

高圧ガスの安全対策－消費編－

中井 知章

高圧ガスの事故は、事業所における製造、貯蔵、消費の場面で多く発生しているが、現在事故の未然防止のためにリスクアセスメント活動が行われている。高圧ガスを使用(消費)する場面でリスクを特定し低減するリスクアセスメントに従って説明するとともに、高圧ガス消費の基本事項について解説する。

キーワード：安全意識、高圧ガス事故、高圧ガス保安法、高圧ガス消費

1 はじめに

東日本大震災以降、少なからず国民は「安全意識」が高まり、高圧ガスの取扱者も安全を意識して、取り扱うようになった感じがする。何よりも大事なものは、安全意識が有るか無いかである。毎年、高圧ガス保安活動促進週間が10月23日から10月29日に行われているが、2015年度のスローガンは「危険見つけてみんなで改善 意識高めて安全職場」、2016年度のスローガンは「見えますか? あなたのまわりの見えない危険 みんなで見つける安全管理」であるように、安全意識を持つことが最も重要である。

高圧ガスの雑誌、本にたびたび登場する「安全の反対は危険でなく無意識である」というフレーズはそれを物語っている。

高圧ガスのもつ危険性をよく理解し、実際の作業でリスクを特定し、分析、評価し、対策を立て、是正処置を行うという一連の「リスクマネジメント」をベースとした保安活動に取り組んで頂きたい。

2 高圧ガス事故の傾向

2.1 高圧ガス事故の特徴

図1は、平成15年から平成25年までの高圧ガス事故件数の推移をみたものである。高圧ガスの事故件数は、平成15年の約400件から増加し平成23年で1000件を超えたが、それ以降は減少し平成25年で800件を切った。高圧ガスの事故件数は、盗難・紛失とガス漏れが事故と

して取り扱われ、カウントされ、中でも盗難件数が約60%も占めているのが大きな特徴である。盗まれるものは電気に代わるエネルギーとして貴重なLP容器がほとんどで約90%である。またその他にアセチレンと酸素ボンベが盗まれる。盗まれたものは、宝石商の店のシャッター破りや自動販売機の小銭箱の焼き切り、さらにはガソリンと一緒に積んで行政機関の建物に突っ込むといったテロ行為に悪用される場合があり、ボンベの管理はしっかりとしなければならないことが課題となっている。

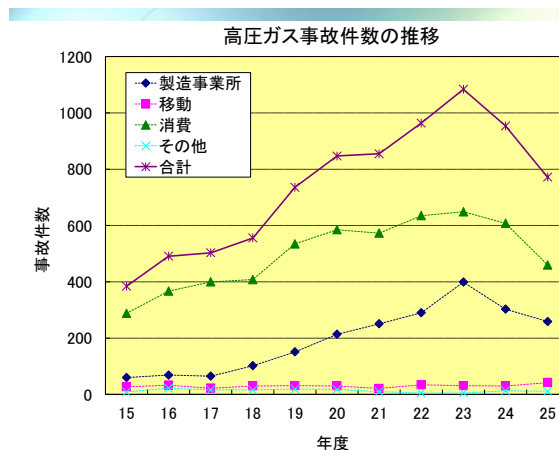


図1 高圧ガス事故件数の推移

使用別に事故件数をみると、製造事業所での事故件数が最も多く、しかも比例的に増加している。消費での件数は若干増加し、移動での件数は横ばいである。大量にガスを使用する事業所での保安活動が問われるところである。

表1は、消費先でのガス別事故件数であるが、アセチレンとLPガスの事故が多く、約70%を占め、次に酸素の事故となっている。これは、溶接

(ヘッダー、フッターは使用しない)

や切断作業による事故が後を絶たないことを示している

表1 ガス別事故件数

消費先事故の物質別		平成25年12月末日						
	アセチレン	LPガス	塩素	酸素	特殊高圧ガス	その他	合計	
H25年	49	370	0	19	0	22	460	
H24年	63	520	0	7	0	18	608	
H23年	52	552	0	26	0	19	649	
H22年	54	532	0	26	0	23	635	
H21年	48	491	1	14	1	18	573	
合計	266	2465	1	92	1	100	2925	

