

先進的核熱連成シミュレーションシステムの開発

(6) 検証データ取得のための燃料バンドル内気液二相流測定手法の検討

Development of Advanced Neutronics/Thermal-Hydraulics Coupling Simulation System

(6) Measurement of Gas-Liquid Two-Phase flow inside a Fuel Bundle to Obtain Code Validation Data

岡本 薫¹, *牧野 泰¹, 小野 綾子², 吉田 啓之²

¹NDC, ²JAEA

JAEA で開発中の核熱カップリングコードにおいて、詳細熱流動解析コード (JUPITER または TPFIT) の適用が予定されており、燃料バンドル内の気液二相流特性に係る妥当性確認データが必要とされている。本研究では、非接触で局所測定が可能なレーザドップラー流速計 (LDV) を用い、蛍光粒子を利用した液相速度測定、及び LDV 出力判別に基づく気相ボイド率測定から、燃料バンドル内の気液二相流測定手法を検討した。

キーワード：核熱カップリング、気液二相流、サブチャンネル流動、LDV 測定

1. 緒言

詳細熱流動解析コードの詳細な妥当性確認を目的として、燃料バンドル構成流路であるサブチャンネル内の気液二相流挙動 (気相ボイド率、液相速度) に関するデータや実験的知見が必要とされている[1]。本試験では、矩形流路を上昇する水-空気系の分散性気泡流 (気泡径は約 1~2mm) を対象に LDV を適用し、サブチャンネルスケール以下の局所の液相速度及び気相ボイド率の測定方法を検討した。

2. 燃料バンドル内の気液二相流測定手法の検討

2-1. 蛍光粒子を用いた LDV 液相速度測定

気泡界面で生じる散乱光や構造物等からの反射光の影響を排除するため、蛍光粒子を液相に混合し、蛍光粒子の励起波長のみをフィルターを介して受光する方法を採った。蛍光粒子 (ジビニルベンゼン被覆) を用いた液相速度データを従来のトレーサ粒子 (ナイロン) と比較して図 1 に示す。データレートは低下するが、同等の液相速度を得られることが確認できる。

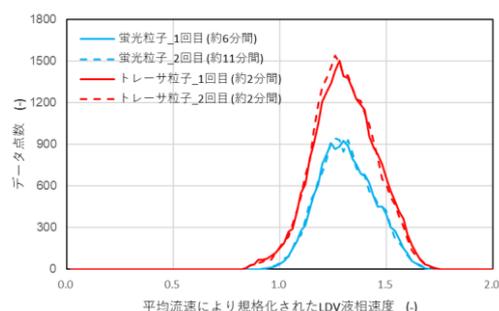


図 1 LDV 液相速度の測定結果比較

2-2. 気相通過時の LDV 出力判別に基づく気相ボイド率測定

気泡が LDV 測定体積を通過する際の LDV 出力電圧、及び高速カメラにより撮影した気泡画像を併せて図 2 に示す。気泡画像(b)及び(c)において気泡界面からの強い散乱光が生じており、該当時間における LDV 出力は顕著に上昇している。この LDV 出力の時系列データから気相 (高出力) と液相 (低出力) を判別し、気相ボイド率として算出することが可能である。

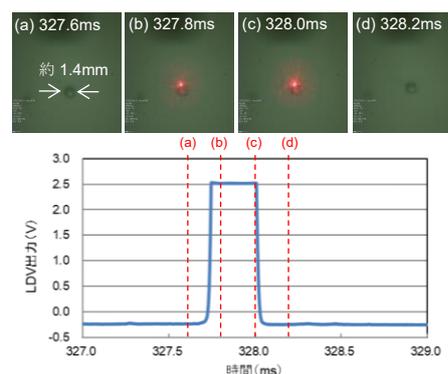


図 2 気泡通過時の LDV 出力例と気泡画像

3. 結果

サブチャンネルスケール以下の気液二相流測定手法の構築を目的に、蛍光粒子を用いた LDV 液相速度測定及び気泡通過時の LDV 出力判別に基づく気相ボイド率測定を検討し、これらの有効性について確認した。

参考文献

[1] A. Ono, et al., Numerical Simulation of Two-Phase Flow in 4x4 Simulated Bundle, Mech. Eng. Journal, Vol.7, No.3, p.1-12, 2020.

Kaoru Okamoto¹, *Yasushi Makino¹, Ayako Ono² and Hiroyuki Yoshida²

¹MHI Nuclear Development Corporation and ²Japan Atomic Energy Agency