

## 高圧ガスの事故と主な原因

### 1:バルブ操作のミス

- 1)バルブの急開による断熱圧縮(酸素、空気使用時の爆発・機器破損)
- 2)ガスの逆流によるガスの反応爆発事故(配管末端での支燃性と可燃性)
- 3)試験時の閉止板の取り外しの忘れ(保安点検作業に伴う事故)
- 4)充填ガス容器と空容器を間違えた事故(毒ガスの中毒、火災)
- 5) 毒性、可燃性、反応性ガス等の置換(パーシ)不足

### 2:ガス特性の認知不足

- 1)設備下流側での反応生成物による火災・爆発事故(半導体事業所)
- 2)爆発範囲の確認不足(再点火時の爆発事故)
- 3)不活性ガス放出時の酸欠
- 4) ガス特性の認識不足。
- 5) 錯誤による事故。

### 3:機器の管理・設計の不備

- 1)材質選定のミス(機器内部のシール材質の不適合、酸素とTi材バルブ)
- 2)仕様変更時の来歴確認の不足による事故(水分、発錆、油脂分等)
- 3)シャットダウン後の再立ち上げ時の爆発・火災事故(立ち上げが問題)
- 4)圧損とガス流速(酸素)

### 4:その他

- 1)継手部の温度変化に起因したガス漏洩中毒・爆発・火災事故
- 2)周辺者への安全教育の周知不足による事故
- 3)作業引継ぎ時の相互の錯誤による事故
- 4) 左ネジと右ネジの接合によるガス漏洩
- 5)使用環境の不適合(滞留、火気、安全機器の不足)
- 6) **日常点検の不備**

## 高圧ガスの災害防止

### 1: 容器のガス漏れ対策

通風の良い場所で使用・貯蔵する。

通風の良い場所とは？

- 1) 床面積  $1\text{m}^2$  当たり  $0.03\text{m}^2$  の開口面積を有し、2ヶ所以上の開口より通風がよいこと。
- 2) 容器収納筐体又は部屋の容積を10回/Hr以上の強制換気ができること。

### 2: ガスの漏れている容器

- 1) 毒性ガス容器では、空気呼吸器を用い通風のよい屋外に移動し立ち入りを禁止する。
- 2) 可燃性ガス容器では、付近の火気の使用を禁止し監視すること。
- 3) ガス会社に、連絡し引き取りを要請する。

### 3: 火災時の処置

- 1) 取り扱いの慣れた必要最低限の人以外は退避させ火災発生を知らせる。
- 2) 容器のネック部よりもれて着火した場合には、消火し火気の無い場所に移動し、火気の使用を監視する。
- 3) アセチレン、プロパン容器でヒューズ栓が作動し着火した場合には、容器を散水冷却し火勢を弱め消火する。  
ヒューズ栓に、割り箸などを挿入しガス漏れを止める。
- 4) 可燃性ガス容器では、消火後に発生した生ガスが漏洩し、爆発を誘発する危険性がある。容器及び容器周辺を散水し、火勢を押さえた後に、消火する。

## ◎ 災害の基本対応

人命の安全を優先する。

災害時には、なかなか冷静な対応は出来ない。

対応の仕方が分からないときは、安全な距離(場所)に避難した後、ガス会社・消防に通報し対応する。

- 日常点検をし、基準に合うよう管理する。(文書化と掲示)
- 使用後並びに、耐圧検査後、3年以上経過した容器は、速やかに返却のこと。
- 容器は可燃性、支燃性、毒性、毒・可燃性毎に隔離、区分して保管する。
- 可燃性容器置場には消火器、(散水設備)を設ける。
- 定期保安講習を開催する。

## 防災訓練

- ◇ 日頃の訓練なくして、災害の対応は出来ない。  
毒ガス容器の使用者は、空気呼吸器の装着訓練を1回/年 以上行う。
- ◇ 可燃性容器の使用者は、着火時を想定した訓練が不可欠です。

