

## 9. 加速器用絶縁ガスの循環型乾燥装置の開発

西村 智朗

### 1. はじめに

本学の静電型のイオンビーム加速器は高電圧を維持するために高絶縁性ガスである六フッ化硫黄 ( $\text{SF}_6$ ) を加速器タンクに加圧封入して用いているが最近高電圧が維持出来ないなどのトラブルが多発している。絶縁劣化の原因の大半は絶縁ガス中の水分の除去不足のためだと言われている。その対策として加速器タンクとガス乾燥装置の間を高圧下で常時循環可能な絶縁ガス乾燥装置を作成した。

### 2. 部品の選定及び設計

図1、図2は乾燥装置の全体図と写真であり、図3はブロック図である。乾燥装置は真空から6気圧 (0.6 MPa) までで使用することを前提にして設計し部品を選定した。真空引きによく用いられているNWフレキシブルチューブは高圧力下での使用を想

定していないため使用出来ない。ブレード (網線) 付きNW継手だと使用可能かもしれないがクイックカップリング方式は震災等の万が一の場合に外れる危険性があると判断し使用は避けた。今回の装置では接続部の外れる心配が少なく、比較的安価な部品が揃っているねじ込み継手を主に用いることとし、容器等の部分はコンフラットフランジ付きの真空容器を主に用いることとした。装置と加速タンクを繋ぐホースには1 MPaまで使用可能なねじ込み継手方式の南国フレキ工業のフレキシブルホースを用いることとした。高圧力下なので高圧力発生装置 (コンプレッサー) が必要と考えてしまいそうだが、全ての配管を高圧に保ったままゆっくりと (乾燥剤容器



