

再エネ調和型新型炉システムの安全性評価技術の開発

(2) 再エネ調和型新型炉事故模擬試験装置の設計

Development of a test plant for integrated nuclear and renewable energy systems

(2) Design of the test plant for accident simulation

*上地 優¹, 相澤 康介¹, ヤン ジングロン¹, 蔵本 亮一², 溝上 頼賢², 谷平 正典³

¹JAEA, ²MHI パワーエンジニアリング, ³MHI

再エネ調和型新型炉システムの安全評価技術のうち、事故模擬試験装置の設計について報告する。

キーワード：新型炉、再生可能エネルギー調和型原子力システム、熱貯蔵

1. 緒言

水素製造や蓄熱可能な様々な発電用システムの開発が進められている[1,2,3]。これらのシステムの事業化を実現するためには、当該システムの異常状態を模擬し、安全性を評価するための試験装置や解析ツールの開発が必要となる。また、再エネ電源からの電力供給状況に合わせ、当該システムの発電量、水素製造量、蓄熱量について、安全性を確認しながら需給バランスや経済性の観点で最適化計算を実行する高速通信装置（IoT）の開発も必要となる。上記を背景として、再エネ調和型新型炉用事故模擬試験装置の設計、新型炉システム安全解析ツールの開発、高速通信装置（IoT）の開発を実施している。本発表では、当該システムの異常発生時の過渡挙動データを取得可能な試験装置の設計結果について報告する。

2. 装置概要

本試験装置は、再エネ調和型新型炉システムの異常発生時の過渡挙動を模擬するため、図 1 に示す機器構成とした。1 次系及び 2 次系は、高温ガス炉を想定したヘリウムガスループである。1 次系は原子炉を模擬した加熱器及びガスタービン及び発電機、中間熱交換器、2 次系は水素製造及び蓄熱のための熱交換器が主要機器として構成される。さらに、3 次系として、熔融塩を用いた蓄熱設備を備える。また、ナトリウム冷却炉における蓄熱の動特性評価のため、蓄熱設備とナトリウム系の熱交換器を有する。装置の運転は、発電のみを想定した 1 次系単独運転モード（発電モード）及び、中間熱交換器での熱交換を想定したコージェネレーションモード（コジェネモード）とし、それぞれ、発電機負荷喪失や 2 次系での熱負荷喪失といった異常の模擬を可能とする。

3. 設計結果

上記の機器構成を基に熱物質収支計算を行い、各プラント構成要素の機器設計を実施した。試験目的や設備合理化、機器製作性等を踏まえ、加熱器出力は 5MW 規模とし、加熱器出口温度は、発電モードでは約 750℃、コージェネモードでは約 850℃とした。また、蓄熱設備では、硝酸塩系熔融塩による顕熱蓄熱方式を想定した蓄熱熱交換器（He-熔融塩及び Na-熔融塩）の機器設計を行った。この熔融塩系の熱交換器では、伝熱面積増大による大型化が懸念されたが、スタティックミキサー内蔵型の熱交換器設計によりコンパクト化を図った。さらにこれら機器設計結果に基づき、プラント全体の配置設計を実施した。

4. 結論

再エネ調和型新型炉システムの安全評価技術のうち、事故模擬試験装置の設計について報告した。今後、安全性評価技術の検証に向けて試験計画詳細検討を行うとともに、設備のコンパクト化やコストダウンに係る検討を進めていく予定である。

本報告は、経済産業省の「令和 5 年度 社会的要請に応える革新的原子力技術開発支援事業」の一環として実施した成果である。

参考文献

- [1] 鈴木、他、“早期実用化と機動的運用が可能な蓄熱型小型モジュール高温ガス炉”、日本原子力学会 2021 年秋の大会、3K_PL02、2021
- [2] 須山、他、“炉心熔融のない高温ガス炉コージェネプラント”、日本原子力学会 2021 年秋の大会、3K_PL03、2021
- [3] <https://www.terrapower.com/sodium/> (accessed 2024-7-2)

*Yu Kamiji¹, Kosuke Aizawa¹, Xing L. Yan¹, Ryoichi Kuramoto², Yorikata Mizokami², Msanori Tanihira³

¹JAEA, ²MHI Power Engineering, ³MHI

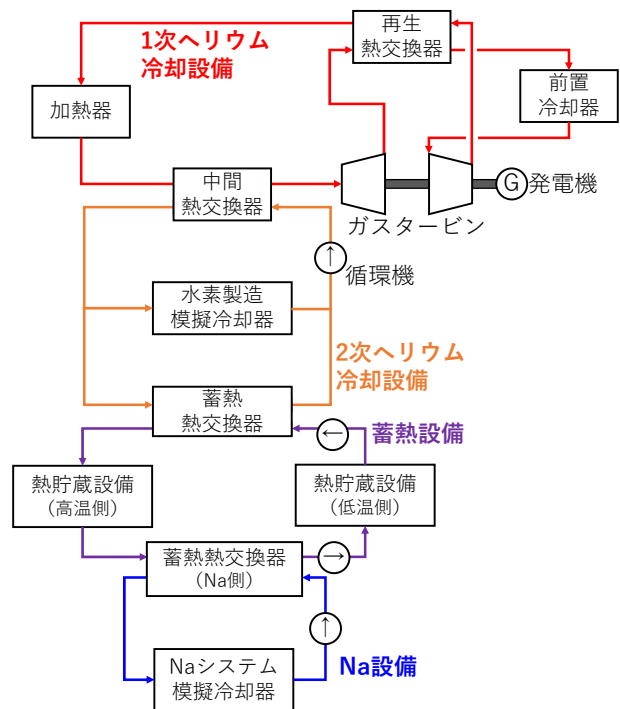


図 1 再エネ調和型新型炉用事故模擬試験装置の主要機器構成