

〈2025 鉱場技術試験問題 解答と解説〉

問1 ケーシング計画に関する記述について、(イ)～(ニ)に当てはまる語句の正しい組み合わせを、以下の(1)～(4)の中から一つ選べ。

坑井を掘り進めるには掘削した坑井の変形、崩壊あるいは地層保護等のため、ある程度掘削した段階でケーシングと呼ぶ鋼管を設置し掘り進めていく。掘削作業を効率的、安全に行い、掘削費用を最小限にするためにケーシング計画は重要な位置をしめている。

ケーシング計画は、その地域の状況に応じた掘削深度、ケーシングの径、その機械強度を検討して計画を立てるが、その上で下記の地質条件が重要な要素となる。これらの地質条件に対応してケーシング設置深度等を決める必要もある。

● 地層の強度

岩石の圧縮強度に依存し、一般的には小さな(イ)で破壊される地層を強度の弱い地層という。強度の弱い地層は、掘削に大きく影響を与えずかな(イ)で破壊されるため逸泥や坑井の崩壊を引き起こしやすい。

● 地層流体の圧力

地層流体の圧力は深度にほぼ比例して高くなる。しかし、地域によっては異常圧力層((ロ))があり、逸泥や噴出といった掘削上の障害を引き起こしやすい。

● 地層の崩壊性

地層の(ハ)および機械的特性により崩壊を引き起こす層がある。崩壊性の高い地層に遭遇した場合、工程の遅延につながる。掘進中は泥水の性状を調整することにより対処するが、この地層を掘削し終えれば、すみやかにこの区間を(ニ)で覆うことを考える必要がある。

	(イ)	(ロ)	(ハ)	(ニ)
(1)	衝撃	高圧層および低圧層	化学的	セメントプラグ
(2)	圧力	高圧層	熱力学的	セメントプラグ
(3)	衝撃	低圧層	熱力学的	ケーシング
(4)	圧力	高圧層および低圧層	化学的	ケーシング

解答： (4)

- 解説：**
- ・「(地層の強度は) 岩石の圧縮強度に依存し、一般的には小さな(イ) 圧力で破壊される地層を強度の弱い地層という」
 - ・「地層流体の圧力は深度に比例して高くなる。しかし、地域によっては異常圧力層(ロ) 高圧層および低圧層)があり、逸泥や噴出といった掘削上の障害を引き起こしやすい」とある。異常圧力には異常高圧と異常低圧の両方があることを認識することは重要。
 - ・「地層の崩壊性は、地層の(ハ) 化学的特性および機械的特性に起因して起こる。」
 - ・「掘進中に崩壊性の高い地層に遭遇した場合、泥水の性状を調整することにより対処するが、この地層を掘削し終えればすみやかにこの区間を(ニ) ケーシングで覆うことを考える必要がある」

参照： 鉱山保安テキスト 鉱場 P.15～17 「1.1.2 ケーシング計画」

問2 掘削した坑井にケーシングを降下し、最初にセメントスラリーを送入し、ケーシング外周を固める作業を一般にプライマリーセメンチングという。プライマリーセメンチングを成功させるために留意すべき事項として正しいものを、以下の(1)～(4)の中から一つ選べ。

- (1) 坑内において泥水とセメントスラリーが混ざり合わないよう、常にアニュラー上昇速度を十分落とすことで流動パターンがターバレントフローにならないようポンプする。
- (2) セントライザーはケーシング降下時の障害になり得るので、傾斜井の場合には取付けない方がよい。
- (3) セメント送入中は、適宜セメントスラリーのサンプルを採取し、セメント硬化待機中の硬化状況の参考とする。
- (4) ケーシング深度が深い場合、セメンチングプラグはポンプ圧を低く抑えるために2栓式ではなく1栓式にした方がよい。

解答： (3)

