

潜水士試験はこの1冊でまるわかり

せん すい し  
**潜水士試験**

**まるわかりテキスト**

**令和5年版 & 問題集**



## 🔄 はじめに

本書は、(公財)安全衛生技術試験協会が公表している潜水士試験を令和5年度から平成29年度までの6年間、計12回分程度の問題の内容を実際の試験科目と同様に大きく4つの章に分け、更に細かく項目を分けて収録しています。

第1章 潜水業務	8項目
第2章 送気、潜降及び浮上	4項目
第3章 高気圧障害	7項目
第4章 関係法令*	10項目

※本書の関係法令の内容は、令和5年5月の法令等をもとに編集しています。

各項目のはじめに、その項目に分類される出題問題を解くために知っておくべき必要最小限の内容をテキストとしてまとめており、テキストの後には内容の確認のため「🧐ここまでの確認!! 一問一答」や「✅Check! ここで計算問題をチェック」を収録しています。更に、各章の最後には総仕上げとして、令和5年4月公表問題から過去5回分程度の過去問題「🔍過去問題で総仕上げ」を収録しています。そして、過去問題の後には解答・解説として、その問題文がなぜ誤っているのか、また該当する法令等をまとめました。

過去問題文には、[R5.4]などと記載しています。これは、令和5年4月に公表された問題を表しています。[R4.10/R3.4]とあるのは、令和4年10月公表問題と令和3年4月公表問題が同じ問題・選択肢であることを表しています。また、[R3.10改]とあるのは、公表問題の内容をチェックし、問題が不成立になる場合に整合性をとるために手を加えた問題を表しています。

各章の最後には「📖覚えておこう」として、赤シートを活用しやすく、短時間で要点を確認できる一覧を掲載しています。

項目ごとにまとめているため頭の中で整理しやすく、「覚える」→「問題を解く」→「正解・解説を確認する」→「覚える」を繰り返すことで、意識せずに覚えて、解くことができます。また、何度もチャレンジすることで、試験合格が可能となります。

各項目等には、<sup>学習チェック</sup>を用意しています。項目内容や問題を理解した場合にはチェックしたり、何巡目であるかの記録など用途はいろいろありますので、使いやすい方法でご活用ください。

令和5年6月 公論出版編集部

# もくじ



## 第1章 潜水業務

---

1 圧力と浮力	8
2 気体に関する法則	13
3 気体の特性と性質	20
4 水中における光や音	23
5 潜水の種類及び方式	26
6 潜水業務の危険性	29
7 潜水事故	32
8 特殊な環境下の潜水	36
 過去問題で総仕上げ	
問題編	38
解答／解説編	58
 覚えておこう	70



## 第2章 送気、潜降及び浮上

---

1 送気式潜水における送気	78
2 潜水の潜降・浮上	82
3 ZH-L16モデルに基づく減圧方法	86
4 潜水業務に使用する器具	89
 過去問題で総仕上げ	
問題編	97
解答／解説編	123
 覚えておこう	134

## 第3章 高気圧障害

---

1	人体の肺換気機能	144
2	人体の循環器系	147
3	人体の神経系	149
4	人体に及ぼす水温の作用及び体温	152
5	気圧変化による健康障害	154
6	潜水作業者の健康管理	163
7	潜水に必要な救急処置	165
	過去問題で総仕上げ	
	問題編	170
	解答／解説編	190
	覚えておこう	200

## 第4章 関係法令

---

1	潜水業務の設備	210
2	特別の教育	214
3	潜水作業業務の管理	218
4	潜水業務に係る潜降、浮上等	220
5	設備等の点検及び修理	223
6	連絡員／潜水業務における携行物等	225
7	健康診断	227
8	再圧室	230
9	免許証	233
10	譲渡等の制限等	237
	過去問題で総仕上げ	
	問題編	238
	解答／解説編	261
	覚えておこう	274
<b>索引</b>		281

# 第1章

# 潜水業務



- 1 圧力と浮力
- 2 気体に関する法則
- 3 気体の特性と性質
- 4 水中における光や音
- 5 潜水の種類及び方式
- 6 潜水業務の危険性
- 7 潜水事故
- 8 特殊な環境下の潜水



# 1 圧力と浮力

学習チェック



## ➡ 圧力と気圧

### ① 圧力

圧力とは、単位面積当たりの面に**垂直方向**に作用する力で、単位はPa（パスカル）になります。

### ② 気圧

気圧とは、気体の**圧力**のことをいいます。

単に気圧という場合は、大気圧のことを指す場合があります。

1気圧は国際単位系（SI単位）表すと、**約101.3kPa**又は**約0.1013MPa**となりますが、潜水士試験では、1気圧=**0.1MPa**で考えます。

1気圧は次のような関係があります。

1気圧 = **1 atm**（アトム） = **1 bar**（パール） = **0.1MPa** = 1 kg/cm<sup>2</sup>

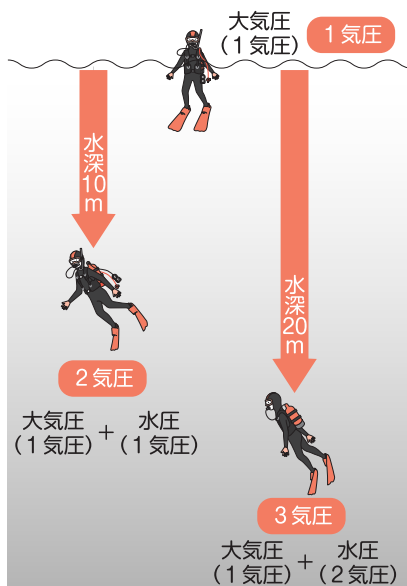
## ➡ 水中での圧力

水中では大気圧に加え水圧が加わります。

水深が10m深くなるごとに**1気圧(0.1MPa)**ずつ**増加**します。水深10mでは、大気圧1気圧+水圧1気圧で**2気圧**、水深20mでは、大気圧1気圧+水圧2気圧で**3気圧**になります。よって、深く潜水するほど気圧が**大き**くなっていきます。また、「**0.1MPa × 水深(m) + 1**」によっても求めることができます。

