

「高圧ガスの取り扱い」 について

大阪大学大学院
工学研究科技術部
安全WG

1. 高圧ガスを安全に取り扱うためには

- ・高圧ガスの物理的な特性を理解する。
- ・ガスの性質を知る。
- ・ポンペ・関連機器を正しく取り扱う。

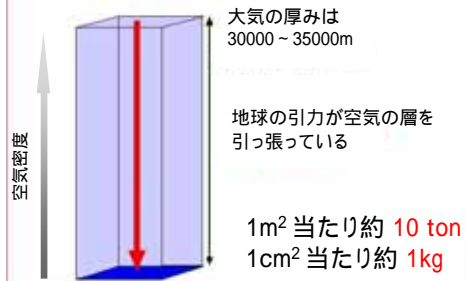
2. 高圧ガスの物理的なキケン

1気圧とは

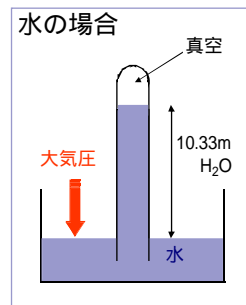
$$1\text{気圧} = 1.033\text{kg/cm}^2$$

大気圧

大気圧 = 空気の重さ



水の場合



3. 高圧ガスポンベの圧力



問題

7m³のヘリウムガスを容積47Lのポンベに
充てんした場合のガス圧は？

ボイル・シャルルの法則

$$\frac{P_1 \cdot V_1}{T_1} = \frac{P_2 \cdot V_2}{T_2}$$

溶積V: 7000L → 47L
 温度T: 変化なし
 圧力P: 1気圧 → ?

1気圧 1kg/cm²
 1kg/cm² = 98kPa

14.7MPa 150気圧 10ton以上

事故例
 高压ガスボンベを取り扱い中何らかの原因でキャップがゆるみ70m先の建物に着弾した。




問題

夏の直射日光にさらされた14.7MPaで充てんされたガスボンベの圧力はどのように変化するでしょうか？

表面温度が40 上昇



夏の直射日光にさらされた14.7MPaで充てんされたガスボンベの圧力はどのように変化するでしょうか？


ボイル・シャルルの法則

$$\frac{P_1 \cdot V_1}{T_1} = \frac{P_2 \cdot V_2}{T_2}$$

P:圧力
 V:ボンベの容積(一定)
 T:温度(K)

温度40 上昇の場合 圧力は16.7MPa(約170気圧)

もしも火災が起きた場合はさらに圧力が高くなる。



4.ガスの性質

実験・研究でよく取り扱うガス

ガス名	分子式	分子量(g/mol)	比重(空気1)	可燃性(vol%)	毒性	色・臭い
水素	H ₂	2	0.07	4~76		無色・無臭
ヘリウム	He	4.003	0.14	×		無色・無臭
アンモニア	NH ₃	17.03	0.59	5~28		無色・刺激臭
アセチレン	C ₂ H ₂	26	0.907	2.5~98		無色
窒素	N ₂	28.01	0.97	×		無色・無臭
酸素	O ₂	32	1.43	支燃性		無臭
アルゴン	Ar	39.95	1.46	×		無色・無臭
二酸化炭素	CO ₂	44	1.5	×		無色・無臭
プロパン	C ₃ H ₈	44.1	1.6	2.1~9.5		無色・無臭

5.事故例

水素 引火による爆発



・Ar-10% H_2 ガス雰囲気中で約800℃の高温熱処理後、水焼入れしようとした時、ボンと音を立てて小爆発した。それに驚いて800℃に赤熱した試料を床にばらまいてしまった。

(対策: 配管や装置のパージを行いましょう。)

・高温炉内の試料を純水素ガスで還元熱処理中、空気が混入し、ドカンと大きな音を立てて中爆発した。容器が飛散してケガをした。

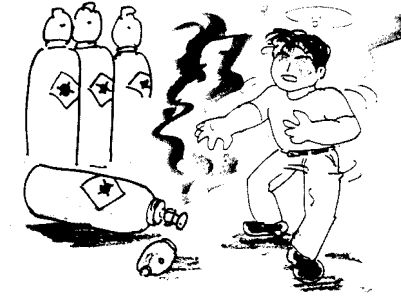
(前もって装置の点検をしっかりと行いましょう。)

アンモニア 刺激臭



・ボンベ貯蔵庫内において、何らかの原因でバルブが破損しガス漏れを起こした。刺激臭で気づき大事には至らなかった。大気に開放した。

(ボンベの固定は確実に、溶器弁キャップはしっかりと)



アルゴンガス 高圧力 他



・圧力調整バルブを反対にまわしたため、自作の硬質ガラス製、脱酸装置に大圧力が一気に負荷された。ガラス装置は跡形もなく飛散してしまった。

(圧力調整器等は正しく取り扱いましょう)

・ボンベが倒れてきたので支えようとしたが支えきれずアングルとボンベの間に指を挟んでしまった。

(ボンベの固定は上下2箇所確実に)



プロパンガス 引火による爆発



・ガラス細工を行った後、プロパンガスの元栓を閉め忘れ、漏れたプロパンガスに引火し中爆発した。

(はなれるときは元栓をしっかりと締めましょう。ガス漏れ警報機などの利用)

プロパンガス



プロパン+酸素



6. ヒューマンエラーとは

人間のミス、人為ミス(凡ミス)

