

## ＜参考＞ コールド・エバポレータに係る全国の事故事例

### 重要事故事例 1

事故名称	液化窒素CEの安全弁元弁閉止による貯槽の破裂事故		
発生日月	1992年8月28日	発生場所	北海道
事業所の区分	製造事業所（一般）	業種	食品加工
設備の種類	液化窒素CE		
事故区分	爆発		
発災した設備	超低温貯槽		
取扱状態	停止中		
死傷者数	死者 0名 重傷 0名 軽傷 0名 計 0名		
事故概要	<p>7月2日、液化窒素をCEに充填した後、発災日までの2か月間当該設備は使用されていなかった。この間、すべての弁が閉止されていた。</p> <p>8月28日、当該CEの貯槽が突然破裂（内槽7個、外槽11個に破断し、周辺に飛翔）し、当該CEが設置されていた食品加工工場が半壊したほか、周辺の工場25棟、駐車中の車両36台に損壊を与え、被害総額は、4億3,600万円に及んだ。なお、事故当時、周辺は無人数であったため、人的被害は生じなかった。</p>		
原因	<p>＜直接原因＞</p> <p>調査の結果、液化窒素を充填してから発災日までの2か月間にわたり安全弁元弁等の保安上重要なバルブを含めたすべてのバルブが閉止されていたことで、外部熱の侵入により徐々に液化窒素が内槽内で気化し、安全装置が作動しないまま内圧が上昇し、破壊に至った。</p> <p>＜間接原因＞</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・当該CEは工場長のみが操作を行い、他の従業員はノータッチであった。</li> <li>・機器のメンテナンスは業者任せになっていた。</li> <li>・社内においても保安マニュアルが不十分であり、保安教育もなされていなかった。</li> </ul> <p>以上より、当該工場の管理者、従業員とも、高圧ガスの保安に関する知識も保安意識も欠如しており、これが原因で、不適切な操作、管理を招いたと考えられる。</p>		
再発防止対策	<ul style="list-style-type: none"> <li>・安全弁元弁は常時開が義務付けられているため、「常時開」の表示及び手で容易に操作できない措置を講じる。</li> <li>・CEの操作について、保安管理マニュアルを整備するとともに、点検日報等を用いて使用していないときも含めて日常的に管理する。特に保安上重要な弁等の開閉状態は、常に点検する。</li> <li>・事業所の責任者及び従業員は、保安教育を通じて、法令遵守の徹底、保安管理技術の向上、保安意識の高揚に努め、高圧ガス設備を適切に管理するための能力を養う。</li> </ul>		
教訓	<p>CEを取り扱うすべての関係者はCEの有する危険性を熟知し、取扱いを適正に行うとともに、施設を安全な状態に維持しなければならない。このため、安全教育と訓練を継続し、日常点検、定期点検を充実するなど常に事故防止のための努力を怠ることなく、全員が保安確保の意識を持ち続けることが大切である。</p>		

## 重要事故事例 2

事故名称	液化アルゴンCEの送ガス蒸発器からのアルゴンガス漏えい事故		
発生日月	2005年4月6日	発生場所	千葉県
事業所の区分	製造事業所（一般）	業種	機械
設備の種類	液化アルゴンCE		
事故区分	漏えい		
発災した設備	送ガス蒸発器（アルミニウム合金製空温式）		
取扱状態	通常運転時		
死傷者数	死者 0名 重傷 0名 軽傷 0名 計 0名		
事故概要	<p>液化アルゴンCEを通常運転中、保安課係員が巡回点検したところ、送ガス蒸発器のフレームが変形し、アルミフィン管群が傾斜して、フィン管下部からアルゴンガスが漏えいしているのを発見した。直ちに送液バルブを閉止し、漏えいを止めた。</p>		
原因	<p>&lt;直接原因&gt;</p> <p>送ガス蒸発器の液入口側のアルミフィン管（A6063S-T5）に大量の氷が付着し、その氷の成長による重みと膨張で徐々に蒸発器フレーム部分に変形し、フレームに乗っている状態のフィン管群がフレームから脱落した。</p> <p>フィン管が脱落した際に液入口集合管（φ50×t3）の端部が架台に接触したため、過大な応力がフィン管の根元部分に係り、液入口側第1列目のフィン管根元付近（集合管から立ち上がっているベント管とフィン管の溶接部の上部側で、フィンを除去した部分の母材）に亀裂が発生し、アルゴンガスが漏えいした。</p> <p>&lt;間接原因&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 日常点検時の氷の除去処理が不十分であったこと。</li> <li>・ 蒸発器1基で24時間操業を行い、着霜が急速に成長したこと。</li> </ul>		
再発防止対策	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 24時間連続運転する場合は、送ガス蒸発器を2基設置し、適宜切り替えて運転するなど、送ガス蒸発器への過大な着氷を防止する。</li> <li>・ 日常点検により、着霜状況やフレーム等の変形状況を点検し、こまめに氷の除去処理を行う。</li> </ul>		
教訓	<p>蒸発器に付着した霜が氷となり成長すると、予想外の大きな負荷や荷重が発生するので、アルミ部材やフレームが変形し、亀裂が生じることで、高圧ガスの漏えい事故につながるおそれがあるため、連続運転を行う場合には、特に注意が必要である。</p> <p>また、始業前点検や日常点検でフレームの変形などの設備異常が見つかった場合には、運転を止めて点検を行うなど適切な事故防止措置を行い、保安の確保を最優先する。</p> <p>なお、氷をハンマーで叩くと、蒸発器のアルミ部材などが損傷するおそれがあるので、適切な方法で氷を除去する必要がある。</p>		