水深が同じであれば、潜水者の受ける圧力は海水中より淡水中が**わずかに小さ**くなります。これは海水の密度(1.025g/cm<sup>3</sup>)が水の密度(1g/cm<sup>3</sup>)に比べ少し大きいからです。

### ● 水深と気圧





## ここまでの確認!! 一問一答

- 問1 学習チェック    圧力は、単位面積当たりの面に垂直方向に作用する力である。
- 問2 学習チェック    水深が同じであれば、潜水者の受ける圧力は海水中より淡水中がわずかに小さい。
- 問3 学習チェック    1気圧は国際単位系（SI単位）で表すと、約101.3kPa又は約0.1013MPaとなる。
- 問4 学習チェック    ゲージ圧力は、絶対圧力から大気圧を引いたものである。
- 問5 学習チェック    水深20mで潜水時に受ける圧力は、大気圧と水圧の和であり、絶対圧力で0.2MPaとなる。
- 問6 学習チェック    水中にある物体は、これと同体積の水の重量に等しい浮力を受ける。
- 問7 学習チェック    海水中にある物体が受ける浮力は、同一の物体が淡水中で受ける浮力より小さい。
- 問8 学習チェック    同じ体積の物体であっても、重心の低い形の物体は、重心の高い形の物体よりも浮力が大きい。

解答1 ○

解答2 ○ 海水中より淡水中のほうが密度が小さいためである。

解答3 ○

解答4 ○

解答5 × 水深20mの絶対圧力は、水圧（ゲージ圧）0.2MPaに大気圧0.1MPaを加えて**0.3MPa**になる。

解答6 ○

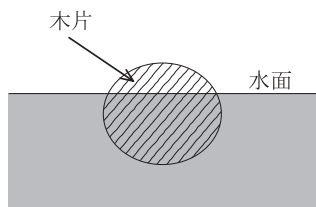
解答7 × 海水中のほうがわずかに密度が大きいため、淡水中よりも浮力が**大きく**なる。

解答8 × 浮力は体積によって変化するため、重心の違いでは**変化しない**。

**Check!** ここで計算問題をチェック

**問1** 学習チェック

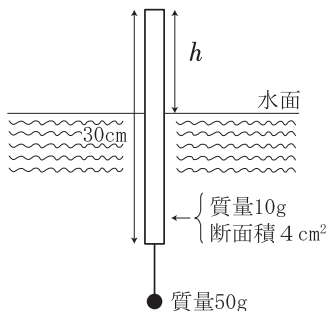
体積 $600\text{cm}^3$ で質量が $400\text{g}$ の木片が右の図のように水面に浮いている。この木片の水面下にある部分の体積は約何 $\text{cm}^3$ か。



- (1)  $300\text{cm}^3$       (2)  $325\text{cm}^3$   
 (3)  $350\text{cm}^3$       (4)  $375\text{cm}^3$   
 (5)  $400\text{cm}^3$

**問2** 学習チェック

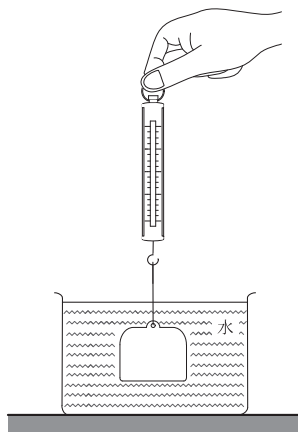
右の図のように、質量 $50\text{g}$ のおもりを糸でつるした、質量 $10\text{g}$ 、断面積 $4\text{cm}^2$ 、長さ $30\text{cm}$ の細長い円柱状の浮きが、上端を水面上に出して静止している。この浮きの上端の水面からの高さ $h$ は何 $\text{cm}$ か。ただし、糸の質量及び体積並びにおもりの体積は無視できるものとする。



- (1)  $10\text{cm}$       (2)  $12\text{cm}$   
 (3)  $15\text{cm}$       (4)  $18\text{cm}$   
 (5)  $20\text{cm}$

**問3** 学習チェック

体積 $50\text{cm}^3$ で質量が $400\text{g}$ のおもりを右の図のようにばね秤に糸でつるし、水に浸けたとき、ばね秤が示す数値に最も近いものは次のうちどれか。



- (1)  $300\text{g}$   
 (2)  $325\text{g}$   
 (3)  $350\text{g}$   
 (4)  $375\text{g}$   
 (5)  $400\text{g}$





## ここまでの確認!! 一問一答

- 問1 学習チェック    大気圧潜水とは、耐圧殻に入って人体を水圧から守り、大気圧の状態で行う潜水のことである。
- 問2 学習チェック    ヘルメット式潜水は、常時、連続的に潜水者に送気が行われる応需送気方式である。
- 問3 学習チェック    ヘルメット式潜水は、金属製のヘルメットとゴム製の潜水服により構成された潜水器を使用し、操作は比較的簡単で、複雑な浮力調整が必要ない。
- 問4 学習チェック    全面マスク式潜水は、送気式潜水であるが、安全性の向上のためにポンペを携行することがある。
- 問5 学習チェック    全面マスク式潜水は、水中電話の使用が可能である。
- 問6 学習チェック    自給気式潜水は、一般に、リブリーザーを使用した閉鎖循環式スクーバで、潜水作業者の行動を制限する送気ホースなどが無いので作業の自由度が高い。
- 問7 学習チェック    スクーバ式潜水は、硬式潜水であり、潜水者は、直接人体に水圧を受ける。

- 
- 解答1 ○ 大気圧潜水は**硬式潜水**ともいう。
- 解答2 × 常時、連続的に潜水者に送気が行われるのは**定量送気式**である。
- 解答3 × 操作は**熟練**を要し、**複雑な浮力調整**が必要である。
- 解答4 ○
- 解答5 ○
- 解答6 × 自給気式潜水は、一般に、**開放回路型スクーバ**である。
- 解答7 × スクーバ式潜水は、**軟式潜水**のため、直接人体に水圧を受ける。



# 過去問題で総仕上げ

## 問題【潜水業務編】

### 1 圧力と浮力

(テキスト⇒8P・解説/解答⇒58P)

学習チェック



#### 問1 学習チェック



浮力に関し、誤っているものは次のうちどれか。[R4.10]

