

## ADS ビーム窓の熱流動構造連成解析システムの構築

Development of coupled analysis system of thermal hydraulics and structure for ADS beam window

\*渡辺 奈央, 菅原 隆徳, 西原 健司

日本原子力研究開発機構

加速器駆動核変換システム(ADS)設計における重要な構造物の一つがビーム窓である。今回 JAEA では、ビーム窓と周囲の鉛ビスマス(LBE)熱流動場の 3 次元体系を作成し、その熱流動・構造連成解析システムを ANSYS Workbench 上に構築した。

### キーワード:

加速器駆動核変換システム(ADS), 連成解析, 熱流動, 応力, 座屈

### 1. 緒言

JAEA では MA の核変換処理の手段として ADS の研究開発を行っている。ADS は加速器と MA を装荷した未臨界炉心から構成されるが、これらの境界を成すビーム窓は ADS の成立性を決定する重要な構造物の一つである。過去の検討[1]では、ビーム窓 RZ 断面の 2 次元体系の熱流動・構造解析から座屈応力を評価したが、今回は非軸対称性を考慮できるように 3 次元解析を行うための連成解析システムを構築した。

### 2. 解析体系・座屈解析条件

本解析システムでは、PHITS から得られた陽子ビームによる発熱分布を読み込み、LBE の定常熱流動計算を Fluent で行った後、得られた温度・圧力分布から Multiphysics でビーム窓(ダクト)の静的応力評価および固有値座屈評価を行う。各解析領域を Fig.1 に示す。流体解析領域外のビームダクト温度は等温とした。座屈解析では、LBE 水面下にあるビーム窓(ダクト)の外側表面に摂動荷重として 1MPa の節点圧力をかけた場合 (Fig.1) の荷重係数及び座屈モード形状を評価した。座屈荷重  $F_b$  は静的応力評価から得られた総荷重  $F_r$ 、摂動荷重  $F_p$ 、荷重係数  $\lambda$  から次のように求められる。

$$F_b = F_r + \lambda F_p$$

### 3. 解析結果

座屈モード 1 (荷重係数 3.78) では Fig.2 に示すとおり半径方向に大きくひずんだ形状を示した。本解析では初期状態を除き非線形性が考慮されていないため、実際の座屈荷重はこれよりさらに小さいものと考えられる。

### 4. 結論

ビーム窓の構造成立性を検討するため、熱流動・構造連成 3 次元解析システムを構築した。非軸対称性を考慮することでより正確な評価が期待できる。

### 参考文献

[1] T. Sugawara, et al., Nucl. Eng. Des. 331, 11-23 (2018)

\*Nao Watanabe, Takanori Sugawara and Kenji Nishihara

Japan Atomic energy Agency

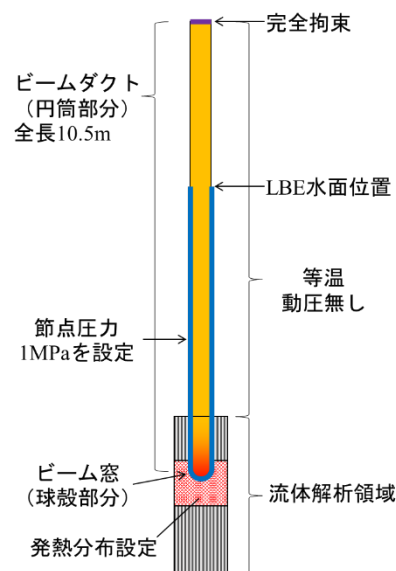


Fig.1 解析領域・座屈解析条件

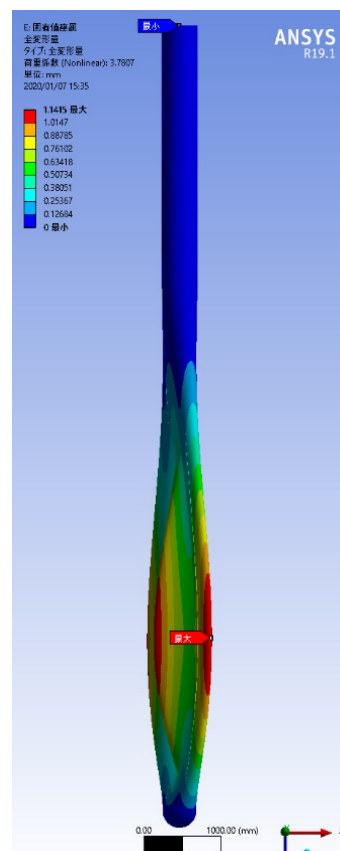


Fig.2 座屈モード形状