

予き裂形状の差異による鋼の微視き裂挙動に関する研究

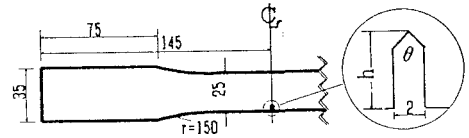
大同工業大学 正会員 事口寿男
 大同工業大学大学院 学生会員 ○岡本英明
 大同工業大学 板倉実亮
 大同工業大学 山森哲夫

1. まえがき

一般に疲労き裂は、1)き裂の発生 2)微視き裂 および 3)安定き裂の3つのプロセスに大別できる。実際の鋼構造物で疲労き裂が問題になるのは長い貫通き裂より、き裂伝播期間が長い微視き裂であることが多く破壊力学による疲労寿命の計算に関連し重要である。そこで本研究では片側予き裂のある切り欠き試験片を対象に、文献¹⁾と同様の動的観察手法を用い、予き裂形状の変化により微視き裂進展挙動がどのように影響を受けるのかを明らかにする。き裂進展速度と、き裂長さおよび応力拡大係数との関係について考察する。

2. 実験概要

実験に使用した鋼材は、SS400材である。機械加工によって与えた予き裂形状を図-1と表-1に示す。試験片は結晶粒水で観察するために、アルミ液で鏡面仕上げをし、ナタールで表面処理を施した。実験装置には、最大容量250K Nの油圧式サポ疲労試験を用い、負荷状態は片振り正弦波を用いた。微視き裂進展挙動の動的観察には倍率1000倍のマクロミスコフを用いビデオに収録した。



板厚 8 mm (単位: mm)
 (a) 試験片の寸法 (b) 切り欠き寸法

図-1 試験片の形状と切り欠き寸法

表 1. 予き裂形状と応力状態

項目	先端角 θ	深さ h	最大応力 MPa
case1	60°	3mm	171
case2	60°	5mm	156
case3	60°	6mm	147
case4	90°	5mm	156
case5	120°	5mm	156
幅: 2mm、サイクル数: 10 応力比: 0			

3. 実験結果とその考察

図-2にき裂進展速度とき裂長さの関係を示す。①この図より、機械加工によって与えた予き裂の形状に関わらず、クラック発生より、き裂進展速度が初めの速さより約1/3程度になる領域があり、その後再びき裂進展速度が回復して安定き裂と呼ばれる領域があることが明らかとなった。図-2に示すき裂進展速度とき裂長さの関係より、②予き裂の深さが3mm, 5mm, 6mmと増加するにつれて微視き裂長さは、0.5mm, 1.2mm, 1.2mmと増加し、その変化に伴ってき裂進展速度の傾きがマイナスからプラスに変化する停留点における応力拡大係数の値も大きくなることが明らかとなった。クラック発生領域と安定き裂領域との間にある伝播速度の遅いクラックを微視き裂と呼ばれ、その微視き裂は、予き裂先端から約0.7mm~1.4mm程度の距離範囲内に位置する。この微視き裂は、クラックの発生から安定き裂へ至る導入もしくは案内の役目を果たす領域と考えられる。

図-3にき裂進展速度と応力拡大係数との関係を示す。この図より、③予き裂形状に関わらず、き裂の進展挙動には、安定き裂の応力拡大係数の下限値を境にして、き裂進展速度の傾きが減少する領域と、増加する領域があることが分かった。④つぎに予き裂形状の長さが同じで、予き裂先端角がそれぞれ(60°, 90°, 120°)と異なる場合、その先端角の増加に伴って、微視き裂き裂範囲内では、き裂進展速度の減少率が増加する傾向にある。以上より、予き裂先端から約0.7mm~1.4mm程度の距離範囲内に位置する微視き裂の進展挙動には、き裂進展速度が減少するき裂閉口型とき裂進展速度が増加するき裂開口型の二つの挙動があることを示している。

