

論文 / 著書情報  
Article / Book Information

|                   |   |
|-------------------|---|
| 題目(和文)            |   |
| Title(English)    | Study of ultrasonic velocity profiling method on boiling two-phase flow   |
| 著者(和文)            | NGUYEN Tat Thang  |
| Author(English)   | NGUYEN Tat Thang  |
| 出典(和文)            | 学位:博士(工学),<br>学位授与機関:東京工業大学,<br>報告番号:乙第4122号,<br>授与年月日:2016年2月29日,<br>学位の種別:論文博士,<br>審査員:木倉 宏成,竹下 健二,加藤 之貴,赤塚 洋,相樂 洋  |
| Citation(English) | Degree:.,<br>Conferring organization: Tokyo Institute of Technology,<br>Report number:乙第4122号,<br>Conferred date:2016/2/29,<br>Degree Type:Thesis doctor,<br>Examiner:,,,,, |
| 学位種別(和文)          | 博士論文  |
| Category(English) | Doctoral Thesis   |
| 種別(和文)            | 審査の要旨   |
| Type(English)     | Exam Summary  |

## 論文審査の要旨及び審査員

(2000字程度)

| 報告番号  | 乙 第 号    | 学位申請者 | NGUYEN Tat Thang |     |
|-------|----------|-------|------------------|-----|
|       | 氏 名      | 職 名   | 氏 名              | 職 名 |
| 論文審査員 | 主査 木倉 宏成 | 准教授   | 相樂 洋             | 准教授 |
|       | 赤塚 洋     | 准教授   |                  |     |
|       | 竹下 健二    | 教授    |                  |     |
|       | 加藤 之貴    | 教授    |                  |     |

本論文は「Study of Ultrasonic Velocity Profiling Method on Boiling Two-Phase Flow」と題し、5章より構成されている。

第1章「Introduction」では、沸騰水型軽水炉の安全性を評価する上で、沸騰二相流現象の解明の重要性について述べている。しかしながら沸騰二相流の複雑な挙動は未だ十分に解明されておらず、各種構成方程式を用いた数値流体力学解析 (Computational Fluid Dynamics: CFD) による二相流挙動の予想精度にも限界があり、これらCFDの妥当性およびモデル評価を行うためには、相速度の空間的・時間的变化や、圧力、ポイド率の分布の実験データが必要となることを述べている。従来、二相流を対象とした計測手法はいくつか開発されているが、それら手法の多くは接触型測定法であり、その適用には限界があることを示し、非接触で流体の流速分布が計測可能な超音波流速分布計測法 (Ultrasonic velocity profile法: UVP法) が、沸騰二相流の流動計測に対して有効であることを述べている。しかしながら市販されているUVP計測装置は、導入コストが高いとともに汎用性に乏しいため二相流計測が困難であり、新たなハードウェアの開発と沸騰二相流計測を実現させるための信号処理手法の開発を目的とし、従来の二相流計測手法を概観した上で、新たな計測手法開発の必要性を示し、本研究の位置づけ、意義及び目的を述べている。

第2章「Development of a UVP method by using spike excitation and pulsed Doppler techniques」では、UVP計測において一般的に用いられているトーン・バーストパルス超音波に代わり、スパイク励起パルス超音波を用いたパルス超音波ドップラ法の信号処理システムの開発について述べている。スパイク励起パルス超音波を用いた計測では、パルスレシーバにおける減衰率の設定が重要であり、減衰率を小さな値に設定することでドップラ法の速度分布計測が可能であることを示している。また、垂直円管内単相乱流に、トーン・バーストパルスおよびスパイク励起パルスを用いたパルス超音波ドップラ法、超音波時間領域相関法を適用してそれぞれ計測を行い、超音波反射体が少ない条件においても、スパイク励起パルスによるパルス超音波ドップラ法が最も広範囲を良好に計測可能であることを明らかにしている。

第3章「Development of a multiwave UVP method by using spike excitation and pulsed Doppler technique for two-phase flow measurement」では、第2章で開発したスパイク励起パルス超音波を用いたパルス超音波ドップラ法に適用し、異なる共振周波数をもつ二つのピエゾ素子を埋め込んだマルチウェイ超音波センサを用いた気液二相流計測手法の開発について述べている。スパイク励起パルス用の二つのパルスレシーバを用い、それらを同期することで、高い周波数 (8 MHz) と低い周波数 (2 MHz) の二つのパルス超音波による、速度分布の同時計測を実現させている。高い周波数による計測では気相と液相の速度成分が一つ速度分布に計測されるため、得られた速度分布から液相速度分布のみを算出するための新たな気液相分離技術を開発し、垂直円管内気液二相流計測において、その有効性を示している。

第4章「Development of a new method to measure the condensation rate in subcooled flow boiling by using two ultrasonic frequencies」では、沸騰二相流の中でもサブクール沸騰流における蒸気気泡の凝縮率を計測する新たな計測手法の開発について述べている。凝縮率が沸騰二相流において重要なパラメータであることを述べた上で、沸騰気泡を球状と仮定して凝縮率を定義し、UVP法による計測データから凝縮率を算出する新たな計測手法を示している。上下異なる二方向から、異なる基本周波数を有するパルス超音波を用いてスパイク励起パルスを用いたパルス超音波ドップラ法により平均速度分布を同時計測し、得られた速度値の違いから凝縮率を計測する手法を提案している。UVP法による界面速度の計測時間分解能を実験的に評価し、気泡の凝縮が生じない断熱二相流、および気泡の凝縮が生じるサブクール沸騰において凝縮率の測定を行っている。提案した手法による計測結果と高速度カメラ画像を用いて計測した結果とを比較することで、得られた凝縮率の妥当性を評価し、本手法の有効性を示している。

第5章「Conclusions」では、各章において得られた成果を要約し、結論としてまとめている。

これを要するに、本論文は沸騰二相流における気相・液相の各相の速度分布および凝縮率計測を実現させる新たな計測手法として、スパイク励起パルス超音波とドップラ法を用いた計測システム、マルチウェイ超音波法による信号処理手法を組み合わせた超音波流速分布計測技術を開発し、沸騰凝縮現象の解明に寄与するものであり、工学上および工業上貢献するところが大きい。よって、本論文は博士 (工学) の学位論文として十分価値あるものと認められる。