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
(1) プロジェクト全体概要

Development of Safety Design Technologies for Sodium-Cooled Fast Reactor Coupled to Thermal Energy Storage System with Sodium–Molten Salt Heat Exchanger
(1) Project Overview

*山野秀将[1]，栗坂健一[1]，高野和也[1]，菊地晋[1]，近藤俊樹[1]，梅田良太[1]，
林正明[2]
[1]原子力機構，[2]日立 GE

溶融塩蓄熱式高速炉の安全設計方針及びリスク評価技術、ナトリウムー溶融塩の熱交換性能評価技術と伝熱向上方策、及びナトリウムー溶融塩の化学反応特性評価と安全性向上方策を開発する研究プロジェクトを進めている。ここでは、プロジェクト全体概要について報告する。

キーワード：ナトリウム冷却高速炉, 蓄熱, 硝酸系溶融塩, 安全設計, 熱交換器, 化学反応

1. 緒言

ナトリウム冷却高速炉の新たな価値として変動性再生可能エネルギーとの共生が挙げられる。米国テラパワー社の Natrium 炉[1]に見られるように、高速炉に蓄熱システムを結合させて、不足電力時間帯に電力供給できる機動性をもった新型炉開発は将来必要とされる可能性がある。硝酸系溶融塩を熱媒体とした顕熱蓄熱技術が国外の太陽熱発電（500℃前後の温度範囲）等で既に実用化されていることから、蓄熱式高速炉に特有の開発要素は、ナトリウムと溶融塩の熱交換器部分であり、それに関する公開情報はない。また、蓄熱式高速炉の安全設計及び安全評価の考え方は整理されていない。そこで、硝酸系溶融塩を熱媒体とした蓄熱技術を組み合わせたナトリウム冷却高速炉の安全設計技術開発を目的として、３年間の研究プロジェクトを令和4年度に着手した。本報では、プロジェクト全体概要を述べる。

2. プロジェクト全体概要

国内規制基準に適合する安全設計方針案を作成するとともに、リスク評価で必要な信頼性データベース構築方針案を作成する。熱交換性能評価では、複数の熱交換器形式を選定し、熱流動解析・評価を通じて熱交換形式の最適化及び伝熱向上策を検討し、従来のナトリウム/ナトリウム熱交換器形状で単純に一方を硝酸系溶融塩に置き換えたのに比べて大幅な伝熱性能向上効果を得ることを目指す。また、化学反応特性評価では、伝熱管等のバウンダリ破損時の安全確保のための液体金属ナトリウムと硝酸系溶融塩との化学反応特性を把握するための基礎的な研究を行い、不確かさを考慮し、化学反応試験温度範囲の上限を 800℃以上とした反応データベースを構築することを目指す。

3. 結言

本研究プロジェクトを概説した。本研究では、国内規制対応までを見据えており、社会実装の道筋を明確できる。また、本研究で得られた成果はナトリウムと硝酸塩を用いた熱交換器設計に役立ち、本研究テーマの蓄熱式高速炉の開発に大きく貢献できる。

*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] https://www.terrapower.com/our-work/natriumpower/

*Hidemasa Yamano[1], Kenichi Kurisaka[1], Kazuya Takano[1], Shin Kikuchi[1], Ryota Umeda[1], Toshiki Kondo[1], Masaaki Hayashi[2]
[1] Japan Atomic Energy Agency, [2] Hitachi GE Nuclear Energy, Ltd.