

高圧ガス事故概要報告

整理番号 2023-060	事故の呼称 アンモニア漏えい事故		
事故発生日時 2023年2月14日(火) 9時15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③※ 2次)	事故発生原因 主)操作基準等の不備 副)
施設名称 液安貯蔵プラント	機器 ポンプ	材質 ケーシング SCPL1	概略の寸法 吐出量 949 m ³ /日
ガスの種類および名称 可燃性毒性ガス (アンモニア)	高圧ガス製造能力 105,600,077 m ³ /日(事業所) 947,035 m ³ /日(施設)	常用圧力 2.02MPa	常用温度 -33~+50°C
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>低温の液化アンモニアを貯蔵し、送液するプラント(図1参照)において、ポンプのモータを点検整備するため、協力会社の作業員が、モータを取り外す作業をしているとき、メカニカルシールから可燃性毒性ガス(アンモニア)が漏えいした。</p> <p>以下、事故の概要を時系列で記す。</p> <p>2月13日(月) 17時00分頃 事業所の操業課員は、ポンプの入口と出口の配管に設けられたバルブを閉操作し、縁切り作業をした。 事業所の操業課員は、ガス回収(均一)につながる配管に設けられたバルブを開操作し、液封を防止してポンプケーシング上部の液化アンモニアを揮発させてガス回収作業をした(図2参照)。</p> <p>2月14日(火) 8時00分頃 事業所の操業課は、ライン仕切り状態、ポンプの電源「切」および周辺のガス検知などの作業環境の確保を確認して、協力会社に引き渡した。 8時25分 協力会社の作業員は、ポンプのモータを取り外す作業を開始した。 9時11分 協力会社の作業員は、ポンプのカップリングボルトを取り外す作業を開始した。 9時15分 協力会社の作業員は、ポンプのメカニカルシールからアンモニア(ガス)の漏えいを確認した。 協力会社の作業員は、近くで別の作業の立会いをしていた事業所の操業課員に連絡した。 事業所の操業課員は、ポンプのメカニカルシールからアンモニア(ガス)の漏えいを確認し、周辺の作業員に退避を指示して、計器室に報告した。 操業課員は、ライン仕切り確認後、漏えいしたアンモニア(ガス)を希釈するためメカニカルシールに窒素を吹付け、周辺道路遮断を実施した。 9時28分 事業所の警備消防課は、公設消防に通報した。</p>			

9 時 40 分	事業所は、事故対策本部を設置した。
9 時 51 分	事業所の事故対策本部は、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、屋内待機を呼びかけた。 事故対策本部の環境班は、北川式ガス検知管(検出下限界濃度:1ppm)を用い、事業所の正門、構外で、アンモニア濃度 1ppm 未満(検出せず)を確認した。 (この後は 10 時 38 分まで、都度、アンモニア濃度の確認を実施した。)
9 時 54 分	公設消防は、現場に到着した。
10 時 09 分	事業所の操業課員は、除害のため、バルブ操作を行い、ポンプから回収設備に向けて、窒素パージを開始した(図 3 参照)。
10 時 38 分	事故対策本部の環境班は、北川式ガス検知管(同上)を用い、事業所の正門、構外で、アンモニア濃度 1ppm 未満(検出せず)を確認した。 (9 時 51 分以降、計 7 回のアンモニア濃度の確認の結果、事業所の敷地境界付近で、アンモニアは一度も検出されなかった。また、工場の敷地境界付近にアンモニアガス検知器(検出下限界濃度:4.5ppm)が設置されており、漏えいが確認された 9 時 15 分以降でも、これらのガス検知器ではアンモニアは検出されなかった。)
11 時 36 分	事業所の事故対策本部は、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、屋内退避解除を呼びかけた(安心放送)。
11 時 39 分	公設消防は、退場した。
事故発生原因の詳細 (1) 事業所の見解 ① ポンプの構造 このポンプは、縦型ポンプであり、ポンプ本体には垂直方向の軸受けがなく、モータの軸受けでポンプ本体の垂直荷重を受けている(図 4 参照)。 このポンプの軸封は、上下 2 段のタンデムメカニカルシールである。メカニカルシールの回転環は、スリーブ、ロータリーバックメタル、セットカラーを介し、ポンプ主軸と連結されて、主軸と同期して回転する(図 5 参照)。 ポンプのモータを取り外す場合、メカニカルシール脱落防止のため、セットプレートを差し込む必要がある(図 6 の左上参照)。セットプレートを差し込むための溝は、ロータリーバックメタルの 2 箇所にセットプレートの幅に合わせて設けているが、全周に溝は設けてはいない(図 6 の右上参照)。そのためセットプレートは、ロータリーバックメタルの溝と位置合わせをし、所定の位置に差し込む必要がある(図 6 の左下参照)。 ② 工事仕様書の記載 事業所は、上記①のポンプの構造を理解し、メカニカルシール脱落防止のため、所定の位置にセットプレートを差し込む必要性を、認識していた。 協力会社の監督者は、事業所と同様に、その必要性を認識していた。 しかし、協力会社の作業員は、工事仕様書に具体的なセットプレートの挿入方法が示されていないため、所定の位置にセットプレートを差し込む(メカニカルシール)	