消費先災害の物質別		平成25年12月末日						
	アセチレン	LPガス	塩素	酸素	特殊高圧ガス	その他	合計	
H25年	9	24	0	2	0	10	45	
H24年	34	37	0	2	0	10	83	
H23年	14	31	0	7	0	10	62	
H22年	16	39	0	13	0	13	81	
H21年	10	25	1	1	1	11	49	
合計	83	156	1	25	1	54	320	

2.2 高圧ガスの原因

図4は、事故件数（4年間の合計）を原因別に見たものである。最も多いのが劣化・腐食である。屋外に設置されるタンクの外槽は鉄（SS400）で作られており、環境に強い材料で作製されていない。したがって、長年雨水に晒されると、劣化・腐食が進み、特に溶接部でピットが発生しガス漏れといった事故が発生する。また屋外のボンベ置き場で屋根のない場合は、ボンベの底面が雨水に晒されて腐食が進み、ある日突然ボンベが爆発するといった事故が後を絶たない。これらの事故は、月例や半年等の定期点検によって劣化・腐食箇所を見つけ、そこを修理することによって未然に防止することができる。これは定期点検の重要性が指摘される場所である。

次に多いのが、日常作業で発生する認知確認ミス、誤判断、誤操作といったヒューマンエラーによる事故である。作業に至るまでの人の情報処理は、情報入力、判断・意思決定、行動といった三つ過程を経過するが、いずれの過程においても事故が発生している。

例えば、圧力調整器を使用した場合の事故を見ると次のようになる。

認知確認ミスによる事故では、ガス切断作業前に調整器につなぐホースのジョイントが緩んでいないか、ガス漏れチェックをせずに、ガスを供給してしまい作業中にガスが漏れて引火爆発事故が起こった場合、誤判断による事故では、酸素が支燃

性ガスであるにもかかわらず禁油処理していない調整器を使用して、発火燃焼に至った場合、誤操作による事故では、調圧ハンドルを右に回した状態で容器弁を急に開けて、調整器が破損し顔に負傷した場合である。

原因別における高圧ガス事故件数（災害）

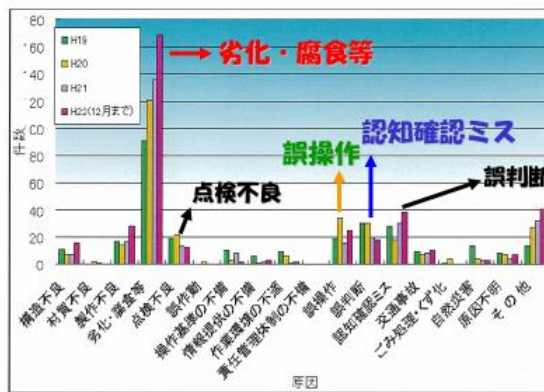


図4 原因別による高圧ガス事故件数

3 リスク低減への取り組み

3.1 高圧ガスの危険性

高圧ガスは各種の危険性をもっている、危険源（ハザード）である。図5は高圧ガスの種類を危険性別に分類したものである。可燃性ガス、支燃性ガス、不活性ガス、毒性ガス、腐食性ガスの五種類に区別されるが、中には複数の危険性をもったガスが存在する。

高圧ガスの種類と分類

【容器内部の状態による分類】

1. 圧縮ガス : 酸素、窒素、アルゴン、ヘリウム、水素、メタン等
2. 溶解ガス : アセチレン (法令上は圧縮ガス)
3. 液化ガス : 炭酸ガス、プロパン、アンモニア、塩素、メチル・メチル、(超低温) 液化酸素、液化窒素、液化アルゴン、液化ヘリウム等

【ガスの性状による分類】

1. 可燃性ガス : 水素、アセチレン、プロパン、メタン、アンモニア等
2. 支燃性ガス : 酸素、空気、塩素、亜酸化窒素、三フッ化窒素等
3. 毒性ガス : アンモニア、塩素、一酸化炭素、硫化水素等
4. 腐食性ガス : アンモニア、塩素等
5. 不活性ガス : 窒素、アルゴン、炭酸ガス、ヘリウム等
6. 特殊高圧ガス : モノシラン、ジシラン、アルシン、ホスフィン、モノゲルマン、セレン化水素、ジボラン

図5 高圧ガスの種類と分類

高圧ガスを取り扱うということは、これらの危険源と接触しそこでリスクが発生する。リスクを低減できなければ事故災害に至る。図6は各種危険源とリスク発生の結果生じた災害の関係を示し

(ヘッダー、フッターは使用しない)

