

## 〈鉱場技術試験問題 解答と解説〉

問1 これから比重 1.30 の泥水を使用して掘進を開始しようとしているが、噴出(キック)に備えて比重をいつでも 0.1 増加させることのできるバライトを、日常に使用するものとは別に確保しておく必要がある。総循環泥水量が 150kL のとき、比重 4.20 のバライトは、最低何トン確保しておく必要があるか、最も近いものを次の中から選べ。

- (1) 21 トン
- (2) 23 トン
- (3) 25 トン
- (4) 27 トン

解答 (2)

次の式により求められる。

$$DM1 \times VM1 + WB = DM2 \times (VM1 + WB \div DB)$$

DM1 : 元の泥水比重 (1.30)

VM1 : 元の泥水量 (150KL)

WB : 求めるバライト量 (トン)

DM2 : 後の泥水比重 (1.30+0.1)

DB : バライト比重 (4.20)

すなわち、

$$1.30 \times 150 + WB = (1.30 + 0.1) \times (150 + WB \div 4.20)$$

$$195 + WB = 210 + WB \times 1.40 \div 4.20$$

$$WB - (WB \times 1.40 \div 4.20) = 210 - 195$$

$$WB \times (1 - 1.40 \div 4.20) = 15$$

$$WB = 15 \div 0.66$$

$$WB = 22.5$$

答 : 23 トン (切り上げ)

問2 垂直井において、比重 1.50 の泥水を使用して深度 2,000m を掘進中、噴出(キック)の兆候があったのでただ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 1.96MPa (20kgf/cm<sup>2</sup>) を、密閉ケーシング圧力は 2.94MPa (30kgf/cm<sup>2</sup>) を示した。ピットレベルの増加は 4kL であった。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を次の中から選べ。ただし、トリップマージン等のセーフティファクターは一切考慮しないものとする。

- (1) 1.50
- (2) 1.60
- (3) 1.65
- (4) 1.70

解答 (2)

次の計算により求められる。

$$1.50 + 20 \div (2,000 \div 10) = 1.60$$

問3 噴出（キック）の原因として誤っているものを次の中から選べ。

- (1) 揚管中に適切な補泥を忘れた場合。
- (2) 降管中のサージ圧により泥柱圧力が増加した場合（ただし逸泥はしない）。
- (3) 逸泥して泥水ヘッドが低下した場合。
- (4) 掘進中突然不測の高圧層に遭遇した場合。

解答 (2)

(2) は噴出の直接的な原因ではない。

ただし「サージ圧」は逸泥&噴出の間接的な原因にもなるので、誤解を避けるため逸泥しない旨を記載した。

問4 良好な掘さく泥水に関する記述のうち、次の中から誤っているものを選べ。

- (1) 張り付きができてにくいこと。
- (2) 脱水量が大きく、泥壁が厚くて丈夫であること。
- (3) 低比重ソリッド分が少ないこと。
- (4) 循環を一時的に停止したときに掘り屑やバライトが沈殿しないように保持すること。

解答 (2)

良好な泥水が持つべき条件は以下のとおりである。

- ① 泥水比重が坑内圧力とバランスした適正值であること。
- ② 粘性、イールドバリュー、ゲルストレングス等の流動特性が適正であること。
- ③ 循環を一時的に停止したときに掘り屑やバライトが沈殿しないように保持し、また地

表においては掘り屑、砂分、粘土分および含有ガスをよく分離すること。

- ④ 脱水量が少なく、泥壁が薄くて丈夫であること。
- ⑤ 低比重ソリッド分が少なく適量であること。
- ⑥ 地層の崩壊、泥化抑制能力が優れていること。
- ⑦ 張り付きができてにくいこと。
- ⑧ 潤滑性が優れていること。
- ⑨ 塩水、セメントその他電解質による影響を受けにくいこと。
- ⑩ 温度、圧力によって泥水特性に変化が少なく安定性が大きいこと。
- ⑪ 物理検査結果の解析に悪影響を与えないこと。
- ⑫ 油、ガス層および地熱蒸気層に対する障害を最小限にすること。
- ⑬ バクテリア（腐敗）に対する免疫性があること。
- ⑭ 作泥費、調泥費ができるだけ安いこと。

