

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

(4) 大気圧下の部分長燃料棒の後流での液滴・液膜挙動評価

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

(4) Experimental evaluation of effect on droplet and liquid-film behaviors in a wake flow
of a simulated partial-length-rod under atmospheric pressure

*藤本 清志¹, 古市 肇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の一環として、模擬部分長燃料棒 (PLR: Partial Length Rods) を用いた大気圧下の空気-水試験において、PLR 後流の周囲壁面の液膜厚さ計測結果と液滴群付着位置との関係を考察した。

キーワード: 沸騰水型原子炉, 部分長燃料棒, 液滴, 液膜計測, 超音波エコー法

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。PLR 上端から飛散した液滴が周囲壁面に付着する高さ位置を実験的に評価した。

2. 試験装置・試験方法 Fig.1 に模擬 PLR 試験体を示す。試験体は外径 10mm の模擬燃料棒 (SUS 製) とそれを内包する矩形流路 (アクリル製) で構成されており、模擬燃料棒と矩形流路との隙間に空気と水が流れる構造である[1]。矩形流路に対して、模擬燃料棒長さを短尺とすることで PLR を模擬した。本試験の目的は、PLR 上端後流領域での環状噴霧流中における気相に同伴する液滴の付着・飛散挙動を把握することである。そこで、流路内の可視化と共に、PLR 上端から飛散する液滴が周囲壁面に付着し液膜を形成する挙動を把握する観点から、流路壁面に超音波探触子を設置し、超音波エコー法[2]を用いて時間平均液膜厚さを計測した。

3. 結果・考察 Fig.2 に試験体側面から白色光 (LED) を照射し露光撮影した可視化の一例を示す。(a)気相単相条件に比較して、(b)二相流条件では液滴の散乱光が検出されていることから液滴濃度が大きくなることを確認した。Fig.3 に液相見かけ速度 $j_L=0.04\text{m/s}$ における平均液膜厚さを示す。横軸は PLR 上端から下流方向への距離 h である。平均液膜厚さは PLR 上端から下流方向で急激に増加し、図中矢印の距離 h_P でピークをとることが分かる。この結果から PLR 上端から飛散した液滴が下流域において周囲壁面に付着していると判断できる。また、気相見かけ速度 $j_G=30, 40, 50\text{m/s}$ で比較し、平均液膜厚さがピークを示す傾向は変わらないこと、気相見かけ速度が増加するにしたがってピークを示す距離 h_P が下流方向にシフトする傾向を確認した。

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,混相流,Vol.34(4),pp.520-531 (2020)

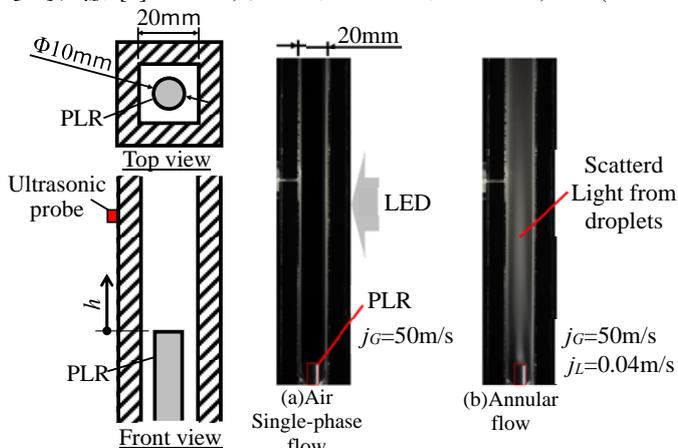


Fig.1 Test section Fig.2 Example of visualized photos

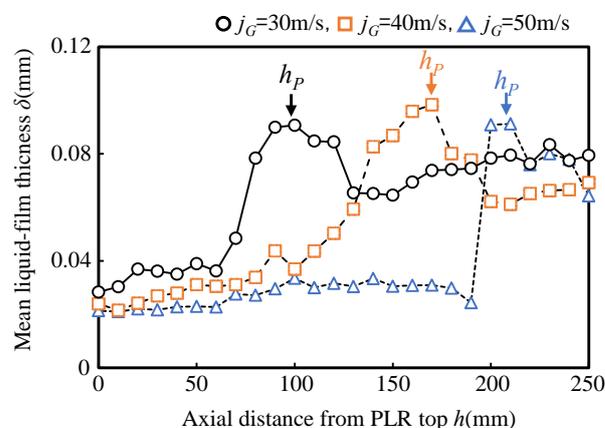


Fig.3 Experimental results ($j_L=0.04\text{m/s}$)

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

¹Hitachi - GE Nuclear Energy, Ltd.