

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 —°C(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			
<p>事故の概要</p> <p>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。</p> <p>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)。</p>			
<p>以下、事故の概要を時系列で記す。</p> <p>10月15日(火)</p> <p>23時00分 LGC②の使用中、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。</p> <p>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。</p> <p>10月16日(水)</p> <p>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。</p> <p>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。</p> <p>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。</p> <p>11月12日(火)</p> <p>16時40分 事業所は自治体に事故報告を行った。</p>			
<p>事故発生原因の詳細</p> <p>1. 施設の概要</p> <ul style="list-style-type: none"> 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。 			

- 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。
- 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。
- 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。

2. 事故原因

(1) 直接原因

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。

(2) 間接原因

- 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。
- 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)。

事業所側で講じた対策(再発防止対策)

1. 作業手順の見直し

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)。

2. 手順書改定内容の教育

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。

3. フレキシブルチューブの曲げ防止

フレキシブルチューブの長さを 1m から 2m に変更した。

4. 窒素の滞留防止対策

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)。

5. 水平展開

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。

教訓(事故調査解析委員会作成)

- 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。
- 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

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

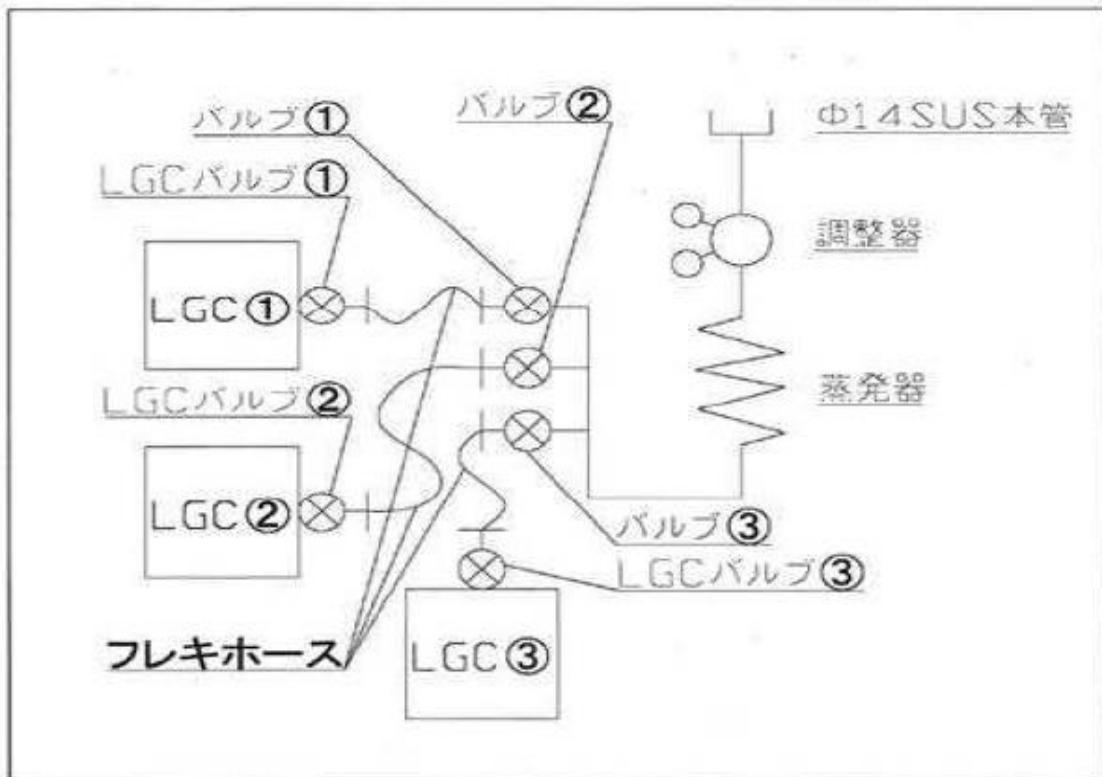


図 1 容器置場の LGC 配置



図2 破裂したフレキシブルチューブ

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

【窒素ガス交換手順】

手順	何をどうする	ポイント	品質確保	誰が
1	使用中の窒素ガスのポンベを確認し、手順のポンベ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。】	ポンベ使用前を確認すること。	ラインアシスタント
2	手順ポンペの緑バルブ①を開ける。	緑色バルブ①(液体取出弁)を開ける。	-	
3	手順ポンペへの配管に繋がっている黒バルブ②を開けながら、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。	開閉するバルブを間違え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①を閉める。	緑色バルブ①(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、交換時間と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。	