ルのロータリーバックメタルの溝の奥まで挿入する)ことを認識していなかった。

③ 作業環境

事業所は、ポンプのモータを取り外す作業を、ポンプの気密な構造に影響しない外部部品を取り外す作業に分類していた。

そのため、縁切り作業はしたが、ポンプ内のガスを置換、除害する作業は行わなかった。

④ 事故発生原因

ポンプのモータを取り外す作業において、所定の位置にセットプレートを差し込まれていない状態(図 6 の右下参照)で、モータとポンプの主軸を連結するカップリングを取り外した。

そのため、ポンプ主軸が 2mm 下方向に移動し、上下メカニカルシールの固定環と回転環の摺動面に隙間が生じて、アンモニア(ガス)が漏えいした。

(2) ポンプメーカーの見解

① ポンプの構造

この縦型ポンプの構造は、当社の標準的な構造である。国内向けのポンプでは、モータの軸受けでポンプ本体の荷重を受けるタイプが一般的である。そのため、ポンプのモータを取り外す場合に、セットプレートを差し込むことも一般的である。

ただし、メカニカルシールは購入品であり、セットプレートを差し込む溝の詳細は当社で回答できないが、溝が設けられたタイプは全周と 2 箇所のものがあることは認識している。

② 作業環境

ポンプの点検整備は、一般的にポンプ一式(モータを含む)を同時に行うことを想定している。

ポンプのモータのみを点検整備することは想定していなかった。

(3) メカニカルシールメーカーの見解

当社は、セットプレートを差し込む溝を 2 箇所に設けたメカニカルシールの出荷実績がある。セットプレートを差し込む溝は、メカニカルシールの大きさ、材質などに応じ適切に設計、製作をするため、全周または 2 箇所に限らない。例えば、4 箇所に設けたメカニカルシールの出荷実績もある。

このメカニカルシールの溝を全周とせず 2 箇所に設けた理由は、その大きさ、要求性能などにより、溝の水平方向の延長線付近に他の部品(図 5 の部品番号⑩)があり、全周に溝加工ができないためである。

事業所側で講じた対策(再発防止対策)

