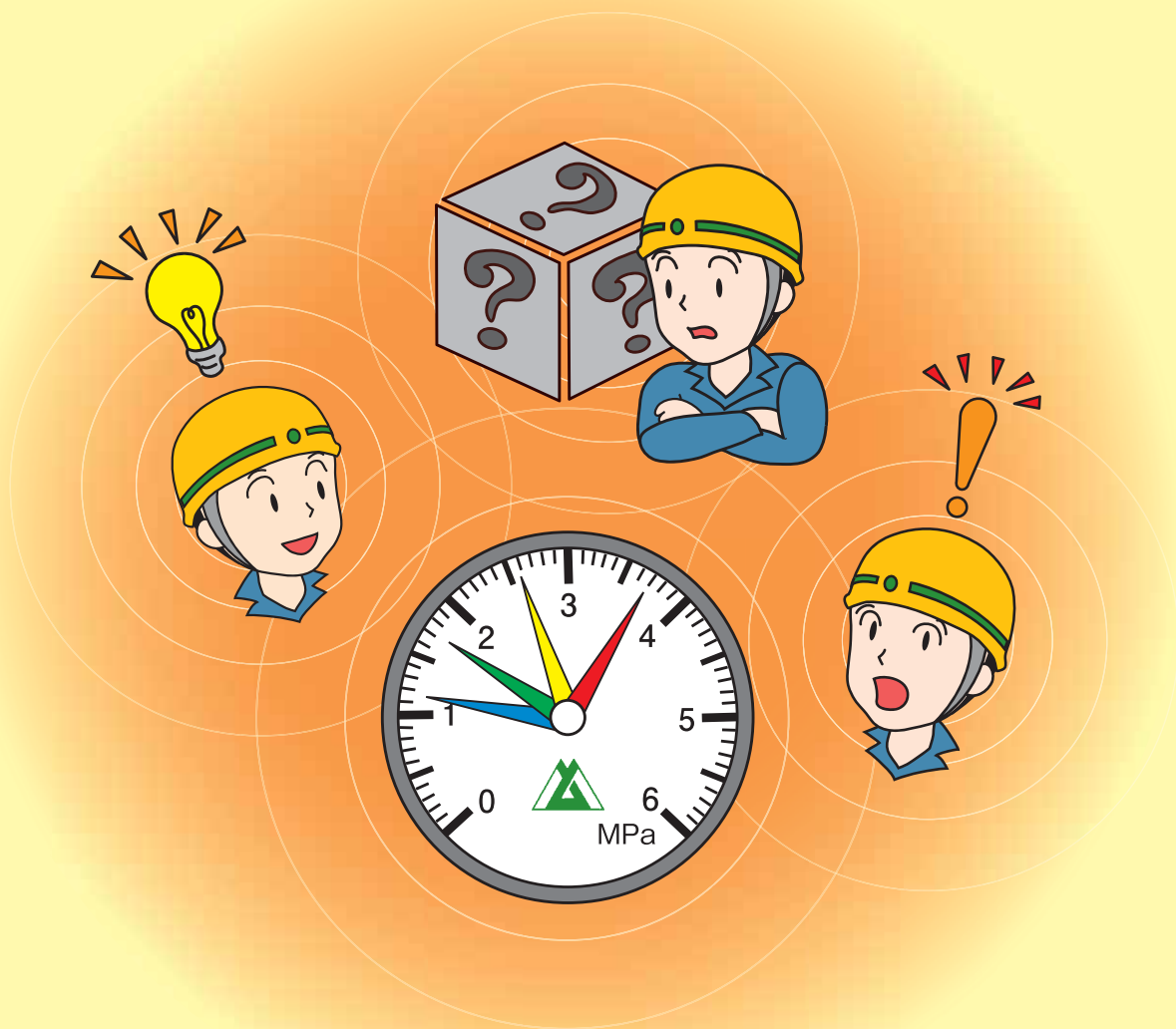


高圧ガスの取扱いの「なぜ?」「どうして?」

保安管理ノウハウ集

know-why



平成 23 年 3 月

 富山県

富山県高圧ガス安全協会

はじめに

近年、全国の高圧ガス事故の発生件数は、年間 300 件程度と高止まりの状況にあります。

これらの事故の直接的な原因は、「運転操作のミス」と「維持管理の不良」が多くを占めていますが、その背景にある要因として、作業者の保安意識や技術・技能の低下が指摘されています。

高圧ガス事故を防止するためには、様々な安全活動を展開するのみならず、高圧ガス保安法の技術基準や製造施設等の適切な運転・維持管理のために定められた「ノウハウ」を遵守することが必要です。

さらには、基準やノウハウを表面的に捉えるだけでなく、それらが定められた理由や背景を知り、理解することが重要です。

こうした、「なぜそうしなければならないか」を理解する「ノウホワイ」の教育が、近年、様々な分野で重視されるようになっていきます。

高圧ガスの取り扱いについても、ノウホワイを学習し、理解することで、高い意識を持って基準を守り、ノウハウを実践することができ、事故の未然防止につながることを期待できます。

本書は、高圧ガス保安法の技術基準を中心に、保安管理に役立つと考えられるノウホワイの事例を分かりやすくとりまとめたものです。

各事業所におかれては、ノウホワイ教育の推進のきっかけ、一助として、活用いただければ幸いです。

ノウホワイとは

ノウホワイ事例

○温度、圧力の用語	1
○高圧ガスの定義	3
○圧力による危険性	5
○保安のための距離	6
○耐圧試験、気密試験	8
○安全弁	10
○ガス漏えい検知警報設備	11
○毒性ガスの配管継手	13
○静電気	14
○貯槽への充てん	15
○高圧ガス貯蔵所	16
○特殊高圧ガスの指定	17
○アセチレンの逆火防止	18
○容器の塗色	19
○毒性ガス容器の安全弁	20
○容器への充てん	21
○容器の管理	23
○バルブの選定	25
○バルブの操作	26
○配管の管理	29
○フランジの種類	31
○ボルトの材質	32
○ボルトの管理	33
○モンキーレンチの使い方	35
○ウォーターハンマーの防止	36
○送ガス蒸発器の着霜	37
○再液化の防止	38
○ルールと作業標準	39
○指差呼称の効果	40

ノウホワイとは

物事のやり方、手順、コツなどの知識や情報を「ノウハウ (know-how)」といいます。ノウハウは、仕事や作業を円滑に、確実に、また、安全に進めるために必要な技術や知識であり、仕事や作業の基本となるものですが、何となく決まったものではなく、必ず決められた理由や背景があります。

「なぜ、こうなっているのか?」、「なぜ、そうしなければならないのか?」

こうしたノウハウの理由や背景を知り、理解することが「ノウホワイ (know-why)」です。

ノウホワイは、行動の動機付けとして非常に重要です。

動機付けが不十分で、ノウハウを単に様式・形式として捉えるようになると、決められたやり方や手順を都合よく「自己流」に変えていくことにつながり、安全が損なわれるおそれがあります。

また、プラントや設備の設計思想や運転条件の根拠等を理解していないと、異常が発生した場合に迅速・的確に対応できず、事故や災害につながる可能性もあります。

実際に、県内でも、プラントの設計思想を知らなかったことに起因する作業ミスで事故が発生しています。

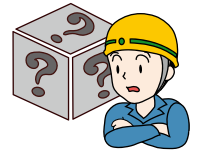
ノウホワイ事例

本書では、高圧ガス保安法の規制・基準の根拠や背景を中心に、高圧ガスの保安管理に役立つと考えられる、一般的、汎用的なノウホワイを Q & A 形式で掲載しています。

しかしながら、これらはノウホワイのほんの一部に過ぎません。

各事業所のプラントやプロセスには、まだまだ沢山のノウホワイが隠れているはずですので、みなさんで掘り起こしてみてください。

温度、圧力の用語



Q 「常用の温度」、「常用の圧力」という用語がありますが、「常温」、「常圧」とは違うのですか？

A

常用の温度、常用の圧力については、高圧ガス保安法では、それぞれ次のとおり定義されています。

常用の温度 その容器、装置等においてそれらが通常使用される状態での温度（温度が変動する場合は、その変動範囲のうち、規制に対する安全側の温度）をいいます。

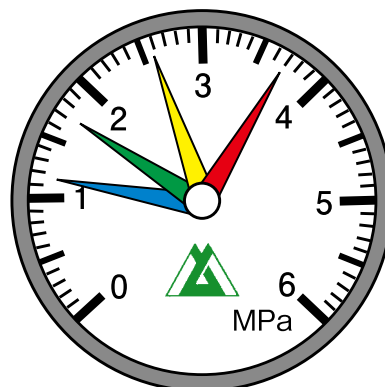
なお、コンビナート保安規則においては、処理設備内のガスの常用の温度が均一でない場合には、当該ガスを均一に混合した状態を想定して算出した平均温度をいいます。

常用の圧力 その製造設備又は消費設備においてそれらが通常使用される状態での圧力（圧力が変動する場合は、その変動範囲のうちの最高の圧力）をいいます。

なお、通常使用される状態には、操作の誤り等による異常時は含みません。一方、常温、常圧については、それぞれ次のような意味で表わされます。

常 温 一般的には、人の感覚で標準的な温度と思われる温度をいいますが、より厳密な定義としては、日本工業規格（JIS Z 8703 試験場所の標準状態）において 5 ～ 35℃の範囲を常温としています。

常 圧 一般的には、大気圧（0.1MPa）に等しい圧力をいいます。





Q 圧力には、「常用圧力」、「設計圧力」、「許容圧力」と色々な用語がありますが、どのように違うのですか？

A

常用圧力、設計圧力については、高圧ガス保安法では、それぞれ次のように定義されています。

- | | |
|------|---|
| 常用圧力 | その製造設備又は消費設備においてそれらが通常使用される状態での圧力（圧力が変動する場合は、その変動範囲のうちの最高の圧力）をいいます。 |
| 設計圧力 | 設備を使用することができる最高の圧力として設計された圧力をいい、設備の強度を決定するために使用されます。（特定設備検査規則第12条、冷凍保安規則第64条） |

一方、許容圧力については、明確な定義がありませんが、各保安規則における安全弁に関する規定（当該設備内の圧力が許容圧力を超えた場合に直ちにその圧力を許容圧力以下に戻すことができる安全装置を設けること）から、次のとおり考えられます。

- | | |
|------|---|
| 許容圧力 | 設備の実際の肉厚から、最小厚さを求める計算式で逆算して求められる圧力（その時点で設備が許容できる圧力） |
|------|---|

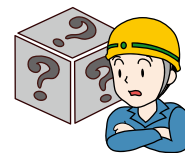
上記の圧力の関係については、設備の製作段階では、最小厚さに腐れしろを加える（炭素鋼などの場合）など、設計圧力による計算値以上の厚さで製作されるため、

常用圧力 < 設計圧力 < 許容圧力

の関係にあります。設備を長年使用すれば、腐食や摩耗等によって肉厚が減るため、許容圧力は徐々に低下することになります。

このため、安全弁の設定圧力は、設備の肉厚の状況に応じたものとする必要がありますが、より安全側にとって、許容圧力ではなく、設計圧力をもって安全弁の設定圧力とする例が多いようです。

高圧ガスの定義



Q 高圧ガスが、温度 35℃における圧力で定義されているのはなぜですか？

A

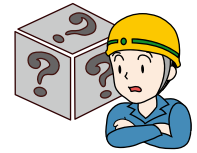
高圧ガス保安法においては、高圧ガスは次のとおり定義されており、圧縮ガスと液化ガスについて、後段部分が「温度 35℃」における圧力で定義されています。

