

JT-60SA真空容器ポート部の熱構造 Temperature distributions of the ports of the JT-60SA vacuum vessel

松永信之介, 芝間祐介, 三代康彦, 西山友和, 柳生純一, 松永剛
MATSUNAGA Shinnosuke, SHIBAMA Yusuke, MIYO Yasuhiko, NISHIYAMA Tomokazu,
YAGYU Junnichi and MATSUNAGA Go

量子科学技術研究開発機構
QST

JT-60SA装置の真空容器では、高性能プラズマの生成に向けて 10^{-5} Pa オーダーの高真空を目指している。そのために、真空容器の二重壁構造内に高温窒素ガスを流すことで真空容器を約 200°C のベーキング温度に熱して放出ガス量を低減させる。一方、真空容器は極低温(約4K)の超伝導コイルと近接するため、輻射による熱交換を考慮する必要がある。真空容器と超伝導コイルの間には断熱構造として、サーマルシールド(80K)が設けられており、したがって、真空容器は 80K のサーマルシールド表面と対向し熱交換する。一方で、ポート部は高温窒素ガスの流路を持たないことから、そのほとんどでベーキング温度より低くなることが予想される。そこで、ポート部に吸着する H_2O 等の不純物ガスが真空度に与える影響を調査する上で必要なポート部の表面温度について数値解析による評価を行った。解析にはANSYS®の有限要素法(FEM)解析を使用した。一例として、JT-60SAの上側垂直(UV)ポートのFEM解析モデルを図1に示す。材質はSUS316Lであり、熱伝導率の温度依存性を考慮し、輻射率は0.15で一定とした。境界条件は以下の3項目を設定した。

1) ポート部の両端、すなわちクライオスタットおよび真空容器との接続部を温度固定し、それぞれ室温(20°C 、建屋空間の温度)と真空容器の運転温度(200°C および 50°C)とした。

2) サーマルシールド(80K)とクライオスタット(室温)に対してポート部外表面は輻射のみで熱交換する。

3) ポート部内表面は互いに輻射で熱交換する。また、開口部からは輻射による熱流入があり、その熱源温度は真空容器の運転温度とした。

FEM解析の結果を図2に示す。真空容器の運転温度に関わらず、ポートの大部分の表面温度は 0°C 以下になり、ベローズ部では -50°C を下回るという結果が得られた。したがって、現行の

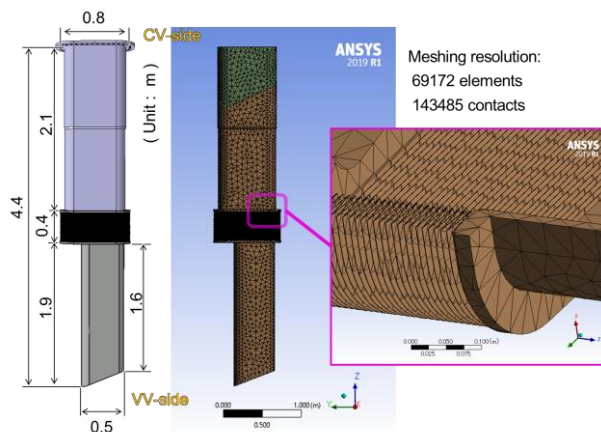


図1 上垂直ポートのFEM計算モデル

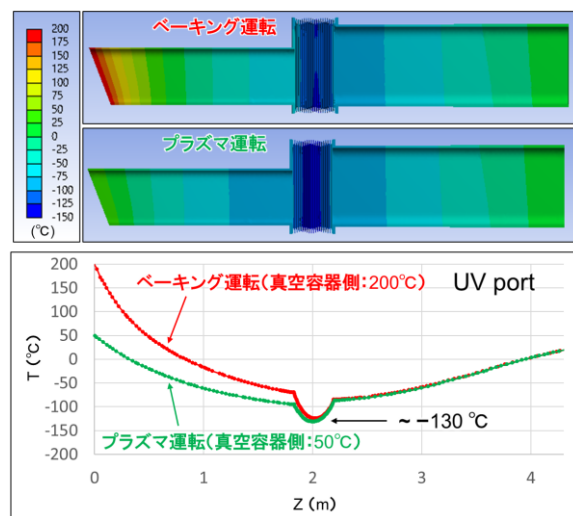


図2 上垂直ポートの温度分布解析の結果

ベーキング方法ではポート部に吸着した不純物ガスの低減は難しいと考えられる。ポート部からのガス放出量の低減が必要な場合、グロー放電洗浄やボロニゼーションに期待することになるだろう。発表では、温度解析の詳細やポート部が冷却されることによる装置への影響を議論する。また、ポート部の実際の温度を取得するために準備を進めている熱電対を用いた計測システムを紹介する。