↓

大事故 (60~80%が原因)

原因	対策(ガイドライン)
<ul style="list-style-type: none"> 1. 危険軽視・慣れ 2. 近道本能・省略本能 3. 無知・未熟練 4. 単調反復動作による意識レベル低下 5. 錯覚 6. 緊急時のあわて、パニック状態 7. その他色々 	<p>やめる(なくす)、できないようにする わかりやすくする、やりやすくする 知覚させる、認知・予測させる 安全を優先させる 能力をもたせる 自分で気づかせる、 検出する、備える</p>

ハインリッヒの法則

1:29:300

安全の三大いましめ

高圧力

1. 安全装置は正常か
2. 操作の確認
3. 二人作業

ボンベ取り扱い

1. 転倒防止
2. 圧力の誤認はないか
3. 吹き出し口確認

その他のよく使用されるガス

可燃性ガス

CO₂インキュベーター等

ガス溶接・溶断、分析などに
使用する燃焼ガス

窒素(液体窒素)

液体窒素が気化すると
約650倍の溶積になる。

室内では
酸素欠乏症

容器内では
高圧

・低温実験室(-2~-1)において停電、室内の温度を下げようとして液体窒素をばら撒いた(推定)。液体窒素が気化し室内に充満、酸素欠乏状態となった。

7.酸素欠乏と人体

問題
エベレスト山頂(8848m) ? %

空気中には 20.9% (18%以上必要)

16.5% (16.5%火が消える)
適応できる限界
脈拍・呼吸増加
頭痛・吐き気

10%
失神・けいれん

6%
数呼吸で失神・昏睡
呼吸停止・心臓停止

富士山頂(3776m) ? % (分圧より換算)






酸素欠乏と人体

空気中には 20.9% (18%以上必要)

16.5% (16.5%火が消える)
適応できる限界
脈拍・呼吸増加
頭痛・吐き気

10%
失神・けいれん

6%
数呼吸で失神・昏睡
呼吸停止・心臓停止



8.高圧ガスボンベ(容器)の取り扱い

移動・輸送

1. 容器の移動はボンベキャリアで
圧力調整器(レギュレーター)は取り外し
キャップを付ける
2. 容器輸送車の粗暴運転は厳禁
3. 容器の取り扱いがはていないに

ボンベの貯蔵

1. 容器はガス名ごとの区分わけ貯蔵を
2. 貯蔵場所でのボンベ固定はしっかりと
3. 貯蔵量は最低限の量にしよう




ボンベの取り付け・取り外し

1. 容器の取り付け前にはガス名などの確認を
2. 取り付け取り外し前には容器弁の閉止確認を
3. 容器の取り付けおよび固定は確実に
4. 使用済み容器には口金キャップを
5. 容器の取り付け取り外し時には配管装置内は十分なパーズを

高圧ガスの消費

1. レギュレーターなどの機器は正しい操作法で
2. 容器弁の開閉操作はゆっくりと
3. 容器弁、レギュレータの構造を知る



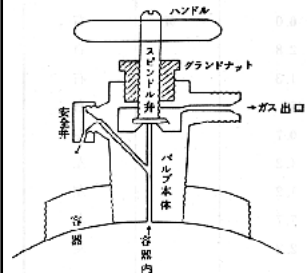
炭酸ガス

アセチレン

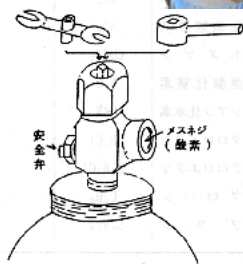


容器弁とレギュレーターの構造

容器弁



バルブの構造



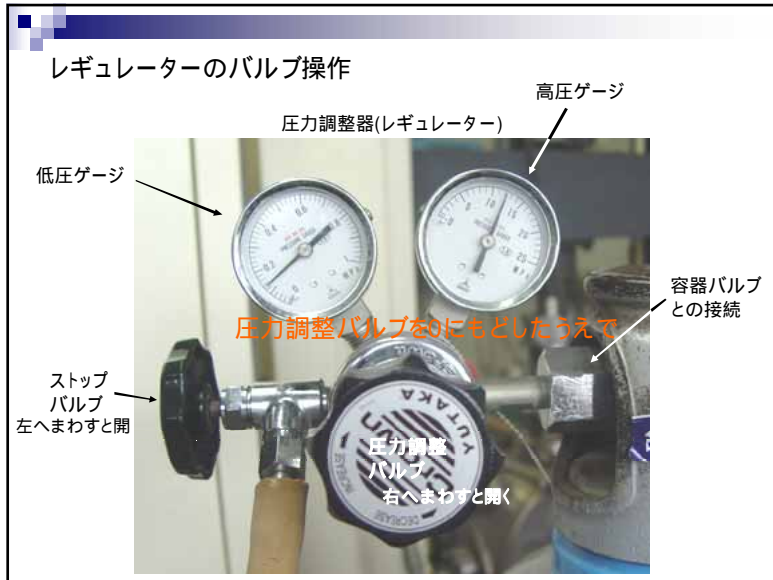
レンチのいるバルブ



アルゴン+エタン

レギュレーターの構造





9.最後に

「自分の体は自分で守る」を基本に

「気を引き締めて実験しよう」

1991年 10月2日
大学での事故
2名死亡、5名ケガ

ガスの特性
装置の構造

+

正しい情報
豊富な知識・経験
(指導教官)

安全な研究
の実施