### 重要事故事例 3

事故名称	液化窒素CEの送ガス蒸発器の転倒による窒素漏えい事故		
発生日月	2004年9月7日	発生場所	山口県
事業所の区分	製造事業所（一般）	業種	一般化学
設備の種類	液化窒素CE		
事故区分	漏えい		
発災した設備	送ガス蒸発器（アルミニウム合金製空温式）		
取扱状態	停止中		
死傷者数	死者 0名 重傷 0名 軽傷 0名 計 0名		
事故概要	<p>液化窒素CE下流側にある送ガス蒸発器（D2, 100mm×L1, 100mm×H4, 530mm）が台風18号の強風を受けて転倒した。</p> <p>このため、液化窒素入口配管（25A）及び窒素ガス出口配管（50A）が破損し、窒素ガスが漏えいした。この設備は停止中であり、転倒に気付いた従業員が貯槽の元バルブを閉めるまでの数分間、窒素ガスが漏えいした。</p>		
原因	<p>&lt;直接原因&gt;</p> <p>当該設備を基礎に固定するための基礎ボルトは、設計上はM24×450mmのケミカルアンカーを使用しなければならなかったはずが、実際にはM24×120mmのものが使用されていた。そのため、基礎ボルトの埋め込み不足により引抜耐力が不足した状況で、台風18号の強風で基礎ボルトに過大な引張応力が発生したため、基礎からボルトが抜けて本体が転倒した。</p> <p>&lt;間接原因&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・設置時の施工管理不良により、基礎ボルトに必要な引抜耐力が不十分であったこと。</li> </ul>		
再発防止対策	<ul style="list-style-type: none"> <li>・設計どおりの工事が実施されるよう、工事管理を徹底する。</li> <li>・設置位置の変更や風防対策等を行う。</li> <li>・万が一送ガス蒸発器が転倒したとしても、高圧ガスの漏えい量を最小にするよう、強風時や停止時は貯槽の元弁を閉止する。</li> <li>・再発防止のための教育を実施する。</li> </ul>		
教訓	<p>自然災害の防災対策として、高圧ガス事業所では、高圧ガスのすべての関係者が防災意識を持ち、高圧ガスによる二次災害の未然防止を図っていくことが重要である。本事例は工事の施工管理ミスがあり、これが台風による予期せぬ事態が発生して事故に発展した事例であり、関係事業者にはより一層の適切な工事管理の徹底が求められる。</p> <p>また、高圧ガス設備には地震や津波、強風、雪害といった様々な自然災害が襲い掛かる可能性を考慮し、設備を設置する段階から自然災害を考慮した設置計画を立てることが望まれる。例えば、強風対策であれば送ガス蒸発器が直接強風を受けないよう設置位置を検討し、または植栽等の風防設備を設置するといった工夫が考えられ、雪害対策であれば工場の屋根からの落雪による破損がないよう軒下での設置を避けるなどの工夫が考えられる。</p> <p>また、自然災害が発生した際に設備の破損やそれによる二次被害の発生を防止するため、防災マニュアルを定め、防災訓練を行い、自然災害が予想され、又は発生した際には、二次被害を防止するための行動をスムーズに行えるよう準備しておくことが望ましい。</p>		

### 事例 1

事故名称	液化窒素の移充てん作業中の確認ミスによる窒素ガス漏えい事故		
発生年月日	1990年8月27日	発生場所	神奈川県
事業所の区分	製造事業所（一般）	業種	研究所
設備の種類	液化窒素CE		
事故区分	漏えい等		
発災した設備	液化窒素タンク及びデュア一瓶（開放容器）		
取扱状態	移充てん作業中（定常）		
死傷者数	死者 1名 重傷 0名 軽傷 0名 計 1名		
事故概要	<p>液化窒素を事業所のCEから研究室内に供給する配管から100Lデュア一瓶に液化窒素を移充填していた。</p> <p>作業中、急用により作業者が配管を閉めないまま現場を離れたため、不在の間にデュア一瓶から液化窒素があふれ、窒素ガスが研究室に充満した。その後、用事を終えて研究室に戻った作業員が窒息し、死亡した。</p>		
原因	認知確認ミス（現場の離脱）		

