

チャレンジ問題(鉱場技術) (解答と解説)

問 01

差圧抑留に対する予防策に関する (イ) ~ (ロ) の記述のうち、正しい記述の数を以下の (1) ~ (4) の中から選べ。

- (イ) 管動を励行してなるべくドリルストリングを静止させることを避ける
- (ロ) 泥水比重をできるだけ高く保ち坑壁を安定させる
- (ハ) 潤滑性のよい泥水にして摩擦係数を小さくする
- (ニ) 泥壁をできるだけ厚くて丈夫な性質にし、坑壁面とドリルストリングの接触面積を大きくする

- (1) 1 個
- (2) 2 個
- (3) 3 個
- (4) 4 個

解答：(2)

「差圧抑留」事故を回避するための対策としては、

1. パイプをできるだけ静止させない。
2. 地層圧との差圧をできるだけ小さく保つために泥水比重を抑える。
3. 坑壁との摩擦係数を小さくする。
4. 坑壁との接触面積を小さくする。

などがある。

(イ)、(ハ)は正解であるが、(ロ)は差圧抑留対策ではなく崩壊対策であり、(ニ)は全く逆の対策となっているため、正解は2つとなる。すなわち答えは(2)である。

問 02

セメント添加剤は、セメンチングにおいてその坑井条件に適合したセメントスラリー特性になるように調整するために使用する。セメント添加剤の主たる用途に関する (1) ~ (4) の記述の内、不適切なものを選べ。

- (1) セメント硬化時間を調整する
- (2) 脱水量を上げる
- (3) 粘性を下げる
- (4) セメントに伸縮性を持たせる

解答：(2)

セメント添加剤は、セメンチングにおいて、その坑井条件に適合したセメントスラリー特性になるように、調整するために使用する。セメント添加剤の主なる用途として以下のことが挙げられる。

- ・ スラリー比重の調整
- ・ セメント強度の増加
- ・ セメント硬化時間の調整
- ・ 脱水量を下げる
- ・ 粘性を下げる
- ・ セメントに伸縮性を持たせる
- ・ 耐久性を強くする
- ・ 逸泥防止のためのブリッジを作る
- ・ セメントの費用を節減する

などが挙げられる。

一般に脱水量が大きいとセメント体積の収縮率が大きくなり、チャネリングが発生しやすい。従って脱水量を少なくし、早期のデハイドレーションを防ぐことが重要である。従って(2)の「脱水量を上げる」が不適切となる。

問 03

密閉坑口圧力が 100 kgf/cm^2 (9.81 MPa)、チュービングとケーシングの間のアニュラス圧力が 10 kgf/cm^2 (0.98 MPa) のガス井がある。坑内ガス柱の平均密度を 0.2 g/cm^3 、アニュラス部の流体の平均密度を 1.20 g/cm^3 、パッカー深度を $3,000 \text{ m}$ としたときのパッカー部での差圧は何 kgf/cm^2 になるか。以下の (1) ~ (4) の中から正しいものを選べ。

ただし、アニュラス部は坑口まで液体で満たされているものとする。

- (1) 200 kgf/cm^2 (19.61 MPa)
- (2) 210 kgf/cm^2 (20.59 MPa)
- (3) 220 kgf/cm^2 (21.58 MPa)
- (4) 230 kgf/cm^2 (22.56 MPa)

解答：(2)

パッカー部での内圧は、

$$3,000 \times 0.2 \div 10 + 100 = 160 \text{ kgf/cm}^2$$

パッカー部でのアニュラス圧は、

$$3,000 \times 1.20 \div 10 + 10 = 370 \text{ kgf/cm}^2$$

従って差圧は、

$$370 - 160 = 210 \text{ kgf/cm}^2$$

となる。

問 04

掘さく装置は種々の機械の集合体とし、その目的を予定通りに完遂するためには、日常、その機械の状態を十分把握するとともに、最善の状態に維持し続けることが肝要である。

掘さく装置の点検及び整備の種類について、次の文中の□に当てはまる言葉の組み合わせを、以下の(1)～(4)の中から選べ。

掘削装置を故障なく維持管理するためには、日常の点検および整備が重要であり、その点検方法および呼称などについても種々あるが、一般的に次の区分がある。

毎日点検（毎作業時）	作業の□(イ)または作業開始前に実施
毎週点検	週一回□(ロ)などに実施
毎月点検（開坑前）	作業開始前または作業を□(ハ)して実施
定期整備	年一回または□(ニ)により整備工場に搬入して実施

