

# 酸素欠乏 及び 有害ガスの知識



## 酸素欠乏

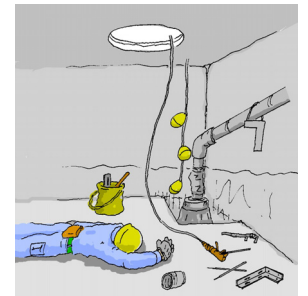
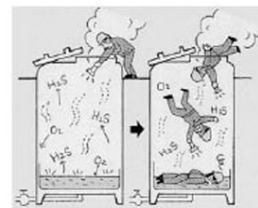
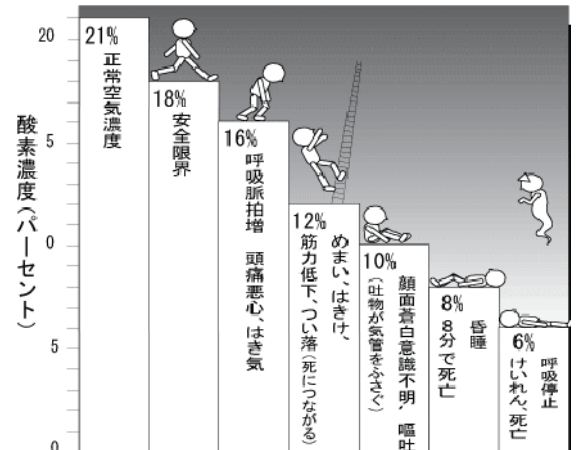
### 1. 酸素欠乏の危険性

地球の大気（空気）の成分は、約99%を酸素と窒素が占めています。この内酸素は約21%存在し、人間は呼吸によってこの酸素を体内に取り入れることにより、生命を維持し順応しています。

従って、これ以上の濃度の酸素も必要としない。むしろ、高濃度の酸素はかえって有害ともなる。

一方、個人差はあるものの、この酸素濃度が低下すると呼吸をしても体内に取り入れる酸素が不足し、下表のように一般的には16%ぐらいから、人体に色々な症状が表れます。

| 酸素濃度 (%) | 主な症状など   |
|----------|--|
| 18       | 安全範囲の最下限。<br>危険範囲と紙一重の状態なので、作業環境内の連続換気・酸素濃度測定・安全帯等と呼吸用保護具の用意が必要。                                       |
| 16~12    | 脈拍・呼吸数増加、精神集中力低下、単純計算の間違い、精密作業性低下、筋力低下、頭痛、耳鳴り、悪心、吐き気<br>動脈血中酸素飽和度85~80%でチアノーゼが現れる。                     |
| 14~9     | 判断力低下、不安定な精神状態、異常な疲労感、酩酊状態、頭痛、耳鳴り、吐き気、嘔吐、当時の記憶無し、傷の痛みを感じない、全身脱力、体温上昇、チアノーゼ、意識朦朧<br>階段やハシゴからの墜落死や溺死の危険性 |
| 10~6     | 吐き気、嘔吐、行動の自由を失う、危険を感じても動けず叫べない、虚脱、チアノーゼ、幻覚、意識喪失、昏睡、中核神経障害、チェインストークス型の呼吸出現、全身痙攣、死の危機                    |
| 6        | 数回のおえぎ呼吸で失神・昏睡、呼吸停止、身体麻痺、心臓停止、死亡   |



### 2. 掘削作業に伴う酸素欠乏

掘削作業に伴う酸素欠乏の発生は、大きく分けると、

- 掘削場所の換気が不十分なために、空気中の酸素が作業者の呼吸、木材や微生物の呼吸作用による酸素消費、内燃機関・燃焼器具などによる酸素消費によって、酸素濃度が低くなって起きるもの。
- 地下水の鉄分の酸化、還元状態の砂層の鉄分の酸化などにより、酸素が消費され酸素濃度が低い空気が掘削場所に流入して起きるもの。

に分けられる。

掘削作業の際、地山には酸化されやすい物質（鉄や鉄化合物、その他の金属類）が色々あるため、換気不十分な作業場所では作業者の呼吸と合わさって、酸欠が起り易くなる。

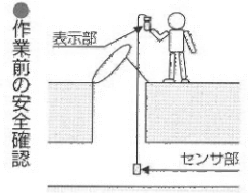
また、粘土層の下に砂層 又は 砂れき層がある地層で、砂層 又は 砂れき層が乾いているような掘削箇所では、砂層 又は 砂れき層に存在する空気が、地中の鉄分等によって消費され無酸素に近い状態になっているので、その層を掘削することによって酸欠空気が出てくる（特に低気圧の場合は、酸欠空気が出てきやすくなるので注意する）。さらに、付近で圧気工事等が行われていると、この酸欠空気が出てくる危険が大きくなる。

