

# 酸素の危険性と災害防止対策

化学課

駒宮功額

## 1. 酸素の危険性

### 1.1 まえがき

空気は窒素と酸素の混ったガスで、われわれの生命を保つために重要な酸素はこのうちの $\frac{1}{5}$ を占めている。この酸素が不足すると生命の危険をまねくため、坑内のような空気の汚れやすい場所の酸素濃度は、16%以上と労働安全衛生規則で定められている。このように酸素の不足は危険であるが、酸素の過剰は病人の酸素吸入の例などから体に良いものと一般に考えられているようである。しかし、純粋酸素は人体にとって必ずしも無害ではなく、医学的にはむしろ有害な場合もある。例えば、動物実験では純酸素の呼吸により酸素中毒ともいう病状を現わして死亡したり、未熟児を育てる保育箱に濃い酸素を用いると未熟児が失明することなどをあげることができる。このように酸素は医学的な危険ばかりか、その強い支燃性による火災・爆発の危険も存在しており、共にあまり知られていないようである。

さて、近頃酸素の用途は著しく広まり、古くから知られているアセチレン酸素溶接や切断用、病人の吸入用だけでなく、製鉄所での酸素製鋼、化学工場での石油精製各種ガス、合成樹脂、無機有機化学薬品などの製造に用いられ、病人用には酸素テントやポータブル酸素発生器具の実用化、健康人には宇宙や高空の飛行、スポーツ、保健などの各方面にわたっている。

このような盛んな酸素の利用とともに、酸素が手軽に入手できるようになってきた。このため酸素を圧縮空気と同じ程度に考え、安易に取り扱い、思わぬ事故を発生している。酸素の消費量増大とともに、酸素による悲惨な事故が増加しているため、酸素の危険性と災害防止対策について説明を加え、この種の事故の防止に役立てたいものと思う。

### 1.2 災害の種類

酸素による災害は次のように区分することができる。

1. 過剰酸素による衣服の急激な燃焼
2. 高圧酸素と油など有機物の爆発
3. 液体酸素と有機物の爆発

これらは、各項の最後にまとめて紹介した災害事例に

みられるように、1がもつとも多く発生し、2がこれに次いでいる。その他、酸素ボンベ使用の際の調整器の事故も少なくないが、これについては省略することにする。

### 1.3 酸素と燃焼

空気中の酸素は、 $\frac{1}{5}$ 容に及ぶ多量の不活性窒素により、その強い支燃性を抑えられている。ところが窒素と酸素の割合が変化し、不活性の窒素が減少すると、酸素の支燃性が高まり、僅かな点火源でも有機物を着火させたり、急激な燃焼速度や、高い燃焼温度を示すようになる。

#### 1.3.1 燃焼速度の増加

酸素濃度が高まると有機物の燃焼速度が著しく速くなることが知られている。図1は、燃焼時間と酸素濃度の関係を示したもので、僅かの酸素増加が燃焼時間を急激に短かくしている。具体的な実験例としてキャラコの酸素10%増加による燃焼時間が、セルロイドフィルムの空気中のそれと等しいことから酸素の増加が非常に危険であることを理解できよう。

高酸素濃度下における衣服の燃焼事故が悲惨なのは、セルロイドのように激しく焼える衣服を消火できないからである。また、酸素の比重が空気の1.1倍であり、無臭の漏洩酸素が低い場所に長時間たまりやすく、発見されにくいことが事故を頻発させる原因の1つとなつてい

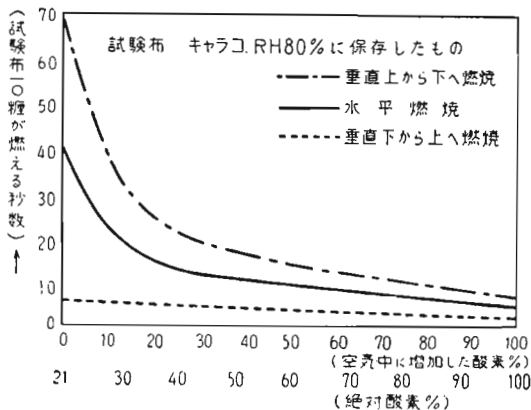


図1 酸素濃度と燃焼時間

る。

### 1.3.2 着火温度の低下

可燃物の着火温度は、酸素濃度の増加とともに低下する。図2はベンゼンの実験結果で、表1は空気中と酸素中における各種可燃物の着火温度を比較したものである。これから濃い酸素中では可燃物に火が付きやすいことが理解できる。

