

酸素欠乏症等の危険作業の管理

独立行政法人産業医学総合研究所 客員研究員
東京産業保健推進センター相談員 岩崎 毅

1 はじめに

酸素欠乏症または硫化水素中毒（以下「酸素欠乏症等」という）は、急性の職業疾病であり、災害が発生すると死亡する割合の高い疾病である。酸欠空気や硫化水素は、そのひと呼吸が命取りになる。人の感覚では、無色無臭の酸欠空気の状態を判断することができず、酸素欠乏症となり、ときには窒息災害を引き起こすことがある。したがって、酸素欠乏症等は、産業の現場において、毎年多くの災害を引き起こし、多数の死者を数えている。

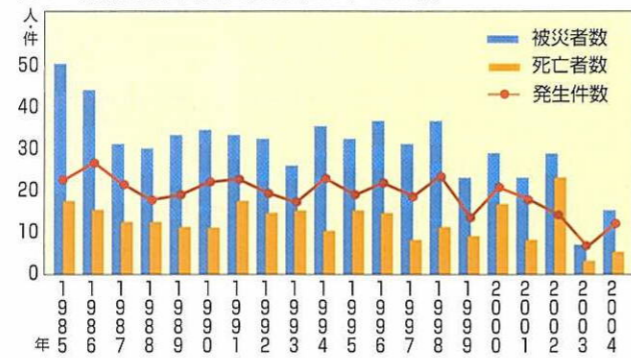
最近の酸素欠乏症等の発生状況は¹⁾、図1に示すように、わずかながら減少傾向にあるものの、今なお依然として後をたたない。酸素欠乏症等災害による災害の発生件数は、年間20件前後、被災者数は30人前後で推移しているが、これら酸素欠乏症等の被災者の約4割が死亡しており、被災した場合の死亡率が高いことが酸素欠乏症等による災害の特徴である。

1985年から2004年の20年間で、酸素欠乏症は、発生件数：266件、被災者数：401名、死亡者数：175名であり、致命率は約44%、硫化水素中毒は、発生件数：99件、被災者：188名、死亡者数：70名であり、致命率は約37%となっている。これらの災害発生状況下で酸素欠乏症等の発生件数、被災者、および死亡者数は減少傾向にあるものの、まだその災害発生が多い中で、酸素欠乏症は、硫化水素中毒に比べると圧倒的に多いことがわかる。酸素欠乏空気と硫化水素の発生場所および発生原因は類似している場合が多々あり、酸素欠乏症と硫化水素中毒の区別をすることがなかなか困難な場合もある。

1972年9月、酸素欠乏症等防止規則（労働省令第42号）が公表されて、酸素欠乏症を防止するために、作業方法の確立、作業環境の整備その他必要な措置、す

なわち、換気、測定、その他酸素欠乏症等の防止措置を講ずるよう、単独規則として制定された。ここでは、酸素欠乏症等災害発生状況の分析、危険性、および防止措置（作業環境管理、作業管理）等について述べる。

図1 酸素欠乏症等発生状況（1985年～2004年）



2 酸素欠乏症等災害発生状況の分析

最近の10年間（1995年～2004年）における酸素欠乏症等の発生件数162件の災害発生原因²⁾について見ると、図2に示すように、酸素濃度等の測定の未実施が原因のひとつとなっているのが102件（63%）、換気の未実施が89件（55%）となっており、酸素欠乏症等を防止するための基本的な事項がなされていないことが災害につながっていることがわかる。また、呼吸用保護具（空気呼吸器）の未使用が発生原因のひとつとなっているものが72件（44%）であり、これは二次災害発生の原因ともなっている。さらに、災害はこれらの3つの発生原因が重なって起こっている場合が多く見られる。

また、酸素欠乏症等災害の管理面における問題点について見ると、図3に示すように、作業主任者の未選任が原因のひとつとなっているものが67件（41%）、特別教育の未実施が66件（41%）、作業標準の不徹底が62件（38%）、安全衛生教育の不十分が60件（37%）

となっており、事業者における酸素欠乏症等災害に対する管理面での対策に十分でなかった事案が多く見られる。したがって、酸素欠乏危険作業が非正常作業・臨時的に行われる場合であっても、事前に災害防止のための労働安全衛生管理体制を整備することのみならず、測定機器や換気設備のそなえつけ、および呼吸用保護具の着用、さらには、酸素欠乏危険作業主任者の確保等の措置が急務と考えられる。

