

核融合中性子源 Li ターゲットの安定性に関する研究 (1) 流路形状と噴流厚さが内部流動構造に与える影響

Study on stability of Li target for fusion neutron sources

(1) Effect of channel shape and jet thickness on inner flow structure of Li target

*衣笠 美怜¹, 帆足 英二¹, 沖田 隆文¹

¹大阪大学

核融合中性子源開発において液体 Li ターゲットの安定性の実証は必要不可欠である。その中で、Li 流の実験研究ができる阪大 Li ループは今後、国際研究拠点として中心的な役割を果たすことが考えられる。本研究では、水平直線流路と縦型湾曲流路、また膜厚が Li 噴流の流体力学的な特性に与える影響をシミュレーションより把握することで、阪大 Li ループ活用の指針を得ることを目指す。

キーワード：先進核融合中性子源、液体金属 Li、数値流体解析、縦型湾曲流路

1. はじめに

A-FNS や IFMIF-DONES といった核融合中性子源開発において液体 Li ターゲットの安定性の実証が必要不可欠である。現在開発が進められている A-FNS では縦型湾曲流路を流れる 25 mm 膜厚の Li ターゲットが採用されるが、Li 流の実験研究ができる阪大 Li ループは 10mm 膜厚水平直線流路である。そのため阪大 Li ループを国際研究拠点化していくためには、流路形状や噴流厚さが Li ターゲットの流体力学的特性に与える影響について把握しておくことが重要である。本研究では、膜厚 10 mm の縦型湾曲流路モデルを対象とした乱流シミュレーションを行い、実機モデルおよび阪大 Li ループモデルとの比較から、実験では計測できない内部流動構造や表面変動特性の違いを明らかにする。

2. シミュレーション概要

本研究におけるシミュレーションモデルを図 1 に示す。図 1 右は 10 mm 膜厚体系であり、湾曲形状は A-FNS と同様だが、膜厚は阪大 Li ループと同じ 10 mm である。図 1 左は 25 mm 膜厚体系であり、A-FNS 実機形状である。計算ツールには OpenFOAMv2012 を使用し、乱流モデルには LES を使用した。気相部は Ar ガスの二相流であり、界面追跡法としては VOF を用いた。流量条件としては噴流の断面平均速度で 15 m/s とした。

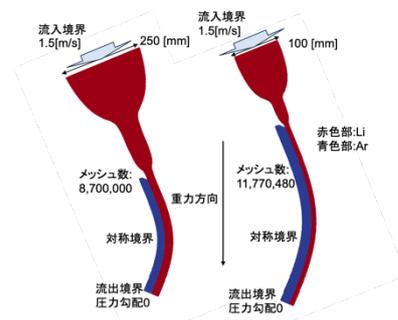


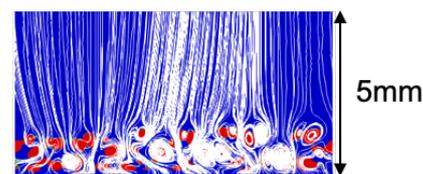
図 1: シミュレーションモデル

3. 解析結果

図 2,3 に 0.15 s における結果を示す。図 2 は A-FNS 体系 (25 mm)、図 3 は 10 mm 湾曲体系でのビーム照射領域中心 (ノズル出口から 210 mm 地点) における背面壁から 5 mm 地点までの断面図であり、紙面に垂直な方向が主流方向である。図中の白線は流線を表しており、カラースケールは Q 値 0 から 100,000 までを表している。実機体系では渦の大きさが 1, 2 mm 程度であり、10 mm 湾曲体系の渦の大きさ 0.5 mm 程度に比べるとより渦が発達しているおり、実機体系の方がより広範な領域の流れを乱していることが分かる。



背面壁側
図 2: 25mm 湾曲体系



背面壁側
図 3: 10mm 湾曲体系

4. まとめ

10 mm 湾曲体系モデルを構築、LES 計算を実施し、25 mm 実機体系との比較を行った。今後はより長い時間の計算を行い、表面変動と内部流動構造の相関に対する膜厚の影響を評価していく。

*Misato Kinugasa¹, Eiji Hoashi¹ and Takafumi Okita¹

¹Osaka Univ.