

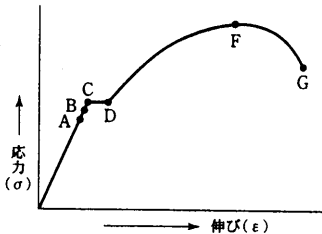
〈2023 鉱場技術試験問題 解答と解説〉

問1 軟鋼に荷重を徐々にかけた場合の応力-歪線図について、荷重のかけ始まりから正しい順に記載されているものを、下記(1)～(4)の中から一つ選べ。

- (1) 比例限度 ⇒ 弾性限度 ⇒ 引張強さ ⇒ 降伏点
- (2) 弾性限度 ⇒ 比例限度 ⇒ 引張強さ ⇒ 降伏点
- (3) 弾性限度 ⇒ 比例限度 ⇒ 降伏点 ⇒ 極限強さ
- (4) 比例限度 ⇒ 弾性限度 ⇒ 降伏点 ⇒ 極限強さ

解答： (4)

解説： 軟鋼に徐々に荷重をかけた際の応力-歪線図について、各応力の名称を問う問題。
一般的な軟鋼の応力-歪線図である下図において、A～Gの各点はそれぞれ、A 比例限度、B 弾性限度、C～D 降伏点、F 極限強さ、G 破断に相当する。
よって、荷重のかけ始まりから「比例限度⇒弾性限度⇒降伏点⇒極限強さ」の順となり(4)が正しい。



参照： 鉱山保安テキスト鉱場 P13 [6.2 応力-歪線図]

問2 良好な泥水が持つべき条件について記した下記 (イ)～(ニ)について、正しい記述の組み合わせを、以下の(1)～(4)の中から一つ選べ。

- (イ) 泥水比重が坑内圧力より十分大きい値であること。
- (ロ) 低比重ソリッド分が少なく適量であること。
- (ハ) 脱水量が少なく、泥壁が厚くて丈夫であること。
- (ニ) 潤滑性が優れていること。

- (1) イ、ロ
- (2) ハ、ニ
- (3) ロ、ニ
- (4) イ、ハ

解答： (3)

解説： 良好な泥水が持つべき条件について問う問題。

- (イ) [誤] 「泥水比重が坑内圧力とバランスした適正值であること」が正しい。
十分大きいと差圧抑留や逸泥を引き起こす可能性がある。
- (ロ) [正] テキスト P.28 1.4.2 良好な泥水の条件⑤に記載のとおり。
- (ハ) [誤] 「脱水量が少なく、泥壁が薄くて丈夫であること」が正しい。
- (ニ) [正] テキスト P.28 1.4.2 良好な泥水の条件⑧に記載のとおり。

よって、正しい記述の組み合わせは（ロ）と（ニ）なので、正解は（3）。

参照： 鉱山保安テキスト 鉱場 P28 [1.4.2 良好な泥水の条件]

問3 抑圧できなくなるほどの噴出は、安全作業の喪失、環境の破壊、経済的損失等につながるため、平常より十分に防止対策を立てておくべきである。

噴出(キック)の原因として想定されうる事象について記す、下記 ①～⑥ の文中の (イ) ～ (ニ) に当てはまる言葉の正しい組み合わせを、以下の(1)～(4)の中から一つ選べ。

- ① 揚管中に適切な補泥を怠った場合。
- ② 揚管中の (イ) アクションにより泥柱圧力が低下した場合。
- ③ (ロ) して泥水ヘッドが低下した場合。
- ④ 掘進中突然不測の (ハ) に遭遇した場合。
- ⑤ 傾斜掘りで隣接の (ニ) に掘り込んだ場合。
- ⑥ ドリルシステムテストおよび(仮) 廃坑中に噴出防止のための正しい措置を行わなかった場合。

	(イ)	(ロ)	(ハ)	(ニ)
(1)	スワッピング	逸泥	高圧層	採取井
(2)	スワッピング	溢泥	高圧層	圧入井
(3)	サージング	逸泥	低圧層	採取井
(4)	サージング	溢泥	低圧層	圧入井

解答： (1)

解説： 掘削作業中の噴出防止に関する基礎知識を問う問題。

下記より、正解は(1)。

- ① 揚管中に適切な補泥を怠った場合。
- ② 揚管中の (イ)スワッピングアクションにより泥柱圧力が低下した場合。
- ③ (ロ)逸泥して泥水ヘッドが低下した場合。
- ④ 掘進中突然不測の(ハ)高圧層に遭遇した場合。
- ⑤ 傾斜掘りで隣接の(ニ)採取井に掘り込んだ場合。
- ⑥ ドリルシステムテストおよび(仮) 廃坑中に噴出防止のための正しい措置を行わなかった場合。