# 不活性ガス放出による酸欠事故

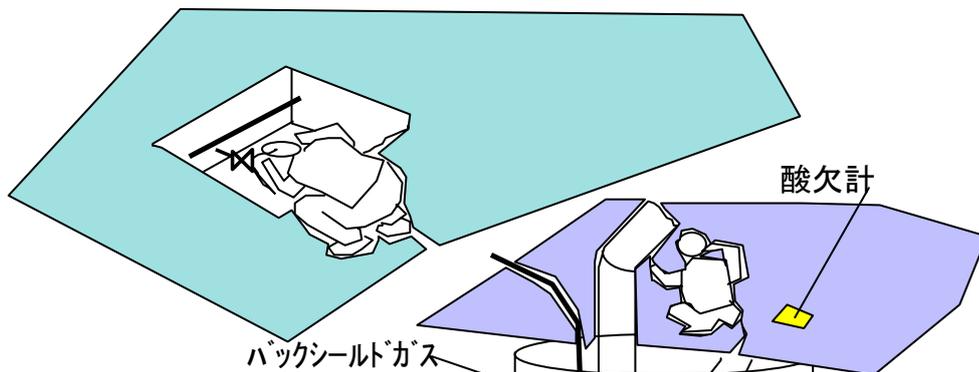
## 1: 酸欠事故

酸欠事故は何故、繰り返されるのか？

酸欠事故の危険性があると知っていた作業者が犠牲となる事が多い。  
また、酸欠者を救助に行った救助者が酸欠の犠牲になるのか？

### 事故例: 1

アルゴン配管中の純度の分析の為、ピット内にあったブロー弁よりブローしながら作業をしていた。うずくまっているうちに意識が薄れた。幸い早く発見された為大事にはならなかった。



### 事故例: 2

建屋内のタンク注入配管を溶接していた。  
溶接中、配管内の酸化防止にアルゴンシールをしていた。

酸欠計も携帯しており酸欠に注意していた。  
溶接終了後マスクを外す為にタンク内に降りて窒息した。

ガス流量は少なかったが、マスク部よりの漏れアルゴンがタンク底部に滞留した。



酸素濃度%	酸欠症状
21~18	連続換気が必要
14~10	濃度が高ければ緩慢な窒息状態になり、肉体的・精神的状態は徐々に低下していく。(危険状態の判断能力低下)
6以下	卒倒する

◎酸欠: 酸欠は呼吸困難で気づくと思われがちであるが、酸素濃度が低くなると脳細胞の運動中枢がやられ、危険の有無の判断が出来ない。  
犠牲者は、酸欠状態では何が起りつつあるのか感知できず犠牲者となる。

◇ 酸欠を、息苦しきの延長線上にあるものとの誤認により、酸欠事故が繰り返されて起きる。

### 防止策

- 1): 換気設備、排気ダクトを設置する。
- 2): タンク等は検知部と警報部の分離タイプの酸欠計で測定する。  
(携帯式は酸欠を事前に検知できない。)
- 3): 酸素呼吸器を着用する。
- 4): 危険時は1人作業をしない。

