

論文審査の要旨

博士の専攻分野の名称	博 士 (工 学)	氏名	井町 美智也
学位授与の要件	学位規則第4条第1・2項該当		
論 文 題 目			
種々の破壊問題に対する Ordinary State-Based Peridynamic モデルの提案およびその応用 (Numerical Modeling and its Application for Fracture Problems employing Ordinary State-based Peridynamics)			
論文審査担当者			
主 査	准教授	田中 智行	印
審査委員	教 授	北村 充	印
審査委員	教 授	濱田 邦裕	印
審査委員	准教授	田中 義和	印
〔論文審査の要旨〕			
<p>構造物には材料的性質および荷重条件より脆性破壊、延性破壊、疲労破壊等の様々な破壊現象が生じ、その物理現象の解明は工学分野において長年の課題である。例えば、極厚鋼板に生じる動的破壊の場合、板厚方向に異なるき裂伝播速度が観測され、脆性破面と延性破面が混在することが知られている。このような複雑な物理現象は従来の数値解析手法では評価が困難となることがあり、高度な数値解析技術の研究開発が期待されている。</p> <p>Peridynamics (PD) は、大変形や破壊解析に対し有効な手法として近年注目を集めており、さまざまな脆性破壊問題に対しその有効性が示されてきた。一方で、従来実績のある破壊力学を用いた比較検証など十分な精度および妥当性の検討が行われておらず議論の余地がある。本研究では、PD での破壊力学パラメータ算出方法を確立し、それを用いた破壊モデルの提案およびその検討を行った。また、従来 PD 理論では空間解像度固定の制限があり、計算コストが問題視されていた。この制約を解消する定式化を提案し、その検討を行った。以下に本論文の要旨を示す。</p> <p>第1章では、本研究の目的および背景について述べた。本研究で扱う PD を説明するに当たり、有限要素法をはじめ粒子法/メッシュフリー法などいくつかの数値解析手法に関して述べた。従来の PD 研究および問題点を提示し、本研究の着目点および位置づけを示した。</p> <p>第2章では、PD 基礎理論について示した。Bond based model および Ordinary state-based model について示し、代表的な破壊モデルを説明した。</p> <p>第3章では、破壊クライテリオンとしても用いられる応力拡大係数を PD の枠組みで算出する方法を示した。いくつかの数値解析例を用い、経路独立性など定量的評価を行い高精度な動的応力拡大係数を評価可能であることを示した。</p> <p>第4章では、第3章で提案した応力拡大係数算出方法をき裂伝播問題へ拡張し動的応力拡大係数を算出した。き裂伝播に伴いき裂先端近傍で数値振動が生ずることを指摘した。</p>			

Transition bond と呼ばれる新たな破壊モデルを提案し、数値振動を抑制した。また、提案したモデルをき裂伝播および停止問題へ拡張し、本手法の有効性を示した。

第 5 章では、PD モデル生成に関して、空間解像度固定の制約を解消する定式化を示した。従来 PD 理論において、相互作用力の関係より空間解像度が固定されるという制約が存在した。この制約は空間解像度の変更に伴うニュートン第三法則の不成立が問題であった。そこで、ニュートン第三法則を満足する新たな定式化を示した。また、空間解像度を変更することにより数学的に誤差が生じることを示し、その抑制方法を示した。いくつかの数値解析例を用い、本定式化の妥当性を示し、計算コストを低減することに成功した。

第 6 章では、PD モデルを接触問題へ適用した。従来提案されていた接触モデルに対し、前章で示した空間解像度を変更可能な定式化へ拡張した。また、接触モデルに関連するパラメータの妥当性を検討した。解析解と比較し、本手法の妥当性を示した。

第 7 章では、本論文で得られた知見を総括している。また本研究に関連する今後の課題についても示している。

本論文は、種々の破壊問題に対し、PD モデルを提案しその有効性を検討したものである。提案したモデルは破壊を扱う様々な産業界（船舶、ガラス、発電プラントなど）への貢献が期待できる。

以上、審査の結果、本論文の著者は博士（工学）の学位を授与される十分な資格があるものと認められる。

備考：審査の要旨は、1,500 字以内とする。