

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では、リニアック、サイクロトロンにより全ての元素を核子あたり 345MeV まで加速することが可能であり、高強度のビームを用いて原子核物理などの研究が行われている。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熱構造計算を行なう。本年度はウランビームの荷電変換膜の熱計算を実施した。

2. 具体的な利用内容、計算方法

RICC 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、荷電変換用ベリリウム回転膜の熱計算を行った。図 1 に計算モデルを示す。ベリリウム膜の直径は 120mm、厚さは 0.088mm で、水冷されたアルミ板および軸によって 10Hz 程度で回転させる。この回転膜に核子あたり 50MeV の U^{64+} ビームを照射し、 U^{86+} ビームを得る。計算ではビームの熱量を 2.4kW、その 10% がベリリウム膜で消費されるとした。熱計算は定常状態と、回転を模擬した動的な計算を行った。定常計算では図 1 に示す同心円上のビーム照射領域全体に熱負荷があると仮定した。また、動的な計算では熱負荷をビームのサイズ ($\phi 4$ 程度) としてビーム照射領域に沿って移動して時間発展させた。

3. 結果

定常計算の結果例を図 2 に示す。図 2 はアルミ板の直径を 55mm として、ビームの照射位置を変えたときのベリリウム膜の最高温度を示す。図 3 は動的計算の結果例で、ビームを 10Hz で 3 回転させた後 (0.3 秒後) の温度分布 (K) を示す。定常計算の結果を初期状態とした。図 3 におけるビーム位置は X 軸上 ($X=45mm$) にある。まだ定常状態には達していないが、この結果から平均温度は約 770°C、照射部は約 800°C となることが推定できる。

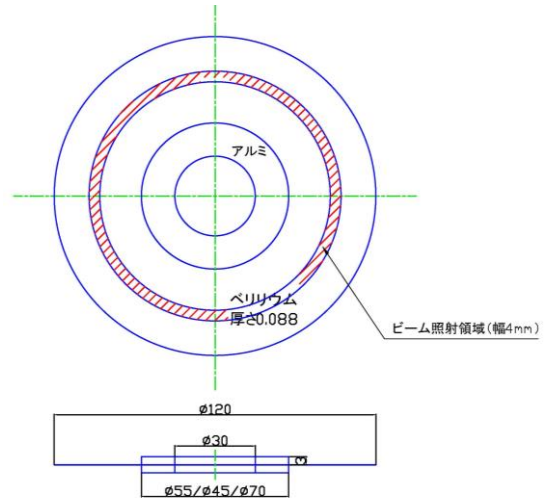


図 1 ベリリウム回転膜の熱計算モデル

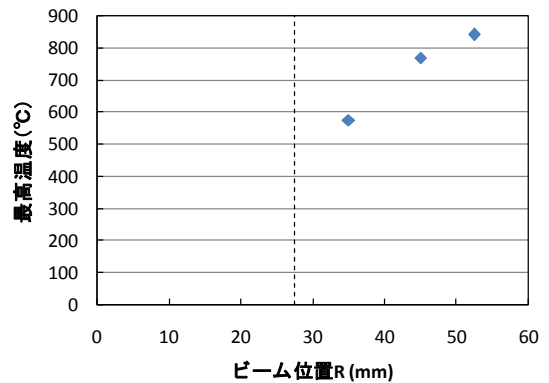


図 2 定常熱計算の結果。熱負荷 240W、アルミ板の直径 55mm の場合。

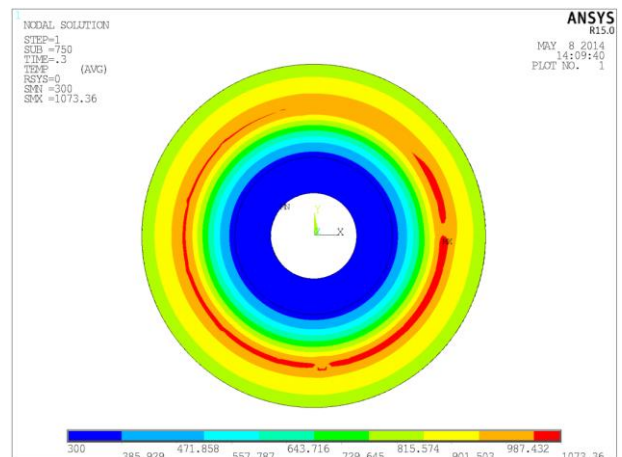


図 3 回転速度 10Hz の場合の温度分布 (K) ビーム位置は X 軸上の $R=45mm$ である。

4. まとめ

①ビームの照射位置にもよるが、ベリリウム膜の最大可能ビーム量は 0.2pμA (2.4kW)程度である。

②回転速度 10Hz のとき照射部温度は照射領域の平均温度より 30 度ぐらい高くなる。

5. 今後の計画・展望

実際のビーム照射では熱応力による膜の変形などのため、0.1pμA (1.2kW)より大きいビーム量で荷電変換膜下流のビームの質の劣化が見られた。許容ビーム強度を大きくするため、膜材質を融点の高い炭素膜へ変更し、熱計算とビーム照射試験を実施する予定である。