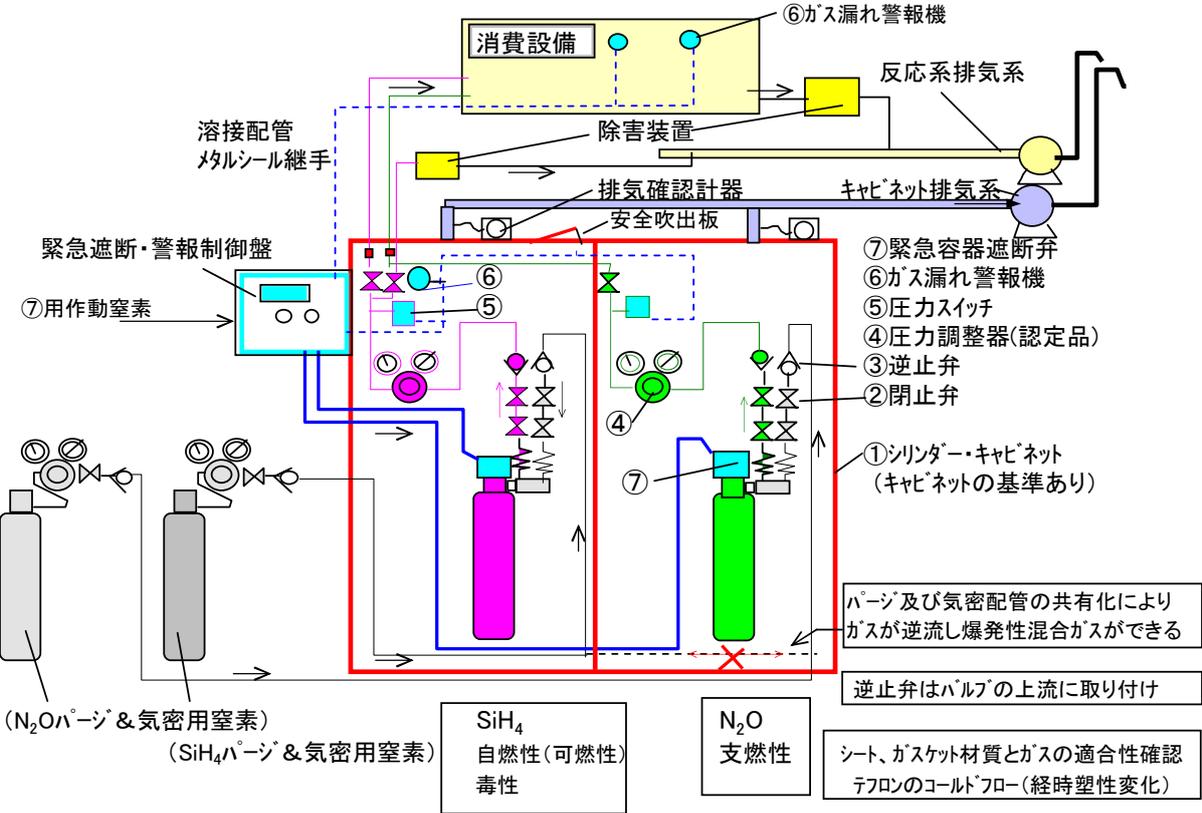


# 特殊高圧ガス供給系統図(概要)

(C: 日営: 98.9.7::Rev:0:98.9.7)  
大陽日酸東関東(株)

◇保安法: 一般則(55条)  
特定高圧ガスの技術上の基準

(シラン、ホスフィン、ジホラン、アルシン、ゲルマン、セレン化水素が対象ですが、他の毒性ガスも特殊高圧ガスの基準に準じた安全設備仕様が採用されています。)



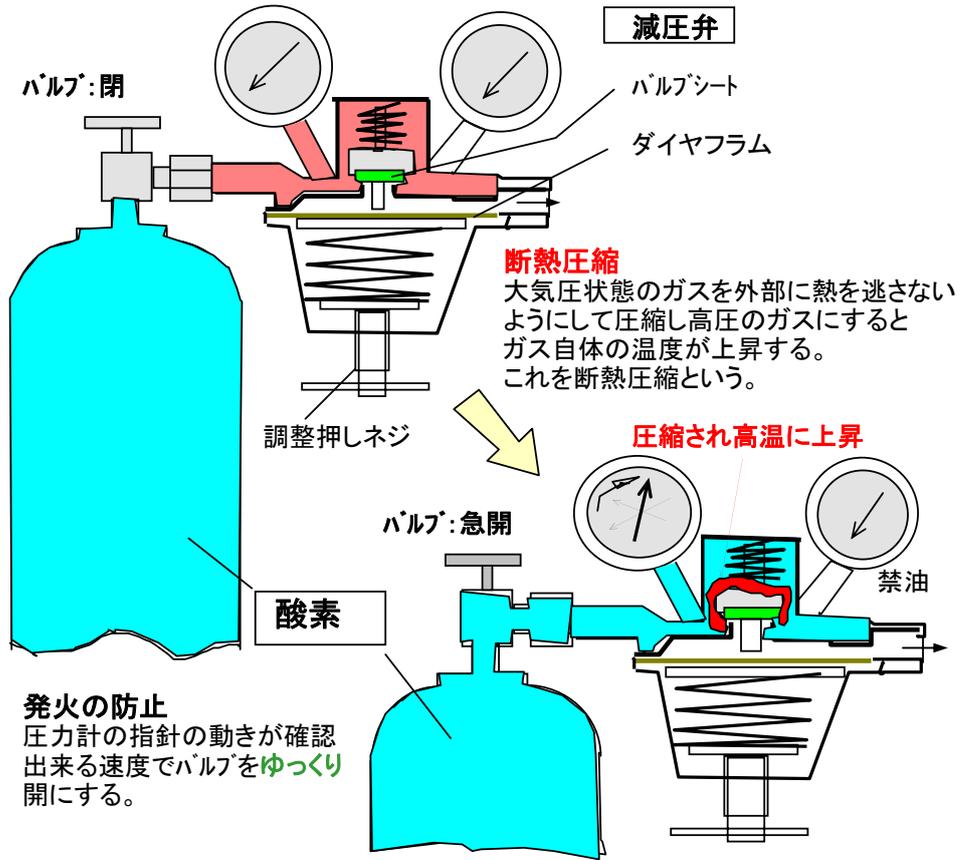
シリンダー・キャビネット(写真)

