



Title	Plastic Constraint Effect on Fracture Toughness and Fracture Behavior and Its Application to Plane-Strain Fracture Toughness Test
Author(s)	El-Shennawy, Mohamed Saad Mohamed
Citation	大阪大学, 1996, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/39740
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	エル シン ナウ イ モ ハ メ ド サード モ ハ メ ド EL-SHENNAWY MOHAMED SAAD MOHAMED
博士の専攻分野の名称	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	第 1 2 4 8 9 号
学 位 授 与 年 月 日	平成 8 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	Plastic Constraint Effect on Fracture Toughness and Fracture Behavior and Its Application to Plane-Strain Fracture Toughness Test (破壊靱性及び破壊特性に及ぼす塑性拘束の影響と平面歪破壊靱性評価への塑性拘束の応用)
論 文 審 査 委 員	(主査) 教 授 豊田 政男 教 授 向井 喜彦 教 授 小林 紘二郎 教 授 座古 勝

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、破壊靱性試験片の応力状態が亀裂周りの塑性拘束状態の影響を大きく受けることに注目し、その塑性拘束要因として(a)形状的不連続の存在、と、(b)強度的不均質の存在、の二つの因子を取り上げて検討を行い、亀裂周りに存在する強度的不均質の影響が大きいことを見出し、強度的不均質を導入して小型試験片で平面破壊靱性を求める方法を新しく考案し、その有効範囲をローカルアプローチに基づく考察から明らかにしている。本論文は、緒論、結論を含めて6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、形状的不連続性による塑性拘束に注目し、サイドグループをもつ切欠き試験片を用いて破壊試験を行い、破壊強度、破壊靱性がサイドグループ幅などの影響を受けることを明らかにするとともに、三次元有限要素法による応力解析から、亀裂先端近傍の拘束状態へのサイドグループ幅などの影響について定量的に明らかにしている。また、これらの考察を通じて、低変形レベルでは形状的不連続による塑性拘束の上昇は、小型試験片に大きな拘束をもたらし得ないことも明らかにしている。

第3章では、強度的不均質性による塑性拘束に注目し、長時間使用された鋼材から採取した小型試験片に、レーザ焼入れ手法を適用して、亀裂近傍の材質を変化させずに亀裂近傍に著しく高強度となる硬化部を導入する方法を考案し、その試験片を用いた破壊靱性試験結果から、2.5mm厚程度の小型試験片でも平面破壊靱性が評価できる可能性を明らかにするとともに、亀裂近傍の硬化部が著しい塑性拘束効果をもたらすことを三次元有限要素法による応力解析によって明らかにしている。

第4章では、硬化部を設けた切欠き靱性試験片において、硬化部の寸法や位置などの幾何学的因子と硬化部の強度的不均質レベルなどの諸因子を広範囲に変化させた場合の、亀裂近傍の塑性拘束状態に及ぼす影響について数値解析を実施し、これら諸因子が亀裂先端近傍の応力状態に及ぼす影響の詳細な検討を通じて、硬化部がもたらす塑性拘束効果の支配因子を定量的に明らかにしている。

第5章では、提案した硬化部を持つ超小型破壊靱性試験法が平面歪破壊靱性評価に有効であることを明確にすることを目的として、ローカルアプローチに基づくワイブル応力に及ぼす硬化部の寸法・位置や強度レベルなどの影響に関する数値解析的考察を行い、超小型破壊靱性試験片で平面破壊靱性を評価するために必要な硬化部の寸法や強度レベルの有効な範囲を明確にしている。

第6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

構造物の寿命評価や延命対策の重要性が指摘されているが、そのためには長期間使用された構造材料の破壊靱性評価が欠かせない。本論文では、構造材料の実板厚レベルでの破壊靱性を評価することを目的とし、超小型試験片を用いて破壊靱性を評価する新しい手法を考察したもので、特に、材質の不均質に起因する塑性拘束効果を巧みに利用する方法の提案とその有効性について、実験とローカルアプローチを適用した破壊力学的な観点からの考察を加えている。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)破壊靱性試験片の応力状態を大きく支配する塑性拘束として(a)形状的不連続の存在、と、(b)強度的不均質の存在、の二つの因子を取り上げたモデリングを行っている。まず、形状的不連続性に注目し、サイドグループをもつ切欠き試験片に対する破壊試験と三次元有限要素法を用いた応力解析を行い、形状的不連続の存在による塑性拘束は、低変形レベルでは小型試験片に大きな拘束をもたらす得ないことを明らかにしている。
- (2)塑性拘束を高める手法として切欠き近傍に存在する強度的不均質に注目し、実際に長時間使用された鋼材から採取した小型試験片にレーザ焼入れ手法を使って、亀裂近傍の材質を変化させずに亀裂近傍に著しく高強度となる硬化部を導入する方法を新しく考案し、2.5mm厚程度の超小型試験片でも平面破壊靱性が評価できる可能性を明らかにしている。
- (3)超小型破壊靱性試験片の適用の可能性を基本的に検討するために、硬化部をもつ靱性試験片における硬化部の寸法などの幾何学的因子と、硬化部の強度的不均質レベルなどの塑性拘束状態に及ぼす影響について詳細な数値解析を行い、硬化部がもたらす塑性拘束の程度に及ぼす諸因子の影響を定量的に明らかにし、不均質材の変形特性を理解するためにも有効な情報を与えている。
- (4)本論文で提案した硬化部を持つ超小型破壊靱性試験法が平面歪破壊靱性試験片として有効であることを明確にするために、ローカルアプローチを適用した考察を実施し、超小型破壊靱性試験片の有効性を定量的に明確にするとともに、平面破壊靱性を超小型試験片で評価するために必要な硬化部寸法やその強度レベルの有効な範囲を明確にしている。

以上のように、本論文は、亀裂先端近傍に存在する強度的不均質が塑性拘束の程度を大きく支配することに注目し、詳細な解析的検討から、平面歪破壊靱性の評価が可能となる超小型破壊靱性試験片の必要条件とその実用的な手法まで明らかにしており、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。