

SA 時の FP 挙動モデルの評価 (4) SA コードにおける化学反応モデルの検討

Evaluation of FP Behavior Models in SAs

(4) Evaluation of a chemical reaction model in SA codes

*唐澤 英年¹, 三輪 周平¹, 木野 千晶²

¹JAEA, ²エネ総研

代表的な FP である CsI の挙動を評価するために行われた温度勾配管を用いた TeRRa 実験では、ガス状ヨウ素の生成が報告されている。今回、この CsI 挙動を評価するため、化学反応モデルを作成・検討した。

キーワード : CsI、化学反応、ECUME、活性化エネルギー、SAMPSON、実験解析

1. 緒言

FP の環境への放出量や原子炉内分布の予測精度向上のため、SA 解析コードに用いられている FP 挙動モデルの検討を行っている。SAMPSON では、FP の化学形態を化学平衡モデルで評価してきた。しかし、ヨウ素挙動を評価した Phebus-FP 試験において観測されたガス状ヨウ素の生成は、化学平衡モデルでは評価できなかった。そこで今回、水蒸気雰囲気下で約 3.8 %のガス状ヨウ素の生成を確認した TeRRa 実験結果¹)を用いて、速度論的な評価を可能とする化学反応モデルを作成し、SAMPSON に組み込み実験結果との比較を行った。

2. 化学反応モデル

化学反応式として、軽水炉の事故解析で格納容器内のヨウ素の化学形を評価した 13 の化学反応式を用い²)、化学反応速度は ECUME のデータベースを用いて評価した³)。

3. TeRRa 実験解析

TeRRa 実験の主な実験条件は、CsI 蒸気を 1,273 K/0.09 mg/s で供給し、20 %の水蒸気を含む Ar ガスをキャリアガスとして 2 NL/min で供給した。流路の温度として 1,273 K から 400 K までの温度勾配を与えた。図 1 に 1,273 K と 1,173 K で温度一定とした場合のガス状ヨウ素 (I₂, I, HI) の初期 CsI 濃度に対する生成割合の時間変化を示す。反応温度が 1,273 K では、主に CsI→Cs+I の反応により、10 秒後に約 3.2 %のガス状ヨウ素を生成することが分かった。一方、1,173 K では、ガス状ヨウ素の生成量は約 1 桁減少した。これは、CsI→Cs+I の反応の温度依存性が大きいことを示している。また、本実験条件では I₂ の生成はほとんど見られなかった。なお、Beahm 等の用いた化学反応速度²)では、1,273 K でもガス状ヨウ素の生成量は約 0.5 %であった。

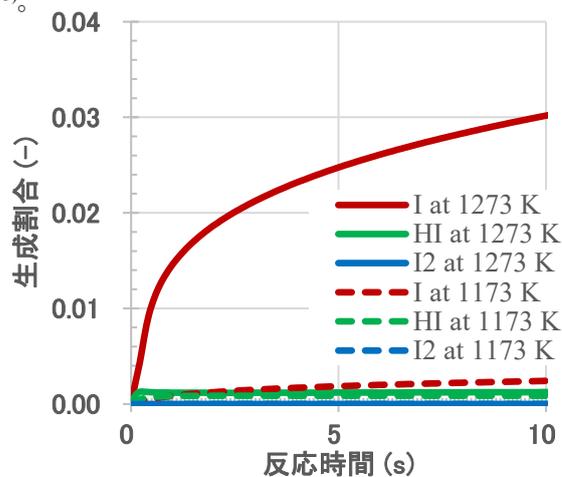


図 1 化学反応モデルの計算結果

この化学反応モデルを SAMPSON に組み込み、TeRRa 実験の解析を行った。上記の化学反応によりガス状ヨウ素が生成し、残りの CsI 蒸気は 850 K 付近から過飽和蒸気分が凝縮してエアロゾルとなり、その一部が熱泳動により壁に沈着した。解析結果は、ガス状ヨウ素の生成、エアロゾル生成、エアロゾル沈着などの実験で得られた一連の CsI 挙動の傾向を説明でき、ECUME を用いた化学反応モデルの適用性を確認した。

参考文献

[1] N. Miyahara, et.al., J. Nucl. Sci. Tech., 57, 1287(2020). [2] E.C. Beahm, et.al., NUREG/CR-5732(1992). [3] S. Miwa, et.al., JAEA-Data/Code, 2019-017(2020).

*Hidetoshi Karasawa¹, Shuhei Miwa¹ and Chiaki Kino², ¹JAEA, ²IAE.