問5 掘進中の噴出（キック）の兆候に関する記述のうち、次の中から誤っているものを選べ。

- (1) 泥水循環タンク泥水量（ピットレベル）が増加する。
- (2) 泥水ポンプスピードが増加する。
- (3) 循環泥水の戻り（フローライン）の流速が増加する。
- (4) 泥水ポンプ圧力が増加する。

解答（4）

泥水ポンプ圧力は減少するので、(4)は誤りである。

噴出の兆候には、

- ① ピットレベルの増加
- ② 泥水ポンプ圧力の低下
- ③ 荷重の低下
- ④ 掘進率の増加（ドリリングブレーク）
- ⑤ 泥水比重の低下
- ⑥ ガスショージングの変化

などが挙げられる。

問6 ヘリコプター搭乗心得に関する記述のうち、次の中から誤っているものを選び。

- (1) 救命胴衣を正しく装着し、搭乗後はシートベルトを締めること。
- (2) 帽子、新聞、ヘルメットなどの軽い物はバッグに入れて飛ばないようにすること。
- (3) ヘリコプターのテールローター付近には近寄らないこと。
- (4) 長い荷物を持ち込む場合は、事前に許可を得て、縦にして腰の高さより上で持つこと。

解答 (4)

ヘリコプター搭乗の際の搭乗心得には、

- (1) 救命胴衣を正しく装着し、搭乗後はシートベルトを締めること。
- (2) 帽子、新聞、ヘルメットなどの軽い物はバッグに入れて飛ばないようにすること。
- (3) ヘリコプターのテールローター付近には近寄らないこと。
- (4) 長い荷物を持ち込む場合は、事前に許可を得て、水平にして腰の高さより下で持つこと。
- (5) 飛行中にみだりにドアを開閉したり、物品を投下したりしないこと。
- (6) 体重や手荷物の重量を計測する。  
などが挙げられる。

問7 人工採油に関する記述のうち、次の中から誤っているものを選び。

- (1) 人工採油の方法は、ガスリフト採油法とポンプ採油法に大別され、主なものとしてガスリフト、サッカークラッドポンプ、水中電動ポンプなどがある。
- (2) ガスリフトは、ガスの膨張上昇エネルギーによって液体を地上に汲み上げる採油法で、ポンプ採油法に比べ坑井傾斜、砂の産出などに対する制約は少ないが、水産出量が多い坑井では強固なエマルジョンを作りやすい。
- (3) サッカークラッドポンプは、比較的初期投資が少なく、汲み上げ効率も良いため、陸上油田で最も広範に使用されている。ガス油比の高い油層では、ガスロックを起し採油不良となる場合がある。
- (4) 水中電動ポンプは、産出能力の低い油層に適している。

解答 (4)

人工採油の方法は、ガスリフト採油法とポンプ採油法に大別され、主なものとしてガスリフト、サッカークラッドポンプ、水中電動ポンプなどがある。

それぞれの特徴は以下のとおりである。

ガスリフト：高傾斜の坑井、ガス油比の高い坑井にも適用でき、出砂の影響も受けにく

いが、水を伴う坑井では強固なエマルジョンを作りやすく、ガスを圧入するためのコンプレッサー等の設備費が相当高い。

サッカーロッドポンプ：比較的設備投資が安く、ガスリフト採油に比べ効率の良い採油が可能であるが、砂、パラフィン、スケール等の影響を受けやすく、高傾斜の坑井ではロッドの摩耗、折損等のトラブルが発生しやすい。

水中電動ポンプ：多量の油や水を汲み上げなければならない産出能力の高い坑井に適しており、地上設備も場所を取らないことから、海上油田での適用例が多い。出砂、ガス産出量の多い坑井では適用が難しい。

