

Title	弾塑性疲労き裂伝ぱの数値シミュレーションによるJ積分範囲の評価法に関する研究
Author(s)	屋富祖, 建樹
Citation	大阪大学, 1994, 博士論文
Version Type	
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/39317">https://hdl.handle.net/11094/39317</a>
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">〈a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed"〉</a> 大阪大学の博士論文について <a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">〈/a〉</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	屋 富 祖 建 樹
博士の専攻分野の名称	博 士 ( 工 学 )
学 位 記 番 号	第 1 1 5 8 8 号
学 位 授 与 年 月 日	平 成 6 年 1 0 月 3 1 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	弾塑性疲労き裂伝ばの数値シミュレーションによるJ積分範囲の評価法に関する研究
論 文 審 査 委 員	(主査) 教 授 大 路 清 嗣  教 授 堀 川 浩 甫    教 授 城 野 政 弘    教 授 久 保 司 郎

## 論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、J積分範囲 $\Delta J$ 解析評価の理論的基礎を与え、一般性のある $\Delta J$ の経路積分評価法とその基準の妥当性を明らかにするとともに、 $\Delta J$ の実験的評価のための簡便評価法の有効性を主として数値シミュレーションにより調べたものである。本論文は緒論、本文7章および結論から成っている。

第1章は緒論であり、本研究の背景と必要性ならびに研究目的について述べている。

第2章では、すでに提案されている $\Delta J$ 評価法について概観し、検討すべき課題を明かにしている。

第3章では、 $\Delta J$ 経路積分表示について理論的な考察を行い、硬化パラメータの影響およびき裂の開閉口がある場合にも近似的に $\Delta J$ の経路独立性が成立することを示している。また、有限要素法による疲労き裂伝ばのシミュレーションを行い、き裂先端近傍の応力・ひずみの変動範囲を支配する力学量として、開口荷重もしくは閉口荷重を基準として定義された $\Delta J$ が有効であることを明らかにしている。

第4章では、中央き裂試験片の $\Delta J$ の簡便評価法について数値的検討を行い、簡便評価式による $\Delta J$ と経路積分による $\Delta J$ との比較から、簡便評価式が十分な精度を持つことを明かにしている。

第5章では、二軸応力下の疲労き裂伝ばを支配する力学量として、経路積分による $\Delta J$ が有効であることを数値的に示すとともに、 $\Delta J$ に及ぼす負荷の二軸性の影響について明らかにしている。また、二軸応力下の $\Delta J$ の簡便評価式の有効性を明らかにしている。

第6章では、切欠き部に発生した疲労き裂に対して、経路積分による $\Delta J$ がき裂先端の力学量の指摘になり得ることを数値シミュレーションにより明らかにするとともに、 $\Delta J$ に及ぼす切欠きの弾塑性効果とき裂開閉口効果の役割についても明らかにしている。

第7章では、切欠き部に発生した疲労き裂に対して、経路積分による $\Delta J$ と簡便評価式による $\Delta J$ とを比較し、本論文で検討した範囲内では、Dowling らによる開口荷重基準の簡便評価式が有効であることを明かにしている。

第8章では、中央き裂および中央切欠き平板試験片の弾塑性疲労き裂伝ば試験を行い、実測されたき裂開口変位範囲およびき裂伝ば速度と Dowling らの簡便評価法による $\Delta J$ との対応を調べ、 $\Delta J$ 評価法に関する数値解析結果の一部

については実験的にも裏付けられることを示している。

最後に、第9章で本研究で得られた主要な結果を結論としてまとめている。

## 論文審査の結果の要旨

弾塑性破壊力学領域における疲労き裂伝ば速度がJ積分範囲 $\Delta J$ の一価関数として表せるとする実験結果が、すでに多数集積されている。これらの結果を用いて機器・構造物の弾塑性疲労き裂伝ば寿命を推定し、その安全性を保証するためには、 $\Delta J$ を解析的に評価する方法が確率されていなければならない。本論文は、 $\Delta J$ 解析的评价に理論的基礎を与え、一般性のある $\Delta J$ の経路積分評価法を提案し、その妥当性を疲労き裂伝ばの数値シミュレーション結果を用いて実証するとともに、 $\Delta J$ の実験的评价に用いられている簡便評価法の有効性を、経路積分評価法に基づいて検討したものである。主要な成果を要約すると以下のとおりである。

- (1) 経路積分表示された $\Delta J$ について、き裂開閉口が起こる場合にも、適当な条件を設定すれば積分経路独立性が近似的に保たれることを理論的に明らかにし、それを疲労き裂伝ばシミュレーション解析により実証している。更に、き裂開口あるいは閉口荷重を基準とするこの $\Delta J$ が、き裂先端開口変位範囲およびき裂先端近傍のひずみ範囲特異場の指標になっていることを示している。
- (2) 中央き裂試験片に対する $\Delta J$ の実験的簡便評価法と経路積分評価法の比較を行い、き裂開口荷重を基準とする $\Delta J$ について、き裂が深い場合、荷重点変位を用いた Dowling らの簡便評価値は経路積分評価値のよい近似値になっていること、き裂が浅い場合にもき裂中央開口変位を用いればよい近似値が得られることを明かにしている。
- (3) 二軸負荷を受けるき裂および切欠き底に発生したき裂の経路積分による $\Delta J$ について、評価基準にかかわらず積分経路独立性がほぼ成立し、き裂開口荷重を基準とした $\Delta J$ が、き裂先端近傍におけるひずみとき裂先端開口変位の変化範囲の指標として、最適であることを明らかにしている。また Dowling らの簡便評価法による $\Delta J$ は、き裂中央開口変位または切欠き底開口変位を用いれば、経路積分による $\Delta J$ とよく一致することを明かにしている。
- (4) 2種類の炭素鋼を用いて弾塑性疲労き裂伝ば試験を行い、解析的に得られた $\Delta J$ の最適評価法妥当性を全般的に裏付ける結果を得ている。

以上のように、本論文は弾塑性破壊力学領域の疲労き裂伝ば寿命の推定に必要な $\Delta J$ の解析的评价法を確立し、弾塑性破壊力学領域における機器・構造物の疲労き裂伝ば寿命推定への道を拓いており、破壊力学および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。