ナトリウム-溶融塩熱交換器を有する蓄熱式高速炉の安全設計技術開発
(3) ナトリウムー溶融塩の化学反応性に関する検討

Development of Safety Design Technologies for Sodium-Cooled Fast Reactor Coupled to Thermal Energy Storage System with Sodium–Molten Salt Heat Exchanger
(3) Study on Chemical Reactivity of Sodium-Moten Salt

*菊地 晋[1]，近藤 俊樹[1]，梅田 良太[1]，山野 秀将[1]
[1]原子力機構

ナトリウム-溶融塩熱交換器を有する蓄熱式高速炉の安全設計技術開発の一環として、熱交換器でのバウンダリ破損を想定した液体金属ナトリウムと硝酸系溶融塩との間の化学反応性に関する検討を進めている。本発表では、当該反応に関する基礎試験計画とその検討状況について報告する。

キーワード：ナトリウム冷却高速炉、溶融塩、化学反応、熱分析

1. 緒言

蓄熱式ナトリウム(Na)冷却高速炉では、固有事象として Na と硝酸系溶融塩との熱交換器部位におけるバウンダリ破損に起因した、Na と硝酸系溶融塩との化学反応性を把握することが安全評価上、重要である。しかし、蓄熱式高速炉の安全設計及び安全評価に資するデータは十分とは言えない状況である。本報告では、Na と硝酸系溶融塩との化学反応性に関する知見の整理と当該反応に関する基礎試験計画の概要を述べる。

2. 関連知見の整理と反応基礎試験計画の概要

蓄熱システムに供する蓄熱材は硝酸ナトリウム（$NaNO_3$）と硝酸カリウム（KNO_3）を 6:4 の割合で配合した硝酸系溶融塩（solar salt）が太陽熱発電等で実績があり、生産コストが安価である等の理由により多用されている[1]。本研究でも対象とする蓄熱材を solar salt とし、以後の Na との化学反応性を検討した。まず、Na との化学反応性を検討する前段階として solar salt 自体の熱分解性を調査した。Solar salt は約 240℃が融点であり、約 450℃から熱分解により酸素が、700℃以上で窒素がそれぞれ生成し、最高使用温度は 550℃前後とされている。次に、Na との化学反応性では、Na-solar salt 反応自体ではないが、Na-KNO_3 反応の定性的な知見がある[2]。当該反応では、KNO_3 の融点（約 337℃）よりも低い、約 235℃で反応が生じるとされているが、発熱量や反応速度定数等の定量的な知見がないため、化学反応性を把握するには十分ではない。

そこで、現在、アルゴン雰囲気で満たされたグローブボックスを整備中であり、この中に今後設置を予定している熱分析装置に試薬の $NaNO_3$ と KNO_3（図 1）を solar salt の割合に配合したサンプルを挿入する反応基礎試験を計画している。反応基礎試験では、反応開始温度、発熱量、反応速度定数等の定量的なデータを取得する予定であり、得られた試験結果及び関連知見から化学反応性を評価するとともに、Na-solar salt 反応に対する安全性向上方策の検討及びデータベース化を行う予定である。

図 1 硝酸系溶融塩の試薬

3. 結言

本報告では、Na と硝酸系溶融塩との化学反応性の関連知見として、硝酸系溶融塩の熱分解性及び Na-KNO_3 反応に関する知見を調査・整理した結果とともに、今後実施予定の反応基礎試験計画の概要を述べた。

*本研究は文部科学省原子力システム研究開発事業 JPMXD0222682675 の助成を受けたものです。

参考文献

[1] T. Bauer et al., Molten Salts Chem (2013) 415–438.　[2] D.A. Csejka, et al., J. Mater. Eng. 11 (1989) 291–297.

* Shin Kikuchi[1], Ryota Umeda[1], Toshiki Kondo[1], Hidemasa Yamano[1]
[1] Japan Atomic Energy Agency