- (1) 水中にある物体が、水から受ける上向きの力を浮力という。
- (2) 水中に物体があり、この物体の質量が、この物体と同体積の水の質量と同じ場合は、中性浮力の状態となる。
- (3) 海水は淡水よりも密度がわずかに大きいので、作用する浮力もわずかに大きい。
- (4) 圧縮性のない物体は水深によって浮力は変化しないが、圧縮性のある物体は水深が深くなるほど浮力は小さくなる。
- (5)** 同じ体積の物体であっても、重心の低い形の物体は、重心の高い形の物体よりも浮力が大きい。

#### 問2 学習チェック



圧力に関し、誤っているものは次のうちどれか。[R4.4]

- (1) 気体では、温度が一定の場合、圧力 $P$ と体積 $V$ について $P \cdot V =$  (一定) の関係が成り立つ。
- (2) 圧力1 barをSI単位に換算すると0.1MPaとなる。
- (3) 圧力は、単位面積当たりに垂直方向に作用する力である。
- (4) 密閉容器内に満たされた静止流体中の任意の点に加えた圧力は、その圧力の方向にだけ伝達される。
- (5) 気体では、圧力が一定の場合、体積 $V$ と絶対温度 $T$ について $V/T =$  (一定) の関係が成り立つ。

## 8 特殊な環境下の潜水

(テキスト⇒36P・解説/解答⇒68P)

学習チェック



### 問1 学習チェック



特殊な環境下における潜水に関し、正しいものは次のうちどれか。[R5. 4]

- (1) スクーバ式潜水とヘルメット式潜水を比較した場合、強潮流下ではヘルメット式潜水の方が抵抗が大きく作業が困難である。
- (2) 冷水中では、ドライスーツよりウエットスーツの方が体熱の損失が少ない。
- (3) 河口付近の水域は、一般に視界が悪いが、降雨により視界は向上するので、降雨後は潜水に適している。
- (4) 汚染のひどい水域では、スクーバ式潜水が適している。
- (5) 山岳部のダムなど高所域での潜水では、海面より環境圧が低いいため、通常よりも短い減圧時間で減圧することができる。

### 問2 学習チェック



特殊な環境下における潜水に関し、正しいものは次のうちどれか。

[R4. 10/R4. 4]

- (1) スクーバ式潜水とヘルメット式潜水を比較した場合、強潮流下ではヘルメット式潜水の方が抵抗が大きく作業が困難である。
- (2) 暗渠内<sup>きょ</sup>では、送気ホースが絡まって水中拘束となるおそれがあるため、送気式潜水を行ってはならない。
- (3) 河口付近の水域は、一般に視界が悪いが、降雨により視界は向上するので、降雨後は潜水に適している。
- (4) 汚染のひどい水域では、スクーバ式潜水が適している。
- (5) 山岳部のダムなど高所域での潜水では、海面より環境圧が低いいため、通常よりも短い減圧時間で減圧することができる。

### 問3 学習チェック



特殊な環境下における潜水に関し、誤っているものは次のうちどれか。

[R3. 10]

- (1) 暗渠内<sup>きょ</sup>潜水は、非常に危険であるので、潜水作業には豊富な潜水経験、高度な潜水技術及び精神的な強さが必要とされる。
- (2) 冷水中では、ウエットスーツよりドライスーツの方が体熱の損失が少ない。



# 覚えておこう

【潜水業務編】

## → 圧力と気圧

圧力	単位面積当たりの面に【垂直方向】に作用する力
気圧	国際単位系【SI単位】では約【101.3】kPa又は約【0.1013】MPa
	1気圧 = 1【atm】 = 1【bar】 = 0.1【MPa】 = 1【kg/cm <sup>2</sup> 】

## → 水中での圧力

水深が【10】m深くなるごとに【1】気圧ずつ増加
水深が同じ場合、受ける圧力は海水中より淡水中がわずかに【小さい】

## → 絶対圧力とゲージ圧

絶対圧力	絶対真空を基準とした圧力で【大気圧】と【ゲージ圧】の和でもある
ゲージ圧力	【絶対圧力】から【大気圧】を引いたもの
	潜水業務において使用される【圧力計】には、ゲージ圧力で表示

## → 浮力

水中にある物体が、水から受ける【上向き】の力
水中にある物体は、これと【同体積】の【水の質量（重量）】に等しい浮力を受ける
淡水中と海水中で同一の物体が受ける浮力は、【淡水中】に比べ、わずかに密度が大きい【海水中】の方が浮力は大きい
圧縮性のある物体は水深が深くなるほど体積が【小さく】なり、浮力は体積に比例するため、浮力は【小さい】

## → 気体に関する法則

ボイルの法則	温度が一定のとき、気体の体積（V）は圧力（P）に【反比例】する
シャルルの法則	気体の圧力を一定にしたとき、体積（V）と絶対温度（T）は【比例】する
ボイル・シャルルの法則	一定量の気体の体積（V）は気体の圧力（P）に【反比例】し、絶対温度（T）に【比例】する
ダルトンの法則	2種類以上の気体により構成される混合気体の【全圧】は、それぞれの気体の【分圧】の和に等しい

# 第2章

# 送気、潜降及び浮上



- 1 送気式潜水における送気
- 2 潜水の潜降・浮上
- 3 ZH-L16モデルに基づく減圧方法
- 4 潜水業務に使用する器具



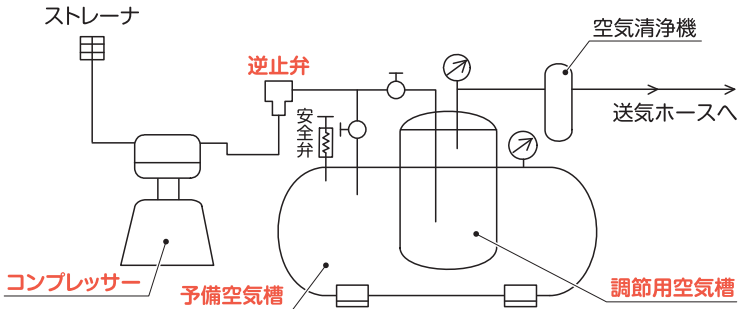
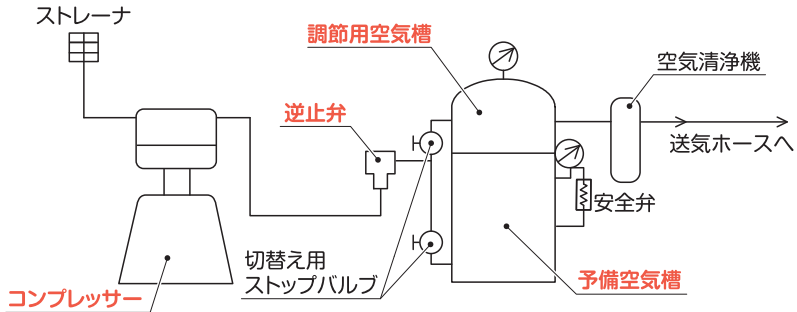
# 1 送気式潜水における送気