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

管路番号 06-022-KLM-87	対象範囲 KLM 対象工程 YAG溶接	作業名 窒素ガス交換手順	段数 03 制定日 2024年7月31日 改訂日 2024年10月21日 施行日 2024年10月24日 作成部署	承認 確認 作成
-----------------------	------------------------------	-----------------	---	----------------

【窒素ガス交換手順】

手順	何をどうする	ポイント	品質確認	担当
1	使用中の窒素ガスのポンベを確認し、予備のポンベ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。】	ポンベ使用箇所を確認すること。	
2	予備ポンベの締バルブ②を全開にする。	締バルブ②(液体取出弁)を全開にする。	ポンベの配管に繋がっている締バルブは操作禁止。	
3	使用中のポンベへの締バルブ②を全閉にする。	締バルブ②(液体取出弁)を全閉にする。	ポンベの配管に繋がっている締バルブは操作禁止。	ラインアシスタント
4	使用中のポンベから、かんぱんを取り外す。	取り外した後、GME5ラベルは廃棄する。	-	
5	交換作業終了後、交換時間と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	かんぱんをガスかんぱん入れに提出する。	記録室の机に設置してある[ガスかんぱん入れ]に提出する。	かんぱんの提出が遅れには注意する。	

手順1 手順2 手順3



手順4 手順5 手順6



N2ポンベ 使用箇所

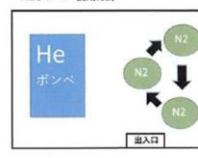


図4 事故発生後に改訂した作業手順書

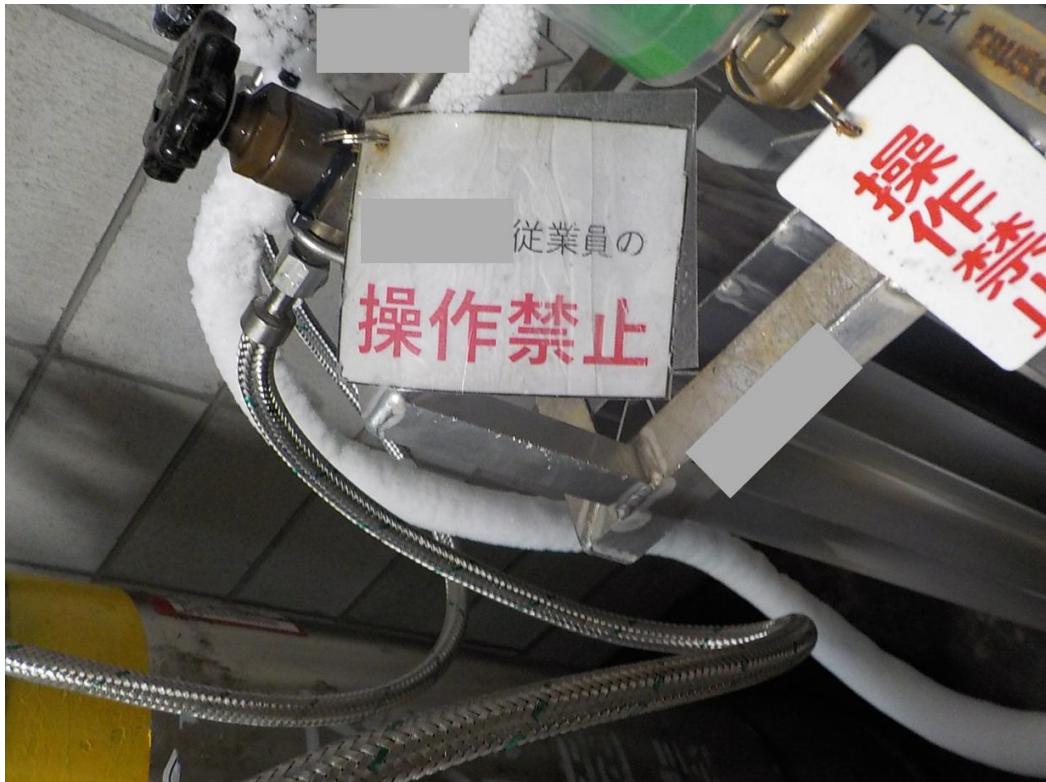


図5 LGC バルブについている操作禁止の標示



図 6 容器置場における入口開放