

氏名 伊東 雅晴

## 主論文審査の要旨

### 《本文》

自動車衝突、原子力分野の仮想的事故、宇宙ステーションのデブリ衝突防護、社会基盤建屋の防燥設計などにおいて、その安全性を確認し信頼性を向上させる観点から、高速衝突現象の解明は工学的に重要な課題である。このような現象の数値モデルは、一般に幾何学的かつ材料的に非線形であり、多くの場合、有限差分法や有限要素法に基づく計算コードを用いて数値的に解が求められる。この種の計算コードは衝撃解析コードと呼ばれ、種々の計算技法の開発やコンピュータ演算処理能力の向上とともに飛躍的发展してきたが、さらに改良すべき課題が残されている。そこで本研究では、現在の衝撃解析コードにおいて重要と考えられる4課題について研究し、計算精度・計算効率・適用範囲の拡張という観点から有効な成果を得ており、工学的価値が高いと考えられる。

提出された学位論文は6つの章から構成されている。第1章の序論では、衝撃解析コードの世界における発展史、関係する数値解法の主要4課題に対する従来の研究状況および本論文の目的と構成について述べている。第2章では、衝撃の諸現象を念頭に、衝撃解析コードの基礎理論となる連続体力学について取りまとめ、連続体に対する保存則、状態式、構成式などの基礎方程式を整理・記述している。第3章では、熱連成つりあい方程式の解法として、修正PEC法を定式化している。この手法により並進運動量保存式・エネルギー保存式・構成式の連立方程式を近似的に解くことが可能となり、従来の解析コードにおける計算時間短縮のための制限が不要となるため、衝撃現象にともなう材料の熱軟化現象解析の精度向上が図れることを示している。第4章では衝撃解析における接触問題の課題に取り組んでいる。まず、衝突解析で不可欠な接触点の高速大域検索法として、従来のグリッド法を改良する手法を提案し、これまでの欠点であるオーバーフローとアンダーフローの問題を解決し、その効果を検証している。次に、3次元接触力の計算手法の改良として、不確定なペナルティ係数を必要としない仮想節点法と、面・面接触に基づいて精度向上と安定解析を図った近似リーマン・スライドライン法の2つの計算手法を開発・提案し、その有効性を確認している。第5章では、空間離散化の計算手法に関係し、4面体メッシュをベースとする非構造中点連結多面体セルと名付けた要素を開発・提案している。この要素を用いた衝撃解析を実施することにより、本要素が自由度の多い簡易メッシュ分割でありながら顕著なロッキング現象を示さないという優れた特長を有することを検証している。第6章では、総括として、本論文の結論を総括し、将来展望についてまとめている。新規に開発した上記の計算手法は、すべて本研究用に新たに開発された3次元衝撃解析コード MANJUSRI-3D に導入し、それぞれの機能の有効性が確認されている。

審査委員	機械システム工学専攻先端機械システム講座	教授	廣江	哲幸
審査委員	機械システム工学専攻機械知能システム講座	教授	森	和也
審査委員	機械システム工学専攻先端機械システム講座	教授	藤原	和人