

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	凝縮する気泡の界面挙動に関する研究
Title(English)	
著者(和文)	因幡徳昭
Author(English)	Noriaki Inaba
出典(和文)	学位:博士(工学), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第9242号, 授与年月日:2013年6月30日, 学位の種別:課程博士, 審査員:有富 正憲
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第9242号, Conferred date:2013/6/30, Degree Type:Course doctor, Examiner:Masanori Aritomi
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

報告番号	甲第	号	学位申請者氏名		因幡 徳昭	
論文審査 審査員		氏名	職名		氏名	職名
	主査	有富 正憲	教授	審査員	木倉 宏成	准教授
	審査員	齊藤 正樹	教授			
		高橋 実	准教授			
加藤 之貴		准教授				

論文審査の要旨 (2000 字程度)

本論文は「凝縮する気泡の界面挙動に関する研究」と題し、5章より構成されている。

第1章「緒論」では、沸騰水型原子炉の炉心の燃焼度を正確に評価するためには、炉心入口部近傍のサブクール沸騰領域のボイド率分布を正確に予測する必要があると述べ、サブクール沸騰領域でのボイド率分布予測に関する研究の現状を概観し、サブクール沸騰流中の気泡の界面における凝縮熱伝達率が十分に解明されていないと指摘し、本研究の意義と目的を示している。

第2章「画像解析を用いた気泡形状と体積測定の評価」では、空気と水を作動流体とする体積が既知の単一気泡について、高速度カメラを用いて撮影した画像の処理法により生じる計測誤差を取り上げている。気泡径が5.8mm以下の小気泡の場合は楕円体近似法を用いて精度良く気泡体積を計測できるが、気泡体積が増加するに従い、楕円体近似法を用いた場合には、形状近似方法に依存して算出する気泡体積が変化することを示し、測定精度向上のために二次元撮影法を用いて気泡体積を算出した結果から、気泡体積の測定誤差は気泡の形状とそれを引き起こす気泡上昇流動特性に依存することを明らかにしている。スパイラル及びジグザグ状の軌跡で上昇する気泡は、二次元撮影法を用いて評価した結果、気泡の観察方向で形状が変わるため、一次元画像計測では気泡体積の正確な評価が困難であることを示し、気泡体積と等価である気泡形状パラメータを用いた相関式を導入して算出する体積測定法を一次元画像計測に取り入れることを提案し、実気泡体積に対しておおよそ30%以下の計測誤差で計測できることを明らかにした。

第3章「サブクール水中のボイド特性」では、サブクール水中における凝縮により気泡径が減少し、消滅していく気泡数を、界面位置と時間の関係で表す画像に変換することにより気泡数分布を測定し、評価している。平均ボイド率は流動条件に依存して変化し、気泡数分布は、平均ボイド率が高い場合は大きな気泡が存在し、ボイド率に依存する結果を示している。その関係を考慮し、気泡数を予測する実験式を導出し、ボイド率、気泡上昇速度をパラメータに気泡数分布を予測している。この実験式は、ボイド率が高い条件で大きい気泡が存在し、ボイド率が小さくなると小さい気泡が支配的になる測定した気泡数密度分布を表現したものであり、測定値及び実験式よりサブクール沸騰領域では気泡径が小さい気泡数が多く、気泡径の増加と共に気泡数は指数的に減少することを明らかにしている。

第4章「サブクール沸騰中における気泡凝縮特性」では、第3章の研究からは気泡数分布に関する十分なデータが得られなかったため、凝縮を伴う単一気泡径の減少に焦点を絞り、気泡崩壊率(基準の気泡径に対する凝縮により減少する気泡径との比)、界面熱伝達率、凝縮ヌセルト数の管内沸騰流への適用性を検討している。高サブクール度で高い界面熱伝達率を示す単一気泡の凝縮と、ボイド率が急激に増加するサブクール沸騰領域の気泡凝縮は凝縮特性が異なることから、従来の相関式を用いてサブクール沸騰中の気泡凝縮を評価することは困難であることを示している。また、サブクール沸騰領域では熱平衡クオリティと流動条件の変化でボイド率分布が大幅に変化するため、従来提唱されている相関式ではボイド率を十分に評価できないため、気泡数分布の推移から構築した気泡崩壊率をボイド率と界面熱伝達率で表現して、凝縮ヌセルト数を導入する相関式を提唱している。その結果は測定値に対して±49%の精度で一致すると述べている。

第5章「結論」では、各章で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、サブクール沸騰領域の気泡の凝縮現象を取り上げ、気泡体積を求める画像計測法の高度化と界面凝縮熱伝達率の新たなモデルについて述べており、工学上及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。