上記区分のうち、点検は坑井現場において実施する。また定期整備の中には、点検整備、小整備、中整備、大整備などが考えられる。

	(イ)	(ロ)	(ハ)	(ニ)
(1)	中断時	定めた日	中止	故障
(2)	合間の巡視	月曜日	中断	故障
(3)	合間の巡視	定めた日	中断	稼働時間
(4)	休憩時	金曜日	中止	稼働時間

解答：(3)

掘さく装置の点検及び整備の種類に関する、正しい解釈・知識を確認する。基本的に、鉱山保安テキスト 2.5 吊り具に記載されているものが正解。

毎日点検(毎作業時)	作業の <u>合間の巡視</u> 、または作業開始前に実施
毎週点検	週一回 <u>定めた日</u> などに実施
毎月点検(開坑前)	作業開始前、または作業を <u>中断</u> して実施
定期整備	年一回、または <u>稼働時間</u> による。整備工場に搬入して実施

問 05

ドリルパイプ（掘管）の保守及び取扱いに関する以下の（1）～（4）の記述のうち、誤っているものを選べ。

- (1) 管体内外の傷、摩耗等の把握に努め、いつも規定性能を満足する状態にしておく。
- (2) 内面腐食があると、これが基点となって疲労破断する危険性が高い。
- (3) 掘進中は、原則として掘管は圧縮状態で使用する。
- (4) ツールジョイントでは、ねじの変形、ショルダー部の不良等いろいろ問題になる項目が発生するので、不良個所は修理しておく。

解答：(3)

- ・ドリルパイプ（掘管）の保守および取扱い（鉱山保安テキスト鉱場 P51 より）

掘さく時、ドリルパイプ（掘管）の使い方大切なことは、常に引張状態で作業をすることである。圧縮状態ではバックリングが生じ、曲りまたは破断する可能性が多いので圧縮状態で使用しないことが原則である。最近では水平掘りのように、ドリルパイプ（掘管）を圧縮状態で使用する例外的な使い方、掘さく方法もあるが、基本的にはドリルパイプ（掘管）は常時引張状態で使用され、その他に振り、曲げ等の外力が作用する。管体内外傷、摩耗ならびに内面腐食等の把握に努め、いつも規定性能を満足する状態にしておく。ツールジョイントでは外径摩耗、ねじの変形、ねじのクラック、ショルダー部の不良等いろいろ問題になる項目が発生するので、不良個所を修正して規定の能力が発揮できるようにしておくことが必要である。

ドリルパイプ（掘管）は常時引張状態で使用するので、(3) が誤り。

(3) 圧縮状態 ⇒ 引張状態

問 06

ドローワークスに使用されるワイヤーロープに関する以下の（1）～（4）の記述のうち、誤っているものを選べ。

- (1) ワイヤーロープの抗張力が十分大きいこと。
- (2) ワイヤーロープはクラウンブロック、トラベリングブロックの限定された直径のシーブの上で激しい繰返し屈曲を受け、同時に摩擦も大きいので屈曲に対して強くかつ摩耗の少ないものであること。
- (3) 頻繁にドローワークスドラムに巻きついたり延ばしたりするので、よりが戻ったりキンクを生じたりしないこと。
- (4) ドリリングラインの安全率が、ファーストラインに掛かる荷重の最大値に対して2以上であることが原則である。しかしながら、ケーシング降下時や抑留管の強引作

業において、特に安全のための措置を講じたときは、この限りでない。

解答：(4)

ドリリングラインとして使用されるワイヤーロープには以下の性能が求められる(鉱山保安テキスト P120, 122 より)。

- ① ワイヤーロープの抗張力が十分大きいこと。
- ② ワイヤーロープはクラウンブロック、トラベリングブロックの限定された直径のシーブの上で激しい繰返し屈曲を受け、同時に摩擦も大きいので屈曲に対して強くかつ摩耗の少ないものであること。
- ③ 頻繁にドローワークスドラムに巻きつけたり延ばしたりするので、よりが戻ったりキンクを生じたりしないこと。
- ④ ドリリングラインの安全率が、ファーストラインに掛かる荷重の最大値に対して3以上であることが原則である。しかしながら、ケーシング降下時や抑留管の強引作業において、特に安全のための措置を講じたときは、この限りでない。

