

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

(3) 光導波路センサを用いた大気圧条件における 単一模擬燃料棒表面の液膜厚さ計測

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

(3) Measurement of liquid-film thickness on a single simulated fuel rod
under atmospheric pressure condition using an optical waveguide sensor

*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(株)

液膜ドライアウト挙動解明に向けて、光導波路センサ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

1. 緒言 日立GEでは沸騰水型原子炉（BWR）燃料集合体内の気液二相流データベースの拡充を目的とした研究開発を推進している。液膜ドライアウト前後に生じる数十～百 μm オーダーの液膜厚さ計測に向け、液膜評価試験を実施し、大気圧条件において光導波路センサによる液膜厚さ分布計測結果の妥当性を確認した。

2. 試験装置 液膜評価試験装置は、空気供給系、水循環系、試験体から構成され、試験体は外径 10mm の模擬燃料棒を内包する矩形流路(一辺 20mm)である[1]。光導波路は複数の光路を内包したフィルム状の光学素材であり、高い空間分解能(40 μm)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[2]では液膜厚さの校正実験を実施し、局所静止液膜厚さと液膜表面の反射光強度との関係を示した。本研究は見かけ速度 $j_G=10\sim50\text{m/s}$, $j_L=0.01\text{m/s}$ の環状噴霧流において模擬燃料棒の軸方向 2 点で液膜厚さを計測した。また、高速カメラによりセンサ表面の液膜を側面から可視化し、光導波路センサの信号取得と同期撮影した。

3. 試験結果 Fig.2 に光導波路センサによる液膜厚さの計測結果を示す。軸方向に隣接する 2 点の液膜厚さと可視化から評価した液膜厚さの傾向が一致することが分かる。時刻 0.09s や 0.23s 付近で液膜厚さが大きくなるのはじょう乱波が通過したためである。Fig.3 に 2 秒間の時間平均液膜厚さを算出した結果を示す。液膜厚さ 0.15mm～0.45mm の範囲で光導波路センサによる計測結果が校正実験誤差（校正実験で得られた最大評価誤差 22%[2]）の範囲内で一致し、計測結果の妥当性を確認した。

参考文献 [1] 池田ら,原子力学会 2020 年秋の大会,2G13(2020/09), [2] 古市ら,原子力学会 2020 年秋の大会,2G14(2020/09)

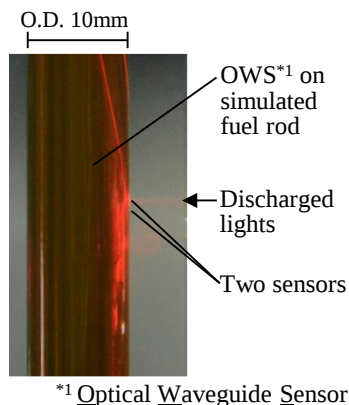


Fig. 1 Outline of OWS

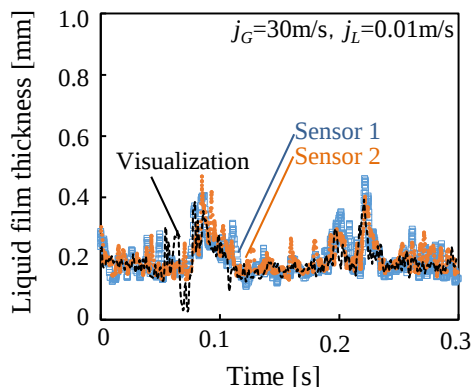


Fig. 2 Measurement results of liquid film thickness

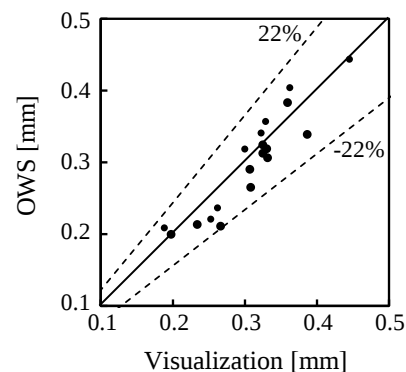


Fig. 3 Comparison of mean film-thickness

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

¹Hitachi - GE Nuclear Energy, Ltd.