

氏名	武 谷 健 吾		
授与した学位	博	士	
専攻分野の名称	工	学	
学位授与番号	博 甲 第 1242 号		
学位授与の日付	平成 6 年 3 月 25 日		
学位授与の要件	自然科学研究科生産開発科学専攻 (学位規則第 4 条第 1 項該当)		
学位論文題目	過冷却状態における氷生成機構に関する研究		
論文審査委員	教授 稲葉 英男	教授 山本 恭二	教授 濱本 嘉輔
	教授 田里伊佐雄	教授 大崎 紘一	

学 位 論 文 内 容 の 要 旨

本論文は水および水溶液の過冷却現象を利用したスラリー状氷の連続製氷技術の開発を最終目的として、工学的立場から不均質核生成に強く依存するような系のもとでの静止あるいは流動状態における水および水溶液の過冷却現象に影響を及ぼす諸因子の効果について検討したものである。まず、その基本的モデルとして、円管内に充填した比較的体積の大きな各種水類の静止状態における過冷却現象に関して、様々な不均質核生成因子の限界過冷却度に及ぼす影響を定量的に明らかにした。さらに、得られた知見にもとづき、円管内を流動する過冷却水および水溶液の管内凍結開始条件に及ぼす管内流速、温度、円管寸法、水溶液濃度等の比較的マクロな因子の影響を検討し、熱エネルギー論的な過冷却度合いを示す過冷却熱量の観点から氷核生成モデルを提案するとともに、その有意性を立証した。また、解析過程において誘導された無次元変数を使用することにより、層流、乱流それぞれの領域において管内凍結開始条件に関する無次元整理式の提案を行なった。次に管内凍結を伴わない安定な過冷却領域を対象とした実際の管外製氷実験を行い、流動過冷却水および水溶液より生成される氷結晶状態の過冷却度に対する依存性を明らかにすると同時に、生成される氷の製氷効率が過冷却解消時の熱平衡式にもとづく理論製氷効率により予測されることを明らかにした。さらに、新しい製氷方法として水溶液の凍結挙動を利用した管内製氷法を提案し、その可能性を示唆する有用な実験データの整理に成功した。また、この管内製氷時に見られる管内流動過冷却水中を流下する氷粒子の運動ならびに凝固、融解挙動を単一氷粒子として物理モデル化し、その数値解析による検討を行った。計

算結果から、氷粒子の運動ならびに凝固、融解量に影響を及ぼす諸因子の効果を解明するとともに、今後氷粒子群の運動ならびに凝固、融解量の解明に向けての基礎的資料を得ることができた。

論文審査の結果の要旨

本論文は水および水溶液の過冷却現象を利用したスラリー状氷の連続製氷技術の開発を最終目的として、工学的立場から不均質核生成に強く依存するような系のもとでの静止あるいは流動状態における水および水溶液の過冷却現象に影響を及ぼす諸因子の効果について検討してある。特に、その基本的モデルとして、円管内に充填した比較的体積の大きな各種水類の静止状態における過冷却現象に関して、様々な不均質核生成因子の限界過冷却度に及ぼす影響を定量的に明らかにしてある。さらに、得られた知見にもとづき、円管内を流動する過冷却水および水溶液の管内凍結開始条件に及ぼす管内流速、温度、円管寸法、水溶液濃度等の比較的マクロな因子の影響を検討し、熱エネルギー論的な過冷却度合いを示す過冷却熱量の観点から氷核生成モデルを提案するとともに、その有意性を立証した。また、解析過程において誘導された無次元変数を使用することにより、層流、乱流それぞれの領域において管内凍結開始条件に関する無次元整理式の提案を行なっている。次に、管内凍結を伴わない安定な流動過冷却領域を対象とした実際の管外製氷実験を行い、流動過冷却水および水溶液より生成される氷結晶状態の過冷却度に対する依存性を明らかにすると同時に、生成される氷の製氷効率が過冷却解消時に熱平衡時にもとづく理論製氷効率により予測されうることを明らかにしている。さらに、新しい製氷方法として水溶液の凍結挙動を利用した管内製氷法を提案し、その可能性を示唆する有用な実験データの整理に成功した。また、この管内製氷時に見られる管内流動過冷却水中を流下する氷粒子の運動ならびに凝固、融解挙動を単一氷粒子としての物理モデル化し、その数値解析による検討を行っている。計算結果から、氷粒子の運動ならびに凝固、融解量に影響を及ぼす諸因子の効果を解明してある。得られた結果は、この種氷蓄熱システムの開発の基礎資料となり、工学的分野に重要な貢献をもたらすものと判断される。よって本審査会は、本論文を博士（工学）学位論文に値するものと判定した。