メタンガス、炭酸ガス等の湧出するような地層では、これらの湧出による酸素の希釈によって、酸素欠乏事故が起こることがあり、また、メタンガスの場合は爆発などの事故も起こることがあるので注意する。

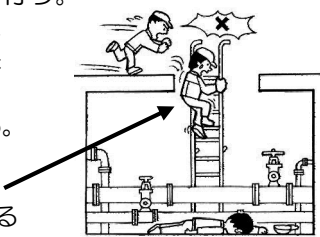
### 3. 酸素欠乏の予防

酸素欠乏の危険がある場所で作業を行う作業者は、特別教育を修了した者を従事させ、かつ次の予防措置を講じて作業しなければならない。

- ① 第1種又は第2種酸素欠乏危険作業主任者の指揮のもとで作業を行う。
- ② 作業前に新鮮な空気での換気を行う。
- ③ 測定器による測定によって酸素濃度が18%以上であることを確認してから作業を行う。酸素濃度が18%未満の時は、換気と測定を繰り返して行い、酸素濃度が18%以上になるまで換気を続ける。
- ④ 作業中は常に酸素濃度が18%以上になるように換気を続け、決して換気を中断してはならない。
- ⑤ 換気用の風管は、破損の無いもので作業場所に十分達する長さのものであるか確かめて使用する。
- ⑥ 空気呼吸器等の呼吸用保護具の使用を指示されたときは、必ず使用する。
- ⑦ 転落の危険がある作業場所では、安全帯等を必ず使用して作業する。
- ⑧ 単独での作業は決して行ってはならない。
- ⑨ 酸欠の危険がある作業場所には空気呼吸器やハシゴ、繊維ロープ等の救出用具を備えておく。
- ⑩ 酸欠事故が発生した場合は、特に次のことに注意する。
  - a. ただちに定められた連絡方法により、工事責任者に連絡してその指示を受ける。
  - b. 救助にあたっては呼吸用保護具を必ず使用する。
  - c. 呼吸停止している被災者に対しては、救出後速やかに蘇生措置を行う。
  - d. 酸素欠乏症にかかった者には、直ちに医師の診察・処置を受けさせる。
  - e. 酸欠の恐れのないことを確認するまでは、作業主任者以外の立入りは禁止となる。また、関係者以外立入禁止を明示するとともに、関係者の管理も作業主任者は責任を持って行う。
  - f. 万が一の酸欠事故発生時は、無闇に救出に向かわず、用意した呼吸用保護具を使用して救出する。  
二次災害が起きる典型的な例である。



体験しなければ想像しにくいかもしれないが、この場合の救出者はこの距離でも確実に酸欠となる



#### 小型携帯式 空気呼吸器

#### バイタスミニD型 取扱手順書

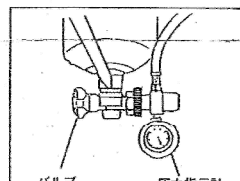


① バッグからバイタスミニを取り出してください。

② ポンペを肩から掛け、ベルトを締めてください。

③ ポンペのバルブを全開にして、空気を流してください。

④ 面体を装着してください。



空気の流れると圧力指示計の針が上がる。  
 ◇最高充てん圧力  
**14.9 MPa/cm<sup>2</sup>**  
 11.8MPa/cm<sup>2</sup>以上で使用のこと  
 ◇使用時間  
**5～10分**





## 硫化水素中毒

### 1. 硫化水素の危険性

硫酸還元菌という菌が酸素の無いところを好んで増殖し、空気中の酸素を利用できずに硫酸あるいは硫酸塩に結合している酸素だけを供給源としており、この活動で硫化水素が発生する。

また、この他にも動植物の死骸や排泄物の腐敗菌による分解の最終的産物としても硫化水素は出現したり、工場などの製造工程から漏出してこくことも報告されている。

以上のように硫化水素の生成は様々であるが、その発生場所が立抗内など硫化水素が停滞しやすい狭い空間や閉鎖的な空間であったり、その発生が急速で空気中に拡散しにくい場合には高濃度蓄積がおこり、中毒事故をひきおこしやすくなる。