これは、日本の夏の外気温が、およそ 35℃になることによります。

圧縮ガス (圧縮アセチレンガスを除く)	①常用の温度において圧力が 1MPa 以上となる圧縮ガスであって現にその圧力が 1MPa 以上であるもの ②温度 35℃において圧力が 1MPa 以上となる圧縮ガス
圧縮アセチレンガス	①常用の温度において圧力が 0.2MPa 以上となる圧縮アセチレンガスであって現にその圧力が 0.2MPa 以上であるもの ②温度 15℃において圧力が 0.2MPa 以上となる圧縮アセチレンガス
液化ガス	①常用の温度において圧力が 0.2MPa 以上となる液化ガスであって現にその圧力が 0.2MPa 以上であるもの ②圧力が 0.2MPa となる場合の温度 35℃以下である液化ガス
政令で定める液化ガス	液化シアン化水素、液化ブロムメチル、液化酸化エチレン

アセチレンについては、自己分解性を持つ不安定なガスであり、危険性が高いことから、他の圧縮ガスと異なる定義がされています。

なお、液化ガスの圧力とは、液化ガスの「飽和蒸気圧」を指します。



Q 高圧ガスとなる「液化ガス」とはどのようなものですか？

A

「液化ガス」については、高圧ガス保安法の基本通達において次のとおり定義されています。

「液化ガス」とは、現に液体であって、次のいずれかに該当するもの

- ①大気圧下における沸点が 40℃以下のもの（大気中に放出された場合ほぼガス状になるもの）
- ②大気圧下における沸点が 40℃を超える液体が、その沸点以上にある場合のもの

この要件に該当する液体が、現に 0.2MPa 以上の圧力の状態にある場合は、高圧ガスとして取り扱うこととなります。

なお、近年、要件に該当する液化ガスを高圧ガス状態で使用しているにも関わらず、高圧ガスの製造許可を受けていなかった事例が全国で散見されています。

「使用している液体が高圧ガスに該当するかどうか」、疑問が生じた場合には、県にご相談ください。

圧力による危険性



Q 圧力が高いと、どれくらい危険なのですか？

A

高圧ガス保安法では、常用の温度における圧力が1 MPa 以上の圧縮ガスを高圧ガスと定義していますが、1MPa の圧縮ガスが持つ内部エネルギーを試算すると、次のとおりとなります。

[試算条件]

- ・ 容積 1m³の容器内にある温度 20℃、圧力 1MPa (ゲージ圧力) の窒素ガス
- ・ 気体定数 $R = 8.31 \cdot 10^3 [\text{Pa} \ell \text{K}^{-1} \text{mol}^{-1}]$
- ・ 窒素ガスの挙動は理想気体に準じるものとする。

[試算結果]

容器内の窒素ガスの物質質量 n は、 $n = PV/RT$ より、

$$n = 1.1 \cdot 10^6 \cdot 1 \cdot 10^3 / (8.31 \cdot 10^3 \cdot 293) = 450 [\text{mol}]$$

窒素ガスの内部エネルギー U は、 $U = 5/2 \cdot n \cdot R \cdot T$ (2原子分子の場合) より、

$$U = 5/2 \cdot 450 \cdot 8.31 \cdot 10^3 \cdot 293 = 2.7 [\text{MJ}]$$

これは、体重 72kg の人が富士山の山頂と同じ高さから落下して、地面に衝突する際のエネルギーとほぼ同じです。

[試算条件]

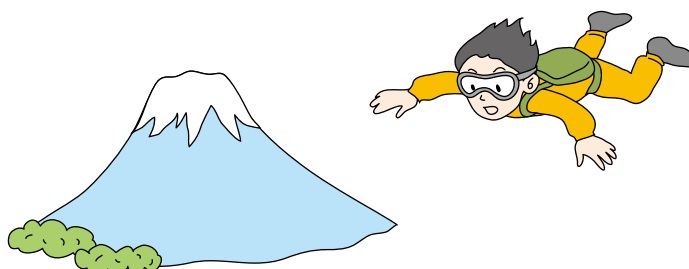
- ・ 富士山山頂 3,776[m]、重力加速度 9.8[m/s²]

[試算結果]

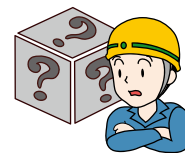
位置エネルギー E は、 $E = m \cdot g \cdot h$ より、

$$E = 72 \cdot 9.8 \cdot 3776 = 2.7 [\text{MJ}]$$

実際には、圧縮ガスの内部エネルギーが全て外部への仕事に使われるわけではありませんが、圧縮ガスが持つエネルギーは非常に大きく、設備や容器が破損した場合は大きな被害が生じるおそれがあるため、取り扱いには十分に注意する必要があります。



保安のための距離



Q 高圧ガス製造設備の「設備距離」は、一般高圧ガスが「貯蔵能力又は処理能力」に対応する距離であるのに対し、液化石油ガスでは「貯蔵能力」に対応する距離とされているのはなぜですか？

A

一般高圧ガスと液化石油ガスでは、その製造、消費等の形態が次のとおり異なります。

一般高圧ガス：反応、分離、精製、蒸留等の様々な工程で製造され、また、消費されている。

液化石油ガス：主に、貯槽等から容器に充てんする、または、蒸発器で気化した後消費する。

このため、一般高圧ガスの危険性は、貯蔵量のみならず、様々な工程での処理量にも左右されるとして、貯蔵能力又は処理能力に応じた設備距離を必要とするのに対し、液化石油ガスの危険性は液化石油ガスの貯蔵量に左右されるとして、貯蔵能力に応じた設備距離とされています。

Q 可燃性ガス製造設備と火気との距離2 m、火気取扱施設との距離8 mはどのようにして決められたの？また、その違いは？

A

様々な拡散挙動試験やシミュレーションから距離が決められたと考えられます。なお、両者の違いは次のとおりです。

火気距離 可燃性ガスの漏えいが微量である場合、火気からの引火を防ぐための距離

火気取扱施設距離 可燃性ガスが大量に漏えいした場合、火気取扱施設との間で滞留したガスが爆発下限界濃度となることを防ぐための距離

可燃性ガスについては、まずは漏えいを起こさないよう、日頃からの設備の維持管理に努めることが重要です。



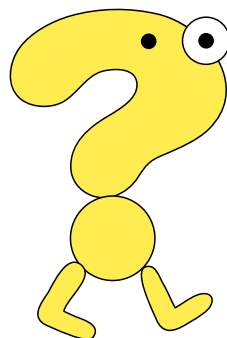
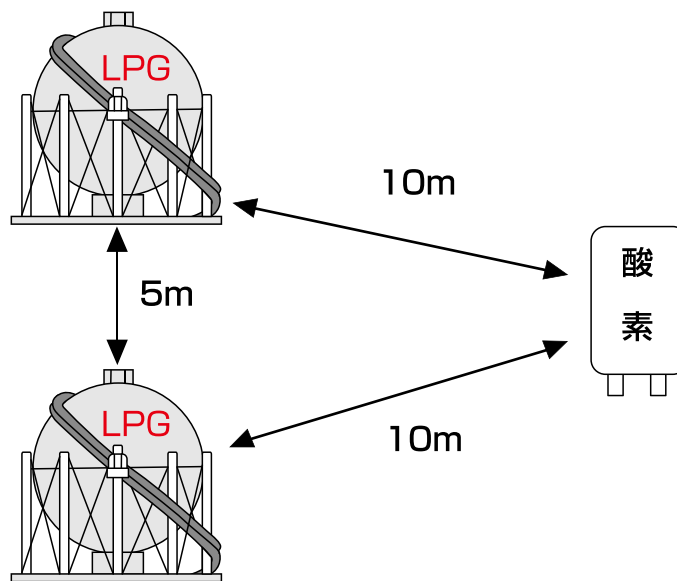
Q 「設備間距離」について、複数の系列の集合体が一つの設備を構成している場合、各系列どうしの距離に制約がないのはなぜですか？ また、可燃性ガス5mに対して、酸素が2倍の10mとされているのはなぜですか？

A

設備間距離は、他の製造設備への二次災害の防止のために規定されています。

このため、複数の系列があっても、それが一つの設備である場合には、設備間距離をとることが求められていません。

また、酸素は、支燃性ガスであり、可燃性ガスと混合すると大変危険であるため、可燃性ガス間の設備距離の2倍の10mをとることとされています。



耐圧試験、気密試験



Q 「耐圧試験」と「気密試験」の違いは何ですか？
より圧力の高い耐圧試験だけではだめなのですか？

A

耐圧試験と気密試験は、次のとおりその目的が異なります。

耐圧試験：設備（機器単体）の破壊試験

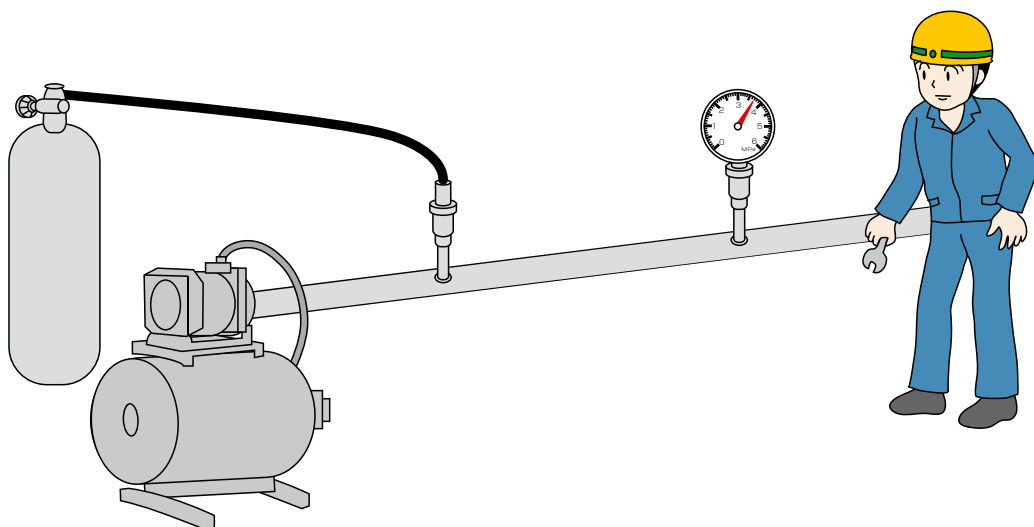
高圧設備が通常の運転状態を逸脱した状態になっても、一定の圧力まで十分耐え得るか否かを判定する試験であり、水その他の安全な液体を用いて、常用圧力の1.5倍以上（液体を利用することが困難である場合は空気、窒素等の気体を使用して1.25倍以上の圧力）の圧力で行う。

気密試験：接続状態での漏えい試験

部品や設備を組み上げ、または接続した状態で、ガスの漏えいがないかを調べる試験であり、原則として、窒素等の危険性のない気体を用いて、常用圧力以上の圧力で行う。

漏えいの確認は、石けん水の塗布やガス検知器による測定等の方法で行う。

耐圧試験は、設備の製作完了時点における設備の強度を確認するための試験です。設備の使用開始後は、設備に繰り返し耐圧試験圧力をかけることは設備の安全性を損なうおそれがあることから、保安検査においては原則として耐圧試験を実施しないことになっています。





Q 「耐圧試験」は水で行うこととされていますが、気体を使用してはダメなのですか？

A

耐圧試験は水その他の安全な液体で実施することとされていますが、これは次の理由によります。

- ・ 圧縮状態では、液体より気体の方が内在するエネルギーが大きいこと
- ・ 設備の破損等に伴って圧力が解放された場合、液体は体積膨張が極めて小さく、周囲への影響が小さいのに対し、気体は急激な体積膨張（狭義の「爆発」）が起こり、爆風を生じたり、破片を飛ばしたりするなど、周囲への影響が大きいこと

