




論文審査の結果の要旨

報告番号	博(工)甲第 31号	氏名	Md. Abdul Hasib
学位審査委員	主査 才本明秀 副査 勝田順一 副査 小山敦弘	  	
<p>論文審査の結果の要旨</p> <p>Md. Abdul Hasib君は2012年4月に国費留学生として長崎大学大学院工学研究科博士前期課程に入学し，2014年4月に長崎大学大学院工学研究科博士後期課程に進学して現在に至っている。</p> <p>工学研究科博士後期課程においては，生産システム工学を専攻して所定の単位を取得するとともに，3次元弾性応力解析に関する研究に従事し，その成果を「Versatile Analysis of Defects in 3D Solids Based on Body Force Method（体積力法による3次元固体内欠陥の汎用解析）」と題する主論文に取りまとめ，2016年10月に参考論文として学位論文の印刷公表論文5編（うち審査付き論文3編），印刷公表予定論文1編（うち審査付き論文1編），その他の論文1編（うち審査付き論文1編）を付して，博士（工学）の学位の申請をした。長崎大学大学院工学研究科教授会は，2016年12月14日の定例教授会において論文内容等を検討し，本論文を受理して差し支えないものと認め，上記の審査委員を選定した。委員は主査を中心に論文内容について慎重に審議し，公開論文発表会を実施するとともに，最終試験を行い，論文審査および最終試験の結果を2017年2月15日の定例教授会に報告した。</p> <p>機械や構造物が破壊するときには応力集中部に発生したき裂の伝ば拡大が見られることが普通であり，き裂の力学特性を調査して破壊の原因を力学的に明らかにすることは機械や構造物の設計と保守の観点から極めて重要である。種々の重要なき裂問題が世界中の研究者らによって解析されハンドブック等にその成果が取りまとめられてきたが，実際の機器に生じるき裂は発生原因に応じて多種多様な複雑さを有するため，有限要素法などの数値解析により破壊力学パラメータを決定することが普通である。ところで弾性状態にあるき裂の先端には理論的に応力が無限大となる特異性が存在し，数値解析における計算精度の低下を引き起こす。そのため，任意形状の3次元き裂問題を精度よくかつ効率的に扱うことができる解析理論の出現が切望されてきた。特に材料中に生じた微小き裂が負荷の下で伝ば成長する様子を正確にシミュレートすることができれば事故の予測や防止に極めて有用と考えられるが，伝ばに伴って刻々と形状を変えながら進展する3次元き裂を精度よく解析する手法の開発が急務である。</p> <p>以上のような背景のもと，本研究は境界型の応力解析法である体積力法に基づいて，任意形状の</p>			

3次元き裂と代表的な材料欠陥である空孔などのピットが相互干渉する場合の応力状態を、効率的に解析可能なシステムを構築したものである。主論文は破壊力学の歴史的背景と体積力法の一般理論を皮切りに、三角形平面要素により弾性体表面を被覆する手法を用いて任意形状のき裂を解析するための理論と、その理論に基づく膨大な量の応力解析結果を取りまとめたものであり、8章で構成されている。

第1章で研究背景を説明した後、関連する既往の研究をレビューすることで、本研究の位置づけと目的を明確にするとともに、論文の構成を示している。第2章では、線形破壊力学の一般理論と既存のき裂問題解析手法に関するレビューが示されている。第3章では本研究の基礎となっている体積力法の一般理論と重ね合わせの原理に基づく境界積分方程式の導出方法が示されている。第4章では、任意形状の3次元き裂を解析するための基礎理論として、3角形平面要素を用いた境界離散化と、数値積分法を用いた境界積分の計算、特に Hyper Singularity と称される極めて強い特異性を有する非積分核の数値積分の方法について独自の方法を見出している。本研究によれば、力対と呼ばれる作用点との距離の3乗分の1の特異性を有する非積分核を高精度に数値積分するためには、注目点に関する極座標変換とテーラー展開の組み合わせが効果的であるとされている。そして構築した理論に基づく解析プログラムを開発して、種々の3次元き裂干渉問題を解析している。第5章では、3角形平面要素を用いて単独の空孔、あるいは複数の空孔が干渉する問題を解析し、提案する方法の有効性を実証している。第6章では、4章と5章の知見を総合してき裂と空孔の干渉問題の解析方法について述べている。そして第7章ではき裂前縁の応力拡大係数が連続的に精度よく求められる特徴を生かすとともに、Parisによる疲労き裂進展速度の経験式と組み合わせることで3次元平面き裂の自動伝ばシミュレーションに成功している。第8章は結論であり、一連の研究成果をまとめるとともに今後の課題を指摘している。

本論文は、き裂の開口量とき裂先端における応力の特異性を表現するために重要な基本密度関数の概念を、き裂先端要素以外にも連続的に適用可能とすることにより高い解析精度と計算効率の格段の向上が実現できることを見出し、数値応力解析プログラムを開発して理論の検証を行っている点に新規性が認められる。また、き裂問題ばかりでなく、空孔など弾性体に一般に存在する欠陥の存在を考慮した信頼性の高い応力解析を実施できるようにしたなど高い学術的価値と工学的有用性を有するものと評価できる。

学位審査委員会は、Md. Abdul Hasib 君の研究成果が破壊力学の分野において極めて有益な成果を得るとともに、固体の破壊挙動の予測に貢献するところが大きく、博士(工学)の学位に値するものとして合格と判定した。