硫化水素の濃度と毒作用は下表のようになる。

| 濃度<br>ppm | 部位別作用・反応                                   |   |   |
|-----------|--|---|---|
|           | 嗅覚   | 呼吸器   | 眼   |
| 0.025     | 鋭敏な人は特有の臭気を感じできる（嗅覚の限界濃度）。                 |   |   |
| 0.2       | 誰でも臭気を感じできる。                               |   |   |
| 3～5       | 不快に感じる。<br>中程度の強さの臭気。                      |   |   |
| 10        | 許容濃度                                       |   | 眼の粘膜刺激の下限界。   |
| 20～30     | 耐えられるが臭気の慣れ（嗅覚疲労）で、それ以上の濃度に対してその強さを感じなくなる。 | 肺を刺激する最低限界。   |   |
| 50        |  |   |   |
| 100～200   | 2～15分で嗅覚神経麻痺が起こり、不快臭が減少し濃度が低下したと錯覚する。      | 8～48時間連続曝露で気管支炎、肺炎。肺水腫による窒息死の危険性あり。                   | 結膜炎（ガス眼）、眼のかゆみ・痛み（砂が入ったような痛み）。充血と腫脹。角膜の混濁、まぶしい、角膜の破壊と剥離、視野のゆがみ、光による痛みの増強。 |
| 170～300   |  | 気道粘膜の灼熱的な痛み。1時間以内の曝露が重篤な症状に至らない限界。その以上では肺水腫による窒息死の危険。 |   |
| 350～400   |  | 1時間の曝露で生命の危険。   |   |
| 600       |  | 30分の曝露で生命の危険。   |   |
| 700       | 脳神経  |   |   |
|           | 短時間過度の呼吸運動が現れた後、直ちに呼吸麻痺・窒息死。               |   |   |
| 800～900   | 意識喪失、呼吸麻痺、窒息死。                             |   |   |
| 1,000     | 昏倒、呼吸麻痺、窒息死。                               |   |   |
| 5,000     | 即死。  |   |   |

なお、硫化水素は無色であるが、0.025ppm程度で腐敗臭を感じてその存在を感知できるようになる。しかし、20～30ppmの高濃度では、鼻腔の嗅神経末端の疲労による、いわゆる慣れの現象が現れ、より高濃度になってもそれを感知できなくなるので注意しなければならない。

### 2. 掘削作業に伴う硫化水素

- ① 下水道では、腐敗菌による分解や硫酸還元菌による分解などが原因で、しばしば硫化水素の高濃度発生が見られる。汚染濃度の高い旧下水道の近傍を掘削する立抗等にその旧下水道の破損箇所から硫化水素を高濃度に溶存した下水が浸入すると、それらの掘削立抗内空間に硫化水素が気化してくる。
- ② 有機物の含有量が多い腑泥層では、しばしばメタンガスの湧出が見られるが、このような地層は無酸素状態なので、硫酸還元菌の生育には好適となり、その結果硫化水素の発生をみる。
- ③ 本質的に火山・温泉地帯は硫化水素を含む場合が多く、このような地域での掘削工事では、抗内は危険な高濃度の硫化水素に遭遇することがある。

### 3. 硫化水素中毒等の予防

法令で定められている硫化水素等の発生する危険のある場所で作業を行う作業者は、特別教育を修了した者を従事させ、かつ次の予防措置を講じて作業しなければならない。

- ① 第2種酸素欠乏危険作業主任者の指揮のもとで作業を行う。
- ② 作業前に新鮮な空気で換気を行う。
- ③ 測定器による測定によって、硫化水素濃度が10ppm以下であることを確かめてから作業を行う。硫化水素濃度が10ppmを超えるときは、換気と測定を繰り返して行い、10ppm以下になるまで換気を続ける。
- ④ 作業中は、常に10ppm以下になるように換気を続け、決して換気を中断してはならない。
- ⑤ その他、「酸素欠乏 3. 酸素欠乏の予防」①～⑩の項に準じて予防する。



## 有毒ガスなど

地山には地質や地層条件等によって、メタン・炭酸ガス・腐食性ガス等の有害ガスが存在している場合がある。また、市街地では都市ガスが地下埋設管によって供給されており、化学工場の近くの土壌には様々な有害物質が含まれていることがある。

