

Title	残留応力場における疲労き裂伝ば寿命の推定に関する研究
Author(s)	辻, 昌宏
Citation	大阪大学, 1994, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/39405
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、 〈a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed"〉 大阪大学の博士論文について <a>〉 をご参照ください。

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

氏 名	辻 昌 宏
博士の専攻分野の名称	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	第 1 1 5 7 0 号
学 位 授 与 年 月 日	平 成 6 年 1 0 月 5 日
学 位 授 与 の 要 件	学位規則第4条第2項該当
学 位 論 文 名	残留応力場における疲労き裂伝ば寿命の推定に関する研究
論 文 審 査 委 員	(主査) 教 授 大 路 清 嗣 教 授 城 野 政 弘 教 授 向 井 喜 彦 教 授 久 保 司 郎

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、残留応力場における疲労き裂の伝ば方向をも含めた伝ば寿命の推定に関する研究の成果をまとめたものであり、次の10章より構成されている。

第1章の緒論では、本研究の背景と関連する従来の研究について概観し、本研究の目的および概要を述べている。

第2章では、残留応力場における二次元疲労き裂の伝ば寿命の推定法を、実際に遭遇する状況をすべて包含すると考えられる二つの場合、すなわち、初期残留応力が既知の場合と再分布残留応力が既知の場合にわけて提案している。

第3章および第4章では、上述の推定法の検証を行うために、水焼き入れ法により残留応力を導入したS35C材の二次元疲労き裂伝ば試験片を用いた実験および数値シミュレーションについて述べている。本論文で提案された残留応力場における二次元疲労き裂の伝ば寿命推定法が有効であることが示されている。

第5章では、第2章で説明した二次元疲労き裂に対する寿命推定法を三次元疲労き裂に対して拡張し、さらに応力拡大係数の算出方法についても述べている。

第6章では、第5章で述べた残留応力場における拡張された三次元疲労き裂に対する寿命推定法の検証を、半楕円表面き裂および隅き裂に対して行っている。供試材としてSM41B材およびSPV32SRとSUS304のクラッド材を用いている。その結果、拡張された三次元疲労き裂に対する寿命推定法は、有効であることが示されている。

第7章では、第6章で述べた三次元き裂の挙動を確認する意味で、き裂の深さを直接観察することができるように、透明なPMMA材を用いてき裂伝ば実験を行い、さらに推定された寿命との比較も行っている。

第8章では、き裂伝ば挙動が互いに異なると言われている高張力鋼HT80剤とアルミニウム合金2017-T4剤を用いて、残留応力場中を伝ばする二次元疲労き裂の伝ば方向を決定するクライテリオンを明らかにしている。

第9章では、第8章で明らかにされたクライテリオンを用いて、残留応力場中を伝ばする二次元疲労き裂の伝ば寿命の推定を行っている。

第10章では、本研究で得られた結論と成果を総括している。

論文審査の結果の要旨

残留応力は疲労き裂伝ば挙動に著しい影響を及ぼすことが知られており、残留応力場中を伝ばする疲労き裂の伝ば寿命を精度よく推定する技術を確立することは、供用中の機器・構造物の安全を保証するうえで不可欠のことである。本論文は残留応力場における疲労き裂伝ば寿命の推定問題を包括的に取り上げ、高サイクル疲労領域において実際に遭遇する可能性のあるすべての場合を包括する、体系的な疲労き裂伝ば寿命推定法を提案し、その有効性を主として実験により実証したものである。得られた成果を要約すると以下のとおりである。

- (1) 実際に遭遇するすべての場合が、き裂発生前の初期残留応力が与えられた場合と、き裂が発生・伝ばし、再分布した残留応力が与えられた場合のいずれかに包含され、各場合について、各瞬間のき裂伝ば速度と伝ば方向が予測できれば目的が達成できるという問題の枠組を明確にしている。
- (2) 初期残留応力が与えられた場合に対しては、残留応力の効果を平均不可に対する効果と考え、応力拡大係数を媒介として、外部負荷との重ね合わせにより、破壊力学的に実効負荷を求め、それよりき裂開口比および有効応力拡大係数範囲を推定し、無残留応力試験片により得られた基礎資料よりき裂伝ば速度を推定する方法を提案し、二次元および三次元き裂について実験によりその有効性を実証している。
- (3) 初期残留応力が与えられた場合の他の推定法として、残留応力材のき裂先端近傍の力学環境を無残留応力試験片のき裂先端近傍に移し替えてモニターする方法を提案し、二次元き裂について高精度にき裂伝ば挙動が再現できることを実験により実証し、この方法の有効性を明らかにしている。
- (4) 再分布した残留応力が与えられた場合については、これを逆問題として、初期残留応力を推定することにより、この問題が上述(2)または(3)の問題に帰着させられることを明らかにし、測定誤差の影響も含めた精度よい解法を提案し、数値シミュレーションと実験によりこの方法の有効性を実証している。
- (5) 三次元疲労き裂の伝ば挙動を透明な PMMA 材を用いて直視下で観察し、金属試料で得られた結果を補強し、提案した推定法の妥当性を検証している。
- (6) き裂伝ば方向が、負荷された繰返し応力成分の $\Delta\sigma\theta$ 最大説に支配されていることを、実験と数値シミュレーションにより明らかにし、これと本論文で提案した上述(2)のき裂伝ば速度推定法とを組み合わせることにより、複雑な伝ば経路をとる疲労き裂伝ば挙動がよく推定できることを実証している。

以上のように、本論文は残留応力場に於ける疲労き裂伝ば寿命推定法の基本的な枠組を明確にし、それに基づいて普遍性のある体系的な寿命推定法を確立しており、材料強度学ならびに構造安全工学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。