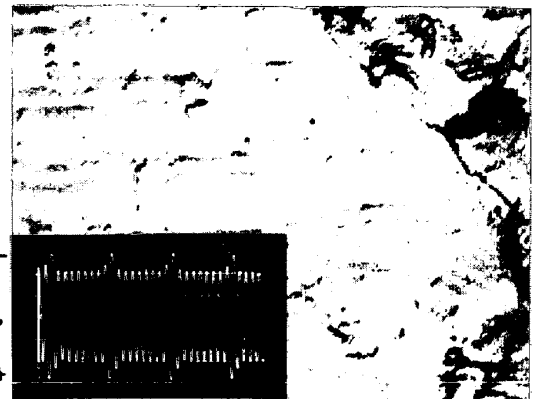


図2. プログラム荷重試験(7075) 40Hz