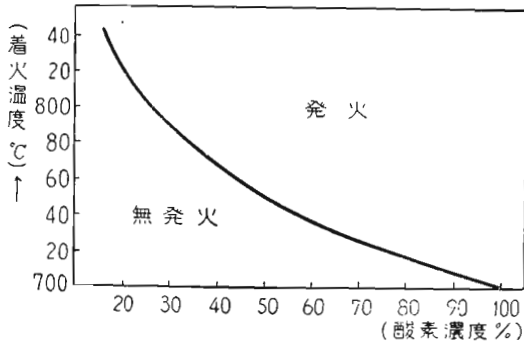


図2 酸素濃度とベンゼン着火温度

表1 着火温度

	ガリソン	灯油	重油	銅屑	水素
空気中	383	432	424	310	585
酸素中 (°C)	272	251	256	280	585

### 1.3.3 火炎温度の上昇

炎の温度を高めるためにしばしば酸素が利用されている。もつとも一般的なのはアセチレン溶接、切断炎、水素やメタン炎などをはじめ酸素製鋼などもこの分類に入れることができる。燃焼に必要な空気中の酸素は、多量の空気で薄められており、この空気が燃焼により発生した熱をうばってしまうため炎の温度はあまり昇らないのである。したがって、空素を含まない純粋酸素や濃い酸素の空気が火炎温度上昇のために用いられている。表2は、空気中と酸素中における可燃性ガスの最高火炎温度を示したもので、濃い酸素による火傷が重いのは衣服が熱で分解し、発生する可燃性ガスの火炎温度が高いためである。

表2 最高火炎温度

	水素	一酸化炭素	メタン	アセチレン
空気中	2,045	2,100	1,875	2,325
酸素中 (°C)	2,660	2,925	2,930	3,135

### 1.3.4 火炎長さの増加

化学反応は温度の上昇により著しく促進されることが知られている。酸素濃度の増加により火炎温度が上昇すると、衣服の燃焼も化学反応の一種であるため、燃焼速度が増加する。このことは衣服が炎で分解されて発生する可燃性ガスの量が急に増加することであり、多量の可燃性ガスが燃えるため炎が長大になるのである。図3は、アリルアルコールの実験例で、着火温度の低下も同時に示されている。

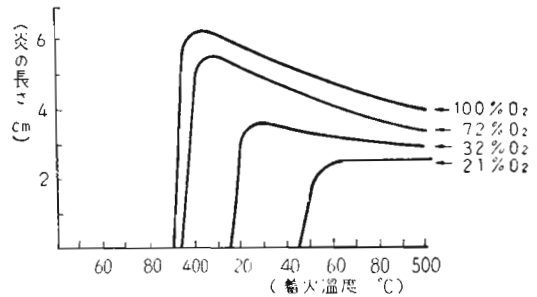


図3 アリルアルコールの炎、酸素量、温度の関係

### 1.3.5 災害事例

このような酸素の恐ろしい性質のため、造船ブームの始まった昭和31年より急激に事故が増加し、多くの作業員が焼死した。近頃では造船所以外でも事故が発生し、死傷者の増加が予想されるため、労働安全衛生規則の一部改正の折、「酸素による火傷防止」の事項が加えられ本年4月から施行されている。これについては関係法規として本稿の終りに紹介したので参照されたい。

#### 過剰酸素による作業服燃焼事故発生状況

	昭和30	31	32	33	34	35
件数	4	5	13	12	8	6
死者	4	5	8	7	15	9
負傷者	4	2	11	7	5	—

#### ◎ 昭和34.4.1 9—30 製薬工場 死2

石灰質黄台剤蒸解槽の蛇管更新作業のため、吹管を持ち込み缶内で作業中衣服が発火した。

#### ◎ 昭和34.4.28 造船所 傷1

機関室二重底のパイプ取り替えのため切断後吹管で溶接しようとしたとき、底部のボロが燃え、続いて衣服も着火した。原因は不完全な吹管バルブからの酸素もれと思われる。

#### ◎ 昭和34.5.21 13—50 造船所 死1

アフタピークタンク内でスタンフレームの肉盛りを単独で作業中死亡した。原因は、隣接室にあつた酸素を吹き込んだものと思われる。

◎ 昭和 34. 6. 2 9—00 造船所 死 1

バラスタタンク内吸気管の配管作業中、隣接作業の火花により衣服が発火したので、消火のため外に出ようとしたとき酸素ホースをふみ、酸素が噴出し全身火傷を負ったものと思われる。