問8 ガス井の産出能力について、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。

ガス井のバックプレッシャーテスト（背圧試験）により  (イ) の評価を行う式は

$Q = C(P_e^2 - P_w^2)^n$  で与えられ、 $Q$  は  (ロ)、 $C$  はパフォーマンス係数、 $P_e$  は  (ハ)、 $P_w$  は  (ニ)、 $n$  はバックプレッシャーカーブの指数を表す。

	(イ)	(ロ)	(ハ)	(ニ)
(1) ドローダウン		ガス油比	密閉坑口圧力	自噴時の坑口圧力
(2) 絶対オープンフローキャパシティ		産出ガス量	密閉坑底圧力	自噴坑底圧力
(3) 絶対オープンフローキャパシティ		産水量	密閉坑口圧力	自噴時の坑口圧力
(4) ドローダウン		産油量	自噴坑底圧力	密閉坑底圧力

解答 (2)

「AOFC を評価するには、一般にバックプレッシャーテスト（背圧試験）が採用されている。バックプレッシャーテストにも種々の方法があるが、本来は次のような経験的事実を出発点として発達したものである。ガス層に与える背圧を種々に変化させ、産出量(Q)とこれに対応するガス流ドローダウン( $P_e^2 - P_w^2$ )とを両対数グラフにプロットすると直線が得られる。この直線をバックプレッシャーカーブ（背圧曲線）といい、この関係を数式で表したものを、バックプレッシャー方程式といい、次式で与えられる。

$$Q = C(P_e^2 - P_w^2)^n \dots\dots\dots \textcircled{15}$$

Q：産出ガス量[m<sup>3</sup>/d]

P<sub>e</sub>：ガス層圧力(密閉坑底圧力)、[kgf/cm<sup>2</sup> または kPa, psi] (絶対圧)

P<sub>w</sub>：自噴坑底圧力、[kgf/cm<sup>2</sup> または kPa, psi] (絶対圧)

C：パフォーマンス係数

n : バックプレッシャーカーブの指数

AOFCは $P_w=0$ として式⑮から求めるか、あるいはバックプレッシャーカーブから求める。

問9 海洋生産システムに関する記述のうち、次の中から誤っているものを選べ。

- (1) ジャケット式プラットフォームにおいて、生産設備や居住区の他に、掘さく設備を備えているタイプを全搭載型と呼ぶ。
- (2) 固定式生産システムのジャケット式プラットフォームは世界でも多く採用されており、日本国内でも実績がある。
- (3) 浮遊式生産システムは、固定式生産システムに比べ設備投資額が小さいことがメリットであるが、転用に向いていないことがデメリットである。
- (4) 生産坑井の異常事態に対応するためにサブサーフェスセーフティバルブやサーフェスバルブなどの保安システムが採用されている。

解答 (3)

(1) 全搭載型プラットフォーム

全搭載型プラットフォームは、生産坑井のほかプラットフォーム上に掘さく設備、生産設備および居住設備などすべての必要な機能を備えたもので、大規模構造である。

(2) 固定式及び着底式生産システム

固定式にはジャケット式プラットフォームとコンプライアントタワーがあり、着底式には重力式プラットフォームと人工島がある。鋼鉄製ジャケット式プラットフォームは世界で最も多く設置されており、その数は約1万基程度で、米国メキシコ湾だけでも4,000基余りが設置されている。

(3) 浮遊式生産システム

一般に、固定式および着底式生産システムと比べ、設備投資額が小さく、転用が可能である。

(4) 保安システム

海洋においては生産坑井に対して海底下にサブサーフェスセーフティバルブを取り付けることが義務付けされている。

生産操業中にプラットフォームあるいはパイプライン等の施設に異常事態が発生した場合、坑口装置のウィングバルブまたは上部マスターバルブを自動的に瞬時に閉める。この自動閉止弁をサーフェスセーフティバルブ (SSV) と呼ぶ。

