

# 高圧ガス事故概要報告

整理番号 2024－674		事故の呼称 液化窒素ボンベ連結フレキシブルチューブの破裂						
事故発生日時 2024 年 10 月 16 日(水) 10 時 00 分		事故発生場所 兵庫県 姫路市		事故発生事象 1 次)漏えい③ 2 次)		事故発生原因 主)操作基準等の不備 副)		
施設名称 液化窒素 LGC		機器 フレキシブルチューブ		材質 SUS304		概略の寸法 内径:φ10 長さ:1.0m		
ガスの種類および名称 不活性ガス(窒素)		高圧ガス製造能力 —(消費)			常用圧力 —MPa(消費)		常用温度 —℃(消費)	
被害状況(人的被害、物的被害) 人的被害: なし 物的被害: なし								
事故の概要 LGC(超低温容器)から液化窒素を供給し、YAG レーザ溶接のシールドガスとして窒素を使用していたが、圧力低下の警報が出たため、事業所の従業員(以下、「従業員」という)が作業手順を参考に、液化窒素を供給する容器を LGC②から LGC③に切替える作業を行った(図 1 参照)。蒸発器側のバルブを閉止後に容器バルブも閉止したため、バルブ間のフレキシブルチューブが液封状態となった。 翌日、液化窒素の販売事業者の作業員(以下、「作業員」という)が LGC②の交換作業を行っていたところ、フレキシブルチューブが異音と共に破裂した(図 2 参照)。  以下、事故の概要を時系列で記す。 10 月 15 日(火) 23 時 00 分      LGC②の使用、圧力低下の警報が出たため、従業員が作業手順に従い、容器置場で LGC③への切替え作業を行った。 容器切替えのため、LGC バルブ③を開にし、蒸発器側のバルブ③を開放した後、バルブ②を閉止し、LGC バルブ②を閉止した。 10 月 16 日(水) 10 時 00 分      作業員が LGC②の交換作業を行う際、液化窒素の残量確認のために容器を揺らしたところ、フレキシブルチューブがバルブ②との接続部付近で破裂した。 10 時 02 分      異音を聞いたため、事務室に常駐している従業員が容器置場の状況を確認した後、販売事業者へ連絡した。 11 時 00 分      販売事業者は現場調査後、事業所に自治体への事故報告を勧めた。 11 月 12 日(火) 16 時 40 分      事業所は自治体に事故報告を行った。								
事故発生原因の詳細 1. 施設の概要 ・ 本施設は 2018 年から使用しており、液化窒素の供給ラインを 2 系統から現在は 3 系統に増設している。								

<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 事業所では、YAG レーザ溶接における酸化防止用のシールドガスに窒素を使用しているため、液化窒素を販売事業者から購入している。</li> <li>・ 事業所は、デジタル流量計を用いて窒素の使用量を確認しており、流量が基準値を下回った時点で使用容器切替えの警報が、事務所のモニターに表示される。</li> <li>・ 従業員は、容器を切替えるためのバルブ操作を、1 日半～2 日に 1 度の頻度で行っている。LGC の交換作業については、販売事業者が行っている。</li> </ul> <p>2. 事故原因</p> <p>(1) 直接原因</p> <p>フレキシブルチューブの両端にあるバルブ(LGC バルブ②およびバルブ②)を閉めたため、配管内が液封状態となった。その後、温度上昇により管内の圧力が上昇し、破裂した。</p> <p>(2) 間接原因</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>① 事故発生時の作業手順書では、手順 3 および手順 4 にてフレキシブルチューブの両端を閉とすることとなっている。このバルブ操作により、フレキシブルチューブ内には液化窒素が残存する手順となっていた(図 3 参照)。なお、他の事業所でも同じ作業手順を用いて容器の切替えを行っていたが、事故が発生していなかった。</li> <li>② フレキシブルチューブは、設置後交換されておらず、検査も行われていなかった。また、フレキシブルチューブは、局所的に曲げのある状態で使用されていた(図 2 参照)。</li> </ul>	<p>事業所側で講じた対策(再発防止対策)</p> <p>1. 作業手順の見直し</p> <p>LGC 切替え作業において、従業員による LGC バルブ以外の操作を禁止し、蒸発器側のバルブ操作は容器交換時に販売事業者が行うことで、液封を防止した(図 4、5 参照)。</p> <p>2. 手順書改定内容の教育</p> <p>事業所は、LGC 切替え作業を行う全ての従業員に対し、現場で作業手順の説明を行った。</p> <p>3. フレキシブルチューブの曲げ防止</p> <p>フレキシブルチューブの長さを 1m から 2m に変更した。</p> <p>4. 窒素の滞留防止対策</p> <p>漏えい時の窒素の滞留を防ぐため、使用中は常に容器置場の入口を開放する(図 6 参照)。</p> <p>5. 水平展開</p> <p>データベースにて他の事業所に対して事故情報を共有した。</p>
<p>教訓(事故調査解析委員会作成)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>① 高圧ガス設備を設置して高圧ガスを消費する際は、設備に関するリスクとその対応を設備製造事業者、高圧ガスの販売事業者などと共有し、適切な作業手順を決定すべきである。</li> <li>② 液化ガスが流れる配管、フレキシブルチューブなどは、バルブを閉止して、液封(内部が液体で満たされた)状態にしてはならない。液封状態では、周囲の温度変化により内容液が膨張して、配管、フレキシブルチューブなどが破裂する危険</li> </ul>	

