フッ化物溶融塩ループの製作と機能確認試験（３）

Manufacturing of fluoride molten salt loop and performance test (3)

*木下幹康[1,2,3]、Aji Indarta[2,3]、久保海斗[4]、八下田好一[3]、千葉文浩[3]
有馬立身[2]、片山一成[2]、深田智[1]
[1]MOSTECH 、[2]九州大学、[3]熔融塩技研、[4]三菱マテリアル

キーワード：溶融塩炉、熔融塩炉、循環ループ、フッ化物、塩化物、余剰プルトニウム減容、水素製造

1. 経過

産業界で熔融塩炉の建設を可能にする国内サプライチェーンを整備するには、一企業ではハードルが高いため、公的な機関で、機器（ポンプ、バルブ、フランジ、熱交換器）の開発フィールドを用意することが望ましい。その第一歩としてハロゲン化物・塩（当面はフッ化物）の循環ループの構築を、2019 年度から九州大学筑紫地区で始めた。2020 年度に九大で製作され水、油、アルコールで自然循環に成功した細径（6A, SUS 管）ループをベースに、同年度末から高温（700℃）・フッ化物（FLiNaK）での循環を目指したループ構築を開始した。2021 年度末の時点で３基のループを製作し、水ループでは軸流ポンプ駆動、フッ化物ループでは FLiNaK 乾燥途中、制御コード開発試験中の段階にある。

2. 安全性・信頼性の確保と自動制御プログラムの開発

水ループ（2 号機）では、Python プログラムによってガス圧によって上部タンクまで液面を上昇させ、軸流ポンプ駆動による循環・完全自動運転を達成できた。フッ化物ループ（1 号機）では、ガス制御と凍結閉塞を防ぐ、高速高精度の温度計測が必要であり、Python/class_object/threading によって熱電対温度 30 点（レコーダー３台）（図１）でリアルタイム 0.1 秒サイクルでのデータ収集を可能にした。

制御プログラムは、温度の時間変化を視覚化し、リアルタイム計測に並行しシステムの動作を先導的に計算するデジタルツイン・モデルの算出値／予測値と計測値を比較し、人為的ミスをカバーできる運転補助機能とインターロック方式の開発を進めている。

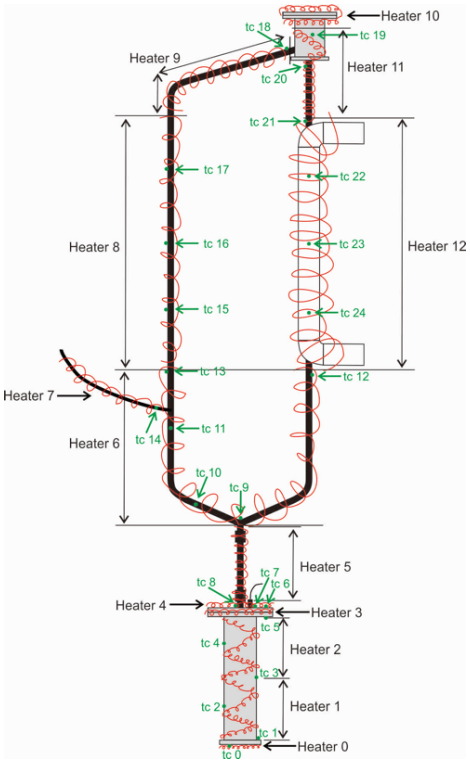

図１．循環ループ（1 号機）

4. 考察

溶融塩炉は負帰還により炉物理的安全性は高いが、一方で高温・化学プラントとしての危険性や運転リスクがある。その開発基盤となる循環ループには、挙動を熟知せずとも安全に失敗なく運転できる自動運転システムの開発が不可欠と考える。加えて液面位置のガス圧制御では細管部に対応し、高速の反応が必要となる。このため今後、引き続き、高度な制御方式の開発を進めていく予定である。

本研究は、経済産業省、社会的要請に応える革新的な原子力技術開発支援事業（革新的原子力技術のための共通基盤技術開発事業）の一部として、日本原子力研究開発機構（JAEA）の委託研究として実施いたしました。

参考文献

[1] 原子力学会予稿, 1C11, 3 月 17 日, 2021 年春の年会,　[2] 原子力学会予稿, 3J07, 9 月 10 日, 2021 年秋の大会
[3] 原子力学会予稿, 1C14, 3 月 16 日, 2022 年春の年会

*Motoyasu Kinoshita[1,2,3], Aji Indarta[2,3], Kaito Kubo[4], Koichi Yageta[3], Fumihiro Chiba[3], Tatsumi Arima[2], Kazunari Katayama[2], Satoshi Fukada[1],　[1]MOSTECH Co. Ltd., [2]Kyushu University, [3]MSLab inc., [4]Mitsubishi Material