- 解説：**
- (1)セメントスラリーのアニュラー上昇速度を上げ、セメントスラリーやスペーサーをターバレントフローにできれば、坑内のポケットにあるジェル化した泥水なども攪拌され置換効率は最適化される。よって、ターバレントフローにならないように、は誤り。
 - (2)セメントスラリーと泥水との置換効率を考えた場合、セントライザーを適宜使用してケーシングの芯を出す(片側に寄らないようにする)ことが大事。特に傾斜井の場合、セントライザーを設置しないとローサイドにケーシングが片寄ってしまうので、適宜使用することが望ましい。
 - (3)記述のとおりである。

(4)セメンチングプラグは普通第1栓（ボトムプラグ）、第2栓（トッププラグ）が使用される。第1栓を使用しない場合、ケーシングの内壁に泥水の薄い膜が残る可能性が高く、トッププラグによりその泥水分が収集蓄積されることになる。例えば 5-1/2”ケーシング内壁に 1/64”厚さの泥水膜があってこれを 1,000m 分集めると約ケーシング1本分の体積となる。従って、ケーシング深度が深い場合フロートカラー付近にはセメントスラリーがないことになり、良好なセメンチングはできない。このため第1栓を使用することは重要である。従って記載は正しくない。

参照： 鉱山保安テキスト 鉱場 P.67～68 「1.7.3 iiiセメンチング作業で検討すべき事項」

問3 傾斜井において、比重1.35 SG (Specific Gravity) の泥水を使用して深度2,000 m (垂直深度1,600 m)を掘進中、噴出(キック)の兆候があったため、直ちにブローアウトプリベンター(BOP)を閉めたところ、密閉ドリルパイプ圧は1.96 MPa (20 kgf/cm²)を、密閉ケーシング圧力は2.94 MPa (30 kgf/cm²)を示した。この噴出した地層を抑圧するために必要な泥水比重の最小値として最も近いものはどれか、以下の(1)～(4)の中から一つ選べ。

ただし、トリップマージン等のセーフティーファクターは一切考慮しないものとする。

- (1) 1.43
- (2) 1.48
- (3) 1.53
- (4) 1.58

解答： (2)

解説： 必要な泥水比重を X とすると

$$X = ((20 \div (1600 \times 0.1)) + 1.35) = 1.475$$

$$X \doteq 1.48$$

問4 掘削上の障害と対策に関する記述について、以下の(1)～(4)の中から誤っているものを一つ選べ。

- (1) 地層の崩壊の原因には、地質および使用泥水の性質以外にも、傾斜井や水平井の場合は、地下応力条件が要因になることがあり、掘削方位が坑壁安定性に影響を与えることがある。
- (2) 差圧抑留は、泥水柱圧力と地層圧力との差圧が大きく、厚い泥壁ができている浸透性地層壁面にドリルストリングが押しつけられることによって起こるものであるが、泥壁面とドリルカラー等の接触面積を小さくすることも予防対策の一つである。
- (3) 逸泥による液面低下により、泥水柱圧が低下したとしても地層圧を下回ることはないため、噴出（キック）が起こることはない。
- (4) 噴出（キック）に対しては、噴出および抑圧時に冷静かつ適切な対策を講ずるため、定期的にこれらに対する教育・訓練を行うとともに、防噴装置は常時点検整備しておくことが非常に重要である。

解答： (3)

解説： (1) 記述のとおりである。

(2) 記述のとおりである。

(3) 逸泥による液面低下により、泥水柱圧が地層圧を下回り噴出（キック）が起こることはあり得るため、誤り。

(4) 記述のとおりである。

参照： 鉾山保安テキスト P.69～72 「1.8 掘削上の障害と対策」

問5 アニュラー型 BOP に関する下記(イ)～(ニ)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) ワイヤークリーパーなど真円でないものでも密閉可能である。

(ロ) 密閉圧力を減圧することによって坑井を密閉したままパイプを静かに動かすことが可能である。

(ハ) パイプの内側は密閉できない。

(ニ) パイプがない状態では密閉できない。

(1) 1 個

(2) 2 個

(3) 3 個

(4) 4 個

解答： (3)