性がある。

- ③ フレキシブルチューブは、曲げ、ねじれが生じやすいため、フレキシブルチューブを使用しなければならない場合は、メーカーの要求する曲げ半径より小さくならないように使用するとともに、鋭い曲げ、ねじれ、ブレードの切断がないことを定期的に確認することが重要である。

#### 事業所の事故調査委員会

環境安全衛生委員会を 1 回開催し、販売事業者と 3 度協議した上で事故原因の調査、対策の確認、他事業所への周知を行った(事故発生後 1 ヶ月以内)。

#### 備考

—

#### キーワード

超低温容器、フレキシブルチューブ、バルブ操作、操作基準等の不備、液封、破裂

関係図面(特記事項以外は事業所提供)

インフレーター第4組立工室 ボンベ庫 配置図

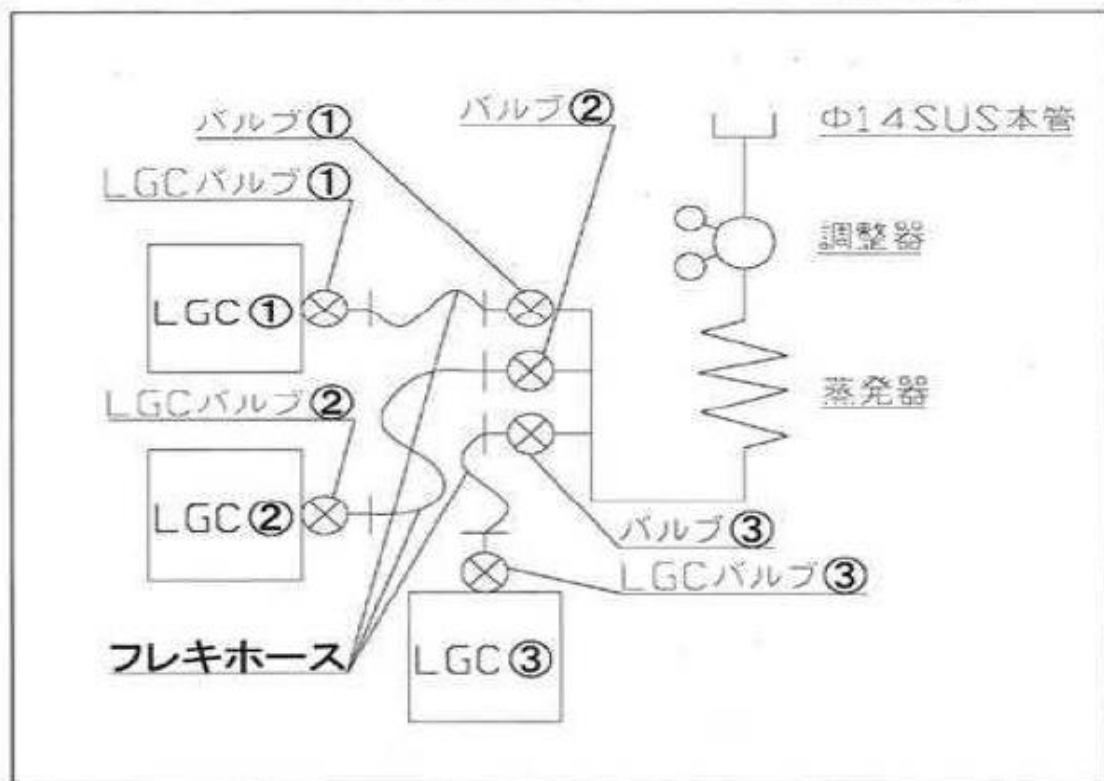


図 1 容器置場の LGC 配置



図 2 破裂したフレキシブルチューブ

管理番号 06-022-KLM-97	対象範囲 (グループ/ライン) KLM	作業名 窒素ガス交換手順	版数: 01 制定日: 2024年7月31日 改訂日: 発行日: 2024年8月12日 作成部署:	承認	確認	作成
YAG溶接						

手順	何をどうする	ポイント	品質確保	備考
1	使用中の窒素ガスのポンペを確認し、予備のポンペに表示を付け替える。	【現在使用中】の表示を確認し、付け替える。	ポンペ使用順を確認すること。	ラインアシスタント
2	予備ポンペの緑バルブ①を開ける。	緑色バルブ①(液体取出弁)を開ける。	-	
