ロッドバンドル内気液二相流のボイド率分布

竹中 信幸[○] 正員 (神戸大工)、浅野 等 (神戸大工)、藤井 照重 (神戸大工)、
端山 俊輔 (神戸大工)、松林 政仁 (原研)

Void fraction distribution of gas-liquid two-phase flow in a rod bundle

Nobuyuki TAKENAKA, Hitoshi ASANO, Terushige FUJII, Shunnsuke HAYAMA, Masahito MATSUBYASHI

ABSTRACT

Visualization and void fraction measurement are important to study the behaviors of a two-phase flow. It is often difficult to visualize two-phase flows and to measure void fraction distributions in complicated conduits like a rod bundle. In this study, visualization of two-phase flow in a rod bundle near the spacer were carried out and the void fraction distributions were measured by using neutron radiography system in Japan Atomic Energy Research Institute. Quantitative void fraction distributions in a rod bundle were presented.

Key words: Two-Phase Flow, Void Fraction, Rod Bundle, Neutron, Radiography

1、緒言

二相流の流動現象は流動様式に大きく依存し、ボイド率の測定が重要である。特に、気液二相流では、流動様式を可視化することが現象を理解し、適切なモデル化を行う過程で極めて重要である。

ロッドバンドル内気液二相流の流動様式は、水冷却型原子炉の安全性の観点から非常に重要であるが、容器が金属製で形状も複雑なため可視化も計測も困難であるため、放射線を用いた研究が行われており、バンドル内の沸騰二相流についてはX線 [1] やγ線 [2] によるボイド率の計測が報告されている。また中性子ラジオグラフィによってロッドバンドル内二相流の3次元ボイド率分布が可視化できることを報告している [3]。

本研究では、日本原子力研究所の熱中性子によるラジオグラフィ計測システムを用いて、ロッドバンドル内スぺーサ近傍の空気-水二相流の可視化を行い、グリッドを用いた真影法による定量的計測法 [4] でボイド率を定量的に計測することにより、スぺーサ近傍の一次元断面平均ボイド率分布を得たので報告する。

2. 実験装置、実験方法

本実験では、日本原子力研究所の研究炉JRR-3Mの熱中性子によるラジオグラフィ計測システムを用いた。

Fig.1(a),(b)に実験装置の概略図を示す。実験装置には4×4の正方格子に配置された外径10mmのアルミニウム製の模擬燃料棒が、ステンレス製のマルセル型スぺーサ2つで固定されている。気液混合部内の多孔質パイプから水は、エアコンプレッサーから送られてきた空気とともに2つのスぺーサを通して試験部内を上昇し、気液分離部で分離され、空気は大気開放し、水はポンプにより再び循環する。下流側のスぺーサ周辺に中性子を照射し、二相流を可視化し、画像処理により、管断面平均ボイド率の軸方向分布の測定を行った。一回の撮像での視野は180mm程度であるため、実験装置を移動させ2回の照射を行った。

Fig.1 (a) Test section

① Side Band ③ Cell
② Guide Board ④ Spring

Fig.1 (b) Details of spacer

3、計測結果

図2に、計測結果の一例を示す。2回の撮像による画像から求めた管断面平均ボイド率を液流量一定で来たい流量を変化させた場合について二例について示す。いずれの条件でもボイド率は、スパーサ上流でスパーサに近づくほど上昇し、スパーサ部で低下することが定量的に計測されている。スパーサ上流のボイド率上昇は期待流量が低いほど顕著である。このようなスパーサのロッドバンドル内二相流に及ぼす影響を定量的に解明していくことを計画している。

図2 断面平均ボイド率分布

(b) RUN24

(c) RUN24

(d) RUN26

4. 結論

可視光に不透明な金属製容器内の気液二相流のボイド率計測を目的として、日本原子力研究所の研究炉JRR-3Mの中性子ラジオグラフィ計測システムを用いて実験を行い、4×4ロッドバンドル内スパーサ近傍の空気-水二相流の可視化画像を得るとともに、スパーサ近傍の一次元ボイド率分布の定量的な計測を行えることを示した。このような実験結果に対しては、直接比較できるデータや実験式はなく、円管や二重管のような単純な体系での実験を行ってボイド率計測の有効性を示した後、ロッドバンドル内二相流に対する実験式の作成を検討している。

- [1] A.Inoue, T.Kurosu, M.Yagi, S.Morooka, A.Hoshide, T.Ishizuka and K.Yoshimura, Proc. ASME/JSME Nucl. Engng. Conf. 1 (1993), 39.
- [2] K.Hori, K.Miyazaki, T.Kurosu, S.Sugiyama, J.Matsumoto and Y.Akiyama, Proc. ASME/JSME Nucl. Engng. Conf. 1 (1993), 69.
- [3] 竹中ら、第24回可視化情報シンポジウム予稿集
- [4] 竹中ら、「中性子ラジオグラフィによるボイド率分布の定量的計測法」、本予稿集