たものである。ボンベに充填された圧縮ガスや超低温液化ガスは「高圧」という危険源であり、破裂、爆発に至る。アセチレン、水素などの可燃性ガスや酸素、亜酸化窒素、塩素、三フッ化窒素などの支燃性ガスは「支燃性、可燃性」という危険源であり、火災、爆発に至る。窒素やアルゴン、ヘリウムなどの不活性ガスは「窒息性」という危険源であり、酸欠に至る。液化窒素や液化酸素などの超低温液化ガスは「超低温」という危険源であり、「凍傷」に至る。一酸化炭素やアンモニア、塩素、硫化水素などは「毒性」という危険源であり、中毒に至る。ここで、高圧ガス保安法では可燃性ガスは爆発限界（空気と混合した場合）の下限が10%以下のもの、又は爆発限界の上限と下限の差が20%以上のものと定義されている。また毒性ガスは法で規程された33種類のガス（アンモニアなど）又は許容濃度が200ppm以下のものと定義されている。ここでいう許容濃度とは、ACGIH（米国産業衛生専門家会議）の定めたTLV-TWA（1日8時間、1週40時間の時間加重平均濃度で、労働時間中、連日繰り返し曝露されても大多数の労働者が健康上悪影響を受けない濃度）の値を採用している。

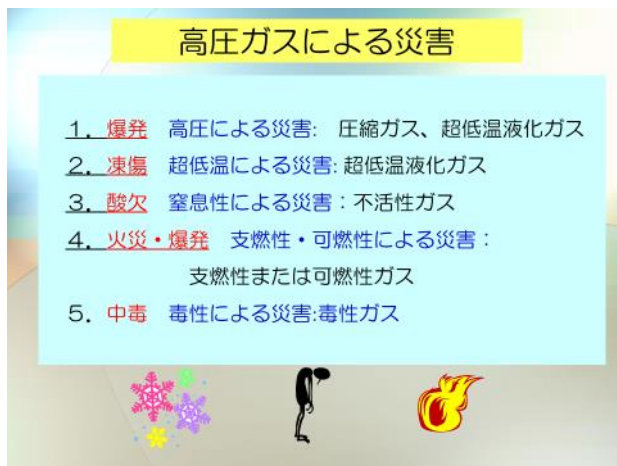


図6 高圧ガスによる災害

3.2 リスクの特定

発生したリスクをいかに低減していくかが、高圧ガスの安全対策である。まずは、高圧ガスの供給方法を各自の作業手順と照らし合わせて、リスク発生の個所、条件を特定することが肝要である。

供給方法としては、大きく分けて次の三つの場合がある。一つめは、屋外の液化タンクから魔法

瓶に液充填し屋内に運んで装置に移送して供給する方法である。この場合、液充填、魔法瓶の移動、装置に移送という作業でリスクが発生する。二つめは、屋外のタンク又はボンベ貯蔵庫から配管で屋内に供給する方法である。この場合、所定の圧力に設定し供給するための圧力調整器の操作でリスクが発生する。三つめは、ボンベや可搬式液化容器を屋内に持ち込んで、圧力調整器でもって所定の圧力に設定して供給する方法である。

この場合、容器の移動、圧力調整器の操作でリスクが発生する。

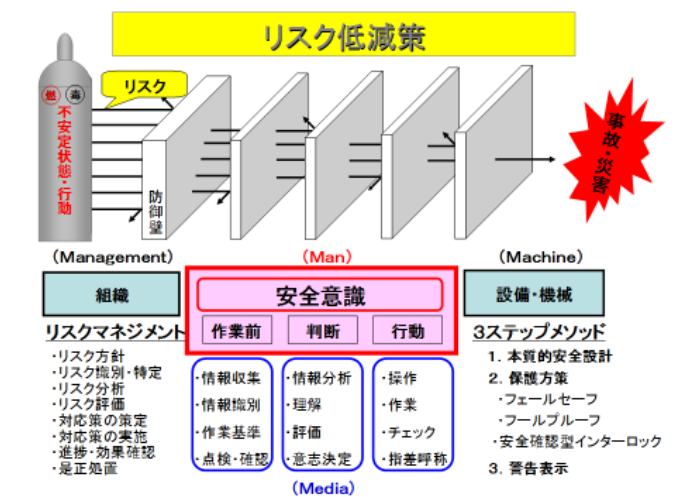
従って、それぞれの作業でリスクが発生するわけで、それぞれのリスクの頻度や影響度を調べ、リスクを評価し適切な対策を打たなければならない

