



Title	ヘリウム液化装置更新直後に発生したヘリウム純度低下トラブル
Author(s)	伊藤, 義浩
Citation	大阪大学低温センターだより. 2017, 167, p. 20-23
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/62115
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

ヘリウム液化装置更新直後に発生した ヘリウム純度低下トラブル

基礎工学研究科 伊藤 義浩

E-mail: y-ito@ltc.osaka-u.ac.jp

1. はじめに

2016年3月、大阪大学低温センター豊中分室は13年振りにヘリウム液化装置システムを更新した。装置納入直後の試運転時からセンター内のヘリウムガス純度が逡減していく事態に直面した。本稿ではヘリウムガス純度低下の原因解明プロセスと、純度低下によるヘリウム液化業務への影響を報告する。

2. ガス漏れ箇所の調査アプローチ

2.1 ガス漏れはユーザー側か否か

本センターでは、ヘリウムガス回収ラインが複数の系統に分かれている。そしてガスバッグに入る手前にバイパスラインを設けて、ヘリウム純度計によりモニタリングしている。これにより不純ガスの早期発見を可能にしている。しかし、今回の純度低下はガスバッグを通過して長尺カードルに入る手前のヘリウム純度計により確認された。そこで、ユーザー側に起因するのではなく、センター内部に漏れがあると推測した。

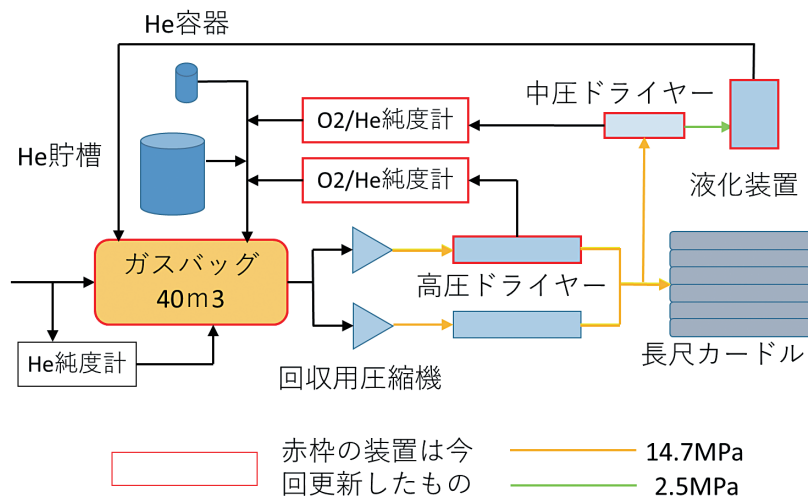


図1. ガスバッグ周辺のヘリウムガス回収系.

2.2 ポンピングによる空気混入

まず、酸素濃度計とヘリウム純度計により混入ガスは空気と判断した。回収ラインは正圧運用のため、空気が混入するとすればポンピングによるものと推測した。2台の回収用圧縮機に気密検査を行うも、漏れ無し。ガスバッグ手前のヘリウム純度計システムには6系統それぞれにポンプが

1つずつあり、そこに漏れを1つ見つけた。これを修正したところ純度は上昇したが100%までは回復せず、漏れ調査を続行することになる。また装置更新直後から発生していた為、更新した高圧・中圧ドライヤーからの戻りガスをチェックしたが混入は認められなかった。

2.3ガスバッグと配管の気密検査

この時点で正圧の回収ラインに空気が混入するのはガスバッグしか無いのではないかと、強い疑念を抱いた。そこで、ガスバッグを一昼夜封じきって、ガス抜けによるレベルチェックを行った。しかし、ガスバッグの漏れを証拠付ける結果は得られなかった。そこで、回収用圧縮機が稼働中に配管等の漏れから空気を吸ってるのではないかと考え、配管を切り分けて気密調査を行ったがこれも空振りにおわった。

漏れの問題が解決しないまま定期自主検査を行う8月となった。本更新時に入れ替えたガスバッグのバランスが上手く取れていなかったため、自主検査時に調整を依頼していた。これによりガスバッグのバランスは良くなったが、回収ガスの純度が更に悪化する事態となった。ますますガスバッグが怪しくなり、ガスバッグから回収用圧縮機へ至る配管から、バイパスラインを取りヘリウム純度計と酸素濃度計でガスバッグ内の純度をモニタリングした。もしガスバッグに穴が開いているなら、回収用圧縮機の稼働中に空気を吸って、純度が著しく低下するだろうと推測したからである。しかし、純度は一定であった。また再度、ガスバッグを目一杯膨らまし加圧気味の状態で一昼夜封じきることを行ったが、ガスバッグの高さはほぼ変化しなかった。この2つの結果は、ガスバッグに漏れが無いこと示す根拠となり得る。調査が行き詰ったところで、ガスバッグ内部が負圧になっていることが判明した。

