

# 高圧ガス事故概要報告

整理番号 2024－148	事故の呼称 液化塩素製造設備からの塩素漏えい			
事故発生日時 2024 年 2 月 15 日(木) 10 時 15 分		事故発生場所 神奈川県 川崎市	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 液化塩素製造 設備	機器 熱交換器	材質 フランジ		概略の寸法 450A
ガスの種類および名称 毒性ガス(塩素)		高圧ガス製造能力 49,298,818m <sup>3</sup> /日 (事業所) 1,375,535m <sup>3</sup> /日 (施設)	常用圧力 0.8MPa	常用温度 -10℃
被害状況(人的被害、物的被害) 人的被害:軽症 1 名 物的被害:なし				
事故の概要 定期自主検査に伴う液化塩素蒸発器(以下、「蒸発器」という)の開放検査後の気密試験を完了し、蒸発器への液化塩素の受入れ作業中に蒸発器フランジから塩素が漏えいした(図 1 参照)。 担当作業員 1 名が塩素を吸引し被災した。  以下、事故の概要を時系列で記す。 1 月 17 日(水) 蒸発器の定期自主検査を開始した。 2 月 6 日(火) 蒸発器(常用圧力 0.80MPa)に対して窒素で気密試験(試験圧力 0.89MPa)を実施し、合格した。 2 月 15 日(木) 09 時 30 分 作業員 A、B が建屋内にて蒸発器への液化塩素受入れ操作の準備を開始した。 10 時 15 分 作業員 A が弁②を閉めた状態で弁①を開けたところ、塩素臭がしたため、弁①を閉めて作業を中断し、作業員 A、B は建屋外へ避難した。避難後、建屋内の除害風量を上げ換気を強化した(図 1 参照)。 10 時 59 分 作業員 A は、事務所に戻って休憩していたが、気分が悪くなり、救急車の出動を要請した。 11 時 30 分 作業員 A は病院へ搬送された。 11 時 34 分 事業所は、公設消防へ漏えい事故を通報した。 11 時 44 分 発災現場への指示および行政などへの連絡を行うため、事業所内に対策本部を設置した。 11 時 50 分 事故状況の把握、現場での行政対応を行うため、発災現場に現地対策部を設置した。 11 時 59 分 公設消防、警察が到着した。 12 時 22 分 事業所は携帯ガス検知器により、蒸発器設置場所(建屋内)の塩素濃度 2.5ppm を計測した。				

12 時 35 分	事業所は携帯ガス検知器により、建屋周辺、敷地境界の塩素濃度 0ppm を計測した。
12 時 55 分	事業所は、蒸発器設置場所(建屋内)の強制換気を開始(塩素建屋の扉 4 面を開放)した。 ※蒸発器建屋周辺、立入禁止措置
13 時 15 分	事業所は携帯ガス検知器により、建屋周辺、敷地境界の塩素濃度を再計測し、0ppm を確認した。
13 時 44 分	公設消防は処置完了を確認(建屋周辺の塩素濃度 0ppm を確認)した。
14 時 10 分	事業所は、現地対策部、対策本部を解散した。

#### 事故発生原因の詳細

##### 1. 運転開始までの作業

蒸発器の開放検査後の組立てを行い、窒素による気密試験から液化塩素受入れまでの流れは次のとおりである。

- (1) 窒素で気密試験を実施する。
- (2) 系内の水分と塩素の接触による腐食を防止するため露点測定をし、ガス中の水分量が基準値以下になるまで窒素置換を行う。
- (3) 系内を塩素で置換するため、塩素気密試験を 1 回行う。
- (4) 蒸発器本体の残留窒素は、塩素の純度低下、他プラントを含む後工程での品質に影響を及ぼすため、塩素置換を 3 回から 5 回実施する。
- (5) 塩素置換終了後、液化塩素の受入れを開始する(図 2 参照)。

##### 2. 事故発生原因の推定

###### (1) 弁の管理不良

塩素置換終了後に圧力 0MPa を確認して蒸発器下流の弁③④を閉めていた。しかし、弁の閉め切りが不完全であったため、塩素が蒸発器へ逆流し、蒸発器内の圧力が徐々に上昇していた。

また、蒸発器への液化塩素の受入れ手順が明確ではなく、蒸発器脱圧ラインを確保(弁③④オープン)する前に液化塩素の弁①を開操作した。その際、閉止していた弁②の閉め切りが不完全であり、かつ、逆止弁に内漏れが発生しており、蒸発器へ液化塩素が意図せず流れ込んだ。

蒸発器内へ流れ込んだ液化塩素は、70℃の温水で加熱され蒸発し、1.0MPa 付近まで上昇したため、塩素がフランジから漏えいした。

脱圧ラインの弁③④は、弁①に続いて開操作を行っていたが、十分に開いていなかったと考えられ、さらに塩素臭がした際に、不用意に弁③④を閉めたことで脱圧ラインが確保できなくなり、漏えいを促進する要因となった(図 2 参照)。

###### (2) フランジ間のすき間不足

結露による腐食対策としてフランジ面に塗装を実施しているが、開放検査時に塗装を塗り重ねた影響でフランジ間の接触面塗膜厚さが増加したことによって、ガスケットのつぶし代が小さくなり、必要なガスケット面圧が確保できていない状態であった。

