

液膜内核沸騰に起因する液滴飛散現象の観察

Visualization of droplet entrainment caused by nucleate boiling in a liquid film

*田渕 純平¹、成島 勇気²、上遠野 健一²、大川 富雄¹

¹電気通信大学、²日立製作所

環状流中での液膜からの液滴飛散現象を把握することは沸騰水型原子炉の安全評価上、重要である。本実験では核沸騰によって引き起こされる液滴飛散現象を可視化し、液滴飛散現象が熱伝達メカニズムと密接に関係していることを確認した。

キーワード：液滴飛散、核沸騰、二相流

1. 緒言

沸騰水型原子炉の燃料は燃料棒表面の液膜によって除熱されるため、環状流中での液膜からの液滴飛散現象を把握することは原子炉の安全評価上、重要である。環状流における液滴飛散現象に対しては、気流によるせん断や液滴の衝突、核沸騰気泡の破裂に起因するモデルが提案されている[1]。本実験では核沸騰によって引き起こされる液滴飛散現象を可視化することで、支配的な熱伝達メカニズムと液滴飛散現象の関係を実験的に調べた。

2. 実験方法

本実験では、大気圧条件下でテスト部(図1)に水-空気をそれぞれ独立して流入させ、強制対流液膜を形成し、流下液膜を加熱することで沸騰による液膜への影響を観察した。流れ場の観察には液膜の正面と側面から高速度カメラを用いた。テスト部は矩形流路としており、流路部の寸法は幅15mm、高さ10mm、長さ400mmである。液相-気相流量をそれぞれ1.98 L/min、30 L/min、液相-気相の入口温度をそれぞれ96°C、25°Cとした。液膜の加熱は銅ブロックに挿入されたカートリッジヒータで行ない、熱流束の範囲は0.2-1.2 MW/m²とした。

3. 実験結果及び考察

図2に液滴飛散現象の側面からの可視化結果を時系列に示す。この時の平均熱流束は約1.0 MW/m²である。図2より、核沸騰により発生した気泡が原因となって液糸が発生し、液糸が分裂することで液滴が発生する過程を確認できる。また、図3に熱流束と壁面過熱度の関係、及び各条件における上面からの可視化結果を示す。入口条件は図中に示す。壁面過熱度8°C付近より、先行研究[2]と同様に支配的な熱伝達メカニズムが遷移していること、及び、可視化画像より強制対流熱伝達から核沸騰熱伝達へ遷移していることがわかる。以上より、核沸騰熱伝達が支配的になると液滴飛散現象が発生することを確認した。

参考文献

- [1] M. Ishii and M. A. Golmes, Inception criteria for droplet entrainment in two-phase concurrent film flow, *AIChE Journal*, 21.2: 308-318(1975)
 [2] T. N. Tran, M. W. Wambsganss and D. M. France, Small Circular and Rectangular-Channel Boiling with Two Refrigerants, *Int. J. Multiph. Flow* 22(3), pp 485-498(1996)

*Junpei Tabuchi¹, Yuki Narushima², Kenichi Katono² and Tomio Okawa¹

¹ University of Electro-Communications, ² Hitachi, Ltd.

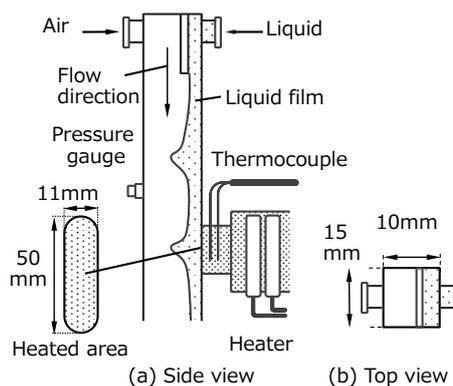


Fig.1 Schematic diagram of test section

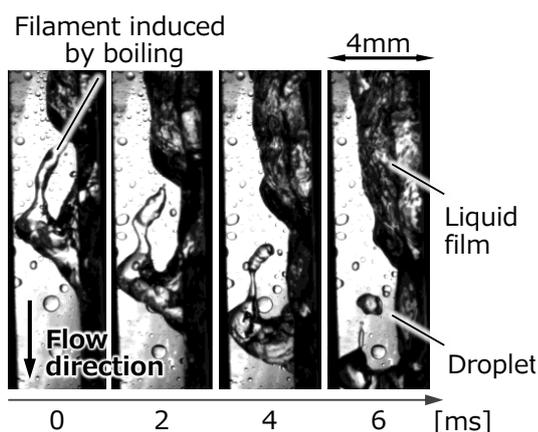


Fig.2 Droplet entrainment caused by nucleate boiling

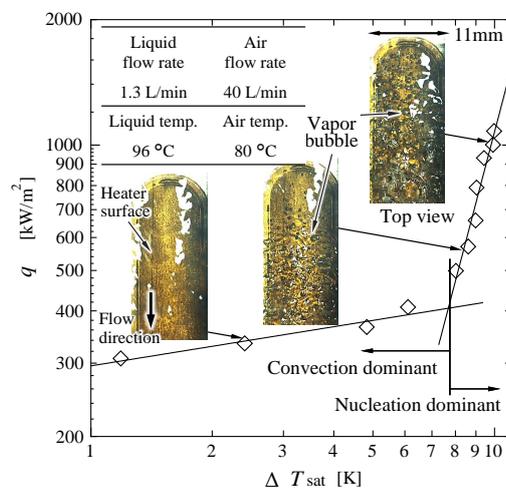


Fig.3 Forced convection and nucleate boiling heat transfer