

〈鉱場技術試験問題 解答と解説〉

問 1 垂直深度 2,600m にケーシングをセットした。ケーシングシューでのリークオフテストの結果、等価泥水比重は 1.75 であった。なお、本テストで用いた泥水の比重は 1.30 である。その後、垂直深度 3,400m まで掘進したが、その時の泥水比重は 1.40 であった。ケーシング圧はどこまであげることができるか。以下の(1)～(4)の中から最も近い値を選べ。

- (1) 2.55 MPa (26 kgf/cm²)
- (2) 8.92 MPa (91 kgf/cm²)
- (3) 11.67 MPa (119 kgf/cm²)
- (4) 46.68 MPa (476 kgf/cm²)

解答：(2)

リークオフテストにおけるケーシングシュー直下の地層破壊圧力は次のように算出される。

$$0.1 \times 1.75 \times 2,600 = 455 \text{ kgf/cm}^2 \text{ (44.62 MPa)}$$

3,400m 掘進時に比重 1.40 の泥水でケーシングシューへ与えている圧力は次のように算出される。

$$0.1 \times 1.40 \times 2,600 = 364 \text{ kgf/cm}^2 \text{ (35.70 MPa)}$$

この圧力差がこの時点でケーシングにかけられる許容圧力値となる。

$$455 - 364 = 91 \text{ kgf/cm}^2 \text{ (8.92 MPa)}$$

問 2 泥水ポンプの付属装置に関する記述のうち、以下の(1)～(4)の中から誤っているものを選べ。

- (1) 安全弁は、安全な圧力以上にポンプの吐出圧力が上昇した場合にその圧力を逃がすための機器である。一般にスプリング式のリセットリリーフ弁とシャープピン式がある。
- (2) ストレーナーは、坑井内に異物が送り込まれることを防止する目的でマッドポンプに設置される。
- (3) パルセーションダンパーは、トリプレックスポンプの特性上発生するピストンによる脈動を緩和する目的で設置する機器であり、デリベリ側、サクシオン側にも設置可能である。
- (4) スーパーチャージングポンプは、セントリフューガルポンプを利用し、マッドポンプ低速回転時の吐出流量を補う目的でデリベリ側に設置されている。

解答：(4)

- (1) 正
- (2) 正
- (3) 正
- (4) 誤

スーパーチャージングポンプは、トリプレックスポンプのサクション効率を高くするために、サクション側に泥水を強制的に供給する目的で設置されるポンプである。

問3 掘さく作業上の障害と対策に関する①～④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。

- ① 差圧抑留された場合は、状況に応じ直ちにドリルストリングの強引、ジャーの作動といった抑留離脱対策を講じるべきである。
- ② 泥水比重を適正に管理して泥水柱圧と地層圧との差圧を小さくすることは差圧抑留の予防対策の1つである。
- ③ 噴出（キック）に関しては、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
- ④ 揚管作業中に溢泥の兆候が発見されれば、インサイド BOP を接続し、ブローアウトプリベンター（BOP）を閉める。可能なら坑底までストリッピングを試みる。

- (1) 1つ
- (2) 2つ
- (3) 3つ
- (4) 4つ

解答：(4)

- (1) 正：記述のとおり
- (2) 正：記述のとおり
- (3) 正：記述のとおり
- (4) 正：記述のとおり

問4 プライマリーセメンチング作業で留意すべき事項に関する①～④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。

- ① 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、傾斜井の場合には可能なかぎりつけない方が良い。
- ② 置換効率を良くするためにセメントをアニュラスに置換中は、ラミナーフローを維持すべきである。
- ③ セメント硬化時にガスフローが発生することがあるので、作業中およびセメント硬化待機時の坑井監視を的確に行う必要がある。
- 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栓式にした方が良い。

- (1) 1つ
- (2) 2つ
- (3) 3つ
- (4) 4つ

解答：(1)

- (1) 誤：セメントスラリーと泥水との置換効率を考える場合、セントライザーを適宜使用しケーシングの芯を出すことが重要である。傾斜井では特に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寝てしまうので、適宜使用した方が良い。従って①は正しくない。
- (2) 誤：ターバレントフローにすることで泥水が攪拌され置換効率は向上する。また泥壁を除去する効果も期待でき、より良い。従って可能なかぎりターバレントフローになるようすべきである。従って②は正しくない。
- (3) 正：セメント硬化時にセメントがバリアーになる事によって上部の水頭圧が遮られ結果、坑底圧が減少しガスフローを誘発することがあるので、作業中およびセメント硬化待機時の坑井監視を的確に行う必要がある。従って③は正しい。
- (4) 誤：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”厚さの泥水膜があつてこれを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④は正しくない。