◎ 昭和 34. 6. 27 11—15 造船所 傷 1

機関室でガス切断により穴あけ作業中火傷を負った。原因は、酸素のもれと思われる。

◎ 昭和 34. 9. 9 9—00 造船所 死 3

二重底内で電気とガスにより溶接作業中の3名が火ダルマとなつて船底からはい上つてきた。原因は、酸素のもれか、換気に酸素を使用したためと思われる。

◎ 昭和 34. 12. 5 10—20 造船所 死 2 傷 1

アフタピークタンク内で清掃作業中火傷を負った。原因は、ガス切断器からの酸素もれと思われる。

◎ 昭和 34. 12. 17 11—40 潜函工事現場 死 6 傷 2

基礎建設用潜函気圧室内で減圧時間短縮のため酸素添加による減圧を実施中、作業者がタバコに火を付けたため衣服に着火した。

◎ 昭和 35. 5. 18 8—40 製鉄所 死 2

酸素レンバー点検作業中、照燈灯コードのスパークから衣服が発火した。原因は、内部酸素を完全に空気と置換せず、酸素 30% で作業を開始したため。

◎ 昭和 35. 5. 23 14—00 造船所 死 2

チェンロッカー内でガス切断器を用いて電取り作業後電気溶接を開始したとき衣服が急激に燃えた。

◎ 昭和 35. 9. 30 8—20 造船所 死 1

機関室二重底現場取り付のため作業を開始後 10 分ぐらいたった頃全身火傷を負った。

◎ 昭和 35. 10. 10 13—00 化工機工場 死 1

反応釜内部で電気溶接中、呼吸が困難になつたので酸素を吹込み作業中衣服が発火した。

◎ 昭和 35. 11. 12 新築工事現場 死 1

新築現場のプロパン配管工事になにかが詰つていることを見つけたので、主管に盲をし、配管を取り替えるため床をはつている時小爆発を生じ衣服が燃えた。原因は、別の作業者が酸素で詰りを除こうとしたためと、配管取りはずしの際のプロパンのもれによる。

◎ 昭和 35. 11. 25 造船所 死 2

前部ポンプ室内修理作業のため室に入ったが衣服が発火し 2 名が焼死した。原因は、酸素とアセチレンホースが持ち込まれていたため、酸素がもれ発火したものと思われる。

(イギリスの例)

◎ 31. 11. 25 酸素工場 死 1

工場内掘削でタバコを吸つていた鉄鋼組入人の衣服が急激に燃え出し、火傷を負った。原因は、試運転の都合上液体酸素を棄て、そこから 30 m 以内を危険区域としたが、50 m 離れていた事故現場まで酸化した酸素が流入したため。

1.4 酸素と爆発

酸素を圧縮空気の代りに使用したため思わぬ爆発事故を発生することがある。この原因は、酸素中で可燃性ガス、蒸気の爆発範囲の拡大、燃焼速度の増加、点火エネルギーの減少などの影響によるものであるが、さらに、あまり明確にされていないが有機過酸化物の生成も原因の1つとして考えてよいのではなからうか。

したがつて、十分調査、研究した上で酸素を利用することが大切であり、圧縮ガスや空気の代用に酸素を使用することは厳重に禁止しなければならない。

1.4.1 爆発範囲の拡大

酸素中では可燃性ガス、蒸気の爆発範囲が著しく広くなる。不燃性溶剤として知られているトリクロルエチレンでさえ酸素中では 10.3~64.5% という広い爆発範囲をもっているの、その取り扱いに注意しなければならない。表 3 は、各種ガス、蒸気の酸素中と空気中における爆発範囲を示したもので、下限界はあまり変化しないが、上限界は著しく広がるようになる。石炭粉、プラスチック粉などの可燃性粉塵も酸素中では爆発しやすくなるので、事例にみられるように酸素を煙突の煤掃除に利用することは危険である。

表 3 爆 発 範 囲

	トリクロルエチレン	アンモニア	アセトアルデヒド	メタン
空気中	不燃性	15~28	4.1~55	5.3~14
酸素中 (Vol %)	10~65	15~79	4 ~93	5.1~61

1.4.2 点火源

酸素の増加は爆発点火エネルギーを減少させる。これは空気中では爆発性ガスの点火源とならないような微小な点火源でも、酸素中では点火源となりうることを示すもので、図 4 はエチレンの測定結果である。これによれば空気中では 0.084 mJ であつた最小点火エネルギーが、酸素中では 0.00094 に減つてしまうほどである。エチレン以外のガスや粉塵についても同じ傾向があるので、点火源については十分な注意が必要であろう。

圧力試験や漏れ試験の際、急激に酸素を加えると、内部の空気は断熱圧縮により著しい高温を示し、点火源となることも可能である。この現象はディーゼル機関に応

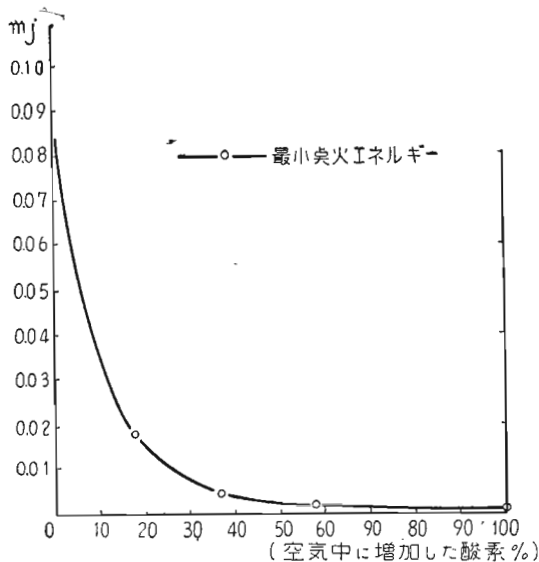


図 4 エチレン-酸素、  
エチレン-空気的最小点火エネルギー

表 4 空気の断熱圧縮による圧力および温度上昇

圧縮比	圧力 (atm)	温度 (°C)
1	1	20
2	2.6	120
3	4.7	181
5	9.5	283
10	25.0	462
15	44.2	594
20	66.0	697

