

界面追跡法に基づく高精度凝縮解析手法の開発

High-precision condensation simulation with interface-tracking method

*伊藤 啓¹, 大平 直也¹, 伊藤 大介¹, 齊藤 泰司¹

¹京都大学

沸騰・凝縮など大きな密度変化を伴う相変化を生じる流れ場の数値解析は、精度・安定性などの点において未だ多くの課題が残されている。本研究では、界面追跡法に基づく高精度な凝縮解析手法を開発する。

キーワード：界面追跡法，相変化，凝縮，数値解析

1. 緒言

沸騰・凝縮などを生じる流れ場の数値解析は、高精度に安定して実施することが未だ難しい問題である。本研究では、界面追跡法に基づく凝縮流れ解析手法開発の一環として、気液界面の移動計算の再検討を行い、従来の解析手法と比較して高精度に解析が行える手法を開発する。

2. 界面追跡法に基づく凝縮解析

本研究では、高精度 Volume-of-fluid 法^[1]に基づく界面追跡を行う。Volume-of-fluid 法に基づく従来の凝縮計算では、凝縮に伴う気液界面の移動は各格子セル内で行うのが一般的であるため、凝縮量が多い、または格子セル内の気相体積が少ないなどの状況で、気液界面がセルを跨いで移動する際には解析精度が低下する。これを抑制するため、格子セル間の界面移動を正確に計算する手法を開発した。

3. 検証解析

開発した手法の検証として、1次元 Stefan 問題の解析を行った。初期状態において解析体系は飽和蒸気で満たされており、冷却壁面の温度を 298.15 K に保つことにより壁面上で凝縮が生じ、時間とともに気液界面が x の正方向に移動していく。解析格子のサイズは 0.0625 mm とし、時間刻みを 0.01 ~ 0.2 s まで変化させた。時間刻み 0.1 s の場合の気液界面位置の時間変化を Fig. 1 に示す。従来手法、改良手法ともに理論解と良く一致しているが、従来手法の結果は理論値を下回っている。Fig. 2 に示す解析誤差（界面位置の理論値に対する解析結果の誤差）の比較結果からも、改良手法の方が高い解析精度を与えることが分かる。

4. 結言

高精度界面追跡法に基づく凝縮解析手法について、セル間の界面移動や界面熱流束を正確に計算する手法を開発し、従来手法と比較して計算精度が向上することを確認した。

謝辞

本研究は JSPS 科研費 JP19H02638 の助成を受けたものです。

参考文献

[1] K. Ito et al., Multiphase Science and Technology, Vol. 32, No. 2, pp. 109-131, 2019.

*Kei Ito¹, Naoya Odaira¹, Daisuke Ito¹ and Yasushi Saito¹

¹Kyoto Univ.

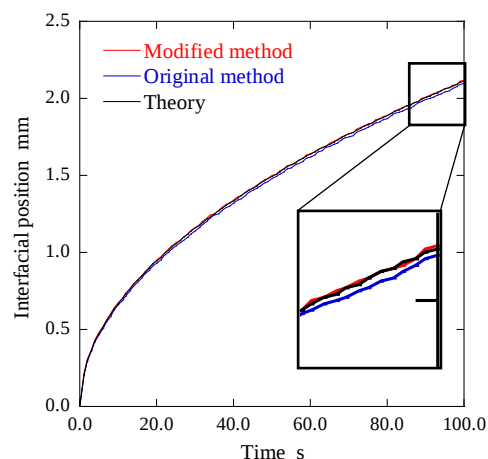


Fig. 1 Interfacial location

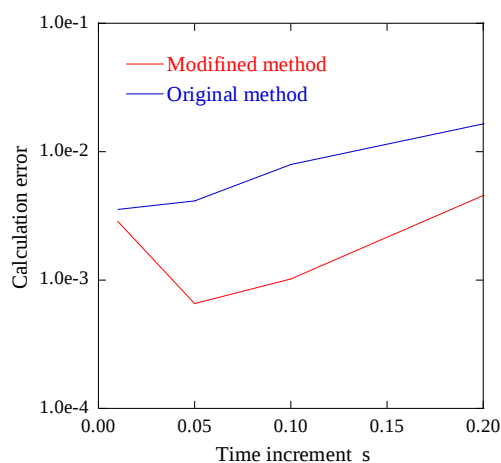


Fig. 2 Simulation accuracy