3.3 リスクの低減

事故災害の発生メカニズムは、危険源（ハザード）があつて、それに遭遇することで、事故が発生しそれが起因して災害に至る。ハザードには、不安定状態と不安定行動がある。リスク対応策として、回避、軽減、転嫁、受容、発生時対応があるが、事故災害件数の低減を目的に、発生確率が少なくなく、ある程度の損害の生じるリスクを対象に考えると、図8のように、幾つかの防御壁を設けることで、許容レベルまでリスクの低減が図られている。防御壁は、上流の「組織のリスクマネジメント強化」、中流の「ヒューマンエラー防止対策」、下流の「設備・機械の安全対策」と3つある。「ヒューマンエラー防止対策」を基本として組織と機械に対しての安全対策を施すことで、許容できるまでリスクを低減することが、筆者の安全対策の考えである。ヒューマンエラー防止対策の基本は、個人が安全意識をもつことに尽きる。

しかし、絶対安全はなく、人間はミスをする、機械は故障することを前提とした「フェールセーフ」や「フルプルーフ」を取り入れた機械・設備は防御壁の最後の砦であるが、機械・設備の安全にかかるコストとトレードオフ関係にあるので、安全対策は上記3つの防御壁を総合的に考えなければならない。

(ヘッダー、フッターは使用しない)



4 高圧ガス消費の基本事項

高圧ガスの取り扱いの基本は、許可や届け出や不要であっても、遵守しなければならない基本事項がある。ここでは消費の基本事項について述べる。

消費の基本事項は、高圧ガス保安法一般則第 60 条の「その他消費に係る技術上の基準」として 19 項目が明記されている。そのうちで、シアン化水素と酸化エチレンを除く、通常使われるガスの 17 項目について述べる。

- 1)バルブは静かに開閉する。
- 2)充填容器等の転落・転倒、バルブの損傷しないよう粗暴な取り扱いをしない。
- 3)容器の加熱は 40℃以下の湯、空調設備で行う。
- 4)腐食防止の措置を講じる。
- 5)バルブ、コックには適切な操作できる措置を講じる。
- 6)バルブに過大な力をかけない。
- 7)通風の良い場所で行い、かつ容器を 40℃以下に保つ。
- 8)可燃性ガスおよび酸素の消費設備から周囲 5 m 以内は火気厳禁、また引火性、発火性のものを置かない。
- 9)可燃性ガスの貯槽には静電気の除去の措置を講ずる。
- 10)可燃性ガスおよび酸素の消費設備には適切な消火設備を設ける。
- 11)溶接又は熱切断用アセチレンの消費は、逆火、漏洩、爆発等による火災を防止するための措置

を講じる。

- 12)溶接又は熱切断用天然ガス・液化石油ガスの消費は、逆火、漏洩、爆発等による火災を防止するための措置を講じる。
- 13)酸素の消費は、バルブ及び消費に使用する器具の石油類、油脂類その他可燃物を除去した後にする。
- 14)消費した後はバルブを閉じ、容器の転倒およびバルブの損傷を防止する措置を講じる。
- 15)消費設備を修理又は清掃するときは、下記 5 項目に注意する。

①作業計画、責任者を定め、以上のあった時に通報する措置を講ずる。

②可燃性ガス、毒性ガス、酸素の設備修理は、不活性ガス等で置換して行う。
可燃性ガスは爆発下限界の 1/4 以下、毒性ガスは許容濃度以下、酸素は濃度 22%以下になったことを確認する。

③設備内に入る場合は、空気中で再置換し、酸素濃度 18~22%になったことを確認する。

④開放して修理するときは他のガスからの漏洩を防ぐ措置を講ずる。

開放する部分の前後のバルブを確実に閉め、かつ開放する部分のバルブ又は継ぎ手に仕切板を挿入する。

⑤修理等が終了したときは、耐圧・気密試験、計器の作動、バルブの開閉状態等が正常であることを確認する。

16)消費設備の使用開始、終了時およびその他に一日一回以上点検する。

17)一般複合容器は水中で使用しない。

引用文献

高圧ガス保安協会の事故統計

中井 知章 (なかい ともあき)

技術士 (機械部門、総合技術管理部門)

所属先 中井知章技術士事務所

連絡先 10moaki.nakail@jcom.home.ne.jp