参照： 鉱山保安テキスト 鉱場 P72 [1.9.1 噴出の原因]

問4 揚管作業時に補泥が不足すると、水頭低下により泥柱圧力が減少し、噴出の原因となる。

下記状況下の垂直井において、揚管による坑底での泥柱圧力の減少を 10 kgf/cm² 以下に維持するためには、少なくとも何スタンドごとに補泥することが必要となるか、正しいスタンドの数を以下の(1)～(4)の中から一つ選べ。

坑底深度： 2,500 m
 ケーシング設置深度： 2,000 m
 ケーシング内容量： 38.2 L/m

ドリルパイプ排除量： 4.2 L/m
 ドリルパイプ1スタンドの長さ： 27 m
 坑内の泥水比重： 1.35 SG

- (1) 15
- (2) 22
- (3) 27
- (4) 31

解答： (2)

解説： 揚管作業時の補泥に関連させて、泥水柱圧や比重の計算をする問題。

坑底での泥柱圧力の減少を 10 kgf/cm² 以下にするためには、水頭低下を何 m 未満にすればよいか。

10 kgf/cm² は清水 (1.0 SG) で 100 m 分の水柱圧に相当するから、比重 1.35 SG の泥水の場合は、

$$100 \text{ m} \div 1.35 \text{ (SG)} \doteq 74.1 \text{ m}$$

よって、水頭低下を 74.1 m 未満にすればよい。

ケーシング内 74.1m 分の補泥量を求めると、

$$74.1 \text{ m} \times (38.2 \text{ L/m} - 4.2 \text{ L/m}) = 2519.4 \text{ L}$$

ドリルパイプ1スタンドの排除量を求めると、

$$27 \text{ m} \times 4.2 \text{ L/m} = 113.4 \text{ L}$$

以上より、揚管時にケーシング内で 74.1m の水頭低下となるドリルパイプのスタンド数を計算すると、

$$2519.4 \text{ L} \div 113.4 \text{ L} \doteq 22.22$$

よって、少なくとも 22 スタンド 毎には補泥すべきで、正解は(2)。

参照： 鉱山保安テキスト鉱場 P72 [1.9 噴出防止]

問5 火薬の取り扱いに関する次の記述について、 に当てはまる語句等の組み合わせとして正しいものはどれか、以下の(1)～(4)の中から一つ選べ。

火薬類消費について (イ) は、事前に (ロ) の都道府県より (ハ) を受ける必要があり、火薬類の取扱作業においては、 (ニ) を厳守し、必要な措置を講じて着手する必要がある。

	(イ)	(ロ)	(ハ)	(ニ)
(1)	鉱業権者	火薬類保管場所	火薬類消費許可	鉱山保安法令
(2)	鉱業権者	坑井所在地	火薬類譲受許可	鉱山保安法令
(3)	保安監督者	火薬類保管場所	火薬類譲受許可	消防法
(4)	保安監督者	坑井所在地	火薬類消費許可	消防法

解答： (2)

解説： 「鉱業権者が講ずべき措置事例」に記載されている火薬類の取扱いについての理解度を問う問題。下記より正解は(2)。

火薬類消費について(イ)鉱業権者は、事前に(ロ)坑井所在地の都道府県より(ハ)火薬類譲受許可を受ける必要があり、火薬類の取扱作業においては、(ニ)鉱山保安法令を厳守し、必要な措置を講じて着手する必要がある。

参照： 鉱山保安テキスト鉱場 P88 [1.11.4 火薬作業 iii)火薬類の取扱い]
 鉱業権者が講ずべき措置事例 第11章 火薬類の取扱い

問6 水溶性天然ガス井の廃坑に関する次の記述について、 に当てはまる語句等の組み合わせとして正しいものはどれか、以下の(1)～(4)の中から一つ選べ。

坑井を廃止する場合には密閉その他の措置を講じ、措置内容を (イ) に報告することが義務付けられている。これらの規定を受け、「坑井の廃止に関する措置事例」が定められているので、坑井の廃坑は、これに基づいた方法で行われている。水溶性天然ガス井は、石油井や構造的天然ガス井とは坑内状況、坑井仕上げの方法等で異なっているため、石油・構造的天然ガス井に係る措置事例の他に、水溶性天然ガス井に係る措置事例が別個に定められている。

