

I-66

鋼構造における疲労き裂の進展挙動に関する基礎的研究

三井造船（株）	正員	松本	巧
三井造船（株）	正員	曾我	明
岡山大学工学部	正員	谷口	健男

1. まえがき

近年、海洋構造物、橋梁といった波浪、自動車等の繰返し荷重を受ける構造物において疲労によると思われるき裂の発生が数多く報告されるようになってきている。特に、建設後約20年を経過した構造物においてその傾向が著しく、疲労き裂に対する設計、製作上の考慮、並びに対策といったものの見直しがなされ始めてきた。そのため構造物に発生したき裂を早期に発見し、余寿命推定システムによりき裂の進展挙動を把握し、それに対する防止策を確立することが必要である。よって本報告では余寿命推定システムを用いて鋼構造に発生した疲労き裂の進展挙動について調べる。

2. 構造解析2-1. 解析モデル、解析条件、数値実験

数値実験に使用したモデルは図-1に示すものを考えた。試験材料はSH50Y 材を用い、材料定数は $E=21000\text{kgf/mm}^2$, $\nu=0.3$ で、平面応力問題とした。解析条件としては、初期き裂長； $a=10\text{mm}$, 最終き裂長； $a=90\text{mm}$, K 値算定；Ingraffeaの変位法、進展則；Paris則、進展方向；主応力最大方向とした。数値実験では図-1の中の 1) 初期き裂角 β , 2) 板厚比 t/t' , 3) 荷重比 $r=\sigma_1/\sigma_2$ について調べた。

2-2. 結果、考察

1) 初期き裂角 β の影響について調べる。 $t=t'=10\text{mm}$, $r=2.0$ の条件で、 $\beta=0^\circ$, 15° , 25° , 45° とした時のき裂の進展、荷重繰返し数とき裂長との関係、き裂長と K 値との関係をそれぞれ図-2, 図-3, 図-4に示す。また条件を $t=t'=10\text{mm}$, $r=1.0$ とした時のき裂の進展、荷重繰返し数とき裂長との関係き裂長と K 値との関係をそれぞれ図-5, 図-6, 図-7に示す。どちらの場合でも β が大きくなるにつれてき裂が横に曲がっていくこと、同じ荷重繰返し数でもき裂長が大きいこと、同じき裂長でも K 値が大きいことがわかる。

2) 荷重比 r の値の影響について調べる。1)の結果を r の値で比較すると、 r の値の小さい方、つまり横方向の荷重の大きい方がき裂の進み方が大きいと言える。

3) 板厚比の影響について調べる。板片上部にフランジが付いたと仮定して、 t' の値を50mm, 100mmと変化させた結果、荷重繰返し数とき裂長との関係、き裂長と K 値との関係をそれぞれ図-8, 図-9に示す。これよりき裂の進む方向の板厚によりき裂の進み方に影響が出るのがわかる。

これらの結果から、き裂の進展方向は荷重により影響を受けること、進展方向に剛性の大きいものがあったとしても、荷重の方向が変わらない限り進展方向も変わらないが、速度は遅くなることが判明した。

3. あとがき

本報告の数値実験ではき裂進展挙動の一部を調べただけにすぎない。この結果を参考にしてデータ数を増やし、き裂進展挙動を十分に把握し、き裂進展の防止策を提案するのを目標としている。

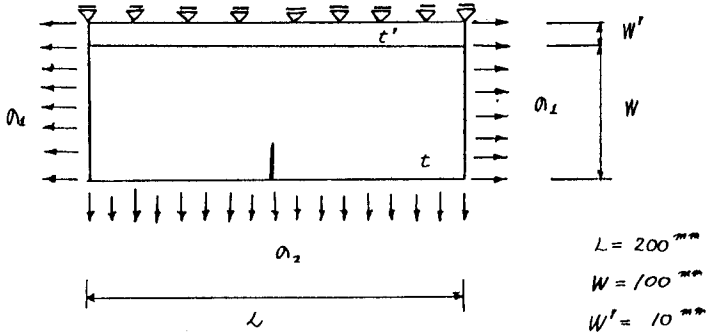


図-1 解析モデル

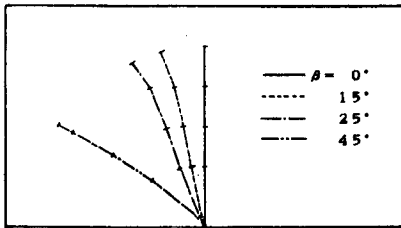


図-2 初期き裂角 β とき裂の進展 ($r=2.0$)

