

高圧ガス事故概要報告

整理番号 2023-233	事故の呼称 塩素ガス漏洩事故		
事故発生日時 2023 年 7 月 8 日(土) 23 時 08 分	事故発生場所 愛媛県 新居浜市	事故発生事象 1 次)漏えい① 2 次)	事故発生原因 主)製作不良 副)施工管理不良
施設名称 塩素誘導体プラント	機器 隔膜式 圧力計	材質 ダイヤフラム膜 タンタル、 膜ボディ チタン	概略の寸法 φ95mm×H173mm
ガスの種類および名称 毒性ガス(塩素)	高圧ガス製造能力 5,034,199 m ³ /日(事業所) 2,182,269 m ³ /日(施設)	常用圧力 1.2MPa	常用温度 40℃
被害状況(人的被害、物的被害) 人的被害: 軽症者 1 名 物的被害: 断熱材、配管、圧力計の損傷			
事故の概要 塩素誘導体プラントにおいて、定常運転中、凝縮器に設けた隔膜式圧力計から約 934 kg の毒性ガス(塩素)が漏えいした。 以下、事故の概要を時系列で記す。 7 月 8 日(土) 23 時 08 分 塩素建屋(以下、「建屋」という)の 5 階に設置したガス漏えい検知警報設備が、塩素の漏えいを検知し、発報した。 漏えい検知に連動し、建屋の扉が自動閉止して、製造課は計器室から排気ブロワによる除害作業を開始した。 23 時 20 分 警備消防課は、公設消防に通報した。 23 時 25 分 事業所の製造課は、塩素誘導体プラントの全停止操作を開始した。 23 時 28 分 警備消防課は、従業員に対し、構内放送で塩素ガスの漏えいを知らせ、各課へ機動要員の出動を要請した。 23 時 30 分 警備消防課は、周辺住民に対し、地域広報塔からの放送(アナウンス)により、事業所内で発生したガスの漏えいおよび念のために窓を閉めて屋内待機を知らせた。 機動要員 A は、自分の職場から集合場所に自転車で向かっている途中(保護具として安全靴、ヘルメットおよび保護メガネを着用)に、塩素誘導体プラント外周道路付近で臭気を感じた。 機動要員 A は、集合場所に到着後、咳き込み始めた。 23 時 52 分 警備消防課は、周辺住民に対し、地域広報塔からの放送(アナウンス)により、屋内退避と窓の閉止を呼びかけた。 23 時 59 分 事業所は、現場指揮所と現地連絡所(事務所内)を設置した。 7 月 9 日(日) 00 時 17 分 公設消防は、事業所の機動要員 A を救急搬送した。 00 時 24 分 公設消防は、事業所の現場指揮所に到着した。 00 時 51 分 警備消防課は、周辺住民に対し、地域広報塔からの放送(アナウンス)により、屋内退避と窓の閉止を、改めて呼びかけた。 02 時 27 分 公設消防は、塩素建屋外部への漏えいが無くなり周辺の安全が			