3	予備ポンペの配管に繋がっている黒バルブ②を開けてから、使用中のポンペの配管に繋がっている黒バルブ③を閉める。	開閉するバルブを開通しないように十分に注意する。	ポンペの切り替えは素早く行うこと。	
4	使用中ポンペの緑バルブ④を閉める。	緑色バルブ④(液体取出弁)を閉める。	-	
5	使用中の窒素ガスのポンペから、かんばんを取り外す。	取り外した後、GMESラベルは廃棄する。	-	
6	交換作業終了後、交換時間をガス交換記録に記入する。	ガス交換記録に[月日、時間、交換者、ガスの種類]を記入する。	-	
7	かんばんを【ガスかんばん入れ】に提出する。	記録室の扉に設置してある【ガスかんばん入れ】に提出する。	かんばんの提出し忘れには注意する。	

手順1

「現在使用中」の表示を確認する。  
予備のポンペの配管に付け替える。

手順2

予備ポンペの緑バルブ①を開ける。

手順3

予備のポンペの配管に繋がっている黒バルブ②を開けてから、使用中のポンペの配管に繋がっている黒バルブ③を閉める。

手順4

最後に使用中ポンペの緑バルブ④を閉める。

手順5

使用中ポンペよりかんばんを外し、GMESラベルは廃棄する。

手順6

ガス交換記録に記入する。

手順7

かんばんを記録室のガスかんばん入れへ入れる。

N2ポンペ 使用順序

図 3 事故発生時に使用していた作業手順書

管理番号 05-022-KLM-97	対象範囲 (グループ/ライン) KLM	作業名 窒素ガス交換手順	版数: 03 制定日: 2024年7月23日 改訂日: 2024年10月23日 発行日: 2024年10月24日 作成部署:	承認	確認	作成
作業工程 YAG溶接						