過去には、耐圧試験の実施中に次のような事故が発生していますが、気体による耐圧試験中の事故の方が大きな被害が生じています。

<気体による耐圧試験中の事故例>

都市ガスの高圧導管の耐圧試験（試験圧力 3MPa）を窒素ガスで実施していたところ、突然、閉止板が吹き飛び（約 100m 飛翔）、大きく反転した導管に巻き込まれて作業員 1 名が死亡、3 名が重軽傷を負うとともに、近接建物の窓ガラスを割るなどの物的被害が生じた。（平成 20 年 8 月、新潟県）

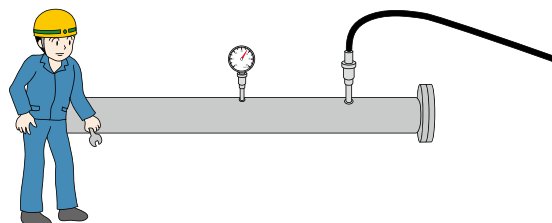
<水による耐圧試験中の事故例>

球形タンクの耐圧試験のため水圧で加圧中に、縦方向の継手でぜい性破壊が発生し、3/4 周に渡って割れが進行してタンクが 2 つに割れた。（昭和 43 年）

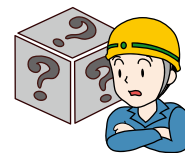
なお、設備の腐食等のおそれがあるなど、液体による耐圧試験の実施が困難な場合は、気体で耐圧試験を実施してもよいことになっています。気体による耐圧試験圧力は、ASME（アメリカ機械工学会）規格等と同様に、常用圧力の 1.25 倍以上の圧力とされていますが、安全のため、昇圧は次の手順で行います。

<耐圧試験を空気その他の気体によって行う場合>（一般高圧ガス保安規則関係例示基準 7）

常用の圧力又は耐圧試験圧力の 1/2 の圧力まで昇圧し、その後常用の圧力又は耐圧試験圧力の 1/10 の圧力ずつ段階的に昇圧し、耐圧試験圧力に達したとき漏えい等の異常がなく、また、その後圧力を下げて常用の圧力にしたときふくらみ、伸び、漏えい等の異常がないとき、これを合格とする。



安全弁



Q 安全弁が作動しても、許容圧力以下に戻るまでに時間がかかれば、設備が破壊される可能性があるのではないですか？

A

高压ガス設備には、設備内の圧力が許容圧力を超えた場合に直ちに許容圧力以下に戻ることができる安全装置を設けることとなっています。

万が一、設備内の圧力が許容圧力を超えたとしても、設備の肉厚には十分なマージンが設けられており、すぐに設備が破壊される可能性は小さいですが、設備の安全性を損なわないためには、安全弁が適正に作動して、できるだけ早く設備内の圧力を許容圧力以下に戻すことが必要です。

このため、安全弁の定期的な点検整備を行い、所定の能力が確保されるように維持管理をすることはもちろん、何よりも、設備内が異常な圧力にならないよう、日頃の圧力や温度の管理を徹底することが重要です。

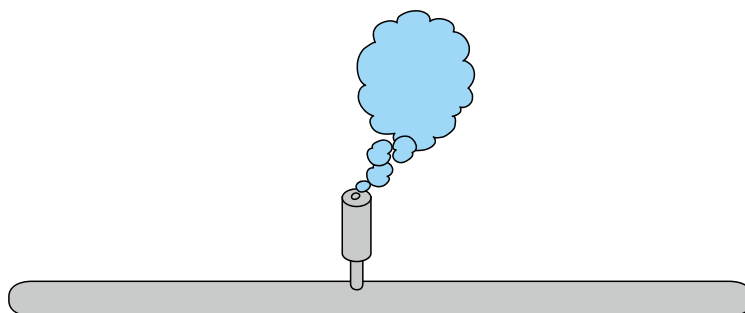
Q コールドエバポレーターの送ガス蒸発器の安全弁の設定が常用圧力と近いため、よく作動しています。もっと高い圧力に設定しても良いのでしょうか？

A

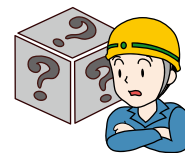
高压ガス保安法では、安全弁の作動圧力を許容圧力以下とするよう規定されていますが、実際には、設備の劣化等を考慮し、より安全側にとって、設備の設計圧力としている例が多いようです。

コールドエバポレーターの常用圧力に問題がないとすれば、安全弁の作動圧力の設定が低すぎるか、安全弁の故障によって、本来の作動圧力よりも低い圧力で作動している可能性があります。

一度、安全弁の点検整備を実施し、作動圧力が適正であるかどうかを確認してください。



ガス漏えい検知警報設備



Q 可燃性ガスの漏えい検知警報設備の警報設定値が、爆発下限界の 1/4 以下 (LEL25%) とされているのはなぜですか？ (もっと高い設定値でもいいのではないですか？)

A

可燃性ガスには、爆発的に燃焼する濃度の範囲があり、これを「爆発限界」といいます (燃焼範囲または爆発範囲ともいいます)。この濃度範囲の薄い方の濃度を「爆発下限界」、濃い方の濃度を「爆発上限界」と呼びます。

主な可燃性ガスの爆発限界は次のとおりです。

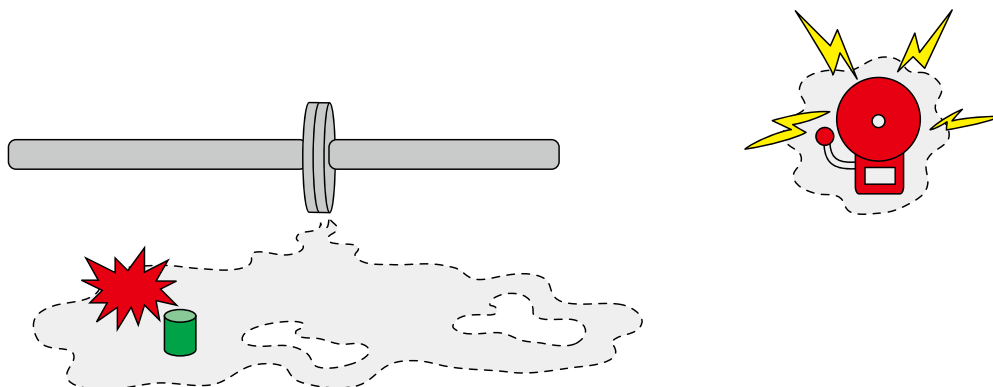
主な可燃性ガスの空気中の爆発限界 (室温、大気圧下)

ガス名	爆発限界 [%]	
	下限界	上限界
メタン	5.0	15.0
プロパン	2.1	9.5
ブタン	1.8	8.4
アセチレン	2.5	100
水素	4.0	75
アンモニア	15	28

可燃性ガスの爆発を防ぐためには、可燃性ガスの濃度が爆発限界の範囲に入らないようにする必要があります。

このため、可燃性ガスの漏えい検知警報設備は、爆発下限界の手前の段階で速やかに漏えいを発見し、余裕を持って漏えいを止める措置を講じることができるよう、爆発下限界の 1/4 以下の値で検知し、警報を発することとされています。

なお、検知警報設備が爆発下限界の 1/4 の値で検知して警報を発したとしても、その上流では既に可燃性ガス濃度が爆発限界に入っている可能性もありますので注意が必要です。





Q 毒性ガスの漏えい検知警報設備の警報設定値がじょ限量の値とされているのはなぜですか？（じょ限量の2～3倍の濃度でもいいのではないですか？）

A

高圧ガス保安法では、毒性ガスを次のとおり定義しています。

- ①アンモニア、塩素等の指定ガス 33 種類（一般高圧ガス保安規則第 2 条第 2 号）
- ②じょ限量が 200ppm 以下のもの

「じょ限量」は「許容濃度」ともいいますが、これは、ACGIH（アメリカ産業衛生専門家会議）が定める TLV - TWA（時間荷重平均許容濃度；1 日 8 時間、週 40 時間の勤務時間中に繰り返し曝露したとしても、健康障害が起きることがないと考えられる濃度）の値が使用されています。

主な毒性ガスのじょ限量は次のとおりです。

主な毒性ガスのじょ限量

ガス名	じょ限量 (ppm)
アンモニア	25
アルシン	0.05
一酸化炭素	25
塩素	0.5
塩化水素	5
ホスゲン	0.1

毒性ガスは、生活環境や作業環境中に存在すると重大な健康影響を及ぼす可能性があるため、問題が起きない濃度レベルのうちに漏えいを発見し、漏えいを止める措置を講ずる必要があります。

このため、毒性ガスの漏えい検知警報設備は、じょ限量の値で早期に検知し、警報を発することとされているものと考えられます。

なお、アンモニアや塩素等、標準ガスの調整が困難な毒性ガスについては、じょ限量の2倍値を警報設定値にすることができます。

毒性ガスの配管継手



Q 毒性ガスの配管やバルブの接合は「溶接が原則」と聞きましたが、事業所内にはフランジやねじで接合している個所もあります。フランジ等の接合でもよいのはどのような場合ですか？

A

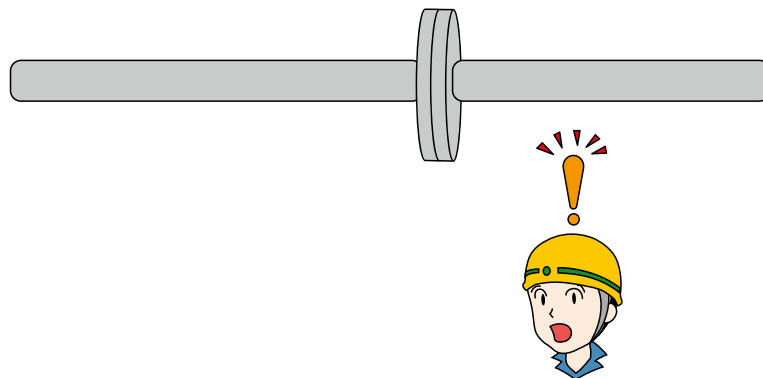
毒性ガス配管等の接合は、漏えいしにくく、強度も高い「溶接」による方法が原則となっています。

ただし、次のいずれかに該当する場合には、保安上必要な強度を有するフランジ接合又はねじ接合継手でもよいこととされています（一般高圧ガス保安規則関係例示基準 26、コンビナート保安規則関係例示基準 25）

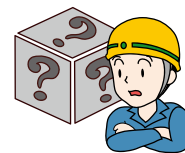
- ① しばしば分解して清掃、点検をしなければならない箇所を接合する場合
- ② 特に腐食が起こりやすいことにより、当該部分をしばしば点検し、又は交換する必要がある場合
- ③ 定期的に分解して内部の清掃、点検若しくは修理をしなければならない反応器、塔槽、熱交換器又は回転機器と接合する場合（第一継手に限る）
- ④ 修理、清掃時に仕切板の挿入を必要とする箇所を接合する場合及び伸縮継手の接合箇所を接合する場合

毒性ガスは、万が一漏えいすると重大な被害が発生する可能性があります。

いずれの接合方法を採用した場合でも、日常点検等で漏えいの有無をしっかりと確認することが重要です。



静電気



Q 可燃性ガスの製造設備には静電気を除去する措置を講じることになっていますが、何のためですか？

A

異なる物体が接触すると、その境界面を通して電荷の移動が起こり、物体が離れる時にそれぞれの表面に電荷が滞留して「静電気」の帯電が起きます。

この静電気が物や人に移動するのが「放電」ですが、静電気の放電は、可燃性ガスの着火源となることがあります。

可燃性ガスが漏えいして爆発限界にある場合、静電気の放電エネルギーが可燃性ガスの最小着火エネルギー以上である場合には、可燃性ガスに着火し、火災・爆発が発生するおそれがあります。

