

Title	ローカルアプローチに基づく溶接継手の破壊性能の統合的評価に関する研究
Author(s)	大畑, 充
Citation	大阪大学, 1997, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/40164
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	おお はた みつる 大 畑 充
博士の専攻分野の名称	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	第 1 3 1 9 2 号
学 位 授 与 年 月 日	平 成 9 年 3 月 2 5 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 生 産 加 工 工 学 専 攻
学 位 論 文 名	ロ ー カ ル ア プ ロ ー チ に 基 づ く 溶 接 継 手 の 破 壊 性 能 の 統 合 的 評 価 に 関 する 研 究
論 文 審 査 委 員	(主 査) 教 授 豊 田 政 男 教 授 小 林 紘 二 郎 教 授 座 古 勝 教 授 久 保 司 郎 教 授 西 本 和 俊

論 文 内 容 の 要 旨

溶接鋼構造物の破壊性能を的確に評価することは構造物の破壊安全性保証にとって重要である。一般には、破壊性能評価は破壊靱性実験で得られる破壊限界 CTOD 値などを用いて行われるが、破壊靱性と呼ばれる限界 CTOD 値は必ずしも材料固有の指標とはならない。本研究では、実用の溶接構造部材の破壊性能を統合的に評価する手法の提案を目的としており、CTOD などの従来破壊指標のパラメータに代わり、ローカルアプローチで提案されているワイブル応力を破壊指標として用いた新しい評価手法を提案することを目的として行っている。

本論文は、緒論、総括を含めて7章からなる。

第1章は緒論であり、破壊力学とそれに基づく構造部材の破壊強度および破壊性能評価手法の現状について述べるとともに、その問題点を指摘し、本研究の目的を明らかにしている。

第2章、第3章では、一般の溶接継手に多く用いられる多層溶接継手の熱影響部 (HAZ) に着目し、実溶接構造部材に対する従来の CTOD 概念に基づく破壊性能評価手法の問題点の抽出を行っている。

まず第2章では、多層溶接 HAZ に切欠きを設けた三点曲げ CTOD 試験片と主要な負荷様式である引張り負荷を受ける試験片に対して実施した破壊試験結果、および三次元弾塑性 FEM 解析結果から、CTOD で評価した破壊限界値は負荷様式や切欠き長さが異なることによるき裂先端近傍の塑性拘束の程度に大きく依存することを明らかにしている。

第3章では、多層溶接 HAZ からの破壊発生限界 CTOD 値が母材と溶接金属の強度ミスマッチがもたらす塑性拘束の影響を受けることを、多層溶接 HAZ 切欠き三点曲げ CTOD 試験片、さらに強度的不均質をモデル化した試験片に対する実験および FEM 解析結果を比較考察により明確にしている。

第4章では、まず、均質部材を対象として、ローカルアプローチで導かれるワイブル応力を用いると、三点曲げ標準破壊靱性試験で得られる限界 CTOD 値から塑性拘束の程度が異なる浅い切欠きの曲げ試験片の破壊限界 CTOD 値が推定できることを明らかにし、ワイブル応力を用いると統合的な破壊限界評価が可能となることを明らかにしている。

第5章では、ワイブル応力を溶接継手の多層溶接 HAZ からの破壊発生限界評価へ適用することを試み、不均質性を持つ多層溶接 HAZ 切欠き材に対するワイブル応力の評価法を提案している。これに基づき、第2章および第3章で得られた負荷様式や切欠き長さおよび母材と溶接金属の強度ミスマッチレベルが異なる多層溶接 HAZ 切欠き試験