02 時 48 分	確認されたため退場した。 事業所は、現場指揮所と現地連絡所を解散した。 製造課は、塩素機器の塩素を液体塩素貯槽に送る液抜き作業（遠隔操作）を開始した。
05 時 48 分	警備消防課は、周辺住民に対し、地域広報塔からの放送（アナウンス）により、屋内退避と窓の閉止解除を、2 回呼びかけた。
06 時 12 分	製造課は、塩素機器の液抜き作業を完了した。
08 時 05 分	製造課は、塩素機器の系内除害のための窒素パージを開始した。
08 時 08 分	警備消防課は、周辺住民に対し、地域広報塔からの放送（アナウンス）により、安全を確認したため、屋内退避と窓の閉止解除を、改めて呼びかけた。
7 月 10 日（月）	
08 時 50 分	製造課は、窒素パージを行った後、漏洩箇所と推定されていた塩素建屋の 5 階に進入した。凝縮器に設けた隔膜式圧力計からガスが漏洩していることが確認できたため、当該圧力計の至近にある手動弁を閉操作した。
事故発生原因の詳細 (1) 漏えいが発生した箇所 漏えいが発生した箇所は、塩素誘導体プラントの塩素工程にある建屋（図 1 参照）。尚、この建屋には塩素が漏洩した際にガスを封じ込め、吸引し除害系へ送る機能を有している。電解工場で製造した高圧の塩素ガスを液化する凝縮器が設置されており、その凝縮器に設けた圧力計から、塩素が漏えいした。当該圧力計は事故発生 3 ケ月前の定修工事にて新品に取替更新を行った。 (2) 凝縮器に設けた圧力計 凝縮器に設けた圧力計は、隔膜式圧力計である（図 2 参照）。ブルドン管式圧力計と圧力を測定する流体の間にダイヤフラムを設け、この間に圧力伝達媒体（オイル）を封入している。圧力を測定する流体は、乾燥した塩素である。圧力計の主な部品の材質は、ダイヤフラム膜がタンタル、膜ボディがチタン、ガスケットが PTFE、フランジ（ブルドン管側）とブルドン管が SUS316、ボルトが SNB7 である。 (3) 漏えいに至った時系列 事業所は、漏えいを次の 2 つに分類した。 ① 初期漏えい ② 2 次漏えい この分類に基づき、漏えいに至った時系列を、以下に示す。 ① 初期漏えい ● フランジガスケットまたはダイヤフラム膜から極微量の乾燥した塩素が漏えいした。漏えいの原因は特定できなかったが、フランジガスケットの締め付け不足または片締めによるガスケット面圧の低下、もしくはダイヤフラム膜に傷があったことによる塩素と膜ボディの接触が想定される。 ② 2 次漏えい ● 乾燥した塩素は、膜ボディに到達し、材質のチタンと激しく反応して、発火燃焼し	

た。

- 乾燥した塩素と膜ボディの燃焼熱により、ガスケットが軟化し、フランジ継手から乾燥した塩素が漏えいした。このとき、漏えい速度および漏えい量は、ともに増加した。
- 高温(250℃以上)となった塩素ガスにより、ダイヤフラム膜が腐食した結果、膜ボディに到達する乾燥した塩素の量が増加し、圧力計が吹き飛んだ(図 3(a) 参照)。
- 高温となった塩素ガスにより、フランジ(ブルドン管側)が腐食した結果、ボルトが溶断され、脱落して、燃焼していなかった膜ボディが吹き飛んだ(図 3(b) 参照)。

事業所側で講じた対策(再発防止対策)

(1) 漏えい防止対策

① 初期漏えい防止対策

- 圧力計を購入した場合の受入れ検査では、メーカーの検査記録の確認に加えて、目視検査でダイヤフラム膜に損傷がないことを確認する。
- ダイヤフラム膜とガスケットが接触する型式の圧力計について、取付け作業のポイント集を作成し、すべての作業員に対して、教育をする。また、協力会社による作業を依頼する場合、工事仕様書にポイント集を添付する。

② 2次漏えい防止対策

- 事業所内の液化塩素または塩素ガスの設備、配管系に設けた圧力計(117 台)の目視検査を行い、外観に異常がないことを確認した。
- 乾燥した塩素の設備、配管系に設けた圧力計のうち、膜ボディの材質がチタンの圧力計(23 台)のリスク評価を行う。評価結果を踏まえ、チタンを使用していない圧力計に変更する(事故後の膜ボディについては SUS316 に変更)。変更が完了するまで、指示値を確認するときを除き、元弁を閉止し、乾燥した塩素と接触する機会を最小限にする暫定対策を実施する。
- 当該圧力計は、十数年前からベンダーを指名して同型式、同材質のものを発注、使用していた。今回の更新(2023 年 3 月定修)を実施するための「計器見積仕様書」には、使用流体を気体塩素と記載した上で、従前同様の形式、膜材質、接液部材質をそれぞれ指定していた。
- 発注を受けてベンダーから提出された「見積書」には、圧力計にチタンが使用されている旨の記載はなかった(ベンダーから提出された構造図面では、圧力計の株、接液部、ダイヤフラムなどについては材質の記載はあったが、計器取付金具(膜ボディ)にチタンが使用されている記載はなかった)。
- 同様の計器を購入する場合の見積仕様書には、使用禁止材料を明記する。さらに、乾燥した塩素の設備、配管系で使用する計器は、見積書、仕様明細書を受け取ったときに、各部材の材質が明記され、かつ、チタンを使用されていないことを確認する(基準書となるメンテナンスフィロソフィーに記載)。