主な可燃性ガスの最小着火エネルギー

ガス名	最小着火エネルギー [mJ]
メタン	0.28
プロパン	0.25
ブタン	0.25
水素	0.019
アセチレン	0.02

静電気の放電エネルギーは、帯電電位が2.0kV（人体の場合、放電で指の外側に電撃を感じるが痛まない程度）で約0.4mJであり、可燃性ガスの最小着火エネルギーを上回ります。

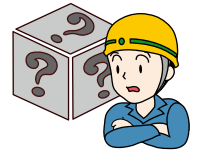
このような静電気による可燃性ガスの火災・爆発を防止するため、可燃性ガスの製造設備には静電気を除去する措置を講じる必要があります。

可燃性ガス製造設備においては、「接地」によって静電気を除去します。

「接地」によって帯電した静電気を地面に逃がすためには、電流が流れやすいように接地抵抗値をできるだけ小さくすることが望ましいことから、高圧ガス保安法では接地抵抗値を「総合100Ω」以下とするよう定められています。

なお、この値は人体の電気抵抗値（約4,000～5,000Ω；皮膚が乾いている場合）よりも十分に低く、仮に製造設備で漏電が発生し、人が接触しても、接地側により多くの電流が流れることになるため、人の感電防止にも有効です。

貯槽への充てん



Q 液化ガスの貯槽への充てん量は、なぜ「内容積の90%以下」とされているのですか？

A

貯槽への液化ガスの充てん量については、液温の上昇による「液膨張」で貯槽が破壊されるおそれがあるため、内容積の90%以下とされています。

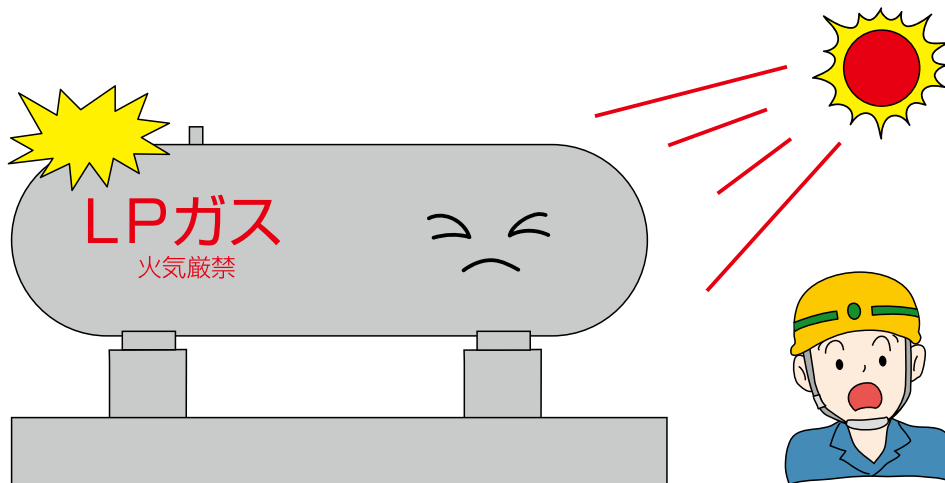
例えば、液状のLPガスについては、温度変化による体積膨張率の変化は、水に比べて極めて大きく、15℃ → 60℃の範囲では、プロパンで約18%、ブタンで約11%体積が増加します。

このため、夏の日差しや付近での火災等による熱の影響で貯槽の温度が上昇すると、液の体積が膨張し、万が一安全弁が作動しなかった場合には、貯槽が破壊されるおそれがあります。

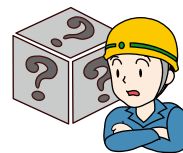
一方、近年設置例が増えている業務用や家庭用のLPガスバルク貯槽については、工場等に設置される貯槽と異なり、民家等の保安物件に極めて近接して設置されることから、充てん量はより安全側にとって「内容積の85%以下」とされています。

これは、LPガス容器の充てん量の規制（空積率15%）と同様となっています。

なお、民生用のLPガスバルク貯槽であっても、地下に埋設して設置した場合には、温度変化が小さく、体積の変化量が地上よりも小さいことから、内容積90%までの充てんが認められています。



高圧ガス貯蔵所



Q 容積 300 m^3 以上の高圧ガスを貯蔵する場合、貯蔵所の届出や許可が必要ですが、なぜ 300 m^3 以上に決められたのですか？

A

届出や許可が必要な高圧ガスの貯蔵量は「300 m^3 以上」とされていますが、これは、次の理由によるものと考えられます。

- ①高圧ガスの貯蔵を業として行う場合、実態として、貯蔵の経済単位（経済性や採算性を確保するために必要な、ある程度まとまった量）が概ね 300 m^3 以上であれば成立する（業として成り立つ）こと
- ② 300 m^3 は貯蔵量としては大量であり、貯蔵に伴う事故・災害のリスクが高いこと

なお、貯蔵量が容積 0.15 m^3 を超え 300 m^3 未満の場合は、貯蔵所の届出は不要ですが、「貯蔵の方法に係る技術上の基準」は適用されますので、基準に従って適正に貯蔵する必要があります。

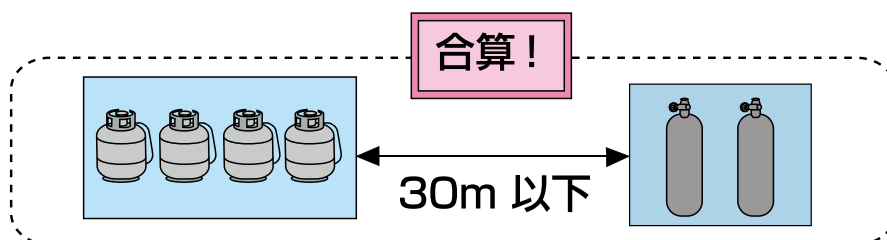
Q 貯蔵所の届出や許可が必要かを判断するのに、30m 以内にある複数の貯蔵設備の貯蔵量を全て合算しなければならないのはなぜですか？

A

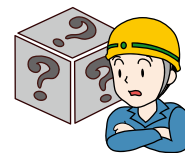
高圧ガス保安法では、貯蔵所の届出や許可が必要かを判断する際に、一定の範囲（30m）内にある貯蔵設備の貯蔵量を全て合算することになっています。

これは、事業所において、30m 程度の近接した範囲内に設置されている複数の貯蔵設備を一体的に管理している例も多く、これらを「1つの貯蔵の単位」として捉えて規制する方が個々に規制するよりも合理的であるためと考えられます。

このほか、同一の構築物内に複数の貯蔵設備がある場合、貯蔵設備が配管で連結されている場合も貯蔵量を合算することになります。



特殊高圧ガスの指定



Q 半導体用の特殊材料ガスには多くの種類がありますが、このうちの7種類のみが「特殊高圧ガス」に指定されているのはなぜですか？

A

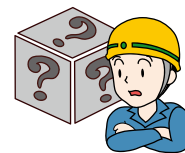
特殊材料ガスのうち、モノシラン、ホスフィン、アルシン、ジボラン、セレン化水素、モノゲルマン、ジシランの7種類については、「特に危険な物性を有しているガス」として「特殊高圧ガス」に指定されています。

これらのガスは、可燃性、毒性のほか、自然発火性、分解爆発性といった極めて危険な性質を持っており、他の特殊材料ガスに比べて、災害の発生防止のために特別な注意が必要であるため、平成4年の高圧ガス取締法の改正によって、その消費をあらかじめ届け出ることが義務付けられました。

なお、特殊材料ガスのうち、スチビン及びテルル化水素も同等の危険性を有していますが、法改正当時は全国的に取扱いの実績がなかったことから特殊高圧ガスに指定されませんでした。今後、相当の取扱い実績が生じた時点で追加指定される可能性があります。



アセチレンの逆火防止



Q 溶接や熱切断に高圧ガスを使う場合、アセチレンのみ逆火を防止しなければならないこととされているのはなぜですか？

A

アセチレンは広く溶接や溶断に使用される、大変有用なガスですが、非常に不安定なガスであり、火花、過熱、衝撃、摩擦等によって分解爆発を起こすことがあります。

特に、アセチレンの消費中に、火口から吹管内部へ火炎が引き込まれる「逆火」は極めて危険な現象であり、ホースや調整器の焼損に留まらず、容器が過熱したり、火炎が容器内に入ることによって、アセチレンが分解爆発を起こし、容器が破裂するおそれもあります。

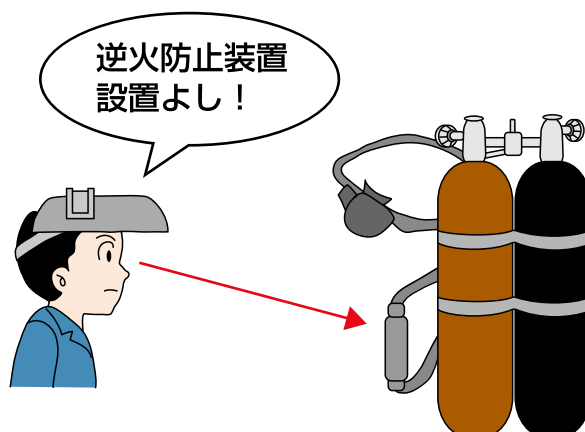
過去には、アセチレン消費中の逆火が原因と考えられる事故が多発したことから、平成4年の高圧ガス取締法の改正により、アセチレンを消費する際に逆火防止装置を設置することが義務付けられるとともに、点火及び消火の手順等が規定されました。

現在でも、毎年アセチレンの消費中の事故が発生していますので、アセチレンを消費する際には、忘れずに逆火防止装置を取り付けて下さい。

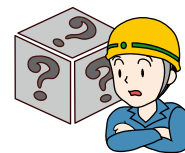
<アセチレンの逆火による事故例>

・溶断作業のため、アセチレン・酸素バーナーに点火したところ、逆火を起こし、ホースを遡ってアセチレンガスのボンベ口から出火し、周囲にあったプラスチック類に燃え移り、作業小屋が全焼した。作業者は、逆火防止装置を所持していたものの、取り付けていなかった。

(平成18年12月、福島県)



容器の塗色



Q 酸素や水素等の容器は塗色が決められていますが、なぜそのような色に決められたのですか？

A

酸素、水素等6種類の高圧ガス容器については、誤用の防止のため、容器外面の色で内容物の区別ができるよう、個別の塗色が決められています。

ガス名	塗色
酸素	黒色
水素	赤色
液化炭酸ガス	緑色
液化アンモニア	白色
液化塩素	黄色
アセチレン	かつ色
その他	ねずみ色

これらの色については、次のような各ガスのイメージを元に定められたとの説があります。

- 酸素 : 真黒な夜が明ける時、空気は清く感じられ、酸素が多いと思う。
- 水素 : 水素は可燃性であり、火炎の色は赤色である。
- 炭酸ガス : 緑色の木々は炭酸ガスを吸って光合成を行っている。
- アンモニア : トイレはアンモニア臭がする。トイレは白い壁、白いタイル。
- 塩素 : 塩といえば沢庵。沢庵は黄色。
- アセチレン : アセ（汗）チレン。汗は肌着にかつ色のシミを付ける。

その他の種類のガスや混合ガスの容器については、「ねずみ色」の塗色が必要です。
なお、LPガス容器については、規制緩和により、「6種類のガスの塗色と紛らわしくないこと」を条件に、自由に色を塗ることができることになっています。

毒性ガス容器の安全弁



Q 毒性ガス容器のバルブには、安全弁が無いものがありますが、容器の安全性はどのようにして担保されているのでしょうか？

A

高圧ガス容器のバルブには一般的に安全弁や溶栓が設けられており、容器内の圧力が上昇した場合に安全弁等が作動して、内部の高圧ガスを放出することで、容器の破裂を防ぐ構造になっています。

