

## ナノ粒子分散ナトリウムによる高速炉の安全性向上に関する研究 (34) 反応抑制効果 (その 1 1)

Study on safety enhancement of the fast reactor by using nanoparticle suspension sodium

### (34) Reaction Suppression (11)

\*永井桂一<sup>1</sup>、斉藤淳一<sup>1</sup>、荒 邦章<sup>1</sup>

<sup>1</sup>原子力機構

高速炉の設計拡張状態において、漏えい燃焼とライナ破損に続いて生じるナトリウム-コンクリート反応（以下、ナトコン反応）について、ナノ粒子分散ナトリウム（以下、ナノ流体）の反応抑制挙動についてナトリウムと比較検討した。

**キーワード**：高速炉、ナトリウム、燃焼、ナトリウム-コンクリート反応、反応抑制、ナノ流体

#### 1. 緒言

ナトコン反応は燃焼と水反応が組み合わさり、さらに、その反応環境にコンクリートが介在する非常に複雑な反応現象である。これまでナノ流体はナトコン反応に対する抑制効果（水素発生量の低減）の可能性について報告してきた[1]。本報告では、これまでに取得したナトコン反応の実験による基礎的知見をまとめ、ナノ流体の抑制効果をナトリウムと比較して把握したので、その結果について述べる。

#### 2. ナトコン反応挙動の評価手法

実機におけるナトコン反応はライナ鋼材が破損し、漏えい燃焼した高温ナトリウムがコンクリート上に落下することで生じる。本研究では高温ナトリウム（ナノ流体）がコンクリートとの接触後のコンクリートへの浸透および放出湿分との反応挙動に着目した。そのため、コンクリート片の一部を液体ナトリウム（ナノ流体）中に浸漬し、その反応挙動を把握した。ナトリウムおよびナノ流体温度は500℃から設計基準を超える温度を想定して525℃、550℃とした。

#### 3. ナトコン反応挙動の時間推移

これまでの実験知見よりナトコン反応は以下に示す時間推移をすることが明らかになった。

- ① 漏えい燃焼ナトリウムの熱量のコンクリートへ伝熱（加熱）
- ② 加熱によるコンクリートからの自由水（蒸気）の放出、その自由水とナトリウムの反応による発熱と水素発生
- ③ ナトリウム（液体または蒸気）のコンクリートへの浸透
- ④ コンクリートからの結合水および結晶水の放出、その放出水とのナトリウムの反応（主反応）による発熱および水素発生

#### 4. 主反応に着目したナノ流体の抑制効果

ナノ流体によるナトコン反応の抑制効果を以下に示す。

- A) 主反応に遅延が発生（図1）
- B) 主反応の遅延はナトリウム（ナノ流体）温度が高温でも発生（図2）
- C) 水素発生量が顕著に低減（図3）

これらの抑制メカニズムについては次報で詳細に報告する。

#### 5. 結言

プラントへナノ流体を適用した場合のナトコン反応は、主反応の起きる時間が遅れるとともに、水素発生量が顕著に低減し、アクシデントマネジメントに時間的裕度ができ、水素爆発回避の見通しと格納機能維持の可能性が示された。

**参考文献** [1]永井、ほか、日本原子力学会「2016年 秋の大会」、2I20

本研究は、特別会計に関する法律（エネルギー対策特別会計）に基づく文部科学省からの受託事業として、日本原子力研究開発機構が実施した平成28年度「ナノ粒子分散ナトリウムによる高速炉の安全性向上技術の開発」の成果です。

\* Keiichi NAGAI<sup>1</sup>, Jun-ichi SAITO<sup>1</sup> and Kuniaki ARA<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Japan Atomic Energy Agency

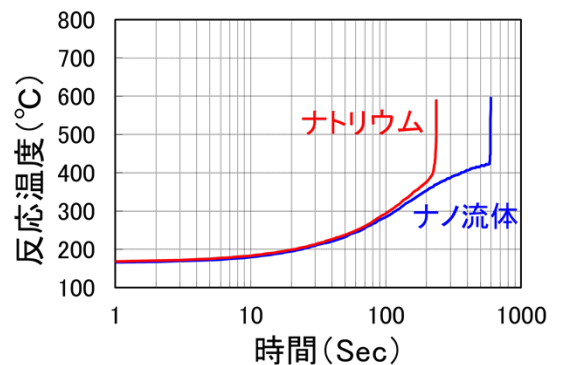


図1 主反応の開始時間の相違

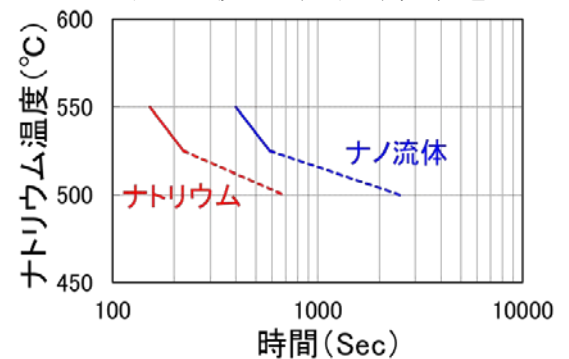


図2 主反応遅延の高温での効果

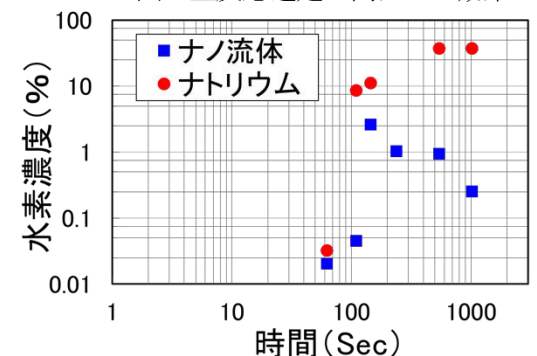


図3 水素発生濃度の時間推移