問 10 パイプラインの電気防食法として、一般に流電陽極法と外部電源法がある。外部電源法の特徴に関する記述のうち、次の中から誤っているものを選べ。

- (1) 小規模施設に有利である。
- (2) 設備の管理が必要である。
- (3) 流電陽極法に比較し、設備費が高い。
- (4) 土壌中の比抵抗が高い場所に適する。

解答 (1)

外部電源方式と流電陽極方式の比較を以下に記す。

	外部電源方式	流電陽極方式
電 源	電源の得やすい場所	電源の得がたい場所
規 模	大規模施設に有利	小規模施設に有利
腐 食 環 境	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	設備費がやや高い	設備費が安い
維 持 費	維持費が非常に安い	電極の消耗が大きいため維持費がやや高い
管 理	設備の管理が必要	管理の必要はない

問 11 大きなドローダウンを付けると坑井およびガス層に対して障害を起こす可能性がある。この障害に関する記述のうち、次の中から誤っているものを選べ。

- (1) 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は、坑壁面が崩れて砂が坑井内に押し出してくる。
- (2) 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。
- (3) 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。

(4) 坑井周辺のガス層内にガスが流入し、有効浸透率を低下させる。

解答 (4)

(1) ～ (3) は記述のとおりである。

誤 : 坑井周辺のガス層内にガスが流入し、有効浸透率を低下させる。

正 : 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。

問 12 セパレーターに関する記述のうち、次の中から誤っているものを選べ。

(1) ミストエキストラクターはセパレーターの出口に取り付けられ、ガス中の霧状液体を分離する。

(2) セパレーターの内圧を一定に保つために取り付けられる安全弁は、スプリング式のものが広く用いられている。

(3) 横型セパレーターの処理能力は、その断面積の大きさおよび液面の高さに影響を受けるが、長さの影響はほとんど受けない。

(4) 原油とガスの分離効果はリテンションタイムに依存し、長いほど分離効果が高まる。

解答 (2)

正) : (1)、(3)、(4)

誤) : (2)

安全弁は、機器の保全（内圧上昇による破裂防止）のために用いられる安全装置である。内圧を一定に保つためには、圧力調整弁（プレッシャー・コントロール・バルブ）が用いられる。

問 13 文中の  に当てはまる正しい言葉の組み合わせを以下の(1)～(4)の中から選べ。

ガスハイドレートは、天然ガスと凝縮水が共存して、ある圧力・温度条件下で生成される。 (イ) が一定の場合、 (ロ) が下がると生成が促進されるほか、他の条件として、ガス流速が (ハ) こと、激しい乱流を伴うこと、 (ニ) が存在することなどによりハイドレート生成が促進される。

	(イ)	(ロ)	(ハ)	(ニ)
(1)	圧力	温度	速い	激しい圧力変動
(2)	温度	圧力	遅い	激しい圧力変動
(3)	圧力	温度	遅い	砂等の異物
(4)	温度	圧力	速い	砂等の異物

解答 (1)

ガスハイドレート生成促進の条件には下記のものがある。

- ① 一定圧力下で温度が低下すること
- ② ガス流速が早いこと
- ③ ガスの圧力変動が激しいこと
- ④ 激しい乱流（攪拌流）を伴うこと
- ⑤ 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

上記すべてを満たす回答は (1) である。

問14 内径 160mm、延長 2km パイプラインの気密試験を、窒素を用いて実施した。試験開始直後は、ゲージ圧 3.0MPa、ライン内の窒素温度 27℃であったが、24 時間後には 7℃まで低下した。この時のパイプラインのゲージ圧に最も近いものを次の中から選べ。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 0.1MPa、円周率は 3.14 とする。

- (1) 2.4 MPa
- (2) 2.6 MPa
- (3) 2.8 MPa
- (4) 3.0 MPa

解答 (3)

ボイル・シャルルの法則を用いる。

$$(273+7)/(273+27) \times (3.0+0.1) - 0.1 \doteq 2.793$$

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
337 人	87 人	27.0%	34.5%	56.8%