学習チェック

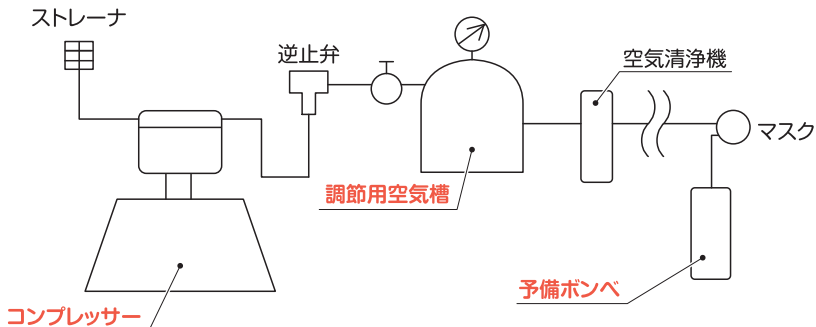


## ② コンプレッサーによる送気系統

- ヘルメット式潜水の送気系統



- 全面マスク式潜水の送気系統



## ➡ 送気式潜水に使用する設備又は器具

### ①コンプレッサー

コンプレッサーは原動機で駆動され、ピストンを往復させてシリンダー内の空気を圧縮する構造で、圧縮効率は圧力の上昇に伴い**低下**します。

コンプレッサーには、固定式と移動式があります。

**固定式コンプレッサー**は潜水作業船に設置される場合が多く、大出力化した原動機（主機）を備える潜水作業船は、コンプレッサー専用の原動機（補機）を設置して駆動するものが**多く**あります。また、コンプレッサーの空気取入口は、常に新鮮な空気を取り入れるため**機関室の外**に設置します。

**移動式コンプレッサー**は、コンプレッサー、空気槽、原動機を組み合わせ**一体型**とし、重量を100kg程度の小型・軽量としています。

コンプレッサーの機能・性能を保持するためには、原動機とコンプレッサーとの伝動部分をはじめ、冷却装置、圧縮部、潤滑油部などについて保守・点検の**必要**があります。

### ②空気槽

調節用空気槽は、送気に含まれる水分や油分を**分離する機能**をもち、コンプレッサーから送られる脈流（流れる方向が一定）の圧縮空気は、調節用空気槽によって緩和されます。潜水作業終了後には、空気槽内の**汚物を圧縮空気と一緒にドレーンコックから排出**させます。

予備空気槽は、コンプレッサーの故障などの**事故が発生した場合**に備えて、必要な空気をあらかじめ**蓄えておく**ための設備で、調節用空気槽と**一体**に組み込まれているものが多く使用されています。潜水前には、予備空気槽の圧力がその日の最高潜水深度の圧力の**1.5倍以上**となっていることを確認します。

### ③空気清浄装置

フェルトを使用した空気清浄装置は、潜水者に送る圧縮空気から**臭気や水分と油分**を取り除くものですが、二酸化炭素や一酸化炭素の除去は**できません**。

### ④送気ホース

送気ホースは、始業前に、ホースの最先端を閉じ、最大使用圧力以上の圧力をかけて、**耐圧性と空気漏れの有無**を点検、確認します。

### ⑤流量計

流量計は、**空気清浄装置と送気ホース**との間に取り付けて、潜水作業者に適量の空気が送気されていることを確認する計器で、特定の**送気圧力**による流量が目盛られていて、その圧力以外で送気するには**換算が必要**となります。



## ここまでの確認!! 一問一答

- 問1 学習チェック    コンプレッサーは、原動機で駆動され、ピストンを往復させてシリンダー内の空気を圧縮する構造となっている。
- 問2 学習チェック    コンプレッサーの圧縮効率は、圧力の上昇に伴い低下する。
- 問3 学習チェック    潜水業務終了後、調節用空気槽は、内部に0.1MPa（ゲージ圧力）程度の空気を残すようにしておく。
- 問4 学習チェック    潜水前には、予備空気槽の圧力がその日の最高潜水深度の圧力の1.5倍以上となっていることを確認する。
- 問5 学習チェック    フェルトを使用した空気清浄装置は、潜水作業者に送る圧縮空気に含まれる水分と油分のほか、二酸化炭素と一酸化炭素を除去する。
- 問6 学習チェック    送気ホースは、始業前に、ホースの最先端を閉じ、最大使用圧力以上の圧力をかけて、耐圧性と空気漏れの有無を点検・確認する。
- 問7 学習チェック    流量計は、コンプレッサーと調節用空気槽の間に取り付けて、潜水作業者に送られる空気量を測る計器である。
- 問8 学習チェック    流量計には、特定の送気圧力による流量が目盛られており、その圧力以外で送気するには換算が必要である。

解答1 ○

解答2 ○

解答3 × 潜水業務終了後、調節用空気槽は、空気槽内部に残った圧縮空気をドレーンコックから排出させておく。

解答4 ○

解答5 × 圧縮空気の臭気や水分と油分を取り除くもので、二酸化炭素や一酸化炭素の除去はできない。

解答6 ○

解答7 × 流量計は、空気清浄装置と送気ホースの間に取り付ける。

解答8 ○





# 過去問題で総仕上げ

## 問題【送気、潜降及び浮上編】

### 1 送気式潜水における送気

(テキスト⇒78P・解説/解答⇒123P)

学習チェック



#### 問1 学習チェック



送気式潜水に使用する設備又は器具に関し、誤っているものは次のうちどれか。

[R5. 4]