(1) 工事仕様書の充実

このポンプの点検整備に係るポイント(所定の位置にセットプレートを差し込む必要性を含む)をまとめた文書を作成し、工事仕様書に添付することを規定した。

作成した文書を用い、この工事に関係する協力会社の全作業員に対して、教育を実施した。

(2) 除害作業

このポンプの点検整備を行う場合、より安全な作業環境を確保するため、協力会社にポンプを引き渡す前に、周辺の設備を含めて確実な除害作業を実施する。

(3) 点検整備

今後は原則、点検整備はモータとポンプ同時に実施する。

(4) 水平展開

<p>このポンプ以外に、事業所内には同一仕様のモータの軸受けでポンプの荷重を受けている縦型ポンプが11台あることを確認し、上記(1)～(3)の対策の水平展開の要否を調査し、必要な対策の水平展開を実施した。</p> <p>なお、このポンプ以外の11台すべてのポンプは、モータを取り外す作業ではセットプレートを差し込む必要があるが、セットプレートを所定の位置に差し込む必要があるポンプは、このポンプ以外に、1台のみであった。</p>
<p>教訓(事故調査解析委員会作成)</p> <ol style="list-style-type: none"> ① 工事仕様書(操作基準を含む)には、協力会社の作業員が実施することを念頭に置いて、具体的な実施方法を示す必要がある。 ② 可燃性ガス、毒性ガスを取り扱う場合には、漏えい事象が人身事故に進展しやすいので、網羅的かつ継続的な漏えい対策が重要である。 ③ ②に加え、点検整備時に漏えいの可能性がある場合は、除害作業を確実に行う必要がある。 ④ 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。
<p>事業所の事故調査委員会</p> <p>事業所内で対策会議を10回開催し、再発防止策を決定した。</p>
<p>備考</p> <p>※ 漏えいの部位は可動シール部(メカニカルシール)であるが、次に示す漏えい②の前提に該当しないので、漏えい③となる。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 可動シール部の漏えい防止機構を維持するためのガスケットまたはパッキンが、使用環境(内部流体、温度、圧力など)に対して適切な材料を選定し、使用していたが、性能低下して、高圧ガスが漏えいする。ただし、新しいガスケットまたはパッキンに取り換えた場合、漏えいが止まることを前提とする。 ・ 可動シール部の漏えい防止機構を維持するためのガスケットまたはパッキンが、適切にセットされず、高圧ガスが漏えいする。ただし、新しいガスケットまたはパッキンを正しくセットした場合、漏えいが止まることを前提とする。
<p>キーワード</p> <p>可燃性毒性ガス、アンモニア、漏えい、ポンプ、メカニカルシール、点検整備、除害作業、工事仕様書、操作基準、リスクコミュニケーション</p>

関係図面(特記事項以外は事業所提供)

