

旋回羽を有する BWR スペース下流域における液滴挙動の可視化

Visualization of droplet flow dynamics downstream of BWR spacer with mixing vanes

*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において、スペースに付属する旋回羽が流路内を通過する液滴に及ぼす流動効果を観察するため、スペース下流域の液滴挙動を光学計測により可視化した。

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

1. 緒言 BWR 燃料集合体を流動する冷却材は、支持部材であるスペースの影響を受け、燃料表面への液滴付着を促進する効果があると考えられている。本研究は、BWR のサブチャンネル及びスペースを模擬した試験流路を用い、スペース下流域における液滴挙動を光学計測し、そのメカニズムを可視化して理解を深めることを目的とする。既報^[1]では、基本的な丸セル型及びグリッド型を対象として、各々に特有の傾向が見られたことを報告した。本報では、グリッド型に旋回羽を備えた模擬スペースを対象に同試験を行い、旋回羽の影響に着目する。

2. 実験 試験装置の模擬流路及びスペースを Fig.1 に示す。実機に即した寸法の燃料棒に囲まれたサブチャンネルの流路を切り出した形状となっており、グリッド型スペースの格子部分の上部に旋回羽状の構造物を付与している。実験条件は大気圧(0.1MPa)・常温(20°C)とし、作動流体は水(液滴)―空気(気相流)とする。装置下部にノズルを設置して液滴を射出し、鉛直上向きの気相流に伴わせる助走区間を経て、スペースを通過する。下流域におけるスペース上端 5 mm の高さを撮影位置とし、ダブルパルス YAG レーザーの照射による液滴の陰影を高感度カメラで捉え、シャドウイメージングによる粒子追跡法により流動径及び速度を計測する。

3. 結果及び考察 気相流の流路断面平均流速を 10 m/s とした時の、スペース下流域で観測された液滴の流動径と速度の関係を Fig. 2 に示す。ノズルから射出される液滴径は概ね 0.01~0.4 mm であり、実機における液滴流の径分布をカバーしていると考えられる。スペース形状を模擬しない参照ケースでは、径と鉛直方向速度成分との間に概ね直線の関係が見られる。一方、グリッド型スペースを模擬した場合、径の大きい領域では参照ケースと同じ傾向が見られるが、径 0.1 mm 未満の小さい領域で大きな分散が生じている。さらに旋回羽を付与すると、径が大きくなるほど幅は狭くなるものの径全般に分散が波及する傾向が見られる。水平方向速度成分においても旋回羽の付与によって分散が 2 倍以上に拡大している。このようにスペースや旋回羽の存在によって液滴は各方向への流動を大きく変化させる攪拌効果を有することが可視観測により明らかにされた。

4. 結論 BWR 燃料集合体のサブチャンネル及びスペースを模擬した試験流路内の液滴流を可視化し、旋回羽が液滴の速度及び方向を大きく分散させる傾向が観察され、旋回羽の影響を特徴付ける計測データが得られた。

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（スペース影響評価試験）」の一部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 年秋の大会、1F03.

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

¹Central Research Institute of Electric Power Industry

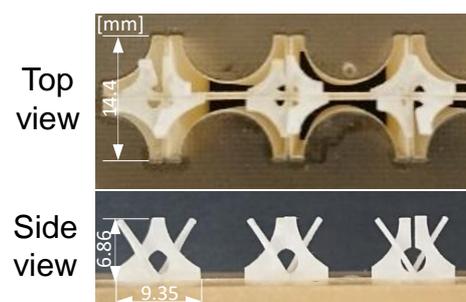


Fig.1 Simulated grid spacer with mixing vanes

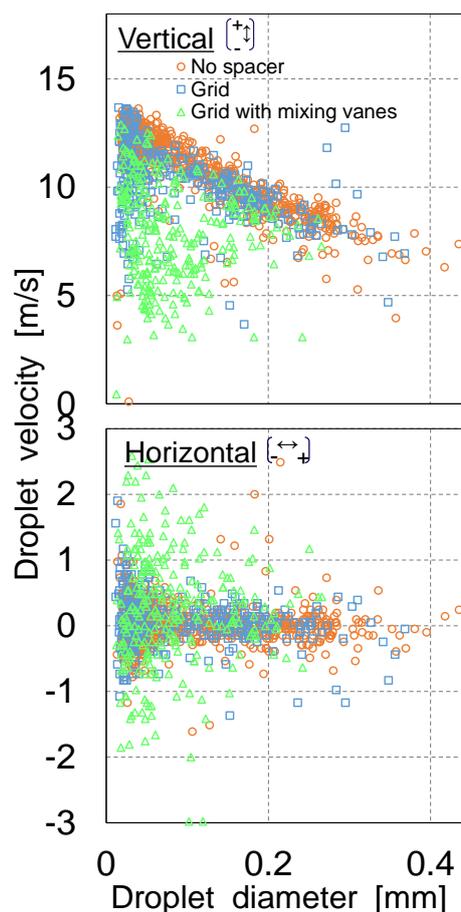


Fig.2 Relation between velocity and diameter of droplet