The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	金属材料の疲れ損傷に関する微視的研究
Author(s)	白石, 哲郎
Citation	大阪大学, 1976, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/1153
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

【12】

氏名・(本籍)	白石哲郎（しらいしてつろう）
学位の種類	工学博士
学位記番号	第 3597 号
学位授与の日付	昭和51年3月25日
学位授与の要件	工学研究科機械工学専攻 学位規則第5条第1項該当
学位論文題目	**金属材料の疲れ損傷に関する微視的研究**
論文審査委員	(主査) 教授 粟谷 丈夫 (副査) 教授 菊川 眞　教授 浜田 実　教授 大路 清嗣 教授 藤田 広志　教授 山田 朝治

論文内容の要旨

本論文は，金属材料における疲れ破壊の微視的機構を解明することを目的とし，まず，進展き裂先端部に形成される転位組織の観察からき裂進展機構を考察し，つづいて，停留き裂についての金属組織学的な実験からき裂の停留機構を検討したもので，6章からなっている。

第1章は緒論で，疲れ損傷の微視的機構に関する従来の研究概要を述べるとともに，本研究の目的と意義を明らかにした。

第2章では，疲れき裂を含む薄膜試料を作製し，銅の初期（第1段階）き裂先端部ならびに鉄およびステンレス鋼の巨視的（第2段階）き裂先端部に形成される転位組織を超高電圧電子顕微鏡（2000 KV）によって直接観察した結果を述べ，それぞれの段階におけるき裂進展機構を考察した。従来表面観察から，第1段階のき裂は固執すべり帯に沿って進展すると考えられていた。本研究では試料内部をも含めた部分から作製した薄膜についての観察により，このき裂は固執すべり帯の下部組織の転位密度の低い ladder-like structure に沿って進展していることを明らかにした。一方，第2段階のき裂はその先端部で著しい硬化とそれにつづく塑性緩和を繰返しながら進展しているという推論を得た。

第3章では，銅平滑材（焼なまし材および加工材）の耐久限度と推定される応力の近傍で形成される微視的き裂の停留および進展挙動を，表面損傷ならびに内部組織の観察から検討した。すなわち，焼なまし材に現われる微視的停留き裂は適当な熱処理後の繰返し応力によって著しく進展することを見出し，このようなき裂の停留にはある種の転位組織に基づく繰返し加工硬化が大きく寄与していることを明らかにした。また，加工材における微小き裂の進展は繰返し加工軟化に起因していることを指摘した。

第4章では，鉄の鋭い切欠き材に現われる巨視的な停留き裂に及ぼす熱処理の影響を調べ，停留き裂の形成に疲れ組織に基づく硬化が寄与していることを明らかにした。さらに，切欠き底に発生したき裂先端の応力に及ぼす切欠きの鋭さの影響を調べ，疲れ組織による硬化とき裂先端の応力の上昇を考えることにより，停留き裂の形成機構を説明した。

第5章では，ステンレス鋼の鋭い切欠き材に停留き裂が形成され難いことを示し，また，この材料では，鉄の場合に比べて，繰返し加工硬化が疲れ試験のきわめて初期の段階で飽和値に達することを見出した。そして，疲れ損傷の発生と硬化速度との関係から，この材料に停留き裂が発生し難い理由を説明した。

第6章は結論で，以上の結果をまとめた。

論文の審査結果の要旨

疲れ破壊は，変動荷重をうける機械や構造物の安全性の立場から，重要な研究課題になっている。しかし，この現象の微視的機構については現在なお不明な点が多い。

本論文は銅，鉄あるいはステンレス鋼を用い，従来困難視されていたバルク材の疲れき裂先端部の転位組織の観察や，10^{10} 回以上もの非常に多数の応力繰返しの試験などにより，金属の疲れ現象の微視的機構を明らかにしたもので，その主要な結果を要約すると次の通りである。

(1) 疲れき裂の初期段階（いわゆる第1段階のき裂）については，試料表面層に形成される疲れ組織の一種（例えば銅の場合には ladder-like structure ）が重要な役割をなし，き裂はこの組織に沿って発生，進展していることを明らかにしている。

(2) 第1段階を経過し，第2段階に入ったき裂については，その先端近傍に著しく密度の高い転位から成る組織が，またき裂側面近傍には微細なセル組織が形成されていることを観察している。これらのことから，第2段階のき裂は，その先端部での著しい加工硬化とそれにつづく塑性緩和を伴いながら進展していることを明らかにしている。

(3) 銅のような f. c. c 金属では従来耐久限度の存在が明確でなかったが，熱処理を挿入した繰返し試験や，内部組織および表面組織の観察から，事実上の耐久限度と見なし得る応力の存在することを見出している。そして，高密度の転位から成る疲れ組織がこの現象に寄与していることを明らかにしている。

(4) 鋭い切欠き材には巨視的な停留き裂の発生することは，疲れ現象での特異な性質の一つとされているが，この現象についても，からみ合った高密度の転位から成る組織による材質の強化が密接に関連していることを示し，このような転位組織の形成速度とき裂形成速度との関係から，停留き裂発生の機構を説明している。

以上のように，本論文は安全設計上，きわめて重要な疲れ現象の微視的機構について幾多の新しい

知見を得ており，機械材料工学の発展に多大の貢献をしている。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。