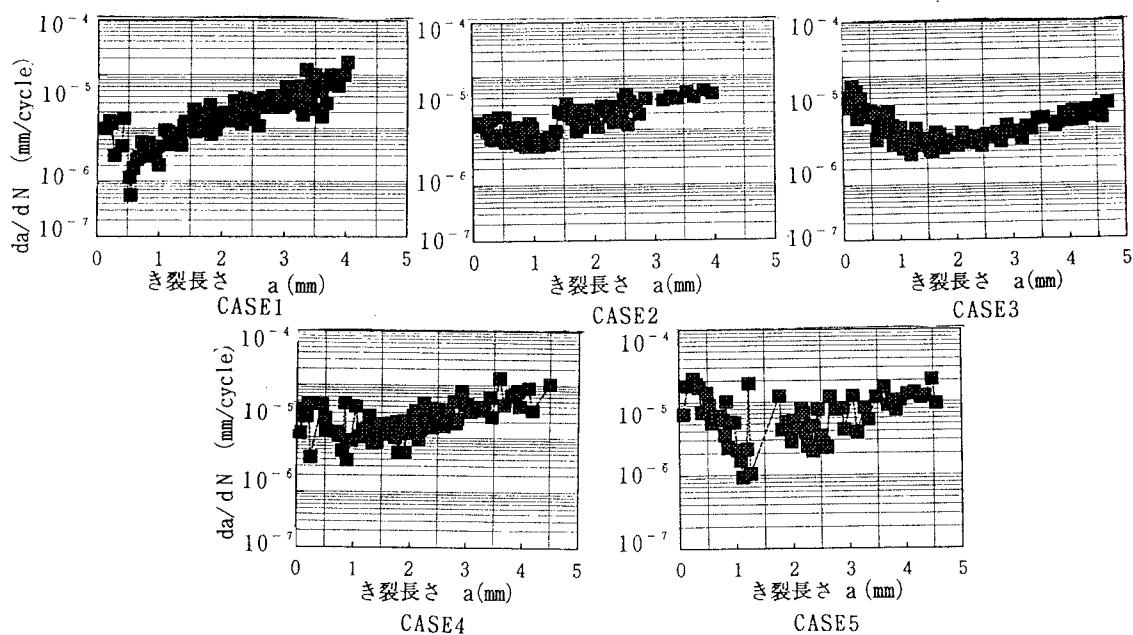


図-2 き裂進展速度とき裂長さの関係

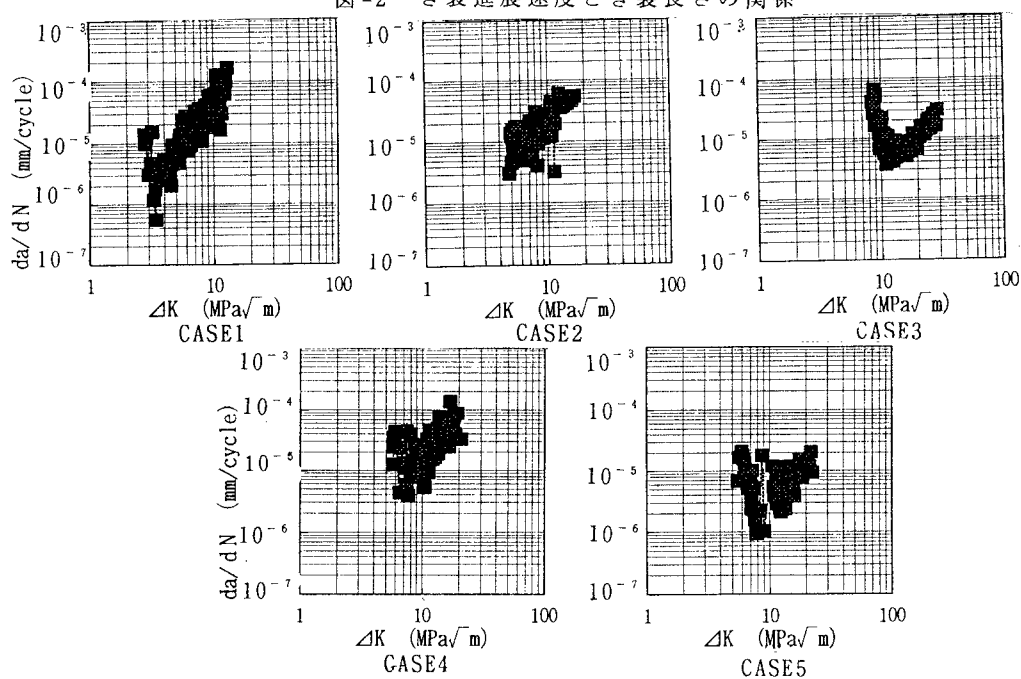


図-3 き裂進展速度と応力拡大係数の関係

参考文献

1) 金属材料、強度試験便覧：日本材料学会編、株式会社養賢堂p160～161. 2) k.j.Miller, E.R.de los Rios: Short Fatigue Cracks, 1992年. 3) 破壊力学：矢川元基、培風館 4) 事口寿男、井藤忠幸、山森哲夫：鋼の微視き裂挙動の動的観察、鋼構造年次論文報告書、第2巻(1994年1月)p495～p500