- (1) 全面マスク式潜水では、通常、送気ホースは、呼び径が8mmのものが使われている。
- (2) 送気ホースには、比重により沈用、半浮用、浮用の3種類のホースがあり、作業内容によって使い分けられる。
- (3) 流量計には、特定の送気圧力による流量が目盛られており、その圧力以外で送気する場合は換算が必要である。
- (4) 潜水前には、予備空気槽の圧力がその日の最高潜水深度の圧力の1.5倍以上となっていることを確認する。
- (5) 終業後、調節用空気槽の内部には0.1MPa（ゲージ圧力）程度の空気を残すようにしておく。

#### 問2 学習チェック



送気式潜水に使用する設備又は器具に関し、正しいものは次のうちどれか。

[R4. 10]

- (1) 全面マスク式潜水では、通常、送気ホースは、呼び径が13mmのものが使われている。
- (2) コンプレッサーの圧縮効率は、圧力の上昇に伴って高くなる。
- (3) 流量計には、特定の送気圧力による流量が目盛られており、その圧力以外で送気する場合は換算が必要である。
- (4) フェルトを使用した空気清浄装置は、潜水作業者に送る圧縮空気に含まれる水分と油分のほか、二酸化炭素と一酸化炭素を除去する。
- (5) 終業後、調節用空気槽は、内部に0.1MPa（ゲージ圧力）程度の空気を残すようにしておく。

## 解答／解説【送気、潜降及び浮上編】

### 1 送気式潜水における送気 (テキスト⇒78P・問題⇒97P)

#### 解説1 解答 (5)

- (5) 終業後、調節用空気槽は、空気槽内部に残った圧縮空気を**ドレーンコック**から**排出**させておく。

#### 解説2 解答 (3)

- (1) 全面マスク式潜水では、通常、送気ホースは、呼び径が**8mm**のものが使われている。
- (2) コンプレッサーの圧縮効率は、圧力の上昇に伴い**低下する**。
- (4) フェルトを使用した空気清浄装置は、潜水者に送る圧縮空気から**臭気**や**水分**と**油分**を取り除くもので、二酸化炭素や一酸化炭素の**除去はできない**。
- (5) 終業後、調節用空気槽は、空気槽内部に残った圧縮空気を**ドレーンコック**から**排出**させておく。

#### 解説3 解答 (2)

- (1) 全面マスク式潜水では、通常、送気ホースは、呼び径が**8mm**のものが使われている。
- (3) 流量計は、**空気清浄装置**と**送気ホース**の間に取り付けて、潜水作業者に送られる空気量を測る計器である。
- (4) フェルトを使用した空気清浄装置は、潜水者に送る圧縮空気から**臭気**や**水分**と**油分**を取り除くもので、二酸化炭素や一酸化炭素の**除去はできない**。
- (5) 終業後、調節用空気槽は、空気槽内部に残った圧縮空気を**ドレーンコック**から**排出**させておく。

#### 解説4 解答 (5)

- (5) フェルトを使用した空気清浄装置は、潜水者に送る圧縮空気から**臭気**や**水分**と**油分**を取り除くもので、二酸化炭素や一酸化炭素の**除去はできない**。

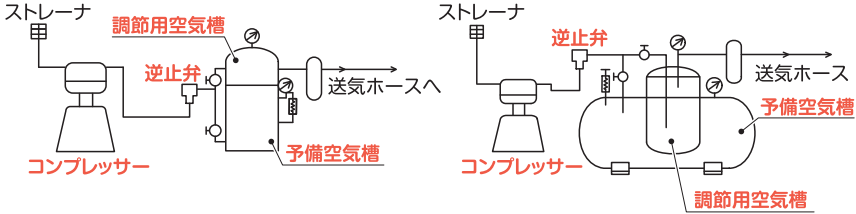


# 覚えておこう

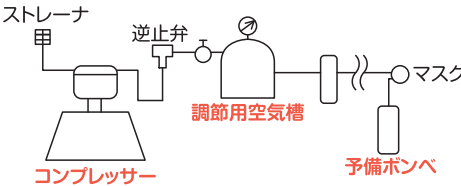
【送気、潜降及び浮上編】

## → コンプレッサーによる送気系統

- ヘルメット式潜水の送気系統



- 全面マスク式潜水の送気系統



## → 送気式潜水に使用する設備又は器具

コンプレッサー	原動機で駆動され、【ピストン】を往復させて【シリンダー】内の空気を圧縮する構造
	圧縮効率、圧力の上昇に伴い【低下】する
	空気取入口は、常に新鮮な空気を取り入れるため機関室の【外】に設置
	高圧コンプレッサーの最高充填圧力は、一般に【20】MPaであるが【30】MPaの機種もある
	機能・性能を保持するためには、原動機とコンプレッサーとの伝動部分をはじめ、【冷却装置】、【圧縮部】、【潤滑油部】などについて保守・点検の必要がある
	固定式と移動式があり、【固定式】は潜水作業船に設置される場合が多い
大出力化した原動機（主機）を備える潜水作業船は、コンプレッサー専用の原動機（補機）を設置して駆動するものが【多い】	
空気槽	調節用空気槽は、送気に含まれる水分や油分を【分離】する機能がある

## 第3章

# 高気圧障害



- 1 人体の肺換気機能
- 2 人体の循環器系
- 3 人体の神経系
- 4 人体に及ぼす水温の作用及び体温
- 5 気圧変化による健康障害
- 6 潜水作業者の健康管理
- 7 潜水業務に必要な救急処置



# 1 人体の肺換気機能

学習チェック



## 肺換気機能

### ①呼吸運動

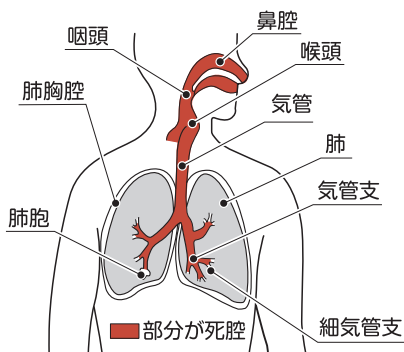
肺は、フイゴのように膨らんだり縮んだりして空気を出し入れしていますが、肺自体には**運動能力（膨らむ力）**はなく、主として肋間筋、横隔膜などの**呼吸筋**によって胸郭内容積を周期的に**増減**し、それに伴って肺を**伸縮**させています。これを**呼吸運動**といいます。