③ 水平展開

- 事業所内の乾燥した塩素を取扱うすべてのプロセスについて、①と②のうちで、必要と判断した対策を実施する。
- 事業者(グループ会社を含む)内で、この事故情報を共有する。

(2) 機動要員の出勤時の安全対策

社内規程を見直し、事業所の警備消防課は、一定の条件に該当する事故が発生した場合、機動要員に対して出勤を要請する際は、集合場所までの安全が確認され

た後に出動要請を行うこと、また必要な保護具の持参、着用を連絡することを社内規定に追加変更した。

教訓(事故調査解析委員会作成)

- ① 高圧ガスを取扱う者は、そのガスの高圧ガス保安法令上の分類、物理的性質、化学的性質などを理解し、流体と接触する設備の材料を適切に選定する必要がある。
- ② 塩素を取扱う者は、乾燥状態の塩素とチタンが激しく反応し、発火燃焼することを理解すべきである。
- ③ 事業所外に影響を及ぼす可能性を想定し、日頃から積極的に周辺住民とのリスクコミュニケーションを図ることが重要である。

事業所の事故調査委員会

事業所内で対策会議を 11 回開催し、再発防止策を決定した。

備考

特別民間法人高圧ガス保安協会は、視聴覚教材「知って安全ガスの知識-高圧ガスの特性と取扱い-塩素」に、乾燥した塩素とチタンが激しく反応して、発火燃焼する実験映像を収録している。

キーワード

毒性ガス、塩素、漏えい、圧力計、リスクコミュニケーション

関係図面(特記事項以外は事業所提供)