しかしながら、安全弁と接することにより安全弁を著しく劣化させるおそれがある高圧ガス*、毒性ガスを充てんする容器であって安全弁を設置することが不適切であるシアン化水素の容器には安全弁をつけなくてよいこととされています。

特に、シアン化水素については、短時間曝露限度（任意の 15 分間に作業環境中の濃度が超えてはならない濃度）が 4.7ppm と極めて毒性が強く、皮膚に付着するだけで致命的となる場合があることから、外部へ放出することは避ける必要があります。

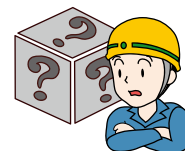
*ふっ素、ふっ化水素、三ふっ化塩素、五ふっ化塩素、七ふっ化よう素及びふっ素混合ガス（ふっ素濃度 1 % 以上のものに限る。）

安全弁の無い高圧ガス容器の安全性を確保するためには、貯蔵時の管理を他の高圧ガス容器よりも厳重に行う必要があります。

シアン化水素容器の貯蔵については、特別の基準が設けられており、「1 日 1 回以上充てん容器等から漏えいのないことを確認すること」、「容器に充てんした後 60 日を超えないものを貯蔵すること」とされています。（一般高圧ガス保安規則第 18 条第 2 号八、二）



容器への充てん



Q 水素ガスを容器に充てんする際、充てんラインを実ガス（水素ガス）で何回も加圧パージしていますが、なぜそんな必要があるのですか？

A

圧縮ガスの充てんラインには空気が混入しているため、そのまま容器に充てんすると、ライン内の空気が容器に入り、容器内のガスの純度が規定よりも下がってしまう可能性があります。

このため、容器に充てんする際には、ライン内の空気を除去するため、実ガスでの加圧・パージを数回行う必要があります。

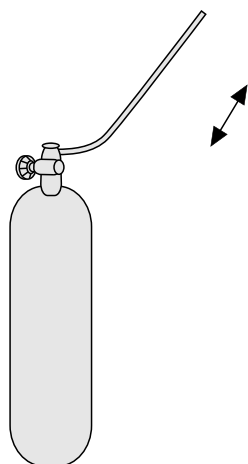
加圧・パージの操作を数回繰り返して行うことにより、容器に充てんしたガス中の酸素や窒素の濃度は数 ppm 以下まで低減することができます。

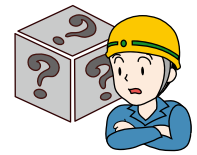
Q 再検査後の容器には残圧が無いのに、ガスを充てんする前になぜわざわざ真空引きを行う必要があるのですか？

A

容器再検査後の容器内には、検査で使用した空気や窒素が残っているため、そのまま充てんすると、規定の純度を確保できないおそれがあります。

このため、容器に充てんする際には、容器内の空気等を除去するため、真空引きを行う必要があります。





Q 容器にガスを充てんする際、なぜ充てん前に有効期限と充てん圧力を確認しなければならないのですか？

A

高压ガスを容器に充てんする場合は、その容器が容器再検査に合格し、再検査の有効期間内にある必要があります。

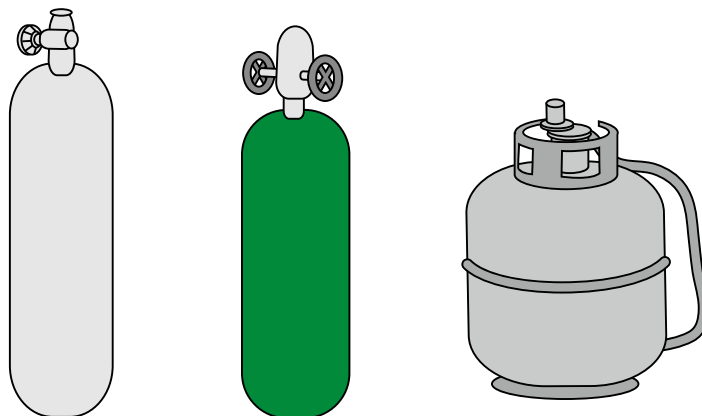
主な容器の再検査期間は次のとおりです。

区分	製造後の経過年数	容器再検査の期間
溶接容器	20 年未満	5 年
	20 年以上	3 年
一般継目なし容器	—	5 年
一般複合容器	—	3 年
LP ガス自動車 燃料用容器	20 年未満	6 年
	20 年以上	2 年

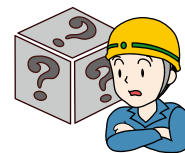
また、容器に圧縮ガスを充てんする場合は、容器に刻印された「最高充てん圧力」（記号：FP）以下の圧力としなければならないこととされています。

再検査の有効期間を過ぎた容器にガスを充てんしたり、最高充てん圧力を超えた圧力まで充てんすると、安全弁が作動したり、容器が破裂するおそれがあります。

充てん前には、再検査の有効期間と最高充てん圧力を確認するほか、容器の外観やガス名の刻印等も併せて確認してください。



容器の管理



Q 充てん容器を 40℃以下にしなければならないのはなぜですか？また、屋外作業で 40℃以下にする対処法を教えてください。

A

容器（超低温容器及び低温容器を除く。）の強度は、温度 45℃における圧力を基準に設計されています。

このため、容器は必ずこの温度以下で貯蔵しなければならず、幾分の余裕を見て 40℃以下とされています。

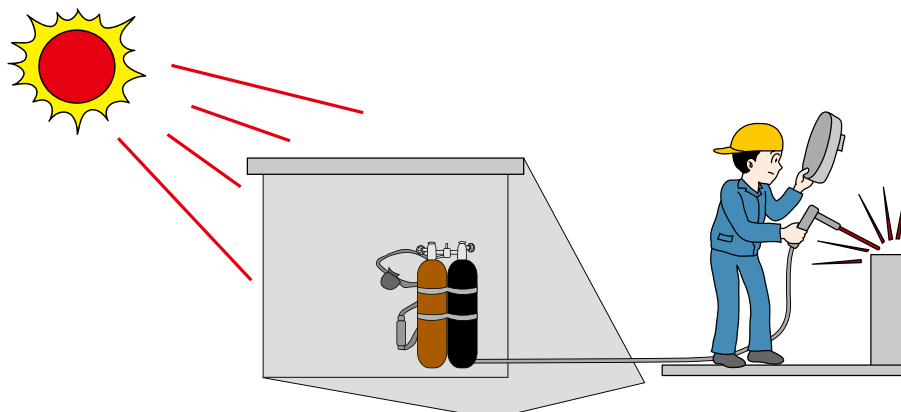
容器の温度が 40℃以上に上昇すると、液化ガスの場合は体積膨張で満液状態になり、圧縮ガスの場合は内圧が上昇し、いずれも安全弁からガスが吹き出して火災や人身事故に繋がる危険性があります。

容器を温度 40℃以下に保つためには、次のような措置を講じる必要があります。

- ・ 直射日光、暖房等による温度上昇を防ぐため、容器置場に屋根、障壁、散水装置を設ける。
- ・ 夏に容器を屋外に置いて作業する場合には、出来る限り日陰での作業を心がけるとともに、必要に応じて容器へのシート掛けや散水を行う。

また、ガス量を確保するため、容器を加熱する必要がある場合は、次のような方法により行う必要があります。

- ・ 熱湿布を使用する。
- ・ 温度 40℃以下の温湯その他の液体を使用する。
- ・ 空気調和設備（空気の温度を 40℃以下に調節する自動制御装置を設けたもの）を使用する。





Q 高圧ガス販売業者から、「容器は納入日から3か月で返却してください。」と言われました。まだ十分にガスが残っているのに、なぜですか？

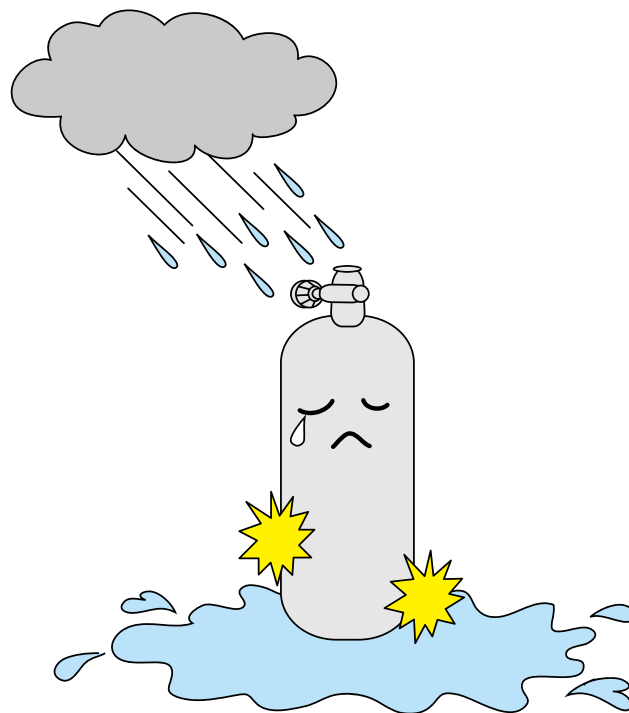
A

近年、消費先から長期間返却されなかった容器（長期滞在容器）の喪失事故や容器の外部腐食による破裂事故が全国で発生しています。

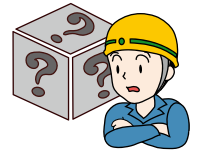
このため、高圧ガス販売業者では、販売した高圧ガス（容器）の安全管理を強化しているところであり、その一環として、3か月単位などの一定期間で、一旦容器の回収を行う取組みを行っているのではないかと考えられます。

言うまでもなく、容器の管理は、販売事業者のみならず、高圧ガスの消費者も行う必要があります。

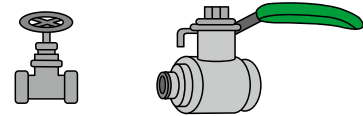
容器の事故を防止するため、販売事業者と消費者が協力して、容器の適正な管理に努めてください。



バルブの選定



Q バルブには様々な形式がありますが、どのように選べばいいのですか？



A

バルブには様々な形式のものがありますが、例えば、「急速閉止」を目的とする場合にはボール弁やバタフライ弁、「流量調整」を目的とする場合にはグローブ弁やダイヤフラム弁を使用するなど、用途に応じた適切な形式のバルブを選定する必要があります。

よく「仕切弁で流量調整をするな」と言われるとおり、用途に合わないバルブの設置や使用は、生産上のトラブルや漏えい等の事故の原因となりますので、絶対に行わないようにしてください。

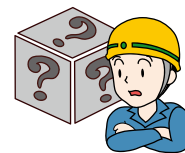
<参考>バルブの種類

<出典：「高圧ガス保安技術」(高圧ガス保安協会)>

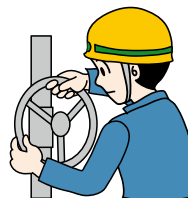
用途 バルブ形式	遮断	急速 閉止	流路 変更	逆流 防止	流量 調整	低圧力 損失	粘性 流体	スラリー 流体	備考
仕切弁	○	△	—	—	—	○	△	△	主として遮断用
玉形弁	△	—	○	—	○	△	—	△	主として流量調整用
ボール弁	○	○	○	—	△	○	○	○	コンパクトで保守容易
バタフライ弁	△	○	—	—	△	○	○	○	軽量、コンパクトで小さい面間寸法
逆止弁	—	—	—	○	—	△	○	△	シール性は劣る
ダイヤフラム弁	○	—	—	—	○	○	○	○	腐食性流体にも使用
ピンチ弁	○	—	—	—	○	○	○	○	構造が簡単

