



Title	細束X線応力測定法による金属材料の疲れ破壊に関する基礎的研究
Author(s)	小長, 哲郎
Citation	大阪大学, 1976, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/31805
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

氏名・(本籍)	小長哲郎
学位の種類	工学博士
学位記番号	第3659号
学位授与の日付	昭和51年5月27日
学位授与の要件	学位規則第5条第2項該当
学位論文題目	細束X線応力測定法による金属材料の疲れ破壊に関する基礎的研究
論文審査委員	(主査) 教授 山田朝治 (副査) 教授 川辺秀昭 教授 築添 正教授 中川憲治 教授 菊川真

論文内容の要旨

本論文は、金属材料の疲れき裂先端近傍における応力および微視的組織状態を、新しく開発した結晶振動細束X線回折法を用いて測定、観察し、疲れき裂の伝ばについて考察した研究をまとめたものである。

まず序論で本研究の必要性と目的を提示している。

第1章では結晶振動細束X線回折法による応力測定を多結晶金属材料に適用する場合の考え方、装置、応力算定法、振動操作の応力測定値におよぼす影響などが述べられている。X線照射中試料を入れ射X線軸に垂直な軸のまわりに振動（ある角度範囲内の反覆回転）することにより、100~200μm²のX線照射域で応力測定が可能であることを示すとともに、応力算定に際してはこの振動を特に考慮することなく従来からの方法が使用し得ることが理論的に明らかにされた。

第2章では結晶振動細束X線回折法による応力測定を一つの結晶粒に対して適用する場合の結晶振動の原理、装置、弾性異方性を考慮した応力解析法、応力測定精度などが述べられている。すなわち、この場合の試料の振動の目的は独立した3個ないし6個の結晶面からの回折像を得るためのものであり、そのためには、X線カメラはいかなる機能を備えていなければならないかが回折原理と装置の両面から述べられている。さらに、応力算定時の系統的誤差について検討が加えられ、誤差の主要因である入射X線に対するフィルム面の直角からの傾きを理論的に補正すれば、ひずみは0.5×10⁻⁴程度の精度で測定し得ることが明らかにされた。

第3章では細束X線回折法によって得られる結晶塑性に関する諸情報の解析法について概説するとともに、全転位密度推定法に関する試案が示された。

第4章では多結晶試験片の曲げ、引張圧縮、せん断の各疲れ試験過程におけるき裂先端近傍の残留応力と微視的組織状態を測定、観察した結果が述べられている。き裂先端近傍には繰返し応力振幅およびき裂長さに依存した圧縮残留応力と微細化結晶組織が発生しており、これらはそれ疲れき裂の伝ばと密接に関係していることが明らかにされた。さらに、荷重下でのき裂先端近傍における応力状態の測定結果から、き裂先端近傍の圧縮残留応力は疲れ過程において平均応力として作用していることが示された。

第5章では、第4章で述べたと同様の実験を粗大結晶試験片の一つの結晶に注目して行なった結果が述べられている。ここで得られた結果は多結晶試料で得た結果と定性的に一致しており、これは多結晶試料で得た結果の妥当性を裏付けるものでもあった。さらに、き裂先端における微視的格子ひずみの測定値と理論値を比較することにより、疲れき裂先端近傍にはらせん転位が存在していることが提示された。

総括では本研究で得られた成果が要約して述べられている。

論文の審査結果の要旨

本論文は、細束X線回折法を用いて、微小領域の残留応力を測定する方法を開発し、さらにその応用として金属材料の疲れき裂先端近傍の微視組織ならびに応力状態を調べたものである。

本論文で述べている結晶振動細束X線回折法は、試料を入射X線ビームに垂直な軸のまわりにある角度範囲で反覆回転させることにより、従来困難とされていた $150\sim200\mu\text{m}^{\phi}$ 程度のX線照射径内の応力測定を可能にしたものである。さらに測定精度向上のための諸条件を詳細に検討し実用化できることを示した。

ついで市販の純銅、アルミニウムおよび圧延鋼板について、曲げ、引張、圧縮およびせん断等の疲れ試験を行ない、細束X線回折法によりき裂先端近傍（X線照射域径は $150\mu\text{m}^{\phi}$ 程度）に形成される塑性領域の微細化組織を観察するとともに、残留応力ならびに負荷状態での応力を測定した。その結果、き裂先端近傍には、繰返し応力振幅およびき裂長さに依存した圧縮残留応力が発生しており、これが結晶の微細化組織とともに疲れき裂の伝ばと密接に関係していることを明らかにした。

以上の結果は、X線による残留応力測定法の適用範囲を拡大するとともに、疲れ破壊機構の解明にその方法を適用して幾多の知見を得ており、金属材料学に貢献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。