手順	何をどうする	ポイント	品質確保	注意
1	使用中の窒素ガスのポンペを確認し、予備のポンペに表示を付け替える。	【現在使用中】の表示を確認し、付け替える。	ポンペ使用確認すること。	ラインアシスタント
2	予備ポンペの緑バルブ①を全開にする。	緑色バルブ①(液体取出弁)を全開にする。	※ポンペの配管に繋がっている黒バルブは操作禁止。	
3	使用中のポンペの緑バルブ②を全開にする。	緑色バルブ②(液体取出弁)を全開にする。	※ポンペの配管に繋がっている黒バルブは操作禁止。	
4	使用中のポンペから、かんばんを取り外す。	取り外した後、GMSラベルは剥離する。	-	
5	交換作業終了後、交換時間をガス交換記録に記入する。	ガス交換記録に【月日、時間、交換者、ガスの種類】を記入する。	-	
6	かんばんを【ガスかんばん入れ】に提出する。	記録室の棚に設置してある【ガスかんばん入れ】に提出する。	かんばんの提出し忘れには注意する。	

手順1



「現在使用中」の表示を確認する。  
予備のポンペの配管に付け替える。

手順2



予備ポンペの緑バルブ①を全開にする。

手順3



使用中のポンペの緑バルブ②を全開にする。

手順4



※ポンペの配管に繋がっている黒バルブは操作禁止。  
(配管内に圧力がなくなり、配管が破裂する可能性がある為)

手順5



使用中ポンペよりかんばんを外し、  
GMSラベルは剥離する。

手順6



ガス交換記録に記入する。

手順7



かんばんを記録室のガスかんばん入れへ入れる。

N2ポンペ 使用順序



図 4 事故発生後に改訂した作業手順書

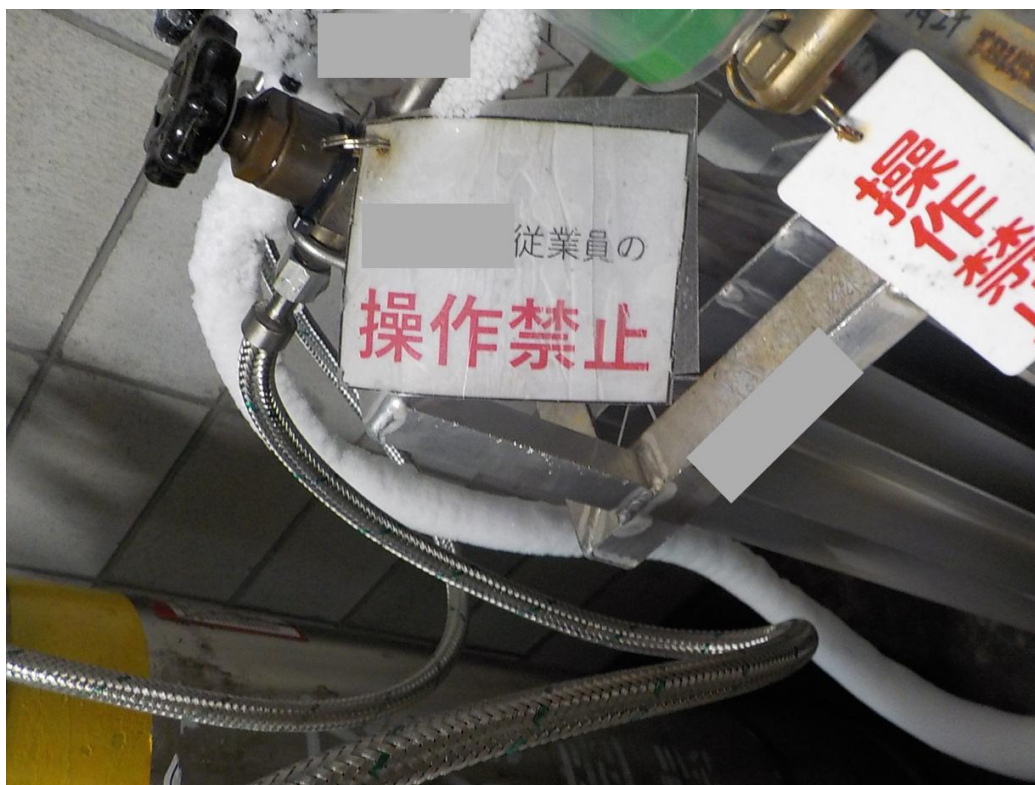


図 5 LGC バルブについている操作禁止の標示





図 6 容器置場における入口開放