用されているもので、表 4 は、空気の断熱圧縮による圧力と温度上昇の計算値であり、酸素の急激な圧入が温度上昇とさきに述べた着火温度低下とにより可燃物が容易に着火されることが想像される。したがって、酸素を圧力源に使用することは、有機物が多少でも存在していると大変危険なことが理解できる。

#### 1.4.3 その他

酸素中では有機物が過酸化物に変化し、これが爆発することも考えられる。戦時中、和歌山の化学工場爆発事故は高压空気による油分の過酸化物生成と考えられており、また外国の例でも航空母艦の水圧機ラムの爆発原因を、高压空気による油分の過酸化物とアルデヒドの生成分解と推定している。災害事例、フェネートル工場もあるいはこの種の加圧酸素による過酸化物が原因とも考えられよう。このような事実から酸素の安易な利用は非常に危険なことを示している。

#### 1.4.4 高压酸素と油など有機物による爆発災害事例

酸素による爆発災害は、その多くが手近に空気、窒素などの高压ガスが得られなかつたため、高压酸素を利用し、これにより装置、配管内に存在していた有機物が爆発したものである。

#### 1.4.5 圧力源による災害事例

◎ 昭和 28. 7.18 機械工場 傷 3

油圧ポンプ蓄圧機内の圧力保持のため、時々油の上部に酸素を充填していたが、当日も容器を接続し、バルブを開こうとした時銅管が大音響とともに爆発し、飛散した油に引火し火災となつた。

◎ 昭和 30. 7.16 化学工場 死 2 傷 4

重油ポンプ移設作業中一部完成したので、酸素を用い、5 kg/cm<sup>2</sup> の漏れ試験を実施した。結果がよかつたので酸素の放出と盲板の取り外し中爆発した。

◎ 昭和 31. 9.18 市水道課 死 2 傷 4

水道課で停電のため非常用ディーゼル機関を始動しようとしたが、圧縮機の圧力が昇らないので、酸素をレシーバーに送り込んだ時レシーバーが爆発した。

◎ 昭和 33. 4.11 商店 傷 1

冷菓用アンモニア冷凍機の蒸発器修理のため取り外し酸素を充填して溶接したところ爆発した。

◎ 昭和 33.11.13 製鉄所 死 1 傷 1 損 30 万円

飲料水冷却用冷凍機のガス漏れ試験をガス検知器で調べたが、ガス圧がなく検知不調であつた。このため酸素 (8 kg/cm<sup>2</sup>) を送酸し、気密試験のため運転した際爆発した。

◎ 昭和 34. 6. 1 鉄工所 傷 2

冷菓製造所でライン冷却器からアンモニアが漏れるので、漏洩試験のため酸素を圧入した。漏洩箇所を発見したので溶接を始めたとき冷却器パイプが爆発した。

◎ 昭和 34. 4.16 ゴム工場 死 1 傷 5

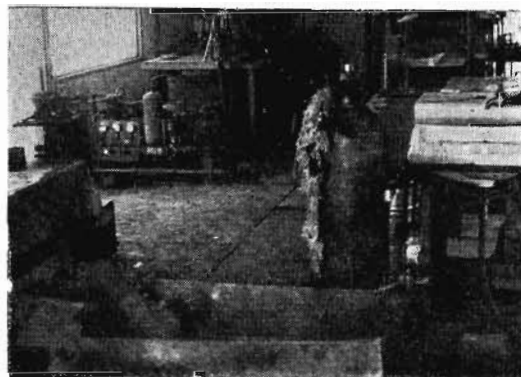


写真 1 ゴム工場災害現場

ジェット機酸素ポンプに送酸する高圧ゴムホースの耐圧試験のため、自家製試験装置で酸素により予備試験を行なったが具合が悪かつた。このため装置を分解しメチルアルコールで洗滌自然乾燥後再び装置を組立て、 $140 \text{ kg/cm}^2$ 迄圧入し3分間その状態を保ち、試験を終了した。そして放出バルブを開いた時爆発した（写真1参照）。

◎ 昭和 34. 8.14 冷凍機部品工場 傷 1 損815万円

冷凍機蒸発器用コイルの気密試験のため自家製試験装置で酸素を用い、前日に引続いて内部を灯油で洗ったパイプを装置に取り付け、油槽上で  $20 \text{ kg/cm}^2$  の圧力を加えた際コイルが爆発し、槽内の油に引火火災となった。