###### (3) 安全弁の不作動

安全弁の作動圧力は、蒸発器の設計圧力である 1.53MPa に設定されており、安全弁の作動圧力が高かったことから、安全弁の作動前に漏えいが生じた。

<p>(4) 逆止弁の内漏れ</p> <p>逆止弁内部に錆粉の堆積があり、内漏れに至った。また、逆止弁の点検周期が社内基準において明確化されていなかった。</p>
<p>事業所側で講じた対策(再発防止対策)</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 蒸発器へ液化塩素を受け入れる際の手順を明確にした。また、液化塩素受入れ時は、圧力などプロセス条件を確認しながら、2 人 1 組で弁の開閉操作を行い、ダブルチェックを実施する。</li> <li>2. フランジの締結管理は、フランジ全周についてシールに必要なガスケットつぶし量を与えるために、フランジ面間の隙間が確保されていることを測定する隙間管理を実施する。</li> <li>3. 安全弁の作動圧力について見直しを検討する。</li> <li>4. 点検周期が明確ではなかったため、バルブ点検検査基準に管理周期 8 年を規定し、定修時に分解整備を行う。</li> <li>5. 事故報告書を、全社に水平展開した。事故事例、手順書は定期的に教育する。</li> </ol>
<p>教訓(事故調査解析委員会作成)</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>① 高圧ガス事故の 9 割以上は漏えいであり、取り扱う物質の毒性、可燃性、温度、圧力などの性質と状態を踏まえた対策が必要である。特に締結部からの漏えい対策は、締結管理とシール管理が重要であるため、事業所において基準類に明確な方法を定め、作業員に順守させることが必要である。</li> <li>② 毒性ガスの漏えいは人身事故に進展しやすいため、定期的な作業手順書の見直し、従業員への教育、ダブルチェックの実施が大切である。特に多数のバルブを取扱う場合は、作業手順書にバルブ開閉手順についても規定することが重要である。</li> </ol>
<p>事業所の事故調査委員会</p> <p>事業所内において所長を含めた会議を 2 回(2 月 15 日、2 月 16 日)実施し、事業所内へ事故報告書を展開した。その後、本社において環境安全部を主体とした会議を実施(3 月 15 日)し、事故報告書の共有をした。</p>
<p>備考</p> <p>—</p>
<p>キーワード</p> <p>開放検査、気密試験、毒性ガス、塩素、蒸発器、手順書、操作基準等の不備、締結管理、安全弁の設定圧力、常用圧力</p>
<p>関係図面(特記事項以外は事業所提供)</p>

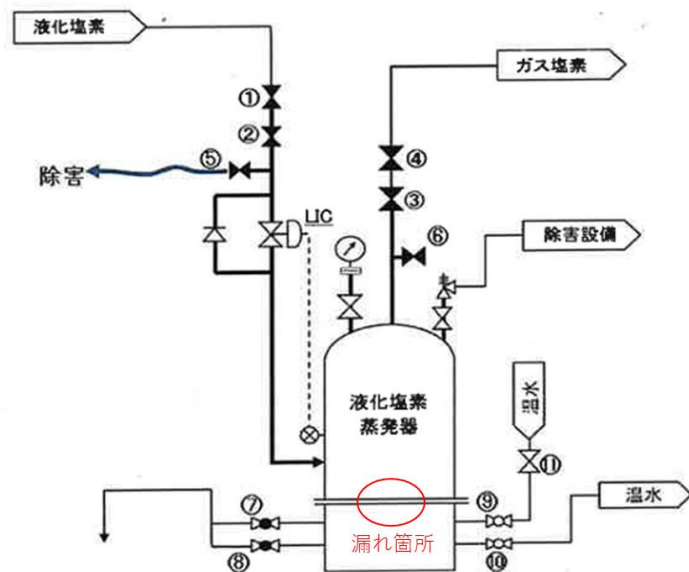
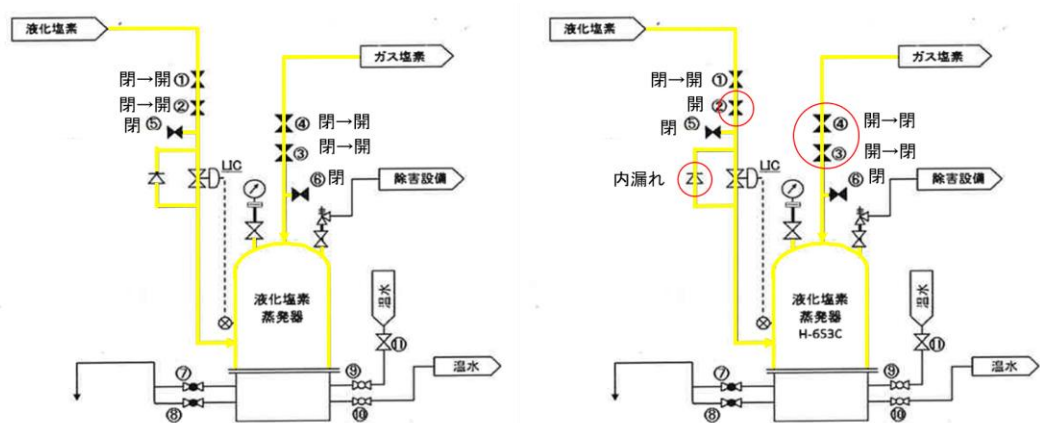


図 1 概略フロー



液化塩素受け入れ

1. 液化塩素受け入れ準備 (弁①②③④⑤⑥LIC閉)
2. 液化塩素受け入れ (弁③④②①の順で開)

事故発災時

1. 弁②③④が閉め切り不良
2. 逆止弁の内漏れ

図 2 液化塩素受け入れ