

BWR 燃料集合体内における燃料棒周りの液膜挙動解明に向けた研究開発 (5) 光導波路フィルムによる大気圧条件下の液膜厚さ及び波速度の同時計測

Research and development for understanding of liquid flow behavior
around fuel rods in BWRs' fuel rod bundle

(5) Simultaneous measurement of liquid-film thickness and wave velocity under atmospheric pressure condition using an optical waveguide film

*古市 肇¹, 藤本 清志¹, 上遠野 健一¹, 池田 正樹¹, 安田 賢一¹, 木藤 和明¹

¹ 日立GEニュークリア・エナジー

液膜ドライアウト挙動解明に向けて、光導波路フィルムによる液膜厚さ分布計測手法を開発し、模擬燃料棒表面の局所液膜厚さから評価した波速度の計測結果の妥当性を可視化結果との比較により確認した。

キーワード： 沸騰水型原子炉, 燃料棒, 気液二相流, 液膜計測, 光導波路フィルム

1. 緒言 沸騰水型原子炉燃料集合体の限界出力予測精度向上のため、液膜ドライアウト前後に生じる数十～ μm オーダーの液膜厚さ分布・流量の評価に有効な時系列液膜厚さ及び波速度の計測手法の開発を目的とする。

2. 試験装置 試験体は外径 10mm の模擬燃料棒を内包する鉛直矩形流路である。光導波路フィルムは複数の光路を内包したシート状の光学素材であり、高い空間分解能を特徴とする模擬燃料棒一体型のセンサである (Fig. 1)。前報[1]では、光導波路フィルムに設けた 1 点のセンサを用いて時系列液膜厚さを計測し、高速度カメラによる評価結果との比較により時間平均液膜厚さの計測結果の妥当性を確認した。本研究では 2 点のセンサを用いて、見かけ速度 $j_G=10\sim 50\text{m/s}$, $j_L=0.01\text{m/s}$, 大気圧条件下の環状噴霧流において模擬燃料棒表面の時系列液膜厚さを計測し、時系列液膜厚さから波速度を評価した。

3. 試験結果 Fig.2 に光導波路フィルムによる時系列液膜厚さの計測結果 ($j_G=30\text{m/s}$, $j_L=0.01\text{m/s}$) を示す。軸方向に隣接する 2 点の液膜厚さの傾向が一致し、特徴的な波立ちが現れていることが分かる。高速度カメラによる可視化観察 (Fig.2 上図) では、同計測時間に液滴飛散を伴わないリップル波が観察されていることから、Fig.2 の特徴的な波立ちは通過するリップル波であると判断した。時系列液膜厚さに対し、2 点の時間遅れ Δt とセンサ間距離 (0.5mm) から波速度を算出した。高速度カメラで評価した波速度との比較を Fig. 3 に示す。気相見かけ速度 j_G の増加に対して、従来知見[2]と同様に、波速度が増加することを確認した。光導波路フィルムによる計測結果が可視化結果と、時間・空間分解能から算出した評価誤差の範囲内で一致することから、計測結果の妥当性を確認した。

4. 結言 大気圧試験を実施し、光導波路フィルムによる波速度の計測結果の妥当性を確認した。

参考文献 [1] 古市ら, 原子力学会 2021 年春の年会, 3A01(2021/3), [2] 中里見正夫, 九州大学学位論文, (1975)

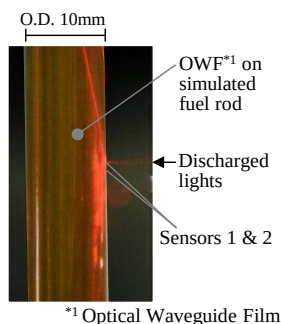


Fig. 1 Outline of OWF [1]

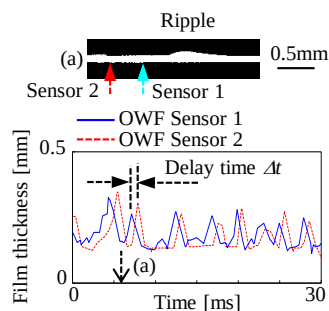


Fig. 2 Time-series film thickness via OWF

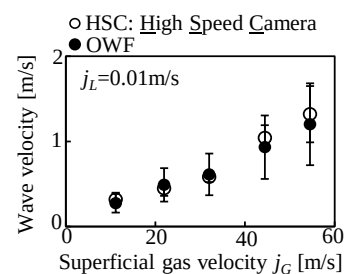


Fig. 3 Comparison of wave velocities

*Hajime Furuichi¹, Kiyoshi Fujimoto¹, Kenichi Katono¹, Masaki Ikeda¹, Kenichi Yasuda¹ and Kazuaki Kito¹

¹Hitachi - GE Nuclear Energy, Ltd.