◎ 昭和 35. 7.14 溶接工場 傷 4

アイスキャンデーの冷却用パイプの溶接を終了し、試験のため酸素を送つたところパイプが爆発し、作業場を半壊した。

◎ Chem. Eng. 1955 5月号

ダウサム液の少量付着していた管を圧力試験するため酸素を送つたとき爆発し、責任者を含め3名が死亡した。

## 2. 災害防止対策

酸素災害は、事例に示したように、発生原因が明らかで、対策の立て易いものが少なくないが、年々事故が増加の傾向を示している。これは大学で化学を専攻した技術者が、耐圧試験に酸素を使用したため爆発、死亡した例もあり、多くの人々の酸素に対する危険性の認識不足によるものと考えられる。したがって酸素の危険性を十分理解し取り扱うことが大切で、さらにガス分析、難燃性衣服などの対策の実施によりこの種の事故を防ぎたいものである。

### 2.1 安全教育

「濃い酸素中では木綿の作業衣も、セルロイドのよう



写真 2 造船所における酸素の危険性教育

に燃える」と耳からの教育も大切であるが、液体酸素の事例に見られるように、その危険性を多少知つていたためかえつて事故を発生したこともあるので、その効果にあまり期待をかけられない。漏れた酸素による衣服の燃焼事故の続発した造船所では、耳からの教育と同時に大きな箱に人形を置き、酸素を送り燃焼させて眼からその恐ろしさをうつたえ効果をあげている（写真2参照）。この種の事故は外国にも多く発生しており、安全教育の参考のためパンフレット、新聞記事の一部を紹介する。

ドイツ鉄鋼業組合安全心得 (1955)

「溶接する場所の空気を良くするため酸素を用いてはならない。それは致命的な危険をまねく。その危険とは酸素が増加すると作業中の火花から引火し、猛烈な熱で布が燃え、炎を消すことができない。最近このような災害が鉄鋼工業で発生し、多くの溶接工が死亡した」（図5参照）。

イギリス ノーザンエコー紙 (1956.12.12)

「衣服はたちまち火の玉となり酸素の存在、死をもたらす」の見出しで事例に示したような事故を詳細に報じ、検死官の「酸素の取り扱いについては特

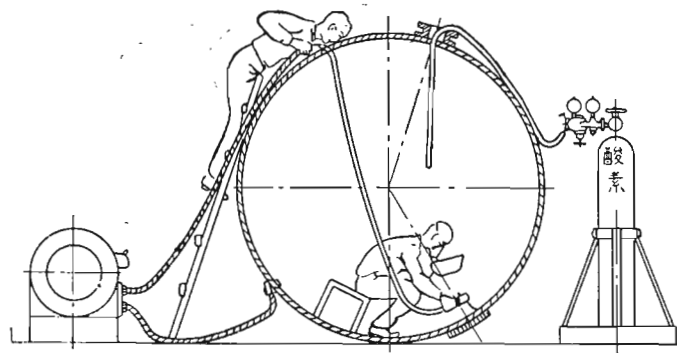


図 5 このような酸素の使い方は危険である

に強く注意をうながしたい」との話で結んでいる。  
アメリカ 溶接における安全衛生

「狭い室内に酸素を放出してはいけない。酸素のため多くの金属や布などが活機に燃え災害を発生する。このため漏れた酸素は非常に危険である」

このように各国とも酸素の危険性を認識させることに努力している。酸素の危険性が一酸化炭素や青酸カリのように多くの人々に認識されるならば、換気通風や圧力源に利用するなどの安易な取り扱いも跡を絶つてはなからうか。

## 2.2 漏洩防止

ガスを取り扱った人なら誰れもが漏洩防止のため苦勞した経験をもっているはずである。アセチレン溶接、切断器は JIS による漏洩試験に合格しているわけだが、現場で少々使用すると洩れはじめるものが多いとの苦情をしばしば聞く。また、配管のバルブを完全にしめても、ガスは多少洩れるものと考えるのが常識として通用するほどである。

このような器具や配管からの酸素洩れを防ぐことは、衣服の燃焼事故防止のため重要な対策であるが、また、経済的にも多額のガス代節約の効果を得ることができ、造船所におけるガスの損失が数%に及ぶといわれており、酸素の漏れの防止により安全と同時に多額のガス代を節約することができよう。

溶接器や切断器、ゴムホース、配管などからの漏れは石鹼水や中性洗剤水で簡単に発見できる。この検査は定期的を実施し、常に漏れないよう整備しなければならない。

酸素ホースの差し込みがゆるみ、吹管から外れ噴出酸素により負傷することがある。狭い場所では特に危険であるからホースは確実に差し込み、ホースバンドなどで押えなければならない。針金で押える場合はその端がズボンなどに引つかからないように注意する。

吹管のバルブは震動や衝撃によりゆるむことがあるので吹管は丁寧に取り扱いが望ましい。このためある造船所ではバルブのゆるみ止めを考案し、酸素バルブからの漏れを防止している。

酸素の充満していた装置の修理の際は、内部を完全に空気と置換し、連結配管もバルブを閉めるだけでなく、外さなければ安全を保証できない。修理が終了した場合も、その部分が冷却するまで送酸してはいけない。酸素切断の原理で配管が切断され、酸素が噴出してしまふ。

