

# 真空技術の研修

## ～真空容器の溶接・リークチェック～

宮崎 芳野  
分子科学研究所 技術推進部

### 1. はじめに

真空雰囲気中で液体表面の化学状態を測定する際、ノズルから液体ジェットを射出する。真空度を維持するため、射出液を冷却容器でトラップする方法がある。容器の冷却は、液体窒素を使用する。この冷却容器を溶接で作製する依頼があった。溶接箇所が多く、ヘリウムリークテストを実施しながら作製した。また、ヘリウムリークテストに使用していた真空システムが故障したため、超高真空実験に使用していた既存の真空試験システムを、新しく組み直し利用した。これらの取り組みについて報告する。

### 2. 溶接作業について

依頼された真空容器の形状と溶接箇所を図1に示す。図1の風船番号は溶接した順序である。多数の部品を溶接する場合は、溶接順序とヘリウムリークテストのタイミングが重要になる。順序を間違えると、溶接部に溶接トーチを接近できなくなり、容器の製作の難易度が高くなる。また、ヘリウムリークテストのタイミングを間違えると、溶接の修正が困難になる。溶接箇所の中で特に気を付けた②、⑥について報告する。

#### ②フランジ(ICF34)の溶接

直径80mmのパイプ側面に、ICF34を90度割り振りで4か所溶接した。直径80mmのパイプ側の溶接面が曲率を有するため、ICF34のパイプをはめ込むとパイプの一部分に段差ができる。また、溶接トーチが届きにくく、視界が狭い箇所に溶接する必要があった。そのため少しでも作業が容易になるよう、ICF34のパイプ端面を相手側の曲面に合う形にワイヤー放電加工機で切断した(図2)。この部品を使用して溶接を行った。

#### ⑥段差箇所の溶接

ICF152のフランジに直径50.8mmのパイプをはめ込み、2mmの段差をつけて溶接した。パイプに比べフランジの方が、熱容量が大きく溶けにくいいため、フランジ側をできるだけ加熱しながら、溶かし落とすようにしてパイプと接合した(図3)。長い距離を溶接していると、時々溶接不良で穴になる箇所が発生する。そのような場合は、穴付近に作った熔融池を穴に流し込むと、接合できることがわかった。

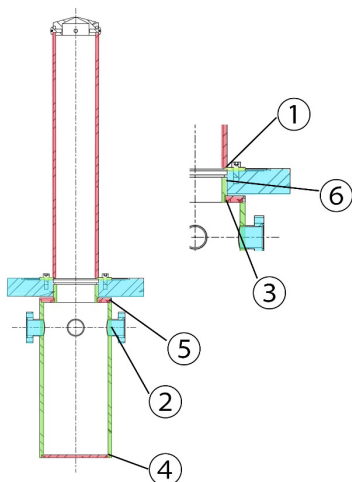


図1 真空容器の断面

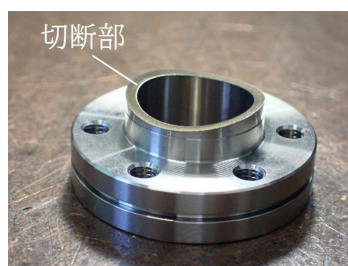


図2 切断したフランジ



図3 溶かし落とした様子

### 3. 真空試験システムの移設について

超高真空実験用として装置開発室で長年使用していた真空試験システムがあった。架台が大型のため、小型の架台に移設して利便性を計った(図4)。

この際、ターボ分子ポンプ(TMP)の排気口側に接続していたもう1台のTMPは取り外し、粗引き用の油回転ポンプを多段ルーツポンプ(檜山工業:NeoDry 15G)に変更した。また、その他にもTMPを空冷するファンの取り付けや、バルブのON/OFFを切り替えるスイッチの増設などを行った。



図4 移設した真空試験システム

### 4. リークチェックについて

移設した真空試験システムを用いてヘリウムリークチェックを行った(図5)。ヘリウムリークディテクタには、キャノンアネルバのHELEN A-210M-LDを使用した。多数の部品を溶接したが、前述の溶接手順②~⑥の5か所についてリークチェックを行った。ガスケットで密閉できない場合は、Oリングやコンパウンドなどを利用して真空チャンバーに密着させた。

完成した真空容器は、約 $5.0 \times 10^{-5}$  [Pa]の環境で用いられる予定だったため、使用する環境下と同程度の真空度でリークチェックを行うこととした。具体的には、高域用真空ゲージの値が $2.0 \times 10^{-5}$  [Pa]程度で変化しなくなるまで真空引きを行い、ゲートバルブ(Vg)を閉じて封じ切り、リークディテクタ前のバルブ(Vc)を開けて、リークディテクタの排気系の真空計の値が $4.7 \times 10^{-5}$  [Pa]になったことを確認後、少量のヘリウムを試験体に吹きかけて漏れ量を測定した。

最終確認として真空容器を全て組み上げた状態でリークチェックを行ったところ、リークディテクタの表示値は $6.2 \times 10^{-12}$  [Pa・m<sup>3</sup>/s]程度で大きな変動はなかった。気体の漏れを保証する場合は $10^{-8}$  [Pa・m<sup>3</sup>/s]以下を保証する必要があるため[1][2]、この値は許容リーク量の範囲内と判断した。

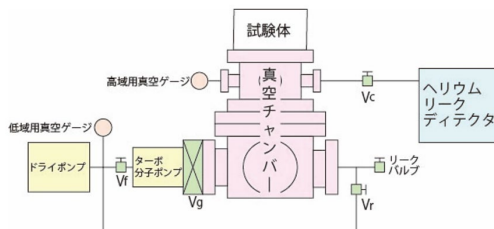


図5 リークチェック構成図

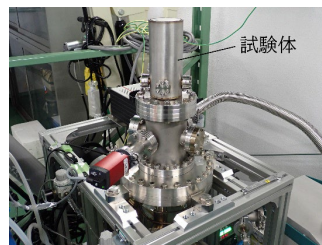


図6 リークチェックの様子

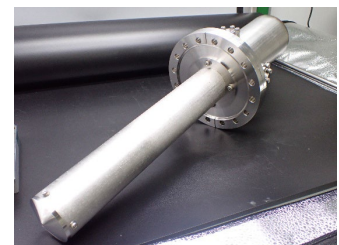


図7 完成した真空容器

### 5. おわりに

今回、真空試験システムの立ち上げから実際の漏れ量の測定まで、真空に関する様々な知識を一通り学ぶことができ、理解を深めることができた。多くの溶接方法を経験しただけでなく、溶接前の準備(熱応力を考慮した設計や位置合わせなど)についても新たな知識を得ることができた。リークチェック時の様子を図6に、完成した真空容器を図7に示す。今後、装置開発室で真空容器に関する依頼と相談を受けた際は、携わって経験を積んでいきたい。最後にこの場をかりて、研修にご協力いただいた極端紫外光研究施設の岩山氏と矢野氏に感謝いたします。

#### 参考文献

- [1] 真空技術基礎講習会運営委員会. わかりやすい真空技術. 第3版, 日刊工業新聞社, 2016, 155p.
- [2] 大阪産業技術研究所. ヘリウムリークディテクター. Technical Sheet No. 22-27.  
<https://orist.jp/technicalsheet/22-27.pdf> (参照 2024-12-05)