The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	原子間力顕微鏡観察および離散転位動力学解析による疲労き裂進展機構に関する研究
Author(s)	元屋敷, 靖子
Citation	大阪大学, 2003, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/44277
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

https://ir.library.osaka-u.ac.jp/

The University of Osaka

【40】

氏　　名	元屋敷　靖　子（もとやしき　やすこ）
博士の専攻分野の名称	博　士（工　学）
学　位　記　番　号	第　17827　号
学位授与年月日	平成15年3月25日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当 工学研究科機械システム工学専攻
学　位　論　文　名	**原子間力顕微鏡観察および離散転位動力学解析による疲労き裂進展機構に関する研究**
論　文　審　査　委　員	（主査） 教　授　城野　政弘 （副査） 教　授　久保　司郎　　教　授　澁谷　陽二　　助教授　菅田　　淳 助教授　中谷　彰宏

論　文　内　容　の　要　旨

緒論では本研究の目的について述べた。

第Ⅰ編では一方向性3％ケイ素鋼板を用いて疲労き裂進展試験を行ない、疲労き裂進展機構に関して実験的に検討した結果を示した。

第1章は緒言であり、本研究で行なう実験の目的と方針を述べた。

第2章では、疲労試験装置について述べた。

第3章では、疲労き裂先端近傍の観察に用いた原子間力顕微鏡について述べ、次にすべり変形の定量解析用の画像処理技術について述べた。

第4章では、一方向性ケイ素鋼板を用いて、一定振幅荷重試験を行ない、巨視的にはMode Ⅰで進展するような領域において、疲労き裂先端近傍を数サイクル連続で観察することにより、作動するすべりとき裂進展機構との相関を定量的に検討した。さらに1サイクル中の変形挙動を詳細に観察し、各荷重レベルとすべり変形の関係を検討することで、すべり変形に基づく疲労き裂進展機構について検討した。

第5章は結言であり、第Ⅰ編で行なった実験より得られた結果をまとめた。

第Ⅱ編では、離散転位動力学法を疲労き裂問題に適用し、繰返し荷重下におけるき裂先端近傍の転位挙動および応力場を検討することで、実験で観察される疲労き裂先端近傍で作動するすべり挙動について考察した。

第1章は緒言であり、本研究で行なう疲労き裂進展挙動のコンピュータシミュレーションによる解析の目的と方針を述べた。

第2章では、解析手法である離散転位動力学法について述べた。

第3章では、繰返し荷重下の静止き裂に対して、転位運動に対する抵抗力の異なる2つの速度則を用いた解析を行ない、繰返し荷重下のき裂先端近傍における転位挙動および応力場に関して考察することで、離散転位動力学法の疲労問題への適用の有効性を検討した。また、き裂が進展することによりき裂先端から後方に取り残される転位分布を考慮できるき裂進展モデルを提案し、Mode Ⅰき裂進展挙動、混合モードでのき裂進展挙動および単一過大荷重下のき裂進展挙動の3つのケースについて離散転位動力学法を用いて解析した。

第４章は結言であり、第Ⅱ編で行なった解析結果についてまとめた。

結論では、本研究で得られた結果を総括した。

論文審査の結果の要旨

疲労き裂進展機構を解明することは、機械構造物の安全性、健全性を保証する上からも極めて重要であるが、疲労現象は本来微視的な動的現象であり、これを解明するためには疲労き裂先端における微視的な動的挙動を把握することが重要となる。

本論文では、先ず一方向性３％ケイ素鋼板を用いて疲労き裂進展試験を行ない、疲労き裂先端近傍のすべり変形挙動を原子間力顕微鏡により連続的に観察し、作動するすべりとき裂進展機構との相関を定量的に検討している。その結果、すべりの非対称性の有無によらず、疲労き裂はき裂先端における交互すべり面分離により進展していることを明らかにするとともに、疲労き裂進展機構の解明には、き裂先端近傍場のすべり変形挙動を把握することの重要性を指摘している。

次に、実験では観察することが困難な個々の転位運動やき裂先端近傍の局所的な応力場を明らかにするために、これをコンピュータシミュレーションにより解析することを考え、その可能性を示している。すなわち、メゾメカニクス的解析手法の一つである離散転位動力学法に関し、転位運動に対する抵抗力の異なる２つの速度則を導入した解析を行うことにより、離散転位動力学法を疲労問題へ適用できることを示すとともに、繰返し荷重下のき裂先端近傍における転位挙動および応力場を考察することで、その有効性を明らかにしている。

さらに、実際の疲労き裂進展で重要となる疲労き裂開閉口挙動をシミュレートするため、き裂が進展することによりき裂先端から後方に取り残される転位分布を考慮できるき裂進展モデルを提案し、Mode Ⅰ き裂進展挙動、混合モードでのき裂進展挙動および単一過大荷重下のき裂進展挙動の３つのケースについて離散転位動力学法を用いて解析し、その挙動を明らかにしている。

以上のように、本論文では、実験観察とコンピュータシミュレーションを併せ、実用上重要な疲労き裂進展機構の解明に関し、離散転位動力学法が有力な解析手法となりうることを示したものであり、材料強度学ならびに機械設計学の研究の発展に寄与するところが大きい。よって本論文は、博士論文として価値あるものと認める。