## 2.3 狭隘区画内作業の注意

酸素災害でもつとも多くの犠牲者を生じている狭隘区画内における溶接、切断作業は、今迄述べた安全対策や

労働安全衛生規則と重複する所も多いが特殊な作業であるため、次の事項に注意しなければならない。

- 酸素の危険性や漏洩防止の教育を徹底する。特に臨時工、新入工、下請工に対して留意する。
- 酸素ホースは損傷のないものを使用し、ホースと吹管、ホース相互の接続部はホースバンドなどで確実に締付ける。
- 吹管各部の漏洩検査を行ない、不良吹管の使用を禁止する。
- 作業中止や休憩の際作業場に吹管を放置せず、開放場所に持ち出すこと。
- 酸素取出バルブには取扱者の名札を取り付けるなど誤操作による漏洩を防ぐこと。
- 作業場所の換気を実施する。
- 単独作業を原則として禁じ、監視人をおくなど非常の場合の連絡がとれるようにする。
- 難燃性衣服を着用する。

## 2.4 ガス検知

船内の狭い区画内で酸素漏れの恐れのある場合や、酸素工場で装置を修理する場合には換気後過剰酸素のないことを分析により確認してから作業にかからなければならない。

酸素分析の条件は次の通りである。

- 移動性：狭い場所で測定するため器具も粗雑に取り扱われやすい。このため重量も軽く、小型で多少の衝撃に耐えることが望ましい。
- 迅速性：ガス濃度は短時間に変わるので、迅速に分析結果が得られること。



写真 3 干渉計型ガス分析計



写真4 磁気酸素分析計

- 簡易性：分析操作は簡単で、誰にも取り扱えるものであること。
- 選択性：測定ガスが既知の場合には問題はないが、未知の場合には選択性のあるものが望ましい。
- 安全性：アセチレンのような爆発性ガスの混在の恐れがある場合、器具内の火災や高熱物体が点火源とならないこと。

このような条件をある程度満足させる分析器具には干渉計型ガス分析計と磁気酸素分析計とがある。前者は選択性に、後者は衝撃性に多少問題はあるが、実際に使用されている（写真3、4参照）。

分析上の注意としては酸素の比重が大きいので、低い場所に高濃度の部分が長時間存在する点に気をつけなければならない。なお干渉計型ガス分析計による酸素の分析法は本誌4巻2号を参照されたい。

### 2.5 難燃性衣服

安全教育、漏洩防止、ガス分析などが確実に実施されていても災害は思わぬ盲点について発生する。また、酸素工場での酸素の放出を禁止することは不可能であろう。このような酸素による危険性が潜在している場所では燃えにくい衣服の着用が望ましい。作業服が燃えなければ万一事故を発生しても被害を軽微に留めることができるものである。

衣服の燃焼性は服地の種類、含水率などに影響され、厚手の服地や、あまり乾燥していない服地は燃焼速度が遅いものである。しかし、空気中で着火することには変りはないので、難燃加工をほどこした衣服の着用が望ましい。このような衣服は酸素が10~10数%程度増加しないと着火せず、酸素がさらに増加しても無処理のものより燃焼速度ははるかに低いものである。

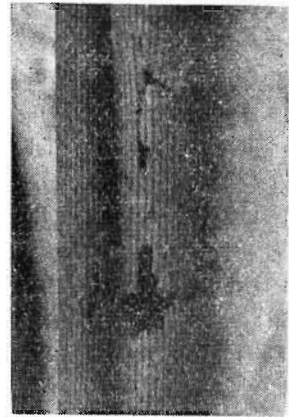


写真5 内部の燃えた酸素ホース

最近試験を行なった黒鉛繊維は、難燃加工繊維よりはるかに優秀で、酸素中でも空気中程度の燃焼速度しか示さなかつた。しかし、強度と価格の点に問題が残つてゐるようである。

## 2.6 配管と発生装置の災害

### 2.6.1 配管と発生装置の注意事項

酸素配管内の流速が速いと発火の危険性があるといわれており、その設計にさいしては8 m/sec以下とする。したがつて、管の急激な縮小や拡大は流速の制限を越えることが予想されるので、ゆるやかな変化をつけなければならない。管内の錆も発火の危険性があり、年1回は錆の清掃を行なうべきである。

酸素工場では過剰酸素による作業服の燃焼事故が発生した場合、直ちに消火できるよう梘子を応用した消火器の整備、工場全般の禁煙施行、鉄底の靴の使用禁止、消防隊の整備、暗夜でも安全に避難できる緊急ランプの整備などが必要である。

この項の終りに、酸素ホースの燃焼について説明しよう。酸素は支燃性ガスで、可燃性をもっていない。ところがホースに火を付けると、あたかも酸素が燃えているような現象を見ることができる。これは酸素の流速がホース壁付近では唇に近いいため酸素が逆火するように燃えてゆくのである。したがつて一度燃えた酸素ホースを再び使用することは危険である。写真5は、内部燃焼が表面までおよんだ酸素ホースの状況である。