問5 セメントボンδροグについて、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

セメントボンδροグは音波検層の原理を応用し、セメント評価を行う検層で、発信機から発した音波エネルギーは3 ft (0.9144 m)と5 ft (1.524 m) 離れた受信機にそれぞれ記録される。3 ft 離れた受信機では、最初の振幅を記録し、□①の密着度を知ることができ、5 ft 離れた受信機では全ての振幅を記録し、□②の密着度を知ることができる。それぞれセメントとの密着度が高ければ、受信する音波の減衰が□③。

この他に、超音波を使用してセメント評価を行う検層ツールもある。360度回転する送受信機から発した超音波は、泥水、ケーシング、セメントの境界で反射を繰り返す、最終的には送受信機に戻る。音波と同様に、セメントの密着度が高い場合に受信する超音波の減衰が□③。また、水やガスなど、それぞれの物質によって音波減衰特性が違うので、超音波を使用することでケーシング背後に存在する物質の□④を知ることができる。

	①	②	③	④
(1)	ケーシングとセメント	地層とセメント	大きい	分布状況
(2)	ケーシングとセメント	地層とセメント	小さい	分布状況
(3)	地層とセメント	ケーシングとセメント	大きい	分布状況
(4)	地層とセメント	ケーシングとセメント	小さい	圧力分布

解答：(1)

セメントボンδροグは音波検層の原理を応用し、セメント評価を行う検層で、発信機から発した音波エネルギーは3 ft と5 ft 離れた受信機にそれぞれ記録される。3 ft 離れた受信機では、最初の振幅を記録し、□①ケーシングとセメントの密着度を知ることができ、5 ft 離れた受信機では全ての振幅を記録し、□②地層とセメントの密着度を知ることができる。それぞれセメントとの密着度が高ければ、受信する音波の減衰が□③大きい。

この他に、超音波を使用してセメント評価を行う検層ツールもある。360度回転する送受信機から発した超音波は、泥水、ケーシング、セメントの境界で反射を繰り返す、最終的には送受信機に戻る。音波と同様に、セメントの密着度が高い場合に受信する超音波の減衰が□③大きい。また、水やガスなど、それぞれの物質によって音波減衰特性が違うので、超音波を使用する事でケーシング背後に存在する物質の□④分布状況を知ることができる。

最初の振幅はケーシングとセメントの反射である。また、密着度が高ければ、音波エネルギーは大きく減衰する。結果として受信する音波エネルギーは小さくなる。水やガス、セメント、地層の音波減衰特性を推定（あるいは別の坑井データから把握）しておくことによって、ケーシング背後に存在する物質の分布状況を知ることができる。

正しい言葉の組合せは（１）である。

問 6 傾斜掘りをする場合、ダウンホールモーター等の傾斜掘り機器を使用するが、掘進編成中のスタビライザーの位置や径を調整することによりダウンホールモーター等の傾斜掘り機器を使用しなくとも（あるいはロータリーモードでも）、傾斜コントロールがある程度可能である。以下の(1)～(4)の選択肢から減角編成のものを選べ。

- (1) [ビット]+[スタビライザー]+[ドリルカラーあるいはモーター（18-27 m）]
+[スタビライザー]+[必要ドリルカラー]
- (2) [ビット]+[スタビライザー]+[ドリルカラーあるいはモーター（6-9 m）]
+[スタビライザー]+[必要ドリルカラー]
- (3) [ビット]+[スタビライザー]+[ドリルカラーあるいはモーター（6-9 m）]
+[スタビライザー]+[ドリルカラー（6-9 m）]+[スタビライザー]+[必要ドリルカラー]
- (4) [ビット]+[ドリルカラーあるいはモーター（9-18 m）]+[スタビライザー]
+[必要ドリルカラー]

解答：(4)

- (1) 誤：増角編成である。スタビライザー間が長いいため荷重をかけることで、スタビライザー間にたわみを生じさせ、結果ビットが上向きのサイドフォースになる。
- (2) 誤：沿角編成である。スタビライザー間が短いいため荷重をかけても、スタビライザー間にたわみを生じにくい。結果ビットにかかる力の方位はニュートラルになる。
- (3) 誤：沿角編成である。スタビライザーの数が(2)よりも多く、よりリジットな編成となるため、大きな荷重をかけてもたわまない。
- (4) 正：減角編成である。スタビライザーが1つであり、かつビットまでの距離があるのでスタビライザーからは自重により下向きのサイドフォースがかかる。従って減角編成となる。