(注) ○：一般に適用される △：条件によって適用される —：適用できない。

バルブの操作



Q バルブは急激に操作してはいけないと言われていますが、なぜですか？

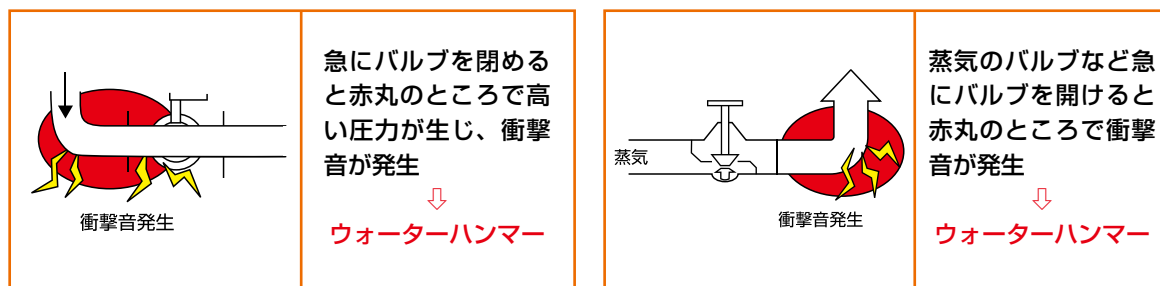


ゆっくりと！

A

バルブを急激に操作した場合、流体が液体の場合には、水撃（ウォーターハンマー）によって配管、計器等が破損したり、計器類が故障するおそれがあります。

また、流体がガスの場合には、断熱圧縮によって急激な温度上昇が発生し、内部ガスの発火や分解爆発等の危険性があります。



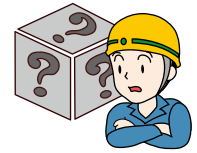
以下のバルブの操作のポイントを参考に、バルブの開閉はゆっくり行うようにしてください。

◆全閉→全開にするときの操作ポイント

- (1) 液体の場合は1/4回転ずつ徐々に開く。気体の場合は1/10回転ずつ徐々に開く。
(気体は液体より流れやすいため。)
- (2) 3回転したらゆっくり連続的に開く。
(3回転開くと80%～90%の流量となり、その後の圧力、流量変動は小さいため。)

◆全開→全閉にするときの操作ポイント

- (1) 徐々に閉める。(ウォーターハンマー防止のため。)
- (2) 制限トルク以上に締め付けない。ハンドル回しは規定のものを使用する。
(①シート面に傷が付き漏れの原因になる。②破壊の危険がある。)
- (3) 仕切弁は全閉位置よりハンドルの遊び分を戻してセットする。
(①ヨークやヨークスリーブに常時圧力をかけない。②熱膨張による弁座食い込み防止。)

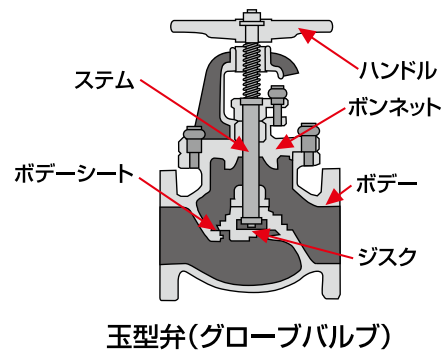
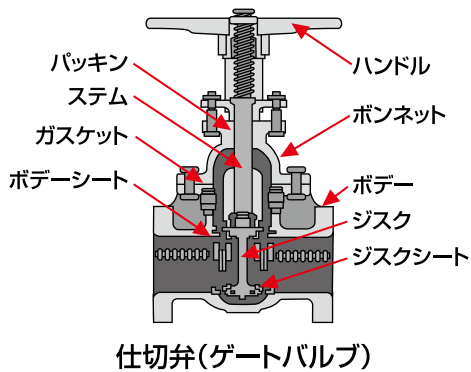


Q バルブを閉止する時、強く締めすぎてはいけなく 言われていますが、なぜですか？

A

仕切弁や玉型弁はディスク（弁体）とシート（弁座）が接触することで、内部の流体をせき止める構造になっていますが、当たり面は非常に緊密なすり合わせができるため、軽く締めた状態で十分に機能できます。

逆に、強く締めすぎると、シートの劣化・損傷を引き起こし、内部漏れを起こしやすくなりますので、適度に締めるようにしてください。

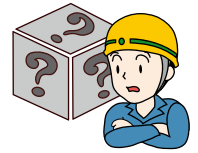


Q ラインを停止する際、バルブを上流側、下流側の どちらから閉めればいいですか？

A

ラインを停止する場合は、通常、「上流側」のバルブから順に閉止します。

これは、下流側から閉止すると、配管内に流体（液、ガス）が残ってしまうことになり、温度上昇等によって配管内の圧力が上昇した場合に、配管が破壊されることを防ぐとともに、修理等で配管を外した際に中に残った流体が漏えいすることを防ぐためです。

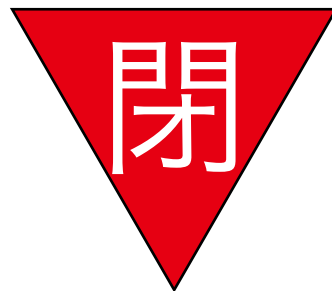


Q バルブの開閉表示板は、ほとんどの市販品は漢字の「開」と「閉」の表示ですが、ある会社でひらがなの「あけ」と「しめ」を使用しているのを見ました。なぜこのような表示をしているのでしょうか？

A

漢字の「開」と「閉」は、部首が同じで似ているため、瞬間的に取り違える可能性が少なくないことから、ひらがなの「あけ」と「しめ」で表示して、誤判断を防止しているものと考えられます。

このほか、開閉表示札の形を変えたり（○型と▽型）、文字色だけでなく、開閉表示板そのものを明確に色分けする等、各事業所で様々な工夫を凝らしている例もありますので、参考にしてください。



配管の管理



Q 腐食性物質を通液する配管で、開放点検後に乾燥空気で配管内の乾燥を行っていますが、乾燥状態を判断する露点は何度ぐらいが適切ですか？

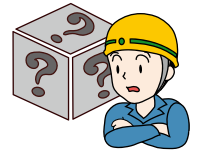
A

配管内の乾燥状態（水分量）を把握するためには、露点（露点温度）の測定が有効です。露点と空気中の水分量は次のような関係があり、例えば、0℃の空気では0.6%（6,000ppm）の水分が残留しています。

露点	水分量
20℃	2.31%
0℃	0.60%
-20℃	0.10%
-40℃	0.013%
-60℃	0.0011%
-80℃	0.53ppm
-100℃	0.014ppm

露点による乾燥状態の判断基準は、配管内に残留する水分量をどれだけ下げたいかによって決まります。

一例として、ある事業所では、毒性ガス配管の乾燥の基準として、「露点 - 30℃以下」と規定しています。



Q 高圧配管の圧抜きはゆっくり行うように言われていますが、急いで圧抜きを行うと何か問題があるのですか？

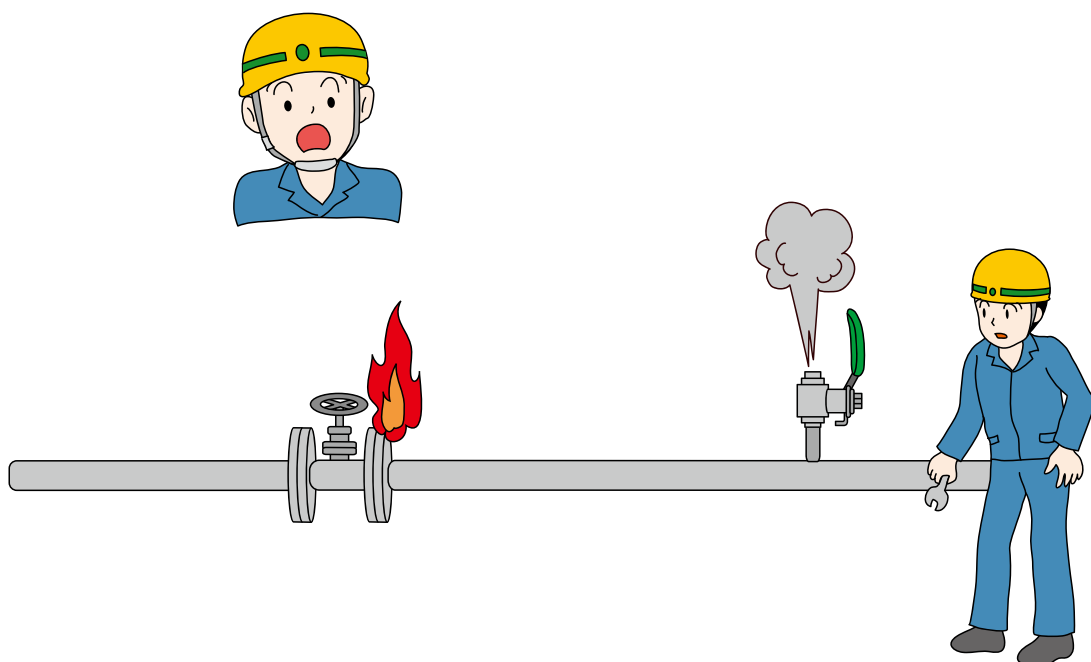
A

高圧配管の脱圧（圧抜き）のため、バルブを急激に開放した場合、次のような危険性があります。

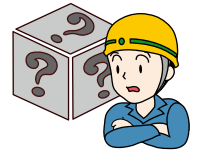
- ①内部の流体によっては、高速で弁シートを通過する際の摩擦で静電気が発生し、可燃物（可燃性ガス、ガスケット等）に着火し、爆発・火災が発生する。
- ②内部ガスの断熱膨張によって局所的な低温が生じ、バルブが凍結し、バルブによる制御ができなくなる。
- ③自動制御を行っている箇所については、急激な圧力変動によって制御が不安定になる。
- ④液化ガスを大気圧の容器に移送する場合、バルブを急激に開けると、液化ガスの気化熱でバルブ部分が低温になり、亀裂等の損傷を起こす。

このほか、ホースなどの可とう管の場合は、急激な脱圧の勢いでホースが大きく振れ、周りに衝突する可能性もあります。

「ゆっくり」はバルブ操作の基本ですので、ゆっくり、確実な操作を心がけてください。



フランジの種類



Q フランジには平面タイプと溝付のはめ込み（インロー）タイプがありますが、強度の違いや使い分けの基準はあるのですか？

A

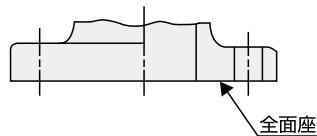
フランジには、全面座、平面座、インロー型（はめ込み型、溝型）、リングジョイント型など、シール面の形状によって様々な種類のものがあります。

シール面の形状が異なるフランジであっても、圧力クラスが同じであれば強度は同じですが、それぞれの特徴に応じて使い分けができます。

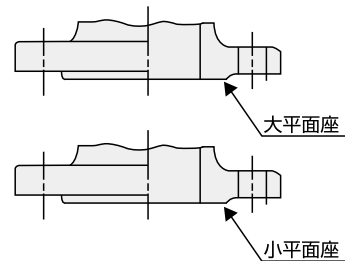
例えば、溝型の場合は、芯ずれが起きにくく、ガスケットの厚さを薄くして面圧を上げることができるため、平面座よりも気密性に優れています。このため、中・高圧の可燃性ガスや毒性ガスの配管に使われることがあります。