2.4 2つの安全器のオイル下がり

センター内にはオイルバフラーと呼ばれる安全器がガスバッグ直下に2つ設置されている。これはヘリウムガスの回収量が突発的に増加した時に、ガスバッグの破裂を防ぐ役割を担っている。また回収配管の内圧の上昇を防ぐことで、ユーザーの装置へのバック圧が加わることも防いでいる。回収配管の圧力が上がると、オイル面が押されてガスが空気中外部へと逃される仕組みである。作動することは非常に稀であり、ガスが噴いた後にオイルが飛び散った跡を目視により確認することができる。

この安全器上部のハンドルを開け閉めすると、オイル面が上下動した。閉じた時にオイル面が下がり、開けた時に上がった。これによりガス



図2. ガスバッグ直下に設置された2つの安全器。

バッグ内部が負圧であると判明した。つまり回収系に漏れがあればどこからでも空気が流入することになる。しかし、回収系は全般気密検査を行っていたため振り出しに戻された気持ちになった。

この調査の経過はセンター専任の竹内先生にも報告し、適宜指示を仰いでいた。ある時、竹内先生が古い安全器のオイル交換を提案された。13年以上オイルを交換していなかったため、真っ黒になって液面の確認が困難なほどであったからである。オイルを交換し、翌日純度計を確認すると、ヘリウム純度が100%まで回復していた。安全器のオイル面が下がっていて、そこから空気を吸入していたのだと気づいたが、オイルを交換する前には露ほども予想しなかった。それでは何故、安全器の漏れに気づけなかったのか。古い安全器だけは回収系の入り口にあり、そこは切り分けて気密検査が出来なかったためである。今後、オイル面下がりを早期に発見できるよう安全器の視認性を改良した。

3. ヘリウムガス液化への影響

ヘリウム液化装置 (Linde社:L280) は、通常回収した不純ガスを内部精製機により精製した後に、ピュアなヘリウムガスを液化している。精製された余剰ガスはバッファタンクへ貯蔵される。この精製と液化はいずれも装置による冷却を通じて行われる。そして、過度に純度の低いヘリウムガスは精製処理が追いつかず、液化することが出来なくなる。この状態で、無理やり液化するには外部からピュアなガスを購入し、それをベースに液化を行うしかない。しかしこれには莫大なお金がかかり現実的ではない。

本センターにおいても、ガス純度が運転仕様以下まで低下した。そこで液化装置の冷却能力を不純ガスの精製を優先するようなパラメータ変更を納入業者 (小池酸素工業) のエンジニアに提案した。パラメータ変更により、液化量を絞って精製ガスをバッファタンクへ貯めながらの連続運転が可能となった。仕様では、純度99%の不純ガスで毎時180リットルの液化が可能であるが、この変更により毎時30リットルまで落ち込むこともあった。また、再生と呼ばれる精製器のリフレッシュが頻発し、純度が90%を切ると精製ガスのバッファタンクへの充填が追いつかなくなった。

豊中分室では週に3500から4000リットル供給を行っている。液体ヘリウムの汲み出しを行ったときの蒸発ヘリウムガスは1000リットル以上となる。この大量のヘリウムガス純度はほぼ100%であり、ガスバッグに送られることで一時的に純度が向上する。これを運転のタイミングをあわせることで液化率アップにつなげることができた。

4. おわりに

今回のガス漏れ調査を通じて分かったことは、センター内の配管はほとんど溶接されており、バルブで止められないため、ライン毎に切り分けて純度測定あるいは気密試験をすることが難しいという点である。ただし、ガスバッグ周辺の配管はバルブとアクセスポートが複数備わっている。これは前回の更新時に改良されたものであり、今回のガス漏れ調査におおいに役立った。



図3. ガスバッグ直下の配管とバルブ.

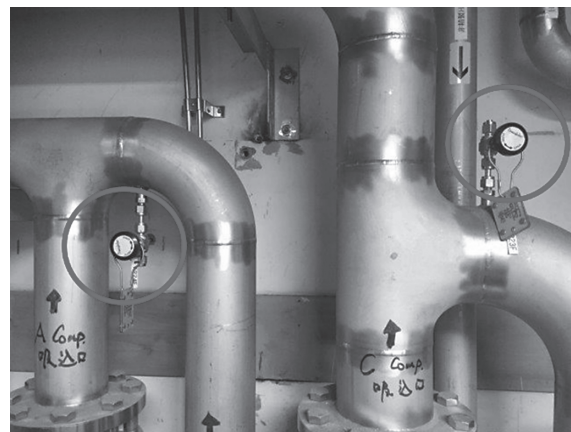


図4. アクセスポート.

このポートよりヘリウム純度計や酸素濃度計に繋ぎ、リアルタイムでガス純度の変化をモニタリングすることができた。

また液化運転への影響については、新型液化装置の性能が大幅にアップしたことにより純度低下に対応できたと推測される。

今回のヘリウムガス純度低下は、新システムによる液化業務の慣熟と平行して、ガス漏れ調査を行うこととなり半年以上に及んだ。しかし、ユーザーへの供給制限を行うこともなく液体ヘリウムを安定供給できたことは不幸中の幸いであった。