図2 酸素欠乏症等災害の発生原因別件数（1995年～2004年）

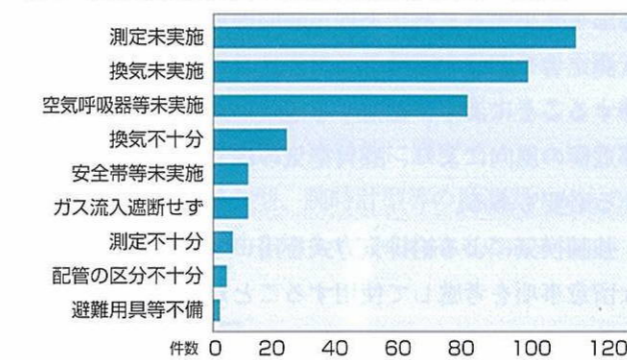
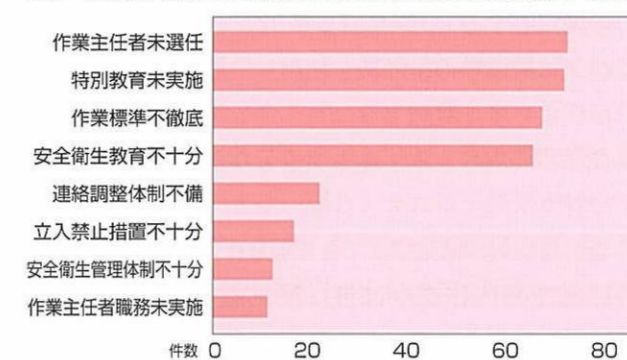


図3 酸素欠乏症等の管理面における問題点別発生件数(1995年～2004年)



3 酸素欠乏および硫化水素の危険場所

酸素欠乏症等の発生しやすい場所は、長期間開かれない閉鎖的空間、換気が悪く空気の停滞しやすい場所等でおこる。下水道、マンホール、汚水溜、浄化槽、製造施設の貯蔵タンクやホッパ、サイロ、貯水槽、ピットなど数限りなくあるが、それらの閉鎖空間に酸欠をおこすもとなる物質が存在することにより、酸欠現象が惹起される。一方、酸素欠乏症等防止規則では、第2条第1項第6号において、酸素欠乏危険場所を別表第6（施行令）において規定されている³⁾。

ここでは、別表第6を参考にして、酸素欠乏危険場所を簡潔にまとめてみた。

- ① 特殊な地層に接し、または通ずる井戸等の内部
- ② 長期間使用されていない井戸等の内部
- ③ ケーブル等を収容するための暗きよ等の内部

- ④ 雨水等滞留している暗きよ等の内部
- ⑤ 海水が滞留している熱交換機等の内部
- ⑥ 相当期間密閉されていた鋼製のボイラー等の内部
- ⑦ 空気中の酸素を吸収する物質を入れてある貯蔵施設の内部
- ⑧ 乾性油のペイントで内部が塗装された地下室等通気不十分な施設の内部
- ⑨ 穀物の貯蔵、果菜の熟成等に使用しているサイロ等の内部
- ⑩ しょうゆ等発酵するものを入れてあるタンク等の内部
- ⑪ し尿、パルプ液等腐敗分解しやすい物質等を入れてあるタンク等の内部
- ⑫ ドライアイスを使用している冷蔵庫、冷凍室、船倉等の内部
- ⑬ 窒素等不活性の気体を入れてあり、または入れたことのある施設の内部
- ⑭ ①～⑬に掲げる場所のほか、厚生労働大臣が定める場所

以上、酸素欠乏危険場所を列挙したが、これらの危険場所における作業では、酸素欠乏症等の防止のために、後述する防止措置（作業環境管理、作業管理）の徹底が望まれる。

3-1. 酸欠空気と硫化水素の危険性

酸素欠乏災害の中には、換気不十分な閉鎖的空間でなくても、無酸素空気の一呼吸が死をまねく例が少なくない。酸欠空気の一呼吸は、肺胞気中酸素濃度分圧の急激な低下が起こり、血液中の酸素の取り込み量が瞬時に減少、その結果、脳への酸素供給量の低下、意識障害となることにより、生存率は低下する。

一方、硫化水素は、700ppm以上の高濃度を越えると、血液中が無毒化がまに合わず、脳細胞に到達し、酵素作用を止めてしまうことにより、いわば細胞内窒息となり、酸欠空気の一呼吸と同じ現象になる。酸素濃度低下による人体への影響は表1のようになる³⁾。

表1 酸素濃度低下による人体への影響

酸素濃度(%)	症 状
16～12	脈拍、呼吸数増加、精神集中に努力がいる、細かい筋肉作業がうまくいかない、頭痛
14～9	判断力が鈍る、発揚状態、不安定な精神状態、刺傷などを感ぜない、酩酊状態、当時の記憶なし、体温上昇、チアノーゼ
10～6	意識不明、中枢神経障害、けいれん、チアノーゼ
10～6 持続またはそれ以下	昏睡→呼吸緩慢→呼吸停止6～8分後心臓停止