その他、安全仕様

- 建屋の換気
- 防爆電気設備
- 消火器
- 使用機器・継手の制限
- 安全通路の確保
- 呼吸器の携帯
- 流体・流れ方向の明示

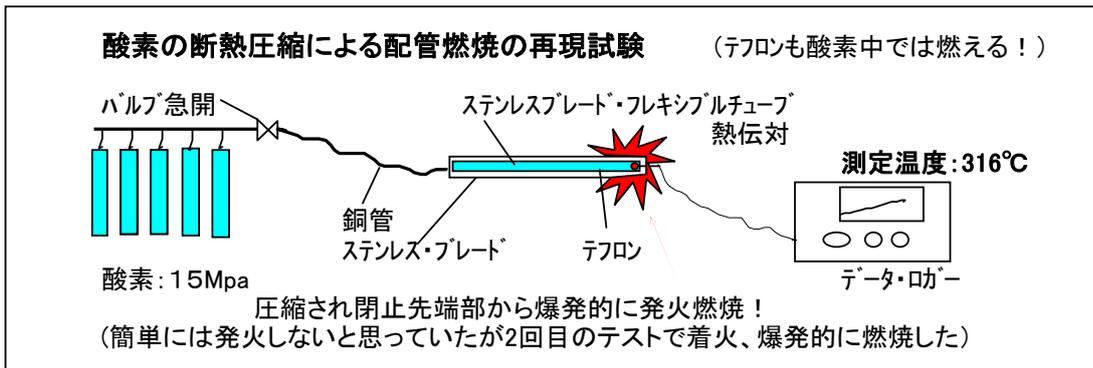
×印: 相互の反応により災害の恐れのあるもの				
組み合わせ	酸素	亜酸化窒素	アンモニア	塩素
特殊高圧ガス	×	×		×
ジクロルシラン	×	×		×
水素	×	×		×
メタン	×	×		×
塩化水素			×	
酸素			×	
亜酸化窒素			×	
塩素			×	
アンモニア		×		×
三フ化窒素			×	

**バルブの急開(断熱圧縮)によるバルブの発火**



**断熱圧縮による温度上昇**

圧縮圧力(Mpa)	1.5	3	15
酸素	378	520	983
アルゴン	613	897	1959



**酸素** 空気中では燃えないものも酸素中では良く燃える物も多い。酸素濃度が10%上がると燃焼速度は2倍になり、いったん火がつけば叩いたぐらい、では、火は消えず生命を脅かすことになる。液体酸素は火薬の代用に使用されていた時代もあり、油脂類の付着や、火気並びに可燃物との保安距離(5~8m)を確保する。

## 設備下流側の反応生成物による火災・爆発事故

### 1: 事故の概要

(平成8年:富山県:半導体工場)

