



Title	アルミニウムの疲労破壊挙動のX線的研究
Author(s)	林, 真琴
Citation	大阪大学, 1978, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/32061
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)	林 真 琴
学 位 の 種 類	工 学 博 士
学 位 記 番 号	第 4 2 9 0 号
学位授与の日付	昭和 53 年 3 月 25 日
学位授与の要件	基礎工学研究科 物理系 学位規則第 5 条第 1 項該当
学 位 論 文 題 目	アルミニウムの疲労破壊挙動の X 線的研究
論文審査委員	(主査) 教 授 佐賀 二郎 (副査) 教 授 山本 明 教 授 藤田 英一 助教授 小寺沢良一

論 文 内 容 の 要 旨

金属の疲労破壊挙動に関する諸問題を疲労破壊過程中における微視組織変化を定量的、定性的に観察した結果に基づいて考察した。本研究で使用した材料は主に純度 99.99 % のアルミニウムである。微視組織の観察は細束 X 線回折法、光学顕微鏡および電子顕微鏡により行い、疲労破壊の基本的挙動に及ぼす種々の因子の影響を調べた。

単結晶試料を用いて疲労損傷に及ぼす結晶方位の影響を調べた。疲労き裂は $[110]$ 方向が発生し易いが、き裂発生時の全方位差は応力振幅、方位と無関係に一定である。下部組織の形態は方位によって異なるが、これは 2 次すべり系によって規定される。冷間圧延による集合組織を有する材料の疲労挙動異方性は (111) 極点図により説明され、疲労強度異方性は材料を圧延集合組織と同じ方位を有する単結晶の集合体とみなすと単結晶の異方性と一致する。アルミニウムでは下部組織がよく発達したにも拘らず、疲労強度の結晶粒径依存性が著しいが、Petch 型の関係は成立しなかった。結晶粒径依存性は巨視的き裂発生が粒径の影響を受けることと、高応力振幅ではき裂は粒界を伝ばし、低応力振幅の粒内き裂では粒界近傍で伝ばが一時的に停留することに起因する。一時的な停留の原因としては粒界の compatibility の悪さ或いは不純物原子の粒界への拡散による粒界の強化が考えられる。試験温度を上げると全方位差、 $(\text{Db})_{\text{max}}$ 、 $(\text{Db})_{\text{min}}$ が増加し、大きい、よりポリゴン化した Subgrain が形成され、このために疲労強度が低下する。しかし伝ば速度は試験温度と無関係にき裂先端の過剰転位密度 $(\text{Db})_{\text{max}}$ 或いは subgrain size t のべき関数で表わされる。重冷間加工した材料では、き裂先端の結晶粒に於ても疲労回復が一様でないが、この場合にはき裂先端の直前の結晶組織のみに注目すれば、伝ば速度と下部組織諸量との間には焼なまし材で得られたのと同じ関係が初期状態と無

関係に成立する。また、き裂伝ば速度は試験片形状および荷重負荷形式と無関係に、き裂先端の下部組織諸量のべき関数で一価的に表わされる。これらのことから疲労き裂伝ばはき裂先端の下部組織によって支配されると結論される。

論文の審査結果の要旨

金属の疲労は19世紀の後半リバプール・マンチェスター間に鉄道が始めて開通して以来車軸の折損と関連して取上げられ、以来百年以上にわたって研究されて来た。しかしその機構、疲労クラックの伝播機構については諸説があり、未だ定説がない。

本論文は主として細束X線法、光学顕微鏡法を用いて、純アルミニウムの疲労損傷、特に下部組織に及ぼす結晶方位、結晶粒径、試験温度および予加工の影響を明らかにし、次にき裂伝播速度とき裂先端の結晶粒に形成される下部組織の特性値である亜結晶粒界の過剰転位密度あるいは亜結晶粒寸法との間には、応力振幅、き裂長さ、試験片形状および応力負荷方式に無関係に、べき関数で表わされる一価的な関係が成立することを見出し、冷間加工によって予め下部組織を導入させた材料において、き裂先端の結晶粒に疲労回復が一樣に起こらない場合でも、き裂のごく先端の結晶組織のみに注目すれば、焼なまし材と同じ関係が成立することを明らかにした。また結晶粒径が異なる場合には、上記の一価的な関係は成立しないが、これはき裂の伝播が結晶粒界で一時的に停留することに起因するのであり、疲労き裂の伝播は本質的にはき裂先端の下部組織によって支配されることを明らかにした。

本研究は金属材料の疲労損傷及び疲労き裂伝播の機構を解明する上に一知見を与えるものであり、工学博士の学位に値するものと認める。