

沸騰水型原子炉の液膜ドライアウト予測精度向上に向けたフィルム型光導波路による高精度多点液膜計測手法の開発

メタデータ	言語: ja 出版者: 静岡大学 公開日: 2024-06-17 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 古市, 肇 メールアドレス: 所属:
URL	https://doi.org/10.14945/0002000660

本論文は、沸騰水型原子炉における液膜ドライアウトの予測精度を向上させることを目的として、非常に薄く柔軟なフィルム型の光導波路を用いた、多点での液膜厚さ計測法の開発に関するものである。従来の音響的や電氣的な手法と比較して、薄い液膜を高時空間分解能で測定でき、高温高压環境に耐えうる手法である。

第1章では、序論として沸騰水型原子炉の構造やその設計において重要となる限界出力を決定する燃料棒周囲の液膜厚さについて概要が述べられ、現在の環状流領域での液膜モデルが紹介された。また液膜厚さ測定法について、様々な手法を紹介し、そのそれぞれの測定可能な液膜厚さ、時空間分解能、局面適用性、多点同時計測および耐環境性について述べられ、現状の課題と本研究の目的が述べられている。

第2章では、フィルム型光導波路による液膜厚さ計測手法の確立に向けて、光線追跡法を用いたシミュレーションおよび BWR 模擬燃料棒一体型のフィルム導波路を用いた強度と液膜厚さに関する校正方法の確立について述べられている。さらに模擬液膜波形による信号処理手法を検討し、フィルム型光導波路を用いて液膜厚さの計測が可能であることを示している。

第3章では、本液膜センサーを大気圧下における鉛直上昇環状流へと適用し、その計測精度と局面での適用性についての検討結果が述べられている。また高速度カメラを用いた LIF 法による可視化画像と比較することで、液膜ドライアウト予測で重要となるじょう乱波やリップルによる波立ちを計測できることを示している。

第4章では、高温高压下での適用に向けて、縦型凝縮伝熱管を模擬した管内凝縮液膜での計測試験を行い、気体の密度変化に伴う信号値変化や、多点検出性能について述べられている。

第5章では、液膜表面の曲率の影響についての影響評価を、光線追跡法を用いて解明した結果について述べている。計測誤差要因を整理し、取得信号の処理方法を工夫することでより精度の高い時間平均液膜厚さの算出方法を考案した。またこれらの考察により BWR 運転条件においても本手法が適用可能であることを示した。

第6章では、論文の結論が述べられている。

以上のように、本論文では、光導波路によって液体中へと射出された光の気液界面からの反射光強度による液膜厚さ測定法を多点同時計測へと拡張し、さらにその設置を容易するだけでなく、界面曲率の影響を明らかにした。よって、以上のことから、本論文は博士(工学)の学位論文としてふさわしいものと認められる。