半導体製造工場では、特殊高圧ガスの使用と共に、製造装置の排気ダクトより排気ガスの副生物の固形粉末が排気され、排気配管内に堆積する。

堆積物の除去・清掃の為に排気管のフランジを外した後、1～5分後に排気配管が爆発し、爆風に直撃された作業員が死亡。

除害装置のバルブ閉止の作業者と2人作業であったが、連絡が不十分で操作手順の間違いもあり、粉塵爆発を誘発した。

### 2: 事故原因

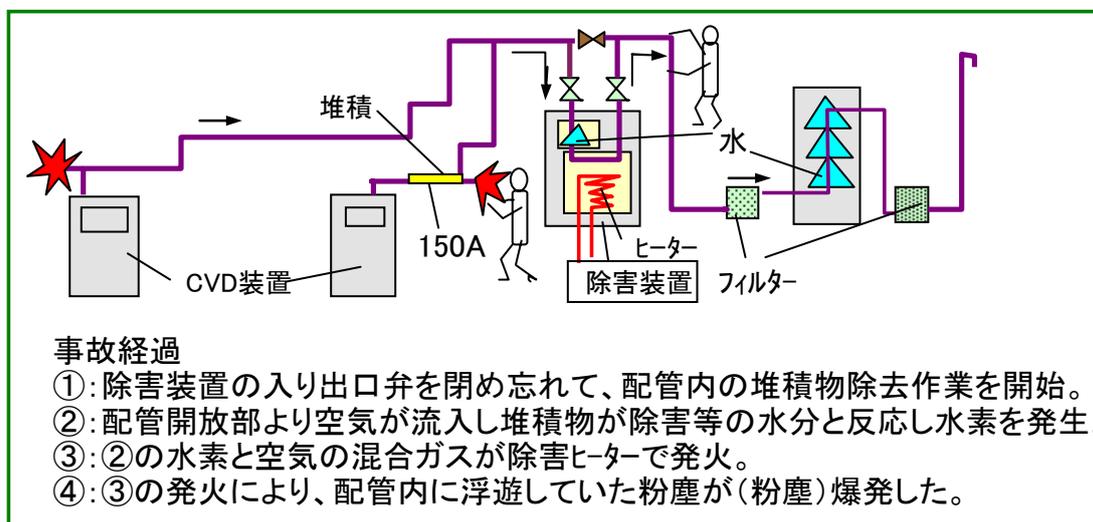
ガスは、シラン・アンモニア・亜酸化窒素・四フッ化炭素・窒素にて、CVD装置で薄膜形成( $\text{Si}_3\text{N}_4$ )をしている。

粉末未反応のガス共に、排気ガス中に $(\text{NH}_4)_2\text{SiF}_6$ を主成分とし、 $\text{SiO}_x\text{N}_y\text{H}_z$ を含む固形物が排気される。この $\text{SiO}_x\text{N}_y\text{H}_z$ は反応性が高い。

#### 検証試験

$\text{SiO}_x\text{N}_y\text{H}_z$ を含む混合物を 試験し、次の結果を得た。

- 1) 衝撃・空気の接触では発火しない。
- 2) 水と接触し水素を発生し、発火する事がある。



#### 今後の改善対応

- ①: 堆積物の清掃頻度を0.5回/月より1回/月とする。
- ②: 清掃時の空気の注入を窒素注入に改善する。
- ③: 排気配管を150Aより65Aにし管内流速を上げ管内の堆積を減少する。
- ④: 配管を直線化し管内の堆積箇所を減少する。
- ⑤: 人的ミスを防止する為、バルブの開閉表示及異常時:閉のインターロック回路にする。

