

ADS ビーム窓周りの詳細熱流動解析 (1) JUPITER による大規模非定常流解析

Detailed thermal-hydraulics simulation around a beam-window on ADS

(1) Large-scale unsteady flow simulation by JUPITER

*山下 晋¹, 吉田 啓之¹, 菅原 隆徳¹

¹ 日本原子力研究開発機構

ADS ビーム窓周りの熱流動挙動に多相多成分詳細熱流動解析コード JUPITER を適用した。定常流を仮定した既往解析結果では見られない、強い乱れを有する流れ場が確認され、非定常詳細解析の重要性を示した。

キーワード：計算流体力学, ADS, ビーム窓, 熱流動, 大規模計算

1. 緒言 原子力機構では、ADS ビーム窓の最適設計のため、JUPITER [1]を用いた詳細熱流動解析を実施している。本報では、JUPITER によるビーム窓周りの LBE (Lead Bismuth Eutectic) 流れの非定常解析を行うことにより、熱流動場の乱れの傾向を調べた結果を報告する。

2. ビーム窓周り詳細熱流動解析

図 1 の計算体系中の青実線で囲まれた領域（縦、横、高さ 620 mm, 685 mm, 1100 mm）を計約 9 億点で分割した。境界条件は、下部及び上部境界を流入、流出条件とし、それ以外は、速度は滑り無し条件、温度は断熱条件とした。流入速度は、ノズル

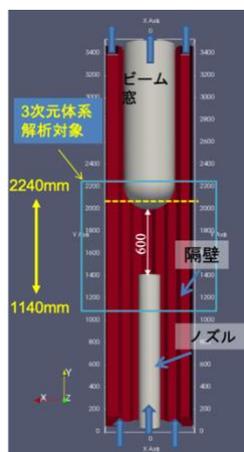


図 1 計算体系

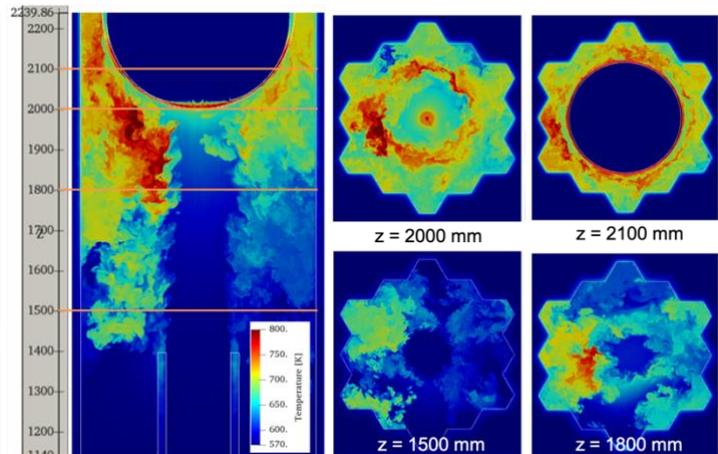


図 2 解析結果。縦断面、横断面の温度分布

内側で 1.96 m/s、外側で 0.16 m/s、ビーム窓近傍の LBE の発熱分布は、粒子・重イオン輸送モンテカルロ計算コード PHITS[2]により得られた分布を与える。図 2 に $t = 10$ 秒の温度分布の縦断面（左）及び異なる 4 カ所の水平断面（右 4 図）を示す。図 2 左より、ノズルの流出口近傍で生じる LBE の乱れは、下流方向の流れと共に発達し、ビーム窓近傍で非対称の複雑な温度分布を形成している。ビーム窓先端部に衝突後、流れは下流と上流へ分岐することが分かる。既往研究[3]で実施された定常解析では、ビーム窓の斜め上流方向に左右対称形の熱だまりの生成が確認されているが、本解析では、乱れの非定常性によりそのような熱だまりは確認できない。また、周方向にも温度分布があることから、流れが強い 3 次元性有することが確認できる。これらより、ビーム窓周りに対する熱流動挙動の評価においては、非定常性及び 3 次元性の考慮が重要であることが分かった。

謝辞 本研究の成果は、日本原子力研究開発機構の大型計算機 ICE-X を用いた成果である。

参考文献 [1] S. Yamashita, et al., Nucl. Eng. and Design, vol. 322, pp. 301-312 (2017).

[2] T. Sato, et al., J. Nucl. Sci. Technol. Vol. 55, pp. 684-690 (2018).

[3] T. Sugawara, et al., J. Nucl. Sci. Tech., vol. 47, pp. 953-962 (2010)

*Susumu Yamashita¹, Hiroyuki Yoshida¹ and Takanori Sugawara¹

¹Japan Atomic Energy Agency