

軽水炉のシビアアクシデント下の海水・ホウ酸注入時の影響に関する試験 (4) 5×5 バンドル流路で沸騰濃縮された海水とホウ酸水との混合液の塩析出挙動

Experiments on Influences of Injecting Seawater and Boric Acid under Severe Accident Conditions

(4) Sea-salt and Borated-salt co-precipitation in 5x5 bundle geometry due to boiling

*古谷 正裕¹

¹一般財団法人 電力中央研究所

BWR の炉心燃料を模擬した 5×5 部分バンドルヒータを用い、海水及び海水とホウ酸水の混合液の沸騰濃縮試験を、液位と熱流束、沸騰試験時間（到達濃度）をパラメータに実施した。X 線 CT 撮影の結果、混合液では海水のみよりドライアウトに至るまでの時間が長く、析出量が少ないことが判明した。

キーワード：析出、海水、ホウ酸水、BWR 燃料、5×5 バンドル、沸騰

1. 緒言 軽水炉の最終冷却源である炉心への海水注水源として、中性子吸収材であるホウ酸水を添加するアクシデントマネジメント(AM)策において、流路閉塞や伝熱劣化の影響を把握することは重要である。前報では BWR の炉心燃料を模擬した 5×5 部分バンドルヒータに、人工濃縮海水を注入して沸騰濃縮試験を行い、X 線 CT 撮影により析出塩の三次元分布を取得し、スペーサ狭隘部や流動沸騰が塩析出に与える影響を把握した。本報では、海水とホウ酸水との混合溶液に対して沸騰濃縮試験を行い、海水と対比してホウ酸水混入が析出挙動に与える影響を報告する。

2. 実験装置及び方法 矩形チャンネルボックス内に BWR の炉心燃料を模擬した 5×5 部分バンドルヒータを挿入した。ヒータの有効発熱長は 530 mm である。高さ 30 mm の丸セルスペーサを有効発熱部中心高さに挿入した。コラプスト液位が一定になるように人工海水又は人工海水とホウ酸水の混合液をダウンカムから自動注入した。人工海水は海水濃度の 2.5 倍の濃縮溶液とした。ホウ酸塩は、五ホウ酸ナトリウム十水和物を用いた。混合液は、人工海塩重量の半分を五ホウ酸ナトリウムにしてイオン交換水に溶解した。沸騰濃縮後に溶液を排出して乾燥後、バンドル試験体内に析出した塩を 6MV 加速器駆動 X 線 CT 設備で撮影した。試験パラメータのうち、熱流束 6 kW/m²、コラプスト液位が発熱部上端(TAF)位置について報告する。

3. 実験結果及び考察 Fig. 1~3 に試験後の X 線 CT 撮影像を示す。Fig. 1 は海水中でヒータ表面温度が急上昇したドライアウト現象発生時(17 ks)である。画像解析により赤に着色した析出塩が TAF 近傍の上部で観察される。ヒータロッド間が析出物で占められたことによりドライアウトに至ったと考えられる。Fig. 2 は同じ沸騰時間での混合液中の CT 像を示す。混合液は飽和溶解度が高いため、析出塩は殆ど見られない。Fig. 3 は混合液でドライアウト現象発生時(28 ks)の CT 像である。混合溶液は加熱開始後暫くの間は析出量が少ないが、ある時刻に到達すると析出量が急速に増加し、スペーサを含め広い範囲で析出塩が観察された。海水成分の析出塩を起点にホウ酸塩が付着しやすくなるためと考えられる。

4. 結論 BWR 炉心燃料を模擬した 5×5 部分バンドルヒータを用いて塩水沸騰濃縮試験を行った。海水にホウ酸水が混合した場合、ドライアウト発生時刻は長くなり、同時刻での析出量は少ないことが明らかになった。ホウ酸水の混合により析出後は析出量が顕著に増加した。

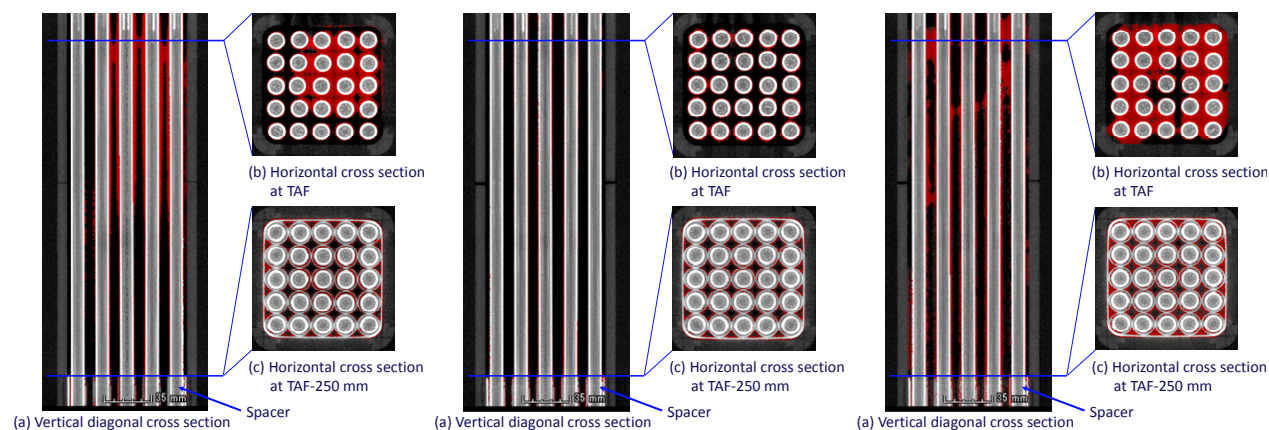


Fig. 1 Sea water at dryout (17 ks)

Fig. 2 Mixture solution (17 ks)

Fig. 3 Mixture solution at dryout (28 ks)

*Masahiro FURUYA¹

¹Central Research Institute of Electric Power Industry

本試験は平成 26 年度原子力施設等防災対策等委託費（海水及びホウ酸注入影響評価試験）事業の一部として行ったものである。