

京都大学吉田キャンパス寒剤供給業務報告（2023-2024 年度）

石川 学^{A) B)}

京都大学環境安全保健機構^{A)}、京都大学理学研究科技術室^{B)}

1. はじめに

京都大学環境安全保健機構、低温物質管理部門に所属し、吉田キャンパスの北部液化棟にて 2023 年度から液体ヘリウムおよび液体窒素の供給および回収したヘリウムガスの液化業務に当たっております。今回、遭遇した各トラブルおよびその対処の中で、印象に残ったものをいくつか紹介致します。

2. 業務報告

2.1 ケーザー圧縮機ドライブカップリング破損

最初に経験した液化機の本格的な故障は、ケーザー製ヘリウム圧縮機のモーターとタービンを接続するドライブカップリングの破断であった。2015 年設置の大陽日酸製 LR280 (最大液化速度 350 L/h) で使用しているカップリングのうち、片方が運転中に破断、脱落し、ゴムの破片が保護用の金属カバーを大きく変形させ、圧縮機上部で溶接割れも発生していた (図 1)。幸い残ったもう一方のカップリングのおかげで運転自体は通常通り終了できていたが、残った方のゴムも大きくゆがんでいた。溶接部は現場での再溶接、ドライブカップリングは新品と交換し、保護カバーの補修も同時に行って頂いた。運転時間としては 6900 時間程度で破損が発生したため、運転 3000 時間ごとの目視点検でゴムと金属との接合部に剥離や亀裂を確認した場合には交換を実施するようにしたい。

2.2 Wessington Cryogenics 製 6000 L タンクネック部からのヘリウム漏洩の補修

次に取り上げるのは、同じくゴム部分の劣化に関連したもので、非常に大きなヘリウムガスの漏洩に繋がった。2024 年の 6 月以降のヘリウム調査で、数カ月にわたり原因不明の総 He 量の減少が液体 1000 L 単位で確認された。漏洩の判明後、大きな漏出量であることからまずは高圧部分のスヌープ検査を実施したものの、高圧部での漏れは確認されなかつ

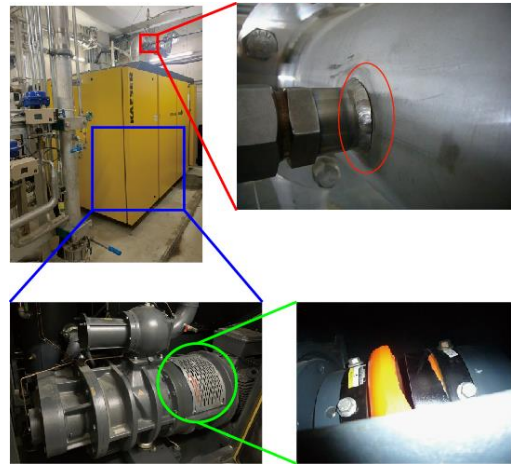


図 1 ドライブカップリングの破損と溶接割れの発生

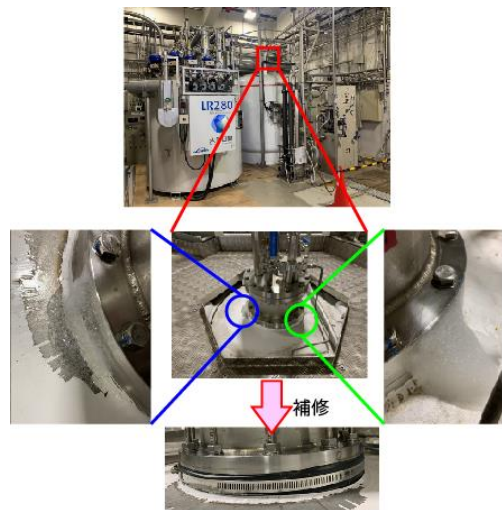


図 2 6000 L タンクのネック漏れ補修

た。内部精製器やガス乾燥機等の中圧部、次いでガスバッグや低圧配管部、安全弁等も調べて行き、最後に液体ヘリウム貯槽で大陽日酸製 LR280 の貯槽でネック部からの激しい発泡を確認した (図 2)。状況をメーカーに報告の上で漏れ対策について相談を行った。O リングの劣化による漏れである可能性が高いという事から、ボルトの増し締めを行ったところ漏出量は減少したが、常用の圧力ではカニ泡が止まらなかった。そのため、充填作業時および液化

運転時以外は容器を圧抜きして漏洩を止めていた。根本的な解決策としてトランスファーチューブを引き抜いての O リング交換作業が推奨されたものの、容器を枯らしての作業が必要という事で、何か別の方法で漏れを塞ぐ方法がないか検討した。水道管補修用の自己融着テープをフランジ外周部に巻き付け、さらに金属製のメジャーテープを継ぎ目のバックアップとして巻き付け、さらに自己融着テープでメジャーテープが脱落しないように固定した。最後にホースバンドでメジャーテープごと継ぎ目の自己融着テープ部分を締め付けることにより、充填作業や液化運転時の容器内圧力でも漏出がないことを確認できた。どの程度でメンテナンスが必要となるのかは今後の定期自主検査等を通じて追跡していく予定である。

2.3 その他、業務に役立つ道具類の導入

最後に、業務の効率化等についての取り組みについて紹介する。

ヘリウム充填時には、トランスファーチューブや容器のバルブ等を解凍する段階があるが、それぞれ数分の拘束が発生する。そこで、ドライヤークリップを購入して使用し始めた。容器のメーカーや容量、容器に設置されているバルブ類も様々ある中で、解凍中に手を放してその他の作業を行うことが出来るようになり、作業効率が高まった。しかしながら、半年程度でプラスチック部分が破断してしまい、L 字金具をボルト止めして使用している。

また、トランスファーチューブの延長管の袋ナット部に汚れが溜まり、O リングの締め付け不足で延長管が脱落する事故があったため、脱落防止具についても検討した。トランスファーチューブには M6 の穴の開いた板が溶接されているので、これを利用した固定具を作製した。まずは頑丈さ優先で考え、金属製のアングルに扉用ワンタッチロック（自動ラッチ）を固定したタイプを試作した。次に、より簡易にカラビナをワイヤーや紐で固定したものについて検討して使用している。

さらに、容器が高額で購入できないという相談を受け、安価で小型のステンレスデュワーへの充填が出来ないか検討した。充填装置のフレキシブルホースを固定するフレームを作製することで、充填中の容器の転倒を防ぎ、2L の容器に 1.5L 程度を直接くみ出しが可能となった（図 5）。充填装置筐体のねじ



図3 ドライヤークリップ利用法



図4 延長管脱落防止具の検討



図5 小型容器充填補助具
（左）収納時、（右）展開時

穴を利用してフレームを固定、収納、展開可能としたが、何も知らないユーザーがパッと見て使い方を直感的に理解しづらいという指摘があったため、根本的な構造の変更について検討しているところである。

謝辞

低温部門の教職員の皆様、並びに京都大学理学研究科技術室の技術職員の皆様には日頃の業務やその改善について様々と相談にのって頂いております。この場を借りて感謝申し上げます。