燃料露出過程の炉内流動評価
(16) 大気圧から 7MPa までの低流量条件における発熱管群体系のボイド率相関式

Thermal-hydraulics in reactor core under rod bundle uncovery conditions

(16) Void fraction correlation in heated rod bundle at low flow rate

for wide pressure range from 0.1 to 7 MPa

*新井 崇洋 [1]，古谷 正裕 [1]，滝口 広樹 [1]，西 義久 [1]，白川 健悦 [1]

[1] 電力中央研究所

大気圧から BWR 定格運転圧力までの幅広い圧力範囲に対して低流速域での 5×5 バンドル内沸騰二相流のボイド率分布をサブチャンネルボイドセンサによって取得し、既存ボイド率相関式の適用性を評価した。

キーワード： 沸騰二相流，5×5 発熱バンドル，ボイド率，サブチャンネルボイドセンサ

1. 緒言　事故時に原子炉水位が低下する場合、燃料の冷却特性は二相水位よって定まることを見出した。二相水位の予測にはボイド率分布を把握することが重要である。本報では、沸騰水型軽水炉(BWR)の事故時の低流量を想定し、大気圧から定格運転圧力までの幅広い圧力範囲を対象に、著者らが開発したサブチャンネルボイドセンサ(SCVS)を用いて 5×5 バンドル内沸騰二相流のボイド率分布の計測値と既存のボイド率相関式の予測値と対比して考察した結果を報告する。

2. 実験及びボイド率相関式　有効発熱長が約 3.7 m の 5×5 発熱バンドル（燃料棒径 10 mm、燃料棒ギャップ 3 mm）に SCVS[1]を高さ方向に 8 箇所配置し、圧力 4 水準(大気圧から 7 MPa)、入口流速 3 水準、熱出力 5 水準(実機崩壊熱相当、径方向・軸方向ともに一様発熱分布)に対するボイド率分布を取得した。TRACE 及び TRAC-BF1, RELAP5 にも実装されているバンドル体系のボイド率相関式のうち Bestion 式[2]及び EPRI 式[3]を選定して対比した。

3. 結果及び考察　全見かけ流速と気相平均流速に対して実験結果を整理した結果、両者に良い相関が得られた。Fig.1 にボイド率をクオリティに対して示す。3MPa 以上の高圧に対しては比較的良い一致を示した。一方、大気圧では特にボイド率が 60%を下回る領域はボイド率を過大評価する傾向がある。大気圧での SCVS 計測結果から、クオリティの増大とともに急激にボイド率が増大し、複数ロッドに亘る大気泡が周期的に形成され、流出する特有な流動様相が観測された。今後はこの流動様式の変動を考慮してボイド率予測式を改良する予定である。

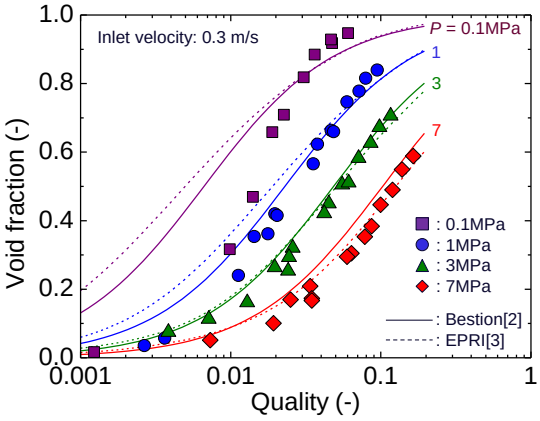

Fig.1 Comparison of experimental data with void fraction correlations

4. 結論　BWR 事故時を想定した流動条件に対するバンドル内ボイド率の実験値と相関式予測値を比較した。3MPa 以上の高圧条件に対しては良い一致を示す一方、大気圧では予測誤差が大きいことから、低圧に特有な流動様相を考慮した改良が必要であることが示唆された。

謝辞　本研究は平成 28 年度発電用原子炉等安全対策高度化技術基盤整備事業（燃料露出過程における熱流動現象の解析手法の高度化）の一部として行ったものである。

参考文献

[1] Arai, T. et al., 2016, Proc. of ATH'16, pp. 193–200.
[2] Bestion, D., 1985, European 2 Phase Flow Group Meeting.
[3] Chexal, B., Lellouche, G., 1986, Electric Power Research Institute. EPRI-NP-3989-SR.

*Takahiro Arai[1], Masahiro Furuya[1], Hiroki Takiguchi[1], Yoshihisa Nishi[1], Kenetsu Shirakawa[1]

[1]Central Research Institute of Electric Power Industry