### 2.6.2 配管、発生装置の爆発、発火災害事例

#### ◎昭和30.10.1 酸素工場

空気液化分離器修理のためトリクロロエチレンで内部洗滌後液酸溜から液面計へのパイプを吹管で加熱したところ、残留していた炭化水素が爆発し、精溜塔の一部を破壊した。

◎ 昭和 31. 8.22 酸素工場

酸素ガス充填台の切換弁を閉め、他の側の弁を開けようとした時発火した。弁は3日前トリクロルエチレンで洗滌整備したものであった。

◎ 昭和 33. 3.30 ユニオンカーバイド社 死 3

酸素プラントの空気分離装置が爆発し、コントロール室の3名が死亡した。原因は、溝の中の可燃性廃物が、放出された酸素により引火したものとされる。

◎ 昭和 33. 9. 4 造船所 傷 1

容器修理中酸素配管が焼き切れ、火花とともに酸素を噴出した。原因は、溶接のアースを酸素配管から取つたため。

◎ 昭和 33.10.10 造船所 傷 1

酸素バルブを閉め空気置換にかかったが、バルブ不良のため分離されていなかったパイプに酸素が入り溶接箇所から火を噴いた。

◎ 昭和 34. 4.11 造船所

地下埋設酸素配管が発火焼損した。原因は、配管と電線の接触と思われる。

◎ 昭和 34. 9.10 造船所

溶接機二次回路帰線電流が酸素配管に流れ、配管の一部を焼失した。

◎ 昭和 35. 5.26 製鉄所 死 2

新設酸素球形タンクが完成し、酸素により気密試験を実施したが一部配管に漏れを発見、修理した。修理後酸素圧機の運転を開始したが、10分後に配管の一部が爆発、焼損した。

◎ 昭和 35. 9.15 製鉄所 死 1 傷 7

転がへの酸素配管工事を終了したので、通酸試験を行なった。ところが一部が発熱したため分解し、トリクロルエチレンで洗滌後組み立て、再び通酸試験中配管やバルブが爆発した(写真6参照)。

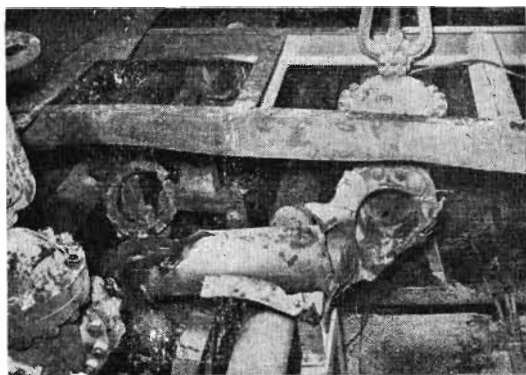


写真 6 製鉄所における酸素配管爆発現場

### 3. その他

以上述べたように、酸素が危険なガスであることを知らせる教育、安全と経済からの漏洩防止、酸素分析の励行、酸素中でも燃えにくい作業服の着用などによりこの種の災害防止のため本文が少しでも役立てば幸である。

最後に液体酸素による災害、酸素によるその他の爆発災害、関係法規を紹介し本稿を終ることにする。

#### 3.1 液体酸素と有機物の爆発災害事例

◎ 昭和30. 4.16 造船所 死 3 傷 1

液体酸素タンク付属配管から液体酸素が漏れ、断熱材であるコルクに浸透し爆発した。

◎ 昭和 32.10.16 酸素工場 傷 4

機械油の沈着しているボロを容器に入れ、液体酸素8ℓを注入し、同僚に「面白い実験だから火を付けろ」といい1m離れた所で点火し爆発により負傷した。

◎ 昭和 33. 6. 4 化学工場 傷 1

研究室の依頼でエチルアルコール入りステンレス製試験管を入れた運搬用液体酸素容器に液体酸素を注入中爆発した。

◎ 昭和 36. 1. 4 ドイツの工場 死 14

酸素装置の保守点検後運転を開始したが、液体酸素が漏れて火災となつているのを発見、その後爆発した。原因は、前日の溶接作業のさい木製基礎(トタン被覆)に着火、むし焼になつていたところへ漏れた液体酸素を吸着したためといわれている。

#### 3.2 その他の爆発災害事例

◎ 昭和 27. 9.18 かまぼこ工場 死 3 傷 11

酸素をアンモニアと誤認し、冷凍機に送酸したため爆発した。

◎ 昭和 33. 2. 7 米軍基地内 傷 1

石油ストーブの煙突を吹管で内部点検後、酸素を用い、煤掃除中煙突が爆発した。

◎ 昭和 33. 4.11 化学工場 損 63万円

◎ 昭和 33. 7. 7 同 上 損 75万円

パラニトロフェネトール製造工程中原因不明の爆発より火災を発生した。酸素を最高 3 kg/cm<sup>2</sup> 反応釜に送酸していたので、これを中止したところ、事故の発生をみなくなった。