事業所によっては、毒性ガス配管、その他の高圧ガス配管、計装配管でフランジを使い分けしている例もあります。それぞれのフランジの特徴に合わせて使用してください。

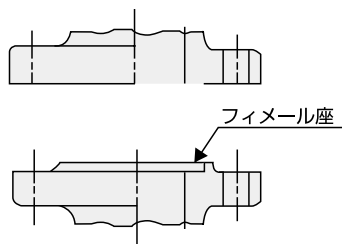
全面座（FF：フラットフェイス）



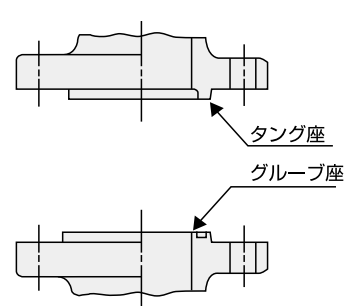
平面座（RF：レイズドフェイス）



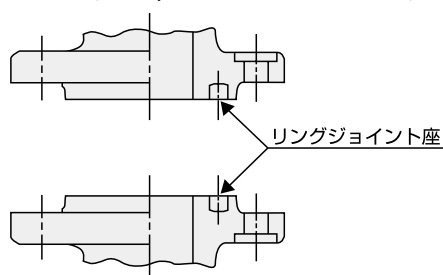
はめこみ型（MF：メールアンドフィメール）



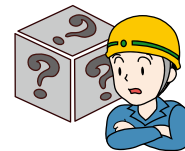
溝型（TG：タングアンドグループ）



リングジョイント型（RJ：リングジョイント）



ボルトの材質



Q 鋼材にステンレス製のボルトを使ってはいけないのはなぜですか？

A

鋼材とステンレス製ボルトのように、異なる金属製品どうしを接して使用すると、一方の金属に集中して激しい腐食が起こります。これは「異種金属接触腐食」と呼ばれる現象で、個々の金属の電位の違いが関係しています。

電位の異なる金属が接している部分に水が触れると、電位が卑である（低い）金属が陰極（－極）に、電位が貴である（高い）金属が陽極（＋極）となる「腐食電池」が形成され、酸化還元反応により、陰極の金属が集中的に腐食（消耗）します。

鉄とステンレスの場合は、電位が卑である鉄の腐食が進行するため、鋼材にステンレス製ボルトを使用することは不適當です。

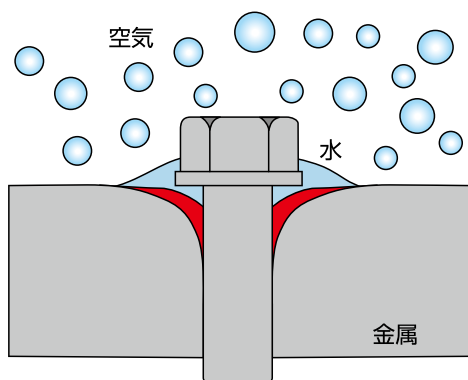
空気中では金属接触部分に水が触れた時に腐食が起きますが、水中では、常に水が触れている状態のため、より激しい腐食が起きます。

海水中の金属の電位の順
(卑)

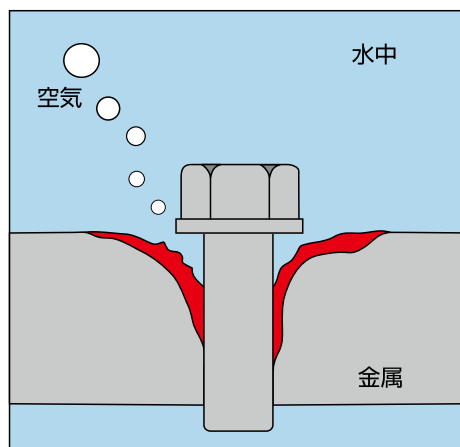
マグネシウム
亜鉛
アルミニウム
鋳鉄
18－8 ステンレス（活性）
鉛
黄銅
銅
チタン
18-8 ステンレス（不動態）

(貴)

(上に行くほど、電位は卑)

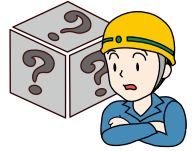


空気中での異種金属接触腐食



水中での異種金属接触腐食

ボルトの管理



Q ホットボルティングを行う温度と締め付けトルクは、どれくらいが適切ですか？

A

低温時に締め付けたボルトを温度上昇に合わせて増し締めしていく「ホットボルティング」については、設備の使用状況やボルトの種類等の条件によって異なるため、温度や締め付けトルクを一律に定めることは困難です。

このため、各設備の温度や締め付けトルク等に関するデータを蓄積し、基準を定めてください。

なお、設備の使用温度の変化でボルトの軸力低下がほとんど見られない場合には、ホットボルティングは不要ですが、振動がある個所については必要な場合もありますので注意が必要です。

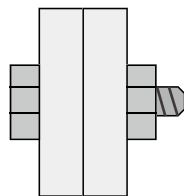
Q フランジで、ボルトの先端をナットから2～3山出すように言われましたが、なぜですか？

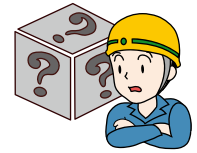
A

ボルトは、ナットを掛けやすいようにネジ先端部が面取りされており、ネジ先端部から2P（ピッチ）までは不完全ネジ部となっているため、それ以降でないと必要な締結力が確保されないおそれがあります。

このため、ボルトの長さは、先端がナットから3P程度出るように長さを決める必要があります。

なお、高圧ガス保安協会の「高圧ガスの配管に関する基準」(KHKS0801(2004))では、「締め付けボルトは、規定の材質のものであって、ボルトの有効ネジ部の頭端が完全にナットから出る長さのものを使用する。」となっています。





Q ボルトとナットには正しい向きがあるのですか？

A

ボルトとナットの向きについては、一定の決まりはなく、実際は使用条件に応じて決定されているようです。

水平配管のフランジを締結する場合は、流れの上流側からボルトを入れ、下流側でナットを締める例が多いようです。

一方、垂直部分の締結については、様々な理由でボルト、ナットの上下が決められています。

〔上側ボルト、下側ナット〕

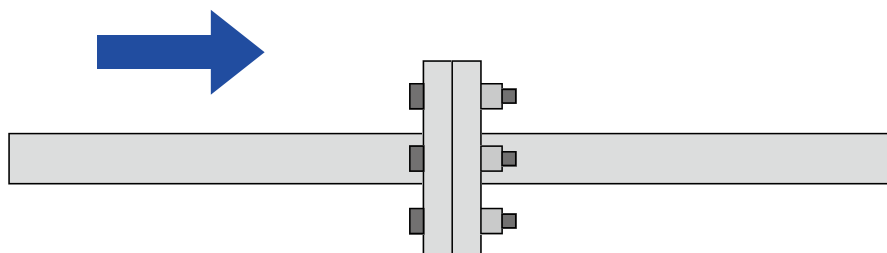
- ・ ナットが緩んで落下してもボルトが残るため、水平方向に荷重がかかった場合に残ったボルトである程度保持できる。
- ・ 屋外の場合、上側がボルトの方がねじ部が錆びにくい。
- ・ 締結部が高所の場合、ナットが緩んで落下してもボルトは落下しないため、落下物による事故の被害を小さくできる。

〔上側ナット、下側ボルト〕

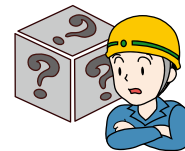
- ・ ナットが緩んでボルトが脱落しても、直ぐに分かる。
- ・ 上側がナットの方が作業性が良い。

また、締結の作業性が悪い場合に、ボルトを入れやすい方向から入れるため、同じ締結部で上側ボルト、下側ボルトが混在している例もあるようです。

いずれにしても、ボルトとナットは確実に締結することが最も重要であり、設置場所の条件や作業性、安全性等を考慮して、合理的な理由で向きを決定すればよいと考えられます。



モンキーレンチの使い方



Q モンキーレンチを上あご方向に回して使ってはいけないのはなぜですか？

A

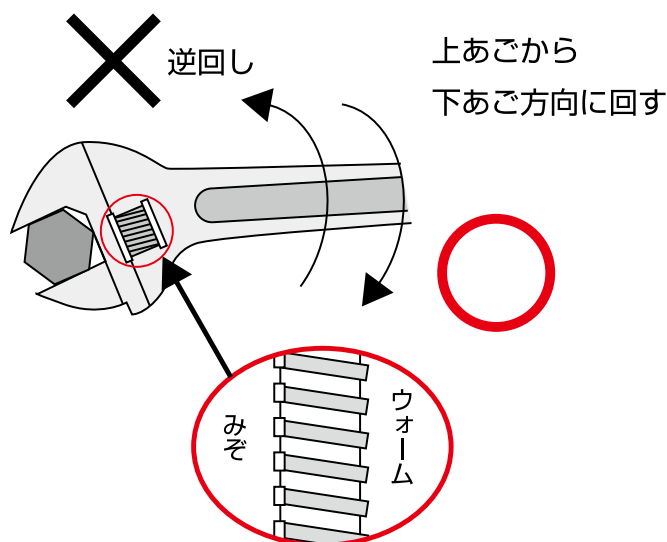
モンキーレンチは、上あごが固定されているのに対し、下あごはウォームとラックのかみ合わせで動き、溝部で力を受けるため、弱い構造になっています。

上あごの方向へ回すと、下あごが浮き上がり、受ける力が弱くなるため、必ず上あごから下あごの方向に回すように使用します。

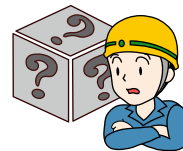
また、モンキーレンチは下あごが可動するという構造上、口径部にガタが発生しやすく、無理なトルクはかけられません。

特に、大きなサイズのモンキーレンチで小さいボルト・ナットの締結を行うときは注意が必要です。

強いトルクが必要な時は、メガネレンチやソケットレンチ等を使用します。



ウォーターハンマーの防止



Q 緊急遮断装置や逆止弁の作動によるウォーターハンマーを防止する方法はありますか？

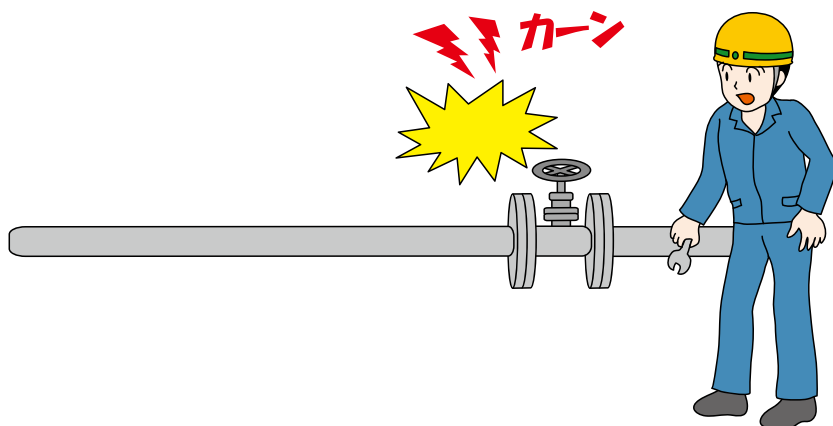
A

緊急遮断装置や逆止弁は、閉止までの時間が短いほど効果的ですが、急速に閉止すると、系内の流体の流れが阻害され、局部的な圧力上昇によるウォーターハンマーが発生する可能性があります。ウォーターハンマーによる衝撃は、バルブ等の閉止時間が短いほど大きくなる傾向があります。

緊急遮断弁等の作動に伴うウォーターハンマーを防止するためには、次のような方法があります。

- ・配管路にエアチャンバー（内部ガス：不活性ガス）を設置して、管内の圧力上昇を緩和させる。
- ・水撃防止逆止弁を設置する。
- ・配管路に自動圧力調整弁を設け、管内の圧力上昇時に自動的に開いて流体を逃がす。
- ・緊急遮断弁等の開閉速度をウォーターハンマーが発生しない速度に設定する。

このほか、配管径を大きくする、管内の流速を調整するなど、プラントの設計面で対策を講じておく方法も有効です。



送ガス蒸発器の着霜



Q 液化窒素コールドエバポレーターの送ガス蒸発器に霜や氷が付きますが、そのままにしてもいいですか？

A

液化窒素等のコールドエバポレーターや可搬式超低温容器（LGC）の送ガス蒸発器は、長時間連続して使用したり、蒸発能力よりも気化ガスの消費量が多すぎると霜が付くことがあります。