誤 2 以上 ⇒ 正 3 以上

問 07

延長 1 km、内径 100 mm のパイプラインの気密テストを行うため、窒素を用いて 1.2 MPaG (ゲージ圧) まで加圧した。加圧終了直後のパイプライン内の窒素の平均温度は 13 °C であったが、12 時間後には 0 °C まで低下した。リークがない場合のパイプラインの圧力 (ゲージ圧) は何 MPaG になるか。以下の (1) ~ (4) の中から最も近い値を選べ。

ただし、窒素は理想気体として取り扱い、絶対零度を -273 °C、1 気圧を 0.1 MPa とする。

- (1) 1.04 MPaG
- (2) 1.14 MPaG
- (3) 1.24 MPaG
- (4) 1.34 MPaG

解答：(2)

理想気体であることから、テキスト P11「ボイル・シャルルの法則・・・圧力は体積に逆比例し、温度に比例する」に従い、 $P_1 \cdot V_1 / T_1 = P_2 \cdot V_2 / T_2$ として計算する。

$$(1.2 + 0.1) \times V / (13 + 273) = (P + 0.1) \times V / (0 + 273)$$

$$1.3 / 286 = (P + 0.1) / 273$$

$$(P+0.1)=273 / 220$$

$$P \div 1.24 - 0.1 = 1.14 \text{ MPaG (ゲージ圧)}$$

ただし、V：パイプラインの内容積

P：12時間後のパイプラインの圧力

問 08

ガスハイドレートは、天然ガスからの凝縮水とガスが共存して、ある圧力・温度で結合されて生成される。ガスハイドレートの生成を促進する条件に関する以下の(1)～(4)の記述のうち、誤っているものを選べ。

- (1) 激しい乱流（攪拌流）を伴うこと
- (2) ガスの流速が遅いこと
- (3) ハイドレート生成時に核となる砂等の異物が存在すること
- (4) ガスの圧力変動が激しいこと

解答：(2)

ガスハイドレートは、天然ガスからの凝縮水とガスが共存して、ある圧力・温度で結合されて生成される。「ガスの流速が早いこと(テキスト P186)」が、ガスハイドレート生成の促進条件である。

下記の条件が起こるとハイドレートの生成が促進される。

1. ガス流速が早いこと
2. ガスの圧力変動が激しいこと
3. 激しい乱流（攪拌流）を伴うこと
4. ハイドレート生成時に、核となる砂等の異物が存在すること

問 09

電気防食法について、次の文中の□に当てはまる言葉の組み合わせを、以下の(1)～(4)の中から選べ。

外部電源方式は土壤中に電極を設置し、この電極を外部□(イ)電源の□(ロ)端子に、地下埋設パイプを□(ハ)端子に接続し、□(ニ)から□(ホ)に向い、土壤を通して防食電流を流入させて電食を防止する方法である。

- | | | | | |
|--------|-----|------|-------|-----|
| (イ) | (ロ) | (ハ) | (ニ) | (ホ) |
| (1) 交流 | プラス | マイナス | 埋設パイプ | 電極 |

- | | | | | |
|--------|------|------|-------|-------|
| (2) 交流 | マイナス | プラス | 埋設パイプ | 電極 |
| (3) 直流 | マイナス | プラス | 電極 | 埋設パイプ |
| (4) 直流 | プラス | マイナス | 電極 | 埋設パイプ |

解答：(4)

外部電源方式（強制排流法）

外部電源方式とは、土壌中に電極を設置し、この電極を外部の直流電流のプラス端子に、地下埋設パイプをマイナス端子に接続し、電極から埋設パイプに向かい土壌を通して防食電流を流入させて電食を防止する方法である。

外部電源方式における陽極としては、鉄、炭素、腎臓黒鉛、磁性酸化鉄など種々あるが、敷設の状況によって適当なものを選定する必要がある。流電陽極方式と外部電源方式の比較は下表のとおり（テキスト P231 参照）。

	外部電源方式	流電陽極方式
電源	電源の得やすい場所	電源の得難い場所
規模	大規模施設に有利	小規模施設に有利
腐食規模	腐食が激しく、大電流が必要な場所	比較的小電流で足りる場所
比抵抗	土壌中の比抵抗の高い場所	比抵抗の比較的低い場所
設備費	やや高い	安い
維持費	非常に安い	やや高い(電極の消耗が激しい)
管理	必要	必要はない

