

## 審査の結果の要旨

氏名 今井 康之

本論文は、酸化皮膜表面に放射線照射を行う事で限界熱流束が向上する、放射線誘起沸騰改善現象に関して、伝熱実験的検討と、放射線照射環境下における沸騰気泡挙動の可視化を実施し、照射にともない発泡核密度が減少することを明らかにすると共に、これらの実験データから限界熱流束が向上するモデルについて論じたものである。本論文は6章で構成されている。

第1章では、沸騰熱伝達や、濡れ性と熱伝達の関係、放射線照射による限界熱流束向上に関する従来の知見についてレビューするとともに本研究の目的についてまとめている。従来の知見が、マクロ的な限界熱流束データや、非照射環境下における限界熱流束実験に留まっていることを指摘し、沸騰曲線の取得や沸騰挙動の可視化を通じて、限界熱流束向上メカニズムをモデル化することを目的とすることを述べている。

第2章では、試験片を空气中照射後に取り出し、非照射環境下で限界熱流束を計測する実験とその結果について述べている。試験方法自体は従来と変わらないが、本研究で新たに利用するワイヤ型の試験片について、従来と同様の傾向があることを確認し、ワイヤ型の試験片を用いることの妥当性を論じている。また、高速度ビデオカメラによる可視化により、非照射試験片と照射試験片の間には、沸騰挙動には差が無いことを確認している。

第3章では、照射環境下で限界熱流束を計測する実験とその結果について述べている。照射室内に沸騰実験装置を持ち込み、照射を行いながら沸騰挙動を計測している。事前照射は行わず、試験片を水中に設置し、同一の試験片に対して照射前と照射後の核沸騰領域における沸騰曲線を取得している。この結果、照射を進めることで、核沸騰領域における沸騰熱伝達が悪化することを明らかにした。また、照射室内に高速度ビデオカメラを持ち込み、照射中の試験片における沸騰挙動を計測している。この可視化画像解析により、照射を進めると沸騰核密度が減少することを実験的に明らかにするとともに、この沸騰核密度減少によって、熱伝達が悪化していることを明らかにした。なお、この挙動は従来の照射後の非照射環境下限界熱流束試験では全く得られていない知見である事を述べている。

第4章では、酸化皮膜試験片の挙動を評価するため、基礎的な濡れ性試験、表面観察を行っている。特に、従来全く得られていない、水中照射環境下における濡れ特性変化を明らかにし、空气中照射環境下と同様な濡れ性改善特性を示すことを確認している。また、照射前後の表面をSEM観察することで、表面形状は照射前後で変化が無いことを示している。この結果から、照射による濡れ性変化の原因が、荒さの変化ではないことを確認している。

第5章では、上記の実験結果を元に、限界熱流束向上のメカニズムに対する議論を行っている。沸騰核密度の減少と濡れ性向上が物理的に相関があることを示し、照射による濡れ性向上が沸騰核密度減少に関与していることを議論している。さらに、核沸騰領域における沸騰核密度減少の実験データをベースに、限界熱流束領域を外挿し、照射による限界熱流束向上についてモデル化を行っている。

第6章は結論であり、本論文で得られた成果をまとめている。

以上のように、本論文は、放射線環境下において沸騰核密度が減少する事実を発見するとともに、濡れ性との関係を議論し、放射線による限界熱流束向上について評価を行った研究であり、システム量子工学の発展に寄与することが少なくない。

よって、本論文は博士(工学)の学位請求論文として合格と認められる。