

BWR 下部プレナム複雑構造物内ジェットブレイクアップ現象予測手法の開発

(12) LIF による複雑構造物内でのジェットブレイクアップ長さの評価

Development of Numerical Simulation for Jet Break up Behavior
in Complicated Structure of BWR Lower Plenum

(12) Evaluation of Jet Breakup Length in Complicated Structures using LIF Method

*成島 勇気¹, 阿部 豊¹, 金子 暁子¹, 金川 哲也¹, 鈴木 貴行², 吉田 啓之²

¹筑波大学, ²原子力機構

BWR 炉心熔融時におけるジェットブレイクアップ長さの把握は過酷事故対策の観点から必要不可欠である。本報告では、数値解析コードの妥当性評価のため、ジェットブレイクアップ長さに関する実験データを取得すると同時に、構造物がジェットブレイクアップ長さを与える影響について検討する。

キーワード：沸騰水型原子炉, ジェットブレイクアップ

1. 緒言

炉心熔融時におけるジェットブレイクアップ長さおよび構造物の影響の把握は BWR 過酷事故対策の観点から必要不可欠である。本発表では LIF を用い、ジェット落下挙動可視化観測結果からブレイクアップ長さを評価した。

2. ブレイクアップ長さの計測

2-1. 実験条件と計測手法

本実験ではジェットにグリセリン水溶液、周囲流体にシリコンオイルを用いた。図 1 に示すようにグリセリン水溶液には蛍光染料を混入させ、BWR 下部プレナムを模擬した装置の側面からレーザーを照射し、レーザーシート断面上のジェットを可視化計測した^[1]。実験は構造物がある場合と無い場合で行い、ノズル径は 5、7 mm の 2 種類でそれぞれ 2 通りの射出流速で実験を行った。

図 2 の LIF によるジェット断面画像に示すように、ノズル部分から連続している領域の鉛直方向の長さを瞬時のブレイクアップ長さとし、ブレイクアップした時刻から射出開始 1 s までの平均値をブレイクアップ長さとした。

2-2. 既存相関式との比較

図 3 に、Saito の式^[2]と Epstein の式^[3]、実験結果を示す。横軸は Fr 数、縦軸は無次元ブレイクアップ長さ (L_{brk}^*) である。

$$Fr = u_j^2 / gD_0, \quad L_{brk}^* = (L_{brk} / D_0) / (\rho_j / \rho_c)^{1/2}$$

ここで、 u_j は射出流速、 D_0 はノズル径、 g は重力加速度、 L_{brk} はブレイクアップ長さ、 ρ_j は密度であり、添え字 j はジェット、 c は周囲流体を表す。射出条件と構造物の有無によらず、 $E=0.05$ とした Epstein の式に一致する傾向を示す。また、ノズル径が大きく構造物の影響が大きいと想定される $D_0=7\text{mm}$ の場合、構造物によりブレイクアップ長さが長くなる傾向を示した。

3. 結論

複雑構造物内でのジェットブレイクアップ長さを LIF 法により計測した結果、ノズル径が大きい場合にブレイクアップ長さが長くなる傾向を示すことを確認した。また、 Fr 数の広い範囲においては既存の相関式を用いて予測できる可能性を示唆した。

参考文献

- [1] S. Saito et al., *Proc. NTHAS9*, #25 (2014).
[2] M. Saito, *Proc. Nat. Heat Trans. Conf.*, **3** (1988), 173.
[3] M. Epstein et al., *Trans. IChemE*, **79** (2001) 453.

*Yuki Narushima¹, Yutaka Abe¹, Akiko Kaneko¹, Tetsuya Kanagawa¹, Takayuki Suzuki² and Hiroyuki Yoshida²

¹Tsukuba Univ., ²JAEA

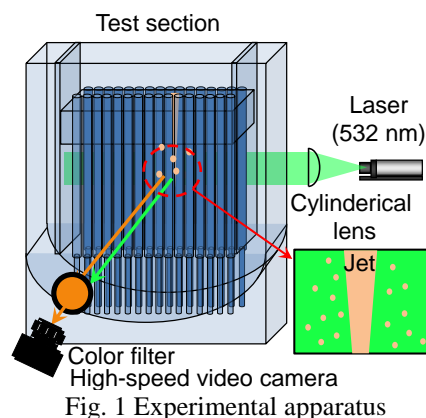


Fig. 1 Experimental apparatus

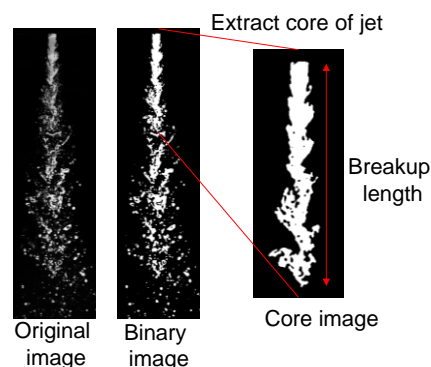


Fig. 2. Measurement method of breakup length

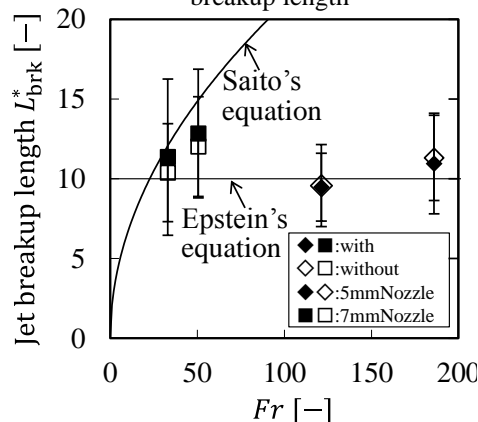


Fig. 3 Comparison between correlations and experimental results