これらの条件がある箇所掘削その他の作業が行われる場合は、前述の酸素欠乏、あるいはガス中毒、爆発事故などの危険が伴う。このような事故を防ぐためには、これらの有害ガス等についての知識が作業を行う上では絶対欠かせないものとなる。

よって、次に主な有害ガスの性質・発生箇所・危険性・対策などを示すので、安全に作業を行うための知識として取り入れてほしい。

#### ① 炭酸ガス（二酸化炭素）【CO<sub>2</sub>】

- a. 主な性質 ⇒ 無色、無臭、比重1.53、許容濃度5,000ppm
- b. 発生箇所 ⇒ 炭酸水の湧出、又はその恐れのある地層、腐泥土
- c. 予防対策 ⇒ 炭酸ガス測定器、炭酸ガス用検知管による測定、換気
- d. 応急処置 ⇒ ガスを吸入して意識を喪失した場合  
・人工呼吸を行い、直ちに医師の処置を受ける

| 気中濃度等（容量）   | 症状など                                    |
|-------------|---|
| 0.03%～0.05% | 特別の症状を生じない（通常環境空気の含有量）                  |
| 0.05%～2.0%  | 呼吸が深く、かつ速くなる                            |
| 2.0%～5.0%   | 呼吸が深く速くなり、頭痛、目まい、動悸を訴える、血圧が上昇する         |
| 5.0%～7.0%   | 息切れがし、顔がほてり、冷や汗が出る、興奮状態となる、10分位で意識不明となる |
| 10%～以上      | 1～2分で意識不明となる                            |

#### ② 二酸化窒素【NO<sub>2</sub>】

- a. 主な性質 ⇒ 赤褐色、比重1.59、許容濃度3ppm
- b. 発生箇所 ⇒ 通気不良箇所における発破、溶接、内燃機関排気ガス
- c. 予防対策 ⇒ 二酸化窒素用ガス検知器による測定、換気
- d. 応急処置 ⇒ ガスを吸入して呼吸器系に異常を訴えた場合  
・直ちに医師の診断を受ける

| 気中濃度等（容量）  | 症状など            |
|------------|-----------------|
| 5ppm       | 臭いが分かる          |
| 10～20ppm   | 粘膜に軽い刺激         |
| 50ppm      | 短時間作用で重症中毒      |
| 150ppm     | 短時間作用で死亡することもあり |
| 240～275ppm | 短時間作用で死亡        |

### ③ メタン【CH<sub>4</sub>】

- a. 主な性質 ⇒ 無色、無臭、比重0.55、爆発範囲5.3～14.0%、許容濃度10,000ppm
- b. 発生箇所 ⇒ 炭田地帯、天然ガス地帯の地層、腐泥土  
メタン自体は無害であるが、空気中の酸素濃度を低下させ酸欠を起こす
- c. 予防対策 ⇒ メタン測定器、干渉計などによる測定、換気、厳重なる火源管理
- d. 応急処置 ⇒ 爆発した場合は多量のCO、CO<sub>2</sub>を発生し、また酸欠となる

### ④ アセチレン【C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>】

- a. 主な性質 ⇒ 無色、にんにく臭（純物は無臭）、比重0.9、爆発範囲2.5～81%
- b. 発生箇所 ⇒ アセチレン容器と弁の取付部、弁とグランドナット圧力調整器の取付部等
- c. 予防対策 ⇒ アセチレンポンベは直射日光を避け、必ず立てて置く  
ガスの漏洩は石鹼水を塗布して調べる
- d. 応急処置 ⇒ 中毒を起こした場合は、早急に新鮮な空気のところに運び出し、医師を呼び  
ポンベに火がついた場合は、栓を速やかに閉め、それが出来ない場合は粉末  
消火器を使用して消火し、栓を閉め屋外へ搬出する

### ⑤ 都市ガス

- a. 主な性質 ⇒ 無色、刺激臭あり、比重0.57、爆発範囲6～35%
- b. 発生箇所 ⇒ ガス管の埋設されている市街地の地下  
有害ガスと可燃性ガス等の混合物であるので、ガス中毒 及び 爆発を起こす  
危険性がある
- c. 予防対策 ⇒ 都市ガスを漏洩させない措置、ガス測定、厳重なる火源管理
- d. 応急処置 ⇒ ガス管から都市ガスが漏洩している場合は、呼吸用保護具を使用して中毒患  
者等を救出し、呼吸が停止している者に対しては人工呼吸を行い、医師の処  
置を受ける

