

課題名 (タイトル) :

RIBF 加速器の電磁場及び構造計算

利用者氏名 : ○大西 純一

所属 : 仁科加速器研究センター 加速器高度化チーム

1. 本課題の研究の背景、目的、関係するプロジェクトとの関係

仁科加速器研究センターの RI ビームファクトリー (RIBF) は原子核物理の研究などを目的として、リニアックやサイクロトロンなどの加速器や多数の実験装置から構成される。本研究では加速器関連機器の設計や開発のため電磁場計算や構造計算を行なう。本年度はイオン源に使用される高温オープン用のるつぼの開発のための計算を実施した。

2. 具体的な利用内容、計算方法

HOKUSAI に導入されている有限要素法ソフトウェア ANSYS を使用して、オープン用のるつぼの温度分布と応力分布の計算を行った。るつぼは胴部の内径が 11 mm、肉厚 0.3 mm、全高 33 mm のタンゲステン製である (図 1)。るつぼに直接 500A 程度の直流電流を通电することにより約 2000°C にジュール加熱して酸化ウランの蒸気を生成する。ANSYS の計算では熱-構造-電気要素を使用して、るつぼ両端に電圧を与えることによりるつぼ内の電流分布と温度分布を計算する。オープンは約 3.2T の磁場中に設置され電磁力が発生する。この電磁力をるつぼの各部に与えて応力の計算も行なった。

3. 結果

図 1 に ANSYS で計算したタンゲステンるつぼの温度分布の 1 例を示す。2013 年度から、ANSYS を用いて設計したるつぼを実際に製作してイオン源においてテストを行ってきたが、蒸気噴出口の閉塞や 2000°C 以上で局所的な発熱のためるつぼ電圧が不安定になる現象がみられた。それらの問題に対処するため、ANSYS による計算でるつぼの状態を再現し、最適な温度分布となるようるつぼ形状の改良を行った。これまで 4 種類のるつぼをテストし、2015 年度には 400 時間を越える連続運転を実施した。

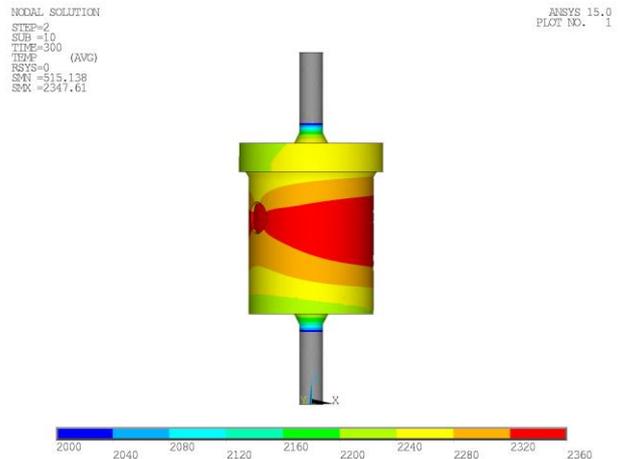


図 1 るつぼの温度分布の例 (温度単位: K)

4. まとめ

ANSYS の熱-構造-電気要素を使用した計算によりイオン源に使用する高温オープン用のるつぼの設計を行った。設計と実機テストを繰り返し、運転時間や安定性の向上が図られた。今年度には 400 時間をこえる連続運転を行なうことができ、RIBF のマシンタイムへ使用する目途が得られた。

5. 今後の計画・展望

長時間の運転ではるつぼに働く電磁力のために上下の軸が曲がる現象が見られる。この曲がり量を小さくして、より長時間、高温で安定した運転ができるように上下軸を太くする。また酸化ウランの充填量を増やすため、るつぼ容量を増加する。今後これらの改良を行ったるつぼのテストを実施し、RIBF のマシンタイムへの使用を早期に実現したいと考えている。