

## 円管内空気・蒸気混合流の3次元数値計算における 1次元壁面凝縮伝熱モデルの適用

3D CFD for steam-air mixture flow in a circular tube using 1D wall condensation model

\*歌野原 陽一<sup>1</sup>, 村瀬 道雄<sup>2</sup>

<sup>1</sup> (株) 原子力安全システム研究所 (現: 公立小松大学), <sup>2</sup> (株) 原子力安全システム研究所

非凝縮性ガスである空気と蒸気の混合流の壁面凝縮熱伝達実験を対象に数値計算を行った。壁面近傍で計算メッシュを粗くし、壁面凝縮伝熱モデルとして Liao and Vierow の提案する 1次元解析用モデルを用いた。壁面熱流束の計算結果はある程度妥当に実験値を再現することができた。

**キーワード:** 壁面凝縮熱伝達, 数値シミュレーション, 冷却材喪失事故

**1. 緒言** PWR の LOCA 時における CV 健全性評価の一環として、CFD による LOCA 時の温度・圧力の予測に取り組んでいる[1]。CV 内の圧力・温度変化に影響する主要因子の 1 つとして、壁面凝縮伝熱が想定されるため、空気・蒸気混合気体の壁面凝縮伝熱量を測定し[2]、CFD で実験の再現に取り組んでいる。

**2. 実験・計算条件** 配管内径  $D = 49.5$  mm, 肉厚 5.5 mm の伝熱管内に蒸気・空気混合流 (蒸気流量 5.9 g/s, 空気流量 9.0 g/s, 約 87°C)、伝熱管外面に冷却水 (約 20°C) をそれぞれ流し、混合気体、伝熱管壁内、冷却水の温度分布を計測した[2]。CFD でこれまで得られた知見として、凝縮伝熱モデルに Dehbi ら[3]の式 (Case 1) を用いると壁面熱流束の再現性がよいが (図 1)、壁面上で詳細なメッシュが必要となるため、Dehbi らの式を補正することで (Case 2)、粗いメッシュでも過小評価ではあるが、比較的妥当な値を再現することができた[4]。本発表では、1次元解析用凝縮伝熱モデルとして Liao and Vierow の拡散層モデル[5]を取り上げ (Case 3)、粗いメッシュへの適用性を検討した。

**3. 結果** 図 1 のように、Liao and Vierow モデル (Case3) は補正した Dehbi らのモデル (Case2) とほぼ同様な計算結果となった。今後さらに、定量的な再現性向上に取り組む予定である。

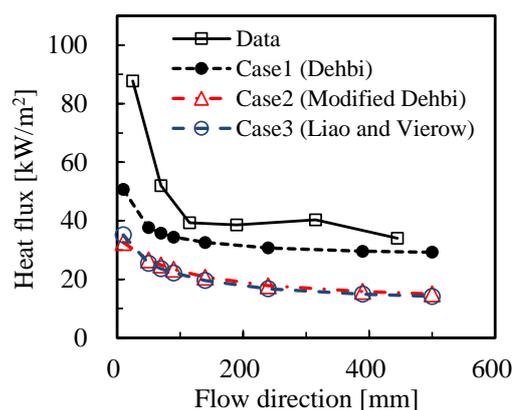


図 1 壁面熱流束の計算結果比較

### 参考文献

[1]歌野原ら, 原学会 2017 春, 3K15, [2] Murase et al., 混相流, Vol. 33, 2019, [3] Dehbi et al., NED, Vol. 258, 2013, [4] 歌野原ら, 原学会 2021 春, 3A07, [5] Liao and Vierow, J. Heat Trans. (ASME), Vol. 129, 2007.

\*Yoichi Utanohara<sup>1</sup> and Michio Murase<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Institute of Nuclear Safety System, Inc. (Current affiliation: Komatsu University), <sup>2</sup>Institute of Nuclear Safety System, Inc.