4 酸素欠乏症等の作業環境管理と作業管理

酸素欠乏症等の災害は、さまざまな原因によって発生するが、その対策方法も複雑に考えがちである。しかし、その方法は、原則的に他の作業場の管理と共通している。すなわち、作業環境管理のための有効な換気、および作業環境中ガス濃度測定など作業管理のための呼吸用保護具等の適切な管理を行うことにより、酸素欠乏症等の防止が可能となる。

4-1 有効な換気の方法

作業現場における有害物質の作業環境管理には、原則的に8つの手法があるが、それらの手法の中で、換気技術による手法として、局所排気、プッシュプル換気、および全体換気等がある。しかし、非定常的・臨時的作業、および閉鎖的空間内作業等における有効な換気の方法としては、局所排気、およびプッシュプル換気などの適用は困難な場合が多々あり、したがって、非定常的・臨時的作業、および閉鎖的空間内作業等でもある酸素欠乏危険作業場所の換気の方法は、全体換気法の中の強制換気(機械換気)の適切な使用が望まれる。

強制換気には、図4に示すように、軸流ファンとビニール風管等の機械力を用いた給気式、排気式、および給排気方式等の3方式がある。これらの換気方式の中で、酸素欠乏危険作業場所、および閉鎖的空間内作業等では、確実な換気量の確保の可能な給排気方式(プッシュプル方式)が最も高い排気制御効果を得ることができる。そこで、強制換気の使用

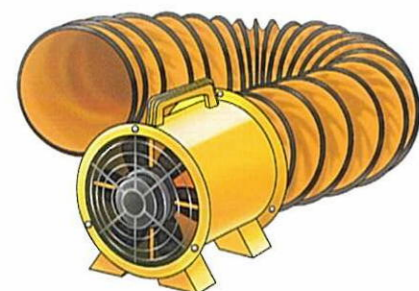


図4 軸流ファンとビニール風管

にあたり、図5に示すように、まず、閉鎖空間内の換気をした後、内部の酸欠空気が新鮮な空気で置換してから酸素濃度の測定を行い、その濃度が18%以上であることを確認してから作業者を立ち入らせ、作業者が閉鎖空間内における作業中、給排気方式による換気は継続して稼動することが肝要となる。

一方、給気方式を用いる場合、特に注意しなければならないことは、軸流ファンによる新鮮な外気の給気結果、危険な酸素欠乏空気等が閉鎖空間の開口部から外部へ吐出することにより、開口部近傍にいるガス濃度測定者や閉鎖空間内をのぞき込んでいる作業者が失神することにより、転落する危険がある。また、開口部近傍の風向により、酸欠空気のばく露の危険に注意する必要もある。

強制換気による給排気方式を用いる場合、次のような留意事項を考慮して使用することがもっとも重要である。

- ① 給排気性能が十分得られる換気設備により、長時間の換気をする
- ② 排気は防爆型の排煙機を使用し、風量は給気用の送風機より多く計画する
- ③ 閉鎖空間内のすみずみまで十分な換気が可能な方法で行う
- ④ 新鮮な空気の給気口はできる限り作業箇所付近に近づける
- ⑤ 閉鎖空間内作業中は常に換気設備の継続運転を行う