坑井は、せん孔部の最上部及びその上端から (ロ) 以上の範囲にわたる部分にセメントプラグを設置し、並びに坑井の最上部は地表付近に長さ (ハ) 以上のセメントプラグを設置することによって密閉される。

せん孔部上部のセメントプラグの密閉状態については、次の2つの方法により試験を行って、密閉状態の異常の有無を確認して、鉱害の発生のないよう万全な廃坑を期している。

- ① ワイヤライン等によりセメントプラグの頭部位置を確認し、セメントプラグの長さが確保されていることを確認する。
- ② 1 MPa 以上のポンプ圧力を (ニ) 以上に加え、圧力低下が 10 % を超えないことを確認する。但し、状況によっては坑内に水張りを行い溢逸泥、気泡等の有無を目視で検査し確認すれば良い。

	(イ)	(ロ)	(ハ)	(ニ)
(1)	鉱山保安監督部長	30 m	30 m	15 分間
(2)	鉱山保安監督部長	20 m	20 m	10 分間
(3)	経済産業大臣	30 m	20 m	15 分間
(4)	経済産業大臣	20 m	30 m	10 分間

解答： (1)

解説： 「鉱業権者が講ずべき措置事例」に記載されている水溶性天然ガス坑井の廃止に関する措置事例への理解度を問う問題。下記より正解は(1)。

(イ) 鉱山保安監督部長

坑井を廃止する場合には密閉その他の措置を講じ、措置内容を 鉱山保安監督部長 に報告することが義務付けられている。

(ロ) 30 m

せん孔部の最上部及びその上端から 30m 以上の範囲にわたる部分にセメントプラグを設置する。

(ハ) 30 m

坑井の最上部は地表付近に長さ 30m 以上のセメントプラグを設置する。

(ニ) 15 分間

せん孔部上部のセメントプラグの密閉状態については、1 MPa 以上のポンプ圧力を
15 分間 以上加え、圧力低下が 10 %を超えないことを確認する。

参照： 鉱山保安テキスト 鉱場 P295-296 [2.3 廃坑]
鉱山保安法施行規則第 25 条 (土地の掘削)
鉱業権者が講ずべき措置事例 第 22 章 土地の掘削

問 7 温度 20 °C、ゲージ圧力 3.0 MPaG で容器に入っている天然ガスの圧縮係数 Z を求めると
0.95 であった。等温圧縮して容器内の天然ガス容積を 40 % まで減じたところ、圧力は 7.0
MPaG まで上昇した。

圧縮後の容器内天然ガスの圧縮係数に最も近いものを、以下の (1) ~ (4) の中から一つ選べ。
ただし、1 気圧は 0.1 MPa とする。

- (1) 0.86
- (2) 0.87
- (3) 0.88
- (4) 0.89

解答： (2)

解説： 実在気体に係る法則についての理解を問う問題。

実在気体の法則： $PV = ZnRT$ を等温圧縮前後にそれぞれ適用する。

$$\text{圧縮前：} (3.0 + 0.1) \times V = 0.95nRT$$

$$\text{圧縮後：} (7.0 + 0.1) \times 0.4V = ZnRT$$

$$Z = ((7.0 + 0.1) \times 0.4V) / ((3.0 + 0.1) \times V / 0.95) \doteq 0.870$$

以上より、正答は(2)となる。

参照： 鉱山保安テキスト 鉱場 P160 [例題]

問 8 原油の三次回収法において、圧入流体として炭酸ガスを用いる炭酸ガス攻法 (CO₂-EOR)
に関する下記 (イ) ~ (ハ) の記述について、正しいものの数を以下の (1) ~ (4) の中から一
つ選べ。

- (イ) 温室効果ガス排出削減の観点で、各種工場・プラントや発電所等の大規模発生源に
おける排出ガス中の炭酸ガスを分離・回収し、これを利用して炭酸ガス攻法に活用
する運用が、米国・カナダ等で開始されている。
- (ロ) 圧入した炭酸ガスが油層内で原油と接触・溶解すると同時に、原油中の多くの成分
が炭酸ガス中に気化することは、原油採取に好都合な現象であり、原油の界面張力
の低下・ミシビリティの形成をもたらす。
- (ハ) 炭酸ガス攻法には限らないが、油層中にガス体等の易動度の大きな流体を
圧入する場合には、掃攻効率を高く維持する目的で、水と交互に圧入する
WAG (Water Alternating Gas) 法を適用する場合がある。

- (1) 0 個
- (2) 1 個
- (3) 2 個

(4) 3個

解答： (4)

