

## 高圧・低流量域におけるバンドル内沸騰二相流のサブチャンネル解析

Subchannel analysis of boiling two-phase flow in a rod bundle at high pressure and low flow rate

\*新井 崇洋<sup>1</sup>, 古谷 正裕<sup>1</sup>, 宇井 淳<sup>1</sup>, 大川 理一郎<sup>1</sup>

<sup>1</sup>電力中央研究所

事故時の低流量域を想定した燃料集合体内沸騰二相流を対象として、サブチャンネル解析コード CTF を用いた定常三次元熱流動解析を実施した。サブチャンネルボイドセンサを用いて取得した実験結果と解析結果を対比し、当該事象に対する CTF の適用性を報告する。

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

**1. 緒言** 事故時に原子炉への注水が停止した場合、燃料の冷却は炉心内の実水位、いわゆる二相水位に依存する。二相水位の予測精度を向上するためには、ボイド率分布を把握することが重要である。本報では、サブチャンネル解析コード CTF を用いて沸騰水型軽水炉 (BWR) における事故時の低流量域を想定した定常沸騰二相流解析を実施し、既存研究においてサブチャンネルボイドセンサ (SCVS) を用いて取得した実験結果と対比して考察する。

**2. 解析** 解析体系は 5×5 発熱バンドル (燃料棒径 10 mm、燃料棒ギャップ 3 mm、有効発熱長 3.71 m) であり、鉛直方向は 40 mm のノード分割とした。解析条件は、圧力が定格運転圧力相当、質量流束が自然循環流量相当の低流量域、入口サブクール度が 7 K、バンドル熱出力が実機崩壊熱 (定格熱出力の 1-7 % 相当) の一様発熱分布である。

**3. 結果及び考察** 図 1 は圧力 7.2 MPa、質量流束 384 kg/m<sup>2</sup>s、入口温度 280 °C、バンドル熱出力 105 kW における CTF 解析結果と実験結果の比較である。実験では、バンドルの鉛直方向に設置した SCVS (2 層×8 箇所) を用いて断面あたり 132 点 (サブチャンネル中央 32 点、ロッド表面近傍 100 点) のボイド率を 1250 断面/秒で 25 秒間取得した[1]。気相速度は近接設置した 2 層の SCVS により鉛直方向の気液界面移動速度として評価した。バンドル外周部を除く領域で沸騰が開始し、発生した蒸気がバンドル中央に集中して砲弾型分布に遷移する様子を再現でき、定量的にも概ね一致することを確認した。質量流束がより小さく、圧力が低いほど複雑かつ多次元的な沸騰流となるため、実験結果と解析結果の偏差は大きくなりやすいことから、今後は大気圧までの低圧・低流量域に対する CTF の適用性を検討する予定である。

**4. 結論** 事故時の高圧・低流量域を想定した場合の燃料集合体内沸騰二相流のサブチャンネル解析を実施し、サブチャンネルスケールで取得したボイド率分布及び気相速度分布の実験結果を再現できることを示した。

### 参考文献

[1] Arai, T. et al., 2016, Proc. ATH'16, pp. 193–200.

\*Takahiro Arai<sup>1</sup>, Masahiro Furuya<sup>1</sup>, Hiroki Takiguchi<sup>1</sup>, Yoshihisa Nishi<sup>1</sup>, Kenetsu Shirakawa<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Central Research Institute of Electric Power Industry

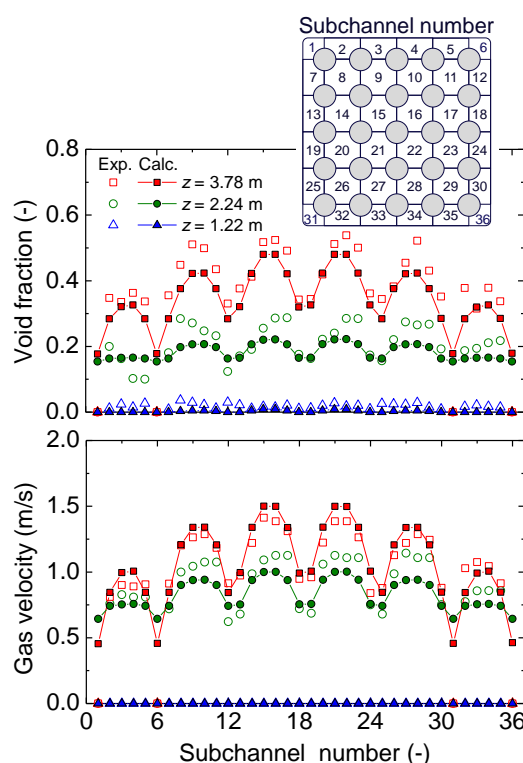


Fig.1 Comparison of CTF result with experimental data acquired by SCVS