

(330) 軟鋼の疲れ亀裂伝播速度におよぼす平均応力の効果

東京工大

大学院

○ 篠井泰好

精 利

赤村成良

1. 緒言

疲れ亀裂伝播速度 da/dN は、近平均応力拡大係数との関連性を検討する試みが広く行われ、多くの研究により、 $da/dN = C(\Delta K)^m$ ($\Delta K = K_{max} - K_{min}$, C と m は材料定数) の関係が提唱された。この関係をもとに、軟鋼の疲れ亀裂伝播速度は、これまで多数報告されている。しかし、平均応力の影響を中心に調べたものが少なく、またストライエーション間隔、即ち、微視的伝播速度に対する平均応力の影響に注目した報告がみられないことから、巨視的及び、微視的疲れ亀裂伝播速度に対する平均応力の影響を調べ、亀裂先端塑性域の大きさに注目して、検討を行なった。さらに、同一組成で、焼鈍により、降伏応力が変化し、時に、疲れ亀裂伝播速度に及ぼす影響を併せて調べた。

2. 実験方法

供試材は、キルド鋼(SS41相当材)及び、その焼鈍材(以後、SS41ANとする。)で、それぞれ、降伏応力は、28 及び、20 kg/mm^2 である。試験は、片刃欠試片を用い、応力振幅 $\Delta\sigma$ 一定、平均応力 σ_m を変え、引張-引張荷重で、40Hz の電気油圧型疲れ試験機で行なう。巨視的疲れ亀裂伝播速度は、写真法により測定し、微視的亀裂伝播速度は、被面上の、ストライエーション間隔である。

3. 実験結果及び、考察

i) 巨視的疲れ亀裂伝播速度の平均応力依存性は認められない(図1)。引張-引張荷重でも、降荷時に亀裂先端近傍は、圧縮となること及び、亀裂先端に大小2種の塑性域ができることは認められている。この塑性域のうち、K側のもの(reversed plastic zone)の大きさは、 $\Delta\sigma$ が一定の時、 σ_m に関係なく一定となること、証明出来る。従って、疲れ亀裂伝播は、この領域の大きさのみに依存すると考えることができるので、 σ_m には依存しないことの証明ができる。これは、疲れ亀裂伝播速度を、 ΔK の関数として表わすことの妥当性を示す。

ii) 微視的疲れ亀裂伝播速度も、巨視的伝播速度の場合と同じく、平均応力依存性は、認められない。

iii) 巨視的及び、微視的疲れ亀裂伝播速度は、ほぼ一致した。これは、1サイクル、1ストライエーションの関係を示すと考ええる。尚、低 ΔK 側で、両者のずれが大きくなっている。これは、電顕の分解能の低めざとする説がめづるが、局部的には疲れ亀裂成長停滞のせいである。

iv) 焼鈍による降伏応力の変化は、疲れ亀裂伝播速度に、ほとんど影響を与えない(図1)。これは、焼鈍により、結晶粒径は大きく変化するが、繰返し荷重による亀裂先端での応力集中により、生じる亀裂先端塑性域に下部組織を形成し、最初の状態が異なっても、塑性域内では、同じ状態となる。従って、焼鈍により、降伏応力が変化しても、疲れ亀裂伝播速度には、影響しないと考ええる。

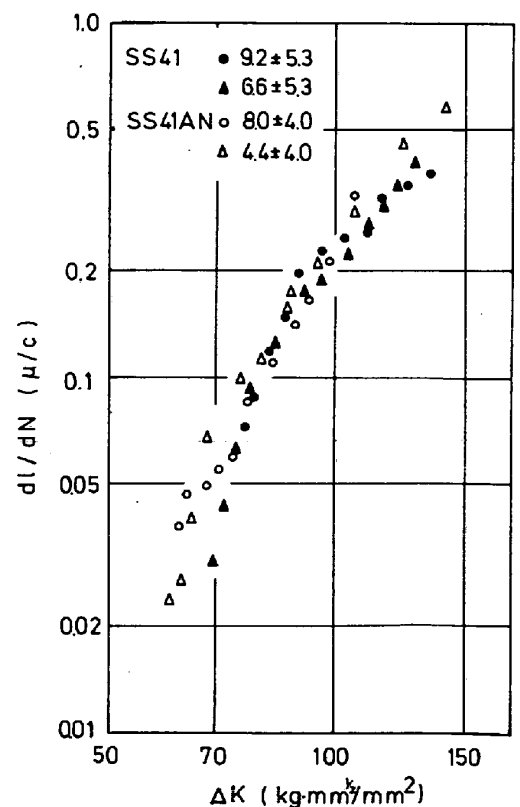


図1 疲れ亀裂伝播曲線