

高圧ガス事故概要報告

整理番号 2024-206	事故の呼称 塩化ビニル製造設備安全弁作動による塩化ビニルモノマー放出事故		
事故発生日時 2024年4月16日(火) 20時51分	事故発生場所 兵庫県 高砂市	事故発生事象 1次)漏えい③ 2次)	事故発生原因 主)設計不良 副)自然災害(落雷)
施設名称 塩化ビニル製造施設	機器 反応器 (重合槽)	材質 クラッド鋼 (SPV355+SUS304)	概略の寸法 非公開
ガスの種類および名称 可燃性ガス(塩化ビニル)	高圧ガス製造能力 3,472,710.0m ³ /日	常用圧力 1.18MPa	常用温度 65℃
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>落雷予報を受け、落雷による電圧降下の影響を避けるため、事業所の電力系統(図1参照)から電力会社からの給電ラインを切り離し、自家発電による給電に切り替えた。その後、自家発電設備に異常が発生し、事業所内の電力供給が全て停止した。全停電により、塩化ビニル製造施設(図2参照)の重合槽(図3参照)および冷却設備の運転が停止したため、重合反応中の9基の重合槽に重合禁止剤を投入したが、うち1基の重合槽の内圧の上昇が止まらず、安全弁(図4参照)が作動し、重合槽内部の塩化ビニルモノマーガスが噴出した。</p> <p>以下、事故の概要を時系列で記す。</p> <p>4月16日(火)</p> <p>20時01分 落雷監視システムにて雷雲が事業所に接近していることを確認したため、部署のルールに基づき、電力会社からの給電ラインの切り離しを実施した。</p> <p>20時13分 1号コジェネレーション設備が非常停止し、続けて5号タービン、4号タービンが停止した。その後、事業所全域への電力、蒸気および純水の供給が停止した。</p> <p>20時14分 全停電により重合槽およびその冷却設備の運転が停止したため、重合反応中の9基の重合槽に対して重合禁止剤を投入した。</p> <p>20時33分 1基の重合槽について、パネル警報により内圧異常(警報設定:1.00MPa)を確認した。</p> <p>20時43分 重合槽の内圧上昇が止まらず、安全弁(作動圧力:1.5MPa)が複数回作動し、重合槽内部の塩化ビニルモノマーガスが推定2000kg噴出した。</p> <p>21時00分 重合槽の内圧上昇が停止した。</p> <p>22時05分 公設消防へ通報した。</p> <p>22時40分 重合槽周辺のガス濃度の測定を行い、漏えいがないことを確認した。</p> <p>4月17日(水)</p>			

<p>00 時 52 分 09 時頃</p>	<p>県の高圧ガス担当者に対し、メールで概要を報告した。 県の高圧ガス担当者に対し、電話で改めて状況を報告した。</p>
<p>事故発生原因の詳細</p> <p>1. 落雷による 1 号コジェネレーション設備の停止</p> <p>1 号コジェネレーション設備が停止した原因は、事業所付近で発生した落雷による接地系からのサージ電圧の侵入に起因すると考えられる。事故当時は各種接地を個別に埋設し、主接地盤まで配線しており、制御回路への避雷器などの保護装置の設置や、雷対策として知られる等電位ボンディングなどは行っていなかった。</p> <p>2. 1 号コジェネレーション設備停止時の自動負荷遮断の不作動による他の自家発電設備の運転停止および停電</p> <p>本来であれば、自家発電設備の異常停止などにより電力の需給バランスが崩れるときは、自動負荷遮断 (Auto Load Shedding) が作動するところ、電気信号出力の不具合により作動しなかったため、全ての自家発電設備の運転が停止し、全停電に至った。なお、各自家発電設備の試運転時は模擬信号による動作テストを行っていたため、信号出力の不備を発見できなかった。</p> <p>3. 重合禁止剤の拡散混合不足</p> <p>以下の理由により、重合禁止剤が槽内で十分に混合されなかったことから、重合反応が止まらず、内圧が上昇し続けたため安全弁が作動に至ったと考えられる。</p> <p>(1) 事故が発生した重合槽は他社から移管したものであり、他系列の重合槽とは攪拌翼や邪魔板の仕様が異なり、攪拌機停止後の慣性による重合槽系内の流動性が低かったと考えられること。</p> <p>(2) 移設当時は槽内部に付設していた緊急攪拌用駆動装置が老朽化しており、補修用部品が入手困難であったことから、当該装置を撤去したうえで代替として下部重合禁止剤投入設備を設置したが、停電を考慮した設備になっていなかったこと。</p> <p>(3) 1 号コジェネレーション設備停止により、工場の電力需要に対し自家発電の能力が不足したため周波数が低下した。これに伴い攪拌回転数が通常約 15% 低下した状態で設備が停止したことで、重合槽の攪拌機や系内流動の慣性力を活用できなかったこと。</p>	
<p>事業所側で講じた対策(再発防止対策)</p> <p>1. 落雷による設備停止に係る対策</p> <p>落雷によるサージ電圧の影響を防ぐため、優先順位の高い電気設備の接地極間にサージ保護デバイス (SPD) を設置した (図 5、6 参照)。落雷などによるサージ電圧侵入時に作動させて接地極間の電氣的接続を行うことで、サージ電圧による影響を分散、低減する。</p> <p>2. 自動負荷遮断の不作動に係る対策</p> <p>自家発電設備の信号出力の不具合の改善を行ったうえで、定期停電点検のために自家発電設備の運転を停止する際に、自動負荷遮断が作動することを確認する運用とした。</p> <p>3. 重合禁止剤の拡散混合不足に係る対策</p> <p>(1) 重合禁止剤の投入方法を見直し、より重合禁止剤を短時間で投入できるよう、下部から禁止剤を投入する際に窒素で加圧する方式とし、また攪拌停止時の重合禁止剤の投入待ち時間を 10 秒から 1 秒に短縮した。</p>	