解説： 正：(イ) ワイヤークリーなど真円でないものでも密閉可能である。

正：(ロ) 密閉圧力を減圧することによって坑井を密閉したままパイプを静かに動かすことが可能である。

正：(ハ) 基本的に使用パイプの内側は密閉できない。

誤：(ニ) パイプがない状態でも密閉が可能である。

よって、正しい記述は3つ。

参照： 鉱山保安テキスト 鉱場 P.74 「1.9.4 噴出防止用機器 (2)アニューラー型 BOP」

問6 地下に埋蔵されている石油および可燃性天然ガスを採取する目的で、坑井を掘削し、採取井を完成するに要する機械設備全般を掘削装置（ないしは掘削リグ）という。一般的なロータリー式掘削装置に備えられている機械装置に関する下記(イ)～(ニ)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) ドローワークスは、大型の巻揚装置であり、ドリリングラインの巻揚げおよび繰り出しにより、ドリルストリングを揚降することができる。

(ロ) シェールシェーカーは、ドラムの高速回転で発生する遠心力によって、泥水と微細なソリッドを分離する装置である。

(ハ) トップドライブシステムは、スイベルやモーターが一体となったドリルストリングを回転させる装置であり、揚降管作業中でドリルストリング頭部がどの位置にあっても、ポンプする必要が生じた時に直ちにトップドライブを接続してポンプ開始することができる。

(ニ) 泥水ポンプは、掘削泥水を坑内に圧送するポンプであり、横置き3筒単動型ピストンポンプ（トリプレックスポンプ）は、必要に応じてピストン径を変更できる。

(1) 1個

(2) 2個

(3) 3個

(4) 4個

解答： (3)

解説： (1) 正しい記述である。

(2) シェールシェーカーではなく、セントリフュージに関する記述であるため誤り

(3) 正しい記述である。

(4) 正しい記述である。

参照： 鉱山保安テキスト P.99～115 「2 掘削装置」、P.19 「1.2.2 トップドライブ方式」

問7 容積 5 m^3 の横型セパレーターを窒素で完全に置換したうえで、気密試験を実施した。試験開始直後のセパレーターは圧力 2.9 MPaG 、温度 27.0°C であったが、5 時間後には 20.4°C まで低下した。この時のセパレーターの圧力に最も近いものを、以下の(1)～(4)の中から一つ選べ。ただし窒素は理想気体として取扱い、試験中に漏えいは無かったものとする。また、絶対温度 T は摂氏温度 t に対して $T=t+273$ であるとし、1 気圧は 0.1 MPa とする。

(1) 2.19 MPaG

(2) 2.27 MPaG

(3) 2.83 MPaG

(4) 2.93 MPaG

解答： (3)

解説： ポイル・シャルルの法則を用いる。

求める圧力を x とすると、

$$(x+0.1)/(20.4+273)=(2.9+0.1)/(27+273)$$

$$(x+0.1)/293.4=3/300$$

$$x+0.1=293.4/100$$

$$x=2.934-0.1$$

$$x=2.834$$

参照： 鉾山保安テキスト p11「4.5 iv 気体の圧力、容積、温度との関係」

問8 油の採取に関する記述について、 に当てはまる正しい数値の組み合わせを、以下の(1)～(4)の中から一つ選べ。

密閉坑底圧力 12 MPa の油層において、10%のドローダウンをつけたところ、日産 100 m^3 の油が生産された。このときの流動坑底圧力は (イ) MPa である。この油層において流動坑底圧力を 9 MPa としたときの油の生産量は日産 (ロ) m^3 である。ただし、この場合の圧力は絶対圧力であり、密閉坑底圧力と産出指数は一定とする。

- | | | |
|-----|------|-----|
| | (イ) | (ロ) |
| (1) | 11.0 | 200 |
| (2) | 11.0 | 250 |
| (3) | 10.8 | 250 |
| (4) | 10.8 | 200 |

解答： (3)