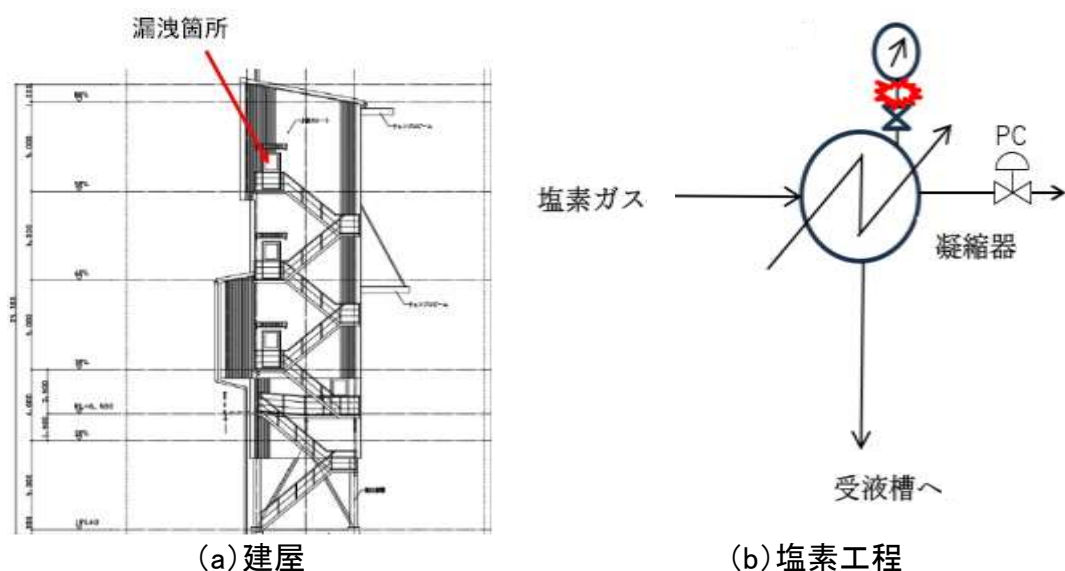


図 1 漏えいが発生した箇所

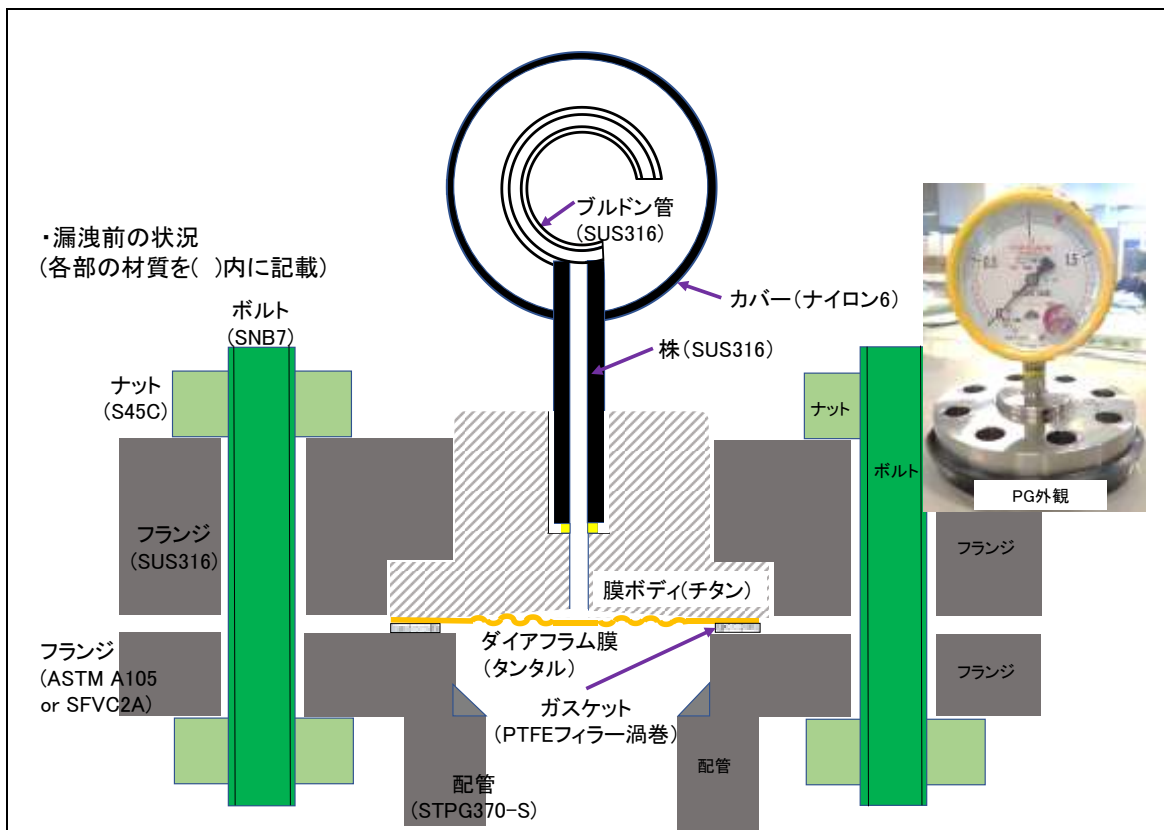


図 2 凝縮器に設けた圧力計



(a) 吹き飛んだ圧力計



(b) 脱落したボルト及び吹き飛んだ膜ボディのかげら

図 3 事故発生後の状況