

氏名	馬 有理
授与した学位	博士
専攻分野の名称	工学
学位授与番号	博甲第3133号
学位授与の日付	平成18年 3月24日
学位授与の要件	自然科学研究科基盤生産システム科学専攻 (学位規則第4条第1項該当)
学位論文の題目	圧縮残留応力を有する混合モード条件下の疲労き裂伝ば挙動に関する研究
論文審査委員	教授 鳥居太始之 教授 瀬沼 武秀 教授 多田 直哉

学位論文内容の要旨

機械・構造物などにおいては、存在する欠陥から疲労き裂が発生することが多く、その安全性に対してはき裂の評価が重要である。さらに、部材中には残留応力が生じ、負荷状態においてもき裂の開口方向（モードⅠ）とすべり方向（モードⅡ）を含む混合モード条件下にある場合が多い。しかし、モードⅡ成分を含むき裂においては、き裂の凹凸により破面接触が生じて圧縮残留応力の影響が生じやすいこと、そしてその評価に必要なモードⅠおよびモードⅡに分けて有効な応力拡大係数を評価することが難しいことから、混合モード条件下の疲労き裂伝ばを支配する要因は必ずしも明確にされていない現状である。

そこで、き裂の破壊力学パラメータを非破壊的に評価する方法として、き裂に沿う開口およびすべり変位分布からき裂上の応力分布を求めて応力拡大係数を評価する方法を検討し、実際にモードⅠおよびモードⅡの混合モードき裂に対して評価できることを示した。この方法には、応力状態をもとにき裂を評価する従来の方法とは異なり、き裂自身のモードⅠおよびモードⅡ不連続変位分布からき裂上の応力分布が求められるので、応力状態の不明なき裂に対しても応力拡大係数を評価できることに特徴がある。さらに、この方法を適用し、傾き角を変えた斜めき裂について、予き裂周辺に圧縮残留応力が存在する疲労予き裂材と、存在しない焼なまし予き裂材における屈折疲労き裂伝ば速度や屈折角度を比較することにより、混合モード条件下の疲労き裂伝ばを支配する要因として、圧縮残留応力に関係して破面接触が重要であることを定量的に明らかにした。

以上のように、予き裂部と屈折部の不連続変位分布の測定に基づいて応力拡大係数を評価する方法は、混合モード条件下のモードⅠおよびモードⅡ成分の有効な応力拡大係数を直接評価できるので、疲労き裂伝ばの支配要因を検討する上で重要であるばかりでなく、実際の構造物で発見されるき裂の成長・停留などの安全性評価にも有用であると考えられる。

論文審査結果の要旨

機械・構造物などにおいては、存在する欠陥から疲労き裂が発生することが多く、その安全性に対してはき裂の評価が重要である。また、部材中には残留応力が生じ、負荷状態においてもき裂の開口方向（モードⅠ）とすべり方向（モードⅡ）を含む混合モード条件下にある場合が多い。このような残留応力を有する混合モード予き裂からの屈折疲労き裂伝ばを支配する要因は、き裂の凹凸により破面接触が生じやすいこと、そしてその評価に必要なモードⅠおよびモードⅡに分けて有効な応力拡大係数を評価することが難しいことから、必ずしも明確にされていない。

そこで、き裂の破壊力学パラメータを非破壊的に評価する方法として、き裂に沿う開口およびすべり変位分布からき裂上の応力分布を求めて応力拡大係数を評価する方法を検討し、実際にモードⅠおよびモードⅡの混合モード斜めき裂に対して評価できることを示した。この方法には、応力状態をもとにき裂を評価する従来の方法とは異なり、き裂自身のモードⅠおよびモードⅡ不連続変位分布からき裂上の応力分布が求められるので、応力状態の不明なき裂に対しても応力拡大係数を評価できることに特徴がある。さらに、この方法を適用し、傾き角を変えた斜めき裂について、予き裂周辺に圧縮残留応力が存在する疲労予き裂材と、存在しない焼なまし予き裂材における屈折直後の疲労き裂に沿う微小な不連続変位計測に基づく応力拡大係数評価を行い、圧縮残留応力および破面接触に関して混合モード状態が生じることを FEM 解析との比較において定量的に明らかにし、さらに予き裂屈折直後の疲労き裂伝ば速度や屈折角度を評価する方法を示した。

このように、本論文はき裂自身の情報から評価できる破壊力学的パラメータを用いて、圧縮残留応力を有する混合モード条件下で屈折する疲労き裂伝ばの支配要因を明らかにし、実際の構造物で発見されるき裂の成長・停留などの安全性評価に有用な知見を多く得ており、博士（工学）学位論文に値するものと認められる。