

# ナトリウム冷却高速炉における格納容器破損防止対策の有効性評価技術の開発

## (13) Na-コンクリート反応過程のシミュレーション

Development of Estimation Technology for Availability of Measure for Failure of Containment vessel  
in Sodium Cooled Fast Reactor (13) Simulation of Na-concrete reaction process

\*河口 宗道<sup>1,2</sup>, 宮原 信哉<sup>1</sup>, 宇埜 正美<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 日本原子力研究開発機構, <sup>2</sup> 福井大学

Na 冷却高速炉において、Na とコンクリートの接触を防止するための鋼製ライナーが破損した場合の Na 漏えい事故について、COMSOL Multiphysics を用いて Na-コンクリート反応の化学反応モデルの開発を行った。

**キーワード:** Na 冷却高速炉, Na 漏えい事故, Na-コンクリート反応, 化学反応熱

**1. 緒言** Na 冷却高速炉の安全評価手法において、設備として Na-コンクリート反応を防止する鋼製ライナーが設置されているが、Na-コンクリート反応に関する計算手法の高度化は重要である。本研究は、Na-コンクリート反応の化学反応特性について COMSOL Multiphysics を用いたモデル開発を行った。

**2-1. 計算手法** 汎用物理シミュレーションソフトウェア COMSOL Multiphysics の化学工学モジュールを用いて、反応物質の定圧比熱、エンタルピー、エントロピー、潜熱等を熱力学データベースから設定し、Na の融解/蒸発や各成分間の化学反応速度等を示唆走査熱量計 (DSC) の結果[1]を踏まえて設定した。

**2-2. 計算体系** 不活性 Ar ガス雰囲気中に Na 及びコンクリート粉末 (主成分:  $\text{SiO}_2$ ) を設定し、一点近似により反応物の温度を計算した。計算では、簡単のため一定の入熱を与えて、各温度領域における反応量及び反応熱量を計算した。

**2-3. 計算結果と実験との比較** 先ず、COMSOL Multiphysics への組み込み状況を確認するために定圧比熱、エンタルピー、エントロピーが熱力学データベースと一致していることを確認した。次に、融解/蒸発を伴う Na のみの場合を確認し、Na の融解/蒸発時間が妥当な計算結果であることを確認した。その後、Na-コンクリート粉末の各温度における化学反応計算を行った。

反応熱量による温度履歴は実験結果を比較的良く再現し、Na とコンクリートの質量割合によっては、反応ピーク温度は Na の蒸発が原因であることを確認することができた。

**3. 結論** Na-コンクリート反応の化学反応特性について COMSOL Multiphysics を用いたモデル開発を行い、各温度における Na-コンクリートの化学反応過程をシミュレーションした。今後は強熱条件や空間分布における反応状況の確認を行う。

**謝辞** 本研究は、文部科学省のエネルギー対策特別会計委託事業による委託業務として、福井大学が実施した「ナトリウム冷却高速炉における格納容器破損防止対策の有効性評価技術の開発」の成果の一部である。

**参考文献** [1] Kikuchi S, et al. Journal of Thermal Analysis and Calorimetry. 2015 Jul; 121 [1]: 45-55.

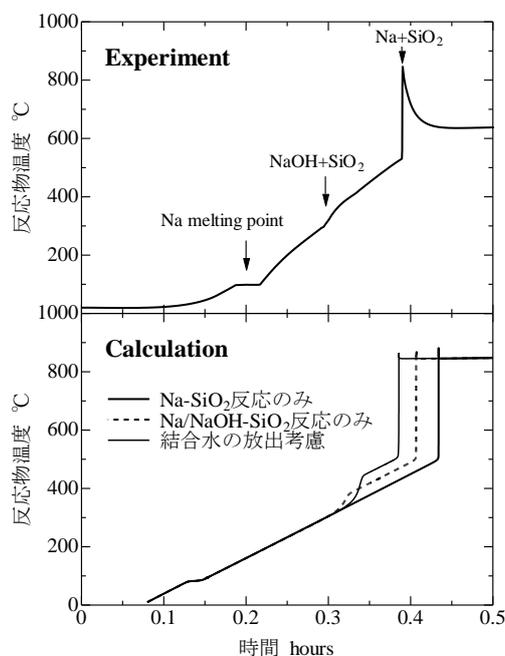


図1. Na-コンクリート反応の実験と計算の比較

\*Munemichi Kawaguchi<sup>1,2</sup>, Shinya Miyahara<sup>1</sup> and Masayoshi Uno<sup>2</sup> / <sup>1</sup>Japan Atomic Energy Agency (JAEA), <sup>2</sup>Univ. of Fukui.