問 7 容積 50 L のボンベに、窒素が 14 MPaG で充填されている。容積 4.9 m³ のセパレーターをこの窒素を用いて内部置換したうえ、0.9 MPaG で気密試験を実施したい。内部置換および気密試験の際に窒素の漏洩は無いものとし、試験に十分な時間をかけることでボンベおよびセパレーター内の窒素は共に 27℃であるとする、ボンベは何本必要になるか、以下の(1)～(4)より選べ。ただし必要となる本数のボンベはすべて並列に接続されており、すべてのボンベから等しく窒素が供給され、ボンベ間の圧力は常に等しくなるものとする。

なお、窒素は理想気体として扱い、状態方程式 $PV=nRT$ に従うものとする。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 を用いること。

- (1) 5 本
- (2) 6 本
- (3) 7 本
- (4) 8 本

解答：(4)

ボイルの法則を用いる。

ポンベの絶対圧力を P_1 、容積を V_1 、必要となる本数を x とし、セパレーター内部の絶対圧力を P_2 、容積を V_2 とすると、以下の式が成り立つ。

$$P_1 \times V_1 \times x = P_2 \times (V_2 + V_1 \times x)$$

ここで、左辺はポンベの初期状態を、右辺は気密試験時のセパレーターとポンベの平衡状態を表す。

式に数値を入れて計算すると、下記の通り。

$$(14 + 0.1) \times 0.05x = (0.9 + 0.1) \times (4.9 + 0.05x)$$

$$14.1 \times 0.05x = 1 \times (4.9 + 0.05x)$$

$$0.705x = 4.9 + 0.05x$$

$$0.655x = 4.9$$

$$x \doteq 7.48$$

以上より 0.9 MPaG で平衡状態となるにはポンベ 7.48 本分の窒素が必要であることから、必要なポンベの本数は 8 本であり、正解は(4)となる。

問 8 可燃性天然ガスを大気放散する場合の保安上留意すべき事項に関する記述のうち、以下の(1)～(4)の中から誤っているものを選べ。

- (1) 放出を行う可燃性ガスの放出管は、それぞれをアースし、静電気除去を行うこと。
- (2) 放出管の内径を放出ガスによる過大な圧力損失なしに流出できる十分な大きさとすれば、放出管における振動と反力に対する処置はしなくて良い。
- (3) 火気を取り扱う場所や発火性の物を堆積した場所及びその付近以外の、通風の良い大

気中に導くこと。

- (4) 大気中に放出した際、発火する温度以上の可燃性ガスは、それ以下の温度に冷却するか、または発火しても安全な場所に導くこと。

解答：(2)

放出管の内径は放出ガスによる過大な圧力損失なしに流出できる十分な大きさとし、かつ、放出管は振動、反力による事故のないように処置すること。

問 9 天然ガスの計量における標準状態と基準状態に関する記述のうち、以下の(1)～(4)の中から誤っているものを選べ。

- (1) 標準状態の圧力は絶対圧力 760 mm Hg (1 気圧) である。
- (2) 標準状態では、天然ガスは乾燥状態である。
- (3) 基準状態の温度は 20℃である。
- (4) 基準状態は S で表記される。

解答：(3)

基準状態とは、15.6℃、1 気圧、水蒸気で飽和された状態である。

問 10 天然ガス中には水分のほかに、硫化水素 (H₂S)、炭酸ガス (CO₂) 等の酸性ガスが含まれている場合がある。これらのガスをユーザー側で使用する際の障害①～④には誤っている記述が含まれている。二つとも誤っている記述の組み合わせを以下の(1)～(4)の中から選べ。

- ① 炭酸ガスの毒性
- ② 燃焼排ガス中への亜硫酸ガス放出による大気汚染
- ③ 硫化水素による熱量低下
- ④ 硫化水素、炭酸ガスによる触媒劣化

- (1) ①、②
- (2) ①、③
- (3) ②、③
- (4) ③、④

解答：(2)

天然ガス中には水分のほかに、硫化水素 (H₂S)、炭酸ガス (CO₂) 等の酸性ガスが含まれている場合がある。これらのガスは水と共存して採取処理装置やパイプライン等を腐食させたり、ユーザー側で使用する際に以下に示すような種々な障害を発生させるのでパイプラインで送る前に酸性ガスを除去する必要がある。

