The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	不均質材を進展する延性き裂の力学的特性とその破壊評価法に関する研究
Author(s)	道場, 康二
Citation	大阪大学, 1997, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://doi.org/10.11501/3129093
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

氏　　名	道　場　康　二（みち　ば　こう　じ）
博士の専攻分野の名称	博　士（工　学）
学　位　記　番　号	第　13194　号
学位授与年月日	平成9年3月25日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当 工学研究科生産加工工学専攻
学　位　論　文　名	**不均質材を進展する延性き裂の力学的特性とその破壊評価法に関する研究**
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

構造物の安全性評価にとって，高靱性材料を用いた溶接構造物では適切な延性不安定破壊評価が問題となる。延性き裂の発生・進展評価とこれに続く延性不安定破壊評価法は，多くの検討があるものの，従来は巨視的に均質な材料を前提に検討がなされてきている。しかし，一般の溶接構造物の継手は均質材とは考えられず，延性破壊強度や破壊限界に対する潜在き裂周りの強度的不均質などの影響を考慮した適切な評価の方法とその指標の明確化が必要である。本研究は，このような強度的不均質が及ぼす延性き裂進展抵抗特性への影響を考慮に入れた新しい延性破壊評価法の確立を目標に，強度的不均質を有する材を進展する延性き裂周りの基本的な力学特性の把握と評価指標の明確化に関する知見を得ることを目的に行っている。

本論文は緒論，総括を含めて6章からなる。

第1章は緒論であり，本研究の必要性と背景および研究の目的について述べている。

第2章では，均質材を前提として開発された従来の各種延性破壊評価法を用いて，溶接継手に代表される不均質材に対する適用性について検討を行っている。その結果，破壊評価線図法や延性き裂進展シミュレーション法による従来の延性破壊強度評価では，不均質性を持つ溶接継手に対して十分な適用性があるとはいえないことを明らかにしている。

第3章では，強度的不均質をモデル化した継手試験片を用いた実験を行い，実験での延性き裂進展試験結果を基に，進展する延性き裂周りの応力・ひずみ場の挙動を3次元弾塑性解析によって明らかにし，不均質材の延性き裂進展抵抗を表す指標として，進展する延性き裂先端近傍の限界相当塑性ひずみが，均質試験片，不均質試験片を問わずに延性き裂進展量を決定づける有効な指標であることを確かめている。

第4章では，均質試験片とモデル化した軟質試験片の違いや切欠き長さの違いに関わらず，第3章で定義した限界相当塑性ひずみに差が認められないことから，進展する延性き裂先端近傍での限界相当塑性ひずみは，き裂周りの強度的不均質などによる塑性拘束の差異には影響を受けない材料固有の特性値となることを確かめている。

第5章では，具体的なき裂進展挙動の実験的評価手法を明確にする目的から，延性き裂先端近傍での限界相当塑性ひずみに対応する測定可能な情報量として，進展する延性き裂先端の局所変位をき裂進展抵抗評価指標として取り上げ，その適用性について検討を行っている。その結果，局所変位は相当塑性ひずみと同様に，溶接継手のような不均質材においても，強度的不均質の影響を排除した延性き裂進展抵抗特性として取り扱えることが明らかになり，延性

き裂進展シミュレーションなどの延性破壊強度評価においても活用できる見込みを得ている。さらに，その際の制約条件や適用範囲についても明らかにして，不均質材中の延性き裂進展特性が適切に評価できる工業的手法となる見通しを明らかにしている。

第6章は結論であり，本論文で得られた主たる結論を総括したものである。

論文審査の結果の要旨

高度安全性が要求される機器類においては高靭性材料が用いられるが，その安全性評価においては，脆性破壊よりは延性不安定破壊が問題となる。しかし，延性き裂の発生・進展評価とこれに続く延性不安定破壊の評価法は，従来から多くの検討があるものの，いまだ適切な一般的評価手法が見出されておらず，また，溶接部のように巨視的にも不均質のようなのもに対して適用できる評価手法は見あたらず，延性破壊強度や破壊限界に対する適切な評価の方法とその指標の明確化が必要である。本論文は，特に溶接部の持つ強度的不均質が及ぼす延性き裂進展抵抗特性への影響を考慮に入れた新しい延性破壊評価法の確立を目的として，強度的不均質を有する材の進展する延性き裂周りの力学的基本特性を実験と数値変形解析から検討し，延性破壊進展評価指標の明確化を試みたものである。本論文で明らかにされている主な点は以下の通りである。

(1) 均質材を前提として開発されている延性不安定破壊限界評価線図法，更には延性き裂進展の各種シミュレーション法による従来の延性破壊強度評価は，溶接継手に代表される不均質材に対して十分な適用性がないこと，またそれらの問題点を明確にしている。

(2) 延性き裂進展限界指標を明らかにするめたに，巧みにモデル化して製作した強度的不均質をもつモデル継手試験片を用いた実験での延性き裂進展試験結果を基に，進展する延性き裂周りの応力・ひずみ場の挙動を3次元弾塑性解析によって求め，不均質材の延性き裂進展抵抗を表す指標として，進展する延性き裂先端近傍の限界相当塑性ひずみが，均質試験片，不均質試験片を問わずに延性き裂進展量を決定づける有効な指標であることを明らかにしている。更に，進展する延性き裂先端近傍での限界相当塑性ひずみは，試験片形状・き裂寸法，更には強度的不均質などによるき裂周りの塑性拘束の差の影響を受けない材料固有の特性値とみなせることを確かめている。

(3) 限界相当塑性ひずみに基づく評価を，実際の延性き裂進展実験における評価が可能な手法とするために，延性き裂先端近傍で測定可能な情報量として延性き裂先端の局所変位を取り上げ，その適用性について検討を行い，局所変位が相当塑性ひずみと同様に，強度的不均質などを持つ場合においても延性き裂進展抵抗特性として取り扱えることを明らかにし，延性き裂進展シミュレーションなどの延性破壊強度評価へ活用している。さらに，種々の検討から適用限界などについても明らかにして，不均質材中を進展するような延性き裂成長特性をも一般的に取り扱える工業的手法を新たに提案している。

以上のように，本論文は，高度安全性が要求される構造物において問題となる延性不安定破壊限界を明確にする上で重要となる延性き裂成長条件を，巧みな実験手法と三次元き裂伝播解析などを用いて，強度的不均質場においても適用できるような限界指標を明確にし，得られた結果は，延性不安定破壊評価の確立にとって基本的な一つの方向性を与えるとともに，延性き裂成長からき脆性破壊遷移限界評価などへの応用も考えられ，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。