

氏名(本籍)	^{まえ} 前 ^{かわ} 川 ^{いさお} 勇 (富山県)
学位の種類	工 学 博 士
学位記番号	博 乙 第 688 号
学位授与年月日	平成 3 年 3 月 25 日
学位授与の要件	学位規則第 5 条第 2 項該当
審査研究科	工 学 研 究 科
学位論文題目	対流支配流れにおける単相多次元熱流動数値解析の数値計算 精度向上に関する研究
主 査	筑波大学教授 工学博士 成 合 英 樹
副 査	筑波大学教授 工学博士 椎 貝 博 美
副 査	筑波大学教授 工学博士 安 達 勤
副 査	筑波大学助教授 工学博士 村 上 正 秀
副 査	動燃事業団室長 工学博士 二ノ方 寿

論 文 の 要 旨

高速増殖炉開発において伝熱流動現象の特性把握とその数値解析評価手法の確立が重要になりつつある。特に機器内の熱流動解析では Navier-Stokes 方程式, エネルギー方程式をそのまま多次元で解く多次元熱流動解析コードが広く用いられるようになってきており, 高速増殖炉上部プレナムにおける温度成層化現象などの解析が行われているが実験との比較において十分満足できる段階にはない。

本研究は数値計算法の高精度化において障害となっている輸送基礎式の対流項の離散化から生ずる数値拡散の低減化に注目して工業的に実用性の高い数値計算法の確立を目的とし, 1次風上差分法の特性を検討し数値拡散が十分低減できしかも数値振動などの物理現象的に不合理な解を発生しない差分法を検討した。

まず, 多次元熱流動解析において最も一般的に使用される1次風上差分法における数値拡散の特性を同系統の Skew Upwind 法, Partial Donor 法と比較検討し問題点を確認した。次に2次風上差分法, 3次風上差分法, QUICK法を取り上げ, 対流拡散方程式への離散化に伴う打ち切り誤差の数値拡散特性をテーラー展開と解のフーリエ成分を手がかりに検討した。また新たに局所数値振動防止法として QUICK法に FRAM法を適用した QUICK-FRAM法および修正 EXQUISITE法を提案し以上の各差分スキームを数値実験を通して性能評価した。

以上の結果, 多次元熱流動解析の差分法として運動量計算では QUICK法を, エネルギー計算などのスカラー量計算では QUICK-FRAM法あるいは修正 EXQUISITE法を使用することで数値拡散と局所数値振動の抑制された数値解が得られることを明らかにした。

この成果を汎用多次元熱流動解析コードに反映し、従来から用いられている1次風上差分法の他に空間に関し2次の確度を持つ高次差分法としてQUICK法、QUICK-FRAM法を使用できるようにした。

次に、高速増殖炉熱流動解析への高次差分法の応用の有効性を実証する目的で温度成層化現象を取り上げ水流動実験を対象とした多次元乱流熱流動解析を実施した。その結果1次風上差分では定常、非定常を問わず数値拡散が卓越した流れになっており乱流モデルの効果を無効にしていること、高次差分法のQUICK法及びQUICK-FRAM法による解析は実験をよくシミュレート出来ることなどを明らかにした。

審 査 の 要 旨

高速増殖炉開発などに多次元熱流動解析は重要性を増しているが、その精度などに問題があった。著者は、数値拡散を低減しつつ数値振動などを発生しない差分法を提案し、これを汎用多次元熱流動解析コードに反映すると共に温度成層化現象を例に有効性を確認したが、これは工学的に極めて意義のあることと評価できる。

よって、著者は工学博士の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。