潜水中は、呼吸ガスの密度が**高くなり**呼吸抵抗が**増す**ので、呼吸運動によって気道内を移動できる呼吸ガスの量は、深度が**増す**に従って**減少**します。

### ②ガス交換

肺呼吸は、肺内に吸い込んだ空気中の**酸素**を血液中に取り入れ、血液中の**二酸化炭素**を排出する**ガス交換**です。鼻や口から吸い込まれた呼吸ガスは、**気管→気管支→細気管支→呼吸細気管支**の順で通過して、**肺胞**に至ります。

#### ●呼吸器の構造と死腔



ガス交換は、**肺胞**及び**呼吸細気管支**で行われ、そこから口側までの空間はガス交換に直接**関与していない**ので、この空間を**死腔**といいますが、死腔が大きいほど、**酸素不足**、**二酸化炭素蓄積**が起りやすく、潜水呼吸器を装着するとガス交換に関与しない空間が増えるため、死腔は**増加**します。また、肺胞内の空気と肺胞を取り巻く毛細血管中の血液との間で行われるガス交換を**外呼吸**といいます。

胸郭内容積が増し、内圧が低くなるにつれ、鼻腔、気管などの気道を経て肺内へ流れ込む空気が**吸気**です。逆に、内圧が高くなると肺は収縮して肺内の空気が体外に排出されます。これが**呼気**になります。

通常の呼吸の場合の呼気には、酸素が**約16%**、二酸化炭素が**約4%**（通常の空気中では0.04%程度）含まれます。

身体活動時には、血液中の二酸化炭素分圧の**上昇**により呼吸中枢が刺激され、1回換気量及び呼吸数が**増加**します。

### ③胸膜腔

肺の表面と胸郭内側の面は、**胸膜**で覆われており、両者間の空間を**胸膜腔**といいます。胸膜腔は、通常、密閉状態になっているが、胸膜腔に気体が侵入し、**気胸**（何らかの原因により肺から空気が漏れること）を生じると、胸郭が**広がっても肺が膨らまなくなります**。

### ④肺気腫

**肺気腫**とは、主に**たばこ**の煙が原因となって、酸素と二酸化炭素の交換が行われる**肺胞**に**炎症**が生じ、組織が**破壊**されて肺の機能が**低下**する病気です。

### ⑤気胸

気胸とは、胸膜腔に空気が侵入し胸郭が広がっても**肺が広がらない状態**をいいます。突然の胸痛で発症し、呼吸困難を伴うこともあり、潜水現場で発生することもあります。軽症であれば安静を保つことで自然治癒を望むこともできます。

## ここまでの確認!! 一問一答

問1 学習チェック    肺は、肺胞と胸膜の協調運動によって膨らんだり縮んだりして、空気を出し入れしている。

問2 学習チェック    肺は、筋肉活動による胸郭の拡張に伴って膨らむ。

問3 学習チェック    鼻や口から吸い込まれた呼吸ガスは、気管→気管支→細気管支→呼吸細気管支の順に通過して、肺胞に至る。

問4 学習チェック    呼吸の場合の呼気には、酸素が約16%、二酸化炭素が約4%含まれる。

問5 学習チェック    肺呼吸は、空気中の酸素を取り入れ、血液中の二酸化炭素を排出するガス交換である。



# 過去問題で総仕上げ

## 問題【高気圧障害編】

### 1 人体の肺換気機能

(テキスト⇒144P・解説/解答⇒190P)

学習チェック



#### 問1 学習チェック



肺の構造、肺の障害などに関し、誤っているものは次のうちどれか。[R5. 4]

- (1) 鼻や口から吸い込まれた呼吸ガスは、気管→気管支→細気管支→呼吸細気管支の順で通過し、肺胞に至る。
- (2) 肺呼吸は、肺内に吸い込んだ空気中の酸素を血液中に取り入れ、血液中の二酸化炭素を排出するガス交換である。
- (3) 肺は、膨らんだり縮んだりして空気を出し入れしているが、肺自体には膨らむ力はない。
- (4) 肺の臓側胸膜と壁側胸膜で囲まれた部分を胸膜腔くわうという。
- (5) 胸膜腔に空気が侵入し胸郭が広がっても肺が広がらない状態を、空気塞栓症という。

#### 問2 学習チェック



肺の換気機能と潜水による肺の障害に関し、誤っているものは次のうちどれか。[R4. 10]

- (1) 肺の中で行われる、空気と血液の間での酸素と二酸化炭素の交換は、肺胞及び呼吸細気管支でのみ行われている。
- (2) 肺の表面と胸郭内側の面は、胸膜で覆われており、両者間の空間を胸膜腔くわうという。
- (3) 肺は、筋肉活動による胸郭の拡張に伴って膨らむ。
- (4) 胸膜腔に気体が侵入し胸郭が広がっても肺が広がらない状態を肺気腫くわうという。
- (5) 潜水によって生じる肺の過膨張は、浮上時に起こりやすい。

## 解答／解説【高気圧障害編】

### 1 人体の肺換気機能 (テキスト⇒144P・問題⇒170P)

#### 解説 1 解答 (5)

(5) 空気塞栓症は、急浮上などによる肺の**過膨張**が原因となって発症する。空気塞栓症⇒155P 参照。

#### 解説 2 解答 (4)

(4) 肺気腫は、肺胞の組織が破壊され、**肺の機能が低下する**病気である。

#### 解説 3 解答 (5)

(5) 身体活動時には、血液中の**二酸化炭素**分圧の上昇により呼吸中枢が刺激され、1回換気量及び呼吸数が増加する。

#### 解説 4 解答 (4)

(4) 死腔が**大きい**ほど、酸素不足、二酸化炭素蓄積が起こりやすい。

#### 解説 5 解答 (1)

(1) 肺は、フイゴのように膨らんだり縮んだりして空気を出し入れしているが、肺自体には**運動能力はなく**、**呼吸筋**によって胸郭内容積を周期的に増減させている。

