

論文審査の結果の要旨および担当者

報告番号	※ 甲 第	号
------	-------	---

氏 名 NGUYEN Luc Van

論 文 題 目

Numerical simulation of gas-liquid two-phase flow by a semi-Lagrangian-Lagrangian approach

(セミ Lagrange-Lagrange 法による気液二相流の数値シミュレーション)

論文審査担当者

主 査 名古屋大学教授 内山 知実

委 員 名古屋大学教授 大岡 昌博

委 員 名古屋大学教授 渡邊 崇

論文審査の結果の要旨

NGUYEN Luc Van 氏提出の論文「Numerical simulation of gas-liquid two-phase flow by a semi-Lagrangian-Lagrangian approach」は、気体と液体が混在して相互作用を及ぼし合いながら流れる気液二相流について、その詳細を精密にシミュレーションするための方法を開発し、さらに工学的に重要ないくつかの流れの解析に適用した研究の成果をまとめたものである。本論文は5章から構成される。

第1章は序論であり、研究の背景と目的について述べている。はじめに、気液二相流のシミュレーションに関する既存の研究について述べ、気液二相流を扱う装置の開発や設計など、工学的な利用を想定したうえで、それぞれの方法の利点と問題点について言及している。つぎに、本研究で開発するシミュレーション方法の特徴を言及したのち、それを用いていくつかの流れの特性を明らかにするとともに、方法の有用性を提示することが目的であることを述べている。

第2章では、浮力で上昇する気泡が誘起する気泡プルームの空間発展のシミュレーションに本方法を適用し、プルームの特性を解明している。環状領域から放出された気泡は、浮力で上昇しながら周囲に水の流れを誘起したのち、蛇行運動を伴う状態へと遷移すること、この結果として不均一な気泡分布が生じ、マルチスケールの渦構造が形成されること、流れが完全に発達する以前に流れの三次元性が現れ、渦構造が影響を受けることなどを明らかにしている。さらに、本研究で開発したシミュレーション方法は、本章で着目したような複雑な渦現象を捕らえるのに有効であることを示している。

第3章では、渦輪と気泡プルームの相互作用のシミュレーションに本方法を適用し、渦輪の影響下での気泡の運動、および気泡による渦輪の変形などを明らかにしている。とくに、初期状態において空間に周期的に配置された気泡群が時間の経過とともに周期性を徐々に失い、気泡が二次元的な螺旋構造を形成することを明らかにしている。

第4章では、気泡プルーム中に置かれた物体の周囲の流れの特性を理解するために、円柱をプルーム中に置き、その周囲の流れを調査している。本方法に **Volume Penalization** 法を組み合わせることで流体中に存在する円柱を表現している。その結果、円柱に衝突した気泡は円柱表面に沿って運動したのち、水せん断層のはく離に起因して円柱表面から離脱すること、これに起因して流れ場に準安定的な2次元渦構造が形成されること、完全発達時には気泡は群れを形成して円柱後方に移流すること、さらに様々なスケールの三次元渦が生起することなどを明らかにした。本シミュレーション方法と **Volume Penalization** 法を組み合わせる方法は、物体まわりの気泡プルームの詳細を適切に捉えられることを示している。

第5章では、本研究の成果を総括している。開発したシミュレーション方法の実用的な有用性をまとめて言及し、本方法で明らかにされた気泡プルームの流動構造も整理して述べている。

以上のように、本論文は気液二相流の新しいシミュレーション方法を開発し、その有用性をまとめた研究であり、学術的に寄与するところが大きい。よって本論文の提出者、NGUYEN Luc Van 氏は博士（情報科学）の学位を受けるに十分な資格があるものと判断した。