したがって、各空欄は以下ようになる。

(イ)直流 (ロ)プラス (ハ)マイナス (ニ)電極 (ホ)埋設パイプ

問 10

ガス井のドローダウンを大きくすることによる弊害に関する (イ) ~ (ロ) の記述のうち、間違っている記述の数を以下の (1) ~ (4) の中から選べ。

- (イ) ガス層が未固結 ~ 半固結の砂岩からなるときは、坑壁面が崩れて砂が坑井内に押し出してくる。
- (ロ) 老朽した坑井では、遮水のセメントが破れたり、ケーシングの圧潰が生じたりする。
- (ハ) ガス層の上下に近接して水層がある場合、ガス層と水層とを導通させたり、コーニング現象等により水を呼び込んだりする。
- (ニ) 坑井周辺のガス層内に逆行液化による液体が蓄積し、ガスに対する有効浸透率を低下させる。

(1) 0 個

- (2) 1 個
- (3) 2 個
- (4) 3 個

解答：(1)

鉱山保安テキストより、設問に対応する記述を以下に抜粋する。

- (イ) ガス層が砂あるいは凝結の程度のゆるい砂岩からできているときには、坑壁面が崩れて砂が坑井内に押し出してくる。
 - (ロ) 老朽した坑井では、水止め（セメント、遮水）が破れたり、ケーシングの圧潰が生じる。
 - (ハ) ガス層の上下に近接して水層がある場合、ガス層と水層とを連通させてしまう。あるいはコーニング現象等により水をよび込む。
- (ニ) 坑井周辺のガス層内に逆行液化による液体が蓄積し、ガスに対する有効浸透率を低下させる。

以上より、すべての記述が正しく、正解は (1) である。

問 11

PRTR 法に関する以下の (1) ~ (4) の記述のうち、誤っているものを選べ。

PRTR 法：化学物質排出把握管理促進 (Pollutant Release and Transfer Register) 法
SDS 制度：安全データシート (Safety Data Sheet) 制度

- (1) PRTR 法は、有害性が疑われる化学物質の国家間の移動を把握・管理することにより、化学物質の拡散リスクを国際社会で共有することを目的としている。
- (2) PRTR 法は、PRTR 制度および SDS 制度をふたつの柱とする。
- (3) SDS 制度では、事業者が対象化学物質を他の事業者に譲渡・提供する際にはその情報を提供する義務がある。
- (4) SDS は JIS 規格で標準化されている。

解答：(1)

鉱山保安テキストより、解答となる部分を以下に抜粋する。

- ①有害性が疑われる化学物質の環境への排出量・移動量を把握・管理することにより、環境中の化学物質のリスクを低減することを目的として、1999 年に「特定化学物質の環境への排出量の把握等および管理の改善の促進に関する法律」（PRTR 法、化管法、化学物質排出把握管理促進法）が法制化され、2001 年 4 月から実施されている。 ②本法律は PRTR (Pollutant Release and Transfer Register) 制度

および SDS (Safety Data Sheet) 制度をふたつの柱とする。 PRTR 制度では、事業者が対象化学物質を排出・移動した際にはその量を把握し国に届け出る義務があり、国は届出データや推計に基づき排出量・移動量を推計し公表する。これに対し⁽³⁾SDS 制度では、事業者が対象化学物質を他の事業者に譲渡・提供する際にはその情報を提供する義務がある。尚、SDS は、国内では 2011 年までは一般的に MSDS (Material Safety Data Sheet:化学物質等安全データシート) と呼ばれていたが、国際整合の観点から、GHS (The Globally Harmonized System of Classification and Labeling of Chemicals:化学品の分類および表示に関する世界調和システム) で定義されている SDS に統一された。⁽⁴⁾SDS は JIS Z 7253:2012 で標準化されている。 (後略)

以上より、誤った記述は (1) である。

問 12

天然ガスの計量器に関する (イ) ~ (ロ) の記述のうち、正しい記述の数を以下の (1) ~ (4)の中から選べ。

- (イ) オリフィス流量計はオリフィスの前後の圧力差を測定することにより、流量を求める。
- (ロ) 容積流量計は、一定容積の計量室を持ち、計量室の容積分の流体が流れるときの回転子の回転数から流量を求める。
- (ハ) 渦流量計は、発生したカルマン渦の数から流量を求める。
- (ニ) 構造上、容積流量計の入口にはフィルターを設置して固形物を除去することが重要である。