解説： CO₂-EOR 実施にあたって重要な要素である「ミシブル」「WAG 法」に関する正確な知識を問う問題。

(イ) (ロ) (ハ) の各説明文はテキストの記述のとおりで全て正しい。

よって、正解は正しい記述の数が3個の(4)となる。

参照： 鉱山保安テキスト鉱場 P166-168 [1.2.3 三次採収法 ii) ミシブル攻法]

問9 天然ガス中に含まれる酸性ガスの除去(脱酸性ガス処理)に関する下記(1)～(4)の記述のうち、誤っているものを一つ選べ。

- (1) 化学反応法の一つであるアルカノールアミン法は、天然ガスの脱酸処理において今日まで最も広く用いられている方法で、酸性ガスとアルカノールアミン類との化学反応を利用している。
- (2) 物理吸収法は溶剤の酸性ガスに対する選択的な物理吸収作用を利用する方法で、吸収除去の程度は溶剤と原料ガスとの接触温度が高く、圧力が高い程効果があがる。
- (3) 乾式固定床吸着法は酸性ガスと吸着剤との吸着作用を利用して除去する方法で、化学吸着型と物理吸着型の2通りがある。物理吸着型の一例にモレキュラーシーブ法がある。
- (4) 膜分離プロセスは、酸性ガスと炭化水素の透過速度の違いを利用して除去する方法で、硫化水素とメタンなどのように膜を通過する速度の違いが大きい組み合わせ程、膜による分離を行いやすい。

解答： (2)

解説： 脱酸性ガス処理に関する基本的な知識を問う問題。下記より正解は(2)。

(1) [正] テキスト P198 iii) 処理方法の説明 (1) 化学反応法の利用 の記載参照

(2) [誤] 物理吸収法は溶剤の酸性ガスに対する選択的な物理吸収作用を利用する方法で、吸収除去の程度は溶剤と原料ガスとの接触温度が低く、圧力が高い程効果があがる。 テキスト P199 (2) 物理吸収法の利用 の記載参照

(3) [正] テキスト P198 4) 乾式固定吸着法、P200 (4) 乾式固定吸着法の利用 の記載参照

(4) [正] テキスト P198 5) 膜分離プロセス、P201 (5) 膜分離プロセスの利用 の記載参照

参照： 鉱山保安テキスト鉱場 P197-201 [2.3.3 脱酸性ガス処理]

問10 流量計に関する下記(1)～(4)の記述のうち、正しいものを一つ選べ。

- (1) オリフィス流量計は、オリフィス板の前後の圧力差が流量に比例する原理を利用したものである。
- (2) オリフィス流量計では、ガスの性状のうち、比重、粘度、圧縮係数、湿度が計量値に影響を及ぼす。

- (3) 容積式流量計は、流体のエネルギーにより回転子を回転させ、回転子の角度から流量を求めるもので、比較的計量精度の高い流量測定に適している。
- (4) 渦式流量計は、流れに垂直に円柱や角柱をおくと、その後部に渦を生じ、渦列は 2 列に同時に発生する現象が流速によって異なることを利用したものである。

解答： (2)

解説： 流量計に関する基本的な知識を問う問題。下記より正解は(2)。

- (1) [誤] オリフィス流量計は、オリフィス板の前後の圧力差の平方根が流量に比例する原理を利用したものである。 テキスト P207 3.1.1 差圧式による方法 の記載参照
- (2) [正] テキスト P210 v) ガスの性質 の記載参照
- (3) [誤] 容積式流量計は、流体のエネルギーにより回転子を回転させ、回転子の回転数から流量を求めるもので、比較的計量精度の高い流量測定に適している。 テキスト P213 3.1.2 容積式による方法 の記載参照
- (4) [誤] 渦式流量計は、流れに垂直に円柱や角柱をおくと、その後部に渦を生じ、渦列は 2 列に交互に発生する現象が流速によって異なることを利用したものである。 テキスト P214 渦式による方法 の記載参照

参照： 鉱山保安テキスト鉱場 P207-215 [3.1 流量計による計量]

問 11 原油を、送圧 2 MPa、36 kl/h でパイプ内径 100 mm、パイプ延長 10 km のパイプラインで輸送するときの着圧に最も近いものを、以下の(1)～(4)の中から一つ選べ。

計算には以下の Darcy-Weisbach の式を用いること。また、原油の密度 ρ は 800 kg/m³、摩擦係数 f は 0.02 とする。

$$\Delta P / \Delta L = (8f \rho Q^2) / (\pi^2 D^5)$$

Q : 流量[m³/sec]、 D : パイプの内径[m]

