

燃料集合体内冷却水の気液二相流の挙動解明に向けた研究開発 (10) 単一サブチャンネル内における気液二相流の変動圧力特性

Research and development for understanding two-phase flow behavior inside a fuel bundle

(10) Pressure fluctuation characteristics of the two-phase flow in a subchannel

*池田 正樹¹, 藤本 清志¹, 上遠野 健一¹, 安田 賢一¹, 宇井 淳²

¹日立 GE ニュークリア・エナジー, ²電力中央研究所

単一サブチャンネル内における気液二相流の変動圧力を計測する試験を実施し、様々なボイド率条件や圧力条件に対する変動圧力特性の確認、及びこの変動圧力特性の定量的な考察を行った。

キーワード：二相流，変動圧力，ボイド率，沸騰水型原子炉，サブチャンネル，燃料集合体

1. 緒言

沸騰水型原子炉（BWR）において、燃料集合体内の冷却水挙動の評価精度を向上させるためには、クロスフロー現象のメカニズムを解明することが重要である。このクロスフロー現象の起因パラメータとして、これまで、サブチャンネル間の変動圧力の差である変動差圧が鍵になると考えてきた[1]。本研究では、この変動差圧の基となる単一サブチャンネル内の気液二相流の変動圧力特性に着目した。

2. 方法及び結果

2-1. 方法

試験では、図1の挿入図に示す断面のサブチャンネルを用い、圧力条件を0.1 MPa（室温大気圧条件）、5.5 MPa、7.2 MPa（BWR 実温実圧条件）の3種類とした。また、供給する気液二相流の全質量流束を1500 kg/m²s、2000 kg/m²sとし、スラグ・チャーン流領域においてサブチャンネル壁面の変動圧力を計測した。

2-2. 結果と考察

図1は、全質量流束を1500 kg/m²sとした時のボイド率と変動圧力の二乗平均平方根（RMS）値の関係である。試験結果より、ボイド率の増加とともに変動圧力のRMS値が大きくなること、圧力条件の増加とともに変動圧力のRMS値が小さくなることが確認できる。変動圧力がクオリティの増加とともに大きくなることより、二相増倍係数を用いた圧力損失の式と類似の式で変動圧力特性を表現できる見通しを得た。また、流体物性の観点から変動圧力特性を考察するために、圧力による表面張力の違いを考慮した計算を行った。その結果、図1に示すように、計算結果が試験結果を再現し、表面張力との相関を示唆する結果を得た。

3. 結論

単一サブチャンネル内の気液二相流の変動圧力は、ボイド率の増加とともに大きくなること、及び圧力条件の増加とともに小さくなることを確認した。また、この変動圧力特性は、クオリティを用いた式で表現できること、及び表面張力と相関があることの見通しを得た。本研究の一部は、資源エネルギー庁委託事業「平成30年度原子力の安全性向上に資する共通基盤整備のための技術開発事業（燃料集合体内冷却水の気液二相流の挙動解明に向けた研究開発）」として実施した。

参考文献

[1] 池田他，日本原子力学会 2018 年秋の大会，2I14（2018）

* Masaki Ikeda¹, Kiyoshi Fujimoto¹, Kenichi Katono¹, Kenichi Yasuda¹, Atsushi Ui²

¹Hitachi-GE Nuclear Energy, Ltd., ²Central Research Institute of Electric Power Industry