### 2 人体の循環器系 (テキスト⇒147P・問題⇒172P)

#### 解説 1 解答 (3)

(3) 心臓は左右の心室及び心房、すなわち四つの部屋に分かれており、血液は**左心室**から大動脈を通して体全体に送り出される。





# 覚えておこう

【高気圧障害編】

## ➔ 肺換気機能

肺自体には【**運動能力**】（膨らむ力）はなく、主として肋間筋、横隔膜などの【**呼吸筋**】によって胸郭内容積を周期的に【**増減**】し、それに伴って肺を【**伸縮**】させることにより行われる

潜水中では呼吸ガスの密度が【**高く**】なり呼吸抵抗が【**増す**】ので、呼吸運動によって気道内を移動できる呼吸ガスの量は深度が【**増す**】に従って【**減少**】する

肺呼吸は、肺内に吸い込んだ空気中の【**酸素**】を血液中に取り入れ、血液中の【**二酸化炭素**】を排出する【**ガス交換**】をいう

ガス交換は、【**肺胞**】及び【**呼吸細気管支**】で行われる

ガス交換に関与しない空間を【**死腔**】という

死腔が大きいほど、【**酸素**】不足、【**二酸化炭素**】蓄積が起こりやすい

潜水呼吸器を装着すると死腔は【**増加**】する

肺胞内の空気と肺胞を取り巻く毛細血管中の血液との間で行われるガス交換を【**外呼吸**】という

胸郭内容積が増し、内圧が低くなるにつれ、鼻腔、気管などの気道を経て肺内へ流れ込む空気を【**吸気**】という

内圧が高くなると肺は収縮して、肺内の空気は体外に排出されるものを【**呼気**】という

通常の呼吸の場合の呼気には、酸素が約【**16**】%、二酸化炭素が約【**4**】%（通常の空気中では0.04%程度）含まれる

身体活動時には、血液中の二酸化炭素分圧の【**上昇**】により呼吸中枢が刺激され、1回換気量及び呼吸数が【**増加**】します

肺の表面と胸郭内側の面は、【**胸膜**】で覆われており、両者間の空間を【**胸膜腔**】という

胸膜腔は、通常、密閉状態になっているが、胸膜腔に気体が侵入し、【**気胸**】を生じると、胸郭が【**広がって**】も肺が【**膨らまない**】

# 第4章

# 関係法令



- 1 潜水業務の設備
- 2 特別の教育
- 3 潜水作業業務の管理
- 4 潜水業務に係る潜降、浮上等
- 5 設備等の点検及び修理
- 6 連絡員/潜水業務における携行物等
- 7 健康診断
- 8 再圧室
- 9 免許証
- 10 譲渡等の制限等



# 1 潜水業務の設備

学習チェック



## ➡ 空気槽【高圧則第8条】

1. 事業者は、潜水業務従事者（潜水作業者及び潜水業務請負人等※（労働者を除く。）をいう。）に、空気圧縮機により送気するときは、当該空気圧縮機による送気を受ける**潜水業務従事者ごとに**、送気を調節するための**空気槽及び予備空気槽**を設けなければならない。

※潜水業務請負人等とは、潜水業務の一部を請け負わせた場合における潜水業務に従事する者をいいます。

2. 予備空気槽は、次に定めるところに適合するものでなければならない。

①予備空気槽内の空気の圧力は、常時、最高の潜水深度における圧力の**1.5倍**以上であること。

②予備空気槽の内容積は、**厚生労働大臣が定める方法**により計算した値以上であること。

### ▶高気圧作業安全衛生規則第8条第2項等の規定に基づく厚生労働大臣が定める方法等（告示）

#### 第1条（予備空気槽の内容積の計算方法）

1. 高圧則第8条第2項の**厚生労働大臣が定める方法**は、次の各号に掲げる場合に依り、それぞれ当該各号に定める式により計算する方法とする。

①潜水作業者に <b>圧力調整器</b> を使用させる場合（全面マスク等）	$V = \frac{40 (0.03D + 0.4)}{P}$
②前号に掲げる場合以外の場合（ヘルメット式）	$V = \frac{60 (0.03D + 0.4)}{P}$

V：予備空気槽の内容積（単位L）

D：最高の**潜水深度**（単位m）

P：予備空気槽内の**空気の圧力**（単位MPa）

3. 第1項の送気を調節するための空気槽が前項各号に定める**予備空気槽**の基準に**適合するもの**であるとき、又は当該基準に適合する**予備ボンベ**を潜水業務従事者に**携行させる**ときは、第1項の規定にかかわらず、**予備空気槽**を設けることを**要しない**。

## ② 空気清浄装置、圧力計及び流量計【高圧則第9条】

1. 事業者は、潜水業務従事者に空気圧縮機により送気する場合には、送気する空気を清浄にするための装置のほか、潜水業務従事者が圧力調整器を使用するときは送気圧を計るための**圧力計**を、それ以外のときはその送気量を計るための**流量計**を設けなければならない。



### ここまでの確認!! 一問一答

- 問1** 学習チェック    送気を調節するための空気槽は、潜水業務従事者ごとに設けなければならない。
- 問2** 学習チェック    予備空気槽内の空気の圧力は、常時、最高の潜水深度に相当する圧力以上でなければならない。
- 問3** 学習チェック    送気を調節するための空気槽が予備空気槽の内容積等の基準に適合するものであるときは、予備空気槽を設けることを要しない。
- 問4** 学習チェック    予備空気槽の内容積等の基準に適合する予備ポンペを潜水業務従事者に携行させるときは、予備空気槽を設けることを要しない。
- 問5** 学習チェック    潜水業務従事者が圧力調整器を使用するときは送気圧を計るための圧力計を、それ以外のときは送気量を計るための流量計を設けなければならない。

**解答1** ○ 高圧則第8条（空気槽）第1項。

**解答2** × 最高の潜水深度における圧力の**1.5倍以上**であること。高圧則第8条（空気槽）第2項第1号。

**解答3** ○ 高圧則第8条（空気槽）第3項。

**解答4** ○ 高圧則第8条（空気槽）第3項。

**解答5** ○ 高圧則第9条（空気清浄装置、圧力計及び流量計）第1項。



# 過去問題で総仕上げ

## 問題【関係法令編】

### 1 潜水業務の設備

(テキスト⇒210P・解説/解答⇒261P)