片の破壊限界値が、ワイブル応力を破壊指標として用いると統合的に評価できることを実証している。

第6章では、限界ワイブル応力が材料固有の破壊指標として有効であるとの検証結果に基づき、実溶接構造部材の破壊性能を靱性試験として規格化されている三点曲げ標準試験片による靱性試験結果から得た限界ワイブル応力の各種限界評価への適用方法を提案しており、この手法を用いて、実構造要素の代表例として取り上げた表面型切欠きをもつ広幅溶接継手の引張り破壊性能を推定し、実験結果および従来手法で得られる結果との比較から、本論文で提案する方法の妥当性、有効性を明らかにしている。

第7章は結論であり、本研究で得られた主な結果を総括したものである。

論文審査の結果の要旨

鋼構造物の不安定破壊を防止するためには、適切な破壊性能評価手法の確立と、それが工学的に簡便であることが望ましい。特に脆性破壊特性の評価には、破壊靱性試験と呼ばれる比較的小型の標準型試験片を用いて得られる破壊靱性を評価基準指標とすることが従来から行われているものの、実構造物の破壊性能を適切に評価するには多くの問題のあることも指摘され、適切で統合的な評価手法はいまだ見出されていない。本論文は、試験片や実際の鋼構造物溶接部材では、破壊発生点における塑性拘束が重要な役割を果たすことに注目し、溶接鋼構造物の持つ形状的・力学的不均質の二つの大きな特徴をも統合的に取り扱える評価手法を、ローカルアプローチで提案されるワイブル応力を破壊指標とすることで新たな評価システムを提案するものである。本論文で明らかにされている主な点は以下の通りである。

- (1) 鋼溶接継手を取り上げて、脆性破壊が特に問題となる多層溶接継手の溶接熱影響部 (HAZ) に着目し、多層溶接 HAZ に切欠きを持つ場合、従来から用いられてきた破壊限界指標としての亀裂開口変位量 (CTOD) は、試験片の形状・寸法あるいは曲げ・引張りの負荷様式、さらには溶接部の持つ強度的不均質などの影響を受け、材料固有の破壊限界指標とはならないことを、多くの実験を通じて明らかにし、その理由について切欠き材の三次元弾塑性有限要素法解析を行い、亀裂先端での塑性拘束の程度が重要な指標であることを指摘している。
- (2) 塑性拘束の異なる場合の破壊限界評価に、破壊が生じる亀裂先端近傍の応力の大きさと高応力域の広がりとの二つが考慮されたローカルアプローチで導かれるワイブル応力を指標として用いることを提案し、切欠き材におけるワイブル応力を用いた限界評価の仕方を一般化するとともに、切欠きを持つ均質材を用いた実験により、ワイブル応力を用いると統合的な破壊限界評価が可能となることを明らかにしている。
- (3) ワイブル応力を用いる評価手法が、不均質性を持つ鋼溶接継手の多層溶接 HAZ からの脆性破壊に対しても適用できる一般的な手法について提案し、それに基づいて負荷様式や切欠き長さおよび母材と溶接金属の強度ミスマッチレベルが異なる多層溶接 HAZ 切欠き試験片の破壊限界値が、ワイブル応力を破壊指標として用いると統合的に評価できることを実証している。
- (4) さらに、限界ワイブル応力が材料固有の破壊指標として有効であるとの検証結果に基づいて、靱性試験として規格化されている三点曲げ標準試験片による靱性試験結果から得た限界ワイブル応力を用いて鋼構造物の破壊限界評価の実用的な手法を新しく提案するとともに、実構造要素の代表例として取り上げた幾つかの例に対して本論文で提案する限界評価方法の妥当性、有効性を明らかにしている。

以上のように、本論文では、鋼構造物の破壊性能評価の一般化を、破壊現象の基本的な挙動と、切欠き材の応力解析の組み合わせによって評価するという新しい考え方に立つ評価パラメータの導出を図り、本論文で提案される破壊限界評価指標は、鋼溶接継手のみならず、未だ多くの問題を持つ異材接合界面強度評価などの分野にも、新しい単一評価パラメータ法として発展する可能性もあり、その成果は構造強度評価工学及び生産加工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。