- ① 誤：炭酸ガスの毒性 ⇒ 硫化水素の毒性
- ② 正
- ③ 誤：硫化水素による熱量低下 ⇒ 炭酸ガスによる熱量低下
- ④ 正

問 11 原油・天然ガスの分離に使用されるセパレーターの処理能力について、次の文中の に当てはまる言葉の組合せを以下の(1)～(4)の中から選べ。

① セパレーターの ② はセパレーターの断面積に比例し、その長さや高さにはほとんど関係しない。即ち、 ③ が 50%増加しても ② は 5%程度しか増加せず、また 50%減少しても 3%程度しか減少しない。 ④ は直径および液面の高さにより決定される。

- | | ① | ② | ③ | ④ |
|-----|----|---------|----|---------|
| (1) | 縦型 | ガスの処理能力 | 長さ | 液体の処理能力 |
| (2) | 横型 | 液体の処理能力 | 長さ | ガスの処理能力 |
| (3) | 縦型 | 液体の処理能力 | 高さ | ガスの処理能力 |
| (4) | 横型 | ガスの処理能力 | 高さ | 液体の処理能力 |

解答：(1)

①縦型 セパレーターの ②ガスの処理能力 はセパレーターの断面積に比例し、その長さや高さにはほとんど関係しない。即ち、 ③長さ が 50%増加しても ②ガスの 処理能力 は 5%程度しか増加せず、また 50%減少しても 3%程度しか減少しない。
 ④液体の処理能力 は直径および液面の高さにより決定される。

問 12 送油・ガスパイプラインの電気防食法として、一般に流動陽極法と外部電源法が採用されている。各々の特徴を比較した下表中の①～④に当てはまる言葉の組合せを以下の

(1)～(4)の中から選べ。

	流電陽極法	外部電源法
電源	①	
土壌中の比抵抗		②
設備費		③
維持費	④	

- | | ① | ② | ③ | ④ |
|-----|----|----------|----|----|
| (1) | 必要 | 低い場所に適する | 安い | 高い |
| (2) | 不要 | 高い場所に適する | 高い | 高い |
| (3) | 必要 | 高い場所に適する | 安い | 安い |
| (4) | 不要 | 低い場所に適する | 高い | 安い |

解答：(2)

	流電陽極法	外部電源法
電源	①不要	必要
土壌中の比抵抗	比較的低い場所に適する	②高い場所に適する
設備費	安い	③高い
維持費	④高い	安い

問 13 自噴採油井の坑口圧力に関する記述のうち、以下の(1)～(4)の中から正しいものを選べ。

- (1) フローチョーク(ビーン)を絞ると、通常、坑口圧力は低下する。
- (2) 油層圧力が低下すると、通常、坑口圧力は上昇する。
- (3) ガス油比が上昇すると、通常、坑口圧力は上昇する。
- (4) 含水率が上昇すると、通常、坑口圧力は上昇する。

解答：(3)

自噴期間を延ばし、かつ自噴採取によりできるだけ多量の油・ガスを採取できるように、自噴初期から適切な自噴状態を保ち、油・ガス層内にあるエネルギーを浪費することがな

いように、常時、監視し産出調節を行う。油・ガス層の産出調整といっても結局は個々の坑井の調整を行うことから、具体的にその調節方針が重要であり、坑井の各々の特性を知ることが重要である。

この問題の正答は(3)であり、ガス油比が上昇すると、通常、坑口圧力は上昇する。

問 14 油ガス田で排水処理を行う各種施設の管理上の注意点①～④のうち、誤っている記述の数を以下の(1)～(4)の中から選べ。

- ① 無機塩類によるスケールの発生
- ② 硫酸還元細菌による硫化水素の発生
- ③ 含油処理施設から排出される含油排水の漏れ
- ④ 井戸元、防油堤内敷地および各種生産設備からの漏油を伴う雨水の漏れ

- (1) 間違っているものはない
- (2) 1つ
- (3) 2つ
- (4) 3つ

解答：(1)

油ガス田の生産活動に伴い排出される種々の排水について、排水処理に関連する各種施設の管理上の注意点を問う問題である。油ガス田排水は無油排水系と含油排水系とに大別できるが、処理量の多いことやメンテナンスや雨水などの混入により様々な問題が発生することが考えられる。

受験者数	合格者数	合格率	法令試験合格率	技術試験合格率
197人	38人	19.3%	42.7%	23.8%