学習チェック



#### 問1 学習チェック



空気圧縮機により送気する場合の設備に関し、法令上、誤っているものは次のうちどれか。[R4.4改]

- (1) 送気を調節するための空気槽は、潜水業務従事者ごとに設けなければならない。
- (2) 予備空気槽内の空気の圧力は、常時、最高の潜水深度に相当する圧力以上でなければならない。
- (3) 送気を調節するための空気槽が予備空気槽の内容積等の基準に適合するものであるときは、予備空気槽を設けることを要しない。
- (4) 予備空気槽の内容積等の基準に適合する予備ポンペを潜水業務従事者に携行させるときは、予備空気槽を設けることを要しない。
- (5) 潜水業務従事者が圧力調整器を使用するときは送気圧を計るための圧力計を、それ以外のときは送気量を計るための流量計を設けなければならない。

#### 問2 学習チェック



全面マスク式潜水で空気圧縮機により送気する場合、潜水業務従事者ごとに備える予備空気槽の内容積V (L) を計算する次式の□内に入れるAからCの語句又は数値の組合せとして、法令上、正しいものは(1)～(5)のうちどれか。ただし、潜水深度の単位はm、圧力の単位はMPaでゲージ圧を示す。

[R3.4改]

$$V = \frac{\square A \times (0.03 \times \square B + 0.4)}{\square C}$$

1 潜水業務の設備 (テキスト⇒210P・問題⇒238P)

解説1 解答(2)

- (1) 高圧則第8条(空気槽)第1項。
- (2) 予備空気槽内の空気の圧力は、常時、最高の潜水深度における**圧力の1.5倍以上**であること。高圧則第8条(空気槽)第2項第1号。
- (3) 高圧則第8条(空気槽)第3項。
- (4) 高圧則第8条(空気槽)第3項。
- (5) 高圧則第9条(空気清浄装置、圧力計及び流量計)第1項。

解説2 解答(1)

告示より、潜水業務作業者に圧力調整器を使用させる場合の計算式となる。

$$V = \frac{40 \times (0.03 \times \text{最高の潜水深度} + 0.4)}{\text{予備空気槽内の空気の圧力}}$$

解説3 解答(3)

最高深度が40mであるため、予備空気槽内の空気圧力(ゲージ圧力)は次のとおりになる。

$$\begin{aligned} & \text{予備空気槽内の空気の圧力(ゲージ圧力)} \\ & = \text{最高深度40mにおける圧力(ゲージ圧力)} \times 1.5\text{倍} \\ & = 0.4\text{MPa} \times 1.5 = 0.6\text{MPa} \end{aligned}$$

告示より、潜水業務作業者に圧力調整器を使用させる場合は、イの計算式を用いる。

$$\begin{aligned} V &= \frac{40 \times (0.03D + 0.4)}{P} \\ &= \frac{40 \times (0.03 \times 40\text{m} + 0.4)}{0.6\text{MPa}} \\ &= 106.66 \cdots \text{L} \doteq \mathbf{107\text{L}} \end{aligned}$$



# 覚えておこう

【関係法令編】

## ➔ 潜水業務の設備

事業者は、潜水業務従事者に、空気圧縮機により送気するときは、当該空気圧縮機による送気を受ける業務従事者ごとに、送気を調節するための【**空気槽**】及び【**予備空気槽**】を設けなければならない

予備空気槽内の空気の圧力は、常時、最高の潜水深度における圧力の【**1.5**】倍以上であること

予備空気槽の内容積は、厚生労働大臣が定める方法により計算した値以上であること

潜水作業者に【 <b>圧力調整器</b> 】を使用させる場合（全面マスク等）	$V = \frac{【40】(0.03D + 0.4)}{P}$
前号に掲げる場合以外の場合（ヘルメット式）	$V = \frac{【60】(0.03D + 0.4)}{P}$

V：予備空気槽の内容積（単位L）

D：最高の潜水【**深度**】（単位m）

P：予備空気槽内の空気の【**圧力**】（単位MPa）

送気を調節するための空気槽が予備空気槽の基準に適合するものであるとき、又は当該基準に適合する予備ポンペを業務従事者に【**携行させる**】ときは、【**予備空気槽**】を設けることを【**要しない**】

事業者は、潜水業務従事者に空気圧縮機により送気する場合には、送気する空気を清浄にするための装置のほか、潜水業務従事者が圧力調整器を使用するときは送気圧を計るための【**圧力計**】を、それ以外のときはその送気量を計るための【**流量計**】を設けなければならない

## ➔ 安全衛生教育

事業者は、労働者を【**雇い入れた**】ときは、当該労働者に対し、原則として、その従事する業務に関する安全又は衛生のための教育を行うこと

労働者の作業内容を【**変更した**】ときは、当該労働者に対し、原則として、その従事する業務に関する安全又は衛生のための教育を行うこと

事業者は、危険又は有害な業務で、厚生労働省令で定めるものに労働者を【**つかせる**】ときは、原則として、その従事する業務に関する安全又は衛生のための教育を行うこと

## あ

足ヒレ	90
圧外傷	154
圧縮空気	30
圧縮効率	79
圧力	8
圧力計	211
圧力調整器	89,210,220,223
アルゴン	20
アルミ合金	89
アルミボンベ	89
暗渠	36
安全弁	89

## い

医師からの意見聴取	228
一次救命処置	165
一酸化炭素	21
一酸化炭素中毒	156
移動式コンプレッサー	79
命綱	29,36
インフレーター	82,91

## う

ウエイト	36
ウェットスーツ	90,92,152
右心房	147
運動神経	150

## え

鋭利な刃物	225
液化炭酸ガス	91
鉛錘	36

延髄	149
----	-----

## お

横隔膜	144
応需式	26
応需式潜水器	27
大潮	29
オープンヒルタイプ	90
オーラルインフレーター機能	91
溺れ	33

## か

外呼吸	144
外耳道	155
回復体位	166
開放回路型スクーバ	27
拡散	20
下弦の月	29
ガス交換	144,147
ガス分圧の制限	218
かぶと台	93,225
過飽和	15
感覚神経	150
環境圧潜水	26
環境圧力	89
干潮	29
冠動脈	147

## き

気圧	8
機関室	79
気胸	145,155
気体の拡散現象	20