- (1) 100 kPa
- (2) 350 kPa
- (3) 700 kPa
- (4) 1,500 kPa

解答： (3)

解説： 原油パイプラインの設計についての理解度を問う問題。

圧力損失を計算する Darcy-Weisbach の式を使用する。

$$\Delta P / \Delta L = 8f \rho Q^2 / \pi^2 D^5$$

ここで、 $\Delta P / \Delta L$ は圧力損失 [Pa/m]、

$$f \text{ (摩擦係数)} = 0.02$$

$$\rho \text{ (原油密度 [kg/m}^3\text{])} = 800 \text{ kg/m}^3$$

$$Q \text{ (流量 [m}^3\text{/sec])} = 36 \text{ kl/hr} = 0.01 \text{ m}^3\text{/sec}$$

$$D \text{ (パイプ内径 [m])} = 0.1 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \Delta P / \Delta L &= (8) * (0.02) * (800) * (0.01)^2 / (3.14)^2 * (0.1)^5 \\ &= 129.8 \text{ Pa/m} = 129.8 \text{ kPa/km} \end{aligned}$$

着圧を求める

$$2 \text{ MPa} - (129.8 \text{ kPa/km}) * (10 \text{ km}) = 2000 \text{ kPa} - 1298 \text{ kPa} = \underline{702 \text{ kPa}}$$

よって、(3)が正解。

参照： 鉱山保安テキスト鉱場 P224-225 [4.2.2 パイプラインの設計]

問 12 坑底圧測定は、油・ガス層から油・ガスを合理的に採取し、それを管理するために行い、その測定結果は種々の技術計算の基礎に用いられる。

坑底圧測定の測定結果の用途として誤っているものについて、下記(1)～(4)の中から一つ選べ。

- (1) 油・ガス層の埋蔵量の計算
- (2) 油・ガス井の産出能力の計算
- (3) 油・ガス層の温度の計算
- (4) 油・ガス層の浸透率の計算

解答： (3)

解説： 生産開始後に行われる計測作業の坑底圧測定に関する知識を問う問題。

選択肢(1)(2)(4)の記述はテキスト P259 の記載にあるとおりで正しい。一方、(3)の記述にある「油・ガス層の温度」は坑底圧測定では得られず、別の計測作業である坑内温度測定により得られるため誤り。よって、(3)が正解。

参照： 鉱山保安テキスト鉱場 P259 [7.2 計測作業 i) 坑底圧測定]

問 13 毒物および劇物の貯蔵および取扱い上の留意点として誤っているものについて、下記(1)～(4)の中から一つ選べ。

- (1) 気化し易いもの、吸湿性または潮解性のあるものを貯蔵する場合は密封する。
- (2) ガス、ミストの発生する恐れがあるものを取り扱う場合には、通気のよい所で扱うか、または換気を行なう
- (3) 酸化剤を扱う場合には、有機物、水素等の可燃物から離れた所で取扱う。
- (4) 気化し易いものをドラム缶などの容器に収納する場合には、容器に空間を残さず充滿しておく。

解答： (4)

解説： 毒物および劇物の貯蔵および取扱いの理解度を問う問題。

選択肢(1)(2)(3)の記述はテキスト P270 にあるとおり全て正しい。一方、(4)の記述は誤りで、「気化し易いものをドラム缶などの容器に収納する場合には、容器に空間を残して充滿しておく」が正しい。よって、(4)が正解。

参照： 鉱山保安テキスト鉱場 P270 [8.4 貯蔵および取扱い]

問 14 水溶性天然ガス坑井から産出するかん水を分析することで、坑井内で起きている様々な事象を推定できる場合がある。かん水分析により推定可能な事象として誤っているものについて、下記(1)～(4)の中から一つ選べ。

- (1) 圧入水の生産井へのブレイクスルー
- (2) ケーシングの破損
- (3) スケール付着の有無
- (4) 地盤沈下量

解答： (4)

解説： 水溶性天然ガス井の試験作業で行われるかん水分析に関する知識を問う問題。
選択肢(1)(2)(3)の記述はテキスト P309 ii)かん水分析 にあるとおり全て正しい。
一方、(4)の記述は誤りで、地盤沈下量はかん水分析では推定できず、テキスト P309 iii)坑内計測 にあるとおり水位測定によって推定する。よって、(4)が正解。

参照： 鉱山保安テキスト鉱場 P309 [4.6 試験作業]