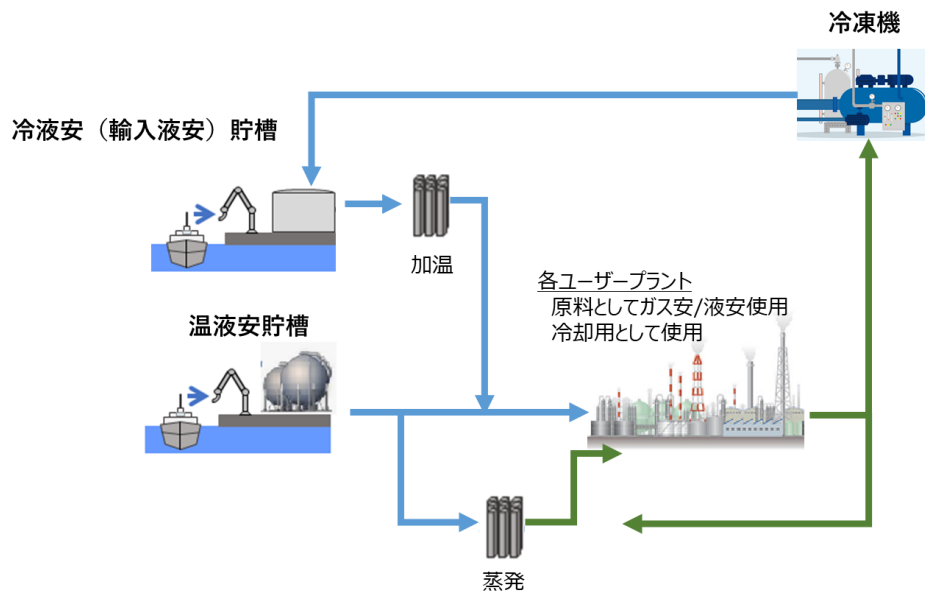


図1 液安貯蔵プラントの概略

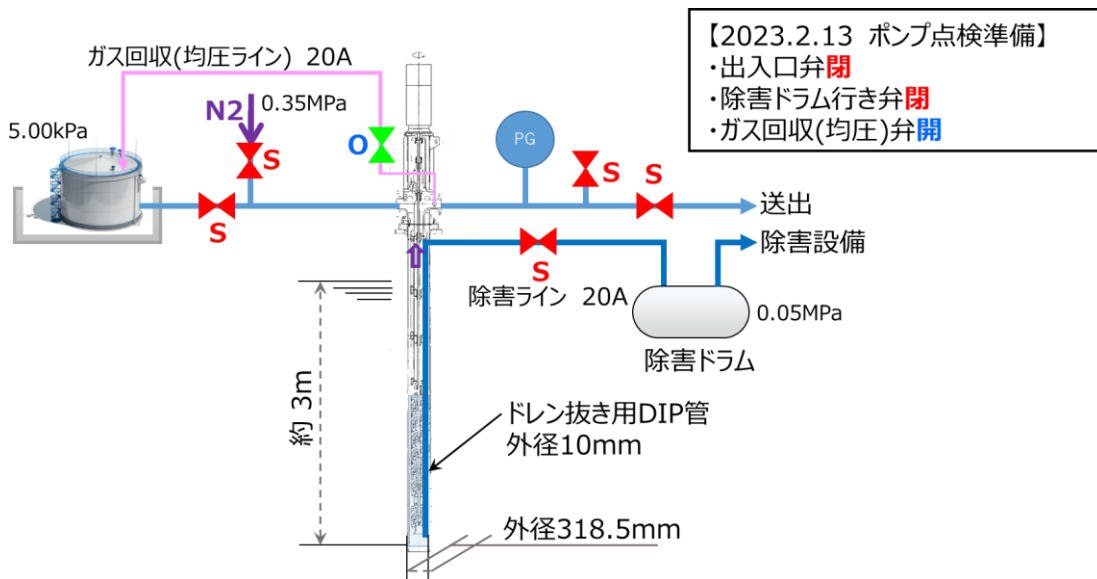


図2 ポンプのモータの点検整備時のバルブの開閉状態(事故発生前)

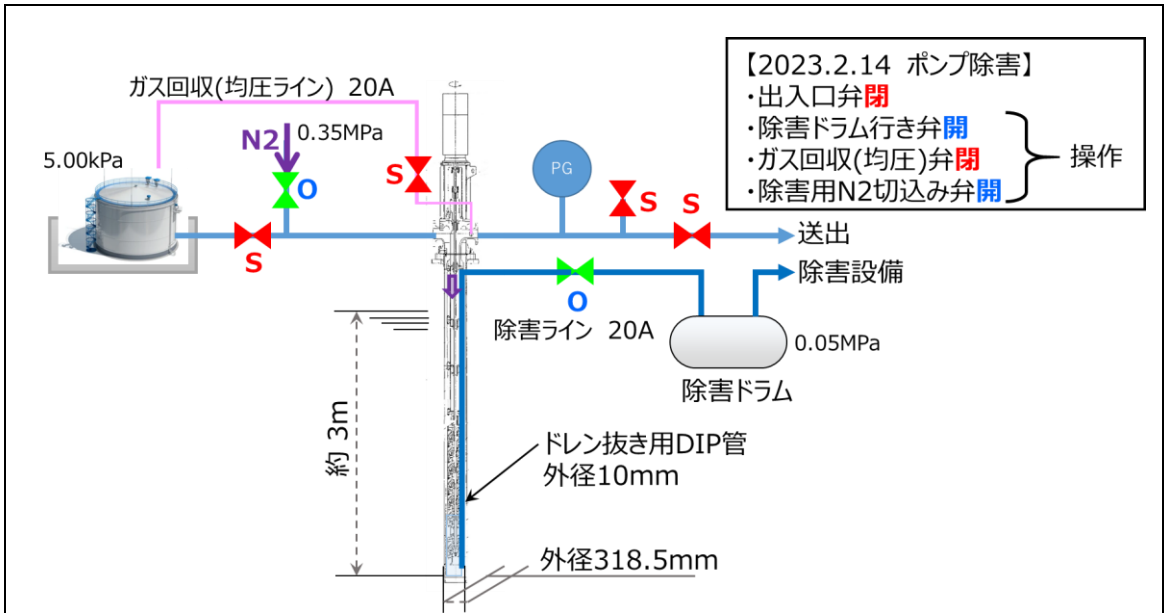


図3 事故発生直後の除害作業

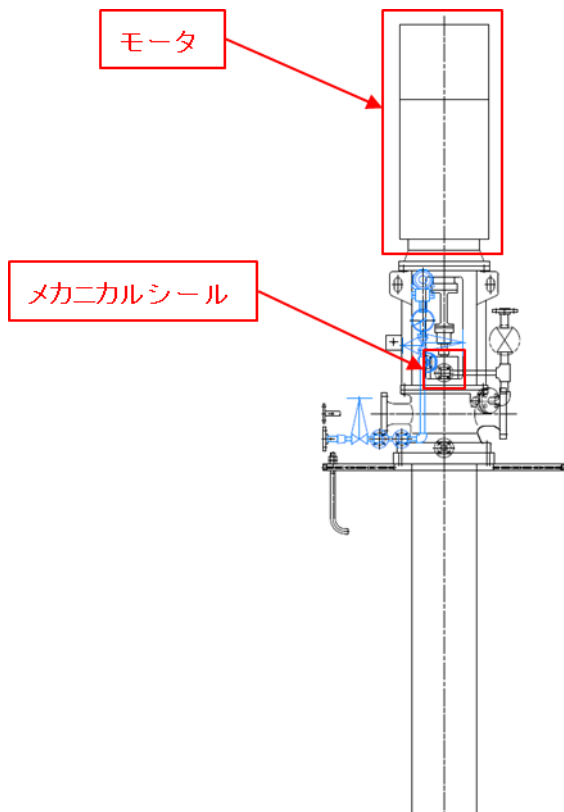


図4 ポンプの概要
(ポンプメーカーから提供)

