

空気条件におけるヨウ素沈着物の再揮発現象に係る解析的検討

Analytical study for remobilization of iodine deposits under air condition

*塩津 弘之, 伊藤 裕人, 杉山 智之, 丸山 結

原子力機構

VERDON-2 実験で確認された空気混入条件でのヨウ素沈着物の再揮発現象を明らかにすることを目的に、平衡を仮定する化学反応モデルを有する VICTORIA コードによる解析を実施した。その結果、酸素濃度の増加による酸化還元反応で沈着物中のヨウ素が I_2 として再移行する可能性があることが分かった。

キーワード： ヨウ素, 再移行, 空気条件, シビアアクシデント, VERDON-2

1. 緒言

軽水炉シビアアクシデント (SA) 晩期のソースターム (ST) 評価において、配管等へ沈着・吸着した核分裂生成物 (FP) の再移行挙動を理解することは重要である。沸騰水型軽水炉 SA で想定される空気混入条件の FP 沈着物への影響を評価した仏 CEA の VERDON-2 実験では、水蒸気条件で沈着したヨウ素 (I) が空気条件下で優位に蒸発し再移行することが示された[1]。しかしながら、同現象の反応機構は明らかにされておらず、現状の ST 評価には十分に活用されていない。そこで本研究では、一般的な化学モデルである化学平衡論に基づく FP 移行挙動解析コード VICTORIA[2]を用いた VERDON-2 実験解析を実施し、空気雰囲気条件での沈着物 I の再移行に係る反応機構を推定した。

2. 実験概要・解析手法

VERDON-2 実験では、加熱炉と温度勾配管 (TGT) から成る装置体系において、MOX 燃料を加熱することにより FP の放出・移行挙動を評価している。さらに複数の TGT を実験過程毎に切り替える (水蒸気雰囲気：TGT-1 及び 2→空気雰囲気：TGT-2 及び 3) ことで、各雰囲気条件の影響を推定している。解析では全 18 分割 (加熱炉：1、接続部位：1、TGT：16) から成る体系で、水蒸気雰囲気の沈着傾向を保持する TGT-1 と水蒸気及び空気雰囲気の沈着傾向を示す TGT-2 までの実験過程を模擬した。

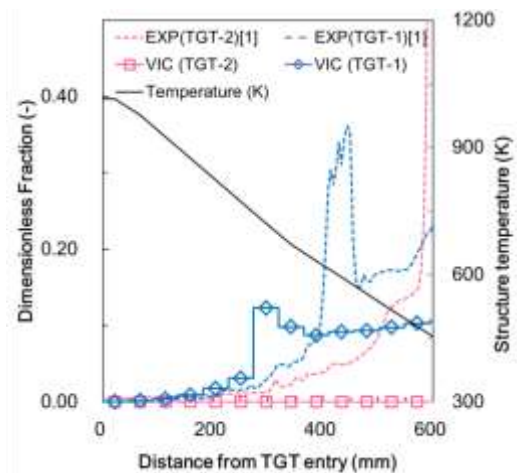


図 1 TGT1(水蒸気)及び
TGT2(水蒸気→空気)での I 沈着分布

3. 結果・考察

水蒸気雰囲気 (TGT-1) の I 沈着傾向に係る傾向 (図 1) は、ピーク位置のズレはあるが沈着開始位置について実験と解析結果で一致した。これは沈着・壁面凝縮に係るモデルが不十分ではあるが、移行化学種特有の凝縮温度を再現できたことを示している。また、実験で見られた TGT-1 及び TGT-2 間での I 沈着ピークの減少傾向について、本解析でも同様の傾向が再現され水蒸気雰囲気で沈着した I が空気混入によって再移行することが示された。解析結果の分析によると水蒸気雰囲気での沈着物 I は、ヨウ化セシウム (CsI) であり、空気混入時に分子状ヨウ素 (I_2) へ化学変化 (酸化反応) し再移行することが分かった。この酸化反応は、 CsI 中の対イオンである Cs の安定な化合物であるモリブデン酸セシウム (Cs_2MoO_4) の生成が鍵となっており、沈着物中の酸化モリブデンと共存する場合でのみ有効であることが示唆された。

参考文献

[1] A. Gallais-During et al., Ann. Nucl. Energy, 101, 109-117, 2017. [2] N. E. Bixler, NUREG/CR-6131, 1998.

本件は、原子力規制庁受託「平成 30 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, Hiroto Ito, Tomoyuki Sugiyama and Yu Maruyama

Japan Atomic Energy Agency