- (1) 1 個
- (2) 2 個
- (3) 3 個
- (4) 4 個

解答：(4)

テキスト P207~P215 に記載

オリフィス流量計による方法

オリフィスをガスの流れている管路内に取り付けた場合に、オリフィスの上流側と下流側との間に生じる差圧は、管路内の流量と一義的な関係があるので、差圧を測定して流量を求める方法。

容積流量計による方法

一定容量の袋又は回転子室にガスを満たし、運動子の作動とともに流出口の方へ送り出し、その回数を指示機構に伝えて、通過するガスの流量を求める方法。回転子が回転する原理から、その隙間に固形物が付着すると回転が妨げられることから、流量計の入り口にはフィルターを設置し固形物を除去することが大切である。

渦流量計による方法

管路に柱状の渦発生体を取り付けて、カルマン渦を発生させ、その渦の発生数を測定してガスの流量を求める方法。ふたつ以上の流体が混ざった混相流の測定はできず、固形物を含む流体は渦発生体への付着や損傷を与えるため避けなければならない。

以上のことから、すべて正である。

問 13

スリックライン作業について、次の文中の□に当てはまる言葉の組み合わせを以下の(1)～(4)の中から選べ。

ピアノ線と一般に称される□(イ)を使用して、作業ツールを坑内に降下することにより行われる作業の総称を□(ロ)作業と呼び、□(ハ)を使用する□(ニ)作業とは区別する。

(イ)	(ロ)	(ハ)	(ニ)
(1) 導電性ケーブル	スリックライン	丸形鋼線	ワイヤーライン
(2) 丸形鋼線	ワイヤーライン	導電性ケーブル	スリックライン
(3) 導電性ケーブル	ワイヤーライン	丸形鋼線	スリックライン
(4) 丸形鋼線	スリックライン	導電性ケーブル	ワイヤーライン

解答：(4)

ピアノ線と一般に称される丸形鋼線 (イ) を使用して、作業ツールを坑内に降下することにより行われる作業の総称をスリックライン (ロ) 作業と呼び、導電性ケーブル (ハ) を使用するワイヤーライン (ニ) 作業とは区別する。

問 14

酸、アルカリおよび中和反応に関する以下の(1)～(4)の記述のうち、誤っているものを選べ。

- (1) 塩酸、硫酸、硝酸などは酸と呼ばれ、一般に水に溶け、酸味を呈し、また種々の金属を浸して水素ガスを発生するなど、いわゆる酸性を示す。
- (2) アンモニア、水酸化ナトリウムなどはアルカリと呼ばれる。酸およびアルカリは一般に人体組織に対して強い腐食性を有する。
- (3) 酸とアルカリが反応すると、中和して水および塩類を生成する。中和は一般に吸熱反応であり、極端な場合には爆発する。酸またはアルカリの貯蔵ならびに取扱いに当たっては、反応を避けるため、それぞれアルカリまたは酸から隔離しなければならない。
- (4) 酸化、中和以外にも、一般に毒物および劇物は他の毒物、劇物および一般化学物質と反応して、熱または有害物を発生する恐れがあるので、物理、化学的性質をよく理解するとともに、不用意な扱いをしてはならない。

解答：(3)

塩酸、硫酸、硝酸などは酸と呼ばれ、一般に水に溶け、酸味を呈し、また種々の金属を浸して水素ガスを発生するなど、いわゆる酸性を示す。

アンモニア、水酸化ナトリウムなどはアルカリと呼ばれる。

酸およびアルカリは一般に人体組織に対し強い腐食性を有する。酸とアルカリが反応すると、中和して水および塩類を生成する。

中和は、一般に発熱反応であり、極端な場合には爆発する。酸またはアルカリの貯蔵ならびに取扱いにあたっては、反応を避けるため、それぞれアルカリまたは酸から隔離しなければならない。

一般に毒物および劇物は、他の毒物、劇物および一般化学物質と反応して、熱または有害物を発生する恐れがあるので、物理、化学的性質をよく理解するとともに、不用意な扱いをしてはならない。

以上から、以下の通り。

誤) 中和は一般に吸熱反応であり、極端な場合には爆発する。

正) 中和は一般に発熱反応であり、極端な場合には爆発する。