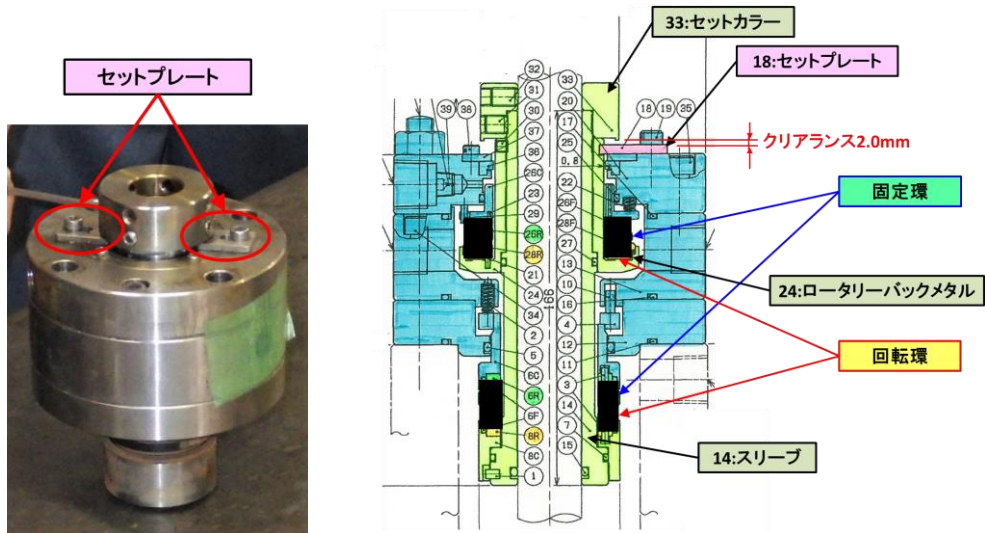


図5 メカニカルシールの構造
(右の図はメカニカルシールメーカーから提供)

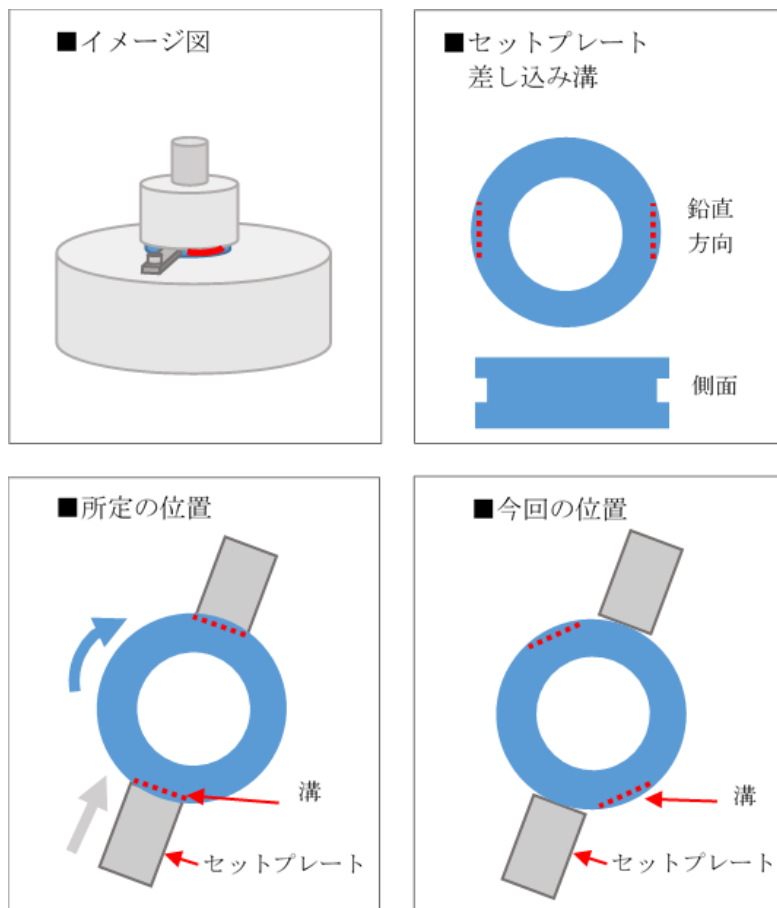


図6 メカニカルシール脱落防止