<p>(2) 重合槽に重合禁止剤を投入した場合の反応停止機構の技術的な検証を行わずに、緊急攪拌用駆動装置を撤去してしまったことへの対策として、事業所規程類の見直しを行い、リスクアセスメントや変更管理を改めて徹底することとした。</p>
<p>教訓(事故調査解析委員会作成)</p> <p>① 他社から設備を移設して使用する場合は、安全対策に万全を期すため、リスクアセスメントを実施したうえで、自社と他社の設備管理および運転管理の違いを整理し、移設後の設備管理、運転管理に反映することが重要である。加えて、リスクアセスメントの際には、落雷およびその他の異常気象(大雨、高温、低温など)によるリスクも十分に検討することが望ましい。</p> <p>② 設備の変更を行う際は、変更管理を徹底し、リスクアセスメントを実施することで、変更の妥当性や保安への影響を検証することが重要である。</p> <p>③ 自家発電設備について、特に保安上重要な設備においては、落雷による接地からのサージ電圧の侵入などの影響を考慮し、必要な対策を講じるとともに、事前に対策が有効に機能することを確認しておくことが重要である。</p> <p>④ 模擬信号による自動遮断装置やインターロックなどの作動試験においては、設備からの信号出力の強度が十分であることが確認できないため、作動条件に応じて別途確認することが望ましい。</p>
<p>事業所の事故調査委員会</p> <p>所長、製造、工務、および事業所環境安全の出席による事業所事故調査委員会を4回開催(2024年5月23日～2024年9月6日)して、原因究明と再発防止対策の検討を行った。</p>
<p>備考</p> <p>同事業所では、過去にも安全弁作動による塩化ビニルの漏えい事故が発生しており、以下の2件について事故概要報告を作成している。</p> <p>2018-498: 塩ビペースト研究設備の内圧上昇による安全弁作動</p> <p>2020-416: 塩化ビニル製造施設 安全弁作動による塩化ビニルモノマー放出事故</p>
<p>キーワード</p> <p>落雷、停電、塩化ビニル、重合反応、安全弁作動、重合禁止剤、安全弁、漏えい、可燃性ガス、異常気象、自然災害、Natech</p>
<p>関係図面(特記事項以外は事業所提供)</p>