図1 絶縁ガス乾燥装置の全体図



図2 絶縁ガス乾燥装置の全体写真

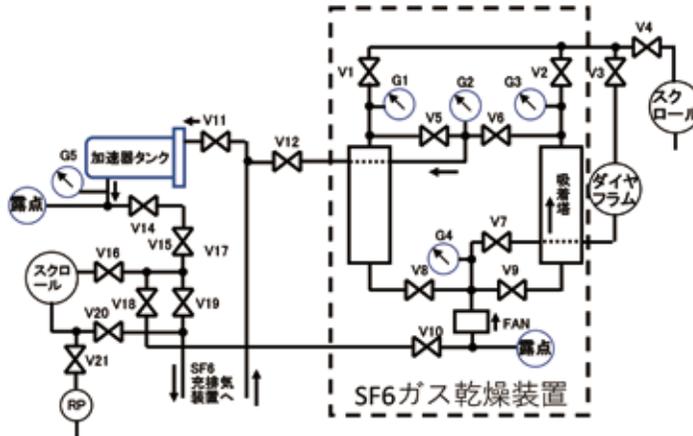


図3 絶縁ガス乾燥装置まわりのブロック図

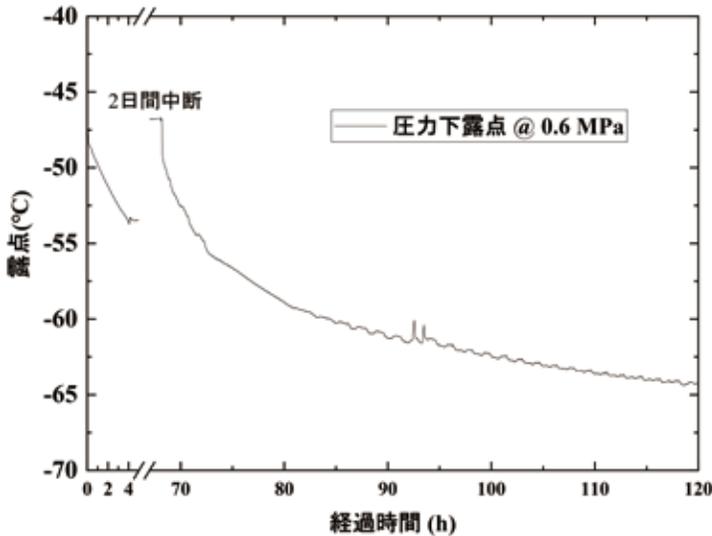


図4 ガス乾燥装置の連続運転時の露点の変化

での滞留時間を延ばすためにも) 循環するだけであれば特殊な高圧発生装置は必要ない。そこで簡単な送風機能があれば良いと考えてパソコン等の冷却に用いられている汎用FANが活用出来ないかと考えた。容器内部に設置出来るよう、サイズが小さくかつ高静圧を作れる三洋電気のDCファンのSan Ace の 9HV0412P3K001 (40×28 mm) を選定した。ガス吸着筒に充填するガス吸着物にはモレキュラーシーブスを用いた。SF<sub>6</sub>ガスの分解生成物吸着用に 13X (和光 13X 1/8) を、水分吸着用に 5A (ユニオン昭和 5A 4×8) を選択し、2つを混合して吸着筒

に充填した。モレキュラーシーブスの乾燥はスクロールポンプで吸着筒を常時真空にしつつ、吸着筒を包み込むマントルヒーターを1週間ほど250℃で加熱することで行った。SF<sub>6</sub>充填後の乾燥時には吸着筒内のSF<sub>6</sub>ガスを退避させる必要があるため予備筒も作成することとした。ここで筒の間のSF<sub>6</sub>の輸送を行う場合は6気圧程度の高圧を作り出す必要があることに注意しなければならない。またSF<sub>6</sub>ガスは温暖化係数の高いガスでもあるため漏れは極力避ける必要がある。普通のコンプレッサーは漏れが多くこの用途に適さない。漏れが少なくかつ6気圧ま

で加圧出来る装置としてダイヤフラムポンプを選択した。特にKNF社製のN145AT.18は小型のドライ真空&コンプレッサーとして10kPa~700kPaまで使用可能なため乾燥時の輸送の際はこのポンプとスクロールポンプを併用して用いることとした。吸着筒上下には3/4インチのL字型パイプを溶接したICF114フランジを用いている。このサイズのパイプの継手はSwagelokでは扱っていないためイハラサイエンス製のBI-LOCKを用いてねじ込み継手と接続した。常時乾燥運転時にはSF<sub>6</sub>は図にあるように吸入口から入ってFANを通り抜け、吸着筒とミストフィルターを通して排出口から出るように設計した。

### 3. 結果と考察

図1のガスの流れでは圧力損失は吸着筒で生まれるため、圧力計(B)はFANによって加圧された圧力を示し、圧力計(A)は加速タンク本体の圧力を示すことになる。長野精機の高精度デジタル圧力計(GC04)を用いて常時運転時の圧力差(B-A)を測定したところ常時おおよそ1.0 kPaであり、圧力~0.6 MPaに対してわずかな差ではあるが圧力差が生まれていることが確認出来ており、非常にゆったりとした絶縁ガスの流れが生まれていることが読み取れる。図4は連続運転時の露点(ガス中水分量)の変化を露点計(Xentaur LPDT XTR-65)でモニターしたものである。ゆっくりとした変化ではあるが露点下がっていく様子が見て取れ、絶縁ガスの乾燥がうまく行われていることが分かる。

### 4. まとめ

加速器のSF<sub>6</sub>ガスの乾燥を目的として循環型のSF<sub>6</sub>ガス乾燥装置を作成した。時間がかかるものの露点があまく低下することを確認した。

### Appendix

今回の装置の継手にはねじ込み継手を多用した。最終的にはHeリークディテクターではほぼ問題ないレベルまで大気リークを減らすことが出来た。ねじ込み継手使用時の注意としてネジ部へのテフロンテープの巻き付け方の上手下手がリークの有無の原因となることが分かった。テフロンテープは巻き始めから強めにネジに密着させて巻きつけて、巻き終わり時にスリップしない状態にまでしておかないとリークすることが多かった。