解説： ドローダウンは、以下の式で示される。

$$\text{ドローダウン (\%)} = (P_s - P_f) / P_s \times 100$$

ここで、 P_s ：密閉坑底圧力、 P_f ：流動坑底圧力

問題の「(イ) MPa」は、密閉坑底圧力 12MPa、ドローダウン 10%の時の流動坑底圧力を計算する問いなので、求める流動坑底圧力を x とし、上記ドローダウンの式に当てはめると、

$$10 = (12 - x) / 12 \times 100$$

$$10 \times 12 / 100 = 12 - x$$

$$x = 10.8$$

問題の「(ロ) m³」については、まず、流動坑底圧力 9MPa の時のドローダウン X を、上記ドローダウンの式に当てはめて、以下のとおり算出する。

$$X = (12 - 9) / 12 \times 100 = 25(\%)$$

産出指数が同じであれば、油の生産量はドローダウンに比例するから、このときの生産量を、ドローダウン 10%の時の生産量 100m³から算出すると、

$$100 \times (25 \div 10) = 250$$

以上から、正答は (イ) 10.8、(ロ) 250 となっている (3) の選択肢となる。

参照： 鉱場保安テキスト 鉱場 P130 「1.1.1 iii 産油・ガス (産出) 調整」

問9 原油の二・三次回収方法の一つである炭酸ガスミシブル攻法において、油層内で生じる現象に関する(イ)～(ニ)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) 原油の粘性低下
 - (ロ) 原油の膨張
 - (ハ) 原油の界面張力の低下
 - (ニ) 原油の密度低下と炭酸ガス密度の上昇
- (1) 1 個
 - (2) 2 個
 - (3) 3 個
 - (4) 4 個

解答： (4)

解説： 炭酸ガス攻法では、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。これにより、油層内では次のような原油採取に非常に好都合な現象が生じる。

- ①原油の膨張:原油の飽和率が上昇し、原油が流動しやすくなる(ロ)
- ②原油の粘性低下と炭酸ガス粘度上昇:易動度比の改善に役立つ(イ)
- ③原油の密度低下と炭酸ガス密度の上昇:原油と炭酸ガスとの重力分離を少なくする (ニ)
- ④原油の界面張力の低下・ミシビリティの形成(ハ)

参照： 鉱山保安テキスト p 167 「1.2.3 ii) ミシブル攻法」

問10 天然ガス中に含まれる酸性ガスの除去（脱酸性ガス処理）に関する記述のうち、誤っているものを以下の(1)～(4)の中から一つ選べ。

- (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、化学反応の伴わない方法である。一般に一定体積の溶剤に吸収されるガスの量は、温度が低くガスの分圧（濃度）が高い程多いため、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。

(3) 乾式固定床吸着法は、吸収剤として物理吸収剤と化学吸収剤の混合溶液を用いる方法で、既に開発されている実績のあるプロセスには、サルフィノール法や BASF 社の a-MDEA 法がある。

(4) 膜分離プロセスは、大体 30~500 ミクロン程度の直径の毛細管を持つ様々なタイプのポリマーからできた膜を利用したプロセスで、それぞれの成分が膜を通過する速度の違いを利用して気体分離を行う。

解答： (3)

解説： (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)〔正〕テキスト P199 iii) (2)物理吸収法の利用の記載参照

(3)〔誤〕テキスト P200 (4)乾式固定床吸着法の利用の記載参照

(4)〔正〕テキスト P201 (5)膜分離プロセスの利用の記載参照

乾式固定床吸着法は、乾燥した多孔質の固体（吸着剤）で酸性ガスを選択的に吸着除去する方法で、化学反応を伴う化学吸着型と物理現象としての物理吸着型の 2 通りの方法がある

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 11 パイプラインの腐食について、(イ)～(ニ)に当てはまる語句の正しい組み合わせを、以下の(1)～(4)の中から一つ選べ。

パイプラインの腐食については、(イ)と(ロ)が考えられる。坑井元から生産施設までの集油、集ガスラインにおいては、貯留層から産出される(ハ)と、ガス中に含まれる二酸化炭素、硫化水素などの影響で、パイプライン内面が酸性環境になることで(イ)が発生する。

