ソースターム評価手法の高度化に向けた FP 化学挙動の評価

（2）Cs 及び I の再蒸発挙動に与える B の影響に係わる解析的検討

Evaluation of FP chemistry for improvement of source term estimation method
(2) Analytical study for B effects on revaporization behavior of Cs and I

*塩津 弘之，石川 淳，伊藤 裕人，杉山 智之，丸山 結
原子力機構

Cs 及び I の再蒸発挙動に与える B の影響評価実験を対象とした熱力学平衡計算に基づいた解析により、コードの予測性能評価並びに B_2O_3 存在下での Cs 及び I の再蒸発に係る化学反応機構の検討を行い、B 蒸気種によって I 移行が促進されることを解析的に示した。

キーワード： シビアアクシデント、ヨウ素、ホウ素、再蒸発

1. 緒言

軽水炉シビアアクシデント（SA）時のソースターム評価手法の高度化に向けて、大きな不確かさを有する原子炉冷却系での核分裂生成物（FP）の移行挙動に対する化学的な影響に係わる検討を進めている。本研究では、本シリーズ発表（1）の Cs 及び I の再蒸発挙動に与える B の影響評価実験を対象として、熱力学平衡計算に基づく FP 移行挙動評価コード VICTORIA2.0[1]による解析を実施し、Cs 及び I の再蒸発挙動への熱力学平衡計算手法の適用性を検討した。

2. 解析

本シリーズ発表（1）の実験体系に基づき、加熱炉から温度勾配管（TGT）までを模擬した全 15 ノードの体系を対象とした。解析シーケンスは、実験と同様に、①1.0 L/min 4%H_2-Ar ガスフロー条件で CsI を 2173 K（60 分間）で蒸発させ、下流の TGT に一部を沈着させる、②同ガスフロー条件で B_2O_3 試料を 2100 K（60 分間）で加熱し、蒸発した B 化学種と TGT 内の CsI とを反応させる、とした。体系の雰囲気・構造材温度や流速は、実験値又は簡易的な熱伝達計算より得られた値を入力として与えた。また、沈着した Cs 及び I と気相中の B との化学反応挙動に対する影響を定量的に検討するために、加熱炉の最上流ノードでの蒸発速度に寄与するパラメータを調整し、TGT 内での CsI 沈着分布の定量性を向上させた。

3. 結果・考察

加熱炉より蒸発した CsI は、TGT の高温領域に一時的に沈着し、再蒸発と沈着を繰り返すことで次第に下流の低温部へ移行することがわかった。解析終了時の Cs 沈着分布を実験と比較すると約 40%沈着量を過大評価したが、沈着分布の温度依存性を概ね再現することが示された（図 1）。一方、I 沈着分布に関する解析結果は、860 K 付近でのみ I/Cs モル比が減少した。これは、B の存在によりヨウ素の移行が促進されることを示す一方、実験で得られている 800-600 K における I/Cs モル比の減少を完全に再現するものではなかった。これは、CsI と B との反応により>860 K で生成した HI が 800-600 K で熱力学的に不安定であり、逆反応である CsI の生成が進行したためである。また、即座に平衡組成に達する解析であることを考慮すると、実験では HI からの CsI 生成反応が緩やかに進行した可能性が考えられる。以上より、Cs 及び I 再蒸発時の B の影響は、熱力学平衡手法により定性的な評価が可能であるが、定量性を向上させるためには速度論的な考慮が必要であることがわかった。

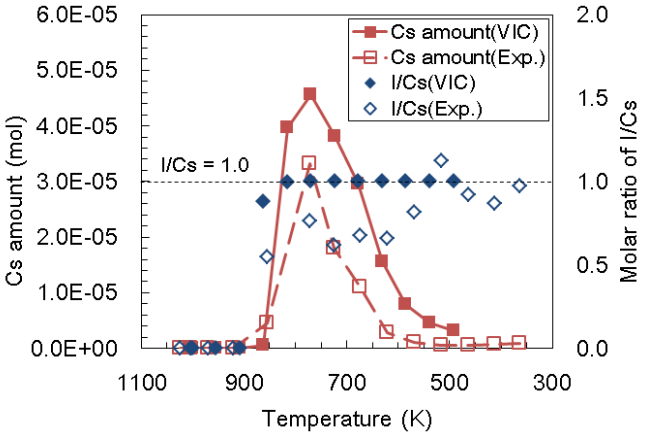

図 1 実験及び解析における温度勾配管に沈着した Cs 分布と I/Cs モル比

参考文献

[1] N. E. Bixler, NUREG/CR-6131 (1998)

本件は、原子力規制庁から受託した平成 27 年度及び平成 28 年度「原子力施設等防災対策等委託費（シビアアクシデント時ソースターム評価技術高度化）事業」の成果である。

*Hiroyuki Shiotsu, Jun Ishikawa, Hiroto Ito, Tomoyuki Sugiyama and Yu Maruyama, JAEA