The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	A LOCAL APPROACH TO ELASTIC-PLASTIC ANALYSIS OF CRACKS AND APPLICATIONS TO CLEAVAGE FRACTURE
Author(s)	Claudio, Ruggieri
Citation	大阪大学, 1994, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/38771
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	CLAUDIO RUGGIERI（クラウディオ ルジェリ）
博士の専攻分野の名称	博　士（工　学）
学 位 記 番 号	第　11370　号
学位授与年月日	平成6年3月25日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当 工学研究科溶接工学専攻
学 位 論 文 名	A LOCAL APPROACH TO ELASTIC-PLASTIC ANALYSIS OF CRACKS AND APPLICATIONS TO CLEAVAGE FRACTURE **（弾塑性亀裂問題へのローカルアプローチとその脆性破壊への適用）**
論 文 審 査 委 員	（主査） 教　授　豊田　政男 教　授　向井　喜彦　　教　授　中尾　嘉邦　　教　授　久保　司郎

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は，材料の破壊靱性を試験片寸法・形状などに依存しない材料固有の値として評価することを目的として，亀裂まわりの応力分布特性を考慮したローカルアプローチに基づく脆性破壊限界の確率論的評価手法を考案し，それが部材寸法・負荷様式が異なる場合だけでなく強度的不均質を持つ溶接継手を対象とした脆性破壊靱性評価にも適用できることを示したもので，緒論，結論を含めて7章から構成されている。

第1章は緒論であり，本研究の背景及び研究の必要性並びに目的について述べている。

第2章では，本研究で提案するローカルアプローチの基礎となる，材料の脆性破壊発生特性の統計的取扱いなどに関する従来の研究，特に，線形及び弾塑性亀裂問題における連続体力学的検討と破壊発生過程モデルに関する基礎的研究をまとめ，本研究の確率論的手法の展開にとって必要な基盤情報を与えている。

第3章では，脆性破壊発生限界の決定に関してのローカルアプローチに基づく二つの新たな確率モデルを導いている。一つは亀裂先端近傍での応力場の情報を取り入れたより一般的な最弱リンクモデル（Weakest Link Model, WLM）で，もう一つは最弱リンクの構成要素として微小な束を考えたChain－of－Bundlesモデル（CBM）である。前者のWLMでは，材料の破壊限界評価パラメータとしてワイブル応力σ_wを，後者のCBMでは類似の考え方からϕ積分を導出し，更に具体的な計算手法を示している。

第4章では，提案した破壊パラメータであるワイブル応力σ_wやϕ積分が材料固有の値となることを検証するため，一例として切欠き長さを大きく変化させた三点曲げCTOD試験を行い，その結果をローカルアプローチに基づいて解析している。従来の手法で得られる限界亀裂開口変位（限界CTOD）は切欠き長さの影響を大きく受けるのに対して，ワイブル応力σ_wやϕ積分はその影響をほとんど受けないことを示し，ローカルアプローチに基づく新しい破壊抵抗パラメータの有効性を明らかにしている。

第5章では，提案したローカルアプローチ手法によって，工業的な破壊限界評価パラメータである限界CTODを適用したときの破壊限界値の部材形状・寸法依存性について，材料の加工硬化特性やばらつき支配因子などを変化させた系統的な解析を行い，加工硬化特性の小さな材料では破壊限界値は部材形状・寸法の違いによる塑性拘束の影響が顕著に現れるが，加工硬化特性の大きな材料ではその影響が小さく，むしろ体積効果が大きいことなど，工業的破壊指標の支配因子とその影響を定量的に明らかにしている。

第6章では，ローカルアプローチの具体的な適用対象とて鋼溶接継手を取り上げ，溶接部に依存する強度的ミスマッ

チングの影響について解析・考察している。溶接熱影響部（HAZ）の靱性が低くてHAZにおける脆性亀裂発生が全体破壊を支配するような場合には，溶接金属の強度が母体よりも大きいような強度的ミスマッチはHAZの破壊発性限界を大きく低下させることがあり，特に深い切欠きを持つ曲げ試験ではこの影響が大きいことなどを明らかにし，ローカルアプローチを用いた解析が溶接部の脆性破壊解析にも有効であることを示している。

第7章は結論であり，本研究で得られた主たる結論を総括している。

論文審査の結果の要旨

材料・構造の破壊特性を評価する指標としては，評価対象となる部材や試験片の形状・寸法，あるいは負荷の形態などに依存しない統一的な評価指標を明らかにしておくことは重要である。一方，通常の材料の破壊抵抗はばらつきをもち，破壊のプロセスと材質のばらつきを考えた統計的・確率論的手法の導入が必要である。本研究は，溶接鋼構造物の脆性破壊性能を評価するための破壊試験を取り上げ，破壊靱性に及ぼす板厚，亀裂寸法，負荷様式，材質の不均質などの諸因子の影響を統一的に説明するための新しい破壊確率モデルに基づくローカルアプローチを構築し，その適用性を具体的な例をもとに明らかにしたものである。本論文で明らかにされている主な点は以下のとおりである。

(1) 脆性破壊発生限界の決定に関してのローカルアプローチに基づく二つの新たな確率モデル，すなわち，より一般的な最弱リンクモデル（Weakest Link Model, WLM）と，最弱リンクの構成要素として微小な束を考えたChain−of−Bundlesモデル（CBM）を提案し，材料の破壊限界評価パラメータとしてそれぞれにワイブル応力 σw と ϕ 積分パラメータを導出している。そして，3次元有限要素法に基づく数値解析における具体的な計算手法を構築している。

(2) 切欠き長さを大きく変化させた三点曲げCTOD試験を通常の鋼材に対して行い，提案した破壊パラメータであるワイブル応力 σw と ϕ 積分が，材料固有の値となること，すなわち，ローカルアプローチに基づく新しい破壊抵抗パラメータの有効性を明らかにしている。

(3) 提案したローカルアプローチ手法に基づくワイブル応力 σw などの指標を用いて系統的な解析を行い，工業的な破壊限界評価パラメータであるCTODを適用したときの破壊限界値の部材形状・寸法の依存性は，材料の加工硬化特性やばらつきの程度を表す指標などに大きく依存することを示し，加工硬化特性の小さな材料と大きな材料ではその影響の仕方が異なるなど，主要な支配因子を明確にしている。

(4) 提案するローカルアプローチ手法の具体的な適用対象として，鋼溶接継手部に避けがたい強度的不均質による塑性拘束の影響を取り上げ，強度的ミスマッチングが存在する場合においてもその影響因子を明確にし，ローカルアプローチ手法を用いた解析によって破壊抵抗が統一的に評価できることを実証してる。

以上のように本論文は，亀裂先端近傍の応力分布特性を脆性破壊発生モデルに組み入れた新しいローカルアプローチ手法を提案し，それに基づく破壊パラメータを用いることによって，異なる試験片形状・寸法や，負荷様式の影響を考慮した統一的な破壊評価，あるいは小型の破壊靱性試験片から実構造の破壊発生限界評価が可能となることを明らかにしており，その成果は，構造強度工学及び生産加工工学の発展に寄与するところが大である。

よって，本論文は博士論文として価値あるものと認める。