一方、地下埋設されたパイプラインの土壤に接する表面に生じる(ロ)には、電気化学的作用による自然腐食および漏洩電流による腐食である(ニ)などがある。

	(イ)	(ロ)	(ハ)	(ニ)
(1)	外面腐食	内面腐食	ガス・油	ガルバニック腐食
(2)	内面腐食	外面腐食	随伴水	電食
(3)	内面腐食	外面腐食	ガス・油	ガルバニック腐食
(4)	外面腐食	内面腐食	随伴水	電食

解答：(2)

解説： パイプラインの腐食については、(イ) 内面腐食と (ロ) 外面腐食が考えられる。坑井元から生産施設までの集油、集ガスラインにおいては、貯留層から産出される (ハ) 随伴水と、ガス中に含まれる二酸化炭素、硫化水素などの影響で、パイプライン内面が酸性環境になることで (イ) 内面腐食が発生する。

一方、地下埋設されたパイプラインの土壤に接する表面に生じる (ロ) 外面腐食には、電気化学的作用による自然腐食および漏洩電流による腐食である ((ニ) 電食) などがある。

参照： 鉱山保安テキスト P227 「4.2.3 i パイプラインの腐食」

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用いられる。その測定結果は種々の技術計算の基礎に用いられるが、坑底圧測定の主な目的とは異なるものを以下の(1)～(4)の中から一つ選べ。

- (1) 油・ガス層の埋蔵量の計算
- (2) 坑井障害の有無の判定
- (3) 孔隙率の計算
- (4) 浸透率の計算

解答： (3)

解説： (1)(2)(4)はテキスト P258 の記述のとおりで正しい。「(3) 孔隙率の計算」は、電気検層の目的(テキスト P293 参照)なので誤り。正答は誤った記載である(3)となる。

参照： 鉱山保安テキスト P258 「7.2 i 坑底圧測定」

問 13 毒物または劇物により人体に危害が生ずるか、あるいはその恐れのある場合には、できる限り早く医師の手当、診察を受ける。医師の手当を受けるまでの応急処置については毒物または劇物の種類に応じるが、一般原則に従う。毒物および劇物の応急処置に関する記述について、誤っているものを以下の(1)～(4)の中から一つ選べ。

- (1) 皮膚に付着した場合には、汚染した着衣を脱がせ、患部を十分に水洗いする。酸またはアルカリが付着した場合には、直接中和をはかること。
- (2) ガス中毒の場合には、ただちに新鮮な空気の所に運び出す。
- (3) 意識不明の場合には、亜硝酸アミルなどの興奮剤を嗅がせる。ただし嗅がせすぎないように注意する。
- (4) 呼吸が停止している場合には、講習受講者によって人工呼吸を行なう。

解答： (1)

解説： 誤) 皮膚に付着した場合には、汚染した着衣を脱がせ、患部を十分に水洗いする。

酸またはアルカリが付着した場合には、直接中和をはかること。

正) 皮膚に付着した場合には、汚染した着衣を脱がせ、患部を十分に水洗いする。

酸またはアルカリが付着した場合には、直接中和をはかってはならない。

参照： 鉱山保安テキスト p268 「8.6 救急処置」

問 14 水溶性天然ガス採取方法の一つであるガスリフト採取方法に関する記述について、正しいものを以下の(1)～(4)の中から一つ選べ。

- (1) ケーシングフロー方式では、ケーシング外側に設置したチュービングからガスを注入する。
- (2) ケーシングフロー方式では、ケーシング内側に挿入したチュービングからガスを注入する。
- (3) ケーシングフロー方式では、ケーシング外側にチュービングを設置し、ケーシング内側からガスを注入する。
- (4) ケーシングフロー方式では、ケーシング内側に挿入したチュービングとケーシングの間からガスを注入する。

解答： (2)

解説： ケーシングフロー方式：

中ピース方式とも呼ばれているが、ケーシング内に挿入したチュービングからガスを吹き込み採取する方式である。チュービングには鋼管、塩化ビニル管、ポリエチレン管、FRP 管が使用されている。

参照： 鉱山保安テキスト P301 「4.1.2 i) ガスリフト方式」