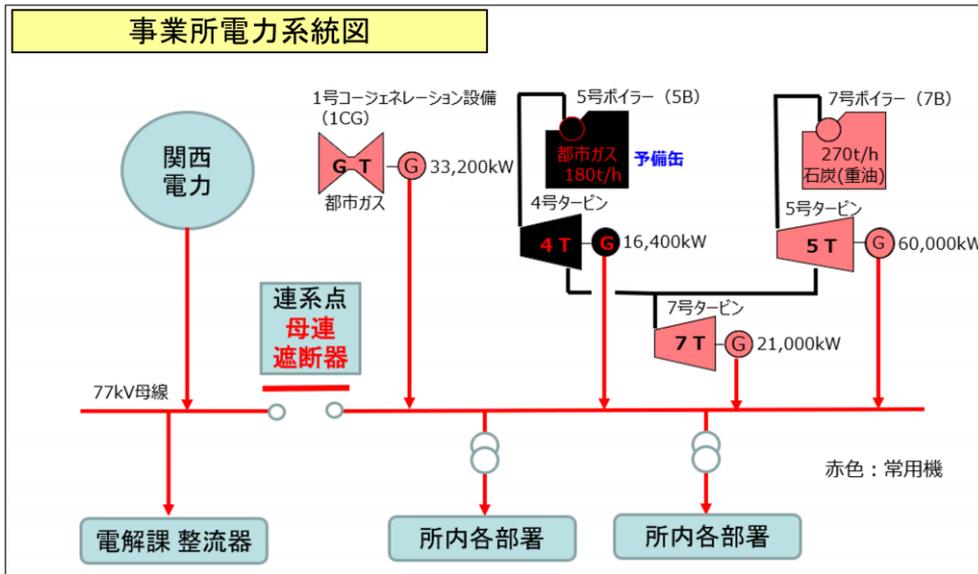


図1 事業所の電力系統(主要設備)

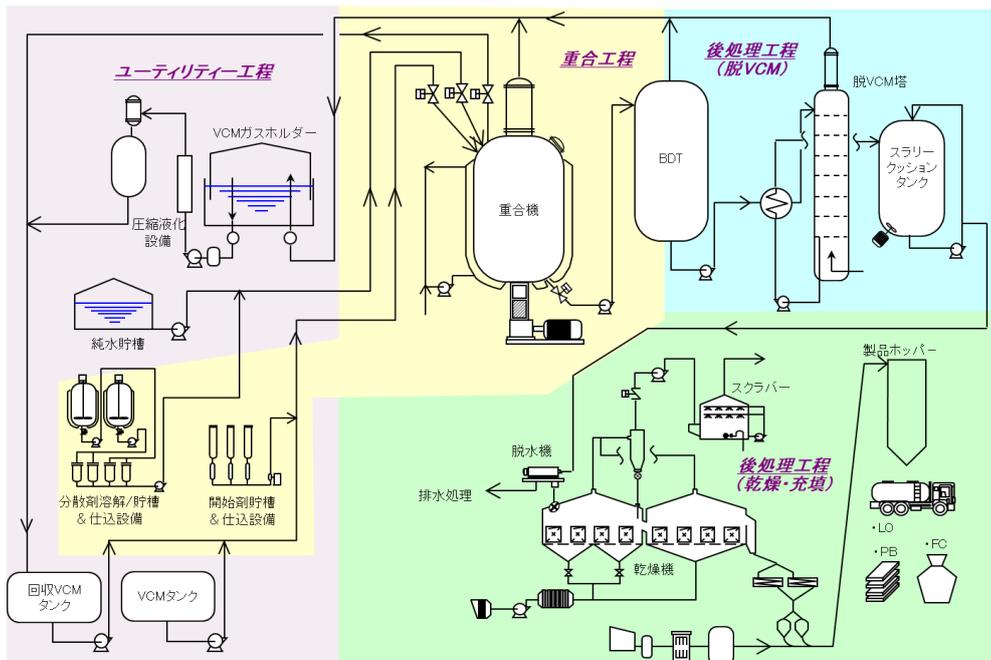
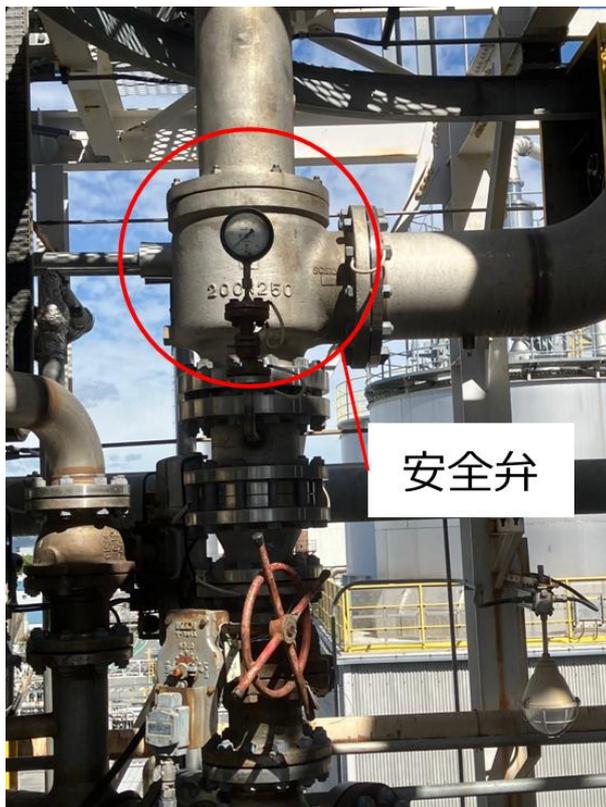