# 可燃性ガスの確認不足による爆発事故

## 1: 事故の概要

LPG加熱炉において、着火させたが、着火を確認せずに炉のフタをしめた。数分後にガス漏れ警報器が鳴りだした。

炉の中を確認したところ、着火しておらず、窓を開け換気をした後、再点火した。換気が不十分なため、炉の中で爆発が起きた。

## 2: 事故の原因

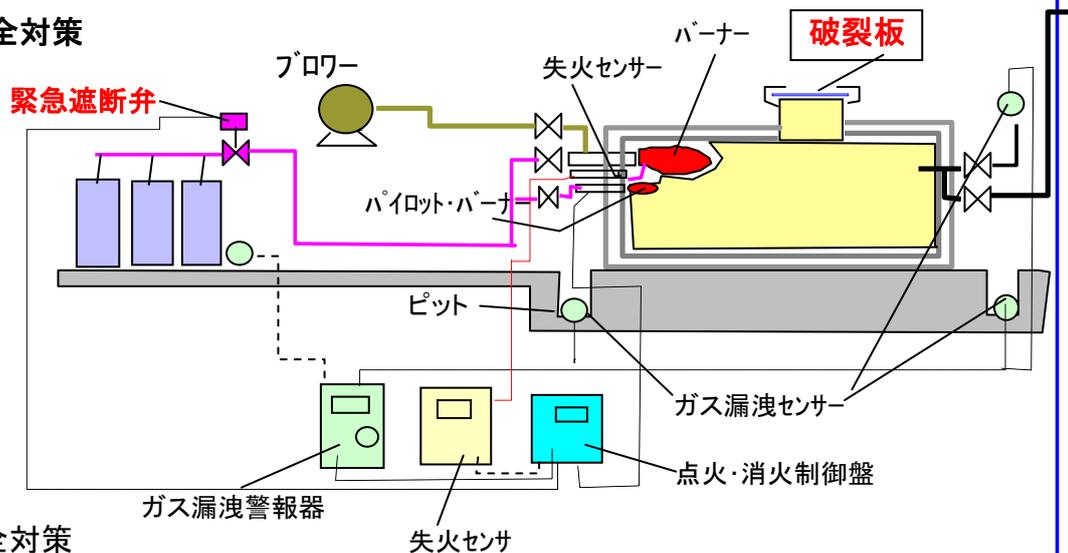
LPGに限らず、水素、都市ガス等で、同様の事故が毎年見られる。同種の事故は、負傷者もなく届出の無い事故を数えれば、毎年かなりの数があると思われる。点火時、特に一度点火がうまくいかずに2度目の点火時に起きているケースが多い。

## 3: ガスの特性

燃焼範囲

空気中の燃焼範囲(%)			空気中の燃焼範囲(%)		
ガス名	下限	上限	ガス名	下限	上限
アセチレン	2.5	81(100)	エチレン	2.7	36
水素	4	75	プロパン	2.1	9.5
メタン	5.3	13.9	ブタン	1.8	8.4

