

マイクロ波加熱における高誘電率溶液の加熱特性

Effect of permittivity on microwave heating characteristics

*小林昌平¹, 藤田峻也¹, 阿部豊¹, 金子暁子¹, 湯浅朋久¹,

瀬川智臣², 加藤良幸², 川口浩一², 石井克典²

¹筑波大学, ²日本原子力研究開発機構

マイクロ波加熱時において, 高誘電率溶液が突沸現象に及ぼす影響を調べることを目的として, 塩化カリウム(KCl)水溶液の濃度毎の沸騰挙動の可視化実験を行い, 突沸の発生限界を求めた. また, KCl 水溶液内の位置別での温度計測を行い, 溶液内の加熱状況を調べるとともに, 加熱効率の算出を行った.

キーワード: 核燃料サイクル, マイクロ波加熱, 誘電率, 沸騰, 突沸

1. 緒言

核燃料サイクルの再処理工程において, マイクロ波加熱脱硝法が利用されている. マイクロ波加熱は沸騰現象を伴うことから, 将来に向けた量産規模の脱硝技術開発において, 突沸及び噴き零れを避けるため, 運転条件を十分に把握する必要がある. 本研究では, 再処理溶液の電気的特性である誘電率に着目し, 模擬溶液として KCl 水溶液を用いて, 溶液の誘電率が突沸現象に及ぼす影響を調べた.

2. 実験

マイクロ波加熱装置は, オープン上部から周波数 2.45 GHz のマイクロ波を照射する構造である. マイクロ波出力, 容器直径, 液位, KCl 水溶液濃度をパラメータとして, 高速度カメラによる突沸挙動の観測及び, 光ファイバ温度センサを用いた温度計測を行った.

3. 結果と考察

図 1 に容器直径 60 mm, 液位 80 mm, マイクロ波出力 900 W で加熱したときの突沸挙動を示す. 単一気泡が生成される時点を 0 ms とした. 図 2 に KCl 水溶液で行った沸騰現象の可視化において, 突沸発生の有無を整理した結果を示す. 縦軸を溶液の単位体積当たりのマイクロ波出力, 横軸を KCl 水溶液の濃度とした. これにより, KCl 水溶液濃度が高くなるにつれて突沸現象が起こりにくくなることがわかった. 図 3 に KCl 水溶液内での位置別で温度計測を行った結果を示す. 鉛直方向に水面・中央・底面で分け, 水平方向に容器壁面・中央で分けて計測を計 7 ヶ所行った結果, 水面に近く容器壁面に近い個所ほど温度上昇が速くなっていくことが分かった. 以上より, 高誘電率溶液内において対流が生じている場合においても若干の加熱ムラが生じている可能性が示唆された.

参考文献

[1] 長南史記ら「マイクロ波加熱による高誘電率溶液の加熱特性と対流挙動」日本原子力学会 2016 春の年会予稿集, C000782, 2016

*Shohei Kobayashi¹, Shunya Fujita¹, Yutaka Abe¹, Akiko Kaneko¹, Tomohisa Yuasa¹, Tomoomi Segawa², Yoshiyuki Kato², Koichi Kawaguchi², Katsunori Ishii²

¹University of Tsukuba, ²Japan Atomic Energy Agency.

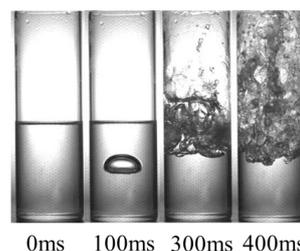


図 1 突沸挙動の可視化結果

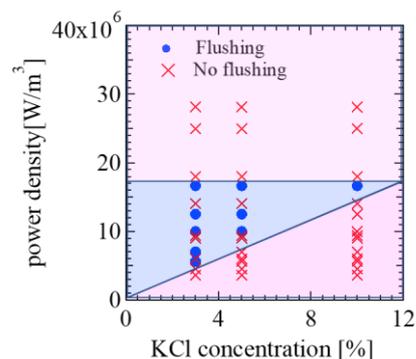


図 2 突沸挙動の有無

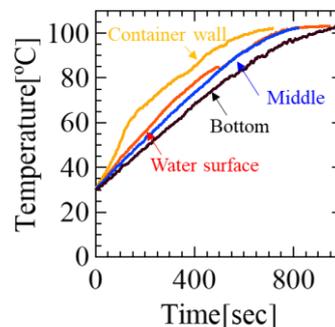


図 3 KCl 水溶液中の温度変化