これは、空気から蒸発器への伝熱よりも液化ガスの気化によって奪われる熱の方が大きくなると、蒸発器の表面温度が下がって空気中の水分が蒸発器表面に結露し、表面温度が0℃以下になると凍ることによるものです。霜は成長して大きな氷になる場合があります。

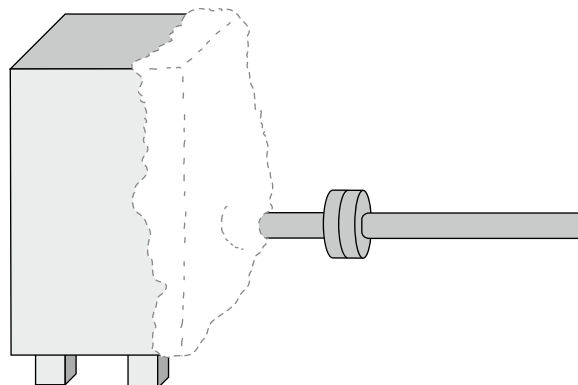
氷が大きくなると、次のような障害が発生するおそれがあります。

- ・ 蒸発器の気化能力が低下して必要なガス量を確保できなくなる
- ・ 氷の重みで蒸発器が変形する
- ・ 蒸発器出口に霜や氷が付くと、出口配管が鋼管の場合は低温脆性で破損する

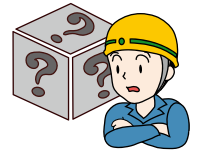
このため、霜や氷が大きくなってきたり、蒸発器出口にまで付いた場合は、蒸発器の使用を一時中止して、霜や氷を取り除く必要があります。

また、長時間にわたって、安定したガス量を確保するためには、より気化能力が高い蒸発器に交換するか、蒸発器を並列に設置し、交互に切り替えて使用することが望ましいと考えられます。

なお、霜や氷を取り除く際は、ハンマーなどで叩いて落とそうとすると、衝撃で蒸発器のアルミ部材等が破損するおそれがありますので、水をかけるなど適切な方法で除去するようにしてください。



再液化の防止



Q 冬期にガスを消費している時、再液化が起きるのはなぜですか？また、再液化を防止するにはどうすればいいのですか？

A

再液化は、冬期など温度差が大きい時期に発生しやすい現象です。これは、消費配管が外気に冷やされることで、内部の気化ガスが冷却されるために起こります。

再液化が発生した場合は、十分な気化ガスが供給されないため、消費設備に異常をきたしたり、調整器の作動不良や再液化したガスの急激な気化による安全弁の作動などの不具合が発生するおそれがあります。

再液化を防止するためには、例えばL Pガスの場合には、次のような対策を講じることが有効です。

○成分の調整

外気温や供給圧力に応じて、使用するL Pガスの種類（プロパン、ブタンの混合比）を調整する。

○配管の保温、加温

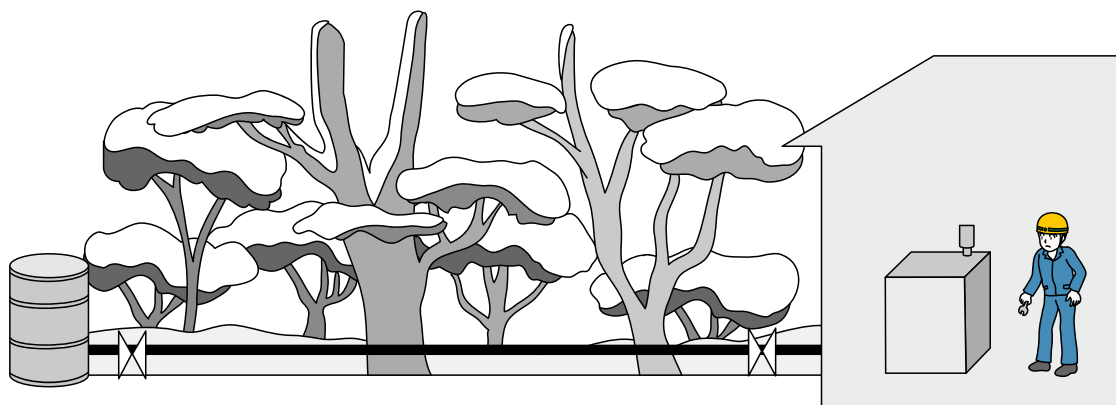
配管に保温材を巻く、温水、スチーム抱合せ配管または電気ヒーター等で配管を保温、加熱する。

○ダイリュート（希釈）方式の導入

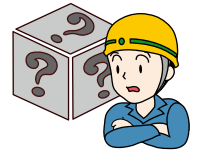
混合器を使ってL Pガスと空気を一定割合に混合することで、ガス全体の露点を下げる。

○ドレン抜き弁の設置

配管最低部にドレン抜き弁を設置し、始業前にドレン抜きを行う。



ルールと作業標準



Q ルールや作業標準を守るよう厳しく言われていますが、時間がない時は、少しくらいルールを破ったり、手順を省略してもいいですか？

A

学校の“校則”、町内会の“会則”など、人が集団生活をするところには必ず「ルール」があり、事業所にも同様にルールがあります。

事業所のルールは、①人に迷惑をかけない、②ケガをしない、③火災・爆発を起こさせない、ために作られたものであり、「先人の尊い犠牲や苦い経験から作られた」ものです。

一方、作業標準とは「作業のやり方」を定め、標準化したものであり、①良い製品をつくる（品質）、②作業しやすい（能率）、③危なくない（安全衛生）の3つの目的を果たすため、ムダがなく、ムラがなく、ムリがなく作業ができるように作られています。

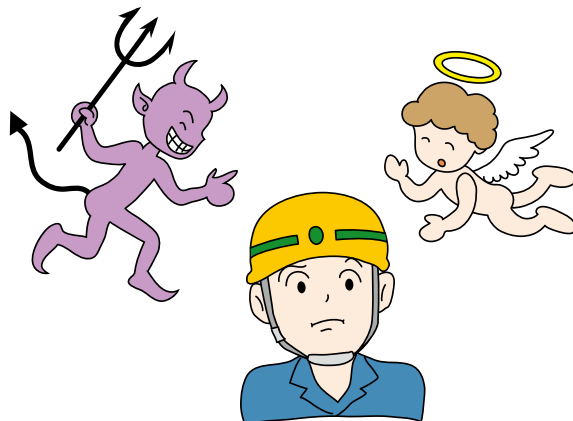
作業標準は、一つの作業に対して、「作業を進める順序」と「作業の急所：守らなければならないポイント」からできています。過去に失敗した、ケガをしたなどという経験も踏まえて、より良い作業標準として先輩達が磨き上げてきたものです。

「これくらいなら」「チョットだけ」という気持ちから、手抜きをしたり、決められた手順どおりにやらない「自己流」は、思わぬ災害に結びつきかねません。

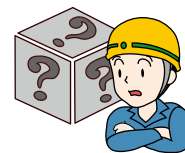
ルールや作業標準は必ず守りましょう。

もちろん、ルールや作業標準は「完全なもの」ではありません。

作業の中で“おかしい”と感じた時は、上司や同僚とよく相談し、必要であればルールや作業標準の改善を図っていくことも必要です。



指差呼称の効果



Q 指差呼称は何となく照れくさく、やりにくい。
安全確保に本当に効果があるのですか？

A

指差呼称は、作業者が操作や確認の対象を「指で差し」、操作内容や状態を「呼称する」ものです。

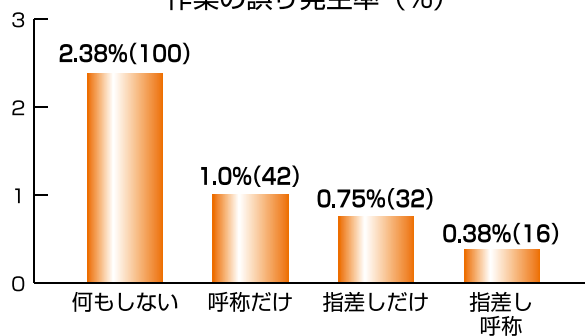
この動作によって、次のような効果があると言われています。

- ①声を出して指差すことで、脳の運動領域、筋知覚領域、言語領域、視知覚領域が一斉に稼働し、脳が活性化する。
- ②声を出すことで、口の周りや頬の咬筋が働き、意識の緊張を高めたり、力を発揮するのに役立つ。
- ③指差しにより、意識が自分の外に向けられ、自分と外界が結びつき、正確に対象を認知する。
- ④筋肉運動を伴う行動によって、意識に残る。

（財）鉄道総合技術研究所では、この指差呼称の効果を検証するために、平成6年に検定実験を行っています。

実験結果では、何もしないときの作業の誤りの発生率が2.38%であるのに対し、指差呼称をした場合は0.38%と約1/6以下になり、誤操作防止に非常に有効であることが分かりました。

作業の誤り発生率 (%)



指差呼称は、のべつ幕なしに行うと、焦点がぼけて逆効果になるおそれがあるので、バルブ類の操作、スイッチ等の操作、計器類の確認など、作業の中の重点場面で実行します。

また、照れくささを無くすためには、管理・監督者が率先して実行することや指差呼称の訓練を繰り返し行うことが重要です。

バルブ「閉め」
よし！



保安管理ノウハウ集 参考文献等一覧

<参考文献>

- ・ 高圧ガス保安法規集（第10次改訂版） 高圧ガス保安協会
- ・ 高圧ガス保安法令関係例示基準資料集（改訂版） 高圧ガス保安協会
- ・ 高圧ガス・液化石油ガス法令用語解説（第2次改訂版） 高圧ガス保安協会
- ・ 高圧ガス取締法の解説（S26） 一橋書房
- ・ 高圧ガス取締法逐条解説－その解釈と運用－（S42） 高圧ガス保安協会
- ・ 高圧ガス取締法政・省令解説（H4） 高圧ガス保安協会
- ・ 高圧瓦斯取締法 30年史 高圧ガス保安協会
- ・ 容器則運用解釈通知
- ・ 総合資源エネルギー調査会高圧ガス及び火薬類保安分科会第3回議事録
- ・ 平成18年度第2回液化石油ガス規格委員会議事録
- ・ 「高圧ガスの配管に関する基準（KHKS0801(2004)）」 高圧ガス保安協会
- ・ 事故概要報告 高圧ガス保安協会
- ・ 高圧ガス保安法令講義要領（H22） 高圧ガス保安協会
- ・ 高圧ガス保安法令勉強会資料（H22） 高圧ガス保安協会
- ・ 高圧ガス取扱ハンドブック 液化石油ガス編（改訂版） 高圧ガス保安協会
- ・ 高圧ガス製造係員講習テキスト 一般高圧ガス編 高圧ガス保安協会
- ・ 高圧ガス保安技術テキスト（第5次改訂版） 高圧ガス保安協会
- ・ 「技術者 eラーニング」（独）科学技術振興機構
- ・ 水素スタンドのシミュレーション調査検討結果概要（H15,16）（独）新エネルギー・産業技術協力開発機構
- ・ LPガスプラント保安教育テキスト（三訂版） 石油産業新聞社
- ・ 高圧ガスハンドブック 日本産業ガス協会
- ・ 高圧ガスボンベ爆発事故の報告例 東北大学

**富山県生活環境文化部環境保全課
富山県高圧ガス安全協会**

〒930-8501 富山市新総曲輪 1-7 県庁南別館 3 階
TEL 076-444-3142 FAX 076-444-3481
県 URL <http://www.pref.toyama.jp/>
協会 URL <http://www6.nsk.ne.jp/toyama-kak/>