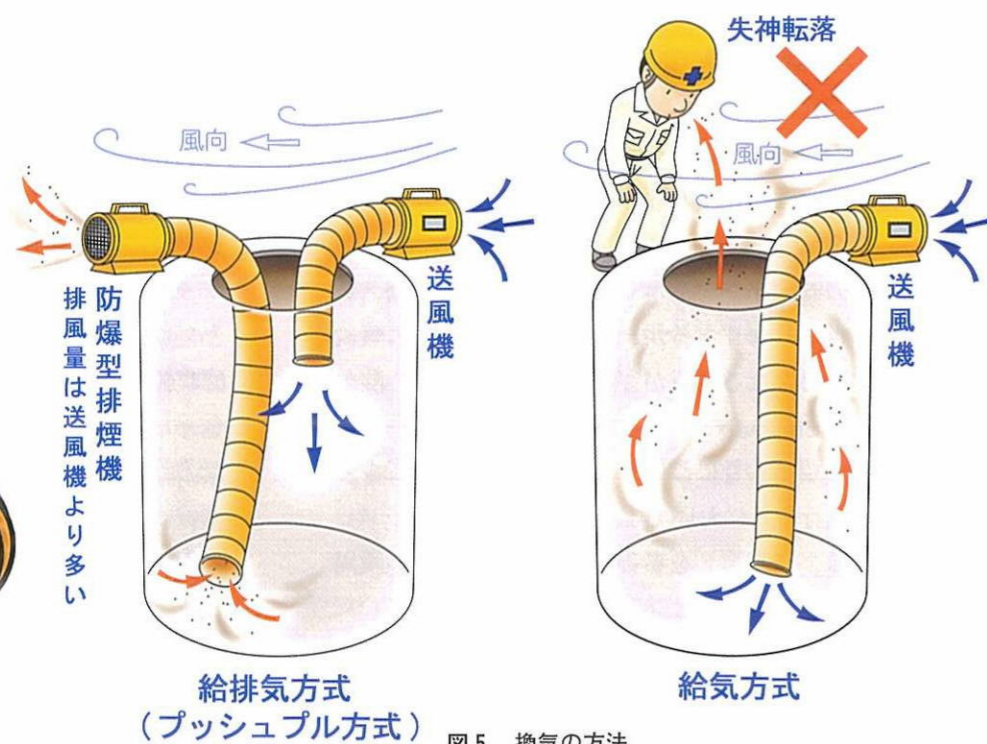


図5 換気の方法

4-2 ガス濃度測定

酸素欠乏症等の被災事故を防止するためのもっとも重要なことは、有効な換気設備の使用とともに、酸素濃度の測定を実施することにある。酸欠空気の存在は、人の感覚では判断することができない。しかし、硫化水素は、0.03ppmと極めて低濃度で腐卵臭が発生するので感知できるが、高濃度では瞬時に麻痺してしまうので、臭覚でその濃度を評価し、退避するのは極めて危険であり、不可能となる。したがって、ガス濃度測定にあつては、適切な測定箇所や測定方法により、適切な測定機器を正しく操作して測定することが不可欠である。また、測定者自身の安全を確保することも極めて重要であり、作業中連続的に濃度チェックできるポケット型、腕巻き型、腕時計型等の計測器⁴⁾があり、警報音により危険性を知らせてくれるものもある。

4-3 保護具の使用

酸素欠乏または硫化水素発生のおそれのある場所に作業者が立ち入って作業を行う場合は、原則として、濃度の測定と換気によって作業環境の酸素濃度を18%以上、硫化水素濃度を5ppm以下に保ちつつ行わなければならないとされている。しかし、作業場環境の状況により換気ができない場合、または、換気ができていても不十分な場合には、給気式呼吸用保護具(エアラインマスクや空気呼吸器等)の着用をしなければならないとされている。写真1は、無電源緊急供給警報装置自動バックアップユニットのエアラインマスク、写真2は、自給式のプレッシャードiamond形空気呼吸器



写真1 エアラインマスク

写真2 空気呼吸器

をそれぞれ示す。

空気呼吸器の使用にあたって、作業者は常にボンベを背負って作業を行う。したがって、作業者にはかなり負担がかかることになり、作業効率も低下する場合もある。このような問題点を解決したのが写真1に示すエアラインマスクであり、この方式のエアラインマスクの着用が望まれる。なお、酸素欠乏危険作業場所では、ろ過式の呼吸用保護具は、空気中の有害物質を除去できても着用者に安全な空気を供給することができないので、酸素欠乏の場所では絶対に使用してはならないこととなっている。

5 おわりに

酸素欠乏症等の被災事故防止対策には、酸素や硫化水素濃度の測定、酸素欠乏危険場所の換気、およびエアラインマスクなどの呼吸用保護具の使用は不可欠である。また、測定方法や測定結果の評価、有効な換気方式の採用、および呼吸用保護具等の正しい使い方が必要であり、さらに、これらの機器等の日頃の点検整備を行い、特に、呼吸用保護具は装着の訓練を実施し、十分に熟知させておくことが重要である。

救助活動による二次災害を防止するためには、その場所の環境状態の把握、特に、酸素濃度を確認することが肝要となる。酸素濃度が18%以下の環境状態にある場所での救助者には、呼吸用保護具、命綱、および安全帯の着用を施し、必ず2人以上で救助に対応することとされている。また、酸素欠乏などの危険場所の立入禁止の表示も行うこととされている。

以上、酸素欠乏症等の最近の災害発生状況、作業環境管理、および作業管理の基本的な知識について述べてきた。ぜひ、酸素欠乏の危険作業場所の職場巡視に役立てていただければ幸いである。また、産業保健推進センターでは、酸素濃度計をはじめ、各測定機器、ビデオ、図書等の無料貸出し、さらには、労働衛生工学を専門とする相談員が無料で相談に応じているので気軽に利用していただきたい。

<参考文献>

- 1) 厚生労働省通達：「酸素欠乏症等の災害発生の状況分析」基安労発第0615001号、平成17年6月15日
- 2) 厚生労働省安全衛生部編：「労働安全衛生関係法令集」(財)労務行政研究所、平成16年度版
- 3) 厚生労働省安全衛生部労働衛生課監修：「酸素欠乏症等の防止」、建設業労働災害防止協会、第3改訂初版(2004)
- 4) 山口 裕：「こんなにコワイ酸欠・硫化水素中毒」安全衛生のひろば、中央労働災害防止協会Vol.45 No.5 (2004)