図2 塩ビ樹脂製造工程



図3 重合槽の外観



安全弁

図4 作動した安全弁の外観

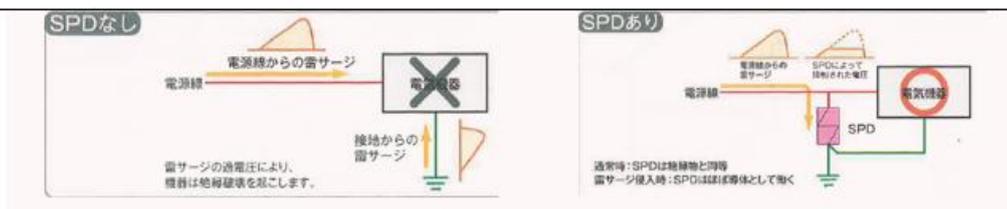


図5 サージ保護デバイス(SPD)の接続系統図

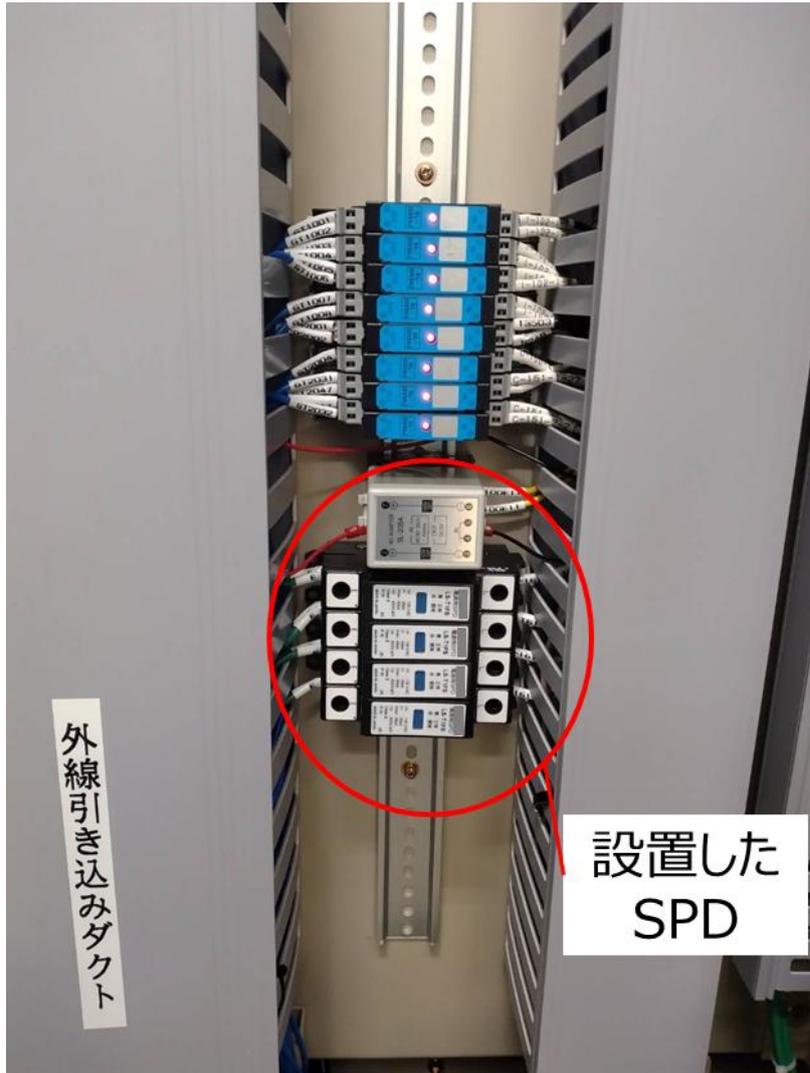


図 6 設置した SPD(実物)