◎ 昭和 34. 1.28 化学工場 死 1 損 44万円

木炭と金属ソーダを仕込むため、窒素ポンベの弁を閉め、他の作業を続けているときパラフィンが爆発した。原因は、窒素ポンベ置場に酸素がまぎれこんだため。



#### 4. 関係法規

##### 高圧ガス取締法 26 条に基く危害予防規定規範

(本稿と関係の深いもののみ抜萃した)

##### 酸素ガス製造危害予防規程規範

###### 11条 (製造所内火気制限)

構内火気取扱は、その都度、場所及び方法について、作業主任者の指示を受ける。

###### 12条 (修理、修理後のスタートの際の災害防止)

修理、修理後のスタートに当つては危害防止上次の事項に注意する。

###### (1) 修理

###### 1, 2 略

3. 酸素又は窒素が充満する恐れのある箇所及び酸素ガス溜を修理する場合は、あらかじめ内部ガスを空気で置換した後行なう。

###### 22条 (空気液化分離器のアセチレン、炭化水素増加傾向の時の液酸放出規程)

液酸の放出は安全な方向、場所を選んで行なう。

##### 労働基準法に基づく労働安全衛生規則

##### 第9章火災及び爆発の防止

(本稿と関係のあるもののみを抜萃した)

第140条の10 使用者は船舶の二重底又はピークタンクの内部、小型タンクの内部等狭い場所であつて、換気が不十分なところにおいて、酸素を用いて溶接、溶断又は金属の加熱の作業を行なう場合には、当該場所における酸素の漏えい又は放出による火傷を防止するため、左の各号に定める措置を講じなければならない。

1. 酸素用ホース及び吹管は、損傷、摩耗等による酸素の漏えいのおそれがないものを使用すること。
2. 酸素用ホースと吹管及び酸素用ホース相互の接続箇所については、ホースバンド、ホースクリップ等の締付具を用いて確実に締付けを行なうこと。
3. 酸素用ホースに酸素を供給しようとするとき

は、あらかじめ、当該ホースに、酸素が放出しない状態にした吹管又は確実な止めせんを装着した後に行なうこと。

4. 使用中の酸素用ホースの酸素供給口のバルブには、当該バルブに接続する酸素用ホースを使用する者の名札を取り付ける等酸素供給についての誤操作を防ぐための標示をすること。

5. 溶断の作業を行なう場合には、吹管からの過剰酸素の放出による火傷を防止するために十分な換気を行なうこと。

6. 作業の中断又は終了により作業箇所を離れる場合には、酸素供給口のバルブを閉止して酸素用ホースを当該酸素供給口から取りはずし、又は酸素用ホースを自然通風若しくは自然換気が十分な場所へ移動すること。

労働者は、前項の作業に従事する場合には、同項各号に定めるところによらなければ当該作業を行なつてはならない。

第140条の11 使用者は、前条第1項の場所において、溶接、溶断、金属の加熱その他火気を使用する作業又はと石車による乾式研ま、たがねによるはつりその他火花を発生おそれがある作業を行なう場合には、酸素を通風又は換気のために使用してならない。

労働者は、前項の場合には、酸素を通風又は換気のために使用してはならない。

#### 参 考 資 料

##### 全般

高圧ガス協会誌、セイフティ・ダイジェスト、安全、化学実験学、化学便覧、Bureau of Mines Bulletin

##### 災害事例

通商産業省軽工業局無機化学課 災害事故資料 労働省への死傷病報告、災害事故報告

The writer investigated 70 oil-extraction plants to study safety measures in these plants and, in conclusion, pointed out the followings.

1. Generally there were the faults in fire protection of buildings and these buildings were insufficiently isolated.
2. In extractor or distiller, measures for preventing the abnormal pressure development resulting from mis-operation of the processes were imperfect.
3. Considerations for elimination of ignition sources were not satisfactory. Especially, explosion-proof electrical equipments and non-sparking tools were not used completely.
4. Safety rules in inspection and repair were not established.

## Oxygen Hazards and Accident Preventive Measures

By K. Komamiya

With the rise of consumption of oxygen in the industrial working places, accidents due to oxygen are increasing. These accidents can be classified into the following three categories, among which Item 1 is giving rise to fatal injuries every year.

1. Rapid inflammation of working suits owing to superfluous oxygen.
2. Explosion of pressurised oxygen added with organic compounds such as oil. etc.
3. Explosion of liquefied oxygen added with organic compounds.

Many of these accidents occurred because the persons handling oxygen were not aware of hazards of oxygen. The writer tried to illustrate the hazards of oxygen by describing the behavior of oxygen including the heightening of combustion speed, lowering of ignition temperature, and lengthening of flame length.

Furthermore, he explained explosion hazard of oxygen with the enlarging of explosion range, minimizing of ignition energy and the like.

Thus, he gave a warning against the careless handling of oxygen. He illustrated the field measurement of oxygen concentration and the fire-retardant working suits as the measures to prevent oxygen accidents.