

BWR スペーサの構造が液滴流動に及ぼす影響評価

Evaluation of structural effect of BWR spacers on droplet flow dynamics

*大川 理一郎¹, 古谷 正裕¹, 新井 崇洋¹, 飯山 継正¹

¹電力中央研究所

BWR 燃料集合体のサブチャンネルを模擬した試験流路を用い、スペーサの構造が流路内を通過する液滴に及ぼす流動効果を明らかにするため、各種スペーサを対象に下流域の液滴挙動を可視化計測した。

キーワード：スペーサ、液滴流、沸騰遷移、BWR 燃料集合体、シャドウイメージング

1. 緒言 BWR 燃料集合体の支持部材であるスペーサは、その構造により冷却材の流動に影響を及ぼし、気相流の乱れがスペーサを通過した液滴の燃料表面への付着を促し、除熱性能を高める効果があると考えられている。本研究は、多様な構造のスペーサを対象に、その下流域における液滴の流動に着目して可視化計測を行い、各種スペーサの有する効果の違いを明らかにすると共に、その構造に応じた高い分解能の実験データベースを蓄積することを目的とする。

2. 実験 実験装置は既報^[1]の通り、4本の燃料棒に囲まれたセンターサブチャンネルと、2本の燃料棒及びチャンネル壁に囲まれたサイドサブチャンネルを、実機に即した断面寸法で模擬した鉛直上向き流路である。実験条件は大気圧(0.1MPa)・常温(20℃)とし、空気-水の作動流体を用いる。液滴がテスト部上流に設置したノズルから鉛直上方に射出され、同じく底部から供給される気相流に随伴して流れ、テスト部の中央部に配置される模擬スペーサを通過する。シャドウイメージングによる粒子追跡法を用いてスペーサ下流域（スペーサ上端 5mm の位置）の液滴を可視化し、流動径及び速度ベクトルを計測する。気相流の流路断面平均流速は実験パラメータとして 4m/s、7m/s、10m/s の 3 条件とする。スペーサは丸セル型及びグリッド型を基本型として、前者はフロート部の有無、後者は旋回羽の有無も考慮して模擬し、各種構造の違いによる傾向を確認する。

3. 結果及び考察 基本型の模擬スペーサに対し、参考として模擬スペーサを設置しないケースも含め、液滴通過後の下流域における流動径と鉛直方向流速の関係を Fig.1 に示す。液滴の流動径は概ね 10~400 μm の分布で観測されており、実機において想定される液滴流の径分布を網羅していると考えられる。スペーサを設置しない場合、流動径と鉛直方向流速の間には概ね直線の関係が見られ、気相流平均流速の大きさに従いその勾配が大きくなっている。一方、丸セル型では、流動径が小さくなるほど急激に高速化する傾向が現れ、グリッド型では、流動径の小さい領域で流速のばらつきが低速側に大きく広がる傾向が現れており、個々のスペーサに特有の液滴流動が観測された。

4. 結論 BWR 燃料集合体のサブチャンネルを模擬した試験流路を用いてスペーサ下流域の液滴挙動を可視化計測し、液滴の流動径と速度場との関係に各種スペーサ特有の傾向が確認された。今後は計測データを分析し、その傾向が燃料表面への液滴付着効果に及ぼす影響を明確化する。

謝辞 本研究は、原子力規制庁委託事業「平成30年度原子力施設等防災対策等委託費（スペーサ影響評価試験）」として実施したものである。

参考文献 [1] 大川他、日本原子力学会 2019 年春の年会、1I10.

*Riichiro Okawa¹, Masahiro Furuya¹, Takahiro Arai¹, Tsugumasa Iiyama¹

¹Central Research Institute of Electric Power Industry

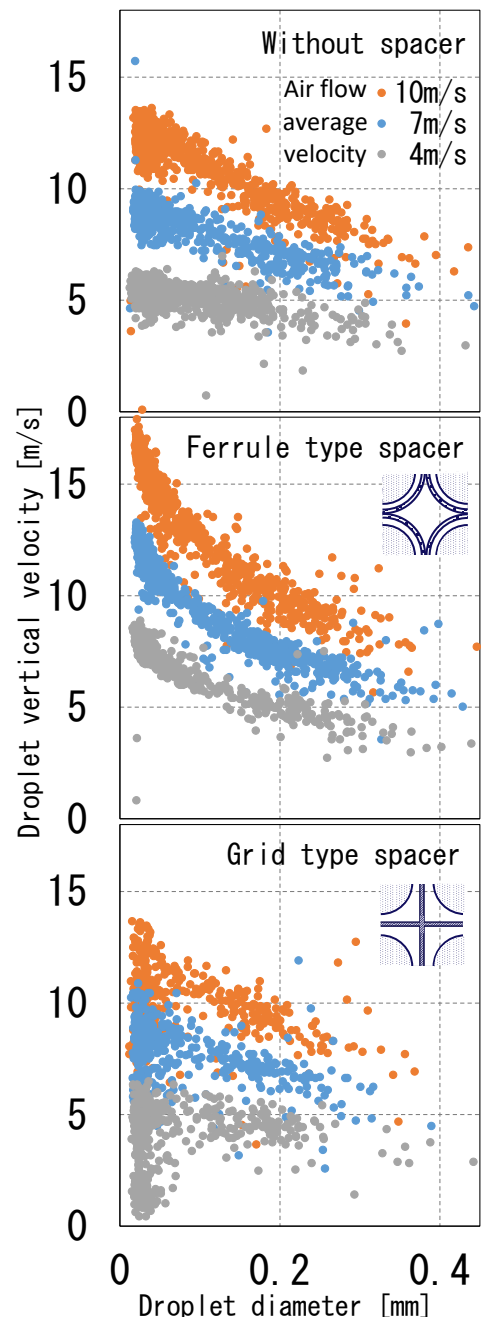


Fig.1 Relation between vertical velocity and diameter of droplet (center subchannel)