### 事例 2

事故名称	気密試験中のホース脱落による窒素ガス漏えい事故		
発生年月日	1997年4月19日	発生場所	福岡県
事業所の区分	製造事業所（一般）	業種	建設
設備の種類	液化窒素CE		
事故区分	漏えい等		
発災した設備	タンクローリ、ホース、配管		
取扱状態	気密検査中（非定常）		
死傷者数	死者 0名 重傷 0名 軽傷 1名 計 1名		
事故概要	<p>液化窒素貯槽及び同配管の気密試験を行うため、タンクローリと配管を接続し、加圧していた。</p> <p>気密検査終了後、ホース内の残ガスを放出するためホースと配管の接続部をゆるめたところ、ナットが脱落し、ガスが噴出したため、ホースが飛びはね、作業員に当たり負傷した。</p>		
原因	誤操作（ガスの放出方法）		

### 事例 3

事 故 名 称	液化酸素CEのバルブの締結不良による酸素ガス漏えい事故		
発 生 年 月 日	1997年10月9日	発 生 場 所	長野県
事業所の区分	製造事業所（一般）	業 種	機械
設 備 の 種 類	液化酸素CE		
事 故 区 分	漏えい等		
発災した設備	バルブ		
取 扱 状 態	通常運転中（停止）		
死 傷 者 数	死者 0名 重傷 0名 軽傷 0名 計 0名		
事 故 概 要	<p>CEの送液弁付近から酸素ガスが漏えいしている状況を通行人が発見し、販売店の責任者が送液弁フランジのボルトナットを締め付け、漏えいを停止した。ボルトナットの締め付けが不足していた上に、外気温の冷えこみによりガスケットが収縮し、隙間が生じたことで酸素ガスが漏えいした。</p>		
原 因	点検不良（締付不良）		

### 事例 4

事 故 名 称	液化酸素CEの配管割れによる酸素ガス漏えい事故		
発 生 年 月 日	2001年7月9日	発 生 場 所	神奈川県
事業所の区分	製造事業所（一般）	業 種	電気
設 備 の 種 類	液化酸素CE		
事 故 区 分	破裂等		
発災した設備	配管		
取 扱 状 態	通常運転中		
死 傷 者 数	死者 0名 重傷 0名 軽傷 0名 計 0名		
事 故 概 要	<p>巡回中、係員がCEの検液管内部管と外部管の継手部付近から酸素が漏えいしている状況を発見し、直ちに関係機関に連絡、貯槽周辺への立入禁止措置、貯槽の残液をタンクローリへの移液措置を実施した。</p> <p>検液管内部管と外部管の銀ろう付部に長さ7mmのクラックとともに、周辺に打撃による変形跡が認められた。過去、使用中に液取出管に付着した氷を取り除くためにハンマーを用いたことから、銀ろう付部にクラックが発生したものとみられる。</p>		
原 因	劣化（打撃による亀裂）		

### 事例5

事故名称	液化炭酸ガスCEの安全弁作動による炭酸ガス漏えい事故		
発生日月	2001年12月21日	発生場所	高知県
事業所の区分	製造事業所（一般）	業種	電気
設備の種類	液化炭酸ガスCE		
事故区分	漏えい等		
発災した設備	安全弁		
取扱状態	充填中（停止）		
死傷者数	死者 0名 重傷 0名 軽傷 0名 計 0名		
事故概要	<p>液化炭酸ガス容器に充填作業をしていた。充填作業終了時に加圧ラインバルブの閉止をし忘れたため、夜間、炭酸ガス貯槽の圧力が上昇し、安全弁から炭酸ガスが噴出した。従業員が現場に駆けつけ加圧ラインのバルブを閉止し、圧力を下げる措置を行った。</p>		
原因	認知確認ミス（バルブの閉止）		

### 事例6

事故名称	液化酸素CEのバルブの腐食による酸素ガス漏えい事故		
発生日月	2003年12月29日	発生場所	富山県
事業所の区分	製造事業所（一般）	業種	電気
設備の種類	液化酸素CE		
事故区分	漏えい等		
発災した設備	バルブ		
取扱状態	通常運転中		
死傷者数	死者 0名 重傷 0名 軽傷 0名 計 0名		
事故概要	<p>液化酸素CEの送液ラインのバルブ（グローブ弁）のボンネットから液化酸素が漏えいし、霜が付着している状況を発見したため、設備を停止した。</p> <p>バルブのボンネット部が経年により腐食し、開口に至ったものと思われる。</p>		
原因	劣化（腐食）		