軽水炉シビアアクシデント時の原子炉冷却系条件におけるセシウム及びヨウ素の化学挙動に与えるホウ素の影響評価

(2) 沈着したヨウ化セシウムの化学挙動に与えるホウ素蒸気種の影響

Effects of Boron on the chemical behavior of Cesium and Iodine in the reactor coolant system condition during LWR severe accident

(2) Effects of Boron vapor species on chemical behavior of deposited Cesium Iodide

*井元 純平[1], 三輪 周平[1], グエロ メラニー[2], 宮原 直哉[1], 逢坂 正彦[1]
[1]原子力機構, [2]フィンランド技術研究センター

原子炉冷却系に沈着したヨウ化セシウム（CsI）に与えるホウ素（B）蒸気種の化学的影響を明らかにするため、水蒸気雰囲気において原子炉冷却系温度条件で沈着させたCsIとB蒸気種の反応実験を実施した。沈着したCsIとB蒸気種との化学反応により、ガス状ヨウ素の生成が促進されることが分かった。

キーワード：核分裂生成物、ホウ素、ヨウ化セシウム、化学反応

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精度を向上させ、既設軽水炉の安全性向上や福島第一発電所の炉内状況把握に資するため、原子炉冷却系（RCS）におけるヨウ素（I）及びセシウム（Cs）の化学挙動（主要化学反応及びその速度）に係るデータベース構築を目的とした研究を進めている[1]。本研究では、特にBWR制御材ホウ素（B）がI及びCsの化学挙動に与える影響に着目している。BがIやCsの後に放出される場合、B蒸気種は原子炉冷却系に沈着したCs及びI化合物と反応することが想定され、不活性雰囲気で実施された過去の実験では、ガス状IやCsが生成する可能性が示唆された[2]。この事象は軽水炉ソースタームの観点で重要な事象であるが、水蒸気雰囲気での知見はほぼ皆無である。そこで本件では、本シリーズ発表(1)[3]と同様の実験により生じるI及びCsの沈着物に対して、B蒸気種を反応させることにより、沈着したCs及びIの再蒸発に与えるBの影響を調べた。

2. 実験方法

核分裂生成物放出移行挙動再現実験装置TeRRa[1]を用いて、CsIを約1000 K、露点60℃の水蒸気を含むArガスフローで2時間加熱し、RCS温度条件を模擬した温度勾配管（1000 – 400 K）に発生したCsI蒸気を沈着させた。その後、酸化ホウ素粉末を加熱炉に装荷して約1150Kで同様の雰囲気条件で約1時間の再加熱を実施し、沈着させたCs及びI化合物と反応させた。また、Bを含まない水蒸気のみの条件でも再加熱を実施し、両実験結果を比較することでBの影響を調べた。再加熱後のTGTの各温度における沈着物、エアロゾルフィルタ及び溶液トラップによる捕集物の元素量をICP-MSにより分析した。

3. 結果・結論

図1にTGT内沈着物中のCs及びIの元素量（全蒸発量で規格化）を示す。沈着後の1150Kでの再加熱により、沈着したCs及びIの分布[3]は変化し、特にB有りの条件でI/Csモル比は低くなることが分かった。これは、沈着したCsIの一部がB蒸気種と反応することでIの再蒸発が促進された可能性を示している。また、表1に再加熱時にTGT出口まで移行したIの形態の割合を示す。ここで、ガス状（Gaseous）とはエアロゾルフィルタを通過したものを指すが、B有りの条件において、再加熱時に発生するガス状のI化合物の割合は有意に高くなることが分かった。以上のことから、SA時の原子炉冷却系温度条件では、B蒸気種を含む水蒸気と沈着したCsIが反応し、ガス状のI化合物等が生成することにより、沈着物の再蒸発が促進されることが分かった。

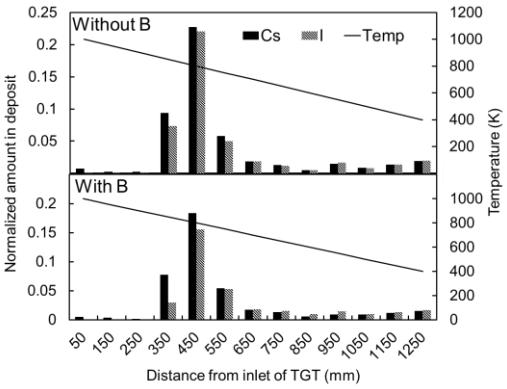


図1 TGT沈着物中のCs及びIの元素量（全蒸発量で規格化）

表1 再蒸発してTGT出口まで移行したIの形態の割合

Test	Aerosol	Gaseous
Without B	0.77	0.23
With B	0.58	0.42

参考文献

[1] N. Miyahara, et al. Proc. WRFPM2017 [2] I. Sato et al, J. Nucl. Mater. 461 (2015) 22-28. [3] 本シリーズ発表(1)

*Junpei Imoto[1], Shuhei Miwa[1], Melany Gouelo[2], Naoya Miyahara[1] and Masahiko Osaka[1]
[1]Japan Atomic Energy Agency, [2]VTT Technical Research Center of Finland