

住友金属工業(株) 中央技術研究所

西岡 邦夫, 平川 賢爾

1. 緒言

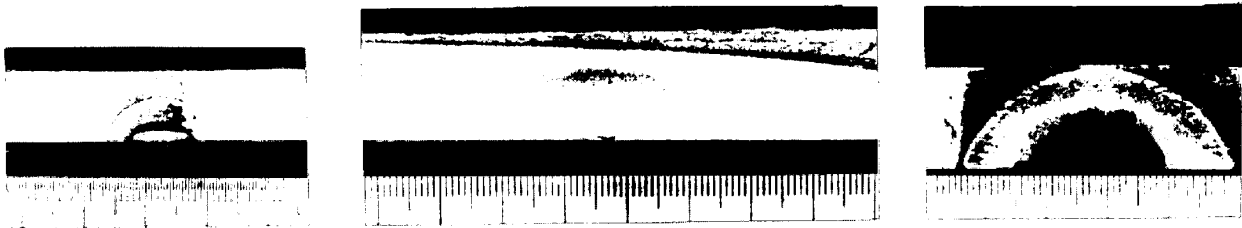
最近、疲労き裂の進展挙動の解析に破壊力学的手法が多く適用されているが、その対象のき裂は主として2次元き裂であって、3次元き裂である非貫通表面き裂の進展挙動に破壊力学的手法を適用するには多くの問題がある。構造物や機械要素の疲労破壊は表面に存在する応力集中部や欠陥を起点とする疲労き裂の進展により生ずることが多く、表面き裂の挙動は実際的にも重要である。筆者らは、このような立場から曲げ、引張、内圧を受ける表面き裂の進展挙動について破壊力学的な考察を行なった。

2. 試験方法

引張荷重を受ける試験片は板厚 12mm の9% Ni 鋼、曲げ試験片は板厚 20mm のSS41、内圧疲労試験片は AIS14340 製、内外径比 2.3 の厚肉円筒である。疲労試験時のき裂の形状と進展速度を知るために、引張の場合は2段多重の片振引張、曲げの場合は2段多重の両振曲げ、内圧疲労の場合は試験途中で低温加熱し破面に酸化着色を行なった。それぞれ、き裂の起点として適当な切欠を付けた。

3. 試験結果

破面形状を写真に示す。いずれも表面を起点としてき裂は半楕円状に進展していることが分る。



引張疲労の場合

曲げ疲労の場合

内圧疲労の場合

半楕円き裂の変化の状況を図1に示す。引張と内圧の場合は $a/2C=0.4$ に進んで安定するが、曲げの場合は $a/2C=0.4$ で最大になり再び小さくなる。この現象は図2の応力拡大係数 K_I の変化に対応している。これを Paris の指数則と比較したのが図3で、引張の場合は半楕円形状が安定したときには指数則に従うが、半楕円形状が安定しない場合には指数則に従わない。曲げの場合は $a/2C$ が常に変化しているため、2次元き裂で得られる指数則とは全く一致しないことが分る。

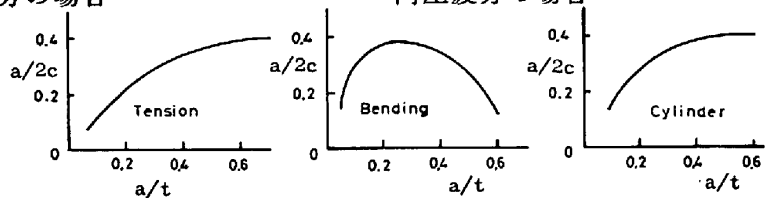


図1 楕円形状の変化

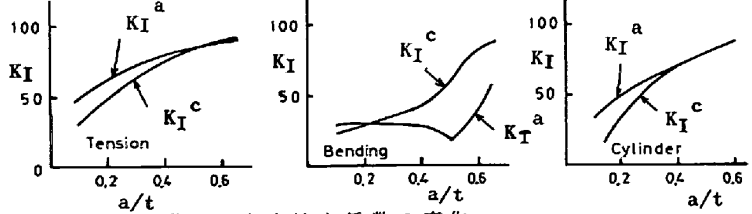


図2 応力拡大係数の変化

4. 結論

表面から進展する非貫通半楕円き裂はき裂が進展するとともにき裂形状が変化する場合には不安定なき裂であって、単純な2次元き裂で得られるき裂の進展速度と応力拡大係数 K_I の関係(指数則)に従わない。

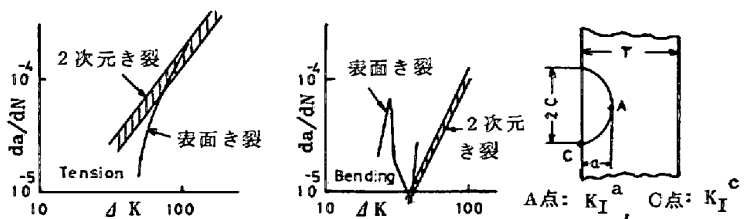


図3 $da/dN - \Delta K$ relationship