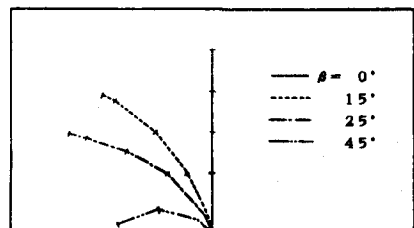


図-5 初期き裂角 β とき裂の進展 ($r=1.0$)

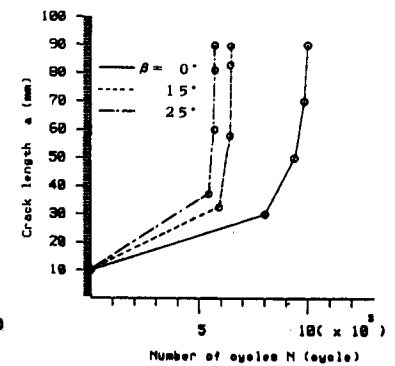
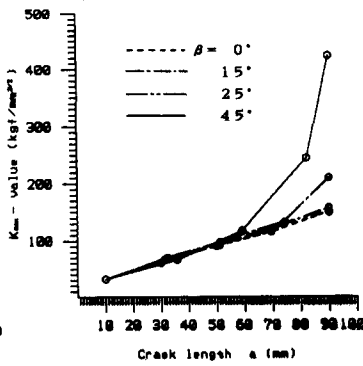
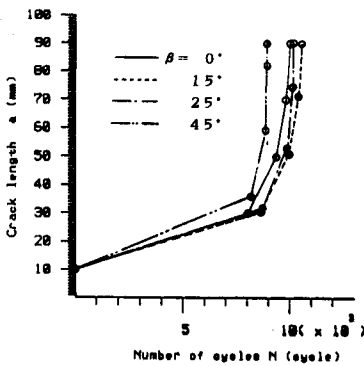


図-3 荷重繰返し数とき裂長との関係 図-4 き裂長とK値との関係 図-6 荷重繰返し数とき裂長との関係

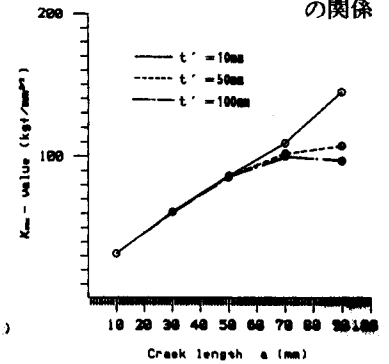
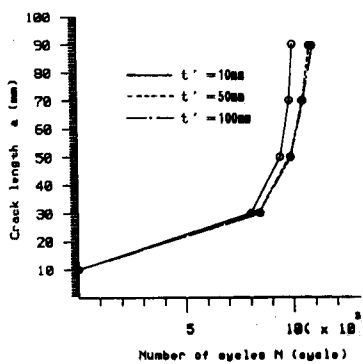
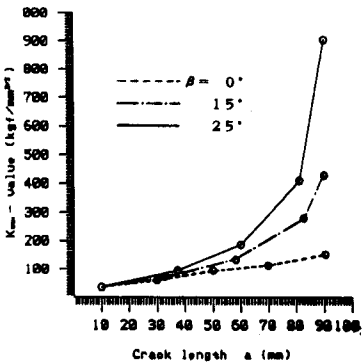


図-7 き裂長とK値との関係 図-8 荷重繰返し数とき裂長との関係 図-9 き裂長とK値との関係