## 4: 安全対策



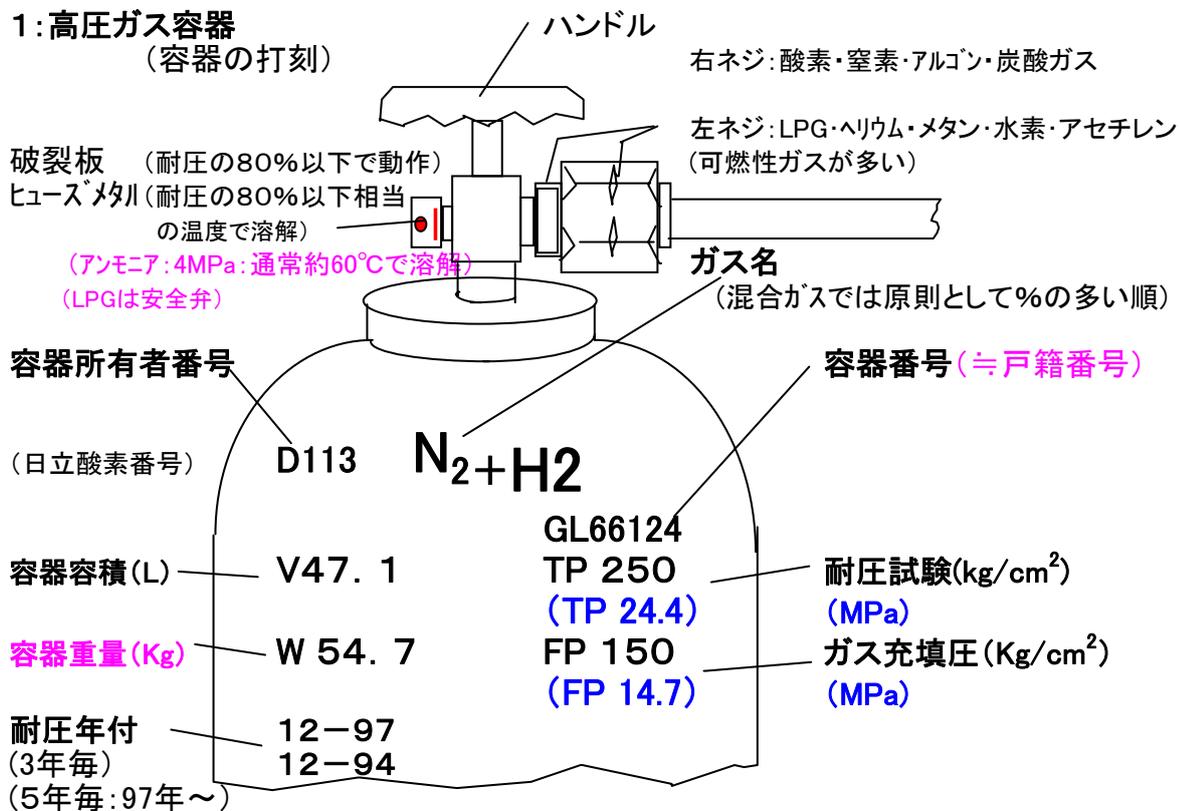
- 1) 万一の炉内の爆発も考慮に**破裂板**を設けて爆風の被害がでないようにする。
- 2) 失火センサー、ガス漏れ警報器と連動したガス遮断インターロック回路にする。
- 3) 再点火時は、炉内のエアージ、濃度確認の操作後にガス遮断が解除ができる回路にする。(再点火時の事故が最も多い。)
- 4) ガスの燃焼範囲、密度、等ガスの性質、使用法を周知徹底する。
- 5) 点火、再点火、消火時の作業マニュアルを作成し、作業者の責任所掌をきめる。特に複数人員や交代作業は手順・所掌を項目・ステップ毎にチェック確認する。

# 高圧容器の取り扱いと事故

大陽日酸東関東(株)

## 1: 高圧ガス容器

(容器の打刻)



## 2: 容器の基本的な注意事項

- 40°C以上の環境に置かない。
- 衝撃・振動を与えない。
- 寝かしては、保管及び使用しない。  
(液化ガス、アセチレン)
- 3年以上の容器は返却する。
- 容器口金の傷、汚れ、油脂の無い事。
- 6) 充填ガス名と打刻ガス名を確認する。
- 7) 容器を加熱しない。(40°C以下の温水は可)  
(容器弁より下部のみ温水加熱とする)
- 8) 残ガスを(0.05MPa)残す。
- 9) 使用前にMSDS(製品安全データシート)読む。
- 10) ハルブはゆっくり開にする事。
- 11) 供給機器はガス別に専用のものを使用する。

## 容器塗装色とガス名

容器色と配管色	酸素	笑気(N <sub>2</sub> O)	空気	吸引	炭酸ガス	プロパン	水素
容器【通産省】	黒 ■	ネズミ ■	ネズミ ■	ネズミ ■	緑 ■	ネズミ ■	赤 ■
工場配管(1例)	黒 ■	ネズミ ■	ネズミ ■	ネズミ ■	緑 ■	黄 ■	赤 ■
病院の配管【厚生省】	緑 ■	青 ■	黄 ■	黒 ■	—	—	

## 容器色の錯誤による事故例

- ◇ 病院の職員が緑は酸素と錯誤し、炭酸ガス容器を酸素と使用し患者が死亡。  
配管は塗色と共に「ガス名」を併記すること。「流れ方向」も。

## 高圧ガス貯蔵所の許可・認可等法手順手順

