

サブクール流動沸騰中における気泡生成挙動に関する研究

Study on bubble nucleation behavior in subcooled flow boiling

*海保 和宏¹, 土江 健太², 榎木 光治¹, 大川 富雄¹

¹電気通信大学大学院, ²電気通信大学

サブクール沸騰中における気泡の伝熱面離脱後の挙動はボイド率への影響が大きい。本研究では高速度カメラを用いた伝熱面水平方向からの可視化試験により、気泡の伝熱面離脱速度、離脱後の軌道について調査した。

キーワード：サブクール沸騰, ボイド率, 気泡離脱速度, 気泡挙動

1. 緒言

サブクール沸騰中におけるボイド率は、軽水炉内での炉心流量、燃焼度、反応度事故時の影響などを評価する上で重要である。また、気泡の生存時間はボイド率に大きな影響を与える要素の一つである。気泡は伝熱面で生成成長すると、やがて伝熱面を離脱し凝縮するという挙動を示す。本研究では、離脱後の挙動を気泡に関する運動方程式によって導く際に重要な、伝熱面離脱速度について高速度カメラを用いた可視化試験によって各パラメータ依存性を調査した。

2. 可視化試験

試験流路は幅 14mm 高さ 10mm の矩形流路、試験流体は水を用いており、流動方向は垂直上昇流である。可視化試験は大気圧下で行い、実験条件は熱流束 $q_w=202-487[\text{kW/m}^2]$ 、サブクール度 $\Delta T_{\text{sub}}=10, 30, 40[\text{K}]$ 、質量流束 $G=252-490[\text{kg/m}^2\text{s}]$ とした。撮影条件は 10000[fps]、シャッタースピード 10000[s⁻¹]である。気泡挙動は伝熱面水平方向より撮影し、気泡径、伝熱面垂直方向および流動方向重心位置の時間変化を記録した。

3. 結果および考察

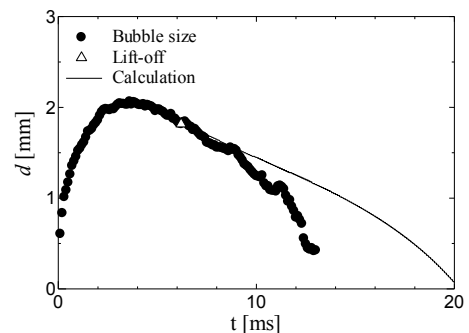
気泡径、伝熱面鉛直方向および流動方向重心位置の時間変化を図 1 に示す。気泡は成長とともに鉛直方向へ移動し、離脱後も緩やかに上昇した後、加速を伴って凝縮する。水平方向へは概ね一定速度で移動している。これらの気泡挙動を気泡に関する運動方程式^[1]より予測した結果を同図に示す。水平方向の予測は良好であるが、鉛直方向の加速挙動、それが及ぼす凝縮熱伝達率への影響によって誤差を生じている。図 1(b) に示した気泡頂部の時間変化より、離脱後、気泡頂部はほとんど変化せず気泡底部が上昇していることから、成長と共に伸張した気泡が凝縮を伴いながら表面張力によって変形していることがわかる。以上より、予測精度向上には表面張力の効果を適切に含める必要がある。

謝辞

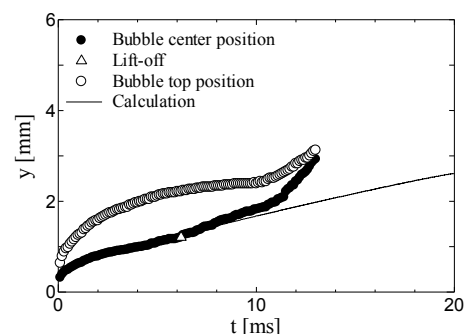
本報告は原子力規制庁からの委託「平成 26 年度 低圧時サブクール沸騰挙動解明試験」にて実施した成果です。

参考文献

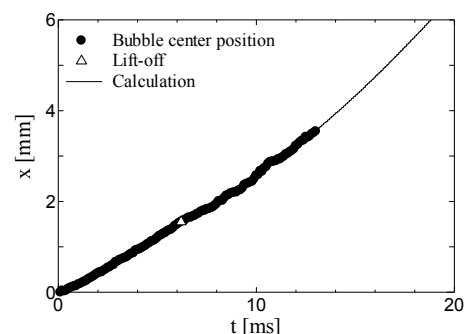
- [1] Okawa et. al., Numerical Simulation of Single Bubbles Located in Turbulent Flow in Vertical Pipes Using Bubble Tracking Method, Japanese J. Multiphase Flow, Vol.15, No.2 (2001), pp.165-174.



(a) 気泡径



(b) 伝熱面垂直方向



(c) 流動方向

図 1 気泡径および各方向における重心位置の時間変化

*Kazuhiro Kaiho¹, Kenta Tsuchie², Koji Enoki¹, Tomio Okawa¹

¹University of Electro-Communications (Graduate school), ² University of Electro-Communications